



第一章 枪身总体方案设计

第一节 枪身总体方案布置的一般顺序

设计人员在比较充分地研究和理解下所下达的战术技术要求的基础上，分析现有同类武器，提出总体方案。拟制枪身总体方案一般按下述顺序进行，但由于设计工作往往是分小组进行，因此有些内容可同时并进或交叉进行。

1. 自动方式的拟制 组成枪身的机构很多，在设计枪身时应该首先考虑自动方式。自动方式的确定对武器的性能影响很大，它往往能引起整个武器的革新。

2. 闭锁机构的确定 闭锁机构是自动机的核心，它和其他机构都有联系。闭锁机构确定后，其他机构的布局亦都大致确定了。

设计闭锁机构时需要考虑以下问题：

- (1) 闭锁支撑面的安排，机匣或节套的断面形状及其加工方法；
- (2) 拉壳钩的型式及位置的安排（它和武器的密闭性及机匣的刚度有关）

(3) 复进装置的安排（设计闭锁机构时一定要避免考虑不周而使复进装置不好安排，而不得不重新考虑闭锁机构的布置）

(4) 退壳挺的型式及位置（有的枪机上需有相应的退壳挺槽）；

(5) 与供弹机构的配合（弹仓式供弹机构一般是一个单独的部件，通常要求闭锁机构提供一个推弹凸笋，因而设计上影响不大；弹链式供弹机构一般要靠闭锁机构某个活动机件带动，因此，设计闭锁机构时必须和它结合进来考虑）；

(6) 击发机构的型式(对于击锤式击发机构要考虑机构上容纳击针的空间;对于击针式击发机构还在考虑击针簧的安装位置)。

3. 供弹机构的确定 首先应确定上用弹链供弹、弹匣供弹还是其他方式供弹,然后再进行具体设计。设计供弹机构最重要的问题是如何保证供弹及时灵活可靠。

4. 击发发射机构及保险机构的确定

5. 初步决定自动机工作循环图

6. 自动机能量的初步分配 主要是决定自动机后坐最大速度、后坐到位速度、复进簧吸收的能量等问题。能量分配是否合理影响到自动机工作的可靠性。在分配能量的同时,可进行射击频率的估算。

7. 其他各零部件的确定 如枪管、机匣、瞄准机构、枪刺、膛口装置、枪尾及枪托等。

8. 绘制总体方案图 将初步确定的总体布置方案,主要部件的结构形式,各部件与枪身的连接方式,相互关联尺寸的衔接要求以及全枪外貌等以图形表示出来,作为结构设计的依据,再按各部件结构的工作图样,在坐标纸上绘制总体方案图,并修改循环图。

在确定各机构的方案时,要对现有同类武器进行必要的分析研究。在提出新的技术措施后,要进行充分的单项试验,以确保新技术切实可行。机构布置时,要对某些部件作一定的几何分析与运动分析,使自动机各机构的工作能相互协调,并保证主要零部件的强度和自动机的工作可靠性。

第二节 提高武器战术性能的技术措施

一、提高武器射击精度的技术措施

武器的射击精度是指射弹命中目标的精确程度,它包括射击密集度和射击准确度两个概念,射击密集度是弹着点密集的程度。射击准确度是弹头的平均弹着点和瞄准点(或预期命中点)的偏差程度,平均弹着点与瞄准点的偏离越小,武器的射击准确度越高。武器的射击密集度和准确度都好,一般就认为它的射击精度好。影响射击精度的因素主要有两方面:一是武器和弹药本身结构、火药的性能和制造精度;二是射手、气象、地理等外界条件对射击的影响,射手对射击精度的影响主要是射手的射击姿势,举枪动作、测距误差、射击要领的掌握和熟练程度等影响;气象条件为气温、气压、风速风向、阴雨、能见度等自然条件,外界随时在变化。射击每一发时的条件都不一样,这些外界条件的利弊也是显而易见的,这里不起先详细分析。关于枪弹、火药和枪架对射击精度的影响分别在弹药设计和枪架设计各章中论述。本节只研究枪身对射击精度的影响及其影响因素的分析,并提出一些提高射击精度的技术措施,供设计和改进武器时参考。

1. 枪管的结构和技术条件对射击精度的影响

(1) 枪膛的构造和加工技术条件对射击精度的影响很大,设计枪管时应特别注意。为了提高射击精度,必须合理地设计膛线形状和缠度;正确地确定内膛的尺寸及公差,以及选择适当的枪管材料、硬度、内膛表面处理方法及光洁度等。

(2) 枪口端面形状对精度影响很大。一般枪端面有一个 $90^{\circ} \sim 110^{\circ}$ 的内倾角,或者在线膛与端面间有平缓的过渡圆弧,以保护线膛末端免被碰伤,挤伤,或因带毛刺而影响射击密集度。枪口端面必须与枪膛轴线垂直,否则会影响弹头飞出枪口时的方向,使射弹念头增大。试验证明:枪口端面倾斜角 $\alpha = 1^{\circ}$, 在 100 米距离上弹头的相应念头增大,并且 R50 增大 10%。

(3) 枪管和机匣的联接对精度影响较大。枪管与机匣的配合要坚固;枪管在装配前应该校直,全面检查枪膛的直线度,否则因枪管弯曲会使射弹偏差增大。有护筒的枪管,护管要直,它与枪管的配合间隙要均匀。弯曲的护筒,射击时会因受力不对称而偏向一方,同样会使精度变坏。

(4) 枪管的外形尺寸对精度也有一定的影响。枪管外形尺寸主要指枪管的长度和壁厚,它们直接影响枪管的振动刚度与烧蚀,关于枪管烧蚀见第七章。枪管振动对精度的影响将在下面详述。

2. 枪管振动对射击精度的影响。

由于枪管赋予弹头一定的飞行方向和速度，所以枪管振动对射击精度的影响不可忽视。可以把枪管看作是一端固定的悬臂。在射击过程中，由于击发时火药气体的作用，自动机复进到位的撞击，发及枪管自重、质量分布不均等因素使枪管发生振动枪管的振动形式很复杂，一般横向、纵向和扭转等。试验证明，枪管的横向振动对射击精度的影响最大。

在枪管的横向振动中的基阶振动第一高阶振动。基阶振动的频率较低，延续时间长；第一高阶振动的不同相位上，枪口端面的横向运动速度、位置及方向都不相同，影响弹头飞行的主要因素是枪口端面的横向运动速度和枪膛轴线的方向。弹头飞出枪口瞬间的速度是它沿枪膛轴线方向的速度与枪口端面横向速度的几何和。横向速度越大，弹头的速度方向偏离枪膛轴线越大，弹着点离目标的偏差也越大。枪管受振动的能量大，则振幅亦大，枪口端面的横向速度亦大。在同一振动周期内，当枪膛轴线处于位置时振动速度最大；当枪膛轴线偏离此位置最大时，振动速度为零。如果横向速度是影响精度的主要因素，则弹头在枪管接近零位（即射击前静止状态的位置）时飞离枪口所发生的方向偏差要比它在枪口接近振动极限位置时飞出的偏差大些。为得到较好的射击精度，要求弹头在枪口偏离零位最远后刚往回运动的瞬间飞出，此时枪口处的横向速度最小，而且方向也是指零位的。

射击方式不同时枪管振动对精度的影响也不相同。单发射时，影响精度较大的是第一高阶振动，因为第一高阶振动，因为第一高阶的频率比基阶振动的频率高，相位变化快，由于弹头初速的变化，使弹头在不同时间到达枪口时枪口相位的变化比较大，影响弹头的飞行方向亦较大。连发射击时，对精度影响较大的是基阶振动，因为基阶振动的周期比较长，前一发的射击有可能影响到次一发。而第一高阶振动一般经 0.05 秒后就消失了。只有当射击频率大于每分钟 1200 发时，前一发的高阶振动才有可能会影响次一发的射击。如果振动频率是射击频率的整数倍数时，就有可能会产生共振，这将严重影响武器的连发精度。

减小枪管振动对射击精度的影响可以从两方面来考虑：一方面是减小枪管本身的振动；另一方面是使弹头飞出枪口时与振动作最有利的相位配合。具体如下：

（1）合理分布枪管质量

枪管壁厚增加。则振动频率增高，振幅减小，对提高精度有利。

在重量相同的条件下，枪管上开纵向槽可增加外径，提高刚度，减小振幅，对精度有利。

如果在相应于振动的波腹处增加质量，可减小振动，对提高精度有利。对于基阶振动来说，振幅在枪口处最大，对于第一高阶振动，可根据实验测得波腹。如果在第一高阶振动的波腹处安装导气箍等零件则可减小振动。

对于精度要求高的武器要控制枪管的径向壁厚差，壁厚差大，枪管质量中心不在枪膛轴线上，会产生附加动力偶，使横向振动加剧。

（2）合理设计射击频率

为了减小枪管振动对射击精度的影响，应使连续两发弹之间的时间间隔大于一定数值，即当第二发弹飞离枪口端面时，因前一发弹引起的枪管振动已基本消失，枪管已恢复到接近静止状态。这样前一发弹就不致于影响后一发的弹着点。根据实验可知，要提高射击精度，应使武器的射击频率与枪管的振动频率保持一定的比值，即 公式

比值 R_f 越大，说明武器的射击频率（对枪管的振动频率而言）越小，相连两发之间的时间间隔越大，故对改善连发精度有利。图 是 R_f 与射弹散布的关系。由图可知，当 R_f 值大于 3.5 时，射击散布就比较小。如果要求武器的射击频率很高，不可使 R_f 值大于 3.5 时，则合理地选择枪管的振动频率，使其恰为射击频率（发/秒）的 0.5、1.5、2.5 倍时，亦可使连发时的射弹散布大为减小。实际上武器的射击频率是不稳定的，不可能每发都配合的很好，这将影响散布。因此，应尽可能保持稳定的射击频率，以提高武器的连发精度。

下面列出几种步枪枪管的振动频率实测值和相应于 $R_f > 3.5$ 时武器的射击频率值表：

几种枪管振动频率值

枪 种 （赫芝） 设计成自动步枪后 $R_f > 3.5$ 时射击频值（发/分）

德毛瑟手枪 27.6 < 470

美斯普灵步枪 61 <1050

苏 1891/30 步枪 45. 5 <780

试验作自动步枪 73 <1250

(3) 合理设计导气装置

导气式武器气室内的压力冲量影响枪管振动。在一般导气装置中气室前壁的压力冲量位于枪膛轴线的一侧，使枪管承受冲量矩，加大了枪管横向振动，影响了射击精度。在保证自动机工作可靠性的基础上减小气室的压力冲量，或使气室中心线位置尽量接近枪膛轴线以减小冲量矩，都对减小枪管振动有利。

(4) 严格控制初速的跳动量

严格控制初速的跳动量可使发弹头到达枪口时，枪口端面振动相位变化较小。在弹药生产中，弹头重量和装药量总有一定的公差，初速也在一定范围内变化，但对于特种枪（如运动枪等）要求精度特别高的武器，除严格控制弹头和装药重量的公差外，还须尽量减小枪管内膛尺寸的制造公差，使初速值的变化尽可能小。

(5) 对于枪管较长的武器可在枪口附近增加支点来减小振动

枪管悬伸长度是枪管振动时影响射击密集度的重要因素。一般枪管悬伸较长时，振动频率较低，振动幅较大，使连发精度差。但枪管长度一般决定于对弹头初速的要求，因此对于初速高枪管长的武器中要特别设法减小枪管的振动。其方法之一是在枪口附近加一支撑点，例如安装脚架等，可以大大提高射击精度。

3. 合理地进行武器的总体布置

(1) 武器和重心应尽量接近枪膛轴线。武器重心与枪膛轴线不重合时，后坐力的作用将使枪口位置发生变化，从而改变射向，使散布增大。武器重心与枪膛轴线的相应位置改变时对射角的影响可用下式表示： $\phi = m \gamma / I \times l$

式中 ϕ ——弹头出枪口时枪身和原来位置所形成的偏差角；

m ——弹头质量

γ ——武器重心相对于枪膛轴线的距离；

I ——武器绕通过重心且与枪膛轴线相垂直的水平轴的转动惯量；

l ——弹头在膛内行程长度。

在上述公式中不考虑武器支撑点的反作用（假定武器是没有支撑点的）。从公式中看出武器重心对枪膛轴线距离越大，枪身转动惯量越小，则弹头出枪口时的偏差角越大，因而武器射击精度越差。如武器重心在枪膛轴线之上，则平均弹着点偏下，反之则偏上。

(2) 减小自动机运动过程中各零件的撞击。自动机运动过程中各零件的撞击，特别是枪机、枪机框（机头、机体——复进及后坐到位的撞击，对精度影响较大。为此，设计时应注意：在满足作用可靠和理论射速适度的条件下，尽量降低自动机的运动速度，以减小撞击冲量矩；或用枪尾缓冲器减小自动机后坐到位的撞击。有些导气式武器，在自动机后退到位前，枪机与机匣和枪机框先后交替碰撞，消耗枪机框能量，以减轻机匣承受的总撞击冲量（例如 53 式重机枪的自动机，具体见第二十三章第三节）。

(3) 合理地设计枪托或握把的形状能使射手瞄准舒适，举枪稳固，容易掌握射击要领，从而提高射击精度。

(4) 瞄准装置的设计对精度有一定的影响。适当加长瞄准基线是提高射击精度的有效措施之一。为了便于校靶，照门或准星应能上下左右调整，但要尽力避免因配合不当影响精度。对于精度要求很高的武器可考虑采用光学瞄准具。为提高许多夜间作战能力，需配备夜间瞄准具。

（5） 发射机构的扳机力要适当，扣引扳机的力过大会改变瞄准线的位置，也会造成射手的紧张和疲劳，影响射击精度。

击发机构的能量不应过大，否则会使击发时撞击太大而使枪身振动，影响精度。

（6） 闭锁机构的结构对精度也有一定的影响。闭锁支撑面对枪身轴线对称，有利于提高精度。由于武器存在闭锁间隙，射击时，火药气体压力能够推枪机后退并与支撑面发生撞击，如果闭锁支撑面对称，则发生单边撞击，有的武器会影响射击精度。此时闭锁零件的质量越大，对精度的影响越严重。

（7） 在枪口安装防跳器可以产生稳定冲量矩，减小武器的跳动，对精度有利。在 56 式轻机枪上所作的试验证明，装防跳器后，连发精度有所提高。

防跳器对连发精度的影响（表）

试验条件	散布圆半径	散布密集度	散布距形						
	R50（厘米）	R100 厘米）	高低（厘米	方向（厘米	高低	方向			
有防跳器	6. 9	18. 9	12. 2	7. 4	27. 3	26. 3			
无防跳器	9. 3	20. 5	20. 5	10. 7	32. 5	19. 7			
（在 100 米距离上，用 2~3 发的短点射，共射弹 20 发）									

4. 减小武器后坐

武器本身引起散布的根本原因，是火药气体压力冲量直接对枪身的作用，它使武器后坐，同时使枪身转动，导致枪膛轴线脱离正确位置或使弹头飞行方向偏离射向。例如武器重心不在枪膛轴线上时，动力偶使枪身上仰，是火药气体压力冲量的直接作用；自动机在机匣前、后的偏心碰撞是，火药气体压力冲量的间接作用（因自动机的动量和能量都由火药气体得来）；因此，减小火药气体压力冲量对武器的作用对提高连发精度具有重要意义。

火药气体压力冲量对武器的作用，视自动机的类型不同而各异。

在自由枪机式武器中，火药气体压力冲量作用于枪机，使其获得动量而后坐，并通过复进簧将部分动量传给机匣，枪机后坐到位对机匣发生碰撞，机匣进一步接受后坐动量。枪机复进到位，对机匣又发生碰撞，使机匣得到一向前动量。但由于二者作用时间不同。故不能相互抵消。

在管退式武器中，火药气体压力冲量作用于膛底，使枪管及枪机（机头、机体）获得动量而后坐，枪管和枪机分别通过复进簧将部分后坐动量传给机匣。在后坐和复进到位时，枪机对机匣发生撞击，进一步将动量传给机匣。

在导气式武器中，作用于膛底的火药气体压力使枪身后坐并绕武器质心回转。弹头过导气孔后，作用于导气室前壁的火药气体压力冲量，抵消一部分后坐冲量，使武器后坐的加速减小；这个冲量对武器质心的冲量矩，依其方向不同，能使武器的回转运动增加或减小。气室火药气体压力冲量同时还使枪机框带动枪机后坐。枪机框通过复进簧将部分后坐动量传给机匣。枪机框后坐及复进到位时同样对机匣发生碰撞。

由上分析知，在各类武器中，火药气体压力冲量引起武器后坐主要通过复进簧力对枪身的作用及活动机件对枪身的撞击。但作用的时间及大小各异。导气式武器中火药气体对膛底的直接作用是引起枪身后坐的主要原因。

减小武器后坐及其影响的具体措施如下：

（1） 设计新枪弹时，在满足武器射击威力要求的前提下，选用枪口冲量小的弹道方案。根据力的作用与反作用定理，火药气体压力作用于膛底的冲量，应等于它推动弹头向前运动的冲量；所以枪口冲量较小的弹药，后坐冲量也必然较小，对武器的射击精度有利。

(2) 利用膛口制退器。膛口制退器是利用后效期内膛口喷出的火药气体对膛口装置的作用,抵消部分后坐冲量,从而达到减小武器中后坐的目的,膛口制退器一般能吸收后坐能量的30%~50%,高效率的可达到60%左右。

(3) 利用前冲击发原理。利用前冲击发原理可减小武器的后坐冲量,其工作原理是使自动机在复进快到位前的一不定期位置上击发枪弹。火药气体压力冲量,先抵消一部分(或全部)自动机的前冲动量,使其复进到痊时的速度降低颇多,甚至为零,然后再向后退。只有一部分火药气体冲量使自动机获得后坐动量,从而减小后坐到位时的撞击。这种原理,也可用以减小枪身的后坐。对于不同自动方式,前冲击发原理应用也不相同。

前冲击发原理在自由枪机式武器中的应用参看本章第四节。

在管退式武器上,当枪管在复进过程中的一不定期位置上起先击发,使击发时所产生的火药气体压力后坐冲量与枪管复进的动量互相抵消一部分,以减小枪管复进和后坐到位的撞击。

对导气式武器来说,主要的问题是如何减小由火药气体压力引起的枪身后坐。对于有架座的武器可利用枪架缓冲簧,使枪身在复进过程中的一定位置进行击发,以抵消枪身的一部分后坐动量。

利用前冲击发原理来减小后坐,从理论上讲,是有效的措施,但实际应用时尚存在自动机工作不稳定等问题,需进一步解决。

(4) 加缓冲装置或后坐能吸收器。自动机即后坐到位时,撞击缓冲装置或后坐能吸收器,它们吸收后坐能量以减小或避免自动机对机匣的直接撞击。缓冲器吸收的后坐能量在复进时大部分还给自动机或枪身。后坐能吸收器则靠摩擦元件把大部分后坐能量吸收度转化为热能散失掉。缓冲装置不能改变武器所承受的后坐总冲量,只能减小冲击力和机匣受力,而作用时间则加长。

枪身和枪架之间装缓冲装置来提高射击精度的问题,详见第二十章。

(5) 利用复进簧吸收自动机后坐的全部能量,消除自动机后坐到位的撞击。利用这种措施的作用在于使机匣所受到的力由作用时间较短而值较大的撞击力转变为作用时间较长而值较小的复进簧力,使射手容易控制,从而减小武器的跳动和振动。利用这种措施时,机匣所受的总冲量并没有变化。在采取这种措施时,要保证在任何射击条件下,自动机后坐不到位也能完成各自动动作。

除上述技术措施外,亦可在充分试验研究的基础上采取其他措施,例如膛内制退:弹头在膛内运动时期,将火药气体由枪管侧孔引出,作用于自动机或枪身零件上,使之承受一向前的冲量来减小后坐。膛内制退能抵消较大的后坐冲量,但会使初速下降,同时火药气体后喷,影响射手安全,因而勤务性较差。

二、提高武器零件寿命的技术措施

提高武器零件寿命是解决武器威力和机动性矛盾的措施之一。

武器上受力较大而复杂的零件主要有枪管、枪机、枪机框、击针、拉壳钩、击锤和阴铁等。在武器设计时要特别注意这些零件的受力情况。

武器零件除了受静载荷外,还有动载荷,并且此载荷是多次重复的。因此,在设计时应当着重考虑零件的疲劳强度及撞击强度。

提高武器零件寿命,应从改善零件受力条件及提高零件的承受能力,其措施如下:

1. 合理地进行方案设计。

- (1) 内弹道设计时,应在满足战术技术要求的条件下尽可能降低最大膛内压。
- (2) 设计导气装置时,尽量减小气室内最大压力,使自动机工作平稳,惯性力小。
- (3) 在保证自动机工作可靠或满足射击频率要求的前提下,使自动机的能量尽可能小。
- (4) 自动机运动过程中尽量减少(或减小)不必要的撞击。

(5) 尽量减小自动机运动所受的动力偶,如活塞报受的力及其作用线和活动机件重心的偏差,零件间不对心撞击产生的动力偶等。这些动力偶使自动机和机匣导轨等承受力矩,影响导轨强度。

(6) 对关键的受力部位要进行必要的强度验算。

2. 正确地设计零件结构

(1) 枪机、枪机框等零件

枪机枪机框等零件在武器寿命射击试验中往往是薄弱环节,设计时要特别注意。

①枪机及机匣上闭锁支撑面要进行强度校核,或参照同类型武器进行对比设计,以保证在发射有足够的抗压强度。

②枪机、枪机框等零件上断面发生变化 z 的部位要用圆角过渡,且圆角不能过小。以免因应力过于集中而引起破裂。56式半自动步枪规定寿命为6000发,但过去射击至3000~5000发时枪机曾发生破裂,后将 $R0.3$ 尺寸加大5倍,问题得到解决,射击8000发后仍未见裂缝。

③设计孔槽较多的零件,如枪机、枪机框、机匣盖等时,断面变化不可太急,以免在薄弱断面处发生破裂。遇到这种情况时,可作如下处理:

- a. 适当加厚尺寸提高断面强度。
- b. 厚薄不均的零件,可适当减掉厚断面处金属材料以减小薄弱断面处材料的载荷。
- c. 若系薄壳件,在性能许可的情况下,可切下不必要的薄弱部位。



中国 56-1 式 (枪托合起状态)