枪弹弹头制造

目　录

概述……1

第一章　普通弹头制造……6

第一节　弹头壳制造……7

一、片材下料冲盂……7

二、圆钢下料、打饼、挤盂……23

三、引伸……37

四、冲尖……51

五、挤口……67

第二节　钢心制造……74

一、钢心毛坯尺寸的确定……76

二、钢心工具主要尺寸的确定……77

三、钢心的下料与冲形力量……80

四、钢心制造的质量……81

五、钢心制造的设备……82

第三节　铅套（心）制造……84

一、铅条的制造方法……88

二、铅套（心）半制品尺寸的确定……89

三、铅套（心）工具主要尺寸的确定……93

四、铅套（心）的质量……99

五、铅套（心）制造的设备……101

第四节　弹头装配……105

一、弹头装配半制品尺寸的确定……107

二、弹头装配工具主要尺寸的确定……111

三、弹头装配的质量……121

四、弹头装配设备……126

第五节　尺寸较量和秤量……129

一、尺寸较量和秤量工具主要尺寸的确定……129

二、尺寸较量和秤量的质量……130

三、超差品的分类与处理……132

四、尺寸较量和秤量的设备……133

第六节　外观检选……137

第七节　弹头验收……138

一、外观验收……139

二、尺寸验收……140

三、弹头重量验收……141

四、弹头硬度验收……141

五、主要射击性能验收……141

第二章　特种弹头制造……143

第一节　穿甲燃烧弹弹头制造……143

一、弹头壳制造……145

二、钢心制造……145

三、铅套制造与钢心合装……163

四、燃烧剂制造……169

五、弹头装配……180

六、弹头验收……210

第二节　曳光弹头制造……210

一、药剂制造……211

二、曳光管制造……221

三、零件制造……227

四、曳光弹头装配……229

第三章　主要质量问题及其分析……237

第一节　53式7.62穿燃弹射击时弹头飞行破裂……237

第二节　56式14.5穿燃弹头飞行破裂……239

第三节　56式14.5穿甲燃烧曳光弹射击时弹头飞行破裂……241

第四节　56式7.62普通弹射击时精度不稳定……245

第五节　56式14.5穿甲燃烧曳光弹光程不足……247

第六节　大口径枪弹曳光管制造和装配时产生燃烧问题……250

概　述

弹头是直接射向目标或达到特定目的的枪弹部件。弹头杀伤敌方有生力量和侵彻敌方目标的能力主要取决于弹头结构、运动的动能和能量的利用情况，如燃烧、曳光、爆炸等作用的特种弹，其作用效果则依弹头内所装特种药剂的性质和多少来决定。

一、对弹头制造的要求

由于弹头是枪弹的一个主要部件，枪弹的某些主要性能取决于弹头制造的质量，所以弹头的制造在战术、勤务、生产方面应达到以下要求：

（一）战术方面

1．精度好。

2．出膛后不破裂。

3．弹道高符合射表。

4．不影响枪管规定的射击寿命。

5．特种性能良好，如穿甲、燃烧等。

（二）勤务方面

1．不可因弹头的材料、尺寸和装配不良等原因影响使用时的安全。

2．不可因弹头的外观疵病影响长期储存。

（三）生产方面

1．保证安全生产。

2．减少废品。

3．提高质量。

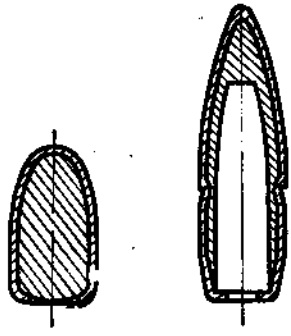
4．提高生产率。

二、枪弹的分类及用途

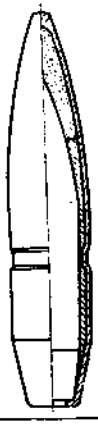
在战场上用枪弹杀伤或摧毁的目标是很多的。例如：人、马等生动目标；汽车、装有轻装甲的运输车辆；低飞的飞机或直升飞机；轻型防御工事；避弹衣、钢盔等防护器材……。为了对付这些目标，就需要有不同性能的各种枪弹。而且随着目标防护能力的加强，又促进了新型枪弹的发展，出现了多种多样的枪弹。通常是根据枪弹的不同作用（不同的弹头结构）来分类的，这也是目前国内所采用的分类方法。

各种弹头的结构、外形和主要用途见表 0-0-1。

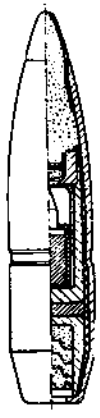
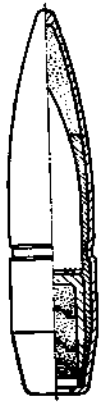
表 0-0-1

种类和名称		实例	特点
战斗弹	普通弹	 由两个或三个元件组成的普通弹	用以杀伤有生目标的枪弹

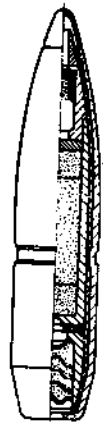
（续）

种类和名称			实例	特点
战斗弹	特种弹	穿甲燃烧弹	 54式12.7穿甲燃烧弹	具有穿甲和燃烧作用的枪弹
		曳光弹	 53式7.62曳光弹	飞行时曳出亮光，以显示弹道的枪弹
		燃烧弹	 53式7.62试射燃烧弹	用以点燃易燃目标的枪弹

（续）

种类和名称			实例	特点
战斗弹	特种弹	燃烧曳光弹	 56式14.5燃烧曳光弹	兼有燃烧和曳光两种作用的枪弹
		穿甲燃烧曳光弹	 56式14.5穿甲燃烧曳光弹	具有穿甲、燃烧、曳光三种作用的枪弹

（续）

种类和名称			实例	特点
战斗弹	特种弹	爆炸弹	 66式14.5瞬发爆炸弹	用以爆炸目标的枪弹

近年来在党的正确领导下，在“独立自主、自力更生”方针的指引下，广大工人、技术人员在改进产品设计、提高质量、节约材料和提高生产效率方面都取得了很大的进展。如取消了特种弹头的铜帽和曳光管壳，大大简化了弹头的结构；改进了普通弹头的钢心形状，保证了弹头的基本性能。在工艺上，特种弹钢心采用热斜轧一次成型，可取消下料、磨外圆、车尾、车弧等工序，减少了大量设备，有利于缩短生产线，提高材料利用率。此外，单冲改多冲、车削改冲压；普通钢材代替优质钢材；工序的合并联动；传送运输的自动化；手工操作的机械化，均可大量节约贵重金属，大大提高劳动生产率，使枪弹弹头生产面貌发生了较大的变化。

第一章　普通弹头制造

普通弹头按其结构分为钢心弹头和铅心弹头两种，见图1-0-1。钢心弹头由弹头壳1、铅套2、钢心3组成；铅心弹头由弹头壳1、铅心4组成。

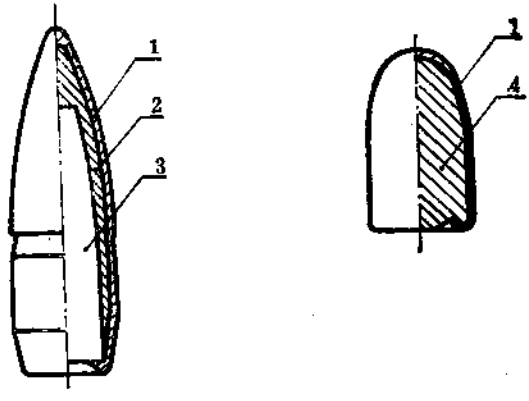


图1-0-1　钢心弹头和铅心弹头

弹头壳用于连接弹头的各零件并保持弹头的外形。弹头壳除应具有防锈能力外，并须具有一定的强度和塑性，以保证弹头在枪膛内、外的正确运动。

铅套或铅心用来减轻弹头对枪管的磨损和对弹头壳的受力作用。同时，因铅的比重大，不仅可提高弹头的断面比重，而且还可用以调整钢心弹头的重心位置。

采用普通钢心一般是为了以低碳钢心代替一部分铅，节约有色金属。

第一节　弹头壳制造

弹头壳的制造，就是将片材通过加工后，使之达到产品图所规定的尺寸、重量、硬度和壁厚差，以保证弹头装配后的质量。

弹头壳的制造一般有下料冲盂、退火、酸洗、水洗、烘干、外观检选、引伸、冲尖、挤口等工序。

弹头壳所用材料，最初为H90黄铜。为了节约有色金属，现多采用F11覆铜钢片。覆铜钢片是用F11低碳钢为基体，以H90黄铜作覆盖层。覆铜层可防止钢的表面生锈，并在冲压加工时起润滑作用。

近年来，为简化弹头壳制造工艺，减少加工工序，对覆铜钢片的塑性要求也越来越高。

一、片材下料冲盂

下料冲盂就是将片材的一部分与另一部分完全分离，并将分离下来的圆片冲成盂形制品。

制造弹头壳用的片材较薄（约0.92～1.07毫米），其下料与冲盂是在下料冲盂机上一次完成。

下料冲盂的质量很重要。例如盂子的壁厚差过大时，引伸不能完全纠正，造成弹头壳有较大壁厚差，影响枪弹射击精度。当盂口的倾斜过大时，在引伸时无法纠正，不仅造成翻口（口部弯曲）过大，影响下道工序正常传送（当引伸与冲尖工序不在同一机床上加工时），而且引伸后出现口部倾斜大、壁厚差也大的情况。

下料冲盂一般采用多冲，机床调整较复杂。为了保证冲盂质量，除要求夹具须有较高的精度外，在工艺设计时，应考虑以下几点：

1. 盂子直径与盂子高度之间应有适当的比例，一般来说，盂子的高度不宜过多的大于其直径，否则，盂口倾斜和壁厚差增大。

2．根据弹头壳质量的要求不同，应规定适当的金属损失率。

3．冲盂过程中，壁部一般不变薄或变薄很少，以防止盂口倾斜过大。

4．盂子尺寸与引伸工艺的确定是保证弹头壳硬度的主要环节，因此，在决定盂子尺寸前，应综合考虑，并在实践中进行修正。

在下料冲盂操作中，还必须注意：

1．保持润滑液（一般用肥皂水）的清洁及浓度。在冲盂加工率较大时，或盂子高度过多的大于其直径时，为了减少冲盂时的阻力，提高盂子的质量，应选用有良好润滑作用的材料作润滑剂。

2．按片材厚度作好分批管理。当弹头的质量要求较高时，最好按片材的厚度公差（通常按0.03～0.04毫米为一类）分批加工，直至制成弹头壳。实践证明，片材的厚、薄直接影响弹头壳的尖端直径，进而影响挤口后弹头壳和弹头的长度。例如56式7.62普通弹弹头壳盂子底部厚度差0.01毫米时，弹头壳的尖端直径约差0.05毫米，挤口后弹头壳的长度约差0.06～0.07毫米。

3．因片材边部易产生覆铜粘合不牢和边、中部厚度不均的情况，所以对以片材的边、中部所制成的盂子应分别在下一工序中加工。

（一）毛坯和盂子尺寸的确定

确定毛坯和盂子尺寸的程序是：

计算毛坯的尺寸（片材厚度和下料圆片直径）；

计算与选择冲盂加工率；

计算盂子的尺寸。

1．毛坯尺寸的确定　在确定盂子尺寸前，必须先知道片材厚度与下料圆片直径。如果在产品图中给出了弹头壳的重量，则可按重量法计算下料的毛坯尺寸，否则，可按体积法计算下料的毛坯尺寸。在根据弹头壳的重量或体积来求下料的毛坯重量或体

积前，应先确定弹头壳工艺过程中的金属损失率。金属损失率是根据去掉弹头壳口部质量较差的部分（例如翻口、锯齿形和小裂口等），退火的氧化和酸洗的腐蚀等因素来确定的。各种弹头壳的金属损失率是不相同的，决定其大小的因素是：

（1）产品质量要求高时，一般金属损失率就较大。

（2）不需扩口的弹头壳，金属损失率小，反之，金属损失率大。

（3）零件尺寸愈小，金属损失率愈大。

根据产品图给定的弹头壳重量，并考虑到加工过程中金属材料的损失，计算毛坯重量。

$$G_M=\frac{G_Z}{1-K} \tag{1-1-1}$$

式中 G_M——毛坯重量（克）；

G_Z——弹头壳重量（克）；

K——金属总损失率（%），

$$K=\frac{G_M-G_Z}{G_M}\times 100\%=\left(1-\frac{G_Z}{G_M}\right)\times 100\% \tag{1-1-2}$$

根据弹头壳制造的实践，金属损失率一般取为11.7～15%。

知道毛坯的重量后，就可选择毛坯厚度。毛坯厚度的选择，对于工艺有很大影响。因为若片材过薄时，在引伸、冲尖时易产生穿底、穿尖和弹头壳的尖端厚度不易达到产品图的规定等现象。若片材过厚时，将增大引伸加工率和弹头壳的尖端厚度。

片材的厚度可按下式概略计算：

$$\delta_M=K_1\delta_l \tag{1-1-3}$$

式中 δ_l——弹头壳的尖端厚度（毫米），见图 1-1-22；

K_1——系数，口径为 7.62 的圆头弹为 1，尖头弹为0.67～0.79。

知道了片材厚度、毛坯的重量后，即可求出毛坯的直径（即下料圆片直径）。

$$\frac{G_M}{\gamma}=V_M=\frac{\pi}{4}D^2\delta_M$$

$$D=\sqrt{\frac{4V_M}{\pi\delta_M}}=\sqrt{\frac{4G_M\times1000}{\pi\delta_M\gamma}}=\sqrt{\frac{4G_Z\times1000}{\pi(1-K)\delta_M\gamma}}\quad(1\text{-}1\text{-}4)$$

式中 G_Z——弹头壳重量（克）；

G_M——毛坯重量（克）；

D——下料圆片直径（毫米）；

γ——材料的比重，F11覆铜钢片的γ一般为7.91～7.93克/厘米^3；

K——金属损失率。

2．冲盂加工率的计算与选择　在确定盂子尺寸前，应该先了解一下冲盂加工率的计算方法和选择。加工率是一种表示变形程度的方法。冲盂时，其加工率可分为切向的压缩（ϕ_d）、径向的压缩（ϕ_b）和纵向的引伸（ϕ_p）三种。这三种加工率可按下式计算。

（1）切向压缩加工率依直径改变而定

$$\phi_d=\frac{D_M-D_{pf}}{D_M}\times100\%=\left(1-\frac{D_{pf}}{D_M}\right)\times100\%\quad(1\text{-}1\text{-}5)$$

式中 D_M——毛坯直径（毫米）；

D_{pf}——盂子口部平均直径（毫米）；

ϕ_d——切向压缩加工率（%）。

（2）径向压缩加工率依壁厚改变而定。

$$\phi_b=\frac{\delta_M-\delta_n}{\delta_M}\times100\%=\left(1-\frac{\delta_n}{\delta_M}\right)\times100\%\quad(1\text{-}1\text{-}6)$$

式中 δ_M——片材厚度（毫米）；

δ_n——盂子口部壁厚（毫米）；

ϕ_b——径向压缩加工率（%）。

（3）纵向引伸是主要变形，是冲盂过程总变形的标志，依横断面积的改变而定，称为断面收减率（习惯称为加工率）。

$$\phi_F=\frac{F_M-F_n}{F_M}\times 100\%=\left(1-\frac{F_n}{F_M}\right)\times 100\% \qquad (1\text{-}1\text{-}7)$$

ϕ_F 与 ϕ_d、ϕ_δ 的关系如下：

$$\phi_F=\left(1-\frac{D_{pf}\delta_n}{D_M\delta_M}\right)\times 100\%=(\phi_d+\phi_\delta-\phi_d\phi_\delta)\times 100\%$$

式中 F_M——下料圆片的侧面积（毫米^2）；

F_n——盂子口部断面积（毫米^2）；

ϕ_F——断面收减率（%）。

冲盂加工率的大小与盂子的质量、工具的寿命及引伸的次数有关。表（1-1-1）是目前生产的几种弹头壳的盂子加工率的部分数据。从表中可看出，在一般情况下，ϕ_d 值约在55%以下，ϕ_δ 值约在16%以下，ϕ_F 值约在62%以下。加工率选定后，还必须在生产实践中进行修正。

表1-1-1 几种弹头壳的盂子加工率

产品名称	毛坯		加工率（%）		
	直径（毫米）	厚度（毫米）	ϕ_d	ϕ_δ	ϕ_F
56式7.62普通弹弹头壳	20.4	0.99	54.37	6.92	57.53
53式7.62普通钢心弹弹头壳	21.2	1.07	52.81	14.49	59.60
51式7.62手枪弹弹头壳	15.2	0.99	35.48	40.15	61.38

3．盂子尺寸的确定（见图1-1-1）。

（1）直径 D_n

$$D_n=D_{pf}+\delta_n \qquad (1\text{-}1\text{-}8)$$

（2）口部内径 d_n

$$d_n=D_{pf}-\delta_n \qquad (1\text{-}1\text{-}9)$$

（3）内底到口部的高度 h_n

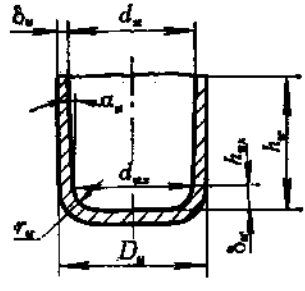


图1-1-1 盂子

$$h_u=\frac{\frac{\pi D_M^2\delta_M}{4}-\frac{\pi D_u^2\delta_M}{4}}{\pi D_{pf}\delta_u}=\frac{(D_M^2-D_u^2)\delta_M}{4D_{pf}\delta_u} \quad (1\text{-}1\text{-}10)$$

（4）底部厚度 δ_u 等于片材厚度。

（5）内底部倒圆半径 r_u　r_u 不宜太大或太小。太大，冲盂时的稳定性较差，易产生盂口倾斜、壁厚差过大或盂子不成形；太小，盂子的转角处受力过大，易产生裂纹。一般选取 r_u=1.5～1.8毫米。为了使冲盂时能稳定及形成质量较好的盂子，也可增大盂子内底部的面积，制成图 1-1-2 所示的形状。

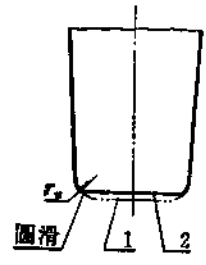


图1-1-2　增大盂子内底部的面积

（6）下部内径 d_{ux} 及其所在高度 h_{ux}。

盂子的内形采用圆锥体，其主要作用之一是便于在冲盂时退货，在某些产品，也有提高冲盂加工率的作用。表 1-1-2 的锥形半角 α_u 的正切值是目前在生产中采用的数据，可作选定时的参考。

表1-1-2　盂子内形的锥度值

毛坯厚度（毫米）	0.99	1.07
$tg\alpha_u$	0.005～0.027	0.011～0.019

1）下部内径 d_{ux} 的所在高度 h_{ux}

当盂子的内形锥度较小时：

$$h_{ux}\approx r_u$$

当盂子的内形锥度较大时：

$$h_{ux}=r_u(1-\sin\alpha_u) \quad (1\text{-}1\text{-}11)$$

式中　r_u——盂子的内底部倒圆半径（毫米）；

α_u——盂子内形的锥形半角（度）。

2）盂子的下部内径 d_{ax} 按下式确定：

$$d_{ax}=d_a-2\,\mathrm{tg}\,\alpha_a(h_a-h_{ax}) \qquad (1\text{-}1\text{-}12)$$

式中 d_a——盂子的口部内径（毫米）；

α_a——盂子内形的锥形半角（度）；

h_a——盂子的内底到口部的高度（毫米）；

h_{ax}——盂子的下部内径的所在高度（毫米）。

（二）下料冲盂工具主要尺寸的确定

1．下料冲盂模

下料冲盂模的主要尺寸见图1-1-3。

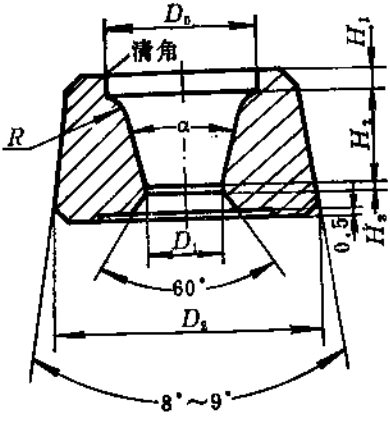


图1-1-3 下料冲盂模

（1）剪口直径 D_0 是根据下料圆片的直径确定的。

$$D_0=D_M$$

式中 D_M——下料圆片直径（毫米）。

（2）剪口深度 H_1 是根据片材厚度而定：

$$H_1=(3\sim4.5)\delta_M \qquad (1\text{-}1\text{-}13)$$

式中 δ_M——片材的厚度（毫米）。

模子的剪口在使用后不锐利时，可以修磨使用。

（3）圆角半径 R 是根据片材的厚度和性能、冲盂加工率等因素而确定的。R 不宜太大，否则，在冲盂时稳定性差，易使盂子产生壁厚差不合及倾斜，一般选取 $R=3\sim10$ 毫米。由于 R 值的确定与许多因素有关，因此，必须通过实践，在生产中进行考验并进行修正。表 1-1-3 示出的是目前在生产中采用的数据，可作选定时的参考。

（4）圆筒部直径 D_1 是根据盂子直径而确定的：

$$D_1=D_a-S$$

表1-1-3　有关下料冲盂模的数据

毛坯		下料冲盂模		
厚度δ_M(毫米)	直径D_M(毫米)	R (毫米)	α	H_2(毫米)
0.99	15.2	10	9°	≈9
	20.4	3	25°	13.5
	20.5	3	25°	13.5
1.07	21.2	3	25°	13.5

式中　D_n——盂子的直径（毫米），取最小值。

S——盂子的弹性回跳量，一般是0.01～0.03毫米。

（5）圆筒部直径（工作带）的长度H_3 是根据盂子的直径及片材强度而确定的。H_3太大，冲盂时的阻力大；太小，模子的使用寿命低。一般选取 $H_3=0.8\sim1.5$毫米，且不允许有宽窄不均情况。

（6）锥角α及其高度H_2 是根据模子的剪口和圆筒部的直径及R值而确定的。α大，则变形阻力大，盂子的稳定性较差；α小，则模子的高度增加，也就增加了冲床的行程。一般选取$\alpha=9°\sim25°$，$H_2=9\sim13.5$毫米。表1-1-3是目前在生产中采用的数据，可作选定时的参考。

（7）外径D_2

$$D_2=(2\sim3.5)D_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}14)$$

2．下料剪刀

下料剪刀的结构见图1-1-4。

（a）形剪刀用于多冲下料，因为头部是锥形的，安装稳定性好，锥度一般为12°。

（b）形剪刀主要用于单冲下料，剪刀与模子的同心度可以调整，也可以用于有导引装置的多冲下料。

剪刀直径D

$$D=D_n-a=D_M-a \qquad (1\text{-}1\text{-}15)$$

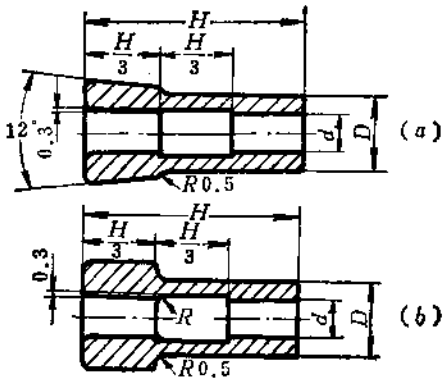


图1-1-4　下料剪刀

a ——间隙，根据毛坯厚度确定。可按表 1-1-4 选取，间隙的最大值中包括了剪刀与模子剪口的制造公差。

表1-1-4　下料剪刀与下料冲盂模剪口间的间隙值

单位：毫米

毛坯厚度 δ_M	0.99	1.07
间隙值 a	0.04～0.103	0.06～0.128

剪刀内孔是根据冲盂冲的尺寸而确定的。若与冲盂冲配合的间隙太大，将使冲盂冲在剪刀孔中晃动，易产生壁厚差大及盂口倾斜大的疵病。若间隙太小，将使冲盂冲与剪刀孔之间产生摩擦焊的现象。根据经验，剪刀内孔一般按基孔制 2 级精度制造，冲盂冲的柄部（即圆柱部）直径按 2 级精度的第三种动配合确定。

剪刀使用后不锐利时，可以修磨。

3．冲盂冲

冲盂冲由工作部、柄部、夹持部三部分组成。其结构形式按工作部的几何形状分为三种见图 1-1-5。

（a）型　用于壁部不变薄盂子，为了便于退货，工作部上下直径差 0.02～0.04 毫米，这种冲子在弹壳制造中基本不用；

（b）型　锥形，用于壁变薄的冲盂加工；

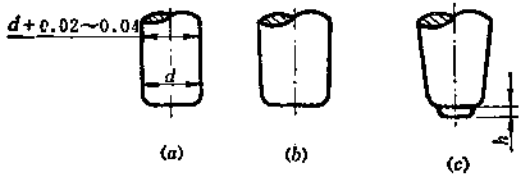


图1-1-5　冲盂冲工作部分形状

（c）型　端部带有凸包，其余与（b）型同，这种冲子能使底部金属增加，适用于增加底厚用。

图 1-1-6 是冲盂冲工作部分的尺寸计算图。

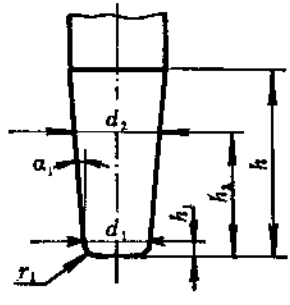


图1-1-6　冲盂冲

（1）冲盂冲的主要尺寸 d_1、d_2、h_1、h_2、α_1、r_1 均可根据盂子的内形尺寸确定。

（2）冲盂冲锥体部的高度 h 可按下式计算：

$$h = h_2 + (0 \sim 18) \qquad (1\text{-}1\text{-}16)$$

4．退货卡

下料冲盂的退货卡采用两瓣式退货卡见图 1-1-7 。

（1）退货卡的计算：退货卡的结构见图 1-1-8

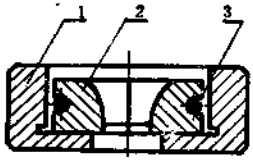


图1-1-7　两瓣式退货卡具
1—卡盒；2—退货卡；3—弹簧。

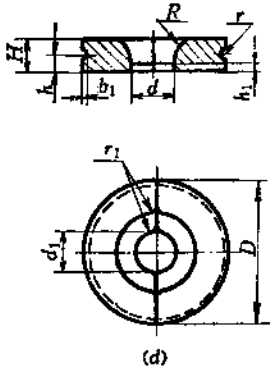


图1-1-8　退货卡

$$d = d_k + c \qquad (1\text{-}1\text{-}17)$$

式中　d_k——引伸冲上部直径(毫米)；

c ——由表 1-1-5 可查出。

表1-1-5　C 数 值 表

口部壁厚δ_k	<0.5	≥0.5～1	≥1～1.5	≥1.5～2	≥2～2.5
C	-0.25	0.18 δ_k	0.3 δ_k	0.6 δ_k	0.8 δ_k

退货卡其他尺寸可见表 1-1-6。

表1-1-6　(d)型退货卡其它参数

单位：毫米

d	D	H	h_1	h	R	r	r_1	b_1
5～10	25	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>10～15	30	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>15～20	35	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>20～25	40	6	1.0	3	6	1.6	2.0	3.0
>25～30	50	6	1.0	3	6	1.6	2.0	3.0

（2）卡盒的计算，卡盒结构见图 1-1-9

内孔 $D_1=D+(0.5\sim 1)$

式中 D——退货卡外径(毫米)。

$D_2=d_z+(1\sim 4)$

式中 d_z——制品外径(毫米)。

$\delta=H+(0.2\sim 0.5)$

式中 H——退货卡的厚度(毫米)。

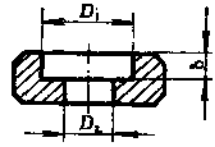


图1-1-9 卡盒

5. 技术要求

（1）下料剪刀

材料 T10A(YB 5-59)；

热处理 工作部分 HRC56～64，夹持部分 HRC45～55；为防止刀刃崩落，可以在剪口端面 7 毫米范围内回火到 HRC50～58；

光洁度 内径、工作部分和剪口端面▽7；

剪刀直径按 3～4 级精度。

（2）冲盂冲

材料 T10A；

工作部、柄部热处理 HRC58～64，夹持部 HRC45～55；工作部铬层厚度 0.01～0.02 毫米。

工作部及 R 处的光洁度为▽9，端部光洁度▽7即可；

柄部为 3 级精度的动配合。

（3）下料冲盂模

材料 钢模及硬质合金模的剪口部分用 T10A 或 CrW5，硬质合金模的冲盂部分用 YG8、YG15；

用 T10A 的钢模及剪口，热处理 HRC58～64，铬层厚 0.01～0.02毫米；

钢模内孔光洁度▽9，硬质合金模内孔光洁度为▽10；

剪口直径和工作带直径均按 3～4 级精度，径向跳动、底平面对中心线不垂直度，以及上下平面之不平行度均不超过0.05毫米。

（三）质量检查与分析

1．尺寸检查

（1）盂子外径　盂子外径用环规检查，如图 1-1-10 其公差除了考虑冲压加工所能达到精度外，尚需考虑：1）工具制造时允许的公差；2）工具所允许的磨损量；3）材料的机械性能及加工前退火规范对弹性回跳量的影响；4）机床精度等。直径公差一般不一定符合公差等级。

如盂子外径公差不符合公差等级时，确定环规尺寸需往上一级取值定级。盂子直径公差一般 5～6 级。

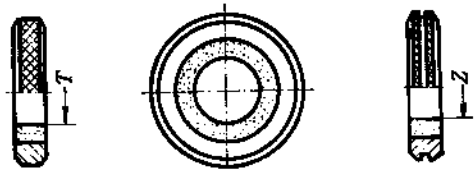


图1-1-10　盂子外观环规

（2）盂口倾斜检验器（或称盂口倾斜量器），是用来检查盂子口部倾斜及盂子高度的，（见图 1-1-11）。

如果盂口倾斜不符合要求，对壁厚差及以后的工序加工均有影响。为防止盂子放入检验器的孔内摆动过大，影响检验的正确性，孔的直径不易过大，一般比盂子的最大直径大 0.1～0.3 毫米为宜。两平面的高度应根据盂口倾斜程度来定，一般在 0.4～0.8 毫米范围。

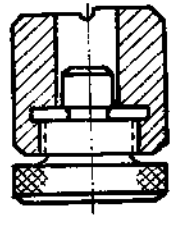


图1-1-11　盂口倾斜检验器

（3）壁厚差，用壁厚差检验器检查（见图 1-1-12）。

盂子壁厚差数值的大小根据实践经验确定。其原则是要保证壁厚差要求，而且应适当加严。也要考虑冲盂的变形情况，即

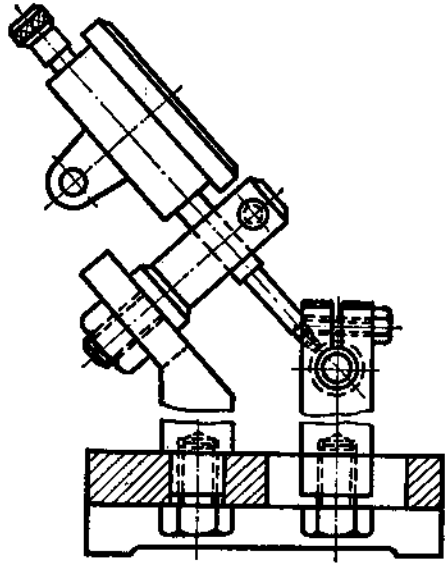


图1-1-12　壁厚差检验器

$\frac{\delta_a}{D_a}$的比值有关。盂子的壁厚差一般只测一个部位。量杆测量部位的直径是根据冲盂冲的尺寸来定的，一般比冲盂冲相应部位的尺寸小0.1～0.2毫米。

2．疵病分析，见表1-1-7。

表1-1-7　片材下料冲盂疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	缺口盂子	（1）送料未送到位； （2）片材斜度过大； （3）片材镰形过大； （4）片材窄； （5）拉伸距离未调整好； （6）定位板未调整好
2	底部断裂或局部裂纹	（1）冲子或模子工作部分形状不正确或圆弧半径过小； （2）片材的机械性能不合

（续）

序号	疵病名称	疵病产生原因
3	口部凸起	（1）模口局部崩落； （2）剪刀刃部崩落； （3）下料圆片之间间距小
4	盂口倾斜过大与壁厚差不合	（1）片材局部不洁净有氧化色； （2）模子、下料剪刀和冲盂冲不同心； （3）片材厚度不均； （4）润滑液浓度低； （5）剪刀进入模口过浅； （6）冲、模制造不正确，模子中心与底面不垂直；模子工作带倾斜；冲、模工作部分椭圆等
5	直径大	（1）模子磨损； （2）模子裂
6	内外线痕	（1）出现缺口货后易出线痕； （2）片材质量不好造成的模子损坏； （3）工具掉铬； （4）润滑不好或润滑剂不清洁
7	卡子卡印	（1）卡子或卡簧损坏； （2）卡子被模子压住
8	花边盂子 	沿片材轧制方向及与其成45°方向的抗张强度比值较大，而产生的方向性所致
9	盂子内底部有多余金属	冲子工作部分局部损坏

（四）片材下料冲盂设备

覆铜钢片下料冲盂，依其工艺特点，一般在立式曲轴复动冲床——下料冲盂机上进行。冲床上装有自动送料机构，安装6～9个冲头，因此，生产效率高，操作方便。

下料冲盂机的工作原理如图 1-1-13。电动机 1 经由三角皮带 7、离合器 6 传动曲轴 8，通过外连杆 5，内连杆 4，分别传

动外滑块 2，内滑块 3，使其作上下往复运动。覆铜钢片通过自动送料机构纵向（或横向）推进，完成自动送料工作。固定在运动着的外滑块上的剪刀将覆铜钢片冲裁成圆片后，由装于内滑块上的冲盂冲冲成盂子。

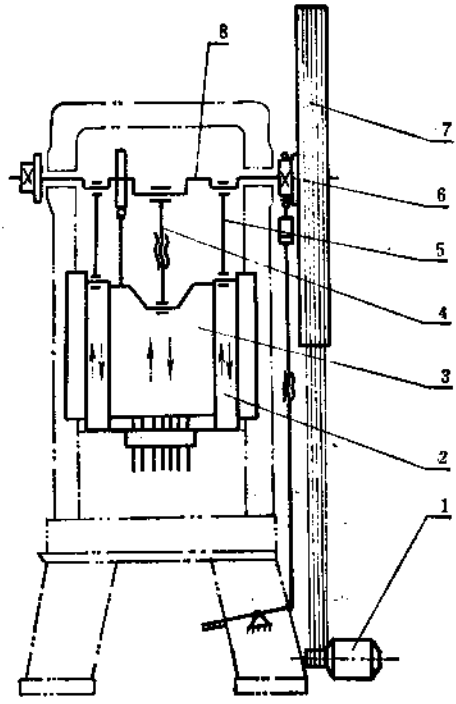


图1-1-13　下料冲盂机传动系统

图 1-1-14 是一种纵向拉钩式自动送料装置。它是由凸轮 1、摆杆 2、摇臂 3、大摆杆 4、拉杆 5、拉钩 9、定位钩10、顶杆 7、月牙凸块 6、顶块 8 和挡铁 11、支承座 12 等主要零件构成。

其动作原理为：随曲轴旋转的凸轮 1，通过摇臂 3、大摆杆 4、推动拉杆 5 在水平方向沿其支承座 12 作往复运动，装于拉杆 5 上的拉钩 9 亦随其运动。定位钩 10 的动作是由装在拉杆 5 上

的挡铁 11 控制的。转动的装在曲轴夹板上的月牙凸块 6，使摆杆 2、顶杆 7 推动顶块 8，迫使拉杆转动。当拉钩向前移动时，定位钩头部能自动抬起，拉钩向反向移动时，定位钩头部自动压下，这样往复交替动作，完成自动送料工作。

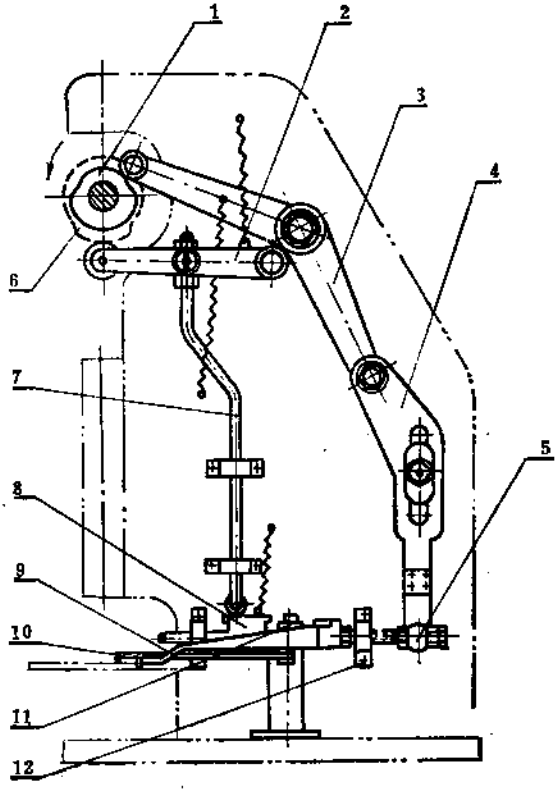


图1-1-14 自动送料机构

二、圆钢下料、打饼、挤壳

采用圆钢下料冷挤壳和表面无氰镀铜工艺制造弹头壳，是当前枪弹制造的新途径。

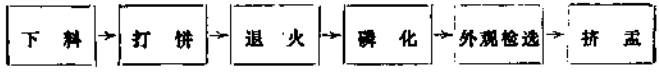
以圆钢制造弹头壳，不仅有利于战备生产，而且从材料利用率及降低成本等方面与覆铜钢片相比，都显示了一定的优越性。

（一）下料、打饼、挤盂工艺

本节主要以56式7.62普通弹头壳圆钢冷挤盂为例，重点介绍挤盂工艺。

1．56式7.62弹头壳冷挤盂的工艺过程

以圆钢下料冷挤盂制造弹头壳，现多采用S10A圆钢，也可以采用S14A（太标19-73）圆钢制造，其工艺过程如下：



2．圆钢下料、打饼、挤盂变形过程圆钢下料、打饼、挤盂变形过程见图1-1-15。

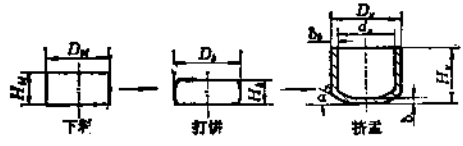


图1-1-15 挤盂变形过程

3．浅模挤盂工作过程

以圆钢下料冷挤盂，一般采用有退货冲挤盂工艺方法（例如弹壳圆钢下料冷挤盂）。但用这种方法制造弹头壳，由于盂子制品底部易产生压痕和毛刺，经引伸、冲尖加工后，在弹头壳弧形部常出现铜层撕裂、露钢等疵病，故这种工艺方法不适于制造弹头壳。

实践证明，采用无退货冲浅模挤盂工艺能够满足弹头壳制造的要求。

浅模挤盂工作情况见图1-1-16。

送货具将圆饼送到凹模（浅模）2上面，由送货卡15将圆饼卡正，此时挤盂冲5进入导向圈12，将圆饼送入凹模并挤成盂

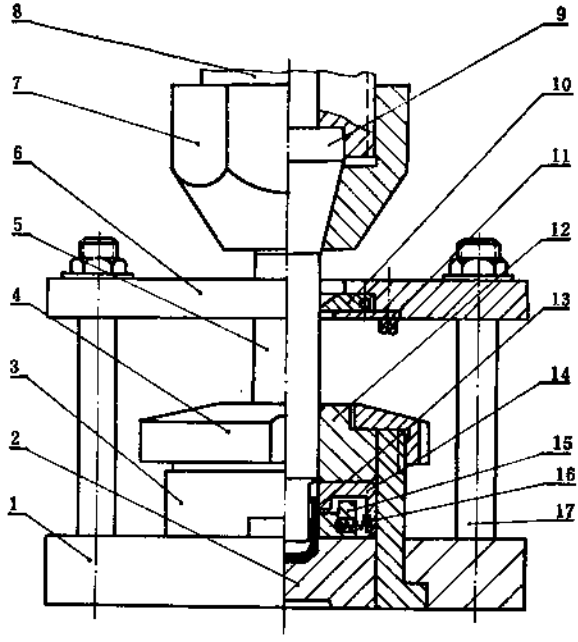


图1-1-16　浅模挤盂工装组合图

1—压模板；2—凹模；3—模套；4—压模螺母；5—挤盂冲；6—退货卡座；7—螺母；8—冲头；9—冲垫；10—退货卡；11—退货卡压板；12—导向圈；13—盂子；14—送货卡座；15—送货卡；16—弹簧；17—退货卡固定螺栓。

子，然后挤盂冲将盂子带出模腔，通过退货卡子 10 退下盂子。

4．浅模挤盂的特点

（1）可以获得与覆铜钢盂子相似的底部光滑的弹头盂子，保证镀铜的质量，便于引伸、冲尖等工序的加工。

（2）工具的种类较少，制造简单。

（3）使用浅模挤盂，减小了金属流动阻力，使反挤压的金属流动均匀，降低了挤压力，提高了模具的使用寿命。

（4）模具装卡、调整方便，操作容易。

（5）由于圆饼是沿着浅模口平面进入凹模的，挤压成盂后，

盂子不带出模腔，圆饼进不了模口内，故不发生撞货、撞坏工具现象，保证操作的安全。

（二）毛坯、圆饼、盂子重量与尺寸的确定

1．毛坯重量的计算

毛坯重量的计算公式可参考前公式（1-1-1）。其中金属损失率K，在弹头壳制造中可按 11～15％选取。

2．盂子主要尺寸的确定

（1）盂子底部厚度 δ

$$\delta = K_{\delta} \cdot \delta_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}18)$$

式中 δ_1——弹头壳尖端厚度(毫米)；

K_{δ}——系数，尖头弹为 0.76～0.8。

（2）盂子壁部厚度 δ_b

$$\delta_b \leqslant \delta \qquad (1\text{-}1\text{-}19)$$

盂子底部厚度一般等于壁部厚度，但底部厚度不能小于壁部厚度，否则，挤压力增大，影响模具的寿命，并且在引伸、冲尖加工时易出现出楞、穿底等疵病。

（3）盂子内径 d_m

$$d_m = \frac{d_T}{1-\phi_T} \qquad (1\text{-}1\text{-}20)$$

式中 d_T——成品弹头壳内径(毫米)；

ϕ_T——盂子内径缩小率（％），一般取为 23～24％。

（4）盂子外径 D_m

$$D_m = d_m + 2\delta \qquad (1\text{-}1\text{-}21)$$

式中 d_m——盂子内径(毫米)。

（5）核算挤盂加工率

D_m与d_m确定后，即可对挤盂的断面加工率进行验算，其目的为了充分利用最大加工率并保证工具寿命。

$$\phi_F = \frac{F_0 - F_m}{F_0} \times 100\%$$

或 $$\phi_F=\frac{d_n^2}{D_n^2}\times 100\% \qquad (1-1-22)$$

式中 F_b——冷挤前毛坯断面积(毫米^2)；

F_n——冷挤后盂子口部断面积（毫米^2)。

优质低碳钢的冷挤压加工率，一般在50～75%的范围内。实践证明加工率高于70%，工具较费；高于75%时，工具易损坏；低于50%时，给下道加工增加困难，即引伸次数多或引伸工具消耗量大，产品壁厚差不易控制。

（6）盂子内部高度 h_n，外部高度 H_n

盂子内部高度，可按挤盂前后体积相等的原理，近似的由下式求取：

$$h_n=\frac{D_b^2H_b-D_n^2t_n}{D_n^2-d_n^2} \qquad (1-1-23)$$

式中 D_b、H_b——圆饼直径和高度(毫米)；

D_n、t_n、d_n——盂子外径、底厚和内径(毫米)。

盂子外部高度 H_n

$$H_n=h_n+t_n \qquad (1-1-24)$$

（7）盂子锥角 α

冷挤压盂子底部形状，不能和覆铜钢盂子底部形状一样，因为如果冷挤压盂子的底部形状为球面形，则在挤压过程中，容易使冲子不稳定而造成壁厚差大。经过试验证明，α 以取29°～30°为宜。

3．圆饼直径 D_b 和高度 H_b

由于圆饼的直径与挤盂模内径的间隙直接影响盂子壁厚差，故圆饼的直径 D_b 根据盂子的外径来确定。

$$D_b=D_n-\Delta_1-\Delta_2 \qquad (1-1-25)$$

式中 D_n——盂子外径(毫米)；

Δ_1——盂子外径弹性回跳量（毫米），一般为0.09～0.15毫米；

Δ_2——圆饼外径与模子内径配合间隙（毫米），一般取0.05～0.15毫米。

已知圆饼的外径 D_b 和重量（即毛坯的重量）G_M，即可求出圆饼的高度 H_b：

$$H_b=\frac{4G_M1000}{\pi D_b^2\gamma}\text{（毫米）} \tag{1-1-26}$$

式中 γ——比重，钢 7.85 克/厘米^3。

4．毛坯高度 H_M 和直径 D_M

（1）毛坯高度可由下式确定

$$H_M\approx\frac{1}{2}D_M \tag{1-1-27}$$

式中 D_M——毛坯直径(毫米)。

（2）毛坯直径 D_M(毫米) 可通过毛坯重量 G_M 求得

$$D_M=\sqrt[3]{\frac{8000G_M}{\pi\gamma}} \tag{1-1-28}$$

式中 G_M——毛坯重量(克)；

γ——钢的比重（7.85 克/厘米^3）。

根据毛坯直径 D_M 可以选取标准直径的圆钢。

5．毛坯、圆饼、盂子的重量及尺寸计算举例

已知条件：弹头壳重量 G_z=2.23 克，弹头壳圆柱部内径 d_T=6.88 毫米，弹头壳尖端厚度 δ_f=1.25 毫米。

计算步骤：

（1）毛坯重量 G_M，K取 15%

$$G_M=\frac{G_z}{1-K}=\frac{2.23}{1-0.15}=2.62\text{(克)}$$

（2）盂子底部厚度 δ (K_δ取 0.76)

$$\delta=K_\delta\cdot\delta_f=0.76\times1.25=0.95\text{(毫米)}$$

（3）盂子壁部厚度 δ_b

$$\delta_b=\delta=0.95\text{(毫米)}$$

（4）盂子内径 d_n（ϕ_T 取 24%）

$$d_n=\frac{d_T}{1-\phi_T}=\frac{6.88}{1-0.24}=9.1(\text{毫米})$$

（5）盂子外径 D_n

$$D_n=d_n+2\delta_b=9.1+2\times0.95=11(\text{毫米})$$

（6）核算挤盂加工率 ϕ_F

$$\phi_F=\frac{d_n^2}{D_n^2}\cdot100\%=\frac{9.1^2}{11^2}\cdot100\%=68.44\%$$

（7）圆饼外径 D_b　Δ_1 取 0.1，Δ_2 取 0.15

$$D_b=D_n-\Delta_1-\Delta_2$$
$$=11-0.1-0.15=10.9_{-0.15}(\text{毫米})$$

（8）圆饼高度 H_b　已知 $G_M=2.62$ 克，$\gamma=7.85$ 克/厘米^3，$D_b=10.9$ 毫米。

$$H_b=\frac{4\cdot G_M\cdot1000}{\pi D_b^2\gamma}=\frac{4\times2.62\times1000}{3.14\times10.9^2\times7.85}=3.58(\text{毫米})$$

（9）盂子内部高度 h_n

$$h_n=\frac{D_b^2H_b-D_n^2\delta}{D_n^2-d_n^2}=\frac{10.9^2\times3.58-11^2\times0.95}{11^2-9.1^2}=8(\text{毫米})$$

（10）盂子高度 H_n

$$H_n=h_n+\delta=8+0.95=8.95(\text{毫米})$$

（11）毛坯直径 D_M

$$D_M=\sqrt[3]{\frac{8000\cdot G_M}{\pi\gamma}}=\sqrt{\frac{8000\times2.62}{3.14\times7.85}}=9.47(\text{毫米})$$

（三）挤盂工具尺寸的确定

1．挤盂模

无退货冲挤盂模是弹头壳盂子制造的关键工具，具有一定的特殊要求。对56式7.62普通弹头壳挤盂模的尺寸要求如下（图1-1-17）。

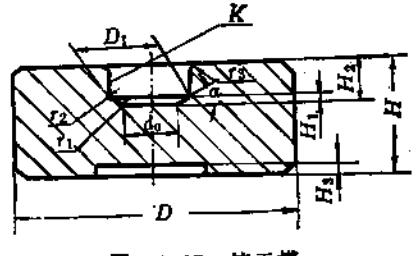


图1-1-17　挤盂模

（1）模腔工作部分直径 D_1

由盂子的外径来确定的

$$D_1=D_n-\Delta_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}29)$$

式中 D_n——盂子外径(毫米)；

Δ_1——盂子弹性回跳量(毫米)。

（2）模腔有关尺寸

由于模腔底部几何形状决定盂子外部几何形状，所以确定模腔有关尺寸是很重要的。

1） $\alpha=29^{\circ}\sim30^{\circ}$

2）凹模的底部要用圆弧连接，防止应力集中，且尖角对润滑及金属流动不利。

$$r_1\approx 3\text{(毫米)}$$

$$r_2\approx 1.5\text{(毫米)}$$

$$r_3\approx 0.3\text{(毫米)}$$

3）锥角高度 H_1

根据经验 $$H_1=(1.25\sim1.5)\,\delta \qquad (1\text{-}1\text{-}30)$$

式中 δ——盂子底部厚度(毫米)。

4）模腔工作部分锥度 K

根据经验取 $K=15:1000$

5）模腔高度 H_2 是根据圆饼高度确定的

$$H_2=H_b+H_1+r_3 \qquad (1\text{-}1\text{-}31)$$

式中 H_b——圆饼高度(毫米)；

H_1——锥角高度(毫米)；

r_3——模口圆弧半径(毫米)。

6）模底直径 d_0 可由 α 角及 H_1、D_1 的尺寸计算，或作图算出。

7）模子底部空刀高度 H_3 一般为 0.1～0.3 毫米，太大会影响模具的寿命。

（3）模子高度 H

根据模腔高度 H_2 及模子的强度确定。

$$H=H_2+(10\sim15) \qquad (1\text{-}1\text{-}32)$$

式中 H_2——模腔高度(毫米)。

(4) 模子外径 D

模子外径 D 的尺寸应考虑模子的强度。模子和导向圈同装在一个模套内，所以，模子外径 D 要有较高的配合精度，一般可按基孔制二级精度第一种动配合确定。

(5) 模子的不平行度和不垂直度对孟子的壁厚差有影响，一般都不应大于 0.02 毫米。

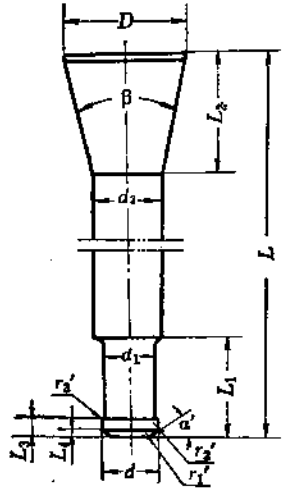


图1-1-18 挤孟冲

2. 挤孟冲 (图 1-1-18)

挤孟冲头部的尺寸是根据孟子和挤孟模有关尺寸确定的，因没有退货冲，孟子是靠挤孟冲子带出模腔的，故具有特殊的要求。

(1) 冲子工作部分直径 d

$$d=d_n \qquad (1\text{-}1\text{-}33)$$

式中 d_n——孟子内径(毫米)。

(2) 直径 d_1

$$d_1=d-(0.15\sim0.25) \qquad (1\text{-}1\text{-}33)$$

(3) 锥角 α' 等于挤孟模锥角

$$\alpha'=\alpha \qquad (1\text{-}1\text{-}34)$$

(4) 圆弧半径

$$r_1'=r_1-\delta \qquad (1\text{-}1\text{-}35)$$

$$r_2'=r_2-\delta \qquad (1\text{-}1\text{-}36)$$

式中 δ——底部厚度(毫米)；

r_1, r_2——模子底部圆弧半径(毫米)。

(5) 模口圆弧半径 r_3 $r_3'\leqslant0.2$ 毫米，大时对带货不利。

（6）挤盂冲工作部分高度 L_3

$$L_3=H_2-\delta-r_3-(1.5\sim2.5) \qquad (1\text{-}1\text{-}37)$$

式中 H_2——模腔高度(毫米)；

δ——盂子底部厚度(毫米)；

r_3——模口圆弧半径(毫米)。

（7）挤盂冲工作部分高度 L_1

$$L_1=H_n-\delta+(5\sim5.5) \qquad (1\text{-}1\text{-}38)$$

式中 H_n——盂子高度(毫米)。

（8）锥角部分高度 L_4

$$L_4=H_1-\delta\left(1-\frac{1-\sin\alpha}{\cos\alpha}\right) \qquad (1\text{-}1\text{-}39)$$

式中 H_1——挤盂模子锥角高度(毫米)；

δ——盂子底部厚度(毫米)；

α——模子锥角(度)。

（9）导引部分直径 d_2 d_2 不能过大，否则会影响退货。

$$d_2=D_n+(0.2\sim0.5) \qquad (1\text{-}1\text{-}40)$$

式中 D_n——盂子外径(毫米)。

3．导向圈

导向圈是挤盂时保证壁厚差的主要工具，它与模子同装在一个模套内，故同模子一样需要较高的配合精度，见图 1-1-19。

（1）内径 d 与挤盂冲导引直径 d_2 尺寸相同，采用基轴制二级精度第一种动配合制造。

（2）外径 D 与模子外径尺寸 D 相同，与模套配合，采用基孔制二级精度第一种动配合制造。

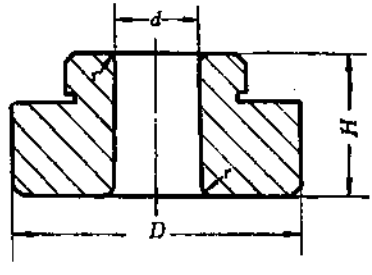


图1-1-19 导向圈

（3）导向圈高度 H 不能过小，过小导向不好，一般为15～20

毫米。

（4）口部圆弧半径 r 可为 3～5 毫米。

（5）导向圈的不平行度，不垂直度均不应大于 0.02 毫米。

（四）尺寸、重量检查及挤盂疵病分析

1．尺寸或重量检查

下料后毛坯的几何形状一般是不规则的，所以测量其高度也不准确。目前各厂下料后衡量下料毛坯的质量标准通常皆采用称重量。

下料后毛坯的重量公差不宜过大，过大则会影响打饼直径公差，并使挤盂稳定性差引伸后长度变化较大，给切口自动送料带来困难，金属损耗也比较大。一般重量公差可为毛坯重量的2.5～5%。56 式 7.62 钢质弹壳是冷拔圆钢可取重量公差下 限；54 式 12.7、56 式 14.5 钢质弹壳是热轧圆钢则取重量公差中、上限。

下料工序已把毛坯的重量控制在一定范围内，故打饼工序一般可控制外径，亦可控制打饼后的厚度。但主要应控制外径，因圆饼的外径对挤盂质量影响较大。

56 式 7.62 钢弹壳打饼后外径为 $\phi 13.87_{-0.22}$，厚度公差 ±0.1 毫米。

54 式 12.7 钢弹壳打饼后外径为 $\phi 30_{-0.7}$，厚度公差 ±0.1 毫米。

56 式 14.5 钢弹壳打饼后外径小于或等于 36.3 毫米，厚度公差 ±0.1 毫米。

厚度用高度卡规、外径用外径环规测量。

挤盂工序是弹壳制造的基础工序。这一工序的质量好坏，尺寸精度的高低，都会直接影响其它工序和成品的质量以及尺寸精度。

挤盂工序一般检查以下尺寸：

（1）挤盂的底部厚度　必须满足平底后底部厚度的要求。挤盂底部厚度与原材料的机械性能、退火后硬度一致性以及磷化状

况有关。引伸时还与引伸模具的几何形状(锥度)、冲子的头部形状有关。由于影响平底工序底部厚度因素较多，所以挤盂底部厚度除了按公式（1-1-41）初步确定外，尚须在生产实践中多次试验后确定，并要比产品图公差作适当压缩。

盂子底厚 $t_n=K\delta_d$ (1-1-41)

式中 δ_d——成品弹壳底厚(毫米)；

K——底厚变化系数。

口径≤7.62毫米 $K=0.7\sim0.75$

口径>7.62毫米 $K=0.85\sim0.9$

（2）挤盂壁厚差 弹壳根部的壁厚差由末次引伸根部壁厚差来保证，而末次引伸根部的壁厚差又由挤盂壁厚差保证，所以挤盂的壁厚差必须严于弹壳产品图根部壁厚差要求。

$$\Delta b_n<0.65\Delta b_k$$

式中 Δb_n——挤盂口部壁厚差(毫米)；

Δb_k——弹壳产品图根部壁厚差(毫米)。

（3）外径 一般不做测量，由模子尺寸保证，因为挤盂模大部分采用了硬度高的合金钢模或硬质合金模，磨损量很小。

2．疵病分析

下料、打饼和挤盂工序经常发生的疵病及其原因分析列于表1-1-8、1-1-9、1-1-10。

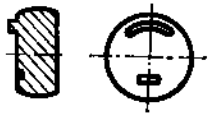
（1）下料工序疵病及分析

表1-1-8 圆钢下料疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	重量不合	（1）圆钢直径公差大； （2）圆钢弯曲； （3）定位杆固定不牢
2	端面质量不好	（1）固定刀与活动刀之间的间隙过大或过小； （2）下料刀刃部磨钝； （3）下料刀工作直径变形
3	端面凹心	（1）圆钢硬度过高； （2）圆钢化学成分不匀，使圆钢硬度不均

（2）打饼工序疵病及分析

表1-1-9　打饼疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	“马蹄形”圆饼 	（1）坯料弯曲； （2）两端面磷化、皂化质量不好，上下冲具光洁度不匀，以致润滑情况不一致(大口径弹壳)； （3）坯料端面倾斜
2	“塔形”圆饼 	（1）两端面磷化、皂化质量不匀，以致润滑情况不一致； （2）打饼工具端面光洁度相差较大
3	圆饼端面突起、凹陷 	（1）打饼工具磨损； （2）打饼工具上有脏物
4	鼓形直径超差	（1）打饼变形量大或小； （2）下料重量超过或不足
5	鼓形面有裂纹	（1）圆钢有夹杂、夹层、裂缝； （2）圆钢有严重线痕

（3）挤盂工序疵病及分析

表1-1-10　挤盂疵病及产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	壁厚差不合	（1）模座不正； （2）导向圈内径过大； （3）导向圈与凹模同心度不合； （4）润滑不好； （5）送货卡子夹货不稳； （6）凹模磨损； （7）圆饼磷化不均； （8）凹模外径公差太大； （9）凹模倾斜，不垂直度太大

（续）

序号	疵病名称	疵病产生原因
2	盂口倾斜	模、冲不同心
3	外线痕	（1）模子磨损和断裂； （2）磷化质量不好； （3）模内混有杂物
4	内线痕	（1）冲子磨损或掉镓； （2）冲子损坏； （3）混有杂物
5	底厚薄不均	（1）退火后硬度不均； （2）表面处理不好； （3）润滑不好； （4）底厚薄调整装置松动； （5）模具磨损

（五）下料、打饼挤盂设备

用于弹头壳下料的设备是圆钢下料机。用于打饼的设备有立式和卧式两种型式。近年来，由于群众性技术革新和技术革命的蓬勃开展，已成功地制成了下料、打饼组合机床。简化了工艺，节省了设备，提高了效率。

挤盂是弹头壳生产的重要工序，用于挤盂的设备选用是否合理，直接影响盂子质量和模具寿命。因此，选用挤盂设备时，必须满足以下条件：

1．根据冷挤压单位面积承受力大的特点，用于冷挤盂的设备必须有足够的强度和良好的刚度。刚度差会直接影响挤盂模和挤盂冲的寿命，降低盂子的质量。设备本身变形大，在挤压时挤压机床消耗大量的弹性变形功能，至使盂子底厚超差。一般刚度差的冲床（特别是C型床身的冲床）不适用于冷挤盂。

2．冷挤盂机必须有良好的精度，滑块须有精确的导向，否则会影响盂子的壁厚差及模具寿命。

3．冷挤盂机须有合适的挤压速度才能取得较大的热效应减小变形抗力，提高金属的塑性，这对盂子质量和模具寿命都大有好处。

三、引　伸

引伸就是改变盂子的直径（缩小）及壁厚（减薄），而使其达到弹头壳产品图所规定的壁厚及壁厚差等有关尺寸和硬度要求（有时与热处理工艺相结合）。

弹头壳的引伸工序大多在四联（或五联）冲床上与冲尖、挤口工序一次完成，也有的在立式引伸机上单独进行。在四联（或五联）机床上引伸工艺的一般安排如下：

引伸 → 一次冲尖 → 二次冲尖 → （三次冲尖）→ 挤口；

或：引伸兼挤口 → 一次冲尖 → 二次冲尖 → （三次冲尖）。

在卧式四联（或五联）机床上，先冲尖后挤口的引伸工具是由引伸冲1、前模（即上模）2、后模（即下模）3、退货冲4组成，见图1-1-30；引伸兼挤口的引伸工具是由引伸兼挤口冲1、前模（即上模）2、后模(即下模)3、退货卡4组成，见图1-1-46。

引伸制品的质量对枪弹性能影响很大。引伸制品壁厚差的大小对枪弹精度的影响见表1-1-11。

表1-1-11　56式7.62普通弹弹头引伸制品壁厚差对枪弹精度的影响

壁厚差（毫米）	R_{50}（厘米）	备　　注
≤0.02	5.2	（1）除引伸制品壁厚差不同外，其它试验条件均相同；
>0.02～0.04	5.7	
>0.04～0.06	6.1	（2）用专用精度枪、夹枪管，靶距300米。
>0.08	6.9	

由于引伸的质量很重要，因此在工艺设计时，应考虑以下各点：

1．用立式机床时，应尽可能采用冲套管。采用冲套管的优点如下：

（1）可保证引伸制品的底部圆正；

（2）避免引伸机滑块运行方向与机床工作台面不垂直；

（3）避免用夹头夹冲子时，冲子歪斜与模子不垂直；

（4）保证引伸制品下部壁厚差较小；

（5）使机床调整方便等。

当不能采用冲套管时，无论是立式或卧式机床，都必须用一导圈（或上模有导向部分）来防止盂子倾斜地进入上模。

2．上、下模的圆筒部直径应正确。在设计引伸模时应注意，上模主要改变盂子的直径，可少许改变其壁厚；而下模主要使壁部变薄，只少许改变直径。下模的加工率不宜太小，否则，在引伸制品的根部上面有印痕，该印痕在冲尖后不能完全消除而残留在弹头壳的弧形部，如图 1-1-20。

3．为了减少引伸时的阻力，克服引伸时的穿底疵病，引伸模的角度不宜太大。

4．引伸制品的直径不宜过小，否则，对于无整口工序且无尾锥部的弹头，将使其圆柱部直径偏小或弹头的圆柱部直径不规则，而影响枪弹装配的质量及枪弹精度，如图 1-1-21 所示。

5．要注意引伸制品中部与底部直径的区别。因为弹头壳或弹头的圆柱部直径是由引伸制品的中部直径所决定的。

在引伸操作中还必须注意以下几点：

1）避免冲套管或导圈的内径磨损过大，影响壁厚差。

2）除了应控制引伸制品的中部（或中上部）壁厚差以外，也可控制引伸壳的下部壁厚差，以保证弹头壳弧形部的壁厚差。

3）尽量使引伸制品的壁厚保持在中公差。因为弹头壳的壁厚公差较小，一般在 0.06 毫米以内。壁厚不一的弹头壳，其重量

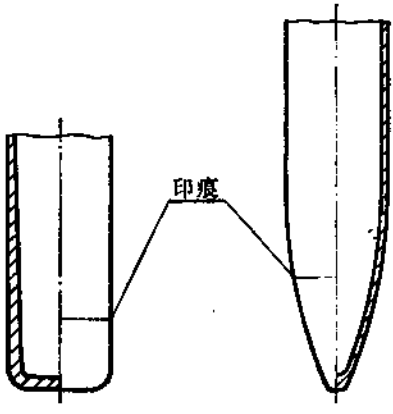


图1-1-20 印痕



图1-1-21 圆柱部直径不规则的弹头

公差较大，会给弹头装配及控制弹头重量的一致性带来一定的困难。

4）为了保证引伸制品的一致性，便于冲尖操作和调整机床及工具。在用立式多冲机床引伸时，可以按每根引伸冲进行分批。

5）当引伸、冲尖、挤口在同一机床上加工时，除了应保持盂子表面的清洁外，并须将盂子表面均匀地涂以少许有良好润滑作用的油。

（一）引伸制品尺寸的确定

盂子及弹头壳（或弹头）产品图是确定引伸制品尺寸的主要依据。

1．引伸加工率的计算　同盂子加工率的计算方法相同，引伸加工率也分为直径的缩小（ϕ_d）、壁部的变薄（ϕ_δ）和横断面积的改变（ϕ_F）三种。

直径缩小的加工率是依直径的改变来确定：

$$\phi_d=\frac{D_a-D_y}{D_a}\times 100(\%) \qquad (1\text{-}1\text{-}42)$$

2．引伸次数　是根据引伸的总加工率来确定的。当引伸的总

表1-1-12　各种普通弹弹头壳的引伸系数和加工率

产品名称	工序名称	系数						加工率（%）								
		直径缩小 K_d			壁部变薄 K_δ			直径缩小 ϕ_d			壁部变薄 ϕ_δ			总的（面积改变）ϕ_F		
		上模	下模	总	上模	下模	总	上模	下模	总	上模	下模	总	上模	下模	总
56式7.62普通弹弹头壳	引伸	0.851	0.903	0.769	1.02	0.536	0.547	14.858	9.7	23.12	−2	46.38	45.31	14.85	49.21	56.75
53式7.62普通钢心弹弹头壳	引伸	0.798	0.904	0.721	1.004	0.49	0.492	20.22	9.633	27.91	−0.44	51.034	50.82	21.766	53.397	63.514
51式7.62手枪弹弹头壳	引伸	0.773	0.966	0.747	0.765	0.532	0.407	22.69	3.42	25.34	23.545	46.79	59.325	40.855	47.241	68.796

加工率大于约70%时，可分两次引伸。因普通弹的弹头壳的引伸总加工率较小，见表1-1-12，故一般仅引伸一次。

在弹头壳的制造中，引伸选用两个（上、下模）或三个模子(上、中、下模)。

3．引伸制品尺寸的确定见图1-1-22。

（1）直径 D_y　其公称尺寸是根据弹头的产品图确定，一般是：

$$D_y = d - (0 \sim 0.02) \qquad (1\text{-}1\text{-}43)$$

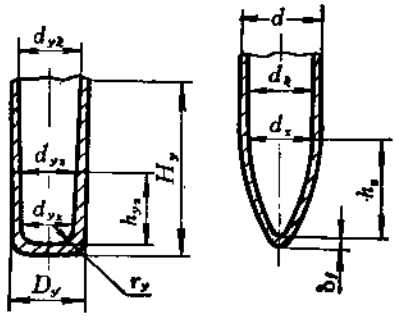


图1-1-22　引伸制品与弹头壳

式中　d ——弹头圆柱部直径（毫米）。

直径 D_y 按3～4级精度，其最小尺寸不宜小于弹头圆柱部的最小直径。

（2）口部内径 d_{yk}　是根据弹头壳的口部内径而确定的，在一般情况下：

$$d_{yk} \approx d_k$$

式中　d_k ——弹头壳的口部内径（毫米）。

（3）中部内径 d_{yz} 及其所在高度 h_{yz}　为了保证弹头壳圆柱部的壁厚，引伸制品可增加一个中部内径 d_{yz}：

$$d_{yz} = d_z + (0 \sim 0.015) \qquad (1\text{-}1\text{-}44)$$

式中　d_z ——弹头壳中部内径（毫米）；

$$h_{yz} \approx h_z$$

h_z ——弹头壳中部内径至内尖端的距离（毫米）。

（4）下部内径 d_{yx}

$$d_{yx} = d_x - (0.02 \sim 0.03) \qquad (1\text{-}1\text{-}45)$$

式中　d_x ——弹头壳中部内径（毫米）。

（5）内底部倒圆半径 r_y，一般取1.6～2.3毫米。

（6）引伸制品的高度 H_y，可根据毛坯的体积概略计算：

$$H_y=\frac{\delta_M(D_M^2-d_{yx}^2)}{D_y^2-\left(\frac{d_{yk}+d_{yx}}{2}\right)^2} \qquad (1\text{-}1\text{-}46)$$

式中 δ_M——毛坯的厚度（毫米）；

D_M——毛坯的直径（毫米）；

d_{yx}——引伸制品的下部内径（毫米）；

D_y——引伸制品的直径（毫米）；

d_{yk}——引伸制品的口部内径（毫米）。

（二）引伸工具主要尺寸的确定

引伸工具有引伸模、引伸冲、引伸冲套管（或导圈）、引伸退货卡（或退货冲）等四种。

1．引伸模　引伸模的结构、形式见图 1-1-23。

（1）引伸模的类型　一般常用的有以下几种类型：

（a）型：带有导向部分的整体模，模子的工作部分由导向部分 1、锥形部分 2、圆筒部分 3、底部倒锥部分 4 组成。这种模子适用于引伸的上模，也可用于下模。

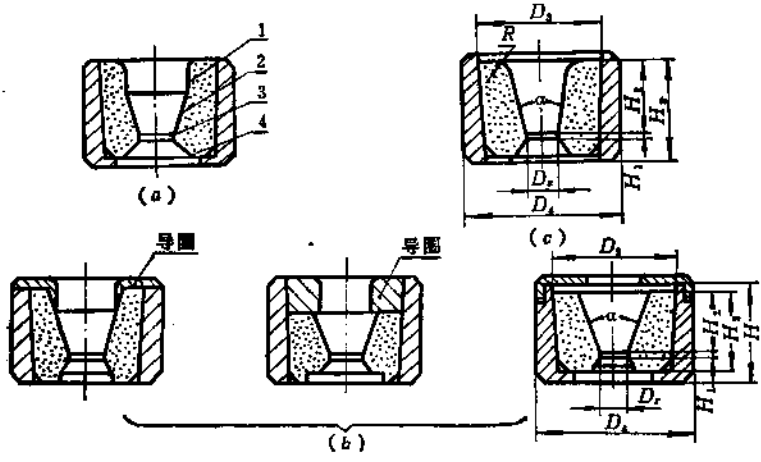


图1-1-23　引伸模

（*b*）型：带有导向部分的组合模，导圈装入模中或装在模子上，以代替模子的导向部分，与（*a*）比较，这种模子的制造要简单一些。

（*c*）型：无导向部分的模子，这种模子适用于引伸的中、下模。

（2）下模的圆筒部直径 D_x 是根据引伸制品的直径而确定的：

$$D_x = D_y - S_y \qquad (1\text{-}1\text{-}47)$$

式中 D_y——引伸制品的直径（毫米），取最小值；

S_y——弹性回跳量，与模子使用的材料、盂子的硬度等有关；碳钢模比硬质合金模的弹性回跳量大；硬度高的盂子比硬度低的弹性回跳量大。硬质合金模的 S_y 一般是 0～0.01毫米。

下模圆筒部直径根据对引伸制品质量的要求，按1～2级精度制造。

（3）上模圆筒部直径 D_t 在一般工作情况下，上模约承受总负荷量的 30%，其余为下模所承受。上模圆筒部直径 D_t 可由直径缩小系数来算出：

因为 $$K_d = \frac{D_x}{D_1} = \frac{D_t}{D_1} \cdot \frac{D_x}{D_t} = K_{d1} \cdot \frac{D_x}{D_t} = \frac{D_x}{D_1} \cdot K_{dx}$$

所以 $$D_t = K_{d1} \cdot D_1 = \frac{D_x}{K_{dx}} \qquad (1\text{-}1\text{-}48)$$

式中 K_d——总的引伸直径缩小系数；

K_{d1}、K_{dx}——经过上、下模加工后的直径缩小系数；

D_1——冲盂模的圆筒部直径（毫米）；

D_x——下模的圆筒部直径（毫米）。

上模的工作直径按 2～4 级精度。

（4）锥角 α 其大小与变形力量有关。当 α 角度增加时，变形剧烈且不均匀，使变形力增加，金属向上流动，底厚减薄。根据实践，一般采用 12°～28°。上模比下模的锥角要大些，但有时

为了修复利用旧的硬质合金模子，也可使下模的锥角较上模的锥角略大。有时因盂子的直径较大，为了能使其放入上模中稳定，也可适当地增加上模的角度。

（5）圆筒部直径的所在高度 H_1 与模子的使用寿命和引伸力的大小有关，H_1 大时，模子的使用寿命高，但摩擦力大。根据实践，一般选取 $H_1=0.5\sim1.5$ 毫米，且不允许有宽窄不均情况。

（6）模口至圆筒部直径处的高度 H_2 和模子的高度 H_3 可按下列经验公式计算：

$$H_3=H_2+(2\sim3.5) \qquad (1\text{-}1\text{-}49)$$

式中 H_2 值的确定，应保证盂子进入模子内不过高或过低。过高，即 H_2 值小，则盂子不能放入或放入后不稳定；过低，即 H_2 值大，则将失去冲套管或导圈的作用。

（7）硬质合金模坯的直径 D_3 和模子的直径 D_4。

$$D_3=D_t+2h\,\mathrm{tg}\frac{\alpha}{2}+(3\sim5)(\text{毫米}) \qquad (1\text{-}1\text{-}50)$$

$$D=(2.5\sim5)d\,(\text{毫米}) \qquad (1\text{-}1\text{-}51)$$

（8）模口倒圆半径 R 根据实践，一般选取 $R=1\sim3$ 毫米。

（9）材料 用镶套（45 或 T10A 钢）的硬质合金（YG 8）制造，外套热处理后 HRC 42～52。

2. 引伸冲

引伸冲的主要尺寸应根据引伸制品的内形尺寸来决定，如图 1-1-24。

$$r_1\approx r_y$$

$$d_1\approx d_{y\text{小}}$$

$$d_2\approx d_{y\text{大}}$$

$$h_1\approx r_y$$

$$h_2\approx H_y-\delta_M$$

$$h_3\approx h_2+(2\sim10)$$

$$d_3=\frac{(d_2-d_1)(h_3-h_1)}{h_2-h_1}+d_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}52)$$

式中 r_y——引伸制品内底部倒圆半径（毫米）；

d_{yx}、d_{yk}——引伸制品下部、口部的内径（毫米）；

H_y——引伸制品的高度（毫米）；

δ_M——片材厚度（≈引伸制品的底部厚度）（毫米）。

引伸冲按2级精度制造。

引伸冲的材料用T10A工具钢，热处理后硬度为HRC58～64，夹持部分回火到HRC 40～45。

工作部镀铬，铬层厚度0.01～0.02毫米。

3．引伸冲套管或导圈 见图1-1-25，在设计冲套管或导圈时应考虑以下各点：

（1）要控制引伸冲套管上口与下口内径的不同轴度。

（2）冲套管的上口内径是根据引伸冲的尺寸而确定的。若其与引伸冲配合的间隙值太大，将使引伸冲在套管孔中晃动，易产生壁厚差及倾斜大；若太小，将使引伸冲与套管孔咬合。根据经验一般是冲子按基轴制2级精度，套管孔按2级精度的第三种动配合。

（3）下口内径是根据盂子的直径决定的。一般是比盂子的最大直径大0～0.03毫米，尺寸精度为4～6级。

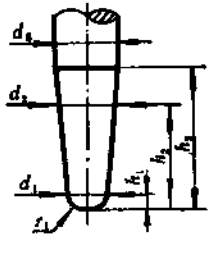


图1-1-24 引伸冲

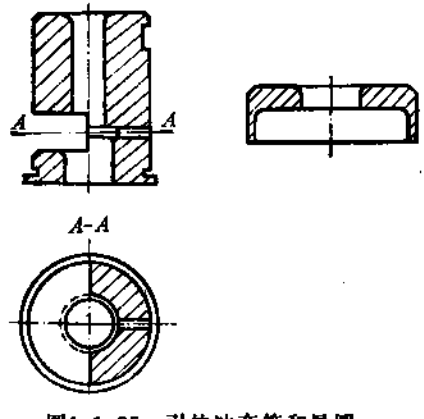


图1-1-25 引伸冲套管和导圈

（4）当盂子放入导圈或冲套管的下口内径时，其下口内径应起到导向的作用（与上模的锥度α和模口至圆筒部的高度H_2有关）。

冲套管或导圈是用T10A钢制造，热处理后HRC 58～64。冲套管的工作部分镀铬。

4．引伸退货卡

引伸退货卡选用三瓣锥形退货卡。退货卡主要尺寸的确定如图 1-1-26。

（1）圆筒部直径（指三瓣卡子合并后）D_5

$D_5=d_3+(0.1\sim0.2)\ \delta_k$(1-1-53)

式中 d_3——引伸冲柄部直径（毫米）；

δ_k——引伸制品口部壁厚（毫米）。

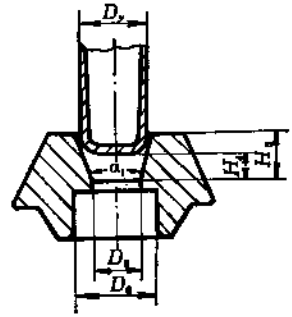


图1-1-26 引伸退货卡

D_5按4～6级精度制造。

（2）锥角α_1

锥角α_1的确定是考虑在引伸后，制品应进入退货卡锥角部分高度的$\frac{3}{4}$，即

$$H_4=\frac{1}{4}H_5 \qquad (1\text{-}1\text{-}54)$$

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2}=\frac{\frac{D_y-D_5}{2}}{\frac{H_5}{4}}=\frac{2(D_y-D_5)}{H_5} \qquad (1\text{-}1\text{-}55)$$

式中 H_4——引伸制品进入退货卡后，其底部距退货卡圆筒部直径处的高度（毫米）；

H_5——退货卡口部到圆筒部直径处的高度（毫米）；

$$H_5=3.5\sim5 \qquad (1\text{-}1\text{-}56)$$

D_y——引伸制品的直径（毫米）。

退货卡的锥形部也可制成圆弧形，一般选取圆弧$R\approx3.5$毫米。

（3）下口直径D_0

$$D_0=D_y+(0\sim0.02) \qquad (1\text{-}1\text{-}57)$$

D_0按4级精度制造

（4）退货卡盒的尺寸见本章第一节之（二）。

退货卡装入退货卡盒后，其小头端面不得突出退货卡盒。否则，引伸下模压住了退货卡，使退货卡提前张开，失去了退货卡的作用。

退货卡和退货卡盒是用T10A钢制造，热处理后HRC为58～64。

（三）引伸力量的计算

引伸力量可按下列的经验公式计算：

$$P_n=CF_n\sigma'_b \qquad (1\text{-}1\text{-}58)$$

式中 P_n——第n次引伸时的引伸力（公斤）；

F_n——第n次引伸时半制品口部的横断面积（毫米^2）；

σ'_b——考虑到加工率的材料强度极限（公斤/毫米^2）（见图1-1-27）；

C——修正系数；由表1-1-13选取。

表1-1-13 修正系数C值表

工序	C	
	弹头壳料片厚度$T<1$	$T=1\sim8$毫米
一次引伸	1	1
二次引伸	1	2

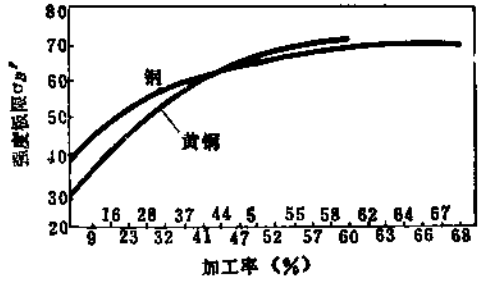


图1-1-27　计算引伸力量时σ_B'值选取图

（四）引伸的设备

弹头壳和曳光管壳的引伸设备有单冲、双冲、三冲等多种结构，根据引伸的力量与每一行程引伸的个数来决定设备的大小。

以下介绍的是56式7.62毫米普通弹弹头壳立式双冲引伸机的设备情况（见图1-1-28）。

弹头壳引伸机是简单的曲轴式压力机。机床设有自动送料装置，保证有较高的生产率。自漏斗定向后的弹头壳盂子由送料推块推至引伸位置。当装有引伸冲的滑块向下运动时，使盂子通过引伸模而完成引伸工序。

引伸与冲尖、挤口合并在卧式机床上完成的设备情况见“冲尖”一节。

（五）引伸的质量检查与分析

检验引伸质量的量具有直径环规、不直度环规、壁厚差检验器、内径塞规四种。

1．直径环规　是检验引伸制品直径用的。环规的设计方法同下料冲盂工序用的环规相同。为了控制引伸制品中部的尺寸，也有用卡规的。

2．不直度环规　是检验引伸制品的弯曲度用的，不直度环规的内孔尺寸应比引伸制品的最大直径大0.02～0.07毫米。不直度环规的高度是根据引伸制品的高度而定的。不直度环规的口部

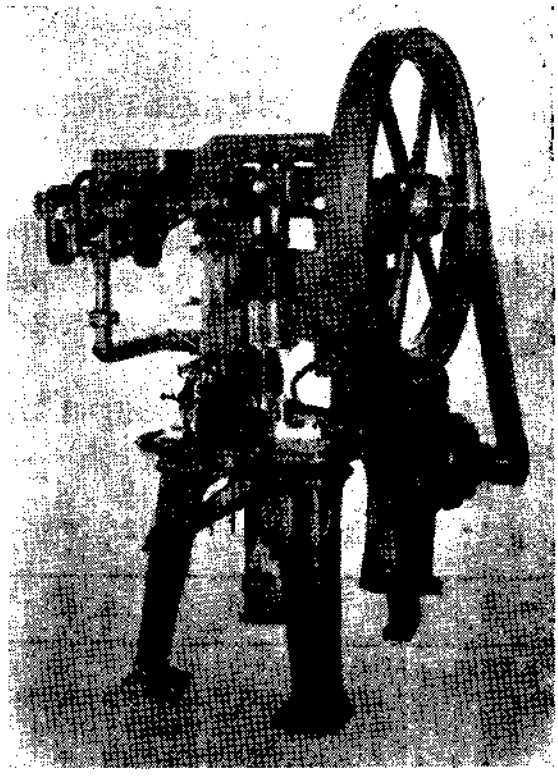


图1-1-28　弹头壳立式双冲引伸机

有倒圆半径R，主要是为了制品易于放入。在联冲机床上引伸时，或引伸制品不长时，也可不用不直度环规。

3．内径塞规　是为了检验引伸冲的磨损用的，见图1-1-29。内径塞规应能放入引伸制品内。塞规的尺寸D主要是根据弹头壳产品图所规定的壁厚、壁厚差及引伸壳的直径公差大小而确定的，一般是比新的引伸冲尺寸小0.025～0.05毫米。根据冲子使用中的磨损情况，塞规可以是圆锥形或圆柱形，塞规的R部分可以切去，见图1-1-29（b）。

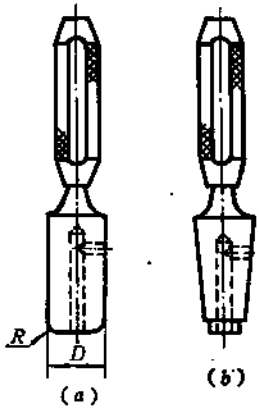


图1-1-29　内径塞规

4．壁厚差检验器　用以检验引伸制品壁厚差的大小，带有百分表和量杆。量杆的设计方法同下料冲盂工序用的量杆相同。引伸制品中部（或中上部）的壁厚差一般不应大于0.06毫米，有时为了更好地保证引伸制品的质量，也要控制其下部的壁厚差。下部的壁厚差一般应不大于0.04毫米。

弹头壳引伸时易产生的疵病及原因见表1-1-14。

表1-1-14　弹头壳引伸疵病及其产生原因

序号	疵病种类	疵病产生原因
1	壁厚差、口部倾斜及弯曲过大	（1）引伸冲与模子的中心不合； （2）上模的锥角过大，模口至圆筒部直径处的高度过深； （3）模子端面跳动差大，二端面不平行； （4）模子圆筒部直径的所在高度宽窄不均； （5）上模的导圆内径或冲套管的下口尺寸过大
2	外表面有深线痕	（1）模子破裂、表面不光洁、有砂眼或粘有金属屑； （2）退货卡铳槽后倒圆不良； （3）润滑剂不清洁； （4）盂子不清洁
3	内表面有深线痕	引伸冲表面镀层损坏
4	底部倾斜大	（1）引伸冲端部倒圆半径损坏； （2）模座表面倾斜； （3）引伸冲与模座不垂直； （4）冲套管上口尺寸过大； （5）模子圆筒部直径的所在高度宽窄不均

（续）

序号	疵病种类	疵病产生原因
5	腰部有横印痕	（1）上、下模中心不合； （2）上模内径小； （3）模子与模座间的空隙太小； （4）模子的外圆与中心的偏差过大； （5）引伸冲未将引伸壳带出，引伸退货冲与模子的中心不一（在联冲机床上引伸时）
6	口部有裂缝	（1）盂子退火不足或片材塑性差； （2）上、下模加工率分配不合理
7	直径部有疤疤	（1）盂子不清洁； （2）润滑剂不清洁； （3）酸洗后腐蚀
8	下部有横印痕	（1）引伸下模圆筒部直径的出口处未倒圆； （2）冲、模中心不正

四、冲　尖

冲尖就是改变弹头壳引伸制品底部的形状，使其弧形部和尖部符合弹头壳产品图的尺寸和具有必要的机械性能（与前几道工序结合）。

弹头壳的冲尖工序大多在四联（或五联）冲床上与引伸、挤口工序一次完成。

各次冲尖工具是由冲尖冲 6、冲尖模 7、退货冲 8（仅第一次冲尖有退货冲）、退货卡 5 组成，见图 1-1-30。

冲尖的质量关系到弹头装配的质量，在工艺设计时，应考虑以下各点：

1. 当产品图中未给出弹头壳尺寸时，要注意弹头壳的弧形部尺寸与弹头的弧形部尺寸是有区别的。弹头壳的弧形，除手枪弹为多弧形连接外，其它多为单弧形连接。一般情况下，弹头壳靠弹尖附近的弧形部尺寸应比相应的弹头该处尺寸略小；而从起弧

点直径至距尖端约5毫米以内的弧形部尺寸，应比相应的弹头该处尺寸略大。

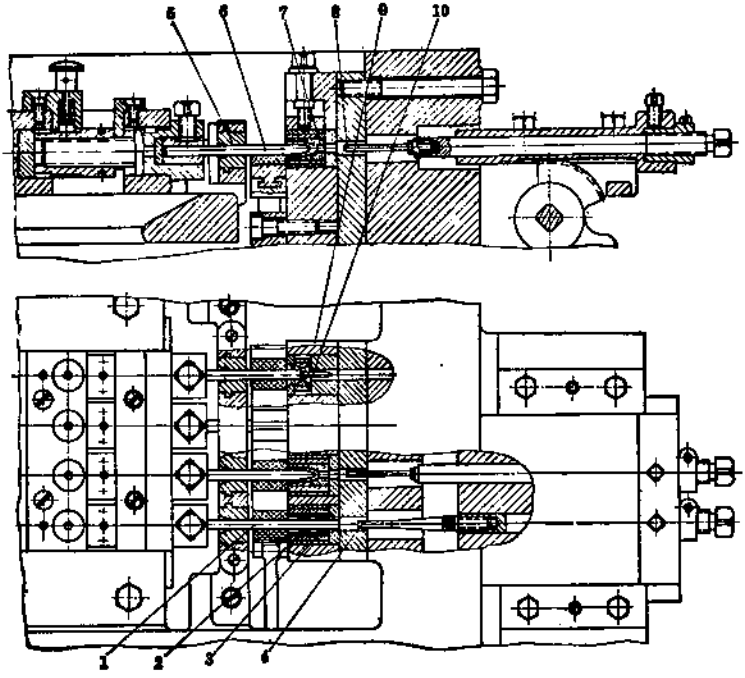


图1-1-30　引伸、冲尖、挤口工具

2．正确设计冲尖次数和各次冲尖半制品的尺寸，因其关系到，

（1）弹头质量的好坏。若冲尖次数过少，不能保证弹尖直径一致时，将影响弹头的起弧高度、全长和弧形的一致性。

（2）工具的使用寿命。若冲尖次数过少，或各次冲尖的力量分配过于不均匀时，则冲尖力量大，易使冲、模磨损快，冲子易折断，模子易破损。

（3）废品数量的多少。例如，当片材较薄、冲尖制品的弧形部较长、冲尖冲与引伸制品内径有间隙时，若第一次冲尖力量大，易

产生穿尖和二次冲尖时弧形部连接不光滑等疵病；若第一次冲尖力量小，则第二次冲尖时易产生穿尖；若弹尖直径不一致，则在弹头装配后将引起废品数量的增加。

在弹头壳制造中，冲尖次数多为2～3次(圆头弹为一次)。因为在第二次冲尖时弹头壳弧形部和弹尖已成形，故第三次冲尖仅起修整弹尖直径及弧形部（靠弹尖附近）的作用。某些产品因有扩口工序，也可将第三次冲尖与扩口工序合并，即扩口时兼有修整弹尖直径及弧形部（靠弹尖附近）的作用。为了减少工位，也可在挤口时兼修尖。当第二次冲尖后，弹尖直径的一致性较好时，也可不需要第三次冲尖。

3．冲尖时，仅第一次冲尖有退货冲。第二、三次冲尖冲的柄部应比冲尖制品的内径逐渐稍大，且模子的深度不可太深，以便冲子将冲尖制品从模子中带出来。当材料塑性较差时，若第二、三次（或三次）冲尖冲柄部过粗，则易产生裂口及大的翻口。

4．为了减少冲尖次数、提高质量、降低工具的消耗，冲尖模一般采用硬质合金，并具较高的光洁度。

在冲尖操作中，还必须注意：

1．在机床初开动时，弹尖直径大多不均匀且偏大，此时冲子可向前调整；而在机床开动以后，弹尖直径又偏小，须将冲子向后调整。掌握这个规律，及时调整工具，可减少弹尖直径的不均匀性。同时，在机床初开动时所作的冲尖制品必须加强检验。

2．盂子的涂油应均匀。

3．在保证质量的条件下，尽可能作到同批少调车、不换工具，以求达到冲尖制品的一致性。

(一) 冲尖半制品尺寸的确定

弹头壳和引伸制品的尺寸，弹头壳所用的材料及其引伸后的机械性能，是确定冲尖半制品尺寸的主要依据。

1．冲尖次数的确定

在确定各次冲尖半制品的尺寸前，应先确定冲尖次数。确定

冲尖次数要考虑以下因素：

（1）引伸制品的硬度低时，冲尖次数可减少。

（2）冲尖冲与引伸制品内径为过盈配合时，由于一次冲尖冲的柄部先接触引伸制品口部，带着引伸制品进入模中，使其底部先变形，然后接触尖端，这样就不容易冲穿，冲尖次数可减少。反之，一次冲尖冲与引伸壳内径有间隙时，冲尖冲的尖端先接触引伸制品底部，不仅易冲穿，且冲子尖部易断，这个疵病只有减轻冲尖力量（即增加冲尖次数）才能解决。

（3）工具的光洁度高，金属易流动，冲尖次数可减少。

（4）当引伸制品较清洁且表面润滑良好时，金属易流动，也可减少冲尖次数。

计算冲尖次数时，要根据各次冲尖制品的弹尖直径的变化情况。弹头壳的弹尖直径 d'_r 可按下式计算：

圆心在起弧线上时，见图 1-1-31（a）。

$$d'_r = D_y - 2\left(R' - \sqrt{R'^2 - H'^2_R}\right) \qquad (1\text{-}1\text{-}59)$$

圆心不在起弧线上时，见图 1-1-31（b）。

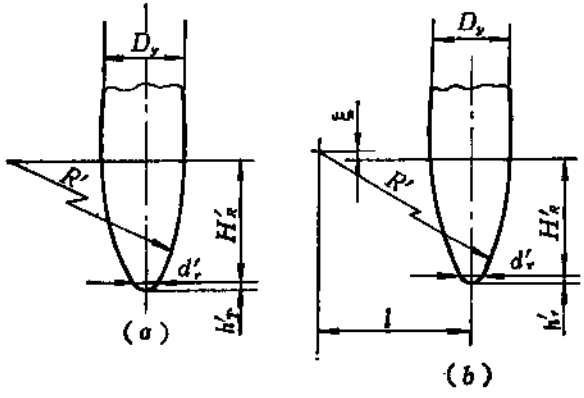


图1-1-31　冲尖制品

$$d'_r = 2\left[\sqrt{R'^2 - (H'_R + \xi)^2} - L\right] \qquad (1\text{-}1\text{-}60)$$

式中　D_y——引伸制品的中部直径（毫米）；

H'_k——弹头壳的弧形高度（毫米）；

R'——弹头壳的弧形半径（毫米）；

L——弹头壳的轴线与弧形半径的圆心的距离。

$$L=\sqrt{R'-\xi^2}-\frac{D_y}{2}; \qquad (1\text{-}1\text{-}61)$$

ξ——起弧圆心下移量（毫米）。

总的冲尖系数，即由圆筒形变为尖形的程度，以二者直径之比表示：

$$K_{fz}=\frac{d'_r}{D_y} \qquad (1\text{-}1\text{-}62)$$

式中 d'_r——弹头壳的弹尖直径（毫米）；

D_y——引伸制品的中部直径（毫米）。

冲尖次数按下式计算：

$$n=\frac{\lg K_{fz}}{\lg K_{fp}} \qquad (1\text{-}1\text{-}63)$$

式中 K_{fz}——总的冲尖系数；

K_{fp}——平均冲尖系数。

2．各次冲尖半制品外形尺寸的确定

末次及末前次半制品外形尺寸可根据弹头壳产品图确定。

（1）第一次冲尖半制品弧形部圆弧与弹尖圆弧交接处的直径 d_{r1} 可按下式计算：

$$d_{r1}=K_{f1}D_y \qquad (1\text{-}1\text{-}64)$$

式中 D_y——引伸制品的直径（毫米）；

K_{f1}——第一次冲尖系数。

根据实践，一般是 K_{f1} 大，K_{f2} 小，亦即第一次冲尖时直径变化少，第二次冲尖时直径收小多，其原因是：

1）第一次冲尖时，若弹尖直径收小过多（亦即第一次冲尖时的力量太大），不仅工具不耐用，且由于引伸制品的底部受力过大，在第一次冲尖时易产生穿尖。

2）第二次冲尖时，若弹尖直径收小过少（亦即第二次冲尖时的力量太小），则第二次冲尖后弧形不光滑。

有关弹头壳的冲尖系数见表 1-1-15。

表1-1-15　有关弹头壳的冲尖系数（δ_M=0.99～1.07毫米）

产品名称	总的冲尖系数 K_{fz}	冲尖次数 n	平均冲尖系数 K_{fP}	各次冲尖系数		各次冲尖弧形高度变化系数	
				K_{f1}	K_{f2}	β_1	β_2
56式7.62普通弹	0.183	2	0.428	0.62～0.651	0.296～0.282	1.15～1.21	1
53式7.62普通钢心弹	0.171	2	0.413	0.62	0.276	0.96	1
51式7.62手枪弹	0.71	1					

（2）第一次冲尖壳的弧形高度 H_{R1} 可按下式计算：

$$H_{R1}=\frac{H'_R}{\beta_1} \qquad (1\text{-}1\text{-}65)$$

式中　H'_R——弹头壳产品图中的弧形高度（毫米）；

β_1——第一次冲尖弧形高度变化系数，由表 1-1-15 选取。

（3）第一次冲尖半制品的弧形半径 R_1　可从公式（1-1-60）推导，按下式计算：

$$R_1=\frac{H_{R1}^2+a_1^2}{2a_1} \qquad (1\text{-}1\text{-}66)$$

式中　$a_1=\frac{D_y-d_{r1}}{2}$（毫米）。

（4）第一次冲尖半制品的弹尖高度 h_{r1}　可按下式计算：

$$h_{r1}=(3\sim6)h'_r \qquad (1\text{-}1\text{-}67)$$

式中　h'_r——弹头壳产品图中的弹尖高度（毫米）。

（5）第一次冲尖半制品的弹尖形状，可根据内形（r_0、r'_0）绘制放大图来确定。

3．各次冲尖半制品内形尺寸的确定

末次及末前次冲尖壳的内形尺寸可根据弹头壳产品图确定。

第一次冲尖壳的内形尺寸可按下列方法计算，见图 1-1-32。

（1）弧形 r_1

$$r_1 \approx R_1 - \delta_{yx} \qquad (1-1-68)$$

式中 R_1——第一次冲尖壳的弧形半径（毫米）；

δ_{yx}——弹头壳的口部壁厚（毫米），计算时取最小值。

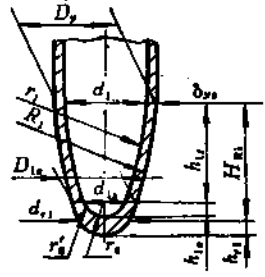


图1-1-32 一次冲尖半制品

（2）上部直径 d_{1s}

$$d_{1s} = D_y - 2\delta_{yx} \qquad (1-1-69)$$

式中 D_y——引伸壳的中部直径（毫米）；

δ_{yx}——弹头壳的壁厚（毫米），计算时取最小值。

（3）下部直径 d_{1x} 及其所在高度 h_{1x}

$$h_{1x} \approx 0.65 \sim 2$$

$$d_{1x} \approx D_{1x} - 2\delta_{yx} \qquad (1-1-70)$$

式中 D_{1x}——与 d_{1x} 相等高度的一次冲尖半制品的外直径（毫米）；

δ_{yx}——弹头壳的壁厚（毫米），取最小值。

（4）弧形高度 h_{1s}

$$h_{1s} = (H_{K1} + h_{r1}) - (h_{1x} + \delta_M) \qquad (1-1-71)$$

式中 H_{K1}——第一次冲尖半制品的弧形高度（毫米）；

h_{r1}——第一次冲尖半制品的弹尖高度（毫米）；

h_{1x}——第一次冲尖半制品的下部直径 d_{1x} 的所在高度（毫米）；

δ_M——毛坯的厚度（毫米）。

（5）端部形状 r_0 及 r_0' 可绘制放大图来确定，一般是：

$$r_0 = 0 \sim 2.5$$

$$r_0' = 0.9 \sim 1.8$$

（二）冲尖工具主要尺寸的确定

1．冲尖冲　各次冲尖冲的主要尺寸可根据各次冲尖半制品

的内形确定，但须考虑以下问题：

（1）在确定一次冲尖冲时，须考虑引伸制品底部的材料厚度情况。如前所述，如果底部材料薄，则一次冲尖冲的端部与引伸制品的内底部应有空隙；如果底部材料较厚，则一次冲尖冲的端部可顶住引伸制品的内底部，见图 1-1-33。

（2）如果冲尖时没有退货冲（一般是二、三次冲尖时没有退货冲），必须使冲尖半制品与冲尖冲在直径部分有紧密配合，使冲尖冲能把冲尖半制品从冲尖模中带出来。

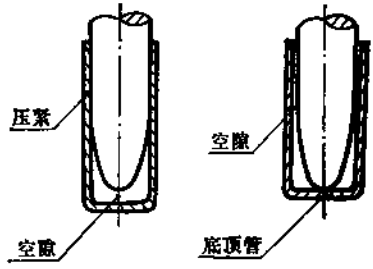
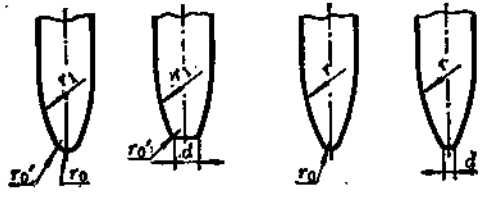


图1-1-33　冲尖冲在引伸制品中的配合

（3）末次冲尖冲的端部根据弹头壳产品图一般是有一个小圆弧或一个小平面。一次冲尖冲的端部由二个小圆弧或一个小圆弧与一个小平面组成，见图 1-1-34。一次冲尖冲的端部有一个小平面，可以防止冲尖半制品尖端破裂。

（4）各次冲尖冲的弧形部与柄部的连接要光滑。

在先冲尖后切口时，为了减少扩口工序，可扩口兼修尖，因此，也可将末次冲尖冲作成如图 1-1-35 的形状。



一次冲尖　　末次冲尖

图1-1-34　冲尖冲的端部形状



图1-1-35　兼有扩口作用的末次冲尖冲

冲尖冲是用T10A钢制造，热处理后，工作部分硬度HRC58～62，夹持部分为HRC50～54。为了防止冲尖冲的尖端断裂，冲尖冲在淬火后也可在尖端至距尖端5～10毫米处回火到HRC54～56。

冲尖冲的工作部分制造精度不低于2级。工作部镀铬，铬层厚度0.01～0.02毫米。

2．一次冲尖模　其主要尺寸见图1-1-36。

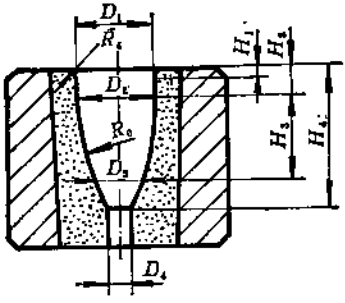


图1-1-36　一次冲尖模

（1）上口直径D_1及其所在高度H_1和倒圆半径R_4

$$D_1 \approx D_y + (0.03 \sim 0.11)$$

$$H_1 \approx R_4$$

$$R_4 \approx 2 \sim 2.5$$

式中　D_y——引伸制品的中部直径（毫米）。

（2）起弧点直径D_2及其所在高度H_2

$$D_2 = D_y$$

$$H_2 \approx 4 \sim 5$$

式中　D_y——引伸制品的中部直径（毫米）。

（3）尖部直径D_3及其所在弧形高度H_3

$$D_3 = d_{r1}$$

$$H_3 = H_{R1}$$

式中　d_{r1}——一次冲尖半制品的弹尖直径（毫米）；

H_{R1}——一次冲尖半制品的弧形高度（毫米）。

（4）退货冲孔直径D_4

$$D_4 = (0.8 \sim 0.9) D_3$$

式中　D_3——一次冲尖模的尖部直径（毫米）。

（5）弧形半径R_0

$$R_0 = R_1$$

式中 R_1——一次冲尖半制品的弧形半径（毫米）。

根据 D_2、H_3、D_3 可求出弧形半径 R_0 的圆心位置。

根据 R_0、D_2、D_4、H_2、H_3 可求出模子的深度 H_4。

在工具图中，也可不注出 D_3 及 H_3。

3．末次冲尖模　其主要尺寸见图 1-1-37。

（1）上口直径 D_5 及其所在高度 H_5 和倒圆半径 R_5

$$D_5=D_y+(0.14\sim0.23)$$

$$H_5\approx R_5$$

$$R_5\approx 1\sim2$$

式中 D_y——引伸制品的中部直径（毫米）。

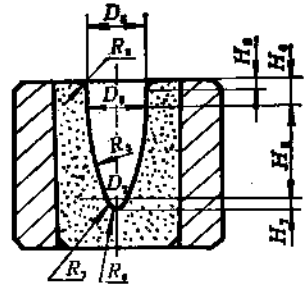


图1-1-37　末次冲尖模

（2）起弧点直径 D_6 及其所在高度 H_6

$$D_6=d_z$$

$$H_6\approx4\sim5$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米）。

（3）尖部直径 D_7 及弹尖高度 H_7

$$D_7=d_r-(0.02\sim0.07)$$

$$H_7=h'_r$$

式中 d_r——弹头的弹尖直径（毫米），计算时取平均值；

h'_r——弹头壳的弹尖高度（毫米）。

（4）弧形高度 H_8

$$H_8=H'_k$$

式中 H'_k——弹头壳的弧形高度（毫米）。

（5）弧形半径 R_8

$$R_8=R'$$

式中 R'——弹头壳的弧形半径（毫米）。

根据 D_6、H_6、D_7 可求出弧形半径 R_8 的圆心位置。

（6）尖端圆弧半径 R_6、倒圆半径 R_7 和弹头壳的弹尖形状相同。

在仅有二次冲尖的情况下，用末前次冲尖模代替末次冲尖模。在三次冲尖（修尖作用）或扩口兼修尖时，可用末次冲尖模。

4．末前次冲尖模　见图 1-1-38，其主要尺寸同末次冲尖模。为了便于使污秽排出、易于出尖等原因，模子的尖端有一小孔 D_8，其尺寸约为弹尖直径的 0.5～0.625 倍。

各次冲尖模是用镶套（T10A钢）的硬质合金（YG8 或YG 11）制造，外套热处理后硬度为 HRC42～47。

所有设计好的整套冲尖工具，须绘制放大的配合图，初步进行验算与修正，然后在生产中进行考核与修正。

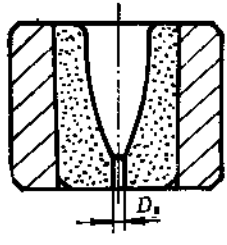


图1-1-38　末前次冲尖模

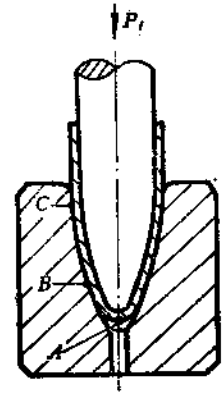


图1-1-39　冲尖力量的分布图

（三）冲尖力量

冲尖时力量的分布情况见图 1-1-39。在冲尖压力 P_j 的作用下，使底部 A 受伸张力；圆柱部 C 受轴向伸张力；弧形部 B 受力情况较复杂，有弯曲和伸张力，但主要是受切向的压缩力。

冲尖力量与材料、引伸制品的硬度、润滑条件、工具的光洁度、冲尖系数、冲、模尺寸的配合、冲尖的操作等因素有关。

关于冲尖的力量，目前还没有成熟的理论计算方法。在冲尖过程中，开始的冲尖力量是很小的，但当冲尖终了时，由于冲尖

制品的弧形部被冲尖冲紧紧压在冲尖模内，相当于密闭的挤压，这时的力量是最大的。在生产过程中，实际冲尖的力量由于操作因素的影响也有很大的变化。

冲尖的力量 P_f 可按下列经验公式概略计算：

$$P_f=(F_1-F_2)\sigma_p(1+\mu \operatorname{tg}\alpha) \qquad (1\text{-}1\text{-}72)$$

式中 F_1——冲尖前待制品的环形横断面积（毫米²）；

F_2——冲尖后尖端圆弧与弧形部圆弧连接处的环形横断面积（毫米²）；

μ——摩擦系数，约等于 0.3；

σ_p——变形抗力（公斤/毫米²）；

α——弹尖圆弧半径与弧形半径连接处的切线和轴线的夹角。

（四）冲尖质量

检验冲尖质量的量具有弧形样板、弹尖直径量规、起弧点直径量规、弧形部偏歪量器、圆柱部直径环规、弧形部壁厚差量器等六种。

1．弧形样板　是检验弹头壳的弧形用的，见图1-1-40。弧形样板的尺寸是弹头壳产品图的最大尺寸。为了控制弧形的一致性，也可设计弧形样板检验一次冲尖半制品的弧形（或二次冲尖半制品）。各次冲尖制品的弧形部在弧形样板中应均匀地漏光或对称地多点接触。

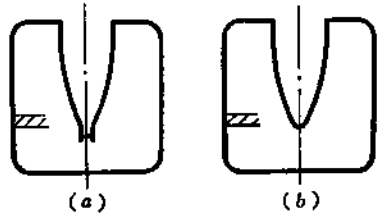


图1-1-40　弹头壳弧形样板

2．弹尖直径量规　是检验弹头壳的弹尖直径用的，见图1-1-41。图中H是弹头壳弹尖直径的高度，D和X分别是弹头壳弹尖直径的最大和最小尺寸（如无弹头壳产品图时，其最大尺寸比弹头弹尖直径的最大尺寸约小 0.1 毫米，其最小尺寸可等于弹头弹尖直径的最小尺寸）。为了保证一次冲尖半制品（或二次冲尖

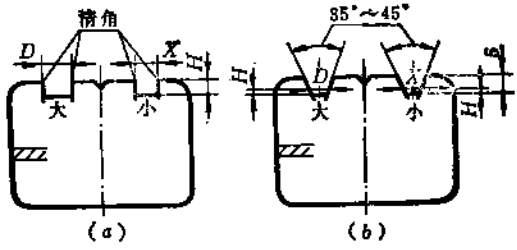


图1-1-41　弹头壳弹尖直径量规

半制品）弹尖直径的正确性，也可设计弹尖直径量规来检验各次冲尖半制品的弹尖直径。弹尖直径量规有二种类型，图1-1-41（a）的量规口为清角，这种量规制造简单，但不耐用。图1-1-41(b）的量规有35°～45°锥角，这种量规制造较困难，但耐用。

3．起弧点直径量规　用于检验弹头壳的起弧点直径和起弧高度，见图1-1-42。量规的主要尺寸可按弹头壳产品图。量规有双环规或单环规二种。装双环规者有直径相同但高度不同，或高度相同但直径不同二种。使用单环规时，一般是规定控制起弧点直径的最小尺寸，而不控制其最大尺寸。因为起弧点直径略大者，有利于在弹头装配时提高弹头的合装密实性。起弧点直径小时，在弹头装配时易产生钻尖疵病。

4．弧形部偏歪量器　用于检验弹头壳弧形部（靠弹尖处）与圆柱部的不同轴度，见图1-1-43。弧形部的偏歪值一般应不大于0.15毫米，或根据弹头装配的试验决定，因为过大的偏歪，在弹头装配时不能完全纠正。在工艺与设备可以满足弹头质量的要求时，可以不检验弹头壳的弧形部偏歪。

5．圆柱部直径环规　为了控制弹头壳圆柱部直径的一致性，以利于弹头装配的加工，也有规定用单或双环规控制弹头壳的圆柱部直径。

6．弧形部壁厚差量器　为了防止弧形部的壁厚差过大，影响枪弹精度，也可用带有百分表和量杆的壁厚差量器检验弹头壳

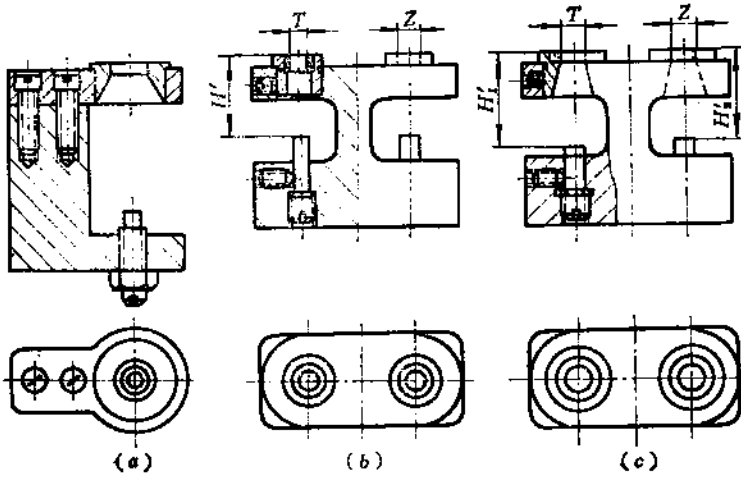


图1-1-42　弹头壳起弧点直径量规

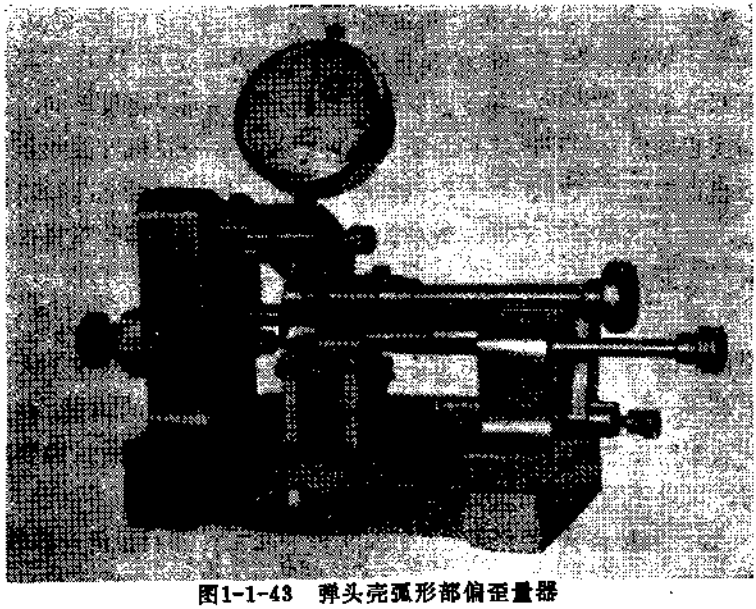


图1-1-43　弹头壳弧形部偏歪量器

的弧形部壁厚差。量杆的设计方法同下料冲盂工序用的量杆。弧形部的壁厚差一般应不大于 0.06 毫米。

冲尖时易产生的疵病种类及产生原因见表 1-1-16。

表1-1-16 冲尖的疵病及产生原因

序号	疵病种类	疵病产生原因
1	表面有深线痕及印痕	（1）冲、模表面不光洁或粘有金属屑； （2）润滑剂不清洁； （3）引伸制品不清洁； （4）模子磨损； （5）工具表面铬层损坏或破裂
2	弧形部偏歪过大	冲、模中心不合
3	尖端破裂	（1）各次冲尖半制品的弹尖直径控制不正确； （2）引伸制品潮湿或污秽
4	弹尖直径大或小	（1）工具调整不正确； （2）片材厚薄不均
5	弧形不正确	工具制造及调整不正确
6	口部裂缝	（1）片材机械性能或盂子退火不良； （2）引伸制品口部倾斜过大； （3）引伸制品内径过小； （4）冲尖冲柄部直径过大
7	尖部起摧	（1）模子制造不正确； （2）冲子尖部损伤； （3）模子尖部有金属屑塞住小孔眼
8	尖部平尖	（1）一尖退货冲将一尖壳头部打平； （2）一尖壳未送出模口，在一尖模口擦平
9	弧形部有印痕或凹痕	（1）引伸制品下部有印痕； （2）盂子不清洁
10	尖部斜尖或削尖	（1）工具损伤； （2）送货时被刮伤
11	弧形部有麻点	（1）盂子不清洁； （2）盂子酸洗的质量不好
12	弧形部壁厚差过大	（1）冲、模中心不合； （2）引伸制品底部壁厚差过大； （3）冲、模有不圆度； （4）冲、模磨损

（五）冲尖的设备

冲尖的设备有单冲、双冲、四冲、五冲等多种结构的机床。单冲或双冲是进行某一次冲尖用的。四冲或五冲是连续完成引伸兼挤口、冲尖或引伸、冲尖、挤口用的。

引伸兼挤口、冲尖与弹头装配组合机床的设备情况见第四节弹头装配。

以下是介绍56式7.62普通弹引伸、冲尖、挤口的设备情况。

1. 工作原理　见图1-1-44。弹头壳引伸、冲尖、挤口机是多工位肘杆式压力机。该机的主滑块在行程的末端停留时间较长，并且能产生较大的压力。因此该结构比较适合冲尖这类工作。



图1-1-44　弹头壳引伸、冲尖、挤口机

经漏斗定向后的弹头壳盂子被送货拨杆从货槽压入送货夹钳里，并被送至引伸位置。引伸后的壳子由送货夹钳分别送到冲尖和挤口位置。加工后的弹头壳由漏管送出机床。

2. 传动系统　见图1-1-45。电动机1通过三角皮带传动使曲轴28上的飞轮3旋转。在曲轴的曲柄轴颈上装有连杆32，它通过肘杆29、33使安装有冲子的主滑块9作直线往复运动。在

曲轴与飞轮之间装有胀环式摩擦离合器 5。在曲轴上装有可操纵的钢带式制动器 27。曲轴通过螺旋齿轮 31、30 使分配轴 19 转动。在分配轴上装有共轭凸轮 16、18，鼓形凸轮 21，圆盘槽形凸轮 22，盘形凸轮 25 等凸轮。共轭凸轮 16、18 通过摆动架 23、连接杆 14 使装有送货夹钳 12 的滑块 11 在丁字形滑块 10 的槽内作水平直线运动。圆盘槽形凸轮 22 通过杠杆 24 使丁字形滑块10作垂直直线运动。因而送货夹钳 12 按照矩形轨迹运动，使被夹持的待制品从一个加工位置进入另一个加工位置。鼓形凸轮 21 通过摆臂 20 和扇形齿轮 17 使带有齿条的顶货滑块 15 作直线往

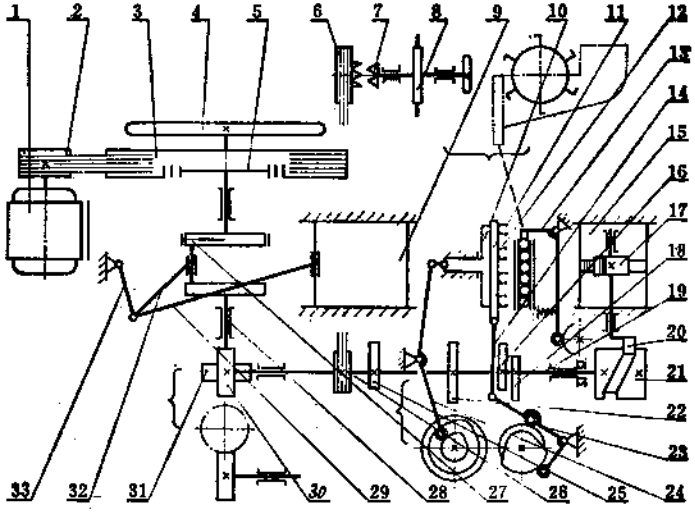


图1-1-45　弹头壳引伸、冲尖、挤口机传动系统图

复运动。装在该滑块上的退货冲将半制品从模子里顶入送货夹钳内。盘形凸轮 25 通过杠杆 13 完成弹头壳盂子的送货动作。在分配轴上装有皮带轮 26，通过皮带轮 6 使钩式自动漏斗的转盘8 旋转。在漏斗轴上装有离合器 7 。

五、挤　口

挤口就是去掉经冲尖或引伸后制品口部多余的金属，使之达

到产品图所规定的尺寸或制品所规定的尺寸。

目前，挤口是与引伸和冲尖在一台机床上进行，其工艺路线有下列两种：

引伸 → 一次冲尖 → 二次冲尖 → (三次冲尖) → 挤口

或

引伸兼挤口 → 一次冲尖 → 二次冲尖 → (三次冲尖)

挤口工艺与切口工艺相比有以下优点：

1. 可以减少扩口、分渣工序；
2. 废品较少；
3. 生产效率较高；
4. 机床清洁、干净，劳动条件好；
5. 工具简单、操作方便。

因此，切口工艺将逐渐被淘汰。

先冲尖后挤口的挤口工具是由挤口冲 9 、挤口模 10 组成，见图 1-1-30。

引伸兼挤口的挤口工具是由引伸兼挤口冲 1 、前模(即上模) 2 、后模（即下模） 3 、引伸退货卡 4 等组成，见图 1-1-46。

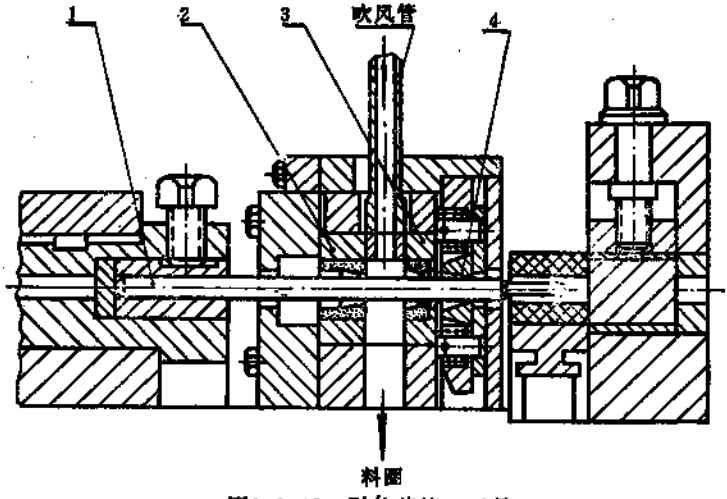


图1-1-46　引伸兼挤口工具

（一）挤口的变形过程

挤口的变形过程大致可分为两个阶段：

第一阶段为口部扩伸变形阶段，如图1-1-47（a）、（b）所示。其变形特点是：待制品口部在挤口冲、模斜面的作用下，内径扩大，轴向、径向受压缩力，切向受伸张力。

第二阶段为挤压变形阶段，如图1-1-47（b）、（c）所示。其变形特点是：一方面口部继续扩伸，受力情况同第一阶段；另一方面由于在P力的作用下，挤口冲、模斜面相对运动，使A点逐渐因挤压而变薄。当A点所受的力量超过材料的强度极限时，口部被挤断，使制品与料圈分离。如图1-1-47（d）所示。

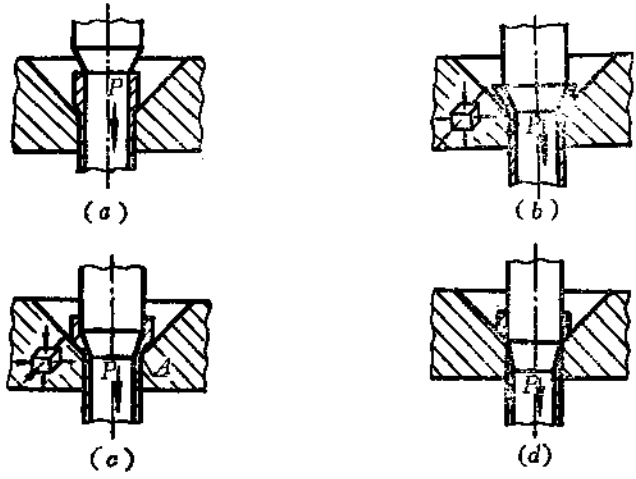


图1-1-47　挤口的变形过程

（二）两种挤口工艺

如前所述，有引伸兼挤口和冲尖后挤口两种工艺。对比上述两种工艺来看，引伸兼挤口工艺有以下优点：

1．减少一个工位；

2．减少工具品种；

3．待制品的夹持、传送较稳定；

4．弹头壳的重量公差较小。

引伸兼挤口的缺点是排除料圈比冲尖后挤口要较复杂，引伸冲的制造精度要求较高。

（三）挤口制品尺寸的确定

采用先冲尖后挤口的工艺，挤口制品的尺寸同弹头壳产品图。

采用引伸兼挤口的工艺，其制品的尺寸应根据盂子的尺寸和弹头壳产品图决定，见图1-1-48。其中：

1．有关引伸制品尺寸的确定方法同前面引伸一段所述；

2．有关口部尺寸同弹头壳产品图的口部尺寸；

3．长度 H_y 可按下列经验公式概略计算：

$$H_y \approx \frac{\dfrac{G_z}{\gamma}-\dfrac{\pi}{4}(d_{yx})^2\delta_M}{\dfrac{\pi}{4}\left[D_y^2-\left(\dfrac{d_{yk}+d_{yx}}{2}\right)^2\right]}+0.43R_y \qquad (1\text{-}1\text{-}73)$$

式中 G_z——弹头壳的重量（克）；

γ——片材的比重（克/厘米^3）；

δ_M——毛坯的厚度（厘米）；

D_y——引伸兼挤口制品的直径（厘米），计算时取平均值；

d_{yk}——引伸兼挤口制品的口部内径（厘米）；

d_{yx}——引伸兼挤口制品的下部内径（厘米）；

R_y——引伸兼挤口制品的外底部倒圆半径（厘米）。

（四）挤口工具主要尺寸的确定

1．挤口模

冲尖后挤口的挤口模尺寸见图 1-1-49 。

（1）圆筒部直径 D_1 是根据制品的直径决定的，一般取

$$D_1 \approx D_f$$

式中 D_f——冲尖制品的直径（毫米），计算时取最大值。

（2）圆筒部直径 D_1 的所在高度 H_1 是根据挤口冲的锥度高度决定的，其值宜比挤口冲的锥度高度略大，一般取

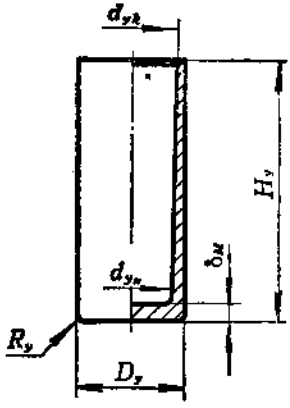


图1-1-48　引伸兼挤口制品

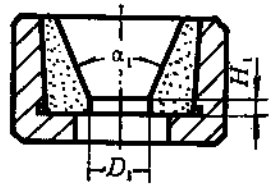


图1-1-49　挤口模

$$H_1=1\sim2.5$$

（3）锥角 α_1　在挤口过程中，为了有利于均匀地扩伸变形，挤口模的锥角 α_1 应比挤口冲的锥角 α 略大；当冲尖制品的硬度较高时，为了减少裂口疵病，挤口模的锥角 α_1 不宜过大。一般取

$$\alpha_1=60^\circ\sim90^\circ$$

为了既有利于扩伸变形，又利于退出料圈，挤口模的内形也可作成由二个锥度相连接，见图 1-1-50。模口锥角同 α_1。下部锥角采用 30°～45°，锥角所在高度为 0.5～1.5 毫米。

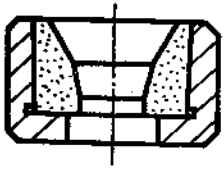


图1-1-50　二个锥度连接的挤口模

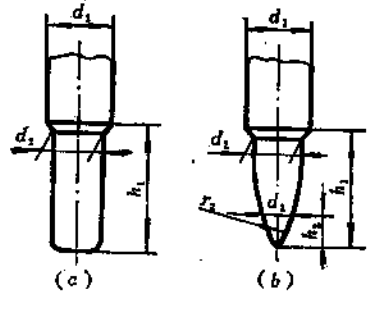


图1-1-51　挤口冲

a—引伸兼挤口冲；b—挤口冲。

挤口模采用镶套（45钢）的硬质合金（YG8或YG15）模。

引伸兼挤口的挤口模的尺寸同引伸下模。

2．挤口冲　见图1-1-51。

引伸兼挤口冲的引伸部分的主要尺寸同引伸冲。挤口部分的尺寸同冲尖后挤口冲。

挤口冲的主要尺寸是：

（1）杆部直径 d_1 是根据挤口模的工作直径和待制品的机械强度决定的。一般是：

$$d_1=D_1-(0.01\sim0.33) \qquad (1\text{-}1\text{-}74)$$

式中　D_1——挤口模的圆筒部直径（毫米）。

对于薄壁待制品或塑性较好的待制品，d_1 取较大值；对于塑性较差的待制品，d_1 取较小值，但还须在生产实践中进行修正。

（2）直径 d_2 是根据弹头壳口部内径尺寸决定的。d_2 尺寸过大，则退货困难；d_2 尺寸过小，则在弹头装配时，弹心压入弹头壳后，空气不易排出，易产生弹心从弹头壳中弹出的疵病。一般取：

$$d_2=d_k-(0.01\sim0.06) \qquad (1\text{-}1\text{-}75)$$

式中　d_k——弹头壳的口部内径（毫米）。

（3）杆部直径 d_1 的所在高度 h_1 可根据引伸制品或弹头壳产品图决定。

（4）尖部形状应与待制品内形一致，即等于末次冲尖冲的尖部形状。其所在高度 h_2：

$$h_2=(0.22\sim0.31)h_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}76)$$

式中　h_1——杆部直径 d_1 的所在高度（毫米）。

尖部与 d_2 可用直线连接成一过渡锥体。

挤口冲是用T10A钢制造，热处理后硬度HRC58～64。

（五）挤口的质量

检验挤口质量的量具是长度卡规，它用于检验挤口制品的长度。

先冲尖后挤口的制品长度是根据弹头壳产品图决定的。引伸

兼挤口的制品长度由工具决定。

为了保证质量，也可用天平检查挤口制品的重量。

挤口的主要外观疵病有：缺口、裂口、口部倾斜、口部凹凸不平、大毛刺、刮伤、线痕和弧形部压痕等。

挤口时易产生的疵病及其产生原因见表 1-1-17。

表1-1-17　挤口的疵病及产生原因

序　号	疵病种类	疵病产生原因
1	过长、过短	引伸冲调整不正确
2	缺口、裂口、口部倾斜	(1)冲、模中心不正； (2)待制品口部倾斜； (3)冲子杆部直径偏大或局部磨损
3	刮伤、线痕	(1)模子破裂或模内有金属屑； (2)润滑剂不清洁； (3)待制品不清洁
4	弧形部压痕	引伸制品过短，挤口时弧形部受力过大

（六）为了去掉制品口部多余的金属，也可采用切口的方法。切口通常有下列两种方法

1．将待制品放在辊轮上，其弹尖顶在顶冲上，转动的圆刀使待制品转动，进刀时切去多余的金属，如图 1-1-52 所示。

这种方法适用于壁厚在 0.7 毫米以下，经冲尖或未冲尖的弹头壳。

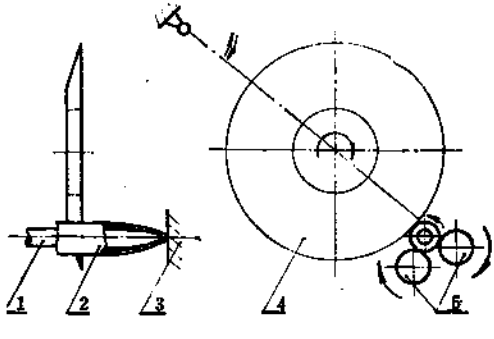


图1-1-52　辊轮定位的切口

1—送货冲；2—待制品；3—顶冲；4—圆刀；5—辊轮。

2．用送货冲（转动或不转动的）

将待制品送入转动的夹头中，顶住退货冲。切口时，待制品被送货冲支持着，圆刀作径向移动，并随待制品的转动，切去多余的金属（图1-1-53）。

这种方法也适用于已冲尖或未冲尖的弹头壳。在小口径的弹头壳制造中，这种方法使用较少。

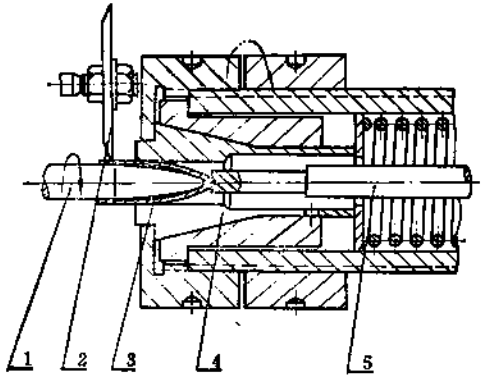


图1-1-53　夹头定位的切口

1—送货冲；2—圆刀；3—待制品；4—夹头；5—退货冲。

第二节　钢心制造

钢心制造，就是将圆钢通过加工后，使其达到产品图中规定的尺寸和重量，以保证其与铅套结合的质量。

钢心制造工艺通常有圆钢冷拔、下料、冲形、辊光、较量等工序。圆钢的冷拔（包括酸洗、上浆、冷拔等工序）一般是在钢厂进行，也可在弹头制造车间进行。在保证质量的条件下，也可取消钢心较量工序，或将钢心较量的过程放在冲铅套与钢心压入铅套工序中的钢心漏斗中进行。

钢心的作用，主要是以一部分低碳钢代替有色金属铅。钢心可以用各类普通碳素钢制造，当钢的含碳量较高时（$>0.15\%$），为了便于冲压成形，在冲形前需进行退火处理。

若自行拉制圆钢时，要根据钢心产品图的规定，选定普通低碳钢热轧圆盘条的尺寸规格。例如，当钢心直径是 $\phi 5.85_{-0.15}$ 毫米时，以圆盘条的尺寸为 $\phi 7 \pm 0.5$ 毫米（普通精度）较为适当。盘条过粗，需增加冷拔次数，降低效率；盘条过细，则冷拔后的圆钢尺寸不匀，表面质量也不好。

圆钢冷拔后的直径是根据钢心产品图决定的。圆钢的直径公差，考虑到冷拔时的制造条件，规定为 4～6 级精度，但为了保证钢心重量及尺寸的一致性，圆钢的直径最好按 4 级精度分类。

钢心下料工具是由前下料刀（固定刀）1、后下料刀（活动刀）2、顶冲 3 组成，见图 1-2-1。

钢心冲形工具是由冲形冲 1、冲形模 2、冲形退货冲 3 组成，见图 1-2-2。

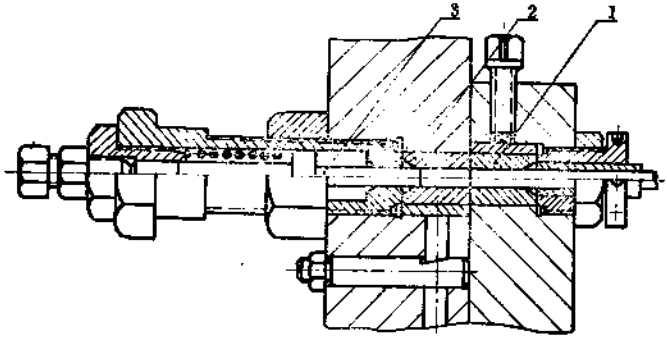


图1-2-1　钢心下料工具

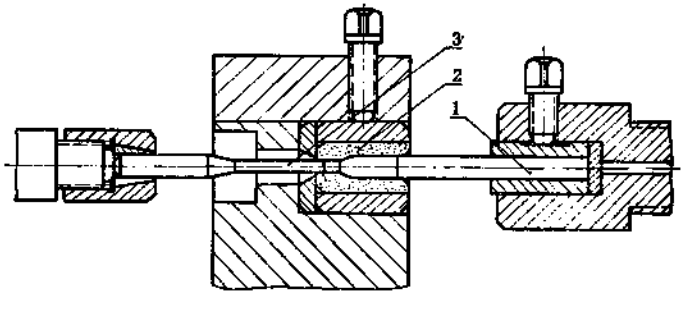


图1-2-2　钢心冲形工具

在制造钢心时，主要是控制钢心的一致性和对称性，为保证钢心压入铅套的质量创造有利条件。因此，在工艺设计时，应考虑以下各点：

1．钢心的尺寸不宜变化过大，以提高钢心的一致性和带铅套钢心的对称性。

2．钢心的两端面宜平齐以及防止钢心弯曲，以保持钢心的对称性。在有条件的情况下，也可将下料后的毛坯两端面修平。

制造钢心用圆钢的直径不宜过小，否则钢心易弯曲，以致影响枪弹精度，见表 1-2-1 。

表1-2-1　圆钢直径的大小对枪弹精度的影响

弹别	圆钢直径（毫米）	精度值（三靶平均）R_{50}（厘米）	备注
56式7.62普通弹	5.63 5.70	6.25 5.2	300米靶距，专用精度枪
53式7.62普通钢心弹	5.94 6.00	4.4 3.9	140米靶距，步枪

在钢心制造的操作中，还必须注意：在下料前，应检查圆钢的直径，并根据每盘圆钢的直径情况来调整下料的长度；在冲形时，除应注意冲、模中心对正外，并应保持良好的润滑条件，一般是用机油，必要时可在机油中渗以石墨，也可用石蜡与二硫化钼的混合物（2∶3）作润滑剂。

一、钢心毛坯尺寸的确定

钢心的毛坯尺寸可根据产品图中钢心的重量来确定。钢心的毛坯重量等于钢心的重量。

（一）圆钢直径的确定　知道了钢心的毛坯重量后，就可确定圆钢的直径。圆钢的直径是根据钢心产品图决定的（有的产品图中直接给出圆钢的直径）。在冲压过程中，为了减轻冲形的力

量，使钢心的弧形部易于冲压成形，使钢心的直径部墩粗，圆钢的直径必须小于钢心产品图中所规定的钢心直径。圆钢的直径 D_{gt} 可按下式计算：

$$D_{gt}=D_g-(0.02\sim0.07) \qquad (1\text{-}2\text{-}1)$$

式中 D_g——钢心的直径（毫米），计算时取最小值。

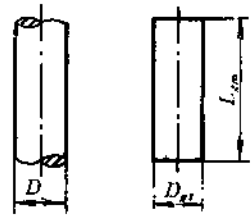


图1-2-3 钢心毛坯尺寸计算图

（二）**毛坯长度的确定** 知道了钢心的重量和圆钢的直径后，毛坯的长度 L_{gm} 可按下式计算：

$$L_{gm}=\frac{4G_g}{\pi D_{gt}^2\cdot\gamma} \qquad (1\text{-}2\text{-}2)$$

式中 G_g——钢心的重量（克）；

D_{gt}——圆钢的直径（厘米），计算时取平均值；

γ——圆钢的比重，约 7.85（克/厘米^3）。

计算结果必须在实践中进行修正。

二、钢心工具主要尺寸的确定

（一）**下料刀** 其主要尺寸见图 1-2-4



图1-2-4 钢心下料刀

下料刀有前（固定）、后（活动）两种。前后下料刀多采用图 1-2-4（a）所示的形状。有时，为了使剪断的屑末容易除去，后下料刀也可采用图 1-2-4（b）的形状。后下料刀的圆筒部直径一般是比前下料刀大 0.03～0.25 毫米，而前下料刀的圆筒部直

径 D_0 是根据圆钢直径决定的，即：

$$D_0=D_{gt}+(0.05\sim0.09) \qquad (1\text{-}2\text{-}3)$$

式中 D_{gt}——圆钢的直径（毫米），计算时取最大值。

圆筒部直径的所在长度 H_0 一般是根据毛坯长度 L_{gm} 决定。

为了使圆钢容易进入下料刀的工作孔中，锥度 α_0 一般取30°。

下料刀是用镶套（45或T10A）的硬质合金（YG8或YG11）制造，外套热处理后硬度HRC42～46。也可用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC60～64。

（二）冲形模 其主要尺寸见图 1-2-5

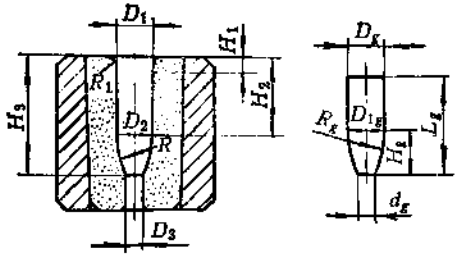


图1-2-5 钢心冲形模

冲形模工作部分的尺寸是根据钢心产品图决定的，即：

$$D_2\sim D_{1g}$$

$$D_1=D_2+(0.03\sim0.04) \qquad (1\text{-}2\text{-}4)$$

$$R=R_g$$

$$R_1=3\sim4$$

$$H_1=R_1$$

$$H_2=(L_g-H_g)+H_1+(2.4\sim3.3) \qquad (1\text{-}2\text{-}5)$$

$$H_3=H_2+H_g+(0.8\sim1) \qquad (1\text{-}2\text{-}6)$$

D_3 可根据 D_2、R、H_3、H_2 计算。

式中 D_{1g}——钢心的起弧点直径（毫米），计算时取最小值；

R_g——钢心的弧形半径（毫米）；

L_g——钢心的全长（毫米）；

H_g——钢心的弧形高度（毫米）。

冲形模是用镶套（T10A钢）的硬质合金（YG8或YG11）制造；外套热处理后硬度HRC45～50。外套直径最好为硬质合金模体直径的2.5～3倍。不宜过小。

（三）冲形冲 其主要尺寸见图1-2-6

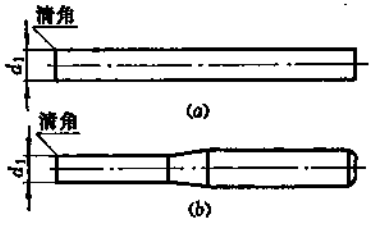


图1-2-6 钢心冲形冲

冲形冲一般是杆形，见图1-2-6(*a*)。为了防止冲子弯曲，其后端也可加粗，见图1-2-6(*b*)。冲子的工作直径d_1是根据冲形模的模口直径D_1决定的，即：

$$d_1 \approx D_1 - 0.02 \qquad (1\text{-}2\text{-}7)$$

式中 D_1——冲形模的模口直径（毫米）。

冲形冲是用T10A钢制造，热处理后硬度HRC58～64。

冲形冲的端面必须垂直于冲子轴心，并无顶针孔。

（四）冲形退货冲 其主要尺寸见图1-2-7

为了防止在退货时冲子折断，其后端可加粗，见图1-2-7(*a*)。当退货力量不大时，也可作成平直的，见图1-2-7(*b*)。冲子的工作直径d_2是根据冲形模退货冲孔D_2决定的，即：

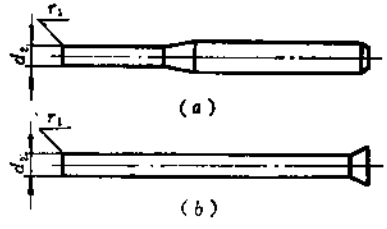


图1-2-7 钢心冲形退货冲

$$d_2 \approx D_2 - 0.02 \qquad (1\text{-}2\text{-}8)$$

式中 D_2——冲形模退货冲孔的直径（毫米）。

为了防止退货冲端面被打平，影响退货，其端面有倒圆半径

$r_1 \approx 0.2$ 或倒角 $0.2\times45°$。

退货冲是用T10A钢制造，热处理后硬度HRC58～62。

三、钢心的下料与冲形力量

（一）下料力的计算

$$P = KF\tau \qquad (1\text{-}2\text{-}9)$$

P——下料所需力量（公斤）；

F——被剪切的面积（毫米^2）；

τ——抗剪强度（公斤/毫米^2）；$\tau \approx 0.8\sigma_b$；

K——系数，一般为1.25。

（二）冲形力量 在冲形终了时的冲压力量P_g，可按下列经验公式计算：

$$P_g = C_0 C_1 \sigma_s F \qquad (1\text{-}2\text{-}10)$$

式中 C_0——系数，考虑到钢心在冲模中被紧压的状况，其值为1.75～2。

C_1——系数，考虑到被冲压待制品的形状及金属与模子的摩擦影响，可按下式概略计算：

$$C_1 = 1 + 0.45\mu\frac{D_g}{L_{gm}} \qquad (1\text{-}2\text{-}11)$$

式中 μ——摩擦系数，0.1～0.2，根据有无润滑剂或润滑剂种类的不同而确定；

D_g——压入部分的最大直径（毫米）；

L_{gm}——毛坯的长度（毫米）；

F——被冲压钢心的投影面积（毫米^2），见图1-2-8；

σ_s——考虑加工率后的材料强度极限（公斤/毫米^2），按图1-2-9确定，其横座标轴表示变形程度（加工率）。

$$\eta_g = \frac{L_g - L_{gm}}{L_g} \qquad (1\text{-}2\text{-}12)$$

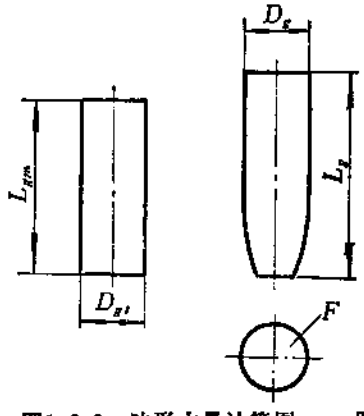


图1-2-8 冲形力量计算图

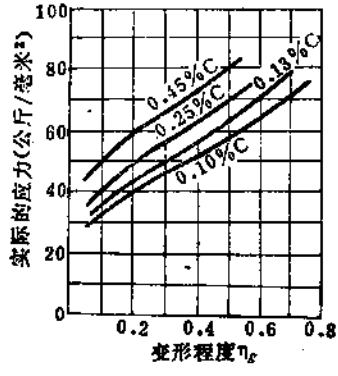


图1-2-9 计算冲形力量时σ_s值的选取图

四、钢心制造的质量

检验钢心质量的量具有天平、下料长度卡规、钢心直径环规、钢心长度卡规、钢心弧形样板五种。

1. 天平 用于检验钢心的毛坯重量，其精确度一般是$\frac{1}{1000}$克。

2. 下料长度卡规 为了调整机床方便，操作人员用以检验下料长度用的。在长度与重量发生矛盾时，应以重量为准。

3. 钢心直径环规 是检验钢心直径用的。

4. 钢心长度卡规 是检验钢心长度用的。

5. 钢心弧形样板 是检验钢心的弧形用的，见图1-2-10，其弧形尺寸和钢心产品图相同。为了控制弧形的一致性，在弧形样板上有刻线。在用弧形样板检验时，注意钢心是否有弯曲现象或起弧点直径是否变化太大。

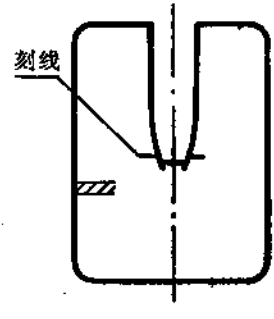


图1-2-10 钢心弧形样板

钢心制造时易产生的疵病及原因见表1-2-2。

表1-2-2 钢心下料、冲形中常见疵病及产生原因

序号	疵病种类	疵病产生原因
1	端面歪斜	(1)下料刀磨损； (2)下料刀安装不正确
2	过轻或过重	(1)送料不正确； (2)定位冲调整不正确； (3)料头未及时隔离
3	深线痕	(1)送料辊轮损坏； (2)下料刀、冲形模损坏或模内有金属屑
4	端面有毛刺	(1)冲模磨损； (2)下料刀安装不正确
5	过长或过短	(1)冲形冲调整不正确； (2)钢心过轻或过重； (3)润滑不均匀
6	弧形太大或太小	(1)冲形冲调整不正确； (2)模子磨损
7	钢心弯曲	(1)圆钢直径小； (2)圆钢机械强度差； (3)模子磨损
8	端面不平	冲子损坏
9	弧形部起缝	模子破裂

五、钢心制造的设备

钢心下料机有单冲、双头、四冲、六冲等多种结构形式，根据下料力与每一行程下料的个数来决定设备的大小。从机床的制造与操作人员调整的方便来考虑，目前用双冲者较多。下料机一般都是用曲轴传动，也可采用装在主轴上的凸轮来传动，采用凸轮的优点是振动与声响均小，但凸轮磨损快。

钢心的冲形设备有单冲、双冲、四冲等多种结构，目前亦以

采用双冲者较多。

钢心冲形机是带有自动送货装置的卧式曲轴式压力机。

下面仅对钢心六冲下料机作简单介绍。

1．工作原理　如图 1-2-11，钢心六冲下料机是立式曲轴压力机。由于仅对圆钢切断，结构简单，所以工位较多。由于床身较宽，所以压机作成双点式的。货架上的圆钢经过摩擦式辊轮送货装置进入彼此靠得很近的固定下料刀和活动下料刀内。当压力机滑块向下运动时，推动活动下料刀下移，将圆钢剪断。

2．传动系统　见图 1-2-12。电动机 2 轴上的皮带轮 1 通过三角皮带传动使固装在曲轴 8 上的飞轮 7 转动。曲轴通过连杆 9 使滑块 10 作直线往复运动。在曲轴的另一端装有偏心轮 12。装

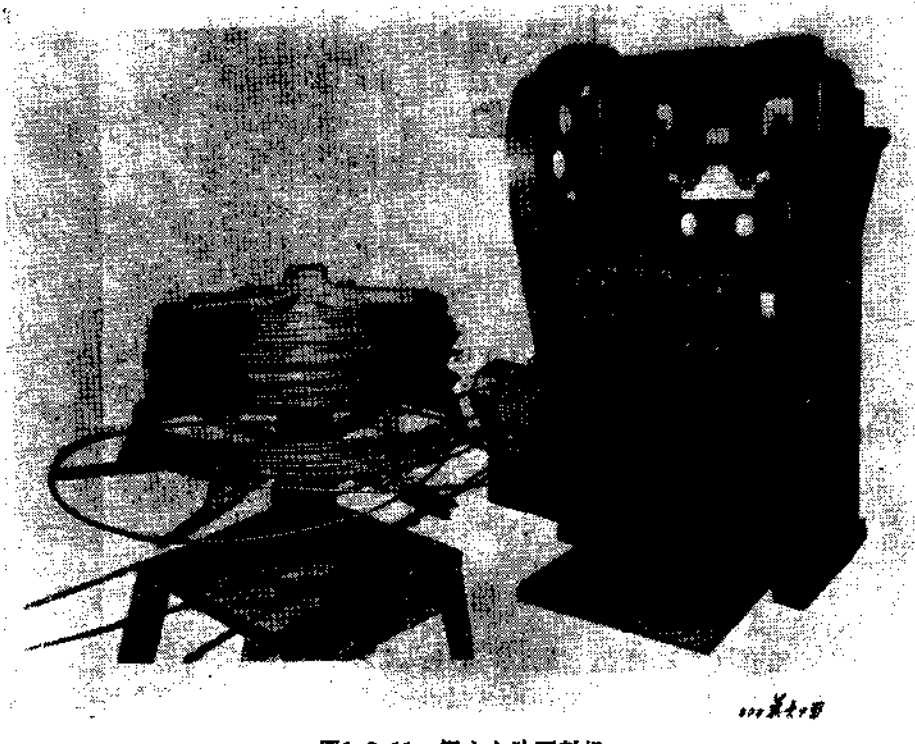


图1-2-11　钢心六冲下料机

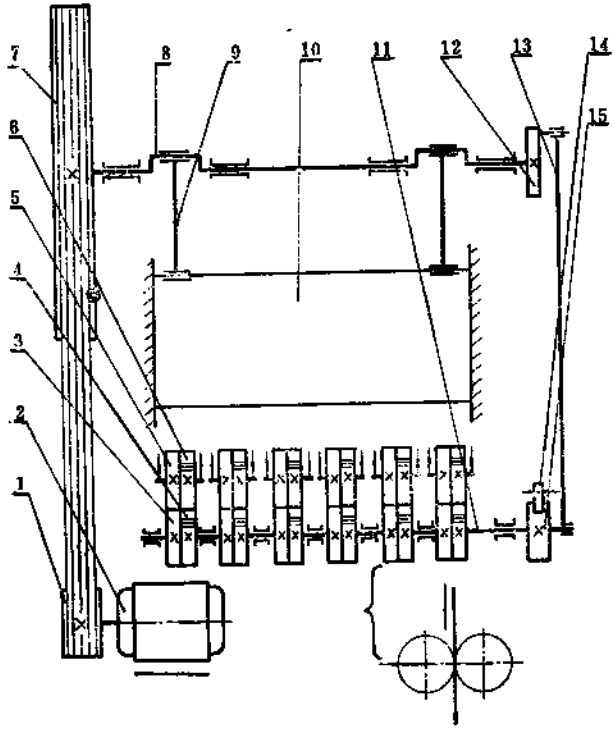


图1-2-12　钢心六冲下料机传动系统图

在偏心轴上的连接杆 13 通过棘爪 14 使固装在轴 11 上的棘轮 15 作周期性转动。在轴 11 上装有齿轮 4 和送货轮 3，与此相联系的有单独安装的齿轮 6 和送货轮 5。由于齿轮 4 和齿轮 6 的周期性转动，使送货轮 3 与 5 在弹簧压力的作用下将圆钢送入加工位置。

第三节　铅套（心）制造

铅套（心）制造，是先将铅（或加入铅锑合金）熔化、挤压（或车挤）成铅条，然后把铅条制成铅套（心），使其达到产品图中规定的尺寸和重量(铅套还有壁厚差的要求)，以保证弹头质量。

普通弹的铅套（心）见图 1-3-1。

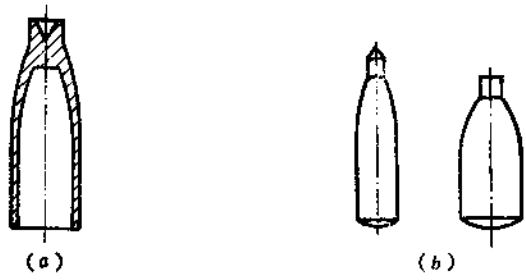


图1-3-1 铅套(心)

a—铅套，b—铅心。

铅条的制造有熔铅、压铅条两道工序。

铅心的制造有冲铅心、辊光、外观检选等工序。

铅套是分 2～3 次冲成后立即将钢心装入其中，并随即进行烘干、外观检选等工序。

铅套是以纯铅作材料。为了提高铅套的冲压性能及改善铅套的对称性，铅套所用铅的纯度最好不低于 99%。

铅心是以铅锑合金制成的。铅锑合金中锑的含量一般在 2% 以下。适当增加铅心中锑的含量，不仅可防止在加工中表面损伤，并且可适当增加弹头的强度。

铅套用铅的规格要符合 GB469-64 的标准，锑的规格要符合 YB754-70 的标准。

制造铅套及钢心压入铅套时，除了要控制铅套的对称性，为弹头装配时控制弹头对称性创造有利条件外，并且要为弹头装配时控制弹头重心位置的一致性创造有利条件。因此，在工艺设计时，应考虑以下各点：

1．铅套的内孔深度不宜太深或太浅，以保证带铅套钢心的一致性。当铅套内孔深度过深时，钢心压入后，虽带铅套钢心的外观较好，但其结合的密实性不够，对称性较差，影响枪弹精度。

当铅套内孔深度过浅且钢心起弧点直径偏大时，钢心压入后，由于铅套内形的弧形部与钢心的弧形部配合不好，易引起铅套弧形部起箍和钢心突出铅套过高的情况。

2．铅套的颈部不宜太长或太短，以便为弹头装配时控制对称性及增加合装密实性创造条件。铅套（心）颈部形状及尺寸见图 1-3-2。

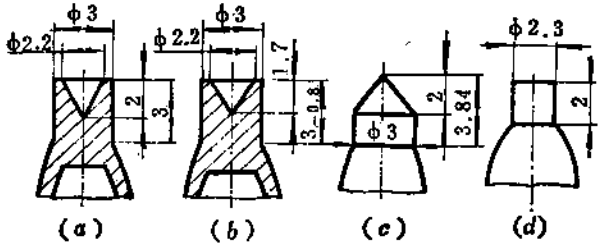


图1-3-2　铅套(心)的颈部形状

a—56式7.62普通弹铅套；*b*—53式7.62普通钢心弹铅套；*c*—53式7.62铅心弹铅心；*d*—51式7.62手枪弹铅心。

铅心的颈部设计为尖形，铅套的颈部设计为锥形凹，主要都是为了在弹头装配时，使铅易于到尖。在满足弹头装配密实性要求的情况下，铅套（或铅心）的颈部也可制成圆柱形。

颈部长的铅套，除了在压入弹头壳时使铅容易到尖外，还因铅易于向后流动，使弹头底窝露铅较多，有利于控制弹头重心位置的一致性；但是，由于带铅套钢心的外形与弹头壳的内形配合空隙较大，易使铅套口部及弧形部的壁厚差增大。颈部短的铅套，弹头装配时铅向后流动较困难，因而也会使铅套的壁厚差增大。

3．正确处理带铅套钢心的外观，以保证弹头的对称性。对外观允许疵病的决定，除了应作弹头装配的工艺试验外（看带铅套钢心压入弹头壳后铅套的变化情况），还必须作性能试验。一般情况下，铅套口部倾斜和缺口、圆柱部断痕等疵病会影响枪弹精度。

4．铅套口部及弧形部的壁厚差不宜太大，以保证弹头的对称性。一般是铅套弧形部的壁厚差比口部大，而且在钢心压入铅套后，铅套的壁厚差还有增大情况（一般是约增大0.02～0.04毫米）。

5．正确设计铅套半制品的形状。例如，图1-3-3（*a*）的一、二次冲铅套形状改为图1-3-3（*b*）的形状后，由于改善了铅套在各次冲压过程中的材料流动情况，故铅套的壁厚差及重量公差较小。

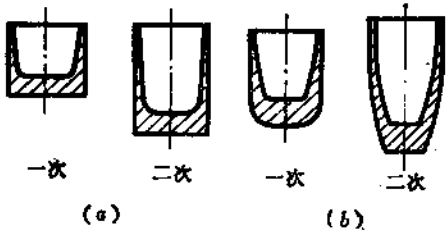


图1-3-3　一、二次铅套形状



图1-3-4　压入冲

6．钢心突出铅套的高度不宜过高或过低，以便为保证弹头重心位置的一致性创造条件。钢心突出铅套过高时，对稳定枪弹精度不利；钢心突出铅套过低时，则弹头底窝露铅程度较大，影响外观；为了保证在弹头装配时弹头底窝有不大的露铅，除了在弹头装配时采取一定的措施外，在钢心压入铅套工序，要求钢心突出铅套的高度均匀，也可将压入冲改为凹形，见图1-3-4。

在铅套（心）制造的操作中，还必须注意：

1．铅锑合金成分的均匀性。铅和锑的比重不同，在熔化和浇注过程中，锑容易浮在上层而氧化，因而使锑的含量逐渐降低。为防止锑和铅的氧化，可在熔化的铅锑合金上撒一些木炭粉或废油，或者在熔化和浇注过程中向铅锑合金液内加入少量锑，使锑含量仍保持在规定范围内。由于锑的熔点较高（～630.5℃），为避免因加锑时升温而加速铅、锑的氧化，可将铅和锑按1:1预先制成合金锭。这种铅锑合金锭的熔点为390～410℃。这样既能

保证产品质量，又能节约材料。

2．铅或铅锑合金应保存在干燥的地方，铅条应放在洁净的地方并加以搭盖。

3．熔铅时，搅拌要均匀。

4．铅条的头尾要剪去空心部分。

5．冲铅套时，注意保持肥皂水的清洁及浓度。为防止钢心生锈，也可在肥皂水中加入一定量的亚硝酸钠。

一、铅条的制造方法

制造铅条有压挤或车挤两种方法，压挤又可分正挤及反挤。

（一）铅条正挤法

如图 1-3-5(*a*)，冲杆 1 向下运动时，压缩铅缸 3 中的铅锭 4，使其向冲杆运动的方向，经过模子 2 而压出铅条。

用正挤法压铅条时产生以下两种抗力：

1．通过压铅条模时，产生对金属流动的抗力；

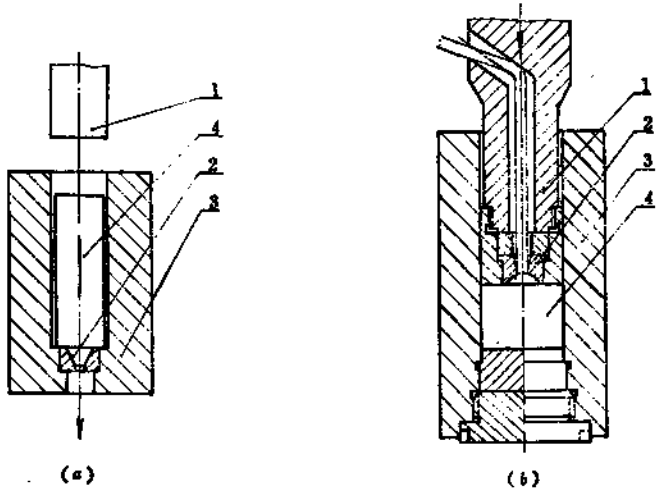


图1-3-5　压挤铅条的方法

a—正挤法；*b*—反挤法；

2．当冲杆向下运动时，其加压表面的压力传送到模子接触的表面时，产生铅锭的抗力。该抗力是由铅缸壁部与铅锭间的摩擦而产生。

正挤方法可以一次压出数根铅条。

（二）铅条反挤法

如图 1-3-5(*b*)，冲杆 1 向下运动时，压缩铅缸 3 中的铅锭 4，使其向冲杆运动相反的方向流动，经过冲杆端部的模子 2 而压出铅条。用反挤法压铅条时，只有金属经过模子流动的抗力，而无铅锭的抗力，因此，铅条流动的单位压力较小。

对比两种方法，反挤压力比正挤压力约小 25～30%，而且因反挤压时金属流动性好，铅条的质量也较好。

目前，一般多采用反挤法制造铅条。

（三）铅条车挤法

车挤铅条的方法是利用车挤刀对装夹在车床上的旋转铸锭表面之间的挤压，使金属通过车挤刀上的孔而连续挤成铅条。

车挤铅条的优点是：

1．操作简单，容易掌握；

2．设备简单，投资少，投产快，适于战时动员生产和生产规模较小的厂。

车挤铅条的缺点是：

1．边料（车去的外皮和车挤剩余的部分）较多，约占铸锭的 18%，因此，熔铅的损耗量比压挤法多 2～3 倍；

2．工具消耗较多；

3．铅条的直径公差和椭圆度大于压挤的铅条。

二、铅套（心）半制品尺寸的确定

确定铅套（心）半制品尺寸的依据是铅套（心）产品图。

（一）毛坯尺寸的确定

1．铅条直径的确定　在冲压过程中，为了使铅条易于冲压

成所设计的铅套（心）形状，铅条的直径必须小于铅套（心）产品图中所规定的直径。铅条的直径 D_{qt} 可按下式计算：

$$D_{qt}=K_qD_t \qquad (1-3-1)$$

式中 K_q——系数，见表 1-3-1；

D_t——产品图中铅套（心）的直径（毫米）。

表1-3-1 有关各种铅套(心)直径与铅条直径关系的系数(K_q)

产品名称	铅条直径(D_{qt})(毫米)	铅套(心)的直径(D_t)(毫米)	$K_q=\frac{D_{qt}}{D_t}$
56式7.62普通弹铅套	$6.22^{0}_{0.08}$	6.85	0.908
53式7.62普通钢心弹铅套	$6.22^{0}_{0.08}$	6.93	0.898
51式7.62手枪弹铅心	$6.41^{0}_{0.1}$	6.68	0.96

2. 毛坯长度的确定 知道了铅套（心）的重量和铅条的直径后，毛坯的长度 L_{qm} 可按下式计算：

$$L_{qm}=\frac{4G_t(1+\eta_q)}{\pi D_{qt}^2\gamma} \qquad (1-3-2)$$

式中 G_t——铅套（心）的重量（克），根据产品图决定；

γ——铅套（心）的比重，根据含锑量决定，铅的比重是 11.37（克/厘米^3），锑的比重是 6.684（克/厘米^3）；

η_q——金属损失率，一般选取 15～20%；

D_{qt}——铅条的直径（厘米）。

（二）末次铅套尺寸的确定

末次铅套的尺寸根据产品图确定。

（三）中间次铅套尺寸的确定

1. 冲压次数 从铅条制成铅心只冲压一次。从铅条制成铅套，一般是分 2～3 次冲成。冲压次数的多少与铅套的壁厚及深度、冲铅套时的润滑情况，铅条的质量，产品质量要求的程度，各次半制品的几何形状等有关。

2. 中间次铅套尺寸的确定。目前，中间次铅套尺寸多系根

据经验来确定。中间次铅套一般包括盂子（第一次冲铅套）和引伸半制品（第二次冲铅套）。

（1）盂子（第一次冲铅套）半制品尺寸的确定　冲盂时不仅有挤盂、整形的作用，而且决定铅套的重量（即其重量应符合产品图重量的规定）。

盂子的形状如图 1-3-6 所示，其外形分为底部有倒圆 R_1' 的圆柱形或圆柱形两种。其内形多为圆弧形或锥形。盂子的有关尺寸是参照产品图决定的，即：

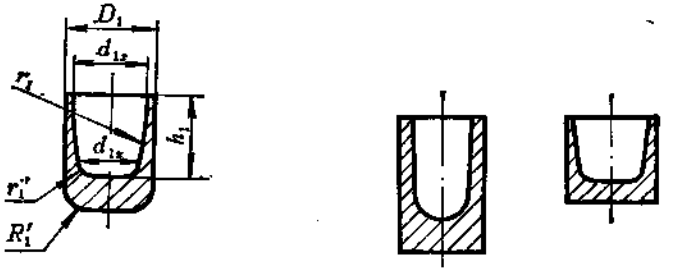


图1-3-6　盂子(第一次冲铅套)

1）盂子直径

$$D_1=D_t+(0.07\sim-0.035) \qquad (1\text{-}3\text{-}3)$$

式中　D_t——铅套的直径（毫米），计算时取最大值。

2）盂子口部内径

$$d_{1s}=d_t+(0.02\sim0.21) \qquad (1\text{-}3\text{-}4)$$

式中　d_t——铅套的口部内径（毫米）。

3）盂子内底部直径

$$d_{1x}=(1.081\sim1.328)d_x \qquad (1\text{-}3\text{-}5)$$

式中　d_x——铅套的内底部直径（毫米）。

4）盂子内底到口部的高度

$$h_1=(0.383\sim0.433)\,h \qquad (1\text{-}3\text{-}6)$$

式中　h——铅套的内底到口部的高度（毫米）。

5）盂子内弧形半径

4）引伸半制品内底到口部的高度

$$h_2=(0.614\sim0.62)\,h \qquad (1\text{-}3\text{-}11)$$

式中 h——铅套的内底到口部的高度（毫米）。

5）引伸半制品内弧形半径

$$r_2=(0.883\sim0.934)\,r \qquad (1\text{-}3\text{-}12)$$

式中 r——铅套的内弧形半径（毫米）。

6）引伸半制品外弧形半径

$$R_2=(0.5\sim1)\,R \qquad (1\text{-}3\text{-}13)$$

式中 R——铅套的外弧形半径（毫米）。

7）引伸半制品内中径及其所在高度

$$d_{2x}=d_x+(0\sim0.24) \qquad (1\text{-}3\text{-}14)$$

$$h_{2x}=h_x$$

式中 d_x——铅套的内中径（毫米）；

h_x——铅套内中径至内底部直径 d_x 的距离（毫米）。

8）引伸半制品尖端直径

$$D_{2x}\approx 4$$

9）引伸半制品内底部倒圆半径

$$r_2'=0\sim0.2$$

盂子和引伸半制品初步确定后，可绘制放大的配合图进行校核，并在生产中进行考验与修正。

三、铅套（心）工具主要尺寸的确定

铅套（心）制造时用的主要工具包括压挤铅条用的压铅条模，制造铅套用的铅条切断刀 1、铅条切断圆刀 2、冲铅套冲 3、冲铅套模 4、冲铅套退货冲 5 和钢心压入铅套冲 6 等，见图 1-3-8。

（一）压铅条模 压铅条模按其工作部分的形状，有三种类型：圆筒形、锥形、弧形，见图 1-3-9。

当模子的圆筒部直径相同时，圆筒形模子的压铅条的力量最大，弧形模子次之，而锥形模子压铅条的力量最小。圆筒形模子

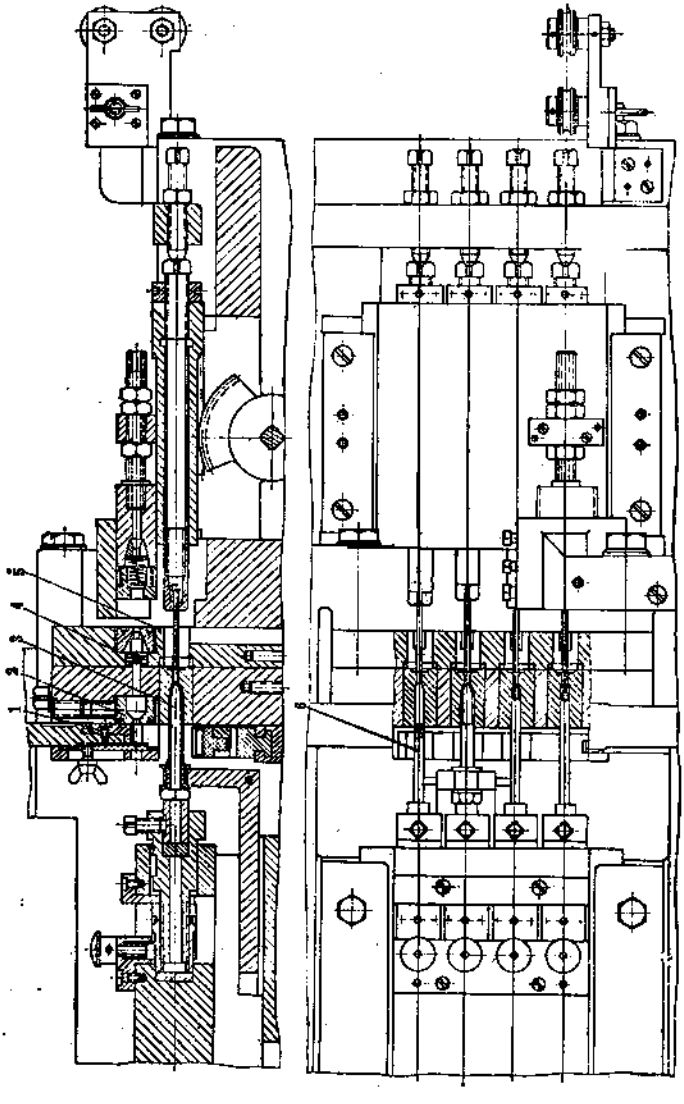


图1-3-8　冲铅套与钢心压入铅套工具

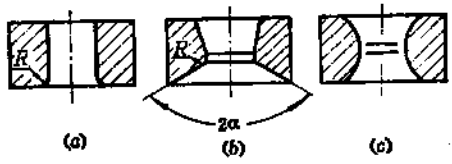


图1-3-9　压铅条模的类型

的R愈大时，则压铅条的力量愈小。目前，在枪弹生产中广泛采用如图 1-3-10 所示的压铅条模。

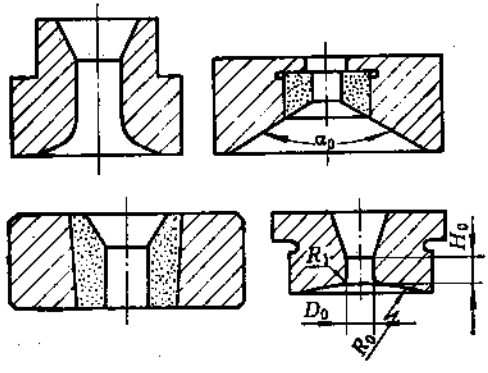


图1-3-10　压铅条模

模子的工作部分也可制成二孔或三孔。在用多孔模子时，铅缸的容积需增大，否则，压铅条的效率提高不显著。

模子的外形尺寸是根据液压机冲杆的结构决定。在选定尺寸时，应考虑到压铅条过程中，模子承受的压力。一个孔的模子，其外径一般是比铅条直径大 5 ～ 7 倍。

1．模子的圆筒部直径D_0与其所在高度H_0

$$D_0=D_{qt}-(0\sim0.15) \qquad (1\text{-}3\text{-}15)$$

$$H_0\approx 5$$

式中　D_{qt}——铅条的直径（毫米），计算时取最大值。

模子的圆筒部直径D_0按 3 ～ 4 级精度确定。

2．模子的锥角 α_0 或圆弧半径 R_0

$$\alpha_0=60^\circ\sim144^\circ$$

$$R_0\approx46$$

3．模子的锥角（或圆弧）与圆筒部直径 D_0 交接处的倒圆半径 R_1

$$R_1\approx1\sim6$$

4．材料　模子一般是用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC56～64。也可用镶套（45钢或T10A钢）的硬质合金(YG8)制造。

（二）铅条切断圆刀　铅条切断圆刀的工作部分是由圆筒部分及锥度部分组成，见图 1-3-11。

铅条切断圆刀的圆筒部分的直径 D_1 可由下式确定

$$D_1=D_{铅}+(0.09\sim0.28)\qquad(1-3-16)$$

式中　$D_{铅}$——铅条的直径（毫米），计算时取最大值。

圆筒部分的直径 D_1 的精度等级一般取 3～6 级。

圆筒部分的长度 H_1 一般取 5～15 毫米。

为了使铅条容易进入工作孔中，锥角 α_1 一般取 30°。

圆刀是用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC58～64。也可用镶套（45钢）的硬质合金（YG8）制造。

（三）铅条切断刀　铅条切断刀的外形尺寸是根据设备而决定的，见图 1-3-12。

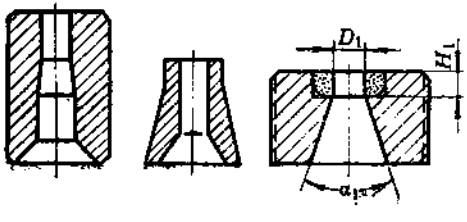


图1-3-11　铅条切断圆刀

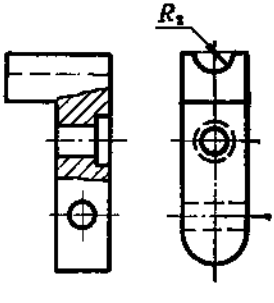


图1-3-12　铅条切断刀

铅条切断刀的工作半径 R_2 可由下式确定

$$R_2=\frac{D_1}{2}+(0\sim0.6) \qquad (1\text{-}3\text{-}17)$$

式中 D_1——铅条切断圆刀的圆筒部分的直径（毫米）。

铅条切断刀是用T10A钢制造，热处理后HRC为56～62。

（四）各次冲铅套冲 见图 1-3-13。

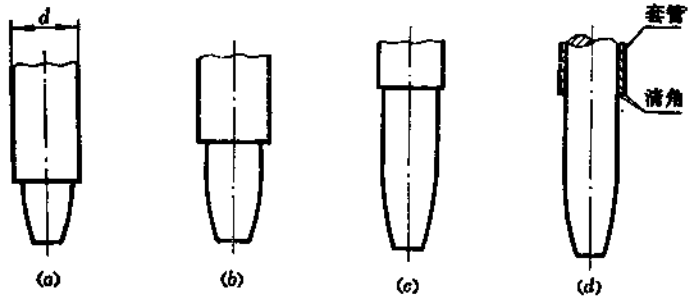


图1-3-13 各次冲铅套冲

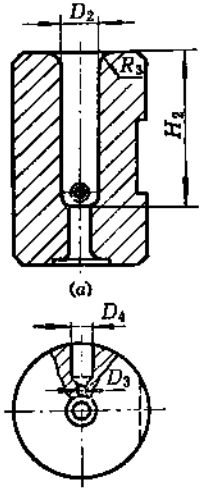
各次冲铅套冲的主要尺寸是根据各次半制品图的内形尺寸来确定的。为了达到挤盂及整形的作用，一次（或二次）冲铅套冲多制成台阶形，见图 1-3-13（a）和（b）。为了防止在冲铅套后引起毛刺，冲子柄部直径 d 与模子内径的公称尺寸相同，并按2级精度的第二种动配合确定。在末次冲铅套时，有时因铅套内孔深，若铅套粘附在冲子上时，易打坏工具；为了便于退货，末次冲铅套冲也可制成组合件，见图 1-3-13（d），其套管孔按3级精度制造，冲子的柄部按2级精度的第二种动配合制造，若配合松动，则易使壁厚差大。套管的内外端部为清角，且外直径与模子按2级精度的第一种动配合确定，防止产生毛刺。

各次冲铅套冲是用T10A钢制造，热处理后HRC56～64。工作部分镀铬，铬层厚度0.01～0.02毫米。

为避免铅套及其半制品粘附在各次冲铅套冲上，要求冲子有较高的表面光洁度。

（五）各次冲铅套模 见图 1-3-14。

各次冲铅套模的内形主要尺寸是根据各次半制品图的外形尺寸来确定的。在第一次冲铅套时，因为要将多余铅屑挤出以确定铅套的重量，故模子有侧孔 D_3，见图 1-3-14（a），其直径约是 0.5～0.75 毫米。为了使铅屑容易挤出而不堵塞孔，孔的长度一般在1.5～3 毫米，并须压光。D_4=3～5 毫米。



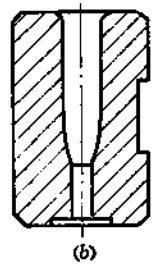


图1-3-14 各次冲铅套模

模子的口部的倒圆半径 R_3=2.5～3 毫米，末次模取小值。模子工作部分的深度 H_2，第一次和中间次冲铅套是半制品长度的 1.5～2.5 倍，末次冲铅套是铅套弧形部和圆柱部（不包括尖端）的 1.3～1.8 倍。

模子是用T10A或CrMn钢制造，热处理后 HRC56～64。内形镀铬。也可用镶套（45 钢或T10A钢）的硬质合金(YG8)制造。

（六）钢心压入铅套冲 见图 1-3-15，根据对产品质量的要求不同，冲子可做成直杆的或带凹的。

1. 直杆冲子的直径 d_1

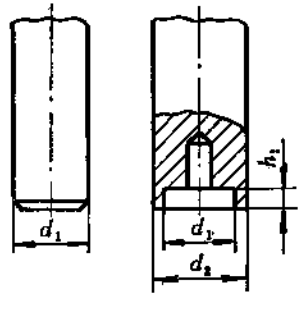


图1-3-15 钢心压入铅套冲

$$d_1 = D_g - (0.05 \sim 0.13) \qquad (1\text{-}3\text{-}18)$$

式中 D_g——钢心的直径（毫米），计算时取最大值。

d_1 按 5 级精度确定。

2．凹形冲子的直径 d_1 及其所在深度 h_1

$$d_1 = D_g + (0.05 \sim 0.13) \qquad (1\text{-}3\text{-}19)$$

式中 D_g——钢心的直径（毫米），计算时取最大值。

$$h_1 = H - (0.2 \sim 0.4) \qquad (1\text{-}3\text{-}20)$$

式中 H——产品图中规定钢心突出铅套的高度，计算时取上限值。

h_1 也可根据弹头合装后弹头底窝露铅的情况来决定。

凹形冲子的外径 d_2 同末次铅套冲，并按 3 ～ 4 级精度确定。

钢心压入铅套冲是用 T 10 A 钢制造，热处理后 HRC56～62。为了防止崩裂，工作端面至距工作端面 10～15 毫米范围内的硬度可退火到 HRC42～47。

四、铅套（心）的质量

决定铅条质量好坏的因素主要有以下几点：

1．含锑量及其均匀性；

2．铅条表面的质量与模子的表面状况、压力大小、流动速度、压铅条温度、熔铅操作等有关；

3．铅条的直径是与模子尺寸的正确、工作表面的状况及卷铅条时的松紧程度等有关。

铅条的直径公差一般是按 5 ～ 6 级精度确定，并用直径卡规检验。

检验冲铅套及钢心压入铅套质量的量具有天平、环规、深度塞规、壁厚差检验器、长度卡规、钢心突出铅套高度量规等。

（一）铅套的重量公差一般不超过铅套重量的 2 ～ 3 %，用天平检验。

（二）用过端环规检验铅套和弹心的直径。

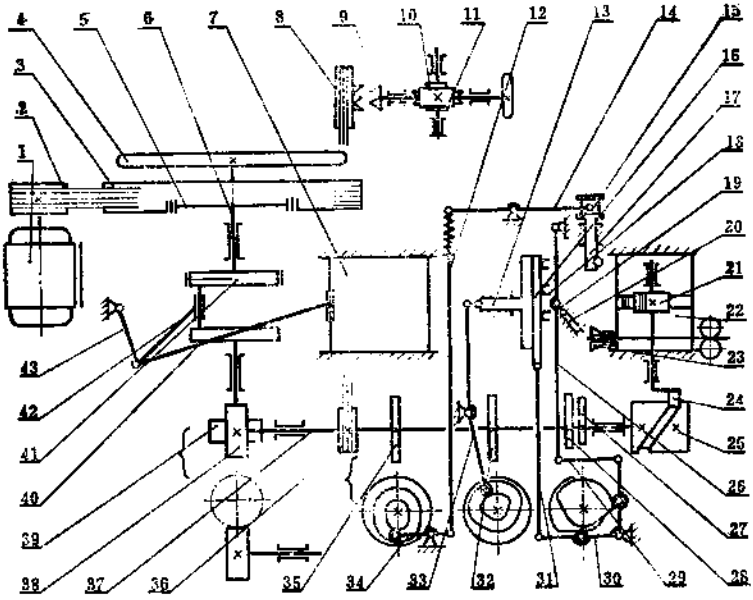


图1-3-20　冲铅套与钢心压入铅套机传动系统图

送货夹钳 18 的滑块 16 在丁字形滑块 13 的槽内作水平直线运动；摆动架 30 通过连接杆 29、26、19 使铅条切断刀 20 作上下直线运动，将由锥形夹 23 送进的铅条切断并送至冲铅套工位。圆盘槽形凸轮 32 通过杠杆 33 使丁字形滑块 13 作垂直直线运动。由于共轭凸轮 27、28 和圆盘槽形凸轮 32 的作用使送货夹钳 18 按照矩形轨迹运动，使被夹持的待制品从一个加工位置进入另一个加工位置。圆盘槽形凸轮 35 通过杠杆 34、连接杆 12、杠杆 14、滑块 15 使钢心送货滑板 17 完成送货运动，将钢心送入钢心压入铅套位置。在分配轴上装有皮带轮 36，通过皮带轮 8 、蜗杆 11、蜗轮10 使钢心漏斗的转盘旋转。在漏斗的蜗杆轴上设有离合器 9 。

近几年来，在无产阶级文化大革命的推动下，广大工人和技术人员大搞技术革新，成功地制成钢心下料、冲形和冲铅套与钢

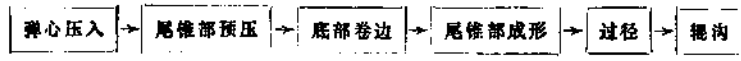
心压入铅套的组合机床，并已用于生产。

第四节 弹头装配

弹头装配是将组成弹头的各零、部件装配成弹头，使其外形、尺寸、重量、外观和性能等符合产品图及技术条件的规定。

弹头装配一般包括下列工序：弹头压入、尾锥部预压、底部卷边、尾锥部成形（包括除圆柱部直径外的弹头外形和尺寸的修整）、过径（即修整圆柱部直径）、辊沟。

目前，56式7.62普通弹弹头装配是在一台机床上完成以下工作：



也有的将称量工序或将弹头壳的引伸兼挤口、冲尖工序与弹头装配组合在一起完成。

弹头装配工具是由压弹心冲1、压弹心模2、压弹心退货冲3、预压冲4、预压模5、预压退货冲6、卷边冲7、卷边模8、卷边退货冲9、成形冲10、成形模11、成形退货冲12、过径冲13、过径模14、辊沟送货冲15、辊沟刀16、辊沟辊轮17、辊沟定位冲18等组成，见图1-4-1。

弹头装配时主要应控制弹头的一致性、对称性及合装密实性。因此，在工艺设计时，应考虑以下各点：

1．弹头圆柱部的直径公差不宜太大，以提高弹头的一致性，减少断面比重的变化。

2．弹头弧形部及尾锥部的歪斜不宜太大，以提高弹头的对称性。实践证明，只要加强机床冲、模中心及冲子力量的调整，同时保证工具的质量后，弧形部的歪斜值可控制在0.06毫米以内，尾锥部的歪斜值可控制在0.04毫米以内。

3．控制弹头底窝露铅的程度，以保证弹头装配的密实性。根据实践，凡弹头底窝露铅者（铅不能露得过多），其枪弹精度较好，单靶跳动差也较小。只要严格控制钢心突出铅套的高度，适

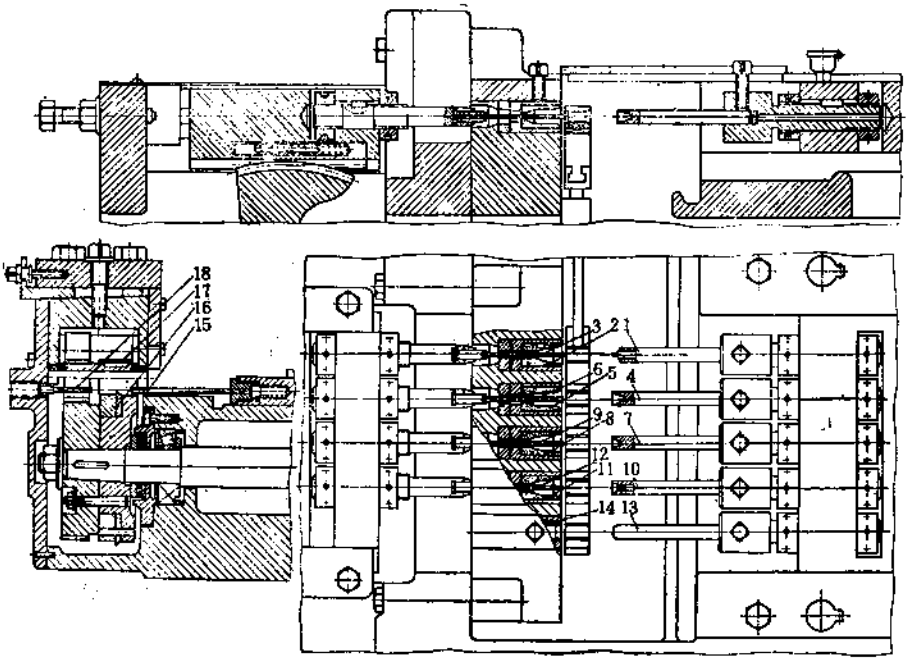


图1-4-1　弹头装配工具

当地加大压弹心、尾锥部预压工位的力量，就能使弹头底窝有轻微的露铅。

4．在弹头装配加工时，控制各工位的弹头圆柱部的直径，以保证弹头的对称性。弹头装配后，在弹头的尾锥部与圆柱部的交接处有不明显的倾斜程度，但不易看出，且不易测量，但在过径后，因圆柱部的直径收小而可明显看出尾锥部倾斜。因此，应适当控制尾锥部预压、底部卷边、尾锥部成形等工位的弹头圆柱部的直径。在质量要求很高时，也可以采取在模子中使尾锥部成形的加工方法来代替过径。这样，不仅可以更好地保证圆柱部与尾锥部及弧形部的同轴度，同时还可以更好地达到防止尾锥部倾斜的目的。

5．在弹头装配加工时，由于冲、模中心不正等原因，弹头的

底窝有单面露铅情况，由于冲、模中心不正，工具制造不正确及使用中磨损等原因，弹头底窝的小孔有不圆正情况。二者都对枪弹精度有一定的影响，所以对这类疵病要加以控制。

6．防止弹头辗沟过宽，以保证弹头飞行的稳定性。以56式7.62普通弹头为例，弹头辗沟宽度，一般是在1.2毫米左右，但由于工具磨损等原因，其宽度可达3～3.5毫米，即减短了弹头圆柱部的长度，同时还有圆柱部被压扁的可能，对弹道的稳定性不利。

一、弹头装配半制品尺寸的确定

弹头装配各半制品尺寸的确定没有一定不变的准则，一般采取下列方法：

（一）弹心压入

弹心压入就是将带铅套钢心压入弹头壳中。目前有二种压入的方法，见图1-4-2。

（1）图1-4-2（a）为一种压入方法，其优点是方法简单，其缺点是压入后的弹心有从弹头壳中弹出的可能，这样，就易打坏工具及送货装置。

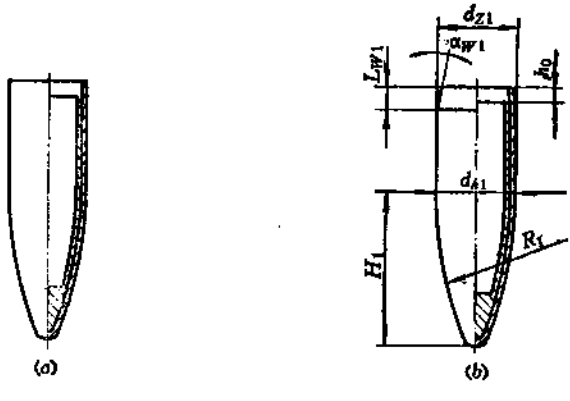


图1-4-2　弹心压入

（2）图 1-4-2（*b*）的压入方法是针对上述方法的缺点而改进的，口部略收小以防弹心弹出，其缺点是工艺较复杂。

弹心压入的主要尺寸是：

1．弹心压入的深度 h_0 与弹头壳、钢心、铅套尺寸的公差变化有关，为了达到合装密实性的要求，h_0 应按下列要求而定：

（1）弹心压入后，铅套的外弧形与弹头壳的内弧形要相吻合（即铅套的尖端、外弧形要光滑）。

（2）弹心压入后，弹头的弧形部（靠弹尖）不允许进入退货冲孔中而引起钻尖疵病。

2．起弧点直径 d_{h1}

$$d_{h1}\approx d_h$$

式中 d_h——弹头的起弧点直径（毫米），计算时取最大值。

3．弧形半径 R_1

$$R_1\approx R$$

式中 R——弹头的弧形半径（毫米）。

4．起弧高度 H_1

$$H_1\approx H$$

式中 H——弹头的起弧高度（毫米）。

5．圆柱部直径 d_{z1}

$$d_{z1}\approx d_z$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米）。

6．尾锥半角 α_{w1}

$$\alpha_{w1}\approx 15^\circ$$

7．尾锥长度 L_{w1} 在保证弹心不弹出和弹心压入深度 h_0 的条件下，可按下式计算：

$$L_{w1}>\frac{d_{z1}-(D_g+2\delta_{yk})}{2\operatorname{tg}\alpha_{w1}} \qquad (1\text{-}4\text{-}1)$$

式中 d_{z1}——弹心压入的圆柱部直径（毫米）；

D_g——钢心直径（毫米）；

δ_{yk}——弹头壳的口部厚度(毫米)；

α_{w1}——弹心压入的尾锥半角（度)。

(二) 尾锥部预压

如图 1-4-3，尾锥部预压就是将弹心压入后的弹头圆柱部压成一定长度的尾锥部，为弹头底部卷边、弹头尾锥部成形创造条件。目前，尾锥部预压是在模子中进行，具有以下优点：

（1）工具较耐用；

（2）尾锥部形状较正确；

（3）减少弹头尾锥部与圆柱部的不同轴度。

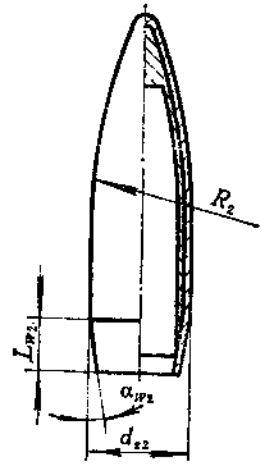


图1-4-3 尾锥部预压

尾锥部预压的主要尺寸是

1. 尾锥半角 α_{w2}

$$\alpha_{w2}\approx\alpha_w$$

式中 α_w——弹头的尾锥半角(度)。

2. 圆柱部直径 d_{z2}

$$d_{z2}\leqslant d_z-0.01$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径(毫米)，计算时取最大值。

3. 弧形半径 R_2

$$R_2\approx R$$

式中 R——弹头的弧形半径(毫米)。

4. 尾锥长度 L_{w2}

$$L_{w2}=L_w+(0.5\sim0.9)$$

式中 L_w——弹头的尾锥长度(毫米)，计算时取最大值。

(三) 底部卷边

底部卷边是将尾锥部预压后的弹头的底部卷边，为尾锥部和底窝成形创造条件，如图 1-4-4。除起弧点直径 d_{q3}、起弧高度 H_3、弧形半径 R_3 要符合产品图的规定外，其余主要尺寸是：

1．底部卷边处圆弧半径 r_0 和圆柱部直径 d_{z3}

$$r_0 \approx (0.22 \sim 0.23) d_z$$

$$d_{z3} \leqslant d_z$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径(毫米)，计算时取最大值。

2．尾锥长度 L_{w3}

$$L_{w3} = 1.1 L_w$$

式中 L_w——弹头的尾锥长度(毫米)，计算时取平均值。

3．尾锥半角 α_{w3}

$$\alpha_{w3} = \alpha_w$$

式中 α_w——弹头的尾锥半角(度)。

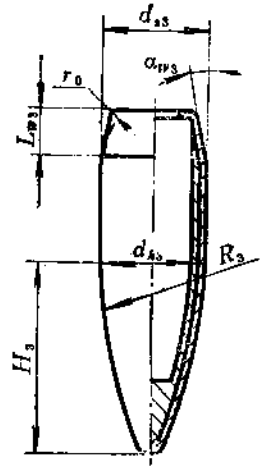


图1-4-4 底部卷边

(四) 尾锥部成形

尾锥部成形就是将卷边后的弹头使其尾锥部和底窝成形。经尾锥部成形后的弹头，除辗沟尺寸和圆柱部的直径外，其余尺寸应符合产品图的规定，其底窝形状可根据产品图的规定制成弧面或平面，如图 1-4-5。

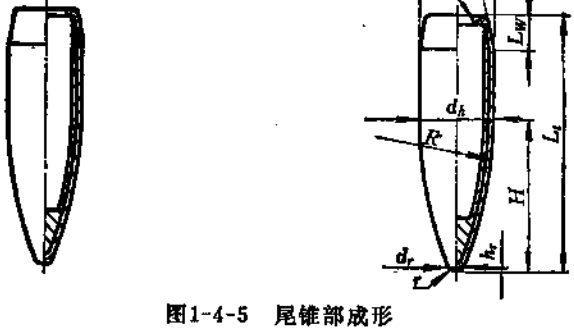


图1-4-5 尾锥部成形

(五) 过径

就是将尾锥部成形后的弹头修整其圆柱部的直径。

（六）辊沟

就是将过径后的弹头按产品图的规定在其圆柱部形成紧口沟，见图 1-4-6。

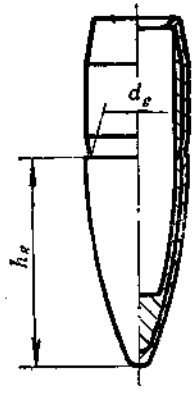


图1-4-6　辊沟

二、弹头装配工具主要尺寸的确定

弹头装配工具主要尺寸的确定是根据弹头装配各半制品的尺寸和弹头产品图。

（一）弹心压入冲　有二种形式，见图 1-4-7

图 1-4-7（a）的弹心压入冲：

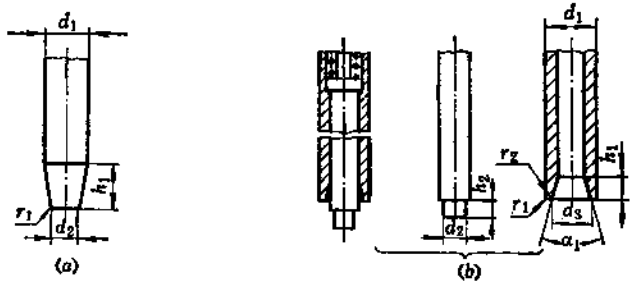


图1-4-7　弹心压入冲

$$d_1 \approx d_z$$

$$d_2 = D_g - 0.15$$

$$r_1 = 0.3 \sim 0.5$$

$$h_1 = 8 \sim 12$$

图 1-4-7（b）的弹心压入冲：

$$d_1 = (1.3 \sim 1.4) d_z$$

$$\alpha_1 = 2\alpha_{w1}$$

$$d_3 = d_z + (0.83 \sim 0.93)$$

$$r_1 \approx 0.5$$

$$r_2 \approx 1$$

$$h_1 > L_{w1}$$

$$d_2 = D_g - (0.85 \sim 1.12)$$

$$h_2 \approx 4 \text{ 或} > h_0$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径(毫米)；

α_{w1}——弹心压入的尾锥半角（度)；

L_{w1}——弹心压入的尾锥长度（毫米)；

h_0——弹心压入的深度（毫米)；

D_g——钢心的直径（毫米)。

图 1-4-7（b）的弹心压入冲、底部卷边冲和尾锥部成形冲的 d_1 尺寸是相同的。

弹心压入冲是用 T10A 钢制造，热处理后硬度值为HRC56～62。图 1-4-7（b）冲子的锥孔镀铬。

（二）弹心压入模 有二种形式，见图 1-4-8

弹心压入模的内形主要尺寸是根据弹心压入半制品的尺寸确定的，其设计方法同尾锥部成形模。为了使弹头的起弧点直径及弧形部形状逐步达到产品图的要求，其起弧点直径应比

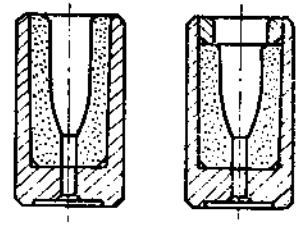


图1-4-8 弹心压入模

尾锥部成形模的起弧点直径大 0.02～0.03 毫米。若模子工作部尺寸太大，则当压弹心（或合铅）加力大时易起钻尖疵病；若尺寸太小，则退货力量大，易起缩尖疵病。在一般情况下，弹心压入模和底部卷边模多用磨损了的尾锥部成形模代用。

（三）弹心压入退货冲 弹心压入、底部卷边、尾锥部成形所用的退货冲是一样的，见图 1-4-9

弹心压入退货冲的内形应与弹头弹尖部和弧形部（靠尖端）的形状相同，其直径 d_4 是与模子的退货冲孔配合制造。其他主要尺寸是：

$$r_3 \approx 0.3 \sim 0.5$$

$$h_3 \approx 1.5 \sim 2.5$$

当退货力量大时，冲凹的深度 h_3 宜偏深。

d_5 尺寸应比相应的弹头该点尺寸稍大。

弹心压入退货冲是用 T10A 钢制造，或用钢丝制造，热处理后硬度为 HRC58～62。为了防止破裂，工作端面至距工作端面 15～20 毫米处回火到 HRC48～52。

（四）尾锥部预压冲 见图 1-4-10

$$d_6 \approx d_e$$

$$d_7 \approx d_6 - 2\delta \approx d_5 - (0.72 \sim 0.91)$$

$$r_4 = 0.1 \sim 0.25$$

$$r_5 = 0.5$$

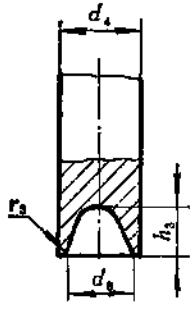


图1-4-9 弹心压入退货冲

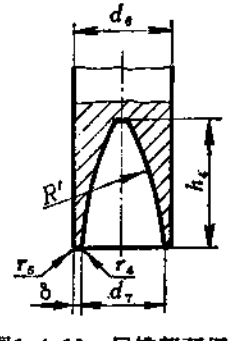


图1-4-10 尾锥部预压冲

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米），计算时取中限值。

冲子的弧形部与弹尖部的形状同弹头壳产品图中的相同。

至于高度 h_4 可根据以上数据求出或采用下列公式计算：

$$h_4 \approx (0.6 \sim 0.7)H$$

式中 H——弹头的起弧高度（毫米）。

尾锥部预压冲是用 T10A 钢制造，热处理后硬度为 HRC58～62，为防止破裂，工作端面到距工作端面 15～25 范围内回火到 HRC43～47。

（五）尾锥部预压模 见图 1-4-11

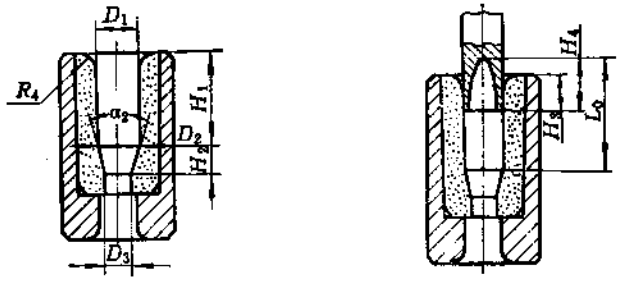


图1-4-11 尾锥部预压模

$$R_4 \approx 3.5$$

$$D_1 \approx d_z$$

$$D_2 = d_z - (0.06 \sim 0.07)$$

$$\alpha_2 \approx 2\alpha_{w2}$$

$$H_2 = L_{w2}$$

$$D_3 = D_2 - 2H_2 \mathrm{tg}\frac{\alpha_2}{2}$$

$$H_1 = L_0 - h_4 + H_3$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径(毫米)，计算时取最大值；

α_{w2}——预压的尾锥半角(度)；

L_{w2}——预压的尾锥长度(毫米)，计算时取最大值；

L_0——弹头尖端至圆柱部与尾锥部交接处的长度(毫米)；

h_4——预压冲的内形深度(毫米)；

H_3——预压冲伸入预压模中的深度，一般是 8～10毫米。

模子的 D_2 尺寸不允许有倾斜（用浇硫磺的方法检查)。

尾锥部预压模是用镶套(T10A 或 45 钢）的硬质合金（YG8)制造，外套热处理后硬度值为 HRC40～46。

（六）底部卷边冲 见图 1-4-12

底部卷边冲的 r_8、α_3、h_5 可根据卷边半制品的尺寸确定，其余主要尺寸是：

$$d_8=d_z$$

$$r_6\approx 0.3$$

$$r_7\approx 0.5$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米)。

底部卷边冲用T10A钢制造，热处理后硬度 值为 HRC56～62，为了节约钢材，可做成使其两头均能使用。

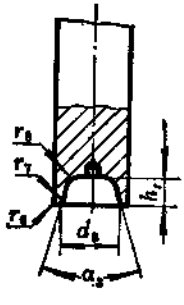


图1-4-12 底部卷边冲

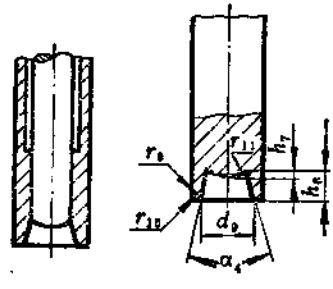


图1-4-13 尾锥部成形冲

（七）尾锥部成形冲 它有两种形式，一种是整体件，一种是组合件，见图 1-4-13 尾锥部成形冲的主要尺寸是：

$$d_9=d_z-0.02$$

$$\alpha_4=2\alpha_w$$

$$h_6=L_w$$

$$r_9=0.1\sim0.2$$

$$r_{10}=0.3\sim0.5$$

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米），计算时取最大值；

α_w——弹头的尾锥半角（度）；

L_w——弹头的尾锥长度（毫米），计算时取平均值。

r_{11} 及 h_7 可根据产品图的要求和弹头壳口部的厚度等情况决定。

尾锥部成形冲用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC56～64。组合件的外冲锥孔、内冲端部镀铬。整体件的内底部因易磨损，也可镶YG8硬质合金。

（八）尾锥部成形模 见图 1-4-14

尾锥部成形模是弹头制造中的最主要的工具之一，在确定其尺寸时，应考虑到：

（1）弹头弧形部的要求；

（2）使用工具的质量；

（3）待制品的机械性能；

（4）待制品的尺寸等。

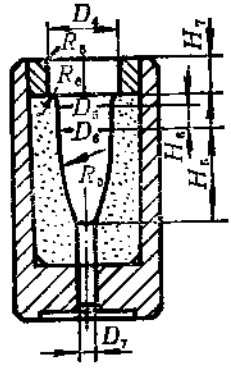


图1-4-14 尾锥部成形模

一般说来，模子弧形部的尺寸应是弹头弧形部的最小尺寸。尾锥部成形模的主要尺寸是：

1．起弧点直径 D_6

$$D_6=d_h-(0.01\sim0.02)$$

式中 d_h——弹头的起弧点直径（毫米），计算时取最小值。

2．退货冲孔直径 D_7

$$D_7=2.5\sim3.5$$

在确定 D_7 尺寸时，应考虑钢丝直径（作退货冲用）的规格和半制品在成形模中受力的情况。D_7 尺寸过大时，易起钻尖疵病（钻入退货冲孔中）；D_7 尺寸过小时，易起缩尖疵病或引起退货

冲折断。D_7尺寸按4～5级精度确定。

3．弧形半径R_0

$$R_0=R$$

式中　R——弹头的弧形半径（毫米）。

4．弧形高度H_5其理论高度是：

当弧形半径的圆心在起弧点直径线上时（即$\xi=0$）：

$$H_5=\sqrt{R_0^2-\left(R_0-\frac{D_6-D_7}{2}\right)^2} \qquad (1-4-2)$$

当弧形半径的圆心在起弧点直径线以上时（$\xi>0$）：

$$H_5=\sqrt{R_0^2-\left(\sqrt{R_0^2-\xi^2}-\frac{D_6-D_7}{2}\right)^2}-\xi \qquad (1-4-3)$$

但是半制品在尾锥部成形模中，其尖端B点不应与模子的A点重合，应有一间隙Δ，见图1-4-15，否则，将产生钻尖疵病。根据实践，一般是：

$$\Delta=AB=0.15\sim0.65(\text{毫米})$$

$$d_0=D_7-2\Delta$$

根据D_6、d_0、R_0，按上述方法可确定模子的实际弧形高度H_{6_0}。

5．圆柱部直径D_6及其高度H_6

$$D_6=d_z\sim(d_z\pm0.02)$$

$$H_6=L_z-(3\sim4.5)$$

式中　d_z——弹头的圆柱部直径（毫米），计算时取最大值；

L_z——弹头的圆柱部长度（毫米）。

D_6的尺寸不可过大或过小。过大，则将使过径力量大，易引起尾锥部与圆柱部交接处倾斜。过小，则当弹头弧形部或圆柱部较长时，因退货力量大，易引起缩尖疵病。

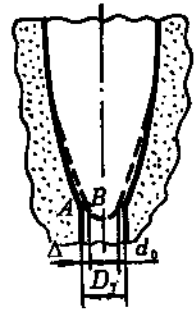


图1-4-15　弹头弧形部（靠弹尖）在尾锥部成形模中的配合情况

6．上口直径 D_4、深度 H_7、倒圆 R_5 和 R_6

$$H_7 \approx 5 \sim 6$$

$$R_5 \approx 1$$

$$R_6 \approx 0.3 \sim 0.5$$

D_4 与冲子配合制造。

7．弧形切点的计算　模子的锥度与弧形的连接应是相切的光滑连接，切点的尺寸计算见图1-4-16

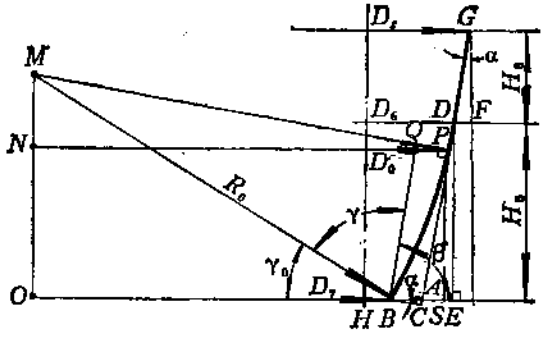


图1-4-16　弧形切点的计算图

在△DGF 中：

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{FD}{GF} = \frac{\frac{D_5 - D_6}{2}}{H_6} = \frac{D_5 - D_6}{2H_6}$$

在△DAE 中：

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{AE}{DE} = \frac{AE}{H_5}$$

所以

$$AE = \frac{H_5(D_5 - D_6)}{2H_6}$$

在△ABC 中：

$$BC=AB\cos\alpha=(AH-BH)\cos\alpha=(EH'-AE-\frac{D_7}{2})\cos\alpha$$

$$=\left[\frac{D_6}{2}-\frac{H_5(D_5-D_6)}{2H_6}-\frac{D_7}{2}\right]\cos\alpha$$

在$\triangle MQB$中：

$$MQ=MP-PQ=R_0-BC$$

$$\sin\gamma=\frac{MQ}{R_0}$$

$$\gamma_0=180^\circ-(\beta+\gamma)=180^\circ-(90^\circ-\alpha+\gamma)$$

在$\triangle MOB$中：

$$MO=R_0\sin\gamma_0$$

在$\triangle MPN$中：

$$MN=R_0\sin\alpha$$

切点高度：

$$NO=MO-MN=R_0(\sin\gamma_0-\sin\alpha)\quad(1\text{-}4\text{-}4)$$

在$\triangle MNP$中：

$$NP=R_0\cos\alpha$$

在$\triangle MOB$中：

$$OB=R_0\cos\gamma_0$$

切点直径：

$$D_0=2(NP-OB)+D_7=2R_0(\cos\alpha-\cos\gamma_0)+D_7\quad(1\text{-}4\text{-}5)$$

弧形的切点也可用下述方法计算：

因为

$$\triangle ADE\backsim\triangle DFG$$

所以

$$\frac{AE}{DE}=\frac{DF}{FG},\qquad AE=DE\frac{DF}{FG}=\frac{\frac{1}{2}(D_5-D_6)H_5}{H_6}$$

$$AB=HE-AE-\frac{D_7}{2}=\frac{D_6}{2}-\frac{D_7}{2}-AE$$

同理 $$\triangle ABC\backsim\triangle DFG$$

$$\frac{BC}{AB}=\frac{GF}{DG},\quad BC=AB\frac{GF}{DG}$$

$$\frac{AC}{BC}=\frac{DF}{FG},\quad AC=BC\frac{DF}{FG}$$

$$MQ=R_0-BC$$

在$\triangle BMQ$中，$BQ=\sqrt{R_0^2-MQ^2}$

$$AP=BQ-AC$$

因为 $$\triangle APS\backsim\triangle DFG$$

所以 $$\frac{PS}{AP}=\frac{GF}{DG},\quad PS=NO=\frac{GF}{DG}AP$$

同理 $$\triangle MNP\backsim\triangle DFG$$

$$\frac{MN}{MP}=\frac{DF}{DG},\qquad MN=MP\frac{DF}{DG}=R_0\frac{DF}{DG}$$

$$\frac{D_0}{2}=NP-BO+\frac{D_7}{2}=\sqrt{R_0^2-MN^2}$$

$$-\sqrt{R_0^2-(MN+NO)^2}+\frac{D_7}{2}\qquad(1\text{-}4\text{-}6)$$

尾锥部成形模是用镶套（45或T10A钢）的硬质合金(YG8)制造，外套热处理后HRC42～46。上口是用T10A钢制造，热处理后HRC60～64。

（九）过径冲 见图1-4-17

过径冲的主要尺寸是：

$$d_{10}=D_8-(0.05\sim0.07)$$

$$r_{12}\approx0.3\sim0.5\text{或}0.5\times45^\circ$$

式中 D_8——过径模的圆筒部部分直径（毫米）。

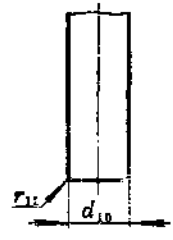


图1-4-17 过径冲

为了保证弹头底窝的形状，过径冲的端部也可制成弹头底窝的形状。

为了节省钢材，过径冲可以两头加工。

过径冲直径 d_{10} 的尺寸精度按4～5 级精度确定。

过径冲是用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC56～62。

（十）过径模 见图1-4-18

过径模的主要尺寸是：

$$D_8=d_z-(0.005\sim0.015)$$

$$H_8\approx(0.5\sim0.8)L_z$$

$$\alpha_8\approx40'\sim1°20'$$

$$D_9=d_z+(0.05\sim0.08)$$

$$R_7\approx3\sim5$$

$$R_8\approx0.5$$

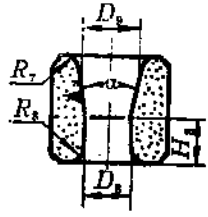


图1-4-18 过径模

式中 d_z——弹头的圆柱部直径（毫米），计算时取最小值；

L_z——弹头的圆柱部长度（毫米）。

D_8 尺寸的确定与过径模的材料、机床的速度、过径前圆柱部直径的大小等有关。D_8 按 1～2 级精度确定，并应控制其椭圆度。

α_8 的作用是为了防止在过径前因弹头圆柱部直径过大，在过径时被切断后，其残片留入模中，影响过径的质量。锥体 α_8 与圆柱部直径 D_9 联接处必须圆滑。

过径模采用镶套（45或T10A钢）的硬质合金（YG8）模。当过径力量不大时，为了简化工具制造，可以不镶套。

（十一）辗沟工具的设计 可参照第二章有关论述。

三、弹头装配的质量

检验弹头装配质量时常采用表 1-4-1 所列各种量具。

（一）圆柱部直径环规 是检验尾锥部预压、底部卷边、尾锥部成形、过径、辗沟后的弹头的圆柱部直径用的。除过径用双环规（通端和止端）外，其余用单环规（通端）。环规的公称尺寸是根据半制品的尺寸和产品图的尺寸而确定的。

表1-4-1　弹头装配常用量具

工位名称	量　具　名　称	备　注
弹心压入		取出弹心用外观检查，铅套尖端与弹头内形尖端要吻合，铅套弧形部要光滑
尾锥部预压	圆柱部直径环规 尾锥长度量规	
底部卷边	圆柱部直径环规	
尾锥部成形	圆柱部直径环规 起弧点直径量规 长度卡规 弧形样板 尾锥长度量规 尾锥和弧形部(靠弹尖)偏歪检验器 弹尖直径卡规	
过径	圆柱部直径环规	
辗沟	圆柱部直径环规 辗沟高度量规 辗沟直径卡规	

（二）尾锥长度量规　是检验尾锥部预压和成形的尾锥长度用的，见图 1-4-19，量规的公称尺寸是半制品和产品图的最大、最小尺寸。

（三）起弧点直径量规　是检验尾锥部成形起弧点直径用的。量规的公称尺寸是产品图的最大、最小尺寸。量规上环规的工作孔

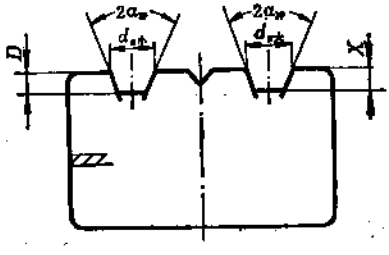


图1-4-19　尾锥长度量规

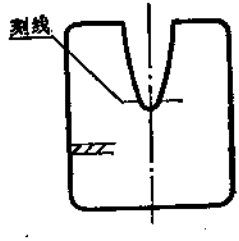


图1-4-20　弧形样板

直径与平面交接处应是清角。

（四）长度卡规 用于检验尾锥部成形后的长度。卡规的公称尺寸是产品图的最大、最小尺寸。

（五）弧形样板 用于检验尾锥部成形后的弹头弧形，见图1-4-20。弧形样板的尺寸同弹头产品图，其中起弧点和弹尖部直径是产品图的最大尺寸。弧形样板上按技术条件规定的尺寸刻线，以防止弹头弧形过肥。用弧形样板检验弹头的弧形时，弹头的弧形应在弧形样板中均匀而对称地透光。

（六）尾锥和弧形部（靠弹尖处）偏歪检验器 用于检验弹头弧形部(靠弹尖处)和尾锥部与圆柱部的不同轴度，见图1-4-21。

（七）弹尖直径卡规 用于检验弹头的弹尖部直径。样板的公称尺寸是产品图的最大、最小尺寸。

（八）辊沟高度量规 用于检验弹头的尖端至紧口沟的高度。量规的公称尺寸是产品图的最大、最小尺寸，辊沟高度量规有三

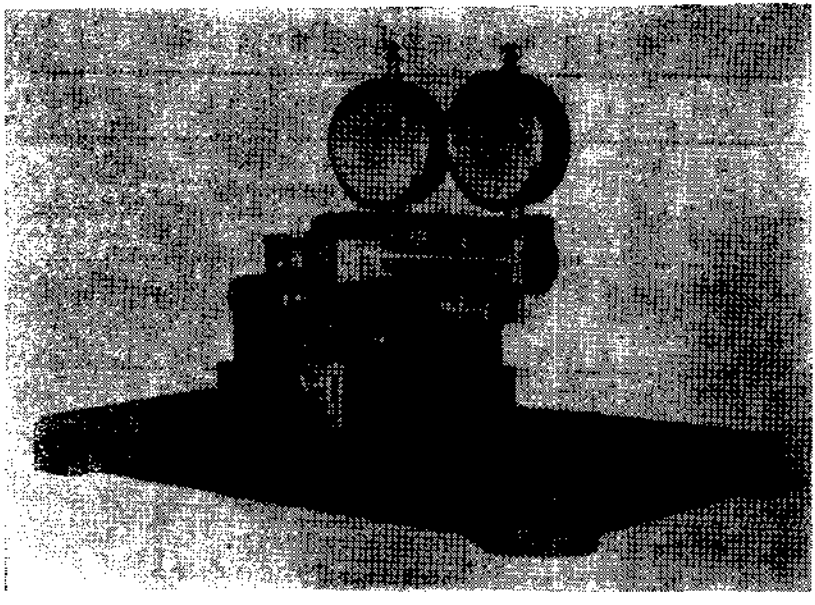


图1-4-21 弹头尾锥和弧形部(靠弹尖处)偏歪检验器

种形式，见图 1-4-22。

（九）辊沟直径卡规 用于检验弹头的紧口沟直径。卡规的公称尺寸是产品图的最大、最小尺寸。为了检验正确，卡规的工作面应倒薄口 t ～0.3，见图 1-4-23。

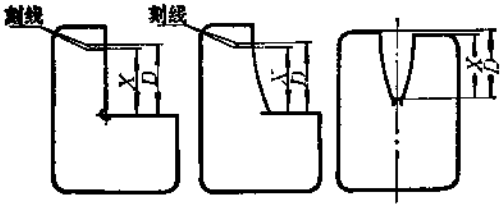


图1-4-22 辊沟高度量规

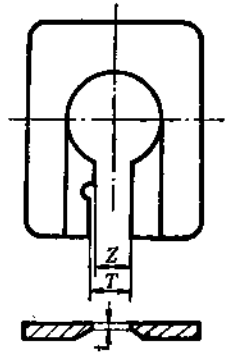


图1-4-23 辊沟直径卡规

弹头装配时易产生的疵病及原因见表 1-4-2。

表1-4-2 弹头装配的疵病及其产生原因

序号	疵病种类	疵病产生原因
1	钻尖	(1)压入弹心时力量过大； (2)弹心压入模磨损
2	削尖	送货具中心不正
3	线痕	(1)送货具有毛刺； (2)模内有金属屑； (3)模子破裂
4	压痕	(1)模子损坏； (2)模内有金属屑
5	弧形部有压(擦)痕	(1)尾锥部预压冲的口部损坏； (2)尾锥部预压时力量过大
6	弧形部歪斜	(1)弹头壳的弧形部歪斜； (2)尾锥部预压冲、模的中心不合； (3)尾锥部预压冲、模的配合间隙过大

（续）

序号	疵病种类	疵病产生原因
7	起弧点直径过大	(1)尾锥部成形模磨损； (2)各工位的工具调整不当； (3)弹头壳的起弧点直径过大； (4)尾锥部成形模制造不正确
8	起弧点直径过小	(1)尾锥部成形模制造不正确； (2)弹头壳的起弧点直径过小； (3)各工位的工具调整不当
9	圆柱部直径过大	(1)过径模磨损； (2)过径前圆柱部直径过大； (3)过径模制造不正确
10	尾锥部歪斜	(1)卷边与尾锥部成形时的冲、模中心不合； (2)尾锥成形冲调整不当
11	圆柱部与尾锥部交接处倾斜	过径前圆柱部的直径过大
12	尾锥部底面大(反盘)	尾锥部预压力量过大
13	底窝有油	(1)弹头壳涂油过多； (2)各工位用的冲子有油污； (3)尾锥部预压模有油污
14	过长	(1)卷边过少； (2)弹头壳的弹尖直径过小
15	过短	(1)卷边过多； (2)弹头壳的弹尖直径过大
16	辊沟不完整	(1)辊轮未转动； (2)辊轮轴磨损
17	辊沟倾斜或成螺旋状双辊沟	工具安装不正确
18	辊沟过高或过低	(1)定位冲调整不正确； (2)送货冲弹簧力量不足
19	辊沟直径公差大	(1)辊轮轴磨损； (2)工具调整不正确

四、弹头装配设备

普通弹头的装配设备一般是五工位的卧式冲床（有时将辊沟设备也组合在该机床上）。

近年来，我国广大工人、领导干部和技术人员遵照伟大领袖毛主席关于“中国人民有志气、有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的教导，敢于革命，大胆创新，已将秤量设备与弹头装配、辊沟机床相组合；有的还将弹头壳引伸兼挤口、冲尖设备与弹头装配、辊沟机床相组合。

现在介绍弹头装配与辊沟组合机床的设备情况：

（一）工作原理 见图 1-4-24，普通弹头装配机是卧式曲轴压力机。机床上有弹头壳送货机构、带铅套钢心送货机构和弹头壳扩口机构（挤口壳不需要扩口）。当带铅套钢心装入弹头壳后，经五个工位完成弹头装配。在机床的下方有弹头辊沟机构。

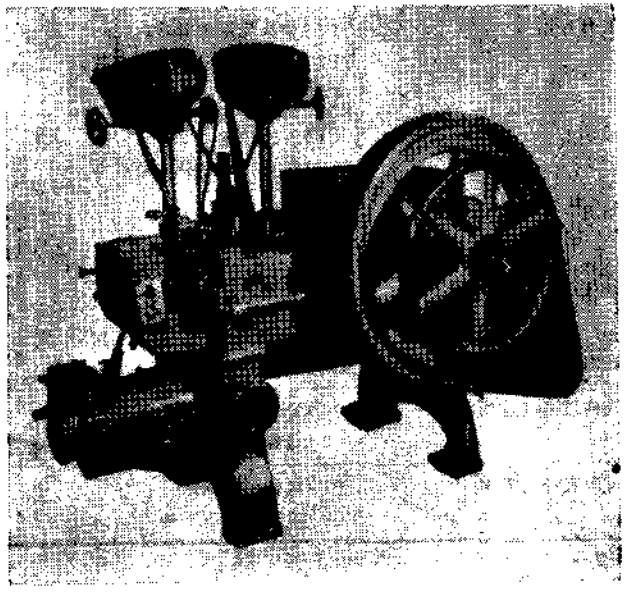


图1-4-24 弹头装配、辊沟机

（二）传动系统 见图 1-4-25。电动机 25 轴上的皮带轮 30通过三角皮带传动使曲轴 34 上的飞轮 31 旋转。曲轴通过连杆33使安装有工具的主滑块 29 作直线往复运动。在曲轴与飞轮之间装有胀环式摩擦离合器 35。在曲轴上装有可操纵的钢带式制动器 32。主滑块 29 通过小滑块 36、摆动架 37、连接杆 38、扇形齿轮 50使带有齿条的退货滑块 49 作直线往复运动。装在曲轴上的盘形凸轮 27 通过摆动架 21、连接杆 20、齿条 19 使空套齿轮 17 转动。与齿轮固定连接的拨杆 22 使扩口装配转盘15作单向间隙圆周运动。曲轴通过螺旋齿轮 26、24 使分配轴 8 转动。分配轴上的齿轮 28 通过齿轮 16、偏心轮 23、连杆 18 使装有扩口冲和下货管的座14作上下直线运动。转盘 15 里已装有带铅套钢心的弹头壳由自重落入送货夹钳 54 内。在分配轴上装有共轭凸轮 59、60 和兼作皮带轮的圆盘槽形凸轮 3。共轭凸轮 59、60 通过摆动架 1、连接杆53使装有送货夹钳 54 的滑块 52 在丁字形滑块51的槽内作水平直线运动。圆盘槽形凸轮 3 通过杠杆 2 使丁字形滑块51作垂直直线运动。因而送货夹钳 54 按矩形轨迹运动，使被夹持的待制品从一个加工位置进入另一个加工位置。为了在模子中进行尾锥部预压，在第二和第三个夹钳上装有小齿轮，借助于固定在丁字形滑块上的齿条，可使夹钳在水平面旋转 180°（图中未示出）。分配轴上的齿轮 58 通过齿轮 56、皮带轮 57、43、鼓形凸轮 45 使送货杆 44 作直线往复运动，将成形后的弹头送至辊沟位置。与鼓形凸轮45同轴装有齿轮 48 和辊沟轮 46。齿轮 48 通过齿轮 47 等使支承辊轮 55转动。当需要用手轮 41 通过锥齿轮 39、40 调整辊沟部分时，由离合器 42 脱开机动传动系统，使皮带轮 43 空转。分配轴上的皮带轮 3、13 分别通过皮带轮 7、9，蜗杆 5、11，蜗轮 4、12 使弹头壳漏斗和带铅套钢心的漏斗的转盘转动。在两个漏斗的蜗杆轴上分别设有离合器 6、10。

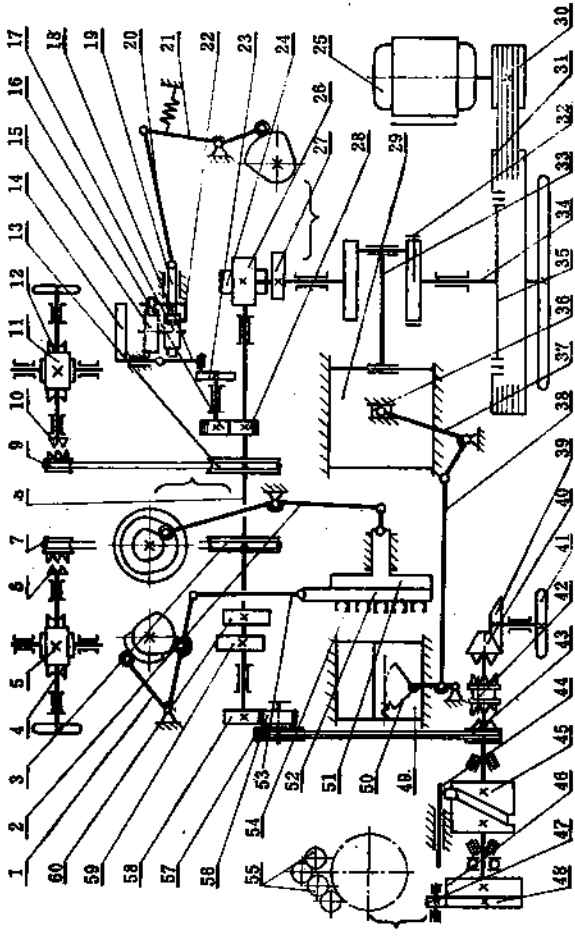


图1-4-25　弹头装配、辊沟组合机床传动系统图

第五节　尺寸较量和秤量

较量和秤量用来剔出尺寸和重量不合格的弹头。某些产品在工艺上控制较好时，也可不设尺寸较量工序和不进行重弹头的秤量。

目前，大多是在一台机床上完成以下工序：

即　弹头装配 → 辊　沟 → 秤　量，

或　秤　量 → 外观检选，

或　尺寸较量 → 秤　量 → 外观检选。

在尺寸较量和秤量的工艺设计时，应考虑以下各点：

1．为了使尺寸较量和秤量正确，一般是在尺寸较量或秤量工序前需先进行辊光；

2．对较量或秤量剔出的超差品要分别管理并及时处理；

3．经常用各类标准样品校对较量机和秤量机上每个秤杆的正确性；

4．保持较量工具和秤盘的洁净。

一、尺寸较量和秤量工具主要尺寸的确定

（一）较量刀片　见图 1-5-1。较量刀片是由两个圆弧（R_1、R_2）的同心圆所组成，在其两端有A、B固定点。使用时，先将其中一点固定，调整另一点位置，使其A、B两点间成一倾斜夹角α，倾斜角α的大小，在径向就反应弹头长度较量公差（Δ）的变化范围。

较量刀片是用 T10A 钢制造，刀口在热处理后硬度为 HRC58～62。

（二）秤量刀　见图 1-5-2。除角度α外，其外形尺寸根据设备情况决定。一般取

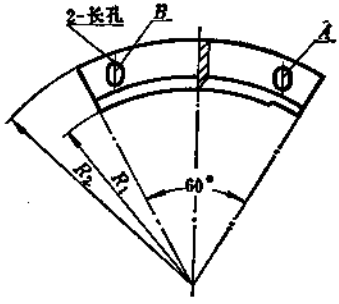


图1-5-1 较量刀片

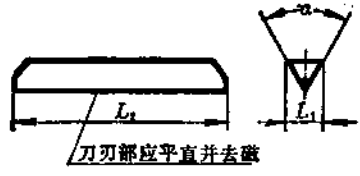


图1-5-2 称量刀

$$\alpha = 60^\circ$$

$$L_1 = 4.56 \sim 8.5$$

$$L_2 = 19 \sim 47$$

称量刀是用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC60～64。

（三）称量刀架 见图1-5-3。除角度α外，其外形尺寸根据设备情况决定。一般取

$$\alpha_1 = 100^\circ \sim 102^\circ$$

$$r = 0.3$$

$$h_1 = 5.8 \sim 10$$

$$h_2 = 3 \sim 3.55$$

$$L_3 = 10 \sim 10.5$$

$$L_4 = 6.8 \sim 12.2$$

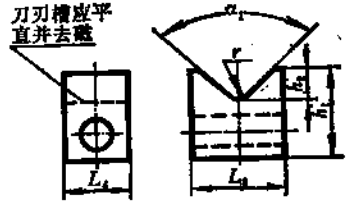


图1-5-3 称量刀架

称量刀架是用T10A钢制造，热处理后硬度HRC58～64。

二、尺寸较量和称量的质量

影响尺寸较量和称量正确性的因素有：

1．机床的精度；

2．各种长度、轻重标准样品的正确使用；

3．称量机阻尼器中油的质量与多少；

4．机床的保护与防震等。

检验尺寸较量和秤量的量具有长度卡规、长度标准样品、天平和重量标准样品。

(一) 长度卡规 用于检验弹头长，其公称尺寸是根据产品图和技术条件决定的。

(二) 长度标准样品 用于检验和调整机床正确性，见图 1-5-4。其公称尺寸是根据产品图、技术条件、长度卡规的执行尺寸、机床的精度等决定的。一般来说，长度标准样品分为：

1. 基本规格类 有长、长合格、短合格、短等四种；
2. 长良品类 有长、长合格、短合格、短等四种；
3. 短良品类 有长、长合格、短合格、短等四种。

各类中的四种长度尺寸，可参照长度卡规用校对量规的尺寸按下式决定，即：

$$\text{长} = (J - T)$$

$$\text{长合格} = (J - T) - 0.05$$

$$\text{短合格} = (J - Z) + 0.05$$

$$\text{短} = (J - Z)$$

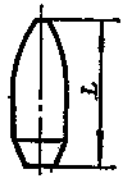


图1-5-4 长度标准样品

式中 $J - T$ ——卡规通端校对量规(通端)的执行尺寸（毫米）；

$J - Z$ ——卡规不通端校对量规的执行尺寸（毫米）。

例：已知弹头长度的基本规格为$26.8_{-0.52}$毫米，设计长度标准样品。

解：根据光滑量规公差表先查出 $J - T$、$J - Z$ 数据，并按上述方法进行计算，然后将计算结果列入下表中。

量规		长度标准样品	
代号	执行尺寸(毫米)	类别	执行尺寸(毫米)
校通($J-T$)	$26.756_{-0.006}$	长	$27.756_{-0.003}$
		长合格	$27.706_{-0.003}$
校止($J-Z$)	$26.274_{-0.006}$	短	$26.274_{-0.003}$
		短合格	$26.324_{-0.003}$

（三）天平　用于检验弹头重量的公差，其重量规格是根据产品图和技术条件的规定。天平的精确度一般是 $\frac{1}{1000}$ 克。

（四）重量标准样品　是用于检验和调整机床的正确性，见图1-5-5。其重量是根据产品图、技术条件、机床的精确程度决定的。一般来说，重量标准样品分为：

1．基本规格类　有重、重合格、轻合格、轻等四种；

2．重良品类　有重、重合格、轻合格、轻等四种；

3．轻良品类　有重、重合格、轻合格、轻等四种。

其各类中的四种重量规格是根据各类重量规格按下式决定，即：

$$\text{重} = D$$

$$\text{重合格} = D - (0.03 \sim 0.05)$$

$$\text{轻合格} = X + (0.03 \sim 0.05)$$

$$\text{轻} = X$$



图1-5-5　重量标准样品

式中　D——各类中的最重规格（克）；

　　X——各类中的最轻规格（克）。

三、超差品的分类与处理

经尺寸较量和秤量后的超差品按如下方法分类处理：

（一）第一次尺寸较量和秤量出的长、短、轻、重弹头在不改变任何条件的情况下应复较一次。复较后的合格品可放入第一次尺寸较量和秤量的合格品中。复较后的不合格品有两种处理办法：

1．对于尺寸不合格的产品，100%用长度卡规单个地量长短，合格者放入良品中，不合格者作为超差品或废品；对于重量不合格的产品，100%用天平单个地秤重量，合格者放入良品中，不合格者作为超差品或废品。

2．用卡规量出的长度不合格品和天平秤出的重量不合格品

另行按技术条件规定的长良品、短良品、轻良品、重良品规格处理。超出上述四类规格的均是废品。

（二）按长良品、短良品、轻良品、重良品规格较量或秤量出的合格品应分别单独编批，定期或集中一定数量后发往枪弹装配车间，枪弹装配车间应根据弹头的轻重情况适当调整装药量。

四、尺寸较量和秤量的设备

（一）尺寸较量机的设备有立式圆形、立式方形（机械杠杆式较量）等多种形式。图 1-5-6 是圆盘长度较量机。

弹头圆盘长度较量机是按弹头长度进行分类的立式圆型自动机，它是利用控制间隙值来分选弹头长度的。这种型式的较量机与机械杠杆式较量机相比，结构简单，易于调整并且生产率较高。连续旋转的带径向槽的转盘 1（图1-5-7）将弹头由上货位置带至较量区。较量区由弧形定位器 2 和带弧形刀口的较量刀片 3 构成。在定位器的锥面与较量刀片之间形成了一条逐渐由窄到宽的弧形间隙。间隙值 L 即为较量长度。工作时，弹头底部靠在定位器的锥面上，尖部支在较量刀片的刀口上。当弹头的长度小于较量长度 L 时，弹头就靠自重下落。在不同的 L 区域就可区分出不同长度的弹头。图中 4 为弹头收集槽。

（二）秤量机　见图1-5-8。

秤量机是按弹头重量进行自动分类的机器。目前在弹头生产中所使用的秤量机都是利用杠杆原理，这种结构的秤量机易于调整并有较高的灵敏度。电动机通过皮带传动的蜗杆蜗轮传动（图1-5-9）使装有秤杆的转盘旋转。秤杆以三棱刀支承在支架上。秤杆的一端带有托盘接受来自送货装置的弹头；另一端带有可调节的平衡重以调整合格产品的范围，其端部可沿中心凸轮的曲线槽运动。由于弹头的不同重量，秤杆带平衡重的一端会发生高度上的变化。这种微小的变化量在秤杆端部经过凸轮道岔时得到了放大，使不同重量的弹头在托盘的一端具有显著不同的三种高度

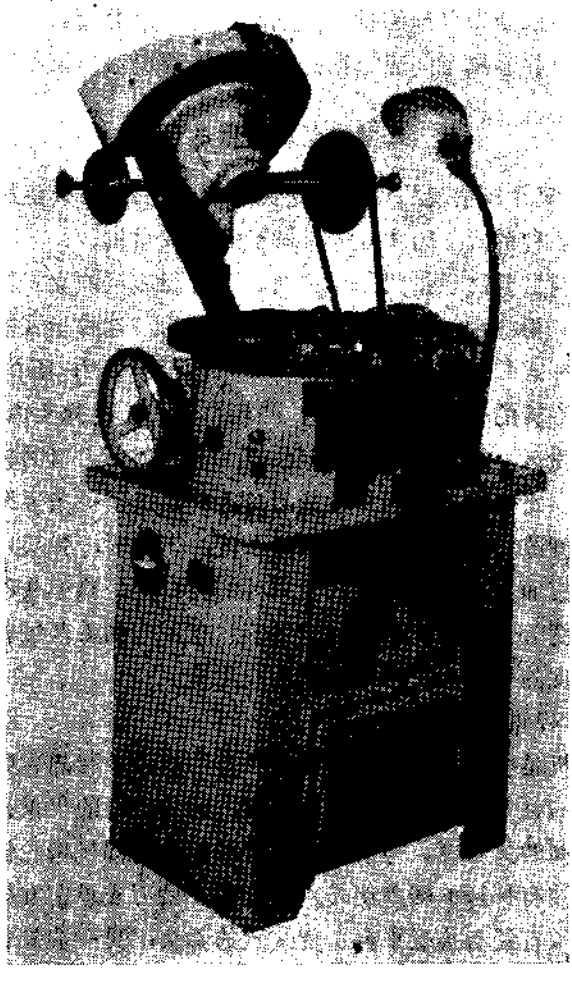


图1-5-6　圆盘长度较量机

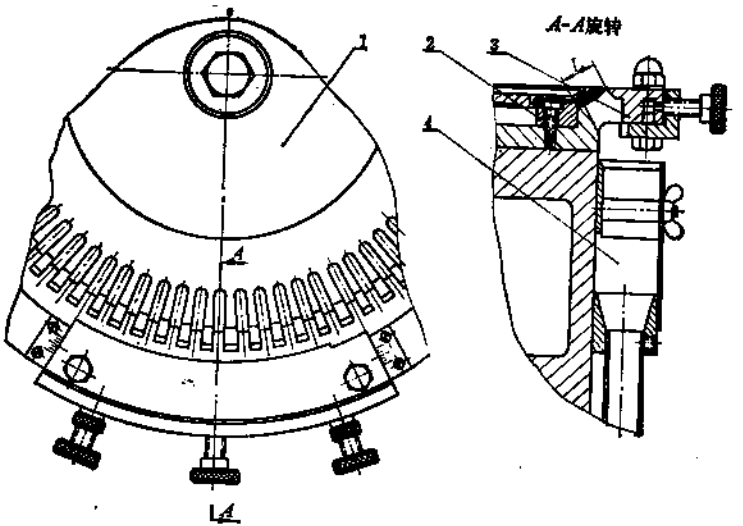


图1-5-7　圆盘长度较量机较量部分

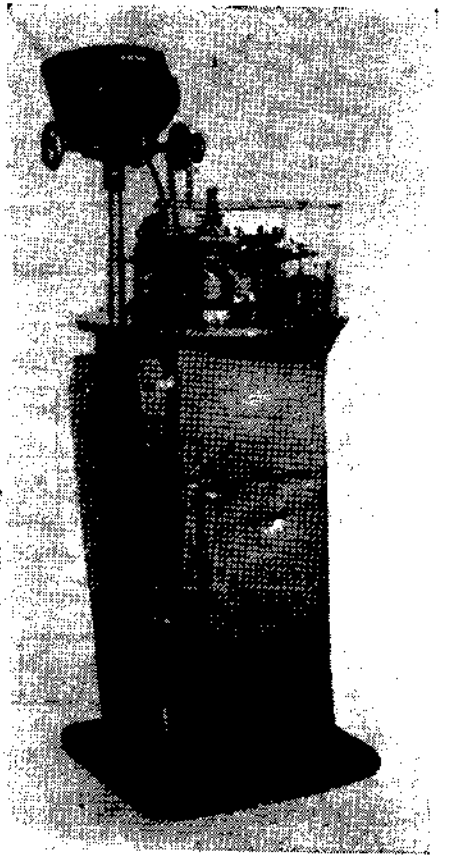


图1-5-8　秤量机

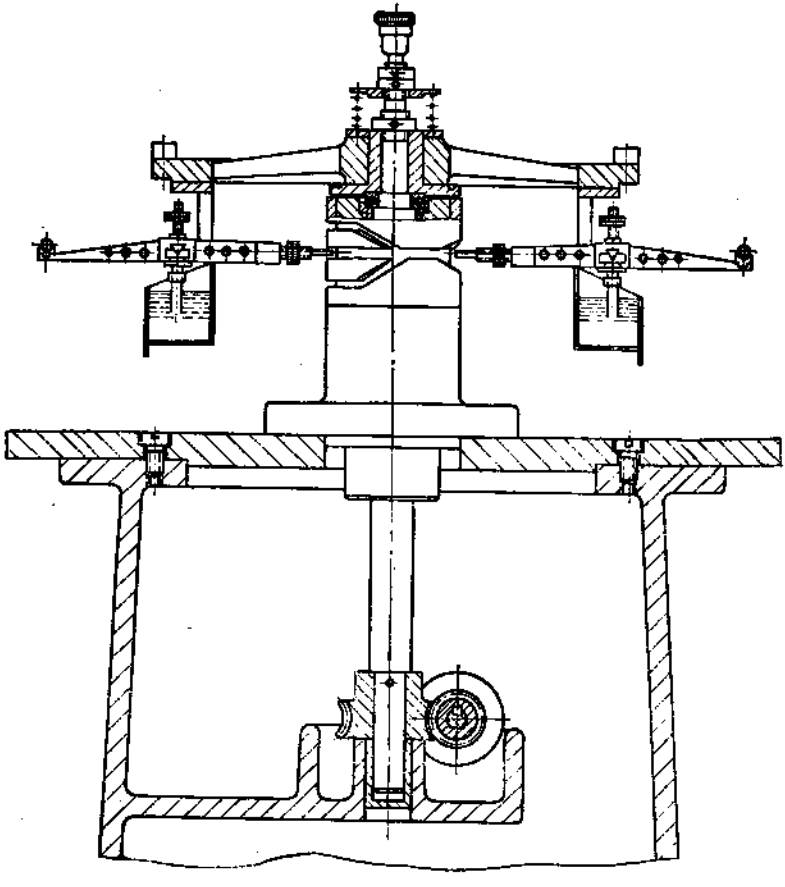


图1-5-9　秤量机秤量装置

(重、合格、轻)。这样，在相应的三种高度上设置刮货器即可将不同重量的弹头区分开来。为了使秤量过程平稳，在这种类型的秤量装置上都设有阻尼器，即把与秤杆相连接的片状零件浸在油中。

第六节 外观检选

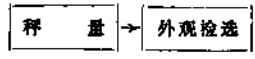
外观检选就是根据技术条件确定的外观疵病的要求剔出弹头中外观疵病不合格的制品，而使合格品的外观符合技术条件的要求。

外观检选是保证产品质量不可缺少的一道工序，也是弹头制造的最后一个工序。

为正确判别外观疵病，应按技术条件所规定的外观疵病项目制定外观允许疵病的标本。

目前，弹头外观检选一般是用外观检选机进行，该机有单排(一根丝杆)、双排两种。

另外也有将外观检选与其他工序合并联动的，如



或



在外观检选的操作中，必须注意：

1．工作时带口罩、手套，并根据需要及时更换；

2．加工前，要擦净漏斗、下货管和丝杆；机床台面应保持洁净；

3．各类弹头应分别存放，防止混乱；

4．装弹头的箱子必须清洁干燥，箱内垫以干净白布或中性包装纸；弹头装入后，应盖好。

外观检选时，应根据各品种的外观允许疵病标本选出疵病超过标本的弹头，如：

1．弹尖部直径过大或过小、缩尖、削尖、堆尖、钻尖、穿尖、破裂、皱折等；

2．表面有线痕、擦痕、压痕、凹痕、皱折、楞子、夹灰、麻点、露钢、破裂、斑点、指印、油渍、水迹、汗渍、污垢、变色、

圆柱部与尾锥部交接处倾斜、辊沟过宽、辊沟不全等；

3．底凹部压坏、卷边不良、缝隙、缺口、有油、卷边处卡有稻壳、缺少零件等。

关于对外观允许疵病标本的要求最好略严于弹头验收时的标本。

第七节 弹头验收

弹头验收是根据产品图和技术条件对弹头的质量进行全面的抽查。一般在弹头制造全部工序完毕后进行。

枪弹生产的特点之一是具有试验的不可返回性，作为枪弹主要部件的弹头也同样不可能全部通过实弹射击来检验。同时，枪弹生产是大量的流水作业，在生产过程中，稍有疏忽就会造成大量的废品。因此，弹头验收的主要内容及作用是：

1．对弹头的精度值和弹头强度等进行考核，以保证枪弹的主要性能；

2．剔出外观疵病超过允许标本的弹头，以保证枪弹的性能和长期储存的要求；

3．保证弹头的尺寸，以利于枪弹装配的顺利进行；

4．及时发现和处理有关疵病，预防废品，加强生产中的各项管理工作，从而达到优质、高产、低消耗的目的。

弹头验收按其内容可分为外观、尺寸、重量、硬度和射击性能等项目的验收。

弹头验收时首先要正确地确定抽验周期和抽验数量。抽验周期和抽验数量是根据产品图、技术条件的要求，并结合生产实践经验和当前的生产质量情况来确定的。

确定抽验周期和抽验数量的原则是：抽验数量虽少，但其代表性要强；新品试制、重大工艺变动、工艺不稳定时期和间隙生产后的恢复生产初期多抽，工艺稳定时期少抽；影响性能的主要尺寸多抽，其他尺寸可少抽。

在弹头验收时还必须注意：

1．为了保证产品质量，弹头验收的要求应略严于枪弹验收的要求。例如，精度值规格、射击疵病允许百分率可适当压缩，尺寸偏差和外观疵病标本也可参照对枪弹的要求适当缩小；

2．确保各种验收条件准确可靠，减少重抽、复抽的次数；

3．正确使用各种量具，定期校对，注意量具磨损。

一、外观验收

外观验收是根据技术条件所制定的允许疵病标本对弹头进行外观检查。

外观验收的抽验数量一般为3～6%。

外观允许疵病验收标本的确定方法是根据枪弹验收技术条件的规定和实际生产经验；经过制验双方协商，本着既保证产品质量，又不要造成浪费的原则确定。

外观疵病一般分为下列几种：

（一）不允许的外观疵病

不允许的外观疵病主要有基层金属破裂、弹头各部位穿孔、深裂缝、圆柱部纵横裂纹、缺少零件、锈迹、绿斑、混有其他种类的弹头等。

（二）允许不超过外观疵病标本的外观疵病

其主要有削尖、缩尖、堆尖、弹尖损伤、夹灰、皱折、线痕、压痕、凹痕、印痕、指印、麻点、露钢、底部缺口、缝隙、卷边不良、尾锥变形、圆柱部与尾锥部交接处倾斜、辗沟不全、双沟、辗沟过宽、油迹、水迹、污垢等。

（三）允许不计的外观疵病

包括表面光亮程度不一、辗沟宽窄不均(但高度、直径合格)、尾锥部与圆柱部交接处稍有倾斜等。

在弹头验收时，超过允许疵病标本的外观疵病是不允许有的。

二、尺寸验收

尺寸验收是根据技术条件中规定的项目、尺寸和允许偏差范围用量具进行检验。

尺寸验收的方法有两种，即手工检验和机械检验。手工检验的抽验数量一般是1～2%，机械检验的抽验数量一般是3～5%。

尺寸验收的项目和使用量具见表1-7-1。

表1-7-1 尺寸验收项目及量具

序号	验收项目	使用量具
1	弹头圆柱部直径	圆柱部直径环规
2	弹头起弧点直径	起弧点直径量规
3	弹头长度	长度卡规
4	弹头弧形	弧形样板
5	弹头尖端直径	尖端直径卡规
6	弹头辊沟直径	辊沟直径卡规
7	弹头辊沟高度	辊沟高度量规
8	弹头尾锥长度	尾锥长度量规
9	弹头壳壁厚	壁厚划线规

弹头壳壁厚检查是弹头尺寸验收中的唯一破坏性检查，一般抽验数量为0.003～0.01%，其检查量具是壁厚划线规(图1-7-1)。

尺寸验收的规格分为基本规格和放宽规格。符合放宽规格的允许有一定百分率，允许百分率的确定原则是：影响枪弹性能和枪械寿命的主要尺寸略严。

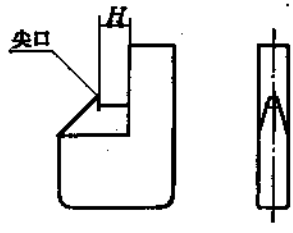


图1-7-1 壁厚划线规

三、弹头重量验收

弹头重量是直接影响枪弹的射击性能（弹头速度、最大膛压、弹道一致性、……）的因素之一。

重量验收的抽验数量一般为0.003～0.02%。

重量验收的规格按技术条件分为基本规格和放宽规格。放宽的重量规格一般不允许超过3%。

重量验收是在秤量机上进行，必要时才在精确度为$\frac{1}{1000}$克的天平上进行。

四、弹头硬度验收

弹头硬度可直接表现为弹头强度，它对枪管寿命等有影响。

硬度验收是有损检验，在工艺稳定的条件下，硬度值波动较小，因此，其抽验数量少，一般为0.0012～0.01%。

硬度验收的规格也有基本规格和放宽规格两种。放宽硬度偏差值一般为基本规格的$\pm HV_{10}$。

五、主要射击性能验收

射击性能验收是考察弹头能否满足技术条件所规定的技术要求而进行的实弹射击试验。弹头的射击性能验收包括精度和弹头强度（弹头破裂、弹心脱落和横弹）验收。

（一）精度验收

精度值是评定弹头质量的重要指标之一，精度值的好坏直接影响枪弹的战术要求。

精度的抽验数量一般为0.003～0.027%。

精度值的评定，主要以R_{50}为依据，R_{100}一般只作参考，为了保证质量，弹头验收规格应略严于枪弹验收规格。

精度值不合格时，可从弹头制造的一致性、对称性和合装密

实性来寻找原因。

（二）弹头强度验收

弹头强度验收又叫测定弹头破裂，用以检验弹头出枪口后有无弹头破裂、弹心脱落和横弹等疵病，以保证战士的安全。

弹头强度验收的抽验数量一般为0.0002～0.05%。

试验时不允许有弹头破裂、弹心脱落和横弹等疵病。

弹头强度不合格时，可从弹头壳材料、硬度、弹头装配的质量等方面去寻找原因。

第二章　特种弹头制造

特种弹的种类很多，有穿甲燃烧弹、曳光弹、燃烧弹、穿甲燃烧曳光弹、爆炸弹等。本章主要以56式14.5穿甲燃烧弹和53式7.62曳光弹为例，分别介绍穿甲燃烧弹头和曳光弹头的制造。

第一节　穿甲燃烧弹弹头制造

穿甲燃烧弹弹头（以下简称穿燃弹头）是由弹头壳、钢心、铅套、燃烧剂四部份组成。其结构如图2-1-1所示。

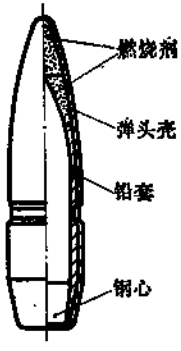


图2-1-1　穿燃弹头结构

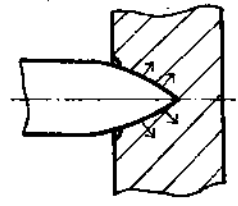


图2-1-2　钢板受力情况

弹头壳、铅套的作用与第一章普通弹头的弹头壳、铅套作用相同。钢心的作用是依靠其动能击穿轻型装甲目标，如飞机，装甲车等。

燃烧剂是用于在弹头穿甲过程中产生高温火焰，点燃汽油或其它易燃物。

穿燃弹头的特种性能是穿甲和燃烧，其穿透均质合金钢板和

燃烧的过程大致是这样的：当弹头撞击钢板时，弹头壳首先变形破裂，对钢心尖端起了缓冲和保护作用，避免钢心尖部碎裂。钢心冲击钢板的最初瞬间，钢板表层内的应力与变形类似于冲头压入时的应力和变形情况，也就是在钢板的金属中沿垂直于钢心表面的方向上产生压缩应力见图 2-1-2。在压缩应力作用下，钢板金属沿变形抗力最小的方向发生塑性流动。硬度高的均质钢板由于塑性低、脆性大，故使钢板的表面破碎、形成凹坑（图 2-1-3）。

当钢心继续向前运动时，均质钢板被击穿，在背面形成大小不等的碎片或产生大块不规则的圆形崩落（图2-1-4）。

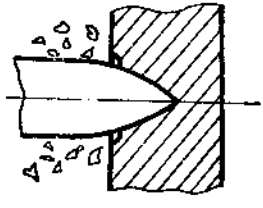


图2-1-3 钢板表面破碎及产生的凹坑

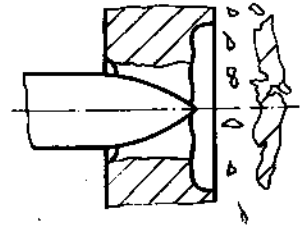


图2-1-4 钢板背面崩落

钢板背面产生崩落是由于冲击点产生了强烈的压缩波。压缩波以每秒 5000 米左右的速度在钢板内传播，当传到钢板背面时就反射形成相应的拉伸应力波。当拉伸应力值超过材料的强度极限时，钢板就会被破坏而使钢板背面产生崩落，工厂俗称“脱圈”。

综上所述，弹头击穿钢板是依靠其着速所获得的动能集中形成冲击点，产生强烈的压缩波而击穿钢板的。

穿燃弹头的燃烧过程是当弹头撞击钢板的瞬间，弹头壳尖端产生变形，挤压燃烧剂；与此同时，弹头内的钢心，也因惯性作用继续向弹尖方向前进，弹尖内的燃烧剂又受到钢心的冲击挤压和摩擦（燃烧剂在尾部的 7.62 穿燃弹头，当穿甲时钢心受阻，钢心后的铅碗靠其惯性继续向前运动挤压燃烧剂），从而产生巨大

的热量，使硝酸钡分解供氧，可燃剂开始燃烧。当其继续燃烧时，则依靠空气中的氧，此时火焰集中于钢板前面。钢板被打穿后，钢心穿过钢板依靠其存速继续前进，并在钢心及钢板碎片飞行的轨道上形成局部真空，造成“抽风”作用，将正在燃烧的粒子及火焰吸到穿过钢板的钢心及碎片后面。当碎片及钢心打穿油箱时，火焰点燃油箱或油纸使其发火燃烧。

当油箱与钢板靠紧时，由于钢心穿过油箱不能在钢心的后面造成局部真空，故不能点燃油箱。这种情况从14.5穿燃弹头在钢板与油箱不同距离时的燃烧试验即可得到证明。见表2-1-1。

表2-1-1　改变钢板与油箱距离燃烧试验

油箱至钢板距离(毫米)	0	50	150	200	300	400
射击数(粒)	12	15	6	2	1	2
燃烧率(%)	0	100	100	100	100	100

注：1.钢板厚度为20毫米。

2.验收试验规定钢板距油箱100毫米。

一、弹头壳制造

穿燃弹弹头壳的制造与普通弹弹头壳的制造基本相同，所不同的是，大口径弹头壳的硬度比小口径的要低一些。

二、钢心制造

钢心是穿燃弹头中的关键零件，其质量好坏直接关系到产品性能。在制造时，无论是机加工还是热处理，都应严格地保证其质量。

（一）对钢心制造的要求

1．几何形状要求　钢心几何形状应符合产品图的规定（图2-1-5）。其尺寸形状变化直接影响弹头装配的一致性、密实性和同轴性，从而影响到产品性能。例如：

（1）若钢心直径过小，弧形不饱满，长度过短和尾锥过小

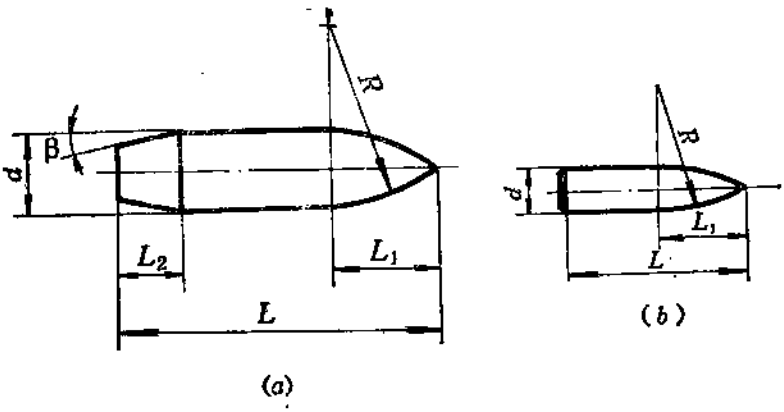


图2-1-5 穿甲钢心

a—带尾锥；b—无尾锥。

等，不仅会造成钢心重量轻，影响弹头重量，而且在弹头装配后还可能造成钢心松动，影响装配密实性。

（2）钢心直径过大，弹头装配过径时，径向加工率过大将造成弹头尾空，射击时可能产生弹头飞行破裂。

（3）钢心尾锥过长，长度过长和弧形过大等，都会造成装配困难，直接影响弹头外部形状和尺寸。

（4）钢心端面倾斜过大，弹头装配后半边尾空，同轴性、对称性差，同样会造成弹头精度不良和飞行破裂。

（5）钢心弧形偏斜过大而超过1.5毫米对精度有明显的影响。

2．机械性能要求　钢心硬度要求应在HRC64以上，淬火后应具有足够的淬硬层深度。对盐炉淬火钢心要求断面未淬透心部直径应小于2毫米。中频淬火钢心，由于工艺条件限制，要求未淬透心部直径应小于5毫米。如果中频淬火钢心断面全部淬透，则表面易产生过热组织，断面晶粒粗大，钢心脆性增加，韧性下降，反而降低钢心的机械性能。

（二）钢心材料的选择

选择钢心材料时，应满足以下几点要求：

1．穿甲性能要求

为了击穿一定范围内的高硬度均质钢板，要求钢心材料应具有比钢板更高的硬度和强度。曾采用40号钢和60号钢作12.7钢心的穿甲性能试验，40号钢热处理后硬度为HRC 51～57，穿甲率为0%；60号钢热处理后硬度为HRC58～63，穿甲时，发现有的钢心顺射击方向回跳。故中碳钢作穿甲钢心的材料，其硬度和强度都不能适应穿甲性能要求。而经过适当热处理的T12A冷拉钢制造的钢心比较好。

2．工艺性好

（1）钢材生产易进行球化处理；

（2）具有良好的切削性能；

（3）热处理工艺较简单，淬火后金相组织和机械性能稳定。

3．经济性要求

在保证穿甲性能要求的前提下，应尽量采用成本低的材料。

（三）钢心制造工艺选择

穿甲钢心类型较多，有7.62穿甲钢心，有12.7和14.5穿甲钢心。由于各种钢心的形状和大小不同，其工艺方法也不一样。目前常用的加工方法有如下几种：

1．冲型加工：如7.62穿甲钢心直径较小采用冷冲型加工后，再磨削成形。

2．切削加工：如12.7及14.5钢心目前采用切削加工成形。使用机床有手动车床和自动车床两种。自动车床效率较高。

3．热斜轧成型：随着革命形势的发展，切削工艺远远不能满足战备生产的需要。经过无产阶级文化大革命锻炼的我国工人阶级，发扬了敢于攀登科学高峰的革命精神，对钢心加热斜轧新工艺进行了多次反复试验，取得了很大成果，并已用于生产。

钢心采用热斜轧一次成型，可取消下料、磨外圆、车尾、车弧等工序，减少大量设备，并有利于缩短生产线，提高原材料的利

用率，见图2-1-6。

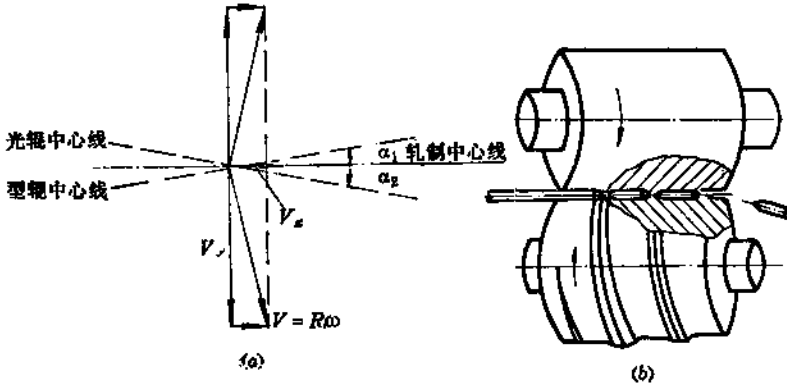


图2-1-6 钢心斜轧示意图

a—轧辊布置关系；b—斜轧示意图。

图中 V——轧辊圆周速度；

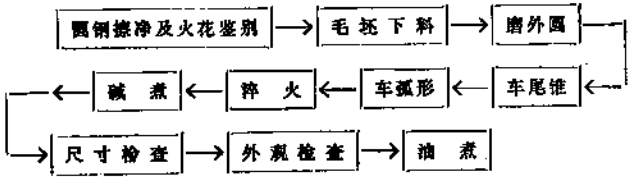
V_x——圆钢进料速度，根据制品形状和要求来调整；

V_y——轧辊给轧件的切向圆周速度；

α——轧辊倾斜角度，根据轧制需要调整，光辊和型辊的斜角大小是不同的。

（四）钢心切削加工

以 14.5 钢心制造为例，其切削加工工艺流程如下：



1．圆钢火花鉴别

首先应擦净圆钢表面的油脂和污秽，然后在砂轮机上进行火花鉴别，以保证钢号的准确性。

2．毛坯下料

（1）下料要求：钢心毛坯下料后的长度应符合长度卡规，端

面应平整，不允许有粗刀痕。

（2）毛坯长度确定：根据钢心产品图长度规定，先确定车弧钢心长度，再由车弧钢心长度确定下料毛坯长度。一般可按下式计算确定

$$L_{2min}=L_{1max}+C \qquad (2\text{-}1\text{-}1)$$

式中 L_{2min}——下料毛坯长度最小值（毫米）；

L_{1max}——车弧钢心长度最大值（毫米）；

C——切削余量约 0.2～0.3（毫米）。

$$L_{2max}=L_{2min}+\delta \qquad (2\text{-}1\text{-}2)$$

式中 L_{2max}——下料毛坯长度最大值（毫米）；

δ——下料时的公差约 0.3～0.5（毫米）。

（3）影响下料质量因素：钢心下料质量与活动下料刀和固定下料刀的间隙大小有关。若毛坯端面剪刀痕边高于对边时，则下料刀间隙应调小；相反，如剪刀痕边低于对边，则剪刀间隙应调大。此外，模座滑动面磨损，镶条螺钉松动，圆钢硬度（抗张强度）过低等，都可能造成端面倾斜。产生端面粗刀痕主要原因是下料刀过钝。

钢心毛坯下料通常是在立式曲轴冲床上进行的。

3．磨外圆

（1）作用和要求：钢心磨外圆主要是磨去表面余量，使制品表面光洁，并达到热处理前的直径尺寸要求。直径部的锥度和椭圆度一般不应超过 0.02 毫米，表面不允许有严重的纵横划线和螺旋纹。

如果圆钢直径尺寸和表面质量能达到磨外圆质量要求时，可不再进行磨外圆。

（2）磨削过程：制品由送料漏斗经输货管，送入安装在磨削轮和导轮之间的导板上，磨削轮以 2100 米/分左右的线速度旋转，而导轮则以大约 49 米/分较慢的线速度旋转。导轮采用粒度较细的橡胶粘合砂轮，其摩擦系数很大，带动制品转动。由于导

轮与磨削轮的线速度不相等，从而产生对制品的磨削。导轮与磨削轮的轴相交成一个角度（3°～6°），这样，在磨削过程中，产生一个旋转力，一方面使制品旋转，另一方面沿轴线方向移动，完成自动进料和磨削，见图 2-1-7。

图中 l_0——导板支承点至导板左侧面的距离（毫米）$\left(\text{约占导板厚度的}\frac{1}{3}\right)$；

l——磨削轮圆周切线至导板左侧面距离(约1～2.5毫米)；

h——磨削轮和导轮的中心连线至制品中心的高度(毫米)；

r——导板支承面的倾斜角（60°左右）；

b——导板厚度（约 8.5 毫米）。

（3）磨削速度计算：参看无心磨运动分析图(图2-1-8)。

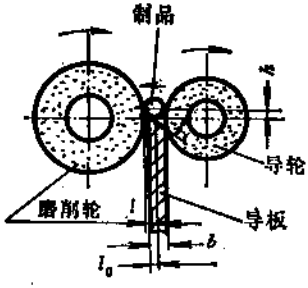


图2-1-7 无心磨削示意位置

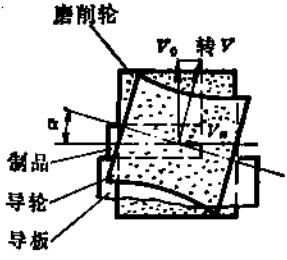


图2-1-8 无心磨削运动分析

图中

$$V_n=\frac{\pi Dn}{1000}\sin\alpha \qquad (2\text{-}1\text{-}3)$$

式中 V_n——磨削速度轴向分量；

D——导轮直径（毫米）；

n——导轮转数（转/分）。

制品实际移动速度 $V_1\approx 0.98V_n$

故

$$N=\frac{V_1}{L}$$

式中 N——每分钟磨削粒数；

V_1——每分钟制品移动距离（米/分）；

L——每粒制品长度（米）。

（4）磨削过程中的冷却：在磨削过程中必须用冷却液进行冷却。冷却液还起着冲走磨屑的作用，并对防止制品生锈有一定作用。

（5）导板安装及砂轮选择：为保证制品表面质量，安装导板时应使制品中心略高于磨削轮和导轮的中心连线。加工小直径的制品时，其高出量约为制品直径的$\frac{1}{2}$。如果导板过低，则磨削量过大，在原材料不圆时，制品容易出现棱角；如果导板过高，则制品易产生跳动，使制品从导板上滑出，造成砂轮破碎等事故。导板安装位置如图 2-1-7 所示。

砂轮的选择十分重要。如果选择不当，则直接影响制品的质量、生产效率和砂轮的消耗量等。一般磨削未淬火钢材时，应选用具有一定硬度和韧性的砂轮。常用的砂轮规格、要求见表 2-1-2。

表2-1-2 砂轮规格要求

特性 / 种类	形状（代号）	磨料	粒度	硬度(代号)	结合剂	规格(毫米³)
磨削轮	平行砂轮（P）	刚玉(氧化铝)	60	中硬(ZY1-2)	陶瓷结合剂	500×150×305
导轮	双面凹砂轮(PSA)	同上	100	中硬(ZY)	橡胶结合剂	300×150×127

（6）制品直径尺寸的确定：经磨削加工后的钢心直径最大值 D_{max}，应等于产品图中钢心直径的最大值 D_0 减去钢心淬火后的径向变形量 Δ。Δ 的大小要依试验确定，它与钢的成分和淬火的条件有关。经磨削加工后的钢心直径最小值 D_{min} 则应等于 D_{max} 减去磨削加工的公差 δ。δ 约为 0.5～0.9 毫米。

即 $$D_{max}=D_0-\Delta \quad (2-1-4)$$

$$D_{min}=D_{max}-\delta \quad (2-1-5)$$

钢心在磨外圆时易出现的疵病及其产生原因见表2-1-3。

表2-1-3 磨外圆易出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	椭圆度和锥度过大	（1）砂轮表面角度不当，即修整砂轮时，砂轮修整器与砂轮应有30′的角度； （2）导轮的无声链条过松，使之旋转不正常； （3）导板磨损和制品进给速度太快
2	表面波纹	（1）砂轮不平衡引起振动； （2）导轮无声链条松动； （3）砂轮使用过钝； （4）导板磨损过大
3	直径过大、过小	（1）砂轮轴瓦松动； （2）砂轮使用过钝，表面不平； （3）导轮表面不圆；纵向进给速度过快
4	表面螺旋纹	（1）砂轮或导轮表面粘铁屑； （2）导板损坏或粘铁屑

钢心磨外圆一般采用M1080无心磨床，其磨削轮转数为1300转/分，而导轮转数是可调的，磨削时常采用53转/分或73转/分。

4．车尾锥和车弧形

（1）车削要求：钢心必须进行车尾和车弧，经车削后的钢心尾锥部、弧形部均应符合图形规定（图2-1-5），表面不允许有夹伤、深线痕和波纹等疵病。尖部应完整，不得有大残尖。

（2）车削过程：钢心车尾和车弧在专用的自动车床上进行（图2-1-9和图2-1-10）。制品由送货装置自动送进夹头定位使之夹紧后，车刀和制品得到相对运动，从而完成车削成型。

（3）车削加工特点：

1）采用径向进刀，走刀距离短，故有利于生产效率的提高，但由于刀刃很宽，切削力较大而引起振动，故不适于加工强度不

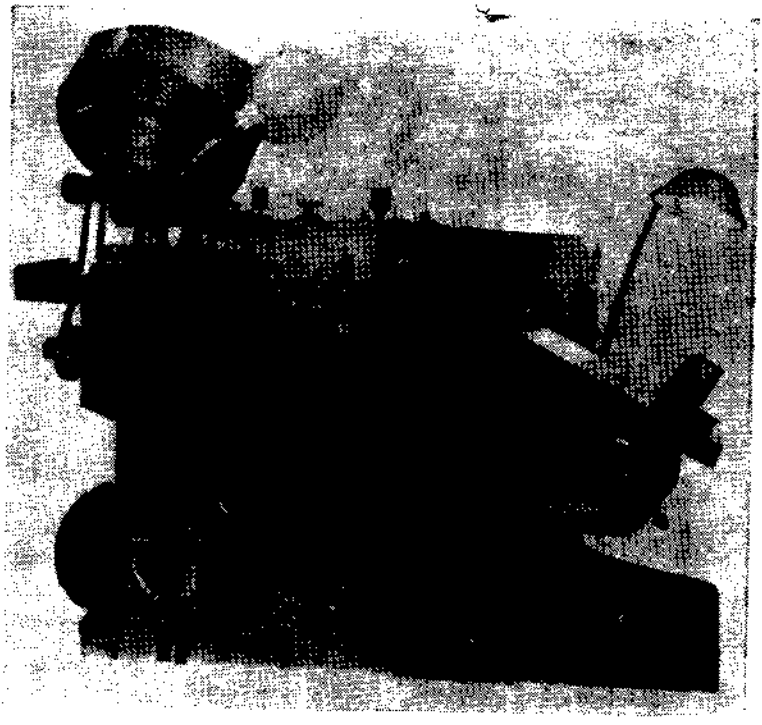


图2-1-9　车尾机

足的钢材；

2）采用成形车刀切削，因在单位时间参加切削刀刃的长度增加，车刀寿命相应增长；

3）设备结构较简单便于掌握。

（4）冷却液的作用及要求：为改善切削条件，使制品表面光洁度良好，车刀使用寿命增长和生产效率高，必须用乳化油冷却制品和车刀。目前广泛使用的乳化油是有机酸和矿物油按一定比例混合，经皂化而成的，使用的乳化油须用水稀释。

车削时，冷却液应注在车刀刃口与切屑的分离处，并要求连续注入足够用量的冷却液，如果断续冷却，可能造成车刀刃口崩裂。



图2-1-10　车弧机

（5）车尾、车弧主要尺寸确定：钢心尾锥的大小、长度、弧形半径和弧形高度等主要尺寸按产品图要求确定（图2-1-5）。

钢心车弧长度可参照下式确定：

$$L_{1max}=L_0-\Delta_1 \qquad (2-1-6)$$

式中　L_{1max}——车弧钢心长度最大值（毫米）；

L_0——产品图规定钢心长度最大值（毫米）；

Δ——钢心淬火长度最大变形量（毫米），一般在0～0.15毫米范围内，具体数值也由实验确定。

$$L_{1min}=L_{1max}-\delta \qquad (2-1-7)$$

式中　L_{1min}——钢心车弧长度最小值（毫米）；

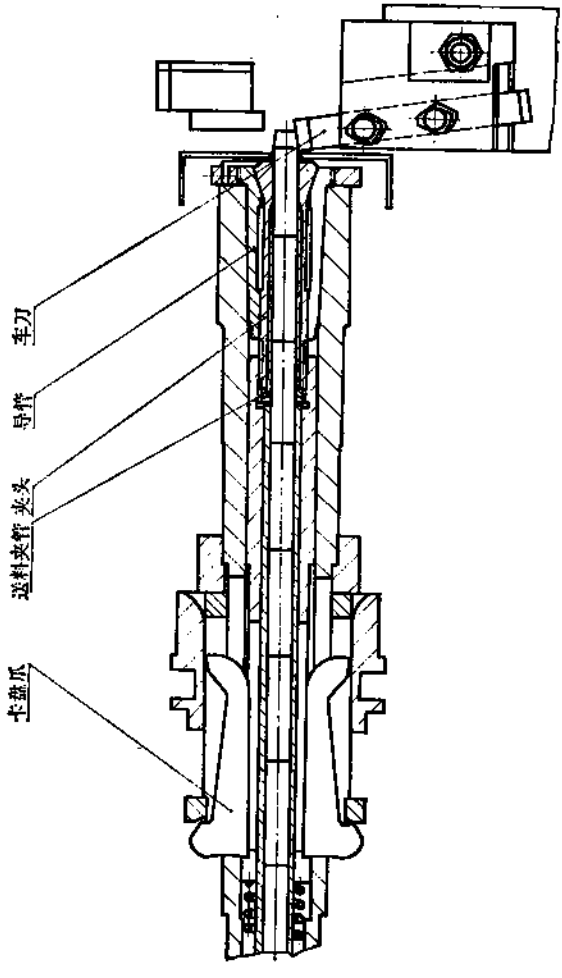


图2-1-11　车尾工装组合

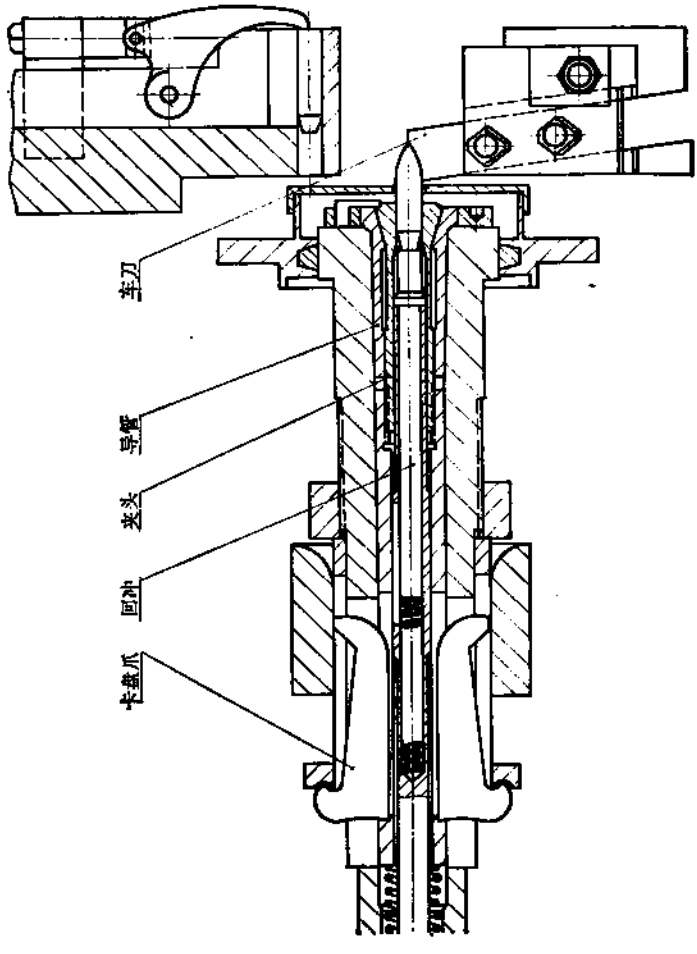


图2-1-12　车弧工装组合

δ——车弧时钢心长度公差，一般约 0.25～0.50 毫米。

（6）车尾、车弧工量具主要尺寸确定：车尾、车弧工具包括车刀、导管、夹头、送料、夹管、回冲和卡盘等组成（图2-1-11和 2-1-12）。

车尾、车弧刀具主要尺寸按以下方法确定：

1）车刀：成形车刀刀刃截面形状可按成形车刀设计原理的图解法和计算法来确定。但工厂习惯用磨刀样板来磨制车刀的弧形。而磨刀样板是按钢心产品图弧形尺寸确定的。车尾刀和车弧刀见图 2-1-13 和图 2-1-14。

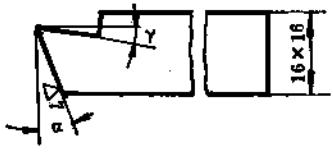


图2-1-13　车尾刀

注：前角 γ 为4°～6°，后角 α 为10°～20°。

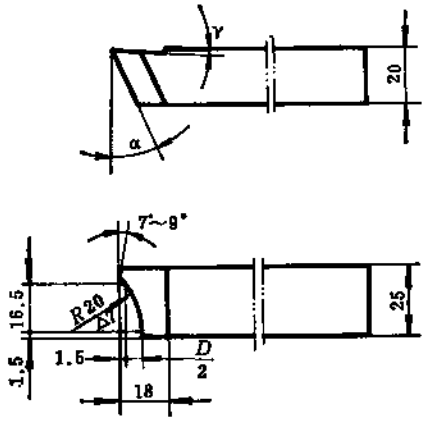


图2-1-14　车弧刀

注：前角 γ 为2°～5°，后角 α 为20°～30°。

2）钢心尾锥样板：如图 2-1-15 所示，尾锥尺寸按产品图规定，通端尺寸 D 和止端尺寸 X 分别按磨外圆直径卡规的最大值和最小值确定。通端尾锥高度 H_x 对应于产品图所规定尾锥高度的最小值，而止端尾锥高度 H_d 对应产品图规定尾锥的最大值。

3）钢心弧形样板：如图 2-1-16 所示，样板口部尺寸 D 按磨外圆直径卡规的最大值。弧形半径 R 按产品图规定的弧形半径确定。弧形高度 h 按样板口部尺寸和弧形半径计算：

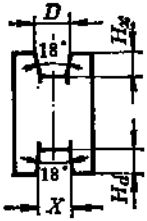


图2-1-15 尾锥样板

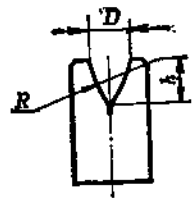


图2-1-16 弧形样板

$$h=\sqrt{R^2-\left(R-\frac{D}{2}\right)^2} \qquad (2\text{-}1\text{-}8)$$

式中 R——钢心弧形半径（毫米）；

D——样板口部尺寸（毫米）。

4）长度卡规：根据钢心车弧长度，按光滑量规六级精度计算。

（7）车尾、车弧的质量分析：见表2-1-4和表2-1-5。

表2-1-4 车尾出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	尾锥过大或过小	（1）铁屑挡刀刃； （2）进刀棍轮磨损； （3）进刀螺丝松动
2	尾锥起波纹	（1）机床前轴承过松或磨损； （2）前轴承外套松紧配合较差； （3）夹头和套管磨损； （4）车刀安装位置过低
3	尾锥偏斜	（1）钢心车削旋转时不同心度过大； （2）套管和夹头制造歪偏或使用过程中磨损； （3）车刀角度磨制不当； （4）夹头损坏
4	尾锥深线痕	（1）车刀角度磨制不当； （2）车刀磨钝，崩刀和刃口粘铁屑
5	表面夹伤	（1）夹头损坏，夹紧力不足（紧固螺丝松动或钢心直径过小）； （2）夹头内孔粘铁屑

表2-1-5　车弧出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵　病　产　生　原　因
1 2 3 4	弧形过大或过小 弧形波纹 弧形偏斜 表面夹伤	（与表2-1-4序号1、2、3、5原因相同）
5	钢心残尖	（1）车刀安装位置过高； （2）刀刃粘铁屑或崩刀； （3）钢料球化退火不良； （4）加冷却液位置不当
6	钢心过长或过短	（1）加工中定位螺丝松动； （2）定位螺丝定位不当； （3）铁屑掉进夹头孔内

（8）车尾、车弧切削参数选择

1）切削速度：切削速度愈大则机床负荷就愈大。为了减轻机床负荷提高刀具使用寿命，切削速度不宜过大。

但切削速度也不宜太小，否则振动冲击较敏感，易造成崩刃。

2）走刀量选择：走刀量愈大，生产效率愈高。但走刀量过大，加快车刀磨损，影响加工。因此，应选定合适走刀量。车弧走刀量可近似计算如下：

假设进刀凸轮为等速进刀时，走刀量为

$$S=\frac{\frac{D}{2}}{\frac{n}{Z}K}=\frac{DZ}{2nK} \qquad (2\text{-}1\text{-}9)$$

式中　S——走刀量（毫米/转）；

D——制品直径（毫米）；

n——主轴转数（转/分）；

Z——分配轴转数（转/分）；

K——系数，为每切削一个制品实际切削时间与切削一个制品的总时间之比。它可从进刀凸轮进刀到位至开

始退刀间弧形所对圆心角与全圆周360°相比求得。若切削所用圆弧所对圆心角为245°，则

$$K=\frac{245}{360}=0.68$$

5．钢心碱煮

钢心淬火后应立即进行水洗和碱煮，以去除钢心表面的盐份和污垢，防止钢心生锈。

钢心碱煮在漂洗联动机上进行，其工艺规范见表2-1-6。

表2-1-6　钢心碱煮工艺规范

工艺规范 \ 序号	1	2	3	4
流程	流动清水	碱　　水	热　　水	烘　干
成　份	自来水	NaOH，浓度8～10%	自来水	空　气
温度(℃)	室　温	60～100	60～100	100～150
浸入时间(分钟)	15	2	2	1.5
使用周期	每八小时更换	每周更换	每八小时更换	

6．钢心尺寸和外观检查

钢心直径和长度较量，一般在简易较量机上进行。外观检查通常在丝杆外观机上进行，主要检查未车尾、未车弧或钢心过短等不合格品，并按实物标本选出有其他类型疵病的产品。

（五）钢心质量分析

1．钢心穿甲时出现的几种情况

（1）钢心弧形部穿过钢板，而圆柱部被折断：钢心击中钢板时，一方面高速旋转，一方面向前运动，同时还受地心引力作用。这时钢心圆柱部受侧压，当变形应力过大时，则易使钢心圆柱部折断。被折断钢心碎片有时卡在钢板的穿孔上或穿过钢板。对大口径枪弹穿甲来说，钢心的弧形部穿过钢板，而钢板的穿孔上卡有局部钢心或钢心碎片均算穿甲。

（2）钢心尖部变形破碎：由于钢心强度不足或钢板硬度过

高，穿甲时，钢心受到钢板的巨大阻力发生变形或破碎。在这种情况下，钢板前面被击成一个凹痕，背面形成大的崩落。例如，14.5钢心未淬透心部直径在6.5毫米以上，穿甲时，出现钢心弧形部裂纹和变形（图2-1-17），其圆柱部位折断，致使钢心不能穿甲。

此外，在穿甲时，当钢心遇到较硬的钢板，也易造成钢心弧形部外壳层破碎（图2-1-18），从而影响穿甲。

（3）钢心回跳和斜跳：钢心的硬度和强度不足时，弹头撞击钢板后，钢心沿射击方向回跳。例如14.5钢心回火硬度在HRC56～58时均出现回跳现象。钢心斜跳一般是在弹头对倾斜钢板射击时出现，着角愈大愈易发生斜跳。着角在20度以下时影响不大。

（4）钢心卡在钢板上：穿甲时，若弹头的速度低，穿甲动能不够，则易出现这种情况。例如12.7穿燃弹的初速V_{25}=689米/秒，靶距100米，对20毫米厚度的垂直钢板射击时出现过钢心卡在钢板上的现象，如图2-1-19所示。

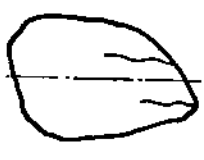


图2-1-17 未穿甲钢心裂纹和变形

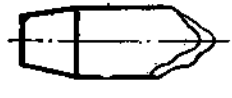


图2-1-18 未穿甲钢心弧形部破碎

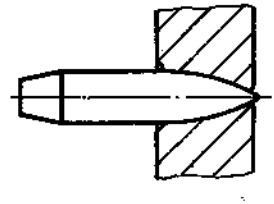


图2-1-19 钢心卡在钢板上

2．影响穿甲的因素

（1）弹头的断面比能愈大，则对穿甲愈有利。断面比能是指钢心撞击钢板时，钢心断面上单位面积所具有的动能。由于动能是靠速度获得的，因此，着速愈大，则动能和断面比能也愈大。当然，只有当钢心强度足够的时候，才能更好地把能量传给钢板，

使之破坏。断面比能可用下式计算：

$$\frac{E_c}{S}=\frac{\frac{1}{2}\frac{q}{g}V_c^2}{\frac{\pi}{4}d^2}=\frac{2qV_c^2}{\pi gd^2} \qquad (2\text{-}1\text{-}10)$$

式中 E_c——弹头或钢心落点动能（公斤-米）；

S——弹头或钢心横断面积（米^2）；

q——弹头或钢心重量（公斤）；

d——弹头或钢心直径（米）；

V_c——弹头或钢心着速（米/秒）；

g——重力加速度（9.81米/秒）。

弹头或钢心断面比能大小主要决定于枪弹的着速，而着速又取决于初速。在同样射击距离内射击同样目标，初速的大小对穿甲效果影响较大，如56式14.5穿甲弹在10℃左右射击时经常出现穿甲率不合格，而在35℃时不合格率很小。这是因为温度高使初速提高30米/秒左右，而着速也相应得到提高。断面比能增大，穿甲率提高。

（2）钢心的形状对穿甲性能影响较大。一般尖头钢心适于击穿垂直钢板，钝头钢心适于击穿倾斜钢板，可减少跳弹。例如，14.5热斜轧钢心由尖头改为$R2$毫米的钝头，在100米靶距穿甲时，钢板的穿孔较车制钢心的穿孔略大，钢板的背面崩落也较大，这说明钝头钢心对破坏倾斜钢板的效果较明显。钢心尖部钝与尖对穿甲率的影响见表2-1-7。

（3）钢心的机械性能也对穿甲性能有一定影响。根据穿甲性能要求，钢心尖端和弧形部位应坚硬、强度高；圆柱部和尾部要有适当的韧性，并要求热处理时全部淬透。

（4）弹头命中钢板的角度对穿甲的影响较明显(图2-1-20)。命中角增加，相当于钢板厚度增加，如当$\alpha=0$时，钢板厚度为b；当$\alpha=\alpha_1$时，则钢板厚度相应增加到$b/\cos\alpha_1$。同时，命中

表2-1-7　钢心尖部钝、尖对穿甲率的影响

弹　种	钢心尖部形状	靶距(米)	钢板角度	穿甲率(%)
14.5穿燃弹	正常尖头	677	钢板垂直	100
14.5穿燃弹	平头直径2毫米	677	钢板垂直	66.6
14.5穿燃弹	平头直径5毫米	677	钢板垂直	0
14.5穿燃弹	平头直径8毫米	677	钢板垂直	0
14.5穿燃弹	正常尖头	200	钢板倾斜20°	80
14.5穿燃弹	钢心尖部R1.5毫米	200	钢板倾斜20°	100
14.5穿燃弹	尖部R4毫米	200	钢板倾斜20°	100

角增大则弹头的翻转力矩增大，增加了跳弹的可能性。

（5）钢心穿甲时钢板紧固程度对穿甲性能有一定的影响。例如14.5穿燃弹作试验时，由于钢板夹头松动，穿甲率只有30%，经紧固后穿甲率达到80%。

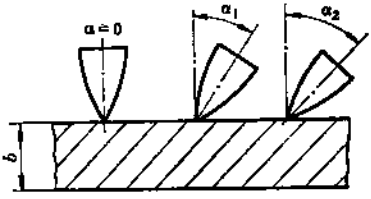


图2-1-20　弹头命中角

三、铅套制造与钢心合装

穿燃弹头铅套分为单头机床制造和多头机床制造与钢心合装两种工艺。前者是将原料铅锭熔化，挤压成铅条，在单机上分别进行铅条切断、冲盂、引伸、切口、筛选、外观、烘干等工序，使其达到产品图中规定的尺寸、重量和壁厚差要求，然后用手工或转盘机将钢心装入铅套。此种工艺生产率低，劳动强度大；后者是将熔化挤压成的铅条，在多头组合机床上完成切断、冲盂、引伸、切口、钢心合装、过径、烘干及外观等八个工步。此项工艺生产率高，劳动强度小，生产线短，有利于战备。目前较广泛采用。

多头机床铅套制造与钢心合装工艺流程是：

熔铅 → 压铅条 → 下料、冲盂、引伸、切口、装钢心、过径、烘干、外观

（一）工序的作用、工作原理及工艺要求

1．铅套制造与钢心合装后是否紧贴及铅套壁厚差的均匀性关系到弹头预压、终压后铅套位置的变化，从而对弹头合装后的对称性及重心位置有直接影响。因此，铅套制造与钢心合装是半制品部件重点工序，必须严格加以控制（图2-1-21）。

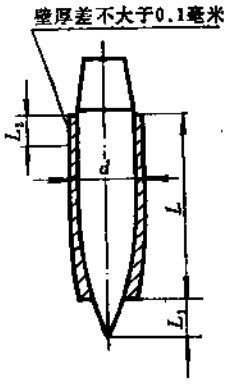


图2-1-21 铅套制造与钢心合装

2．铅套制造与钢心合装通常采用一台卧式多冲机床，它由漏斗、传动机构、工作部分、回冲及烘干等装置组成。其工作原理是：穿甲钢心由漏斗经输货管送至工作部位。在滑块的冲头上装有五根工作冲子，同时加工。依次完成铅条切断、冲铅盂、引伸、切口、钢心合装和过径六个工步，每个工步加工后由退货冲顶到送货具内，这时送货具将待加工铅套移位，冲头又前进加工，这样反复往返运动，即完成铅套制造与钢心合装任务。然后带铅套的钢心半制品部件经下货槽落入传动的烘干炉内烘干，并外观选分后即完成半制品部件加工。

3．工艺要求

（1）铅套加工过程中可用15克/升的肥皂液作润滑剂。为利于钢心防锈，每升肥皂液中应加入0.15克亚硝酸钠。

（2）为便于弹头装配时轴向紧密，防止弹头飞行破裂，铅套重量应偏下限为宜。

（3）铅套与钢心合装过径后应紧贴；钢心尖部突出长度不宜过长或过短。

（二）铅套制造与钢心合装工、量具主要尺寸确定

本工序主要工具有切铅刀、切铅模、冲铅盂冲、冲铅盂模、铅套引伸冲、引伸模、切口冲、切口刀、过径模、过径冲等（图2-1-22）。

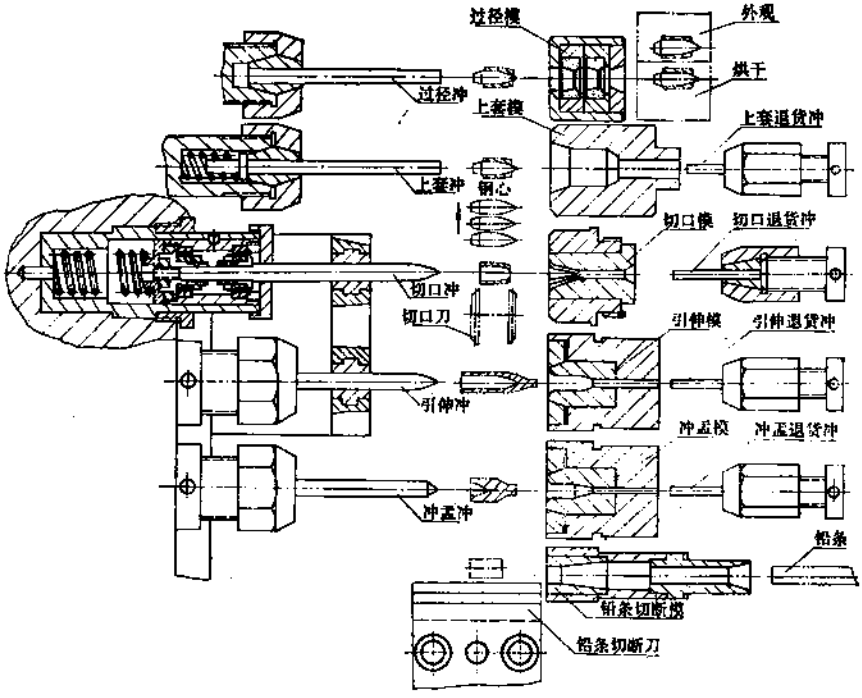


图2-1-22　铅套制造与钢心合装工具组合

几个主要工、量具尺寸可按如下方法确定：

1. 冲铅孟工具

（1）冲铅孟冲见图 2-1-23。

图中　$\alpha=65^{\circ}\sim70^{\circ}$；

$H_1=(0.6\sim0.7)H_g$（毫米）；

H_g——铅套内尖端高度（毫米）；

$d_2=(1.25\sim1.30)d_1$（毫米）；

d_1 可按 H_1、α 求出；

$H=(0.60\sim0.70)H_g$（毫米）；

H_g——铅套内弧形高度（毫米）；

$r=1$ 毫米；

$r_1=0.5$毫米。

d_3与模子口部尺寸相等，按二级精度动配合制造。

（2）冲铅盂模见图 2-1-24。

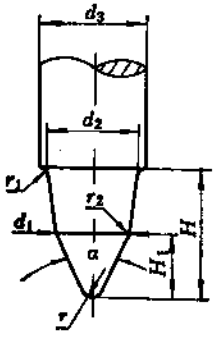


图2-1-23　冲铅盂冲

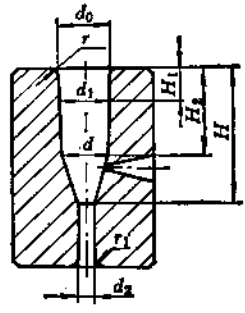


图2-1-24　冲铅盂模

图中　$d_0=(1.15\sim1.18)D_0$，D_0为铅条直径（毫米）；

$d_1=(0.84\sim0.95)D_t$，D_t为铅套口部外径（毫米）；

$d=(0.9\sim0.94)D_k$，D_k为铅套内径（毫米）；

$d_2=D_g$，D_g为铅套尖端直径（毫米）；

$r=1.5\sim2.5$（毫米）；

$r_1=0.5\sim1$(毫米)；

$H_1=7\sim8$(毫米)；

$H_2=18\sim20$(毫米)；

$H=(1.2\sim1.4)L_g$，L_g为铅盂长度（毫米）。

2．铅套引伸工具有引伸冲和引伸模等

（1）引伸冲，见图 2-1-25。

图中　$d=0.99d_k$，d_k为铅套口部内径（毫米）；

$R=R'_c$，R'_c为铅套内圆弧半径（毫米）；

$H=(0.85\sim0.95)L_c$，L_c为铅套内部全长（毫米）。

（2）引伸模，见图 2-1-26。

图中　$H_1=6\sim7$(毫米)；

$H=H_1+L_c$，L_c为铅套外弧全长（毫米）；

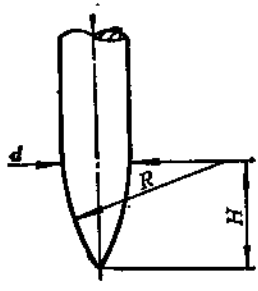


图2-1-25　引伸冲

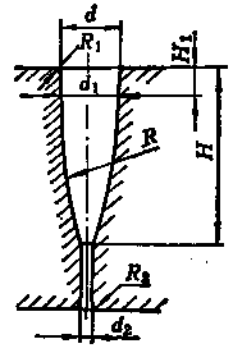


图2-1-26　引伸模

$d=D_t+(0.14\sim0.16)$，D_t为铅套口部外径（毫米）；

$d_1=D_t$（毫米）；

$D_g=d_g$，D_g为铅套尖部直径（毫米）；

$R=R_o$，R_o为铅套外圆弧半径（毫米）；

$R_1=1.5\sim2$(毫米)；

$R_2=0.5\sim1$(毫米)。

（3）退货冲，见图 2-1-27。

图中　$d=D_g-(0.02\sim0.04)$，D_g为铅套尖部直径(毫米)。

3．带铅套钢心过径工具有过径模、过径冲等

（1）过径模，见图 2-1-28。

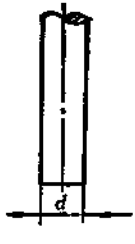


图2-1-27　退货冲

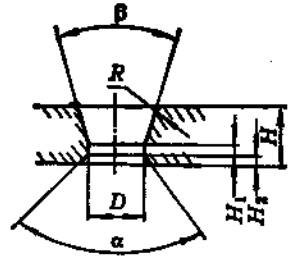


图2-1-28　过径模

图中 $D=d_R-(0.01\sim0.015)$，d_R 为装钢心的铅套外径下限（毫米）；

$H_1=1\sim2$(毫米)；

$H_2=1.5\sim2$(毫米)；

$H=H_1+H_2+(0.3\sim0.4)L_0$，$L_0$ 为铅套全长（毫米）；

$R=2\sim3$(毫米)；

$\alpha=90^\circ$

$\beta=15^\circ$

（2）过径冲，见图 2-1-29。

图中 $d=D-(2\sim3)$，D 为过径模直径（毫米）；

$r=0.5\sim1$(毫米)。



图2-1-29 过径冲

（三）铅套制造与钢心合装的质量分析（表 2-1-8）

表2-1-8 铅套制造与钢心合装易出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	铅盂重量不合要求	（1）下料长度调整不当； （2）机床和工具调整不当
2	铅盂有毛刺和线痕	（1）润滑液配制不当； （2）工具不光洁或粘渣
3	铅套重量不合格	（1）铅盂重量不合要求； （2）机床和工具调整不当； （3）铅套切口过长和过短
4	铅套壁厚差过大	（1）铅盂壁厚差不合格； （2）机床中心调整不当； （3）工具调整不当； （4）铅盂浸泡肥皂液浓度、时间及温度不当
5	铅套口部毛刺、卷口及切不掉	（1）切口刀刃口钝或角度磨得不当； （2）机床和工具调整不当

（四）铅套制造与钢心合装设备

目前用于铅套制造和钢心合装的机床如图 2-1-30 所示，为了

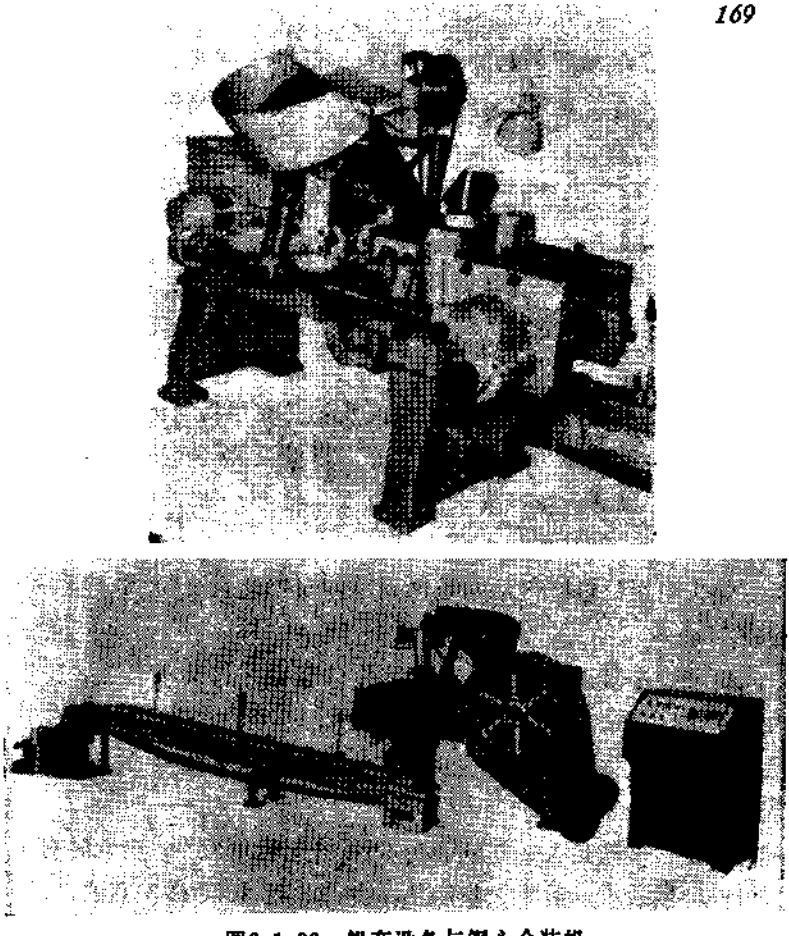


图2-1-30　铅套设备与钢心合装机

保证产品质量和安全生产，一般必须满足下列要求：

（1）滑块上的冲杆与模座中心应重合，且易于调整；

（2）模座孔底端面应与中心线垂直；

（3）有良好的润滑装置；

（4）有可靠的电器开关、刹车装置及安全保护设施。

四、燃烧剂制造

（一）燃烧剂的用途及要求

燃烧剂是装填于特种弹头尖部或尾部的一种药剂，在弹头撞击目标时可产生高温火焰以烧毁敌人的汽油箱等易燃目标，并烧死烧伤敌人的有生目标。其技术要求是：

1．有良好的燃烧能力，即具有高温、高热、强烈的火焰和炽热的熔渣；

2．有一定的燃烧持续时间，以利引燃目标；

3．有良好的化学安定性，不与弹头金属材料起化学反应，以利长期储存；

4．感度不宜过高，以保证膛内及勤务使用保管的安全；

5．材料吸湿性小，流散性要好，以保证装药量准确；

6．工艺简单，生产安全。

（二）燃烧剂组成

弹头中用的燃烧剂通常是由硝酸钡与铝镁合金粉两种材料组成。

硝酸钡是吸湿性较小和化学安定性较稳定而又不与金属反应的氧化物。它在600℃以上分解放出氧，供可燃物燃烧。它的外观为白色结晶颗粒或粉状，分子式为$Ba(NO_3)_2$，分子量261.35，比重3.2，熔点为592℃。

铝镁合金粉是含铝与镁各为50%的无机可燃剂，燃烧时有足够的特种热效应，放出大量的热，并产生约2000℃左右的高温。在适量的供氧条件下燃烧时，它能生成强烈的火焰和炽热的熔渣，其外观为灰色粉状，比重2.15，熔点为463℃。这种合金有较高的理化安定性，有利于药剂的长期贮存。同时它的脆性大，容易粉碎。因此它在燃烧剂中具有重要作用。

（三）燃烧剂的种类及配比

燃烧剂可分为含氧化剂与无氧化剂两大类。用于特种弹头内的燃烧剂均系含氧化剂。含氧化剂的燃烧剂按工艺不同又可分为混合与分层两种。

所谓混合燃烧剂是将硝酸钡、铝镁合金粉通过机械混合而成

的二元混合物，装入弹头称混合燃烧剂。

所谓分层燃烧剂是将硝酸钡、铝镁合金粉不经混合分别装入弹头，称分层燃烧剂。

从燃烧剂配比上又可分为如下四种，见表 2-1-9 。

表2-1-9　不同配比的燃烧剂类型

种　类		硝酸钡(%)	铝镁合金粉(%)	用于弹种
混合燃烧剂	Ⅰ	50	50	大、小口径特种弹
	Ⅱ	30	70	大、小口径特种弹
分层燃烧剂	Ⅲ	40	60	14.5特种弹
	Ⅳ	25	75	12.7特种弹

“Ⅰ”类燃烧剂是最初采用的，由于它所含的氧化剂较多，故机械感度较高，容易受外界冲击、挤压而发火，对防止弹头飞行破裂不利。为了降低其冲击感度，则将氧化剂减少，可燃剂增多，故其配比调整为“Ⅱ”类。与“Ⅰ”比较“Ⅱ”类燃烧剂其显著特点是感度较低。同时由于药剂成分比例变化，影响药剂假比重变化。因此，为解决弹头装配困难，药量也需适量调整减少。目前大多采用此两类燃烧剂。

“Ⅲ”和“Ⅳ”类燃烧剂是我国工人阶级在毛主席独立自主、自力更生方针指引下，在文化大革命的推动下，经过实践制成的一种新的燃烧剂。这类燃烧剂有利于装药机械化和确保安全生产。

（四）燃烧剂组成物的比例选择及其粒度与感度、燃烧持续时间和流散性的关系

硝酸钡在燃烧剂中的比例选择是基于以下认识确定的：

1．密闭于弹头壳中的燃烧剂，当其完全燃烧时（燃烧所需氧量全部以硝酸钡分解供给），则其化学反应为

$$4Al+6Mg+4Ba(NO_3)_2 \rightarrow 2Al_2O_3+6MgO+4BaO+4NO_2\uparrow+2N_2\uparrow$$

按反应式计算，50%的硝酸钡与铝镁合金粉配比的燃烧剂完全燃烧时，燃烧 1 克合金粉需硝酸钡为 4.11 克，其燃烧剂配比

应是硝酸钡为80.4%，铝镁合金粉为19.6%。燃烧剂开始发火燃烧时是靠硝酸钡分解供氧，而铝镁合金粉继续燃烧是靠空气供氧的。硝酸钡是燃烧剂中必不可少的供氧物质，其比例增大，发火率高，即冲击感度高。燃烧剂冲击感度高，弹着目标，对发火确实有利。但感度过高，弹头在膛内运动时，可能引起发火，或出枪口后产生飞行破裂。反之，氧化剂比例过低，则燃烧剂过于钝感，对燃烧性能亦不利。氧化剂适当减少，可燃剂增多，对增大发热，增长火焰及持续燃烧均有利。同时氧化剂含量适当减少，燃烧剂暴露在自然条件下吸附的水份也少，因而燃烧剂的流散性好，更容易掌握装药量的正确性。

综上所述，燃烧剂中氧化剂含量除引燃点火外，还要借它来调整燃烧剂的感度和燃烧时的火焰猛度，从不同配比的燃烧剂落锤试验及加热发火点试验表明，以上分析是符合实际情况的。见表2-1-10和表2-1-11。

表2-1-10　不同配比的燃烧剂落锤试验

药剂种类	试验数(粒)	发火数(粒)	不发火数(粒)	发火率(%)
5：5混合	30	29	1	96.6
3：7混合	30	28	2	93.3
5：5分层	10	7	3	70
3：7分层	10	6	4	60
4：6分层	30	20	10	66.6
25:75分层	30	18	12	60

注：落高300毫米，锤重4.75公斤，取样重量0.06克。

表2-1-11　不同配比的燃烧剂发火点试验

药剂类型	试验数	药剂进温(℃)	发火温度(℃)	时间(分)
5：5混合	10	410	413	1.05
3：7混合	10	405	416	1.1
4：6分层	5	410	421	1.42
25:75分层	5	410	426	1.55

注：药剂取样重量0.05克，温度和时间数据均系平均值。

2．燃烧剂中的可燃剂粒子愈靠近氧化剂粒子，则有利于每个粒子同时点火燃烧。从直观分析，分层燃烧剂的氧化剂与可燃剂装入弹头壳后，除临界面有少许相互渗杂外，是以分离状态存在的。粒子互相靠近逊于混合燃烧剂。因此，可燃剂粒子同时点火燃烧性较差，火焰强度减弱，不利于点燃汽油。从不同配比的燃烧剂落锤，感度及发火点试验表明，分层燃烧剂则钝感些。见表 2-1-10 及表 2-1-11 。但从燃烧剂的燃烧过程分析，当弹头撞击钢板，钢心冲击药剂，燃烧剂已不是理想的分层状态，因此分层燃烧剂仍能较好地引燃装甲后面的易燃目标。为弥补其药剂钝感，故将分层燃烧剂的装药量适当增加。经过多次试验和生产实践表明，分层燃烧剂的燃烧率与混合燃烧剂相比无甚差异，并符合技术标准，见表 2-1-12 。

表2-1-12　分层、混合燃烧剂燃烧率对比试验

药剂类型	试验数(粒)	燃烧率(%)	弹　种	技术标准(%)
4：6 分层	160	97.2	14.5枪弹	80
3：7 混合	140	96.7	14.5枪弹	80
25:75分层	170	88.8	12.7枪弹	80
3：7 混合	20	90	12.7枪弹	80

3．燃烧剂中的氧化剂、可燃剂粒度大小对燃烧性能有一定影响。可燃剂粒度小，则燃烧时单位体积内燃点多，燃速快，火焰大，火力强、易点燃汽油；反之，则燃速慢，火焰小，但燃烧持续时间长，对较难点燃的目标仍有利。氧化剂粒度细，则药剂较敏感，但容易吸潮，流散性差，影响药量的正确性；如果粒度过粗，则药剂又钝感，也影响燃烧性能。

综上所述，燃烧剂中的组成物比例选择及粒度粗细均应适当兼顾以上各点。

（五）燃烧剂氧差的计算

所谓氧差，是指燃烧 100 克药剂中可燃剂完全氧化所需氧的克数。而燃烧剂中的氧化剂数量不能保证可燃剂完全燃烧，如硝

酸钡含量小于80.4%时，该燃烧剂称为负氧差药剂。按反应式计算，不足氧量的数值，称为负氧差值。其药剂氧差计算公式如下：

$$\eta=\frac{D-Z}{K}, \qquad (2\text{-}1\text{-}11)$$

式中 η——氧差（克氧）；

D——氧化剂百分比的数量（克）；

Z——可燃剂燃烧所需氧化剂数量总和（克）；

K——分解时放出1克氧气所需氧化剂数量（克）。

负氧差值的燃烧剂，其主要优点是，燃烧时间长和热效应发挥得好。上面介绍的四种燃烧剂，均是负氧差药剂。

现对其氧差“η”计算如下：

硝酸钡分解放氧方程

$$Ba(NO_3)_2\rightarrow BaO+N_2+2.5O_2$$

由上式计算，放出1克氧气所需硝酸钡3.27克；

铝的燃烧方程式

$$4Al+3O_2\rightarrow 2Al_2O_3$$

由上式计算，燃烧1.12克铝需氧气1克；

镁的燃烧方程式

$$2Mg+O_2\rightarrow 2MgO$$

由上式计算，燃烧1.52克镁需氧气1克。

Ⅰ类燃烧剂计算举例：

100克燃烧剂中铝镁合金粉为50克，则铝和镁各为25克。硝酸钡为50克。

1．25克铝燃烧需硝酸钡为

$$25\times\frac{3.27}{1.12}=73\text{克；}$$

2．25克镁燃烧需硝酸钡为

$$25\times\frac{3.27}{1.52}=53.8\text{克；}$$

3．氧差“η”为

$$\eta=\frac{50-(73+53.8)}{3.27}=-23.8\text{克（氧）}$$

同理按上式计算其余各类燃烧剂氧差“η”为：

Ⅰ类 η＝－45克（氧）

Ⅱ类 η＝－28克（氧）

Ⅳ类 η＝－50.4克（氧）

由上述可知，氧差的负值愈大，硝酸钡含量少，则燃烧剂钝感；反之，氧差的负值愈小，硝酸钡含量多，则该类燃烧剂较敏感，见图 2-1-31。

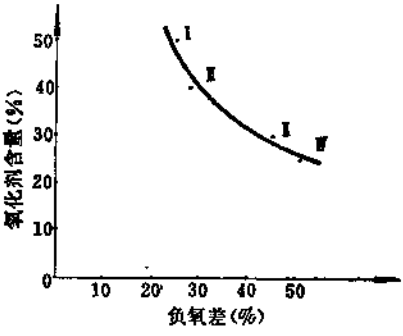
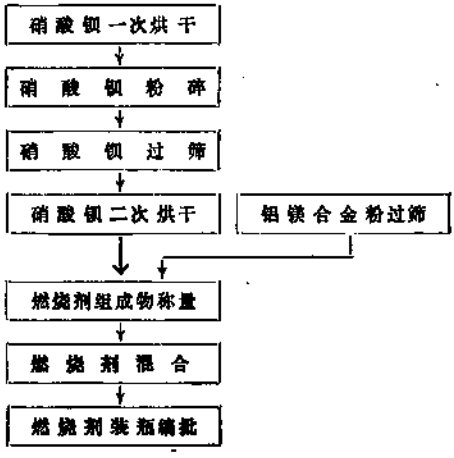


图 2-1-31 氧化剂含量与氧差曲线

（六）燃烧剂制造工艺简介 混合燃烧剂制造工艺流程如下：



分层燃烧剂除硝酸钡按混合燃烧剂的工艺加工外，不需混合，直接在机器上按比例分别装入弹头壳内，故工艺流程不另叙述。

1．硝酸钡一次烘干 硝酸钡在粉碎前要进行烘干，称为一次烘干。目的是除去硝酸钡内的水份，以便于粉碎和过筛。烘干温度和烘干时间依设备烘干状态而定。

2．硝酸钡粉碎　经一次烘干后的硝酸钡，一般在球磨机或30A型粉碎风选机中进行粉碎（图2-1-32，图2-1-33）。

在球磨机中加入一定量的硝酸钡与一定量的铜球，经过一定时间的旋转，而将硝酸钡粉碎。要得到不同粒度的硝酸钡，可以通过调整硝酸钡或铜球的加入量及粉碎时间三者任意一元。但为了得到较均匀的颗粒，不宜将粉碎时间拉得过长，以免造成已合格的颗粒继续受到粉碎，致使通过已定筛网的硝酸钡颗粒度差别过大，影响混合后燃烧剂的假比重变化过大，从而影响用于定容积群模装药时药量变化过大，使之不易掌握。同时硝酸钡过细的燃烧剂，在大气中容易吸附水份，影响装药的正确性，因而也影响燃烧性能。

硝酸钡在30A型粉碎风选机上的工作原理：

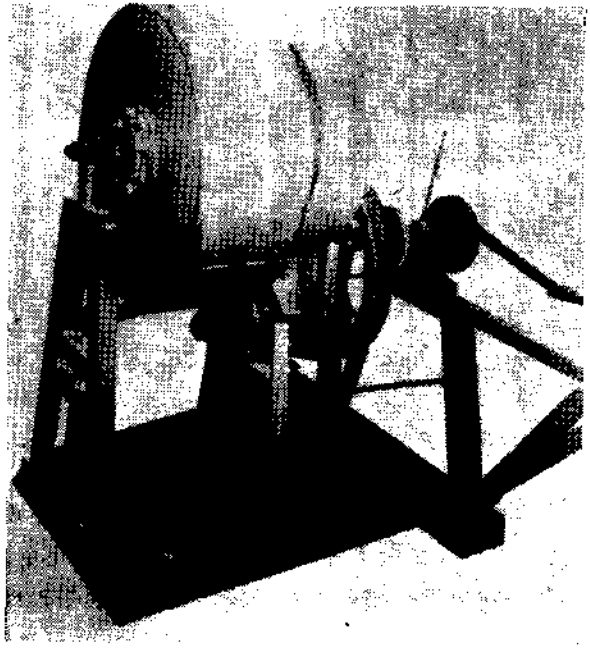


图2-1-32　硝酸钡粉碎球磨机

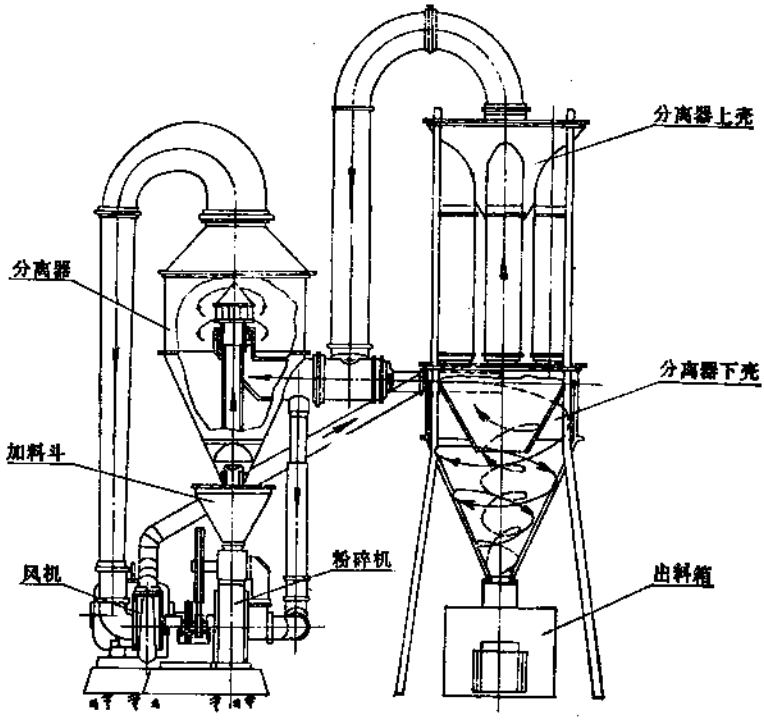


图2-1-33　硝酸钡30A型粉碎风选机

硝酸钡从加料口进入，由转动极快的圆盘上的棒形指爪粉碎并被转盘上的高速旋转棒爪所产生的气流带入上部的旋风分离器，由旋风翅沿顺时针切线方向喷出，气流和硝酸钡在圆筒内高速旋转。运动的结果，较大的颗粒向圆筒及圆锥部分的内壁附近向下运动，回到粉碎机重新粉碎。细粉在圆筒内层旋转降到底部中心，沿着圆锥体的轴心线形成的向上升的旋转涡流，经由鼓风机再喷入第二个旋风分离器再一次进行风选。硝酸钡细粉落入到出料箱中，已除去粉尘的气流，一部分由上部的6个布管排出，小部分经回风管回到第一个旋风分离器。

3．硝酸钡振动过筛　经粉碎后的硝酸钡，用规定的筛网号

过筛。其过筛目的是为了选出符合要求的颗粒。用于分层燃烧剂的硝酸钡颗粒度要求偏粗是为了吸湿性小，过筛流散性好。用于混合燃烧剂的硝酸钡颗粒度只要能保证下药不结团，药剂混合比例的均匀性，则适当偏细也可。

过筛方式是采用往复式振动过筛。筛子上部用有机玻璃制密闭罩，以便观察物料的筛选情况。上部接排风管以减少室内粉尘飞扬（图 2-1-34）。

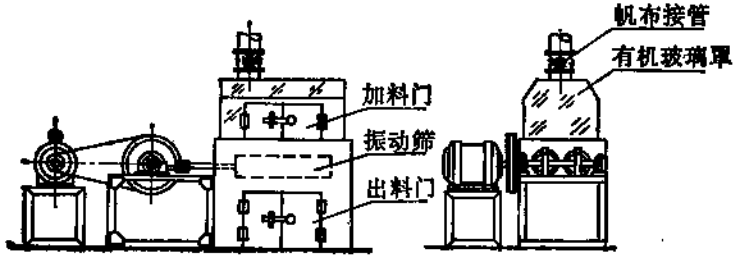


图2-1-34 振动筛

过筛过去是用手工操作，劳动强度大，粉尘飞扬，不合生产卫生要求。现大都已改进为机械过筛，此设备与硝酸钡过筛相同。

4．硝酸钡二次烘干 经过筛后合格的硝酸钡应进行二次烘干。以便除去硝酸钡内的水份。因单独材料烘干要比混合后的燃烧剂烘干较为安全，故在工艺中采取烘干原材料，而不烘混合后的燃烧剂。

烘干后的硝酸钡水份含量应不超过 0.06%。且经烘干合格后的硝酸钡应及时存放在保温室内，以防吸附水份。

5．铝镁合金粉过筛 铝镁合金粉混合前过筛主要是为了除去少量的杂质和过大的不合格的铝镁合金粉颗粒，以保证生产过程中的安全及燃烧剂的质量。

6．燃烧剂组成物称量 将合格的硝酸钡和铝镁合金粉按照所需要的比例及每次混合量进行称取。称取好的原材料分别盛装

在有色金属桶中，称取组成物的误差为±1.0%。

7．燃烧剂混合　混合前，硝酸钡要过筛，以消除成团，更好的获得混合均匀性。混合燃烧剂是在装有钢板防护墙的单独房间内进行，设备是用铜皮制成的混药鼓（图2-1-35）。

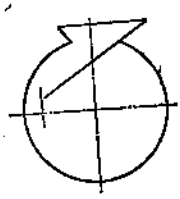


图2-1-35　混药鼓

为了混合均匀及安全，在混药鼓中按比例加入棉线胶球，每次混合量可根据混药鼓容积的大小规定混合量的多少。混合时按先加硝酸钡，后加铝镁合金粉的顺序加料。混合后的燃烧剂直接装入尼龙袋或有色金属桶中送去装瓶。

8．燃烧剂装瓶编批　将混合后的燃烧剂在专用装瓶房间内装瓶（尼龙袋不需装瓶），用橡皮塞紧塞瓶口送往保温库房分批保存。批量可酌情而定，一般以班产量编批为宜，并定期在生产中检验燃烧剂的成份、水份及发火点等。

（七）安全技术

燃烧剂具有较高燃速，特别是在松散状态和数量较多时，由于摩擦、撞击、火花、静电等因素，可以引起燃烧而后导致爆炸。因此，从燃烧剂混合开始，应采取技安措施，杜绝一切可能发生的事故。其具体技安措施有：

1．混合工房应隔离操作，电器设备及传动装置均应安装在室外。隔离工房应采用钢筋、水泥作保护墙，并再以10～15毫米厚的钢板固在保护墙里。在混药室内应多装置向外开的窗户，建筑材料力求少用木材，室内墙壁、地面应光滑，便于经常清除粉尘药剂。

2．所有操作者，应有高度的政治责任心及阶级斗争观念。熟悉技安知识，掌握操作后才能独立参加工作。

3．燃烧剂制造及装配工房内不宜积存燃烧剂。

4．生产工房的电气装置线路应在室外，开关上要用防尘装置。照明灯应为防爆灯。并应定期检查线路是否良好。

5．生产工房及燃烧剂库房均要安装避雷器及地线。

6．一切用具如起子、锄头和盛器均应用有色金属制造。

7．每班要清扫燃烧剂粉尘 1～2 次。

8．燃烧剂制造工房和库房应与主要工房保持一定的距离。

9．胶皮地不允许穿塑料鞋，以免引起静电感应，造成危害。

五、弹 头 装 配

弹头装配是将所有组成弹头的各零部件通过公盈配合，经装药、预压、终压、收尾、卷边、平底、辊沟、过径等机械加工，以达到各零件之间紧密组成一体，获得弹头产品图和技术条件所规定的外形尺寸及重量等。

从穿燃弹头的结构特点说明，它的装配工艺不同于普通弹头。它是弹头制造中较为重要而又难于控制的工艺。生产实践证明，尽管各零部件及成品弹头重量、尺寸和外部形状都合格，如果装配时各零件结合不好，仍经不起射击性能考验。

（一）穿燃弹头制造对精度和空破的影响

影响穿燃弹头精度不良和飞行破裂的因素较多，除了枪械、弹头飞行条件（气温、气压、风向）和射手操作的因素外，弹头零部件制造、组合与弹头装配质量等方面起着很重要的作用。

1．弹头重心位置、质量分布情况和对称性等直接影响弹头飞行的稳定性。

（1）弹头壳重量及壁厚差跳动过大直接影响射击精度，如固定钢心、铅套重量及尺寸公差一致的条件下，选取弹头壳壁厚差大的（0.12～0.15 毫米）与小的（0.02～0.05 毫米）对比试验，射击结果表明，在弹头装配、枪械条件一致时，显然前者精度值差（R_{50} 为 15 厘米），后者精度值好（R_{50} 为 9.1 厘米）。弹头壳料片有夹灰及壁厚差过大，弹头在枪膛内受力复杂状态下还将出现空破等现象。

（2）弹头壳内表面及铅套质量较差，装配时其表面摩擦力

变化异常，影响零件分布和重心位置。

（3）铅套壁厚差及重量跳动过大不仅影响弹头装配后的重心位置（露铅），而且使弹头壳拉长，壁厚减薄，造成弹头壳与钢心底平面不紧贴（即尾空），是造成空破的原因之一。

（4）钢心弧形偏歪，底部倾斜及直径过小，则影响精度。直径过大或长度过短，装配时易使弹头壳拉长或弹头轴向不紧则产生尾空。

2．弹头形状的影响

（1）弹头壳或弹头尖端直径、弧形大小及弧形高低直接影响弹形系数 i，弹形系数 i 与弹道系数 C 的关系式为

$$C=\frac{id^2}{q}\cdot 10^3 \qquad (2\text{-}1\text{-}12)$$

式中 d——弹头直径（米）；

q——弹头重量（公斤）。

从上式得知，口径、弹重一定时，i 值愈小，C 值愈小。C 值小，则弹头飞行中受空气阻力亦愈小。

（2）弹头尾锥角度过大，尤其是亚音速弹头对减少涡流阻力不利。

3．弹头或弹头壳表面层质量影响

钢质弹头壳表面层常采用覆铜或镀黄铜，在射击中，弹头壳上的覆铜层或黄铜层会被剥落而挂在阴线中央和阳线上，这就是所谓挂铜。有了挂铜就会影响射击精度。

4．弹头装配的合理调整是确保弹头质量的重要条件。实践证明，影响穿燃弹头精度和空破的因素较为明显的是“装配不当”。

所谓“装配不当”是在于铅套与弹头壳的相对位置过前或过后。要达到既不过前又不过后，从穿燃弹头而言是较难控制的。因为弹头内部零件是公盈配合，铅套与弹头壳表面之间，铅套与钢心表面之间的摩擦阻力变化很大，影响着铅套分布的均匀性及

前后位置。从而影响着弹头的重心前后移动和轴向紧密程度。因此，要求铅套在不前不后的条件下，弹头装配各工序之间上下配合，操作一致，使成品弹头达到“短、紧、正”，既不产生尾空，也不产生露铅。

所谓“短、紧”，就是要求：“终压深，收尾多，卷边多，底窝小，平底足”。目的是使弹头消灭尾空，各零件紧密组合成一体，达到轴向紧——密实性好。

所谓“正”，就是弹头的弧形部、圆柱部和尾锥部，加工成形后的轴心线在同一条轴线上，并且对称。这就是“船尾形”弹头装配特殊要求的“正”——同轴性和对称性好。

“短、紧、正”，现已成为穿燃弹头装配多条生产线共同遵守的操作守则，是确保弹头装配一致性好的重要措施。

（二）弹头装配影响穿甲燃烧的因素

由于弹头装配而影响穿甲燃烧的因素有以下几点：

1．燃烧剂装药量过少，在1克以下；

2．燃烧剂的质量不良；

3．弹头装配后钢心尖端突出铅套口部过短；

4．弹头装配后药剂过松。

从穿甲燃烧的过程可知：当弹头撞击钢板时，弹头壳尖端破坏，燃烧剂受到钢心的冲击挤压发热点火燃烧。发火的快慢，燃烧的猛度和持续的时间，是由药剂本身和装配质量决定的。如钢心尖端突出于铅套外的长度过短，铅套位置前移，弹头撞击钢板时，则钢心直接挤压燃烧剂的面积减少，以致发火迟缓，燃烧的火焰亦不猛烈，燃烧率显然下降。

实践证明，穿燃弹钢心突出于铅套外面的长度在装配之前不应小于7.5毫米。在不影响露铅情况下，适当增大钢心突出量，对提高燃烧率有利。

（三）穿燃弹弹头装配工艺特点

1．无打磨锉削装配。弹头装配的特点是各零件可不加选择

利用它们的公盈任意配合和塑性变形来完成。由于穿燃弹弹头是多零件组成，射击时弹头又是在高温、高压、高速下旋转运动，受力较复杂。因此要求弹头各零件紧密组合成一体，才能承受飞行中所受的空气阻力、爬行力、离心力、章动力、火药气体压力和直线加速惯力等而不发生任何松动或零件分离。

2．穿燃弹头装配是火工作业，因此，必须重视安全，并有可靠的安全设备和安全装置，防止燃烧、爆炸事故发生。

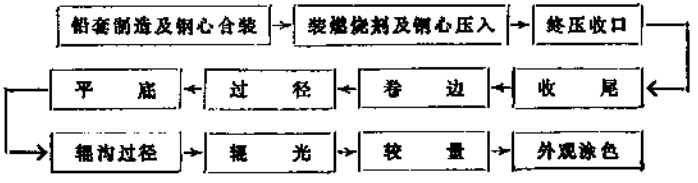
3．使用的设备较简单。穿燃弹头装配是在卧式冲床单机组合联动加工。今后逐步向以单机多冲组合自动化联动加工方向发展。

（四）穿燃弹头装配工艺概况、工艺流程及工序变形图

1．工艺概况　过去装配需 26 道工序进行加工，还不包括燃烧剂和铅套制造，大部分是手工作业或半机械化操作，工艺繁琐，生产率低，劳动强度大，不适应战备生产需要。

我国工人阶级在毛主席革命路线指引下，对弹头装配工艺进行了改革，取得了很大成绩。如铅套制造与钢心合装，采用分层装药工艺，单机组合联动等。因此大大简化了弹头装配工序。

2．工艺流程



3．弹头装配工序变形过程如图 2-1-36。

（五）弹头装配工艺简介

1．混合燃烧剂装药

混合燃烧剂装药，是目前普遍采用的一种半机械化体积计量法群模装药。装药工具有装药盒、计量板、装药漏斗、收集板等组成图（2-1-37）。

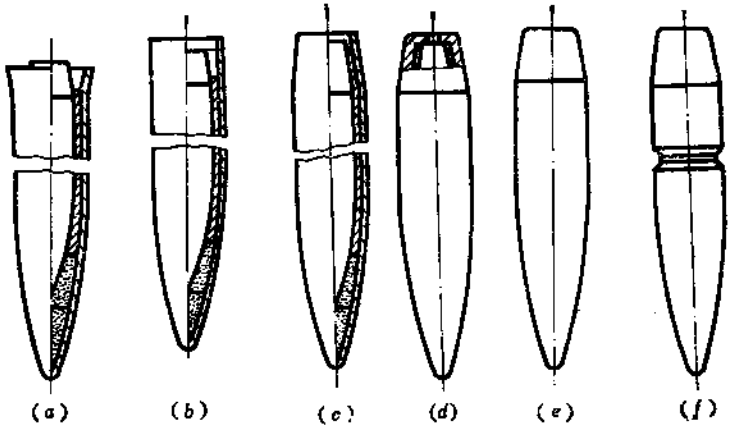


图2-1-36　穿燃弹头工序变形图

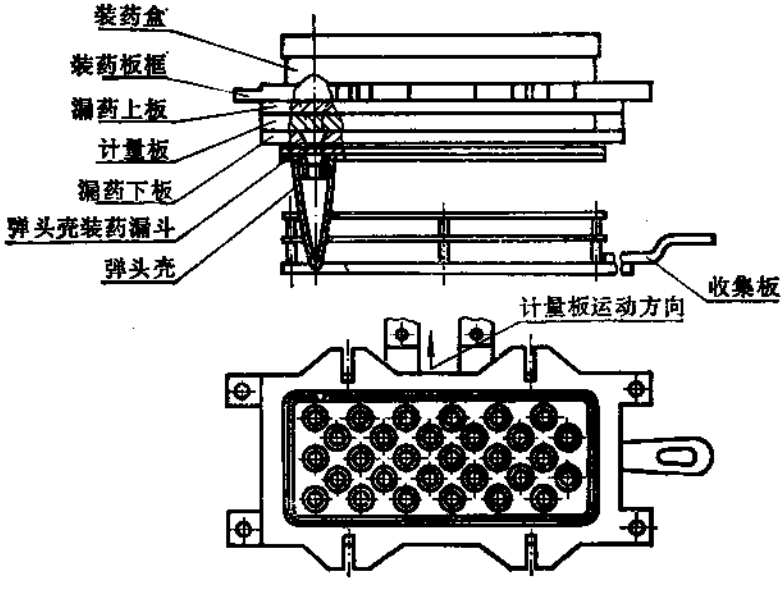


图2-1-37　混合装燃烧剂工具

（1）混合装药原理：即靠手柄带动计量板运动，当计量板孔与上板孔连通时，药盒里的燃烧剂漏入计量板，计量板运动至与上板孔错开，与下板孔连通，则燃烧剂通过装药盒漏斗进入弹头壳。该装药设备上有一凸轮振动装置，如燃烧剂流散性差，漏药困难，计量不准时，可摇动手柄使药盒振动（图 2-1-38）。

（2）混合装药质量分析：混合燃烧剂装药是体积计量、群模组合，因此必须防止漏装（个别计量孔不下药），并用天平核查药量准确性。

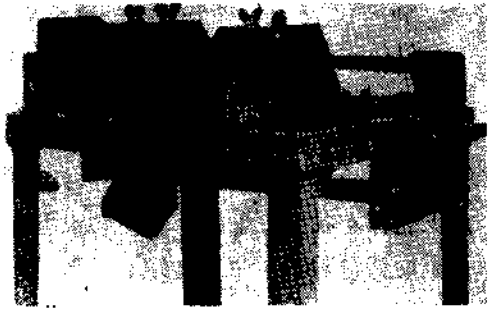


图2-1-38　混合装药设备

影响装药量正确性的因素有下述各点：

1）燃烧剂吸潮：分析燃烧剂吸潮的主要原因是硝酸钡的质量差，粒度细，空气的相对湿度大。药剂潮湿，流散性变坏，易结团，使装药量不稳。

2）装药工具：计量板的孔径、厚度、平行度、计量板与药盒上下板相对位置的调整，计量板定位镶条的厚度，装置位置均能影响装药量的准确性，应注意调整。

3）药盒中应经常保持有一定量的药剂，以确保下药均匀。

（3）混合燃烧剂装药应采取的安全措施

1）装药机安装在符合火工工房结构的室内，在正面应有可靠的防爆墙，后面应有防爆窗，窗外应有土围子等。

2）装药应隔离操作。

3）装药盒中的药量，转手药量均应限量。

4）加药时应停止装药操作。

5）使用有色金属工具。

6）操作应轻稳。

7）每班清除废药及粉尘应不少于二次。

由于混合燃烧剂对冲击、摩擦较敏感，生产中需隔离操作，故存在生产线长、劳动强度大、生产效率低、操作不安全等缺陷，对实现弹头装药机械化，弹头装配联动生产是一个很大的障碍。因此，近年来对大口径枪弹弹头装燃烧剂，已发展成为分层装药。

2．弹头分层燃烧剂装药及带铅套钢心插入预压

分层燃烧剂装药是将硝酸钡和铝镁合金粉依次分别装入弹头壳内。由于硝酸钡与铝镁合金粉事先不混合，以单独状态存在的硝酸钡、铝镁合金粉是安定的，得以使分层装燃烧剂实现机械化操作。在枪弹制造火工作业方面，具有先进水平的分层燃烧剂装药工艺已在我国开始采用。这种设备完成硝酸钡计量装药、铝镁合金粉计量装药，带铅套钢心插入，钢心预压三个工步，见图2-1-36(a)。

（1）分层燃烧剂装药工作原理：由两套装药机构，固定在装药机不同部位，用双孔计量板和体积计量法计量硝酸钡及铝镁合金粉。弹头壳从漏斗梭槽进入工作盘的预压模内，工作盘从分度机构和分度轮得到间隙转动。当弹头壳运动到装药部位时，装药机构用计量板将硝酸钡和铝镁合金粉分别装入弹头壳内。然后，在操作部位带铅套的钢心经梭槽插入弹头壳中。在预压部位，预压冲对钢心进行预压到位。最后退货冲将已预压的弹头压出预压模，即完成弹头壳装药剂与预压。

（2）分层燃烧剂装药工量具主要尺寸的确定：装药工具由药盒、下药管、下药嘴、盖板、计量板、预压模、预压冲、退货冲等组成（图2-1-39）。

1）计量板：计量板孔径、厚度应按药量规定来计算。为了适应材料假比重的变化，孔径应设计为多规格。孔径规格间隙可取0.10毫米为一级。

2）预压模（图2-1-40）：图中模子内直径

$D=D_C+(0.01\sim0.02)$，D_C为弹头壳扩口下部外径(毫米)。

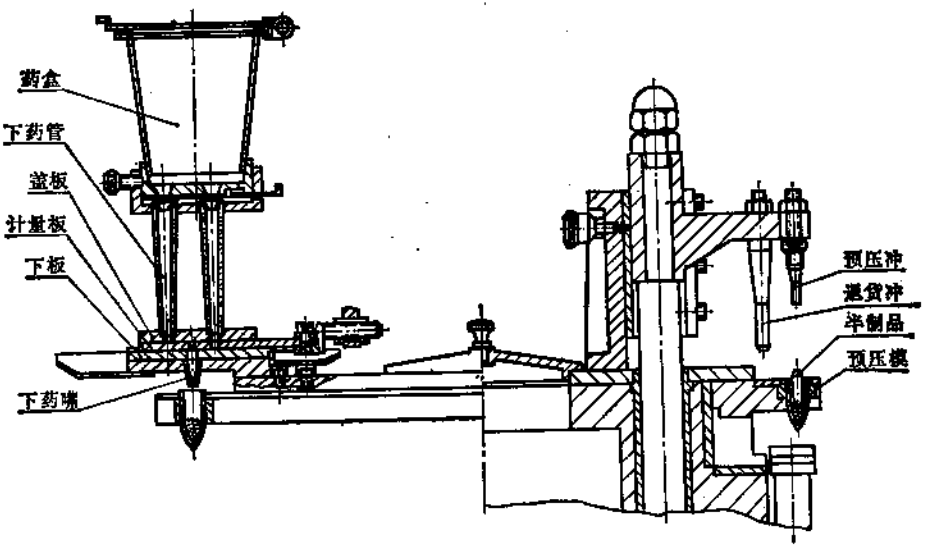


图2-1-39　分层燃烧剂装药工具组合

3）预压冲（图 2-1-41）：图中冲子工作端直径

$d=(0.7\sim0.75)d_H$，d_H 为钢心外径中限（毫米）。

冲子直径

$d_1=d_n$，d_n 为弹头直径（毫米），

r 一般取 0.3～0.5（毫米）。

4）退货冲（图 2-1-42）

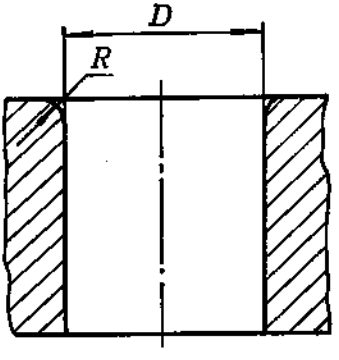


图2-1-40 预压模

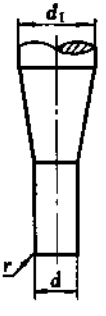


图2-1-41 预压冲

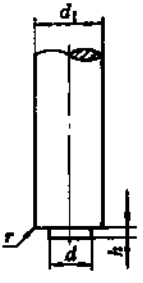


图 2-1-42 退货冲

d、d_1 按预压冲取法，

r 取 0.5～1（毫米）；

h 通常取 2～3（毫米）。

（3）分层燃烧剂装药的质量分析见表 2-1-13。

表2-1-13 分层装药常出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	药量过轻、过重	（1）硝酸钡粒度细，易吸潮，流散性差； （2）工房内相对湿度大； （3）工具制造精度差，调整不当
2	弹头壳尖端变形	（1）预压过深； （2）药量过多； （3）预压顶板磨损变形
3	钢心退出	（1）预压过浅； （2）钢心与铅套松脱

（4）安全注意事项

1）不定期的将计量板前溢流出来的硝酸钡及铝镁合金粉清除回收使用。

2）硝酸钡及铝镁合金粉的贮料斗应加盖。

3）计量部分应定期清擦。

4）每班应对工具、设备进行一次彻底清擦。

5）分层装药设备（图 2-1-43）

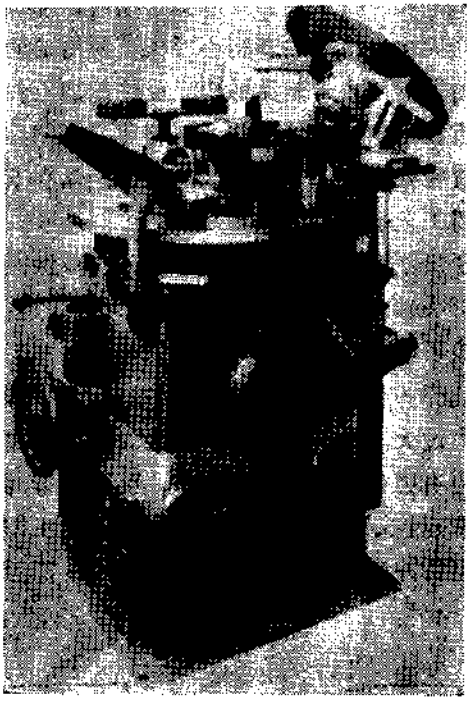


图2-1-43 弹头分层装药机

3．终压及收口

（1）终压的作用、工作原理及工艺要求

终压是将带铅套的钢心，压入到弹头壳内应有部位，使之压紧燃烧剂。并借大冲口的锥形部，将弹头壳口部收小，以稳住钢

心，防止其后退，见图 2-1-36(*b*)。

终压后，钢心底面距弹头壳口部的深浅，直接影响弹头装配下道各机械加工的尺寸及弹头成型后轴向紧密程度。而弹头轴向紧密程度与枪弹性能有密切关系（穿甲、燃烧、散布精度等）。因此，终压是弹头装配重点工序之一。

终压通常是在有退货连杆的卧式冲床上进行，经预压的半制品通过下货梭槽进入送货刨钳，送货滑板前进，将半制品送至冲模中心线位置，大冲将半制品送入弧形模内，加工时，模内退货冲顶住弹头壳尖端，将带铅套钢心冲压至所需要的深度，当大冲退回时，模内退货冲将半制品退出完成终压加工。

终压下货梭槽中嵌有绒毡与油杯相通，半制品滚过时，在半制品弧形与直径处表面涂一层薄薄的机油，以利下道工序加工。

对终压的工艺要求如下：

a．为了保证燃烧剂压紧，钢心压入应偏深，以利收尾多，卷边多，使弹头轴向装紧。

b．弹头形状应符合弹头产品图的规定，加工时，模内退货冲一定要顶住弹头尖端，以防止弹头尖端钻入退货冲孔形成箍痕，但退货冲受力过大，又会造成弹尖胀大而且退货冲容易破裂。

c．不应有弹尖破裂，弹尖起箍，弧形破裂，深线痕等疵病。

d．油量应控制适当，过少时下道工序加工困难，过多时易钻模尖或钻退货冲尖，使产品尖端挤出一圈凹痕或线痕（图 2-1-44，2-1-45）。

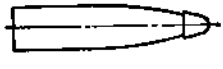


图2-1-44　弹头钻模尖

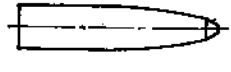


图2-1-45　弹头钻回冲尖

（2）终压工序工量具主要尺寸确定

终压工具包括终压冲，终压模，退货冲等（图 2-1-46）。

1）终压冲形状（图 2-1-47）。

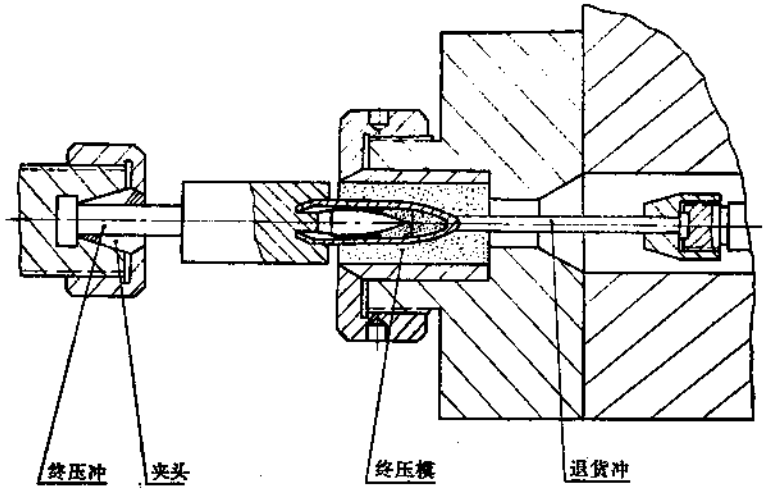


图2-1-46　终压工具组合

这是目前普遍使用的一种形式，但也有将冲头工作部增加一内锥形，以便在终压的同时，收小弹头壳口部，防止钢心后退。工具形状如图 2-1-48 所示。

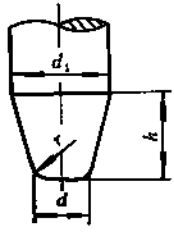


图2-1-47　终压冲

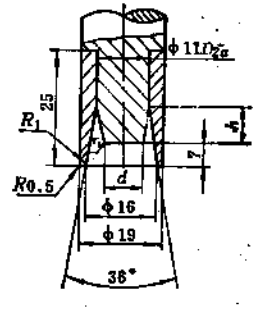


图2-1-48　内锥终压冲

终压冲各部尺寸可参照下式计算：

$$d = d_H - 1$$

d——工作部直径（毫米）；

d_H——钢心外径（毫米）；

$r=1$（毫米）；

$h=8\sim12$（毫米）。

若增加内锥形部的终压冲，d 可取 7～8（毫米）。

其余尺寸见图形规定：

$$d_1=d_n$$

d_1——冲子外径（毫米）；

d_n——弹头外径（毫米）。

2）终压模由工作部及退货冲孔组成（图 2-1-49）。

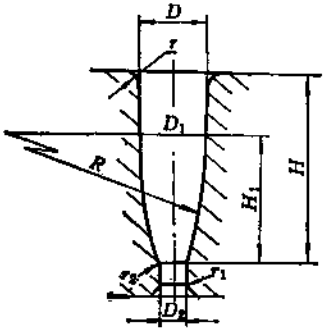


图2-1-49 终压模

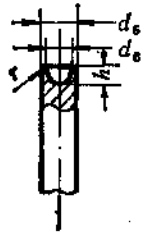


图2-1-50 终压退货冲

终压模各部尺寸可参照下列公式计算：

模子口部直径 $D=D_c+(0.1\sim0.18)$（毫米）；

D_c——弹头壳扩口下部外径（毫米）；

模子中径 $D_1=D_{co}-S$

D_{co}——弹头壳中径（毫米）；

S——回弹量，一般取 0.02～0.03（毫米）。

模子弧形半径 R 和弧形高度 H_1 与本书第一章第四节相同。

r 取 1～1.5（毫米）；

r_1 取 1～1.5（毫米）；

r_2 取 0.3～0.5（毫米）。

模子退货冲孔直径 $D_2=d_5+(0.01\sim0.02)$（毫米）；

d_5——退货冲外径（毫米）。

模子总深度　　$H=H_1+\frac{3}{4}L_n$

L_n——弹头圆柱部长度（毫米）。

3）退货冲的作用是将弹头从终压模退出。退货冲内孔尺寸按产品图弹头尺寸下限或中限选定，见图 2-1-50。

d_5 取 6（毫米），$d_6=d_5-0.5$（毫米），r 取 0.2～0.3（毫米），h 按 d_6 及产品图计算。

4）量具主要尺寸的确定：

a．深度量规按终压收口后大小及压入深度工艺要求的尺寸确定。

b．尖端直径量规尺寸按弹头产品图尖端尺寸确定。

（3）终压工序的质量分析见表 2-1-14

表2-1-14　终压工序常出现的疵病及其产生原因

序　号	疵病名称	疵　病　产　生　原　因
1	弹头轴心不正	（1）钢心底面不平； （2）终压冲端与中心线不垂直或大冲装置歪斜； （3）冲子和模子装置中心不一致； （4）模座底平面或模子端面与冲子中心线不垂直； （5）弹头壳或铅套的壁厚差太大； （6）钢心弧形不正
2	弹头钻模尖	（1）涂油不均或油的浓度不适当； （2）大冲加劲太大； （3）弹头壳弧形偏瘦； （4）模子弧形部与退货冲孔交换处未倒角； （5）模子弧形部偏肥或严重磨损； （6）弹头壳硬度过低； （7）燃烧剂装药量过多； （8）钢心过长或直径过小
3	弹头钻退货冲尖	（1）涂油过多； （2）退货冲加劲过大； （3）模子口部尺寸太小； （4）弹头尖端肥大

（4）弹头终压设备如图 2-1-51 所示

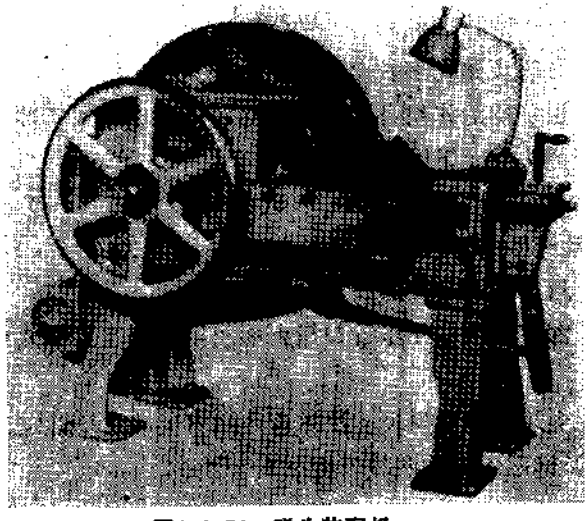


图2-1-51　弹头装配机

4．收尾

（1）弹头收尾的作用、工作原理及工艺要求

收尾工序过去分为一次收尾和二次收尾。一次收尾使弹头尾锥基本成形，二次收尾是完成一次收尾之不足。但目前已普遍采用一次收尾成形。

弹头收尾的目的是使弹头壳及尾部的铅套与钢心尾锥部紧贴，以便进行卷边加工。

收尾的多收少收直接影响卷边加工质量。收尾多收利于卷边多卷，平底后弹头短、底窝小、轴向紧，对提高弹头散布精度、燃烧率，防止飞行破裂有利。见图 2-1-36 中（c）。

收尾是将半制品通过弧形冲送入收尾模内加工的。加工时，模内退货冲应适当顶住钢心。加工后，如半制品停留在模内，则由模内退货冲将其退出。如停留在冲子上，则由冲内退货小冲将其退出。

弹头收尾时在弧形部或圆柱部容易形成圆周胀大，俗称弹头

弧形起箍及圆柱部起箍，见图 2-1-52、2-1-53。

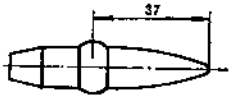


图2-1-52　弹头弧形起箍

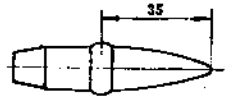


图2-1-53　弹头圆柱部起箍

弹头收尾的工艺要求如下：

弹头尾锥长度应符合尾锥样板。在半制品不起箍痕的情况下，应尽量多收，使弹头壳口部进入模子退货冲孔内。

（2）收尾工序工量具主要尺寸的确定

收尾工具是由收尾冲、冲内退货冲、收尾模、模内退货冲等组成（图 2-1-54）。

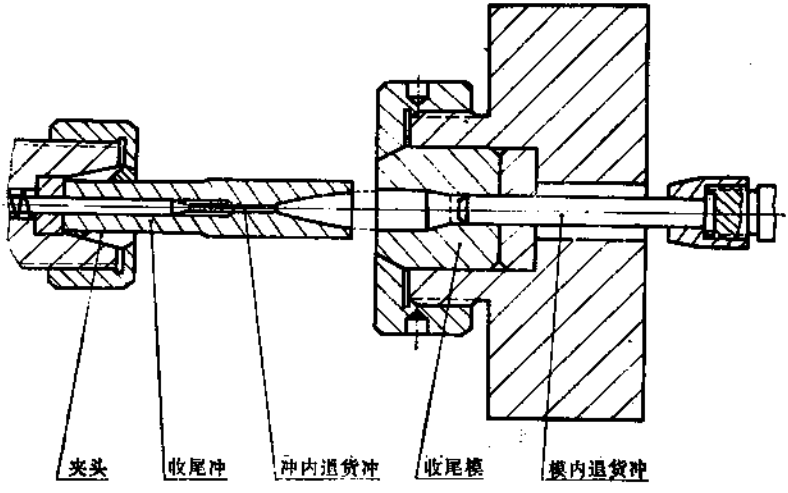


图2-1-54　收尾工具组合

收尾冲的尺寸按弹头成品尖端及弧形部尺寸确定。收尾模的尺寸按弹头成品尾锥的尺寸确定。这种方法收尾，质量是好的，但生产效率低。为了加工时产品不调头，提高生产率，实现多冲、多工步加工，将逐渐改进为在收尾冲上加工尾锥形状。目前常用第

一种方法的工具进行收尾。

1）收尾冲（图 2-1-55）

收尾冲的主要尺寸可按下式计算：

$$d_1=(1.25\sim1.3)d_n$$

d_1——冲子外径（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$d_2=d_n(0.97\sim0.98)$$

d_2——冲子工作端内径（毫米）。

$$d_3=(0.89\sim0.90)d_{nc}$$

d_3——冲内退货冲小孔直径（毫米）；

d_{nc}——弹头尖端直径下限尺寸（毫米）。

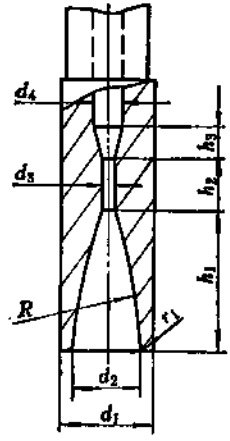


图2-1-55 收尾冲

$$d_4=(0.40\sim0.42)d_n$$

d_4——冲内退货冲大孔直径（毫米）。

h_2 取 5～6 毫米

$$h_1=(0.82\sim0.83)H_n$$

h_1——冲子内形高度（毫米）；

H_n——弹头弧形高度（毫米）。

$$R=(1.03\sim1.04)R_n$$

R——冲子弧形半径（毫米）；

R_n——弹头弧形半径（毫米）。

r_1 取 1 毫米

冲子尖端尺寸，按弹头壳尖端尺寸确定。

2）冲内退货冲（图2-1-56）

冲内退货冲各部尺寸可按下式确定：

$$d_5=d_3-(0.02\sim0.04)$$

d_5——冲内退货冲尖端直径（毫米）；

d_3——冲内退货冲小孔直径（毫米）。

$$d_3=d_4-(0.25\sim0.30)$$

d_6——冲内退货冲外径（毫米）；

d_4——冲内退货冲大孔直径（毫米）；

其余尺寸按收尾冲内孔尺寸确定。

3）收尾模（图 2-1-57）

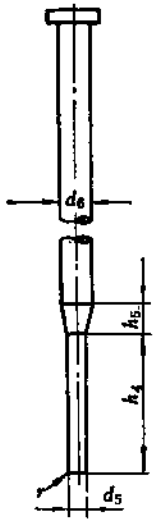


图2-1-56　收尾冲内退货冲

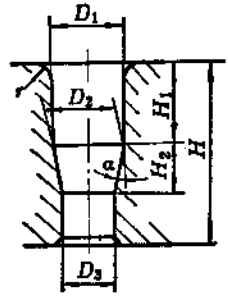


图2-1-57　收尾模

收尾模主要尺寸可按下式计算：

$$D_1=d_n+(0.1\sim0.15)$$

D_1——模子口部直径（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$D_2=d_{n2}-S$$

D_2——模子锥形上部直径（毫米）；

d_{n2}——弹头圆柱部直径下限（毫米）；

S——回弹量（一般取 0.02毫米）。

$$\alpha = \beta + 0^{\circ}15'$$

α ——模子锥形角度；

β ——弹头单面尾锥角度。

$$H_2 = L_c$$

H_2——模子锥形长度（毫米）；

L_c——弹头成品尾锥长度（毫米）。

$$H_1 = \frac{1}{3}(L - H_2)$$

H_1——模口高度（毫米）；

L ——弹头全长的中限尺寸（毫米）。

$$H = 1.3(H_1 + H_2)$$

$$D_3 = D_2 - 2H_2 \cdot \mathrm{tg}\,\alpha$$

D_3——收尾模退货冲孔直径（毫米）。

r 取 4～5（毫米）。

4）模内退货冲（图2-1-58）

模内退货冲的主要尺寸计算如下：

$$d_7 = D_3 - 0.02$$

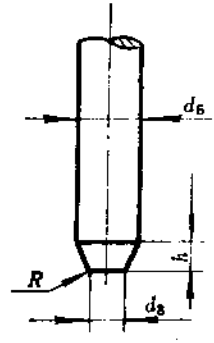


图2-1-58　模内退货冲

D_3——收尾模退货孔直径（毫米）；

d_7——退货冲外径（毫米）。

$$d_8 = \frac{1}{2} d_H$$

d_8——退货冲工作部外径（毫米）；

d_H——钢心外径（毫米）。

$$h = \frac{1}{2} L_c$$

h ——退货冲工作部长度（毫米）；

L_c——弹头成品尾锥长度（毫米）。

R 取 0.2～0.4（毫米）。

5）收尾工序量具主要尺寸的确定

弧形样板尺寸按弹头产品图尖端尺寸、弧形高度及弹头直径尺寸确定。尾锥样板尺寸按弹头尾锥部形状和收尾工艺要求的尺寸确定。

（3）收尾工序的质量分析见表 2-1-15。

表2-1-15 收尾工序常见疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	弧形及圆柱部起摺	（1）弹头壳翻口过大； （2）弹头壳过长或硬度低； （3）弹头外形大于收尾模； （4）钢心尾锥短或不到位； （5）模子口部过小或不光洁； （6）模子锥形部磨损； （7）模内退货冲加劲不足； （8）模子锥形短，直径大； （9）大冲口部尺寸小； （10）冲模间距离调整不当； （11）润滑不好
2	尾锥过大	（1）模子尾锥过短； （2）工具调整不当

5．卷边

（1）弹头卷边的作用及工艺要求

1）卷边是弹头尾部成型的第二道工序，通过卷边使弹头壳尾锥部金属弯曲成型，见图 2-1-36（d）。

卷边多卷，弹头壳转弯处与钢心端面紧贴，是保证弹头装配轴向紧密，提高弹头散布精度，避免飞行破裂疵病产生的措施之一。

2）卷边工序是将半制品弧形部送入弧形模内，尾锥部在卷边冲内进行卷边。其加工方式及调整与收尾、终压相同，只是使用的工具不同。

3）工艺要求

a．卷边后的弹头长度应符合长度卡规，在弹头不钻尖的情况下，尽可能多卷，使底窝直径偏小为宜。

b．弹头尖端直径应符合尖端样板。加工时模内退货冲应适当顶住弹尖。

c．弹头卷边后不应有破裂，其圆柱部也不允许有深线痕及压痕等疵病。

d．弹头起锥处的直径不应有起籁（图 2-1-59）。

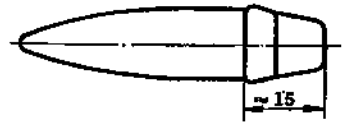


图2-1-59　弹头起锥处直径起籁

（2）卷边工序工量具主要尺寸确定

卷边工具由卷边模、卷边冲、模内退货冲和冲内退货冲等工具组成（图 2-1-60）。

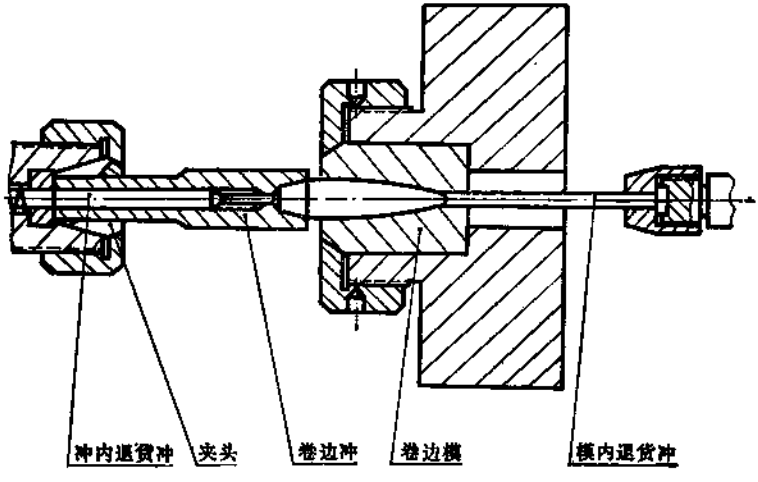


图2-1-60　卷边工具组合

1）卷边冲见图 2-1-61

卷边冲尺寸可按下式确定：

$$R=(0.25\sim0.26)d_{\text{圆}}$$

R——冲子工作部半径（毫米）；

$d_{\text{圆}}$——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$h=1.2L_{\text{锥}}$$

h——冲子工作部深度（毫米）；

$L_{\text{锥}}$——弹头成品尾锥长度（毫米）。

$$\beta=\beta_0+0°30'$$

β——冲子工作部角度；

β_0——弹头尾锥的锥度。

$d=d_n+(0.2\sim0.4)$

d——冲子工作部口部尺寸（毫米）。

$d_3=(1.3\sim1.4)d_n$

d_3——冲子外径（毫米）。

d_1 取 3 毫米；

d_2 取 5.5～5.8（毫米）；

r_1 取 0.5～1.0（毫米）；

h_1 取 5～6（毫米）；

h_2 取 4～5（毫米）。

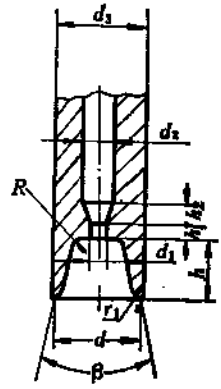


图2-1-61　卷边冲

2）卷边模按终压模设计（图 2-1-49）。为消除卷边起皱疵病，可将卷边模直径部增长。

3）模内退货冲同终压工序模内退货冲。

4）冲内退货冲参照收尾冲内退货冲设计。

（3）卷边工序的质量分析见表 2-1-16。

表2-1-16　卷边工序常见疵病及原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	底缘直径过大	（1）终压浅，收尾少； （2）卷边冲调整不当； （3）卷边冲工作部磨损过大； （4）弹头壳过短，铜心过长
2	弹头起锥处的起皱	（1）终压浅，收尾不足； （2）卷边加工力量过大； （3）卷边模直径部过短； （4）弹头壳过长

6．平底

（1）弹头平底的作用及工艺要求

平底工序是弹头尾锥部成型的最后工序，通过平底大冲的加

工，使弹头卷边部与钢心底平面紧贴，并通过平底大冲及平底弧形模，对弹头弧形、直径、尾锥进行全形校正，达到弹头弧形正，尾锥、直径与弧形部同心。平底是提高弹头散布精度，防止飞行破裂，确保枪弹性能的重点工序之一。应切实加以控制。加工后尺寸情况见图 2-1-36（e）。

弹头平底所用的工装紧固方式，工作原理及设备均与终压类似，仅弧形模，平底冲尺寸不同。

（2）平底工序工具主要尺寸确定平底工具由平底冲、冲内退货冲、平底模、模内退货冲等组成（图 2-1-62）。

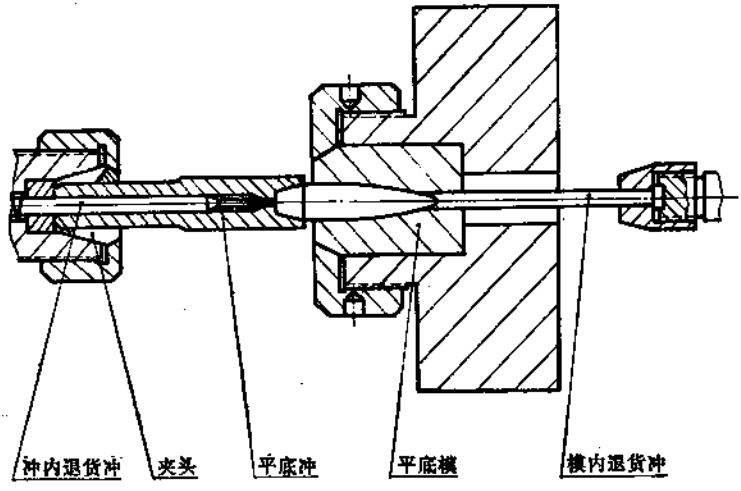


图2-1-62　平底工具组合

1）平底冲如图 2-1-63 所示。

其冲子工作部深度“h”和口部直径“d”的确定与本书第一章第四节相同，工作部角度β与本节卷边冲相同，其余可按下式选取：

$$d_3=(1.25\sim1.3)d_n$$

d_3——冲子外径（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

R取 10～16（毫米）；

r_1，r 取 0.5～1（毫米）。

2）平底模如图 2-1-64 所示。

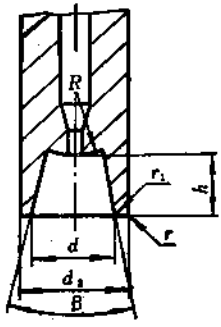


图2-1-63　平底冲

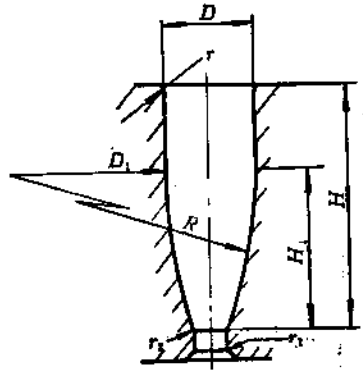


图2-1-64　平底模

平底模口部直径　$D=d_n+(0.01\sim0.02)$

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

其余各部尺寸确定与终压模相同。

（3）平底工序的质量分析见表 2-1-17。

表2-1-17　平底工序常见疵病及其产生原因

序　号	疵病名称	疵病产生原因
1	弹头底部缝隙	（1）铜心过短，直径过大； （2）铅套过重，且壁厚差跳动大； （3）燃烧剂药量过少； （4）平底冲力量未加足； （5）上下工序调整不当
2	弹头尾锥粘金属屑	（1）弹头壳覆铜层附着不牢，平底时掉落堆积于冲内
3	弹头轴心不正	（1）冲子和模子中心调整不正； （2）模子严重磨损； （3）平底力量不足

7．辊沟过径

通过辊沟过径使弹头的沟槽直径、沟槽高度、圆柱部直径符合产品图要求。

（1）辊沟过径的作用和加工方式

1）经辊沟的弹头，在成弹装配时再通过紧口或罩口可使弹壳口部向内弯折卡在沟中，从而保证弹头与弹壳的牢固连接，并具有一定的拔弹力。

弹头沟槽形状常见的有三种型式（图 2-1-65）。

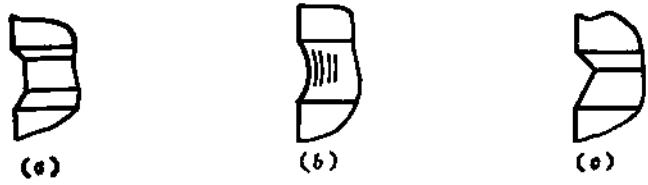


图2-1-65　弹头沟槽的三种型式

a—梯形沟槽；*b*—有楞纹的半圆形沟槽；*c*—三角形沟槽。

2）弹头辊沟可采用立式也可采用卧式。圆盘立式辊沟工装的组合如图 2-1-66 所示。卧式辊沟工装的组合，见 图 2-1-67。

卧式辊沟和过径在同一台机床上进行加工，它较立式单机辊沟、单机过径在生产效率和操作方面都具有显著优点，目前已广泛采用。

3）弹头过径：弹头收尾、卷边后过径是为了保证弹头圆柱部径向尺寸达到产品图要求。同时还可进一步提高弹头装配的紧密程度。辊沟后过径是因辊沟时会使沟槽两边金属沿弹头径向挤压，而使圆柱部局部直径过大。

（2）辊沟工具主要尺寸的确定

辊沟工具由辊沟刀、带动盘、定位盘、垫板、弯板等组成(图 2-1-67)。

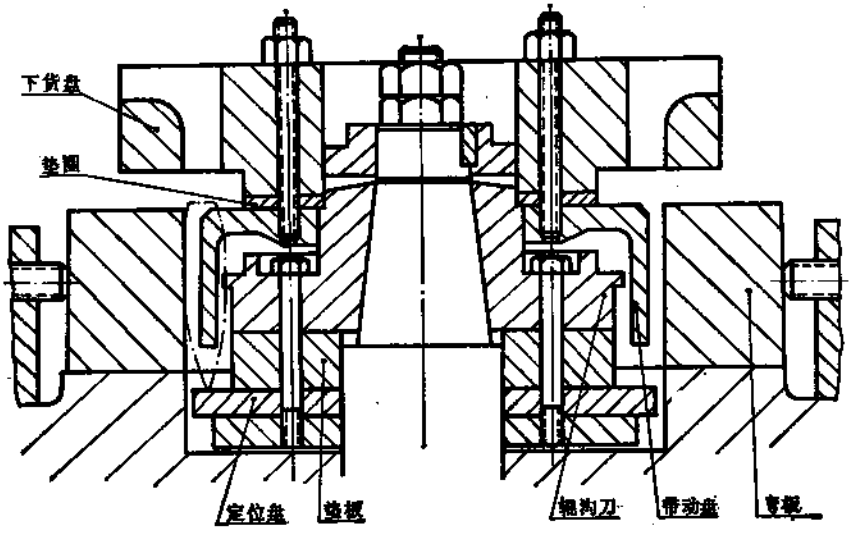


图2-1-66　立式辊沟工装组合

1）辊沟刀工作部分尺寸按弹头产品图沟槽尺寸确定（图2-1-68）。

辊沟刀角度

$$\beta_c=\beta_0$$

β_0——弹头沟槽角度。

辊沟刀外径

$$D_n=(9\sim10)d_n\text{(立式)}$$

$$D_n=13\,d_n\text{(卧式)}$$

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$h=h_0$$

h_0——弹头沟槽宽度（毫米）。

r、r_1取0.2～0.3（毫米）；

L取0.3～0.35（毫米）。

2）带动盘形状如图2-1-69所示。

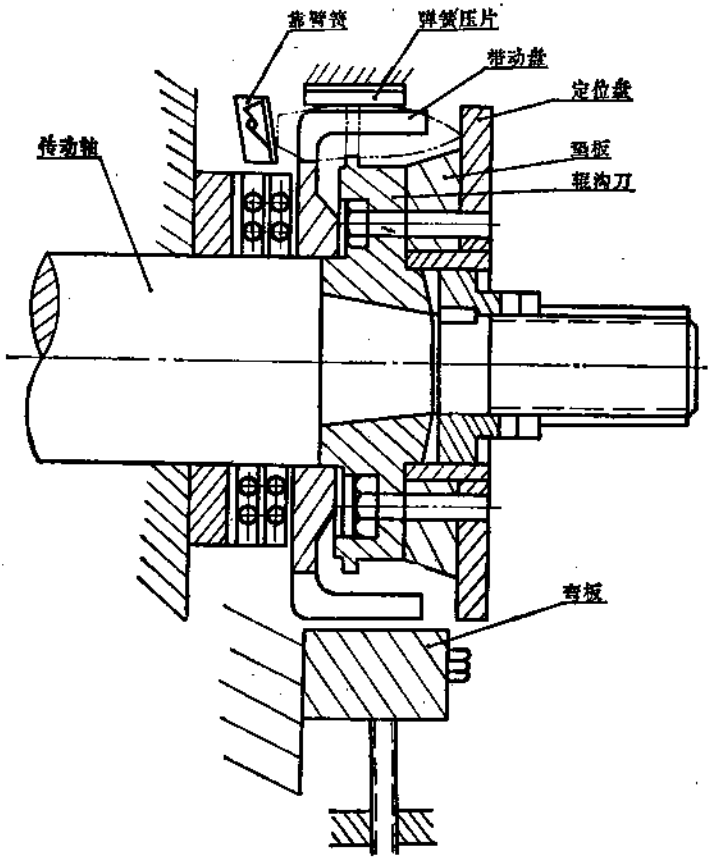


图2-1-67　卧式辊沟工装组合

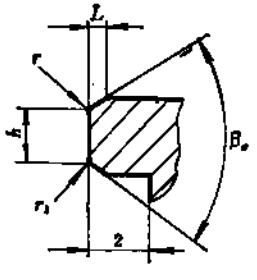


图2-1-68　辊沟刀

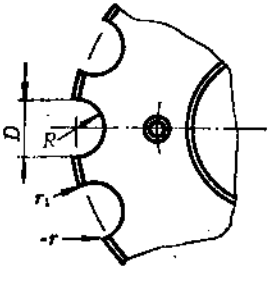


图2-1-69　带动盘

图中尺寸D可按下式计算：

$$D=d_n+(0.02\sim0.03)$$

D——带动盘口部尺寸（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

r、r_1取1.5～2（毫米）。

3）弯板形状如图2-1-70所示。

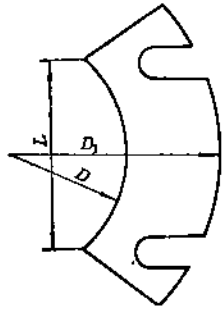


图2-1-70　辊沟弯板

其主要尺寸由下式决定：

$$D=(3\sim4)d_n$$

D——弯板内径（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$D_1=(1.7\sim1.8)D$$

D_1——弯板外径（毫米）。

$$L=(9\sim10)d_n(\text{立式})$$

$$L=(14\sim15)d_n(\text{卧式})$$

L——弯板弧长（毫米）。

（3）过径工具主要尺寸确定

过径工具由过径模，过径冲等组成（图2-1-71）。

1）过径模形状如图2-1-72所示。

图中尺寸D、H、H_1可由下式求出：

$$D=d_n-(0.01\sim0.015)$$

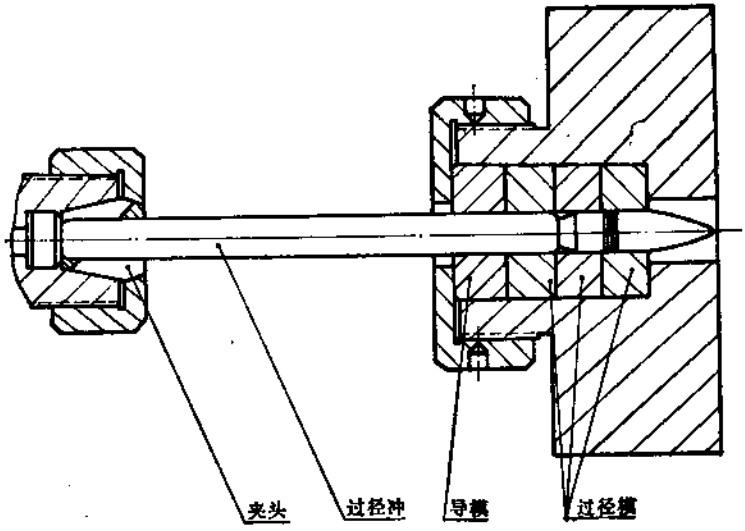


图2-1-71　过径工具组合

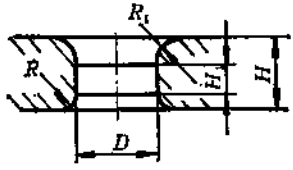


图2-1-72　过径模

D——过径模直径（毫米）；

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

$$H=R_1+R+(0.2\sim0.4)L_n$$

H——模子厚度（毫米）；

L_n——弹头导转部长度（毫米）。

$$H_1=H-(R_1+R)$$

2）过径冲形状见图 2-1-73 所示。

过径冲头部形状，可根据需要选取。b 型冲适用于弹头底部为凹型的弹种，其主要尺寸可由下式求出：



图2-1-73 过径冲

$$d = d_n - (1 \sim 1.3)$$

d_n——弹头圆柱部直径（毫米）。

r 按弹头底部 R_0 确定；

r_1、r_2 取 1～1.5（毫米）。

$$d_1 = \frac{1}{3} d_H$$

d_H——钢心直径（毫米）。

表2-1-18 辊沟过径常出现的疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	辊沟槽倾斜	（1）定位盘磨损后不平整或径向、轴向松动； （2）弯板与定位盘平面不垂直； （3）辊沟刀口磨损； （4）带动盘孔磨损或尺寸过大； （5）两块弯板受力不均匀
2	辊沟高度过低	（1）辊沟刀与定位盘距离调整不当； （2）进货口间距离调整过小； （3）定位簧力量不足； （4）弹头圆柱部起鳔
3	弹头弯曲	（1）过径模外圆与内孔不同心； （2）模子在模盒座内不同心
4	尾锥倒斜	模子端面与孔径不垂直或模子装置不当

h 取 2～3（毫米）。

（4）辊沟过径工序的质量分析见表 2-1-18。

六、弹 头 验 收

（一）弹头外观检验应重点控制以下症病

1. 弹头表面锈迹、孔痕、铜层损坏露钢；
2. 弹尖破裂或切伤；
3. 弹头弧形部有裂纹，卷边处有缺口及裂缝；
4. 弹头底窝严重露铅，底窝直径过大；
5. 弹头卷边未与钢心底平面紧贴（即尾空）；
6. 弹头尾锥部与圆柱部歪斜；
7. 弹头圆柱部纵横裂纹，无沟槽等。

（二）弹头尺寸及硬度检验

1. 弹头长度、直径、重量；
2. 弹尖直径；
3. 辊沟直径、高度；
4. 尾锥长度；
5. 弹头壳硬度、壁厚差；
6. 钢心硬度。

（三）弹头射击性能检验

弹头主要射击性能包括散布精度、穿甲率、穿甲后的燃烧率、飞行破裂及横弹等。上述项目在枪弹装配后进行检验。

第二节 曳光弹头制造

曳光弹头一般由弹头壳、铅心、曳光管、圆垫等零件组成，如本书概述中表 0-0-1 所示。

弹头壳是用覆铜钢片材冲压或用圆钢冷挤压而成的。铅心的作用与制造与第一章所述相同。

曳光管的作用是产生曳光。在曳光管壳内分层压入曳光剂、

传火剂和引燃剂即成为曳光管。

圆垫由覆铜钢片冲制成，其作用是保护曳光管在弹头装配时不易变形，加强弹头尾部强度，并可得到一定大小和同心性的曳光圆孔，以减小射击的散布及保证曳光效果的一致性。

对曳光弹的要求：

1．不论在白天或黑夜，在规定的飞行距离内，应有鲜明的亮光，以显示弹道轨迹。

2．点燃可靠，燃烧稳定，曳光不断，亮度均匀，弹道稳定。

3．强度高，敏感度低。

强度高和敏感度低主要指不应产生空破。射击时，曳光弹头要承受发射药生成气体的高压（膛压2400～3300公斤/厘米^2）作用；在弹头嵌入枪管膛线过程中，由于曳光弹头没有铅套，所以弹头壳和曳光管都要承受一定的挤压力；弹头飞出枪口时，由于旋转速度很高（每分钟达数千转），弹头壳和曳光管还要承受很大的离心力。如果弹头各零件或药剂的机械强度承受不了这些力的作用时，就会出现弹头壳破裂、药剂碎裂等现象而引起空破。

4．药剂燃烧生成物不腐蚀枪膛。

5．长期贮存安定，不变质不失效。

6．结构简单、生产安全、工艺性好。

一、药剂制造

（一）对曳光剂的要求

1．曳光剂燃烧时，火焰颜色应鲜明醒目；不论在白天或黑夜，在规定的飞行距离内，应有鲜明醒目的亮光。烟迹曳光管因夜间看不清已被淘汰。在红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色的光线中，由于红色光线对周围背景的衬托力最好，同时红光波最长，在穿过雨点、灰尘、雾珠等很细的微粒时不易散射，即使在白天也能看见，故我国均采用红色曳光剂。

2．点燃可靠，燃烧缓慢，不易熄灭。

在较大的压药密度和很低的气温（如－50℃）时能被点燃。

弹头在飞行中速度很快并以高速旋转，弹头底部空气稀薄并产生涡流，降低温度，易使火焰熄灭。因此，要求曳光剂能在飞行中燃烧均匀稳定，不易熄灭，不断光，有一条完整的弹道光迹。为使曳光管尺寸短小，曳光剂燃速应尽量慢些。

3．熔渣较多。

为了使曳光弹在飞行中与普通弹的弹道接近，重量和重心位置变化不应太大，因此希望燃烧时应产生较多的熔渣。

4．制造工艺简单，颗粒大小均匀，流散性好，容易装药，吸湿性小。

（二）对引燃剂的要求

1．容易被引燃。

在较大的压药密度和很低的温度时，在发射药的火焰作用下，容易被引燃。因此，要求引燃剂有较高的火焰感度。

2．点火能力大。

引燃剂燃烧后应能产生高温火焰，可靠地点燃曳光剂。引燃剂燃烧速度较慢时，点火能力较强，因为要有较长的时间把热量传给曳光剂。

引燃剂燃烧后的固体渣粒越多，则点火能力越强。因为固体渣粒密度大、熔点高、含热量大，传给曳光剂的能量多。

当用引燃剂不能完全满足点燃曳光剂时，可使用传火剂来点燃曳光剂。它是由引燃剂和曳光剂按 1∶1、1∶3 或 3∶7 的比例混合而成的。

3．引燃剂燃烧生成物应不腐蚀枪膛。

4．为了不暴露射击位置，引燃剂燃烧时应不发光或发光暗弱。

（三）药剂的成分及其作用

曳光剂和引燃剂通常由氧化剂、可燃剂和粘合剂等组成。

氧化剂在分解后产生氧（有些氧化剂还能使火焰产生一定的

颜色），使可燃剂燃烧。在曳光剂中，一般采用的氧化剂有硝酸锶、碳酸锶等，它们同时又是红光剂。在引燃剂中，一般采用强氧化剂过氧化钡和硝酸钡，以提高对火焰的感度。

可燃剂燃烧时应产生持久的高温火焰，使曳光弹在高速转动和飞行中火焰不易熄灭。用镁粉、铝镁合金粉作可燃剂，点燃容易可获得足够的发光强度和较高的燃烧温度，且火焰不易熄灭。

粘合剂可改善装药工艺性能、提高药剂的防潮能力和药柱的机械强度，在燃烧时不易破碎和散落，减缓燃烧速度，降低药剂的感度。一般采用酚醛树脂、松香等作为粘合剂。

加入含氯的有机物并配成负氧差的药剂，可以提高火焰的颜色纯度。因为在火焰内有还原气体时可阻碍一氯化锶氧化成氧化锶，一氯化锶的辐射比氧化锶强得多，因此可以提高火焰的颜色纯度。

在火焰内有过剩的游离氯存在时，化学反应的平衡就趋向左方而提高了火焰的颜色纯度：

$$2SrCl+O_2 \rightleftharpoons 2SrO+Cl_2$$

常用的含氯有机物有聚氯乙烯、六氯代苯等。

1．硝酸锶（$Sr(NO_3)_2$）白色或微黄色结晶粉末，比重2.9，熔点645℃，吸湿，溶于水，是氧化剂兼红光剂，火焰呈红色，混成曳光剂后敏感。硝酸锶分解时放出氧38%。分解反应式为：

$$Sr(NO_3)_2 \longrightarrow SrO+N_2+2.5O_2$$

2．碳酸锶（$SrCO_3$）白色粉末，比重3.6，微溶于水，在1300℃时分解为氧化锶和二氧化碳，火焰呈红色。

分解反应式为：

$$SrCO_3 \longrightarrow SrO+CO_2$$

3．过氧化钡（BaO_2）白色或稍有褐色的粉末，比重4.96，熔点450℃，难溶于水，不吸湿。与水作用时放出大量的热。

过氧化钡是一种强氧化剂，在药剂中能提高对火焰的感度。混成引燃剂后对摩擦较敏感。

加热过氧化钡时可放出有效氧9～18%，分解时所需的温度比较低，为800℃左右。分解产生的固体渣粒占原重量的91%左右，比重较大，因此是一种较好的氧化剂。

分解反应式为：

$$BaO_2 \longrightarrow BaO + 0.5O_2$$

$$BaO_2 \longrightarrow Ba + O_2$$

4．镁粉　银白色金属粉末，比重1.7，熔点651℃，沸点1100℃。镁粉容易引燃，燃烧时温度很高并发出耀眼的亮光。

镁粉燃烧反应式为：

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

纯净而干燥的镁粉在420～440℃即起火燃烧。在一定条件下，湿镁粉尘在360℃就开始燃烧。悬浮在空气中的镁粉尘，当其浓度超过20～25毫克/升时，就有爆炸危险。

镁粉能强烈地与水相互作用，放出大量的热，使温度升高，并产生能自燃的氢气。因此，湿的镁粉有可能自燃。潮湿的镁粉如在容积很小并且散热不良的封闭容器或房间内放着或进行烘干，也有可能自燃。镁粉和水分相互作用时放出的氢气，可将氧化剂硝酸钡还原，放出热量，也有可能引起自燃。因此，药剂必须防止潮湿或落入水滴、雨雪，以免自燃着火。其化学反应式为

$$Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$$

$$Mg + 2H_2O \longrightarrow Mg(OH)_2 + H_2$$

$$Ba(NO_3)_2 + 8H_2 \longrightarrow Ba(OH)_2 + 2NH_3 + 4H_2O$$

镁粉和硝酸钡一起燃烧时的化学反应式为

$$5Mg + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow BaO + 5MgO + N_2$$

$$6Mg + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow Ba + 6MgO + N_2$$

$$8Mg + Ba(NO_3)_2 \longrightarrow BaO + 5MgO + Mg_3N_2$$

镁粉和硝酸锶一起燃烧时的化学反应式为

$$5Mg + Sr(NO_3)_2 \longrightarrow SrO + N_2 + 5MgO$$

$$6Mg + Sr(NO_3)_2 \longrightarrow Sr + N_2 + 6MgO$$

5．聚氯乙烯[$(CH_2CHCl)_n$]白色或浅黄色粉末，比重约 1.4，软化点 80℃左右。在 140℃开始分解出氯化氢。

聚氯乙烯从第二次世界大战起，常用于红光、绿光的曳光剂和信号剂内，它能提高火焰颜色的纯度、减缓燃烧速度、提高光程并降低药剂的摩擦感度。

6．酚醛树脂（$C_{13}H_{12}O_7$）黄色透明块状，脆而易碎，比重 1.3，软化点90～110℃。吸湿性很小，不溶于水，溶于酒精。在曳光管中起粘合剂兼钝感剂作用并能燃烧，它能提高药柱的防潮能力和机械强度，减缓药柱的燃烧速度。酚醛树脂和硝酸钡一起燃烧时的反应式为：

$$C_{13}H_{12}O_7+5Ba(NO_3)_2\longrightarrow 5BaO+13CO_2+6H_2O+5N_2$$

7．松香（$C_{20}H_{30}O_2$）浅黄色到橙色透明块状物，比重1.0～1.1，加热到 50～65℃开始软化，溶于酒精。它作为粘合剂能强烈地减慢药剂的燃烧速度。

（四）药剂的配方和物理状态选择

按化学反应方程式的氧平衡来计算配方和混制曳光剂，其机械感度高、猛度大、燃烧时间短，达不到曳光弹的性能要求。因此，实际采用的曳光剂，各成分都是通过试验，按氧平衡方程式作较大的调整，一般都采用负氧差的配方。

曳光剂的配方见表 2-2-1，引燃剂的配方见表 2-2-2，传火剂的配方见表 2-2-3。

各成分颗粒的大小对药剂的燃烧速度有直接的影响。成分的颗粒大，则燃烧速度慢。颗粒愈细，其表面积就愈大，混合后燃烧剂和氧化剂的接触面积也愈大，发火时燃烧速度快，火焰持续时间短，则光程不足。特别是金属可燃剂的颗粒大小对燃烧速度、光程远近的影响更大。因此应注意材料颗粒大小及均匀性。颗粒不能太大，否则药剂造粒困难，影响药柱均匀燃烧，并可能中途熄火而产生短光。

为了保证质量，应通过试验确定各成分的颗粒大小。在混药

表2-2-1 曳光剂配方（%）

材料名称	材料标准	7.62、12.7、14.5曳光弹	14.5燃烧曳光弹	14.5爆燃曳光弹
硝酸锶	Q/QC214-68	61.5	54	54
碳酸锶			5	5
镁　粉	Q/Q803-67	23	21	15
铝镁合金粉	Q/Q909-73	6		6
聚氯乙烯	HGB2160-62		9	9
酚醛树脂	Q/QC208-67	9.5	10	10
松　香	LY204-63		1	1

表2-2-2 引燃剂的配方（%）

材料名称	材料标准	7.62、12.7、14.5曳光弹	14.5燃烧曳光弹 14.5爆燃曳光弹
过氧化钡	Q/QC215-68	30	45
硝酸钡	HG1-521-67	48	32.5
镁　粉	Q/Q803-67	15	15.5
酚醛树脂	Q/QC208-67	7	7

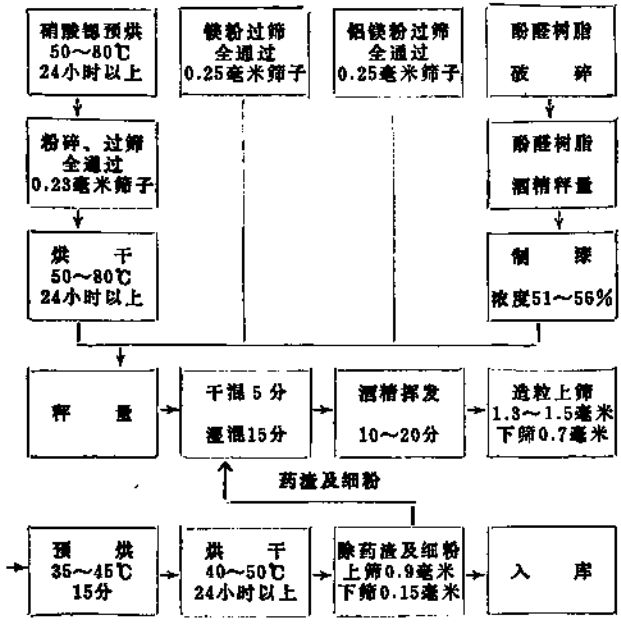
表2-2-3 传火剂的配方（%）

名　称	56式7.62曳光弹	53式7.62、12.7、14.5曳光弹 14.5 燃烧曳光弹、爆燃曳光弹
引燃剂	50	25
曳光剂	50	75

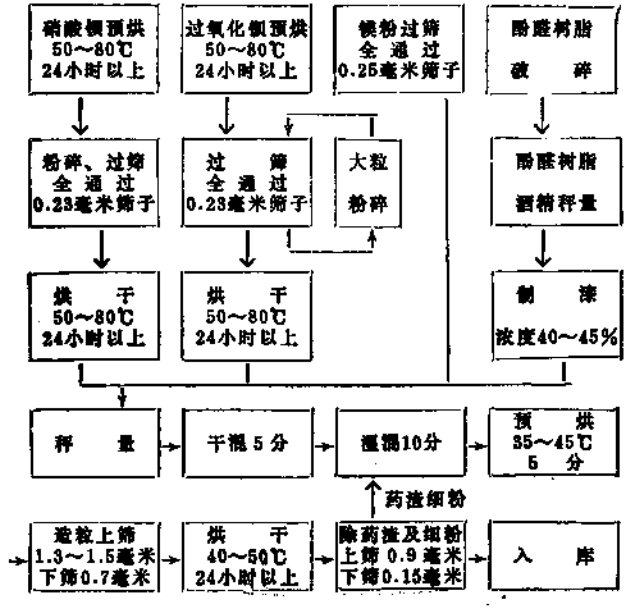
前一般都应进行筛选，取一定大小的颗粒来混制曳光剂和引燃剂。

（五）药剂制造工艺过程

7.62曳光弹用曳光剂制造的工艺过程如下：



7.62曳光弹用引燃剂的工艺流程如下：



材料的粉碎、过筛、烘干的过程和设备同本章第一节相同。

1．曳光剂干、湿混

按配方秤好的材料加入干、湿混药机的药槽内（图 2-2-1），隔离操作，由转动的桨叶干混 5 分钟，加入酚醛树脂漆液，湿混 15分钟，然后倒出。

2．引燃剂干混

按配方秤好的材料加入纸板制的混药鼓内（图 2-1-35），干混 5 分钟，然后药鼓反转出料。

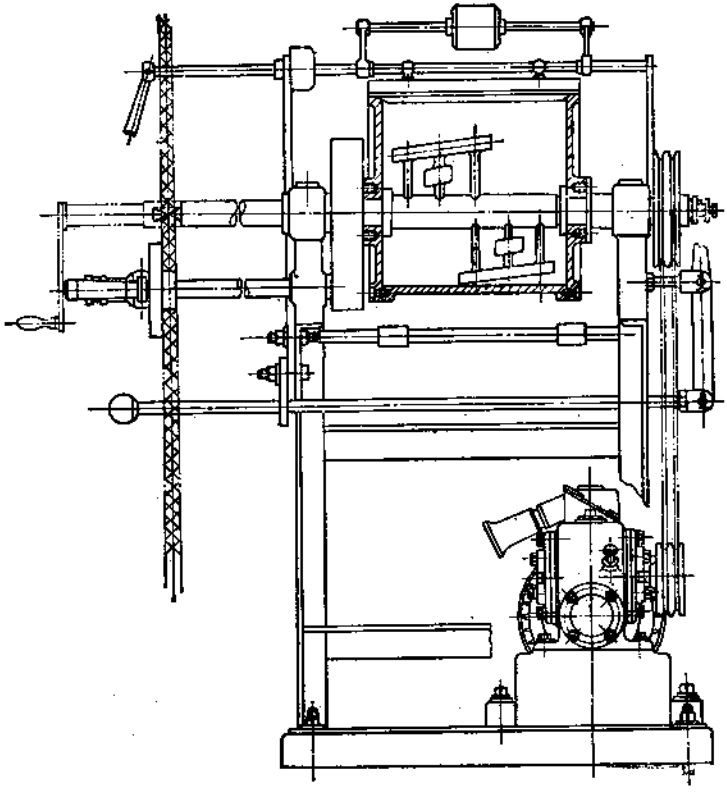


图2-2-1　曳光剂干、湿混药机

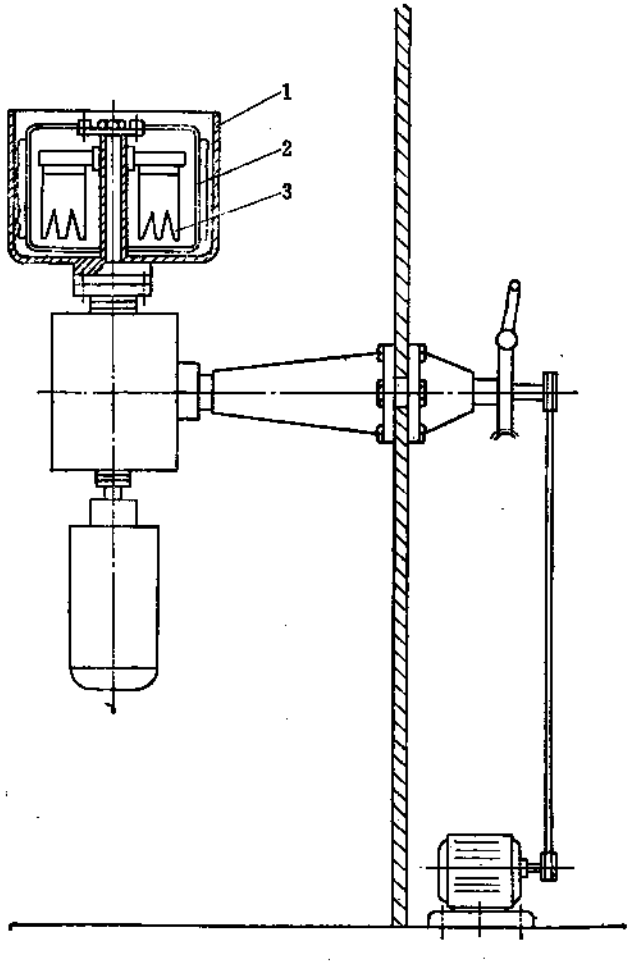


图2-2-2　引燃剂湿混机

1—铜容器；2—外桨叶；3—内桨叶。

3．引燃剂湿混

干混后的材料放在托盘架上，隔离操作将它倒入引燃剂湿混机内（图 2-2-2），加入酚醛树脂漆液，由转动的桨叶 2 及 3 捏合而混匀，然后倒出。

4．曳光剂、引燃剂造粒

湿混后的药剂经预烘挥发出一部分酒精后，装在造粒机（图2-2-3)的加料斗内，由拨料轮上的叶片每次把少量的药加在孔径为1.3～1.5毫米的上筛网中，在滚压轮上的胶板的滚压下通过筛孔，在孔径为0.7毫米的下筛网上再次进行造粒。

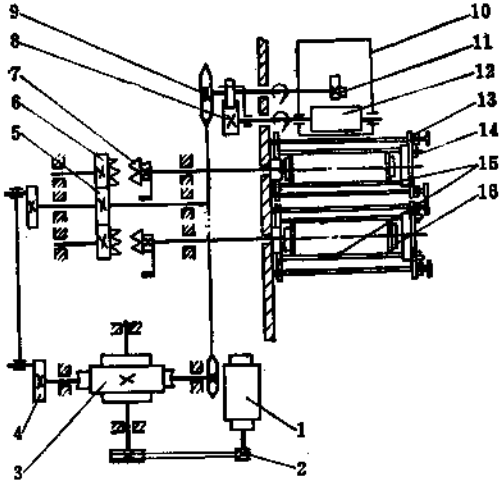


图2-2-3　造粒机

1—电动机；2—三角皮带轮；3—减速箱；4—曲柄连杆；5—直齿轮；6—带离合器直齿轮；7—离合器；8—双向外制动棘轮；9—链轮；10—加料斗；11—凸轮；12—拨料轮；13—棘轮；14—棘爪；15—筛子；16—滚压轮。

5．除药渣及细粉

药剂烘干后，隔离操作将药倒在除药渣、细粉的振动筛上，经上面一层孔径为0.9毫米的筛网将大粒渣子除去，经第二层带有斜度的孔径为0.15毫米的筛网将细粉除去。小粒渣子、合格的颗粒和细粉分别流入药盒中。

6．传火剂混合

按配方秤好的曳光剂、引燃剂放在托盘架上，将药隔离操作倒入用纸板制成的混药鼓内（图2-1-35），混匀后反转药鼓倒出

传火剂。

药剂制造中应操作轻稳，防止发生撞击、摩擦等现象。沾在混药机、造粒机壁上、刮板等处的干药须用酒精润湿，干药不能括擦，防止摩擦着火。

各种材料、药剂和产品等应分别保管在干燥的地方，防止受潮或落入水滴、雨雪，防止自燃着火。

（六）药剂制造的质量

药剂制造的主要质量问题及产生原因见表 2-2-4 。

表2-2-4　药剂制造的质量问题及原因

序　号	问　题　名　称	产　生　原　因
1	药剂混合不匀	（1）混合时间短； （2）漆的浓度或量不合适； （3）没挥发好就造粒
2	药剂颗粒不匀	（1）原材料颗粒太大； （2）原材料潮； （3）漆的浓度不合适； （4）挥发时间太短或太长； （5）筛网破损
3	药剂变色	药剂受潮

二、曳光管制造

（一）曳光管制造工艺

曳光管一般采用组合模具装药和压药。12.7、14.5曳光弹曳光管已开始采用圆盘式单模装压药机制造。

下面以 7.62 曳光弹为例说明曳光管的制造，其工艺过程如下：

下料冲盂→退火、酸洗、烘干→外观检选→引长轧口→辊光→管壳涂油、装板→曳光剂一次装药→一次压药→曳光剂二次装药→二次压药→装传火剂→三次压药→装引燃剂→四次压药→去

浮药→退模→辊光→筛分→外观检选。

1．曳光管壳制造

曳光管壳一般用F11或F18覆铜钢片制造。这类材料的冲压性能好、机械强度高、熔点高，并在曳光管装压药的生产过程中和射击时，能保护曳光药柱不产生变形、碎裂、松散，同时在曳光管药剂燃烧的高温下，曳光管壳不会熔化，以免弹头在飞行中弹道偏歪。曳光管壳制造方法和弹头壳类似，可参阅第一章。

2．曳光管壳涂油和装入模板

为了使曳光管在压药后便于从模孔中退出，通常在曳光管壳表面涂一薄层机油后用装板机装入装、压药组合模板中（图2-2-4）。

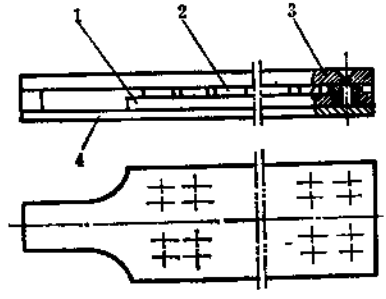


图2-2-4　装、压药组合模板

1—模板；2—模子；3—漏斗板；4—底板。

3．装药

用装药机隔离操作，将曳光剂、传火剂、引燃剂依次按规定的药量装入曳光管壳中。装药机的原理和底火装药机相同。

为检查装药量的准确性，工作前和工作中用精度为1/1000克的天平抽查药量。

4．压药

采用组合模具时，一般采用上移式精压机压药。12.7、14.5曳光管已采用圆盘式单模装压药机制造。这两种方法都是定位压药，即控制一定的药量和压药高度。也可以采用液压机定压压药，即控制一定的药量和一定的压药压力。

压药密度对曳光弹性能影响很大，药量和压药高度应控制在适当范围内。为保证药剂在枪膛内的机械强度，压药压力应大于发射药在枪膛内燃烧生成气体的最大膛压。7.62曳光弹的曳光剂压药压力一般在5000公斤/厘米^{2}以上，14.5曳光弹的曳光剂压药

压力在 8000 公斤/厘米^2 以上。若药量少，压药密度松或压药压力小，则曳光剂在枪膛内会发生部分或全部燃尽，产生无光、枪口爆音或弹头破裂（空破）以及短光等现象；如压药密度太大，将出现胀底、药剂引燃困难或瞎火、无火等疵病。因此，在生产中应经常定期抽查压药高度。

5．去浮药、退模

压药后先把组合模板口朝下振去浮药，然后在压力机上把曳光管退出。

当工房内太干燥而不好装、压药，曳光管退模容易着火时，工作前和工作中可经常用水擦地，使相对湿度保持在40～70%为宜。

6．辊光、筛分

将曳光管装入布袋中，加入木屑或纸屑，在辊光机中隔离操作辊光约 10 分钟，以除去粘附在表面的药粉和油污。

辊光时，布袋中应有足够数量的木屑或纸屑。辊光时间不宜过长，否则产品互相碰撞摩擦，发热量大不安全。木屑或纸屑应定期及时更换，防止附药太多摩擦燃烧。

7．外观检选

曳光管在外观检选机上进行检查，挑出药面过低、过高、破裂、底太小、胀底、深线痕、药量很不均匀引起的曳光管直径粗细不匀、脏污和机械损伤等。

（二）装、压药工具主要尺寸确定

曳光剂装、压药有多种方式，有单冲模、多冲模；压制药柱和药剂直接压入弹头壳内等。53 式 7.62 曳光管采用多冲模型式。主要工具有装药器、装压药模板、压药工具、退模工具等，其主要尺寸可按以下方法确定。

1．每次压药孔数确定

装、压药模板的孔数主要是根据压药机力量的大小和每个曳光管最大的一次平均压药压力来确定，同时也要考虑到操作方便

和劳动强度等。

在产品图中没有规定压药压力时，可按规定的药量和压药高度，通过极限和正常条件试验得出。53式7.62曳光弹曳光管压药压力的试验结果见表2-2-5。

表2-2-5　53式曳光弹曳光管的压药压力

压药次数	药剂名称	平均压力(公斤/厘米²)	压药密度(克/厘米³)
1	曳光剂	5200	2.31
2	曳光剂	5470	2.54
3	传火剂	3840	2.30
4	引燃剂	3300	2.97

每次压药许可的最多模孔数可按下式计算：

$$n = \frac{p_1}{p_2} \qquad (2\text{-}2\text{-}1)$$

式中　n ——每次压药许可的最多模孔数；

p_1——压力机的公称压力(公斤)；

p_2——曳光管最大的一次平均压药压力(公斤)。

压药模的实际孔数按模孔排列的效率来决定。如53式7.62曳光弹曳光管每次压药为40个。

2．装压药组合模的直径和高度

模子有带漏药口与不带漏药口两种(图2-2-5)，两种形式各有优缺点。前者漏药少，但制造较复杂；后者药剂能够从漏斗板孔和模口之间的缝隙中被挤出来，但是制造简单。

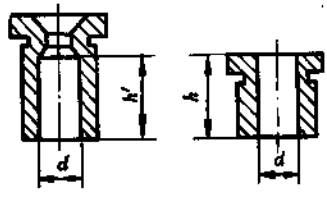


图2-2-5　压药模

(1) 模子内径

模子是决定压药后曳光管成品尺寸的主要工具。模子内径应比曳光管成品直径小，可按下式计算

$$d = D - h \qquad (2\text{-}2\text{-}2)$$

式中 d——模子内径的公称尺寸（毫米）；

D——曳光管最小直径（毫米）；

k——压胀系数，一般为0.03～0.05。

（2）模子高度

$$h = L$$

$$h' = L + 0.1 \sim 0.2$$

式中 h、h'——模子高度（毫米）；

L——曳光管壳最大长度（毫米）。

模子外径为曳光管直径的2倍左右，它与模板孔采用三级精度的第三种静配合 jc_3 制造，使模子既不会从模板的孔中掉出来，又便于更换。

模子一般用T10A钢制造，热处理后硬度为HRC58～62。

3．压药冲子直径

压药冲子直径由曳光管壳内径来确定。太细时，药容易被挤出来，浮药多，冲子太粗时，冲子与曳光管壳内壁摩擦容易着火。

压药冲子直径可按下式计算

$$d = D - k \qquad (2\text{-}2\text{-}3)$$

式中 D——相应于药面高度处的曳光管壳内径（毫米）；

k——一般取0.25～0.40毫米。

为了使各次压药的药层间容易衔接，增大各层药的接触面积，防止燃烧过程中发生断光或短光现象，除末次压药冲外，前几次压药冲的冲头中间应有一突起的截锥体，如图2-2-6所示。

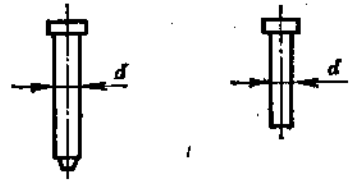


图2-2-6 压药冲

冲子常用T10A钢制造，热处理后硬度HRC55～60，冲子直径按五级精度加工。

4．计量板的孔径和厚度

计量板的孔径和厚度根据药量和药的堆积密度来确定，孔径可按下式计算

$$d = 2\sqrt{\frac{W}{\pi h \Delta}} \qquad (2\text{-}2\text{-}4)$$

式中 d——计量板孔径（毫米）；

W——规定的药量（克）；

h——计量板厚度（毫米）；

Δ——药剂堆积密度（克/毫米^3）。

装药工具应光滑平直，光洁度高。一般用黄铜板制造，不平度在整块板上应不大于0.03毫米。

（三）曳光管质量分析

曳光管制造中的主要质量问题及产生原因见表2-2-6。

表2-2-6 曳光管生产中主要疵病及产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	药量不合格	（1）计量板孔径不合适； （2）计量板孔油污或有脏物； （3）计量板孔光洁度不好或有毛刺； （4）药剂颗粒大小不匀； （5）工房太潮； （6）模子高度不一致漏药； （7）漏斗板与模板的紧固螺丝松，二板之间空隙太大漏药
2	底小圈角大	（1）第一、二道药量太少； （2）第一、二道药高太高
3	底 大	（1）第一、二道药量太多； （2）第一、二道药高太低
4	直径粗细不匀	（1）压药密度不匀； （2）药量太少，直径胀大量少； （3）药量太多，直径胀大量太大
5	线 痕	（1）模口损坏有毛刺； （2）模孔有裂纹； （3）模孔挂铜； （4）模孔浮药多，脏污

三、零件制造

弹头壳、铅心、曳光管壳的制造方法与普通弹头相似，可参考第一章。这里仅简述圆垫制造工艺。

圆垫制造工序通常有冲孔下料、辊光和外观检选。

制造圆垫所用的材料一般是F11或F18覆铜钢片。

（一）冲孔下料工具

圆垫的主要尺寸是外径和小孔直径，所以其工具的关键尺寸是下料模剪口尺寸和冲子直径。

1．冲孔模（图2-2-7）

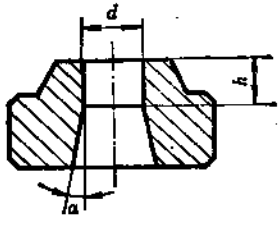


图2-2-7　冲孔模

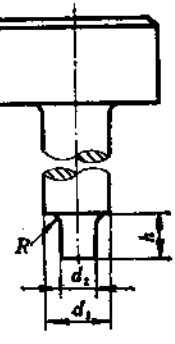


图2-2-8　冲孔下料冲

（1）剪口直径 d

剪口直径 d 等于圆垫外径尺寸的下公差。剪口直径通常按3级精度制造。

（2）剪口深度 h

剪口深度 h 应根据片材厚度确定。当片材厚度为0.85～0.92毫米时，剪口深度为4毫米。

圆垫下料后不再进行加工。为了退货方便，剪口下部应有后角 α。其角度一般为2°。剪口不锋利时，可适当修磨。

2．冲孔下料冲

冲孔下料冲见图2-2-8。

圆垫冲孔下料冲起剪刀的作用，因此，冲孔下料冲的尺寸可按剪口来确定。

（1）冲子外径 d_1

$$d_1 = d - z \qquad (2\text{-}2\text{-}5)$$

式中 d_1——冲孔下料冲外径（毫米）；

d——下料模剪口直径（毫米）；

z——冲孔下料冲与模子剪口的间隙。

间隙 z 可根据片材厚度确定，当片材厚度为0.85～0.92毫米时，一般 z 取为0.06毫米。

冲孔下料冲的外径 d_1 按3级精度制造。

（2）冲孔下料冲直径 d_2

为了保证圆垫小孔尺寸，使圆片顺利从片材上分离并不出毛刺，剪刀刃必须锋利，冲孔下料冲直径 d_2 等于圆垫小孔公称尺寸的上偏差。

$$d_2 = d_c$$

而 d_c——圆垫小孔公称尺寸的上偏差。

确定 d_2 的长度应考虑材料的抗张强度和延伸率，以及片材的厚度等，其长度 h 一般应大于片材厚度的四倍。

为了保证冲子强度，常取 $R = 1$ 毫米。

（二）圆垫制造

圆垫是在底火壳的下料冲盂机上进行（片材常用肥皂液润滑冷却）。冲孔下料后，如不能及时辊光应及时浸入肥皂液中，以防生锈。

圆垫应无缺口、堵孔、露钢、大毛刺等疵病。

为了清除圆垫表面的油污和毛刺，通常用木屑掺汽油在辊光筒内进行辊光。

（三）圆垫制造中常见疵病和产生原因（表2-2-7）

表2-2-7　圆垫生产中的主要疵病和产生原因

序　号	疵病名称	疵病产生原因
1	缺　口	（1）片材送料距过小； （2）片材传送不正确； （3）片材端部倾斜
2	边缘与小孔有毛刺	（1）冲子与模孔间隙大； （2）冲子与模子剪口变钝
3	小孔圆片未冲掉	冲子端头不锋利
4	表面生锈、污秽	（1）冲孔下料后未及时辊光； （2）辊光时间短

四、曳光弹头装配

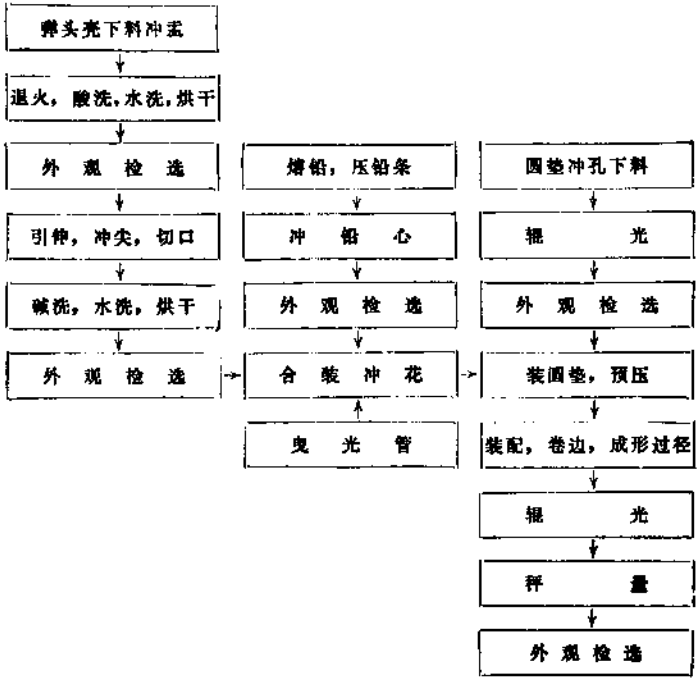
（一）曳光弹头装配

曳光弹头装配是将弹头壳、铅心、曳光管和圆垫，经一定的机械加工总装成一体，使之在弹头的外形、尺寸、重量、外观和弹头内部密实性、重心位置一致性，以及曳光弹的射击精度、破裂、曳光率、初速、弹道一致性等诸方面性能均符合产品图规定公差范围和技术条件所规定的要求。

53式7.62曳光弹头的老产品由于弹头长度长达38.4毫米，装配比较困难且废品率较高，特别是弹头飞行破裂、初速差值不合格等性能方面的问题较多，经过改进后的新曳光弹，弹头长度减短到34.9毫米，不但解决了老产品在性能方面存在的问题，而且实现了与普通弹统一弧形，同时装配中又取消了辊沟，这就大大减化了工艺。改进后的53式7.62曳光弹工艺过程如下页所示。

1．合装冲花

弹头壳、铅心、曳光管分别经过自动漏斗依次插入转盘进行冲花，以保证弹头内部铅心和曳光管等件配合的密实性。为了使引燃剂便于引燃，常将引燃剂表面制成十字形花纹，以增加点燃面积。



2．上圆垫并预压

将冲花后的半成品装在预压模内，再用圆垫收集器把圆垫扣进弹头尾部，然后进行预压。预压模一般采用25孔或50孔，应视压力机大小而定。

预压是轻微收底，使圆垫不致在装配前脱落。

3．装配卷边成形并过径

预压后需进行卷边成形和过径，以达到产品图所要求的尺寸、外形和性能要求。

曳光弹头合装冲花机见图2-2-9，其工作原理如下：

弹头壳、铅心、曳光管分别从漏斗经下货管、止货控制具进入带货盘。带货盘作间歇转动，将铅心、曳光管装入弹头壳内。装配后的产品落入冲花下货管和止货具，由送货具送入冲花模，在冲花冲冲压时完成冲花工作。



图2-2-9　曳光弹头合装冲花机

（二）装配中应注意的问题

1．要保证零部件的一致性。对特种弹来说，一致性不好的零部件不但影响产品质量和性能，而且给装配带来很大困难。

2．零部件表面必须保持清洁。曳光弹在加工过程中散落的浮药应及时处理，防止事故发生。灰尘或浮药沾在制品表面会增大加工时的摩擦力，使退货困难，有时还会引起燃烧。而油泥污垢进入模内，将使产品出现凹印等疵病。

3．保持装配工房一定温度。一般要求温度在18℃以上，以保证曳光药剂加工时的塑性要求。如温度太低，则药剂塑性降低而变脆，加工时易粘冲子，还会因浮药较多起火。

4．注意超差品的隔离和及时处理。特别应注意表面有润滑油

的半制品的及时处理，以免油脂进入弹头尾部被药剂吸收。

（三）弹头装配半制品尺寸确定

曳光弹头装配各道半制品尺寸的确定是根据产品的结构特点和加工方法来确定的，它与机床情况、工具质量也有密切关系。

1．确保装配后的弹头外形和尺寸要求。

2．尽量减少加工中产生的废品。例如，曳光弹头圆柱部较长时，为了减少和防止曳光药柱出现裂纹，采用了较小的过径加工率，因此过径分两次进行。

3．工艺简单，易于掌握。

下面以53式7.62曳光弹弹头装配为例，说明主要工序半制品尺寸确定的原则：

1．冲花工序

冲花后半制品主要尺寸有曳光管压入深度 h_1，弹头起弧点直径（中径）D_1 和起弧点高度 H_1，见图2-2-10。

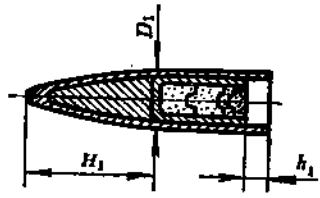


图2-2-10　冲花半制品的主要尺寸

（1）曳光管压入深度 h_1，是指曳光管压入弹头壳内后药面到弹头壳口部的距离。53式7.62曳光弹头 h_1 为 2～3 毫米，用刻线塞规检查。

曳光管压入深度 h_1 直接影响下几道装配工序尺寸和弹头轴向紧密性，可由改变冲花冲进入弹头壳内的深浅来进行调整。

（2）弹头起弧点直径（即中径）D_1 是由弧形模尺寸来保证的，即

$$D_{1\min} < D_1 < D_{1\max}$$

式中　$D_{1\min}$——产品图规定弹头中径最小值；

$D_{1\max}$——产品图规定弹头中径最大值。

53式7.62曳光弹头起弧点直径为7.82毫米$< D_1 <$7.87毫米。

（3）弹头弧形高度 H_1 由弧形模尺寸来确定，即

$$H_1=H_n$$

式中 H_n——产品图规定弹头弧形高度。

53式7.62曳光弹头弧形高为 $H_1=18.6$ 毫米。

弹头中径 D_1 和弧形高度 H_1，用中径检验器同时进行检查。

2．尾部预压

装圆垫和尾部预压一般是在同一工序中进行，其作用是防止圆垫脱落和窜动，并为尾部成形作准备。

53式7.62曳光弹头尾部预压与普通弹不同，它是将半制品弧形部送入弧形模内，并在装入圆垫后进行预压，见图2-2-11。

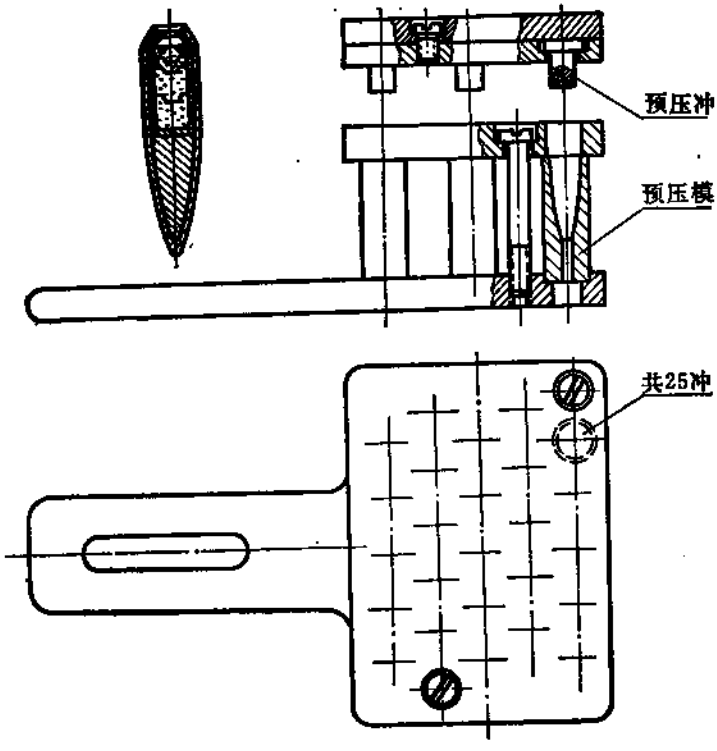


图2-2-11 尾部预压半制品和工装组合

3．尾部成形及过径

基本与普通弹头相同。53式7.62曳光弹尾部成形、过径后主要尺寸见图2-2-12。

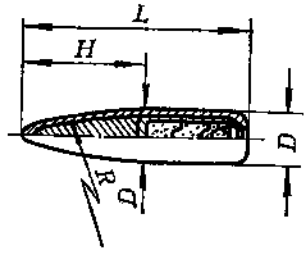


图2-2-12 尾部成型及过径后半制品主要尺寸

（1）弹头长度L

$$L_{smin}+0.2\leqslant L\leqslant L_{smax}-0.2$$

式中 L_{smin}——产品图规定弹头长度最小值；

L_{smax}——产品图规定弹头长度最大值。

53式7.62曳光弹弹头长度L为34.1毫米$\leqslant L\leqslant$34.7毫米，通常用长度卡规检查。

（2）弹头弧形半径R

$$R=R_s$$

式中 R_s——产品图规定弹头弧形半径。

53式7.62曳光弹弹头弧形半径R为55毫米。

（3）弹头圆柱部直径D

$$D_{smin}\leqslant D\leqslant D_{smax}$$

式中 D_{smin}——产品图规定弹头直径最小值；

D_{smax}——产品图规定弹头直径最大值。

即7.87毫米$\leqslant D\leqslant$7.92毫米；用环规检查。

（4）弹头起弧直径D与冲花工序D_1要求相同。

（5）弹头弧形高度H_1与冲花工序弧形高度H要求相同。

（四）弹头装配工具主要尺寸

53式7.62曳光弹弹头装配工具主要尺寸的确定原则与普通弹头相同。但由于曳光弹结构上的特点，其不同之处有以下几点：

1．成形模（图2-2-13）

为了简化工具种类和便于退货，53式7.62曳光弹弹头装配各道所用的弧形模，其起弧直径不取弹头产品图规定尺寸的最小

值，而取最大值

即 $$D=D_{smax}-(0.02\sim0.03) \tag{2-2-6}$$

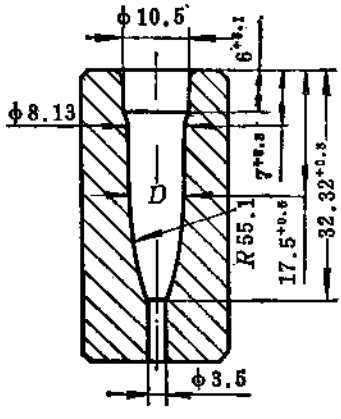


图2-2-13 成形模主要尺寸

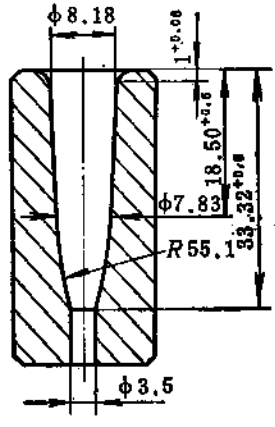


图2-2-14 冲花模主要尺寸

式中 D_{smax}——产品图规定弹头中径最大值。

2．冲花模（图2-2-14）

冲花模深度 h 应保证冲花后曳光管不脱落，并使口部能顺利地装入圈垫。

冲花时弹头壳应全部进入冲花模内，以保证曳光管胀在弹头壳内而弹头壳不出外观疵病，此时弹头壳口部应在模口处，其深度比模口 R 小。见图2-2-15。

冲花模口直径 $$D=D_c+(0.1\sim0.2) \tag{2-2-7}$$

式中 D_c——弹头壳扩口后口部外径（毫米）。

3．冲花冲如图 2-2-16 所示

（1）$\phi_1<d$

式中 d——曳光管内径（毫米）。

（2）$\phi_2=d_c-(0.1\sim0.2)$

式中 d_c——曳光管壳扩口后口部内径（毫米）。

（3）h——花深度，常取 1 毫米左右

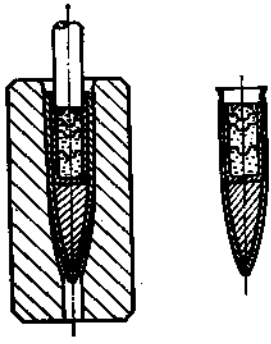


图2-2-15 冲花及半制品形状

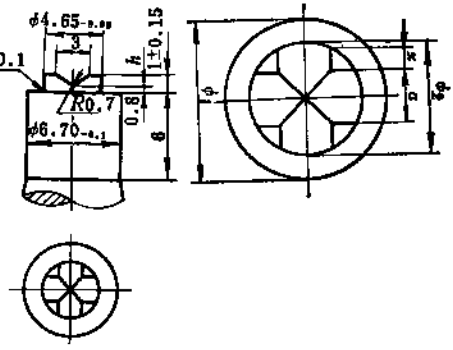


图2-2-16 冲花冲主要尺寸

（4）花宽 x

$$x=\sqrt{\left(\frac{\phi_2}{2}\right)^2-\left(\frac{\phi_2}{2}-\frac{a}{2}\right)^2}-\frac{a}{2} \qquad (2\text{-}2\text{-}8)$$

式中 ϕ_2、a 见图2-2-16，其余为已知尺寸。

（六）曳光弹头装配质量分析（见表2-2-8）

表2-2-8 曳光弹头装配的主要疵病及产生原因

序 号	疵 病 名 称	疵 病 产 生 原 因
1	钻 尖	合装冲花或装配时力量过大
2	尖部破坏	送货具中心不正
3	线 痕	（1）模内有金属屑； （2）模内有浮药或油污； （3）模子破裂
4	弧形部有环形凹槽	（1）一、二次冲尖加工调整不当； （2）弧形变换不良
5	弹头过长	（1）加工力量小卷边过小； （2）弹头壳过长； （3）弹头壳弹尖直径过小
6	弹头过短	（1）加工力量大卷边过大； （2）弹头壳过短； （3）弹头壳弹尖直径过大
7	圆垫孔变形	尾部加工力量过大
8	无花或掉花	（1）预压或收底卷边力量大； （2）曳光管引燃剂压药密度小
9	弧形部歪斜	模冲中心不合

第三章　主要质量问题及其分析

第一节　53式7.62穿燃弹射击时弹头飞行破裂

（一）现象

53式7.62穿甲燃烧弹头（以下简称穿燃弹头），是由弹头壳、穿甲钢心、燃烧剂、铅套和底碗壳等零件组成（见图3-1-1）。

这种枪弹生产效率低，而且在弹头制造的工艺上掌握不好时易产生弹头飞行破裂疵病。当53式7.62穿燃弹头出现弹头破裂时，一般都会出现如下现象：

1．枪口附近有灼眼的白色亮光；

2．同时伴有较大的爆炸声响；

3．距枪口8.5米和17.5米的偏差板上出现钢心和其他破片的穿孔。

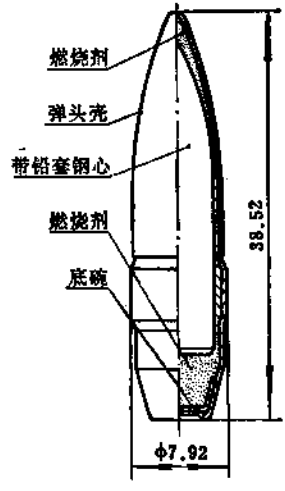


图3-1-1　53式7.62穿燃弹头

（二）原因分析

通过对破裂弹头的破片分析发现：弹头的弧形部一般都完整无损，而弹头后半部大都被炸坏；破裂的弹头壳上没有发现夹灰，残痕、裂缝和机械损伤等疵病；弹头壳硬度在合格范围内；弹头壳卷边大、卷边小的都有破裂。由此可以得知，弹头破裂是射击时发射药气体钻入弹头底部的零件缝隙中，点燃了燃烧剂，进而造成燃烧剂速燃乃至爆炸，将弹头后部炸裂。

发射药气体进入弹头底部零件间的缝隙是造成弹头破裂的主要原因。为此曾对弹头壳卷边大小作了大量试验。试验结果表明，

单纯掌握卷边仍不能解决问题。而通过改善弹头装配条件，提高装配的密实性后，对解决弹头飞行破裂有一定效果，但仍不能彻底解决破裂问题。

通过对产品结构的全面分析和多方面的实践得知，该产品的设计本身存在着严重缺陷，例如弹头底部为较硬的弹头壳、底碗、壳等零件，其互相接触中要求达到没有缝隙是困难的，而燃烧剂又靠近这个部位，所以势必要造成弹头飞行破裂。从装配中虽能改善一些紧密程度或把缝隙消除到最小程度，但在大量生产中这些措施只能使加工复杂化，降低生产效率，而且不能彻底解决弹头飞行破裂问题。

（三）措施

为了使弹头底部装配后密实、无缝隙，采用了铅垫代替底碗壳，取得了明显的效果。

经改进的新53式7.62穿燃弹头系由弹头壳、穿甲钢心、铅套、燃烧剂和铅垫等零件组成，见图3-1-2。

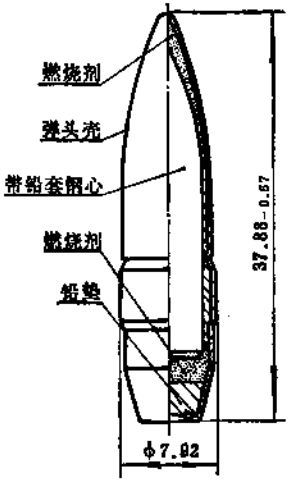


图3-1-2　新53式7.62穿燃弹头

由于弹头底部密封性的提高，在发射时发射药气体不但无缝可入，而且还迫使铅垫变形，使其更紧密地贴合在弹头壳内壁上，从而又进一步提高了密封性。

新53式7.62穿燃弹头经过各种恶劣条件下的大量性能试验，均未再出现破裂。新53式7.62穿燃弹头的改进成功，不仅彻底解决了破裂问题，而且简化了工艺，提高了生产率，使良品率提高到98%，成本也大大降低。

第二节　56式14.5穿燃弹头飞行破裂

（一）现象

56式14.5穿甲燃烧弹（以下简称穿燃弹）射击时，当弹头离开枪口后产生破裂，弹头壳、钢心、铅套等零件互相分离、或者变形断裂成碎片，而后呈不规则飞行，习惯称为“飞行破裂”，又称“空破”。

（二）危害性

弹头产生飞行破裂后，除不能攻击目标外，还有可能伤害我方战士。因此，必须防止弹头飞行破裂。

（三）原因分析

枪弹发射时，弹头在膛内受力情况比较复杂，引起破裂的原因也较多，现仅从弹头质量和枪管烧蚀方面加以说明。

1．影响弹头飞行破裂的因素

实践证明，弹头轴向装配不紧是造成飞行破裂的主要因素。而弹头零件尺寸、重量和形状的不当以及弹头装配不良都可造成弹头轴向不紧密，而使弹头飞行破裂增多。具体来讲，影响装配后弹头轴向不紧的原因有如下几方面：

（1）燃烧剂装药量不足；

（2）钢心长度过短；

（3）钢心直径过大；

（4）铅套过重；

（5）装配各工序间的调整不当，轴向加工力不足；

（6）弹头加工后尾部露铅；

（7）弹头有尾空，即弹头壳卷边与钢心底平面之间有间隙。

钢心直径过大及铅套过重，装配时都使径向加工率增大。这样当弹头经最后一次过径时，弹头壳被拉长，使弹头出现尾空。

弹头装配时进行调整，对确保枪弹性能起着重要作用，尤其是终压、收尾、卷边、平底工序的调整较为重要。

上述因素对弹头飞行破裂的影响，可从下面的试验中得到证明：如燃烧剂比规定量少装 0.7 克时，弹头轴向装配不紧密，射击 50 发就有 11 发空破。而不装燃烧剂只装 0.5 克水泥时，弹头轴向装配不紧，射击 50 发有 3 发空破。钢心直径大装配后有尾空的弹头，射击 100 发有 9 发空破。同时还用钢心直径合格装配后无尾空的弹头射击，结果没有产生空破现象。

枪管的烧蚀状况，对弹头飞行破裂的影响也是十分明显的。易产生弹头飞行破裂的枪管，一般是因为有严重的不均匀凹坑状烧蚀，或者是膛线起始部烧蚀有锋利的棱角。

枪管烧蚀对产生弹头飞行破裂的影响见表 3-2-1

表3-2-1　枪管烧蚀程度不同对弹头飞行破裂的影响

弹头钢心尺寸及装配情况		烧蚀轻微		烧蚀中等		烧蚀严重	
钢心直径（毫米）	装配质量	射击数（发）	空破数（发）	射击数（发）	空破数（发）	射击数（发）	空破数（发）
12.20～12.25	有尾空	120	0	120	0	120	5
12.48～12.54	有尾空	120	0	120	5	120	60
12.35～12.45	有尾空	40	0	40	0	40	7
总	计	280	0	280	5	280	72

2．弹头产生飞行破裂的过程

（1）弹头嵌入膛线时，由于膛线起始处已被烧蚀而呈现凹坑和棱角，这就增大了弹头进入膛线的阻力，而弹头壳一方面被压缩产生径向变形，另一方面则被拉长而变薄。特别是在膛线烧蚀不均匀的枪上射击时，使弹头壳一边严重变薄，有时还被刮出深沟，这都会使弹头产生空破。

（2）由于燃烧剂装药量过少和钢心直径过大等原因产生尾空时，射击时一方面发射药气体易钻入缝隙使弹头壳内壁受压紧贴枪膛，增加弹头壳前进阻力，另一方面发射药气体继续推动钢心前进，将弹头壳拉薄、拉长，造成飞行破裂。

（四）措施

1．钢心

（1）钢心直径一般应不超过φ12.43毫米（产品图规定为φ12.45$_{-0.1}$毫米），以防止或减少产生尾空。

（2）由于钢心中频加热淬火后其直径膨胀量与采用盐浴炉加热淬火有显著差别，故在淬火前应对钢心直径进行适当调整。

2．铅套

（1）铅套重量应以取中下限，即5.0～5.2克为宜。

（2）铅套小口端尺寸按小公差控制较为有利。

3．弹头壳

（1）弹头壳硬度以取中上限为宜。

（2）应对弹头壳的大、小尖进行控制（可采取整尖—切口—扩口的工艺加工）。

4．弹头装配

（1）燃烧剂装药量可按中、上限控制。

（2）终压应偏深一些为宜。

（3）收尾时弹头壳应收起直口。

（4）卷边应尽量多卷一些。

归纳起来即为终压要深，收尾多收，卷边多卷，平底加劲，弹底窝要小且均匀，零件一致性要好。或者说“轴向要紧；外形要正；一致性要好”。

第三节　56式14.5穿甲燃烧曳光弹射击时弹头飞行破裂

（一）现象

56式14.5穿甲燃烧曳光弹（简称14.5穿燃曳弹）射击时，由于曳光管在膛内产生速燃，出枪口后爆炸，致使弹头壳破裂，钢心、曳光管分离呈不规则飞行。

（二）原因分析

枪弹射击时，产生弹头飞行破裂的主要原因是由于曳光管的

压药质量不良造成的。曳光管压药质量不良时，在枪弹发射的瞬间，发射药的高温、高压气体促使曳光管中的药剂速燃并爆炸，造成弹头飞行破裂。

1．曳光管压药质量分析

生产枪弹曳光管时，一般均采用多孔容积计量方法装药和多冲定位压药。通常曳光管的压药密度主要与装药量有关，后者是影响压药密度变化的重要因素。

从14.5曳光管装压药主要参数（表3-3-1）可知，曳光剂和引燃剂各次压药压力为14.5枪弹允许最大膛压平均值的3倍。实践证明，当一、二次装药量正确，且药面压至符合规定的药面高度时，曳光管径向平均胀大约为1%。由于装入曳光管中的药量不能全部检查，故可利用曳光管压药后径向变形量的大小，间接检查装药量及其它影响压药密度变化的因素。

表3-3-1　14.5曳光管主要参数

装药次序	药剂名称	装药量(克)	药面高度(毫米)	压药压力(吨/个)	压药密度●(克/厘米^3)
一	曳光剂	0.76±0.02	7.75±0.1	5～5.5	2.19
二	曳光剂	0.71±0.02	13.45±0.1	4.5～5.0	2.17
三	传火剂	0.50±0.02	16.90±0.1	5～5.5	2.23
四	引燃剂	0.35±0.02	18～18.8	5.5～6.0	2.32

● 二、三、四次的压药密度值是本次压药及前几次压药密度的平均值。如第四次压药密度是一、二、三、四次的压药密度平均值。

除装药量是影响压药密度变化的重要因素外，还应注意如下几方面：

压药冲使用中的长度变短；

压药模内径因磨损变大；

曳光管壳加工工艺改变时引起的内容积变化；

装压药板孔数增多，使实际需用压力大于机床的实际压力。

2．装药量不足与压药力、压药密度、曳光管直径的关系

为了对比正常装药量与减少装药量的曳光管在射击性能上的

不同，曾进行以下试验。

试验采用了三种不同的曳光管：

（1）正常装压药的曳光管（编号760）；

（2）正常装压药的曳光管壳，但将其外径磨小至φ12.29～12.31毫米（编号761），以验证只要压药密度符合要求，直径虽小也不影响空破；

（3）减少装药量以改变压药密度的曳光管（编号762），其主要参数见表3-3-2。

表3-3-2 762曳光管主要参数

装药序号	药剂名称	装药量（克）	药面高度（毫米）	压药压力（吨）	压药密度（克/厘米^3）	曳光管直径（毫米）
一	曳光剂	0.64	7.5	2.0	2.07	12.28
二	曳光剂	0.65	13.4	1.2	2.05	
三	传火剂	0.50	16.9	2.2	2.10	12.33
四	引燃剂	0.35	18.50	3.3	～	

上述三种曳光管在相同条件下装配成弹头及成弹，并在同一支枪上连发射击，射击结果见表3-3-3。

表3-3-3 三种曳光管的射击情况

曳光管	枪械情况		射击数（发）	空破数（发）
	枪号	寿命		
760	073-5	200	54	0
761			46	0
762			60	11●

● 其中包括横弹5发。

3．不装引燃剂试验

为了确定曳光管中药剂的速燃、爆炸是否由于引燃剂引起的，采用了下述两种曳光管进行试验：

（1）按760曳光管一、二、三次装压药的条件加工，但不装引燃剂（编号763）；

（2）按762曳光管一、二、三次装压药的条件加工，但不装引燃剂（编号764）。

上述两种曳光管在相同条件下装配成弹头及成弹，并在同一支枪上连发射击，射击结果见表3-3-4。

表3-3-4　两种曳光管的射击情况

曳光管	枪械情况		射击数(发)	空破数(发)
	枪号	寿命		
763	219-4	500	43	0
764			29	8

由上述试验可知，在枪弹发射瞬间，若药剂压药密度不足，则曳光管在发射药的高温、高压气体作用下发生爆炸，从而引起弹头飞行破裂。

4．对引燃剂、曳光剂在膛内爆炸的分析

在枪弹发射瞬间，曳光管在枪膛内受以下力作用：

（1）受发射药燃烧时高温、高压气体直接作用；

（2）承受膛内发射时的强大机械应力；

（3）高速旋转产生的离心力。

从药剂的燃烧理论可知，药剂的燃烧速度是随它的初温上升而提高，随外界压力的增大而提高。当烟火剂在密闭或半密闭的空间燃烧时，如果燃烧温度及燃烧压力的迅速升高，则可以从速燃转变成爆炸。

采用较大的压力压制曳光剂、引燃剂可获得较高的压药密度，不仅使压制的药柱有足够的机械强度，而且随着药剂密度的提高，可减少燃烧气体渗入到药剂内部去的机会，使药剂达到缓慢均匀地燃烧。

鉴于以上分析，可以认为762、764两种压药密度较低的曳光管，在射击时产生弹头飞行破裂，是因为在枪弹发射瞬间，高温高压气体直接钻入到药剂中，造成瞬间全部点燃，在高温、高压

状态下转变成爆炸，促成弹头飞行破裂。

（三）措施

1．曳光管采用多孔容积计量装药时，影响药量正确性的重要条件是药剂造粒后的颗粒均匀性及分离状原材料的含量。为提高容积计量的准确性，可考虑在药剂造粒时进行“修正加工”，即将造粒未粘合拢呈分离状的原材料，经烘干后以适当孔径筛网筛分后，再加入适量酒精进行第二次造粒，以提高颗粒均匀性。

2．在曳光管压制后，注意检查曳光管直径大小，凡小于φ12.34毫米者不用。

3．影响压药密度变化的因素，如装药量、压药冲长度、压药模内径、机床闭合高度等，均应有有效的检验方法及合理的检查周期。

第四节　56式7.62普通弹射击时精度不稳定

（一）现象

枪弹精度是指弹着点密集的程度。精度值不合格或不稳定是一个重要的质量问题。

56式7.62普通枪弹精度不稳定的具体表现是：

——平均精度值偏大且复试率高；

——单批的精度值小，多批混合的精度值大；

——凡精度值不合格的经复修后其精度值小；

——往往是少数操作方法不统一而造成精度值不稳定；

——无论是从待修品中，或是在大量生产中都发现底窝露铅的精度值略小。

（二）原因分析

造成枪弹精度不合格或不稳定的原因很多，有枪、弹头、弹壳及装配等方面的原因，其中弹头的质量对精度的影响是较大的，而对于弹头来讲，主要是弹头的“三性”（一致性、对称性、合装密实性）较差。

（三）措施

1．在弹头壳制造方面：主要是控制弹头壳的一致性和对称性，为弹头装配时控制“三性”创造有利条件。具体作法是：

（1）控制弹头壳的壁厚差，以保持弹头的对称性。只要加强下料冲盂和引伸时的润滑，注意冲模同心度的调整，则弹头壳的壁厚差可以保持在较小范围内。

（2）控制弹头壳的壁厚和内外形尺寸，以保持弹头的一致性。一致性较差的弹头壳，往往给弹头装配带来困难。只要适当控制引伸和冲尖工具的磨损，统一冲尖的操作，就可以提高弹头壳的一致性。

2．在钢心制造方面：主要是控制钢心的一致性和对称性，为保证钢心压入铅套的质量创造有利条件。具体作法是：

（1）防止钢心弯曲，以保持钢心的一致性和对称性。只要提高冲形模的制造质量，防止其过分磨损，同时注意钢条的直径不宜过小、椭圆度不宜过大，就可以防止钢心产生弯曲现象。

（2）控制钢心两端面平齐，以保持钢心的对称性。只要注意在钢心下料时控制下料刀的间隙和磨损程度，这个要求是可以达到的。

3．在铅套制造方面：除了要控制铅套的对称性和为弹头装配时控制弹头的对称性创造有利条件外，还要为弹头装配时控制弹头重心位置的一致性创造有利条件。具体作法是：

（1）控制铅套口部及弧形部的壁厚差，以有利于保持弹头的对称性。只要提高冲模同心度和加强对冲子力量的正确调整，保持良好的润滑作用，这样铅套的壁厚差就可以保持在较小的范围内。

（2）控制钢心突出铅套的高度，为保持弹头重心位置的一致性创造条件。钢心突出铅套过高时，对稳定枪弹精度不利；钢心突出铅套过低时，则不仅使弹头底窝露铅程度大，影响外观，而且还使弹头装配时不易达到合装密实性的要求，也对枪弹精度不利。钢心突出铅套的合适高度，是在保证弹头合装密实性的条

件下，允许底窝有不大的露铅，能达到保持弹头重心位置的一致性为好。

4．在弹头装配方面，主要是控制弹头的一致性、对称性和合装密实性。具体作法是：

（1）控制底窝的露铅程度，以保持弹头装配的密实性。实践证明，若加大合铅、予压、卷边的力量，则弹头底窝可能有轻微的露铅，这是允许的，但要注意切不可以改低钢心突出铅套的尺寸来形成露铅。

（2）控制予压、卷边、成形的圆柱部直径，以保持弹头的对称性。弹头装配后，其尾锥部与圆柱部的交接处有不同程度的倾斜。只要适当控制予压、卷边和成形后的圆柱部直径，就可以避免在过径时，因圆柱部直径收小过多而使枪弹精度受到影响。

（3）控制弧形部、尾锥部对圆柱部的不同轴度，以提高弹头的对称性。只要加强冲模同心度和冲子力量的正确调整，同时提高工具的质量。弧形部、尾锥部对圆柱部的不同轴度是可以控制在较小范围内的。

（4）控制圆柱部的直径公差，以提高弹头的一致性。产品图中圆柱部直径的公差为0.05毫米。实践证明，圆柱部的公差以掌握在偏中上限为宜。由于过径模采用了硬质合金，为掌握圆柱部直径的公差创造了有利条件。

（5）防止辊沟过宽，避免圆柱部压扁。

第五节　56式14.5穿甲燃烧曳光弹光程不足

（一）现象

56式14.5穿甲燃烧曳光弹（简称穿燃曳弹），配用于56式14.5高射机枪，对其光程要求为大于2000米，曳光率不低于80%。根据实测结果，常温平射光程可达2000米以上，其曳光时间均超过3.4秒。出现光程不足的枪弹，其平均曳光时间低于3.4秒，而光程一般只能达到1500米左右。

（二）危害性

如果穿燃曳弹的光程不足，不能及时地追踪活动目标，影响射击，浪费弹药，贻误战机。

（三）原因分析

光程不足主要是由于曳光药柱燃烧速度快，曳光时间短所造成的。影响燃速的因素有以下几方面：

1．药剂成分　曳光剂是由金属可燃剂、氧化剂和粘合剂三者组成。在燃烧过程中以金属可燃剂为主；氧化剂起助燃作用；粘合剂为有机可燃物，并能调节燃烧速度，增加药柱强度。

各种金属可燃剂的燃烧速度在同一条件下是不一致的，要看金属与氧的化合力而定。如镁与铝相比，镁的化合力就较铝为强，化学反应快，燃烧就快。因此，如将镁粉的成分中以铝粉代替一部分，就可以起到延长燃烧时间的作用。

适当降低氧化剂在曳光剂中含量，而以粘合剂补充，亦可获得燃烧速度缓慢的效果。

2．原材料颗粒大小　颗粒大，燃烧速度慢，反之则快。金属可燃剂——镁粉、铝镁合金粉的粒度在燃烧过程中起主要作用。粗粒多，燃烧面积就小，燃烧时间就相应增加。

氧化剂硝酸锶在燃烧过程中起助燃作用。一切可燃物在不同供氧速度的情况下，其燃烧速度亦不相同。供氧充足燃烧速度快，反之则缓慢。颗粒粗的硝酸锶与同重量颗粒细的面积相比，前者面积小，在燃烧时分解氧量缓慢，造成供氧不足，因此，燃烧速度缓慢。

曳光剂原材料的颗粒也不能过粗，如果颗粒间粗细悬殊太大，就可能带来其他危害性，如药剂成分不均，影响药柱均匀燃烧，甚至可能造成中途熄火。

3．药柱密度　曳光弹曳光管的药柱，在膛内应能承受最高膛压。因此，要求压制药柱的压力应为膛压的三倍左右，以保证药柱在射击时的完整性，并起到逐层燃烧的作用。如果药柱强度

不够，则在膛内经不住膛压而被破坏，使燃速加快，曳光时间变短，达不到光程的要求。

为了克服上述疵病，要求药柱密度达到临界密度以上。例如14.5曳光管药柱压药所需的最小压力应为8000公斤/厘米^2，以保证达到其临界密度2.3克/厘米^3。

4．射击温度　自然气温、气压不同，曳光时间亦有所差别。射击时枪弹温度高的较温度低的曳光时间短。如常温20℃与高温50℃高射时相比，曳光时间平均差0.11秒。这是因为曳光药柱燃烧时所产生的热量，一部分供给即将燃烧的下一层药，使其预热分解，这样高温枪弹的参与反应区药层吸收的热量就要少于常温枪弹参与反应区药层吸收的热量，所以高温射击时燃烧速度较快，其曳光时间就短。

由生产实践可知，镁粉粒度大小对光程的影响很大。硝酸锶的粒度对光程也有一定影响。表3-5-1列出了镁粉、硝酸锶粒度

表3-5-1　镁粉、硝酸锶粒度与静燃时间和飞行时间的关系

试验项目 \ 曳光剂		细镁粉，细硝酸锶（正常生产）	粗镁粉，细硝酸锶（试验）	粗镁粉，粗硝酸锶（试验）
静燃时间（秒）	数量（发）	10	10	20
	最大	5.6	5.8	5.4
	最小	5.2	5.4	5.2
	平均	5.39	5.54	5.33
常温高射飞行时间（秒）	数量	30	20	20
	最大	4	4.6	4.4
	最小	2.8	4.0	4.0
	平均	3.24	4.24	4.2
曳光合格率（%）		30	100	100
飞行时间是静燃时间的（%）		60	77	79

注：1.细镁粉是将2号镁粉用0.30毫米除去筛上物后面用于曳光剂中。
2.粗镁粉是将2号镁粉用0.30毫米除去筛上物后，再用0.19毫米除去筛下物用于曳光剂中。
3.细硝酸锶是用磨粉机打碎，滤料板孔径为1.5毫米，再用0.19毫米过筛，筛下物用于曳光剂中。
4.粗硝酸锶是用磨粉机打碎，滤料板孔径为3.5毫米，再用0.224毫米筛子过筛，筛下物用于曳光剂中（因硝酸锶过粗，生产上未用）。

与静燃时间和飞行时间的关系。

（四）措施

试验证明，光程不足的主要原因是药剂的粒度细造成的。采取以下措施后，不论高温或常温射击，曳光时间均在3.4秒以上。

1．将现用的2号镁粉用筛孔为0.19毫米的筛子筛去约21%，其细末不用于制造曳光剂。

2．提高硝酸锶的粒度，将破碎硝酸锶的滤料板孔径加大0.5毫米，可滤去一部分粒度较细的硝酸锶。

第六节　大口径枪弹曳光管制造和装配时产生燃烧问题

（一）现象

12.7和14.5穿甲燃烧曳光弹，生产过程中出现过程度不同的燃烧事故。这些燃烧事故多半是由于曳光管燃烧引起的。

药剂制造过程的引燃剂造粒、装瓶、曳光管压药、退管和辊光，以及弹头装配各工序间的漏斗送货、下货、弹头辊光等，都容易产生燃烧。曳光管燃烧除药剂制造主要是由于摩擦发火引起外，其它工序均属冲子或弹头撞击曳光管引燃剂药面所造成的。

（二）原因分析

曳光管内的引燃剂，其冲击、摩擦和火焰感度是较高的，因而受到冲击易产生燃烧。

为使引燃剂均匀缓慢地燃烧，并具有足够的机械强度，尤其在枪弹发射时能承受其机械破坏力，仅采用提高单位面积压力，不能满足对粒状药剂强度的要求。

引燃剂的燃烧过程是一个氧化-还原反应。依靠外界的热能量，如冲击、摩擦转化的热能或火焰热能，使引燃剂中的氧化剂分解出来的氧来氧化活性金属镁粉进行燃烧。因此，氧化剂分解需要的温度高低，可以看作为衡量引燃剂感度的尺度。

引燃剂中含有氧化剂、可燃剂和粘合剂。引燃剂在燃烧时仅

利用空气中的氧不能满足燃烧速度的要求，还必须由氧化剂供氧才能达到燃烧的需要。氧化剂应为含氧量高、放氧容易的化合物，在±60℃温度范围内保持稳定并耐潮湿。硝酸钡和过氧化钡均属氧化剂。过氧化钡分解时需要热量 17 千卡/克分子，而硝酸钡分解时需要热量 104.4 千卡/克分子。由此可见硝酸钡分解所需的热量比过氧化钡要多。也就是说，硝酸钡比过氧化钡安定。在引燃剂配方中适当增加硝酸钡和减少过氧化钡含量，能降低其冲击感度。

从大口径枪弹用曳光管中引燃剂的配方（以下简称配方 1）和 7.62 枪弹用曳光管中引燃剂的配方（以下简称配方 2）对比（表 3-6-1）可以看出，配方 1 中的过氧化钡含量较高，其冲击感

表3-6-1　两种引燃剂配方

成分 \ 配方	配方 1 (%)	配方 2 (%)
过氧化钡 BaO_2	45±1.5	30±1.5
硝酸钡 $Ba(NO_3)_2$	32.5±1.5	48±1.5
镁粉 Mg	15.5±1.5	15±1.5
酚醛树脂 $C_{12}H_{12}O_2$	7±1.5	7±1.5

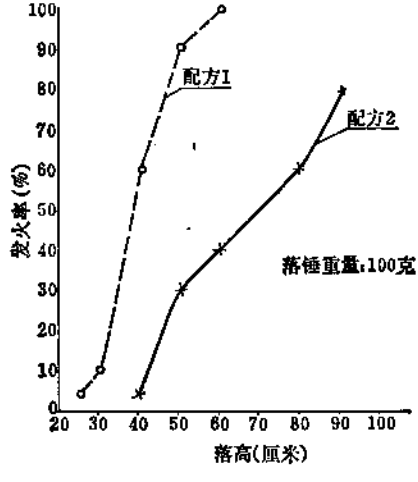


图3-6-1　落锤试验的撞击感度曲线

度也高。

以两种配方压制的曳光管，在落锤仪上作冲击感度对比试验，所绘制的曲线如图 3-6-1 所示。

由曲线可看出：配方 2 压制的曳光管比配方 1 的钝感。

（三）措施

用两种引燃剂配方压制的曳光管，将其装配成枪弹，作常温、升温和低温的光程及受潮、高温、高湿的光程等对比试验，证明配方 2 与配方 1 在光程和曳光率等方面基本相同，而配方 2 比配方 1 在保证使用安全方面较好一些。

枪弹弹壳制造

目　录

概述 …… 1

第一章　弹壳制造 …… 3

第一节　圆钢下料、打饼、挤盂 …… 7

第二节　片材下料冲盂 …… 49

第三节　引伸 …… 77

第四节　挤口与切口 …… 119

第五节　打凹与平底 …… 129

第六节　冲传火孔 …… 150

第七节　收口 …… 157

第八节　车底齐口 …… 178

第二章　弹壳检验 …… 191

第一节　尺寸较量 …… 191

第二节　外观检选与光电检孔 …… 198

第三节　弹壳验收 …… 204

第三章　弹壳使用中主要质量问题及其分析 …… 206

第一节　56式7.62涂漆钢弹壳纵裂 …… 206

第二节　枪弹射击后弹壳横断 …… 208

第三节　53式7.62枪弹射击时横断和喷烟 …… 214

概　述

枪弹是由弹头、弹壳、发射药和底火等四部分组成(图0-0-1)。

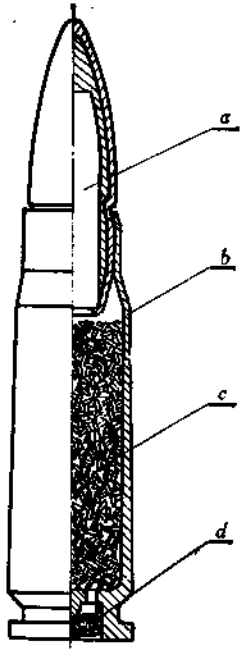


图 0-0-1　枪弹结构

a—弹头；　*b*—弹壳；
c—发射药；*d*—底火。

弹壳是枪弹的主要零部件之一。

弹壳用以连接弹头、底火并盛装发射药。弹头装在弹壳的弹室部，在弹头和弹壳的结合部位涂有内涂口密封漆。底火装在弹壳底部的底火室内。弹头装入弹壳和底火装入底火室后，在其连接处均须涂防潮漆，以保证长期储存和运输时发射药不变质。

弹壳在射击时起闭气作用。发射药点燃后所生成的高温高压气体，使弹壳壁紧贴枪膛壁，防止火药气体从枪管尾部喷出。

此外，当击针击发底火时，弹壳还起着支撑的作用。在采用药筒底压式开锁的武器上，弹壳还起着传递开锁底压力的作用。

弹壳体部有直筒式和带斜肩式两种（图 0-0-2）。直筒式弹壳便于加工；带斜肩式弹壳，可以在口径一定药室容积较大的情况下，把弹壳做得短一些，重量轻一些，还可以减少退壳时枪机的后座行程，缩短机匣长度、减轻枪的重量和提高射击频率。

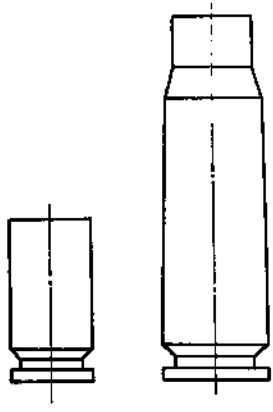


图0-0-2　直筒式和带斜肩式弹壳

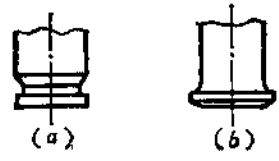


图0-0-3　弹壳的底部形状
a—无起缘式；b—有起缘式。

弹壳的底部形状如图 0-0-3 所示。现在广泛采用便于加工的无起缘结构型式。这种结构型式可使枪的供弹和退壳机构简单，重量较轻。

枪弹弹壳的制造和整个枪弹制造工业一样，随着我国社会主义革命和建设事业的蓬勃发展，生产水平不断得到提高，目前有不少加工工艺达到了先进水平。例如，引伸加工中间不退火；实现一次总加工率超过85%的先进指标，使引伸次数减少了70%以上；采用电泳涂漆新工艺等。在制造所用设备方面也已经改变了原来的落后面貌，过去使用的单冲头、单工位、低转数、低效率的机器设备已经为多冲头、多工位、高转数、高效率的机器所代替。

在弹壳制造所用材料方面经过了用覆铜钢代替黄铜和用钢代替覆铜钢两次技术革新，为国家节约了大量的有色金属。并且，在用钢代替覆铜钢的同时，还以棒材代替了片材，大大提高了材料利用率。

第一章 弹壳制造

目前我国生产的弹壳，基本分为两类：一类是圆钢（或称钢棒）制造的钢质弹壳，另一类是覆铜钢片（以下简称料片或片材）制造的弹壳。

弹壳按其外形，分为口部、肩部、体部和底部。按其内形分为弹室、药室和底火室。药部的外形由底槽和底缘组成（如图1-0-1）。

弹室即弹头在弹壳内所占的空间，用于连接弹头；药室是除弹室以外的弹壳内部空间，盛装发射药用；底火室是弹壳底部容纳底火的空间，固定底火用。

火台与枪的击针相配合，用以击发底火，使火焰通过传火孔点燃发射药。

弹壳口部、肩部、体部在射击时，紧贴弹膛起闭气作用，防止发射药气体从枪管尾部冲出。

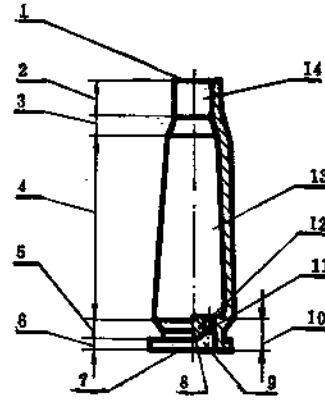


图1-0-1 弹壳各部位名称

1—口部平面；2—口部；3—肩部；4—体部；5—底槽；6—底缘；7—底面；8—火台；9—底火室；10—底部；11—传火孔；12—隔板；13—药室；14—弹室。

根据各种枪弹的弹壳外形尺寸不同，枪的结构不一，射击时的定位方式也不同；无起缘、无斜肩的圆筒形弹壳一般用口部平面定位；无起缘弹壳大部分是用肩部定位；有起缘弹壳通常是用底缘定位。

弹壳体部一般制成锥形，和弹膛保持一定的初始间隙，便于进膛和射击后退膛，并应具有一定的强度和刚度。

弹壳底部应有足够的强度，防止射击时产生底火室漏烟、掉底火和底缘拉脱等现象发生。

底槽与枪的退壳钩相配合，射击后供退壳用。

底平面用以压印生产工厂的代号与生产年份。

正确地选择弹壳的金属材料具有重要意义，它不仅影响到能否满足弹壳的战术要求，还会影响到弹壳质量，生产效率和生产周期等。

对弹壳材料的要求可分为以下三方面：

1．使用方面

（1）具有一定的机械性能，即应有足够的强度、弹性和塑性。

（2）在长期储存过程中，不应改变在制造过程中所获得的机械性能，或稍有改变也不影响使用时的性能。

（3）应具有很好的抗蚀性，不致因长期储存而腐蚀、破坏。

（4）与发射药不起化学作用。

2、工艺方面的要求

（1）有良好的塑性变形能力，能适应冷冲压和冷挤压加工的要求。

（2）为恢复塑性或达到一定机械性能所采用的热处理方法应简单。

（3）应易进行切削加工。

3．经济方面的要求

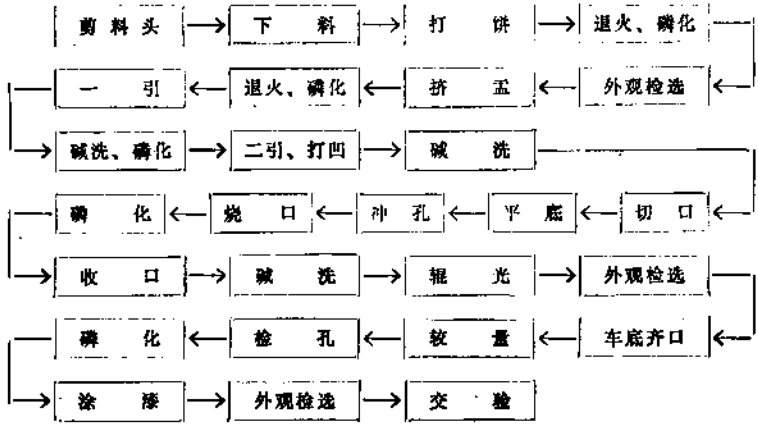
（1）国内资源丰富，材料来源广。工艺简单。

（2）成本低。

弹壳制造工艺，可根据不同弹种、不同材料和不同的生产条件而有所不同。即使是同一弹种，其工艺过程也不完全相同。概括起来，弹壳制造工艺一般包括以下几种基本加工工艺：冲压；热处理；表面处理；切削；检查和其它辅助工序。下面以56式7.62钢质弹壳等为例来分析说明。

56式7.62钢质涂漆弹壳是用直径为13毫米的S15A或S14A

圆钢制成，其工艺过程如下：

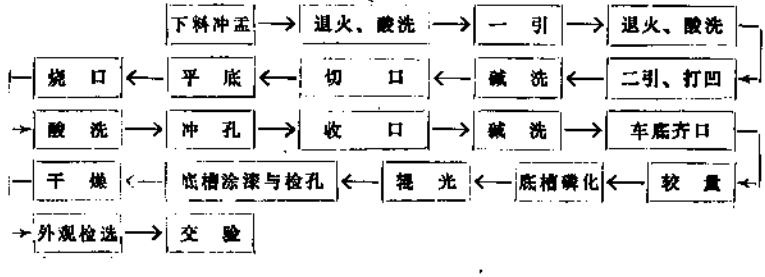


根据生产条件不同，有的工厂不设一、二引之间的碱洗、磷化工序和收口碱洗后的辊光工序。

56式14.5弹壳是用直径为26毫米的S20A圆钢制成，加工过程与56式7.62弹壳基本相同，所不同之处是收口次数为二次或者三次，无二引打凹后碱洗、切口和收口后碱洗、辊光、外观检选等工序，采用挤口与二次引伸、打凹同时进行。

54式12.7弹壳用直径为23毫米的S20A圆钢制成，与56式7.62弹壳加工过程不同之处是打饼后先在900℃温度下淬火，并在720℃下回火；引伸次数为三次；挤口与三引同时进行；打凹与引伸不组合在一台机床上。

56式7.62覆铜钢弹壳，是用F18覆铜钢片制成的，其工艺过程如下：



56 式 7.62 覆铜钢弹壳，53 式 7.62 覆铜钢弹壳，51 式 7.62 手枪弹覆铜钢弹壳的片材厚度除手枪弹壳为 $2.65_{-0.09}$ 毫米外，其余均为 $3.1_{-0.1}$ 毫米。其不同之处，后二种弹壳，引伸次数为三次，打凹为单独工序，53 式 7.62 弹壳在弹体下部涂漆如图 1-0-2 所示。51 式 7.62 手枪弹壳底槽不磷化，涂两次漆。

弹壳的变形过程如图1-0-3。

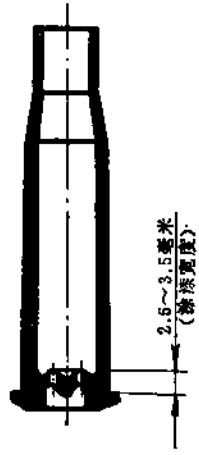


图1-0-2　53式7.62弹壳

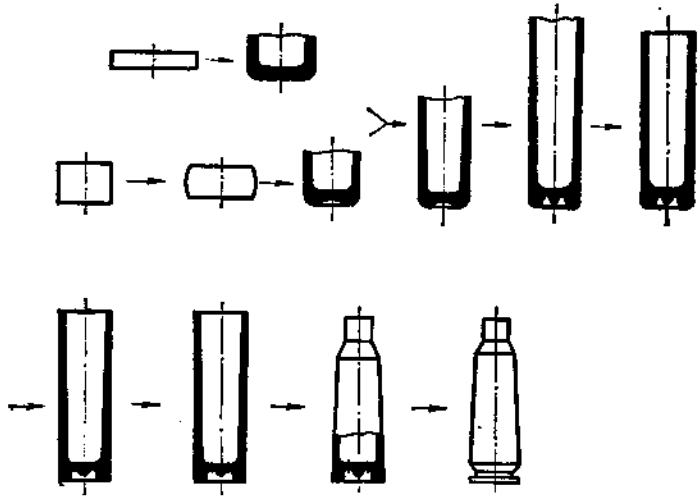


图1-0-3　弹壳变形过程图

第一节　圆钢下料、打饼、挤盂

“无产阶级文化大革命是使我国社会生产力发展的一个强大的推动力。”在毛主席无产阶级革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命，我国枪弹工业得到了突飞猛进的发展。在弹壳制造原材料方面，已由覆铜钢片改为圆钢，下料冲盂改为冷挤盂（以下简称挤盂），这是我国工人阶级发扬自力更生、敢想敢干的革命精神所取得的重大革新成果。

用圆钢代替覆铜钢片制造弹壳，具有很重要的现实意义，它不仅有利于战备生产，便于弹壳材料就地供应，而且还可以不用有色金属，节约黑色金属，降低成本，改善产品机械性能。目前，这种新工艺已在枪弹生产中广泛采用，具有广阔的发展前途。

一、圆钢冷挤压

（一）冷挤压的特点与分类

用冷挤压方法制造的零件其应力状态是三向受压，所以具有比其它加工方法能承受较大变形量和变形抗力的特点。但对工具的单位压力要求比较高，一般在250～300公斤/毫米^2，而且冷挤压过程中零件的温度可高达300℃左右，是在冷、热交替状态下工作。所以，对冷挤压模具的强度、硬度和挤压过程的润滑条件要求较高，冷挤压的设备也应满足刚性好、能量大、精度好的要求。

冷挤压（以下简称挤压）的形式可分为三种类型(如图1-1-1)。

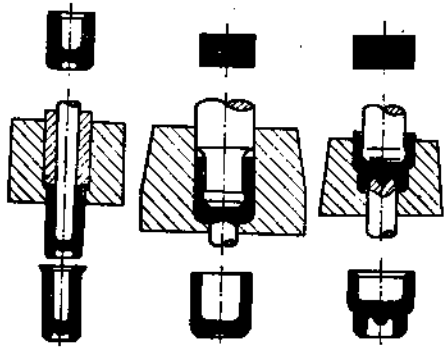


图1-1-1　三种挤压形式

1．正挤压　金属流动方向与冲子的运动方向相同的挤压方法。这种方法可挤压实心件，也可挤压空心件。

2．反挤压　金属流动方向与冲子的运动方向相反的挤压方法。可挤压实心件，也可挤压空心件。

3．复合挤压　是以上两种方法的组合。

弹壳盂子的挤压一般采用反挤法，也有利用复合挤压法的。

这三种挤压方法的金属都是沿轴向流动的，近年来又发展了径向冷挤压方法。

（二）反挤压金属流动

用实心毛坯反挤压盂子时金属流动情况见图1-1-2。当挤盂冲

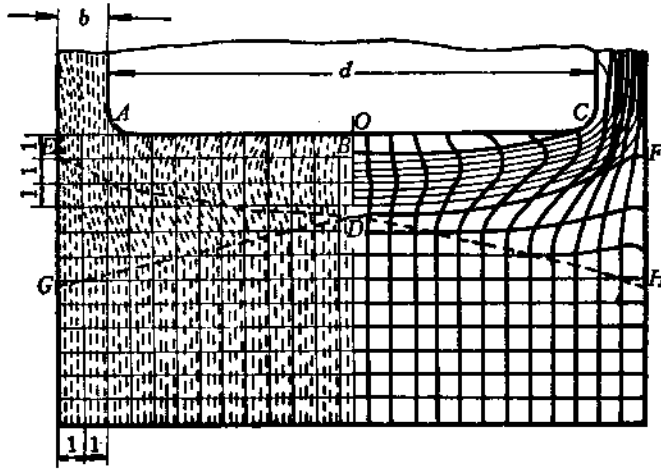


图1-1-2　在冷作反挤中大变形区域的情形

开始挤压毛坯时，它的变形区不是紧贴着冲子端面，而是处于冲子以下一段距离的地方。紧靠在冲子端面变形极少的部分称为变形粘滞区，如图 1-1-2 的 ABC 以上的部分。它的大小是根 据挤压条件而变化的。这个区的轴向尺寸有的较大，有的较小，与冲子和毛坯之间摩擦力的大小有关。

反挤压时，毛坯上金属不是全部参与塑性变形，毛坯的外底

部（GDH以下）在开始是没有变形的，只有当挤压进行到底厚接近盂子的侧壁厚（b）时才开始变形。ABC与EDF之间为强变形区，呈球形。EDG以下的变形程度逐渐减小，消失于锥形面GDH上。

纵座标弯曲的情形说明，冲子端部对金属的流动是起制动作用的。

可以用硬度试验法（HV_5）来分析挤盂后各部分变形情况。从图1-1-3（a）可以看到：

1．内表面硬度高于外表面硬度，说明内表面变形较大(观察金相组织更为明显)。

2．根部硬度最高，说明根部变形最大。

片材下料冲盂与上述情况相反，如图1-1-3（b），其情况如下：

1．壁部口部加工率大，因此硬度高。

2．底部和根部加工率较小，因此硬度较低。

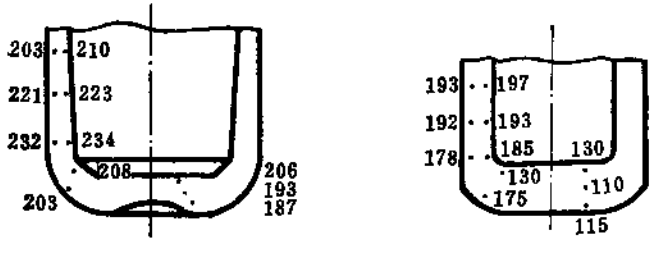


图1-1-3　盂子硬度分布情况

a—圆钢挤盂；b—片材冲盂。

（三）挤压变形阶段

反挤压的变形可分为三个阶段，下面以56式7.62钢质弹壳挤盂为例来分析说明（图1-1-4）。

第一阶段　冲子挤压毛坯使金属充满冲子与模子的空间，这时挤压力是急剧增高的。当塑性变形随着冲子运动而扩展时，金属便开始反向流动。

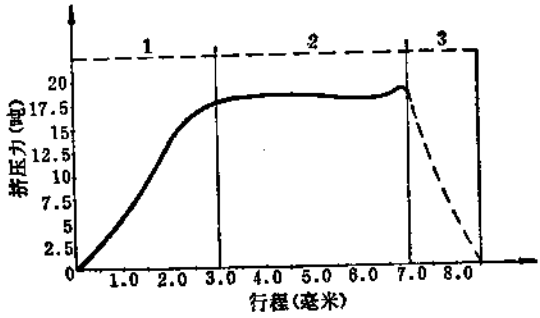


图1-1-4　56式7.62钢质弹壳挤盂的压力曲线

第二阶段　冲子继续向下运动，使金属在冲子与模子的环状间隙中向上流动。在此阶段挤压力几乎保持不变。

第三阶段　挤压完成后压力下降。

二、下料、打饼和挤盂工艺

用冷挤压方法挤盂，其毛坯可采用热轧圆钢或冷拔圆钢。用冷拔料时，直径公差小，便于下料，重量公差小，工艺上易控制，但材料价格较贵。用热轧料，其直径公差大，下料困难，不便传递，重量公差大，工艺上难控制，但材料价格较便宜，来源广。目前56式7.62弹壳一般是用φ16毫米热轧钢再冷拔成φ13毫米圆钢下料制取毛坯。54式12.7与56式14.5弹壳一般是直接采用热轧圆钢。

热轧圆钢表面有氧化皮、结疤、折迭、裂纹和脱碳等疵病，对产品质量有很大影响，这是射击后产生体裂的主要因素，也是目前钢质弹壳生产中须特别注意的问题之一。

（一）下料

下料制取毛坯是用圆钢制造弹壳的第一道工序，一般采用冷剪下料。实践证实冷剪下料是目前生产挤压毛坯最迅速、最经济的方法之一。

在冷剪过程中，考虑到圆钢直径的改变、料的弯曲度和端面

变形（马蹄形偏斜）等因素，以控制重量的方法代替长度测量较为合理。对于小直径的圆钢毛坯，其重量偏差可控制在±0.1克的范围内。

56式7.62弹壳下料工装通常采用如图1-1-5所示的结构型式。

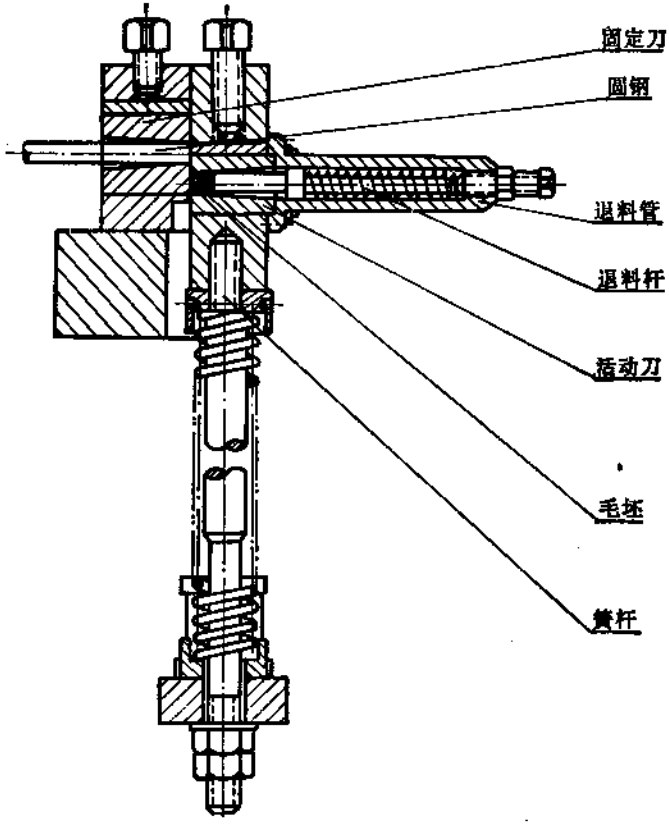


图1-1-5　下料工装结构图

圆钢切断是利用两个圆筒形下料刀的相对运动来完成的。下料刀分为活动的和固定的两种，前者固定在活动的滑板上，由冲床的往复运动完成剪断任务。固定刀装于底座上。

下面着重分析一下影响下料质量的有关因素：

1．间隙　合理选取两下料刀之间轴向间隙是保证获得良好端面质量的一个关键。间隙小，形成撕裂突起，端面不光洁；若间隙逐渐增大，则端面质量就逐渐改善，到一定数值又开始下降；间隙过大又会造成端面倾斜，所以间隙不能过大也不能过小，要有一个合理的范围（见表1-1-1）。间隙与毛坯直径的比值一般在1.5～2%。

表1-1-1　下料刀轴向间隙值

序号	钢　号	材料状态	剪切方式	圆钢直径(毫米)	轴向间隙(毫米)
1	S20A	热轧	冷剪	$\phi 26 \pm 0.5$	0.4～0.6
2	S20A	热轧	冷剪	$\phi 23 \pm 0.5$	0.4～0.6
3	S14A	冷轧	冷剪	$\phi 13_{-0.12}$	0.2～0.3

2．冷剪和热剪　冷剪是指在常温工作条件下进行剪切，而热剪是将低碳钢加热到一定温度范围进行的。在这个温度范围内，低碳钢的性能变脆，可以提高剪切后的端面质量，又因剪切端面呈蓝色，故称“蓝脆下料”。一般说来，冷挤压钢材冷剪时端面质量较差，而热剪时端面质量较好。但也不是绝对的，端面质量还与圆钢直径大小、剪切速度、圆钢的交货状态、剪切模具结构等有关。枪弹弹壳的圆钢下料一般多采用冷下料。

3．下料刀形式　下料刀形式对剪切质量影响较大，一般固定刀均采用圆筒形，而活动刀则有半圆形和整圆形两种。采用半圆形活动刀，在剪切过程中坯料容易变形，尺寸偏差较大，蓝脆下料时多采用此种形式；整圆活动刀在剪切过程中毛坯变形较少，尺寸偏差较小，小口径枪弹弹壳下料一般采用此种形式的下料刀。下料刀内孔直径与圆钢直径的间隙通常为0.1～0.3毫米。

4．定位装置　定位装置分死定位和活定位两种。死定位即圆钢在剪切过程中，定位装置固定不动（如图1-1-6）。采用这种定位装置时，剪切断面有半圆形擦伤，影响挤孟质量。

活动定位即圆钢送进下料刀内定好长度，当活动下料刀压紧圆钢开始剪切的瞬间，定位装置即后退离开，这样就避免了剪切时因毛坯伸长而刮伤端面。

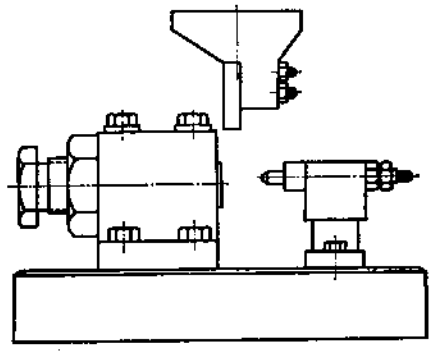


图1-1-6　固定定位

5．剪切速度　剪切速度对端面质量也有影响，实践证明，剪切速度快，端面质量好。目前有两种解释。一种是应变速度快，金属变脆；另一种是应变速度快，惯性大，使剪切部分来不及弯曲。

6．模具强度　圆钢剪切是冲击载荷，模具应具有足够的强度和一定的韧性，模座应牢固可靠，以免在使用中变形，造成剪切质量不好和模具寿命降低。

（二）打饼

圆钢下料后进行打饼，其作用是将毛坯两端面打平或者自由镦粗，其优点是：可以用公差较大的材料代替尺寸公差较严的材料；可以在冷镦过程发现材料的疵病（裂缝、夹灰等）；可增大材料横断面积，用直径较小的材料代替直径较大的材料。

打饼在枪弹厂基本有三种类型，如图 1-1-7 所示。

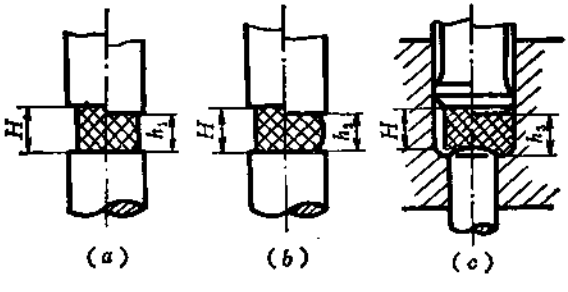


图1-1-7　打饼类型

（a）型　仅起打平作用，$H \approx h_1$，设备吨位小，工装简单，在56式7.62弹壳生产中普遍采用这种打饼型式。

这种方法适用于圆钢直径较小的毛坯下料后的整形，可以提高挤盂的质量。

（b）型　即自由镦粗。在打饼时，给予一定加工量可使$h_2 < H$，并易发现材料疵病。54式12.7和56式14.5钢质弹壳多采用这种方法。

（c）型　即整型，便于挤盂。对挤盂质量能起一定保证作用，但工装较复杂，并要求挤盂漏斗定向。原56式7.62弹壳生产中曾采用过此种类型。

打饼对挤盂质量有一定的影响。打饼时通常要求两端面不平行度不超过0.1毫米。

正常圆饼两个端面是平行的，其轮廓线呈圆形而且在同一轴线上。

（三）挤盂

打饼后的半制品要经过退火，以消除冷作硬化，恢复塑性。退火后还要经过酸洗，除去氧化层，并经磷化和皂化处理，使圆饼表面形成均匀的磷化和皂化膜，并在挤盂过程起润滑作用。挤盂之前，圆饼应经过外观检选，选出下料、打饼工序造成的废品和材料疵病造成的废品。

挤盂所用的模具结构如图1-1-8所示。它由挤盂冲、挤盂模、底冲、底垫、垫铁、退货卡、顶杆等组成。

弹壳挤盂时采用冲头与模口直径导向，因此在模具设计时，必须保证在挤压开始时，挤盂冲应进入模内导向部分一定距离。底垫的厚度精度要求较高，或者制成若干个不同厚度的底垫，以调整挤盂后底部形状。

经过退火、磷化后的待制品在挤盂机上进行挤盂。若磷化不好，皂化质量低劣，则会出现壁厚差过大、盂口倾斜和底部厚度不均等疵病。

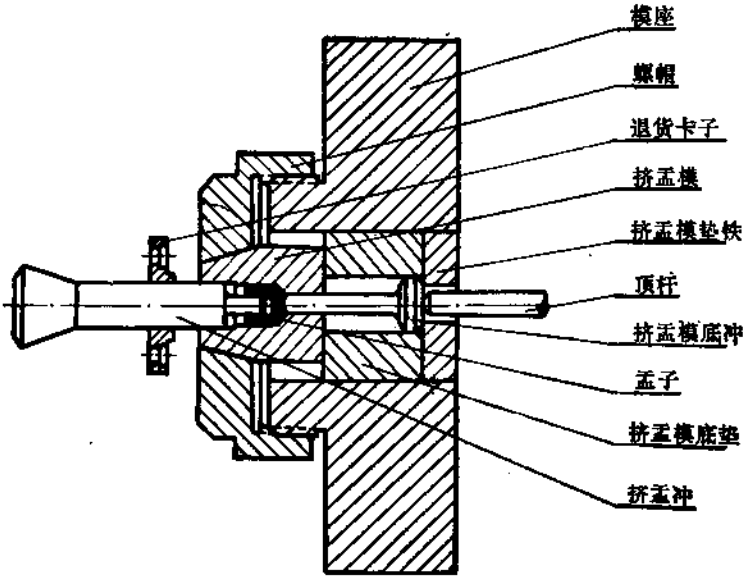


图1-1-8　挤盂工装组合图

挤盂的质量还与下料的端面质量有关。由图 1-1-9 可看出，端面质量的好坏直接影响到盂子的内壁、口部和底部质量。有的疵病经引伸也不能消除，保留在弹壳的体部和底部，严重者会影

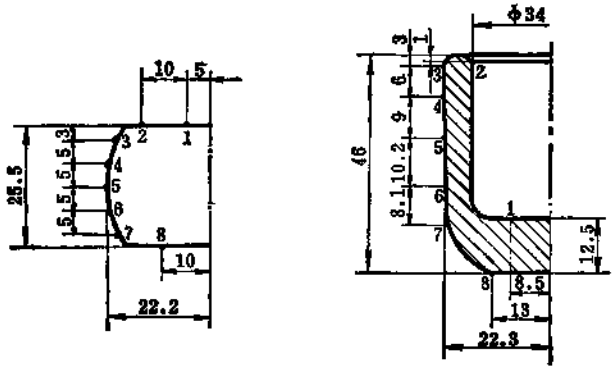


图1-1-9　变形图

注：此图是利用较大零件进行的试验，因用小盂子做此试验较困难。

响产品性能。

下料重量偏差与打饼的质量都与挤盂质量有关。若两端面平行偏差过大，则影响挤盂的壁厚差；打饼后直径过大，则影响坯料自由进入挤盂模内，并易损坏工具；打饼后直径过小，则定位不准确，同样会影响壁厚差。

挤盂是基础工序，各项尺寸必须严格控制，否则将会对引伸的壁厚差和平底的底厚产生严重影响，而且在以后的工序中也难以纠正。

三、挤盂加工率的计算和选择

（一）冷挤压变形程度（加工率）的表示方法

冷挤压变形程度一般用“断面收减率”来表示(见图1-1-10)，其表达式为

$$\phi_F=\frac{F_0-F_u}{F_0}\times 100\% \qquad (1\text{-}1\text{-}1)$$

式中 ϕ_F——断面收减率（%）；

F_0——变形前毛坯横断面积（毫米^2）；

F_u——变形后工件横断面积（毫米^2）。

（二）许用变形程度

冷挤压的变形程度愈大，则变形抗力也随之增加。当超过模具材料的许用应力时（目前模具钢的许用应力为250～300公斤/毫米^2），模具就容易损坏或寿命降低，并且影响产品质量。因此在选用加工率时，应考虑挤压模具的强度。对于每种材料来说，都有一个许用变形程度，其数值与以下因素有关：

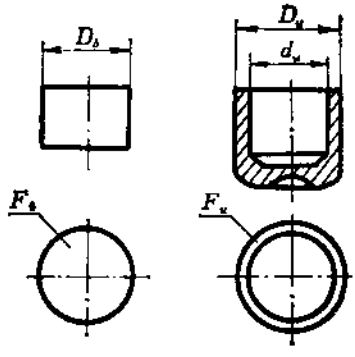


图1-1-10 圆钢挤盂

1．被挤压材料的机械性能　被挤压材料越硬，则许用变形程度越小。

2．冷挤压变形方式　由于正挤压的压力小于反挤压的压力，所以反挤压的许用变形程度小于正挤压。

3．冷挤压的润滑条件　润滑条件越好，则许用变形程度愈大。

4．模具工作部分的几何形状　如果模具设计得合理，则金属流动阻力小，其许用变形程度也越大。

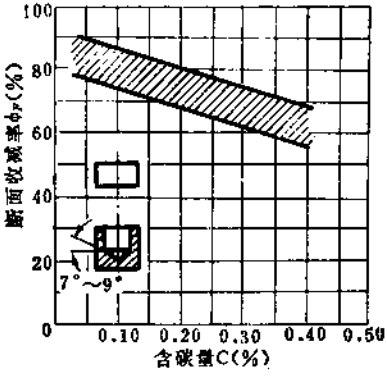


图1-1-11　碳钢含碳量对反挤压许用变形程度的影响

在正常生产中，当润滑条件、模具的几何形状与所采用冷挤压方式基本固定的条件下，碳素钢反挤压的许用变形程度如图1-1-11斜线所示。含碳量越高，其变形抗力也越大，许用的变形程度越小。图中斜线以下是许用范围，斜线以上尚未使用，称为“待发展区域”，中间为过渡区域。

目前各种钢质弹壳所采用的挤孟加工率为：

小口径钢质弹壳　$\phi_F=60\sim65\%$；

大口径钢质弹壳　$\phi_F=50\sim60\%$。

四、变形力的计算

(一)下料力的计算

$$P=KF\tau \qquad (1-1-2)$$

式中　P——下料所需力量(公斤)；

F——被剪断的面积(毫米^2)；

τ——抗剪强度(公斤/毫米^2)；

$\tau \approx 0.8\sigma_b$；

K——系数，一般为 1.25。考虑下料刀刃磨损及材料的机械性能不一致等因素影响所引出的系数。

(二)打饼力的计算

$$P = qF = 0.785qD_b^2 \qquad (1\text{-}1\text{-}3)$$

式中 q——单位压力(公斤/毫米^2)；

F——打饼后制品的投影面积(毫米^2)；

D_b——打饼后制品直径(毫米)；

q 与毛坯直径和高度比值有关，低碳钢：

$\frac{D}{H}=1$ 时 $q=55\sim100$公斤/毫米^2；

$\frac{D}{H}=1.35$ 时 $q=60\sim110$公斤/毫米^2；

$\frac{D}{H}=2$ 时 $q=70\sim130$公斤/毫米^2；

其中 D——打饼前毛坯直径(毫米)；

H——打饼前毛坯高度(毫米)。

(三)挤盂力的计算

反挤压力的计算通常有理论计算法和图算法两种。理论计算法较麻烦，一般多用图算法。经图算法求得挤压力后，为了确保工作安全可靠，应按照计算值增大 30～40%，以选择挤盂机。

1．图算法之一

反挤压空心件时单位压力 p 可查图 1-1-12 求取。

首先计算出反挤压断面收减率 ϕ_F，再由图 1-1-12 中左图根据被挤压的材料向右图投影。右图的斜线表示不同$\frac{h_0}{S}$的比值(符号意义如图中所示)，由不同材料与$\frac{h_0}{S}$斜线的交点向右图横座标投影即得单位挤压力 p。此法计算结果与实际测定误差不大。总压力 $P=pf$，式中 f 是冲子的水平投影面积。

2．图算法之二

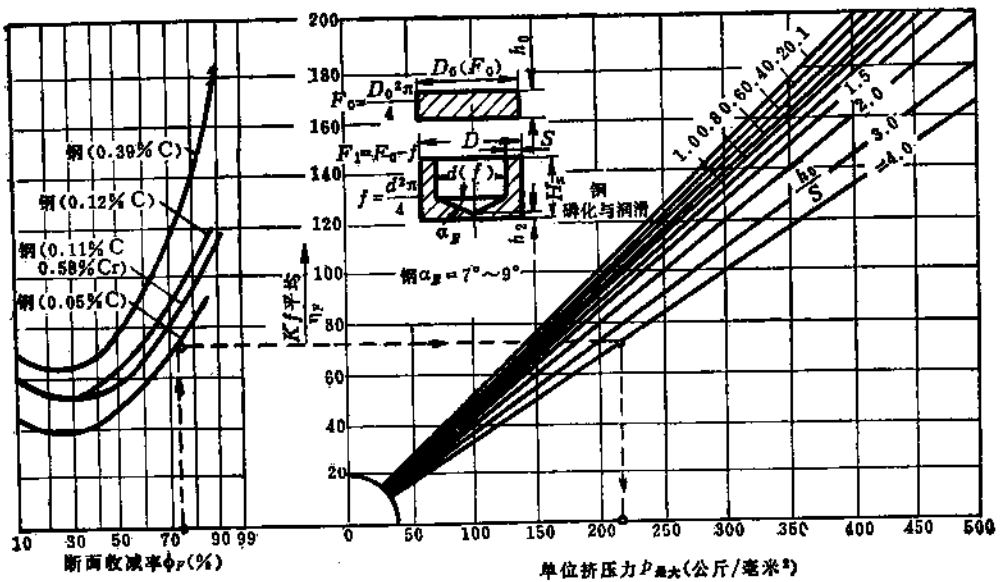


图1-1-12　反挤压单位挤压力的图算表

($h_0/S>4$ 时用 $h_0/S=4$ 的线条)

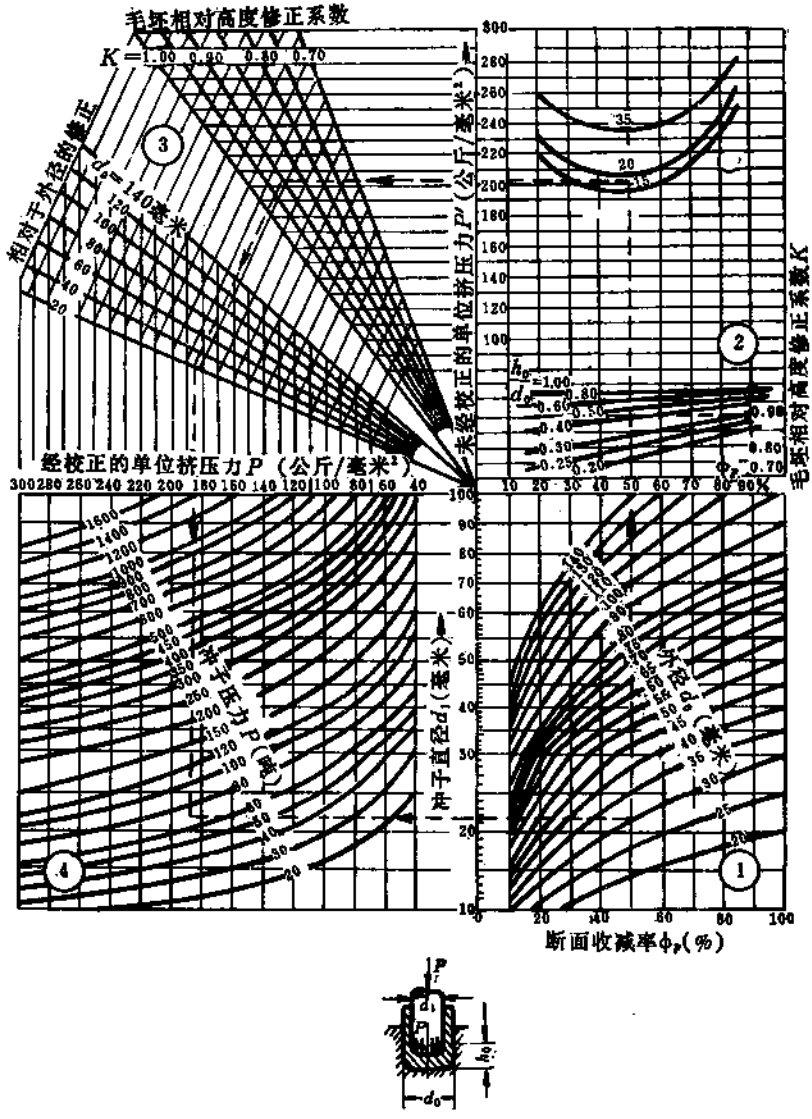


图1-1-13　黑色金属反挤压计算挤压力用图算表

可由图 1-1-13 进行计算求得。

其求解步骤为：

由图①查得 d_0及 d_1的交点，然后向上投影得断面收减率 ϕ_F。根据 h_0/d_0的比值，将 ϕ_F投影到图②上查得修正系数K，再向上投影到②的相应材料曲线上，就可查得未修正的单位挤压力 p'。

将 p'在图③上进行修正，其方法是，先将 p'投影到图③的修正系数K和外径修正的曲线上，求得单位挤压力 p，然后再将 p 投影到图④，与 d_1在图④的投影相交，即可求得总的挤压力。

例题

已知条件：

挤盂模内径　　$d_0=30.7$ 毫米

挤盂冲直径　　$d_1=21.85$ 毫米

圆饼高度　　$h_0=13.5$ 毫米

材料　低碳钢（含碳 0.20%）

求解步骤：

从图 1-1-13 中①查得 d_0 及 d_1 的交点，向上投影得 $\phi_F=50\%$，因 $h_0/d_0=0.44$，将 $\phi_F=50\%$ 投影到②中 $h_0/d_0=0.44$ 的曲线上得修正系数 $K=0.9$，并继续向上投影到 20 号碳钢曲线上，即可查得未经修正的单位挤压力 $p'=205$ 公斤/毫米^2。

将 p' 投影到③的修正系数 $K=0.9$ 的斜线上，再进行外径的修正，即可以得到单位挤压力 $p=186$ 公斤/毫米^2。

将 p 投影到④与 d_1在④上的投影相交，即可得到总挤压力 $P=70$ 吨。

五、毛坯、盂子重量和尺寸的确定

工艺设计的首要任务，是在确定毛坯重量的基础上，计算毛坯、圆饼、盂子的尺寸。其计算程序如下：

计算毛坯的重量；

计算盂子的主要尺寸；

计算圆饼的直径和高度；

计算毛坯的直径和高度。

毛坯重量、尺寸确定的依据是产品图和技术条件。

毛坯尺寸确定正确与否，对产品的机械性能、工艺繁简、产品质量都有直接影响，这是一项重要的工作。如圆钢直径确定过大，则增加总加工率和引伸次数；如过小，则打饼、挤盂又不易加工。

(一)毛坯重量计算

根据产品图给定的弹壳重量，并考虑加工过程金属材料的损失，计算毛坯的重量。

$$G_M = \frac{G_Z}{1-K} \qquad (1\text{-}1\text{-}4)$$

式中 G_M——毛坯重量(克)；

G_Z——弹壳重量(克)；

K——金属总损失率(%)，查表 1-1-2。

$$K = \frac{G_M - G_Z}{G_M} \times 100\% = \left(1 - \frac{G_Z}{G_M}\right) \times 100\% \qquad (1\text{-}1\text{-}4a)$$

表1-1-2 各种弹壳金属损失率

损失类别	K (%)		
	56式7.62手枪弹壳	56 式 7.62 弹 壳	口径大于7.62的弹壳
切口(挤口)	6～6	10～13	12～15 (4～10)
冲孔	0.5	0.5	0.5
热处理	0.5	0.5	0.5
车底一挤口	8～10	3～5	5～7
平均总和	14～17	14～19	18～23 (10～18)

如果产品图未有重量规定，亦可将弹壳分成若干简单几何图形，按体积计算。

$$V_Z=(V_1+V_2+V_3\cdots)$$

$$V_M=\frac{V_Z}{1-K} \tag{1-1-5}$$

式中 V_M——毛坯体积(毫米^3)；

V_Z——弹壳体积(毫米^3)；

V_1、V_2、V_3…各简单几何形状体积(毫米^3)。

(二)盂子主要尺寸的确定

采用圆钢制造盂子，其变形过程如图 1-1-14，是经下 料、打

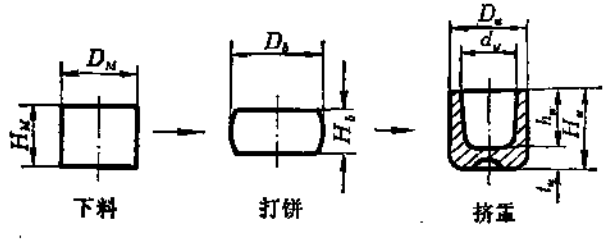


图1-1-14 圆钢下料变形过程

饼、挤盂等变形过程，再制成弹壳。当毛坯的重量确定后，即可根据产品图规定的有关尺寸求出盂子的主要尺寸，再根据盂子外径计算圆饼与毛坯的尺寸。

1. 盂子外径 D_n

由于弹壳加工的工艺特点是直径逐渐缩 小，所 以盂子 直 径(外径)可以由外径缩小率（即切向压缩加工率）求出：

$$\phi_d=\frac{D_n-d_z}{D_n}\times 100\%=\left(1-\frac{d_z}{D_n}\right)\times 100\% \tag{1-1-6}$$

即

$$D_n=\frac{d_z}{1-\phi_d} \tag{1-1-7}$$

式中 D_n——挤盂后盂子外径(毫米)；

d_z——成品弹壳体下部外径(毫米)；

ϕ_d——盂子外径缩小率(%)；

小口径弹壳　　$\phi_d=18\sim20\%$

大口径弹壳　　$\phi_d=20\sim30\%$

2．孟子内径 d_m

由于弹壳在加工过程中壁厚逐渐变薄，所以孟子内径可由允许的径向压缩加工率（壁减薄加工率）求出：

$$\phi_b=\frac{\delta_n-\delta_e}{\delta_n}\times100\%=\frac{\delta_m-K\delta_z}{\delta_m}\times100\%$$

$$=\left(1-\frac{K\delta_z}{\delta_m}\right)\times100\%$$

即

$$\delta_m=\frac{K\delta_z}{1-\phi_b} \qquad (1-1-8)$$

则

$$d_m=D_m-2\delta_m \qquad (1-1-9)$$

式中　δ_m——孟子口部壁厚(毫米)；

δ_z——弹壳口部壁厚(毫米)；

δ_e——弹壳末引后口部壁厚（毫米)；

K——收口时口部壁厚变化系数(0.7～0.9)；

ϕ_b——径向压缩加工率(%)。

小口径弹壳　　$\phi_b=80\sim87\%$

大口径弹壳　　$\phi_b=82\sim88\%$

核算挤孟加工率

D_m 与 d_m 确定后，即可对挤孟的断面加工率进行验算，其目的为了充分利用最大加工率并保证工具寿命。

$$\phi_F=\frac{F_0-F_m}{F_0}\times100\%$$

或

$$\phi_F=\frac{d_m^2}{D_m^2}\times100\% \qquad (1-1-10)$$

式中　F_0——冷挤前毛坯断面积(毫米^2)；

F_m——冷挤后孟子口部断面积(毫米^2)。

优质低碳钢的冷挤压加工率，一般在50～75%的范围内。实践证明加工率高于70%，工具较费；高于75%时，工具易损坏；

低于50%时，给下道加工增加困难，即引伸次数多或引伸工具消耗量大，产品壁厚差不易控制。

3．孟子底厚 t_m

根据弹壳的底部厚度确定。一般用下列经验公式计算，并再经实践校正。

$$t_m = K\delta_d \qquad (1\text{-}1\text{-}11)$$

式中 δ_d——成品弹壳底厚(毫米)；

K——底厚变化系数。

口径≤7.62毫米　　$K=0.7\sim0.75$

口径>7.62毫米　　$K=0.85\sim0.9$

4．孟子内部高度 h_m

孟子内部高度，可按挤孟前后体积相等的原理，近似的由下式求取：

$$h_m = \frac{D_b^2 H_b - D_m^2 t_m}{D_m^2 - d_m^2} \qquad (1\text{-}1\text{-}12)$$

式中 D_b、H_b——圆饼直径和高度(毫米)；

D_m、t_m、d_m——孟子外径、底厚和内径(毫米)。

5．孟子外部高度 H_m

$$H_m = h_m + t_m \qquad (1\text{-}1\text{-}13)$$

孟子外底部和内底部的几何形状在工具设计时介绍。

(三)圆饼尺寸的计算

1．圆饼的直径

由于冷挤压工艺的特点，在挤孟前、后外径变化很小，挤孟后孟子外径略大于圆饼的外径。

$$D_b = D_m - \Delta \qquad (1\text{-}1\text{-}14)$$

式中 D_b——圆饼外径(毫米)；

D_m——孟子外径(毫米)；

Δ——0.1～0.3(毫米)。

2．圆饼的高度

已知圆饼的外径 D_b 和重量（即毛坯的重量）G_M，即可求出圆饼的高度 H_b：

$$H_b=\frac{4G_M1000}{\pi D_b^2\gamma}\text{(毫米)} \qquad (1\text{-}1\text{-}15)$$

式中 γ——比重，钢 7.85克/厘米^3。

(四)毛坯尺寸的计算

1．毛坯的高度

毛坯的高度 H_M，可由圆饼的高度 H_b 和自由镦粗时的允许变形程度求得：

$$H_M=\frac{H_b}{1-E} \qquad (1\text{-}1\text{-}16)$$

式中 E——允许变形程度，含碳量为 0.22% 的钢材，$E\leqslant 0.5$：

大口径弹壳 $E=0.3\sim0.4$

小口径弹壳 $E=0.12\sim0.2$

2．毛坯的直径

毛坯直径 D_M 可由下列公式求取：

$$\frac{D_M^2}{D_b^2}=\frac{H_b}{H_M}=1-E$$

即

$$D_M=D_b\sqrt{1-E} \qquad (1\text{-}1\text{-}17)$$

计算出 D_M 后，再选取标准钢棒直径，并重新核算毛坯高度，最后确定毛坯尺寸。

六、模具主要尺寸的确定

根据已确定的毛坯尺寸和孟子主要尺寸，即可进行工具的设计工作，其步骤如下：

确定下料和打饼工具尺寸；

确定挤孟冲型式和尺寸；

确定挤孟模型式和尺寸；

确定退货冲型式和尺寸；

核算挤盂工具强度；

确定挤盂工具的技术要求。

(一)下料和打饼工具尺寸的确定

1. 下料工具　下料刀分为活动刀和固定刀两种。其尺寸与钢棒的状态有关。冷拔钢棒下料刀的尺寸公差应小些，而热轧钢棒下料刀的尺寸公差应大些。例如56式7.62钢弹壳的下料刀(图1-1-15)，活动刀与固定刀的形状是一样的，其尺寸为：

$$d = d_M + (0.2 \sim 0.3)$$

式中　d——下料刀工作直径(毫米)；

d_M——圆钢的最大直径(毫米)。

活动刀直径一般比固定刀直径大0.1～0.3毫米。

α角是为了将圆钢较顺利地引入下料刀内，便于剪切下料，其大小一般为10°～30°。工作部分长度L，由毛坯长度确定。

54式12.7、56式14.5钢质弹壳是采用热轧圆钢制造。其下料固定刀的型式与图1-1-15相同，由于热轧圆钢的尺寸公差大，弯度亦大，所以固定刀的间隙比较大，可按下式计算：

$$d = d_M + (1.5 \sim 3)(\text{毫米})$$

活动刀一般采用半圆形，如图1-1-16，可以两面使用。

$$R = R_M + (0.5 \sim 1)(\text{毫米})$$

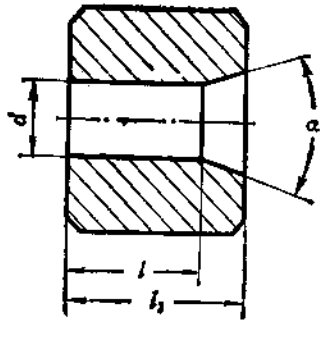


图1-1-15　下料刀

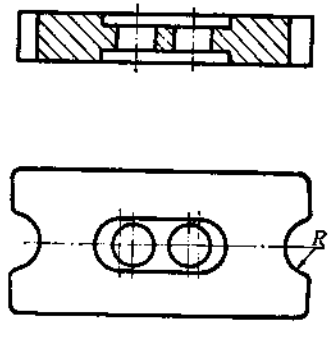


图1-1-16　半圆形下料刀

式中　R——下料刀刃口半径(毫米)；

R_M——毛坯最大半径(毫米)。

2.打饼模具　打饼是自由镦粗，所以工具几何形状比较简单，无需计算。其工作直径略等于毛坯直径的1.5～3倍，两端面的平行度要求较严格，一般不大于0.02毫米，否则打饼后的平行度达不到要求。

(二)挤盂工具尺寸的确定

1．挤盂冲的型式和尺寸　在挤压过程中，冲头是在冲击载荷的作用下工作，不仅受到一个很大的轴向压应力，又受到一个弯曲应力，受力条件比较复杂。因此对冲头的强度要求较高。

在结构上要力求减少金属流动阻力和避免应力集中。

盂子的内底部几何形状决定于冲子端部的几何形状。确定冲子端部几何形状要考虑减小金属流动阻力、增加冲子的稳定性以及对产品性能的影响，冲头几何形状的确定也会影响底部皱折的长度和方向。

弹壳盂子的挤盂冲头形状，采用较多的有两种，如图1-1-17。

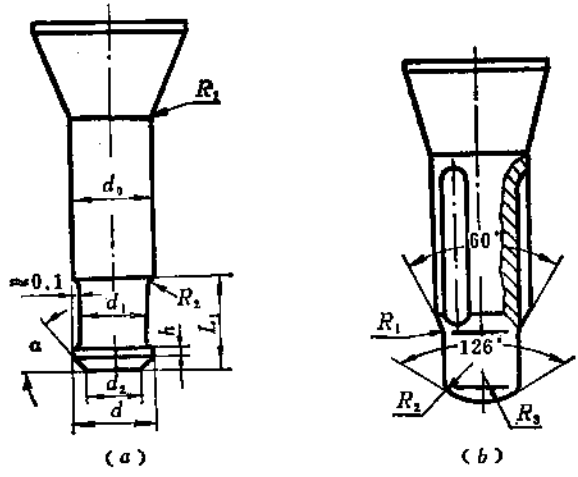


图1-1-17　挤盂冲

a—锥形平头冲；b—球形冲。

锥形平头冲一般小口径弹壳广泛采用，而球型冲则大口径弹壳挤盂采用较多。现以锥形平头冲为例说明冲子各部分尺寸的确定（图1-1-18）：

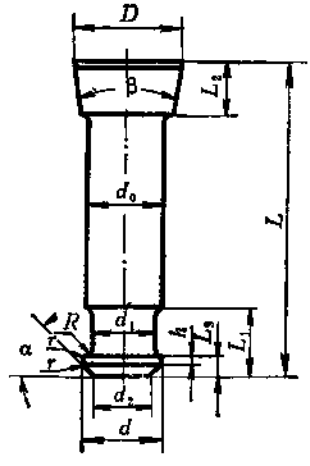


图1-1-18 挤盂冲

（1）冲子工作部分直径等于盂子的内径。

$$d = d_n(\text{毫米})$$

（2）直径 d_1 为使挤压变形过程中冲子与制品壁部的接触面积减小，降低摩擦力，所以 d_1 应小于 d。

$$d_1 = d - (0.1 \sim 0.3)(\text{毫米})$$

（3）直径 d_2 冲子端部形状与被挤压零件的底部形状有关。可取平头或圆球形，如果是平头的则：

$$d_2 = (0.5 \sim 0.7)\,d$$

（4）锥度 α 其选择得正确与否与金属流动有关，对变形力的大小和变形功也有一定影响。一般取 $\alpha \approx 25^\circ \sim 27^\circ$。

（5）工作部位高度 L_3 一般为2～4毫米。

（6）导向直径 d_0 为冲子与模子导向之用。

$$d_0 = D_n + (0.1 \sim 0.5)(\text{毫米})$$

式中 D_n——盂子外径(毫米)。

d_0 选择不合适，盂子壁厚差也会随之增加。

（7）工作部长度 L_1 为了防止挤压过程中的纵向弯曲，工作部长度愈短愈好，并应注意和模子导引部分配合，挤压过程中冲子导引部分必须进入模子的导引直径之内。R_1 不宜过小，过小易折断。

$$L_1 \leqslant (2.5 \sim 3)\,d$$

（8）$r = 0.5 \sim 0.8$(毫米)。

（9）夹持部分锥角 β 推荐采用 $20^\circ \sim 30^\circ$。

（10）冲子总长 L 在考虑模具、退货具高度及夹持长度的情况下，长度愈短愈好。

$$L \approx (6 \sim 10)\, d$$

2．反挤盂模的型式和尺寸　枪弹厂通常采用的挤盂模的型式如图 1-1-19。

（a）型与（b）型，56 式 7.62 钢弹壳挤盂广泛采用，由于变形力较小，所以采用整体模即可。

（c）型用于 54 式 12.7 和 56 式 14.5 钢质弹壳挤盂。

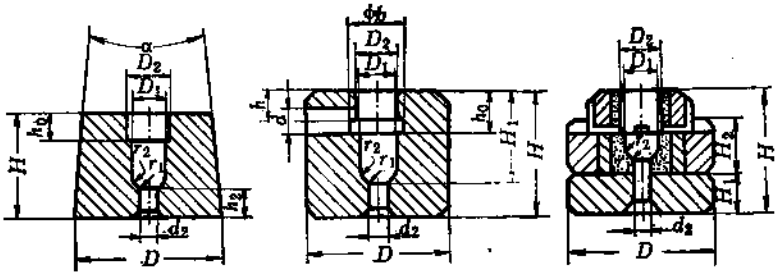


图1-1-19　整体和镶套挤盂模结构型式

反挤压模子在挤压过程中，模腔受金属的径向压力，使壁部处于剧烈的切向拉应力状态。为了防止模子的破裂，特别是硬质合金模，应设法减小这个切向应力，一般是采用二层或三层的预应力组合模如图 1-1-19（c）。另外考虑到挤压模多从 R 处断裂的特征，也有将挤压模从 R 处分解成上、下两节组合而成，如图1-1-20。分解为上、下两节组合模，R 处虽可解决开裂现象，但由于上、下两节之间接触面过大压紧力不足而易产生毛刺。通常可以采用减少接

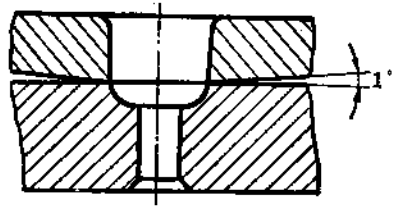


图1-1-20　组合模

触面和做成1°的斜面解决此问题。

现以图1-1-21为例说明挤盂模尺寸的确定。

（1）模腔工作直径 D_1　由盂子外径决定。

$$D_1=D_n-(0.09\sim0.25)(\text{毫米})$$

（2）导向部直径 D_2　其大小与冲子导向部直径 d_0 相当，可按二级精度动配合。

（3）模腔内底几何形状的选择　模子内底的几何形状决定盂子外底的几何形状，同时也影响工具的寿命，这是必须慎重考虑的问题。

模腔底部形状的确定方法是：根据已知条件（盂子外径、内径、底厚）选择合理的模角 α_M，用作放大图的方法确定，如图1-1-22。以冲子底部形状为依据（即以冲子头部外形轮廓为圆心），

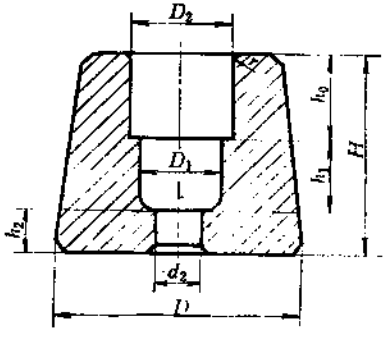


图1-1-21　挤盂模

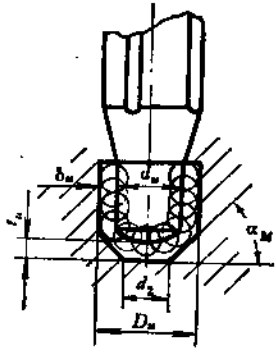


图1-1-22　模腔几何形状

盂子壁部厚度 $\frac{D_n-d_n}{2}$ 为半径连续作圆，根据圆的外轮廓联线或作其包络线，以形成挤盂模的内底部的形状。模内底形状应有利于挤压时金属的流动。一般 α_M 为30°～55°。模内底形状一般有二种，如图1-1-23。小口径弹壳多采用（a）型，大口径弹壳多采用（b）型。

（4）模腔高度 h_1　应由盂子高度 H_n 决定，一般为：

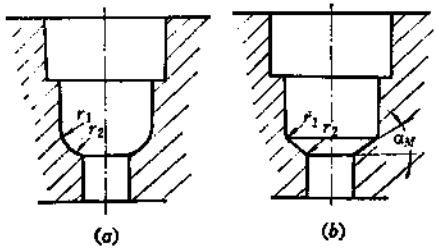


图1-1-23　模腔形状分类

a—圆弧模腔；*b*—锥形模腔。

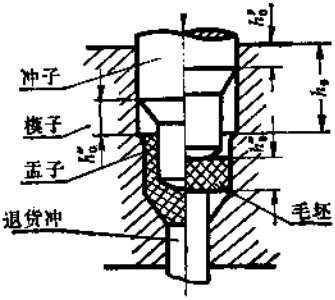


图1-1-24　挤盂示意图

$$h_1=H_m+(0\sim5)(\text{毫米})$$

（5）模子底部退货孔直径 d_2　根据实际经验 d_2 与挤盂模工作直径及挤压力大小有关，因为当 D_1 一定时，如 d_2 选择过小，模内底所受弯曲应力愈大，在模内底部易产生裂纹。

$$d_2=KD_1$$

式中　$K=0.40\sim0.58$　D_1 小则 K 取大值。

（6）模子底部高度 h_2　h_2 大小影响挤盂模寿命和退货冲的正确导向。一般：

$$h_2=(1\sim2)d_2。$$

（7）模腔入口处圆角 r　便于毛坯进入模腔和防止损坏毛坯的磷化膜，模腔入口处应制成圆角，$r=1\sim3$ 毫米。

（8）模子导向高度 h_0 的确定很重要，确定不正确，壁厚差不易掌握。见图 1-1-24。

$$h_0=h_0'+h_0''+h_0'''$$

式中　$h_0'=r+(2\sim4)$(毫米)；

$h_0''\approx5$ 毫米(冲子到达盂子底部，冲子导向部与模子工作部距离)；

h_0'''——冲子实际挤压工作行程(毫米)。

（9）模子高度　$H=h_0+h_1+h_2$

(10) 整体模子外径　$D=(3\sim4)D_1$。

3. 挤盂退货冲尺寸

退货冲的型式如图 1-1-25 所示。一种是平面的，另一种是球面的。为了减少单位压力，底部面积应作得大一些。底部下部最大直径

$$d_2'=(2.5\sim4)d_2。$$

d_2'值的大小，与被挤压材料的强度有关，被挤压材料为低碳钢时取下限。

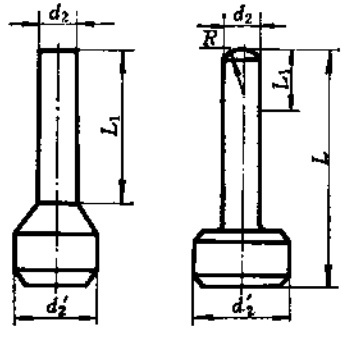


图1-1-25　挤盂退货冲型式

总长 L 以能将挤压件顶出模子的上平面为准。

七、预应力组合模的设计

目前广泛采用施加预应力的方法来提高挤盂模的承载能力，即以过盈配合将内模用一个或两个圆环紧套起来，制成两层或三层的组合模，如图 1-1-19(c)所示。

在冷挤压过程中，模内受到变形金属的径向压力，其受力状态相当于厚壁筒受内压情况，故可用厚壁筒理论公式来求模内的切向应力与径向应力。

其切向应力　$$\sigma_t=P_1\frac{1}{a^2-1}\left(1+\frac{r_2^2}{r^2}\right)\qquad(1\text{-}1\text{-}18)$$

径向应力　$$\sigma_r=P_1\frac{1}{a^2-1}\left(1-\frac{r_2^2}{r^2}\right)\qquad(1\text{-}1\text{-}19)$$

式中　r_1——模子内半径(毫米)；

r_2——模子外半径(毫米)；

r ——模子计算部位半径(毫米)；

a ——半径比　$a=\frac{r_2}{r_1}$；

σ_t——在半径为 r 处的切向应力(公斤/毫米^2)；

σ_r——在半径为 r 处的径向应力(公斤/毫米^2)；

P_1——模子内壁的径向压力(公斤/毫米^2)。

由于模子在冷挤时，实际上是处于复杂应力状态，所以应求出复合应力 σ_V。

$$\sigma_V=\sqrt{\sigma_t^2+\sigma_r^2-\sigma_t\sigma_r}=\frac{P_1}{a^2-1}\sqrt{1+3\frac{r_2^4}{r^4}} \quad (1\text{-}1\text{-}20)$$

当 $r=r_1$ 时，σ_V 为最大，即危险断面在内壁上

$$\sigma_{V_{max}}=\frac{P_1}{a^2-1}\sqrt{1+3a^4}$$

$$\frac{\sigma_{V_{max}}}{P_1}=\frac{\sqrt{1+3a^4}}{a^2-1} \quad (1\text{-}1\text{-}21)$$

根据(1-1-21)式可以绘出$\frac{\sigma_{V_{max}}}{P_1}$与 a 值的关系曲线，见图1-1-26。

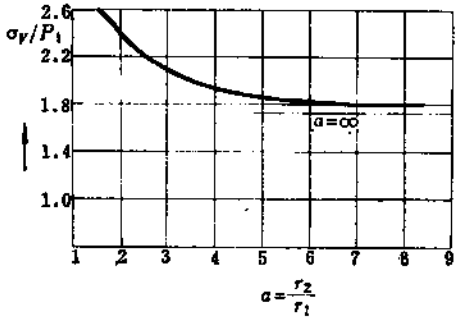


图1-1-26 整体模"相对应力" σ_V/P_1 与半径比 a 的关系

由上式和图中可以看出：

1．$\sigma_{V_{max}}$ 随 P_1 的增加而增加；

2．增加 a 值，即加大模子外径，可使 σ_V 下降。但其作用有限。当 $a=1.5$ 时，σ_V 最大；而当 $a>4$ 时，σ_V 基本不再减小，即说明单纯采用增加外径的方法并不能进一步提高模具的强度。

因此当 P_1 值较大时，不能采用整体模，而应采用预应力组合模。对一定尺寸的组合模进行弹性理论分析后，可以得知：三层组合模的强度是整体模的 1.8 倍，而两层组合模的强度是整体

模的 1.3 倍。

设计多层组合模时应考虑以下几个问题：

1．根据单位压力大小，确定模子的结构型式：整体的、二层模或者三层模；

2．在已知模子内径 d_1 的条件下，确定各层模直径 d_2、d_3、d_4；

3．决定各层模的径向（双向）过盈量 u 与轴向压合量 c；

4．如何对组合模施加预应力。

具体符号见图 1-1-27。

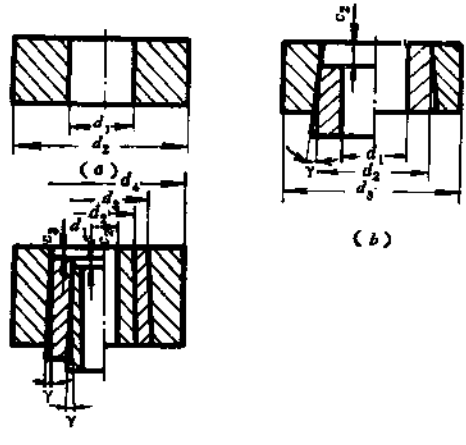


图1-1-27　冷挤压模的三种结构型式
a —整体式模；b —两层组合模；
c —三层组合模。

(一)组合模结构型式的确定

通过实践与理论分析证实：组合模总直径比（即半径比）的合理范围为 $a=4\sim6$（再增大 a 值意义不大）。

在已知单位挤压力 p 的条件下，可参考以下数值选择挤压模的结构型式：

整体模许用单位挤压力　$p\leqslant110$公斤/毫米^2；

两层组合模许用单位挤压力　$p\approx110\sim140$公斤/毫米^2；

三层组合模许用单位挤压力　$p\approx140\sim250$公斤/毫米^2。

上列数据考虑了足够的安全系数，故所设计的模具是较安全的。如果挤压零件小，模具材料选择合适，模具热处理性能好，模具几何形状利于减小流动阻力，以及模具卡持方法改善，可以突破上述规定范围。

(二)两层组合模的设计

1．各层直径的确定

根据以上分析，模的总直径比为

$$a_{31}=\frac{d_3}{d_1}=4\sim6$$

即

$$d_3=(4\sim6)d_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}22)$$

内模直径比

$$a_{21}=\frac{d_2}{d_1}$$

即

$$d_2=a_{21}d_1$$

a_{21} 的数值可以根据下式计算：$a_{21}=0.2a_{31}+1$ (1-1-23)

两层组合模的压合情况见 图 1-1-28。

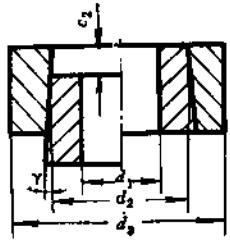


图1-1-28 两层组合模的压合情况

2．两层组合模径向过盈量 u_2 与轴向压合量 c_2 的确定，先按图 1-1-29 查出径向过盈系数 β_2，再从图 1-1-30 查出轴向压合系数 δ_2。u_2 与 c_2 可按下式计算：

$$u_2=\beta_2 d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}24)$$

$$c_2=\delta_2 d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}25)$$

式中 d_2——外层套内径(毫米)；

u_2——d_2 处的径向过盈量，双向(毫米)；

β_2——d_2 处的径向过盈系数；

c_2——d_2 处的轴向压合量(毫米)；

δ_2——d_2 处的轴向压合系数。

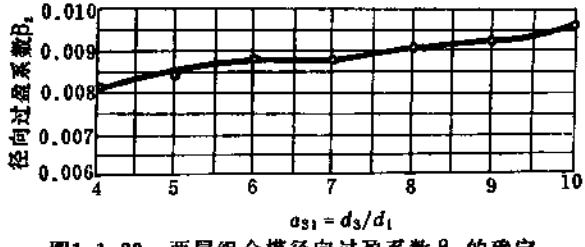


图1-1-29 两层组合模径向过盈系数 β_2 的确定

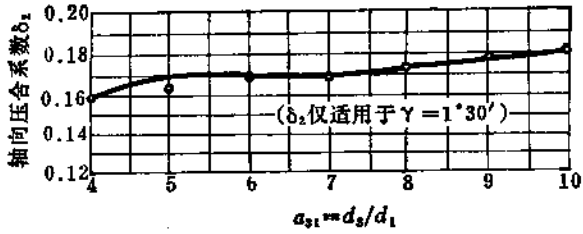


图1-1-30　两层组合模轴向压合系数 δ_2 的确定

（三）三层组合模的设计

1．各层直径的确定

总直径比　　$$a_{41}=\frac{d_4}{d_1}=4\sim6$$

即　　$$d_4=(4\sim6)d_1$$

又因　　$$d_2=a_{21}d_1 \qquad (1\text{-}1\text{-}26)$$

$$d_3=a_{32}d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}27)$$

a_{21}、a_{32} 由以下两式求得：

$$a_{21}=0.07a_{41}+1.15 \qquad (1\text{-}1\text{-}28)$$

$$a_{32}=0.1a_{41}+1.2 \qquad (1\text{-}1\text{-}29)$$

2．三层组合模径向过盈量 u_2、u_3 与轴向压合量 c_2、c_3，可参照图 1-1-31 的符号意义根据图 1-1-32、图 1-1-33 选取。

直径确定后，查取 β_2、β_3、δ_2、δ_3，即可计算出 u_2、u_3、c_2、c_3。

$$u_2=\beta_2 d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}30)$$

$$c_2=\delta_2 d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}31)$$

$$u_3=\beta_3 d_3 \qquad (1\text{-}1\text{-}32)$$

$$c_3=\delta_3 d_2 \qquad (1\text{-}1\text{-}33)$$

式中　u_2——d_2 处的径向过盈量（毫米）；

u_3——d_3 处的径向过盈量（毫米）；

c_2——d_2 处的轴向压合量（毫米）；

c_3——d_3 处的轴向压合量（毫米）；

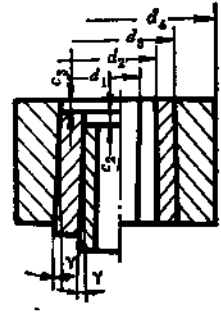


图1-1-31　三层组合模的压合情况

β_2——d_2 处径向过盈系数，查图 1-1-32；

β_3——d_3 处径向过盈系数，查图 1-1-32；

δ_2——d_2 处轴向压合系数，查图 1-1-33；

δ_3——d_3 处轴向压合系数，查图 1-1-33。

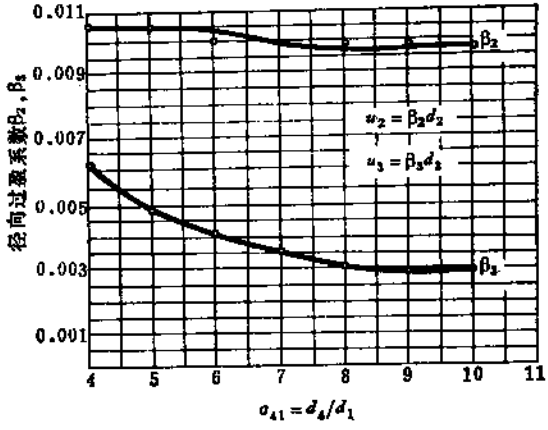


图1-1-32　三层组合模径向过盈系数 β_2、β_3

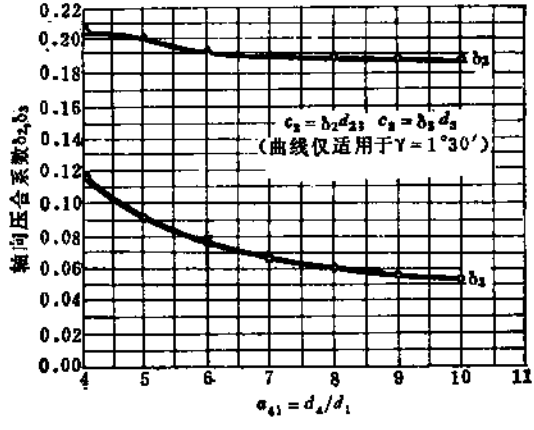


图1-1-33　三层组合模轴向压合系数 δ_2、δ_3

组合模配合面的 Y 角一般为 1°30′。Y 角不得超过 3°，如超过3°使用过程中各圈容易自行脱落。

（四）组合模的计算举例

已知条件：

制品（盂子）外径 $D_n=30.7$ 毫米

单位挤压力 $p=186$公斤/毫米^2

求组合模各层直径与轴向压合量。

计算步骤：

由于单位挤压力 $p=186$公斤/毫米^2，故须采用三层组合模。

令内模内径 $d_1=D_n=30.7$ 毫米，

并令外层套外径 $d_4=150$ 毫米。

则总直径比：

$$a_{41}=\frac{150}{30.7}=4.89$$

因

$$a_{21}=0.07a_{41}+1.15=1.49$$

$$a_{32}=0.1a_{41}+1.2=1.689$$

所以得

$$d_2=a_{21}d_1=1.49\times30.7=46.8$$

$$d_3=a_{32}d_2=1.689\times46.8=78$$

由图 1-1-33 查得

$$\delta_2=0.20$$

$$\delta_3=0.092$$

则由公式（1-1-31）、（1-1-33）得

$$c_2=\delta_2d_2=0.2\times46.8=9.36$$

$$c_3=\delta_3d_3=0.092\times78=7.18$$

八、挤盂模具的强度核算

挤盂冲模设计后，应进行强度核算。

（一）挤盂冲

按计算或实测之挤压力，核算挤盂冲断面积所承受之单位压力，其值不应超过 250～300公斤/毫米^2。

（二）整体模

冷挤压时，模内产生的压力可根据公式1-1-18、1-1-19、1-1-20计算。

（三）组合模

1．应力计算

（1）计算在挤压力的作用下模具r_1、r_2、r_3处的切向应力和径向应力。

（2）计算内模与中套预压时，在r_2处所产生的接触应力P_{k_1}，在r_3处所产生的接触应力P_{k_2}。为了保证模具的正常工作，应保证挤压时所产生的切向应力σ_t与预压应力σ'_t符合以下条件：

$$V_1=\frac{\sigma'_{t1}}{\sigma_{t1}}=-1$$

$$V_2=\frac{\sigma'_{t2}}{\sigma_{t2}}=-(0.85\sim0.95)$$

式中 V_1——内模与中间套之间r_2处的应力比；

V_2——中间套与外套之间r_3处的应力比。

接触应力按下式计算：

$$P_{k_1}=-\frac{V_1\sigma_{t1}(a_{21}^2-1)}{2a_{21}^2}$$

$$P_{k_2}=-\frac{V_2\sigma_{t2}(a_{32}^2-1)}{2a_{32}^2}$$

在接触应力P_k作用下，切向应力σ'_t与径向应力σ'_r可按下式计算：

$$\sigma'_t=-P_k\frac{a^2}{a^2-1}\left(1+\frac{r_1^2}{r^2}\right)$$

$$\sigma'_r=-P_k\frac{a^2}{a^2-1}\left(1-\frac{r_1^2}{r^2}\right)$$

（3）预压时，计算在接触应力P_{k_1}的作用下，内模内表面r_1处与外表面r_2处的切向与径向预应力。

（4）预压时，计算在接触应力 P_{k1} 的作用下，中套内表面 r_2' 处与外表面 r_3 处的切向与径向预应力。

（5）预压时，计算在接触应力 P_{k2} 的作用下，在中套内表面 r_2' 处与外表面 r_3 处的切向与径向预压力。

（6）预压时，计算在接触应力 P_{k2} 的作用下，外套内表面 r_3' 处切向、径向预应力。

2．强度核算

按下列公式核算内模、中套、外套的内表面处的复合应力：

$$\Sigma\sigma_y=\sqrt{\Sigma\sigma_t^2+\Sigma\sigma_r^2-\Sigma\sigma_t\Sigma\sigma_r}$$

若内模与中外套内表面的复合应力均小于挤盂模的许用应力，则模具的设计与材料的选用即是合理的。

九、对挤压工具的技术要求

1．冲子

材料　通常多采用 W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、Cr12MoV 和 GCr15，也有使用 CrW5 和 T10A 的。

热处理　HRC58～63。

工作部位镀铬　铬层厚 0.01 毫米。

工作部位光洁度 ▽9～▽10，其余 ▽5～▽7。

工作部位和导向部位直径按 2～3 级精度制造。

2．模子

材料　目前挤盂模的内模一般采用 Cr12Mo、Cr12MoV 和 CrWMn 材料的较多，也有的采用 T10A。最好采用硬质合金材料 YG11、YG15 和 YG8，它具有较高的耐磨性。组合模的中外套可采用 5CrMnMo、5CrNiMo、35CrMnSiA、35CrMoA，热处理后硬度，中层为 HRC45～50；外层为 HRC40～45。

内模热处理 HRC58～64。工作部位光洁度为▽9，其余▽7。工作部位和导向部位直径按 2～3 级精度制造，轴线与底平面的不垂直度≯0.03毫米。

3．退货冲

材料　GCr15、CrW5、T10A。

热处理　HRC50～54。

光洁度　头部▽8～▽9，其余▽7。

退货冲按二级精度制造，其轴线与端面不垂直度不大于0.02毫米。

十、质量检查与分析

下料、打饼和挤盂工序应进行尺寸（或重量）和外观检查。下面就各工序的尺寸要求和尺寸、外观方面的质量问题分述如下。

（一）尺寸（或重量）检查

1．下料　下料后毛坯的几何形状一般是不规则的，所以测量其高度也不准确。目前各厂下料后衡量下料毛坯的质量标准通常皆采用称重量。

下料后毛坯的重量公差不宜过大，过大则会影响打饼直径公差，并使挤盂稳定性差，引伸后长度变化较大，给切口自动送料带来困难，金属损耗也比较大。一般重量公差可为毛坯重量的2.5～5%。56式7.62钢质弹壳是冷拔圆钢可取重量公差下限；54式12.7、56式14.5钢质弹壳是热轧圆钢则取重量公差中、上限。

2．打饼　下料工序已把毛坯的重量控制在一定范围内，故打饼工序一般可控制外径，亦可控制打饼后的厚度。但主要应控制外径，因圆饼的外径对挤盂质量影响较大。

56式7.62钢弹壳打饼后外径为$\phi 13.87_{-0.22}$，厚度公差±0.1毫米。

54式12.7钢弹壳打饼后外径为$\phi 30_{-0.7}$，厚度公差±0.1毫米。

56式14.5钢弹壳打饼后外径小于或等于36.3毫米，厚度公差±0.1毫米。

厚度用高度卡规、外径用外径环规测量。

3．挤盂　挤盂工序是弹壳制造的基础工序。这一工序的质量好坏，尺寸精度的高低，都会直接影响其它工序和成品的质量以及尺寸精度。

挤盂工序一般检查以下尺寸：

（1）挤盂的底部厚度　必须满足平底后底部厚度的要求。挤盂底部厚度与原材料的机械性能、退火后硬度一致性以及磷化状况有关。引伸时还与引伸模具的几何形状（锥度）、冲子的头部形状有关。由于影响平底工序底部厚度因素较多，所以挤盂底部厚度除了按公式（1-1-11）初步确定外，尚须在生产实践中多次试验后确定，并要比产品图公差作适当压缩。

（2）挤盂壁厚差　弹壳根部的壁厚差由末次引伸根部壁厚差来保证，而末次引伸根部的壁厚差又由挤盂壁厚差保证，所以挤盂的壁厚差必须严于弹壳产品图根部壁厚差要求。

$$\Delta b_{\text{口}} < 0.65\Delta b_{\text{根}}$$

式中　$\Delta b_{\text{口}}$——挤盂口部壁厚差（毫米）；

$\Delta b_{\text{根}}$——弹壳产品图根部壁厚差（毫米）。

（3）外径　一般不做测量，由模子尺寸保证，因为挤盂模大部分采用了硬度高的合金钢模或硬质合金模，磨损量很小。

（二）疵病分析

下料、打饼和挤盂工序经常发生的疵病及其原因分析列于表1-1-3、1-1-4、1-1-5。

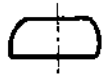
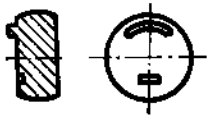
1．下料工序疵病及分析

表1-1-3　圆钢下料疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	重量不合	（1）圆钢直径公差大；（2）圆钢弯曲；（3）定位杆固定不牢
2	端面质量不好	（1）固定刀与活动刀之间的间隙过大或过小；（2）下料刀刃部磨钝；（3）下料刀工作直径变形
3	端面凹心	（1）圆钢硬度过高；（2）圆钢化学成分不匀，使圆钢强度不均

2. 打饼工序疵病及分析

表1-1-4 打饼疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	“马蹄形”圆饼 	(1)坯料弯曲； (2)两端面磷化、皂化质量不好，上下冲具光洁度不匀，以致润滑情况不一致(大口径弹壳)； (3)坯料端面倾斜
2	“塔形”圆饼 	(1)两端面磷化、皂化质量不匀，以致润滑情况不一致； (2)打饼工具端面光洁度相差较大
3	圆饼端面突起、凹陷 	(1)打饼工具磨损； (2)打饼工具上有脏物
4	鼓形直径超差	(1)打饼变形量大或小； (2)下料重量超过或不足
5	鼓形面有裂纹	(1)圆钢有夹杂、夹层、裂缝； (2)圆钢有严重线痕

3. 挤盂工序疵病分析

表1-1-5 挤盂疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	壁厚差不合	(1)模座不正； (2)挤盂模导向部分短或直径大； (3)肥皂液润滑不好； (4)打饼直径小，夹锥不稳有油； (5)挤盂模导向部分与工作部分同心度不合
2	底厚度不合	(1)退火后硬度不均； (2)磷化质量不好； (3)底厚度调整装置松动； (4)混有未退火的制品； (5)挤盂模内有肥皂水

（续）

序号	疵病名称	疵病产生原因
3	外线痕	（1）模子损坏； （2）磷化质量不好； （3）半制品中混有杂物； （4）肥皂液中有杂物
4	内线痕	（1）冲子掉铬； （2）冲子磨损； （3）冲子撞坏； （4）肥皂液有杂物
5	底部卡印	（1）卡子不正； （2）模口圆弧R小； （3）送料位置不正
6	底部顶冲窝过深	（1）底冲长； （2）底冲套短
7	底部顶冲窝凸出	（1）底冲短； （2）底冲套长； （3）底冲断； 1）底垫有脏物； 2）底垫不平； 3）底冲与模子孔间隙小
8	底部毛刺	挤盂模底冲孔与底冲的间隙大
9	内底部金属堆积	（1）挤盂冲端部损坏； （2）挤盂冲变形

十一、圆钢下料、打饼和挤盂设备

目前在大部分工厂中，圆钢下料、打饼工序分别在两台设备上完成。圆钢下料一般在立式冲床上进行。图 1-1-34 是用于 56 式 7.62 弹壳制造的圆钢下料机的一种。

用于打饼的设备有立式（同圆钢下料机）和卧式(同挤盂机)两种型式。近年来，由于群众性的技术革新和技术革命的蓬勃开展，已成功地制成下料、打饼组合机床。简化了工艺，节省了设

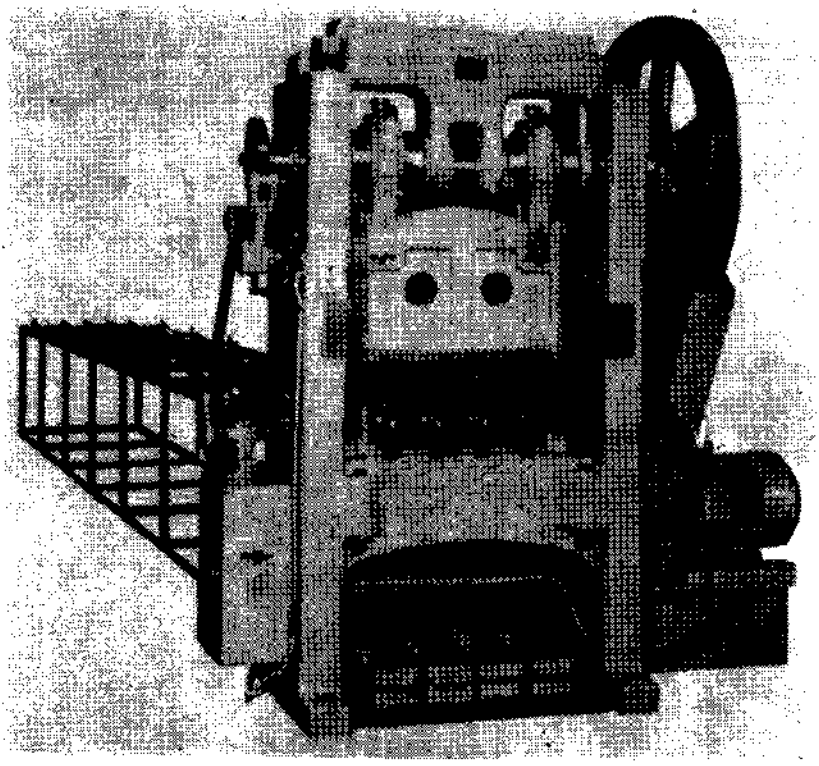


图1-1-34　四冲圆钢下料机

备，提高了效率。

由圆饼冷挤成盂是钢壳生产的重要工序，用于冷挤盂的设备选用是否合理，直接影响盂子的质量和模具寿命。因此，选用冷挤盂设备时，必须满足如下条件：

（一）根据冷挤压单位面积承受力大的特点，用于冷挤盂的设备必须有足够的强度和良好的刚度。刚度差会直接影响挤盂模和挤盂冲的寿命，降低盂子的质量。设备本身变形大，在挤压时挤压机床消耗大量的弹性变形功能，至使盂子底厚超差。一般刚度差的冲床（特别是C型床身的冲床）不适用于冷挤盂。

（二）冷挤盂机必须有良好的精度，滑块须有精确的导向，否

则会影响盂子的壁厚差及模具寿命。

（三）冷挤盂机须有合适的挤压速度才能取得较大的热效应减小变形抗力，提高金属的塑性，这对盂子质量和模具寿命都大有好处。

钢质弹壳挤盂机一般采用卧式结构，其优点是便于送货和退货。用于56式7.62、54式12.7和56式14.5弹壳生产的挤盂机结构型式基本相同。图1-1-35是用于56式7.62钢质弹壳的双冲挤盂机。

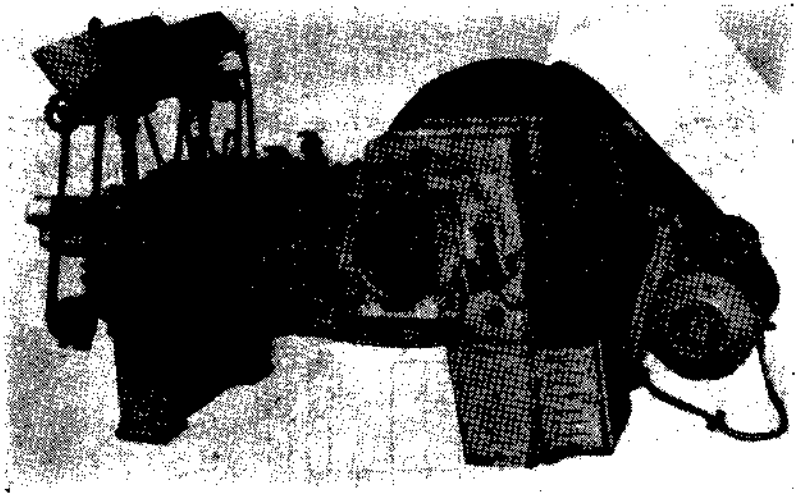


图1-1-35　挤盂机

挤盂工序属于反挤压类型，根据挤压时挤压件需由挤盂模口部进入，成型后再由挤盂模口部退出的特点，挤盂机必须有动作协调的可靠的顶出机构（回冲顶出装置），如图1-1-36所示。

其动作原理如下：与挤盂机同步转动着的凸轮1进入推程曲线时，通过辊轮2使辊轮座3围其轴心逆时针摆动，装于辊轮座3上的辊轮4迫使顶杆6沿其轴套12水平移动，装于其尾端的丝杆14推拐臂15围绕其轴心顺时针方向摆动，拐臂上的辊轮13

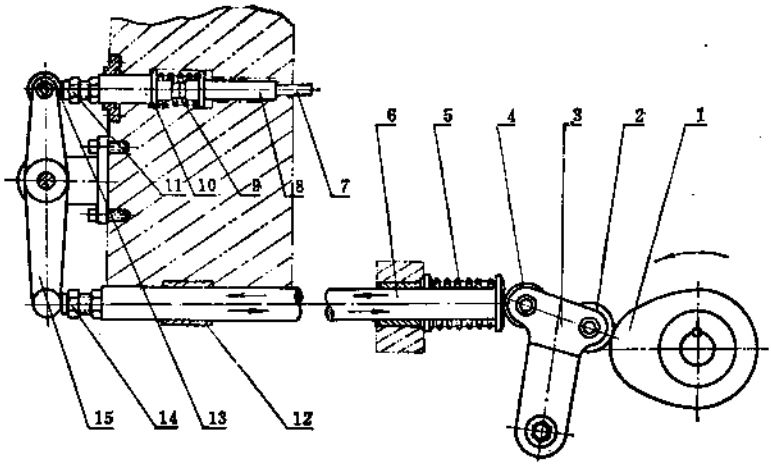


图1-1-36　回冲顶出装置

通过调整丝杆 11 推动回冲 10、小回冲 8、顶杆 7 将冷挤成型的盂子顶出。凸轮 1 转至回程曲线时，顶杆 6 在压簧 5 作用下退回原位，回冲杆 10、拐臂 15 在压簧 9 作用下退回原位，小回冲 8、

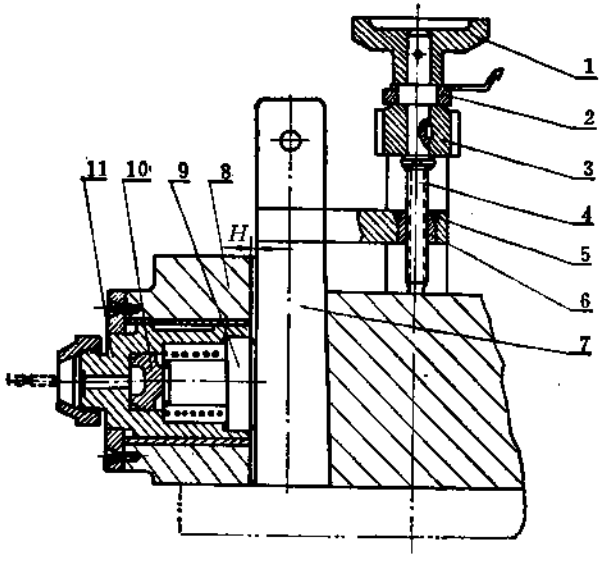


图1-1-37　底厚调整装置

顶杆 7 保持不动。

由于原材料的化学成分及机械性能不同，下料圆饼热处理后硬度不一，磷化膜不均等原因，导致挤盂后盂子底厚经常改变。为此，为消除其底厚差，挤盂机上特装有底厚调整装置。图1-1-37为底厚调整装置示意图。

底厚调整装置的支架 2 同冲头部分一起装在挤盂机滑块上，改变盂子底厚是通过调节冲头伸出的长度实现的。若挤压成型的盂子底厚时，顺时针旋转手把 1，固定在支架 2 上的丝杆 4 随同手把 1 旋转，调整滑块 7 随同丝杆螺母 6 向上移动，推动冲头轴 9 等向外移动，使冲头向外伸出，此时底部厚度即可减薄。调节的厚度根据需要决定。若盂子底薄时，则向相反方向调整。

第二节　片材下料冲盂

一、片材下料冲盂工艺

下料与冲盂是两种性质的加工方法。下料是冲裁，即将金属片材的一部分与另一部分沿一定的封闭曲线相互分离。此封闭曲线以内被分离的部分是零件时，称为下料。此封闭曲线以外的部分是加工零件时，则称为冲孔。下料与冲孔是同一性质，以后对冲孔工序就不再赘述了。

冲盂是将金属圆片冲压成开口的空心制品。

下料和冲盂工序可以分开加工，也可以联合进行，工序的联合与分开加工，与料片的厚度有关。一般片材厚度在 6 毫米以上者分开加工，6 毫米以下可以采用复动冲压联合加工。目前我国大口径枪弹弹壳已全部采用圆钢下料和冷挤压技术，故单独下料已不采用，小口径弹壳用片材制造盂子时，皆采用联合加工。

（一）下料

下料过程分为三个阶段：第一阶段为弹性变形阶段，剪刀轻微的压入材料中，使材料在模子上口内稍微伸张，剪刀下部料片

有些弯曲。第二阶段为塑性变形阶段，当剪刀继续下降时，料片发生了明显的弯曲与伸长，在模口的周围产生了应力集中，使金属内产生一个窄的破坏区，此时应力已达最大值，随即在模口和剪刀刃两处的剪切范围内有一定的剪断裂缝出现。第三阶段为剪裂阶段，当剪刀再继续下降时，在剪刀与模口出现的细微裂缝继续发展，并且互相接合（指合理间隙情况下），金属随即分离。

下料时剪刀与模子直径不应相等，要有一定的合理差值，此差值称为间隙 a。间隙大小对制品质量有较大影响如图1-2-1。

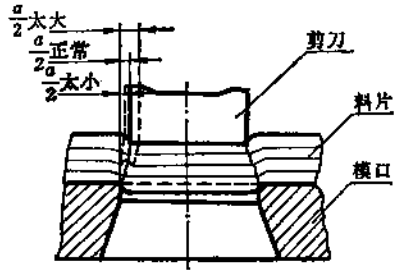


图1-2-1　下料间隙

所谓合理间隙，即此间隙能使发生在剪刀与模口的剪断裂缝重合，形成共同的剪切面，剪下来的圆片周围光滑。

如果间隙过小，剪断裂缝不能重合，会形成质量差的双剪裂面；如果间隙过大，剪断面倾斜很大，断面不平。

剪断部分的金属组织及机械性能，已发生改变，故采用较厚料片单独下料时，为了避免冲盂时边缘产生裂缝，一般在冲盂前应进行退火。

（二）冲盂

冲盂是将从片材下料的圆片冲成开口的空心制品，其质量的优劣（例如壁厚差大小、口部质量好坏、盂子口部露钢程度、底部金属的多少等）对弹壳质量有很大影响，所以冲盂质量必须严格控制，才能保证弹壳成品的质量。

冲盂可分为壁变薄冲盂与壁不变薄冲盂，弹壳的冲盂属于壁变薄冲盂。但壁不变薄冲盂的特点也适于壁变薄冲盂，由于壁不变薄的冲盂分析比较简单，所以以壁不变薄为例叙述如下：

1．冲盂时金属材料的变形（图1-2-2）下料圆片直径为 D 冲

成直径为 D_n 的盂子，如将盂子展开与下料圆片相比较时，可以看出，在冲盂过程有很多的多余三角形材料必须被挤走，增加了盂子高度（Δh）。金属材料发生了较大的转移，因此就要求片材必须有良好的塑性。

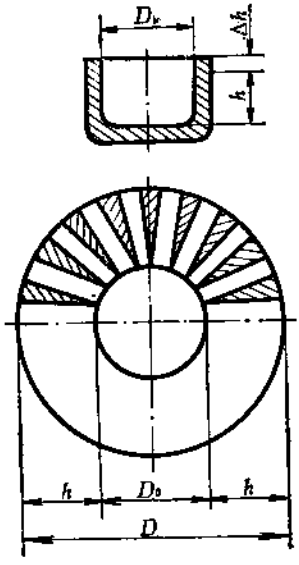


图1-2-2　冲盂变形

2．可能出现皱折现象（图1-2-3）在挤走多余的三角形时，由于切向压应力 σ_3 的作用，在材料的相对厚度 $\frac{\delta_M}{D}$ 较小时，下

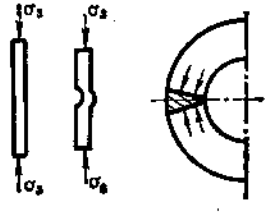


图1-2-3　冲盂皱折的形成

料圆片容易失去稳定而起皱，其起皱的条件为 $D-D_0 \geqslant 22\delta_M$（$\delta_M$——料片厚度）。工艺和工具设计时必须考虑这个问题。防止皱折的办法是用压边圈，对料片给予一定的压力，将料片限制在压边圈与模子之间流动，增加了它对纵向弯曲的抗力，在切线方向保持稳定而不发生皱折。

对弹壳来说，由于片材较厚，一般不会产生皱折现象。

3．存在危险断面　冲盂时盂子侧壁各处的冷作硬化程度不一样，在盂子口部由于挤走材料较多则变形程度大，冷作硬化程度也较重，拉薄的现象小，厚度增加的可能性大。愈往下冷作硬化程度愈轻，到靠近圆角处没有多余材料被挤走，几乎没有发生冷作硬化，因此拉薄的可能性大。这是冲盂最薄弱的断面，称"危险断面"。当作用在壁上的拉应力 $\sigma_1 > \sigma_s$ 时，危险断面就会被拉

薄，$\sigma_1 > \sigma_b$ 时，危险断面处就会破坏，而被拉断或“掉底”（σ_s——屈服极限公斤/毫米^2；σ_b——强度极限公斤/毫米^2）。

（三）下料冲盂

弹壳制造一般都是采用壁部变薄的冲盂。下料冲盂是在一台复动冲床上，完成圆片下料和盂子成型的连续加工。其加工变形过程如图 1-2-4。下料剪刀是固定在冲床的短行程外滑块上，冲

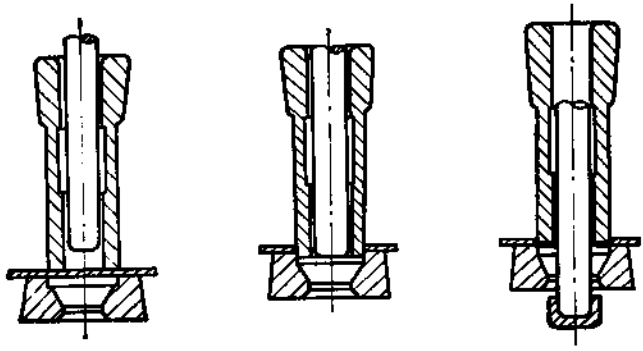


图1-2-4　下料冲盂变形过程

盂冲是固定在长行程的内滑块上。工作开始时，剪刀先冲裁圆片，并将其推向冲盂模内，然后冲盂冲将圆片通过模子冲成杯形，直至通过退货卡子一定距离以后，冲盂冲返回时，将盂子退下。如此重复上述动作。

下料冲盂过程中用肥皂水润滑和冷却。其浓度和温度应保证下料冲盂质量，肥皂液要保持清洁并定期更换，下料冲盂后还应做好分批管理工作。

下料冲盂是弹壳制造第一个工序，其质量好坏对后面工序及弹壳质量影响很大。应重点控制以下三个方面：

1．盂子口部质量　盂口是下料的剪切面，已形成了硬化层，在正常情况下即合理间隙条件下，盂口一般是良好的。但由于工具磨损或安装不正确，会出现一些不好的盂口。不好的盂口经引伸加工易造成“口裂”，所以盂子口部质量必须注意，不能忽视。

2．壁厚差　近年来下料冲盂已由单冲发展为多冲（如56式7.62弹壳为七冲），所以下料冲盂的壁厚差更显得重要。冲盂壁厚差不合，到末引也不易纠正。

冲盂壁厚差与$\frac{\delta_M}{D_M}$有关（D_M——盂子直径；δ_M——片材厚度），其比值愈大壁厚差也愈大。影响壁厚差的因素很多：片材厚薄不均、表面氧化、润滑条件、模板变形、工具几何形状同心度差、机床精度不好等。多冲冲盂在保证末引壁厚差要求的条件下，可比单冲冲盂的壁厚差适当放宽。

3．工具几何形状对盂子底厚有一定影响，如模子锥度大小和R大小等。模子R愈大底愈厚，模子锥度愈小底愈厚。冲盂时必须保证盂子底厚在一定的范围，才能保证平底底厚。

二、片材下料冲盂加工率的计算与选择

加工率的选择很重要，我们应当在材料性能允许的基础上，在保证制品质量和工具寿命的条件下，尽量采用大的加工率，以达到提高生产效率的目的。

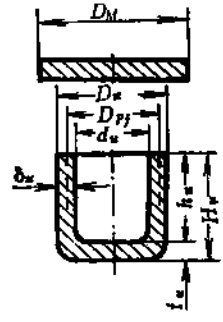


图1-2-5　盂子

加工率对制品质量、生产效率、工具寿命、热处理次数都有影响，而且是互相矛盾的。其一般的规律是：制品壁厚差、口部倾斜要求严格时，则加工率须小些；反之加工率可以大些。多数工厂的冲盂加工率为65%左右，但有的工厂把56式7.62覆铜钢弹壳的加工率提高到70%以上，采用多模加工，下模自由定位，也可以得到比较好的壁厚差。

冲盂加工率表示方法有三种：

1．切向压缩加工率依直径改变而定（见图1-2-5）。

$$\phi_d=\frac{D_M-D_{pj}}{D_M}\times 100\%=\left(1-\frac{D_{pj}}{D_M}\right)\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}1)$$

式中 D_M——毛坯直径（毫米）；

D_{pj}——盂子口部平均直径（毫米）；

ϕ_d——切向压缩加工率（%）。

2．径向压缩加工率依壁厚改变而定。

$$\phi_b=\frac{\delta_M-\delta_n}{\delta_M}\times 100\%=\left(1-\frac{\delta_n}{\delta_M}\right)\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}2)$$

式中 δ_M——片材厚度（毫米）；

δ_n——盂子口部壁厚（毫米）；

ϕ_b——径向压缩加工率（%）。

3．纵向引伸是主要变形，是冲盂过程总变形的标志，依横断面积的改变而定，称为断面收减率（习惯称为加工率）。

$$\phi_F=\frac{F_M-F_n}{F_M}\times 100\%=\left(1-\frac{F_n}{F_M}\right)\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}3)$$

ϕ_F 与 ϕ_d、ϕ_b 的关系如下：

$$\phi_F=\left(1-\frac{D_{pj}\delta_n}{D_M\delta_M}\right)\times 100\%=(\phi_d+\phi_b-\phi_d\phi_b)\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}4)$$

式中 F_M——下料圆片的侧面积（毫米^2）；

F_n——盂子口部断面积（毫米^2）；

ϕ_F——断面收减率（%）。

目前弹壳常用的冲盂加工率见表 1-2-1 。

表1-2-1 冲盂加工率

片材厚度（毫米）	下料圆片直径（毫米）	加工率（%）			冲盂模	
		ϕ_d	ϕ_B	ϕ_F	圆角半径（R）（毫米）	锥角（α）
2.65	17.84	38	47.7	67.6❶	28.65	
3.1	21.10	36.5	43.5	64.1	$R_1=6.7$ $R_2=16.2$	12°
	24.1	35.4	33.5	57.0	4	15°

❶ 冲盂工序为双模加工。

上表介绍的是一般情况，如果模具结构和几何形状选择得恰当，还可以突破。

目前为了适应组合机床发展的需要，和减少引伸次数，有往提高冲盂加工率发展的趋势，但需解决模具寿命和盂子质量等问题。

三、变形力的计算

（一）下料力的计算

下料过程，其抗剪力是随着剪刀压入深度而变化的。当采用厚度为3毫米的T18覆铜钢片，下料圆片直径为21.1毫米，间隙为0.2毫米下料时，剪切力曲线如图1-2-6。

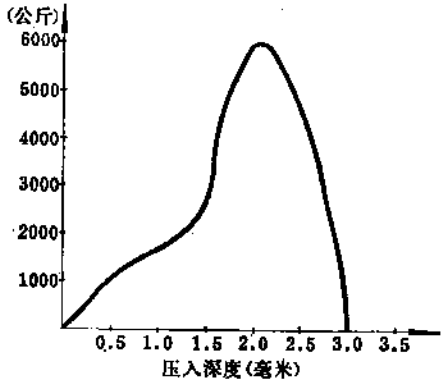


图1-2-6 剪切力曲线

影响剪应力的因素很多，但一般可以分为以下三个方面：

1．材料的机械性能、厚度与轮廓尺寸；

2．工具的间隙大小和模具的构造；

3．剪切速度和润滑情况。

下料力可按下式计算：

$$P=KF\tau \qquad (1\text{-}2\text{-}5)$$

式中 F——被剪断圆片的侧面积（毫米^2）；

τ——抗剪强度，低碳钢 $\tau\approx0.8\sigma_b$（公斤/毫米^2）；

K——系数（1.25～1.3）。

（二）冲盂力的计算

在生产实践中，对壁变薄冲盂的冲盂力，常用以下经验公式

计算：

1. $$P_1=C(D_M-D_{pj})\delta_M\sigma_b \qquad (1\text{-}2\text{-}6)$$

式中 D_{pj}——盂子口部平均直径(毫米)；

D_M——下料圆片直径(毫米)；

C——系数 2.5～3.5，塑性好取下限。

2. $$P_1=\left(\phi_d+\frac{\phi_b}{2}\right)F\sigma_b \qquad (1\text{-}2\text{-}7)$$

式中 $F=\pi D_M\delta_M$（毫米^2)；

ϕ_d——直径缩小加工率（%)；

ϕ_b——壁变薄加工率（%)。

由于实际生产中，易发生一些估计不到的不利因素（片材强度高低、模具光洁度降低等)，尚有几种计算方法也都不能全面而合理地反映实际情况，因此只介绍两项经验公式，供设计模具时参考用。

四、毛坯和盂子重量、尺寸的确定

在设计下料冲盂工具之前，须先求出毛坯和盂子的重量及有关尺寸。其计算程序是：

计算毛坯重量；

计算片材厚度；

计算下料圆片直径；

计算片材宽度；

计算盂子尺寸。

确定毛坯重量和尺寸的依据是产品图和技术条件。毛坯尺寸确定是否合理，对工具寿命、产品质量都有很大的影响。如片材确定过厚，则总加工率增大，工具寿命短，底厚和隔板（传火孔壁）厚度难达到产品图要求，并影响弹壳容积；如确定得过薄，则将产生底缘冲压不足，和使底部皱折增长。

（一）毛坯重量的计算

毛坯重量的计算方法与圆钢的相同。

（二）片材厚度的计算

片材厚度是根据弹壳底部的金属体积确定的。计算方法是令弹壳底部金属体积（包括底槽和传火孔体积在内）等于与弹壳底部直径相同的实心圆饼的体积。则片材厚度即近似等于此圆饼的厚度。

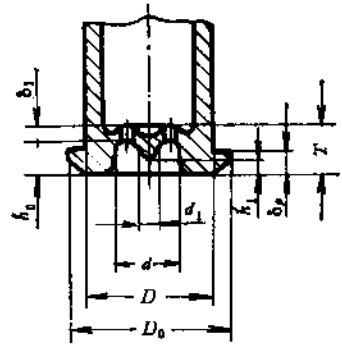


图1-2-7　有起缘弹壳

1．有起缘弹壳　由图1-2-7可知，有起缘弹壳的底部由四个部分组成：隔板、火台、外起缘、底火室壁。将上述四个组成部分的体积换算为与直径D相同的圆片的体积，求出其相当厚度，即为片材厚度。

（1）隔板厚δ_1不必换算。

（2）外起缘的体积换算为与直径D相同的圆片体积，其相当厚度δ_2为：

$$\delta_2=\frac{\frac{\pi}{4}D_0^2\delta_p-\frac{\pi}{4}D^2\delta_p}{\frac{\pi}{4}D^2}=\frac{D_0^2-D^2}{D^2}\delta_p$$

（3）底火室外壁的体积换算为与直径D相同的圆片体积，其相当厚度δ_3为：

$$\delta_3=\frac{\frac{\pi}{4}D^2h_0-\frac{\pi}{4}d^2h_0}{\frac{\pi}{4}D^2}=\frac{D^2-d^2}{D^2}h_0$$

（4）火台的体积换算为与直径D相同的圆片体积，求出相当厚度δ_4：

$$\delta_4=\frac{\frac{\pi d_1^2}{4}h_0-\frac{\pi d_1^2}{4}h_1}{\frac{\pi D^2}{4}}=\frac{(h_0-h_1)d_1^2}{D^2}$$

所以片材厚度 $\delta_M=(\delta_1+\delta_2+\delta_3+\delta_4)\alpha$

$$\delta_M=\left[\delta_1+\frac{(D_0^2-D^2)}{D^2}\delta_p+\frac{(D^2-d^2)}{D^2}h_0+(h_0-h_1)\frac{d_1^2}{D^2}\right]\alpha\text{（毫米）}\qquad(1\text{-}2\text{-}8)$$

2．无起缘弹壳

无起缘弹壳与有起缘弹壳不同之处，只是少了起缘部分，故同理可得下式：

$$\delta_M=\left[\delta_1+\frac{(D^2-d^2)}{D^2}h_0+(h_0-h_1)\frac{d_1^2}{D^2}\right]\alpha\text{（毫米）}\quad(1\text{-}2\text{-}9)$$

式中 δ_1——隔板厚；

δ_p——起缘（底缘）厚度；

h_1——火台深度；

h_0——底火室深度；

d_1——火台直径；

d——底火室直径；

D_0——起缘直径；

D——底根部直径；

α——修正系数 0.75～0.92。

系数 α 是考虑到圆片经冲盂、引伸与平底后底部金属的改变而采用的修正系数，与材料种类、底部机械性能和产品几何形状有关。

3．弹壳的片材厚度计算也可以采用以下的经验公式：

$$\delta_M=K\delta_d$$

式中 δ_d——弹壳的底部厚度（毫米）；

K——系数，其数值可参照表 1-2-2 选取。

表1-2-2 K 值 表

口　径　(毫米)	7.62	>7.62
K	0.7～0.75	0.9～0.95

(三) 毛坯直径的计算

毛坯的重量和厚度确定后，即可计算毛坯直径（下料圆片直径）：

$$\frac{G_M}{\gamma}=V_M=\frac{\pi}{4}D^2\delta_M$$

$$D=\sqrt{\frac{4V_M}{\pi\delta_M}}=\sqrt{\frac{4G_M\times1000}{\pi\delta_M\gamma}}=\sqrt{\frac{4G_Z\times1000}{\pi(1-K)\delta_M\gamma}}\quad(1\text{-}2\text{-}10)$$

式中 G_Z——弹壳重量(克)；

G_M——毛坯重量(克)；

D——下料圆片直径(毫米)；

γ——材料比重，F18 覆铜钢片为 7.86～7.88克/厘米^3，优质碳素钢为 7.85克/厘米^3；

K——金属损失率，查表 1-1-2 。

(四) 片材宽度和下料率的计算

弹壳用片材下料，毛坯主要尺寸确定之后，还要确定排样方法及片材宽度。排样合理可以使用最少的材料、最高的劳动生产率而生产出合乎工艺要求的弹壳。由于片材占弹壳成本的80%左右，所以充分地利用原材料，是枪弹生产中一个很重要的问题。排样的方法较多，一般可分为：单排下料、双排下料、双排交错下料和多排交错下料等。枪弹各金属零件（如弹壳、弹头壳、曳光管壳、底火壳等）制造中，一般都采用多排交错下料，例如56式 7.62 覆铜钢弹壳为七行交错下料。现以双排交错下料为例说明片材宽度的计算方法，见图 1-2-8 。

$$A=D+K$$

$$b=A\cos\alpha$$

片材宽度 B 可按下式计算：

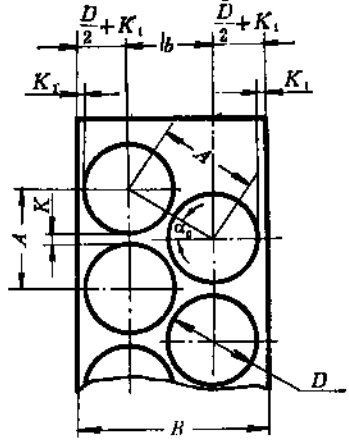


图1-2-8　片材排样

$$B = b + 2\left(\frac{D}{2}+K_1\right) = A\cos\alpha + D + 2K_1$$

$$= (D+K)\cos\alpha + D + 2K_1 \qquad (1\text{-}2\text{-}11)$$

双排下料率 η 可按下式计算：

$$\eta = \frac{2\times 0.785D^2}{(D+K)\left[D+2K_1+(D+K)\cos\alpha\right]}\times 100\% \qquad (1\text{-}2\text{-}12)$$

如为多排交错下料时：

$$B_n = D + 2K_1 + (n-1)A\cos\alpha \qquad (1\text{-}2\text{-}13)$$

多排交错下料的下料率（η_n）可按下式计算：

$$\eta_n = \frac{n\times 0.785D^2}{(D+K)\left[D+2K_1+(n-1)(D+K)\cos\alpha\right]}\times 100\% \qquad (1\text{-}2\text{-}14)$$

式中　n——下料行数，按表 1-2-3 查取；

B_n——多排下料的片材宽度（毫米）；

D——下料圆片直径（毫米）；

K——间距（毫米），按表 1-2-4 查取；

K_1——边距（毫米）；

η_n——多排交错下料的下料率（%）。

也可按下式计算：

$$\eta_n=\frac{\text{盂子个数}\times\text{每个盂子的下料面积}}{\text{片材的面积}}\times 100\%$$

$$=\frac{\left[\frac{(L-K)n}{D+K}-A\right]\frac{\pi}{4}D^2}{LB_n}\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}15)$$

式中 L——片材宽度（毫米）；

A——当 n 为奇数时 $A=\frac{N-1}{2}$；

n 为偶数时 $A=\frac{N}{2}$。

工厂中实际采用下式计算：

$$\eta_n=\frac{\text{下料所得的盂子重量(公斤)}}{\text{投入片材的重量(公斤)}}\times 100\% \quad (1\text{-}2\text{-}16)$$

由上可知，片材宽度确定合理与否，直接影响材料的下料率。行数愈多，下料圆片直径愈大，则下料率愈高，但也有一定限制。如果下料圆片直径大而片材短时，其两端边料过多，则交错下料的材料下料率反而不如平行下料。

沿料片宽度的行数，与下料圆片直径有关，一般参照表 1-2-3 选取。在片材制造与下料冲盂机条件许可的情况下，行数愈多，下料率愈高。

表1-2-3 下料圆片直径与下料行数

下料圆片直径 D（毫米）	沿料片宽度行数 n
10～20	7～9
20～30	5～7

下料间距与片材厚度和机械性能有关，低碳钢片材间距 K 值如表 1-2-4。在保证下料质量的条件下，应尽量选用小的间距。

边距宽度 K_1，一般比间距大 15～20%。

即 $$K_1=(1.15\sim1.25)K$$

（五）盂子主要尺寸的确定

表1-2-4　下料间距　　单位：毫米

片材厚度	间距	片材厚度	间距
0.25～0.5	1.2	2.0～2.5	1.5
0.5～0.8	1.0	2.5～3.0	1.8
0.8～1.2	0.8	3.0～3.5	2.2
1.2～1.6	1.0	3.5～4.0	2.5
1.6～2.0	1.2		

确定盂子主要尺寸的方法有两种：一种是按照第一节介绍的圆钢冷挤盂盂子的计算方法计算后，再用片材冲盂加工率进行校核；另一种是直接按片材冲盂加工率进行计算。现按后一种方法介绍于下（见图 1-2-5）：

1．盂子外径 D_n、口部内径 d_n　由图 1-2-5 知：

$$D_n=D_{pj}+\delta_n \tag{1-2-17}$$

$$d_n=D_{pj}-\delta_n \tag{1-2-18}$$

由公式（1-2-1）、（1-2-2）求得：

$$D_{pj}=D_M(1-\phi_d)$$

$$\delta_n=\delta_M(1-\phi_\delta)$$

2．盂子底厚 t_n 下料冲盂时，底部厚度变化不大，故

$$t_n=\delta_M \tag{1-2-19}$$

式中　δ_M——片材厚度（毫米）。

3．盂子内部高度 h_n　盂子内底到口部的高度 h_n，可以采用一种比较简单的近似方法计算，将底部厚度看成等于下料片材厚度，所以 h_n 可以按体积相等原理计算：

$$h_n=\frac{\frac{\pi D_M^2\delta_M}{4}-\frac{\pi D_n^2\delta_M}{4}}{\pi D_{pj}\delta_n}=\frac{(D_M^2-D_n^2)\delta_M}{4D_{pj}\delta_n} \tag{1-2-20}$$

4．盂子外部高度 H_n

$$H_n=h_n+t_n=h_n+\delta_M \tag{1-2-21}$$

（六）例题

计算56式7.62覆铜钢弹壳盂子尺寸。产品图给出重量6.35～6.95克，底厚为4.2毫米。

1．毛坯重量　按式（1-1-5）

$$G_M=\frac{G_Z}{1-K}=\frac{6.75}{1-0.19}=8.3\text{（克）}$$

2．片材厚度计算

按经验公式计算

$$\delta_M=4.2\times0.73=3.066\text{（毫米）}$$

故选取 $3.1_{-0.1}$ 毫米。

3．毛坯直径计算

按式（1-2-10）

$$D=\sqrt{\frac{4G_M1000}{\pi\delta_M\gamma}}=\sqrt{\frac{4\times8.3\times1000}{3.14\times3\times7.87}}=21.1\text{（毫米）}$$

4．计算盂子主要尺寸

按式（1-2-1）和查表1-2-1.

$$D_{pj}=D_M(1-\phi_d)$$
$$=21.1(1-0.365)=13.40\text{（毫米）}$$

按式（1-2-2）和查表1-2-1

$$\delta_n=\delta_M(1-\phi_\delta)$$
$$=3\times(1-0.435)=1.70\text{（毫米）}$$

所以　$D_n=D_{pj}+\delta_n=13.40+1.7=15.1$（毫米）

$d_n=D_{pj}-\delta_n=13.40-1.7=11.70$（毫米）

五、模具主要尺寸的确定

下料冲盂模具结构　如图1-2-9，下料冲盂的夹具由模座、压模板、退料板、剪刀紧固板、剪刀上顶板、冲子紧固板等组成。工具有下料剪刀、下料冲盂模、冲盂冲、退货卡等。

七冲下料冲盂夹具的特点：

下料冲盂模和剪刀用紧固螺丝顶紧，防止由于剪刀和模子制造公差的影响而压不紧，影响工具寿命和制品质量。

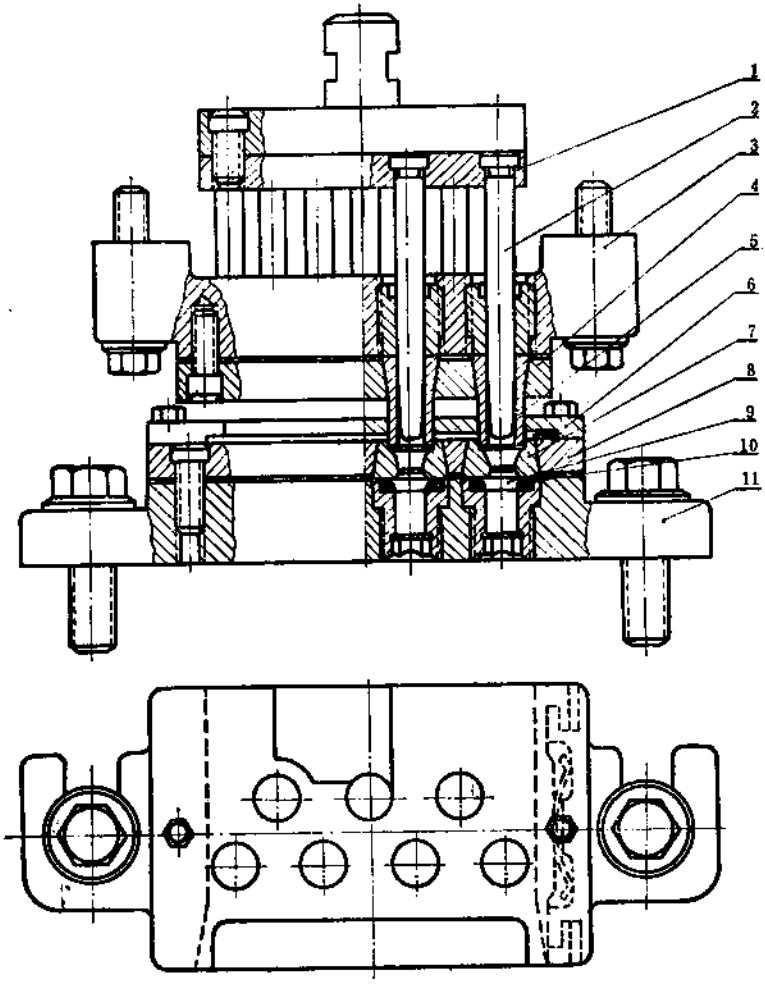


图1-2-9　七冲下料冲盂夹具

1—冲子紧固板；2—冲盂冲；3—剪刀上顶板；4—剪刀紧固板；5—下料剪刀；6—退料板；7—下料冲盂模；8—压模板；9—退货卡；10—退货卡弹簧；11—模座。

冲子在剪刀内应自由转动和上下移动。

冲板、剪刀板、压模板的同心度要求高，否则会影响制品壁厚差（亦可采用导套、导柱保证冲板、剪刀板和压模板的同心度）。

（一）下料剪刀设计

下料剪刀的结构型式以夹持部分的形状来分，如图 1-2-10。

（a）型剪刀用于多冲下料，因为头部是锥形的，安装稳定性好，锥度一般为 12°。

（b）型剪刀主要用于单冲下料，剪刀与模子的同心度可以调整，也可以用于有导引装置的多冲下料。这种类型的剪刀还可以自动定中心。

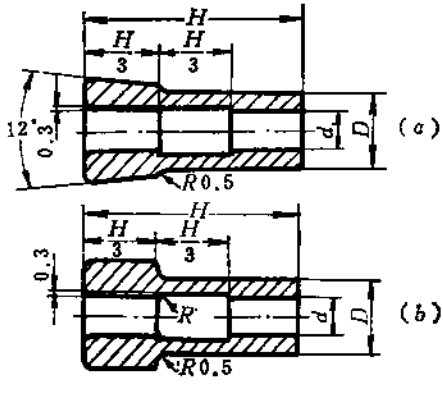


图1-2-10　下料剪刀



图1-2-11　阶梯形剪刀

单冲也可以用（a）型剪刀。以上两种剪刀如果刃口壁厚小于 2 毫米，可以将剪刀做成阶梯形，如图 1-2-11，以增加其强度。为减少摩擦面积，内孔可开空刀槽，其长度占全长的 1/3 即可。

剪刀直径可按下式计算：

$$D = D_M - a \qquad (1\text{-}2\text{-}22)$$

式中　D_M——下料圆片直径（毫米）；

a——间隙（毫米）。

a 的大小常用经验公式计算之：

$$a = K\delta_M \qquad (1\text{-}2\text{-}23)$$

式中 K——系数。

$\delta_M < 1$ 毫米，$K = 0.05 \sim 0.07$；

$\delta_M > 1$ 毫米，$K = 0.07 \sim 0.15$。

一般片厚为 2.8 毫米时，$a = 0.2 \sim 0.4$ 毫米；片厚为 3.0 毫米时，$a = 0.2 \sim 0.5$ 毫米。

剪刀内孔与冲子必须有良好配合，配合太松制品壁厚差大，易倾斜；配合太紧会产生摩擦焊的现象，故一般以3级精度动配合为宜。

（二）下料冲盂模子设计

冲盂工具的设计，其中一个重要问题，是在确定盂子尺寸时选择合理的冲盂加工率，加工率大小影响盂子的质量、工具寿命以及引伸次数。过大的冲盂加工率，使盂子的壁厚差增大，口部倾斜，以后的引伸工序难以调整，并使工具的寿命降低。

下料冲盂模一般分为以下三种类型，如图 1-2-12。

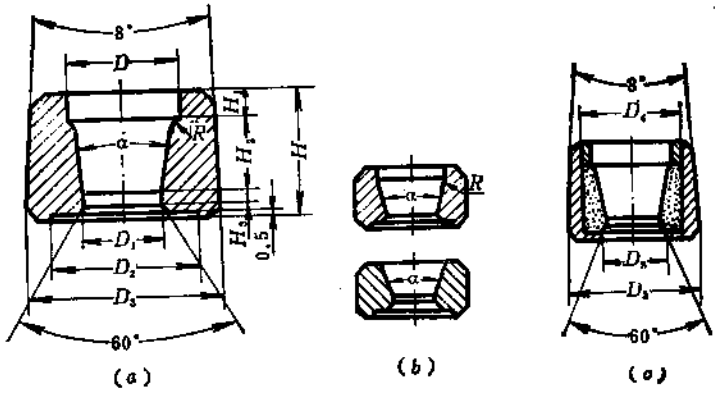


图1-2-12 下料冲盂模

（a）型 用一个模子既下料又冲盂，小口径弹壳广泛应用。

（b）型 两个模，为了减少引伸工序，提高冲盂加工率，采

用双模加工。

（c）型　硬质合金模。

设计与制造上一般剪切部位用工具钢冲盂部位用硬质合金，然后将两者一起压入模套，也可以做成活动的剪切部位，但同心度不好。

下料冲盂模尺寸的设计，以图1-2-12（a）型为例介绍如下：

1．剪口直径D视下料圆片直径而定

$$D=D_M \tag{1-2-24}$$

2．剪口高度H_1视下料圆片厚度而定，因为剪切下的毛坯要在圆筒部位定位。弹壳下料模剪口高度

$$H_1=(1.5\sim2)\delta_M \tag{1-2-25}$$

式中　δ_M——片材厚度（毫米）。

3．冲盂模圆弧R的确定，是一项很重要的工作，应予注意。因为R的大小对盂子底部金属堆积多少有影响，R愈大底部金属愈多。例如56式7.62覆铜钢弹壳下料冲盂模R等于2.5毫米时，采用的片材厚度为3.1～3.2毫米；R改为6.7毫米时，则片材厚度就须改为3.0～3.1毫米。

R对盂口形状和盂子侧壁金属流动有很大影响如图1-2-13。

R过小，盂口产生内倾斜（如a），而且经过引伸后，口部金属易脱落或半脱落（亦称掉圈），对下工序加工有影响。R偏小，盂子口部呈V形(如c)，质量也不好。



（a）　（b）　（c）

图1-2-13　盂口形状

R过大，盂口产生外倾斜（如b），且使冲盂的稳定性变坏。盂子壁厚差大，口部倾斜也比较大，影响引伸制品质量。一般盂口的形状，以略带外倾斜的较好。

由上可知，圆弧R的影响是互相制约、互相矛盾的，所以圆弧R往往是经过多次试验才能最后确定。R数值可以参照表1-2-1

选择。

4．圆筒部分直径（D_1）

$$D_1=D_{min}-S \qquad (1-2-26)$$

式中 D_{min}——盂子最小直径（毫米）；

S——弹性回跳 0.02～0.06 毫米，工具钢取大值，合金钢取小值。

工作带长度（H_3）的确定 H_3 太小，模具寿命低，制品也易倾斜；H_3 太大，则使加工力增大。

生产实践中一般取 $H_3=1.5\sim2.0$ 毫米。

5．圆筒部与 R 的连接一般分为两种，一种为直线连接，另一种为曲线连接。直线连接采用锥度，它的优点是冲盂稳定性好，壁厚差和倾斜较小。只有当冲盂加工率很大，盂口内倾斜较严重以及有冲穿底部的情况下，才采用曲线连接。可参照表 1-2-1 选择。

6．模子外径 D_3 一般用下列经验公式

$$D_3=(2\sim3.5)D_1 \qquad (1-2-27)$$

如果选用硬质合金模（图1-2-12 c），则属于预应力组合模，可参看挤盂模具设计一节。生产实践中一般采用以下的关系式：

$$D_3=(1.7\sim2.5)D$$

$$D_4=D+(4\sim8)(\text{毫米}) \qquad (1-2-28)$$

$$D_5=(1.05\sim1.15)D_1$$

（三）冲盂冲设计

冲盂冲由工作部、柄部、夹持部三部分组成。其结构型式按工作部的几何形状分为三种如图 1-2-14。

（a）型 用于壁部不变薄盂子，为了便于退货，工作部上下直径差 0.02～0.04 毫米，这种冲子在弹壳制造中基本不用；

（b）型 锥形，用于壁变薄的冲盂加工；

（c）型 端部带有凸包，其余与（b）型同，这种冲子能使底部金属增加，适用于增加底厚用。

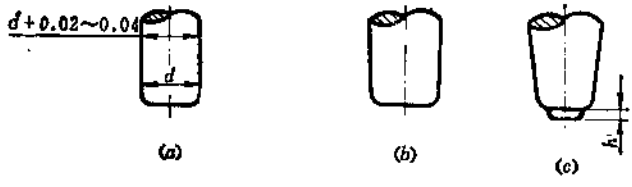


图1-2-14　冲盂冲工作部分形状

如果按夹持部分，可分四种如图 1-2-15 。

（a）型　弹壳下料冲盂一般不用；

（b）与（c）型　弹壳多冲下料冲盂广泛采用；

（d）型　用于单冲下料冲盂，单冲也可以用（c）型。



图1-2-15　冲盂冲夹持部形状

冲盂冲工作部分尺寸计算如下（参看图 1-2-16 ）：

1．R与α　R的大小关系到冲盂时的稳定性、底部金属的多少和弹壳成品内底部皱折的长短。R较小，冲盂稳定性较好，但过小，则盂子转角处产生裂纹的趋势较大；R大则冲盂稳定性差，产品底部金属增加。此外还必须考虑到以下各次引伸冲子的设计，使引伸冲的底平面能与制品内底平面接触。所以要适当地选用R值。冲盂冲采用锥体，是为了加大口部加工率和为了便于退货。常用R与α见表 1-2-5 。

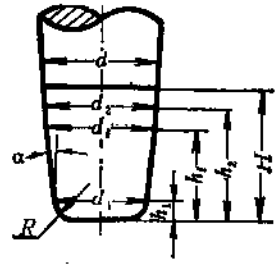


图1-2-16　冲盂冲

表1-2-5　冲盂冲常用锥度表　　单位：毫米

片材厚	2.8	3.1
tgα	0.01～0.05	0.01～0.03
R	1～2	1～1.8

2．上部直径 d_2 与高度 h_2　为了便于计算，在冲子锥体上假设一个直径 d_i 及其距底部的高度 h_i，并令等于盂子口部内径 d_n 及其高度 h_n。

即　　$d_i=d_n \qquad h_i=h_n$

d_n 和 h_n 可由（1-2-18）与（1-2-20）式求出。

$$h_2=h_i+Kh_i=h_i(1+K) \qquad (1\text{-}2\text{-}29)$$

式中　K——系数（0.2～0.5）

$$d_2=d_i+2\text{tg}\,\alpha K h_i \qquad (1\text{-}2\text{-}30)$$

3．下部直径 d_1 与高度 h_1

$$h_1=R(1-\sin\alpha) \qquad (1\text{-}2\text{-}31)$$

$$d_1=d_i-2(h_i-h_1)\text{tg}\,\alpha \qquad (1\text{-}2\text{-}32)$$

（四）模、冲强度验算

1．下料冲盂模　因为下料的力量是剪切力，所以验算下料冲盂模的强度时，一般是根据冲盂力量的大小来进行验算。冲盂力按式（1-2-6）、（1-2-7）计算。

整体下料冲盂模，其受力、变形状况与厚壁圆筒相似，所以可参照前节挤盂模的强度验算进行。

如采用硬质合金下料冲盂模，则属于预应力组合模，亦可参照前节挤盂预应力组合模的强度验算进行。

2．冲盂冲　冲盂冲的强度以纵弯曲强度考核，最大冲盂力必须小于冲子的允许负荷。

冲盂冲子允许负荷由下式求出：

$$[P]=\frac{P_0}{K} \qquad (1\text{-}2\text{-}33)$$

式中 K——安全系数 2～3；

P_0——冲子临界负荷。

$$P_0=2\pi^2\frac{EI}{L^2}$$

式中 E——弹性模数，碳钢为 2.15×10^4（公斤/毫米^2）；

L——冲子伸出部分的长度（毫米）；

I——断面惯性矩，圆形冲子 $I=\frac{\pi d^4}{64}$。

如 $P_{max}<[P]$，说明冲子强度可靠，否则只有把冲子做成带台阶的。P_{max}——最大冲孟力（公斤），由式（1-2-6）求取。

（五）技术要求

1．下料剪刀

材料 T10A(YB5-59)；

热处理 工作部分 HRC56～64，夹持部分 HRC45～55；为防止刀刃崩落，可以在剪口端面 7 毫米范围内回火到 HRC50～58；

光洁度 内径、工作部分和剪口端面▽7；

剪刀直径按 3～4 级精度。

2．冲孟冲

材料 T10A；

工作部、柄部热处理 HRC58～64，夹持部 HRC45～55；工作部铬层厚度 0.01～0.02 毫米。

工作部及 R 处的光洁度为▽9，端部光洁度▽7 即可；

柄部为 3 级精度的动配合。

3．下料冲孟模

材料 钢模及硬质合金模的剪口部分用 T10A 或 CrW5，硬质合金模的冲孟部分用 YG8、YG15；

用 T10A 的钢模及剪口，热处理 HRC58～64，铬层厚0.01～0.02毫米；

钢模内孔光洁度▽9，硬质合金模内孔光洁度为▽10；

剪口直径和工作带直径均按3～4级精度，径向跳动、底平面对中心线不垂直度，以及上下平面之不平行度均不超过0.05毫米。

六、质量检查与分析

（一）尺寸检查

1．盂子外径　盂子外径用环规检查，如图1-2-17。

其公差除了考虑冲压加工所能达到的精度外，尚需考虑：（1）工具制造时允许的公差；（2）工具所允许的磨损量；（3）材料的机械性能及加工前退火规范对弹性回跳量的影响；（4）机床精度等。直径公差一般不一定符合公差等级。

如盂子外径公差不符合公差等级时，确定环规尺寸需往上一级取值定级。盂子直径公差一般5～6级。

例如56式7.62弹壳盂子外径为$\phi 15.15_{-0.18}$。而6级公差为0.12毫米，所以其外径环规可按6级定级。确定了精度等级后，即可从光滑量规公差表查得环规的具体尺寸如下：

量规代号	公称尺寸（毫米）	极限偏差（微米）		极限尺寸（毫米）			工作尺寸（毫米）
		上偏差	下偏差	最大	最小	磨损	
通	15.15	−10.5	−21.5	15.1395	15.1285	15.149	$15.1285^{+0.011}$
止、验止	15.02	+5.5	−5.5	15.0255	15.0145		$15.0145^{+0.011}$
验通	15.15	+4	−2	15.154	15.148	15.154	$15.148^{+0.006}$
校通	15.15	−19	−22	15.131	15.128		$15.131_{-0.003}$
校验	15.15	+0.5	−2.5	15.1505	15.1475		$15.1505_{-0.003}$
校损	15.15	+5.5	+2.5	15.1555	15.1525		$15.1555_{-0.003}$
校止	15.02	−3	−6	15.017	15.014		$15.017_{-0.003}$

2．盂口倾斜检验器（或称盂口倾斜量器）是用来检查盂子口部倾斜和盂子高度的，如图1-2-18。盂口倾斜不符合要求，对壁厚差和后面工序加工都有影响。

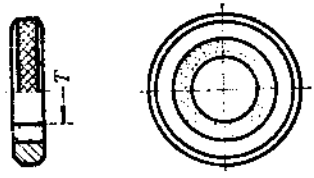


图1-2-17　盂子外径环规

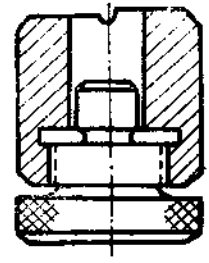


图1-2-18　盂口倾斜检验器

为防止盂子放入检验器的孔内摆动过大，影响检验的正确性，孔的直径不宜过大，一般比盂子的最大直径大0.1～0.3毫米为宜。两平面的高度应根据盂口允许倾斜程度来定，一般在0.4～0.8毫米范围内。

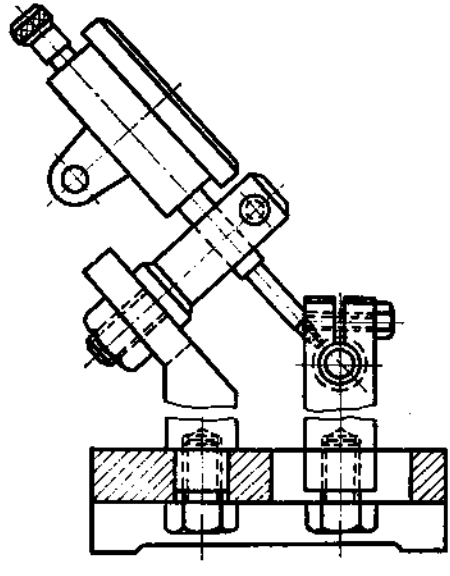


图1-2-19　壁厚差检验器

3．壁厚差　壁厚差用壁厚差检验器（或称壁厚差量器）检查，见图1-2-19。

盂子壁厚差数值的大小根据实践经验确定。其原则是要保证弹壳的壁厚差要求，而且应适当加严。也要考虑冲盂的变形情况，即与$\frac{\delta_{盂}}{D_{盂}}$的比值有关。

盂子的壁厚差一般只测量一个部位。

量杆测量部位的直径是根据冲盂冲的尺寸来定的，一般比冲盂冲相应部位的尺寸小0.1～0.2毫米。

（二）疵病分析

片材下料冲盂经常发现的疵病及其原因分析见表 1-2-6。

表1-2-6　片材下料冲盂疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	缺口盂子	（1）送料未送到位； （2）片材斜度过大； （3）片材镰形过大； （4）片材窄； （5）拉钩距离未调整好； （6）定位板未调整好
2	底部断裂或局部裂纹	（1）冲子或模子工作部分形状不正确或圆弧半径过小； （2）片材的机械性能不合
3	口部凸起	（1）模口局部崩落； （2）剪刀刃部崩落； （3）下料圆片之间间距小
4	盂口倾斜过大与壁厚差不合	（1）片材局部不洁净有氧化色； （2）模子、下料剪刀和冲盂冲不同心； （3）片材厚度不均； （4）润滑液浓度低； （5）剪刀进入模口过浅； （6）冲、模制造不正确；模子中心与底面不垂直；模子工作带倾斜；冲、模工作部分椭圆等
5	直径大	（1）模子磨损； （2）模子裂
6	内外线痕	（1）出现缺口货后易出线痕； （2）片材质量不好造成的模子损坏； （3）工具掉铬； （4）润滑不好或润滑剂不清洁
7	卡子卡印	（1）卡子或卡簧损坏； （2）卡子被模子压住。
8	花边盂子 	沿片材轧制方向及与其成45°方向的抗张强度比值较大，而产生的方向性所致
9	盂子内底部有多余金属	冲子工作部分局部损坏

七、片材下料冲盂设备

在我国枪弹制造工厂中，覆铜钢片材下料冲盂，依其工艺要求及特点，一般在立式曲轴复动冲床——下料冲盂机（图 1-2-20）上进行，这种冲床可用于手枪弹壳、53 式、56 式 7.62 覆铜钢壳生产。冲床上装有自动送料机构，安装 6～9 个冲头，因此，生产效率较高，操作方便。

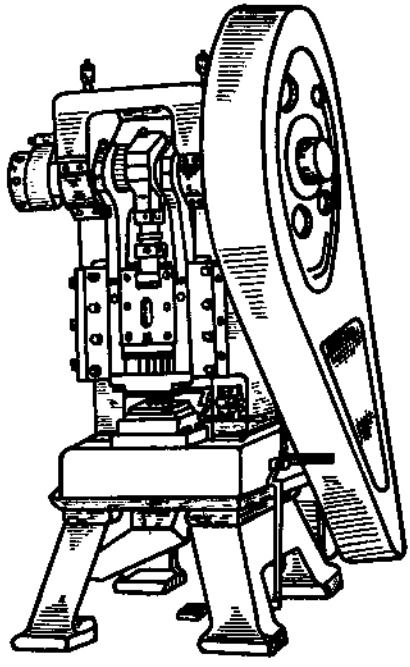


图1-2-20　下料冲盂机

下料冲盂机的工作原理如图1-2-21。电动机 1 经由三角皮带 7、离合器 6 传动曲轴 8，通过外连杆 5，内连杆 4，分别传动外滑块 2，内滑块 3，使其作上下往复运动。覆铜钢片通过自动送料机构纵向（或横向）推进，完成自动送料工作。固定在运动着

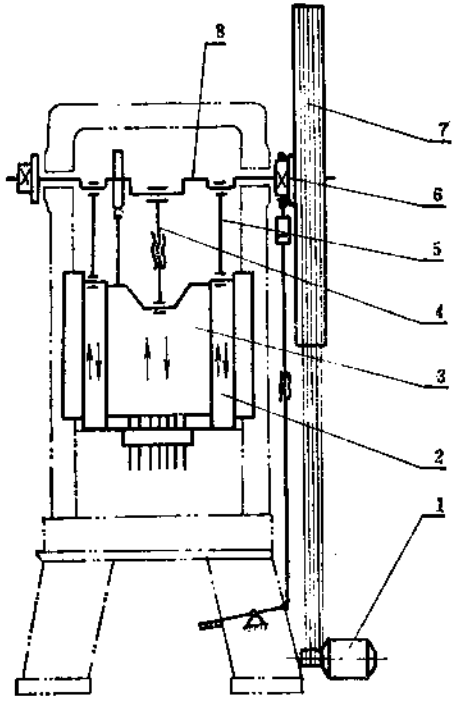


图1-2-21　下料冲盂机传动系统

的外滑块上的剪刀将覆铜钢片冲裁成圆片后，由装于内滑块上的冲盂冲冲成盂子。

图 1-2-22 是一种纵向拉钩式自动送料装置。它是由凸轮 1、摆杆 2、摇臂 3、大摆杆 4、拉杆 5、拉钩 9、定位钩 10、顶杆 7、月牙凸块 6、顶块 8 和挡铁 11、支承座 12 等主要零件构成。

其动作原理为：随曲轴旋转的凸轮 1，通过摇臂 3、大摆杆 4、推动拉杆 5 在水平方向沿其支承座 12 作往复运动，装于拉杆 5 上的拉钩 9 亦随其运动。定位钩 10 的动作是由装在拉杆 5 上的挡铁 11 控制的。转动的装在曲轴夹板上的月牙凸块 6，使

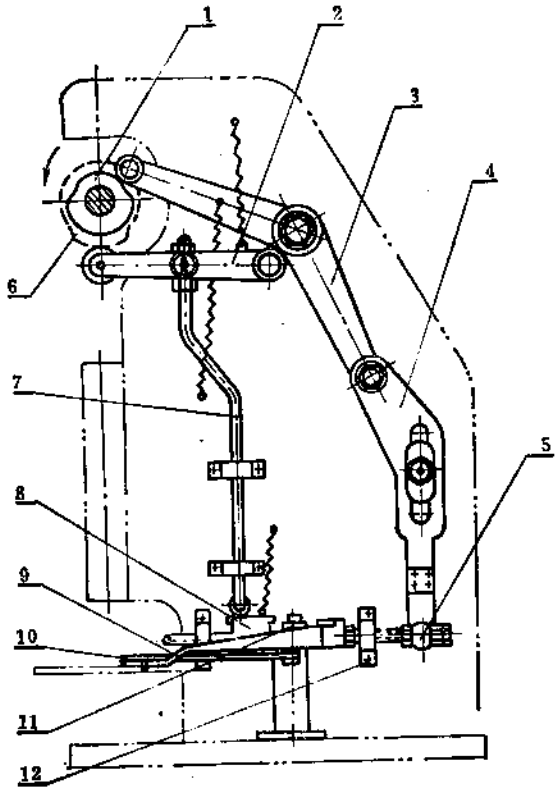


图1-2-22　自动送料机构

摆杆 2、顶杆 7 推动顶块 8，迫使拉杆转动。当拉钩向前移动时，定位钩头部能自动抬起，拉钩向反向移动时，定位钩头部自动压下，这样往复交替动作，完成自动送料工作。

第三节　引　　伸

在毛泽东思想指引下，我国工人阶级多年来，尤其是在无产阶级文化大革命以来，遵循毛主席“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大教导，发扬了敢想敢干的革命精神，对枪弹弹壳的引伸加工也作了很多重大改进（小口径弹壳由过去四次引伸改

为一次或二次引伸，大口径弹壳由过去五次改为二次或三次引伸），而且将切口或打凹与末引工序合并，大大提高了工效。

圆钢下料、冷挤盂和片材下料冲盂后，须经过再结晶退火，恢复塑性，并经过表面处理，除掉氧化层和形成磷化膜，然后才能进行引伸加工。

引伸可以是一次引伸或多次引伸。多次引伸工序之间是否应设置热处理工序，由总加工率大小与弹壳体部的机械性能决定；工序之间是否设置表面处理工序，由产品质量、生产条件和气候条件决定。

一、作用与工艺过程

（一）引伸的作用

盂子经过引伸后，使制品的长度增长，壁厚减薄，直径缩小，以达到产品图所规定的有关尺寸要求，并与热处理相配合达到产品图所规定的机械性能要求。

引伸可在卧式或立式冲床上进行，冲子固定在运动的滑板上，冲子将由送货具送来的盂子顶入1～5个引伸模内，改变盂子的断面积，达到引伸变形的目的。

图1-3-1是在立式冲床上进行引伸加工的工具组合图。由冲子、模子、冲套管、退货卡子等组成。为了获得较好的制品壁厚差，冲子或模子一般不能固定太死，令其能自由地对准中心。

（二）工艺过程

壁变薄引伸的变形有以下三方面：

底部直径缩小；

体部直径缩小；

壁部厚度减薄。

底部直径的收缩，关系到底部金属的增减，其增减程度与引伸模锥角，径向分力的大小有关。

单模引伸时，一般先完成直径缩小的变形，而后完成壁变薄

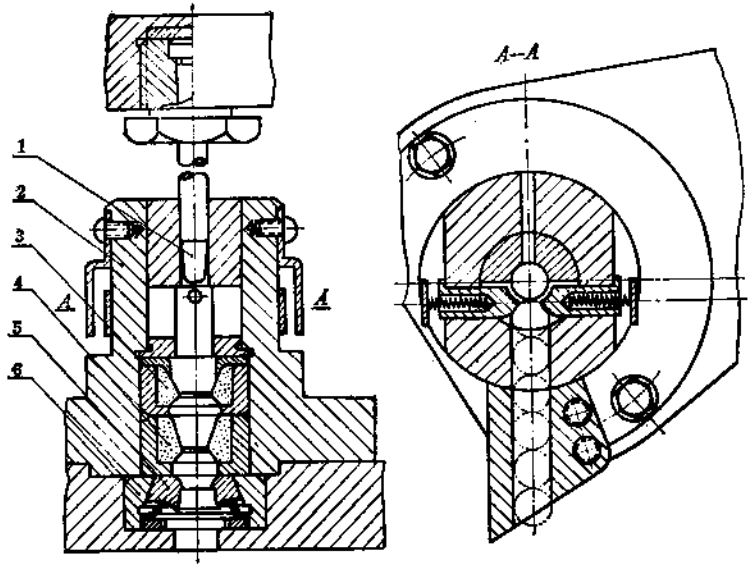


图1-3-1　引伸工具组合图

1—冲子；2—冲套管；3—上模；4—下模；5—退货卡；6—退货卡盒。

引伸变形。

多模引伸时，一般上模主要承担直径缩小的变形，也有的承担一部分壁减薄的变形。其余模主要承担壁减薄的变形。

壁变薄引伸时，半制品的底部厚度是有改变的（与模具设计有关），这对弹壳加工来说，是不允许忽视的问题。必须掌握底部厚度的变化规律，才能保证平底底部厚度或底缘大小的要求。

收口弹室直径、弹壳容积、壁厚、壁厚差和重量，都与引伸工序密切相关。因此，引伸工序是弹壳加工的关键工序。

在引伸加工过程中，应不断地浇注肥皂液，起冷却和润滑作用。工具与制品之间润滑是很重要的，润滑条件不好会造成：

1．由于摩擦阻力的不均衡，将导致不均匀变形，使被加工零件出现歪斜；

2．变形抗力增大，易出现裂纹和断壳；

3．工具易磨损，制品产生线痕。

由上述可知润滑对引伸加工有重要影响。若采用合适的润滑剂和提高工具光洁度，可以减轻摩擦阻力的影响。

润滑剂在引伸过程中应形成具有一定强度和结合力的连续隔离层。

钢质弹壳的引伸工序，须采用磷化（磷酸盐表面处理）后皂化方法润滑。钢壳引伸采用磷化后皂化润滑，与不磷化只用肥皂润滑比较，后者变形抗力增加，而且易出现拉断现象。

有的工厂磷化后皂化浓度较高，时间较长，引伸只是浇注润滑液；有的工厂磷化后皂化浓度较低，时间较短，在引伸时尚需将半制品浸泡在肥皂液内一定时间后，再进行加工。

覆铜钢弹壳引伸的润滑，只采用肥皂液即可，浓度要比钢质弹壳引伸用的低一些。应指出覆铜钢弹壳引伸工序经常出现的加工线痕，不仅与模子光洁度和润滑情况有关，更主要的是由于制品口部露钢的氧化层酸洗时未被洗净所造成的。

当前弹壳制造引伸工序的发展趋向，不仅是采用多模加工，提高加工率，减少工序，而且还与其他工序合并在一台机床上组合加工，如56式7.62弹壳引伸已和打凹工序合并，56式14.5和54式12.7弹壳引伸和挤口合并等。

（三）变形力的计算与变形力曲线

变形力通常是用经验公式估算，或者是在试验机上测量其最大受力情况。

1．壁不变薄引伸力的计算　引伸上模一般是属于壁不变薄引伸，其引伸力可采用下式计算：

$$P = K\pi d\ t\ \sigma_b \qquad (1\text{-}3\text{-}1)$$

式中　P——引伸力（公斤）；

d——引伸前平均直径（毫米）；

t——待制品壁厚（毫米）；

σ_b——制品引伸前抗张强度（公斤/毫米^2）；

K——系数，见表1-3-1。

表1-3-1　K值表

直径缩小系数	0.7	0.72	0.75	0.77	0.80	0.85	0.90	0.95
系数K	1.0	0.95	0.90	0.85	0.80	0.70	0.60	0.50

2．壁变薄引伸力按下式计算：

$$P=K_1\pi d_n(\delta_{(n-1)K}-\delta_{nK})\sigma_b \qquad (1-3-2)$$

式中　d_n——引伸后制品直径（毫米）；

$\delta_{(n-1)K}$、δ_{nK}——引伸前后的口部壁厚（毫米）；

σ_b——制品引伸前抗张强度（公斤/毫米^2）；

K_1——系数　黄铜　$K_1=1.6\sim1.8$；

低碳钢　$K_1=1.8\sim2.25$。

3．引伸变形力曲线

（1）单模引伸变形力曲线如图1-3-2；

单模引伸变形力曲线是56式7.62弹壳的覆铜钢盂子，仅通过第一次引伸中的第二个引伸模（ϕ13毫米）时的受力情况。

（2）双模引伸变形力曲线是56式7.62弹壳的覆铜钢盂子通过第一次引伸中的一、二模（ϕ13.9、ϕ13毫米）时的受力情况（图1-3-3）。与图1-3-2比较，可以看出在同样变形率的条件，双模引伸的最大变形力小于单模引伸的最大变形力。

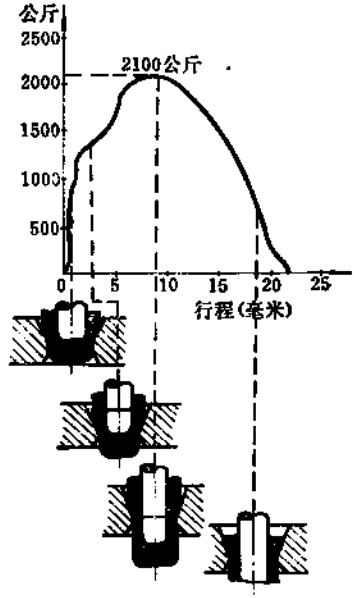


图1-3-2　单模引伸变形力曲线

（3）三模引伸变形力曲线如图1-3-4，是56式7.62弹壳的覆铜钢盂子，通过第一次引伸

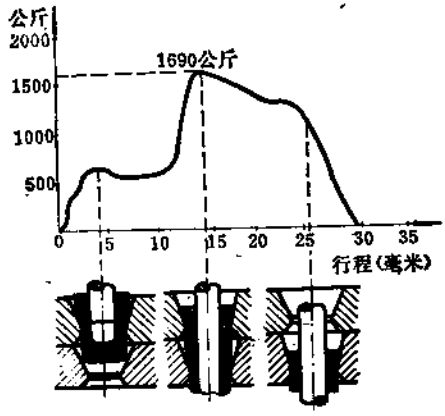


图1-3-3　双模引伸变形力曲线

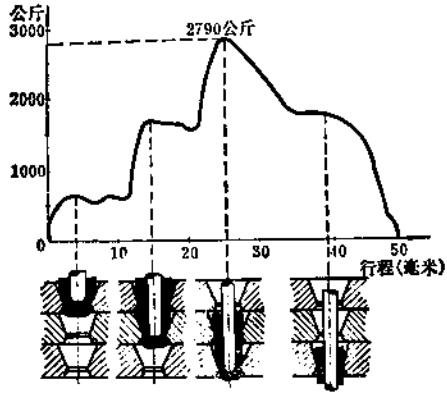


图1-3-4　三模引伸变形力曲线

中的一、二、三模（ϕ13.9、ϕ13、ϕ12.2毫米）时的受力情况。

二、末次引伸制品尺寸的确定

确定末次引伸制品尺寸的依据是产品图，同时还要考虑引伸制品应与打凹、平底模之间有一定的间隙，以及收口后壁厚的增加情况。

末引制品尺寸确定正确与否，直接关系到能否保证获得产品

图规定的有关尺寸。例如末引制品口部尺寸确定过薄，将出现弹室直径大的废品；内底形状确定不合理将影响平底的皱折深度等。

（一）末引制品外径

$$D_n = D_z(1-K) \qquad (1\text{-}3\text{-}3)$$

式中 D_n——末引制品外径（毫米）；

D_z——无起缘弹壳底缘直径或有起缘弹壳的体根部直径（毫米）；

K——打凹、平底时底部直径改变系数。

54式 12.7 与 56 式 14.5

弹壳	$K=0.022\sim0.025$
56式 7.62 弹壳	$K=0.020\sim0.023$
51式 7.62 手枪弹壳	$K=0.013\sim0.017$

（二）末引制品内径与形状的确定

内径的确定是根据产品图的壁厚，并考虑收口后的壁厚增加情况，见图 1-3-5 。

1．末引制品的上、中、下部内径，应等于制品外径减去相应部位的二倍壁厚，即

$$d_k = D_n - 2\delta'_k \qquad (1\text{-}3\text{-}4)$$

$$d_z = D_n - 2\delta'_z \qquad (1\text{-}3\text{-}5)$$

$$d_x = D_n - 2\delta'_x \qquad (1\text{-}3\text{-}6)$$

式中 D_n——末引制品根部外径（毫米）；

注：由于引伸制品各部位的弹性回跳量不同，计算 d_k、d_x 时，其相应部位的外径不应采用相同数值。为简化公式便于工具设计，可近似按1-3-4、1-3-5式计算。

d_k、d_z、d_x——末引制品上、中、下部内径（毫米）；

δ'_k、δ'_z、δ'_x——末引制品上、中、下部壁厚（毫米）。

式中

$$\delta'_k = K_1\delta_{k\,max} - \frac{\Sigma\Delta+\Delta\delta}{2}$$

K_1——收口时上部壁厚改变系数。圆筒形弹壳 $K_1=1$；瓶形弹壳 $K_1=0.7\sim0.9$。K_1 值与弹壳口径有关，大口径取小值，小口径取大值。

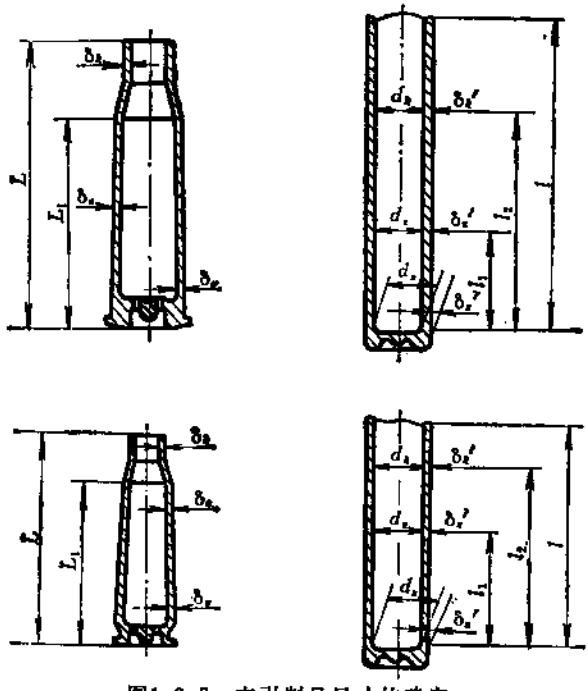


图1-3-5　末引制品尺寸的确定

$$\delta_x'=\delta_{x\,max}-\frac{\Sigma\Delta+\Delta\delta}{2}$$

$$\delta_x'=\delta_{x\,max}$$

$\delta_{k\,max}$、δ_{zmax}、δ_{xmax}——弹壳上、中、下部最大壁厚（毫米）；

$\Delta\delta$——弹壳相应处壁厚差（毫米）；

$\Sigma\Delta$——末引模冲制造公差与磨损公差之和（毫米）；

或者取

$$\frac{\Sigma\Delta+\Delta\delta}{2}=0.65\Delta\delta\ （毫米）。$$

2．末引制品内底部的形状，一般制成平面带圆弧的形状。

利用末引内底部圆弧形堆积底部金属以便更好保证平底的底厚。末引内底圆弧R应大于产品图的R_n。而且应注意与打凹和平底内底R的配合。末引内底R与打凹和平底内底R配合不好则会影响皱折的深度和方向，这需经过实践以后才能最后确定。

3．末引各部内径间距离的确定

基本上按弹壳产品图上、中、下部之间的距离来确定。为了保证收口后制品上、中、下部各处壁厚达到产品图的要求，在设计末引制品内径间的距离时，一般末引各部内径的距离应比产品图规定的距离稍大，并通过试验确定。

三、引伸加工率、变形系数与引伸次数的确定

末次引伸制品尺寸确定之后，应确定引伸次数，而引伸次数确定的根据是每次引伸的允许加工率和产品的机械性能要求。现先介绍加工率的计算方法，然后再谈引伸次数的确定。

（一）总加工率

1．口部总加工率

$$\phi_k=\left(1-\frac{F_{nk}}{F_{nk}}\right)\times 100\% \qquad (1\text{-}3\text{-}7)$$

式中 F_{nk}——末引制品口部横断面积（毫米²），

$$F_{nk}=\pi\left(\frac{D_n+d_k}{2}\right)\delta_k K_1;$$

其中 D_n——末引制品外径（毫米）；

d_k——末引制品口部内径（毫米）；

δ_k——产品图规定的弹壳口部壁厚（毫米）；

K_1——收口时口部壁厚变化系数（0.7～0.9）；

F_{nk}——盂子口部横断面积（毫米²）；

$$F_{nk}=\pi\left(\frac{D_n+d_n}{2}\right)\delta_n;$$

其中 D_n——盂子外径（毫米）；

d_n——盂子口部内径（毫米）；

δ_n——盂子口部壁厚（毫米）。

2．下部总加工率

$$\phi_x=\left(1-\frac{F_{nx}}{F_{nz}}\right)\times 100\% \qquad (1\text{-}3\text{-}8)$$

式中 F_{nx}——末引制品下部横断面积（毫米^2），

$$7F_{nx}=\pi\left(\frac{D_n+d_x}{2}\right)\delta_x;$$

其中 d_x——末引制品下部内径（毫米）；

δ_x——末引制品下部壁厚（毫米）；

F_{nx}——盂子下部横断面积（毫米^2），

$$F_{nx}=\pi\frac{D_n+d_{nx}}{2}\delta_{nx};$$

其中 d_{nx}——盂子下部内径（相当冲盂冲下部直径）（毫米）；

δ_{nx}——盂子下部壁厚（毫米）。

（二）总变形系数

1．口部总的变形系数（$\Sigma\varepsilon_k$）指加工后与加工前口部横断面积的比值，根据（1-3-7）式可得：

$$1-\phi_k=\frac{F_{nk}}{F_{nk}}=\frac{F_{1k}}{F_{nk}}\frac{F_{2k}}{F_{1k}}\cdots\frac{F_{nk}}{F_{(n-1)k}}$$

即

$$\Sigma\varepsilon_k=\varepsilon_{1k}\varepsilon_{2k}\cdots\varepsilon_{nk} \qquad (1\text{-}3\text{-}9)$$

式中 $\Sigma\varepsilon_k=\frac{F_{nk}}{F_{nk}}$；$\varepsilon_{1k}=\frac{F_{1k}}{F_{nk}}$；$\varepsilon_{2k}=\frac{F_{2k}}{F_{1k}}\cdots$

2．下部总的变形系数（$\Sigma\varepsilon_x$）

根据（1-3-8）式可得：

$$1-\phi_x=\frac{F_{nx}}{F_{nx}}=\frac{F_{1x}}{F_{nx}}\frac{F_{2x}}{F_{1x}}\cdots\frac{F_{nx}}{F_{(n-1)x}}$$

$$\Sigma\varepsilon_x=\varepsilon_{1x}\varepsilon_{2x}\cdots\varepsilon_{nx} \qquad (1\text{-}3\text{-}10)$$

式中 F_{1k}、F_{2k}、$\cdots F_{nk}$——各次引伸制品口部横断面积（毫米^2）；

F_{1x}、F_{2x}、$\cdots F_{nx}$——各次引伸制品下部横断面积（毫米^2）；

$\varepsilon_{1k}、\varepsilon_{2k}、\cdots\varepsilon_{nk}$——各次引伸制品口部变形系数；

$\varepsilon_{1x}、\varepsilon_{2x}、\cdots\varepsilon_{nx}$——各次引伸制品下部变形系数。

由（1-3-9）、（1-3-10）得知：各次引伸工序变形系数之乘积应等于总的变形系数。同理，各引伸工序上、下模的变形系数之乘积，应等于该次引伸工序的变形系数。

（三）各引伸制品口部和下部横断面积

变形系数确定之后，则可求出各次引伸制品口部和下部的横断面积。

$$F_{ik}=\varepsilon_{ik}F_{(i-1)k} \qquad (1\text{-}3\text{-}11)$$

$$F_{ix}=\varepsilon_{ix}F_{(i-1)x} \qquad (1\text{-}3\text{-}12)$$

式中 F_{ik}、F_{ix}——该次引伸制品口部、下部横断面积；

$F_{(i-1)k}$、$F_{(i-1)x}$——前一次引伸制品口部、下部横断面积；

ε_{ik}、ε_{ix}——该次引伸工序口部、下部变形系数。

末引前次引伸和其他次引伸制品断面积，可根据加工率或变形系数确定，加工率的选择参考表 1-3-4。分配各次引伸加工率时一定要满足产品机械性能要求，机械性能与加工率的关系参见表 1-3-2。

表1-3-2 冷加工率与σ_b和HV_5的关系

序 号	冷加工率(%)	σ_b(公斤/毫米^2)	HV_5(公斤/毫米^2)	备 注
1	20	50	150	
2	30	55	166	试样加工前：
3	40	60	175	厚度为 5 毫米，
4	50	66	188	含碳量为0.15%，
5	60	72	200	σ_b = 40公斤/毫米^2
6	70	77	207	
7	80	81	217	
8	90	85	227	

（四）引伸次数的确定

确定引伸次数的目的，在于比较合理地将总加工率分配于各

次引伸工序。引伸时因为口部的总加工率总是大于底部的总加工率，所以确定引伸次数一般是指合理分配口部的总加工率而言。应注意退火工序之前引伸，无论是口部或底部都不应处于临界加工率状态（一般为2～10%）。

由1-3-7式可知：

$$\phi_k = 1 - \frac{F_{nk}}{F_{nk}} = 1 - \frac{F_{1k}}{F_{nk}} \frac{F_{2k}}{F_{1k}} \cdots \frac{F_{nk}}{F_{(n-1)k}}$$

令 $$\frac{F_{1k}}{F_{nk}} = \frac{F_{2k}}{F_{1k}} = \cdots = \frac{F_{nk}}{F_{(n-1)k}} = 1 - \phi_{pj}$$

则 $$\phi_k = 1 - (1 - \phi_{pj})^n$$

所以 $$n = \frac{\log(1 - \phi_k)}{\log(1 - \phi_{pj})} \qquad (1\text{-}3\text{-}13)$$

式中 n ——引伸次数；

ϕ_k——引伸时口部的总加工率（%）；

ϕ_{pj}——每次引伸平均口部加工率（%）。

选用 ϕ_{pj} 与每次引伸模子的个数有关。若多次引伸时，ϕ_{pj} 可按以下范围选取：

如每次引伸采用一个模时，$\phi_{max} \approx 50 \sim 60\%$，$\phi_{pj} \approx 35\%$；

如每次引伸采用双模时 $\phi_{max} \approx 60 \sim 65\%$，$\phi_{pj} \approx 50\%$；

如每次引伸采用三模时 $\phi_{max} \approx 70\%$，$\phi_{pj} \approx 65\%$。

有的产品已采用4～6个模子引伸，其 ϕ_{pj} 又有所提高。但在弹壳生产中，应尽量设法减少引伸次数。

由1-3-13式可知，欲减少引伸次数，一是设法减少口部的总加工率，二是设法提高每次引伸的平均加工率。减少口部总加工率须减小盂子口部横断面积。可在挤盂（冲盂）时使盂子口部横断面积减小，但有一定限度，所以减少引伸次数更主要的方法是如何提高每次引伸的平均加工率 ϕ_{pj} 的问题。

采用最大冷加工率的条件是不应造成以下现象产生：

1．由于最大的轴向拉应力大于金属材料的 σ_b 而产生的横裂

或拉断现象；

2．由于最大的切向拉应力大于材料的 σ_b 而产生的纵向裂开现象（即裂口或破口）；

3．由于最大剪应力大于材料的抗剪强度而产生的“掉底”现象；

4．产品尺寸与外观，应满足工艺要求；

5．工具寿命不能过低。

（五）影响提高加工率的因素

提高加工率，除了材料化学成分、制品热处理状态、模子锥度、模与冲的强度以及润滑条件外，还与以下因素有关：

1．采用多模加工可以提高加工率

由图 1-3-2 与图 1-3-3 可以看出，在相同的变形程度条件下，多模引伸的变形力小于单模引伸的变形力。变形力的降低即说明多模引伸的许用加工率是可以提高的。

用 F18 覆铜钢片制造 56 式 7.62 弹壳，在二引工序采用退火与不退火和不同加工率对比试验，也可以说明多模引伸加工率是可以提高的，结果列于表 1-3-3。

表1-3-3　单模引伸与多模引伸对比试验

序号	模子个数	加工率（%）	质量情况		备注
			加工前制品退火	加工前制品不退火	
1	单模加工	20	良好	良好	
		58.4	良好	表面有线痕	
		67.3	100%拉断	100%拉断	
2	双模加工	58.4	良好	良好	一模ϕ_F=20% 二模ϕ_F=48%
		67.3	良好	拉断75%	一模ϕ_F=58.4% 二模ϕ_F=21.5%
		67.3	良好	拉断10% 掉边30%	一模ϕ_F=21.5% 二模ϕ_F=58.4%
3	三模加工	67.3	良好	加工一定时间出现线痕和掉边	一模ϕ_F=20% 二模ϕ_F=48% 三模ϕ_F=21.5%

注：加工前未退火的制品口部已承受ϕ_F=66.7%的冷加工。

由上表可看出，选用F18覆铜钢片制造56式7.62弹壳时应考虑以下几方面：

（1）对已退火的制品，采用单模加工，加工率达58.4%，可以得到合乎质量要求的制品；而加工率达67.3%时，致使100%的制品拉断。若采用双模加工，则可承受67.3%的加工率，而三模加工承受67.3%加工率就更无问题了。

（2）对已有一定的冷作硬化（已承受了66.7%的加工率）的制品，单模加工再承受20%的加工率仍然是可以的；如改为再承受58.4%的加工率，则表面出现线痕；如加工率增大至67.3%，则出现100%拉断。

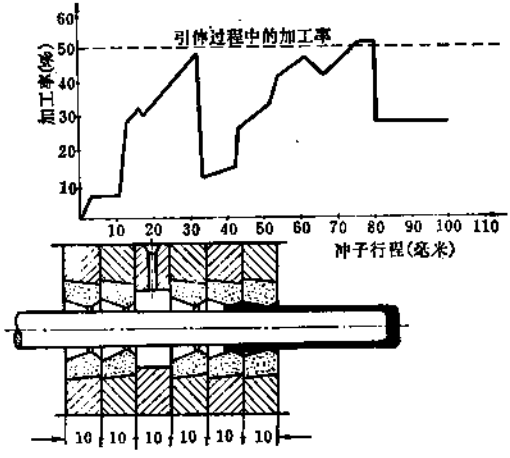


图1-3-6　多模引伸略图和引伸时加工率

采用双模加工已有一定冷作硬化程度的制品，尚可再承受58.4%的加工率。如改为再承受67.3%的加工率，就有平均40%的制品被拉断。

采用三模加工有一定冷作硬化程度（ϕ_p=66.7%）的制品，如再承受ϕ_p=67.3%的加工率（即总加工率89.5%），有其可能性，但需解决表面质量问题。

由以上试验可知，采用多模加工可以提高每次引伸的许用加工率。

2．采用间隔环

在多模加工的条件下，若再配以间隔环，则对增大加工率更为有利。

目前，为减小瞬时的最大变形程度，采用 5～6 个模子在一台冲床上引伸，中间配有间隔环（环上有孔可浇注润滑液），可以使一次引伸承受更大的加工率。

例如 56 式 7.62 钢质弹壳由二次引伸改为一次引伸，其模具的装配如图 1-3-6 所示。采用了五个引伸模，在第二个模子后面放一个间隔环，这样可以使一次引伸的加工率提高到 86.6%。间隔环的作用是防止有更多的模子同时参予变形，以降低最大瞬时引伸力，避免产生拉断、横裂或掉底的疵病。

56 式 14.5 弹壳由原五次引伸改为二次引伸，第一次引伸的总加工率高达 86.4%，也是采用多模引伸完成的。它共用四个引伸模，并在二、三模之间或三、四模之间设有间隔环。

由于变形率较大，制品和模具温度也较高，所以在设置间隔环的位置上，注有冷却和润滑用的肥皂液，对制品质量和工具寿命有一定的改善。

（六）多模引伸加工率的分配

一般有两种方案：第一种是“小、大、小”的规律，即第一模加工率较小，使被加工制品比较准确地定位，第二个模子加工率最大，其余模子的加工率逐渐减小，其特点是壁厚差较好。例如 56 式 7.62 钢质弹壳二次引伸改为一次引伸即是采用这种分配方案。第二种是“大、中、小”的规律，即第一模加工率最大，以下各模加工率逐次减小，其特点是获得同样大的加工率模子数目可以少些，但在第一个模子之前应设有导向模，例如有的 56 式 14.5 钢质弹壳第一次引伸是采用这种分配方案，见图 1-3-7。各种弹壳的加工率分配见表 1-3-4。

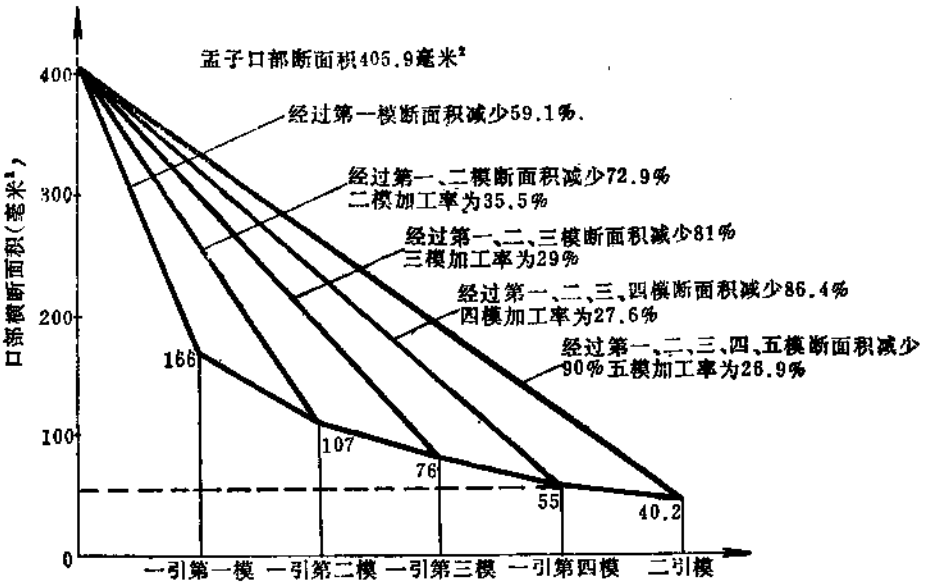


图1-3-7　56式14.5钢质弹壳引伸加工率分配

表1-3-4 各种弹壳加工率分配

弹壳种类	工序	ϕ_F (%) 口部	ϕ_F (%) 底部	备注
56式7.62镀铜钢弹壳	一引上模	10～15	5～10	覆铜钢壳一引后有退火
	中模	40～45	25～30	
	下模	30～35	20～25	
	总计	60～70	40～50	
	二引一模	0	0	一模是导向模
	二模	18～23	10～15	
	三模	45～50	15～20	
	四模	20～25	5～10	
	总计	60～70	30～40	
56式7.62钢质弹壳(二次引伸改一次引伸)	一模	22～28	3～7	二模与三模之间加间隔环增加二者间距
	二模	42～48	25～30	
	三模	18～23	10～15	
	四模	45～50	13～18	
	五模	20～25	5～10	
	总计	80～90	45～55	
54式12.7钢质弹壳	一引上模	26～32	8～13	一引后有退火
	中模	38～43	25～30	
	下模	25～30	18～23	
	总计	65～75	45～55	
	二引上模	45～50	28～33	
	下模	15～20	5～10	
	总计	50～60	30～40	
	三引一模	35～40	15～20	
56式14.5钢质弹壳	一引一模	55～60	33～38	
	二模	33～38	20～25	
	三模	28～33	13～18	
	四模	25～30	10～15	
	总计	80～88	60～68	一引后无退火
	二引	25～30	3～8	口部总冷加工率90% 下部总冷加工率65%

注：56式14.5钢质弹壳，有的工厂的二引采用多模带挤口，加工率较大，一引后有退火。

加工率的分配应与热处理相配合，尤其要注意最后一次退火规范与该次退火后的引伸加工率大小的选择，保证弹壳获得合理的机械性能和硬度，以满足射击性能要求。

（七）例题

计算56式7.62弹壳的末引制品尺寸与引伸次数。

1．计算末引制品尺寸

（1）末引制品外径（已知 $D_z=11.35$）

根据（1-3-3）式：

$D_n=D_z(1-K)=11.35(1-0.022)=11.1$（毫米）。

（2）末引制品内径

1）口部内径（已知 $\delta_k=0.33_{-0.09}$ 毫米）

根据（1-3-4）式：

$$d_k=D_n-2\delta'_k$$

$$\delta'_k=k_1\delta_{k\max}-0.65\Delta\delta$$

$$=0.88\times0.33-0.65\times0.09=0.235$$

所以

$$d_k=11.1-0.47=10.63\text{（毫米）。}$$

2）中部内径

相当产品图中距内底平面3.8～26.3毫米之间的内径，按(1-3-5)式计算。

26.3毫米处（已知 $\delta_{z1}=0.42_{-0.09}$）

$$d_{z1}=D_n-2\delta'_{z1}$$

$$\delta'_{z1}=\delta_{z1\max}-0.65\Delta\delta$$

$$=0.42-0.65\times0.09=0.36$$

所以

$$d_{z1}=11.1-0.72=10.38\text{（毫米）}$$

17.8毫米处（已知 $\delta_{z2}=0.5_{-0.09}$）

$$d_{z2}=11.1-2(0.5-0.65\times0.09)=10.22\text{（毫米）}$$

10.2毫米处（已知 $\delta_{z3}=0.64_{-0.13}$）

$d_{x3}=11.1-2(0.64-0.65\times0.13)=9.98$(毫米)

3.8 毫米处（已知 $\delta_{x4}=0.82_{-0.15}$）

$d_{x4}=11.1-2(0.82-0.65\times0.15)=9.63$(毫米)

3）下部内径距内底 2.5 毫米 $\delta_x=0.877$ 毫米

$$d=11.1-2\times0.877=9.346\text{(毫米)}$$

2．计算引伸次数

（1）覆铜钢片弹壳

已知 $D_n=15.1$ 毫米，$d_n=11.7$ 毫米

盂子口部横断面积：

$$F_{nk}=\frac{\pi}{4}(D_n^2-d_n^2)=\frac{\pi}{4}(15.1^2-11.7^2)=71.51(\text{毫米}^2)$$

末引口部横断面积：

$$F_{nk}=\frac{\pi}{4}(D_n^2-d_k^2)=\frac{\pi}{4}(11.1^2-10.63^2)=8.02(\text{毫米}^2)$$

根据 (1-3-7)式，引伸口部的总加工率是：

$$\phi_k=\left(1-\frac{F_{nk}}{F_{nk}}\right)=\left(1-\frac{8.02}{71.51}\right)=88.78\%$$

引伸次数按(1-3-13)式计算：

$$n=\frac{\log(1-\phi_k)}{\log(1-\phi_{pj})}$$

在无产阶级文化大革命前，引伸加工采用双模加工时，$\phi_{pj}=50\%$，引伸次数为四次。

$$n=\frac{\log(1-0.8878)}{\log(1-0.5)}=3.156$$

无产阶级文化大革命以来，以工人为主体的三结合的技改队伍采用多模引伸，将 ϕ_{pj} 提高到 65%，从而引伸次数改为两次。

$$n=\frac{\log(1-0.8878)}{\log(1-0.65)}\approx2$$

（2）圆钢下料钢质弹壳引伸次数计算

在覆铜钢弹壳的引伸次数改为二次的基础上，用圆钢制造的钢质弹壳的引伸次数也改为二次并且取消了一引后退火。

在无产阶级文化大革命的推动下，广大工人又将56式7.62钢质弹壳改为一次引伸。

生产实践证明：钢质弹壳可用5～6个模二次引伸，中间无退火工序进行加工。如果将5～6个模安装在一台冲床上加工同样也是可行的。

二次引伸用5～6个模加工，与一次引伸用5～6个模子加工其不同之处是：

1）前者为两根冲子，通过5～6个引伸模间断加工，后者为一根冲子通过5～6个引伸模连续加工。

2）前者冲床行程短些，后者冲床行程较长。

通过实践认识到，在冲床行程允许、冲子稳定性能满足要求的条件下，重新设计模子尺寸，合理分配加工率，在模子之间增设间隔环，改善润滑条件，采用5～6个模子在一台冲床上引伸，由二次引伸改为一次引伸是完全可行的，而且现已成功地用于生产56式7.62钢质弹壳，一次引伸加工率可提高至86.57%。

根据分析，如果每次引伸都是单模加工，其最多的引伸次数应为（已知 $D_n=14$ 毫米，$d_n=10.95$ 毫米）：

$$F_{nk}=\frac{\pi}{4}(14^2-10.95^2)=59.73(\text{毫米}^2),$$

则

$$\phi_k=\left(1-\frac{8.02}{59.73}\right)\times 100=86.57\%,\ \text{取}\ \phi_{pj}=35\%$$

$$n=\frac{\log(1-0.8657)}{\log(1-0.35)}=4.68$$

即为五次引伸，也就是经过五个模子加工。

这就更进一步证明了，采用5～6个模子在一台冲床上加工是可行的。

四、中间次引伸制品尺寸的确定

末次引伸制品尺寸和引伸次数确定后，就可以进行中间次引伸制品尺寸的计算。

（一）中间各次引伸制品直径的确定

引伸工序总的直径缩小系数 ΣK，应等于孟子的直径与末次引伸制品直径之比值即：

$$\Sigma K=\frac{D_n}{D_n}$$

$$\Sigma K=\frac{D_1}{D_n}\frac{D_2}{D_1}\cdots\frac{D_n}{D_{n-1}}$$

即
$$\Sigma K=K_1K_2\cdots K_n \tag{1-3-14}$$

则
$$D_1=K_1D_n$$
$$D_2=K_2D_1$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

式中 ΣK——引伸工序总的直径缩小系数；

$K_1、K_2、\cdots K_n$——1～n 次引伸制品直径缩小系数（见表1-3-5）；

$D_1、D_2、\cdots D_n$——1～n 次引伸制品直径（毫米）。

如果为多模加工时，则通过各模的制品直径由该次引伸的直径缩小系数确定，即

$$K_i=K_{i1}K_{i2}、\cdots K_{in} \tag{1-3-15}$$

式中 K_i——某次引伸的总的直径缩小系数；

$K_{i1}、K_{i2}、\cdots K_{in}$——为该次引伸1、2、…$n$ 模的直径缩小系数。

（二）各次引伸制品内径尺寸的确定

末引前次引伸与其他次引伸制品内径尺寸应分别进行计算。引伸制品内径尺寸的计算，应考虑弹壳各部的机械性能要求，并与热处理工序配合，保证壳身硬度的要求。

表1-3-5 直径缩小系数表

产品名称	工序名称	直径缩小系数 总	一模	二模	三模	四模	五模	备注
51式7.62手枪弹壳	一引	0.894	0.894					
	二引	0.937	0.946	0.99				
	三引	0.943	0.952	0.991				
	总	0.790						
56式7.62覆铜钢弹壳	一引	0.813	0.927	0.935	0.938			
	二引	0.908	0.943	0.974	0.989			
	总	0.739						
56式7.62钢质弹壳	一引	0.797	0.935	0.904	0.974	0.978	0.989	
53式7.62覆铜钢弹壳	一引	0.785	0.895	0.913	0.960			
	二引	0.942	0.957	0.985				
	三引	0.967	0.975	0.992				
	总	0.715						
53式7.62覆铜钢弹壳	一引	0.883	0.934	0.946				
	二引	0.897	0.903	0.993				
	三引	0.936	0.945	0.990				
	四引	0.964	0.973	0.990				
	总	0.715						
54式12.7钢质弹壳	一引	0.8	0.914	0.942	0.929			
	二引	0.917	0.928	0.988				
	三引	0.941	0.941					
	总	0.691						
56式14.5钢质弹壳	一引	0.802	0.896	0.976	0.96	0.956		
	二引	0.908	0.937	0.969				
	总	0.729						

1. 末引前次引伸制品上、中、下部内径尺寸的确定

$$d_{(n-1)k}=\sqrt{D^2_{(n-1)}-\frac{4}{\pi}F_{(n-1)k}} \qquad (1\text{-}3\text{-}16)$$

$$d_{(n-1)z}=d_z+\Delta \qquad (1\text{-}3\text{-}17)$$

$$d_{(n-1)x}=\sqrt{D^2_{(n-1)}-\frac{4}{\pi}F_{(n-1)x}} \qquad (1\text{-}3\text{-}18)$$

式中 $d_{(n-1)k}$、$d_{(n-1)z}$、$d_{(n-1)x}$——末引前次引伸制品上、中、下部内径（毫米）；

d_z——末引制品中部内径（毫米）；

$F_{(n-1)k}$、$F_{(n-1)x}$——末引前制品上、下部横断面积（毫米^2）；

$D_{(n-1)}$——末引前制品外径（毫米）；

Δ——内径径向的递减量，$\Delta=0.1\sim0.6$毫米。

2. 其他次引伸制品内径尺寸的确定

$$d_{ik}=\sqrt{D_i^2-\frac{4}{\pi}F_{ik}} \qquad (1\text{-}3\text{-}19)$$

$$d_{iz}=d_{(i+1)z}+\Delta \qquad (1\text{-}3\text{-}20)$$

$$d_{ix}=\sqrt{D_i^2-\frac{4}{\pi}F_{ik}} \qquad (1\text{-}3\text{-}21)$$

式中 d_{ik}、d_{iz}、d_{ix}——该次引伸制品的上、中、下部内径尺寸（毫米）；

D_i——该次引伸制品外径（毫米）；

$d_{(i+1)z}$——该次引伸的后一次引伸制品中部内径（毫米）；

F_{ik}、F_{ix}——该次引伸制品上、下部横断面积（毫米^2）；

Δ——内径径向递减量0.1～0.6毫米。

内径直径方向的递减量，一般初次和末次引伸Δ值取得小一些，而中间次可以取大一些，这样对壁厚差有利。

五、引伸工具的分类和尺寸确定

（一）引伸工具的分类

1. 引伸冲的分类

（1）按工作部形状分，可分为五种，如图1-3-8所示。

（a）型是只有一个锥度的锥形冲子，用于冲盂或前几次引伸

工序；

（*b*）型是有二个或二个以上锥度的锥形冲子，用于末引工序；

（*c*）型与（*b*）型相似，但上部有一个反锥度便于退货，口部壁厚小于 0.3 毫米者使用；

（*d*）型是在冲的端部有一凸起，以便增加底部金属。但采用这种冲子会增加内底皱折深度，降低弹壳底部强度；

（*e*）型是在冲的工作部位有一凸台，用于挤口。

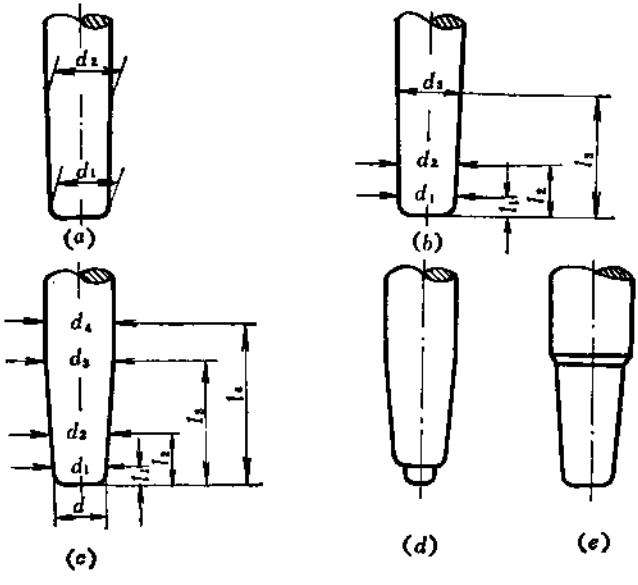


图1-3-8　引伸冲的类型

（2）按夹持部分可分为四种，如图 1-3-9 所示。

（*a*）型直杆式　结构简单，制造容易，装拆方便，适用退货力小的情况；

（*b*）型带夹紧槽　主要用于退料力大的情况；

（*c*）型带台阶形　用于活动冲子，或者变形力较大的；

（*d*）型带锥度　增加该处的强度。

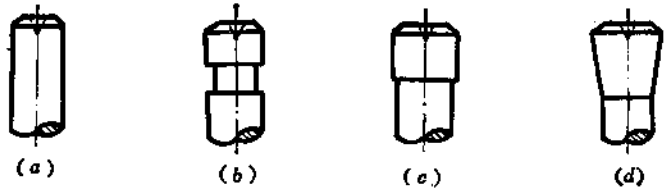


图1-3-9　引伸冲柄部类型

2．引伸模的分类

模子目前大部分采用硬质合金制成，其结构形状如图 1-3-10 所示。

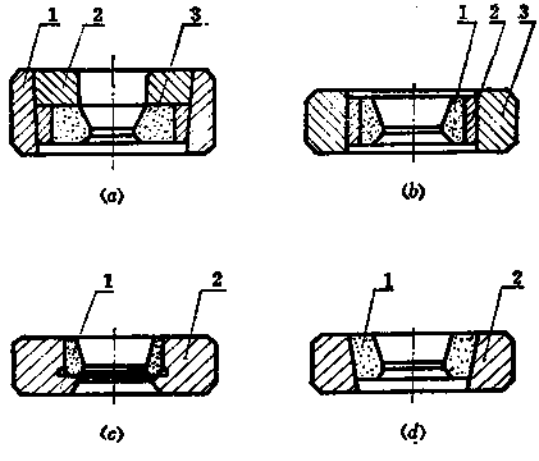


图1-3-10　引伸模分类

图中（a）、（b）采用双层镶套结构（a型用作上模），内模材料为 YG6 或 YG8，中套材料用T10A或 45 号钢。外套一般是用T10A材料。内模和中套可采用热压合，压缩量 0.4～0.5 毫米，或者铜焊法进行镶套，铜焊间隙为 0.15～0.25 毫米。中套与外套采用 1:50 锥度冷压法进行镶套，过盈量为 0.10～0.12 毫米。外套热处理 HRC42～52。

图中（c）的外套用材料为45号钢或T10A，内模用YG6或YG8。内模与外套采用铜焊镶套，其间隙为0.15～0.25毫米，或者冷压镶套方法。

图中（d）用的材料与（c）同，外套和内模采用铜焊镶套或冷压镶套方法均可。

（二）各次引伸工具尺寸的确定

1．引伸模子尺寸的确定

（1）引伸模工作直径

引伸模的工作直径由各次引伸制品的下部外径确定，计算公式如下：

$$D_i = D'_z - S \qquad (1\text{-}3\text{-}22)$$

式中 D_i——模子工作直径（名义尺寸)(毫米)；

D'_z——制品下部外径（毫米)；

S——弹性回跳量（毫米)。

弹性回跳量的大小与被加工制品的机械性能、引伸时变形量的大小和模具材料有关。一般小口径弹壳$S=0.01$～0.06毫米，见表1-3-6。大口径弹壳$S=0.03$～0.11毫米。

表1-3-6 弹性回跳量

材料状态	加工率 ϕ_F(%)	模具材料	弹性回跳量(毫米)	备注
退火	6～7	YG8	0.005～0.01	56式7.62覆钢钢弹壳的试验结果
	13～15	YG8	0.02	
	20～25	YG8	0.022	
	25～30	YG8	0.025	
	55～60	T10A	0.06	
未退火	25～30	YG8	0.03	

已有冷作硬化的制品再进行加工，其弹性回跳量大于退火后制品再进行加工的弹性回跳量；

在同等条件下，引伸的加工率愈大，则弹性回跳量也愈大；

工具钢制造的模具比硬质合金制造的模具引伸出制品的弹性回跳量要大。

（2）α角选择(图1-3-11)

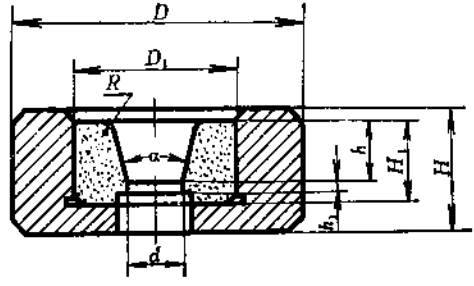


图1-3-11 引伸模

α角的大小与轴向拉应力和径向压应力大小有关。轴向拉应力大小，涉及到制品在变形过程能否被拉断，而径向压应力大小，则与底部金属的流动有关。α角大，径向分力减小，轴向分力增大，所以金属易上流，易造成底部金属不足。

α角大小对底部金属多少，影响是明显的，但只有当径向分力大于底部的弹性极限时，底部金属才会增加变厚。引伸模子的锥度（α角）对底厚的影响见表1-3-7。

表1-3-7 56式7.62弹壳引伸模子锥度对底厚的影响

序号	工序	模具锥度(α)	制品底厚（毫米）			备注
			最大	最小	平均	
1	一引 二引	上、中、下模15° 一、二模15°，三、四模5°30′	3.01 3.09	2.93 3.03	2.98 3.058	同一批产品对比试验
2	一引 二引	上模15°，中、下模10° 一、二、三模10°，四模5°30′	3.08 3.13	3.01 3.05	3.052 3.084	
3	一引 二引	上模15°，中、下模10° 一、二模10°，三、四模5°30′	3.08 3.14	3.01 3.09	3.053 3.112	

从上表可以看出，引伸模子的锥度愈小其底愈厚，这在设计引伸工具时应加注意。

根据各厂生产的实际情况，通常采用的α角有6°、8°、10°、12°、15°、18°、20°、24°、30°、35°、40°。

一般α角的选取是：口径大者取较大值，口径小者取较小值；

第一次和中间次引伸模取较大值，末引模取较小值；上模取较大值，下模取较小值；30°～40°一般用于引伸带挤口模。

（3）圆筒部分的高度 h_1

h_1 处的高度及偏差很重要，它应有正确的圆筒形状，与模子导向部和锥形部在一个中心线上，不能倾斜，要平行而不是一边宽一边窄，否则不可避免会出现壁厚差大和倾斜、弯曲。

h_1 的大小，对引伸模子寿命和引伸力的大小有关，h_1 取大值模子寿命高，但摩擦力大。根据实际情况，一般 h_1 在 1～2 毫米范围内，公差取 +0.5 毫米。

（4）高度 H、H_1、h

根据生产的实际经验，模子高度尺寸的确定，一般采用如下的经验公式：

$$H_1 = h + (2\sim3.5)(\text{毫米}) \qquad (1\text{-}3\text{-}23)$$

$$H = H_1 + (3\sim5)(\text{毫米}) \qquad (1\text{-}3\text{-}24)$$

式中 h 值的确定，应保证引伸制品进入模内锥度部，但不要过高，否则会影响冲床的工作行程。

（5）模子直径 D、D_1 的确定

正确选择模子直径 D 和 D_1，对保证外套强度和节约硬质合金材料有重要的意义。根据生产实践推荐经验公式如下：

$$D_1 = d + 2h\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} + (3\sim5)(\text{毫米}) \qquad (1\text{-}3\text{-}25)$$

$$D = (2.5\sim5)d\ (\text{毫米}) \qquad (1\text{-}3\text{-}26)$$

或者参考挤孟预应力模确定各层套直径计算方法。

（6）模子口部圆弧 R 的确定

根据工厂的实际情况一般取 $R = 1\sim2$ 毫米。

2. 引伸冲尺寸的确定

引伸冲名义尺寸与各工序制品内形尺寸基本相同，无需另行计算，对其它尺寸确定介绍如下：

（1）引伸冲圆弧 R 的确定

R值的确定比较重要，因为R的大小影响制品底部金属的多少及底部强度。R值的选择，应考虑以下几个方面：

1）应使引伸冲端部尽可能下到待制品的内底部，也就是冲子圆弧处与制品内底面的切点逐渐向内移。

2）对底部金属增减的影响　R值大，金属在底部贮集增多，但堆积不均匀，对厚底弹壳，底部金属不足，可以采用此法。R小，金属在底部存留减小，与壁部连接处易造成应力集中，降低底部强度。

3）各次引伸冲R的配合基本分为三种：

第一种是各次引伸冲R相等；

第二种是各次引伸冲R逐渐减小；

第三种是各次引伸冲R逐渐增加。

但无论选择那一种R的配合关系，都应满足上述要求。

各引伸冲尺寸确定后，将各次引伸冲放大十倍，划在同一张图上，视其是否有交叉处，如有交叉处，应予修正。

（2）中间次引伸冲上、中、下部直径之间距离的确定，可以近似按体积不变原理计算。

因为
$$\frac{\pi}{4}(D_M^2-D_i^2)\delta_M=(L_i+R_i)\frac{d_{kpj}+d_{zpj}}{2}\frac{\delta_k+\delta_z}{2}\pi$$

所以
$$L_i=\frac{(D_M^2-D_i^2)\delta_M}{(d_{kpj}+d_{zpj})(\delta_k+\delta_z)}-R_i \qquad (1\text{-}3\text{-}27)$$

式中　D_M——下料圆直径，如用圆钢挤盂时，可近似按体积相等原理将毛坯体积换算为与挤盂底厚相等的圆片直径（毫米）；

D_i——该次引伸下模工作直径（毫米）；

δ_M——片材厚度或者挤盂时底厚（毫米）；

d_{kpj}、d_{zpj}——该次引伸制品口部和底部的平均直径（毫米）；

δ_k、δ_z——该次引伸制品口部和底部壁厚（毫米）；

R_i——该次引伸冲端部倒圆半径（毫米）；

L_i——直径间距离（毫米）。

（3）冲子全长的确定根据制品长度和机床行程，尽可能选择标准长度。

3．模、冲强度验算

弹壳引伸模与冲子的强度验算方法，与下料冲盂工序的模、冲强度验算方法相同，此处不另叙述。

4．引伸模、冲技术要求

（1）引伸模　工作直径公差按二级或三级精度，有定位圈的模子，定位圈内径公差按五级精度，外径公差按六级精度，外形高度公差按八级精度。

工作部分光洁度按▽9～▽10，上、下两端面光洁度▽6～▽7，倒角及空刀槽▽3，其余▽5。

硬质合金工作部位不得有裂纹、沙眼等。

内孔对上、下两平面不垂直度不超过0.05毫米，内孔椭圆度不超过直径公差。

（2）引伸冲　引伸冲材料用T10A，工作部分及柄部热处理HRC58～64，夹持部分回火至HRC40～45。

工作部分按二级精度制造，非工作部分按二级或三级精度制造。

工作部分光洁度为▽9～▽10，非工作部分为▽7左右。

工作部分应镀铬，铬层厚度为0.01～0.02毫米。

六、引伸制品尺寸公差的计算

前面计算的各工序制品的外径尺寸，是其最小外径尺寸，内径尺寸是最大尺寸，其目的是为了计算模、冲的名义尺寸。由于模、冲都有制造公差，使用时还有磨损，从而影响制品的直径和壁厚。现按以下方法求取外径、壁厚的最大、最小值和长度尺寸，以作为设计制品工作量具的依据。

（一）引伸制品的外径

1．最小外径

$$D_{min}=D_i+S \tag{1-3-28}$$

式中 D_i——该次引伸下模工作尺寸（名义尺寸）；

S——制品弹性回跳量（毫米）。

2．最大外径

$$D_{max}=D_i+S+\Delta_{m1}+\Delta_{m2}$$

式中 Δ_{m1}——模子制造公差，末引模和下模取二级精度，其余取三级精度；

Δ_{m2}——模子磨损公差，末引模和下模取 $\Delta_{m2}=\Delta_{m1}$ 其余取 $\Delta_{m2}=(2\sim3)\Delta_{m1}$。

（二）引伸制品的壁厚

1．最小壁厚

$$\delta_{min}=\frac{D_i-d_i}{2}-\frac{\Delta\delta}{2} \tag{1-3-29}$$

式中 d_i——该次引伸冲上部或下部直径（毫米）；

$\Delta\delta$——制品壁厚差（毫米）。

2．最大壁厚

$$\delta_{max}=\frac{D_i-d_i}{2}+\frac{\Delta_{m1}+\Delta_{m2}+\Delta_{n1}+\Delta_{n2}}{2}+\frac{\Delta\delta}{2} \tag{1-3-30}$$

式中 Δ_{n1}——引伸冲制造公差，末引冲取二级精度，其余取三级精度；

Δ_{n2}——引伸冲磨损公差，一般取 $\Delta_{n2}=\Delta_{n1}$。

（三）制品长度

为简便起见，仅计算平均长度于下：

$$L=\frac{\delta_M(D_M^2-D_{pj}^2)}{(D_{pj}^2-d_{pj}^2)}+\delta_M \tag{1-3-31}$$

式中 δ_M——片材厚度（或盂子底厚）（毫米）；

D_M——下料圆片直径（毫米），如用圆钢挤盂时，可近似

地按体积相等原理将毛坯体积换算与拼盂底厚相等的圆片直径；

D_{pi}——该次制品平均外径（毫米）；

d_{pi}——该次制品上、下部平均内径（毫米）。

七、退货卡具和冲卡具的设计与计算

（一）引伸和冲盂退货卡分类

1．两瓣式退货卡具（如图 1-3-12）用于冲盂工序制品的退货，由卡盒 1、退货卡 2 和弹簧 3 组成，也适用壁较厚的引伸制品的退货。

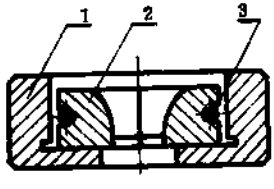


图1-3-12　两瓣式退货卡具

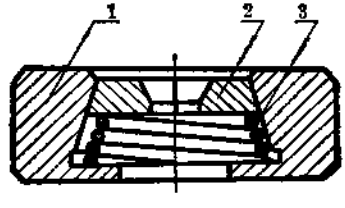


图1-3-13　锥形退货卡具

2．锥形退货卡具（图 1-3-13）用于引伸工序制品的退货，由卡盒 1、退货卡 2、螺旋弹簧 3 组成。

（二）退货卡的型式

退货卡的型式基本分为四种，如图 1-3-14 所示。

（三）退货卡的计算

1．各种类型退货卡的工作部分直径

$$d = d_k + c \qquad (1\text{-}3\text{-}32)$$

式中　d_k——引伸冲上部直径（毫米）；

c 值可由表 1-3-8 查取。

2．两瓣式锥形退货卡未铣开前直径由下式确定：

$$d_1 = d + b \qquad (1\text{-}3\text{-}33)$$

式中　d——工作部分直径（毫米）；

b ——铣刀槽宽度，参照表 1-3-8 选取。

两瓣式退货卡内圆加工后铣开，两瓣合并起来加工外圆。三瓣式锥形退货卡和带导向三瓣式锥形退货卡，内圆和外圆均在铣开后再合并起来加工。

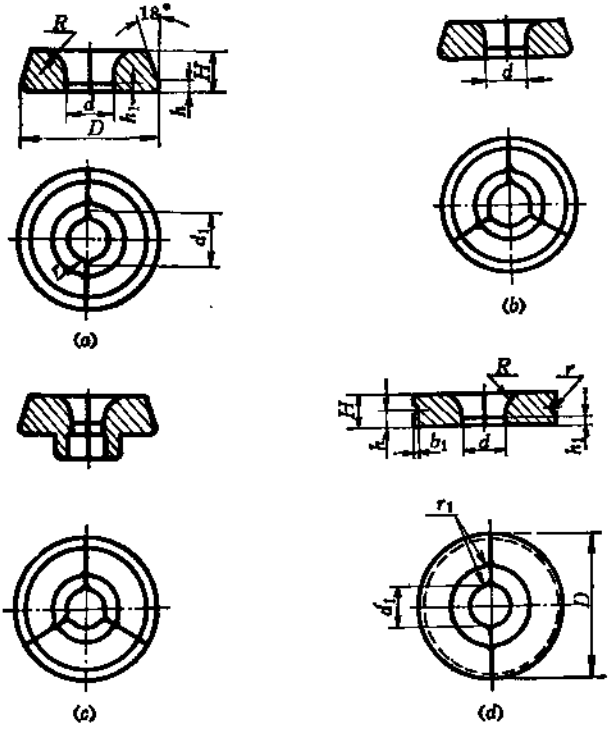


图1-3-14　退货卡分类

a、d —两瓣式退货卡；b —三瓣式退货卡；c —带导向的三瓣式退货卡。

3.（d）型退货卡，适用于孟子退货。

未铣开前直径

$$d_1 = d + b_1 \tag{1-3-34}$$

式中　d ——工作直径（毫米）；

b_1——铣刀槽宽度，按表 1-3-8 查取。

表1-3-8　c、b、b_1数值表　　单位：毫米

口部壁厚(h_2)	<0.5	≥0.5～1	≥1～1.5	≥1.5～2	≥2～2.5	≥2.5～3	注
c	-0.25	$0.1\delta_2$	$0.3\delta_2$	$0.6\delta_2$	$0.8\delta_2$	$1.0\delta_2$	
b	1	1.5	2.0	2.5	3	3	
b_1	1	1.5	2.5	3	3	3	

4．（a）与（b）型退货卡的其它参数见表 1-3-9。

表1-3-9　（a）与（b）型退货卡其他参数　单位：毫米

d	D	H	h_1	h	R	r
5～10	25	5.5	1	1.5	5	1.5
>10～15	30	6	1.5	1.5	5	2
>15～20	40	7	1.5	2	6	2
>20～25	50	9	2	2	7.5	2

5．（c）型带导向的三瓣锥形退货卡的其它尺寸参数见图 1-3-15 和表 1-3-10。

$$d_1 \approx D_i + (0.2 \sim 0.8)$$

式中　D_i——引伸后制品的外直径。

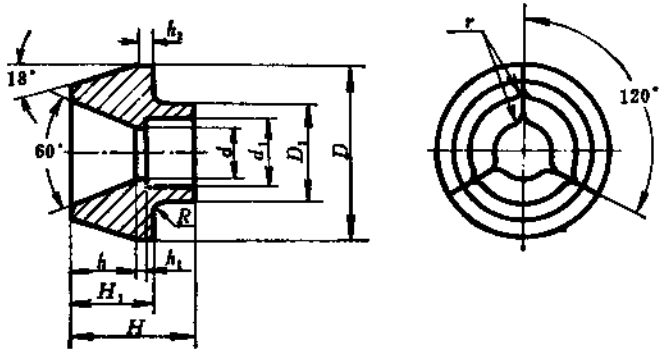


图1-3-15　三瓣锥形退货卡

表1-3-10 （c）型退货卡其它参数 单位：毫米

d	D	D_1	H	H_1	h	h_1	h_2	R	r
5～10	25	16	10	5.5	3.5	1.5	1	0.5	1.5
10～15	30	22	10	6	4	1.5	1	1	2
15～20	40	28	12	7	4	2	1	1	2
20～25	50	32	14	9	5	2	1	1	2

6.（d）型退货卡其它参数，参照表 1-3-11 选取。

表1-3-11 （d）型退货卡其它参数 单位：毫米

d	D	H	h_1	h	R	r	r_1	b_1
5～10	25	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>10～15	30	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>15～20	35	5	0.5	2.5	5	1.3	1.5	2.6
>20～25	40	6	1.0	3	6	1.6	2.0	3.0
>25～30	50	6	1.0	3	6	1.6	2.0	3.0

（四）退货卡盒的计算

1. 两瓣式退货卡的卡盒如图 1-3-16。

内孔 $D_1=D+(0.5\sim1)$

式中 D——退货卡外径（毫米）。

$D_2=d_s+(1\sim4)$

式中 d_s——制品外径（毫米）。

$\delta=H+(0.2\sim0.5)$

式中 H——退货卡的厚度（毫米）。

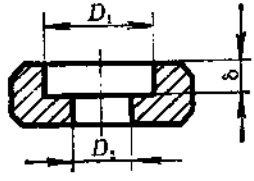


图1-3-16 卡盒

2. 锥形卡盒如图 1-3-17 所示。

卡盒内形尺寸按锥形退货卡外形尺寸并考虑一定的张开量进行设计，外形尺寸则根据设备情况确定。

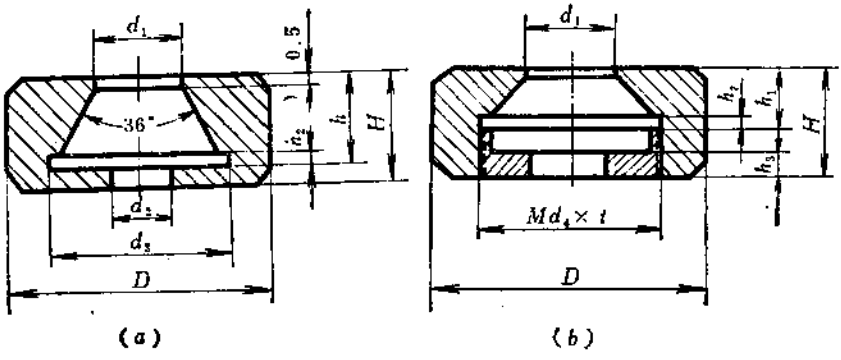


图1-3-17　锥形卡盒

（五）弹簧尺寸的选取

1．两瓣式退货卡具拉簧及其尺寸参数，见图1-3-18和表1-3-12所示。

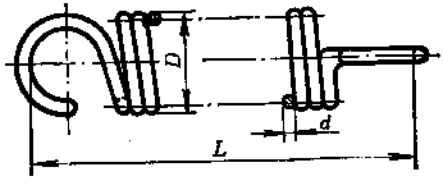


图1-3-18　弹簧

表1-3-12　拉簧尺寸参数　　单位：毫米

退货卡的直径D	25～30	35	40	50
d	0.3	0.4	0.4	0.4
D	2.5	2.5	3	3

弹簧长度（L）与圈数（n）根据退货卡的外形尺寸确定。

2．锥形退货卡具弹簧如图1-3-19所示。

锥形弹簧钢丝直径一般采用1.5毫米，圈数3～4圈。外形尺

寸根据卡盒内形尺寸确定。

弹簧上下两圈均需完整并磨平。弹簧直径D较锥形退货卡盒大端孔径大1～2毫米，防止弹簧移动。

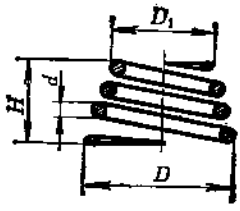


图1-3-19 弹簧

（六）主要技术条件

1．光洁度

退货卡工作部分	▽7
卡盒内孔	▽6
其余	▽3～▽4

2．工作部直径精度 D_4～D_6

外径精度 d_6～d_8

高度精度 d_6～d_8

3．材料

退货卡与卡盒材料用T10A

弹簧用材料为60 Mn或60 SiMn

退货卡子和卡盒热处理后硬度为HRC 58～62

（七）冲卡具的结构型式和选择（图1-3-20）

（a）型卡具 用于冲压力不大的工序上，例如收口可以采用。用顶丝顶紧外圆铣扁部分。靠近端面外圆处铣一条槽，是为

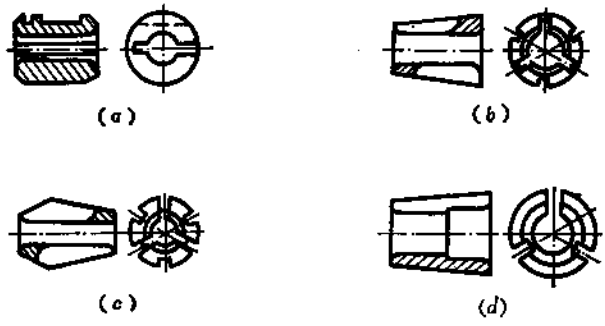


图1-3-20 冲卡

了使冲卡具拆卸方便。

（b）型卡具　单锥度冲卡具用于一般冲压力的冲子夹持。例如 7.62 弹壳引伸工序就采用此种。

（c）型卡具　双锥度冲卡具用于冲压力较大的工序。例如 7.62 弹壳的平底工序就采用这种卡具。

（d）型卡具　带台阶的单锥度冲卡具用于冲压力更大的冲子夹持，例如 56 式 14.5 弹壳引伸冲就采用这种卡具。

八、质量检查与分析

毛主席教导我们："人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来"。广大工人、干部和技术人员通过多年来的生产实践，除对引伸工艺作了较大的改进外，并对引伸工序中易出现的质量问题摸索到一定的解决办法。

引伸时，尤其末引工序，由于 56 式 7.62 弹壳的末引工序与打凹合并，56 式 14.5 弹壳末引与截断合并，因此易出现质量问题。

（一）引伸工序尺寸检验

其基本有四种量具：外径环规、不直度环规（弯度量规）、壁厚差检验器、壁厚检验器。有的产品还检查内径和长度。

1．外径环规与冲盂外径环规确定方法一样。精度 2～4 级。

2．壁厚差　一般测量两个部位，口部和下部。壁厚差数值的确定要保证产品图壁厚差的要求，并可进行适当压缩。测量部位要选择锥度变化较小的部位，避免由于旋转过程造成测量误差。

3．壁厚测量　可用百分表和量杆配合测量，亦可用卡钳式测量器测量，如图 1-3-21 。

4．不直度环规（见图 1-3-22）

（1）环规内径要比该次引伸制品最大外径大 0.01～0.05 毫米。制品直径小、长度短，其内径可以取小值，若制品直径大，

长度大，则取大值。

（2）环规长度（L）如果属于中间次引伸，应保证引伸制品能够全部进入量规内。

$$L=L_s+(0\sim5)\text{毫米}$$

式中 L_s——引伸后制品长度（毫米）。

如果末次引伸时，则

$$L=L_q+(0\sim10)$$

式中 L_q——切口或挤口后的长度（毫米）。

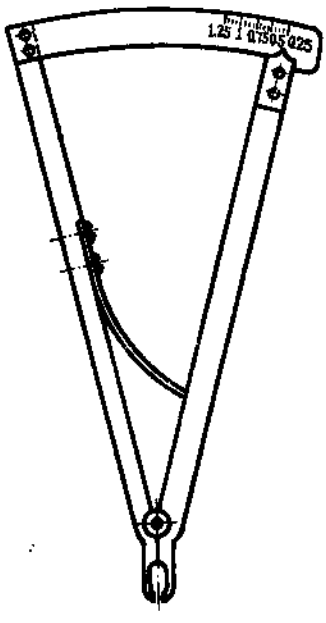


图1-3-21 口部壁厚测量器

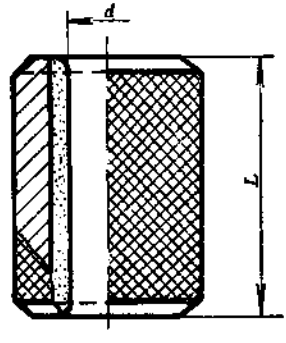


图1-3-22 不直度环规

（二）疵病分析

引伸工序常见的疵病见表1-3-13。

表1-3-13 引伸工序常见疵病及其产生原因

序号	疵病种类	疵病产生原因
1	壁厚差不合	（1）机床精度不好； （2）模、冲中心不正； （3）半制品倾斜进入模中； （4）引伸冲与待制品之间间隙过大； （5）模子两个端面不平行，模子圆筒部分倾斜； （6）热处理后硬度不均； （7）润滑不好（润滑液浓度低或有杂质）

（续）

序号	疵病种类	疵病产生原因
2	拉断、横裂	（1）加工率过大； （2）润滑不好，钢质弹壳磷化质量不好； （3）多模加工，各模加工率分配不合理； （4）拉断处整薄； （5）材料本身的缺陷
3	底部厚度不均	（1）引伸模α角不合（α角小底部金属多）； （2）引伸冲端部变形，易使底部金属增加； （3）打凹与引伸工序合并，打凹小冲变形，使底部金属增加
4	线痕	（1）覆铜钢壳退火后制品口部露钢的氧化层未洗掉； （2）钢质弹壳磷化膜过薄； （3）润滑剂质量不好； （4）模具质量不好，有裂纹和砂眼； （5）退货卡具安装不正确或有尖角； （6）模、冲中心不正； （7）模内或制品内有脏物
5	引伸时口部纵裂	（1）盂子口部质量不好； （2）加工率分配不合理； （3）由于模具设计不合理，造成的切向拉应力过大； （4）退火后塑性恢复不好
6	露钢	（1）上模、中模裂纹或有砂眼； （2）退货卡挂铜或裂开； （3）送货位置不正确； （4）压料板弯度过大，压料板上铜焊磨掉，或上面粘有坚硬金属（引伸与打凹合并工序）
7	内观废品	（1）引伸冲有裂纹，造成“横向线痕”； （2）引伸冲掉尖，造成底部凸起； （3）引伸冲掉铬造成的“线痕”； （4）送货具送不到位，引伸冲易被撞坏造成的“线痕”
8	弯度不合	（1）上工序制品底部偏重； （2）模、冲中心不正； （3）机床精度不好，调整不当

九、弹壳引伸设备

弹壳引伸是弹壳制造的主要工序。因此，要满足工艺要求和保证制品的质量，必须根据引伸的工艺特性合理地选用机床。

目前，在枪弹制造厂中，通常用于弹壳引伸的机床有如下两种型式：立式曲轴机床（图 1-3-23），主要用于小口径弹壳的一次引伸。机床是由工作机构（曲柄连杆机构）、上料机构（漏斗）和送料机构组成。公称压力一般在二、三十吨左右，机床装有1～4个冲头。大口径的56式14.5、54式12.7枪弹弹壳，根据其工艺特点，一般选用吨位较大的卧式冲床。

自动上料在枪弹的生产中有着重要意义。由于上料实现漏斗

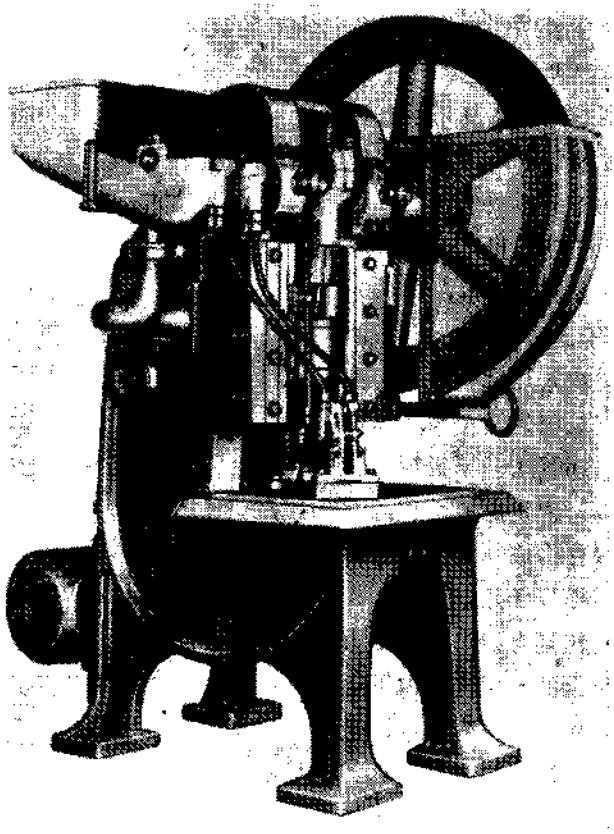


图1-3-23　立式曲轴冲床

化，使广大工人摆脱了过去繁重的手工操作，并提高了产品质量和生产效率。

引伸工序的漏斗常见的有如下两种型式：钩式漏斗、圆盘空穴式漏斗。

钩式漏斗挂货率很高，下货的定向也很正确，主要用于长度大于直径的盂子。长度小于直径的盂子应选用圆盘空穴式漏斗。若选用钩式漏斗上货，不仅挂货率低，而且还不能正确定向，以至影响成形及损坏模具。

目前各工厂使用的送货具常见的有圆盘式送货具和摆杆滑块式送货具两种。

圆盘式送货具用于直径大于长度的盂子的送料，长度较大稳定性差的盂子不适采用这种送货机构。

摆杆滑块式送货具，不受盂子长度和直径尺寸限制，应用较为普遍。图1-3-24是用于7.62弹壳一引的摆杆滑块式送货具的一种型式，它是由弹簧1和3、提环2、拐臂4、下货板5、推轴6、推货滑块7和送货座8等件构成。其工作原理如下：提环2是固定在作上、下往复直线运动的压力机滑块上的，当滑块向下运动时，提环2压弹簧3，带动拐臂4绕其轴心顺时针转一角度，使其下端拨动推轴6使推货滑块7向后滑动，当其首端退出输货槽口部时，下货板上有一个盂子落入送货座8的送货导轨内，滑块向上运动时，提

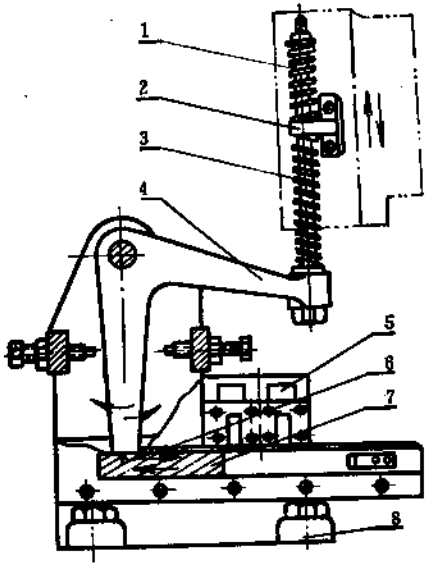


图1-3-24　送货具

环 2 带动拐臂 4 逆时针转一角度，使推货滑块向前运动，将盂子送至模内。

第四节　挤口与切口

一、作用与要求

弹壳口部经引伸后易产生口部倾斜、口不齐、纵裂缝以及覆铜钢弹壳的口部露钢等疵病。这些疵病均应及时去除，以利后面的工序正常进行。

除掉口部多余金属基本上有以下两种方法：

（一）挤口

现 54 式 12.7、56 式 14.5 钢质弹壳采用这种方法，挤口多与引伸工序同时进行。这种方法可以节省设备和减少工序，但挤口后制品口部易出现毛刺、缺口等疵病。挤口冲的冲刃部分易磨损变钝，工具寿命较低。

（二）切口

切口为单一工序，排在引伸工序之间或末次引伸之后。切口与挤口相比需增加工序和设备，但口部质量比挤口好一些。51式 7.62 手枪弹壳和 56 式 7.62、53 式 7.62 弹壳现多用切口的方法。

二、挤口及其工具主要尺寸的确定

挤口多与末引工序组合在一台卧式机床上进行。挤口又分为两种情况：

一种是多模引伸带挤口，如图 1-4-1 所示。半制品经过上模引伸后，再经下模进行引伸和挤口，挤掉的料圈由置于上、下模之间的刮模退下。

另一种是单模引伸带挤口，只采用一个模，既起引伸作用也起挤口作用。

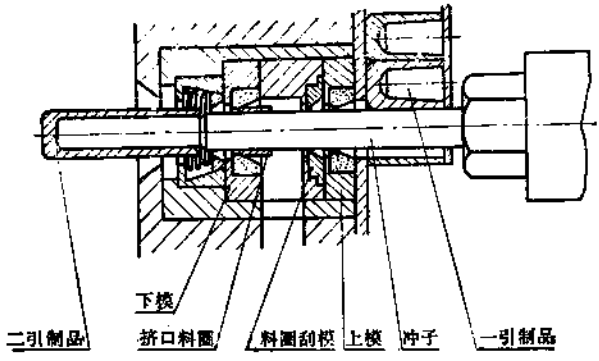


图1-4-1　双模引伸带挤口

两种方法，各有优劣。

第一种方法可以承受较大的加工率，给引伸次数减少提供条件，这种方法先经上模引伸，还可以减轻下模引伸带挤口的冲击力，减少断壳废品。后一种方法的工装较简单，而且挤口后的口部质量比前一种好，且易退货，但采用的加工率较小。

挤口变形的性质和冲裁方法近似。挤口模相当于下料模，挤口冲的凸台部相当于剪刀。

下面简单介绍挤口模及挤口冲的有关尺寸：

(一) 挤口模

挤口模的形状如图 1-4-2 所示。它与普通的引伸模基本一样，只是 α 角较引伸模大。一般 α 角取 30°～40°。

(二) 挤口冲

挤口冲与一般引伸冲的工作部分相同，仅多出一个凸台。

1. 挤口冲凸台位置的确定　根据制品切口的长度需要经过初步计算，然后通过试验确定，如图 1-4-3 所示。

2. 凸台直径的确定

$$\frac{d_2-d_1}{2}=(0.7\sim0.8)\,t$$

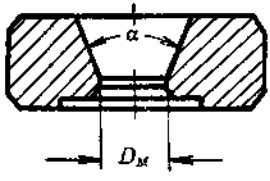


图1-4-2　引伸带挤口模

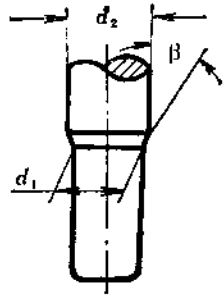


图1-4-3　挤口冲

即　　$d_2=d_1+(1.4\sim1.6)\,t$　　(1-4-1)

式中　t——引伸后口部壁厚（毫米）。

凸台直径计算结果，应小于挤口前制品内径。

β角的大小亦很重要，太小不易挤断，太大口部易产生毛刺。

双模引伸带挤口时　$\beta=15^\circ\sim25^\circ$；

单模引伸带挤口时　$\beta=30^\circ\sim45^\circ$●。

三、切口及其工具主要尺寸的确定

切口的方法现在多用于薄壁的51式7.62手枪弹壳和56式7.62、53式7.62弹壳。切口多采用圆刀或立刀进行无屑切口。

弹壳切口是采用以卡套为主动件的切口方法，如图1-4-4所示。

当被切口的制品送入高速旋转的卡具中时，制品也随之高速转动，其转数每分钟为2000转以上。圆刀的进、退动作是由凸轮操纵的。当进刀触及制品时，圆刀也随之高速旋转并随着继续进刀而切口。切口开始时，首先是制品弹性变形，当圆刀继续压缩时，圆刀剪切周围开始塑性变形，向最小阻力方向移动。在塑性变形的同时，金属产生硬化，圆刀再继续前进时，多余金属即被切掉。

● 单模引伸带挤口的β角也有采用15°的。

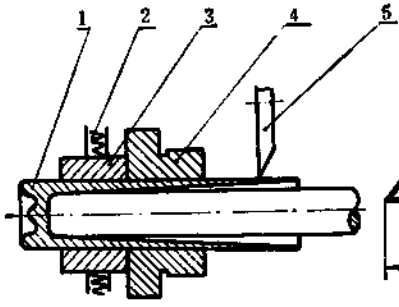


图1-4-4　卡套式切口

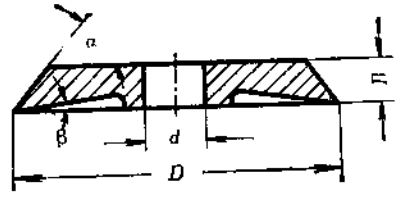


图1-4-5　圆刀

这种切口方法最大的优点是制品和切屑分离清楚，适用于口部较薄（0.2～0.3毫米）、材料较软的制品，但其缺点是长度公差较大。

（一）切口工具

一般常用切口工具有以下几种：

1．圆刀，如图1-4-5。

材料：W18Cr4V

热处理硬度：HRC 61～65

图中　d——根据刀轴直径确定；

D——一般为85～110毫米；

β——一般为2°～3°，主要用于减小刀具与制品的摩擦；

B——约为4～8毫米；

α——与刀具材料有关，用工具钢制造圆刀时为30°～45°；用轴承钢及高速钢时为40°～60°。此角度可由操作工人按质量情况进行修磨。

2．送货冲

送货冲的直径一般皆小于切口前引伸冲的直径。

即　$$d_s=(0.6\sim0.75)d_x$$

式中　d_s——送货冲头部直径（毫米）；

d_x——引伸冲下部直径（毫米）。

送货冲最好采用头部为解体式能够自由转动的活头送货冲。

3．切口固定装置，如图 1-4-6 所示。它由接头、卡子、螺钉、弹簧、螺圈、管套等组成。

管套（图 1-4-7）起导向作用，卡子则起夹紧作用。管套的主要尺寸按下述方法确定：

$$d=D_{n\max}$$

即管套内径的名义尺寸应等于切口前引伸制品的最大外径（$D_{n\max}$）。d 按二级精度制造。

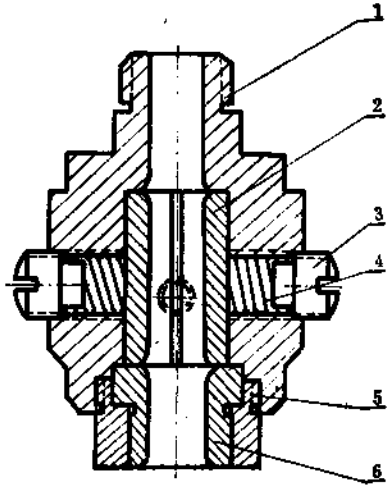


图1-4-6　切口卡具

1—接头；2—卡子；3—螺钉；
4—弹簧；5—螺圈；6—管套。

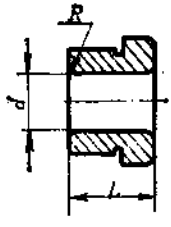


图1-4-7　切口管套

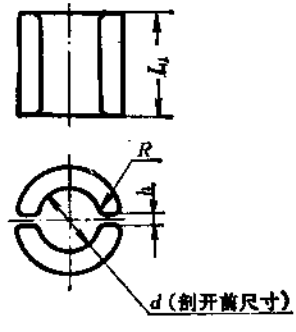


图1-4-8　切口卡子

口部圆弧R一般等于 1.5～2 毫米，不宜过小。R过小，制品不好进入管套，容易将底部撞坏。

L的大小不宜过长，过长会导致卡子抱紧部分缩短，不易将

制品夹紧，易造成废品。

一般　　$L<\frac{1}{2}L_q$

式中　L_q——切口后的制品长度（毫米）。

卡子的主要尺寸确定如下：

d 与管套内径的名义尺寸相同（图 1-4-8）。

$$L_1=(0.5\sim0.75)L_q$$

$h\approx 2$ 毫米；

$R\approx 2$ 毫米。

（二）切口次数的确定

切口次数与下列因素有关：

1．金属的塑性好，可以减少切口次数，塑性差的则切口次数需增多；

2．引伸次数愈多，则切口次数也随之增加；

3．制品的壁厚与长度的比值愈小切口次数愈多。

应当指出，不能单独为考虑节省材料而减少切口次数，因为这样有可能增加引伸制品的口裂疵病。所以必须设法提高金属的塑性减少引伸次数，才能减少切口次数。目前弹壳基本为 1～3 次引伸，所以都为一次切口（或挤口）。

四、挤口与切口边料率的确定

挤口与切口后合理的边料率是为了在节约金属的同时保证挤口与切口后获得良好的口部质量。根据实际经验，可参照表1-1-2选取。

在薄壁制品的加工中，有时为了降低材料的消耗，而采用减少切口边料方法。实践证明，这并不完全是正确的。切口时，切去边料最低的标准是保证由于下料冲孟和引伸加工时，发生的口部金属被破坏的部分能完全切除。如果切口时减少边料过多，以致口部被破坏金属未完全切掉，不可避免的要给切口工序带来很多困难，同时使弹壳收口时废品增多，质量下降。

五、质量检查和疵病分析

切口和挤口后制品外观不得有线痕、底部撞痕、未切透、口部毛刺、卷口、口不圆……等疵病。一般检查长度和内径尺寸。

各种类型弹壳的切口尺寸要求如表 1-4-1 所示。

表1-4-1　各种类型弹壳的切口尺寸要求

序号	弹壳种类	长度（毫米）	内径（毫米）	备注
1	56式7.62手枪弹壳	$26.3_{-0.5}$		切口
2	56式7.62弹壳	$40.8_{-0.8}$ ($39.6_{-0.5}$)	T-10.1	切口
3	53式7.62弹壳	$56.2_{-0.8}$ ($55.4_{-0.5}$)	T-11.26	切口
4	54式12.7弹壳	$102.5_{-0.5}$	T-20.34	挤口
5	56式14.5弹壳	117_{-1}	T-25.28	挤口

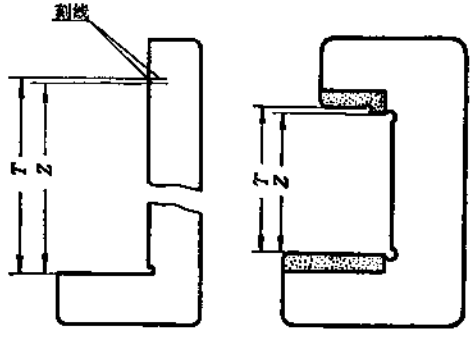


图1-4-9　长度量规

长度用长度卡规或直角规上刻上刻线检查，如图 1-4-9 所示。内径采用内径“通”的塞规检查。

挤口（或切口）的常见疵病与产生原因见表 1-4-2 。

表1-4-2 挤口（或切口）常见疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	未切透	（1）切口前待制品去油不彻底； （2）圆刀刃钝； （3）刀轴夹得紧； （4）由于机床调整不正确，圆刀移动距离不足； （5）圆刀移动距离过大而使制品停止转动； （6）卡子松
2	长短不齐	（1）卡子松； （2）刀未夹紧； （3）刀磨得不正确； （4）刀顶丝中心不正； （5）活头冲掉头； （6）送货冲歪
3	制品的底部内表面有线痕	（1）送货冲头都不转动； （2）送货冲端部磨损或撞坏
4	线痕	（1）卡子上有铜屑或倒圆不好； （2）管套或者卡子磨损或撞坏； （3）引伸后除油洗涤不好； （4）送货冲安装不正
5	底部撞痕	（1）引伸时的纵裂制品； （2）引伸制品边大或夹灰； （3）中心不正； （4）管套进口处 R 小
6	口部毛刺	（1）刀崩或刀钝； （2）机床调整不好
7	卷口	（1）切口管套磨损； （2）刀崩； （3）刀刃钝
8	口不圆	（1）刀刃钝； （2）刀不圆； （3）偏心固定不牢； （4）刀崩
9	挤口毛刺	（1）冲子凸台磨损； （2）冲、模中心不正； （3）模子磨损
10	引伸挤口时拉断	（1）模子锥角不合理； （2）未挤口前半制品口部内径过小
11	挤口口裂	（1）加工率过大； （2）口部壁厚差大； （3）原材料有非金属夹杂物

六、切口设备

在7.62弹壳的生产中，一般是把切除口部多余金属作为单一工序——切口在专门机床上完成。56式14.5、54式12.7枪弹生产是在完成弹壳引伸的同时进行挤口，这样不仅减少了工序，而且提高了设备利用率和生产效率。

图1-4-10是用于7.62弹壳的双头切口机。在群众性技术革新和技术革命的推动下，又制成了双刀四头切口机，使生产效率得到了成倍的提高。

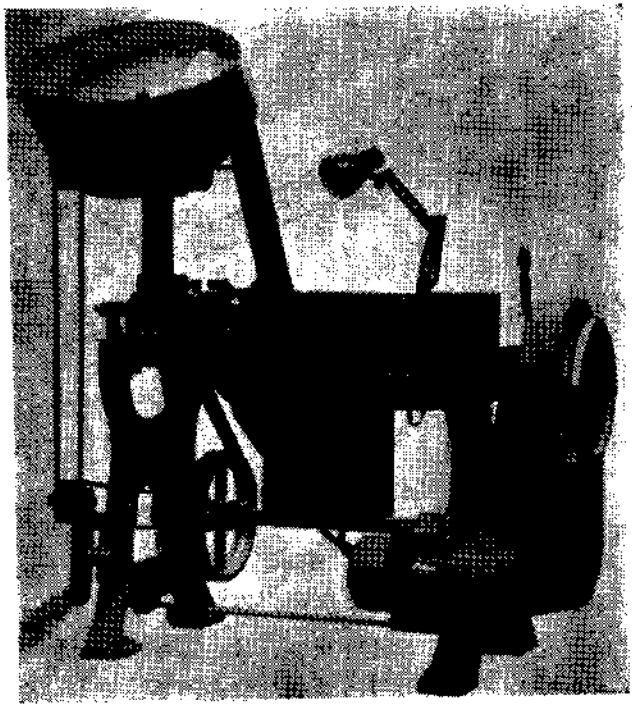


图1-4-10　切口机

切口机的特点是主轴转速高，送货滑块行程可调。其动作过

程如下：引伸壳经由漏斗定向后，流入输货槽进入预定位置，由顶冲将其顶入主轴夹头夹紧，主轴高速旋转，进刀机构进刀完成切口工作。

进刀机构见图 1-4-11 。

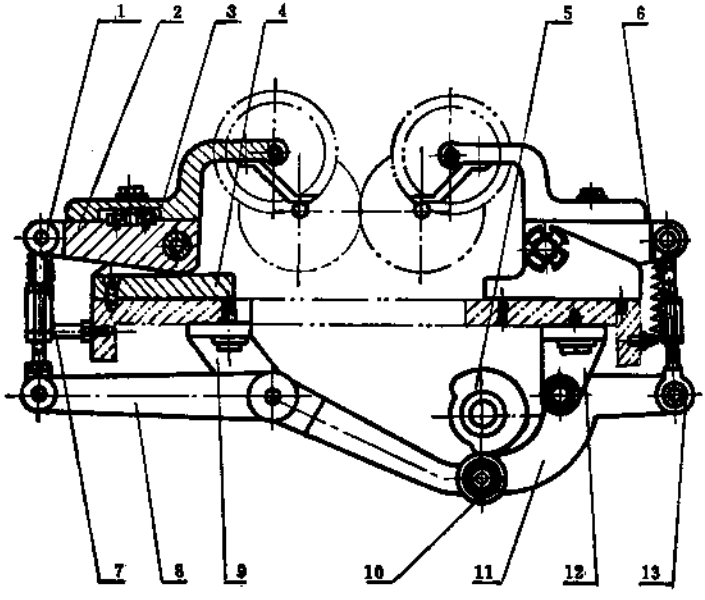


图1-4-11　进刀机构

1—左连杆；2—大刀架；3—小刀架；4—刀架座；5—进刀凸轮；6—弹簧；7—弹簧；8—左杠杆；9—左杠杆座；10—滚轮；11—右杠杆；12—右杠杆座；13—右连杆。

进刀机构主要由大刀架 2 、小刀架 3 、刀架座 4 、进刀凸轮 5 、左杠杆 8 、右杠杆 11 等件组成。

刀架装在刀架座上，刀架座固定在机身上，左右杠杆分别装在固定在床身下面的左右杠杆座 9 、12 上，弹簧 6 使滚轮 10 压紧在进刀凸轮 5 上，当进刀凸轮到推程曲线时，凸轮 5 通过滚轮 10 使左右杠杆绕其轴心向上摆动、推动两对连杆1、13向上运动而使刀架进刀。当凸轮 5 转至退程曲线时，在弹簧 6 的作用下，左右杠杆退回原来位置，刀架退刀。

第五节　打凹与平底

打凹与平底工序，是使弹壳底部获得最终形状和良好的机械性能，以保证弹壳底部在射击时具有足够的强度和良好的发火性能。打凹工序是使底部初步成形，而平底则使底部最后成形。

一、作用与要求

（一）打凹的作用与要求

1．初步形成火台　打凹时火台形状基本上分为两种：一种形状是高而瘦，在平底时镦粗，这种火台成形的方法应用较广；另一种是低而肥的火台，在平底时将火台顶起，这种火台成形方法不适合覆铜钢弹壳，因为平底时火台周围容易露钢，一般塑性好的弹壳可采用这种火台。

2．初步形成底火室　为平底工序形成底火室打基础。打凹的底火室口部直径应大于平底底火室直径。底火室深度与打凹工序安置的位置和弹壳的种类有关，可大于或小于平底的底火室深度。

3．初步形成底火室口部圆角　打凹较深者，口部圆角应较大。

（二）平底的作用与要求

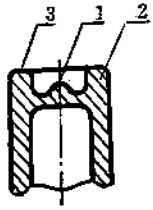
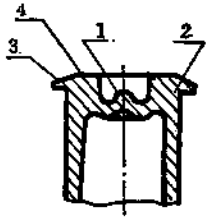
1．最终形成底火室的各部尺寸，并保证具有一定的精度。

2．在底面压制生产工厂的代号及生产的年份。

3．使底部具备良好的机械性能，保证射击时有足够的强度。平底后底部的弹性极限应比射击时最大膛压为大，否则底部会产生塑性变形，使底部直径增大造成掉底火和漏烟的疵病。平底后的底部硬度值如表 1-5-1 。

由于弹壳底部的机械性能要求高，一般在打凹与平底工序之间或之后不进行退火。

表1-5-1 钢质弹壳的底部硬度

弹壳图形	编号	名称	硬度值(HV5)
	1	火台	200～220
	2	底火室壁	225～240
	3	底面	210～230
	1	火台	200～220
	2	底火室壁	210～230
	3	底缘	200～225
	4	底面	210～230

二、打凹与平底工艺

打凹与平底是同一性质的两个工序，目前在弹壳生产中，对打凹工序的设置，一般有三种形式：

1．打凹在末引后单设一道工序，如51式7.62手枪弹壳、54式12.7和有的56式14.5钢质弹壳，都为单一工序，不和其它工序组合，设在末引挤口或切口之后进行打凹。这种方法的优点是尺寸精度较好。

2．打凹工序和末次引伸工序组合在一起如图1-5-1所示。

引伸后的制品，其口部通过退货卡之后，冲子继续运动，将制品送入打凹模内，由打凹模内的打凹小冲进行打凹，然后由弹簧或凸轮将制品顶出，由退货卡将制品退下。这种方法优点是节省设备、工序和人员，但在引伸后，应加强分批管理，尤其多冲的组合机床更为重要，否则平底时火台深度掌握困难。这种方法

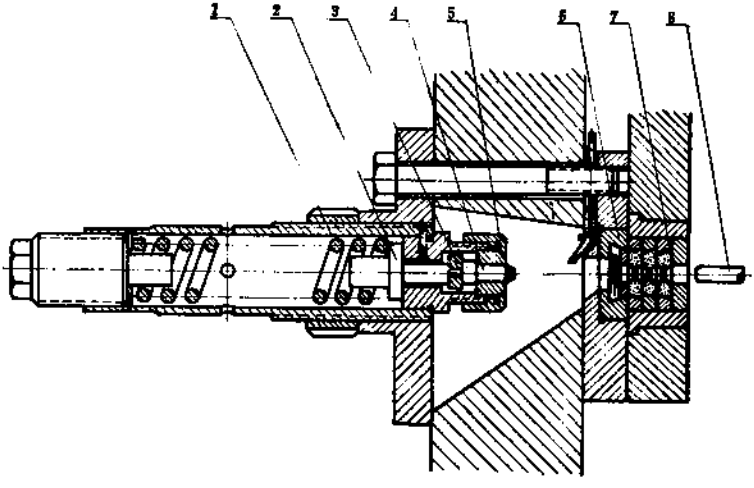


图1-5-1　打凹-末引组合图

1—弹簧；2—顶杆；3—模垫；4—打凹小冲；
5—打凹模；6—卡盒；7—模子；8—冲子。

还有一点必须指出，由于打凹和引伸同时加工，因此打凹小冲的窝内必然要有肥皂水进入，影响火台深度的一致性。为减轻肥皂液的影响，在打凹小冲窝内钻有 0.3 毫米排水小孔如图 1-5-2。由于 d 和 h 制造过程中可能出现超差，d 与 R 联接处也可能产生圆角使阻力减小时，易出现钻尖的火台，如图 1-5-3。这种火台到平底工序也不易纠正。

3．打凹工序与中间次引伸工序组合在一起，经末次引伸后再进行平底。53 式 7.62 的弹壳采用这种方法，其优缺点与第二

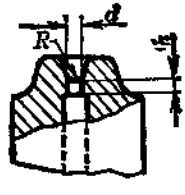


图1-5-2　打凹小冲



图1-5-3　钻尖的火台

种方法相同。

平底的加工过程见图 1-5-4，其退料方式是依靠平底后根部直径胀大，使加工后的制品停留在模内，第二个制品继续加工时，将其顶出。平底后的制品是否能停留在模内与平底前的表面处理和本工序在制品上涂油情况有关。

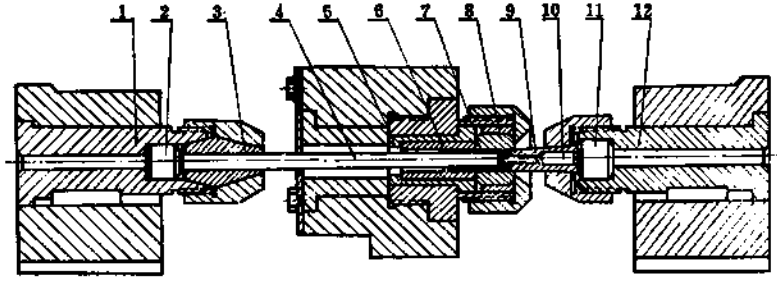


图1-5-4　平底工装图

1—冲头；2—冲垫；3—卡子；4—大冲；5—管套；6—管子；7—制品；8—平底模；9—字模；10—小冲；11—小冲垫；12—冲头。

钢质弹壳除油未净和一些金属屑、灰尘混合在一起，粘在大冲或小冲上(工厂通称“挂泥”)易造成底部厚度、火台深度超差和底火室形状改变，更严重的是制品易被平底小冲带出模外，造成同时加工两个制品，从而使全套工具损坏。如果表面处理不好，表面“发涩”又会造成退料困难，口部质量不好，使收口皱折废品增加。

打凹、平底工序制品的涂油情况也很重要，大部分工厂都涂“变压器油”或“机油”，应在外表面涂得薄而均匀。涂油过多，加工后的制品易被小冲“带出”；涂油过少，退货困难，口部内卷；油涂在内部易造成下部断壳（如图 1-5-5）；油涂在底火室内，会使底火室变形，直径增大。

机床动作是否协调也是影响平底工序的主要因素之一。应保证小冲先退回一定距离，大冲再向后移动。动作不协调，容易造成加工完的制品被小冲带出或者退货不正常。

弹壳内底部的皱折是打凹工序开始形成的。因为引伸过程中，

大冲端面与制品内底总要有一定的间隙，当打凹小冲冲压底部时，由于金属流动的结果在弹壳内底部形成一个环形的沟槽（工厂通称“皱折”）。底部皱折是降低底部强度的原因之一，皱折的方向应与弹壳轴线平行，其深度也应在一定的范围，皱折方向与弹壳轴线倾斜45°角的情况最坏。



图1-5-5 内部有油或水

各种弹壳的皱折深度对弹壳的影响，应通过实验来确定。如51式7.62手枪弹壳皱折深度在0.5毫米以内，对弹壳强度无影响；53式7.62弹壳皱折深度在1毫米以内对强度无影响；56式7.62弹壳皱折深达0.75毫米时，经射击也未发生问题。

皱折的大小与方向取决于下列条件：

（1）挤盂冲或冲盂冲、末次引伸冲、打凹与平底冲端部圆弧半径R的配合情况。引伸冲R半径愈大，制品内部凹形愈深，则皱折愈宽愈深；

（2）引伸冲、打凹冲和平底冲的直径配合情况。如果平底冲下部直径过大，使皱折向内倾斜，反之则向外倾斜，均对强度不利；

（3）引伸后制品外底部凸出球形愈大，皱折愈深；

（4）打凹小冲的锥度应适当。锥度愈大，则皱折方向愈向外倾斜，打凹大冲端部制成凹形，可使皱折方向向内；

（5）末引冲子的端部直径大于或等于前道工序冲子直径，内底部形成圆凹形，在打凹和平底时形成倾斜皱折。

三、打凹与平底工具的设计

打凹与平底工具主要有模子、大冲、小冲等，设计的依据是产品图，其顺序如下：

平底模的设计：

打凹模的设计；

平底小冲的设计；

平底字模的设计；

打凹小冲的设计；

平底大冲的设计；

打凹大冲的设计。

（一）平底模的设计

目前常用的平底模基本有两种：一种是工具钢整体模，另一种是硬质合金组合模。硬质合金模按结构又可分为三种，见图1-5-6。

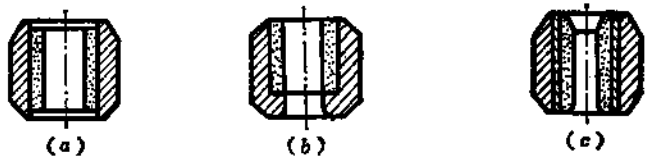


图1-5-6 平底模

（a）为两层组合结构的硬质合金模，用于受力较小的情况；

（b）为外套带底的硬质合金平底模，用于模外平底的弹壳，例如53式7.62弹壳；

（c）为三层组合结构的硬质合金模，进口部为锥形，用于54式12.7和56式14.5弹壳的平底。

平底模内部形状如图1-5-7，分为四种。

工作部分直径的确定很重要，应保证制品容易进入模中，加工后的尺寸应满足产品图的要求。由于退货方式是使加工后的制品停留在模中，须靠下一个制品将已加工的制品推出，因此冲压制品应与模子间有一定的胀量，但胀紧程度应适当。大冲、小冲退回时，制品能停留在模中，制品退出较容易。

平底模的工作部分直径是根据平底制品的底缘直径（无起缘弹壳）或弹壳体下部直径（有起缘弹壳）确定的，而平底制品的

底缘直径又是根据产品图的底缘直径确定的。一般情况平底制品底缘直径公差不超过产品图底缘直径公差的50%，而平底的底缘直径取产品图底缘直径的中间尺寸，如图1-5-8所示。平底模工作部直径可按下式计算。

$$d_p = d_{smin} - s \qquad (1\text{-}5\text{-}1)$$

式中 d_p——平底模工作部分直径(毫米)；

d_{smin}——平底制品最小直径(毫米)；

s——弹性回跳量0.04～0.07毫米，小口径弹壳取小值。

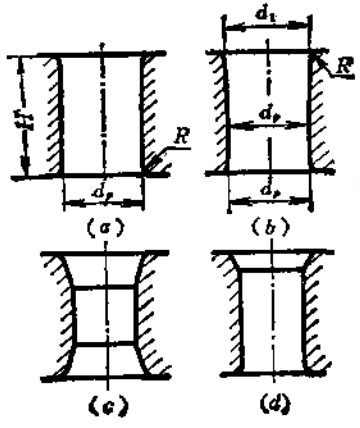


图1-5-7 平底模的内形

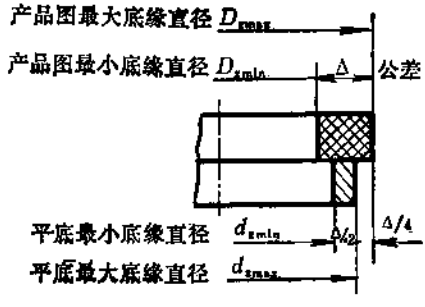


图1-5-8 平底底缘直径的确定

为了使制品进入和退出平底模方便，较长的模子其工作部分可做成锥度，其锥度为0.002～0.005，如图1-5-7(b)。平底模有一端带锥度的，也有的两端带锥度的如图1-5-7(c)，但较短的模子一般不做成有锥度的。

工作部分模口倒圆半径与产品图的底缘形状有关，在模口外平底的制品倒圆半径为0.2～0.3毫米，则模子的倒圆半径为0.1～0.2毫米即可，如53式7.62弹壳的平底模。

在模内平底，倒圆半径可大些，R约为2毫米左右。为了减小字模的磨损，有的产品将平底模口做成如图1-5-7(d)型。

平底模外形尺寸的计算：

高度H的选取　目前使用的平底模基本有两种。一种是整体式的，另一种是引导模和平底模分开的，后者采用较广泛，可以节省材料和便于制造。

整体式　　$H=(1.3\sim1.4)H_z$　　(1-5-2)

式中　H_z——制品高度(毫米)。

解体式　　$H=(1.5\sim2)d_z$　　(1-5-3)

式中　d_z——制品外径（毫米)；56式14.5和54式12.7弹壳取小值，53式和56式7.62弹壳取大值。

平底模的外径（如图1-5-9）根据目前各厂使用情况，以及工具制造中采用多层镶套和减薄硬质合金壁厚的经验，各层套的外径可按下式决定：

$$\left.\begin{aligned}D_1&=(1.4\sim1.8)d_p\\D_2&=(2.4\sim3)d_p\\D_3&=(4\sim5)d_p\end{aligned}\right\}\qquad(1\text{-}5\text{-}4)$$

式中　d_p——平底模工作内径(毫米)；

D_1——硬质合金模外径(毫米)；

D_2——中层套外径(毫米)；

D_3——外层套外径(毫米)。

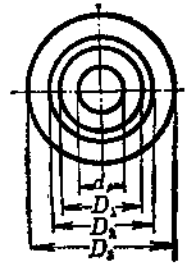


图1-5-9　多层镶套模

（二）打凹模的设计

1．打凹、平底工序相继进行时：

$$d_{wa}=d_pK\qquad(1\text{-}5\text{-}5)$$

式中　d_{wa}——打凹模工作直径(毫米)；

d_p——平底模工作直径(毫米)；

K——系数0.985～0.993。

2．打凹后还要经引伸工序再平底时：

$$d_{wa}=d_a+\Delta\qquad(1\text{-}5\text{-}6)$$

式中　d_a——打凹前引伸下模直径(毫米)；

Δ——打凹模内径增大值（0.03～0.05毫米)，

考虑引伸后制品直径要增大，要使制品能顺利进入打凹模，即应增大打凹模内径。

（三）平底小冲设计

平底小冲的尺寸和形状根据产品图确定，如图 1-5-10。

1．平底小冲工作部分直径(d_x)

$$d_x = d_{xx} + \Delta \qquad (1\text{-}5\text{-}7)$$

式中 d_{xx}——产品图底火室名义尺寸(毫米)；

Δ——平底小冲工作部分直径增值（0.025～0.05 毫米），其主要是考虑制品公差及弹性回跳。

2．平底小冲火台窝深度(L_p)

$$L_p = L_x - h_x + (0.5 \sim 1)\Delta_h \qquad (1\text{-}5\text{-}8)$$

式中 L_x——产品图底火室深度(毫米)；

h_x——产品图火台与底面之间的距离(毫米)；

Δ_h——制品火台与底面之间的距离公差(毫米)。

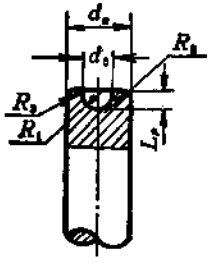


图1-5-10 平底小冲工作部分

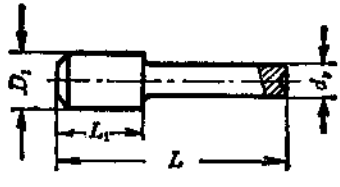


图1-5-11 平底小冲

3．小冲工作部分其它尺寸 d_0、R_1、R_2、R_3 与产品图尺寸相同。

4．小冲主要外形尺寸如图 1-5-11。

$D_1 = d_x + (0.5 \sim 1.5)$毫米；

$L_1 = 10 \sim 20$ 毫米；

$L = 22 \sim 32$ 毫米。

（四）平底字模的设计

平底字模是用于制品底部打印厂名和制造年份标记的工具。标记的大小根据弹壳的口径不同而定。弹壳字模标记字码有凹入或凸起的两种。

字模的结构型式基本有二种（图1-5-12）：（a）型用于无起缘弹壳；（b）型用于有起缘弹壳。

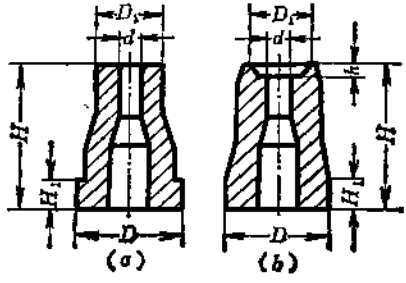


图1-5-12　平底字模

1．字模主要尺寸的确定

无起缘弹壳：

$$d = d_z + \Delta \qquad (1\text{-}5\text{-}9)$$

式中　d_z——平底小冲工作直径（毫米）；

Δ——0.005～0.02毫米。

$$D_1 = d_{z\min} - \Delta \qquad (1\text{-}5\text{-}10)$$

式中　D_1——字模工作部分外径；

$d_{z\min}$——制品底缘最小直径（毫米）；

Δ——0.01～0.05毫米。

有起缘弹壳：字模内径d与无起缘弹壳计算方法相同。

$$D_1 = D_{g\min} + (2\sim3)\text{毫米；}$$

$$h = h_{z\min} - (0.1\sim0.2)\text{(毫米)；} \qquad (1\text{-}5\text{-}11)$$

式中　D_1——字模工作部分外径；

$D_{g\min}$——有起缘弹壳起缘的最小直径（毫米）；

h——字模工作部分高度；

$h_{z\min}$——有起缘弹壳起缘的最小厚度（毫米）。

2．字模外形尺寸根据机床情况确定，一般采用以下数值：

夹持部长度　H_1＝17～25毫米。

总　　长　H＝30～45毫米，务使小冲装入字模后，一定要低于字模的底平面。

夹持部的外径D＝15～32毫米。

（五）打凹小冲设计

打凹小冲各厂一般凭经验设计，然后再在实践中试验修改而成。下面介绍的数据，仅供设计时参考。

打凹小冲的结构型式有直杆的和带排水孔的两种。引伸带打凹加工时，为了保证火台深度（或火台高度）的需要，小冲火台窝内有 0.3 毫米的孔，以便排出气体和多余的润滑冷却液，如图1-5-13。

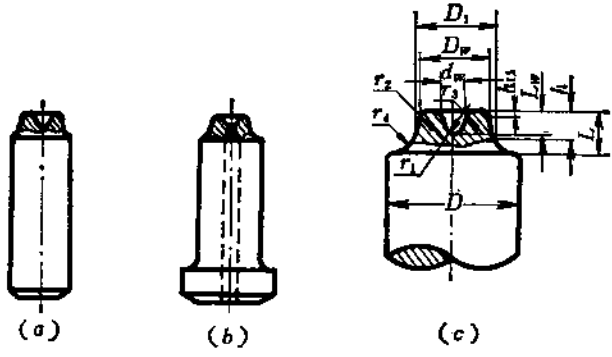


图1-5-13　打凹小冲

1．打凹小冲工作部分尺寸计算见表1-5-2。

表 1-5-2 的计算方法，适用打凹时高而瘦，到平底时进行锻粗的火台。

2．打凹小冲主要外形尺寸

工作部分长度L

$$L=L_s+(0.2\sim0.4) \qquad (1\text{-}5\text{-}12)$$

式中　L_s——产品图的底火室深度（毫米）。

小冲体部直径D

$$D=d_{ws}-(0\sim0.05) \qquad (1\text{-}5\text{-}13)$$

式中　d_{ws}——打凹模内径（毫米）。

表1-5-2　打凹小冲尺寸计算

序号	计算部位名称	代号	公式	系数	备注
1	端部直径	D_w	$D_w=d_z+\Delta_1$	$\Delta_1=0.1\sim0.3$ $\Delta_1=0.01\sim0.015$	打凹工序在引伸工序之间 打凹工序在末次引伸工序之后
2	火台窝底部直径	d_w	$d_w=d_0\cdot K_1$	$K_1=0.85\sim0.95$	
3	火台窝顶部半径	r_1	$r_1=R_1\cdot K_2$	$K_2=0.74\sim0.82$	
4	火台窝深度	L_w	$L_w=L_p\cdot K_3$	$K_3=1.09\sim1.19$	
5	外倒圆半径	r_2	$r_2=R_2+\Delta_2$	$\Delta_2=0.75\sim0.2$	
6	火台窝与端面联接处半径	r_3	$r_3=R_3+\Delta_3$	$\Delta_3=0.2\sim0.1$	
7	中部与r_4联接处直径	D_1	$D_1=D_w+(h-h_1)\operatorname{tg}\alpha$	$\operatorname{tg}\alpha=0.1\sim0.35$	
8	中部直径距端面高度	h	$h=(0.6\sim0.75)L_z$		L_z——底火室深度
9	端部直径距端面高度	h_1	$h_1=(0.8\sim1)r_2$		
10	工作部分与体部联结处半径	r_4	$r_4=1.6\sim2.3$		

（六）平底大冲的设计

平底大冲根据产品要求，其工作端部的形状分为平面与带凹形的两种，如图1-5-14。

端部的尺寸与形状根据产品图的要求而定。

为了提高平底小冲寿命，平底大冲在开始冲压时应与待制品的内底部保留一定间隙，起缓冲作用，因此要求平底大冲端部直径比打凹大冲端部直径稍大些。

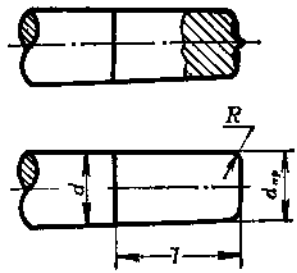


图1-5-14　平底大冲

1．大冲端部倒圆半径和圆锥体相切点的直径

$$d_{op}=Kd_z \qquad (1\text{-}5\text{-}14)$$

式中 d_s——产品图的内底部直径（毫米）；

$K=0.98\sim1$。

2．大冲端部倒圆半径

$$R=R_s$$

式中 R_s——产品图的内底部倒圆半径（毫米）。

3．大冲上部直径

$$d=d_k-a \qquad (1\text{-}5\text{-}15)$$

式中 d_k——末次引伸后口部内径（毫米）；

a——制品口部与大冲间隙：

口径≤7.62毫米　　$a=0.25\sim0.35$毫米；

口径>7.62毫米　　$a=0.4\sim0.5$毫米。

a选择过小，易造成口部裂口；a选择过大，定位不准，易产生偏底。

4．大冲锥度　根据实际经验而定，可以做成一个锥度，其锥度为0.035～0.075。

（七）打凹大冲的设计

打凹大冲的尺寸和形状，根据平底大冲和打凹前道引伸冲尺寸和形状进行选择，再通过试验后确定。选择的正确与否以皱折方向、深度和工具寿命为准。打凹大冲的直径、圆弧半径与引伸冲、平底冲的直径、圆弧半径之间的关系要互相配合适当。根据各厂的实际经验，打凹大冲的圆弧半径略大于或等于打凹前引伸冲的圆弧半径。打凹、平底和末次引伸冲的圆弧半径应用放大图检查其配合情况是否合理。

目前各厂大部分将引伸和打凹合并成一道工序，这样引伸冲即是打凹冲。冲子的端部直径和圆弧半径按打凹大冲设计。大冲其余部分的主要尺寸按引伸冲设计。

1．大冲端部圆弧和圆锥相切点直径 d_{ow}

$$d_{ow}=Kd_{op} \qquad (1\text{-}5\text{-}16)$$

式中 d_{op}——平底大冲与打凹大冲相应处直径（毫米）；

$K=0.98\sim1$。

2．大冲的锥度及其他部位尺寸

单独打凹时，大冲锥度作用与平底大冲相同，所以大冲也可以作成一个锥度，其锥度为0.035～0.102。大冲与制品口部的间隙、大冲上部直径与技术要求均和平底大冲相同。

（八）工具主要技术要求

1．打凹、平底模的主要技术要求

光洁度：内孔▽8或▽9，模外平底时工作端面▽9，倒角及外形▽6，套与套之间配合面为▽7；

内孔尺寸精度按2级精度，外径尺寸按6级精度；

多层组合模的外套和中层套的材料用CrWMn、5CrNiMo或T10A，内模采用硬质合金YG6、YG8、YG11、YG15。

外套采用冷压合时，热处理后HRC48～52。

2．平底小冲主要技术要求

工作部分光洁度▽9，其余▽7；尺寸精度1～2级。

材料用T10A，热处理后硬度HRC59～61。

3．字模主要技术要求

装入小冲部分按2级动配合；工作部分光洁度▽7，其余▽6；材料用T10A；热处理后硬度HRC58～62。

4．打凹小冲主要技术要求

工作部分光洁度▽9，体部外圆▽7，其余▽6；

材料用T10A；

工作部分尺寸按2级精度制造；热处理硬度为HRC58～62。

5．大冲主要技术要求

工作部分光洁度▽9，夹持部▽7；工作部分尺寸按2级精度；材料用T10A；热处理硬度，工作部分HRC56～62，夹持部位HRC50～54。

四、变形力的估算

打凹与平底制品的变形，是属于立体压制的范围。立体压制使金属的体积作重新的分布与一定的转移，其特点是受三向压缩的立体应力状态。因此允许变形量较大，单位变形抗力也较大。打凹和无起缘弹壳平底是属于在封闭模内压制，因此其塑性有所提高，有起缘弹壳平底则是在模外敞开压制，因此金属的塑性变形能力较前者稍低。

打凹与平底的受力情况比较复杂，目前尚未有准确的理论计算公式。下面介绍的经验公式，供计算时参考。

$$P = K_p F_2 \qquad (1\text{-}5\text{-}17)$$

$$P_w = K_w F_1 \qquad (1\text{-}5\text{-}18)$$

式中 P——平底加工力（公斤）；

P_w——打凹加工力（公斤）；

K_p——平底比压 170（公斤/毫米^2）；

K_w——打凹比压 130（公斤/毫米^2）；

F_1——打凹小冲工作横断面积（毫米^2）；

F_2——平底小冲与字模工作横断面积（毫米^2）。

五、质量检查与分析

在打凹、平底时，应对制品进行外观和尺寸抽查。

内外表面应光洁，不允许有线痕、划痕、擦伤、平底不足或过量、内外卷口、横向皱折、底平面明显凹陷或歪斜、标记不明显和局部损伤等。

打凹与平底工序，使用的量具如图（1-5-15）。

底缘直径用环规检查，见图1-5-15（a）。底缘直径的精度一般在4～5级。

底火室直径精度一般为4～5级，用塞规检查，如图1-5-15（b）。例如56式7.62钢质弹壳平底底火室直径塞规，公称尺寸为

$\phi 5.44^{+0.04}$毫米，其精度在4～5级之间，底火室直径塞规一般可按4级精度配制。

隔板厚、底厚用检验器（或称量器）检查，如图1-5-15（c）。火台深度与底火室深度用百分表配合检查。

隔板厚、底厚、火台深度和底火室深度的检验量具属于长度、深度及高度量规，可按此种量规公差配制。用校对量规检查各种深度和高度量规的正确性。

底火室中心偏差用中心偏差量规检查，如图1-5-15（d）所示。底火室中心偏差一般在0.1毫米左右，例如56式7.62弹壳为0.06～0.08毫米，54式12.7弹壳为0.11毫米。量规的本体控制外径，其内径等于该工序制品最小外径。测量偏心度的底火室直径

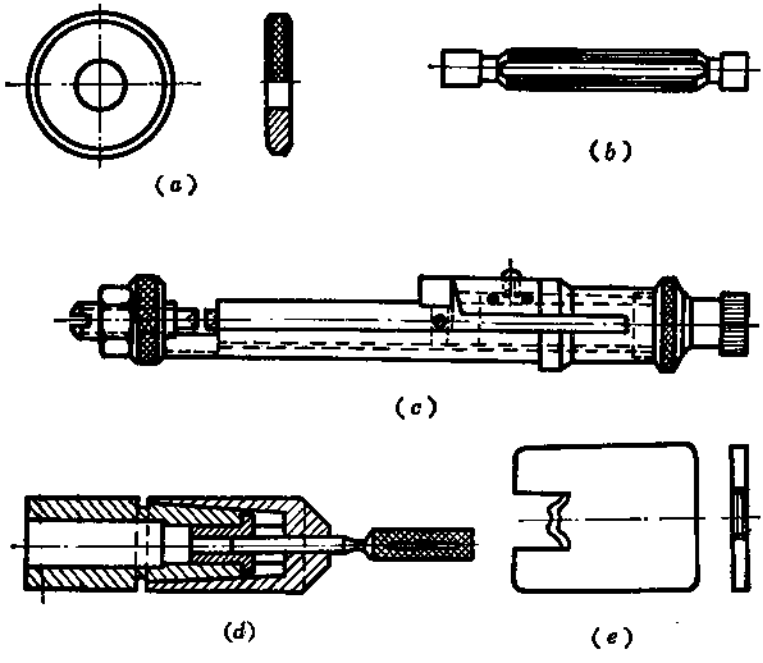


图1-5-15　打凹平底用量具

a—环规；b—塞规；c—隔板厚度检验器；d—中心偏差量规；e—凹偏正卡板。

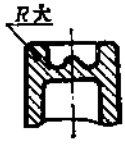
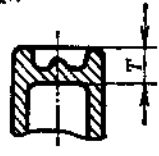
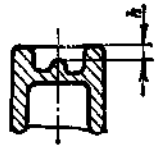
塞规等于底火室最小直径减去中心偏差的允许值。如56式7.62毫米中心偏差塞规为φ5.35毫米。

打凹后凹的偏正，用凹偏正卡板检查，如图1-5-15(*e*)。

至于底缘厚度可用底缘厚度检验器检查，如图1-8-10。厚度检验器一般按轴用量规公差配制。例如53式7.62弹壳平底时的底缘厚度为$1.48^{+0.09}$毫米（在6～7级精度之间），可按6级精度配制。

打凹、平底工序常见疵病及其产生原因见表1-5-3、表1-5-4和表1-5-5。

表1-5-3　无起缘弹壳平底疵病分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	冲压不足 	(1)片材薄(覆铜钢弹壳)； (2)圆钢料折盂底薄； (3)工具设计不合理使底部金属减少； (4)打凹浅
2	平底底厚 	(1)片材厚度大(覆铜钢弹壳)； (2)圆钢下料折盂底厚； (3)下料模的圆弧大、锥度小； (4)硬度低； (5)引伸模的锥度小； (6)末引冲下部的直径愈粗，底愈厚
3	火台深度(或火台高度)不均 	(1)打凹深浅不一致，尤其是多冲机床； (2)打凹小冲火台窝堵塞，火台深； (3)平底工序调整不当； (4)平底小冲火台窝深浅不一致； (5)表面处理不好，大冲"挂泥"

（续）

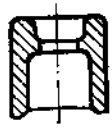
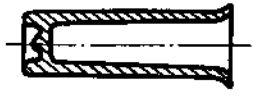
序号	疵病名称	疵病产生原因
4	平底掉隔板 	（1）隔板薄； （2）平底小冲圆弧半径小； （3）底部皱折过长或方向不正； （4）挤盂底过薄
5	底火室损坏	（1）小冲折断； （2）小冲磨损； （3）跑空车； （4）模、冲中心不正； （5）上工序不良品未选出
6	外部线痕	（1）管子撞坏，或者磨损； （2）贷托撞坏； （3）模子掉铬
7	掉底 	（1）待制品内有油、有水或脏东西； （2）切口金属屑落入待制品之内
8	口部变形 	（1）打棍位置不正； （2）管子直径过大； （3）制品与模子胀得过紧，退贷力量大
9	平底后制品被小冲带出	（1）小冲直径胀大； （2）擦润滑油过多； （3）工具未配合好； （4）机床步骤不协调； （5）上工序的油污未洗净
10	底火室直径大	（1）小冲直径胀大； （2）打凹制品凹内有油； （3）未打凹制品直接平底； （4）平底大冲与小冲接触（跑空车）

表1-5-4　有起缘弹壳平底疵病分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	和无起缘弹壳疵病分析中的2～10相同	与无起缘弹壳相同
2	底缘歪斜	(1)引伸底部歪斜； (2)模子端面与轴线不垂直
3	底缘大	(1)底部金属多； (2)平底时加劲大
4	隔板厚	(1)底部金属多； (2)平底加劲小
5	底缘与体部直径联接处露铜(覆铜钢弹壳)	(1)模子口部过于清被； (2)制品与模子相对移动过大

表1-5-5　打凹疵病分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	火台深度(或火台高度)不均	(1)小冲窝被脏东西或金属屑堵塞； (2)待制品洗涤不干净或存放时间长； (3)同一批制品调整机床次数过多； (4)单独打凹，擦油不均
2	隔板厚	其原因与无起缘弹壳的底厚原因相同
3	底火室中心不正	(1)模子与小冲中心不正； (2)机床精度不好
4	壳身卡印(引伸与打凹合并)	(1)引伸模、打凹模与大冲不同心； (2)打凹模座未紧固； (3)打凹模直径小或引伸下模直径过大； (4)大冲进入打凹模内过浅或小冲垫过厚； (5)大冲弯； (6)安装打凹模的卡具头部变形
5	根部外径大	(1)打凹模出现裂纹； (2)打凹模磨损

六、打凹与平底设备

打凹、平底工序加工质量的优劣，不仅影响弹壳底部各部尺寸，而且直接影响枪弹的发火及射击性能。影响本工序质量的诸因素除与原材料化学成分、上工序加工质量和本工序模具精度等有关外，设备的刚度、精度、送货滑块及主滑块动作的协调性亦有很大影响。

在各枪弹制造厂中，打凹与平底工序一般多选用卧式冲床。大、小口径枪弹的打凹、平底设备型式基本相同。

图1-5-16示出了弹壳引伸打凹组合机的一种型式。

图1-5-17是弹壳平底机的一种型式。

目前，在各枪弹制造厂中，用于打凹的机床，因其工艺不同，一般分为两类：一是单机打凹，另一种是引伸、打凹组合机床。

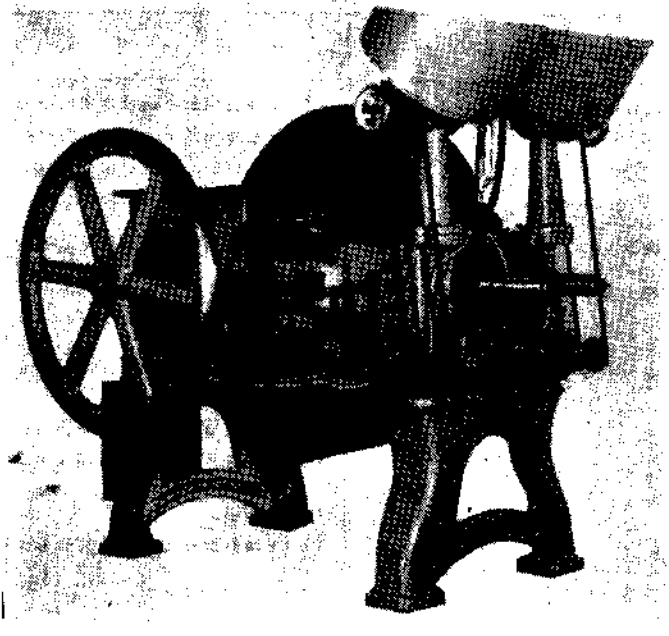


图1-5-16　引伸打凹机

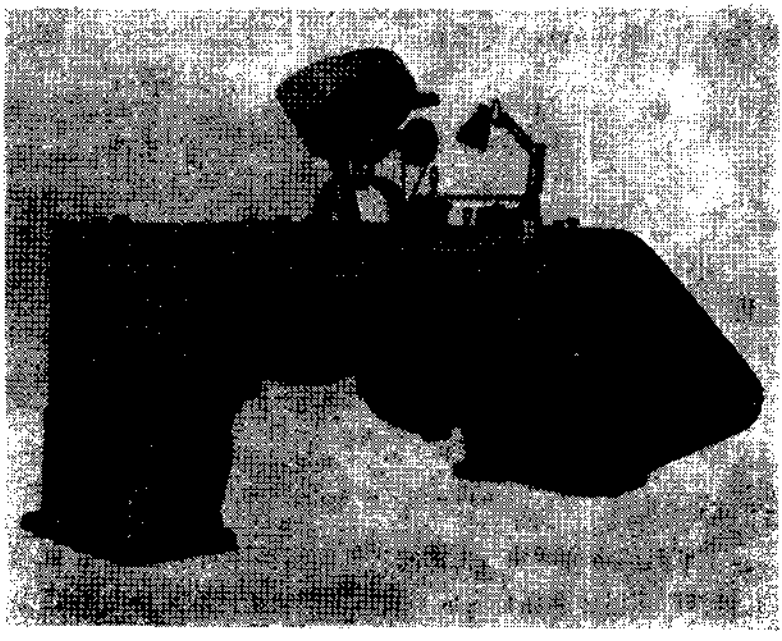


图1-5-17　平底机

若打凹作为单一工序，因其工艺特点类似平底，设备的选用一般与平底机相同。

平底机的工作原理（图1-5-18所示）：

平底机是由一台电机驱动的。电机1经三角皮带2、离合器3，带动曲轴4旋转，经连杆6、摆杆5、肘杆8使主滑块9沿其导轨作往复直线运动。同时固装在曲轴4上的大轮7，经拉杆10，使曲拐轴15绕其轴心转动，经连杆13，摆杆14，肘杆12使送货滑块11，沿其导轨作往复直线运动。

当切口后制品经圆盘刮斗式漏斗定向后，通过波纹货槽落到接货槽上时，装于送货滑块上的大冲将制品送到模内。此时，固装小冲的主滑块向前运动，进行平底。瞬时，主滑块退回，随即送货滑块亦退回。此时平底后的弹壳仍留在模内。送货大冲将另

一待平底的制品送至模内，已平完底的制品被顶出模口，此时打货杆下落，将制品打入货槽内。

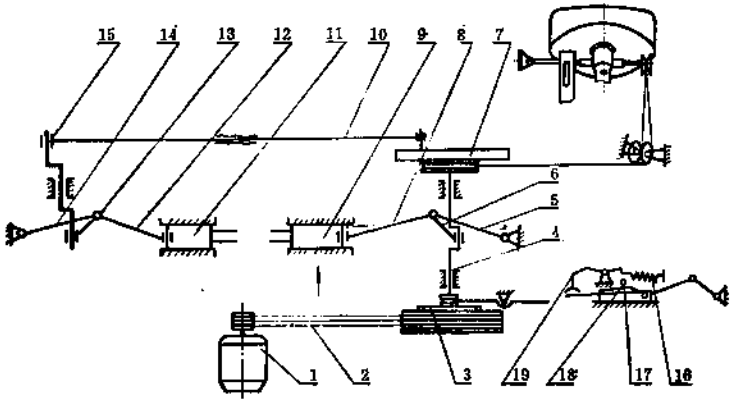


图1-5-18　传动系统

平底机的送货滑块与主滑块之间的运动协调性是非常重要的。调整机床时必须保证完成平底后主滑块的回程运动先于送货滑块，否则制品易被小冲带出模口，而粘附于小冲上，进行下一次平底时会撞坏模具，这是实际生产中应予注意的问题。

第六节　冲传火孔

在平底后制品的隔板上，要有两个传火孔，如图 1-6-1 所示。其作用是当底火发火后所产生的火焰由传火孔进入药室，点燃发射药。

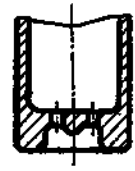


图1-6-1　传火孔形状

一、工艺要求

传火孔的轴线应与弹壳轴线平行，传火孔的直径最好大于隔板的厚度，以便容易冲孔，同时也有利于提高冲孔针的寿命。如果设法提高冲针的强度和改进冲针的卡具，隔板厚度也可大于传火孔的直径。例如54式12.7和56式14.5弹壳。

冲孔是冲裁的一种特殊形式。本章第二节所论述的冲裁情况也完全适合于冲孔。

因为枪弹的传火孔直径一般接近于隔板厚，又由于弹壳底火室直径较小，故增加了冲孔的困难。传火孔间的中心距要求也较严格，如果过大，易冲坏底火室壁，射击时容易漏烟；过小，则易冲伤火台。因此对冲孔卡具的要求较高。

冲传火孔的同时，应设法除去传火孔屑，使其不存于弹壳体之内，否则会影响收口的质量。

冲孔机有立式和卧式两种。如果采用立式冲孔机，弹壳口部朝下，传火孔屑容易排出，但效率较低。枪弹厂通常广泛采用的是卧式冲孔机，在冲子上设有排屑孔，使传火孔屑由排屑孔内带出，但当冲孔冲磨损，或调整不当时，易使传火孔屑不能完全脱离隔板，到收口时将金属屑压入隔板上，使火台顶高和底火室变浅。

冲传火孔前，如果有表面处理工序，干燥一定要彻底，内部不得有水。有水时，金属屑不易排出，易粘在冲的头部，待冲下一个制品时，也易将金属屑压在隔板上，使底火室局部变浅。

冲孔工序，钢质弹壳一般设在平底之后，然后再烧口。覆铜钢弹壳的冲孔工序一般设在烧口和酸洗之后，因冲孔冲还可对制品口部起整口作用，从而提高收口工序的质量。同时还能减少传火孔周围的着铜斑病。

卧式冲孔机冲孔的过程是：先将待制品倒入漏斗中，待制品沿输货槽落在送货具上，由于偏心的作用，送货具将待制品送到冲孔冲工作的中心线上，冲孔冲向前运动，由冲针冲出传火孔，冲针套借助于弹簧作用，将制品由冲针上退下，当大冲再往回运动时退货圈将制品退下。

现已广泛地采用多冲头的冲孔机，其转速达200转/分左右，如图 1-6-2 所示。卧式冲孔机的结构和传动系统与引伸机一样，此处不再叙述。

冲孔工序在正常生产中，由于冲针经常折断，出现单孔、无孔的疵病。因此除了在弹壳生产的全过程中设有检孔工序外，有的工厂在冲孔工序设有“折针自动停车装置”。

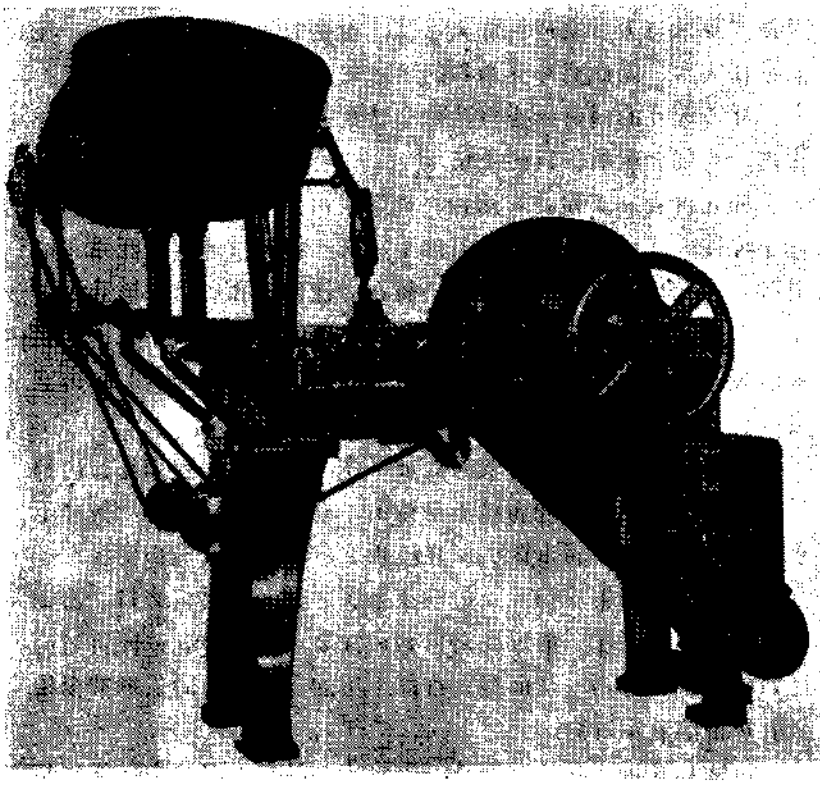


图1-6-2 冲孔机

二、工具主要尺寸的确定

冲孔的工装，根据卡具不同可分为两种：一种是以大、小针套固定冲针的方法（图1-6-3）。另一种是以卡子固定冲针的方法（图1-6-4）。

1．冲针用大、小针套固定的方法，冲针固定较正确，但换针

比较麻烦。大、小针套如图 1-6-5 所示。

大针套的突出部分，根据产品图底火室的形状及尺寸确定，按表 1-6-1 的公式求取。

表1-6-1　大针套凸出部分的尺寸

部位名称	计算公式
凸出部分的外径 d	$d = d_{ZH} - (0.05 \sim 0.10)$
凸出部分的高度 h	$h = h_H - (0.05 \sim 0.12)$
火台凹处的直径 d_1	$d_1 = d_H + (0.05 \sim 0.1)$
火台凹处的深度 h_1	$h_1 = h_H + (0.1 \sim 0.35)$
中心距 L	$L = L_Z$

表中　d_{ZH}——产品图底火室直径（毫米）；

h_{ZH}——产品图底火室深度（毫米）；

d_H——火台最大直径（毫米）；

h_H——火台高度（毫米）；

L_Z——产品图传火孔的中心距（毫米）。

小针套配于大针套之内，按滑动配合，小针套上的两冲针孔的直径和距离，应根据产品图确定，同时应与大针套一致。

大针套和小针套的其余尺寸，由于不影响制品尺寸，可根据机床结构进行选择。大针套内径和小针套外径要配合适当，若

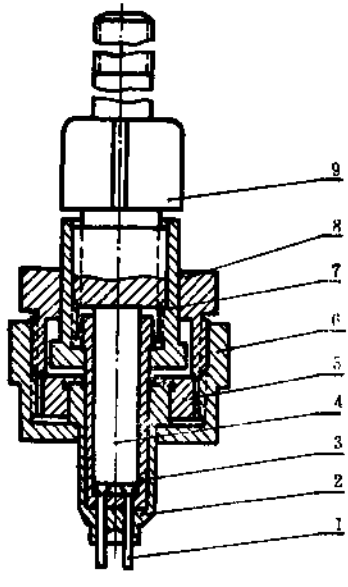


图1-6-3　冲孔工具装置

1—冲针；2—大针套；3—小针套；4—压针轴；5—垫圈；6—大针套螺帽；7—小针套螺帽；8—大针套接头；9—冲柄。

间隙大，则冲针容易损坏。

2．冲针用卡子固定的方法，主要包括针卡子和卡套两种卡具。

针卡子见图1-6-6，卡套如图1-6-7所示。有的在卡套上做一凸起部分，便于用底火室定位，或将卡套端面制成凹形便于用底缘直径定位。

$$d_0 = d + (0.5 \sim 0.1)$$

$$d_1 = d + (0.5 \sim 0.1)$$

式中 d_0——针卡子的针孔直径（毫米）；

d——冲针直径（毫米）；

d_1——卡套的针孔直径（毫米）。

针卡子和卡套的中心距 L 等于产品图的传火孔中心距离；

卡套的壁厚 $H \approx 1 \sim 2$ 毫米；

卡套孔尺寸 b 应根据固定卡子的螺丝而定。

3．冲针　冲针是直杆式的，其端面制成平面，或稍倾斜一定角度。冲针材料一般采用高碳工具钢（T10A～T12A）或者合金钢。

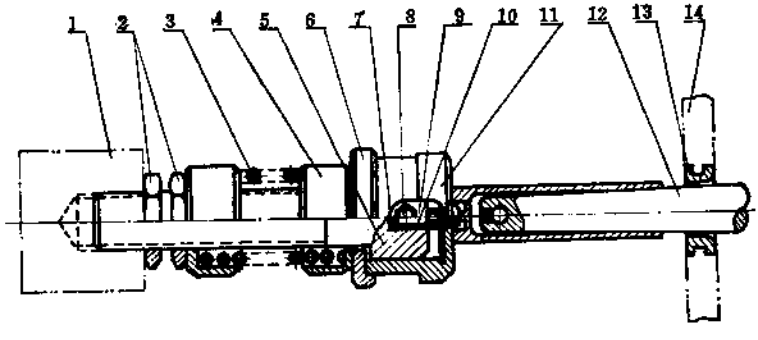


图1-6-4　冲孔工具装置

1—冲杆座；2—螺帽；3—弹簧；4—弹簧垫圈；5—冲杆；6—弹簧挡圈；7—冲针垫；8—冲针顶丝；9—冲针卡子；10—冲针；11—冲针卡套；12—冲孔冲；13—退料卡套；14—退料卡套架。

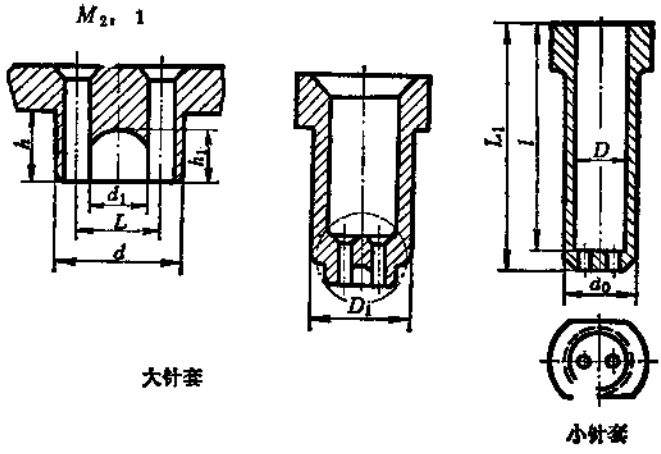


图1-6-5　大针套及小针套

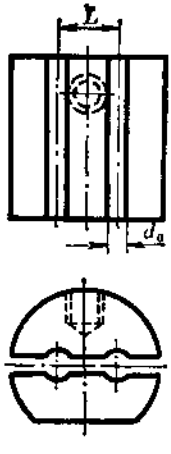


图1-6-6　针卡子

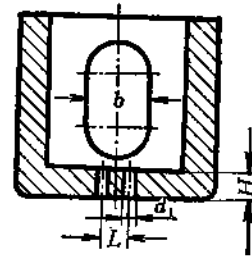


图1-6-7　卡套

4．冲孔冲　无论用那种方法，冲孔冲的样式都相同。图1-6-8是冲孔冲的一种型式。

L等于产品图传火孔的中心距离。冲子端部尺寸d_2、d_3、L_1根据平底冲子设计，并应保证冲孔冲顶在弹壳内隔板上。

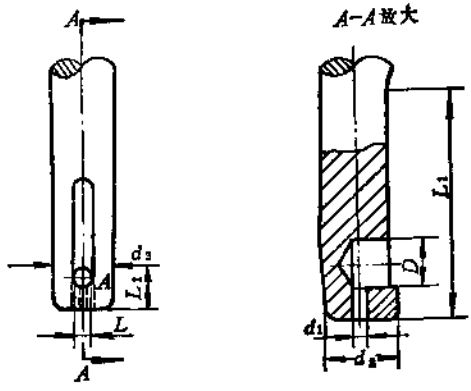


图1-6-8 冲孔冲

$$d_1 = d + \Delta$$

式中 Δ——间隙（毫米）；

d——传火孔直径（毫米）。

Δ值应根据确定下料间隙方法确定，但因冲孔机床转数太快，实际Δ值远远超过理论上所确定的数值。一般Δ＝0.4～0.9毫米。

$$D = L + d_1 + (0.5 \sim 1)$$

$$L_1 = L_D - t_Z + (3 \sim 8)$$

式中 L_D——平底后制品长度（毫米）；

t_Z——平底后底厚（毫米）。

三、质量检查与分析

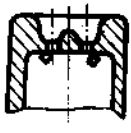
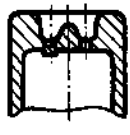
冲孔工序在完成传火孔加工时，不应改变上工序已形成的尺寸（如火台深度等），在更换工具时尤其要注意。

冲孔时应抽查外观：不应有单孔、无孔、金属屑未掉、底火室擦伤、冲伤火台、内外表面线痕、卷口等疵病。

尺寸检查：除用塞规检查传火孔直径外；还需用火台深度检验器检查火台深度，防止改变平底后的火台深度。

冲孔的常见疵病及其产生原因如表1-6-2。

表1-6-2 冲孔疵病分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	金属屑被冲入弹壳内隔板上	(1)弹壳内有水、有油，尤其是酸洗后未干燥彻底； (2)金属屑未排出； (3)冲孔冲有磁性
2	火台深度不合	(1)冲孔冲长； (2)卡套厚； (3)大针套火台窝浅或堵塞
3	弹壳内冲孔屑未冲掉 	(1)冲针钝或倾斜角度大； (2)冲针短； (3)冲针弯
4	底火室线痕或冲伤火台	(1)冲针弯； (2)针卡子中心不正或卡针槽过宽、过小； (3)送货具位置不正
5	孔未冲透 	(1)冲针折断一部分； (2)冲针短
6	弹壳内外线痕	(1)由于冲孔冲排屑孔堵塞，金属屑将内壁划出线痕； (2)送货具不光滑，划出外线痕
7	口部卷边	(1)送货具与冲孔冲不对中心； (2)上工序制品不良

第七节 收 口

平底或者冲孔后的制品要送到烧口工序进行口部退火，以消除引伸时造成的口部冷作硬化，并经表面处理后，再到收口工序

加工。

一、工艺要求与分类

（一）收口工艺

收口是由外向内施加压力，使平底后空心制品的口部和体部直径减小形成瓶形，达到产品图的尺寸要求，并与收口前的口部热处理工序相配合获得产品图要求的机械性能。外形尺寸由收口模确定，口部内径由弹室冲确定。

收口是弹壳制造中的重要工序，直接影响成品性能。例如末次收口的口部内径与枪弹的拔弹力的大小有关；外形尺寸和机械性能对退壳性能和闭气性能直接有关。

收口前，口部经过热处理，其口部硬度较低。容易变形易造成压扁、卷口、擦伤。如果不整口或者不剔出，收口后将要出现皱折、口裂废品。这是弹壳加工废品较多的工序，应引起注意。

收口时，制品须用肥皂液润滑，润滑要均匀，溶液温度要适当，不能忽高忽低。温度不同，润滑性能不一，收口后尺寸的一致性也就较差，尤其是对弹壳体长度的影响较为明显。钢质弹壳收口前，采用磷化处理时，一般采用常温磷化，磷化膜不能过厚，否则易产生拉断废品。

收口的机床动作应协调，因为收口机床的动作比较复杂，有主滑块系统、拉口系统、送货系统、退货系统等，不应因为动作不协调而造成废品。

收口后制品要及时进行表面处理，存放时间过长，表面易生锈，尤其底火室易生锈，到下工序不易除掉。

（二）分类

根据产品要求不同，可分为口部壁厚减薄和不减薄两种：

1．口部壁厚不减薄方法，一般简称收口。这种方法的弹室冲称为收口冲。

收口用的收口冲分为两种形式；一种收口冲是固定的；另一

种收口冲是运动的。

收口冲固定的收口如图 1-7-1，由退货冲、收口冲、模子组成。有的产品初次收口，或者是大口径的弹壳收口采用这种方法。收口冲固定在模子上，退货冲的动作由机床另外的传动部分来完成。

收口冲运动的收口（收口冲见图1-7-2），其加工过程是收口冲先进入模内，然后待制品由送货冲顶入模内进行加工。再由收口冲将收口后制品退出，说明收口冲既起定径作用又起退货作用。这种形式的收口一般用于卧式机床。

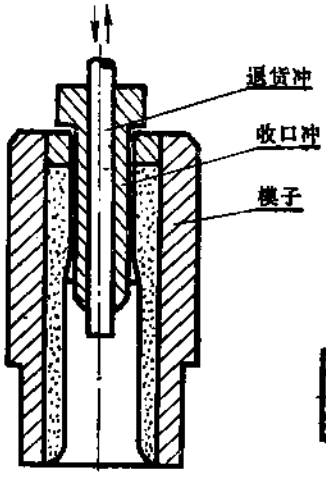


图1-7-1　收口冲固定收口

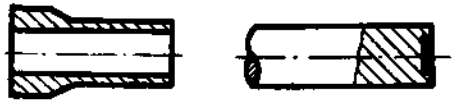


图1-7-2　收口冲



图1-7-3　拉口冲

口部壁厚不减薄的收口方法的特点为：

（1）退货稳，由此造成的工具损坏较拉口少；

（2）收口冲寿命长，不易磨损；

（3）机床步骤要求不象拉口方法要求那样严格。

2．口部壁厚减薄的方法简称为拉口，这种方法的弹室冲称

为拉口冲（图1-7-3）。其加工过程是拉口冲先进入模内，其定径部分必须进入弹室以下，然后由送货冲将待制品送入模内进行初步收口，由于共轭凸轮的作用，拉口冲往回运动进行拉口后，再向前运动，将已加工完毕的制品推出模外。由退货卡具将制品退下。这种加工过程指模子固定的卧式收口机而言。另外还有模子运动的收口机。

这种方法的特点是：

（1）口部壁厚与口部内径较均匀；

（2）口部内径也比较光亮。

二、收口次数与制品主要尺寸的确定

在收口制品尺寸确定之前，应先确定收口次数。

（一）总的收口系数

收口系数是衡量收口变形程度的一种表示方法，即收口后与收口前制品口部直径之比。

$$K=\frac{d}{d_0} \tag{1-7-1}$$

式中 K——收口系数；

d——收口后制品口部外径（毫米）；

d_0——收口前制品口部外径（毫米）。

由（1-7-1）式可知，K值愈大，直径缩小量愈小，变形程度愈小；反之K值愈小，直径缩小量愈大，变形程度愈大。

总的收口系数以ΣK表示：

$$\Sigma K=\frac{d_g}{D_n} \tag{1-7-2}$$

式中 d_g——弹壳的口部外径（毫米）；

D_n——平底后制品口部外径（毫米）。

（二）收口次数的确定

根据总的收口系数的大小，确定收口次数。收口次数的选择

原则是：

$\Sigma K>0.75$时采用一次收口；

$\Sigma K=0.64\sim0.74$时采用二次收口；

$\Sigma K=0.6\sim0.63$时采用三次收口。

（三）各次收口系数的确定

决定各次收口系数的基本原则是：收口的总缩小量主要由初次（或前两次）收口分担，而末次收口主要是为了保证制品的外形尺寸，因此收口缩小量比较小。

各次收口系数的分配：

1．两次收口

一次收口　　$K_1=(1.15\sim1.25)\Sigma K$

二次收口 K_2，在 K_1 选定后，可通过公式 $\Sigma K=K_1K_2$ 计算。

2．三次收口

一般先确定中间次收口系数 K_2

$$K_2=0.82\sim0.86$$

$$K_1=(0.92\sim0.96)K_2$$

K_3 可通过公式 $\Sigma K=K_1K_2K_3$ 求取。

（四）影响收口系数的因素

收口时的许用变形程度，不决定于制品的破裂，而是决定于制品口部在变形时是否失去稳定性。稳定性丧失既可能在制品变形区出现纵向皱折，也可能在非变形区出现横向皱折。纵向皱折的产生不仅与切向压缩应力有关，而且与待制品的口部厚度和其直径的比值$\frac{t}{d}$有关。可将其切向压缩变形视为薄板受压失稳的状况。

1．壁厚愈厚，收口稳定性愈好，则其允许变形程度愈大即收口系数愈小。

2．$\frac{t}{d}$之比值愈大，稳定性愈好，收口系数可以减小。

3．待制品的质量情况：

壁厚差愈大或机械性能差愈大，则在强度较弱的部位愈容易失去稳定性，出现皱折；

口部质量不好如卡痕、压伤、缺口、线痕等使其性能不均，变形也就不均，容易失稳；

表面状况及润滑情况也影响变形是否能够失稳。

（五）计算收口制品的口部外径

初次收口后的口部外径 $d_1=D_n K_1$ (1-7-3)

中间次收口的口部外径 $d_2=d_1 K_2$ (1-7-4)

末次收口后的口部外径尺寸就是弹壳口部外径尺寸。

三、工具主要尺寸的确定

工具设计包括：

末次收口模工作尺寸的计算；

初次收口模及中间次收口模工作尺寸的计算；

弹室冲尺寸的计算。

（一）末次收口模的工作尺寸

计算末次收口模的尺寸，是以弹壳产品图尺寸为依据，并考虑弹壳退出收口模的弹性回跳量而确定的。

1．弹性回跳量

弹性回跳量的大小主要取决于收口直径的缩小量，收口制品的壁厚以及制品的机械性能。当收口直径的缩小量愈大，制品壁部愈薄，抗张强度愈大时，则收口后的弹性回跳量愈大。

弹壳各部位的弹性回跳量，一般从体部下部到斜肩部是逐渐增大的。而以斜肩的弹性回跳量为最大。

口部的变形情况较为复杂，可分为两种情况加以说明：

（1）收口的弹性回跳 因为收口是用直杆式收口冲，所以收口冲与收口模口部内径间之间隙应大于或等于制品口部壁厚，如图 1-7-4。这种情况变形的特点是制品的口部仍然是沿斜肩收缩，当口部接触到收口冲时，则口部紧贴收口冲向前移动，制品口部

外径与收口模口部内径有可能存在极小的间隙，由于制品口部金属给予收口冲一定压力，因此制品退出模子后，口部产生向内的回跳。

若制品口部壁厚略比收口冲与收口模口部内径之间的间隙为大时，其制品口部弹性回跳的情况与此相同，但向内的回跳量比较小。

（2）拉口的弹性回跳　拉口冲工作部分直径与收口模口部内径间的间隙小于制品壁厚，如图 1-7-5。拉口之前的变形与无弹室冲的收口的变形情况相同，拉口时由于拉口冲比收口后的口部内径大，因此把制品口部外径向外胀大，同时口部壁厚减薄。当拉口冲拉出后，制品口部向内回跳，但由于制品口部的变形量较大，也向外产生回跳，口部外径最终仍然会比收口模口部内径要大。其弹性回跳量是向外的。

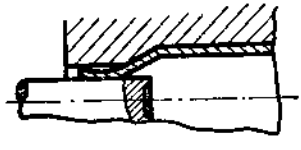


图1-7-4　收口

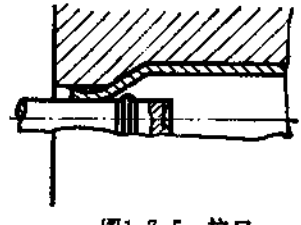


图1-7-5　拉口

收口后制品各个部位的弹性回跳量，可参见表 1-7-1，也可以按塑性变形时，由于卸荷而产生的弹性变形来进行计算。

表1-7-1　几种常用枪弹弹壳各部位的弹性回跳量

单位：毫米

回跳量 / 弹种 / 部位	56式7.62弹壳	53式7.62弹壳	56式14.5弹壳
口部	-(0.04～0.07)	-(0.04～0.08)	0～0.06
斜肩部	0.06～0.10	0.07～0.12	0.05～0.10
体中部	0.06～0.09	0.03～0.07	0.08～0.14
体下部	0～0.03		0.05～0.12

2．计算末次收口模的工作尺寸（图 1-7-6）

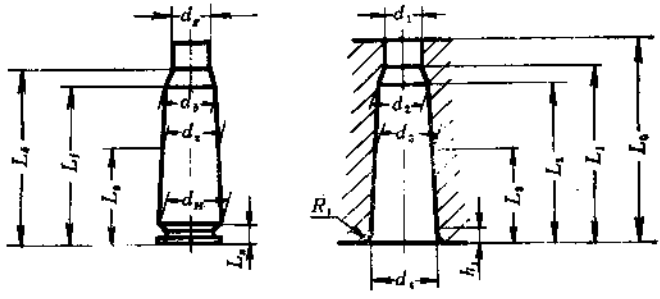


图1-7-6　收口模计算

（1）口部直径 d_1

末次收口要保证弹壳口部的内径尺寸，因此，都是采用有弹室冲的收口。收口后当制品的口部壁厚近似等于弹壳的口部壁厚时，则采用直的收口冲，而当收口后制品的口部壁厚大于弹壳的口部壁厚要求时，则采用拉口冲。

采用直弹室冲时(即所谓收口冲)收口模的口部直径

$$d_1=d_g$$

或

$$d_1=d_{0g}+2\delta_g \qquad (1\text{-}7\text{-}5)$$

采用拉口冲时，收口模的口部直径

$$d_1=d_g-\Delta_g \qquad (1\text{-}7\text{-}6)$$

式中 d_g——弹壳口部名义外径(毫米)；

d_{0g}——弹壳口部名义内径(毫米)；

Δ_g——弹壳口部外径公差(毫米)；

δ_g——弹壳口部壁厚(毫米)。

（2）收口模斜肩下直径 d_2

$$d_2=d_b-\Delta_b-S_b \qquad (1\text{-}7\text{-}7)$$

式中 d_b——弹壳斜肩下部的名义外径(毫米)；

Δ_b——弹壳斜肩下部外径公差(毫米)；

S_b——弹壳斜肩下部的弹性回跳量(毫米)。

（3）收口模中部直径 d_3

$$d_3=d_z-\Delta_z-S_z \tag{1-7-8}$$

式中 d_z——弹壳中部的名义外径(毫米)；

Δ_z——弹壳中部的外径公差(毫米)；

S_z——弹壳中部的弹性回跳量(毫米)。

（4）收口模进口处界限直径 d_4

$$d_4=d_H-\Delta_H-S_H \tag{1-7-9}$$

式中 d_H——弹壳底部的名义外径(毫米)；

Δ_H——弹壳底部的外径公差(毫米)；

S_H——弹壳底部的弹性回跳量(毫米)。

如果弹壳长度＜40毫米，可使制品全在收口模内收口，这样更稳定些。这种情况进口处直径 d_4 应为：

$$d_4=d_H+(0\sim0.02)(\text{毫米})$$

（5）收口模进口部分高 h_1

无起缘弹壳完全进入收口模 $h_1=5\sim6$毫米；

无起缘弹壳不完全进入收口模 $h_1=2\sim3.5$毫米；

有起缘弹壳 $h_1=0.5\sim2$毫米。

（6）进口处圆弧半径 $R=h_1$

（7）收口模底部至上斜肩的深度 L_1

无起缘弹壳完全进入收口模内

$$L_1=L_k+h_1 \tag{1-7-10}$$

无起缘弹壳不完全进入收口模内

$$L_1=L_k-L_x+h_1 \tag{1-7-11}$$

有起缘弹壳

$$L_1=L_k-\delta_p+h_1 \tag{1-7-12}$$

式中 L_k——弹壳由底部到上斜肩处的高度(毫米)；

L_x——弹壳底槽总高度(毫米)；

δ_p——有起缘弹壳底部厚度(毫米)；

h_1——收口模进口部分高度(毫米)。

（8）收口模底部至下斜肩的深度 L_2

无起缘弹壳完全进入收口模

$$L_2=L_j+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}13)$$

无起缘弹壳不完全进入收口模

$$L_2=L_j-L_x+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}14)$$

有起缘弹壳

$$L_2=L_j-\delta_p+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}15)$$

式中 L_j——由底部至弹壳斜肩下直径处的高度(毫米)。

（9）弹体中部直径 d_3 处的深度 L_3

无起缘弹壳完全进入收口模

$$L_3=L_x+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}16)$$

无起缘弹壳不完全进入收口模

$$L_3=L_x-L_x+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}17)$$

有起缘弹壳

$$L_3=L_x-\delta_p+h_1 \qquad (1\text{-}7\text{-}18)$$

式中 L_x——由底部至弹壳中部直径为 d_x 处的高度。

（10）收口模工作部长度 L_0

$$L_0=L_1+(1.4\sim2.0)d_g \qquad (1\text{-}7\text{-}19)$$

其它部位尺寸可按产品图要求计算。

由于制品在收口时受半制品的机械性能、壁厚、工艺条件等因素的影响，所以上述尺寸只能是初步计算，必须经过实践的考验反复修正，才能定出收口模各部位尺寸。

（二）初次收口模及中间次收口模的工作尺寸(见图1-7-7)

计算初次收口模和中间次收口模工作尺寸时，制品的弹性回跳可以不考虑。口部直径根据各

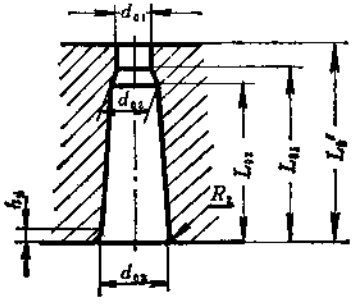


图1-7-7 初次收口模

次收口系数计算。收口时制品的斜肩直径缩小量主要以初次和中间次收口来完成，而初次又比中间次的直径缩小量大30%左右，体部尺寸主要以初次收口确定，末次收口对斜肩和体部只起校正作用。

1．口部直径

初次收口

$$d_{01}=D_nK_1 \tag{1-7-20}$$

中间次收口

$$d'_{01}=d_{01}K_2 \tag{1-7-21}$$

式中 D_n——平底后制品口部外径(毫米)；

K_1——初次收口系数；

K_2——中间次收口系数。

2．斜肩下直径

初次收口

$$d_{02}=D_n-(0.55\sim0.65)(D_n-d_b) \tag{1-7-22}$$

中间次收口

$$d'_{02}=d_{02}-(0.35\sim0.45)(D_n-d_b) \tag{1-7-23}$$

式中 d_b——弹壳斜肩下直径(毫米)。

3．收口模进口处直径

$$d_{03}=d'_{03}=d_H-\Delta_H \tag{1-7-24}$$

式中 d_{03}、d'_{03}——初次和中间次收口模进口处直径(毫米)；

d_H——弹壳体下部起点直径(毫米)；

Δ_H——弹壳体下部起点直径公差(毫米)。

4．收口模进口部分高度h_2

收口模进口部分高度，以初次收口模为最大，中间次次之，末次最小。

初次收口模 $h_2=5\sim6$毫米

中间次收口模 $h'_2=3\sim4$毫米

5．收口模进口处圆弧半径R_2

$$R_2=h_2$$

6．斜肩开始的深度 L_{01}

$$L_{01}=L_1$$

7．斜肩下直径处的深度 L_{02}

$$L_{02}=L_2$$

8．收口模工作部分长度 L_0'

$$L_0'=L_0$$

（三）收口模的结构与技术要求

1．收口模的结构　硬质合金收口模已被枪弹生产普通采用，其结构型式有双层及三层组合模。为方便制造，通常将合金模从斜肩下部分为上、下两段。结构型式有三种，如图 1-7-8。

（a）型　双层组合镶套模，容易制造，用于受力不大的收口，例如 56 式 7.62 弹壳及手枪弹壳收口模。

（b）型　双层分段带套圈的组合镶套模。这种型式的结构复杂，强度较高。由于套圈与上、下段为动配合，故易磨损的上段更换方便，易于翻修。这种型式在大口径弹壳收口模中广泛采用。

（c）型　三层组合镶套模强度好，用于受力较大的收口模。

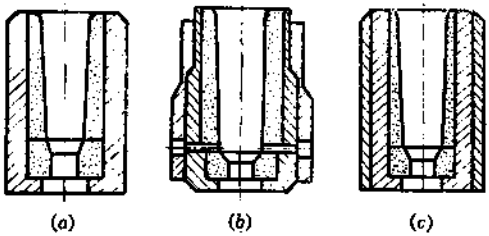


图1-7-8　收口组合模

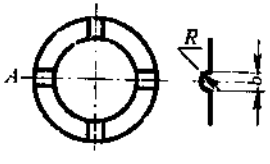


图1-7-9　收口模排气孔

经两次以上收口的弹壳，由于收口模斜肩部的空气和润滑液排不出去，而容易造成斜肩皱折，因此在多次收口模的斜肩下直径处开四个径向通气槽(图 1-7-9)。

56 式 14.5 和 54 式 12.7 弹壳收口模：

$$R=1 \qquad b=2$$

53式7.62弹壳收口模：

$$R=0.5 \qquad b=1$$

2．收口模的技术要求

收口模的材料

内模：硬质合金YG8、YG6；

外套：T10A或45碳素钢。

收口模的尺寸精度及表面光洁度，按表1-7-2选取。

表1-7-2　收口模的尺寸精度及表面光洁度

要求 / 部位	尺寸精度	表面光洁度
工作部分	2级	▽10
配合部分	2～3级	▽7
非配合部分	7～8级	▽5

（四）弹室冲的计算

弹室冲是为获得弹壳口部内径及防止制品在收口时产生皱折的工具。

1．弹室冲分类　分为两种类型：

（1）直的收口冲

在收口时制品口部壁厚不需减薄时采用，例如56式7.62弹壳采用过，54式12.7、56式14.5弹壳在初次收口时也采用这种类型的收口冲，如图1-7-2。

（2）拉口冲

分为带颈的拉口冲及带拉口圈的拉口冲，如图1-7-3。

收口时制品口部壁厚需要减薄时采用。例如53式和56式7.62弹壳采用a型，54式12.7和56式14.5弹壳的末次收口采用b型。

2．弹室冲的工作尺寸　收口时弹壳口部是受压，其口部弹性回跳是使壁增厚，因此弹室冲的工作直径应该大于图纸规定的弹

壳口部内径，以克服收口时弹壳口部的弹性回跳，保证制品尺寸。采用拉口冲时要比收口冲的直径大些，因为用拉口冲产生的弹性回跳要比用收口冲产生的弹性回跳量大。

（1）末次收口弹室冲工作直径 d'_{0g}

$$d'_{0g}=d_{0g}+S_g \qquad (1\text{-}7\text{-}25)$$

式中 d_{0g}——弹壳口部最小内径(毫米)；

S_g——弹壳口部的弹性回跳量(毫米)，见表1-7-1。

（2）初次及中间次收口弹室冲工作直径

壁厚变薄

$$d''_{0g}=d_{01}-2\delta''_g+\Delta \qquad (1\text{-}7\text{-}26)$$

壁不变薄

$$d''_{0g}=d_{01}-2\delta''_g-(0\sim0.15) \qquad (1\text{-}7\text{-}27)$$

式中 d_{01}——初次或中间次收口模的口部直径(毫米)；

δ''_g——收口后已变厚的口部壁厚(毫米)；

Δ——壁厚变薄量(毫米)。

δ''_g 可按下式计算：

$$\delta''_g=\frac{d_{01}-\sqrt{d_{01}^2-\frac{4F_k}{\pi}}}{2} \qquad (1\text{-}7\text{-}28)$$

式中 $F_k=\frac{\pi}{4}(D_n^2-d_{nk}^2)$，末次引伸后制品口部横断面积（毫米^2）；

D_n——末引制品口部外径(毫米)；

d_{nk}——末引制品口部内径(毫米)。

（3）弹室冲的技术要求

材料 T10A；

热处理后硬度 HRC50～55(用于7.62弹壳)；

HRC56～60(用于12.7和14.5弹壳)；

弹室冲表面镀铬，铬层厚度为0.01毫米；

弹室冲表面光洁度▽9～▽10；

弹室冲制造精度，初次及中间次收口冲2～3级，末次收口冲为一级。

四、收口力的计算

收口时，在压力作用下，待制品逐渐进入收口模。与此同时，口部、肩部及体部直径逐渐缩小，壁厚有所增加。

收口的变形过程，除了口部、肩部及体部直径的改变，壁厚的改变外，还要经过两次弯曲。在加工和变形过程中，材料要产生加工硬化，并受到各种外界因素的影响。因此，收口力的计算较复杂。图1-7-10是收口力的分析图。

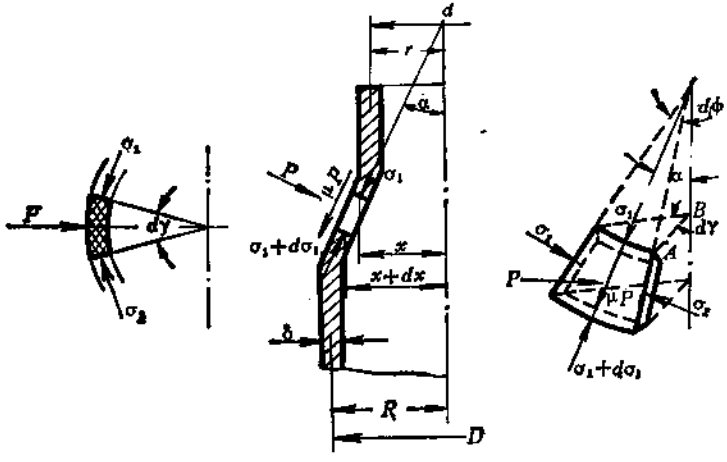


图1-7-10　收口力的分析

收口力的计算一般可采用下列公式：

$$P=K\beta n P_{k_0} \qquad (1\text{-}7\text{-}29)$$

式中　P_{k_0}——考虑材料加工硬化在内的收口力；

$$P_{k_0}=1.1\frac{\pi D(\delta_H+\delta_k)}{2\cos\alpha}(1+\mu\operatorname{ctg}\alpha)\left(1-\frac{d}{D}\right)\sigma_T'$$

n ——考虑弯曲力(P_w)在内的系数；

$n = 1 + \frac{P_w}{P_{k0}}$，与收口系数$\left(K = \frac{d}{D}\right)$有关。见表 1-7-3；

β ——考虑变形速度在内的系数，$\beta = 1.15$；

K ——考虑弹壳体部变形和加工过程中外界影响在内的系数，$K = 2 \sim 3$；

D ——弹壳斜肩下部直径(毫米)；

d ——弹壳口部直径(毫米)；

α ——收口模斜肩角度；

δ_H、δ_k——收口前、后的壁厚(毫米)；

σ'_T——收口变形区的平均变形应力；

μ ——摩擦系数≈0.25～0.4。

表1-7-3 K与n的关系

$K = \frac{d}{D}$	$n = \left(1 + \frac{P_w}{P_{k0}}\right)$	$K = \frac{d}{D}$	$n = \left(1 + \frac{P_w}{P_{k0}}\right)$
0.7	1.35	0.80	1.25
0.75	1.30	0.85	1.20

五、质量检查与分析

(一) 尺寸检查

1. 内径塞规

口部内径用内径塞规检查，收口口部内径的确定要比产品图压缩一定数量（一般为 0.01～0.02 毫米)。钢质弹壳确定塞规尺寸时，还必须考虑漆膜的厚度（0.01～0.02 毫米)。初步确定后尚需在实践中多次试验才能最后确定，塞规公差按产品精度等级确定。

2. 外径环规

口部外径可在收口工序用外径环规检查（有的产品不检查)。弹壳的口部外径一般不作检查，只检查口部内径和壁厚。收口的

外径环规是根据产品图的口部壁厚和内径来确定的。其公差要比产品图作适当压缩，钢质弹壳并应考虑漆膜的厚度。环规公差按产品的精度等级确定。

3．收口全形规

根据弹壳的战术要求，必须能够顺利地进入弹膛，保证闭锁，射击后能可靠地退壳。所以弹壳设计时已考虑了弹壳与弹膛之间应有一定的间隙，此间隙为初始间隙。初始间隙不仅对弹壳进膛、退壳有很大影响，而且与弹壳的强度、闭气性能也有密切关系。

全形规就是在保证弹壳和弹膛之间所要求的最小初始间隙的条件下，将弹壳尺寸和形状的综合误差控制在一定的范围内，检查弹壳的合膛性。

收口全形规检查收口后弹壳口部、斜肩与体部的不同心度及相应部位与弹膛间的间隙。轴向间隙用全形规与弹壳体长度量器配合检查。径向间隙依靠收口模与全形规的径向尺寸控制。

全形规基本有二种类型如图 1-7-11 所示。

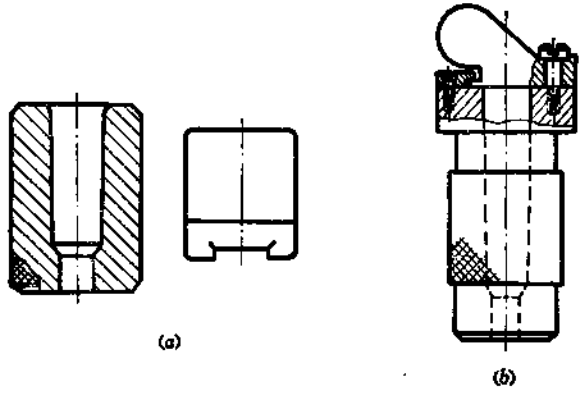


图1-7-11　收口全形规

图中(*a*)用于检查 56 式 7.62 弹壳全形。

图中(*b*)用于检查 54 式 12.7 弹壳全形。56 式 7.62、53 式

7.62弹壳也可采用类似(*b*)型的全形规。

4. 弹壳体长度检验器(或称弹壳体长度量器)

弹壳体长度检验器为检查收口后弹壳体长度的量具，如图1-7-12所示。

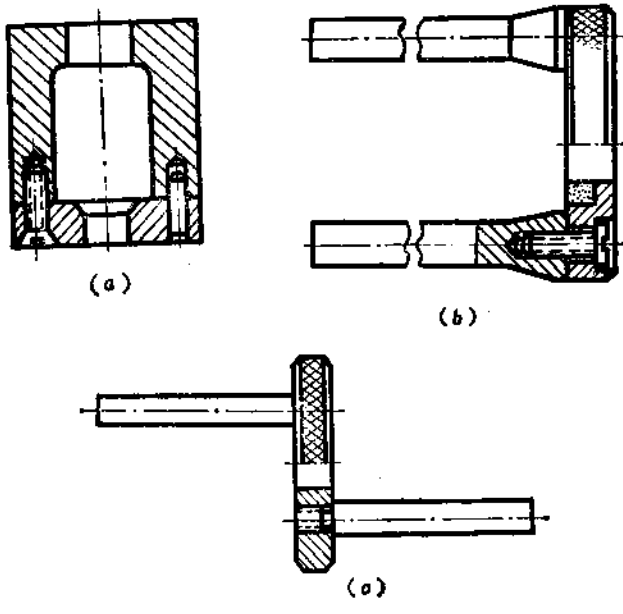


图1-7-12 弹壳体长度检验器

图中(*a*)为56式7.62弹壳体长度检验器，控制斜肩到底平面的距离。(*b*)为54式12.7弹壳体长度检验器，作用与(*a*)相同。(*c*)为53式7.62弹壳体长度检验器，控制斜肩到起缘平面距离。

除上述尺寸外，收口还应检查底火室直径大小，因为当收口大冲端部撞坏或收口模入口处直径小时，都会导致底火室直径变形。

(二) 疵病分析

收口时经常发生的疵病及其产生原因见表1-7-4。

表1-7-4 收口疵病及其产生原因

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	口裂与皱折 	(1)上工序的口裂； (2)口部或肩部打凹； (3)待制品表面线痕； (4)末引制品内线痕； (5)冲孔金属屑造成压凹； (6)模子损坏； (7)多次收口时，排气孔堵塞造成肩部大凹陷； (8)引伸壁厚差过大； (9)覆铜钢弹壳口部露钢； (10)收口机床动作不协调，撞坏货口； (11)烧口前，自动上货速度快，烧口后口部软，易撞坏货口
2	口部直径大、小或直径局部不合	(1)末引制品口部过厚或过薄； (2)收口模或弹室冲磨损，或制造不正确； (3)拉口冲调整不当； (4)收口模斜肩圆弧半径过大或棱过于清
3	肩部横向压凹 	(1)收口时模子与弹室冲之间的间隙小于待制品的壁厚，增大变形阻力； (2)烧口真正退火长度过长，使肩部强度降低
4	底火室直径小	(1)收口模子下部直径小，或收口前平底底缘直径大； (2)送货冲损坏使单位压力增加
5	收口时底部脱落	由于平底时内部有油、水或脏物，使底部拉薄
6	火台深度不合(即火台高)	(1)弹室冲形状不正确； (2)内部有金属屑； (3)弹室冲过长
7	弹壳体短或过短	(1)肥皂水的温度低； (2)多冲收口时跑空气； (3)送货冲过长； (4)送货冲粘货再进行收口，相当送货冲加长； (5)烧口后硬度不均
8	线痕	(1)模子使用时间过长； (2)弹室冲掉铬
9	收口后不成型	(1)送货具位置不正； (2)机床步骤不合

六、收口设备

弹壳的收口成型是弹壳生产的重要工序。影响收口质量的因素，除上道制品加工质量、热处理质量及润滑条件外，机床的结构及性能对收口质量亦有直接关系。因此，在生产实践中应十分注意收口机床的选择与调整工作。

目前，各工厂使用的收口机类型较多，按冲、模运动的方向可分为立式、卧式两种。多工序收口一般采用立式收口机。

图1-7-13是用于56式7.62枪弹弹壳收口的卧式双冲头收口机，它由主滑块、拉口、送料、退料等部分组成。

卧式四冲头收口机已用于生产，其产品质量稳定，效率提高。

收口机传动系统，如图1-7-14所示。

机床是由一台电机驱动的，其传动原理是：电机1经三角皮带2、离合器25、曲轴21经连杆20，使主滑块18沿导轨作往复直线运动。退货滑块12的运动是通过固装在轴13上的凸轮26、27经滚轮使摆杆28摆动实现的。固装于曲轴21上的螺旋齿轮23、22使轴16旋转，装于此轴上的送货凸轮17、链轮19、齿轮15分别带动送货具、漏斗及轴13转动。

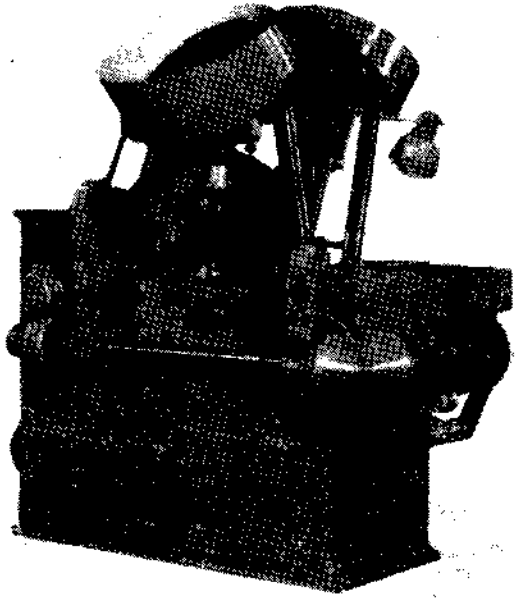


图1-7-13 收口机

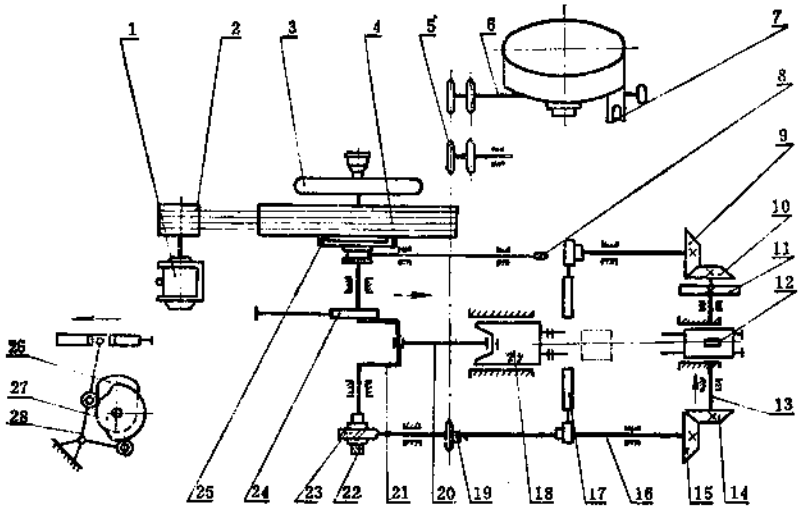


图1-7-14　传动系统

机床工作原理为：

待制品经漏斗定向后，通过波纹输货槽落入送货滑板上的接货槽内，送货滑板将其送至送货冲中心位置，此时，装于主滑块上的送货冲将待制品顶入模内进行收口，与此同时，装于退货滑块上的拉口冲已进入模内。主滑块回程，退货滑块亦回程，装于退货滑块上的拉口冲对收口后的制品拉口。随后退货滑块又返程将已拉口的制品由模内顶出，当退货滑块再次回程时，刮货滑块的退货卡子上移，将成形后的制品挡住退下。

送货机构有两套送货具，分别装在机身的左右两侧的凹槽处，图 1-7-15 是右送货具结构。它是由送货滑块 1 、凸轮 12、摆杆 8、弹簧 10 和辊轮 9 等件组成。其工作过程如下：当凸轮12转至回程曲线时，摆杆 8 在弹簧10、顶销 11 作用下，使送货滑块1退到储料槽中心线位置接货。当凸轮转至推程曲线时，摆杆 8 带动送货滑块 1 向前移动，将制品送到中心线位置，由冲模完成收口工作。

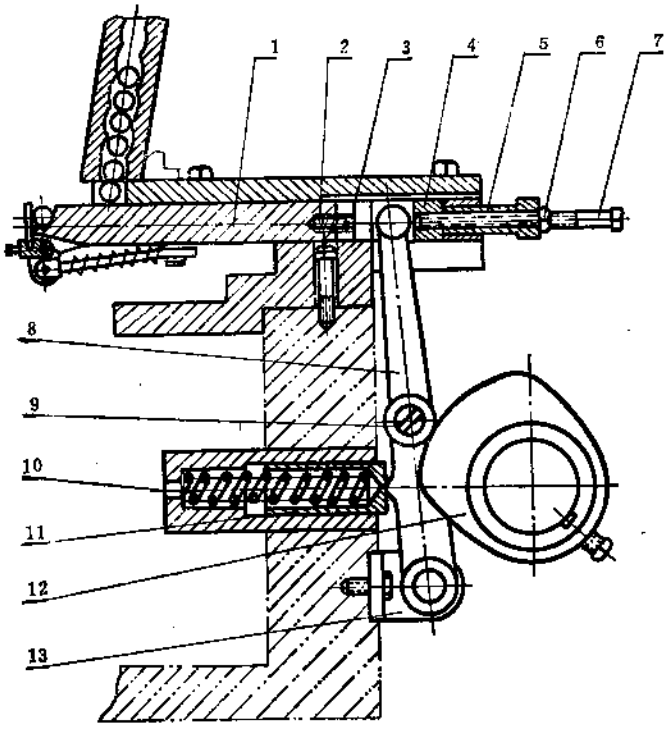


图1-7-15　送货机构

第八节　车 底 齐 口

收口后的制品，经表面处理后进行车底、齐口加工。

弹壳加工工序大部分属于压力加工，压力加工的方法具有节省金属材料、生产效率高、光洁度好、尺寸精度高等特点。

车底、齐口是弹壳加工中，唯一尚未被压力加工方法所代替的车削加工方法。在今后的发展中，有被无屑加工所代替的趋势。例如56式14.5钢质弹壳正在研制用挤底的方法代替车底的方法，对今后弹壳生产将有重大意义。

一、作用与要求

车底是按产品图的尺寸要求车削成弹壳底缘或底槽。齐口是利用切削方法除掉口部多余部分，达到弹壳长度的要求。

车底与齐口是在一台机床上同时进行。

弹壳于车削时的固定方法，一般采用套管固定，如图 1-8-1 所示。

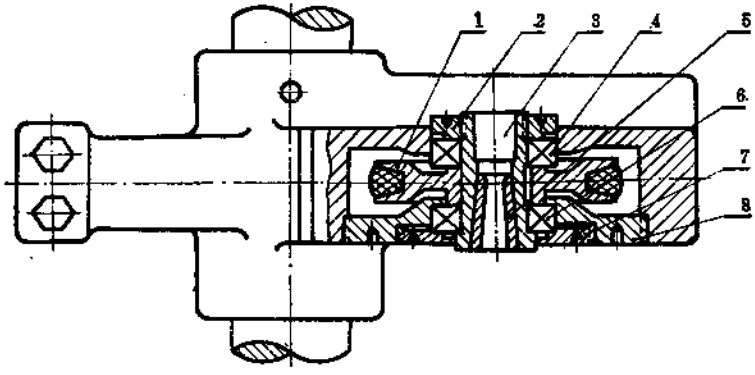


图1-8-1　车底固定待制品方法

1—皮带轮；2，7—端盖；3—管套；4，6—轴承；5—管子；8—轴承架。

待制品是借助于弹壳体部的锥度，固定在管子 5 内，而管子 5 与管套 3 是由皮带轮 1 带动而高速旋转。皮带轮是由电机直接带动的。

弹壳车削时的固定方法很重要，固定不牢，车削时待制品要产生“打滑”现象，影响制品质量和刀具寿命。同时车底前待制品也应加强表面处理除去油污。

影响车削加工的主要因素有车削速度和进刀量。

车削速度　制品相对于刀具车削刃的圆周速度，以米/分表示。

$$V=\frac{\pi D n}{1000}(\text{米/分}) \qquad (1\text{-}8\text{-}1)$$

式中 D——待制品直径(毫米)；

n——待制品每分钟转数。

在横向车外圆时，车削速度是常数，而在纵向车削时，制品由直径D车削至 D_0，其车削速度是改变的。即由

$$V=\frac{\pi D n}{1000}\text{改变为}V_0=\frac{\pi D_0 n}{1000}$$

式中 $D>D_0$，

但一般车削速度都是指最大值而言。

由此可知车底时车削速度是变数，齐口的车削速度是常数。一般低碳钢的车削速度为 55～75 米/分。

进刀量 在一定时间内，刀具车削刃与待制品的相对位移叫做进刀量。表示方法有两种：

1．每分钟进刀量(S_M)，车刀在每分钟内的相对位移。

2．每转进刀量(S)，车刀在一转时间内的相对位移。

它们之间的关系是：

$$S=\frac{S_M}{n}(\text{毫米/转}) \qquad (1\text{-}8\text{-}2)$$

工厂中常用每转进刀量表示。低碳钢的进刀量 $S\approx0.3$毫米/转。进刀量开始小些，然后迅速增大，以后又逐渐减小。

二、车底与齐口用工具

车底与齐口的工具分为车底刀、齐口刀、固定管套、送货冲与退货冲等。

(一) 车底刀

一般都采用成型刀，如图 1-8-2 所示。

(a) 型圆盘成型刀，小口径弹壳广泛采用；

(b) 型圆盘成型刀，大口径弹壳广泛采用；

(c) 型棱体成型刀，有的工厂用在大口径弹壳车底上。

车底刀的几何参数见图 1-8-3 。

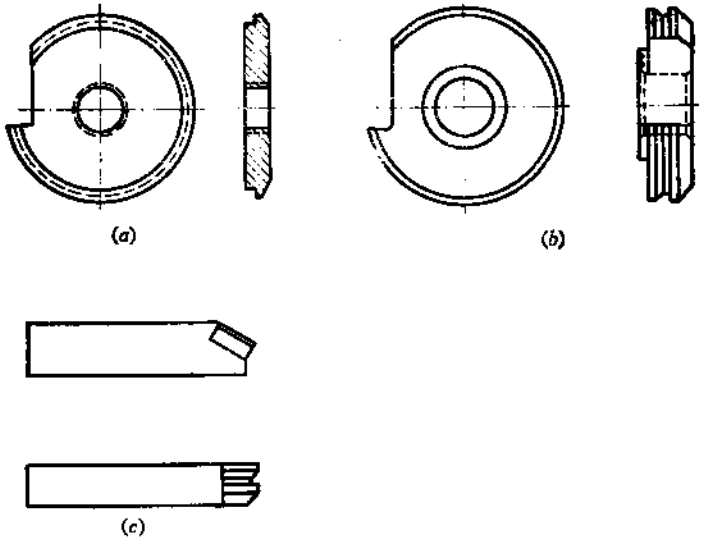


图1-8-2　车底成型刀

1．前角(γ)　前角的大小，依被车削的待制品材料而定。

黄铜　0°～5°

低碳钢　15°～25°

2．后角(α)　与被车削的材料和刀的形状有关，若后角取大了，则车削刃被削弱；但后角取的太小，将会在加工时增大摩擦。

圆盘刀　8°～12°

棱体刀　12°～15°

成型车刀是一种刀刃形状由制品形状决定的车刀，具备如下的优点：

（1）可以加工形状复杂的制品；

（2）适用于大量生产；

（3）截面形状及尺寸准确；

（4）可以经过多次修磨，使用时间较长。

缺点是成本高，制造困难。

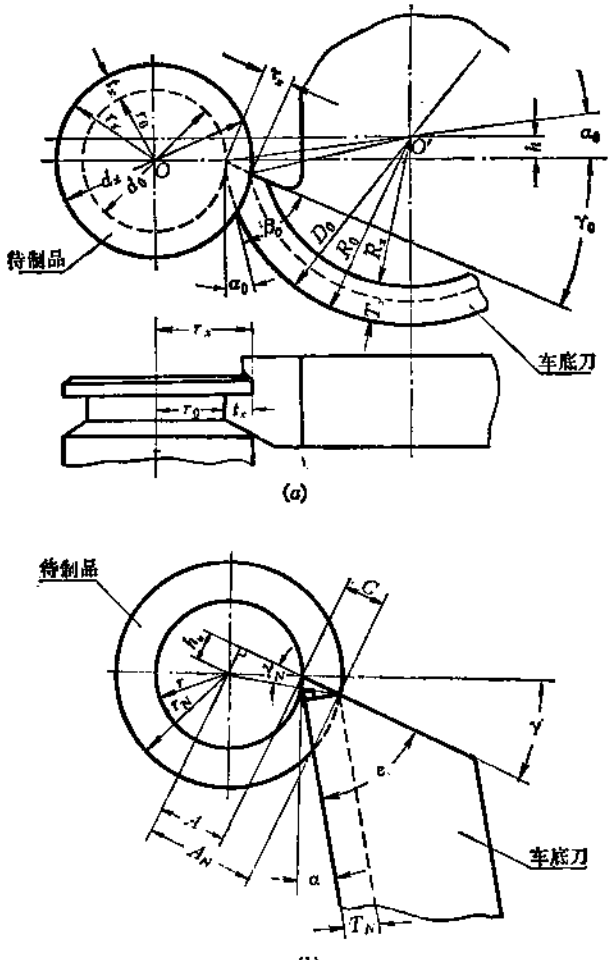


图1-8-3　成型刀的前角与后角

a—圆盘成型刀；*b*—棱体成型刀。

车底成型刀的截面形状，可根据产品图弹壳的底部形状设计。在工厂生产中，刀具的角度是根据加工的要求由工人自行修磨。因此，成型刀具的设计在此不作详细介绍。

车底刀的固定方法有两种，如图 1-8-4 所示。

图（a）是刀刃向上，可以获得较好的质量，因为用这种固定方法车削时，产生的压力使刀架压在床面上，车削比较稳定。其缺点是车出的屑末不易排除，容易产生废品。图（b）的固定方法，车削时产生使刀座上升的力，引起刀的震动，这种固定车底刀的方法适用于车削精度要求不高的产品。

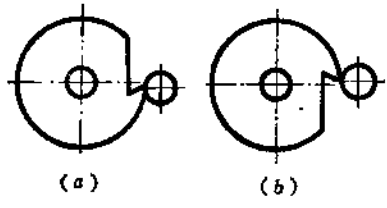


图1-8-4　车底刀固定方法

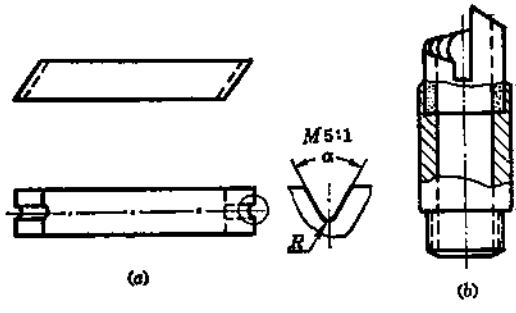


图1-8-5　齐口刀

为了使圆盘刀便于车削，刀的安装中心依安装方法不同，高于或低于待制品中心。

圆盘成型刀可以制成整体的，亦可以做成组合的。组合圆盘成型刀杆的螺纹应为左螺纹，在车削时使之愈压愈紧。

车底刀采用的材料为 W18Cr4V，热处理后硬度为 HRC 61～65。

亦可采用硬质合金的棱体刀，材料为 YG14、YG15。

（二）齐口刀

齐口刀是用于轴向车削的，其外形和结构如图 1-8-5 所示。

齐口刀分为两种：

（a）为棱体型，适用于小口径弹壳，制造简单，使用方便，但寿命较低，一般采用材料为 W18Cr4V，热处理后硬度 HRC 62～65。

α角多采用60度，形成角度的两个面以$R0.2\sim0.3$毫米连接，刀刃的形状由操作工人自己磨成。

为提高棱体型齐口刀的寿命，每端可制成两个工作刃部。

（b）型刀呈筒型，多用于加工大口径弹壳，51式7.62手枪弹壳也曾用过这种齐口刀。退货冲经内孔将制品退出管子。这种方法齐口质量较好，但在退货时容易使底壁变形，改变火台尺寸。

（三）管子

管子用于固定产品见图1-8-6。管子的内形应符合产品的外部形状。车削时，送货冲将待制品顶入管子内，借助于锥度将待制品卡紧。

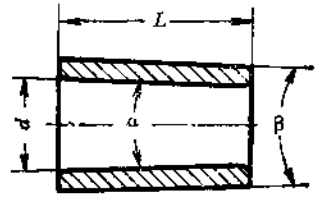


图1-8-6　车底管子

管子的长度L应比弹壳体部长度短10～15毫米，以保证弹壳口部与底部露出长度够齐口和车底。

管子的$\beta\approx5^{\circ}$，α角应符合弹壳体部的锥度。

直径d根据α与L确定。

车底管子的材料一般为T10A，热处理后硬度HRC56～60。

（四）送货冲与退货冲

车底工序的送货冲与退货冲在工作时与高速旋转的待制品接触，因此要求能自由转动，才不致于将待制品的底部和口部研坏。送货冲的结构型式如图1-8-7。

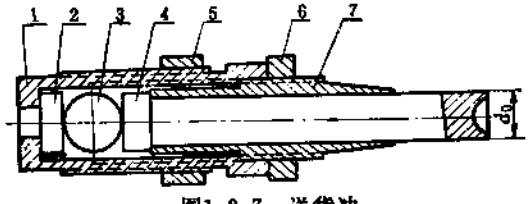


图1-8-7　送货冲

1—外套管；2—冲垫；3—钢球；4—送货冲；5、6—螺帽；7—套管。

送货冲直径由下式确定：

$$d_0=D-(1-1.5) \qquad (1-8-3)$$

式中 D——弹壳底缘直径(毫米)；

d_0——送货冲头部直径(毫米)。

亦可将送货冲做成锥形的。

退货冲的结构与送货冲结构基本相同，如图 1-8-8 所示。

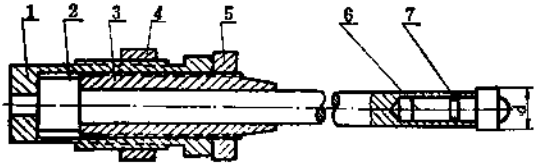


图1-8-8 退货冲

1—外套管；2—退货冲；3—套管；4、5—螺帽；6—冲头；7—穿销

退货冲直径计算公式为

$$d=d_g+(1\sim2) \qquad (1-8-4)$$

式中 d——退货冲头部直径(毫米)；

d_g——弹壳口部外径(毫米)。

如果采用筒形齐口刀，则不能用上述这种结构的退货冲。

三、质量检查与分析

(一) 尺寸检查

1. 长度 用长度卡规检查。

车底齐口工序长度公差一般须比产品图规定的弹壳长度公差压缩 25～50%。通常是小口径弹壳压缩得多，大口径弹壳压缩较少。

2. 底槽直径 用卡规检查，如图 1-8-9。有起缘弹壳不检查底槽直径，但需用环规检查底缘直径。

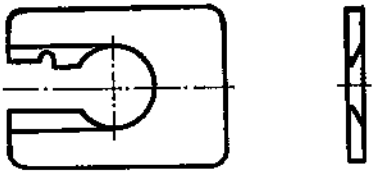


图1-8-9 底槽直径卡规

底槽直径是根据产品图确定的。车底齐口工序底槽直径公差须比产品图规定的公差压缩

20～50%，以保证成品尺寸。

3．底缘厚度　用底缘厚度检验器检查，如图1-8-10。检验器的工作部尺寸按轴用量规确定。

车底齐口工序的底缘厚度公差应比产品图规定的底缘厚度的公差压缩40～60%。

4．底槽宽度和底槽总高度均须按使用要求设计专用量具，其工作部尺寸一般按孔用量规来确定。车底齐口工序的底槽宽度和底槽总高度公差，一般比产品图规定的公差压缩20～40%。

除了检查以上尺寸外，车底齐口工序尚需经常抽查口部内径、口部外径、无起缘弹壳的底缘直径，防止由于车削时改变上工序已定型的尺寸。

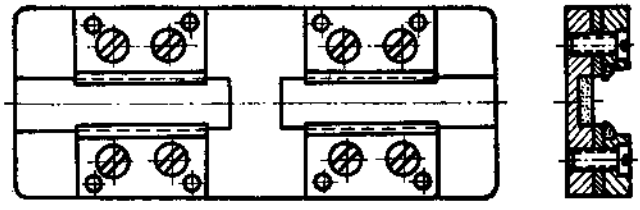


图1-8-10　底缘厚度检验器

（二）车底齐口工序常产生的疵病及其产生原因见表1-8-1

表1-8-1　车底齐口的疵病及其产生原因

无起缘弹壳

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	线痕	(1)卡具刮伤； (2)车底刀角度不合，车出的铁屑刮伤弹壳
2	弹壳体部卡印	管子不合用
3	底部磨伤	(1)送货冲中心不正； (2)送货冲转动不灵活
4	口不齐	(1)齐口刀磨损； (2)齐口刀架精度不好

（续）

序号	疵病名称	疵病产生原因
5	口不圆	（1）退货冲头掉落； （2）退货冲头磨损
6	卷口	（1）齐口刀夹铁屑； （2）齐口刀位置不正
7	底槽歪斜	（1）套管磨损； （2）产品转动不同心
8	底缘疵疤	（1）辊轮不正； （2）车底刀过低
9	底槽二层台	车底刀掉尖或磨损
10	椭圆	（1）制品身部弯曲； （2）管子的轴承径向跳动大
11	底厚或底薄	（1）缓冲弹簧作用不灵活，模架动作不灵活； （2）送货冲磨损； （3）送货冲固定部分的螺丝松动； （4）送货冲传动部分失调，如偏心平面磨损、辊轮磨损、拨铁精度不好； （5）机床调整不正确
12	底槽直径不合	（1）模架径向串动； （2）车底刀高低不合； （3）车底刀传动系统失调，如进刀滑轮转动不灵活； （4）卡盒内三角带松
13	长度不合	（1）与底厚、薄产生原因有关； （2）齐口刀传动机构失调，如拨杆及滑轮螺丝松动
14	底槽宽度不合	（1）车底刀刃部磨得不正确； （2）车两次
15	口部直径大或小	齐口刀位置不正
16	底缘直径大或小	（1）辊轮位置不正； （2）辊轮力量不均

有起缘弹壳

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	外观疵病	与无起缘弹壳原因相同
2	底缘直径大或小与底缘偏心	与无起缘弹壳底槽直径大小和底槽直径椭圆原因相同

英

四、车底与齐口设备

枪弹制造中，弹壳的车底与齐口是在车底齐口机上进行的，目前用于大、小口径枪弹弹壳的车底齐口机的型式基本相同。图1-8-11是用于7.62枪弹弹壳的卧式车底齐口机。它是由：模座、送料机构、进刀机构及漏斗等主要部件构成。由于机床的工件上料、切削刀具的进给等机构，全部由机床自动操纵，因此，该机床较一般切削机床生产效率高。

图1-8-12是车底进刀机构。

它是由凸轮1、滚轮2、调整螺钉3、摇臂4、刀杆5、车底刀6、刀架7、刀合滑块8和轴9等件构成。凸轮1固定于主轴上并随其旋转，当凸轮1转至推程曲线时，通过辊轮2、摇臂4推动固装着刀杆5的刀合滑块8向前运动，由车底刀完成车底工作。当凸轮1转至回程曲线时，在弹簧10的作用下，刀合滑块8退回原来位置。

图1-8-13是齐口进刀机构。

齐口进刀机构是由凸轮1和2、滚轮3、刀杆6、下滑板9、上滑板12及摇杆16等件构成。

凸轮1及2转至推程曲线时，通过摇杆16、推杆4分别使上滑板12、下滑板9向前及向右运动，刀架进刀。凸轮转至回程曲线时，在弹簧11和5的作用下，分别使上滑板12、下滑板9退回原来位置。

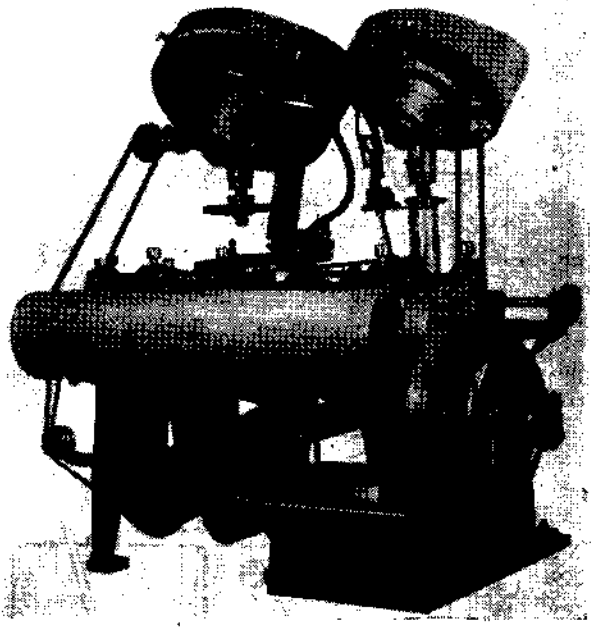


图1-8-11　车底齐口机

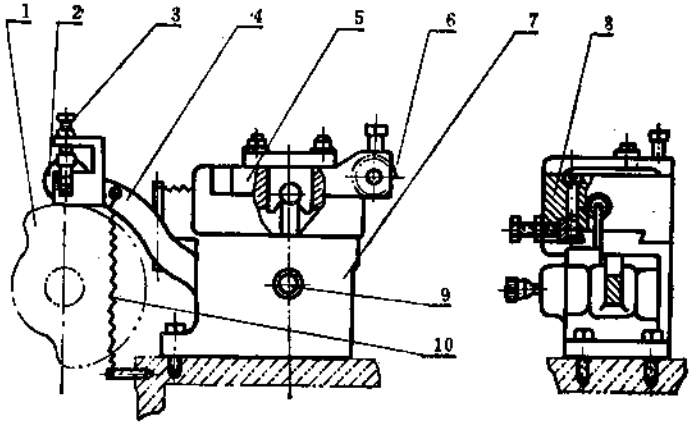


图1-8-12　车底进刀机构

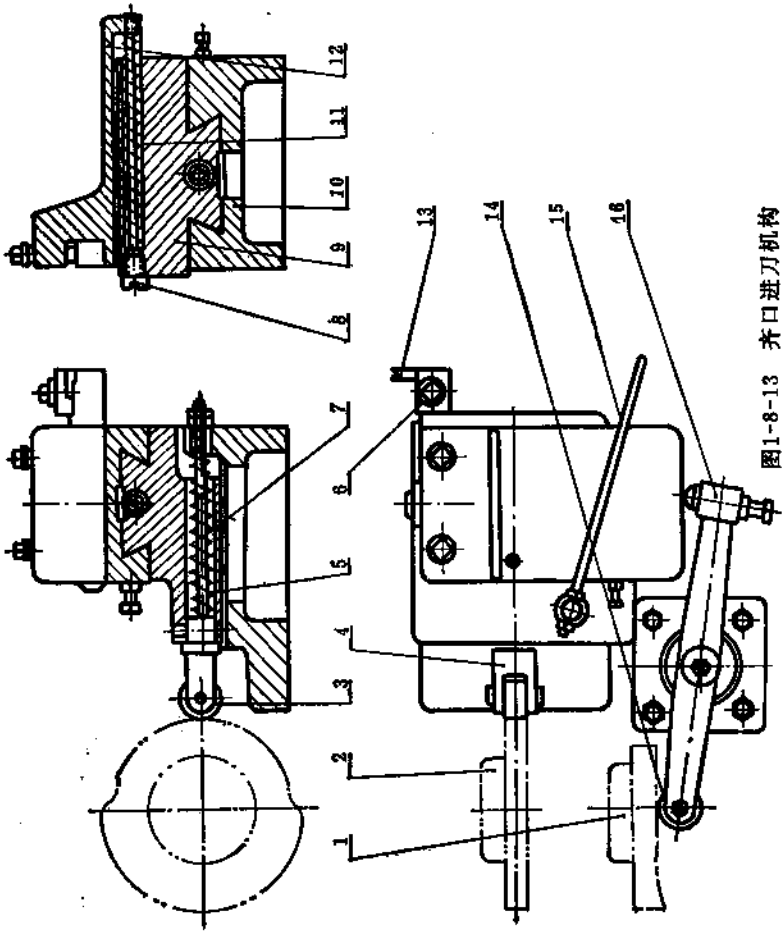


图1-8-13 齐口进刀机构

第二章　弹壳检验

弹壳在机加工基本完成以后，还必须进行一些必要的较量、检查与验收工作（例对弹壳制品进行尺寸较量、外观检选及一些战术技术性能的检验等），以确保产品质量，从而使制品完全符合使用、运输、储存的要求。

第一节　尺寸较量

根据枪弹生产量大和互换性强的特点，要求弹壳的各部位尺寸必须控制在一定范围内。车底齐口工序之后，产品的各部位尺寸虽已全部形成，但在加工过程中还可能出现尺寸超差品。为确保产品质量，在车底齐口工序之后，应进行尺寸较量。

一、作用与要求

较量工序是用机械方法对已加工成型的弹壳的主要尺寸进行百分之百的检查，剔出不符合尺寸要求的弹壳，以确保枪弹装配的质量。

较量过程应注意以下事项：

较量是剔出尺寸不合格制品的工序，所以须注意本工序不应造成废品；对被较量的弹壳要保持洁净，防止由于产品脏污，影响尺寸较量的正确性；

较量过程应定期地用“尺寸标样”检查机床的正确性；

每班工作前与工作过程中应根据较量尺寸的特点擦净较量工具，例如较量全形模脏污不及时擦净，就不易剔出弹壳体部长度短的弹壳；

定期检查较量工具的磨损情况，磨损严重的工具会影响较量

的准确性；

较量后尺寸合格品，应与尺寸不合格品严格分清，防止不合格品混入良品中；

尺寸不合格品应按各部位尺寸分类，以便整修处理。

弹壳类型不同，较量部位也不一样。

无起缘弹壳，较量部位有弹壳长短、底缘直径大小、底火室直径大小、火台深度、底槽直径大小、底缘厚薄、口部内径大小、全形大小等。

有起缘弹壳，除不较量底槽直径外，其余尺寸都较量。

二、较量工具分类与主要尺寸的确定

（一）分类

较量用的工具分为两类，一类是起送料和定位作用（弹壳尺寸的上、下限通过机械方法控制），其要求是：

1．变形小，耐磨损；

2．尺寸公差，光洁度，满足一般工具制造的要求即可。

如各种尺寸较量用的送货冲、底缘厚度较量刀、底槽直径较量刀、火台深度较量冲等。

另一类是直接起量规作用的（通过这类工具直接控制弹壳尺寸的上、下限）。例如底火室直径较量冲、底缘直径较量模、口部内径较量冲、全形较量模等。这类工具的特点是：

1．把工具做为量规，按量规要求确定制造公差；

2．工具的名义尺寸和较量用检验量规的名义尺寸相同；

3．被较量的弹壳要百分之百的通过这类较量工具。较量用检验量具只是抽验一定百分数。二者的磨损速度不同，前者磨损快，为了避免发生矛盾，在设计较量工具时，采用材料和给定的公差均应予以注意；

较量工具的工作部分，最好是镶硬质合金，如图 2-1-1。这样可以减少由于磨损程度不同而产生矛盾。

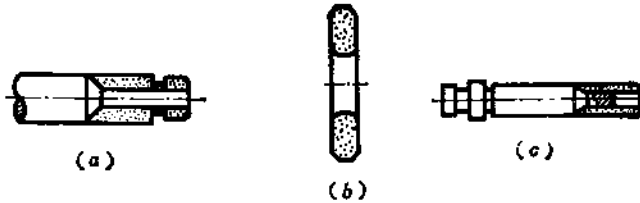


图2-1-1 硬质合金的铰量工具

a—口部内径铰量冲；b—底缘直径铰量模；
c—底火室直径铰量冲。

（二）主要尺寸的确定

铰量工具的执行尺寸与检验量具的工作级尺寸基本相同。

三、“尺寸标样”的选择

铰量机能否准确地分清良品和尺寸超差品，主要在于铰量机的调整，而调整是依据“尺寸标样”。

“尺寸标样”是控制弹壳尺寸的标准，每一种尺寸都选两个“尺寸标样”。其中一个稍许超出验收基本尺寸上限，另一个稍许低于验收基本尺寸下限，即在基本尺寸和放宽尺寸之间。“尺寸标样”通过铰量机时，都应掉在不合格品中。这样可保证通过铰量机的合格品中，不致有尺寸超差品。“尺寸标样”选择过宽，良品不易保证，可能在良品中混有尺寸超差品；选择过严，良品可以保证，但不合格品中良品增加，所以“标样”的选择是很重要的。

“尺寸标样”的来源有两种：一种是在正常生产弹壳中选择，一种是用工具钢按弹壳形状制成。前者来源易，变形快，寿命短；后者制造困难，不易变形，使用寿命长。

四、超差品分类与处理

弹壳铰量在检测当中由于“尺寸标样”的变形，机床调整的不正确，铰量工具未及时清理，铰量机托货滑块漏货口堵塞以及机床精度等原因，在被剔出的不合格品中必然混有良品。

因此应当对剔出的弹壳进行手工较量（或先用精度好的较量机较量一遍，最后再对剔出的弹壳用手工分类），将其分为良品、修品、废品三类。

良品　单项尺寸符合弹壳验收技术条件要求的弹壳，这种单项尺寸合格的良品还必须进行其它尺寸的较量。不能直接按良品处理，因为该工位以下各尺寸尚未较量。

废品　单项尺寸不符合弹壳验收技术条件的要求，且不能修复者。如短、底缘直径小、底缘薄、底槽直径小、底火室直径大或小，以及弹壳体部长度短等。

修品　单项尺寸虽然不符合弹壳验收技术条件要求，但能修复者，如：

（1）弹壳总长大　返回车底工序可重新齐口。

（2）底缘直径大　有起缘弹壳返回车底工序重新车底；无起缘弹壳重新“过径”，即用一个圆筒形模（如图 2-1-2），使修品通过。

过径模直径　$d = D_{pj}$

式中　D_{pj}——底缘直径的平均值（毫米）；

D_{pj} 如果选择过大易磨损，工具寿命短；

D_{pj} 选择过小，覆铜钢弹壳易造成底缘漏钢。

（3）底缘厚、底槽直径大　返回车底工序重新车底，此种修品应注意底槽宽和“二层台”现象。重新车底后应进行外观检选。

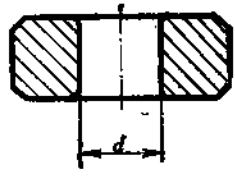


图2-1-2　过径模

（4）全形大，口部内径大或小　返回收口工序整修。全形大和口部内径小，使用正常收口工具整修即可。口部内径大，要用专用收口模整修，这种收口模口部的内径要比正常收口模口部内径小，其数值根据各种弹壳不同，通过实验确定。

（5）火台深度不合的修品　可在保证底火室深度合格、隔板强度不降低的条件下进行整修。

修品要及时整修，不能积压时间过长，否则易造成“锈品”和“污品”。整修后的弹壳要进行辊光，或用其他方法进行表面处理，并需进行重新较量。

五、弹壳尺寸较量设备

弹壳较量机按其传送货方式的不同大体上可分递进式、转子式两种。小口径枪弹弹壳较量，一般普遍使用递进式较量机；大口径枪弹弹壳较量一般使用转子式较量机，如图 2-1-3 所示。

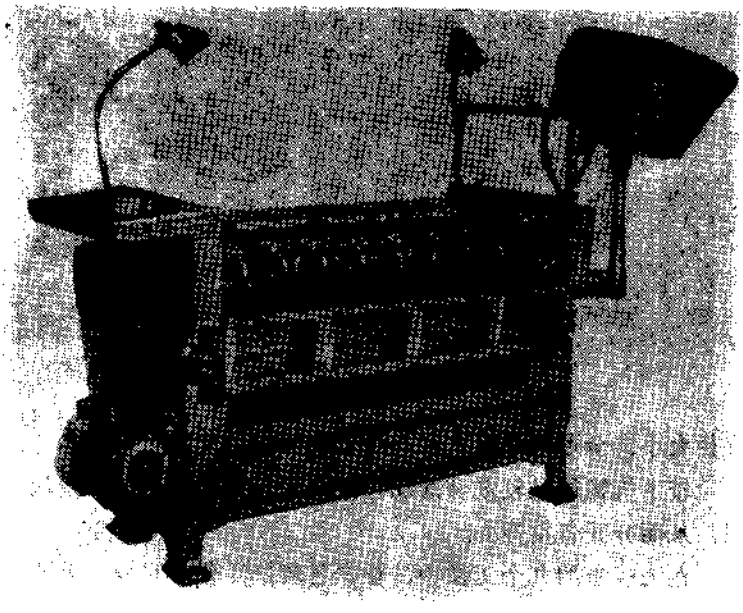


图2-1-3　转子式较量机

图 2-1-4 是一台 56 式 7.62 弹壳用的递进式弹壳较量机，它是根据机械放大原理对弹壳的长短、底缘直径大小、火台深度、底火室直径大、底火室直径小、底缘厚薄、底槽直径大小、口部

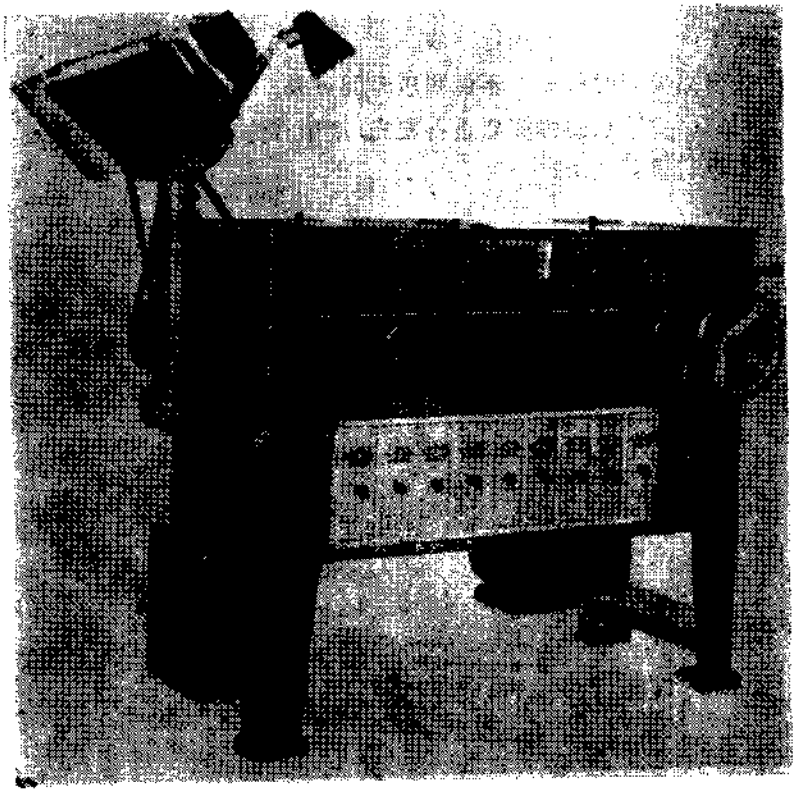


图2-1-4　递进式较量机

直径大小、全形大小依次在九个工位进行尺寸较量。

较量机构通过较量杆的动作经杠杆放大后控制分货滑块的开闭，从而分开各类弹壳。

在需较量的九个工位中，根据各较量工位的尺寸公差要求不同及各较量机构的特性，可选用一级或两级放大。当较量工具运动方向与被检验的尺寸方向垂直时，一般采用一级放大（如较量底火室直径、口部内径等）。当较量工具（测头）的运动方向与被检验的尺寸方向相同时，一般为二级放大（如较量火台深度、底槽直径等）。其放大原理如图 2-1-5 所示，放大倍数为

$$n=\frac{L_2}{L_1}\quad\frac{L_4}{L_3}$$

为了说明各较量工位的工作过程，此处以“火台深度”较量为例略加阐述。图 2-1-6 是弹壳较量机的“火台深度”较量机构。

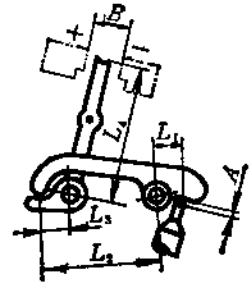


图2-1-5 杠杆放大原理

当弹壳由传送机构送到图中 6 即“火台深度”较量位置时，固定在滑块上的顶冲将弹壳顶入导向套中，弹壳以其火台推动较量冲，较量冲的移动量取决于火台本身的深度。较量冲的另一端与二级放大杠杆相连，当火台深度在规定公差范围内时，杠杆 1、2 处于“+”“−”滑板的中间位置。此时，固定在滑板上的托货板是使漏货口半封闭的，在传送杆带动下的合格弹壳可顺利通过。当弹壳的火台深度浅于规定公差时，较量杆通过杠杆放大机构使杠杆 2 左摆至“+”的滑板并将其顶住，托货板将不合格品货口拉开，火台深度不合格的弹壳落入火台不合格品货匣内。同理，当火台深度深的弹壳通过较量工位时，此弹壳亦被剔出。这样，通过较量机构，可分出火台深度合格品、火台深度浅和火台深度深三类弹壳。

其他八个工位的较量原理与此基本相同，不再介绍。

53 式 7.62 枪弹由于其弹壳底部几何形状不同，只对弹壳的全长短、底缘直径大小、火台深度、底火室直径小、底火室直径大、底缘厚薄、口部直径大小、弹壳体部长短八个工位进行尺寸较量，较量原理与 56 式 7.62 弹壳较量机原理相同。

在毛主席无产阶级革命路线指引下，无产阶级文化大革命以来，广大工人、干部和技术人员实行三结合，大搞技术革新和技术革命，使新工艺、新技术日益广泛地应用于生产。在枪弹弹壳尺寸较量方面，由原机械较量机改为机电结合的较量机。这种较量机精度和稳定性均优于机械较量机，其单机生产率提高 80%

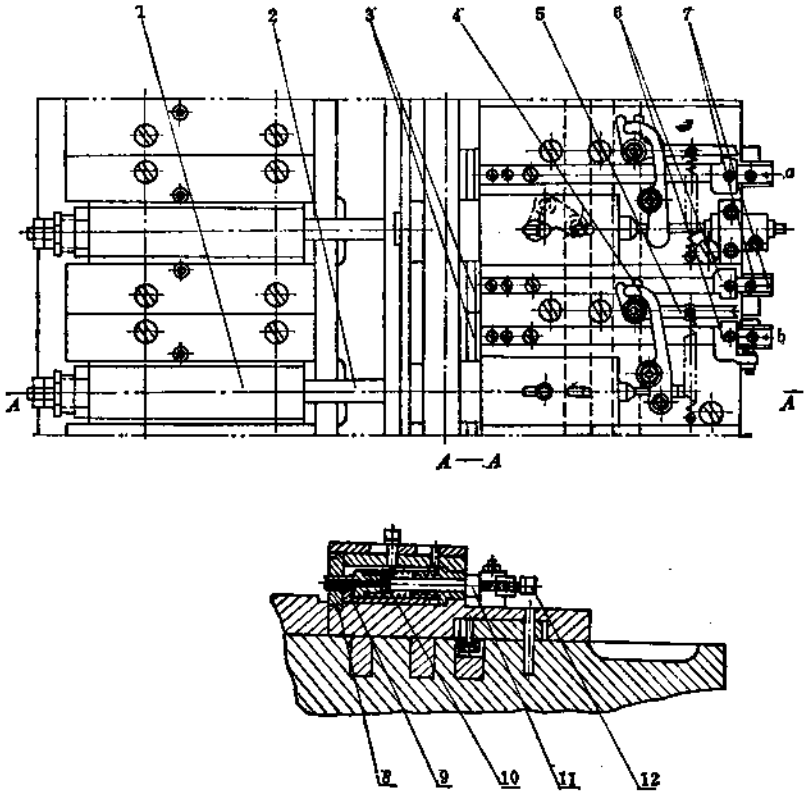


图2-1-6　火台深度较量机构

1—顶货滑块；2—顶冲；3—托货板；4—杠杆1；5—杠杆2；6—顶块；7—滑块；a—底火室直径小较量；b—火台深浅较量；8—导向管；9—送货管；10—弹簧；11—较量冲；12—调整螺栓。

以上。

第二节　外观检选与光电检孔

弹壳外观检选可分为半制品外观和弹壳外观检选两种。光电检孔也属于同一性质的工艺。

一、半制品外观检选

这种检选多用于如钢质弹壳的打饼后外观检选、收口后外观检选等。

打饼工序属于冷顶锻加工性质，打饼后外观检选的目的是选出由于材料疵病造成的圆饼侧面裂纹（图 2-2-1)(这种疵病是以圆钢制造弹壳在射击时出现体部纵裂的重要因素之一)。同时还选出由于下料和打饼工序所造成的其它废品。打饼后外观检选工序是为保证产品性能，提早发现材料疵病和便于挤盂加工而设置的。

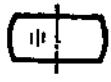


图2-2-1 圆饼侧面裂纹

收口的主应力是切向压缩，其将使由原材料和上工序造成的疵病予以充分的暴露。所以有的弹壳在收口后设有外观检选工序，以剔出不能继续加工的废品。

二、光电检孔

光电检孔是通过光电装置，根根光电效应和电子元件放大原理剔出无孔、多孔、少孔和传火孔堵塞的弹壳。

光电检孔工序一般为单机作业，这种方法效率较高，但也有的与底槽涂漆工序或外观检选工序组合。

光电检孔仪应调整准确，以保证检孔质量。

光电检孔仪由光电转换器、电子放大器、分选控制器和电压稳定器组成。

目前用于弹壳的光电检孔仪，基本分为两种。

一种是晶体管线路：即光源通过弹壳传火孔，照射到硫化铅光敏电阻上。硫化铅是一种半导体，在黑暗的条件下，其电阻值很高，当受到光线照射时其电阻急剧下降，光线愈强，其电阻值愈小。由于光敏电阻具有这种特性，故可以用来做光电转换元件，如图 2-2-2。

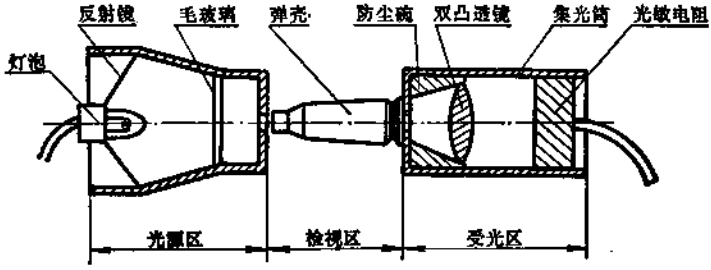


图2-2-2　光电转换器

电源稳压后220伏的交流电，经调压后以12伏电压点亮50W灯泡，以此为光源。为增加光源强度，在灯泡后面安装铜制反射镜，将后面的光线向前反射。为克服照度不均，在灯泡前加装一块毛玻璃，使之不受灯丝的影响。

光源区、检视区和集光筒安装在一条直线上。

光敏电阻装在集光筒内，以防止外来光线的干扰。为避免在检测时因弹壳的传火孔位置不固定而造成的误差，故在光敏电阻的前面加装一双凸透镜使两束光线聚成一个光点。

光的强度不同，电阻值也不一样，所以电流大小也不同。由于电流不同，通过分选控制器，分出良品和不合格品。

另一种是电子管线路：光源经过弹壳的传火孔射在光电管上，产生电流以电子管放大，根据电流不同，分出良品和不合格品。

光电检孔过程中应注意下列事项：

1．工作前要检查光电转换部分（如毛玻璃片、光源灯、聚光镜等）是否洁净，防止由于脏污，影响光电转换的准确性；

2．要保证电器、仪表和机械开关动作协调，避免良品中有不合格品，或者不合格品中良品过多；

3．操作过程应定期用“标样”检查仪器的准确性；

4．检查完的良品应与不合格品分清，不合格品经鉴别后，无孔与单孔者返回冲孔工序整修，传火孔堵塞者可分别采用化学、

机械、手工方法处理；

5．弹壳应保持洁净，防止生锈。

三、弹壳外观检选

弹壳外观检选是弹壳生产中的最后一个工序，该工序应按弹壳验收技术条件的规定选出不允许疵病和超过“标本”的疵病。外观疵病不仅与产品性能有关，而且影响长期贮存。外观检选工序挑选的依据就是“标本”。弹壳外观检选的“标本”应严于枪弹的“标本”。

每种外观疵病一般只设一个“标本”，等于或小于“标本”者为合格，大于“标本”者为不合格。

不允许的外观疵病，不确定“标本”，明确规定必须选出。

“标本”的种类可分为：

1．材料疵病　如弹壳内、外表面夹层，覆铜钢弹壳的局部覆铜脱落等。

2．加工疵病　如底缘冲压不足，底火室缺口和擦伤，口部、斜肩部和体部皱折、加工线痕等。

3．表面处理疵病　如覆铜钢弹壳的底槽漆层气泡、漆层不完整，口部和体部堆漆，钢质弹壳的“桔皮”、“麻点”、“局部无漆”等。

4．其他疵病　如凹痕、压痕和内、外表面污迹、锈迹等，其主要是由于运输和贮存不好所致。

在外观检选时应注意下列事项：

1．工作中防止有水、油、汗溅在弹壳上；

2．选完的良品和修、废品应严格分清；

3．弹壳存放地方应防止漏雨、潮湿和腐蚀性气体浸入；

4．外观检选设备和盛装弹壳的容器应保持洁净。

目前，弹壳的外观检选大部是在外观检选机上进行的，图2-2-3是用于7.62枪弹的弹壳外观检选机。这种机床是用漏斗自

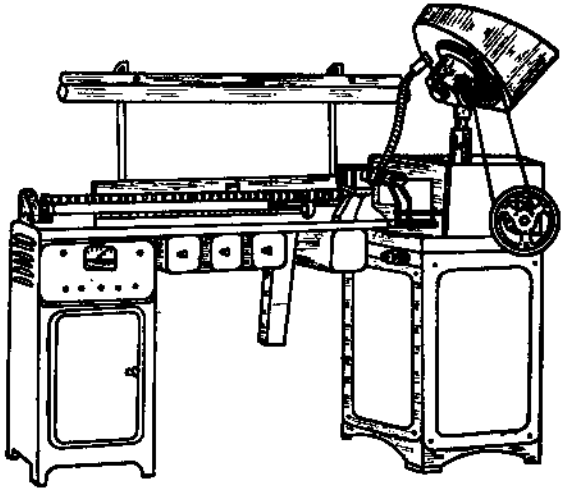


图2-2-3　弹壳外观检选机

动上货，弹壳通过传送机构使其在该装置上移动并自转，用目力鉴别，以手工剔出表面有疵病的不合格弹壳。

四、外观疵病与性能的关系

弹壳外观检选是弹壳生产的最后一个工序，应将有不允许疵病的和不符合“标本”的弹壳选出。外观检选的效果如何，直接影响产品性能，如：

1．弹壳内、外表面有锈迹及绿色斑点，覆铜钢弹壳底槽未涂漆，均属于不允许的疵病，必须选出。如未选出，在长期贮存中锈迹和绿色斑点将逐渐扩大，或使底槽发生腐蚀，在密封不好的条件下腐蚀速度将增快，可能引起局部锈穿或损坏，影响使用和射击性能。

2．钢质弹壳由于圆钢有折迭、结疤、裂纹等疵病所形成的“料线痕”，是射击时出现体部纵裂缝的主要因素之一。因此，这些疵病在打饼后外观检选、收口后外观检选、最后外观检选等工序中都是挑选的重点。

3．无传火孔　光电检孔失灵，外观检选又未发现，将无传火孔弹壳漏掉，装配成枪弹后，将造成射击时不发火，更严重的是有时会造成底火脱落。如果脱落的底火掉在枪械的活动部分会造成停发。

4．冲压不足　降低底部强度，射击时可能出现底缘拉弯。

5．钢质弹壳电泳涂漆后烘干温度低，漆膜未烘干“发粘”和由于涂漆不良，表面漆膜粗糙，增大射击时摩擦阻力。

6．口部裂缝　由于装配时弹头与弹壳是公盈配合，装配后易使裂缝增长，是射击时出现口裂的根源。

7．底火室有缺口和擦痕，易造成射击时漏烟。

8．底火室有稻壳，在装底火时，易引起“响底火”。

由上可知，外观检选工序很重要，必须认真注意，确保产品质量。

五、外观疵病分类与处理

经外观选出的不合格品尚需按标本鉴定分类：

1．良品　选出的有疵病弹壳，如能符合“标本”要求者，仍按良品处理。

2．修品　有些选出的产品虽然不符合“标本”要求，但尚可修整者，应返回原工序修整。如无传火孔，返回冲孔工序，重新冲孔；口不圆可在专用机床上整口；口不齐返回车底齐口工序重新齐口；“污品”“胶品”应退漆后，重新磷化、涂漆。

3．废品　不符合技术条件和“标本”要求，且不能修复者。

对废品应分清是属于材料造成的，还是加工造成的。材料造成的称为“料废”，加工造成的称为“工废”。“工废”还应分清属于那一个工序造成并返回原工序报废，便于采取措施，不断提高产品质量。

第三节 弹壳验收

一、验收项目

弹壳质量好坏直接影响枪弹的战术技术性能。因此，在弹壳生产过程中除检查各工序质量外，还应在弹壳生产工序全过程完成后，对弹壳质量作全面的抽验。抽验项目包括：

尺寸检验；

外观检验；

壳身硬度检验；

防腐蚀性能检验；

弹壳重量、弹壳容积和底部皱折检验；

射击性能检验。

二、方法与要求

（一）尺寸检验

按各种弹壳的技术条件要求，抽取一定百分数弹壳，进行尺寸检查。检验项目如下：

弹壳全长、底缘直径、火台深度、底火室直径、口部内径、全形、弹壳体部长度、底槽直径（有起缘弹壳无此项）、底缘厚度、底火室深度等。

检验方法可用手工或者机械。

对于一些不经较量机测量的尺寸，如底火室偏心度、底槽高度、底槽宽度、传火孔直径等，一般在验收每批弹壳时酌情抽查。

用覆铜钢片制造的弹壳只检查一次尺寸，可在较量工序之后或者弹壳外观检选之后。在较量工序后检验，可以减少由于尺寸不合造成的退漆返修品。

钢质弹壳在尺寸较量之后、电泳涂漆之前，要抽查弹壳尺寸。在电泳涂漆之后，尚需检查重点尺寸，防止由于涂层厚度不一，影响全形及有关尺寸。

（二）外观检验

按不同弹壳种类的技术条件要求，抽取一定百分数的弹壳进行外观检验。

外观检验包括外表面、内表面、底槽和底火室等。外观疵病分为：

1．不允许疵病　如底槽未涂漆、弹壳内混有砂子及油脂物、弹壳穿孔及裂缝、由于外观疵病影响不能进入全形规者等。

2．允许疵病　如轻微污垢、暗色、底槽漆层有气孔、体部皱折和擦伤、凹痕、压痕、底缘冲压不足、底火室擦伤以及1、3、4个传火孔等。凡等于标本或小于标本者为合格。

（三）其它项目

除上述项目外，还应定期地按技术条件要求，抽查如下项目：

1．弹壳强度　抽取一定数量的弹壳装成枪弹后按弹壳技术条件的要求作弹壳强度射击试验，以考核弹壳强度。

2．弹壳硬度　覆铜钢弹壳和钢弹壳的硬度是用维氏硬度计测定（一般用 HV_5）。

测定弹壳硬度是衡量弹壳机械性能的主要方法，弹壳硬度应满足技术条件的要求，硬度不合是影响射击时产生退壳困难、底火周围漏烟、断壳等疵病的因素之一。

3．弹壳容积　将弹壳装上假底火后，用滴定管（酒精或蒸馏水）测量弹壳的内容积，其容积以厘米^{3}为单位，不应小于技术条件规定。弹壳容积大小对膛压大小、初速高低皆有影响，底部厚度和壁部厚度以及全形大小都是影响弹壳容积的因素。

4．底厚和侧壁厚度　底厚和侧壁厚度用千分尺或千分表检查。底厚、侧壁厚度对弹壳容积和强度都有一定影响。

5．弹壳重量　一般以10个弹壳为一组进行检查或单个检查。

6．防腐蚀性能试验　可参阅枪弹热处理和表面处理一书。

7．底部皱折　内底部皱折对底部强度有一定影响，所以应定期地检查皱折的长度和方向。通常用显微镜放大一定倍数检查。

第三章　弹壳使用中主要质量问题及其分析

本章主要叙述枪弹在使用中弹壳所发生的一些主要质量问题及对其进行的简要分析。

由于时间、地点和客观条件的不同和不断地变化，这些技术质量问题的发生和解决，都存在一定的局限性，仅能作为从事枪弹制造的工人、领导干部和技术人员在解决类似问题时的参考。

第一节　56式7.62涂漆钢弹壳纵裂

（一）现象

56式7.62涂漆钢弹壳射击后，在距弹壳底部8毫米处产生纵裂缝（以下简称纵裂），裂缝的内表面有一个由于收口时不均匀变形形成的皱折（在弹室以下，距弹壳底部8毫米以上处这种现象尤为显著）。弹壳未破裂前，内皱折两侧有两条明显的棱线。与内皱折部位相应的弹壳外表面，有一条丝状线痕。

射击后的纵裂弹壳，其裂缝通常呈45°角撕开，但方位不一。裂缝长度多从斜肩处开始，裂至距弹底4～5毫米处。裂缝形状较整齐。

（二）原因分析

产生纵裂的原因有以下两方面：

1．弹壳加工工艺的影响

弹壳加工时退火不正确，弹壳引长时壁厚差过大，或者半制品表面有较深的拉丝线痕等，都可能造成产生纵裂。但实践证明，若使用的圆钢表面质量好，则在加工规范内的工艺参数的极限波动，一般不能造成弹壳纵裂。

2．圆钢表面质量的影响

采用带有折叠疵病的圆钢加工弹壳，由于折叠而造成的拉断、破裂、内皱折等废品较多。最后所成的枪弹，其射击后纵裂也较多。

圆钢的其它表面疵病，如结疤、裂纹、夹杂等也能造成弹壳纵裂。

关于圆钢折叠对弹壳纵裂的影响，可从下面的系统试验的结果得到证明。系统试验选取了三种有不同程度折叠的圆钢和一种生产中剔出的有严重折叠的圆钢，按正常工艺加工弹壳，圆饼退火的硬度值有意控制在工艺规格的上下限进行对比，其结果见表3-1-1。

表3-1-1　圆钢折叠对纵裂的影响

序号	材料质量	弹壳加工条件	下料数量	工序料废（%）	轻机枪大闭锁升温射击	
					射击数量	纵裂（%）
1	良好	正常工艺	6200	—	1100	0
2		硬度上限	1280	—	936	0
3	严重折叠	正常工艺	1376	13	723	0.41
4		硬度下限	1280	8.78	500	0.20
5	一般折叠	正常工艺	834	13.45	295	0.34
6		硬度下限	834	15.56	314	0.25
7	轻微折叠	正常工艺	640	14.13	529	0.38
8		硬度下限	640	5.9	496	0
9	生产中剔出的严重折叠	正常工艺	586	50.63	100	3.0

由表3-1-1的数据可以清楚看出，纵裂主要是由于圆钢的折叠所造成。所谓折叠，就是钢材表面被氧化了的重叠层。一般地说，重叠层与主体金属经常成较小的角度（小于90°）。由于重叠层的形状及其在表面上的分布位置不同，折叠可能具有各种不同形状。在弹壳加工过程中，圆钢表面上的折叠往往破坏了材料的整体性造成废品，或是在加工过程中暂时被隐蔽起来，成为装成枪弹射击时纵裂的隐患。

带有折叠的圆钢经下料剪断后，折叠基本无变化。打饼时，由于有一定的锻粗加工率，折叠张开，较为明显。挤盂后，折叠又闭合，并且沿壁部延长，口部较明显。经退火后无变化。一引后折叠变细变长。二引后较明显的折叠大都破裂、拉断，较小的折叠只在壁上留下不明显的线痕。收口后在折叠部位产生内皱折，致使弹壳在射击时产生纵裂。

（三）措施

1．提高和改善圆钢的表面质量；

2．加强外观检选。

第二节　枪弹射击后弹壳横断

（一）现象

射击后退壳时，在弹壳体的上、中、下部或斜肩处产生“环形拉薄”、“断痕”或横断疵病，如图 3-2-1 所示。这种横断疵病一般在旧枪上产生的较多，说明枪的闭锁间隙越大越易产生横断。

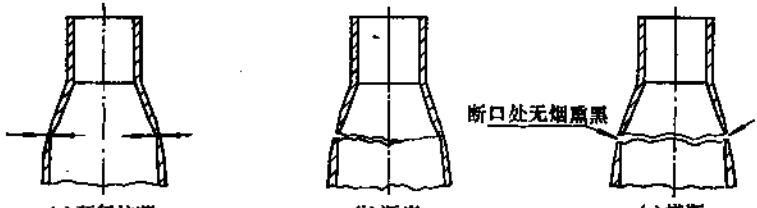


图3-2-1　弹壳横断

（二）危害性

弹壳横断不仅立即使机枪停发，而且排除膛内弹壳需用特制的拉壳工具，占用时间较长，贻误战机。

（三）原因分析

为了分析产生横断的原因，应先了解枪弹与枪膛和闭锁等尺寸的配合关系，以及射击时弹壳的变形情况。

1．射击前

（1）射击前弹膛径向尺寸比枪弹径向尺寸大，两者之差称为“径向原始间隙”，或称“初始间隙”，以 u_0 代表，见图3-2-2。

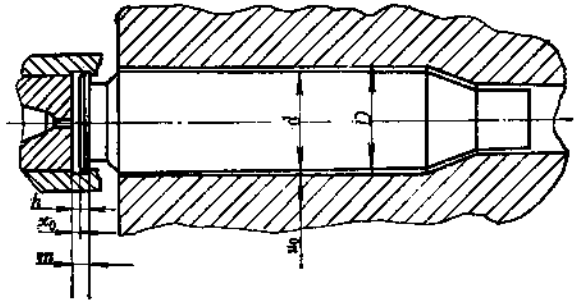


图3-2-2 弹壳底缘定位发火

$$u_0=\frac{D-d}{2},\quad x_0=m-h_3$$

图中 D——弹膛某横截面直径；

x_0——轴向原始间隙；

d——弹壳进入弹膛最深与D相对应的直径；

u_0——弹膛直径D处的原始间隙；

m——从发火定位点到枪机间距离；

h_3——从发火定位点到弹壳底平面距离。

（2）从发火定位点到枪机弹底窝平面的距离称为“枪闩距离”，这个距离一般大于弹壳发火定位点到弹壳底面的距离，它们两者之差称为“轴向的原始间隙”，以 x_0 表示。

56式14.5和53式7.62枪弹都是底缘定位发火，x_0值常大于零。54式12.7和56式7.62枪弹都是斜肩定位发火，其中12.7机枪闭锁时压缩上斜肩，故无轴向原始间隙，即 x_0 值为零。56式7.62闭锁时不压缩斜肩，故射击发火时 x_0 值大于零。

2．射击后

（1）射击后弹膛和枪弹的径向尺寸之差称为“最终间隙”，以

Δ_1 代表。Δ_1 值大于零或等于零时，弹壳直径比弹膛直径小或两者相等(沿弹壳轴向某一段横截面的直径小于或者等于弹膛直径，不可能每个横断面上的直径都小)。设计枪弹时要求 Δ_1 值一部分为正值，另一部分为较小的负值或等于零。如果 Δ_1 的负值过大，将造成退壳困难，致使底缘拉脱、拉裂或变形，或者严重时产生横断。表 3-2-1 列出了机枪闭锁间隙与弹壳横断的关系。

表3-2-1　机枪闭锁间隙与弹壳横断的关系

闭锁	射击数(发)	钢弹壳下斜肩底病		
		横断数(发)	断痕数(发)	环形拉薄数(发)
合格	400	0	0	53
不合格(99.63毫米闭锁)	300	8	7	87
99.63毫米接近闭锁	105	0	0	6
合格	300	0	0	59
不合格	452	22	9	189
99.63毫米接近闭锁	142	0	0	4
合格	672	0	0	5
合格	150	0	0	8
99.63毫米接近闭锁	100	0	0	15
合格	600	0	0	9
不合格	600	8	32	294
合格	200	0	0	32
不合格	100	4	0	45

注：1.机枪闭锁间隙固定尺寸为99.36毫米弹形量规应闭锁，99.63毫米弹形量规不应闭锁；

2.射击用的枪弹是不同时期生产的合格弹；

3.接近闭锁和闭锁不合格的枪都为旧枪。

(2) 射击后弹壳一般要变长，底部变薄，但也有不变，甚至变短的。当弹壳填满轴向间隙过程中，其上体部某段横截面产生塑性变形紧贴弹膛，而下体部尚未开始贴膛或者贴膛的正压力较小(因由下斜肩起到底部壁厚逐渐增加)，在这种情况下，如果先

贴膛那部分弹壳紧贴膛面的总压力大于弹壳内底发射药气体的总压力，则将在贴膛部分最薄弱的横截面上产生轴向拉伸应力 σ_z，此应力超过弹性极限，则产生塑性变形，使弹壳变长，严重时可形成明显的环形拉薄。轴向拉伸的变形程度随 x_0 值大小和抽壳力大小而变，见图 3-2-3。图 3-2-4 是填满轴向间隙形成的环形拉薄情况。

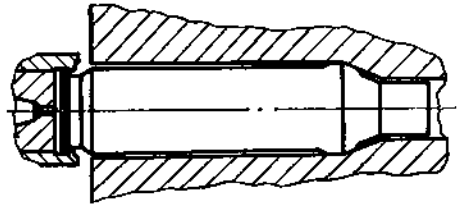


图3-2-3　下斜肩附近开始贴膛处

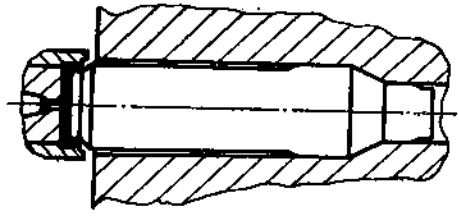


图3-2-4　填满轴向间隙形成的环形拉薄情况

至于射击后弹壳变短，是由于弹壳底面与枪机弹底窝平面接触时，受到发射药气体压力作用，当底面产生的压应力超过弹性极限使底部压薄和弹壳径向变形胀大，因而轴向缩短所造成的。弹壳变短的只能是在弹壳体的强度很高，紧贴膛面的压力又很小的情况下产生。

3．射击时弹壳变形过程与强度的关系

对弹壳强度的要求，一般分为膛内部分和膛外部分，两者是不同的。在膛内部分，当膛压上升和弹头尚未离开弹壳口部时，要求弹壳体一部分必须及时的产生塑性变形以填满初始间隙 u_0，保证闭气性能良好。随着膛压继续升高，弹壳贴膛面积不断扩大，一方面向口部方向延伸，另一方面向下体部方向延伸，直到弹壳全面紧贴弹膛。在弹壳径向变形紧贴弹膛的同时，弹壳壁部还要产生轴向拉伸应力 σ_z，以填满原始间隙 x_0，见图 3-2-5。

在膛外部分的弹壳强度主要是指弹壳底部的强度。要求在径向方面只允许有弹性变形，不能有塑性变形，否则会产生底火脱

落、底火漏烟及底部胀大。在轴向方面，允许底部变薄和弹壳长度变短。但退壳时不能因剪切应力将底缘拉脱、拉裂或拉变形而造成退壳困难。56式14.5弹壳各部位硬度如图3-2-6所示。

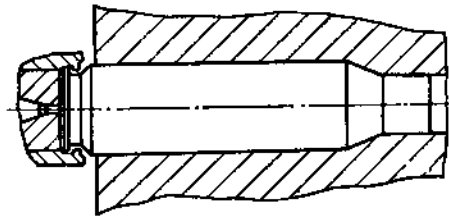


图3-2-5　填满径向间隙底部减薄

（四）措施

提高弹壳强度是防止弹壳产生横断的最有效措施之一。此外，协调好弹壳各横截面上的强度对防止横断也有一定效果。如56式14.5机枪用黄铜弹壳枪弹射击时不产生横断，而用钢质弹壳则产生横断。这是因为不同材料的弹性系数、加工后硬化程度和烧口后过渡区左右横截面上的强度差都不相同。下面着重讲防止钢质弹壳产生横断的措施。

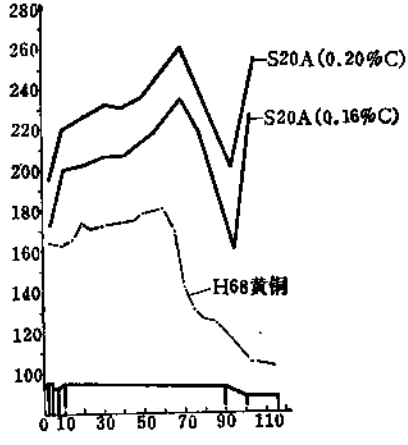


图3-2-6　不同材料弹壳各部位硬度

1．提高钢质弹壳的含碳量

提高钢质弹壳的含碳量可以增强弹壳的屈服强度，对减少射击后的胀膛量，避免退壳困难，防止底火脱落及防止横断都有一定效果。如14.5钢质弹壳的含碳量规定为0.16～0.22%，当含碳量为下限时，易产生横断；为上限时，就不产生横断。见表3-2-2所示。

表3-2-2　14.5钢质弹壳含碳量与产生横断的关系

钢弹壳		钢弹壳下斜肩以下2毫米处疵病			
含碳量(%)	引伸工艺	射击数(发)	横断(发)	断痕(发)	环形拉薄(发)
0.21	二引挤口	218	0	0	13
0.16	二引挤口	846	35	18	220
0.21	四引切口	217	0	0	12
0.16	四引切口	636	1	30	239

2．加大钢质弹壳壁厚

弹壳壁越厚，其横截圆环面积越大，其单位面积上的应力就越小，因而能有效地防止产生横断。例如56式14.5钢质弹壳横断多发生于弹壳下斜肩以下约2毫米处。此处的壁厚小于0.65毫米，易产生环形拉薄。试验证明，如果钢质弹壳的壁厚在0.65毫米以上时，可以避免产生横断等疵病。表3-2-3列出了弹壳下斜肩壁厚对产生横断的影响。

表3-2-3　14.5钢质弹壳下斜肩壁厚对产生横断的影响

钢弹壳		钢弹壳下斜肩以下2毫米处疵病			
引伸工艺	斜肩壁厚(毫米)	射击数(发)	横断(发)	断痕(发)	环形拉薄(发)
二引挤口 壁未加厚	0.57～0.61	846	35(4.1%)	18(2.1%)	220(26%)
二引挤口 加厚0.05毫米	0.64～0.70	358	3(0.8%)	4(1.1%)	42(11.1%)
二引挤口 加厚0.075毫米	0.65～0.73	1471	0	0	194(13%)

3．改变烧口过渡区

大、小口径的钢质弹壳都易在烧口过渡区附近产生横断。由于弹壳经末次引伸加工硬化后不利于收口，故传统的工艺设计都要进行烧口。一般都把烧口过渡区放在钢质弹壳下斜肩以下附近。如果过渡区过于下移，会降低弹壳上体部的屈服强度，增加胀膛

量，造成退壳困难。如 14.5 钢弹壳再结晶开始点在下斜肩以下 2～4.5 毫米处，完全再结晶在锥体上部到下斜肩以下 3 毫米处。这样的过渡区位置，在射击条件恶劣时就会产生横断。根据造成横断的主要原因来自轴向拉伸应力，将烧口过渡区向左或向右移动，使其横截面的强度与轴向拉伸应力互相协调，对防止产生横断均有效。如 14.5 钢弹壳往下移，7.62 钢弹壳往上移，实践证明都能避免产生横断。

第三节　53式7.62枪弹射击时横断和喷烟

（一）现象

53 式 7.62 枪弹在重机枪上射击时曾发生过横断疵病。有的出现在上、下斜肩转角处，也有的出现在斜肩上或弹壳体部。

横断的断口大都是整齐或略带曲线形，有明显的拉薄现象。横断出现时，弹壳前半截留在弹膛内，后半截被抛出枪外，并使下一发枪弹进膛，但不能闭锁而造成机枪停发。

体部横断时，大都有较多的环形拉薄同时产生，其形状和位置与横断部位相类似，呈未断前的拉薄状态，间或也伴随有横裂缝出现。

53 式 7.62 毫米枪弹在步、马枪上射击时，部分发射药气体从弹壳与弹膛之间向后逸出枪外，这种疵病习惯称为“喷烟”。在机枪上射击时，也产生喷烟，但因有机匣遮挡，不致影响射手，故可不列为疵病。

产生喷烟是由于在射击过程中弹壳未能及时、确实地贴膛闭气所致。从射击后的弹壳特征可以看出，严重喷烟的弹壳，口部内径与未装弹头前一样，没有胀大，甚至还要缩小一些。外表面全部或局部被发射药气体熏黑，并且有一方一直熏黑到底缘根部（发射药气体就从此处逸出枪外）。

（二）危害性

在战斗中产生横断时，排除故障特别困难，要用特制工具才

能把断在弹膛内的前半截弹壳取出，费时费事，贻误战机。因此，在枪弹验收时，横断是不应出现的疵病。

喷烟严重时，发射药气体能喷出枪外 10～20 厘米，虽不致伤害射手，但对射手进行射击有一定的影响。

（三）原因分析

枪弹在射击退壳过程中，受到发射药气体压力和抽壳力作用而向后退。如果弹壳壁部未贴膛部分的强度较低，而同时轴向和径向原始间隙又较大，则在薄弱部分易形成环形拉薄，甚至横断。

弹底压力是随发射药气体压力大小而增减。摩擦力则随膛压、贴膛面积、弹膛与弹壳的弹性模数和摩擦系数，以及其原始间隙大小而变化。

枪弹在弹膛内的径向和轴向原始间隙较大时，弹壳膨胀量也较大，因而促使壳壁减薄。

弹壳开始贴膛的位置和贴膛面积的大小与弹壳的强度分布有很大的关系。在射击时，当发射药气体进入弹壳的口部与弹膛之间时，在下斜肩附近部分开始贴膛是比较理想的，这样不但减少了贴膛面积，而且也保证了闭气性能。因此，希望弹壳下斜肩以下的一些部位的强度应略微低一些，以利于此处开始贴膛。但又不能过低，否则也会拉断。从射击后的弹壳的烟迹可以粗略判断贴膛情况，若烟迹接近底部，则闭气性过低，易产生喷烟；如弹壳光洁发亮而无烟迹，则存在有横断、胀膛的危险。而斜肩以上部分有烟熏痕迹，接近底部的下半截弹壳外表比较光亮时，即为最佳的情况。

实际上，这种最佳情况是难于达到的。因为弹壳壁部强度、外形尺寸、膛压、拔弹力等条件都不可能是一致的，而且弹膛还要磨损使原始间隙不断增大。

（四）措施

1．喷烟　适当降低拔弹力和烧口硬度，可以防止产生喷烟。

2. 横断　降低拔弹力和烧口硬度后，虽不产生喷烟，但却产生横断，因此又要提高烧口硬度和拔弹力，并应适当增加弹壳斜肩部分的壁厚。这样，弹壳虽不横断，但仍存在喷烟问题。尤其是采用内涂口工艺以来，喷烟出现的次数更有所增加。

由此可见，解决横断和喷烟的措施是相互矛盾的，仅从工艺方面进行调整是难于彻底解决，而应从产品结构方面和枪、弹、药的协调方面进一步研究。

枪弹热处理和表面处理

目　录

概述 …… 1

第一章　热处理 …… 2

第一节　热处理的基本知识 …… 2

第二节　枪弹制造热处理的分类 …… 23

第三节　枪弹金属零件的热处理 …… 36

第四节　枪弹金属零件的热处理设备 …… 73

第二章　表面处理 …… 76

第一节　金属腐蚀及其防止 …… 76

第二节　表面净化 …… 99

第三节　磷化 …… 118

第四节　钝化 …… 139

第五节　涂料一般性质及底槽涂漆 …… 144

第六节　电泳涂漆 …… 157

第七节　无氰镀铜 …… 167

第八节　水的净化 …… 202

第三章　主要质量问题分析 …… 209

第一节　53式 7.62 穿燃弹穿甲率不稳定 …… 209

第二节　56式 14.5 枪弹底火脱落 …… 210

概　述

枪弹各金属零件，大都需要进行热处理及表面处理。热处理是将固态金属经过一定的加热、保温、冷却等手段，使金属内部矛盾在平衡和不平衡、稳定和不稳定之间向着人们所需要的方向进行转变的一种工艺。表面处理是用机械的、化学或电化学的方法，改变金属零部件表面状态，以改善工艺性能或达到相应的防蚀目的的一类工艺。

热处理和表面处理工艺在枪弹制造中占有重要的位置。由于枪弹制造要求精度高、互换性强、数量大。所以采用正确的热处理及表面处理工艺，对确保枪弹的战术要求，各零部件的顺利加工，减少废品率，提高工具寿命，便于联动操作有重大的作用。近年来，由于群众性技术革新、技术革命的蓬勃开展，许多技术关键的被突破，使热处理及表面处理工艺大大改变了原来的落后面貌，不少工艺、设备已达到了先进技术水平。

例如：枪弹零件加工过程中的热处理工艺，过去使用笨重的电阻式加热炉，效率低，耗电量大，现在仅弹壳烧口感应加热的实现，使生产效率提高了二十多倍；光亮退火的成功，取代了退火后全部表面处理工序。此外，电泳涂漆新工艺在弹壳制造上已广泛采用，它为涂漆工艺的机械化、自动化开辟了广阔的道路。

热处理工艺的改进还解决了不少产品性能问题。如56式7.62毫米穿甲燃烧弹穿甲钢心，采用局部感应回火工艺后，提高了穿甲率。

这些新工艺、新技术、新设备的采用，大大提高了热处理及表面处理的生产效率，目前在某些工厂，表面处理及退火已实现了机械化。

第一章 热 处 理

第一节 热处理的基本知识

了解和掌握热处理的基本知识，有助于选择和制订合理的热处理工艺。本章介绍的热处理基本理论知识，重点是碳素钢的化学成份、显微组织和机械性能三者之间的关系。

一、铁碳平衡图

钢铁是枪弹制造中不可缺少的金属材料，枪弹制造除底火、铅套等用有色金属以外，其它金属零件均用碳素钢制成。碳素钢是以铁和碳二种元素为主所构成的合金。要认识铁碳合金的本质，首先应研究铁与碳的相互作用，以便正确的掌握铁碳合金成份、显微组织与机械性能之间的关系。为此，我们可借助于铁碳平衡图来研究铁碳合金在加热、冷却时的结晶过程和组织转变。

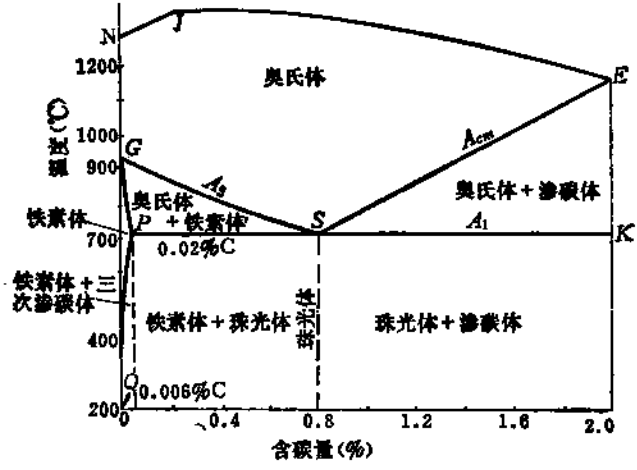


图1-1-1 铁碳平衡图中钢的部分

铁碳平衡图包括生铁和碳钢两个部份，本章所要分析的铁碳平衡图是指碳钢部份，也是枪弹金属零件热处理主要应用的部份。如图 1-1-1 。铁碳平衡图中所描述的过程，是在平衡状态，即钢在极其缓慢加热或冷却的具体条件下，钢的退火状态接近于平衡组织。

（一）铁碳平衡图中的显微组织

从铁碳平衡图中可看出，铁碳合金的显微组织，比单一金属纯铁复杂。它们在平衡状态下是由铁素体、渗碳体、珠光体以及奥氏体几种基本组织结构所组成的。

1．铁素体——是碳溶于 α-Fe 中的固溶体。所谓"固溶体"，就是两种或两种以上的化学元素，在固态下互相溶解构成的单一均匀物质，其中含量较多的元素称为溶剂，含量较少的元素称为溶质。铁素体呈体心立方晶格，其溶碳能力较差，在室温时仅可溶解 0.006% 的碳。随着温度的升高，溶碳量略增，在 723℃ 时溶碳量最大可达0.02%。铁素体的显微组织与纯铁没有差别，其机械性能的特点是：强度及硬度低、塑性及韧性好。在平衡图上铁素体占 *GPQ* 区。

2．渗碳体——是铁和碳的化合物，化学分子式是 Fe_3C。渗碳体的性能特点是熔点高、硬度高、脆性大。渗碳体含 Fe93.33%，含碳 6.67%，熔点 1600℃，硬度 HB＞800，延伸率 $\delta \approx 0$ %，晶格是非常复杂的八面体，小于 217℃时有微弱磁性。

3．珠光体——是由铁素体和渗碳体组成的机械混合物。在显微镜下当放大倍数较高时，能清楚地看到珠光体中渗碳体呈条状分布于铁素体基体上。在放大倍数较低时，珠光体呈层片状特征。珠光体含碳 0.8%，其性能介于纯铁和渗碳体之间，硬度一般在HB180左右。

4．奥氏体——是碳在 γ-Fe 中的固溶体。奥氏体具有面心立方晶格，其溶碳量较大，723℃时，溶碳量为0.8%，随着温度的升高，溶碳量不断增加，在 1147℃时，含碳量达 2%。碳的大

量溶入，使奥氏体具有一定的强度和硬度，但由于奥氏体是一种单一的固溶体，故其塑性良好。所有的钢材在锻造时，必须加热至奥氏体状态下进行。奥氏体没有磁性，它的体积比铁素体小。奥氏体位于平衡图的 $NJESG$ 区。

（二）铁碳平衡图的分析

钢在加热或冷却过程中，其内部组织发生转变的温度，叫做临界温度或称临界点。在平衡图中的临界点有：A_1(PSK线)、A_3(GS线)、A_{cm}(ES线)，各线的组织转变情况如下：

A_1——PSK线：在平衡图上是一条水平线，温度是723℃。它表示所有不同含碳量的钢加热至723℃时，其珠光体组织全部转变为奥氏体；同样从高温冷却到723℃时，奥氏体组织全部转变为珠光体。

A_3——GS线：它表示亚共析钢加热到 A_3 时，铁素体全部溶解到奥氏体；同样从高温冷却到 A_3 时，铁素体开始从奥氏体中析出。

A_{cm}——ES线：它表示过共析钢加热到 A_{cm} 时，渗碳体(Fe_3C_I)全部溶解到奥氏体中，同样从高温冷却到 A_{cm} 时从奥氏体中开始析出渗碳体。

PQ 线：沿此线析出的渗碳体叫做三次渗碳体，以 Fe_3C_{II} 符号表示。在723℃时，α-Fe中碳的溶解度可达0.02%。随着温度的下降，α-Fe沿PQ线析出三次渗碳体。冷却至室温时，α-Fe中所保留的碳为0.006%。

在低碳钢中由高温非常缓慢冷却时，三次渗碳体沿晶界析出，如图 1-1-2 所示。这种三次渗碳体的析出降低了钢的韧性和塑性。因此，低碳钢热处理时，应尽量避免三次渗碳体的产生。

为了更好地了解和熟悉平衡图，现将共析钢、亚共析钢、过共析钢在加热和缓冷时，内部组织的变化情况分析如下：

1. 共析钢及组织变化

含碳量0.8%的钢称共析钢。共析钢在室温下全为珠光体组

织。当加热至723℃(A_1)临界点以上时，珠光体全部转变为奥氏体。继续加热，奥氏体不再发生相变。当高温的奥氏体缓冷到临界点723℃(A_1)以下时，奥氏体发生共析转变，全部转为珠光体；继续冷却至室温，珠光体不再发生变化，见图1-1-3。

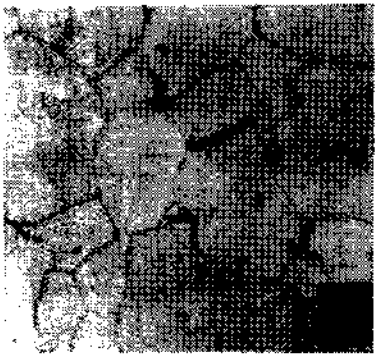


图1-1-2　500×　F11三次渗碳体沿晶界析出

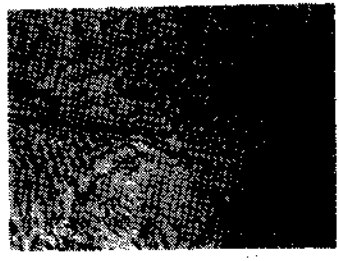


图1-1-3　500×　共析钢的组织为层状珠光体

2．亚共析钢及组织变化

含碳量小于0.8%的钢称为亚共析钢。亚共析钢在室温下的显微组织为珠光体加铁素体。随着含碳量的增加，铁素体的量就减少，珠光体的量则增加。含碳量达0.8%时，则全部为珠光体(即共析钢)。根据铁素体和珠光体所占的显微组织面积，可按下式大致测出钢的含碳量：

钢的含碳量＝珠光体面积%×珠光体的含碳量。

例如，珠光体占总面积的25%，则钢的含碳量$=\frac{25}{100}\times 0.8$
$=0.2\%$。

亚共析钢加热到723℃(A_1)以上时，首先发生转变的是珠光体全部转变为奥氏体，这时的组织为铁素体加奥氏体；继续加热时，铁素体便逐渐溶解到奥氏体中去，直到A_3铁素体全部溶入奥氏体，A_3以上钢的组织为单一奥氏体。高温奥氏体在缓慢冷却到A_3时，首先从奥氏体中析出铁素体，并随着温度的不断下降，析出的铁素体量逐渐增多，奥氏体的含碳量也相应的增加，

直至冷却到723℃（A_1）时，剩余奥氏体碳的浓度达共析点成份（含碳0.8%），奥氏体全部转变为珠光体。从A_1到室温钢的组织不变，仍为铁素体加珠光体组成。

3．过共析钢及组织变化

含碳量大于0.8%小于2%的钢称为过共析钢。过共析钢在室温时由珠光体和二次渗碳体（Fe_3C_I）所组成，渗碳体可能成为网状或粒状。钢中含碳量愈多，渗碳体也愈多，其渗碳体的含量按以下公式计算：

$$Fe_3C_I=\frac{\text{总C}-0.8}{6.67-0.8}\times 100$$

式中　总C——钢的含碳量；

0.8——共析钢的含碳量；

6.67——渗碳体的含碳量。

过共析钢当加热到723℃(A_1）以上时，首先发生的转变是，珠光体全部转变为奥氏体，这时的组织为奥氏体加二次渗碳体(Fe_3C_I)；继续加热时，渗碳体逐渐溶解到奥氏体中去，直到A_{cm}时，渗碳体全部溶入奥氏体中，A_{cm}以上钢的组织为单一奥氏体。当高温奥氏体缓慢冷却到A_{cm}时，首先从奥氏体中开始析出渗碳体（沿晶界析出呈网状分布），在A_{cm}与A_1之间，组织为奥氏体加二次渗碳体。二次渗碳体的含量随温度的下降逐渐增多，而奥氏体中碳的含量逐渐减少，直至冷却到A_1时，剩余的奥氏体碳含量下降为共析点的含量（即含碳0.8%），奥氏体全部转变为珠光体见图1-1-4。

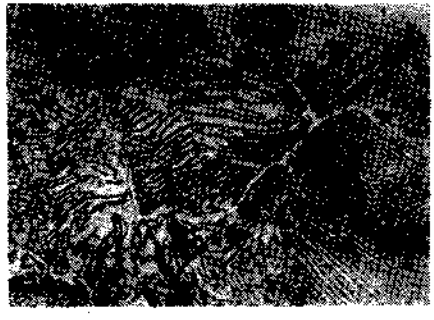


图1-1-4　500×　T12A过共析钢
层状珠光体＋网状Fe_3C_I

（三）碳素钢的成份，显微组织与机械性能的关系

在碳素钢中由于它们的成份不同，其结构形式也不同，因此机械性能也不同，见表 1-1-1 。

表1-1-1　碳素钢在室温时基本组织结构的机械性能

名　称	符　号	结　合　类　型	σ_b (公斤/毫米²)	HB	δ (%)	a_K (公斤·米/厘米²)
铁素体	α-Fe	碳在α-Fe 中的固溶体(体心立方晶格)	25	80	50	30
渗碳体	Fe_3C	铁和碳的化合物(复杂晶格)	3	800	≈0	≈0
珠光体	P	铁素体和渗碳体的层片状机械混合物	75	180	20～25	3～4

碳是钢中的主要元素之一，在平衡或接近平衡的情况下，主要以渗碳体的状态存在于钢中。钢的性能与钢中的含碳量或钢中渗碳体的数量有很大的关系，一般说来，钢中含碳量越高，渗碳体数量越多，钢的硬度、强度升高而塑性、韧性下降。除此之外，钢的性能还和钢中渗碳体的形状大小，分布有密切的关系，如渗碳体沿晶界呈网状分布，则钢材便呈脆性。为了保证钢有一定的塑性、韧性，一般钢的含碳量均不超过 1.4%。随着钢中的含碳

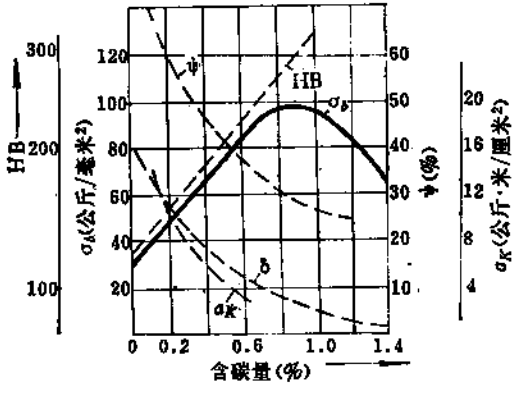


图1-1-5　含碳量对钢材性能的影响
正火状态

量的不断增加，渗碳体量相应地增加，铁素体的量相应地减少，钢的硬度、强度不断提高，而塑性、韧性则不断下降，当含碳量大于1.0%时，由于钢中出现一些网状的二次渗碳体，故强度开始下降，而硬度还是不断地增高，其变化规律如图 1-1-5 。

二、碳素钢加热时的组织转变

热处理之所以能够改变钢的结构和性能，其内在原因主要是钢中存在着一系列固态相变。

任何钢件的热处理都包括：加热、保温、冷却三个阶段。在制定热处理工艺规范时，首先要确定加热温度和保温时间，而热处理所需的加热温度，是根据铁碳平衡图所反映的客观规律来确定的。因此，研究和掌握铁碳平衡图在热处理中的实际运用，显得十分重要。

根据铁碳平衡状态图，我们知道共析钢在 723℃(A_1) 温度以下为珠光体，以上为奥氏体。723℃(A_1)为极其缓慢加热或冷却，是珠光体与奥氏体共同存在的平衡温度。在实际生产中加热和冷却并不是极其缓慢的，因而相变也不按照状态图中所示的临界点 A_1、A_3、A_{cm} 进行的，而实际发生转变的温度和上述临界点有所偏离，这种由于加热或冷却产生的温度差，通常称为过热度或过冷度，它随加热或冷却速度加大而加大。这样就使加热或冷却的临界点不在同一温度上，通常把加热的临界点加注“ c ”如 A_{c1}、A_{c3}、A_{ccm}；冷却时的临界点加注“ r ”，如 A_{r1}、A_{r3}、A_{rcm}。如图 1-1-6 表示在加热或冷却速度为 0.5℃/分时的临界点的移动情况。

加热速度越快过热度越大。过热度不同，珠光体将以不同速度转变为奥氏体，见图 1-1-7 。

加热速度 $V_2>V_1$，则 V_2 与转变开始及终止线分别交于 a_2及 b_2，而 V_1 与转变开始及终止温度分别交于 a_1 及 b_1 点，显然 a_2b_2 之间用去的时间比 a_1b_1 时间要短。因此加热越慢，转变的温度要低些，而转变的时间要长些；如果加热速度极慢，那么转变曲线

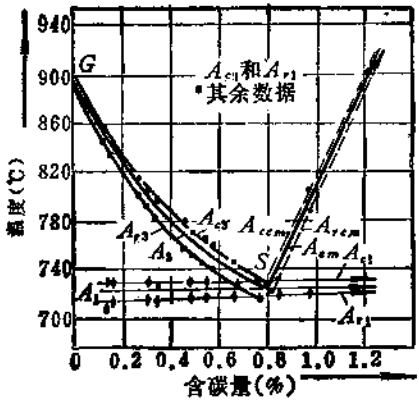


图1-1-6 在加热(冷却)速度为 0.5℃/分时，
Fe-Fe_3C 状态图中临界点的移动

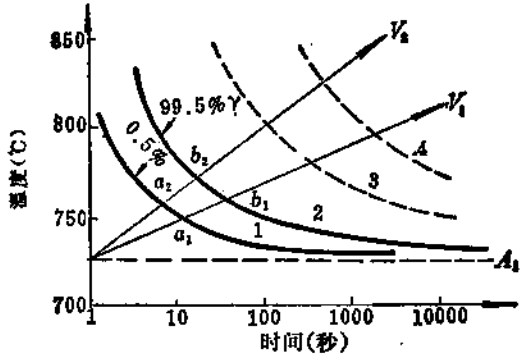


图1-1-7 珠光体向奥氏体转变曲线

将与 A_1 线在无穷远处相交，此时，转变起始曲线将与终止线汇合在一起，珠光体向奥氏体的转变，在一恒温下发生，这样就构成了铁碳平衡图的平衡转变温度。

(一) 奥氏体的形成过程

由上述的分析不难看出，要使珠光体转变为奥氏体，必须将钢加热至超过 A_{c1} 温度以上。这时，奥氏体的形成也是通过生核

及成长过程来实现的。其具体转变过程可以简单地认为是通过以下三个步骤完成的，如图 1-1-8 所示。

1．从铁素体与渗碳体的交界面处，开始形成奥氏体的晶核并成长。这是由于在交界面处原子排列比较紊乱，有利于晶核的

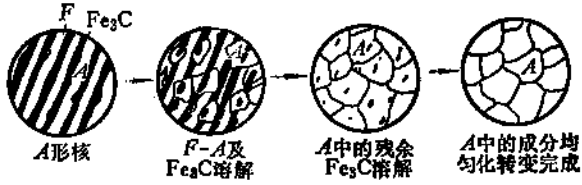


图1-1-8　共析碳钢中奥氏体形成过程示意图

形成。形成了奥氏体小晶核后通过原子的扩散，晶核附近的珠光体逐渐转变为奥氏体，同时奥氏体不断长大。

2．残余的渗碳体向奥氏体中继续溶解。由于渗碳体无论是结晶构造或含碳量都与奥氏体差别极大，故由渗碳体向奥氏体的转变，必然落后于铁素体向奥氏体转变。在铁素体完全转变为奥氏体后，仍会遗留部份渗碳体尚未转变，这部份渗碳体将继续向奥氏体内溶解。

3．奥氏体成份的均匀化。在刚形成的奥氏体晶粒中，由于原来是渗碳体层的地方比原来是铁素体层的地方碳浓度要高一些，碳原子的扩散需要一定时间最后方可得到成份均匀的奥氏体晶粒。

由上可知，钢在加热时必须要有保温时间。保温不仅是为了把工件热透，使其心部达到表面的温度，还为了获得均匀一致的奥氏体组织，以便在冷却后得到良好的组织与性能。

（二）奥氏体晶粒的长大

提高加热温度能加速奥氏体的形成和均匀化过程，但提高加热温度，延长保温时间，又能促使奥氏体晶粒长大，降低热处理后钢材的性能，特别是冲击韧性变坏，甚至在淬火时会形成裂纹。

由此可见奥氏体的均匀化和晶粒长大，这两个因素是互相制约的，因此需要研究奥氏体晶粒长大的过程，以便能动地在生产中控制晶粒的大小。钢加热到临界点以上，在珠光体向奥氏体转变刚完成后，所得到的奥氏体晶粒是非常细小的（一般称此为起始晶粒）；但是，随着温度升高或时间延长就会出现晶粒长大的现象（晶粒长大的现象，其中以升高温度为主要因素），我们把加热中某一条件下得到的晶粒大小称为实际晶粒度。奥氏体的晶粒长大，是因为在较高温度下，原子扩散比较容易，使晶粒之间互相并吞，以减少晶界表面积，从而变成粗晶粒。但是，在不同牌号的钢中，在相同的加热条件下，有些钢随着温度的升高，奥氏体晶粒便迅速的长大，而有些钢则不易长大，只是加热到更高的温度时才开始长大，如图 1-1-9 所示。

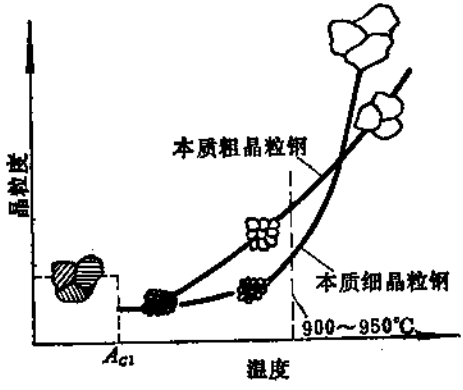


图1-1-9　钢的本质晶粒示意图

前者晶粒长大的钢叫做“本质粗晶粒钢”，而后者在930～950℃以上才显著长大的钢叫“本质细晶粒钢”（因为一般的热处理工艺，其加热温度都在950℃以下）。对于本质粗晶粒钢加热时，必须注意不能采取过高的加热温度，以避免形成粗晶粒。测定钢的本质晶粒度，可按 YB27-64 的部颁标准。

三、钢在冷却时的组织转变

热处理实质就是控制加热和冷却两个过程来促使金属内部组织发生转变。钢在室温时的机械性能不仅与高温加热状态所获得的奥氏体晶粒大小、化学成份均匀程度有关，而且与奥氏体在冷

却时的转变有直接关系。即使是化学成分相同的钢材，加热到高温奥氏体后，由于冷却方式和冷却速度的不同，所获得钢的机械性能也有明显的差异。

根据铁碳平衡图，我们知道，由高温状态的奥氏体，以无限缓慢的冷却速度冷却时，当奥氏体冷却至 A_1 时按平衡图的规律而发生珠光体的组织转变；如果冷却速度增大时，奥氏体的转变则不按平衡图的规律进行，奥氏体要过冷到低于平衡温度转变，并随着转变的温度不同，获得了各种不同的不平衡的显微组织结构。反映出来的机械性能和物理性能也都有明显差异。如T 8 共析钢，随着冷却速度加快，其转变温度 A_{r1} 要降低，同时转变将在一个温度范围内进行。其转变产物（珠光体）中的铁素体与渗碳体的中间距离（分散度）缩短，其硬度也随之增加，见表1-1-2。

如果冷却速度再加快，只有一部份奥氏体在500～600℃之间转变为极细的珠光体（称屈氏体），其余的奥氏体，则过冷到更低温度转变成马氏体。当进一步提高冷却速度（碳钢达150～300℃/秒时），则奥氏体向珠光体转变完全消失，奥氏体过冷到＜200℃时转变为马氏体。马氏体硬度极高，HRC在 60 以上。

表1-1-2　冷却速度对共析钢转变温度及转变产物的影响

冷却速度（℃/分钟）	转变温度(℃)	转变产物(分散度)	硬度（HB）
1	710	粗珠光体	180
60	680	珠光体	230
600	650	细珠光体	250
3000	600	极细珠光体	350

（一）钢在等温冷却时的转变

钢的等温转变，就是将钢加热到高温奥氏体状态后，迅速冷却到低于 A_1 某一温度，并在此温度作足够时间的停留，使高温奥氏体在此温度下完成其组织转变的过程。

奥氏体等温转变曲线的建立(以共析钢为例)　奥氏体等温转

变曲线的建立，可用金相法测定。其方法是：取若干组试样加热至 A_{c1} 以上组织转变成均匀的奥氏体状态后，迅速冷却到低于 A_1 以下的不同温度，如 700、650、550、450、250℃ 等，并分别在每一温度保持恒温，使奥氏体在这些不同温度下完成其组织的转变过程。我们可以将每一温度奥氏体发生转变开始点（即在该温度开始出现奥氏体的组织转变）所需的时间和转变终了点（即在该温度完成奥氏体的全部组织转变）所需的时间详细的记录下来，再把奥氏体所有的开始转变点 a 及转变终了点 b 分别连接起来，便形成了奥氏体开始转变曲线和终了点曲线，如图 1-1-10 所示。

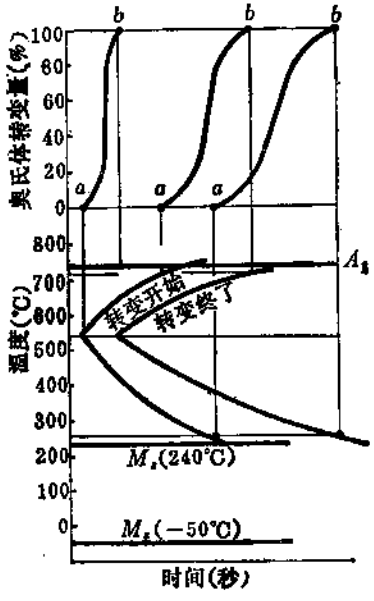


图1-1-10 共析钢的等温转变图的形成

由于奥氏体等温转变曲线与“C”字形相似，故又称“C”曲线。若将奥氏体迅速过冷至 240℃ 以下，则将开始发生马氏体转变，这一温度称为马氏体开始转变温度，用“M_s”表示；马氏体转变终点用“M_f”表示，两条线均为水平线。

对于亚共析钢或过共析钢在等温转变时，先析出铁素体或渗碳体，然后再开始珠光体的转变，所以在C曲线上还有一条反映铁素体或渗碳体的析出线，如图 1-1-11 所示。

随着冷却速度的增加，先析出的铁素体或渗碳体量逐渐减少，转变接近C曲线拐点时，亚共析钢或过共析钢的奥氏体转变不再先析出铁素体或渗碳体，而是直接转变为极细的铁素体与渗碳体的共析组织，这种共析组织的含碳量并不是 0.8%，故称为“伪

共析组织”。

（二）等温转变曲线各区域的分析

由于奥氏体等温转变各区域的温度不同，最终所获得的组织也不同。在C曲线的上部区域，不同过冷度下奥氏体的等温转变后的产物，虽然它们都是层（片）状珠光体组织，但是随着过冷度不同其层（片）状的厚度、间距也不同；在过冷度很小时得到粗片状“珠光体”，它在低倍（<500×）显微镜下就能分辨出来，过冷度稍大时得到片层较细的“细珠光体”，只能在高倍

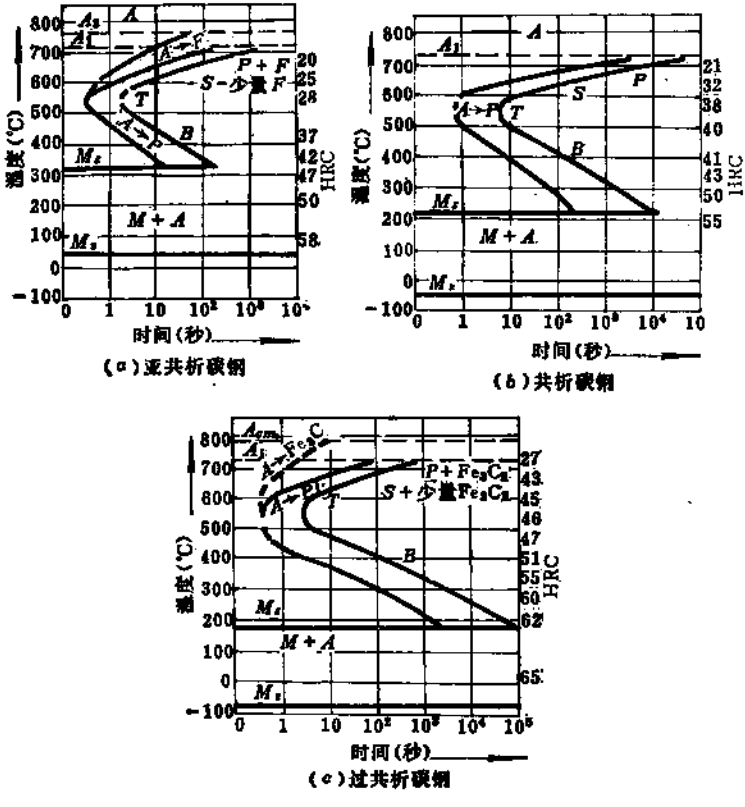


图1-1-11　亚共析碳钢、共析碳钢、过共析碳钢的C曲线比较

（～1000×）显微镜下才能分辨出来，这种组织称为“索氏体”；过冷度再大时，得到片状极细的“珠光体”，用电子显微镜才能分辨出来，这种组织称为“屈氏体”，它的片层间距愈细，塑性变形的抗力愈大，强度、硬度愈高，而塑性、韧性愈低。

在C曲线的下部，即500～230℃（M_s）之间，过冷奥氏体将转变为“贝氏体”组织（即中温转变）。在500～350℃范围内，过冷奥氏体转变的产物，在显微镜下呈羽毛状，见图1-1-12。它是由许多平行而密集的铁素体片和分布在片间的断续细小的渗碳体共同组成的，这种组织称“上贝氏体”。在350～230℃（M_s）范围内，过冷奥氏体的转变产物在显微镜下呈黑色竹叶状，如图1-1-13所示。

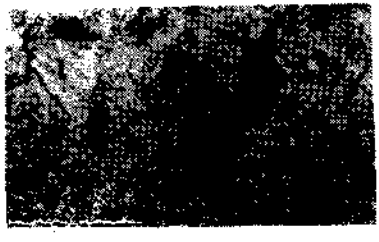


图1-1-12　500×　上贝氏体



图1-1-13　2500×　下贝氏体

它是在竹叶状的铁素体内分布渗碳体质点，这种组织称“下贝氏体”。下贝氏体与上贝氏体比较，前者具有较高的硬度和强度，同时塑性、韧性也较好，所以在生产中常采用等温淬火的方法以获得下贝氏体组织。

奥氏体的过冷度再增加，当过冷至M_s点以下时，发生马氏体转变（即低温转变），它与上面所发生的转变完全不同，此时奥氏体的转变是在一定温度范围内（M_s～M_e）连续冷却时形成。奥氏体转变为马氏体的含量，随温度下降而逐渐增加。马氏体的实质是铁素体里溶入过多的碳，称为过饱和的α-Fe固溶体，在显微镜下呈针状组织，如图1-1-14所示。

马氏体具有很高的硬度。钢中马氏体的硬度，随含碳量而变

化，马氏体的含碳量愈多，马氏体的硬度愈高，见图 1-1-15；但当含碳量超过 0.8%后硬度基本上不再增加了。马氏体转变及转变终了的范围，随着含碳量的增加而降低，如图 1-1-16 所示。



图1-1-14　500×　马氏体组织

奥氏体向马氏体转变有一个特点：奥氏体不能全部转变为马氏体，总有少量的奥氏体保留下来（称为残余奥氏体），这是因为奥氏体的比容小，马氏体的比容大。在转变的过程中，随着马氏体的形成体积膨胀，从而对尚未转变的奥氏体造成了一定的压力，使其不易发生马氏体转变，而被保留下来。马氏体冲击韧性

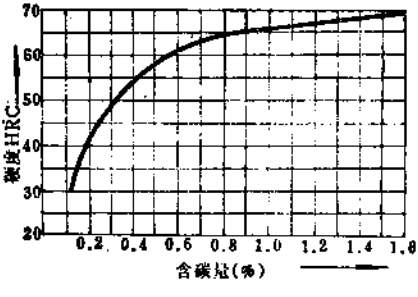


图1-1-15　马氏体硬度与含碳量关系

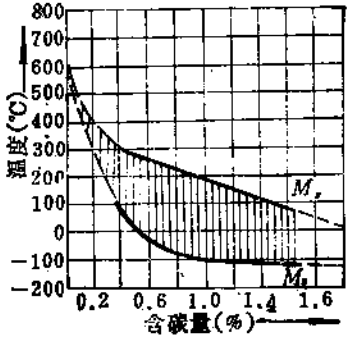


图1-1-16　奥氏体的含碳量对M_s及M_z的影响

很低，脆性很大，延伸率和断面收缩率几乎等于零。马氏体的针叶尺寸对硬度没有影响，但对冲击韧性影响很大。奥氏体晶粒愈大，马氏体针叶也愈粗大，则冲击韧性愈低。无针叶状马氏体组织的韧性最高。

现将共析钢等温转变所得的各种组织的大致温度范围及其硬度列于表 1-1-3。

表1-1-3　共析碳钢奥氏体等温转变的组织和硬度

组织名称	形成温度范围(℃)	硬度
珠光体	A_{r1}～650	HB170～220
细珠光体(索氏体)	650～600	HRC25～35
极细珠光体(屈氏体)	600～500	HRC35～40
上贝氏体	500～350	HRC40～45
下贝氏体	350～230(M_s)	HRC45～55

（三）影响等温转变曲线的因素

C曲线的形成和位置不仅对奥氏体等温分解的速度及产物性质有着重要的意义，同时对考虑热处理工艺及淬硬性等问题。也具有指导性的作用。从所有的影响因素中，化学成份对C曲线的影响最大，此外加热温度、保温时间等因素也有明显的影响，现分别讨论如下：

1．含碳量的影响

以共析钢为例，含碳量的减少或增加，都会影响过冷奥氏体的稳定性，使C曲线的位置发生左移。

2．合金元素

奥氏体中含有其他合金元素，则他们对奥氏体的分解，大多有推迟的作用，而使C曲线发生右移。一些碳化物形成元素（如Cr、Mn、W、V等）还会使C曲线形状发生改变。

3．其他因素的影响

C曲线除受成份的影响外，还受到奥氏体晶粒度、均匀度及不溶于奥氏体的质点的影响。奥氏体晶粒愈粗大，C曲线会向右移；奥氏体的成份愈均匀则愈难分解，也使C曲线向右移（这是因为奥氏体的分解产物是由含碳量相差悬殊的两种组织组成）；凡不溶于奥氏体的质点（如碳化物）愈多，则奥氏体发生分解时便成为天然的核心，而使C曲线左移。C曲线的形状和位置不仅随着奥氏体的成份而变，而且还同加热温度和加热时间有关。例如钢

的加热温度愈高，则奥氏体的成份愈均匀，晶粒度较大，碳化物溶入奥氏体的量愈多，使奥氏体的稳定性增加，结果使C曲线发生右移。

（四）钢在连续冷却时的组织转变

在热处理的生产实践中，大多数是以连续冷却方式进行的，如炉冷、空冷、油冷、水冷等都是如此，奥氏体连续冷却转变曲线的基本形状与等温转变曲线大体相似，如图 1-1-17 所示。

从图中可看出，连续冷却转变曲线或多或少地向下方移动。这表示连续冷却的转变温度将会更低些，而转变时间长些。对于碳素钢来说，等温转变和连续转变最大的区别，还在于等温转变

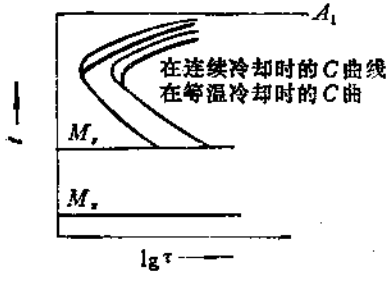


图1-1-17　共析钢奥氏体等温转变曲线(细线)和连续冷却转变曲线(粗线)的比较

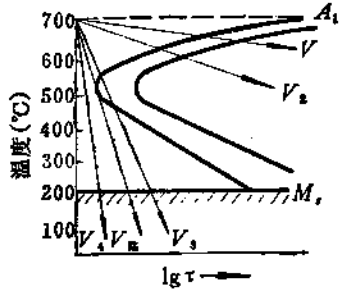


图1-1-18　等温转变曲线在连续冷却时的应用

是在整个温度范围内都可以发生转变，只是奥氏体孕育期有长有短而已。但连续冷却转变在C曲线的下部不发生转变，即得不到贝氏体组织。在实际操作中，我们往往利用等温转变曲线来描述和判断钢在冷却时的组织转变。

根据奥氏体的等温转变曲线，我们可以判断不同冷却速度下的组织转变产物，如图 1-1-18 所示。

图中 V 相当于炉冷退火时的情况，其转变产物为珠光体。V_2 冷却速度相当于空气中冷却（正火）的情况，其转变产物为索氏

体。V_3相当于钢在油中冷却时的冷却速度，其转变产物是屈氏体和马氏体的混合组织。$V_临$称为临界冷却速度，所谓“临界冷却速度”是得到马氏体组织的最小冷却速度。因此，要使钢淬硬达到全部马氏体组织，必须大于“临界冷却速度”。V_4是相当于钢在水中淬火时的冷却速度，它大于临界冷却速度。根据C曲线所反映的客观规律，选定适宜的冷却速度来满足人们要求的性能，有着十分重要的意义。

四、塑性变形对低碳深冲钢显微组织及性能的影响

枪弹绝大部分金属零件的制造，从原材料至成品一般都要经过冷挤、冲压等塑性变形冷加工。塑性变形的结果，使钢的机械性能发生了变化，主要是强度、硬度提高而塑性下降。图1-1-19（a）表示F11、F18深冲低碳扁钢塑性变形加工率的大小与机械性能的关系。图1-1-19（b）表示S20A深冲圆钢制造14.5弹壳的引伸塑性变形冷加工率与硬度的关系。由于塑性变形而引起的金属强化现象称为“加工硬化”或“加工强化”。

显然由于冷加工产生的塑性变形而引起的性能变化，是因为钢的内部组织结构发生变化所致。钢件在外力的作用下，外形不断的改变，组成钢的铁素体晶粒和珠光体晶粒的形状也要发生变化，铁素体晶粒内产生了滑移；铁素体晶粒和珠光体晶粒，沿加工塑性变形方向被拉长或压扁。冷加工率愈大，则拉长愈大，当冷加工率很大时（如70～90%），铁素体晶粒内滑移线明显的增多，晶粒破碎，晶格产生畸变，晶粒间界模糊，成纤维状组织。

含碳0.2%，锰0.45%，硫0.2%，磷0.008%，硅0.056%，铝0.077%的S20A低碳深冲圆钢作14.5弹壳，不同引伸加工率的显微组织见图1-1-20。

当塑性变形量很大时，由于变形时晶体转动和旋转使各晶体的某一晶向都在不同程度地转到与外力作用方向相近，这样就使得原来位向各不相同的各个晶体取得了接近一致的位向，即形成

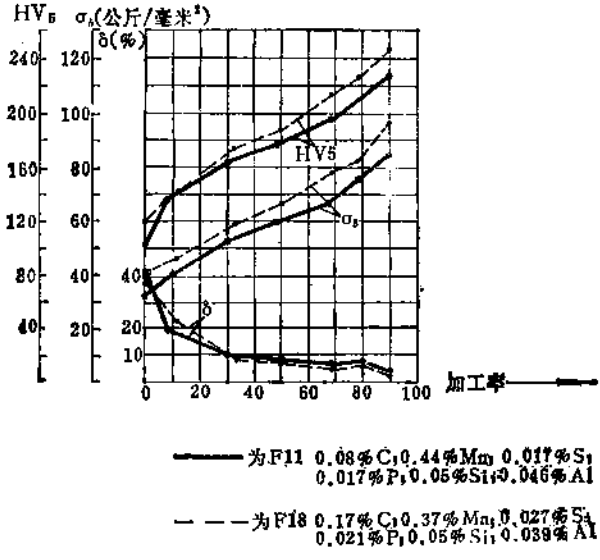


图1-1-19(*a*)　F11、F18低碳钢加工率与机械性能的关系

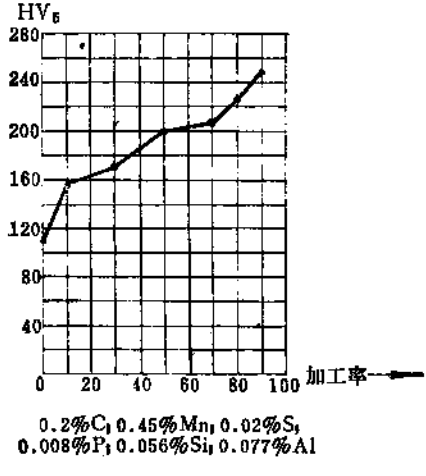


图1-1-19(*b*)　S20A 不同引伸加工率与硬度的关系



图1-1-20(*a*) 500× 引伸加工率 10%$HV_5$157



图1-1-20(*b*) 500× 引伸加工率30%$HV_5$170



图1-1-20(*c*) 500× 引伸加工率50%$HV_5$201

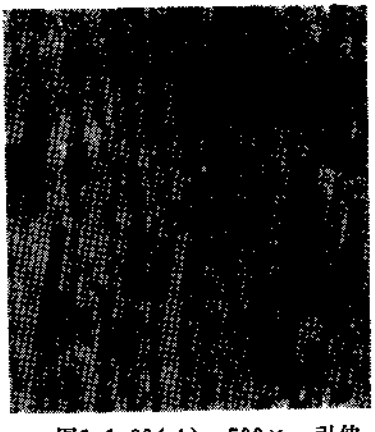


图1-1-20(*d*) 500× 引伸加工率70%$HV_5$209

所谓择优取向，这种组织称为形变织构。

低碳钢和其它金属一样也能形成织构，使其性能有方向性，这是低碳扁钢片材冷冲型所不希望的。一般有织构的低碳扁钢，片材冷冲盂时会使盂子的口部不齐，形成所谓制耳，如图1-1-21的1、2为有制耳盂子。这种盂子在引伸加工中易形成废品，即



图1-1-20(*e*) 500× 引伸加工率80%$HV_5$226

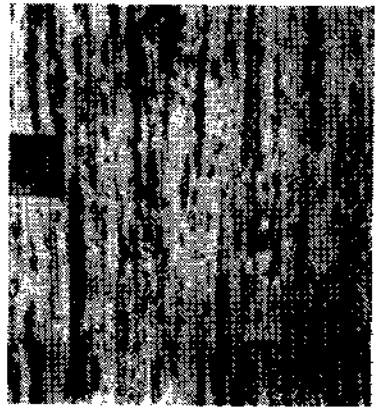


图1-1-20(*f*) 500× 引伸加工率90%$HV_5$250

盂子口部形成对称的四个高峰和四个低凹，高峰处材料的塑性流动好，低凹处则较差。如果高峰低凹相差过大，加工中易造成壁厚差大，破口多。

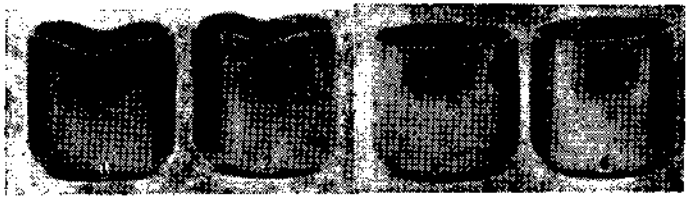


图 1-1-21

1、2—有制耳盂子；3、4—无制耳盂子。

形成制耳疵病的主要原因，一般认为是由于轧片时冷加工率较大而形成织构所致。根据试验，经冷变形后的F11覆铜钢片，由于退火温度不当，冷变形后的铁素体未再结晶或部分再结晶，如图 1-1-22 所示，下料冲盂时均有制耳疵病。

同样的料片经完全再结晶退火后，下料冲盂时无制耳疵病产生，见图 1-1-21 中 3 、 4 无制耳盂子。

总之，在制定冷加工工艺和再结晶退火工艺时应设法避免下料冲盂制耳疵病的产生。

金属及低碳钢的冷冲压加工硬化现象在工业上以及枪弹制造业中具有重要的实际意义。首先它是提高金属强度的重要方法之一，枪弹的几个主要金属零件各部位的强度在材料既定的前提下，是通过加工强化来达到的。其次因为金属具有加工硬化的特性，使已变形部分得到强化，未变形的地方继续变形，而使产品零件获得加工成型。但是加工硬化达到一定程度后会给金属及低碳钢的进一步加工带来困难。为了便于继续加工，必须穿插一些专门的热处理工序（中间退火），以消除加工硬化，使零件能继续进行加工。例如枪弹零件弹壳和弹头壳的引伸加工，一般都要进行一至三次中间退火，才能顺利加工至成品零件。



图1-1-22　500×　F11覆铜钢片冷变形后经600℃退火部分再结晶

第二节　枪弹制造热处理的分类

枪弹金属零件进行热处理时，由于各金属零件及其各部位要求的机械性能不一样，其组织状态各异，因此需采用不同的热处理操作工艺，以达到所需要的目的。

前面已述，热处理的基本操作工艺，简言之就是加热-保温-冷却。加热温度、保温时间以及冷却方式等工艺的确定，对钢而言，主要是依据铁碳平衡图和钢的等温转变曲线。关于枪弹金属零件热处理工艺的加热温度范围，也可通过铁碳平衡图来确定，如图 1-2-1 所示。冷却速度的确定主要是参考C曲线。

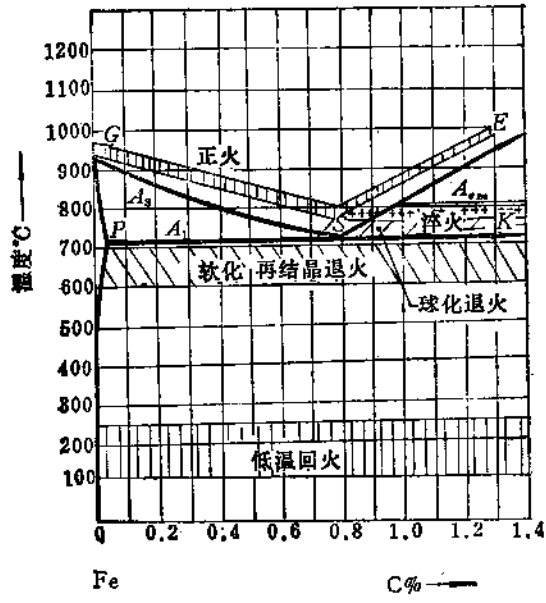


图1-2-1 铁碳平衡图(部分)

一、退 火

将钢件缓慢加热至所需要的温度（高于 A_{c3} 或在 A_{c1} 与 A_{ccm} 之间，也可以在 A_{c1} 以下），并在该温度停留一段时间，然后缓冷到一定的温度出炉或直接出炉在空气中冷却，这种操作工艺称为退火。

退火的主要目的是：消除内应力；恢复冷冲压加工硬化的塑性；改善机械性能；为淬火做好金相组织准备；改善切削加工性能；消除化学成份的不均匀性。

由于目的要求不同，金属零件的退火可分为完全退火、等温退火、球化退火、扩散退火、消除应力的低温退火、再结晶退火、正火（是退火工艺的一种特殊形式）。在枪弹制造中，大量采用的是再结晶退火，其次是球化退火、消除应力的低温退火以及正火等，现分别叙述如下：

（一）再结晶退火

经冷加工变形的金属材料，加热到高于该材料的再结晶温度，使之进行重新成核和晶粒长大（但不产生相变），其组织和性能发生了剧烈的变化，形成了新的稳定的组织，然后缓冷至室温，此种操作方法称为再结晶退火。

枪弹金属零件冷加工后，晶体产生了滑移，晶粒破碎，晶格歪扭而硬化，金属零件的强度升高，塑性下降，如继续加工，当加工率接近一定极限值时，工件就要破裂。为此，冷加工硬化达到一定程度后，必须进行再结晶退火，以便继续加工。

金属零件经冷加工后的再结晶退火，其组织性能的转变过程是靠退火温度不断升高来完成的。随着温度的上升，其组织与性能朝着加工前的方向变化，其过程大体上分为四个阶段，如图1-2-2所示。

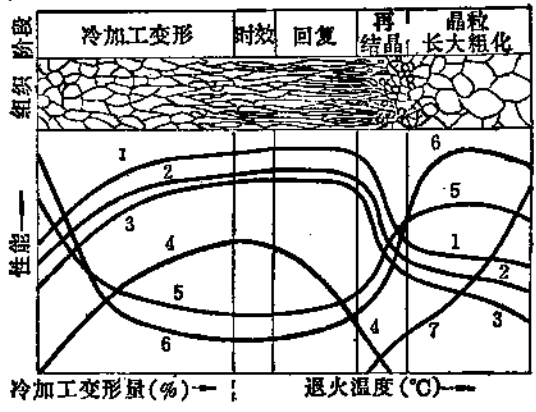


图1-2-2　冷加工变形量及低温退火温度对金属组织和性能的影响

1—硬度；2—抗拉强度；3—屈服强度；4—内应力；5—伸长率；6—面缩率；7—再结晶晶粒大小。

1．时效、回复阶段：经冷变形的金属零件，在加热至再结晶前的整个温度范围内，金属受冷加工变形的晶粒保持不变，冷加工造成的内应力连续地部分地消除，机械性能有不同程度的变

化。在枪弹零件生产中，为了防止黄铜弹壳长期储存中产生自裂，成品弹壳采用消除应力的低温退火，其温度范围就属于回复阶段。生产实践证明，黄铜和低碳钢在消除应力的开始阶段，其强度、硬度、屈服极限均是略有上升而后下降，延伸率则先略有下降而后又逐步上升。造成这种现象，主要是因应变时效所引起，关于应变时效的机理详见本章第三节。H68 黄铜变形 50%后，在不同温度退火，机械性能的变化如图 1-2-3 所示。

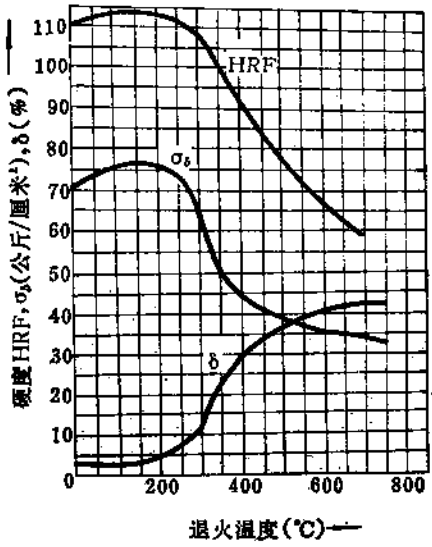


图1-2-3　H68黄铜的机械性能与退火温度的关系，变形50%退火时间 1 小时

低碳钢(F11、F18)变形 50%后，在不同的温度退火，机械性能变化如图 1-2-4 所示。

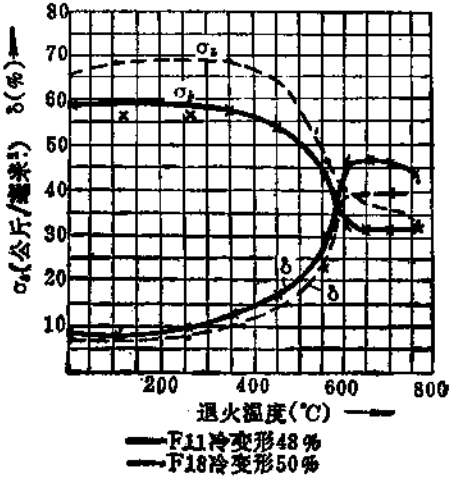
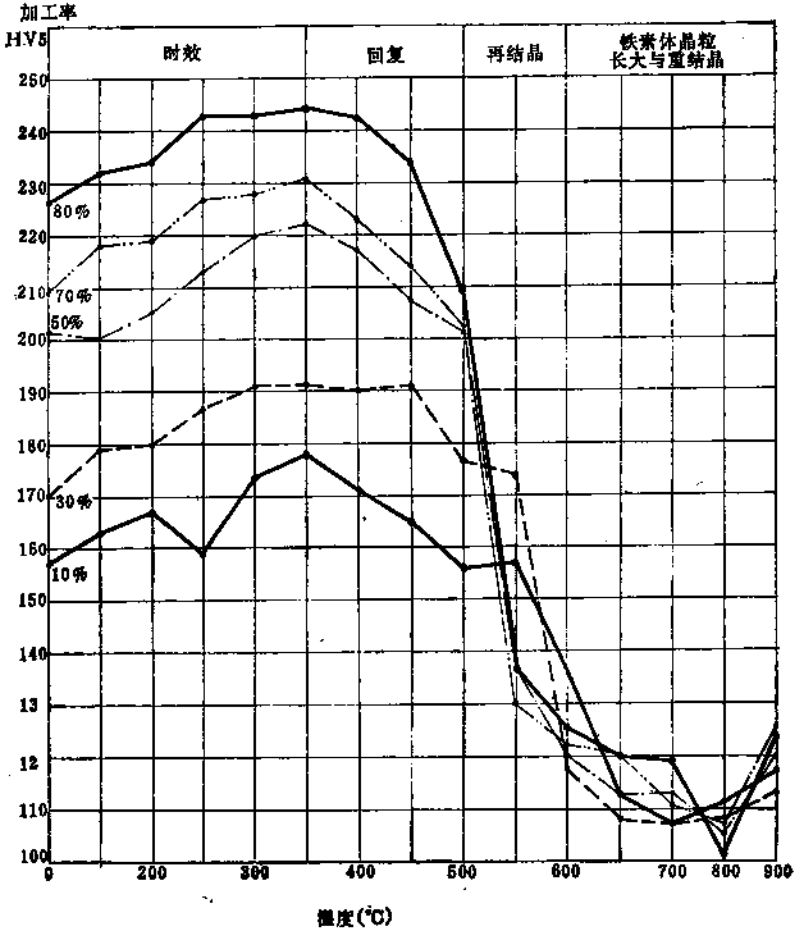


图1-2-4　低碳钢经冷变形后，退火温度与机械性能的关系，退火时间 1 小时

S 20A圆钢做的 14.5 弹壳，在不同引伸加工率和不同退火温度下，其硬度变化如图 1-2-5 所示。

2．再结晶阶段：随着退火温度继续上升到某一温度时，金属的组织和性能便产生了剧烈的变化，在破碎晶粒的缺陷处，产生了新晶核。引起这个变化的开始温度称为再结晶温度。再结晶



0.2%C；0.45%Mn；0.021%S；0.008%P；0.056%Si；0.077%Al

图1-2-5　S 20A不同引伸加工率，不同退火温度与硬度的关系

阶段是从开始再结晶到再结晶完成为止（即完全消除了因冷加工塑性变形而造成的晶体缺陷）。讨论金属的再结晶温度，对于正确选择再结晶退火工艺有着重要的实际意义。不同的金属有不同的再结晶温度。大部分纯金属的最低再结晶温度与其熔点之间有如下的关系：

$$T_{再}=(0.35\sim0.40)T_{熔}$$

式中 $T_{再}$ 及 $T_{熔}$ 均按绝对温度计算，保温时间一般是 30～60 分钟。再结晶温度 $T_{再}$ 受下列因素的影响：

（1）金属材料预先冷变形程度对开始再结晶的温度影响很大。变形度愈大，再结晶温度愈低，见图 1-2-6 和表 1-2-1。

表1-2-1　S20A圆钢不同引伸加工率，不同退火温度与再结晶晶粒大小关系

序号	晶粒大小 / 温度(℃) / 加工率(%)	500	550	600	650	700	800	900
1	10		未再结晶	部分再结晶	完全再结晶6级	5～6级	部分重结晶	全部重结晶8级
2	30	未再结晶		完全再结晶7级	6～7级	6～7级	部分重结晶	全部重结晶8级
3	50	未再结晶	完全再结晶7级					
4	70	未再结晶	完全再结晶9～10级		9级	9级	部分重结晶	完全重结晶8级
5	90	未再结晶	完全再结晶10级	9级	9级	9级	部分重结晶8级	完全重结晶8级

注：变形前晶粒度为 8 级。

（2）当冷加工变形度一定时，加热时间愈长或加热速度愈慢，再结晶温度降低。

（3）杂质元素溶入金属中，可提高再结晶温度。

在生产中，为了缩短生产周期，提高劳动生产效率，采取的再结晶退火温度实际上比 $T_{再}$ 高 100～200℃（一般不超过相变温

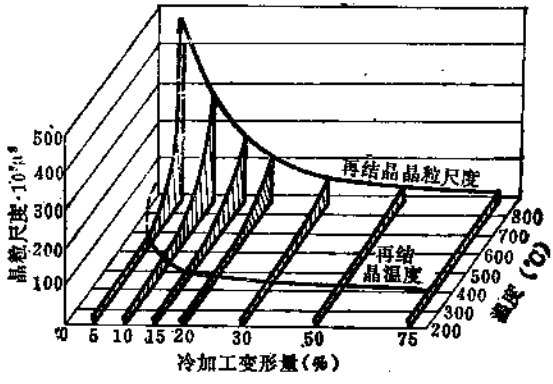


图1-2-6 低碳钢的冷加工变形量、加热温度与再结晶晶粒大小的关系

度)。若采用高频或中频退火时，温度超过 A_{c1}，以便在很短的时间内完成再结晶退火过程。

3．晶粒长大阶段：再结晶完成后，继续保温或升高温度，新晶粒就会彼此吞并而长大，使晶粒表面能降低，这是一个自发的趋势。供作弹壳用的黄铜，经冷变形再结晶后的晶粒大小，对材料性能有很大的影响。如H70黄铜晶粒大小应控制在0.045～0.09毫米，此晶粒具有良好的冷加工性能。晶粒过大，冷变形后晶粒粗糙，产生桔皮，不宜引伸加工，所以需要适当的控制再结晶后的晶粒度。影响再结晶后晶粒大小的因素有：

（1）在退火温度一定时，再结晶后晶粒大小与加工率有关。

1）在加工率很小时（小于临界加工率），点阵畸变能不够，不足以发生再结晶，因此原晶粒保持不变。

2）一般金属的加工率在2～10%时，再结晶后晶粒特别粗大，这个加工率称为临界加工率。由于这种加工率的应变能小，再结晶形核少，因此新晶粒有充分生长的机会，得到粗大晶粒。在生产过程中应尽可能避免临界变形加工率。图1-2-7为含碳量0.2% S20A圆钢盂子，在冷加工塑性变形前的原始晶粒相同的

条件下，不同引伸加工率，在相同的退火温度下退火后的金相图片。

3）加工率愈大，再结晶核心愈多，退火后晶粒愈细。某些金属（如 Cu、Al、Ni-Fe 合金）当加工率增加到一定数值时，



图1-2-7(*a*) 200× 10%引伸加工率

图1-2-7(*b*) 200× 10% 引伸加工率，700℃ 保温 1 小时，空冷，晶粒度 5～6级

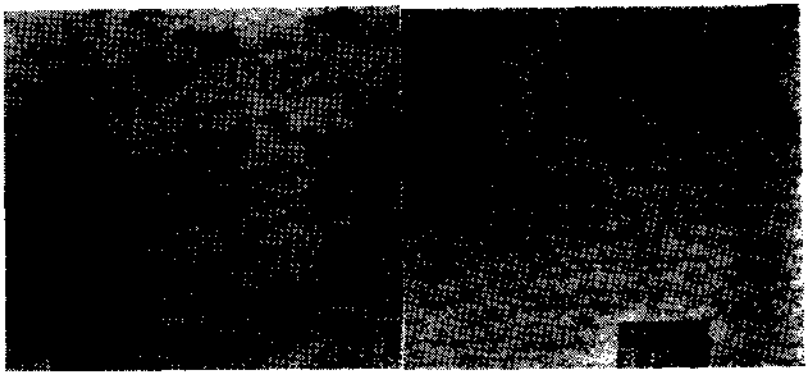


图1-2-7(*c*) 200× 30% 引伸加工率，700℃ 保温 1 小时，空冷，晶粒度6～7级

图1-2-7(*d*) 200× 70%引伸加工率，700℃保温 1 小时，空冷，晶粒度 9 级

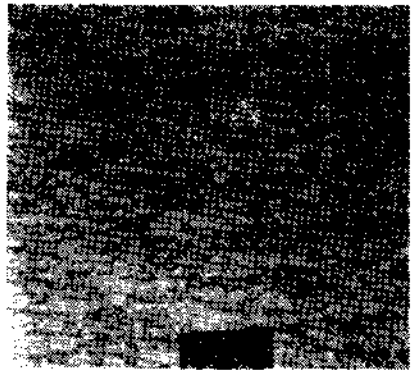


图1-2-7(*e*)　200×　90%引伸加工率，
700℃保温1小时，空冷，晶粒度9级

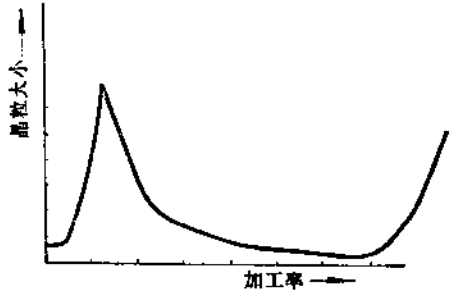


图1-2-8　加工率与晶粒度的关系示意图

再结晶晶粒反而粗大，如图1-2-8所示。

4）变形前的原始晶粒愈细，经冷变形和再结晶后晶粒也愈细，如图1-2-9所示。这主要由于原始晶粒细的金属材料存在着较多的晶界面，有利于成核，故再结晶后易获得细晶粒。

（2）在冷变形度相同的条件下，退火时间一定时，退火温度愈高，再结晶后晶粒愈粗，如图1-2-9所示，退火温度一定时，时间愈长，晶粒愈大，当时间增长到一定时，晶粒长大不明显。

用铝脱氧的低碳镇静钢S15A、S20A，实际生产中在一定温

度范围内（即由开始再结晶至完全重结晶的整个温度范围）晶粒长大不明显，见表 1-2-1。

（3）杂质元素溶入金属中，阻碍晶粒长大，得到细晶粒。

（二）球化退火

将热加工（或热轧）后组织为片状珠光体的过共析钢，加热到 A_{c_1} 以上 20～30℃充分保温后，缓慢冷却（20～60℃/小时）到 600℃以下出炉，使之获得球状珠光体，降低材料的硬度，改善切削加工性能，同时有利于淬火后获得良好的组织。在枪弹金属零件的热处理中，球化退火主要用于T12A钢心的热处理。球化退火温度一般为760～780℃。在生产中根据实际要求，有的采用等温球化退火或周期球化退火等。

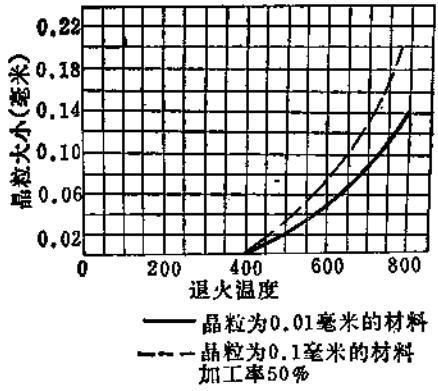


图1-2-9 H68黄铜退火温度与晶粒大小的关系

球化机理：进行球化退火时，在 A_{c_1}～A_{ccm} 之间加热（见图 1-1-6），这时钢中一部分渗碳体溶入奥氏体中，还保留一部分未溶入奥氏体的渗碳体，这些未溶解的渗碳体原为片状组织，在该温度下长时间保温过程中，片状渗碳体逐步缩小表面能而球化。当保温后缓慢冷却时，从奥氏体中析出的渗碳体就以球化了的渗碳体为核心，长成球状。在缓冷过程中，又同时从奥氏体中产生新的核心，逐步长成球状，结果使珠光体中的渗碳体全部球化，成为球状珠光体。

球化温度愈高，未溶渗碳体愈少，球化核心少，球化不完全，易形成粗片状渗碳体；球化温度过低，原有的片状渗碳体不易球化。片状珠光体的硬度高，不利于车削加工，零件表面容易出现

毛丝，光洁度差。

渗碳体球状大小取决于冷却速度。冷却慢，渗碳体聚集作用大，渗碳体球愈大，反之则愈小，甚至出现点状。粗大的球状渗碳体强度、硬度低，细球状或点状的球状渗碳体强度、硬度高。因此，为了获得一定颗粒的球状珠光体，必须根据钢号选择适当的退火温度及适当的冷却速度，见图1-2-10。

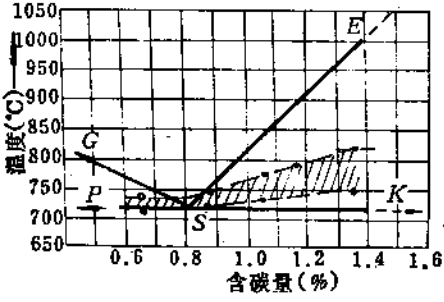


图1-2-10　碳钢球化退火温度区

（三）正火

正火是将钢料加热到临界点 A_{c3}（或 A_{ccm}）以上30～50℃，保温后空冷的热处理工艺，它是退火工艺的一种特殊形式。正火的目的是：

1．细化奥氏体晶粒，消除魏氏组织及网状组织；

2．稳定机械性能。

在枪弹制造中，它用于鉴定低碳钢机械性能和技术指标。

二、淬　　火

将钢件加热到临界温度 A_{c3}+30～50℃（亚共析钢）或 A_{c1}+40～60℃（过共析钢），并保温一定时间然后急速冷却下来，这种操作称淬火。

淬火是各种热处理中最复杂的一种工艺。因为它的冷却速度很快，容易造成变形和裂纹；如果冷却速度慢了，又达不到所要

求之目的。故淬火常常成为决定产品最终质量的关键。所以要得到满意的组织，不出废品，就必须注意合理设计零件，并严密控制适宜的加热温度和冷却速度。由于钢件经淬火后具有很大的内应力和脆性，必须及时回火予以消除。

三、回　火

钢淬火后得到的组织是马氏体和少量的残留奥氏体，它们都是不稳定的组织，存在着极大的内应力和脆性，必须及时的进行回火处理。回火就是将淬火钢在临界点 A_{c_1} 以下加热、保温，并以适当的冷却方式冷至室温，以得到预期的性能。回火是为了消除内应力，稳定组织，提高韧性；获得零件所要求的机械性能；稳定工件尺寸。

关于碳素钢在回火过程中的组织和性能变化，可分以下三个方面来叙述：

1．马氏体的分解　淬火马氏体是含碳量过饱和的α固溶体。在20～150℃回火时，马氏体内部不断的析出细的碳化物，从而使碳化物周围局部区域的马氏体的含碳量下降。在150～350℃时，马氏体的含碳量继续下降，直至350℃马氏体分解结束，α固溶体中含碳量接近于正常的饱和状态，伴随此过程的发展，内应力逐渐减小，尤其是马氏体转变结束时，内应力显著降低。

2．残余奥氏体的转变　残余奥氏体在200～300℃回火，分解为过饱和α固溶体加碳化物。过饱和α固溶体的含碳量与回火至同样温度的马氏体一样。碳化物为薄片状。以后在继续加热时渗碳体片状将逐步球化。

3．碳化物的形成及长大　在350℃以下回火时，由马氏体中最初分解出来的碳化物并非渗碳体，而是一种呈薄片状的极不稳定的铁碳化合物，随着温度的升高则转变为颗粒状的比较稳定的渗碳体，当继续升高温度时，渗碳体的颗粒将不断聚集长大。

钢在回火时的组织转变如图 1-2-11 所示。

钢的回火组织　回火温度在300℃以下，得到具有与淬火马氏体硬度相近的黑色针叶状组织称为“回火马氏体”。回火温度在350～450℃范围内，得到由铁素体与极细的粒状渗碳体共同组成的组织称为“回火屈氏体”，它的硬度虽比马氏体低，但因这种组织分布很致密，仍具有较高的强度和硬度，并有一定的塑性和韧性。当回火温度升至500～650℃范围时，得到铁素体和较细的粒状渗碳体所组成的组织称为“回火索氏体”，与“回火屈氏体”相比，它的硬度、强度较低，塑性较好，组织中渗碳体颗粒较粗。

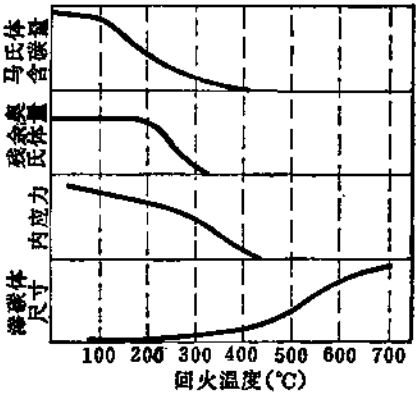
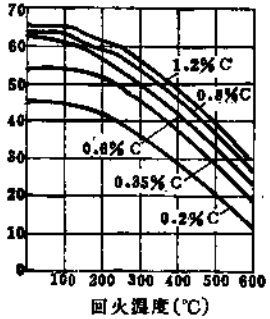


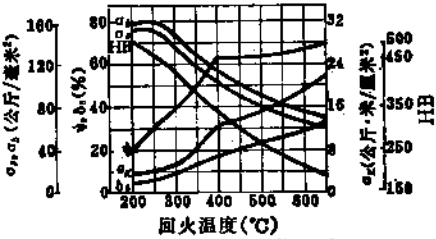
图1-2-11　钢在回火时的转变

随着回火温度的升高，机械性能也发生了变化，如图1-2-12所示。

根据工件性能要求，钢的回火温度范围可分低温回火(100～250℃)、中温回火(350～450℃)和高温回火（500～680℃)。在枪弹金属零件的热处理中，T12A钢心淬火后采用低温回火处理。



(a)硬度的变化



(b)强度和塑性的变化(40钢)

图1-2-12　钢的机械性能随回火温度的变化

四、调　质

调质处理就是淬火加高温回火的双重热处理工艺。调质处理可使钢获得良好的综合机械性能，如较高的强度、韧性和较高的塑性。调质处理主要用于 12.7 钢弹壳圆饼，它是提高弹壳强度和韧性，减少底缘拉脱的有效措施。调质处理的应用及效果见本章第三节。

第三节　枪弹金属零件的热处理

一、弹壳热处理

（一）弹壳材料

正确地选择弹壳的金属材料是很重要的，它不仅影响能否满足弹壳的战术技术要求，还会影响到弹壳制造的工艺性能。目前制造弹壳所采用的低碳钢（F18扁钢，S14A、S15A、S20A圆钢）基本能满足性能和工艺要求。

1．钢的冶炼方法对材料性能的影响

按钢的冶炼方法，分为转炉钢、平炉钢和电炉钢，其中电炉钢和平炉钢已大量用于制造枪弹的金属零件。按钢的脱氧程度，可分为沸腾钢、镇静钢、半镇静钢。

沸腾钢具有表面纯洁，适于电镀和深引伸加工之特点。而镇静钢化学成分及夹杂物分布均匀，机械性能一致性好，本质晶粒细，特别是时效反应不敏感，如表 1-3-1 所示，因此它被广泛用作枪弹金属零件。

2．化学元素对材料性能影响

根据枪弹零件的基本性能要求，应选用适当成分的钢材。钢材基本性能的变化，主要取决于化学部分，现将主要元素对性能的影响简述如下：

碳：碳钢的机械性能主要取决于含碳量，随着含碳量的增减，其性能的变化见图 1-1-5 所示。用作钢弹壳的低碳钢当含碳量低

于0.11%时，由于强度低，不可能通过机加工获得适宜的弹壳强度。因此，一般弹壳用钢的含碳量都规定在0.11%以上。当含碳量增加，弹壳硬度显著增高，如图1-3-1所示。

表1-3-1 沸腾钢与铝脱氧镇静钢人工时效前后机械性能比较

冶炼方法	时效前试验结果			经拉伸10%在250℃加热1小时时效			钢的含碳量
	σ_b（公斤/厘米²）	δ（%）	α_k（公斤·米/厘米²）	σ_b（公斤/毫米²）	δ（%）	α_k（公斤·米/厘米²）	
沸腾钢	33.5	37.3	12 18.5	52.5	24.8	1.2 1.2	0.08
镇静钢			15.85 16.36			14.11 16.60	0.08

由于含碳量增加，硬度升高，射击时弹壳弹性恢复量大，胀膛量小，因而退壳力小，有利于退壳，见表1-3-2。

表1-3-2 14.5不同材料弹壳膛压消失后的退壳力

序号	弹壳类别	退壳力（公斤）		
		最大	最小	平均
1	含碳0.08%的F11沸腾钢弹壳	500	152.5	388.7
2	含碳0.16%的铝脱氧镇静钢弹壳	19	0.5	5.3

12.7枪弹弹壳，当材料含碳量在0.16%以上，虽然采用圆饼调质工艺，在恶劣的射击条件下，仍产生底缘拉脱疵病。含碳量提高到0.25%左右，即可避免底缘拉脱。若含碳量再提高至0.35%，即使弹壳圆饼不调质也不会产生底缘拉脱。由此看来，提高低碳钢的含碳量，克服射击时因胀膛而产生的底缘拉脱，有显著效果。此外，经试验证明，提高含碳量，对克服14.5枪弹底火脱落，以及斜肩横断等射击疵病均有明显的效果。但从工艺要求来看，含碳量低有利于引伸加工，工模具耗用量少，废品率也少。因此，在选用钢料含碳量时，应首先考虑在满足枪弹弹壳

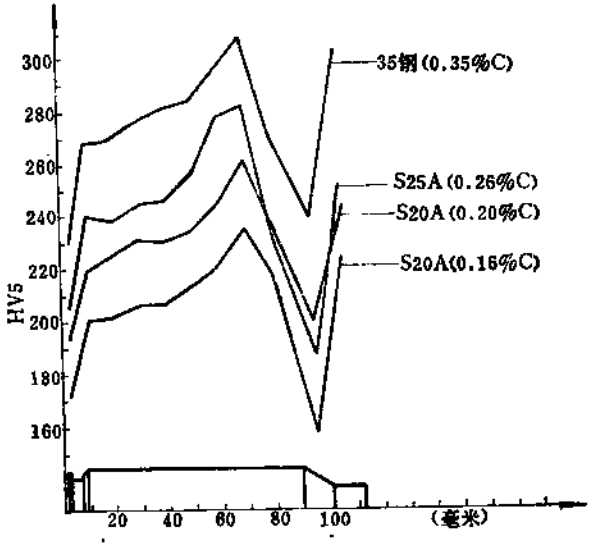


图1-3-1　原材料含碳量对弹壳硬度的影响

基本性能的前提下，宜采用含碳量较低的钢材。

锰：锰是良好的脱氧剂和脱硫剂。它能消除或减弱硫在钢中的有害作用，避免热脆性。锰有强化低碳钢的作用，但易使晶粒粗化。

铝：铝是作为脱氧剂加入钢中的。铝能细化晶粒，获得本质细晶粒钢。关于铝细化晶粒的原因，一般认为是由于铝在钢中与其它元素（如氮、氧等）形成难熔化合物超显微质点（AlN、Al_2O_3等），位于晶界处，机械地阻止晶粒长大。当温度过高，难熔的显微质点一旦熔入奥氏体中后，奥氏体晶粒反而会急剧地长大，使钢的性能变坏。适宜的含铝量能细化晶粒，提高钢的塑性和韧性，并有减少时效的作用。

硅：硅是作为还原剂和脱氧剂加入钢中的。硅也有强化低碳钢的作用，但使塑性、韧性降低，晶粒粗化。因此弹壳钢中含硅量应控制在0.1%以下。

硫：硫是钢中有害元素之一。使钢塑性、韧性降低。碳钢中含硫量应低于0.004%。

磷：磷是钢中的有害元素之一，它显著增加钢的冷脆性。

氮：随炉料进入钢中，在冶炼过程中，钢液也从炉气中吸收一部分氮，因此，氮在钢中总是少量存在着的，并被认为是一种杂质。钢中残留氮含量虽少，但对钢的机械性能有显著的影响。在低碳钢中含微量的氮，是产生应变时效和热时效的重要因素之一。

氧：是在冶炼过程中不可能完全脱掉而残存于钢中的。根据它的存在和分布状态，对钢的性能起不利的作用，形成氧化夹杂物，粗化结晶粒，降低了钢的塑性和韧性。

此外，铬、镍、铜都是作为杂质元素残留在钢中的，应控制一定含量。

（二）低碳钢调质在弹壳中的作用

低碳钢经调质处理后，其综合机械性能得到较显著的提高，如表1-3-3和表1-3-4所示。

表1-3-3　F18扁钢调质与不调质的性能对比

取向 \ 性能 / 方法		抗张强度 σ_b (公斤/厘米²)	屈服强度 σ_s (公斤/厘米²)	延伸率 δ (%)	断面收缩率 ψ (%)	应变时效冲击值 α_k (公斤/厘米²)	屈强比 σ_s/σ_b (%)
纵向	调质	47.7	38.8	32	78.9	26.8	81.35
	不调质	38.5	26	38.8	66.9	17.4	67.53
横向	调质	47.6	39.2	31.1	63.5	8.5	82.35
	不调质	38.3	26	35.8	57.2	5.4	67.8

注：（1）调质为900±10℃，保温30分钟淬火，然后720℃回火64分钟。

（2）不调质为720℃退火64分钟。

从表1-3-3和表1-3-4可看出，低碳钢经调质处理后，可达到以下效果：

1．提高钢的屈服强度和应变时效冲击值

由于调质处理改变了钢的组织结构，因而提高了钢的抗张强

表1-3-4　S20A圆钢调质处理前后应变时效冲击值对比

圆钢编号	热轧经再结晶退火冲击值 α_k（公斤·米/厘米²）	热轧圆钢经720℃再结晶退火冲击值 α_k（公斤·米/厘米²）	热轧圆钢经调质后冲击值 α_k（公斤·米/厘米²）
1	5	7.58	17.2
2	3	13.11	23.06
3	2	2.88	15.18

度、屈服强度和应变时效冲击值，这对增加钢弹壳底缘冲击强度，减小射击时弹壳的胀膛量，提高弹壳的退壳性能，避免底缘拉脱疵病是很有利的。例如12.7钢弹壳圆饼采用调质处理后，大大减少了射击时底缘拉脱疵病的产生。

如示意图1-3-2所示，假设OEM为不调质的弹壳应力应变曲线，而OFH为调质弹壳的应力应变曲线。射击时，在相同最

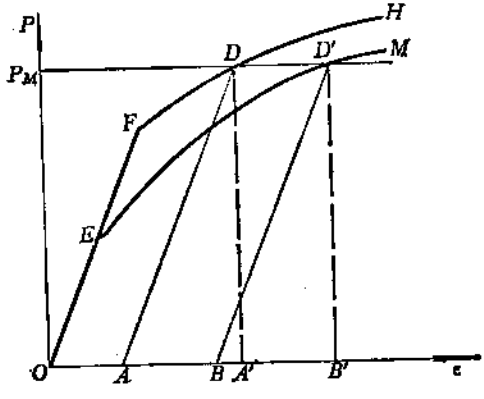


图1-3-2　钢的屈服强度对弹壳胀膛量影响的示意图

高膛压P_M作用下，两种弹壳分别以OED'和OFD产生塑性变形，变形量分别是OB'和OA'，当膛压消失后，二者又分别沿$D'B$和DA弹性恢复，由于调质后钢的屈服极限大，恢复后的永久变量就小，即$OA<OB$，永久变形量愈小，弹壳与膛壁的过盈就愈小，因而胀膛量就愈小。

2．增加钢的塑性

钢经调质后塑性会有所提高，如 12.7 钢弹壳，连续引伸不退火至末次引伸，口部总加工率可达90%以上。圆饼不调质一般口部均被拉缺，而调质的则不拉缺。又如F 18 和F 11 扁钢当冷轧总加工率达90%，也不出现边裂，而不调质者加工率达85%即产生边裂。

其次，从钢的断口来看，调质后钢的断口呈杯锥状，边缘部分为纤维状，而中部是渐凹的，此种断口称为塑性断口。具有这种断口的材料其塑性较好。

综上所述：低碳钢经调质处理后，能提高钢的综合机械性能。其原因是：低碳钢在平衡状态下显微组织是由铁素体和渗碳体两相组成。铁素体是 α-Fe 中溶解极少量的碳原子的固溶体，其硬度和强度、塑性和韧性均接近于纯铁。渗碳体则是一个硬而脆，塑性等于零的化合物。低碳钢经调质后机械性能的提高，主要是由于伪共析面积大，自由铁素体面积小，渗碳体成一定大小的粒状，均匀分布于铁素体中的缘故。

另外铁素体晶粒大小，也有明显的影响。晶粒愈细愈能明显的提高综合机械性能，即强度高，塑性和韧性好。铁素体晶粒愈细，总晶界面积就愈大，因而塑性变形抗力愈大，即强度也愈高；铁素体细晶粒不但强度高，其塑性和冲击韧性也优于粗晶粒钢。

细晶粒的冲击韧性也较好，因为冲击韧性与材料的塑性和强度有关，材料的塑性好，强度高，冲击韧性也高，因此细晶粒铁素体钢冲击韧性的提高显著。

低碳钢的调质处理，除细化铁素体晶粒外，由于淬火的急速冷却，自由铁素体来不及从奥氏体中析出，当奥氏体过冷至 M_s 点时转变为低碳马氏体。根据低碳钢连续冷却的C曲线推断，也可能存在少量的贝氏体。如图 1-3-3(a)，是 14.5 枪弹盂子，其壁厚约为 5 毫米，在 15℃，10%食盐水溶液中滚动淬火，可获得 1.5～2 毫米淬硬层深度。图 1-3-3(b)，是 14.5 盂子壁心部，

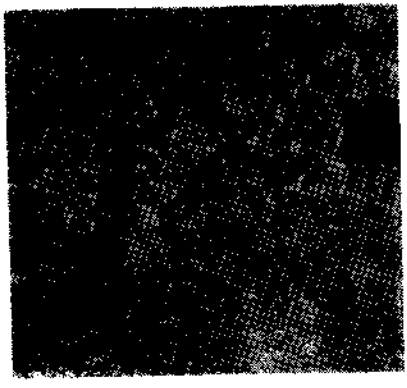


图1-3-3(*a*) 500× 低碳马氏体组织$HV_5$435,HRC44



图1-3-3(*b*) 500× 马氏体+屈氏体+游离铁素体

金相组织为半硬层，即有少量的自由铁素体析出加初生屈氏体加马氏体的混合组织。

以上盂子经700℃高温回火后，盂子外壁金相组织见图1-3-4(*a*)；盂子外壁腐蚀较深的金相组织，如图1-3-4(*b*)所示。

从1-3-4的组织图片中可看出，渗碳体成粒状均匀分布于整个铁素体上，无自由铁素体，成了100%粒状珠光体的伪共析组

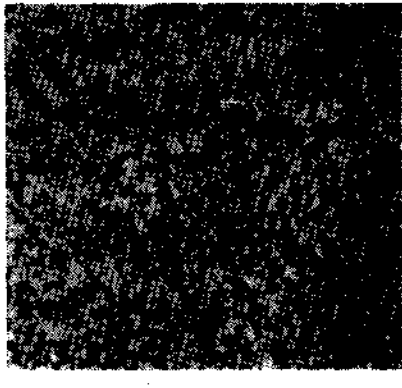


图1-3-4(*a*) 500× 伪共析粒状珠光体$HV_5$171HRB86

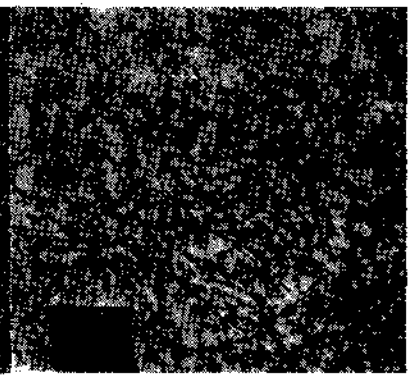


图1-3-4(*b*) 500× 伪共析粒状珠光体$HV_5$171HRB86

织，这是提高综合机械性能的主要原因。在这里必须注意一个问题，如何造成低碳钢伪共析面积大，自由铁素体面积小的程度，直接取决于淬火加热温度和淬火冷却速度。淬火加热温度愈高，冷却速度愈快，伪共析面积愈大，自由铁素体面积愈小，甚至不析出自由铁素体。但加热温度仍要适当，过高要粗化晶粒，如图1-3-5所示，仍不利于提高综合机械性能，甚至使综合机械性能变坏。因此调质处理要达预期的效果，首先在淬火方面必须严格控制淬火加热温度和冷却速度。在回火方面加热温度应不超过相变温度，否则将失去调质的作用。



图1-3-5 500× 马弗炉加热1000℃保温1小时，水冷，盂子壁心部金相组织：少量网状游离铁素体+初生屈氏体+马氏体

（三）低碳深冲钢珠光体的形状对弹壳引伸加工及性能的影响

前面已经叙述，低碳钢是由铁素体和渗碳体两相组成、而珠光体又是渗碳体和铁素体组成的机械混合物。铁素体硬度强度低，塑性韧性好，而渗碳体硬而脆；因此渗碳体在铁素体中的分布状态和弥散度对低碳钢的机械性能有着明显的影响。表1-3-5示出了用S20A圆钢（0.2%C，0.45%Mn）制造的14.5弹壳盂子，其珠光体形状对硬度和加工性能影响的实际数据。

表1-3-5中编号1和2的一引废品均属口部被拉缺的弹壳，其内表面有鱼鳞甲斑裂，如图1-3-6(*f*)所示；而二引的废品明显增加，在引伸壳的不同部位产生严重的断壳，其内表面存在严重的鱼鳞甲斑裂，如图1-3-6(*g*)所示。

表1-3-5中示出了不同珠光体形状的14.5弹壳盂子用同样

表1-3-5　14.5弹壳毛坯珠光体形状对硬度、引伸加工性能的影响

编号	显微组织名称及图号	获得方法	硬度		引伸废品		
			HV_5	HRB	总数	一引❶	二引❷
1	细片状珠光体 图1-3-6(a)	盐炉加热800℃，保温25分钟，空冷	149	67	52	10	34
2	细片状珠光体 图1-3-6(b)	盐炉加热900℃，保温25分钟，空冷	151	72	58	19	22
3	伪共析面积较大的极细片状珠光体 图1-3-6(c)	盐炉加热900℃，保温25分钟，油冷	164	84	8	1	1
4	渗碳体成细粒状伪共析珠光体 图1-3-4(a)、(b)	盐炉加热900℃，保温25分钟，冷却于10%食盐水，710℃回火一小时	170	85	53	0	0
5	较粗的片状珠光体 图1-3-6(d)	马弗炉加热900℃保温一小时随炉缓冷	98	56	65	0	0
6	粒状珠光体 图1-3-6(e)	冷挤毛后710℃再结晶退火加热一小时，空冷	113	61	69	0	0

❶ 一引总加工率为86%。

❷ 一引后只经磷化处理，连续进行二引加工，总加工率为90%。

的工艺加工成弹壳，其硬度曲线见图 1-3-7。将此已测硬度的弹壳按现行 14.5 弹壳工艺进行电泳涂漆烘干(260～280℃，20～25分钟）时效，再测其硬度曲线，然后经 330℃$^{+10℃}$ 时效一小时，其硬度曲线变化情况如图 1-3-8(a)、(b)、(c)、(d)所示。



图1-3-6(a)　500×　细片状珠光体$HV_5$149HRB67

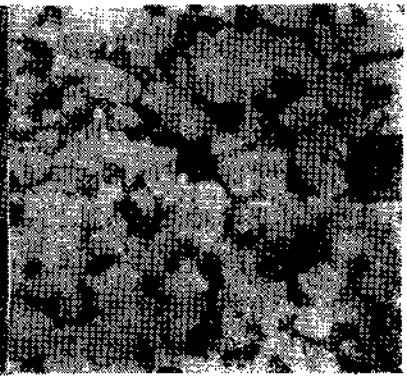


图1-3-6(b)　500×　细片珠光体$HV_5$151HRB72

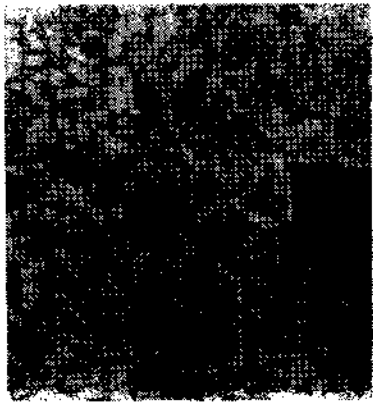


图1-3-6(*c*)　500×　伪共析面积较大，极细片状珠光体$HV_5$164HRB84

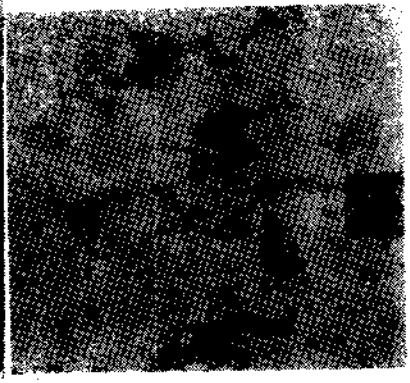


图1-3-6(*d*)　500×　较粗的片状珠光体$HV_5$98HRB56

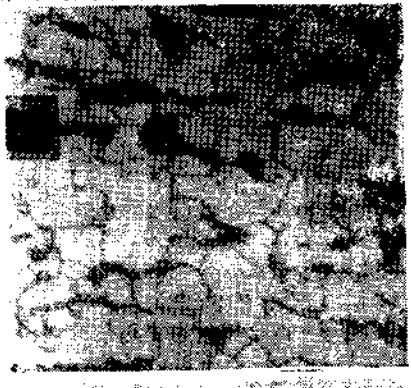


图1-3-6(*e*)　500×　粒状珠光体$HV_6$113HRB61

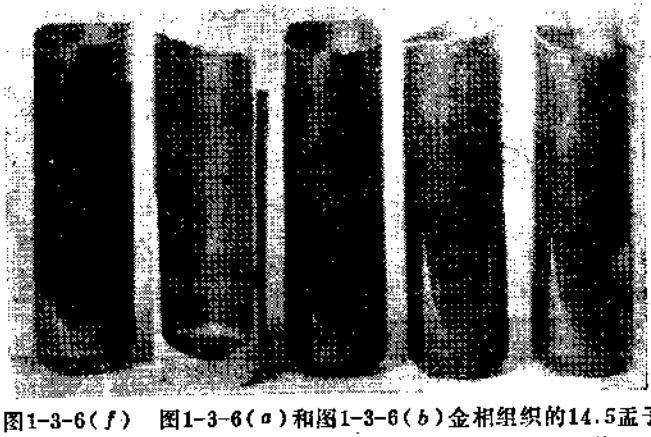


图1-3-6(*f*)　图1-3-6(*a*)和图1-3-6(*b*)金相组织的14.5盂子，一引口部拉缺，被拉缺弹壳的内表面有鱼鳞甲斑裂



图1-3-6(*g*)　图1-3-6(*a*)和图1-3-6(*b*)金相组织的14.5孟子，二引断壳特别严重，内表面呈鱼鳞甲斑裂

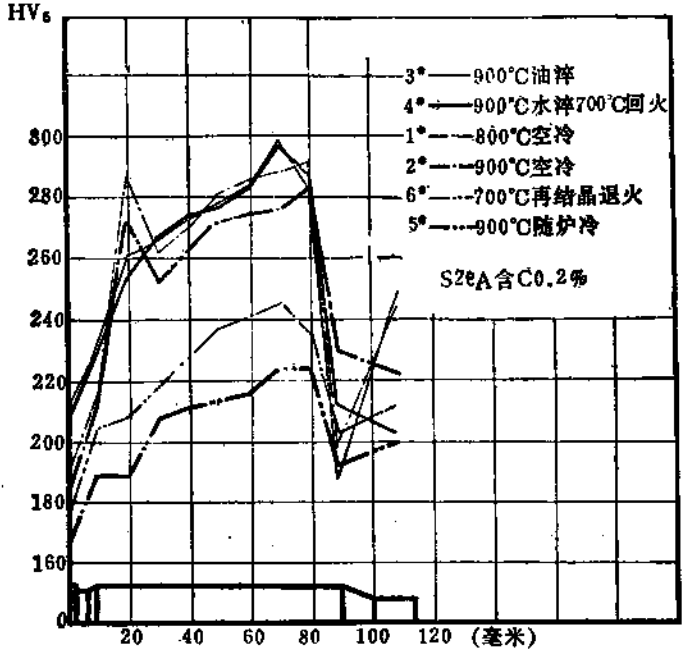


图1-3-7　14.5孟子不同珠光体形状对弹壳硬度曲线的影响

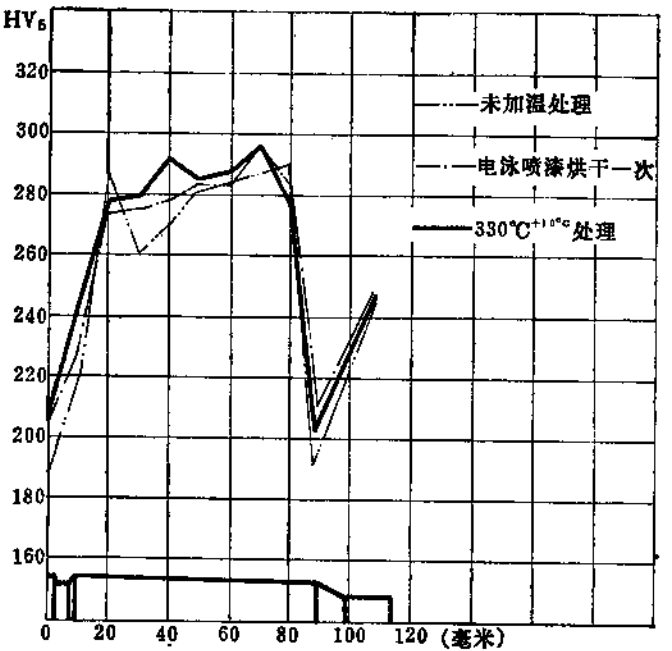


图1-3-8(a) 14.5孟子，细片状珠光体，900℃，空冷，时效前后弹壳硬度曲线

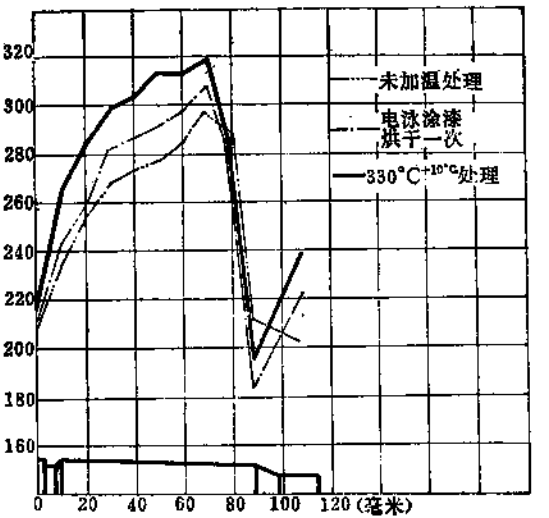


图1-3-8(b) 14.5孟子，细粒状珠光体，900℃淬火，700℃回火(调质)，时效前后弹壳硬度曲线

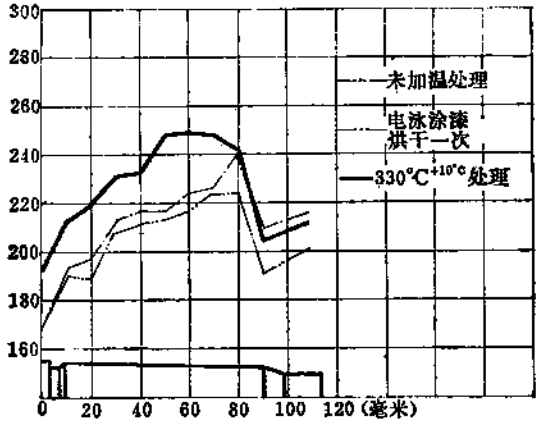


图1-3-8(*c*) 14.5孟子，较粗片状珠光体，
900℃随炉冷却，时效前后弹壳硬度曲线

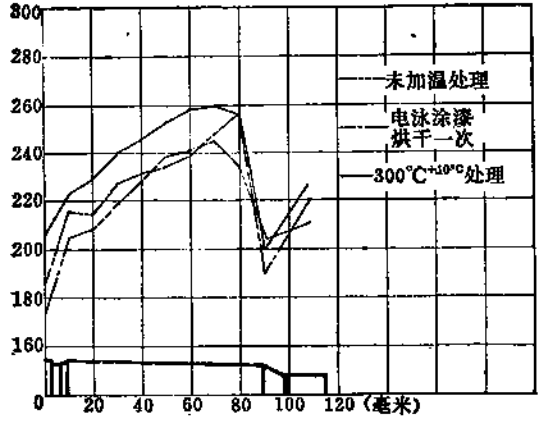


图1-3-8(*d*) 14.5孟子，粒状珠光体，冷变形后，
700℃再结晶退火，时效前后弹壳硬度曲线

综上所述，珠光体形状对引伸加工及性能的影响综合分析如下：

1．伪共析面积小，弥散度大的细片状珠光体引伸加工性能差，一般加工率达85%左右就要破裂，这与引伸加工和压片加工的结果是相一致的（即轧片总加工率达80～85%大量产生裂边）。

2．伪共析面积较大，弥散度也大的极细片状珠光体，由于强度、硬度高，塑性差，85%以上的引伸加工率仍不适应。

3．伪共析面积小，接近于平衡状态的粗片状珠光体，由于珠光体和铁素体的晶粒都大，强度、硬度最低，不利于射击性能，14.5枪弹易产生底火脱落，12.7枪弹易产生胀膛和底缘拉脱疵病。

4．伪共析面积小的粒状珠光体适于90%左右的引伸加工，能够获得一定的弹壳强度和弹壳底缘冲击强度，基本适应于7.62、14.5弹壳和弹头壳的引伸加工和射击性能要求，但还不适应12.7弹壳性能要求。

5．伪共析面积大（断面获得全部伪共析面积最佳）的细粒状珠光体，强度高，塑性、韧性好，它不仅适于90%加工率，而且加工率达93%也未曾出现过断裂疵病。实践证明，在所有的珠光体形态中，它的引伸性最佳，所制成的弹壳强度高，弹壳底缘冲击强度高，有利于退壳性能。

（四）低碳钢的特性在弹壳制造中的应用及危害

1．低碳钢的时效现象

低碳钢放置一定时间后，其机械性能将发生一定的变化，如硬度和强度增加，塑性和韧性降低，这种现象称为低碳钢的时效。低碳钢的时效现象可以在室温下或高于室温下产生。

低碳钢时效有热时效和应变时效二种。

（1）热时效（或称淬火时效）

低碳钢加热到A_{c_1}以下附近保温，快速冷却，可以得到含碳量0.02%左右的过饱和α-Fe固溶体。这种快冷后的钢放在室温下

一段时间，由于碳在α-Fe固溶体中具有一定的扩散速度，从晶体的缺陷处析出极细的超显微碳化物和氮化物，从而引起强度、硬度明显增加，塑性和韧性急剧下降。

影响热时效的因素：

1）钢的含碳量：0.025～0.05%含碳量的软钢热时效最显著。含碳量达0.6%时，实际上热时效现象消除。

2）加热温度：温度愈高，愈接近于A_{c1}热时效现象愈显著。一般在100℃以下加热或室温下长时间放置，都会从α-Fe固溶体中析出超显微的碳化物而引起强度、硬度的增加和塑性、韧性下降。

当温度超过200℃或在200℃以下稍长时间的停留，将使超显微的碳化物和氮化物质点聚集成稳定的渗碳体（Fe_3C）和氮化物（Fe_4N），甚至可直接析出粗大碳化物，但一经析出，时效作用就消除，强度、硬度有明显的下降。

（2）应变时效（又称机械时效）

应变时效是冷变形后在室温或高于室温停留过程中的时效现象，它与热时效有着本质不同的区别。应变时效是冷加工、时效温度和时效时间综合作用的结果。

由于冷变形造成了晶体中的应力增大，碳、氮原子从晶体缺陷应力区脱溶聚集于它的周围产生高能量，阻碍了晶体的滑移，而引起性能的变化。它与热时效不同点，是没有析出碳化物和氮化物，也没有二者的聚集和长大过程，因此，随时间的增长，硬度和强度并不会下降。

应变时效的温度一般在300℃左右（见图1-2-4）达极限值。当温度继续上升时，随着应力缺陷逐步消除，碳、氮原子逐步重新溶入固溶体中，应变时效作用逐步消失。

低碳钢经冷变形加工后，在室温或高于室温下也有时效现象。因此，在制造枪弹的金属零件过程中应予注意。实践证明，由于枪弹在长期储存中，温度不高，自然时效不显著，所以目前枪弹

的金属零件都没有采用低温退火，以消除应变时效。

2．低碳钢的蓝脆现象及蓝脆下料

（1）低碳钢的蓝脆现象

1）对于未经冷加工的试样而言，一般从室温到300℃附近的温度范围内钢的抗张强度增高，而当温度再高时，又逐渐降低。钢的冲击值在这个范围内还是很高的，只有到了500～600℃才降低到低限值。

2）对于已在室温下冷加工的试样来说，冲击值在300℃附近的温度范围便显著地降低。

以上两种现象，根据有关资料介绍，在一般的抗张试验中，因为试验进行得较慢，固溶体中碳、氮有足够的时间以原子状态脱溶到在试验过程中所产生的缺陷中去；并根据250℃内耗峰的消长的结果来看，可以断定脱溶原子在300℃附近的温度下为最多。在较低的温度时原子不易脱溶，而在较高的温度时，又由于内应力区域或缺陷的消除，有些已脱溶的原子又回到固溶体中去。所以，在这个温度范围内强度最高。但在作冲击试验时，由于变形速度太快，在300℃附近的温度下，碳、氮原子来不及脱溶到在试验过程中所产生的缺陷或应力区域内去，所以冲击值在这个温度范围内还很高。在更高的温度下，碳、氮原子的扩散率加速，在试验过程中能充分脱溶到缺陷中去，所以在更高的温度时冲击值降低。对于已在室温冷加工的试样来说，当试样温度升高到300℃附近时，在未作试验前已有为数众多的碳、氮原子脱溶到缺陷或应力区域内，所以在这个温度范围内抗张强度提高，冲击值降到最低限度。综上所述，应变时效与蓝脆是同一现象。

（2）蓝脆下料

蓝脆现象对低碳钢性能影响有不利的一面，应当注意采取措施加以避免；但也有可利用的一面，如大口径枪弹钢弹壳曾利用钢蓝脆的特性进行棒材下料，收到了良好的效果。其特点是断面平整，机床负荷小。

S 20 A 圆钢加热温度对冲击值的影响以及加热温度对断面质量的影响，见表 1-3-6 和表 1-3-7 。

表1-3-6　S 20 A 钢加热温度对冲击值的影响

序　号	加热温度 (℃)	保温时间 (分)	冲击值(公斤·米/厘米²) 最　大	最　小	平　均
1	300^{+30}	20	24.1	19.0	22.6
2	350^{+30}	20	22.6	18.0	19.6
3	400^{+35}	20	17.9	16.5	17.0
4	450^{+35}	20	13.3	11.4	12.1
5	500^{+45}	20	10.8	9.7	10.1
6	550^{+50}	20	10.2	7.8	8.8
7	600^{+55}	20	30.5	19.2	26.0

表1-3-7　S 20 A 钢加热温度对下料断面质量的影响

炉　温 (℃)	保温时间 (小时)	下料数量 (件)	下料时间 (秒)	断　面　质　量
400^{+20}	3	10	20	断面不齐，中间撕裂
450^{+20}	2.5	10	20	头五件断面齐整，后五件断面有撕裂
500^{+20}	2	40	50	头30件断面齐整，后10件微有撕裂
550^{+20}	2	40	50	全部断面整齐
600^{+20}	1	40	50	断面撕裂严重，空冷50秒后再下料断面齐整

注：加热温度正差，是估计试样由炉中取出至试验之间温度损失值。

大口径枪弹所用的S 20 A 圆钢，其蓝脆下料的温度一般为450～550℃。

3．钢的冷脆性对弹壳性能的影响

钢作低温试验时（面心立方晶格的奥氏体钢除外），发现在一定的低温下，钢的冲击韧性突然降低，使钢处于脆性状态，称为钢的冷脆性。

由于低碳钢存在着低温冷脆性现象，因此，对钢弹壳射击性能带来不利的影响，如表 1-3-8 所示。

表1-3-8　14.5钢弹壳在不同温度下射击的破裂疵病

射击温度	射击数量（发）	射击后的破裂疵病				备　注
		口部斜肩破裂（发）	%	弹体腹裂（发）	%	
+50℃连发射击	574	2	0.35	0	0	弹壳材料和加工工艺均相同
常温连发射击	250	1	0.40	0	0	
−50℃连发射击	742	23	3.10	3	0.41	

（五）弹壳热处理规范的选择

1．钢弹壳半制品冷加工后的再结晶退火规范及其选择

再结晶退火的主要目的是为了消除加工硬化，恢复塑性以利继续加工。

圆饼、盂子、引长半制品退火规范见表 1-3-9 。

表1-3-9　钢弹壳半制品退火规范

弹　种	制品名称	炉温（℃）	加热时间（分）	进　货　量	冷却方式	退火硬度
7.62	圆饼	700～750	33～35	4～5公斤/转		HV_5 120以下
	盂子	690～730	25～27	3.8～4.5公斤/转		HV_5 130以下
12.7	圆饼	700～720	40～60	90～130粒/转		HRF 100以下
	盂子	700～720	40～60	90～130粒/转		HRF 100以下
14.5	一引	700～720	40～60	90～130粒/转		HRF 100以下

经冷加工后的低碳钢再结晶温度一般在500～600℃范围，低于该温度不能再结晶，达不到退火目的。在再结晶温度附近退火，虽然能完成再结晶，但时间很长，不经济，提高温度时间可缩短，但温度不能超过 A_{c_1}，否则组织中产生相变重结晶，渗碳体聚集成片状珠光体，塑性降低，不利于引伸加工，且氧化皮厚，酸洗困难。所以，一般认为适宜的温度应略低于 A_{c_1} 线即700℃左右。当退火温度选定后，其时间可运用优选法进行选取，以能全部完成再结晶过程所需的最短时间为佳，但考虑到温度的波动及进货量大小，可适当地增长时间。

2．弹壳烧口规范及选择

采用中频或高频烧口，实际加热温度超过相变温度 A_{c_1} 线，有时超过 A_{c_3} 线。由于加热速度快，加热时间很短，组织中一般产生再结晶而不产生重结晶；即使产生珠光体的相变重结晶，也能满足收口加工率的要求。高频烧口与中频烧口比较，高频烧口口部温度较高，再结晶较完全，收口废品率小。

弹壳中频烧口和高频烧口的工艺参数以及烧口后的硬度要求，分别见表 1-3-10、表 1-3-11、表 1-3-12。

表1-3-10　中频烧口工艺参数

弹别	设备型号	机器效率	参数			
		转速（个/分）	输出电压（伏）	负载功率（千瓦）	功率因素（超前）	变压器匝比
12.7	DGF-C-108	150	700～730	80～90	0.85～0.95	16:1
14.5	DGF-C-108	150	710～740	90～100	0.85～0.95	16:1

表1-3-11　高频烧口工艺参数

弹别	设备型号	机器效率		电参数				
		转速	丝杆数	输入电压（千伏）	输出电压（千伏）	灯丝电压（伏）	栅极电流（安）	板极电流（安）
14.5	GP-30-1	107	1	10～13	10～13	21～23	0.5～0.7	2.6～3.6
7.62		135～140	12	10～11.5	9～10	22	0.4～0.5	2～2.5

表1-3-12　高频或中频烧口后硬度要求

弹别	硬度规范			
14.5	距底（毫米）	80	88	98
	硬度HV_5	200以上	140～190	115～150
	硬度R15T	90以下	80～87	78～85
12.7	距底（毫米）	71	84	94
	硬度HV_5	200以上	140～190	115～140
	硬度R15T	90以下	80～86	78～84
7.62	距底（毫米）	31.5		
	硬度HV_5	120～175		

3．12.7钢弹壳圆饼的调质处理规范及选择

为了提高弹壳的综合机械性能，避免射击时弹壳底缘拉脱，12.7钢弹壳圆饼需进行调质处理（即淬火加高温回火处理）。

根据S20A的含碳量，选择淬火温度为A_{c_3}+30～50℃（即910℃左右）。如果淬火温度低于A_{c_3}，淬火后组织中将出现块状铁素体，低碳马氏体面积小，综合机械性能差；如果温度过高，将会导致奥氏体晶粒粗化，经回火后晶粒仍然粗大，塑性、韧性差。加热时间的长短，必须保证圆饼完全烧透，并有一定的保温时间，一般通过试验确定。对低碳钢而言，淬火组织应力不大，不可能淬裂，因此淬火冷却速度愈快愈好，冷却愈快，所获得的低碳马氏体面积愈大，经回火获得的球状伪共析珠光体面积愈大，愈有利于提高综合机械性能。40℃以下10%NaCl水溶液冷速大，40℃以下的流动清水次之；根据试验结果，后者仍能获得较满意的综合机械性能。

低碳钢淬火后强度很高，塑性差，不适宜冷变形加工。高温回火的主要目的是适宜的降低强度提高塑性，以利于冷变形加工。强度适当降低、塑性提高的程度直接取决于回火温度和时间，回火温度愈高，回火时间愈长，适于引伸加工。如果温度过低，回火后渗碳体颗粒小，强度仍高，塑性低。如曾选用620℃进行高温回火，引伸工模具耗用量大，严重者，在加工过程中产生脱底。一般高温回火采用650～700℃为宜。

淬火后的圆饼硬度为HB150～280；圆饼中心的金相组织，屈氏体面积应不少于60～70%。淬火圆饼经高温回火后的金相组织应为伪共析面积大的细球状珠光体，不应产生相变重结晶而出现片状珠光体。12.7钢弹壳圆饼的淬火工艺及淬火后高温回火规范分别见表1-3-13和表1-3-14。

（六）弹壳半制品的光亮退火

无氧化（光亮）退火是热处理领域中的先进技术之一。解放二十多年来，特别是无产阶级文化大革命以后，我国工人阶级在使

表1-3-13　12.7圆饼淬火工艺规范

序号	程序	设备名称	介质	温度(℃)	时间
1	预热	圆饼预热炉	空气	400～700	20分钟以上
2	加热	电极盐浴炉	10%氯化钡，30%氯化钠	900±10	30分钟轮回进炉
3	冷却	水池	10%氯化钠水溶液或流动清水	40以下	

表1-3-14　12.7圆饼淬火后高温回火规范

制品名称	螺旋式转炉炉胆节距（毫米）	炉温（℃）	加热时间（分）	进货量（粒/转）	硬度 HRF
圆饼	150	700～720	60	110～130	105以下

用和制造可控气氛热处理设备的过程中，发扬了“自力更生，艰苦奋斗”的革命精神，创造了许多具有我国特色的和先进水平的新型设备，积累了许多宝贵经验，把热处理技术推进到一个新的阶段。

利用气体保护达到无氧化热处理的类型较多，用途也各不相同。这一节着重介绍螺旋式连续进货的无氧化退火炉及高频连续式进货的无氧化烧口炉在枪弹零件制造中的应用。

1．螺旋式连续进货的无氧化退火炉

（1）退火炉结构简介

螺旋式连续进货的无氧化退火炉，它是用于弹壳半制品退火的热处理设备。整个设备结构的示意图如图 1-3-9 所示。

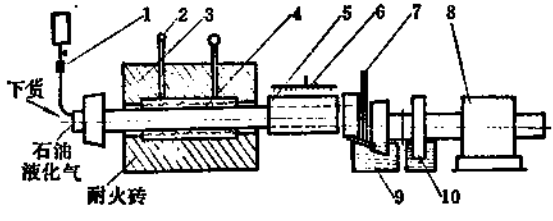


图1-3-9　炉子结构示意图

1—滴注精装置；2—热电偶；3—加热炉；4—炉芯；5—冷却水套；6—冷却水；7—排气管；8—干燥辊；9—流动冷水密封；10—皂化辊。

（2）实现无氧化退火的封闭系统

转动炉芯和两端不动部件之间缝隙的密封　为防止周围环境中氧化气体的进入，在进货一端转动炉芯的缝隙，利用石油液化气燃烧形成的火焰进行封闭。在固定于炉芯上的储货葫芦中间，安置一个不动的火帘，沿火帘圆周表面开有若干小孔，液化气贮存在钢瓶中，通过减压阀，使压力降低，通入火帘后从小孔中喷出燃烧，在缝隙间形成一圈密封的火焰。

旋转炉芯出货一端和定子之间的缝隙、用8毫米厚有弹性的浸油毛毡垫4～5片，以压盖压紧，这样油毡与转动的炉芯之间形成了封闭的摩擦面，为保持油毡的弹性，减少磨损，延长使用期限，油毡应经常含有机油。

进货口和出货口的封闭　进货口开在不动的火圈上，周围同样钻有若干小孔，以火焰来封闭进货口。出货口采用水封，产品从炉芯旋转出来后经过冷却水套掉入水中。水套固定在定子上，一头插入水中，水的平面高过出口，此时产品经过流动的冷却水冲洗后，再旋转出来经过皂化和干燥就可以储存或加工了。但是由于在出货口采用水封，产品经退火冷却后仍带有一定的热量，致使空间部位造成饱和水蒸汽，其含量可达2.1%，满足不了无氧退火的要求，因此必须把水蒸汽含量控制到0.3%以下，这相当于炉芯内加热冷却区空间，保持在－8℃的露点条件。采用有机溶剂作原料制备保护气体。在进行退火时，滴入炉芯中定量工业酒精，在退火温度下裂化成还原性气体，在与水蒸汽相遇的过程中，把水蒸汽吸收反应掉，使空间的水蒸汽含量从2.1%降到0.3%。由于设备简单，操作方便，投资少等优点，因此较为适用于小型零件热处理。

（3）无氧退火的基本原理

各种金属都有一定的化学性质，钢铁、铜等金属在空气中加热时要发生氧化，表面生成氧化皮。钢中的铁与介质中的氧化合，形成一层氧化铁皮，氧化层最外面为Fe_2O_3，中部为Fe_3O_4，金

属与氧化层交界处为 FeO。因为空气中不仅有氧，而且还含有水蒸汽和二氧化碳，所以当钢铁在 650℃以上的空气中加热时，表面将发生氧化：

$$2Fe+O_2 \longrightarrow 2FeO$$

$$Fe+CO_2 \underset{\text{还原}}{\overset{\text{氧化}}{\rightleftharpoons}} FeO+CO$$

$$Fe+H_2O \underset{\text{还原}}{\overset{\text{氧化}}{\rightleftharpoons}} FeO+H_2$$

因此，为了实现钢铁的无氧退火，就要在加热过程中排除氧、水蒸汽和二氧化碳等气体的作用。由于钢铁氧化膜的硬度远远高于退火后低碳钢的硬度，因而枪弹金属零件在冷挤压过程中，易挂在冲模上，产生一道道线痕，使下道工序难以进行，甚至造成废品。半成品实现无氧退火后，可以不经酸洗，而直接进行冲压引伸加工。

为防止氧化较为有效的办法是采用通入可控成分的保护气体。如果钢在高温加热时能通入还原性气体或中性气体，控制住合适的气体成分，并保持一定的正压，就可以保证既不氧化脱碳又不增碳，这就是所谓可控气氛。

制备可控气氛可以用气体原料，亦可用液体原料。气体原料如液化石油气、天然气、城市煤气、氮气、氨气、氢气、木炭气等。液体原料如甲醇、乙醇、煤油、丙酮等。

这里介绍的是用工业酒精（含水5%）制备可控气体，将酒精直接滴入炉中的高温段。乙醇（即酒精）在高温下裂化反应为：

$$C_2H_5OH \xrightarrow[Ni]{\text{高温}} (C)+CO+3H_2 \qquad (1)$$

生成的无定型碳与氢反应生成甲烷气体：

$$C+2H_2 \xrightarrow[Ni]{\text{高温}} CH_4 \qquad (2)$$

甲烷与水蒸汽在高温下，通过含镍不锈钢炉芯作催化剂，产

生氢气与一氧化碳：

$$CH_4+H_2O\longrightarrow CO+3H_2 \qquad (3)$$

此外，析出的碳黑与水蒸汽形成水煤汽反应：

$$C+H_2O\xrightarrow[\text{灼热}]{}CO+H_2 \qquad (4)$$

生成的一氧化碳与水蒸汽反应生成二氧化碳和氢气：

$$CO+H_2O\longrightarrow CO_2+H_2 \qquad (5)$$

同时一氧化碳在一定的温度下，又分解成碳黑和二氧化碳：

$$2CO\longrightarrow (C)+CO_2 \qquad (6)$$

甲烷气体又同 CO_2 反应生成一氧化碳和氢气：

$$CH_4+CO_2\longrightarrow 2CO+2H_2 \qquad (7)$$

乙醇高温裂解，经上述一系列反应后，炉内气体成分经分析大致如下：

CO：18～25%

H_2：23～37%

CH_4：14～17%

CO_2：0.4～1.2%

还有 N_2 及未裂解的酒精蒸汽及微量水蒸汽等，这样炉气中微量的水蒸汽及二氧化碳在高温下也能使钢铁表面产生氧化。

$$Fe+CO_2\underset{\text{还原}}{\overset{\text{氧化}}{\rightleftharpoons}}FeO+CO \qquad (8)$$

$$Fe+H_2O\underset{\text{还原}}{\overset{\text{氧化}}{\rightleftharpoons}}FeO+H_2 \qquad (9)$$

上述反应方程式中，（1）（3）（4）（7）能保证在炉气中有充足的 H_2、CO，（5）及（6）可以使炉气中只有少量水蒸汽和二氧化碳，即 $\frac{CO_2}{CO}$ 的比值很小，这样可使反应（8）（9）强烈向左进行，不但使钢铁不被氧化，而且即使轻微氧化了的钢铁也会被还原。

以上是枪弹金属零件半成品退火时，利用酒精作原料在退火温度下，制成的保护气体，退火后制品表面光亮无氧，这就是通常所说的光亮热处理。

（4）问题讨论

1）用酒精制备保护气体，所产生的一氧化碳、甲烷等气体，在退火的温度范围内会析出大量碳黑，虽然产品退火后经过流动水冲洗可冲掉一部分，但是碳黑存在毕竟是个问题。为此可用酒精裂化后通入炉内的方法减少碳黑；或采用超声波洗涤器进行退火后水洗，对清除碳黑有较好的效果。

2）实践证明，螺旋式无氧化退火炉中采用酒精裂化作为保护气体，未发现脱碳、渗碳和氢脆等现象。

2．高频无氧烧口炉

（1）设备简介　7.62覆铜钢弹壳半制品无氧烧口炉采用高频感加热，感应线圈设置在一个密封的金属箱内。半制品通过漏斗依次漏入输货管，经过一对橡胶压轮，把半制品送入“S”形的不锈钢管内，此管的“U”形部位开有小孔并浸于水中；半制品在管内受橡胶压轮的推力，依次匀速地把半制品推入密封箱内；箱内设凸轮开关，使半制品按规定落在旋转的螺杆上，并按照螺旋的方向前进，经过感应线圈而加热，又经过水冷壁管而逐渐冷却，落入出口的水槽内，最后通过传送装置把制品送入干燥炉内烘干后，不经酸洗可直接进行机加工。如图 1-3-10 所示。

（2）封闭系统　用金属制成一个有隔层、可以通水冷却的长方形箱体，箱盖与箱体之间用橡皮做衬垫密封；传动轴与箱体外壁交接处，用“O”形橡胶轴封；感应线圈的尾端通向箱体外，用玻璃纤维板紧配。工作进口处采用“S”形管，其“U”部位开有小孔并浸于水中；出口用金属管插入水槽内，弹壳半制品均从水中进出炉子，构成了一个在加热时不与空气接触的密封装置。

（3）保护气体　采用含量为99.99%的氮气直接通入密封箱



图1-3-10　7.62覆铜钢弹壳半制品无氧化高频烧口炉

内作保护气体，加入氮量的多少，以制品不产生氧化而定，其流量用 LF-6-1 浮子流量计控制。

弹壳半制品无氧化烧口后，不经酸洗可直接进行收口加工，简化了工艺，提高了生产效率，改善了操作条件。

（七）钢质弹壳材料及热处理对其性能的影响

1．12.7钢弹壳底缘拉脱

弹壳在射击过程中底缘拉脱，这是枪弹射击中不许可产生的疵病。12.7枪弹弹壳在射击过程中产生底缘拉脱原因是多方面的，其中弹壳底缘的冲击强度不够是影响因素之一。

枪弹在射击时，退壳力大于弹壳底缘冲击强度时，就要导致产生底缘拉脱疵病。

使退壳力增大的因素很多，其中弹壳强度是主要因素之一，弹壳强度愈高，胀膛量愈小，退壳力愈小。在一定的胀膛量下，提高弹壳底缘冲击强度，使弹壳底缘冲击强度大于弹壳所需的退壳力，则不产生底缘拉脱。因此，提高弹壳强度与弹壳底缘冲击强

度是解决底缘拉脱的重要措施。

（1）提高钢质弹壳材料的含碳量

如前所述，随含碳量增加，低碳钢的强度、硬度增加。在不影响弹壳加工性能的前提下，可以适当提高钢的含碳量以提高弹壳的强度。

表 1-3-15 为不同含碳量的低碳钢对弹壳底缘拉脱的影响，由表中可看出，含碳量愈高时，防止底缘拉脱的效果就愈显著。

表1-3-15 不同含碳量的低碳钢对12.7钢弹壳底缘拉脱的影响

序号	钢号	含碳量 (%)	射击数 (发)	底缘拉脱 (发)	底缘拉脱 (%)	备注
1	S20A	0.16～0.17	303	48	15.84	
2	S20A	0.20	200	5	2.5	
3	S20A	0.26	53	0	0	但有底缘变形
4	35#	0.35	52	0	0	

注：试验条件是，钢棒下料圆饼不调质，分别在三支底缘拉脱严重的枪支上高温连发射击。

（2）增大弹壳体部的加工率

金属冷变形加工是提高低碳钢强度的手段之一。因此钢弹壳体部的总加工率愈大，则强度愈高，愈有利于退壳，如图1-1-19(*b*)所示。

（3）圆饼采用调质处理

如前所述，调质处理可以提高钢的综合机械性能，尤其是提高钢的屈服极限和应变时效冲击值较为显著。所以，无疑地提高了经冷加工后弹壳体部和底缘的强度。

表 1-3-16 是圆饼调质与不调质对 12.7 钢质弹壳底缘拉脱的影响。

（4）合理分布弹壳底缘纤维流线

流线是金属沿压延方向流动形成的纤维组织。流线使金属的

表1-3-16　圆饼采用调质与不调质对12.7钢质弹壳底缘拉脱的影响

钢号	含碳量(%)	处理情况	射击数(发)	底缘拉脱		备注
				(发)	(%)	
S20A	0.16～0.17	不调质	303	48	15.84	
		调质	395	3	0.76	
S20A	0.20	不调质	200	5	2.5	
		调质	200	0	0	

机械性能出现方向性，沿着流线方向较垂直方向的机械性能优越。因此合理分布纤维流线，有利于提高底缘强度，防止底缘拉脱。图 1-3-11 为弹壳底部流线合理分布图。

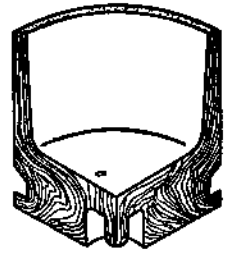


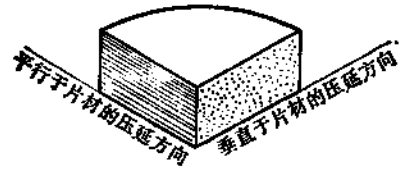
图1-3-11　弹壳底缘流线合理分布示意图

1）采用片材下料冲盂制造的钢质弹壳，无论是纵向（片材的压延方向）或横向（与压延方向垂直）的纤维流线分布均不合理。图 1-3-12（a）为片材下料圆饼的流线示意图；图 1-3-12（b）为片材下料弹壳底缘的流线示意图；图 1-3-12（c）为片材下料弹壳底缘拉脱示意图。由此可见，平行片材压延方向产生的底缘拉脱为撕断；垂直于片材压延方向产生的底缘拉脱为剪断。因此，从纤维流线分布的角度来看，用片材制造的弹壳，底缘较易拉脱。

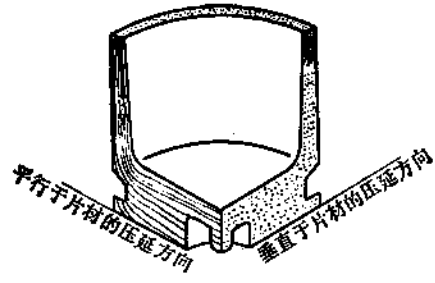
2）采用棒材下料挤盂制造的钢质弹壳，其底缘的纤维流线分布比片材下料冲盂制造的弹壳合理。图 1-3-13（a）为棒材下料镦饼的流线示意图；图 1-3-13（b）为棒材下料弹壳底缘流线及拉脱示意图。因此，用棒材下料挤盂制造的钢质弹壳，相对来说，底缘不易拉脱。

2．环形破裂

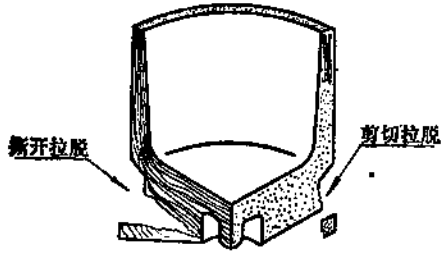
14.5弹壳，由于引伸工艺改变，引伸加工率增大（引长力增



（a）片材下料圆饼流线示意图

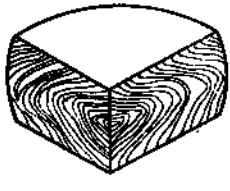


（b）片材下料弹壳底缘流线示意图

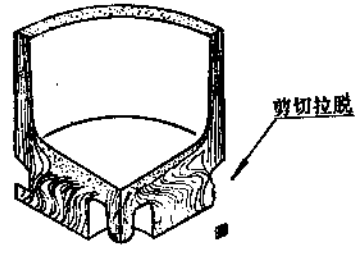


（c）片材下料弹壳底缘拉脱示意图

图 1-3-12



（a）棒材下料镦饼的流线示意图



（b）棒材下料弹壳底缘流线及拉脱示意图

图 1-3-13

大），使弹壳距底 18～24 毫米出现环形破裂，重者，弹壳不能加工成形，轻者，在外表面上有环形凹痕，相应的内表面有环形裂纹。

14.5弹壳采用二次引伸，并取消引伸中间退火工艺。第一次引伸是四个模子叠起来，产品是连续通过四个模子完成一引加工的（一引的总加工率为 86% 左右），当产品底部进入第四个模子时，弹壳的口部还未脱离第一模。因此，弹壳底部承受的力量大，当此力超过弹壳底部转角处断面的强度极限时，就引起弹壳脱底或局部破裂，轻者在第二次引伸加工时，距底 18～24 毫米处，产生外凹痕内裂纹。

克服的方法有：

（1）提高钢材的综合机械性能；

（2）增大四个模子间的间距，使一引加工产品不在四个模子内同时受引伸力，减轻弹壳底部在引伸中的负荷力；

（3）增大破裂处的断面面积。弹壳壁部增厚 0.2～0.3 毫米。

3．14.5枪弹底火脱落疵病，见第三章。

二、T12A 穿甲钢心的热处理

（一）穿甲钢心材料的选择

1．应满足穿甲性能的要求；

2．应有良好的工艺性（切削性能良好，热处理工艺简单）；

3．价格便宜，立足于国内，适于大量生产。

根据生产实践，使用T12A钢材作穿甲钢心是能满足上述性能要求的。

（二）穿甲钢心热处理规范的选择

在选择热处理规范时应考虑穿甲性能的要求，钢心的机械性能（如硬度和淬硬层深度等），钢材的特性，热处理所选用的设备类型以及淬火冷却介质等因素。穿甲钢心的热处理包括淬火和低温回火。

1．钢心淬火规范的选择

（1）钢心淬火加热温度

大小口径枪弹的穿甲钢心淬火，最适当的加热温度范围一般控制在780±10℃。经淬火后的钢心能获得所需要的硬度和细针状马氏体金相组织。T12A钢心淬火后硬度随淬火加热温度变化情况，如图1-3-14所示。

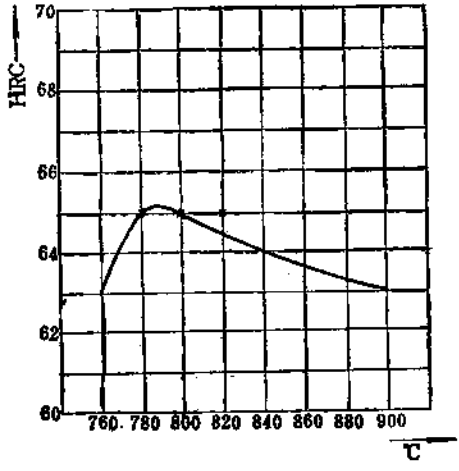


图1-3-14　T12A钢淬火加热温度与硬度的关系

注：当淬火加热温度为740℃时，硬度值为HRC33

如果加热温度低，溶解于奥氏体的含碳量少，而奥氏体的稳定性差，这样增加了钢心淬火的临界冷却速度，淬火后钢心硬度偏低，淬透性下降。如果加热温度过高，淬火后残余奥氏体增加，钢心硬度下降，同时使奥氏体晶粒粗化，则淬火后得到粗针状的马氏体，增加钢心的脆性。

中频淬火的钢心，由于加热时间很短，速度快，虽然加热温度远超过盐浴炉的加热温度，但奥氏体晶粒不致于粗化。然而，由于钢心表面与心部温度差较大，当钢心表面达到淬火温度时，其心部则低于淬火温度，淬火后其淬透性比盐浴炉淬火差，当心部

达到淬火温度时，表面则产生过热或过烧，反而增加钢心的脆性，甚至报废。因此，中频淬火的14.5穿甲钢心，未淬透心部直径一般控制在5毫米以下，尚能满足穿甲性能的要求。

（2）淬火冷却介质选择

钢的淬火是加热和快速冷却的过程。钢心淬火的目的是使钢心整个横断面全部淬硬，并获得细针状马氏体组织。为此，淬火钢心从外层至心部的冷却速度均必须大于临界冷却速度。因此，必须选用具有较大冷却能力的淬火冷却介质，否则将使钢心淬不硬或淬不透。采用10%的氢氧化钠水溶液或10%的食盐水溶液，具有较高的冷却能力，它比水的冷却能力大，见表1-3-17。

表1-3-17　几种冷却介质的冷却速度

冷　却　介　质	冷　却　速　度　(℃/秒)	
	在650～550℃区间	在300～200℃区间
水(18℃)	600	270
水(26℃)	500	270
水(50℃)	100	270
10%NaOH水溶液	1200	300
10%NaCl水溶液	1100	300

氢氧化钠或食盐水溶液，之所以能在高温迅速降低钢的温度，是由于氢氧化钠或食盐水溶液与红热的钢心表面接触时，水被蒸发，其中氢氧化钠或食盐以微粒状态迅速附着在钢心表面上，这些食盐微粒又迅速激烈爆炸而成云雾状，蒸汽膜立即被破坏了；同时钢心表面上的氧化铁皮也被爆成碎片，因此钢心得到迅速冷却。氢氧化钠水溶液有较高的腐蚀性，操作时应注意安全。

分析淬火冷却介质的性质时，应充分注意到各个温度区间的冷却能力。奥氏体最不稳定的温度区域，通常是650～400℃之间（称为转变曲线鼻子），在这个温度范围内要用最快的冷却速度，防止奥氏体分解为初生屈氏体，使钢淬不硬或淬不透。当温度低于400℃，奥氏体又出现较稳定区，要求缓慢冷却，从而防止奥

氏体向马氏体转变的组织应力和热应力，避免钢件淬裂。从表1-3-17中可以看出，在650～550℃区间，10%氢氧化钠或10%食盐的水溶液都具有强烈的冷却能力，有利于提高钢心的淬硬性和淬透性；在300～200℃区间，奥氏体向马氏体转变，冷却速度与水相近，又能达到缓冷的目的。

采用10%氢氧化钠或10%食盐水溶液作淬火冷却介质时，温度应控制适宜，温度低冷却速度快，增加淬裂倾向；温度高冷却能力降低，淬透性差。

2．低温回火

为了消除穿甲钢心淬火后的内应力，有利于提高钢心的穿甲能力，淬火后的钢心需进行低温回火，回火温度一般为100～180℃。回火后钢心的硬度应不低于HRC62。

（三）穿甲钢心淬火规范

钢心淬火加热用的设备，目前使用盐浴炉和中频感应加热炉两种。

1．盐浴炉加热淬火规范见表1-3-18。

（1）采用盐浴炉加热淬火，应在淬火加热前将钢心在300～500℃下预热30分钟，以缩短淬火加热时间；此外，通过预热可以去除钢心油污和水份，避免钢心进入盐浴炉时产生盐液爆溅而造成烧伤事故。

（2）淬火的冷却条件：淬火冷却介质为5～7%氢氧化钠水溶液或10%食盐水溶液（按波美比重计，10～12波美）；冷却池的容量一般不小于8米^3，其深度为2米以上；食盐水温应控制在18～30℃，氢氧化钠水温控制在20～45℃；淬火用冷却筛的散热帽必须浸入水中，其顶端距水面约30～40毫米。淬火时钢心应对准散热帽顶端倾入，使钢心下水后立即分散，并沿筛的斜面滚动到筛底，达到均匀冷却的目的。实践表明，在相同的加热条件下，14.5穿甲钢心静止冷却的未淬透心部直径为3～4毫米，而在冷却筛滚动冷却者为全部淬透，说明滚动筛的设置对提高钢心

表1-3-18　盐浴炉加热淬火规范

弹种	钢心重量（克）	设备名称	每次装料量（公斤）	加热条件			冷却介质		淬火后钢心硬度 HRC
				介质	温度(℃)	时间(分)	成分	温度(℃)	
53式7.62穿燃弹	5.15	电极盐炉	16	$BaCl_2$75^{+3}% NaCl25$_{-3}$%	770$^{+10}_{6}$	33～35	5～7% NaOH水溶液	20～45	62～67
56式7.62穿燃弹	4.0	电极盐炉	16	$BaCl_2$75^{+3}% NaCl25$_{-3}$%	770$^{+10}_{6}$	33～35	5～7% NaOH水溶液	20～45	62～67
12.7穿燃弹	30.05	电极盐炉	30	$BaCl_2$70±5% NaCl30±5%	770$^{+20}_{10}$	33～35	10% NaCl水溶液	18～30	不低于64
12.7穿燃曳弹	16.9	电极盐炉	30	$BaCl_2$70±5% NaCl30±5%	770$^{+20}_{10}$	33～35	10% NaCl水溶液	18～30	不低于64
14.5穿燃弹	41	电极盐炉	30	$BaCl_2$70±5% NaCl30±5%	780±10	33～35	10% NaCl水溶液	18～30	不低于64
12.7穿燃曳弹	24.3	电极盐炉	30	$BaCl_2$70±5% NaCl30±5%	780±10	33～35	10% NaCl水溶液	18～30	不低于64

表1-3-19　14.5穿甲钢心中频加热淬火规范

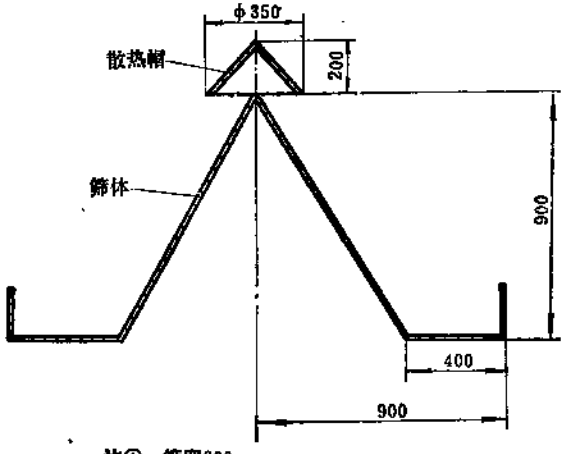
中频淬火设备型号	变压器变压比	淬火机床转速（转/分）	电气参数				冷却介质		淬火后钢心硬度和淬硬层深度
			发电机负载电压（伏）	发电机电流（安）	有功功率	功率因素	成分	温度(℃)	
DGF-2-108	6/16	66	660～750	120～145	90～35	超前0.9 滞后0.95	10%NaCl 水溶液	18～26	硬度HRC不低于64，未淬硬心部不大于5毫米

注：（1）感应器为15×15×2毫米紫铜管绕制，匝数为27，内孔直径为22～25毫米，全长530毫米；

（2）钢心淬火时冷却介质必须搅拌，使冷却池水温均匀，保证钢心均匀冷却。

淬火的冷却能力的效果是显著的。滚动筛如图1-3-15所示。

2．14.5穿甲钢心中频感应加热淬火规范见表 1-3-19。



注① 筛宽800
② 散热帽和筛体均为有孔钢皮作成

图1-3-15 钢心淬火滚动筛

（四）钢心淬火后的低温回火

1．钢心油煮或碱水煮低温回火

穿甲钢心淬火后，一般采用油煮或碱水煮的方法进行低温回火，回火温度为 100～180℃；加热时间根据加热温度高低而定；回火后钢心的硬度应不低于 HRC62。

2．53式7.62穿甲钢心中部回火

53式7.62穿甲钢心曾采用T12A冷拉圆钢制造。钢心经淬火后碱煮回火，其穿甲率一直不稳定，平均穿甲率在85%左右。为了提高穿甲率，改用钨钢（W_1）作钢心，穿甲率虽有所提高，但仍不稳定（表现为复试多，不合格率多）。钢心中部采用高频感应加热回火后，其穿甲性能获得显著提高，于是又由钨钢改用T12A制造钢心，克服了穿甲率不合格的现象。由此可见，穿甲钢心要获得良好的穿甲性能，一方面钢心的尖部及弧形部要硬，强度要高，保证刺穿钢板不致产生塑性变形；另一方面钢心的中

都必须具有足够的韧性，使穿过钢板时，不致于折断破碎卡在钢板上（详见第三章）。

（五）穿甲钢心淬火疵病的分析

1. 淬透性

淬透性，也叫可淬性，是指钢接受淬火的能力。淬火的目的是为了获得马氏体组织，淬火形成马氏体组织的深度愈大，表示淬透性愈好。这种马氏体组织的深度通常称为淬透层深度，也称淬硬层深度。穿甲钢心淬透性的测定方法是，以钢心淬火后出现非马氏体组织50%为界，以测定未淬透层的直径为准，即直径愈大淬透性愈差。

钢心淬透层深度直接影响钢心的穿甲性能，钢心的淬透层深度愈大，穿甲性能愈好，如表1-3-20所示。

表1-3-20　14.5穿甲钢心淬透性对穿甲率的影响

钢心未淬透层直径(毫米)	靶距(米)	钢板		穿甲率(%)
		厚度(毫米)	倾斜度	
盐炉淬火全透	200	20	20	88.3%
中频淬火，平均未淬透 ϕ 3.9	200	20	20	85%
中频淬火，平均未淬透 ϕ 4.9	200	20	20	60%
中频淬火，平均未淬透 ϕ 5.4	200	20	20	40%

由表1-3-20可看出，14.5穿甲钢心淬透性，对穿甲率的影响是明显的，淬透性不好的钢心影响穿甲率的主要原因是由于钢心命中钢板的一瞬间，钢心整个圆柱部分的断面承受很大的惯性阻力。由于钢心未淬透的心部硬度在HRC46～47左右，承受不了这样大的惯性阻力而产生了镦粗变形，其结果给硬而脆的马氏体外壳层以很大的张应力，导致钢心破碎断裂，如图1-3-16所示。

影响钢心淬透性的因素有加热温度、保温时间以及冷却介质的温度等。加热温度过低，保温时间过短或冷却介质的温度太

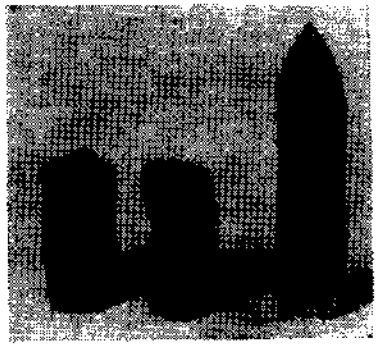


图1-3-16　14.5未淬透钢心纵断面低倍组织及穿甲后的破片

高，都会使钢心淬透性差，见表 1-3-21 。

表1-3-21　14.5钢心中频淬火冷却液温度对淬透性的影响

10%食盐水溶液温度(℃)	未淬火层直径(毫米)
32	5.06
29	4.29
21	2.1

2．硬度不足或软点

钢心硬度不足或出现软点将降低钢心强度，不利于穿甲性能。产生的主要原因是淬火温度过低，保温时间过短，或冷却介质温度过高，使冷却能力降低；钢心下水方向不当（如下水滚动不良）等。

3．裂纹

钢心淬火裂纹是在淬火冷却中形成的，是钢心不许可产生的疵病。产生的原因是组织转变时形成的应力，超过相应温度下钢的破断强度。加热温度过高，冷却介质的温度过低，原材料的缺

陷（如显微裂纹，碳化物偏析）等都可能使钢淬火形成裂纹。

4．网状碳化物

钢心的网状碳化物是由原材料带来的，网状使钢心脆性增加，塑性降低。钢心的网状碳化物不得超过2级，如12.7穿甲钢心网状碳化物为4级时，其穿甲率降为70%。

5．过热或过烧

钢心淬火加热温度过高或保温时间过长，将造成奥氏体晶粒粗化或沿晶界处熔化（或氧化）的现象，淬火后组织呈粗针状马氏体，钢的韧性降低，脆性增大，不利于穿甲。

三、弹头壳及曳光管等金属零件的热处理

弹头壳、曳光管壳及其他金属零件在加工过程中的热处理，主要目的是恢复冷加工变形的塑性，以便继续冷加工或满足零件的最终机械性能要求，因此，它们所采用的热处理工艺与钢弹壳退火工艺相似，可参照弹壳退火工艺进行。

第四节　枪弹金属零件的热处理设备

热处理设备是完成热处理工艺的主要手段。采用合理的热处理工艺与选择先进的热处理设备紧密相关。为此，热处理设备应满足以下要求：

1．加热温度均匀，确保产品质量；

2．加热速度快，工作效率高；

3．设备结构简单，体积小，操作方便，易于实现机械化、联动化；

4．加热过程中对零件的氧化要小，或不氧化。

目前枪弹金属零件制造所选用的热处理设备列于表1-4-1中。

表1-4-1　目前枪弹金属零件热处理设备

设备名称	主要优点	主要缺点	用　途	发展趋势
中频感应加热机，见图1-4-1	加热速度高，效率高，劳动条件好，易于联动，适于薄壁表面加热	厚壁零件加热均匀性差	弹壳烧口，穿甲钢心淬火加热	各金属零件半制品退火
高频感应加热机，见图1-4-2	同　上	不适宜厚壁零件加热，透烧温度均匀性很差	弹壳烧口，穿甲钢心的中部回火	可全面用于烧口工艺
螺旋式转炉	设备结构简单，操作方便，生产效率高，易于联动	占厂房面积大，耗电量大于中频加热炉	枪弹各金属零件冷加工后半制品回火	改用中频或高频代替
电极盐浴炉	设备结构简单，加热温度均匀，无氧化和脱碳现象	不易联动，劳动强度大，生产效率低	钢心淬火加热，圆饼调质淬火	改用中频代替

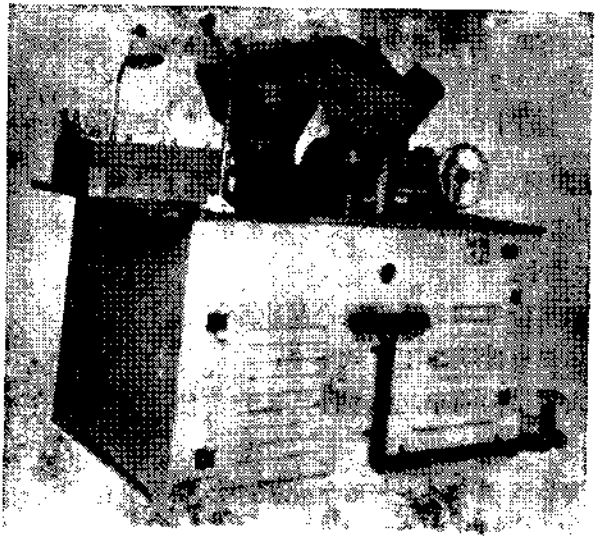


图1-4-1　14.5穿甲钢心淬火加热用中频感应加热机

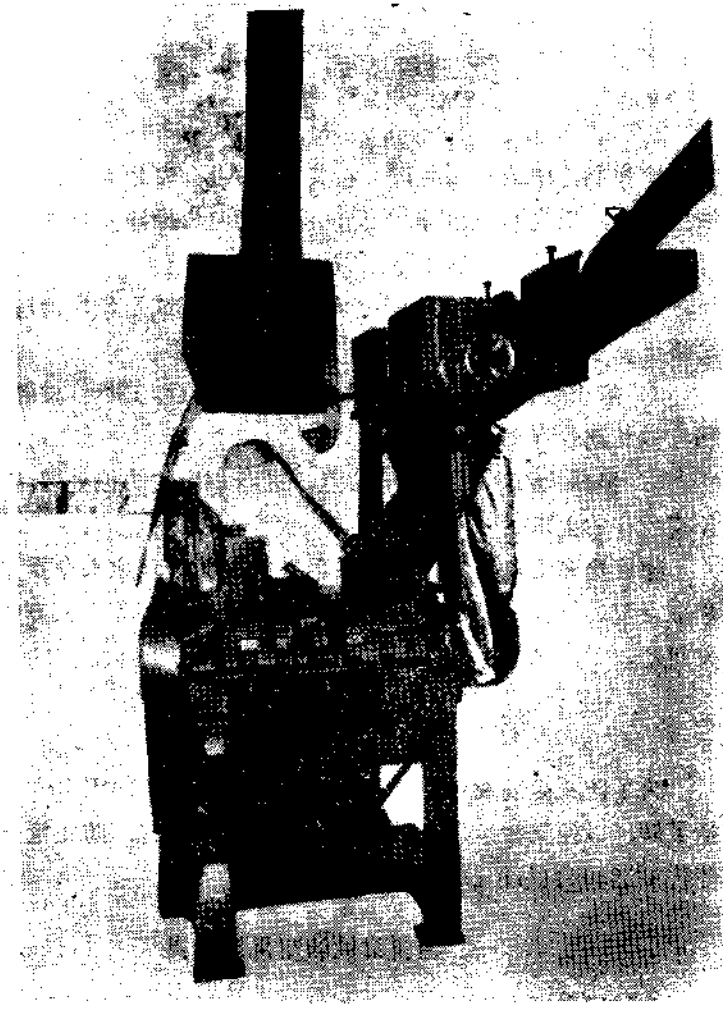


图1-4-2　7.62弹壳半制品烧口用高频感应加热机

第二章　表面处理

枪弹制造中的表面处理，按其工艺性质，可分为表面净化（去油、酸洗、辊光），磷化，钝化，涂漆（电泳涂漆），电镀等几种。

表面处理的作用有以下三方面：

1．清除零件表面的油污、氧化层、锈迹或形成润滑层，以满足挤压、引伸、收口、冲尖等工序的加工要求。

2．防止金属零件加工过程中生锈，为减少工时、材料消耗和枪弹长期贮存创造条件。

3．根据枪弹零、部件的特点，进行相应的防蚀处理，以适应长期贮存的要求。

随着枪弹工业的发展，钢制零件的表面处理愈来愈重要。本章重点叙述枪弹钢制零件磷化、电泳涂漆及镀铜等工艺方面的有关问题。

第一节　金属腐蚀及其防止

为了防止金属腐蚀，必须对其作用机理及影响因素有一个概括了解，以便灵活运用各种方法，采取适当措施，防止枪弹零、部件制造和贮存过程中的腐蚀。

一、金属腐蚀的定义及分类

金属受周围介质的化学或电化学作用而引起的破坏称为腐蚀。能引起金属腐蚀的介质称为腐蚀性介质。金属抵抗介质腐蚀的能力称为金属的抗蚀性或耐蚀性。

按照腐蚀作用机理，金属腐蚀可分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。

金属与介质之间发生化学反应而引起的腐蚀称为化学腐蚀。通常发生在无水的介质和非电解质当中。根据腐蚀生成物的性质，可分为两种。

一种是腐蚀产物生成完整、均匀、致密、附着力良好的薄膜。当薄膜生长到一定厚度时，作用即将停止，如黄铜退火过程的表面氧化。一般条件下，这层氧化物有保护作用。

另一种是腐蚀生成物生成疏松、多孔的薄膜，这种薄膜的厚度随时间的延长而增加。碱金属和碱土金属在空气中的氧化属于这一类。

金属与介质之间发生电化学作用而引起的腐蚀称为电化学腐蚀。这种腐蚀有电子的流动，发生于金属与电解质水溶液接触的时候。金属在潮湿空气中发生的腐蚀（大气腐蚀）就属于这一类。

电化学腐蚀对金属的危害要比化学腐蚀大得多，也是我们最常遇到的。因此这里着重讨论金属的电化学腐蚀问题。

二、电化学腐蚀基本原理

（一）起因和条件

金属的稳定性可以近似地用其标准电极电位来评定。金属的电极电位是指产生在金属和盐类溶液之间的电位差。由于各种金属的电极电位不同，因此如果把两种不同金属（例如铜和锌片）放入装有电解质溶液的同一容器中，并用导线连接，如图 2-1-1 所示，即形成原电池，发生电子流动（由锌极经导线流到铜极）。

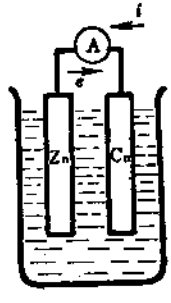


图2-1-1 铜-锌电池示意图

因为锌的电极电位是负值，它的离子化倾向较铜大，因此在锌极上发生下列氧化反应

$$Zn-2e=Zn^{++}$$

如果取的是硫酸溶液，则在铜极上发生下列还原反应

$$2H^+ + 2e = H_2 \uparrow$$

这个电子流一直延续到两极间的电位差达到零为止。上述反应的结果，锌不断溶解即被腐蚀了。这就是电化学腐蚀的基本原理。

电化学腐蚀中，阳极是被腐蚀的部分，而阴极则不被腐蚀。

不仅电极电位不同的两种金属与电解质溶液接触时形成原电池。同种金属由于化学不均一性（含有不同组分和杂质）和物理不均一性（各部分内应力不同等），也因其各部位的电极电位不同而形成原电池。这时金属本身就是连接电极的导线。这种原电池称为微电池或腐蚀电池。工业纯度的金属，由于化学组成和物理性能上的不均一，可看成一个多电极电池，其中某些部位是阳极区，而另一些部位是阴极区。

原电池的形成和作用是电化学腐蚀的起因。原电池的电位差（电动势）则是金属发生电化学腐蚀的动力。

腐蚀电池形成以后，产生阳极电位升高和阴极电位降低的极化现象。极化是金属腐蚀的一种阻力。

许多物质能在阴极上吸收（或消耗）电子，从而使腐蚀继续进行。这种使极化减弱或消除的作用，称为去极化作用。能在阴极上吸收（或消耗）电子的物质称为去极剂。溶液中的氢离子和空气中的氧是最常见的去极剂。

由此可见，金属腐蚀必须具备以下三个基本条件：

1．金属上各部分（或不同金属）存在电位差；

2．存在电解质；

3．电解质中存在去极剂。

而酸、水分和空气等腐蚀介质的存在则是电化学腐蚀得以继续进行的条件。

通过上述分析，可以理解为什么枪弹要用中性包装纸包装，同时严格控制包装纸水分和采用密封包装的道理。

（二）影响电化学腐蚀的因素

毛主席教导我们："唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。"影响金属电化学腐蚀的因素可以分为内因与外因两类。

第一类　内在因素，即与金属本身有关的因素：

1．金属的化学性质　电极电位愈正的金属愈不容易腐蚀，因为形成腐蚀电池时，它往往是阴极。

2．金属表面状态　表面加工愈精细，则不易形成腐蚀电池，抗蚀性愈高。

经过辊光以后的枪弹零件，在大气中的抗蚀性都有显著提高，就是这个道理。

3．合金成分的影响　当单相固溶体合金中耐蚀金属的含量占 $n/8$（$n=1,2,3\cdots\cdots$）的原子分数时，其耐蚀性降低。

两相或多相合金中，各种不同相各自成为微小的结晶体。合金可以看成是多相的混合物。在受到电化学腐蚀时，这些晶体构成了阴极相或阳极相。因此一般地说，对耐蚀性是不利的。

4．内应力的影响　金属加工后内应力的存在是引起电化学腐蚀的一个因素。由于应力作用的结果，使晶格歪扭，从而提高了这部分金属的表面能量，电位下降。当其与腐蚀性介质接触时便构成了腐蚀电池。由于内应力作用而造成的腐蚀又称为应力腐蚀。

第二类　外界条件的影响：

1．pH值对腐蚀速度的影响

概括可以分为三种情况，如图 2-1-2（a）、（b）、（c）所示。

（a）K＝常数，实际上没有什么影响。

（b）在酸性和碱性溶液中腐蚀速度急剧上升。这是因为两性金属在酸性和碱性溶液中，它们的腐蚀产物是可溶的，所以腐蚀速度随着酸、碱性的增强而增加。

（c）这些金属在碱性溶液中腐蚀速度很小，因为它们表面

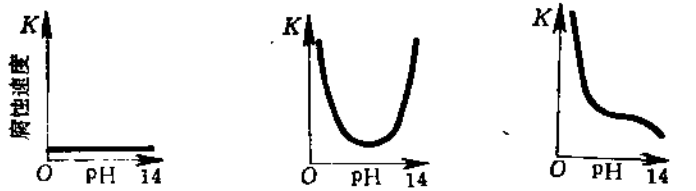


图2-1-2　pH值与金属腐蚀速度的关系

生成不溶性的腐蚀产物。

上面指的是溶液中没有氧化剂的情况。如果有氧化剂存在，有的金属则能生成保护膜，出现几乎不受腐蚀即不溶解的现象，如铁、铝等金属在浓硝酸中都具有这种性质。

2．盐类浓度的影响

浓度很小时，随着盐类浓度的增加，腐蚀速度也增加。但到一定程度以后，又开始下降。如图 2-1-3 所示。

3．附加成分的影响(缓蚀剂和加速剂的作用)

某些减缓金属在电解质溶液中腐蚀速度，甚至完全抑止金属腐蚀的物质，称为缓蚀剂。反之，显著增加介质对金属腐蚀速度的物质，则称为加速剂。

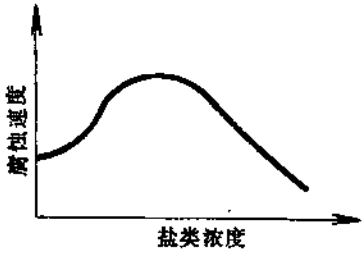


图2-1-3　溶液中盐浓度对腐蚀速度的影响

氧化剂（铬酸盐、硝酸盐、亚硝酸盐等）和氧既是加速剂，有时也是缓蚀剂。只有当氧化剂的浓度足以使金属生成完整的保护膜，并且溶液中没有活性离子存在时，才能起缓蚀作用。

缓蚀剂中除了无机盐类以外，某些有机物质也具有很好的缓蚀作用。特别是在酸性介质中发生氢离子去极化腐蚀的条件下，

无机盐类的缓蚀效率很低，通常应用有机缓蚀剂。

一般当酸洗溶液中加入适量缓蚀剂（如若丁、硫脲等）以后，可以达到除去氧化层和锈，但又不致造成基体金属过度腐蚀的目的。

除氧化剂可以是加速剂以外，凡是能破坏保护膜的离子（如Cl^-），能够和金属离子形成络合物的物质（如氨与铜离子作用形成铜氨络离子）都是加速剂。

研究腐蚀加速剂和缓蚀剂的目的，在于除去或加进这些物质，以减缓金属的腐蚀。

4．温度的影响

大多数情况下，温度愈高，腐蚀速度愈大。因为温度上升，化学反应速度增加，电极反应加强。

（三）金属在大气中的腐蚀

金属在潮湿的空气中发生的腐蚀，称为大气腐蚀。大气腐蚀是一种电化学腐蚀，也是枪弹制造、贮存过程中最常遇到的腐蚀。下面就大气腐蚀特点、水膜的形成、电极反应及其主要的影响因素，做一概括的分析。

1．大气腐蚀的特点

金属在大气中的腐蚀是由于金属表面在潮湿的空气中吸附一层很薄的水膜而引起的。当水溶性盐类和腐蚀性气体进入水膜时，便形成电解质溶液，为电化学腐蚀创造了条件。有些产品在加工、搬运或使用过程中，还会沾上汗水或其它物质，这些都会提高水膜的导电性，促使腐蚀加速。

由此可见，大气腐蚀具有自己的特点。水膜的形成是一个极其重要的条件。

2．水膜的形成

金属表面水膜形成常见的途径有：

（1）大气中的雨、雪、雾、露、融化了的霜和冰等直接降落；

（2）水分的飞溅，汗水的浸润；

（3）露点以下水分的凝结，水蒸气的冷凝等。

以上几种情况，不论在枪弹零件制造、搬运、装配或贮存、使用过程中，都可能遇到。其中第一、二种情况可以采取措施得到避免，比较难于克服的是大气中水蒸气的凝结问题。

图 2-1-4 为在一定温度下，能引起凝露的温差与相对湿度间的关系。

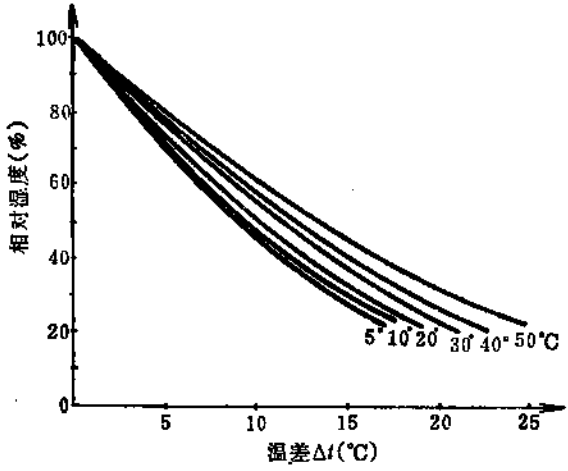


图2-1-4 一定温度下，能引起凝露的温差与相对湿度间的关系

由图可看出，在温度为 5～50℃的范围内，当气温变化达 6℃左右时，只要相对湿度达到65～75％左右就能产生凝露。温差越大，能发生凝露的相对湿度越低。

大气的相对湿度达到饱和时形成的水膜是肉眼可见的。当金属表面存在凹陷、粗糙或者附着灰尘、腐蚀产物及盐类时，即使在相对湿度低于100％的情况下，由于毛细管作用等原因也可能形成肉眼看不见的水膜。

应该指出：金属表面的水膜厚度与腐蚀速度有一定影响，如图 2-1-5 所示。

3．大气腐蚀的电极反应

由于金属表面存在各种电化学不均一性，当在大气中被水膜覆盖以后，即形成了许多微电池，发生大气腐蚀。

图 2-1-6 表示钢铁大气腐蚀的示意图。箭头表示电子流动的方向。电位较负的铁素体成为阳极，电位较正的 Fe_3C 或石墨成为阴极。

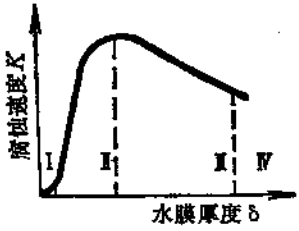


图2-1-5 大气腐蚀速度与水膜厚度关系

Ⅰ—厚度为10～100埃；Ⅱ—厚度为100埃～1微米；Ⅲ—厚度为1微米～1毫米；Ⅳ—厚度＞1毫米。

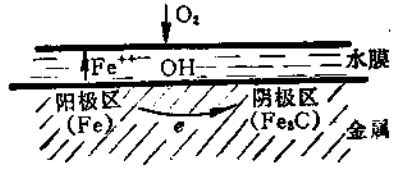


图2-1-6 钢铁大气腐蚀示意图

钢铁经大气腐蚀的产物干燥时，会引起部分脱水，生成由铁的氧化物、氢氧化物组成的铁锈（$mFeO \cdot nFe_2O_3 \cdot pH_2O$）。

4．影响大气腐蚀的因素

影响大气腐蚀的因素主要有相对湿度、温度和温度变化、大气的组成等。这些因素往往是构成金属腐蚀的重要条件，因此了解它们的实际影响，对于防止枪弹在制造和贮存过程中的腐蚀有重大意义。

（1）相对湿度的影响

相对湿度通常认为是影响大气腐蚀最重要的因素，因为它影响金属表面水膜的形成和保持的时间。相对湿度随着地区的经纬度、地形及季节等自然条件的不同而有很大差异。

天气愈潮湿，相对湿度愈大，金属也愈容易腐蚀。但是并不

是在任一相对湿度下，金属都能生锈的。实际情况是，必须超过某一起码的相对湿度值以后，金属才开始腐蚀。这个起码的相对湿度称为临界相对湿度。低于临界相对湿度，金属表面发生的是化学腐蚀，所以腐蚀速度很低。当相对湿度超过某一个临界值以后，金属表面就有水膜出现，产生电化学腐蚀，因而腐蚀速度发生突变。

临界相对湿度与金属种类、表面状态及大气的组成等因素有关。表面愈粗糙，或者附着灰尘、腐蚀产物及盐类，或者大气中含有腐蚀性气体等，临界相对湿度都会降低。很多金属的临界相对湿度都在50～80%之间。

临界相对湿度对于评定金属产生大气腐蚀的可能性和确定长期贮存方法具有重要意义。相对湿度超过金属腐蚀的临界相对湿度，金属就容易生锈。因此在一些高温、高湿的地区或湿、热的季节就应该采取一些防蚀措施。若保持相对湿度低于需要存放金属的临界相对湿度，就能防止腐蚀的发生。实践证明：当库房相对湿度控制在50%以下，就能有效地防止金属腐蚀。因此贮存产品的库房，必须注意控制相对湿度。通常可用暖气来控制相对湿度。例如20℃时库房的相对湿度为80%，在室内不进入水分的情况下，提高温度5～6℃就可以使相对湿度降低到50%左右。

（2）温度和温度变化的影响

温度上升，金属腐蚀速度加快。特别是湿度较高的季节或地区，温度对金属腐蚀的作用更为明显。

但是温度的明显变化对金属腐蚀有更大的影响。十分明显，在冬天如果将物品从室外搬进室内，物品表面就会凝成一层水珠。在潮湿的环境中，用汽油洗涤零件，由于零件上的汽油吸收热量迅速挥发，使零件变冷，也会在零件上凝结成一层水膜。这些现象都说明，当温度变化时，就能发生水蒸汽凝露，也容易引起金属腐蚀。

一些大陆性气候的地区，白天炎热，虽然这时相对湿度不高，

但是绝对湿度很高。当晚间气温急剧下降时，空气中的水分就会在金属表面凝结。某些白天有暖气而晚上停止送暖气的仓库或车间，也会造成这种情况。这对防止金属腐蚀是不利的。

（3）腐蚀性气体的影响

大气的成分是复杂的，随着地区、气候（温度、湿度、风力、温差等）的不同而有差别。

大气中的腐蚀性气体，对金属腐蚀危害最大的是二氧化硫。根据大气曝晒结果，铜、锌、铁等金属的腐蚀速度近似与空气中SO_2含量成正比。SO_2对金属腐蚀的影响，一般认为它易溶于水膜，生成亚硫酸，使水膜酸性增强，氢离子去极化作用加剧等因素引起的。

化工厂周围常有H_2S、NH_3等腐蚀气体产生。干燥大气中，H_2S能引起铜合金变色。潮湿的大气中会加速Cu、Zn、Fe等金属的腐蚀。NH_3能强烈引起铜和黄铜的腐蚀。

枪弹制造厂表面处理工段也往往排出一些腐蚀性气体，如HCl、NO_2等。这些气体溶解在水膜中以后，生成相应的酸，它们不同程度地加速金属腐蚀。因此在厂房、库房设计时，必须注意腐蚀性气体的影响。一般冲压、机加、装配车间应与容易发生腐蚀性气体的表面处理工段、车间或化工厂保持一定距离。对于发生腐蚀性气体的工序应采取必要的措施，最大限度地减小它对人体和金属制品的危害。

（4）酸、碱、盐的影响

介质中存在酸、碱、盐类对金属腐蚀的影响已在前面作过分析。酸、碱对金属大气腐蚀的影响实际上表现为pH值的影响问题。这里重点分析氯化物对大气腐蚀的影响。

氯化物是大气腐蚀的加速剂。主要原因是氯离子对金属钝化膜的破坏作用；其次是氯化物的吸湿性，降低临界相对湿度，同时由于水膜中氯化物的存在增加导电性，因而增加金属腐蚀的速度。

氯化物的来源之一是人的汗水。一个光亮枪弹用手拿以后，不久就会在表面留下一个清晰的腐蚀指纹。可见它对金属腐蚀的影响是很敏感的。汗水的pH值一般为4.8～5.8，也有呈碱性的，它对金属腐蚀起加速作用。因此弹头、弹壳和底火辊光后的各工序和装配过程中，都应戴手套操作。有的工厂使用的手套内衬塑料薄膜，则更为有利。

沿海地区还必须注意盐雾对金属腐蚀的影响。

三、金属的钝性

（一）金属的钝化现象

铁在硝酸中的溶解速度，在开始阶段，随着酸的浓度的升高而升高。但到某一浓度（临界浓度）后，溶解速度突然下降。这种现象称为钝化。钝化所得的化学稳定性称为金属的钝性。金属取得钝性以后所处的状态称为钝态。能引起金属钝化的介质称为钝化剂。不仅是浓硝酸，而且含有重铬酸钾、高锰酸钾、铬酸等氧化剂的溶液也能使金属钝化。

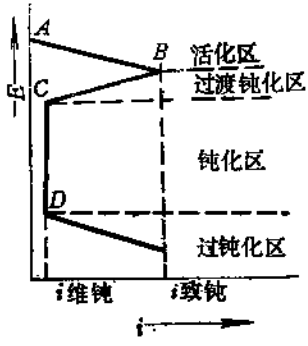


图2-1-7 典型的阳极极化曲线

金属除了在氧化剂溶液中能产生钝化以外，用电化学方法也能使它变为钝态。电镀过程中，一些金属的阳极极化曲线具有图2-1-7所示的规律。

图中从A点到B点随着电流密度的增加，电位向正移动，金属正常溶解，称活化区；B到C随着电位变正，电流密度减小，金属溶解速度下降，称为过渡钝化区；C到D随着电位增加，电流密度不变，金属不再溶解，称为稳定钝化区。对应于B点的电位称为致钝电位；对应于B点的电流密度称致钝电流；对应于C～D段的电流密度称为维持钝化电流密度简称维钝电流。电镀中

我们希望阳极正常溶解。利用这个原理，可以说明金属在氧化剂溶液中发生的钝化现象。如果介质的条件（组成、浓度等）能使腐蚀电池阳极极化电流密度超过致钝电流，金属就能进入钝态。例如铁在浓硝酸中，由于介质氧化性强，阴极过程：$NO_3^- + 2H^+ + 2e = NO_2^- + H_2O$ 进行得比较强烈，腐蚀电池的作用足以使阳极极化电流密度超过 $I_{致钝}$，而进入钝化区。因此，钝化的实质是阳极过程受到阻碍而产生的高耐蚀状态。金属钝化的原因，一般认为是由于金属表面生成一层不溶解的无色透明的薄膜，从而提高了金属的耐蚀性。这种薄膜通常是氧化膜，而且是致密的，因此能防止金属的腐蚀。

不仅是铁，其他一些金属也可以在适当条件下发生钝化。它们的钝化趋势按以下顺序依次减小。

钛、铝、铬、钼、镍、锌、铅、铜。

很容易钝化的金属，例如铝、铬，它们能在空气中和很多介质中钝化，称为自钝化金属。若将易钝化金属和不易钝化金属组成合金，这种合金有提高钝化趋势。

（二）去钝化作用

钝化了的金属，由于机械摩擦或遇到活性离子，都能引起钝化膜破坏而失去钝性。易于使金属失去钝性的介质，称为活化剂。促使钝化金属发生钝化膜破坏或阻止金属发生钝化，称为去钝化作用。

卤族元素最易破坏钝化膜，所以金属在含有卤族元素的介质中，通常耐蚀性是不好的。还原性气体（如H_2）、非氧化性酸（盐酸和稀硫酸）都能使处于钝态的金属活化。

钝化现象对抑制金属腐蚀有实际意义。例如钢质弹壳引伸工序的肥皂液中加入0.1～0.5%亚硝酸钠，并用碳酸钠调正pH值至9～10，就能有效防止工序间生锈。覆铜弹壳底槽磷化后，经过0.15克/升重铬酸钾钝化，就能明显提高覆铜层和磷化膜的稳定性。

四、防止金属腐蚀的方法

1．产品设计时，应根据产品的加工和使用条件，选择合理的材料。使所用材料对周围介质有足够的稳定性，而且应考虑合理的结构，使电位不同的金属不直接接触。

2．合理安排加工工艺，使产品表面光洁，并充分消除内应力等。

3．改善保存和使用条件。生产过程中应注意半制品的存放，防止灰尘、水分及其他脏物沾污；装配后使产品处于密封保存状态；使用中性包装材料，对酸、碱、氯化物、水分规定要求；使用气相缓蚀剂或吸湿剂等。

气相缓蚀剂又称挥发性缓蚀剂。它在常温下能挥发成气体，充满包装器材的空间，随后被金属表面吸附。当潮湿空气与其接触时，能电离或水解生成缓蚀基团，以阻滞金属的大气腐蚀。为了改进枪弹的保存条件，已经开始试用浸涂了气相缓蚀剂的防锈纸包装。亚硝酸二环己胺〔$(C_6H_{11})_2NH_2\cdot NO_2$〕、碳酸环己胺〔$(C_6H_{11}NH_2)_2CO_2$〕等是应用较广的黑色金属气相缓蚀剂。苯骈三氮唑是铜、铜合金常用的气相缓蚀剂。

4．给金属以保护层

（1）金属保护层　各种电镀层、包覆层、喷镀层、化学镀层等。按其作用性质又可分两类。

阳极保护层：镀层电位比被保护金属电位负的金属保护层。当受到腐蚀时，镀层为阳极，因而它以电化学作用，保护基体金属免受腐蚀。例如钢铁上的镀锌、镀镉层。镀锌铁皮是一个例子，腐蚀结果是锌层先受到破坏。

阴极保护层：镀层电位是比被保护金属电位负的金属保护层。当受到腐蚀时，镀层为阴极，基体金属先被破坏。因而只有在镀层完整无孔时，才能以镀层的耐蚀性保护基体金属。例如钢铁上的镀铜层、镀锡层。

（2）非金属保护层　如氧化、磷化、钝化形成的保护层；油漆层（电泳涂漆层）等。

良好的保护层必须满足以下要求：

（1）存放和使用过程中有足够的化学稳定性；

（2）与基体金属有良好的结合力；

（3）应均匀完整；

（4）应有一定的机械强度和足够的耐磨性、弹性；

（5）工艺简单，成本低廉，材料来源充分。

为了满足上述要求，实际上钢铁零件经常采用复合保护层，如磷化（氧化）-涂油或涂漆，磷化-电泳涂漆等。

五、腐蚀鉴别和试验方法

枪弹生产、贮存和使用过程中，经常会遇到金属腐蚀问题，要求我们对金属腐蚀有一定鉴别能力，以便及时发现问题，采取措施，减少损失。

腐蚀试验是研究金属腐蚀原因以及评定金属耐蚀性的重要手段。下面介绍枪弹工厂常用的腐蚀鉴定和试验方法。

（一）几种金属腐蚀的特征

1．钢铁　钢铁腐蚀产物——铁锈组成比较复杂。铁锈通常呈棕黄色至黄褐色，结构疏松，有点状、片状，也有块状。

2．铜合金　轻微腐蚀产物为铜的氧化物，颜色根据腐蚀程度有所差异。有的资料介绍铜的氧化膜颜色随其厚度而变化。表2-1-1列出了氧化膜厚度与颜色的关系。事实上，从覆铜弹壳口部退火后过渡区覆铜层的颜色也可以说明这点。由于过渡区从弹壳上部到底部各部位受热条件不一致，因而氧化程度不同，氧化膜颜色也不一样。

这种氧化膜结构细密，在密封保存的条件下，一般不易发展，只是颜色逐渐变深。

铜及铜合金在恶劣条件下，腐蚀产物呈淡绿色，通常称为铜

表2-1-1 铜表面颜色与氧化膜厚度关系

颜色	厚度(Å=10^{-7}毫米)	颜色	厚度(Å=10^{-7}毫米)
暗褐色	380	银绿色	880
赤褐色	420	黄绿色	980
紫褐色	450	橙绿色	1200
蓝褐色	480	红绿色	1260
青褐色	500		

绿。铜绿的化学组成是碱式碳酸铜〔$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$〕。覆铜钢片制造的枪弹验收技术条件中规定不允许的绿色斑点，就是指这种铜绿。

3．锌 锌是目前枪弹包装铁匣的保护层。锌层腐蚀产物呈灰白色至白色，严重的呈白色粉末，化学组成为碱式碳酸锌〔$Zn(OH)_2 \cdot ZnCO_3$〕，能溶于热水呈碱性反应。锌层破坏以后，基体金属（铁）就要受到腐蚀。因此腐蚀严重的铁匣表面既有白色锌的腐蚀产物，又有黄色的铁锈。

4．漆层下面基体金属的腐蚀 腐蚀产物的外观特征与基体金属腐蚀时一样，但往往引起漆层膨胀和隆起。

金属腐蚀后，除了颜色变化以外，还有以下共同特征：

（1）生锈表面失去光泽；

（2）腐蚀处呈粗糙不规则现象；

（3）有腐蚀产物堆出。

表2-1-2列出了一些金属化合物的颜色，作为参考。

表2-1-2 一些金属化合物的颜色

金属名称	氧化物	氢氧化物	硫化物	腐蚀产物
铁	FeO，Fe_3O_4黑色 Fe_2O_3黑或红色	$Fe(OH)_3$ 棕色	FeS黑色	$mFeO \cdot nFe_2O_3 \cdot pH_2O$
铜	CuO黑色 Cu_2O 暗红或橙黄色	$Cu(OH)_2$ 天蓝色	CuS黑色	$CuO \cdot Cu_2O$或 〔$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$〕
锌	ZnO白色	$Zn(OH)_2$ 白色	ZnS白色	〔$Zn(OH)_2 \cdot ZnCO_3$〕

（二）腐蚀鉴别方法

毛主席教导我们："一切结论产生于调查情况的末尾，而不是在它的先头。"正确地判断腐蚀是一项很重要的工作，因此必须采取慎重的态度，通过调查研究，掌握材料的性质、加工工艺、周围环境以及有无产生腐蚀的条件等等。然后根据金属腐蚀的基本原理及腐蚀产物的特征和鉴定试验的结果，进行综合分析，得出符合实际的结论，提出合理的解决措施。

常用的鉴别试验方法有：

1．放大观察法　用放大镜观察，根据腐蚀产物的特征来判断。

2．化学方法　用非金属工具小心地将腐蚀产物收集起来，放在清洁的玻璃容器中。根据可能生成的腐蚀产物，选用相应的化学试剂，互相作用，按其反应的特点（颜色的变化等）来判断。

3．有机溶剂和酸液溶解法　腐蚀产物一般难溶于有机溶剂而易溶于酸类溶液，而油污、脏物则易溶于有机溶剂而难溶于酸类。根据这个特点可以利用在有机溶剂和酸液中是否溶解进行鉴定。

（三）枪弹生产中几种腐蚀现象判断

1．覆铜层上的红、黄色斑点

首先应该观察斑点的外貌、颜色。如果斑点部位比较密致而不疏松，无明显的腐蚀产物堆积，颜色呈红黄色而不是棕黄色，则一般情况下，可以初步认为是铜的氧化物。

为了进一步证实是否铁锈，可以检查该处是否露钢，因为只有覆铜层有孔隙，才能使基体金属受到腐蚀而产生铁锈。

检查覆铜层有无孔隙，通常用下述溶液：

赤血盐 $K_3[Fe(CN)_6]$	10 克/升
氯化钠 NaCl	20 克/升

试验时，将浸有上述溶液的滤纸（面积约 1 平方厘米）紧贴在经过去油、干燥的受试零件表面，保持 3～5 分钟。如果滤纸

上没有蓝点出现，说明该处完整无孔。

上述方法可以测定铁件上镍、铜、铬等镀层的孔隙，但应注意滤纸与受试表面应无铁质存在，操作用的镊子也应该避免使用铁制的，以免引起差错。

通过外貌、颜色和孔隙等项检查，就可以得到较确切的结论。以上疵病往往发生于 56 式 7.62 覆铜弹壳底槽磷化后，成弹验收时也有出现。

如果斑点部位有疏松的腐蚀产物堆积，此时应该用非金属工具仔细取下腐蚀产物，收集在试管里，用少量盐酸溶解，并加入硫氰化铵溶液，如果有血红色出现，则说明腐蚀产物有 Fe^{+3} 存在。

$$Fe^{+3}+3NH_4(CNS)=Fe(CNS)_3+3NH_4^+$$

Fe^{+3} 存在说明是铁锈。

2．漆层底下棕黄色、红色或黑色斑点

这种疵病出现在 56 式 7.62 覆铜弹壳底槽涂漆烘干工序。漆层底下有棕黄色、红色或黑色斑点。通常是用酒精浸泡，除去漆层。如果这些斑点能随漆层一起擦去，则说明它是漆液中的杂质、干固树脂或漆液中的醋酸与金属及其氧化物生成的醇溶性醋酸铁所致，而不应视为铁锈。漆层擦去以后，仍有带光泽的粉红色存在，说明是着铜层。如果底槽表面留有棕黄色附着物，那么就是底槽腐蚀的产物——铁锈。

六、腐蚀试验方法

为了评定金属材料、产品或保护层在一定条件下的抗蚀能力，弄清某种金属或保护层在一定条件下产生腐蚀原因，确定某种因素对腐蚀速度的影响，选用最适当或研制新的金属材料或保护层，考核日常表面处理工艺的稳定性和质量，都需要进行腐蚀试验。枪弹生产中常用的腐蚀试验可以分为试验室试验、大气暴露试验及实际使用试验等三类。

1．试验室试验

试验室试验是在人工制造的条件下，模拟实际介质进行的室内试验。室内试验的优点是时间快，周期短，能较准确地控制腐蚀条件，样品的形状、尺寸可以自由选择，能得到重现性较好的结果，便于对比试验。

（1）盐水试验

盐水试验是测定金属或保护层耐蚀性最简单、最常用的方法。因为氯离子是很强的腐蚀加速剂，可以在较短时间内反映出受试金属或保护层的耐蚀性。枪弹工厂采用盐水试验作为保护层质量的验收根据。

盐水试验通常采用 3 %氯化钠溶液，并分全浸和间浸两种。全浸是指试样在盐水中浸入一定时间以后，取出试样，检查腐蚀状况。间浸是把试样交替地浸入溶液和暴露在大气中的腐蚀试验。间浸腐蚀速度比全浸腐蚀速度快，因为试样停留在空气中时，氧更容易穿过水膜到达金属或保护层表面，氧的去极化作用更易进行。目前 56 式 7.62 涂漆弹壳的间浸周期规定：浸入盐水两分钟，空气中暴露二十八分钟为一个周期。十个周期以后，如果没有腐蚀出现即为合格。14.5 及 12.7 涂漆弹壳技术条件规定，浸入盐水 7 小时，空气中暴露 17 小时，然后检查弹壳外观，没有腐蚀出现即为合格。为了考核保护层的耐蚀性，当然可以适当增加试验周期。

试验溶液用化学试剂及蒸馏水配制。试样与试样及试样和容器之间要彼此隔开，不能接触。可以用丝线、塑料丝悬挂试样，也可用塑料支架直接放入溶液中。

试验溶液应定期更换。

（2）热湿试验

在周期热湿的条件下，金属表面极易生成水膜。这层水膜中氧的溶解量很容易达到饱和，并很快扩散到阴极表面，使氧的去极化作用得到很大的提高，因而加速了腐蚀过程。我国很大一部分地区属于湿热带和亚湿热带，热湿试验就是模拟这样一种气候

条件来考核金属材料和保护层的抗蚀性的。枪弹工厂通常用热湿试验来对比保护层的抗蚀性，考核某些表面疵病在恶劣条件下的变化。

试验条件的选择是十分重要的。实际试验表明：连续热湿比周期热湿金属腐蚀速度要低得多。因为周期试验时，冷却期间，水蒸汽含量极易达到过饱和状态，而在金属表面出现凝露，因此金属腐蚀速度明显加剧。其次采用的温度愈高，湿度愈大，金属腐蚀的速度也愈快。通过试验初步得出：55℃、相对湿度98～100%的条件下进行周期热湿试验，比40℃、相对湿度98～100%的条件下进行周期热湿试验，金属腐蚀速度增加三倍。但是为了更客观反映实际条件，一般规定试验条件：温度为40±2℃，相对湿度为95～100%；保温时间大于12小时，冷却时间大于5小时；24小时为一周期（其余为升温、冷却时间）。

热湿试验在热湿试验箱或调温调湿箱中进行。

（3）盐雾试验

盐雾试验主要是模拟沿海大气条件，对金属材料或保护层耐蚀性的考查。和热湿试验一样，通常用它对比保护层的抗蚀性。

盐雾试验在盐雾箱或大型盐雾试验室中进行。利用喷雾设备喷射规定成分的溶液的方法，定时在喷雾箱（室）内形成盐雾。试验温度、湿度由自动调节机构控制。盐雾试验中，盐水的配方、浓度、喷雾方式(离心式或喷嘴式)、喷雾周期、温度、相对湿度等都有很大影响，目前尚未规定统一的试验标准。

2．大气暴露试验

大气暴露试验主要是鉴定各种金属和保护层在不同自然气候条件下的稳定性，为产品设计、研究、生产、使用各部门合理选择材料，制定表面处理工艺，改进封存、包装条件和保管方法提供试验依据。大气暴露试验虽然周期较长，但是试验条件比较符合实际情况，目前还是一种比较普遍的试验方法。特别对于直接在室外使用的机器、设备和军事装备以及新材料、新工艺对比试

验更有重要意义。

大气暴露试验统一在国家指定的大气试验站进行。由于试验站分布在不同地区，因此大气暴露试验的结果可以说明各种不同的自然条件下，受试金属或保护层的耐蚀性。

大气暴露试验分室外曝晒试验、百叶箱试验和库内贮存试验三种。

3．实际使用试验

为了鉴定枪弹保护层的适用性，有时采取把枪弹发往部队进行勤务试验，以考查实际使用条件下的效果。枪弹验收技术条件中规定的拖载试验，目的之一就是考核保护层（电泳涂漆层）在运输过程中的适应性和包装铁匣的结合强度。这种方法一般只在新选保护层和工艺上有重大改变时才进行。

七、枪弹生产中常见的腐蚀现象及防止方法

枪弹生产过程中，经常出现一些金属零件的腐蚀问题，有的甚至影响生产的顺利进行。腐蚀产物一般组织疏松、吸湿性强，往往起着加速腐蚀作用，因而影响枪弹的长期贮存。下面列举几种常见的腐蚀现象及其防止方法。

（一）覆铜弹壳底槽生锈

56式7.62覆铜弹壳车底工序以后，底槽部分露钢。当它接触水分时，极易生锈。底槽生锈降低磷化、涂漆层的质量，减弱漆层的附着力，影响枪弹的长期贮存和使用。因此磷化、涂漆工序以前的底槽必须保持无锈状态。

覆铜弹壳底槽生锈是钢铁电化学腐蚀的一个例子。根据生产实践，产生底槽锈的原因可以概括以下几个方面：

1．车底工序以后底槽遇水生锈。这种锈在磷化工序没有除尽，流转下道。这种锈的特征是块状的、明显的。

2．磷化膜质量不好，抗蚀性能低，在烘干过程中发生局部电化学腐蚀而生锈。这种锈往往是条状的或是线状的。如果注意

磷化膜的质量，及时调整磷化溶液，可以避免。

3．磷化膜的抗蚀性是有限的。辊光时，如果稻壳湿度大，产品热及辊光后不及时筛分，都能引起生锈。这种锈往往是点状的。

为了防止底槽生锈，也必须从磷化、辊光等工序在工艺上加以保证。

（二）覆铜层变色

用覆铜钢片制造的弹壳和弹头壳，表面覆盖一层H90黄铜。在高温、高湿的季节或地区，容易发生覆铜层的变色。弹壳颜色的变化要比弹头壳严重一些。变色的种类很多，表2-1-3列出了覆铜层几种主要变色的特征、原因及克服方法。

理论上讲，覆铜层变色属于铜合金的大气腐蚀。由于发生腐蚀所遇的条件和环境不同，出现各种特征。铜合金在干燥大气中具有一定抗蚀能力，但在高温、高湿的地区和季节，昼夜温差大及其他一些因素都能引起大气中水分的凝露，在其表面形成水膜，给大气腐蚀创造了条件。特别当相对湿度达到或超过铜合金的临界相对湿度以后，很易变色。根据有关工厂调查，变色一般都发生在高温、高湿的季节，特别是相对湿度大的季节，而且往往发生在昼夜温差大或工房白天加温夜间不加温的时候，而北方一些工厂出现这类问题比较少。当然覆铜层有的变色还有它的特殊原因，这些原因提供加速大气腐蚀的条件。例如由于底火室容易着铜，辊光时对它的作用不大，表面比较粗糙，因而变色就比较容易；又如接触旧脏木箱、汗水都能使某一部分遇到有机酸、氯化物等腐蚀加速剂，因而出现了局部腐蚀现象。烘干温度不足，铜层表面附着水分，也容易促使变色；相反，烘干温度较高，铜层表面形成一层很薄的氧化膜，相应提高了铜层的稳定性。

覆铜层变色属于金属腐蚀现象，生产中应注意并采取切实有效的措施。

表2-1-3　覆铜层几种主要变色的特征、原因及克服方法

变色名称	特　征	原因分析	克服方法
半边变色	颜色由浅黄→红黄→紫褐→黑褐，往往发生在木箱上层接触大气的一边	大气温度高，湿度大，昼夜温差大或大气中有酸烟污染引起腐蚀	（1）辊光以后半制品应用布盖好； （2）压缩生产周期； （3）不得已时，增加一次辊光； （4）注意环境保护； （5）成弹采用保温工艺时，注意昼夜温差不能过大
弹壳底火室变黑	酸洗后呈桃红色，磷化后为暗土色，逐渐变黑	（1）底火室铜层薄，酸洗时有着铜现象； （2）底火室辊光效果差，表面粗糙； （3）烘干过程湿气作用时间长； （4）磷化液陈旧； （5）底火室被油沾污	（1）改变工艺路线，冲孔工序在酸洗以后进行； （2）增加$K_2Cr_2O_7$钝化； （3）更换磷化液； （4）注意酸洗质量
条状变色	接触木箱部分发生类似木纹的条状变色	脏、湿的旧木箱含有机酸等腐蚀性介质，与其接触引起覆铜层腐蚀	使用洁净木箱
汗迹	外观检选工序出现黑色的指印或斑点	汗手或脏手套等接触产品引起局部腐蚀	及时更换手套或手套内衬塑料薄膜
“地图形”变色	弹壳斜肩附近在底槽磷化以后或弹头壳加工工序出现红褐色或黑褐色的“地图形”轮廓圈	（1）磷化后没有及时辊光； （2）相对湿度大，昼夜温差大； （3）弹头壳杯子退火后酸洗工序烘干温度低	（1）需要辊光的工序应在半制品晾凉以后及时辊光； （2）压缩生产周期，并将半制品用布盖好； （3）适当控制烘干温度

（三）底火壳变色

底火壳由H68黄铜制造。黄铜表面同样存在变色现象。底火壳变色除了受高温、高湿的影响以外，还有一些其他的因素：

1．底火壳要和化学药品接触，而击发药中有些成分对其有直接影响。

2．包装物——棉花和纸盒的水分含量高，在存放过程中，与

底火接触部位变色较多。

3．底火壳表面净化工序用水质量不良，也是一个重要原因。有的工厂原来使用三氯化铁净化的自来水洗涤底火壳，由于水中含氯量高，残留的氯离子在表面形成浓缩的盐水而吸收水分，因而加速了腐蚀过程。

克服方法：

1．提高底火壳本身耐蚀性　在底火壳表面洗净以后增加钝化工序。

2．注意底火壳净化工艺　注意洗涤水和锯光木屑的质量，采用机械化操作，提高洗涤质量，最后一次水洗使用净化水清洗等都是比较有效的措施。

3．底火压药以后应及时辊光，除去附药。

4．注意包装物的质量　严格控制包装材料的酸、碱性，氯化物和水分或在包装容器中放入吸湿剂如硅胶等。

（四）黄铜"自裂"

一般条件下，铜锌合金是相当稳定的金属材料。但是完好的黄铜制品，在应力状态下，经过一段时间，甚至不受外力作用也会自行破坏。这是黄铜的一种特殊现象，通常称为"自裂"。底火壳生产过程和保存期间都容易产生这种现象。

从金属腐蚀观点来看，黄铜"自裂"是一种由于残余应力的存在和腐蚀性介质（水蒸汽、氧、氨、二氧化硫、汞、酸烟等）的作用而引起的晶间腐蚀现象。由于应力腐蚀的阳极区发生在晶粒边界和应力集中的地方，所以裂缝出现在晶粒边界，有的甚至贯穿晶粒本身。黄铜晶间腐蚀的结果，强度显著降低，在外力作用下，甚至在存放过程中就可能裂开。

黄铜"自裂"发生的快慢，除了与残余应力的大小有关以外，还受制品保存条件及周围环境的气氛和接触物质的直接影响。

铜合金中，只有黄铜有"自裂"现象，这与黄铜中含有较多的锌有关。锌在很多介质中是不稳定的金属。黄铜中含锌量愈高，

"自裂"倾向愈严重。含锌 7 %以下的黄铜对"自裂"敏感性很低，纯铜没有"自裂"问题。黄铜中加入少量硅、磷、锡，可以减轻这种倾向。

黄铜"自裂"倾向，可用硝酸汞溶液或氨气试验等方法检查。预防黄铜弹壳"自裂"的方法主要是采用低温退火和局部退火，以消除其存在的残余应力。

第二节 表面净化

用机械的、化学的或电化学的方法，除去金属表面的油污、氧化层、锈迹及粗糙不平和其他附着物（如灰尘、金属屑、毛刺等），使其达到洁净的一类表面处理工艺称为表面净化。

枪弹生产中表面净化工艺包括：去油、酸洗、辊光等工序。

枪弹零件加工过程中，常用肥皂和油类作为润滑剂。机床上的润滑油可能沾附在零件上。为了除去润滑剂和油污，便于下道加工，常有去油工序。为了提高保护层与基体金属的结合力，去油也是磷化、钝化、电镀前不可缺少的工步。

枪弹零件退火时生成的氧化层没有延展性。当继续进行冲压加工时，立即脱落，造成工具损坏。为了除去氧化层，每次退火后要进行酸洗。酸洗同样也是磷化、电镀前不可缺少的工步。

枪弹生产中辊光的作用，一是除去半制品毛刺；二是提高零件表面光洁度，除去油污，提高耐蚀性和外观质量。

一、去　油

按化学性质，油脂可分为两大类：皂化类和不皂化类。所有的植物和动物油脂都属于第一类，它们都是甘油和高分子有机酸（多半是硬脂酸、油酸、软脂酸等）的酯类。这些油脂之所以称为皂化油脂，是因为它们在碱的作用下便分解了，生成一种能溶于水的脂肪酸盐——肥皂及甘油。

第二类油脂是由不同成分和不同稠度（由极轻的液体至固体）

的碳氢化合物的混合物所组成的矿物油，如汽油、凡士林、石蜡、各种润滑油等等。在碱的作用下这类油脂不起化学分解作用，因此称为不皂化油脂。

常用去油方法有：有机溶剂去油、化学去油及电化学去油等几种。

枪弹生产中通常在碱溶液中用化学方法除去油污，所以也称为碱洗。

（一）化学去油原理

当金属零件浸入溶液后，通过碱液对油脂的皂化和乳化作用将油除去。

皂化油脂在碱的作用下，生成肥皂和甘油，反应式为：

$$C_3H_5(RCOO)_3+3NaOH=3RCOONa+C_3H_5(OH)_3$$

油脂　　碱　　肥皂　　甘油(丙三醇)

生成的肥皂和甘油都易溶于水，因此在热碱溶液中，在搅拌的条件下，皂化油脂就将从零件表面除去。

由反应式可知，氢氧化钠是保证皂化反应进行的主要成分。去油过程中，随着皂化反应的进行，它不断消耗。为了保证去油效果，通常还加入碳酸钠、磷酸钠等碱性物质，确保溶液的总碱度。碳酸钠对去油溶液所起的缓冲作用，可用下式表示：

$$Na_2CO_3+2H_2O\rightleftharpoons 2NaOH+H_2CO_3$$

非皂化油脂是不能用碱使之分解的。但在适当的条件下，能形成乳浊液而容易从金属表面除去。所谓乳浊液，是指两种互不相溶的液体混合在一起，一种液体呈极细小的液滴分散在另一液体中而形成的体系。两种互不相溶的液体形成乳浊液的过程称为乳化。能促进乳化作用和稳定乳化体系的物质称为乳化剂。非皂化油脂主要依靠这种乳化作用从金属表面除去。当然皂化和乳化过程并非互相孤立，而是相互补充的。皂化作用生成的肥皂就是一种良好的乳化剂，而乳化作用本身也能除去皂化油脂。在枪弹零件碱洗溶液中，往往由于引伸时零件表面沾附的肥皂带入溶液，

而显示旧溶液的去油效果比较好，就是这个道理。通常使用的乳化剂多为表面活性剂。

（二）表面活性剂的性质及其应用

1．表面活性剂的基本性质

表面活性剂是指能显著降低水的表面张力的一类物质。表面活性剂的特点是分子中含有亲水的极性基团（如—OH、—COOH、—SO_3H）和疏水的非极性基团（一般是烃基R—）。肥皂就是最常见的表面活性剂。其亲水基为（—COONa），疏水基为（R—）。亲水基团有使活性剂分子进入水的趋势，而疏水基团则力图把活性剂分子从水中拉出来。不同基团各自选择所亲的相而定向，这种分子就有存在于两相界面上的趋势。当水中加入活性剂以后，活性剂分子自动聚积在表面（气液两相界面）。亲水基团埋入水下，疏水基团则越出水面，如图2-2-1所示。这样，表面上的水分子就减少了，因此水的表面张力大大降低。

由于表面活性剂有着降低表面张力的功能，因此含有表面活性剂的溶液具有乳化、润湿、发泡等作用。

水与油是两种互不相溶的液体。当表面活性剂加入上述体系以后，表面活性剂定向地排列在两相界面上。疏水基朝油，亲水基朝水，使水-油表面张力降低。这样表面活性剂就把油分割成许多微小的油滴，并阻止油分子的互相结合，形成稳定的乳浊液，

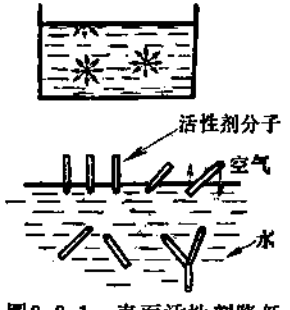


图2-2-1　表面活性剂降低表面张力示意图

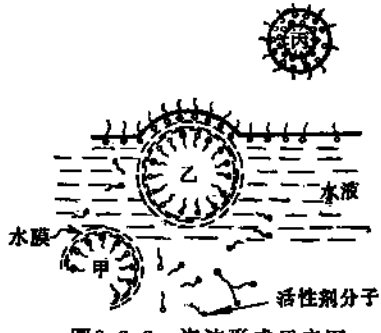


图2-2-2　泡沫形成示意图

这就是表面活性剂的乳化作用。

水在固体或液体表面铺展开来的现象称为润湿。由于加入表面活性剂以后，溶液的表面张力下降，使其易于铺展在物体表面或渗入其表面将其润湿。这就是表面活性剂的润湿作用。

泡沫是气相（不溶性气体）分散在液相或固相（熔融固体）的分散体系。含有表面活性剂的溶液，由于搅拌等原因进入空气泡时，活性剂分子定向吸附在气泡表面。当其浓度达到一定程度时，气泡壁变得更为牢固。空气泡比重很小，就要浮到液体表面。当其透过液面时，又把液面的一层活性剂分子吸附上去，最后形成双层活性剂吸附的气泡逸出液面，如图 2-2-2 所示。一般认为泡沫有一定携污作用，对于清洗是有帮助的，但是过多泡沫也会带来一些不良的影响。

2．表面活性剂去油原理

由于表面活性剂能降低表面张力而产生润湿、乳化、起泡等多种作用的综合结果，当沾有油污的零件浸入加有表面活性剂的溶液中后，表面活性剂渗入油膜与金属之间，吸附于金属与水溶液接触的界面上，降低了油的表面张力使油膜形成许多分散的小颗粒，在零件的滚动或水溶液的搅拌等作用下，逐渐形成的细小油滴脱离金属表面而分散在溶液中，如图 2-2-3 所示。

3．表面活性剂几项技术指标

亲水亲油平衡值（简称 $H.L.B.$），表面活性剂中亲水基和疏水基的比值。$H.L.B.$ 值可以表示活性剂的化学结构所显示的亲水性。如果 $H.L.B.$ 值小，则油溶性好，水溶性差。相反 $H.L.B.$ 值大，则油溶性

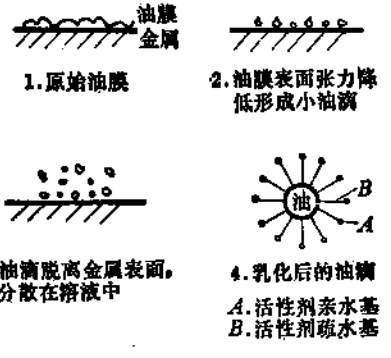


图2-2-3　乳化去油过程示意图

差，水溶性好，但去油能力下降。因此$H.L.B.$值的大小，可以作为选用表面活性剂的一个指标。$H.L.B.$值与其性质的大致关系如图 2-2-4 所示。数值在 13～15，主要用作洗涤剂。作为乳化剂使用时，被乳化物与乳化剂的$H.L.B.$值越接近，效果越好。

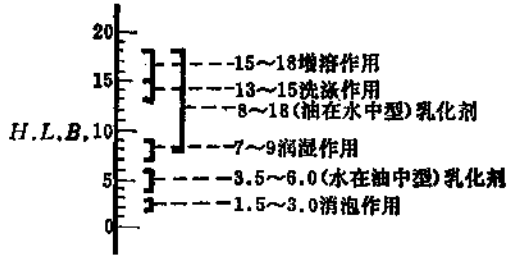


图2-2-4　表面活性剂$H.L.B.$值与性质的关系

$H.L.B.$值可以用计算法和试验法求出。计算法一般只能用于非离子型表面活性剂，其数值可以由制造厂提供。根据表面活性剂在水中的溶解情况，通过试验可得知近似的$H.L.B.$值。如表 2-2-1 所示。

表2-2-1　表面活性剂的溶解度与$H.L.B.$值的关系

水中溶解情况	$H.L.B.$值范围
水中不分散	1～4
少度分散	3～6
强烈搅拌后乳状分散	6～8
稳定的乳状分散(半透明)	8～10
从半透明到透明分散	10～13
透明溶液	>13

浊点：用环氧乙烷同疏水原料加成而得的一类非离子型表面活性剂如平平加，具有浊点以下溶于水和浊点以上不溶于水的性质。浊点是表面活性剂开始析出，溶液由透明转变为混浊的温度。因为这类表面活性剂醚键结合处与水分子的结合不很牢固，所以当加热时水分子就有逐渐脱离的倾向。浊点随着亲水基的增多而上升，所以利用浊点可以表示这类表面活性剂的亲水性。

临界胶束浓度：液体表面张力与表面活性剂浓度的关系，在

起始阶段，随浓度的增加急剧下降，以后则基本不变。这个现象说明：当表面活性剂达到一定浓度后，水溶液表面已经形成了定向排列的单分子膜，空气和水的接触面积不会再缩小，因此表面张力也不能再降低。继续增加其浓度，表面活性剂分子为了使其疏水基不被排斥，形成了各种形状疏水基朝里、亲水基朝外的胶束。表面活性剂形成胶束的最低浓度称为临界胶束浓度。含有表面活性剂的溶液，只有在其浓度稍高于临界胶束浓度时，才能充分显示它的作用。

应该指出：选用表面活性剂时，必须通过实际试验，才能决定适合工艺要求的品种和浓度。

4．枪弹生产中常用表面活性剂

表面活性剂按其分子结构可以分为离子型和非离子型两类。枪弹生产中常用的品种和特性列于表 2-2-2 中。两种表面活性剂混合使用，可以产生更好的效果。但是阴离子型活性剂不能与阳离子型的混合使用，因为两者将产生沉淀。从实际应用来看，作为洗涤剂使用的表面活性剂多为阴离子型和非离子型的。

（三）影响去油过程的因素

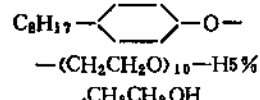
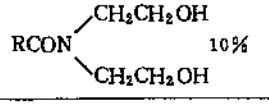
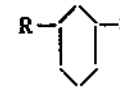
1．碱浓度

使用碱溶液去油时，增高碱的浓度，可以加速皂化和乳化过程。但是过高的浓度反而降低肥皂的溶解度和乳浊液的稳定性。碱浓度视表面油污多少而定。通常枪弹零件表面油污较轻，使用的浓度很低，而且大多采用烧碱和纯碱的混合溶液（也有采用磷酸钠和纯碱的）。覆铜零件所用碱的浓度更低，因为浓度太高，容易引起变色。

2．温度

提高温度，可以增进碱性盐类水解，从而提高溶液碱度，加速皂化反应。同时生成的肥皂在热碱液中更易溶解。提高温度，增加分子的活动能力，加强溶液的对流和搅拌，促进乳化过程。但使用环氧乙烷缩合的非离子型表面活性剂去油时，温度不能

表2-2-2 枪弹生产中常用表面活性剂及其特性

分类	名称	化学名称	化学结构式	特性与用途
非离子型表面活性剂	平平加	聚氧乙烯脂肪醇醚	$R—O—(C_2H_4O)_n—H$	抗硬水性好，酸、碱中稳定，去污力强，泡沫少，临界胶束浓度低，但成本较高。用于去油、酸洗，去油、磷化"二合一"等工艺
	海鸥洗涤剂	聚氧乙烯脂肪醇醚硫酸钠(20%) 聚氧乙烯辛烷基苯酚醚-10 椰子油烷基醇酰胺	$R—O—(C_2H_4O)_n—SO_4Na$ 85%  $—(CH_2CH_2O)_{10}—H$ 5%  10%	同上
阴离子型表面活性剂	肥皂	高级脂肪酸的碱金属盐	$R—COONa$	用于去油、皂化工艺
	固体洗衣粉	主要成分烷基苯磺酸钠	 填料	抗硬水性好，耐碱、耐热、渗透力强，由于有碱性填料，去污力好，水溶性好，价廉。用于去油、酸洗"二合一"工艺
	"601"洗涤剂	主要成分烷基磺酸钠	$R—SO_3Na$	在碱性、中性、弱酸性溶液中稳定，硬水中有良好润湿、乳化等作用，成本较低，用于去油、酸洗、磷化、钝化"四合一"等工艺

太高。

3．搅拌

搅拌溶液也促进去油过程。搅拌能更新围绕零件的乳化层，也可以从零件表面带去部分油滴。枪弹零件碱洗都在联动机或斜式

滚洗机中进行，零件不断翻滚，起到了很好的搅拌作用。

（四）去油工艺

1．溶液配制和调整

配制前，应根据去油槽的容积和要求的浓度计算所需原料重量，然后在去油槽内加入一定量的水。加温后，加入原料，使之溶解。最后稀释至所需液面高度。

应该经常检查溶液温度，并随时调整。

为了保证产品质量和便于分析疵病原因，应该测定碱的浓度，并根据产品质量和实际经验补加各种原料。去油液中表面活性剂，根据去油效果，酌情补加。

当去油效果显著下降时，应该从底部抽去沉淀，更新部分

表2-2-3　7.62弹壳收口后碱洗工艺流程

工步 \ 名称 / 工艺条件	56式7.62覆铜弹壳		56式7.62钢质弹壳		63式7.62覆铜弹壳	
	溶液成分（克/升）	温度（℃）	溶液成分（克/升）	温度（℃）	溶液成分	温度（℃）
碱　洗	烧碱（NaOH）10～20 纯碱（Na_2CO_3）5～10	45～70	烧碱（NaOH）1～3 纯碱（Na_2CO_3）15～30	60～80	磷酸钠（Na_3PO_4）1～4% 纯碱（Na_2CO_3）1～4%	70～95
水　洗	流动水	80以上	流动水	常温	流动水	90以上
水　洗	流动水	常温	流动水	常温		
酸　洗	盐酸（HCl）小于15	常温				
水　洗	流动水	常温				
皂　化	肥皂1～3					
钝　化					重铬酸钾（$K_2Cr_2O_7$）0.15～0.2%	90以上
干　燥	甩干烘干		甩干烘干		甩干烘干	
备　注	联动机转速10～13转/分 酸洗目的在于提高覆铜层外观质量		联动机转速6～7转/分		联动机转速4～6转/分 $K_2Cr_2O_7$处理目的在于提高耐蚀性	

溶液。

2．典型去油工艺流程

去油在联动机中进行。表 2-2-3 列举了 7.62 弹壳收口后碱洗典型工艺。

3．质量检查和疵病分析

经碱洗、水洗、干燥后半制品不应有油污，并应完全干燥。

去油过程常见疵病如下：

油污未去尽：原因是溶液浓度低，温度低，去油液使用时间过长，进货量过大。

覆铜层变色：原因是碱浓度过大，或者烘干温度过高。

覆铜弹壳底火室污、传火孔生锈：原因是收口后制品存放时间过长或碱洗后没有完全烘干。

二、酸　洗

（一）作用原理

酸洗分为化学和电化学两种方法，枪弹工厂一般采用化学方法进行酸洗。

下面以退火后的钢铁零件和覆铜零件为例，介绍化学酸洗的主要反应。

钢铁零件在 570℃以上氧化性气氛加热炉中加热时，金属表面与周围介质之间发生氧化反应，生成氧化层。氧化层的组织由三种氧化物 Fe_2O_3、Fe_3O_4 及 FeO 所组成，其比例为 1:10:100。清除这些氧化物通常用硫酸或盐酸，也有用磷酸或各种酸的混合剂来清除。

酸洗时的化学反应。以硫酸溶液为例（酸洗时外来金属杂质的中间反应不计），其反应式如下：

$$FeO+H_2SO_4=FeSO_4+H_2O$$

$$Fe_2O_3+3H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+3H_2O$$

$$Fe_3O_4+4H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+FeSO_4+4H_2O$$

由于 Fe_2O_3 在硫酸溶液中溶解度小，第 2 、3 反应进行较慢。在氧化物溶解的同时，硫酸能与氧化层中含夹的金属铁以及通过氧化层孔洞，和基体铁发生如下反应：

$$Fe+H_2SO_4=FeSO_4+H_2\uparrow$$

氢的析出，加速了酸洗过程。

一是它的还原作用，使高价氧化物还原为较易溶于酸的低价氧化物：

$$Fe_3O_4+H_2=3FeO+H_2O$$

二是它的机械撕离作用，氢气泡将尚未溶解，但已相当疏松的氧化层鼓掉。因此有时可以在酸洗槽中看到一块一块的氧化层。

氢的析出虽有好的影响，但也带来一系列不良作用。首先是容易引起零件的过度腐蚀及酸的不必要消耗。另一方面把大量酸雾带入空间，污染空气，恶化劳动条件。更重要的是氢容易渗入钢铁内部，产生氢脆，降低基体金属的机械强度。为了避免这些缺陷的产生，一般在酸洗时间较长的情况下，都应该在溶液中加入适当的缓蚀剂。加入缓蚀剂的溶液，金属溶解速度减慢，氢气析出减少，酸洗速度有所下降。

缓蚀剂的种类很多，若丁是常用的一种。其有效成分是二磷甲苯硫脲，此外含有糊精、食盐及拉开粉（一种阴离子型表面活性剂）等附加物。附加物的作用在于产生润湿作用，帮助有效成分与酸液混合，不致浮于液面，并在液面生成泡沫，消除酸雾。若丁的用量，一般为酸量的 1～2%。加有若丁的酸液温度不能超过 90℃。

硫酸酸洗后，零件表面常有一层浮灰，通常称为酸洗残渣。一般认为是碳化三铁（Fe_3C），当酸洗时间长或没有中间抖动时更为严重，硫酸溶液中加入食盐可以避免或减轻这种疵病。

除去钢铁大气腐蚀产物——铁锈的酸洗，常用盐酸溶液。因为 Fe_2O_3 在盐酸中溶解度要比硫酸中溶解度高得多。

钢退火时表面发生氧化。氧化物组成取决于加热的温度。当

温度在200℃以上时，氧化层由氧化铜和氧化亚铜组成。温度再高，大部分是氧化铜。黄铜中由于锌的存在，退火时除了生成氧化铜以外，还有氧化锌。

铜和锌的氧化物都易溶于热的稀硫酸而生成相应的盐类。

一般情况基体金属的溶解量很少，因此不需要其他附加剂。酸的浓度通常在5～15%之间，温度在50～90℃之间。

枪弹覆铜零件的酸洗，实质上既有铜合金的酸洗，又有钢铁的酸洗。因为它们边缘总有露钢部分，退火以后要产生铁的氧化层。在没有密封的条件下，这种氧化层往往是很厚的，因此酸洗溶液的浓度不能过低。

覆铜零件酸洗、水洗以后，需要皂化。皂化的作用在于形成皂化膜，以提高半制品的润滑性能和赋予一定的防蚀能力。

（二）影响酸洗过程的因素

以钢铁零件酸洗为例，说明浓度、温度、时间等因素对酸洗过程的影响。

1．浓度

提高酸的浓度可以加速酸洗过程。从实验结果可知：以硫酸为例，在一定温度下，对应于最大的酸洗速度有一个最适宜的浓度。室温条件下，此浓度为25%左右，如图2-2-5所示。超过这个浓度，反而延长酸洗时间。因为随着浓度增加，氢离子的活动能力（活度）下降，因而降低了它的反应能力。根据实践经验：在85～95℃范围内，最适宜的硫酸浓度都在20%（约220克/升）左右。因此硫酸酸洗溶液的浓度一般采取150～250克/升之间，盐酸的适宜浓度为20%左右。

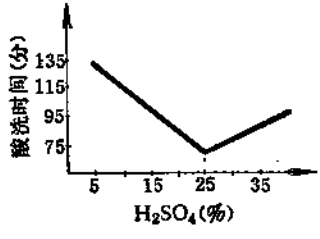


图2-2-5　室温条件下硫酸中钢的酸洗时间与酸的浓度关系

2．温度

提高温度也能加速酸洗过程。由表2-2-4可以看出不同温度的盐酸和

表2-2-4 盐酸和硫酸溶液的温度对酸洗时间的影响

温度(℃) / 时间(分)	18	40	60
10%HCl	18	6	2
10%H_2SO_4	120	32	8

硫酸溶液对酸洗速度的影响。

由表可知，硫酸酸洗升高温度有较大的作用；盐酸则不太明显。实际上，由于盐酸容易挥发，通常使用室温，而硫酸则采用较高的温度。

3．时间

酸洗时间决定于酸的种类、浓度、操作温度及氧化层的厚度。过长的酸洗时间容易造成过度腐蚀。通常枪弹生产中大都采用联动机操作，酸洗时间是固定的。一般硫酸除氧化层的酸洗时间在2～6分钟之间；盐酸酸洗时间视生锈程度而定。

4．Fe^{++}含量的影响

随着酸洗溶液使用时间的延长，硫酸亚铁的含量不断增加。当溶液中硫酸亚铁含量超过150克/升时，应更换溶液。因为在酸洗过程中酸溶液所聚集的铁盐会影响钢的浸蚀速度，酸洗过程将显著增长，同时铁盐还会沾污零件表面，影响酸洗后零件的表面质量和下道工序磷化膜的质量。

（三）酸洗工艺

1．溶液配制和调整

配制前，应该进行必要的计算，并按下式求出需用的酸量。

$$W=\frac{V\cdot A}{1000\,c} \qquad (2\text{-}2\text{-}1)$$

式中 W——所需浓酸的重量（公斤）；

V——槽的体积（升）；

A——酸洗溶液的浓度（克/升）；

c——浓酸的百分含量（%）。

采用百分浓度时，可以利用交叉法计算。

交叉法的根据是混合前两种溶液的溶质总数，等于配成溶液中的溶质总数。

设配成浓度是 $c\%$ 的溶液，需用 $a\%$ 的浓溶液 X 分；$b\%$ 的稀溶液 Y 分。则成立

$$a\%X + b\%Y = c\%(X+Y)$$

整理得：

$$\frac{X}{Y} = \frac{c-b}{a-c} \qquad (2\text{-}2\text{-}2)$$

上式说明欲配制 $c\%$ 的溶液，$a\%$、$b\%$ 两溶液的重量比必须是 $(c-b)/(a-c)$。上述关系式可用图 2-2-6 所示方法表示。

配制溶液时，先在酸洗槽中装入一部分水，然后慢慢将酸加入水中，最后加水至所需高度。配酸时，必须将酸慢慢地往水里加，否则由于水与酸相遇，放出很大热量，引起局部沸腾而使酸液溅出。

应该经常检查溶液温度，并随时进行调整。

当酸洗效率下降时，根据分析结果或实际经验补加新酸。

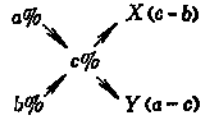


图2-2-6 交叉法图解

测定酸的浓度，通常采用中和法。分析结果可以查表算出，也可以直接用消耗的标准碱溶液的毫升数表示。通过化学分析，对于掌握酸液的变化和分析疵病原因都是必要的。

酸、碱、盐溶液的浓度与比重成正比，因而可以测定比重求其含量。这个方法只能用于新配溶液。随着杂质的增加，逐渐失去准确性。

波美度也是表示液体比重的一种方法，可用波美计测量。波美度用'Be'表示。波美度和比重可用下式换算：

$$\text{重于水的液体 比重} = \frac{144.3}{144.3 - \text{波美度}};$$

轻于水的液体　比重$=\frac{144.3}{144.3+\text{波美度}}$。

酸洗溶液中 Fe^{++}的含量，在使用一段时间后测定。

根据实践经验，在覆铜零件的酸洗溶液中含有一定的硫酸铜对于引伸、冲尖加工更为有利。因此新配溶液通常都加入一部分旧溶液或结晶硫酸铜。一般认为在酸洗过程中，发生铁铜置换作用，形成着铜层，因而提高了覆铜层的润滑性能。

2．酸洗典型工艺

56式7.62覆铜和钢质弹壳退火后酸洗典型工艺列于表2-2-5中。

表2-2-5　56式7.62弹壳盂子退火后酸洗工艺流程

工步 \ 零件名称 / 工艺条件	覆铜弹壳盂子			钢质弹壳盂子			备注
	溶液成分	温度(℃)	时间(分)	溶液成分(克/升)	温度(℃)	时间(分)	
酸洗	H_2SO_4 10～20%	60～80	1	H_2SO_4 150～250	60～90	3～4	
水洗	流动水	室温	1	流动水	室温	1	
皂化	肥皂9～12(克/升)	60～80	1	以后工步见磷化部分			
干燥	干燥炉烘干						

整个酸洗过程在联动机中进行。

3．质量检查和疵病分析

经过酸洗、水洗、皂化、干燥后的半制品，不应有氧化层、油污，并应完全干燥。

酸洗过程常见疵病如下：

氧化层未除尽：原因是酸的浓度低，温度低，进货量过大。

表面有油污发粘：原因是联动机皂化滚洗筒脏，温度高。

覆铜表面发涩：进货量大，水洗不净，酸液带入皂化槽，皂化液

失效。

零件带水：原因是烘干温度低，进货量过大，肥皂溶液温度低。

过腐蚀：原因是酸洗滚洗筒螺旋坏了或进货量过大，联动机结构不合理，零件停留在酸洗筒中的时间过长，酸的浓度高。

三、化学净化工艺的新发展

“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。”

金属表面净化工艺中，广大工人和技术人员在多年生产实践的基础上，经过反复试验，成功地实现了去油、酸洗“二合一”新工艺，效果良好。这个方法简化了工艺，减少了设备，节约了用水和动力消耗，是表面净化工艺一项重大改革。

用于大口径枪弹电泳涂漆前表面净化的“二合一”溶液组成如下：

硫酸	60～120克/升
平平加	8～15克/升
合成洗衣粉	6～12克/升
氯化钠	20～50克/升
若丁	1～2%（酸量的）

“二合一”采用的工作温度一般为 60～80℃，净化时间 4～6 分钟。

“二合一”工艺中，去油是由表面活性剂的作用而实现的。

当使用单一平平加时，表面发暗，成本高，但是溶液使用时间较长。如果只用合成洗衣粉，表面比较光亮，但是溶液使用时间短。因此在槽液中同时加入平平加和合成洗衣粉两种表面活性剂，当然也可以使用其他表面活性剂。

“二合一”溶液应根据化学分析结果以及净化的质量及实际经验调整。

为了改进钢铁零件酸洗工艺，有的单位已用硫酸铝酸洗。它

的特点是：减少酸雾，改善劳动条件，减小环境污染，减缓对酸洗设备的腐蚀，但操作温度较高，蒸汽消耗量大，成本高。

硫酸铝酸洗工艺条件如下：

	配方 1	配方 2
硫酸铝	200～300克/升	150～200克/升
硫酸		140～160克/升
若丁	2～3克/升	
pH	2～3	
温度	80℃～沸点	同左
时间	6～8分钟	5 分钟

硫酸铝酸洗的基本原理在于硫酸铝在高温下水解，产生硫酸：

$$Al_2(SO_4)_3+6H_2O=3H_2SO_4+2Al(OH)_3\downarrow$$

氧化层可以与生成的硫酸作用，而从金属表面除去。

酸度下降以后，可以用硫酸调整。为了提高酸洗速度，有的在硫酸铝溶液中加入部分硫酸。

四、化学净化设备

枪弹生产中，去油、酸洗等化学净化工艺大都采用联动机操作。零件随着联动机的旋转，沿着螺旋前进的方向，依次通过每个工步，完成全部过程。因此不同组装的联动机是化学净化的主要设备。

联动机由进货漏斗、滚洗筒、槽子、烘干炉和传动装置等组成。其组装方式决定于净化工艺要求。

滚洗筒是联动机的主要部分。它的结构参数决定联动机能否按要求完成全部净化工艺。滚洗筒的构造如图 2-2-7 所示。

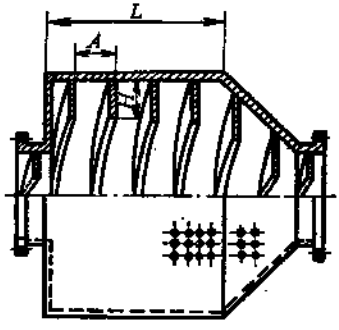


图2-2-7　滚洗筒构造

L—有效长度；*H*—螺旋板高度；*A*—螺距。

联动机滚洗筒的有效长度L决定于相应工步的持续时间t、联动机的转速n及螺旋距离A，存在下列关系：

$$L = t \cdot A \cdot n \qquad (2\text{-}2\text{-}3)$$

式中 L——滚洗筒浸入溶液部分长度（毫米）；

t——该工步所需持续的时间（分）；

n——联动机转速（转/分）；

A——螺距（毫米）。

滚洗筒螺距A和螺旋板高度H按联动机进货量决定。滚颈和接头部分的螺旋板高度和距离必须使零件能顺利通过。

滚洗筒前进方向应做成圆锥体，圆柱形的滚洗筒容易将溶液带进下一槽内。

联动机的转速不宜过高或过低。转速过低，生产效率低，而且对于太轻的零件不易翻动，影响洗涤质量。转速过高，零件带出溶液过多，而且必然增加占地面积。通常采取4～10转/分。

联动机滚洗筒和槽子的材料根据实际需要决定。

正确选择酸洗滚洗筒的材料，对于保证联动机正常运转和延长使用寿命有重要意义。因为硫酸酸洗溶液的腐蚀性很强，而且具有相当大的还原作用，即使耐蚀性较好的耐酸钢也不易满足要求。适宜的材料有玻璃钢、包覆酚醛树脂和聚氯乙烯硬板。一般采用聚氯乙烯硬板，具有使用寿命长，制造和维修方便等优点。

覆铜钢零件酸洗、酸洗后的水洗和磷化、皂化及热水洗等工步的滚洗筒和槽子也应用耐蚀材料制造；而去油、冷水洗的滚洗筒和槽子则可用一般铁板制成。

联动机中酸洗、磷化、皂化、热水洗等部分应设通风装置。

烘干炉设计时，应保证联动机连续工作的情况下，能保持零件烘干的必要温度。为此在零件进入烘干炉前，必须经过甩干。

五、辊　光

辊光是利用机械的方法净化金属表面的一种工艺。其工作原

理在于零件和填料在旋转着的辊桶中互相摩擦，借以达到整平、去油污、去毛刺及其它附着物，获得光洁表面的目的。

枪弹生产中，辊光工序可以分为以下几类：

半制品辊光　除去下料毛刺。如下料后的辊光。

弹头和覆铜弹壳辊光　整平、去油污，提高表面光洁度，增强覆铜层的耐蚀性。

火工品辊光　除去附药、油污脏物。

辊光的质量决定于辊桶的直径、转速、填料的种类和数量及辊光的持续时间。

辊桶直径　零件在小直径辊桶里受到的摩擦要比大辊桶里小得多，因为在小辊桶里受到压力较小，摩擦力不大。因此实际生产中，除了火工品辊光以外，一般都采用大直径的辊桶。

辊桶转速　在一定范围内，辊桶旋转速度与金属磨耗量成正比。辊桶圆周速度愈大，金属磨耗量愈大，效率愈高。但是转速过大，金属磨耗量反而减小，甚至会使零件相互碰撞而产生变形。因此，辊桶转速有一定限度。而且随着辊桶直径的增加，辊桶转速应小些。通常辊桶转速在30～50转/分之间。

填料的种类和数量　用于枪弹零件辊光的填料一般有稻壳、碎纸块、木屑等几种。稻壳、碎纸块常用于覆铜零件的辊光，而木屑则多用于底火壳和火工品的辊光。干稻壳质地硬，辊光时铜的磨耗量较大，辊光后覆铜层发白。气候干燥的地区和季节，使用加有适量水分的稻壳，可以提高韧性，增加使用次数，改善辊光后覆铜层质量，而且可减少传火孔被碎稻壳堵塞的疵病。但是加水必须提前一天进行，要求搅拌均匀，保证稻壳水分不超过10%。采用稻壳做填料时，有时还加入少量汽油或煤油以提高去污效能，改进外观质量。

用碎纸块辊光以后，覆铜层表面光滑而发红，色泽美观。

填料的加入量随着零件种类不同和表面油污多少有所差异。表面油污严重，填料应该多一些。零件和填料在辊桶中的装载量

约为辊桶容积的65～75% 或更多一些。辊桶转速快，零件重量大，装载量可以适当增加。产品与填料比例可根据产品质量要求试验确定。

辊光时间　辊光时间决定于辊桶直径和转速、辊光前零件表面状态及填料的加入量等因素。可以根据具体的辊光工艺，通过试验确定。一般可在15～35分之间。过长的时间，弹头容易造成尖部镦钢，弹壳可能引起卷口而影响装配。

辊光设备　枪弹零件辊光在辊光机上进行。目前多数工厂仍然采用单机辊光，也有些工厂实现了上货、辊光、筛分联动生产线。这种生产线具有产量大、节约人力，减轻劳动强度等单机辊光所不具备的优点。图2-2-8是某工厂用于弹头辊光的生产线。

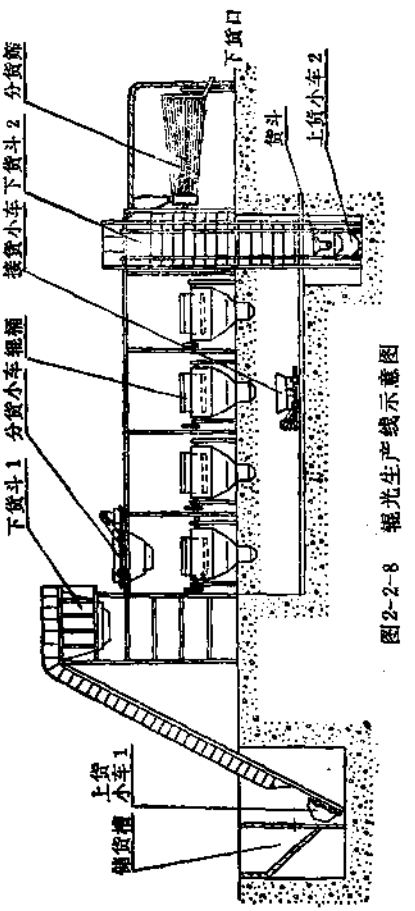


图2-2-8　辊光生产线示意图

生产线由一操纵台控制。其生产流程如下：当上货小车1沿其导轨到储货槽内时，储货槽的下料口自动打开，上货小车1装满弹头后，下料口自动关闭。装满弹头的小车将弹头运至下货斗1的上部卸货，此时分货小车已在下货斗1下等待装货。根据各辊桶的需要，由操纵台控制将分货小车开至预定的辊桶上方的正确位

置，通过限位开关切断电源，自动停车。下货口打开，弹头装入辊桶内，由人工按比例向桶内放入稻壳和汽油。关闭装料口后，接通电源。此桶在完成规定时间的辊光后，由操纵台上的时间继电器控制自动停车。此时接货小车已停在辊桶下等待接货，将辊光完的弹头和稻壳装入车内。接货小车行至货斗上方时，其下货口自动打开，弹头、稻壳流到已停在货斗下方的上货小车2上。小车将其送至转动着的分货筛中。经筛分后，弹头由下货口分离出来。

多年来，特别是无产阶级文化大革命以来，广大工人、干部、技术人员大搞技术革新和技术革命，使新工艺、新技术不断运用于生产实践。有的工厂已开始采用程序控制的自动辊光机。辊光零件和填料的上货，辊桶装料口的开闭，货的筛分等均由辊光机自动完成。它较现用的辊光机，不仅提高了生产效率，而且进一步减轻工人的劳动强度，改善劳动条件。

第三节 磷 化

磷化是指以不溶性磷酸锌和磷酸铁或磷酸锰和磷酸铁等盐膜防护金属表面的方法。在枪弹生产中，特别是钢质弹壳生产过程中，磷化占有相当比重，这与磷化膜的特点和其实用价值有很大关系。

一、磷化膜的性质及其在枪弹生产中的应用

（一）磷化膜的性质

钢铁零件的磷化膜在大气中是稳定的。磷化膜的抗蚀性要比氧化膜好得多。一般磷化膜在3%氯化钠溶液中能经受两小时以上，而氧化膜只能保持30分钟。因而近年来氧化工艺有的已被磷化取代。磷化膜可以有效防止工序间生锈。但磷化膜在酸、碱溶液中易被破坏，在海水和水蒸汽中也不能起保护作用。

磷化膜是金属在磷酸盐溶液中处理后表面形成一层不溶性的

金属磷酸盐薄层。根据处理液成份的不同，这一薄层呈暗灰色、浅灰色或深褐色。由于它是在金属表面上由金属置换作用而形成的，因此与金属基体有很大的结合力，能牢固地附着在基体上而不易剥落（实际上磷化膜是很细小的结晶，呈多孔性）。金属零件经磷化处理后并不改变机械强度，零件的尺寸也没有显著的变化。磷化膜对空气、润滑油、有机酸类、甲苯、燃料以及大部分气体都有良好的耐蚀性，但不能抵抗酸、碱、氨等的腐蚀。它的导热性很差，是一个不良导体。另一方面，它又具有良好的绝缘性能，因此当其作为电泳涂漆底层时是必须注意的。磷化膜对油类、油漆涂料和润滑剂有很好的吸附能力。磷化膜浸油或涂漆（电泳涂漆）以后，可以作为弹夹、弹壳的防腐层。磷化膜吸附润滑剂（如润滑油或硬脂酸钠）以后，起着润滑剂的支承作用，是制造钢质弹壳挤压、引伸等工序的良好润滑层。

（二）磷化膜在挤压、引伸过程中的作用

为满足钢质弹壳等零件挤压、引伸工序加工成型的要求，必须进行润滑处理。

润滑剂的作用就是在两种金属之间形成一层隔离薄膜，以免发生由于摩擦而产生的“焊着”现象。没有润滑剂的钢铁零件在挤压、引伸时极易产生线痕和很高的温度。

钢质弹壳挤盂、引伸过程中，曾经试用过二硫化钼、着铜、镀铜、磷化等润滑剂，其中以磷化、皂化的效果最好。

经皂化处理的磷化膜处于变形零件和模具之间，避免了它们之间的直接接触。当金属发生变形时，储存在磷化膜细孔中的润滑剂被挤出，因而减小了变形金属与模具之间摩擦阻力。

皂化后的磷化膜在金属变形时，能与金属一起连续伸长而不剥离，即使零件温度很高，也不致破坏。事实证明，如果没有退火工序，磷化后可以进行连续引伸。

磷化膜导热性差，零件变形时产生的热量来不及传给模具就已退出，这对延长模具使用寿命有很大作用。

皂化后的磷化膜是目前钢质枪弹零件挤盂、引伸、收口等工序效果较好的润滑剂。但是过薄、过厚的磷化膜或者未经皂化(或皂化不良）的磷化膜，并不适于挤盂、引伸等工序的要求。过薄的磷化膜，不能形成连续的隔离层，容易使模具和零件直接接触，增加摩擦阻力，以致零件表面产生线痕。过厚或皂化不良的磷化膜，表面粗糙，反而增加摩擦阻力，以致出现引伸时壁厚差过大、半制品长度不足（金属流动性不好）、拉断等现象。

对磷化膜厚薄的要求与零件加工时所受压力有关。挤压用磷化膜要求较厚，引伸用次之，收口用则应更薄。

二、磷化基本原理

磷化配方很多，根据磷化液的主要成分不同，可分为锌盐磷化和锰盐磷化两大类。前者结晶较细，成膜速度快，加入加速剂可以有效降低操作温度，作为钢铁零件的润滑层具有很好效果；后者结晶较粗，成膜速度较慢，耐蚀性、吸附性稍好。两种方法的磷化原理基本上是一样的。

枪弹生产中，通常使用的磷化液基本组分是：锌、铁、锰的一代磷酸盐，少量游离磷酸及为加速磷化过程而加入的氧化剂(通常是硝酸锌)。有的工序为了改善磷化膜质量还加入少量的其它附加剂。

钢铁零件磷化过程中，大致发生下列化学反应。

（一）水解反应

磷化液中一代磷酸盐产生水解：

$$Me(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons MeHPO_4\downarrow + H_3PO_4$$

提高温度和降低酸度可继续水解：

$$3MeHPO_4 \rightleftharpoons Me_3(PO_4)_2\downarrow + H_3PO_4$$

$$3Me(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons Me_3(PO_4)_2\downarrow + 4H_3PO_4$$

式中 Me 代表 Zn^{++}、Fe^{++}、Mn^{++}。

（二）磷化液中各组分电离

$$Me(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons Me^{++} + 2H_2PO_4^-$$

$$Zn(NO_3)_2 = Zn^{++} + 2NO_3^-$$

$$H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$$

$$H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{--}$$

$$HPO_4^{--} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{---}$$

磷酸是中强度三元酸，一级电离最容易，三级最困难。所以溶液中 $H_2PO_4^-$、HPO_4^{--}、PO_4^{---} 的浓度依次减小。

（三）磷化时的电化学反应

零件放入磷化液以后，发生铁的电化学溶解，同时析出氢气。

$$Fe - 2e = Fe^{++}$$

$$2H^+ + 2e = H_2\uparrow \text{（气泡）}$$

由于铁的溶解，〔Fe^{++}〕上升，〔H^+〕下降，同时〔HPO_4^{--}〕、〔PO_4^{---}〕上升。Fe^{++}、Zn^{++}、Mn^{++} 与溶液中的二代或三代磷酸根相遇，形成了难溶于水的二代或三代磷酸盐，产生了磷化膜的结晶中心：

$$Me^{++} + HPO_4^{--} \rightarrow MeHPO_4$$

$$3Me^{++} + 2PO_4^{---} \rightarrow Me_3(PO_4)_2$$

由于铁和磷酸的作用和氢的析出，金属表面的酸度继续下降。一代磷酸盐的水解反应继续向右移动，不断生成二代和三代磷酸盐。

当磷化液中 Zn、Fe、Mn 的二代和三代磷酸盐浓度达到过饱和时，即结晶沉积在金属表面上。晶粒继续增长，直到生成一层磷化膜。最后金属表面与溶液隔离，氢气停止析出，磷化过程告终。

由磷化的反应过程可知，锌盐磷化膜的主要组成是 $Zn_3(PO_4)_2$，其次还有 $ZnHPO_4$、亚铁及高铁的二代和三代磷酸盐。

由于磷化的配方、工作温度不同，磷化过程的反应也不可能完全一样。

近年来，去油、酸洗、磷化、钝化“四合一”新工艺在枪弹制造中得到广泛的应用。

“四合一”磷化去油是靠表面活性剂的作用而达到的。

“四合一”磷化中由于游离酸与总酸比普通磷化液较高，具有一定的除锈能力。铁锈在溶液中与磷酸和一代磷酸盐作用，反应式为

$$FeO+2H_3PO_4=Fe(H_2PO_4)_2+H_2O$$

$$FeO+Fe(H_2PO_4)_2=2FeHPO_4+H_2O$$

$$Fe_2O_3+6H_3PO_4=2Fe(H_2PO_4)_3+3H_2O$$

为了提高除锈效果，有时还加入适量的柠檬酸或酒石酸。

酒石酸和柠檬酸都属于络合剂，它们在水溶液中能电离生成H^+和阴离子$HA\rightarrow H^++A^-$。

HA　代表络合剂。

生成的H^+与无机酸的H^+本质上是一样的，对铁锈有一定的溶解能力。但是单靠这样低的$[H^+]$，除锈效果较差，而且溶解下来的Fe^{+3}阻止H^+继续靠近。如果络合剂电离产生的阴离子，能很快与Fe^{+3}络合，则加速了H^+和铁锈的作用，使低浓度的H^+发挥充分作用。这就是近年来出现的络合除锈简单原理。使用络合剂除锈时必须注意，要使络合剂选择性地络合Fe^{+3}，而对Zn^{++}、Fe^{++}、Mn^{++}影响较小，以利磷化过程的进行。

“四合一”磷化原理同普通磷化相似。

“四合一”的钝化和普通磷化后钝化不同。“四合一”的钝化剂铬酸盐中的铬离子直接参与磷化膜的组成，从根本上改变了磷化膜的组织结构，使结晶排列紧密，减少了膜的孔隙，生成均匀细密的磷化膜，提高了磷化膜的抗蚀能力。有的工厂先用磷酸、铁粉和重铬酸钾制成磷酸二氢铬，然后加入磷化槽中，取得良好效果。

“四合一”磷化具有简化工序、减少设备、节约材料、缩小生产面积等优点，更重要的是磷化膜的质量有显著提高，磷化膜

薄而细密，耐蚀性好，适用于电泳涂漆前的磷化。但是"四合一"磷化对于油污和锈较重的零件，去油、酸洗的效果较差。因此有的工厂采用两步法，把去油、酸洗和磷化、钝化在两种溶液中进行。

应用于覆铜弹壳底槽的"四合一"磷化，为了防止重铬酸钾直接加入磷化槽引起 Fe^{++} 氧化，造成槽液的分解，钝化剂失效，有的工厂采用去油、酸洗、磷化"三合一"，而把钝化工序单独进行。

有的工厂还采用去油、磷化"二合一"代替钢质弹壳二引打凹以后的碱洗。因为由于碱洗质量波动，往往引起切口、平底工序加工困难。如果表面油污没有除尽，容易在平底工序粘污冲子，影响底火室几何形状；如果碱洗溶液浓度较大，在去油的同时磷化膜受到破损，半制品表面发涩，切口时易产生线痕，平底工序可能产生半制品被大冲带回一定距离，影响半制品口部质量。采用新工艺以后，不但解决了上述问题，而且提高工序间的防锈能力。

去油、磷化"二合一"工艺条件如下：

总酸	15～25 点
游离酸	0.5～2 点
平平加	0.5～1 克/升（配制时加入量）
温度	60～80℃
时间	1 分钟左右

平平加在生产过程中按产品质量酌情补加。

三、各种因素对磷化过程的影响

（一）游离酸

游离酸是指磷化液中游离磷酸的含量。习惯以点数表示。当用甲基橙作指示剂时，中和 10 毫升磷化液所消耗的 0.1 当量浓度的氢氧化钠毫升数，就是游离酸的点数。一点大约相当于磷酸含量 1 克/升。

根据甲基橙的变色范围，这时磷酸中只有一个氢原子被碱中

和，反应式如下：

$$H_3PO_4+NaOH=NaH_2PO_4+H_2O$$

游离酸过低，磷化膜薄，甚至磷化不上。游离酸过高，铁的溶解加剧，亚铁离子在溶液中大量聚积，磷化膜粗糙多孔。甚至结晶中心有再溶解的危险，延长磷化时间。

$$FeHPO_4+H_3PO_4\rightleftharpoons Fe(H_2PO_4)_2$$

（二）总酸

总酸也用点数表示，只不过它是用酚酞作指示剂。

由于酚酞的变色范围在 pH＝8.2 以上，因此除了测定游离酸时所消耗的碱以外，还发生下列反应：

$$NaH_2PO_4+NaOH=Na_2HPO_4+H_2O$$

$$Me(H_2PO_4)_2+2NaOH=MeHPO_4+Na_2HPO_4+2H_2O$$

同时还中和硝酸锌水解产生的硝酸：

$$Zn(NO_3)_2+2H_2O\rightleftharpoons Zn(OH)_2+2HNO_3$$

$$HNO_3+NaOH=NaNO_3+H_2O$$

因此，总酸包括游离酸、一代磷酸盐和硝酸盐的总含量，是磷化液浓度大小的标志。

磷化液的总酸高，说明盐类的浓度大，在游离酸和温度掌握适当的情况下，无疑有利于加速磷化过程，而且容易获得细致的磷化膜。因为这时生成磷化膜的结晶中心较多，容易达到锌、铁、锰二代和三代磷酸盐的过饱和状态，所以形成的磷化膜是均匀、细致的，而且厚度也不致过大。

在游离酸和温度与上述相同的条件下，如果总酸低，则出现相反的情况。此时结晶中心要少一些，磷化进行缓慢，磷化膜要粗一些，厚度也要大一些。磷化时间也要延长。图 2-3-1 表示以上两种条件下磷化膜的形成情况。

应该说明：磷化液总酸的高低不能只从它的数值来看。更重要的还必须注意总酸和游离酸的比例（酸比）。酸比与溶液成分、工作温度有关。一般情况下，随着磷化温度的降低，酸比逐渐



图2-3-1 生成磷化膜示意图

升高。

因为水解反应随温度的降低而减弱。以磷酸二氢锌为例

$$3Zn(H_2PO_4)_2 \rightleftharpoons Zn_3(PO_4)_2\downarrow + 4H_3PO_4$$

根据有关资料介绍：当温度为98℃时，1克当量的$Zn(H_2PO_4)_2$可以生成0.918克当量的游离磷酸；而在25℃时，1克当量的$Zn(H_2PO_4)_2$只能生成0.338克当量的游离磷酸。这样，25℃时形成磷化膜所要求的游离磷酸仅是98℃时的三分之一左右，所以常温磷化游离酸比高温磷化要低。为了有利于水解反应的进行，一代磷酸盐的浓度应该比普通磷化高，而酸比应随温度下降而升高。通常高温磷化配比控制在6～9；中温磷化10～15；常温磷化可达15～20，甚至更高。

生产中有时感到酸比高时，磷化膜厚；而酸比低时，磷化膜薄。这种现象是由于磷化不足而出现的。实际上象挤压、引伸前的磷化，都是在没有形成完整磷化膜的情况下就出槽了。因此，在这段时间内，总酸高的时候由于成膜快，磷化膜当然要厚一些。

（三）硝酸锌

硝酸锌总的作用是加速磷化过程，有助于形成细致的磷化膜。

1．去极化作用　铁和游离酸作用生成的氢，容易吸附在金属表面阻碍磷化膜的生成。而硝酸根在酸性介质中能直接氧化氢气，并能与铁作用，反应式如下：

$$2NO_3^- + 2H^+ + 5H_2 = N_2\uparrow + 6H_2O$$

$$5Fe + 2NO_3^- + 12H^+ = 5Fe^{++} + N_2\uparrow + 6H_2O$$

上述反应的结果，起到了去极化作用，加速了铁的溶解，促使溶

液中 Fe^{++} 浓度的增加，因而加速了磷化过程。

2．氧化作用　硝酸根是氧化剂，能将溶液中的 Fe^{++} 氧化为 Fe^{+3}。Fe^{+3} 与磷酸根作用，生成不溶于水的磷酸铁，成为磷化膜的组分。反应式如下：

$$3Fe^{++}+NO_3^-+4H^+=3Fe^{+3}+NO\uparrow+2H_2O$$

$$3Fe^{+3}+3HPO_4^{--}+PO_4^{-3}=Fe_2(HPO_4)_3\downarrow+FePO_4\downarrow$$

由于硝酸锌对磷化过程的加速作用，因此随着硝酸锌含量增加，磷化的温度可以相应下降，时间缩短。不加硝酸锌的磷化液工作温度要接近沸点，时间约为 30 分钟；含有一代磷酸盐：硝酸锌＝1：1 的磷化液，时间可以缩短一半；1：2～3 可以采用中温磷化。但加入太多，它使金属表面钝化，还会将 Fe^{++} 氧化成 Fe^{+3}，形成不溶性磷酸铁而沉于槽底。

随着溶液中硝酸锌含量的增加，磷化膜结晶逐渐细化，颜色由黑色变为灰色。

在硝酸根含量较高的中温磷化溶液中（一代磷酸盐：硝酸锌＞3），如果温度过高或加入氧化剂太多，或亚铁含量太低，都容易引起磷化液分解。此时逸出二氧化氮气体，产生大量沉淀，酸度下降，使槽液不能正常生产。

（四）亚铁离子

无论是普通磷化还是“四合一”磷化，新溶液配成后，都必须使亚铁含量达到一定要求，方能正常生产。

普通磷化液中，亚铁含量不能太高，否则磷化膜结晶粗大，磷化时间延长，抗蚀性下降。但是“四合一”磷化液中，并没有这种影响。这是与槽液中硝酸盐的含量较高和含有表面活性剂有关的。相反，在“四合一”磷化液中，一定量亚铁离子的存在，有助于槽液稳定。这是因为在不太高的温度下，溶液中过量亚铁离子能同一氧化氮络合生成棕黄色的 $[Fe(NO)]^{++}$ 络离子：

$$Fe^{++}+NO\rightleftharpoons[Fe(NO)]^{++}$$

这种络离子的存在，束缚了一氧化氮，也稳定了溶液中的亚

铁离子，使 Fe^{++} 氧化为 Fe^{+3} 的反应以较慢的速度进行，从而稳定了溶液的酸度，使磷化液不易产生沉淀。

（五）温度

温度是影响磷化质量的重要因素。提高温度能加速金属的溶解，加强一代磷酸盐的水解，因而有助于形成结晶细密的磷化膜和在较短时间内完成磷化过程。

磷化温度一般可分为高温（>85℃）、中温、常温（<35℃）三种。温度低于 20℃，不易形成完整的磷化膜。

磷化温度决定于溶液组成和对磷化膜的质量要求。一般硝酸盐含量较高的磷化液，为了获得耐蚀性良好的磷化膜，采用中温磷化较多。太高的温度，容易产生大量沉淀，附在零件表面形成“白灰”。用于润滑的磷化膜，许多工厂已经采用常温操作，此时常用少量亚硝酸钠作为加速剂。

（六）磷化时间

磷化时间是指零件浸入磷化液到氢气停止析出的一段时间。在这段时间内，磷化膜的厚度与时间成正比。一般耐蚀性要求高的零件，都要求在氢气析出停止以后，再过 1～2 分钟才能出槽。对于挤压、引伸等工序用的磷化膜则依满足加工成型的要求而定。

磷化时间与溶液组成、温度及对磷化膜的要求有关，一般不超过 6～8 分钟。

（七）其他附加剂

在锌盐磷化液中，加入少量表面活性剂（例如 1 克/升平平加），可以降低磷化温度，细化结晶组织，减少表面“白灰”，使形成的磷化膜更适应于电泳涂漆的要求。“四合一”磷化得到的磷化膜，结晶也很细密，其配方中除了硝酸盐的含量较高以外，也含有一定量的表面活性剂。当电泳涂漆工序装壳感到发涩时，在磷化液中加入一些表面活性剂也有效果。这些现象说明表面活性剂在磷化过程中产生一定的良好作用。当加入少量表面活性剂

以后，一方面能洗净金属表面的油污，另一方面能降低溶液表面张力，提高金属表面的润滑性能，促使氢的析出，从而加速磷化过程。这种溶液 Fe^{++} 上升较慢，也证明金属溶解量下降，磷化时间缩短。由于磷化速度提高，一般情况下容易形成细薄的磷化膜，电阻较小，适宜电泳涂漆。当然这方面的研究和应用有待进一步探讨。

（八）有害杂质

磷化液中常见的有害杂质有 SO_4^{--}、Cl^- 等。一般认为：它们的盐类如氯化锌（铁）、硫酸锌（铁）等会在溶液中水解，引起槽液 pH 值下降，延长磷化时间，使膜疏松多孔，降低抗蚀性。这种影响随着磷化液使用时间的延长而积累。SO_4^{--} 可用 $BaCO_3$ 除去。

四、磷化工艺

（一）磷化膜的质量要求与磷化工艺编制的原则

不同用途的磷化膜应有不同的质量要求。

润滑用磷化膜应具备以下条件：

1．磷化膜与基体金属应有良好结合力；

2．磷化膜应有适宜的厚度、结晶细密；

3．良好的皂化质量。

电泳涂漆前的磷化膜应具备以下条件：

1．磷化膜与基体金属应有良好结合力；

2．磷化膜结晶要求细密，以保证磷化膜的电阻不致过大。否则容易引起局部不上漆；

3．磷化膜应通过 3% 氯化钠浸泡一小时的耐蚀试验；

4．表面没有严重的“白灰”。

评定磷化膜厚度的方法目前尚无统一规定。采用重量法求出每平方米面积上磷化膜的重量可以作为参考。一般各工序磷化膜厚度多数在下述范围之内。

挤盂用磷化膜	6～16 克/米^2
引伸用磷化膜	4～12 克/米^2
电泳前磷化膜	4～12 克/米^2

对磷化膜的不同质量要求，可以作为选择磷化工艺、确定配方和操作条件的出发点。采用相同成分的磷化液，改变总酸和游离酸的含量及工艺条件可以得到不同厚度和质量要求的磷化膜。对于某一工序来说，必须通过实际试验才能确定具体的工艺条件。

枪弹生产中，磷化工序很多，各工序对磷化膜的要求也有很大差别。为了简化工艺，通常只采用两种基本配方，一种是润滑用磷化配方，另一种是电泳涂漆前磷化配方。目前大都采用由磷酸二氢锌和硝酸锌或用硝酸、磷酸和氧化锌配成的锌盐溶液；也有的采用硝酸锌和磷酸二氢锰溶液。

退火后的零件，必须事先酸洗，除去氧化层。没有氧化层但表面有油污或锈的零件，亦应在去油和酸洗以后进行磷化。

（二）磷化工艺举例

润滑用磷化和电泳涂漆前磷化的典型工艺列于表 2-3-1 和表 2-3-2 中。

表2-3-1　润滑用磷化工艺

成分及工艺条件	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
磷酸二氢锌(克/升)	28	用氧化锌、硝酸、磷酸配成母液稀释而成	用磷酸二氢锌:硝酸锌＝1:2配制和调整溶液
硝酸锌(克/升)	28		
总酸(点)	31～37	40～60	20～40
游离酸(点)	1～2.5	4～7	0.3～1.2
温度(℃)	常　温	65～85	常温～35
时间(分)	6	1～1.5	6～8

说明：1.磷化前经硫酸或硫酸铝酸洗、水洗，磷化后经水洗、皂化、烘干（甩干）等工步。

2.适用于圆饼、盂子磷化。

3.必要时分析 Zn^{++}、NO_3^-、PO_4^{-3}、Fe^{++} 的含量。

4.磷化作用太弱时，可加入少量(＜2 克/升)亚硝酸钠。

表2-3-2 电泳涂漆前磷化工艺

成分及工艺条件	"四合一"磷化	普通磷化Ⅰ	普通磷化Ⅱ
磷酸二氢锰(克/升)		25～30	磷化液由氧化锌、硝酸、磷酸配成的母液稀释而成
磷酸二氢锌 (克/升)	30～40		
硝酸锌 (克/升)	80～100	100～120	
酒石酸(克/升)	5		
"601"洗涤剂(毫升/升)	15～20		
磷酸二氢铬(克/升)	0.4～0.5		
总酸(点)	75～100	45～75	40～60
游离酸(点)	1.8～2.5	1.5～4.5	5～8
Zn^{++}(克/升)		16～22	10～15
Mn^{++}(克/升)		>4	
P_2O_5(克/升)		8～12	PO_4^{-3} 12～18
Fe^{++}(克/升)	2～5		不大于 3
NO_3^-(克/升)			>12
温度(℃)	50～65	55～70	70～85
时间(分)	5～6	5～10	2～3

说明：1.普通磷化Ⅰ、Ⅱ，磷化前经烧碱、纯碱、磷酸钠溶液去油，盐酸酸洗；或经硫酸、平平加溶液去油、酸洗。硫酸溶液中加 1～1.5 克/升草酸，以减少酸洗浮灰；

2.普通磷化后经水洗、烘干或 $K_2Cr_2O_7$ 0.5～1 克/升、Na_2CO_3 0.5～1 克/升溶液钝化后，直接烘干；

3.磷酸二氢铬用重铬酸钾、磷酸、铁粉配制。

（三）磷化液的配制和调整

用磷酸二氢锌（或磷酸二氢锰）和硝酸锌配制磷化液时，将计算量的原料用少量水在搅拌中充分溶解（也可用于调整溶液），用水稀释到总酸和游离酸在工艺规定的范围内。然后加热至磷化时的最高工作温度，以保证使用温度下槽液的必要成分。采用这种方法，操作简单，改善劳动条件，但是成本较高。

用氧化锌、磷酸、硝酸配制磷化液时，先配成母液，然后用水稀释。这种方法，调整补加方便，成本较低，得到广泛采用。各种原料的配比可以根据磷化工艺条件试验选定。常见的配比如

表 2-3-3 所示。降低配比中磷酸用量，可以配成酸比较大的母液。

表2-3-3 配制100升母液所需原料

材料名称	分子式	分子量	主要技术要求	配方Ⅰ（公斤）	配方Ⅱ（公斤）
浓硝酸	HNO_3	63	比重：1.48以上	30～32	28～30
磷酸	H_3PO_4	98	比重：1.7±0.03	26～28	18～20
氧化锌	ZnO	80	工业一级	25	25
水	H_2O			其余	其余
配成母液酸比				7～10:1	10以上

配制过程中，可能有红棕色的气体排出，这是硝酸受热的分解反应：

$$4HNO_3 = 4NO_2\uparrow + 2H_2O + O_2\uparrow$$

磷化母液配制过程如下：

将准备好的磷酸、硝酸先后倒入配母液的缸内。把氧化锌加入少量水中，搅拌成糊状。在不断搅拌下，多次快速地加入混酸中，但不能使酸液溅出；或者始终把混酸温度控制在 50℃ 以下，少量多次地逐渐加入其中，直至氧化锌全部溶解为止。前者速度快，但硝酸损失较多。然后加水稀释至需要量。最后分析总酸、游离酸、硝酸根和磷酸根含量，并应符合工艺规定。

也可以先将糊状氧化锌全部加入硝酸中，再将磷酸加入。磷酸加入量不宜过高，以防游离酸过高。这种方法的氧化锌溶解较好，配制速度快。

配制过程中应注意安全，同时应在抽风良好的条件下进行。

在配制磷化液时，将母液按工艺规定的规范用水稀释于工作槽中。

新配磷化液中，都应加入一些经过澄清处理的旧磷化液，或者用铁屑处理几次，以便生成亚铁离子。

“四合一”磷化液配制方法如下：

在磷化槽内加入一定量的水，按配方计算量将硝酸锌和磷酸

二氢锌（锰）倒入槽内，加热至磷化工作温度，并搅拌使之溶解。冷却后用铁件处理，使亚铁离子达到要求。然后按计算量将酒石酸、重铬酸钾分别用水溶解，加入磷化槽内。最后把“601”洗涤剂加入磷化槽。按工艺规定指标分析合格后，可进行试生产。

经过化学分析和工艺试验后，如果磷化膜质量符合要求，才能正式投入生产。

开始工作前将磷化液加热到工作温度，生产中应经常检查，并随时调整。根据工作中积累的经验，补加原料。每班要测定一次总酸和游离酸的点数，以便根据磷化膜质量和化学分析结果调整溶液。要定期分析溶液中 NO_3^-、PO_4^{-3}、Fe^{++}、Zn^{++}、Mn^{++}等离子的含量，作为调整溶液和分析疵病产生原因的依据和参考。下班前要捞去部分槽底沉淀。定期清理磷化滚筒，疏通孔眼。

总酸低和温度低能引起磷化膜薄，可采用补加母液和升温的方法调整；游离酸高亦能引起磷化膜薄，一般可加亚硝酸钠或碳酸钠调整。

总酸高、游离酸低，温度高都可引起磷化膜厚，可加水稀释降低总酸点数，加入磷酸提高游离酸点数，降低温度等方法调整。

根据试验和生产实践：加入磷酸二氢锌或磷酸二氢锰约 5～6 克/升可提高游离酸 1 点、总酸 5 点左右；加入硝酸锌 20～22 克/升，总酸可提高 10 点左右，而游离酸无变化。

为了调整各种离子的含量，根据计算得知：一克硝酸锌大约能提高 Zn^{++} 0.22 克，NO_3^- 0.42 克。一克磷酸二氢锌能提高 Zn^{++} 0.22 克，PO_4^{-3} 0.64 克。一克磷酸二氢锰能提高 Mn^{++} 0.15 克，PO_4^{-3} 0.66 克。

为了保持槽液和磷化质量的稳定，可把磷化母液装入高位槽，工作时打开阀门，逐渐流入磷化液中，以补充原料的消耗。流量的大小可按经验控制。

当用水稀释以降低磷化液总酸时，根据浓度和体积成反比的原理．可用下式算出用水量：

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2 \qquad (2\text{-}3\text{-}1)$$

式中 N_1——原磷化液总酸（点）；

V_1——原磷化液的体积（升）；

N_2——稀释后磷化液总酸（点）；

V_2——稀释后磷化液体积（升）。

例：总酸为65点磷化液600升，欲稀释到总酸40点，需加水多少？

解：

$$V_2 = \frac{N_1 \cdot V_1}{N_2} = \frac{65 \times 600}{40} = 975 \text{（升）}$$

即当磷化液稀释到975升时，总酸可降至40点。所以应加水数量为：975升－600升＝375升。

“四合一”磷化液中重铬酸钾、洗涤剂及酒石酸可以根据产品质量情况和实际经验酌情补加。洗涤剂一次加入量不宜过多，否则产生大量泡沫，磷化液随产品大量带出，影响溶液的稳定性。

（四）磷化膜的皂化

以润滑为目的和磷化后涂油的磷化膜，皂化是不可缺少的工步。皂化通常使用肥皂溶液，当肥皂溶液作用于磷化膜时，部分地发生化学转化，生成锌皂。

$$RCOONa + H_2O \longrightarrow NaOH + RCOOH$$

$$Zn_3(PO_4)_2 + 6NaOH \longrightarrow 3Zn(OH)_2 + 2Na_3PO_4$$

$$Zn(OH)_2 + 2RCOOH \longrightarrow Zn(RCOO)_2\downarrow + 2H_2O$$

锌皂的形成取决于以下几个因素：

浓度　提高皂化液浓度，能加速皂化膜形成。通常浓度在20～70克/升之间；

温度　在保证皂化液良好流动性的情况下，采用较低的温度有利形成锌皂。肥皂浓度高时，可以采用较高的温度；

碱度或 pH 值　适当的碱性有助转化过程，但是过强的碱性，容易引起磷化膜的破坏；

肥皂组成　对皂化也有较大的影响，一般认为肥皂中高级饱和脂肪酸含量高，易于成膜。也可用硬脂酸和烧碱配成的硬脂酸钠溶液皂化。

时间　皂化时间决定于皂化液浓度、温度、肥皂质量及磷化膜厚度等因素。一般需要 5～20 分钟。时间过长，引起磷化膜破坏，反而影响皂化效果。磷化膜厚，皂化时间应长些。

皂化可以采用浸泡的方法，也可以在联动机中完成，此时联动机皂化部分的长度要增加，肥皂浓度要提高。

为了充分发挥肥皂的效能，消除工业水中钙、镁等杂质的影响，在配制皂化液时，采用煮沸过的水并加少量纯碱是有益的。

钙、镁离子能消耗一部分肥皂的有效成分，生成不溶于水的硬脂酸钙和硬脂酸镁。

$$Ca^{++}+2RCOONa=Ca(RCOO)_2\downarrow+2Na^+$$

$$Mg^{++}+2RCOONa=Mg(RCOO)_2\downarrow+2Na^+$$

其次皂化液含有少量纯碱，能中和残存磷化膜中的微量酸液。

（五）质量检查和疵病分析

磷化后的半制品，应有一层均匀的灰色至灰黑色磷化膜，附着牢固，不应有未除尽的氧化层。大量生产中，磷化膜外观质量通常由目力测定。

为了考核磷化膜的性能，应定期进行附着力和耐蚀性检验。

附着力试验：用棉纱或白布浸 2* 或 3* 锭子油，在事先擦去浮灰的磷化膜上擦拭二次，此时棉纱和白布上不应有色迹，被擦部位不应露钢。

耐蚀试验：将冷却至室温的零件，放入 3% 氯化钠溶液中。零件之间、零件与试验容器壁之间不应互相接触。在 15～25℃ 的温度下，保持规定时间，直接用肉眼检查，此时不应有锈迹（边缘、棱角除外）。

当出现质量问题或变更磷化工艺条件时，可以用下列方法测定磷化膜厚度，作为分析疵病原因和确定工艺参数的参考。

取成分和光洁度与被试零件大致相同的试片或实际零件，按工艺程序进行磷化、水洗、烘干。然后于 100±5℃ 烘箱中干燥半小时。再在干燥器中冷却半小时，在万分之一天平上称量，得第一次重量 W_1。将试片放在 71～73℃，浓度为 20% CrO_3 溶液中浸泡 1 分钟，立即水洗并用无水乙醇脱水，最后于 100±5℃ 烘箱中干燥半小时，取出放在干燥器中冷却半小时，再在天平上称量，得第二次重量 W_2。磷化膜厚度按下式算出：

$$G=\frac{W_1-W_2}{S} \qquad (2\text{-}3\text{-}2)$$

式中 W_1——第一次重量；

W_2——第二次重量；

S——试片的面积（米²）；

G——磷化膜厚度（克/米²）。

在测定磷化膜厚度时应注意，退去磷化膜后的试片表面不应有锈和未除尽的磷化膜。

表 2-3-4 列出了磷化工序常见的疵病及消除方法。

表2-3-4 磷化工序常见疵病及消除方法

分类	序号	疵病名称	产生原因	消除方法
润滑磷化	1	磷化不上或磷化膜过薄，挤孟、引伸工序产生线痕	游离酸高，总酸低，温度不够	提高总酸，提高操作温度，加入少量亚硝酸钠
	2	挤孟工序底厚不均，引伸工序卷口、断亮、退货困难，收口工序断壳或堆胖	从表面处理工艺分析，磷化膜过厚容易产生这些疵病(总酸高，游离酸低，磷化液温度高，肥皂浓度低)	加水降低浓度，补加磷酸，降低温度，加强皂化
防蚀磷化	1	磷化膜耐蚀性能低，烘干以后局部生锈	游离酸过高，总酸低，温度低，硝酸锌低	调整磷化液，提高磷化温度
	2	磷化膜结晶粗大，而且有"白灰"	游离酸高，温度高，槽子太浅	调整工艺条件，改进磷化槽
	3	磷化膜外观良好，但耐蚀性达不到要求	磷化液浓度低，温度低，时间短	调整工艺条件
	4	磷化膜"发花"，不完整	去油质量不好	加强去油工艺
	5	磷化膜电阻太大，影响电泳漆层质量	磷化液浓度过大	稀释溶液

（六）不合格磷化膜的退除

磷化膜可以在硫酸或盐酸溶液中退除。磷化膜不符合要求的半制品可以在联动机中重新进行酸洗、磷化。如果沾有油污，则应先经碱液去油工序。积压时间较长，表面生锈的圆饼、盂子也可采取重新退火、酸洗、磷化的方法处理。

（七）磷化设备

整个磷化过程在联动机中进行。联动机结构与普通去油、酸洗联动机相似，但是各段的长度、螺旋数和联动机转速应视磷化时间而定。磷化滚洗筒和槽子多用不锈钢板制造，也可用铁板或聚氯乙烯硬板制成。图 2-3-2 为酸洗磷化联动机的外貌。

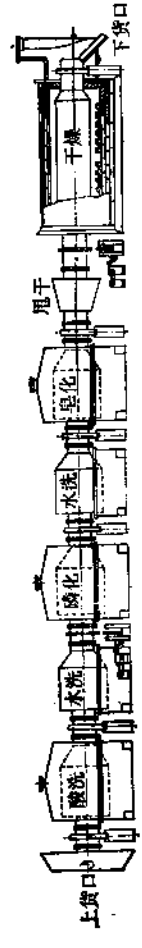


图2-3-2 酸洗磷化联动机

五、覆铜弹壳底槽磷化

（一）工艺特点

覆铜弹壳底槽磷化与钢质弹壳磷化不同，它是在覆铜层和铁同时存在的条件下进行磷化。酸洗过程中，覆铜层不可避免地要参与化学反应，在酸洗槽中聚集一些铜离子。铁铜置换的结果，底槽部分往往产生着铜现象。着铜层影响磷化膜的质量。以上两个方面决定整个磷化工艺必须保证只有底槽部分形成磷化膜，而覆铜层仍然保持原来状态，并且尽可能避免产生着铜现象。

目前，覆铜弹壳底槽普遍采用锌盐进行磷化。锌盐磷化具有耐蚀性好、调整简单、工艺稳定等一系列优点，而且迅速实现了联动机操作。

近几年来，底槽磷化工艺又进一步得到了改革，实现了去油、

酸洗、磷化、钝化“四合一”或去油、酸洗、磷化“三合一”新工艺。大大减少了生产面积，降低了生产成本，而且进一步提高了产品质量。

（二）配方和工艺条件

56式7.62覆铜钢弹壳底槽磷化用液的典型配方和工艺条件如表2-3-5所示。

表2-3-5　56式7.62覆铜钢弹壳底槽磷化工艺

成分及工艺条件	“四合一”磷化	普通磷化Ⅰ	普通磷化Ⅱ	普通磷化Ⅲ
磷酸二氢锌(克/升)	磷化液由氧化锌、硝酸、磷酸配制	同左	同左	磷酸20毫升/升
硝酸锌(克/升)				硝酸锰(50%)20毫升/升
酒石酸(克/升)	2～3			氧化锌8克/升
重铬酸钾(克/升)	0.2～0.3			二氧化锰6克/升
“601”洗涤剂(毫升/升)	15～20			
总酸(点)	50～80	35～50	30～50	>20
游离酸(点)	4～8	3～7	1.5～2.5	2～5
酸比			12～20	8～12
Zn^{++}(克/升)	20～30	10～15	10～20	>3
Mn^{++}(克/升)				>0.5
NO_3^-(克/升)	25～35	10～15	20～30	
PO_4^{-3}(克/升)	15～25	12～18	6～20	
Fe^{++}(克/升)	1～4	0.5～4	0.5～4	<3
温度(℃)	50～60	60～85	55～70	55～65
时间(分)	3	2～3	2～2.5	6

说明：1.底槽磷化在联动机上进行。普通磷化先经烧碱、纯碱溶液去油，水洗、稀盐酸酸洗、水洗；磷化后经水洗、钝化、水洗及烘干等工步。

2.普通磷化Ⅲ在退漆后弹壳（用碱溶液）重新磷化时，应用酸比较低的母液调整。

（三）质量检查和疵病分析

经磷化后，底槽磷化膜应呈灰至灰黑色，结晶细密，附着力良好。应能通过3%氯化钠溶液30分钟试验；在1%$CuSO_4$溶液中浸泡30秒钟，磷化膜不应有着铜现象。弹壳内、外表面应无白色挂灰，底火室应光亮。

应周期地在生产线上检验磷化膜和弹壳的内、外表面质量。磷化膜化学稳定性和附着力则定期抽验。

底槽磷化常见疵病及消除方法如表 2-3-6 所示。

表2-3-6　底槽磷化常见疵病及消除方法

疵病名称	产生原因	消除方法
底槽着铜	酸洗溶液浓度大或时间长	更换溶液，降低浓度，缩短时间或采用流动酸液酸洗
磷化不上或膜黄	总酸低，游离酸高，温度低，Fe^{++}少	调整溶液，提高温度，用铁屑处理溶液
底槽生锈	（1）磷化液游离酸高，温度低(丝状锈)； （2）没有晾凉直接辊光或在辊光后没有及时烯分或稍亮水分过高(点状锈)； （3）磷化前底槽遇水（块状锈）	调整磷化溶液，升温； 检查辊光工艺； 注意弹壳车底后磷化前各工序不让遇水
弹壳内外表面有白灰	磷化温度高，浓度大，时间长	调整工艺条件
底火室发暗，到后道工序逐渐变黑	（1）磷化液使用时间长，硝酸根含量高； （2）磷化温度高； （3）磷化时间长	更换溶液，调整工艺条件或重铬酸钾钝化后直接烘干
弹壳体部产生“地图形”变色	磷化后放置时间过长，没有及时辊光	晾凉或吹凉以后立即辊光
弹壳表面产生黄、红斑点	（1）磷化液浓度高，温度高； （2）去油溶液浓度高，温度高； （3）退漆时间长，次数多； （4）水源发生变化，水质不良； （5）烘干温度过高； （6）钝化失效	调整工艺
弹壳内外表面发暗	洗涤剂少，去油质量不好；游离酸过低	调整工艺

（四）修品处理

磷化膜薄、磷化膜有丝状锈的弹壳可重新磷化；底槽严重生锈的弹壳应单独选出用浓盐酸酸洗后磷化；底槽着铜的弹壳在退漆槽除去漆以后，经盐酸酸洗、水洗，重新磷化。

外观检查工序选出的污品（弹壳体部堆漆、漆层疵病及其他外观疵病）可以用乙醇浸泡或浓碱溶液退去漆层以后，重新磷化。

退漆工艺条件如下：

烧碱	1000～1200克/升
亚硝酸钠	30～60克/升
温度	190～230℃
时间	5～10 分(FQ504 漆退除时间长一些)

光电检孔工序剔出的传火孔被辊光稻壳堵塞的弹壳，也可以在退漆槽中除去稻壳，再经水洗、酸洗，水洗以后，重新磷化。

第四节 钝 化

为了提高黄铜制品的耐蚀性，通常应进行钝化。目前底火壳大都采用重铬酸钾和硫酸组成的溶液进行钝化。使用这种溶液得到的钝化膜，能够有效地抵制周围介质的腐蚀，大大减小底火壳变色的可能性。但是重铬酸钾毒性很大。

一、铜合金钝化原理

钝化过程的化学原理一般认为首先是铜合金的溶解：

$$3Me+Cr_2O_7^{-}+14H^{+}\longrightarrow 3Me^{++}+2Cr^{+3}+7H_2O$$

式中 Me 代表 Cu、Zn 等二价金属。

随着溶解过程的进行，金属表面层溶液的〔H^{+}〕下降，〔OH^{-}〕相应增加，pH 值不断上升。这个区的 Cr^{+3}、Me^{++} 有可能与 OH^{-} 作用生成氧化物和碱式铬酸盐：

$$2Cr^{+3}+6OH^{-}\longrightarrow Cr_2O_3\cdot 3H_2O$$

$$Cr^{+3}+OH^{-}+CrO_4^{--}\longrightarrow Cr(OH)CrO_4$$

$$2Me^{++}+2OH^{-}+CrO_4^{--}\longrightarrow Me_2(OH)_2CrO_4$$

$$Me^{++}+2Cr^{+3}+8OH^{-}\longrightarrow Me(CrO_2)_2+4H_2O$$

生成的三氧化二铬，碱式铬酸铬，碱式铬酸铜（锌）及亚铬酸铜（锌）在金属表面结晶，构成了钝化膜。

二、影响钝化过程的因素

钝化膜的质量决定于溶液成分和工艺条件。

硫酸含量的影响：

为了得到牢固致密的钝化膜，需要控制一定的酸量。因为酸量太低，金属溶解量下降，金属离子少，钝化膜不易形成；酸量太高，钝化膜可能再溶解，使膜出现多孔、疏松和附着不牢等现象，影响钝化膜质量。

重铬酸钾含量的影响：

重铬酸钾是形成钝化膜的主要成分，随着含量增多，金属的溶解量增加，成膜速度加快。图 2-4-1 表示重铬酸钾含量与金属溶解量的关系。但是含量太高会影响钝化膜的光泽，而且容易从溶液中结晶析出。

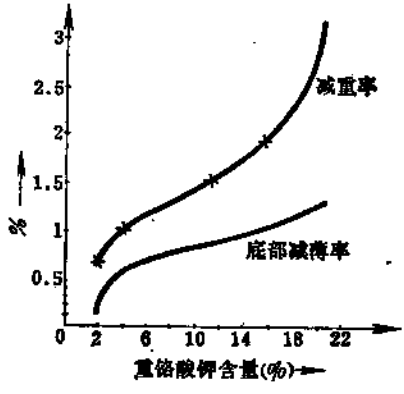


图2-4-1 重铬酸钾含量与金属溶解量的关系

钝化时间与钝化温度：

在相同成分的钝化溶液中，钝化时间愈长，金属溶解量愈大。图 2-4-2 表示在7%重铬酸钾和3%硫酸溶液中不同钝化时间与金属溶解量的关系曲线。

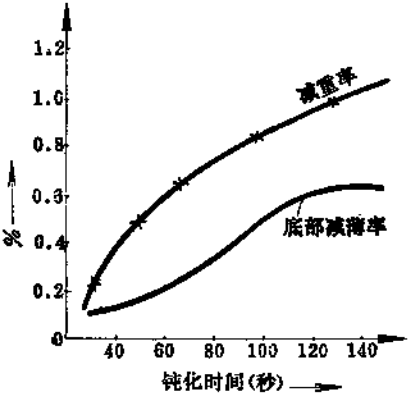


图2-4-2 钝化时间与溶解量的关系

钝化温度增高，金属的溶解量也增加。因此一般钝化温度不宜超过30℃。

三、钝化工艺及设备

钝化过程包括去油、水洗、钝化、水洗（净化水洗）、甩干、辊光、烘干等工步。

钝化前应除尽表面油污。常用的配方和工艺条件如下：

烧　碱	1～3%
纯　碱	3～5%
温　度	70～90℃
时　间	1～4分钟

去油以后应及时用热水、流动冷水洗去表面附着的碱液。

去油以后底火壳表面应无油污，并有金黄色的亮光。这对获得色泽均匀的钝化膜具有重要意义。因为表面轻微氧化后，更易与钝化液作用形成钝化膜：

$$MeO+H_2SO_4 \longrightarrow MeSO_4+H_2O$$

手工操作时，去油过程中应将零件在空气中抖动几次，以便均匀氧化。底火壳表面氧化过重（去油温度高、时间长），钝化时需增加硫酸用量。如果去油后底火壳颜色不一致，则易造成钝化膜“发花”。

去油溶液应定期更换。用新配溶液的去油时间，可以短些。

钝化溶液的配方和工艺条件如下：

重铬酸钾	7～10%
硫　酸	3～7%
温　度	常　温
时　间	30～60秒

钝化所用材料应相应符合国家标准和工艺文件的规定。

随着使用时间的延长，钝化溶液逐渐由橙红色变为红褐色而减低效力。钝化过程中应根据钝化膜质量，酌情补加少量硫酸或重铬酸钾。钝化膜发白时，应补加重铬酸钾。当钝化膜颜色“发花”或光泽下降时，则应补加硫酸。钝化溶液的调整方法和更换

周期视产量和槽液的多少而定。

一般冬季酸量掌握高一些，重铬酸钾低一些，而夏季则相反。

新配溶液或补加原料以后都应充分搅拌，使其溶解均匀，然后开始工作。钝化过程中，也应经常翻动，以防止钝化膜色泽不均。

新配溶液的钝化时间可以短些。

钝化后应立即水洗，除去表面的钝化溶液。为了避免自来水中氯化物带来的影响，最好在最后再用净化水冲洗一次。

底火壳钝化、洗净后，用斜式滚洗机甩去水分，并在辊光桶中以 60～70转/分 的转速辊光30～50分钟(底火壳与辊光用木屑体积比为 1:2，木屑规格 1.5×1.5×1.5 毫米)，直至水分全部吸干为止。然后在筛分机上分离。

辊光时，底火壳与木屑比例太小或用新木屑，会影响表面光洁度；若比例太大或用新木屑，易使壳里夹住木屑。因此，通常是将旧木屑和少量新木屑混合使用。木屑应定期过筛，除去细末。

每次使用后的木屑，应进行低温烘干，除去水分。但是太干，辊光时易碎，底火壳表面也不光滑；太湿，吸水性较低。一般含水量为 6～10%。

气温较高、湿度较大的地区，钝化膜易受损伤。为此，钝化、洗净后的底火壳，可以按下述方法脱水、烘干。

底火壳在甩去水分后，与木屑一起（体积比约 1:1）装入布袋中，在转速 40～50转/分 的辊桶内（留 1/3 空隙）辊动 5 分钟。然后在筛分机上分离。筛分机速度不宜过快，以免擦坏钝化膜。底火壳筛分以后，及时烘干。烘干时应避免与脏物接触，而且不能擦坏钝化膜。烘干温度一般在 70～90℃之间；时间 3～5 分。

底火壳去油、水洗、钝化等操作，目前大都在斜式滚洗机中进行。

斜式滚洗机如图 2-4-3 所示。

先将底火壳放入不锈钢多孔桶中，然后把多孔桶放入盛有溶

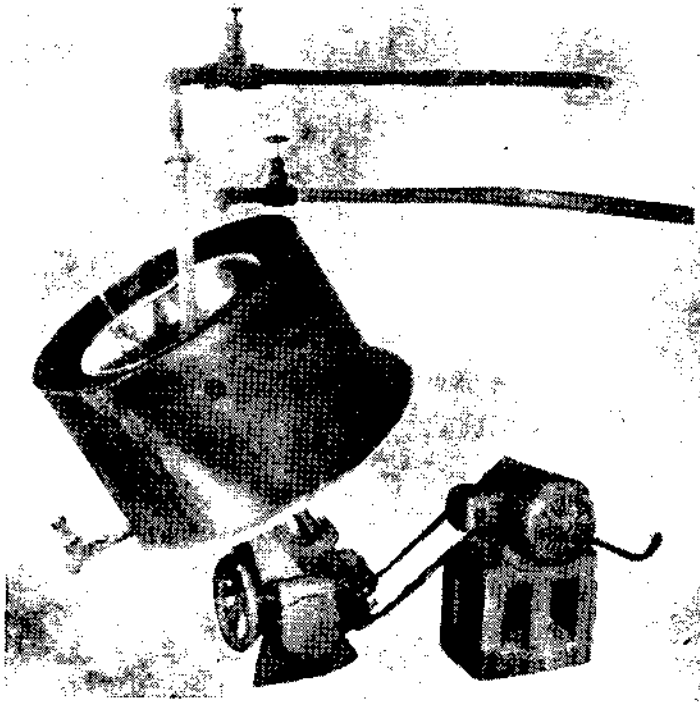


图2-4-3　斜式滚洗机

液的斜式滚洗机内套中，随着滚洗机的转动，底火壳即不断翻动。

四、钝化中常见疵病及其消除方法

（一）底火壳颜色不一致，钝化膜不均匀、产生“发花”等现象。主要原因：

1．去油时底火壳翻动不均或底火壳未完全浸入溶液，造成去油质量不良；

2．钝化溶液没有搅均或浓度偏低，底火壳翻动不均；

3．脱水不良或烘干温度低。

采用斜式滚洗机操作，上述疵病较少。

（二）底火壳出现麻点，甚至外径变小，底部厚度减薄等。产生原因：

1．钝化溶液中重铬酸钾含量过高；

2．钝化温度过高；

3．钝化时间过长。

（三）底火壳内表面转角处有小黑点，原因是手工钝化时翻动不够，内表面气泡未排出，水洗、烘干后形成小黑点。

外观工序选出或本工序不合格的底火壳，可以重新钝化。此时去油、钝化时间可以适当缩短，其余同正常工艺一样。

第五节　涂料一般性质及底槽涂漆

应用于物体表面能形成坚固保护膜的物料，统称为涂料。

涂料保护金属的主要作用在于它隔绝了金属与周围介质的接触，比一般单层金属保护层具有更好的保护作用。由于涂料资源丰富，成本较低，工艺和设备比较简单，所以其应用范围很广。

枪弹制造中，为了提高枪弹和包装铁匣的密封性，需要使用密封漆；覆铜弹壳底槽需采用漆层保护。随着制造弹壳材料不断变革，涂料用量愈来愈大。

采用涂料保护层的钢质弹壳，不论是盐水试验、热湿试验或曝晒试验，其耐蚀性能都比覆铜弹壳和镀铜弹壳优越。但是“事物都是一分为二的”，应该看到漆层的耐磨性和附着力没有金属保护层好，使用过程容易磨损，运输当中容易掉漆，这是不及金属保护层的地方。

一、涂料的组成及各成分的作用

涂料的组成比较复杂，一般可以概括地分为以下几个组成部分。

（一）主要成膜物质

涂料的主要成分，也是形成漆膜的主要物质。例如内涂口用

的沥青漆，其主要成分是沥青。

能够形成漆膜的物质，也就是主要成膜物质，它可以分为以下两类。

一类是油料：常用的是植物油中的干性油和半干性油，如亚麻仁油、桐油和葵花籽油。由于油的分子中含有不饱和的双键 $R_1-CH=CH-R_2$ 容易发生氧化聚合作用，因而在空气中能干燥成膜。

另一类是树脂：最早树脂是指植物的分泌物，它们都是高分子有机物。目前，除了天然树脂，如虫胶、松香等以外，大量应用合成树脂做为涂料的主要成膜物质。例如酚醛树脂、醇酸树脂、环氧树脂等。

（二）次要成膜物质

其中包括颜料和增韧剂。颜料是涂料中不溶解的固体成分。它的作用主要是改善涂料的性能，使其着色美观，提高漆层的机械强度和耐蚀性。大部分颜料是多价金属的氧化物或其盐类，也有应用有机染料作为颜料的。

颜料一般可分为三类：

着色颜料：具有不同颜色，起着着色和遮盖物面的作用，也能提高漆层耐久性、耐磨性以及在各种气候条件下的耐蚀性。

防锈颜料：指一些有防锈能力的颜料。

体质颜料：又称填料，是一些白色颜料，起着降低成本，减少光泽，增加颜料体积比，改善涂料涂刷性等作用。

增韧剂可用来改善漆膜的韧性和附着力。

（三）辅助成膜物质

不是漆膜的组成部分，但是是涂料生产和施工过程中不可缺少的原料，包括稀料和辅助原料。

稀料又分为溶剂、助溶剂和稀释剂三部分，其中能溶解成膜物质的称为溶剂，只能帮助溶解成膜物质的称为助溶剂，只能起冲稀作用的称为稀释剂。用稀料可以把涂料调成便于施工的粘度，

但在干燥过程中全部挥发。稀料应该有高的溶解能力，适当的挥发速度，较小的毒性，较高的燃点。有的涂料只用单一溶剂。有的涂料使用漆厂配制的包括溶剂、助溶剂和稀释剂的稀料。表

表2-5-1　一些涂料常用溶剂主要特性

溶剂名称	化学式	闪点●（℃）	允许极限浓度（毫克/升）	用途	备注
苯	C_6H_6	−13	0.1	硝基漆稀释剂	挥发快、闪点低、毒性大
甲苯	$C_6H_5CH_3$	5	0.1	硝基漆稀释剂	有毒
二甲苯	$C_6H_4(CH_3)_2$	10	0.2	油性漆、树脂漆溶剂	挥发速度适当，有毒
乙醇	C_2H_5OH	16	1.0	虫胶、醇溶树脂溶剂、水性漆助溶剂	
丁醇	C_4H_9OH	46	0.1	多用于混合溶剂、水性漆助溶剂	
丙酮	$CH_3—CO—CH_3$	−17	0.2	油类、树脂强溶剂	易燃
环己酮	$CH_2\begin{cases}CH_2—CH_2\\CH_2—CH_2\end{cases}C=O$	47		与丙酮相似。水性漆助溶剂	
松香水（200#溶剂汽油）		40	0.3	油性漆溶剂	无毒
松节油	$C_{10}H_{16}$	30～37	0.3	油性漆溶剂	无毒
硝基漆溶剂（香蕉水或信那水）	由醋酸丁酯、醋酸乙酯、丁醇、甲苯、丙酮等组成			硝基漆溶剂	有毒
水	H_2O			各种水性漆	不含杂质离子

● 溶剂蒸汽遇有明火就有火焰闪出，但立即熄灭的温度称为闪点。闪点25℃以下为易燃品，25～66℃为可燃品。

2-5-1 介绍了涂料常用溶剂主要特性。

辅助原料包括催干剂、润湿剂、乳化剂、稳定剂等。

涂料中由植物油或加有机溶剂而制成的，称为熟油；由油类及天然树脂或人造树脂加溶剂制成的涂料，称为油性清漆；由合成树脂或纤维素酯加溶剂制成的涂料，称为清漆。

由颜料和油类制成的色漆，称为油性色漆。

成膜物质中加入树脂或纤维素酯的色漆称为磁漆。当颜料或填料含量大，则称为色浆或厚漆。

以有机溶剂作为稀释剂的叫溶剂型漆，以水作为稀释剂的则称为水性漆。

二、涂料的成膜过程

涂料的干燥过程，也就是成膜过程，分为两个阶段，即表面干燥（又称指触干燥）阶段和完全干燥阶段。由于涂料品种不同，成膜过程也不一样。目前使用的涂料可以分为以下几种类型：

（一）挥发型涂料

由于溶剂挥发，涂料的粘度增加，逐渐变成不流动体在物面上成膜。这时涂料中的主要成膜物质不起化学变化。如硝基漆就属于这一类。这种漆层可以用溶剂除去。

（二）氧化聚合型涂料

氧化聚合型涂料在干燥过程中，虽然也有溶剂的挥发，但主要是依靠成膜物质的氧化聚合作用固化成膜。含有干性油和干性油改性的合成树脂涂料，都属于氧化聚合型涂料。

（三）热固型涂料

这种涂料不能自干，只能烘干，遇热后能聚合成高分子的漆层。酚醛改性的醇酸树脂就是一例。

枪弹生产中使用的电泳漆和 FQ-504 防腐漆都属于热固型涂料。

（四）固化剂固化型涂料

这类涂料必须加入固化剂才能固化成膜，胺固化环氧树脂属于这一类。

三、枪弹生产中常用涂料

枪弹生产中使用涂料品种较多，表 2-5-2 列出了常用的品种及其一般特性。

表2-5-2　枪弹生产中常用涂料

序号	名称	型号及标准号	曾用名称及型号	主要组成	性能及用途
1	沥青密封漆	L01-22	4401密封漆	沥青与蜂蜡、润滑油煮炼加二甲苯等溶剂而成粘稠液	常温干燥，有良好的可塑性和密封性。防水、防潮，用于各种枪弹内涂口
2	防腐漆	FQ-504 FQ-502		热固性酚醛树脂，聚乙烯醇缩丁醛的乙醇溶液（FQ-504 中加入少量丁醇）	漆层附着力和韧性很好，用于56式7.62覆铜弹壳底槽、弹壳与弹头及弹壳与底火结合部（外涂口及点胶）的防腐漆
3	醇酸半光磁漆	C04-44 HG2-593-67	1426及1426ф醇酸磁漆	中油度醇酸树脂与颜料及体质颜料研磨后，加入催干剂，并加有机溶剂调配而成	具有柔和而不刺眼的光泽，漆膜坚韧，附着力好，户外耐久性也好。用于枪弹包装铁匣液口密封
4	外用硝基磁漆	Q04-2	汽车喷漆	由硝化棉、油改性醇酸树脂、氨基树脂、颜料、增韧剂、溶剂组成	漆膜干得快，外观平整光亮，耐候性较好。用于喷涂标记
5	硝基内用清漆	Q01-15 HG2-2065-59	内用硝基清漆	由低粘度硝化棉、甘油松香酯、不干性油醇酸树脂、增韧剂、溶剂组成	漆膜干得快，有较好光泽，供室内器具用。加有机染料用于枪弹外涂口、点胶、弹尖着色等

四、覆铜弹壳底槽涂漆

（一）作用与要求

以 56 式 7.62 覆铜弹壳为例，它在车底以后，底槽是露钢的。为了防止这部分金属的腐蚀，通常要进行防蚀处理。有的国家采用碱性氧化、涂漆。碱性氧化工艺的缺点是氧化膜的耐蚀性差，漆层附着力不好，而且操作条件差，工人劳动强度大。目前枪弹厂广泛采用磷化作为涂漆的底层，磷化后涂敷 FQ 型防腐漆。装配

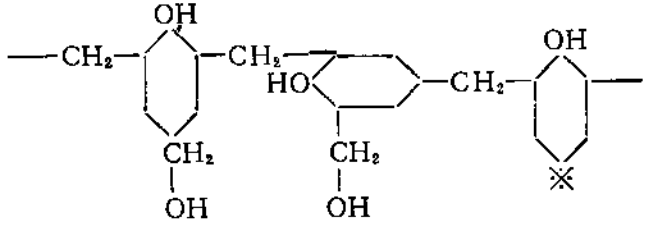
过程中，底槽漆层可能受到冲击，底槽部分在上弹夹时要与弹夹口槽发生摩擦，因此要求所涂的漆层具有良好的硬度、韧性和附着力。这是在选择漆种时需要考虑的。涂漆工艺上则应保证漆层涂敷完整，以防长期贮存时由于局部无漆而引起金属腐蚀。漆层太厚，容易产生压弹困难，同时容易沾污弹壳表面引起全形不合格。

曾用热固性酚醛树脂和有机玻璃在相应溶剂中配成的清漆和硝基清漆涂敷过底槽，但是前者有脆性，后者附着力太差，都不适合使用。

（二）FQ型防腐漆的特性

FQ型防腐漆是热固性酚醛树脂和聚乙烯醇缩丁醛的乙醇（丁醇）溶液。由于配比不同，有不同牌号。枪弹厂通常使用FQ-502、FQ-504两种。除了用于底槽和53式7.62覆铜弹壳根部涂敷以外，也用于成弹外涂口。

热固性酚醛树脂一般为深棕色粘稠液体。易溶于醇类和丙酮等有机溶剂。因为树脂分子的苯核上余留很多羟甲基（$-CH_2OH$）和未反应的对位、邻位氢。所以在加热时，树脂可以通过这些羟甲基与对位、邻位氢的缩合，自身固化交联，因此称为热固性酚醛树脂。

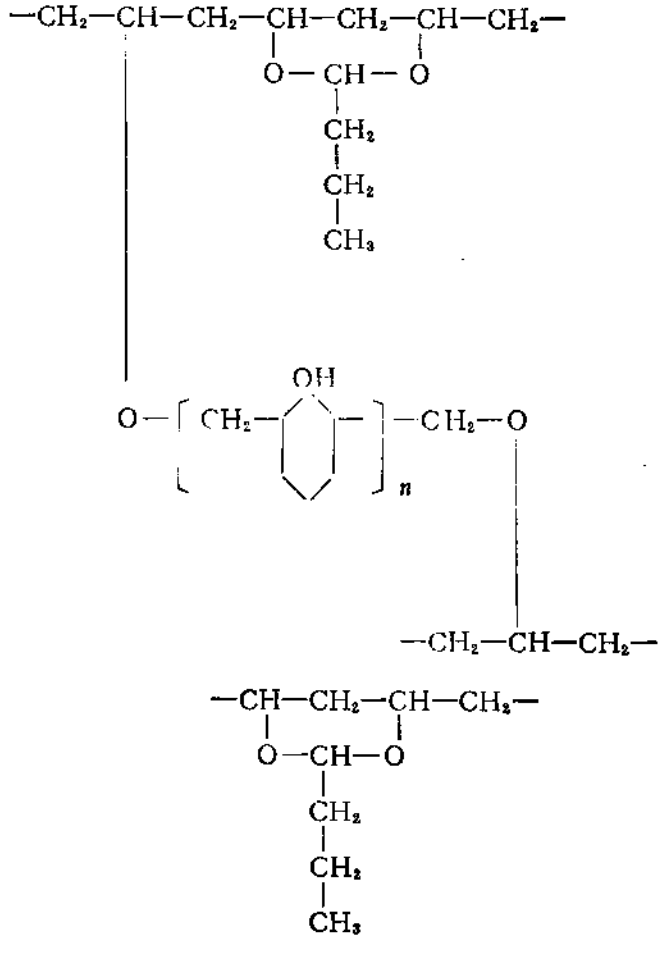


热固性酚醛树脂在长期存放过程中粘度增加，这是树脂自行缩聚的结果，因此要求贮存时间不宜过长，环境温度不能过高。采用加入固化剂的方法，可以实现常温固化。

酚醛树脂具有很好光泽，较高硬度，很好的耐水耐酸性能、介电性能和粘结性能。因此广泛应用于化工防腐、电工绝缘等方面。也用于制备粘结剂、涂料等。

但是由于酚醛树脂脆性较大，冲击韧性较低，往往要加以改性。改性酚醛树脂是指由于其他类型的聚合物单体的加入使某些性能得到改善的酚醛树脂。用聚乙烯醇缩丁醛来改性热固性酚醛树脂，最早应用在航空工业上作为粘结剂。由于聚乙烯醇缩丁醛有很好的弹性和粘结作用，因此大大改善了原有的性质。

受热时，酚醛树脂中的羟甲基与聚乙烯醇缩丁醛中的羟基互相作用，形成如下结构的共聚物：



做为涂料使用，酚醛树脂含量较高，化学稳定性好、硬度高、光泽好。相反，如果聚乙烯醇缩丁醛较高，则光泽、稳定性稍差，但是韧性好，附着力好。枪弹用 FQ 型防腐漆的配比及主要性能如表 2-5-3 及 2-5-4 所示。

表2-5-3　枪弹用FQ型防腐漆配比

配　　比	FQ-502		FQ-504	
酚醛树脂	氨水为接触剂	15%	氢氧化钡为接触剂	30%
聚乙烯醇缩丁醛		85%		70%
溶剂	乙醇		丁醇：乙醇 = 1:3	

表2-5-4　枪弹用FQ型防腐漆技术性能

序号	指标名称	指标	
		FQ-502	FQ-504
1	外观	透明微浊液，黄、深棕色，碘量比色＜58	
2	粘度(25℃，涂—4粘度计，秒)	不小于110	130～210
3	表干时间(分)不大于	30	30
4	固体分(%)	14～17	16～19
5	酸值(毫克氢氧化钾/克)	不大于6	
6	水分(%)	不大于5	
7	硬度	不小于0.8	
8	冲击强度(公斤·厘米)	不小于50	
9	柔韧性(毫米)	不大于1	
10	耐水性	24小时无变化	
11	抗蚀性	10周期后无腐蚀现象	
12	耐寒性	－50℃30 分钟不出现裂纹	

（三）涂漆工艺和设备

底槽涂漆一般采用刷涂方法，利用猪鬃做成的刷子，将漆涂在弹壳底槽上。刷子蘸漆量通过漆盒和刷子的安装高度来调整。一般漆液盛装在密封的漆盒里。由于漆液的自身重量逐渐由漆盒开口槽流出，供给刷子使用。漆盒每班加漆一次。

漆的调制和保管应有专人负责。为了调制工作用漆，在原漆中加入适量乙醇，经搅拌 30～40 分钟后，测定粘度。当粘度达到工艺要求后，装瓶备用。根据气候和室温变化，漆液粘度可以在一定范围内变动。漆液粘度以刷子能均匀蘸漆，涂刷以后漆膜厚度适当为宜。漆的工作粘度高，刷子不易蘸漆，如给漆过多，又容易粘污弹壳表面；粘度过低，漆膜薄。为了保证冬季漆液的流动性，室内温度应在 15℃ 以上。在气温较低的地区，冬季从库房领来的原漆应在室内存放一段时间以后，才能使用。涂漆工房的相对湿度不能太大，通常规定不超过 80%。否则漆膜容易产生“白道”。因为漆膜中溶剂挥发，表面温度降低，当其达到露点以后，水分进入漆膜而产生乳化，使漆膜变白。这时漆层往往多孔无光，影响性能。为了防止这种病态的产生，可以加入一些高沸点溶剂。采用 FQ-504 漆不易出现这种疵病。

必须保持漆液的清洁，发现有杂质应及时过滤。

涂漆后在附有电加热器的丝杠上预烘或自然晾干 30 分钟以后，送往烘干工序（直接烘干往往容易引起漆层起泡）。烘干温度通常在 80～110℃ 之间，时间一小时左右。

53 式 7.62 覆铜弹壳根部涂漆的工艺和设备与 56 式 7.62 弹壳底槽涂漆相似，不过漆液粘度较低，涂漆部位为底缘内平面及底缘内平面起至体部 2.5～3.5 毫米宽的一圈。

目前，弹壳生产中使用的涂漆机有单冲、双冲两种。有些工厂，使用涂漆、光电检孔组合机床，提高了生产效率和设备利用率。

图 2-5-1 示出了 56 式枪弹底槽涂漆机。它的工作过程如下：漏斗内的弹壳经过定向后，通过梭槽落到送弹盘上。载有弹壳的

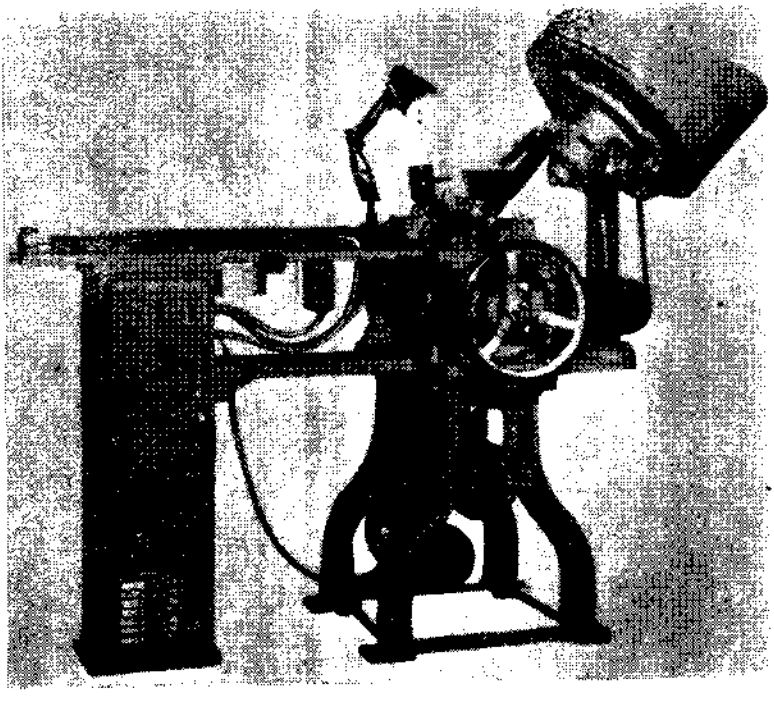


图2-5-1　底槽涂漆机

送弹盘由间歇机构转至垂直位置，此时由被凸轮控制的顶叉将弹壳顶至夹紧机构内夹紧并旋转。与此同时，涂漆刷将漆涂到弹壳底槽上。底槽涂上漆的弹壳，随送弹盘再转至挡块时，被挡到附有管状电加热器的丝杠上，预烘后落入货箱里。

图 2-5-2 是送货夹紧装置。

送货机构工作原理如下：弹壳由漏斗经梭槽下到作间歇运动的送弹小槽上，随之被转到铅垂位置，此时，凸轮 18 进入推程曲线，顶叉 10 向上运动将这个弹壳顶至夹紧机构的中心位置，这时正好对准弹壳底槽的涂漆刷进行涂漆。当凸轮 18 进入回程曲线时，顶叉回到自由位置，弹壳落到原来的小槽上后，被送弹盘送至传动丝杠上端，由凸轮 19、摆杆 21、导柱 22 控制的挡块 11，挡到传动丝杠 12 上，弹壳一边转动一边被预烘。

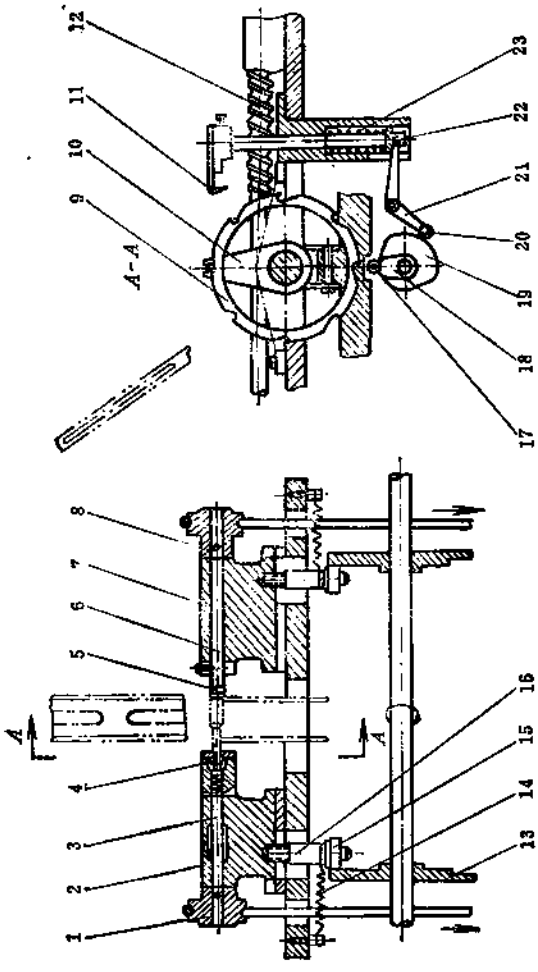


图2-5-2　送货夹紧装置

夹紧机构工作原理：顶冲 4 、尾冲 5 分别由皮带轮 1 和皮带轮 8 带动高速旋转。当凸轮 13 进入推程曲线时，凸轮通过辊轮 15，螺杆轴 16 推滑座 2 向右移动，滑座 7 与滑座 2 同步向左移动，顶冲 4 、尾冲 5 夹住顶叉顶上来的待涂漆的弹壳高速旋转，由涂漆机构进行涂漆。

（四）质量要求及疵病分析

涂漆以后的弹壳，涂漆部位应有一层均匀的漆膜，不得有漆层不全、堆漆、未涂漆、漆涂于底槽之外及机伤等疵病。烘干以后，漆层应附着牢固、完整，没有气泡。

为了检查漆层完整性，定期抽取一定数量经涂漆、烘干后的弹壳。冷却至室温后，将弹壳底槽浸入1%硫酸溶液中一分钟，取出用水洗净。然后浸入 3%硫酸铜溶液中一分钟，取出用水洗净，用滤纸擦干。若底槽有着铜现象，说明漆层完整性不好。若底槽漆层出现白道，说明漆层较薄，应该及时调整漆的粘度和刷子的蘸漆量。

漆层完整性不合格，可能是涂漆不全或者漆层抗蚀性不良两方面的原因引起的。这时磷化层被硫酸所破坏，基体金属和硫酸铜发生置换作用而出现着铜现象。

漆层完整性不合格的弹壳应该补涂漆，并应及时分析原因，采取措施。

涂漆、烘干工序常见的疵病和原因如表 2-5-5 所示。

表2-5-5　涂漆、烘干工序常见疵病和产生原因

序号	疵病名称	产生原因
1	涂漆不全	蘸漆量不足，刷子位置不正，刷子磨损
2	漆层经不住完整性试验	刷子和底槽接触时间不足或刷子和底槽接触过紧；烘干温度和时间不足；漆中聚乙烯醇缩丁醛含量过高；原漆粘度大，固体分低
3	漆层起泡	漆液粘度过大，蘸漆过多，自然干燥时间不足
4	弹壳体部堆漆	蘸漆过多，漆液粘度大
5	弹壳覆铜层变色	烘干温度高，时间长
6	漆膜出现“白道”	工房相对湿度大

五、磷化底漆在枪弹生产中的应用

为了克服底槽涂漆前磷化工序生产线长，占地面积大，材料消耗多等不足之处，有的工厂采用磷化底漆代替磷化作为底槽涂漆的底层，这是一项重大的技术改进。磷化底漆的很大优点是对基体金属有较好的附着力和耐蚀性。因为磷化底漆涂敷金属表面以后，与金属发生化学作用，牢固地附着金属表面。但是由于漆层很薄，必须在磷化底漆上再涂敷其他防腐漆。

用于51式7.62手枪弹壳底槽的磷化底漆配方如下：

A组份	聚乙烯醇缩丁醛	14份
	乙醇	97份
	丁醇	30～32份
	锌铬黄($4ZnO\cdot CrO_3\cdot 3H_2O$和$4ZnO\cdot 4CrO_3\cdot K_2O\cdot 3H_2O$)	7份
	滑石粉	1.1份

将聚乙烯醇缩丁醛用丁醇、乙醇溶解，在溶解过程中应不断搅拌。然后加入锌铬黄、滑石粉，搅拌二小时以后备用。

锌铬黄可用氧化锌、盐酸、重铬酸钾制取。

B组份	乙醇	80份
	丁醇	20份
	磷酸	3.6份

使用前将一份B组份和四份A组份混合一起，搅均以后，调整粘度。

也可以使用油漆厂配好的磷化底漆浆和磷化液。

配方中的磷酸和铬酸盐具有钝化金属的能力。聚乙烯醇缩丁醛的—OH基可以和磷酸-铬酸盐反应产物起络合作用，从而把底金属、钝化膜和成膜物质牢固结合在一起，形成保护膜。

使用磷化底漆应注意以下事项：

1．不能用金属容器配制和贮存；

2．调整粘度应使用丁醇、乙醇的混合液；

3．A、B组份混合以后应在规定时间内使用完毕，否则影响漆膜附着力。

对于弹壳来说，车底及以后的工序应尽量避免粘附油污。涂磷化底漆以后，自然干燥半小时，然后涂 FQ-504 防腐漆，最后烘干。

第六节 电 泳 涂 漆

在电场作用下，根据电泳原理将水溶性涂料沉积于金属零件表面的一种工艺称为电泳涂漆。根据水溶性涂料大分子带电荷性质不同，可以分为阳极电泳和阴极电泳两种。目前枪弹厂多数采用恒电压阳极电泳。

一、电泳涂漆的特点及其在枪弹生产中的应用

电泳涂漆是六十年代出现的新工艺、新技术，它为涂漆工艺的机械化、自动化开辟了广阔的道路。这种新工艺具有以下优点：

1．涂装迅速，便于工序间连续生产，易实现机械化、自动化操作，提高劳动生产率，减轻工人劳动强度。

2．电泳漆用水为稀释剂，价廉易得，不仅节约了价格高昂的有机溶剂，而且生产、运输和使用都比较安全，适应战备要求。同时消除了漆雾，防止了对大气的污染，改善了劳动条件。

3．电泳漆膜均匀，附着力强，质量好，适用于涂敷几何形状复杂的零件。一般涂漆方法不易涂到或涂不好的部位，如深孔、内层、锐边等处都能获得均匀、平整的漆膜，明显地提高了漆膜的保护性能。

4．电泳施工粘度很低，涂料利用率高，成本低。

5．电泳施工不受环境的影响。清洗工具、设备可以不用脱漆剂。

6．电泳涂漆的应用范围广，可应用于各种金属制品的保护

层，特别是大批自动化生产的制品，采用电泳涂漆更为优越。

表 2-6-1 列出了各种涂漆方法的特点。

表2-6-1 各种涂漆方法特点对比

序号	比较内容	刷	浸(淋)	喷	静喷	电泳
1	漆层与表面结合方法	机械	机械	机械	电附着	电附着
2	漆膜结构	粗松	粗松	粗松	较密致	密致
3	平整性	刷痕	流痕	各处不均	均匀	均匀
4	针孔	明显	较少	较少	少	近无
5	附着力(级)	1～2	1～2	1～2	1～2	1～1.5
6	耐水、耐盐水	差	好	好	好	最好
7	零件边缘	不均	不均	不均	不均	各处均匀
8	凹处表面	不上漆	不上漆	不上漆	不上漆	上漆
9	内表面	不上漆	不上漆	不上漆	不上漆	上漆
10	劳动条件	差	较好	较好	较好	好
11	操作方法	手工	机械化	手工	机械化	机械化
12	火灾	易燃	易燃	易燃	易燃	不燃
13	利用率	>90%	>90%	75%	90～95%	>95%

二、水溶性涂料的特点

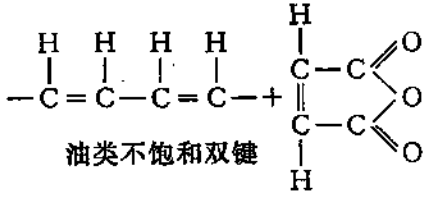
水溶性涂料主要由水溶性树脂、颜料、助溶剂及水组成。水溶性树脂所以能溶于水，主要决定于树脂的特殊结构。在这种树脂的大分子中含有一定量的亲水性强的极性基团，如羧基(—COOH)、羟基(—OH)、氨基(—NH_2)等。但是只有这些极性基团，树脂还不能溶解于水，在水中只能形成乳浊液。要制备阳极电泳水溶性树脂，通常采用的方法是引入或保留适当数量的羧基(—COOH)，然后再用氨或胺按下式中和，生成亲水性更强的铵盐，使树脂完全水溶。

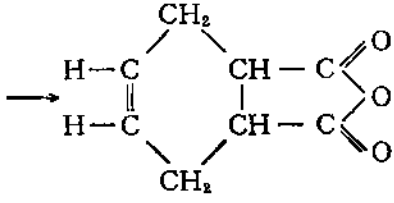
$$R—COOH+NH_4OH\longrightarrow RCOONH_4+H_2O$$

不溶于水　　溶于水

生产上常用的中和剂有乙醇胺和氨水。

目前引入羧基最普遍的方法是把顺丁烯二酸酐和油类的不饱和双键加成反应。





保留一定量羧基的方法是将多元醇和多元酸酯化到半酯，使多元酸中的羧基不被完全酯化。

对一定类型的树脂来说，水溶性树脂的粘度反映了树脂分子量的大小，它对涂料的性能影响很大。分子量小，水溶性好，电泳速度快，但电渗不好，易流挂，泳透力差，漆膜厚，附着力和耐蚀性差；反之分子量大，虽然树脂的水溶性较差，但是漆膜平整光滑，泳透力好，耐蚀性能和物理性能都比较好，而且电渗性能也好。但分子量过大，树脂的溶解能力减弱，电泳速度慢，漆膜薄而无光。因此，在保证树脂具有良好水溶性的前提下，应尽量使树脂的分子量大一些。

树脂酸值的大小也会影响漆层的质量。酸值大小是指树脂的大分子中引入的羧基多少和酯化反应的程度。当树脂大分子中引入或保留适当的羧基时，同胺反应成盐适度，水溶性好，这样电泳漆才有较好的稳定性。如果羧基过多，即酸值过大，则漆层耐蚀性下降。酸值过小时，树脂水溶性不好，漆液不稳定。

树脂的结构对电泳漆液的稳定性和漆层的质量有密切关系。例如双酚酸电泳漆，由于双酚酸既有苯核又有羧基，不但具有增

强抗蚀性、硬度、光泽等方面的优点，而且提高了树脂的水溶性和电泳漆液的稳定性，因而延长了漆液的使用时间。

水溶性涂料中油量和树脂的比例，通常称为油度。它直接关系着漆层的性能和电泳漆液的稳定性。实际经验证明，含油量高时，化学性能降低，但水溶性较好。含油量低时，漆层的机械性能较差，漆液的水溶性降低。

由于合成树脂的分子量较大，为了便于制漆过程的操作和提高树脂的水溶性，水溶性涂料中必须加入适量的既能溶解树脂又有亲水性的助溶剂。通常使用的有丁醇、乙醇、乙二醇、环己酮等。助溶剂具有降低表面张力帮助涂料润湿金属表面，改善漆膜流平性，增加漆层光泽等效能，是水溶性涂料中不可缺少的组分。

三、枪弹用电泳漆的品种及其特性

用于钢质弹壳的电泳漆对枪弹长期贮存和基本性能有直接影响。选择电泳漆既要注意漆层的性能，又要考虑工艺上的稳定性，以便获得高的漆层质量和低的原料、工时消耗。概括起来，枪弹用电泳漆应具备以下基本要求：

1．良好的漆层性能

电泳漆的性能首先与品种和配方有关，当然也受到工艺参数变化的影响。漆层的物理性能和化学性能对于国防工业产品来说，这是首位的。枪弹用电泳漆应有良好的耐磨性、附着力、耐蚀性，漆层厚度适宜，而且随着连续生产的进行，漆层质量不应有很大变化。

2．良好的电泳特性

泳透力和库仑效率是反映水溶性涂料电泳特性的两项重要指标。

（1）泳透力　涂料对零件内表面及背面（背离阴极的地方）涂上漆的能力称为泳透力。电泳漆的泳透力主要与涂料品种和配方有关，与工艺参数也有密切关系。

电泳涂漆时，漆膜首先沉积在电场分布最强的部位。由于沉积层电阻增大，电场分布逐渐移向远离阴极而尚未涂敷的地方，漆膜也将在这些部位形成。由此可见，湿漆膜电阻愈大，泳透力愈高。电泳涂漆时，根据电流与时间曲线之下降趋势，可对其泳透力作出粗略的估计。如图 2-6-1 所示，曲线急剧下降时，说明湿漆膜电阻愈大，泳透力也愈高。

泳透力与工艺参数之间的关系，一般说，与电泳时间、电压、固体分成正比，而与漆液的 pH 值、温度和极距成反比。因此在电泳槽连续工作、漆液成分不断变化的条件下，要求仍能保持良好的漆膜外观质量和较高的泳透力。

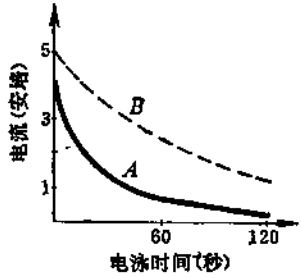


图2-6-1 电泳时电流-时间曲线
A—泳透力好；*B*—泳透力不好。

（2）库仑效率 通过一库仑电量沉积出的漆层毫克数，称为涂料的库仑效率。涂料的库仑效率愈高，需要沉积一定重量的漆层所消耗的电量愈少。因此要求电泳漆应有较高的库仑效率。但是泳透力高的涂料，一般说，库仑效率较低，也不容易获得厚的漆层。

3．良好的稳定性

电泳漆在使用时固体分很低。它的水稀释稳定性是一个很重要的问题，而且也要求贮存过程中有良好的稳定性。

为了考核电泳漆的质量，入厂时通常按技术条件进行下列各项检验和工艺试验，并应符合相应的规定：

外观	HG2-498-67
粘度	HG2-500-67
固体分	HG2-502-67
干燥时间	HG2-505-67
冲击强度	HG2-509-67

弹性	HG2-508-67
附着力	HG2-462-67
酸值	HG2-569-67

表 2-6-2 列出了枪弹用电泳漆的主要品种和它们的特性。

四、电泳涂漆原理

阳极电泳采用的水溶性树脂大多是高酸价的羧酸盐。它在水中溶解以后，以分子和离子平衡状态存在：

$$RCOONH_4 \rightleftharpoons RCOO^- + NH_4^+$$

或 $RCOONH_3CH_2CH_2OH \rightleftharpoons RCOO^- + NH_3^+CH_2CH_2OH$

在直流电场中，离子发生定向移动。阳离子向阴极移动，在阴极上获得电子，还原成为胺（氨）；阴离子向阳极移动，在阳极表面失去电子而沉积，这就是电泳涂漆的基本原理。

整个电泳涂漆过程比较复杂，一般认为至少发生以下四种作用：

（一）电解

当电流通过电解质水溶液时，发生电解反应。在阳极放出氧气，阴极放出氢气。升高电压和漆液中混入杂质离子，都能加剧电解反应。在电泳涂漆过程中要适当控制这个反应，以免阳极大量逸气而影响漆膜质量和增加电能消耗。

（二）电泳

在直流电场的作用下，分散在极性介质（例如水）中的带电胶体粒子向与它所带电荷相反的电极方向移动现象，称为电泳。电泳漆中除带电荷的树脂粒子能够电泳外，不带电荷的颜料由树脂粒子拖带而泳动，这是色漆电泳的道理。

（三）电沉积

带负电荷的树脂粒子在阳极表面失去电子，形成不溶于水的漆膜，称为电沉积。这是电泳涂漆过程中的主要反应。

（四）电渗

表2-6-2 枪弹用电泳漆主要品种及其特性

序号	涂料名称	曾用名称	主要原料	特点	电泳工艺条件						应用范围
					固体分(%)	pH	电压(伏)	时间(分)	烘干温度(℃)	烘干时间(分)	
1	C08-1电泳清漆	3020清漆	酚醛树脂、松香、亚麻油酸、季戊四醇、苯酐、丁醇、乙醇、乙醇胺或氨水	漆膜平整光滑，物理机械性能好，厚度均匀。钝化后直接电泳，漆液稳定性好。但磷化膜适应性差	9～13	7.5～8.3	20～40	3.5～4.0	240～280	25	14.5枪弹
2	C08-2军绿电泳漆		同上加中铬黄、酞菁蓝	同上，磷化后电泳，工艺范围窄，漆液稳定性差，使用寿命较短	8～15	6.5～8.0	35～50	2～3	240～270	12	56式7.62枪弹
3	H08-2棕黄电泳漆	100/30棕黄电泳漆	"601"环氧树脂、亚麻油酸、顺酐、丁醇、乙醇胺、3020清漆、氧化铁黄、滑石粉、石墨	使用寿命长，漆液稳定，机械性能较好。有脆性，易产生"红丝锈"	8～15	8.3～9.3	前段10～20 后段60～70	30～50秒 2～3分	240～265	25	56式7.62枪弹
4	双酚酸军绿电泳漆	3724电泳漆	亚麻油、亚麻油酸、双酚酸、纯酚醛树脂、顺酐、乙醇胺、丁醇、中铬黄、酞菁蓝	贮存稳定性和工艺稳定性好，使用时间长，湿漆膜电渗良好，结合力强，干膜外观均匀，光滑，稍有脆性	8～14	8～9	75～90	2	250～270	28～30	56式7.62枪弹
5	军黄酚醛改性油电泳漆		亚麻油、二甲酚、甲醛、乙醇胺、顺酐、二甲苯、丁醇、氨水、中铬黄、炭黑	贮存稳定性和工艺稳定性好，漆膜耐水性和机械性能好，湿漆膜比较紧密，干膜平整光滑，稍有脆性	6～10	8.2～8.8	60～70	3～4.5	260～280	20～25	12.7枪弹

在外加电场作用下，胶体溶液中的介质和胶体粒子所显示的相对移动，称电渗。

电泳涂漆过程中，涂料在阳极上沉积，由于电渗作用，水和溶剂分子从湿漆膜内渗出移向溶液，从而使漆膜脱去水分。

电沉积大致过程如下：

当直流电通过电泳漆液时，水发生电解，在阳极析出氧气，并在阳极附近产生过量的氢离子，形成氢离子包围圈。

$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

$$4OH^- - 4e = 2H_2O + O_2 \uparrow$$

这时泳向阳极的树脂粒子与氢离子作用，形成不溶于水的漆膜。

$$RCOO^- + H^+ = RCOOH \downarrow$$

如果被涂零件是铁、锌一类金属，则通电后会有微量溶解，与泳向阳极的树脂粒子作用，生成不溶性的羧酸盐而沉积在阳极上。

$$Fe - 2e = Fe^{++}$$

$$Fe - 3e = Fe^{+3}$$

$$Fe^{++} + 2RCOO^- = Fe(RCOO)_2 \downarrow$$

$$Fe^{+3} + 3RCOO^- = Fe(RCOO)_3 \downarrow$$

阴极反应：

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_4OH + H^+$$

$$2H^+ + 2e = H_2 \uparrow$$

两式合并

$$2NH_4^+ + 2H_2O + 2e = 2NH_4OH + H_2 \uparrow$$

所以整个电泳过程中，减少的只是树脂（颜料）和水，而且随着电泳的进行氨（胺）不断增加，漆液的 pH 值逐渐上升。

阳极电泳可能出现被涂零件和磷化膜的溶解。

$$Zn_3(PO_4)_2 + 4H^+ \longrightarrow 2Zn^{++} + Zn(H_2PO_4)_2$$

$$Fe - 2e = Fe^{++}$$

$$Fe^{++} + 2RCOO^- \longrightarrow Fe(RCOO)_2 \downarrow$$

由于金属离子进入漆液，影响浅色漆膜的外观质量，降低漆膜的理化性能，同时容易造成漆液的污染，影响稳定性。

近年来新发展的阴极电泳能有效地克服上述缺点。

阴极电泳所用水溶性树脂通常由有胺（氨）基的碱性树脂经酸中和成盐以后而水溶。

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad\quad\quad -CH-CH_2 \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\ \ \ |\quad\ \ | \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\ \ \ R\quad\ N(C_2H_4OH)_2 \\ +CH_3COOH\longrightarrow -CH-CH_2 \quad\quad\quad +CH_3COO^- \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\ \ \ |\quad\ \ | \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\ \ \ R\quad\ NH^+(C_2H_4OH)_2 \end{array}$$

电泳时，阴极析出氢气，周围〔OH^-〕增加，带正电荷的树脂粒子与 OH^- 作用而沉积于零件上。

$$2H^+ + 2e = H_2\uparrow$$

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad -CH-CH_2 \\ \quad\quad\quad\ \ \ |\quad\ \ | \\ \quad\quad\quad\ \ \ R\quad\ NH^+(C_2H_4OH)_2 \\ +OH^-\longrightarrow -CH-CH_2 \quad\quad\quad +H_2O \\ \quad\quad\quad\ \ \ |\quad\ \ | \\ \quad\quad\quad\ \ \ R\quad\ N(C_2H_4OH)_2 \end{array}$$

阴极电泳的工艺和设备与阳极电泳相似。为了避免阳极金属溶解污染漆液，应该使用不溶性阳极。也可以采用阳极罩控制漆液的 pH 值。

由于阴极电泳所用的树脂具有碱性，因而漆层的耐蚀性能更为优越。另外，阴极电泳不用有机胺，对改善劳动条件有重要意义。

五、工艺参数对电泳漆膜质量的影响

电泳涂漆工艺参数对漆膜质量有直接影响，因此必须了解控制各个参数的意义。影响电泳漆膜的主要工艺参数包括：固体分、温度、pH 值、电压、电泳时间、助溶剂、烘干温度及时间等。

（一）漆液固体分对漆膜质量的影响

漆液的固体分系指漆液中不挥发部分（树脂和颜料）的百分

含量。原漆固体分一般在50%左右，而电泳漆液通常在15%以下。

电泳漆液固体分随着涂料种类、性质不同而有差异。固体分偏低时，虽然具有一次投资费少，漆液被零件带走少，漆膜电渗好等长处，但是漆膜厚度下降，泳透力下降，漆膜无光，"花脸"，电解反应加剧，易出针孔等疵病，甚至露底；固体分过高时，漆膜厚度增加，湿漆膜发粘，附着力下降，烘干后容易产生桔皮和粗糙现象。因此，当漆液温度、pH值、电泳时间和电压一定时，固体分应控制在一定范围内。根据实践经验，随着漆液使用时间的延长，固体分要相应提高。新配漆液应掌握下限。固体分一般控制在8～15%之间。

（二）漆液温度对漆膜质量的影响

漆液温度受周围环境、气候、电泳过程的焦耳热及循环系统的机械摩擦热的影响，电泳过程有上升的趋势。温度高，漆液粘度减小，涂料粒子布朗运动加快，电阻下降，电流增大，电沉积量大，漆膜较厚；同时电解作用加剧，容易产生桔皮、针孔，泳透力下降。温度过高，由于增加了分子和离子的热运动，容易降低树脂与颜料的作用力，减小树脂对颜料的拖带能力，因此树脂被电泳上的速度和量，相对于颜料来说加快和增加了。这样就促使漆液成分变化，而且漆液长期在高温下工作，易引起树脂氧化，降低漆液的稳定性。

温度低漆膜薄，附着力好，助溶剂挥发量减少，pH值上升快。但过低，附着力极差，实际上不能电泳。所以电泳过程必须控制温度，一般在18～35℃之间。一般漆温控制在较低范围内，有助于延长漆液使用寿命。

（三）pH值对漆膜质量的影响

漆液pH值对漆膜质量关系很大，也是电泳生产中必须注意的重要参数之一。一般说，pH值高，漆膜较细，表面平整，电渗好，漆液电阻下降，电解反应加剧，易出现针孔或露底，泳透力下降。过高时易造成漆膜再溶。pH值低，沉积量大，漆膜较

厚，泳透力好。若 pH 值过低，树脂不能完全水溶，影响漆膜的质量及漆液的稳定性。根据电泳漆的类型和实际经验确定漆液 pH 值控制范围。

电泳涂漆过程中 pH 值上升是正常现象。生产中常用以下几种方法控制 pH 值的变化。

1．补加低胺漆或无胺漆　一方面可以调整漆液的固体分，另一方面可以中和漆液中过剩的胺，将原漆溶解，从而调整 pH 值。可以根据生产经验，选定补加原漆的含胺量。

2．自然蒸发法　每天漆液 pH 值的上升幅度有限时，可利用停车时氨（胺）的自然挥发，降低漆液的 pH 值。这种方法适用于产量不太大的电泳涂漆生产线。

3．阴极罩法　这种方法是将阴极板装在如图 2-6-2 所示的帆布做成的阴极罩内，罩内充满阴极液（自来水或加有 0.3～0.5%酒石酸的自来水）。电泳时，胺（氨）离子和漆液中的其他阳离子可通过帆布进入阴极罩，生成的 NH_4OH 不能自由通过，漆液中的树脂粒子也不能进入阴极罩内。因此只要更换阴极液就可以把胺（氨）和其它杂质（阳离子）除去，从而保持漆液 pH值的稳定性。这种方法的优点是：pH 值的调整可以自动化，而且可以清除一些杂质（阳离子）对漆液的污染。

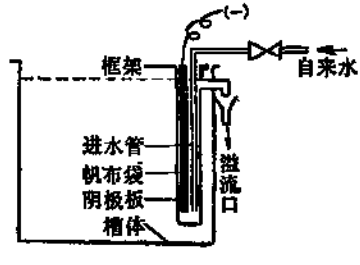


图2-6-2　阴极罩示意图

（四）电压对漆膜质量的影响

采用恒电压法电泳时，电压对漆膜的影响很大。电压的选择与电泳涂料的类型、颜色、被涂零件的材料性质、表面积大小和两极距离等有关。电泳涂漆过程中，电压高，电场作用加强，电沉积速度加快，漆膜厚，泳透力提高；但电压过高，电极的副反

应增大，产生逸气，而且漆膜粗糙，烘干后有桔皮现象。电压低，沉积量减少，漆膜薄较细，泳透力差。因此应根据涂料品种和实际试验结果，采用适当的电压。

对于同一种电泳漆，电压范围随着漆液固体分、温度、磷化膜质量、两极间距的不同而略有变动。一般说，电泳电压与漆液固体分和温度成反比，而与两极间距成正比。生产中，要根据操作条件（固体分、漆温及漆膜质量）随时调整电压。

（五）电泳时间对漆膜质量的影响

在沉积限度内随着电泳时间的增长，漆膜厚度增加。时间太短漆膜薄，内表面着漆不全。如果时间长到一定程度，漆膜厚度再不会有多大变化。时间过长易造成已沉积的湿漆膜再溶解。所以应选定适当的电泳时间。对于一定的电泳漆，应根据固体分、电压、温度、被涂零件的几何形状及两极间的距离等因素，通过试验确定相应的电泳时间。对于形状比较复杂的零件，电泳时间可以适当延长，以提高泳透力，使各部位的漆膜比较均匀。电泳时间因弹壳品种不同而有差异。一般在2～4.5分钟之间。大弹时间长些。

（六）助溶剂对漆膜质量的影响

助溶剂的种类和含量不仅对树脂的水溶性、漆液的稳定性及漆膜的流平性有直接影响，而且对涂料的电泳特性有很大支配作用。最常用的助溶剂有丁醇、乙醇。

随着漆液中助溶剂含量增加，沉积量增加，漆液稳定性变好，漆膜外观可获得一定改善，也便于消除气泡。含量过高时，容易出现桔皮现象，泳透力变坏，电渗非常不好，湿膜很粘，附着力极差；含量不足时，树脂水溶性降低，漆膜减薄，容易出现瘪疱。因此要适当控制助溶剂含量。试验证明：C08-2电泳漆用不易挥发的环己酮代替部分丁醇有助于提高漆液稳定性。

（七）烘干温度及时间对漆膜质量的影响

漆膜烘干是一个较复杂的物理化学过程，这时有溶剂的挥发

和树脂的固化交联。温度高低，时间长短，均关系到漆层的物理性能和化学性能。温度高、时间长、漆层易老化变脆；温度低、时间短、漆层耐磨性差、抗蚀性也不好；有时由于温度过低，漆膜没有完全固化而发粘，射击时增加退壳阻力。因此烘干温度和时间必须控制在适当的范围内。通常新漆液的漆膜烘干温度比旧漆液稍高一些。

（八）杂质离子对漆膜质量的影响

电泳涂漆过程中，一些杂质离子进入电泳槽是不可避免的。杂质离子进入电泳漆液有以下几个途径：

1．电泳前洗涤水含有杂质离子随零件带入；

2．包含在磷化膜中的杂质及磷化膜溶解而带入；

3．电泳漆稀释用水处理不净。

杂质离子进入电泳漆液后，不但消耗电能，而且严重地影响漆液稳定性。钙、镁等阳离子进入电泳漆液以后，形成不溶于水的块状物（皂类）进入漆膜中。阴离子如SO_4^{--}、Cl^-、NO_3^-、PO_4^{---}等进入电泳漆液后，会影响漆液 pH 值和增加电导度。由于漆液电导度增加，电解作用加剧，阳极逸气增加，以致产生气泡、桔皮、泳透力下降等疵病。

目前控制杂质离子进入电泳漆液的主要措施是使用净化水配制电泳漆液，并加强电泳前水洗槽的管理，使其含有较少的杂质。采用超滤装置，可以除去杂质离子使漆液获得再生。阴极罩能除去漆液中阳离子。采用与阴极罩相似的阳极罩，可以除去漆液中的阴离子。

超滤装置的应用是近年来电泳涂漆工艺中的新发展。由于这项新技术有实用价值，因此各国都在逐步采用。电泳涂漆中超滤可用于两方面：

1．经过超滤装置可用循环回路来洗涤电泳涂漆后的零件，涂料得到回收，排入下水道的水基本上是洁净的；

2．在循环系统中安装超滤装置，可净化漆液，保证漆膜质

量，提高漆液使用寿命。

超滤和反渗透相似，其实质都是利用化学薄膜将溶液中溶质进行分离的技术。不同点是反渗透膜较超滤为细。反渗透使用压力约在 40～100公斤/厘米^2，超滤压力在 10公斤/厘米^2 以下，有的低到 0.8公斤/厘米^2。超滤装置的结构形式可以是管道式的，即将超滤材料做成管状。当被超滤的溶液在一定压力下（约 2～3 公斤）经过时，水、氨及其他一些低分子量的杂质，就渗过管壁流出，而树脂、颜料和一部分未渗出的水一起流回电泳槽。

管式超滤膜由醋酸纤维素做成，厚度约 2 毫米，外面有一层起支承作用的多孔材料，如图 2-6-3 所示。

（九）颜基比对漆膜质量的影响

颜基比指漆液中颜料与基料（树脂）的重量比。电泳漆液长期使用以后，由于颜料和树脂的沉积速度不可能一样，而且由于颜料下沉，颜基比将发生变化。它直接影响漆膜的性能、颜色和光泽。漆液的循环和搅拌对保持电泳时颜料和树脂均匀沉积有重要作用。但是颜料下沉仍是一个普遍的问题，特别是节、假日后更为严重。解决的办法可以采用两台循环泵轮流工作，不使漆液静置；改进电泳槽、附槽结构，使其没有循环不到的死角，或生产前数小时充分搅拌，减少颜料下沉。

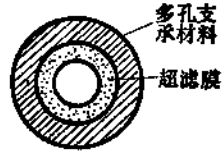


图2-6-3　管式超滤示意图

六、电泳涂漆工艺

（一）电泳涂漆前零件的预处理

电泳涂漆前零件的预处理是很重要的，它直接关系到电泳质量。电泳前零件表面应保持洁净，除尽油污、氧化层、锈、灰尘等杂质。为了保证清洁表面在电泳前不生锈和提高漆层的保护性能，通常还要进行磷化、氧化或钝化。

钢质弹壳预处理大多采用磷化。

采用磷化比钝化能获得较好的保护性能，而且有助于抑制涂漆后“红丝锈”的产生。

目前预处理和电泳涂漆大多分别采用两条生产线。这种情况下，进入电泳漆液前应该进行充分水洗，以除去表面的“浮灰”。有的工厂已经实现磷化、水洗后不经烘干直接电泳的工艺。为了改善表面的润湿性能，有的在进入电泳漆液前经过旧漆液预浸。

（二）漆液的配制和调整

配制前，先求出所需原漆的重量：

$$W_1=\frac{A\cdot D}{B} \qquad (2\text{-}6\text{-}1)$$

式中 W_1——原漆重量；

A——欲配漆液的总重量；

D——欲配漆液的固体分；

B——原漆固体分。

配制时，先将原漆搅拌均匀，然后在不断搅拌下，缓缓加入必要量的乙醇胺(氨水)。放置过夜，然后转入电泳槽。在不停搅拌下，分多次加入脱离子水或蒸馏水(蒸汽冷凝水)，开动循环泵，搅拌循环一定时间以后，取样分析固体分及测定 pH 值，并进行试产。当漆膜质量符合要求时，即可投入生产。

为了保证漆膜质量，应经常检查电压和漆液温度的变化，并随时调整。每班分析一次漆液的固体分和测定 pH 值，定期测定漆液电阻、助溶剂含量及颜基比作为调整漆液的依据或参考。

生产中常用补加低胺漆的方法弥补固体分下降和抑制 pH 值的上升。

根据实际经验和分析结果，选择补加漆的含胺量，并确定补加数量和周期。补加方法：用少量电泳漆液搅均以后，直接加入溢流槽或装入带阀门的桶中，通过阀门，向溢流槽连续补加。

需要较大幅度提高固体分时，可按下式算出补加漆的重量：

$$W_2=\frac{D-C}{B-D}\cdot G \qquad (2\text{-}6\text{-}2)$$

式中 W_2——所需补加原漆重量；

D——漆液欲调固体分；

C——漆液现有固体分；

B——原漆固体分；

G——漆液总重量。

当固体分高时，可以加脱离子水或蒸馏水稀释，其计算公式如下：

$$W_3=\frac{G\cdot C}{D}-G \qquad (2\text{-}6\text{-}3)$$

式中 W_3——加水的重量；

G——漆液总重量；

C——漆液现有固体分；

D——所需要的固体分。

如果采用阴极罩控制漆液 pH 值上升，阴极液应自行循环或定期更换。停止工作时，应将阴极液抽出，并更换新水。

pH 值过低可用乙醇胺或氨水调整。

根据漆膜质量或分析结果，必要时补加助溶剂。每次加入量不应超过总体积的 0.5～0.6%。助溶剂可直接加入溢流槽，或加在原漆中加入。通常按 1:1 至 1:4 比例同时补加丁醇和乙醇。

颜基比高，用颜基比低的原漆调整；颜基比低，用颜基比高的原漆调整。

漆液电阻值是分析漆膜疵病的重要手段之一。漆液电阻值的大小，标志着杂质离子污染的程度。这是因为漆液电阻值在固体分和 pH 值一定的情况下，与杂质离子的含量成反比。

已经被大量杂质离子污染了的电泳漆液可以采用下述方法重新获得利用：在不断搅拌下，慢慢往漆液中加草酸溶液直至颜料和树脂完全沉降为止。把上部清液抽出。用热水倾泻法洗至中性。再用乙醇胺或氨水中和后加脱离子水冲稀至使用浓度。经过

上述化学处理的电泳漆仍能获得较佳的漆膜。

电泳过程中，如遇有突然停电，应及时将电泳漆槽中钉盘取出。水洗后放在一边准备继续电泳，以防断电后，漆膜再溶和铬黄附在漆膜表面，造成再次电泳时，影响附着力和外观质量。已出漆槽，但未水洗的钉盘，应在两分钟内水洗，准备烘干，以防时间过长，浮漆干固在壳体表面。

漆层不合格时，可在热碱溶液中进行退漆。碱液浓度、温度及退漆时间随电泳漆的不同而有差异。退漆后弹壳在水中洗净，及时烘干后，重新磷化或钝化。未涂上漆的白壳可经酸洗、磷化后，重新电泳涂漆。

（三）典型工艺流程

表 2-6-3、2-6-4 列出不同口径弹壳电泳涂漆的工艺流程。

表2-6-3　56式7.62钢质弹壳电泳涂漆工艺流程

序号	工　步	溶液成分	温　度（℃）	时　间（分）	备　注
1	机械化装盘				
2	上挂				
3	水洗	水	常温		冲洗
4	水洗	蒸馏水	常温		
5	电泳	固体分　8～14% pH值　8～9 电压　75～90伏 阴极液　自来水	25～35	2	（1）阴极液每班更换一次； （2）电泳漆液由双酚酸酚醛改性电泳漆配制，连续生产中每万弹壳（面积约25米²）补加原漆 1.5 公斤左右； （3）使用两台泵轮流工作，保持漆液循环
6	水洗	水	常温		冲洗
7	水洗	流动水	常温		
8	烘干		250～270	28～30	
9	卸挂具				
10	挂具除漆	以钢丝轮刷去导电部分的漆层			

表2-6-4　12.7钢质弹壳电泳涂漆工艺流程

序号	工　步	溶液成分	温　度（℃）	时　间（分）	备　注
1	手工装盘或机械化往传送带上插壳				
2	上挂				手工装盘有此工步
3	水洗	水	80～100	2～3	
4	水洗	水	常温	1～2	汽喷水
5	电泳	固体分　6～10% pH值　8.2～8.8 电压　60～70伏	15～25	3～4.5	（1）阴极被装自来水以软管自行循环或每班更换一次； （2）工作液使用酚醛改性油电泳漆配制； （3）电泳或停止工作时均应开泵循环
6	水洗	压力水喷洗		1～2	
7	烘干		260～280	20～25	
8	卸挂具				
9	挂具除漆	用砂布清除导电部分漆层或在50～100克/升碱液中（传送带上的钉子）阳极退漆，电压15～40伏	常温	30秒以上	
10	水洗	碱溶液退漆后用水洗去碱液			

（四）质量检查及疵病分析

电泳涂漆并经烘干后的弹壳，漆层应平整光滑，不应有严重堆漆、白壳、外表面漆层过薄和内表面无漆等疵病。

为了考核漆层质量，应定期进行耐蚀性、完整性、耐磨性、结合力和附着力等项检验。

以56式7.62弹壳为例，其一般检验项目如下：

耐蚀性：在3%NaCl溶液中进行。浸两分钟，空气中暴露28分钟为一个周期。十个周期以后，漆层应符合技术文件要求。

完整性：在1%H_2SO_4和3%$CuSO_4$溶液中各保持一分钟，检查完整性。试验以后，如有着铜部位，说明完整性不良。

耐磨性：取一定数量弹壳，在转速为 8～10转/分的自动漏斗中滚磨 20～30 分钟，然后测定完整性。其着铜面积不应超过技术文件的规定。

对 12.7、14.5 弹壳漆层通常检验下述耐蚀性、完整性、结合力和附着力等四个项目：

耐蚀性：将弹壳互相隔开浸泡于 25±5℃的 3%NaCl 溶液中 7 小时，取出不洗不擦，置于20±5℃的空气中 17 小时，然后肉眼检查，漆层应符合技术文件的规定。

完整性：检查方法同 56 式 7.62 弹壳的一样。

结合力：将涂漆弹壳在手搬机或虎钳上压扁，不应有块状掉漆或起层现象。但底金属疵病而造成的断裂除外。

附着力：用刀片在漆层上划数条横线和纵线，线距 1～2 毫米，纵横线所围成的正方形尖角处不应有掉漆现象。

所有试验中，凡弹壳漆层破坏，漆层不完整，弹壳上有压痕、凹痕及其他机械损伤者都不适用于漆层质量检查。

表 2-6-5 列出了钢质弹壳电泳涂漆过程中常见疵病及消除方法。

表2-6-5 钢质弹壳电泳涂漆中常见疵病及消除方法

序号	疵病名称	产生原因	消除方法
1	漆膜过厚、流挂	（1）电压高； （2）固体分高； （3）助溶剂多； （4）漆温高	降压、加水、降温
2	漆膜过薄、无光	（1）电压低； （2）固体分低； （3）颜料多； （4）助溶剂少； （5）pH值过高	升压、加漆、加助溶剂、调整pH值

（续）

序号	疵病名称	产生原因	消除方法
3	阴阳面（漆层方向性粗糙）	（1）漆温低； （2）助溶剂少； （3）固体分低； （4）pH值低	升温、加助溶剂、加漆、加乙醇胺或氨水
4	橘皮（靠近阴极两侧更为严重）	（1）醇多； （2）漆温高； （3）电压高； （4）杂质太多； （5）两极距离太小	加水、降温、降压，更新漆液，检查水的质量，电泳槽设计时极距应在100毫米以上
5	漆层起泡（底槽或底火室）	（1）杂质太多，阴极逸气大； （2）表面没有被漆液完全润湿，气泡不易排出； （3）底槽形状不正确	入槽时采用低电压电泳，减小阴极逸气；入槽后隔一段时间接通电源或提高预浸槽固体分；检查车底质量
6	车室内表面及底火室局部无漆	（1）固体分高； （2）漆温低； （3）漆液润湿性能差； （4）磷化膜有白灰	加水、升温、采用分段电泳或预浸、提高磷化膜质量
7	泳透力低，内孔上漆薄或不上漆，棱角部位无漆	（1）磷化膜厚； （2）固体分低，pH值高，助溶剂多，电压低，漆温高； （3）原漆聚合度小	检查并调整磷化工艺；调整电泳工艺参数，提高漆液泳透力；改进原漆质量
8	“半导体”多	（1）磷化膜厚； （2）固体分低，电压低，pH值高，漆温低； （3）挂具导电不良	检查并调整磷化工艺，调整电泳工艺参数，提高沉积量；检查挂具除漆质量和接触部位
9	漆层耐磨性不好	烘干温度过高或过低	调整烘干温度
10	漆层有“花脸”、黄斑、水痕	（1）酞菁蓝分散不均； （2）钢壳局部着铜； （3）黄颜料分散不均； （4）电泳前处理不良； （5）补加丁醇过急； （6）洗涤水质量不好	加强搅拌，注意电泳前不让着铜；加强电泳前处理；丁醇同乙醇混合后加入；改进水洗质量

（续）

序号	疵病名称	产生原因	消除方法
11	湿漆膜附着力差	（1）温度低； （2）助溶剂多； （3）pH值过高	调整温度和pH值，少加助溶剂
12	漆层有颗粒	（1）助溶剂少，树脂水溶性不好； （2）漆液脏	增加助溶剂；过滤漆液
13	针孔	（1）电压高； （2）pH值高； （3）杂质多； （4）原漆粘度低，酸值高，漆膜烘干后产生收缩性针孔	调整电压、pH值，更换漆液，检查原漆质量
14	装配时局部掉漆	沉积量过大，漆层太厚	提高漆液pH值，降低固体分，降低漆层厚度

七、电泳涂漆设备

弹壳电泳涂漆质量的好坏，不仅取决于弹壳电泳前预处理、涂漆工艺和配方等，而且与涂漆设备的选择有直接关系。因此，根据工艺要求合理配置电泳涂漆设备是非常重要的。

枪弹生产中所采用的电泳涂漆生产线，按其传动方式一般可以分为双链水平直线式、双链升降式和单轨循环式三种型式。双链水平直线式生产线，具有机械化程度高，装壳机构上货率高等优点，广泛应用于大口径枪弹生产中。双链升降式和单轨循环式生产线多用于小口径枪弹生产，前者具有结构紧凑、占地面积小等优点。单轨循环式生产线，挂具只要悬挂一次，即可完成全部电泳过程，劳动强度较低。图 2-6-4 为双链升降式生产线的外貌。图 2-6-5 表示某厂单轨循环式生产线示意图。

单轨循环式生产线的工作流程如下：磷化后的弹壳由装壳机

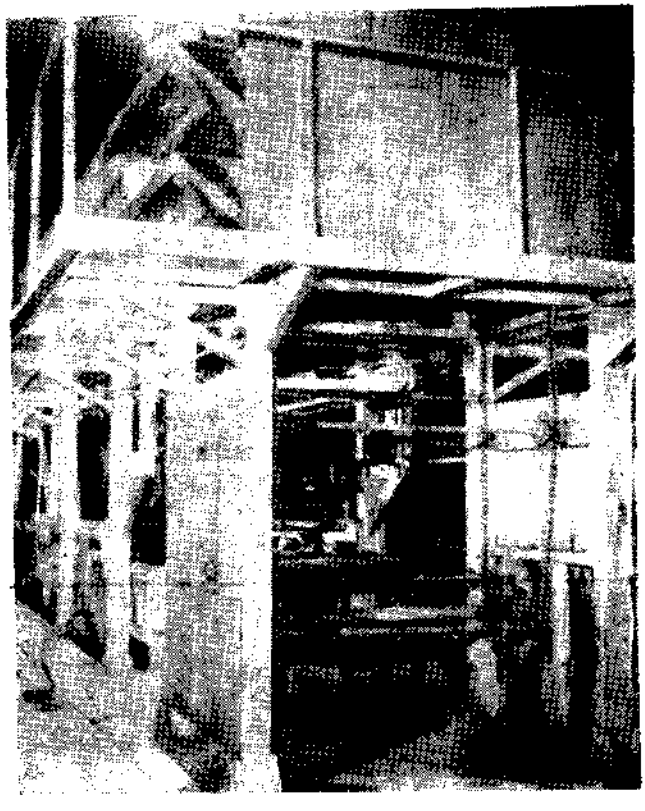


图2-6-4　双链升降式电泳涂漆生产线外貌

装在钉盘（挂具）上后，由人工将其悬挂在传动链的挂钩上。弹壳随传动链运动，先后经过水洗槽、脱离子水槽、电泳槽、水洗槽、烘干炉和一段时间冷却，完成全部电泳涂漆工艺过程。卸下弹壳的钉盘必须清除钉尖上的漆层，以备再用。

为了更好的选用和合理配置电泳涂漆设备，现简要介绍电泳涂漆生产线的主要设备结构特点、设计及使用要求。

（一）电泳槽

电泳槽是生产线中的关键设备。槽体可用普通钢板或不锈钢

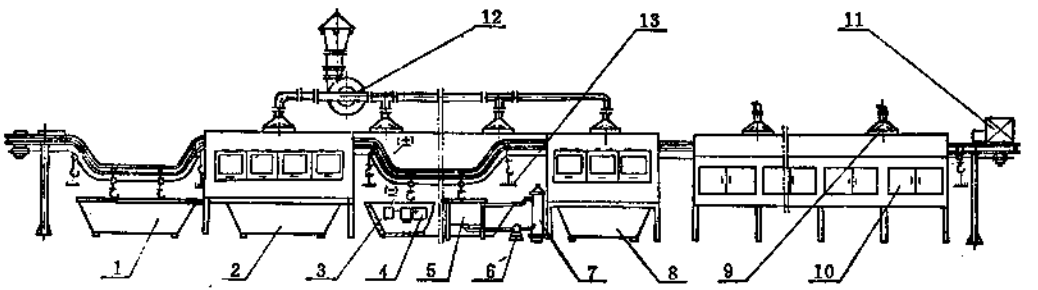


图2-6-5　单轨循环式电泳涂漆生产线示意图

1—冷水槽；2—脱离子水槽；3—电泳槽；4—阴极装置；5—溢流槽；
6—循环泵；7—热交换器；8—冷水槽；9—通风装置；10—烘干炉；
11—传动装置；12—通风机；13—钉盘。

板制成，直接作为阴极。也可以用聚氯乙烯硬板等绝缘材料制做，另外放入极板。电泳槽的大小根据悬挂方式，挂具尺寸及产量决定。电泳槽的长度由生产线的速度和电泳时间确定；宽度决定于挂具尺寸及两极间的距离，这个距离通常以100～200毫米为宜。如果安装阴极罩，则应更大些。槽子形状一般为长方体，槽底四角做成抛物面，避免四角引起颜料沉淀。槽子高度以挂具位于中心，上下保持100毫米左右的液柱高度并有适当余量为宜。因为挂具在槽中的位置，决定电力线的分布，对于改善同一挂具上各部位弹壳漆膜的均匀性有一定影响。适当增加弹壳底平面上部液柱的高度，有助于增加弹壳内表面漆膜的厚度。

电泳漆液粘度低，固体分低，颜料极易沉淀。为了保持颜料均匀分散，并消除电泳过程产生的泡沫，电泳槽应设有循环搅拌装置。一般同时采用泵和旋桨式搅拌器，漆液循环量常为3～6次/小时。循环搅拌太快，会降低电沉积速度和出现阴阳面。采用两台循环泵轮流工作，可以有效防止颜料下沉。

为了便于漆液循环和消除泡沫，电泳槽的一侧或一端开溢流口。溢流口下方设附槽（或只设溢流槽）。溢流口的高度由实际所需液面高度而定。溢流口的宽度(带附槽电泳槽)，对保持漆液助溶剂和pH值的稳定有一定影响，通常采用200～300毫米。附槽或溢流槽的大小视循环量而定。图2-6-6为带溢流槽的电泳槽结构示意图。

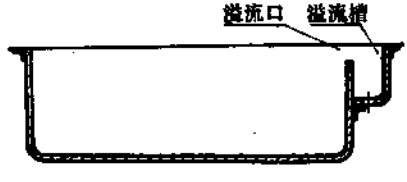


图2-6-6　带溢流槽的电泳槽示意图

为了调节漆液温度，一般电泳槽都应有冷却、加热设备，称为热交换器。连续生产过程中漆温要逐渐上升，而在冬季开始工作时往往漆温太低。常用的热交换器有蛇形管式、直管式两种，前者效果较差。一般可用冷水或用蒸汽加热的热水降低或升高漆温。图2-6-7表示两种装置结构示意图。也可以采用电泳槽外加

水套的方法，冷却或加热漆液。

漆液中的脏物，可以在循环系统中安装过滤器而除去。

电泳槽整个循环系统如图 2-6-8 所示。

电泳槽常用的配电方式有以下两种：

阴极接地法　接线方式如图 2-6-9 所示。挂具进入电泳槽以后与汇流排接触，接通电源，开始电泳。

阳极接地法　接线方式如图 2-6-10 所示。与阴极接地相比，

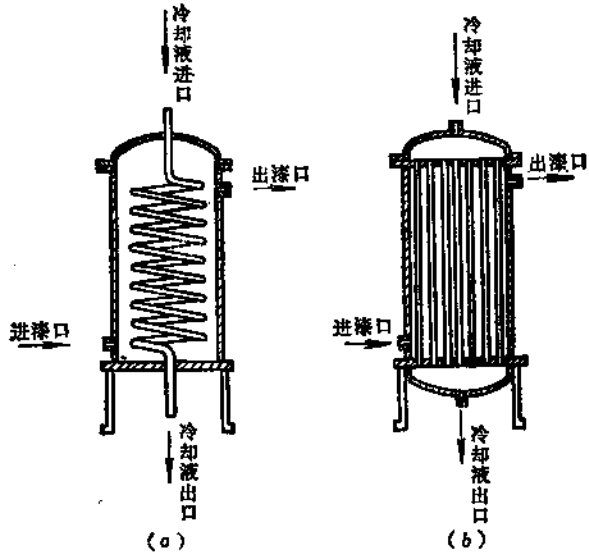


图2-6-7　两种热交换器结构示意图

(a)螺旋式热交换器；(b)直管式热交换器。

具有以下优点：

挂具、阳极系统电位与大地电位相等，都等于零，便于人员操作。传送链（带）和挂具之间不要绝缘，可以简化设备。

电泳槽不带电，便于采用阴极罩。

采用这种结构应注意槽体的绝缘。与槽体相连的循环管道，上、下水道及其他设备都要用绝缘材料隔开。否则电流损失太

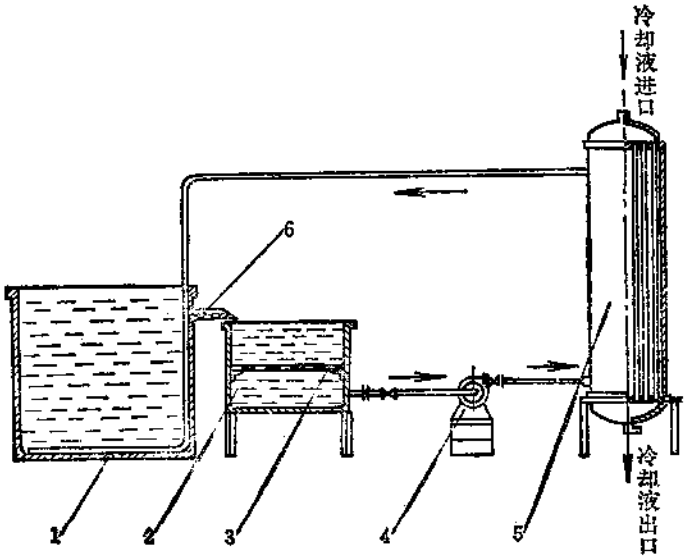


图2-6-8　电泳槽循环系统示意图

1—电泳槽；2—附槽；3—过滤器；4—循环泵；5—热交换器；6—溢流口。

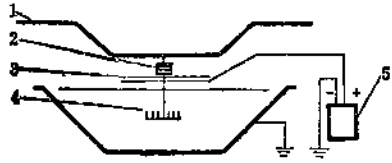


图2-6-9　阴极接地法示意图

1—传送带；2—绝缘装置；3—导电排；
4—挂具；5—整流器。

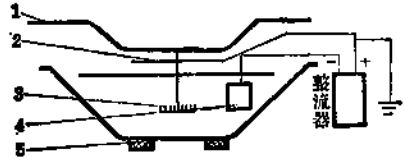


图2-6-10　阳极接地法示意图

1—传送带；2—导电排；3—挂具；4—带阴极罩
的阴极板；5—绝缘件。

大，而且影响电泳过程的正常进行。

（二）水洗设备

水洗包括电泳前的流动冷水洗、脱离子水洗及电泳后的流动冷水洗。水洗槽可用铁板、不锈钢板或塑料板制作，最好用耐蚀材料制成。电泳前后也有用喷淋的方式冲洗，它可使水分散成伞形雾状水束，效果较好。

不论采用浸没或喷淋，都应按照电泳前、后水洗的原则进行。水源质量是一个十分重要的问题。水质不好，容易污染漆液，而且也容易造成漆膜烘干后产生一些外观疵病。电泳后喷淋的水压要适当，过大会冲坏漆膜。

（三）烘干设备

电泳涂漆生产线中，产品不断地通过烘道烘干，烘道的热源决定于涂料的品种。目前枪弹用电泳漆多为热固型涂料。因此，一般采用电能加热，加热方式通常有红外线辐射和热空气对流两种。电磁感应加热具有升温均匀，干燥时间短，漆膜质量高等优点，目前尚在试验阶段。

由于红外线能透过漆膜，使零件首先受热并逐渐向漆外层传导，这就形成了漆膜由内向外的干燥过程。溶剂无阻碍地由内向外挥发，加速了漆膜的固化交联速度，缩短了干燥时间，使漆层坚硬光亮。相反热空气对流干燥是靠热空气的对流作用把热量传给漆膜，最外层首先接触热空气，因而外层最先固化成膜，阻碍了漆膜内层溶剂的挥发和空气中氧的进入，降低了干燥速度。当内层溶剂最后突破外层漆膜挥发时，易使外层漆膜留微孔。两种加热方式漆膜干燥过程如图 2-6-11 所示。

红外线干燥有以下主要优点：

1．干燥速度快，干燥时间比热空气对流干燥短；

2．漆膜质量好，漆膜干燥均匀，可以避免或减少由于溶剂挥发而形成的孔隙、气泡等疵病；

3．升温迅速，缩短预热时间；

4．热效率高，耗电量小。

烘道中电热元件的布置对漆膜干燥的质量也有很大影响。对于水平单程烘道不论是采用传送带或钉盘挂具，电热元件都以配置在上、下两面为宜。根据热空气上升的原理，下面电热元件应比上面多。为了提高红外线板的辐射效能，有时还采用铝板作为反射屏，以节省用电。

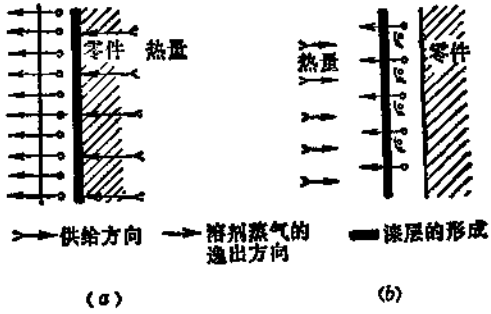


图2-6-11　两种加热方式干燥过程示意图
（a）红外线干燥；（b）热空气对流干燥。

为了提高烘道各部分温度的均匀性，有的红外线烘道还安装热风循环装置。

（四）电源

电泳涂漆需要直流电源，通常以硅整流器应用较为广泛。因为体积小、效率高。但是它对过载电流的整流作用弱，保护装置要充分注意。

应选用输出直流电压可连续调整的整流器，其调整范围通常选用0～150伏；平均电流容量可按下式粗略算出：

$$I=\frac{1000ATP}{3600C}\ (\text{安培}) \qquad (2\text{-}6\text{-}4)$$

式中　I——直流电源平均电流容量（安培）；

A——生产率（米^2/小时）；

P——干漆层比重，单位是克/厘米^3（一般为1.3～1.5）；

T——漆层平均厚度（微米）；

C——库仑效率，一般电泳漆库仑效率为15～20毫克/库仑。

（五）挂具

挂具是生产线的重要组成部分，应结合产品特点进行设计制造，并注意保证挂具的导电性和互换性。

由于生产线型式不同，钢质弹壳电泳涂漆时悬挂方式大体分两种。

一种是钉盘。由装壳机或收集器将弹壳装在钉盘上，然后通过导电杆利用弹簧片或直接与汇流排接通，小口径枪弹应用较多。图 2-6-12 为 56 式 7.62 弹壳装壳机的外貌。



图2-6-12　56式7.62弹壳装壳机外貌

另一种是弹壳通过上货机构直接倒插在传动链的钉子上，传动链起着传动和挂具双重作用。大口径枪弹大多采用这种悬挂方式。图 2-6-13 为 14.5 弹壳电泳涂漆生产线上货部分的外貌。传

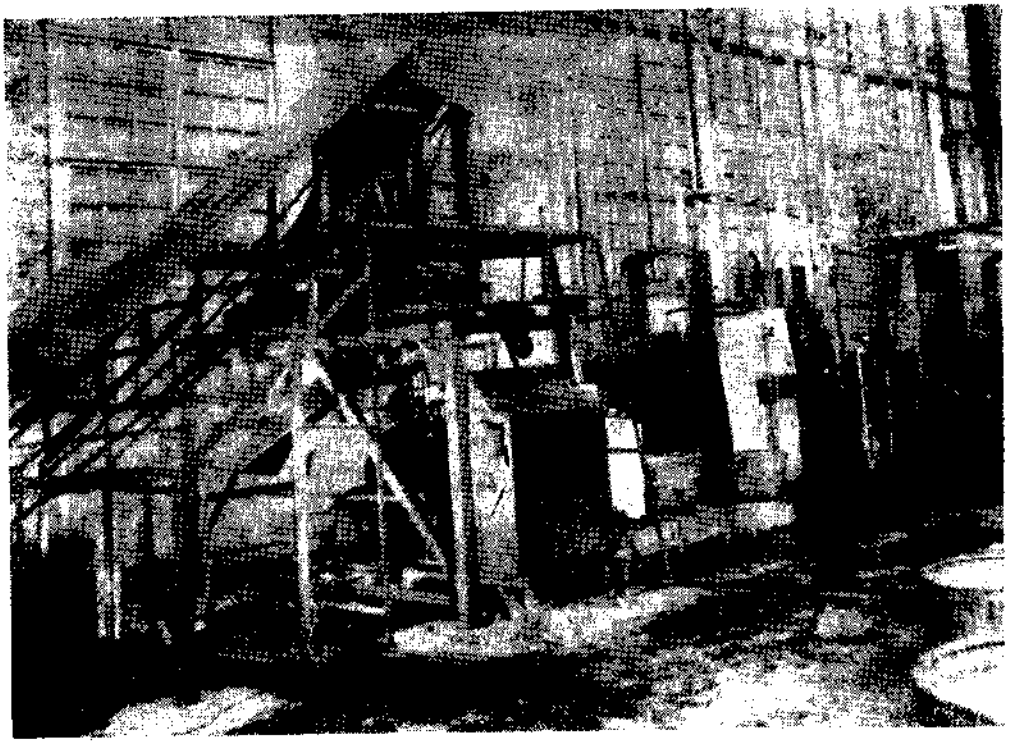


图2-6-13　14.5弹壳电泳涂漆生产线上货部分外貌

动链返回行程时，钉子朝下，弹壳自动卸下，由传送带运至下一工序。当钉子经过退漆槽时，钉尖上的漆层在电流作用下被退除。

第七节 无氰镀铜

一、无氰镀铜的特点

铜层质软，具有很好塑性，铜铁摩擦系数较小，因而冷挤压的弹头壳盂子镀铜后，可以直接加工，铜层起着润滑和防蚀双重作用。它比用覆铜钢片制造弹头壳，在提高材料利用率、节约有色金属等方面，具有明显的优越性。但是采用氰化物电镀存在严重的缺点。因此用无氰电镀取代氰化电镀已成为迫切要求。

无氰镀铜应用于冷挤压弹头壳生产，是枪弹制造中的一项重大改革。它从根本上改变了氰化电镀带来的环境污染，保障了人民的身体健康，体现了社会主义制度的无比优越性。

无氰镀铜的配方很多，应用比较广泛的有硫酸盐镀铜、焦磷酸盐镀铜、乙二胺镀铜和酒石酸镀铜等几种。各种类型的镀液具有不同的特点。焦磷酸盐镀铜溶液稳定，工艺范围较宽，易于控制，而且分散能力较好，电流效率高，可以镀取细致无孔、平滑光亮的铜层。目前枪弹生产中一般采用这种镀液。

钢铁零件在焦磷酸盐溶液中镀铜存在的突出弱点是镀层在钢铁基体上的结合力不好。产生这个问题的原因一般认为有两个方面。一是钢铁零件在焦磷酸盐镀液中有置换作用，容易着铜，影响结合力；另一方面钢铁零件放入焦磷酸盐镀液后，容易引起钝化，加上阴极电流效率高，析氢量极少，镀液活化能力很差，事实上铜是镀在钝化了的铁表面上，因此结合力不好。

针对上述分析，许多工厂和科研单位提出了一系列解决办法。主要途径是使零件电镀前保持“活化”状态。所谓“活化”就是将金属表面的氧化膜除去，暴露出金属本身的晶格。因为金属零件去油、酸洗后进入电镀槽的过程中，尽管采用很快的操作速度，零件表面也要产生一薄层钝化膜（氧化膜）。如果镀液有活化作

用，就可以消除钝化膜。假设在活化金属表面的同时，用化学或电化学方法沉积一层极薄而密致的铜层，这就从根本上改变了钢铁零件原来的表面状态，变成在铜上镀铜了。铜是不易钝化的金属，而且在焦磷酸盐溶液中更不易生成钝化膜，因而可能获得良好的结合力。这就是目前采用的几种在焦磷酸盐镀液中提高铜层结合力方法的基本原理。

为了在焦磷酸盐镀液中获得可靠的结合力，生产中常用的方法有：

1．活化预镀法

方法基于零件在无机酸或碱性溶液中进行阴极处理，阴极上大量析出的氢使金属表面在空气中形成的氧化膜破坏，从而使金属由钝态变为活态，同时在活化了的金属表面沉积一薄层金属铜。

2．预镀法

在 $P_{焦}$（焦磷酸根与铜离子的比值）很高的焦磷酸盐溶液中预镀铜或在镀镍溶液中镀镍。

3．浸铜法

浸铜法具有操作简便，效果较好等优点，因此应用较广。采用浸铜-焦磷酸盐镀铜得到的铜层，可以满足弹头壳引伸、冲尖等变形工序的要求。下面重点介绍浸铜法有关问题。

浸铜法要点是利用丙烯基硫脲在钢铁表面的吸附作用，以阻滞铁在硫酸铜溶液中发生的置换反应的速度：

$$Fe+CuSO_4=Cu\downarrow+FeSO_4$$

这样在已经活化了的钢铁表面可以有效地抑制铜层的迅速成长和无规则的堆砌，其他部位依次缓慢进行着置换反应，因而能使钢铁表面获得一层结合牢固、结晶细密而少孔的铜层，然后在铜层上镀铜。

丙烯基硫脲的阻滞作用，可以由图 2-7-1 看出。图中给出在加阻滞剂和不加阻滞剂的浸铜溶液中 Cu-Fe 偶电流随时间变化的曲线。

曲线Ⅰ可以看出：无阻滞剂的溶液中，Cu-Fe偶电流没有明显的最大值，而且随时间的延长，电流没有明显下降。表明着铜层疏松多孔，通过孔隙保持较高速度物质交换。

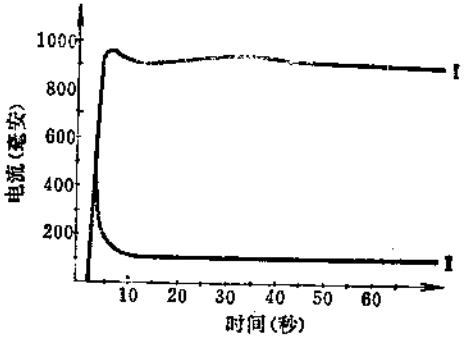


图2-7-1 Cu-Fe偶电流与时间关系曲线
Ⅰ—硫酸铜(50克/升)＋硫酸(100克/升)；22℃；
Ⅱ—硫酸铜(50克/升)＋硫酸(100克/升)＋丙烯基硫脲(0.15克/升)；30℃。

曲线Ⅱ表明：在有阻滞剂的溶液中，Cu-Fe偶在很短时间内达到最大电流值，但随即下降到一稳定值。说明在阻滞剂作用下，钢铁表面在短时间内覆盖一层致密的铜层。很小的稳定电流，表明物质通过孔隙仍在进行交换。不过由于孔隙很少，交换场所受到很大限制。

影响浸铜质量的因素有丙烯基硫脲的浓度、时间、温度等。

浓度：在0.01克/升时，就出现阻滞作用，而当含量在0.05～2克/升时，都能获得结合力良好的镀层。生产过程中掌握在0.15～0.3克/升之间。丙烯基硫脲含量高时，相应延长浸铜时间，含量低时，置换反应加快，铜层疏松。由于丙烯基硫脲在酸性介质中会逐渐分解，而且随着温度上升而加速，因此夏季应适当提高丙烯基硫脲的含量。根据化学分析的结果，每天(班)工作前应适当补加。

时间：浸铜时间随着阻滞剂含量而变化。当阻滞剂含量在0.1～0.2克/升之间时，一般掌握在30秒至2分左右。温度高，时间可以短些。

温度：随着温度升高，丙烯基硫脲的阻滞作用有所下降。当丙烯基硫脲含量在0.15克/升时，浸铜温度从2～25℃都能获得结合力良好的镀层。温度在30℃或30℃以上时，结合力变坏。但

是适当提高丙烯基硫脲的含量，可以扩大温度范围。如将丙烯基硫脲增至 0.3克/升，工作温度可达 30～35℃。

为了保持表面活化状态，通常在浸铜前，先在硫酸和丙烯基硫脲溶液中预浸，并直接进入浸铜槽。生产过程中，浸铜液的效能有逐步降低、丙烯基硫脲的添加周期有逐渐缩短的趋势。因为丙烯基硫脲的分解、溶液中杂质离子的增加，都会引起阻滞作用的下降。浸铜液的效能可以用铜铁偶的稳定电流或目力观察浸镀速度和铜层色泽来判断。当稳定电流超过 150 毫安时，说明浸铜液已经失效，应当补加丙烯基硫脲。如果钢铁零件浸入溶液时，铜在瞬时间析出，也说明浸铜液已经失效。正常的规律是在浸入溶液半分钟后才逐步看到淡粉红色的铜层，随时间延长，颜色加深。浸铜液的更换周期，视产品质量而定。

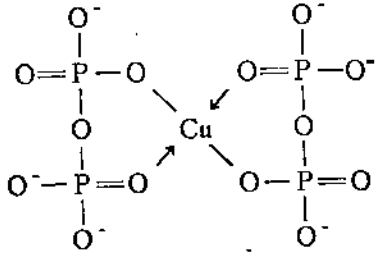
二、无氰镀铜的原理

利用电解作用，在金属零件表面沉积一薄层其他金属的方法称为电镀。电镀时，金属零件作为阴极，所镀金属作为阳极，电镀液中的金属离子在直流电的作用下，沉积在阴极表面，溶液中金属离子由于阳极的溶解而得到补充。

焦磷酸盐镀铜溶液中，焦磷酸铜（$Cu_2P_2O_7$）供给铜离子，焦磷酸钾（$K_4P_2O_7$）是络合剂，两者作用生成焦磷酸铜钾，其反应方程式如下：

$$Cu_2P_2O_7+3K_4P_2O_7=2K_6[Cu(P_2O_7)_2]$$

焦磷酸铜钾是一种螯合物，络离子$[Cu(P_2O_7)_2]^{-6}$具有下列结构：



焦磷酸络盐在镀液中存在的形式较为复杂，但生产上镀液的pH值保持在7～10范围内，一般认为络离子主要以$[Cu(P_2O_7)_2]^{-6}$形式存在。焦磷酸钾除了与铜形成络盐外，多余部分游离存在。其作用如下：

1．保证阳极溶解；

2．使络盐更为稳定，防止沉淀；

3．增进镀液的分散能力，改善镀层结晶。

焦磷酸盐会水解成正磷酸盐：

$$P_2O_7^{-4}+H_2O=2HPO_4^-$$

高温和低pH值会使水解速度加快。

镀液中加有辅助络合剂，如柠檬酸铵、酒石酸钾钠等。有的镀液中还加入发光剂，如含巯的氮杂环化合物等，目的在于增加镀层光泽。为了提高镀液的导电性，扩大电流密度范围，有时还加入硝酸盐。但是过多的NO_3^-，会引起阴极效率下降，这是需要注意的。

电镀时的主要反应如下：

络盐的离解

$$K_6[Cu(P_2O_7)_2]=6K^++[Cu(P_2O_7)_2]^{-6}$$

$$[Cu(P_2O_7)_2]^{-6}=Cu^{++}+2P_2O_7^{-4}$$

阴极反应

$$Cu^{++}+2e=Cu\downarrow$$

$$2H^++2e=H_2\uparrow$$

阳极反应

$$Cu-2e=Cu^{++}$$

$$Cu^{++}+2P_2O_7^{-4}=[Cu(P_2O_7)_2]^{-6}$$

阳极钝化时

$$4OH^--4e=2H_2O+O_2\uparrow$$

当阳极溶解不正常时（或其他原因），溶液中总会出现少量的一价铜离子，最后生成氧化亚铜沉淀。其生成的原因：

1．阳极的不完全氧化

$$Cu-e=Cu^{+}$$

2．铜阳极与溶液中二价铜离子的反应

$$Cu+Cu^{++}=2Cu^{+}$$

3．二价铜被铁还原，特别是经过酸洗的活化铁

$$2Cu^{++}+Fe=2Cu^{+}+Fe^{++}$$

一价铜在碱性条件下会产生如下反应：

$$2Cu^{+}+2OH^{-}=2CuOH\downarrow$$

$$\rightarrow Cu_2O\downarrow+H_2O$$

当氧化亚铜附着于镀件表面时，会引起镀层粗糙，产生毛刺等。生产上常用的消除铜粉的方法是加双氧水。双氧水把一价铜氧化成二价铜，然后被焦磷酸根络合。

三、影响镀层质量的主要因素

(一)焦磷酸铜

焦磷酸铜是供给镀液铜离子的主要成份。镀液中铜含量在20～25克/升范围内较好，镀层细致光亮。若铜含量过低，不但允许的工作电流密度窄小，而且镀层光亮平整性差。若铜含量过高，焦磷酸钾浓度相应增高，一是浪费大，二是使镀层的结合强度降低。

铜的含量直接影响 $P_{焦}$ 值的大小。通常镀液的 $P_{焦}$ 值应保持在7～8之间。较高的 $P_{焦}$ 值可以增加镀液的分散能力，使镀层均匀细致，但是沉积速度慢。$P_{焦}$ 值过高，阴极电流效率下降，会使析氢加剧。$P_{焦}$ 值过低时，易使镀层粗糙，阳极溶解困难。

(二)焦磷酸钾

焦磷酸盐镀液中，通常采用焦磷酸钾作为络合剂，可获得较好的镀层。

焦磷酸钾除了与铜络合以外，还有一定的游离部分。由于镀液中添加了柠檬酸铵等辅助络合剂，它们也能与铜生成络盐，因

此游离焦磷酸钾不易准确测定和控制。习惯上只分析焦磷酸根的总含量，并控制 $P_{比}$值。

(三)柠檬酸铵

柠檬酸铵能与铜生成络盐，它是一种辅助络合剂。在焦磷酸盐镀液中，不仅能改善分散能力，促进阳极溶解，而且能使镀层光亮细密。

柠檬酸铵能电离形成 NH_3：

$$(NH_4)_3C_3H_4OH(COO)_3 \rightleftharpoons 3NH_4^+ + C_3H_4OH(COO)_3^{3-}$$

$$NH_4^+ + OH^- \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O$$

而氨又能与Cu^{++}形成$[Cu(NH_3)]^{++}$，$[Cu(NH_3)_2]^{++}$等形式的络合物。因此 NH_3的存在能够促进阳极溶解。柠檬酸铵的含量一般为 20～30克/升，含量低于 10克/升达不到应有效果。镀液中含有少量氨，可以改善镀层外观，当镀层发暗时，可往溶液中添加少量氨水。

(四)pH值

pH 值是一个重要的参数。pH 值的高低直接影响镀层的质量和镀液的稳定性。pH 值过低，镀层易生毛刺，镀液中的焦磷酸盐也易水解成正磷酸盐。pH 值过高，镀层粗糙、疏松，阴极电流效率下降，镀液分散能力降低，镀层加温处理后往往起泡。因此必须严格控制 pH 值的大小。一般保持 pH 值在 8.0～8.5 范围内较好。调高 pH 值可用氨水或氢氧化钾，调低用柠檬酸。

(五)温度

焦磷酸盐镀液浓度较大，离子运动受到一定阻力。提高温度对提高离子活动能力，加大电流密度，提高沉积速度有一定帮助。但是温度太高，镀液中氨易挥发，镀层粗糙，也使 pH 值迅速下降，造成焦磷酸盐水解。一般温度控制在 50～60℃为宜。

(六)搅拌

搅拌镀液，不仅能增加镀层光亮度，且能增大工作电流密度。因为搅拌可以不断更新阴极附近的镀液，增加离子扩散速度，减

少浓差极化，使铜离子在较高的电流密度下均匀沉积在零件上。

（七）电源

采用不同电源所得镀层质量差别很大，其中以单相全波整流最好。在一定条件下，采用单相全波整流所得镀层细致光亮，而换用了直流发电机的直流电流以后，镀层粗糙发暗。直流发电机加装间歇装置（周期性短时断电）也有助于获得细致光亮镀层，因为阴极附近离子得到补充，减低阴极极化。采用换向电镀可以提高镀层质量和扩大电流密度的允许上限，提高沉积速度。所谓换向电镀就是周期地使被镀零件在较短的时间内为阳极，并在较长的时间内为阴极。换向电镀所以能取得优质的镀层，是由于镀件为阳极时，结晶成长中断，表面凸出部分被溶解，从而获得结晶细密、平整的镀层。换向周期可以根据试验确定。

（八）电流密度

电流密度是指单位被镀面积所通过的电流强度。电流密度根据镀液浓度、温度和 pH 值选择其大小。由于滚镀在零件表面电流分布不均匀，因此比挂镀采用的电流密度小。滚镀时，初始电流必须慢慢由小到大，然后升至规定范围之内，否则容易烧焦零件。断电时，电流也应逐渐下降。当中途停电引起零件发黑时，应先滚动片刻，然后通电，逐渐升高电流，以免影响结合力。

（九）杂质

镀液中杂质主要有金属离子、悬浮物和有机物等，多数从外界带入。这些杂质达到一定含量时，就会影响镀层质量。为了减少铁、镍、银、锡等金属进入槽内，电镀阳极应有较高的要求。镀液中的悬浮物和有机物，电镀时可能吸附在阴极表面，使氢气泡在这个部位停留，有时电镀后经一段时间或周围温度升高时，常常使镀层起泡。因此必须注意镀液维护，必要时进行净化。

四、镀铜工艺

配制和调整镀液所用的原料应该符合相应国家标准和工艺文

件的规定，因为其中杂质的多少直接影响镀层质量和镀液稳定性。

(一)浸铜液的配制

先在浸铜槽中加入大部分水，然后分别加入所需量的硫酸和硫酸铜。硫酸铜溶解后，加水至所需高度。最后加入丙烯基硫脲，搅匀以后备用。

(二)镀液的配制

先把焦磷酸钾按用量称好，放入槽内，然后加入温度为45℃左右的净化水。随时搅拌，使焦磷酸钾完全溶解。

将已洗净了的焦磷酸铜，慢慢溶解在焦磷酸钾溶液中。

柠檬酸铵按用量溶解于冷水中后加入，配完的镀液应为深蓝色。

(三)镀液的调整和维护

正常生产中，镀液比较稳定。为了掌握各种成分的变化，需要定期测定镀液中铜、焦磷酸根、柠檬酸铵的含量和pH值的大小。根据分析结果，调整溶液。

当P_H值太低，而含铜量在工艺范围内时，可以根据下式算出需要补加的焦磷酸钾重量：

$$A=1.9(B-C) \qquad (2\text{-}7\text{-}1)$$

式中 A——需补加焦磷酸钾重量(克/升)；

B——调整后焦磷酸根总含量（克/升），$B=(7\sim8)Cu^{++}$(克/升)；

C——溶液中原有焦磷酸根总含量(克/升)；

1.9为焦磷酸钾与焦磷酸根的换算系数。

铜离子浓度低，可用焦磷酸铜补充。

由于水分的蒸发，应及时往镀液中补加净化水。

为了除去镀液中尘埃和不溶性的悬浮物，定期过滤是非常必要的。在新配镀液工作之前，必须通电处理，直至获得满意的镀层为止。

当镀液由深蓝色变为蓝绿色时，往往引起镀层发暗和加温处

理后起泡。可能是沾染有机杂质引起的。可采用用活性碳处理的方法进行处理。活性碳有多孔结构，具有很强的吸附能力。活性碳用量为5克/升以下，处理温度一般在30～40℃。温度太高，降低吸附效率。加入活性碳以后，应搅拌一段时间，以增加与有机物的接触，然后静置过夜、过滤。如果同时加入1～2毫升/升双氧水(30%)则效果更好。不同规格的活性碳（粒状或粉末状）除去有机杂质的效果是不一样的。同种活性碳对不同有机杂质的吸附能力也不同。因此最好先用少量镀液，通过试验确定其用量和处理温度。

(四)典型工艺流程

镀铜工艺分：前处理，镀铜和去氢处理三部分。

前处理的目的是除去盂子上的氧化层，使金属表面活化，并浸上一薄层致密铜层。前处理的质量对镀层的结合力有决定性的影响，除了必须严格掌握浸铜工艺以外，盛装盂子的箱子和筐子都不应沾上油污。

前处理后的盂子，在全浸卧式滚镀机上镀铜。

当镀层厚度达到30～35微米时，即可出槽。出槽后的盂子水洗后，进行除氢处理，以消除氢脆，提高铜层塑性。

除氢处理在螺旋式电炉中进行。

表2-7-1为某厂56式7.62冷挤弹头壳盂子无氰镀铜的工艺流程。

(五)质量检查及症病分析

经前处理的盂子外表面氧化层应完全洗净，没有油污。浸铜层要均匀、致密，与底金属有良好的结合力，外观呈浅桔黄色。

电镀后的盂子，要求光亮一致，没有污点，不起泡，铜层厚度为30～35微米，与底金属有良好的结合力。除氢处理后的盂子不应起泡，虎钳夹扁试验后不起皮，不脱落。

镀铜层厚度的检验方法如下：

将试件放于固定位置。用44克/升$AgNO_3$溶液滴在镀层某点

表2-7-1　56式7.62冷挤弹头壳盂子镀铜工艺流程

序号	工　步	溶液成分(克/升)	温　度(℃)	时　间(分)	备　　注
1	去油	烧碱、纯碱、硅酸钠溶液			
2	热水洗				
3	酸洗	硫酸溶液			
4	水洗	流动水	室温	1	
5	铬酸洗	铬酐　60～70 硫酸　2～3	室温	1	
6	水洗	流动水	室温	1	
7	盐酸洗	盐酸　180～200	室温	1	
8	水洗	流动水	室温	1	
9	浸铜	硫酸　100 硫酸铜　50 丙烯基硫脲　0.15～0.2	20～25	30～45秒	溶液要特别保持清洁，每周更换一次，每天根据分析结果调整丙烯基硫脲，温度不要超过25℃
10	水洗	流动水	室温	1	把盂子收集在水中的带孔不锈钢桶或电镀滚桶中，避免长时间在空气中停留
11	镀铜	铜(Cu^{++})　20～25 焦磷酸根总量 ($P_2O_7^{-4}$)　140～175 柠檬酸铵 $(NH_4)_3C_6H_5O_7$　20～25 pH值　8.0～8.5 电流密度(安/分米^2) 0.3～0.8 $P_{比}$($P_2O_7^{-4}$:Cu^{++})　7～8	50～60	厚度达到要求为止	
12	水洗	流动水二次	室温	各1分钟	
13	除氢处理		350～400	30～40	升温时，炉芯必须转动

位置上，一分钟后用脱脂棉球将 $AgNO_3$ 滴液擦去。再滴一滴 $AgNO_3$ 于同一位置上，经一分钟后再擦去。如此反复。直到当擦去 $AgNO_3$ 滴液后发现露钢为止。记录至露钢时所滴的次数。镀铜层厚度可按下式计算：

$$t = K(d - 1) \qquad (2\text{-}7\text{-}2)$$

式中 t ——铜层厚度(微米)；

K ——一滴溶液溶解的铜层厚度(微米)，见表 2-7-2；

d ——至露钢时所滴的次数。

表2-7-2 不同温度的K值

温度(℃)	10	15	20	25	30
K	0.79	0.89	1.08	1.20	1.26

也可以用非磁性层厚度测定计测量铜层厚度。

镀铜层结合力检查方法如下：

将试件口部朝下，与虎钳口成垂直状态进行夹扁（试件的2/3处），至试件里口即将贴合为止。取下用肉眼观察镀层变化情况。

弹头壳盂子无氰镀铜常见疵病与消除方法列于表 2-7-3 中。

表2-7-3 常见疵病与消除方法

疵病名称	产生原因	消除方法
镀层结合力不好	(1) 氧化层没有洗净； (2) 表面有油污； (3) 浸铜层不良	(1) 加强前处理，注意不使零件接触油污； (2) 检查浸铜工艺
镀层起泡	(1) pH值高； (2) $P_{比}$高，渗氢加剧； (3) 前处理不良； (4) 有机杂质或悬浮物过多	(1) 降低pH值； (2) 调整$P_{比}$值； (3) 加强前处理； (4) 加活性碳和双氧水处理并过滤
加工时镀层断裂	除氢处理不良	注意除氢处理工艺
阳极有焦磷酸铜沉淀	(1) 阳极电流密度过大； (2) $P_{比}$低； (3) 辅助络合剂不足	(1) 增加阳极面积； (2) 提高焦磷酸钾含量； (3) 补加辅助络合剂
沉积速度低	(1) 铜含量低； (2) 镀在电流密度过低	(1) 提高铜含量； (2) 增大阴极镀在电流密度
弹尖部分露钢	镀前处理不良	加强镀前处理

（六）不合格铜厚的退除及补镀

不合格的铜层可以用化学或电化学的方法退除，电化学法采用焦磷酸钾或硝酸钠等溶液。硝酸钠溶液退铜的工艺条件如下：

硝酸钠	80～100克/升
阳极电流密度	2～4安/分米^2
温度	室温
时间	退净为止
阴极材料	铅板

由于某种原因镀层厚度不够时，可经盐酸洗、水洗、焦磷酸钾溶液处理后，按正常工艺进行补镀。

五、设　备

目前枪弹零件电镀多采用卧式滚镀机。主要包括：镀槽、滚桶、电源等部分，如图 2-7-2 所示。

镀槽可用聚氯乙烯硬板制做，并用角铁加固。槽子的大小根据滚桶尺寸和悬挂阳极板的需要而定。槽子的容积尽可能大一些，以利于镀液的稳定。加热排管应用不锈钢制造。

全浸式滚桶是滚镀机的主要部分。由于零件全部浸没于镀液中，因此它的效率较高，有利于保证镀层的结合力。滚镀机采用齿轮传动，通过离合器被主轴带动。阴极触头由滚桶两端的空心轴用软管与电源负极相接。滚桶桶体由聚氯乙烯硬板做成，周围的孔眼尽可能大些，以增加镀液与零件的接触。全浸式滚桶的结构如图 2-7-3 所示。

电源可以采用整流器或低压直流发电机。在可能的情况下，最好采用单相全波或桥式波形整流器或类似上述波形的可控硅整流器。调压范围 0～15 V，电流视实际需要而定。为了便于调整，最好一个滚桶由一个电源供电。为了防止电气元件的腐蚀，配电室应与电镀工房隔开。

辅助设备有过滤机、泵及净化水用的离子交换装置等。

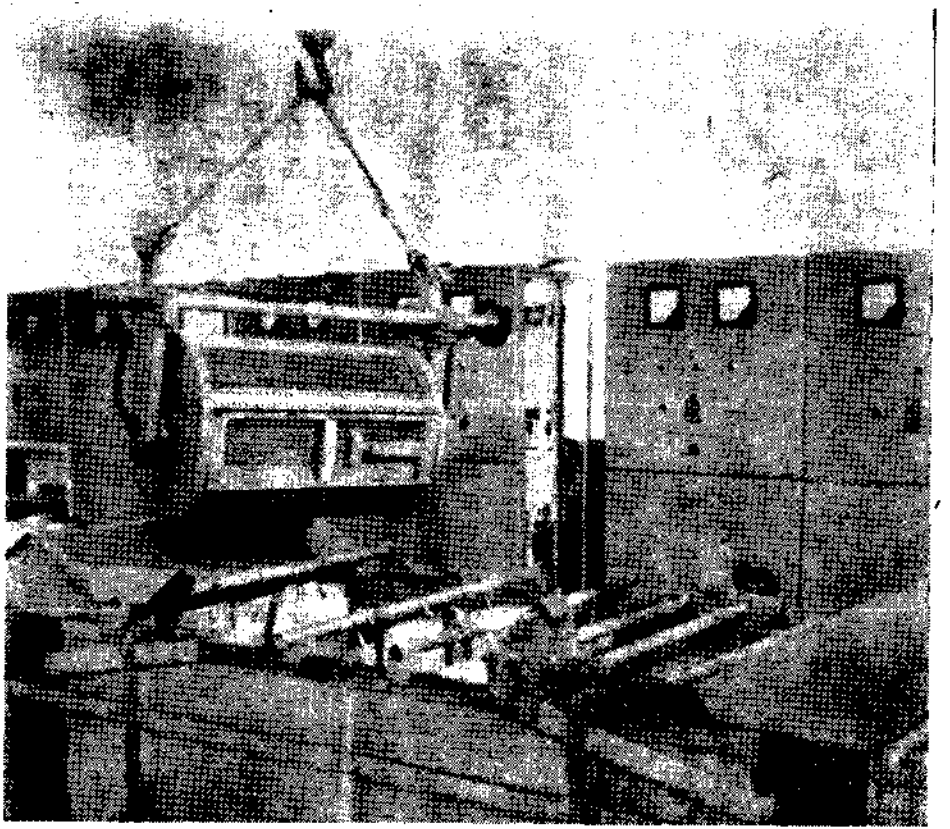


图2-7-2　电镀设备外貌

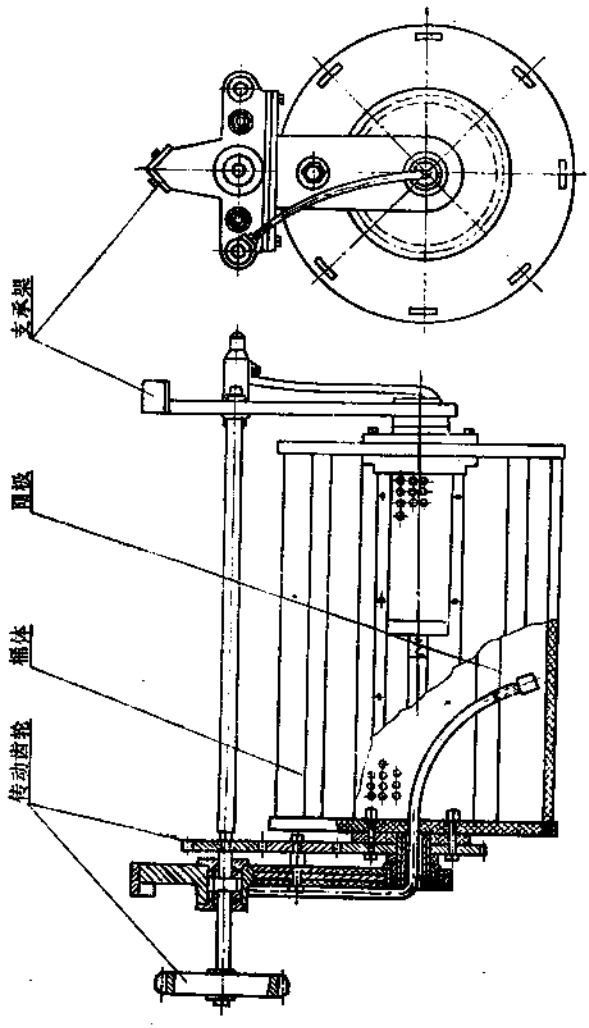


图2-7-3　全浸式滚桶结构

第八节 水的净化

表面处理质量，主要决定于工艺方法和实际操作，但是也"不能忽略非本质方面和非主要方面的问题，必须逐一地将它们解决"。表面处理工序要用大量工业水配制溶液，补加液面，或清洗零件。水中杂质可能带进溶液，产生不利影响。因此水的质量是一个不能忽略的方面。

一、使用净化水的意义

水是良好的溶剂。它能溶解电解质。一般生活用水经过自来水厂的处理，只能清除其中机械杂质和达到生理卫生要求，不可避免地含有一些杂质离子。如果把它用于工业生产，这些杂质当其含量超过一定范围后，就会对某些表面处理工艺产生影响。例如电泳涂漆用水的质量稍差，就会影响漆液的使用寿命。试验证明，覆铜产品最后洗净工序用水的氯化物含量超过10毫克/升时，短期贮存后覆铜层就会发生不同程度的氧化变色。使用含有钙、镁的水配制皂化溶液，则产生不溶的硬脂酸钙（镁）沉淀，降低了肥皂的使用效能。磷化过程中，也发生过由于配制溶液和补加用水的杂质较多，明显缩短磷化液使用时间。因此一些水质要求较高的表面处理工序，使用净化水对于确保产品质量和节约材料消耗有重大作用。

二、水的来源及其杂质

由于工业水的来源不同，杂质含量也不一样。地下水通常含有钙、镁的碳酸盐和碱金属、碱土金属的氯化物、硫酸盐以及动、植物腐败产生的甲烷、氨、硫化氢等化合物，但悬浮物较少。

地面水包括江、河、湖的淡水及海和盐湖的咸水。地面水的成分也不相同，而且因季节、土壤等条件差异有很大变化。地面水的特点是溶解的盐类较少而悬浮物较多，容易受到洪水等因素

的污染。

表 2-8-1 和 2-8-2 列出不同水源所含的各种杂质情况。

表2-8-1 不同水源所含杂质对比

水源	钙（毫克当量/升）	镁（毫克当量/升）	总硬度（毫克当量/升）	氯根（毫克/升）	硫酸根（毫克/升）	备注
某地地面水	1.84	0.6	2.44	20.61		江水
某地地下水	4.4	7.2	11.6	166	255	水源Ⅰ
某地地下水	2	0.6	2.6	31.58	71.27	水源Ⅱ

水的硬度是评定工业水水质的重要指标。水的硬度表示水中钙盐和镁盐的含量。

水中杂质含量有时也用 ppm 表示。一百万分溶液中，含有一分某种物质，称为含这种物质 1 ppm（其中“分”均按重量计算）。如果把水的比重视为 1，则一升水等于一百万毫克，所以 ppm 就是每升水中所含杂质的毫克数。

表2-8-2 海水中主要盐类的含量

成分	100克海水中的克数	占总盐量的百分数
氯化钠（NaCl）	2.7213	77.8
氯化镁（$MgCl_2$）	0.3807	10.9
硫酸镁（$MgSO_4$）	0.1658	4.7
硫酸钙（$CaSO_4$）	0.1260	3.6
硫酸钾（K_2SO_4）	0.0863	2.5
碳酸钙（$CaCO_3$）	0.0123	0.3
溴化镁（$MgBr_2$）	0.0076	0.2
合计	3.5	100

三、工业水净化方法简介

工业水常用的净化方法有蒸馏法、离子交换法和电渗析法几种。蒸馏法和离子交换法比电渗析法具有较好的净化效果。对于水质要求较高的工序，如电泳涂漆工序最好采用蒸馏法或离子交

换法。对水质要求不太高的工序，且当水源杂质含量较高时，必要时可以采用电渗析法净化。

（一）离子交换法

用离子交换法净化而得的水称为脱离子水。

1．基本原理　分子中含有活性基团，而能与其他物质进行离子交换的树脂，称为离子交换树脂。离子交换树脂是一种高分子聚合物，组成树脂的骨干部分有网状结构，通常这一部分是很稳定的，对于酸、碱、有机溶剂都不起作用。在这种网状结构的骨干上，有许多可被交换的活性基团。

分子中含有酸性基团如磺酸基团（$-SO_3H$）的离子交换树脂称阳离子交换树脂。它在溶液中具有酸性，其中氢离子能交换溶液中的阳离子。可用简式H型$R-SO_3H$表示。分子中含有碱性基团如季胺基团〔$-N(CH_3)_3OH$〕的离子交换树脂称阴离子交换树脂。它在溶液中具有碱性，其中氢氧离子能交换溶液中的阴离子。可用简式OH型$R-N(CH_3)_3OH$表示。

离子交换树脂的活性基团，在水溶液中可以发生电离，生成离子。由于各种离子的亲和力不同，所以能发生交换作用。当离子交换到一定程度以后，经过再生处理可以恢复其交换能力。

当工业水经H型阳离子交换树脂时，活性基团中的氢离子被水中的阳离子所取代：

$$R-SO_3H+MeX=R-SO_3Me+HX$$

式中　Me——一价阳离子；

X——一价阴离子。

当酸性水通过OH型阴离子交换树脂时，发生下列反应：

$$R-N(CH_3)_3OH+HX=R-N(CH_3)_3X+H_2O$$

通过阳、阴两种离子交换树脂的水，还可能含有少量杂质。为了获得高纯度的水，最后还通过装有阳、阴两种离子交换树脂的混合交换柱。

在盐酸的作用下，阳离子交换树脂恢复到原来状态，获得

再生。

$$R—SO_3Me+HCl=R—SO_3H+MeCl$$

在烧碱的作用下，阴离子交换树脂恢复到原来状态，获得再生。

$$R—N(CH_3)_3X+NaOH=R—N(CH_3)_3OH+NaX$$

目前使用的阳离子交换树脂多为732号苯乙烯型强酸性阳离子交换树脂；阴离子交换树脂多为717号苯乙烯型强碱性阴离子交换树脂。

2．净化操作　分别将在水中浸泡过的阳、阴离子交换树脂带水抽入有机玻璃交换柱中。用10%左右盐酸和烧碱溶液分别浸泡一段时间，然后用水洗涤，直至阳柱pH值≈3～4，阴柱pH值≈9～10为止。浸泡和水洗过程中都应使用压缩空气搅拌几分钟。阳、阴混合柱则应事先把两种树脂分别处理好以后，再将其混合。

树脂处理好以后，用胶管按示意图把交换柱连接好，开始送入自来水。把最初交换的水放掉，并随时检查水的质量，直至合格以后，方能送入储水箱备用。净化过程中要严格控制水的流速。

当交换柱中树脂出现饱和象征时，即树脂颜色变化快到底部时，停止操作，准备再生。

再生操作与上述新树脂使用前的处理操作相同。混合柱中阴、阳树脂应事先用烧碱溶液浸泡分层，分出底部的阳离子交换树脂，分别处理。合乎要求以后再装回混合柱中。

离子交换法净化流程如图2-8-1所示。

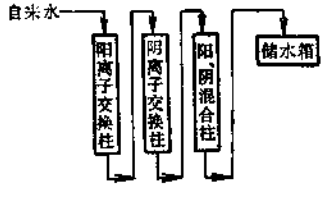


图2-8-1　净化流程示意图

3. 脱离子水质量检查　脱离子水的质量可以用电阻值来考核。通常用于电泳涂漆的脱离子水，电阻值不应小于 30 万欧姆。也可以通过以下方法检查，合格者即可使用。

用甲基橙和酚酞检查水的酸、碱性，应呈中性；

用硝酸银检查氯化物，应无白色混浊出现；

用铬黑T检查金属离子（在氨水、氯化铵缓冲液存在下），不应出现红色。

（二）电渗析法

电渗析法是近年来发展起来的工业水净化除盐的方法之一。它具有操作、管理方便，运行可靠，不使用大量酸、碱，劳动条件好，效率高，成本低等优点。

电渗析基本原理如下：

工业水中的杂质离子，在直流电场作用下，发生离子的定向迁移。阳离子移向阴极，阴离子移向阳极，共同担负输送电流的任务。根据这个特性，利用具有选择透过性离子交换膜的功能，可以分离不同电性的离子，达到浓缩或淡化杂质离子的目的。

如果在容器中，将阴、阳离子交换膜交替地排列起来，组成若干互相独立的隔室，并在两端设有电极，接上直流电源，就形成直流电场。当工业水通过各隔室时，在直流电场作用下，阴离子被阳极吸引，而阳离子则被阴极吸引。如图 2-8-2 所示。

假设工业水中含有氯化钠，则在第二室中，Na^+向阴极迁移时，首先遇到只能通过阳离子的阳膜。因为阳离子交换膜属于聚苯乙烯磺酸型($R—SO_3^-$)，具有强烈的负电场，对阴离子具有排斥力，因此阴离子不能穿透阳膜。阳离子是带正电的，阳膜的负电场对阳离子有吸引力，阳离子在外电场作用下，穿过阳膜向负极方向迁移。所以Na^+进入第三室。当Na^+继续前进时，遇到一张阴膜，由于阴膜排斥阳离子，所以Na^+就留在第三室。同样，第二室中的Cl^-向阳极迁移时，首先遇到只能通过阴离子的阴膜。因为阴离子交换膜属于聚苯乙烯季胺型($R—(CH_3)_3N^+$)，具有强

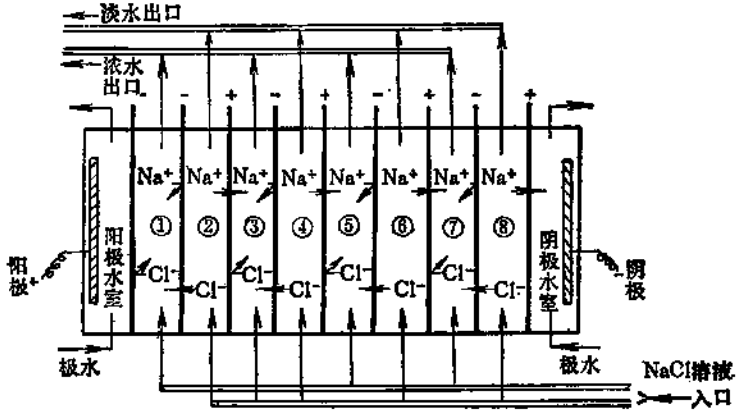


图2-8-2 电渗析原理示意图

烈的正电场，对阴离子有吸引力，阴离子在外电场作用下穿过阴膜向正极方向迁移。而阳离子不能穿过阴膜，因为阴膜强烈的正电场对阳离子具有排斥力。所以 Cl^- 进入第一室，但当 Cl^- 继续前进时，遇到一张阳膜，由于受到排斥而留在第一室中。于是原来进入第二室 Na^+和 Cl^-，随着流程的增长而逐渐减少。第四、六、八隔室也出现第二隔室相同的变化。习惯上称这种隔室为淡水室。

与此同时，第一、三、五、七隔室却发生了另一种情况。例如第三隔室中 Na^+和 Cl^-，都没有能够离开本隔室，反而随着流程的增长越来越多地接受了第二室迁入的 Na^+和第四室迁入的 Cl^-，以致 Na^+和 Cl^-的浓度不断增大，第一、五、七室也出现第三隔室相同的变化。上述这种隔室称为浓水室。

把工业水送入每个淡水室并将每个淡水室的出水汇集起来，就构成了淡水系统。把工业水送入每个浓水室，并将每个浓水室

出水汇集起来，就构成了浓水系统。这样就使进入电渗析器的工业水，一部分被淡化（净化），另一部分被浓缩。这就是工业水电渗析净化除盐的基本原理。

图 2-8-3 为电渗析器外貌。

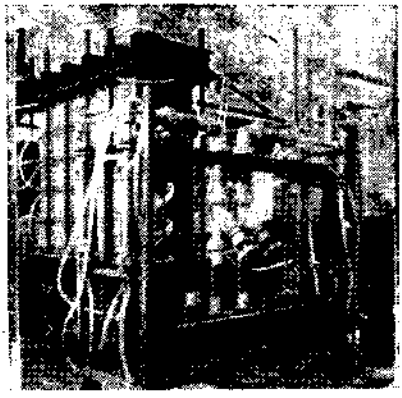


图2-8-3　电渗析器外貌

第三章　主要质量问题分析

第一节　53式7.62穿燃弹穿甲率不稳定

（一）现象

53式7.62穿甲燃烧弹兼有穿甲和燃烧两个作用。如果整个钢心或钢心碎片卡在钢板上，就会失去穿甲燃烧的作用。

53式穿甲燃烧弹用碳素工具钢T12A作为钢心材料。钢心经盐浴炉加热并在氢氧化钠水溶液中冷却淬火后，使其硬度达到HRC62以上。为了消除内应力，还要在一定温度的机油或肥皂水溶液中进行处理。但用这种热处理工艺加工的穿甲钢心，其穿甲率不够稳定。

（二）原因分析

实践证明，影响穿甲性能不稳定的主要因素是钢心直径部的韧性不足。当高速旋转的钢心穿甲时，其弧形部已穿过靶板，而钢心圆柱部却正在穿过靶板，这时，距钢心底面10～20毫米处所受的应力最大，使此处成为钢心的危险断面。因此，往往在穿甲时，钢心在该危险断面附近断裂，使钢心后半部卡在靶板上，如图3-1-1所示。

（三）措施

根据以上分析，采取了在钢心危险断面处附近回火，以降低其硬度，增加其韧性。

钢心局部回火是在淬火后进行的，通过高频感应加热，使钢心距尾端5～12毫米范围经回火

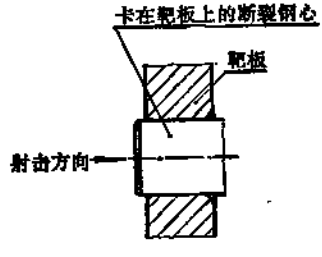


图3-1-1　断钢心

后变为蓝色。距尾端约 9 毫米处硬度为HRC50～56。见图 3-1-2。

生产实践证明，经中部回火处理的钢心，大大提高了穿甲性能，穿甲率总平均数达97%以上，一次合格率为100%。

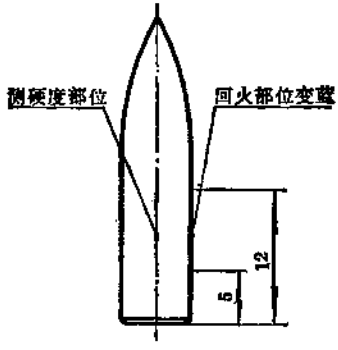


图3-1-2　钢心回火部位

第二节　56式14.5枪弹底火脱落

（一）现象

枪弹射击后底火脱落的情况有二种：一种是射击后底火自行脱落，弹壳底火室壁和底火外部都被熏黑；另一种是稍用力即可将底火抖落，底火周围漏烟。凡脱落底火的弹壳，其底火室的直径都胀大，一般为 9.02～9.1 毫米（底火室直径规定值为8.94～8.99毫米）。

（二）危害性

底火脱落是一种不允许疵病，因为当发射药气体沿底火壁与底火室壁之间喷出时，往往使机心的弹底窝烧蚀成相当于底火外径的一个圆形沟槽。随着烧蚀次数增加，此沟槽就扩大加深，将引起射击时底火壳底面与壁交界的转角处漏烟（称为底火壁漏烟）。严重时不仅损坏机心，同时影响弹头速度。如果在退壳过

程中底火掉在枪的机匣内，还会造成停发。

（三）原因分析

造成射击后底火脱落的主要原因是，底火直径与底火室直径配合的关系，或是弹壳的底部强度不够。由于底火直径与底火室直径都较易掌握，所以射击后产生底火脱落的原因主要是弹壳底部强度不够。

影响枪弹底部强度的因素主要是弹壳原材料的机械强度，其次是生产过程中的热处理工艺和打凹、平底工装的设计。现列举一些射击试验进行说明，见表3-2-1，3-2-2，3-2-3。

表3-2-1　弹壳钢材料含碳量对射击后底火脱落影响

弹壳材料 %	射击条件		射击数	底火脱落	射击后
	新枪	弹温	（发）	（发）	底火室
碳＝0.22 硅＝0.19 锰＝0.61	射击数400发以下	+65℃保温4小时	37	0	未变形
碳＝0.18 硅＝0.05 锰＝0.39	同上	同上	39	5	变形胀大

表3-2-2　圆饼调质与不调质对射击后底火脱落的影响

底火室壁硬度 HV_5	射击条件		射击数	底火脱落	射击后
	新枪	弹温	（发）	（发）	底火室
调质251～264	射击数400发以下	+65℃保温4小时	100	0	未变形
不调质217～225	同上	同上	100	16	变形胀大

（四）措施

针对射击后底火脱落的原因可采取以下措施：

改进圆饼、盂子热处理工艺和冷加工工艺，以提高钢弹壳的

表3-2-3 渗碳体成粗片状和铁素体晶粒粗化对射击后底火脱落的影响

铁素体晶粒	射击条件		射击数（发）	底火脱落（发）	射击后底火室
	新枪	弹温			
晶粒粗	射击数在400发以下	+50℃保温4小时	10	2	不正常热处理，变形胀大
晶粒细	同上	同上	10	0	正常热处理，未变形

底部机械强度；或采取圆饼调质工艺，以增加弹壳强度；也可以采用含碳量在0.2%以上的优质钢作为弹壳原材料。

枪弹装配和包装

目　录

第一章　枪弹装配 ……1
第一节　装底火 ……1
第二节　枪弹装配 ……20
第三节　秤量和合膛 ……38
第四节　外观检选 ……52
第二章　枪弹包装 ……55
第一节　包装器材 ……57
第二节　标志 ……61
第三节　质量检查与分析 ……65
第三章　枪弹的验收、保管和运输 ……66
第一节　枪弹的验收 ……66
第二节　保管和运输 ……94

第一章 枪弹装配

枪弹装配是枪弹制造的最后一个环节，它将枪弹全部零、部件（弹壳、弹头、底火、发射药）组成一个整体，使枪弹达到产品图所规定的尺寸和性能要求。

对枪弹装配要求：

1．枪弹的全形、长度和底火装入深度应符合规定，以保证枪弹能自由地进入或退出弹膛及在射击时不出故障；

2．装药量要正确；

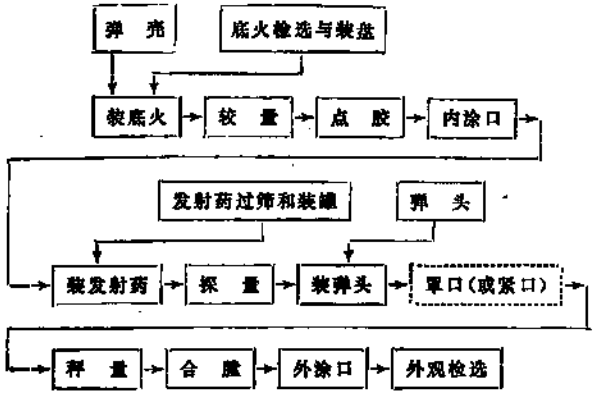
3．拔弹力要在规定范围内；

4．密封性能要好；

5．各零、部件间结合要牢固；

6．具有良好的表面质量。

各种口径枪弹装配的工艺过程大致相同，以56式7.62普通弹为例，其工艺过程如下：



第一节 装 底 火

装底火包括：底火装入弹壳的底火室（简称装底火）、底火装

入弹壳底火室深度的检查（简称较量）、在弹壳底火室与底火室结合处涂防潮漆（简称点胶）、在弹壳口部内壁涂密封漆（简称内涂口）。对于口部毛刺较大的弹壳，为保证枪弹的密封性还需在装底火之前进行修整（即扩口）。对于在射击后容易出现掉底火疵病的枪弹，还可在装底火后在弹壳底火室口部进行铆印（点状或环状）。以上工艺大多数是在一台组合机床上进行。图 1-1-1 是 56 式 7.62 枪弹用的装底火组合机床，它可连续完成装底火、较量、点胶和内涂口等工序。

装底火工序要求：

1. 装底火之前需先对底火进行外观检选，挑出带有各种严重缺陷的底火：如变色、掉锡箔盖、锡箔盖破损露出击发药、无击

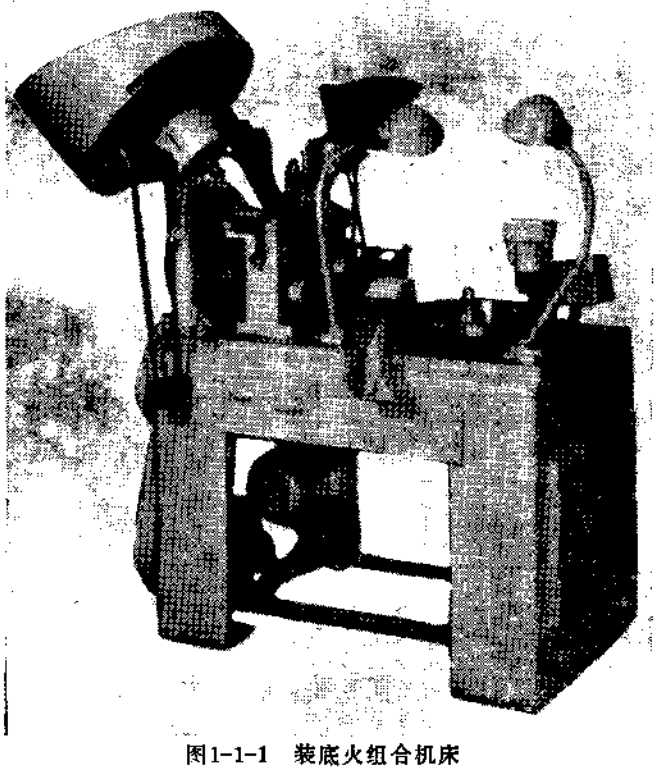


图1-1-1　装底火组合机床

发药、严重擦伤、破裂等疵病；

2．底火装入深度必须符合产品图的规定；

3．不允许有反装底火、斜装底火、底火损坏等疵病；

4．点胶和内涂口均应完整，不允许有未点胶、未内涂口、点胶或内涂口不完整的现象；同时在弹壳的其它部位不能沾有漆，以防影响全形和外观。

底火与底火室的配合关系对于使用时是否会出现底火脱落、漏烟、早发火或瞎火都有一定的影响。两者配合：一种是径向的配合关系，另一种是轴向的配合关系。

在径向配合关系上要求底火直径与弹壳底火室直径间呈适当的过盈配合，以保证两者结合牢固。否则在射击时容易产生漏烟疵病，会造成底火脱落、公盈过小，甚至在枪弹装配过程中或运输时即发生底火脱落的疵病。但是过大的公盈又会影响底火装入底火室，把底火挤坏，甚至会使底火中的击发药被挤散而发生膛外炸或瞎火的严重疵病。表 1-1-1 是几种枪弹的底火与弹壳底火室径向配合的关系。

表1-1-1　底火与弹壳底火室直径的径向配合

单位：毫米

弹　种	底火直径	弹壳底火室直径	过盈	
			最小	最大
51式7.62手枪弹	$5.06_{-0.05}$	$4.94^{+0.05}$	0.02	0.12
7.62机、步枪弹	$5.55_{-0.05}$	$5.41^{+0.05}$	0.04	0.14
大口径枪弹	$9.07_{-0.05}$	$8.94^{+0.05}$	0.03	0.13

轴向配合是指底火的药面（用药面高度来表示）与弹壳火台间的配合关系。要求底火装入底火室后底火的药面不致被火台顶挤压而变形，因为击发药受挤压变形严重时，会增加底火的敏感度，容易造成射击时早发火或膛外炸的疵病。原 56 式 7.62 枪弹

装专用底火时，底火与底火室轴向配合的最大过盈量为 0.2 毫米，在用半自动步枪射击时曾发生过早发火瘪病；后来改装通用底火，使轴向配合的最大过盈量降到 0.05 毫米，基本得到解决。但间隙也不能过大，因为过大的间隙在射击时底火的撞击感度较钝；并且当底火用的黄铜片延伸率较低时，容易产生击穿漏烟的瘪病。总的来说：弹壳的火台高度、底火的药面高度和底火装入深度是影响轴向配合的三个因素。所以，除了在枪弹装配过程中控制底火装入深度外，还需对弹壳和底火的制造提出严格的要求；对于有关尺寸的超差品的使用也要十分注意。表 1-1-2 是几种枪弹底火与弹壳底火室轴向配合的关系。

表1-1-2　底火与弹壳底火室的轴向配合

单位：毫米

弹种	底火药面高度	弹壳火台高度	底火装入深度	轴向配合	
				最大过盈	最大间隙
51式7.62手枪弹	$1.05_{-0.15}$	$1.04^{+0.13}$	0.05～0.2	0.21	0.2
7.62机、步枪弹	$1.25_{-0.1}$	$1.45^{+0.1}$	0.1～0.25	0.05	0.3
大口径枪弹	$1.53_{-0.15}$	$1.95^{+0.15}$	0.15～0.35	−0.07●	0.57

● 无公盈，最小间隙为0.07毫米。

（一）装　底　火

1．装底火的方法

按照基准面的不同，可以分为：

（1）以弹壳底缘为基准　如图 1-1-2，送货顶冲 1 将弹壳送到装底火模 3 内而得到轴向定位；然后专用挡板 2 卡在弹壳底槽上起到定位的作用。装底火冲 4 是刚性地固定在机床的滑块 5 上，底火由漏斗的导管落入到装底火模的开口槽内，然后被装底火冲压入弹壳的底火室内。由于这种方法是以弹壳的底缘为基准，底火装入的精度是以弹壳底缘厚度的公差来决定，因此这种方法适

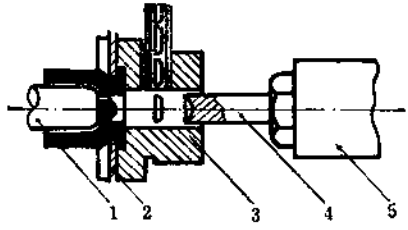


图1-1-2　用弹壳底缘为基准的装底火

1—送货顶冲；2—挡板；3—装底火模；
4—装底火冲；5—滑块。

用于底火装入深度公差大于或等于弹壳底缘厚度公差的枪弹。

（2）以装底火冲的翼决定底火装入深度　如图 1-1-3，这 种

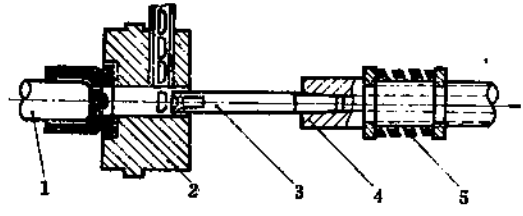


图1-1-3　用翼形冲定位的装底火

1—送货顶冲；2—装底火模；3—装底火冲；4—接头；5—弹簧。

方法是以弹壳的底面为定位基准面。送货顶冲 1 将弹壳送到装底火模 2 内并顶住弹壳；装底火冲 3 与机床的滑块的联接是通过接头 4 与弹簧 5 呈弹性联结。底火由漏斗的导管落入到装底火模的开口槽内，然后被装底火冲压入弹壳的底火室内。在装底火冲的工作端有两个对称的翼，冲子的工作面超出翼平面的高度就是底火的装入深度，因此底火装入的深度完全由冲子来保证，精度很高。这种方法使用较广泛，如 56 式 7.62 枪弹大多数采用此种 方 法。其缺点是工具形状复杂，加工较困难。

（3）以冲子突出模子圆柱部的长度来确定底火装入深度（图 1-1-4）这种方法也是以弹壳的底面为定位基准，其工作过程与第

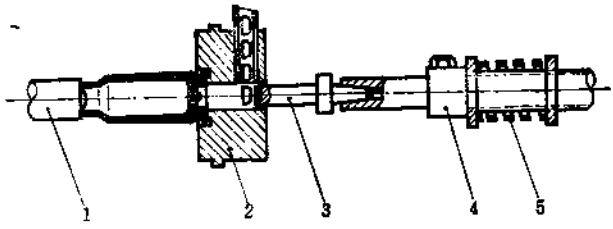


图1-1-4　用柱形冲定位的装底火

1—送货顶冲；2—装底火模；3—装底火冲；4—冲杆；5—弹簧。

（2）种方法一样。所不同的仅是，送货顶冲有顶住弹壳内底部的，也有顶住弹壳口部平面的；底火的装入深度完全利用冲子突出模子圆柱部的长度来决定。此法的优点是底火装入深度的精度高，工具形状简单，所以使用很广泛，如51式7.62手枪弹和大口径枪弹多采用这种方法。

装底火的工作过程如图1-1-5所示。送货顶冲1将弹壳送入装底火模2时，弹壳底面压住流止具3的小轴，使流止具松开底火，此时底火落入装底火模的工作中心线上，装底火冲5向前将底火压入弹壳底火室内，然后送货顶冲退回原来位置，已装入底火的弹壳也随着离开装底火模，流止具被弹簧4压紧而压住底火。

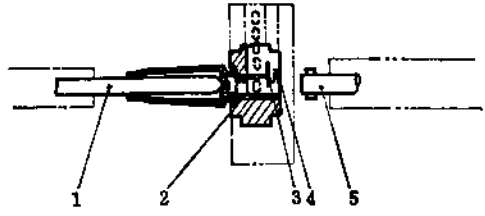


图1-1-5　装底火工具的组合

1—送货顶冲；2—装底火模；3—流止具；4—弹簧；5—装底火冲。

2．装底火用的工具和量具

（1）装底火冲　它由工作部和夹持部组成。夹持部分为直杆形和锥形两种，后者适用于工作部和冲杆分开制造。锥体一般采用1:20、1:15或1:12。工作部有翼形和柱形两种。但不论那一

种，工作端面都需有一个球形凹面，其形状应与底火的底部基本吻合，以便冲子直接与底火接触，否则会使底火底部变形（中心凸起或凹陷），以致造成击发药松散。

1）翼形装底火冲　如图 1-1-6 所示，各部尺寸参数按以下方法确定：

d ＝弹壳底火室的最小直径，制造精度按基孔制动配合 3～4 级。

$d_1 = d -(0.2\sim0.5)$，随底火直径的增加而增大。

R ＝15～40(以符合底火的底部形状为准)。

r ＝0.2～1.3(近似于底火的底部倒圆)。

h ＝产品图规定的底火装入深度的中间值，制造公差 0.02～0.03 毫米。

$h_1 = h +(0.2\sim0.5)$。

h_2＝2～2.5。

h_3＝12～16。

$W = D_0 -(1\sim2)$。

式中　D_0——弹壳底缘直径。

2）柱形装底火冲　如图 1-1-7 所示，其 d、d_1、R、r 与翼形装底火冲相同。

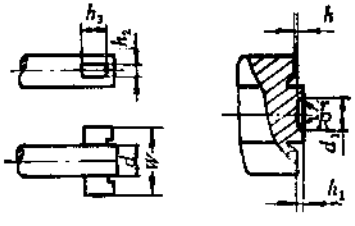


图1-1-6　翼形装底火冲

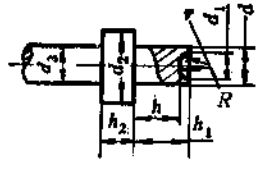


图1-1-7　柱形装底火冲

用凸缘定位时：

h ＝10～13，制造精度按基孔制动配合 2～3 级。

$h_1 = h +(0.2\sim0.5)$。

$d_2=d+(8\sim10)$。

h_2、d_3 按机床配合。

不用凸缘定位时：

$d_2=d_3=d$。

冲窝深度＝0.2～0.5。

（2）装底火模　如图 1-1-8 所示，由四部分组成：1 是弹壳定位部，2 是底火漏入的开口槽，3 是装底火冲引导部，4 是流止具。各部尺寸参数的确定如下：

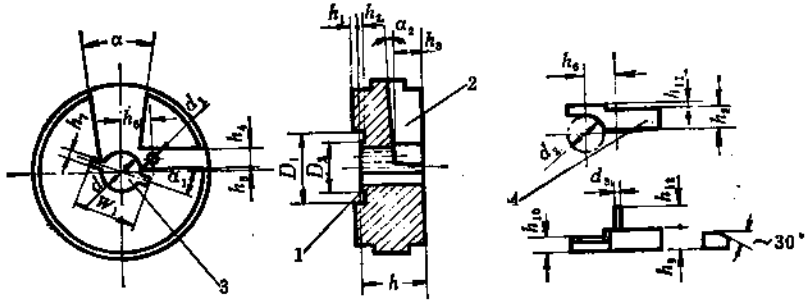


图1-1-8　装底火模

弹壳定位部：

$D_1=D_0$。

$D_2=d_0+(2\sim4)$。

$h_1=\delta_p+(1\sim2)$。

$h_2=0.5\sim1$。

式中　D_0——弹壳底缘直径；

d_0——弹壳底火室直径（取最大值）；

δ_p——弹壳底缘厚度。

底火漏入的开口槽：

$\alpha=5^\circ\sim15^\circ$（与 d 相切）。

$\alpha_1=20^\circ\sim30^\circ$。

$\alpha_2=0^\circ\sim5^\circ$。

$h_3=8\sim10$。

$h_4\approx 4$。

$h_5=0\sim0.5$。

$h_6=\frac{d}{2}+(1.4\sim2)$。

$d_1=1.5\sim2$。

装底火冲引导部：

$d=d_H+(0.01\sim0.03)$。

$W_1=W+(0.5\sim1)$。

$h_7=h_2+(0.1\sim0.2)$。

h：用带凸缘的柱形装底火冲时＝装底火冲的h_2－底火装入深度的中间值。

用翼形装底火冲时＝12～15。

式中 d_H——底火直径；

h_2——翼形装底火冲翼的厚度。

注 装底火模配用柱形装底火冲时无W_1及h_7。

流止具：

$d_2=$底火最大直径$+(0.4\sim0.8)$。

$d_3=d_1-0.2$。

$h_8=h_4-0.2$。

$h_9=3\sim4$。

$h_{10}=h_9-(0.4\sim0.8)$。

$h_{11}=0\sim1.8$。

$h_{12}=h-h_3+(4\sim5)$。

制造精度按基孔制动配合，h为2～3级，d、D为4～5级，其余为6～8级。

未注明尺寸参数者按机床配合。

（3）送货顶冲 其任务是将弹壳送往装底火模中定位，并在装底火时顶住弹壳。送货顶冲一般是顶住弹壳的内底部，所以要

求冲子的工作部直径应小于弹壳的口部内径；其端部应略具锥形以利于进入弹壳；端面应呈凹形，如图 1-1-9 所示。

$d = d_{0g} - (0.5 \sim 1)$。

$d_1 = d' - (2 \sim 2.5)$。

$h = 3 \sim 5$。

$h_1 = 0.3 \sim 0.5$。

$\alpha = 5° \sim 8°$。

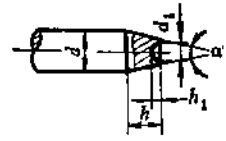


图1-1-9 装底火送货顶冲

式中 d_{0g}——弹壳口部内径；

d'——冲子端部直径，由 d、h、α 计算而得。

圆窝的圆弧按 h_1 及 d_1 计算。

制造精度按基孔制动配合 5～7 级。

当送货顶冲用于顶住弹壳口部时，冲子头部应制成半圆球形。

（4）装底火用的量具只有检查底火装入深度的量具一种，一般使用带凸起部的样板，其凸起的高度即为底火装入的深度，按尺寸偏差分为“通端”和“止端”。凸起部的宽度应略小于底火室的最小直径。样板工作部的制造精度按±0.002 毫米，磨损公差按±0.004 毫米。为考虑机床精度与工作中的误差，量规的公称尺寸要比产品图的规定作适当压缩。如 56 式 7.62 枪弹，产品图规定底火装入深度为 0.1～0.25 毫米，而在装底火工序用的量具为 0.12～0.2 毫米。

装底火的工具和量具用的材料均采用碳素工具钢 T10A，热处理后硬度 HRC56～62。工作部及冲、模滑合部分的表面光洁度应不低于▽9。

（二）较　量

较量是剔出底火装入深度的不合格品（装入过深、过浅）及未装底火的弹壳。较量有机械较量和电较量两种方法。

机械较量的工作原理与弹壳较量机构相同。图 1-1-10 是较量

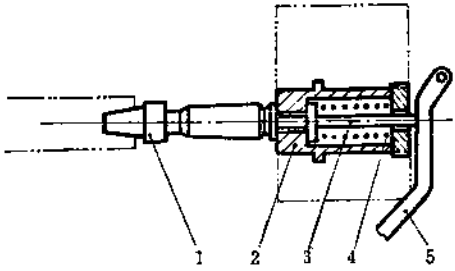


图1-1-10　较量工具的组合

1—顶冲；2—较量模；3—较量冲；4—弹簧；5—连杆。

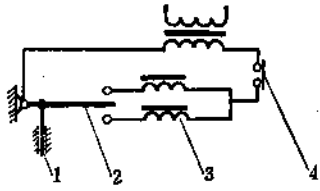


图1-1-11　底火装入深度电较量原理图

1—较量杆；2—触头；3—电磁铁；4—开关。

工具的组合。带底火的弹壳被顶冲 1 顶住弹壳口部推向较量模 2，底火的底面触及较量冲 3 并推动较量冲向后，较量冲的另一端顶住较量机构的连杆 5 使其摆动。当弹壳的底面触及较量模时，此时较量冲所移动的距离就是底火装入的深度。经过较量合格的带底火弹壳落到机床的点胶与内涂口部位。

电较量的工作原理如图 1-1-11。它是利用杠杆放大的原理，当较量杆 1 与底火接触时它根据底火装入的深度而产生位移：当尺寸偏差在合格范围内，触头 2 在中间位置，电磁铁 3 断路。而当底火装入深度超过允许偏差时，触头与相应的一个电磁铁接通，把不合格品剔出。线路是由凸轮控制的计时开关所控制，开始较量时将计时开关闭合，工作结束时将其断开。

（三）点　　胶

点胶是为了密封底火与弹壳底火室结合处，使枪弹在长期储存中不致受潮变质而失去战斗性能。

点胶材料可根据当地资源情况选用，一般采用如表 1-1-3 所列的几种。至于粘度则应根据工作条件进行调整。

表1-1-3　点胶与外涂口用漆

序　号	漆　　种	稀　释　剂	粘度(涂—4计)
1	FQ502防腐漆	硝基漆稀释剂	25～40秒
2	虫胶	精馏酒精	20～30秒
3	硝基清漆	硝基漆稀释剂	20～35秒
4	FQ502防腐漆25～30% 虫胶　3～5%	精馏酒精	20～30秒

其中第二种漆的粘附能力差、质脆，用得不多。普遍使用的是第一种和第三种。

在点胶工作中要注意漆液的粘度不能过高，点胶量不能太多。因为漆膜过厚在射击时可能会由于漆膜细末过多，堵塞击针而影响战斗。在配制漆液时要充分搅拌，工作时对配制好的漆要作到密封，防止由于稀释剂挥发而影响漆的工作粘度。

在相对湿度很大的情况下，往往会产生漆膜发白现象，特别是用精馏酒精作稀释剂时比较突出；此时一方面采取降湿措施，另一方面可以采用含水少或无水酒精来作为稀释剂。

为了易于区分弹种，在特种弹的漆液中需按弹种识别标志的规定，配入微量颜料。

点胶的方法有两种：一种是在底火的底面全部点胶，一种是只在底火与底火室邻接的周围点胶。

第一种点胶用的胶壶构造如图 1-1-12 所示。当胶壶口部的点胶嘴接触底火底面时，点胶嘴中的点胶冲被压回，胶液即通过缝隙流到底火底面上。

第二种点胶的工作概况如图1-1-13。皮带轮 1 带动主轴 2 旋转，在主轴的端部装有一个环状点胶冲 3，同时凸轮 5 转动使摆杆 4 带动主轴上下运动。另一个凸轮 6 使摆杆 7 摆动，当摆杆往下时胶刷 9 在胶盒 8 中蘸胶，而当摆杆往上时胶刷将胶刷在点胶冲上。当主轴往下时点胶冲即在弹壳底部底火室与底火的结合处

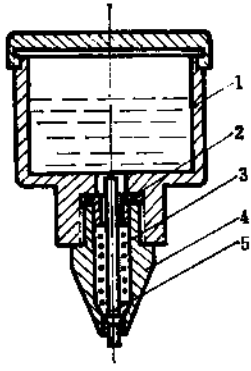


图1-1-12　胶壶结构

1—胶盒；2—点胶嘴盖；3—弹簧；4—点胶嘴；5—点胶冲。

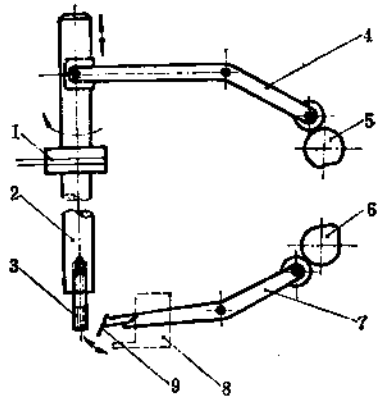


图1-1-13　第二种点胶工作示意图

1—皮带轮；2—主轴；3—点胶冲；4、7—摆杆；5、6—凸轮；8—胶盒；9—胶刷。

周围点胶。为减少胶液的挥发，胶盒的暴露面不能太大。点胶冲的直径相当弹壳底火室直径。亦有利用胶壶将漆直接注在环形点胶冲上进行点胶的。

不允许有未点胶，点胶不完整的疵病。也不允许在弹壳其他部位沾有漆液，因为不仅外观不良，严重时还会影响枪弹的全形。

（四）内　涂　口

内涂口的目的是为了在使用与长期储存中确实保证枪弹的密封性，使发射药不致受潮或挥发而变质。同时避免当发射药受潮时，而使底火击发药受潮而变质。

内涂口是在弹壳的口部内壁涂一层特制的沥青漆，它填充于弹头与弹壳之间形成一个密封圈起到密封作用。这种用于枪弹密封的沥青漆要具备下面几个特点：必须是中性的、无氯化物；必须对铜、黄铜、钢铁都没有腐蚀；必须具有良好的耐水性、填充性、韧性和粘附能力；必须在长期储存下不变质；表面干燥时间尽可能地短；射击后的剩余物少；良好的工艺性和较好的气候适

应性。我国所采用的密封用沥青漆的成分一般含有：天然沥青、蜂蜡、机油、萘酸钴、二甲苯、甲苯等。

其中天然沥青是主要成分。蜂蜡和机油起湿润和稳定拔弹力作用，适当减少蜂蜡和机油的含量可提高拔弹力和缩短表面干燥时间。图 1-1-14 是在温度为 19℃、相对湿度为 70% 的同等条件下，用棉球法作蜂蜡和机油的含量对表面干燥时间的关系试验所得的曲线。图 1-1-15 是在温度为 21～23℃、相对湿度为 40～60% 的条件下，作蜂蜡和机油的含量与拔弹力的关系试验所得的曲线。

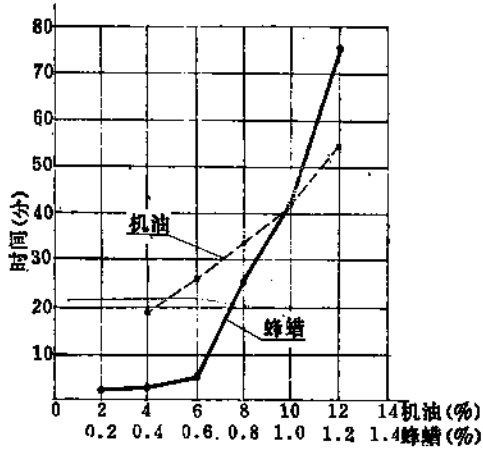


图1-1-14　蜂蜡和机油对表面干燥时间的关系

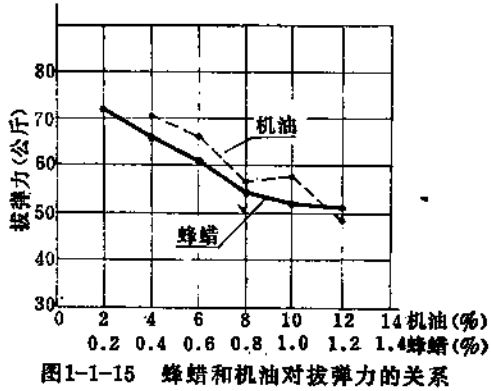


图1-1-15　蜂蜡和机油对拔弹力的关系

两者都采用56式7.62普通弹（覆铜钢弹壳）作试品。萘酸钴是一种催干剂，二甲苯和甲苯是溶剂。

内涂口后漆的表面干燥程度对枪弹的质量有一定影响：当内涂口漆表面未干燥时装发射药，则容易在弹壳的口部内壁粘附药粒影响全形，此外在一定程度还会降低拔弹力。漆的表面干燥时间除漆的成分外还与漆膜厚度、漆的粘度和使用的稀释剂有关。常用的稀释剂有二甲苯、甲苯、硝基漆稀释剂和航空汽油等。但二甲苯与甲苯均为有毒溶剂，长期使用对工人的健康有影响；硝基漆稀释剂虽好一些，但也含不少苯类溶剂（含甲苯40～50%），所以最好选用70号航空汽油。稀释时必须作到搅拌均匀，如搅拌不均匀则会影响拔弹力和密封性，而且表面干燥时间也增长。稀释后的工作粘度一般在20～30秒（涂-4粘度计），但根据具体条件在保证密封性和拔弹力的情况下可以适当提高或降低。表1-1-4是干燥时间对拔弹力影响的试验结果。

表1-1-4　干燥时间对拔弹力的影响

单位：公斤

自然干燥时间（小时）	54式12.7穿燃弹（钢壳）			56式7.62普通弹（覆铜钢壳）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均
0.5				74	45	57.85
4	356	255	331	70	54	61.5
8	375	265	333			
24	470	320	399	73	48	65.5
48				78	64	68.5
144				78	65	71.5
388				82	66	74
816				86	70	78.5

采用内涂口工艺对枪弹的拔弹力、速度（V_{10}或V_{25}）、最大膛压均略有影响。表1-1-5是用56式7.62普通弹分别作内涂口和不内涂口的拔弹力、速度、最大膛压对比试验的结果。

内涂口工艺规定涂口宽度：口径为7.62毫米的枪弹为2～4

表1-1-5　内涂口与不内涂口的对比试验

类别		拔弹力(公斤)			初速(V_{25})(米/秒)		最大膛压(公斤/厘米²)		
		最高	最低	平均	平均	差数	最高	最低	平均
第一次	不内涂口	105	40	72.64	718	10	2822	2531	2650
	内涂口	80	48	65.16	714	12	2626	2437	2532
第二次	不内涂口	87	33	58.58					
	内涂口	69	39	52.68	712	35	2573	2448	2506

毫米，而大口径枪弹为5～8毫米。如涂的过宽容易使漆流挂到弹壳内部且不易干。内涂口后必须有一个自然干燥时间，其长短可根据选用的稀释剂、工房温度、通风条件而定，但应达到“漆膜不粘附药粒”的要求。沥青漆的特点是温度越高流挂性越强，所以绝不能采用加热烘干方法。为缩短自然干燥时间，要求工房的湿度低、通风好。另外盛装制品的容器最好带透气孔，容量也不要过大。容器间的堆垛层次不要过多，并应留有适当空隙。

目前内涂口密封漆还存在着气候适应性差的缺点，特别是在气温较高的情况下漆膜不易干燥。在这种情况下，千万不能为求进度而进行装配。因为这时装配的枪弹拔弹力低，密封性也较差，而且由于漆流挂到弹壳外面易造成外观疵病。在气候比较寒冷而取暖条件较差的情况下又容易发生拔弹力高的情况，为解决这些问题，一般采用调整密封漆内机油含量的措施。如当拔弹力低时，减少机油的含量，而当拔弹力高时增加机油的含量。

内涂口的工作过程如图1-1-16所示。皮带轮8带动内涂口轴4转动；同时曲柄连杆机构7使摆杆9带动内涂口轴上下运动。在内涂口轴的端部装有内涂口冲2，当内涂口轴往上时，从漆罐4中将漆带上并均匀地涂到弹壳的口部内壁。涂漆后内涂口轴往下，弹壳圆盘3将已涂口的弹壳带走，下一个未涂口弹壳进入工作位置，如此循序进行。漆罐是半封闭的，并且使漆罐内总是保持一

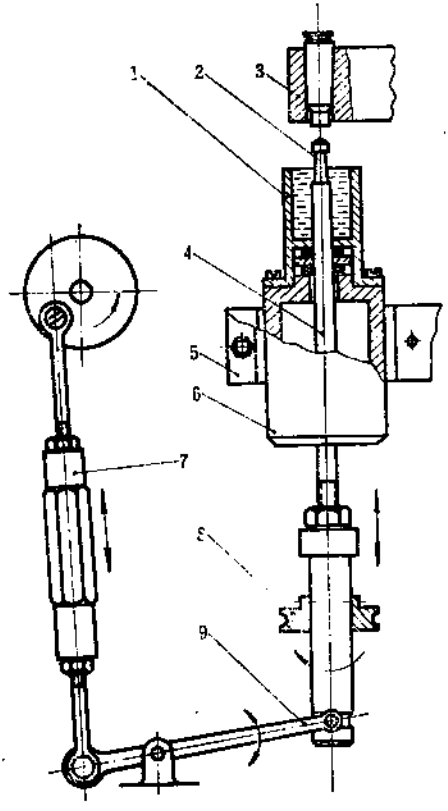


图1-1-16　内涂口

1—漆罐；2—内涂口冲；3—弹壳圆盘；4—轴；5—罐体支架；6—罐体；7—曲柄连杆机构；8—皮带轮；9—摆杆。

定的漆液。

内涂口冲是内涂口的主要工具，其工作部直径应比弹壳的口部内径小0.1～0.25毫米，而工作部的宽度可按内涂口宽度的中下限来确定。当内涂口宽度较大时还可在整个冲子工作部宽度上车两个沟槽，一则可以减小摩擦，另外还可贮存漆液。

经内涂口后不允许有未涂口或涂得不完整的弹壳。产生涂漆

不完整疵病的主要原因是弹壳口部不圆、弹壳口部有毛刺。此外内涂口冲磨损或损坏，弹壳圆盘孔过大也会产生这种疵病。

（五）质量检查与分析

在工作过程中要经常抽查外观质量，不允许有未装底火、反装底火、底火损坏、倾斜、装有双底火等严重疵病。底火中心不应凸起或凹陷，弹壳和底火不应带有伤痕和污迹、沾有过多的漆液等疵病；点胶与内涂口要完整，不允许有未点胶、未内涂口的，内涂口的宽度应在规定范围内。

要经常抽查底火装入深度，并定期用标准样品校对较量机构的正确性。

装底火工序经常产生的疵病及其原因见表 1-1-6。

表1-1-6　装底火质量分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	弹壳未装底火	（1）底火下货管内有脏物； （2）装底火模流止具的销子短； （3）弹壳送货具不对中心； （4）送货顶冲送不到位
2	反装底火	（1）底火三角盘摆幅过大； （2）调整下货管或往三角盘内倒底火时把底火弄反
3	底火装入过浅或高底火	（1）弹壳冲孔金属屑未掉或传火孔周围有大毛刺； （2）底火室不圆； （3）在调整工具过程中产生
4	底火装入过深	（1）翼形冲卡伤弹壳底面； （2）翼形冲两翼磨损或有裂缝； （3）装底火冲冲窝内有污秽
5	底火底部中心凸起	（1）底火室内表面粗糙； （2）轴向配合过盈大； （3）装底火冲形状不正确

（续）

序号	疵病名称	疵病产生原因
6	底火底部中心凹陷	（1）装底火冲冲窝内有污秽； （2）装底火冲形状不正确； （3）径向配合过盈大
7	底火损坏	（1）装底火冲端部周围损坏； （2）弹壳底火室不圆或倒圆过小； （3）装底火模流止具的弹簧力量不匀； （4）送货顶冲、装底火冲及装底火模三者不同心； （5）顶冲与装底火冲齿条定位不准确
8	点胶不完整或过多	（1）点胶冲与点胶嘴配合不当； （2）点胶嘴沾有脏物； （3）胶液的粘度不当
9	内涂口不完整或过宽	（1）内涂口冲行程过大； （2）弹壳口不圆或有毛刺； （3）圆盘孔太大； （4）圆盘孔与内涂口冲不同心

（六）对工房和设备的要求

1．工房的温、湿度　车间底火库、底火检选与装盘工作间和装底火工房的温度最好控制在 15～35℃，湿度不大于 75%。

内涂口后带底火弹壳存放处应保持良好通风。

2．底火检选与装盘工作间与车间底火库的底火最大存放量应有规定。

3．底火检选与装盘工作间的地面与工作台应铺橡皮板。装底火工房的地面最好采用水磨石地面。工作间和工房均应有天棚，墙壁要平整并在距离地面 1.5 米范围内刷油漆。

4．进入本工房的所有人员不准穿带钉的鞋，不准携入易燃易爆物品。

5．底火检选工作台、装底火机、装底火冲模、送货管都要保持整洁，经常用软毛刷将散落的击发药扫入水中，并用毛巾或纱

布蘸酒精或水擦拭。

6．装底火机的点胶与内涂口部分，特别是送货圆盘要经常用酒精擦拭，以保证机床整洁。

送货圆盘的孔径过大会使内涂口不完整，其孔径一般要比弹壳底部直径大 0.3～0.5 毫米。

7．下班时要将机床上未用完的底火收回库内存放。机床上和检选中挑出的废底火要集中存放，定期销毁。

第二节 枪弹装配

枪弹装配包括：发射药过筛和装罐、发射药装入带底火的弹壳（简称装药）、装药量检查（简称探量）、装弹头。为提高拔弹力和保证拔弹力的均匀，有的枪弹还采用紧口或罩口工艺。装药、探量、装弹头、罩口等工序大多在一台组合机床上进行，也有单独进行的。图 1-2-1 是一台 56 式 7.62 枪弹的枪弹装配组合机床；图 1-2-2 是大口径枪弹的枪弹装配组合机床。

枪弹装配是枪弹制造中最后一个决定枪弹尺寸和性能的工序，对它要求是：

1．发射药性能必须稳定，没有杂质，并正确地分批使用；

2．装药量要正确；

3．拔弹力要均匀；

4．长度在规定范围内；

5．不致因机床调整不当而造成全形、弹壳体部长度不合或其他机械损伤。

枪弹装配是将发射药和弹头装入带底火的弹壳。弹头与弹壳口部的配合关系对枪弹的弹道性能和使用都有一定的影响。两者的配合关系是指径向配合关系和轴向配合关系。径向配合要求是过盈配合，即弹头的圆柱部直径应大于弹壳口部的内径，从而可保证结合牢固。当过盈量小或无过盈时会产生弹头松动、转动或缩入弹壳内，并可能在射击时发生掉弹头的情况。而过盈量过大又会

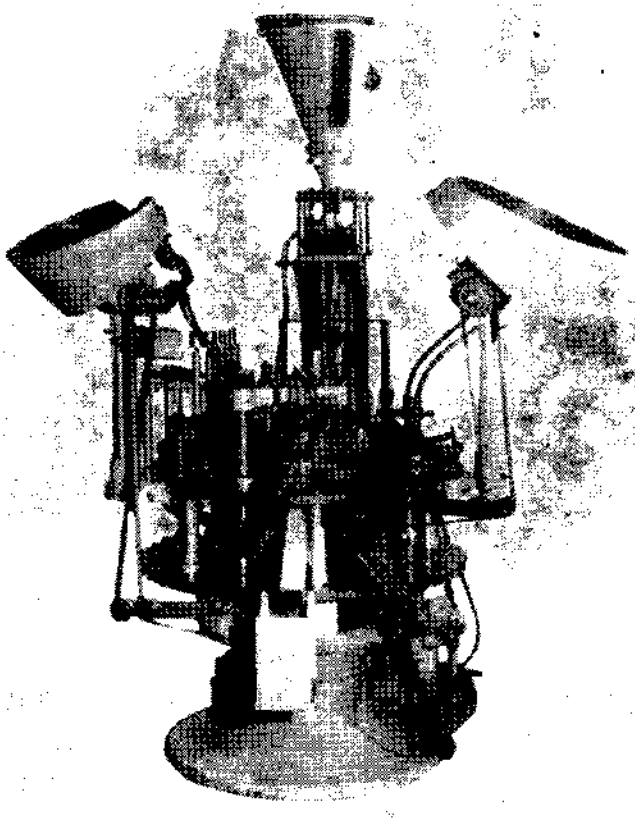


图1-2-1　枪弹装配组合机床

增大拔弹力，在装弹头时易产生歪弹造成全形不合，还会压坏弹壳口部并在弹头圆柱部划出深线痕。合适的过盈量一般平均为0.05～0.07毫米。弹头与弹壳口部的轴向配合关系是指弹头进入弹壳口部的长度，它决定了枪弹的药室容积。一般来说，弹头的圆柱部进入弹壳口部的长度应等于或大于弹壳口部的长度，而整个弹头装入弹壳内的长度应占弹头长度三分之一左右。弹头装入量过少的枪弹在使用时常会因互相撞击等因素造成弹头松动，甚至脱落。而弹头装入过多的枪弹会因装填密度增大而影响枪弹

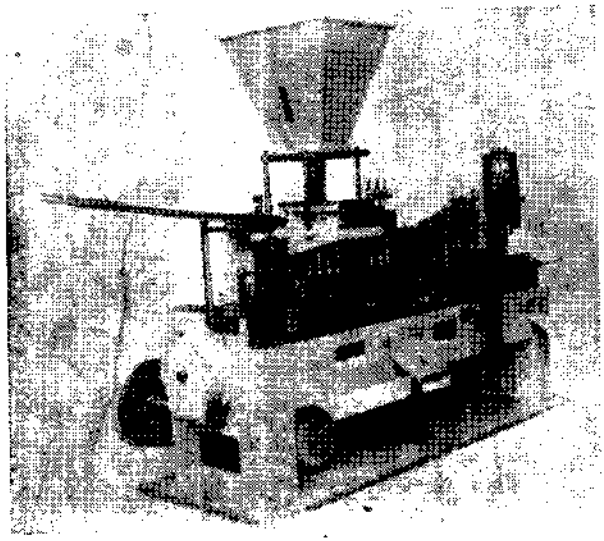


图1-2-2　大口径枪弹装配组合机床

性能。

枪弹装配工序中影响弹道性能的因素主要是指发射药的重量、温度、水分和拔弹力。

发射药重量对弹道性能的影响　在药室容积不变的条件下，发射药重量的变化使枪弹的装填密度发生变化。所谓装填密度是指枪弹的药室单位容积下所装发射药的重量（单位，克/厘米^3）。装填密度对发射药的燃烧速度有一定影响：当装填密度大时，发射药的燃烧速度加快，弹头速度和最大膛压增高；而装填密度小时，发射药的燃烧速度减慢，弹头速度、最大膛压也都降低。但装填密度不宜过大，尤其不能改变发射药在药室内自然堆积的现象。假如装药量过大，在装弹头时使弹头压紧发射药，则会影响传火速度，造成发射药燃烧不完全的现象，降低弹道性能；严重时会发生迟发火的现象。装填密度还与发射药的形状、尺寸、表面光滑程度等有关。在一般情况下装药量对弹道性能的影响可用下列经

验公式来推算：

$$\Delta V_\omega = L_\omega \cdot V \cdot \frac{\Delta\omega}{\omega} \qquad (1\text{-}2\text{-}1)$$

$$\Delta P_\omega = M_\omega \cdot P_m \cdot \frac{\Delta\omega}{\omega} \qquad (1\text{-}2\text{-}2)$$

式中 V、P_m、ω——分别为弹头速度、最大膛压、装药量；

ΔV_ω、ΔP_ω、$\Delta\omega$——分别为弹头速度、最大膛压、装药量的改变量。增加时为正值，减少时为负值；

L_ω、M_ω——修正系数，见表1-2-1。

表1-2-1 装药量对弹道性能的修正系数

弹　种	L_ω	M_ω
51式7.62手枪弹	0.95	2.25
9.00手枪弹	0.95	2.25
53式7.62枪弹	0.79	2.75
56式7.62枪弹	0.93	2.84
54式12.7枪弹	0.84	2.83
56式14.5枪弹	0.76	2.78

发射药温度对弹道性能的影响　枪弹所装发射药温度的增高使发射药的燃烧速度加快，因而使弹头速度和最大膛压增高；而发射药温度的降低，又会使发射药的燃烧速度减慢，因此弹头速度和最大膛压也减小。发射药温度（在15～30℃范围时）的变化对枪弹弹道性能的影响可以用下列经验公式来推算：

$$\Delta V_t = L_t \cdot V \cdot \Delta t \qquad (1\text{-}2\text{-}3)$$

$$\Delta P_t = M_t \cdot P_m \cdot \Delta t \qquad (1\text{-}2\text{-}4)$$

式中 Δt——实际装药温度与标准温度（20℃）的差数；

L_t、M_t——修正系数，见表1-2-2。

发射药水分对弹道性能的影响　发射药含有一定的水分，但水分超过规定，对枪弹的弹道性能的影响很大。实践证明，水分每增加1%，弹头速度就将减少4%，最大膛压将减少15%。所

表1-2-2　温度对弹道性能的修正系数

弹　　种	L_t	M_t
51式7.62手枪弹	0.0014	0.0036
9.00手枪弹	0.0014	0.0036
53式7.62枪弹	0.0012	0.0037
56式7.62枪弹	0.0009	0.0030
54式12.7枪弹	0.0013	0.0038
56式14.5枪弹	0.0009	0.0039

以当使用潮湿的发射药时弹道性能非常不稳，甚至会产生近弹；相反，若发射药过于干燥，则又会迅速增大弹头速度和最大膛压。因此，在枪弹装配过程中应注意不使发射药受空气中湿度的影响。发射药的水分对弹道性能的影响可从下列经验公式推算：

$$\Delta V_h = -0.04V \cdot \Delta H \qquad (1\text{-}2\text{-}5)$$

$$\Delta P_h = -0.15P_m \cdot \Delta H \qquad (1\text{-}2\text{-}6)$$

式中　ΔH——发射药水分改变的百分数。如发射药水分增大1%，则 $\Delta H = 1$。

拔弹力对弹道性能的影响　拔弹力的大小在一定程度上影响射击时弹头的起动压力，因此对枪弹的弹道性能也有一定影响。表1-2-3是用56式7.62普通弹（覆铜钢弹壳，内涂口）试验所得的数据。

表1-2-3　56式7.62普通弹拔弹力对弹道性能的影响

拔弹力(公斤)		V_{26}(米/秒)	P_m(公斤/厘米^2)
平　均	范　围		
64.7	55～75	715	2600
77.7	57～90	719	2690
88.3	80～96	723	2760

（一）发 射 药

发射药是枪弹的主要组成部分之一，它和底火一样决定了枪弹的有效期。发射药的保管和使用情况对发射药的性能都有一定影响。

枪弹用的发射药目前主要采用硝化棉发射药，这是一种用乙醇乙醚混合溶剂溶解硝化棉而制成的胶体火药，由于它的主要成分仅是硝化棉，所以也叫“单基药”。

1．对发射药的要求

（1）燃烧时能很快地生成大量的气体，放出大量的热形成高温、高压气体，将弹头从枪管内发射出去；

（2）燃烧时有一定的规律性，也就是说要具有稳定的弹道性能；

（3）燃烧后不产生固体残渣；

（4）燃烧生成物对枪膛腐蚀较少。

2．发射药的成分

枪弹用硝化棉发射药（简称发射药）的成分，包括：

（1）硝化棉$[C_6H_7O_2(ONO_2)_3]_n$，它是发射药能量的来源，在燃烧时能生成大量的热和气体，形成高温、高压而作功。硝化棉能量的大小由含氮量的多少来决定，枪弹用发射药所用硝化棉的含氮量一般不低于12%。但含氮量高的硝化棉发射药的化学安定性比含氮量低的发射药差。

（2）乙醇乙醚溶剂（简称醇醚溶剂），是一种胶化剂。因为硝化棉本身为松散的物质，燃速很快，而且无规律性，在量大或密闭的情况下，容易由燃烧而转为爆炸，所以不能直接用来作发射药。为了使硝化棉的燃速减慢并且有规律地燃烧，就需用醇醚溶剂溶解硝化棉使其变为胶体物质。

（3）二苯胺$(C_6H_5)_2NH$，是安定剂，能与发射药分解时所生成的氧化氮及酸迅速作用而生成稳定的物质，减缓发射药的分

解过程。但二苯胺有弱碱性，含量过多时反而会使发射药的安定性下降。二苯胺的含量一般为1～2%。

图1-2-3是表示硝化棉发射药在40℃下加热时，因分解而减少的重量（即分解速度）与加热时间的关系。曲线1是未加安定剂的，曲线2是加入1%的二苯胺。

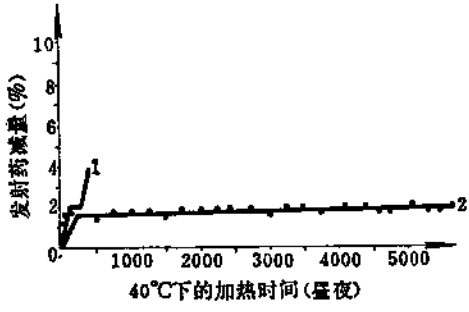


图1-2-3 安定剂对发射药化学安定性的影响

（4）水分，发射药在制造过程中，水分大部分被排除，但最后仍在发射药中保持有少量的水分，这些水分在正常条件下，容易与空气中的水分平衡，使发射药的吸湿性减小。

（5）樟脑，是一种不易燃烧的有机物，它是一种钝化剂，起到减缓发射药的燃速并达到使燃速由药粒表面向内逐层加快的作用。

（6）石墨，是一种表面加光剂，其主要作用有二：一是经石墨处理后的发射药在生产或使用中药粒不易产生静电集中的现象，减小了发生自燃的危险性；二是由于药粒光滑，可增大装填密度。

3．发射药的性质

（1）外观　发射药的颜色有浅黄、黄、褐等色，一般表面较粗糙，透明性差，无金属光泽。经石墨处理后为黑色，略带金属光泽。质硬而脆，微具弹性。

长期存放后，因安定剂的不断减少而使颜色逐渐变深，一般由褐色变浅绿，最后变为黑色，有时还会出现黄色斑点。

（2）机械强度　发射药对机械作用（冲击、摩擦、高压等）的抵抗能力称为机械强度。其大小对发射药的燃烧性能有影响。

如果机械强度不够，那么在保管、运输或发射中就会因震动、摩擦、发射药气体的冲击而破碎。破碎后的发射药导致燃烧面积的增加，单位时间内生成的气体量也就增多，由此而使膛压升高，不仅会影响枪弹精度，严重时还会发生炸膛事故。

（3）物理安定性

1）吸湿性

发射药的吸湿性主要取决于发射药本身的性质及空气的相对湿度和温度。发射药吸湿后会造成点火困难，使燃速减慢，这样在射击时会发生不发火或迟发火，以及膛压、速度降低等现象。

发射药中硝化棉的含氮量愈高，吸湿性就愈小。发射药中剩余溶剂愈多，吸湿性就愈大；药粒表面愈粗糙，吸湿性也愈大。

在温度一定时，空气的相对湿度愈大，发射药易吸湿；温度升高，发射药的吸湿性减小。

一般说，温度升高时，相对湿度降低，因此会使吸湿性更小些。但温度升高，对发射药的挥发性、化学安定性都会产生不良影响。因此在保管弹、药时，不希望温度太高。为了减少吸湿性，应控制空气中相对湿度。

2）挥发性

硝化棉发射药中含有易挥发的水分、剩余溶剂、钝化剂等物质，故具有挥发性。

发射药中的水分在相对湿度较小时，会逐渐挥发而减少。这样发射药在燃烧时，用来使水分蒸发所消耗的热量就减小而使燃速加快，造成膛压和速度的增加。

发射药中剩余的醇醚溶剂挥发性很强，在保管过程中由于挥发而逐渐减少。且温度愈高挥发愈厉害；保管的时间愈长，挥发掉的也愈多。当溶剂挥发掉以后，药粒空隙增多增大，也导致燃速加快而使膛压和速度增加。还有可能由于溶剂的挥发，使发射药的胶体结构破坏，机械强度降低。

樟脑也具有挥发性，所以保管时间过长或温度高时，药粒表

面的樟脑就会因挥发而减少，使药粒表面的燃速加快；同时渗入药粒内层的樟脑也会因扩散作用而重新分布，向内部渗入，使药粒内层的燃速减慢。这样就破坏了发射药燃烧的规律性，引起膛压和速度的变化。

3）发火点

发火点即发射药被点燃的温度，枪弹用硝化棉发射药的发火点一般在200℃左右。

（4）化学安定性　硝化棉发射药属于硝酸脂类炸药，这类炸药中含有不稳定基（ONO_2），在外界条件影响下，易被破坏而分解。其分解过程有三种形式：

1）热分解

发射药和其它物质一样受热后就会分解，即使在常温下也在缓慢地分解着，温度升高分解速度加快，一是因为温度升高使发射药中的分子运动能量增加；二是因为不稳定基（ONO_2）中的氧会使碳、氢氧化同时放出热量，这样使发射药的温度进一步升高，分解速度进一步加快。

2）氧化氮的自动催化作用

发射药热分解时，其分解产物中的二氧化氮（NO_2）、一氧化氮（NO）一部分扩散到周围的空气中去了，另一部分则存留于发射药之中。存留在发射药中的二氧化氮与硝酸酯起氧化作用，使发射药进一步分解。二氧化氮起氧化作用以后，被还原为一氧化氮。但当发射药中有空气存在时，一氧化氮能与空气中的氧起作用生成二氧化氮。以上作用循环进行对发射药的影响很大。

由于这种作用是由发射药分解时，本身产生的生成物形成的，所以叫做“氧化氮的自动催化作用”。

另外二氧化氮还能和发射药中的水分起作用，特别是在湿度较大时，生成硝酸和亚硝酸：

$$2NO_2+H_2O\longrightarrow HNO_3+HNO_2$$

硝酸也具有较强的氧化能力，因而也能氧化发射药而加速其分解。

3）水解

酯和水作用能还原成醇和酸，这一作用叫“酯的水解”。

发射药中硝酸酯水解的同时进行着氧化作用，生成亚硝酸、多种有机酸及其他有机化合物，如甲酸、醋酸等以及许多可溶于水的化合物。这些生成物又加速了水解作用。酸、碱的浓度愈大，水解作用进行的就愈快。

以上三种分解方式中，热分解是基础，三种方式互相影响，互相促进。因为只有热分解生成了氧化氮，才会产生自动催化作用；二氧化氮与水作用生成了酸，才会加速水解作用；而自动催化作用所放出的热量又加速了发射药的热分解。一般地说：外界温度高，湿度小时，氧化氮的自动催化作用及热分解占主导地位；而当温、湿度均较高时，热分解与水解作用占主导地位。

因此必须加强对弹、药保管条件（温度、湿度和密封性）的控制，使弹药经常处于良好状态。

枪弹装配过程中进行点胶、内涂口、外涂口等是为了提高枪弹的密封性能。这样一方面可控制发射药组份（水份、剩余溶剂、樟脑）的挥发，保持弹道性能的稳定，另一方面使发射药不受外界潮湿空气的影响。

在枪弹技术条件中规定拔弹后检查装药中不准有油脂物，也是因为在一般情况下油脂物均呈弱酸性，会促进发射药的水解作用，从而降低发射药的化学安定性。

（5）爆炸性能

发射药的爆炸性能包括感度、爆热、爆温、比容和火药力。

感度是指在各种外能作用下发生爆炸变化的能力，容易引爆者感度就大。发射药的起爆感度一般很小，用雷管不能起爆。但是如果以猛性炸药（梯恩梯、特屈儿、黑索金等）为传爆药，再用雷管起爆就可以发生爆炸，其爆速可达 6000米/秒。

爆热是指一公斤火药爆炸后所放出的热量，单位为千卡/公斤。

爆温是火药爆炸后，气体生成物尚未膨胀，热量还未损失时，

其爆炸生成物所能达到的最高温度，单位以绝对温度（°K）来表示。

比容是一公斤火药完全爆炸后，气体生成物在标准状况下（0℃、一个大气压）所占的体积。单位为升/公斤。

火药力是一公斤火药完全燃烧后，其气体生成物在一个大气压力下，温度从0℃升高到爆温 T°K 时所做的膨胀功，单位为公斤·米/公斤。

爆热、爆温、比容及火药力是火药四个能量示性数，分别表示了火药的不同能量。它们与发射药的成分有关，发射药中硝化棉的含量愈多，其爆温及爆热就大，比容就小，这时的火药力就大。表1-2-4列出了硝化棉发射药的能量示性数的一般范围。

表1-2-4　硝化棉发射药能量示性数的一般范围

爆热（千卡/公斤）	780～800
爆温（°K）	2900～2770
比容（升/公斤）	940～910
火药力（公斤·米/公斤）	9000～10000

（二）发射药过筛与装罐

从库房领来的发射药必须严格分清批号，并在去掉外包装箱的条件下于15～35℃的环境下保温24小时以上（随两个库房温差大小来决定保温的时间，温差愈大保温时间应加长），然后开箱，先检查发射药（不允许有变色、受潮或污秽等），再用铜丝筛将发射药进行过筛，筛出金属屑、砂粒、漆皮、橡皮、棉纱等杂质（铜丝筛的规格根据发射药颗粒大小规定）。过筛不仅可筛出杂质，同时还可使发射药均匀混合。为了保持弹道性能的均一，最好以3～5箱发射药作为一组，混合后装箱密封以备使用。

经过过筛和混合后的发射药即可使用。启箱、盛装及运装发射药的工具和药罐均应用铜或铝制成。药罐在盛药后应加盖密闭。

如同时使用不同批号的发射药时，应在药罐外面涂以鲜明标记或标明发射药的批号以免用错。

按枪弹装配机床的需要及时供应发射药，使发射药漏斗中始终保持足够的容量，每隔 2 小时收回各种干净的余药（包括机床上分药器和探量剔出的余药、检验装药量和拔弹力所倒出的药等），专门过筛后混入同批发射药中使用。当更换发射药时，应将前批发射药全面清理用完，或将未用完的余药全部收回后单独密封存放，同时要通知所有有关人员。废药则单独放置，定期处理。

（三）装　　药

枪弹的装药是根据靶场按各批发射药出厂合格证所提供的数据，并经过测定弹道性能的方法来加以确定。靶场确定的装药量应保证由此所得的弹头速度值在产品图所规定的中间值。

控制装药量通常有容积法和秤量法两种。目前普遍采用容积法，即用计量板来控制装药量。计量板孔的直径与高度之比一般为 1:3～1:4。装药量的偏差按产品图或技术条件的规定。但为了最终保证这个偏差，在枪弹装配工序还要作适当压缩，如 7.62枪弹一般掌握 ±0.02 克，而大口径枪弹一般掌握 ±0.15 克。

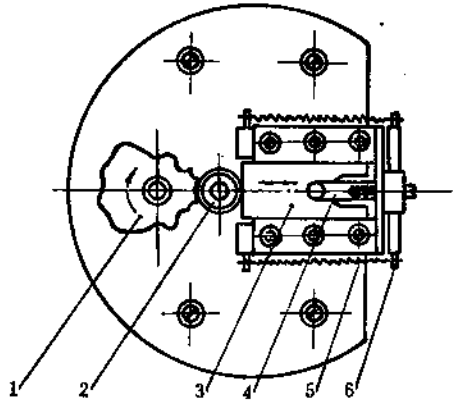


图1-2-4　药门结构

1—凸轮；2—滚轮；3—药门滑板；4—调整块；5—拉簧；6—拉杆。

装药机构（俗称药门）的结构如图 1-2-4 所示，图中药门滑板可起计量板的作用。当生产中需要调整装药量时，拧动调整块

螺钉以调节计量孔，即可改变装药量。为保证装药量的正确，在工作中须经常进行抽验，并定期用软布蘸酒精擦拭药门。

（四）探量和装弹头

装有发射药的带底火弹壳，在装弹头前需要对装药量的正确程度进行检验，以防止有装药量偏差过大的枪弹流入合格品中去。

探量和装弹头的工作过程见图 1-2-5 。装有发射药的带底火

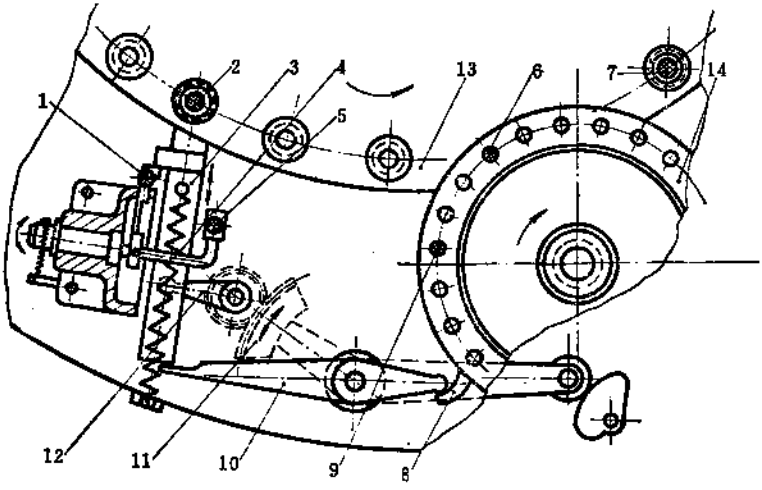


图1-2-5　探量机构

1—弹壳控制杆；2—探药冲；3—制动滑板；4—控制摆杆；5—弹头控制杆；6—装弹头冲；7—退弹冲；8—弹头控制板；9—探弹头冲；10—摆杆；11—扇形齿轮；12—摆轮；13—大圆盘；14—弹头圆盘。

弹壳，随着大圆盘 13 的转动先后移动到探量和装弹头的位置。在机床支架的连接架上装有探药冲 2 、探弹头冲 9 、装弹头冲 6 、退弹冲 7 、弹头控制杆 5 和弹壳控制杆 1 ，它们随着支架的上下运动而同时完成探量、装弹头及将枪弹从枪弹装配模中退出。当支架运动时，制动滑板 3 亦由于扇形齿轮机构11、12的带动而前后移动，当带底火弹壳内装药量正常和圆盘 14 有弹头时，控制摆杆 4 保

持在水平位置，它的一端顶住制动滑板 3 的突端，使制动滑板只能在一定范围内移动，此时制动滑板的前端托住弹壳，弹头控制板 8 托住弹头。当装药量不足、无弹壳时，由于探药冲 2 无阻挡而随着支架下降，同时弹壳控制杆 1 就将控制摆杆 4 压下，使摆杆的端部脱开制动滑板 3，制动滑板被拉簧往后拉动，弹壳即落入接货盒中（同时发出讯号，使操作者可以及时发现）。同时制动滑板的末端推动摆杆 10 使弹头控制板 8 摆动一个角度，使与此弹壳相适应的那个弹头也掉入接货盒中。同样道理，如无弹头时，探弹头冲随着支架下降，弹壳控制杆将控制摆杆压下，制动滑板往后拉动，与此弹头相适应的那个装有发射药的带底火弹壳落入接货盒中。当装药量过多时，探药冲下降不到位，弹壳控制杆碰不到控制摆杆，控制摆杆被拉簧向上拉动，其端部也同样脱离开制动滑板，于是制动滑板向后移动，弹壳掉出。通过调整探药冲进入弹壳的深度，可调整装药量的偏差。在工作中要定期用标准样品来检查探量机构的正确性。

（五）罩口（或紧口）

对于拔弹力要求大或利用枪弹本身的配合关系达不到拔弹力规定的枪弹需要进行罩口（或紧口）。罩口（或紧口）完的枪弹，拔弹力必须在规定值的范围内。

罩口时一般只须在枪弹装配模相应于弹壳口部的上方增加一个斜梢，使弹壳口部被斜梢收拢即可。此工艺可以在枪弹装配组合机床上进行，当枪弹到达罩口位置时，利用一个凸轮将枪弹顶向枪弹装配模的斜梢部进行罩口。也有将罩口作为一个独立的工序，用单独的机床和工具进行加工。

紧口的工作情况如图 1-2-6 所示。当送货冲 6 将弹壳送到紧口卡头时，齿条 8 向右移动带动松紧圈 1 以逆时针方向转动。此时松紧圈推动连接板 4，使紧口刀 5 向中心收拢进行紧口。然后齿条向左，松紧圈向顺时针方向转动，带动连接板、紧口刀向后

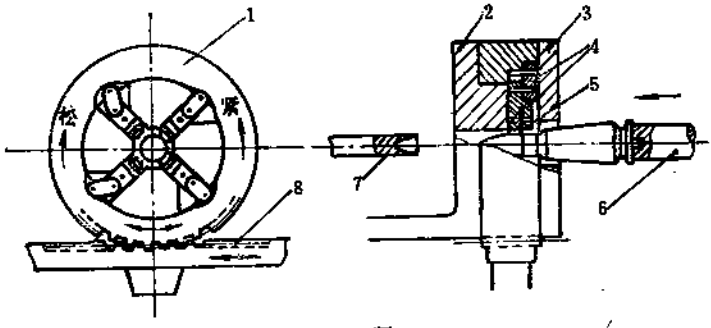


图1-2-6　紧口

1—松紧圈；2—机头座；3—盖板；4—连接板；5—紧口刀；6—送货冲；7—退货冲；8—齿条。

松开，同时退货冲 7 向前将已紧口的枪弹退出紧口卡头。也有在枪弹装配组合机床上增加一套附件，在装完弹头后使枪弹落入紧口卡头中进行紧口。

（六）枪弹装配的工具

1．枪弹装配模

它由口部、弹头导引部、罩口部及弹壳部组成，见图1-2-7。

模的口部是供发射药及弹头进入的，要求敞口，一般作成圆弧形或锥形，其 $R\approx16\sim25$ 毫米。

弹头导引部是控制弹头使其正确进入弹壳口部

$$D_1=d+(0.01\sim0.05)$$

式中　d ——弹头圆柱部直径。

罩口部　　$\alpha_1=15^\circ\sim26^\circ$

弹壳部又可分为口部、斜肩部和体部

$$D_2=d_g+(0.1\sim0.15)$$

式中　d_g——弹壳口部外径。

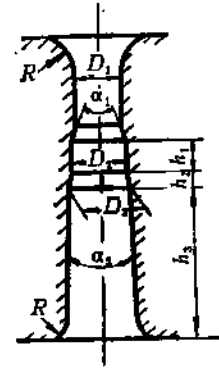


图1-2-7　枪弹装配模

$$D_3=d_b+(0.1\sim0.2)$$

式中 d_b——弹壳斜肩下部的外径。

$$h_1=(0.8\sim0.85)h_g$$

式中 h_g——弹壳口部长度。

h_z＝弹壳斜肩部长度

$$h=(0.65\sim0.8)h_z$$

式中 h_z——弹壳体部长度。

α_z＝弹壳体部的锥度

$$R=3\sim5$$

模子各部要同心。外形按设备选配。

模子材料通常多采用 T10A，也可采用硬质合金制造。热处理后硬度为 HRC56～62。

工作部制造精度按基孔制动配合 3～4 级。工作部表面光洁度应不低于▽9。

2. 装弹头冲

装弹头冲工作部（内孔）形状，应符合弹头产品图的上限尺寸。为避免冲子带贷，工作部的深度只应为弹头弧形部高度的 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}$。冲子外径一般应比枪弹装配模弹头导引部直径小 0.1～0.2 毫米。

冲子的外形按设备选配。

冲子材料采用 T10A，热处理后硬度 HRC52～58。

工作部制造精度按基孔制动配合 3～4 级。

工作部表面光洁度应不低于▽9。

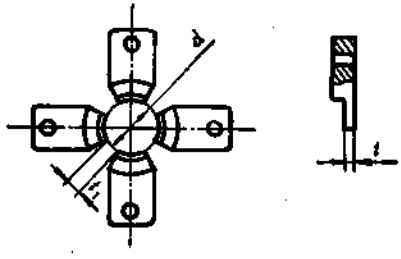


图 1-2-8 紧口刀

3. 紧口刀

紧口刀有四片的和六片的两种，其组成如图 1-2-8。

工作部直径　　$d=d_g-0.3$

式中　d_g——弹壳口部外径。

刀刃厚度　$t=1.2\sim2.5$

刀片间隙　$t_1=1\sim1.5$

紧口刀也有三片的，其工作部为具有球状端部的圆柱体，以点铆的形式进行紧口。

外形按设备选配。

材料通常采用 T10A，热处理后硬度 HRC56～62。

制造精度按基孔制动配合，d 为 3 级，其余 5～6 级。

刀刃部表面光洁度应不低于▽8。

4．其余工具的构造可按机床选配

但上弹壳冲、紧口送货冲、罩口顶冲的端面应有一个直径为 5 毫米左右的圆窝，以防止由于冲子端面粘有杂质而在送弹时将枪弹顶响。工具用的材料除探药冲应采用三七黄铜制造外，其他均选用 T10A 优质碳素工具钢。

（七）质量检查与分析

在工作过程中要经常抽查外观质量，不允许有擦伤、压痕、弹壳缺口、油迹、汗迹、变色等疵病。

要经常抽查枪弹的长度、全形，并定期检查拔弹力和装药量。

枪弹的长度用长度卡规检查。卡规的尺寸是根据产品图所定的枪弹长度并考虑大量生产中可能产生的偏差而定，故一般枪弹装配工序掌握的长度要比产品图规定的严，如 56 式 7.62 枪弹在枪弹装配工序的长度公差要比产品图规定的公差范围压缩40%。

枪弹的全形用全形规检查，枪弹装配工序用全形规的尺寸详见第三节第（四）条。

检查枪弹的拔弹力是为了考查弹头与弹壳结合的牢固程度。因为在枪弹装配工序以后的各工序工作中，枪弹本身还可能相互撞击等，同时随着生产周期的增长，内涂口漆的溶剂会进一步挥

发，所以枪弹的拔弹力是在变化的。为保证在验收时达到产品图所规定的拔弹力，在枪弹装配工序的拔弹力规格需予以适当压缩。如56式 7.62 普通弹的工序拔弹力，一般比产品图压缩30%左右。

为了保证枪弹装药量在验收时达到产品图的规定，在枪弹装配工序也需予以适当压缩。如 56 式 7.62 枪弹在枪弹装配工序装药量的偏差应不超过±0.02克。

在枪弹装配中经常发生的疵病及其产生的原因见表 1-2-5 。

表1-2-5　枪弹装配质量分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	装药量不准	(1)拉住药门滑板的两根拉簧力不一致，或少一根； (2)药门滑板上的滚轮螺丝松动； (3)漏药管中有杂质； (4)接药管与枪弹装配模口部不同心； (5)药门间隙过大，由于药粒堵塞而不能正常动作； (6)药末太多，影响滑板正常动作； (7)工房湿度过大或温度过低； (8)发射药颗粒大小不均匀，或光泽差； (9)漏斗中发射药数量太少
2	弹头损伤	(1)装弹冲与枪弹装配模不同心； (2)枪弹装配模口部粘有坚硬的杂质； (3)装弹冲、弹头圆盘、大圆盘不同心
3	弹壳损伤	(1)上弹壳冲调得过高或过低； (2)探量时，退弹壳的滑板调整不当； (3)弹壳圆盘与大圆盘不同心
4	枪弹长度不合	装弹冲调整不当
5	枪弹全形不合	(1)上弹壳时卡货； (2)探量时，退弹壳的滑板调整不当； (3)探量冲不对中心； (4)装弹冲与大圆盘不同心； (5)紧口刀调整不当，使凸包过大； (6)弹头圆柱部直径过大或弹壳口部内径太小
6	拔弹力不合	(1)内涂口漆表面未干； (2)内涂口漆质量不合； (3)内涂口漆搅拌不均匀； (4)紧口力量不足或紧口过份； (5)弹壳口部毛刺太大； (6)弹头圆柱部直径与弹壳口部内径的配合不当
7	紧口卡印不正确	(1)送货冲送货不正确； (2)送货时枪弹不对卡头中心

（八）对工房和设备的要求

1. 工房的温、湿度、发射药过筛工房与装药工房的温度最好控制在15～35℃，两者温度差应不大于5℃。潮湿度应不大于75%。

车间发射药库的温度也应保持在上述范围，如果该库房的温度与过筛工房之温度差大于5℃时，则发射药运到过筛工房后应保温12小时以上才能启用。

从厂发射药库（一般均为冷库）运到车间发射药库的发射药，应除去包装木箱，保温48小时以上才能送去过筛工房。

2. 车间发射药库、过筛工房的发射药的最大存放量应按有关规定不能超量。

3. 车间发射药库与过筛工房的地面应铺有橡皮板。装药工房的地面最好采用水磨石地面。工房应有天棚，墙壁要平整，并在距地面1.5米范围内刷油漆。

4. 在工作时发射药及其粉尘的传播易造成火灾，因此在本工序严禁带入火柴、打火机等易燃易爆物品，做好一切防火措施。在任何情况下盛装发射药的容器必须加盖。

5. 机床、枪弹装配模与工作地面要保持整洁，经常用软毛刷将散落的发射药扫集在一起，定期用软布蘸酒精擦拭药门与枪弹装配模。

6. 如连续2小时以上不工作时，应将机床上未用完的发射药全部收回过筛工房，密封存放以备使用。

第三节　秤量和合膛

为确保枪弹的战斗性能，对于装配完的枪弹要逐个进行主要外形尺寸和重量的检查。其内容包括：枪弹重量的检验（简称秤量），尺寸较量（检验长度和全形，简称合膛）。也有在具有上述两个作用的组合机床上附设一个外涂口（即在弹壳与弹头联接处

涂防潮漆）装置。在装配特种弹时有的还增设弹头尖部着色装置。图 1-3-1 是枪弹秤量合膛组合机床。

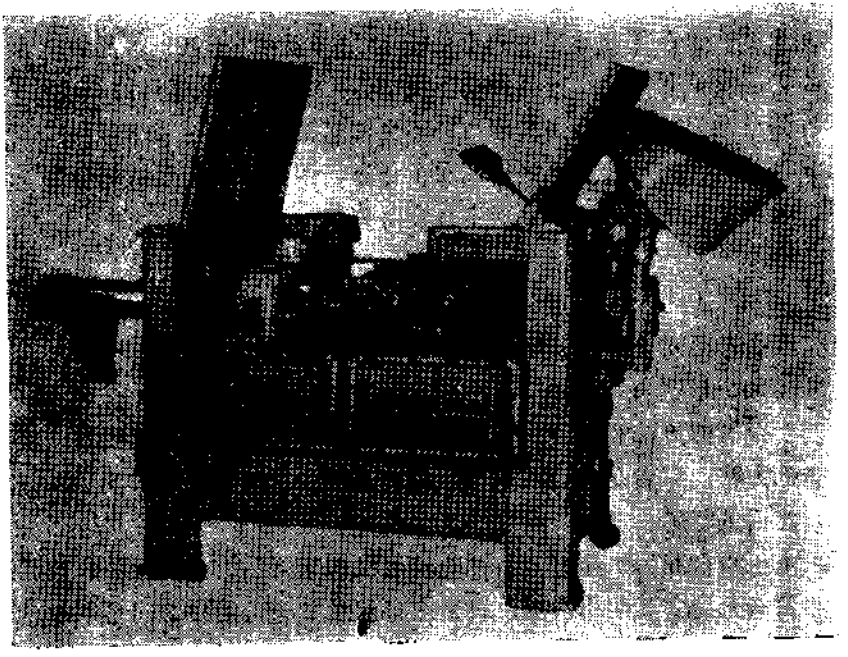


图1-3-1　枪弹秤量合膛组合机床

（一）秤　　量

7.62枪弹需百分之百地进行秤量，剔出不符合规定重量的枪弹。造成枪弹重量不合的主要原因有：未装发射药或发射药装得过少；弹头中零件不全而造成弹头过轻；装药中混入杂质。

秤量机构工作原理与弹头秤量机构相同。考虑秤量机构在工作过程中可能产生的偏差，为了保证枪弹的重量最后达到产品图的规定并剔出可疑的枪弹，秤量的规格需比产品图作适当的压缩，一般按产品图规定的范围压缩20%。

秤量机构剔出的轻、重枪弹需再用专用秤量机（或生产中精度较好的秤量机）检查，复秤出来的重量不合的枪弹最终用精确度为千分之一克的天平逐个秤量。

为保证秤量机构的精确性，要求枪弹随秤杆运动的线速度不大于 3 米/秒；工作地温度应不低于 15℃（温度过低，阻尼器中油的粘度显著增加，秤杆摆动不灵敏）；工作地应无强烈的震动；保持三角刀和三角刀架的清洁，不允许有油污；不能敲打秤杆，要保持其几何形状的正确性；在工作过程中要经常用重量标准样品检查机床的正确性，发现不合及时调整。

（二）合　膛

合膛是对枪弹的长度和全形进行百分之百的检查，剔出长的、短的和全形不合的枪弹。

合膛的方法有两种，一种是机械方法，一种是电与机械相结合的方法。后者是作为在枪弹装配机上的一个组件于装弹头和罩口之后进行的。

机械合膛的工作原理与弹壳较量机构相同。为了使合膛的效果符合枪弹实际使用情况，较量全形的送货冲与滑块之间是通过弹簧呈弹性联接，工作时送货冲对枪弹的推力应不大于 5 公斤。

电与机械相结合的较量（简称电较量）工作原理是：经装弹头或罩口后的枪弹，由大圆盘经退弹冲送到一个传送转盘内，当传送转盘转动时将枪弹送到长度及全形检查位置，此时底冲将枪弹送入（垂直向上）合膛模中，枪弹尖端与一测量长度用的导柱相接触，与此同时进行枪弹的全形及长度较量。当过长、过短、全形大、全形小四种情况中有一种情况出现时就被排除。枪弹进入合膛模时测量情况如图 1-3-2 所示。过长的枪弹，导柱被顶向上，推动杠杆使 A 点接通，电子管栅极电路经 A 点及杠杆接地，形成一个疵品讯号。若为过短的枪弹时则在 B 点接通。同理，全形大、全形小时使 C 或 D 点接通。因此，四种不合格疵病中只要有一种

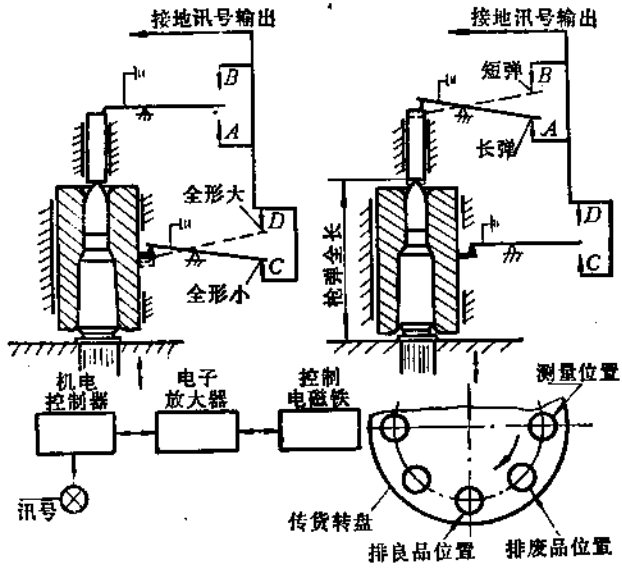


图1-3-2　枪弹电较量

出现便会有疵品讯号输出，继而推动电控装置工作，直至将不合格品排除为止。

电控部分由机电控制器、电子管放大器、测量放大器、控制电磁铁等部件组成；机电控制器由三个凸轮和1C、2C、3C三个行程开关组成，凸轮与传送转盘是同步旋转的，用来按步骤发出测量、延时和复位的讯号；电子管放大器由电子管 G_1，继电器1J组成；测量放大器由电子管 G_2 及电磁铁DT组成，其工作原理见图1-3-3。当枪弹处于测量位置时，1C、2C、3C同时接通，若机械系统输出一个疵品讯号，则此时 G_1 电子管的栅极接通负压，使1J继电器释放，操作 $1J_C$ 接通，把输入的疵品讯号记录下来。同时操作 $1J_D$ 接点断电，由于3C与 $1J_D$ 并联，因此 G_2 与DT均处于原来状态，疵品活门关闭着。直到传送转盘将

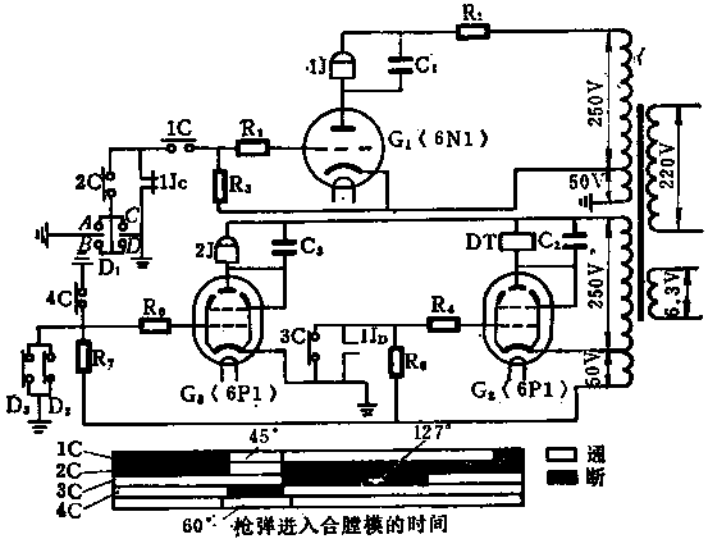


图1-3-3　枪弹电校量线路图

疵品由测量位置转移到排疵品位置时，凸轮操作 3C 断电，于是 G_2 电子管栅极接通负压，屏流减小，操作 DT 疵品电磁铁释放，疵品活门打开，疵品落入疵品箱中。在排疵品的同时，下一发枪弹又进入测量位置，当枪弹进入测量位置之前又是排除疵品之后的一段时间内，凸轮操作 1C 断电，使 G_1 电子管失去栅极负压，取消原来的疵品讯号，进行测量前复位，准备测量。若在测量位置输出的是良品讯号，则在枪弹尚未离开测量位置之前，凸轮操作 2C 断电，然后枪弹退出测量装置，此时 B 或 D 接点虽然接地，但由于 2C 与 D_1 串联之故，1J 仍处于吸引状态，$1J_D$ 接通；当枪弹到达排疵品位置时，3C 虽断了电，但 $1J_D$ 接通，所以疵品活门仍然关闭，良品越过排疵品活门而落到下一个工作位置（秤量）上。在连续良品时 1J 及 DT 均保持吸引状态，只有当良品转为疵品，疵品转为良品和连续疵品时 1J 才动作，这样可以减少继电器的动作次数，延长工作寿命，提高可靠性。

当无弹头的带底火弹壳（但装有发射药）传到电较量位置时会造成卡货现象，此时下一发枪弹可能将已处于合膛模内的带底火弹壳顶响造成事故。为防止此情况发生，可在弹头圆盘上安装一个弹头检查触头，利用 G_3 电子管和 2J 继电器组成一个自动停车装置，其工作原理是：在机器运转时，G_3 电子管栅极经 4C 接地，2J 被吸引着，电机的电磁开关在 2J 处接通。当无弹头时，4C 切断，D_2 及 D_3 亦均断开，G_3 的栅极接通－50 伏电压，屏流断电，2J 释放，电机即停止转动，须待补上弹头后再开车生产。D_2、D_3 的工作情况由弹壳和弹头来控制：有弹壳时 D_2 断而无弹壳时 D_2 通，有弹头时 D_3 通而无弹头时断。所以当有壳有头或无壳无头时，D_2、D_3 总有一个通而使 G_3 的栅极接地，2J 吸引，电机旋转。有头无壳的情况因在探量时已被排除所以不存在。

仪器的讯号电源采用交流电，电压不大于 60 伏，电流不大于 1 毫安，没有火花产生，这样可以保证测量精度和达到安全要求。

电较量系统在操作中要注意以下几点：

1．凸轮和开关要调整好，各接触点应保持清洁，以保证导电良好；

2．合膛模要定期检查并擦拭干净，如有磨损要及时更换；

3．底冲的顶部端面必须平并垂直于枪弹轴线，底冲系统（包括杠杆、凸轮等）应保持精密运转，如有磨损要及时修理；

4．电子管必须用“军”级或“特”级；

5．为保证测量的正确性，要求环境温度为 15～35℃，相对湿度不大于 80%，避免有激烈振动。

（三）外涂口

外涂口的目的是为了在弹头与弹壳的联接处进行密封以弥补，若有内涂口不完整疵病时的一个措施，同时对弹壳口部端面铜层裸露处涂上一层保护膜。

外涂口漆液的配制与点胶用的漆液相同，详见表 1-1-3，但粘度可稍稀一些，以利于挥发和涂得均匀。

外涂口一般不单独成为一个工序，而是作为合膛或外观检验机的一个组成部分。经过合膛的合格枪弹被推送到外涂口位置。此时枪弹被转动轮带动旋转，同时转动的涂口轮将漆液带起在弹头与弹壳联接处涂漆。然后下一发枪弹将已外涂口的枪弹推出落到一根旋转的丝杠上进行自然干燥（约 40～60 秒钟），并被传送掉入货箱中。图 1-3-4 是外涂口的情况。

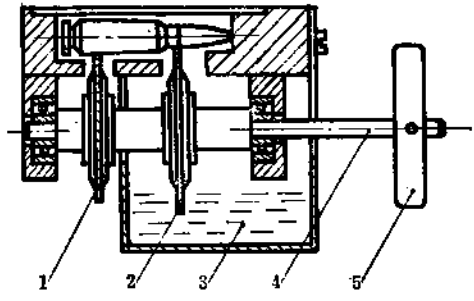


图1-3-4　外涂口

1—转动轮；2—涂口轮；3—漆盒；4—轴；5—皮带轮。

（四）工具与量具

全形规与全形合膛模（简称合膛模）是本工序用的主要工、量具。枪弹全形规是枪弹生产中重要的量具之一，它用来检验枪弹的外形尺寸，枪弹各部的同心度等，从而保证枪弹能顺利地进入弹膛闭锁枪机和射击后可靠地退壳。全形规按其用途可分为验收枪弹用全形规、枪弹装配过程中用的全形规（枪弹装配全形规和合膛模）、验收弹壳用的全形规和弹壳制造过程中用的全形规（收口全形规、较量全形规和较量模）。全形规尺寸的分配有两种形式：一种是在径向尺寸上逐级放大，以验收枪弹的全形规为最大，此时验收全形规的尺寸应等于或略小于枪械弹膛的最小尺寸。另一种是全形规的径向尺寸相同，均等于或略小于枪械弹膛之最小尺寸，只是全形规用的高低量规（卡板）不一样。常用的是这两种形式相结合，并以前者为主。根据使用情况的不同，全形规还可分为长规与短规两种类型，长规是整个枪弹除弹壳底缘

的一部分露出规体外全部进入规体，这类全形规如弹壳制造中用的收口全形规、较量模及合膛模等；短规是枪弹的弹壳底部基本全部露出于规体之外，这类全形规如弹壳验收全形规、枪弹验收用全形规。

全形规使用时还需配以卡板以控制枪弹露出规体的高度。枪弹露出规体高度超过卡板开口的高度时，该发枪弹的全形就不合格（如图 1-3-5 ）。在正常生产中，因全形规制造很复杂，所以尽量减少全形规的种类，而利用枪弹在全形规中突出高度不同配备不同卡板来加以分类。例如 56 式 7.62 枪弹的验收全形规配用卡板的尺寸为 3.24 毫米，而验收用放宽全形规规体尺寸不变，仅将卡板的高度改为 3.3 毫米。

在使用全形规时，配用卡板比较麻烦，为了操作方便，可将卡板与全形规合在一起，如图 1-3-6 所表示的带摇把的全形规。

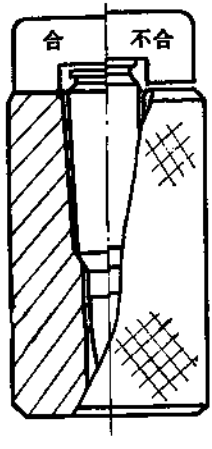


图1-3-5　全形规的使用

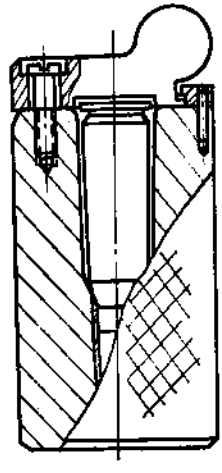


图1-3-6　带摇把全形规

设计全形规时应保证各种全形规之间的尺寸不发生矛盾，即后面工序或验收所用全形规的尺寸，必须大于前面工序或验收所用的全形规；要确保枪弹的合膛性能。设计的一般程序依次为：

1．确定枪弹进入全形规的情况。以合膛模为例，在合膛时有的弹种枪弹完全进入模内，此时图1-3-7中的 $h=0$（如14.5枪弹）；也有的弹种，枪弹的底部在合膛模外露出一部分，如56式7.62枪弹和51式7.62手枪弹的 $h=1\sim2$ 毫米。

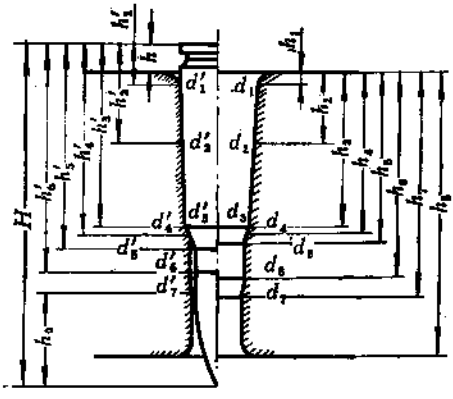


图1-3-7　全形规的尺寸

2．确定全形规斜肩部、体部的锥度。由于全形规是用以检验枪弹各零部件的同心度，保证合膛性能的，所以这两部分的锥度均应略小于枪弹的这两部分锥度的上限值，使枪弹不致于在某个部位被卡住，能顺利地进入全形规内。

（1）斜肩部锥度（图1-3-7）。由于枪弹的斜肩高度和斜肩上、下两个直径均有公差，所以枪弹斜肩的锥度有上限和下限值。

$$a_{max}=\frac{d'_{3max}-d'_{5min}}{h'_{5min}-h'_{3max}}$$

$$a_{min}=\frac{d'_{3min}-d'_{5max}}{h'_{5max}-h'_{5min}}$$

全形规斜肩部锥度 A 取较小值，即全形规的斜肩锥度在枪弹斜肩锥度的中限和下限之间，一般为

$$A=a_{min}+(a_{max}-a_{min})\times(19\sim34\%)\qquad(1\text{-}3\text{-}1)$$

（2）体部锥度。同理，枪弹的体部锥度也有上限值和下限值。

$$b_{max}=\frac{d'_{1max}-d'_{3min}}{h'_{3min}-h'_{1max}}$$

$$b_{min}=\frac{d'_{1min}-d'_{3max}}{h'_{3max}-h'_{1min}}$$

全形规的体部锥度B接近中间值，即全形规的体部锥度在枪弹体部锥度的中限或微偏小一些，一般为：

$$B=b_{min}+(b_{max}-b_{min})\times(35\sim50\%) \qquad (1\text{-}3\text{-}2)$$

3．确定其他各部尺寸

全形规各部径向尺寸确定，牵涉到枪弹和弹膛之间间隙的分配。设弹膛与枪弹相应部分的直径差为Δ，则这个Δ值就要比较合理的分布在各级全形规上，表 1-3-1 是以 d_3 和 d_7 两个有代表性的部位所列出的全形规尺寸分配的递增数值。

表1-3-1　全形规尺寸分配的递增数值

类别	弹壳收口全形规	弹壳铰量模	合　膛　模	枪弹装配全形规	验收全形规
d_3	0	$+\frac{1}{4}\Delta'$	$+\frac{2}{4}\Delta'$	$+\frac{3}{4}\Delta'$	$+\Delta'$
d_7			$+\frac{3}{5}\Delta''$	$+\frac{4}{5}\Delta''$	$+\Delta''$

注：$\Delta'=d''_3-d'_3-\delta$。

$\Delta''=d''_7-d'_7-\delta$。

d'_3、d'_7—枪弹该部位的最大直径。

d_3、d''_7—弹膛相应部位的最小直径。

δ—全形规制造公差。

全形规的各部尺寸（图 1-3-7）：

$$d_3=d'_3+\Delta n$$

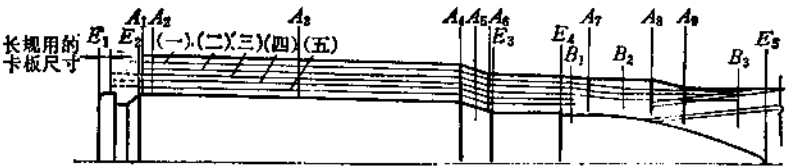
式中 Δn 是从表 1-3-1 查得。

$$h_3=h'_3-h-\left(0\sim\frac{d_3-d'_3}{A}\right)$$

$$h_5=h_3+h_b-(0.1\sim0.2)$$

式中　h_b——弹壳的斜肩高度；

0.1～0.2 是斜肩的减短量，以防止弹壳的斜肩上部与口部相接的转角处不在此处被卡住。



部位代表符号		E_1	E_2	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
轴向	弹膛	$-3.3^{\pm 0.15}$		0	0.8^{0-1}	13.03	27.2	28.35	29.5
	各类全形规图	-3.24 $-3.3$❶		0		13.03	27.2	28.35	29.5
	检弹产品图	-3.3	$-0.1^{+0.8}$	0			$27.2_{-0.2}$		
径向	弹膛				$11.356^{+0.05}$	$10.764^{+0.05}$	$10.12^{+0.05}$	$9.43^{+0.05}$	$8.74^{+0.05}$
	检弹验收全形规(一)			$11.346^{+0.01}$		$10.754^{+0.01}$	$10.11^{+0.01}$	$9.42^{+0.01}$	$8.73^{+0.01}$
	检弹装配及弹壳验收(放宽)全形规(二)			$11.336^{+0.01}$		$10.744^{+0.01}$	$10.10^{+0.01}$	$9.41^{+0.01}$	$8.72^{+0.01}$❷
	弹壳验收全形规及合膛模(三)			$11.326^{+0.01}$		$10.734^{+0.01}$	$10.09^{+0.01}$	$9.40^{+0.01}$	$8.71^{+0.01}$❷
	弹壳较量全形规及较量模(四)			$11.316^{+0.01}$		$10.724^{+0.01}$	$10.08^{+0.01}$	$9.39^{+0.01}$	$8.70^{+0.01}$
	弹壳收口全形规(五)			$11.306^{+0.01}$		$10.714^{+0.01}$	$10.07^{+0.01}$	$9.38^{+0.01}$	$8.69^{+0.01}$
	检弹产品图	$11.35_{-0.12}$	$11.35_{-0.12}$				$10.07_{-0.05}$		

部位代表符号		E_3	E_4	B_1	A_7	B_2	A_8	A_9	B_3	E_5
轴向	弹　膛				37.7		43.21	45.7		
	各类全形规图			35.6		40.53			50	
	枪弹产品图	$29.7_{-0.2}$	$35.4_{-0.34}$							52.7_{-1}
径向	弹　膛				$8.60^{+0.05}$		$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.0635}$		
	枪弹验收全形规(一)			$8.59^{+0.01}$		$7.92^{+0.01}$			$7.92^{+0.01}$	
	枪弹装配及弹壳验收(放宽)全形规(二)			$8.58^{+0.01}$		$7.91^{+0.01}$			$7.91^{+0.01}$	
	弹壳验收全形规及合膛模(三)			$8.57^{+0.01}$		$7.91^{+0.01}$			$7.91^{+0.01}$	
	弹壳较量全形规及较量模(四)			$8.70^{+0.01}$						
	弹壳收口全形规(五)			$8.69^{+0.01}$						
	枪弹产品图	$8.57_{-0.22}$	$8.57_{-0.22}$							

- 3.3为枪弹验收全形规用放宽的卡板尺寸；
- 弹壳验收全形规自A_6开始之径向尺寸一直延伸到全形规口部(~40)。

图1-3-8　56式7.62枪弹（覆钢钢弹壳）各级全形规尺寸的分配

$$d_5=d_3-(h_5-h_3)A$$

$$h_4=h_3+\frac{h_5-h_3}{2}$$

$$d_4=d_3-\frac{h_5-h_3}{2}\cdot A$$

$$h_1=h_1'-h-(0\sim\Delta)$$

$$d_1=d_3+(h_3-h_1)B$$

$$h_2=\frac{h_3}{2}$$

$$d_2=d_3+\frac{h_3}{2}\cdot B$$

$$h_6=h_6'-h+(0.1\sim0.3)$$

式中 0.1～0.3 是放长量，其目的是避免弹壳口部在此处被顶住。

$$d_6=d_6'+(0\sim0.02)$$

式中 d_6'——弹壳口部的名义直径。

$$h_7=H'-h-h_0-(0.5\sim1)$$

式中 h_0——弹头起弧点高度；

H'——枪弹长度；

0.5～1 是减缩量，其目的是用以可靠地控制弹头的起弧点直径。

$$d_7=d_7'+\Delta n$$

$$H=H'-h-(1\sim16)$$

式中括号内尺寸，手枪弹为 1～2；

机、步枪弹为 4～8；

大口径枪弹为 10～16。

图 1-3-8 是 56 式 7.62 枪弹（覆铜钢弹壳）用各级全形规尺寸的分配。它在弹膛与枪弹产品图之间按使用需要分为五级，其中最大一级全形规的最大尺寸是弹膛的最小尺寸，而最小一级全形规的尺寸为枪弹产品图的名义尺寸，各相邻一级全形规之间的

最大尺寸、最小尺寸应互相衔接。全形规的制造公差按基孔制动配合一级精度。其中枪弹验收全形规配用卡板之尺寸选择枪的闭锁间隙，即最大一级全形规（枪弹验收的放宽全形规）配用尺寸为3.3毫米（枪的闭锁间隙为3.3±0.15），而验收全形规则配用尺寸为3.24毫米的卡板（取闭锁之中下限，并考虑到量具的磨损量）。

为保证合膛机构工作的准确性，主要是保持工具的整洁，同时要定期用标准样品（全形大、全形小、长、短）进行校对，发现不合及时调整。标准样品的规格均应略严于枪弹产品图的规定。

（五）超差品的分类与处理

秤量和合膛工序剔出的超差品应根据其超差情况分别予以处理。处理时必须按发射药的品号、批号和装药量分别管理，绝对不能混合。

1．良品

按枪弹验收规格分别逐个进行长度、全形及重量的检查。合于枪弹验收规格的作为良品，经外涂口后随同批发射药（相同装药量）的枪弹发往下工序。

重量不合产品图的枪弹，可选取有代表性的进行拔弹检查其原因。如弹头、带底火弹壳和发射药的重量均符合规定要求，则此种枪弹仍应作为良品。若这种情况普遍存在时，可以按实际重量调整秤量规格。

2．修品

过长的或全形不合的枪弹可以用手动压力机进行修理。修理后的合格枪弹经秤量、合膛、外涂口后随同批发射药（相同装药量）的枪弹发往下工序。

3．超差品

不合枪弹验收规格，但在放宽规格范围内的枪弹作为超差品

处理，这种超差品枪弹可以不经外涂口直接发往外观检选工序，在外观检选工序按超差品的标本进行挑选。

4．废品

超过枪弹放宽规格的枪弹均应报废。

第四节　外观检选

枪弹外观检选是枪弹装配过程的最后一个工序，其目的是挑出那些表面有缺陷的枪弹以确保枪弹的射击性能与长期储存，所以是枪弹制造中的一个很重要的工序，不容忽视。

（一）要　求

在外观检选时要挑出有下列疵病的枪弹：

1．严重改变枪弹形状的疵病，如压扁、深打凹、弹壳口部局部往内卷边、口部往外翻边、底缘损伤等。这些疵病影响枪弹正常地进入弹膛或影响闭锁。在不易判别的情况下，可用枪弹验收全形规来仲裁，合乎全形规者可以作为合格品处理。

2．弹壳有裂纹、裂缝、深线痕、皱折、夹层、麻点、疵孔等。这些疵病有属于材料的原因，也有是在加工过程中造成的，程度严重者在射击时会造成弹壳纵、横裂缝，炸裂等疵病影响正常射击，严重时会漏烟烧伤射手。但对于弹壳口部的裂缝，在不降低拔弹力的情况下可以作为合格品处理。

3．弹头压伤、尖端损伤、深线痕、夹层、裂纹、弧形部有楞等。这些疵病除有个别属于材料造成的（如夹层）外，大部分是加工造成的。它们在一定程度上影响枪弹精度，弹头纵裂纹严重时可能会产生飞行破裂疵病。

4．底火高于平面、底火装入过深、底火损伤、有毛刺、底火底部中心凸起或凹陷等。

5．覆铜脱落、漆膜不完整、擦伤等，这些疵病由于损坏了金属的保护膜及密封能力差，所以对枪弹的长期储存或使用过程

中防锈能力有影响。

6．变色、水迹、汗迹、油迹、锈迹及严重污垢。这些疵病除污垢外虽然程度不同，实质上都属于枪弹表面金属的腐蚀，但由于影响程度不同，所以需要区别对待。如对于污垢、变色等控制较松，而对于已形成锈迹者则控制要严。

7．不允许有其他品种的枪弹，特别是空包弹、教练弹、强装药弹、高压弹等非战斗用枪弹。

8．对于特种弹，还需检查弹头等各部分色标的完整性。

为了正确地判断产品表面的疵病性质，对于各种外观疵病要分别制定标本，制定标本的原则按本书第三章第一节第一条。

（二）外观检选的方法

1．手工方法。即操作者在工作台上用手抓起枪弹，使其排列整齐后先检查枪弹的底部与尖部挑出有疵病者，然后将枪弹从一个手掌滚向另一个手掌检查其身部挑出有疵病的枪弹。手工方法的优点是不需特殊设备，机动性大，可靠性高。但是工人劳动强度高，而且用手工操作易受汗及呼出气体的影响，使枪弹表面变质，现已逐步为机械方法来取代。

2．用专用机床。这种机床是用机械传送枪弹来代替人工操作，但疵病的选分仍由人的目力来选分。

外观检选机的结构及工作过程与弹壳外观检选机相同。

（三）疵品的分类与处理

外观检选挑出的有疵病的枪弹须要进行分类，然后分别处理。在分类处理前必须按发射药的品号、批号及装药量分别管理，在未作出处理结果前绝对不能混合。

1．良品：按枪弹验收用的疵病标本进行选分，符合标本者作为良品可以编入同批发射药（相同装药量）所装的枪弹中。

2．可修品：胶品、污品、水迹、油货、斑点等凡可以采

取措施后达到良品要求者均应进行修理。如胶品可以用刀片轻微刮净，也可以用布蘸酒精、汽油等擦净。污品等可以擦净或用辊光的方法进行处理。处理后的枪弹应经外涂口及外观检选，合格品可随同批发射药（相同装药量）所装的枪弹发往包装工序。

枪弹的辊光一般采用木制辊桶。装入枪弹后，应在辊桶内装满稻壳或木屑（小块状），辊桶转数为35～45转/分。辊桶应安装在单独的工作间中，室内不准堆放易燃、易爆物品，电气开关应设在门外，工作时室内不能留人，不准带火源进入。

3．超差品：外观质量不合良品标本的枪弹可以按超差品的标本进行挑选，符合超差品标本的枪弹可作为超差品枪弹处理。这种枪弹在正常情况下不能作为部队战斗用弹。

超差品枪弹除外观标本放宽外，尺寸、装药量、拔弹力可按技术条件的放宽范围处理，射击项目除弹道性能、枪弹精度可以放宽外，其他项目应基本符合技术条件的规定。枪弹密封性可不考虑。亦可按需方的要求商定一些具体的条件。

4．废品：不符合超差品的枪弹予以报废。

（1）可利用带底火弹壳者，用拔废弹机拔去弹头。此类弹壳可用以装配半成品射击试验用弹或试枪弹。但穿甲钢心弹头还应回收钢心。

（2）可利用弹头者，用拔弹仪拔出弹头（不伤弹头），此类弹头可以装配半成品射击试验用弹或试枪弹。

（3）拔弹后的发射药在不受潮的情况下，在分清发射药品号、批号后交回药库处理。

（4）其余废品则应销毁，数量少时可拔弹后分别销毁，数量多时可采取集中烧毁的方法。对于工厂来说，最好采取前一种方法，或其他更有利于安全和节约的方法。

第二章　枪弹包装

枪弹包装是枪弹生产过程中的最后环节，它对枪弹的运输、储存和使用起着重要作用。例如：木箱质量不好，把手断裂或箱板破损时，会给搬运和堆垛造成困难。铁匣的防腐蚀性能和密封不好会使枪弹在储存过程中变质甚至失效。包装标志不清、包装数量不正确会造成管理工作上的困难。总之由于包装不善会造成运输、储存和使用上的困难，浪费国家财产，严重的甚至会影响到枪弹的性能，贻误战机。因此，必须重视枪弹的包装工作。

对枪弹包装的要求是：

1．具有完整而清晰的包装标志；

2．正确的包装数量，对于整批枪弹，其匣数、箱数最好成整百数或整十数，尽量避免零数；

3．与枪弹直接接触的包装件，如包装用纸、铁匣内部均应是中性的，它们的氯化物含量应不超过0.003%；

4．枪弹在铁匣和铁匣在木箱中均不得晃动；

5．木箱应结构坚固、不破损，并易拿、易堆垛；

6．应保证木箱和铁匣的强度和防蚀性能好，不易变形，不易腐蚀，并要求铁匣密封性好；

7．重量应尽可能轻；

8．装匣、装箱容易，开启可靠。最好能复装和回收。

枪弹的包装方法一般可分为：带附件的包装，如56式和53式7.62普通弹在供步枪使用时均需装弹夹后包装（图2-0-1），和不带附件的包装。而不带附件的包装方法又可分为多发枪弹的包装和枪弹直接装入铁匣中（如大口径枪弹）两种。例如56式7.62枪弹是以25发枪弹包为一个纸包（图2-0-2），51式7.62手枪

弹是以 70 发枪弹装入一个纸盒，然后再将若干个纸包或纸盒装入铁匣中。

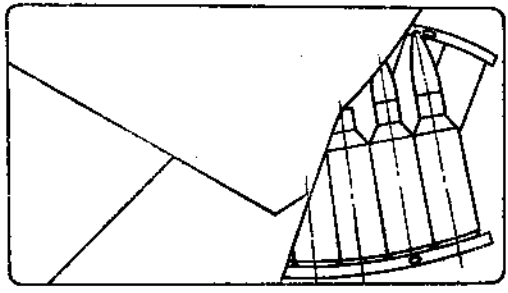


图2-0-1　带弹夹的包装

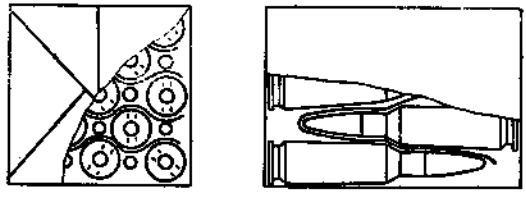
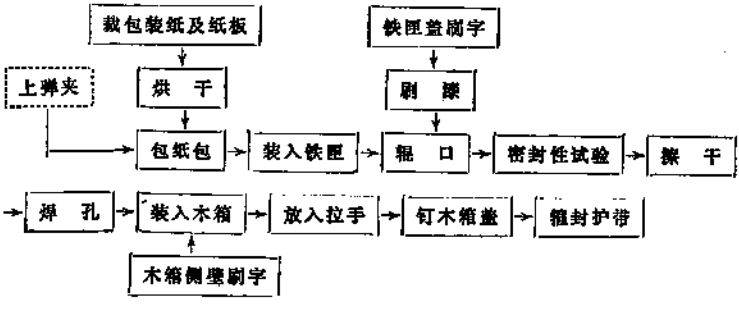


图2-0-2　56式7.62枪弹的纸包

枪弹包装若以 56 式 7.62 枪弹为例，其工艺过程如下：



包装工艺发展的总趋势是，改进包装方法、包装材料和包装件的结构，实现包装作业的机械化和自动化。

随着我国社会主义建设事业的日益发展，国家对木材的需要

量日增。一个枪弹木箱即需原木约 0.012 立方米，占用了大量木材，所以摆在改进包装方法面前的重要课题就是寻求代用材料，例如采用酸洗钢板来取代木材制造包装箱；研制塑料包装并进而取消内包装箱。此外，枪弹的包装过程是枪弹制造中手工操作最多，体力消耗最大工作，今后应大力改进包装操作方法，实现包装作业的机械化和自动化。

第一节 包装器材

（一）包装纸

包装纸与枪弹直接接触，所以其质量对枪弹的长期贮存有一定影响。包装纸应是中性的，其氯化物含量应不超过0.003%。

按用途不同，包装用纸又可分为包装纸与纸板两种。纸是用来包裹枪弹的，而纸板是用来制造纸盒或作铁匣内之垫板的。合格的包装纸和纸板，在库房保管和运输中都要防止酸、碱、氯化物和湿气的影响。

包装纸和纸板在经过烘干后用于生产时，水分应不大于9%。

（二）弹夹

弹夹是步枪弹的专用附件。每个弹夹上可以装十发或五发枪弹，使用时可以把十发或五发枪弹一次压入步枪的弹仓中，以提高射击速度。为此，弹夹必须具备下列条件：

1．必须能容纳十发或五发枪弹，在携带过程中或受振动时枪弹不能自行从弹夹上脱落。

2．应能顺利地插入步枪弹夹槽中，并很顺利地将枪弹压入弹仓。

3．应具有一定的防腐蚀性能。弹夹必须和枪弹一起经受贮存时间的考验而不生锈。因此弹夹必须进行磷化处理使表面形成一层完整的耐腐蚀的磷化膜，在磷化膜的表面还不应覆盖有盐类。

弹夹按其构造可以分为两类：一类是解体式的，其整个弹夹由弹夹体和弹簧片两部分组成。这两部分所用的材料都是碳素结构钢冷轧钢带（YB207-65），其中弹夹体用低含碳量的，而弹簧片则采用 65 或 65 锰的弹簧钢片。这种弹夹一般装五发枪弹，如旧 79 枪弹的弹夹（图 2-1-1）。另一类是整体式的，它是将弹夹体和弹簧片并为一体，或依靠弹夹体自身结构的特点来夹住枪弹。这种弹夹一般用中碳钢的冷轧钢带制成，为增加弹簧部分的弹性还须进行全部或局部热处理，如 56 式 7.62 枪弹的弹夹可装十发枪弹（图 2-1-2）。53 式 7.62 枪弹弹夹可装五发枪弹(图2-1-3)。



图2-1-1　旧79枪弹弹夹

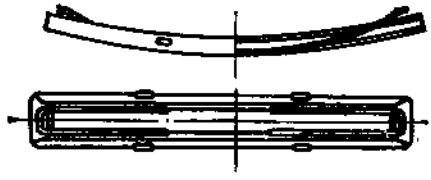


图2-1-2　56式7.62枪弹弹夹

（三）铁　　匣

即内包装箱，其作用是容装枪弹，并保证枪弹在运输和保管过程不致受外界因素（湿气、水、腐蚀性气体、腐蚀性物质……）的影响，而达到长期贮存的目的。

枪弹包装用的铁匣目前多用厚度为 0.5 毫米的镀锌薄钢板以双层咬合的工艺制成，也可用酸洗钢板深冲（或焊接）制造。但用酸洗钢板制造铁匣应经表面处理，即除去锈蚀在表面磷化后喷

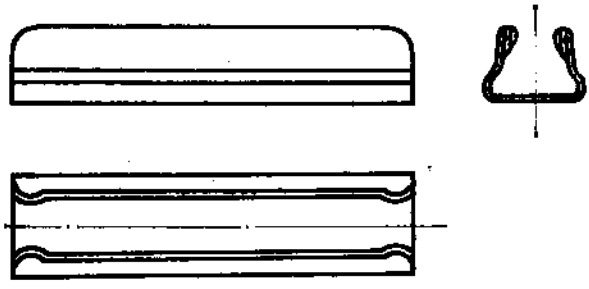


图2-1-3　53式7.62枪弹弹夹

(涂) 保护漆或电泳涂漆，以保证具有良好的抗蚀性能。

为保证枪弹的长期贮存，对铁匣的内表面同包装用纸一样，要求中性和氯化物应不超过0.003%。铁匣内外表面的锌层锈蚀或脱落处，应先除锈、然后涂漆覆盖。因为锌层的局部脱落或锈蚀会引起这部分钢铁层外露，而在这个部位由于锌与铁电化序的不同，当受湿气影响时会产生局部电池作用，最后形成锌层和铁皮的严重锈蚀而失去密封的作用。

枪弹包装用铁匣如图2-1-4所示。在匣体的结合处亦有采用缝焊工艺的，此时必须彻底除净缝焊前除锌过程中的盐酸溶液，因为残酸的存在，会使铁匣锈蚀。铁匣的钎焊一般采用含锡为40%左右的锡铅焊料和中性焊剂，不准使用盐酸等酸性焊剂。中性焊剂的配方是：精馏酒精75%，松香24%，氯化铵1%。

铁匣还应具有一定的强度和良好的密封性能。铁匣的密封性试验通常是采用往铁匣内注入空气造成铁匣内外之压力差（不小于0.25大气压），并将铁匣放入水中（或在结合部位涂刷肥皂液）观看是否冒气泡的方法。在试验时不允许有漏气（冒气泡）的现象。

（四）木　箱

即外包装箱（图2-1-5），其作用有三，一是保护内包装箱不

使它受到机械损伤而失去密封性能，二是便于搬运，三是便于仓库管理时的堆垛。

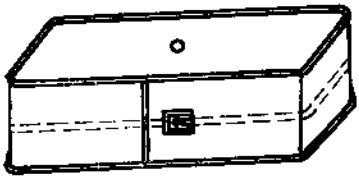


图2-1-4　枪弹包装铁匣

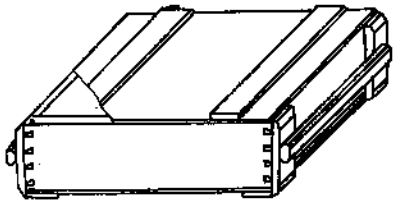


图2-1-5　枪弹包装木箱

对木箱的要求：

1．应有一定的强度，即木箱本身在运输及保管过程中箱板不能破损，把手不能断裂；

2．应具有一定的结合牢固性，即木箱各组合件之间的结合应牢固，不能在工作及运输过程中由于结合不牢造成障碍。特别要注意的是箱体四框的结合，箱底与箱体的结合和把手与箱体的结合。木箱钉合的部位应在钉帽上涂清漆以防锈；

3．木箱的使用性能，主要是指对尺寸的要求，如木箱的内尺寸过大，则应在容装铁匣后的空隙处填以木楔。对于外形尺寸，则要求一致，以便于仓库管理。为保证木箱的不变形，制造木箱用的板材应经干燥处理。

（五）护带与封扣

护带与封扣的作用，一是对钉箱后的木箱予以加固，增强结合的牢固性，并保证搬运过程中的安全；二是起到签封作用。

对护带与封扣的要求：

1．封扣上应有清晰的工厂标记。

2．护带与封扣都应具有一定的强度和耐腐蚀性。一般利用制造铁匣的边料。如用酸洗钢带作护带与封扣时，则钢带的表面应作防腐蚀处理（碱性氧化、磷化处理或涂漆）。

3．加封位置应正确，松紧要适度。

第二节 标　志

枪弹和包装标志的作用是为了便于管理和使用。总的要求是：

1．在保密情况下做到便于识别。字形应整齐、清晰、美观；并应附着牢固，不退色，水洗不掉；

2．保管时便于用旧存新，用零存整，按批使用；

3．便于对枪弹性能的检查与鉴定；

4．当发生质量问题时便于查找原因；

5．便于工厂生产与修复。

（一）枪弹的标志

1．弹底标志，即枪弹制造的标志，其内容包括工厂代号和制造年号（后者采用后两位数字），压印在弹壳底面上，标志的排列如图 2-2-1 所示。

字的方向应一致，上方为工厂代号，下方为制造年号。字的排列，两位数者，平行排列；三位数以上者，扇形排列。除大口径枪弹因字压印在弹壳底部之凹面上而采用凸出字形外，其余的字均为凹入弹壳底面。字体及其大小按有关规定。

2．弹种识别标志，除普通弹以外的其他战斗用枪弹和检验用枪弹均需在枪弹上用不同的标志分别标清弹种，作为识别之用。色标按表2-2-1的规定分别涂在弹头尖部和弹壳底火室与底火结合处周围，颜色应一致。

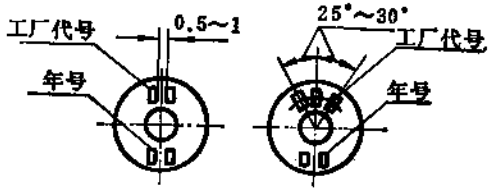


图2-2-1　弹底标志

弹头尖部着色大部分在枪弹装配的合膛或外观工序进行，也有在弹头装配后着色的。

弹头尖部色标的长度（自尖端起）：

手枪弹	3～5毫米
7.62机、步枪弹	4～7毫米
大口径枪弹	10～15毫米

教练弹（即假弹）采用特殊的识别标志，即在弹壳体部压制三条凹槽（识别沟），如图2-2-2。

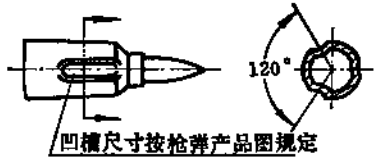


图2-2-2 教练弹识别标志

（二）包装标志

包装标志包括枪弹名称、弹壳类别、包装数量和重量、发射药标志、枪弹制造标志和批号、弹种识别标志等，分别标在木箱两侧板上和铁匣盖上。

木箱上的标志采用印字或喷字，铁匣盖上的标志采取印字、喷字或压字。除色带及另有专门规定者外，印和喷的标志均为黑色。匣盖上压印标志应为凸出的，其高度以清晰、明显为准，并在压印处涂清漆以防锈蚀。

标志排列形式按有关规定，并应整齐匀称。

木箱与铁匣匣盖上的色标（弹种识别标志）长 80 毫米，宽15毫米。铁匣盖上的标志采用压印方法时，色标改用压印圆包的方法，圆包的直径为 10 毫米，中心距 15 毫米，圆包的数量如表2-2-1所示。

训练弹的包装标志，在普通弹标志的基础上，增加“训练用”三个红字，并加红线边框。

在箍封护带接头的封扣上还需压印工厂代号（与弹壳底面上的工厂代号一致），见图2-2-3。

表2-2-1　弹种识别标志

	弹种	简号	色标	圈包
战斗弹	普通弹	手普、普	无	无
	试射燃烧弹	试燃	红	●
	曳光燃烧弹	燃曳	红	●
	曳光弹	曳	绿	●●
	穿甲燃烧弹	穿燃	黑	●●●
	穿甲燃烧曳光弹	穿燃曳	紫	●●●●
空包弹	普通空包弹	手空、空	无	
	枪榴信号弹用空包弹	枪信空	黄	
	反坦克枪榴弹用空包弹	反坦空	灰	
	教练弹	手教、教	（三条凹槽）	
检验弹	标准弹	手标、标	黄	
	高压弹	手高、高	蓝	
	强装药弹	手强、强	灰	

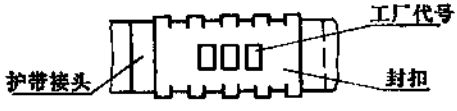


图2-2-3　封扣上的标志

（三）发射药标志

枪弹用发射药的完整标志由品号、批号、工厂代号及其他辅

助标志组成。例如 56 式 7.62 枪弹所用之发射药的完整标志为

2/1樟45/75-25

其中“2/1”是发射药品号；

“45”是批号；

“75”是制造年份之后两位数字；

“25”是制造工厂代号。

枪弹用发射药的标志分类和辅助标记说明如下：

1．发射药的分类

（1）单孔或多孔粒状药。如“2/1”

其中分子表示药粒燃烧层的近似厚度（以1/10毫米为单位）。

分母表示药粒的孔数。

（2）片状药。如“10-1×1”

其中“10”表示药片的近似厚度（以 1/100 毫米为单位）。

“1×1”表示药片的近似宽度和长度（以毫米为单位）。

（3）多气孔药。如“多-45”

其中“45”表示在生产时加入的硝酸钾量（为硝化纤维素干量的近似百分数）。

2．辅助标记（加在基本标志之后）

（1）当两种药形近似，根据含氮量的不同，在基本标志之后加“高”与“低”以区分。如“5/7 高”“5/7 低”。

（2）用樟脑钝感处理过的，以“樟”表示。

（3）用石墨光泽处理过的，以“石”表示。

（4）含有地蜡（石蜡），并经石墨光泽处理过的，以“蜡石”表示。

（5）花边形药，以“花”表示。

（6）含有松香，以“松”表示。

（7）空包药，以“空”表示。

第三节　质量检查与分析

包装过程中经常发生的质量问题及其产生的原因见表2-3-1。

表2-3-1　枪弹包装质量分析

序号	疵病名称	疵病产生原因
1	枪弹数量不正确	工作过程中不注意
2	包装纸及纸板有酸、碱或氯化物超过规定	(1)成品纸出厂就有； (2)运输中沾染； (3)在裁切、存放或使用中沾染
3	包装纸及纸板水分超过规定	(1)未按工艺进行干燥； (2)工作地湿度大，包装纸及纸板在此条件下存放时间过长
4	铁匣有酸、碱或氯化物超过规定	(1)镀锌薄钢板未擦净； (2)工作过程中沾染
5	铁匣密封性差	(1)辊口辊轮或辊口胎具磨损； (2)辊口辊轮未压到位； (3)进轮速度过快； (4)辊口前铁匣匣体与匣盖咬合处涂的漆少或漆的粘度太稀； (5)钎焊不良； (6)铁匣匣身与匣盖(底)所用的铁皮厚度不同(一般匣身所用铁皮厚时不易密封)
6	铁匣不易扯开	(1)压印太浅； (2)扯开部压印与匣身压印不重合(即"移位")

第三章　枪弹的验收、保管和运输

第一节　枪弹的验收

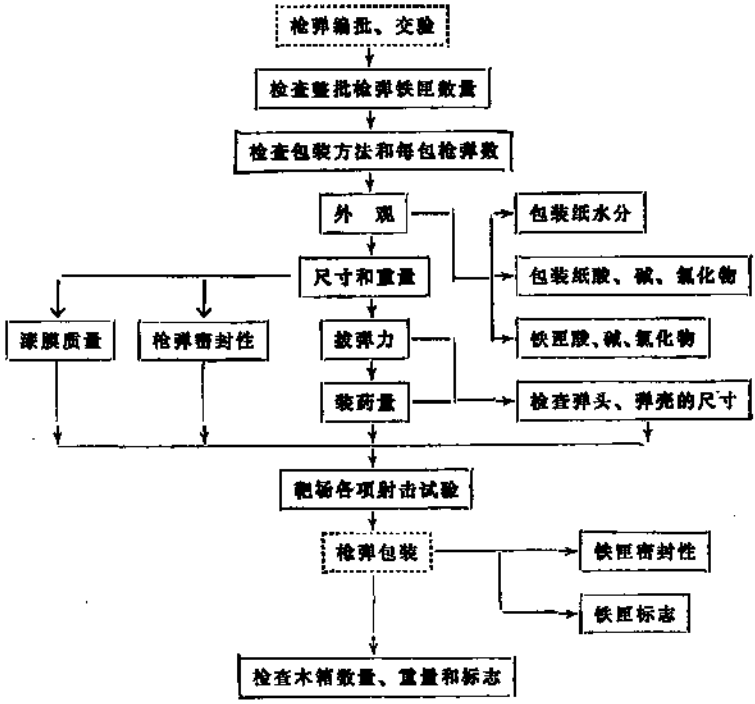
为了保证枪弹在运输、储存、使用中的安全和在不同的地区，各种气候、气象条件下的射击性能，各厂所生产的枪弹必须按生产的顺序先后编批，然后逐批按产品图和技术文件的规定作全面的检验，只有经检验合格的产品才能出厂。

为了及时发现生产中的质量问题，防止质量事故产生，便于组织生产、复修、检验、运输和库房管理，对装配完的枪弹必须按发射药的品号和批号，生产的顺序进行分批管理。每批枪弹的数量均应固定（可根据生产中质量稳定的情况及上级规定加以确定），其装箱数量应为整十数或整百数。

每批枪弹应装以同一品号和批号的发射药。当换用另一批发射药时，允许装以换用前后的这两批发射药，但必须明显分清并集中存放。此时对各批发射药所装配的枪弹要分别检验装药量和各项射击试验。如果在同批枪弹中有两种装药量（但发射药批号相同）时，也需分别检验装药量和弹道性能。

每批枪弹的检验可分为两大部分：一是对枪弹本身质量的检验，包括枪弹的外观、尺寸、拔弹力、装药量、密封性、漆膜质量、靶场的各项射击试验等；另一是枪弹包装质量的检验，包括包装数量、标志及铁匣密封性等。其中前一部分是在枪弹装入包装铁匣尚未封盖的状态下抽取试品进行检验的。

枪弹的验收过程大致如下：



（一）外观检验

枪弹的外观检验是用目视方法进行。根据批量的大小，抽验数量一般在0.5～1%。在检验时一般将有外观疵病的枪弹分成以下四类：

1．不允许的疵病

严重影响枪弹战术技术性能和长期储存的各种外观疵病均作为“不允许的疵病”。例如：未装底火、底火反装、松动、脱落、损坏、裂缝；弹壳穿孔或裂缝（允许有口部裂缝）；发射药中有油脂物或过量的杂质；涂漆钢弹壳外表面无漆；枪弹中混有各种非战斗用弹（如高压弹、强装药弹、空包弹、教练弹）等。在检验

中发现有这类疵病的枪弹时需要对该批枪弹重新进行外观检选。

2．严重疵病

对于外观不符合产品图，局部带有影响枪弹长期储存的外观疵病和枪弹的基层金属虽有疵病但还不致于影响枪弹安全使用的外观疵病，均列为“严重疵病”。例如：枪弹中混有同型式的其他种类战斗用枪弹；枪弹全部或局部未涂漆；传火孔数量不正确；装药中有杂质；局部有锈迹、深线痕、深皱折、较大的夹灰、较小的裂纹和裂缝等。对于这些疵病应分别按其影响程度确定允许的百分率。在检验中如果有某种严重疵病超过了允许的百分数，则应取加倍数量的枪弹复验，两次合计各种疵病均不应超过允许的百分率。

3．一般疵病

由于材料、操作或搬运等原因在加工过程中经常发生的一些外观疵病，经实践证明不影响枪弹的基本性能和使用者均列为“一般疵病”。对于这类疵病应订立允许的外观疵病标本。在检验时，对于疵病不超过允许标本者作为合格品，而疵病超过允许标本者不允许有。这些疵病如：在弹头底窝部和弹壳口部的裂缝、夹灰、缺口、皱折、线痕、压痕、凹痕、麻点、露钢、油渍、水渍、汗渍、斑点、变色（但金属表面上之锈蚀：如钢层上的红锈，铜层上的绿锈应列为严重疵病），涂漆钢弹壳外表面局部无漆或漆层不良等。

4．对于既不影响产品图和性能，又不是加工过程中能控制的外观征象可以不加限制

如：当枪弹的长度和拔弹力均合格的情况下，弹头的紧口槽全部露出或全部不露出；拔弹后弹头底部粘有个别药粒，但其余装药均能自由倒出且不结团等。

在外观检验中如发现在一个枪弹上同时具有几种不同的外观疵病时，则应按疵病的项目分别统计。如果有某种疵病超过了允许的标本，则根据具体情况（如数量的多少、超过的程度、对使

用的影响……)可以进行复验，加倍数量复验或反工后重新检验。

制订外观标本的原则是根据枪弹验收技术条件的规定和实际生产的经验；经过制检双方协商，本着既保证产品质量，又物尽其用不要造成浪费；必要时可通过极限试验考查其对性能与长期贮存的影响。具体是：

（1）保证使用；

（2）不影响枪弹的基本性能；

（3）不致于严重影响枪弹的长期贮存；

（4）半成品标本应严于成品标本，战时使用的标本可以酌量放宽些；

（5）根据影响程度，制订标本的方法可分为两种：

只订立一个标本；

订立大、小两个标本，大于大标本者不允许，等于或小于小标本者允许数量不受限制，等于大标本和大于小标本者规定一个允许的百分率。这种情况一般适用于严重疵病；

（6）不允许疵病应明确规定，所以不须制订外观标本。

（二）尺寸和重量检验

尺寸主要指的是枪弹的全形、长度、弹壳体部长度和底火装入深度。根据枪弹的特点也可增加对弹壳底槽、弹壳底缘和弹头弧形部等有关尺寸的检验。因为这些尺寸对于枪弹的正常使用有影响。例如：过长的枪弹会影响正常供弹；全形大的枪弹会影响进入弹膛；而弹壳体部长度短的枪弹由于在弹膛中的原始间隙过大，在射击时容易发生弹壳横断的严重疵病。因此对于这些重点尺寸必须进行检验以保证枪弹的正常使用。

尺寸检验是用专用量具手工逐个检验，重量是用精确度为千分之一克的工业天平逐个秤量，也有用专用设备进行尺寸和重量检验的。根据批量的大小，检验数量一般为0.2～1%。

为考虑到制造过程中可能产生的偏差，在尺寸和重量检验时

可以规定一个允许的偏差范围和在这个范围内的允许百分率。这个允许偏差是根据枪械条件、使用性能及制造中可能产生的偏差通过试验而决定的。

在检验时，如果枪弹重量不合规定，则拔弹后检查弹头、带底火的弹壳和装药的重量，若这三项均在合格范围，枪弹重量就算合格。如果有某项尺寸偏差超过了允许的百分率，则以加倍数量对该项复验，两次合计，不应超过允许的百分率。

（三）拔 弹 力

每批枪弹都需作拔弹力试验，试验的数量为

手枪弹	50发
7.62机、步枪弹	100发
大口径枪弹	20发

测定拔弹力是用专用设备——拔弹仪（图3-1-1）和专用卡具（图3-1-2）进行。拔弹时用卡具7将弹头夹住并挂于拔弹仪的挂

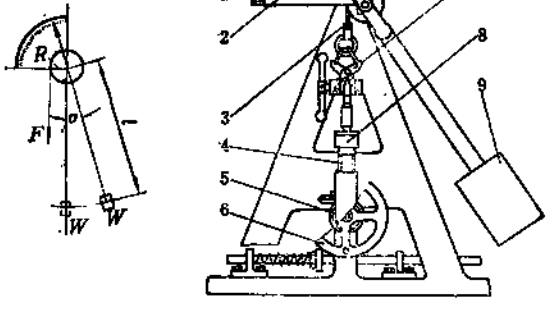


图3-1-1 拔弹仪

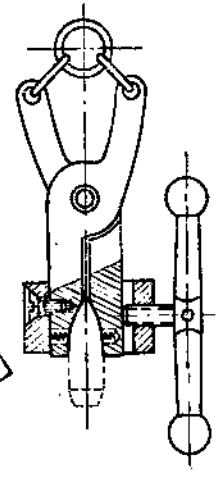


图3-1-2 拔弹专用卡具

1—刻度盘；2—指针；3—挂钩；4—升降螺杆；5—蜗轮；6—手轮；7—拔弹专用卡具；8—卡座；9—负重。

钩 3 上，将弹壳的底缘嵌入拔弹仪升降螺杆 4 的卡座 8 中，然后摇动手轮 6 使螺杆下降，此时负荷亦逐渐增大（随负重 9 之升高而增大），直到弹头和弹壳脱开为止，此时在刻度盘上指出的数值即为此发枪弹的拔弹力。

拔弹仪是根据杠杆的原理制成的。如图 3-1-1 所示。设拔弹力为F，挂钩转轴半径为R，W为负重，l为负重杆的长度（从W的重心到转轴中心之距离），α为与拔弹力相适应的负重杆摆动的角度

$$\because \quad RF = l \cdot W \cdot \sin\alpha$$

$$\therefore \quad F = \frac{l \cdot W \cdot \sin\alpha}{R} \qquad (3\text{-}1\text{-}1)$$

在确定R、W后，由式（3-1-1）可以划出刻度。

拔弹时用力要均匀，不能中途停顿，同时枪弹的位置要放正，否则都会影响拔弹力结果的正确。在拔弹过程中还要注意避免发射药撒出。

拔弹时，要记录每发枪弹的拔弹力，最后列出该批枪弹拔弹结果的最大值、最小值，并计算出试验结果的平均值和在拔弹力允许偏差范围内所占的百分率。如果在允许偏差范围的枪弹数量超过了允许百分率，则按适合其允许百分率的数量作补充拔弹力试验，此时不应该再超过规定。如果拔弹力超过了允许偏差的范围，则需要查清原因后根据具体情况再作出结论。

（四）装 药 量

通常采用精确度为千分之一克的工业天平来检查拔弹后枪弹的装药量。工作时，将一个弹壳中的发射药倒入专用容皿中秤量（应准确到 0.005 克），然后记录每发枪弹装药量的最大值、最小值，计算出全部测定数的平均值，并统计实际装药量与规定装药量的偏差。

（五）枪弹密封性

每批枪弹均须作枪弹的密封性试验，试验的数量为：

手枪弹及7.62机、步枪弹	20发
大口径枪弹	10发

试验时将枪弹浸入温度比弹温高25～35℃的热水中，水深应超过枪弹，并保持5分钟（大口径枪弹为2分钟），仔细观察弹壳口部和底火室周围的变化情况。如在同一位置产生连续或间断气泡，且气泡逸出水面者作为该发枪弹密封性不合格。但只在枪弹放入热水时产生一、二个逸出水面的气泡，然后却未继续产生者不能算作枪弹密封性不合。在试验过程中不能用手拨抹在枪弹的弹壳口部和底火室周围所集结的气泡。

在试验中如果密封性不合的枪弹超过了允许的百分率，则取加倍数量的枪弹复验，两次合计密封性不合的枪弹数量不应超过允许的百分率。

（六）涂漆钢弹壳漆膜质量检验

漆膜质量的检验包括漆膜完整性、漆膜耐蚀性、漆膜与钢层的结合性、漆膜附着力等。这些检验项目按技术文件规定有的在检验弹壳半成品质量时进行，有的在成品验收时进行。下面分别介绍7.62，12.7，14.5弹壳的试验方法：

以56式7.62弹壳为例，其一般检验项目为：

耐蚀性：在3%NaCl溶液中进行。浸两分钟，空气中暴露28分钟为一周期。十个周期以后，漆层应符合技术文件要求。

完整性：在1%H_2SO_4和3%$CuSO_4$溶液中各保持一分钟，检查完整性。试验以后，如有着铜部位，说明完整性不良。

耐磨性：取一定数量弹壳，在转速为8～10转/分的自动滚斗中滚磨20～30分钟，然后测定完整性。其着铜面积不应超过技术文件的规定。

对12.7、14.5弹壳漆层通常检验耐蚀性、完整性、结合力和附着力等四个项目：

耐蚀性：将弹壳互相隔开浸泡于25±5℃的3%NaCl溶液中7小时，取出不洗不擦，置于20±5℃的空气中17小时，然后肉眼检查，漆层应附合技术文件的规定。

完整性：检查方法56式7.62弹壳一样。

结合力：将涂漆弹壳在手搬机或虎钳上压扁，不应有块状掉漆或起层现象。但底金属疵病造成的断裂除外。

附着力：用刀片在漆层上划数条横线和纵线，线距1～2毫米，纵横线所围成的正方形尖角处不应有掉漆现象。

所有试验中，凡弹壳漆层破坏，漆层不完整，弹壳上有压痕、凹痕及其他机械损伤者都不适用于漆层质量检查。

（七）枪弹震动试验

枪弹震动试验是为了考核枪弹各部件间的结合牢固程度与确保运输中的安全。手枪弹与7.62机、步枪弹均需定期或每隔几批抽试枪弹的震动试验。震动试验是在震动试验机上进行，震动试验机的结构及工作原理见图 3-1-3。

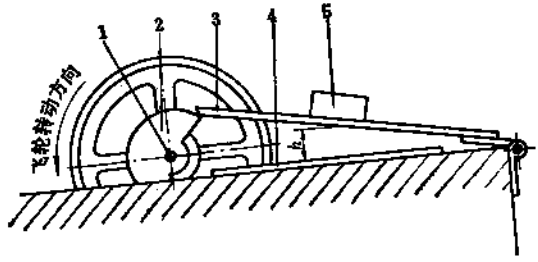


图 3-1-3

1—轮轴；2—凸轮；3—上板；4—下板；5—木箱。

当飞轮带动轮轴1按箭头方向转动时，同轴转动的凸轮2使上板3周期的起落。上板依铰链而转动，当凸轮转过最高点，上

板以本身重量下落在下板上。当上板上箱中装有试品时，就会受到连续的震动。

震动机是由震源、机身、地基和传动四个部分组成。主要是震源和地基两部分。震源有上板、下板、木箱及凸轮，地基是碳渣，这些零件对震动试验结果有一定的影响。试验前先对枪弹进行外观检查并用量具检查枪弹长度和底火装入深度。然后按下列方法将枪弹装入牢固地装置在试验机上木板上的木盒中，并将空隙处用纸填塞紧。

手枪弹每次试验 40 发，包成 1～2 包（或装入纸盒中），使枪弹的轴线与木板平面垂直。

7.62机、步枪弹每次试验 100 发，分成 4～5 包，分两层平放在木箱内。

试验时，震动试验机的落高为 8±0.1 厘米(指木盒中心处上木板的自由落下高度)，震动频率每分钟60±1次，震动时间90分钟(手枪弹在震动45分钟后将枪弹翻转180°，然后再震 45 分钟)。

试验后检查枪弹，不允许有枪弹自行发火、弹头脱落或松动、底火脱落或松动的疵病，并且枪弹的长度和底火装入深度仍应分别符合震动试验前所用量具的要求。

如果震动试验后的枪弹长度和底火装入深度不符合震动试验前所用量具的要求，则取加倍数量的枪弹重新震动试验。此时不应再有不合的情况。

（八）枪弹的射击试验

在靶场作枪弹的射击试验是对枪弹质量作最后的全面而严格的性能检验，通过这些试验，一方面可以决定该批枪弹是否满足战术技术要求，另一方面可以及时发现生产中影响产品性能的疵病，以便迅速采取有效措施保证大量生产的正常进行。

通过枪弹射击试验具体考核下列性能是否合乎规定：枪弹的弹道性能、弹壳及弹头壳的强度、自动武器射击时作用的可靠性

和枪弹的特殊作用（如穿甲性能、曳光性能、燃烧性能等）。在射击试验中不允许产生迟发火、枪弹炸裂、弹头留膛、弹壳底缘拉脱、弹壳横断、不退壳或其他影响枪械损坏和停发的疵病。对于在射击试验中产生的其他疵病，则可根据其对安全、使用、长期贮存和对枪械的影响程度订立允许的百分率，当同一个枪弹如有不同疵病时应分别统计，但由于同一原因引起者则按最严重的一种统计。如果各项射击疵病中的某一项超过了允许的百分率，则按适合允许百分率的数量进行补射（但补射的数量应有一个限额）。补射时用原枪、原射击条件，但在弹道枪及精度枪上产生的疵病可用其他枪补射。在补射中发生的疵病亦需统计。由于枪械原因产生的疵病不应计算。

由于射击试验是属于破坏性试验，为了减少不必要的消耗和正确地鉴定产品质量，要求靶场的各项试验设施必须正确无误，所用的工具、材料必须符合标准，并严格遵守工艺规程。射击试验用的枪械是最主要的试验工具，要求用于射击试验的枪械及其备、附件都要有合格证，并需符合下列要求：

（1）枪械及其零件外观应完整良好，无破损、变形或裂纹等严重缺陷。弹膛、线膛、击针尖端，枪机弹底窝、拉壳钩和退壳挺等处应无毛刺、锐角、不规则变形或显著的磨损、烧蚀。闭锁面应光滑无毛刺，并应接触良好。

（2）主要尺寸（如口径、闭锁），射击寿命及其他要求（如击针突出量、各种簧力）都应分别符合有关规定。

（3）枪械及其附件在开始使用前必须清除全部涂油，经仔细检查擦净并在往复运动部位涂少量枪油或锭子油。在射击时枪弹不能有油。射击试验完毕后应将枪械及时擦净并很薄地涂一层枪油后保存。

（4）当可互换的零件损坏或不符合规定要求时，可按枪的规定进行更换。对于枪械轻微的缺陷（如打磨毛刺等）、划正枪口及修磨闭锁间隙等可以按枪械的要求自行修正。但更换备件或经

修正后的枪械应通过鉴定射击，符合规定后才能在生产中使用。

（5）每支枪应建立履历。在履历表上填写每次使用与检查情况：射击数量、试验结果、更换备件和修理情况、鉴定情况和最终报废原因。

1．弹头速度的测定

工厂中习惯把弹头速度称为初速，但实际上初速是指弹头质心出枪口瞬间的速度，以V_0表示。枪弹生产中，弹头速度是指弹头出枪口后到一定距离（50米、20米……）内测得的两点间的平均速度，符号为V_s。

（1）电磁测速仪

用来测定枪弹或炮弹的飞行时间的。时间的测定范围为0.05～0.15秒。在良好状况下其误差只有0.0001秒。它的工作原理是利用自由落体运动方程式$H=\frac{1}{2}gt^2$来测定时间$\left(t=\sqrt{\frac{2H}{g}}\right)$；求得时间后，根据弹头在此时间内所经过的距离就可以求出速度$V=\frac{S}{t}$。其中V是两靶间中点的速度，S是两靶间的距离，t是弹头在经过S这段距离时所需的时间。

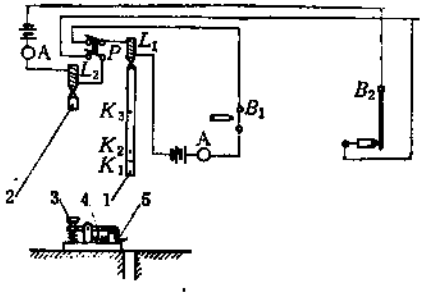


图3-1-4　电磁测速仪工作原理图
1—测时杆；2—落锤；3—挂钩；4—弹簧；5—刻印刀。

电磁测速仪的工作原理如图3-1-4，L_1、L_2是两个电磁铁，通过L_1、L_2和靶B_1、B_2分别组成两个电路，其中B_1就是枪口处用细导线组成的枪口靶，B_2是终点处由钢板和断路器组成的终点靶。通入直流电后，电磁铁L_1吸住套有黄铜管的测时杆1，电磁铁L_2吸住落锤2，5是一个刻印刀，3是一个具有杠杆作用的挂钩，此挂钩挂住刻印刀。当L_2断路时，落锤投在挂钩一端的平面上使挂钩脱开刻印刀，此时刻印刀被弹簧4弹出而在测

时杆上刻出一点 K_1（因为在测定时，使该点对准读数尺上的零点，所以此点又称“零点”）。然后打开总开关 P，使 L_1、L_2 同时断路，则通过一段时间 t_1 后，在测时杆可刻出另一点 K_2。控制落锤下落的时间为 0.15 秒，可得 K_1、K_2 间之距离 $=h_1=\frac{g}{2}(0.15)^2=110.37$ 毫米，式中 g 为重力加速度，0.15 秒称为延滞时间，K_1 至 K_2 之距离称为基标高度。测定速度时，弹头先切断安装在枪口靶上的细导线使 L_1 断路测时杆开始下落。当弹头飞行到终点靶时，又使 L_2 断路落锤下落，刻印刀在测时杆上刻出第三个点 K_3。从测时杆开始下落到刻印刀刻出 K_3 点为止所需的时间 $t_2=\sqrt{\frac{2H}{g}}=\sqrt{\frac{2\overline{K_1K_3}}{g}}$，因这段时间包括了落锤下落的时间在内，所以弹头飞行在两靶间所需的时间（即弹头从枪口靶到终点靶的飞行时间）$t=t_2-t_1=t_2-0.15$ 秒。如果知道了两靶间的距离 S，就可以算出弹头在两靶间中点的速度（即两靶间的平均速度）$V_x=\frac{S}{t}$（式中 $x=\frac{S}{2}$）。

靶距是根据所测枪弹的速度来确定的。一般当所测速度在 500米/秒以下时，采用 20 米的靶距；500 米/秒以上时采用 50 米靶距（即第一靶在枪口，第二靶在距枪口 50 米处）。所测得的两点间的速度 $V_{25}=\frac{50}{t}$ 即是距枪口 25 米处的平均速度。

电磁测速仪在每次试验前均需进行测速仪垂直性、电流强度、刻印深度、基标高度、总开关、直尺的检查和调整。靶与线路要进行断路和绝缘性的检查。检查和调整测速仪垂直性是为了保证试验结果的正确和得到需要的刻印。两靶间电流强度的差应不大于 30 毫安，在工作过程中电流强度的变化应不大于 5 毫安。刻印应明确清晰，不能过深或过浅。连续几个刻印（基标高度）间的差均应在 110.37 ± 0.1 毫米范围内。总开关换路开关在各个位置所测得的延滞时间的刻印间之差应不大于 0.1 毫米。靶的断路必须可靠，靶与线路的绝缘电阻应不小于 100 万欧姆。

测速仪的安装，必须确保在工作时避免因射击或其他原因所产生的音波及震动引起落锤和测时杆下落。

测速时还要求枪口靶的接线要结实，并且松紧适度。如过紧，会由于射击时枪管震动而使导线过早切断；如过松，会使每发断路情况不一致，这些都会影响结果的正确性。导线与枪口端面的距离：手枪弹 3 ± 1 毫米，7.62 机、步枪弹 5 ± 1 毫米，大口径枪弹 10±1 毫米。导线应对准靶距的零点。终点靶的钢板不应有裂缝，以及由于击痕集成的大的崩落，钢板的弯曲度应不大于20毫米。

（2）电子测时仪

电子测时仪的工作原理是采用一个计数器如实地记录脉冲的个数。这些进入计数器的脉冲的频率是稳定的，每相邻二个脉冲之间保持一定的时间间隔。我们使计数器在被测时间开始的瞬间开始计数，而当被测时间的结束瞬间立即停止计数，这样从计数器所记录的数字就可求出所测定的时间。

电子测时仪由两部分组成：一是传感部分，如图 3-1-5 由前后两个通电线圈靶和屏蔽电缆组成。每个线圈靶分别由两个绕组组成。当弹头通过线圈时由于磁通量的改变而产生双向微弱电讯号；另一是测时部分，如图 3-1-6 由讯号放大器 1、控制器 2、脉冲发生器 3、计数器 4 和电源组成。其中脉冲发生器产生频率非常稳定的 1mHZ 脉冲，以此作为时间的基准，所以又可称为

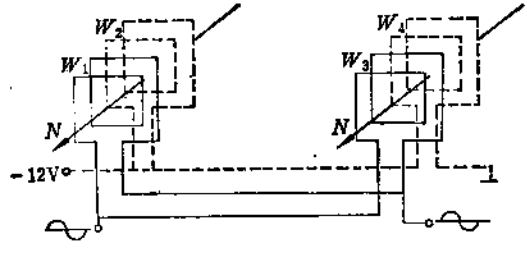


图3-1-5　电子测时仪的传感部分

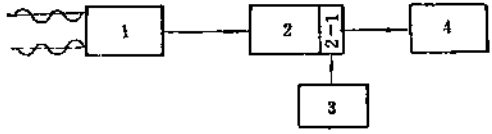


图3-1-6　电子测时仪测时部分原理图

1—讯号放大器；2—控制器；2-1—电子开关；3—脉冲发生器；4—计数器。

"时标"。控制器是用来控制在一个时间间隔内进入计数器连续等距脉冲的任务。工作时，当弹头通过第一个线圈时，发出"启动"讯号，此讯号经过放大器放大后进入控制器，推动控制器中的电子开关 2-1 开启，此时脉冲通过电子开关而进入计数器并开始计数。当弹头通过第二个线圈时，发出"停止"讯号，此讯号经过放大器放大后进入控制器，推动控制器中的电子开关关闭，脉冲停止通过，计数器停止工作。此时计数器中记忆下来的脉冲个数，就是被测时间的微秒数，可直接从计数器的表上读出。

电子测时仪的线圈靶安装在靶架上，靶架要固定牢固，两靶圈要保持平行而且垂直于枪口中心线。两靶间的距离为 1 米（也可用 2 米的靶距）误差不应超过 ±0.2 毫米。线圈靶安装好以后用磁针检查靶的极性应一致并且N极都指向枪口，然后即可按测速要求进行测定。如果要测距枪口 2 米处的速度（V_2），就须把第一个线圈靶装在距枪口 1.5 米处，第二个线圈靶装在距枪口2.5 米处，此时从测时仪的计数器上求得的是每发枪弹飞经 1 米这段距离所需的时间 t，而速度 $V_2=\frac{1}{t}$。

测定初速的方法是用专用测速枪以试验弹和标准弹交叉射击。试验前先将枪弹在散装状态下保温，温度为20±1℃，保温时间随保温前枪弹的温度而定（按表 3-1-1），其时间应从放入枪弹后保温箱的温度稳定开始算起。在保温过程中如温度跳动，则前一段时间不算，从温度重新稳定后算起。要求射击室温度为 15～30℃，湿度不大于80%。

表3-1-1 枪弹保温时间

枪弹名称 \ 保温时间(小时) \ 枪弹温度(℃)	-12～<0	0～40	>40～50	<-12及>50
手枪弹	3	1.5	3	24
7.62机步枪弹	6	3	6	24
大口径枪弹	8	4	8	24
呈包装状态的枪弹	24			

每次试验取试验弹和标准弹各20发（大口径枪弹为10发），射击时先射一发试验弹再射一发标准弹。依次类推一发一发地轮流射击。为节省标准弹，可以用一组标准弹带六组试验弹。

每次试验后应记录每发枪弹的速度、全组枪弹速度的平均值、最大值、最小值和最大值与最小值之差。测定速度的结果评定时要加入发射药温度、气象条件和枪械性能修正值。即：

$$V = V' + \Delta V_t + \Delta V_p + \Delta V_j \qquad (3\text{-}1\text{-}2)$$

式中 V——经过修正后的速度平均值；

V'——射击后得到的速度平均值；

ΔV_t——发射药温度修正值。即试验时枪弹温度换算到标准温度（20℃）时的修正值。可按公式（1-2-3）算出，当温度高于20℃时为负，低于20℃时为正；

ΔV_p——气象条件修正值。即以试验时射击室的温度与气压换算到标准气象条件（20℃，760毫米汞柱）的修正值；

ΔV_j——枪械性能修正值。是标准弹射击的试验结果（经过药温和气象条件修正后）与该批标准弹规定的标准值的差数。此值7.62枪弹应不超过±12米/秒，大口径枪弹应不超过±16米/秒。

2．最大膛压的测定

测定枪弹在射击时发射药在枪膛内燃烧生成气体的压强的方法主要有以下两种：一是静力学法，其原理是当力作用到一个固定物体上时使它变形，根据变形量的大小可以确定力的大小，并由此换算出压力值。另一种是电子学法，其原理是当力作用到一种变换器上（例如压电晶体等）使其产生电压的变化，用它可以测定枪弹在整个枪膛内运动时的压力变化情况。由于测试方法的不同，前者测得的精度低于后者。

生产部门普遍采用的是静力学法，它根据射击后铜柱高度的压缩量，对照该批铜柱的压力表来查出最大膛压值。铜柱的压缩量与压力的关系是在压力机上用不同的静力负荷试验而得。由于铜柱内部粘滞作用的影响，同样的铜柱受同样压力作用下，如时间长其压缩量大，反之则小。而发射药气体对铜柱的作用时间远较用压力机试验的时间短，所以枪膛内的真实压力较由压力表上查得的数值为大。但枪膛内发射药气体在开始压缩铜柱时，远远超过铜柱之抗力，这一部分多余之压力使测压器的活塞杆得以产生加速度，又会增大铜柱之压缩量。为了避免上述现象的影响及铜柱变形量过大引起轴向变形的不均匀，铜柱需在压力机上进行预压。预压值应比所测试值低 300～400 公斤/厘米^2。

测压用铜柱是采用纯度为 99.97% 的铜制成。其形状分为圆柱形和圆锥形两种，每种又可分为不同的规格。

测定最大膛压一般使用专用测压枪和旋入式测压器。测压器的构造如图 3-1-7 所示。它旋装于测压枪的螺孔上。射击前先将铜柱擦拭干净，安装在测压器的调整螺杆 2 和活塞杆 3 之间，并在测压器孔中涂满测压油直到和锥体平面相平。为保证密封，在往枪孔上拧测压器时需在锥体上

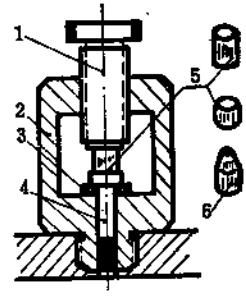


图3-1-7　旋入式测压器
1—调整螺杆；2—本体；3—垫片；4—活塞杆；5—圆柱形铜柱；6—圆锥形铜柱。

涂以绽子油。射击后发射药气体通过测压器孔及活塞杆压缩铜柱使其变形（5是压缩前、后的圆柱形铜柱，6是圆锥形铜柱）。

测定最大膛压前，将试验弹和标准弹各10发进行保温(保温方法和测定速度的保温方法相同)。保温后的枪弹以一发试验弹一发标准弹交叉射击。为了节省标准弹可以用一组标准弹带三组试验弹。射击室的温度应为15～30℃。

每次试验后应记录每发枪弹的最大膛压值、全组枪弹最大膛压的平均值、最大值和最小值。测定最大膛压结果的评定时要加入发射药温度和枪械性能修正值。即

$$P_m = P'_m + \Delta P_t + \Delta P_j \qquad (3\text{-}1\text{-}3)$$

式中 P_m——经过修正后的最大膛压平均值；

P'_m——射击后得到的最大膛压平均值；

ΔP_t——发射药温度修正值。即试验时枪弹温度换算到标准温度(20℃)时的修正值。可按公式(1-2-4)算出，当温度高于20℃时为负，低于20℃时为正；

ΔP_j——枪械性能修正值。是以标准弹射击的试验结果(经过药温修正后)与该批标准弹由国家规定的标准值的差数。此值应不超过±120公斤/厘米^2。

在作弹道性能试验前应按弹道试验方法的规定，检查测速系统线路和测压器的正确性。只有经检查合格后才能开始试验。在试验时（不论是测定速度或最大膛压），要检查每发枪弹射击后的弹壳，如发现有底火周围漏烟、底火击穿、击窝冲脱、底火脱落、弹头破裂或其他射击疵病影响射击结果时，则该发枪弹的试验结果不算，并重新射击一发。如果试验的结果不合格，则以加倍数量复试。复试后的平均值以两组的总平均计算，其他（速度差、最大膛压最高值及最低值）按单组计算。

在长期测定最大膛压结果均很稳定的情况下，可以每隔几个批测定一次最大膛压，也可以只在更换发射药批次或改变发射药

重量时测定最大膛压。

3. 枪弹精度

枪弹精度（简称精度）是指在一定距离上弹着点的密集程度，在生产中一般称为“弹头散布精度”，简称精度。测定的方法是将测定精度的专用枪牢固地卡在固定于混凝土基座上的专用枪架上。在终点处安装可移动的靶板，在靶板上放置靶纸。

测定精度的枪弹数量为：

手枪弹	40发，分为两组
7.62机、步枪弹	60发，分为三组
大口径枪弹	12.7，10发；14.5，20发(分为两组)

每组射击完后，首先要统计靶纸上的枪弹孔数是否足够，然后确定平均弹着点。求平均弹着点的方法有坐标法和近似法两种，现在常用的是后一种，即是在靶纸上划两条互相垂直的直线（一条水平，一条垂直），使每条直线的两边都有相等的弹孔数，并且都从其最邻近的两个孔的中间通过。这两条直线的交点即为平均弹着点。然后以平均弹着点为中心划圆，直到使圆周的内外都有相等的弹孔数为止，并且使其从其内外最邻近的两个孔的中间通过，此圆的半径叫该组枪弹的半数命中半径（R_{50}）。仍以此点为中心通过最远一个弹孔的外边缘划圆，此圆的半径叫该组枪弹的全数命中半径（R_{100}）。各组的R_{50}的平均值即为该批枪弹的精度值；有的弹种还需同时考核R_{100}的平均值。其计算精确度应达0.1厘米。

如果射击试验的结果不合格，则取同等数量的校枪弹（是一种专门选定的精度稳定的枪弹，是由正常交验合格的枪弹中选取或专门制造，它具有一个经反复试验而确定的平均命中半径值）以原枪、原射击条件进行鉴定射击。如果鉴定射击结果不符校枪弹的规定值，则原试验结果不算，换枪或重新固定枪后重新射击。如果鉴定射击结果合格，则以原枪、原射击条件用加倍数量的枪弹复试（分两个试验组），并以复试结果（两组的总平均值）来作出

结论。

在射击过程中由于某种射击疵病（例如弹头破裂、瞎火等）影响该组结果的正确性时，应及时补射其疵病发数，或该组结果不算，重新进行射击。但是不论补射或重射，原发生的射击疵病仍要统计。

精度试验的靶距一般分为100米、200米或300米，应根据生产条件尽量选择较远的距离。

也可以在正式试验前，先用校枪弹作评定枪械与卡枪稳定性的射击。当校枪射击结果符合校枪弹所定的平均命中半径值后，再开始进行测定精度的试验。

4. 弹头破裂试验

弹头破裂的射击试验包括测定弹头飞行中的破裂、弹心脱落和横弹。这项试验除7.62枪弹还需单独进行外，手枪弹和大口径枪弹均只在测定弹头速度、精度、穿甲、曳光、弹壳强度等项目时安置偏差板同时测定弹头破裂。

单独测定弹头破裂用的枪械应符合有关技术条件的规定，一般采用射击寿命较长、枪管口径已超过允许公差上限的枪。试验时把枪固定在枪架上进行射击，每次50发。测定弹头破裂试验的装置如下表所示。

表3-1-2 偏差板安装规定

靶板类别	距枪口（米）	靶板尺寸（米）	中心过弹孔尺寸（厘米）
第一偏差板	8.5	1×1	12×12
第二偏差板	17.5	1×1	25×25
终点靶	100	2×2	

三个靶的平面均应垂直于枪管轴线。安装偏差板的目的是当弹头飞行不正或发生破裂时，可从偏差板上的弹孔和弹头碎片来判断弹头是否破裂。

在计算弹头破裂的百分数时，要按有关测定弹头破裂的各项

射击总数来统计。如在所有作弹头破裂试验的项目中只有一发枪弹产生弹头破裂疵病，则用作破裂试验的枪按技术条件允许的百分数和试验方法进行补射，在补射中不能再产生弹头破裂的疵病。

5．穿甲性能测定

具有穿甲作用的枪弹需作穿甲试验。根据各弹种的特点，在产品图和技术文件中分别规定了穿甲性能的要求和试验方法。穿甲性能以穿甲率来表示，所谓穿甲率是指枪弹在对规定距离上一定厚度的钢板射击后，在钢板上的弹孔数与全部射击有效命中孔数之比。如56式7.62穿甲燃烧弹对距离枪口200米处垂直放置的厚度为7毫米的均质合金钢板射击时其穿甲率应不低于80%。而56式14.5穿甲燃烧弹则是对距离枪口300米处后倾斜20°±2°角度厚度为20毫米的均质合金钢板射击时其穿甲率应不低于80%。

穿甲试验用的钢板要用专用夹具牢固地夹持在带支柱的钢质固定架上，并一定要垂直于地面和枪管轴线（仅56式14.5枪弹穿甲试验时钢板是后倾20°±2°）。支架和钢板如固定不好或安装不正确会消耗一部分弹头的能量而降低穿甲率。

射击距离按规定有100米、200米或300米。

射击用的步枪（7.62枪弹）或机枪（大口径枪弹）应能保证符合产品图所规定的弹头速度，也可以采用测速枪来测试穿甲性能。射击时先将枪固定在枪架上，以5发为一组对钢板进行单发射击。每射击5发后检查有效命中数，并检查钢板紧固的情况，直到有效命中数达到技术条件所规定的数量为止(一般为10发)。在射击过程中可以适当调整弹着点，以满足有效命中的要求。

有效命中孔数与穿甲的评定标准为：

属于下列情况之一者作为穿甲：

（1）钢板上有钢心击中的通孔；

（2）钢板上的孔内卡有弹头壳、铅套、铅垫等或局部钢心碎片（7.62枪弹规定虽卡有钢心碎片但不超过半个孔的面积者

为穿甲，大口径枪弹以钢心之弧形部穿过钢板为穿甲）；

（3）射中支架或夹头，且钢板被击穿者。

除下列各项属于无效者以外，其他情况均为“有效命中孔”：

1）相邻弹孔间的距离小于 8 毫米；

2）弹孔距钢板边缘小于 10 毫米；

3）命中固定支柱或夹头，但钢板未被击穿；

4）射中钢板厚度公差超过规定的部分或有疵病的范围（击穿厚度超过上限公差者算有效）；

5）从靶板背面检查，穿孔边缘彼此相割者；

6）靶板固定不牢或翘曲度超过规定者（但已击穿者算有效）。

当同次射击中钢板上有两个或两个以上的孔（或痕迹）具有 1 或 5 的情况，则只算有效命中一发，此时若同时具有穿孔与不穿孔两种则全部作为命中无效。

穿甲试验不合格时，则用正常生产中的合格枪弹或专门鉴定合格的枪弹以原枪原射击条件作鉴定射击。经鉴定确是枪弹原因造成时，则以加倍数量复试，并以复试结果作结论。

6. 燃烧性能测定

具有燃烧作用的枪弹需作燃烧试验。在枪弹的产品图和技术文件中对各类枪弹分别规定了燃烧性能的要求和其试验方法。燃烧性能是以燃烧率来表示。所谓燃烧率，是指枪弹在规定的距离上对一定厚度的钢板后面的装满汽油的油箱（或刷有汽油的油纸）射击时，使其燃烧的枪弹发数与全部射击的有效命中孔数之比，所以这种试验又叫穿甲后的燃烧试验。如 56 式 7.62 穿甲燃烧弹对距离枪口 200 米处垂直放置的厚度为 7 毫米的均质合金钢板后的油纸射击时，其燃烧率不应低于80%。

测定燃烧性能射击试验应采用均质合金钢板（7.62曳光燃烧弹用普通钢板）。钢板的厚度应以在规定距离射击时其穿甲率为 100%为适宜。射击距离一般在 100 米左右。因为短的距离可以

有效地增加命中率。钢板要用专用夹具牢固地夹持在带支柱的钢质固定架上，并垂直于地面和枪管轴线，油箱或油纸放于钢板背面而与钢板相平行。射击试验用的枪械与穿甲试验相同，试验时将枪安装在专用的固定枪架上，每射击一发后评定有效命中数。燃烧试验的有效命中数一般为10发。为了节约，也可将燃烧试验与穿甲试验合并进行。

燃烧试验采用70号航空汽油。对试验中的目标和钢板要求见表3-1-3。试验方法一般分为油箱和油纸两种。

表3-1-3　对穿燃弹作穿甲燃烧试验时的目标规定

弹种	钢板		燃烧物在钢板后的距离（毫米）	
	厚度（毫米）	与枪口距离（米）	油箱	油纸
53式7.62穿燃弹	10.3	200		130
56式7.62穿燃弹		200		115
56式7.62曳光燃烧弹	1.1	100	●	●
54式12.7穿燃弹	15	70	100	
56式14.5穿燃弹	20	100	100	400

● 1.1毫米钢板即油箱的厚度，在油箱前不再另设钢板。

● 油纸试验的装置：两块厚度为1.1毫米的钢板，第一块距枪口300米，第二块与第一块间的距离为450毫米，油纸放在第二块钢板前70毫米处。

（1）油箱试验法

在上部有开口的枪弹包装铁匣内装满汽油，竖放在钢板背面。注意当油箱立放时，汽油不应从油箱口溢出。当油箱被射击命中汽油燃烧后，需立即放下油槽盖（此时油箱已被打倒并掉入油槽中）并用砂、土灭火以回收汽油。每射击5发后，应将钢板冷却。

油箱燃烧试验有效命中的评定：首先按穿甲试验的要求评定穿透钢板的有效命中，然后再评定燃烧的有效命中。此时除距油箱开口10毫米内不算命中外，其余凡击中油箱前后两平面者均算有效命中。

（2）油纸试验法

将一张浸或刷汽油的白报纸(大口径枪弹允许用普通瓦楞纸)铺在铁皮垫板上并一起夹在专用卡具上，然后立即进行射击试验。从油纸涂好汽油到射击为止的时间：白报纸应不超过 30 秒(大口径枪弹为 60 秒)，瓦楞纸应不超过 3 分钟，若超过规定时间应重新涂刷，但射击后燃烧者仍算有效。

每发射击命中后，需更换垫板 (56 式 7.62 曳光燃烧弹 不用垫板)，垫板的尺寸如下表 (以毫米计)所示；垫板采用薄钢板或镀锌薄钢板，也可用冲制后的覆铜钢板拼制。垫板应平直，经修正后可以重复使用，但弯曲和镂孔过大、变形或锈蚀者不能用。

弹　　种	厚　度	长　度	宽　度
7.62枪弹	1～1.5	470^{+20}	340^{+10}
大口径枪弹	3		

油纸燃烧有效命中的评定：首先按穿甲试验的要求评定穿透钢板的有效命中，然后再评定燃烧的有效命中。

穿甲后燃烧试验不合格，则按穿甲试验之有关规定作鉴定试验。经鉴定确是枪弹原因造成时，则以加倍数量复试，并以复试结果来作结论。

7. 测定曳光性能

具有曳光作用的枪弹需作曳光性能试验以鉴定弹头中曳光剂的质量。曳光剂的质量包括燃烧后的亮度和燃烧的距离。在产品图上规定了曳光的最近距离和在此距离上的曳光率。所谓曳光率，是指在规定距离上能见到的发光的弹头数与射击的全部枪弹数量之比，如 56 式 7.62 曳光弹规定在距枪口 800 米处的曳光率应不低于 85%，54 式 12.7 穿甲燃烧曳光弹规定在距枪 口 1500 米 处的曳光率应不低于 80%。

曳光性能试验需在有良好能见度的情况下进行。靶场的长度根据枪弹产品图所规定的距离而定，要求在此范围内地面上无建筑物，并且在试验时对居民无任何危险。在靶场的终点处设观察

所。试验用的枪安装在专用的固定枪架上，并具有5°左右的仰角，以单发射击。射击时，在射击室及观察所用直观方法观察，并记录试验结果。当试验结果不合格时，则以原枪和原射击条件用加倍数量复射，复射结果的平均值应达到产品图的规定。

7.62枪弹，还须定期作升温（+50±5℃，4小时）和降温（−50±5℃，4小时）后的曳光试验。

在曳光性能长期稳定的情况下，可以隔几批作一次曳光试验。

8. 测定弹壳强度和枪械灵活性

每批枪弹除作各项性能射击试验外，还需用使用这种枪弹的各种枪作射击试验，以考核弹壳强度及枪弹对枪械工作灵活性的影响。例如56式7.62枪弹需分别用56式半自动步枪、冲锋枪及轻机枪作射击试验。但由于测定枪弹精度和破裂均是用半自动步枪射击的，所以在作弹壳强度试验时就不需再用半自动步枪射击了。试验前需先检查枪械的合格性，并将试验用的枪弹按规定数量分别装到冲锋枪用的弹匣及轻机枪用的弹链上（弹链还需装入弹盒中），然后开始射击。

为加强对弹壳强度的考核，需定期作枪弹的加温或降温试验。试验的方法是将已装好弹夹、弹匣、弹链（已装入弹盒）的枪弹装入保温箱中，分别在50±5℃，−50±5℃的情况下保持2小时，然后取出立即射击或放在保温盒中拿到射击室射击。

将全部各项射击试验后的弹壳都收集起来进行外观检查，以判断射击后弹壳与底火的疵病。

9. 射击试验中的安全

在射击试验中任何粗心大意都会造成严重的人身事故。因此必须采取以下安全措施：

（1）试验场周围与外界隔开，禁止无关人员进入。

（2）试验靶道最好采用隐闭式靶道，如山区工厂须采用露天靶道，则在靶道周围应拉铁丝网，并设置危险标志，防止在试验时有人进入。

（3）各类不同的试验项目，应分别设置专用靶道，靶道之间应用坚固的砖墙隔开。如系露天靶道，则应采取有效措施隔开，并分别进行试验。

在靶道的地面上不应有任何障碍物（如石块、树根等）。

（4）各类靶道之末端应设弹头及其碎片的收集装置。一般采取堆积厚度2米以上的砂堆的方法。并在终点上方加覆混凝土盖或以钢板覆盖，以防弹头崩出伤人。

露天靶道之末端最好在山根处采取掘进式，并在上面覆盖防护层。

（5）靶道须装置良好的照明。其目的不仅是为了有利于射手的瞄准，更主要的是使射手在射击时可以清楚地看到射击方向是否有人。

（6）在终点处需要看靶的靶道终点，应在其侧面建立坚固的避弹室（即工作间），避弹室的窥孔应与靶道射击方向呈一锐角。

（7）为保证射击试验时的安全，在工作前必须清理靶道，不准有人停留在靶道中。在工作时更不准有人进入靶道。在工作中如射手或工作人员必须进入靶道时，必须由本人先拿下枪机并通知有关人员关照，然后再进入靶道。或采取安全措施后，方可进入靶道工作。

（8）建立严格的安全管理制度，并应经常地进行安全教育。

（九）包装质量的检验

成批枪弹经过外观、尺寸和重量、装药量、枪弹密封性、漆膜质量及靶场各项射击试验合格后可以进行最终包装。在包装过程中还需对包装质量进行全面的检验。包装的质量检验包括：包装方法、包装件的质量、包装铁匣密封性和包装标志。

1．包装方法

（1）在检验枪弹的外观时对所抽取的装有枪弹的铁匣百分之百地检查包装方法的正确性和每包枪弹的数量（对大口径枪弹

则检查每匣枪弹的数量)。每包（或每匣）枪弹数量的检查采取称量的方法，当发现重量有问题时，再拆开检查，如果发现抽取的纸包中只有一包的枪弹数量多或少一发时，可以加倍数量复验，此时不应再有。

（2）在对整批枪弹开始外观检验前，先检查整批枪弹的匣数与所装发射药的批号，如发现匣数或所装发射药的批号不正确时，则需查清原因后再进行检验。

（3）在整批枪弹加箍护带后，检查整批枪弹的木箱数量，并抽查整箱的重量。发现重量有疑问时可拆开木箱（必要时可拆开铁匣）检查。

2．包装件的质量

对包装件的质量检查，内容包括纸和纸板的水分、纸的酸性、碱性和氯化物，以及铁匣内部的酸性、碱性和氯化物。

包装件的质量检查均在铁匣封盖前进行。纸和纸板各取1个试样，铁匣（匣体和匣盖）各取3个试样。

（1）纸水分测定

包装用纸和纸板水分的含量应不超过9%。测定不合格时，该批纸和纸板需继续进行烘干。测定时把纸和纸板在100～105℃下烘干，到恒重时所减少的重量与试样原来重量之比，即为纸的含水量。

测定方法：

1）从每批枪弹包装用的纸和纸板中各取一个试样。

2）把试样扯成小块，称取5克试样置于已知重量并彻底干燥的称量瓶中，在100～105℃下烘干，然后在干燥器中冷却。称重，需反复几次直至恒重为止。

每次称量应准确到0.001克。

3）水分X(%)按下式计算

$$X=\frac{W_1-W_2}{W_1}\times 100\% \qquad (3\text{-}1\text{-}4)$$

式中 W_1——干燥前试样重量(克)；

W_2——干燥后试样重量(克)。

计算结果应精确到0.1%。

4）从取试样到测定完毕的整个过程中，必须做到不能使纸的水分受到外界的影响。

（2）酸性、碱性和氯化物检验

包装用纸、纸板和铁匣均要求清洁、呈中性、氯化物的含量应不超过0.003%，为此需分别作酸性、碱性和氯化物的检验。检验结果不合时，则该批纸和纸板不能应用。铁匣和铁匣盖可以采取用水冲洗（然后必须烘干）或用酒精擦拭的方法除去酸、碱、氯化物后重新交验。

检验方法：

1）试样准备

纸和纸板各取1克试样，将其分别弄碎后放入注有100毫升煮沸的蒸馏水的烧杯中，适当搅拌1～2分钟，然后取此试液分别进行酸性、碱性和氯化物的试验。

铁匣与铁匣盖分别各取3个试样。往每个匣内注入100毫升煮沸的蒸馏水，仔细洗涤匣体的全部内表面。铁匣盖是用经过彻底处理并经试验确呈中性和无氯化物的脱脂棉蘸煮沸的蒸馏水（在烧杯中注有100毫升煮沸的蒸馏水）清洗，然后对匣盖的全部内表面进行仔细的擦拭。将此脱脂棉再放入烧杯中充分搅拌1～2分钟，然后分别取试液作酸性、碱性和氯化物的试验。

2）酸性试验

取出试液10～12毫升注入试管内，并加入2～3滴0.1%甲基橙。如果有酸性存在，试液即呈红色。

因为酸是微量的，颜色很浅，为便于鉴别可以采用标准溶液来进行比较。如试液的颜色不深于标准溶液即为合格。标准溶液是在注有10～12毫升煮沸蒸馏水的试管中加入1滴0.1N的硫酸和2～3滴0.1%的甲基橙。

3）碱性试验

取出试液 10～12 毫升注入试管内，并加入 2～3 滴 1%酚酞。如果有碱性存在，试液即呈浅红色。

因为碱的存在是微量的，颜色很浅，为便于鉴别可以采用标准溶液来进行比较。如试液的颜色不深于标准溶液即为合格。标准溶液是在注有 10～12 毫升煮沸蒸馏水的试管中加入 1 滴0.1N的氢氧化钠和 2～3 滴 1 %酚酞。

4）氯化物试验

取出试液 7～8 毫升注入试管内。先加入 1:1 硝酸约 1 毫升，再加入 3～5 滴 5%硝酸银溶液。与此同时，再在注有 7～8 毫升标准氯化铵蒸馏水溶液(氯离子浓度为0.003%)的另一个试管中，也同样地加入硝酸和硝酸银溶液。对比观察两试管中溶液的混浊度，如果试液比标准溶液更为混浊，即表明其氯化物超过0.003%。

5）从抽样到试验完毕的整个过程中，应注意避免受外界条件的影响。

3．铁匣密封性

每批枪弹抽取 40 个封盖后的铁匣作密封性检验。在检验中不允许有严重漏气者。对于轻微漏气的铁匣根据技术文件规定有一个允许的百分率。如果轻微漏气的铁匣数量超过了允许百分率，则以相同数量复验，两次合计不应超过允许的百分率。

铁匣密封性检验的方法是用充气或抽真空的方法使铁匣内外造成一个压力差，在此情况下保持一段时间并观察汞柱的下降情况。如在这段时间内汞柱高度无变化，则铁匣是密封的；如汞柱有少量下降者为轻微漏气；汞柱大幅度下降或在充气(或抽真空)时经 3～4 秒钟仍达不到规定压力差时，即为严重漏气。

用充气方法进行铁匣密封性检验时，为便于观察，可将充气后的铁匣浸入水中或在各结合部位涂肥皂液观察有无气泡出现。出现气泡者为密封性不良。图3-1-8是用充气方法检验铁匣密封性的示意图。图 3-1-9 是用抽真空方法检验铁匣密封性的示意图。用这

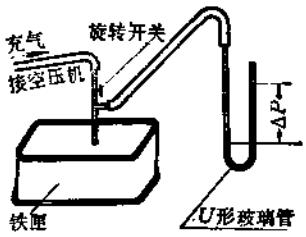


图3-1-8 充气法检验铁匣密封性的示意图

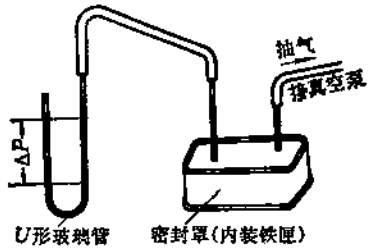


图3-1-9 抽真空法检验铁匣密封性的示意图

种方法时要注意密封罩与铁匣的间隙不宜过大，以免胀坏铁匣。一般来说，密封罩的容积应比铁匣体积均匀地增加 15% 左右为宜。

4. 包装标志

包装铁匣的标志在木箱钉盖前抽查，包装木箱的标志在包装木箱加箍护带后抽查。发现标志不清或不正确时必须及时纠正。

在检查包装标志的同时要检查铁匣和木箱的外观，发现有锈蚀、损坏严重的情况时也应及时纠正。

第二节 保管和运输

枪弹的保管和运输必须做到保质、保量、保安全。

保质就是使枪弹在技术性能方面保持良好状态。虽然在枪弹制造过程中已采取了很多措施，但由于在保管和运输过程中各种因素的影响，有可能使其质量发生变化。一般影响枪弹质量变化的因素有：包装件损坏或腐蚀，发射药、底火或各种药剂受潮变质，枪弹金属零件锈蚀。因此必须不断改善保管和运输条件，认真按弹种、批次顺序管理，执行“用旧存新、用零存整”的发放程序，千方百计地减缓质量变化速度，延长使用年限。

保量即登记、统计应正确及时，做到有物有帐，帐物相符。保管、收发应分类清楚，数、质量准确。

保安全，是指应严格遵守各项安全制度，做好警卫、消防、防护等工作，确保仓库及运输的安全。

（一）对仓库的要求

存放枪弹的仓库要整洁、干燥、较好的通风，在库内不能有火源。库房的温、湿度对枪弹的储存期有着直接的影响。从枪弹的特性来看，库房的温度不宜过高，相对湿度最好控制在70%以下。

温、湿度对于发射药的安定性影响很大。温度过高和湿度过大，会加速发射药的分解速度；温度过高、湿度太小，会促使发射药里的水分、溶剂、樟脑等成分的挥发，使发射药的燃速加快；湿度过大还会促使曳光剂、燃烧剂等药剂受潮变质。此外，枪弹各零件都是金属的，在高温、高湿条件下很容易生锈。而锈蚀的枪弹易造成射击故障，如弹头飞行破裂，弹壳破裂，喷烟，退壳困难等。影响枪弹各金属零件（包括包装用铁匣）生锈的最主要因素是空气中相对湿度的大小，如钢铁的临界湿度是65～70%，铜的临界湿度为70～80%。因此，保管枪弹库房的相对湿度最好控制在临界湿度以下。

包装木箱在湿度较大时，会吸湿长霉而腐烂，并使标志模糊；湿度过小，会产生干裂现象。

（二）库房的管理和存放

保存枪弹的库房最好不存放其他武器弹药。空包弹、教练弹等各种辅助用枪弹不能与战斗用枪弹混放，需存放在单独的库房内。

为便于保管和收发，同一库房内如存放多种枪弹时，应按弹种分开堆垛，每堆间要留出适当空隙。同一弹种的不同批应按发射药的品号、批次尽量堆在一起，但每堆中的不同批次仍要分清集中堆垛，并标明各批次间的堆垛界限。

枪弹的堆垛采取平行堆垛的方法，同批枪弹的标志应朝一个方向，并按由整到零，由新到旧，由内向外逐堆进行堆垛。

为便于收发、搬运、通风和检查，堆积时应留出适当的工作通道和检查通道。工作通道一般宽度为1米，而检查通道的宽度为0.6米。图3-2-1是一个门和二个门的库房的堆垛情况。

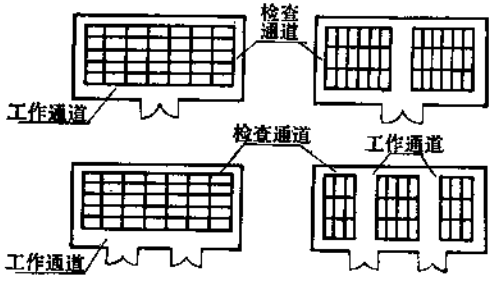


图3-2-1 库房的堆垛情况

堆垛时必须在底层铺垫枕木，其规格一般高、宽各10～15厘米。按预先计划好的位置将枕木顺风方向放好。堆垛的高度应以保证安全、便于收发、利于通风为原则，一般以十箱为一垛。在库房安全条件和搬运条件较好的情况下，为了提高库房容量，也可适当增加堆垛高度，但必须保证不超过地板负重量（如库房的地面是地板时），不压坏最底层的包装箱。堆顶距天棚不得少于0.5米。

堆垛时箱盖朝上，上下两箱的箱带要互相卡牢。个别尺寸不一的箱子要挑出来单独放在顶部。堆垛时各批之间的界限要分清，并以明显的方法予以标清。

对包装的枪弹不得随意启封，以防枪弹受潮变质。对由于进行质量检查或其他原因而启封的枪弹，必须及时予以密封。

（三）质量检查

质量检查是为了了解和掌握弹药质量的变化，从而认真总结经验改善库房管理工作，使枪弹经常处于良好的技术状态，以便及时正确地保障部队作战、训练的需要。

在一般情况下，对密封包装的枪弹每两年抽查一次，抽查数量一般为0.5%，但主要还应根据其品种、数量、质量、储存时间和库房条件等情况而定。由于在保管中堆垛位置和温、湿度条件不同，质量变化程度也不同，所以在抽查时要从各个不同位置上抽取，使其具有充分的代表性。检查的内容包括：

1．包装箱的检查

（1）有无损坏、腐蚀或虫蛀现象；

（2）内外是否清洁，标志是否清楚；

（3）有无突出的钉尖或螺钉。

2．包装铁匣的检查

（1）有无锈蚀，失去密封性能；

（2）标志是否清楚，配件是否完整；

（3）一般情况下不启开密封进行检查，如对密封有怀疑时，可以酌情开封检查，但检查后尽量恢复密封。

3．对非密封包装枪弹的检查

（1）弹壳有无裂缝、裂口、碰伤；

（2）弹头有无松动、歪斜和影响上膛的其他疵病；

（3）底火有无受潮生锈和击发过的痕迹；

（4）有无锈蚀现象；

（5）发射药有无受潮现象；

（6）弹种是否分清。

4．仓库对枪弹保管的年限是以发射药的质量来确定的

为防止发射药失效或自燃，保证仓库的安全，和供应部队质量良好的枪弹，仓库要根据规定的化验周期，按枪弹所装发射药的批次抽取试样送化验单位进行发射药性能的检查。

仓库还应根据规定，定期抽取枪弹作各项射击性能试验。

根据技术检查的结果，枪弹的质量可分为四级：

（1）新品：有出厂合格证书，未经部队携带的新的枪弹；虽经修理但检验合格、配套完整、标志清楚、包装完整的。

（2）堪用品：

1）经部队携带，质量基本符合要求的；

2）出厂时间较长或虽有小的瑕病但主要技术性能未降低，仍可供作战、训练使用的；

3）弹头松动但不影响连发的；

4）弹壳碰伤或变形，但不影响上膛的；

5）弹壳口裂，但未延到斜肩部的。

（3）待修品：需选分、紧口、擦拭包装的。

（4）废品：无法修复或无修理价值的。

（四）基层对枪弹的管理

（1）对已启开密封包装的枪弹要进行简易密封，最好是采用与每包枪弹体积相适应的塑料袋密封。

（2）不能拆除纸包后散放保管或装入袋内保管，以免互相碰撞、挤压而造成弹头松动、弹壳变形，从而影响上膛或发生其他事故。

（3）枪弹不能涂油包装保管，弹匣、弹链或弹盒在用来装枪弹前应将其内部的油污擦净；防止油浸入枪弹的底火和枪弹内，产生不发火或迟发火的现象。

（4）教练弹、空包弹等严禁与实弹混合和随身携带。

（5）严禁用实弹进行操练。

（6）战士携带的枪弹要经常检查，受雨淋或汗浸后应及时擦拭防止生锈。禁止用粗糙和锋利的东西（如砂土、鞋底、砖头、小刀、玻璃等）擦拭，以免将弹壳或弹头的保护层擦去。

（五）装　卸

（1）枪弹必须按弹种、批次顺序装卸，不得混淆。

（2）装载车(船)要稳固，不准倒置、侧放、超重。装载要紧靠车(船)厢壁，防止倒塌。火车装载时，应将空隙留在中间以

便装卸。

（3）装载时应按交通管理部门的规定，不准与不允许混装的武器弹药混装。

（4）不得与易燃品（如汽油、酒精等）、酸类物质、硫化合物、氨化合物等物质混装，以防发生危险和影响枪弹质量。

（5）装卸时应搬牢、走稳、轻放，不得投掷、拖拉、碰撞。

（六）运　　输

1. 一般要求

（1）运输工具要技术状况良好，不得有破漏现象，刹车设施要好。

（2）要有防雨设施。

（3）禁止在车（船）内吸烟点火、玩弄武器弹药。发生火灾时，首先将车辆与其他车辆隔离，然后进行扑灭。

（4）运载弹药的车（船），应严守秘密，不得在车站、码头久停。停留时应进行警戒。有条件时应在专用站台或码头停留和装卸。

（5）没有包装箱或包装箱破坏、来历不明的枪弹不准运输。

2. 火车运输的要求

（1）要用棚车运输。在特殊情况下可用敞车，但要有防雨设施。禁止用平板车。

（2）在装车后车厢门未关闭前，不得用机车挂车、甩车或用驼峰溜放。装卸时，车厢的车轮要用枕木确实垫好，以防滚动发生危险。

（3）在装车前，车厢的窗要关好，并用铁丝加固。装完后，车厢门要用铁丝固定并加铅封。

3. 汽（大）车运输的要求

（1）汽车用的汽油只准放在油箱里，擦拭用油应放在工具箱内，严禁与枪弹等混放在车厢内。

（2）装载后禁止用明火烤汽车发动机。

（3）行驶时，车与车之间应保持一定距离；汽车车距一般为50米，时速不超过30公里。道路质量不好时还应适当减慢速度。

（4）载运枪弹的车辆禁止在居民点和城市里停车。如遇雷雨应立即停车，但不得停在孤立的大树和高大建筑物附近，车辆不得集中。

4．轮(木)船运输的要求

（1）要检查船内是否漏水、积水，防止受潮。

（2）防止烟囱火星落入舱内。

（3）用机械装卸时，要认真检查，防止发生危险。

枪弹手册

目　录

第一章　制式手枪弹 …… (1)

§ 1　制式手枪弹配用武器及其主要战术技术诸元 …… (1)

§ 2　制式手枪普通弹 …… (1)

§ 3　制式手枪高压弹和强装药弹 …… (15)

第二章　制式步机枪弹 …… (16)

§ 1　制式步机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元 …… (16)

§ 2　制式步机枪弹品种 …… (17)

§ 3　56式、53式7.62mm枪弹(战斗用弹) …… (18)

§ 4　56式、53式7.62mm空包弹 …… (49)

§ 5　反坦克枪榴弹空包弹和信号枪榴弹空包弹 …… (54)

§ 6　56式、53式7.62mm教练弹 …… (61)

§ 7　56式、53式7.62mm标准弹 …… (66)

§ 8　56式、53式7.62mm高压弹和强装药弹 …… (67)

§ 9　56式、53式7.62mm空包弹 …… (72)

第三章　制式高射机枪弹 …… (74)

§ 1　制式高射机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元 …… (74)

§ 2　制式高射机枪弹品种 …… (74)

§ 3　$\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm 高射机枪弹(战斗用弹) …… (75)

§ 4　56式14.5mm空包弹 …… (99)

§ 5　$\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm 教练弹 …… (102)

§ 6　$\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm 标准弹 …… (105)

§ 7　$\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm 高压弹和强装药弹 …… (107)

第四章　信号枪弹 …… (112)

§ 1　57式26mm手枪信号弹 …… (112)

§ 2　底－6式底火 …… (119)

§ 3　单、双星信号枪榴弹 …… (124)

§ 4　11mmⅠ型救生信号弹 …… (129)

§ 5　79式21mm拉发信号弹 …… (133)

第五章　运动枪弹 …… (142)

§ 1　7.62mm转轮手枪弹 …… (142)
§ 2　5.6mm运动步枪弹、手枪弹 …… (147)
§ 3　12号猎枪弹 …… (155)

第六章　制式枪弹底火 …… (166)

§ 1　品种和简图 …… (166)
§ 2　技术要求 …… (171)
§ 3　验收规则 …… (175)
§ 4　试验方法 …… (178)
§ 5　包装、标志、储存和运输 …… (180)

第七章　制式枪弹包装和标志 …… (182)

§ 1　枪弹标志 …… (182)
§ 2　枪弹包装 …… (184)
§ 3　枪弹包装标志 …… (188)
§ 4　56式7.62mm 枪弹弹夹 …… (195)
§ 5　枪弹通用包装铁匣 …… (198)
§ 6　枪弹通用包装木箱 …… (201)

第八章　枪弹勤务 …… (208)

§ 1　枪弹运输注意事项 …… (208)
§ 2　枪弹库存保管 …… (208)
§ 3　部队携行使用 …… (210)

第九章　制式枪弹弹道试验和弹道数据摘要 …… (211)

§ 1　制式枪弹内弹道数据和枪用发射药要求 …… (211)
§ 2　测速和测压试验 …… (218)
§ 3　弹道枪的弹道性能要求 …… (224)
§ 4　发射药的弹道性能要求 …… (225)
§ 5　标准弹 …… (226)
§ 6　制式枪弹外弹道数据与基本射表 …… (232)

第十章　制式枪弹与枪膛的尺寸配合关系 …… (246)

§ 1　制式枪弹弹头导转部与线膛的径向尺寸关系 …… (246)
§ 2　制式枪弹弹壳与弹膛的径向间隙 …… (249)
§ 3　制式枪弹弹头与坡膛的接触关系 …… (257)
§ 4　枪弹定位与枪械闭锁的尺寸关系 …… (260)

第十一章　制式枪弹试验的有关枪械零件和寿命试验 …… (265)

§ 1　制式枪械有关零件 …… (265)

§ 2　制式枪械射击寿命试验（摘要） …… (270)

第十二章　枪弹射击疵病 …… (275)

§ 1　发火功能缺陷 …… (275)

§ 2　发射功能缺陷 …… (277)

§ 3　退壳功能缺陷 …… (279)

§ 4　弹头零件破损或分离疵病 …… (279)

§ 5　弹壳破损疵病 …… (281)

§ 6　底火破损、分离或漏烟疵病 …… (284)

第十三章　枪弹主要材料 …… (288)

§ 1　制式枪弹主要材料 …… (288)

§ 2　制式枪弹底火主要材料 …… (294)

§ 3　枪弹通用包装木箱和通用包装铁匣用材料 …… (296)

§ 4　枪弹主要材料技术要求 …… (298)

§ 5　特种弹头药剂用材料技术要求 …… (305)

§ 6　底火主要材料技术要求 …… (308)

§ 7　枪弹包装材料技术要求 …… (312)

§ 8　靶场测试用材料技术要求 …… (320)

§ 9　测压铜柱技术要求 …… (325)

第十四章　枪弹质量指标和材料利用指标 …… (329)

§ 1　枪弹质量指标 …… (329)

§ 2　枪弹材料利用指标 …… (330)

§ 3　零、部件和装配的试消率 …… (333)

附录一　美国5.56mm枪弹、底火、发射药和M16/M16A1自动步枪的技术要求（摘要） …… (334)

附录二　国外主要枪弹基本诸元 …… (350)

第一章　制式手枪弹

§1　制式手枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

表1-1　制式手枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

主用弹	配用武器	口径 (mm)	初速 (m/s)	枪口动能 (J)	有效射程 (m)	最大射程 (m)	理论射速 (发/min)	表尺射程 (m)	战斗射速 (发/min)
51式7.62mm手枪普通弹 (WO 002)	54式7.62mm手枪 (WQ201)	7.62	.420	490	50				
	54式7.62mm冲锋枪 (WQ401)	7.62	500	690	200	800	650～700	200	70～100
59式9mm手枪普通弹 (WO 007)	59式9mm手枪 (WQ 402)	9.0	315	300	50				
64式7.62mm手枪普通弹 (WO 004)	64式7.62mm手枪 (WQ 204)	7.62	310	230	50				

§2　制式手枪普通弹

2.1 简图

51式7.62mm、59式9mm和64式7.62mm手枪普通弹的简图，分别见图1-1、图1-2及图1-3

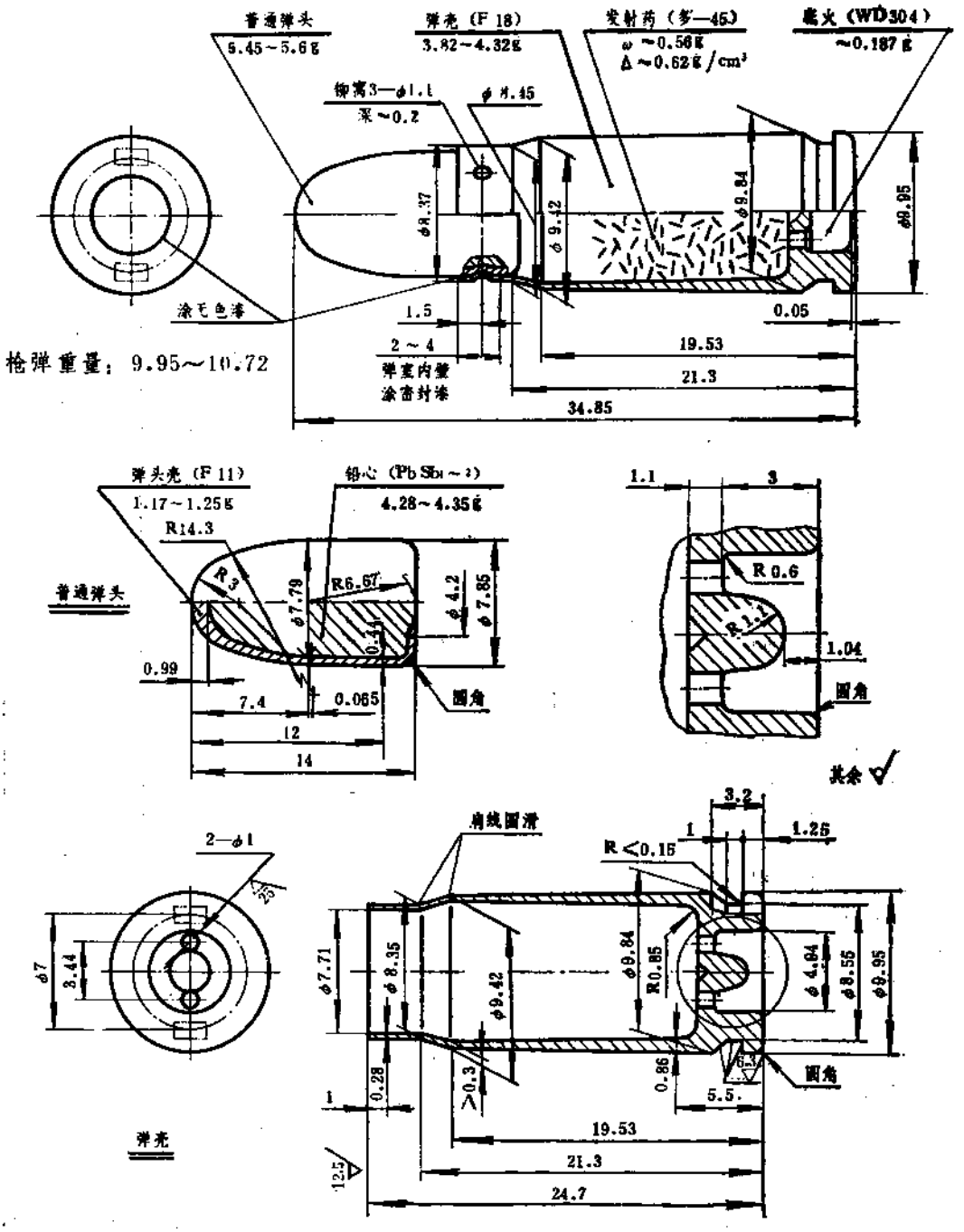
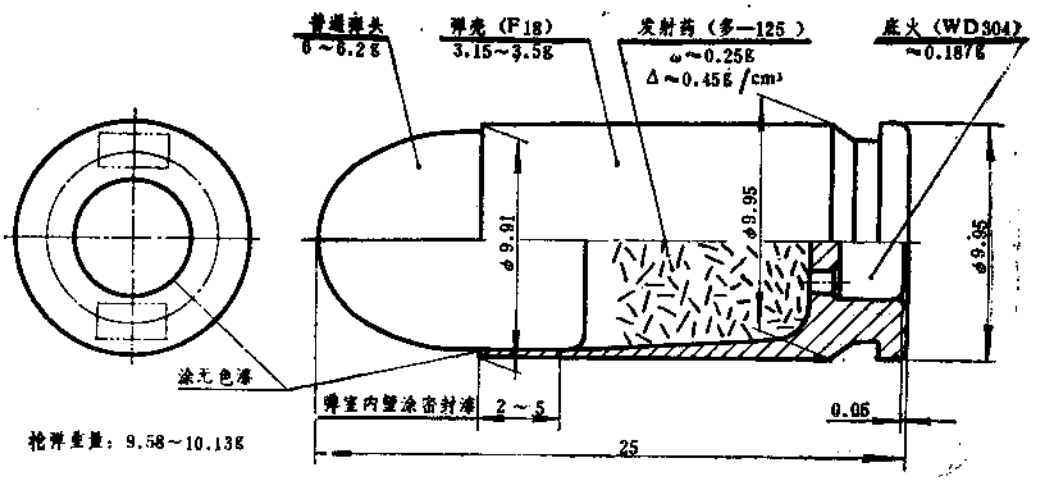
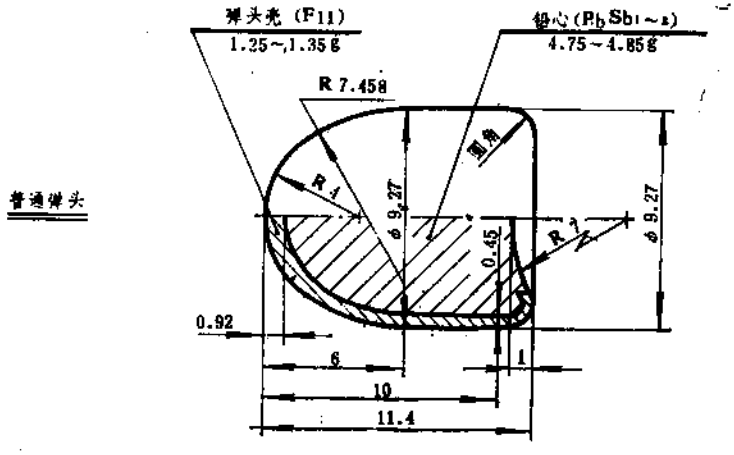


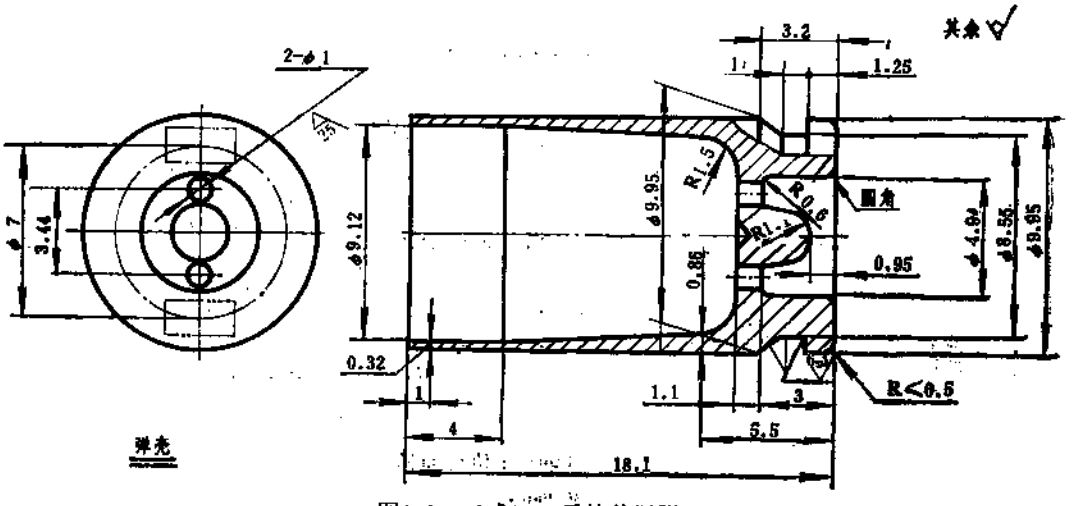
图1-1　51式7.62mm手枪普通弹

（W O002）





普通弹头



弹壳

图1-2　59式9mm手枪普通弹

(WO007)

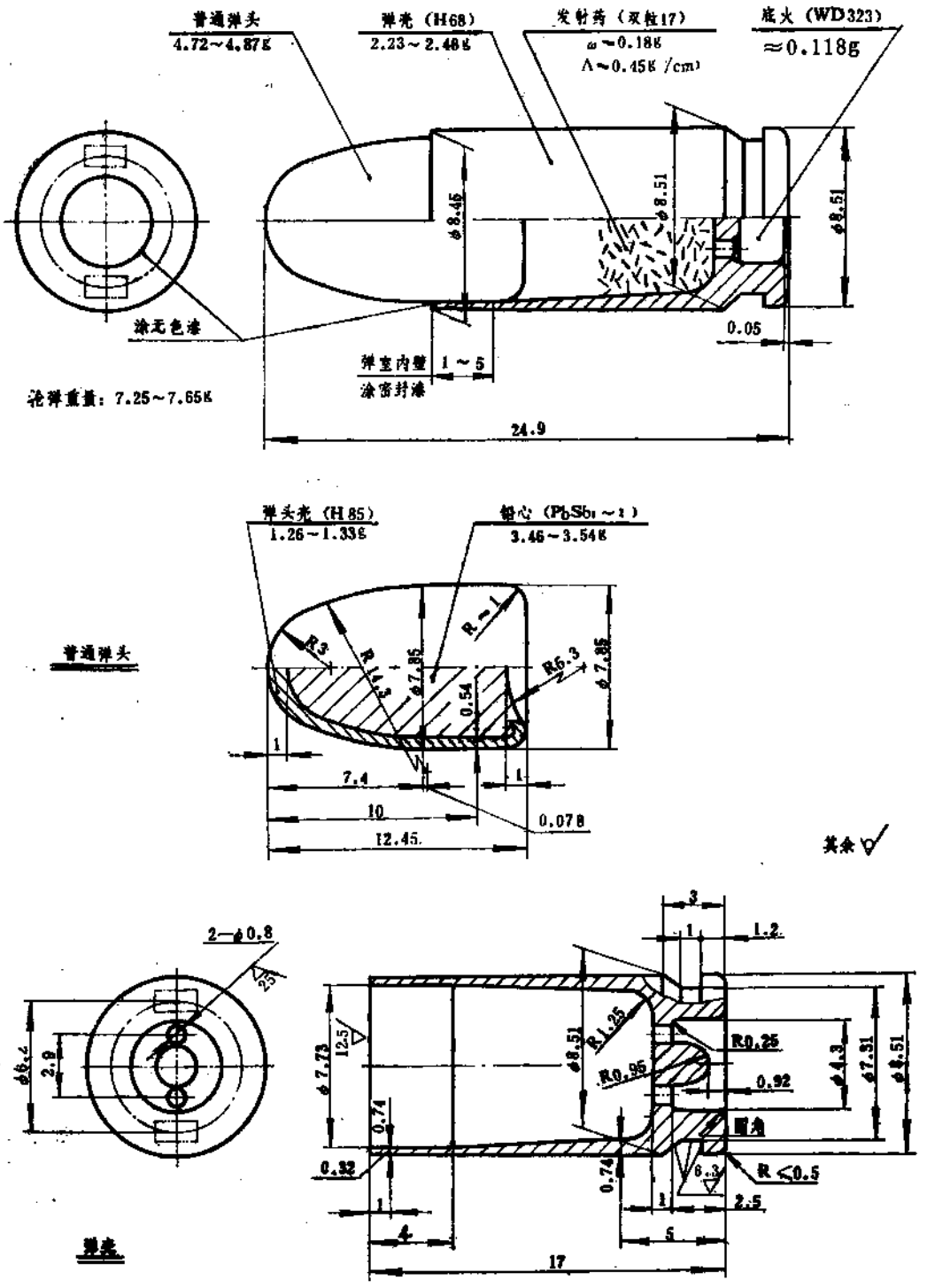


图1-3　64式7.62mm手枪普通弹
（WO004）

2.2 技术要求

2.2.1 总的技术要求

（1）枪弹在运输、贮存和使用中均应安全

（2）枪弹在不同地区、气候和气象条件下使用时，应保持其射击性能

（3）枪弹在其所装发射药和底火的有效期限内，应不失去其射击性能

2.2.2 验收技术要求

（1）射击性能（初速、最大膛压和精度）见表1-2

（2）射击疵病见表1-3

（3）枪弹牢固性和密封性见表1-4

（4）装配质量（包括尺寸、重量和拔弹力）见表1-5、表1-6

（5）外观疵病见表1-7

表1-2 制式手枪普通弹射击性能

弹种	初速v_{10}（m/s） 20℃,760mmHg		最大膛压p_m（MPa） 20℃			精度（cm）			
	平均值 $\bar{v}_{10}$	差值 Δv_{10}	平均值 $\bar{p}_m$	最大值 p_{max}	最小值 p_{min}	使用枪种（精度枪）	射距（m）	$\bar{R}_{50}$（cm）	$\bar{R}_{100}$（cm）
51式7.62mm枪普通弹	420～450	≤40	181～206	≤221	≥172	54式7.62mm冲锋枪	100	≤10	
						54式7.62mm手枪	25	≤6	≤15
59式9mm手枪普通弹	290～315	≤30	≤118	≤137	—	59式9mm手枪	25	≤4	
64式7.62mm手枪普通弹	290～310	≤30	≤123	≤142	—	64式7.62mm手枪	25	≤8	≤7

表1-3 制式手枪普通弹射击疵病

射击疵病	允许百分率(%)		
	51式7.62mm手枪普通弹	64式7.62mm手枪普通弹	59式9mm手枪普通弹
不允许的疵病			
（1）自发火			
（2）早发火			
（3）迟发火			
（4）炸壳	—	—	—
（5）弹头留膛			
（6）弹壳底缘、底槽或距底面5mm以内的体部裂纹			
（7）底缘拉脱			
（8）弹壳横断			
（9）不退壳（需用通条通出或通不出）			
射击故障			
（1）退壳困难（手打机柄或手拉套筒不超过三次）	0.1	0.1	—

（续）

射击疵病	允许率（%）		
	51式7.62mm手枪普通弹	64式7.62mm手枪普通弹	59式9mm手枪普通弹
（2）卡壳（在测压时和用64式7.62mm、59式9mm手枪测精度时不计）	0.6	0.4	0.3
（3）瞎火	0.2	不允许	0.05
（4）无传火孔（射击与拔弹两项试验合计，并包括在瞎火中计算）	0.05	不允许	0.05
弹壳疵病			
（1）火台崩落	0.05	0.05	0.05
（2）距底面5mm以外的体部横裂缝	0.1	0.1	0.1
（3）距底面5mm以外的体部纵裂缝	2	1	1
（4）斜肩和弹室纵裂缝（包括距斜肩4mm以内的体部）	5	—	—
（5）底槽附近的体部有不显著的环形凸出（按标本）●	不限	不限	不限
（6）拉薄印痕	不限	—	—
底火疵病			
（1）底火脱落	0.1	0.1	0.1
（2）击窝冲脱	—	0.1	—
（3）底火击穿漏烟（包括击窝中心和击窝周围的击穿漏烟，但击穿而不漏烟者不计，51式手枪弹测压时的击穿漏烟也不计）	0.3	0.3	0.3
（4）底火周围漏烟（总长度不超过全圆周的$\frac{1}{6}$者不计）	2	2	2

● 标本是表示疵病程度的样品，一般选两个，一个表示疵病程度的上限（称大标本），另一个表示疵病程度的下限（称小标本）。后文的标本概念同此。

表1-4 制式手枪普通弹牢固性与密封性

项目	试验方法	技术要求
枪弹牢固性（振动试验）	（1）振动前后用同一量具分别检查枪弹长度和底火装入深度 （2）51式弹：70发（1盒），平放振动45min，再立放振动45min。落高80±2mm （3）64式弹：70发（2盒），弹头向下振动45min，弹头向上再振动45min。落高80±2mm （4）59式弹：64发（4盒），2盒平放，2盒立放（弹头向下），振动45min，然后盒都翻转180度，再振动45min。落高70±2mm。 （5）振动试验机（WJ231-77）的振动频率为60±1次/min	（1）不允许有枪弹自行发火、弹头脱落或松动 （2）振动后的枪弹长度和底火装入深度仍应符合量具要求
枪弹密封性（浸水试验）	（1）将枪弹浸入0.5m深的常温水中，保持2h，取出擦干，及时拔弹检查 （2）如有水渗进弹内或发射药粒聚集成团，该发枪弹即为密封性不良	51式7.62mm和59式9mm手枪普通弹：密封性不良的枪弹不应超过5% 64式7.62mm手枪普通弹不应有密封性不良的枪弹

表1-5 制式手枪普通弹装配质量

项目	51式7.62mm手枪普通弹			64式7.62mm手枪普通弹			59式9mm手枪普通弹		
	基本规格	放宽规格	放宽允许%	基本规格	放宽规格	放宽允许%	基本规格	放宽规格	放宽允许%
枪弹长度(mm)	34.45～34.85	34.20～35	8	24.38～24.90	24.20～24.38	5	24.48～25	24.30～24.48	5
弹壳体部长度(mm)	19.34～19.53	＜19.34	不允许	—	—	—	—	—	—
底火装入深度(mm)	0.05～0.20	0～0.05	7	0.05～0.20	0～0.05	5	0.05～0.20	0～0.05	5
		0.20～0.25	7		0.20～0.25	5		0.20～0.25	5
		高于壳底面	不允许		高于壳底面	不允许		高于壳底面	不允许
弹壳口部外径(mm)	8.27～8.37	8.20～8.27	1	8.30～8.45	8.28～8.30	1	9.74～9.92	9.72～9.92	1
		＞8.37但合全形要求	不限		＞8.45但合全形要求	不限			
弹室根部外径(mm)	8.35～8.45	＜8.35和＞8.45但合全形要求	不限	—	—	—	—	—	—
拔弹力(kgf)	15～70	10～15	10	20～60	10～20	10	20～80	—	—
		70～80			60～70	2			
		80～100	2						
装药量偏差(g)(按规定装药量)	≤±0.02	+0.02～+0.03	2	≤±0.01	≤±0.015	5	≤±0.02	≤±0.03	2
		-0.02～-0.03	8						
		+0.03～+0.05	0.05						
		-0.03～-0.10	0.1						
		超过 $^{+0.05}_{-0.10}$	不允许					超过±0.03	不允许
枪弹重量(g)	9.95～10.72	重量不合，但其零、部件和装药量合要求	不限	7.25～7.65	重量不合，但其零、部件和装药量合要求	不限	9.58～10.13	重量不合，但其零、部件和装药量合要求	不限

表1-6 制式手枪普通弹全形装配质量

枪弹全形（按枪弹全形规）	51式7.62mm手枪普通弹			64式7.62mm手枪普通弹			59式9mm手枪普通弹		
	荷重(kg)	底缘突出量(mm)	规格要求	荷重(kg)	底缘突出量(mm)	规格要求	荷重(kg)	符合全形规	规格要求
	6	≤1.35	基本	8	0.25～0.50	基本	食指轻压	“18.05”	基本
			放宽(%)			放宽(%)			放宽(%)
	6	1.35～1.40	2				8	“18.10”	2
	8	1.35～1.40	0.2	8	0.20～0.55	2			
	8	＞1.40	不允许				8	不符合“18.10”	不允许

表1-7 制式手枪普通弹外观疵病

外观疵病	允许百分率（%）		
	51式弹	64式弹	59式弹
不允许的疵病			
（1）底火反装、脱落、松动、损坏或裂缝	—	—	—
（2）装药中有油脂物或过重的杂质和金属屑 51式弹，超过0.07g；64式弹，超过0.02g；59式弹，超过0.03g			
（3）弹壳穿孔或裂缝（但与弹头接触处，允许不大于标本）			
允许的疵病			
（1）轻微的绿色斑点（按大标本）	0.2	0.1	0.1
（2）无传火孔（拔弹与射击两项合并统计）	0.05	不允许	0.05
（3）只有一个传火孔	0.5	0.5	0.5
（4）有3～4个传火孔（总数，并包括单孔）	2	2	2
（5）发射药中有杂质（包括砂子）和金属屑，总重不超过(g)，0.01（51式弹）；0.02（64式弹）；0.03（59式弹），但装药量均合要求	0.5	0.5	0.5
（6）发射药中有杂质（砂子除外）和金属屑，总重超过0.01g，但不超过0.07g，且装药量合要求	0.5	—	0.5
（7）裂缝（弹头上），夹灰，缺口，皱折，线痕，凹痕，麻点，露钢，以及其他机械损伤（按标本）	（略）	（略）	（略）
（8）底火中心凹入或凸起，底火周围挤出铜屑(按标本)等	（略）	（略）	（略）
允许不计的疵病			
（1）弹头底部粘附少数药粒，但其余装药不结团，能自由倒出	—	—	—
（2）传火孔带有毛刺或滚光材料的碎屑，但未完全阻塞	—	—	—

2.3 验收规则

2.3.1 枪弹批量任选表1-8批量系列中的一种并适当固定

2.3.2 检验项目和数量见表1-9

2.3.3 复验和补验见表1-10

2.3.4 参照第七章，成批枪弹检验合格后的包装检验参见第七章§2

表1-8 制式手枪普通弹批量系列

弹种	批量 I		批量 II		批量 III	
	弹数（万发）	箱数（个）	弹数（万发）	箱数（个）	弹数（万发）	箱数（个）
51式7.62mm手枪普通弹	12.6	50	25.2	100	50.4	200
64式7.62mm手枪普通弹	7	20	14	40	—	—
59式手枪普通弹	12.8	50	25.6	100	51.2	200

表1-9 制式手枪普通弹检验项目和数量

(分项抽取枪弹试品)

项目	数量(发) 51式弹 59式弹 工厂	数量(发) 51式弹 59式弹 订货代表	数量(发) 64式弹 工厂	数量(发) 64式弹 订货代表	检验内容
外观尺寸	2000	2000	400	400	外观，标志，长度，全形，重量，体长（51式弹），底缘厚度（51式和59式弹），壳口外径（64式弹）
尺寸	500	500	—	—	底缘直径，体部起点直径，底槽直径、宽度和总高度，弹室口部和根部外径（51式弹），壳口外径（59式弹）底火装入深度（51式和59式弹）
尺寸	200	200	—	—	弹头弧形和中径
拔弹*	50	50	50	50	底火装入深度（64式弹，拔弹前），拔弹力，装药量，内表面，传火孔，以及（51式和59式弹）弹头长度、重量和导转部直径，带底火弹壳重量；并各测10个弹头硬度、弹头壳壁厚，弹壳容积、硬度、壁厚和皱折深度
底槽漆层	20	20	—	—	完整性试验（覆铜钢弹壳）
密封性*	20	20	20	20	浸水试验
牢固性●（振动试验）	51式弹(70) 59式弹(64)		(70)		振动后，以20发作精度试验，其余作弹壳强度射击（数量并入射击试验项内计算）
射击试验*（发）	51式弹 275～310				初速20，最大膛压10，精度60。强度，54式冲锋枪，105〔每五批抽一批（每月不少于一次）改作高温70、低温70〕；54式手枪80〔每五批中抽一批（但每月不少于一次）改作高温40，低温40〕
	59式弹290				初速20，最大膛压10，精度60强度200（常温100，高温100）
			(160)		初速20，最大膛压10，精度60，强度70，（每五批中的一批改作高温）
检验总数（发）	51式弹：5855～5890（约占批量1.16～4.65%）1.16				
	64式弹：1100（约占批量0.8～1.6%）				
	59式弹：5870（约占批量1.15～4.59%）				
试消总数（发）〔带*号项目〕	51式弹：455～490（约占批量0.09～0.37%）				
	64式弹：300（约占批量0.22～0.43%）				
	59式弹：470（约占批量0.09～0.37%）				

● 64式手枪弹的Pm可按发射药批只测第一个枪弹批，其后的枪弹批不测或抽测。振动试验也可不逐批试验。

* 有试验消耗的项目。

表1-10 制式手枪普通弹复验和补验

项目	初验	复验与补验
外观	某种疵病超过允许百分率	加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）
	大于标本	51式弹：如不超过一发，以3～5倍数量复验，不应再有 64式弹：视情况可以相同数量或加倍数量复验
尺寸	某项尺寸偏差超过允许百分率	加倍数量复验该项尺寸，两次合计应不超过允许百分率
拔弹后各项检验	疵病或尺寸偏差超过允许百分率	按适合允许百分率的数量（但64式弹每次不少于50发，51式弹每次按50发或100发）补验该项，最多补验到500发，不应再超过允许百分率

（续）

项 目	初 验	复 验 与 补 验
底槽漆层完整性	超过允许的百分率	51式弹：加倍数量复验，两次合计应不超过允许百分率
枪弹密封性	超过允许百分率	51式弹：加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（5%）。如超过5%但不超过10%，这种枪弹批不应超过每月总批数的25% 64式弹：如不超过1发，允许复验100发，不应再有
装配牢固性	震动后的枪弹长度或底火装入深度不符合量具要求	加倍数量复验，不应再有
	震动后底火脱落	51式弹：加倍数量复验，不应再有。
初速、最大膛压和精度	不符合规定	加倍数量复验该项目，复验结果应符合规定（平均值按两组总平均值计算，其他按单组计算） 51式弹：如复验精度仍不符合规定，则用54式手枪再次复验（两靶），应符合规定
强度射击试验	有某种射击疵病超过允许百分率	51式弹：按产生该疵病的温度条件不同情况分别规定补射的数量（略） 64式弹：按适合允许百分率的数量补射，最多补到500发，不应再超过允许百分率（其他射击疵病也不应超过规定）

2.4 试验方法

2.4.1 精度试验方法

（1）试验方法

① 用符合规定的精度枪，装在专用枪架上射击。

② 51式弹用54式冲锋枪试验时，射距取100m；用54式手枪试验时，射距取25m。64式弹用64式手枪试验时，射距取25m。59式弹用59式手枪试验时，射距取25m。

③ 60发弹分三靶射击，每靶20发（其中一靶用弹是经振动试验过的），不改变瞄准及任何射击条件。

④ 单发射击，射速为每分钟5～10发。

⑤ 每射三靶，用水通过枪膛冷却枪管（不卸下枪），然后作温枪射击。

（2）结果处理

① 当精度不符合规定时，用鉴定弹*进行鉴定射击，仍按原枪、原射击条件射三靶。

② 如鉴定射击不符合规定，原试验结果不算，换枪（或重新固定枪）重试。

③ 如鉴定射击符合规定要求，原试验结果有效。

④ 精度圆及R_{50}与R_{100}的确定。

a 确定精度圆圆心（即平均弹着点）：使圆心的坐标（直角）轴线的上下和左右都分别有相等的弹孔数，而其两侧最近之孔到轴的距离相等，此坐标原点即为精度圆圆心。

---

* 鉴定弹系正常检验合格的枪弹或专门选定的枪弹，预先鉴定并适当规定其$\overline{R}_{50}$值和$\overline{R}_{100}$值。使用中如超过其规定值，即认为精度枪及其固定条件不符合要求。

b R_{50}的确定：以精度圆心为圆心画圆，使圆周内外各有相等的弹孔数，且使圆周内外最近的2个弹孔等距（距圆周），此圆半径即为该靶的R_{50}（半数命中半径）。三靶R_{50}的平均值即为$\overline{R}_{50}$。

c R_{100}的确定：以精度圆心为圆心通过最远弹孔中心画圆，此圆半径即为该靶的R_{100}（全数命中半径）。三靶R_{100}的平均值即为$\overline{R}_{100}$。

⑤ 如遇有某种射击疵病影响精度结果的正确性，及时补射其疵病发数，但该射击疵病仍要统计。

2.4.2 弹壳强度试验方法

（1）枪弹保温（高温、低温）

当作高、低温射击时，将已装好弹匣的枪弹在50±5℃或－50±5℃的恒温箱内保持2h，而后及时射击。

（2）射击规范

① 51式弹

a 用54式冲锋枪各以1/3的弹数（按弹匣分）作单发（射速30发/min）、短点射（3～5发）和连发射击（手持枪约成水平）。每射击140发（4匣），用水冷枪并擦净。

b 用54式手枪作单发射击（射速30发/min）。每射击80发（10匣），用水冷枪并擦净。

② 64式弹

用64式手枪作单发射击（射速30发/min）。每射击70发（10匣），用水冷枪并擦净。

③ 59式弹

用59式手枪以32发（4匣）作连发射击，其余弹作单发射击（射速30发/min）。每射击100发，用水冷枪并擦净。

（3）结果处理

① 在全部射击试验中，当产生射击疵病时，应及时检查原因。

② 如枪不符合规定要求，或难以鉴别时根据鉴定射击*结果证明是由于枪的原因引起疵病者，原试验结果不算，换枪（或更换有关零、部件）重射或者只是原产生的射击疵病不计，不必重射。

2.5 零、部件要求

2.5.1 弹头尺寸的要求见表1-11

2.5.2 弹壳尺寸的要求见表1-12

2.6 试验用枪的要求

用于射击试验的枪应有枪厂合格证，有关口径、闭锁距离、击针突出量以及射击寿命（已发射总弹数）等要求，应符合手枪弹技术条件规定（摘要列于表1-13）。

---

* 鉴定射击是以相同数量的专门选定的鉴定弹或正常检验合格的枪弹，用原枪按原射击条件进行射击。

表1-11　制式手枪普通弹弹头尺寸要求　　单位：mm

项目		51式弹		64式弹		59式弹	
		规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%
长度	基本	13.80～14	—	12.15～12.45	—	11～11.40	—
	放宽	13.70～14.10	5	12.10～12.50	5	10.90～11.50	8
弧形	基本	R3，R14.3（符合样板）	—	R3，R14.3（符合样板）	—	R4，R7.458（符合样板）	—
	放宽	与样板吻合有不均匀露光	10	与样板吻合有不均匀露光	5	与样板吻合有不均匀露光	10
中部直径	基本	7.74～7.79（距尖7.4处）	—	7.80～7.85（距尖7.4处）	—	9.22～9.27（距尖6.0处）	—
	放宽	7.73～7.80	不限	7.79～7.86	5	9.21～9.28	5
导转部直径	基本	7.80～7.85	—	7.80～7.85	—	9.22～9.27	—
	放宽	7.78～7.87	5	7.78～7.87	2	9.27～9.29	5
重量（g）	基本	5.45～5.60	—	4.72～4.87		6～6.20	—
	放宽	5.40～5.65	5	4.67～4.92	5	5.95～6.25	5
	轻类	5.25～5.45	单独编批不超过年订货1%	4.52～4.72	单独编批不超过年订货1%	—	—
	重类	5.60～5.80	单独编批不超过年订货1%	4.87～5.07	单独编批不超过年订货1%	—	—
导转部平均硬度	基本	$HV_5$180～210（距尖11.0处）	—	$HR_{1.5}T$78～83（距底2.0～3.0处）	—	$HV_5$180～200（距底2.0～3.0处）	—
	放宽	—	—	—	—	—	—
弹头壳壁厚/壁厚差	基本	0.34～0.44 / ≤0.10（距尖12.0处）	—	0.44～0.54 / ≤0.10（距尖10.0处）	—	0.39～0.45 / ≤0.06（距尖10.0处）	—
	放宽	0.32～0.48 / ≤0.10（距尖12.0处）	5	0.42～0.58 / ≤0.10（距尖10.0处）	10	0.37～0.49 / ≤0.06（距尖10.0处）	5

表1-12 制式手枪普通弹弹壳尺寸要求

项目		51式弹		64式弹		59式弹	
		规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%
长度	基本	24.45～24.70	—	16.75～17	—	17.76～18.10	—
	放宽	24.40～24.45	10	17～17.05	1	—	—
		24.70～24.75	5				
全形	基本	荷重2kg符合全形规和联用量规(1.30mm)	—	符合全形规	—	符合全形规	—
	放宽	—	—	—	—	—	—
体部长度	基本	19.34～19.53	—	—	—	—	—
	放宽	<19.34	不允许	—	—	—	—
弹室根部外径	基本	8.35	—	—	—	—	—
	放宽	>8.35(符合全形要求)	不限	—	—	—	—
体部起点直径	基本	9.78～9.84	—	8.39～8.51	—	9.83～9.95	—
	放宽	9.73～9.78	5	8.37～8.39	5	9.81～9.83	5
		9.84～9.86(符合全形要求)	不限				
底槽总高度*	基本	3.20～3.50	—	3～3.30	—	3.20～3.50	—
	放宽	2.80～3.80	4	2.70～3.60	5	2.80～3.80	4
底槽宽度*	基本	1～1.20	—	1～1.20	—	1～1.20	—
	放宽	0.70～1.40	8	0.80～1.40	5	0.70～1.40	5
底槽直径	基本	8.35～8.55	—	7.11～7.31	—	8.35～8.55	—
	放宽	8.25～8.65	7	7.01～7.41	5	8.25～8.65	5
底缘直径	基本	9.80～9.95	—	8.39～8.51	—	9.83～9.95	—
	放宽	9.75～10	2	8.34～8.56	3	9.78～10	2
		9.75～10(由于漆层)	10				
底缘厚度	基本放宽	1.05～1.25	—	1～1.20	—	1.05～1.25	—
		1.25～1.30	5	0.95～1.25	5	1.25～1.28	5
		1～1.05	8			1～1.05	5
		0.95～1	0.2	0.90～0.95	0.2	0.95～1	0.2
		0.90～0.95	0.05			0.90～0.95	0.05
弹室内径	基本	7.71～7.77(止端进入≤1.5)	—	7.73～7.78(通端进入4～5.5,止端进入≤2)	—	9.12～9.17(通端进入4～5.5,止端不进入)	
	放宽	7.69～7.71	10	7.70～7.80	5	9.09～9.12	5
		7.77～7.79	5			9.17～9.19	5
底火室直径	基本	4.94～4.99	—	4.30～4.35	—	4.94～4.99	—
	放宽	4.92～4.94	4	4.28～4.37	0.5	4.92～4.94	4
		4.99～5.01	0.2			4.99～5.01	0.2

（续）

项目		51式弹		64式弹		59式弹	
		规格	放宽允许 %	规格	放宽允许 %	规格	放宽允许 %
底火室深度*	基本	3～3.13	—	2.50～2.63	—	3～3.13	—
	放宽	2.95～3	5	2.45～2.68	10	2.95～3	5
		3.13～3.18	7			3.13～3.18	5
底火室同轴度*	基本	符合4.90塞规	—	符合4.25塞规	—	符合4.90塞规	—
	放宽	符合4.84塞规	4	符合4.20塞规	10	符合4.84塞规	4
火台深度	基本	1.04～1.17	—	0.92～1.05	—	0.95～1.08	—
	放宽	1.01～1.04	6	0.89～1.08	2	0.92～0.95	5
		1.17～1.20	5			1.08～1.11	5
传火孔直径*	基本	1～1.27	—	0.80～1	—	1～1.27	—
	放宽	—	—	1～1.10	5	—	—
壁厚 壁厚差 （距口11.0处）	基本	0.21～0.28 ≤0.09	—	0.22～0.32 ≤0.10	—	0.26～0.32 ≤0.08	—
	放宽	0.20～0.21 ≤0.09	10	0.21～0.33 ≤0.10	10	0.25～0.33 ≤0.08	10
		0.28～0.30 ≤0.09	10				
厚壁 壁厚差 （距口5.5处）	基本	0.71～0.86 ≤0.15	—	0.61～0.74 ≤0.13	—	0.71～0.86 ≤0.15	—
	放宽	0.70～0.71 ≤0.15	10	0.55～0.61 ≤0.13	10	0.70～0.71 ≤0.20	15
		0.70～0.71 ≤0.20	10	—	—	—	15
		≥0.86 ≤0.20 （符合全形和容积要求）	不限				
传火孔壁厚	基本	0.70～1.10	—	0.60～1	—	0.60～1.10	—
	放宽	0.65～0.70	10	1～1.10	10	0.55～0.60	10
		>1.10（符合容积要求）	不限			0.50～0.55	0.5
重量*（g）	基本	3.82～4.32	—	2.23～2.46	—	3.15～3.50	—
	放宽	重量不合但符合容积和全形要求	不限	重量不合但符合容积和全形要求	不限	重量不合但符合容积和全形要求	不限
容积（cm^3）	基本	≥1.10	—	≥0.58	（参考）	—	—
	放宽	1.05～1.10	10	—			
底槽漆层完整性（覆铜钢弹壳）	基本	良好	—	—	—	良好	—
	放宽	不良	10			不良	10

*有星号的项目，可只在必要时检验（64式弹）

表1-13　制式手枪弹射击试验用枪械要求

枪名		口径 φ (mm)		闭锁距离 (mm) ●		击针突出量 (mm)		射击寿命(发)不超过
		通塞规(自由通过)	止塞规(进入枪口)	闭锁弹形量规	不闭锁弹形量规	强制	惯性	
51式手枪普通弹用枪	测速手枪	7.62	7.65(≤2.5)	20.435	20.985	1.3～1.7	—	
	测压手枪	7.62	7.68(≤2.5)	20.435	20.985	1.3～1.7	—	
	54式冲锋枪	7.62	7.68(≤2.5)	—	—	1.02～1.2	2.2～2.55	10000
	54式手枪	7.62	7.68(≤2.5)	—	—	1～1.35		3000
64式手枪普通弹用枪	测速手枪	7.62	7.65(≤2.5)	16.95	17.45	1.12～1.35	—	
	测压手枪	7.62	7.68(≤2.5)	16.95	17.45	1.12～1.35	—	
	精度手枪	7.62	7.67(不进入)	—	—	1.12～1.35	1.35～1.9	1500
	强度手枪	7.62	7.67(不进入)	—	—	1.12～1.35	1.35～1.9	1500
59式手枪普通弹用枪	测速手枪	9	9.04(不进入)	18.4	18.8	1.35～1.9	—	
	测压手枪	9	9.04(不进入)	17.9	18.3	1.35～1.9	—	
	精度手枪	9	9.06(不进入)	—	—	1.1～1.35	≤1.9	3000
	强度手枪	9	9.06(不进入)	—	—	1.1～1.35	≤1.9	3000

● 此术语，按定义在我国枪械、枪弹生产技术资料中，原称"闭锁间隙"，其定义与《WJ548-77》中的闭锁间隙不同，(后文中的，不再注)。

§ 3　制式手枪高压弹和强装药弹

51式和64式7.62mm手枪高压弹和强装药弹的结构均分别与其普通弹相同，所用零、部件亦相同，只是51式手枪高压弹和强装药弹装用较速燃的"双粒11"发射药，64式手枪高压弹和强装药弹也是装用的较速燃发射药，以达到高膛压的要求(见表1-14)。

表1-14　制式手枪高压弹和强装药弹膛压要求

弹种	最大膛压 (MPa)			使用铜柱	
	$\overline{p}_m$	$\overline{p}_{max}$	$\overline{p}_{min}$	直径×高度 (mm)	预压值 (MPa)
51式 高压弹					
初验	279±15	≤304	≥255	φ4×6.5	245
复验	279±15	≤309	≥250		
强装药弹					
初验	≤245		≥226	φ3×4.9	216
复验	≤250		≥226		
64式 高压弹	177±10				
强装药弹	≤157		≥137		

第二章　制式步机枪弹

§1　制式步机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

表2-1　制式步机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

主用弹	配用武器（代号）	口径（mm）	初速（m/s）	枪口动能（J）	有效射程（m）	表尺射程（m）	最大射程（m）	理论射速（发/min）	战斗射速（发/min）
56式7.62mm普通弹（WO101 WO102）	56式7.62mm冲锋枪（WQ402 WQ403）	7.62	710	2030	400	800	1000	600	40(单) 100(连)
	56式7.62mm半自动步枪（WQ300）	7.62	735	2135	400	1000	2000		35～40
	56式7.62mm班用轻机枪（WQ103A）	7.62	735	2135	800	1000	2000	650	150
53式7.62mm普通弹（WO100A）	53式7.62mm马枪	7.62	820	3050	400	1000			10
	53式7.62mm轻机枪	7.62	840	3300	800	1500	3000	500～600	80
	53式7.62mm坦克机枪	7.62	840	3300	800	1500	3000	500～600	80
	58式7.62mm连用机枪（WQ100）	7.62	840	3300	1000	1500	3000	500～600	230～250
	67式7.62mm轻重两用机枪（WQ106）	7.62	840	3300	500(空) 800(轻) 1000(重)	1800	3000	500～750	300～350
	53式7.62mm重机枪	7.62	865	3590	1000	2000	3500	600～700	300～350
	57式7.62mm重机枪（WQ104）	7.62	865	3590	1000	2000	3500	600～700	300～350

§2 制式步机枪弹品种

表2-2 56式7.62mm枪弹弹种

分类	序号	弹种（简称）代号	组成				注
			弹头	弹壳	底火	发射药品号（平均装药量 g）	
战斗用弹	1	普通弹 WO102 WO101	普通弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	2/1 棒 (≈1.6)	也用于枪厂试枪
	2	穿甲燃烧弹 W104A	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	2/1 棒 (≈1.6)	
	3	燃烧曳光弹 WO122	燃烧曳光弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	2/1 棒 (≈1.6)	
	4	曳光弹 WO116A WO116B	曳光弹头 曳光弹头（无曳光管）	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	2/1 棒 (≈1.6)	
辅助用弹	5	空包弹 WO713	—	空包弹壳（涂漆钢壳 覆铜钢壳）	通用底火 WD334 WD334A/B	多-125 (≈0.75)	用于56式7.62 mm 冲锋枪、轻机枪射击演习
	6	反坦克枪榴弹空包弹 WO714	—	专用空包弹壳（涂漆钢壳）	通用底火 WD334 WD334A/B	球38 (≈2.15)	供56式7.62mm半自动步枪发射67式70mm 反坦克枪榴弹用
	7	信号枪榴弹空包弹 WO715	—	专用空包弹壳（涂漆钢壳）	通用底火 WD334 WD334A/B	多-125 (≈1.15)	供56式7.62mm半自动步枪发射信号枪榴弹用
	8	教练弹（假弹） WO600	普通弹头	教练弹壳（覆铜钢壳）	橡胶假底火	—	射击教练用
检验用弹	9	标准弹 WO707	标准弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	标 2/1 棒 (≈1.6)	弹道性能试验用
	10	高压弹 WO729A	高压弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	高 2/1 石 (≈1.7)	枪厂试枪管强度用
	11	强装药弹 WO728A	普通弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	高 2/1 石 (≈1.6)	枪厂试闭锁机构强度用
	12	空心弹 WO768A	普通弹头	涂漆钢弹壳 覆铜钢弹壳	—	—	枪厂试供弹机构用（假弹，代替装沙弹）

表2-3 53式7.62mm枪弹弹种

分类	序号	弹种代号	组成				注
			弹头	弹壳	底火	发射品号(平均装药量,克)	
战斗用弹	1	普通弹 WO100A	普通弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	3/1 棒 (≈3)	也用于枪厂试枪
	2	穿甲燃烧弹 WO109	穿甲燃烧弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	3/1 棒 (≈3)	
	3	试射燃烧弹 WO105	试射燃烧弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	3/1 棒 (≈3)	
	4	曳光弹 WO113A	曳光弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	3/1棒 (≈3)	
辅助用弹	5	空包弹 WO711	—	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	多-125 (≈1.3)	用于53式7.62mm重机枪射击演习
	6	教练弹(假弹) WO604	普通弹头	教练弹壳(覆铜钢壳)	橡胶假底火	—	射击教练用
检验用弹	7	标准弹 WO709	标准弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	标3/1棒 (≈3)	弹道性能试验用
	8	高压弹 WO700A	普通弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	高3/1石 (≈3.3)	枪厂试枪管强度用
	9	强装药弹 WO701	普通弹头	覆铜钢弹壳	通用底火 WD334 WD334A/B	高3/1石 (≈3.1)	枪厂试闭锁机构强度用
	10	空心弹 WO710A	普通弹头	覆铜钢弹壳	—	—	枪厂试供弹机构用(假弹,代替装沙弹)

§3 56式、53式7.62mm枪弹(战斗用弹)

3.1 简图

56式7.62mm普通弹、穿甲燃烧弹、燃烧曳光弹、曳光弹(A)、曳光弹(B)和53式7.62mm普通弹、穿甲燃烧弹、试射燃烧弹、曳光弹的简图,分别见图2-1、2-2、2-3、2-4、2-5、2-6、2-7、2-8和图2-9。

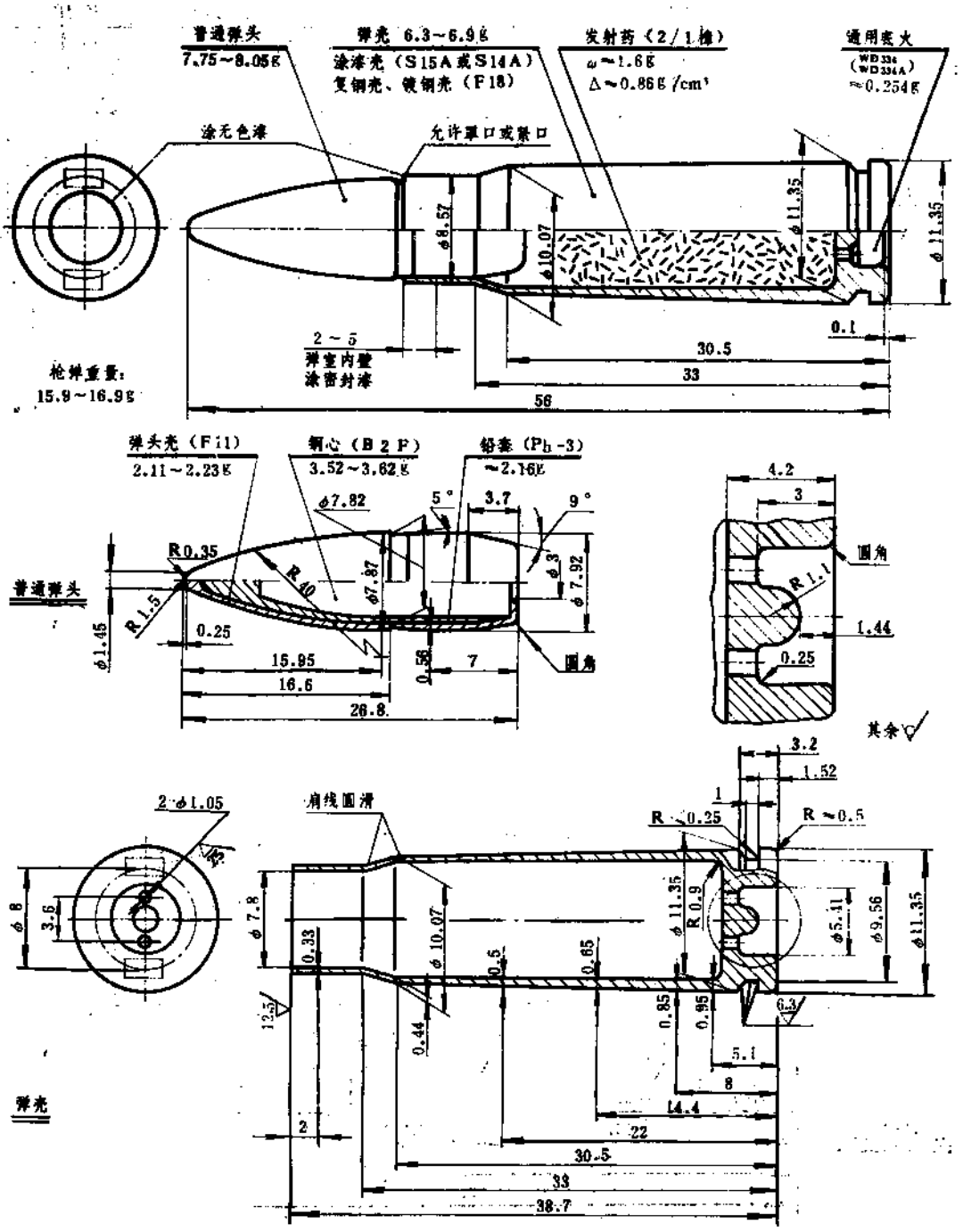
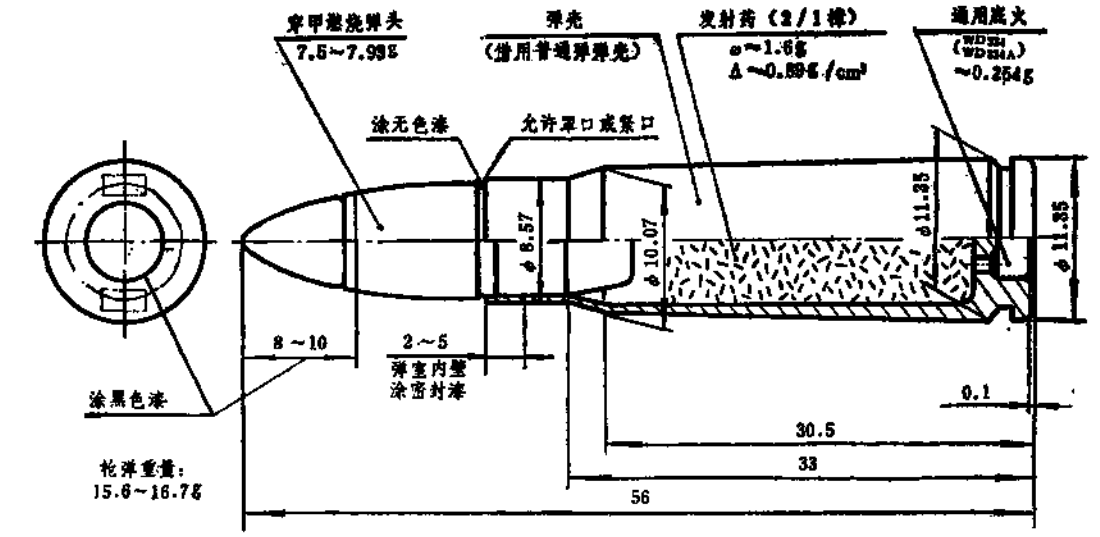


图2-1　56式7.62mm普通弹

(WO102，WO101)



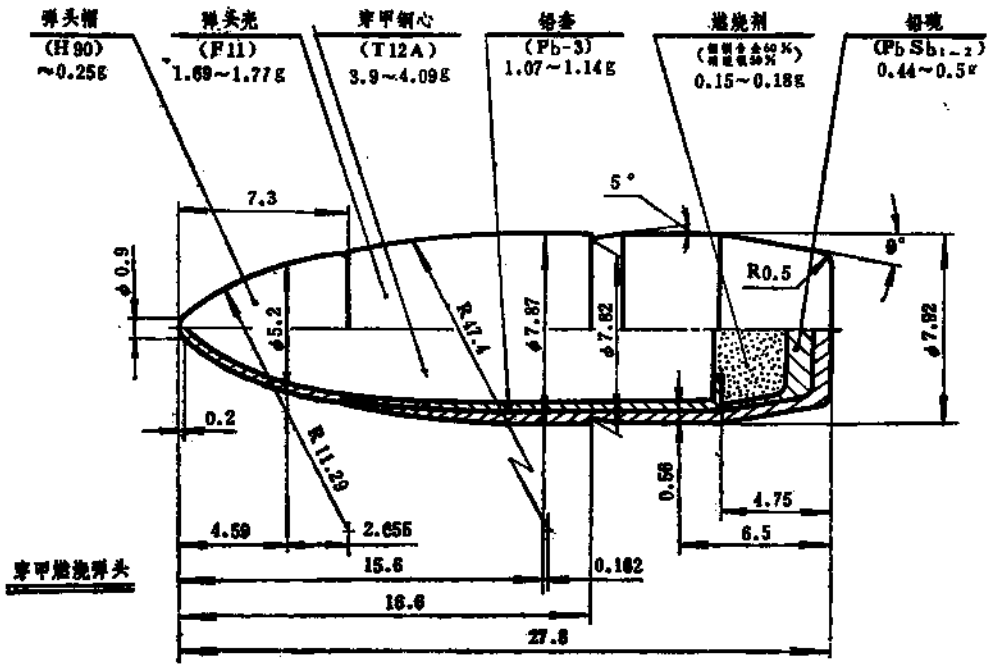


图2-2 56式7.62mm穿甲燃烧弹

(WO104A)

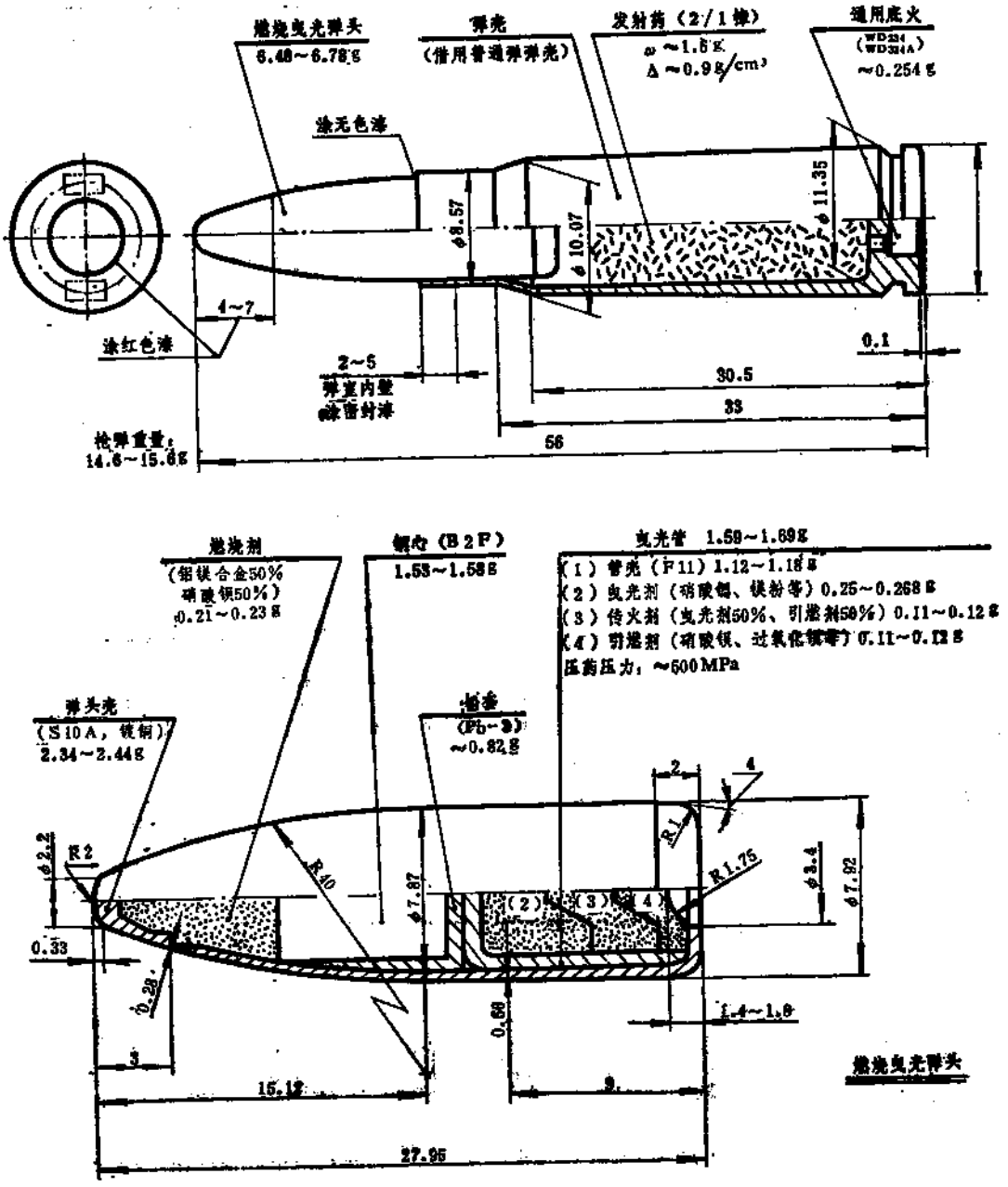
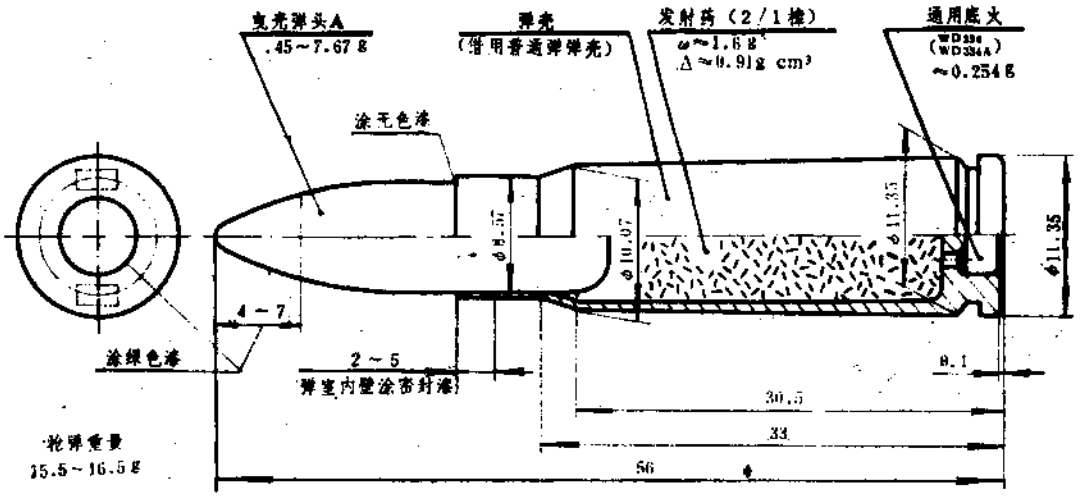


图2-3 56式7.62mm燃烧曳光弹

(WO123)



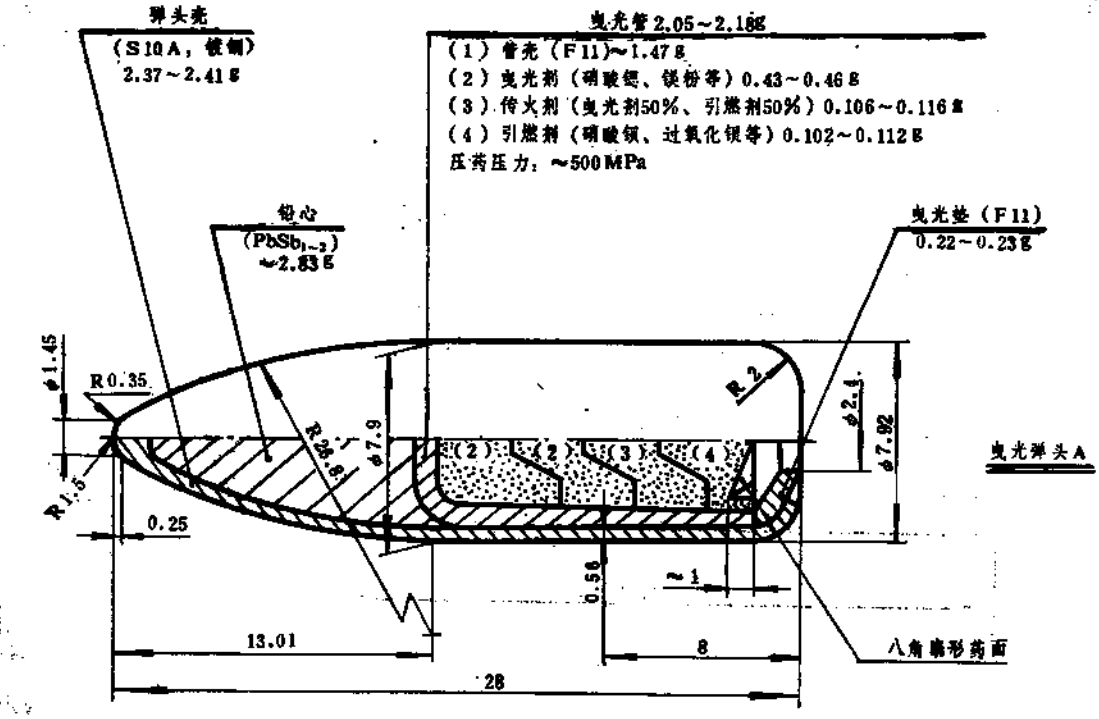
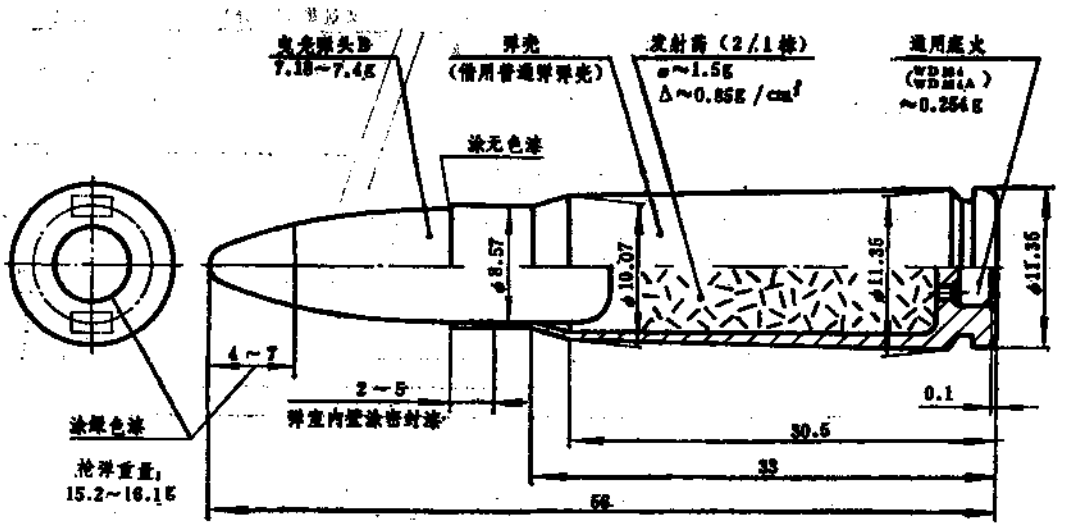


图2-4　56式7.62mm曳光弹（A）

(WO116A)



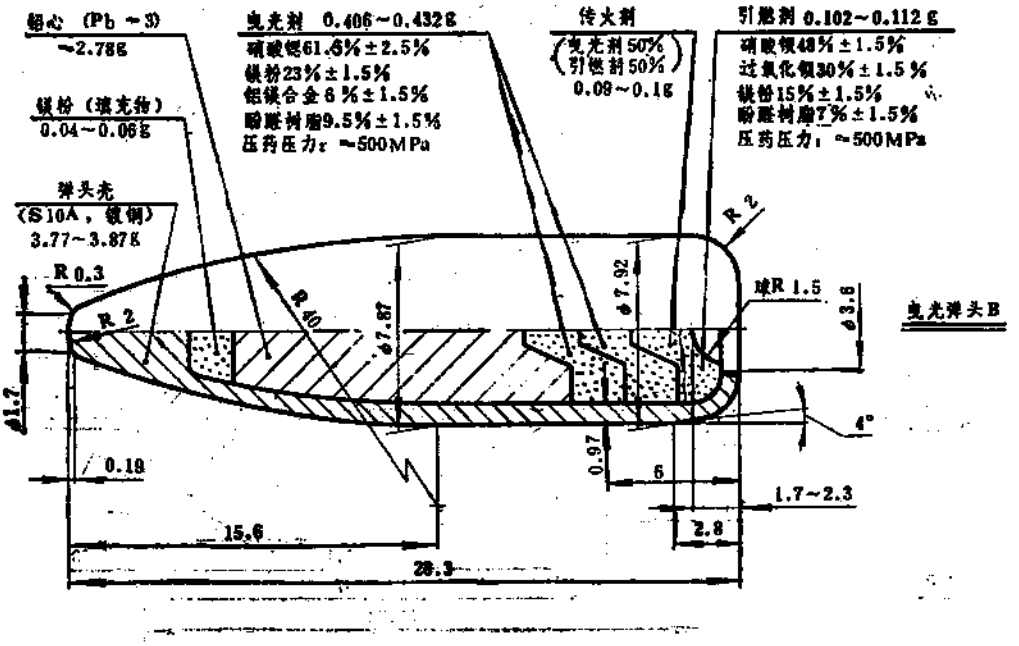


图2-5 56式7.62mm曳光弹 (B)

(WO116B)

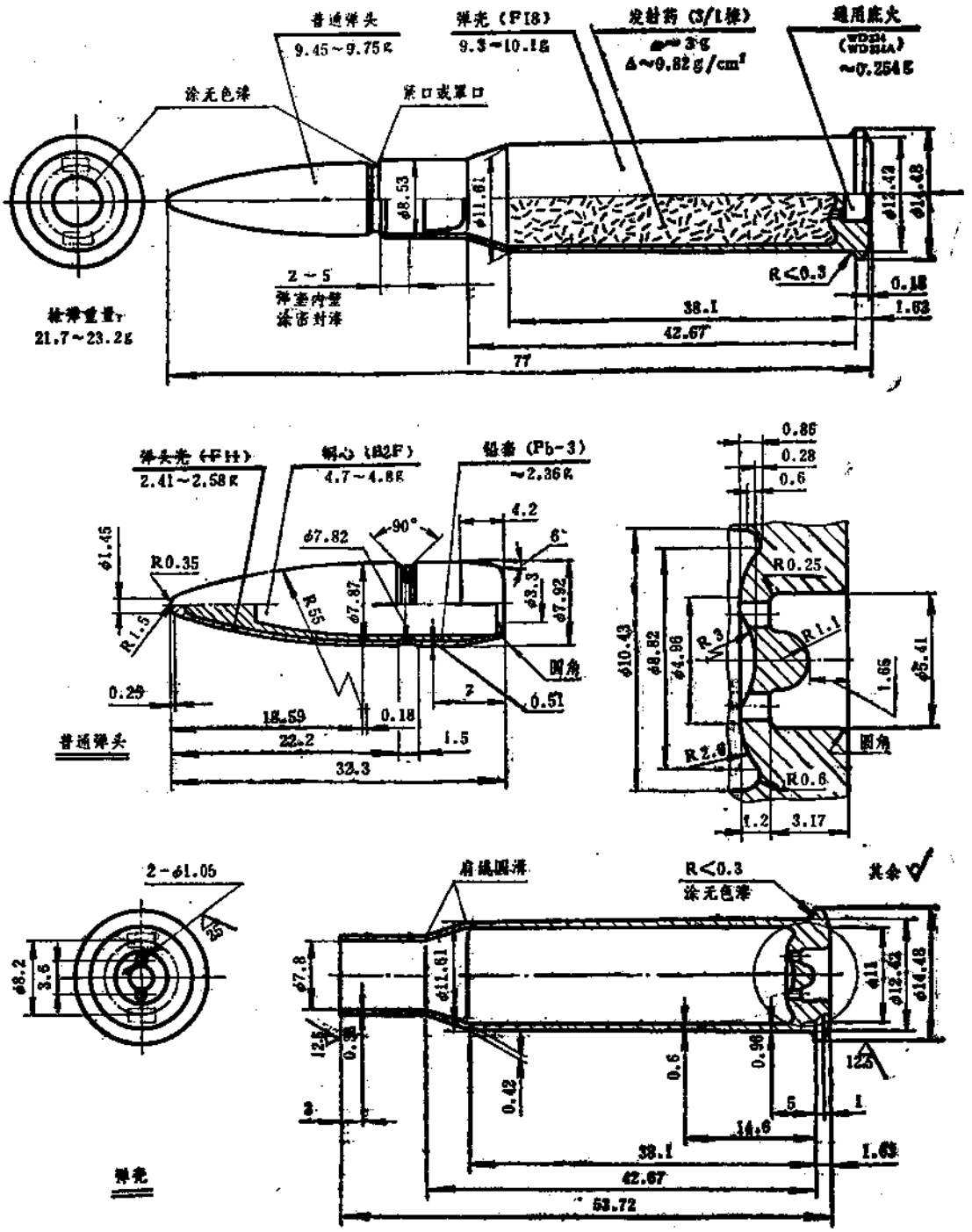
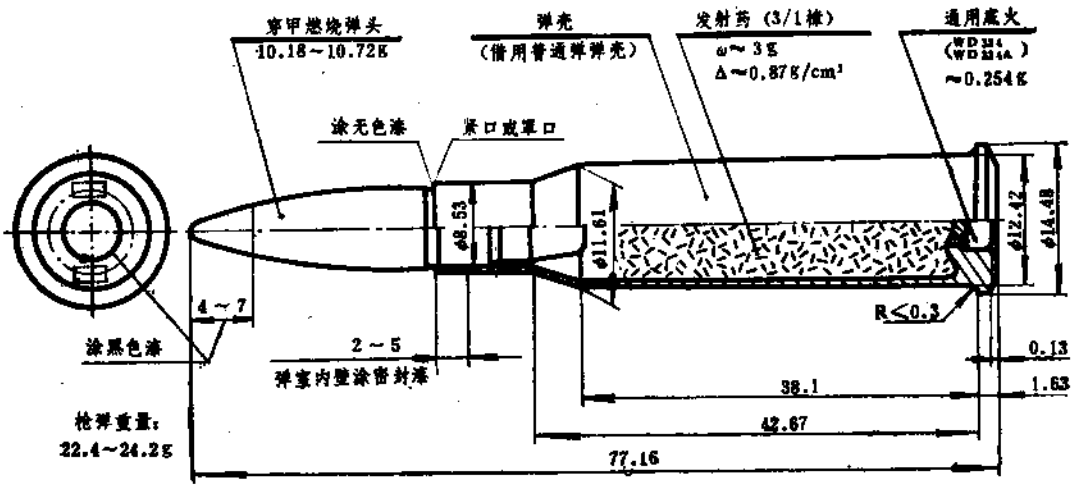


图2-6　53式7.62mm普通弹

(WO100A)



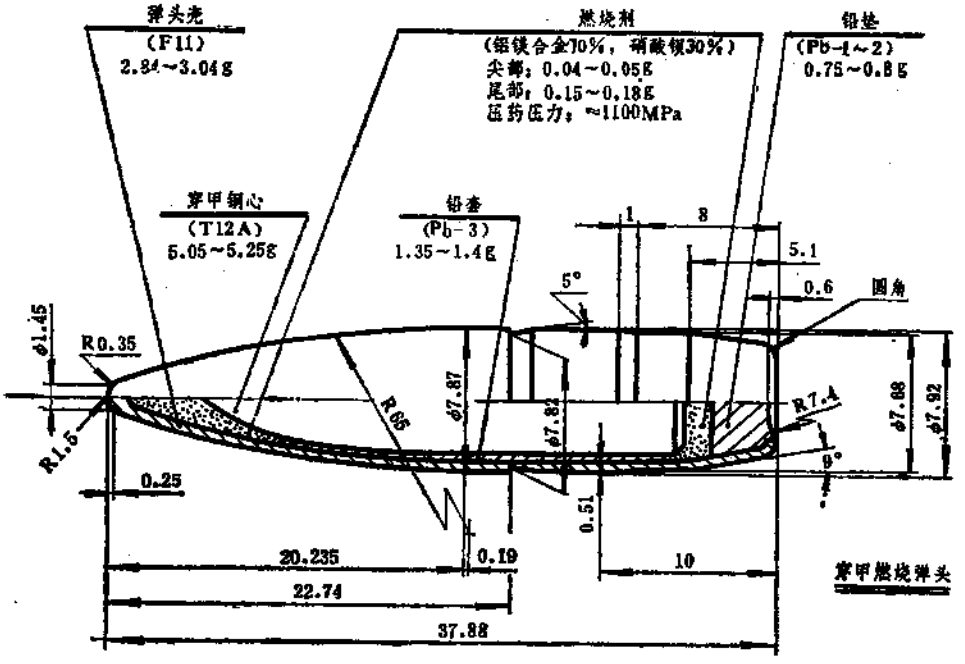
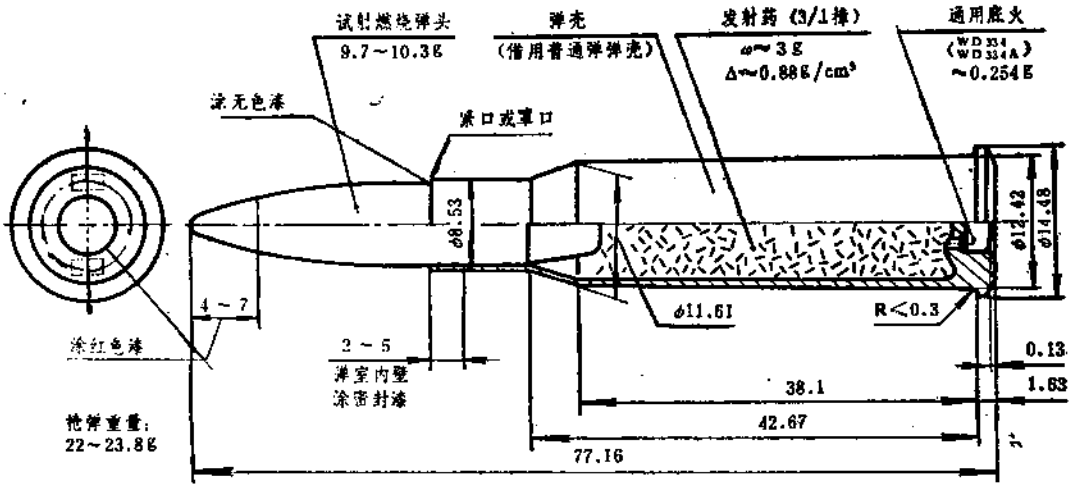


图2-7　53式7.62mm穿甲燃烧弹

(WO109)



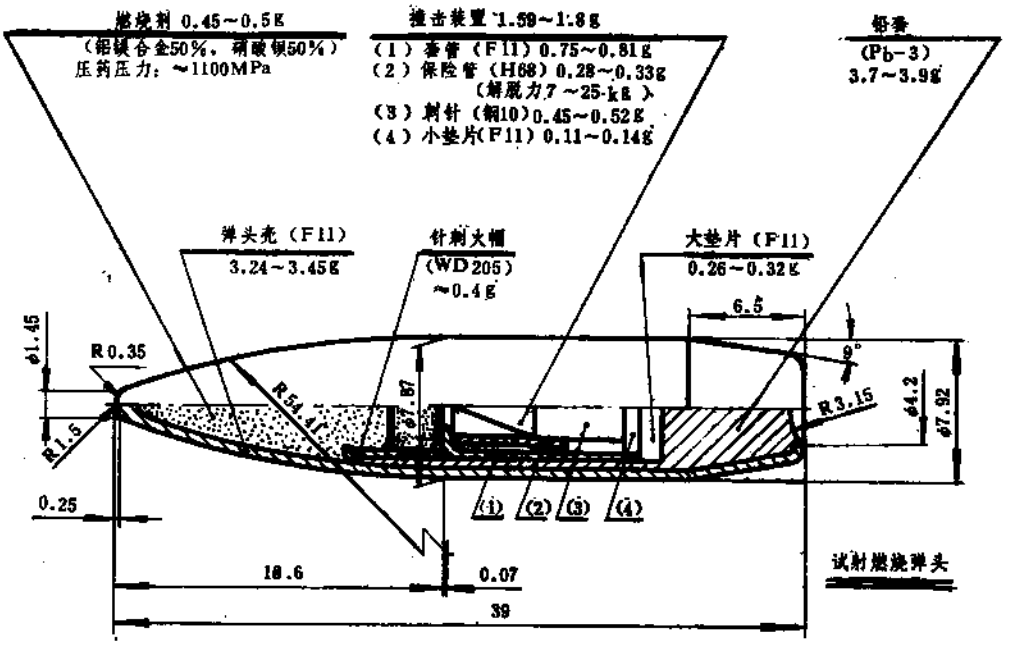


图2-8　53式7.62mm试射燃烧弹

(WO105)

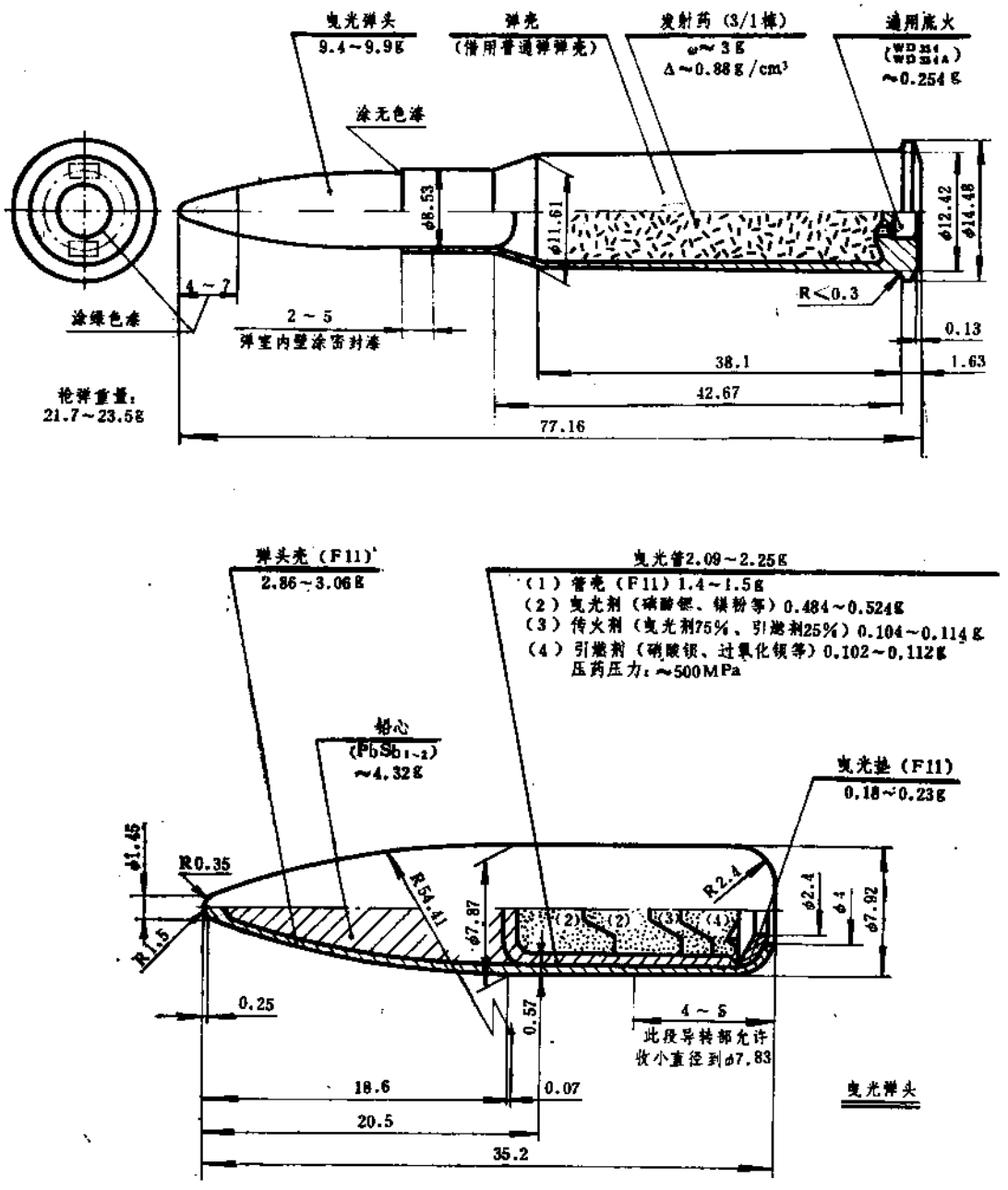


图2-9 53式7.62mm曳光弹
(WO113A)

3.2 技术要求

3.2.1 总的技术要求

(1) 枪弹在运输、贮存和使用中均应安全

(2) 枪弹在不同地区、气候和气象条件下使用时，应保持其射击性能

表2-4 56式 53式 7.62mm 枪弹射击性能

弹种	初速v_{25}(m/s)		最大膛压p_m(MPa)			精度 $\overline{R}_{50}$ (cm)				特种性能
						使用枪名	靶距(m)●			
	v_{25}	Δv_{25}	$\overline{p}_m$	p_m max	p_m min		100	200	300	
56式7.62mm 普通弹	710～725	≤30	≤280	≤305	≥226	56式7.62mm半自动步枪	≤3.2	≤6.4	≤9.6	
						56式7.62mm专用枪●	≤2.3	≤4.6	≤6.9	
56式7.62mm 穿甲燃烧弹	725～740	≤30	≤280	≤305	≥225	56式7.62mm半自动步枪	≤4.5	≤9	≤13.5	均质靶板厚7mm 200m穿甲率≥80% 穿甲后汽油燃烧率≥80%
						56式7.62mm专用枪	≤3.2	≤6.4	≤9.6	
56式7.62mm 燃烧曳光弹	740～755	≤40	≤280	≤305	≥225	56式7.62mm 半自动步枪	≤5.5	≤11	≤16.5	（1）光程600m，曳光率≥85% （2）射距100m，穿厚1.1mm钢板后的汽油燃烧率≥80%
						56式7.62mm 专用枪	—	—	—	
56式7.62mm 曳光弹（A）	710～725	≤40	≤280	≤305	≥225	56式7.62mm 半自动步枪	≤5.7	≤11.4	≤17.1	光程800m 曳光率≥85%
56式7.62mm 曳光弹（B）	687～702	≤40	≤260	≤285	≥205	56式7.62mm 专用枪	≤4.1	≤8.2	≤12.3	
53式7.62mm 普通弹	820～835	≤35	≤300	≤320	≥230	53式7.62mm 马枪	≤3.2	≤6.4	≤9.6	
						53式7.62mm 专用枪	≤2.4	≤4.8	≤7.2	
53式7.62mm 穿甲燃烧弹	800～815	≤35	≤300	≤320	≥230	53式7.62mm 马枪	≤5.3	≤10.6	≤15.9	均质靶板厚10.3mm，200m穿甲率≥80%，穿甲后汽油燃烧率≥80%（射距200m）
						53式7.62mm 专用枪	≤5	≤10	≤15	
53式7.62mm 试射燃烧弹	800～815	≤35	≤300	≤320	≥230	53式7.62mm 马枪	≤6.5	≤13	≤19.5	射距100m，穿厚1mm钢板后的汽油燃烧率≥75%
						53式7.62mm 专用枪	≤5.3	≤10.6	≤15.9	
53式7.62mm 曳光弹	800～815	≤40	≤300	≤320	≥230	53式7.62mm 马枪	≤6.2	≤12.4	≤18.6	光程1000m 曳光率≥85%
						53式7.62mm 专用枪	≤6.1	≤12.2	≤18.3	

● 系精度符合要求的测速枪。

● 按工厂条件选最大的射距。

（3）枪弹在其所装发射药和底火的有效期限内，应不失去其射击性能

3.2.2 验收技术要求

（1）枪弹射击性能（初速、膛压、精度、特种性能*）见表2-4

（2）枪弹射击疵病见表2-5

（3）枪弹牢固性和密封性见表2-6

（4）枪弹装配质量见表2-7

（5）枪弹外观疵病见表2-8

表2-5 $\begin{matrix}56式\\53式\end{matrix}$7.62mm 枪弹射击疵病

射击疵病	允许百分率（%）	
	56式7.62mm枪弹	53式7.62mm枪弹
不允许疵病		
（1）自发火（2）早发火（3）枪弹炸裂（4）迟发火（5）弹头留膛（6）进膛前弹头脱落（7）弹壳底缘或底槽裂缝（8）弹壳底缘拉脱（9）弹壳横断（10）不退壳（需用通条通出弹壳或用木槌敲打机柄开锁退壳）	—	—
退壳疵病		
（1）退壳困难（手打或手拉机柄不超过三次开锁退壳）	0.1	0.3
（2）卡壳（弹壳未被抛出，影响连续射击）	0.3	0.5
弹头疵病		
（1）弹头破裂（包括弹心脱落、弹头零件脱落和横弹，总数）	0.1	0.1（普） 0.2(穿燃,曳) 0.4（试燃）
（2）爆音（有较大的射击声音和火光，且在枪口附近不再曳光）	1（曳，燃曳）	1（曳）
弹壳疵病		
（1）近于底缘或底槽的体部（56式弹距底平面8mm以内；53式弹距底缘5mm以内）		
横裂缝	0.1(涂漆壳)	0.1
纵裂缝	0.3(涂漆壳)	0.2
纵、横裂缝（总数）	0.1(覆铜壳)	—
（2）体部（其余部位）、斜肩和弹室		
横裂缝（总数）	0.2	0.2
纵裂缝(总数)，〔距壳口不超过2mm（56式弹）或3mm（53式弹）者不计〕	5	10
（3）火台崩落	0.3	0.2
（4）底缘拉弯，但能正常退壳	0.3	0.5
（5）拉簿印痕	不限	不限
底火疵病		
（1）瞎火（包括无传火孔等枪弹原因）	0.1	0.1
（2）底火脱落	0.1	0.1
（3）底火击窝冲脱	0.1	0.1
（4）底火击穿	0.2	0.2
（5）底火周围漏烟（总长不超过圆周长1/4者不计）	2	2

* 指特种弹的穿甲、燃烧、曳光性能。

表2-6 $\frac{56式}{53式}$ 7.62mm 枪弹牢固性和密封性

项　　目	技　　术　　要　　求
枪弹牢固性 （振动试验）	（1）不允许枪弹自发火，弹头脱落或松动，底火脱落或松动 （2）振动后，枪弹长度和底火装入深度，仍应符合量具要求
枪弹密封性 （浸热水试验）	密封性不良的枪弹应不超过5％（在底火、弹头的周围接缝处同一位置，自然地断续出现3个或3个以上气泡，或连续地出现气泡，该发弹即为密封性不良）

表2-7 $\frac{56式}{53式}$ 7.62mm 枪弹装配质量

项　目	56式7.62mm 枪　弹			53式7.62mm 枪　弹		
	基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
		范　围	允许％		范　围	允许％
枪弹长度（mm）	55～56	54.75～56.25	5	75.50～77（普） 75.91～77.16（其余）	74.75～77.16（普） 75～77.41（其余）	5 5
枪弹全形	符合全形规（ϕ10.11）和联用量规（3.24）（可加荷重5kg）	符合全形规（ϕ10.11）和联用量规（3.30）（可加荷重5kg）	5	符合全形规（$\frac{\phi 11.684}{1.65}$）（可加荷重6kg）	符合全形规（$\frac{\phi 11.684}{1.70}$）（可加荷重6kg）	5
弹壳体部长度（mm）	≥30.30（ϕ10.02）	≥30.17（ϕ10.02）	2	—	—	—
枪弹重量（g）	15.90～16.90（普） 15.60～16.70（穿燃） 14.60～15.60（燃曳） 15.50～16.50（曳A） 15.20～16.10（曳B）	重量不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限制	21.7～23.2（普） 22.4～24.2（穿燃） 22～23.8（试燃） 21.7～23.5（曳）	重量不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限制
底火装入深度（mm）	0.10～0.25	高于壳底平面 0～0.10 ＞0.25	不允许 5 不允许	0.13～0.28	高于壳底平面 0～0.13 0.28～0.33	不允许 2 3
拔弹力（kgf）	35～120（涂漆壳） 35～100（覆铜壳）	30～150 150～170 20～120 120～150	10 2 2 10	40～110 40～110	35～40 110～150 150～175（曳，试燃）	5 5 1
装药量偏差（g）（按规定装药量）	≤±0.03（覆铜壳）	≤±0.05 ≤±0.10	3 0.2	≤±0.05	≤±0.07 ≤±0.10	3 0.2

表2-8 $\frac{56式}{53式}$7.62mm 枪弹外观疵病

外观疵病	允许百分率（%）	
	56式7.62mm枪弹	53式7.62mm枪弹
不允许的疵病		
（1）底火反装、脱落、松动、损坏或裂缝		
（2）装药中有油脂物或过重的杂质和金属屑（56式7.62mm 枪弹超过 0.25g，53式7.62mm 枪弹超过 0.20g）	—	—
（3）弹壳穿孔或裂缝（但与弹头接触的弹室部允许不大于标本）		
允许的疵病		
（1）混有同年式的其他战斗弹	0.05	0.05
（2）有不大于标本的绿斑和生锈（按枪弹总数）	0.05	0.05
（3）无传火孔	0.1	0.1
（4）有一个，3个或4个传火孔（总数）	2	2
（5）装药中有金属屑和其他杂质（密封漆屑不计），但装药量符合要求：		
总重量不超过0.01g	0.5	不限
总重量超过0.01g，但不超过0.10g	—	0.5
总重量超过0.10g，但不超过0.20g	—	0.1
总重量超过0.10g，但不超过0.25g	0.1	—
允许不大于标本的疵病（数量不限）		
（1）裂缝（弹头上），夹灰，缺口，皱褶，线痕，凹痕，麻点，露钢以及其他机械损伤	—	—
（2）指印，水迹，污垢，各种颜色斑点（绿色除外）		
（3）色标局部脱落，色标高度与规定稍有偏差（普通弹除外）		
允许不计的疵病		
（1）弹头滚沟全露或不露，但全长和拔弹力符合要求（无滚沟的弹头除外）	—	—
（2）弹头底部粘附个别药粒，但装药不结团，能自由倒出		
（3）弹壳传火孔带有毛刺或激光材料的碎屑，但未完全阻塞		

3.3 验收规则

3.3.1 枪弹批量任选表2-9批量系列中的一种并适当固定

3.3.2 检验项目和数量见表2-10a和2-10b

3.3.3 复验和补验见表2-11

3.3.4 成批枪弹检验合格后的包装检验和最后验收，参见第七章§3

表2-9 $\frac{56}{53}$式7.62mm 枪弹批量系列

弹别		56式7.62mm 枪弹				53式7.62mm 枪弹			
机枪弹	批量（万发）	30	45	60	75	22	44	66	88
	木箱数（个）	200	300	400	500	250	500	750	1000
步枪弹	批量（万发）	22	44	66	88	30	45	60	—
	木箱数（个）	200	400	600	800	500	750	1000	—

注：53式7.62mm机枪弹采取每箱1000发的包装时，其批量系列为25、50和75万发，木箱数相应为250、500和750个。

表2-10a $\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹检验项目和数量

项目	数量（发）		内容（发）
	工厂订货代表		
外观，尺寸	4000	4000	外观，标志，长度，全形，体长（56式弹），重量
拔弹*	100	100	底火装入深度（拔弹前），拔弹力，装药量，内表面
密封性*	20	20	浸热水试验
牢固性（震动试验）	（并入射击试验）		56式7.62mm枪弹每10批中的一批（但每月不少于一次）试验100发；53式7.62mm枪弹每批试验50发。（震动后作弹头破裂射击试验）
射击*试验	380(56式7.62mm枪弹)		初速（20），膛压（10），精度（60），弹头破裂（50），弹壳强度（240）
	390(53式7.62mm枪弹)		初速（20），膛压（10），精度（60），弹头破裂（50），弹壳强度（250）
特种性能*射击试验	20～130		详见表2-10b
检验总数	8620～8760		（约占批量1％～4％，一般约为2％）
试消总数（带*项目）	620～760		约占批量0.1％～0.4％，一般约为0.14％，其中射击试消约为0.09％

表2-10b $\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹射击试验分项内容和数量

弹种	项目	56式7.62mm枪弹		53式7.62mm枪弹		同时测试项目	间批测试
		发数	使用枪械(56式7.62mm)	发数	使用枪械(53式7.62mm)		
普通弹和特种弹	初速	20	测速枪	20	测速枪	弹头破裂	—
	膛压	10	测压枪	10	测压枪	—	可按发射药批只测第一个枪弹批，其后不测或抽测
	精度（3靶）	60	半自动步枪(精度枪)或专用精度枪	60	精度马枪或专用精度枪	弹头破裂	—
	弹头破裂（专门测试）	50	半自动步枪（破裂枪）	50（震动后）	重机枪（破裂枪）	—	每5批中的一批（每月不少于一次）改作枪弹高温（50℃）射击。〔53式弹用大闭锁重机枪射击的200发中，只100发改作高温射击〕
	弹壳强度	90 50 100(振动后)	冲锋枪 轻机枪(小闭锁) 轻机枪(大闭锁)	— 50 200	— 重机枪(小闭锁) 重机枪(大闭锁)	弹头破裂(53式) 弹头破裂	
穿甲燃烧弹	穿甲率 燃烧率	20(有效数) 10(有效数)	半自动步枪（精度枪）	20(有效数) 10(有效数)	专用精度枪或测速枪	弹头破裂	每3批中的一批（每月不少于一次）测试燃烧率（与穿甲率合并测试），如不合格（复验后），则逐批测试，直至连续3批合格再恢复
试燃烧射弹	燃烧率	—	—	20(有效数)	专用精度枪或测速枪	弹头破裂	—
燃曳光烧弹	燃烧率 曳光率	10(有效数) 100(常温) 50(高温) 50(低温)	半自动步枪（精度枪）	—	—	—	每5批中的一批（每月不少于一次）增加测试高、低温的曳光率各50发
曳光弹	曳光率	100（常温） 50(高温) 50(低温)	半自动步枪（精度枪）	100（常温） 50(高温) 50(低温)	重机枪(小闭锁)	—	每5批中的一批（每月不少于一次）增加测试高、低温的曳光率各50发

表2-11 $\frac{56}{53}$式7.62mm 枪弹复验和补验

项　　目	初　　验	复　验　和　补　验
外观	某种疵病超过允许百分率 大于标本	加倍数复验，两次合计应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定） 视情况可以相同数量或加倍数量复验，或者予以退修
尺寸	某项尺寸偏差超过允许百分率	加倍数量复验该项尺寸，两次合计，应不超过允许百分率
拔弹后各项	疵病或尺寸偏差超过允许百分率	按适合允许百分率的数量（但每次不少于100发）补验该项，最多补验到1000发，不应再超过允许百分率
密封性	超过允许百分率	加倍数量复验，两次合计，应不再超过允许百分率
牢固性	震动后的枪弹长度或底火装入深度不合格	加倍数量复验，复验结果应符合要求
弹道性能、精度、特种性能	不符合规定	加倍数量复验该项，复验结果应符合规定（平均值按复射两组总平均计算，百分率按复射总数统计）
弹壳强度	① 某种射击疵病超过允许百分率 ② 56式7.62mm 枪弹在弹道枪射击产生不退壳 ③ 53式7.62mm 枪弹产生弹壳横断、不退壳、弹壳底缘拉脱或进膛前弹头脱落，只产生一种疵病，且不超过一发	按适合允许百分率的数量（但每次不少于100发）补射，最多补射到1000发，不应再超过允许百分率（其他射击疵病也不应超过规定）。用原枪按原射击条件补射，但如原枪系弹道枪或精度枪，改用一种战斗枪补射 用不相同的两种战斗枪各一支各补射500发（共1000发），不应再产生不退壳疵病 用该型式的另外两支枪各补射500发（共1000发），不应再有该疵病。补射按原射击条件进行，但补射弹壳横断时： 重机枪（大闭锁）改用小闭锁重机枪， 重机枪高温射击改为高温与常温各射一半弹数（曳光弹） 补射进膛前弹头脱落时，换用新弹链

3.4 试验方法

3.4.1 56式和53式7.62mm枪弹弹道性能试验方法

1. 测初速v_{25}或v_2

（1）用电磁测速仪测v_{25}；或用电子测速仪测v_2。

（2）由v_2值加换算值，可换算出v_{25}值，其换算值为：

56式枪弹	换算值（m/s）	53式枪弹	换算值m(/s)
普通弹	-22	普通弹	-17
穿燃弹	-25	穿燃弹	-15
燃曳弹	-30	试验弹	-16
曳光弹B	-23	曳光弹	-14

2. 测最大膛压P_m

（1）测压孔距枪管尾端面：56式弹为38.6mm，53式弹为55mm。

（2）测压铜柱为$\Phi 4\times 6.5$　预压220MPa(56式曳光弹B为180MPa)。

3. 同时射击标准弹，确定当组枪械修正值。标准弹与试验弹作单发交叉射击，即试验弹在前(每组各1发)，标准弹在后(1发)。

4. 如遇某种射击疵病影响试验值的正确性，应及时补射其疵病发数，但该疵病仍要统计。

5. 其余按«轻武器弹道试验技术条件»规定执行。

3.4.2 56式和53式7.62mm枪弹精度试验方法

1. 射击规范和计算精度

（1）精度枪固定后，先试射校正射击条件。

（2）每靶射击20发，不改变瞄准和任何射击条件。

（3）单发装填射击，每分钟5～10发(射速掌握均匀)。

（4）每射击3靶，水冷（通过枪膛）并擦净(不卸下枪)，然后作温枪射击。

（5）测量每靶的R_{50}和R_{100}●，并计算3靶的平均值$\overline{R}_{50}$和$\overline{R}_{100}$。

测量与计算均精确至0.1cm。

（6）装偏差靶同时测定弹头破装。

2. 结果处理

（1）如遇某种射击疵病影响结果正确性，应及时补射其疵病发数，但该疵病仍要统计。

（2）当$\overline{R}_{50}$不合格时，进行鉴定射击●（3靶）。如鉴定射击符合要求，原结果有效；若不符合要求，原结果不算，换枪（或重新固定原枪）重射。

3.4.3 弹头破裂试验方法见表2-12。

3.4.4 弹壳强度试验方法见表2-13。

3.4.5 穿甲燃烧试验方法见表2-14。试验装置见图2-10。

3.4.6 53式7.62mm试射燃烧弹燃烧试验方法见表2-15。

3.4.7 56式7.62mm燃烧曳光弹燃烧试验方法见表2-16。

3.4.8 曳光试验见表2-17。

3.4.9 枪弹牢固性和密封性试验方法见表2-18。

3.5 **零、部件尺寸要求**

3.5.1 56式7.62mm枪弹弹头尺寸要求见表2-19

3.5.2 53式7.62mm枪弹弹头尺寸要求见表2-20

3.5.3 $\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹弹壳尺寸要求见表2-21

3.5.4 56式7.62mm枪弹涂漆钢弹壳漆层质量要求见表2-22

●R_{50}和R_{100}的确定：

a 在射击后的精度靶纸上画直角坐标，使其轴的上、下和左、右各有相等的弹孔数，且轴两侧最近之孔的孔距相等。此坐标原点即为精度圆圆心(平均弹着点)。

b 取精度圆圆心为圆心画圆，使圆周内外的弹孔数相等，且圆周内外最近之孔的孔距也相等。此圆的半径即为R_{50}(半数命中半径)。

c 取精度圆圆心为圆心画圆，使其圆周通过最远弹孔的外边缘，此圆的半径即为R_{100}(全数命中半径)。

●鉴定射击，是用精度鉴定弹在原试验条件（原枪、原固定条件等）下进行精度射击(3靶)。

精度鉴定弹系正常检验合格的枪弹或专门选定的枪弹，预先鉴定并适当规定其$\overline{R}_{50}$值。使用中如超过其规定$\overline{R}_{50}$值，即认为精度枪或其固定条件不符合要求。

表2-12 $\frac{56}{53}$式7.62mm 枪弹弹头破裂试验方法

	靶别	靶距 (m)	靶的尺寸 (m)	靶中间的过弹方孔 (mm)
试验装置	第一偏差靶	8.5	不小于1×1	120×120
	第二偏差靶	17.5	不小于1×1	250×250
	终点靶	100	不小于2×2	—
	注：① 三个靶的中心与枪膛中心大致等高，距地面不小于1m ② 同时测试弹头破裂时，不设终点靶。但测试精度同时测试弹头破裂时，按精度靶距共用终点靶 ③ 三个靶均为木板（面上附纸）或硬纸板，垂直放置			
射击规范（专门测试时）	56式7.62mm枪弹		53式7.62mm枪弹	
	（1）用56式7.62mm 半自动步枪（破裂枪）射击 （2）50发枪弹（5夹）为一组 （3）射速：每分钟25～30发 （4）每射击100发，水冷并擦净		（1）用53式7.62mm 重机枪（破裂枪）射击 （2）50发枪弹为一组 （3）单发点射 （4）每射击50发，水冷并擦净	
评定方法	（1）如在任何一个靶上有非圆形、椭圆形、弹头形的弹孔（横弹的特征，但受前发影响者，仍算为圆形弹孔）、不规则的弹孔（弹头零件的破片造成者）或过小的圆形弹孔（钢心造成者），均为破裂。按其弹头数或少于射击数的弹孔数计算 （2）如终点靶上弹孔数少于射击数，且无受偏差影响飞出者，则所缺之数算为破裂。（无终点靶不适用这种情况）			

表2-13 $\frac{56}{53}$式7.62mm 枪弹弹壳强度试验方法

枪弹升温	当作高温射击时，将已装好弹夹、弹匣或弹链（及弹链盒）的枪弹，在50±5℃的恒温箱内保温2小时，而后取出及时射击	
射击规范	56式7.62mm 枪弹： （1）用56式7.62mm 冲锋枪射击 ① 单发、短点射（3～5发）和连发，各射1/3弹数（按弹匣分） ② 每射击180发，水冷并擦净 （2）用56式7.62mm轻机枪（大、小闭锁）射击 ① 短点射（5～10发）和连发各射1/2弹数（超过100发时，按弹链分） ② 已发射3000发以内的枪用2号气槽，3000发之后用1号气槽 ③ 每射200发，水冷并擦净	53式7.62mm 枪弹： （1）用重机枪（大、小闭锁） ① 短点射（5～10发）和连发各射1/2弹数 ② 每射200发或250发，水冷并擦净
结果处理	（1）在全部射击试验中，当产生射击疵病时，应及时检查原因。 （2）如枪械不符合规定，或难于鉴别时根据鉴定射击结果证明是由于枪械原因引起者，所产生的射击疵病不算，换枪（或更换有关零件）重射，或只是所产生的射击疵病不计，不必重射 （3）鉴定射击是以相同数量的专门选定的鉴定弹或正常检验合格的枪弹，用原枪按原射击条件进行的射击（但不同时测试其他项目）	

表2-14 $\frac{56}{53}$式7.62mm 穿甲燃烧弹穿甲和燃烧试验方法

试验装置	（1）靶距：200m。靶板垂直于射线紧固在两边支架上，枪膛轴线与靶板中心大致等高。 （2）均质靶板（WJ523-66)的尺寸：长1000±10，宽1000±10，厚度为$7^{+0.5}_{-0.3}$mm（56式7.62mm穿甲燃烧弹用）或$10.3^{+0.5}_{-0.3}$mm（53式7.62mm穿甲燃烧弹用） （3）测试燃烧率时，距靶板背面115±5mm（对56式7.62mm 穿甲燃烧弹）或130±5mm（对53式7.62mm 穿甲燃烧弹）垂直放置汽油纸（新闻纸或印刷纸，540×390mm，临射前，涂刷70号航空汽油）
试验方法	（1）穿甲和燃烧两项都需测试时：合并测试，分别评定；只测试其中一项时：单独测试，单独评定 （2）每射击一发，评定其有效命中性和测试结果（单独测试穿甲率时，每射击5发，评定一次）；当测试燃烧率时，并换用新汽油纸 （3）56式7.62mm穿甲燃烧弹用56式7.62mm 半自动步枪(精度枪)射击，53式7.62mm 穿甲燃烧弹用53式7.62mm 专用精度枪射击。每射击60发，水冷并擦净
命中评定	（1）下列情况均为无效命中，进行补射： 未命中靶板，命中靶板边缘10mm以内，命中距其他弹孔或弹着点过近(背面相连，或正面相距在10mm（对56式7.62mm穿甲燃烧弹）或8mm（对53式7.62mm穿甲燃烧弹）以内，靶板紧固不牢或翘曲度超过5mm（但穿者和燃者仍有效）——适用于测试穿甲和测试燃烧 未命中汽油纸，从涂刷汽油完毕到射击的间隔时间超过30s（但燃者有效），靶板上穿孔非通孔（但燃者有效　　适用于测试燃烧 （2）有效命中的测试结果： 穿孔为通孔者——“穿甲”；穿孔中卡有钢心碎块，不大于半个孔者——“穿甲”，大于半个孔者——“不穿甲”；穿孔中卡有其他弹头零件者——“穿甲”；有弹着点印痕而无穿孔者——“不穿甲” “穿甲”后引燃汽油纸者——“燃烧”；“穿甲”后未引燃汽油纸者——“不燃烧”
结果处理	当穿甲率或燃烧率不符合规定时，用专门选定的鉴定弹或正常检验合格的枪弹，按原测试条件以相同数量进行鉴定射击： （1）如鉴定射击结果不符合规定，原试验结果无效，进行重试。重试时，可更换或更正靶板、枪、汽油纸等测试条件 （2）如鉴定射击结果符合规定，原试验结果有效

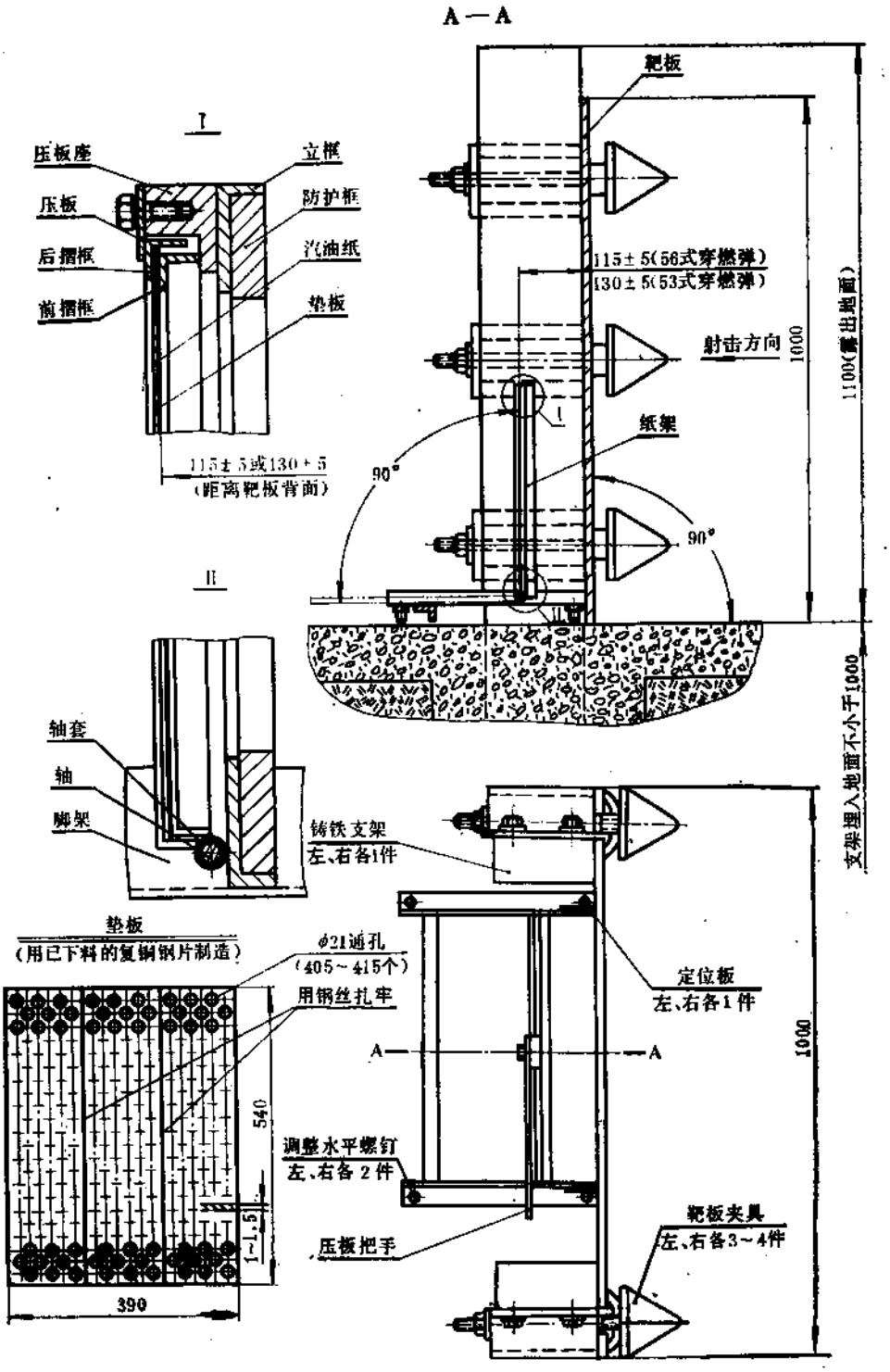


图2-10 $\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹穿甲燃烧试验装置

表2-15　53式7.62mm 试射燃烧弹燃烧试验方法

试验装置	（1）靶距：100m。障碍靶（$1\pm0.09\times500^{+6}\times1000^{+10}$mm，$\frac{\text{B-GB708-65}}{\text{15-GB699-65}}$钢板）垂直紧固在两边支架上，靶板中心与枪膛轴线大致等高 （2）在障碍靶后100±5mm处，垂直悬挂镀锌薄钢板（540×390×0.5mm），作为汽油厘代替物 （3）在障碍靶后260±5mm处，垂直放置汽油纸（540×390mm新闻纸或印刷纸），临射前涂刷70号航空汽油 （4）其他装置均与图2-10所示的装置相同
射击规范	（1）用专用精度枪射击。每射击60发，水冷并擦净 （2）每射一发，评定其有效命中性和测试结果，并换用新汽油纸
命中评定	（1）下列情况均为无效，进行补射： 未命中障碍靶、镀锌薄钢板或汽油纸；命中障碍靶边缘 10mm以内；与其他穿孔相重（按障碍靶，两孔间无间壁）；距其他穿孔过近（按障碍靶在 8mm 以内，或按镀锌薄钢板在3mm 以内，但燃烧者有效）；从涂油完毕到射击的间隔时间超过30s（但燃烧者有效） （2）有效命中的测试结果：引燃汽油纸者——"燃烧"；未引燃汽油纸者——"不燃烧"
鉴定射击	当燃烧率不合格时，用专门选定的鉴定弹或正常检验合格的枪弹，按原测试条件以相同数量进行鉴定性射击： （1）如鉴定性射击不符合规定，原试结果无效，进行重试。重试时，可更换或更正障碍靶、镀锌薄钢板、枪械、汽油纸等测试条件 （2）如鉴定性射击符合规定，原试结果有效

表2-16　56年式7.62mm 燃烧曳光弹燃烧试验方法

试验装置	（1）靶距：前靶板距枪口100m。后靶板距前靶板400mm。靶板厚度均为1.1mm $\left(\frac{B-GB708-65}{15\sim20-GB699-65}\right)$。靶板垂直紧固在两边支架上。紧贴前靶板的前面，装置防护钢板，钢板中央的过弹方孔尺寸为 300×300mm （2）在前、后靶板之间，距后靶板 70mm处，垂直放置汽油纸（将纸绕折在金属框架上，重叠绕折三层，临射前浸涂70号航空汽油）
射击规范	（1）用56式 7.62mm半自动步枪（精度枪）射击。每射击60发后，水冷并擦净 （2）每射一发，评定其有效命中性和测试结果，并换用新汽油纸
命中评定	（1）从汽油中取出汽油纸到射击的间隔时间不超过 30s，而命中在前靶板上的穿孔，与其他已射的穿孔相距不小于 20mm（按穿孔边缘计算），并且在后靶板上有相应的穿孔者，为有效命中 （2）同上，时间超过30s，但仍能引燃汽油纸者，也为有效命中 （3）有效命中的测试结果：引燃汽油纸者——"燃烧"；未引燃汽油纸者——"不燃烧"
鉴定射击	当燃烧率不合规定时，进行鉴定射击（用原枪按原测试条件，射击相同数的鉴定弹或正常检验合格的枪弹）： （1）如鉴定射击不符合规定，原试结果无效，进行重射。重射时，可更换或更正靶板、枪械、汽油纸等测试条件 （2）如鉴定射击符合规定，原试结果有效

表2-17　56年式7.62mm 燃烧曳光弹和曳光弹 / 53年式7.62mm 曳光弹　曳光试验

枪弹升、降温	当作高、低温射击时，将装好弹夹或弹链（及弹链盒）的枪弹在 50±5℃或－50±5℃下保持4h，而后取出及时射击
试验方法	（1）56式曳光弹和燃烧曳光弹用半自动步枪（精度枪）射击；53式曳光弹用重机枪（小闭锁）射击。枪的仰角不超过 5 度，枪的口径按7.722mm塞规可进入枪口的深度不超过 7.62mm （2）以均匀的射速作单发或双发射击〔在不影响观察的条件下，允许在空中同时出现的弹头不超过 10 个（56式曳光弹和燃曳弹）或 5 个（53式曳光弹） （3）在距枪口 600m（56式燃曳弹）、800m（56式曳光弹）或 1000m（53式曳光弹）处，从弹道侧面观察与统计曳光的弹数。（在射击处也同时观察整个弹道曳光情况，以便区分不曳光或短曳光。） （4）每射击100发（56式曳光弹和燃曳弹）或200发（53式曳光弹），水冷并擦净 （5）按不同弹温分别统计曳光率

表2-18　56/53式7.62mm枪弹牢固性和密封性试验方法

项　目	试　验　方　法
牢固性（振动试验）	（1）振动前后，用同一量具分别检查枪弹长度和底火装入深度 （2）将纸包放在盒中（56式弹每包25发，平放；53式弹每包10发，按包装状态平放或立放），落高80±2mm。共振动90min。 （3）振动试验机（WJ231-77）振动频率60±1次/min
密封性（浸热水试验）	（1）水温高于弹温（以室温代表弹温）25～35℃ （2）将试验弹浸在水中保持5min，观察有无气泡出现

表2-19　56式7.62mm 枪弹弹头尺寸要求

序号	项目			普通弹头		穿甲燃烧弹头		燃烧曳光弹头		曳光弹头A		曳光弹头B	
				规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%
1	长度(mm)	正常	基本	26.28～26.60	—	27.18～27.80	—	27.43～27.95	—	27.48～28	—	27.78～28.30	—
			放宽	26.18～26.90	5	27～27.98	5	27.33～28.05	6	27.38～28.10	2	27.68～28.40	2
		短类	放宽	26.18～26.70	（单独装配，编入正常批）	27～27.40	（单独装配，编入正常批）	27.33～27.85	（单独装配，编入正常批）	27.38～27.90	（单独装配，编入正常批）	27.68～28.20	（单独装配，编入正常批）
		长类		26.38～26.90		27.58～27.98		27.53～28.05		27.38～28.10		27.88～28.40	
2*	尖端直径(mm)		基本	1.15～1.45	—	—	—	1.90～2.20	—	1.15～1.45	—	1.40～1.70	—
			放宽	1.05～1.60	10	—	—	1.70～2.40	10	1.05～1.60	10	1.30～1.80	5
3	中部直径(mm)		基本	7.82～7.87（距尖15.95处）	—	7.82～7.87（距尖15.6处）	—	7.82～7.87（距尖15.12处）	—	7.85～7.90（距尖13.01处）	—	7.82～7.87（距尖15.6处）	—
			放宽	7.80～7.89	5	7.80～7.89	5	7.80～7.89	10	7.83～7.92	10	7.80～7.89	10
4	弧形(mm)		基本	R40，尖距≤0.45	—	R47.40（壳）R11.29（帽）	—	R40，尖距≤0.45	—	R26.8，尖距≤0.45	—	R40，尖距≤0.45	—
			放宽	R40，尖距≤0.65	5	不对称或单面漏光	5	R40，尖距≤0.65	5	R26.8，尖距≤0.65	5	R40，尖距≤0.65	5
5*	滚沟高度(mm)		基本	16.30～16.60	—	16.15～16.60	—	—	—	—	—	—	—
			放宽	16.15～16.75	10	16.05～16.65	10	—	—	—	—	—	—
6*	滚沟直径(mm)		基本	7.67～7.82	—	7.67～7.82	—	—	—	—	—	—	—
			放宽	7.64～7.85	10	7.64～7.85	10	—	—	—	—	—	—
7	导转部直径(mm)		基本	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—
			放宽	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1
8	尾锥高度(mm)		基本	3.70～4.30	—	4.75～5.25	—	2～2.50	—	—	—	2.30～2.80	—
			放宽	3.50～4.50	5	4.60～5.50	5	1.80～2.70	5	—	—	—	—

（续）

序号	项目		普通弹头		穿甲燃烧弹头		燃烧曳光弹头		曳光弹头A		曳光弹头B	
			规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%
9	曳光垫孔径或曳光孔径（mm）	基本	—	—	—	—	3.40～3.70	—	2.40～2.90	—	3.10～3.60	—
		放宽	—	—	—	—	3.20～3.90	不限制	2.30～3	不限制	3～3.70	不限制
10	弹头壳壁厚壁厚差（mm）	基本	0.50～0.56 ≤0.06 （距底7.0处）	—	0.50～0.56 ≤0.06 （距底6.5处）	—	0.50～0.56 ≤0.06 （距底9.0处）	—	0.50～0.56 ≤0.06 （距底8.0处）	—	0.91～0.97 ≤0.06 （距底6.0处）	—
		放宽	0.46～0.60 ≤0.10	10	0.48～0.58 ≤0.10	10	0.46～0.60 ≤0.10	10	0.48～0.58 ≤0.10	10	0.89～0.99 ≤0.10	10
11	重量（g）	正常 基本	7.75～8.05	—	7.50～7.93	—	6.48～6.78	—	7.45～7.67	—	7.18～7.40	—
		正常 放宽	7.65～8.15	3	7.40～8.03	3	6.38～6.88	5	7.35～7.77	5	7.08～7.50	5
		轻类 放宽	7.65～7.95	（单独装配，编入正常批）	7.40～7.65	（单独装配，编入正常批）	6.38～6.68	（单独装配，编入正常批）	7.35～7.57	（单独装配，编入正常批）	7.08～7.30	（单独装配，编入正常批）
		重类 放宽	7.85～8.15		7.78～8.03		6.58～6.88		7.55～7.77		7.28～7.50	
12	导转部平均硬度（HV5）	基本	180～200 （距底6.0～8.0处）	—	150～205 （中部直径处）	—	180～220 （距底7.0～9.0处）	—	180～220 （距底7.0～9.0处）	—	180～220 （距底6.0～8.0处）	—
		放宽	175～225	个别批	—	—	175～225	个别批	175～225	个别批	175～225	个别批
13	钢心硬度（HRC）	基本	—	—	62～67 （距底5.0～10.0处）	—	—	—	—	—	—	—
		放宽	—	—	60～62	10	—	—	—	—	—	—

* 带此星号的项目，可只在必要时检验。

表2-20　53式7.62mm 枪弹弹头尺寸要求

序号	项目			普通弹头 规格	普通弹头 放宽允许%	穿甲燃烧弹头 规格	穿甲燃烧弹头 放宽允许%	试射燃烧弹头 规格	试射燃烧弹头 放宽允许%	曳光弹头 规格	曳光弹头 放宽允许%
1	长度 (mm)	正常	基本	31.78～32.30	—	37.21～37.88	—	38.25～39	—	34.20～35.20	—
			放宽	31.65～32.43	5	36.99～38.10	10	38.13～39.12	10	34.08～35.32	2
								38～39.25	1		
		短类	放宽	31.65～32.17	（单独装配，编入正常批）	36.99～37.39	（单独装配，编入正常批）	38～38.50	（单独装配，编入正常批）	33.90～34.40	（单独装配，编入正常批）
		长类		31.91～32.43		37.70～38.10		38.75～39.25		34.82～35.32	
2*	尖端直径 (mm)		基本	1.15～1.45	—	1.15～1.45	—	1.15～1.45	—	1.15～1.45	—
			放宽	1.05～1.60	10	1.05～1.60	10	1.05～1.60	10	1.05～1.60	10
3	中部直径 (mm)		基本	7.82～7.89 （距尖18.59处）	—	7.82～7.87 （距尖20.235处）	—	7.82～7.87 （距尖18.6处）	—	7.82～7.87 （距尖18.6处）	—
			放宽	7.80～7.89	5	7.80～7.89	5	7.80～7.89	5	7.80～7.89	5
4	弧形 (mm)		基本	R55，尖距≤0.60	—	R65，尖距≤0.60	—	R54、41，尖距≤0.61	—	R54、41，尖距≤0.61	—
			放宽	R55，尖距≤0.90	5	R65，尖距≤0.90	5	R54、41，尖距≤0.90	5	R54、41，尖距≤0.90	5
5*	滚沟高度 (mm)		基本	21.80～22.20	—	22.22～22.74	—	—		—	—
			放宽	21.70～22.30	10	21.98～22.98	10	—	—	—	—
6*	滚沟直径 (mm)		基本	7.62～7.82	—	7.67～7.82	—	—	—	—	—
			放宽	7.59～7.85	10	7.64～7.85	10	—	—	—	—
7	导转部直径 (mm)		基本	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—	7.87～7.92	—
			放宽	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1	7.85～7.95	1
8*	次圆柱部高度 (mm)		基本	—	—	8～8.90	—	—	—	4～5	—
			放宽	—	—	7.70～9.20	10	—	—	3.90～5.10	10

（续）

序号	项目		普通弹头		穿甲燃烧弹头		试射燃烧弹头		曳光弹头	
			规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%	规格	放宽允许%
9*	次圆柱部直径 (mm)	基本	—	—	7.58～7.68	—	—	—	7.78～7.83	—
		放宽	—	—	7.56～7.70	10	—	—	7.76～7.78	2
									7.83～7.85	3
10	尾锥高度 (mm)	基本	4.20～4.80	—	5.10～5.71	—	6～6.50	—	—	—
		放宽	4.05～4.95	5	4.96～5.86	5	5.75～6.75	10	—	—
11	曳光盛孔径 (mm)	基本	—	—	—	—	—	—	2.40～2.90	—
		放宽	—	—	—	—	—	—	2.30～3	不限制
12	弹头壳壁厚/壁厚差 (mm)	基本	0.45～0.51 / ≤0.06 (距底7.0处)	—	0.45～0.51 / ≤0.06 (距底10.0处)	—	—	—	0.51～0.57 / ≤0.06 (距尖20.5处)	—
		放宽	0.42～0.55 / ≤0.10	10	0.42～0.55 / ≤0.10	10	—	—	0.49～0.59 / ≤0.10	10
13	重量 (g)	正常 基本	9.45～9.75	—	10.18～10.72	—	9.70～10.30	—	9.40～9.90	—
		正常 放宽	9.30～9.90	3	10.08～10.82	5	—	—	9.20～10.10	3
		轻类 放宽	9.30～9.55	（单独装配，编入正常批）	10.08～10.48	（单独装配，编入正常批）	—	—	9.20～9.50	（单独装配，编入正常批）
		重类 放宽	9.65～9.90克		10.42～10.82				9.80～10.10	
14	导转部平均硬度 (HV5)	基本	180～220 (距底6.0～8.0处)	—	180～220 (距底10.0～12.0处)	—	180～220 (距底8.0～10.0处)	—	180～220 (距底6.0～8.0处)	—
		放宽	175～225	个别批	175～225	个别批	175～225	个别批	175～225	个别批
15	钢心硬度 (HRC)	基本	—	—	62～67 (距底14.0～16.0处)	—	—	—	—	—
		放宽	—	—	60～62	10	—	—	—	—
16	钢心中段硬度 (HRC)	参考	—	—	50～60 (距底8.0～10.0处)	—	—	—	—	—

*，序号旁带*符号的项目，可在必要时检验。

表2-21 $\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹弹壳尺寸要求

序号	项目	56式7.62mm枪弹弹壳				53式7.62mm枪弹弹壳		
		基本规格		放宽规格		基本规格	放宽规格	
		涂漆壳	覆铜壳、镀铜壳	范围	允许%	覆铜壳	范围	允许%
1	长度(mm)	38.38～38.70		38.06～38.80	5	53.35～53.72	53.17～53.90	5
2	全形(mm)	符合弹壳全形规(φ10.09)和联用量规(3.24)		符合弹壳全形规(φ10.10)和联用量规(3.24)	3	符合弹壳全形规(φ11.664/1.64)	符合弹壳全形规(φ11.664/1.65)	3
3	体部长度(mm)	≥30.30 (φ10.02)		≥30.17 (φ10.02)	1	≥37 (φ11.48)	≥36.20 (φ11.48)	5
4*	底槽总高度(mm)	3.20～3.50		2.90～3.80	10	—	—	—
5*	底槽宽度(mm)	1～1.20		0.90～1.40	10	—	—	—
6	底槽直径(mm)	9.34～9.56	9.36～9.56	9.26～9.66	20	—	—	—
7	体部起点直径(mm)	11.20～11.35	11.23～11.35	11.18～11.40	2	12.27～12.42	>12.42，但符合全形和射击要求	2
8	底缘直径(mm)	11.20～11.35	11.23～11.35			14.17～14.48	14～14.17	2
9	底缘厚度(mm)	1.28～1.52	1.30～1.50	1.20～1.58	2	1.47～1.63	>1.63，但符合全形和射击要求	2
							1.40～1.47	2
10	弹室内径(mm)	7.77～7.85	7.80～7.85	7.75～7.87	10(漆) 2(覆、镀)	7.80～7.85	7.75～7.87	2
11	底火室直径(mm)	5.39～5.465	5.41～5.46	5.39～5.47	2(漆) 1(覆、镀)	5.41～5.46	5.39～5.47	1
12*	底火室深度(mm)	3～3.13		2.95～3.18	10	3.17～3.30	3.13～3.34	10
13*	底火室同轴度	符合5.33塞规		符合5.25塞规	10	符合5.33塞规	符合5.25塞规	10
14	火台深度(mm)	1.44～1.58	1.45～1.55	1.40～1.60	2	1.65～1.78	1.61～1.81	2
15*	传火孔直径(mm)	1.05～1.30		—	—	1.05～1.35	—	—

（续）

序号	项目		56式7.62mm枪弹弹壳 基本规格 涂漆壳		56式7.62mm枪弹弹壳 基本规格 覆铜壳、镀铜壳		56式7.62mm枪弹弹壳 放宽规格 范围		允许%	53式7.62mm枪弹弹壳 基本规格 覆铜壳		53式7.62mm枪弹弹壳 放宽规格 范围		允许%
	壁厚与壁厚差 (mm)		序号16、17、18在符合全形、容积、射击等要求下，按下列放宽规定（但大于基本规格上限者，不限制）：											
16	56式7.62mm枪弹弹壳（距底）	53式7.62mm枪弹弹壳（距底缘）	壁厚	壁厚差 ≤	壁厚	壁厚差 ≤	壁厚 ≥	壁厚差 ≤	10	壁厚	壁厚差 ≤	壁厚	壁厚差 ≤	10
	8	5	0.73～0.88	0.15	0.70～0.85	0.15	0.65	0.20	10	0.76～0.96	0.20	0.73～0.76	0.20	10
	14.4	14.6	0.53～0.66	0.13	0.52～0.65	0.13	0.48	0.13	10	0.45～0.60	0.15	0.42～0.45	0.15	10
	22	—	0.42～0.51	0.09	0.41～0.50	0.09	0.38	0.09	10	—	—	—	—	—
	30.3～30.5	38.1	0.36～0.45	0.09	0.35～0.44	0.09	0.33	0.09	10	0.33～0.42	0.09	0.31～0.33	0.09	10
	（距口）2	（距口）2	0.25～0.34	0.09	0.24～0.33	0.09	0.22	0.09	10	0.24～0.33	0.09	0.22～0.24	0.09	10
17	底部厚度 (mm)		3.85～4.28		3.90～4.20		≥3.80		10	—		—		—
18*	传火孔壁厚 (mm)		—		—		—		—	0.85～1.20		0.80～0.85		10
19*	容积 (cm^3)		≥2.25				≥2.22		10	≥4		≥3.98		10
20*	重量（g）（带底火弹壳重量）		6.30～6.90（6.55～7.15）		6.35～6.95（6.60～7.20）		重量不合，但符合尺寸要求		不限制	9.30～10.10（9.55～10.35）		重量不合，但符合尺寸要求		不限制
21*	底部皱褶（参考）	深度 (mm)	≤0.45		≤0.75		—		—	≤0.90		—		—
		方向	大致平行于弹壳轴线							大致平行于弹壳轴线				
22*	硬度（HV5）（参考）	部位	底缘侧面	距底 (mm) 8	14.4	22	30.3～30.5		距口 2	底缘侧面	距底缘 (mm) 5	27	32	37	距口 2
		最大值	+15	+15	+15	+15	+15		+15	+20	+20	+20	+20	+20	+20
		平均值	185	200	215	225	225		200	200	195	220	225	230	195
		最小值	−15	−15	−15	−15	−15		−15	−20	−20	−20	−20	−20	−20

注：序号旁带*符号的项目，可在必要时检查。

表2-22　56式7.62mm 枪弹涂漆钢弹壳漆层质量要求

漆层质量（外表面）	试验数量（发）	基本规格	放宽规格	
		斑病总面积（mm²）	斑病总面积（mm²）	允许百分率(%)
漆层完整性	20	≤4	≤12	10
漆层抗蚀性	40	≤12	≤40	10
漆层耐磨性	40	≤25	≤50	10

	漆层完整性	漆层抗蚀性	漆层耐磨性
试验方法	（1）先浸入1%硫酸溶液中1min，取出用水冲洗，再浸入3%硫酸铜溶液中1min，取出用水冲洗干净，及时检查 （2）如有着铜处，即为不完整 （3）按每个弹壳的着铜总面积评定	（1）环境条件：温度18～25℃，相对湿度≥80% （2）用丝线或亚麻线成串地拴住各弹壳底槽，悬挂在玻璃棒上 （3）浸入3%食盐水中2min，取出不洗不擦，悬挂在空气中28min，如此循环10次(共5h)后，及时检查 （4）如有锈蚀处，即为不抗蚀 （5）按每个弹壳的锈蚀总面积评定	（1）掺以可区别的废涂漆壳，凑足300个，混合放在漏斗中滚磨20～30min。(转速：8～10r/min) （2）滚磨后，作漆层完整性试验，如有着铜处，即为不耐磨 （3）按每个弹壳着铜总面积评定
注：	（1）在弹壳底缘两边缘、体部起点、口部端面、底火室、火台等处的斑病面积（按标本）允许不计 （2）弹壳内表面漆层质量不要求 （3）覆铜钢弹壳的底槽漆层完整性试验方法与此处完整性试验方法相同		
复验	（1）如初验超过允许百分率，加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率。(完整性、抗蚀性和耐磨性)		
	（2）如初验仅有一个弹壳的斑病面积超过放宽的斑病面积，加倍数量复验，不允许再有。(完整性和抗蚀性)		

3.6　枪械要求

用于$\frac{56}{53}$式7.62mm枪弹射击试验的枪械应有枪厂合格证。有关供弹、闭锁、击发、退壳等机构，以及枪管、枪机、击针、拉壳钩、复进簧等零、部件，均应正常、良好，符合其产品图和技术条件规定。有关口径、闭锁距离、击针突出量等尺寸，以及已射总弹数等要求，应符合枪弹技术条件规定（摘要列于表2-23～表2-25）。新枪在开始使用前还可作一定数量的鉴定射击，考查其适应性。

3.6.1　56式7.62mm枪弹射击试验用枪械要求见表2-23和2-24

3.6.2　53式7.62mm枪弹射击试验用枪械要求见表2-25

表2-23　56式7.62mm枪弹射击试验用枪械要求
（每次射击试验时检查的项目）

枪械	口径（mm）（按塞规进入枪口或尾端的深度）			闭锁距离（mm）（按弹形量规和作用力）		击针突出量（mm）		枪械及其有关零件的射击寿命（发）不超过
（56式7.62mm）	φ7.607	φ7.684	φ7.722	闭锁	不闭锁	强制	惯性	
测速枪 测压枪 专用精度枪	自由通过整个枪膛	≤2.54(口)	—	32.80 轻微手力	32.95 轻微手力	1.7～1.9	—	5000
半自动步枪（精度枪）	自由通过整个枪膛	≤2.54(口) ≤8(尾)	—	32.85 ≤15kgf	33.15 20kgf	1.37～1.52	—	精度枪-6000 破裂枪-15000 击针及销-6000 拉壳钩及簧-4500
半自动步枪（破裂枪）		>2.54(口)	≤7.62(口) ≤20(尾)					
冲锋枪	自由通过整个枪膛	—	≤2.54(口) ≤8(尾)	32.85 ≤15kgf	33.15 30kgf	1.4～1.52	1.52～1.66	枪械，击针，拉壳钩及簧-10000
轻机枪（小闭锁）	自由通过整个枪膛	—	不进入(口) ≤8(尾)	32.85 ≤20kgf	33 20kgf	1.24～1.36	≤1.55	小闭锁枪-10000 大闭锁枪-25000 击针、拉壳钩及簧-12500
轻机枪（大闭锁）			≤2.54(口) ≤20(尾)	33 ≤20kgf	33.15 20kgf			

表2-24　56式7.62mm枪弹射击试验用枪械要求
（必要时检查的项目）

枪械	弹簧	自由长度（mm）	压缩后长度（mm）	荷重（kg）
56式7.62mm半自动步枪	复进簧	330～350	208.4	3.5～4.2
			109.3	6.4～7.6
	击发簧	68～70	45.5	11.7～14.8
			38.5	15.5～19
	拉壳钩簧	25～28	18.5	2.5～4.35
56式7.62mm冲锋枪	复进簧	405～450	292	2.3～3.6
			156	5.5～6.5
	拉壳钩簧	12.5～13.5	9.8	2.5～5.5
			8.8	4～7.3
56式7.62mm轻机枪	主复进簧	310～335	89	12～14.2
	副复进簧	145～151	80	13～15.5
	拉壳钩簧	12.8～14.2	9.5	9～11

注：① 测速枪和测压枪的弹道性能应符合《轻武器弹道试验技术条件》规定。
② 专用精度枪和半自动步枪（精度枪）的精度（$\bar{R}_{50}$）应符合枪弹技术条件规定。
③ 半自动步枪（破裂枪）和轻机枪（大闭锁），用新枪或旧枪均可，但应经过修理符合口径和闭锁距离要求。
④ 半自动步枪（精度枪和破裂枪）的击针凹入量应不大于0.45mm。

表2-25　53年式7.62毫米枪弹射击试验用枪械要求

枪械 (53式 7.62mm)	口径(mm) (按塞规及进入枪口的深度) φ7.607	φ7.684	φ7.722	闭锁距离(mm) (按弹形量规和作用力) 闭锁	不闭锁	击针突出量(mm) 强制	惯性	枪械及其有关零件射击寿命(发)不超过
测速枪 测压枪 专用精度枪	自由通过整个枪膛	≤2.54	—	1.651 轻微手力	1.753 轻微手力	1.9～2.4	—	5000
精度马枪	自由通过整个枪膛	≤2.54	—	1.651 轻微手力	1.778 轻微手力	1.9～2.4	—	5000
重机枪(小闭锁)	自由通过整个枪膛	≤2.54	—	1.626 ≤35kgf	1.702 35kgf	1.4～1.6	1.7～2.15	枪管-12500kgf 拉壳钩及簧-20000 kgf 击针、退壳挺-30000 kgf 枪械、复进簧-40000 kgf
重机枪(大闭锁)				1.702 ≤35kgf	1.778 35kgf			
破裂试验用重机枪(大闭锁)		>2.54	≤7.62	1.702 ≤35kgf	1.778 35kgf			

重机枪(必要时检查)	弹簧	自由长度(mm)	压缩后长度(mm)	荷重(kg)
	复进簧	370～410	141	13～15
	拉壳钩簧	16～18	12.4	6.8～10

注：① 测速枪和测压枪的弹道性能应符合《轻武器弹道试验技术条件》规定。

② 专用精度枪和精度马枪的精度（$\overline{R}_{50}$）应符合枪弹技术条件规定。

③ 破裂试验用重机枪用新枪或旧枪均可，但应经过修理符合口径和闭锁距离要求。

§4 56式、53式7.62mm空包弹

4.1 简图

56式7.62mm空包弹和53式7.62mm空包弹简图分别见图2-11和2-12。

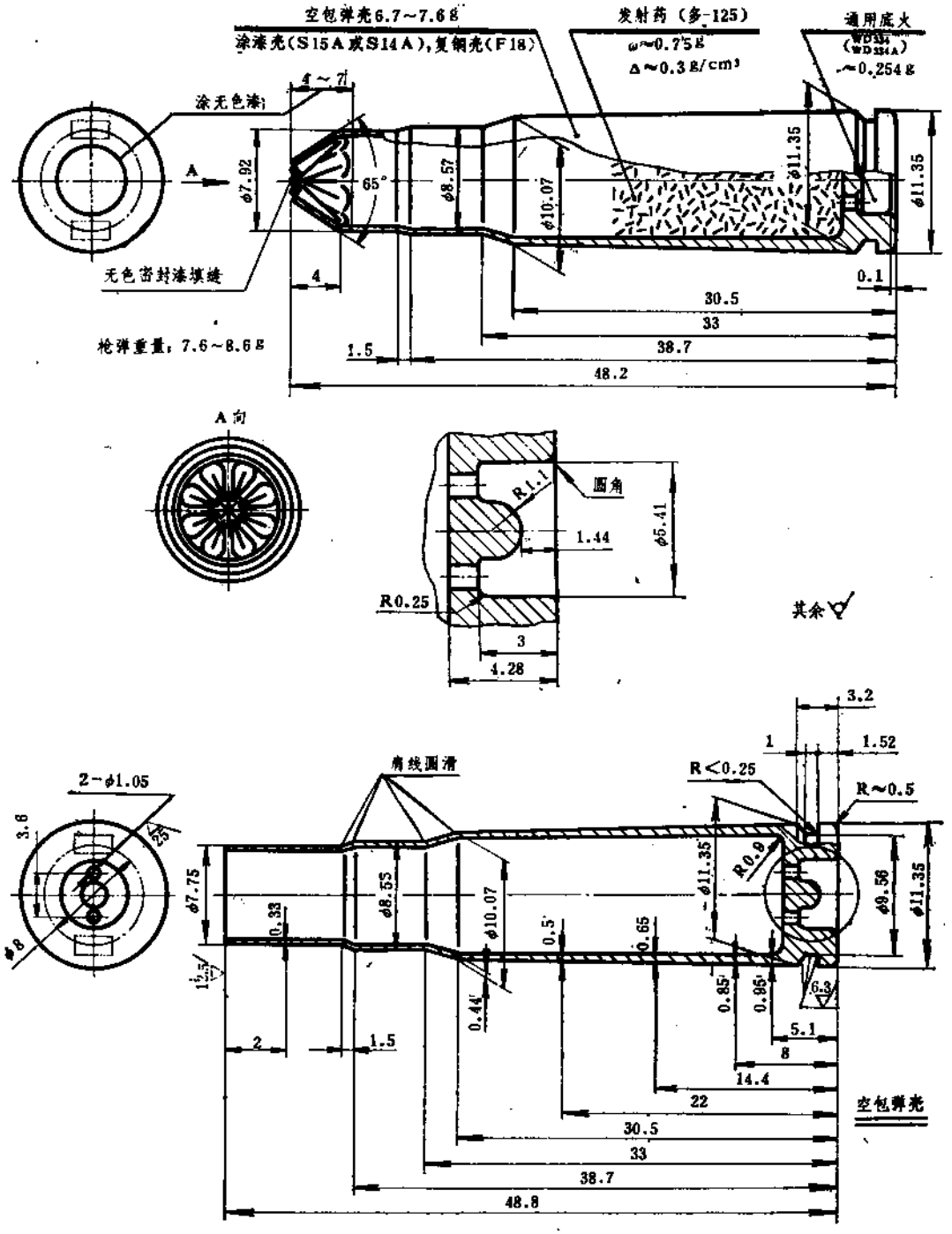


图2-11 56式7.62mm空包弹
(WO713A)

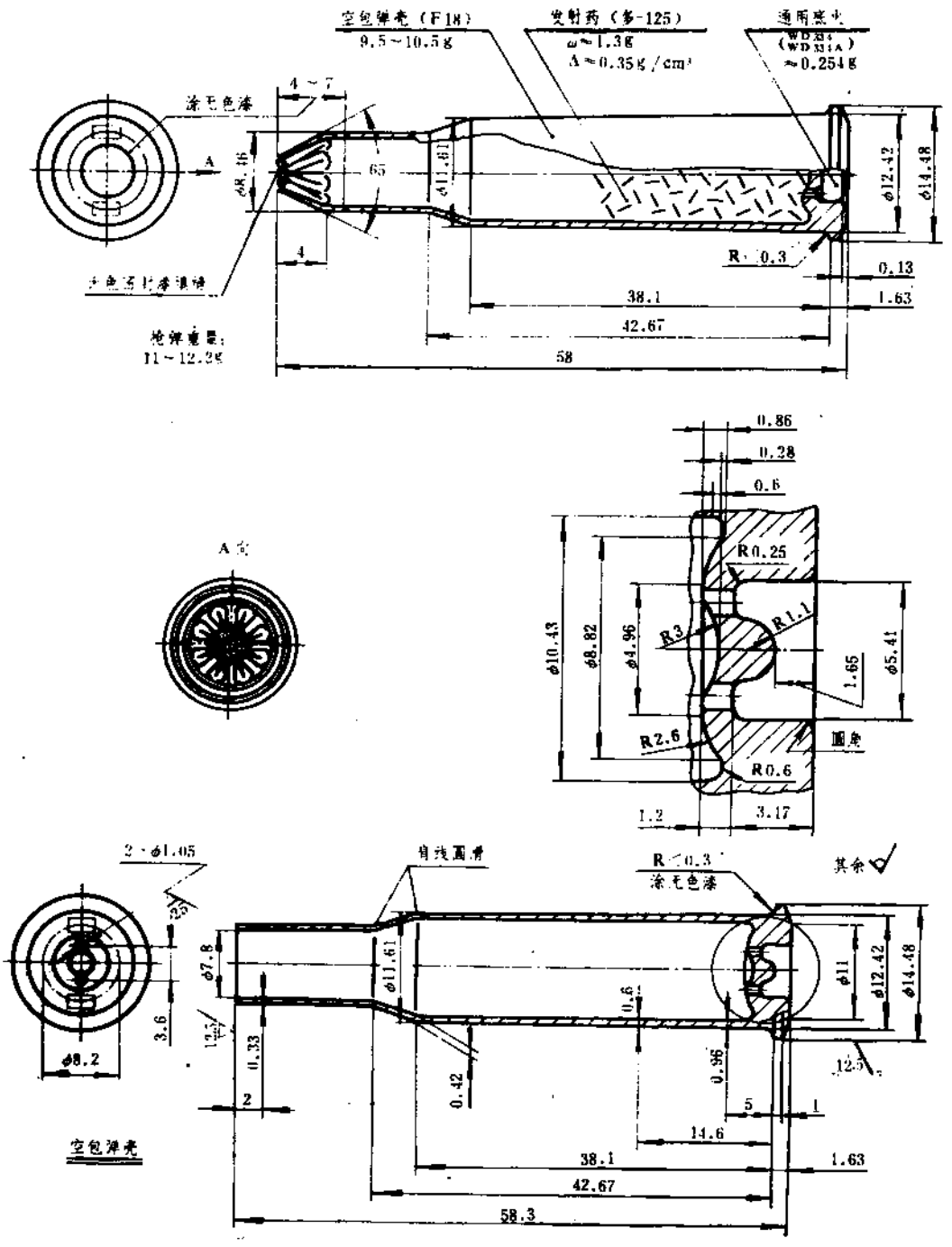


图2-12　53式7.62mm空包弹
（WO711A）

4.2　技术要求

4.2.1　总的技术要求

（1）空包弹在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）空包弹射击时的形、声、光焰应与实弹射击近似。

（3）空包弹有效贮存期应不少于5年。

4.2.2 验收技术要求

（1）射击要求见表2-26。

（2）牢固性和星孔密封性以振动试验（按普通弹相应规定）进行检验。但枪弹纸包（按机枪弹包装方法）立放在盒中，振动后，发射药不应从星孔撒出，如有撒出，加倍数量复验，不应再有。

（3）装配质量见表2-27。

（4）外观疵病按普通弹相应规定，但：

① 不允许混有实弹或其他空包弹

② 星孔未密封或密封不良，但不致撒出发射药者（总数），允许不超过10%

③ 星部露钢但有漆覆盖；星部裂缝、残缺或歪斜，但不影响密封和射击；各处堆漆但不影响全形；拔弹时由于扩孔落入发射药中的金属屑和漆屑，均允许不计

④ 其他各种疵病的允许百分率均按普通弹的规定增加两倍

⑤ 空包弹的外观疵病标本可较普通弹标本适当放大

表2-26 $\frac{56}{53}$式7.62mm空包弹射击要求

射击●要求	
（1）距枪口7m处的纸靶不应被击穿或损坏 （2）射击方式和噪声不应与实弹射击有差异	
（3）射击疵病应不超过下列规定：	
射击疵病	允许百分率（%）
不允许的疵病 自发火，早发火，迟发火，枪弹炸裂，弹壳底槽或底缘裂缝，弹壳底缘拉脱，弹壳横断，不退壳（需用通条通出，或用木槌敲打机柄开锁退壳）	——
允许的疵病	
退壳困难（手打或手拉机柄开锁退壳不超过三次）	1
卡壳（弹壳未抛出枪外）和卡弹（枪弹未进入膛内）等停发故障（总数）	3
弹壳底缘拉弯但退壳正常	0.5
火台崩落	0.1
弹壳体部纵、横裂缝（56式7.62mm空包弹距底8mm以内；53式7.62mm空包弹距底缘5mm以内）总数	0.3
弹壳体部纵、横裂缝（56式7.62mm空包弹距底8mm以外，53式7.62mm空包弹距底缘5mm以外）总数	10
瞎火（包括无传火孔）	0.3
底火脱落	0.1
底火击窝冲脱	0.1
底火击穿	0.2
底火周围漏烟（总长不超过$\frac{1}{4}$圆周者不计）	2
不限的疵病	
弹壳拉簧印痕，斜肩、弹室和星部裂缝，星部破损	不限

●56式7.62mm空包弹用装以枪口罩的56式7.62mm冲锋枪和轻机枪射击。

53式7.62mm空包弹用装以枪口罩和换以专用压弹挺的57式7.62mm重机枪射击。

表2-29 $\frac{56}{53}$式7.62mm空包弹射击试验方法

弹别	56式空包弹	53式空包弹
试验装置	（1）距枪口7m处垂直放置纸靶 （2）纸靶尺寸：1.6×1.6m（用WJ551-68包装纸制）	（1）距枪口7m处垂直放置纸靶 （2）纸靶尺寸：1.6×1.6m(用WJ551-68包装纸制)
射前准备	（1）冲锋枪的弹匣应预先选择适合于空包弹射击者使用。 （2）枪口罩应检查其孔径(冲锋枪：$\phi 4.45^{+0.03}$mm；轻机枪：$\phi 3.2^{+0.1}$mm) （3）用于轻机枪（大闭锁）射击的50发枪弹，先作振动试验（振动后撒出发射药的枪弹不用作射击试验，另行补充）	（1）更换专用于空包弹射击的压弹挺 （2）枪口罩应检查其孔径（$\phi 3.5^{+0.1}$mm） （3）用于重机枪（大闭锁）射击的50发枪弹，先作振动试验（振动后撒出发射药的枪弹不用作射击试验，另行补充）
射击规范	（1）枪械支撑在射击台上，由射手抵肩射击（对正纸靶中间） （2）冲锋枪按单发、短点射(3～5发）和连发各射$^1/_3$数量（按弹匣分），每射击90发，水冷并擦净 （3）轻机枪（大、小闭锁，2号气槽)按短点射(5～10发）和连发各射$^1/_3$数量（超过100发时，按弹链分），每射击100发，水冷并擦净	（1）重机枪装在附属枪架上，对正纸靶中间射击 （2）按短点射（10～15发）和连发各射1/2数量 （3）每射击200发或250发，水冷并擦净

注：枪械要求和射击疵病的鉴定射击，按普通弹技术条件相应规定。

4.4 弹壳尺寸要求

56式7.62mm和53式7.62mm空包弹的弹壳尺寸要求列于表2-30。表中未列的其他尺寸，按普通弹弹壳相应规定，但其放宽允许百分率增加两倍。

表2-30 $\frac{56式}{53式}$ 7.62mm空包弹弹壳尺寸

弹壳	项目	基本规格	放宽规格	
			范围	允许%
56式空包弹弹壳（镀铜或涂漆）	长度（mm）	48.50～48.80	48.40～48.90	10
	第一弹室外径（mm）	8.40～8.55	>8.55但符合全形要求	不限
	第二弹室外径（mm）	7.60～7.75	<7.60但不影响装药	不限
			>7.75但符合全形要求	不限
	第二弹室壁厚（mm）	0.23～0.33（差≤0.1）	0.20～0.33(差≤0.15)，但不影响射击要求	不限
	重量（g）（带底火壳重）	6.70～7.60（6.95～7.85）	重量不合，但符合全形、壁厚等有关尺寸和射击要求	不限
53式空包弹弹壳	长度（mm）	58～58.30	57.80～58	10
			58.30～60	不限
	第二弹室壁厚(mm)	0.23～0.33（差≤0.1）	0.20～0.33(差≤0.15)，但不影响射击要求	不限
	重量（g）（带底火弹壳重）	9.50～10.50（9.75～10.75）	重量不合，但符合全形、壁厚等有关尺寸和射击要求	不限

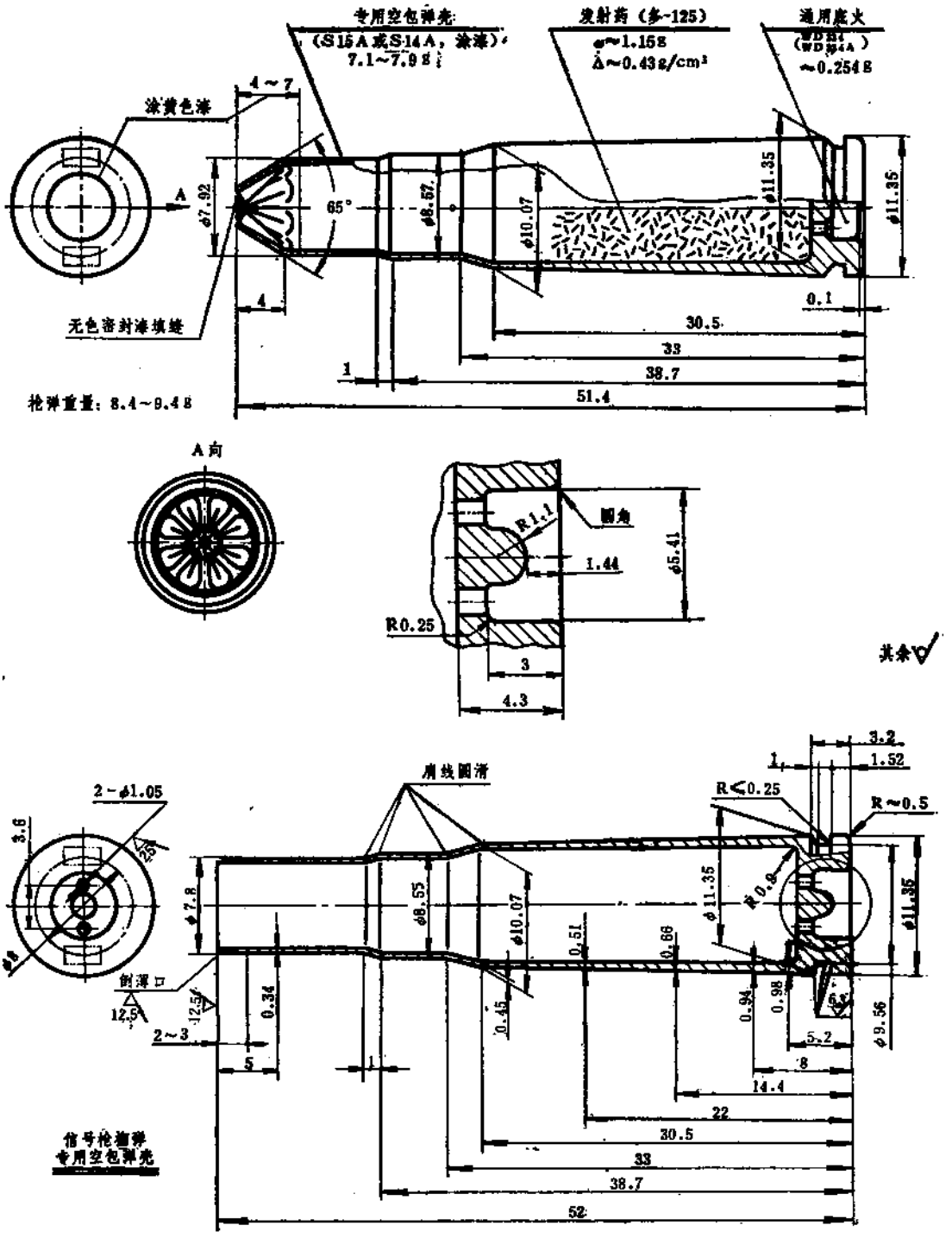


图2-14　信号枪榴弹空包弹
(WO715)

表2-36 专用空包弹发射性能（发射枪榴弹模型）试验方法

弹别	测试项目	空包弹保温	枪械*	发射筒	枪榴弹模型	其他测试条件
反坦克枪榴弹空包弹	初速（v_s）	20±2℃ (3h)	半自动步枪 （精度枪）	筒径： $\phi21.5^{-0.06mm}_{-0.08mm}$ （其余按产品图和技术条件规定）	（1）重量：790±10g （2）尾管内径：$\phi21.5+0.08$mm （3）弹内装以假药和“摘火引信” （余按产品图和技术条件规定）	（1）测速仪：电磁测速仪 （2）网靶距模型弹尖： 第一靶——1m，第二靶——5m （3）网靶尺寸：1×1m （4）网线（ϕ0.2mm镀银铜线）间距20mm（平行）
	最大膛压（p_m）和导气孔处膛压（p_p）（同时测试）	20±2℃ (3h)	专用测压枪，测压位置（距枪管尾端）： p_m——38.6mm p_p——34.8mm	同上	同上	测压铜柱（柱形）： p_m——$\phi4\times6.5$mm，预压180MPa p_p——$\phi3\times4.9$mm，预压200MPa
	榴弹底推送压力（p_T）（高、低温分别测试）	50±2℃ (4h) −40±2℃ (4h)	半自动步枪 （精度枪）	同上	同上，但将引信体内击发机构全部取出，换装测压盒及其附属装置。	（1）测压室体积：4.08cm³ （2）活塞杆直径：ϕ5.05mm（测压面积0.2Cm²） （3）测压铜柱（柱形）： $\phi3\times4.9$mm，预压20MPa
信号枪榴弹空包弹	初速（$v_{7.5}$）和最大膛压（p_m）（同时测试）	20±2℃ (3h)	半自动步枪 （精度枪）	专用发射筒： 筒径： $\phi28.6^{+0.05}_{-0.05}$mm 测压孔位置 （距筒底）：8mm	冷拉铝棒车制的光洁圆柱体： 重量：65±0.2g 直径：$\phi28.1-0.05$mm 长度：≈33mm（按重量决定）	（1）测速仪：电磁测速仪。 （2）靶距发射筒口： 第一靶（ϕ0.2毫米镀银铜线）——5±1mm 第二靶（带断路器的钢板）——15m （3）测压铜柱（柱形）： $\phi3\times4.9$mm，预压20MPa

反坦克枪榴弹空包弹 信号枪榴弹空包弹	试验方法	（1）弹道组：10发（单发射击） （2）不用标准弹同时射击 （3）不进行各项修正 （4）余按《轻武器弹道试验技术条件》规定 （5）枪榴弹模型可重复使用 （6）速度换算方法（借$v_{2.5}$速度表）： $v_{5}=v_{2.5}\times\frac{5-1}{50}=0.12v_{2.5}$　　$v_{7.5}=v_{2.5}\times\frac{15}{50}=0.3v_{2.5}$

* 枪械要求参见表2-25。

表2-37 专用空包弹弹壳强度试验方法

试验条件	（1）枪械——56式7.62mm半自动步枪（精度枪）（参见表2-25） （2）发弹筒——分别符合反坦克枪榴弹用发射筒和信号枪榴弹用发射筒的产品图和技术条件规定 （3）枪榴弹模型——分别与测速所用的反坦克枪榴弹模型和信号枪榴弹模型相同（但信号枪榴弹模型重量为65±5g）。在符合规定要求下，模型弹可重复使用 （4）枪械应装在有缓冲装置的枪架上，以防枪械受损
射击规范	（1）单发射击 （2）每射击30发，水冷并擦净

5.4 专用空包弹弹壳尺寸要求

专用空包弹弹壳尺寸、列于表2-38。表中未列出的其他尺寸要求，按普通弹弹壳（涂漆钢壳）相应规定，但其允许百分率增加两倍。

表2-38 专用空包弹弹壳尺寸要求

项目		基本规格		放宽规格		允许%
		反坦克枪榴弹空包弹	信号枪榴弹空包弹	反坦克枪榴弹空包弹	信号枪榴弹空包弹	
长度（mm）		48.50～49	51.50～52	48.40～49.10	51.40～52.10	5
第二弹室外径（mm）		7.65～7.80		7.65～7.80		10
底槽直径（mm）		9.54～9.70	9.34～9.56	9.50～9.54	9.26～9.66	5
底缘厚度（mm）		1.44～1.58	1.26～1.52	1.40～1.44	1.20～1.58	5
底火室直径（mm）		5.41～5.46		5.39～5.47		5
* 壁厚与壁厚差（mm）		在符合全形、容积、射击等要求下，按下列放宽规定（但大于基本规格上限者，不限制）：				
距底8.0处	壁厚	0.76～0.94		≥0.70		30
	壁厚差	≤0.18		≤0.24		
距底14.4处	壁厚	0.51～0.66		≥0.48		30
	壁厚差	≤0.15		≤0.18		
距底22.0处	壁厚	0.41～0.51		≥0.38		30
	壁厚差	≤0.10		≤0.13		
距底30.3～30.5处	壁厚	0.35～0.45		≥0.33		30
	壁厚差	≤0.10		≤0.12		
距口5.0处	壁厚	0.24～0.34		≥0.22		30
	壁厚差	≤0.10		≤0.12		
* 底部厚度（mm）		3.85～4.30		≥3.80		30
容积（cm^3）		≥2.60	≥2.70	≥2.58	≥2.68	10
* 重量（g）（带底火弹壳）		6.90～7.70（7.15～7.95）	7.10～7.90（7.35～8.15）	重量不合，但符合全形、容积、壁厚等有关尺寸和射击要求		不限制

* 带 * 号的项目，可只在必要时检验。

§ 6　56式、53式7.62mm教练弹

6.1　简图

56式7.62mm教练弹和53式7.62mm教练弹的简图分别见图2-15和2-16。

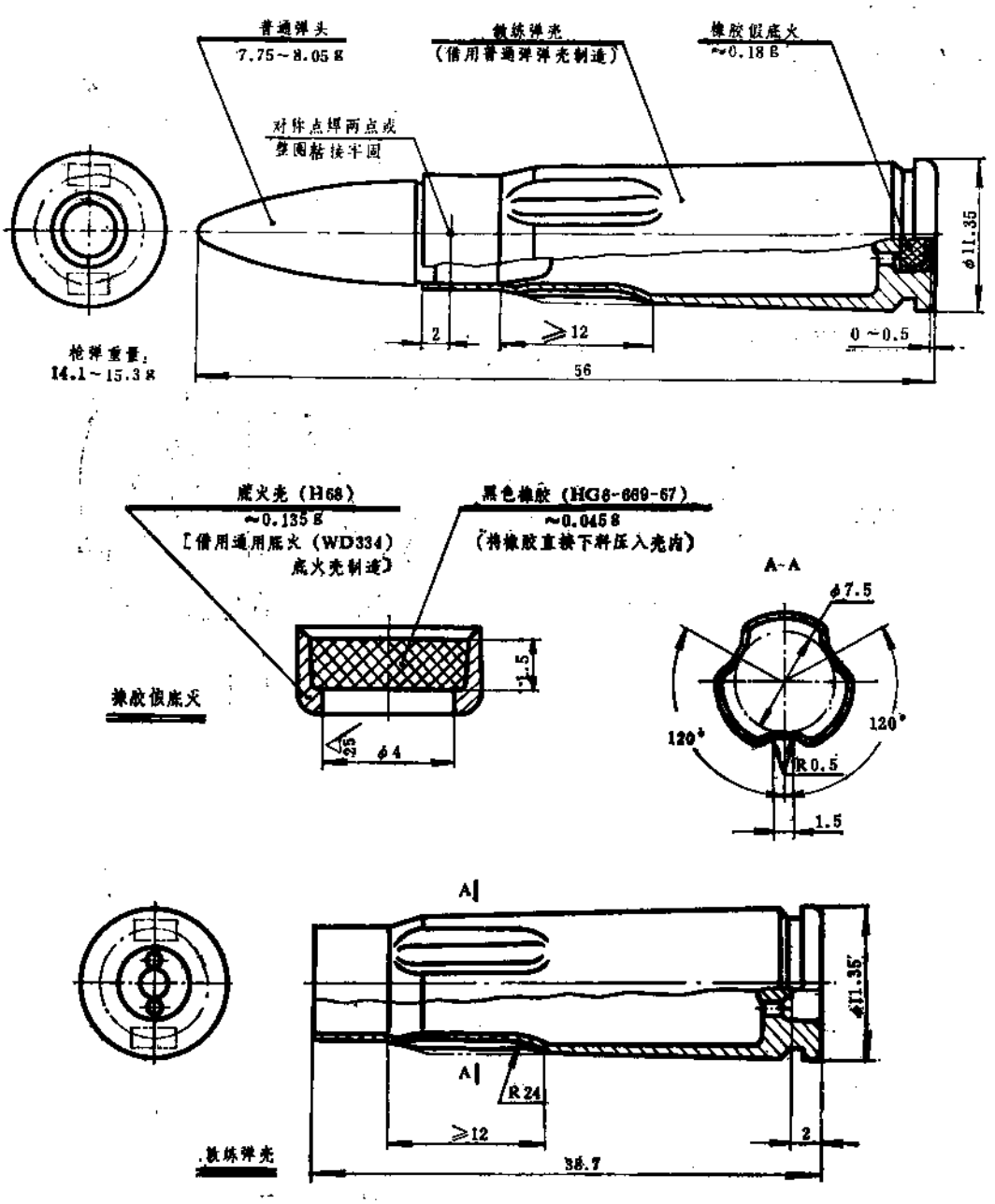
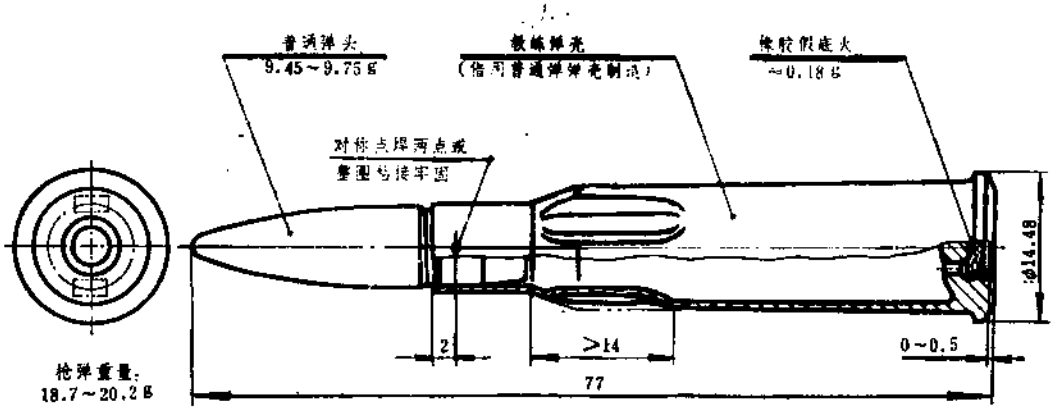
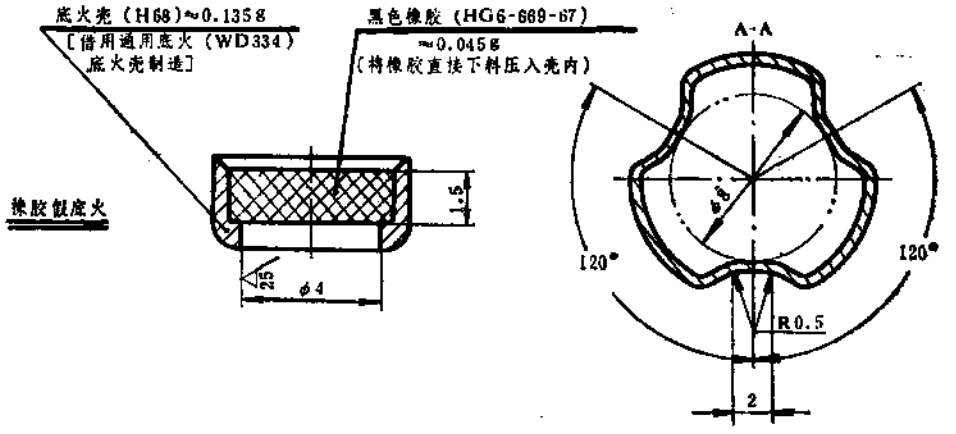


图2-15　56式7.62mm 教练弹
(WO800)





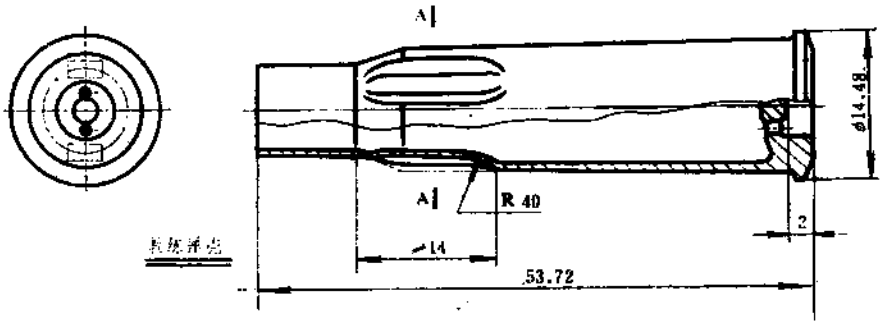


图2-16　53式7.62mm教练弹
(WO604)

6.2 技术要求

6.2.1 总的技术要求

（1）教练弹应确保使用安全，不允许装有任何火药或混有实弹。

（2）教练弹外形尺寸应与普通弹相同，并具有目视、手摸均易辨别的专门识别标志（在弹壳体部压制三条凹槽❶）。

（3）教练弹结构应牢固、耐用，弹头不得脱落（焊接或粘接在弹壳上）。橡胶假底火不得失去缓冲击针撞击的作用❷❸。

6.2.2 验收技术要求

（1）装配质量见表2-39。

（2）外观疵病见表2-40。

表2-39 $\frac{56}{53}$式7.62mm教练弹装配质量

项目	基本规格		放宽规格		
			范围		允许百分率%
	56式7.62mm教练弹	53式7.62mm教练弹	56式7.62mm教练弹	53式7.62mm教练弹	
枪弹长度 (mm)	55～56	75.5～77	54.75～56.25 长度不合，但不影响进、退膛*	74.75～77.16 长度不合，但不影响进、退膛*	不限 5
枪弹全形 (mm)	符合全形规（ϕ10.11）和联合量规（3.24）（可加荷重5kg）	符合全形规 $\left(\frac{\phi 11.684}{1.65}\right)$ 可加荷重6kg	符合全形规（ϕ10.11）和联合量规（3.30）（可加荷重15kg） 全形不合，但不影响进、退膛	符合全形规 $\left(\frac{\phi 11.684}{1.70}\right)$（可加荷重20kg） 全形不合，但不影响进、退膛	不限 1
弹壳体部长度 (mm)	≥30.30（ϕ10.02）	—	≥30.17（ϕ10.02） 体部长度不合，但不影响缓冲击针撞击作用	— —	不限 1
枪弹重量 (g)	14.10～15.30	18.70～20.20	重量不合，但零部件正确	重量不合，但零部件正确	不限
假底火装入深度 (mm)	0～0.5	0～0.5	高于弹壳底平面但不影响进、退膛 0.50～0.70	高于弹底平面但不影响进、退膛 0.50～0.70	1 20
拔弹力 (kgf)	≥80	≥80	30～60 60～80	30～60 60～80	1 2

* 考查教练弹是否影响进、退膛（包括装填、击发和退弹）用新枪进行。长度、全形和体部长度三项尺寸与普通弹相同。

---

❶ 有的专门订货，取消了凹槽。

❷ 教练弹主要利用普通弹的弹头和弹壳的废、次品制造，以资节约。

❸ 采用涂漆弹壳制造时，弹头与弹壳用胶粘接。

表2-40 $\frac{56}{53}$式7.62mm教练弹外观疵病

外观疵病	允许百分率(%)
不允许的疵病 （1）混有实弹（2）装有发射药、底火或带药剂的特种弹头（3）无教练弹专门识别标志（三条凹槽）	—
允许的疵病： （1）未装假底火，假底火反装，假底火内无橡胶（总数） （2）弹头与弹壳未焊接或粘接（外观与拔弹合计） （3）绿色斑点（总面积不超过20mm²） （4）三条凹槽过短，从弹室根部量起，56式教弹在10～12mm内，53式教弹在12～14mm内	 0.1 0.1 0.5 5
允许不计的疵病 （1）锈迹（总面积不超过40mm²）（2）露钢（总面积不超过80mm²）（3）裂缝，缺口等严重机械损伤（不大于标本）（4）皱褶，凹痕，夹灭等（不影响全形或进、退膛）（5）指印，油迹，水迹，污垢，各种颜色斑点（绿色除外）（6）假底火内橡胶与底火壳底部之间有缝隙（7）其他无影响的疵病以及内表面疵病	不限

6.3 验收规则和试验方法

教练弹的验收规则和试验方法按普通弹相应规定。但：

（1）批量和检验项目、数量按表2-41。

（2）拔弹检验时，如拔弹力超过80kgf而不能将弹头拔出，该发弹可不必再拔（记载情况）。

（3）拔弹补验数最多补到500发（弹头未焊接或未粘接的补验改按外观复验）。

（4）教练弹进、退膛鉴定试验方法见表2-42。（在产品定型以及材料或工艺有重大改变时进行进、退膛鉴定试验，试验结果只作为积累数据和鉴定参考）

6.4 零、部件尺寸要求

教练弹零、部件尺寸要求列于表2-43(未列的其他尺寸不作要求)。

表2-41 $\frac{56}{53}$式7.62mm教练弹批量和检验项目与数量（分项抽取枪弹试品）

枪弹批量（选定一种）	弹别			56式教练弹			53式教练弹		
	枪弹数量（万发）			15	30	45	10	20	40
	木箱数量（个）			100	200	300	100	200	400
检验项目和数量（发）	项目	数量（发）		检验内容					
		工厂	订货代表						
	外观，尺寸	2000	2000	外观，标志，长度，全形，体长(56式教练弹)，重量					
	拔弹	100	100	底火装入深度（拔弹前），拔弹力，焊接或粘接质量					
	检验总数	4200		（约占批量0.9%～2.8%）			（约占批量1%～4.2%）		
	试验耗弹总数（拔弹）	200		（约占批量0.04%～0.13%）			（约占批量0.05%～0.2%）		

表2-42 $\frac{56}{53}$式7.62mm教练弹进、退膛鉴定试验方法

弹别	56式7.62mm教练弹	53式7.62mm教练弹
使用枪械	56式半自动步枪(或冲锋枪)和轻机枪(小闭锁)各1支，最好用新枪和新弹链	53式马枪和重机枪（小闭锁）各1支，最好用新枪和新弹链
试验条件	（1）枪装在枪架上，枪身距地面1m （2）在抛壳的一方，应使退出的枪弹能自由抛落在地面上 （3）地面为一般三合土	
试验规范	（1）每种枪各试10发，反复作装填（对轻机枪和重机枪是装弹链）、进膛、击发、退弹等模拟实弹射击的操作，直至弹的寿命终了为止（按每发枪弹计） （2）每次反复操作之前，检查一次枪弹。当发现弹头脱落、枪弹显著变形或严重损伤、假底火脱落或橡胶严重磨损而失去缓冲作用等任一种情况时，该发枪弹即为寿命终了，不再参加试验 （3）反复已达50次（在半自动步枪、冲锋枪和马枪上）或20次（在轻、重机枪上）的枪弹，可不再继续试验 （4）记录每发弹的进、退膛次数（寿命）、最终情况和损坏原因等 （5）由于操作和枪械的原因致使弹不能继续试验者，应加以区别	

表2-43 $\frac{56}{53}$式7.62mm教练弹零、部件尺寸要求

零、部件	项目	基本规格		放宽规格范围		允许百分率%
		56式教练弹	53式教练弹	56式教练弹	53式教练弹	
弹头	导转部直径(mm)	7.87～7.92	7.87～7.92	7.85～7.95	7.85～7.95	10
弹壳	全形	符合弹壳规全形(φ10.10)和联用量规(3.24)（可加荷重5kg）	符合弹壳全形规($\frac{\phi 11.664}{1.64}$)（可加荷重6kg）	符合枪弹全形规(φ10.11)和联用量规(3.24)（可加荷重5kg）	符合枪弹全形规($\frac{\phi 11.664}{1.65}$)（可加荷重6kg）	不限
	体部长度(mm)	≥30.30（φ10.02）	—	≥30.17（φ10.02）	—	不限
	弹室内径(mm)	7.77～7.85（漆） 7.80～7.85（覆、镀）	7.80～7.85	7.75～7.87	7.75～7.87	10
	底缘直径(mm)*	11.20～11.35（漆） 11.23～11.35（覆、镀）	14.17～14.48	11.18～11.40	14～14.17	不限
	底缘厚度(mm)*	1.28～1.52（漆） 1.30～1.50（覆，镀）	1.47～1.63	1.20～1.5	1.40～1.47	不限
	底火室直径(mm)	5.39～5.465（漆） 5.41～5.46（覆，镀）	5.41～5.46	5.39～5.47	5.39～5.47	不限
	火台深度(mm)①（压平后）	2～2.50	2～2.50	—	—	—
假底火	直径(mm)	5.50～5.55	5.50～5.55	5.48～5.57 ＞5.57但不影响装配	5.48～5.57 ＞5.57但不影响装配	不限 10
	高度(mm)	2.35～2.65	2.35～2.65	2.30～2.70	2.30～2.70	不限
	重量(g)●	≈0.18	≈0.18	—	—	—

* 带*的项目可只在必要时检验。

●表中除带有●的项目外，其他尺寸均与普通弹的弹头、弹壳和通用底火的规格相同。

§ 7　56式、53式7.62mm标准弹

7.1 简图

56式7.62mm和53式7.62mm标准弹的简图分别见图2-17和2-18。

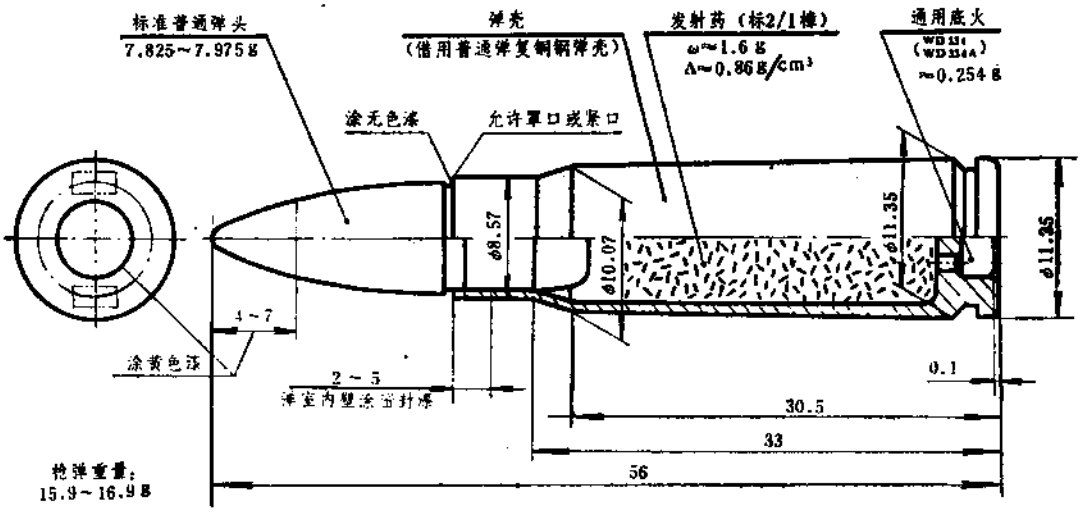


图2-17　56式7.62mm标准弹
(WO707)

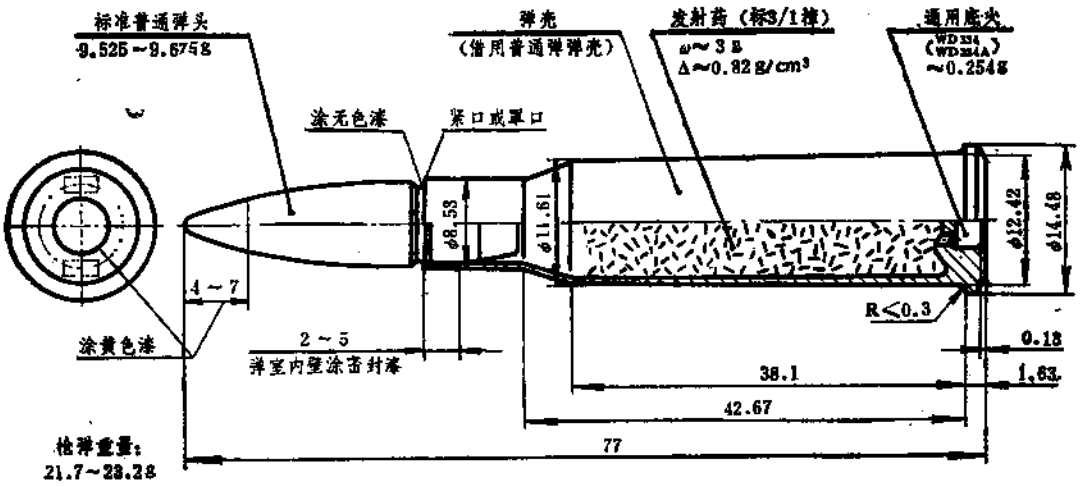


图2-18　53式7.62mm标准弹
(WO709)

7.2 技术要求

7.2.1 总的技术要求

供作校准枪弹、枪械和发射药的弹道性能(测速和测压)试验条件的标准弹：

（1）在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）弹道性能稳定。

（3）有效使用期限为5年(超期使用应经复查与批准)。

7.2.2 验收技术要求

（1）弹道性能按«轻武器弹道试验技术条件»相应规定(摘要列于第九章§5)。

（2）其他技术要求均按普通弹相应规定。但：

① 弹头长度、导转部直径和重量的公差为普通弹头相应公差的1/2。

② 与弹道性能有影响的弹壳容积、装药量、拔弹力等适当缩小公差。

③ 零、部件和装配条件的一致性和清洁干燥，以及枪弹密封性等，应严格控制。

7.3 验收规则和试验方法

除枪弹批量才和弹道性能鉴定按«轻武器弹道试验技术条件»相应规定(摘要列于第九章§5)外，其余均按普通弹相应规定。（略）

§8 56式、53式7.62mm高压弹和强装药弹

8.1 简图

56式、53式7.62mm高压弹和强装药弹的简图，分别见图2-19、图2-20、图2-21和图2-22。

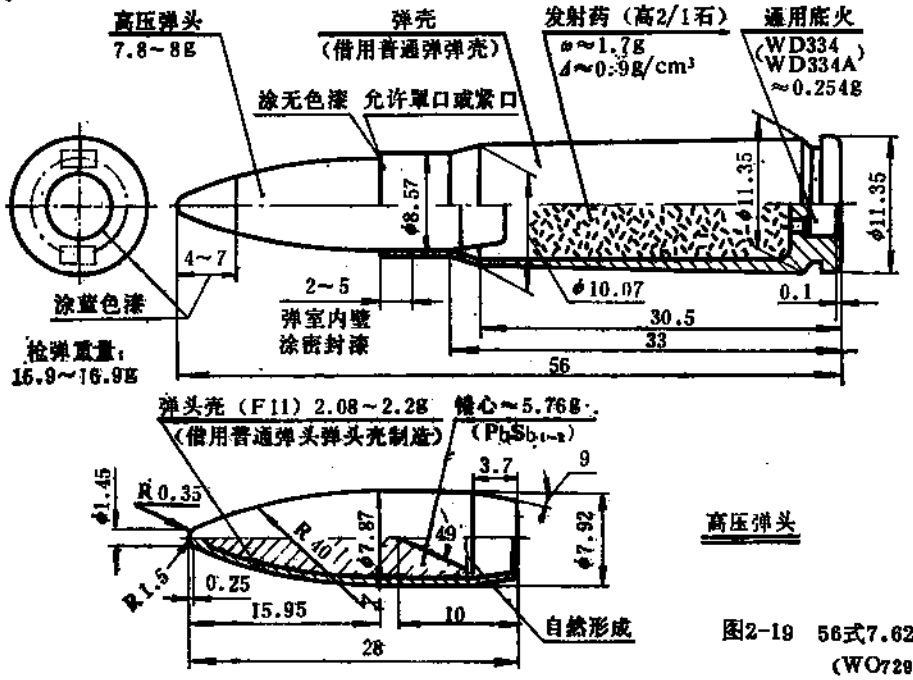


图2-19 56式7.62mm高压弹
(WO729A)

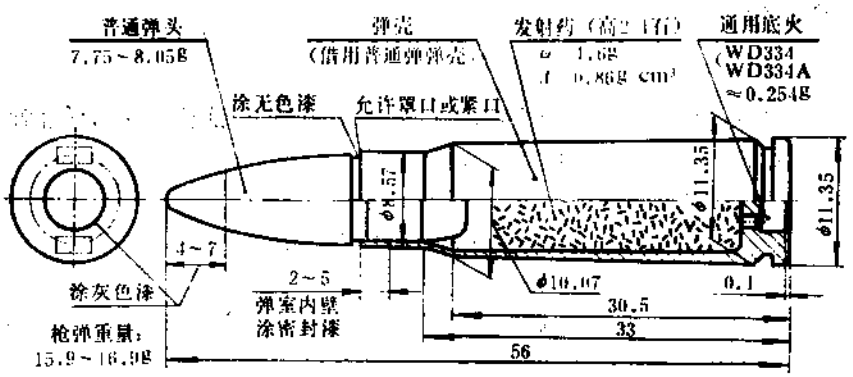


图2-20 56式7.62mm强装药弹
(WO728A)

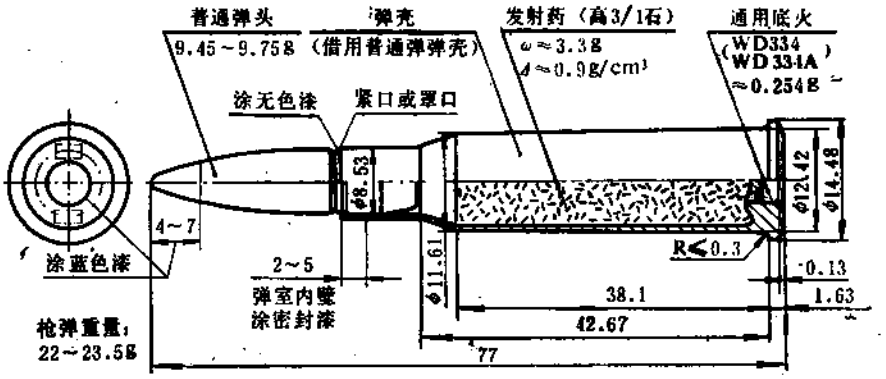


图 2-21 53式7.62mm高压弹
(WO700A)

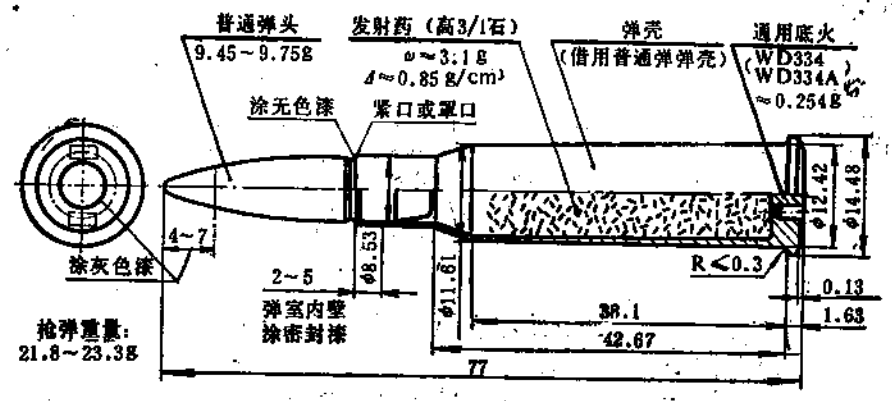


图 2-22 53式7.62mm强装药弹
(WO701)

8.2 技术要求

8.2.1 总的技术要求

供枪厂试验枪管强度的高压弹和试验枪械闭锁零件强度的强装药弹：

（1）在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）枪弹的有效使用期根据膛压性能决定。

（3）枪弹的使用温度不宜超出10～30℃范围。

8.2.2 验收技术要求

（1）膛压要求见表2-44。射击疵病见表2-45。

（2）枪弹牢固性、封密性、尺寸（其中枪弹重量应按装药量相应调整）和外观等技术要求均按普通弹相应规定，但其允许百分率增加一倍。

表2-44 $\frac{56}{53}$式7.62mm高压弹和强装药弹膛压要求

弹别		最大膛压 p_m (MPa) 20℃				枪口膛压 p_g (MPa) 20℃	
		$\bar{p}_m$ ●	p_{max}	p_{min}	测压位置（距枪管尾端面）(mm)	$\bar{p}_g$ *	测压位置（距枪口）(mm)
56式	高压弹	400±10	≤460	≥365	38.6	40±10	50
	强装药弹	≤345	≤365	≥310	38.6	—	—
53式	高压弹	410±10	≤450	≥370	55	55±5	106
	强装药弹	≤355	≤370	≥320	55	—	—

●如高压弹的 $\bar{p}_m$ 超过规定，但复射两组的总平均值：56式弹不超过392±15MPa，53式弹不超过 402±15MPa，该批枪弹作为合格

* 如高压弹的 $\bar{p}_g$ 低于规定，但复射两组的总平均不低于同时测试的标准弹 $\bar{p}_g$ 值的1.4倍，该批枪弹作为合格。

表2-45 $\frac{56}{53}$式7.62mm高压弹、强装药弹射击疵病

射击疵病	允许百分率（%）	
	高压弹	强装药弹
不允许疵病： （1）早发火（2）迟发火（3）枪弹炸裂（4）弹头留膛（5）弹壳底缘或底槽裂缝	—	—
允许疵病：		
（1）瞎火（无传火孔除外，并入拔弹统计）	2	0.5
（2）弹壳横断和横裂缝（总数）	5	5
（3）弹壳底缘拉脱	不限	5
（4）弹壳纵裂缝（距口不超过3mm者不计）	不限	15
（5）不退壳（需用通条通出或用木槌敲打机柄开锁退壳）	不限	20
（6）底火脱落	不限	2
（7）底火击穿和击窝冲脱（总数）	不限	10
（8）底火周围漏烟（总长不超过圆周长$\frac{1}{4}$者不计）	不限	20
（9）退壳困难，卡壳，火台崩落，拉薄印痕，底缘拉弯，弹头破裂	不限	不限

8.3 验收规则和试验方法

高压弹和强装药弹的验收规则和试验方法按普通弹相应规定，但：

（1）批量（按机枪弹包装方法）和检验项目与数量按表2-46。

（2）拔弹补验最多补到500发(无传火孔疵病统一按拔弹补验）。

（3）射击疵病补射最多补到200发(按弹壳强度补射)。

（4）测压试验方法见表2-47。

（5）弹壳强度试验方法见表2-48。

表2-46 $\frac{56}{53}$式7.62mm高压弹、强装药弹批量和检验项目与数量

（分项抽取试品）

枪弹批量（任选一种）	弹别		56式高压弹、强装药弹		53式高压弹、强装药弹	
	弹数（万发）		15	30	11(或10)	22(或20)
	木箱数（个）		100	200	125(或100)	250(或200)

检验项目和数量	检验项目	数量（发）		检验内容						
		工厂	订货代表							
	外观、尺寸	2000	2000	外观，标志，长度，全形，体长（56式高、强弹），重量						
	拔弹*	100	100	底火装入深度（拔弹前），拔弹力，装药量，内表面						
	密封性*	20	20	浸热水试验						
	牢固性	(20)	(20)	震动试验（震动后作强度射击，数量并入射击试验项内统计）						
	射击试验*	30		弹别	测压			弹壳强度		
					发数	使用枪械	同时测试	发数	使用枪械	
				高压弹	10	高压测压枪	p_m p_c	20（震动后）	枪管	
				强装药弹	10	高压测压枪或（普通）测压枪	p_m	20（震动后）	轻机枪(56式强) 重机枪(53式强)	
	检验总数	4270		（约占批量1.4%～2.8%）				（约占批量2%～4%）		
	试验耗弹总数（带*项目）	270		（约占批量0.09%～0.18%其中射击试消0.005%～0.01%）				（约占批量0.12%～0.24%，其中射击试消0.014%～0.028%）		

表2-47 $\frac{56}{53}$式7.62mm高压弹、强装药弹测压试验方法

	用于测试		最大膛压(p_m)			枪口膛压(p_{50}或p_{106})			注
			形状	直径×高度(mm)	预压(MPa)	形状	直径×高度(mm)	预压(MPa)	
测压铜柱	56式7.62mm	高压弹	柱形	φ5×8.1	350	锥形	φ5×8.1	15	在保证测压结果正确的条件下，允许使用与规定相接近的其他规格的测压铜柱。
		强装药弹	柱形	φ4×6.5	300		—	—	
		标准弹	柱形	φ4×6.5	220	锥形	φ5×8.1	15	
	53式7.62mm	高压弹	柱形	φ5×8.1	360	柱形	φ3×4.9	40	
		强装药弹	柱形	φ5×8.1	310		—	—	
		标准弹	柱形	φ4×6.5	220	柱形	φ3×4.9	20	
测压枪	高压弹——56式或53式7.62mm高压测压枪（具有两个测压器，其余与普通测压枪相同） 强装药弹——56式或53式7.62mm高压测压枪或（普通）测压枪								
射击规范	（1）高压弹与强装药弹，分别用标准弹同时测试。 （2）单行射击，标准弹弹道组在前（10发），试验弹弹道组在后（不超过两组，每组10发。如系两组，采取单发交叉射击。 （3）最大膛压：按标准弹结果进行当组枪械修正。枪口膛压不进行当组枪械修正（因无标准值） （4）其余按<轻武器弹道试验技术条件>规定								

表2-48 $\frac{56}{53}$式7.62mm高压弹、强装药弹弹壳强度试验方法

高压弹弹壳强度	（1）用经过振动试验的20发枪弹测试。 （2）用合格的成品枪管（56高用半自动步枪、冲锋枪或轻机枪的枪管；53高用重机枪枪管），在有防护装置的专用试验器内进行射击 （3）每射一发后，取出弹壳，并检查枪管内有无弹头留膛，然后再装填射击 （4）每射击20发，水冷并擦净。（也可用两根枪管轮换射击） （5）操作正确，注意安全
强装药弹弹壳强度	（1）用经过振动试验的20发枪弹测试 （2）枪弹按单发间隔地装在弹链上，用轻机枪（小闭锁）(56强)或重机枪(小闭锁)(53强)进行单发射击 （3）每射击20发，水冷并擦净 （4）注意安全，并注意闭锁尺寸变化

8.4 零、部件尺寸

8.4.1 除56式7.62mm高压弹头外，高压弹和强装药弹的零、部件（弹头和弹壳）及其尺寸要求均与普通弹零、部件相同，但其允许百分率按普通弹的增加一倍。

8.4.2 56式7.62mm高压弹头系专门制造，其尺寸要求列于表2-49。表中未列的其他尺寸均与56式普通弹头的相同，但其允许百分率增加一倍。

表2-49 56式7.62mm高压弹弹头尺寸要求

项目		基本规格	放宽规格	
			范围	允许百分率(%)
长度 (mm)		26.90～28	26.75～28.05	20
底凹深度 (mm)		8.50～11.50	—	—
重量 (g)	(正常)	7.8～8	7.65～8.15	6
	(轻类)	7.65～7.95	专门分类，定期装配，编入正常枪弹批	—
	(重类)	7.85～8.15		

§9 $\frac{56}{53}$式7.62mm空心弹（假弹）

9.1 简图

56式7.62mm和53式7.62mm空心弹的简图分别见图2-23和图2-24。

9.2 技术要求

9.2.1 总的技术要求

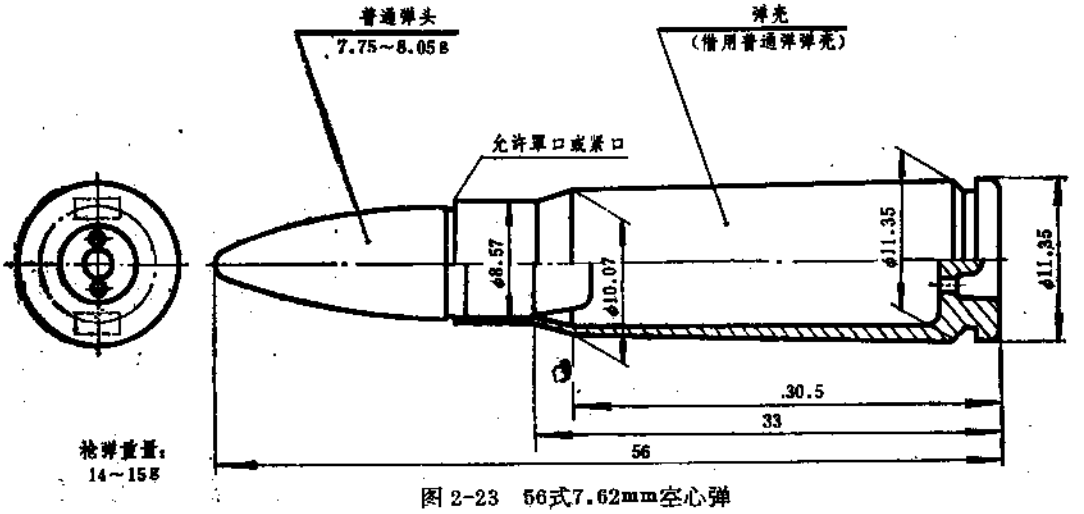


图 2-23 56式7.62mm空心弹
(WO708A)

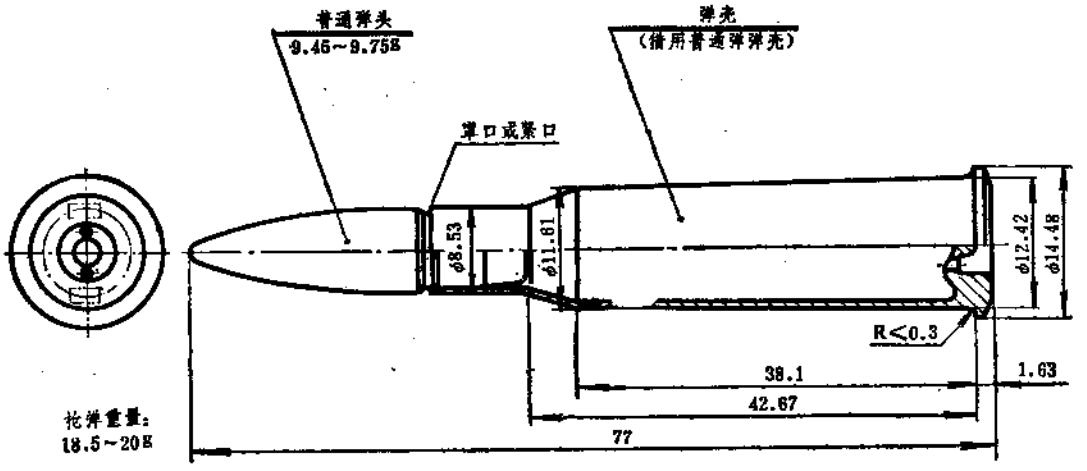


图 2-24 53式7.62mm空心弹
(WO710A)

空心弹（假弹）系供枪厂试验枪械供弹系统所用，要求：

（1）不允许装有任何火药或混有实弹。

（2）外形尺寸应与普通弹相同，弹内不装砂，也不装假底火。

（3）以弹壳的空底火室作为识别特征，无专门识别标志。

9.2.2 验收技术要求

（1）装配尺寸

空心弹的长度、全形、体部长度(56式空心弹)、重量（按零、部件重量规定）和拔弹力等要求，均与普通弹的要求相同，但其放宽允许百分率较普通弹增加 3 倍。拔弹力超过基本规格上限者不限。

（2）外观质量

空心弹的外观质量，除不允许装有任何火药（发射药，底火，带药剂的特种弹弹头）和混有实弹外，其他疵病均不作要求，以不影响使用为准。

9.3 验收规则和试验方法

空心弹的验收规则和试验方法：

（1）空心弹可利用普通弹的废、次弹头和弹壳制造。

（2）批量和包装方法不限（按订货情况决定）

（3）检验项目和数量：

外观、尺寸——1000发

拔弹力——100发

9.4 零、部件尺寸要求

空心弹零、部件重点应检验的尺寸为：

弹头：导转部直径；

弹壳：全形、体长(56式空心弹)、底缘厚度、弹室内径。

上列尺寸要求均按普通弹的相应规定，但其允许百分率增加 3 倍。

其他尺寸可不作要求。

第三章　制式高射机枪弹

§ 1　制式高射机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

表3-1　制式高射机枪弹配用武器及其主要战术技术诸元

主用弹	配用武器	口径 (mm)	初速 (m/s)	枪口动能 (J)	有效射程 (m)	表尺射程 (m)	最大射程 (m)	理论射速 (发/min)	战斗射速 (发/min)
54式12.7mm穿甲燃烧弹(WO219)	54式12.7mm高射机枪(WQ003)	12.7	835	16800	800(装甲) 1500(地面) 1500(空中)	3300	7000	500～600	70
56式14.5mm穿甲燃烧弹(WO217)	56式14.5mm四联高射机枪(WQ001)	14.5	1005	32320×4	1000(装甲) 2000(地面) 2000(空中)	2000	7500	550×4	150×4
	64式14.5mm二联高射机枪	同上	同上	32320×2	同上	同上	同上	550×2	150×2

§ 2　制式高射机枪弹品种

制式高射机枪弹现有54式12.7mm和56式14.5mm两种各自的弹种和组成见表3-2和表3-3。

表3-2　54式12.7mm高射机枪弹弹种

分类	弹种（简称）	代号	组成			
			弹头	弹壳	底火	发射药品号（平均装药量g）
战斗用弹	穿甲燃烧弹	WO219	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳	通用底火(WD338 WD338A)	4/7石(≈16)
	穿甲燃烧曳光弹	WO220	穿甲燃烧曳光弹头	涂漆钢弹壳	通用底火(WD338 WD338A)	4/7石(≈15.5)
辅助用弹	教练弹	WO613	教练弹头（无药剂）	涂漆钢弹壳（体部压制三条识别凹槽）	橡胶假底火	装鹅卵石代替发射药
检验用弹	标准弹	WO723	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳	通用底火(WD338 WD338A)	标4/7石(≈16)
	高压弹	WO724	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳	通用底火(WD338 WD338A)	高4/7石(≈17)
	强装药弹	WO725	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳	通用底火(WD338 WD338A)	强4/7石(≈16)

表3-3　56式14.5mm高射机枪弹弹种

分类	弹种（简称）	代号	组成			
			弹头	弹壳	底火	发射药品号（平均装量g）
战斗用弹	穿甲燃烧弹	WO217	穿甲燃烧弹头	涂漆钢弹壳	通用底火（WD338 / WD338A）	5/7石（≈32）
	穿甲燃烧曳光弹	WO221	穿甲燃烧曳光弹头	涂漆钢弹壳	通用底火（WD338 / WD338A）	5/7石（≈30）
辅助用弹	空包弹	WO722	纸弹头	涂漆钢弹壳	通用底火（WD338 / WD338A）	—
	教练弹	WO612	教练弹头（无药剂）	涂漆钢弹壳（体部压制三条识别凹槽）	橡胶假底火	装鹅卵石代替发射药
检验用弹	标准弹	WO719	标准穿甲燃烧弹头	涂漆钢壳	通用底火（WD338 / WD338A）	标5/7石（≈32）
	高压弹	WO720	穿甲燃烧弹头	涂漆钢壳	通用底火（WD338 / WD338A）	高5/7石（≈33）
	强装药弹	WO721	穿甲燃烧弹头	涂漆钢壳	通用底火（WD338 / WD338A）	强5/7石（≈32）

§3　$\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹（战斗用弹）

3.1　简图

54式12.7mm穿甲燃烧弹、穿甲燃烧曳光弹和56式14.5mm穿甲燃烧弹、穿甲燃烧曳光弹的简图，分别见图3-1、3-2、3-3和3-4

3.2　技术要求

3.2.1　总的技术要求

（1）枪弹在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）枪弹在不同地区、气候和气象条件下均能正常使用。

（3）枪弹的有效贮存期限应根据所装发射药和底火决定。经密封包装的枪弹，不应降低所装发射药和底火的有效贮存期限。

3.2.2　验收技术要求

（1）射击性能见表3-4

（2）射击疵病见表3-5

（3）枪弹密封性见表3-6

（4）弹壳漆层质量见表3-7

（5）枪弹尺寸见表3-8

（6）弹头尺寸见表3-9

（7）弹壳尺寸见表3-10

（8）外观疵病见表3-11

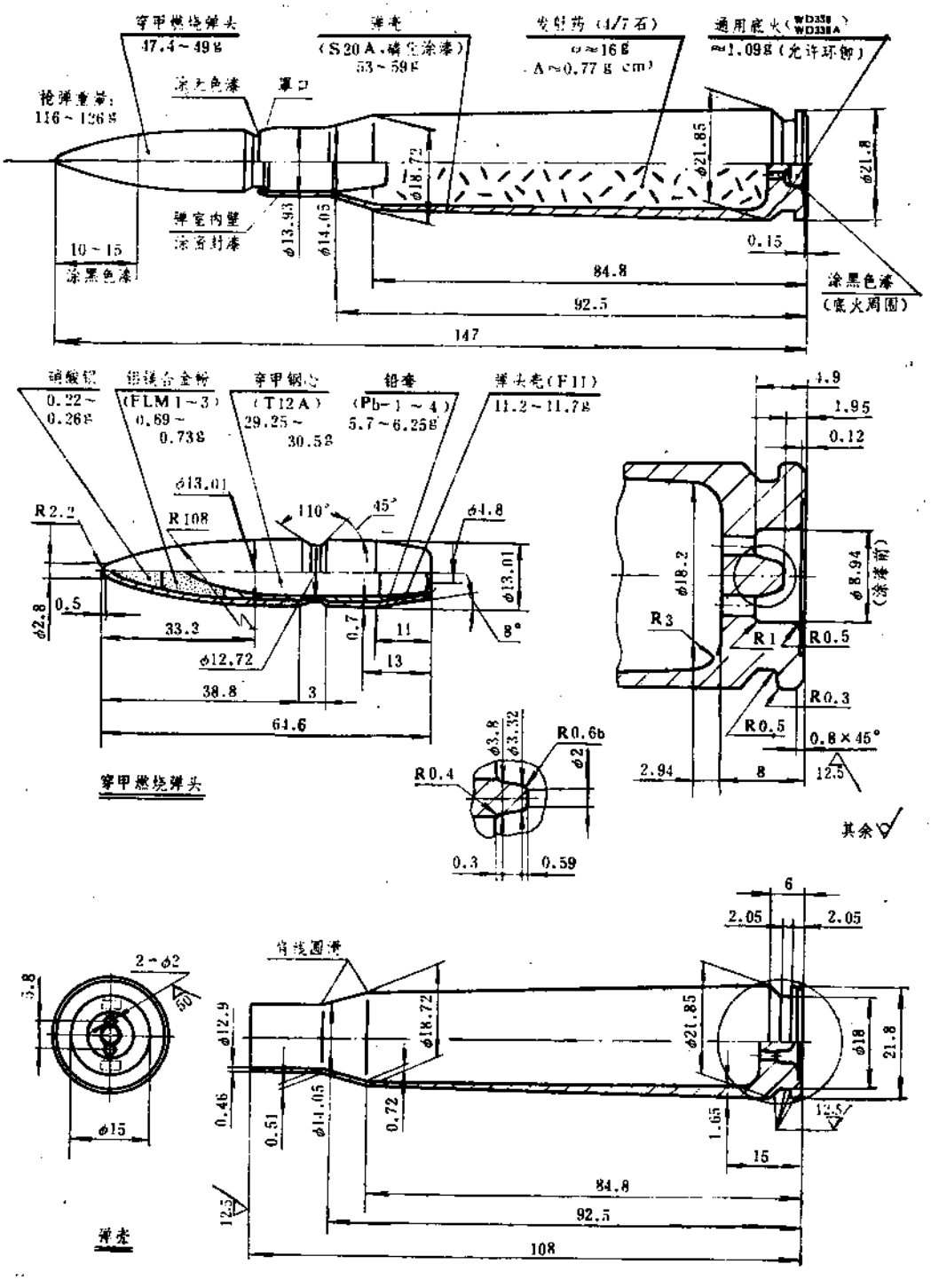


图3-1　54式12.7mm穿甲燃烧弹
(WO219)

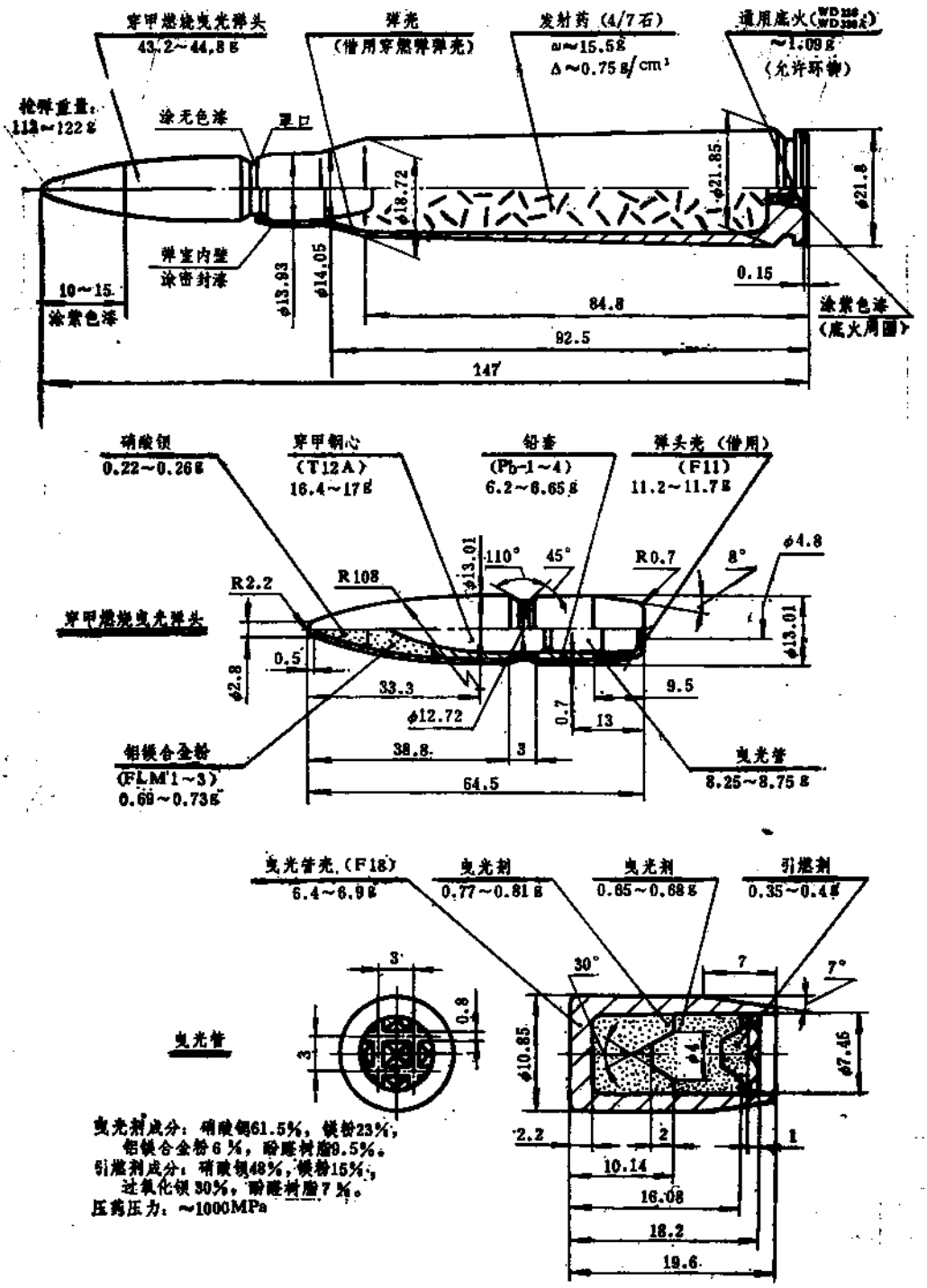


图3-2 54式12.7mm穿甲燃烧曳光弹
(WO220)

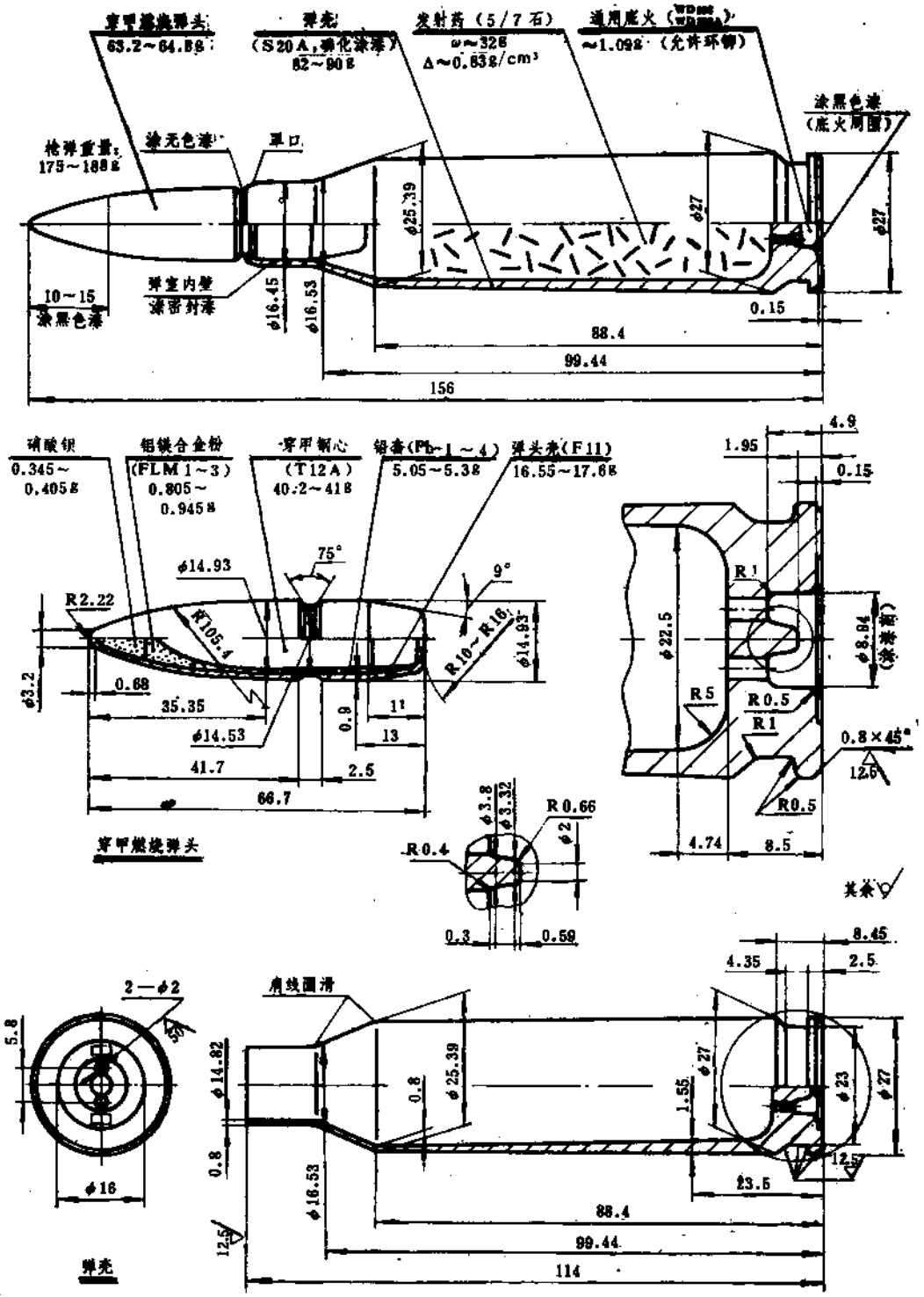


图3-3 56式14.5mm穿甲燃烧弹
(WO217)

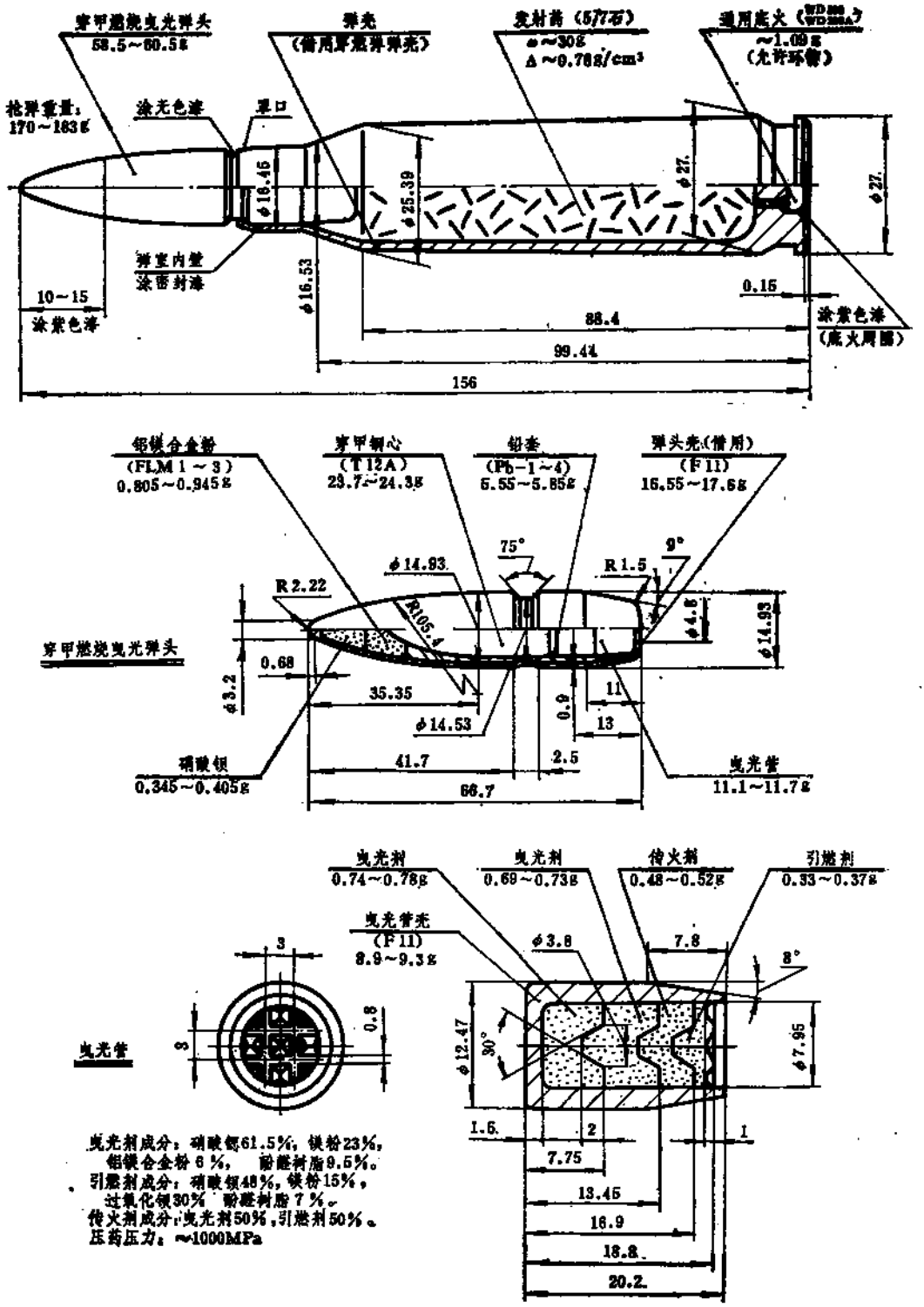


图3-4 56式14.5mm穿甲燃烧曳光弹
(WO221)

表3-4 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹射击性能

内容			54式12.7mm弹		56式14.5mm弹	
			穿燃弹	穿燃曳弹	穿燃弹	穿燃曳弹
初速（m/s） 20℃ 760mmHg	$\bar{v}_{25}$		810～825	810～825	980～995	995～1015
	Δv_{25}	≤	35	35	40	40
最大膛压p_m(MPa) 20℃ 测压孔距枪管尾端面（mm）	$\bar{p}_m$	≤	294	294	319	319
	$p_{m\max}$	≤	324	324	338	338
			10.5	10.5	11.05	11.05
精度（cm） （用高射机枪射击）	射距140m	$\bar{R}_{50}$≤	8.8	8.8	—	—
	射距200m	$\bar{R}_{50}$≤	12.6	12.6	13.3	13.3
		$\bar{R}_{100}$≤	—	—	33.3	33.3
	射距300m	$\bar{R}_{50}$≤	19	19	20	20
		$\bar{R}_{100}$≤	—	—	50	50
穿甲	射距（m）		100	100	200或300	100
	靶板 厚度（mm）		20	15	20	20
	靶板 装置方式		垂直	垂直	后倾20°	后倾20°
	穿甲率%≥		90	90	80	80
穿甲后燃烧	射距（m）		70	70	100	100
	靶板 厚度（mm）		15	15	20	20
	靶板 装置方式		垂直	垂直	垂直	垂直
	汽油装置		汽油纸或汽油箱	汽油纸或汽油箱	汽油纸或汽油箱	汽油纸或汽油箱
	穿甲后汽油燃烧率%≥		80	80	80	80
曳光	光程（m）≥		—	1500	—	2000
	曳光率 %≥		—	80	—	80

表3-5 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹射击疵病*

射击疵病	疵病允许百分率（%）	
	54式12.7弹	56式14.5弹
（1）早发火（2）迟发火（3）底火脱落（4）弹壳横断（5）底缘拉脱或拉裂而停发（6）其他使枪停发疵病（瞎火除外）	不允许	不允许
（1）弹壳底裂（2）底部胀大（按标本）（3）壁部漏烟 底缘拉裂，但未造成停发故障	— 1	不允许 —
弹壳裂缝：在距底15mm以内的体部 在距底15mm以外的体部 在斜肩（包括距下斜肩不超过20mm的体部）和弹室（距口不超过5mm者不计）	0.2 3	不允许 1.5 3
瞎火 弹头飞行破裂或弹头飞行不正 底火击穿（包括中心漏烟和转角处漏烟） 底火周围漏烟（总长不超过1/4周长的不计）常温射击 高温射击	0.25 0.25 0.4 3 5	0.2 不允许 0.3 3 5

* 由于枪械或试验装置等造成射击故障或疵病，不算枪弹疵病。

表3-6 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹密封性

试验方法	要求
（1）先对枪弹作外观检查，在弹头与弹壳以及在底火与弹壳的接缝处，如有涂漆不完整或损坏的枪弹，不适于作密封性试验 （2）水温高于弹温25～35℃，将枪弹以弹尖朝下置于水中，使弹壳底面淹没在水面下20～50mm，保持2 min，观察每一发枪弹有无气泡出现 （3）弹温以室温代表	（1）如在弹壳口部或底火周围有连续的或间断的气泡出现，并逸出水面，该发枪弹即为密封性不良（虽有气泡出现，但未逸出水面者，不作为密封性不良） （2）密封性不良的枪弹应不超过10%

表3-7 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹漆层质量*

漆层质量	试验方法	要求
漆层完整性	先将枪弹浸入1%硫酸溶液中1 min，取出用水冲洗，再浸入3%硫酸铜溶液中1 min，取出用水冲洗干净，并用滤纸或干布轻轻擦干，及时检查涂漆弹壳外表面	（1）如有着铜的红点出现（按标本评定），即为漆层不完整 （2）漆层不完整的枪弹数量应不超过20%
漆层耐蚀性	将枪弹互相隔开地浸入3%食盐水中（水温20±5℃），保持4h，取出不洗不擦，置于空气中（气温20±5℃），保持2h，然后及时检查涂漆弹壳外表面	（1）如有锈迹出现（按标本评定），即为漆层不耐蚀 （2）漆层不耐蚀的枪弹数量应不超过10%

* ①先对枪弹作外观检查，如弹壳漆层有损坏、不完整、压痕、凹痕及其他机械损伤的枪弹，不适于作上述试验。
②在上述试验中，在弹壳的口部端面和底缘、底槽、体部起点等棱角处出现的着铜红点或锈迹，均允许不计。

表3-8 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹枪弹尺寸

项目		54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
长度（mm）		145.5～147	144.75～147.75	5	154.5～156	153.75～156.75	5
全形		符合极限全形规	12kg荷重，静压30s，符合极限全形规；同上条件，仍不符合极限全形规	0.2 不允许	符合极限全形规	12kg荷重，静压30s，符合极限全形规；同上条件仍不符合极限全形规	0.2 不允许
体部部长（mm）		92.2～92.5（φ14.05）	92.1～92.2；大于92.5但符合极限全形规	5	99.1～99.44（φ16.53）	99～99.1 大于99.44但符合极限全形规	3 15
弹壳外径（mm）*		13.93	—	—	16.45	—	—
重量●（g）	穿燃弹	116～126	重量不合，但其零、部件和装药量合要求	不限	175～188	重量不合，但其零、部件和装药量合要求。	不限
	穿燃曳弹	112～122			170～183		

（续）

项目	54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
	基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
		范围	允许%		范围	允许%
底火装入深度（mm）	0.15～0.35	高于弹壳底缘平面	不允许	0.15～0.35	高于弹壳底缘平面	不允许
		0～0.1	0.1		0～0.1	0.1
		0.1～0.15	2		0.1～0.15	2
		0.35～0.4	1		0.35～0.4	1
拔弹力（kgf）	200～550	150～650	20	150～650	650～750	20
装药量偏差（g）（按规定装药量）	≤±0.25	≤±0.5	5	≤±0.3	≤±0.5	5
		＞±0.5	不允许		＞±0.5	不允许

*带*的项目系在枪弹验收时不检验

●带●的项目系必要时才检验

表3-9 $\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm高射机枪弹弹头尺寸要求

项目		54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
长*度（mm）	穿燃	63.4～64.6	—	—	65.5～66.7	—	—
	穿燃曳	63～64.5	—	—	65.5～66.7	—	—
尖端直径*（mm）		2.4～2.8	—	—	2.8～3.2	2.7～3.3	5
起弧点直径（mm）		12.96～13.01（距尖33.3处）	12.94～12.96	5	14.88～14.93（距尖35.35处）	14.86～14.88	5
弧形（mm）		符合弧形样板（R108）	不符合弧形样板	不限	符合弧形样板（R105.4）	不符合弧形样板	10
滚*沟（mm）	高度	38～38.8	—	—	40.9～41.7	—	—
	宽度	3	—	—	2.5	—	—
	直径	12.38～12.72	—	—	14.29～14.53	—	—
导转部直径（mm）		*12.96～13.01	—	—	14.88～14.93	14.93～14.95	5
尾*部	穿燃	长度9～11（mm）半锥角8°	—	—	长度10～11（mm）半锥角9°	—	—
	穿燃曳	长度8～9.5(mm)半锥角8°	—	—	长度9～11（mm）半锥角9°	—	—
曳光孔直径(穿燃曳)（mm）		4.8～7	4.6～7.2	不限	4.8～7	4.6～7.2	不限
弹头壳壁厚（壁厚差）距底13.0处（mm）		0.6～0.7（≤0.1）	0.55～0.6（≤0.15）	不限	0.8～0.9（≤0.1）	0.75～0.8（≤0.15）	10
重量（g）	穿燃	47.4～49	47.2～49.2	5	63.2～64.8	63～65	5
	穿燃曳	43.2～44.8	43～45	5	58.5～60.5	58.3～60.7	5

（续）

项目		54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
导转部平均硬度HV5 距底13.0mm处		110～145	105～150	不限	110～145	105～150	不限
穿甲钢心	长*穿燃度(mm)	51.4～52.2	—	—	52.4～53	—	—
	穿燃曳(mm)	31.1～31.9	—	—	32.8～33.4	—	—
	*直径(mm)	10.8～10.9	—	—	12.35～12.45	—	—
	*弧形(mm)	R32.57	—	—	R25	—	—
	硬度HRC≥	64	—	—	64	—	—

* 验收枪弹时非检验的尺寸

表3-10 $\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm高射机枪弹弹壳尺寸要求

项目		54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
*长度（mm）		107.4～108	—	—	113.6～114	—	—
*全形		符合弹壳全形规	—	—	符合弹壳全形规	—	—
*体部长度（mm）		92.2～92.5 (⌀14.05)	—	—	99.1～99.44 (⌀16.53)	—	—
*体部起点直径(mm)		21.71～21.85	—	—	26.86～27	—	—
底槽(mm)	总高度*	6～6.3	—	—	8.45～9.05	—	
	宽度*	2.05	—	—	4.35	—	
	直径*	17.72～18	17.6～18.12	5	22.75～23	22.63～23.12	3
底缘(mm)	直径	21.52～21.8	21.38～21.52	5	26.75～27	26.61～26.75	6
	厚度	1.8～2.05	1.75～2.1	6	2.3～2.5	2.2～2.3	6
*弹室内径（mm）		12.9～12.95	—	—	14.82～14.87	—	—
*底火室(mm)	直径	8.94～8.99	—	—	8.94～8.99	—	—
	深度	4.9～5.4	—	—	4.9～5.4	—	—
	同轴度≤	0.075	—	—	0.075	—	—
*火台深度（mm）		1.95～2.1	—	—	1.95～2.1	—	—
*传火孔径（mm）		2	—	—	2	—	—
底部厚度（mm）		6.8～8	6.5～6.8	不限	7.3～8.5	7～7.3	不限

（续）

项目		54式12.7mm枪弹			56式14.5mm枪弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
壁厚及（壁厚差≤）（mm）	下体部	1.35～1.65 (0.3) (距底15mm处)	>1.3 (0.35) (容积≥22.6cm³)	不限	1.25～1.55 (0.3) (距底23.5mm处)	>1.2 (0.35) (容积≥40.8cm³)	不限
	下斜肩	0.57～0.72 (0.15)	壁厚>上限 (容积≥22.6cm³)	不限	0.55～0.8 (0.25)	壁厚>上限 (容积≥40.8cm³)	不限
	弹室根部	0.39～0.51 (0.12)			—	—	—
	口部	0.34～0.46 (0.12)	>0.29 (0.12) (容积≥22.6cm³)	不限	0.55～0.8 (0.25)	0.5～0.55	5
						壁厚>上限 (容积≥40.8cm³)	不限
容积（cm³）≥		22.8	—	—	41	—	—
*重量（g）		53～59	—	—	82～90	—	—
*硬度（参考）	位置（mm）	底缘侧面	距底 15	距底 83	弹室中部	底缘侧面	距底 23.5	距底 86	弹室中部
	HV5	200～250	205～255	185～265	200～270	175～215	190～230	170～240	185～225

* 带*的项目系验收时非检验尺寸。

表3-11 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹外观疵病

外观疵病	允许百分率(%)	
	54式12.7弹	56式14.5弹
不允许：		
（1）底火反装、脱落、松动、损坏或裂缝	不允许	不允许
（2）无发射药，发射药中有油污或水，混有金属屑和其他杂质（总量>1g）	不允许	不允许
（3）弹壳无传火孔，有穿孔或裂缝（与弹头接触的弹室部除外）	不允许	不允许
加工缺陷：		
（1）混有同型式的他种战斗弹或错装他种弹头（总数）	0.1	0.1
（2）发射药中混有金属屑和其他杂质（总重不超过1g）	2	2
（3）弹头滚沟全部露出或全不露出（枪弹全长和拔弹力符合要求）	不限	不限
（4）弹头滚沟过宽或其他缺陷（按标本）	不限	1
（5）弹壳只有1个传火孔，或有3～4个传火孔（总数）	4	4
（6）弹壳底槽切削不光或有波纹（按标本）	不限	不限
（7）弹头底露铅，卷边处未与钢心或曳光管紧贴，曳光剂表面花形损坏（均按标本）	不限	不限

（续）

外观疵病	允许百分率(%)	
	54式12.7弹	56式14.5弹
色标缺陷：		
（1）在弹头尖端和底火周围的弹种色标错误	1	1
（2）色标损坏（按标本），颜色不鲜明，色标长度有偏差，但仍能识别	不限	不限
密封漆缺陷：		
（1）弹壳弹室内壁未涂密封漆	5	5
（2）在弹壳口部和底火室周围：		
未涂漆	各0.1	各0.1
涂漆不完整，长度大于$\frac{1}{4}$圆周长	各0.5	各0.5
涂漆不完整，长度不大于$\frac{1}{4}$圆周长	各5	各5
漆层和覆层缺陷：		
（1）弹壳外表面漆层：		
损坏或不完整，露钢（按标本）	1	1
损坏，但用漆涂覆	不限	不限
粗糙、白点、流痕、色调不一，但未露钢（均按标本）	不限	不限
（2）弹壳内表面漆层损坏或不完整、露钢（按标本）	不限	不限
（3）弹头外表面覆铜层		
损坏，露钢（按标本）	1	1
损坏，未露钢（按标本）	不限	不限
锈蚀：		
（1）弹头、弹壳和底火的外表面有锈迹（按标本）	各0.2	各0.2
（2）弹壳内表面有锈迹（按标本）	5	5
裂缝穿孔：		
（1）弹壳口部裂缝（拔弹力符合要求）：		
长度5～8 mm	0.1	0.2
＜5 mm	不限	不限
（2）弹壳弹室部穿孔，但被弹头封闭（按标本）	不限	不限
（3）弹尖端破裂和切伤（按标本），（总数）	0.2	0.2
（4）弹头壳卷边处裂缝，延伸到尾锥＜3 mm	不限	1
机械损伤及其他：		
（1）弹头弧形部有裂纹（按标本）	0.1	0.1
（2）弹壳体部有裂纹、深皱褶、夹灰（均按标本）	各2	各2
（3）弹壳体部有深线痕（按标本）	各4	各4
（4）弹头和底火有夹灰、夹层、皱折、线痕（均按标本）	不限	不限
（5）弹头壳卷边处缺口（按标本）	不限	3
（6）弹壳口部缺口，弦长不大于8 mm，深度不大于3 mm（拔弹力符合要求）	不限	0.5
（7）压痕、印痕、凹痕等（均按标本）	不限	不限
（8）油迹、汗迹、污垢（均按标本）	不限	不限

3.3 验收规则

3.3.1 枪弹批量按表3-12的批量系列任选一种。

3.3.2 检验项目和数量见表3-13。

3.3.3 射击试验项目和数量见表3-14。

3.3.4 复验和补验见表3-15。

3.3.5 成批枪弹检验合格后，继续包装并进行包装检验和最后验收(参见第七章§3)。

表3-12 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹批量系列

弹别	54式12.7mm高机弹			56式14.5mm高机弹	
枪弹批量（万发）	5.1	10.2	17.0	4.7	9.4
木箱数量（个）	300	600	1000	500	1000
包装数量（发）	85（每匣） 170（每箱）			47（每匣） 94（每箱）	

表3-13 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹检验项目和数量

（54式12.7mm枪弹从抽取的30匣中，56式14.5mm枪弹从抽取的40匣中，分项抽取试品）

项目		数量（发） 工厂	数量（发） 订货代表	检验内容
外观全形等		1000	1000	外观、标志、全形、重量（必要时检验） 体长、底缘厚度（14.5mm枪弹）
尺寸		200	200	长度，底缘直径，底槽直径，弹头弧形和起弧点直径，底火装入深度 体长和底缘厚度（12.7mm枪弹） 弹头导转部直径和尖端直径（14.5mm枪弹）
*拔弹		20	20	拔弹力，装药量，弹头重量、硬度和尾部外观，弹头壳壁厚及壁厚差，钢心硬度，弹壳内表面，传火孔，弹壳底厚、壁厚及壁厚差、容积和硬度。
*密封性		10	10	浸热水试验
*漆层质量	完整性	5	5	每5批中的第1批进行检验，如不合格（复验后）则逐批检验，直至连续3批合格之后，再恢复上述间批检验
	耐蚀性	10	10	
*射击试验（详见表3-14）	54式12.7mm穿甲燃烧弹	80～200		逐批抽试，初速10发，精度10发（12.7mm枪弹）或20发（14.5mm枪弹），穿甲弹10发，强度50发（常温高射25/低温平射25） 每间一批抽试：最大膛压10发，燃烧弹10发，强度*（低温平射）50发，强度（常温高射）50发，曳光（穿甲燃烧曳光弹）20发。
	穿甲燃烧曳光弹	80～220		
	56式14.5mm穿甲燃烧弹	90～210		
	穿甲燃烧曳光弹	90～230		

（续）

项目		数量（发） 工厂	数量（发） 订货代表	检验内容
检验总数	54式12.7mm 穿甲燃烧弹	2540～2690		约占批量1.5%～5.3%
	穿甲燃烧曳光弹	2540～2710		
	56式14.5mm 穿甲燃烧弹	2550～2700		约占批量2.7%～5.8%
	穿甲燃烧曳光弹	2550～2720		
试验耗弹总数（带项目）	54式12.7mm 穿甲燃烧弹	140～290		（约占批量0.08%～0.60%，其中射击试验耗弹约为0.05%～0.43%）
	穿甲燃烧曳光弹	140～310		
	56式14.5mm 穿甲燃烧弹	150～300		（约占批量0.16%～0.63%，其中射击试验耗弹约为0.096%～0.49%）
	穿甲燃烧曳光弹	150～320		

表3-14 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹射击试验分项内容和数量

弹别	测试项目			54式12.7mm枪弹 发数	54式12.7mm枪弹 使用枪名	56式14.5mm枪弹 发数	56式14.5mm枪弹 使用枪名	同时测试项目	测试周期
穿甲燃烧弹和穿甲燃烧曳光弹	初速			10	测速枪	10	测速枪	弹头破裂	每批测试
	最大膛压			10	测压枪	10	测压枪	—	按发射药批的第1个枪弹批测试，如不合格（经复试后），则逐批测试，直至连续3批合格后，再恢复上述“第一个枪弹批”测试
	精度			10（一靶）	测速枪	20（两靶）	测速枪	弹头破裂	每批测试
	强度	平射	常温	25	高射机枪	25	高射机枪	弹头破裂	每批测试
			高温	25		25		弹头破裂	每批测试
			低温	50		50		弹头破裂	必要时进行，结果供参考
		高射	常温	50		50		—	必要时进行，结果供参考
	穿甲			10（有效数）	高射机枪	10（有效数）	高射机枪	弹头破裂	每批测试
	燃烧			10（有效数）	高射机枪	10（有效数）	高射机枪	弹头破裂	54式12.7mm枪弹：每10批中的第1批测试。56式14.5mm枪弹：每5批（穿甲燃烧弹）或每10批中（穿甲燃烧曳光弹）的第1批测试。如不合格（用汽油匣复验后），则逐批测试，直至连续3批合格之后，再恢复上述“间批”测试
穿甲燃烧曳光弹	曳光			20	高射机枪	20	高射机枪	弹头破裂	每5批中的第1批测试。如不合格（复验后），则每批测试，直至连续3批合格之后，再恢复上述“间批”测试

表3-15 $\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm高射机枪弹复验和补验

项目	初验		复验和补验
外观，全形等（1000发的各项）	某种外观瑕病或某项尺寸偏差超过允许百分率		以相同数量复验外观或该项尺寸。两次合计，应不超过允许百分率（其它瑕病也不应超过规定）
尺寸（200发的各项）	某项尺寸偏差超过允许百分率		以相同数量复验该项，两次合计应不超过允许百分率
	只有1发的底火装入深度为0～0.1mm（允许0.1%）		补验800发不应再有
拔弹（20发的各项）	无传火孔		按适合射击瞎火的允许百分率补充拔弹复验
	弹头或钢心硬度不合格		加倍复验应合格
	54式12.7mm枪弹	发射药中混有金属屑和其他杂质（总量不超过1g）超过允许百分率（2%）	补充拔弹100发复验，两次合计应不超过允许百分率
	56式14.5mm枪弹	某种外观瑕病或某项尺寸偏差超过允许百分率	按适合允许百分率的数量补充拔弹复验外观或该项尺寸，最多补充到100发，不应再超过允许百分率
枪弹密封性	合格率<90%		按适合90%的数量补验，最多补验到100发，合格率应不小于90%
弹壳漆层质量	漆层完整性合格率<90%		按适合规定百分率的数量补验，最多补验到100发，合格率应不小于规定百分率
	漆层耐蚀性合格率<80%		
燃烧	不符合规定（用汽油纸试验）		先用汽油纸加倍数量复验，按复验结果（两组总平均值）评定。如再不合规定，再用汽油匣再次复验（按初验数量）再次复验结果应符合规定
弹头飞行破裂和飞行不正	54式12.7mm枪弹	按同时测定的各项射击总数统计超过了允许百分率（经鉴定射击后）	在高射机枪上出现者使用原枪管，在测速枪上出现者改用高射机枪，按适合允许百分率的数量补射，最多补射到500发，应不超过允许百分率。每次补射时，均以50发作高温平射，其余弹作常温平射。射击规范按强度射击相应规定
	56式14.5mm枪弹	按同时测定各项射击统计，只有1发飞行破裂或飞行不正（经鉴定射击后）	在高射机枪上出现者，使用原枪管，并另选一根“新、旧”程度与原枪管不同的枪管（对于飞行破裂），或另选一根“旧”枪管（对于飞行不正），各射击一半数量，共补射到400发，不应再有出现。补射时，如补射数量不足20发，全部作高温平射；如补射数量超过20发，则以1/4的数量（不足20发者按20发）作高温平射，其余作常温平射。射击规范按强度射击相应规定
其他射击瑕病	54式12.7mm枪弹	按全部射击总数统计（除测压外），有某种射击瑕病超过允许百分率	按适合允许百分率的数量，用高射机枪补射，最多补射到500发，各种射击瑕病（包括同时测定的弹头飞行破裂和飞行不正瑕病）均应不超过允许百分率。补射均为常温平射，但对“距底15mm以内的弹壳裂缝”瑕病，则以50发作高温平射。射击规范均按强度射击相应规定

（续）

项　目	初　验		复　验　和　补　验
	56式14.5mm枪弹	按全部射击总数统计(测压除外)，如有某种疵病超过允许百分率。	对于瞎火、弹壳裂缝和底火周围漏烟的疵病，用高射机枪补射到400发 对于底火击穿疵病，按适合允许百分率的数量，用原枪补射，最多补射到600发。此时，均不应超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定） 射击规范按强度射击的高温平射规定
		按全部射击总数统计（测压除外），只有1发弹壳底缘拉脱，或距底15mm以内弹底壳体部裂缝或弹壳底裂	用高射机枪补射到500发，不应再有出现。补射时，以1/3数量作高温平射，其余作常温平射 射击规范按强度射击相应规定
初速，膛压，精度，穿甲，曳光	不符合规定（经鉴定射击后）		加倍数量复验该项。复验结果（按各组的总平均值）应符合规定

3.4　试验方法

3.4.1　弹道性能试验方法见表3-16

3.4.2　精度试验方法见表3-17

3.4.3　穿甲试验方法见表3-18

3.4.4　燃烧试验方法见表3-19

3.4.5　曳光试验方法见表3-20

3.4.6　弹头飞行破裂和飞行不正试验方法见表3-21

3.4.7　弹壳强度试验方法见表3-22

3.4.8　枪弹拖载试验方法见表3-23

表3-16　$\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm高射机枪弹弹道性能试验方法

测　初　速　(m/s)	测　最　大　膛　压　p_m (MPa)
（1）用电磁测时仪测v_{25}，或用电子测时仪测v_{10}，并在v_{10}值上加换算值，得v_{25}。 （2）$v_{10}\rightarrow v_{25}$的换算值（m/s）： 54式12.7mm 穿甲燃烧弹　－8 穿甲燃烧曳光弹　－8 56式14.5mm 穿甲燃烧弹　－12 穿甲燃烧曳光弹　－12	（1）用测压铜柱（柱形）测p_m （2）铜柱规格： ϕ 4 × 6.5 (mm) 预压，250（54式12.7mm枪弹） 270（56式14.5mm枪弹）

（3）射击规范：

① 弹道组10发

② 同时射击标准弹，确定当组修正值。单发交叉射击，试验弹在前（不超过3组，每组各1发），标准弹在后（1发）

③ 如遇某种射击疵病影响测速或测压结果的正确性，及时补射其疵病发数，但该射击疵病仍要统计

④ 其余按《轻武器弹道试验条件》规定

表3-17 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹精度试验方法

射击规范	鉴定射击
（1）靶距：140m、200m或300m，按工厂条件选一最大者 （2）将机枪固定在精度枪架上，对终点靶（木板上附纸靶）平射，每一靶射击10发，不改变瞄准和任何射击条件 （3）单发装填射击，每分钟不超过2发（射速掌握均匀）。 （4）每射2靶，水冷（通过枪膛）并擦净（不卸枪），然后作温枪射击 （5）测每靶的$R_{s.}$和R_{10}，并计算各靶的$\overline{R}_{s.}$和$\overline{R}_{10}$。测量与计算，均精确至0.1cm	当试验弹的$\overline{R}_{s.}$（54式12.7枪弹）或$\overline{R}_{s.}$和$\overline{R}_{10}$（56式14.5枪弹）不符合规定时，进行鉴定射击 鉴定射击是用验收合格的枪弹，在原枪、原射击条件下，射击相同靶数。按鉴定射击结果，评定原枪、原射击条件的合格性： （1）如鉴定射击结果不符合要求，原试结果不算，进行重试 （2）如鉴定射击结果符合要求，原试结果有效

注：

①精度圆及其$R_{s.}$和R_{10}的确定

a 按平均命中点确定精度圆圆心。在靶上画直角坐标，使两轴的上、下和左、右分别有等数弹孔，且轴两侧的最近弹孔到轴等距，此坐标原点即为精度圆圆心。

b 以精度圆圆心为圆心，取半径画圆，使圆周内、外有等数弹孔，且圆周两侧的最近弹孔到圆周等距，此半径即为$R_{s.}$（半数命中半径）。

c 以精度圆圆心为圆心画圆，使圆周通过最远弹孔中心，此圆的半径即为R_{10}（全数命中半径）。

②如遇某种射击症病影响精度结果的正确性，及时补射其症病发数，但该症病仍要统计。

表3-18 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹穿甲试验方法

弹别			54式12.7mm枪弹		56式14.5mm枪弹	
			穿燃弹	穿燃曳弹	穿燃弹	穿燃曳弹
试验条件	靶距（m）		100	100	300或200（按工厂条件选定）	100
	均质靶板（WJ523-66）	厚度（mm）	20^{+1}	$15^{+0.75}$	20^{+1}	20^{+1}
		装置方法（见图3-5）	垂直装设，紧固在两边支架上		后倾20°±2°装设，紧固在两边支架上	
	机枪	装置方法	固定在枪架上（平射状态）			
		枪速$v_{s.}$（m/s）（按标准弹）			≥970（射距300m） 928～953（射距200m）	
	试验弹温度		常温，或在20±5℃下保温不少于2h			
试验方法	（1）单发装填射击，直至有效命中弹达到规定数为止 （2）每射5发（一组），评定其有效命性和测试结果，并将靶板上所射的孔涂色区别 （3）每次评定时，检查与紧固靶板 （4）如遇某种射击症病影响穿甲结果的正确性，及时补射其症病弹数，但该症病仍要统计					

（续）

命中评定	（1）下列情况均为无效，进行补射： ① 射中支架或夹具，而未击穿靶板者 ② 命中靶板边缘区域，即按板正面的穿孔边缘与靶板边缘相距小于 8 mm者 ③ 距其他穿孔过近，按钢板正面，穿孔的边缘彼此相距小于 8 mm者；或按靶板背面，穿孔的“脱圈”彼此相割者。〔但在同组射击的各发之间出现上述情况，如全为穿孔或全为不穿孔，应算“有效命中”一发（系第一发命中者）〕 （2）有效命中的测试结果： “穿甲”——①穿孔为通孔者 ②穿孔中虽卡有局部钢心或钢心碎片，但钢心弧形部已穿过靶板者 ③射中支架或夹具，但仍击穿靶板者 “不穿甲”——①靶板上仅有钢心击中的痕迹而无穿孔者 ②靶板上卡有完整的钢心或钢心弧形部者
鉴定射击	当穿甲率不符合规定时，进行鉴定射击。12.7高射机枪弹只鉴定“新靶板”（第一次用于试验者）；14.5高射机枪弹先鉴定枪速（v_{15}），再鉴定“新靶板” （1）鉴定枪速（14.5高机弹）： 用原枪管射击标准弹10发，测定其初速（v_{15}）。如初速不符合要求，则原试验结果无效，更换枪管重试。如初速符合要求，但系“新靶板”，则再鉴定“新靶板”；如系“老靶板”（非第一次用于试验者），则原试验结果有效 （2）鉴定“新靶板”（12.7和14.5枪弹）： 用原枪管和原用的“新靶板”射击相同数量的、过去验收合格的枪弹测定其穿甲率。如鉴定弹的穿甲率不符合要求，则原试验结果无效，更换靶板重试；如鉴定弹的穿甲率符合要求，则原试验结果有效

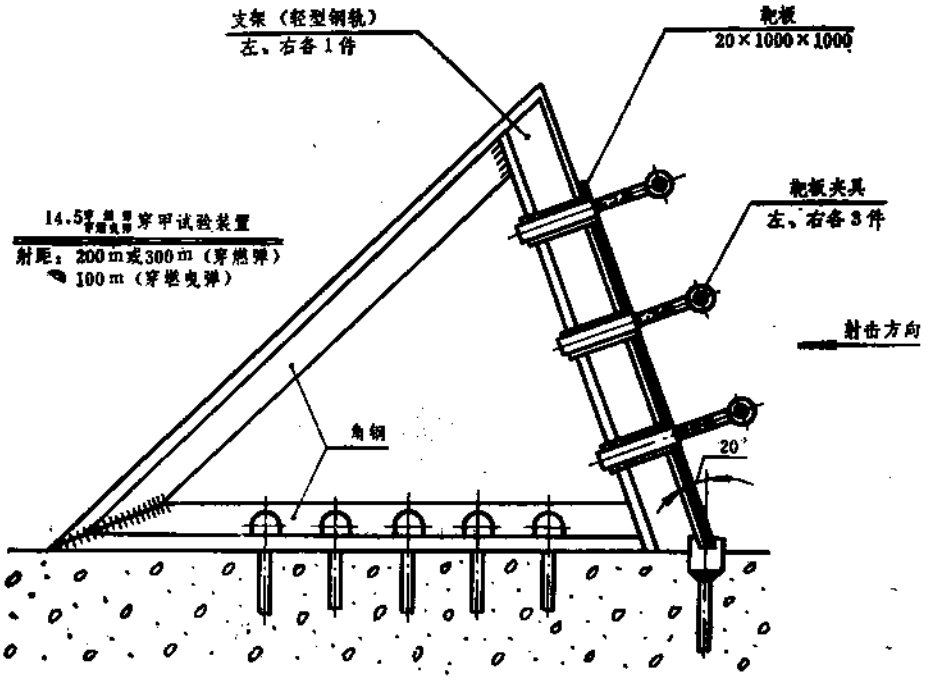


图3-5 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$ mm高射机枪弹穿甲试验装置

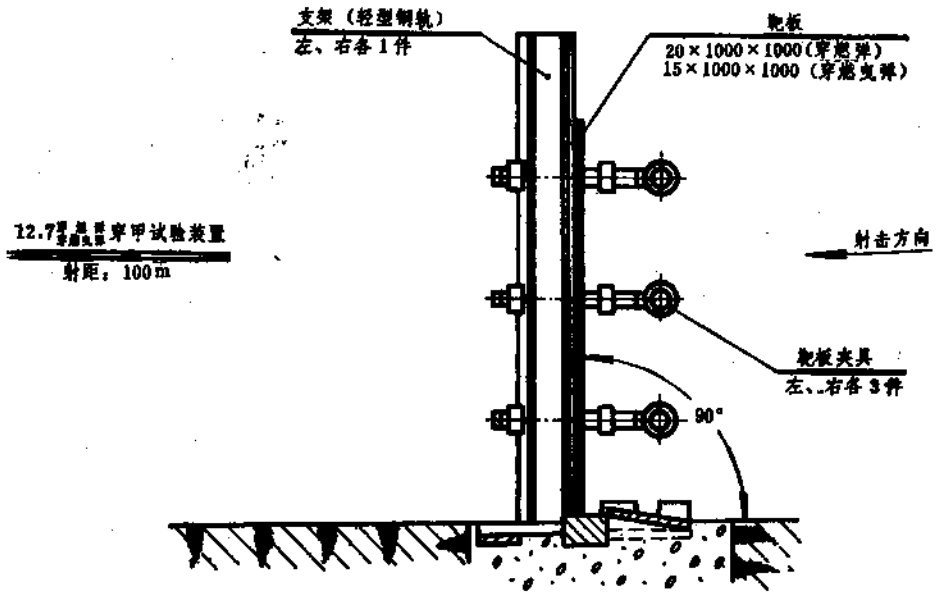


图3-5 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹穿甲试验装置

表3-19 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹燃烧试验方法

弹别			54式12.7mm枪弹	56式14.5mm枪弹
试验条件	靶距（m）		70	100
	靶板（GJB 523-66）	厚度（mm）	$15^{+0.75}$	20^{+1}
		装置方法	垂直紧固在两边支架上（参见图3-6）	
	汽油纸	纸的装法	将瓦楞纸或白报纸（470×340mm）夹在纸架上，背面垫以平整的铁板（470×340×3mm），垂直放置在靶板背面，相距125±10mm（54式12.7枪弹）或400mm（56式14.5枪弹）	
		汽油	70号航空汽油	
		除油方法	临射前，将纸浸以汽油，先平铺在纸架的铁板上，再转到垂直位置，并立即射击。从浸油完毕到射击的间隔时间，应不超过3 min（瓦楞纸）或1 min（白报纸）	
	汽油箱	油箱	用封好盖的枪弹包装铁匣，在匣盖的一端开一注油口（114×40±10mm）	
		汽油	70号航空汽油	
		装置方法	临射前，从注油口往箱内注满汽油，但不得溢出。垂直放置在靶板背面，相距100mm（参见图3-6），油箱的注油口朝向靶板（54式12.7枪弹）或背向靶板（56式14.5枪弹）	
		机枪装置	平射状态固定在枪架上	
		弹温	常温	

射击规范	（1）单发装填射击，直至有效命中弹数达到规定数为止 （2）每射1发，评定其有效命中性和测试结果，并将靶板上所射的穿孔堵住（用汽油纸试验时）或涂色区别（用汽油箱试验时） （3）每射击5发（燃烧者），冷却钢板到手能接触 （4）当用汽油纸试验并已燃烧时，应更换铁板。（铁板可轮流重复使用） （5）当用汽油箱试验并已燃烧时，应立即放下油池盖，迅速灭火 （6）如遇有某种射击疵病影响到穿甲后燃烧结果的正确性，及时补射其疵病发数，但该射击疵病仍要统计
命中评定	（1）有效命中： 在穿甲为有效命中而靶板上的穿孔未被整个钢心或钢心弧形部完全塞住的条件下，符合下列情况者，评为燃烧有效命中 ① 用汽油纸试验时： 从浸好油到射击的间隔时间不超过规定（虽超过规定时间，但引燃汽油者仍有效）且命中汽油纸者（在铁板上有穿孔） ② 用汽油箱试验时： 命中汽油箱前、后两平面的有效区域（距注油口下边缘10mm以外的平面区域）而有钢心穿孔者；或命中汽油箱边缘，而汽油箱前、后两平面的穿孔直径均大于钢心直径的$\frac{1}{2}$者（小于钢心直径$\frac{1}{2}$，但能引燃汽油者也有效） （2）有效命中的评定结果： 引燃汽油者——“燃烧”。 未引燃汽油者——“不燃烧”。

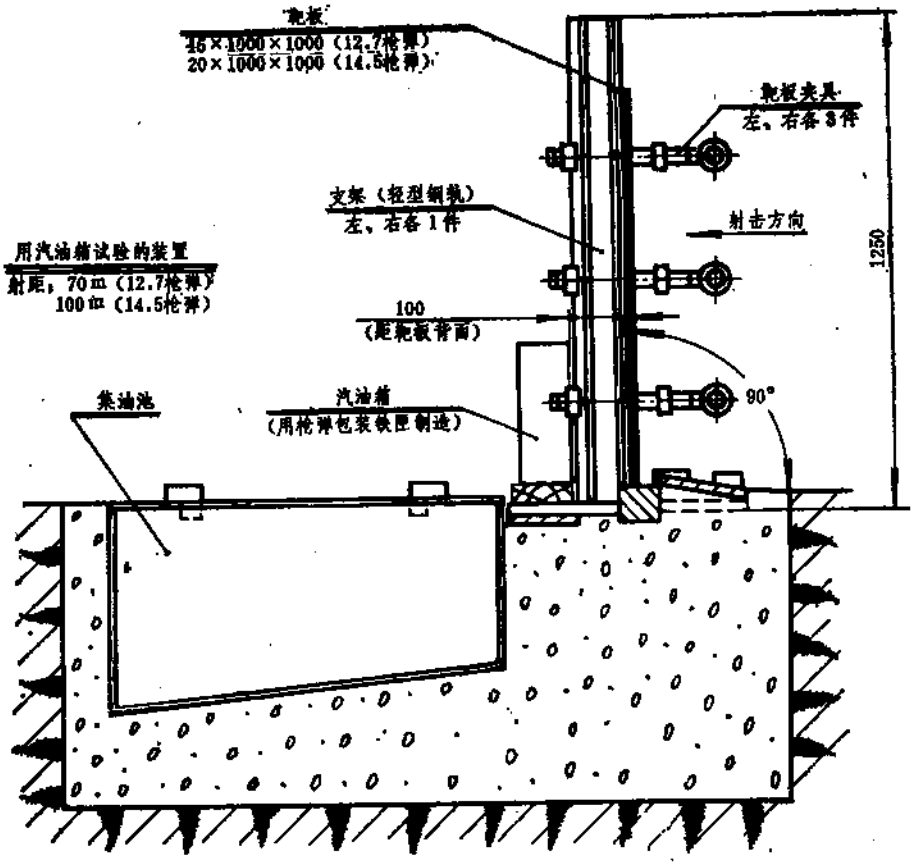


图3-6 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹燃烧试验装置

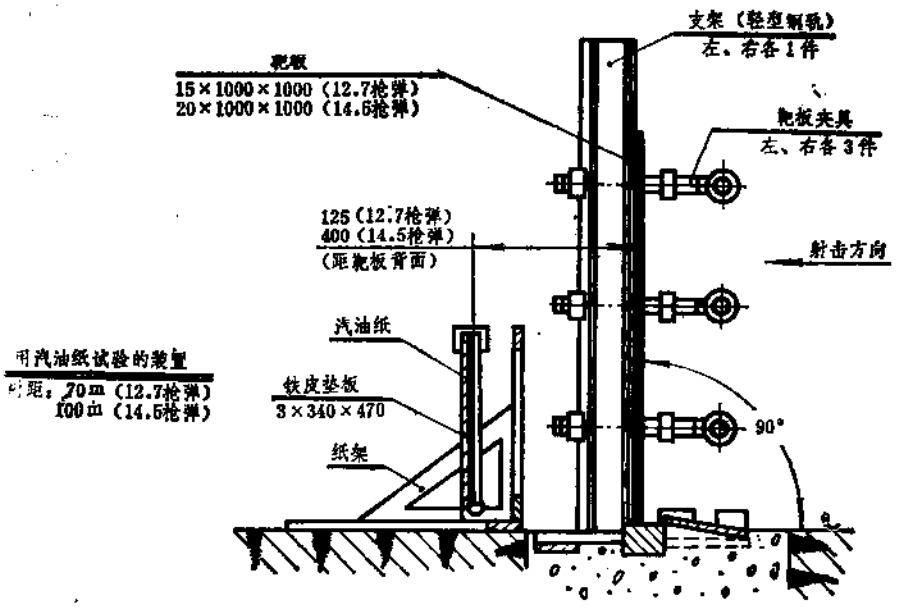


图3-6 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹燃烧试验装置

表3-20 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹曳光试验方法

弹别	54式12.7mm枪弹	56式14.5mm枪弹
射距（m）	1500	2000
环境	能见光亮度良好	
机枪装置	固定在枪架上（平射状态）	
弹温	常温	
试验方法	（1）单发装填射击 （2）在距枪口1500m（54式12.7mm枪弹）或2000m（56式14.5mm枪弹）处，从弹道侧面观察与统计曳光发数 （3）在枪位处也同时观察整个弹道曳光情况，以便区分不曳光或短曳光（光程小于规定距离） （4）如遇某种射击疵病影响曳光结果的正确性，及时补射其疵病发数，但该疵病仍要统计	

表3-21 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹头飞行破裂和飞行不正试验方法

试验方法	在测定初速、精度、穿甲、燃烧、曳光和强度（平射）的试验中，都同时测定弹头飞行破裂和飞行不正						
试验装置	靶别	靶距 (m)	靶的尺寸 (mm)			靶中间的过弹方孔 (mm)	
			高	宽	厚	高	宽
	第一偏差靶	8	≥1500	≥1500	≤5	450	220
	第二偏差靶	17.5				840	360
	终点靶	100	≥2000	≥2000	不限定	—	
	（1）终点靶只在测试强度（平射）时装设。在测试枪弹精度、穿甲和燃烧时，共用终点靶（精度靶或均质靶板）。在测试速度和曳光时，不用终点靶 （2）在测试燃烧时，为便于观察和安全起见，可不装设偏差靶 （3）各个靶的中心与枪膛中心大致在同一水平线上，距地面不小于1 m （4）偏差靶和终点靶的材料为木板或胶合板，均垂直放置						
评定方法	（1）如在任何一个靶上有椭圆形（长轴与短轴之比大于1.25）或弹头形的弹孔（弹头飞行不正的特征），或者有弹头零件破片造成的不规则弹孔或钢心造成的过小圆形弹孔（弹头飞行破裂的特征），均算为疵病，按其弹孔数或少于射击数的弹头数计算。但上述情况如系受前靶影响（穿过或擦过）造成者，不算为疵病 （2）如在终点靶上的弹孔数或弹头数少于射击数，且无受偏差靶影响飞出者，则所缺之数算为疵病（按其特征分别评为飞行不正或飞行破裂）						
鉴定射击	当出现弹头飞行不正或飞行破裂时，进行鉴定射击： （1）在机枪上出现者，用原枪按原射击条件，射击过去验收合格的枪弹25发（连发射击或点射） （2）在测速枪上出现者，用原枪按原射击条件，射击过去验收合格的枪弹10发（单发射击） 如鉴定射击仍有出现，则原试验结果不算，换枪重试 如鉴定射击不再出现，则原试验结果有效						

表3-22 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高射机枪弹弹壳强度试验方法

弹别		54式12.7mm枪弹	56式14.5mm枪弹
枪弹保温	常温	环境温度	
	高温	在50±2℃下，至少保持4h（连同弹链和弹链盒）	
	低温	在－50±5℃下，至少保持4h（连同弹链和弹链盒）	
试验装置		（1）机枪固定在平射或高射状态的枪架上 （2）装设偏差靶和终点靶同时测弹头飞行破裂和飞行不正	

（续）

射击规范	平射	常温	全部点射（5～8发）	用“新”枪管：一次连发射击（25发） 或用“旧”枪管：点射（5～8发）
		高温	一次连发射击全数弹	用“新”枪管：一次连发射击（25发）
		低温	一次连发射击半数弹；点射(5～8发)另半数弹	
	高射	常温	（1）仰角：60°～75° （2）一次连发射击半数弹；点射（5～8发）另半数弹	
冷枪	常温（高、平射）		每射击100发，用水冷却枪管并擦净	
	高、低温（平射）		每射击50发，用水冷却枪管并擦净	

表3-23 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹拖载试验方法

目的	为考查枪弹或其包装对运输的适应性，在产品定型、改变关键工艺或材料、或发生重大质量问题时，如订货代表和工厂都认为必要，共同进行拖载试验，结果供参考
方法	将包装好的10个木箱的枪弹，整齐堆放在卡车上。车速35～45km/h，在3级公路上拖载不少于1000km
拖载后检查项目	枪弹外观、尺寸、密封性等，包装器材牢固性、密封性等（根据试验目的和要求确定）

3.5 枪械要求

用于$^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹的试验用枪械及其备附件，应有合格证。有关供弹、闭锁、击发、退壳等机构，以及枪管、枪机、击针、拉壳钩、复进簧等零、部件，均应正常、良好、符合其产品图和技术条件的规定。对口径、闭锁距离、击针突出量等尺寸，以及射击寿命（已发射总弹数）等要求，应符合枪弹技术条件规定，见表3-24，表3-25和表3-26。

表3-24 $^{54}_{56}$式$^{12.7}_{14.5}$mm高射机枪弹测速、测压用枪械要求

项目		54式12.7mm测速、测压枪	56式14.5mm测速、测压枪
口径（mm）（按塞规）	通	12.66	14.50
	止	12.695	14.58
闭锁距离（mm）（按弹形闭锁量规）	闭锁	91.86	98.85
	不闭锁	91.98	99.10
击针突出量（mm）		1.95～2	1.95～2
弹道性能		符合《轻武器弹道试验技术条件》规定	

表3-25　54式12.7mm枪弹射击试验用枪械要求

项目		未用过的新机枪和新枪管		使用过程中的机枪和枪管		不应再用的机枪和枪管(具有下列条件之一)	
口径(mm)(按塞规)	φ12.66	应通过全线膛		允许不通过全线膛		—	
	φ12.70	—		从口部进入线膛的深度（从制退器前端面算起）＞136时，仅能作连发射击试验用	从尾部进入内膛的深度（从枪管尾端面算起）＞193时，仅能作连发射击试验用	—	
	φ12.72	从口部进入线膛的深度 ≤4	从尾部进入线膛的深度 ≤4	—	—	—	
	φ12.80	—		—		从口部进入内膛的深度（从制退器前端面算起） ＞136	从尾部进入内膛的深度（从枪管尾端面算起） ＞193
闭锁距离(mm)(按弹形闭锁量规，作用力28kgf)	闭锁	91.92		91.92		92.34	
	不闭锁	92.04		92.34		—	
击针突出量(mm)	强制	1.4～1.6		1.4～1.6		—	
	惯性	1.65～1.8		1.65～1.8		—	
寿命(已射弹数，发)	枪管	—		≤3500		＞3500	
	枪身	—		≤7000		＞7000	
复进簧	自由长度(mm) 压缩后长度(mm) 荷重(kg)	722～817 169 26～30		—		—	

注：①弹链寿命不少于28次。　②调节孔直径（mm），φ5、φ5.5、φ4（按射速要求变换使用）。

表3-26　56式14.5mm枪弹射击试验用枪械要求

项目		未用过的新机枪和新枪管	使用过程中的机枪和枪管	专用于复验弹头飞行破碎和飞行不正的枪管（具有下列情况之一）	不应再用的机枪或枪管（具有下列情况之一）
口径（mm）（按塞规）	φ14.50	应通过全线膛	允许不通过全线膛	允许不通过全线膛	—
	φ14.57	从口部和尾部均不应进入线膛	—	—	—
	φ14.58	—	从尾部进入内膛的深度（从枪管尾端面算起）≤800	从尾部进入内膛的深度（从枪管尾端面算起）≤300（新管），>300～800（旧管）	从尾部进入内膛的深度（从枪管尾端面算起）>800
闭锁距离（按弹形闭锁量规）（mm）	闭锁	99.36	99.36	99.36	99.63
	不闭锁	99.63	99.63	99.63	—
击针突出量（mm）	强制	1.6～1.7	1.6～1.7	—	—
	惯性	1.7～2.1	1.7～2.1		
寿命（已发射弹数，发）	枪管	—	≤3500	≤1500（新管），>1500～3500（旧）	>3500
	枪身	—	≤10500	—	>10500
复进簧	自由长（mm）	>590	—	—	—
	压缩后长（mm）	>8			
	荷重（kg）	25～29			

注：弹链寿命不少于30次。

§ 4　56式14.5mm空包弹

4.1　简图

56式14.5mm空包弹简图见图3-7。

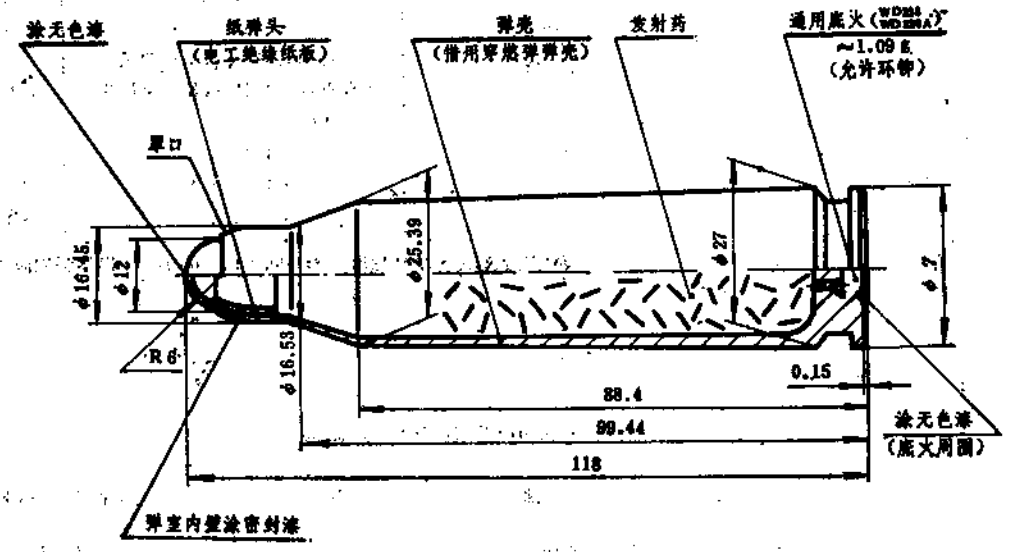


图 3-7　56式14.5mm空包弹
（WO722）

4.2　技术要求

56式14.5mm空包弹由带底火的弹壳（与战斗用弹的相同）装速燃发射药和纸弹头制成，具有实弹射击的动作与声响效果而无破坏作用，用于射击演习和其他适合的用途。验收技术要求有射击要求、尺寸要求和外观质量等。

4.2.1　射击要求见表3-27

表3-27　56式14.5mm空包弹射击要求

射击要求●	（1）距枪口10m处的纸靶不应被击穿。 （2）机枪射击空包弹的射速与射击实弹的射速，相差不超过±20发/min（定装药量的依据）。 （3）射击疵病应不超过下列规定。

* 射　击　疵　病	允许百分率(%)
早发火，迟发火，弹壳横断，弹壳底缘拉脱，底火脱落	不允许
机枪停发故障	2
弹壳体部裂缝	1
弹壳斜肩和弹室裂缝（距口不超过5 mm者不计）	3
底火击穿	0.3
底火周围漏烟（总长度不超过圆周长$\frac{1}{4}$者不计）	3

* 由于枪械或试验装置等造成的射击故障和射击疵病，不算枪弹射击疵病。

●用装以枪口助退器的机枪射击。

4.2.2 尺寸要求见表3-28

表3-28 56式14.5mm空包弹尺寸要求

项目	基本规格	放宽规格	
		范围	允许百分率(%)
长度(mm)	115.5～118	115～118.5	5
弹室外径(mm)	16.31～16.45	16.26～16.31	5
全形(mm)	符合全形规	>16.45，但符合全形要求	
		加荷重12kg保持30s符合全形规	0.2不限
装药量偏差(g)(按规定装药量)	≤±0.3	±0.3～±0.6	5
		±0.6～±1	0.5
		>±1	不允许

* 空包弹的体部长度和底火装入深度等规格，以及弹壳的全部尺寸及其规格，均与56式14.5mm穿甲燃烧弹相应规格相同。

4.2.3 外观疵病见表3-29

表3-29 56式14.5mm空包弹外观疵病

*外观疵病	允许百分率(%)
底火反装，脱落，松动，损坏，裂缝或高出壳底平面	不允许
无发射药，发射药中有油污或混有金属屑和其他杂质（总重>0.01g）	不允许
弹壳有穿孔裂缝	不允许
纸弹头松动或有穿孔裂缝	不允许
纸弹头未涂漆（按标本）	0.1
纸弹头涂漆损坏（按标本）	5
纸弹头有皱褶（按标本）	6

* 空包弹的弹壳、底火的其他外观疵病按穿甲燃烧弹相应规定，但在不影响使用条件下，可适当放宽疵病允许百分率。

4.3 验收规则和试验方法

空包弹的验收规则和试验方法按穿甲燃烧弹相应规定，但下列规定除外：

4.3.1 空包弹的批量系列按表3-30（任选一种）

表3-30 56式14.5mm包空弹批量系列

检弹批量（万发）	2.8	5.6
木箱数量（个）	250	500
包装数量（发）	56（每匣）	112（每箱）

4.3.2 空包弹的检验项目和数量见表3-31

表3-31　56式14.5mm空包弹检验项目和数量

项　　目	数量(发) 工厂	数量(发) 订货代表	检　　验　　内　　容
外观，全形等	500	500	外观，标志，全形，体长，壳底缘厚度，重量（必要时检验）
尺　　寸	100	100	长度，弹室外径，底缘直径，底槽直径，底火装入深度
拔　　弹*	10	10	装药量，弹壳内表面，传火孔
射击试验*		100	枪口安全距离，故障率，弹壳强度，射速（机枪）
检验总数	1320		（约占批量2.4%～4.7%）
试验耗弹总数（带*项目）	120		（约占批量0.2%～0.4%）

4.3.3　空包弹试验方法和复验见表3-32

表3-32　56式14.5mm空包弹射击试验方法和复验

试验装置	（1）机枪装枪口助退器，并固定在枪架上。 （2）距枪口10m处垂直装设纸靶（1.5×1.5m包装纸）
射击规范	（1）机枪以平射对正纸靶中心射击（弹温为常温） （2）以半数弹作一次连发射击；以另半数弹作5～8发点射 （3）连发射击时测射速 （4）每射100发，水冷枪管并擦净
复　　验	如初验有某种射击疵病超过允许百分率，另再加1支枪，各射100发复验，应符合要求

4.3.4　确定空包弹装药量的射击试验方法，见表3-33

表3-33　56式14.5mm空包弹定装药量的射击试验方法

射击要求	保证枪口安全距离，射速与实弹的接近，新、旧枪的射击故障和射击疵病率均不超过规定
射法	（1）机枪和纸靶的装置以及射击规范均按表3-32进行 （2）以预定的装药量（一个或几个），按生产工艺装配成空包弹，进行测试（一次或几次） （3）先测定射速：用1支机枪射击穿甲燃烧弹50发（一次连发），测实弹射速；再用该机枪，装上助退器，一次连发射击50发空包弹，测定空包弹射速。两者的射速相差不应超过±20发/min （4）再测试各种射击要求：用符合射速要求的装药量装成空包弹200发，用1支新机枪（枪管已射弹数不超过1500发）和1支旧机枪（枪管已射弹数不超过3500发，枪身已射弹数不超过10500发）各射100发（一半弹数作连发射击并测射速，另一半弹数作5～8发点射）。射击结果应符合各种射击要求

§5 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm教练弹

5.1 简图

54式12.7mm教练弹和56式14.5mm教练弹简图分别见图3-8和图3-9。

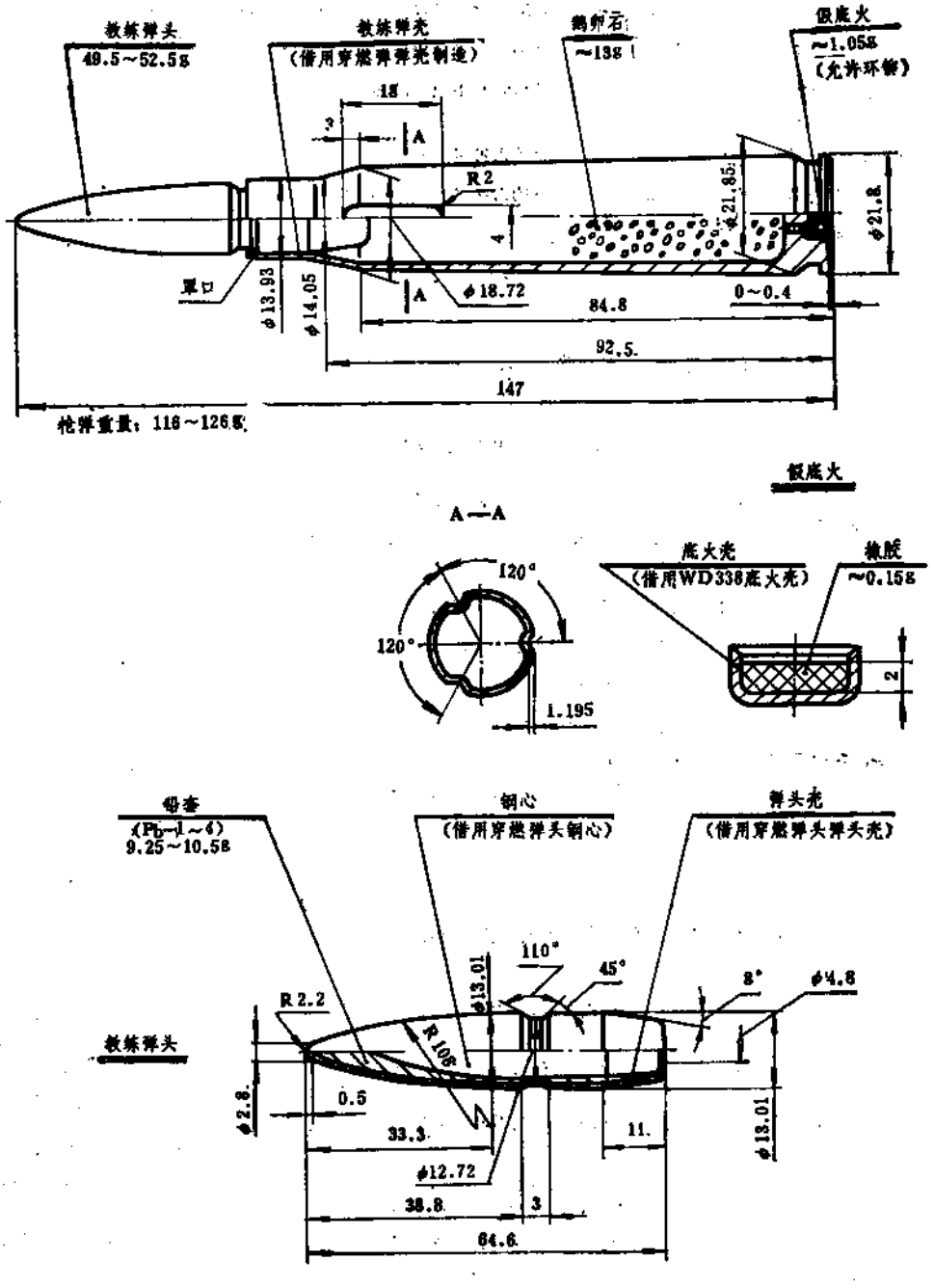
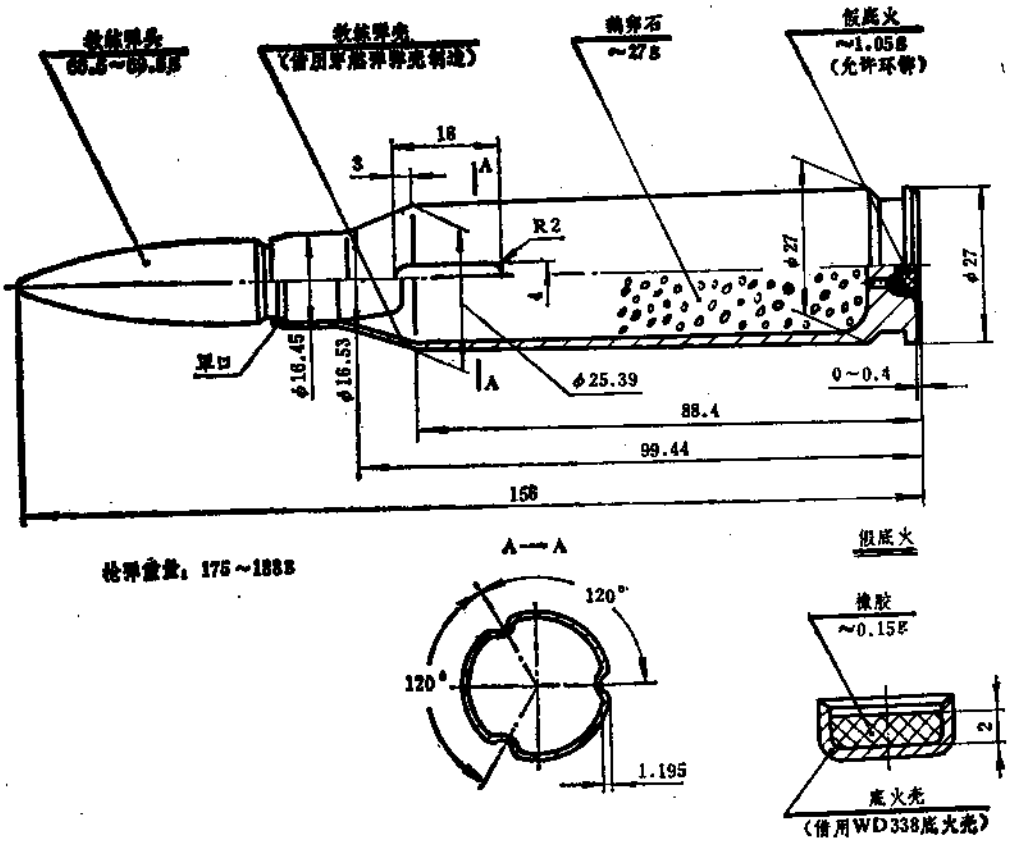


图 3-8 54式12.7mm教练弹
(WO613)



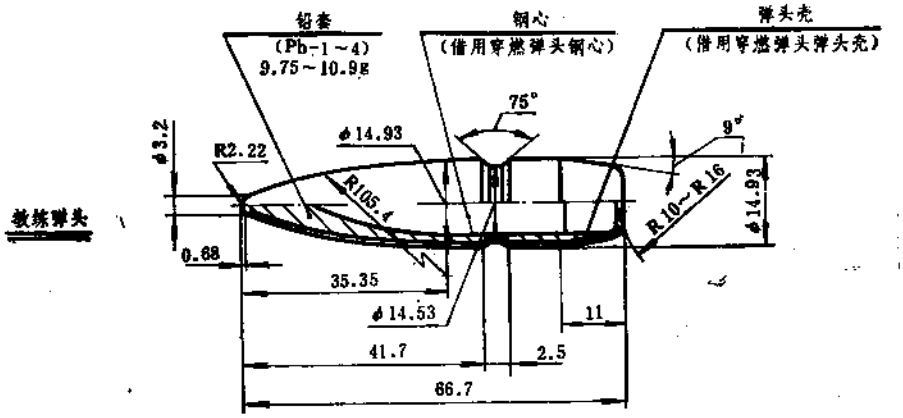


图 3-9　56式14.5mm教练弹
(WO612)

5.2 技术要求

5.2.1. 总的技术要求

（1）用作射击教练的教练弹应是假弹，必须确保安全，不允许装有任何火药或混有实弹。

（2）教练弹的外形尺寸应与主用弹（穿甲燃烧弹）相同，并具有目视、手摸均易辨别的专门识别标志（在弹壳体部压制三条凹槽）。

（3）教练弹的结构应牢固。假底火中的橡胶应具有缓冲击针撞击的作用。

（4）教练弹可利用废、次零、部件制造。

5.2.2 验收技术要求按表3-34和3-35

表3-34 $\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm教练弹尺寸*

尺寸	基本规格	放宽规格	
		偏差范围	允许百分率(%)
枪弹全形	符合极限全形规	不符合极限全形规，但能进膛闭锁	不限制
拔弹力 (kgf)	≥350	300～350	10
假底火装入深度 (mm)	0～0.4	0.4～0.5	不限制
		高于弹壳底缘平面，但能进膛闭锁	
枪弹重量 枪弹体部长度 弹壳底缘厚度 弹壳底缘直径 弹壳底槽直径	(同穿甲燃烧弹)	(同穿甲燃烧弹)	不限制

* 枪弹其他尺寸的偏差，在符合极限全形规或能进膛闭锁的条件下，均不加限制。

表3-35 $\begin{matrix}54\\56\end{matrix}$式$\begin{matrix}12.7\\14.5\end{matrix}$mm教练弹外观疵病

外观疵病	允许百分率(%)
不允许疵病： （1）混有实弹　（2）装有发射药、底火或带药剂的弹头 （3）无教练弹专门识别标志（三条凹槽）　（4）未装假底火 （5）弹头松动　（6）枪弹不能进膛闭锁	不允许
允许疵病：	
（1）假底火未装橡皮垫	0.1
（2）三条凹槽不规则，但不影响进膛闭锁和识别	不限
（3）不超过战斗用弹的最大标本的各种疵病	不限
（4）超过战斗用弹的最大标本的各种疵病，但不影响进膛、闭锁和使用	不限

5.3 验收规则和试验方法

教练弹的验收规则和试验方法按穿甲燃烧弹相应规定，但下列除外：

5.3.1 枪弹批量系列见表3-36（任选一种）

表3-36 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm教练弹批量系列

弹别	54式12.7mm教练弹		56式14.5mm教练弹	
枪弹批量（万发）	5.1	10.2	5	10
木箱数量（个）	300	600	500	1000
包装数量	每箱170发（不装铁匣）		每箱100发（不装铁匣）	

5.3.2 检验项目和数量以及复验见表3-37

表3-37 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm教练弹检验项目和数量以及复验规定

项目	数量（发）		检验内容	复验规定
	工厂	订货代表		
外观，全形等	1000	1000	外观，标志，全形，体长	如发现"假底火未装橡胶"的疵病超过允许百分率，再抽取1000发进行复验，两次合计，应不超过允许百分率
尺寸	200	200	长度，假底火装入深度，底缘厚度、直径，底槽直径	
拔弹	20	20	拔弹力	如拔弹力偏差超过允许百分率，按适合允许百分率的数量补充拔弹复验，最多补验到100发，不应再超过允许百分率
*检验总数 其中拔弹耗弹数	2000 40		约占批量的2%～4% 约占批量的0.04%～0.08%	

* 尺寸和拔弹的枪弹从外观的1000发中抽取。

§ 6 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm标准弹

6.1 简图

54式12.7mm和56式14.5mm标准弹简图分别见图3-10和图3-11。

6.2 技术要求

6.2.1 总的技术要求

供作校准枪弹、枪械和发射药的弹道性能（测速和测压）试验条件的标准弹：

（1）在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）弹道性能稳定。

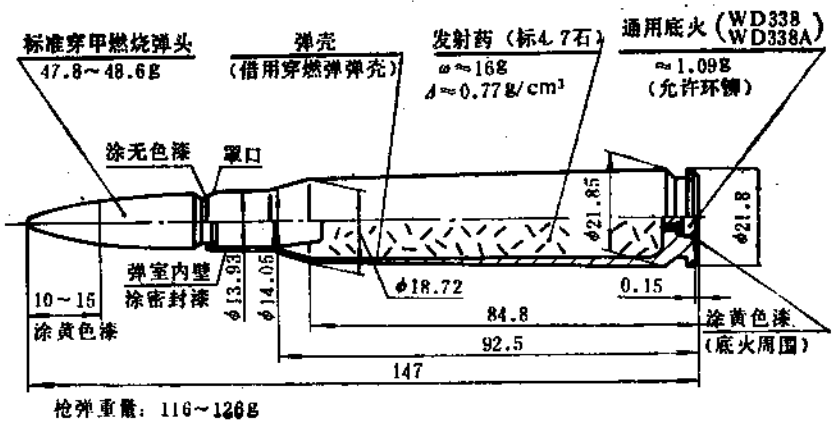


图 3-10　54式12.7mm标准弹
(WO723)

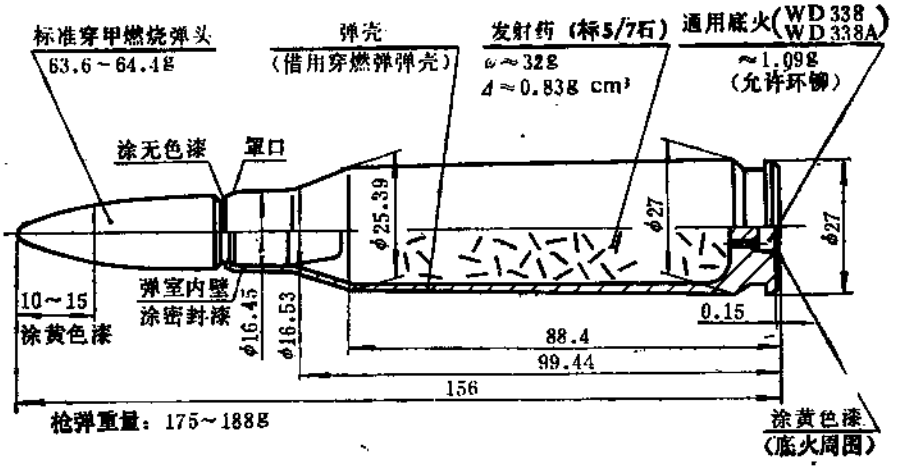


图 3-11　56式14.5mm标准弹
(WO719)

（3）有效使用期限 5 年（超期使用应经复查与批准）。

6.2.2　验收技术要求

（1）弹道性能按«轻武器弹道试验技术条件»规定（摘要列于第九章§ 5）。

（2）其他技术要求均按穿甲燃烧弹相应规定。但：

① 弹头长度、导转部直径和重量的公差，为穿甲燃烧弹头相应公差的1/2。

② 与弹道性能有影响的弹壳容积、装药量、拔弹力等适当缩小公差。

③ 零、部件和装配条件的一致性和清洁干燥，以及枪弹密封性等，应严格控制。

6.3　验收规则和试验方法

除枪弹批量和弹道性能鉴定按«轻武器弹道试验技术条件»相应规定（摘要列于第九章§ 2）外，其余均按穿甲燃烧弹相应规定。（略）

§3.7 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高压弹和强装药弹

7.1 简图

54式12.7mm高压弹、强装药弹和56式14.5mm高压弹、强装药弹的简图，分别见图3-12、3-13和3-14、3-15。

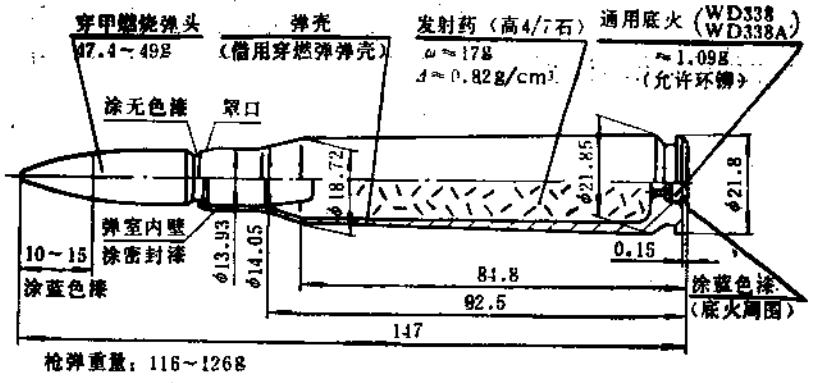


图 3-12 54式12.7mm高压弹
(WO724)

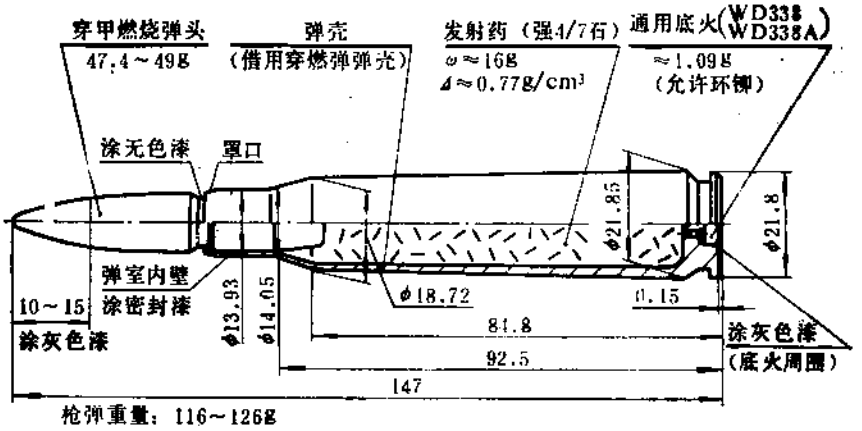


图 3-13 54式12.7mm强装药弹
(WO725)

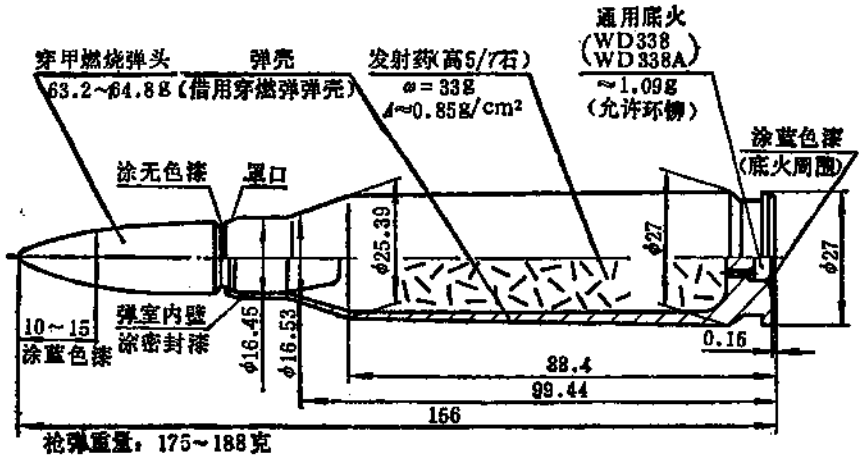


图 3-14　56式14.5mm高压弹
(WO720)

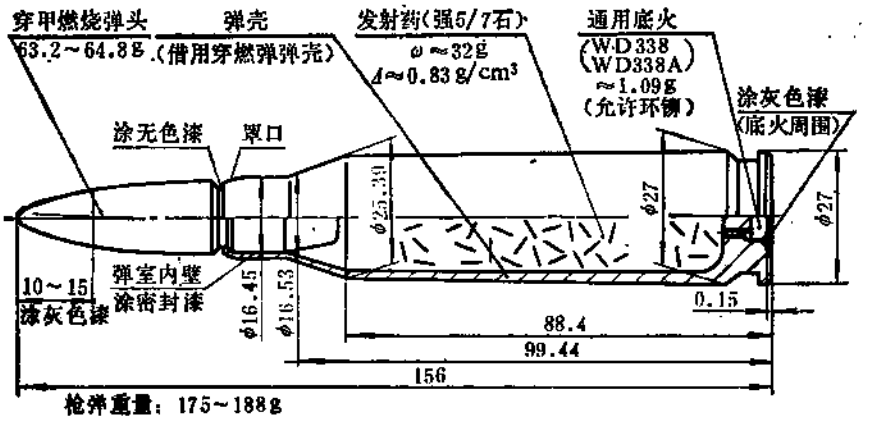


图 3-15　56式14.5mm强装药弹
(WO721)

7.2　技术要求

7.2.1　总的技术要求

供枪厂试验枪管强度的高压弹和试验枪械闭锁零件强度的强装药弹，其有效使用期依据膛压性能决定。

高压弹和强装药弹及其零、部件均与穿甲燃烧弹相同，只是装用较速燃的发射药，以达到规定的膛压要求。

7.2.2 验收技术要求

（1）最大膛压要求见表3-38。射击疵病见表3-39。

（2）装配质量见表3-40。

（3）外观疵病按穿甲燃烧弹相应规定，但在不影响性能和使用的条件下可以适当放宽。

表3-38 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高压弹、强装药弹最大膛压要求

项目	54式12.7mm弹		56式14.5mm弹	
	高压弹	强装药弹	高压弹	强装药弹
$\overline{p_m}$ (MPa)	410±10	370±10	410±10	370±10
$p_{m\,max}$ ≤	430	390	430	390
$p_{m\,min}$ ≥	390	350	390	350
测压位置（距枪管尾端） (mm)	10.5	10.5	11.05	11.05

表3-39 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高压弹、强装药弹射击疵病*

射击疵病	允许百分率(%)	
	高压弹	强装药弹
不允许疵病：		
早发火，迟发火，底火脱落，弹壳横断，不退壳（需用通条通出），距底15mm以内的弹壳裂缝	不允许	不允许
允许疵病：		
弹壳底缘拉变形	不限	10
距底15mm以外的弹壳体部裂缝	不限	10
弹壳斜肩和弹室裂缝（距口不超过5 mm者不计）	不限	10
瞎火	2	0.5
击发两次发火	不限	1
底火击穿	不限	10
底火周围漏烟（总长不超过圆周长$\frac{1}{4}$者不计）	不限	20

* 由于枪械或试验装置等造成的射击故障和疵病，不算枪弹疵病。

表3-40 $\frac{54式12.7}{56式14.5}$mm高压弹、强装药弹装配质量*

项目		54式12.7mm高、强弹			56式14.5mm高、强弹		
		基本规格	放宽规格		基本规格	放宽规格	
			范围	允许%		范围	允许%
枪弹长度（mm）		145.5～147	144.75～147.75	10	154.5～156	153.75～156.75	10
枪弹全形		符合极限全形规	12kg荷重静压30s，符合极限全形规； 同上，仍不符合极限全形规	5 不允许	符合极限全形规	12kg荷重静压30s，符合极限全形规； 同上，仍不符合极限全形规	5 不允许
弹壳体部长度（mm）		92.2～92.6 （φ14.05）	>92.5，但符合极限全形规 92.1～92.2	不限 15	99.1～99.44 （φ16.53）	99.0～99.1 >99.44但符合极限全形规	15 不限
枪弹重量（g） （必要时检验）		116～126	重量不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限	175～188	重量不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限
底火装入深度（mm）		0.15～0.35	高于弹底平面 0～0.1 0.1～0.15 0.35～0.4	不允许 2 10 5	0.15～0.35	高于弹底平面 0～0.1 0.1～0.15 0.35～0.4	不允许 2 10 5
拔弹力(kgf)		200～550	150～600	20	150～650	100～700	20
装药量偏差（g） （按规定装药量）		≤±0.05	≤±0.1 ≤±0.2	10 2	≤±0.05	≤±0.1 ≤±0.2	10 2
弹头重量(g)		47.4～49	47.2～49.2	5	63.2～64.8	63～65	5
弹头导转部直径(mm)		12.96～13.01	——	——	14.88～14.93	14.93～14.95	5
弹壳底槽（mm）	总高度	6～6.3	5.7～6.6	10	8.45～9.05	8.25～9.25	10
	直径	17.72～18	17.6～18.12	20	22.75～23	22.63～23.12	20
弹壳底缘（mm）	直径	21.52～21.8	21.38～21.52	10	26.75～27	26.61～26.75	10
	厚度	1.8～2.05	1.75～2.1	10	2.3～2.5	2.2～2.3	10

* 枪弹及其零部件的其他尺寸，在不影响膛压性能和射击要求下，均可适当放宽。

7.3 验收规则和试验方法

高压弹和强装药弹的验收规则和试验方法均按穿甲燃烧弹相应规定，但：

7.3.1 枪弹批量不超过20万发

7.3.2 检验项目和数量以及复验规定，见表3-41

7.3.3 测压试验方法见表3-42

表3-41 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高压弹、强装药弹检验项目和数量以及复验规定

项目	数量（发） 工厂	订货代表	检验内容	复验规定
外观，全形	500	500	外观，标志，全形	如某种外观疵病（或尺寸偏差）超过允许百分率，以相同数量复验外观（或该尺寸），两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）
尺寸	100	100	长度，体长，弹壳底缘厚度和直径，底火装入深度，弹头直径，弹壳底槽直径	
拔弹	10	10	拔弹力，装药量，弹头重量，弹壳内表面，传火孔	（1）如某项外观疵病（或尺寸偏差）超过允许百分率，加倍数量拔弹，复验外观（或该尺寸），不应再超过允许百分率；但对按加倍数量仍不适合允许百分率的项目，可按适合允许百分率的数量补充拔弹复验，最多补验到100发，应符合允许百分率 （2）如发现无传火孔，但不超过1发，补充拔弹180发（连同初验拔弹10发和射击10发，共200发），不应再有
测压	10		p_m和射击疵病	按表3-42
检验总数 其中枪弹耗弹数	1230 30		约占批量的0.6% 约占批量的0.02%	

表3-42 $\frac{54}{56}$式$\frac{12.7}{14.5}$mm高压弹、强装药弹测压试验方法

测压铜柱	用于测试	规格 预压值（MPa）	规格 形状	规格 直径×高度（mm）
	高压弹 强装药弹 标准弹	370或390 330或350 250（12.7枪弹），270（14.5枪弹）	柱形	$\phi 4\times 6.5$
测压枪	54式12.7mm高压弹和强装药弹，用54式12.7mm测压枪 56式14.5mm高压弹和强装药弹，用56式14.5mm测压枪			
射击规范	（1）弹道组数量：10发 （2）高压弹和强装药弹，分别用标准弹同时测压（p_m），确定当组修正值 （3）平行射击：标准弹弹道组在前（一组，10发），试验弹弹道组在后（高压弹一组，10发；强装药弹不超过两组，每组10发） （4）如遇某种射击疵病影响测压结果正确性，及时补射其疵病发数，但该疵病仍要统计 （5）其余按《轻武器弹道试验技术条件》规定			
复验	当试验弹的测压结果不符合规定，对测压枪进行鉴定射击。即用原测压枪射击标准弹一组（10发），如其当组修正值不符合要求，原试结果无效，更换新测压枪重试；如其当组修正值符合要求，则原试结果有效，并换用新测压枪作加倍数量复验。复验结果（按两组总平均值）应符合规定。			

第四章 信号枪弹

§1 57式26mm手枪信号弹

1.1 简图

57式26mm手枪信号弹及其弹壳和星光体的简图，分别见图4-1，4-2，4-3。

1.2 技术要求

1.2.1 射击性能见表4-1

表4-1 57式26mm手枪信号弹射击性能

配用武器	口径 (mm)	光色及其识别标志 (弹口端面凸包)	发光持续时间 (s) 不少于	射高（m） 射角80°～90° 不低于	夜间光色识别距离 (km) 不少于
57式26mm 信号手枪 (WQ203)	26	红光 ○ 绿光 ○○ 黄光 ○ (参见图4-1)	6.5	90	7

1.2.2 射击疵病见表4-2

1.2.3 装配质量和包装盒密封性见表4-3

表4-2 57式26mm手枪信号弹射击疵病

射击疵病	允许百分率 (%)
(1) 底火瞎火（击发两次）	1
(2) 星光体瞎火	1
(3) 星光体燃烧时间少于6.5s，但不少于4.5	
射高低于90m，但不低于70m	
星光落地燃烧	
三者总数	6
(4) 星光体在燃烧过程中分裂出火花，其燃烧时间：	
大于2s	1
不大于2s	不限
(5) 射击后铜座脱落，但能用手取出纸管，而不影响下一发射击	1

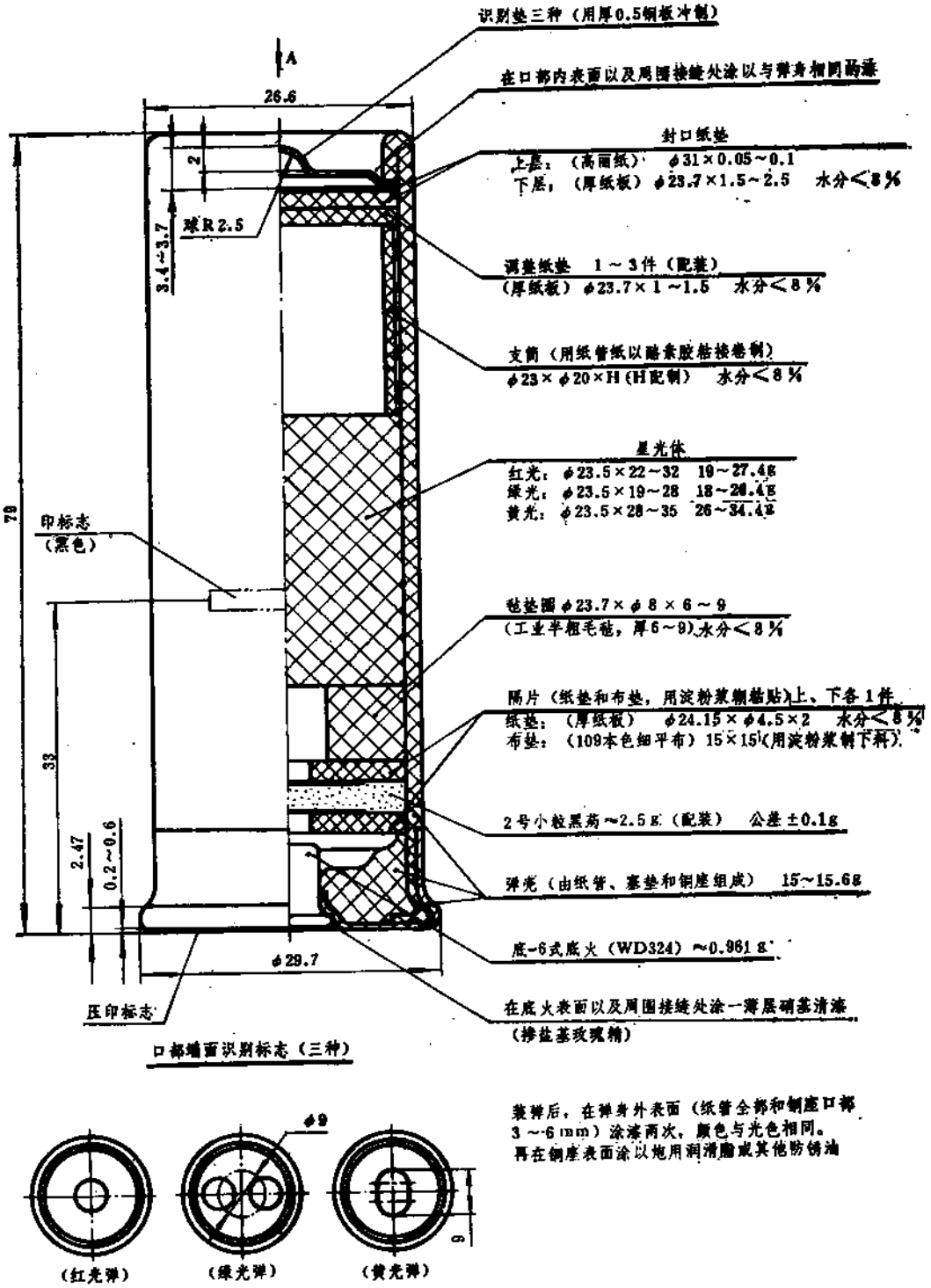


图4-1 57式26mm手枪信号弹

（WO605A）

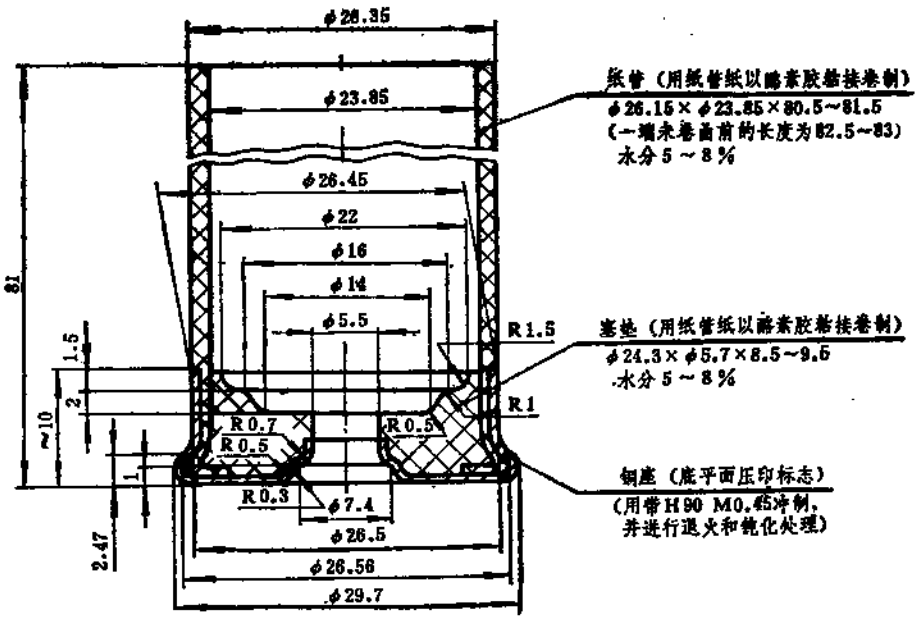


图 4-2　57式26mm手枪信号弹弹壳

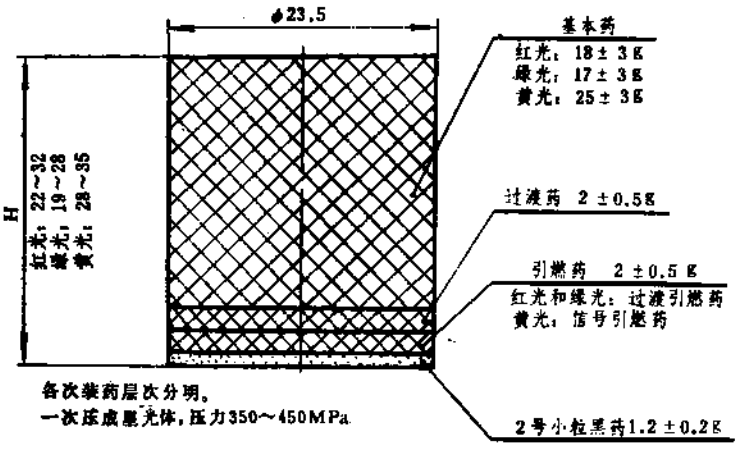


图 4-3　57式26mm手枪信号弹星光体

表4-3　57式26mm手枪信号弹装配质量和包装盒密封性

装配牢固性（振动试验）	经振动试验的枪弹， （1）不允许发火或燃烧 （2）允许有少量小粒黑药漏出隔片，但两隔片之间的药量仍在规定药量±0.1g范围内（结合分解检验进行检查） 振动试验条件： 枪弹按规定包装方法装入包装盒，经热合密封后，装在振动机（WJ231-77）上，落高150mm，频频60次/min，持续振动15min
装配正确性（分解试验）	用振动试验后的枪弹作分解检验， （1）零、部件应完整，装配正确 （2）星光体不允许断裂或缺少零、部件 （3）允许有小粒黑药的药量超过规定药量±0.1g，但不得超过±0.125g （4）小粒黑药的水份不允许超过1%
装配尺寸（mm）	（1）枪弹全形应符合全形规（在不大于0.5kgf的作用力下） （2）枪弹全长79_{-5}，底缘直径$\phi29.7_{-0.2}$；底缘厚$2.47_{-0.2}$；体部直径$\phi26.6_{-0.5}$ （3）底火装入深度不超过0.2～0.6
外观和标志	（1）不允许有：底火口部变形或被纸屑遮住；底火底部凹坑；铜座表面呈黑色或绿色的锈蚀斑点，严重夹灰，磕碰变形机械划痕；口部收口不紧密，有严重的皱褶或烧焦 （2）允许有：口部收口皱褶，但不影响尺寸和涂漆质量；口部涂漆产生的小气泡，但不影响密封和识别；弹身漆层有漆流，牢固附着杂质，磕碰、起层等，但漆层不破裂，且不影响尺寸 （3）各部位漆层应均匀，有光泽，无裂纹、漆膜发白或漏涂处 （4）弹身色标和弹底压印的标志应正确、清晰
包装盒密封性	将密封包装的塑料包装盒浸入水中，用手捏盒时不应出现气泡

1.3　验收规则

1.3.1　枪弹批量固定为2万发

1.3.2　成批枪弹检验项目和数量见表4-4

1.3.3　复验规定见表4-5

表4-4　57式26mm手枪信号弹检验项目和数量

项　　目	数　量（发）	抽　样　方　法	检　验　内　容
包装和标志	3～5%（箱）	从交验批中抽取	包装质量，标志正确性
包装盒密封性，外观，尺寸，	1～2%（箱）	从上项的合格品中抽取	包装盒密封性和标签正确性 枪弹外观、标志、全形、底火装入深度
振动试验	100	从上项的合格品中抽取	（重新包装并热合密封后进行振动试验）
分解检验	25	从上项的枪弹中抽取	装配正确性，小粒黑药的装药量和水份
射击试验	100	用上项的剩余枪弹（75发），其余从第2项的合格品中抽取	射击性能，但夜间光色辨别试验，每10批中抽试1批，在晴天黑夜无烟雾时，结合射击试验一并进行

表4-5　57式26mm手枪信号弹复验规定

项　　目	初　　验	复　　验
包装和标志	包装不正确或质量不符合要求	退回返检
包装盒密封性、枪弹外观、尺寸	(1) 包装盒密封性不符合要求 (2) 某种枪弹外观疵病不符合要求	(1) 加倍数量复验，应符合要求 (2) 协商处理
振动试验	发火或燃烧	不得复验
分解检验	(1) 星光体断裂，或缺少零部件，或小粒黑药水份超过规定 (2) 其他某项不符合要求	(1) 不得复验 (2) 以相同数量复验，应符合要求
射击试验	(1) 光色不符等影响使用性能的严重疵病 (2) 某种射击疵病超过允许百分率	(1) 不得复验 (2) 加倍复验，两次合计，应不超过允许百分率

1.4　零、部件和药剂要求

1.4.1　弹壳要求见表4-6

1.4.2　药剂要求见表4-7和4-8

1.4.3　星光体要求见表4-9

表4-6　57式26mm手枪信号弹弹壳要求

批　量	2～4万发
外观（每批检验）	(1) 不允许疵病 纸管破裂、烧焦或油污 底火孔被堵塞；铜座裂纹、裂口、或呈黑色、绿色的锈蚀 (2) 允许的疵病 纸管边缘缺损（由于磨边造成），但粘合牢固 纸管表面皱褶、凹痕、局部油迹和各种颜色斑点（不影响涂漆质量、尺寸和强度） 纸管开胶（从口部起，外表面长不超过6mm，内表面长不超过纸管全长的1/3，宽度均不超过3mm） 纸管最外一层撕破（长不超过6mm，宽不超过圆周1/4） 铜座表面轻微划痕、夹灰和皱纹，底平面的工具印痕，口部偏斜和压痕，但铜座口部与纸管之间无缝隙
尺寸(mm)（每批检验）	弹壳外径：纸管口　$\phi 26.35_{-0.16}$ 纸管与铜座接合处　$\phi 26.45_{-0.15}$ 弹壳铜座根部直径　$\phi 26.5_{-0.15}$ 弹壳底火孔直径　$\phi 5.5^{+0.06}$
强度试验（每批试验或缩减试验）	(1) 每批抽试50发，如连续3批都符合要求，则缩减为每5批抽试1批。当出现不符合要求时，恢复逐批试验 (2) 枪弹装以无作用的假星光体（重40±1g），并装强装药（2号小粒黑药3.2±0.1g），上口灌漆晾干 (3) 射击50发符合（2）项要求的57式26mm手枪信号弹（如有瞎火，进行补射）， ① 弹壳应顺利退膛，铜座与纸管不应脱落 ② 纸管纵、横裂缝应不超过6%
	(4) 如弹壳强度不符合要求，经返检或修正后，再加倍复验，应符合要求

表4-7　57式26mm手枪信号弹药剂要求

批　量	按每班产量编为一批
外　观	(1) 每批检验 (2) 药剂应混合均匀，无结块和肉眼可见的杂质
水分和挥发分	(1) 每批检验 (2) 引燃药的水分和挥发分应不大于0.65%；基本药的水分和挥发分应不大于0.75%
性能	(1) 在每批药剂的不同部位抽取试样 (2) 按产品图规定压制成星光体，并装成信号弹50发（仅上口灌漆，凉干24h以上），射击测定星光体的燃烧时间(每批试验) (3) 基本药光色辨别距离，前3批，每批试验，如都符合要求，则以后各批改为每5批抽试1批(结合燃烧时间试验进行) 此外，当改变原材料产地、镁粉牌号或超差调整药剂配比时，应进行光色辨别距离试验 (4) 按产品图规定配比的药剂，如不能保证性能要求，允许改变压药压力、镁粉牌号或超差调整药剂配比（但公差不变）
药剂成分*	至少每5批分析一次，结果供参考

* 药剂成分的组合与配比列于表4-8。

表4-8　57式26mm手枪信号弹星光体药剂要求

药剂		过渡药(%) 红光	过渡药(%) 绿光	过渡药(%) 黄光
信号引燃药		—	—	50±5
过渡引燃药		50±5	50±5	—
本色基本药		50±5	50±5	50±5
红光基本药(%)	硝酸锶	54±3		
	镁粉（FM1-4）	24.5±2		
	聚氯乙烯树脂	12.5±2		
	石　墨	2±0.5		
	虫　胶	7±1		
	（虫胶配成40%酒精虫胶漆加入）			
绿光基本药(%)	硝酸钡	68±3		
	镁粉(FM1-4)	10±1.5		
	六氯苯	16±1.5		
	酚醛树脂（粉状）	6±1		
	酒精（外加）	4～6		
黄光基本药(%)	碳酸锶	5±1		
	硝酸钡	54±3		
	镁粉(FM1-2或FM1-3)	19±1.5		
	冰晶石	14±1.5		
	酚醛树脂（粉状）	8±1		
	酒精（外加）	4～6		
过渡引燃药(%)	硝酸钡			36±2
	过氧化钡			24±2
	镁　粉（FM1-3）			13±1
	镁　粉（FM1-4）			12±1
	聚氯乙烯树脂			5±1
	酚醛树脂（粉状）			10±1
	酒精（外加）			5～9
信号引燃药(%)	硝酸钾			75±2.5
	镁　粉(FM1-3)			10±1.5
	酚醛树脂（粉状）			15±1.5
	酒精（外加）			3～8

表4-9　57式26mm手枪信号弹星光体要求

批　　量	按同一批基本药压制的星光体编为一批
装药量	（1）各次装药层次分明，一次压药压成。压药压力为343.2～441.3MPa （2）星光体的装药量(g)：基本药：18±3（红光），17±3(绿光)，25±3(黄光)；过渡药：2±0.5；引燃药：2±0.5；2号小粒黑药（水分≤1%）：1.2±0.2
外　　观 (每批检验)	应完整、光滑，不许有裂纹、疏松的麻面、大的偏斜、受潮变色等疵病 允许疵病： (1) 黑药药面局部未被引燃药覆盖和局部有石墨、油迹、非金属夹杂物，其总面积不超过全药面的1/5，且不集中于中心 (2) 黑药药面边缘有高度不超过1mm的圆周崩落 (3) 星光体偏斜（压成马蹄形）不超过1.5mm
尺寸、重量 (每批检验)	(1) 直径(mm)：$\phi 23.5_{-0.6}$； (2) 高度(mm)：红光，22～32；绿光19～28；黄光28～35 (3) 重量（g)：红光19～27.4；绿光18～26.4；黄光26～34.4
振动试验	每批抽取100个星光体，按产品图规定装成信号弹（漆层晾干不少于24h)。试验方法和要求按信号弹
射击试验	用经上述振动后的100发信号弹进行射击试验： (1) 星光体燃烧时间少于6.5s但不少于4.5s和落地燃烧两者总和：红、绿光不超过2%，黄光不超过3%，其中红、绿星光体落地燃烧均不超过1%。如不符合要求，经返检或修正后，再加倍复验，应符合要求 (2) 星光体瞎火或分裂出燃烧时间大于2s的火花，均应不超过0.5%，如仅发现1发，可对该项补射100发，应不再出现

1.4.4　装配前的底-6式底火发火性检验

每批底火（2～12万个)抽取200个装入合格的弹壳底火室中，装入深度为0.2～0.6mm，用符合要求的57式26mm信号手枪射击：

（1）底火瞎火（击发两次）应不超过0.5%，如不符合要求，以相同数量复射，应符合要求。

（2）一次击发瞎火、跑火台、漏烟、鼓底、燃烧、双响及其他疵病，仅作记录。

1.5　**射击试验用枪要求**

口径　$\phi 26^{+0.28}$mm，枪管长　$153_{-0.53}$mm，击针强制突击量　≥2.5mm，击锤簧：自由长　60_{-3}mm，压缩后长36.8mm(荷重13.2～19.5kg)击针尖端形状见图4-4

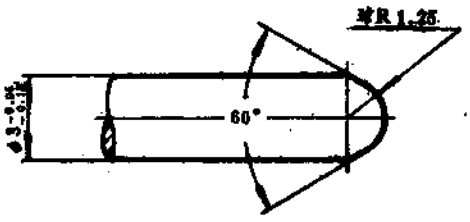


图4-4　57式26mm信号手枪击针尖

1.6 包装和标志

见表4-10

表4-10 57式26mm手枪信号弹包装和标志

包装器材	包装数量（发）	包装方法和标志内容
塑料包装盒	5	(1) 按同一光色的信号弹进行包装 (2) 将信号弹的漆层部分用包装纸包裹后，互相颠倒立放在椭圆塑料包装盒中，上、下垫以纸板，并用干燥洁净的废纸填塞紧密，然后将盒盖与盒体热合密封 (3) 盒外贴一张标签，内容为信号弹名称(包括光色)、发数、批号、年分、厂号
木箱（WO605 ABx$_3$）	200（40盒）	(1) 按同一光色的信号弹装箱 (2) 信号弹和塑料盒均以平放状态装在木箱内，每层8盒，共5层，上下用纸板衬垫，最后铅封 (3) 木箱标志内容：信号弹名称(包括光色)、发数、批号、年分、厂号，以及火工品运输标志等

§2 底-6式底火

2.1 简图

底-6式底火及其组成件的简图见图4-5。

2.2 技术要求

底-6式底火本系迫击炮弹用底火，也适用于手枪信号弹和12号猎枪弹。

2.2.1 振动安全（振动试验）、撞击感度（落锤试验）和射击发火性见表4-11。

2.2.2 装配质量见表4-12。

表4-11 底-6式底火振动安全、撞击感度和射击发火性

项目		疵病							允许百分率（%）
振动试验		发火，燃烧，撒出击发药或纸盖片脱落							不允许
	上限（受潮后）	瞎火和燃烧（总数）							2
	下限	发火和燃烧（总数）							0.5
	撞击感度曲线（参见图4-6）	落高（mm）	（下限）5	10	30	50	70	（上限）80	—
		数量（个）	100	50	50	50	50	100	
		发火率（%）	0	0～14	70～100	90～100	98～100	100	
射击试验（装配在82mm迫击炮弹(砂弹)中）		瞎火和燃烧（总数） 跑火台							0.5 3

注：① “燃烧”的特征：(1) 发火声音明显低弱，(2) 火帽底部未形成正常的击窝。
② 在感度试验中发生“燃烧”时，在上限中，算为瞎火；在下限中，算为发火；在中间各点中，算为发火。

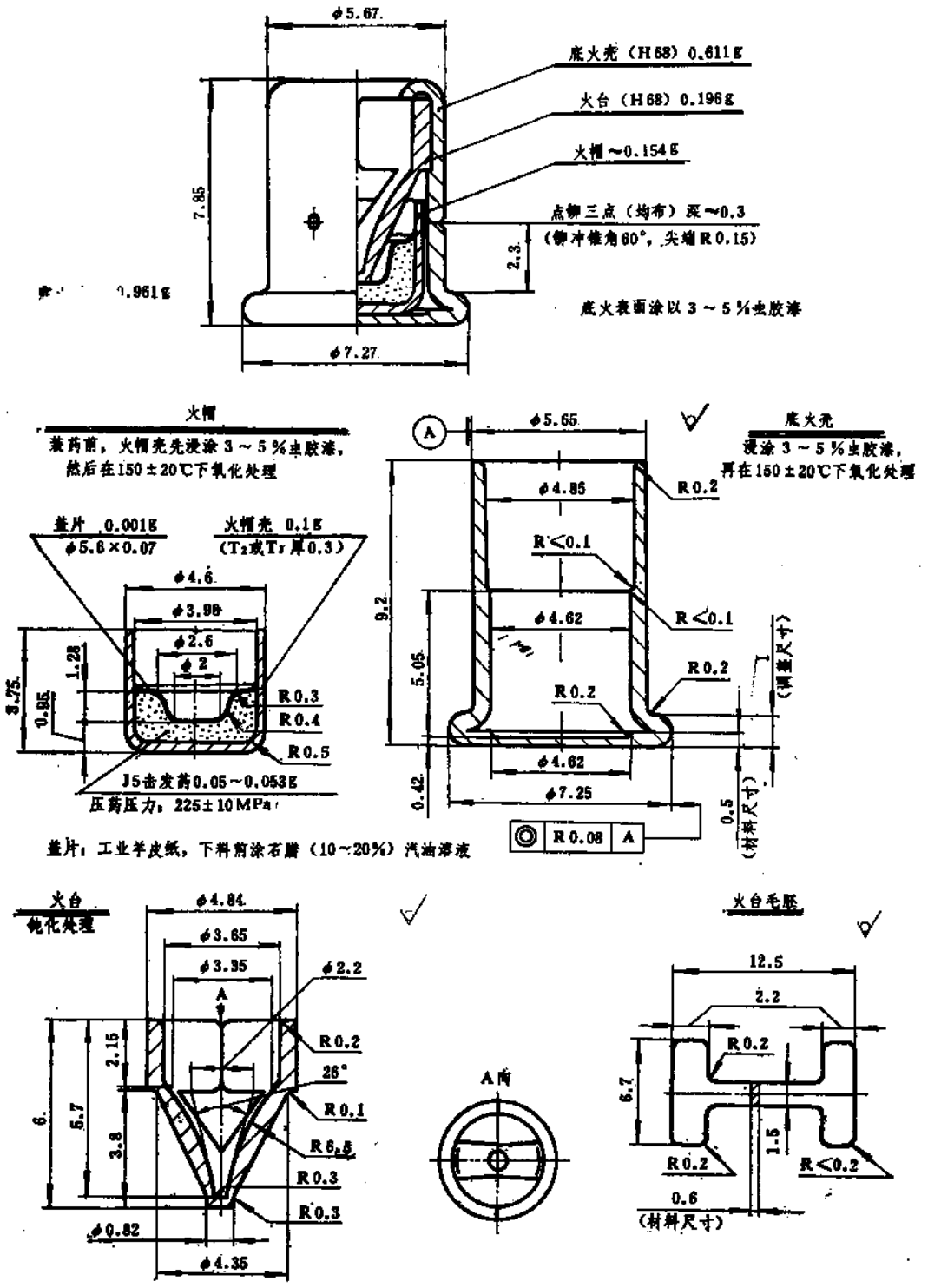


图4-5 底-6式底火
（WD324）

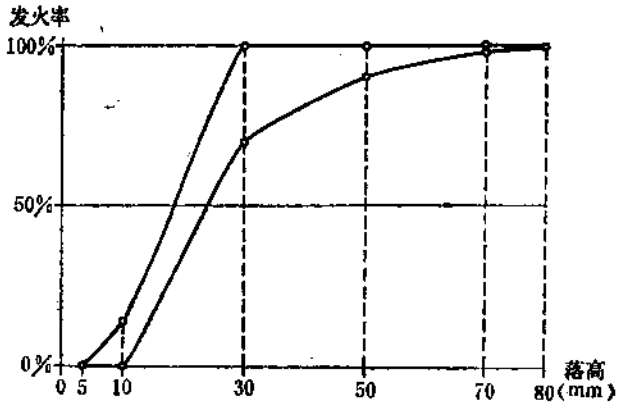


图4-6 底-6式底火撞击感度曲线

表4-12 底-6式底火装配质量

装配正确和点铆性	将火帽和火台放入底火壳内后进行收口时，抽查装配正确性： (1) 火帽在底火壳内串动者应不多于20% (2) 火台尖端应在火帽的纸盖片上留有印痕，但不应将纸盖片刺破 (3) 点铆后，火帽在底火壳内不允许串动
尺寸(mm)（量具检验）	(1) 底火高度：$7.85_{-0.2}$ (2) 底火体部直径：$\phi 5.67_{-0.06}$ （点铆后允许不大于$\phi 5.71$） (3) 底火底缘直径：$\phi 7.27_{-0.04}$ (4) 点铆高度(距底缘)：$2.3_{-0.1}$
外观（按标本）	不允许疵病： 裂纹，深皱纹，夹灰，夹层，锈蚀或脏污 允许疵病： 轻微划线，凹坑，点铆形成的划印等

2.3 验收规则和试验方法

2.3.1 验收规则

（1）底火批量：2～12万个

（2）抽样和检验

从交验批中抽取5个纸盒（不少于），从中抽1000个底火（或抽1500个底火，当作底火撞击敏感度曲线试验时），先作外观检验，合格后，再从其中分别抽样作尺寸、振动、落锤和射击试验等项试验。

除撞击感度曲线试验每10批抽试1批（但每月不少于1次）外，其他项目均为每批检验。

（3）检验项目、数量和复验规定见表4-13。

2.3.2 试验方法

（1）底火振动试验方法见表4-14

（2）底火落锤试验方法见表4-15

（3）底火射击试验方法见表4-16

表4-13 底-6式底火检验项目、数量和复验规定

项目		数量(发)	复验规定
外观		1000	—
尺寸		200	—
*振动试验		100	—
*落锤试验	上限(受潮后)	100	如瞎火和燃烧的总数超过允许百分率，以相同数量复验。两次合计，应不超过允许百分率
	下限	100	如出现1次发火或燃烧，以相同数复验，不应再有
	感度曲线	400	(1) 如上限高度出现1发瞎火或燃烧，或者下限高度出现1发发火或燃烧，或两者都有出现，则以相同数量复验该高度，复验结果应不再出现 (2) 如中间各点高度的发火率超过规定，以相同数量复验该高度，复验结果应不超过规定 (3) 当感度曲线试验结果不符合要求时，以后各批底火均需作感度曲线试验，直至连续3批都符合要求时，再恢复每10批抽试1批（每月不少于1次）
*射击试验		200	如瞎火（包括燃烧）或跑火台超过允许百分率，以相同数量复验。两次合计，应不超过允许百分率

* 底火试消率（带*项目）约为批量的0.4%～4.5%

表4-14 底-6式底火振动试验方法

试件安置	100个底火以半数口部向上，另半数口部向下，排列成一层，装在专用纸盒内（纸盒底预铺一张白纸），再将纸盒装入振动箱内。振动箱按落高150mm固定在振动机上板上。底火在纸盒内以及纸盒在振动箱内均应塞紧
振动与检查	在振动机（WU001，技术条件WJ231-77）上以60次/min的振频，持续振动2h后，检查底火有无发火、燃烧、撒出击发药或纸盖片脱落等疵病

表4-15 底-6式底火落锤试验方法

试件受潮	在水温为16～35℃、相对湿度不低于95%的受潮器中，静置受潮3h（仅对上限感度试验的底火进行）
落锤仪	炮弹底火火帽用落锤仪应符合图纸WU012，技术条件WJ638-72要求，所用辅助工具应符合图纸WU012FG规定。 落锤重量：307±1g
落高(mm)	上限（受潮后）80 下限 5 感度曲线5，10，30，50，70，80
操作	按落锤仪技术条件（WJ638-72）规定

表4-16 底-6式底火射击试验方法

试验弹装配	(1) 将底火装入82mm迫击炮弹基本药管($WD_{7,1}$，全长52$_{-1}$mm)的底火室内，装入深度为0～0.6mm，再将基本药管装入82mm迫击炮填砂弹中 (2) 填砂弹($WB_{8,1}$)的圆柱定心部直径为81.4$_{-0.1}^{0}$mm，圆柱定心部和尾翅定心部均不涂漆，弹重3.132±0.003kg（包括假引信）
使用武器装置	(1) 用82mm迫击炮($WA_{1,82}$)作滑膛发火性试验，炮管内径$82^{+0.07}$mm，允许炮口部30mm内和炮尾部180mm内的炮管内径为$82^{+0.1}$mm (2) 允许用模拟发火性试验仪（图纸$WU_{2,14}$，技术条件$WJ_{4,4}$-71）及其辅助工具（图纸$WU_{0,14}FG$）进行模拟试验，但对其发生质量争议时，以滑膛发火性试验仲裁
操作	(1) 每射击20发后，用干布擦净炮膛 (2) 其余按82mm迫击炮弹（填砂弹）射击规范

2.4 底-6式底火的火帽

2.4.1 验收技术要求

（1）火帽装用的J_5击发药按WJ612-67进行制造与验收。其成分为：

雷　汞（WJ615-67）（一级）35%

氯酸钾（WJ627-67）　40%

硫化锑（WJ624-67）　25%

（2）火帽的振动安全（振动试验）、撞击感度（落锤试验）和射击发火性装配在底-6式底火中进行试验，其要求按底-6式底火相应规定。

（3）火帽的尺寸和外观按表4-17

表4-17 底-6式底火火帽的尺寸和外观

尺寸(mm)（量具检验）	(1) 直径ϕ4.6$_{-0.2}$ (2) 高度 3.75$_{-0.4}$ (3) 药面高度0.95$_{-0.2}$
外观（按标本）	不允许疵病： (1) 纸盖片上压有击发药 (2) 纸盖片翘起 (3) 火帽外表面裂纹、深皱纹、夹杂、夹层、锈蚀、脏污 允许有疵病： (1) 火帽外表面有轻微划线或凹痕 (2) 火帽外表面有击发药形成的凹坑和黑点 (3) 纸盖片偏斜（未露出发药） (4) 纸盖片压破和轻微露药

2.4.2 验收规则和试验方法

（1）批量：5～15万个

（2）抽样：从交验批中抽取1000个火帽，先作外观检验，合格后，再从其中抽取火帽

作尺寸检验和射击发火试验。

（3）检验项目和数量

外　　观：　　1000个

尺　　寸：　　200个

射击发火性：　　100个

（4）射击发火性试验方法按底-6式底火射击试验相应规定。

§3　单、双星信号枪榴弹

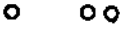
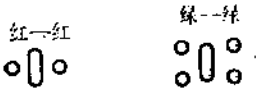
3.1　简图

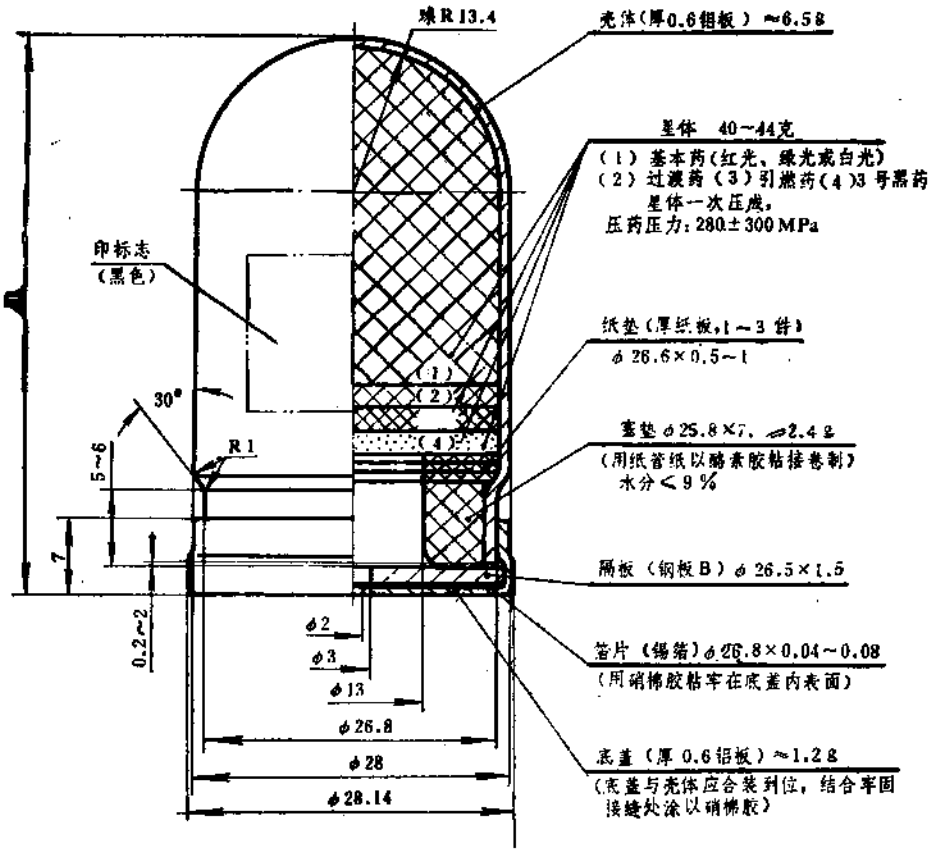
单星信号枪榴弹和双星信号枪榴弹以及单、双星信号弹包装筒的简图，分别见图4-7、4-8和4-9。

3.2　技术要求

3.2.1　单、双星信号枪榴弹的射击性能见表4-18。

表4-18　单、双星信号枪榴弹射击性能

配用武器	星种	光色及其识别标志（弹口端面凸包）	发光持续时间（s）不少于	射击高度（m）（85°～90°）不低于	夜间光色辨别距离（km）不少于
56式7.62mm半自动步枪（WQ300）	单星	红光　绿光  参见图4-9	8	160	12
发射筒 内径，$\phi 28.6^{+1.05}$ 专用空包弹（WQ_{Y1}）	双星	红—红　绿—绿 红—绿　红—白　绿—白  参见图4-9	6.5	120	12

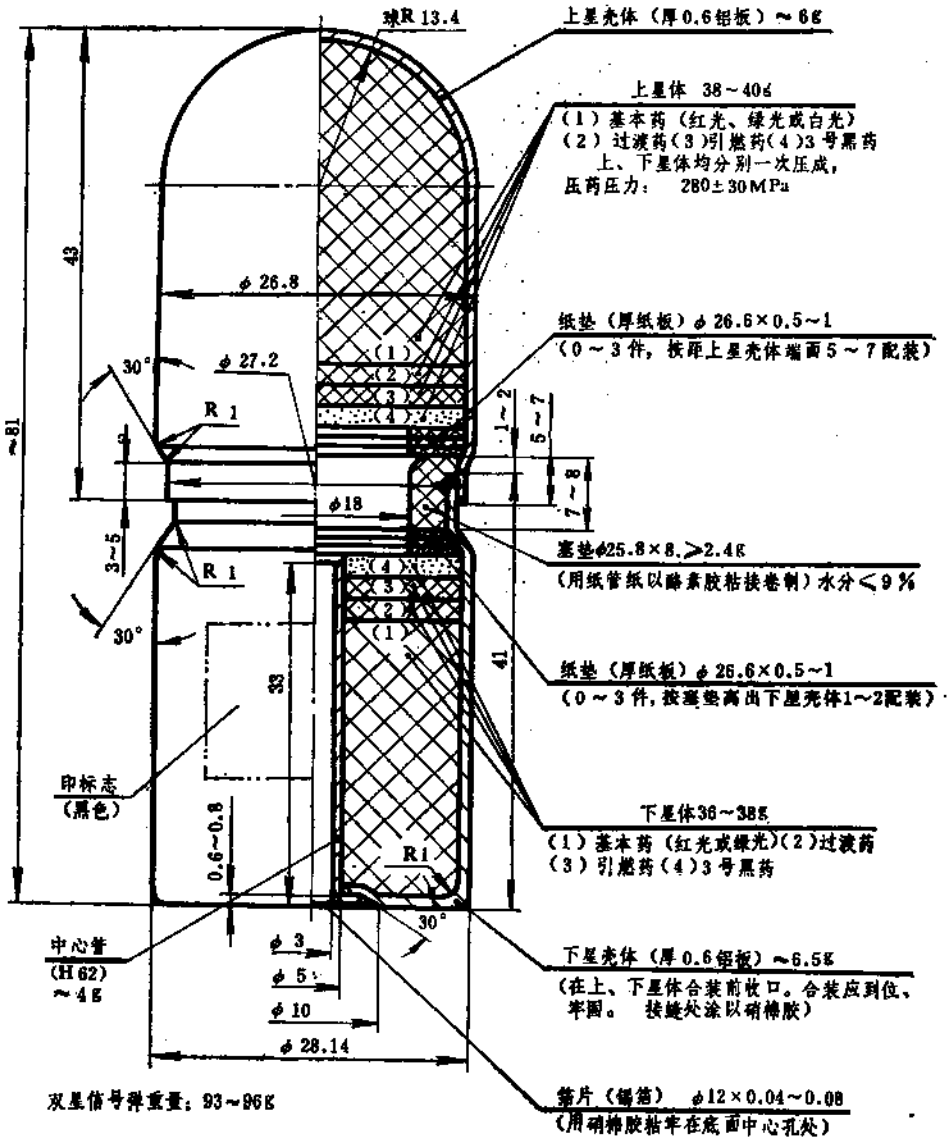


单星信号弹重量: 60~62 g

星体药剂用量

星体光色	药剂用量(g)			
	3号黑药	引燃药	过渡药	基本药
红光	1.5±0.5	1.5±0.5	2±0.5	35±5
绿光				39±5
白光				38±5

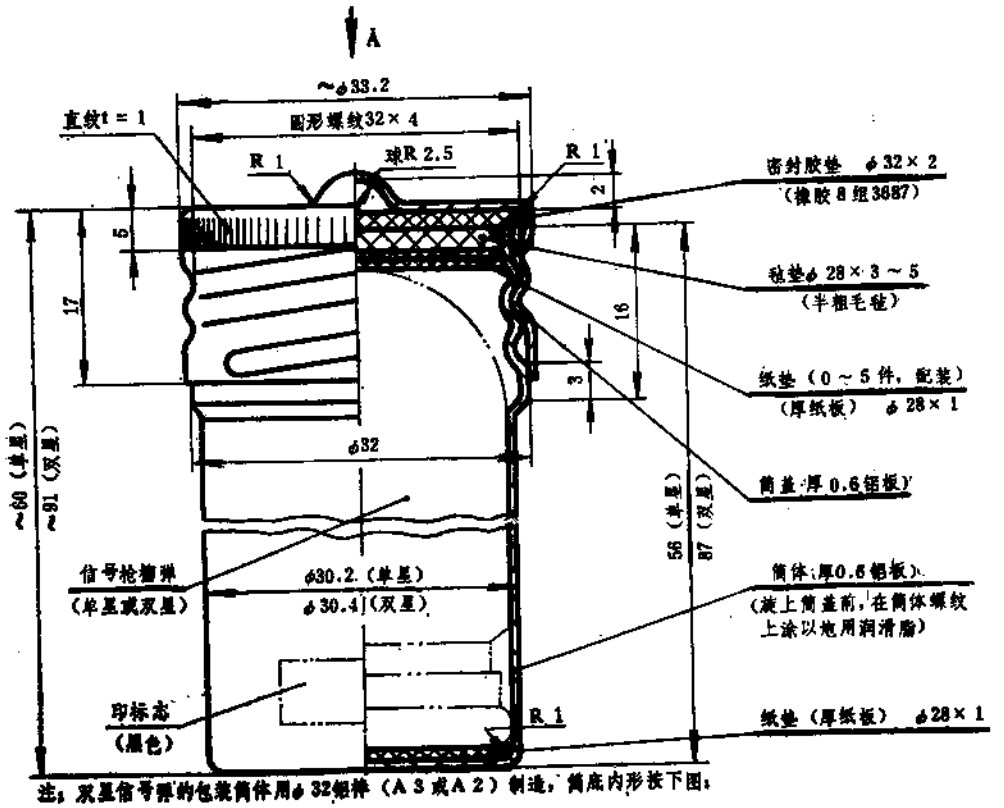
图4-7 单星信号枪榴弹
(WO602)



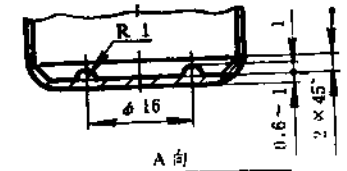
上、下星体药剂用量

星体光色	药剂用量（g）				
	3号黑药	引燃药	过渡药	上星体基本药	下星体基本药
红光	2±0.5	2±0.5	2±0.5	32±5	30±5
绿光				34±5	32±5
白光				33±5	——

图4-8 双星信号枪榴弹
（WO803）



注：双星信号弹的包装筒体用φ32铝棒（A3或A2）制造，筒底内形按下图：



识别标志（单星3种，双星5种）

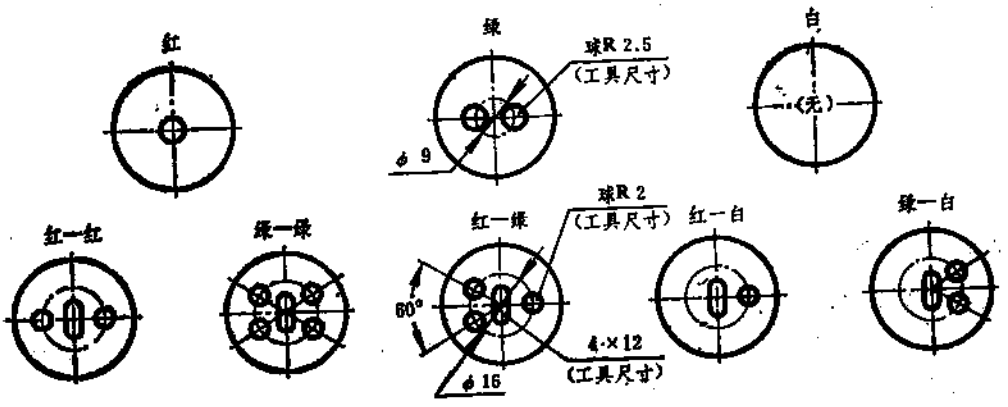


图4-9 单、双星信号枪榴弹包装筒

3.2.2 射击疵病见表4-19。

3.2.3 装配和包装质量见表4-20。

表4-19 单、双星信号枪榴弹射击疵病

射击疵病	允许百分率(%)
(1) 星体瞎火（单星的星体，双星的一个或两个星体）	1
(2) 星体燃烧时间短于规定，但不短于6s（单星）或5s（双星）；射高低于规定，但不低于140m（单星）或100m（双星）；星体落地燃烧；三者总数	8
(3) 星体在燃烧过程中分裂出火花，其燃烧时间：	
大于3s者	1
不大于3s者	不限

表4-20 单、双星信号枪榴弹装配和包装质量

正确性	(1) 装配应正确。壳体、星体和中心管等处不应有裂纹和其他影响性能的疵病。全形应符合要求〔检验筒内径为$\phi 28.4^{+0.05}$mm(允许磨损到ϕ28.46mm)，长度为100mm〕 (2) 包装应正确、牢固，并应与专用空包弹配套包装 (3) 标志应正确、清晰，并与光色相符
牢固性	(1) 经受振动试验的枪弹和包装筒，不得出现： 枪榴弹发火，单星的星体与底盖或双星的上、下星体松动，枪榴弹全形不符合要求，包装筒筒盖脱开 (2) 振动试验条件：振动试验机（WJ231-77） 落 高150±2mm 振 频60±1次/min 振时（持续）30min
密封性	(1) 包装筒 将包装筒横放在水中。水面高于筒20～30mm，水温15～25℃，保持24h，不得有水浸入筒内 (2) 包装铁匣 在内、外压力差为0.1atm下，保持30s应不漏气

3.3 验收规则

（1）枪榴弹批量：10080～20160发。

（2）每批枪榴弹检验项目：外观、尺寸、振动试验、射击试验、包装密封性等。其中夜间光色辨别试验每10批抽试1批（至少）。

（3）复验规定：振动发火、射击光色不符等影响使用性能的严重疵病，不允许复验。外观、尺寸和射击疵病等超过允许百分率，以相同数量复验。

包装筒密封性不符合要求，加倍数量复验。

包装铁匣密封性不符合要求，以相同数量复验。

3.4 上、下星体药剂成分配比

见表4-21

表4-21 单、双星信号枪榴弹上、下星体药剂成分配比

药剂	成分	配比（%） 红光（上、下星体）	绿光（上、下星体）	白光（上星体）
基本药	硝酸锶	58±3	—	—
	硝酸钡	—	63±3	61±3
	镁粉（FM1-3）	19±2	15±2	—
	六氯苯	16±2	17±2	—
	虫胶（配成虫胶漆）	7±1	—	7±1
	酚醛树脂（配成酚醛树脂漆）	—	5±1	—
	2号钝化镁粉（镁粉FM1-2内加硬脂酸3%钝化处理）	—	—	32±2.5
过渡药用基本药	硝酸钡	—	60±3	59±3
	镁粉（FM1-3）	—	14±2	35±2.5
	酚醛树脂（白光配成酚醛树脂漆）	—	6±1	6±1
	聚氯乙稀树脂	—	20±2	—
	精馏酒精（外加）	—	6±1	—
引燃药	硝酸钾	75±1	75±1	82±3
	镁粉（FM1-3或FM1-4）	10±1.5	10±1.5	3±1
	酚醛树脂	15±2	15±2	15±2
	精馏酒精（外加）	5～8	5～8	5～8
过渡药	基本药	50	—	—
	过渡药用基本药	—	50	50
	引燃药	50	50	50

注：①药剂应混合均匀，无肉眼可见的杂质和结块现象。药剂表面不得有油迹。

②药剂水分和挥发分含量应不大于0.75%。

§4 11mm Ⅰ型救生信号弹

4.1 用途

11mm Ⅰ型救生信号弹系供航空、航海等人员救生联络之用。

4.2 配用武器及其诸元

见表4-22

表4-22　11mmⅠ型救生信号弹配用武器及其诸元

配用武器	光色及其识别标志				发光持续时间(s)不少于	射高(m)不少于	光色辨别距离(km)不少于
	识别标志	光色					
		红光	绿光	黄光			
11mm救生信号枪	●昼间识别标志	红色弹体	绿色弹体	黄色弹体	6.5	90	7
	●夜间识别标志	弹体下部一个缺口	弹体下部两个缺口	弹体下部无缺口			

● 昼间识别标志系将弹体（弹壳和压盖）全部染成与光色相同的颜色

● 夜间识别标志系在弹体下部开有2×1.5×0.5mm的缺口，便于手摸，参见图4-11

4.3 简图

11mmⅠ型救生信号弹及其弹壳与火帽的简图分别见图4-10，4-11，4-12。

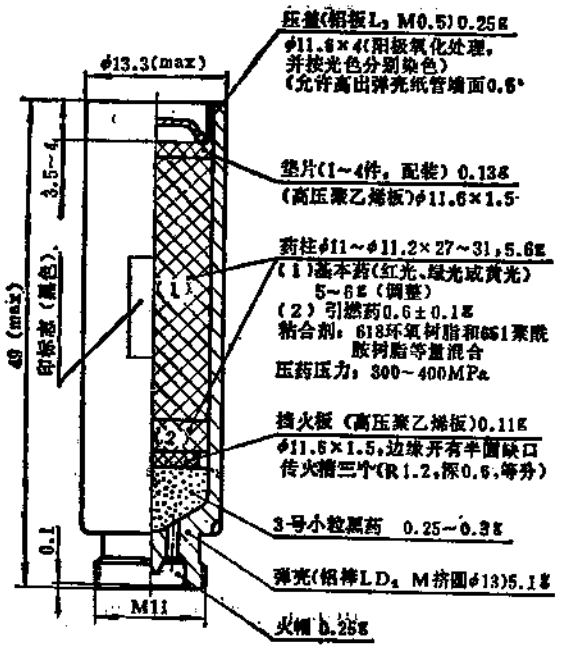


图4-10　11mmⅠ型救生信号弹
(WB435)

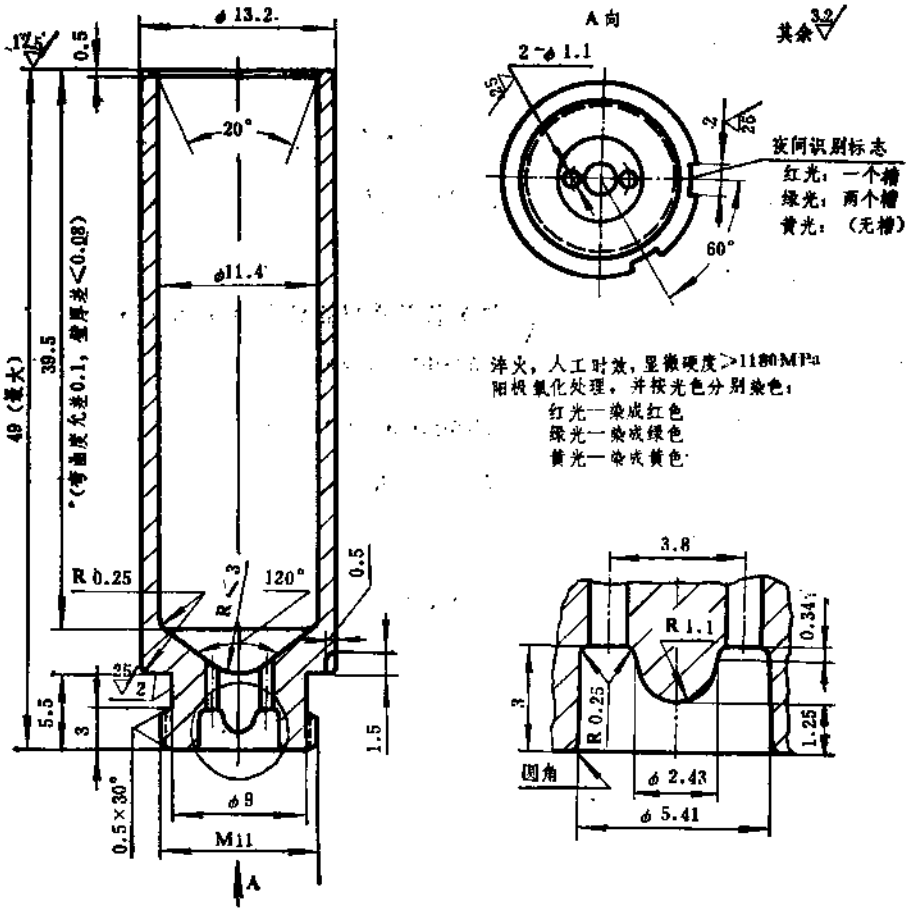


图4-11　11mm Ⅰ型救生信号弹弹壳

(WB435)

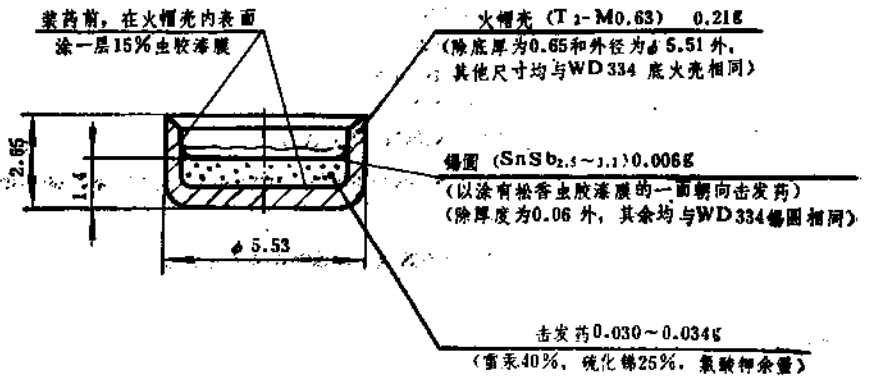


图4-12　11mm Ⅰ型救生信号弹火帽

(WB435)

4.4 技术要求

4.4.1 对弹的要求

（1）射击性能和射击疵病见表4-23

（2）装配和包装质量见表4-24

4.4.2 药柱的成分和燃烧性能见表4-25

表4-23 11mm Ⅰ型救生信号弹射击性能和射击疵病

射击性能	(1) 药柱燃烧时间（从击发枪弹到药柱在空中燃烧完全熄灭的总时间）应不少于8.5s	
	(2) 射高应不低于90m	
	(3) 光色辨别距离（距发射点的地面直线距离）应不少于12km	
	疵病名称	允许百分率（%）
射击疵病	(1) 药柱出枪口炸裂或弹壳炸裂	不允许
	(2) 药柱未点燃	1
	(3) 药柱在燃烧过程中分裂出火花，其燃烧时间：	
	大于2s者	1
	不大于2s者	不限
	(4) 药柱落地燃烧；	
	药柱燃烧时间少于6.5s但不少于4.5s；	
	射高低于90m但不低于70m；	
	三者总数	8
	(5) 一次击发瞎火，二次击发发火	2
	(6) 二次击发瞎火	1

表4-24 11mm Ⅰ型救生信号弹装配和包装质量

正确性	(1) 装配应正确，无影响性能的严重疵病
	(2) 火帽装入深度应符合0.10～0.25mm规定
	＞0.25mm或高出弹壳底缘平面者不允许
	＜0.10mm但不高出弹壳底缘平面者可以允许
	(3) 用塑料盒和木箱包装。包装应正确、牢固
	(4) 标志应正确、清晰，并与光色相符。光色与标志不合者不允许
密封性	将枪弹浸入水温高于弹温（以室温代表）30～25℃的水中，保持5min，如有气泡从弹内排出，即为密封性不良。密封性不良的枪弹允许不超过5%
牢固和安全性	经受振动试验的枪弹不允许：枪弹发火，火帽脱落，压盖脱落或药柱断裂
	振动试验条件：●
	振动试验机（WJ231-77）
	落高 150±2mm
	振频 60±1次/min
	持续振动时间 15min

● 用于装配信号弹的火帽振动试验要求：在表4-24的振动条件下持续振动4s，不允许有爆炸或燃烧的疵病出现。

表4-25　11mm Ⅰ型救生信号弹药柱成分和燃烧性能

项目		红光		绿光		黄光	
基本药成分（%）		硝酸锶	32±3	硝酸钡	48±3	硝酸钡	47±3
		高氯酸钾	17±2	高氯酸钾	14±2	硝酸钠	12±2
		镁粉（FM1-3）	25±3	镁粉（FM1-3）	10±2	镁粉(FM1-3)**	33±3
		镁粉（FM1-4）	7±2	镁粉（FM1-4）	10±2	粘合剂*	8±1
		六氯苯	11±1	六氯苯	10±1		
		粘合剂*	8±1	粘合剂*	8±1		
引燃药成分（%）		硝酸钾	82±3	酚醛树脂	15±2		
		镁粉（FM1-4）	3±1	精馏酒精（外加）	5～8		
光色	波长（μm）>	610		500～560		570～600	
	纯度（%）>	70		70		70	
	光强度(国际烛光)>	4000		1500		9000	
燃烧性能		①药柱未点燃或药柱分裂的火花燃烧时间>2s者，不允许					
		②落地燃烧和空中燃烧时间<6.5s但≮4.5s者（总数），允许不超过1/50					

* 粘合剂用618环氧树脂和651聚酰胺树脂等量混合制成。

** 允许用镁粉（FM1-4）代替镁粉（FM1-3），以调整燃烧时间和增强点燃基本药的能力。

§5　79式21mm拉发信号弹

5.1　主要诸元

本弹（以下简称信号弹）系发射筒与包装筒"合一"的火箭拉发信号弹，其主要诸元见表4-26

表4-26　79式21mm拉发信号弹主要诸元

诸元	指标	注
射高（星光体）	不低于　180m	射角（发射筒与地平面）80°～90°
辨色距离	不小于　10km	夜间
星光体燃烧时间	不小于　8s	指弹在空中点燃星光体至烧完熄灭的总时间
总重	105～115g	

5.2　简图

79式21mm拉发信号弹及其零、部件的简图分别见图4-13～图4-23。

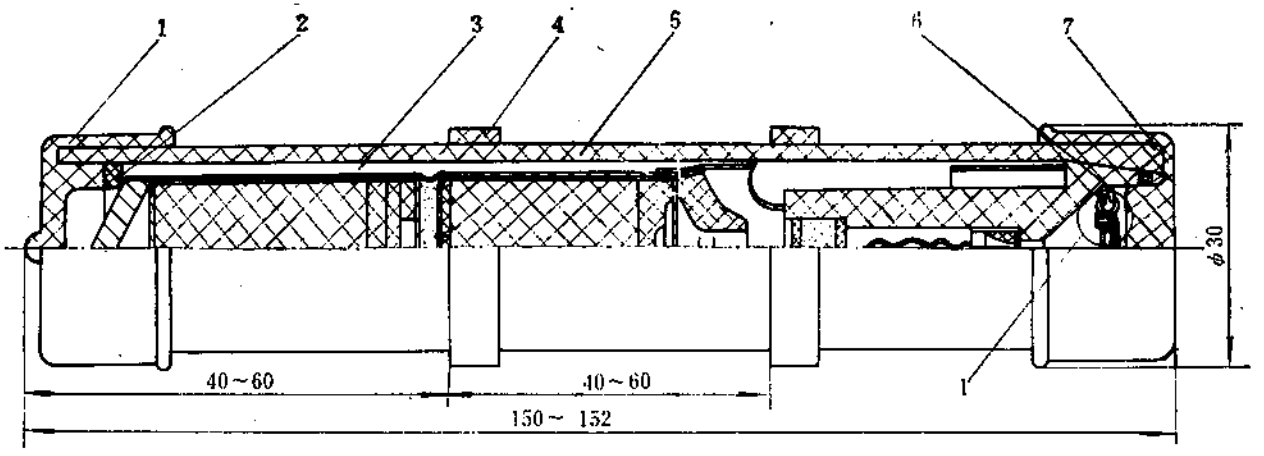


图 4-13　79式21mm拉发信号弹（WO617）

1.上盖(0-1)；2.粘垫(0-2)；3.半备信号弹(0-01)；4.防滑套(0-5)；5.发射筒(0-05)；6.拉火绳(0-09)；7.下盖(0-4)。

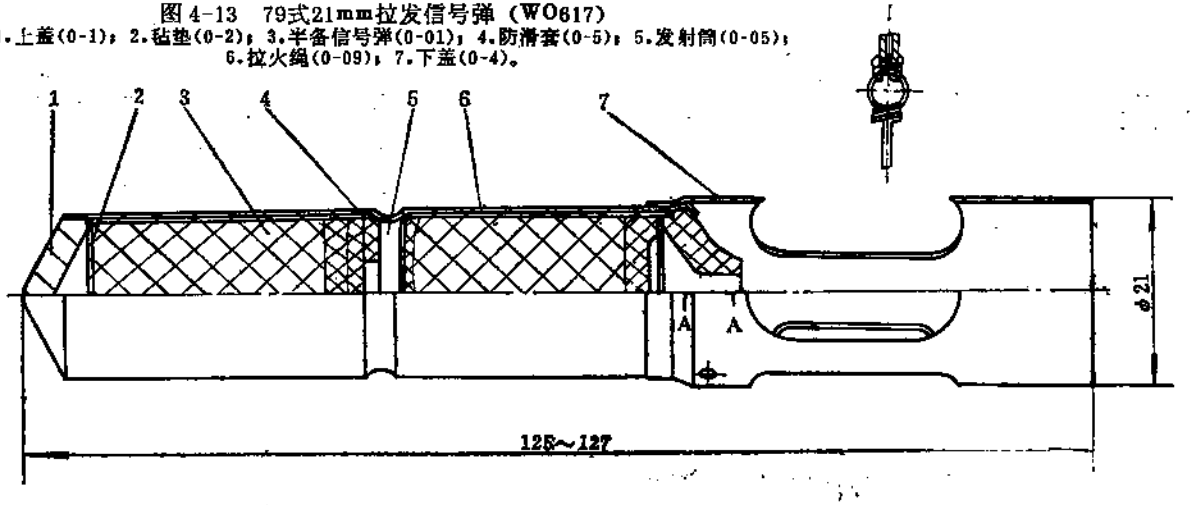


图 4-14　半备弹（0-01）

1.纸垫(0-6)；2.泡沫塑料垫(0-7)；3.星光体(0-8)；4.隔垫(0-04)；5.3号小粒黑药(WJ561-67)；6.发动机(0-02)；7.尾翼(0-9)。



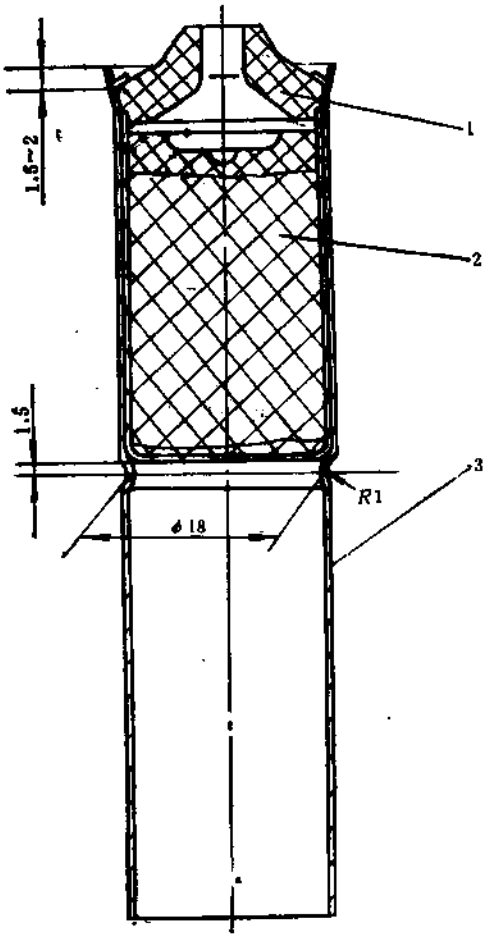


图 4-15　发动机（0-02）

1.喷嘴(0-10)；2.推进剂装药(0-03)；3.壳体(0-11)。

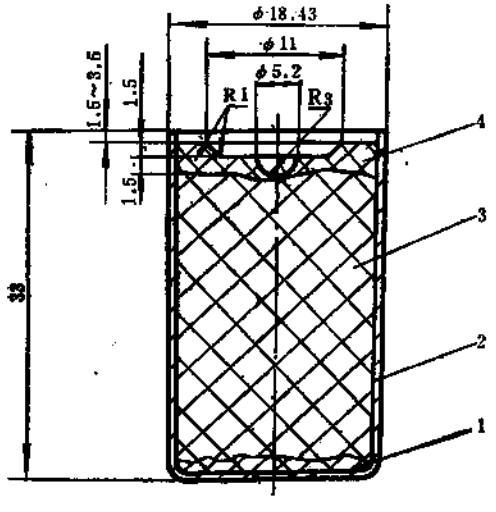


图 4-16　推进剂装药（0-03）

1. 2 号和 3 号小粒无硫黑药(Q/GA107-84)；
2.推进剂壳(0-12)；3.推进剂；4. 3 号小粒黑药(WJ561-87)。

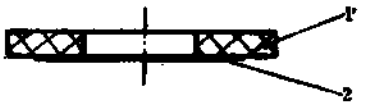


图 4-17　隔垫（0-04）

1.毡圈(0-13)；2.纱布垫(0-14)

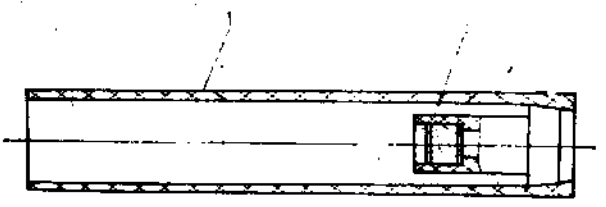


图 4-18　发射筒（0-05）

1.发射筒体(0-15)；2.发火件(0-05)。

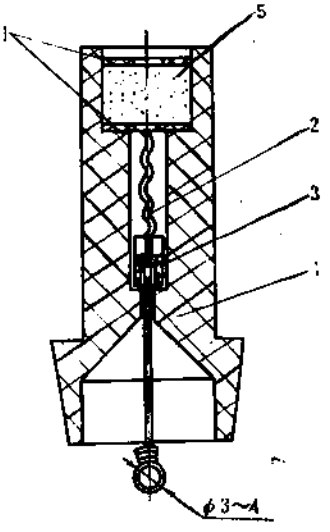


图 4-19　发火件（0-06）

1.绸隔垫(0-07)；2.拉火丝(0-18)；3.拉火帽(0-08)；
4.火帽座(0-19)；5. 3 号小粒黑药(WJ561-87)。

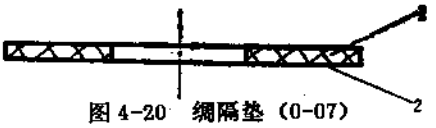


图 4-20　绸隔垫（0-07）

1.垫圈(0-16)；2.绸垫(0-17)。

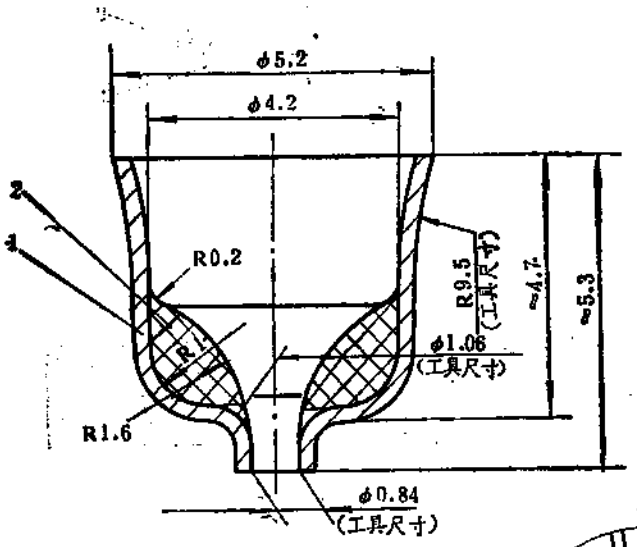
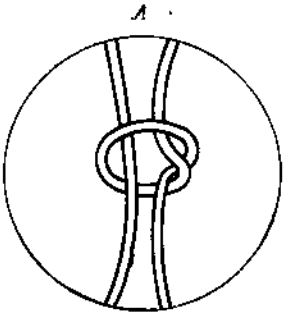


图 4-21 拉火帽 (0-08)

1.拉火帽壳(0-20) 2.发火药。



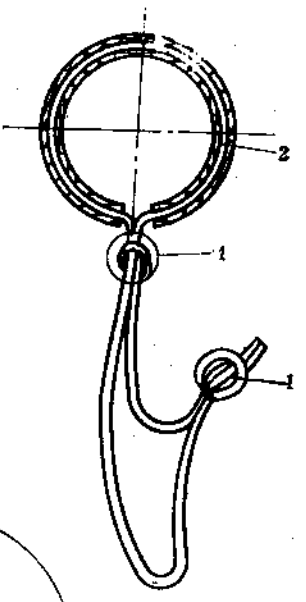


图 4-22 拉火绳 (0-09)

1.锦纶股绳 (Q/ZG4637-65)

2.塑料管(0-3)。

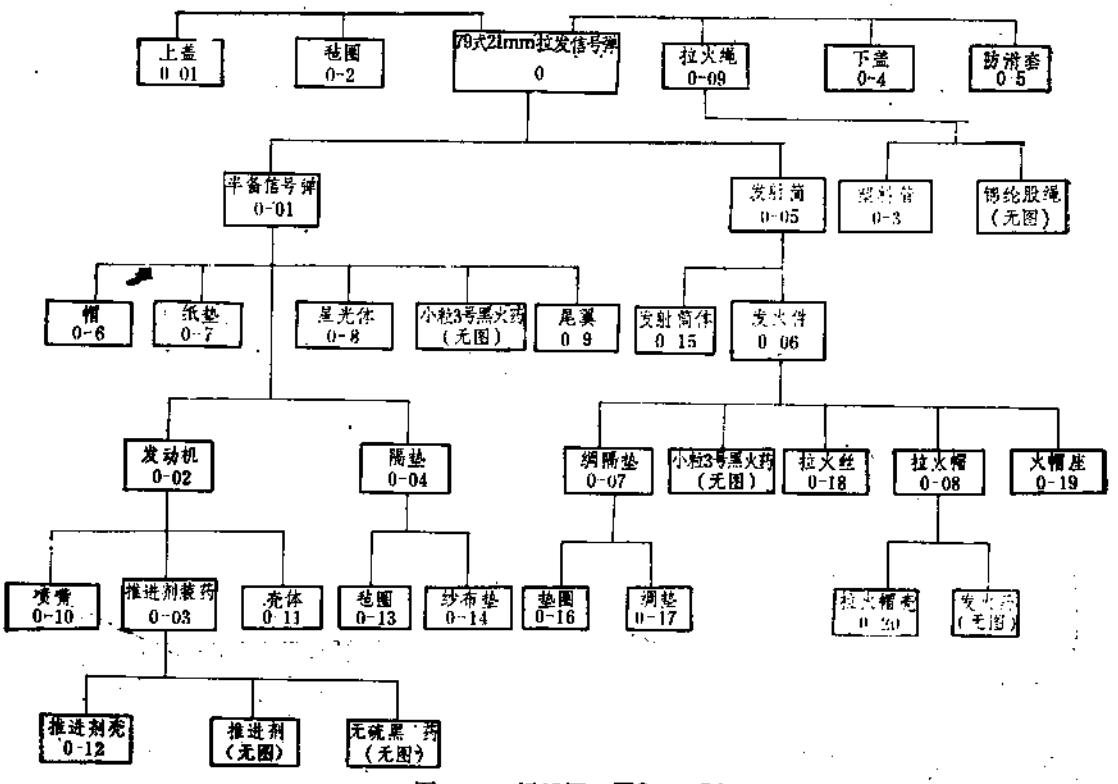


图 4-23 标记图 (WO617-BJ)

5.3 技术要求

5.3.1 总的要求

（1）信号弹制造应按上级批准的产品图（WO617）、技术条件(WO617JT)和依据它们编制的工艺规程进行生产。

（2）制造信号弹用的主要原材料和半成品，应符合产品图、技术条件及规定的技术标准，并需有制造厂的合格证。如原材料来源固定，质量稳定，可根据合格证生产，若有怀疑，可进行全部或部分项目的复验。

（3）制药、压药与装配工房的相对湿度不超过35～70%，温度应在15～35℃范围内。

5.3.2 主要零部件要求见表4-27

5.3.3 星光体药剂要求见表4-28

5.3.4 星光体要求见表4-29

5.3.5 推进剂要求见表4-30

5.3.6 推进装药要求见表4-31

5.3.7 部件装配要求见表4-32

5.3.8 允许推进剂与星光体药剂的性能试验及推进剂装药与星光体的性能试验合并举行。对非药剂本身产生的瞎火不计，如数补试。

表4-27 主要零部件要求

序号	零部件名称（代号）	要求
1	尾翼（0-9）	（1）三筋处直径允许局部扩大，但不超过φ21.47m/m （2）允许有可以修整的毛刺，修整后尺寸应符合 $\phi 20.8_{-0.084}$ 和不大于φ21.47mm的要求 （3）允许有由于冲孔造成的轻微毛刺 （4）允许三筋宽窄不一致，但不超过1.5mm
2	喷嘴（0-10）	允许修理由于模具造成的飞边和毛刺，但不得损坏喷嘴的基本形状和尺寸
3	发射筒体（0-15）和火帽座（0-19）	发射筒体和火帽座应按产品图和“发射筒体、火帽座技术条件”制造与验收。进厂时，每批抽1%做下列检验： （1）外　观 （2）发射筒体强度，不得低于1.5MPa强度检验时，若有一发不合格，此批发射筒体退生产厂重新检验后再交验 （3）每批发射筒和火帽座从中抽取1%的样品，放入四氯化碳溶液中浸泡2min后，进行应力检验，不得开裂
4	拉火帽(0-08)	每批拉火帽经外观、振动（试验条件见表4-29的注）后与外观检验合格的拉火丝(0-18)组装成50个发火件（0-06）进行发火试验，应100%发火并点燃黑药，如有一个瞎火或未点燃黑药，应加倍复试，不得再有
5	壳体（0-11）、尾翼、推进剂壳（0-12）	镀锌质量应符合镀锌技术条件（Wl540-82）规定。为提高防腐能力，零件表面允许涂适当浓度的虫胶漆
6	零条编批量	（1）壳体、尾翼、喷嘴按不少于5000个编批 （2）拉火丝、拉火帽按10000～50000个编批

表4-28 星光体药剂要求

序号	项目	要求
1	水分和挥发分	
	(1) 药剂用原料的水分	不大于0.5%
	(2) 引燃药及基本药的水分和挥发分	不大于0.65%
2	外观	引燃药和基本药应配制均匀，无外来杂质和硬块
3	编批检验	药剂以每班生产的量编为一批
	(1) 外观	
	(2)水分与挥发分	
	(3) 成分分析	引燃药和基本药首次或停产半年以上生产时的前三批以及有异常现象的批应做成分分析
	(4) 性能试验	在每批药剂的不同部位抽取试样，压制星光体，装成50发信号弹，作射击试验，燃烧性能应符合下列要求： (1) 不准有星光体瞎火 (2) 星光体燃烧时间低于8s，但不低于6.5s，不超过1个 (3) 不准有星光体在燃烧过程中分裂出燃烧时间大于2s的火花 注：射击试验不合格可复试。复试不合格，退生产车间返修，重新交验时加倍试验
	(5) 基本药色纯度的测定 (首次或停产半年以上再生产时，前3批应测色纯度，生产稳定后，每10批至少测1次。当改变原材料产地或超差调整药剂配比时，应测色纯度)	按“烟火药制品火焰色度测定法(Q/GA106～84)”进行，每种火色测10发 红光药剂：波长(μm) 610以上；色纯度(%) 不低于75；光强度(国际烛光) 不低于9000 绿光药剂：波长(μm) 500～560；色纯度(%) 不低于45；光强度(国际烛光) 不低于4200

表4-29 星光体要求

序号	项目	要求
1	编批	同一批基本药压制的星光体编为一批，即星光体与基本药批号相同
2	每批星光体检验：	
	(1) 外观	(1) 允许引燃药药面有轻微石墨、油迹，总面积不超过引燃药药面面积1/5，且不集中于药面中心 (2) 允许引燃药药面边缘有不超过药面周长1/5、深度不超过1mm的药剂崩落
	(2) 尺寸和重量	
	(3) 射击试验	每批星光体抽50个装成信号弹，经振动试验（试验条件，见注）后，做射击试验，燃烧性能应符合表4-28序号3中第(4)款性能试验的要求。若不合格，可复试，复试不合格，此批星光体退生产车间返检后，重新加倍试验，如再不合格，不准使用
3	振动试验	在振动试验机（WJ231-77）上以落高150m、频率60次/min、振时15min等条件进行

表4-30 推 进 剂 要 求

序号	项 目	要 求
1	水分和挥发分	不大于1%〔用于压制推进剂装药的黑药和推进剂（加滑油的黑药）〕
2	外 观	应混合均匀，无杂质和硬块
3	每批检验：	推进剂以每班生产量编为一批
	(1) 外 观	
	(2) 水分和挥发分	
	(3) 性能试验	在每批推进剂的不同部位抽取试样，按产品图压制推进剂装药（0-03），装成50发信号弹做射击试验，应符合以下要求： (1) 推进剂装药无瞎火 (2) 允许有一发星光体射高低于180m，但不低于160m 注：射击试验不合格，可复试。复试不合格，此批推进剂退生产车间返修后，重新加倍试验。

表4-31 推 进 剂 装 药 要 求

序号	项 目	要 求
1	编 批	用同一批推进剂压制的推进剂装药编为一批，即压制的推进剂装药与所用推进剂的批号相同
2	外 观	(1) 推进剂装药药面不许有浮药和脏物 (2) 允许有： ①少量因擦拭模具造成的推进剂表面的轻微油迹和石墨 ②不大于药面面积1/5、深度不超过1mm的推进剂崩落 ③壳体外表面有不影响性能的退模擦痕。
3	射击试验	从每批推进剂装药中抽取50个装成信号弹作射击试验，应符合表4-30序号3中第(3)款的性能要求 射击试验不合格，可复试，复试不合格，不准使用

表4-32 部 件 装 配 要 求

项 目	要 求
1 发火件（0-06）	(1) 火帽座（0-19）内不得有未装、反装、双装的火帽 (2) 绸隔垫（0-07）与火帽座（0-19）接缝处涂的过氯乙烯防潮漆，不得流入垫圈（0-10）小孔的绸垫（0-17）上 (3) 合装时，应保证拉火丝（0-18）的蘸药部分不与拉火帽（0-08）的药面接触
2 发射筒（0-05）	(1) 发射筒体（0-15）与发火件粘合时，两端面不得有粘合剂堆积，但允许清除多余的粘合剂 (2) 发射筒体与发火件粘合后应固化牢固
3 发动机（0-02）	(1) 喷嘴（0-10）与推进剂装药（0-03）、壳体（0-11）之间的装配应垂直到位。壳体经翻边收口卡紧后，组装件不得窜动，收口处不得有缝隙、裂口和由于收口压力过大使喷嘴下陷 (2) 卡壳体固定推进剂装药时，不得卡在推进剂壳（0-12）上，但允许在卡紧模分瓣处的壳体上有卡紧印痕
4 半备弹（0-01）	(1) 装入发动机的3号小粒黑药（WJ561-67）应均匀平铺在推进剂装药底面上。所用黑药的水分不得大于1%
	(2) 装入的隔垫（0-04），应使隔垫的纱布面对黑药，隔垫的毡圈孔处的纱布不得被粘

（续）

项　　目	规　　格
	接剂盖住 （3）装入星光体，应使其有引燃药的一端靠着隔垫 （4）泡沫塑料垫应平整地装入壳体，上面涂一层浓度为4%的虫胶漆，再装入一个纸垫，纸垫上面按产品光色分别涂以红、绿色过氯乙烯防潮清漆。允许纸垫低于端面0.5mm （5）尾翼按图装配，装尾翼后，半备弹长度不得超过121～122.5mm （6）半备弹装成后，应能顺利进入同轴度量规做“合膛”检验 （7）半备弹装入发射筒，盖好上下盖后，不得上下窜动 （8）用于装配的黑药水分不大于1%
5 信号弹的标记与包装	（1）信号弹应按批准的产品图和包装图涂印标记和装盒、装箱 （2）信号弹每5000～10000发编为一批（不包括试验消耗数）。但试制批和年生产的尾批数量可适当增减

5.4 产品验收规则

5.4.1 经工厂验收合格后的产品，附交验单及有关文件，成批交订货代表验收。性能试验由军、厂双方共同取样进行。

5.4.2 检验项目和数量见表4-33

5.4.3 试验方法和要求见表4-34

表4-33 79式21mm拉发信号弹检验项目和数量

序号	项　　目	试　样　来　源　和　数　量
1	包装箱： （1）质量和标记 （2）装箱质量和装箱正确性	从交验批中抽1～5%的包装箱检验
2	包装盒： （1）密封性 （2）标签和标记正确性	从本表1项的检验合格产品中抽取不少于25盒的数量检验
3	信号弹外观	同　上
4	振动试验 （1）安全性 （2）分解检验	从振动试验后的产品中抽25发。
5	射击试验*	从本表2、3项检验合格的产品中抽25发和本表4项振动试验后剩余的75发，组成射击试验样品组(100发)
6	光色辨别距离试验	首批生产每种光色试验不少于10发（生产稳定后，每10批至少试验一次；原材料产地变更或超差调整药剂配比时，必须试验）

* 首次生产或停产半年以上再生产时，前3批产品应在高温（50±2℃）、低温（-40±2℃）下保温24h后进行射击试验。生产稳定后，每10批至少做一次高、低射击试验，数量各100发

表4-34　79式21mm拉发信号弹试验方法和要求

项	目	方法和要求	疵病（不合格）处理
1	包装箱	按产品图（WO617）和技术条件（WO617JT）要求	退回返检，重新交验
2	包装盒 （1）密封性 （2）标签、标记正确性	把盒放入水中，捏盒，不得漏气	加倍复试 退回返检，重新交验
3	信号弹外观	按产品图和技术条件要求	按规定及协商处理
4	振动试验 （1）安全性 （2）正确性	试验条件按表4-29中序号3规定 不准有发火现象 分解检查： （1）黑药水份不得超过1% （2）不准缺件 （3）星光体不准断裂 （4）发火件中的黑药掉出，推进药装药药面崩落、其他疵病超过规定 注：允许发火件中黑药和抛星光体的黑药药量超差，但不超过图定公差的1/4 （5）外观疵病	 不得复试 不得复试 不得复试 不得复试 复　试 商　定
5	射击试验	在无烟雾、雨、雪和地面风速不超过4m/s的常温条件下，按信号弹使用说明书的射击方法要求进行 （1）信号弹未发生作用（包括拉火丝断，火帽瞎火，推进剂未被点燃）及星光体瞎火总数不超过2% （2）星光体燃烧过程中分裂出燃烧时间大于2s的火花，不超过1% （3）星光体燃烧时间不足8s但不少于6.5s，射高不足180m但不低于160m和落地燃烧三者之和不得超过4% （4）不准交验与光色不符、发射筒与推进剂装药爆炸的产品	不合格时，应加倍对不合格项进行复试。
6	光色辨别距离试验	试验应在夜间无烟雾条件下进行 辨别人员视力应正常。可与本表第5项合并进行，其结果应符合表4-28序号3(5)的要求	

5.5　产品的保管与运输

5.5.1　经订货代表检验合格的信号弹，应成批储存在干燥的火工品库房内。

5.5.2　信号弹应按火工品运输规则进行运输。

第五章 运 动 枪 弹

§ 1 7.62mm转轮手枪弹

1.1 简图

7.62mm转轮手枪弹简图见图5-1

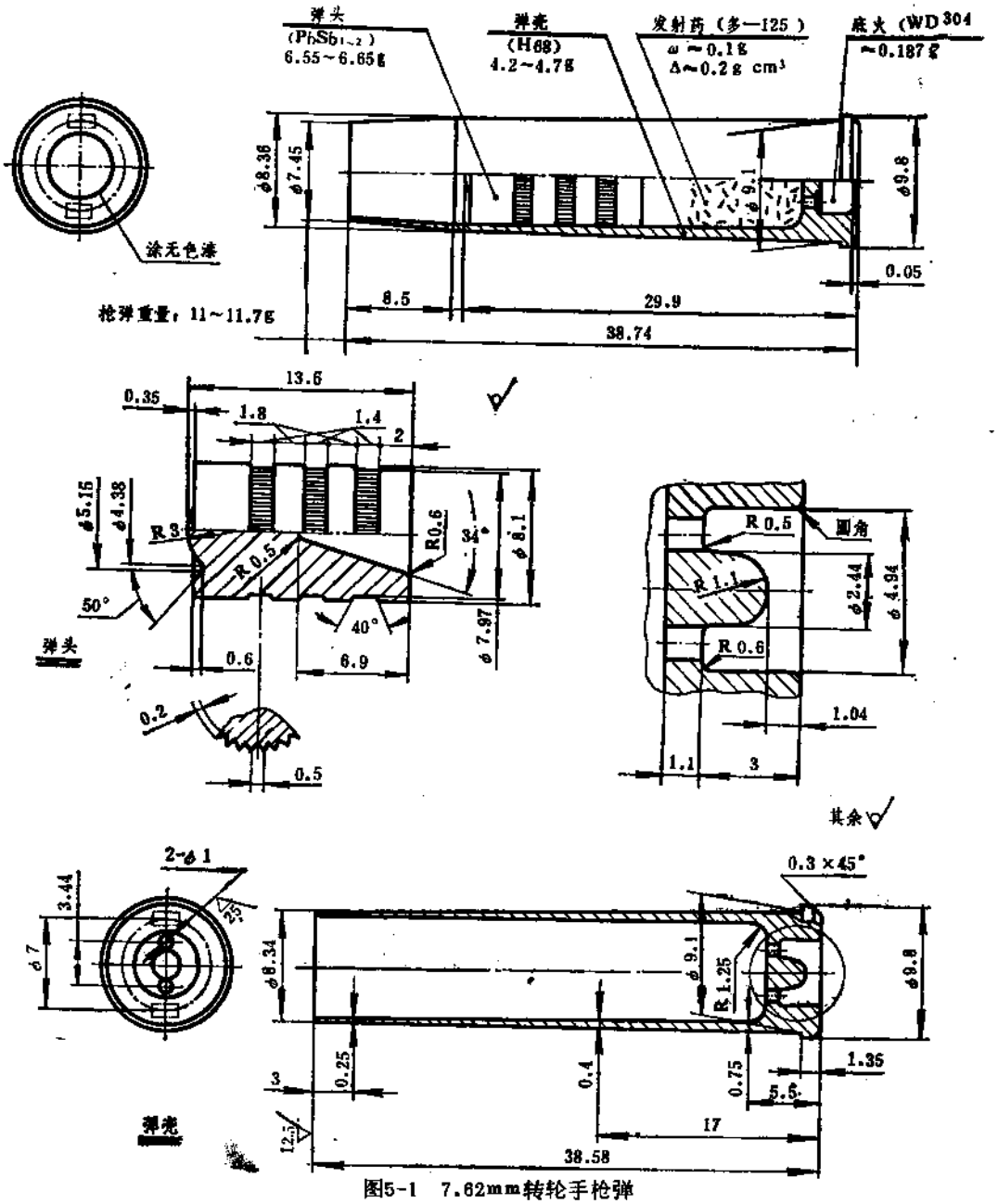


图5-1 7.62mm转轮手枪弹

(WO 003A)

1.2 技术要求

供射击比赛用的7.62mm转轮手枪弹，按其散布精度分为比赛级和专用级。

1.2.1 总的技术要求

（1）枪弹在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）枪弹在射击使用时，应保证其射击性能。

1.2.2 验收技术要求

（1）射击性能见表5-1

（2）射击疵病见表5-2

（3）装配质量见表5-3

（4）外观疵病见表5-4

表5-1 7.62mm转轮手枪弹射击性能

射击性能		比赛级	专用级
精度D100（cm） （射距25m）	平均值$\overline{D}_{100}$≤	3	4
	单靶值D_{100}≤	4	5.5
初速v_{10}(m/s) （20℃ 760mmHg）	平均值$\overline{v}_{10}$	170～190	
	差值Δv_{10}	≤20	
最大膛压p_m(MPa) （20℃）	平均值$\overline{p}_m$		
	最大值$p_{m\,max}$		
	最小值$p_{m\,min}$		

表5-2 7.62mm转轮手枪弹射击疵病

射击疵病	允许百分率（%） 比赛级	专用级
不允许疵病		
（1）迟发火	—	—
（2）弹头留膛		
（3）弹壳横断		
（4）弹壳底缘或距底缘5mm以内的体部纵、横裂纹		
允许疵病		
（1）退壳困难，但用退壳杆冲击壳口不超过三次能退壳者不计	—	1
（2）瞎火	—	0.5
（3）底火脱落	0.1	0.1
（4）底火击穿漏烟（但只穿而不漏烟者不计）	0.3	0.3
（5）底火周围漏烟（但只有一处，长度不超过圆周长1/4者不计）	2	2
（6）距底缘5mm以外的弹壳体部：		
横裂缝	0.2	0.2
纵裂缝	0.5	0.5
（7）距弹壳口部12mm以内的斜肩和体部纵、横裂缝	1	1
（8）弹壳拉薄印痕	不限	不限

注：由于枪械原因引起的射击疵病，不算枪弹疵病

表5-3 7.62mm转轮手枪弹装配质量

项目	基本规格	放宽规格	
		范围	允许（%）
枪弹长度	38.40～38.74	38.30～38.84	5
枪弹全形	符合枪弹全形规和联用量规（2mm）	能进入最小弹膛	5
弹头装入深度（距壳底）（mm）	28.50～29.90	28.20～30.20	8
底火装入深度（mm）	0.05～0.20	0～0.25	7
弹壳口部直径(mm)	7.33～7.45	7.30～7.48	6
弹壳斜肩下部直径（mm）	8.30～8.36	8.25～8.40	5
弹壳体部起点直径(mm)	9.04～9.10	9～9.12	4
弹壳底缘直径(mm)	9.55～9.80	9.45～10	6
弹壳底缘厚度(mm)	1.15～1.35	1.10～1.40	4
弹头重量(g)	在6.55～6.65范围内，相差应不超过0.05。按实际平均重量的偏差应不超过±0.025	按实际平均重量的偏差≤±0.045	4
装药量偏差（按规定装药量）(g)	≤±0.003	≤±0.005	6

表5-4 7.62mm转轮手枪弹外观疵病

外观疵病	允许（%）	
	比赛级	专用级
（1）底火反装、脱落、松动、损坏成高出弹壳底缘平面	不允许	不允许
（2）装药中有砂子、油脂物或过重金属屑（>0.02g）	不允许	不允许
（3）装药量偏差>±0.005g	不允许	不允许
（4）弹壳穿孔或裂缝	不允许	不允许
（5）无传火孔	不允许	0.1
（6）只有一个传火孔，传火孔带有金属屑	各1	
（7）有3～4个传火孔（总数）	2	
（8）在弹头底部和弹壳内壁粘附药粒（重不超过0.04g），而其余装药能自由倒出	4	
（9）有不大于标本的绿斑	0.2	
（10）允许有不大于标本的下列疵病：	—	
弹壳夹灰，砂眼，皱折，压痕，凹痕，线痕等机械损伤；		
弹壳底缘不正，平底不良		
弹壳附有铅皮		
轻微污垢，各种颜色斑点（绿斑除外）		
弹头顶端凹痕		
底火中心凸起、边缘残缺、周围挤出铜屑等		

1.3 验收规程

1.3.1 枪弹批量不超过5万发

1.3.2 检验项目和数量见表5-5

1.3.3 复验和补验见表5-6

表5-5 7.62mm转轮手枪弹检验项目和数量●

项目		数量（发）		检验内容
		工厂	订货代表	
外观、尺寸		500	500	全数检验外观，标志和重量。然后取其中250发检验长度，全形，弹头装入深度，底火装入深度和弹壳口部、斜肩下部、体部起点各处直径，并抽验弹壳底缘直径和厚度
*拔弹		30	30	弹头外观，重量，装药量，传火孔
*射击试验	测速	10		同一靶的精度试验用弹应在同一纸盒中抽取
	测压	10		
	精度	100		
	弹壳强度	100		
检验总数		1280		（约占批量2.6%）
试验耗弹总数（带*项目）		280		（约占批量0.6%，其中射击试消率约为0.4%）

● 从10匣中取出19盒，分项抽取试验弹。

表5-6 7.62mm转轮手枪弹复验和补验

项目	初验	复验和补验
外观	某种疵病超过允许百分率	加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）
尺寸	某项尺寸偏差超过允许百分率	加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率
拔弹后各项	疵病或尺寸偏差超过允许百分率	按适合允许百分率的数量补验该项，补验到规定数量后，应不超过允许百分率
弹道性能和精度	不符合规定	加倍数量（分两组）复验该项，复验结果应符合规定（弹道性能平均值按两组总平均计算，精度按两组分别计算）
射击疵病	某种射击疵病超过允许百分率（按全部射击总数统计）	按适允许百分率的数量补射，补验到规定数量后，应不超过允许百分率（补射用原枪按原射击条件进行）

1.4 试验方法

1.4.1 精度试验方法见表5-7

表5-7　7.62mm转轮手枪弹精度试验方法

射击规范	（1）用符合要求的7.62mm转轮手枪紧固在精度枪架上进行射击 （2）试验前，先射击 2～3 发温枪弹，然后射击校靶弹（用已验收合格的枪弹），校正射击条件（每次射 2 靶），符合要求后再正式试验 （3）试验弹应在15～30℃下，保温不少于 2 h （4）共射10靶。每靶的10发不改变瞄准和任何射击条件 （5）测量每靶的D_{10}，并计算10靶的$\overline{D}_{10}$ （6）精度圆直径按相距最远两个弹孔的中心距离确定（圆内包括所有弹孔的中心）
鉴定射击	当试验弹精度不符合规定时，用校靶弹进行鉴定射击 2 靶（按原枪与原射击条件）： （1）如鉴定射击不符合要求，原试结果不算，重新固定原枪重新校靶后进行重射（如经三次重新校靶仍不符合要求，则需换枪） （2）如鉴定射击符合要求，原试结果有效。

1.4.2　弹壳强度试验

用符合要求的7.62mm转轮手枪装在枪架上进行射击，并统计射击疵病。

1.5　零、部件尺寸要求

见表5-8

表5-8　7.62mm转轮手枪弹零、部件尺寸要求

项目	基本规格	放宽规格	
		范围	允许%
弹头直径（mm）	8.05～8.10	8.03～8.12	4
弹头长度（mm）	13.36～13.60	13.31～13.65	2
弹壳长度（mm）	38.38～38.68	38.33～38.63	3
弹壳全形	符合弹壳全形规和联用量规（2mm）	符合极限全形规（可加荷重5kg）	—
弹壳底火室直径（mm）	4.94～4.99	4.92～4.94 4.94～5.01	4 0.2
弹壳底火室深度（mm）	3～3.18	2.95～3 3.13～3.18	5 7
弹壳火台深度（mm）	1.04～1.17	1.01～1.04 1.17～1.20	6 5
弹壳壁厚（mm）（距口3mm处）	0.20～0.25	0.18～0.27	5

1.6　包装和标志要求

见表5-9

表5-9 7.62mm转轮手枪弹包装和标志

	包装器材	代号	枪弹数量（发）	包装方法	包装重量(kg)
包装	纸盒	WO063AZH	40	弹头向下插在方格纸板中	0.5
	铁匣	WT505	800（20盒）	纸盒分两层放置，封盖密封	10
	木箱	WT504	1600(2匣,40盒)	匣盖朝上，钉箱盖后，用护带和封扣钳封	24
铁匣密封性检验	（1）工厂和订货代表共同进行，抽验匣数为10%（但不少于2匣） （2）不允许有严重漏气疵病。轻微漏气者允许不超过5%。（在压力差为0.12atm或91mmHg下，铁匣在水中有气泡出现，但汞柱在30s内下降不超过2mm者为轻微漏气）				
包装标志	（1）在每个匣内和箱内各放一张检验卡片，注明该批枪弹的名称、级别以及精度、初速、膛压等射击试验记录 （2）在铁匣匣盖面上和木箱两个帮板外侧标明以下内容的标志： 枪弹简号〔7.62转(运动)〕，弹壳材料〔(铜)〕，枪弹级别〔比赛或专用〕，枪弹发数〔每箱：1600发，或每匣：800发〕，发射药品号〔多-125〕、批号〔例如1/75〕和药厂代号，枪弹批号、制造年份和弹厂代号，全重（只在木箱上标明）				

§2 5.6mm运动步枪弹、手枪弹

2.1 简图

5.6mm运动步枪弹(竞赛弹和普通弹)和5.6mm运动手枪弹（竞赛弹）的简图分别见图5-2和5-3。

2.2 技术要求

2.2.1 总的技术要求

（1）枪弹在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）在射击中不应因枪弹的疵病致使枪械损坏或发生故障。

2.2.2 验收技术要求

（1）射击性能见表5-10。射击疵病见表5-11

（2）枪弹尺寸见表5-12

（3）外观疵病见表5-13

2.3 验收规则

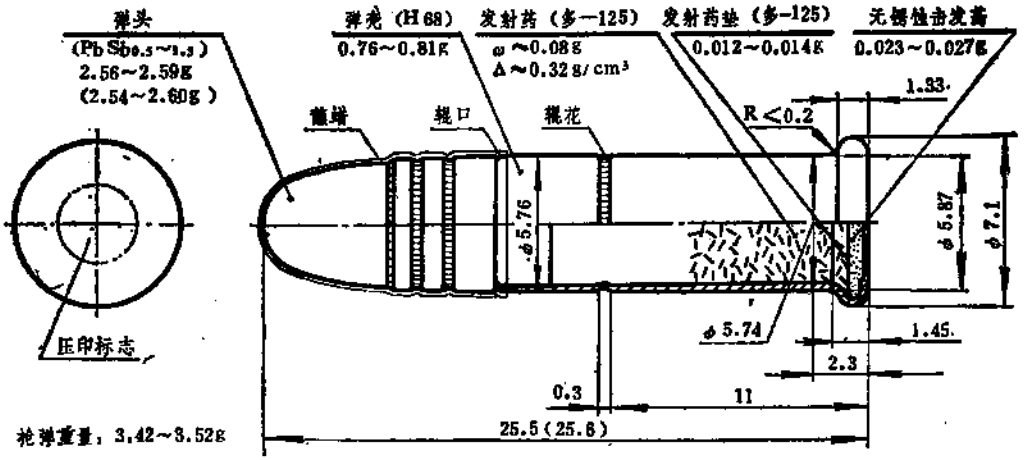
2.3.1 枪弹批量见表5-14

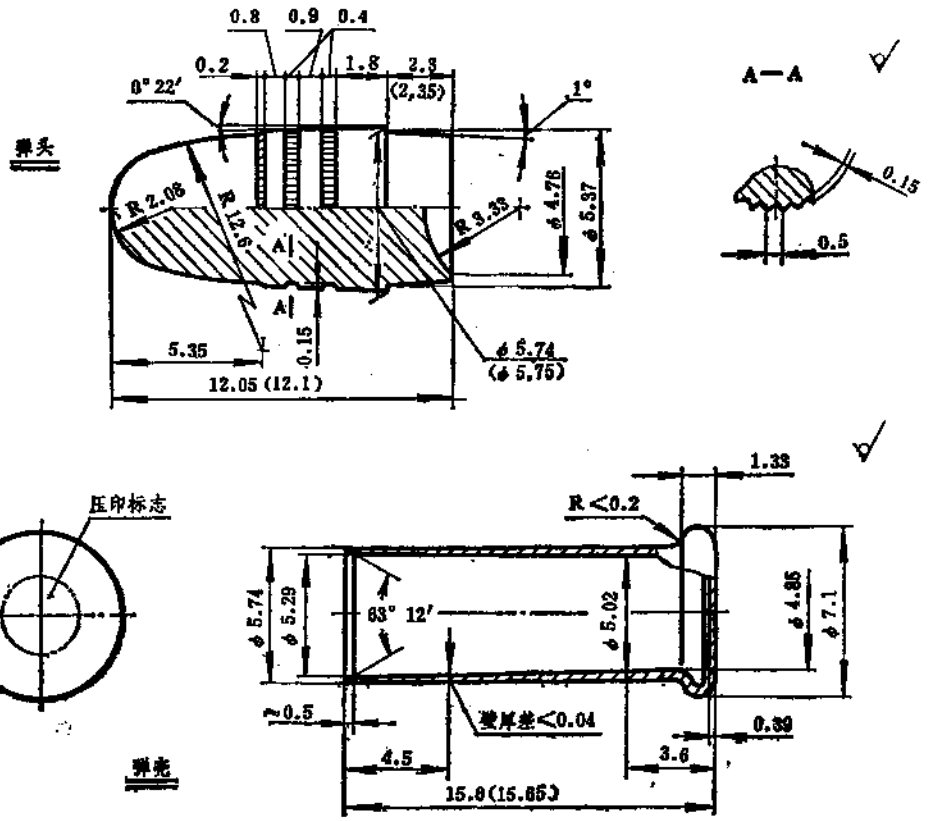
2.3.2 检验项目和数量见表5-15

2.3.3 复验和补验见表5-16

2.3.4 成批枪弹检验合格后，继续包装并进行包装检验和最后验收。

2.3.5 竞赛弹按其验收时实际达到的级别(比赛级或专用级)进行验收。不符合竞赛弹要求、但符合普通弹要求的枪弹批，可改作普通弹验收。





注：括号内的尺寸系普通弹（WO 406A）的尺寸

图5-2 5.6mm运动步枪弹

竞赛弹（WO405A）

普通弹（WO405A）

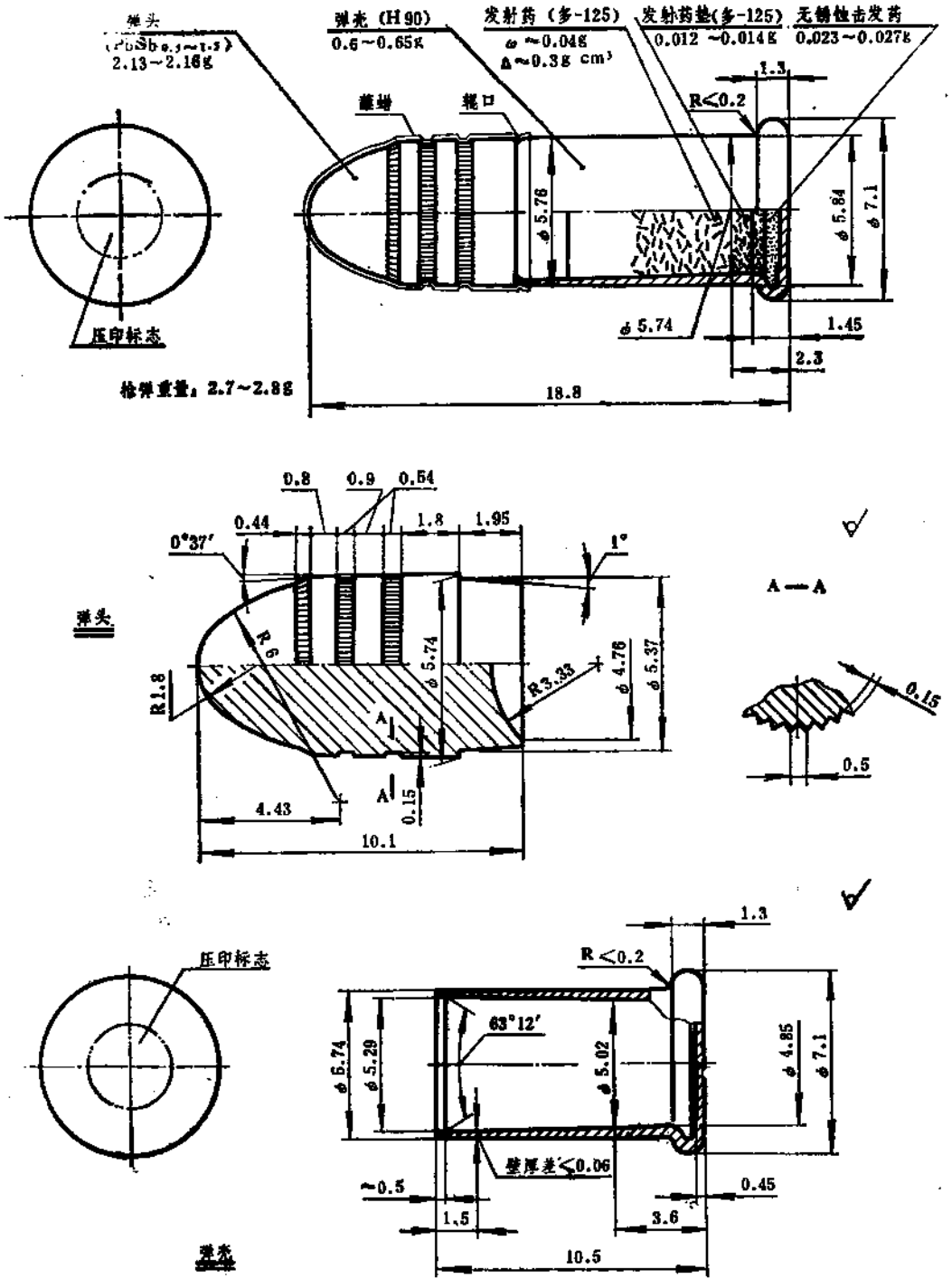


图 5-3　5.6mm运动手枪竞赛弹
(WO407A)

表5-10　5.6mm运动步枪弹、手枪弹射击性能

弹别		精度D_{100}(cm)					初速v_{15}(m/s)		最大膛压 p_{max}, (MPa)≤
		$\bar{D}_{100}$≤	D_{100}≤	射距(m)	靶数×每靶发数	使用枪械	$\bar{v}_{15}$	Δv_{15}≤	
步枪竞赛弹	比赛级	1.5	1.8	50	10×10	专用竞赛步枪	302～342	20	127
	专用级	1.8	2.3						
步枪普通弹		5	—	50	5×20	专用步枪	300～340	20	127
手枪竞赛弹	比赛级	2.5	3.5	25	10×10	东风牌竞赛手枪	210～240	35	39
	专用级	3	4						

注：当手枪竞赛弹精度不符合专用级要求时，如其$\bar{D}_{100}$不大于3.5cm，单靶D_{100}不大于5cm，该批枪弹可作练习弹使用，但其数量不应超过季度计划的15%。

表5-11　5.6mm运动步枪弹、手枪弹射击疵病

射击疵病	允许百分率(%)				
	步枪竞赛弹		步枪普通弹	手枪竞赛弹	
	比赛级	专用级		比赛级	专用级
弹头留膛	不允许	不允许	不允许	不允许	不允许
弹壳底缘破裂					
弹壳底缘上、下方裂缝或距底缘2mm以内的弹壳体部裂缝					
退壳困难，需用通条通出者	0.25	0.5	2	不允许	0.25
瞎火	0.25	0.5	1	不允许	0.25
击窝处击穿	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
距底缘2mm以外的弹壳体部纵、横裂缝（总数）	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5
弹壳口部纵裂缝（距口不超过3mm）	0.5	0.5	1	1	1

注：由于枪械原因引起的射击疵病不算为枪弹疵病。

表5-12　5.6mm运动步枪弹、手枪弹尺寸

项目		步枪竞赛弹（比赛级和专用级）		步枪普通弹		手枪竞赛弹（比赛级和专用级）	
		规格范围	允许(%)	规格范围	允许(%)	规格范围	允许(%)
枪弹长度（mm）	基本	25～25.50	—	24.80～25.60	—	18.30～18.80	—
	放宽	24.90～25.60	2	24.65～25.75	3	18.20～18.90	2
枪弹重量（g）	基本	3.42～3.52	—	3.42～3.52	—	2.70～2.80	—
	放宽	弹重不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限	弹重不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限	弹重不合，但其零、部件和装药量符合要求	不限
弹壳底缘厚度（mm）	基本	1.15～1.33	—	1.15～1.33	—	1.15～1.30	—
	放宽	1.12～1.36	2	1.12～1.36	4	1.12～1.33	2
弹壳底缘直径（mm）	基本	6.80～7.10	—	6.80～7.10	—	6.80～7.10	—
	放宽	6.70～7.15	2	6.70～7.15	4	6.70～7.15	2
拔弹力（kgf）	基本	6～25	—	6～25	—	6～25	—
	放宽	4～30	10	4～30	10	4～30	10
装药量偏差(g)（按实际平均装药量）	基本	≤±0.002	—	≤±0.003	—	≤±0.002	—
	放宽	≤±0.004	5	≤±0.005	8	≤±0.004	5
		＞±0.004	不允许	＞±0.005	不允许	＞±0.004	不允许
弹头重量（g）	基本	2.56～2.59	—	2.54～2.60	—	2.13～2.16	—
	放宽	2.54～2.60	2	2.53～2.61	5	2.11～2.18	2
弹壳壁厚差（mm）	基本	≤0.04（距口4.5处）	—	≤0.04（距口4.5处）	—	≤0.06（距口1.5处）	—
	放宽	≤0.06（距口4.5处）	10	≤0.06（距口4.5处）	5	≤0.08（距口1.5处）	10
弹头弹径部直径（mm）	基本	5.71～5.74	—	5.70～5.75	—	5.70～5.74	—
	放宽	5.69～5.76	2	5.68～5.77	3	5.68～5.76	1
枪弹全形	基本	符合枪弹全形规	—	符合枪弹全形规	—	符合枪弹全形规	—
	放宽	在荷重4kg下符合者	5	在荷重4kg下符合者	5	在荷重4kg下符合者	2
		在荷重4kg下仍不符合者	不允许	在荷重4kg下仍不符合者	不允许	在荷重4kg下仍不符合者	不允许
弹壳体根部直径（mm）		≤5.87	—	≤5.87	—	≤5.84	—

表5-13　5.6mm步枪弹、手枪运动弹外观疵病

外观疵病	允许百分率(%)		
	步枪竞赛弹	步枪普通弹	手枪竞赛弹
弹头抖动脱落，弹壳穿孔或裂缝，无击发药、无发射药，弹壳内表面有腐蚀性污垢	不允许	不允许	不允许
（1）未辊口，但拔弹力符合要求	0.5	0.5	0.2
（2）辊口不良（按标本）*	—	3	—
（3）枪弹外表面轻微污垢、颜色斑点（绿斑除外）、（按标本，总数）	—	10	—
（4）弹头未蘸蜡	0.2	1	0.2
（5）弹头蘸蜡不完全	0.5	3	0.5
（6）弹头滚花不正、辊带擦伤（按标本，总数）	—	1	—
（7）弹头缺尖（按标本）	—	2	—
（8）弹头轻微压凹、深线痕（按标本，总数）	—	5	—
（9）弹壳口部（与弹头接触的部位）纵裂缝，但拔弹力符合要求（按标本）	—	0.2	—
（10）弹壳口部堆铅，但不影响尺寸（按标本）	—	0.5	—
（11）弹壳缺口、口部倾斜（按标本，总数）	0.2	1	—
（12）弹壳体部皱褶、皱纹、压痕（按标本，总数）	3	3	—
（13）弹壳底部麻点和体部夹灰（按标本）	—	各2	—
（14）弹壳底缘压凹和体部线痕（按标本）	—	各3	—
（15）弹壳底部压凹（按标本）	—	1	—
（16）弹头尾部和弹壳壁上粘附药粒，重量在±0.003～±0.008 g（步枪竞赛弹）或±0.004～±0.008g（步枪普通弹）或±0.002～±0.004g（手枪竞赛弹）以内，但其余发射药能自由倒出（重量不超过下限者不限制）	0.5	0.5	0.5
（17）无发射药垫	0.5	0.5	0.5
（18）发射药垫不完整	1	1	1
弹头松动，但拔弹力符合要求；弹头尖端小毛刺（不大于标本）；弹头第一条和第三条花带不显著（但此批枪弹精度合格）	不限	不限	不限

* 凡注明“按标本”的疵病，制定大、小两个标本。大于大标本者不允许，小于和等于小标本者不限制。但对于无允许百分率的竞赛弹，只适用一个小标本，即小于或等于小标本者不限制。

表5-14　5.6mm运动枪弹批量

弹别	步枪竞赛弹	步枪普通弹	手枪竞赛弹
枪弹批量（万发）	1.8～6	12	1.8～6
木箱数量（个）	3～10	20	3～10

表5-15　5.6mm运动步枪弹、手枪弹检验项目和数量

项目		步枪弹（发）		手枪弹（发）		注
		工　厂	订货代表	工　厂	订货代表	
外观、标志		1000	1000	500	500	①尺寸、重量和拔弹的检验用弹，均从外观检验后的枪弹中抽取 ②各项尺寸用验收量具检验 ③重量用工业天秤逐个秤量 ④“拔弹”的检验内容为：拔弹力.装药量，弹头重量，弹壳内表面
重量	竞赛弹	(200)	(200)	(500)	(500)	
	普通弹	(400)	(400)	—	—	
长度、全形、弹壳底缘厚度		(300)	(300)	(200)	(200)	
弹壳底缘直径，弹壳体部直径，弹头弹径部直径		(200)	(200)			
*拔　弹		(50)	(50)	(50)	(50)	
*射击试验	初　速	10		10		每5批（竞赛弹）或每10批（普通弹）测试1批。当换用发射药批号或停产超过半个月再复产时，也要测试
	最大膛压	10		10		
	精　度	100		100		同一靶精度试验用弹应在同一纸盒内抽取
	弹壳强度	100		100		
检验总数		2220		1220		约占批量(%) 步枪竞赛弹　步枪普通弹　手枪竞赛弹 3.7～12.3　1.8　2～6.7
试验耗弹总数（带*项目）		320		320		0.5～1.8　0.3　0.5～1.8
射击试验耗弹数		220		220		0.4～1.2　0.2　0.4～1.2

表5-16　5.6mm运动步枪弹、手枪弹复验和补验

项　目	初　验	复　验　和　补　验
外　观	某种疵病超过允许百分率	加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）
	某种疵病超过标本	视情况进行复验、加强检验或退修
尺　寸	某项尺寸偏差超过允许百分率	加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率
拔弹后各项	疵病或尺寸偏差超过允许百分率	补充拔弹到200发复验该项，应不超过允许百分率
弹道性能	不符合规定	加倍数量（分两组）复验该项。复验结果（平均值按两组总平均计算）应符合规定
精　度	不符合规定	加倍数量（分两组）复验。复验结果应符合规定（竞赛弹按两组分别计算，普通弹的$\overline{D}_{1,2}$按两组总平均计算） 竞赛弹的级别按复验两组中的最大一组评定
射击疵病	按全部射击总数统计，如有某种射击疵病超过允许百分率	按原条件补射一次，数量视情况商定，但最多补射到1000发。补射后应不超过允许百分率（其他射击疵病也不应超过规定）
	竞赛弹出现一发瞎火或退壳困难	按原条件补射200发，此时： 对于手枪竞赛弹——如不出现，则改为专用级；对于步枪竞赛弹——如不出现，仍为比赛级；如再出现一发，则改为专用级

2.4 试验方法

2.4.1 精度试验方法见表5-17

2.4.2 弹壳强度试验

（1）用符合要求的5.6mm运动步枪或运动手枪，装在枪架上进行射击。

（2）射击后检查与统计射击疵病。

表5-17 5.6mm运动步、手枪弹精度试验方法

射击规范	（1）用符合要求的精度枪紧固在精度枪架上进行射击 （2）试验前，先射2～3发温枪弹，然后射击校靶弹（用已验收合格的枪弹），校正射击条件(每次射2靶)，符合要求后，再正式试验 （3）试验弹应在15～30℃下保温2h （4）每一靶在不改变瞄准线和任何射击条件下进行射击。竞赛弹共射10靶（每靶10发），普通弹共射5靶（每靶20发） （5）测量每靶的D_{100}，并计算该批各靶的平均值$\overline{D}_{100}$。精度圆直径按相距最远两个弹孔的中心距离确定(圆内包括所有弹孔的中心)
鉴定射击	当试验弹精度不合格时，用校靶弹按原枪与原射击条件进行鉴定射击2靶： （1）如鉴定射击不合要求，原试结果不算，重新固定原枪，重新校靶后，重射（如经三次重新校靶仍不合要求，则需换枪） （2）如鉴定射击符合要求，原试验结果有效

2.5 包装和标志

见表5-18

表5-18 5.6mm运动步枪弹、手枪弹包装和标志

	包装器材	代号	枪弹数量（发）	包装方法	包装重量(kg)
包装	纸盒	WO405AZH（步） WO407AZH（手）	50（步） 50（手）	弹头朝下，插在方格纸板中	0.18（步） 0.15（手）
	铁匣	WT505	3000（步） 4100（手）	纸盒的放置要使枪弹底缘朝里平放在匣内。纸盒面上填隔厚纸板，再封盖密封	12（步） 13（手）
	木箱	WT504	6000（步） 8200（手）	匣盖朝上。钉箱盖后，用护带和封扣钳封。	26（步） 29（手）
铁匣密封性检验	（1）工厂和订货代表共同进行。抽验匣数：竞赛弹2匣；普通弹10匣 （2）在压力差为0.12atm或汞柱差91mmHg下，铁匣在水中保持30s，如有气泡出现即为密封性不良。铁匣密封性不良者： 对于竞赛弹——如不超过1匣，允许加倍复验，复验结果不应再有 对于普通弹——允许不超过20%。如超过允许百分率，加倍复验，两次合计，应不超过允许百分率				
包装标志	（1）在每个铁匣内放一张精度记录卡片，并在厚纸板上盖印该批枪弹的批号和发射药批号 （2）在铁匣匣盖面上和木箱两个帮板外侧标明以下内容的标志：枪弹名称，级别，枪弹发数，发射药品号、批号、药厂代号，枪弹批号、制造年份，弹厂代号，全重（只在木箱上标明）				

§3 12号猎枪弹

3.1 简图

12号猎枪比赛弹及其弹壳与弹丸和改进的12号猎枪竞赛弹及其弹壳与弹托的简图分别见图5-4、5-5、5-6、5-7和5-8。

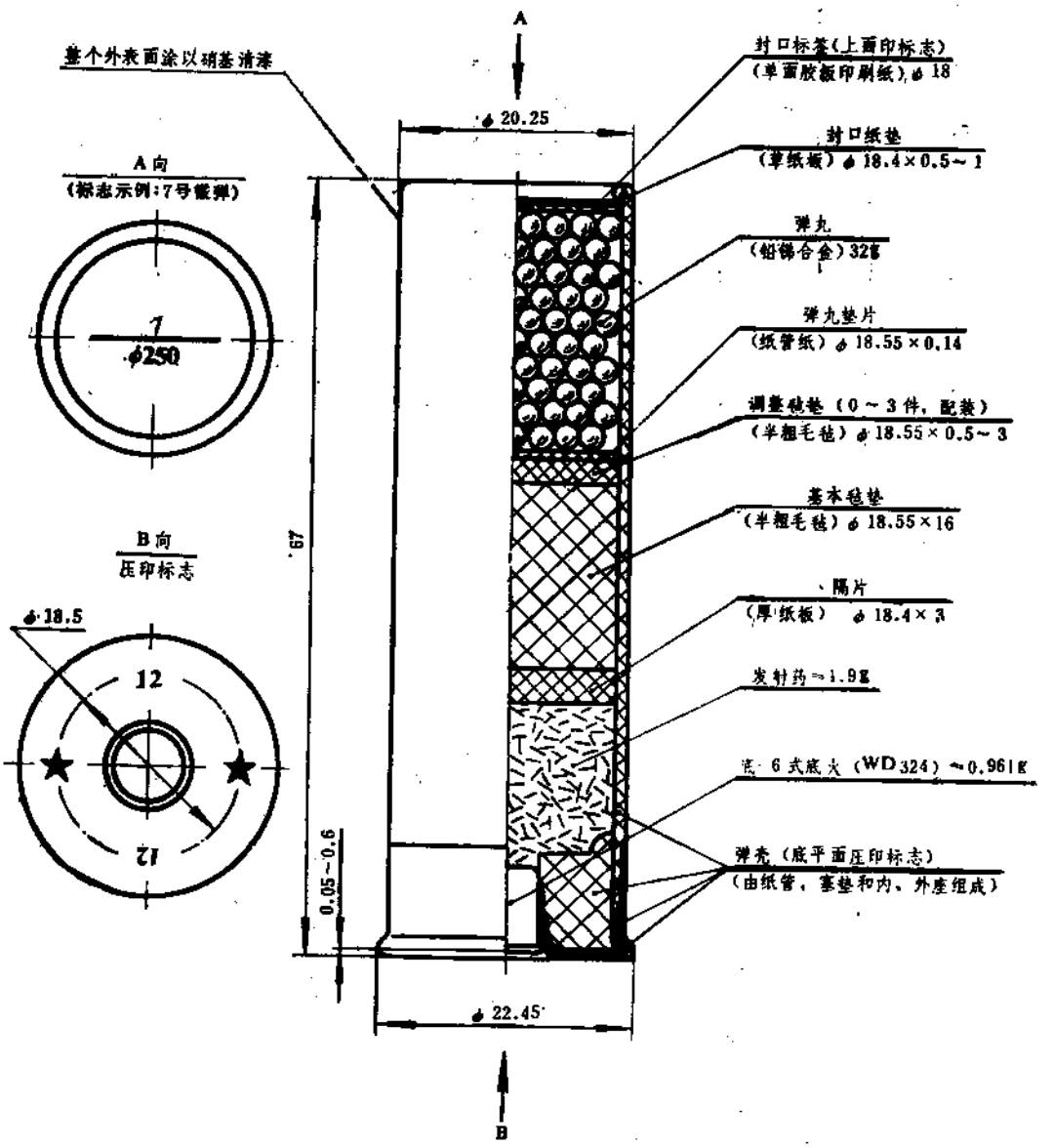
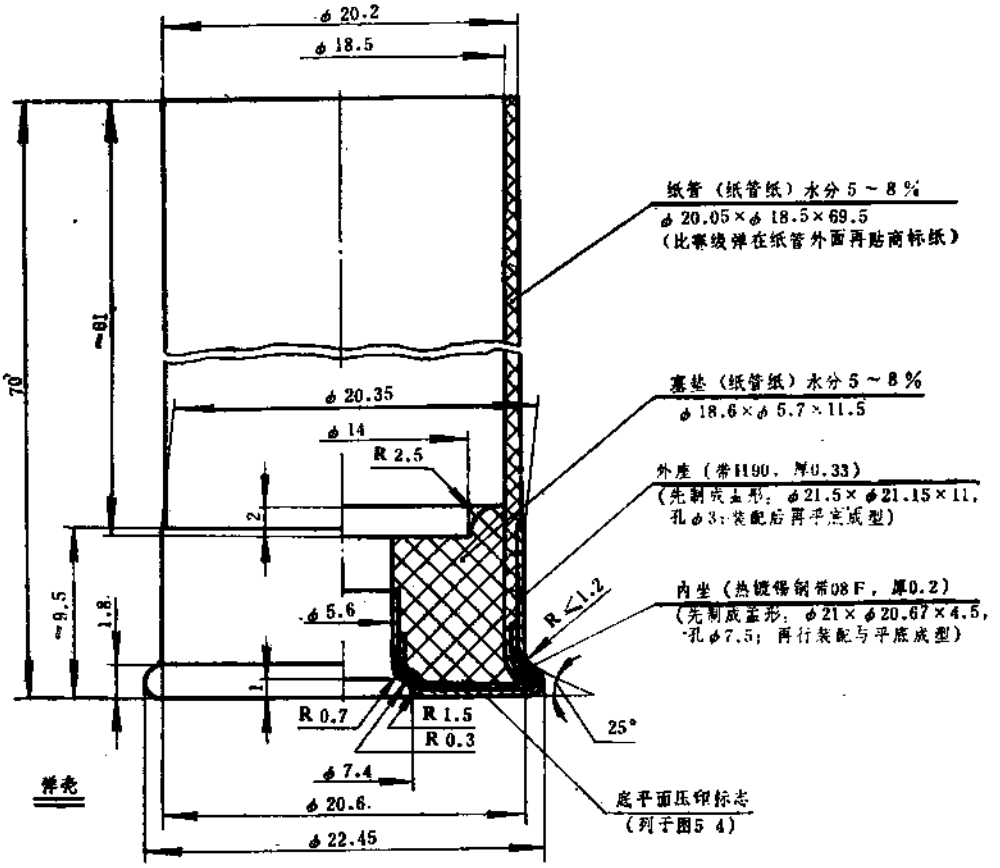


图5-4 12号猎枪比赛弹
(WO503)



弹丸编号	9	8	7	6	5
公称球径（mm）	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
粒/g（≈）	21.2	15.2	11.0	8.25	6.4
粒/32g（≈）	680	478	348	260	200

图5-5　12号猎枪比赛弹(WO503)弹壳和弹丸

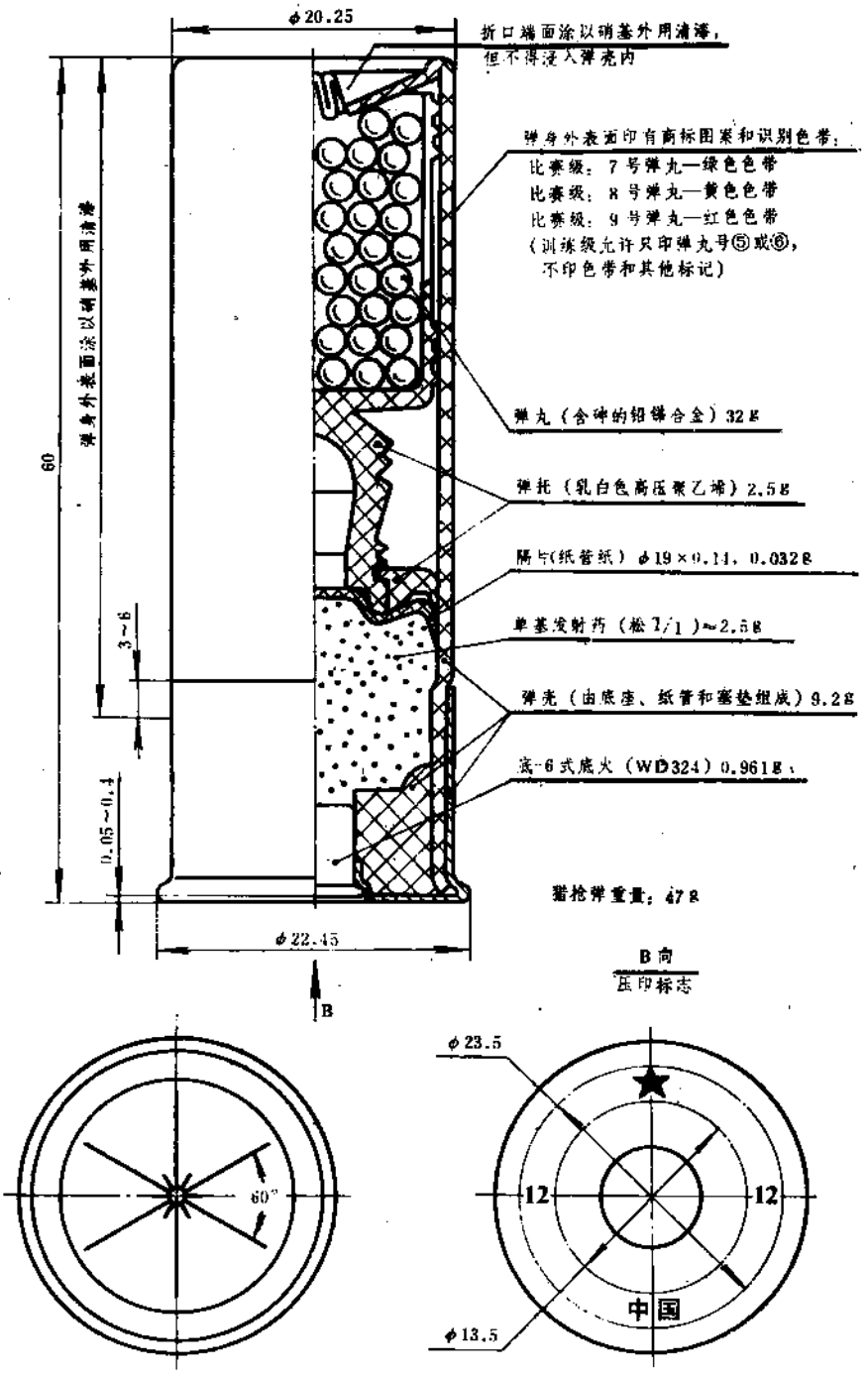


图5-6　12号猎枪竞赛弹
(WO503B)

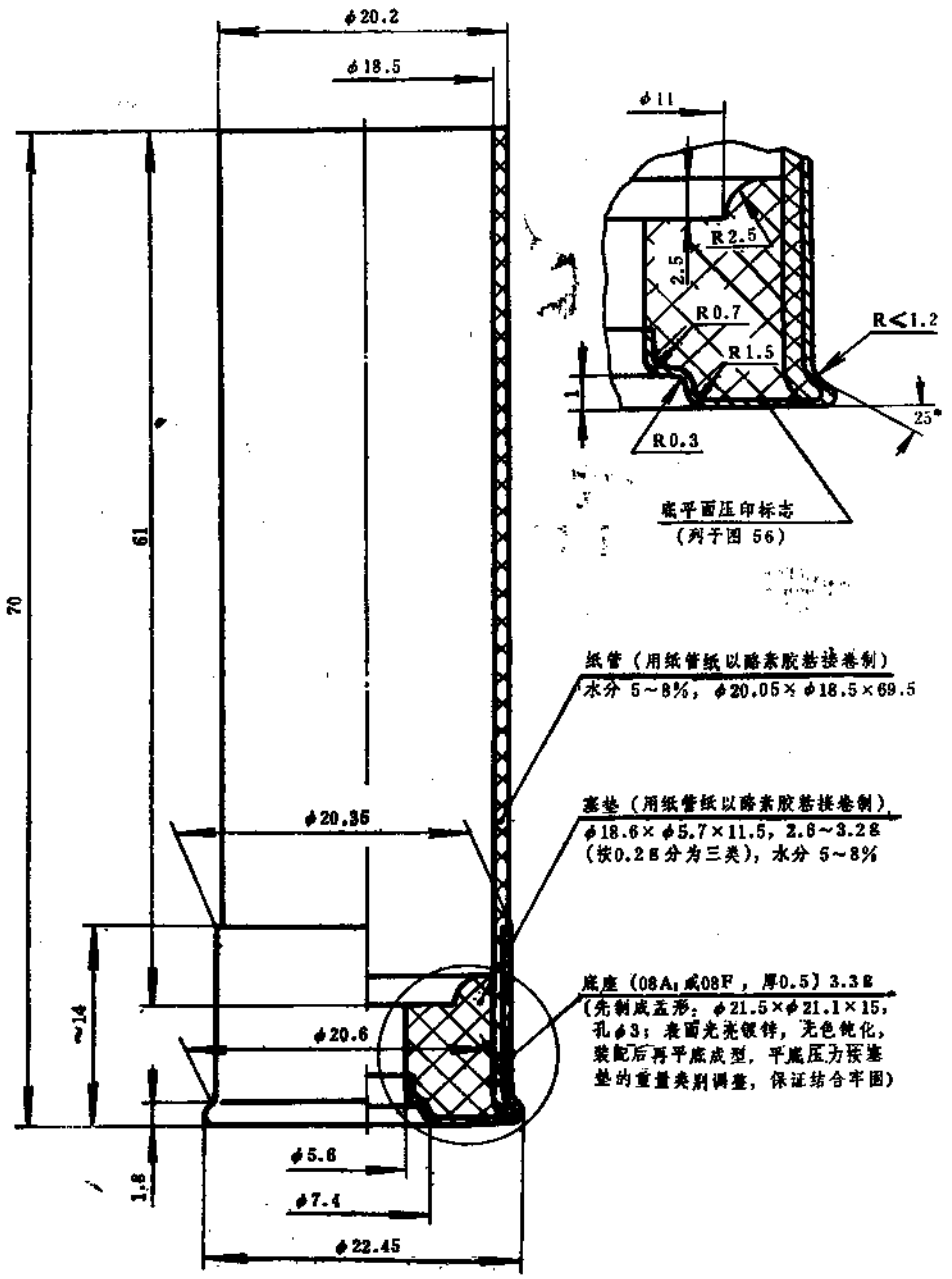


图5-7　12号猎枪竞赛弹(WO530B)弹壳

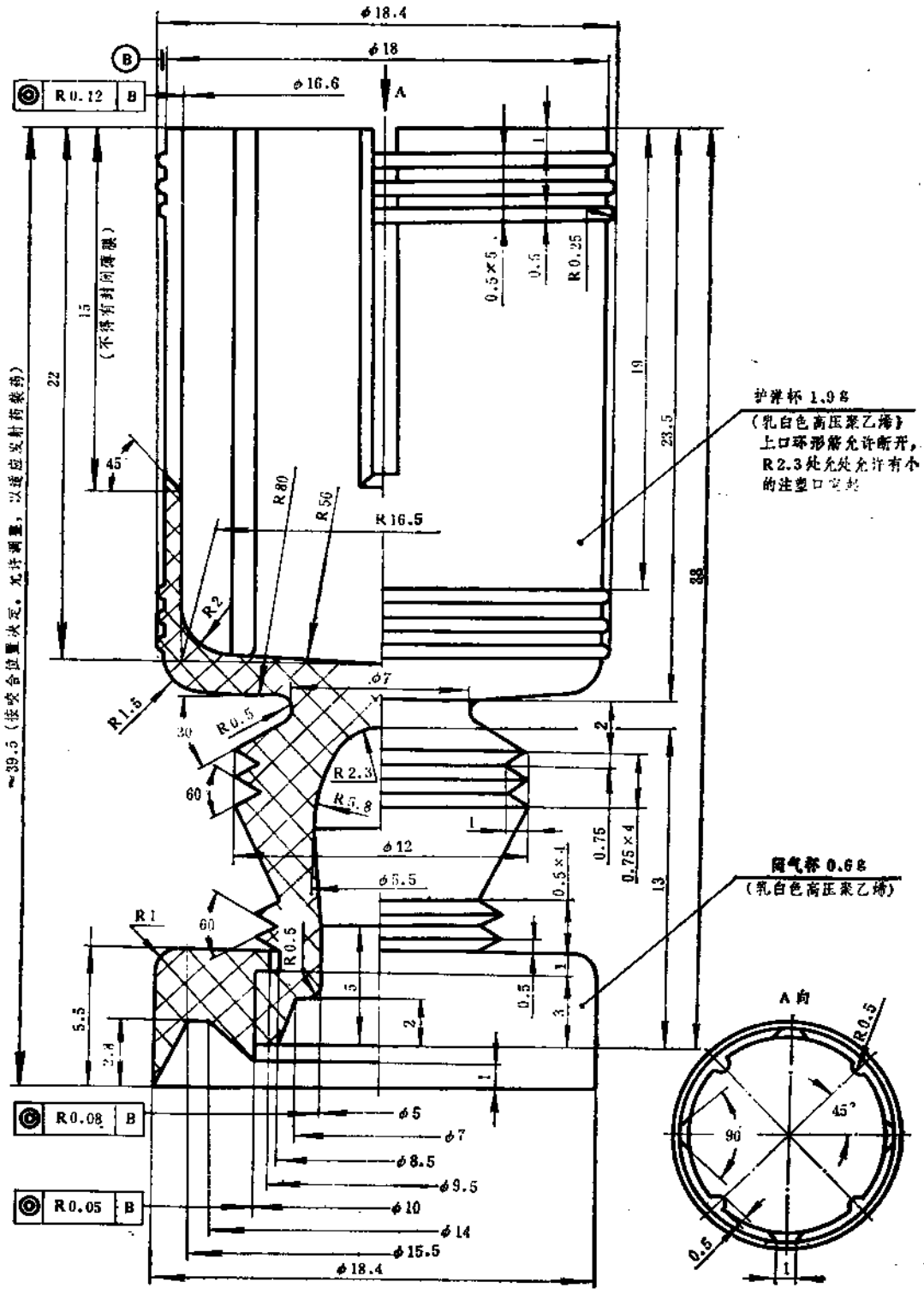


图5-8　12号猎枪竞赛弹(WO503B)弹托

3.2 技术要求

3.2.1 总的技术要求

（1）12号*猎枪比赛弹（WO503）和改进型的12号猎枪竞赛弹（WO503B）用于飞蝶射击运动，装填Φ2.5mm弹丸的7号霰弹或Φ2.25mm弹丸的8号霰弹，用于多向飞蝶射击；装填Φ2mm弹丸的9号霰弹，用于双向飞蝶射击。并按其散布密集度分为比赛级和训练级。

（2）12号猎枪比赛弹和竞赛弹在密封包装和保管良好条件下，应保证三年不失效。

3.2.2 验收技术要求

（1）射击性能见表5-19。

（2）装配质量见表5-20。

表5-19 12号猎枪弹射击性能

射击性能		比赛弹（WO503）				竞赛弹（WO503B）			
弹道性能	霰弹	初速v_0(m/s)		膛压p_{s_2}(MPa)		初速v_0(m/s)		膛压p_{s_2}(MPa)	
		$\bar{v}_0$	Δv_0	$\bar{p}_{s_2}$	p_{s_2max}	$\bar{v}_0$	Δv_0	$\bar{p}_{s_2}$	p_{s_2max}
	5号 6号 7号	≥300	≤30	≤49	≤59	≥340●	≤30	≤69	≤79
	8号 9号	≥300	≤30	≤49	≤59	≥320●	≤30	≤59	≤69
散布密集度	霰弹	靶距(m)	枪管长度(mm)	在直径800mm精度圆内的 命中弹丸数/装填弹丸数(%) 单靶值●≥		靶距(m)	枪管长度(mm)	在直径750mm精度圆内的 命中弹丸数/装填弹丸数(%) 平均值●≥	
				比赛级	训练级			比赛级	训练级
	5 6	—	750	—	—	35	（长上管）750	—	55
	7	35	750	62	55	35	（长上管）750	67	55
	8 9	30	750	60	50	20	（短下管）680	67	55
射击发火性	比赛级：100%一次击发发火；训练级：瞎火、燃烧和二次击发发火（总数）不超过1%。								

● 选定装药量按$\bar{v}_0\approx360$m/s确定

● 选定装药量按$\bar{v}_0\approx340$m/s确定

● 每批射击10发(10靶)，按10靶的平均值评定。

● 每批射击12发(12靶)，任选其中最优的10发(10靶)，按各单靶值评定。

* 猎枪口径号数“12”，系指1磅（453g）纯铅制得与口径相同的等直径球体个数，按此国际通用的方法计算，12号猎枪的口径为：

$$d=\sqrt[3]{\frac{6}{\pi}\cdot\frac{1}{\rho}\cdot\frac{453}{\eta}}=\sqrt[3]{\frac{6}{3.14}\cdot\frac{1}{11.34}\cdot\frac{453}{12}}=1.85\text{cm}=18.5\text{mm}。$$

表5-20　12号猎枪弹装配质量

项目	比赛级弹	训练级弹
外观	（1）不得有易于观察的外观疵病和表面处理缺陷 （2）纸管外表面的漆层应完整 （3）标志和商标应正确、清晰	（1）允许有不严重影响射击性能、枪弹贮存和尺寸要求的外观疵病和缺陷 （2）纸管外表面应有漆层 （3）标志和商标应正确、清晰（WO503允许底部不压印标志，管身无商标，不涂色）
尺寸(mm)	（1）全长：64～67（WO503）和57～60（WO503B） （2）全形：符合全形规 （3）口部直径：φ19.95～φ20.25 （4）底缘直径：φ22.10～φ22.45 （5）底火装入深度：0.05～0.60（WO503）和0.05～0.40（WO503B）	
装配牢固性	振动试验： 条件——振动试验机（WJ231-77），落高150±2mm，振动频率60±1次/min，振时30min 装弹——枪弹互相颠倒，半数朝上，半数朝下，紧装盒内 要求——不允许自行发火或掉出纸垫或弹丸	
装配正确性	（1）零、部件齐全、完整，装配正确 （2）弹丸重量：比赛级——32－1g；训练级 —32±1g （3）发射药量允许偏差*： 比赛弹（WO503）：比赛级≤±0.05g；训练级≤±0.07g 竞赛弹（WO503B）：比赛级和训练级≤±0.05g	

* 每批发射药的装药量根据弹道性能确定，归整至0.05g。当更换弹丸批号或底火批号时，也应重新确定装药量。

3.3　验收规则

3.3.1　批量：1～3万发(在取得订货方同意时，可以增减)。

3.3.2　成批枪弹按批或分组从不同箱中抽取不少于1％的枪弹（但不少于100发）作外观和尺寸检验，然后再从外观和尺寸检验合格的枪弹中，分别抽取枪弹作装配牢固性和射击性能各项试验(按表5-21)。

3.3.3　成批枪弹由工厂检验部门和订货代表共同检验。枪弹检验合格后，在两昼夜内密封包装，再继续进行包装检验和最后验收。

3.4　试验方法

3.4.1　弹道性能试验方法见表5-22。

3.4.2　散布密集度试验方法见表5-23。

表5-21　12号猎枪弹检验项目和数量

项目	数量（发）	检　验　内　容	复　　验
外观尺寸	不少于1%（但不少于100）	外观、标志、尺寸（全长、全形、底火装入深度）	如有某种疵病或某项尺寸偏差不合要求，视情况复验或退修
装配质量	20	（1）装配牢固性（振动试验） （2）装配正确性（振动后，分解检查零、部件的装配以及弹丸装填重量和发射药重量等）	（1）如振动试验不符合要求，不得复验 （2）比赛弹（WO503）：如装配正确性不符合要求，加倍复验，并按复验结果评定 （3）竞赛弹（WO503B）：如发射药重量超过规定，但不超过±0.07g；或弹丸装填重量超过规定，但超差量不大于0.5g，加倍复验，并按复验结果评定
弹道性能	10	（1）初速与膛压同时测试 （2）训练级弹，在连续三批合格后，缩减为每5批中抽试1批	竞赛弹（WO503B）：如Δv_0不合格，以相同数量复验，并按复验结果评定
散布密集度	比赛弹（WO503）12	（1）任选其中最优的10发（10靶）评定 （2）训练弹在连续3批合格后缩减为每5批中抽试1批	
	竞赛弹（WO503B）10	训练级弹在连续3批合格后缩减为每5批中抽试1批	
射击发火性	20	允许不单独试验，而与弹道性能和散布密集度的试验合并进行	训练级弹：如出现1发瞎火、燃烧或漏烟，补射80发，不得再有

表5-22　12号猎枪弹弹道性能试验方法

靶　　道	能防风、防风雪。枪位温度在12～25℃范围内
试验弹保温	温度：按基准温度（在12～25℃范围内）不超过±2℃ 时间：12h（保温前弹温在0℃以上） 24h（保温前弹温在0℃以下）
射击规范	（1）弹道枪固定在枪架上，同时测v_0和p_{s_2}。射击时枪的后坐速度不大于0.5m/s （2）每射击一发后，用布擦拭枪膛，并清除残留于测压孔中的纸片。如有剩余发射药，应予收集
测速装置	用电子测时仪测弹丸飞行于两靶间的时间 （1）第一靶：ϕ0.2mm镀银铜丝，距枪口5±1mm （2）第二靶：装有惰性断路器（WJ474-66）的钢板（8～10×500×600mm），距枪口10m
测压铜柱	锥形，ϕ5×8.1mm，预压25MPa
弹道枪主要技术要求	枪管长750mm，药室长70mm，枪膛无喉缩或喉缩量不大于0.5mm（喉部直径为18～18.5mm）；药室、击针突出量、闭锁距离等均应符合技术要求；弹道性能符合规定
测试值	v_0和p_{s_2}均以实测值为准，不作枪械特性修正和弹丸直径修正

表5-23　12号猎枪弹散布密集度试验方法

靶　道	应能防风，防雨雪；靶道标准气温为15℃
专用精度枪	枪的结构可与射击比赛用枪相同 散布密集度[按7号霰弹的散布密集度：10发单靶值(WO503)，或10发平均值(WO503B)]不小于70%枪管长 用于比赛弹（WO503），枪管长为750mm 用于竞赛弹（WO503B），射击5、6、7号霰弹用长上管，长为750mm；射击8、9号霰弹用短下管，长为680mm 枪膛为中等喉缩（直径17.7～18mm）、枪膛粗糙度、击针突出量、闭锁距离等应符合要求
枪弹保温	温度——按基准温度（在12～25℃内）不超过±2℃ 时间——12h（保温前弹温在0℃以上）或24h（保温前弹温在0℃以下）
射击规范	枪位温度应在12～25℃范围内。专用精度枪固定在枪架上，每射击一发后，应检查枪膛，如有剩余发射药应于收集
测试值	散布密集度值以实测值为准，不作弹丸直径修正，但应作气温修正（按靶道标准气温15℃，每增、减1℃，相应修正散布密集度0.25% 测量与计算值均精确到0.1%

3.4.3　12号猎枪弹发火性试验方法是将12号猎枪装在枪架上进行射击。猎枪的击针要求：

击针尖端为R1mm的半球形；

击针突出量为1.5～1.8mm；

击针偏火度不大于0.5mm(可实际射击3发，检视击窝应无明显偏火)。

3.5　零、部件要求

3.5.1　12号猎枪比赛弹(WO503)弹丸要求列于表5-24。

3.5.2　12号猎枪竞赛弹(WO503B)弹丸要求列于表5-25。

3.5.3　12号猎枪竞赛弹(WO503B)弹托要求列于表5-26。

3.5.4　12号猎枪弹(WO503和WO503B)弹壳要求列于表5-27。

表5-24　12号猎枪比赛弹(WO503)弹丸要求

弹丸	直径（mm）		20粒弹丸的总长度（mm）		比重	硬度（直径变形量）
	公称	执行	比赛级	训练级		
5	3.00	$3_{-0.2}$	58±1	58±2	≥10	0.8～0.9
6	2.75	$2.75_{-0.2}$	53±1	53±2		
7	2.50	$2.5_{-0.2}$	48±1	48±2		
8	2.25	$2.25_{-0.2}$	43±1	43±2		
9	2.00	$2_{-0.2}$	38±1	38±2		
测量方法	单个测量，精确至0.01mm		在测径专用的V形量器中用游标卡尺测量三次（精确至0.05mm），取其平均值作为测量结果		试样100 g，用比重瓶测定	在两块精密抛光的钢板之间测定弹丸的直径变形量
注	参考		作验收依据		参考	参考

表5-25 12号猎枪竞赛弹（WO503B）弹丸要求

弹丸号	直径*（mm）			粒数		硬度**	成分（%）
	公称	执行		粒/g ≈	粒/32g ≈		（铅铸配比）
		比赛级	训练级				
5	3.00	—	$3_{-0.15}$	6.4	200	—	铅 94±1 锑 4±1 三氧化二砷：2±0.5
6	2.75	—	$2.75_{-0.25}$	8.25	260	—	
7	2.50	$2.5_{-0.15}$	$2.5_{-0.25}$	11.0	348	≥0.93	
8	2.25	$2.25_{-0.15}$	$2.25_{-0.25}$	15.2	478	—	
9	2.00	2±0.1	$2_{-0.25}$	21.2	680	—	
外观	弹丸应为圆滑密实的球体，不应有裂缝、严重皱褶、明显的凸、凹，或带有“长尾”、尖刺，成形成椭圆、扁圆、不完整、多面体等缺陷						

* 弹丸直径，每批抽验20粒。

比赛级——直径离差大于0.1mm的粒数不多于20%，其中大于0.15mm的粒数不多于5%。单粒直径小于规定但不超过0.05mm的粒数不多于1%（其中9号弹丸并包括大于规定但不超过0.05mm的粒数）。

训练级——直径离差大于0.2mm的粒数不多于20%。单粒直径允许有大于规定但不超过0.1mm和小于规定但不超过0.05mm的粒数。

直径离差系按该组（20粒）弹丸直径（测量精确至0.01mm），由小到大顺序排列，选取直径之差为Δ的两粒，使介于此两粒之间粒数最多，这时称Δ为直径离差。分布在此两粒之外的粒数，为直径离差大于Δ的粒数。

** 弹丸硬度每批抽验10粒，测量方法：

用万能压力试验机测定。单粒负荷按下式决定：

$$p=\frac{10\times D_0}{2.5}\ (kg)$$

式中D_0为弹丸的公称直径（mm）。

例如，7号弹丸的$D_0=2.5mm$，则$p=10kg$

测定时，测量每粒弹丸的压缩前直径D和压缩后高度h（均精确至0.1mm），则该粒弹丸硬度H为

$$H=h/D$$

以所测10粒弹丸硬度的平均值，作为该批弹丸的硬度。

注：比赛级弹丸，如订货方需要，可以光亮镀铬。

表5-26 12号猎枪竞赛弹（WO503B）弹托要求

项目	比赛级	训练级
外观	不得有易于观察的外观疵病	允许表面有不影响装配的飞边和注塑口突起，以及塑料内有少量油迹或颜色不纯
尺寸	外径：$\phi18.4_{-0.1}$mm（护弹杯和闭气环）	

表5-27　12号猎枪弹（比赛弹WO503和竞赛弹WO503B）弹壳要求

外观、尺寸（mm）	（1）不允许有： 外座：裂缝、裂口、夹灰、夹层、锈蚀斑点 纸管：裂缝、裂口 传火孔堵塞 （2）比赛级弹，不得有易于观察的外观疵病和表面处理缺陷 训练级弹，允许有不影响射击、贮存和尺寸的外观疵病和缺陷 （1）弹壳：全长$70_{-1.6}$，全形符合全形规 （2）外座：底缘厚度$1.8_{-0.2}$，底缘直径$\phi22.45_{-0.26}$，根部直径，$\phi20.6_{-0.2}$，口部外径$\phi20.35_{-0.2}$，底火室直径$\phi5.6^{+0.25}$ （3）纸管：外径$\phi20.2_{-0.3}$，内径$\phi18.5^{+0.1}$
弹壳强度	装配成强装药弹，管身不涂漆，射击考核结构强度和退壳可靠性： （1）装配：发射药量按该批发射药规定的最大装量再增加5％(归整至0.1g)，允许偏差 ±0.03g，弹丸重量$33_{-0.5}$g（装填9号弹丸，也可装填7、8、9各号弹丸，并允许混合装填） （2）射击： 用弹道枪或射击比赛枪（枪的闭锁、击针、枪膛等符合要求） 枪弹按规定保温 有必要的安全防护措施 （3）强度要求： 不允许由于弹壳原因瞎火、外座炸裂、纸管与外座脱离，不能正常退壳。 允许，外座、纸管产生裂缝，纸管局部严重烧蚀和烧穿，塞垫产生严重裂缝（但加倍数量复射时，不得再有）。

3.6　底-6式底火(WD324)的要求

（1）底-6式底火(WD324)应符合产品图和技术条件要求(参见第四章§2)。

（2）装配前，每批底火应作发火性试验（抽取200个底火装配成枪弹，按发火性试验方法进行射击）：

100％一次发火者，用于装配比赛级弹；

瞎火、燃烧和二次击发发火（总数）不超过1％者用于装配训练级弹（如果超过规定，允许以相同数量复验，按复验结果评定）。

第六章　制式枪弹底火

§1　品种和简图

制式枪弹底火的品种和简图，分别见表6-1和图6-1～图6-4。

表6-1　制　式　枪　弹　底　火　品　种

型　号	名　称	代　号	直径×高度（mm）	重　量（g）	组成			用　　干	简图号
					底火壳H68黄铜片厚（mm）	锡圆●片厚（mm）	击发药量（g）		
DJ-21	底-21式底火	WD304（原WD215）	⌀5.06×2.79	≈0.187	$0.51^{+0.04}_{-0.08}$	$0.04^{+0.01}_{-0.02}$	J₁● 0.019～0.023	51式7.62mm手枪弹 59式9mm手枪弹 7.62mm转轮手枪弹	6-1
DJ-22	底-22式底火	WD323（原WD216）	⌀4.42×2.29	≈0.118	$0.43^{+0.04}_{-0.04}$	$0.05^{+0.01}_{-0.02}$	J₁ 0.014～0.017	64式7.62mm手枪弹	6-2
DJ-18	底-18式底火	WD331	⌀5.55×2.65	≈0.254	$0.71^{+0.04}_{-0.08}$	$0.06^{+0.01}_{-0.02}$	J₁ 0.030～0.034	56式7.62mm枪弹	6-3
DJ-18A	底-18甲底火	WD334A					无汞击发药● 0.029～0.033	53式7.62mm枪弹	
DJ-19	底-19式底火	WD338	⌀9.07×4.05	≈1.09	$0.93^{+0.04}_{-0.08}$	$0.07^{+0.01}_{-0.02}$	J₁ 0.110～0.125	54式12.7mm高射机枪弹	6-4
DJ-19A	底-19甲底火	WD338A					无水击发药● 0.110～0.122	56式14.5mm高射机枪弹	

● 锡箔成份：锑2.5～3.1%，锡余量

● J₁击发药成份：雷汞25%、硫化锑37.5%，氯酸钾37.5%

● 无雷汞击发药成份：三硝基苯二酚铅（斯蒂酚酸铅）25%，四氮烯（特屈拉辛）4%，硫化锑36%，氯酸钾35%（配比和药量可适当改变，并可采用湿法装药工艺，底火代号相应改为WD334B）

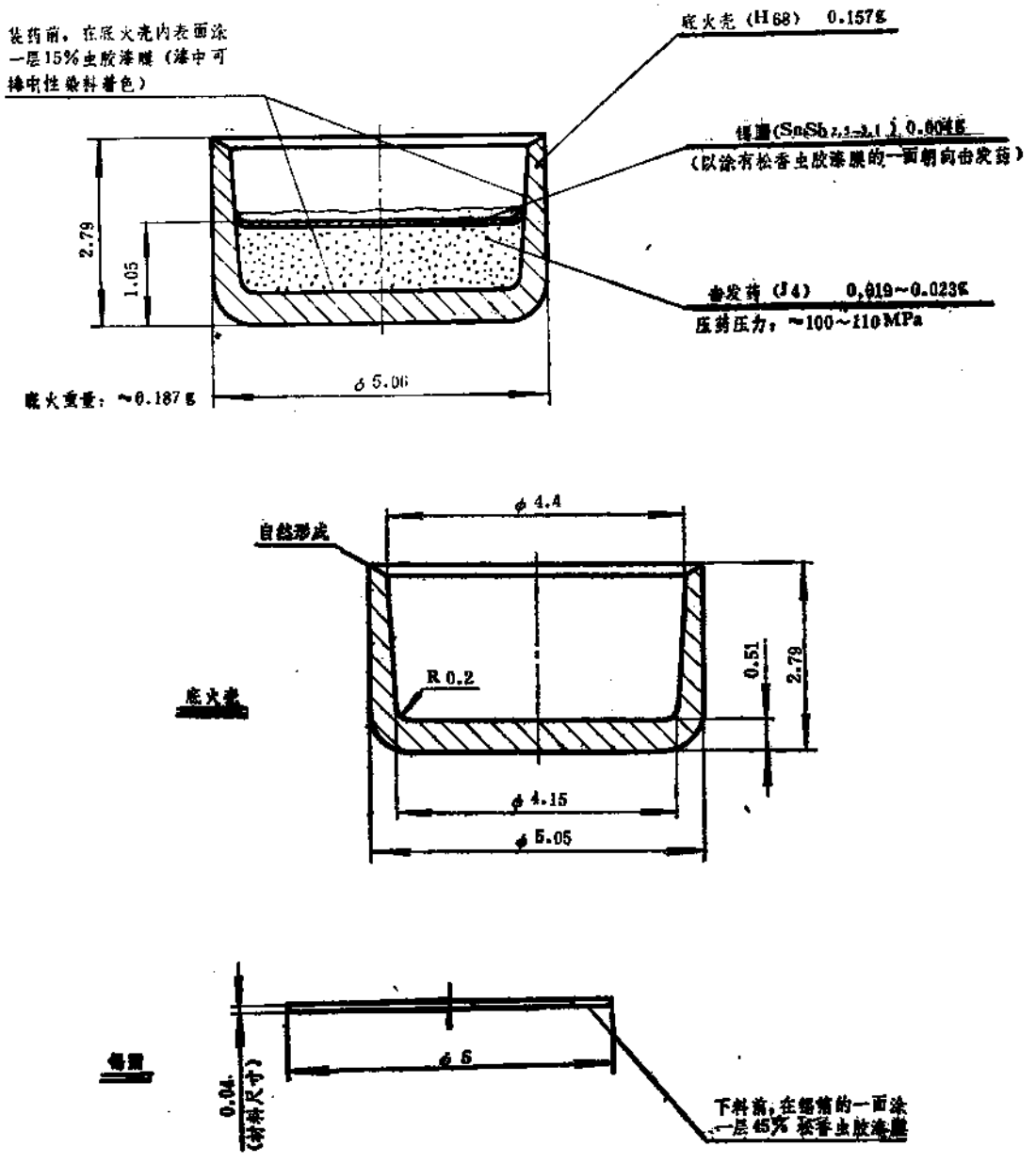


图 6-1 底-21式底火(WD304)

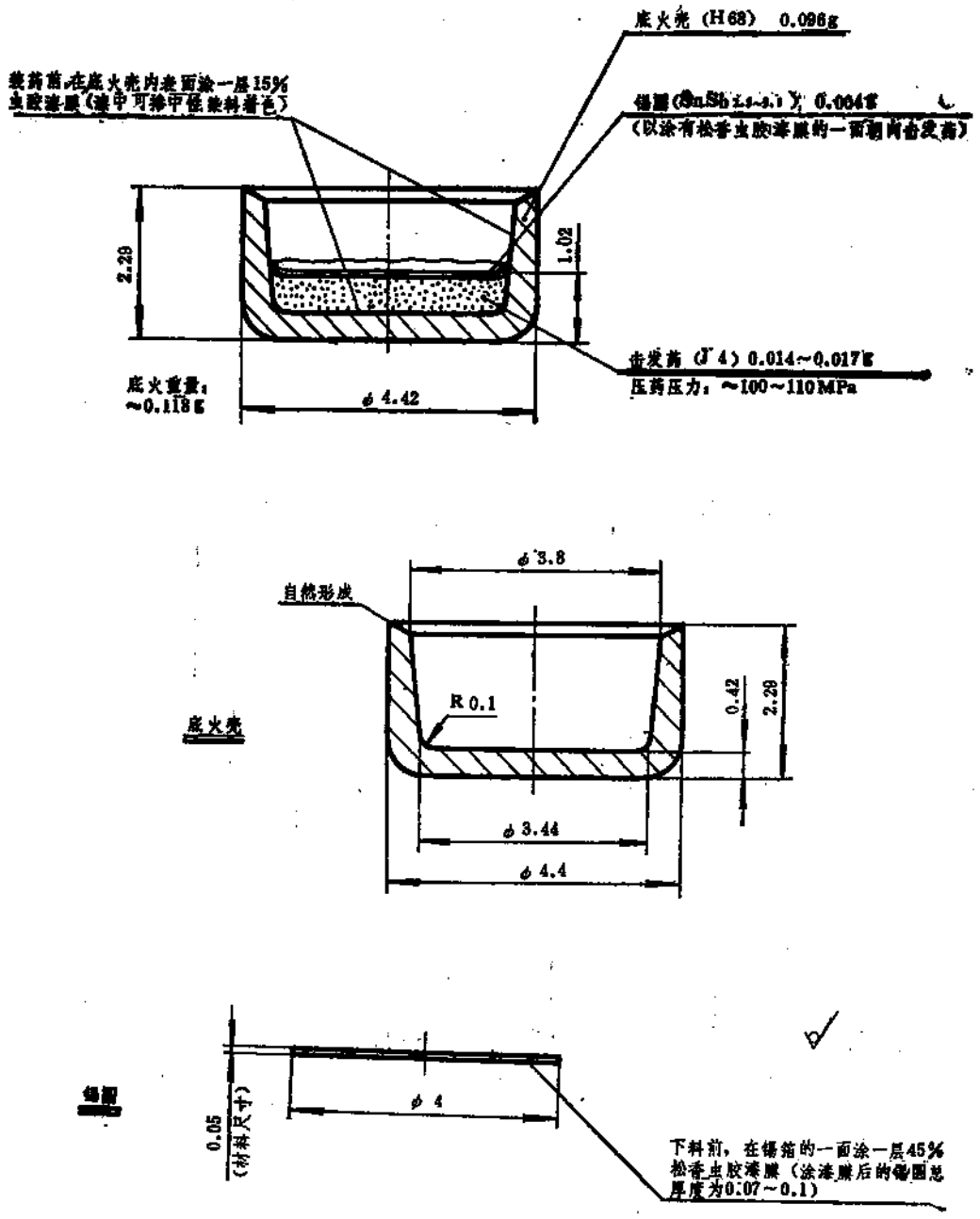


图 6-2　底-22式底火(WD323)

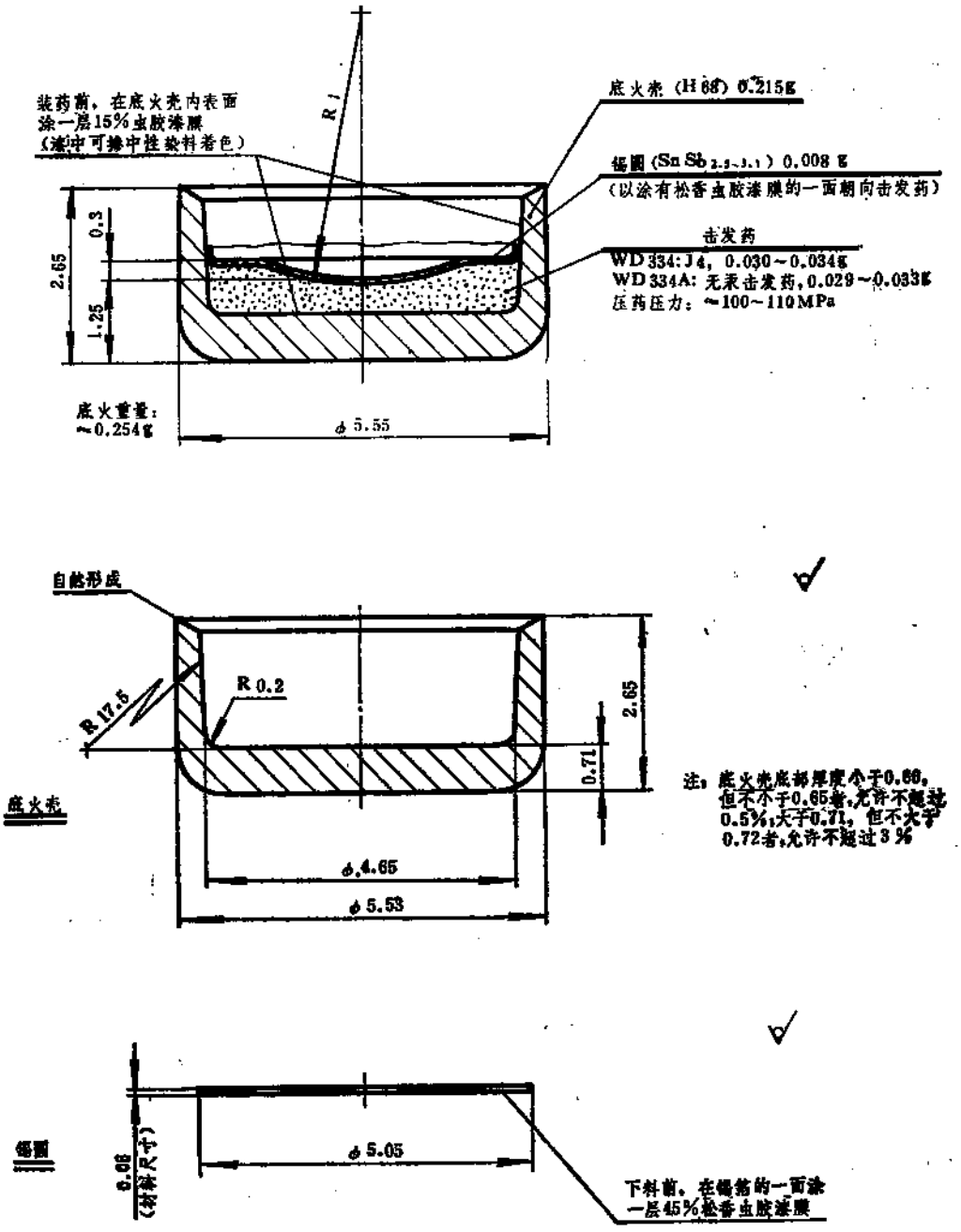
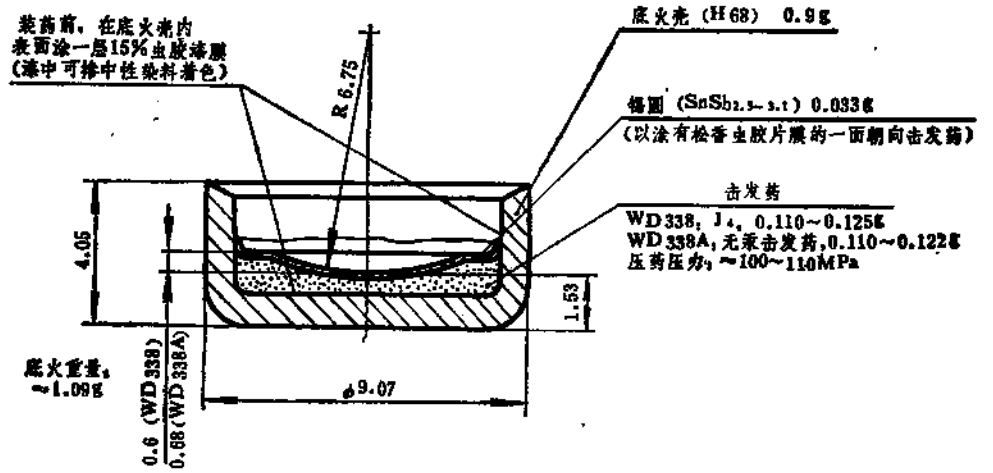


图 6-3　底-18式底火(WD334)
底-18甲式底火(WD334A)



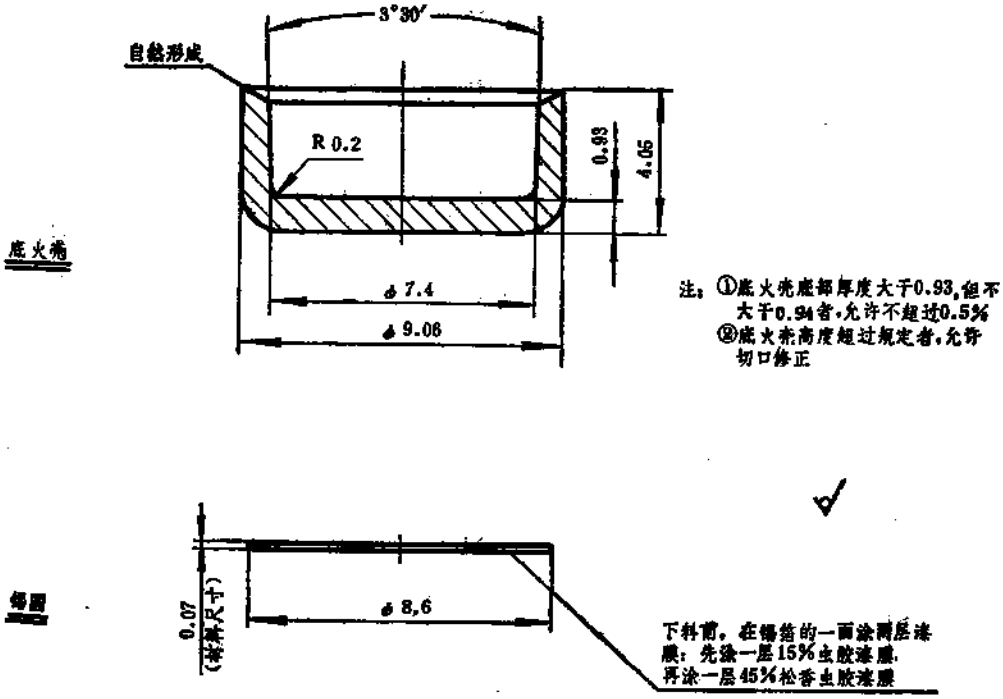


图 6-4　底-19式底火(WD338)
底-19甲式底火(WD338A)

§2 技术要求

2.1 总的技术要求

（1）底火在运输、贮存和使用中均应安全。

（2）底火装配成枪弹后，在不同地区、气候条件下使用时，应保证其射击性能。

（3）未经和已经装配成枪弹的底火，在密封包装条件下，10年内不应改变其击发性能。

2.2 验收技术要求

（1）振动安全(振动试验)、撞击感度(落锤试验)和射击要求见表6-2、表6-3和图6-5。

（2）装配尺寸见表6-4。

（3）外观质量见表6-5。

表6-2 制式枪弹底火振动安全，撞击感度和射击试验要求

项目		症病	允许百分率(%)			
			底-21式底火 (WD304)	底-22式底火 (WD323)	底-18式底火 (WD334 WD334A)	底-19式底火 (WD338 WD338A)
振动试验		爆炸或燃烧	不允许	不允许	不允许	不允许
		掉锡圈或撞击发药	≈0.03 (1/3000)	0.05	0.05	0.1
落锤试验	上限（受潮后）	瞎火和哑火（总数）	0.5	0.5	1	0.5
	下限	发火	0.5	0.5	1	0.5
	感度（按表6-3）	发火率不符合规定	（按表6-7）	（参考）	（参考）	（参考）
射击试验		早发火或迟发火	不允许	不允许	不允许	不允许
		底火脱落	不允许	不允许	不允许	不允许
		底火瞎火	0.1	0.05	0.05	0.1
		底火击穿和击窝冲脱（总数）	0.2	0.2 （其中击窝冲脱0.1）	0.3 （其中击窝冲脱0.1）	0.3
		底火周围漏烟（总长度不超过圆周长的1/4者不计）	1	1 （总长度不超过圆周长的1/6者不计）	2	2

表6-3 制 式 枪 弹 底 火 感 度

底火名称（代号）	落锤重（g）	撞击感度（%）（参见图6-5曲线）								
		高度号	1	2	3	4	5	6	7	8
底-21式底火（WD304）	200±1	落高（mm）	40（下限）	60	80	120	160	180	200（上限）	-
		发火率（%）	0～0.5	0～36	0～92	10～100	80～100	96～100	99.5～100	
底-22式底火（WD323）	200±1	落高（mm）	20（下限）	40	60	80	100	120（上限）		-
		发火率（%）	0～0.5	0～60	0～100	10～100	40～100	99.5～100		
底-18式底火 底-18甲式底火	250±1（用56式7.62弹弹壳试验）	落高（mm）	80（下限）	100	120	140	160	180	200	220（上限）
		发火率（%）	0～1	0～10	0～48	16～92	50～100	94～100	98～100	99～100
（WD334 / WD334A）	307±1（用53式7.62弹弹壳试验）	落高（mm）	100（下限）	120	150	200	250	300	320	350（上限）
		发火率（%）	0～1	0～3	0～46	0～100	24～100	70～100	88～100	99～100
底-19式底火（WD338 / WD338A）	307±1	落高（mm）	100（下限）	150	200	250	300	350	400	450（上限）
		发火率（%）	0～0.5	0～3	0～68	38～100	96～100	98～100	100	100

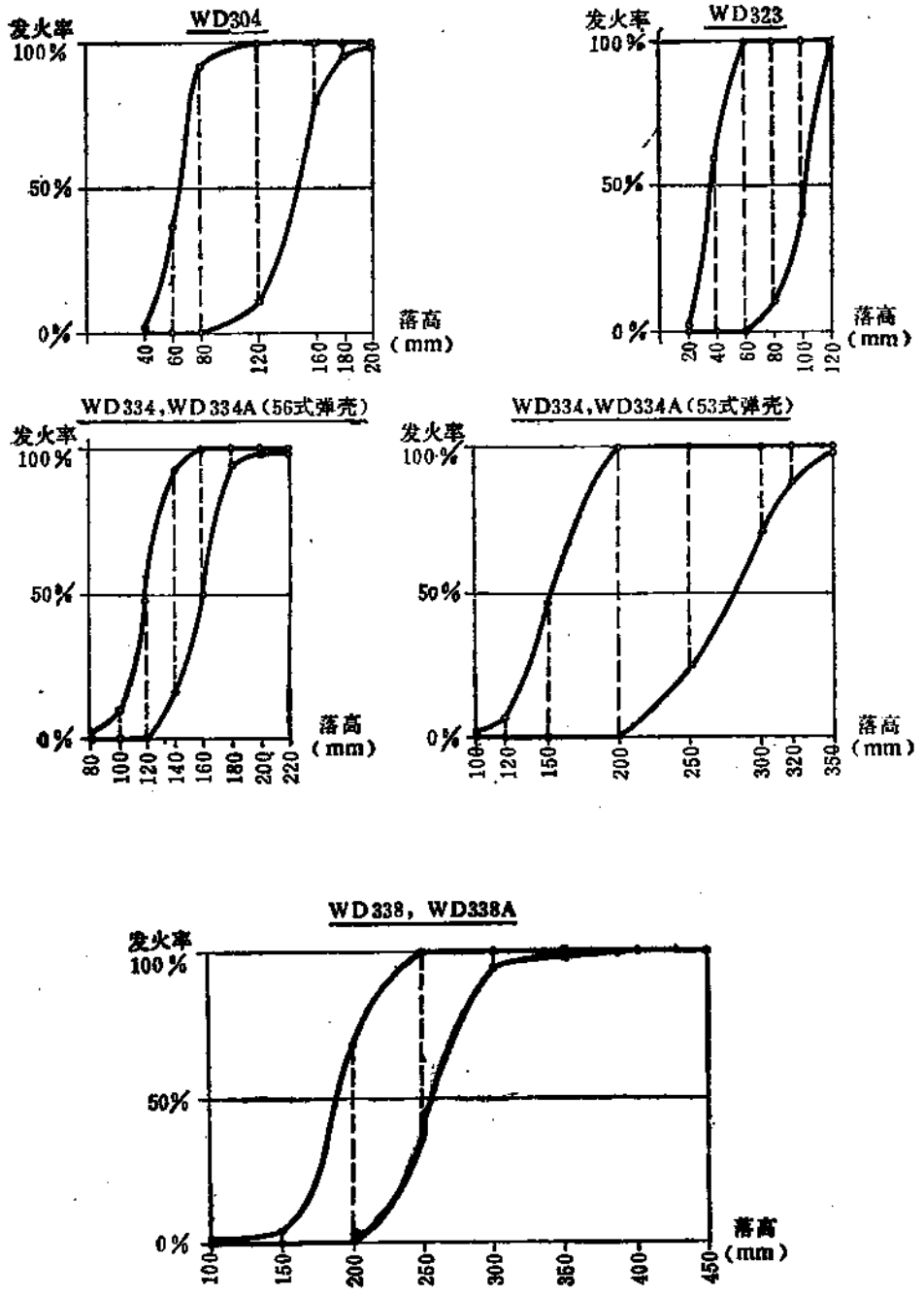


图 6-5　制式枪弹底火撞击感度曲线

表6-4 制 式 枪 弹 底 火 装 配 尺 寸

底火名称（代号）	规格	直径（mm）		高度（mm）		药面高度（mm）	
底-21式底火（WD304）	基本	5.01～5.06		2.49～2.79		0.92～1.05	
	放宽	5～5.01	允许 0.2%	2.30～2.49	允许0.3%	0.89～0.92	允许0.5%
		5.06～5.08	（口部和底部）允许 0.5%	2.79～2.83	允许0.2%	1.05～1.09	允许1%
			（仅是底部）允许 5%	口部倾斜，相差不超过0.3mm（在2.30～2.83mm内）	不限		
底-22式底火（WD323）	基本	4.37～4.42		1.99～2.29		0.89～1.02	
	放宽	4.36～4.37	允许 0.2%	1.94～1.99	允许 0.3%	0.86～0.89	允许 1%
		4.42～4.44	允许 0.2%	2.29～2.34	允许 0.2%	1.02～1.05	允许 1%
底-18式底火（WD334 / WD334A）	基本	5.50～5.55		2.35～2.65		1.15～1.25	
	放宽	5.48～5.50	允许 0.2%	2.30～2.35	允许 0.2%	1.10～1.15	允许 1%
		5.55～5.57	允许 0.2%	2.65～2.70	允许 0.2%	1.25～1.30	允许 1%
底-19式底火（WD338 / WD338A）	基本	9.02～9.07		3.80～4.05		1.38～1.53	
	放宽	9.07～9.08	允许 0.1%	3.77～3.80	允许 0.1%	1.35～1.38	允许 2%
				4.65～4.08	允许 0.2%		

表6-5 制式枪弹底火外观质量

疵病类别	底-21式底火（WD304）		底-22式底火（WD323）	底-18式底火（WD334 WD334A）	底-19式底火（WD338 WD338A）
	疵病	允许%	疵病		允许%
严重的疵病	双层锡圆*	0.05	双层锡圆		0.05
	锡圆撕裂	0.02	允许有不大于标本的下列疵病：锡圆不正，不全或撕裂，但未露出击发药 锡圆中央鼓起，边缘翘起，"飞边"；锡圆有夹灰、裂纹、印痕，非腐蚀性的小黑点等 底火壳底部和侧壁有夹灭、夹层、不穿通的针孔，压凹、浅划痕，轻微的氧化变色等 底火壳口部有夹灰、缺口、压凹、毛刺，口部呈马蹄形等		
	锡圆不正，不能全部覆盖击发药	0.1			
	底火壳缺口和不齐（总数）	0.2			
	底火壳边缘凹痕	0.2			
	底火壳有深线痕和肉眼可见的气孔、夹灰、夹层（总数）	0.5			
一般的疵病	锡圆皱折，卷边、带起或压凹，但未撕裂；锡圆外表面有斑点；底火壳口部有残余金属屑；底火壳外表面有深褐色，黑色斑点等（总数）	10			
不允许的疵病	无锡圆，无击发药，底火壳裂缝（位于击发药面以下），底火壳外表面有明显的绿色斑渍，底火内卡有漫光材料的碎屑				
注	对于严重的和一般的每种疵病，制订大，小两个标本。大于大标本者不允许，对于小标本者不限，介于其间者统计百分率		每种允许的疵病只制订一个标本。大于标本者不允许，等于和小于标本者不限制		

*有的叫锡皮，也可称盖片。

§3 验收规则

3.1 批量

底-21式底火(WD304)-100～300万个。

底-22式底火(WD323)-不超过120万个。

底-18式底火(WD334)和底-18甲底火(WD334A)-不超过300万个。

底-19式底火(WD338)和底-19甲底火(WD338A)-不超过100万个。

3.2 检验项目和数量见表6-6

3.3 复验和补验见表6-7

表6-6 制式枪弹底火检验项目和数量

试品抽取方法		底-21式底火：分项抽取，分别检验。底-22，底-18（及18甲），底-19（及19甲）底火：抽取的底火，先作外观检验，合格后，再从其中分别抽取试品，作尺寸检验和振动、落锤、射击等试验			
检验项目		检验数量（个）			
		底-21式底火（WD304）	底-22式底火（WD323）	底-18式底火（WD334、334A）	底-19式底火（WD338、338A）
外观检验		5000	5000	10000	5000
尺寸检验	直径和高度	5000	各2500	各2500	1000
	药面高度	400	400	400	200
*振动试验		1500	600	700	300
*落锤试验	上限（受潮后）	200	200	200	100
	下限	200	200	200	100
	感度	350或700（每10批抽1批，但每月不少于1批）	400（每月不少于1批）	400（每月不少于1批）	400（每月不少于1批）
*射击试验		500（常温）：用54式手枪射击150 用54式冲锋枪射击350 51（高温）：用54式手枪射击16 用54式冲锋枪射击35 （每10批抽试1批，但每月不少于1次）	210（高温）：用64式手枪射击	56式7.62mm弹290（高温）：用56式7.62mm半自动步枪射击100 用56式7.62mm冲锋枪射击90 用56式7.62mm轻机枪（大闭锁）射击100 或 53式7.62mm枪弹200（高温）： 用重机枪(大闭锁)射击 100 用重机枪(小闭锁)射击 100	100（常，高温各50）用54式12.7mm高射机枪或56式14.5mm高射机枪射击
抽验总数		12800或13551（约占批量0.4%）	5000（约占批量0.4%）	10000（约占批量0.3%）	5000（约占批量0.5%）
试验耗弹总数（带*项目）		2400或3151 约占批量0.1%	1140或1540（约占批量0.1%）	56式7.62mm弹1390或1790 53式7.62mm弹1300或1700（约占批量0.05%）	600或1000（约占批量0.1%）

注：

① 振动试验后的无损病底火，可用作落锤试验(WD323，WD334，WD334A)。

② 通用底火(WD334和WD334A，WD338和WD338A)的落锤试验和射击试验，按实际供用的弹种确定装配条件和试验条件。如同时供用几个弹种，应定期轮换试验。

③ 当作WD338和WD338A底火感度试验时，其上、下限两个高度可以不试，而以同批底火的上、下限试验结果代表。

④ 当某批WD304底火感度复验结果仍不符合规定时，其后各批均需逐批试验感度，直至连续4批符合规定后，再恢复每间1批试验。

⑤ 当某批WD304底火高温射击的复射结果仍不符合允许百分率时，其后各批均需逐批作高温射击，直至连续2批符合规定后，再恢复每间1批射击。

⑥ 高温射击是将所装成的枪弹在50±5°C下(WD304底火在56～60°C下)保持2h后，进行射击。

⑦ 为考查底火的低温射击性能，定期（例如每半年一次）装成枪弹，在－50±5°C保持3h后进行射击(WD323，WD334和WD334A)。

⑧ 在各项检验中应注意安全。

表6-7 制式枪弹底火复验和补验

项目	初验		复验和补验			
			底-21式底火（WD304）	底-22式底火（WD323）	底-18式底火（WD334,334A）	底-19式底火（DW338,WD338A）
外观	某种疵病超过允许百分率		加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）	—	—	相同数量复验，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）。
	某种疵病超过标本，以及发现有不允许疵病		以5倍数量复验，不应再有	全批退回，重检	全批退回，重检	—
尺寸	某项尺寸偏差超过允许百分率		加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率	加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率	加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许%	加倍数量该项，两次合计，应不超过允许百分率
振动试验	掉镦圈或撒发射药不多于1个	初验（个）	1500	600	700	300
		补验（个）	1500	1400	1300	700
		补验条件	时间加倍（8min），其余与初验的相同	与初验的相同	与初验的相同	时间加倍（16min），其余与初验的相同
		补验结果	不应再有	不应再有	不应再有	不应再有
落锤	上限（受潮后）瞎火和哑火（总数）超过允许百分率		加倍数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率	相同数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率		
	下限发火超过允许百分率					
试验	感度	上限高度有一个瞎火或哑火	相同数量在该高度复验，不应再有	——		
		下限高度有一个发火				
		其他各高度不符合规定	相同数量在该高度复验，应符合规定			
射击试验	某种射击疵病超过允许百分率		加倍数量，用原枪、按原射击条件复射，两次合计，应不超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）	按通合允许百分率的数量（但每次不少于100发）用原枪按原射击条件补射到2000发（WD323，WD338和WD33A补射到1000发），不应再超过允许百分率（其他疵病也不应超过规定）		

§4 试 验 方 法

4.1 振动试验方法见表6-8

4.2 受潮和落锤试验方法见表6-9

4.3 射击试验方法见表6-10

表6-8 制式枪弹底火振动试验方法

试品装置法	按出厂底火包装方法，将底火装入纸盒（底火应分层排列整齐，口部一致向上），再将纸盒放置在振动试验机上的固定木盒内，空隙处用空纸盒和纸板塞紧。木盒安装固定后的高度（即当上板处于最高位置时，通过木盒底面中心点，从上板的下平面到下板的上平面的垂直距离）应为150±2mm				
振动机要求	振动试验机应符合WJ-231-77的规定，其主要技术要求： （1）试验品（底火或枪弹）和固定木盒的总重量不超过8kg （2）上板重4.8～6.5kg，厚度不小于33mm （3）上板与下板（均为木制）应接触密合，允许局部缝隙不超过0.3mm （4）手转皮带轮使上板（无负重）抬到最高位置时脱离凸轮 顺转时：上板应能自由的落到底 反转时：上板应悬空不落到底 （5）振动中，上板击打下板时，不应有杂音				
振动频率	60±1次/min				
振动时间(min)	名　　称	WD304	WD323	WD^{334}_{334A}	WD^{338}_{338A}
	初　验（复验）	4（8）	8（8）	8（8）	8（16）
注意事项	（1）底火先经外观检查，应无不允许的外观疵病 （2）如由于试验条件不正常而影响试验结果的正确性时，该试验结果不算，更正试验条件后重试				

表6-9 制式枪弹底火受潮和落锤试验方法

受潮试验	（1）在温度不低于20℃的室内进行 （2）底火口部一致向上、单层平放在水温为25～35℃（WD338和WD338A的水温为15～35℃）、相对湿度近于饱和的受潮器中保持4h，受潮中水珠不得滴入底火内 （3）受潮后的底火及时擦干，装入弹壳底火室内，并及时作上限落锤试验
落锤仪要求	枪弹底火落锤仪应符合图纸和技术条件规定，主要技术要求： （1）左、右导轨与底座工作面的不垂直度≤0.06/500mm （2）落锤V形槽与左、右导轨的滑动间隙，在0.03～0.09mm范围内的通、止公差≤0.03mm （3）落锤沿导轨上、下滑动时，应畅通无阻 （4）击针尖端应光滑无毛刺，形状符合量具 （5）弹壳在弹壳座内应稳定、确实。

（续）

落锤试验	（1）用作落锤试验的弹壳应符合其产品图规定，在装底火前，还需100%检查其火台深度和底火室直径。 （2）装入底火后，100%检查底火装入深度（mm），应在下列范围内： WD304（装成51式手枪弹）——0.08～0.15 WD323（装成64式手枪弹）——0.05～0.20 WD334和334A： （装成56式枪弹）——0.12～0.20 （装成53式枪弹）——0.15～0.23 WD338和338A： （装成54式12.7枪弹）——0.20～0.30 （装成56式14.5枪弹）——0.20～0.30 （3）操作方法按枪弹底火落锤仪技术条件相应规定 （4）底火先经外观检查，应无不允许的外观疵病（WD304） （5）如由于测试条件（受潮器，落锤仪，弹壳等）不正确而影响试验结果的正确性时，该试验结果不算，更正或更换测试条件后重新试验

表6-10　制式枪弹底火射击试验方法

试验弹装配	（1）按普通弹（高射机枪弹按穿甲燃烧弹）进行装配，也可按实际供用的弹种进行装配 （2）所用的零、部件以及装配成的枪弹均应符合其产品图规定
试验弹保温	当作高、低温射击时，将装好弹夹、弹匣和弹链（及弹链盒）的枪弹分别在50±5℃下（WD304底火在50～60℃下）保持2h，或在－50±5℃下保持3h，而后及时射击。
射击弹数和试验用枪	（1）WD304底火（装成51式手枪弹） 用54式手枪射击150发（常温弹） 用54式冲锋枪射击350发（常温弹） （2）WD323底火（装成64式手枪弹） 用64式手枪射击210发（高温弹） （3）WD334和334A底火（装成56式枪弹） 用56式7.62mm半自动步枪（精度枪或破裂枪）射击100发（高温弹） 用56式7.62mm冲锋枪射击 90发（高温弹） 用56式7.62mm轻机枪（大闭锁）射击 100发（高温弹） （4）WD334和334A底火（装成53式枪弹） 用57式7.62mm重机枪（小闭锁）射击 100发（高温弹） 用57式7.62mm重机枪（大闭锁）射击 100发（高温弹） （5）WD338和338A底火（装成54式12.7或56式14.5枪弹） 用54式12.7mm机枪射击100发（常温弹平射和高温弹平射各50发） 用56式14.5mm机枪射击100发（常温弹平射和高温弹平射各50发）
射击规范和结果评定	（1）射击规范和枪械要求按枪弹技术条件相应规定 （2）与底火无关的射击疵病仅作记录，不作底火验收依据 （3）与底火有关的射击疵病，如系由于枪械、枪弹、弹壳等非底火原因造成者，该射击结果不算，更换或更正测试条件后，重新试验 （4）属于底火原因的射击疵病，按射击疵病分别统计，并按全部射击总数统计疵病百分率

§5 包装、标志、储存和运输

5.1.1 底火的包装应适合运输、贮存和使用要求，保证质量和安全。

5.1.2 所用包装器材应符合其产品图、技术条件或有关规定：

（1）包装纸和纸板（包括纸盒用纸板）应符合WJ551-68的规定。

（2）包装铁匣（包括开匣钥匙）应符合WT505和WT505JT-75 的规定（同枪弹用）。

（3）包装木箱（包括护带和封扣）应符合WT504和WD504JT-75 的规定（同枪弹用）。

5.1.3 底火的包装和标志见表6-11

5.1.4 底火包装和标志的检验见表6-12

5.1.5 底火的存放、储存和运输：

（1）底火应在密封状态下存放。未密封的底火必须存放在相对湿度不大于65%、温度不低于16℃的室内，但不得超过 15天（WD323，WD334 和 WD334A）或一个月（WD304，WD338和WD338A）

（2）经最后验收的成批底火应储存在干燥，通风的专用库房内。

（3）底火运输时，应按国家有关爆炸品运输的规定。注意防振，注意安全。

表6-11 制式枪弹底火的包装和标志

包装和标志		底-21式底火 (WD304)	底-22式底火 (WD323)	底-18式底火 (WD334，WD334A)	底-19式底火 (WD338，WD338A)
底火数量（个）（按重量折算的数）	每盒	1250	2000	1000或1250	300
	每匣	25000	40000	20000或25000	6000
	每箱	50000	80000	40000或50000	12000
包装木箱全重（kg）		≈16	≈16	≈16或≈19	≈19
包装方法	装盒	按重量称取一定数量的底火，均匀分装在若干个纸盒内（每盒底火数量大致相等）。盒内上下均用脱脂棉衬垫紧密。盒外用封条粘封			
	装匣	每匣装20盒，盒盖在上面。纸盒与铁匣之间（上下和四周）均用纸板垫隔紧密，然后放一张标签在匣内 当底火检验和规定的包装检验合格后，进行封匣盖、检查密封性和封闭检查孔。最后在匣盖面上再贴一张标签		
	装箱	每箱装2匣，匣盖在上边。铁匣在箱内不应过分松动 当铁匣密封性检验合格后，进行钉箱盖，并用一根护带在箱的中部顺箱带方向箍紧，接头处（在箱盖面上）用压印有底火厂代号的封扣钳封			
包装要求		（1）纸盒内外和铁匣内外均应清洁干燥 （2）脱脂棉、纸盒和纸板的水分均应不超过9% （3）匣体内部以及脱脂棉、纸盒和纸板的酸性、碱性和氯化物，均应不超过规定（按枪弹包装相应规定） （4）密封的铁匣不允许有严重的漏气。轻微漏气者允许不超过5%			

（续）

	底-21式底火 (WD304)	底-22式底火 (WD323)	底-18式底火 (WD334，WD334A)	底-19式底火 (WD338，WD338A)
包装标志	（1）铁匣内外的标签上标志内容： 底火名称，批号，装匣数量，底火厂代号，制造年份 （2）木箱帮板上的标志内容： 前侧面——底火名称，批号，装箱数量，全重，底火厂代号，制造年份 后侧面——爆炸品标志，“防潮、轻放，请勿倒置”等字 （3）标志均为黑色，但木箱上的爆炸品标志，按国家有关规定			

注：

①铁匣用铅或铅镉合金纤焊补漏和封闭检查孔时，应使用下列焊剂：氯化铵（粉状）不多于1～2%，松香（粉状）24～25%，酒精不少于74%。（在保证密封质量条件下，允许用中性胶粘补代替纤焊。）

②枪弹厂自产自用的底火，其包装方法可另行规定。

表6-12 制式枪弹底火包装和标志的检验

检验项目		检验数量	检验方法	复验
包装方法和数量		（抽查）	在包装和最后验收时分别适当抽查	（按具体情况定）
水分	脱脂棉、纸盒、纸板	各一个试样（重3～5g）	（1）在封匣盖前检验 （2）取样时，不应受外界条件的影响 （3）试验方法按枪弹包装检验相应规定	（按具体情况决定）
酸性、碱性、氯化物	脱脂棉、纸盒、纸板	各一个试样（重5g）		
	匣体内部	3匣		
铁匣密封性		20匣	（1）在铁匣封盖后（未钉箱盖前）抽验 （2）在匣内，外压力差为0.12大气压或91mmHg下，（用真空抽气法或充气法）进行检验 （3）对于密封不良的铁匣，按充气法评定。评定方法按枪弹包装检验相应规定	如轻微漏气的匣数超过允许百分率，以相同数量复验，两次合计，应不允过允许百分率
标志		（抽查）	（1）铁匣内外标签在封匣盖前、后适当抽查 （2）木箱标志在最后验收时适当抽查	（按具体情况决定）

第七章　制式枪弹包装和标志

§1　枪 弹 标 志

1.1 枪弹制造标志

枪弹制造标志内容为弹厂代号和制造年份，压印在弹底上。上方压印弹厂代号（另按规定），下方压印制造年份（取末尾两位数），字向一致。字的排列是：两位数者，平行排列；两位数以上者，扇形排列（图7-1）。字的尺寸列于表7-1，字样列于图7-2。

标志应压印清晰，排列匀称。

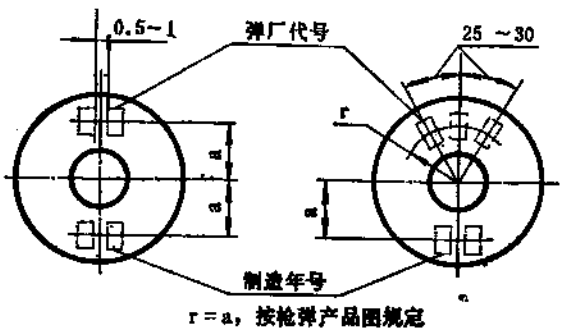


图7-1　枪弹制造标志的排列

表7-1　枪 弹 制 造 标 志 的 字 的 尺 寸

弹别	压印位置	字的尺寸 (mm)		
		高×宽	笔划粗	凹入或凸出
手枪弹	弹底平面	1.0×0.8	≈0.2	凹入≈0.1
步机枪弹	弹底平面	1.5×1.2	≈0.3	凹入≈0.1
高射机枪弹	弹底凹面	1.6×2.0	≈0.3	凸出≈0.1

1×0.8mm：

1234567890

1.5×1.2mm：

1234567890

1.6×2mm：

1234567890

注：数字“4”的两种字样，可根据工艺情况任选一种。

图7-2　枪弹制造标志的字样

1.2　弹种识别标志

弹种识别标志是在枪弹的弹尖上和底火周围涂以色标（颜色一致），代表弹种，作为识别之用（图7-3）。色标应鲜明、牢固、耐久、耐水。色标的颜色列于表7-2。

普通弹种一律不涂色标。教练弹（假弹）采用目视、手摸均易辨别的特殊识别标志——在弹壳体部压制三条凹槽（图7-4）。

注：在弹壳口部（各种枪弹）和底火周围（不涂色标的枪弹）为防腐、密封而涂的漆，应为无色（本色）漆，不作识别标志用。涂无色漆的宽度不加限制。

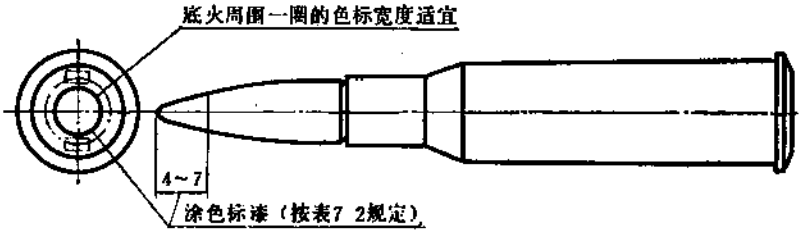


图7-3　弹种识别标志

表7-2 弹 种 色 标

弹种		色标	弹种		色标
战斗用弹	普通弹	(无)	辅助用弹	(普通)空包弹	(无)
	试射燃烧弹	红		信号枪榴弹用空包弹	黄
	燃烧曳光弹	红		反坦克枪榴弹用空包弹	灰
	曳光弹	绿	检验用弹	标准弹	黄
	穿甲燃烧弹	黑		高压弹	蓝
	穿甲燃烧曳光弹	紫		强装药弹	灰

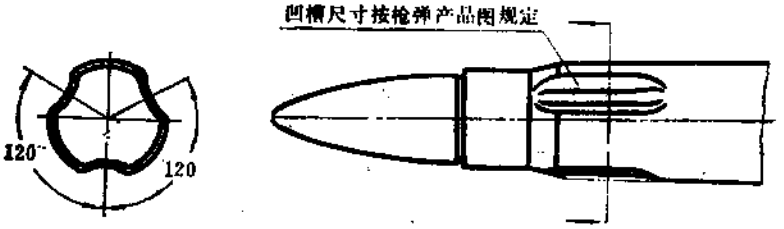


图7-4 教练弹识别标志

§2 枪弹包装

2.1 总的技术要求

枪弹包装应适合运输、贮存和使用要求。

2.1.1 包装器材应符合其产品图和技术条件规定，见表7-3。

2.1.2 包装数量和重量应正确，见表7-4。

2.1.3 铁匣的内、外壁应保持清洁、干燥，无影响长期贮存的物质存在。其内部质量和密封性要求见表7-5。

此外，为考查枪弹包装的运输适应性，还可定期或不定期地进行卡车拖载试验（试验方法参见第三章§ 3表3-23）。

表7-3 枪 弹 包 装 器 材

包装器材	产品图	技术条件	注
弹夹	WT009	WT009JT	用于56式7.62mm步枪弹的包装
包装纸 纸板	—	WJ561-68	
纸盒	WO004BH	WJ551-68	用于64式7.62mm手枪弹的包装
三层胶合板	—	GB738-65	用于56式14.5mm高射机枪弹的包装
枪弹通用包装铁匣	WT505	WT505JT-75	包括附件开匣钥匙(WT505FJ)
枪弹通用包装木箱	WT504	WT504JT-75	包括附件护带(WT504-FJ1)和封扣(WT504-FJ2)

表7-4 枪弹包装数量和重量

弹别		包装数量（发）			包装箱全重
		每包（盒）	每匣	每箱	(kg)
51式7.62mm手枪弹	普通弹	70	1260	2520	≈32
	空包弹	70	1260	2520	≈30
	教练弹	70	—	2520	≈30
64式7.62mm手枪弹	普通弹	35	1750	3500	≈32
59式9mm手枪弹	普通弹	16	1280	2560	≈33
56式7.62mm枪弹	步枪弹	30	550	1100	≈25
	机枪弹	25	750	1500	≈30
	空包弹	25	750	1500	≈21
	教练弹	25	—	1500	≈26
53式7.62mm枪弹	步枪弹	15	300	600	≈21
	机枪弹*	20 (125)	440 (600)	880 (1000)	≈25 ≈(28)
	空包弹*	28 (125)	560 (625)	1120 (1250)	≈18 ≈(20)
	教练弹	20	—	1000	≈24
54式12.7mm高射机枪弹	战斗弹	—	85	170	≈26
	空包弹	—	100	200	≈20
	教练弹	—	—	170	≈24
56式14.5mm高射机枪弹	战斗弹	—	47	94	≈23
	空包弹	—	56	112	≈16
	教练弹	—	—	100	≈23

* 括号内的数字系53式7.62mm机枪弹和空包弹的另一种包装数量和重量。

表7-5 包装铁匣的内部质量和密封性要求

项目		手枪弹	步机枪弹	高射机枪弹
匣内包装纸、纸板、纸盒等	水份（%）≤	9		9
	酸性*（甲基橙变色法）	不现红色 (pH≈4)		
	碱性**（酚酞变色法）	不现浅红色 (pH≈8.5)		
	氯化物（比浊法）	不超过氯含量0.003% 比浊标准		
铁匣内表面	酸性（甲基橙变色法）		不现红色 (pH≈4)	不现红色
	碱性（酚酞变色法）		不现浅红色 (pH≈8.5)	不深于碱含量0.002% 比色标准
	氯化物（比浊法）		不超过氯含量0.003% 比浊标准	
铁匣密封性	严重漏气		不允许	不允许
	轻微漏气不超过（%）		5	10

* 甲基橙变色（黄→红）：pH3.1～4.4；

** 酚酞变色（无→红），pH8.2～10.0

2.2 试验方法

2.2.1 铁匣密封性试验方法见表7-6

2.2.2 包装纸和铁匣内部的酸、碱性和氯化物检定方法见表7-7

2.2.3 包装纸水分测定方法见表7-8

表7-6 包装铁匣密封性试验方法

试验方法	（1）在匣内、外压力差为0.12大气压或91mmHg下，用真空抽气法或充气法进行试验（对密封性不良的铁匣，按充气法评定） （2）用充气法检验时，在匣盖上扎一小孔，充气后浸入水中，如铁匣的漏气处出现气泡，但汞柱在30s内下降不超过2mm者为轻微漏气（重复时，不再出现气泡，同时汞柱也不下降者，仍算密封性良好）。如果汞柱在30s内下降超过2mm，为严重漏气 （3）试验后，用铅或铅锡合金将检查孔钎焊封闭（采用中性焊剂：氯化铵1～2%，松香24～25%，酒精74%）。铁匣补漏也用同样方法钎焊。（在保证密封质量的条件下，允许用中性胶粘补代替钎焊）
复验	如轻微漏气的匣数超过允许百分率，以相同数量复验，两次合计，应不超过允许百分率

表7-7 包装纸和铁匣内部的酸性、碱性和氯化物检定方法

程序		包装纸和纸板	铁匣内部
试样水浸取液的准备		（1）纸和纸板分别进行 （2）将每种试样剪成约10×10mm的小方块后，称取5g（标准至0.01g）放入烧杯中 （3）注入100ml煮沸的蒸馏水，搅拌试样，直至完全浸湿匀透 （4）取出试液，分别作酸性、碱性和氯化物的检定	（1）向每个铁匣内注入100ml煮沸的蒸馏水，仔细洗涤匣的内表面。 （2）取出试液，分别作酸性、碱性和氯化物的检定
检定方法	酸性	取出试液10～12ml注入试管内，加入0.1%甲基橙1滴。如试液成为红色，即表明其酸性超过规定	
	碱性	取试液10～12ml注入试管内，加入1%酚酞2～3滴。如果试液成为浅红色，即表明其碱性超过规定（高射机枪弹为不深于碱含量0.002%的比色标准）	
	氯化物	取试液7～8ml注入试管内，同时取标准氯化铵蒸馏水溶液（氯离子浓度为0.003%）7～8ml注入另一试管内。向两个试管同样地加入1:1硝酸5滴和5%硝酸银溶液3～5滴，比较两试管中溶液的混浊度。如试液比标准溶液更为混浊，即表明其氯化物超过规定	

注：

① 标准氯化铵蒸馏水溶液的配制方法：

称取干燥的氯化铵0.045g（精确到0.0005g）溶于1l蒸馏水中。配制好的标准溶液经标定后密封保存备用。

② 从取样到试验完毕整个过程中，不应使试样受外界条件的影响。

③ 具体的操作方法，由工厂理化室自行规定。

表7-8 包装纸水分测定方法

试样准备	（1）纸和纸板分别进行 （2）将每种试样剪成约10×10mm小方块，放入清洁干燥的玻璃瓶中密闭保存备用
测定方法	（1）称取试样3～5g（W），放在已知重量的器皿中，并称其总重量（W_1） （2）在100～105℃的烘箱中烘干1h后，取出放在干燥器内冷却至室温，再称其总重量 （3）同样地再进行一次烘干、冷却和称重，直至恒重（W_2）为止（即两次烘干后称重结果相差不大于0.005g） （4）按 $\frac{W_1-W_2}{W}\times 100\%$ 式计算，即为试样水分

注

① 各次称重均精确至0.001g。

② 从取样到测定完毕的整个过程中，不应使试样受外界条件的影响。

③ 具体的操作方法，由工厂理化室自行规定。

④ 在保证测定结果正确的条件下，允许采用其他测定方法。

2.3 批量系列

枪弹的批量系列列于表7-9，根据工厂的生产和质量情况，选定其中的一种。

表7-9 枪弹批量系列

弹别		枪弹批量							
		万发	箱数	万发	箱数	万发	箱数	万发	箱数
51式 7.62 mm 手枪弹	普通弹	12.6	50	25.2	100	50.4	200	—	—
	空包弹	12.6	50	25.2	100	—	—	—	—
	教练弹	12.6	50	25.2	100	—	—	—	—
64式 7.62 mm 手枪弹	普通弹	7	20	14	40	—	—	—	—
	空包弹	7	20	14	40	—	—	—	—
	教练弹	7	20	14	40	—	—	—	—
59式 9 mm 手枪弹	普通弹	12.8	50	25.6	100	51.2	200	—	—
	空包弹	12.8	50	25.6	100	—	—	—	—
	教练弹	12.8	50	25.6	100	—	—	—	—
56式 7.62 mm 枪弹	步枪弹	22	200	44	400	66	600	88	800
	机枪弹	30	200	45	300	60	400	75	500
	空包弹	15	100	30	200	—	—	—	—
	教练弹	15	100	30	200	45	300	—	—

（续）

弹别		枪弹批量							
		万发	箱数	万发	箱数	万发	箱数	万发	箱数
53式7.62mm枪弹	步枪弹	30	500	45	750	60	1000	—	—
	机枪弹*	22(25)	250	44(50)	500	66(75)	750	88	1000
	空包弹*	11.2(12.5)	100	22.4(25)	200	—	—	—	—
	教练弹	10	100	20	200	40	400	—	—
54式12.7mm高射机枪弹	战斗弹	5.1	300	10.2	600	17	1000	—	—
	空包弹	1	50	2	100	5	250	—	—
	教练弹	5.1	300	10.2	600	—	—	—	—
56式14.5mm高射机枪弹	战斗弹	4.7	500	9.4	1000	—	—	—	—
	空包弹	2.8	250	5.6	500	—	—	—	—
	教练弹	5	500	10	1000	—	—	—	—

* 括号内数字系53式7.62mm机枪弹和空包弹的另一种包装数量（参见表7-4）。

§3 枪弹包装标志

3.1 包装标志内容和要求

（1）枪弹包装标志内容包括枪弹名称(附带弹壳区别)、包装数量和重量、发射药标志、枪弹制造标志(包括枪弹批号)、弹种识别标志等，分别标在木箱帮板上和铁匣匣盖上。

（2）木箱标志采取印字或喷字。铁匣标志采取印字、喷字或压字。喷和印的标志均用黑字，但色带以及专门规定者除外。压印的标志向外凸出（也允许向内凹入），凸出高度（或凹入深度）以清晰明显为准。压字处需涂无色（本色）漆防腐。

（3）标志应完整、清晰、匀称、美观。喷和印的标志还应附着牢固、耐久、耐水。

（4）此外，在钳封护带接头的封扣上，按图7-5所示的位置，压印弹厂代号（与弹底上的代号一致，但字的尺寸为5×4mm，字样按弹底压印的1.0×0.8mm枪弹制造标志字样放大5倍）。

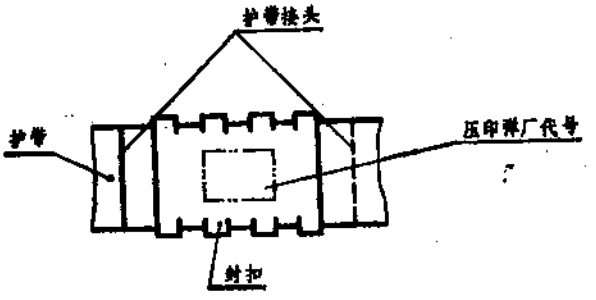


图7-5 封扣上的标志（弹厂代号）

3.2 包装标志的排列

3.2.1 排列的形式按图7-6，排列的说明按表7-10。

3.2.2 排列的方法按表7-11。

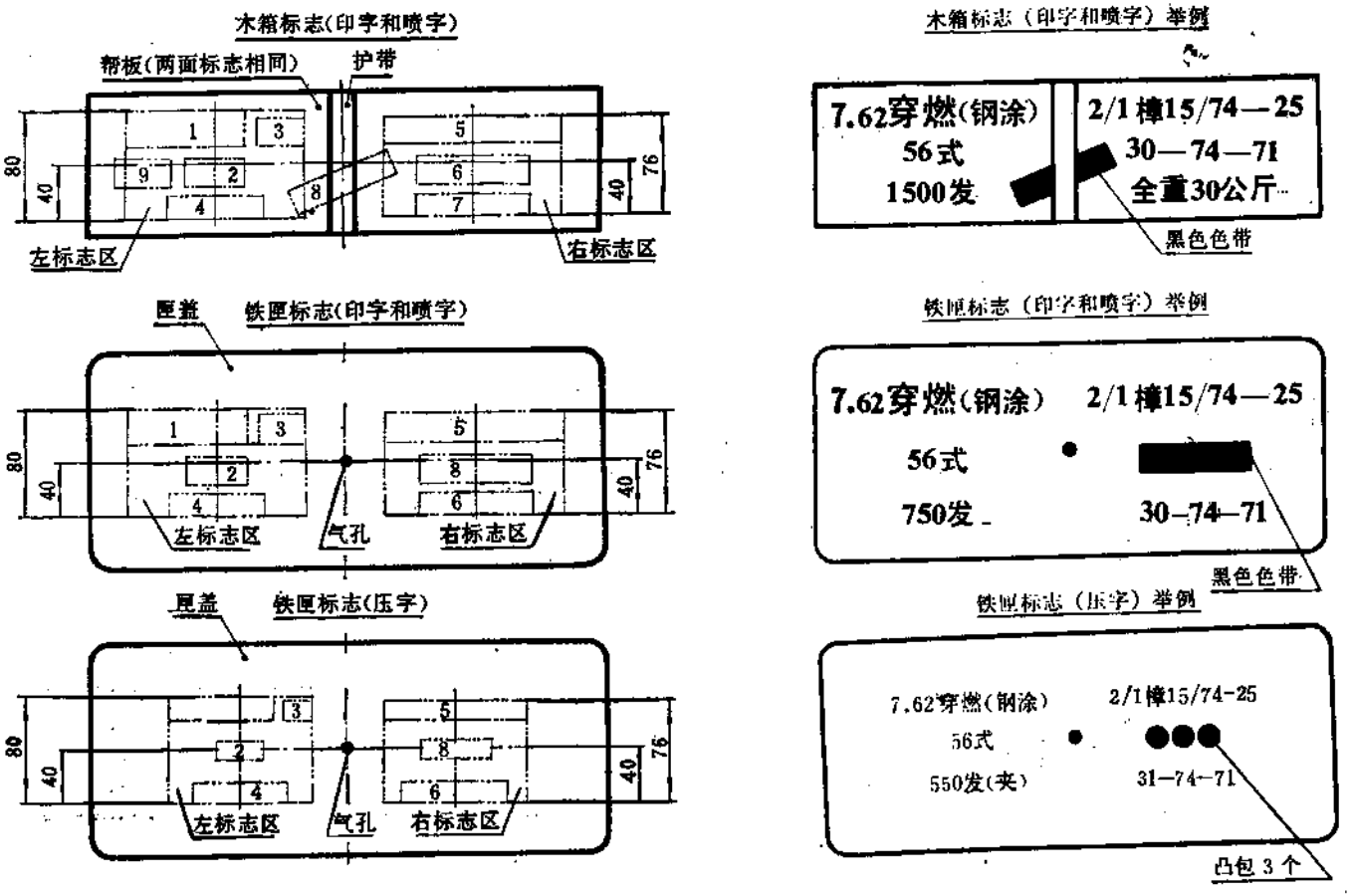


图 7-6　枪弹包装标志排列形式

表7-10　枪弹包装标志排列说明

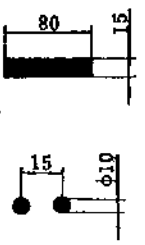
图中代号	标志内容	表示形式	排列举例	标定方法
1	枪弹名称	口径　弹种	7.62穿燃	年式-51式，56式，……
2		年式	56	口径-7.62，12.7，…… 弹种-手普，普，试燃，燃曳，曳，穿燃，穿燃曳，……
3	弹壳区别	（简号）	（钢涂）	黄铜弹壳……（铜） 覆铜钢弹壳……（钢） 涂漆钢弹壳……（钢涂） 镀铜钢弹壳……（钢镀）
4	包装弹数	×　×　发 ××发(夹)	1500发	（1）按装箱和装匣的发数分别标定 （2）带弹夹包装者，在发数后加(“夹”)
5	发射药标志	品号 批　号/年份 -药厂代号	2/1樟15/75-75	（1）按所装发射药的标志标定，但品号末尾如系数字，移或加横线与批号隔开，如： 多-45→多45-，方25→方25- （2）如同一箱（匣）内有两个发射药批号，重叠标定，如 $5/7石\frac{8/74}{10/74}-25$
6	枪弹制造标志（包括枪弹批号）	枪弹批号- 制造年份- 弹厂代号	30-75-71	枪弹批号-按弹种每年从“1”起顺次接编 制造年份-取末两位数 弹厂代号-与弹底上的代号一致
7	包装箱全重	全重××kg	全重30kg	按实际平均重量（精确至1kg）标定
8	战斗弹 弹种识别 标　志	色　带 （用于印字或喷字） 或 凸　包 （用于压字）		弹　种 / 色带颜色 / 凸包数量 手普、普 / （无）色 / （无） 试燃，燃曳 / 红　色 / ● 曳光弹 / 绿　色 / ●● 穿　燃 / 黑　色 / ●●● 穿燃曳 / 紫　色 / ●●●●
9	训练弹附加标志	训练用	—	在木箱标志的空处，平排于枪弹年式字组左侧，附加“训练用”（红字，红边框），原标志不变。

表7-11 枪弹包装标志排列方法

标字区的划分	（1）整个标志排列在木箱帮板或铁匣匣盖的中央。按箱(匣)纵向中心线划分左、右标志区，对称分布，并适当隔开，留出护带（或检查孔）位置 （2）以左标志区对称于箱（匣）横向中心线排列为基准，按底线相平排定右标志区，使左、右标志区的同排字组底线相平齐 （3）左、右标志区的纵向中心线可根据标志内容分别移动调节，达到左、右匀称，疏密相宜
字组的排法	（1）按区内同排的标志组成字组。各排字组均按标志区纵向中心线对称排列。上、下两排字组分别抵满标志区的顶线和底线，中间一排字组位于其间 （2）只有两排字组者（如铁匣标志中的右标志区无“全重”字组，教练弹木箱标志中的右标志区无“发射药标志”字组等），将中排位置空出 （3）字组的高度按最高的字高，宽度按字宽、字数及其间距决定。字的间距在1～5 mm范围内适当选取 （4）字数可变的字组（如发射药标志字组和枪弹制造标志字组），除因字数不同而采取相应移动字组位置的排法外，也可采取不变字组的排法。即： 发射药批号按两位数排定。当为一位数时，将十位数位置空出，或只移动“批号”或“批号/年份”大致适中排列；当为三位数时，改用小号数字对称于字组横向中心线排入 药厂代号按两位数或三位数排定（根据常用多数情况）。当有增减时，向右延伸或向左收缩 枪弹批号按两位数排定。当有增减时，向左延伸或向右收缩
色包带的和排凸法	（1）木箱上的色带，斜排在左、右标志区之间的空处。色带中心位于木箱纵向中心线上，左下端与下排字组的底线平齐，右上端与中间一排字组的顶线平齐。如右端位置受限，可将枪弹制造标志字组稍向右移动或改用备用的窄体数字 （2）铁匣上的色带或凸包，横排在右标志区内上、下两排字组之间，并按右标志区纵向中心线对称分布
“试枪弹”的包装标志	可参照训练用枪弹采用附加标志“试枪用”，（黑字、黑边框）。也可将整个标志缩小，铅印成标签纸贴在包装箱上

3.3 包装标志的字样和字的尺寸

包装标志的字的尺寸按表7-12，字样按图7-7和图7-8，凸起的尺寸按图7-9。

3.4 包装和标志的检验按表7-13

表7-12 枪弹包装标志的字的尺寸

字别	印字和喷字的尺寸（mm）		压字的尺寸（mm）		用于
	高×宽	笔划粗≈	高×宽	笔划粗≈	
汉字	24×18	竖3.5横2	16×5	0.5	弹种的汉字
	20×14	竖2.5横1.5	12×6	0.5	其他汉字
数字	24×12	3.5	16×7	0.5	口径（整数部分）数字
	20×10	2.5	12×5	0.5	其他数字
	12×6	1.5	8×4	0.5	发射药品号为分数形式的数字
	20×8	2	—	—	枪弹制造标志的备用窄体数字

24×18mm：

手普穿燃曳试空教

枪信反坦标高強

20×14mm：

铜钢涂镀式发夹多方樟

石单球空标高強全重公

斤训练用试枪( )

24×12mm：

1234567890.

20×10mm：

1234567890/-

20×8mm：

1234567890 12×6mm：1234567890

注：喷字的镂花宽度约为1～2毫米。印字不需镂花，将字样的镂花处填满。

图 7-7　枪弹包装标志字样

(喷字和印字)

16×8 mm：

手普穿燃曳试空教枪信反坦标高強

12×6mm：

铜钢涂镀式发夹多方樟石单球空标高強()

16×7mm：

1234567890

12×5mm：

1234567890/-

8×4mm：

1234567890□/□

图 7-8　枪弹包装标志字样

（压字）

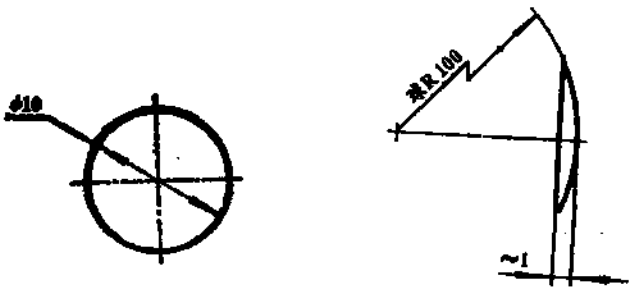


图 7-9　枪弹包装标志压铜凸包尺寸

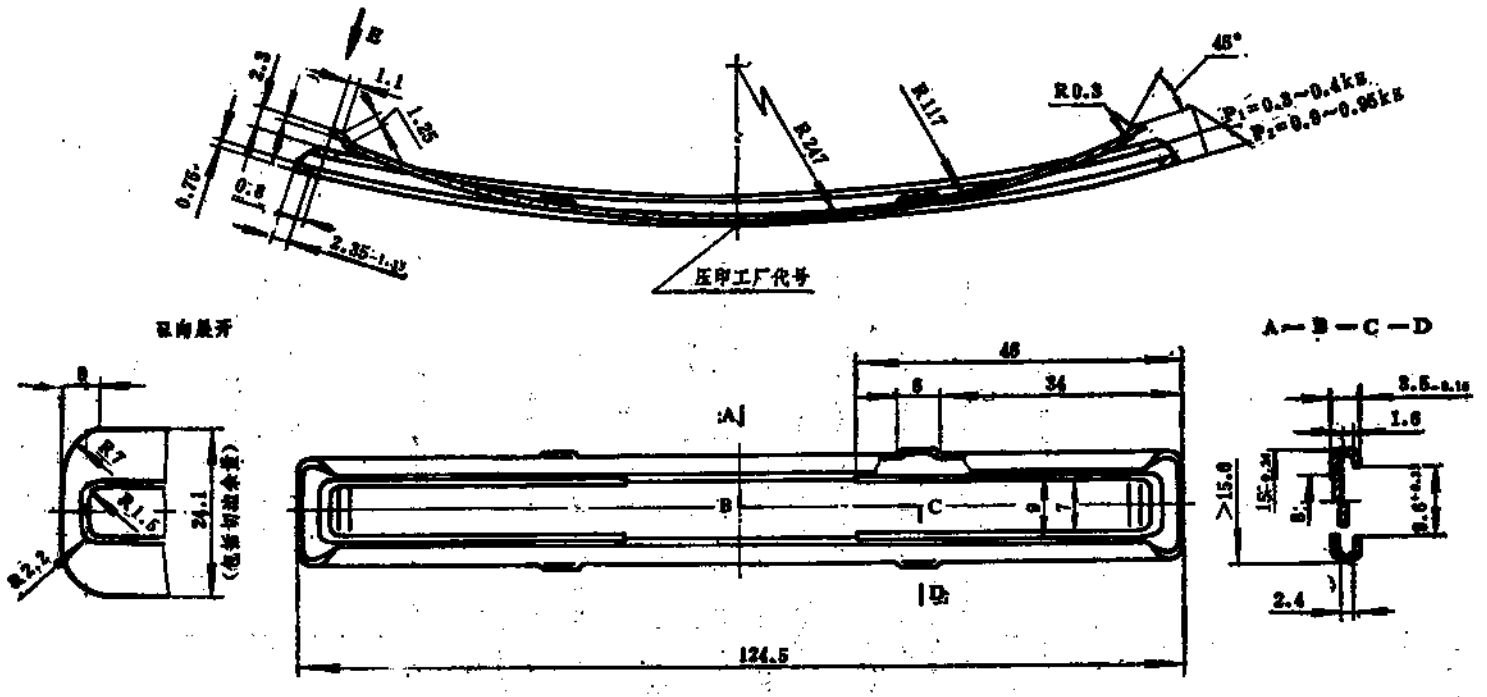
表7-13 枪弹包装和标志的检验

项目		检验数量				检验方法	复验
		51、59式手枪弹	64式手枪弹	步机枪弹	高机枪弹		
包装方法		抽查				在枪弹交验和最后验收时，分别适当抽查	按具体情况决定
包装数量	枪弹发数	100%（按抽取的试品）				①在枪弹交验时检查 ②可按纸包或纸盒进行检查（清数和称重），对有疑问者再打开清点	如有多余或不足，但不超过一发，加倍数量复验，不应再有
	匣数	100%				交验时清点	—
	箱数	100%				最后验收时清点	—
	包装箱全重	抽查				最后验收时称重抽查，对有疑问者，作必要的拆开检查	按具体情况决定
水分、酸、碱、氯化物	包装纸、纸板、纸盒、胶合板	各一个试样（3～5g）				①在铁匣封盖前抽验 ②取样时，试样不受外界条件影响 ③水分测定方法按表7-7 ④酸性、碱和氯化物检定方法按表7-6	按具体情况决定
	包装纸、纸板、纸盒	各一个试样（1g）					
	铁匣内部	64式手弹2匣，步机弹、高机弹各3匣					
铁匣密封性		64式手弹10匣，步机弹、高机弹各40匣				按表7-6	如轻微漏气的匣数超过允许百分率，以相同数复验，两次合计，应不超过允许百分率
开匣质量（必要时抽验）		步机弹6匣				开匣方法按表7-21	如有一匣撕不开，以相同数复验，不应再有
标志	纸盒、铁匣	抽查				在木箱钉封前适当抽查	按具体情况决定
	木箱	抽查				在最后验收时适当抽查	

注：对包装器材的质量（尺寸、外观、结构、提手强度等）可在枪弹包装前或在包装检验中适当抽查。

§4 56式7.62mm枪弹弹夹

4.1 简图 56式7.62mm枪弹弹夹简图见图7-10。



注：①材料：钢带50-P-BG-Q-T-0.75×130-YB 207-65。
②重量：13.6~14.3g
③硬度：HRC 41~48（允许在弹夹中部不大于100×5的区域进行高频局部淬火）
④磷化、皂化处理后热涂油（枪油85%，炮油15%）。油温110~130℃，浸油时间2~5 min

图 7-10 56式7.62mm枪弹弹夹
(WT009)

4.2 技术要求

4.2.1 弹夹质量按表7-14。

4.2.2 弹夹主要尺寸按表7-15。

表7-14 56式7.62mm枪弹弹夹质量

项目		基本规格	放宽规格	
			范围	允许百分率(%)
装弹适应性	装弹量	10发，不脱落	—	—
	装退弹	畅通，不刮伤		
	枪上装弹	插入56式7.62mm半自动步枪的弹夹槽，压下枪弹和退出空弹夹均顺畅、确实		
簧片质量	弹性	在专用试验器上，用带有荷重的直杆压在簧片端部（两端分别测试）： ①能顶起0.4kg的荷重，并用手指轻敲荷重，可自由弹跳 ②在0.9kg荷重下，压缩到最低位置而不弹跳	只能顶起0.3kg荷重者 在0.95kg荷重以下者	2 2
	压缩后弹性	用两发枪弹分别装在簧片两端，压缩12h后，取下枪弹，再试弹性，应符合要求	—	—
	硬度	在弹夹淬火、回火后测试簧片硬度。将弹夹凹面朝上，在簧片的两端和其中一侧的簧片根部各测一点硬度，三点平均值应为： HRC41～48	HRC38～41 HRC48～51	10 10
磷化质量	耐蚀性	在3%的食盐水中浸泡2h后，烘干检查应无锈迹		
	机械强度	用石英砂冲击弹夹底面，然后用0.5%食盐水浸泡半小时后，烘干检查应无锈迹。		

表7-15 56式7.62mm枪弹弹夹主要尺寸

部位	规格	要求
口槽宽度（mm）	$9.6^{+0.35}$	①$\phi9.6\times\phi12\times1.55$mm的弹形量规应能顺利通过弹夹全长 ②9.95mm量规不应进入口槽（沿弹夹全长，但距夹两端5mm以内除外），或者虽然进入，但轻轻翻转弹夹，量规在自身重量下不脱落者，仍算合格 ③整体淬火的弹夹，允许10.02mm量规不进入口槽，但其数量不超过5%
夹身宽度×厚度（mm）	$15_{-0.5}\times3.5_{-0.1}$	夹身两端（至凸包处）应顺利进入量规的15.03×3.56mm开槽
凸起处宽度（mm）	>15.6	凸包处不应进入卡规的15.6mm缺口（对于局部淬火的弹夹，凸包处不应进入卡规缺口为15.75mm处）
横梁宽度（mm）	$2.35_{-0.15}$	卡规的1mm缺口不应进入两端横梁的最窄处

4.2.3 弹夹外观要求按表7-16。

表7-16 56式7.62mm枪弹弹夹外观要求

外观疵病	疵病允许百分率(%)
在端部10mm以内的夹身、横梁或簧片根部等处有裂纹；簧片偏移，影响压下和自由弹起	不允许
弹夹侧面或折边处，有一处长度不超过15mm的不透光纵裂缝	0.4
弹夹底面无工厂代号的标志或标志不清晰	1
允许有不大于标本的下列疵病： 麻点、擦疤、起层等缺陷，压痕、线痕等机械损伤；表面磷化膜擦伤（但不露基体金属）；簧片端部平面过小和过大，以及接弧不圆滑；口槽缺肉，角部唇薄，横梁内外不平齐；凸包损伤、穿透裂缝等	—

4.3 验收规则和试验方法

4.3.1 批量3000～30000个。

4.3.2 检验项目和复验按表7-17。

4.3.3 磷化质量试验方法见表7-18。

表7-17 56式7.62mm枪弹弹夹检验项目和复验

项目	数量（个）	初验	复验
外观尺寸	1000	某种疵病或某项尺寸偏差超过允许百分率	以相同数量复验该项，两次合计，应不超过允许百分率
		某种疵病超过标本（不允许疵病除外）	以相同数量复验，不应再出现
枪上装弹	200	—	—
簧片弹性	(200) （每10批试验1批，用"枪上装弹"试后的弹夹）	超过允许百分率	加倍数量复验，两次合计，应不超过允许百分率
簧片弹性（压缩后）	30 （每10批试验1批）		
簧片硬度	3 （在淬火回火后按小批检验）	超过允许百分率（按大批总计）	补验7个，两次合计，应符合规定
磷化质量（耐蚀性和机械强度）	6 （在磷化皂化后按小批检验各3个试样）	不符合规定	以相同数量复验该项，应符合规定

注：簧片弹性（包括压缩后的）如复验仍不合格，则以后各批均需逐批检验，直至连续3批符合规定后，再恢复间批检验。

表7-18　56式7.62mm枪弹弹夹磷化质量试验方法

耐蚀性	（1）将烘干后的弹夹放在3%食盐水（18～20℃）中浸泡2h （2）取出用流动水冲洗，并用脱脂棉将水吸净 （3）烘干后检查弹夹外观，应无锈迹（边棱、边角处的锈迹允许不计）
机械强度	（1）将粒度为0.5～0.85mm的石英砂100g装在漏斗中，通过垂直装置的长500mm、内径8mm的玻璃管，使砂子自由落下冲击在相距100mm、成45°倾斜装置的弹夹凸面的表面上 （2）取下弹夹，用毛刷刷去粉末 （3）放在0.5%食盐水（18～20℃）中浸泡半小时 （4）取出用流动水冲洗，并用脱脂棉将水吸净 （5）烘干后检查弹夹的被冲击表面，应无锈迹

4.4　包装与标志

（1）用枪弹通用包装木箱（WT504或$WT504F_2$）包装弹夹。每箱装弹夹1400个。箱内成十字形衬垫两张牛皮纸，空隙处用碎纸塞紧。木箱外箍以护带。

（2）在木箱帮板上（一侧）标明：名称，批号，数量，重量，制造年月和制造厂代号等标志。

§5　枪弹通用包装铁匣

5.1　简图

枪弹通用包装铁匣及其附件开匣钥匙的简图见图7-11。

5.2　技术要求

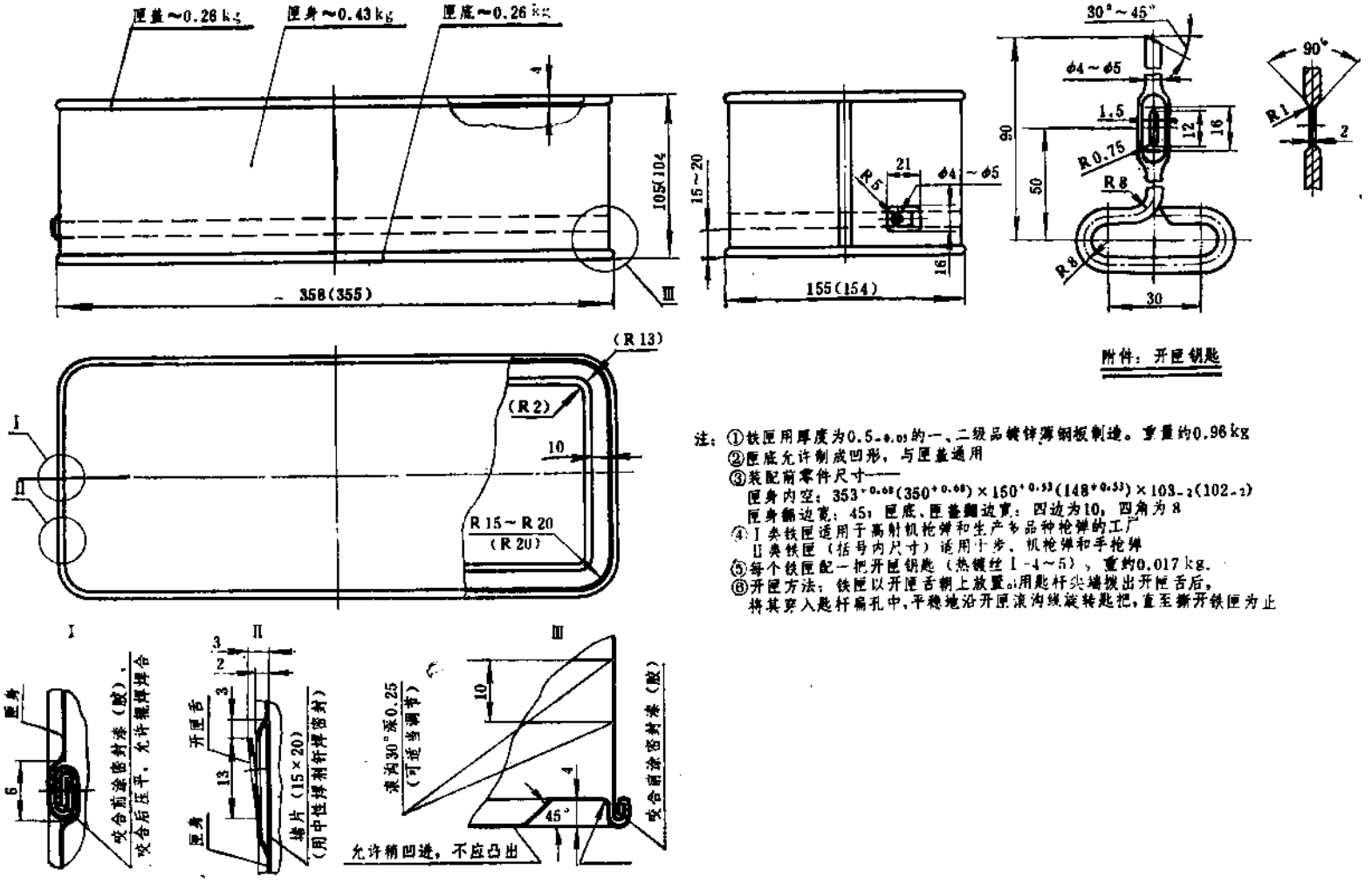
5.2.1　铁匣结构和尺寸

（1）铁匣系用厚0.5mm镀锌薄钢板制造的全咬合、侧开匣结构。每个铁匣配一件开匣钥匙，随放在木箱内。

（2）铁匣按其外形尺寸分Ⅰ和Ⅱ两类（表7-19）。内形尺寸适合枪弹包装要求。

表7-19　枪弹通用包装铁匣外形尺寸

类别	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)	四角 (mm)	适用范围
Ⅰ	358₋₁	155₋₁	105₋₁	R15～R20	配Ⅰ类木箱，适用于高射机枪弹和生产多品种枪弹的工厂
Ⅱ	355₋₁	154₋₁	104₋₁	R_{15}	配Ⅱ类木箱，适用于步机枪弹和手枪弹



附件：开匣钥匙

注：①铁匣用厚度为0.5-0.05的一、二级品镀锌薄钢板制造。重量约0.96 kg
②匣底允许制成凹形，与匣盖通用
③装配前零件尺寸——
匣身内空：$353^{+0.68}(350^{+0.68})\times150^{+0.53}(148^{+0.53})\times103_{-2}(102_{-2})$
匣身翻边宽：45；匣底、匣盖翻边宽：四边为10，四角为8
④Ⅰ类铁匣适用于高射机枪弹和生产多品种枪弹的工厂
Ⅱ类铁匣（括号内尺寸）适用于步、机枪弹和手枪弹
⑤每个铁匣配一把开匣钥匙（热镀丝Ⅰ-4~5），重约0.017 kg.
⑥开匣方法：铁匣以开匣舌朝上放置，用匙杆尖端拨出开匣舌后，将其穿入匙杆扁孔中，平稳地沿开匣滚沟线旋转匙把，直至撬开铁匣为止

图 7-11　枪弹通用包装铁匣（WT505）及其附件开匣钥匙（WT505FJ）

5.2.2 铁匣及其零、部件（匣体和匣盖）和附件（开匣钥匙）的验收技术要求：

（1）外观和尺寸见表7-20。

（2）匣体密封性和开匣质量见表7-21。

（3）匣体和匣盖内表面的酸性、碱性和氯化物见表7-22。

表7-20 铁匣及其零、部件和附件的外观和尺寸

外观	（1）不允许有锈蚀、油污等影响长期贮存的疵病 （2）允许有不影响包装、密封、开匣和标志的下列疵病和缺陷： 压凹、凸起、擦痕、毛刺等机械损伤（可制订标本） 翻边、缺口和裂纹（可制订标本） 钎焊补漏的堆积物，防腐、密封的涂漆层 不超过一、二级品镀锌薄钢板（YB180-63）允许的各种表面缺陷等 （3）下列疵病允许修整： ①锌层破裂或损坏处，涂漆覆盖 ②总面积不超过 20cm² 的脱锌露钢、锈蚀等影响长期贮存的疵病，用砂纸（布）擦净后涂漆覆盖 ③锌层表面上有白色锌的复盐已引起锌层起皮、起泡或脱落者，应擦净后涂漆覆盖〔轻微的白色锌的复盐（鉴别方法是，将白色物仔细擦去，凭肉眼观察，锌层不起皮、不起泡、不脱落者），允许不在此种白色物上涂漆覆盖。〕
尺寸	（1）各主要尺寸应符合产品图规定 （2）有关的配合尺寸应适合包装要求

表7-21 铁匣密封性和开匣质量

密封性	在压力差为0.25atm或190mmHg下，将匣体浸入水中，保持30s，气压或汞柱不应下降，也不应有气泡从匣体漏气处出现
开匣质量	（1）开匣结构和开匣钥匙应作用可靠。按规定方法开匣时，应能顺利撬开 （2）开匣方法：铁匣以开匣舌朝上放置，用匙杆尖端拨出开匣舌后，使开匣舌穿进匙杆扁孔中，平稳地沿开匣压印线旋转匙把，直至撬开铁匣为止

注：当工艺或材料有较大变动而可能影响铁匣密封质量时，可作实际包装拖载鉴定试验。

表7-22 铁匣匣体与匣盖内表面的酸性、碱性和氯化物

项目	技术要求	检定方法
酸性（甲基橙变色法）	不现红色（pH≈4）	参见本章§2，表7-7
碱性（酚酞变色法）	不现浅红色（pH≈8.5）	
氯化物（比浊法）	不超过氯含量0.003%（比浊标准）	

5.3 验收规则

5.3.1 匣体和匣盖以及开匣钥匙应成套分批交验（开匣钥匙可单独编批交验）。每批抽

验不少于5 %。具体验收办法由供需双方共同确定。

5.3.2 检验项目：

（1）外观质量（对有问题的匣体、匣盖或开匣钥匙，必要时可作密封性检查、开匣试验、封盖试验或剖开检查咬合质量）。

（2）主要尺寸和有关配合的尺寸(按产品图WT505)。必要时还可抽作枪弹包装试验，考查铁匣内形尺寸是否合适。

（3）铁匣密封性。

（4）匣体和匣盖内部酸性、碱性和氯化物(只抽验3套)。

5.3.3 如检验结果不符合技术条件规定或发现有技术条件未提及的疵病，按其疵病情况和影响程度分别予以复验、加倍复验、退修或酌情处理。

5.3.4 验收后的铁匣零、部件和附件，在保管、运输和包装过程中，应妥善放置，保持洁净干燥，防止雨水、灰尘及其他污染。

§6 枪弹通用包装木箱

6.1 简图

枪弹通用包装木箱的简图分别见图7-12和7-13。

6.2 技术要求

6.2.1 木箱结构和尺寸

（1）木箱以木板（作帮板、堵板、垫板和提手）和胶合板（作底板、盖板和带板）混合结构(WT504)为主，可视情况采用全木板结构($WT504F_2$)。

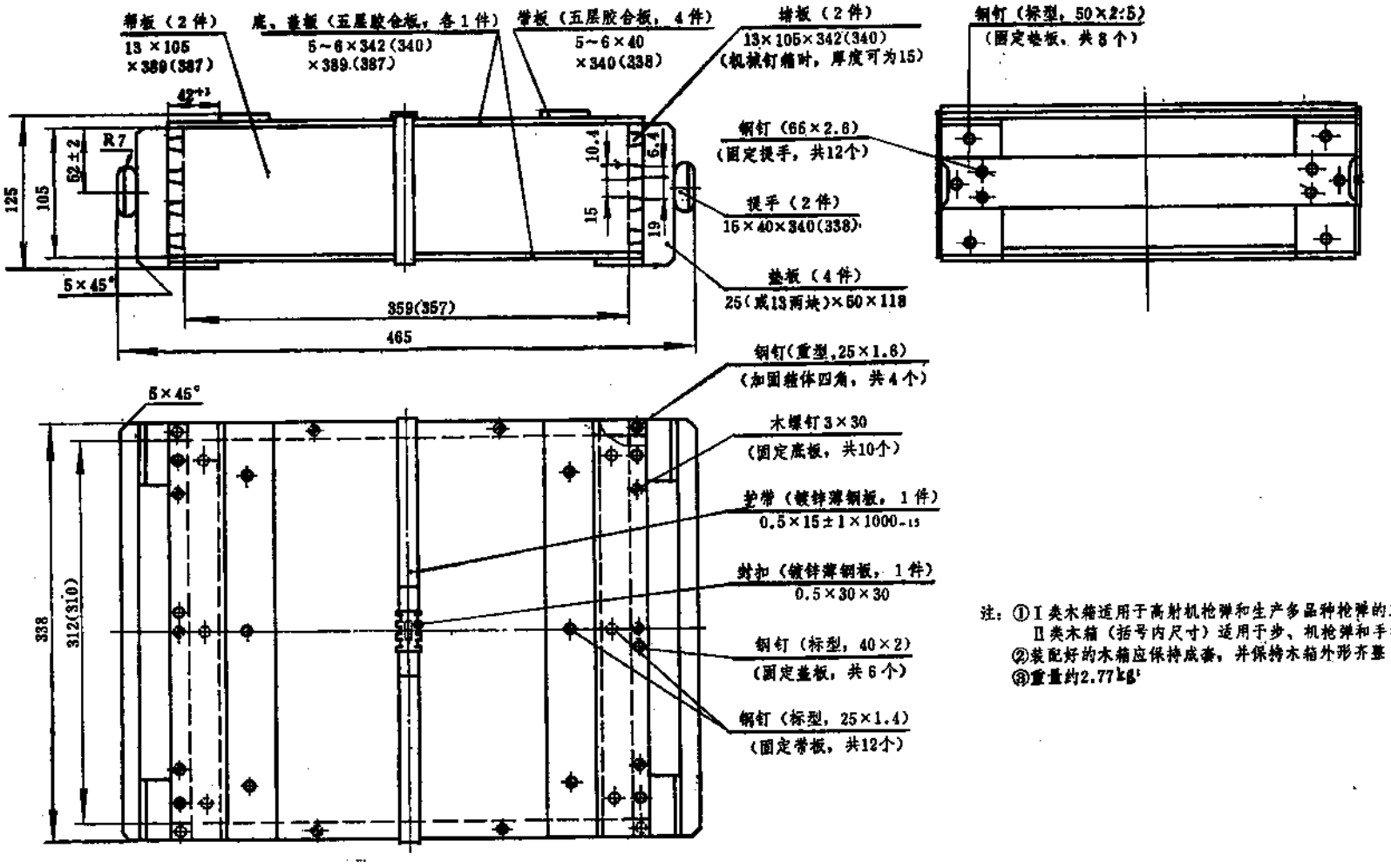
（2）木板材质为二级(针、阔叶材)，厚度分25_{-3}mm(作垫板,但也可用两块厚13_{-2}mm的板代替)、15_{-2}mm(作提手)和13_{-2}mm（作其他箱板）三种。

胶合板为五层，厚度5～6 mm，Ⅰ类为耐气候(变化)、耐沸水作用（NQF）胶合板(GB738-65)。当Ⅰ类胶合板供应困难时，允许以Ⅱ类耐水（NS）作用胶合板(GB738-65)代用。

（3）木箱按内形尺寸分为Ⅰ和Ⅱ两类(表7-23)。

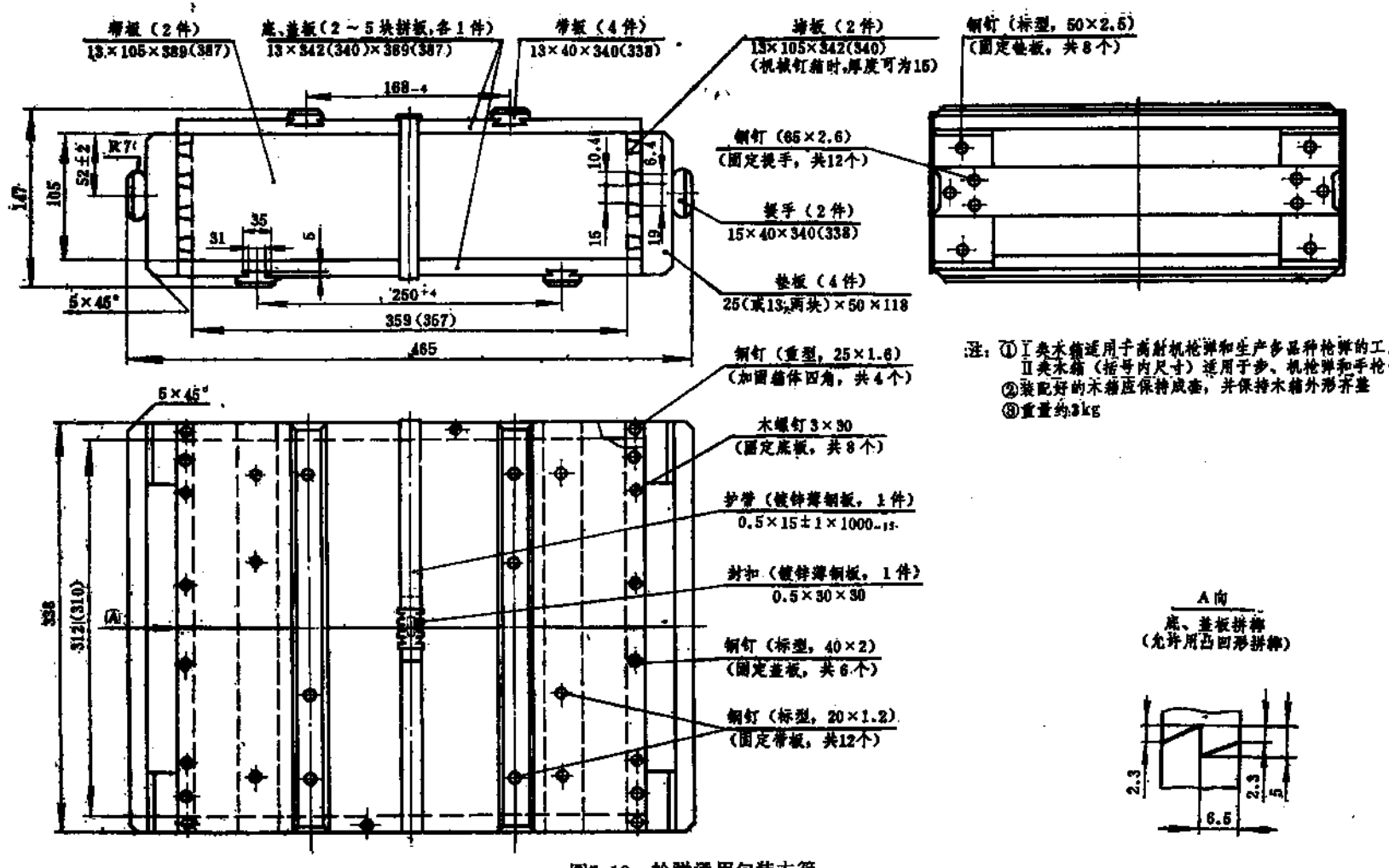
表7-23 枪弹通用木箱内形尺寸

类别	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)	适用范围
Ⅰ	359**	312**	105**	配Ⅰ类铁匣，适用于高射机枪弹和生产多品种枪弹的工厂
Ⅱ	357**	310**	105**	配Ⅱ类铁匣，适用于步机枪弹和手枪弹



注：①Ⅰ类木箱适用于高射机枪弹和生产多品种枪弹的工厂
Ⅱ类木箱（括号内尺寸）适用于步、机枪弹和手榴弹
②装配好的木箱应保持成套，并保持木箱外形齐整
③重量约2.77kg

图7-12　枪弹通用包装木箱
（木板与胶合板混合结构WT504）



注：①Ⅰ类木箱适用于高射机枪弹和生产多品种枪弹的工厂
Ⅱ类木箱（括号内尺寸）适用于步、机枪弹和手枪弹
②装配好的木箱应保持成套，并保持木箱外形齐整
③重量约3kg

图7-13　枪弹通用包装木箱
（全木板结构WT604F$_1$）

（4）木箱各零件木板的长、宽尺寸公差：

帮、堵板——长$_{-4}$，宽$^{+4}$

底、盖板——长$_{-4}$，宽$_{-4}$

带板——长$_{-4}$，宽$_{-2}$

垫板——长$_{-5}$，宽±5

提手——长$_{-4}$，宽$_{-2}$

（5）木箱的附件：护带（$WT_{504}FJ1$）和封扣（$WT_{504}FJ2$），用厚度为0.5mm镀锌薄钢板制造，每个木箱各配1件，用于加箍和钳封。

6.2.2 木箱验收技术要求

（1）箱板材质（二级）见表7-24。

（2）箱板木材缺陷的修补见表7-25。

（3）箱板允许的加工缺陷见表7-26。

（4）底、盖板（木板）的拼合见表7-27。

（5）钢钉和木螺钉的钉接见表7-28。

（6）帮、堵板的榫接见表7-29。

（7）木箱装配见表7-30。

（8）木箱提手、箱底接合强度和箱板水分见表7-31。

表7-24 箱 板 材 质

木材缺陷	计 算 方 法	允许限度		
		一 级	二 级	三 级
圆形活节	（1）不计算个数的节子尺寸不得超过（mm）	15	不 限	不 限
	（2）最大节子尺寸不得超过（mm）	30	不 限	不 限
	（3）最大节子尺寸不得超过板宽的	$^1/_4$	不 限	不 限
圆形死节	（1）不计算个数的节子尺寸不得超过（mm）	5	15	20
	（2）最大节子尺寸不得超过（mm）	10	50	60
	（3）最大节子尺寸不得超过板宽的	$^1/_4$	$^1/_3$	$^2/_3$
条 状 节	（1）贯通板宽的，为板厚的	不允许	$^1/_2$	$^1/_2$
	（2）超过板宽$^1/_3$的，为板厚的	不允许	$^2/_3$	$^2/_3$
	（3）未超过板宽$^1/_3$的，为板厚的	不允许	$^1/_4$	$^1/_4$
腐 朽	（1）条状腐朽，宽度不得超过板宽的	不允许	$^1/_5$	$^1/_4$
	长度不得超过板长的	不允许	$^1/_4$	$^1/_3$
	（2）块状腐朽	同圆形死节	同圆形死节	同圆形死节
	（3）深度不超过2mm的表面腐朽（不修补）	不允许	不 限	不 限
虫害、树脂囊（油眼）	（1）条状的	同条状腐朽		
	（2）圆形的	同圆形死节		
	（3）在任意100cm²正方形内密集的小虫孔或油眼的个数不得超过			
	<2mm者	2	20	25
	2～8mm者	2	5	10

（续）

木材缺陷	计算方法	允许限度		
		一级	二级	三级
	（4）不穿通的虫沟或油眼（不修补），深不得超过（mm）	2	不限	
	（5）在每单块箱板的平均长1m、宽8cm范围内，计算的节子、腐朽、虫害、树脂囊总个数（包括修补后总个数）不得超过（如板长不足1m，板宽不足8cm，其个数可按比例折算，不足一个的4舍5入）	6	8	10
裂纹*	（1）不贯通裂纹：长不得超过板长的	1/3	不限	
	条数不得超过	1	不限	
	（2）贯通裂纹：长不得超过板长的	不允许	1/3	1/3
	条数不得超过	不允许	2	2
斜纹	（1）宽面上斜纹不得超过	1/5	不限	不限
	（2）窄面上斜纹	不限		

* ① 端头风干裂纹不计条数，但在底板上长度不得超过30mm。

② 贯通裂纹超过板长1/3，而裂纹两侧板宽不小于规定的最小板宽者，允许存在。

③ 超过规定的各种裂纹，经胶粘牢固后，不按裂纹计算。

④ 活节上裂缝宽1mm以下的不限，超过1mm的需用腻子或木块粘胶修补。

注：①表中未列的缺陷如变色，树脂漏等均不计。

② 圆形半死节周边与木材纤维脱离部分大于$\frac{1}{2}$者，按死节处理；小于$\frac{1}{2}$者，按活节处理。

③ 条状节包括斜向贯通于木板两面的节子。帮、堵板上不允许有超过帮板宽$\frac{1}{2}$的条状节。

④ 节子、虫孔的长形与圆形的划分：若长与宽之比不超过3倍者为圆形，超过3倍者为长形。

⑤ 计算个数的树脂和虫害尺寸为：

宽度＞8mm；长度＞25mm（对虫害）或大于45mm（对树脂囊）。

尺寸的测量：对虫害不贯穿的，按表面尺寸；贯穿的，按上下两面虫伤孔外边缘的最大尺寸。

对树脂囊，按两边缘顶点的尺寸。

表7-25 箱板木材缺陷的修补

修补范围	（1）除提手板外的其他箱板均允许用几何形状修补或用大于半个的截圆木塞修补 （2）凡穿通的圆形死节、腐朽、虫害、树脂囊和宽度超过1mm的裂纹均需修补 （3）底、盖板上的条状节，如能保证使用，可不修补 （4）修补后的木塞或木块尺寸，如在木板两面不一致时，按两面平均计算
修补方法	（1）节子、腐朽、虫害、树脂等，直径或宽度不超过10mm者，用腻子修补；超过10mm者用木条，木塞或木块粘胶修补 （2）宽度超过1mm的裂纹，可用胶或钉加固，并用腻子修补 （3）用木塞或木块修补时，其周边局部缝隙不得超过1mm （4）榫接木箱的堵塞物应距接榫根部不小于10mm （5）修补用腻子的配比和质量要求，由供需双方协商决定

表7-26 箱板允许的加工缺陷

刨光面	（1）粗糙度：不作要求 （2）局部未刨光：面积不超过板面的$\frac{1}{3}$，深度不超过2mm （3）刨伤沟痕：深度不超过3mm
机伤	（1）机伤崩落，面积不超过40cm²，深不超过7mm。 （2）带板燕尾槽机伤：长度不超过带长的$\frac{1}{5}$，宽度不超过4mm
钝棱缺角（包括碰撞的缺角和掉渣）	（1）在宽面上，宽度不超过14mm （2）在窄面上：宽度不超过板厚$\frac{1}{2}$
端面偏斜	不超过±2mm（但装成木箱时应保持外形整齐）
弯曲	（1）横弯和顺弯：不超过0.5% （2）翘弯：不超过2%

表7-27 底、盖板（木板）的拼合

拼板	（1）可用2～5块相同或不相同树材的木板（包括斜形板）拼合 （2）每块拼板的宽度不得小于40mm，允许有一块中间的拼板宽度不小于36mm（斜形板均按小头宽度计算）
拼合	（1）拼接的榫形按产品图（WJ504F₂）规定。拼榫上不用胶粘 （2）榫头与榫槽的偏位不得超过1mm （3）拼板间的高低偏差不得超过2mm （4）榫头或榫槽局部劈裂，长度不超过板长的$\frac{1}{4}$者，用钉加固或用粘合，局部劈掉的长度不得超过板长的$\frac{1}{6}$ （5）拼缝宽度不超过1mm者不计；超过1mm但不超过2mm者，其长度不得超过板长的$\frac{1}{3}$ （6）个别拼缝的宽度和长度超过上条规定，但不透光者，允许修补使用（此种数量不得超过抽验数的5%）

表7-28 钢钉和木螺钉的钉接

钉子规格	（1）钢钉和木螺钉的规格、数量和钉位按产品图（WT504或WT504F₂）规定 （2）允许适当增补钢钉和木螺钉 （3）钢钉允许以尺寸近似的其他规格代用，但需符合以下钉接要求： 钉长不小于被固定板厚的3倍（直钉时），或为各板厚之和再加上5～12mm（盘钉时）； 钉径以保证拼接牢固并避免钉裂箱板为准。
钉位	（1）同一箱板上的钉位应适当错开，并需避开节子和堵塞物 （2）钉位距拼缝应不小于10mm
钉接	（1）钉接的箱板之间应紧密接合，局部缝隙不得超过2mm （2）钉头和钉尖不得突出或斜出箱板之外 （3）盘钉的钉尖应弯曲打入板内，不应高出板面超过钉径的$\frac{1}{2}$ （4）木螺钉拧入前的打入深度不应超过钉长之半

表7-29 帮、堵板的榫接

榫形	（1）燕尾榫（允许用直角榫，但应保证联接强度） （2）榫头和榫槽的尺寸按产品图（WT504）规定
榫接	（1）榫上应涂胶 （2）榫头允许凹入板面不超过2mm，但不得突出板面之外
缝隙宽度	（1）不贯通者，不超过2mm （2）贯通者不超过1mm
榫头脱落	（1）不得超过榫的断面的$\frac{1}{2}$ （2）每角不得超过2个（不修补），每箱不得超过2个角

表7-30 木箱装配

装配尺寸	内形尺寸（长、宽、高）、提手位置和带板位置应符合产品图（WT504或WT504F$_2$）规定
装配质量	（1）箱板均以刨光面朝外 （2）底、盖、帮、堵板上、下或左、右偏位允许不超过2mm，但需保持木箱外形整齐 （3）箱板干裂或钉裂的长度不超过20mm者不修补，超过20mm者，应用腻子、木条嵌合，并用胶或钉加固 （4）木箱内外表允许有胶痕、树脂漏和青皮等不影响使用的材色染污 （5）木箱应保持成套，并用一颗ϕ2×40mm钢钉在堵板的中间位置，将盖板钉接在箱体上

表7-31 木箱提手、箱底结合强度和箱板水分

项目	技术要求	试验方法
提手强度	在荷重60kg下，保持10min，提手不应破断	用两根绳子分别套在木箱的两个提手中部，将木箱悬空吊起，上端拴牢，下端挂以60kg重物，使两个提手同时在其中点处垂直受力。在此静荷下保持10min，提手不应破断。（此后，可继续逐渐加重，直至提手破断为止，以供参考）
箱底结合强度	在荷重100kg下，保持10min，箱底与箱体不应脱缝。	用木块支持木箱两端的垫板，使箱底完全悬空保持平正。箱内放置木制方形内胎，在内胎上加100kg重物，使整个箱底平均受力。在此静荷下保持10min，箱底与箱体不应脱缝。（此后可继续逐渐加重，直至箱底松脱为止，以供参考）
箱板水分	（1）木板水分应不超过18%（带板允许不超过20%） （2）胶合板水分应不超过15%	从任意箱板的任意位置取木屑3～5g(W_1)，在温度100～105℃下烘至恒重(W_2)，按$\frac{W_1-W_2}{W_1}\times 100\%$计算，即为箱板水分。（在保证测定结果正确的条件下，允许用电测水分仪或其他方法测定）

注 当工艺或材料有较大变动而可能影响木箱强度时，可作实际包装拖载运输鉴定试验。

6.3 验收规则

（1）每批木箱先经制造厂100%检验，然后提交订货方抽验。抽验数不少于5%。

（2）检验项目：

① 材料质量，装配质量，主要尺寸，箱板水分(逐批检验)。

② 提手强度和箱底结合强度，定期抽验，每次三个木箱。（对有问题的木箱，必要时也可以检验，不受定期抽验的限制）。

③ 如发现有抽验数的10%或10%以上的木箱不合格，加倍数量复验。复验再不合格，该批全部退修。

④ 其他验收规则由制、订双方商定。

第八章　枪 弹 勤 务

枪弹勤务属于弹药勤务。现将有关枪弹在运输、贮存、使用中的勤务规定和注意事项摘要选编，以资参考。

§ 1　枪弹运输注意事项

1.1.1　装运工具应正常良好，并有武装押运。

1.1.2　分类分批装载，不得混乱。

1.1.3　装卸中应稳取轻放，不得碰撞或振动。担抬时重叠不超过5箱，绳索应兜住箱底，不得钩挂在木箱提手上。堆积要求稳固。弹箱不得侧放或倒放。堆上应用棚布遮盖。

1.1.4　不准超载(超重、超高、超宽、超长)。限速运行。

1.1.5　注意防火、防潮、防雨、防晒。注意保密、安全。

§ 2　枪弹库存保管

2.1　保管

2.1.1　枪弹应保持原密封包装分类分批保管，界限分明。

2.1.2　弹箱堆积要稳固整齐，便于检查，利于通风。堆积高度不宜超过4m（约25～30箱)，下不压坏地坪和底层弹箱，上距棚顶至少0.5m。堆积方法应由整到零、由新到旧、由内到外逐次堆积，一般采取平行堆积或塔形堆积，堆下铺垫枕木（顺通风方向)。堆高1.5m左、右应加垫板条或铁皮。箱盖在上边，标志朝向通道（检查通道宽0.6m，工作通道宽1m以上)。

2.1.3　为防止堆上下、堆内外的弹箱受潮、发霉和锈蚀，每3年应翻堆倒垛一次，互相调换位置(在干燥季节进行)。如质量良好，可酌情延长。如库房条件差，弹箱出现受潮或堆垛倾斜等情况，要及时翻倒、晾晒。

2.1.4　库内温、湿度：

温度，以15～25℃为宜，最高不超过30℃，最低不低于－12℃；

相对湿度以65%为宜，最大不超过70%，最小不小于40%。

2.1.5　对于枪弹及其包装箱(匣)，要特别注意防潮，防热，防白蚁，防锈蚀。

2.2　技术检查和弹药试验

2.2.1　技术检查，每年在干燥季节检查一次，主要检查数量、质量、保管配套、维护保养、通风防潮等情况。

2.2.2　对于密封包装的枪弹，每两年抽查一次密封情况和有无锈蚀等，一般不开封检查，但对质量有怀疑的可酌情开封检查，检查后，尽量恢复密封包装。抽查比例按保管情况适当规定，一般为0.5%（非原密封包装者为5%)。

2.2.3　枪弹发射药(无烟药)按复试期进行理化分析。复试期按下表规定。

单基药和后装弹用双基药的复试期

无烟药状况	106.5±0.5℃正常重复10次试验不少于（小时）	下次复试期（年）
工厂新生产的无烟药	符合无烟药现行标准	14
按正常工艺制造，保管期不超过15年	70	7
	60	5
	50	4
	40	3
	30	2
	少于30（第一次不少于8 h）	1
按正常工艺制造，保管期在16～25年间	70	5
	60	4
	50	3
按非正常工艺制造，保管期不超过15年	30	2
	少于30（第一次不少于8 h）	1
以上四种以外的无烟药	70	4
	60	3
	30	2
	少于30（第一次不少于8 h）	1
安全性差的无烟药	第一次试验少于8 h	隔离保管，按上级装备部门指示处理

2.2.4 出厂15年以上的枪弹，专门组织抽查、抽试（包括必要的靶场试验），鉴定质量。

2.2.5 根据技术检查情况，评定质量等级。（在接收、发出、试验、修复时也要进行质量分级）

同其他军械装备一样，枪弹也分新品、堪用品、待修品、废品四级；

新品——①经检验合格，未经部队使用的新产品；②虽经修理，但检验合格、配套齐全、标志清楚、包装完整的；

堪用品——①经部队使用，质量基本符合要求的；②出厂超过15年，或虽有小的疵病，但主要技术性能未降低，可供作战、训练使用的；

待修品——需大修的，或需送独立修理分队和工厂修理的；

废品——无法修复或无修理价值的。

§ 3 部队携行使用

3.1 携行枪弹的管理和注意事项

3.1.1 分队集中保管的枪弹，非必要不得启开密封箱(匣)，已启开的要及时简易密封，不得散放保管或放在袋内保管，以免互相碰撞挤压。

3.1.2 战士携带的枪弹，要压入弹夹、装在弹袋(盒)内，要保持枪弹洁净，注意防潮、防热、防锈、防油污，禁止用粗糙的东西（砂土、鞋底等）擦拭枪弹，要保护铜层和漆层，保护枪弹标志，禁止弄松弹头，禁止打击底火。

3.1.3 教练弹应由班、排集中保管，使用时发给个人，严禁随身携带或与实弹混在一起。

3.2 枪弹的使用

3.2.1 使用原则：用旧存新，用零存整。

3.2.2 严格执行启封规定，防止过早或过多的启封。

3.2.3 按“基数标准”和“规定基数”装备。“基数标准”是对每一件武器规定一定数量的弹药作为一个弹药基数。例如每支56式7.62mm半自动步枪的弹药基数标准是200发枪弹（值班分队）。“规定基数”是对部(分)队装备多少弹药基数的规定。例如规定步兵师的半自动步枪为一个基数的移动储备量，即该师每支半自动步枪都有一个基数(200发）的移动储备量。

3.2.4 弹种配备比例根据不同武器、不同战斗任务规定。例如轻机枪，一般配备4个弹种：普通弹90%，曳光弹5%，穿甲燃烧弹4%，燃烧弹1%。

3.2.5 枪弹在使用中应严格遵守使用规定和操作规程，保持枪弹功能，防止可能的故障和事故。如在射击中出现故障，应正确处理，及时排除。如发生较大的事故，应详细记载现场情况，并及时向上级和有关部门报告。

3.2.6 经过射击准备而未使用的剩余枪弹，应及时恢复密封包装，以备下次使用。剩余的包装器材和射击后的弹壳，尽量收集上缴作回收处理。

第九章　制式枪弹弹道试验和弹道数据摘要

§1　制式枪弹内弹道数据和枪用发射药要求

1.1.1　枪用发射药的药形和尺寸见表9-1，理化性能见表9-2，弹道标识量见表9-3

1.1.2　制式枪弹内弹道有关参量见表9-4

1.1.3　$\frac{53}{56}$式7.62mm枪弹压电测压和铜柱压试验数据对比见表9-5

1.1.4　步机枪弹和高射机枪弹标准弹的压力-时间曲线和测试数据见图9-1～4和表9-6、9-7、9-8、9-9

表9-1　枪用发射药药形和尺寸

发射药品号	药形	药粒尺寸(mm)				
		平均燃烧层厚 $2\delta_0$	平均孔径 d	平均长度 2l	平均宽度 2b	平均外径* D
9多—45	(单基)多气孔单孔柱状	0.27～0.37	0.10～0.20	≤1.3	—	(0.84～0.94)
4多—125	(单基)多气孔单孔柱状	0.30～0.40	0.10～0.20	≤1.1	—	(0.70～1.00)
12/1樟	(单基) 单孔柱状	0.19～0.24	0.07～0.15	0.85～1.25	—	(0.45～0.63)
13/1樟	(单基) 单孔柱状	0.29～0.34	0.10～0.20	1.6～2.0	—	(0.68～0.88)
4/7石	(单基) 七孔柱状	0.45～0.56	0.15～0.25	2.5～3.5	—	(2.25～2.99)
5/7石	(单基) 七孔柱状	0.52～0.58	0.19～0.29	2.9～3.8	—	(2.65～3.19)
粒25	(单基) 片状	0.21～0.29	—	0.6～1.2	0.6～1.2	—
单球38	(单基) 球形	—	—	—	—	0.35～0.45
双粒17	(双基) 粒状	0.15～0.25	—	—	—	0.45～0.85

* 带括号的平均外径值是计算的。

表9-2 枪用发射药理化性能

发射药品号	外挥发分 (%)	内挥发分 (%)	总挥发分 (%)	二苯胺 (%)	樟脑 (%)	石蜡 (%)	剩余硝酸钾 (%)	二硝基甲苯 (%)	苯二甲酸二丁酯 (%)	灰分 (%)	硝化纤维素含氮量 ($g \cdot ml^{-1}$)	热量 (kcal/kg)	假比重 ($g \cdot cm^{-3}$)
多-45	1.0～1.8	≥0.2	≤1.8	1.0～2.0	—	≤0.9	≤0.2				≥203.0		
多-125	1.0～1.8	≥0.2	≤2.0	1.0～2.0	—	≤0.9	≤0.2				204.0～207.5		
2/1樟	1.0～1.8	≥0.4	≤2.9	1.0～2.0	≤1.8	≤0.4	—				≥209.0		
3/1樟	1.0～1.8	≥0.7	≤3.2	1.0～2.0	≤1.8	≤0.28	—				≥208.0		
4/7石	1.0～1.8	≥0.6	≤3.5	1.0～2.0		(不测定)	—				≥208.0		
5/7石	1.2～1.8	≥0.8	2.1～3.3	1.0～2.0		(不测定)	—				≥208.0		
粒25	1.0～1.8	≥0.3	≤2.8	1.0～2.0		≤0.4	—	≤6.0	≤4.0		≥214.0		
单球38	1.0～1.8	≥0.5	≤3.2	1.0～2.0		≤0.4	—			≤0.4	214.5	950	0.92
●双粒17	1.0～1.8					≤0.6	—				≥204.5	≥1160	0.55～0.70

● "双粒17"的其他指标：1号和2号混合硝化棉 63.5±2.0%，硝化甘油34±2%，乙酸乙酯≤0.6%，2号中定掉≥1.5%，水分≤0.5%。

表9-3 枪用发射药弹道标识量*

发射药品号	火药力 $f \times 10^4 (kg \cdot dm \cdot kg^{-1})$	余容 α ($dm^3 \cdot kg^{-1}$)	比容 $W_1 \times 10^{-3} (dm^3 \cdot kg^{-1})$	定容燃烧热 Q_V ($kcal \cdot kg^{-1}$)
2/1樟	100～105	0.9～1.0	7.0～8.0	900～920
3/1樟	100～105	0.9～1.0	7.0～8.0	910～930
4/7石	95～100	0.9～1.0	7.0～8.0	900～920
5/7石	95～100	0.9～1.0	7.0～8.0	900～920

* 火药力f是1 kg发射药燃烧后的气体生成物在1 atm下，温度由0°K升至T°K时，对外膨胀所做的功，$f = nRT_1$。

余容α是发射药燃烧时生成的气体分子本身所占的体积。

比容W_1是1 kg发射药燃烧所产生的气体，在压力为1 atm和温度为0 ℃时所占有的体积。比容越大的发射药，在同样条件下做功的能力越大。

定容燃烧热Q_V是1 kg发射药在真空定容下燃烧后所产生的气体冷却到标准温度(18℃)时所放出的热量。

表9-4 制式枪弹内弹道有关参量

弹种		口径 d (mm)	弹头重 $\overline{q}$ (g)	装药 品号	装药 重量 (g)	药室容积 W_0 (cm^3)	装填密度 Δ ($g \cdot cm^{-3}$)	拔弹力 (kgf)	膛内行程（按公称尺寸计算） 枪名	膛内行程 长度 (mm)	膛压 $\overline{p}_m$ (MPa)	初速 $\overline{v}_{10}$ (m/s)
手枪弹	51式7.62mm普通弹	7.62	5.52	多—45	0.55	0.9	0.61	15～70	51式7.62mm手枪 54式7.62mm冲锋枪	96.48 233	181～206	420～450 ($\overline{v}_{10}$)
	64式7.62mm普通弹	7.62	4.8	双粒17	0.2	0.4	0.50	20～50	64式7.62mm手枪	76.8	≤123	290～310 ($\overline{v}_{10}$)
	59式9mm普通弹	9.0	6.1	多—125	0.25	0.55	0.45	20～80	59式9mm手枪	83.6	≤118	290～315 ($\overline{v}_{10}$)
56式7.62mm步机枪弹	普通弹	7.62	7.9	2/1 樟	1.6	1.86	0.86	35～120	56式7.62mm半自动步枪 56式7.62mm轻机枪 56式7.62mm冲锋枪	494.02 494.02 389.02	≤275	710～725
	穿甲燃烧弹	7.62	7.72	2/1 樟	1.6	1.8	0.89	35～120	56式7.62mm半自动步枪 56式7.62mm轻机枪 56式7.62mm冲锋枪	495.02 495.02 390.02	≤275	725～740
	燃烧曳光弹	7.62	6.63	2/1 樟	1.6	1.78	0.9	35～120	56式7.62mm半自动步枪 56式7.62mm轻机枪 56式7.62mm冲锋枪	495.17 495.17 390.17	≤275	740～755
	曳光弹(A)	7.62	7.56	2/1 樟	1.6	1.76	0.91	35～120	56式7.62mm半自动步枪、轻机枪 56式7.62mm冲锋枪	495.22 390.22	≤275	710～725
	曳光弹(B)	7.62	7.29	2/1 樟	1.5	1.75	0.86	35～120	56式7.62mm半自动步枪、轻机枪 56式7.62mm冲锋枪	495.52 390.52	≤275	687～702
53式7.62mm步机枪弹	普通弹	7.62	9.6	3/1 樟	8	3.65	0.82	40～110	53式7.62mm轻机枪 53式7.62mm重机枪	561.93 678.93	≤294	820～835
	穿甲燃烧弹	7.62	10.45	3/1 樟	8	3.44	0.87	40～110	53式7.62mm轻机枪 53式7.62mm重机枪	567.51 684.51	≤294	800～815
	曳光弹	7.62	9.65	3/1 樟	8	3.41	0.88	40～110	53式7.62mm轻机枪 53式7.62mm重机枪	564.53 681.53	≤294	800～815
	试射燃烧弹	7.62	10	3/1 樟	8	3.41	0.88	40～110	53式7.62mm轻机枪 53式7.62mm重机枪	568.63 685.63	≤294	800～815
54式12.7mm高机枪弹	穿甲燃烧弹	12.7	48.2	4/7 石	16	20.7	0.77	200～550	54式12.7mm高射机枪	926.36	≤294	810～825
	穿甲燃烧曳光弹	12.7	44	4/7 石	15.5	20.7	0.75	200～550	54式12.7mm高射机枪	926.26	≤294	810～825
56式14.5mm高机枪弹	穿甲燃烧弹	14.5	64	5/7 石	31.8	38.3	0.83	150～650	56式14.5mm高射机枪	1259.21	≤319	980～995
	穿甲燃烧曳光弹	14.5	59.5	5/7 石	31.8	38.3	0.83	150～650	56式14.5mm高射机枪	1259.21	≤319	995～1015

表9-5　53式和56式7.62mm枪弹压电测压与铜柱测压的对比试验数据（同时测 $\bar{v}_{25}$ 值）*

弹种		测压方法	测压发数	v_{25} (m/s)	压力 (MPa) $\bar{p}_m(1)$ 实测值	$\bar{p}_m(1)$ 压电值与铜柱压值差/铜柱压值 %	$\bar{p}_m(2)$ 实测值	$\bar{p}_m(2)$ 压电值与铜柱压值差/铜柱压值 %	$\bar{p}_d$	$\bar{p}_g$	测压位置（距枪管尾端面）在同一支4孔测压枪上 (mm)
53式	标准弹	压电	8	827	302.4	13.4	289.5	13.8	—	—	$\bar{p}_m(1)$：34（原测压位置）
		铜柱	10	826	266.7		254.5		86.4	48.6	$\bar{p}_m(2)$：55（现测压位置）
	普通弹	压电	8	830	301.1	11.6	290.0	13.2	—	—	$\bar{p}_p$：426（57式重机枪导气孔位置）
		铜柱	5	835	269.8		256.1		84.8	46.5	$\bar{p}_g$：624（距枪口106）
	穿甲燃烧弹	压电	1	784	297.1	8.95	286.4	10.2	—	—	
		铜柱	4	808	272.7		259.9		84.1	46.2	
	试射燃烧弹	压电	2	795	272.6	8.8	259.5	8.2	—	—	
		铜柱	5	800	250.6		240.3		85.0	47.9	
	曳光弹	压电	8	800	293.5	8.2	280.5	7.3	—	—	
		铜柱	8	806	271.3		261.3		85.9	47.3	
56式	标准弹	压电	1	713	277.5	13.9	283.4	12.8	—	—	$\bar{p}_m(1)$：23.1（为试验增加的测压位置）
		铜柱	10	718	243.7		251.3		46.9	30.8	$\bar{p}_m(2)$：38.6（现测压位置）
	普通弹	压电	—	—	—	—	—		—	—	$\bar{p}_p$：348（56式7.62mm半自动步枪导气孔位置）
		铜柱	10	718	249.1		—		45.4	29.9	
	穿甲燃烧弹	压电	—	—	—	—	—		—	—	$\bar{p}_g$：470（距枪口50）
		铜柱	5	738	259.8		—		47.0	31.1	

* 1977年在华东工学院测试

表9-6　53式7.62mm标准弹（普弹）p（MPa）—t(m/s) 压力-时间曲线和测试数据

点火与挤进过程	t(ms)	0	0.065	0.10	0.20	0.30	0.40	0.45	—	—	—	—
	p_{34}(MPa)	0	16.0	11.0	10.0	16.0	22.5	300(P_0)(假设)	—	—	—	—
膛内运动过程	t(ms)	0.45	0.50	0.55	0.60	0.68	0.70	0.75	0.80	0.90	0.93	0.95
	p_{34}	30.0	40.0	64.0	94.0	156	170	200	242.5	293.5	296	300(pm)
	p_{55}	—	—	—	—	148.5	170	210	242	286	288.5(pm)	283
	t(ms)	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.84	—
	p_{34}	294	259	211	167	135	107.5	87.5	72.5	63	58(pg)	—
	p_{55}	273	238	193	153	126	102	86.0	72	61.5	55.5(pg)	—
后效过程	t(ms)	1.84	1.90	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	5.70
	p_{34}	58.0	54.0	47.0	28.0	17.0	10.0	5.0	4.0	2.0	1.0	0

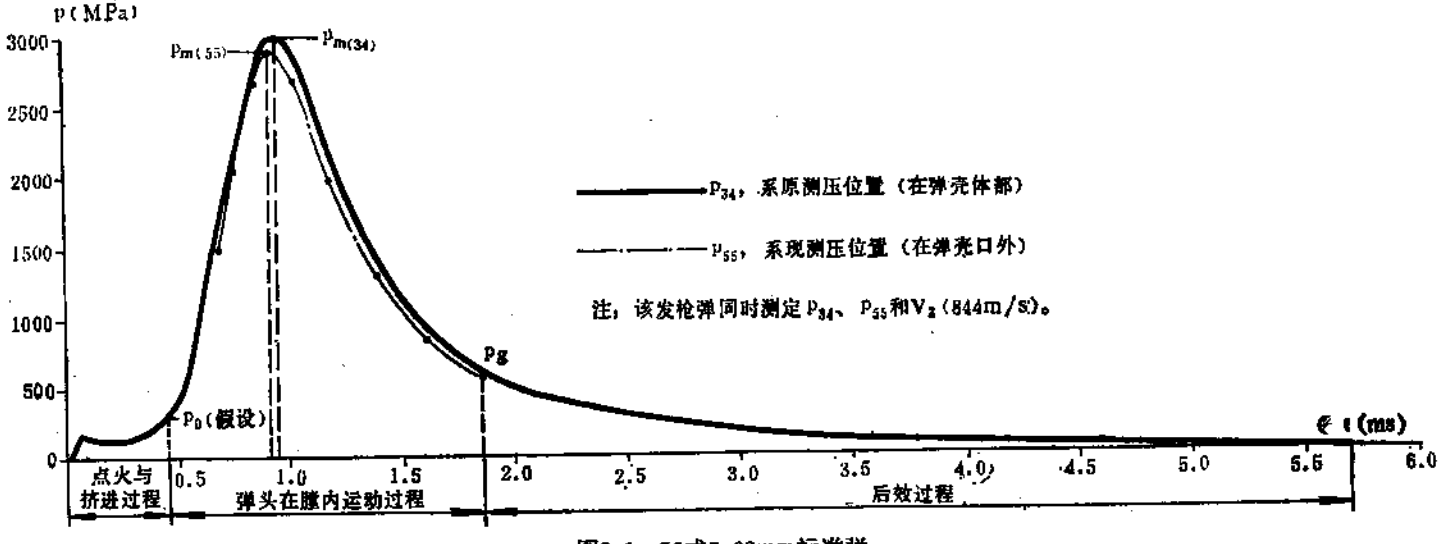


图9-1　53式7.62mm标准弹
压力-时间曲线

表9-7　56式7.62mm标准弹(普通弹)压力-时间曲线和测试数据

点火与挤进过程	t	0	0.033	0.077	0.10	0.11	—	—	—	—
	$p_{23.1}$	0	297	150	270	300(p_g)(假设)	—	—	—	—
膛内运动过程	t	0.11	0.15	0.20	0.25	0.30	0.327	0.35	0.40	0.42
	$p_{23.1}$	30.0	52.6	87.5	148.0	225.0	250.0	267.5	284.0	289.0(p_m)
	$p_{38.6}$	—	—	—	—	—	247.0	261.3	283.0(p_m)	282.0
	t	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.248
	$p_{23.1}$	284.0	258.0	224.5	191.0	134.5	96.5	72.0	55.0	30.0(p_g)
	$p_{38.6}$	277.5	254.0	214.5	178.4	125.2	91.5	68.0	53.5	32.3(p_g)
后效过程	t	1.248	1.30	1.50	1.70	1.90	2.10	2.30	2.50	3.19
	$p_{23.1}$	30.0	26.5	17.2	12.0	9.0	7.0	5.2	3.7	0

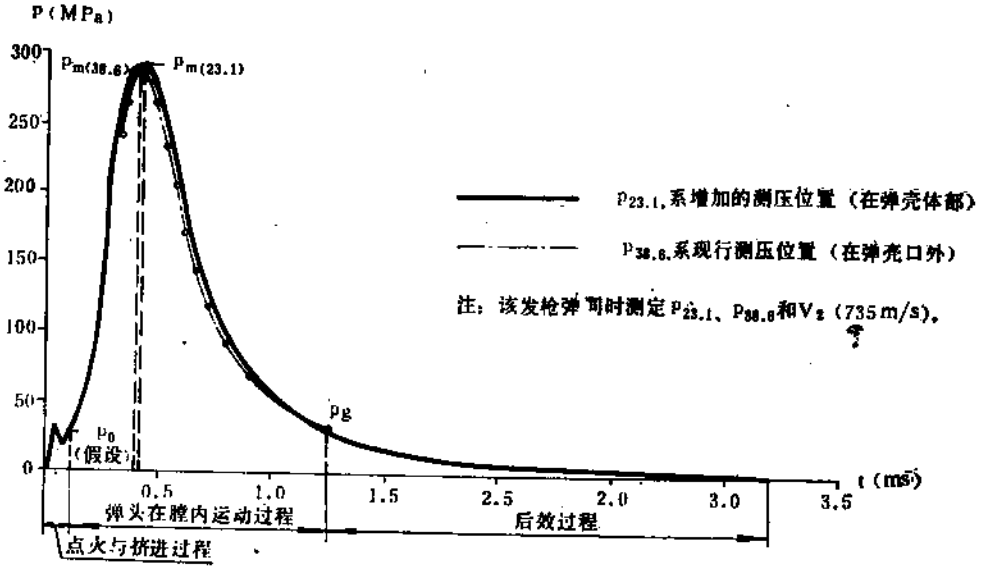


图9-2　56式7.62mm标准弹
压力-时间曲线

表9-8　54式12.7mm标准弹(穿甲燃烧弹)压力-时间曲线和测试数据

t	p	t	p	t	p
0	0	0.35	173.7	1.30	208.7
0.025	38.4	0.40	191.0	1.40	181.9
0.05	44.4	0.45	233.0	1.50	155.5
0.075	45.3	0.50	254.2	1.60	135.5
0.10	52.7	0.60	291.1	1.70	117.9
0.125	67.0	0.70	314.2	1.80	103.0
0.15	75.0	0.80	323.4 (pm)	1.90	91.8
0.175	79.8	0.90	312.2	2.00	82.2
0.20	88.6	1.00	294.9	2.025	79.1
0.25	113.2	1.10	269.9	2.0275	78.8 (pg)
0.30	138.6	1.20	240.7	—	—

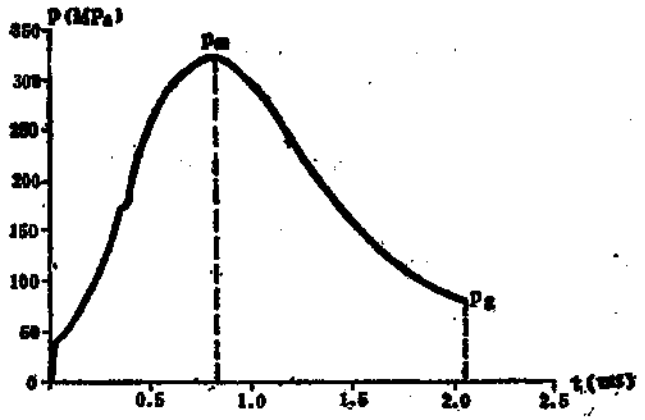


图9-3　54式12.7mm标准弹
压力-时间曲线

表9-9　56式14.5mm标准弹(穿甲燃烧弹)压力-时间曲线和测试数据

t	p	t	p	t	p
0	0	0.40	182.3	1.30	300.6
0.025	37.6	0.45	203.2	1.40	275.6
0.05	47.5	0.50	233.8	1.50	245.5
0.075	52.2	0.60	278.2	1.60	215.2
0.10	56.8	0.70	311.2	1.70	185.7
0.125	62.4	0.80	338.0	1.80	161.8
0.15	68.9	0.90	356.5	1.90	141.9
0.175	77.1	0.925	358.3(p_m)	2.00	128.6
0.20	86.5	0.95	356.4	2.10	112.8
0.25	108.3	1.00	347.6	2.20	101.7
0.30	126.9	1.10	335.4	2.30	95.4
0.35	155.4	1.20	323.4	2.332	93.4(p_g)

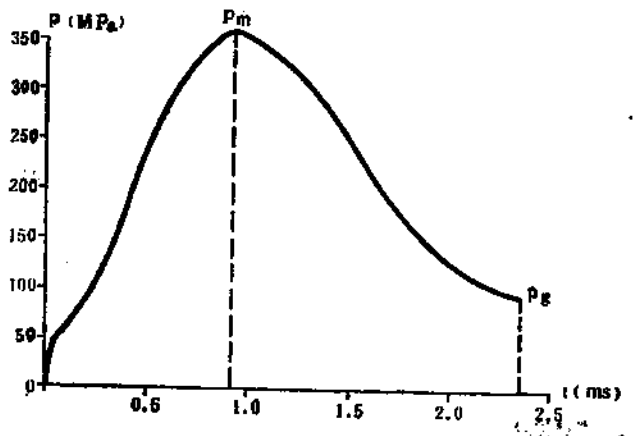


图9-4　56式14.5mm标准弹
压力-时间曲线

§ 2　测速和测压试验

2.1.1　测速点及断路装置见表9-10、9-11、9-12

2.1.2　测压器及测压铜柱的使用要求见表9-13

2.1.3　枪弹和发射药保温见表9-14

2.1.4　测速和测压试验条件的确定(要求)见表9-15

2.1.5　测速和测压的射击规范见表9-16

2.1.6　测速和测压结果的计算，见表9-17

2.1.7　初速和膛压的修正见表9-18

表9-10 电磁测速仪的测速点及断路装置

弹别	测速点	第一断路装置（镀银铜丝）距枪口（mm）	第二断路装置（钢板）距第一断路装置
手枪弹	v_{1t}	3 ± 1	20m ± 5 mm
步机枪弹	v_{2s}	5 ± 1	50m ± 10mm
高射机枪弹	v_{1s}	10 ± 1	50m ± 10m'm

注：镀银铜丝（ϕ0.2mm，WJ325-65）横于枪膛中心装在枪口夹上。

钢板厚20～30mm（用于步机枪弹和高射机枪弹）或10～15mm（用于手枪弹），翘曲度不大于20mm，下方两侧各装一个惰性断路器（WJ474-66）。钢板悬挂于横梁上，垂直于射线。具有穿甲性能的枪弹使用普通低碳钢板，其他枪弹使用合金钢板。

表9-11 电子测时仪（线圈靶）的测速点及断路装置

弹别	测速点	第一断路装置（线圈靶）距枪口	第二断路装置（线圈靶）距第一断路装置	线圈靶内径（mm）
手枪弹和步机枪弹	v_t	1 m ± 5 mm	2 m ± 0.6mm	150
	v_s	2 m ± 10mm	6 m ± 1.8mm	150
高射机枪弹	v_{1s}	5 m ± 25mm	10m ± 3.0mm	300

注：第一、二断路装置均用相同的线圈靶（参见表9-12），均垂直于射线，并使射线通过两靶的中心。

表9-12 线圈靶的类型和参数

线圈靶类型		励磁绕组		感应绕组		励磁电流（mA）	仪器灵敏度
		线径（mm）	匝数	线径（mm）	匝数		
励磁线圈靶	双绕组	0.59～0.67	400～500	0.21～0.25	800	400	I档
	单绕组	0.59～0.67	400～500	—	—		
磁化线圈靶		0.59～0.67	200～300	—	—		

表9-13 测压器和测压铜柱的使用要求

器材	使用要求
测压器	（1）测压器号码应与测压枪的号码一致，仅与该枪配套使用 （2）测压器的活塞（包括随附备件），也仅与该测压器配套使用 （3）活塞在测压器活塞孔内，既要气密良好，又要能自由滑动 （4）测压器的锥体面与测压枪的相应锥孔面应接触良好，保证气密性 （5）测压器的螺杆与活塞，以及活塞与铜柱的接触平面应平正、光洁 （6）旋下螺塞压紧活塞与铜柱的力应适度而一致
铜柱	（1）外观应良好无疵病，两端面平行、光洁 （2）尺寸和预压值：

枪弹(战斗用弹)	铜柱直径×高（mm）	铜柱预压值（MPa）
51式7.62mm手枪弹	φ8×4.9	100.0
64式7.62mm手枪弹	φ8×4.9	80.0
56式7.62mm枪弹	φ4×6.5	220.0
53式7.62mm枪弹	φ4×6.5	220.0～240.0
54式12.7mm高射机枪弹	φ4×6.5	250.0
56式14.5mm高射机枪弹	φ4×6.5	270.0

注：

① 根据实际的膛压，如不适用本表列规定的铜柱，可按枪弹技术条件规定，选用其他规格的铜柱

② 首次测试新品种枪弹的膛压时，可按估计的膛压平均值减低30～40MPa，选定铜柱预压值

③ 测量高度。每粒铜柱都要测量射击前和射击后的实际高度。测量方法是，用百分尺找出最高和最低的高度，以其平均值作为该粒铜柱的实际高度（精确至0.01mm）

（3）使用要求：

对于射击前的铜柱，如最高点和最低点的高度差大于 0.03mm，或者实测高度与公称高度之差大于0.03 mm，该铜柱不宜使用

对于射击后的铜柱，如最高点与最低点的高度差大于0.05mm，该发枪弹的测压结果无效，应补射

当铜柱的压缩量（射前、后高度差）小于 0.05mm，如系由于铜柱的预压值过大原因，该组枪弹的测压结果无效，换用预压值再低10MPa的铜柱重射

表9-14 枪弹和发射药的保温

保温弹药	枪弹保温时间(h)不少于					保温的标准温度及允许偏差(℃)
	非包装状态下的原弹温(℃)				包装状态(密封于金属箱内)下	
	-12～0	>0～40	>40～50	其他温度		
手枪弹	8	1.5	8			
步机枪弹	6	8	6	24	24	20±2
高射机枪弹	8	4	8			
发射药	保温时间(h)不少于					
	密封在小型金属罐内		密封在金属药箱内			20±2
	12～24		24～48			

注：

① 如限于条件不能控制保温的标准温度在20±2℃内，可在15～30℃范围内另选一个基准温度t(t±2℃)。

② 原弹温以保温前枪弹所在的室内温度代表。保温的弹温以保温容器中的温度代表。保温的药温以所保温的三箱药温的平均值代表（箱与箱的药温差应不大于1℃，将温度计插入药的中部测定）。

③ 在保温时间内，从开始到结束，其间每隔半小时记录一次温度。如温度偏差大于±2℃但不大于±3℃，则此段时间剔除不计，相应延长保温时间。如温度偏差大于±3℃，则需重新保温。以有效保温时间所记全部温度的平均值作为保温的温度。

④ 试验弹和标准弹同时保温。

⑤ 射击室的温度或发射药的枪弹装配室温度，与枪弹或发射药的保温温度允许相差不大于2℃。

⑥ 射击前，将弹道枪、测压器、测压铜柱、测压油等放在射击室内保温，时间不少于一小时。

表9-15 测速和测压试验条件的确定

条件项目	使用弹道枪			射击在用批标准弹弹道组数	弹道性能要求（经过修正）$\bar{p}$（m/s，MPa）			
					单组平均值与标准值之差(当组枪械修正值)		单组单发最大差值	
	枪别	级别	支数		$\bar{v}_x$	$\bar{p}_m$	Δv_x	Δp_m
●确定测速系统合格性	测速枪	检验	1	1（10发）	5	—	规定值	—
●确定弹道组的有效性和当组枪械修正值	测速枪	工作	1	1（每次）	12（手、步机枪弹） 16（高机弹）	—	规定值	—
	测压枪	工作	1	1（每次）	—	12	—	规定值
●❶确定弹道枪报废条件	测速枪	检验	—	连续3组	>5	—	—	—
		工作	—		>10（手、步、机枪弹） >14（高射击枪弹）	—		
	测压枪	工作				>10		

❶ 如第一次射击不合要求，可射击第二次，两次射击的平均值之差，不大于6m/s，总平均值与标准值之差不大于5m/s，Δv_x至少有一次不大于规定值，也认为测速系统合格。如再不合要求，可换用备用检验级测速枪射击，并对测速系统查找原因。

❷ 如标准弹和试验弹的Δv_x和Δp_m都超过规定，试验弹结果无效，进行重试。如仅是标准弹的Δv_x或Δp_m超过规定，而试验弹弹道组符合要求，试验结果有效。

❸ 当发生枪械当组修正值超过规定时(在测速系统合格情况下)，及时补射两组标准弹，对该枪进行鉴定（连同前一组合计为连续三组）。

❹ 如检验级测速枪不合检验级枪的要求，但符合工作级枪的要求，可降为工作级测速枪使用。

表9-16 测速和测压的射击规范

程序		测速试验	测压试验
弹道组的组成数量（发）		标准弹和试验弹，各： 20（手、步机弹），10（高机弹）	标准弹和试验弹、各： 10(手、步机弹、高机弹)
弹道组的射击组合		标准弹：1组 试验弹（不超过）： 6 组（手、步机弹） 3 组（53式7.62枪弹） 3 组（高机弹）	标准弹：1组 试验弹（不超过）： 3 组（战斗用弹） 2 组（强装药弹） 1或2组（高压弹）
射击前准备	检查测速系统	（1）一般试验：定期或必要时进行 （2）鉴定弹道枪或鉴定标准弹在每天射击前进行 （3）用检验级测速枪射击标准弹1组，根据其结果，参照表9-15，确定测速系统的合格性	—
	枪弹和测试器材的保温	（1）在射击前至少一小时，将弹道枪、测压铜柱等放在射击室内保温。（射击室温度与枪弹保温温度之差，应≯2℃） （2）标准弹和试验弹的保温，按表9-14。临射前，将标准弹和试验弹从保温容器中取出，移放在隔热盒内（每次共取10发，按射击顺序排列），再将隔热盒送射击室	
射击顺序	单发交叉	每一轮射击，试验弹（各组各1发）在前，标准弹（1发）在后	
	按组射击（平行射击）	标准弹弹道组（1组）在前，试验弹弹道组（各1组或各组各1发）在后〔适用于弹头壳覆层材料不同的枪弹以及高压弹和强装药弹〕	
射击操作		（1）用工作级测速枪和测压枪分别进行射击 （2）“温枪射击”。在开始射击前，或在每次冷枪后，都要先射击1发“温枪弹”（用普通弹或主用弹），〔手枪弹测压时射击2发“温枪弹”〕，然后正式射击。温枪射击时不测速、不测压 （3）按射击顺序，一发一发地从隔热盒中取出枪弹射击。取弹、进膛和关闭枪机等操作应掌握一致。射速应均匀，不宜过快（高机弹的每发射击间隔时间约为1 min） （4）测压时，每射击1发后，擦拭测压器，更换测压油，擦净膛内残渣，并换新铜柱。装测压器、测压油和铜柱等操作应一致 （5）每射击10发（手、步机枪弹）或5发（高机枪弹）后（均不包括温枪弹），冷却枪管一次（水冷），冷却后擦干。测速时，在每次冷却期间，检查第二断路装置（钢板靶） （6）当天射击完毕（或射击一定弹数）后，进行内膛除铜，并将全枪仔细擦净，适当涂油放置	

表9-17 测速和测压结果的计算

初速值和膛压值的计算	$\overline{v}_x$ 和 Δv_x	$\overline{p}_m$和Δp_m
	根据每射击一发枪弹在测时杆上的刻印高度（电磁仪测速）或弹头通过两靶的时间（电子仪测速），按照速度换算表查出相应的速度值，并计算该组弹的平均速度（$\overline{v}_x$）和单发速度最大差值（Δv_x）	根据铜柱的射前实测高度与公算高度之差，按该批铜柱的压力换算表，查出相应的压力修正值，再根据该铜柱的射后实测高度，查出相应的压力值，将上述压力修正值合并统计后，即得该发枪弹的实测膛压值。计算该弹道组的平均膛压（$\overline{p}_m$）和单发膛压最大差值（Δp_m）

表9-18 初速和膛压的修正

修正内容	实测的初速值和最大膛压值应作如下的修正： （1）弹温（药温）修正（修正到标准温度20℃时） （2）气象修正（修正到标准气温20℃和标准气压760mmHg时，仅对初速进行修正） （3）当组枪械修正（按当组标准弹的实测平均值与规定标准值之差进行修正，低于标准值者为"+"，高于标准值者为"-"）	
修正弹温（药温）公式	$\Delta v_t = l_t \cdot v_x \cdot (20-t)$ Δv_t—弹温速度修正值 l_t—修正系数 v_x—实测初速值 t—实测温度 修正值精确到1（m/s）	$\Delta p_t = M_t \cdot p_m \cdot (20-t)$ Δp_t—弹温最大膛压修正值 M_t—修正系数 p_m—实测最大膛压值 t—实测温度 修正值精确到0.1MPa

修正系数	枪弹	L_t	M_t
	51式7.62mm手枪弹	0.00083	0.0046
	64式7.62mm手枪弹	0.00110	0.0020
	56式7.62mm枪弹	0.00054	0.0030
	53式7.62mm枪弹	0.00088	0.0031
	54式12.7mm高射机枪弹	0.00102	0.0022
	56式14.5mm高射机枪弹	0.00104	0.0030

注：弹温（药温）修正表和气象修正表参见《轻武器弹道试验技术条件》。经修正后的速度值精确至1 m/s，膛压值精确到0.1MPa。

§3 弹道枪的弹道性能要求

3.1 用途

弹道枪用于枪弹和发射药的弹道性能射击试验(测速和测压)。分检验级（测速枪）和工作级(测速枪和测压枪)。

3.1.1 检验级测速枪（射击标准弹）用于：

（1）在测速试验中评定测速系统的合格性；当用工作级测速枪试验出现问题不能解决时，用检验级测速枪再射击查找原因，并对试验结果的有效性进行评定；鉴定标准弹。

（2）鉴定标准弹。

3.1.2 工作级测速枪和测压枪用于：

（1）枪弹和发射药的弹道性能射击试验（射击标准弹和试验弹，分别测速和测压）。

（2）鉴定标准弹（射击标准弹，分别测速和测压）。

3.2 弹道枪的弹道性能要求

见表9-19

表9-19 弹 道 枪 的 弹 道 性 能 要 求

弹道枪			射击在用批标准弹		弹道性能要求(Δ—m/s，P—MPa)							
					单组平均值与标准值之差（当组枪械修正值）不大于		单组单发最大差值不大于		各单组平均值互相差不大于		各组总平均值与标准值之差（枪械特性修正值）不大于	
区别	枪别	级别	天数	每天组数	$\Delta\overline{v}_x$	$\overline{p}_m$	Δv_x	Δp_m	$\Delta\overline{v}_x$	$\Delta\overline{p}_m$	$\Delta\overline{v}_x$	$\Delta\overline{p}_m$
鉴定标准弹的	测速枪	检验	3	1	—	—	规定值	—	—	—	3	—
	测速枪	工作			—	—	规定值	规定值	—	—	6	6
	测压枪	工作										
鉴定新弹道枪时	测速枪	检验	3	1	6	—	规定值	—	5	—	—	—
	测速枪	工作			10(手、步机枪弹) 12（高机枪弹）	10	规定值	规定值	10(手、步机枪弹) 12（高机枪弹）	—	6	6
	测压枪	工作										
弹道枪的报废条件	测速枪	检验	—	连续3组	＞6	—	—	—	—	—	—	—
	测速枪	工作			＞10(手、步机枪弹) ＞14（高机枪弹）	＞10						
	测压枪	工作										

注：①弹道组的组成数量：测速20发（手、步机枪弹）；10发（高机枪弹）；
测压10发（手、步机、高机枪弹）。

②对检验级测速枪，如不符合检验级枪的要求，但符合工作级枪的要求，可降为工作级测速枪。（但工作级测速枪不能升为检验级测速枪）。

③对工作级测速枪和测压枪（不适用于鉴定标准弹的枪）；如各单组的平均速度($\Delta\overline{v}_x$)互相差，单发最大差(Δv_x或Δp_m)，或只有一组的平均膛压($\overline{p}_m$)超过规定，允许重试。

④鉴定第一批标准弹的弹道枪，均按内膛尺寸为中限值进行选取，再用按标准弹制造的枪弹进行预射，根据预射的弹道性能进行选定。

§4 发射药的弹道性能要求

4.1 试验内容

（1）实测初速的平均值($\bar{v}_{x实测}$)和最大差值(Δv_x)，并换算到规定的初速平均值($\bar{v}_{x规定}$)。

（2）实测最大膛压的平均值($\bar{p}_{m实测}$)，最大值($p_{mmax实测}$)和最小值($p_{mmin实测}$)，并换算到在规定的初速平均值时的最大膛压值($\bar{p}_m$，p_{mmax}，和p_{mmin})。

（3）按实测的装药量($\omega_{实际}$)换算到在规定的初速平均值时的公称装药量($\omega_{公称}$)。

4.2 取样和试验

（1）每批发射药在均衡期满和理化性能检验合格之后，在抽取作理化性能试验的3箱发射药中，分别抽取弹道性能试样。

（2）对3箱的试样，各测一个弹道组（手枪弹和步机枪弹各为20发，高射机枪弹为10发）的初速。

（3）在3箱（药）中选取初速平均值($\bar{v}_x$)最大的一箱(药)，测试一个弹道(10)发的最大膛压值。如果有两箱或三箱(药)的初速平均值都是同样最大时，则选取其中Δv_x最大的一箱药测最大膛压。

（4）以预定的实际装药量($\omega_{实际}$)先作测速试验，并换算求得在规定的初速平均值时的公称装药量($\omega_{公称}$)，再以公称装药量($\omega_{公称}$)装弹测试最大膛压，即得在规定的初速平均值时的最大膛压值。也可以用预定的实际装药量($\omega_{实际}$)作测压试验（在测速之后），再求得在规定的初速平均值时的最大膛压值。

（5）采用手工称量装药，并装成枪弹(按准备装配的枪弹型式和品种)。所用的弹头和带底火弹壳以及装配的枪弹均应符合规定要求。

（6）用同一支工作级测速枪和工作级测压枪分别进行测速和测压试验。试验方法按《轻武器弹道试验技术条件》的有关规定。

4.3 弹道性能要求

（1）初速(3箱试样各测一组)：

① 三组总平均值〔作为实测的平均值($\bar{v}_{x实测}$)〕与规定的平均值($\bar{v}_{x规定}$)之差，应不大于5m/s。

② 三组的平均值互相差（箱与箱之间）应不大于规定。

③ 三组的单发最大差值(Δv_x)，均应不大于规定值。

（2）最大膛压（选取一箱试样，测试一组）换算到在规定的初速平均值时：

① 平均值($\bar{p}_m$)应不大于规定值或不超过规定范围。

② 最大值(p_{mmax})应不大于规定值。

③ 最小值(p_{mmin})应不小于规定值。

（3）公称装药量($\omega_{公称}$)应不超过规定的最大装药量，并接近规定的平均装药量

（4）各项规定值按《发射药技术条件》规定。

4.4 换算（或修正）

（1）初速换算

按实际装药量($\omega_{实际}$)所测的实际初速平均值($\bar{v}_{x实测}$)换算到规定的初速平均值($\bar{v}_{x规定}$)：

$\bar{v}_{x规定}=\bar{v}_{x实测}+\Delta v_{\omega}$，$\Delta v_{\omega}=\bar{v}_{x规定}-\bar{v}_{x实测}$。

（2）装药量换算

按实际装药量($\omega_{实际}$)实测的初速平均值($\bar{v}_{x实测}$)换算到规定的初速平均值($\bar{v}_{x规定}$)时的公称装药量($\omega_{公称}$)：

$$\omega_{公称}=\omega_{实际}+\Delta\omega \qquad \Delta\omega=\frac{\Delta v_{\omega}\cdot\omega_{实际}}{\bar{v}_{x实测}\cdot L_{\omega}}$$

（3）最大膛压换算

按实际装药量($\omega_{实际}$)实测的最大膛压值($\bar{p}_{m实测}$、$p_{max实测}$和$p_{min实测}$)换算到在规定的初速平均值时的最大膛压值($\bar{p}_{m}$、$\bar{p}_{max}$和p_{min})：

$$p_{m}=p_{m实测}+\Delta p_{m\omega} \qquad \Delta p_{m\omega}=M_{\omega}\cdot p_{m实测}\cdot\frac{\Delta\omega}{\omega_{实测}}$$

（4）换算系数L_{ω}和M_{ω}见表9-20。

表9-20 换 算 系 数 表

枪　　弹	L_{ω}	M_{ω}	枪　　弹	L_{ω}	M_{ω}	枪　　弹	L_{ω}	M_{ω}
51式7.62mm手枪弹	1.40	—	56式7.62mm枪弹	0.91	3.02	54式12.7mm枪弹	1.00	1.87
64式7.62mm手枪弹	—	—	53式7.62mm枪弹	1.09	2.34	56式14.5mm枪弹	1.11	1.66

4.5 复验

（1）初速复验

① 如3组的初速平均值($\bar{v}_{x}$)互相差超过规定值，用原3箱的试样和新取3箱的试样进行复验(每箱各测一组初速)。原3箱和新取3箱试样的复试结果，均应符合要求。

② 如3组中只有一组的$\Delta\bar{v}_{x}$超过规定值，用原箱试样复验(测一组初速)，应符合要求。

注：如①和②两种情况同时出现，不予复验。

（2）最大膛压复验

① 如最大膛压平均值($\bar{p}_{m}$)超过规定值或规定范围，用原箱试样复验两组。

初验和复验共3组的总平均值应符合要求（3组中的最大值和最小值也应符合要求）。

② 如最大膛压的最大值(p_{max})或最小值(p_{min})只有一发超过规定值，用原箱试样加倍复验(测压两组)。复验两组的$\bar{p}_{m}$、p_{max}和p_{min}均应符合要求。

注：如①和②两种情况同时出现，不予复验。

§5 标 准 弹

5.1 标准弹用途

标准弹具有稳定而一致的弹道性能，以其规定的弹道数据（平均速度和平均膛压）作为标准值，用于评定弹道试验条件的正确性，确定枪弹和发射药测速和测压试验的当组枪械修正值和鉴定弹道枪的弹道性能。

每种型式的枪弹使用一种标准弹(按普通弹或主用弹的结构)。

5.2 标准值的确定和传递

各种枪弹型式的第一批标准弹，均以内膛尺寸为中限值的弹道枪为基准，确定标准值($\bar{v}_x$和$\bar{p}_m$)，建立弹道性能标准。

此后，则以第一批标准弹(作为第一代传递批标准弹)的标准值为基准，依次按代传递标准值，以保持弹道性能标准的连续一致性。

各代传递批标准弹，应在前一代传递批标准弹在其有效期内所传递的各批标准弹中选弹道性能最稳定的一批进行确定。

5.3 标准弹弹道性能要求

① 初速标准值($\bar{v}_x$)和膛压标准值($\bar{p}_m$)均应在该型式的普通弹或主用弹的图定范围内。

② 鉴定时的弹道性能要求见表9-21。

表9-21 标准弹鉴定时的弹道性能要求

对各批（包括第一批）标准弹的弹道性能要求 (m/s, MPa)		单组平均值与标准值之差不大于		单组单发最大差不大于		每支枪的各单组平均值互相差不大于	
		$\Delta\bar{v}_x$	$\Delta\bar{p}_m$	$\Delta\bar{v}_x$	Δp_m	$\Delta\bar{v}_x$	$\Delta\bar{p}_m$
被鉴定批	用检验级枪射击	—	—	30	450（手枪弹） 350（步机枪弹） 300（高机枪弹）	6	—
	用工作级枪射击					10	10
传递批	用检验级枪射击	5	—	规定值	规定值	6	—
	用工作级枪射击	10	10			10	10

5.4 标准弹弹道性能复查

（1）标准弹的有效使用期定为5年，超期使用应经复查弹道性能并经批准。

（2）复查弹道性能要求：

在制造标准弹的工厂靶场，用原鉴定该批标准弹的两支检验级测速枪复射3天，每天每支枪射击一个弹道组，如每支枪的各单组的$\bar{v}_x$互相差不大于6m/s，每支枪的3组$\bar{v}_x$的总平均值与该枪原鉴定的3组$\bar{v}_x$的总平均值之差，不大于3m/s(均按只作弹温和气象的修正，不作当组枪械修正的结果)，则认为复查合格。

注：① 对膛压性能的复查，如有必要，可参照初速性能复查方法和要求进行。

② 高射机枪弹标准弹的复查，也可参照上述方法和要求进行。

5.5 标准弹制造要点

标准弹的制造要点应根据各自的经验和具体情况适当规定。

5.6 标准弹用发射药要求

（1）标准弹用发射药的品号应与该型式的普通弹（或主用弹）所用的相同。

表9-22 标 准 弹 制 造 要 点

提高弹道性能一致性	（1）弹头、弹壳和底火等零、部件专门制造（或从正常生产中选取），并专门装配（装标准弹用发射药） （2）零、部件和枪弹装配所用的材料和工艺均应一致 （3）加强控制对弹道性能有影响的尺寸和要求 ①弹头的长度、直径和重量的公差应为普通弹（或主用弹）弹头相应公差的1/2 ②弹壳容积，装药量，拔弹力等应加强控制或适当缩小公差 ③每个枪弹小批的零、部件和装配质量应一致
保证弹道性能稳定性	（1）保持弹壳内部清洁、干燥，防止内壁附着水分 （2）装药时控制温、湿度（室内，温度15～20℃；相对湿度45～75%）。装配用的零、部件和发射药，也应在此条件下保温，控温 （3）保证枪弹的密封性 （4）保证包装密封性。枪弹包装后（未鉴定前）立即密封包装铁匣。铁匣内应保持清洁、干燥，包装用纸的水分，适宜控制在6%～9%范围内
加强检验	（1）弹头重量、直径和长度以及铁匣密封性应100%检验 （2）其他尺寸和项目的检验数量均为正常检验的3倍
适当编批	（1）以预选的平均速度相差不大于3 m/s的各小批组成大批（平均膛压也要适当控制） （2）大批的批量不宜过多或过少，以保证弹道性能稳定一致和数用为准 （3）在一次生产中，可根据弹道性能情况，分别组成2～3个大批同时鉴定，以提高得率并减少传递误差

注：其他要求按其普通弹（或主用弹）技术条件规定。

（2）专门制造或从正常生产的药中选取。

（3）按标准弹装药需用量组成一个发射药批，所用的材料和工艺均应一致。

（4）在正常检验、验收之后，至少存放半年，充分均衡。

（5）在交付装配标准弹之前，再重新加倍抽样作理化和弹道性能试验，并符合以下要求：

① 箱与箱的试样的外挥差和总挥差，均不大于0.3%（外挥和总挥应适宜，在装药过程中不易变化，以保证弹道性能稳定，一致性良好）。

② 弹道性能应符合表9-23的要求。

表9-23 标准弹用发射药弹道性能要求

用于装配的标准弹	箱与箱间的试样的平均值互相差不大于		箱与箱的试样的单发最大差值不大于	
	$\Delta\bar{v}_z$(m/s)	$\Delta\bar{p}_m$(MPa)	Δv_z (m/s)	Δp_m (MPa)
手 枪 弹	2	—	24	36
步 机 枪 弹	3	—	24	28
高 射 机 枪 弹	5	—	28	24

③ 其他要求按发射药技术条件规定。

5.7 标准弹鉴定要点

标准弹的鉴定方法、射击数量和射击规范见表9-24。标准弹鉴定和复查的弹道性能要求见表9-25。

表9-24 标准弹的鉴定方法、射击数量和射击规范

	第一批标准弹	后续批标准弹
鉴定方法	各种枪弹型式的第一批标准弹，均以内膛尺寸为中限值的弹道枪为基准，建立弹道性能标准 鉴定方法是按实测弹道数据的总平均值（经过弹温和气象修正）确定标准值（$\bar{v}_x$和$\bar{p}_m$）并规定弹道组的单发最大差值（Δv_x和Δp_m）	后续各批标准弹，以传递批标准弹的标准值为基准，依次按代传递标准值，传递弹道性能标准 传递方法是在相同射击条件下，对比射击传递批标准弹和被鉴定批标准弹，按两者的弹道性能数据总平均值的相差关系（经过弹温和气象修正，并按传递批标准弹对被鉴定批标准弹进行当组枪械修正）传递标准值（$\bar{v}_x$和$\bar{p}_m$），并规定被鉴定批标准弹弹道组的单发最大差值（Δv_x和Δp_m）

射击数量

项目	使用弹道枪 名称	使用弹道枪 级别	靶场数	枪支数 每个靶场	枪支数 合计	射击天数	每天射击组数	每个弹道组的发数 手，步机枪弹	每个弹道组的发数 高机枪弹	合计发数 其他型式标准弹	合计发数 第一批标准弹 手，步机枪弹	合计发数 第一批标准弹 高机枪弹
检查测速系统	测速枪	检验	3	1	3	3	1	10	10	90	—	—
鉴定	测速枪	检验——工作	3	4	12	3	1	20	10	—	720	360
	测压枪	工作	3	4	12	3	1	10	10	—	360	360
总计			3	8	24	9	—	—	—	90	1080	720

靶场数	枪支数 每个靶场	枪支数 合计	射击天数	每天每支枪射击组数	每个弹道组的发数 手，步机枪弹	每个弹道组的发数 高机枪弹	合计发数 传递批标准弹 手，步机枪弹	合计发数 传递批标准弹 高机枪弹	合计发数 被鉴定批标准弹 手、步机枪弹	合计发数 被鉴定批标准弹 高机枪弹
2	1	2	3	1	10	10	60	60	—	—
2	2	4	3	1	20	10	240	120	240	120
2	4	8	3	1	20	10	480	240	480	240
2	6	12	3	1	10	10	360	360	360	360
2	12	24	6	—	—	—	1140	780	1080	720

射击规范

① 鉴定标准弹的靶场，应优先选择标准弹厂、弹道枪厂或发射药厂

② 每个靶场应用同一测速系统和同批测压铜柱，保温、射击、测量等操作一致

③ 每天开始射击前，应先检查测速系统，当其速度平均值（经弹温和气象修正）与标准值之差不大于3m/s时，方认为合格

④ 每个靶场在三天中，每种枪的射击顺序可以固定不变，也可适当交叉

⑤ 后续各批标准弹的射击顺序，每一轮：被鉴定批标准弹在前（每批各1发，顺序不变），传递批标准弹在后（1发）

⑥ 当传递批标准弹的当组枪械修正值符合规定时，该组被鉴定批标准弹的试验结果有效。否则无效，进行补射（鉴定第一批标准弹除外）

⑦ 最后确定的标准值和单发最大差值，精确到：速度（$\bar{v}_x$，Δv_x）-1m/s；最大膛压（$\bar{p}_m$，Δp_m）-0.1MPa。

⑧ 用于鉴定标准弹的弹道枪特别是鉴定第一批标准弹的"中限枪"，应予封存、保管在标准弹厂。在后续各代传递时，如有必要，可用"中限枪"参加射击，以考查弹道性能标准的连续一致性

⑨ 其他按《轻武器弹道试验技术条件》有关规定

表9-25 标准弹的鉴定

项目		靶场	使用弹道枪			射击天数	每天射击组数	弹道性能（经过）		
			枪别	级别	支数			弹道组总平均值	每支枪的各单组平均值互相差	
								($\bar{v}_x$, $\bar{p}_m$)	$\Delta\bar{v}_x$	$\Delta\bar{p}_m$
选取药、弹、枪	①选取发射药	药厂	测速枪	工作	1	当天	1（每箱）	—	（箱与箱） 2（手枪弹） 3（步机枪弹） 5（高机枪弹）	—
			测压枪	工作	1					
	②选取标准弹（小批）	弹厂	测速枪	工作	1	当天	1（每小批）	单组平均值应在产品图规定范围内	3	—
	选取弹道枪	枪厂	测速枪	检验	每支	3	用传递批或在用批标准弹1（每支）	—	—	—
				工作						
			测压枪	工作						
鉴定	第一批标准弹	三个靶场	测速枪	检验	3×4	3	1（每支）	全部总平均值应在产品图规定范围内	6	—
				工作	3×4				10	—
			测压枪	工作	3×4				—	10
	后续批标准弹	两个靶场	测速枪	检验	2×2	3	1（每支）	全部总平均值应在产品图规定范围内	6	—
				工作	2×4				10	—
			测压枪	工作	2×6				—	10
复查（高机弹除外）	鉴定前复查传递批标准弹	弹厂	测速枪（原鉴定用枪）	检验	2	3	1（每支）	—	5	—
	复查准备超期使用的标准弹	弹厂	测速枪（原来鉴定用枪）	检验	2	3	1（每支）	—	6	—

注：① 用同一支测速枪和测压枪测试各箱发射药，其他射击条件尽量控制一致。

② 选取标准弹小批以速度为主，最大膛压适当测试。选取时，用同一支测速枪测试每一小批各1组（如有必要

和复查的弹道性能要求

修正）不大于（m/s）				同时射击确定当组枪械修正值不大于（m/s）					每天开始试验前检查测速系统		
单组单发最大差值		每支枪的各组总平均值与标准值之差（枪械当组修正值）		使用标准弹	单组平均值与标准值之差		单组单发最大差值		使用标准弹	单组平均值与标准值之差	单组单发最大差值（不大于）
Δv_x	Δp_m	$\Delta \bar{v}_x$	$\Delta \overline{p}_m$		$\Delta \bar{v}_x$	$\Delta \overline{p}_m$	Δv_x	Δp_m		$\bar{v}_x$	Δv_x
24	36（手枪弹）	5	—	传递批或在用批	12（手、步机枪弹） 16（高机枪弹）	—	规定值	规定值	传递批或在用批	3	规定值
24	28（步机枪弹）	（与规定值之差）			—	12					
28	24（高机枪弹）										
30	45（手枪弹） 35（步机枪弹） 30（高机枪弹）	—	—	传递批	12（手、步机枪弹） 16（高机枪弹）	12	规定值	规定值	传递批	3	规定值
规定值	规定值	3	—	—	—	—	—	—	传递批或在用批	3	规定值
		6	—								
		—	6								
30	45（手枪弹） 35（步机枪弹） 30（高机枪弹）	—	—	—	—	—	—	—	其他型式的标准弹	3	规定值
30	45（手枪弹） 35（步机枪弹） 30（高机枪弹）	—	—	传递批	5	—	规定值	规定值	传递批	3	规定值
					10	—					
					—	10					
规定值	规定值	（与原来鉴定的总平均值之差）3（均不作当组修正）	—	—	—	—	—	—	传递批	3	规定值
规定值	规定值	（与原来鉴定的总平均值之差）3（均不作当组修正）	—	—	—	—	—	—	复查批或在用批	3	规定值

可重复测试2～3组，分2～3天射击），其他射击条件尽量控制一致。

§6 制式枪弹外弹道数据与基本射表

6.1 制式枪弹弹头结构特征量

见表9-26

表9-26 制式枪弹弹头结构特征量表

制式枪弹		口径 d (mm)	弹重系数 C_G ($g\cdot cm^{-3}$)	惯性系数 μ	弹形系数 i_c	弹道系数 C_c	重心位置 距尾端面 (mm)	重心位置 相对位置 (%)	阻心距 重心 (口径)	断面密度 ($g\cdot cm^{-3}$)	转动惯量 ($g\cdot cm\cdot s^{-2}$) 极 Jx	转动惯量 ($g\cdot cm\cdot s^{-2}$) 赤道 Jy	转动惯量比 Jy/Jx
手枪弹	51式7.62mm普通弹	7.62	12.5	0.4593	0.988	10.4 (50m内)	4.711	33.65	0.4592	11.0	0.0004041	0.0009999	2.47
	64式7.62mm普通弹	7.62	10.849	0.5261	0.85	10.3 (50m内)	4.98	41.0	0.3934	9.5	0.0003737	0.0007039	1.88
	59式9mm普通弹	9.0	13.71	0.4735	0.98	13 (50m内)	4.487	39.35	0.2732	8.65	0.00055487	0.0006897	1.24
56式7.62mm步机枪弹	普通弹	7.62	18.5	0.4761	0.572	4.218 (600m内)	10.67	39.8	1.021	15.4	0.0005532	0.003500	6.33
	穿甲燃烧弹		17.7	0.4889	0.582	4.4 (600m内)	11.72	42.3	1.076	15.0	0.0005278	0.003390	6.42
	燃烧曳光弹		15.0	0.6571	0.502	4.4 (600m内)	11.9671	41.3	1.0714	12.9	0.0005684	0.003219	5.66
	曳光弹		17.0	0.5101	0.578	4.44 (600m内)	14.898	51.06	0.963	14.7	0.0005761	0.003525	6.12
53式7.62步机枪弹	普通弹	7.62	21.69	0.596	0.567	3.43 (1000m内)	13.89	41.15	1.272	18.7	0.0006677	0.005781	8.66
	穿甲燃烧弹		23.5	0.484	0.573	3.2 (1000m内)	15.57	41.9	1.7032	20.2	0.0007131	0.006951	9.74
	曳光弹		21.47	0.6321	0.60	3.66 (1000m内)	18.12	47.2	1.3612	18.5	0.0009168	0.008989	9.80
	试射燃烧弹		21.7	0.55	0.487	2.94 (1000m内)	13.92	35.7	2.205	18.7	0.0008236	0.007813	9.49
54式12.7高机枪弹	穿甲燃烧弹	12.7	23.92	0.51	0.47	1.58 (1000m内)	25.18	38.97	1.847	35.4	0.010172	0.10368	10.19
	穿甲燃烧曳光弹		21.48	0.4916	0.466	1.66 (1000m内)	26.72	41.4	1.675	32.0	0.0089125	0.09140	10.26
56式14.5高机枪弹	穿甲燃烧弹	14.5	21.8	0.482	0.488	1.61 (2000m内)	26.72	40.06	1.655	34.9	0.01648	0.14806	8.98
	穿甲燃烧曳光弹		19.51	0.528	0.456	1.61 (2000m内)	27.70	41.5	1.552	32.5	0.016957	0.13612	8.03

6.2 制式手枪普通弹和步机枪弹在不同射程上的动能

见表9-27

6.3 基本射表

（1）54式7.62mm手枪基本射表见表9-28

（2）$\frac{50}{54}$式7.62mm冲锋枪基本射表见表9-29

（3）56式7.62mm冲锋枪基本射表见表9-30

（4）56式7.62mm半自动步枪基本射表见表9-31

（5）56式7.62mm班用轻机枪基本射表见表9-32

（6）53式7.62mm马枪基本射表见表9-33

（7）53式7.62mm轻机枪基本射表见表9-34

（8）53式7.62mm坦克机枪基本射表见表9-35

（9）53式7.62mm重机枪基本射表(轻弹)见表9-36

(10) 53式7.62mm重机枪基本射表(重弹)见表9-37

(11) 54式12.7mm高射机枪(地面)基本射表见表9-38

(12) 56式14.5mm高射机枪(地面)基本射表见表9-39

表9-27　51式7.62mm手枪弹和56式、53式7.62mm普通弹在不同射程上的动能

弹别	口径 (mm)	弹头重 (g)	初速 (m/s)	动能 (J)							
				枪口处	25m	50m	300m	400m	600m	800m	1000m
51式7.62mm手枪普通弹	7.62	5.5	440	540	400	360	—	—	—	—	—
56式7.62mm普通弹	7.62	7.9	735	2180	—	—	950	730	450	310	240
53式7.62mm普通弹	7.62	9.6	840	3460	—	—	1790	1420	920	620	460

表9-28　54式7.62mm手枪基本射表

普通弹　弹头重 5.52g
初　速420m/s

射击距离 (m)	发射角 (密位)	最大弹道高 (cm)	弹头飞行时间 (S)	目标处的弹头动能 (J)	散布半径 (cm)	
					$R_{1.0}$	$R_{5.0}$
25	1.5	0.5	0.1	400	7.5	4.5
50	3.5	4	0.2	360	16.0	8.0

弹头重5.52g
初　速500m/s
发射差角50式冲锋枪正4分
54式冲锋枪负10分

表9-29　50式和54式7.62mm冲锋枪基本射表

射击距离 (m)	瞄准角 α_0		落角 (密位)	最大弹道高 (cm)	弹头飞行时间 (S)	目标处的落点动能 (J)	散布密集界			
	54式 (密位)	50式 (密位)					单发射击		连发射击	
							高低 Cy (cm)	方向 Cz (cm)	高低 Cy (cm)	方向 Cz (cm)
100	5	4.2	5	7	0.25	350	21	21	31	29
200	8.6	7.2	8	36	0.54	240	42	41	56	54
300	13.1	11.4	15	98	0.87	190	67	65	90	84

发射差角：负6分

表9-30　56式7.62mm冲锋枪基本射表

弹头(普通弹)重7.9g　初速710m/s

射击距离(m)	瞄准角(密位)	落角(密位)	最大弹道高(m)	到最大弹道高点的水平距离(m)	弹头飞行时间(s)	弹头的落速(m/s)	目标处的落点动能(J)	单发射击 公算偏差 高低 B_y(m)	单发射击 公算偏差 方向 B_z(m)	单发射击 散布密集度 高低 C_y(m)	单发射击 散布密集度 方向 C_z(m)	连发射击 公算偏差 高低 B_y(m)	连发射击 公算偏差 方向 B_z(m)	连发射击 散布密集界 高低 C_y(m)	连发射击 散布密集界 方向 C_z(m)	危险界系数k	射击距离(m)
100	3.1	1.2	0.03	51	0.15	611	1520	0.04	0.04	0.10	0.10	0.06	0.06	0.19	0.19	—	100
200	4.2	2.9	0.13	105	0.33	524	1130	0.07	0.07	0.20	0.20	0.11	0.11	0.35	0.35	—	200
300	5.8	5.5	0.35	162	0.54	450	830	0.10	0.10	0.31	0.31	0.17	0.17	0.52	0.52	—	300
400	7.8	9.3	0.75	221	0.78	389	610	0.14	0.14	0.44	0.43	0.23	0.23	0.71	0.71	107	400
500	10	14	1.4	281	1.05	341	460	0.19	0.18	0.59	0.57	0.30	0.30	0.92	0.92	70	500
600	13	20	2.4	342	1.35	305	370	0.25	0.23	0.76	0.73	0.38	0.38	1.15	1.15	49	600
700	16	28	3.8	403	1.69	281	320	0.32	0.29	0.96	0.91	0.46	0.46	1.40	1.40	36	700
800	21	36	5.7	464	2.07	268	290	0.40	0.36	1.19	1.11	0.54	0.54	1.67	1.67	27	800

表9-31　56式7.62mm半自动步枪基本射表

发射基角：0
弹头(普弹)重7.9g　初速：735m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到最大弹道高点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的落点动能 (J)	公算偏差			散布密集界			危险界系数 k	射击距离 X (m)
								距离 Bx (m)	高低 By (m)	方向 Bz (m)	距离 Cx (m)	高低 Cy (m)	方向 Cz (m)		
100	1.4	1.4	0.03	51	0.14	640	1650	—	0.03	0.02	—	0.08	0.07	—	100
200	2.2	2.6	0.12	105	0.31	557	1250	—	0.06	0.04	—	0.16	0.14	—	200
300	3.6	4.6	0.31	161	0.50	485	950	—	0.09	0.07	—	0.26	0.23	215	300
400	5.3	7.8	0.65	219	0.72	424	730	—	0.12	0.10	—	0.38	0.33	127	400
500	7.2	12.2	1.2	279	0.97	313	570	—	0.17	0.14	—	0.53	0.44	82	500
600	10	18.0	2.0	340	1.26	332	450	—	0.23	0.19	—	0.71	0.57	56	600
700	13	25.0	3.3	401	1.59	300	360	—	0.30	0.24	—	0.92	0.72	40	700
800	17	33.0	5.1	462	1.96	276	310	—	0.38	0.29	—	1.16	0.89	30	800

发射差角：0
弹头(普弹)重7.9g　初速：735m/s

表9-32　56式7.62mm班用轻机枪基本射表

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到弹道最高点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差 距离 Bx (m)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集界 距离 Cx (m)	散布密集界 高低 Cy (m)	散布密集界 方向 Cz (m)	危险界系数 k	射击距离 X (m)
100	1.4	1.4	0.03	51	0.14	640	1650	—	0.05	0.05	—	0.15	0.15	—	100
200	2.2	2.6	0.12	105	0.31	557	1250	—	0.10	0.09	—	0.30	0.30	—	200
300	3.6	4.6	0.31	161	0.50	485	950	—	0.15	0.14	—	0.46	0.45	215	300
400	5.3	7.8	0.65	219	0.72	424	730	—	0.20	0.19	—	0.63	0.61	127	400
500	7.2	12	1.20	279	0.97	373	570	—	0.26	0.25	—	0.81	0.78	82	500
600	10	18	2.0	340	1.26	332	450	—	0.32	0.31	—	1.00	0.96	56	600
700	13	25	3.3	401	1.59	300	360	—	0.39	0.37	—	1.20	1.14	40	700
800	17	33	5.1	462	1.96	276	310	—	0.45	0.43	—	1.42	1.33	30	800
900	22	43	7.5	523	2.36	258	270	—	0.54	0.49	—	1.67	1.52	23	900
1000	27	55	10.5	584	2.79	244	240	—	0.63	0.55	—	1.95	1.72	18	1000

发射差角：负7分
弹头(轻弹)重9.6g 初速：820m/s

表9-33 53式7.62mm马枪基本射表

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到弹道最高点水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差			散布密集界			危险界系数 k	射击距离 X (m)
								距离 Bx (m)	高低 By (m)	方向 Bz (m)	距离 Cx (m)	高低 Cy (m)	方向 Cz (m)		
100	3.3	1.5	0.04	51	0.13	740	2600	—	0.03	0.03	—	0.08	0.08	—	100
200	3.9	2.3	0.12	105	0.28	660	2020	—	0.05	0.04	—	0.14	0.13	—	200
300	4.7	3.5	0.26	162	0.44	588	1600	—	0.07	0.06	—	0.21	0.19	—	300
400	5.8	5.2	0.49	222	0.62	524	1280	—	0.09	0.08	—	0.29	0.26	—	400
500	7.2	7.9	0.84	279	0.82	468	1030	—	0.13	0.11	—	0.39	0.34	139	500
600	8.9	11	1.34	339	1.04	419	830	—	0.17	0.14	—	0.51	0.43	80	600
700	11	15	2.08	396	1.29	377	670	—	0.21	0.18	—	0.65	0.54	58	700
800	13	20	3.06	456	1.57	342	540	—	0.26	0.22	—	0.81	0.67	44	800

表9-34　53式7.62mm轻机枪基本射表

发射差角：负6分
弹头(轻弹)重9.6g　初速：840m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到弹道最高点的水平距离 (m)	飞行时间 (S)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差 距离 Bx (m)	高低 By (m)	方向 Bz (m)	散布密集界 距离 Cx (m)	高低 Cy (m)	方向 Cz (m)	危险界系数 k	射击距离 (m)
100	2.8	0.9	0.04	52	0.13	758	2810	—	0.07	0.07	—	0.20	0.20	—	100
200	3.6	2.0	0.11	104	0.26	678	2250	—	0.11	0.10	—	0.35	0.30	—	200
300	4.4	3.5	0.22	158	0.42	605	1790	—	0.16	0.15	—	0.50	0.45	—	300
400	5.6	5.2	0.42	214	0.60	539	1420	—	0.23	0.20	—	0.70	0.60	—	400
500	6.7	7.6	0.76	272	0.80	481	1120	—	0.29	0.26	—	0.90	0.80	132	500
600	8.1	10	1.3	332	1.02	431	920	—	0.36	0.33	—	1.1	1.0	95	600
700	9.7	14	1.9	394	1.26	390	750	—	0.42	0.39	—	1.3	1.2	70	700
800	12	19	2.8	457	1.52	357	620	—	0.49	0.46	—	1.5	1.4	53	800
900	14	25	4.1	521	1.80	330	530	—	0.56	0.52	—	1.7	1.6	40	900
1000	17	32	5.8	585	2.11	308	460	—	0.62	0.59	—	1.9	1.8	31	1000

发射差角：负1分

表9-35　59式7.62mm坦克机枪基本射表(发射53式7.62mm普通弹)　弹头重9.6g　初速：840m/s

射击距离(m)	瞄准角(密位)	落角(密位)	最大弹道高(m)	到弹道最高点的水平距离(m)	飞行时间(S)	落速(m/s)	目标处的动能(J)	公算偏差 高低 By(m)	公算偏差 方向 Bz(m)	散布密集度 高低 Cy(m)	散布密集度 方向 Cz(m)	危险界系数k	射击距离(m)
100	1.0	0.8	0.02	51	0.12	766	2870	0.04	0.04	0.12	0.12	—	100
200	1.8	1.7	0.08	103	0.26	696	2370	0.09	0.08	0.28	0.25	—	200
300	2.7	2.9	0.21	157	0.41	629	1940	0.14	0.13	0.43	0.40	—	300
400	3.8	4.5	0.41	213	0.58	566	1570	0.18	0.17	0.55	0.52	211	400
500	5.0	6.6	0.72	271	0.77	507	1260	0.23	0.21	0.71	0.64	145	500
600	6.4	9.3	1.17	331	0.98	451	1000	0.28	0.25	0.86	0.77	103	600
700	8.1	12.8	1.81	393	1.21	400	780	0.34	0.30	1.04	0.92	75	700
800	10.1	17.4	2.70	458	1.48	356	620	0.40	0.35	1.23	1.07	55	800
900	12.4	23.2	3.92	524	1.77	323	510	0.46	0.40	1.41	1.23	41	900
1000	15.2	30.1	5.56	591	2.09	303	450	0.52	0.45	1.60	1.38	32	1000
1100	18.5	37.6	7.66	657	2.43	287	400	0.58	0.50	1.78	1.54	25	1100
1200	22.1	45.9	10.28	720	2.79	273	370	0.64	0.55	1.96	1.69	21	1200
1300	26.1	55.1	13.46	781	3.17	260	330	0.71	0.60	2.18	1.84	17	1300
1400	30.6	65.2	17.24	840	3.56	248	300	0.78	0.65	2.39	2.00	15	1400
1500	35.4	76.3	21.68	897	3.98	236	270	0.86	0.70	2.64	2.15	12	1500
1600	40.8	88.6	26.85	954	4.41	225	250	0.94	0.76	2.89	2.33	11	1600
1700	46.6	102.3	32.82	1012	4.87	215	230	1.02	0.82	3.13	2.52	9	1700
1800	52.9	117.5	39.70	1071	5.35	205	200	1.10	0.88	3.38	2.70	8	1800
1900	59.7	134.2	47.60	1131	5.86	195	190	1.19	0.94	3.65	2.89	7	1900
2000	67.1	152.8	56.64	1192	6.39	186	170	1.28	1.00	3.93	3.07	6	2000

发射差角：负3分

表9-36　53式7.62mm重机枪基本射表(射击53式7.62mm轻弹)　　弹头重9.6g　初速：865m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到弹道高点的距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差 距离 Bx (m)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集度 距离 Cx (m)	散布密集度 高低 Cy (m)	散布密集度 方向 Cz (m)	危险界系数 k	射击距离X (m)
100	2.2	0.9	0.02	51	0.11	781	2980	8+18	0.04	0.03	25+55	0.12	0.10	—	100
200	2.5	1.7	0.07	105	0.25	702	2420	11+21	0.07	0.07	35+65	0.22	0.20	—	200
300	3.3	2.9	0.20	160	0.40	630	1950	11+26	0.11	0.10	35+80	0.35	0.31	—	300
400	4.4	4.4	0.43	216	0.57	564	1560	10+29	0.16	0.14	30+90	0.49	0.43	—	400
500	5.6	6.4	0.76	274	0.76	504	1240	32	0.21	0.18	98	0.63	0.55	156	500
600	6.9	9.3	1.2	334	0.97	450	990	28	0.26	0.22	87	0.81	0.67	107	600
700	8.6	13	1.8	396	1.21	403	800	25	0.33	0.26	76	1.00	0.79	76	700
800	10	18	2.7	459	1.47	364	660	22	0.39	0.30	67	1.20	0.92	56	800
900	13	24	3.9	522	1.75	334	560	19	0.46	0.34	59	1.40	1.05	42	900
1000	15	30	5.5	585	2.06	311	480	17	0.53	0.39	53	1.61	1.18	33	1000
1100	18	38	7.7	647	2.40	293	420	16	0.60	0.43	48	1.83	1.32	26	1100
1200	21	47	11	708	2.77	277	380	14	0.67	0.48	43	2.05	1.47	21	1200

发射差角：负4分

表9-37　53式7.62mm重机枪基本射表(发射53式7.62mm重弹)　　弹头重11.8g　初速：800m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	到弹道最高点的距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差			散布密集界			危险界系数 k	射击距离 (m)
								距离 Bx (m)	高低 By (m)	方向 Bz (m)	距离 Cx (m)	高低 Cy (m)	方向 Cz (m)		
100	2.5	1.2	0.02	50	0.13	741	3300	10+26	0.06	0.06	30+80	0.18	0.17	—	100
200	3.0	2.0	0.09	102	0.27	688	2850	13+26	0.09	0.09	40+80	0.27	0.27	—	200
300	3.9	3.2	0.22	155	0.42	638	2450	11+28	0.12	0.12	35+85	0.37	0.37	—	300
400	4.7	4.6	0.42	209	0.58	591	2100	10+29	0.15	0.15	30+90	0.47	0.47	—	400
500	5.8	6.4	0.70	264	0.76	547	1800	29	0.19	0.19	89	0.57	0.57	156	500
600	7.2	8.7	1.1	321	0.95	506	1540	26	0.22	0.22	78	0.68	0.67	115	600
700	8.6	12	1.6	380	1.16	467	1310	23	0.26	0.25	69	0.80	0.77	86	700
800	10	15	2.3	441	1.39	430	1110	20	0.30	0.29	62	0.93	0.88	67	800
900	12	19	3.3	503	1.64	396	940	19	0.35	0.32	57	1.08	0.99	53	900
1000	14	24	4.6	565	1.81	366	800	17	0.41	0.36	53	1.26	1.10	42	1000
1100	17	30	6.2	627	2.20	341	690	16	0.48	0.40	50	1.47	1.21	34	1100
1200	20	36	8.1	689	2.51	321	610	16	0.56	0.43	48	1.71	1.32	28	1200
1300	23	43	10	751	2.84	305	550	15	0.65	0.47	46	1.99	1.43	23	1300
1400	27	51	13	813	3.19	292	500	15	0.75	0.51	46	2.31	1.55	20	1400
1500	31	59	16	875	3.55	281	450	15	0.87	0.56	45	2.67	1.67	17	1500

注：近距离的距离散布中心与平均弹着点是不相重合的，表定数字表示距低于射弹定起点10cm 之水平面上的距离公算偏差和距离散布密集界的中心的相近值与远离值。

发射差角：负3分

表9-38　54式12.7mm高射机枪(地面)基本射表　　弹头(穿燃)重：48.2g　初速：820m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	弹道顶点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差 距离 Bx (m)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集度 距离 Cx (m)	散布密集度 高低 Cy (m)	散布密集度 方向 Cz (m)	射击距离 (m)
100	2.5	0.9	0.03	51	0.12	790	15370	—	0.07	0.04	—	0.21	0.11	100
200	2.8	1.7	0.09	102	0.25	753	13960	—	0.13	0.08	—	0.40	0.25	200
300	3.3	2.9	0.19	154	0.39	718	12700	—	0.20	0.13	—	0.60	0.41	300
400	4.2	4.1	0.34	207	0.54	685	11560	—	0.27	0.19	—	0.82	0.59	400
500	5.0	5.2	0.55	260	0.69	654	10540	67	0.34	0.25	205	1.05	0.78	500
600	5.8	6.4	0.9	314	0.85	624	9600	64	0.42	0.31	196	1.29	0.97	600
700	6.9	7.8	1.3	369	1.01	595	8730	61	0.50	0.38	187	1.54	1.17	700
800	8.1	9.6	1.8	425	1.18	566	7890	58	0.58	0.45	178	1.80	1.37	800
900	9.2	11.6	2.4	482	1.36	538	7140	55	0.67	0.52	170	2.06	1.58	900
1000	10.6	14.0	3.1	540	1.55	511	6440	53	0.76	0.59	162	2.34	1.79	1000
1100	11.9	16.6	3.9	599	1.75	485	5790	51	0.86	0.66	155	2.64	2.01	1100
1200	13.6	19.5	4.9	659	1.97	459	5190	49	0.96	0.73	149	2.94	2.23	1200
1300	15.3	23.0	6.1	720	2.21	433	4620	47	1.07	0.80	143	3.26	2.45	1300
1400	17.2	27.0	7.6	782	2.47	408	4100	45	1.18	0.87	137	3.60	2.68	1400
1500	19.2	31.7	9.4	845	2.74	385	3650	43	1.29	0.94	131	3.96	2.91	1500
1600	21.4	36.9	11.5	908	3.02	365	3280	41	1.42	1.02	125	4.34	3.14	1600
1700	23.9	42.8	13.9	971	3.31	348	2980	39	1.55	1.10	119	4.74	3.37	1700
1800	26.7	49.2	16.7	1035	3.61	333	2730	37	1.68	1.18	113	5.14	3.61	1800
1900	29.4	56.1	19.9	1100	3.92	320	2520	35	1.82	1.26	107	5.56	3.86	1900

（续）

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	弹道顶点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	落点动能 (J)	公算偏差 距离 Bx (m)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集度 距离 Cx (m)	散布密集度 高低 Cy (m)	散布密集度 方向 Cz (m)	射击距离 X (m)
2000	32.5	63.4	23.5	1165	4.24	309	2350	33	1.96	1.34	101	5.98	4.11	2000
2100	35.6	71.0	28	1229	4.57	300	2220	31	2.10	1.42	95	6.42	4.36	2100
2200	38.9	78.8	32	1292	4.91	292	2100	29	2.24	1.50	90	6.86	4.61	2200
2300	42.5	87.0	37	1354	5.26	285	2000	27	2.39	1.58	85	7.32	4.87	2300
2400	46.1	95.4	42	1416	5.63	279	1920	26	2.55	1.66	81	7.80	5.13	2400
2500	50.0	104.1	48	1477	6.01	273	1840	25	2.71	1.75	77	8.28	5.39	2500
2600	54.1	113.2	54	1538	6.39	267	1760	24	2.87	1.84	73	8.78	5.65	2600
2700	58.6	122.7	61	1598	6.77	262	1690	23	3.04	1.93	70	9.30	5.91	2700
2800	63.0	132.9	69	1657	7.16	257	1630	22	3.22	2.02	68	9.85	6.18	2800
2900	67.7	143.7	77	1716	7.56	252	1570	21	3.40	2.11	66	10.4	6.45	2900
3000	72.5	154.7	86	1774	7.96	247	1500	21	3.60	2.20	65	11.0	6.73	3000
3100	77.5	166.1	96	1832	8.37	243	1450	21	3.82	2.29	65	11.7	7.01	3100
3200	82.8	177.7	106	1889	8.79	239	1400	21	4.06	2.38	66	12.4	7.29	3200
3300	88.3	189.7	117	1946	9.22	235	1360	22	4.31	2.47	68	13.2	7.57	3300
3400	94.1	202.2	129	2003	9.67	231	1320	23	4.57	2.56	71	14.0	7.85	3400
3500	100.0	215.3	142	2060	10.14	227	1270	24	4.84	2.66	75	14.8	8.13	3500

*世称重型机枪

发射差角：0分

表9-39　56式14.5mm四联高射机枪(地面)基本射表(射击56式14.5mm穿燃弹)　　弹头重63.6g 初速：945m/s

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	弹道顶点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	目标处的动能 (J)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集度 高低 Cy (m)	散布密集度 方向 Cz (m)	射击距离 X (m)
100	6.9	0.6	0.02	51	0.11	905	26540	0.14	0.22	0.4	0.7	100
200	4.2	1.2	0.07	102	0.22	863	24130	0.24	0.31	0.7	1.0	200
300	3.9	2.0	0.15	154	0.34	821	21840	0.36	0.44	1.1	1.3	300
400	3.9	2.9	0.27	207	0.47	780	19710	0.48	0.56	1.5	1.7	400
500	4.2	3.8	0.44	261	0.60	741	17790	0.58	0.70	1.8	2.1	500
600	4.7	4.9	0.67	315	0.74	703	16010	0.70	0.83	2.2	2.5	600
700	5.3	6.1	0.96	370	0.89	667	14410	0.82	0.96	2.5	3.0	700
800	6.1	7.6	1.3	426	1.04	632	12940	0.94	1.10	2.9	3.4	800
900	6.9	9.3	1.8	483	1.20	599	11620	1.05	1.23	3.2	3.8	900
1000	8.1	11	2.4	542	1.37	567	10420	1.17	1.37	3.6	4.2	1000
1100	9.2	13	3.0	602	1.55	536	9300	1.29	1.51	4.0	4.6	1100
1200	10.0	15	3.7	663	1.74	507	8330	1.40	1.64	4.3	5.0	1200
1300	11.0	18	4.6	725	1.94	480	7460	1.52	1.78	4.7	5.5	1300

（续）

射击距离 (m)	瞄准角 (密位)	落角 (密位)	最大弹道高 (m)	弹道顶点的水平距离 (m)	飞行时间 (s)	落速 (m/s)	落点动能 (J)	公算偏差 高低 By (m)	公算偏差 方向 Bz (m)	散布密集度 高低 Cy (m)	散布密集度 方向 Cz (m)	射击距离X (m)
1400	12.0	21	5.7	788	2.16	454	6680	1.64	1.91	5.0	5.9	1400
1500	14.0	24	7.0	851	2.39	430	5990	1.75	2.04	5.4	6.3	1500
1600	16.0	29	8.5	914	2.62	408	5390	1.87	2.18	5.7	6.7	1600
1700	17.0	33	10	978	2.87	388	4880	1.99	2.31	6.1	7.1	1700
1800	19.0	38	12	1043	3.14	370	4440	2.11	2.45	6.5	7.5	1800
1900	22.0	43	15	1109	3.41	353	4040	2.22	2.58	6.8	7.9	1900
2000	24.0	49	17	1175	3.70	338	3700	2.34	2.72	7.2	8.4	2000
2100	26.0	55	20	1241	4.00	325	3420					2100
2200	29.0	62	24	1307	4.31	314	3190					2200
2300	32.0	69	28	1373	4.64	305	3010					2300
2400	35.0	77	32	1439	4.98	298	2880					2400

●落角密位为"自然密位"即$tg\theta c \times 1000$。

第十章　制式枪弹与枪膛的尺寸配合关系

§1　制式枪弹弹头导转部与线膛的径向尺寸关系

1.1.1　制式枪械线膛主要尺寸见表10-1

1.1.2　制式枪弹弹头导转部与线膛的径向尺寸关系见表10-2

1.1.3　56式7.62mm半自动步枪、测速枪和精度枪的枪管线膛比较见表10-3

表10-1　制式枪械线膛主要尺寸

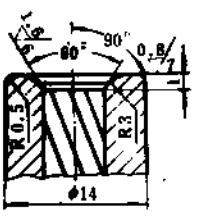
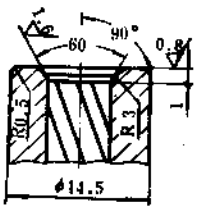
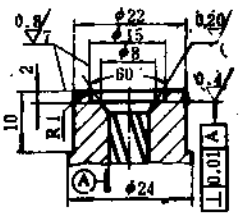
枪名	枪管长度 (mm)	线膛长度 (mm)	膛线				膛线直径		膛线宽度		膛线深度 t (mm)
			旋向	条数 n	缠距 l (mm)	缠角 α	阴线 D (mm)	阳线 d (mm)	阴线 a (mm)	阳线 b (mm)	
64式7.62mm手枪	86.5	62.5	右	4	240	5°42′	$7.85^{+0.05}$	$7.62^{+0.03}$	$3.81^{+0.1}$	2.26	0.115
59式9mm手枪	93.5	71.1	右	4	252	6°24′	$9.27^{+0.075}$	$9^{+0.00}$	$4.5^{+0.2}$	2.67	0.135
54式7.62mm手枪	$116_{-0.45}$	82.8	右	4	240±1.3	6°42′	$7.92^{+0.05}$	$7.62^{+0.04}$	$3.81^{+0.1}$	2.29	0.15
54式7.62mm冲锋枪	250	223	右	4	240	5°42′	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.035}$	$3.81^{+0.2}$	2.29	0.1525
56式7.62mm冲锋枪	415	369.3	右	4	240±5	5°42′	$7.92^{+0.075}$	$7.62^{+0.04}$	$3.75^{+0.254}$	2.34	0.15
56式7.62mm半自动步枪	520_{-1}	474.3	右	4	240±5	5°42′	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.035}$	$3.81^{+0.1}$	2.29	0.1525
56式7.62mm轻机枪	520_{-1}	474.3	右	4	240±5	5°42′	$7.92^{+0.075}$	$7.62^{+0.03}$	$3.75^{+0.254}$	2.34	0.15
53式7.62mm重机枪	605_{-3}	571.85	右	4	240±10	5°42′	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.03}$	$3.81^{+0.1}$	2.29	0.1525
57式7.62mm重机枪	722	648.85	右	4	240±10	5°42′	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.03}$	$3.81^{+0.1}$	2.29	0.1525
54式12.7mm高射机枪	1003_{-1}	870	右	8	380^{+20}_{-10}	5°58′	$13^{+0.1}$	$12.66^{+0.03}$	$2.8^{+0.25}$	2.24	0.17
56式14.5mm高射机枪	$1342_{-1.3}$	1215.3	右	8	420±10	6°12′	$14.93^{+0.07}$	$14.5^{+0.07}$	$3.4^{+0.1}$	2.38	0.215

注：$\alpha=\mathrm{tg}^{-1}\frac{\pi d}{l}$；$b\approx\frac{\pi(D+d)}{2n}-a$；$t=\frac{D-d}{2}$。

表10-2　制式枪弹弹头导转部与线膛的径向尺寸关系　　单位：mm

枪弹			枪械			径向尺寸关系			
弹别		弹头导转部直径 dz	枪别	阴线直径 D	阳线直径 d	弹头导转部与阴线的间隙 $\frac{D-dz}{2}$		阳线嵌入导转部的深度 $\frac{dz-d}{2}$	
						最大	最小	最大	最小
手枪弹	64式7.62	$7.85_{-0.06}$	64式7.62手枪	$7.85^{+0.05}$	$7.62^{+0.03}$	0.05	0	0.115	0.065
	59式9.0	$9.27_{-0.10}$	59式9.0手枪	$9.27^{+0.078}$	$9^{+0.05}$	0.0625	0	0.135	0.08
	51式7.62	$7.85_{-0.06}$	54式7.62手枪	$7.92^{+0.04}$	$7.65^{+0.03}$	0.1	0.035	0.115	0.06
			64式7.62冲锋枪	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.035}$	0.1	0.0375	0.115	0.5575
步机枪弹	56式7.62	$7.92_{-0.07}$	56式7.62半自动步枪	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.0025}$	0.065	0.0025	0.1525	0.093
			56式7.62冲锋枪 56式7.62轻机枪	$7.92^{+0.075}$	$7.62^{+0.05}$	0.063	0	0.15	0.095
	53式7.62	$7.92_{-0.06}$	53式7.62轻机枪 53式7.62重机枪	$7.925^{+0.075}$	$7.62^{+0.05}$	0.0655	0.0025	0.15	0.095
高射机枪弹	54式12.7	$13.01_{-0.06}$	54式12.7高射机枪	$13^{+0.1}$	$12.66^{+0.06}$	0.07	−0.005	0.175	0.12
	56式14.5	$14.93_{-0.10}$	56式14.5高射机枪	$14.93^{+0.07}$	$14.5^{+0.07}$	0.06	0	0.215	0.155

表10-3　56式7.62mm半自动步枪、测速枪和精度枪的线膛比较　单位：mm

序号	项目		半自动步枪	测速枪	精度步枪 膛线起点	精度步枪 枪口
1	膛线直径φ	阳线	$7.62^{+0.0355}$	$7.62^{+0.05}$	枪口实际尺寸$^{+0.035}$	$7.60^{+0.02}$
		阴线	$7.925^{+0.075}$	$7.92^{+0.030}$	枪口实际尺寸$^{+0.035}$	$7.90^{+0.04}$
2	膛线宽度	阳线	2.29	2.29	2.33	2.33
		阴线	$3.81^{+0.1}$	$3.81^{+0.1}$	枪口实际尺寸$^{+0.035}$	$3.75^{+0.15}$
3	 表10-2之图1 56式7.62mm枪膛线圆角		R₁及R₂≈0.05(实际) 粗糙度 1处：Ra 0.4 2处：Ra 0.4 3处：Ra 0.4 铬层厚 阳线0.04～0.1 阴线0.01～0.05	R₁及R₂≈0.05(实际) 粗糙度 1处：Ra 0.2 2处：Ra 0.4 3处：Ra 0.4 不镀铬	R₁不许倒角　R₂≤0.05 粗糙度 1处：Ra 0.2～0.1 2处：Ra 0.4～0.2 3处：Ra 0.4～0.2 不镀铬	
4	线膛锥度		—	—	≤0.005	
5	线膛不直度		≈0.01:200	≈0.01:200	0.005:200	
6	阴阳线不同轴度		—	—	0.006	
7	弹膛与线膛不同轴度		0.05	0.05	一锥体0.02；二、三、四锥体0.01	
8	弹膛各直径公差		+0.05	+0.05	+0.05	
9	膛线缠距		(右旋4条)240±5	(右旋4条)240±5	(右旋4条) 240±2	
10	线膛长度		474.3	474.3 (实际478.3)	474.3	
11	枪管长度		520₋₁	520₋₁	520₋₁	
12	枪管外径		管尾φ19，管口φ14	管尾φ25，管口φ14.5	管尾φ24.5，管口φ22	
13	枪管材料		50BA	50BA	30CrNi2MoVA	
14	枪管硬度 (HRC)		管尾0～8mm，38～44 其余：26.8～35.8	37～42	27～33	
15	枪口尺寸		 半自动步枪枪口	 测速枪枪口	 精度枪枪口	

§2 制式枪弹弹壳与弹膛的径向间隙

2.1.1 64式7.62mm手枪普通弹弹壳与64式7.62mm手枪弹膛的径向间隙见表10-4

2.1.2 59式9mm手枪普通弹弹壳与59式9mm手枪弹膛的径向间隙见表10-5

2.1.3 51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm手枪弹膛的径向间隙见表10-6

2.1.4 51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm冲锋枪弹膛的径向间隙见表10-7

2.1.5 56式7.62mm普通弹弹壳与56式7.62mm枪械弹膛的径向间隙见表10-8

2.1.6 53式7.62mm普通弹弹壳与53式7.62mm枪械弹膛的径向间隙见表10-9

2.1.7 54式12.7mm穿甲燃烧弹弹壳与54式12.7mm高射机枪弹膛的径向间隙见表10-10

2.1.8 56式14.5mm穿甲燃烧弹弹壳与56式14.5mm高射机枪弹膛的径向间隙见表10-11

表10-4 64式7.62mm手枪普通弹弹壳与64式7.62mm手枪弹膛的径向间隙 单位：mm

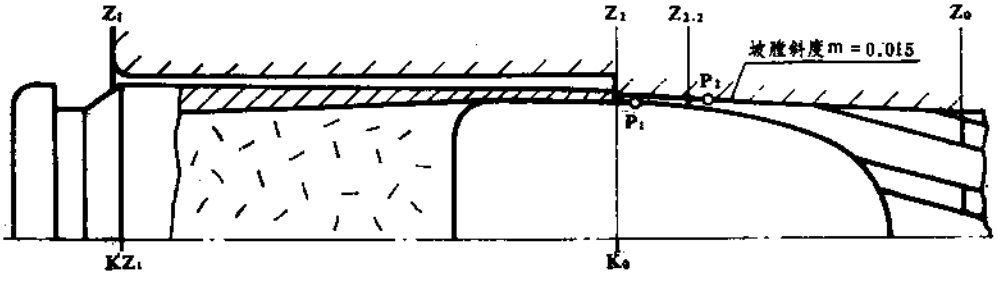


表10-4图 64式7.62mm手枪普通弹弹壳与64式7.62mm手枪弹膛的径向间隙

弹膛位置		一锥起点		(一锥终点)	二锥起点	阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置			体部起点	弹壳口			
代号		Z_1	KZ_1	K_0	Z_2	Z_{2+1}	Z_0
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	0		$14.2^{+0.15}$	$14.2^{+0.15}$	16.23	24
	弹壳	—	0.2	14.2	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	$\phi8.563^{+0.03}$		$\phi8.51^{+0.03}$	$\phi7.91^{+0.03}$	$\phi7.85^{+0.03}$	$\phi7.62^{+0.03}$
	弹壳d_2	—	$\phi8.51_{-0.12}$	$\phi8.45_{-0.15}$	—	—	—
径向间隙	全间隙 d_1-d_2	—	0.052	0.06	—	—	—
	初始间隙 $\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.026	0.03	—	—	—
	相对初始间隙 $\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_2}$	—	0.006	0.007	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。表图10-4中的p_1和p_2参见表10-12。

表10-5　59式9mm手枪普通弹弹壳与59式9mm手枪弹膛的径向间隙　　单位：mm

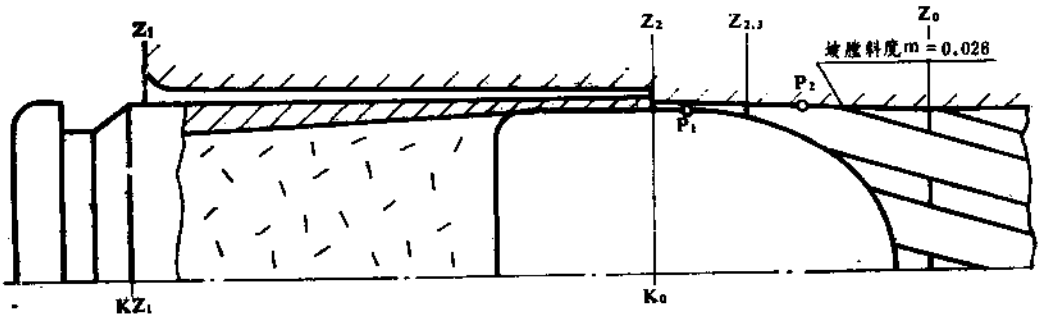
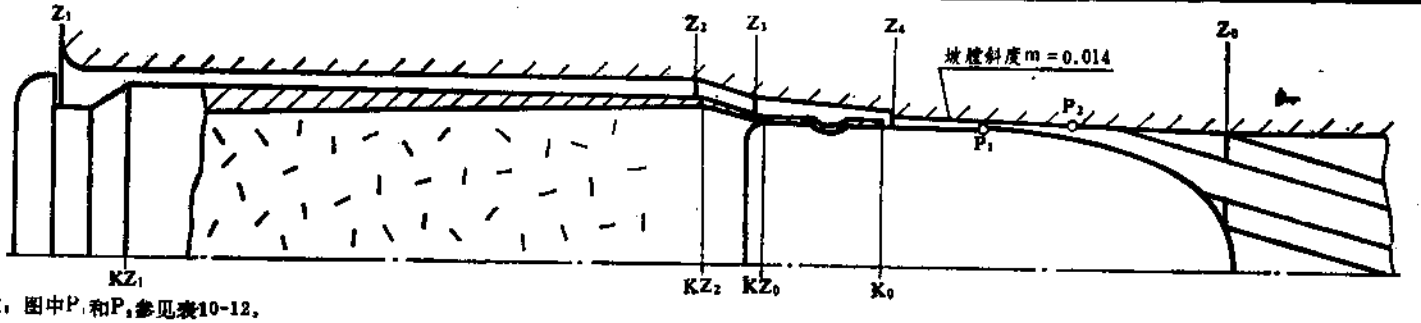


表10-5图　59式9mm手枪普通弹弹壳与59式9mm手枪弹膛的径向间隙

弹膛位置			一锥起点	（一锥终点）	二锥起点	阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置		体部起点		弹壳口			
代号		Kz_1	Z_1	K_0	Z_2	Z_{2+3}	Z_0
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛		0	$14.4^{+0.3}$	$14.4^{+0.3}$	17.09	22.4
	弹壳	−0.5		14.4	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	—	$\phi10.065^{+0.055}$	$\phi10.01^{+0.055}$	$\phi9.42^{+0.055}$	$\phi9.27^{+0.075}$	$\phi9^{+0.05}$
	弹壳d_2	$\phi9.95_{-0.12}$		$\phi9.91_{-0.17}$	—	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2	—	0.116	0.1	—	—	—
	初始间隙$\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.058	0.05	—	—	—
	相对初始间隙$\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_1}$	—	0.012	0.01	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。表10-5图中p_1和p_2参见表10-12。

表10-6　51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm手枪弹膛的径向间隙　　单位：mm



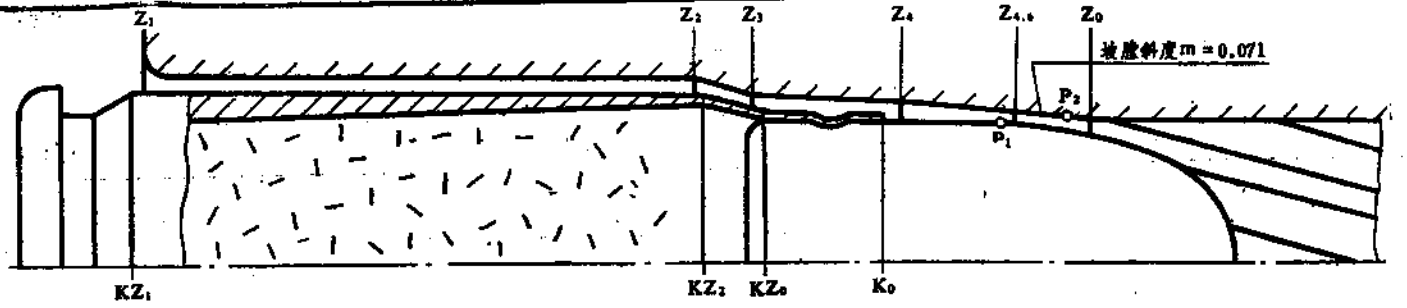
注：图中P_1和P_2参见表10-12。

表10-6图　51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm手枪弹膛的径向间隙

弹膛位置		一锥起点		二锥起点		三锥起点		（三锥终点）	四锥起点 阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置			体部起点		斜肩起点		弹室根	弹壳口		
代号		Z_1	KZ_1	Z_2	KZ_2	Z_3	KZ_0	K_0	Z_4	Z_0
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	0		18.05		19.82		$23.4^{+0.15}$	$23.4^{+0.15}$	$33.2^{+0.04}$
	弹壳	—	1.87		18.2		19.97	23.37	—	—
径向尺寸	弹膛 d_1	$\phi9.95^{+0.05}$		$\phi9.5^{+0.04}$		$\phi8.55^{+0.04}$		$\phi8.5^{+0.04}$	$\phi7.9^{+0.04}$	$\phi7.62^{+0.04}$
	弹壳 d_2	—	$\phi9.84_{-0.05}$		$\phi9.42_{-0.05}$		$\phi8.45_{-0.1}$	$\phi8.37_{-0.1}$	—	—
径向间隙	全间隙 d_1-d_2	—	0.06	0.08	0	0.02	0.10	0.13	—	—
	初始间隙 $\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.03	0.04	0	0.01	0.05	0.065	—	—
	相对初始间隙 $\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_{2m}}$	—	0.006	0.009	0	0.002	0.012	0.016	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

表10-7　51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm冲锋枪弹膛的径向间隙　　单位：mm



注：图中P_1和P_2参见表10-12。

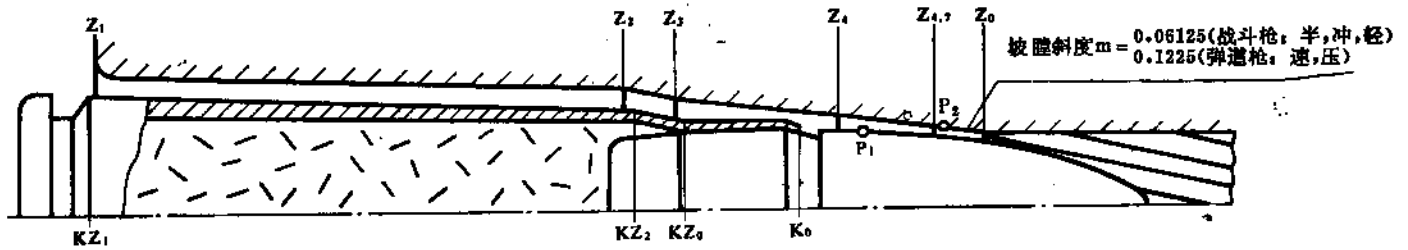
表10-7图　51式7.62mm手枪普通弹弹壳与54式7.62mm冲锋枪弹膛的径向间隙

弹膛位置			一锥起点	二锥起点		三锥起点			四锥起点	阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置		体部起点			斜肩起点		弹室根	弹壳口			
代号		KZ_1	Z_1	Z_2	KZ_2	Z_3	KZ_0	K_0	Z_4	$Z_{4.8}$	Z_0
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	—	0	15.6		17.4			21.5	24.85	27
	弹壳	-0.64			15.69		17.46	20.86	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	—	$\phi9.92^{+0.08}$	$\phi9.9^{+0.08}$		$\phi8.48^{+0.08}$			$\phi8.4^{+0.08}$	$\phi7.925^{+0.075}$	$\phi7.62^{+0.059}$
	弹壳d_2	$\phi9.84_{-0.08}$			$\phi9.42_{-0.08}$		$\phi8.45_{-0.1}$	$\phi8.37_{-0.1}$	—	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2	—	0.10	0.48	0.41	0	0.03	0.04	—	—	—
	初始间隙$\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.05	0.24	0.205	0	0.015	0.02	—	—	—
	相对初始间隙$\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_2}$	—	0.01	0.051	0.044	0	0.004	0.005	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

表10-8　56式7.62mm普通弹弹壳与56式7.62mm枪械弹膛的径向间隙

单位：mm



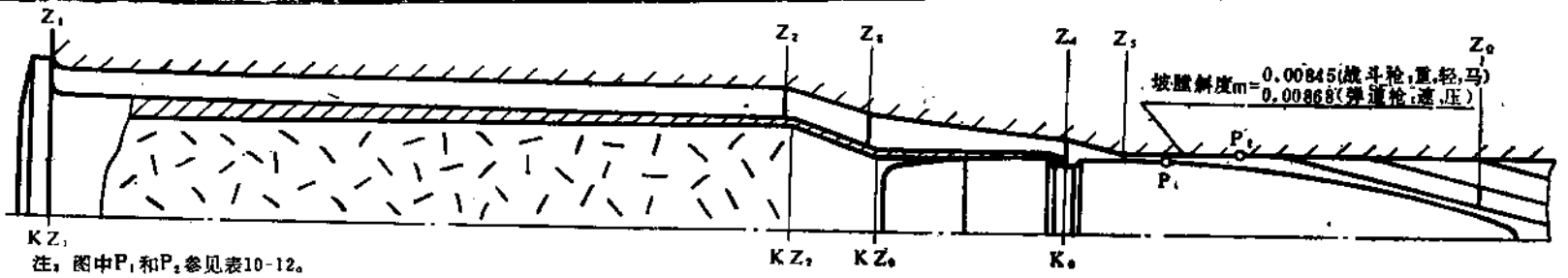
注：图中P_1和P_2参见表10-12。

表10-8图　56式7.62mm普通弹弹壳与56式7.62mm枪械弹膛的径向间隙

弹膛位置				一锥起点	二锥起点		三锥起点			四锥起点	阴线起点	阳线起点
枪弹(弹壳)位置			体部起点			斜肩起点		弹室根	弹壳口			
代号			KZ_1	Z_1	Z_2	KZ_3	Z_3	KZ_6	K_6	Z_4	$Z_{4.7}$	Z_6
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	冲锋枪 轻机枪	—	0	27.2		29.5			37.7	43.25	45.7
		半自动步枪									43.21	45.7
		测速枪，测压枪									40.48	41.7
	弹壳		-0.017			27.283		29.783	35.483	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	冲锋枪 轻机枪	—	$\phi11.356^{+0.06}$	$\phi10.12^{+0.05}$		$\phi8.74^{+0.05}$			$\phi8.6^{+0.05}$	$\phi7.92^{+0.075}$	$\phi7.62^{+0.06}$
		半自动步枪									$\phi7.925^{+0.075}$	$\phi7.62^{+0.0625}$
		测速枪，测压枪									$\phi7.92^{+0.04}$	$\phi7.62^{+0.03}$
	弹壳d_2		漆膜 $\phi11.35_{-0.18}$ 覆膜 $\phi11.35_{-0.18}$			$\phi10.07_{-0.08}$		$\phi8.57$	$\phi8.57$	—	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2		—	0.001	0.05	0	0	0.165	0.07	—	—	—
	初始间隙 $\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$		—	0.0005	0.025	0	0	0.0825	0.035	—	—	—
	相对初始间隙 $\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_2}$		—	0.0001	0.005	0	0	0.018	0.008	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

表10-9　53式7.62mm普通弹弹壳与53式7.62mm枪械弹膛的径向间隙　　单位：mm



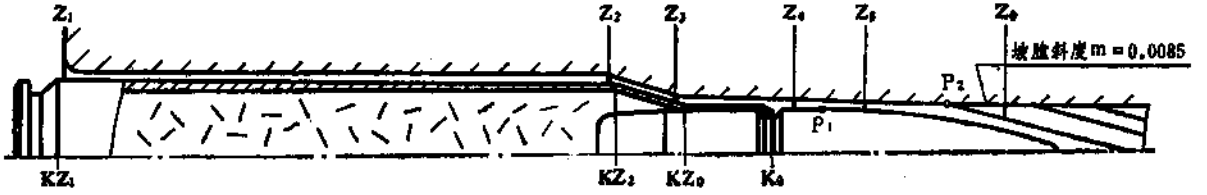
注：图中P_1和P_2参见表10-12。

表10-9图　53式7.62mm普通弹弹壳与53式7.62mm枪械弹膛的径向间隙

弹膛位置			一锥起点Z_1	二锥起点Z_2	三锥起点Z_3	四锥起点Z_4		五锥起点 阴线起点Z_5	阳线起点Z_6
枪弹（弹壳）位置			体部起点KZ_1	斜肩起点KZ_2	弹室根KZ_3		弹壳口K_6		
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛		0	38.1	42.672	52.07		55.118	73.152
	弹壳		0	38.1	42.67		52.09	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	马枪	$\phi12.3444^{+0.0502}$	$\phi11.6332^{+0.0510}$	$\phi8.6106^{+0.0508}$	$\phi8.5596^{+0.0508}$		$\phi7.9248^{+0.0508}$	$\phi7.62^{+0.0505}$
		测速枪，测压枪	$\phi12.48^{+0.05}$	$\phi11.88^{+0.05}$	$\phi8.61^{+0.05}$	$\phi8.56^{+0.05}$		$\phi7.92^{+0.07}$	$\phi7.607^{+0.053}$
		轻、重机枪	$\phi12.484^{+0.051}$	$\phi11.684^{+0.051}$	$\phi8.611^{+0.051}$	$\phi8.56^{+0.051}$		$\phi7.925^{+0.15}$	$\phi7.62^{+0.05}$
	弹壳d_2		$\phi12.42_{-0.15}$	$\phi11.61_{-0.15}$	$\phi8.53$		$\phi8.53$	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2		马枪	其他枪	马枪	其他枪	各种枪	各种枪	各种枪	—	—
			−0.078	0.064	0.023	0.074	0.08	0.03	0.026	—	—
	初始间隙 $\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$		−0.038	0.032	0.012	0.037	0.04	0.015	0.013	—	—
	相对初始间隙 $\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_1}$		−0.006	0.005	0.002	0.006	0.009	0.004	0.003	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

表10-10　54式12.7mm穿甲燃烧弹弹壳与54式12.7mm高射机枪弹膛的径向间隙　　单位：mm



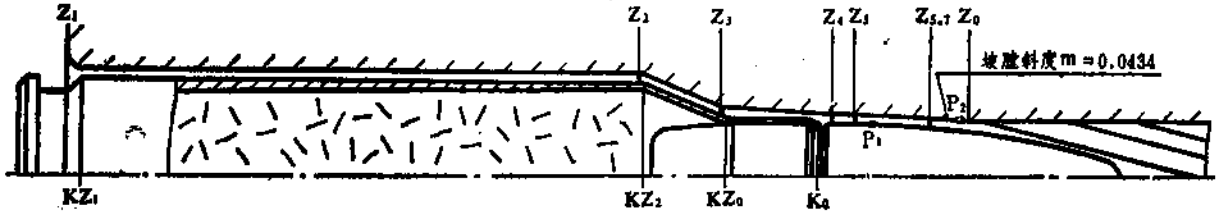
注：图中P₁和P₂参见表10-12。

表10-10图　54式12.7mm穿甲燃烧弹弹壳与54式12.7mm高射机枪弹膛的径向间隙

弹膛位置			一锥起点	二锥起点			三锥起点		四锥起点	五锥起点 阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置		体部起点			斜肩起点	弹室根		弹壳口			
代号		KZ_1	Z_1	Z_2	KZ_2	KZ_3	Z_3	K_4	Z_4	Z_5	Z_6
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	—	0	78.25			86.25		103	113	133
	弹壳	-0.26			79.04	86.24		101.76	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	—	$\phi21.89^{+0.08}$	$\phi19.23^{+0.08}$			$\phi14.08^{+0.06}$		$\phi13.91^{+0.08}$	$\phi13^{+0.1}$	$\phi12.66^{+0.08}$
	弹壳d_2	$\phi21.85_{-0.14}$			$\phi18.72$	$\phi14.05$		$\phi13.93_{-0.24}$	—	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2	—	0.05	0.48	0	0.046	0.03	-0.01	—	—	—
	初始间隙$\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.025	0.24	0	0.023	0.015	-0.005	—	—	—
	相对初始间隙$\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_2}$	—	0.002	0.026	0	0.003	0.002	-0.0007	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

表10-11　56式14.5mm穿甲燃烧弹弹壳与56式14.5mm高射机枪弹膛的径向间隙　　单位：mm



注：图中P_1和P_2参见表10-12。

表10-11图　56式14.5mm穿甲燃烧弹弹壳与56式14.5mm高射机枪弹膛的径向间隙

弹膛位置		一锥起点		二锥起点		三锥起点		四锥起点		五锥起点	阴线起点	阳线起点
枪弹（弹壳）位置			体部起点		斜肩起点		弹室根		弹壳口			
代号		Z_1	KZ_1	Z_2	KZ_2	Z_3	KZ_6	Z_4	K_6	Z_5	$Z_{5.7}$	Z_6
轴向尺寸（距枪管尾端面）	弹膛	0		$81.4_{-0.05}$		$92.3_{-0.05}$		107		110	121.7	126.7
	弹壳	—	1.57		81.52		92.56		107.12	—	—	—
径向尺寸	弹膛d_1	$\phi27.066^{+0.05}$		$\phi25.8^{+0.05}$		$\phi16.75^{+0.05}$		$\phi16.55^{+0.05}$		$\phi15.95^{+0.1}$	$\phi14.93^{+0.07}$	$\phi14.5^{+0.07}$
	弹壳d_2	—	$\phi27_{-0.14}$		$\phi25.7_{-0.14}$		$\phi16.53_{-0.14}$		$\phi16.53_{-0.14}$	—	—	—
径向间隙	全间隙d_1-d_2	—	0.04	0.10	0	0.004	0.217	0.02	0	—	—	—
	初始间隙$\delta_0=\frac{d_1-d_2}{2}$	—	0.02	0.05	0	0.002	0.109	0.01	0	—	—	—
	相对初始间隙$\Delta_0=\frac{d_1-d_2}{d_1}$	—	0.002	0.004	0	0.0002	0.013	0.001	0	—	—	—

注：径向间隙按公称尺寸计算。

§3 制式枪弹弹头与坡膛的接触关系

3.1.1 制式枪弹弹头与坡膛的接触关系见表10-12。

3.1.2 56式7.62mm普通弹弹头与战斗枪坡膛的接触过程见表10-13

3.1.3 53式7.62mm普通弹弹头与57式7.62mm重机枪坡膛的接触过程见表10-14

表10-12 制式枪弹弹头与坡膛的接触关系 单位：mm

制式枪弹	制式枪械	坡膛		弹头弧形部		弧形部最先接触点		φ_1所在位置（距枪管尾端面）		弹头从起动到接触坡膛的自由行程 P_2-P_1
		斜度 m	斜角 α	圆弧半径 R	圆心处直径 D_0	直径 φ_1	距圆心 X_1	在弧形部上 P_1	在坡膛上 P_2	
64式7.62mm手枪普通弹	64式7.62mm手枪	0.01475	0°50′42″	R14.3	7.8504	7.847	0.21	14.91	16.33	1.42
59式9mm手枪普通弹	59式9mm手枪	0.02625	1°30′13″	R7.458	9.27	9.266	0.19	15.5	17.33	1.83
51式7.62mm手枪普通弹	54式7.62mm手枪	0.01429	0°49′7″	R14.3	7.7902	7.787	0.20	26.26	27.36	1.1
	54式7.62mm冲锋枪	0.07091	4°3′22″	R14.3	7.7902	7.719	1.01	24.56	26.3	1.74
56式7.62mm普通弹	56式7.62mm冲锋枪 半自动步枪 轻机枪	0.06125	3°30′18″	R40	7.87	7.72	2.45	39.28	44.88	5.6
	56式7.62mm测速枪 测压枪	0.1225	6°59′2″	R40	7.87	7.62*	3.16	39.99	41.7	1.71
53式7.62mm普通弹	53式7.62mm马枪 轻机枪 57式7.62mm重机枪	0.00845	0°29′3″	R55	7.8706	7.867	0.46	57.08	58.55	1.49
	53式7.62mm测速枪 测压枪	0.00868	0°29′50″	R55	7.8706	7.866	0.48	57.08	58.46	1.38
54式12.7mm穿甲燃烧弹	54式12.7mm高射机枪	0.0085	0°29′13″	R108	13.01	13.0	0.92	108.48	113	4.52
56式14.5mm穿甲燃烧弹	56式14.5mm高射机枪	0.0434	2°29′6″	R105.4	14.93	14.732	4.57	115.86	124.03	7.27

注：① $m=\frac{\text{坡膛大端直径}-\text{坡膛小端直径}}{2\times\text{坡膛长度}}=\operatorname{tg}\alpha$

② 弧形部最先接触点是圆弧与坡膛相切的切点，$\varphi_1=D_0-2R\left(1-\frac{1}{\sqrt{1+m^2}}\right)=D_0-2R(1-\cos\alpha)$；$X_1=\frac{mR}{\sqrt{1+m^2}}=R\cdot\sin\alpha$。如计算的$\varphi_1$小于坡膛小端直径，则其最先接触点即为坡膛小端直径。例如表中*处的计算值为7.28，小于7.62，其最先接触点即为φ7.62。同样，如果计算的φ_1大于弹头起弧点直径，则其最先接触点为弹头导转部直径或坡膛大端直径（取两者中较小的直径）。

③ 56式和53式7.62mm普通弹弹头与坡膛的接触过程，参见表10-13和表10-14。

④ 表中的P_1和P_2只按各有关的公称尺寸计算，P_2-P_1是最小的自由行程。

表10-13　56式7.62mm普通弹弹头与战斗枪坡膛的接触过程

单位：mm

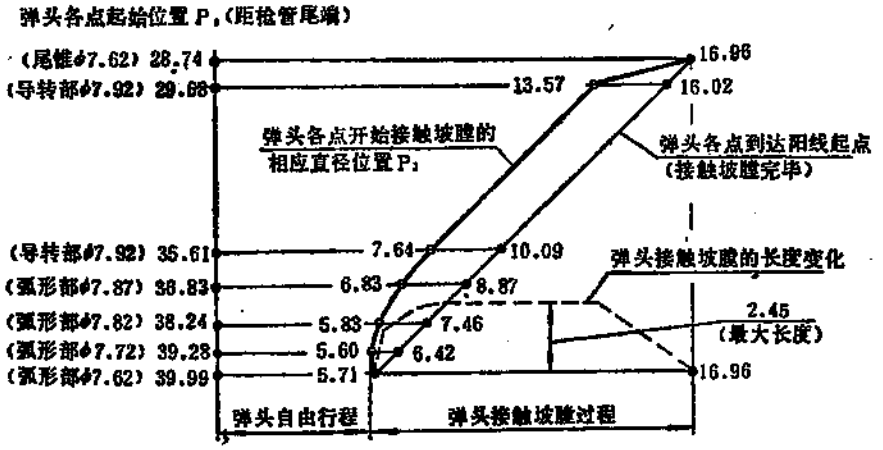


表10-13图　56式7.62mm普通弹弹头与战斗枪坡膛的接触过程

弹头各部位		尾锥	导转部		弧形部				注
弹头各直径		φ7.62	φ7.92		(圆心处直径D_0) φ7.87	φ7.82	(最先接触点φ_1) φ7.72	φ7.62	
所在弹头位置	(距圆心) X	—	—		0	1.41	2.45	3.16	①弧形部P_1按52.783-15.95+X计算 ②起弧点φ7.87与导转部φ7.92之间的P_1，按锥度0.041计算 ③尾锥的P_1按锥度0.3168计算
	(距枪管尾端面) P_1	28.74	29.68	35.61	36.82	38.24	39.28	39.99	
相应所在坡膛位置P_2(距枪管尾端面)		45.70	43.25		43.66	44.07	44.88	45.70	按56式7.62mm半自动步枪、冲锋枪和轻机枪的坡膛锥度2m计算(m=0.06125)
自由行程(静止→接触)		16.96	13.57	7.64	6.83	5.83	5.60	5.71	按P_2-P_1计算
接触坡膛(接触→阳线)		0	2.45	2.45	2.04	1.63	0.82	0	按45.7-P_1计算
全程(静止→阳线)		16.96	16.02	10.09	8.87	7.46	6.42	5.71	按45.7-P_1计算

注：表中和图中各尺寸均为公称尺寸或按公称尺寸计算的。

表10-14　53式7.62mm普通弹弹头与57式7.62mm重机枪坡膛的接触过程

单位：mm

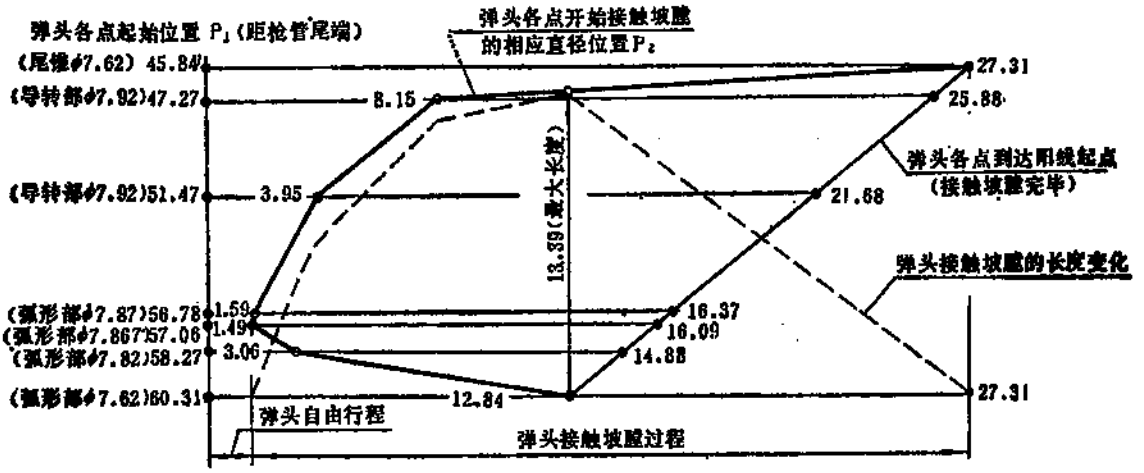


表10-14图　53式7.62mm普通弹弹头与57式7.62mm重机枪坡膛的接触过程

弹头各部位		尾锥	导转部		弧形部					注
弹头各直径		φ7.62	φ7.92		（圆心处直径D_4）φ7.8706	φ7.87	（最先接触点P_1）φ7.867	φ7.82	φ7.62	
所在弹头位置	（距圆心）X	—	—		0	0.18	0.46	1.67	3.71	①弧形部P_1按75.37-18.77+X计算 ②起弧点φ7.87与导转部φ7.92之间的P_1按锥度0.0098计算 ③尾锥的P_1按锥度0.2102计算
	（距枪管尾端面）P_1	45.84	47.27	51.47	56.60	56.78	57.06	58.27	60.31	
相应所在坡膛位置（距枪管尾端面）P_2		73.152	55.42		58.34	58.37	58.55	61.33	73.152	按坡膛锥度2m计算（m=0.00845）
自由行程（静止→接触）		27.31	8.15	3.95	1.74	1.59	1.49	3.06	12.84	按P_2-P_1计算
接触坡膛（接触→阳线）		0	17.73	17.73	14.81	14.78	14.60	11.82	0	按73.152-P_2计算
全程（静止→阳线）		27.31	25.88	21.68	16.55	16.37	16.09	14.88	12.84	按73.152-P_1计算

注：表中和图中各尺寸均为公称尺寸或按公称尺寸计算的。

§ 4 枪弹定位与枪械闭锁的尺寸关系

枪弹定位是使枪弹进膛终止、轴向位置正确固定，以保证枪械闭锁和射击。定位方法是在枪弹弹壳上选定一个垂直于轴线的定位基面，使其与弹膛中相应的闭锁基面接触。从弹壳上的定位基面到底平面的轴向距离称枪弹定位距离或定位距离。从弹膛的闭锁基面到闭锁状态下的枪机镜面（枪机弹底窝平面）的轴向距离称枪械闭锁距离或闭锁距离●。闭锁距离应稍大于定位距离，两者之差，形成闭锁间隙。当枪机镜面与弹壳底平面接触时，闭锁间隙存在于枪机的闭锁面与机匣或节套上的闭锁支撑面之间。当闭锁面与闭锁支撑面接触时，闭锁间隙存在于枪机镜面与弹壳底平面之间（又称为弹底间隙）。

枪弹定位方式决定于弹壳外形结构。突缘式和半突缘式弹壳采取底缘定位方式，定位基面为弹壳底缘上平面，定位距离等于底缘厚度。无突缘式筒形弹壳采取口端定位方式，定位基面为弹壳口部端面，定位距离等于弹壳长度。无突缘式瓶形弹壳采取斜肩定位方式，定位基面在弹壳斜肩锥体上某一横截面(弹膛的闭锁基面在相应锥体上相同直径处的横截面)，定位距离为该横截面距底平面的高度。

枪弹定位距离用相应的量规测量。枪械闭锁距离通常用“通”和“止”两个弹形闭锁量规测量。两者的闭锁间隙可按两者图定尺寸进行计算，也可按闭锁量规和枪弹在枪弹定位、枪机闭锁下两者底缘突出量（突出于枪管尾端面或弹膛一锥起端端面）之差计算其弹底间隙（即闭锁间隙）。

56式7.62mm枪弹与有关枪械的闭锁间隙计算列于表10-15、表10-16和表10-17。

53式7.62mm枪弹与有关枪械的闭锁间隙列于表10-18。

● 这个闭锁距离有的资料称为“闭锁间隙”。

表10-15　56式7.62mm枪弹与有关枪械的闭锁间隙　　单位：mm

枪械（56式7.62）	闭锁距离A（按闭锁量规）			闭锁间隙					
				最小情况（弹膛$Z_1=\phi10.12$ 枪弹$KZ_1=\phi10.07$）			最大情况（弹膛$Z_2=\phi10.17$ 枪弹$KZ_2=\phi10.02$）		
	通 A_1	止 A_Z	差值 A_Z-A	$H_{A1}-H_1$	$H_{A1}-H_2$	$H_{A1}-H_3$	$H_{AZ}-H_1$	$H_{AZ}-H_2$	$H_{AZ}-H_3$
测速枪 测压枪	32.80	32.95	0.15	−0.20	0	0.13	0.08	0.23	0.36
半自动步枪	32.85	33.15	0.30	−0.15	0.05	0.18	0.23	0.43	0.56
冲锋枪	32.85	33.15	0.30	−0.15	0.05	0.18	0.23	0.43	0.56
轻机枪（小闭锁）	32.85	33	0.15	−0.15	0.05	0.18	0.08	0.28	0.41
轻机枪	33	33.15	0.15	0	0.20	0.33	0.23	0.43	0.56
（大闭锁）	(32.85)	(33.15)	(0.30)	(−0.15)	(0.05)	(0.18)	(0.23)	(0.43)	(0.56)

注：①闭锁量规在弹膛中定位时，量规底平面突出于枪管尾端面的突出量HAT和HAZ参见表10-16。

②枪弹在弹膛中定位时，弹底平面突出于枪管尾端面的突出量H_1、H_2和H_3参见表10-17。

表10-16　56式7.62mm枪械闭锁量规在弹膛中定位时量规底平面突出于枪管尾端面的突出量　　单位：mm

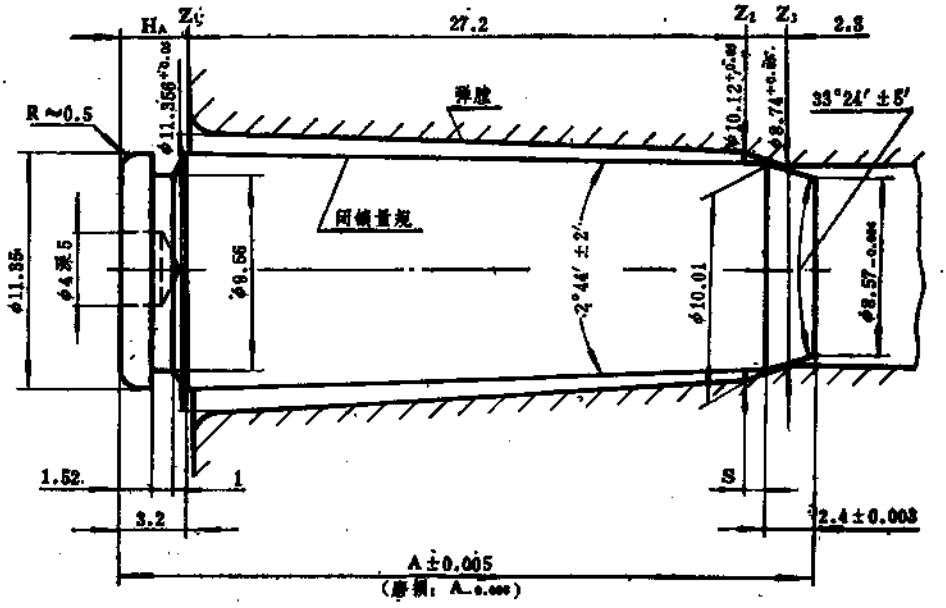


表10-16图　56式7.62mm枪械闭锁量规突出枪管尾端面的突出量

弹膛二锥起点 Z_1	闭锁量规斜肩起点 φ10.01 前移量(距 Z_1) S	闭锁量规底平面突出于枪管尾端面的突出量 H_A ($H_A = A - 2.4 - S - 27.2$)				
		A = 32.80	A = 32.85	A = 32.95	A = 33	A = 33.15
φ10.12	0.18	3.02	3.07	3.17	3.22	3.37
φ10.17	0.27	2.93	2.98	3.08	3.13	3.28

注：H_A用于闭锁的闭锁量规时为H_{Af}，用于不闭锁的闭锁量规时为H_{AZ}，两者仅是符号不同，突出量数值不变。

表10-17　56式7.62mm枪弹在弹膛中定位时
弹底平面突出于枪管尾端面的突出量　　单位：mm

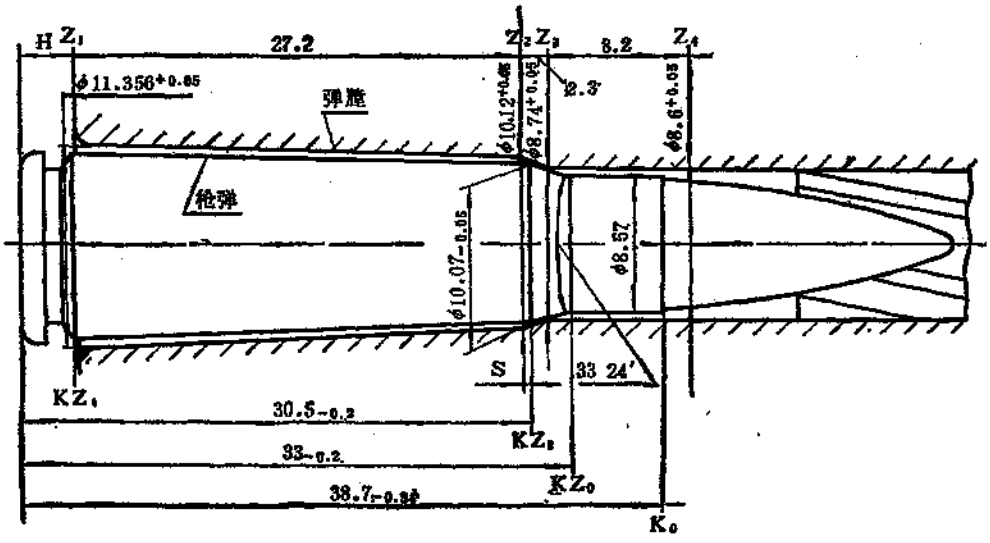


表10-17图　56式7.62mm枪弹弹底突出枪管尾端面的突出量

弹膛二锥起点 Z_2	弹壳斜肩起点 KZ_2	弹壳斜肩起点前移量（距Z_2）S	枪弹底平面突出于枪管尾端面的突出量H（H＝斜肩高度－S－27.2）		
			（斜肩高度 30.50）H_1	（斜肩高度 30.30）H_2	（斜肩高度 30.17）H_3
φ10.12	φ10.07	0.08	3.22	3.02	2.89
φ10.17	φ10.02	0.25	3.05	2.85	2.72

表10-18　53式7.62mm枪弹与有关枪械的闭锁间隙　　单位：mm

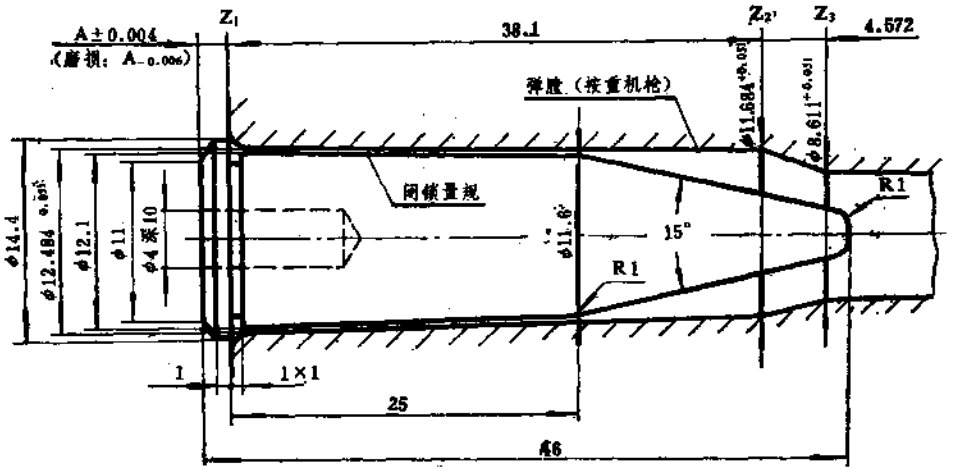


表10-18图　53式7.62mm枪弹与枪械的闭锁间隙

枪械（53式7.62）		闭锁距离A			闭锁间隙					
		通	止	差值	最小情况（A_T—弹壳底缘厚度）			最大情况（A_Z—弹壳底缘厚度）		
		A_T	A_Z	A_Z-A_T	A_T-1.63	A_T-1.47	A_T-1.40	A_Z-1.63	A_Z-1.47	A_Z-1.40
马枪	精度枪	1.651	1.778	0.127	0.021	0.181	0.251	0.148	0.308	0.378
	强度枪	1.778 (1.651)	1.905	0.127 (0.254)	0.148 (0.021)	0.308 (0.181)	0.378 (0.251)	0.275	0.435	0.505
	破裂枪	1.905 (1.651)	1.956	0.051 (0.305)	0.275 (0.021)	0.435 (0.181)	0.505 (0.251)	0.326	0.486	0.556
测速枪 测压枪		1.651	1.753	0.102	0.021	0.181	0.251	0.123	0.283	0.353
重机枪（小闭锁）		1.626	1.702	0.076	−0.004	0.156	0.226	0.072	0.232	0.302
重机枪（大闭锁）		1.702 (1.626)	1.778	0.076 (0.152)	0.072 (−0.004)	0.232 (0.156)	0.302 (0.226)	0.148	0.308	0.378

第十一章　制式枪弹试验的有关枪械零件和寿命试验

§1　制式枪械有关零件

与枪弹射击试验直接有关的制式枪械零件为击针、拉壳钩、枪管、弹链和空包弹射击装置等。

1.1.1　击针尖的简图和材料见表11-1

1.1.2　拉壳钩的结构和尺寸见表11-2

1.1.3　枪管的拉壳钩槽和导气孔尺寸见表11-3

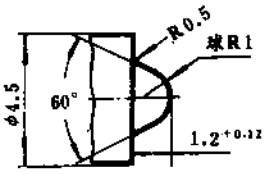
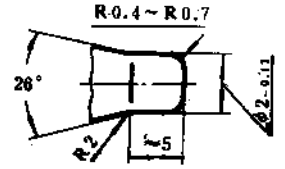
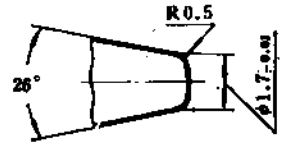
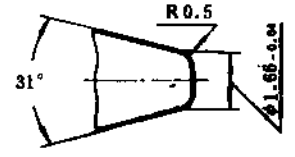
1.1.4　金属弹链的结构和要求见表11-4

1.1.5　空包弹射击装置见表11-5

表11-1　制式枪械击针尖

枪　　械	材料(硬度HRC)	简　　图
64式7.62mm手枪	25CrNiWA（41～47）	球R0.8 30° 表11-1图1　64式7.62mm手枪击针尖
59式9mm手枪	25CrNiWA（38～44）	球R0.8 30° 表11-1图2　59式9mm手枪击针尖
54式7.62mm手枪	25CrNiWA（42～48）	球R1 Φ2-0.12 表11-1图3　54式7.62mm手枪击针尖

（续）

枪　　械	材料（硬度HRC）	简　　图
54式7.62mm冲锋枪	30CrNi3(37～44)	 表11-1图4　54式7.62mm冲锋枪击针尖
56式7.62mm冲锋枪	25CrNiWA(44～50)	 表11-1图5　56式7.62mm冲锋枪击针尖
56式7.62mm半自动步枪	30CrMnMoTiA(45～51)	 表11-1图6　56式7.62mm半自动步枪击针尖
56式7.62mm轻机枪	30CrMnMoTiA(40～47)	 表11-1图7　56式7.62mm轻机枪击针尖
53式7.62mm马枪	钢50(42～48)	 表11-1图8　53式7.62mm马枪击针尖

（续）

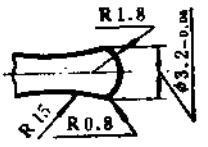
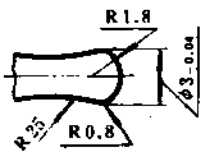
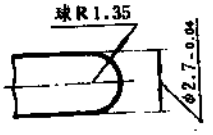
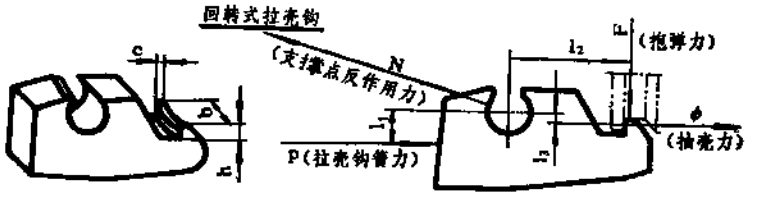
枪　　械	材料(硬度HRC)	简　　图
53式7.62mm轻机枪	30CrNi3(37～44)	 表11-1图9　53式7.62mm轻机枪击针尖
53式7.62mm重机枪	35CrMnSiA(44～52)	 表11-1图10　53式7.62mm重机枪击针尖
57式7.62mm重机枪	30SiMnMoVA(44～52)	 表11-1图11　57式7.62mm重机枪击针尖
54式12.7mm高射机枪	30CrMnMoTiA(40～47)	 表11-1图12　54式12.7mm高射机枪击针尖
56式14.5mm高射机枪	30CrNi3A(37～44)	 表11-1图13　56式14.5mm高射机枪击针尖

表11-2 制式枪械拉壳钩



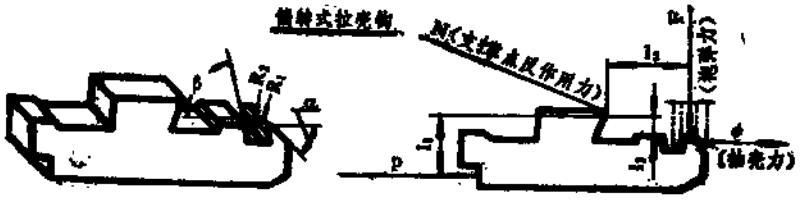


表11-2图 拉壳钩钩齿尺寸及作用线

枪械	拉壳钩钩齿尺寸(mm)							拉壳钩轴线距离(mm)			拉壳钩齿面距枪机弹底窝平面 (mm)
	齿宽 b	齿高 h	齿尖厚 C	齿尖圆弧 R_1	齿根圆弧 R_2	前倾斜角 α	后倾斜角 β	距弹簧作用线 l_1	距钩齿后平面 l_3	距枪机轴线 l_2	
54式7.62mm手枪	3.8	1.6	0.3～0.4	平顶	平沟	59°	87°	2.2	5.5	6	1.7～2.16
64式7.62mm手枪	5.5	1.6	0.5	平顶	平沟	60°	85°				1.3～1.5
59式9mm手枪	3.9	1.7	0.5	平顶	平沟	60°	85°	8	6.5	2.75	
54式7.62mm冲锋枪	5	1.2	0.28～0.4	5	5.9	45°	90°	9.5	15.4	2.25	1.35～1.62
56式7.62mm冲锋枪	7.2	1.5	0.6～0.75	4.75	6.25	50°	90°	5	7.9	4.5	1.7～1.9
56式7.62mm半自动步枪	8.3	1.5	0.6～0.75	5	6.5	51°	88°		7.2		1.7～1.9
56式7.62mm轻机枪	5.9	1.3	0.5～0.65	5.7	平底沟	45°	90°	6.2	8.56	5.1	1.6～1.8
53式7.62mm马枪	4.75	1.4	0.5	13.46		51°40′	86°	—	—	—	1.651～1.753
53式7.62mm轻机枪	7.8	1.5	0.66～0.8	6.25	7.4	45°	90°	6.45	11	6.4	
53式7.62mm重机枪	8.4	1.2	0.7～0.8	6.25	7.4	45°	90°	6	11	5	1.63～1.9
54式12.7mm高射机枪	16.4	2	1.6	9	11	45°	90°	5.8	1.8	12.2	

表11-3　制式枪械枪管拉壳钩槽和导气孔尺寸　　（单位：mm）

枪械	枪管全长 L	导气孔位置		枪管导气孔直径	调整器导气孔直径或导气槽宽×深		枪管拉壳钩槽深度
		距枪管尾端面	相当于				
64式7.62mm手枪	86.5	—	—	—	—		2
59式9mm手枪	93.5	—	—	—	—		
54式7.62mm手枪	$116_{-0.4}$	—	—	—	—		$1.8^{+0.2}$
54式7.62mm冲锋枪	250	—	—	—	—		
56式7.62mm冲锋枪	415	297	0.72L	$\phi4.4^{+0.1}$	—		$0.8^{+0.2}$
56式7.62mm半自动步枪	520_{-1}	338.7	0.65L	$\phi3.5^{+0.1}$	—		$0.8^{+0.1}$
56式7.62mm轻机枪	520_{-1}	299.5	0.58L	$\phi4.5^{+0.16}$	导气槽	1号：1.5×4.15 2号：1.8×4.15 3号：4.1×4.15	$0.8^{+0.17}$
53式7.62mm重机枪	605_{-1}	420.1	0.69L	$\phi4.8$	导气孔	1号：$\phi2.7$ 2号：$\phi3.3$ 3号：$\phi4$	$0.9^{+0.2}$
57式7.62mm重机枪	722	426.85	0.59L	$\phi4.5^{+0.16}$	导气槽	1号：0.9×2.6 2号：1.6×2.5 3号：3×2.5	$3.8^{+0.18}$
54式12.7mm高射机枪	1003_{-1}	735	0.73L	$\phi6.5$	导气孔	1号：$\phi3$ 2号：$\phi3.5$ 3号：$\phi4$	$1.5^{+0.04}$
56式14.5mm高射机枪	$1342_{-1.5}$	—	—	—	—		—

表11-4　制式枪械金属弹链结构、脱弹力和寿命

枪械		弹链结构			抱弹部型式	抱弹部包角（度）		脱弹力（kgf）		弹链寿命（次）
		结构	联接方式	容弹量（发）		前抱弹部	后抱弹部	向前推出	向后抽出	
56式7.62mm轻机枪	56式	半刚性弹链	组合弹链（每条4组每组25发）	100	开式（尾端卡在弹壳底槽内）	269	—	6～11	—	50
	56-1式				开式（尾端包住弹壳底平面）	273	—	5～9	—	
57式7.62mm重机枪		半刚性弹链	不散弹链	250	闭式	360	360	—	5～10	50
54式12.7mm高射机枪		半刚性弹链	不散弹链	70	开式	269	276	10～20	—	28
56式14.5mm高射机枪		半刚性弹链	组合弹链（每条15组，每组10发）	150	闭式	360	360	—	19～45	30

注：57式7.62mm重机枪弹链前抱弹部长7mm，内径8.24mm

表11-5 制式枪械空包弹射击装置

枪械	空包弹射击装置	
	枪口罩，孔径ϕ(mm)	其他装置
56式7.62mm冲锋枪	$4.45^{+0.05}$	—
56式7.62mm轻机枪	$3.2^{+0.1}$	—
$\frac{53}{57}$式7.62mm重机枪	$3.5^{+0.1}$	更换专用压弹挺
56式14.5mm高射机枪	—	枪口助退器

§2 制式枪械射击寿命试验（摘要）

在枪械射击寿命试验中，连续射击较大数量的枪弹，有助于了解枪弹的射击性能和质量。故摘其试验要点供参考。

2.1.1 56式7.62mm半自动步枪射击寿命试验（摘要）见表11-6

2.1.2 56式7.62mm冲锋枪射击寿命试验（摘要）见表11-7

2.1.3 56式7.62mm轻机枪射击寿命试验（摘要）见表11-8

2.1.4 57式7.62mm重机枪射击寿命试验（摘要）见表11-9

2.1.5 54式12.7mm高射机枪射击寿命试验（摘要）见表11-10

2.1.6 56式14.5mm高射机枪射击寿命试验（摘要）见表11-11

2.1.7 56式14.5mm高射机枪淋雨、扬尘和脱脂特定试验（摘要）见表11-12

表11-6 56式7.62mm半自动步枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 将枪装在有缓冲器的枪架上。刺刀按战斗状态和折下状态交替变更。用预先装好枪弹的弹夹供弹(每夹10发，一次压入弹仓)。使用56式7.62mm普通弹。 (2) 每射击100发，水冷枪管一次，同时变更刺刀状态一次。每射击1000发，用硷性混合液清除火药残渣并涂油一次 (3) 开始时的闭锁距离为32.85～32.95mm (4) 射速控制在30～40发/min间
检查规范	(1) 外观、口径、闭锁距离：在射击3000，4000和6000发（终了）时，各检查一次 (2) 射击密集度，在射击开始和终了时，各测定一次
寿命要求	(1) 射击密集度（$\overline{R}_{20}$）不应超过开始射击时的2倍 (2) 故障率不超过0.35% (3) 终了时的闭锁距离应为32.85～33.15mm (4) 除拉壳钩和拉壳钩簧寿命不低于4500发外，其他零件寿命均不低于6000发。(允许枪托由于浸水冷却出现不影响正常使用的局部裂缝)

注：射击密集度试验法：射距100m，枪支撑在肩上或在有缓冲作用的枪架上射击3靶（刺刀在战斗状态2靶，折下状态1靶），每靶20发，按3靶的平均值($\overline{R}_{20}$)评定。密集度的射弹数统计在射击总数内。

表11-7　56式7.62mm冲锋枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 将枪装在有缓冲装置的射击架上。刺刀按战斗状态和行军状态交替变更，用随枪的4个弹匣轮流供弹（每匣装弹30发），使用56式7.62mm普通弹 (2) 每120发，按单发30发、连发30发和其余短点射(3～5发)进行射击 (3) 每射击120发，拆下活动机件及护盖、护木、通条等零件，水冷一次，同时变更刺刀状态一次 每射2500发，清洗、涂油一次 (4) 开始射击时，闭锁距离为32.85～32.95mm
检查规范	在射击开始和终了(10,000发)时检查： (1) 单发射击密集度（在射击5000发时增测一次）和连发射击密集度 (2) 复进簧、击锤簧、拉壳钩簧和连发机簧等的簧力和外观 (3) 各主要部位尺寸 (4) 对各探伤零件作磁力探伤
寿命试验要求	(1) 射击密集度*：单发射击　$\overline{R}_{5}\leqslant 70mm$，$\overline{R}_{10}\leqslant 160mm$ 连发(3～5发短点射)　$\overline{R}_{5}$不应超过开始试验时的2倍 (2) 故障率不超过0.6%（炸壳、断壳不允许） (3) 终了时的闭锁距离应为32.85～33.15mm (4) 零件未出现影响射击动作和使用性能的破损

* 射距100m，枪放在有射击依托的射击架上由同一射手射击。每靶20发，共射3靶，按3靶的平均值($\overline{R}_{5}$)评定。

表11-8　56式7.62mm轻机枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 使用56式7.62mm普通弹 (2) 用5条弹链（及弹链盒）轮流供弹，射手抵肩射击 (3) 第1～100发弹（第一条弹链）作点射（5～10发），第101～200发（第二条弹链）作连发射击，并记录连发射速。其余类推 (4) 每射击200发水冷一次。每天射击不多于8000发 (5) 射击开始时，闭锁距离为32.85～32.95mm，左、右闭锁片相差≤0.025mm (6) 调整器的气槽：3000发以内用2号气槽，3000发以外用1号气槽
检查规范	(1) 零、部件外观：每射击1000发检查一次。每射击3000发大检查一次；并打扁毛刺、碰痕，清洗火药残渣 (2) 复进簧和拉壳钩簧的外观、外径、长度和簧力，闭锁距离和冲速●，在射击开始12000发和终了时，各检查一次 (3) * 射击密集度：在射击开始、12000发、20000发和终了时，各测定一次 (4) 弹链节距和抛弹力：在射击开始、20000发和终了时，各检查一次
寿命试验要求	(1) 各次测的射击密集度（$\overline{R}_{5}$）均不超过开始时的2.5倍 (2) 故障率不超过0.2%（由于弹链及其零件的损毁而产生的卡滞故障不允许） (3) 枪及其零件的寿命数（发）不低于： 全枪—25000 击针，拉壳钩，拉壳钩簧—12500 弹链—5000（50次） 其他零件—25000

● 冲速（5发平均值—m/s）：1号气槽2.8～4.2　2号气槽3.8～5.2　3号气槽5.5～7.0

* 射击密集度试验法：射距100m，每靶20发（3～4发短点射），共射3靶，按3靶的平均值($\overline{R}_{5}$)评定。

表11-9　57式7.62mm重机枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 使用53式7.62mm普通弹 (2) 将枪装在附属的枪架上，用3条弹链轮流供弹（同时考核弹链寿命时） (3) 基本枪管和备用枪管，每射击500发轮流更换一次 (4) 第1～250发作短点射(10～15发)，第251～500发作连发射击，其余类推 (5) 每射击500发，水冷一次。每射击3000发，清除火药残渣，检查和涂油 (6) 闭锁距离为1.626～1.702mm，调整器用2号气槽
检查规范	(1) 闭锁距离：在射击开始、每射击3000发和终了时各检查一次 (2) 口径、初速、射击密集度：在射击开始、5000发和5000发以后每射击1000发时，各检查一次
寿命试验要求	(1) *各次初速的降低均不超过开始试验时的5% (2) 各次的射击密集度● ($\overline{R}_{,,}$)均不超过开始时的2.5倍 (3) 椭圆形弹孔数不超过20%（在测射击密集度时统计） (4) 故障率不超过0.2% (5) 枪械及其零件寿命（发）不低于： 机枪—40000 击针，退壳挺—30000 拉壳钩，拉壳钩簧，取弹机，取弹钩，取弹钩簧—20000 枪管—12500 弹链—50次 其他零件—40000

* 初速取3～5发的平均值

● 射击密集度试验法：射距100m，每靶20发（连发射击），共射3靶，按3靶的平均值($\overline{R}_{,,}$)评定。

表11-10　54式12.7mm高射机枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 使用54式12.7mm穿甲燃烧弹进行射击，同时考核弹链寿命 (2) 每100发的前50发作点射(5～6发)，后50发作连发射击 (3) 射速为540～600发/min，以变换调整器孔进行调整 (4) 每射击100发，水冷一次，将机枪浸入水中或用水通过枪膛冷却枪管 (5) 每射击1000发，清理活动机件并涂油。允许打磨突起的金属，允许铆紧枪机框镶片的铆钉
检查规范	(1) 每射击1000发，检查全部零件（包括弹链），按外观和验收用的装配量规 (2) 在射击开始、1000发、2000发、3000发、3500发、4000发、4500发、……和终了时，各检查一次口径和射击密集度
寿命试验要求	(1) 当射击密集度的平均半径大于开始试验时的1.5倍，或者出现的椭圆形弹孔数超过50%，即认为该枪管的寿命终了 (2) 故障率应不超过0.4%（包括机枪零件破损、弹链节破断和弹链节不能卡住枪弹造成的故障） (3) 机枪及其全套备附件的寿命应不低于7000发 (4) 弹链应不低于28次

为检验机枪枪身零件的寿命、自动机构的灵活性和机枪枪身的勤务性，每半年抽取一个枪身（包括全套备附件）进行一次大型射击试验，包括寿命试验（表11-11）和淋雨、扬尘和脱脂的特定试验（表11-12）。

表11-11　56式14.5mm高射机枪射击寿命试验（摘要）

射击规范	(1) 使用56式14.5mm穿甲燃烧弹和少量的穿甲燃烧曳光弹进行射击，同时考核弹链寿命 (2) 共射击12000发，其中3000发固定在枪架上进行平射，9000发装置在56式14.5mm四联高射机枪或58式14.5mm二联高射机枪的枪架上以最大仰角射击（如受靶场条件限制，允许采用70°～80°仰角）。平射和高射的顺序根据射击情况决定 (3) 在全部试验中，左侧供弹和右侧供弹的机会应大致相等，在每次清洗检查时（每射2000发）进行换侧 (4) 1号和2号枪管：交替进行点射(10～15发)和连发射击(50发)。每根枪管各用一根弹链(装50发枪弹)供弹 3号枪管：交替进行点射（10～15发）和连发射击（100发），各用一根弹链（装100发枪弹）供弹 (5) 每根枪管射击100发后进行冷却（先在空气中冷却3～5min，再浸入水中完全冷却）。在这一根枪管冷却期间，更换另一根枪管继续射击 (6) 每射击2000发，拆卸清洗，并检查零、部件情况
检查规范	(1) 在射击开始和终了时检查：枪身零、部件，闭锁距离，击针突出量，击发力和复进簧（自由长度和荷重） (2) 在射击开始和每射500发，用量规测量每根枪管的口径，并检查内膛表面情况 (3) 在射击开始和射击2000发，用秒表测定射速 (4) 在射击开始、2000发及其后每隔500发，对每根枪管测定初速（暂作参考）和射击密集度。（在射击2500发后，视口径变化情况，将每100发的末尾10发改为穿甲燃烧曳光弹，以便观察弹道。如有偏离的弹道出现，则可改为每隔100发测一次射击密集度。） (5) 在射击开始、6000发和终了时，按每根枪管左、右供弹各5发测定枪机后坐到位的平均速度
寿命试验要求	(1) 当射击密集度的三靶平均半径大于开始试验时的2.5倍，或者其中一靶出现的椭圆形弹孔数超过50%，即认为该枪管的寿命终了 (2) 故障率应不超过0.2%（由于枪弹和枪架造成者除外） (3) 三根枪管的累计寿命应不低于12000发，其中最低一根枪管的寿命应不低于3000发 (4) 机枪枪身零件的寿命应不低于12000发 复进簧，左、右取弹钩，压弹挺，加速器，击针体销等应不低于6000发；击针尖，击针体销环，压弹挺簧等应不低于4000发 (5) 弹链应不低于30次

表11-12　56式14.5mm高射机枪淋雨、扬尘和脱脂的特定试验

试验前的准备和预射	(1) 经正常涂油的机枪，先射击300发（1号、2号和3号枪管各射击100发）。射击后将枪身擦拭涂油。再任意取一根枪管射击50发，检查运动的磨合情况 (2) 将枪身装在固定枪架上。使用40条新弹链（用于全部大型射击试验）。射击穿甲燃烧弹
淋雨试验	(1) 人工降雨： 对经过正常涂油并使运动部分处于最前位置的枪身（应关闭下护板）进行人工降雨。降雨量为每分钟4.5～5.5mm (2) 在人工降雨时射击。1号、2号和3号枪管分别在降雨开始后5min、15min和25min进行射击。每根枪管射击75发，先作3个点射(8～10发)，其余作连发射击 (3) 在人工降雨停止后一小时，用任意一根枪管再射击75发，射击规范同上 (4) 将弹链放在弹箱中供弹。每根弹链装有20～22发供拉紧用的假弹
扬尘试验	(1) 扬尘规范： 干燥砂粒：＞0.08～≤0.20mm（按筛孔）—25%（重量比） ≤0.08mm（按筛孔）—75%（重量比）

（续）

扬尘试验	落尘量：每分钟3～3.6g/m² 风　速：4～5m/s 风　向：与供弹方向一致 风口位置：风口中心高于受弹器0～100mm，风口距受弹器口部400～800mm （2）将正常涂油的枪身装在专用试验室内的固定枪架上，进行鼓风扬尘10min，其中5min系在运动部分处于阻铁挂住的位置上，另外的5min系在运动部分复进到最前位置。扬尘时下护板关闭 （3）用1号和2号枪管各射击100发，其中50发作点射(10～15发)，另50发作连发射击 （4）将弹链放在弹箱中供弹。每根弹链装有20发供拉紧用的假弹
脱脂试验	（1）将枪身拆卸分解，擦去油污，并在煤油中洗净。然后装配，不涂润滑油 （2）加速器、击发机构、装配完整的枪尾和复进簧，不在煤油中清洗，只用浇有煤油而经拧干的棉纱或碎布擦净 （3）用3号枪管射击100发，其中50发作点射（10～15发），另50发作连发射击 （4）将弹链放在弹箱中供弹。每根弹链装有10～12发供拉紧用的假弹

第十二章　枪弹射击疵病

枪弹射击疵病是在规定的试验条件下由于枪弹原因产生的射击功能缺陷或枪弹零件破损。包括发火、发射、退壳等方面功能缺陷，以及弹头、弹壳、底火等零件破损、分离或火药气体泄漏等疵病。

常见的枪弹射击疵病及其分类大致如下：

- 枪弹射击疵病
  - 射击功能缺陷
    - 发火方面：膛外发火（自发火），进膛发火（早发火），迟发火，二次发火，瞎火，哑火等。
    - 发射方面：弹头留膛，枪尾漏烟（喷烟），枪尾焰等。
    - 退壳方面：退不出壳，退壳困难，卡壳等。
  - 枪弹零件破损
    - 弹头方面：弹头脱落，弹头破裂，弹头零件分离等。
    - 弹壳方面：纵裂，横裂，横断，环形拉薄，底缘拉脱、拉缺、拉弯，底槽崩裂，隔板崩落等。
    - 底火方面：底火击穿，击窝冲脱，翻烟，周围漏烟，脱落，吹落，松动等。

各种枪弹射击疵病的危害和影响各有不同，可分为影响射击安全，损坏枪械零件，造成严重故障或停发故障，对射击影响轻微或不致影响等。

枪弹射击疵病的产生，常受多种因素影响，且常与枪械等射击条件相关联，情况复杂多变，因此，对产生疵病的原因作分析和论断，必须具体和有据。

本章仅就步、机枪弹在生产与验收中曾经遇到过的有关枪弹射击疵病，作简要介绍，以供参考。

§ 1　发火功能缺陷

1.1　膛外发火

（1）定义和说明：

膛外发火又称自发火。在供弹过程中枪弹发火。多发生在震动较大的弹链供弹的机枪上。

（2）特征：

①　底火上无任何撞击印痕。

②　发射药被引燃或未被引燃。如发射药被引燃而弹头未能脱离弹壳，将使弹壳炸裂（图12-1），影响射击安全或损坏枪械零件。



图12-1　膛外发火弹壳炸裂

（3）原因分析：

①　由于弹壳底火室与底火配合过紧（两者径向过盈量过大或表面滑涩），或底火装入底火室不正常（底火室口部圆角过小，底火装入

倾斜，底火中心凹陷或凸起，底火壁部擦缺)等装配原因，致使底火击发药被“挤松”，呈现可以相对位移的过敏状态，当受到较大震动或在某种偶合震动下，底火就发火。

② 由于底火压药密度不足或药面四周压得不紧等底火原因，不能适应装配工艺条件而产生上述过敏状态，也可能产生膛外发火。

1.2 进膛发火

（1）定义和说明

进膛发火又称早发火。在枪机推送和击针惯性撞击作用下，枪弹进膛即发火。只发生在自动武器上。

（2）特征：

① 枪膛进膛，未扣扳机即发火(首发进膛发火)；或在半自动射击时，扣一次扳机连续发射两发枪弹(次发进膛发火)。次发进膛发火又称“双响”。

② 进膛发火的底火击窝呈“鱼眼”形，击窝中心较浅，周围突起一圈(见图12-2)，系由于发火时击针可自由后缩所致。



图12-2 进膛发火的底火击窝形状

（3）原因分析

① 由于弹壳火台深度、底火药面高度和底火装入深度三者之间的轴向尺寸配合关系不当(其中火台深度起主要作用)，而使火台与药面形成较大过盈量(按56式7.62 mm 枪弹约为0.15mm或更大)，以致底火的撞击感度增高，这样，即使在正常的枪机推送和击针惯性作用下，也能引起发火。

② 由于底火原因或装配原因形成击发药过敏状态，也可产生进膛发火(参见膛外发火)。

③ 进膛发火也可能发生在未闭锁前的进膛过程中；在半自动射击中的次发进膛发火，也可能产生两发以上的连续射击(如果后一发和后几发枪弹都具有过敏发火条件)；在连发射击中，也可产生进膛发火，但无法区别。

④ 在半自动射击时，由于枪的“跟机击发”，也会产生双响。又由于正常击发发火的底火击窝也可能形成“鱼眼”形状(在击针凹入量较大、击锤簧力较小、膛压较高等条件下)。因此，判断枪弹进膛发火，必须同时具备以下条件：a确系未扣扳机；b确系产生“双响”(次发进膛发火)；c底火击窝呈“鱼眼”形状。

⑤ 击针的惯性撞击作用过大也是枪弹进膛发火的不利条件。

1.3 迟发火

（1）定义和说明：

从底火发火、发射药燃烧到弹头离开枪口的作用时间明显迟缓（临场感觉是：从扣扳机或自动机复进到位撞击到弹头离开枪口的间隔时间明显延长），在此期间如错认为是瞎火而退弹，将会造成膛外发火。

（2）原因分析：

① 底火击发药点火力弱(击发药受潮或油污，成分不均匀等原因)。

② 发射药燃烧缓慢(受潮或油污等原因)。

迟发火尚无明确的时间限量规定，而在射击过程中又不能逐发精确计时，因此难以准确判断。

1.4 瞎 火

(1) 定义和说明：

在正常击发作用下枪弹未发火。产生瞎火时不应过早退弹，以防迟发火。

(2) 特征：

① 底火未发火(击窝深度和位置均正常)。

② 底火哑火(发火微弱，不能点燃发射药，仅将发射药"烤黄")。

③ 底火发火，但发射药未燃烧，一般有受潮、油污的结团现象。

④ 底火发火，但因弹壳无传火孔或传火孔被阻塞，火焰通不过，同时底火周围严重漏烟，甚至底火脱落。

(3) 原因分析：

① 底火未发火的原因：底火无击发药，击发药失去发火功能(药量过少，严重受潮或油污等原因)，底火撞击感度过低，或弹壳发火结构有缺陷(无火台或火台过低，无隔板或隔板脱落等)。

② 底火哑火的原因：主要是击发药功能不足，如：药量过少，成分不均匀，受潮或油污等。

③ 由于枪械原因造成击窝过浅(击针击发力不足，击针突出量过低，击针折断等原因)，或击窝过偏(击针过分偏心)，致使底火不发火者，属于不正常击发，不作为枪弹瞎病。(这种击窝不正常的枪弹如再用正常条件击发，还有可能发火，但如击发药已被"击散"，再击发也不能发火)。

§ 2 发射功能缺陷

2.1 弹头留膛

(1) 定义和说明：

弹头未被射出枪口而滞留在膛内。如继续射击将会损坏枪管。

(2) 特征：

① 射击声音低沉，不能自动退壳。

② 弹头留在膛内，多距膛线起点不远。

(3) 原因分析：

① 底火击发药功能不足，仅能引燃少量发射药。

② 无发射药，仅靠击发药的能量推动弹头，以至卡入膛线(能用通条倒捅排除)。

③ 发射药过少(如56式7.62mm枪弹，当发射药少至0.4g时，就会产生弹头留膛)或发射药受潮等。特别在自由式枪机的枪械中，枪弹不能即时正常发火，也易产生弹头留膛瞎病。

若留膛的弹头不能用通条捅出，可发射一发空包弹排除，切不能再发射实弹。

2.2 枪尾漏烟

（1）定义和说明：

枪尾漏烟又名弹壳熏烟，俗称喷烟。射击中火药气体沿膛壁和弹壳之间后逸，并使弹壳体部熏黑变色。

（2）特征：

① 在无防护盖的马枪或弹道枪上射击时，后逸的火药气体有如一小股热"风"，射手可感到或看到；在贴腮瞄准射击时，可能触及射手的脸或手背，但不致造成伤害。在有防护盖的枪上射击时，后逸气体不致喷出枪外。

② 在射击后的弹壳体部上，全部或至少有一条纵向连贯到壳底的熏黑烟迹，其弹室内径小于不漏烟弹壳的弹室内径，甚至毫未胀大而与射前一样。

（3）原因分析：

起因是在发射初期弹壳未能及时贴膛闭气，既经泄气形成"气垫"后，该泄气处即不能再贴膛闭气。这在枪、弹、药三方面都可有其影响因素：

① 由于发射药过分缓燃，膛压不能及时升高到足以使弹壳贴膛程度。

② 由于弹壳的弹室和斜肩过硬，不能在正常压力条件下即时贴膛；或者由于拔弹力过低，弹头离开弹壳过快，以至火药气体在弹壳贴膛之前就从弹壳与膛壁之间后逸。

③ 弹膛径向尺寸或椭圆度过大，不利于弹壳贴膛闭气。

（4）疵病评定：

① 射击后的弹壳外表面虽有熏黑烟迹，但不连续延至体部起点（一般相当于弹膛尾端面），不算为疵病。

② 在有防护盖的枪上射击时产生的枪尾漏烟，也不算为疵病。

2.3 枪尾焰

（1）定义和说明：

枪尾焰俗称"机匣火"。在自动或半自动射击开锁抽壳时，枪管尾部附近产生火焰。

（2）特征：

① 多发生在射频高、开锁早的枪上。

② 在同样的枪械和枪弹射击条件下，低温射击较易产生，常温射击次之，高温射击较少。

③ 情况严重者，形成一团火焰；轻微者形成"流星"式火点。

（3）原因分析：

主要由于底火击发药中有未燃尽的金属微粒在开锁抽壳时向后喷出，引燃了同时喷出的由发射药燃烧生成的可燃气体（一氧化碳、氢、甲烷等）形成火焰或火星。

① 底火击发药成分中的金属元素粒度较大（或活性较差，如铝粉等），以致燃烧时间长，尤其在低温射击时，燃烧时间更长，更不易燃尽。

② 枪的射频高、开锁早，要求击发药中的金属微粒燃尽时间更短才有助于不产生枪尾焰；导气管式的枪，由于直接导气至枪管尾部，更易产生枪尾焰。

若在发射药中混有可燃性杂质在开锁抽壳时继续燃烧，也能引起枪尾焰。

§3 退壳功能缺陷

3.1 退不出壳

（1）定义和说明

射击后的弹壳不能退出弹膛。需用手敲打机柄或用通条才能退出。若用手敲打或拉机柄（一般不超过3次）可以退出弹壳者为退壳困难。

（2）原因分析：

主要由于弹壳全部或局部（下体部）胀贴弹膛，使弹壳与膛壁间的摩擦阻力剧增，超过了抽壳作用力，在底缘不能被拉脱、拉缺或拉弯情况下，就抽壳失效，不能开锁退壳。

使弹壳胀贴弹膛的主要原因，多系弹壳硬度不足所致，若拔弹力或膛压又过高，更易产生退不出壳或退壳困难的疵病。

弹膛粗糙度高、弹膛直径过大或过小等也能引起弹壳胀膛，更易于产生退不出壳或退壳困难。也曾有过过分减薄弹膛壁厚致退壳困难现象增多的事例。

由于枪械抽壳作用不正常（拉壳钩损坏，拉壳钩簧断或簧力减弱等）造成的退不出壳，或者由于某种非枪弹原因而发生拉壳钩拉滑未抽出弹壳，不作为枪弹疵病。

3.2 卡壳

（1）定义和说明：

弹壳退出弹膛但未抛出枪外而被复进的枪机卡住。

（2）原因分析

① 由于弹壳有程度较轻的“胀膛”，以致增大了抽壳阻力，或者由于膛压不正常，都会使自动机后退速度减低，以致抛壳力小，弹壳抛出慢，或抛壳方向紊乱，不能即时抛出枪外，被复进的枪机卡住。

② 由于弹壳底缘的外缘圆角或倒角过大，退壳挺顶在上述圆角或倒角上就使抛壳路线紊乱而卡住。

产生卡壳的枪械原因有：抽壳作用不正常（由于拉壳钩磨损或钩形不正常、拉壳钩簧断或簧力弱等）、抛壳作用不正常（由于退壳挺端部磨损、损坏或位置不正确等）或自动机后坐复进不正常等。

§4 弹头零件破损或分离疵病

4.1 弹头脱落

（1）定义和说明：

俗称掉弹头。在供弹过程中，弹头从弹壳上脱出。多发生在弹链供弹双程进弹（自动机后退过程，从弹链上向后抽出枪弹，自动机复进过程送弹入膛）机构的机枪上。弹头脱落同时撒出发射药，清除不易。

（2）原因分析：

主要由于弹头与弹壳接合不牢固或拔弹力过低，适应不了双程供弹的复杂作用力，致使弹头松脱。黄铜弹壳以及弹头圆柱部过短是结合不牢固的主要原因。如过去生产的53式7.62mm轻弹，既系黄铜弹壳（弹室部经消除应力退火后硬度很低），弹头圆柱部又很短，因而拔弹力很低，弹头极易松动脱落。又如53式7.62mm钢心弹，虽系覆铜钢弹壳，但由于弹头圆柱部很短，也有少数“掉弹头”的（在双程供弹的机枪上）。53式7.62mm普通弹，弹头圆柱部长由原设计的1.73～3.25mm（平均2.5mm）增至3.28～4.80mm（平均增长1.5mm），又系覆铜钢弹壳。掉弹头疵病即克服。

枪械方面的原因：除“双程供弹”必须要求弹头接合牢固程度高而外，供弹机构的装配质量也有一定关系。如果在拔弹、抽弹或进弹过程中，弹头受有横向作用力，弹头也易被蹩松脱。

4.2 弹头破裂

（1）定义和说明：

弹头在枪管中或在出枪口后产生破裂或零件分离。

（2）特征：

① 在枪口附近常有爆裂声。

② 在距枪口20m以内的立靶上可以截获到由于弹头破裂造成的碎片形成的不规则弹孔以及由于零件分离导致弹头偏航形成的椭圆孔，（椭圆孔还可出现在100～200m处立靶上）。

（3）原因分析：

① 弹头壳破裂（见图12-3）：

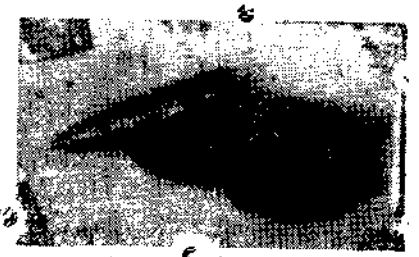


图12-3 弹头壳破裂

由于弹头壳圆柱部及其附近部位强度不足，经受不了膛线的挤压、剪切和弹头出枪口后的离心作用而破裂；

由于弹头壳有裂缝、裂纹、皱折（特别是在圆柱部及其附近处）等缺陷造成；

由于弹头底部密封不良（特别是装有药剂的特种弹头），火药气体钻进弹头内部，加剧弹头的挤压和剪切受力，或引起药剂燃爆而破裂；

由于曳光弹头的曳光剂压药质量不良（压药密度不足、药剂破损，药剂与壳壁间有缝隙等），曳光剂在膛内迅速燃烧，压力猛增，致使弹头壳破裂，在出枪口时产生“爆音”和较大的光焰，并在枪口附近就不再曳光。

② 弹头零件分离的原因：

由于弹头壳底部卷边过少，致使弹心脱落；

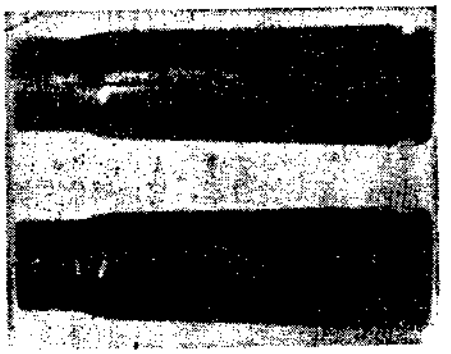
由于弹头帽（56式7.62mm穿甲燃烧弹或燃烧曳光弹）与弹头壳口部结合不牢，致使弹头帽从弹头上分离。

此外，枪械方面的原因为：膛线烧蚀、磨损或有毛刺，导气孔边缘尖锐等。线膛中附有残渣或残留有水(水冷却后未擦干净)，也可能使弹头壳破裂。

§5 弹壳破损疵病

5.1 弹壳纵裂

(1) 定义和说明：



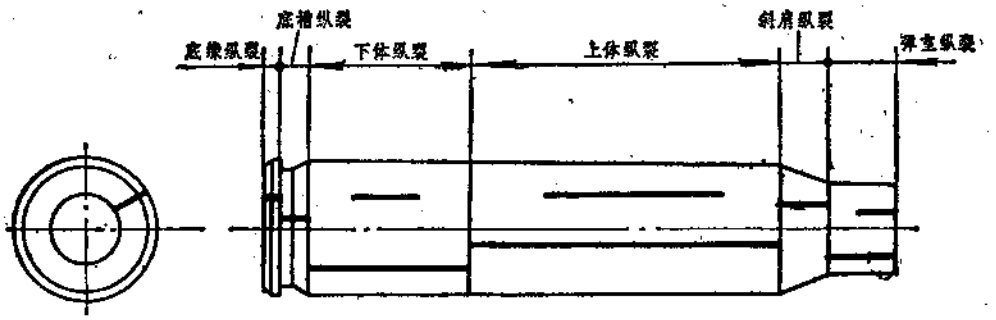


图 12-4 弹壳纵裂

弹壳在射击中产生纵向裂缝。纵裂多系一条局部或贯通的单面纵直裂缝(见图12-4)，按裂缝下端所在弹壳的部位，分为弹室纵裂，斜肩纵裂，上体部纵裂，下体部纵裂，底槽纵裂，底缘纵裂，以及由弹室口部延至底缘的贯通纵裂等。(上、下体部的分界系按不同枪弹型式分别规定，例如53式7.62mm枪弹以距底缘上平面5mm为界，而56式7.62mm枪弹以距弹壳底平面8mm为界)。

弹室纵裂、斜肩纵裂和体部纵裂一般都能退壳，不影响连续射击。底槽纵裂和底缘纵裂的后果较严重，因该处无弹膛包容。此外，用棒料制造的弹壳较易产生纵裂，低温射击时更易产生。

(2) 原因分析：

由于弹壳有纵向折叠、杂质等缺陷，或由于弹壳硬度过高，或由于弹壳与弹膛的初始(径向)间隙过大，都是产生纵裂的原因。

5.2 弹壳横裂

(1) 定义和说明：

弹壳在射击过程中产生横向裂缝。沿圆周不大于360°者为局部横裂。达到360°者为完全

横裂。完全横裂而分离者为横断。横裂多呈波浪形，也有呈整齐的环形。按裂缝最低处所在的弹壳部位，区分为：弹室横裂，斜肩横裂，上体部横裂，下体部横裂，底槽横裂等。上、下体部横裂的分界与纵裂分界法相同(见图12-5b)。仅有环形印痕(在壳内壁为凹痕)而无裂缝者称为环形拉薄(见图12-5a和b)。

横断和横裂多在弹壳体部中段（呈波浪形）或斜肩处（相当于弹膛锥体交接处，呈整齐环形）产生，两处的断口均为逐渐拉薄以至断裂。

横断的弹壳只能抽出后半截，前半截滞留弹膛内，需用退壳器才能抽出。横裂一般不影响退壳。环形拉薄对射击无任何影响。此外，用片材制造弹壳，因片材存在金属纤维方向各异性，较易产生横裂和横断，用闭锁间隙大的机枪又在高温下射击时，更易产生。

（2）原因分析：

弹壳横裂机理较复杂，一般认为：

在膛内压力作用下，由于弹壳局部贴膛过紧，其余部位在填满膛内间隙和弹底间隙过程中，产生轴向拉伸。当间隙条件足以形成过量拉伸时，就在上述弹壳强度薄弱处，产生环形拉薄直至断裂。在自动武器上射击时，还由于是在一定膛压下抽壳，更易产生弹壳横裂或横断。

弹壳强度不足或分布不当；弹壳“烧口”过渡区（强度薄弱区）位置不当，正处于弹膛锥体交接处；拔弹力和膛压较高等，都是产生横裂、横断或环形拉薄的有关因素。

枪械的原因：

弹底间隙过大，抽壳早，弹膛一锥与二锥或二锥与三锥的锥体交接处过分尖锐，弹膛二锥体或三锥体的粗糙度高或有锈蚀等。

横裂和横断还与射击时的枪管温度有一定关系。曾经用57式7.62mm重机枪射击53式7.62mm枪弹（覆铜钢壳）进行试验，在每射击30发用水冷枪管一次的条件下，更易产生横裂或横断。

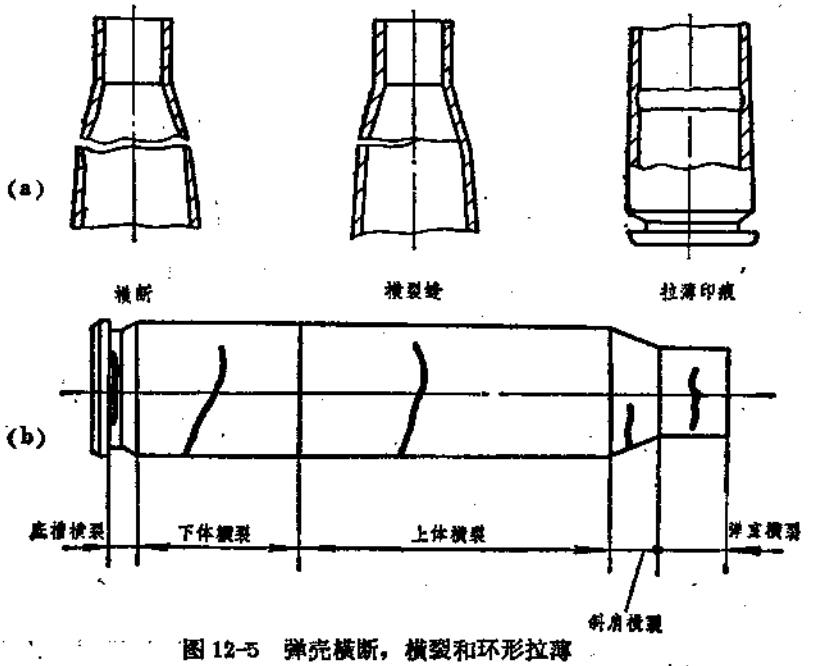


图 12-5　弹壳横断，横裂和环形拉薄

5.3 弹壳底缘拉脱

（1）定义和说明

抽壳时，弹壳底缘整圈从弹壳上分离。仅在拉壳钩位置产生局部底缘分离或翻转，分别为底缘拉缺或拉弯。底缘拉脱、拉缺和拉弯也可分类为弹壳底缘处的完全或局部纵裂，见图12-6。底缘拉脱或拉缺的弹壳滞留膛内；需用通条捅出。底缘拉弯的弹壳或滞留膛内或能正常退壳。



图 12-6 弹壳拉脱，拉缺、拉弯

（2）原因分析

① 底缘强度过低或材料有夹杂物，不能承受正常的抽壳力。

② 由于弹壳“胀膛”，底缘强度不足以承受相应增大了的抽壳力。

5.4 弹壳底槽崩裂

（1）定义和说明

在膛内压力作用下，弹壳底槽产生局部环形裂开。也可分类为弹壳底槽处的局部横裂。

底槽崩裂多从位于枪管拉壳钩槽处的弹壳体部开裂(因该处壳体无枪管壁包容)，再扩延至底槽斜面和圆柱体，形成局部环形裂开，见图12-7。由于裂开孔较大，由此冲出的火药气体可损坏枪械零件。

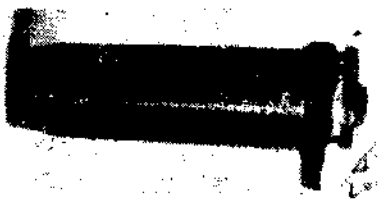


图 12-7 弹壳底槽崩裂

底缘定位的无底槽弹壳也可能在枪管拉壳钩槽处的体部产生开裂。

（2）原因分析：

主要由于在弹壳内底与内壁的圆周交接处的底部皱折过深或带有裂纹，并且斜向底槽（纵剖面呈“外八字”形，射击后更明显可见，如图12-8所示），致使火药气体顺沿扩张，进而冲破。

此外，枪械原因有：枪管拉壳钩槽过深，弹膛一锥体过短或一锥体起端倒角过大等。

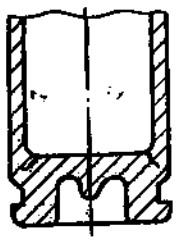


图 12-8 弹壳内"外八字"形裂纹示意图

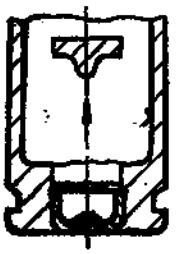


图 12-9 隔板崩落示意图

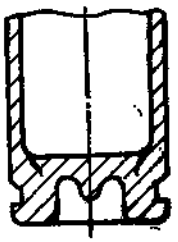


图 12-10 弹壳内"内八字"形裂纹示意图

5.5 弹壳隔板崩落

（1）定义和说明：

射击中，弹壳整个隔板（传火孔壁）从弹壳上分离，见图12-9所示。隔板上带有火台一并分离者，又称火台崩落。

在击针击发时隔板就分离者可能引起瞎火。发火后才分离的隔板，一般可随弹头飞出枪口，不影响连续射击，但也可能在退壳时掉入机匣，引起停发故障。隔板崩落发生在空包弹射击试验时可能会击穿枪口前的纸幕，不符合要求。

（2）原因分析：

① 由于在弹壳内底与内壁的圆周交接处的底部皱折过深或带有裂纹，并且斜向底火室（纵剖面呈"内八字"形，见图12-10），致使火药气体顺沿冲脱隔板。

② 由于隔板与底火室的圆周交接处有裂纹或圆角过小，在击针击发或底火发火的压力作用下，隔板易于冲脱。

§6 底火破损、分离或漏烟疵病

6.1 底火击穿

（1）定义和说明：

在击针击发和火药气体作用下，底火击窝产生穿孔或裂缝。击穿部位多在击窝底部的中心（故又称底火中心击穿）或圆周转折处（决定于击针尖端形状）。由于底火击穿，火药气体泄出，在击穿处的底火外表面形成熏黑变色，并可烧蚀击针尖端，导致更多底火击穿的产生。

（2）原因分析：

击穿的产生过程，一般是在击窝形成时，击窝底部金属先被拉薄，继而在击针与火台之间又进一步被挤薄，最后在火药气体作用下，再受挤压和烧蚀，以致穿透。

底火击穿的影响因素较多，而且与枪械特别是击针的关系较大：

① 与击针的击发力有关。击发力较大，击针又不易后缩者（如轻、重机枪）容易产生底火击穿，而马枪和弹道枪，由于情况相反，很少产生底火击穿。

② 与击针突出量、火台深度或两者的匹配有关。击针突出量大，击窝底部金属拉薄量大；火台浅，击窝底部挤薄量大。当击针与火台配合尺寸出现轴向过盈时，更易产生底火击

穿，甚至使击针折断。

③ 与击针尖端形状有关。球形尖端易产生击窝底部中心击穿(点状)。扁平形尖端（同时周围圆角过小）易产生击窝底部周围击穿(局部裂缝)。此外，如击针不是正直撞击在底火上，将形成击针尖端定向磨损，也易产生击窝底部周围局部裂缝。例如，56式7.62mm冲锋枪的击针杆，由三棱形（断面）改为扁平形之后，就使击针尖端产生定向磨损，出现不规则的棱角，导致底火击穿。见图12-11所示。

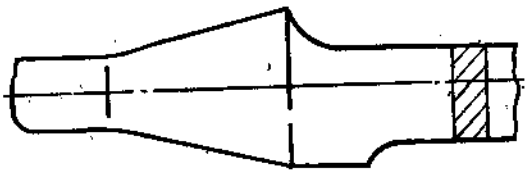


图12-11 击针尖定向磨损示意图

④ 与底火在底火室内的配合情况有关。如配合过紧(轴向或径向)，底火无适当的游动量，将增加击窝底部的变形量，导致底火击穿。

⑤ 与底火壳底部的强度有关，如底火壳底的强度不够或硬度过低，都较易产生底火击穿。

当底火击穿孔过小不易判断时，可向弹壳内注入酒精或水，若从击窝渗出酒精或水者即为底火击穿。

6.2 底火击窝冲脱

（1）定义和说明：

在膛内压力作用下，底火击窝圆片向外剪脱。又称底火圆片冲脱。底火壳底中心形成一个相当于枪机击针孔的穿孔，见图 12-13 所示。剪脱的圆片多数卡在击针孔内，影响下一发弹的正常击发。底火击窝圆片仅局部被剪裂时，该局部圆片向外翘起，不影响继续射击。

底火击窝冲脱的疵病，只发生在击锤簧力较弱和击针后缩量较大的枪上。

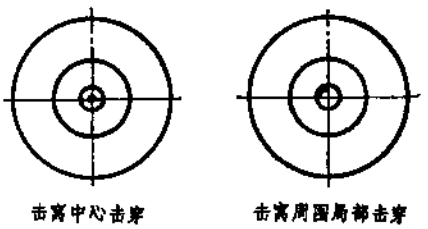


图12-12 底火击穿示意图

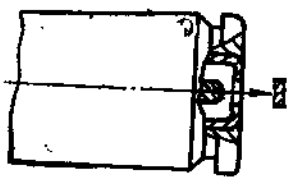


图12-13 底火击窝冲脱

（2）原因分析：

① 在击锤击发式的枪上，由于击锤簧力较弱，击发后（未开锁前）击针较易退缩，当击针凹入量接近或超过底火壳底部厚度，而又膛压较高时，即可将击窝圆片剪脱。

② 在马枪和弹道枪上，也由于击针簧力较弱，击针击发后也能退缩（退缩量更大），在

更高的膛压下(如射击高压弹)，就能迫使击针退进击针孔内，同样产生击窝冲脱。例如53式7.62mm高压弹的最大压力达420Mpa左右，在测压试验中，底火击窝冲脱很多，经将测压枪击针改为不能缩进的结构后(见图12-15)，底火击窝冲脱就再未发生。

③ 底火壳底部厚度不够或硬度不足，在膛压高和击针凹入量大的条件下，也要产生击窝冲脱。

6.3 底火漏烟

（1）定义和说明

射击中，部分火药气体从击窝以外的底火壳穿透处泄出，形成熏烟变色。部位多在底火壳底部平面上或在其底面与侧壁的转折圆角处。底火壳壁部穿透漏烟可烧蚀枪机镜面。

（2）原因分析：

主要由于底火壳底部或侧壁内应力过大，在膛内压力作用下，裂穿漏烟。

① 由于底火壳在平底和压药加工中受力过大，使底火壳底部存在较大的内应力。

② 在带火台的底火上，由于火台与底火壳的径向配合过盈量过大，使底火侧壁存在张应力。（这种张应力可使底火在存放中自裂，但若已装入底火室受到压应力，就不致产生自裂或射击时穿透漏烟）。

③ 由于底火壳硬度过高，或底火壳有裂缝等缺陷，也会产生穿透漏烟。

上述底火壳的应力存在，可用“浸汞”或“氨熏”法鉴定。

6.4 底火周围漏烟

（1）定义和说明：

射击中，部分火药气体从底火壳与底火室的接合处泄出，沿圆周形成熏黑变色。根据熏黑变色，区分为点状漏烟(单点或多点)，短漏烟，长漏烟和整圈漏烟。长、短漏烟一般以1/4或1/2周长分界，见图12-14。

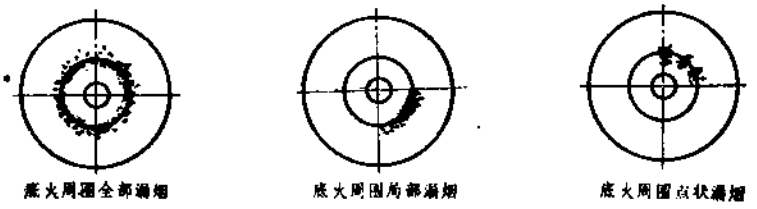


图12-14 底火周围漏烟示意图

（2）原因分析：

① 由于底火或底火室的尺寸、形状或硬度等不正确，或由于两者的配合不当，不能密闭火药气体，以致漏烟。

② 由于底火加铆过重或不当，致使底火室变形，也要引起漏烟。

6.5 底火脱落

（1）定义和说明：

射击后开锁退壳时，底火从底火室中掉出。俗称掉底火。由于弹壳底部和底火室明显胀大致使底火掉出者称底火吹落。底火仅是在底火室中活动而不能掉出者称底火松动。由于无传火孔引起的底火脱落，不属此类。

脱落的底火或掉在机匣内或随弹壳抛出枪外。底火掉在机匣内可引起停发故障。

（2）原因分析：

① 由于弹壳整个底部或底火室壁部强度不足，在膛内压力作用下，底火室产生径向塑性变形，严重时，底火壳与底火室间最终形成径向间隙，底火就被吹落；程度轻微时，两者侧壁紧压力减小，在开锁时膛内压力作用下，底火即脱落(自动武器射击)。底火松动是本应脱落的底火由于加铆不能掉出而仅在底火室内活动。

② 底火加铆（底火装入底火室后，将底火室口部整圈收小或均布 3～4 个铆小点）可在一定程度上防止底火脱落，但不能防止底火吹落。

③ 射击后的底火稍许突出于弹壳底平面（由于射击时底火后退填满弹底间隙而弹壳却未完全填满弹底间隙）不算为疵病。

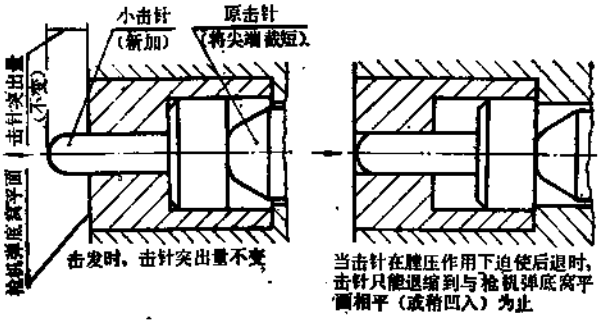


图12-15 53式7.62mm测压枪击针不能缩进的改进结构

第十三章　枪弹主要材料

§1　制式枪弹主要材料

制式枪弹及其零、部件所用的主要材料列于表13-1～表13-7。

表13-1　51式7.62mm手枪普通弹(WO002)主要材料

枪弹及其零、部件		主要材料				
		名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额（kg/万发）	
					工艺定额	消耗定额
弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	0.99×135mm	WJ643-72	18	20
	铅心	铅	Pb-2	GB469-83	42.60	45
		锑	Sb-3	GB1599-79	0.65	0.8
弹壳		F18覆铜钢片	2.65×139.5mm	WJ643-72	78	84
		防腐漆	FQ-504	WJ550-77		0.13
枪弹装配		底-21式底火	D-21	WD304	10000个	10050个
		沥青漆	L01-22	沈阳油漆厂标准		0.03
		防腐漆	FQ-502	WJ550-77		0.12
		发射药	多-45	WJ16-64	5.85	6.4
枪弹包装		中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84		30张
		中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		1.5张
		通用铁匣	—	WT505JT-75		8.8个
		通用木箱	—	WT504JT-75		4.2个

表13-2　59式9mm手枪普通弹（WO007)主要材料

枪弹及其零、部件		主要材料				
		名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额（kg/万发）	
					工艺定额	消耗定额
弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	0.99×135mm	WJ643-72	27.29	29.02
	铅心	铅	Pb-2	GB469-83	40	42.5
弹壳		F18覆铜钢片	2.9×139.5mm	WJ643-72	77.83	87.35
枪弹装配		底-21式底火	DJ-21	WD304	10000个	10050个
		防腐漆	FQ-502	WJ550-77		0.22
		发射药	多-125	WJ16-64	2.5	3.0
枪弹包装		纸盒	—			630个
		通用铁匣	—	WT505JT-75		8个
		通用木箱	—	WT504JT-75		4个

表13-3　64式7.62mm手枪普通弹（WO004）主要材料

枪弹及其零、部件		主要材料				
		名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万发)	
					工艺定额	消耗定额
弹头	弹头壳	H85黄铜片	1.02-0.06×112×1500mm	YB146-71	22.7	24.6
	铅心	铅	Pb-2	GB469-83	35	36.5
		锑	Sb-3	GB1599-79	0.53	0.69
弹壳		H68黄铜片	2.34-0.06×100mm	YB460-71	42.5	46.4
枪弹装配		底-22式底火	DJ-22	WD323	10000个	10100个
		沥青漆	L01-22	沈阳油漆厂标准		0.08
		发射药	双粒-17	W1011JT		2.3
枪弹包装		中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		17.2张
		通用铁匣	—	WT505JT-75		6个
		通用木箱	—	WT504JT-75		3个

表13-4　56式7.62mm枪弹主要材料

枪弹及其零、部件			主要材料			参考定额（kg/万发）	
			名称	规格或品号	标准号或产品代号	工艺定额	消耗定额
弹头	普通弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	0.99×135mm	WJ643-72	33.92	35.22
		钢心	普通低碳钢热轧圆盘条	B2F，φ7mm	GB 701-65 / 700-79	35.96	36.85
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	22.69	23.56
	穿甲燃烧弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	0.99×135mm	WJ643-72	27.23	28.36
		弹头帽	H90黄铜带	$0.3_{-0.02}$×83mm	YB146-71	8.09	8.37
		钢心	T12A冷拉钢条	$\phi5.88_{-0.07}$mm	YB483-64	42.35	43.57
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	11.38	11.43
		铅碗	铅锑合金(Sb1.5)	Pb-2，Sb-3	—	4.92	5.02
		燃烧剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77		0.93
			硝酸钡	一级，≥98%	HG1-521-77		1.12
	燃烧曳光弹头	弹头壳（镀铜）	F11覆铜钢片	0.99×142mm	WJ643-72	38.47	40.62
			深冲用优质碳素钢	S10A，φ12mm	YB883-70	33.73	49.80
		弹头壳	电解铜板	厚15.1～25mm	GB467-82		3.0
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	8.43	8.83
			锑	Sb-3	GB1599-79	0.172	0.184
		曳光管壳	F11覆铜钢片	0.99×124mm	WJ643-72	20.77	21.56

（续）

枪弹及其零、部件			主要材料			参考定额（kg/万发）	
			名称	规格或品号	标准号或产品代号	工艺定额	消耗定额
弹头	燃烧曳光弹头	燃烧剂、曳光剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77		0.2
			硝酸钡	二级，≥98.5%	HG1-521-77		0.86
			镁粉	FM1-3	XQ831-77		0.67
			镁粉	FM1-4	XQ831-77		0.37
			硝酸锶	≥99%	Q/Q C214-68		2.0
			过氧化钡	≥90%	Q/Q C215-68		0.54
			酚醛树脂		Q/Q C208-76		0.49
	曳光弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	0.99×141mm	WJ643-72	38.47	40.65
		（镀铜）弹头壳	深冲用优质碳素钢	S10A，φ12mm	YB683-70	33.73	49.30
			电解铜板	厚15.1～25mm	GB467-82		3.0
		铅心	铅	Pb-2	GB469-83	28.15	28.84
			锑	Sb-3	GB1599-79	0.58	0.59
		曳光管壳	F11覆铜钢片	0.99×128mm	WJ643-72	23.82	25.17
		曳光垫	F11覆铜钢片	0.99×30mm	WJ643-72	5.74	6.40
		曳光剂	镁粉	FM1-3	XQ831-77		1.20
			镁粉	FM1-4	XQ831-77		0.45
			铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77		0.32
			硝酸锶	≥99%	Q/Q C214-68		3.19
			硝酸钡	二级≥98.5%	HG1-521-77		0.82
			过氧化钡	≥90%	Q/Q C215-68		0.52
			酚醛树脂		Q/Q C208-76		0.62
弹壳	涂漆钢壳		深冲用优质碳素钢	S15A S14A φ13mm	YB683-70 太标19-73	79.05	86.58
			电泳漆	H08-2 棕黄	HG2-1402-81		1.3
	覆铜钢壳		F11覆铜钢片	3.1×139.5mm	WJ643-72	109.70	113
			防腐漆	FQ-504	WJ550-77		0.15
枪弹装配			底-18式底火	DJ-18	WD334、334A、334B	10000个	10050个
			沥青漆	LO1-22	沈阳油漆厂标准		0.05
			防腐漆	FQ-502	WJ550-77		0.07
			发射药	2/1棒	WJ16-64	16	16.5
枪弹包装			中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84		30张
			中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		0.55张
			通用铁匣	—	WT505JT-75		13.4个
			通用木箱	—	WT504JT-75		6.67个

表13-5　53式7.62mm 枪弹主要材料

枪弹及其零、部件			主要材料				
			名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万发)	
						工艺定额	消耗定额
弹头	普通弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.07×140mm	WJ643-72	39.85	41.26
		钢心	普通低碳钢热轧圆盘条	B2F，φ7～8mm	GB $\frac{701-65}{700-79}$	47.64	48.81
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	24.36	24.86
	穿甲燃烧弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.07×140mm	WJ643-72	48.02	50.07
		钢心	T12A冷拉钢条	φ5.88mm	YB483-64	52.02	54.62
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	14.15	14.42
		铅垫	铅锑合金(Sb1.5%)	Pb-2，Sb-3	—	7.91	8.15
		燃烧剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77		1.75
			硝酸钡	一级，≥99%	HG1-521-77		0.93
	曳光弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.07×136mm	WJ643-72	52.50	58.50
		曳光管壳	F11覆铜钢片	0.99×135mm	WJ643-72	27.90	31.14
		曳光垫	F11覆铜钢片	0.82×26mm	WJ643-72	5.60	6.20
		铅心	铅锑合金(Sb1.2)	Pb-2，Sb-3	—	44.15	47.62
		曳光剂	镁粉	FM1-3	XQ831-77		1.73
			硝酸锶	≥99%	Q/Q C214-68		4.06
			硝酸钡	二级，≥98.5%	HG1-521-77		0.79
			过氧化钡	≥90%	Q/Q C215-68		0.46
弹壳			F18覆铜钢片	3.1×139.5mm	WJ643-72	155.97	174.04
枪弹装配			底-18式底火	DJ-18	WD334、334A、334B	10000个	10050个
			沥青漆	LO1-22	沈阳油漆厂标准		0.1
			防腐漆	FQ-502	WJ550-77		0.3
			发射药	3/1弹	WJ16-64	30	31
枪弹包装			中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84		24张
			中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		1张
			通用铁匣	—	WT505JT-75		21个
			通用木箱	—	WT504JT-75		10.5个

表13-6　54式12.7mm 高射机枪弹主要材料

枪弹及其零、部件			主要材料				
			名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万发)	
						工艺定额	消耗定额
弹头	穿甲燃烧弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.37×124mm	WJ643-72	177	200
		钢心	T12A冷拉钢条	φ10.9mm	YB483-64	400	410
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	62	68
		燃烧剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77	7.8	8
			硝酸钡	一级，≥99%	HG1-521-77	4.1	4.5
	穿甲燃烧曳光弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.37×124mm	WJ643-72	177	200
		曳光管壳	F18覆铜钢片	2.9×139.5mm	WJ643-72	110	130
		钢心	T12A冷拉钢条	φ10.9mm	YB483-64	240	280
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	65	72
		燃烧剂、曳光剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77	7.8	8
			硝酸钡	一级，≥99%	HG1-521-77	4.1	4.3
			镁粉	FM1-3	XQ831-77	4.2	5
			硝酸锶	≥99%	Q/Q C214-68	10	11
			过氧化钡	≥90%	Q/Q C215-68	1.5	2
			酚醛树脂	一级	Q/Q C208-76	2	2.5
弹壳			深冲用优质碳素钢	S20A φ23mm	YB683-70	720	760
			电泳漆	H08-2棕黄	HG2-1402-81	10	12
枪弹装配			底-19式底火	DJ-19	WD338、338A、338B	10000个	10150个
			沥青漆	L01-22	沈阳油漆厂标准	0.2	0.5
			发射药	4/7石	WJ16-64	164	175
枪弹包装			中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84	2.5张	3张
			中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84	16张	18张
			通用铁匣	—	WT505JT-75	118.24	119个
			通用木箱	—	WT504JT-75	58.83	59个

表13-7　56式14.5mm 高射机枪弹主要材料

枪弹及其零、部件			主要材料				
			名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万发)	
						工艺定额	消耗定额
弹头	穿甲燃烧弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.37×140mm	WJ643-72	275	300
		钢心	T12A冷拉钢条	φ12.43mm	YB483-64	520	560
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	58	62
		燃烧剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77	9	10
			硝酸钡	一级，≥99%	HG1-521-77	4.5	5.3
	穿甲燃烧曳光弹头	弹头壳	F11覆铜钢片	1.37×140mm	WJ643-72	275	300
		曳光管壳	F18覆铜钢片	2.9×139.5mm	WJ643-72	160	180
		钢心	T12A冷拉钢条	φ12.43mm	YB483-64	330	350
		铅套	铅	Pb-2	GB469-83	60	63
		燃烧剂、曳光剂	铝镁合金粉	FLM1-3	XQ821-77	11.85	12.43
			硝酸钡	一级，≥99%	HG1-521-77	8.22	8.55
			镁粉	FM1-3	XQ831-77	5.23	5.58
			硝酸锶	≥99%	Q/Q C214-68	11.9	12.9
			过氧化钡	≥90%	Q/Q C215-68	1.57	1.9
			酚醛树脂	一级	Q/Q C208-76	2.2	2.5
弹壳			深冲用优质碳素钢	S20A φ26mm	YB683-70	1170	1300
			电泳漆	H08-2棕黄	HG1-1402-81	12	14
枪弹装配			底-19式底火	DJ-19	WD338、338A、338B	10000个	10150个
			沥青漆	L01-22	沈阳油漆厂标准	0.3	0.5
			发射药	5/7石	WJ16-84	340	360
枪弹包装			中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84	4	4.5
			中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84	29	30
			三层胶合板(匣内隔板用)		GB738-75	0.709块	0.71块
			通用铁匣	—	WT505JT-75	213.8个	214.2个
			通用木箱	—	WT504JT-75	106.39个	106.7个

§ 2　制式枪弹底火主要材料

制式枪弹底火及其零、部件所用的主要材料列于表13-8～表13-11。

表13-8　51式7.62mm手枪弹底火(WD304)主要材料

底火及其零、部件	主要材料				
	名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额（kg/万个）	
				工艺定额	消耗定额
底火壳	H68黄铜带	0.52-0.04×22.5mm	WJ318-75	2.97	3.6
锡圈	锡箔	0.04±0.01mm	WJ642-72	0.25	0.255
J4击发药	雷汞	一级，≥99%	WJ615-67	0.2	0.24
	氯酸钾	无氯	WJ627-67	0.38	0.9
	硫化锑	火工品用	WJ624-67	0.38	0.7
底火压成	击发药	J4	WJ612-67	0.21	0.24
	虫胶漆	15%	WJ631-82	0.03	0.035
	松香虫胶漆	45%	WJ631-82	0.0045	0.006

表13-9　64式7.62mm手枪弹底火(WD323)主要材料

底火及其零、部件	主要材料				
	名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额（kg/万个）	
				工艺定额	消耗定额
底火壳	H68黄铜带	0.42-0.04×25mm	WJ318-75		2.5
锡圈	锡箔	0.05×110×195mm	WJ642-72		0.25
J4击发药	雷汞	一级，≥99%	WJ615-67		0.07
	氯酸钾	无氯	WJ627-67		0.15
	硫化锑	火工品用	WJ624-67		0.15
底火压成	击发药	J4	WJ612-67		0.18
	虫胶漆	15%	WJ631-82		0.05
	松香虫胶漆	45%	WJ631-82		0.006

表13-10 $\frac{53}{56}$式7.62mm枪弹通用底火(WD334)主要材料

底火及其零、部件	主要材料				
	名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万个)	
				工艺定额	消耗定额
底火壳	H68黄铜带	0.71×23.5mm	WJ318-75	3.43	3.61
锡圈	锡箔	0.06×110×190mm	WJ642-72	0.22	0.24
J_4击发药	雷汞	一级,≥99%	WJ615-67		0.066
	氯酸钾	无溴	WJ627-67		0.15
	硫化锑	火工品用	WJ624-67		0.14
底火压成	击发药	J_4	WJ612-67		0.34
	虫胶漆	15%	WJ631-82		0.053
	松香虫胶漆	45%	WJ631-82		0.041
底火包装	纸盒	60×60×30mm			8个(1250) 10个(1000)
	棉花	医药用,五级以下			0.013
	瓦楞纸	390×410mm			1.13张
	中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84		0.5张
	中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		0.051张
	通用铁匣	—	WT505JT-75		0.4个
	通用木箱	—	WT504JT-75		0.2个

表13-11　高射机枪弹通用底火(WD338)主要材料

底火及其零、部件	主要材料				
	名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/万个)	
				工艺定额	消耗定额
底火壳	H68黄铜带	0.93-0.05×36.5mm	WJ318-75	12.57	13.47
锡箔圆	锡箔	0.07×125×215mm	WJ642-72	0.69	0.70
击发药	雷汞	一级，≥99%	GB615-67		0.3
	氯酸钾	无涂	WJ627-67		0.6
	硫化锑	火工品用	WJ624-67		0.5
底火压成	击发药	J4	WJ612-67		1.31
	虫胶漆	15%	WJ631-82		0.19
	松香虫胶漆	45%	WJ631-82		0.19
底火包装	纸盒	60×60×30mm			34个
	棉花	医药用，五级以下			0.04
	瓦楞纸	390×410mm			3.69
	中性包装纸	0.1±0.02×787×1092mm	QB601-84		2.08张
	中性包装纸板	0.5±0.1×787×1092mm	QB934-84		0.09张
	通用铁匣	—	WT505JT-75		1.7个
	通用木箱	—	WT504JT-75		0.84个

§3　枪弹通用包装木箱和通用包装铁匣用材料

枪弹通用包装木箱（WT504混合结构和WT504F2全木结构）和通用包装铁匣（WT505）所用材料列于表13-12和表13-13。

表13-12 枪弹通用包装木箱(WT504和WT504F2)材料

木箱及其附件	材料					注
	名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考消耗定额(kg/千个)		
				自制木箱	外协木箱	
通用包装木箱	原木	针、阔叶材，二级材质	GB143-58	28.98m³		WT504F2
	原木	针、阔叶材，二级材质	GB143-58	8.14m³		WT504
	五层胶合板	1类，1830×915mm	GB738-75	240张		WT504
	牛胶	漂胶		25		
	清油（光油）		V00-3-HG2-565-74	2.4		夏季用
	硝基清漆	Q01-1	HG2-608-74	2.6		冬季用
	石膏	白色	JG16-60	3		
	沉头木螺钉	3×30mm	GB100-76	1050颗		固定底板
	钢钉	65×2.6mm	GB349-82	36		固定提手
	钢钉	q 50×2.5mm	GB349-82	16		固定垫板
	钢钉	b 25×1.6mm	GB349-82	1.6		箱体四角接榫处
	钢钉	q 25×1.4mm	GB349-82	2.2		固定带板(WT504)
	钢钉	q 20×1.2mm	GB349-82	5.3		固定带板(WT504F2)
	钢钉	q 40×2mm	GB349-82	0.08	0.08	固定盖板
护带	镀锌薄钢板	0.5×15×1000mm	YB $\frac{181-65}{180-63}$	1000根	1000根	WT504FJ1
封扣	镀锌薄钢板	0.5×15×1000mm	YB $\frac{181-65}{180-63}$	1000个	1000个	WT504FJ2

表13-13 枪弹通用包装铁匣(WT505)材料

铁匣及其附件	材料 名称	规格或品号	标准号或产品代号	参考定额(kg/千个) 工艺定额	参考定额(kg/千个) 消耗定额	注
通用包装铁匣	镀锌薄钢板	0.5×900×1800mm	YB 181-65 / 180-63	158.86张	162.13张	
		或0.5×1000×2000mm	YB 181-65 / 180-63	128.5张	130张	
	锡铅焊料	50	YB568-65		8.5张	包括封闭气孔用
	中性焊剂	氯化铵1～2% 松香24～25% 酒精74%	--		1	
	盐酸	工业	GB320-64		15	酸洗用
	纯碱	≥95%	GB210-80		7	碱洗用
	草黄酚醛铁盒漆	酚04-53	CQ-328-75		11.25	包括封盖用
	松节油	(优级)	ZY205-74		2.5	稀释漆用
开匣钥匙	热镀锌低碳钢丝	φ4～φ5mm	YB243-65	26.57	27.11	WT505FJ

§ 4 枪弹主要材料技术要求

(1) F18和F11覆铜钢片的技术要求(表13-14)
(2) H90黄铜带的技术要求(表13-15)
(3) 深冲用优质碳素钢的技术要求(表13-16)
(4) 普通低碳钢热轧圆盘条的技术要求(表13-17)
(5) T12A冷拉钢材的技术要求(表13—18)
(6) 铅的技术要求(表13-19)
(7) 锑的技术要求(表13-20)
(8) H08-2棕黄环氧酯烘干电泳漆的技术要求(表13-21)
(9) FQ-504防腐漆的技术要求(表13-22)
(10) L01-22沥青漆的技术要求(表13-23)

表13-14 $\frac{F18}{F11}$覆铜钢片技术要求（摘自WJ643-72）

覆铜钢片		F18			F11		
尺寸(mm)		厚-0.1	宽-2	长	厚-0.07	宽-2	长
		2.65$^{+0.10}_{-0.15}$	139.5	750～2000 350～750不多于15%	0.99	135	750～2000 350～750不能多于15%
		2.9			1.07	140	
		3.1			1.37	124	
		3.4			1.37	140	
机械性能	抗拉强度(MPa)	304～392(扁钢：343～441)			265～363(扁钢：294～392)		
	伸长率(%)	≥29(扁钢δ_5≥26，$\delta_{11.3}$≥22)			≥29(扁钢δ_5≥28，$\delta_{11.3}$≥24)		
金相组织	实际晶粒度（级）	允许		不允许	允许		不允许
		6～9		1～5	6～9		1～5
	珠光体（级）	2～7		1	1～6		7
	带状组织（级）	(扁钢≤3)		—	(扁钢≤3)		—
	非金属夹杂物 氧化物	≤4（扁钢≤3）		5～6	≤4（扁钢≤3）		—
	非金属夹杂物 硫化物	≤4（扁钢≤3）		—	≤4(扁钢≤3)		—

扁钢 (YB483-64)

化学成分 %							尺寸（mm）			
扁钢	F18			F11			扁钢	厚$^{+0.8}_{-0.8}$	宽$^{+2}_{-1.5}$	长+10
碳	0.11～0.19	0.11～0.12	0.13～0.19	≤0.11						
锰	0.35～0.55	0.35～0.60	0.30～0.55	0.30～0.55			F18	25	127	450
铝	0.02～0.10			0.02～0.10				25	130	450
F18，F11杂质(不大于%)								$30^{+0.8}_{-0}$	127	420
硅	铬	镍	铜	硫	磷	硫+磷				
0.06	0.15	0.30	0.20	0.04	0.035	0.07	F11	25	124	420

H90黄铜(YB560-65)	单面厚度为扁钢厚度的3.4%～4%

表13-15 H90黄铜带技术要求（摘自YB560-65）

尺寸	厚度(mm)（带宽18～300）			
	公称	允许偏差	公称	允许偏差
	0.10，0.12	-0.02	0.50，0.55，0.60，0.65，0.70	-0.06
	0.15，0.18，0.20，0.22	-0.03	0.75，0.80，0.85	-0.07
	0.25，0.30，0.35	-0.04	0.90，1.00，1.10	-0.08
	0.40，0.45	-0.05	1.20，1.30，1.40 1.50	-0.09
	宽度（mm）		长度(m)	
	公称	允许偏差	20（带厚0.10～0.50mm） 10（带厚0.55～1.00mm） 7（带厚1.10～1.50mm） （长度不短于3m的短带不超过15%）	
	18～175	-0.6（带厚≤1.0） -1.0（带厚>1.0）		
	>175～300	-1.0（带厚≤1.0） -1.5（带厚>1.0）		

机械性能	（带厚≥0.50mm） 抗拉强度σ_b(MPa) (GB228-76)	伸长率δ（%） （$L_c=11.3\sqrt{F_c}$）	杯突试验（冲头为球R10） 杯突深度（mm） （YB38～64）
	软材(M)≥235	软材(M)≥38	≥7.5（带厚0.10～0.25） ≥9.0（带厚0.30～0.55） ≥10.0（带厚0.6～1.10） ≥11.0（带厚1.20～1.50）
	硬材(Y)≥392	硬材(Y)≥-	

化学成分（%） (YB148-71)	铜	锌	杂质不大于					
			铁	铅	锑	铋	磷	总和
	88～91	余量	0.1	0.03	0.005	0.002	0.01	0.2

表13-16　深冲用优质碳素钢技术要求〔摘YB683-70，太标19-73(S14A)〕

钢种	化学成分(%)									
	碳	锰	铝	硅	硫	磷	硫+磷	铬	镍	铜
				不大于						
S10A	0.06～0.12	0.25～0.50	0.03～0.08	0.10	0.035	0.030	—	0.20	0.20	0.20
S15A	0.12～0.18									
S20A	0.16～0.22									
S14A	0.11～0.17 (0.11～0.13)	0.30～0.50 (0.30～0.55)	0.02～0.08	0.06	0.04	0.035	0.07	0.15	0.30	0.20

钢种	正火后的机械性能						调质后的机械性能					
	抗拉强度 σ_b (MPa)		伸长率 δ_s (%)		冲击值 ak (J/cm²)		抗拉强度 σ_b (MPa)		伸长率 δ_s (%)		冲击值 ak (J/cm²)	
	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
S10A	300～400		≥32	≥28			≥320	≥300	≥30	≥28		
S15A	340～450		≥32	≥30	≥120	≥40			≥30	≥27	≥200	≥60
S20A	380～480		≥32		≥120		≥370		≥28	≥26	≥200	≥60
S14A	350～430		≥26 ≥22($\delta_{1.3}$)									

钢种	正火后的金相组织（级）		非金属夹杂物（级）			尺寸（热轧状态）(mm)		
	晶粒度 (YB27-64)	带状组织 (YB482-64)	氧化物	硫化物	氧化物 硫化物	直径	椭圆度 (不大于)	长度
S10A	6～8	≤3	≤3	≤3	≤5	φ12±0.5	0.3	2000～5000
S15A						φ13±0.5		
S20A						φ16±0.5		
						φ23±0.5		
						φ26±0.5		
S14A	6～8	≤2	≤2	≤2		φ16±0.4	0.4	3000～6000

表13-17 普通低炭钢热轧圆盘条技术要求（摘GB 700-79 / 701-65）

尺寸 GB701-65	直径（mm）公称	直径（mm）允许偏差	椭圆度（同一截面最大与最小直径之差）不大于公差之半	理论重量（kg/m）（对应于公称直径）
	5.0，5.5，6.0，6.5，7.0，7.5，8.0，9.0	普通精度±0.5		0.1541，0.1865，0.2219，0.2605，0.3021，0.3468，0.3946，0.4994
		较高精度±0.3		

化学成份（%）（GB700-79）（碱性平炉钢）	乙类钢代号	特类钢代号	炭	硅	锰	铜	铬	镍	硫	磷
						不大于				
	B1	—	0.06～0.12	0.12～0.30	0.25～0.50	特、乙类钢铬、镍各0.3 特、乙类钢特0.3 乙0.2			0.050	0.045
	B1F	—		≤0.05						
	B2	C2	0.09～0.15	0.12～0.30	0.25～0.50					
	B2F	C2F		≤0.07						
	B3	C3	0.14～0.22	0.12～0.30	0.40～0.65					
	B3F	C3F		≤0.07	0.30～0.60					

机械性能（GB700-79）（碱性平炉钢）	甲类钢代号	特类钢代号	屈服点σs（MPa）	抗拉强度σb（MPa）	伸长率（%） δ5	伸长率（%） δ10	180度冷弯试验 d=弯心直径 a=试样厚度 型钢	180度冷弯试验 d=弯心直径 a=试样厚度 钢板
	A1	—	—	320～400	≥33	≥28	d=0	d=0.5a
	A1F	—						d=a
	A2	C2	≥220	340～420	≥31	≥26		
	A2F	C2F						
	A3	C3	≥246	380～470	≥25	≥22	d=0.5a	d=1.5a
	A3F	C3F						

表13-18 T12A冷拉钢材技术要求（摘自YB483-64）

尺寸（mm）	直径	长度	交货状态
	5.88-0.07	2000～4000 （750～2000不多于10%）	圆盘条
	6.08-0.07		直条
	10.90±0.05		
	12.43±0.05		

化学成分（%）	炭	锰	硅	铬	镍	铜	硫	磷
				不大于				
	1.15～1.24	0.15～0.30	0.15～0.30	0.20	0.15	0.25	0.02	0.03

机械性能和金相组织	交货状态抗拉强度（MPa）	淬火后硬度（≥）	珠光体（YB5-59）	网状炭化物（YB5-59）	游离石墨层	单面的总脱炭层深度
				不大于		
	≤1000	HRC64	2～4	2级	1级	实际直径的1.8%

表13-19 铅的技术要求（摘自GB469-83）

品号	代号	化学成份（%）												铅锭一端标记
		铅	杂质不大于											
		不小于	银	铜	锑	锡	砷	铋	锌	铁			总和	
一号	Pb-1	99.994	0.0005	0.001	0.001	0.001	0.0005	0.003	0.0005	0.0005			0.006	不加颜色标记
二号	Pb-2	99.9	0.002	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.002	0.002			0.1	黄色竖标二条
三号	Pb-3	99	0.003	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2	0.01	0.01			1.0	黄色竖标三条

注：铅含量为100%减去表中杂质总和而得，得数不再进行修约。

表13-20 锑的技术要求（摘自GB1599-79）

品号	代号	化学成份（%）					
		锑	杂质不大于				
		不大于	铜	砷	硫	铁	总和
一号	Sb-1	99.85	0.01	0.06	0.04	0.02	0.15
二号	Sb-2	99.65	0.05	0.10	0.06	0.03	0.35
三号	Sb-3	99.50	0.08	0.15	0.08	0.05	0.50
四号	Sb-4	99.00	0.20	0.25	0.20	0.25	1.00

表13-21 H08-2棕黄环氧脂烘干电泳漆(HG2-1402-81)

序号	项目	指标规格要求	注
1	漆膜颜色和外观	棕黄色，平整	漆的使用期为一年（自漆的生产之日起）。使用期满后，必须重新取样分析，合格后才能使用
2	细度	≤60μm	
3	固体含量	≥70%	
4	pH值	7～8	
5	漆液电导率	$\leq 2\times10^{3}m\Omega^{-1}/cm$	
6	漆液泳透力	≥8.5cm	
7	漆膜干燥时间(180±2℃)	≤1h	
8	漆膜柔韧性	1mm	
9	漆膜附着力	≤2级	
10	漆膜冲击强度（J）	4.9	
11	耐盐水性	漆膜干燥后浸入25±1℃的3%氯化钠溶液中17h，不起泡，无锈点	
12	固体含量中颜料	10～13%	

表13-22 FQ-504 FQ-502 防腐漆技术要求（摘自WJ550-77）

技术要求	指标	
	FQ-504	FQ-502
外观	介于黄与深棕色之间的透明液体，允许有轻微的混浊	
粘度(涂-4粘度计，20±2℃)	130～210s	150～230s
干燥时间(140℃±2℃)	≤30min	≤30min
固体含量(%)	16～19	14～17
水分(%)	≤5	≤5
酸值(mgKOH/g)	≤6	≤5
漆膜耐寒性(－50℃,30min)	不应出现裂纹	不应出现裂纹
漆膜冲击强度(J)	≥4.9	≥4.9
漆膜硬度	≥0.8	≥0.8
漆膜弯曲强度(mm)	1	1
漆膜耐蚀安定性	经10个周期后不应出现腐蚀现象	
漆膜耐水性(常温,24h)	漆膜应无变化	

注：FQ-504 和FQ-502防腐漆系以聚乙烯醇缩丁醛与S-171酚醛树脂，及以酒精丁醇为溶剂所配成的烘干性清漆，用于涂覆铜层表面以防腐蚀。

表13-23 L01-22沥青漆（摘自沈阳油漆厂标准）

技术要求	指标
外观	黑褐色，无可见的机械杂质
粘度（涂-4粘液度计,25±1℃）	80～120s
表面干燥时间(25±1℃，相对湿度65±5%)	≤30min
附着力	不应发生脆裂剥落现象
耐热性	在50±2℃保持2h后不应流挂
耐寒性	在－50±2℃保持2h后不应破裂
水抽出反应	应呈中性
氯离子	≤0.02%
固体含量	≥40%
灰分	≤0.15%

注，L01-22沥青漆系采用裂化后的新疆天然沥青、润滑油与蜂蜡经过熬炼后加入有机溶剂而成的粘稠状液体，用于防水、防潮。

标准配方：

新疆天然沥青(>140℃)	37.5%
蜂蜡(62°～65℃)	1.2%
15号润滑油	8%
二甲苯	17.3%
甲苯	35%

§5 特种弹头药剂用材料技术要求

（1）燃烧剂用材料的技术要求见表13-24

（2）曳光剂、引燃剂和传火剂的成分和外观要求见表13-25

（3）镁粉的技术要求见表13-26

（4）铝镁合金粉的技术要求见表13-27

（5）硝酸钡的技术要求见表13-28

（6）硝酸锶的技术要求见表13-29

（7）过氧化钡的技术要求见表13-30

（8）酚醛树脂的技术要求见表13-31

表13-24 燃烧剂材料技术要求

燃烧剂		一号	二号	三号	四号
外观		混合状态为灰白色，无肉眼可见的杂质、油脂和结团			
成分（%）	硝酸钡	50±1.5	30±1.5	30	25
	铝镁合金粉	50±1.5	70±1.5	70	75
	挥发分≤	0.1		0.1	
发火点（℃）≥		360		360	

注：各成分的允许偏差按枪弹产品图规定。

表13-25 曳光剂、引燃剂和传火剂的成分和外观要求

药剂		曳光剂	引燃剂	传火剂
外观		颗粒状瓦灰色，无肉眼可见的杂质、油脂和结团	颗粒状灰红色，无肉眼可见的杂质、油脂和结团	1号：曳光剂75% 引燃剂25% 2号：曳光剂50% 引燃剂50%
成分（%）	硝酸锶	61.5±2.5	—	
	硝酸钡	—	48±1.5	
	过氧化钡	—	30±1.5	
	镁粉	23±1.5	15±1.5	
	铝镁合金粉	6±1.5	—	
	酚醛树脂	9.5±1.5	7±1.5	
	挥发性≤	0.6	0.6	

表13-26 镁粉技术要求（摘自XQ831-77）

牌号	代号	粒度			假密度	成分（%）					外观
		网号	筛上物（%）不大于	筛下物（%）不大于	g/cm³	活性镁	铁	氯	水分	盐酸不溶物	
					不小于	不小于	不大于				
一号	FM1-1	050	0.3	—	0.35	98.5	0.2	0.005	0.1	0.2	银白色菱形，无异类夹杂物和结团
		045	2	—							
		025	—	8							
二号	FM1-2	045	0.3	—	0.38						
		025	8	—							
		014	—	12							
三号	FM1-3	025	0.3	—	0.40						
		018	6	—							
		010	—	12							
四号	FM1-4	016	0.3	—	0.45						
		010	10	—							

注：网号的数字，即透亮网孔最每边的公称尺寸（mm），亦即网的名义筛分粒度（mm），下同。

表13-27 铝镁合金粉技术要求（摘自XQ821-77）

牌号	代号	粒度			成分（%）						外观
		网号	筛上物（%）不大于	筛下物（%）不大于	活性金属		铁	硅	氯	水分	
					不小于	其中铝	不大于				
一号	FLM1-1	07	0.3	—	98.0	50±3	0.4	0.2	0.02	0.7	灰色，无明显的夹杂物和粘着的团状粉末
		063	8	—							
		0315	—	8							
二号	FLM1-2	045	0.3	—	97.5						
		0315	8	—							
		014	—	8							
三号	FLM1-3	0315	0.3	—	97.0		0.5				
		016	8	—							
		007	—	22							
四号	FLM1-4	016	0.3	—	96.5						
		008	8	—							

注：铜含量允许在原铝锭和原镁锭所规定的范围内。

表13-28 硝酸钡技术要求（摘自HG1-521-77）

技术要求		工业用一级	工业用二级
外观		白色结晶体或粉末	
硝酸钡含量（%）	≥	99.0	98.5
水分含量（%）	≤	0.1	0.1
水不溶物含量（%）	≤	0.05	0.15
铁（Fe）	≤	0.003	0.005

表13-29 硝酸锶技术要求（摘自Q/QC214-68）

技术要求		指标（%）	技术要求		指标（%）
外观		白色稍带黄色结晶粉末			
硝酸锶含量	≥	99.00	铁（Fe）含量	≤	0.02
硝酸钙含量	≤	0.2	水分含量	≤	0.50
氯化物（Cl）含量	≤	0.01	水不溶物含量	≤	0.20
重金属（Pb）含量	≤	0.01	水溶液反应		中性

表13-30 过氧化钡技术要求（摘自Q/QC215-68）

技术要求	指标（%）	细度
外观	微黄色粉末	用1cm²有1600个筛孔的筛子筛时，其剩余物不超过1%，用1cm²有900个筛孔的筛子筛时完全筛过
过氧化钡含量≥	90.00	
盐酸不溶物含量≤	0.80	
水分含量≤	0.50	
氯化物含量≤	0.015	
氧化铁含量≤	0.30	
二氧化硅含量≤	0.15	
其他钡盐含量≤	8.00	

表13-31 酚醛树脂技术要求（摘自Q/QC208-76）

技术要求		一级品	二级品
外观		块状，无定形黄棕色透明树脂	
软化点（℃）	≥	97	90
游离酚含量（%）	≤	0.2	1.0
乙醇不溶物含量（%）	≤	0.2	0.2

§6 底火主要材料技术要求

（1）H68黄铜带的技术要求见表13-32
（2）锡箔的技术要求见表13-33
（3）含雷汞击发药的技术要求见表13-34
（4）雷汞的技术要求见表13-35
（5）火工品用硫化锑的技术要求见表13-36
（6）无溴氯酸钾技术要求见表13-37
（7）虫胶漆和松香虫胶漆的技术要求见表13-38
（8）紫胶和军用紫胶的技术要求见表13-39
（9）无雷汞湿态击发药的成分和外观要求见表13-40
（10）阿拉伯胶技术要求见表13-41
（11）三硝基间苯二酚铅技术要求见表13-42
（12）四氮烯技术要求见表13-43

表13-32 H68黄铜带技术要求（摘自WJ318-75）

尺寸 (mm)			机械性能	
厚$_{-0.04}$	宽$_{-0.04}$	长	抗拉强度 (MPa)	伸长率(%)
0.40	25	>1500 (1000～1500 不多于10%)	370～420	≥40
0.49	22.5			
0.71	22.5			
	30			
0.93$_{-0.05}$	26		350～400	
	36.5			

化学成分 (%)											
铜Cu-2 (GB466-82)						锌Zn-3 (GB470-83)					
67～70						余量					
杂质不大于						杂质不大于					
铜+银不小于	砷	锑	铋	铁	铅	锌不小于	铅	铁	镉	铜	砷
99.90	0.002	0.002	0.001	0.005	0.005	99.90	0.05	0.02	0.02	0.002	—
锡	镍	锌	硫	磷	总和	锑	锡	总和			
0.002	0.002	0.004	0.004	0.001	0.10	—	—	0.10			

注：长度小于10m的同一黄铜带，其厚度偏差不大于0.03mm。

表13-33 锡箔技术要求（摘自WJ642-72）

尺寸 (mm)			化学成分 (%)				
厚-0.01	宽±2	长±4	锑Sb—2 (GB1599-79)	锡Sn—3 (GB728-65)	杂质不大于		
					铅	铜	铅+铁
0.04	70～200	150～300	2.5～3.1	余量	0.5	0.05	0.5
0.05							
0.06							
0.07							
0.08							

注：根据工艺要求可具体规定长度和宽度

表13-34 含雷汞击发药技术要求（摘自WJ612-67）

品号	成分 (%)						杂质不大于 (%)			外观
	雷汞 $Hg(ONC)_2$ (WJ615-67)		硫化锑 Sb_2S_3 (WJ624-67)		硝酸钡 $Ba(NO_3)_2$ (HG1-521-77)	无溴氯酸钾 $KClO_3$ (WJ627-67)	灰分	硅土和玻璃	水分和挥发分	
J1	15	±1.5	45	±1.5	15±1.5	余量	0.25	0.15	0.02	均匀的灰白色粉末。不允许结团或混合不均匀
J2	16		28.5							
J3	16.7		27.8							
J4	25		37.5				0.20			
J5	35		25							
J6	50		25							

注：①灰分含量低于硅土和玻璃时，硅土和玻璃项目可不进行分析。

②根据需要，J4、J5击发药可使用含虫胶0.4～0.8%的造粒硫化锑。

表13-35 雷汞技术要求（摘自WJ615-67）

雷汞级别	反应	纯度 (%)	水分和挥发分 (%)	氨水不溶物（其中游离汞）(%)	草酸 (%)	硅土或玻璃 (%)	外观
Ⅰ级	中性	≥99.0	≤0.01	≤0.30 (≤0.20)	≤0.15	不许有	白色细粉状结晶，许可略带浅灰色
Ⅱ级		≥98.5	≤0.02	≤0.50 (≤0.30)	≤0.30		

汞 (GB913-66)		汞含量 (%)	不挥发渣滓 (%)	外观
品号	代号			
Ⅰ	Hg-1	≥99.999	≤0.001	具有银白色的镜面光泽，不含机械混合物（砂子、渣灰等）
Ⅱ	Hg-2	≥99.99	≤0.01	

表13-36 火工品用硫化锑技术要求（摘自WJ624-67）

化合硫（%）	游离硫（%）	硫化砷（%）	水 分（%）	外 观
25～28.3	≤0.07	≤0.7	≤0.02	灰黑色，具有金属光泽，无肉眼可见的杂质和针状结晶

盐酸不溶物（%）	王水不溶物（%）	比重，（室温）（块状硫化锑）
≤1.5	≤0.5	4.5～4.75

表13-37 无溴氯酸钾技术要求（摘自WJ627-67）

外 观	白色单斜系结晶，不许有肉眼可见的杂质及色调不匀之处
水 分（%）	≤0.1（混药前应≤0.02）
水不溶物（%）	≤0.02
溴酸盐和次氯酸盐	符合WJ627-67的试验要求
硫酸盐和碳酸盐	符合WJ627-67的试验要求
钙 盐	符合WJ627-67的试验要求
镁 盐	符合WJ627-67的试验要求
氯 化 物	符合WJ627-67的试验要求

表13-38 虫胶漆和松香虫胶漆技术要求（摘WJ631-82）

序 号	项 目	指 标 要 求
1	漆液 虫胶漆 45%松香虫胶漆	浓度及成分配比 根据需要按重量百分比配制成各种浓度 紫胶38% 松香7% 酒精55%
2	浓度 ≤10% 11～35% >35%	允许偏差 ±1 ±2 ±3
3	机械杂质	无
4	外 观	漆液应澄清、透明，允许有轻微的不影响使用的悬浮物及浑浊

注：①根据使用要求，可配制其他浓度漆。

②按产品图或技术条件规定，漆中可掺中性染料着色。

表13-39 紫胶和军用紫胶技术要求（摘自LY207-76和LY206-81）

指标项目	紫胶（LY207—76）		军用紫胶（LY206—81）
	甲级	脱脂一级	
颜色指数（号）	≤18	≤18	≤16
水分（%）	≤2	≤2	≤2
水溶物（%）	≤0.5	≤0.5	≤0.5
热乙醇不溶物（%）	≤1	≤1	≤1
灰分（%）	≤0.4	≤0.4	—
蜡质（%）	≤5.5	≤5.5	1.5～4
热硬化时间（175±1℃）（min）	3～6	3～5	3～5
软化点（℃）	≥72	≥75	≥75
酸值（KOH mg/g）	≤73	≤73	≤73
碘值（克典/100g）	≤20	—	≤20
皂化值（KOHmg/g）	—	—	≤250
水提取物酸碱性	—	—	合格

注：①军用紫胶外观黄色至棕色片状，无肉眼可见的机械杂质。
②用草酸降色的军用紫胶，不允许有游离草酸存在。

表13-40 无雷汞湿态击发药的成分和外观要求（Q/QG44-81）

指标项目	指标规格要求
外观	均匀灰色团状，不允许结块或混合不均匀
成分：	
三硝基间苯二酚铅	25±2%
四氮烯	4±1.5%
硫化锑	36±2%
氯酸钾	余量
阿拉伯胶液（10%）	混药前加入，均匀后抽滤至含水量10～15%

注：将粉状阿拉伯胶液用去离子水配成10%溶液备用。

表13-41 阿拉伯胶技术要求

项目	指标规格要求
外观	白色或浅黄色粉末或透明细小颗粒
干燥失重	≤15%
灼烧残渣	≤5%
水不溶物灼烧残渣	≤0.5%
水不溶物	≤0.5%
淀粉和糊精	合格
丹宁	合格

表13-42 三硝基间苯二酚铅技术要求（WJ617-67）

项目	指标规格要求	
	结晶的	沥青钝化的
外观	由淡黄色到橘黄色的细小而均匀的颗粒，不允许肉眼可见的杂质存在	由棕色到深褐色的均匀的颗粒，不允许肉眼可见的杂质存在
水分及挥发分≤	0.03%	0.04%
铅含量	43.5～45%	43.5～45%
沥青含量	—	2.7～4.5%
在25%醋酸铵中的不溶物	应符合注中的要求	应符合注中的要求

注：不溶物的测定。

称取0.5～1g结晶或除去钝化剂的试样，放入三角烧瓶中，加入75ml25%醋酸铵溶液，在水浴上加热，使试样完全溶解，然后用定性滤纸过滤，不得有明显易见的硅土和玻璃。

表13-43 四氮烯技术要求（WJ618-67）

项目	指标规格要求
外观	由白到淡黄色的细粉状的结晶，不允许肉眼可见的杂质存在
水分及挥发分	不超过0.03%
水中不溶物	不超过0.15%
含氮量范围	19～22.5%
水抽取物鉴定	中性，不准含有硫酸根、硝酸根、亚硝酸根和铁的化合物
其中，硝酸银沉淀物（以Cl⁻计）	不大于0.0005%

注：①水抽取物鉴定，在生产正常情况下，只测定反应及硝酸银沉淀物含量。

②存放条件：贮存于湿度不超过85%的室内，夏季气温难以控制时允许短期内最高温度不超过40℃。贮存时间超过三个月，使用前重新抽样分析水分和挥发分。贮存超过一年，使用前重新抽样分析全项。

§7 枪弹包装材料技术要求

（1）碳素结构钢冷轧钢带的技术要求见表13-44

（2）中性包装纸和纸板的技术要求见表13-45

（3）镀锌薄钢板的技术要求见表13-46

（4）一般用途热镀锌低碳钢丝的组成、特性和技术要求见表13-47

（5）C04-44 / F04-10 各色醇酸/酚醛半光磁漆的组成、特性和技术要求见表13-48和表13-49

（6）Q04-2各色硝基外用磁漆
Q01-1 硝 基 清 漆的组成、特性和技术要求见表13-50和表13-51

（7）阔叶树材普通胶合板的分类、性能和技术要求见表13-52和表13-53

（8）一般用途圆钢钉和沉头木螺钉的技术要求见表13-54和13-55

表13-44 碳素结构钢冷轧钢带技术要求（摘自YB207-65）

厚度（mm）			宽度（mm）				长度（m）	
公称	允许偏差		宽10～150		普通精度（P）	较高精度（K、KH）	成卷（卷的内径≥150mm）	直条（根据协议）
	普通精度（P）	较高精度（H、KH）						
>0.40～0.70	-0.05	-0.04	切边	（厚0.1～0.5）	-0.3	-0.2	≥5（3～5m的短带，不多于10%）	≥2（1～2m的短带，不多于10%）
				（厚>0.5～1.0）	-0.4	-0.3		
>0.70～0.95	-0.07	-0.05	不切边	宽≤50	+2 -1			
				宽>50	+3 -2			

钢号	机械性能（再结晶退火钢带）		化学成分（%）						
	抗拉强度σ_b（MPa）	伸长率δ（%）	碳	硅	锰	铬	镍	硫	磷
						不大于			
45	450～700	≥15	0.42～0.50	0.17～0.37	0.50～0.80	0.25	0.25	0.040	0.040
50	450～750	≥13	0.47～0.55						
55	450～700	≥12	0.52～0.60						

冷弯试验（根据要求）	脱碳检验（35～70号钢）	端面涂色
在与钢带等厚的衬垫上，垂直于纤维方向弯曲180度角和平行于纤维方向弯曲90度角，在弯曲处不得有裂缝和分层	一面总脱碳层（全脱碳层+部分脱碳层）深度不大于0.04mm（厚≤0.5mm钢带） 0.06mm（厚>0.5mm钢带）	白+棕

表13-45　中性包装纸和纸板技术要求（摘自QB601-84和QB934-84）

纸别		包装纸		纸板	取样或试验方法
纸型		平板纸	卷筒纸	平板纸	
尺寸(mm)	厚	0.1±0.02	0.1±0.02	0.5±0.1 0.9±0.1	GB451-79
	宽	787± 5		787± 5	
	长	1092± 5		1092± 5	
技术指标	水分（%）		≤12		GB462-79
	水溶性氯化物（以Cl^-计）		≤30mg/kg		GB2678-81
	水抽出物（pH值）		6～8		GB1545-79
	施胶度（mm）		≥0.75		GB460-79
	耐折度		≥15次（180度往复折叠）		GB457-79
	抗张力		纵向≥4.5kgf　横向≥3 kgf		GB453-79
	紧密度（QB943-84）		≥0.6g/cm³		
	伸长率（QB601-84）		平均≥3 %		
外观质量	（1）纸面应平整，纸张纤维组织均匀，不许有死折、硬质块、油污、汽泡、破洞、残缺破损、明显的云彩花及影响使用的外观疵病 （2）纸的切边应整齐、洁净				

表13-46　镀锌薄钢板技术要求（摘自YB$^{181-65}_{180-63}$）

尺寸	厚度		宽度×长度	锌层厚度（单面）
	公称	允许偏差		
(mm) (YB181-65)	0.35　0.40　0.45　0.50	±0.05	800×800　900×900 800×1200　900×1800 800×1600　900×2000 850×1700　1000×2000	≥0.02
	0.55　0.60　0.65	±0.06		
	0.70　0.75	±0.07		
反复弯曲试验（GB235-82）	试样（尺寸50×150mm）夹在钳口半径为3 mm的虎钳中，向两边弯曲90度至折断时的反复弯曲次数不少于6次。弯曲速度每分钟不超过60次（板厚0.35～0.75mm）			
锌层脱落试验	试样（尺寸50×150mm）在与试样厚度相等的垫片上弯曲到180度时，不应有露出钢板表面的锌层脱落或裂缝			
双层咬口试验（GB240-82）	试样放在木质垫板上，用木锤将双层紧密咬合，然后绕垂直于咬合缝的方向，把试样弯曲到近似40°，打平（包括打平次数）或不打平应根据有关标准规定			

（续）

允许的表面缺陷	Ⅰ 组	（1）有由于酸洗除去氧化铁皮而生成的轻微的麻点 （2）有局部细小的锌粒，但不允许有锌的块状堆积 （3）有由于传送装置的拉料辊引起的长带（不损坏锌层）
	Ⅱ 组	（1）直径不超过3mm的气泡不多于10个，或直径不超过5mm的气泡不多于3个（一面） （2）直径不超过5mm的表面暗斑不多于5个（此暗斑易于用刀刮去而不损坏锌层） （3）有镀锌良好的粗糙不平、麻坑、色斑以及有未损坏锌层的轻微的锌疤、锌瘤、毛刺、划伤和压印

表13-47 一般用途热镀锌低碳钢丝（Ⅰ组）技术要求（摘自YB243-65）

直径（mm）		锌层重量（g/m²）	锌层牢度缠绕试验（芯轴直径为钢丝的倍数）（YB37-64）	锌层均度（硫酸铜浸蚀试验次数）（YB50-64）		抗拉强度 MPa（YB39-64）	伸长率（%）不小于
公称	允许偏差	不小于		60s	30s		
3.5	+0.05 −0.12	80	8	2	1	294～490（按实际直径的截面积计算）	10
4.0		80		3	—		
4.5		95					
5.0		102					
5.5							
6.0							

表面质量（公称直径超过4.5mm时，供需双方另行协议）

表面颜色基本一致，不应有未镀锌的地方。但下列情况不能作为报废条件：

（1）由于镀锌层堆积呈现锌疤、锌刺或使钢丝局部加大，但直径加大值不超过直径正偏差的2倍者

（2）局部表面存有斑点、闪点，但能承受锌层质量检验者

（3）表面呈现白薄膜，但去掉薄膜后仍能承受锌层质量检验者

表13-48 C 04-44 F 04-10 各色醇酸 酚醛 半光磁漆组成和特性

C04-44醇酸半光磁漆（HG2-593-74）	F04-10酚醛半光磁漆（HG2-577-74）
用中油度醇酸树脂与颜料和体质颜料研磨后，加入催化剂，并以200号溶剂油或松节油、二甲苯混合溶剂调制而成。 具有柔和的光泽，漆膜坚韧，附着力好，户外耐久性也较好。	用松香改性酚醛树脂、季戊四醇松香脂与聚合干性油炼制后，再与颜料和体质颜料研磨后，加入催干剂，并以200号溶剂油或松节油调制而成。 漆膜坚硬，附着力强，但耐候性较差。

表13-49 C04-44 F04-10 各色醇酸 酚醛 半光磁漆技术要求

项　　目	C04-44醇酸半光磁漆	F04-10酚醛半光磁漆
漆膜颜色及外观	符合标准样板及其色差范围，漆膜平整半光	符合标准样板及其色差范围，漆膜平整半光
粘度（涂-4粘度计）（s）	60～110	70～110
细度（μ）≤	40	40
遮盖力（g/m²）≤	黑色40　灰色55　蓝色80 草绿，军绿，军黄，保护色70 米黄色120	草绿色70　灰色80
干燥时间（h）≤	表干4　　实干15	表干4　　实干18
光　泽（%）	30±10	30±10
硬　度　≤	0.30	0.30
柔韧性（mm）	1	1
冲击强度（J）	4.9	4.9
附着力（级）≤	2	1
耐水性（12h）	不起泡，不脱落，允许漆膜颜色变浅	不起泡，不脱落
耐汽油性（浸于75°航空汽油中8h）	不起泡，不起皱，允许失光（1h内恢复）	

注：适于喷涂，不可刷涂（要形成刷痕），用200号溶剂油或松节油作稀释剂。

表13-50 Q04-2各色硝基外用磁漆 Q01-1硝基清漆 组成和特性

Q04-2各色硝基外用磁漆 (HG2-610-74)	Q01-1硝基清漆 (HG2-608-74)
硝基外用磁漆是由硝化棉、油改性醇酸树脂（或另加适量的三聚氰胺甲醛树脂）、各色颜料、增韧剂和混合溶剂调制而成 漆膜干燥快，平整光亮，耐久性较好	硝基清漆是由硝化棉，油改性醇酸树脂，增韧剂和混合溶剂等调制而成 漆膜干燥快，具有良好的光泽和较好的耐久性

表13-51 Q04-2各色硝基外用磁漆 Q01-1硝基清漆技术要求

项目	Q04-2各色硝基外用磁漆 (HG2-610-74)	Q01-1硝基清漆 (HG2-608-74)
漆膜颜色和外观	符合标准样板及其色差范围，平整光滑	淡黄色透明液体，无显著机械杂质，（铁钴比色计不大于10号）平滑光亮
粘度（涂-4粘度计）（s）	70～200	100～200
固体含量（%）≥	红、黑、深蓝、紫红色34，其他各色38	30
遮盖力（g/m²）≤	黑色20 铝色30 深复色40 浅复色50正蓝、白色60红色80紫红、深蓝色100 柠檬黄色120	—
干燥时间（min）≤	表干10 实干50	表干10 实干50
光泽（%）≥	浅色70 中色70 深色80 铝色不测	—
硬度 ≥	0.5	0.5
柔韧性（mm）≤	3	1
冲击强度 （J）≥	2.9	—
附着力（级）≤	2	—
耐水性（24h）	允许漆膜轻微发白、起泡，在24h内恢复	—
耐汽油性（浸于GB1787-7975# 汽油中24h）	漆膜不起泡，不脱落，但对铝色和红色允许变色	—
磨光性（%）≥	浅色、中色70 深色80 铝色不测	—

表13-52 阔叶树材胶合板分类和性能（摘自 GB738-75 / GB739-75）

Ⅰ类（NQF） 耐气候、耐沸水胶合板	Ⅱ类（NS） 耐水胶合板	Ⅲ类（NC） 耐潮胶合板	Ⅳ类(BNS) 不耐水胶合板
以酚醛树脂胶或其他性能相当的胶合剂胶制 具有耐久、耐煮沸或蒸气处理、耐干热和抗菌等性能，在室外使用	以尿醛树脂胶或其他性能相当胶合剂胶制 能在冷水中浸渍，能经受短时间热水浸渍，具有抗菌性能，但不耐煮沸	以血胶、带有多量填料的尿醛树脂胶或其他性能相当的胶合剂胶制 能耐短期冷水浸泡，适于室内常态下使用	以豆胶或其他性能相当的胶合剂胶制 在室内常态下使用，具有一定的胶合强度

表13-53　阔叶树材普通胶合板技术要求（摘自GB738-75 GB739-75）

公称厚度 (mm)	公差范围 (mm)	胶合格公称长度 (mm)	两对角线长度之差 (mm)	树种	胶合板类别			
					Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
2.5 2.7 3	±0.2	≤1220	4	桦木	胶合强度（MPa）			
3.5～<8	±0.4						14	10
8～<12	±0.6	>1220～1830	5					
12～<16	±0.8	>1830～2135	6	水曲柳、荷木	12		10	
16～<20	±1.0							
≥20	±1.5	>2135	7	椴木、杨木	10		10	

两面修饰的胶合板，其负偏差的绝对值，可按上表增加0.2mm，不修饰的胶合板，其正偏差可增加0.2mm

平均绝对含水率不超过：
Ⅰ、Ⅱ类胶合板……13%
Ⅲ、Ⅳ类胶合板……15%

1.因树种搭配制成的胶合板的胶合强度，应不低于搭配树种中最低的指标
2.血胶胶合板，其胶合强度另行规定

宽度 (mm)	长度 (mm)						检量项目	面板 胶合板等级			背板
	915	1220	1525	1830	2135	2440					
915	915	—	—	1830	2135	—	补条宽度不得超过 (mm)	—	二	三	40
1220	—	1220	—	1830	2135	2440		—	6	12	
1525	—	—	1525	1830	—	—	补条与木板缝隙不得超过（mm）	—	0.2	0.6	1

表13-54　一般用途圆钢钉技术要求（摘自GB349-82）

公称长度 (mm)	钉杆直径（mm）		1000个钢钉重量（kg）		每公斤钢钉数（个）	
	标准型	轻型	标准型	轻型	标准型	轻型
10	1.00	0.90	0.062	0.045	16200	22240
13	1.10	1.00	0.097	0.080	10307	12461
16	1.20	1.10	0.142	0.119	7037	8375
20	1.40	1.20	0.242	0.177	4130	5630
25	1.60	1.40	0.359	0.302	2732	3304
30	1.80	1.60	0.600	0.473	1666	2110
35	2.00	1.80	0.860	0.70	1157	1428
40	2.20	2.00	1.19	0.99	837	1012
45	2.50	2.20	1.73	1.34	577	744
50	2.80	2.50	2.42	1.92	414	520

（续）

公称长度 (mm)	钉杆直径 (mm)		1000个钢钉重量 (kg)		每公斤钢钉数 (个)	
	标准型	轻型	标准型	轻型	标准型	轻型
60	3.10	2.80	3.56	2.90	281	345
70	3.40	3.10	5.00	4.15	200	241
80	3.70	3.40	6.75	5.71	148	175
90	4.10	3.70	9.35	7.63	107	131
100	4.50	4.10	12.5	10.4	80.1	96.5
110	5.00	4.50	17.0	13.7	59.0	72.8
130	5.50	5.00	24.3	20.0	41.2	49.9
150	6.00	5.50	33.3	28.0	30.0	35.7
175	6.50	6.00	45.7	38.9	21.9	25.7
200	—	6.50	—	52.1	—	19.2

注：①经供需双方协议可生产其他尺寸的圆钉。
②圆钉长度允许偏差：10～20±0.8，25～50±1.2，60～200±1.5。

表13-55 沉头木螺钉技术要求（摘自GB100-76）

钉长 L (mm)		螺纹长 L (mm)		钉杆直径 (mm)			
				2.5	3	3.5	4
公称	允差	公称	允差	1000个钢木螺钉重量 (kg≈)			
25	-1.3	17	±1.1	0.752	1.108	1.506	1.924
30		20			1.294	1.806	2.301
35	-1.6	23	±1.3			2.116	2.671
40		26				2.379	3.038
钉头尺寸 (mm)		直径D		$5_{-0.3}$	$6_{-0.3}$	$7_{-0.36}$	$8_{-0.36}$
		高度H		1.4	1.7	2	2.2
		角度		90°±2°			
钉尖角度				60°			

§8 靶场测试用材料技术要求

（1）布朗测速仪用测时杆黄铜管的技术要求见表13-56

（2）镀银铜丝的技术要求见表13-57

（3）测压器油的技术要求见表13-58

（4）7～20mm厚均质靶板的技术要求和射击强度试验见表13-59和13-60

（5）障碍靶用冷轧薄钢板的尺寸和机械性能见表13-61和13-62

（6）75号航空汽油的技术要求见表13-63

（7）枪、炮用润滑脂的技术要求见表13-64

表13-56 布朗测速仪用测时杆黄铜管技术要求（摘自WJ77-66）

技术要求		内管	外管（刻印用）
尺寸(mm)	外径	$13.5^{+0.05}_{-0.15}$	14.3±0.05
	内径	$12^{+0.05}_{-0.15}$	13.6±0.1
	长度	502±0.5	520±0.5
	弯曲度	≤0.2	≤0.3
	两端面与轴线的不垂直度	≤0.25	≤0.25
重量（g）		125±5	66±5
经拉制、低温退火后的极限强度（MPa）		≥333	392～441
表面粗糙度		Ra1.2μm以上（外表面）	Ra1.2μm以上（内外表面）
外观		（1）端面应无毛刺 （2）允许有局部凸凹，允许在距端面30mm以内成喇叭口状，但这些地方的管径不得超过极限尺寸0.05mm	
包装		（1）在铜管表面均匀涂一层防腐油后，用包装纸包裹 （2）每箱装铜管不多于50根	
编批数量		不多于200根	不多于300根

注：黄铜管的材料为H62黄铜（YB448-71）。

表13-57 镀银铜丝技术要求（摘自WJ325-65）

镀银铜丝				
直径	0.20±0.005mm	机械性能	抗拉强度	≥382MPa
	（0.205～0.210mm者，每批卷圈不超过1%）		伸长率	≤3%
镀银质量（允许的缺陷）	（1）银层变色，但仍有金属光泽（按标本） （2）银层凸起或堆积，但直径≤0.210mm （3）局部未镀上银层，沿轴线长度： ≤0.5mm ＞0.5～3mm（在5m长的线段内只有一处） ＞3～10mm（在20m长的线段内只有一处）			

注：①每卷净重约1kg。每批重量不超过100kg。

②每卷镀银铜丝紧密地缠绕在专用线轴上，不得松驰或杂乱。线头之间应相互扭结，不得焊接。用铁筒进行密封或半密封包装。

裸铜丝				
品号	Cu-2（GB466-82）	机械性能	抗拉强度	≥382MPa
状态	不退火		伸长率	≤3%
直径	0.20±0.005mm			

表13-58 测压器油技术要求（摘自WJ75-66）

组成	炮油（SYB1502-56）33%，蜂腊67%		
用途	防止测压器烧蚀和漏气。使用温度：－40～50℃		
外观质量	均匀一致。无腊类夹层或机械杂质		
配制	（1）将炮油与蜂腊加热到130～140℃（不得超过160℃），混合均匀，并除尽水分，过滤后凝固时，油层厚度应不大于20mm （2）以一次溶化的油编为一批，重量不超过50kg		
理化指标	项目	指标	测定方法
	滴点	60～67℃	SYB2702-62
	针入度（20℃）	45～65	SYB2801-62
	运动粘度（80℃）	≤17mm²/s	SYB2607-62
	酸值	2.7～16mgKOH/g	SYB2707-66
	灰分	≤0.8%	SYB2703-66
	水分	无	SYB2613-59
	反应	中性或弱碱性	SYB2711-56
包装	用包装纸包好后装入金属盒，每盒装2.5kg。盒外贴以标签		

表13-59　7～20mm厚均质靶板技术要求（摘自WJ523-66）

靶板公称厚度 (mm)		7	10.3	15	20
靶板尺寸 (mm)	厚	$7^{+0.6}$	$10.3^{+0.6}$	$15^{+0.75}$	20^{+1}
	长×宽	$1000\pm10\times1000\pm10$			
翘曲度		≤5 mm/m （任意方向）			
表面质量		不允许有裂纹和折叠。允许有深度在厚度公差内的结疤（不超过该批数量10%）。深度超过厚度公差但不超过公称厚度8%的疵病，总面积不得超过50cm²（用标记圈出）			
硬度(布氏压痕直径,mm)		2.70～3.00	2.75～3.05	2.80～3.10	2.80～3.10
射击强度	穿甲燃烧弹	WO104A (56式7.62)	WO109 (53式7.62)	WO219 (54式12.7)	WO219 (54式12.7)
	不击穿速度 (m/s) 平均$\bar{v}_{25}$	520 ± 5	630 ± 5	425 ± 5	580 ± 5
	不击穿速度 (m/s) 差值Δv_{25}	≤30	≤30	≤25	≤25
	击穿速度 (m/s) 平均$\bar{v}_{25}$	670 ± 5	780 ± 5	580 ± 5	770 ± 5
	击穿速度 (m/s) 差值Δv_{25}	≤30	≤30	≤25	≤25
板胚公称厚度 (mm) (WJ522-66)		7	10.5	15	20
板胚尺寸 (mm)	厚	$7^{+1.00}_{+0.40}$	$10.5^{+0.70}_{+0.00}$	$15^{+1.05}_{+0.30}$	$20^{+1.30}_{+0.30}$
	长×宽	$1000+50\times1000+50$			
化学成分(%)		碳0.23～0.29 硅1.20～1.60 硫≤0.030 锰1.20～1.60 钼0.15～0.25 磷≤0.035			

注：①靶板厚度在每边中间距边60～70mm处测量。允许有一边厚度超过公差0.2mm

②板胚厚度以每边中间距边60～100mm处测量的四点平均值为准。四点中允许有一点超过公差0.2mm

③硬度在每角距两边各60～150mm处测量。各点硬度之差不大于布氏印痕直径0.15mm

表13-60　7～20mm厚均质靶板射击强度试验

靶板			7	10.3	15	20
射击条件	靶距（m）		200	200	100	100
	靶板固定状态		垂直	垂直	后倾C20°	后倾20°
	使用枪械		56式7.62mm半自动步枪	53式7.62mm测速枪	54式12.7mm高射机枪	54式12.7mm高射机枪
	穿甲燃烧弹		WO104A（56式7.62）	WO109（53式7.62）	WO219（54式12.7）	WO219（54式12.7）
	枪弹温度（℃）		20±2	20±2	20±2	20±2
射击规范	先行测速		每天开始，先行测速（每种速度各测5发），符合规定后，再正式射击鉴定靶板（单发射击）			
	调整靶距		如$\bar{v}_{25}$的偏差＞±5m/s，但≤±10m/s，允许调整靶距：7.62枪弹±1m/s，调整±1.4m；12.7枪弹±1m/s，调整±2.43m			
	每块靶板射击发数	不击穿	5	5	3	3
		击穿	5	5	2	2
	无效弹补射		未击中靶板；击中靶架或紧固架；弹着点边缘与靶板边缘、与超过厚度公差的疵病区域边缘或与其他弹着点边缘相距小于10mm者；横弹；均为无效，进行补射			
射击强度的评定	不击穿强度的合格特征		靶板正面有陷痕，背面形成小鼓子状或有不同程度的凸起，甚至有径向撕裂或明显的裂缝，但不透光或钢心尖部不穿出者			
	击穿强度的合格特征		靶板上形成前后基本一致的透孔，背后崩落最大直径小于四倍弹径者。（对于厚15mm和20mm的靶板，在穿孔中卡有除钢心弧形部外的局部钢心或破片，仍为击穿）			

注：①使用的枪械和枪弹应有合格证，符合规定要求。

②枪弹的保温和测速方法，按“轻武器弹道试验法”规定。

③弹着点应均匀分布。

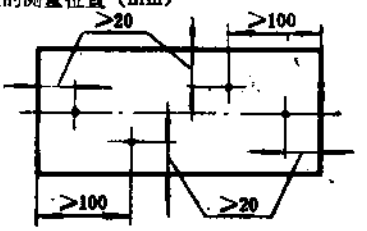
④射击鉴定不合格的靶板，允许重新淬火不超过两次（回火次数不限）。

表13-61　障碍靶用冷轧薄钢板尺寸（摘自GB708-65）

厚度（mm）	宽度（mm）											
	500	600	710	750	800	850	900	1000	1100	1250	1400	1500
	长度（mm）											
1.0	1000	1200	1420	1500	1500	1500	1500	—	—	—	2800	2800
1.1	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2000	3000	3000
	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	—	2200	2500	3500	3500

厚度允差（mm）			宽度允差（mm）		长度允差（mm）	
厚度	A 高级精度	B 较高精度	宽度 ≤800	宽度 >800	长度 ≤1500	长度 >1500
1.0	±0.07	±0.09	+6	+10	+10	+15
1.1					经平整的钢板 +30	

厚度的测量位置（mm）



（各顶角和各边的每一测量均需符合要求）

注：①枪弹燃烧试验用障碍靶的钢板翘曲度，要求不大于5mm（专门协议）。

②钢板按理论重量交货时，比重采用7.85。

表13-62 障碍靶用冷轧薄钢板机械性能(摘自GB699-65)

钢号	热处理类型	截面尺寸 (mm)	机械性能 抗拉强度 σb (MPa)	机械性能 屈服点 σs (MPa)	机械性能 伸长率 σ_5 (%)	机械性能 收缩率 Ψ (%)	硬度 (HB)
15	退火	25	373	226	27	55	≤143

表13-63 75号航空汽油 (RH-75) 技术要求 (摘自GB1787-79)

项目		指标	试验方法
四乙基铅含量 (g/kg)		无	GB381-64
辛烷值		≥75	GB503-65
馏程温度(℃)	初沸点	≥40	GB255-77
	10%	≤80	
	50%	≤105	
	90%	≤145	
	97.5%	≤180	
残留	残留量及损失度 (%)	≤2.5	
	残留量 (%)	≤1.5	
饱和蒸汽压 (mmHg)		200～360	GB257-64
酸度 (mgKOH/100ml)		≤1	GB258-77
结晶点 (℃)		≤－60	SY2004-66
碘值 (g/100ml)		≤12	SY2114-62
实际胶质 (mg/100ml)		≤3	GB509-77
硫含量 (%)		≤0.05	GB380-77
腐蚀 (铜片，50℃，3h)		合格	GB378-64
水溶性酸或碱		无	GB259-77
机械杂质和水分		无	GB511-77
透明度		透明	目测
颜色		水白	目测

表13-64 枪用/炮用润滑脂技术要求（摘自SYB1501-56, SYB1502-56）

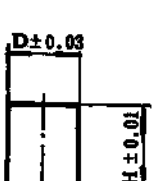
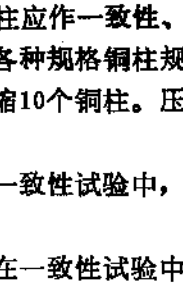
项目		指标		试验方法
		枪用润滑脂	炮用润滑脂	
用途		润滑机件，在短期内保护金属表面不被腐蚀	夏季涂抹重武器各机件。保护其他无防蚀覆盖物的军械物品金属表面不被腐蚀	——
配方（重量%）	11号汽缸油（HG-11,GB448-64）	97.5～98	35～25	——
	石油脂（SYB1610-60S）	——	60～75	
	提纯地腊（SYB1605-60S）	2.5～2	5～0	
	工业苛性钠（火碱）	0.02	0.02	
外观		浅至深褐色，透明而无油层	浅至深褐色的膏状物	目测
滴点（℃）		——	≥50	GB270-80
腐蚀（100℃，3h）		合格（对于钢片）	合格（对于钢片和铜片）	SYB2710-66
防护性能（铜片，50℃，30h）		——	合格	SYB2712-59
保持能力（24h）（mg/cm²）		20℃以下，≥1.5	60℃以下，≥0.6	SYB2713-59
运动粘度（mm²/s）		50℃时，≥650 100℃时，≥100	60℃时，≥400	GB265-77
反应		中性或弱碱性	中性或弱碱性	SYB2711-56
酸值（mgKOH/g）		≤0.35	≤0.3	GB264-77
机械杂质（不许有砂或其他摩擦物）（%）		≤0.05	≤0.07	GB511-77
水分		无	无	SYB2714-56
灰分（%）		≤0.05	≤0.07	SY2703-66

§9 测压铜柱技术要求

（1）每批铜柱应用同一批铜线（WJ71-76，铜含量不少于99.97%，不退火状态的抗拉强度为324～363MPa）和同一工艺过程进行制造。

（2）铜柱规格及其尺寸和外观要求列于表13-65。

表13-65　铜柱规格及其尺寸和外观要求

铜柱规格		铜柱尺寸		铜柱外观
直径φ×高度H (mm)	形状			
3×4.9	柱形		（1）同一批铜柱内，各个铜柱的直径相差应不大于0.02mm （2）铜柱两端面应与轴线垂直。如两端面系平行倾斜于轴线，则其倾斜偏差应不大于0.04mm，如两端不是平行倾斜，则其最大高度应在高度公差范围内，而其最小高度允许超出公差范围0.02mm （3）每个预压后的铜柱高度，其最大与最小之差应不大于0.03mm	（1）表面粗糙度应不大于Ra 1.6μm （2）表面不应有裂纹、气泡、氧化皮以及加工形成的堆积物和毛刺 （3）允许表面上有亮点和斑痕，以及有不多于3处的深度不超过0.03mm的凹痕
4×6.5				
5×8.1				
6×9.8				
8×13				
10×15				
5×8.1	锥形			
6×9.8				
8×13				

（3）每批铜柱应作一致性、坚强性和表面强度的压缩试验*：

一致性——按各种规格铜柱规定的负荷范围和负荷间隔，由低到高在压力机上进行压缩。每一个负荷压缩10个铜柱。压缩后的每个铜柱高度与10个铜柱平均高度之差应不超过允许偏差范围。

坚强性——在一致性试验中，在某一规定的负荷值下，压缩后的铜柱高度应在规定的高度范围内。

表面强度——在一致性试验中，同时检查压缩后的铜柱表面应不起皮或出现裂纹。

（4）每批铜柱的精密测验和编制压力换算表根据订货要求的测压范围和测压器活塞面积，对每批铜柱作精密测验（见表13-66），并据以编制压力换算表（测验方法同上述压缩试验）。

（5）铜柱的预压

按订货要求的预压值进行预压，预压后的铜柱高度应符合精密测验表中相应的允许偏差规定，而每个铜柱高度的最大与最小之差应不大于0.03mm。预压后的铜柱外观仍应符合要求。

---

*：①压缩前，铜柱应在18～22℃范围内保温不少于4h（温度变化不超过±2℃）。压缩时，室温变化不超过±1℃。

②在压力机上保压时间：φ3×4.9和φ4×6.5柱形铜柱—10s；其他规格的铜柱—30s。

③上述压缩试验可在编制压力换算表的精密测验过程中结合进行。

④其余规定按WJ72-67。

表13-66 铜 柱 精 密 测 验

铜柱规格 (mm)		测压器活塞面积 (cm²)	精密测验*压力范围 (kgf/cm²)	柱形铜柱的精密测验间隔压力值 (kgf/cm²) 或锥形铜柱的精密测验负荷值(kgf)	压缩后的每个铜柱高度与10个铜柱平均高度的允许偏差 (mm)
柱形	φ3×4.9	0.2	400～2200	间隔 200 kgf/cm²	±0.03
	φ4×6.5	0.2	1900～3900	〃 200 〃	±0.03
	φ5×8.1	0.2	4000～5000	〃 200 〃	±0.04
		0.5	600～1600	〃 200 〃	±0.04
	φ6×9.8	0.5	1600～3600	〃 200 〃	±0.05
	φ8×13	0.5	4000～6000	〃 200 〃	±0.06
		1.0	1400～3800	〃 200 〃	±0.06
	φ10×15	1.0	3000～4000	〃 200 〃	±0.06
锥形	φ5×8.1	0.2	100～4000	20,40,60,80,100,150,200,250,300,400,500,600,700,800kgf	±0.05
	φ6×9.8	1.0	20～1600	20,40,60,80,100,150,200,250,300,400,500,600,700,800,900,1000,1200,1400,1600kgf	±0.06
	φ8×13	0.5	40～4000	20,40,60,80,100,150,200,250,300,400,500,600,700,800,900,1000,1200,1400,1600,1800,2000kgf	±0.07
		1.0	20～2000	20,40,60,80,100,150,200,250,300,400,500,600,700,800,900,1000,1200,1400,1600,1800,2000kgf	±0.07

*：①表中精密测验范围可在满足订货方使用要求的条件下适当缩小。

②编制的压力换算表应检验其编制质量。检验方法是在换算表上的负荷内选定若干负荷（不多于3个），每个负荷压缩10个铜柱（用同一批未经预压的铜柱）。每个铜柱压缩后的高度与换算表内相同负荷所示的高度之差应不超过精密测验表中相应允许偏差的±0.01mm。否则，该批铜柱应重新作精密测验和编制压力换算表。检验时的室内温度差应不超过±1℃。

③上述压力换算表中的压力系静压值，它比实际测压的压力（动压值）约低4～20%（由于测压器活塞的惯性和铜柱的粘滞性等影响）。

注：轻武器测压用铜柱采用一次预压法。预压值可参考下列规则进行选择：

最低压力值（kgf/cm²）	预压值比最低压力值低（kgf/cm²）
＞1000	200～300
300～1000	100～200
150～300	80
50～150	30
＜50	0
新产品的估计值	300～400

（6）铜柱的批量见表13-67

表13-67 铜 柱 的 批 量

铜柱规格（mm）		铜柱批量（个）（不少于）	注
柱形	φ3×4.9	5000	经订货方同意，铜柱批量可少于表中规定
	φ4×6.5		
	φ5×8.1		
	φ6×9.8	3000	
	φ8×13	2000	
	φ10×15	1500	
锥形	φ5×8.1	2000	
	φ6×9.8		
	φ8×13		

（7）铜柱的包装

经验收合格的铜柱，用包装纸包好，装在纸盒内。每盒装100个铜柱。盒内附放压力换算表和合格证。盒外封贴标签（标明有关内容）。装好的纸盒再集中装入包装箱。

第十四章　枪弹质量指标和材料利用指标

§1　枪弹质量指标*

（1）枪弹产品一次交验合格率见表14-1；

（2）单一枪弹产品的综合良品率见表14-2；

（3）几种枪弹产品的综合良品率见表14-3。

表14-1　枪弹产品一次交验合格率

意　义	反映报告期内某单一枪弹产品向验收部门一次交验合格的产品质量指标
计算	产品一次交验合格率 = $\frac{\text{第一次检验合格的产品总数}}{\text{第一次交验的产品总数}} \times 100\%$ 注：① 第一次检验合格系指按技术条件规定进行检验（包括技术条件规定的复验和补验），一次完全合格，不退修，不返检 ② 子项和母项不包括已作第一次交验但尚未检验完毕或尚无结论的产品数，也不包括已经统计过的退修后重新交验和检验的产品数 ③ 单批交验和检验的产品，子项和母项均按该批最后验收的产品数量进行统计。多批组合作代表性检验的产品以及间批检验的产品，其统计方法按技术条件或专门协议规定

表14-2　单一枪弹产品综合良品率

意　义	反映报告期内某单一枪弹产品在生产过程中的工作质量指标
计算公式	（1）工序良品率 = $\frac{\text{合格品数}}{\text{合格品数} + \text{废品数（工废 + 料废 + 上道废）}} \times 100\%$ （2）零件良品率 = 各工序良品率的连乘积（工序$_1$良品率 × 工序$_2$良品率 × ……） （3）部件（或装配）良品率 =〔零（部）件$_1$良品率 × C_1 + 零（部）件$_2$良品率 × C_2 + ……〕× 装配以后的各工序良品率的连乘积 （4）单一枪弹产品综合良品率 =〔零（部）件$_1$良品率 × C_1 + 零（部）件$_2$良品率 × C_2 + ……〕× 部件（或装配）良品率 注：① C_1、C_2…为结构系数，按所组成的各零、部件不变价格所占的比重折算 ② 计算精确到小数后四位，最后取小数后两位
举例（普通弹）	弹壳良品率 = 弹壳各工序良品率的连乘积 弹头良品率 =〔(弹头壳良品率 × 0.4) + (钢心良品率 × 0.3) + (钢心压入铅套良品率 × 0.3)〕× 弹头合装后的各工序良品率的连乘积 成弹装配良品率 =〔(上底火工序良品率 × 装药工序弹壳良品率) × 0.56 + 装药工序弹头良品率 × 0.44〕× 装药以后的各工序良品率连乘积 普通弹的综合良品率 =〔(弹壳良品率 × 0.54) + (弹头良品率 × 0.46)〕× 成弹装配良品率

* 根据（76）五机计字第925号文摘编

表14-3　几种枪弹产品综合良品率

意　义	反映报告期内全厂各种枪弹产品综合性的工作质量指标				
计算公式	几种枪弹产品的综合良品率 $=\frac{\text{产品}_1\text{的（产值}\times\text{良品率）}+\text{产品}_2\text{的（产值}\times\text{良品率）}+\cdots\cdots}{\text{产品}_1\text{的产值}+\text{产品}_2\text{的产值}+\cdots\cdots}\times 100\%$ 注：①式中的产值＝（已验收的）产量×（该产品的）不变价格 ②各种枪弹的不变价格，由部给定				
举例	产　品	当月产量（万发）	不变价格（元/万发）	当月产值（万元）	当月良品率%
	56式7.62mm普通弹	30	1000	3	90
	56式7.62mm穿燃弹	10	1800	1.8	92
	53式7.62mm普通弹	20	1100	2.2	91
	当月这三种枪弹的综合良品率 $=\frac{(3\times 90+1.8\times 92+2.2\times 91)\%}{3+1.8+2.2}\times 100\%$ $=\frac{6.358\text{（万元）}}{7\text{（万元）}}\times 100\%=90.83\%$				

§2　枪弹材料利用指标

枪弹材料利用指标是在现行工艺条件下枪弹及其零、部件和包装所用各种主要材料的利用指标，包括成材率、得率、损耗率、下料率、利用率等，根据具体情况选用。

指标的计算方法，主要采用一些工厂实际应用的计算公式，不尽完善。计算指标的数据，一般均以实测为主。其中有些数据，例如单件的毛重和净重，各种工艺损耗的重量损失等，采取实测的平均值；有些数据，例如铁匣各零件的下料面积，木箱各断料箱板的体积等，可以实测，也可以按产品图公称尺寸进行计算。总之，力求准确，切合实际。

此外，对于产生的废品、修品和试消品等，都应包括在总数或总重内计算，不要剔除。

枪弹及其零、部件和包装所用各种主要材料的利用指标包括：

（1）各种钢条利用指标见表14-4；

（2）各种片材利用指标见表14-5；

（3）各种铅条利用指标见表14-6；

（4）各种药剂利用指标见表14-7；

（5）镀锌薄钢板利用指标见表14-8；

（6）木材利用指标见表14-9。

表14-4 各种钢条利用指标

指标	计算公式	注
冷拉成材率	$\frac{\text{冷拉后钢条总重}}{\text{投入冷拉前钢条总重}}\times 100\%$	冷拉前钢条需经去锈处理
钢条下料率	$\frac{\text{下料件总重}}{\text{投入冷拉后钢条总重}}\times 100\%$， 或：$\frac{\text{冷拉后钢条总重}-(\text{料头}+\text{料尾})\text{的总重}}{\text{投入冷拉后钢条总重}}\times 100\%$	
零件工艺损耗率	$\frac{\text{下料件单件毛重}-\text{零件单件净重}}{\text{下料件单件毛重}}\times 100\%$ 或：该零件各工序的"(1－工序工艺损耗率)"的连乘积	工序工艺损耗率为该工序加工前、后的重量损失率
钢条利用率	$\frac{\text{零件总重（=单件净重×件数）}}{\text{投入冷拉后钢条总重}}\times 100\%$ 或：钢条下料率×(1－零件工艺损耗率)	
钢条工艺定额（kg/万粒）	$\frac{\text{零件单件净重}\times 10000}{\text{钢条利用率}}$ 或 $\frac{\text{零件单件净重}\times 10000}{\text{钢条下料率}\ (1-\text{零件工艺损耗率})}$	零件系指钢壳或钢心等

表14-5 各种片材利用指标

指标	计算公式	注
熔铸工艺损耗率	$\frac{\text{配料总重}-\text{铸锭总重}-\text{回收总重}}{\text{配料总重}}\times 100\%$	①适用于铜片和锡片 ②回收总重包括熔铸的"底水"以及可收集的金属渣屑等 ③熔铸工艺损耗包括火耗以及不可收集的金属渣屑等重量损失
轧制工艺损耗率	$\frac{\text{工艺重量损失总和}}{\text{投入铸锭或包扎件（扁钢+铜片）总重}}\times 100\%$ 或：各轧制工序的"(1－工序工艺损耗率)"的连乘积	工序工艺损耗率为该轧制工序加工前、后的重量损失率
轧制成材率	$\frac{\text{片材总重}}{\text{投入铸锭或包扎件总重}}\times 100\%$	
片材下料率	$\frac{\text{下料件总重}}{\text{投入成品片总重}}\times 100\%$ 或 $\frac{\text{投入成品片总重}-\text{边料总重}}{\text{投入成品片总重}}\times 100\%$	对于锡箔片的投入成品片总重也等于单张锡箔片重乘以下料张数
零件工艺损耗率	$\frac{\text{下料件单件毛重}-\text{零件单件净重}}{\text{下料件单件毛重}}\times 100\%$ 或：该零件各工序的"(1－工序工艺损耗率)"的连乘积	工序工艺损耗率为该工序加工前、后的重量损失率
片材利用率	$\frac{\text{零件总重（=单件净重×件数）}}{\text{投入成品片总重}}\times 100\%$ 或：片材下料率×(1－零件工艺损耗率)	对于锡箔片，利用率等于下料率
片材工艺定额（kg/万粒）	$\frac{\text{零件单件净重}\times 10000}{\text{片材利用率}}$ 或 $\frac{\text{零件单件净重}\times 10000}{\text{片材下料率}\times(1-\text{零件工艺损耗率})}$	零件系指覆铜钢壳、弹头壳、底火壳或锡圆盖片等

表14-6 各种铅条利用指标

指标	计算公式	注
熔铸工艺损耗率	$\frac{\text{配料总重}-\text{铅条总重}-\text{回收总重}}{\text{配料总重}}\times 100\%$	熔铸工艺损耗包括火耗以及不可收集的金属渣屑等重量损失
熔压铅条得率	$\frac{\text{铅条总重}}{\text{配料总重}}\times 100\%$	适用于熔压铅条
车挤铅条得率	$\frac{\text{铅条总重}}{\text{投入铅锭总重}}\times 100\%$	适用于车挤铅条
铅条利用率	$\frac{\text{零件总重}(=\text{单件净重}\times\text{件数})}{\text{投入铅条总重}}\times 100\%$	铅条利用率也等于铅条下料率
铅条工艺定额 (kg/万粒)	$\frac{\text{零件净重}\times 10000}{\text{铅条利用率}}$	零件系指铅套、铅心或铅豌等

表14-7 各种药剂利用指标

指标	计算公式	注
雷汞得率	$\frac{\text{制成干雷汞总重}}{\text{投入汞总重}}\times 100\%$	适用于含雷汞击发药
药剂利用率	$\frac{\text{单件装药重量}\times\text{件数}}{\text{投药总重}}\times 100\%$ 或：$\frac{\text{投药总重}-\text{废药总重}}{\text{投药总重}}\times 100\%$	① 适用于击发药、燃烧剂、曳光剂等药剂 ② 单件装药重量按工艺规定的平均装药量计算
发射药损耗 (kg/万粒)	装药工序装成10000发枪弹的——“实际用药重量－该批发射药的规定装药量”	可回收装用的发射药不包括在实际用药重量之内
药剂工艺定额 (kg/万粒)	按工艺规定的单件平均装药量×10000	适用于击发药、燃烧剂、曳光剂等药剂
	按该批发射药的规定装药量×10000	适用于发射药

表14-8 镀锌薄钢板利用指标

指标	计算公式	注
钢板下料率	$\frac{\text{铁匣各零件的“下料面积”总和}}{\text{投料总面积}}\times 100\%$ 或：$\frac{\text{铁匣各零件的“单件毛重×下料件数”总和}}{\text{单张净重×投料张数}}\times 100\%$	① 各零件的件数、重量和面积均按组成铁匣的配套数统计计算 ② 铁匣净重包括匣体和匣盖，但不包括焊料和涂料 ③ 制造弹夹用的钢带或铜带，同样适用
铁匣工艺损耗率	$\frac{\text{铁匣各零件的“边料重”总和}}{\text{铁匣各零件的“下料毛重”总和}}\times 100\%$	
钢板利用率	$\frac{\text{铁匣净重×匣数}}{\text{投入钢板总重}}\times 100\%$	
钢板工艺定额（单个铁匣需用钢板重量）(kg/个)	$\frac{\text{铁匣净重}}{\text{钢板利用率}}$	

表14-9 木材利用指标

指标	计算公式	注
原木成材率	$\frac{\text{板材}\ (m^3)}{\text{投入原木}\ (m^3)}\times 100\%$	各断料箱板按组成木箱的配套数统计计算
板材断料率	$\frac{\text{单个木箱的各断料箱板的立方米之和×箱数}}{\text{投入板材}\ (m^3)}\times 100\%$	
原木利用率	原木成材率×板材断料率	
原木工艺定额（单个木箱需用原木）（m^3/个）	$\frac{\text{单个木箱的各断料箱板的立方米之和}}{\text{原木利用率}}$	

§3 零、部件和装配的试消率

零、部件和装配的试消率系按弹头、弹壳或枪弹装配的工艺规定分别作近似计算：

$$\text{各工序的“}\frac{\text{试消数}}{\text{投料数}}\times 100\%\text{”之和}$$

式中试消数只按工艺规定的正常试消计算。

1.2 精度要求见附表1-2

1.3 曳光弹曳光性能要求见表附1-3

1.4 弹头破裂要求见附表1-4

1.4 装配质量和射击功能要求见附表1-5

1.5 射击疵病要求见附表1-6

1.6 枪弹批接收试验项目和数量见附表1-7

1.7 枪弹批接收试验的接收质量水平见附表1-8

1.8 尺寸疵病分级见附表1-9

1.9 外观疵病分级见附表1-10

1.10 标准弹弹道性能鉴定要求见附表1-11

§2 美国5.56mm枪弹用底火接收试验技术要求（摘要）见附表1-12

§3 美国5.56mm枪弹用发射药射击试验技术要求（摘要）见附表1-13

§4 美国7.62mmNATO 枪弹用首批发射药气候贮存和腐蚀枪管试验（摘要）见附表1-14

§5 美国5.56mmM16/M16A1自动步枪技术要求（摘要）见附表1-15和1-16

附表1-2 5.56mm枪弹精度

	枪弹	射距 (m)	平均散布半径 $\overline{MR}$ (cm)
指标	M193普通弹	183 (相当200)	≤5.1 (≤5.6)
	M196曳光弹	183 (相当200)	≤12.7 (≤13.9)
试验方法（摘要）	（1）每批枪弹共射9靶(初试)或18靶(复试)每靶10发。分用3支枪(或2支枪）固定在枪架上作单发射击。 （2）测量与计算每靶的散布半径MR时，先求该靶的平均弹着点C，C的坐标为： $\bar{x}=\frac{\Sigma x}{10}$，　$\bar{y}=\frac{\Sigma y}{10}$ 再量每个弹孔中心到C的距离R，即可求得每靶的MR和所射n靶的$\overline{MR}$， $MR=\frac{\Sigma R}{10}$，$\overline{MR}=\frac{\Sigma MR}{n}$ 式中：n=9（初试）或n=18（复试）		

附表1-3　5.56mmM196曳光弹曳光性能

指标	（1）光程：起点≤68m 终点≥457m （2）曳光率≥80%
试验方法	（1）用5.56M16或M16A1自动步枪于夜晚作单发射击，每批枪弹射击100发 （2）在平行于射面的一条线上，在枪位处、68m处和457m处各设观察点，以视线垂直于射面，进行观察与统计

附表1-4　5.56mm枪弹弹头破裂

指　标	对于M193、M196应无弹头破裂或零件脱落疵病	
试验装置	在距枪口15m处设垂直纸靶（1.5×1.5m）	
射击方法	用5.56mmM16或M16A1自动步枪，对正纸靶中心作全自动射击一匣弹和半自动射击一匣弹，交替进行。每射击一匣弹，检查纸靶。每批枪弹射击100发	
评定方法	M193　普通弹	M196　曳光弹
	根据纸靶上缺少的穿孔数和出现不规则形状的穿孔（不同于弹头偏航所产生的穿孔）进行评定	根据下列两个同时并存条件进行评定 （1）起终点观察者记录为“瞎光”（无光或无飞行声音） （2）枪位观察者察觉有爆音和发现有亮闪光，或在纸靶上未出现穿孔或出现不规则形状的穿孔（不同于弹头偏航所产生的穿孔）

附表1-5　5.56mm枪弹装配质量和*射击功能

项目		技术要求					试验方法（摘要）
		普通弹	曳光弹	标准弹	高压弹	空包弹	
拔弹力（kgf）		≥16	≥16	≥16	≥16	—	拔弹时，夹头运动速率应为76～152mm/min
弹壳硬度		符合图规定值 附1-1		—	—	—	底部剖面按单个硬度值，壁部侧面按平均硬度值
弹头底部密封性		—	缓慢漏气者应不超过附表1-8的规定	—	—	—	弹头浸入水中，在压力差0.014MPa下，保持5s，在同一时间只有1个气泡通过水面者为缓慢漏气
残余应力		弹壳应不出现裂缝					在1%硝酸亚汞溶液中保持15min
防水性	压力差（MPa）	0.052	0.052	0.052	0.052	0.014	枪弹浸入水中，在同一时间只有1个气泡通过水面者为缓慢漏气，在同一时间有多于1个气泡通过水面者为快速漏气
	保持时间（s）	30	30	30	15	15	
	要求	缓慢漏气者应不超过规定（见附表1-8）					
射击功能		射击功能应正常，射击疵病不应超过规定（见附表1-3）					（1）普通弹、曳光弹和空包弹，用两支枪各射一半弹数，并同时测连发射速 （2）标准弹和高压弹结合测速、测压进行试验
击穿纸幕		—	—	—	—	不应击穿纸幕	在距枪口4.6m处立一纸幕，将枪支撑在枪架上或作抵肩或夹持状态，对正纸幕中心进行射击
枪口焰或闪光		—	—	—	—	在距枪口91m处应可见到枪口焰或闪光	在黑暗条件下，将枪装在枪架上，每隔1分钟射击1发

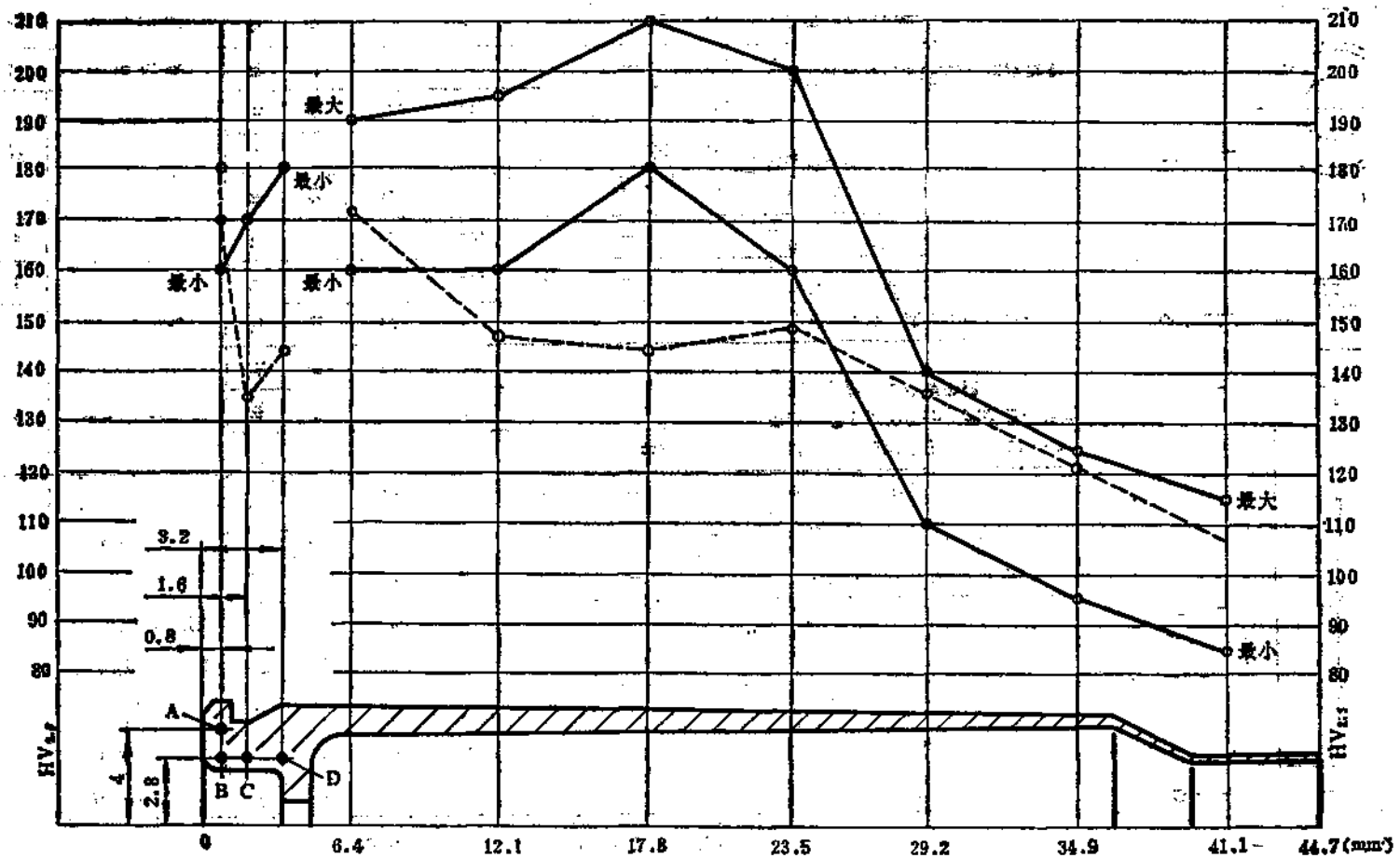
（续）

项　　目	技　术　要　求					试　验　方　法　（摘要）
	普通弹	曳光弹	标准弹	高压弹	空包弹	
噪音度	—	—	—	—	应不低于100dB	将噪音度计显器装在射击室外，传声筒放在射击室内。先射击普通弹，每次连发射击一匣弹，调整传声筒位置，直至实弹的噪音度为120～130dB为止，然后，射击空包弹，测其噪音度
残渣污染	聚集的残渣不应使枪的射击功能失常				最后的连发射速应不超过800发/min，且不低于开始的连发射速的15%	试验前将全枪各部位擦拭干净。在整个试验中，不允许清洁或润滑枪管和枪的其他零件 射击空包弹时，还应测开始和最后的连发射速

* 各项射击试验均用5.56mmM16或M16A1自动步枪；射击空包弹时，还应装空包弹射击装置。

附表1-6　5.56mm枪弹射击疵病●

射　击　疵　病			初验允许数（初、复验合计允许数）					
			普通弹	曳光弹	标准弹	高压弹	空包弹	底　火
弹头留膛			0(—)	0(—)	0(—)	0(—)		
瞎火	无传火孔		0(—)	0(—)	1(—)	1(2)	3(8)	
	属于枪弹或底火的其他原因		1(2)	1(2)				0(1)
底火疵病	哑火（功能不完全）							0(1)
	底火底部裂缝或破裂							0(1)
	底火击穿（在击窝内）		0(—)	0(—)	2(—)			0(1)
	底火漏烟（不在击窝内）		1(2)	1(2)	1(—)			
	底火周围漏烟	超过和不超过$\frac{1}{2}$圆周长的总数	44(105)	46(107)			12(32)	
		其中达到和超过$\frac{1}{2}$圆周长的	14(30)	14(31)	6(—)			
	底火松动，但仍留在底火室内		1(2)	1(2)	3(—)			
	底火吹落（由于底火室胀大变形）		0(1)	0(1)	0(—)	0(1)	0(1)	
	底火脱落		0(1)	0(1)	0(—)	3(7)		



注：①底部剖面A，B，C，D各点系单个弹壳的最小硬度值。 ②图中虚线所示的硬度值为某一“底火吹落”的弹壳硬度值，同时附列，以资参考

附图1-1 5.56mm枪弹黄铜弹壳硬度

附表1-8　5.56mm枪弹批接收试验的接收质量水平

序号	项目		试样 抽次	试样 发数	普通弹 合格数	普通弹 不合格数	曳光弹 合格数	曳光弹 不合格数	标准弹 合格数	标准弹 不合格数	高压弹 合格数	高压弹 不合格数	空包弹 合格数	空包弹 不合格数	注
1	外观和尺寸		AQL	重疵病	0.25%		0.25%		0.25%		0.25%		0.65%		①疵病分级参见附表1-9 附表1-10 ②其他按MIL-STD-105
				轻疵病	1.50%		1.50%		1.50%		1.50%		2.50%		
2	弹壳硬度	底部剖面	一	10	0	1	0	1	—		—		—		参见附图1-1
		壁部侧面	一	10	如不合格		如不合格								
			二	20	应合格		应合格								
3	拔弹力		一	25	0	2	0	2	0	2	0	2	—		
			二	50	1	2	1	2	1	2	1	2			
4	弹头底部密封性		一	25	—		3	7	—		—		—		
			二	50			6	7							
5	残余应力		一	50	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	
			二	100	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
6	防水性		一	50	3	10	3	10	3	10	2	6	4	9	空包弹试样数：一次20、二次40
			二	100	9	10	9	10	9	10	5	6	8	9	
7	击穿纸幕		一	200	—		—		—		—		3	8	
			二	400									7	8	
8	初速（标、高、低温）		一	60	如不合格		如不合格		(300) 应合格		—		—		① 普通弹和曳光弹按温度条件分别复验 ② 标准弹只测试标温的初速
			二	加倍	应合格		应合格		—						
9	膛压（标、高、低温）		一	60	如不合格		如不合格		(300) 应合格		(25) 如不合格		—		① 普通弹和曳光弹按温度条件分别复验。 ② 标准弹和高压弹只测试标温的膛压
			二	加倍	应合格		应合格		—		(60) 应合格				
10	精度		一	90	如不合格		如不合格		—		—		—		每靶10发
			二	180	应合格		应合格								

（续）

序号	项目	试样 抽次	试样 发数	普通弹 合格数	普通弹 不合格数	曳光弹 合格数	曳光弹 不合格数	标准弹 合格数	标准弹 不合格数	高压弹 合格数	高压弹 不合格数	空包弹 合格数	空包弹 不合格数	注
11	射击功能（常、高、低温）	一	1440	如不合格		如不合格		（结合测速、测压）应合格		（结合测压）如不合格		（640）如不合格		（1）不予复验的射击疵病按各该枪弹规定 （2）高压弹复验射击功能时，不测压
		二	2880	应合格		应合格		—		应合格		（1280）应合格		
12	曳光	一	100	—		应合格		—		—		—		
13	弹头破裂	一	100	如有出现		1	4	—		—		—		曳光弹复验时另换一支枪
		二	200	不再出现		3	4							
14	射速	一	按序号11	（参考）		（参考）		—				如不合格		结合射击功能试验，只测连发射速
		二	加倍	—		—						应合格		

附表1-9 5.56枪弹尺寸疵病分级●

序号	尺寸疵病		疵病分级 普通弹曳光弹	标准弹	高压弹	空包弹
1	枪弹全长不合格		重	重	重	轻
2	枪弹全形不合格（需4.5kg以上的静重才能进入全形规）		重	重	重	重
3	斜肩高度不合格		重	重	重	重
4	枪弹重量不合格	装药量轻于规定，超过0.65g	致命	重	重	—
		装药量重于规定，超过0.65g	重	—	—	
5	底缘厚度不合格		重	重	轻	轻
6	底缘直径	大于规定	重			重
		小于规定		重	轻	轻
7	底槽直径	大于规定	重	重		重
		小于规定	轻	轻	轻	轻
8	底火深度不合格		重	重	重	重

● 对于致命疵病，在检验中如有发现，应退回作100%检验。对于重疵病和轻疵病，按MIL-STD-105抽样方案和接收质量水平进行检验。各种枪弹的接收质量水平（AQL）列于附表1-8。

附表1-10 5.56mm 枪弹外观疵病分级

部位	序号	外观疵病		疵病分级●			
				普通弹曳光弹	标准弹	高压弹	空包弹
枪弹	1	腐蚀性的锈或色斑		重	重	轻	轻
	2	壳口未卷入弹头辗沟内		重	重	轻	—
	3	星部未折拢，星部端面缝隙未作防水处理		—	—	—	重
弹壳	4	穿孔		致命	重	重	重
	5	裂缝●	弹室（I），斜肩（S），体上部（J）	重	重	重	重
			体下部（K），底槽（L），底缘（M）	致命			
	6	底部圆形，底面倾斜		重	重	轻	重
	7	底缘未倒角		重	重	轻	轻
	8	无口部退火印迹		重	重	重	重
	9	表面缺少涂层		—	—	重	—
弹头	10	弹头壳裂缝，未辗沟		重	重	轻	—
	11	弹心松动		重	重	重	—
底火	12	无底火、底火反装、底火突出		致命	重	重	重
	13	底火松动		重	重	重	重
枪弹及其零部件	14	变色，污垢，油，漆污，折叠，皱折，皱纹，起皮，凸起，凹痕，线痕，擦伤，露钢（弹头壳），翻尖，钝尖，底火周围未涂防水物质，底火铆压疵病，以及其他加工缺陷		轻	轻	轻	轻

● 对于致命疵病，在检验中如有发现，应退回作100%检验。对于重疵病和轻疵病，按MIL-STD-105抽样方案和接收质量水平进行检验。各种枪弹的接收质量水平（AQL）列于附表1-8。

● 弹壳裂缝部位参见附图1-2。

注：外观疵病标准按MIL-STD-636（7.62mm NATO枪弹的部分）

附表1-11　5.56mm标准弹弹道性能鉴定要求

测初速（$v_{t_{5\cdot5}}$）	（1）测速枪管应已预射100～300发弹。共用5支枪管，每支枪管每天射击1组标准弹(20发)，共射3天 （2）如果在第一天射击中有任一支枪管的平均初速($\overline{v}_{t_{5\cdot5}}$)与5支枪管的平均初速之差，超过4(m/s)，该枪管应予废弃，另选枪管及时补射，直至符合上述要求为止。此后，在后续的两天中，就用这5支枪管进行射击 （3）计算： ①每个弹道组的平均初速（$\overline{v}_{t_{5\cdot5}}$及其标准偏差$\overline{\sigma}_v$） ②每支枪管每天的平均初速 ③5支枪管每天合计的平均初速 ④5支枪管3天，共15个弹道组的总平均初速和总平均的初速标准偏差
测膛压（p_m和p_p）	（1）测压枪管应已预射100～300发弹。共用5支枪管，每支枪管每天射击1组标准弹（20发），共射3天 （2）计算： ①最大膛压（p_m）： a　每个弹道组的平均最大压力及其标准偏差 b　5支枪管每天合计的平均最大压力 c　5支枪管3天共15个弹道组的总平均最大压力和总平均的最大压力标准偏差 ②　导气孔处膛压（p_p）： a　每个弹道组的平均导气孔处压力 b　5支枪管每天合计的平均导气孔处压力 c　5支枪管3天共15个弹道组的总平均导气孔处压力
弹道性能要求	15个弹道组的总平均值： （1）$\overline{v}_{t_{5\cdot5}}=965\pm6$m/s，$\overline{\sigma}_v\leqslant7.6$m/s （2）$\overline{p}_m\leqslant359$MPa，$\overline{\sigma}p_m\leqslant14$MPa （3）$\overline{p}p=103\pm14$MPa
装药一致性要求	（1）使用一台装药量一致性较好、平均值稳定的机床进行装药 （2）在8h一班的每4h中，抽取20发作测速试验，并在每1h中，校核一次装药量及其一致性

§2　美国5.56mm枪弹用底火接收试验技术要求（摘要）

见附表1-12

§3 5.56mm枪弹用发射药射击试验技术要求（摘要）

见附表1-13

附表1-13 5.56mm枪弹用发射药射击试验（摘要）

序号	项目	弹温●	每批发射药试验弹数（发） M193 普通弹	M196 曳弹光	M195 枪榴弹	M197 高压弹	M200 空包弹	要求
1	初速 $v_{15.5}$	标温（21±1℃）	20	20	25	—	—	①初速的要求，见附表1-1 ②M195枪榴弹测试v1.7
		高温（52±1℃）	20	20	25	—	—	$\bar{v}_{15.5}=47.2\pm1.5$ m/s
		低温（-54±3℃）	20	20	25	—	—	$\sigma_v\leqslant0.6$ m/s
2	膛压 p_m 和 p_p	标温	20	20	—	20(p_m)	—	膛压的要求，见附表1-1
		高温	20	20	—	20(p_m)	—	
		低温	20	20	—	20(p_m)	—	
3	作用时间	标温	20	20	—	—	—	应不超过2.5ms
4	曳光	标温	—	100	—	—	—	引燃曳光弹头内曳光剂的曳光率，至少应等于96%（该曳光弹头的曳光率不低于95%）
		高温	—	100	—	—	—	
		低温	—	100	—	—	—	
5	击穿纸幕	标温	—	—	—	—	200	不应有未燃尽的发射药击穿距枪口4.6m的纸幕
6	射速（射频）	标温	—	—	—	—	100	用5.56M16或M16A1自动步枪射击，射速（射频）为550～800发/min
7	噪音度	标温	—	—	—	—	20	当M193普通弹为120～130 dB时，M200空包弹应不低于100dB
8	烟	标温	—	—	—	—	100	①仅首批产品试验 ②应不多于在同条件下同时射击的标准弹或已接收的一批发射药所产生的烟和焰
9	焰	标温	—	—	—	—	100	
10	残渣污染	标温	1000	1000	—	—	500	①仅首批产品试验 ②应不达到损害或妨碍枪械正常射击功能的程度
11	初速一致性	标温	5×10	5×10	—	—	—	①每个“代表性试样”与“弹道试样”的平均初速（$\bar{v}_{15.5}$）相差应不大于±7.6m/s ②每个“代表性试样”的初速的标准偏差（σ_v）应不大于9.1m/s，（加倍复验时，应不大于7.6m/s）

●弹温（实际是指药温，将药装在枪弹内保温，故可称弹温）的保温时间：标温不少于2 h，高温不少于4 h，低温不少6 h。

注：序号1～10用“弹道试样”，系由5个（药）箱的5个“代表性试样”等量混合组成（分为供射击试验用的“弹道试样”和供理化性能试验用的“分析试样”）。序号11用5个箱的5个“代表性试样”，其装药量与“弹道试样”的相同（“弹道试样”的装药量按$v_{15.5}=965\pm3$ m/s确定）。

§4 7.62mmNATO枪弹用首批发射药气候贮存和腐蚀枪管试验

见附表1-14。

附表1-14 7.62mmNATO枪弹用首批发射药气候贮存和腐蚀枪管试验*（摘要）

项目	条件	试验方法
气候贮存（将发射药装成试验弹进行试验）	模拟沙漠	试验弹贮存30天，每24h作为一个温、湿度变化“循环”，其程序如下： 3 h—缓慢升温到 65 ± 1 ℃，相对湿度15 ± 5 % 9 h—保持在 65 ± 1 ℃，相对湿度15 ± 5 % 3 h—缓慢降温到 15 ± 1 ℃，相对湿度90 ± 5 % 9 h—保持在 15 ± 1 ℃，相对湿度90 ± 5 %
	模拟持续酷热	试验弹在65 ± 1 ℃，相对湿度15 ± 5 %条件下贮存30天。 当贮存30天不符合要求时，按贮存120天进行复试（在52 ± 1 ℃，相对湿度30 ± 5 %条件下）
	模拟持续极冷	试验弹在－40 ± 3 ℃条件下，贮存30天
	经贮存后的每一个贮存条件的试验弹（M59普通弹，或M80普通弹，或M62曳光弹，按准备装配的弹种决定），应符合下列要求： ①与在21 ± 1℃条件下同时贮存30天或120天的同样试验弹比较（增或减）： $\Delta\overline{v}_{1.5_m} \leqslant 18m/s$，$\Delta\overline{p}_m \leqslant 35MP_a$ ②作用时间应不超过 2.5ms ③引燃的曳光率应不低于70%（仅限于M62曳光弹）	
腐蚀枪管	将发射药装成试验弹（M59普通弹，或M80普通弹，或M62穿甲弹，按准备装配的弹种决定），在弹温为21 ± 1°C条件下，用3支枪管轮流射击。3支枪管的平均寿命应不少于5000发。枪管寿命告终是当第一次出现下列情况之一： ①任一射组的 $\overline{v}_{1.5_m}$ 低于开始射组的 $\overline{v}_{1.5_m}$ 超过61m/s ②任一射组有20%或更多的弹头在距枪口15m的立靶上出现偏航角大于15°的椭圆弹孔	

*首批发射药的气候贮存和腐蚀枪管试验，仅对7.62mmNATO枪弹进行。

§5 美国5.56mmM16/M16A1

自动步枪技术要求（摘要）

5.56mmM16/M16A1自动步枪系导气式，气冷，弹匣供弹，可作全自动和半自动射击的自动步枪。现将其有关枪弹试验的技术要求摘要列于附表1-15，寿命试验摘要列于附表1-16。

附表1-15 5.56mmM16/M16A1自动步枪技术要求（摘要）

序号	项目	要求	试验方法
1	击针突出量（mm）	0.71～0.91	测强制的最大突出量
2	击针击印	惯性击印≤0.2mm 击发击印≥0.5mm 击印的同轴度≤击印直径的$\frac{1}{2}$	① 枪口垂直向下支撑着，打开枪机，将专用量具（底部装有铜柱）放进弹膛，每次测一个击印（更换铜柱再测） ② 关闭枪机成待发状态，即得惯性击印 ③ 关闭枪机并扣扳机击发，即得击发击印 ④ 测量铜柱的击印深度（预先测铜柱平面，记为“0”读数） ⑤ 击印的同轴度凭目测判断
3	闭锁距离	从弹膛斜锥的基准直径ϕ8.382mm到枪机弹底离平面的距离为37.2～37.35mm	① 将闭锁量规放入弹膛，以手指压力关闩。37.2的量规应能闭锁，37.35的量规应不能闭锁 ② 如有疑问，分别检查枪管的$41.16^{+0.076}_{-0.000}$mm和枪机的$3.96^{+0.076}_{-0.000}$mm两个尺寸进行评定
4	耐高压试验	应无破裂、裂缝及其他损伤疵病	① 每根枪管与枪机组件射击1发M197高压弹（在专用夹具中试验） ② 先检查射击后的弹壳，有无鼓胀、裂缝、环纹以及其他由于弹膛缺陷引起的疵病 ③ 再对枪管与枪机组件作磁力探伤，检查有无裂纹、伤痕以及其他损伤疵病
5	射击功能试验	（1）不应出现故障（弹匣不供弹，空膛，不闭锁，M16A1自动步枪不能助推枪机闭锁，不击发，不抛壳，空仓不挂机等） （2）不应出现不能再用的零件（可使枪产生故障或对使用者的安全有损害） （3）在半自动射击中，不应出现“双响”（扣一次扳机，连续射出两发枪弹），否则拒收	① 将枪装在模拟肩射的射击架上进行射击 ② 先预射5发枪弹，以证明导气系统的密封和油的分布均属正常 ③ 将变换杆转到“保险”位置，应不能击发 ④ 将变换杆转到“自动”位置，射击20发（一匣），先作两个点射（各约3发），其余作连发，当松开扳机中断射击时，应立即停止射击，如不受控制，记为故障 ⑤ 将变换杆转到“半自动”位置，作半自动射击10发（结合射击精度试验）
6	射速	单枪的射速，应在700～900发/min范围内	① 用符合要求的5.56mmM193普通弹进行试验 ② 结合射击功能试验，用计时器测定 ③ 在射击功能试验的自动射击后3分钟内，连发射击20发（一匣），测定射速

（续）

序号	项 目	要 求	试 验 方 法
7	射击精度	所射10发的弹着点，应命中在靶标区域内，且其最大散布也不超过规定（靶标区域*和最大散布规定，见下表）	（1）结合射击功能试验中的半自动射击进行 （2）将枪装在模拟肩射的射击架上，瞄准距枪口100码（91.4m）或50码（45.7m）处的靶纸，作半自动射击10发M193普通弹〔该弹的200码(183m)的平均散布半径（$\overline{MR}$）为3～3.5cm〕。在正式射击之前，允许离开靶纸预射3发（最多）
8	寿 命	见附表1-16	见附表1-16
9	合格性	前6000发应符合单枪的寿命试验要求 后4000发所出现的故障，零件的更换，以及产生的原因均应记录，并提交政府评价	最初两周的产品●由承制者自行抽取10支枪和120个弹匣进行试验。每支枪射击10000发，分前6000发和后4000发两个组成部分进行。试验方法按寿命试验（见附表1-16）

*靶标区域和最大散布规定表

靶距		靶标区域（cm）			最大散布	靶纸尺寸（cm）		
码	米	高	宽	四角R	(cm)	高	宽	靶纸上小方格尺寸
100	91.4	44.7	29.5	7.1	12.2	45.7	40.6	2.54×2.54
50	45.7	22.7	15.1	3.8	6.1	22.9	20.3	1.27×1.27

● 枪的批量为1000支，或按一个单一作业班的产量，每支枪配12个弹匣。

附表1-16 5.56mm M16/M16A1自动步枪寿命试验（摘要）

清洁与润滑

在开始试验时，进行润滑。在每10个循环（10×100=1000发弹）后，进行清洁和润滑。此外均不进行清洁和润滑。在每天射击后，应防止枪械腐蚀

射击规范

（1）抽取4支枪和120个弹匣（20发装）或80个弹匣（30发装）进行试验。每支枪所用弹匣〔30个（20发装）或20个（30发装）〕均应编号并轮流使用，使用时均装满枪弹

每个弹匣可使用两次，在每次装弹前应将油污清除干净

（2）当使用20发装弹匣时，每射击100发（5匣）作为一个循环，共射击60个循环；或当使用30发装弹匣时，每射击120发（4匣）作为一个循环，共射击50个循环。每个循环的射击程序为：

20发装弹匣	30发装弹匣	射击方式
1（20发）	1（30发）	自动射击（点射，每次约5发）
1	1	自动射击（连发）
1	1	半自动射击（射速为10～30发/min）
1	—	自动射击（点射，每次约5发）
1	1	半自动射击（射速为10～30发/min）

每个循环射完后，冷却枪管到赤手可以握住的程度，护手部可以补充冷却

（3）将枪装在模拟肩射的射击架上进行射击，但在第20个循环和第40个循环（使用20发装弹匣）或在第18个循环和第36个循环（使用30发装弹匣）中，在作半自动射击时，将枪握在手中射击（不抵肩），不抑制枪的正常后坐

（续）

射击规范

（4）对于M16A1自动步枪，如发生枪机不闭锁，可操作助推器组件，使枪机前进到闭锁位置
（5）只有零件损坏了或已磨损到不能再用时，才能更换
（6）经证实为枪弹原因造成的故障，不计算为枪的疵病，但应记录
（7）当试验不符合要求时，应对每一个不能再用的零件进行分析，并确定其原因

检查规范

（1）闭锁距离：在开始时和第60个循环（使用20发装的弹匣）或在第50个循环（使用30发装的弹匣）终了时，进行检查
（2）射速：当使用20发装的弹匣时，在第1，10，20，30，40，50和60各个循环的20发连发射击时；或当使用30发装弹匣时，在第1，10，20，30，40和50各个循环的30发连发射击时，进行测定

要求

（1）在半自动射击中，应核查确无“双响”发生（“双响”记为故障）
（2）在中断连发射击时，应核查当松开扳机时，必须立即停止射击
（3）在6000发的试验终了后，单枪的和4支枪合计的故障允许数以及不能再用的零件的最低寿命和允许数应不超过下列规定：

①总故障数：单枪9次/4支枪合计22次。其中，

故障	单枪次数	4支枪合计次数
弹匣不供弹	4	9
空膛	3	7
枪机不闭锁	2	4
不抛壳	2	4
不击发	2	4
不抽壳	1	2
空仓不挂机	3	8
其他故障（“双响”等）	0	0

②不能再用的零件（可使枪产生故障或对使用者的安全有损害）如下表：

零件	最低寿命（发）	4支枪合计允许件数（寿命在最低限与6000发之间）
拉壳钩，拉壳钩销，击锤簧，扳机簧，单发阻铁簧	3000	1
抛壳挺簧	3000	2
拉壳钩簧	2000	2
以上总计	-	3

（4）各次测定的射速均应在700～940发/min范围内。允许超出规定的范围，但单枪不多于一次，4支枪合计不多于两次

附录二　国外主要枪弹基本诸元

§1　国外主要军用和民用手枪弹基本诸元（附表2-1）
§2　国外主要军用步枪弹基本诸元（附表2-2）
§3　国外主要民用步枪弹基本诸元（附表2-3）
§4　国外主要重型机枪弹基本诸元（附表2-4）

附表2-1 国外主要手枪弹（军用和民用）基本诸元

枪弹名称	美国0.221雷明顿“火球”牌手枪弹	美国0.25自动手枪弹	美国0.256温彻斯特——麦格纳姆手枪弹	苏联7.62mm托加列夫手枪弹	苏联7.62mm纳甘左轮手枪弹	德7.63mm毛瑟手枪弹
口径（mm）	5.6（0.221in）	6.35（0.25in）	6.5（0.256in）	7.62	7.62	7.63
弹种及型号	普通弹	普通弹	普通弹	Ⅱ型普通弹	P型普通弹	普通弹
初速（m/s）	808	247	$V_{4.57}$ 671（手枪） 829（步枪）	447	294	437
平均膛压（MP_a）		103	318	206		240
枪口动能（J）	1069	98	873(手枪)，1334(步枪)	549	304	525
膛线缠距（mm）	356	406	355.6（手枪） 305（步枪）右旋，6条	240	225	230
全弹长（mm）	46.48	23.1	$40.39_{-1.27}$	34.85	38.85	34.5
全弹重（g）		5.26		10.2～11.1（铜壳） 9.94～10.72（钢壳）		
弹头结构	平头，铅心，半被甲	圆头，铅心，被甲	平头，铅心，半被甲	圆头，铅心，铜被甲	平头，平底，锥形，被甲	圆头，铅心，被甲
弹头直径（mm）	5.69	6.375	$6.528_{-0.279}$	7.85	7.493	7.82
弹头重（g）	3.24	3.25	3.888	5.45～5.60	7.0	5.5
弹壳形式	无凸缘，瓶形	半凸缘，筒形	凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	35.56	15.57	$32.54_{-0.51}$	24.7	38.85	25.1
弹壳最大直径（mm）	9.53	7.035	$9.627_{-0.12}$	9.84	8.51	9.68
装药量（g）	≈1.05	0.08	≈1.0	0.6	0.39	0.52
注	民用弹，1963年开始销售，供猎用，也可配用于微型冲锋枪 原名，0.221Remington Fire Ball	曾为德军用弹，现供民用 其他名称： 6.35×15.5SR 0.25ACP手枪弹 6.35勃朗宁手枪弹	民用弹，1960年开始供市，主要供猎用，配用于步枪居多 原名： 0.256Winchester Magnum	曾为苏、中、德、匈、波、罗、东德等国军用弹 又名：7.62×25手枪弹 捷M48手枪弹 中国51式手枪弹	曾为沙俄、苏联军用弹，第二次世界大战前后遐较，比利时曾大批制造 又名：7.62×39R左轮手枪弹	曾为德国等国军用弹，与苏托加列夫弹可通用 又名：7.63×25手枪弹 0.30毛瑟手枪弹

（续）

枪弹名称	德7.65mm巴拉贝鲁姆手枪弹	比利时7.65mm勃朗宁手枪弹	美国0.32史密斯/威尔逊左轮手枪弹	日本8mm南部手枪弹	法国8mm贴伯左轮手枪弹	德国9mm毛瑟手枪弹
口径（mm）	7.65	7.65	7.65	8.0	8.0	9.0
弹种及型号	普通弹	普通弹	普通弹	T14（M1925）普通弹	普通弹	普通弹
初速（m/s）	358	293	238	325	228	415
平均膛压（MPa）	235	162	127			245
枪口动能（J）	382	196	177	353	206	711
膛线缠距（mm）	250	406	405	280	240	
全弹长（mm）	29.2	26.2	32.3	31.24	36.6	33.9
全弹重（g）	10.37	7.84		11.5	12.6	13.15
弹头结构	圆头，铅心，被甲	圆头，铅弹，无被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲
弹头直径（mm）	7.82	7.85	7.92	8.13	8.20	9.04
弹头重（g）	6.0	4.6	6.35	6.6	7.8	8.25
弹壳型式	半凸缘，瓶形	半凸缘，筒形	凸缘，筒形	无凸缘，瓶形	凸缘，筒形	无凸缘，筒形
弹壳长（mm）	21.6	17.3	23.6	21.1	27.2	25.0
弹壳最大直径（mm）	9.85	8.5	8.4	10.36	9.75	9.52
装药量（g）	0.36	0.19	0.16	0.32	0.34	0.53
注	曾为瑞士军用弹，现供民用 又名：7.65×22手枪弹 7.65mm鲁格弹 0.30鲁格弹	曾为德、捷、匈、比等国军用弹，现多供民、警用 又名：7.65×17SR手枪弹 0.32ACP手枪弹 7.65勃朗宁手枪短弹	曾供美国警察用，现大量供民用 又名：0.32S&Wlong	曾为日本军用弹，第二次大战后停用 又名：8×21手枪弹 日8mmT14手枪弹	曾为法国军用弹，第二次大战后停用 又名：8×27R左轮手枪弹 法8mmM1892左轮手枪弹	曾为德、匈、瑞士军用弹，第二次大战后淘汰 又名：9×25手枪弹 9mm出口型毛瑟手枪弹

（续）

枪弹名称	德国9mm巴拉贝鲁姆手枪弹	苏联9mm马卡洛夫手枪弹	比利时9mm勃朗宁手枪弹	比利时9mm勃朗宁手枪长弹	美国0.357麦格纳姆左轮手枪弹	美国0.38史密斯/威尔逊特种左轮手枪弹
口径（mm）	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0（0.357in）	9.0（0.38in）
弹种及型号	08型普通弹	普通弹	普通弹	普通弹	普通弹	普通弹
初速（m/s）	335（350）	315	291	335	436	260
平均膛压（MP_a）	216	118	118		275	108
枪口动能（J）	451(490)	304	265	402	971	343
膛线缠距（mm）	254	252	305	305	478	406
全弹长（mm）	29.7	25.0	24.9	27.9	39.6	39.4
全弹重（g）	10.6	10.1	9.6	11.3	16.6	14.7
弹头结构	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	平头，卵形，铅弹，无被甲	圆头，铅弹，无被甲或圆头，铅心，被甲
弹头直径（mm）	9.0	9.27	9.04	9.0	9.07	9.12
弹头重（g）	8.0	6.1	6.15	7.13	10.24	10.23
弹壳型式	无凸缘，筒形	无凸缘，筒形	无凸缘，筒形	半凸缘，筒形	凸缘，筒形	凸缘，筒形
弹壳长（mm）	19.3	18.05	17.3	20.3	32.72	29.3
弹壳最大直径（mm）	9.96	9.95	9.47	9.75	9.63	9.60
装药量（g）	0.36	0.25	0.23	0.33	1.06	0.87
注	此弹现为北约及其他许多国家军用制式弹，也为世界各国使用最多的军、警、民用弹 又名：9×19手枪弹 9mm鲁格手枪弹	现为苏联、华约及中国军用制式弹 又名：9×18手枪弹 中国59式手枪弹	曾为比、捷、德、荷、土、意、匈、瑞士等国军用弹，目前仍流传于欧、美民间 又名：9×17手枪弹 0.38ACP弹 9mm手枪短弹	曾为比、荷、法、土、瑞典军用弹，目前仍流传于欧美民间 又名：9×20SR手枪弹 瑞典9mm1907手枪弹	目前流行于美、加、墨及欧洲民间，供警、猎、比赛用 又名：9×33R 左轮手枪弹	目前在美国民间供比赛用。美、加、墨警察也用此弹 又名：9×29R左轮手枪弹，0.38柯尔特特种左轮手枪弹，0.38特种左轮手枪弹

（续）

枪弹名称	美国0.38史密斯/威尔逊左轮手枪弹	美国0.38柯尔特自动手枪弹	美国0.44史密斯/威尔逊麦格纳姆左轮手枪弹	美国0.44柯尔特自动手枪弹	英国0.455MK-2左轮手枪弹	英国0.455威伯莱自动手枪弹
口径（mm）	9.0（0.38in）	9.0（0.38in）	11.2（0.44in）	11.43（0.45in）	11.43（0.455in）	11.43（0.455in）
弹种及型号	普通弹	普通弹	普通弹	普通弹	普通弹	普通弹
初速（m/s）	222	317	$\overline{v}_{4.8}$530	260	182	216
平均膛压（MP_a）			297	131		
枪口动能（J）	235	422	2187	510	284	338
膛线缠距（mm）	406	406	965.2（右旋12条）	406	406	
全弹长（mm）	30.5	32.5	$40.89_{-0.3}$	32.39	31.50	31.24
全弹重（g）	13.5	13.1		21.2	22.7	21.0
弹头结构	圆头，铅弹，无被甲	圆头，铅心，被甲	平顶，锥头，无被甲铅弹	圆头，铅心，被甲	圆头，铅弹，无被甲	圆头，铅心，被甲
弹头直径（mm）	9.12	9.09	$10.973_{-0.076}$	11.48	11.56	11.56
弹头重（g）	9.4	8.45	15.55	14.9	17.2	14.5
弹壳型式	凸缘，筒形	半凸缘，筒形	凸缘，筒形	无凸缘，筒形	凸缘，筒形	半凸缘，筒形
弹壳长（mm）	19.8	22.9	$32.64_{-0.51}$	22.81	19.50	23.62
弹壳最大直径（mm）	9.8	9.73	$11.605_{-0.13}$	12.09	12.10	12.10
装药量（g）	0.20	0.42	1.47	0.32	0.49	0.45
注	现为英国及欧、美一些国家军用弹，兼供警、民用 又名：9×20R左轮手枪弹，0.38柯尔特警察手枪弹，0.38恩菲尔德左轮手枪弹	曾为美、英、西班牙军用弹，现供警、民用 又名：9×23SR手枪弹 0.38ACP弹	现供警、民用 又名：0.44雷明顿麦格纳姆左轮手枪弹，简称0.44麦格纳姆弹	现为美国及美洲、东南亚各国军用弹，并在民间广泛使用 又名：11.43×23手枪弹 0.45ACP弹 0.45M1911手枪弹	曾为英军制式弹，现只供民用 又名：11.43×19R左轮手枪弹 0.455威伯莱左轮手枪弹	曾为英军制式弹，现仅英、美民间使用 又名：11.43×24SR手枪弹 0.455自动手枪弹

附表2-2 国外主要军用步枪弹基本诸元

枪弹名称	苏联5.45mm步枪弹	美国5.56mm步枪弹	北约5.56mm制式步枪弹	希腊6.5mm曼利歇尔-舍瑙厄尔步枪弹	荷兰-罗马尼亚6.5mm曼利歇尔步枪弹	日本6.5mm有阪步枪弹
口 径 (mm)	5.45	5.56	5.56	6.5	6.5	6.5
弹种及型号	普通弹	M193普通弹	SS 109普通弹	普通弹	普通弹	普通弹
初速 (m/s)	905 (步枪) 950 (轻机枪)	965	915	678	742	762
平均膛压 (MPa)	≈290	359	380 (压电法)	304	324	262
枪口动能 (J)	144 (步枪) 159 (轻机枪)	1746	1765	2403	2893	2618
膛线缠距 (mm)	203	304.8(12in)右旋6条	177.8 (7in)	198	249	200
全弹长 (mm)	56.7	$57.4^{+0.4}_{-0.8}$	57.3	76.7	77.47	75.69
全弹重 (g)	10.6	11.8	12.3	22.55	21.8	21.1
弹头结构	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，铅心，被甲	尖头，锥底，钢/铅复合弹心，被甲	圆头，铅心，被甲	圆头，钢被甲	尖头，平底，铅心，被甲
弹头直径 (mm)	5.62	$5.70^{+0.016}_{-0.08}$	5.70	6.68	6.68	6.65
弹头重 (g)	3.45		4.0	10.3	10.5	9.0
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	半凸缘，瓶形
弹壳长 (mm)	39.5	$44.7^{+0.38}_{-0.38}$	44.7	53.1	53.6	50.8
弹壳最大直径 (mm)	10.0	9.56	9.55	11.35	11.43	11.56
装药量 (S)	1.4	≈1.8	1.63	2.32	2.35	2.14
注	1974年开始装备苏军 又名：5.45×39步枪弹	1964年定型列装为美军制式弹，欧美各国广为采用 又名：5.56×45步枪弹 M193步枪弹	1980年宣布为北约军用制式枪弹 又名：5.56×45-TW7步枪弹 比利时SS109步枪弹	曾为希腊军用弹，瑞典诺玛公司制的民用型弹头较轻 又名：6.5×53步枪弹	曾为荷、罗军用弹，现供民用 又名：6.5×54R步枪弹，罗6.5mm曼利歇尔步枪弹，荷6.5mm曼利歇尔步枪弹	曾为日本军用弹，现供民用 又名：6.5×50SR步枪弹 日6.5mm T-38步枪弹

（续）

枪弹名称	瑞典6.5mm毛瑟步枪弹	意大利6.5mm曼利歇尔-卡尔卡诺步枪弹	比利时7mm毛瑟步枪弹	意大利7.35mm卡尔诺步枪弹	瑞士7.5mm施米特-鲁宾步枪弹	法国7.5mm Mas步枪弹
口径（mm）	6.5	6.5	7.0	7.35	7.5	7.5
弹种及型号	普通弹	M1891普通弹	普通轻尖弹（高速弹）	普通弹	GPⅡ普通弹	M1929C普通弹
初速（m/s）	800	730	850	756	805	823
平均膛压（MP_a）	310	262	314	262	314	276
枪口动能（J）	2883	2795	3256	2373	3658	3050
膛线缠距（mm）	200	490→210（渐近）	229	254	267	254
全弹长（mm）	80.0	76.7	78.0	75.69	77.47	75.95
全弹重（g）	21.1	22.68	23.0		26.2	23.52
弹头结构	尖头，铅心，被甲	圆头，铅心，被甲	尖头，平底，铅心，被甲	长钝头，铅心，被甲	尖头，锥底，铅心，被甲	尖头，平底，铅心，被甲
弹头直径（mm）	6.71	6.985	7.26	7.57	7.82	7.80
弹头重（g）	9.0	9.0	10.5	9.0	11.28	9.0
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	54.9	52.1	56.9	51.05	55.37	53.64
弹壳最大直径（mm）	12.09	11.3	11.94	11.3	12.55	12.22
装药量（g）	2.33	2.27	2.46		3.2	2.85
注	曾为瑞典、挪威军用弹，现供民用、比赛、狩猎 又名：6.5×55步枪弹 6.5mm毛瑟步枪弹，挪威6.5mm克拉克步枪弹	曾为意军用弹：现供民用 又名：6.5×52步枪弹 意6.5mm卡尔卡诺步枪弹	曾为比、西班牙和南美各国军用弹，现广在民间使用 又名：7×57步枪弹 7mm毛瑟步枪弹	曾为意军用制式弹，1950年初停用 又名：7.35×51步枪弹	现为瑞士军用弹 又名：7.5×55步枪弹 瑞士7.5（或7.54）mm步枪弹	现为法军用弹 又名：7.5×54步枪弹 法7.5mm M1929步枪弹

（续）

枪弹名称	美国0.30卡宾枪弹	美0.30步枪弹	北约7.62mm制式步枪弹	苏联7.62mmM1943步枪弹	苏联7.62mmM1908步枪弹	捷克7.62mmM52步枪弹
口径（mm）	7.62（0.30in）	7.62（0.30in）	7.62	7.62	7.62	7.62
弹种及型号	M1普通弹	M2普通弹	M59普通弹	普通弹	普通弹	普通弹
初速（m/s）	600	851	853	710(AK-47)，735(CKC)	868	744
平均膛压（MPa）	276	345	345	275	306	
枪口动能（J）	1285	3609	3540	1991(AK-47)，2138(CKC)	3628	2373
膛线缠距（mm）	508	254	305	240	240	305
全弹长（mm）	42.4	84.84	71.12	56.0	77.16	59.7
全弹重（g）	12.64	25.66	24.3	16.4	23.0	19.0
弹头结构	圆头，平底，铅心，被甲	尖头，平底，铅心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲
弹头直径（mm）	7.85	7.85	7.82	7.92	7.92	7.90
弹头重（g）	7.13	9.85	9.72	7.9	9.6	8.56
弹壳型式	无凸缘，筒形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	32.77	63.35	51.05	38.7	53.72	45.0
弹壳最大直径（mm）	9.64	11.94	11.84	11.35	12.42	11.20
装药量（g）	0.80	3.24	3.05	1.6	3.3	1.75
注	1941年为美军制式弹，1957年停用，现供民用 又名：7.62×33卡宾枪弹 K7.62枪弹 0.30M1卡宾枪弹	曾为美军基本步枪弹，1957年退役，其中的M72型为美国标准比赛弹 又名：7.62×63步枪弹 0.30M1906步枪弹	现为北约军用制式枪弹，拟于80年代中期以后保留作中型机枪用弹（M80普通弹通用） 又名：7.62mmNATO步枪弹，7.62×51步枪弹，0.308温彻斯特步枪弹	现为苏联和华约军用制式枪弹，正在逐步退役 又名：7.62×39步枪弹 苏联7.62mm M43短弹	现为苏联及华约军用制式枪弹，供狙击步枪和重机枪使用 又名：7.62×54R步枪弹，7.62mm莫辛-甘纳步枪弹，苏联7.62mm凸缘式步枪弹	曾为捷军制式弹，1957年停用 又名：7.62×45步枪弹，捷克7.62mm步枪短弹

（续）

枪弹名称	比利时7.65mm毛瑟步枪弹	英国0.303步枪弹	日本7.7mm枪弹（T-92机枪弹）	日本7.7mm枪弹（T-99步枪弹）	德国7.9mm毛瑟步枪弹
口径（mm）	7.65	7.7（0.303in）	7.7	7.7	7.9
弹种及型号	普通轻尖弹	MK7普通弹	T-92普通弹	T-99普通弹	sS普通弹
初速（m/s）	855	744	730	728	777（G43步枪）
平均膛压（MPa）	294	306			304
枪口动能（J）	3658	3128	3452	3138	3864
膛线缩距（mm）	250	254	250	250	240
全弹长（mm）	75.4	77.22	80.0	80.0	80.5
全弹重（g）	23.1	24.88	27.8	26.9	26.4
弹头结构	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，弹心前部为铝质，或填充纤维，被甲	尖头，锥底，被甲	尖头，平底，被甲	尖头，锥底，铅心，被甲
弹头直径（mm）	7.97	7.92	7.92	7.92	8.20
弹头重（g）	10.0	11.28	12.96	11.8	12.8
弹壳型式	无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	半凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	53.6	56.1	57.9	57.9	56.9
弹壳最大直径（mm）	12.2	11.63	11.96	11.99	11.91
装药量（g）	2.9	2.43	2.86	2.79	3.0
注	曾为比、阿根廷、土耳其、西班牙、智利、秘鲁、哥伦比亚等国军用弹，现已淘汰 又名：7.65×53步枪弹 7.65mm毛瑟步枪弹	曾为英国及英联邦各国军用弹，1957年退役 又名：7.7×56R步枪弹，英7.7mmMK7步枪弹	曾为日军制式机枪弹 又名：7.7×58SR枪弹，T-92机枪弹	曾为日军步、机枪弹 又名：7.7×58步枪弹	曾为许多国家的军用弹 又名：7.9×57（或7.92×57或8×57）步枪弹，8mm毛瑟步枪弹

附表2-3 国外主要民用步枪弹基本诸元

枪弹名称	0.17雷明顿枪弹	5mm雷明顿边缘发火麦格纳姆枪弹	0.218“蜂”牌枪弹	0.22温彻斯特边缘发火枪弹	0.22步枪长弹	0.22“鹪鹩”牌枪弹
口径 (mm)	4.32 (0.17in)	5.0	5.54 (0.218in)	5.6 (0.22in)	5.6 (0.22in)	5.6 (0.22in)
初速 (m/s)	1225	643	872	320	350	514
枪口动能(J)	1216	510	1128	142	159	274
全弹长 (mm)	47.24		42.67	29.72	24.3	24.77
弹头结构	平头，铅心，被甲	空尖，铅心，半被甲	平头，铅心，半被甲	平头，铅弹，无被甲	圆头，铅弹，无被甲	空尖，铅心，半被甲
弹头直径 (mm)	4.37	5.19	5.69	5.69	5.66	5.66
弹头重 (g)	1.62	2.46	2.98	2.92	2.59	2.07
弹壳型式	无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	凸缘，筒形	凸缘，筒形	凸缘，筒形
弹壳长 (mm)	45.6	25.9	34.2	24.38	15.1	17.6
弹壳最大直径 (mm)	9.50	6.58	8.87	6.22	5.72	5.72
装药量 (g)	≈1.52			≈0.85		
发火方式	中心发火	边缘发火	中心发火	边缘发火	边缘发火	边缘发火
用途	猎用	猎用	猎用	猎用	比赛用	猎用
注	1971年开始推销，美国民间使用较广 原名：0.17Remington	1970年起推销 原名：5mmRemington Rimfire Magnum	1938年起在美国生产和销售 原名：.218Bee	此弹已有近百年历史，现仍有制造 原名：.22Winchester Rimfire(WRF)	1887年开始销售，各国均生产和使用 原名：.22LongRifle	1977年首先由CCI公司推销，其他公司也生产 原名：.22Stinger

（续）

枪弹名称	0.22温彻斯特-麦格纳姆边缘发火枪弹	0.22“大黄蜂”牌枪弹	0.22“喷火”牌枪弹	0.22—250雷明顿枪弹	0.22“加速器”牌次口径脱壳枪弹	0.22“迅捷”牌枪弹
口径（mm）	5.6（0.22in）	5.6（0.22in）	5.6（0.22in）	5.6（0.22in）	5.6/7.62（0.22/0.30in）	5.6（0.22in）
初 速（m/s）	610	820	915	1137	1244	1253
枪口动能（J）	481	981	1079	2305	2716	2540
全弹长（mm）	34.29	43.69	41.9	59.18	≈75.5	68.1
弹头结构	平头，铅心，半被甲	软头或空尖，铅心，半被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖软头，铅心，半被甲	软头，铅心，半被甲
弹头直径（mm）	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69
弹头重（g）	2.59	2.92	2.59	3.52	3.52	3.24
弹壳型式	凸缘，筒形	凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形(0.30-06)	半凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	26.72	35.6	32.77	48.5	63.5	56.0
弹壳最大直径（mm）	6.12	7.59	8.97	11.84	11.93	11.3
装药量（g）		≈0.7	≈0.8	≈2.3		≈3.2
发火方式	边缘发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火
用 途	猎 用	猎用或比赛用	猎用或特种用途	猎 用	猎 用	猎 用
注	1959年开始投放市场 原名：.22Winchester-Magnum Rimfire	1930年起在美国生产 原名：.22Hornet	1963年开始生产，并可能用于微型冲锋枪 原名：.22Spitfire 或 MMJ-5.7mm	1965年投放市场 原名：.22-250 Remington	此弹可用.30-06弹和.308弹的弹壳 1977年开始推销 原名：.22Accelertor	1935年起在美国制造，目前瑞典也生产 原名：.22Swift

（续）

枪弹名称	.222雷明顿枪弹	.222雷明顿-麦格纳姆枪弹	.223雷明顿枪弹	6mm雷明顿枪弹	6mm“国际”牌枪弹	.240底带式无凸缘硝棉高速枪弹
口　径（mm）	5.6（.222in）	5.6（.222in）	5.56（.223in）	6.0	6.0	6.0（0.240in）
初　速（m/s）	975	1006	1006	1058（5.18g弹头） 954（6.48g弹头）	1051	914
枪口动能（J）	1547	1804	1804	2903（5.18g弹头） 2942（6.48g弹头）	2148	2707
全弹长（mm）	54.61	56.13	57.4～2.41	73.9	56.1	81.6
弹头结构	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	平头，铅心，半被甲	尖头，铅心，半被甲
弹头直径（mm）	5.69	5.69	5.69	6.17	6.17	6.22
弹头重（g）	3.24	3.52	3.52	5.18或6.48	3.89	6.48
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	43.18	47.0	44.7～4.8	58.6	48.5	63.25
弹壳最大直径（mm）	9.55	9.54	9.55	11.94	11.9	11.38
装药量（g）	≈1.5	≈1.65	≈1.60	≈3.0	2.0	2.72
发火方式	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火
用　途	猎　用	猎　用	猎　用	猎　用	比赛用	猎　用
注	1950年开始销售 原名：.222Remington	1958年开始销售 原名：.222Remington Magnum	此弹系现行美军制式弹5.56M193弹的前身和民用型，1957年开始推销，现使用甚广	1963年开始制造 原名：6mmRemington	此弹行销于英、美及欧洲各国 原名：6mm-250或6mm International	此弹主要在英国制造和使用 原名：.240 Belted Rimless Mitro-Express

（续）

枪弹名称	.240韦德伯-麦格纳姆枪弹	.243“抛石机”牌枪弹	.243温彻斯特枪弹	.244底带式无凸缘麦格纳姆枪弹	.25-06式雷明顿枪弹	.257韦德伯-麦格纳姆枪弹
口径（mm）	6.0（.24in）	6.0（.243in）	6.0（.243in）	6.0（.244in）	6.35（.25in）	6.35（.257in）
初速（m/s）	1173（4.54g弹头） 1067（5.83g弹头）	1096（4.54g弹头） 928（6.48g弹头）	1067（5.18g弹头） 936（6.48g弹头）	1067	951（7.78g弹头） 1067（5.64g弹头）	1186（5.64g弹头） 1084（6.48弹头）
枪口动能（J）	3119（4.54g弹头） 3315（5.83g弹头）	2726（4.54g弹头） 2795（6.48g弹头）	2942（5.18g弹头） 2844（6.48g弹头）	3687	3521（7.78g弹头） 3207（5.64g弹头）	3834（5.64g弹头） 3805（6.48g弹头）
全弹长（mm）	77.72	73.66	68.8	90.17	76.2	82.55
弹头结构	尖头，铅心，半被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，被甲	尖头，铅心，半被甲
弹头直径（mm）	6.17	6.17	6.17	6.20	6.53	6.53
弹头重（g）	4.54或5.83	4.54或6.48	5.18或6.48	6.48	7.78或5.64	5.64或6.48
弹壳型式	底带式，无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	63.5	56.1	52.1	70.6	63.2	64.77
弹壳最大直径（mm）	11.5	11.9	11.84	12.9	11.94	12.98
装药量（g）	≈3.5	2.6	≈3.2	≈4.5	≈3.5	≈4.5
发火方式	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火
用途	猎用	猎用	猎用	猎用	猎用	猎用
注	1968年在英国开始制造，后流行到北美 原名：.240 Weatherby Magnum	50年代初开始在美国生产和销售 原名：.243Rock chucker	1955年开始行销于欧、美 原名：.243Winchester	1955年英国H&H公司开始推销、流行欧、美 原名：.244Belted Rimless Magnum	1969年开始制造，畅销欧美 原名：.25-06 Remington	1945年开始在英国生产，1948年后由韦德伯公司经销，英、美、北欧各国使用较多 原名：.257Weatherby Magnum

（续）

枪弹名称	.264温彻斯特-麦格纳姆枪弹	7mm-08式雷明顿枪弹	7mm雷明顿-麦格纳姆枪弹	7mm雷明顿高速枪弹	7mm韦德伯-麦格纳姆枪弹	7mm冯雷夫高速枪弹
口　径（mm）	6.5（.264in）	7.0	7.0	7.0	7.0（.284in）	7.0
初　速（m/s）	1128（6.48g弹头） 975（9.07g弹头）	872	1010（8.1g弹头），994（9.72g弹头） 920（11.34g弹头）	1088（6.48g弹头） 905（9.72g弹头）	1006（9.0g弹头） 963（10.0g弹头）	1110（8.0g弹头） 1006（10.95g弹头）
枪口动能（J）	4119（6.48g弹头） 4315（9.07g弹头）	3442	4129（8.1g弹头）4805（9.72g弹头）， 4864（11.34g弹头）	3834（6.48g弹头） 3981（9.72g弹头）	4560（9.0g弹头） 4639（10.0g弹头）	4933（8.0g弹头） 5541（10.95弹头）
全弹长（mm）	83.6	71.1	82.3	84.58	82.55	82.55
弹头结构	尖头，铅心，半被甲	尖软头，铅心，半被甲	尖软头，铅心，半被甲	尖头，铅心，被甲	尖软头，铅心，半被甲	尖头，铅心，被甲
弹头直径（mm）	6.70	7.21	7.21	7.21	7.21	7.21
弹头重（g）	6.48或9.07	9.07	8.1，9.72或11.34	6.48或9.72	9.0或10.0	8.0或10.95
弹壳型式	底带式，无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	64.26	51.82	63.5	64.5	64.77	65.5
弹壳最大直径（mm）	13.1	11.94	12.98	11.94	12.98	13.79
装药量（g）	≈4.4		≈4.4	≈3.2	≈4.2	≈4.4
发火方式	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火
用　途	猎　用	猎　用	猎　用	猎　用	猎　用	猎　用
注	1958年开始行销于美国 原名：.246Winchester Magnum	1980年开始行销于美国 原名：7mm-08 Remington	1962年开始销售，畅销于美国 原名：7mmRemington Magnum	1957年开始销售，主要用于美国 原名：7mmR.Ex. .280 Remington	1944年开始制造，行销于欧、美 原名：7mmWeatherby Magnum	1956年开始在西德制造和销售，流行于欧、美 原名：7mm Von Hofe SE

（续）

枪弹名称	.300温彻斯特-麦格纳姆枪弹	.303 英 国 枪 弹	.308温彻斯特枪弹	8mm雷明顿-麦格纳姆枪弹	.340韦德伯-麦格纳姆枪弹
口　径（mm）	7.62	7.62（.303in）	7.62（.308in）	8.0	8.5（.340in）
初　速（m/s）	1036（9.72g弹头） 936（11.66g弹头）	823（9.72g弹头） 774（11.66g弹头）	884（8.42g弹头） 872（9.72g弹头）	939（12.0g弹头） 862（14.26g弹头）	878（12.96g弹头） 869（16.2g弹头）
枪口动能（J）	5217（9.72g弹头） 5109（11.66g弹头）	3295（9.72g弹头） 3491（11.66g弹头）	3285（8.42g弹头） 3897（9.72g弹头）	5296（12.0g弹头） 5305（14.26g弹头）	6198（12.96g弹头） 6119（16.2g弹头）
全弹长（mm）	83.82	77.98	69.85	91.44	91.44
弹头结构	尖软头，铅心，半被甲	卵形尖部，铅心，全或半被甲	尖头，铅心，全或半被甲	尖软头，铅心，半被甲	尖软头，铅心，半被甲
弹头直径（mm）	7.82	7.92	7.82	8.22	8.59
弹头重（g）	9.72或11.66	9.72或11.66	8.42或9.72	12.0或14.26	12.96或16.2
弹壳型式	底带式，无凸缘，瓶形	凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形	底带式，无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	66.0	56.39	51.05	72.39	71.63
弹壳最大直径（mm）	12.98	11.68	11.84	13.02	13.03
装药量（g）	≈5.0	≈2.8	≈2.6	≈5.0	≈5.0～5.2
发火方式	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火	中心发火
用　途	猎　用	猎用，比赛用	猎　用	猎　用	猎　用
注	1963年开始销售 原名：.300Winchester Magnum	系英国著名的.303军用枪弹的民用型，畅销于英联邦各国 原名：.303Britsh	此弹系7.62mmNATO弹的前身和民用型，1952年开始销售 原名：.308Winchester	1978年开始推销 原名：8mmRemington Magnum	1962年开始销售 原名：.340Weatherby Magnum

附表2-4 国外主要重型机枪弹基本诸元

枪弹名称	美国.50勃朗宁机枪弹	美国.50勃朗宁机枪弹	美国.50勃朗宁机枪弹	美国.50勃朗宁机枪弹	美国.50试射机枪弹
口径（mm）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7（.50in）
弹种及型号	M2普通弹	M2穿甲弹	M8穿甲燃烧弹	M23燃烧弹	M48A1试射弹
全弹长（mm）	138.4	138.4	138.4	138.4	115.06
全弹重（g）	116.6	116.5	112	104	107.5
初速v_0（m/s）	893	884	920	1060	≈560
平均膛压（MP_a）	379	365	379	400	262
枪口动能（J）	18858	18054	17828	18662	8316
弹头结构	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，硬钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，平底，钢套，被甲	尖头，平底，弹尾装曳光剂，弹尖装燃烧剂，被甲
弹头直径（mm）	12.98	12.98	12.98	12.98	12.9
弹头重（g）	46.0	46.2	42.1	33.2	53
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	99.06	99.06	99.06	99.06	77.0
弹壳最大直径（mm）	20.42	20.42	20.42	20.42	20.42
膛线缠距（mm）	381	381	381	381	381
装药量（g）	15.55	15.2	15.1	15.4	7.6
注		91.4m距离，完全穿透22.23mm厚装甲板	400m距离，半数弹穿透11mm厚装甲板	此弹弹道与其他型号的不一致	160m距离，命中后倾79°（与地面夹角为11°）的钢板时，能爆炸，发出烟焰信号

（续）

枪弹名称	荷兰.50勃朗宁机枪弹	英国.50勃朗宁机枪弹	英国.50勃朗宁机枪弹	法国.50勃朗宁机枪弹	苏联12.7mm机枪弹
口径（mm）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7（.50in）	12.7
弹种及型号	Z1穿甲弹	MK3z普通弹	MK1z穿甲燃烧弹	M1947"O"型普通弹	Б-32穿甲燃烧弹
全弹长（mm）	138.4	138.4	138.4	138.4	147
全弹重（g）	120	116	113	114.5	131（钢壳），124（铜壳）
初速v_0（m/s）	870	823	871	875	828
平均膛压（MP_a）	345				304
枪口动能（J）	18927	15593	16210	17044	17260
弹头结构	尖头，锥底，双锥钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，软钢心，被甲	尖头，锥底，钢心，被甲
弹头直径（mm）	12.98	12.98	12.98	12.98	13.01
弹头重（g）	50	46	42.8	44.5	49.6
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	99.06	99.06	99.06	99.06	108
弹壳最大直径（mm）	20.42	20.42	20.42	20.42	21.85
膛线缠距（mm）	381	381	381	381	380
装药量（g）	15.1	15.24	15.6	15.0	17.0
注	70年代初研制成功，性能较美式弹显著提高，弹壳尺寸与美式弹相同，850m半数弹击穿11mm厚装甲板	弹壳尺寸与美式弹相同	弹壳尺寸与美式弹相同	弹壳尺寸与美式弹相同	100m距离，击穿20mm厚钢板率不小于90%； 500m距离，击穿15mm厚钢板； 1000m距离，击穿10mm厚钢板

（续）

枪弹名称	苏联12.7mm机枪弹	苏联14.5mm机枪弹	苏联14.5mm机枪弹
口径（mm）	12.7	14.5	14.5
弹种及型号	БЗТ-44穿甲燃烧曳光弹	Б-32穿甲燃烧弹	БЗТ穿甲燃烧曳光弹
全弹长（mm）	147	156	156
全弹重（g）	130	200	195
初速（m/s）	828	997	1015
平均膛压（MPa）	304	324	324
枪口动能（J）	15092	31617	30665
弹头结构	尖头，锥底，钢心，被甲	尖头，锥底，硬钢心，被甲	尖头，锥底，硬钢心，被甲
弹头直径（mm）	13.01	14.93	14.93
弹头重（g）	44.0	63.9	59.5
弹壳型式	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形	无凸缘，瓶形
弹壳长（mm）	108	114	114
弹壳最大直径（mm）	21.85	27.0	27.0
膛线缠距（mm）	380	420	420
装药量（g）	17.0	31.0	31.0
注	100m距离，击穿15mm厚钢板率不小于90%；700m距离击穿15mm厚钢板后对汽油箱内汽油引燃率不小于80%；1000m距离曳光率不小于80%	300m距离，击穿20mm厚钢板（后倾20°）率不小于90%；100m距离击穿20mm厚钢板后对汽油箱内汽油引燃率不小于80%	100m距离，击穿20mm厚钢板（后倾20°）率不小于80%，并对钢板后汽油引燃率不小于90%；2000m距离曳光率不小于80%