

TV23-74C₂

張
德
耀
編
著



爆破器材簡易生產法

國防工業出版社

爆破器材簡易生产法

張德耀編著

國防工業出版社

1965

PDG

內 容 簡 介

本书所叙述的爆破器材生产方法，是我国人民在抗日战争和解放战争时期所采用的一些方法。这些方法今天看起来，大都是手工操作，没有近代机械设备，但却反映了战争年代里，以坚持斗争和自力为主的精神进行各种爆破的过程；同时这种生产方法“上马”快、生产快、满足补充，动员群众直接或间接地参加生产，有力地支援了当时的全民族运动，对取得革命战争的胜利起了一定的作用。

本书除阐述了爆破器材的制造方法外，还论述了爆破器材的配制和爆破器材的使用方法等。

本书可供工矿、企业、公社和民兵组织等在相应条件下，立与进行爆破器材生产时参考，也适于有关工程技术人员、部官兵、民兵以及对此感兴趣的广大读者阅读。

爆 破 器 材 簡 易 生 产 法

張德耀編著

*

國防工業出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $1/32$ 印張6 151千字

1965年4月第一版 1965年4月第一次印刷 印数：0,001—6,000

統一书号：15034·956 定价：（科四）0.80元

目 录

序	3
引言	8
第一章 起爆药制造法	13
§1 概述	13
§2 雷汞的性质	14
§3 制取雷汞的化学反应过程和工艺条件	16
§4 配硝酸	17
§5 水银精制	19
§6 酒精蒸馏	20
§7 配制硝酸汞	21
§8 雷汞化合反应	22
§9 雷汞洗涤	25
§10 雷汞干燥	26
§11 雷银的性质	29
§12 雷银制造概述	30
§13 原料准备及配制硝酸银	30
§14 雷银化合反应	32
§15 雷银洗涤	32
§16 雷银干燥	33
第二章 硝化甘油制造法	39
§1 概述	39
§2 硝化甘油的性质	40
§3 由植(动)物油中制取甘油	41
§4 硝化甘油制造	45

第三章 周氏炸药制造法55

- §1 概述55
- §2 組成物的配份56
- §3 火硝的精制57
- §4 二硝基萘制造60
- §5 燃燒剂的加工63
- §6 周氏炸药配制64

第四章 硝酸鉍类炸药制造法67

- §1 概述67
- §2 硝鉍炸药的性质68
- §3 硝酸鉍的性质69
- §4 动物骨干餾制造硫酸鉍72
- §5 用硫酸鉍制造硝酸鉍74
- §6 制造硝鉍炸药中的原材料准备76
- §7 粉状硝鉍甘油炸药配制80
- §8 含有固体敏感剂的硝鉍炸药配制81
- §9 不含敏感剂的硝鉍炸药配制82
- §10 硝鉍机油炸药配制83
- §11 爆破药包装药84

第五章 黑火药粉制造法87

- §1 概述87
- §2 黑火药粉的物理化学性质88
- §3 原材料加工88
- §4 黑火药粉混合92

第六章 火雷管制造法95

- §1 概述95
- §2 火雷管的构造96
- §3 紙管壳制造98
- §4 炸药制备102
- §5 装药和压药104
- §6 内外表面清理、塗漆和包装108

第七章 电雷管制造法	111
§1 概述	111
§2 电雷管的构造	112
§3 灯泡式电发火的制造	112
§4 电雷管装配	116
§5 电雷管的檢驗	117
§6 簡易电阻檢查表	118
第八章 手榴彈制造法	121
§1 概述	121
§2 手榴彈的构造	121
§3 木柄与彈壳制造	123
§4 拉火裝置制造	125
§5 彈壳装药	129
§6 全彈装配	130
§7 手榴彈試驗方法	131
第九章 地雷制造法	134
§1 概述	134
§2 地雷的分类及用途	134
§3 地雷的构造	135
§4 地雷的发火机构	139
§5 导爆管制造	142
§6 地雷装药装配	144
§7 地雷的敷設	147
第十章 燃燒纵火器材制造法	151
§1 概述	151
§2 燃燒剂的性质及作用	151
§3 燃燒瓶制造法	154
§4 燃燒手榴彈制造法	156
§5 燃燒地雷制造法	158
§6 燃燒盒制造法	159

第十一章 簡易軍事爆破法 160

- §1 概述 160
- §2 火花起爆法和電力起爆法 160
- §3 導火綫製造和長度計算 164
- §4 爆破藥包的敷設 167
- §5 爆破木結構所需炸藥量的計算 170
- §6 爆破土、磚、石或混凝土結構所需炸藥量的計算 172
- §7 爆破鋼鐵結構所需炸藥量的計算 174

第十二章 原料酸——硫酸及硝酸製造法 179

- §1 概述 179
- §2 硫酸的性質 179
- §3 硫酸製造簡述 180
- §4 缸塔法製造硫酸 180
- §5 缸塔法的設備製造和選擇 184
- §6 缸塔法操作注意事項 186
- §7 硝酸的性質 188
- §8 缸法製造硝酸 188
- §9 配酸濃度計算法 191

引 言

我国人民在抗日战争和解放战争期间，克服了种种困难，在各方面向敌人作了针锋相对的斗争，并且一个接一个地取得了胜利。在对敌斗争中，革命武装所需要的爆破器材，也随着革命的形势适时而迅速地得到了发展，从而壮大了革命武装力量。

在毛泽东思想指导下，敢于革命、敢于斗争、敢于胜利的我国人民，在战略上藐视困难和在战术上重视困难，以实事求是和科学分析的态度对待每个斗争环节，胜利地完成了革命斗争的历史任务。在整个革命斗争过程中，千千万万的革命群众，在党的领导下，意志一致，行动一致，形成了排山倒海的力量，这就充分地证明了毛主席的英明论断：“真正强大的力量不是属于反动派，而是属于人民。”

同其他武器的生产一样，在爆破器材的整个发展过程中，我们始终是以毛泽东思想为指针的。本书所阐述的爆破器材的生产过程，如实地反映了我国人民在极其艰苦的战争环境下，本着自力更生、奋发图强的精神建立和发展国防工业的伟大历史进程。

（一）简易爆破器材的生产是客观的需要：

在抗日战争初期，即1937～1940年间，根据地的弹药除缴获敌人的一些外，就没有新的补充来源了。狡猾的日本帝国主义知道革命的人民是消灭不了的，革命的军队是越打越多和越战越强的。因此，敌人使尽了阴险毒辣的手段，除用所谓“杀光、烧光、抢光”的三光政策外，还进一步在物质上实行严密的封锁，企图窒息革命。就是在战场上敌人也不轻易丢掉一枝枪，或一粒子弹，甚至连空弹壳也都拣走，敌人害怕这些空弹壳经复制后又用来打他们。是的，革命军队当时弹药的补充确实十分困难，有些部

队平均每人仅有数发子弹，而步枪、手榴弹、炸药等补充更是缺乏。凶恶的敌人企图以此来限制和消灭中国人民抗日的力量。

在解放战争中，蒋介石反动派不但将积蓄的所有力量用来反对人民，而且在日本帝国主义投降后接管了敌伪军的几乎全部装备，得到了美帝国主义的近百亿美援，并将数百万反动军队美械化。实际上是美帝国主义出钱出枪，蒋介石反动派出人，从地上、天上、海上向人民展开了全面的疯狂的进攻，企图用联合起来的反动力量，消灭人民革命的力量。

革命的人民在党和毛泽东同志的领导下，在人民解放事业的进程中，克服了种种困难，不断地发展了爆破器材的生产，壮大了革命武装斗争力量，取得了革命的胜利。

(二) 工厂是怎样搞起来的：

革命战争形势的发展，要求我们一方面要千方百计地向敌人夺取武器弹药，另一方面要求自己制造那些大量消耗的弹药和各种爆破器材，以保证有可靠的供应来源。在这种情况下，所采用的办法是：就地取材，自行制造，从无到有，从小到大，从简单到复杂。也就是说在什么环境下生产什么军火，在什么条件下生产什么爆破器材。当时条件是较差的，既缺乏技术人员，又缺乏原材料。但是，解放了思想的革命人民，不但没有被困难吓倒，而且在战争的考验中技术人员越来越多，业务水平越来越高。同时，在祖国的大地上到处都有着丰富的资源，只要善于利用，真是取之不尽、用之不竭的。

随着革命形势的发展，到处可以建立工厂，而且到处是工厂，到处有材料或产品。譬如制造炸药的原料——火硝（硝酸钾或硝酸钠）的生产，就可以说明这种情况。当时解放区的农民，从田野上收集原料，用自家做饭的铁锅，源源不绝地生产出大量火硝。又如炸药的原料硫磺，许多山区的农民本来就有干馏硫磺的经验，仅其副业生产的产量，就可完全满足需要。有了这些条件，生产爆破器材的工厂象雨后春笋般地建立与壮大起来。在抗日战

爭的前期，仅仅用了两年的时间，国防工业应有的产品就基本齐全了，其中爆破器材很快就滿足需要了。有关的产品如：硝化甘油、硝酸鉍、雷汞、雷銀、各种混合炸药，各种雷管和导爆管，各种手榴彈、地雷、子母雷等，全部自行生产和滿足供应。各种产品从少到多而且一批一批的出厂，供应前綫的需要。

爆破器材工厂的建設和生产是完全适应当时条件的，做到了土洋結合，因陋就簡，因地制宜，因时制宜。当时的生产设备，尽量采用陶器、磁器及玻璃器皿，少用或不用鋼鉄材料。厂房是利用一部分民房或建筑一些簡易工房。在全体职工的努力和农民兄弟的协助下，建一个小型工厂，一般在五到十天內就可以完成，至多一两个月也就够了。这种綜合性的由几十人到几百人的工厂是很灵活的，完全适应快生产、快坚壁的战斗形势。面临着一年几度的扫蕩与反扫蕩的战斗，敌人来了就坚壁，敌人走了就生产，使敌人无法找到工厂，无法找到生产设备。在敌人走后，一般的仅仅几天，最多一、二十天的时间，就可以完全恢复正常的生产。

革命的职工发揚了大无畏的精神，以頑强的斗志和冲天的干劲，保证了爆破器材工厂的建設和生产。职工們一切为了前綫，一切为了胜利，一条心，一股劲，全力以赴，不論是生产、建設和坚壁清野，大家出主意，想办法，各显其能，在这种情况下，任何困难都是能够克服的。

爆破器材的生产在当时的情况下，必須与繳获的彈药武器有机地結合起来，也就是說，前方繳获多的，后方就少生产或不生产；前方繳获少的或不足的，后方就多生产，力求有节奏地补給軍隊。

(三) 爆破器材的大量生产，推动了爆破运动的开展：

当时所生产的爆破器材，除了滿足正規部队和脫产武装人員需要以外，还能滿足所有的民兵（不脫产）和解放区的人民武装的需要，达到了革命政府所提出的“人人有彈”（指手榴彈），“村村

有雷”(指地雷)的要求。解放区的民兵和有一定战斗能力的农民，都装备了手榴弹、地雷和一些爆破器材；甚至没有战斗能力的儿童，也自行仿制木质手榴弹，配挂腰间，配合民兵，盘查行人，显示出全民皆兵的伟大气概。解放区的人民，一边生产，一边战斗，个个意气风发，斗志昂扬，大有一举歼敌之势。

爆破器材愈生产愈普遍，爆破运动愈开展愈广泛，大大地加强了对敌斗争。在反扫荡之际，不但埋设了大量地雷，而且用石头当外壳的石雷，更是遍布全村的路口和山坡。埋设的铁雷可以爆炸，所触及的石雷也可以爆炸，河边和山坡都有石头，到处都可以爆炸，敌人如入天罗地网，丧魂落魄，大大地限制了敌人活动，有力地配合了部队，粉碎了敌人的扫荡。

(四) 爆破器材的新用途及其巨大的威力：

在抗日战争中，爆破运动已经有了物质基础，并且积累了丰富的经验，人民武装也得到了进一步壮大和发展。抗日战争胜利后，国民党反动派勾结美帝国主义把中国推向内战的灾难中，企图以装备和数量上的暂时优势来消灭人民革命的力量。在美帝国主义阴谋主使下，敌人玩弄假和谈真备战的伎俩，调兵遣将，从四面八方进逼。当数百万反动军队进攻之际，中国人民解放军和人民武装就显示出真正强大的力量。在一夜之内，成千里的铁路，被炸得稀烂，很多线路被炸得千疮百孔，致使敌人交通运输全部瘫痪。从此，爆破运动达到更高的阶段，进而炸平敌人战壕，炸毁堡垒，摧毁工事，阻击和包围敌人；在巷战中，使用炸药包，破墙而过，无坚不摧，任何障碍都挡不住前进的革命军队。

随着爆破运动的开展，爆破器材的生产，从小到大，从简单到复杂，得到了迅速发展；要什么就有什么，要多少就有多少，有力地支援了解放战争，彻底粉碎了敌人的进攻，反动派的数百万美械军队，不出三年就被中国人民彻底打败。

(五) 国防工业队伍进一步成长和壮大：

在战争的艰苦岁月里，职工们一方面完成了生产与建设的任

务；另一方面，还利用空隙时间，学文化、学专业、学政治，养成了勤奋学习的习惯。不少文盲达到了小学、中学程度，进步較快的还掌握一定的大专水平的技术理論，并在实际的革命战争和生产建設的斗争中积累了相当丰富的經驗。他們既能做工，又能种地，既能生产，又能打仗，既是体力劳动者，又是脑力劳动者，体现出行动战斗化、生活集体化和組織軍事化的优良作风。通过爆破器材的生产建設，为未来的社会主义建設培养出一批有觉悟、有工作經驗、有文化和有群众观点的工业企业骨干。

总之，爆破器材生产的发展过程，完全可以証明：要求解放的人民，本着自力更生的方針，克服困难，一定能取得各方面的胜利。新生的力量犹如星星之火，可以燎原，具有气势磅礴、雷霆万鈞之势，是不可抗拒的。觉悟了的人民，沒有不可克服的困难，沒有不能解决的問題。胜利在等待着那些敢于革命，敢于斗争，敢于胜利的人們。



第一章 起爆药制造法

§ 1 概 述

起爆药是爆破器材装药的主要材料，当它受到外界作用（冲击、摩擦、火焰等）的影响时，能在瞬间放出大量的起爆能，引爆各种炸药。

起爆药是雷管、火帽和底火等火工品的主装药。因此，对起爆药的基本要求是：（1）起爆力大。起爆力愈强，则被起爆的炸药所作的功就愈大；（2）对外界的作用有足够的敏感性，以保证在使用中准确发火；（3）有良好的疏散性和压药性；（4）化学安定性好，如在光线、空气和水分的影响下，其理化性质和爆炸性质不变化；（5）在常温条件下，能长期贮存。

起爆药的种类很多，如雷汞、氮化铅和三硝基间苯二酚铅等，但在实际生产中大量采用的是雷汞。

制取雷汞的原料为水银、硝酸和酒精。其主要工序是化合反应，通常采用耐 100°C 以上的玻璃制的曲颈瓶（如图 1 所示）来完成反应。

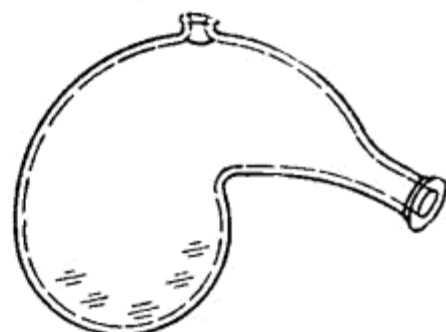


图 1 曲颈瓶

在抗战时期，制造雷管、手榴弹、地雷等爆破器材，需要采用大量的雷汞。在当时制取雷汞无论在生产方式和设备的选择上，一方面要满足工艺条件的要求；另一方面也要符合战时条件和解放区当时的资源条件。根据制取雷汞的基本原理，采用了陶瓷罐作为进行化合反应的设备。经过研究和试验，总结出了罐法制造雷汞的工艺方法。

在当时，制取雷汞所使用的硝酸，主要是由本厂供给。酒精

是採用民間飲用的燒酒自行蒸餾。而水銀是依靠外購。

1942年以後，敵人对解放區實行了更加嚴密的經濟封鎖，在人民群眾的積極支持下，水銀仍能繼續不斷的滿足需要。為了堅持長期鬥爭，必須使原料立足於解放區。在制取雷汞的同時，還以元寶和銀元（純銀均可）為原料，試制成雷銀并能大量生產。根據雷汞和雷銀的性質，在當時是將它們配合使用，雷汞多用於底火、火帽和銅壳雷管的主裝藥，而雷銀常做為紙壳雷管的主裝藥。

雷銀（又稱雷酸銀）是一種白色細小的針狀物質，對沖擊、摩擦和火焰等外界作用很敏感，與一般金屬均能起作用。在水中受沖擊摩擦也能爆炸。取制雷銀具有較大的危險性，因此，在國外以前很少採用它。

雷銀每次的制取量，一般均小於十五分之一克。在制取時，若能很好地了解它的特性，掌握住生產的操作要領，并能選擇合適的加工方法和設備，是可以安全進行生產的。抗戰期間，就是在保證安全的前提下，生產了大量的雷銀。

雷銀的制成，不但使原材料立足於解放區，而且也增加了起爆藥生產的品種。

§ 2 雷汞的性質

雷汞（又稱雷酸汞）俗稱白藥。外觀為白色或灰色的針狀結晶。化學式為 $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ ，分子量為 284，假密度為 $1.2 \sim 1.5$ 克/厘米³，晶體的比重為 $4.39 \sim 4.41$ 。它的純度與比重有關，純度愈大，比重則愈小。

表 1 雷汞純度與比重的關係

雷汞含量%	97.0	98.0	99.0	99.7
比重	4.40	4.38	4.36	4.32

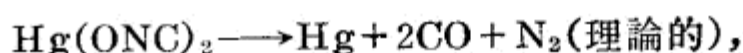
雷汞的吸湿性很小，在不同的条件下它的吸湿量如下：

表 2 雷汞在不同条件下的吸湿量

相对湿度 %	样品存放时间 (昼夜)	吸收水分数量 %
50	60	0.02
80	80	0.02
100	80	0.16

雷汞在稀酸、浓酸或强碱的作用下，能发生分解或爆炸。如用稀硫酸或稀硝酸处理时，则发生缓慢的分解；和浓硫酸作用时能立即爆炸。因此，在制取雷汞时或在存有雷汞的工房和工作间中，禁止存放硫酸。雷汞在硫代硫酸钠的作用下能发生分解，所以常采用硫代硫酸钠来处理废雷汞及雷汞洗涤的废水。

雷汞的温度为 50°C 时，在两小时后它才开始分解；若加热到 100°C 时，则在 48 小时以内即发生爆炸，它的反应方程式为：



$\text{Hg}(\text{ONC})_2 \longrightarrow 1.01\text{Hg} + 1.99\text{CO} + 0.98\text{N}_2$ (气体分析结果)。

表 3 雷汞与金属的作用情况

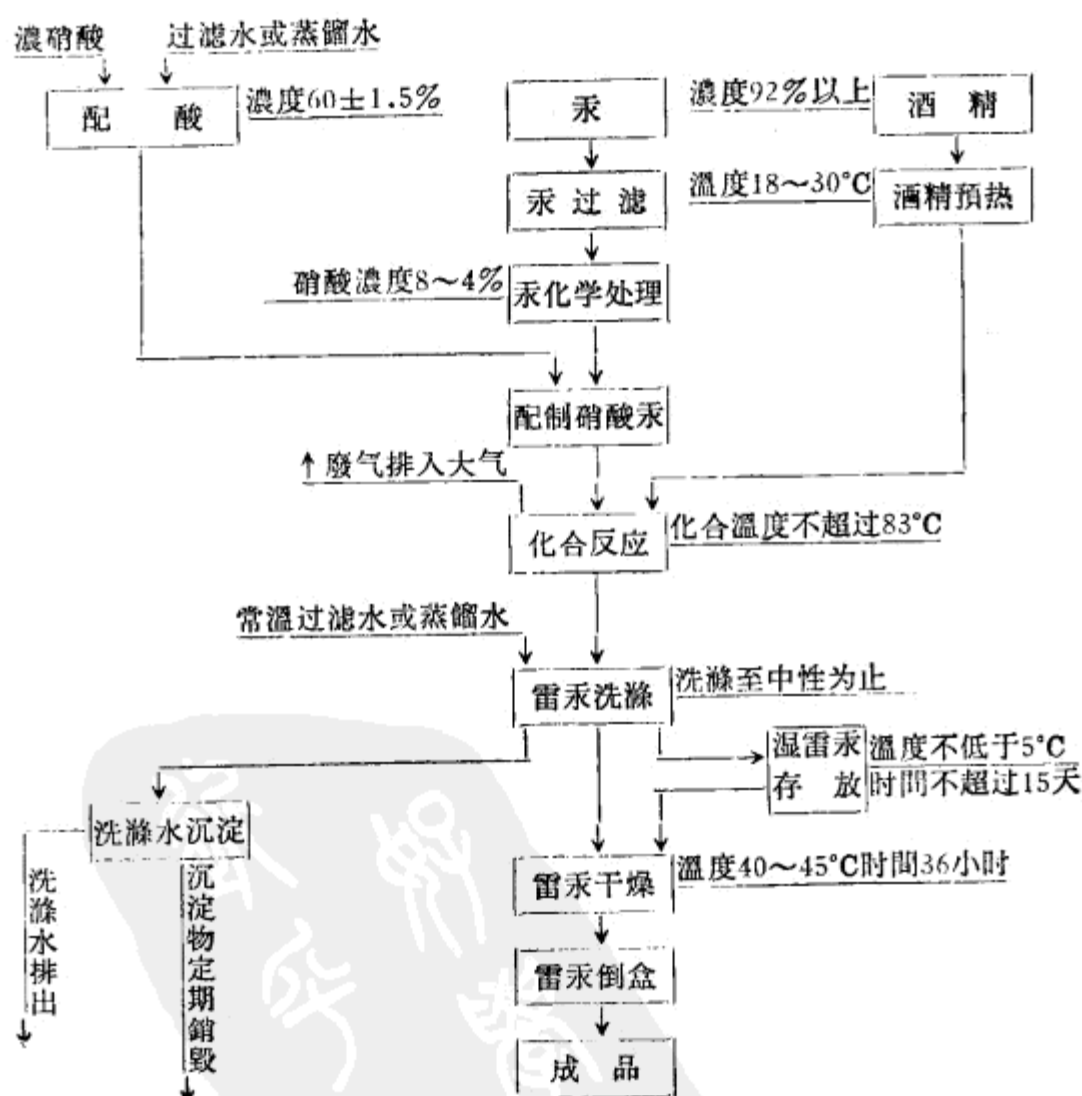
金属名称	作用情况	作用条件	作用速度
铜	(1) $\text{Hg}(\text{ONC})_2 + \text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}(\text{ONC})_2 + \text{Hg}$ (2) 生成 $\text{Cu}(\text{ONC})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ (摩擦感度高)	(1) 有水存在时并加热 (2) 有水存在时	
镁	放出大量热，并生成非爆炸性的镁化合物	有大量水存在时	激烈
铝	生成氧化铝	有水存在时	激烈
锌	生成雷酸锌(有爆炸性)	湿雷汞	较慢
锡	生成锡汞齐	有水存在时	
铅	生成雷酸铅	有水存在时	微弱
镍	不起作用		

雷汞的起爆温度为 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ ，爆速为 5400 米/秒。对机械冲击的敏感度为：以 1 公斤的落锤撞击，在 10 次试验中爆炸的最小高度为 24 厘米；用 2 公斤落锤，10 次试验中爆炸的最小高度为 5 厘米。对摩擦敏感，在铁器表面之间摩擦感度最大，在木质之间的摩擦感度较小。对火焰作用十分敏感。在疏散状时，遇火焰作用由强烈燃烧而转至爆炸，而在容器内遇火焰时则立即爆炸。

§ 3 制取雷汞的化学反应过程和工艺条件

如前所述，水银、硝酸和酒精是制取雷汞的主要原料。对这

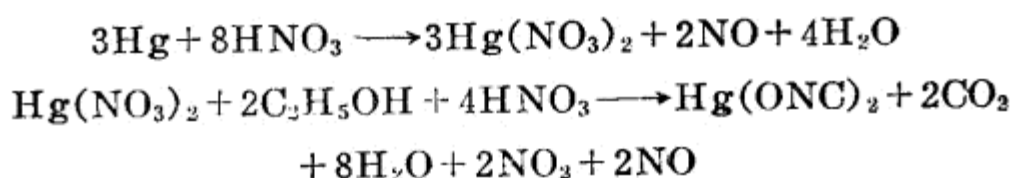
流程 1 制取雷汞的工艺流程



三种原料的要求分别为：水銀純度为 99.9%，酒精濃度不低于 92%，其中不应含有杂质，硝酸濃度为 $60 \pm 1.5\%$ 。

主要的工艺过程是原料准备、配制硝酸汞、化合反应、洗滌和干燥等。

制取雷汞所采用的原料比例为：1 份水銀：9 份硝酸：10 份酒精。所进行的化合反应較复杂，在不考虑副反应的情况下，它的綜合反应式为：



§ 4 配 硝 酸

硝酸在使用前应进行沉淀，用比重計測定其比重，如比重为 1.415，則从表 7 中可查得該酸的濃度为 68.63%，使用时需加水稀釋。

使用濃度大的硝酸配酸时，最好使用蒸餾水，也可采用以布过滤的淨水。使用的水要求洁淨，如果水中所含的砂粒等杂质混入产品中，会增高雷汞的敏感度，对装药、压药的操作极为不利。

原料酸的濃度若超过 $60 \pm 1.5\%$ 时，需要加水稀釋；如濃度低于 $60 \pm 1.5\%$ ，則需追加濃度較高的硝酸。根据原料酸的实际濃度，可按下列公式計算出加水或补加酸的数量：

(一) 稀釋硝酸加水量的計算：

$$W = \frac{n A}{N} - A,$$

式中 W ——需要加入水的数量 (公斤)；

N ——要求配制的硝酸濃度 ($60 \pm 1.5\%$)；

n ——原料酸在稀釋前的濃度 (%)；

A ——原料酸的数量 (公斤)。

(二) 如原料酸或已配制酸的濃度，低于 $60 \pm 1.5\%$ ，則追加濃硝酸的数量按下式計算：

$$X = - \frac{(N - n_1) A}{(n - N)},$$

式中 X ——需追加濃硝酸的数量 (公斤)；

N ——所配制酸的濃度 (%)；

A ——待修正酸的数量 (公斤)；

n ——追加濃硝酸的濃度 (%)；

n_1 ——待修正酸的濃度 (%)。

硝酸对金屬有强烈的腐蝕作用，所以在抗日战争时期是采用瓷缸做为配酸設備的。当时所用的配酸方法是：用比重計測定出硝酸的濃度，計算出需要水的数量，将酸和水按需要量称取好；

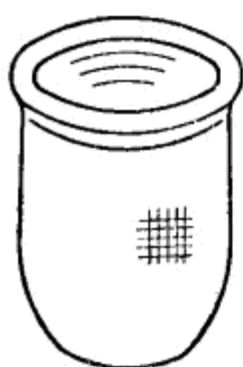


图2 配酸缸

先向缸中加入定量的淨水或过滤水，在注入水之前，用淨水把缸 (图2) 擦洗干净，然后再加入硝酸。配酸时加料次序不能顛倒。如向酸中加水，則会由于酸的强烈吸水作用而激烈放热，容易引起酸液四溅，以至燒伤操作者。因此，一定要向水中加酸，而且速度不应过快，在加酸时还要边加酸边用玻璃棒或鋁棒不停地攪拌。

配酸时，由于酸的稀釋而生成的热量使溫度升高并有硝烟 (NO_2 , N_2O_4) 散发，对人的呼吸器官有着强烈的刺激性。在当时由于条件限制，沒有采用机械攪拌和机械通風装置，而是采用灵活机动的作业方法：晴天在室外露天操作，利用河水或泉水降低酸溫。加酸和攪拌时，操作人員站在上風方向，减少酸烟对人的侵害；遇到雨天或風天，就在室內作业，将門窗适当打开，在地面和缸壁的周圍洒上水，降低室溫和酸溫，以减少酸的損失。在配酸时，操作人員要戴好防护用具，以免燒伤并保証安全进行生产。

如原料酸濃度低于規定要求，在配制时需追加濃硝酸并使其混合均勻。配好的硝酸，要重新測定比重，比重應為1.365~1.380。

制造雷汞所用的硝酸，必須純淨，其中不允許含有砂子、玻璃片、鐵屑等雜質。在配酸前，硝酸要經過充分的沉淀，以除掉雜質。

配酸操作時要細心，不要把酸液濺到身上。一旦發生燒傷，應立即用水沖洗，并在燒傷部位擦以氨水。

§ 5 水 銀 精 制

水銀也稱為汞，分子式為 Hg，是一種外觀為銀灰色的液態金屬，純度要求在 99.9% 以上。購來的水銀一般較純淨，但是由於經常裝在鐵質容器中，所以可能有鐵銹等雜質。清除雜質時，可將一張厚濾紙，用細針穿成數十個小孔，使水銀通過濾紙進行過濾。也曾用麂皮或細白布過濾水銀，效果較好。在用細白布過濾時，應多過濾幾次。

購來的水銀如果表面發黑，就表明水銀的純度不高，在使用前要进行化學精制，一般是採用 4~8% 濃度的稀硝酸進行洗滌。洗滌時，先將過濾的水銀倒入一個干淨的瓷盆中，再加入 4~8% 濃度的稀硝酸，同時用玻璃棒不停地攪拌。洗滌完畢將稀硝酸排出，再用過濾水或蒸餾水一邊洗滌一邊攪拌。水洗 1~2 次後，排出洗滌水，而殘留在水銀表面上的水分用細布或棉花擦干。

水銀是一種有毒性的物質，在常溫下易揮發，隨着溫度升高其揮發速度也隨之加快。因此，在處理水銀時，要穿上工作服，戴上口罩和手套。操作完畢後要洗手、漱口。

水銀屬於戰略物資，來源不易。在戰爭的年代里，每個同志對它都十分珍惜和節約。當偶爾有一滴水銀掉到地上，同志們都立刻設法撿起。有一次，敵人突然襲擊，工廠奉命立即堅壁●撤

● 又稱堅壁清野，在戰爭中有計劃的撤退，將各種物資收藏起來，使敵人得不到任何物資。

走，由于是在黑夜，临行时有数百克水銀未带上，行軍途中发现此事，虽然仅仅是几百克并且放置地点不一定能被敌人发现，但还是毫不犹豫地冒着生命危险把它取回来。

§ 6 酒精蒸餾

酒精学名乙醇，分子式为 C_2H_5OH ，是制造雷汞的主要原料之一。所需要的酒精濃度不应低于92%，最好是95%以上。因为低濃度的酒精含水量多，将会影响到化合反应的正常进行和降低产品的得率。

当时所用的酒精，主要是以民間酿造的燒酒●（又称毛酒）为原料进行蒸餾制得。所采用的工艺装置如图3所示。

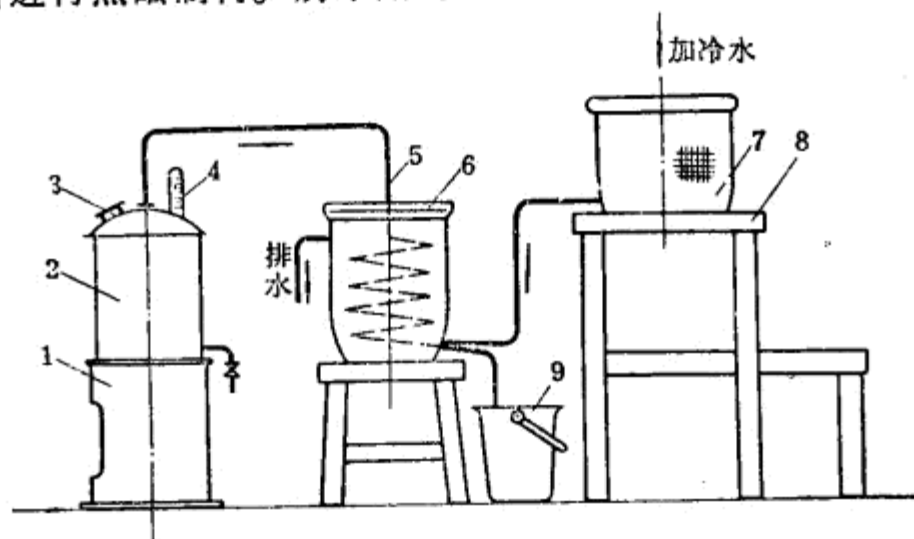


图3 酒精蒸餾装置

1—火炉；2—蒸餾桶；3—加料口；4—溫度計；5—連接管；6—冷却缸；7—冷水缸；8—支架；9—酒精罐。

酒精蒸餾的热源是一个燒炭的火炉。在炉上安装一个大鉄桶或鋁鍋，冷却器是一个大陶瓷缸，管子由蒸餾桶頂部接出通入冷却器，并在冷却器中盘成螺旋形，管子的出口由缸的下部通出。

蒸餾时，将燒酒加入蒸餾桶中，用火炉加热。由于溫度升高使酒精蒸发，酒精蒸汽和一部分水蒸汽通过导管进入冷凝器中，

● 以粮食为原料所酿造的酒，含酒量为45~70%。

冷却后凝为液体流入酒精罐中。

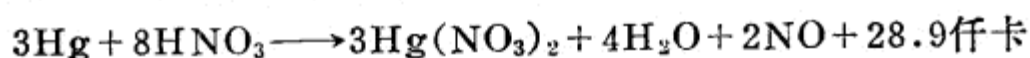
冷却水当时是用高位水加入冷却缸中的。加冷水时，利用高位的压力，使水由冷却缸的底部进入，温度升高的水由上部的溢流管排出。

蒸馏过程中，应经常察看蒸馏桶的温度，当温度上升到约 78°C （酒精的沸点）时，就有酒精蒸气蒸馏出来；当温度继续上升到 80°C 时，即可停止蒸馏。将桶内残留的烧酒（大部分是水）由下部的排渣口放出。残渣积累较多时，可集中进行蒸馏（其中有少量酒精）。

蒸馏次数与原料（如烧酒）的浓度有关。例如：40~50% 浓度的烧酒，欲达到 92% 以上的浓度，利用上述设备需要反复蒸馏 2~4 次。

§ 7 配制硝酸汞

制造雷汞首先要以硝酸和汞作用制成硝酸汞，然后用硝酸汞与酒精作用生成雷汞。生成硝酸汞的化学反应式为：



每次配制硝酸汞的数量与化合反应的投料量有关。如采用罐法化合，每次每罐的投料量若以水银 500 克计算，即配制每一份硝酸汞用水银 500 克，投料比采用 1:9，则硝酸投料量为 4500 克。

配制硝酸汞最好是选用口细底大的玻璃瓶。配制时先将已精制的水银称量 500 克为一份，注入细口瓶（图 4）中；再称取浓度为 $60 \pm 1.5\%$ 的硝酸 4500 克，小心地加入瓶中，用玻璃片把瓶口盖上。硝酸加入后，汞与硝酸开始反应，几分钟后，就可以观察到有棕色的烟雾产生，温度亦随之上升。配制硝酸汞的反应，应至汞完全被硝化为止，整个反应时间约为 1~1.5 小时。

在配制硝酸汞时，为了使反应速度加快和物料反应完全，硝酸汞溶液的温度要保持在 $30 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内。

硝酸汞加溫时，是将盛有硝酸汞溶液的細口瓶置于木槽或水泥槽內，并經常測定槽（图 5）內水的溫度，用調整冷热水加入量的方法来保証所要求的水溫。

为了排出在反应中所产生的硝烟，可用木板制成排風筒通出屋外，或者在晴朗无灰尘的露天进行操作，以便排除有害气体。

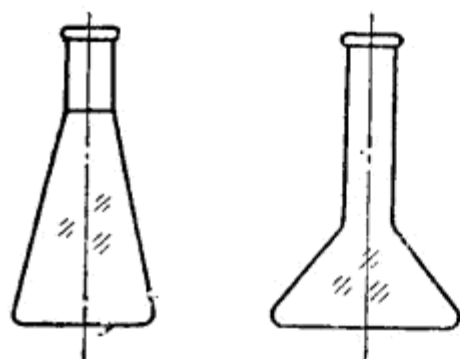


图 4 細口瓶

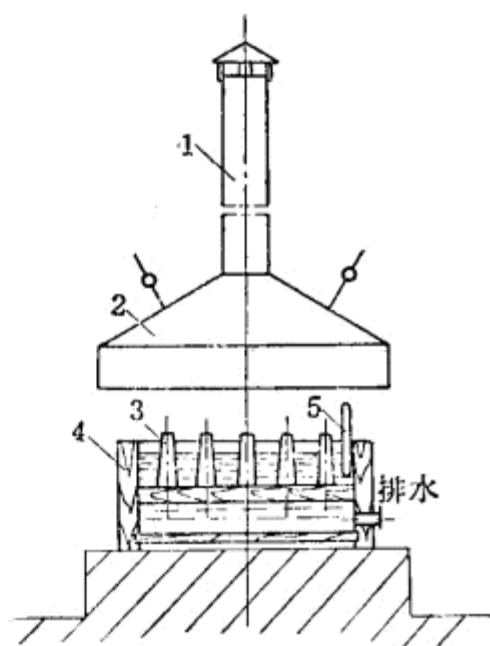


图 5 硝酸汞預溫槽

1—排气管；2—排气罩；3—硝酸汞瓶；
4—溫水槽；5—溫度計。

§ 3 雷汞化合反应

雷汞化合反应在雷汞制造中是一个主要的工序。化合反应的好坏直接影响到产品得率和质量。

化合反应所用的原料为硝酸汞和酒精(其用量为水銀的 10 倍)，即一份配制好的硝酸汞与 5000 克濃度 92% 以上的酒精。

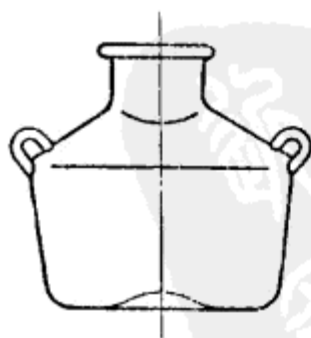


图 6 瓷罐

硝酸汞与酒精化合作用生成雷汞。

在战争的年代，由于受到物质条件的限制，沒有采用耐高溫(100°C)的曲頸瓶做为化合的设备，而是采用了民間所用的表面光滑的瓷罐做为化合设备（图 6）。

瓷罐的来源广泛，保温条件好，耐腐蝕。其缺点是不透明，

观察不到内部的反应情况。

在操作前首先将硝酸汞准备好，再把酒精从 5000 克为一份装入广口瓶中，置于水槽内保温，当温度达到 $18\sim 35^{\circ}\text{C}$ 时，即可使用。

雷汞化合反应过程中，有较多的硝烟、酒精蒸汽和废气等产生，最好应设置机械通风设备。在战争年代里，雷汞化合多是选择良好的气候条件，在室外进行操作。

操作时，先将瓷罐（反应罐）擦洗干净，放在干净的砖墩上（图 7）准备投料。室外作业不受面积的限制，产量可大可小。产量大时，可摆上十几个到二十几个罐子，罐与罐之间保持 $1.5\sim 2$ 米的距离。

当时我们把它叫做是世界上“最新式”的雷汞化合工房，既不受硝烟的侵害，也不受作业面积

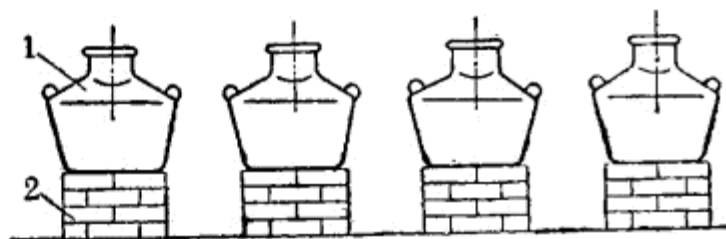


图 7 露天化合反应作业

1—反应罐；2—砖墩。

的限制。的确，在那战争的岁月里，广阔的天地就是革命者战斗的厂房。

将罐子摆好后，在每个罐子里插一支温度计或用一支温度计巡回测试。准备妥当后，开始投料。投料时，先在每一罐内加入一份酒精（重 5000 克），再将硝酸汞溶液呈线状缓慢地加入。

硝酸汞加入后，反应立即开始。3~5 分钟后，液体呈透明的黄绿色，温度计升高到约 50°C 。到 8~10 分钟时，酒精与硝酸汞中过量的硝酸发生作用，液体底部开始放出气泡，在液面上升起了白色的烟雾。这时溶液很快地转入剧烈反应，放出的气泡增多，并有大量的烟雾出现。

当大量烟雾出现之后，再经过 5~7 分钟，温度可上升到 80°C 以上。雷汞化合的温度，最好是控制在 82°C 左右，如温度超过时，可在溶液中追加少量的酒精，使温度下降。当温度达到 $80\sim$

82°C的时候，雷汞的結晶即可析出。随后，气泡愈来愈少，但反应更为剧烈，这时母液呈强烈的沸騰状。当雷汞大量生成之后，母液也逐渐减少，母液中的酒精也已蒸发，使过量的硝酸分解，放出黄色的氧化氮气体。此时，溫度稍能上升1~2°C，并保持一段时间。当溫度逐渐下降时，整个化合反应即告結束。整个反应过程共需60分钟左右。

雷汞化合反应的操作掌握得是否正确，直接影响到产品质量和得率。在战争的年代里所制造的雷汞，絕大多数都是优质的。但也发生过在反应中有“清湯”现象，制出的产品得率低，純度也低。其原因主要是由于投料时硝酸用量不够，也可能是酒精用量过多，当然，气温和物料的溫度太低也有所影响。因此，必須正确地掌握物料的濃度、数量、溫度和加料次序。如发现反应溫度过高，应及时追加酒精，否則将影响产品的得率，同时也影响化合反应的安全作业。

在雷汞制造中，要注意掌握硝酸濃度为 $60 \pm 1.5\%$ ，酒精濃度为92%以上。物料的投料比应为，水銀:硝酸:酒精为1:9:10。投料时是将硝酸加入水銀中，先配成硝酸汞溶液，并保持溫度和为30~40°C。在化合反应时，先向罐中加入18~30°C的酒精，再加入硝酸汞溶液。控制反应溫度在84°C以下，最好是82°C左右。按上述工艺条件进行生产，可制出优质的雷汞产品。

在当时，由于客观情况的限制，也曾使用过濃度为80~89%的低濃度酒精，其結果是按原定比例投料，則产品得率有所降低。因此在这种情况下，必須改变工艺条件，把投料比由1:9:10改为1:9:12，即加大了酒精用量。这样，产品的得率提高，但溫度上升很慢，反应時間由60分钟延长到2小时。

雷汞化合反应中，由于雷汞是存在于大量介质中，所以是属于危險作业。同时因有不少酒精及其气体的存在，要特別注意防火和安全。無論是在室內作业或是露天作业，距作业地点100米範圍內应禁止有明火。

在战争年代,虽然物质条件较差,所使用的原料、材料和设备经常有质量差异和变更,但以毛泽东思想武装起来的革命战士,发挥了主观能动性,充分地利用了客观条件,在多年的大量生产中,从未发生过伤亡事故。由于意外情况在化合反应时也发生过一次起火。这次起火主要是由于在距雷汞化合作业场地约50米的地方,有一小堆未燃尽的残灰,当酒精蒸气和反应所产生的废气随空气飘荡时,遇到灰中火星而引起燃烧,瞬时即导致全部反应罐起火。

上述火灾事件说明,雷汞化合反应所排出的大量气体中,有一部分是酒精蒸气和其他易燃气体。因此,在生产过程中要特别注意防火。

§9 雷汞洗涤

洗涤的目的,在于从雷汞中除去酸份及其它可溶于水中的杂质。通过洗涤还可以减少反应中的草酸汞等副产品的含量(草酸汞是不安定的物质,当装药与壳体作用时,在某些情况下,会引起爆炸)。

洗涤是在化合反应结束后,物料温度逐渐下降到 75°C 以下时进行。将籬筐或本质滤盆放在洁净的瓷盆上,内铺细白布,把雷汞和母液一起缓慢地倒入籬筐中。母液经布过滤,流入盆里,再将籬筐中的雷汞倒入另一个洁净的盆中(也可用表面光洁的玻璃缸)。再以过滤的净水洗涤,边加水边搅拌,反复洗涤,一直洗至中性为止。通常需洗10次以上(图8)。

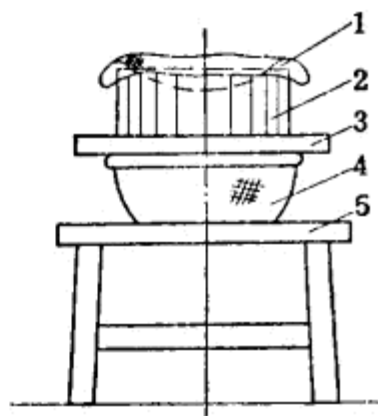


图8 雷汞洗涤装置

- 1—细白布; 2—籬筐;
3—木架; 4—瓷盆;
5—工作台。

洗涤后,用勺取出洗涤水3~5毫升,倒入玻璃杯中,滴入数滴甲基橙指示剂,当洗涤水不呈红色(中性)时即为洗涤合格。也可用蓝色石蕊试纸进行检验。将洗涤后的湿雷汞装入布袋内,口部用

綫绳系好，置于清水中或放在盛有水的大玻璃瓶中保存。雷汞在干燥状态下性质敏感，在洗滌时不要将它溅在地上；洗雷汞所使用的工具，常常沾有少量的雷汞，在洗滌后工具也应保存在清水中。

洗滌雷汞的廢水中含有少量的雷汞，这种廢水不宜直接排出或排入小河沟中，以免廢水干涸后，残留的雷汞受摩擦而引起爆炸。因此，应将洗滌廢水集中在大陶瓷缸中，使它充分沉淀，最好再加入一些浓度为 20% 的硫代硫酸鈉溶液，使残余的雷汞分解，分解后的廢水即可排出。分解后的廢物料，收集在一起定期处理或燒毀。

§ 10 雷 汞 干 燥

雷汞干燥作业，是通过干燥除去雷汞中的水分。干燥的雷汞对冲击摩擦和火焰的作用均十分敏感。因此，选择干燥方式須要慎重。

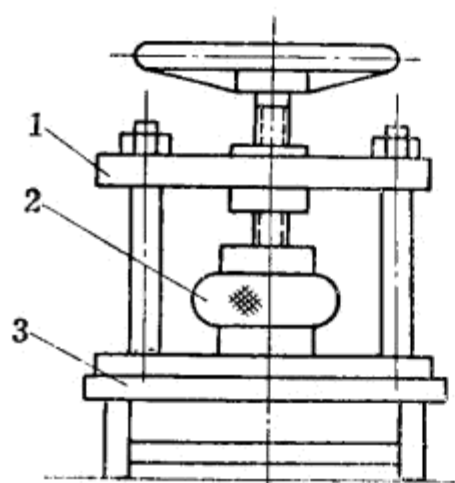


图 9 手扳压力机除水

1—手扳压力机；2—湿雷汞；
3—工作台。

雷汞干燥通常采用的方法有真空干燥法、热风干燥法和干燥室干燥法。在抗战时期，雷汞干燥是用隔墙加热的火墙式干燥方法。

首先将湿雷汞用細白布包好，置于手扳压力机上，除去其中大部分水分。除水后，雷汞中的含水量可由 30% 以上降低到 8~12% 左右。在干燥前，雷汞中的含水量不要低于 8%，如含水量过低会增加分盘工序的危险性（图 9）。

火墙式干燥室的墙是空心的，从室外专用的房間燒火，使烟气进入四周的空心区域，通过加热室内的空气来提高室温。保持室温在 38~45°C，不宜过高。在室内放置木制的干燥架，架上置有干燥盘。经过除水后的雷汞，应小心地分配到每个干燥盘里，每一盘的装量不宜超过 200 克。

干燥架用木制材料制成，結合方式采用榫接，如果用鉄釘結合时，必須將鉄釘头深深的嵌入結合件內，并在釘帽上塗漆。干燥架的高度，以低于2米为宜，其中可分成3~4层，每层均鋪隔板，在板上鋪以外包漆布的毛毡，使表面光滑柔軟，在每层隔板的后面装上一排凸出的木条，以防止药盘入架时用力过猛由架后掉下来。在架子的前面挂上网布或細白布，架子的頂部需裝置頂板，以防止灰尘落入药中（图10）。

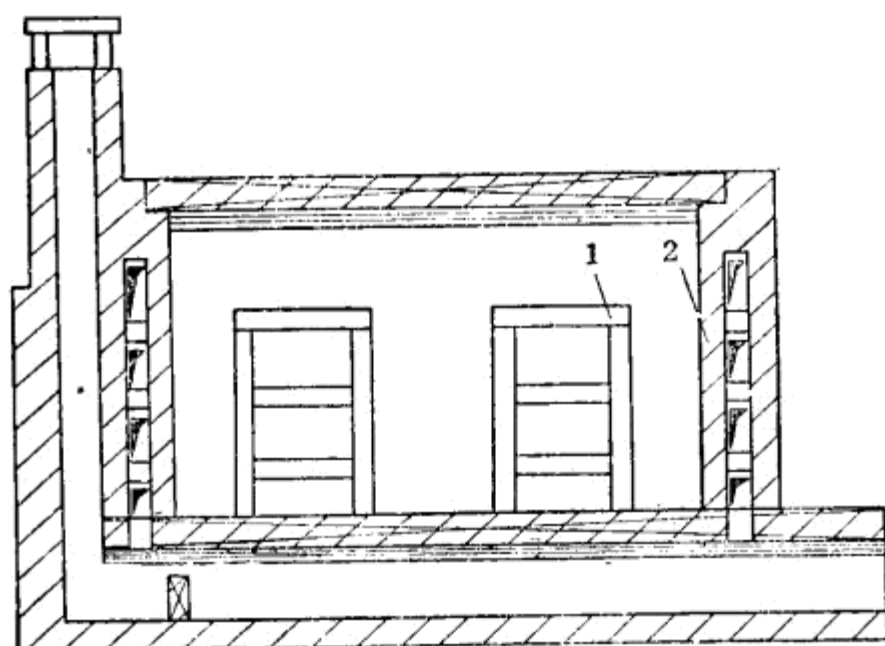


图10 火墙干燥室

1—干燥架；2—火墙。

药盘是用木料（或厚紙板）制成，其上包一层漆布或細布，再在布上塗一层虫胶漆。烘干时在盘上放置一块比盘略大一些的綢布，将雷汞倒在盘上用牛角勺或羽毛輕輕的将药鋪平，再小心地送到干燥架上。在室溫为 $38\sim 45^{\circ}\text{C}$ 的条件下烘干36小时（图11）。

烘干以后的雷汞，装入紙盒中。这个操作要注意安全，装盒工作最好是在单独的工作間里进行。

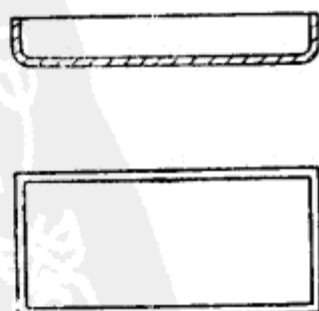


图11 药盘

倒药所采用的设备如图 12 所示。

倒药装置除框架是木制以外，其他部件均用厚纸板制成。内外均以纸糊成光洁无缝，并涂上两层虫胶漆，在药盒的下面铺以橡皮板。

倒药时可能有静电产生，当时是采用在橡皮板上涂以导电漆。导电漆的成分为 65% 的清漆和 35% 的石墨粉的混合物。

干雷汞运来后要进行装盒，装盒时先将药盘置于可转动的托板上，用橡皮筋卡住，操作人员到防险墙外，通过滑轮用绳子将药盘拉翻，这样药就缓慢地流入药盒中。每盒装一盘或两盘（即 200~400 克）。装盒以后的成品即可送去使用。

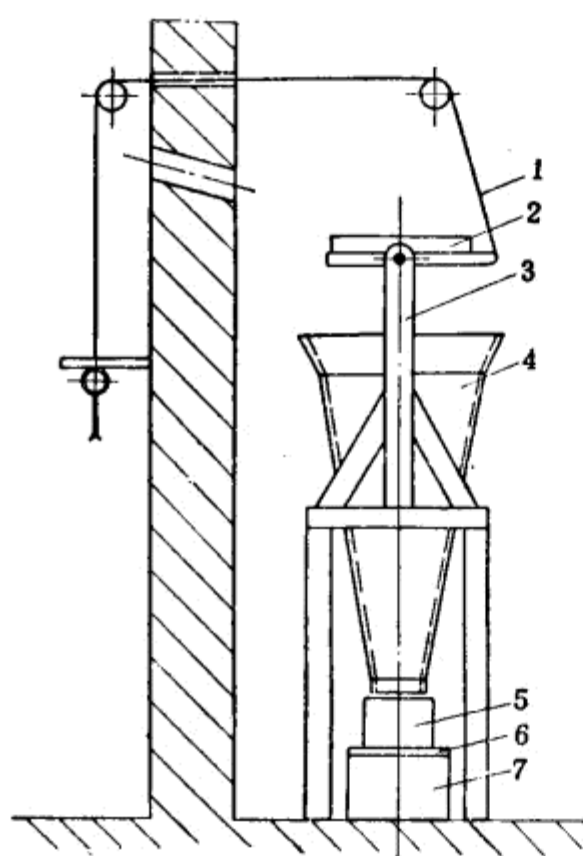


图12 倒药装置

1—拉绳；2—药盘；3—支架；4—漏斗；5—纸盒；6—橡皮板；7—厚毡垫。

制造雷汞所用的厂房，一般包括有化合工房（当时多在室外作业）、干燥工房和倒药工房等以及库房。由于当时环境比较动荡，不可能建设新的厂房，当时是选择离居民密集的村镇比较远的地方，充分利用已有的建筑物，如学校和零星的居民住宅，略加以修改扩充。

由于雷汞制造过程中可能会产生起火和爆炸，因此，不要用草房和草棚，离居民地点也不宜太近，屋顶有纸棚的应将纸棚拆除。如系多年的老房子，一经震动就会有灰尘落下，这对雷汞生产也是不合适的。为了避免灰尘下落掉入药中，在室内屋顶挂上布，保持室内清洁。

在战争年代，虽然厂房简陋，但能经常保持室内整洁，操作也井然有序，因而保证了优质高产和生产安全。

在战争的岁月里，除厂房自行动手改建外，设备是自己加工制造的，工具、量具和仪器也多是自己制作的。如量筒，虽然构造简单，但用途很广泛，可计量液体、测定密度、测定固体粉（粒）状物质的假比重等。这些用具大多是以自力更生的方法来解决的。如在玻璃杯或玻璃管中，注入温度为 4°C 的定量的水（ 4°C 时的水比重为 1），然后在杯的水准面处，刻上标记（刻度），即可制成简单的量筒（图 13）。当时是采用这种简易的办法，制做出诸如此类各式各样的工具和仪器。

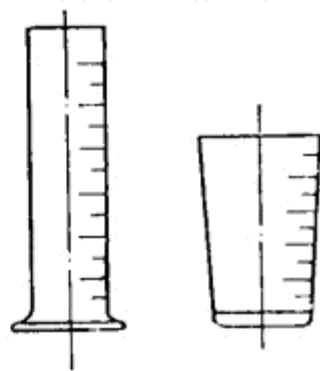


图13 量筒

在生产和战斗的间隙，职工们开展了各种科学研究活动，虽然参考资料缺乏，书籍不多，但由于职工们积极努力，充分利用当时条件，所以研究成果很显著，并多用于生产上。

由于战时环境复杂，为保守机密起见，将各种产品均托以代名词：如硫酸称之为“白醋”，硝酸称之为“黄醋”，乙醚称之为“香水”等。

在战争年代是面临着一年几次的扫荡和反扫荡的斗争。为应付环境突变，在平时对坚壁工作就做好充分准备；一旦发生敌情，各负专责，接到坚壁的命令后，各种坚壁工作立即按计划进行，几小时后，一栋栋生产车间，即静悄无声；如果原来是个庙宇，这时在高大的宝殿上又出现了一尊尊的泥塑像。使敌人根本找不出破绽，无法找到工厂，更无法破坏工厂。

抗战时期，不但制造了灰雷汞，也制造了白雷汞，还试验了雷铜、雷银等各种雷酸爆炸物，并且大量地制造了雷银。

§ 11 雷银的性质

雷银，外观为白色细小针状体，分子式为 AgONC ，密度为

4.09克/厘米³，吸湿性很小。它在空气中和光线作用下表面变黑；与浓硫酸作用时爆炸；与金属作用可生重盐。例如：与铵、钠、钾作用时生成 $\text{NH}_4(\text{AgONC})$, $\text{Na}(\text{AgONC})$, $\text{K}(\text{AgONC})$ 。

雷银的爆发点为 $167\sim 178^\circ\text{C}$ ，对冲击摩擦很敏感。如将雷银置于两个坚硬的固体表面之间，即使受轻微的冲击甚至在水中也能爆炸。1公斤落锤在10次撞击试验中，引起爆炸的最小高度为38厘米。雷银对火焰非常敏感，受火焰作用时即强烈燃烧，并转至爆炸。在壳体内燃烧时立即爆炸。

§ 12 雷银制造概述

雷银试制是于1943年春天开始的，利用雷汞生产的全部设备，经过一段摸索和研究，由小型到大型试验，并投入大量生产，所制出的产品，多用于纸壳雷管的主装药。雷银试验记录片断附后。

雷银制造所用的原料是硝酸（浓度 $60\pm 1.5\%$ ），酒精（浓度92%以上）和银（纯度较大的）。上述三种物料的投料比为15:15:1，雷银制造的方法和工艺步骤与雷汞制造基本相同。

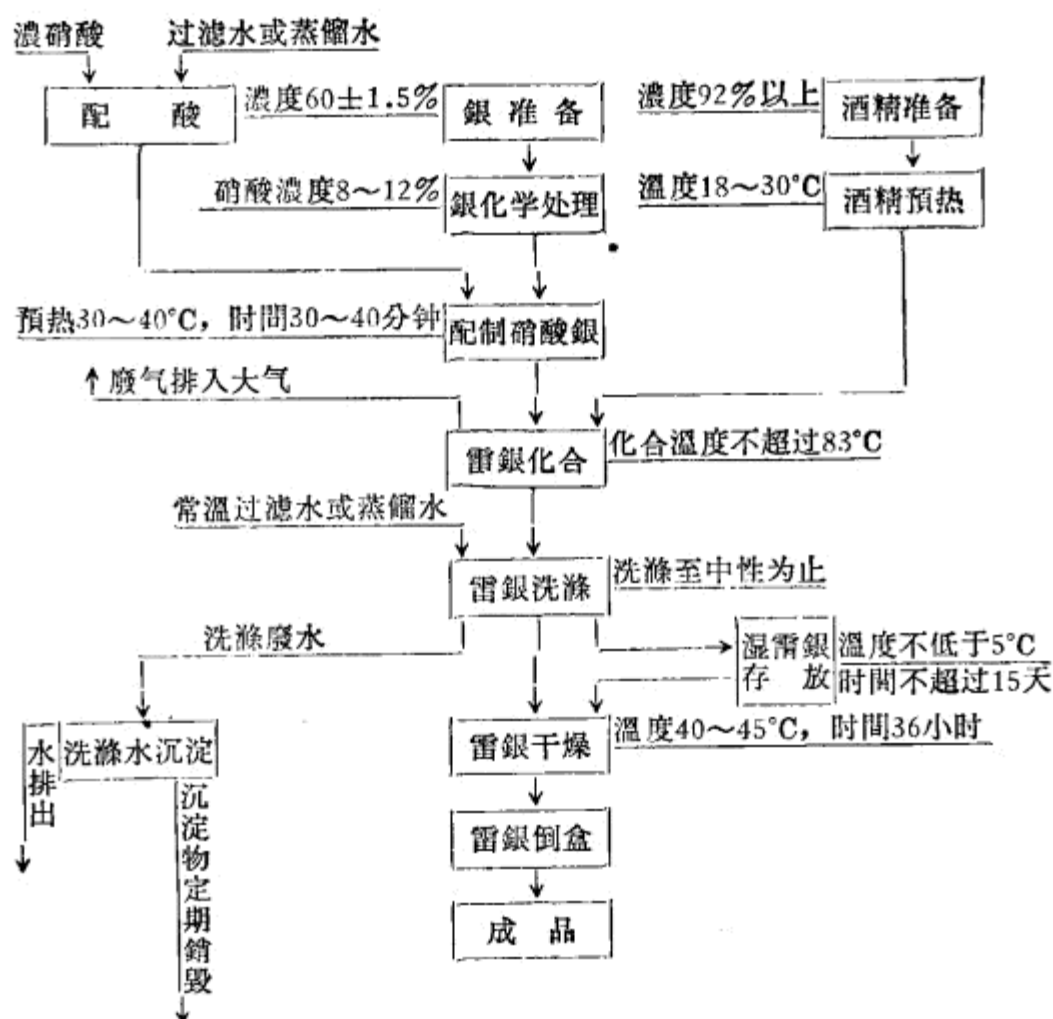
制造雷银的银，在解放区来源很广，如元宝^①、银元^②、银器等。根据试验证明，制造雷银所用的银，要求纯度愈高愈好，否则将影响产品质量和得率。经试验得知，在银质材料中，元宝的纯度较大，含铜量较小，其次是银元，而各种银器的纯度就更次之。元宝的质量纯，解放区内存量又多，所以，当时，即以元宝为制雷银的主要原料。一个银元一般重22.5克，而大元宝的重量为1125克。当然原料银不限于元宝和银元，凡是纯银均能使用。

§ 13 原料准备及配制硝酸银

配硝酸和酒精的准备方法及所使用的工具和仪器与雷汞制造

- ① 中国古代流通的一种银币，含银量较高，形如船状。
- ② 材料为银，内含有微量铜，是中国曾使用过的一种银币。

流程 2 雷銀制造工艺流程



物料投料比——銀:硝酸:酒精為1:15:15。

相同。而配制硝酸銀所使用的元寶，由於製造年代較久，並在民間長期流傳，在元寶的外表面上有一層油污和發黑的氧化層需要清除。清除時可先用布將元寶的外表面擦拭干淨，再進行化學處理。用一個潔淨的瓷盆，在盆里加入濃度8~12%的稀硝酸，將擦干淨的元寶或銀元，用小勺子輕輕的浸入酸液中，經過3~5分鐘酸洗後取出。取出後用清水沖洗和擦干，稱好重量並按1:15準備好硝酸鉀，即可配制硝酸銀。配制硝酸銀的方法與硝酸汞配制的相同。配制硝酸銀的化學反應式如下：

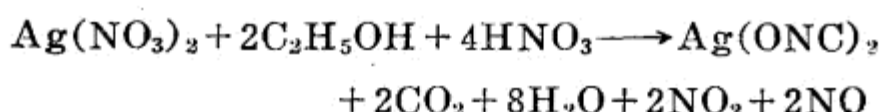


§ 14 雷銀化合反应

雷銀化合反应的装置是采用与雷汞化合反应相同的瓷罐。先把罐擦净，将温度为 $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的硝酸銀溶液加入罐中，然后再加入重量为銀 15 倍的温度 $18\sim 30^{\circ}\text{C}$ 的酒精，加酒精时要徐徐加入，先加入全部用量的二分之一。这时酒精与硝酸銀开始作用，温度逐渐升高。溶液中开始有气泡上升，继之，有白色烟雾出现。当温度上升到 $65\sim 70^{\circ}\text{C}$ 时，再将其余的二分之一酒精加入。約經 10 分钟，温度迅速上升，反应剧烈，有大量烟雾由罐口排出。

当温度达到 80°C 左右，雷銀的晶体开始析出，其后的反应与雷汞制造相同。

硝酸銀与酒精的作用非常复杂，同时产生一系列副反应。当不考虑副反应时，这种作用可写成下列反应式：



制造雷銀时的化合反应温度，不能过高或过低。反应温度过低，会出现“清湯”现象；反应温度过高，会增加操作的危险性。因而应控制化合反应温度不超过 83°C 。如温度过高时，可以加入少量的酒精调整温度。雷銀化合反应的整个操作过程的約需 60 分钟。

雷銀化合反应，要特别注意安全。每次投料量不宜过大，每罐每次投料量以銀來說，不超过 200 克。雷銀化合反应可以在室内作业也可以在室外露天作业，但要特别注意，勿使灰尘、砂粒等混入里面。

§ 15 雷銀洗滌

洗滌雷銀的目的是为了除掉酸份，因为含酸的雷銀是不安定的。雷銀洗滌与雷汞洗滌不同，雷汞在水中鈍感，而雷銀在水中仍具有爆炸性。洗滌时切忌冲击摩擦，绝对禁止攪拌，只能用較

細的胶皮管放水冲洗。

洗滌是在化合反应结束后进行的，先在罐內的母液中，加入少量的过滤水或蒸馏水将母液稀释。然后用一个洁淨的瓷盆，上面放置一个木漏斗，在漏斗內鋪一块細白布（最好是綢布）。将經過稀释的雷銀和母液一起倒入漏斗中，用細胶皮管放水冲洗，禁止攪拌（图 14）。

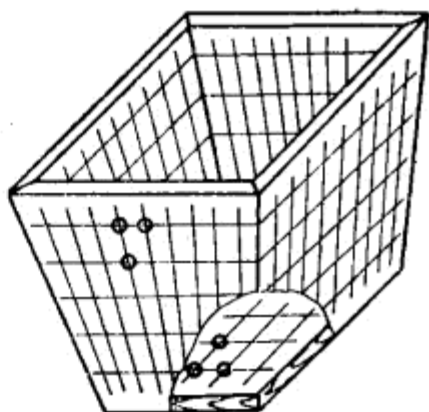


图14 洗滌用木漏斗

洗滌后輕輕地将綢布的四角合攏起来，装入布袋內，系好口袋，置于水中保存。在整个洗滌过程中都必须精心細致，以免发生危險。

§ 16 雷 銀 干 燥

雷銀干燥的工艺条件和設備与雷汞相同，但雷銀对冲击摩擦比雷汞更为敏感。操作时，工作人員要避免直接与雷銀接触。分盘时，最好使用表面光洁的小木板作为分盘工具，分盘工作要在紙板上进行。分盘后即可送去干燥，干燥雷銀的工艺条件与雷汞相同，經干燥合格的产品即为成品。

雷銀对冲击、摩擦和火焰作用十分敏感，在制造中要注意防火，防止冲击摩擦，防止灰尘杂质落入其中。雷銀遇硫酸作用立即发生爆炸，在雷銀制造工房或工作地点絕對禁止存放硫酸。

在大量需要起爆材料的情况下，雷銀制造成功并大量投入生产，不但滿足了軍事供給，也节约不少水銀，使原材料立足于解放区，給起爆药增添了新的品种。

几千年来元宝都为剝削阶级所占有，成为压榨和剝削劳动人民血汗的工具。今天在人民手中，用它制造出爆炸物，为解放事业发出了光和热，在兵工史上記載了光荣的一頁。

表 4 雷銀試驗記錄片斷

試驗次數	加入銀的重量(克)	硝 酸			酒精濃度90%		反應情況		得 率		備 注
		比重1.56(克)	水(克)	溫度(°C)	重量(克)	溫度(°C)	初 溫(°C)	終溫(°C)	產量(克)	為理論得率的%	
1	2	20	6	36.5	20	26	51(水套加熱)	76	0.95	34.3	白色細粒結晶
2	2	20	8	40	12	26	51(水套加熱)	74	0.46	16.6	白色細粒結晶
3	2	16	8	45	16	26	50(水套加熱)	67	0.55	20	白色細粒結晶
4	2	16	7	45	16	26	50(水套加熱)	65	0.42	15.3	白色細粒結晶
5	2	20	3	40	16	26	自起作用	77	1.07	39	白色細粒結晶
6	4	60	5	42	60	26	自起作用	82	4.3	78	白色針狀結晶
7	2	25	7	40	20	26	自起作用	75	1.62	50	白色針狀結晶
8	2	20	2	40	15	26	自起作用	74	1.23	44	白色針狀結晶

表 5 酒精濃度表 (15.56°C時)

乙醇體積百分率 %	單位體積重量 克/厘米 ³	乙醇體積百分率 %	單位體積重量 克/厘米 ³	乙醇體積百分率 %	單位體積重量 克/厘米 ³	乙醇體積百分率 %	單位體積重量 克/厘米 ³
1	0.9976	18	0.9771	35	0.9583	52	0.9295
2	0.9961	19	0.9761	36	0.9570	53	0.9275
3	0.9947	20	0.9751	37	0.9559	54	0.9254
4	0.9933	21	0.9741	38	0.9541	55	0.9234
5	0.9919	22	0.9731	39	0.9526	56	0.9213
6	0.9906	23	0.9720	40	0.9510	57	0.9192
7	0.9893	24	0.9710	41	0.9494	58	0.9170
8	0.9881	25	0.9700	42	0.9478	59	0.9148
9	0.9869	26	0.9689	43	0.9461	60	0.9126
10	0.9857	27	0.9679	44	0.9444	61	0.9104
11	0.9845	28	0.9668	45	0.9427	62	0.9082
12	0.9834	29	0.9657	46	0.9409	63	0.9059
13	0.9823	30	0.9646	47	0.9391	64	0.9036
14	0.9812	31	0.9634	48	0.9373	65	0.9013
15	0.9802	32	0.9622	49	0.9354	66	0.8989
16	0.9791	33	0.9609	50	0.9335	67	0.8965
17	0.9781	34	0.9596	51	0.9315	68	0.8941

(續)

乙醇体 积百分 率 %	单位体 积重 量克/厘米 ³	乙醇体 积百分 率 %	单位体 积重 量克/厘米 ³	乙醇体 积百分 率 %	单位体 积重 量克/厘米 ³	乙醇体 积百分 率 %	单位体 积重 量克/厘米 ³
69	0.8917	77	0.8712	85	0.8488	93	0.8230
70	0.8892	78	0.8685	86	0.8458	94	0.8194
71	0.8867	79	0.8658	87	0.8428	95	0.8157
72	0.8842	80	0.8631	88	0.8397	96	0.8118
73	0.8817	81	0.8603	89	0.8365	97	0.8077
74	0.8791	82	0.8575	90	0.8332	98	0.8034
75	0.8765	83	0.8547	91	0.8299	99	0.7988
76	0.8739	84	0.8518	92	0.8265	100	0.7937

表 6 各种温度下的酒精比重表

乙醇重量 百分率 %	比重(与4°C的同体积水相比)			
	0°C	10°C	20°C	30°C
0	0.99988	0.99975	0.99831	0.99579
5	0.99135	0.99113	0.98945	0.98680
10	0.98493	0.98409	0.98195	0.97892
15	0.97995	0.97816	0.97527	0.97142
20	0.97566	0.97263	0.96877	0.96413
25	0.97115	0.96662	0.96185	0.95628
30	0.96540	0.95998	0.95403	0.94751
35	0.95784	0.95174	0.94514	0.93813
40	0.94939	0.94255	0.93511	0.92813
45	0.93977	0.93254	0.92493	0.91710
50	0.92940	0.92182	0.91400	0.90577
55	0.91848	0.91074	0.90275	0.89456
60	0.90742	0.89944	0.89129	0.88304
65	0.89595	0.88790	0.87961	0.87125
70	0.88420	0.87613	0.86781	0.85925
75	0.87245	0.86427	0.85580	0.84719
80	0.86035	0.85215	0.84366	0.83483
85	0.84789	0.83967	0.83115	0.82232
90	0.83482	0.82665	0.81801	0.80918
95	0.82119	0.81241	0.80433	0.79553
100	0.80625	0.79788	0.78945	0.78096

注：使用表 6 时，乙醇的重量百分率 (P%) 按下式算出

$$\frac{0.7937}{a} V = P\%,$$

式中 0.7937——绝对乙醇的比重；

a——受试乙醇的比重；

V——体积百分率。

PDG

表 7 15°C时硝酸的比重 (与4°C的同体积水相比)

比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数
1.000	0.10	1.135	22.54	1.270	42.87	1.405	66.40
1.005	1.00	1.140	23.31	1.275	43.64	1.410	67.50
1.010	1.90	1.145	24.08	1.280	44.41	1.415	68.63
1.015	2.80	1.150	24.84	1.285	45.18	1.420	69.80
1.020	3.70	1.155	25.60	1.290	45.95	1.425	70.98
1.025	4.60	1.160	26.36	1.295	46.72	1.430	72.17
1.030	5.50	1.165	27.12	1.300	47.49	1.435	73.39
1.035	6.38	1.170	27.88	1.305	48.26	1.440	74.68
1.040	7.26	1.175	28.93	1.310	49.07	1.445	75.98
1.045	8.13	1.180	29.38	1.315	49.89	1.450	77.28
1.050	8.99	1.185	30.13	1.320	50.71	1.455	78.60
1.055	9.84	1.190	30.88	1.325	51.53	1.460	79.89
1.060	10.68	1.195	31.62	1.330	52.37	1.465	81.42
1.065	11.51	1.200	32.36	1.335	53.22	1.470	82.90
1.070	12.33	1.205	33.09	1.340	54.07	1.475	84.45
1.075	13.15	1.210	33.82	1.345	54.93	1.480	86.05
1.080	13.95	1.215	34.55	1.350	55.79	1.485	87.70
1.085	14.74	1.220	35.28	1.355	56.66	1.490	89.60
1.090	15.53	1.225	36.03	1.360	57.57	1.495	91.60
1.095	16.32	1.230	36.78	1.365	58.48	1.500	94.09
1.100	17.11	1.235	37.53	1.370	59.39	1.505	96.39
1.105	17.88	1.240	38.29	1.375	60.30	1.510	98.10
1.110	18.67	1.245	39.05	1.380	61.27	1.515	99.07
1.115	19.45	1.250	39.82	1.385	62.24	1.520	99.67
1.120	20.23	1.255	40.58	1.390	63.23		
1.125	21.00	1.260	41.34	1.395	64.25		
1.130	21.77	1.265	42.10	1.400	65.30		

表 8 15°C时盐酸比重

比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数
1.005	1.15	1.020	4.13	1.035	7.15	1.050	10.17
1.010	2.14	1.025	5.15	1.040	8.16	1.055	11.18
1.015	3.12	1.030	6.15	1.045	9.16	1.060	12.19

(續)

比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数	比 重	重 百 分 数
1.065	13.19	1.100	20.01	1.135	26.70	1.170	33.46
1.070	14.19	1.105	20.97	1.140	27.66	1.175	34.42
1.075	15.16	1.110	21.92	1.145	28.61	1.180	35.39
1.080	16.15	1.115	22.86	1.150	29.57	1.185	36.31
1.085	17.13	1.120	23.82	1.155	30.55	1.190	37.23
1.090	18.11	1.125	24.78	1.160	31.52	1.195	38.18
1.095	19.06	1.130	25.75	1.165	32.49	1.200	39.11

表 9 雷汞制造所用的設備、工具和儀器

工 序	設 备	工 具	儀 器	备 注
配 酸	瓷 缸	鋁 棒 台 秤	比 重 計 溫 度 計	最好用不銹鋼 桶或陶瓷缸
水銀過濾	瓷盆或厚玻璃缸	濾 紙 或 布 細 白		
水銀化学 处 理	瓷盆或厚玻璃缸			
配制硝酸汞	三角燒瓶或細瓶 字 盘 秤 木槽或水泥槽	鋁 棒 漏 斗	溫 度 計	
酒精准备	字 盘 秤 广 口 瓶	漏 斗	比 重 計 溫 度 計	
酒精預热	木 槽		溫 度 計	
雷汞化合	瓷 罐		溫 度 計	最好用曲頸瓶
雷汞洗滌	瓷 盆	細 白 布		
雷汞干燥	手搬压力机 干 燥 架 托 盘 秤	細 白 布 干 燥 布 羽 毛 布 白 綢 布	溫 度 計	最好用真空干燥器
雷汞倒盒	倒药裝置	厚 紙 盒		
沉淀洗滌水	瓷 缸			

表10 雷銀制造所用的設備、工具和儀器

工 序	設 备	工 具	儀 器
配 酸	瓷 缸	鋁 棒 台 秤	比 重 計 溫 度 計
銀(元宝) 准 备		擦 布 小 錘 刀	
元宝化学处理	瓷 盆		
配制硝酸銀	細 口 瓶 字 盘 秤 或 天 平 木 槽	鋁 棒 漏 斗	溫 度 計
酒精准备	字 盘 秤 广 口 瓶	漏 斗	比 重 計 溫 度 計
酒精預热	木 槽		溫 度 計
雷銀化合	瓷 罐		溫 度 計
雷銀洗滌	瓷 盆	木 漏 斗 細 白 布	
雷銀干燥	干 燥 架 托 盘 秤	小 木 板 (勺) 干 燥 盘 細 白 布	溫 度 計
雷銀倒盒	倒盒裝置	厚 紙 盒	
沉淀洗滌水	瓷 缸		

第二章 硝化甘油制造法

§1 概 述

硝化甘油学名为三硝酸甘油酯。它是以甘油为原料經混酸作用而制得，是一种液态的烈性炸药。它可用谷糠粉、細木粉、麻杆炭粉和硅藻土等多孔物质吸收，再与硝酸銨、火硝等混合制成各种混合炸药。作为装填地雷、手榴彈、爆破筒和爆破药包的装药。硝化甘油也是制造双基无烟火药和胶质炸药的主要原料。

制造硝化甘油所用的原料为甘油和混酸。酸的来源是采用缸塔法自制（詳見第十二章），也曾少量外购。而甘油是以解放区的各种动、植物油（其中以植物油为主）經皂化而制得。

制造硝化甘油的方法，如諾貝尔式硝化法、納唐式硝化法和連續硝化法等工业中均被采用过。但上述的工艺方法需要較复杂的专用设备。如

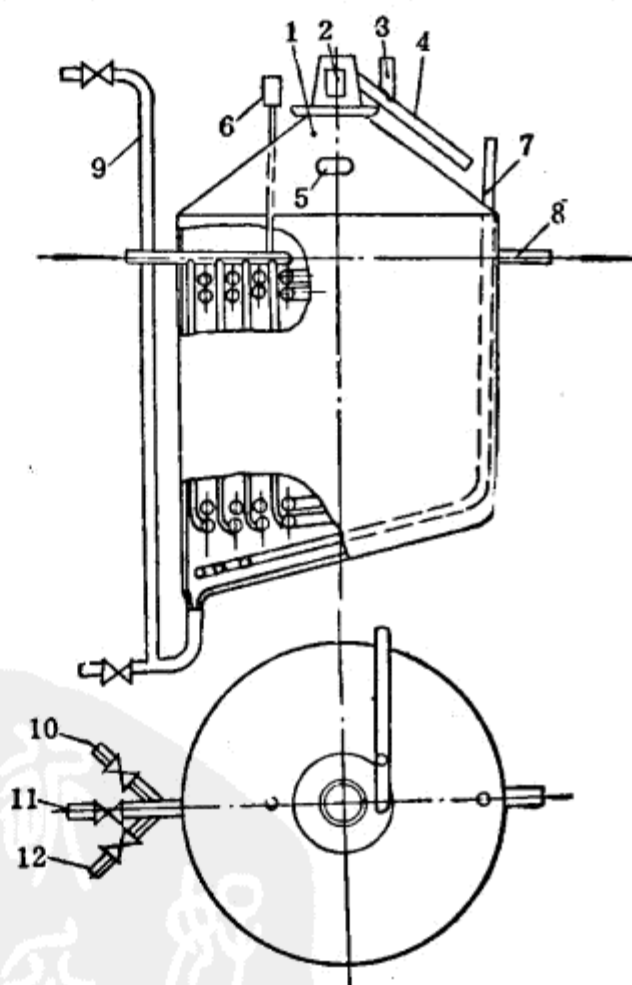


图15 納唐-湯姆遜硝化器

1—硝化器；2—排油窺視孔；3—溜子的檢查口蓋；4—排油溜子；5—窺視窗；6—接觸溫度計；7—壓縮空氣管；8—冷卻鹽水管；9—酸管；10—混酸管；11—廢酸出口管；12—置換酸管。

通常所采用的納唐式硝化設備(图15)，它是一个圓形的鉛質容器，在容器內裝有蛇形管，通过蛇形管內的冷却水来控制硝化溫度。采用上述方法除需整套專用設備外，还需設置冷却盐水、壓縮空气等輔助系統。

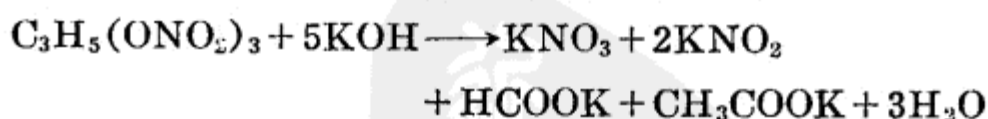
在战争环境中，生产方式和設備的選擇，必須滿足“上馬快”，投产快，設備輕巧和机动灵活，設備与材料自給等要求。經過反复研究和試驗，当时是采用以瓷盆为硝化設備，因而称之为“盆式硝化法”。这种方法所采用的設備簡單，生产时机动性大，产量可大可小；可以一盆投产也可以数盆同时生产。

§2 硝化甘油的性质

硝化甘油的分子式为 $C_3H_5(ONO_2)_3$ ，分子量为 227，通常用 NG 字母做为它的簡写符号。純硝化甘油是无色透明的油状液体，工业品为黄色或棕黄色。15°C 时比重为 1.600，20°C 时为 1.591。粘度比水大 2.5 倍，20°C 时为 35.5 厘沱，它的粘度随溫度的升高而降低。

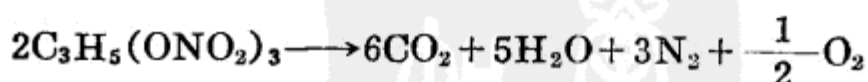
硝化甘油有安定型和不安定型两种。安定型的凝固点为 13.2°C，熔点 13.5°C；而不安定型的凝固点为 2.1°C，熔点 2.8°C。

硝化甘油微溶于水，易溶于硫酸，遇强碱分解



所以在制造中常用酒精碱液破坏（分解）殘存的微量甘油。

純硝化甘油在 50°C 时开始分解，135°C 时激烈分解，加热到 145°C 时則产生大量棕烟，当溫度达到 200~218°C 时会发生爆炸，其爆炸分解反应式为



硝化甘油对撞击摩擦敏感，在金屬之間或在磁与磁之間撞击

摩擦均易引起爆炸。它对火焰也十分敏感；遇火焰作用，即会引起剧烈燃烧，甚至转为爆轰。硝化甘油的爆速，根据卡斯特的研究为 7450 米/秒。对冲击摩擦的感度，根据柯克-奥斯莫的研究，以 2 公斤重的落锤进行 10 次试验中，引起爆炸的最小高度为 15 厘米。

硝化甘油具有刺激性甜味，当人体呼吸到硝化甘油蒸气和皮肤与它接触时，会引起头痛和心跳。在操作过程中要避免人体直接与它接触。如发生中毒症状，可用茶叶、咖啡因或黑咖啡等进行解毒，也可到空气新鲜的地方休息一下。

凝結的硝化甘油或硝化甘油中混有机械杂质等，都会在很大程度上增加它的敏感度。

§ 3 由植(动)物油中制取甘油

制造硝化甘油炸药，需要有纯度较高的甘油。要求甘油的比重不低于 1.2600，通常均采用比重为 1.2600~1.2620 的甘油。甘油含水量应不大于 2%。在甘油中不允许含有机械杂质和丙烯醛以及其它还原性物质。

当时由于炸药用量日益增加，所需甘油的数量也随之增多。在此形势下，为了使重要的原料有可靠的来源，就采用由植(动)物油中制取甘油。

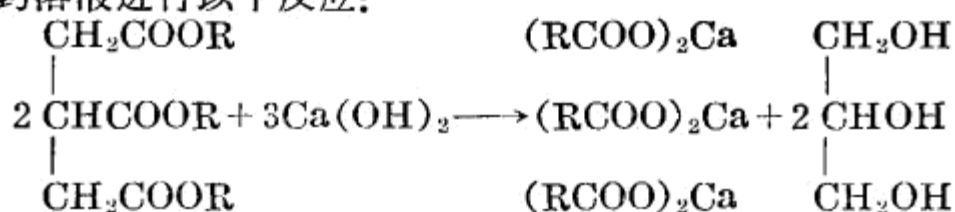
在战争年代，解放区广大乡村中有较丰富的动植物油，尤其是植物油，如葵花籽油、大麻籽油、花生油、亚麻籽油和棉籽油等。由于人民群众的积极支持，甘油原料用之不尽，取之不竭。

根据制取甘油的经验来看，不论是植物油还是动物油均能提出合格的甘油。为了节约动物油脂，供给人民需要，多采用植物油制取甘油。其中以大麻籽油、核桃油、花生油较好，而棉籽油较差。

提取甘油时，先将油脂制成钙皂，再由钙皂中洗出甘油，经过滤和浓缩即可制得合格的甘油。

(一) 油脂皂化成鈣皂

油脂皂化的設備是利用民間煮飯用的大鐵鍋。先將鍋擦干淨，將占鍋容積 $1/4 \sim 1/5$ 的油脂經過稱量後加入鍋中，在灶內徐徐生火加熱使溫度平穩上升，當鍋內物料的溫度上升到 $70 \sim 80^\circ\text{C}$ 時，將事先準備好的濃度為 30% 的氫氧化鈣乳狀液加入鍋中，其加入量為油脂加入量的 17~18%。加入氫氧化鈣水溶液的同時用木棒攪拌，鍋內物料溫度保持在 $70 \sim 80^\circ\text{C}$ ，這時油脂和氫氧化鈣溶液進行以下反應：



氫氧化鈣水溶液全部加完後仍繼續攪拌，一直攪拌到反應完全為止。當物料沸騰時有大量泡沫產生。沸騰保持一些時間以後，停止或以微火加熱，防止泡沫濺出。待反應快完成時可逐漸降溫，這時物料的粘度也隨之增加，直到呈糊狀時反應即告停止。油脂皂化的設備如圖 16 所示。

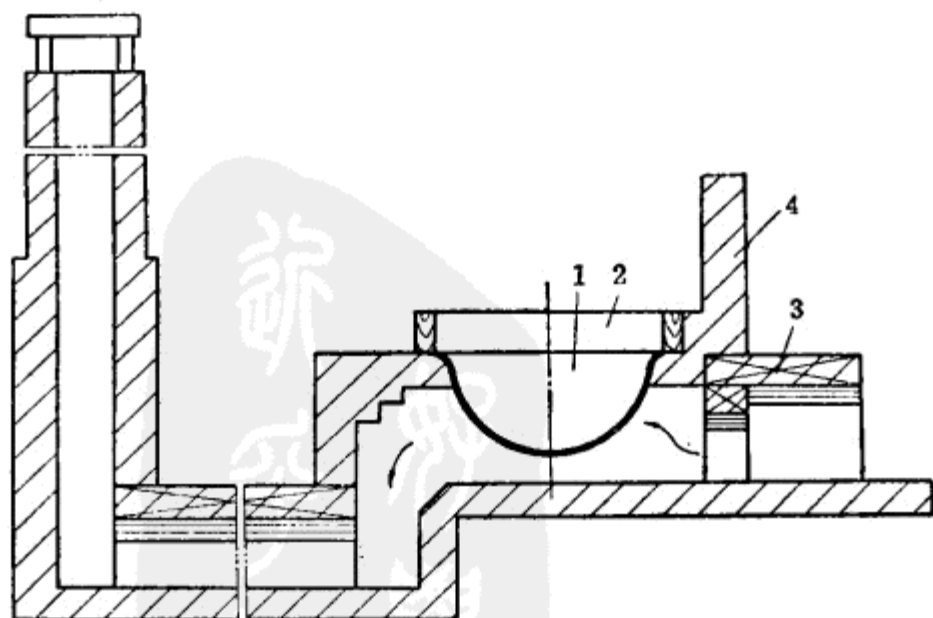


圖16 油脂皂化鍋

1—鐵鍋；2—套圈；3—爐灶；4—隔火牆。

皂化结束后，将料液用工具盛入可临时装配的活动槽中（如图 17 所示），或凹形铁板上，待钙皂冷却后将槽的侧板拆下来，取出物料，破碎和磨成细粉。

在制钙皂过程中，加热油脂要注意防火，可采用图 16 所示的隔墙加热的方法。在安装锅时应在锅口的上部用木板或水泥制做一个套圈，避免当物料沸腾时溅出锅外。油脂加热，温度要徐徐上升，不能火力过猛，如温度骤然上升，易引起料液外溅。氢氧化钙水溶液加入的数量不宜过多或过少，过多则在甘油水中含的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 杂质多；过少则碱化不完全，物料发粘，甘油不易提出。

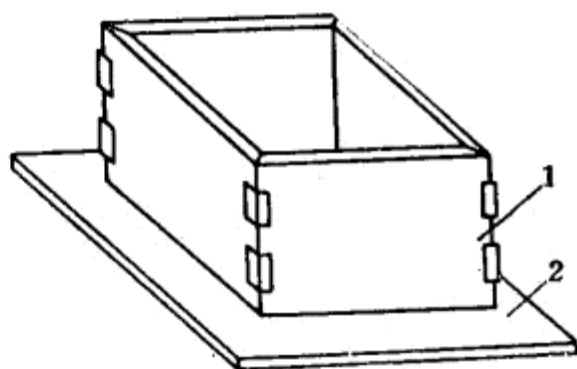


图17 装配槽
1—槽体；2—底板。

（二）水洗钙皂提出甘油

所制成的钙皂由装配槽中卸出并破碎成小块，再用碾子压成细粉，愈细愈好。在缸或大盆内加入清水，再将钙皂粉加入水中浸泡洗涤，使甘油溶于水中。当甘油水浓度达到 12% 以上时，就用孔径不大于 0.15 毫米的筛网过滤，分离出不溶于水的钙皂粉并除去甘油水中的机械杂质。甘油水经过滤后即可送去蒸发浓缩。

（三）甘油水浓缩

过滤后的甘油水浓度通常为 12~16%，但需使其浓度增大到 97% 以上，这一过程可分为两个工艺步骤进行。

（1）先将稀甘油水倒入锅或缸中，以火加热，控制物料温度在 100°C 左右，使水分蒸发。此时适当掌握温度，既能尽快浓缩，又不致沸腾翻起沉淀下去的钙皂粉粒，进而提高甘油的质量。在锅内的物料浓度一般可达到 60%（沸点 109.6°C ）~ 70%（沸点 114°C ）。如使甘油浓度增加到 95% 以上，则物料温度需在

175℃以上。在常压的条件下，用鍋蒸发濃縮达不到目的，故先蒸发至 60~70%。

表11 甘油濃度(%)与甘油沸点的关系

压力 (毫米水银柱)	单位	甘油濃度										水沸点
		10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	95.64%	
760.00	℃	100.7	100.6	102.9	104.5	106.7	109.6	114.0	121.5	139.8	175.8	100
525.00	℃	90.6	91.5	92.8	94.2	96.3	99.3	103.5	114.3	127.8	161.1	90
355.00	℃	80.5	81.4	82.6	84.0	86.0	88.8	92.8	99.3	116.0	146.0	80
233.53	℃	70.4	71.2	72.4	73.7	75.6	78.5	82.2	88.3	104.0	132.1	70
149.19	℃	60.3	61.0	62.2	63.5	65.5	68.1	71.5	77.3	92.0	117.6	60
92.30	℃	50.7	50.9	52.1	53.4	55.2	57.6	61.0	66.2	80.1	103.1	50

(2) 經濃縮至 60~70% 的甘油，用工具掏入瓷盆里，在火炕●式的沙盘上进一步蒸发濃縮。蒸发濃縮甘油的装置是在火炕上放置一层厚度一定的砂子做为傳热介质，再将盛有甘油的瓷盆置于砂中，如图 18 所示。

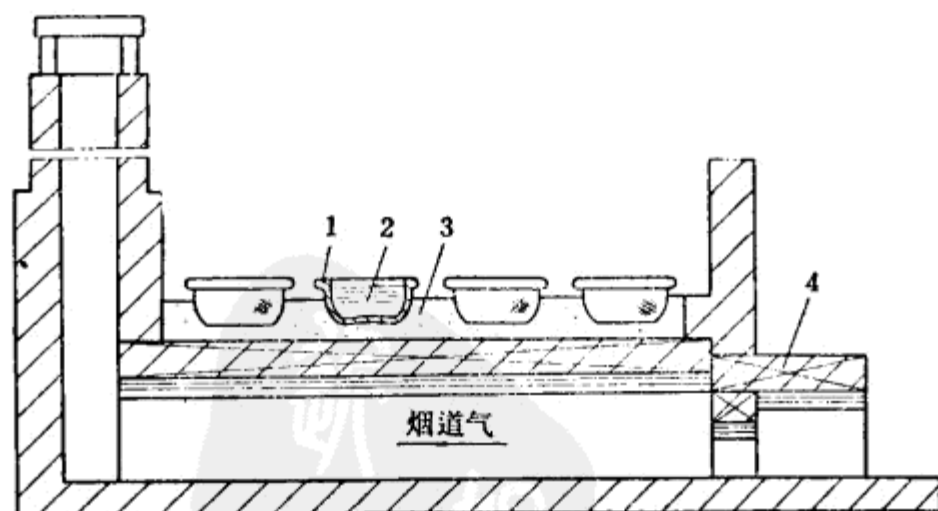


图18 甘油蒸濃沙盘

1—磁盆；2—甘油；3—砂子；4—土坯或磚砌的火炕。

在火炕的一端加火，使砂子的溫度升高，盆中的甘油即逐漸蒸濃并需保持溫度平穩上升，这一阶段需 3~5 天。在蒸濃的同时，物料中的游离鈣皂和其他微量杂质沉淀，使甘油与沉淀物以

● 我国北方农村在住宅內都設有火炕，多以土坯砌成，用以燒火取暖。

及杂质自行分开。用工具将甘油取出則沉淀物和杂质殘留于盆底，这样可制出較純的甘油。

已經蒸濃合格的甘油可以直接用于硝化，也可以装入洁淨密封的桶中，放置于干燥的地方。甘油在低溫时会凝結成晶体（如98.2%的甘油凝固点为 13.5°C ），結晶的甘油对硝化甘油制造过程中的安全有影响，所以存放甘油地点的溫度不宜低于 15°C 。

§4 硝化甘油制造

硝化甘油是以硝酸和硫酸配制的混酸，其中加入甘油經硝化作用而制得。制造硝化甘油的主要工序为：配制混酸、硝化、分离和洗滌。

（一）配混酸

硝化所用的混酸是由硝酸和硫酸混合而成。当时所使用的混酸成分为：

硝酸	48~50%
硫酸	49~51%
水	≥1%

混酸与甘油的投料比，按重量比为7:1。硝化所使用的硝酸比重要求在1.50以上，硫酸比重为1.84以上。原料酸測定比重后，按配比要求称量，配制混酸。

配酸时，用陶瓷缸作为配酸設備。将缸擦洗干净后，先向缸中加入定量的硝酸，再加入硫酸，并不断用铝棒攪拌使它混合均匀（如图19所示）。

在配酸过程中有酸烟排

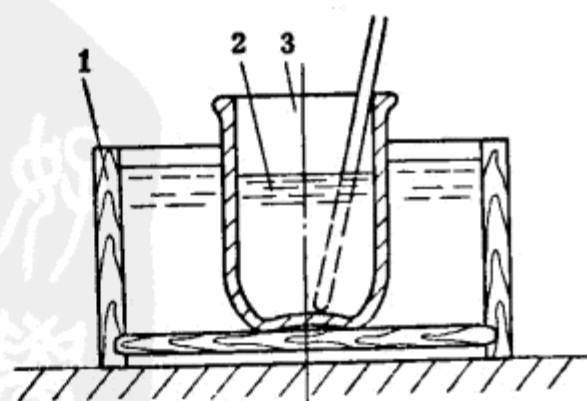
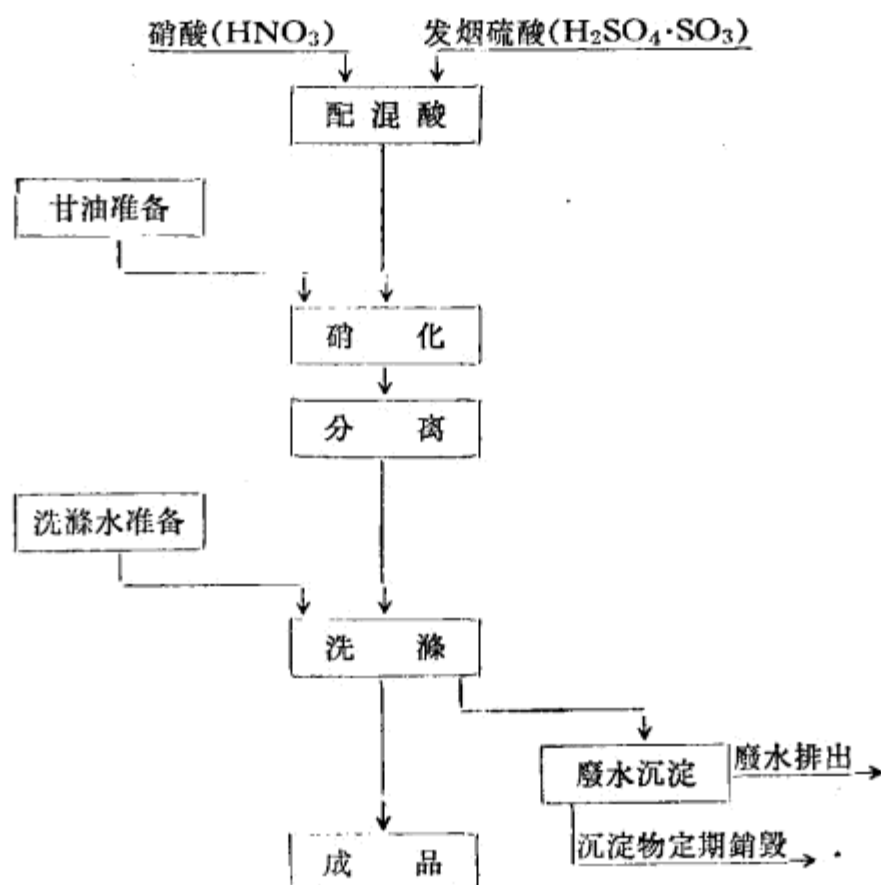


图19 配酸装置

1—木槽；2—混酸；3—陶瓷缸。

流程 3 硝化甘油制造流程



出，对人体有害。搅拌时，操作人员应站在配酸缸的上风方向操作。

配酸过程中由于放热作用，使物料温度升高，此时酸量有所损耗。为了减少酸量损耗，就需降温冷却。在当时是采用冷水槽来降低料液温度。

酸全部加完后继续搅拌 15~20 分钟，再令其静置 72 小时以上，使酸中杂质充分沉淀。配制合格的混酸即可送去硝化使用。

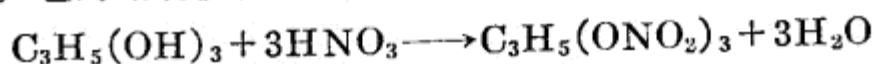
(二) 甘油准备

甘油使用前先测定比重，比重应达到 1.2584~1.2620。测定比重后以孔径为 0.15 毫米的筛网过滤，清除甘油中的机械杂物。按照规定重量一份一份的装入广口瓶或其它容器中，准备送去硝化。在当时是采用盆法硝化，每盆硝化的甘油量为 1~3 公斤。

称取甘油时，数量要准确。过滤和称量操作要迅速，避免甘油长时间与空气接触吸收水分。在冬季操作时，将甘油置于室温较高的地方，使它预先加温到 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 再送去使用，否则甘油温度过低，也会影响硝化作业的正常进行。

(三) 硝化

硝化是以 1 份的甘油与 7 份的混酸（按重量比）作用制成硝化甘油。它的硝化反应方程式为：



由上式可见，每 100 公斤甘油（100% 计）完全硝化，在理论计算上可生成 246.7 公斤的硝化甘油和 58.7 公斤的水，而需要硝酸为 205 公斤（硝酸量以 100% 计）。在硝化过程中硫酸不直接参加反应，而起脱水作用。

甘油硝化过程应控制硝化温度不超过 23°C 。如温度上升到 25°C ，即会产生大量棕烟，温度继续上升，就有引起爆炸的危险。加料时向酸中加入甘油，顺序不能颠倒。在硝化过程中甘油与混酸作用放出热量（1 公斤甘油硝化时放出 193.9 仟卡热量）。同时硝化反应所生成的水将混酸冲淡也产生稀释热，使物料温度升高。为降低硝化温度，除控制加入甘油的速度和充分的搅拌外，还需要进行冷却。

在战争年代，要求设备轻巧、生产灵活机动和投产快。因此当时选用搪瓷盆或陶瓷盆做为甘油的硝化容器。瓷盆来源广泛，既耐酸腐蚀，又移动方便，产量和盆的数量都不受条件限制。晴天时硝化作业就在河沟或泉水旁进行操作，利用河水或泉水做为冷却水。有时干脆将小船划到河的中央，在船上办起硝化甘油制造“工厂”，用河水降温冷却。当风雨天或严冬季节，就在室内作业。

进行硝化作业时，首先将已准备好的混酸使其温度降低到 10°C 以下，最高也不超过 17°C 。为了控制温度，当时没有采用人工制冷设备，而是选择每一天中气温较低的时间来进行硝化作

业，如清晨水溫、气溫較低，适合硝化作业。先将称量好的混酸倒入事先准备妥当的表面光洁的搪瓷盆或陶瓷盆中。再将准备好的甘油呈綫状緩慢地加入混酸中（最好是以雾状噴入），加入甘

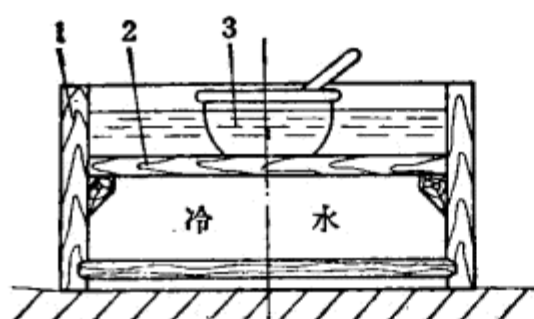


图20 硝化槽

1—木槽；2—木条；3—瓷盆。

油的同时，用棒（玻璃、鋁、橡皮均可）迅速的攪拌，并密切地观测硝化液溫度的变化，如溫度上升到 22°C 时应立即停止加入甘油，待溫度下降后再繼續加甘油操作。当溫度上升到 23°C 时，应加强攪拌使溫度降低。若溫度一直上升到

25°C 并有棕烟和气泡出現时，則应迅速地把硝化液倒入水中。在室內作业时，硝化前就应将盆置于有水的木槽托板上，当溫度上升到 25°C 时，将盆傾倒水中；若在室外作业时，就将硝化液和盆一起倒入河水或泉水中以免发生事故。

按上述过程将甘油全部加完后，再繼續攪拌 3~5 分钟，整个硝化过程就告結束。

硝化过程结束后，硝化甘油和廢酸由于比重不同而自行分开（硝化甘油比重为 1.6，外观为油状透明体，硝化廢酸比重为 1.7）。用勺或虹吸管把硝化甘油取出，送去洗滌。

硝化作业是硝化甘油制造中的主要工序。操作是否正常直接影响到产品质量、得率和生产安全。所以对硝化的操作提出以下注意事項：

- （1）硝化前要檢查混酸的成分是否合格，酸量是否正确；
- （2）硝化前要檢查甘油的溫度与质量，如发现有凝結現象，甘油就不能采用；
- （3）硝化前要檢查所使用的器皿是否清洁完整，溫度計是否正确可靠；
- （4）投料时应先加混酸，然后将甘油緩緩地加入混酸中，加

料速度不能过快，加料次序不能颠倒；

(5) 甘油加入时不能停止搅拌；

(6) 硝化过程中要密切注意并掌握温度变化；

(7) 距硝化操作地点 50 米范围内，不准有明火；

(8) 非直接操作人员应离开硝化操作地点，以免影响操作正常进行。

(四) 硝化甘油洗涤

洗涤又称为安定处理。酸性的硝化甘油极不安定，保存期间易分解，所以必须将硝化甘油所带的残酸洗掉。洗涤硝化甘油的设备仍然是采用瓷器皿或铅制的洗涤槽。

洗涤硝化甘油所用的水必须洁净，事先应将水沉淀并用细布过滤，除去杂质。

硝化甘油洗涤分为五次进行，洗涤的工艺条件如下表所示：

表12 硝化甘油洗涤的工艺条件

洗涤次数	洗 涤 水 类 别	洗涤水温度	搅拌时间
第一次洗涤	净 水	不高于25°C	5 分钟
第二次洗涤	净 水	30~35°C	5 分钟
第三次洗涤	净 水	40~45°C	10分钟
第四次洗涤	2.5~3%浓度的碳酸钠水溶液	40~50°C	5~8分钟
第五次洗涤	净 水	30~35°C	—

洗涤操作的具体步骤为：将待洗涤的硝化甘油盛于瓷盆内，先以温度不高于 25°C 的温水洗涤，边洗涤，边搅拌，搅拌的工具可用玻璃棒或橡皮棒；然后再用 30~35°C 和 40~45°C 的温水各洗一遍。为了中和物料中的残酸，再用浓度为 2.5~3% 的碳酸钠水洗一次。碱水洗后，最后再用 30~50°C 的温水洗涤一次，以除去碱份。

在硝化甘油的洗涤过程中，搅拌要轻，不要剧烈搅动，防止冲击摩擦或将硝化甘油溅到盆外。洗涤后的产品，经充分静置

后，若有仪器可进行阿貝尔安定度試驗（試驗时，以溫度为 75°C ，碘化鉀淀粉試紙变色時間不少于 15 分钟为合格）。所制成的炸药，若不长期保存，也可采用石蕊試紙进行鉴定。

洗滌后的硝化甘油在表面上还残存有一部分洗滌水，可用勺将水排出。所制得的产品即为硝化甘油液体炸药。

洗滌也是硝化甘油制造过程中的一个比較主要工序，为保证质量和安全应注意以下各项：

（1）所使用的洗滌水溫度不超过 50°C ；

（2）洗滌水必須干淨、清洁，不含有机机械杂质，并事先經過沉淀过滤；

（3）洗滌时要充分攪拌，但不能撞击和摩擦器壁，用力不能过猛。

（五）硝化甘油暫存

硝化甘油成品不宜存放時間过长，存放地点的溫度应保持在 15°C 以上。当溫度低于 13°C 时，硝化甘油易产生凝結，凝結的硝化甘油极为敏感。如发现硝化甘油凝結时，絕對禁止进行任何加工，必須經穩妥的熔化（如将硝化甘油連同容器一起置于热水槽中熔化）后，方准使用。

硝化甘油受阳光作用，也易分解，存放产品的地点要防止阳光直接照射。

制造硝化甘油过程中，要注意避免硝化甘油撒落在地上或其它物件上。若撒出的量少时，可先用湿布輕輕擦淨，再用酒精碱液处理；如撒出量較大，先用木粉将甘油吸收，再用湿布擦淨和酒精碱液处理。

酒精碱液的配方为

1) 酒精	70%
2) 氫氧化鈉	18%
3) 水	12%

因含有杂质或由于其他原因而不能使用的硝化甘油应及时毁掉。销毁可用十倍于硝化甘油量的木粉将硝化甘油吸收，然后在处理场地上将它撒成一条直线，操作人员站在上风方向点火，将它烧毁。

洗涤硝化甘油的废水，不要排在工作地点附近，最好用一个大缸收集起来，经充分沉淀再排出；沉淀出的硝化甘油，如不含杂质，经净水洗涤后仍可使用。

在艰苦的战争年代，就是采用上述办法制造出了硝化甘油高级炸药。有了它就打开了制造炸药的大门，配制出多种多样的以硝化甘油为敏感剂的混合炸药，如周氏炸药，硝化甘油和麻杆炭粉混合物，硝化甘油强棉炸药及含有硝化甘油的硝酸铵类炸药等。

表13 甘油比重浓度换算表 (19.6°C时)

比 重	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.252	—	—	—	—	95.00	95.03	95.07	95.11	95.15	95.19
1.253	95.23	95.27	95.31	95.35	95.39	95.43	95.46	95.50	95.55	95.58
1.254	95.62	95.65	95.69	95.77	95.79	95.80	95.84	95.88	95.92	95.96
1.255	96.00	96.03	96.07	96.11	96.15	96.19	96.23	96.26	96.30	96.34
1.256	96.38	96.42	96.46	96.50	96.54	96.58	96.62	96.66	96.70	96.74
1.257	96.78	96.82	96.86	96.90	96.94	96.98	97.02	97.05	97.09	97.13
1.258	97.17	97.21	97.24	97.28	97.32	97.36	97.40	97.44	97.48	97.52
1.259	97.56	97.60	97.64	97.68	97.72	97.76	97.80	97.84	97.88	97.92
1.260	97.96	98.00	98.03	98.07	98.11	98.15	98.19	98.23	98.26	98.30
1.261	98.34	98.36	98.41	98.45	98.49	98.53	98.57	98.60	98.64	98.68
1.262	98.72	98.76	98.80	98.84	98.88	98.92	98.96	99.00	99.03	99.07
1.263	99.11	99.15	99.19	99.22	99.26	99.30	99.34	99.37	99.40	99.45
1.264	99.49	99.53	99.56	99.60	99.64	99.68	99.72	99.76	99.80	99.84
1.265	99.88	99.92	99.96	10.000						

表14 硫酸的比重与浓度表 (15°C时)

比 重	H ₂ SO ₄ (%)	比 重	H ₂ SO ₄ (%)	比 重	H ₂ SO ₄ (%)
1.000	0.09	1.180	24.76	1.360	45.88
1.005	0.83	1.185	25.40	1.365	46.41
1.010	1.57	1.190	26.04	1.370	46.94
1.015	2.30	1.195	26.68	1.375	47.47
1.020	3.03	1.200	27.32	1.380	48.00
1.025	3.76	1.205	27.95	1.385	48.53
1.030	4.49	1.210	28.58	1.390	49.06
1.035	5.23	1.215	29.21	1.395	49.59
1.040	5.96	1.220	30.84	1.400	50.11
1.045	6.67	1.225	31.11	1.405	50.63
1.050	7.37	1.230	31.48	1.410	51.15
1.055	8.07	1.235	31.70	1.415	51.66
1.060	8.77	1.240	32.28	1.420	52.15
1.065	9.47	1.245	32.86	1.425	52.63
1.070	10.19	1.250	33.43	1.430	53.11
1.075	10.90	1.255	34.00	1.435	53.59
1.080	11.60	1.260	34.57	1.440	54.07
1.085	12.30	1.265	35.14	1.445	54.55
1.090	12.99	1.270	35.71	1.450	55.03
1.095	13.67	1.275	36.29	1.455	55.50
1.100	14.35	1.280	36.87	1.460	55.97
1.105	15.03	1.285	37.45	1.465	56.43
1.110	15.71	1.290	38.03	1.470	56.90
1.115	16.36	1.295	38.61	1.475	57.37
1.120	17.01	1.300	39.19	1.480	57.83
1.125	17.66	1.305	39.77	1.485	58.28
1.130	18.31	1.310	40.35	1.490	58.74
1.135	18.96	1.315	40.93	1.495	59.22
1.140	19.61	1.320	41.50	1.500	59.70
1.145	20.26	1.325	42.08	1.505	60.18
1.150	20.91	1.330	42.66	1.510	60.65
1.155	21.55	1.335	43.20	1.515	61.12
1.160	22.19	1.340	43.74	1.520	61.59
1.165	22.83	1.345	44.28	1.525	62.06
1.170	23.47	1.350	44.82	1.530	62.53
1.175	24.12	1.355	45.35	1.535	63.00

(續)

比 重	H ₂ SO ₄ (%)	比 重	H ₂ SO ₄ (%)	比 重	H ₂ SO ₄ (%)
1.540	63.43	1.660	73.64	1.780	84.50
1.545	63.85	1.665	74.07	1.785	85.10
1.550	64.26	1.670	74.51	1.790	85.70
1.555	64.67	1.675	74.97	1.795	86.30
1.560	65.08	1.680	75.42	1.800	86.90
1.565	65.49	1.685	75.86	1.805	87.60
1.570	65.90	1.690	76.30	1.810	88.30
1.575	66.30	1.695	76.73	1.815	89.05
1.580	66.71	1.700	77.17	1.820	90.05
1.585	67.13	1.705	77.60	1.825	91.00
1.590	67.59	1.710	78.04	1.830	92.10
1.595	68.05	1.715	78.48	1.835	93.43
1.600	68.51	1.720	78.92	1.840	95.60
1.605	68.97	1.725	79.36	1.8405	95.95
1.610	69.43	1.730	79.80	1.8410	97.00
1.615	69.89	1.735	80.24	1.8415	97.70
1.620	70.32	1.740	80.68	1.8420	98.20
1.625	70.74	1.745	81.12	1.8425	98.70
1.630	71.26	1.750	81.56	1.8430	99.20
1.635	71.57	1.755	82.00	1.8435	99.45
1.640	71.99	1.760	82.44	1.8440	99.70
1.645	72.40	1.765	82.88	1.8445	99.95
1.650	72.82	1.770	83.32	—	—
1.655	72.23	1.775	83.90	—	—

新
學
社
PDG

表15 制造硝化甘油所用的设备、工具和仪器

工 序	設 备	工 具	仪 器	备 注
甘油准备	广口瓶、秤	細 白 布	比 重 計 溫 度 計	
配 混 酸	瓷 缸	鉛棒、法兰絨、漏 斗(鉛或鉛)	比 重 計 溫 度 計	
硝 化	搪瓷盆或瓷 盆、水槽	橡皮棒、鉛勺	溫 度 計	最好用刻度为 $\frac{1}{10}^{\circ}$ 的溫度計
洗 滌	搪瓷盆、瓷盆 或鉛槽	缸吸管、橡皮 棒、鉛勺、鉛漏 斗、法兰絨	溫 度 計	
廢水处理	瓷 缸			

新
知
船
夢
PDG

第三章 周氏炸药^①制造法

§1 概 述

周氏炸药是以硝化甘油为敏感剂的具有較良好起爆性能和較高爆炸威力的粉状物质。在抗战初期开始制造，抗日战争和解放战争中大量用作地雷、手榴彈、炸药包和爆破筒等爆破器材的装药。

抗日战争初期，地雷和手榴彈等爆破器材装药材料的来源，曾一度依靠从敌人手中繳获的梯恩梯或苦味酸等，但数量較少。为大量供应爆破器材使用的装药，就自行制造各种炸药，使装药材料立足于解放区内。周氏炸药就是在这种情况下制成的，它有很大的政治意义和經濟意义。

当时解放区已生产了硝化甘油和黑火药。硝化甘油是液体炸药，威力大，起爆性能高，但不宜于单独使用。而黑火药爆炸威力較小，爆炸破片数量少，杀伤半徑也小。对于壳体装药的炸药来说，要有足够的爆炸威力，也要有一定的安定性。因此，解决高級炸药的途径，只能是以簡易的办法充分利用解放区的物质资源来进行。经过多次研究試驗，终于試制成功了适合弹药装药性能要求的炸药，这种炸药即定名为“周氏炸药”。

周氏炸药外观为灰黄色粉末状的物质，用手摸时有油腻感觉，它的假比重为 0.95~1.05，对冲击摩擦和火焰均敏感，加热至 210℃时分解；它是由硝化甘油、火硝^②（硝酸鉀或硝酸鈉）、硫

① 是抗战时期在解放区内大量制造和广泛应用过的炸药，其成分中含有少量硝化甘油，主要成分是硝酸铵、谷糠粉，还有一定数量的二硝基萘。此种成分的炸药当时即定名为周氏炸药，成为本炸药的代名词。

② 由民间的土硝精制而得，其成分主要是硝酸鉀和硝酸鈉，是中国自古以来做为黑火药的主要原料之一。

磺粉、谷糠粉和二硝基萘五种原料所組成。

周氏炸药中含有硝化甘油，所以不易受潮，且起爆容易。同时除含有硝化甘油外，还含有二硝基萘和火硝，爆炸威力强。另外在其組成物中含有相当数量的谷糠粉，能够較好地吸收硝化甘油，給制造和装药提供了安全条件。根据实际使用效果鉴定，周氏炸药的起爆性能和爆炸威力是良好的。它是粉状物质，可做为手榴彈、地雷和药包等爆破器材的装药。例如：在枪榴彈中装入 35 克的周氏炸药，雷管起爆后，可以得到 130~150 块破片，这說明了周氏炸药的爆炸威力是很大的。装药的实际爆破試驗，也充分証明了周氏炸药的良好性能。

为檢驗周氏炸药的性能，进行过較大数量的装药試驗，曾在解放区試驗过装药量为 16 公斤的鑄鉄壳体大号地雷。当引爆后，一声巨响，碎石横飞，将重約百余斤的大石头抛出 4 米以外。距爆炸中心 1 米左右重約 500 公斤的大石头被炸得四分五裂。爆炸时所产生的破片和强大的爆轰波，折断了周圍 10 米以外的树枝。在爆炸中心形成直徑約 1 米的爆炸漏斗坑。

在实际使用中也是如此，炸毁标准鉄軌仅需周氏炸药 1 公斤。装药量 15 公斤的大号地雷，能将火車头炸翻。周氏炸药的制造成功，使炸药的供应立足于解放区，有力地支援了长期抗战的需要。

§ 2 組成物的配份

抗战时期所制造的周氏炸药，其組成物配份比例如表 16 所示。

表 16 組成物配份

配份中要注意硝化甘油的含量不宜过多或过少。根据实际应用得知，如硝化甘油含量过少則对起爆性能和爆炸完全性有影响，同时产

組 成 物 名 称	組成物%	备 注
硝化甘油	3.5±1	表中組成物百分数均按重量比計算
火硝(硝酸鉀或硝酸鈉)	64±2	
硫磺粉	16±1	
谷糠粉	15±2	
二硝基萘	1.5±1	

品防潮能力也随硝化甘油含量的减少而降低；如硝化甘油含量过大，由于硝化甘油有渗油性，对于装药成品的使用、运输和存放均会增加不安全的因素。所以，在配份中最好采用3~4%硝化甘油，最大含量也不应超过5%。

周氏炸药中的氧化剂是火硝（硝酸钾或硝酸钠），若没有火硝也可以用硝酸铵代用，这对炸药的爆炸性能无大的影响。但硝酸铵比火硝更易吸潮，给装药和成品保管带来了不利因素。所以若用硝酸铵代替火硝，在生产中必须防止硝酸铵吸水和受潮。

谷糠粉●是作为燃烧剂和吸收硝化甘油用的，来源丰富且加工较容易。在没有谷糠粉的情况下，也可采用细木粉，但木粉的粉碎比谷糠粉要困难些。

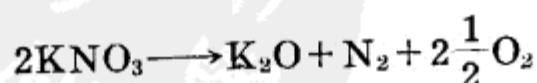
硫磺作为炸药的可燃剂，能提高炸药的敏感度并使炸药的粘合性加大。

二硝基萘是一种比较钝感的爆炸物质，它能提高炸药的爆炸威力。在当时由于二硝基萘供应不足，有时就在炸药中不加入这种成分，而相应的提高火硝的用量。二硝基萘的含量较少，仅为 $1.5 \pm 1\%$ ，不加入此成分，对爆炸威力影响不大。

周氏炸药各种组成物的含量，可根据用途和壳体材料的不同，通过爆破威力试验进行调整。

§3 火硝的精制

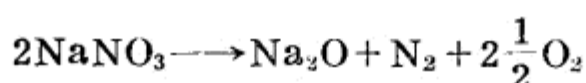
火硝主要成分是硝酸钾或硝酸钠，它是制造黑火药和周氏炸药主要原料之一。硝酸钾为无色透明或白色结晶体，化学式为 KNO_3 ，分子量为101，比重为1.9~2.1，熔点 336°C ，吸湿性较强，受热分解时按下式反应放出氧



硝酸钠的化学式为 NaNO_3 ，分子量为85，外观为无色透明

● 谷子加工后所得的副产品，即谷子的外壳。

的斜方六面結晶体，比重为 2.21，熔点为 208°C，吸湿性較强，受热分解时按下式反应放出氧



火硝在周氏炸药中用量很大，約占組成物成分的 64±2%。

火硝是采用民間副业生产的土硝[●]，經提純精制而得。

土硝生产是沿河岸居住的人民多年来的傳統副业生产，有丰富的提制土硝的經驗。他們提炼出的土硝源源不断地供給軍火生产的需要。

来自民間的土硝，仍含有不少泥土杂质以及結晶水等，需要进行精制。

土硝（又称毛硝）运来以后，先将其中的杂质用人工挑出，然后将一定数量的毛硝放入大鉄鍋中，并加入約为毛硝量二分之一的冷水。通常一鍋中可加入毛硝 50 斤，淨水 25 斤。用火加热到煮沸，半小时后再加入少量的冷水，至沸騰时停止，这时大部分杂质均浮于溶液的表面，然后用工具把杂质撈出来，在溶液的表面上加入少量的胶水，可使溶液表面的粘度增加，以便更容易地取出杂质。如此反复操作数次，使杂质全部清除，然后靜置。待溶液清淨后，将它盛入陶瓷缸中，使其自然降溫結晶（图 21）。

已結晶的毛硝，其中含有結晶水，需要进行脫水。脫水时将結晶硝放入大鉄鍋中加热，使水份蒸发。呈熔融状态的結晶硝，水份很快蒸发掉，即刻用鉄勺将毛硝盛在鉄板或石板上，让其自然冷却，即可得无水精硝。

冷却后的无水火硝成为块状，用銅錘打成碎块。量少时可用人工搗碎，量大时就用碾子或其他工具压成細粉，并篩选使粒度一致。

已經粉碎的火硝，如水份超过 10%，则需要干燥，火硝对火

● 俗称毛硝，由含硝的土壤中提取，成分中含純硝約 50%，另含有結晶水、食盐和其他杂质，精制提純后即為火硝。

流程 4 火硝精制提纯工艺流程

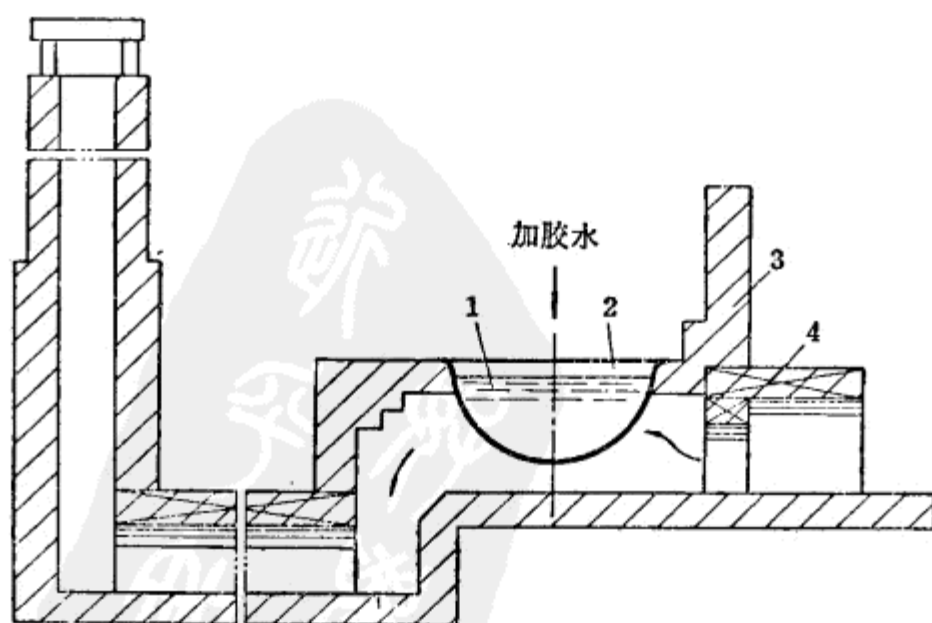
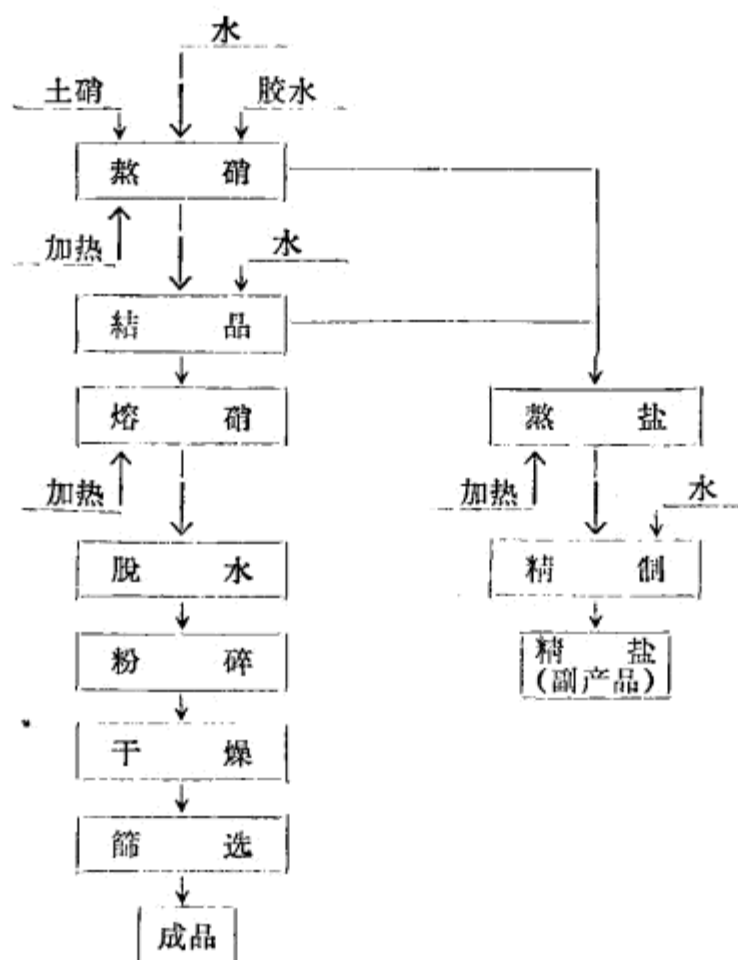


图21 熬硝

1—硝溶液；2—铁锅；3—隔火墙；4—炉灶。

焰敏感，不能直接用火加热，应采用火墙式干燥室，隔墙在室外烧火加热。将火硝铺在干燥盘上，送入干燥室内，在室温 80°C 的条件下干燥 6~10 小时(图 22)。

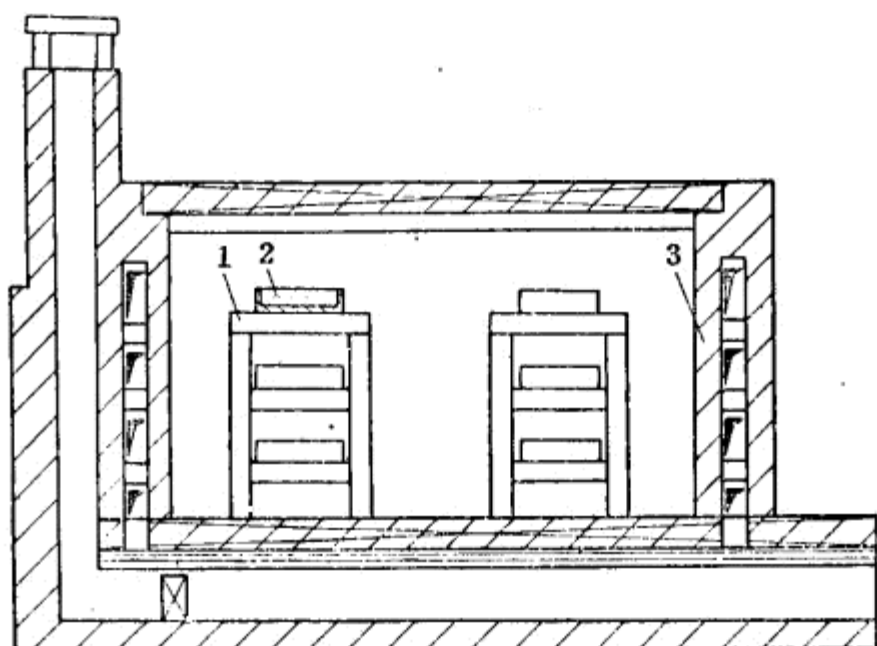


图22 火硝干燥

1—干燥架；2—火硝；3—干燥炉。

经过干燥后的火硝，用每平方厘米 120 孔筛网的筛子进行筛选，合格品可送去配制周氏炸药。

§ 4 二硝基萘制造

二硝基萘化学式为 $\text{C}_{10}\text{H}_6(\text{NO}_2)_2$ ，外观为小粒状的固体物质，颜色由黄色到褐色，比重为 1.5，凝固点不低于 150°C 。它与金属不起化学作用，它的爆炸性能较弱，因此在军事上不单独使用。通常是与其他烈性炸药混合起来使用，如 48% 的二硝基萘与 52% 的梯恩梯组成梯萘炸药；以 80% 的苦味酸和 20% 的二硝基萘组成熔合炸药。

二硝基萘是用萘(C_{10}H_8)经混酸硝化而制成。

民间存有大量的用萘制成的卫生球●。可以粉碎的卫生球为

● 以粗萘为原料制成的小白球丸，有刺激味，作为防虫剂放在衣箱中。

原料制造二硝基萘。当时用卫生球粉制造出的二硝基萘，称之为“硝基卫生球”。

其制法如下：

(一) 萘（卫生球）准备

卫生球运来以后，先将杂质挑出，經粉碎筛选后，即可送去硝化。

表17 混酸成分

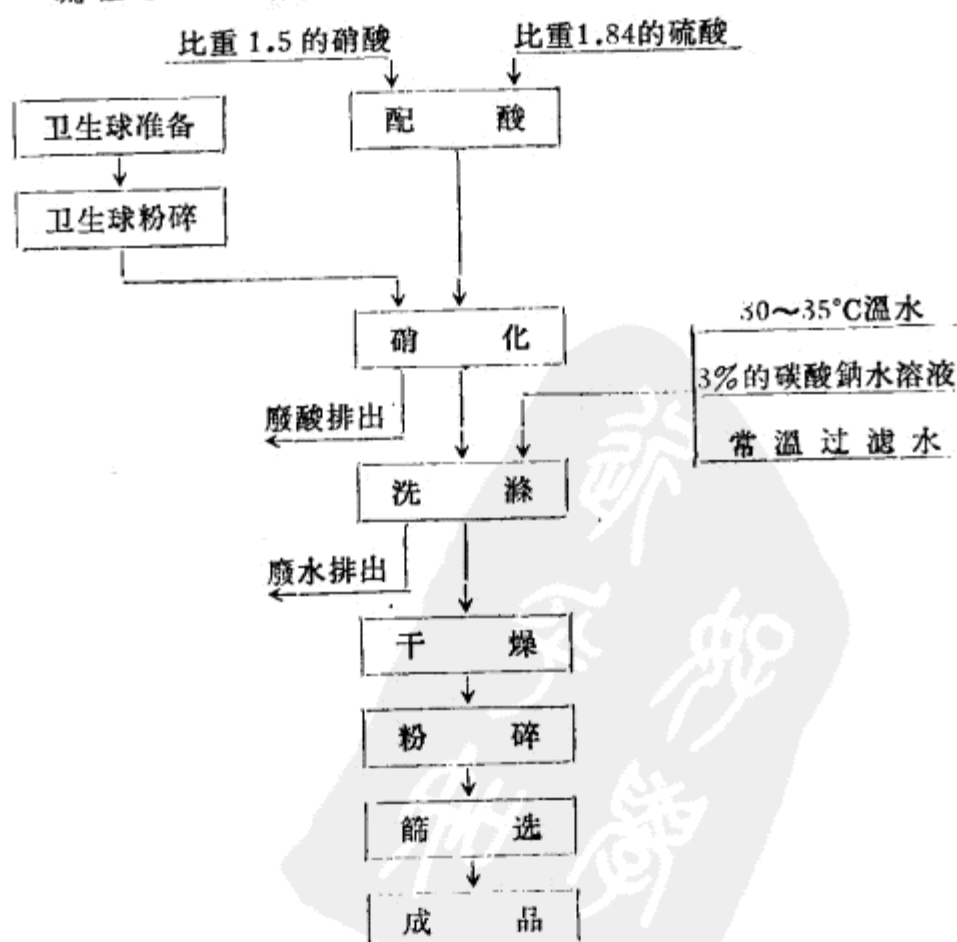
(二) 配混酸

用卫生球粉(萘)制造二硝基萘，所用的混酸成分见表17。

名 称	規 格	重 量 %
硝 酸	比重1.50	25±2%
硫 酸	比重1.84	75±2%
水		≥1.5%

按表17成分的要求，用一个洁淨陶瓷缸根据計算的用量，先把硝酸小心地倒入缸中，再向

流程 5 二硝基萘(硝基卫生球)制造工艺流程



缸內加入定量的硫酸，不断的用鉛棒攪拌，使其混合均匀。配酸时要注意，不要把酸溅到缸的外面，攪拌时不能用力过猛，以免溅到身上，烧伤手脚。

除冬季外，一般都是在室外进行配酸，为了降低配酸的溫度，有时用小河沟的流水冷却配酸缸，配好的混酸，經檢驗合格后即可使用。

(三) 硝化

硝化是制造二硝基苯的主要工序。硝化是以瓷盆为硝化器，用玻璃棒攪拌和用泉水冷却；在冬季可用一个大陶瓷盆，盆內盛滿調溫用水，水內放置一个硝化用的鉛桶或瓷盆，以供进行硝化时用（图 23）。

硝化作业中混酸与卫生球粉的投料比（按重量比）为 4:1。

首先称取 4 份的混酸加入硝化盆中，然后将一份的卫生球粉緩慢地加入盆中，加料时进行攪拌。由于混酸的硝化作用，使物料溫度升高。如溫度过高时对产品质量有影响，所以控制加料时反应溫度在 70°C 左右为宜。当溫度超过 70°C ，可以减低投料的速度，也可以在缸內通入冷水。如溫度过低，可在缸中加入热水，也可以提高加料的速度来調整溫度。

物料加完后，使硝化液的溫度保持在 60°C 左右，保溫 1 小时。然后将缸內的水全部排出，使槽內硝化物經自然冷却至常溫，再用工具将廢酸排出，所得的成品即为二硝基苯。硝化后的物料即可进行洗滌除酸。

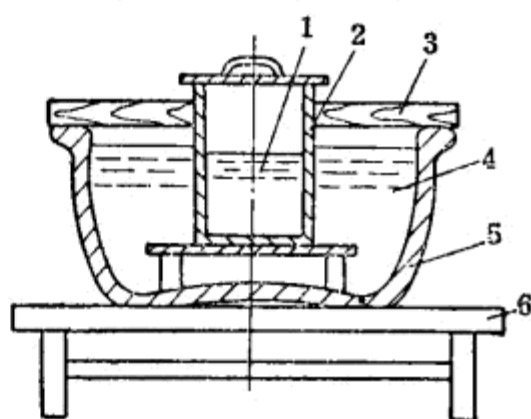


图 23 硝化装置

1—硝化物；2—鉛桶；3—蓋板；4—水；
5—大陶盆；6—工作台。

(四) 洗滌

洗滌的目的，是除去硝化物的酸份。洗滌工作是在一个大瓷盆中进行，首先将硝化物倒入大盆中，先用 $30\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的溫水洗滌两次，再用常溫的淨水（過濾水）洗滌两次，为使硝化物中的殘酸全部除掉，再用濃度 3% 的碳酸鈉溶液洗滌两次，以中和物料中的酸份；最后再用淨水洗滌，除掉多余的碱份，一直洗到中性为止。洗滌后的二硝基萘即可送去干燥以除去水份。

(五) 干燥

二硝基萘的干燥，不能直接用火加热，可采用火墙式干燥室的方法干燥。

洗滌后的产品，用布袋将水滤出，打开布袋将湿的产品（大約含水量在 $5\sim 8\%$ ）鋪在干燥盘上（使物料的厚度最好在 5 厘米以下）并送入干燥室中，其溫度保持在 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，干燥時間不少于 6 小时。干燥过程每隔 1~2 小时，用小木板或勺将物料翻动一次，干燥至物料的含水量低于 0.5% 时，即可送去粉碎。

(六) 粉碎与篩选

二硝基萘比較鈍感，因此可用民間碾米的碾子碾成細粉末。当用量較小时，可以人工搗碎，粉碎后的物料可用每平方厘米 80 孔的篩子篩选。

§ 5 燃燒剂的加工

周氏炸药中的燃燒剂为谷糠粉，谷糠粉是粮食加工时的副产品，其来源丰富，在炸药中能較好地吸收硝化甘油，并能减低火硝的吸潮作用，也能增加炸药的流散性。

谷糠粉运来后，先用每平方厘米 4 孔的篩子篩选一次，将殘留在篩网上面的杂质除掉。为了防止物料中混有鉄釘、鉄屑等杂

质，可用吸鉄石或以人工将鉄质杂物檢出，再将谷糠粉用碾子压碎或用人工搗碎。一般的谷糠粉含水份均較低，不需干燥。如含水量超过 0.5% 时，可将谷糠粉倒入煮飯的鍋中炒干。炒干时火力不要太大，并要勤翻动，以免炒焦。炒干后的谷糠粉用每平方厘米 80 孔的篩子篩选（或在炒干前篩选）。

燃燒剂中的另外一种物质是硫磺。它的精制和加工見第五章第三节（硫的加工）。

經過精制的硫为块状，首先用銅錘将硫打碎，再用药碾子或用手工搗成細粉，通过每平方厘米 80 孔的篩子篩选后即可送去使用。

§ 6 周氏炸药配制

周氏炸药的配制，是由三个主要工序組成，即谷糠粉吸收硝化甘油預混合；火硝、二硝基萘、硫磺粉三种成分預混合；最后将两种經過預混的物料放在一起再混合。混合后即為周氏炸药成品。

（一）吸收預混合

吸收預混合工序是利用谷糠粉将硝化甘油全部吸收（应使吸收均匀）。吸收用的設備是一个光滑洁淨的瓷盆或陶瓷盆，量大时可用一个大木槽。按炸药的配份要求，先将已称量的谷糠粉加入盆中。再用木质的或橡皮的定量勺将硝化甘油呈綫状均匀地倒入谷糠粉中，同时用橡皮板或木鏟輕輕地翻动，使其混合均匀，混合至硝化甘油被完全吸收为止。

因硝化甘油对冲击摩擦敏感，运输时要小心。另外，在上述預混合操作中，加入硝化甘油的速度不要太快，以防发生危險。

（二）三成分預混合

火硝、二硝基萘和硫磺粉三种成分預先混合的目的是保証各

种物料与已吸收硝化甘油的谷糠粉混合均匀，同时可缩短最后一次混合的操作时间。

三成分混合曾采用过两种方法：

一种方法是使用一个表面光滑四周没有裂纹的木槽，将三种物料按规定比例称量后，加入木槽中，再用耙子搅拌使其混合均匀。

另一种方法是用直径为0.8米、宽度为0.49米的木制球磨机，在机内加入与物料的比例

(重量比)为1:1的木球，木球的直径为25~35毫米，物料加入量为50公斤，用人工摇动手柄。每一次混合物料的时间为35~40分钟。在有电源的地方，可改用电机带动(图24)。

球磨机每分钟最适宜的转数，按下式计算：

$$\text{轉数} = \frac{37.2}{\sqrt{\text{轉筒直徑}}}。$$

(三) 周氏炸药混合

混合是将已吸收硝化甘油的谷糠粉与预混过的火硝、硫磺和二硝基萘三种成分的混合物加在一起混合均匀。

这一混合工序，因物料内含有硝化甘油，所以不宜采用球磨机。可采用一个表面光滑无裂纹的大木盘或木槽，先将混好的三成分组成物加入木盘中，再将谷糠粉(已吸收硝化甘油)均匀地加在盘内物料的上部，用带有橡皮耙头的耙子轻轻的翻动物料，直至混合均匀为止。

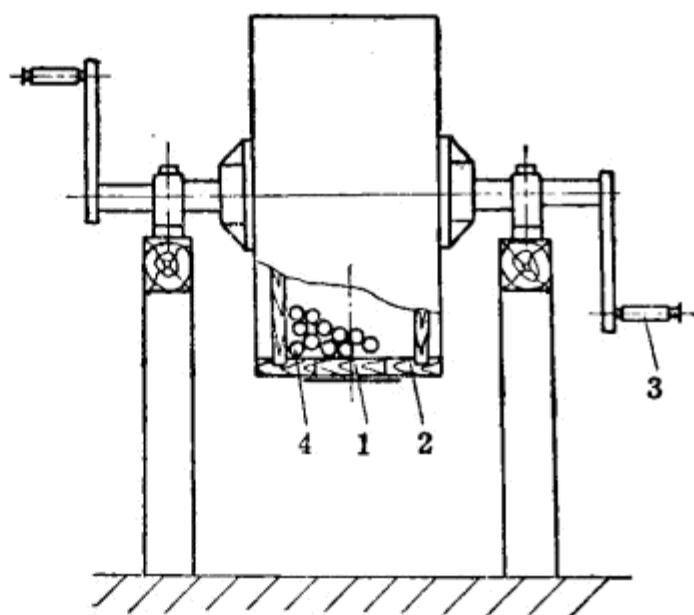
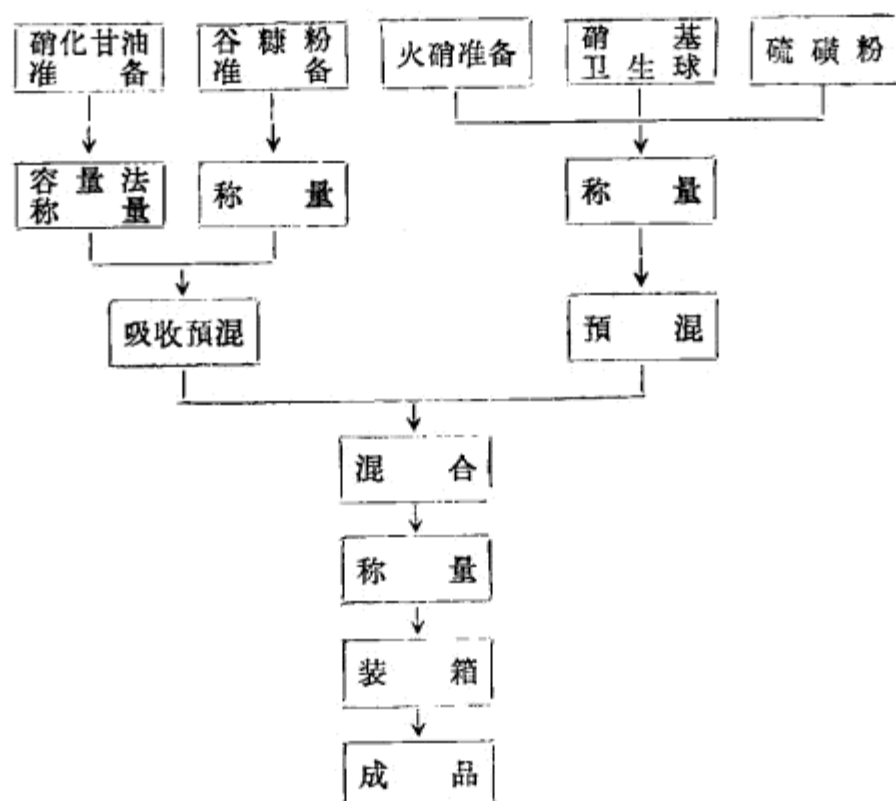


图24 人工球磨机

1—加(出)料口；2—木制转筒；3—手摇把；
4—木球。

流程 6 周氏炸药制造流程



周氏炸药对火焰、冲击、摩擦均为敏感，操作时切忌明火。混合时要小心操作，避免用力过猛。生产中所用的工具不能用铁制的。

表18 周氏炸药制造时所使用的设备、工具和仪器

工 序	设 备	工 具	仪 器
硝化甘油称量	定量勺 (木或橡皮)		
固体组成物称量	秤		
吸收预混	大瓷盆	木板或橡皮板	温度计
预混	木制球机		
混合	大木盘	耙子	温度计
称量	秤		
装箱	工作台		

抗战时期，在以毛泽东思想武装起来的革命人民和兵工工作者，克服了种种困难，在缺乏原料，没有正规的厂房和设备的条件下，千方百计地制造出高效能的炸药，并使原材料立足于解放区。周氏炸药的制造成功，解决了手榴弹、地雷、炸药包和爆破筒等爆破器材所需的炸药，大量地满足了前方和地方武装的需要。

第四章 硝酸铵类炸药制造法

§1 概 述

1941年以后，解放区各个战场都先后开展了规模巨大的全民爆破运动。因此，对爆破器材的需要量便极大地增长，尤其是爆破药包、地雷和爆破筒需要量更大。为了满足抗战新形势的要求，除扩大周氏炸药生产外，还充分利用各种原料，制造了硝酸铵类炸药。

硝酸铵类炸药，又名矿山炸药，广泛地应用于工业爆破和矿山爆破，它的主要成分是硝酸铵，故称之为硝酸铵炸药。

抗战时期硝酸铵的来源，一方面是由市场上购买成品的硝酸铵或硫酸铵；另一方面就地取材，利用动物骨干馏与硫酸作用制成硫酸铵，再以硫酸铵与火硝作用，制成硝酸铵。然后与木粉、谷糠粉或机油等燃烧剂以及硝化甘油、二硝基萘等敏感剂配制在一起，大量制造各种类型的硝酸铵类炸药。

前后共生产过四种主要类型：

第一类是粉状甘油炸药。这种炸药，主要成分是硝酸铵，在其中加有谷糠粉和少量硝化甘油，这类炸药起爆敏感，威力大，有一定的防潮能力。

第二类即含有固体敏感剂的硝酸铵炸药。主要成分是硝酸铵，其中加入二硝基萘作为敏感剂，这类炸药的起爆性能较好，爆炸威力与第一类基本相同，但防潮性较差。

第三类是不含有敏感剂的硝酸铵炸药，为硝酸铵与木粉或谷糠粉的混合物。此类炸药在散置状态下起爆性能较差，起爆时需用梯恩梯传爆药柱或扩爆管。此种炸药的防潮性也差。

第四类即硝酸铵机油炸药，是在硝酸铵中加以少量机油或柴

油。起爆性能比第三类好，亦无防潮性。

抗战时期除生产过上述四种类型的硝酸铵炸药外，也曾在炸药中混入炒干的食盐或磨细的石英粉等，制出各式各样的炸药。抗战时所采用过的炸药品种，如下表所载。

表19 抗战时期的硝酸铵类炸药

炸 药 名 称	成 分 %							
	硝酸铵	硝化甘油	谷糠粉 或木粉	二硝 基苯	泥煤 粉	废机 油	瀝青	細煤 粉
硝酸铵炸药	88	—	12	—	—	—	—	—
硝酸铵炸药	90	—	10	—	—	—	—	—
硝酸铵炸药	88	—	4	—	8	—	—	—
硝酸铵炸药	95	—	—	—	—	—	5	—
硝酸铵炸药	88	—	2	—	—	—	—	10
硝酸铵炸药	84	—	4	12	—	—	—	—
硝酸铵炸药	85	—	15	—	—	—	—	—
铵苯炸药	88	—	—	12	—	—	—	—
硝酸铵机油炸药	94	—	—	—	—	6	—	—
粉状硝酸铵甘油炸药	83	6	—	—	11	—	—	—
粉状硝酸铵甘油炸药	68	4	10	4	8	—	6	—
粉状硝酸铵甘油炸药	90	6	4	—	—	—	—	—

§ 2 硝酸铵炸药的性质

硝酸铵炸药的性质和它的成分有关，根据配分不同，它的物理化学性质也不同，现分述如下：

(1) 12%的二硝基苯与88%硝酸铵的混合物，是一种外观为黄色粒状或粉状物质。密度为1.12~0.98，加热到230~240℃时发生分解，当加热到300℃以上时便发生爆炸。对火焰及摩擦敏感度较烈性炸药小，爆速为2000~2500米/秒。

由于成分中含有大量的硝酸铵，所以具有吸湿性并形成块状。

(2) 83%硝酸铵，6%硝化甘油和11%泥煤粉的混合物，外观为深灰色粉末，用手摸时有油腻感觉，对火焰及摩擦作用敏感，加热至210℃分解，具有一定的防潮能力，爆速为3000米/秒。

(3) 90%硝酸铵, 10%木粉或谷糠粉的混合物, 外观为浅灰色或浅黄色粉状物质, 密度为 $0.85 \sim 1.00$, 对火焰、冲击、摩擦较钝感, 具有硝酸铵的特性。它的爆速为 $1900 \sim 2200$ 米/秒。

(4) 89%硝酸铵与 11%棉籽饼的混合物, 外观为淡黄色粉末, 密度 $0.80 \sim 0.90$, 对火焰和摩擦的敏感度较小, 加热到 220°C 以上分解, 具有硝酸铵的特性。它的爆速为 2295 米/秒。

硝酸铵炸药的主要成分是硝酸铵, 具有爆炸性、吸湿性和结块性。

§3 硝酸铵的性质

硝酸铵是制造硝酸铵炸药的主要原料, 所以对硝酸铵的性质应有足够的了解和掌握, 这样对制造硝酸铵炸药会有很大的帮助。

(一) 硝酸铵的物理性质

(1) 多结晶现象。硝酸铵是白色或淡黄色的结晶物质, 比重 $1.44 \sim 1.79$, 假比重 $0.86 \sim 0.97$ 。由于含水分不同, 其熔点为 $145 \sim 169^{\circ}\text{C}$ 。

硝酸铵有五种结晶形状(如图 25 所示): 正方晶体、正六面晶体、菱形晶体(分为 α 和 β 两种)和斜六面晶体。



图25 硝酸铵各种晶体形状

1—正方晶体; 2—正六面晶体; 3— α 菱形晶体; 4— β 菱形晶体;
5—斜六面晶体。

硝酸铵随温度不同其结晶亦随之转变, 温度低于 16°C 时, 结晶形状为正方晶体和正六面晶体; 在 $16 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 时晶体转变成菱形 α 和 β , 比重 1.726 , 这种晶体可保持到 32.1°C , 在此温度区

間，硝酸銨无結塊現象。当溫度高于 32.1°C 时，菱形晶体的体积增大 3%，并分解成菱形 β 状之細晶粉，比重 1.66，在潮湿大气中迅速硬化。在 84.2°C 时，此晶体又轉变成斜六面晶体，比重 1.69，有棱形和三角形棱边，在形成晶体时放热。硝酸銨的特性之一是随溫度的变化其結晶形状也发生变化。制造硝酸銨炸药时，室溫最好不要太高，保持在 $16\sim 32^{\circ}\text{C}$ 之間为宜。

(2) 吸湿性和結塊性。硝酸銨具有較强的吸湿性，对硝酸銨炸药的质量有很大的影响，所以在制造和貯存时要注意防潮。硝酸銨的吸湿速度随下列因素变化：

A) 空气湿度比吸湿点高时，吸湿性速度快。如在 30°C 时，硝酸銨的吸湿点为 59.9%。当空气湿度为 70% 时比湿度 65% 时的吸湿性速度快；

的吸湿性速度快；

B) 当相对湿度一定时（如相对湿度为 70% 时已达到硝酸銨的吸湿点），則溫度越高吸湿性速度越快；

C) 表面积大时，吸湿快，所以粉状的硝酸銨比粒状的硝酸銨吸湿速度快。

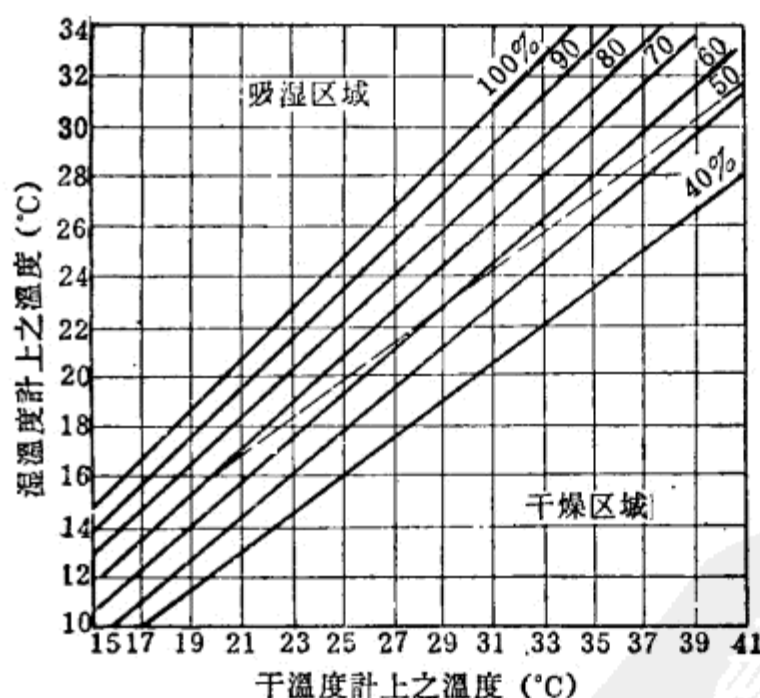


图25. A 硝酸銨吸湿临界溫湿度

由上述情况看来，制造硝酸銨炸药，要尽量减少室內湿度。室內不要放置散发湿气的設備。不要向地面上洒水，雨季生产要适时关启門窗，保持室內低溫干燥。硝酸銨的吸湿临界湿度如图25. A所示。

硝酸銨混合物的吸湿点与成分有关，根据混入的物质不同，其吸湿点发生变化的情况見表20。

硝酸銨具有結塊性質，其原因為以下兩方面：

第一，硝酸銨的結晶形狀，隨溫度變化而改變，晶體在轉變過程中，其體積發生變化的同時放熱或吸熱。

當顆粒的體積膨脹時，顆粒之間接觸更加緊密，這時可能產生結塊現象。

第二，在貯存和運輸過程中，由於吸濕使水分增加，以後又遇到自然乾燥或其他使水分減少的情況，這樣可以生成新的結晶，出現結塊現象。

表20 硝酸銨混合物吸濕點

混合物組成(分子比)	吸濕點(相對濕度%)
硝酸銨	59.4
硝酸銨+硝酸鈉	46.3
硝酸銨+硝酸鉀	61.6
硝酸銨+氯化銨	51.4
硝酸銨+硫酸銨	62.3

(二) 硝酸銨的化學性質

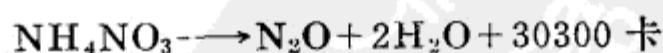
(1) 硝酸銨與金屬的作用：乾燥的硝酸銨不與鐵、鋁、汞和錫等金屬起作用，所以對於乾燥的硝酸銨可以用鋁或鐵等金屬制的工具加工。但熔化的硝酸銨，對銅、鎂、鋁、鉛、鎳和鋅等金屬均起作用，尤其與銅的作用最為激烈。與金屬作用的結果，生成具有爆炸性較大的亞硝酸鹽，因此，在製造中應避免上述金屬零件和雜物落入硝酸銨中。

(2) 硝酸銨的熱分解和爆炸性：硝酸銨在常溫下可以分解，放出氨氣和分解出硝酸並吸熱。所分解出的硝酸又可以促使硝酸銨繼續分解。

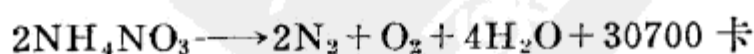
當溫度為 110°C 時，純硝酸銨可按下列式分解



在 185°C 時，分解生成氧化氮和水



在 230°C 以上時，分解速度加快，同時有弱的閃光發生，此時分解出氮和氧



硝酸铵对冲击、震动和摩擦均钝感，生产中可以用铁器粉碎。

干燥的硝酸铵，在起爆力较大的雷管作用下能引起爆炸。硝酸铵中混有机械杂质及有机物时，会增加它的敏感度。

用硝酸铵溶液浸渍的纸张和布袋等织物，在加热 100℃ 以上时，会引起自燃。制造硝酸铵炸药时的废纸或废布袋不要乱掷，以免引起火灾。

§4 动物骨●干馏制造硫酸铵

抗日战争初期，硝酸铵的来源比较困难，硫酸铵的来源也时有缺。为坚持长期抗战，使原材料立足于解放区，奠定硝酸炸药的原料基础和充分利用物质资源，就利用动物骨干馏制造硫酸铵，再由硫酸铵制成硝酸铵，以补充硫酸铵和硝酸铵的来源不足。下面是制造硫酸铵和硝酸铵的工艺方法。

(一) 原料准备及反应原理

原料是动物骨和浓度 50% 的稀硫酸。

动物骨干馏的气体与稀硫酸反应制成硫酸铵，其基本原理为：

动物骨干馏分解出氨气，将其通入稀硫酸中，反应式为



(二) 中和法制造硫酸铵

动物骨经选择后投入干馏炉中，徐徐加热，温度逐渐上升，这时动物骨中的氨气，随水蒸汽和其他有机物一起，由管道导至中和反应缸中，与缸内事先加入的 50% 浓度的稀硫酸作用生成粗制的硫酸铵溶液。

● 即猪、牛、羊等的骨头。

动物骨干馏和中和反应的设备如图 26 所示。

蒸氨炉是用耐火砖砌成，有加料口和火门，并有管道与中和反应缸相连接。

中和反应缸是由缸体和大瓷盆所组成，在缸内盛有稀硫酸，缸为耐酸材料制成（当时是利用民间的瓷缸）。

为了充分利用氨气，中和反应缸可

采用两组，并在缸口上反盖一瓷盆以防止氨气挥发（稀硫酸加入后将缸盖扣紧）。经中和作用制出的产品为粗制硫酸铵，其中含有不少杂质和有机物。

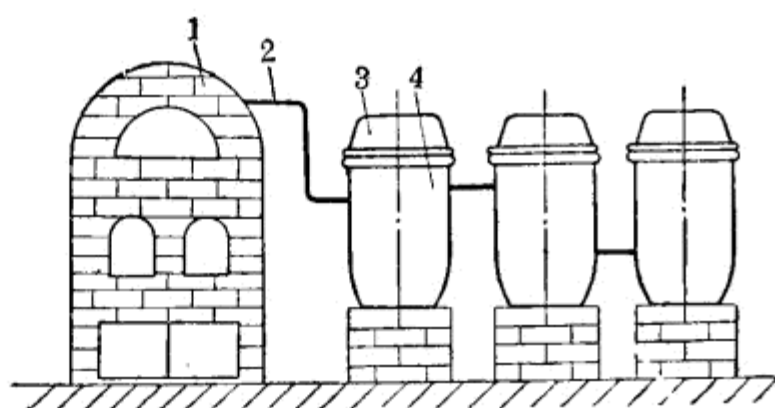


图26 动物骨干馏炉及中和反应缸

1—蒸氨炉；2—管道；3—火瓷盆；4—缸体。

（三）硫酸铵精制

硫酸铵精制，主要有浓缩、结晶、再溶解、再浓缩和再结晶等工序组成。

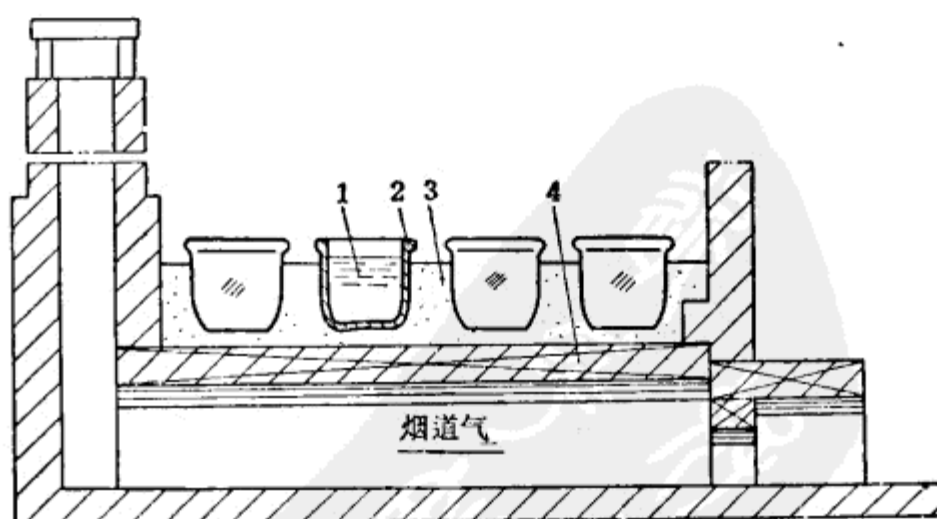


图27 火炕砂盘干燥装置

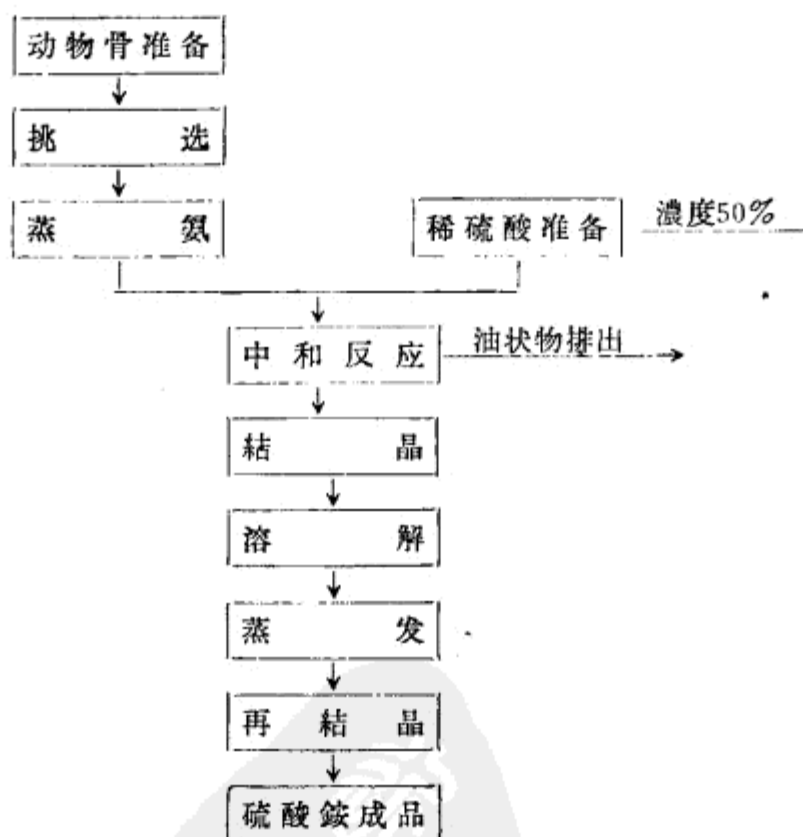
1—物料；2—陶缸；3—砂子；4—火炕。

中和生成的硫酸銨，在溶液表面有一层黑色的油状物质，用勺将它排出，經适当濃縮后再将硫酸銨盛入瓷缸中結晶。結晶时应在常溫条件下放置一昼夜，結晶后的硫酸銨滤去母液即是粗产品。

粗制硫酸銨加入溶解缸中（瓷缸），在缸內加入适量的溫水，使硫酸銨溶于水中。溶解的硫酸銨进行加热濃縮，达到飽和点后靜置降溫，一昼夜后硫酸銨就可結晶出来。

結晶的硫酸銨仍含有水分，需烘干除去水分。烘干用的砂盘和缸如图 27 所示，这种方法当时称謂砂盘干燥法。

流程 7 用动物骨干錙制造硫酸銨的工艺流程



§ 5 用硫酸銨制造硝酸銨

（一）硝酸銨与硫酸銨的鉴别

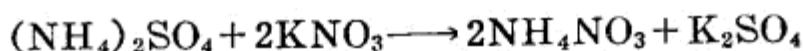
抗战时期，硫酸銨除自制外，也从市場上购买。当时把硝酸銨与硫酸銨通称为“肥田粉”，硝酸銨和硫酸銨从外觀很难鉴别。

当时由于仪器、药品的限制，采用下列简易办法来鉴别硝酸铵和硫酸铵：

在玻璃杯中盛入适量的水，加入少量的硝酸铵（若不用硝酸铵时，可用浓度 10~15% 的石灰水），再将待试的“肥田粉”溶液加入其中，少许搅拌后静置一小时，以观其反应：若杯中有沉淀物产生，即是硫酸铵；无沉淀物产生是硝酸铵。

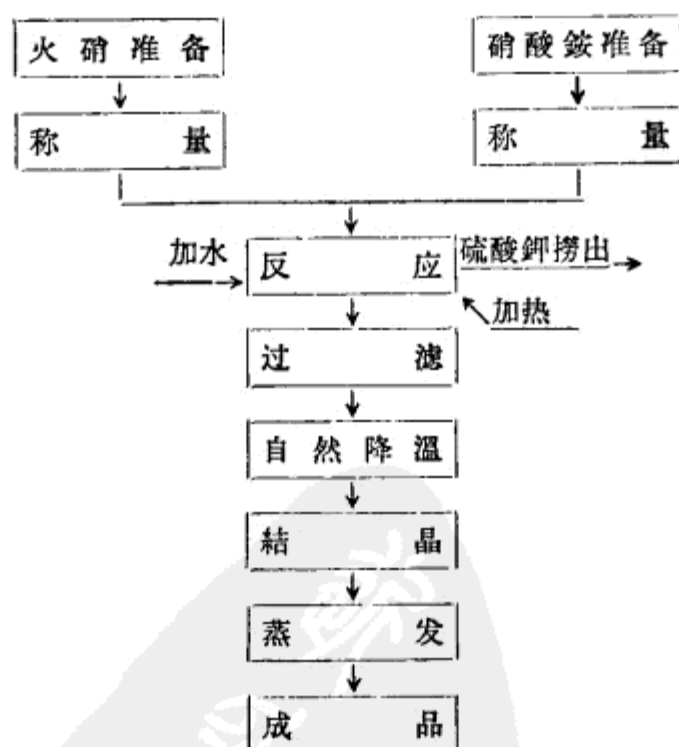
（二）用硫酸铵制造硝酸铵的反应过程

用硫酸铵制造硝酸铵，将硫酸铵与火硝按一定比例配合并加入适量的水，使它发生复分解而制成硝酸铵。复分解的反应式如下



经复分解反应，生成硝酸铵与硫酸钾。

流程 8 用硫酸铵制造硝酸铵的工艺流程



（三）工艺过程和設備

将硫酸铵与火硝准备好，先在铁锅（或缸）中加入约为容积一半的清水，再将 20 公斤的硫酸铵加入，用棒搅拌，令它全部

溶解。然后再将 33 公斤的火硝加入并迅速地攪拌和加热，約經 30 分钟，在鍋底部即有硫酸鉀結晶生成，这时可用工具将結晶

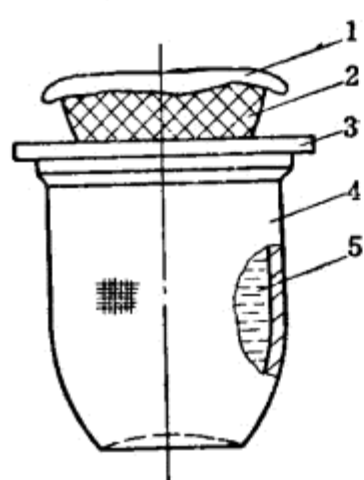


图28 过滤装置

1—白布；2—篩子；3—木框；4—陶缸；5—过滤后的溶液。

捞出。

溶液的溫度較高，趁热将溶液用粗布过滤，过滤的是用一个瓷缸，在缸口上部放置一木框，框上放一篩子，篩上鋪白粗布，用以过滤溶液，具体装置如图 28 所示。

过滤后，物料的溫度也随之降低，硝酸鉍在缸中开始有結晶析出，再放置 5~6 小时，使其完全結晶，所制出的产品，即为硝酸鉍。所制出的成品质量与过滤工序的操作有关。若过滤較好，制出的产品质量一致；如过滤操作的不恰当，一般是上层

結晶較純，下层含有杂质（主要是硫酸鉀）。結晶的硝酸鉍含有一定水分，应再經蒸发和脫水以制得成品。

§ 6 制造硝酸鉍炸药中的原材料准备

抗战时期所生产的硝酸鉍炸药，虽然使用的原料种类很多，但归納起来原料可分为氧化剂（如硝酸鉍），敏感剂（如硝化甘油和二硝基萘）等。原材料准备的步驟如下：

（一）硝酸鉍准备

硝酸鉍是硝酸鉍炸药的主要成分。对硝酸鉍要求水份应少于 0.3%，細度通过每平方厘米 15 孔的篩网，愈細愈好。准备工作由粉碎、干燥和篩选工序組成。

（1）硝酸鉍粉碎：硝酸鉍的粉碎方法較多，如采用凸輪式、鼠籠式粉碎机或輪碾机都能很好地粉碎。在抗战时期，为适应当时条件，采用民間的石碾子进行粉碎。粉碎方法是：先将硝酸鉍放在木槽或石板上，用錘子打成每边长小于 60 毫米的小块，置于

石碾上（量小时也用药店用的压药碾子），用畜力带动进行粉碎。粉碎过程一次加料不要过多，边粉碎，边加料，并不停的用小木板翻动物料。

硝酸铵有较强的吸湿性，通常用纸袋包装，虽经妥善保管，但含水量仍可达5~8%。因此，未经干燥的硝酸铵，用上述方法一次操作，使细度达到全部通过每平方厘米15孔的筛网是较困难的，需细碎后再干燥，然后再精碎一次。

（2）硝酸铵干燥：要求硝酸铵含水量不大于0.3%。其干燥方法很多，如烟道气干燥法，热风干燥法和干燥室干燥法等，但不允许直接用火加热干燥。抗战时期是采用火炕干燥的方法，先在火炕上安置一些干燥架，然后将粉碎的物料置于干燥盘内铺平，放入干燥架上（如图29所示）进行干燥。

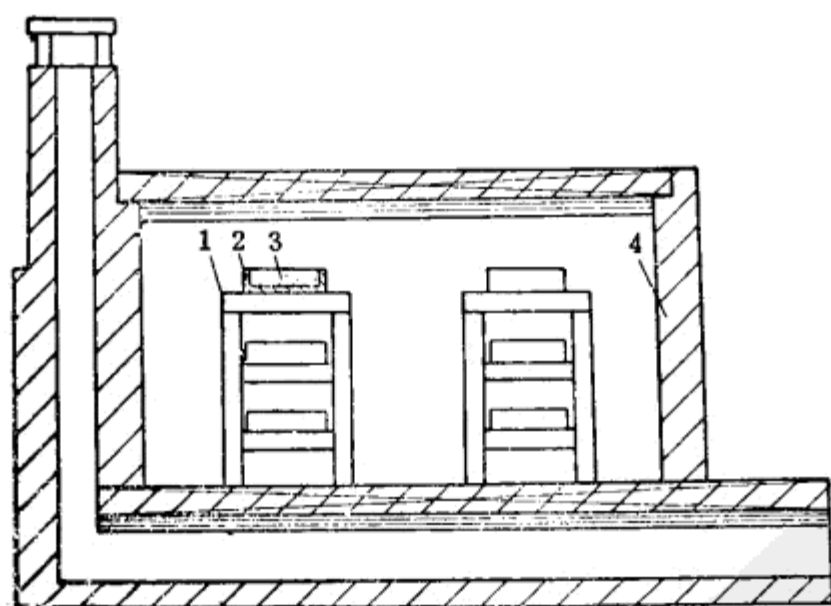


图29 火炕法干燥硝酸铵

1—干燥架；2—干燥盘；3—物料；4—炉灶。

以火炕法干燥时，应将干燥室的门窗封严，防止室内热量散失。室内温度保持在60~80℃，干燥时间约为24小时。每隔2~4小时用木鏟翻动一次物料，以加速干燥。经干燥的物料，再经碾细或人工捣细。人工捣细时，是将硝酸铵加入瓷缸或木槽

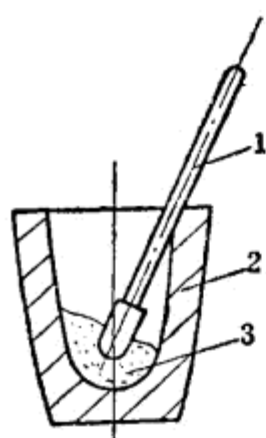


图30 人工捣碎工具

1—锤；2—缸；

3—物料。

中，用铜锤或铁锤捣碎，操作要迅速，以免长时间与空气接触而吸湿。其捣碎工具如图30所示。

(3) 硝酸铵筛选：筛选是将不合格的大块选出，再行粉碎。当时用的是人工操纵的往复筛，操作方便，劳动强度较小。具体操作方法是，将筛子四角用绳子吊在棚顶上，人工拉动手柄，做往复运动。

筛选时，为防止尘粉飞扬，可用布将筛子四周围起来，在筛的下面放置清洁的大木盘，收集筛下的物料。合格的产品，可送去使用或置于干燥室中备用。

(二) 燃烧剂准备

当时用的燃烧剂有木粉、谷糠粉、泥煤粉、谷物壳、棉籽饼和树皮等。燃烧剂准备的主要工序为挑选、干燥、粉碎和筛选。

购来的原料先用粗孔筛筛选，除去其中较大的杂物，再清除物料中混有的碎铁屑、铁块和铁钉等。

配制炸药所用的燃烧剂，细度要求通过每平方厘米16孔的筛网，含水量不大于2%。由于来自民间的木粉、谷糠粉、谷物壳等含水量较大，在这种情况下，不易粉碎的很细，必须先进行干燥，然后粉碎。

(1) 燃烧剂干燥：燃烧剂干燥方法很多，如气流式、迴转式或热风干燥法等均能收到很好的干燥效果。在抗战时期，结合当时当地的客观条件，主要是采用烟道气干燥法和干燥室干燥法，也应用过锅炒的办法。虽然当时应用的方法简单，但质量仍能得到保证。

A) 烟道气干燥法：是利用烟道气的热量，加热铁板来干燥木粉、谷糠粉等。烟道气的干燥装置如图31所示。

烟道气干燥装置，是用一块 10~15 厘米厚的鉄板制成长方形的平底鍋。將物料置于平底鍋上，在燃燒室生火加热，使平底鍋溫度升高，同时用人工翻动物料。干燥过程中溫度不宜过高，以免物料碳化。这种装置的设备简单，效率較高。

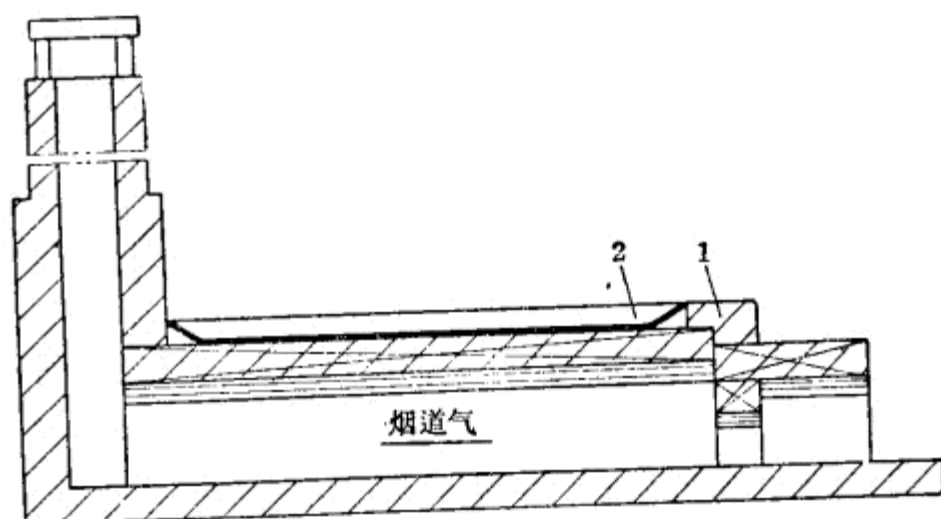


图31 烟道气干燥法

1—炉灶；2—平底鍋。

B) 炒干法：用民間燒飯的鍋灶，將物料加入鍋中进行加热，并不断地用工具翻动物料至炒干为止。这种方法簡易可行，是当时普遍采用的方法。但操作时注意以下几点：

(a) 加料不宜过多，最好是全鍋容积的 $\frac{1}{3}$ 左右。若加料过多，不易攪拌均匀，影响干燥质量；

(b) 加热时火力不要太旺，以防止当物料内部水分尚未蒸发，而表面上已被燒焦；

(c) 物料要勤翻动，攪拌要均匀。

C) 干燥室干燥法：以火炕或火墙加热室内的空气，室内置有木架，將物料装入盘内置于干燥架上。保持室内温度为 $65\sim 75^{\circ}\text{C}$ ，經 24 小时物料水分可由 30% 降低到 2% 以下。这种方法所干燥出的物料外觀較好，但效率較低。

由于棉籽餅吸湿性小，所以用它作为燃燒剂时，可不进行干燥。

(2) 燃燒剂粉碎：木粉、谷糠粉等經過干燥后即可粉碎，粉碎是用畜力或水力带动石磨将物料压成細粉，再用每平方厘米 16 孔的篩网篩选。

在炸药中也应用过煤粉和机油作为燃燒剂。

(三) 敏感剂准备

炸药中所使用的敏感剂是硝化甘油与二硝基萘。硝化甘油系液体炸药，不需加工。但在使用前要檢查是否有凝結現象，如發現凝結，需将它和容器一起置于溫度較高的地方，待完全熔化后再用。

二硝基萘是粉状固体物质，它的細度与混合后的炸药威力有关，物料愈細，炸药威力愈大。粉碎是用碾子压碎或人工搗碎，通过每平方厘米 16 孔的篩网篩选。

§ 7 粉状硝铵甘油炸药配制

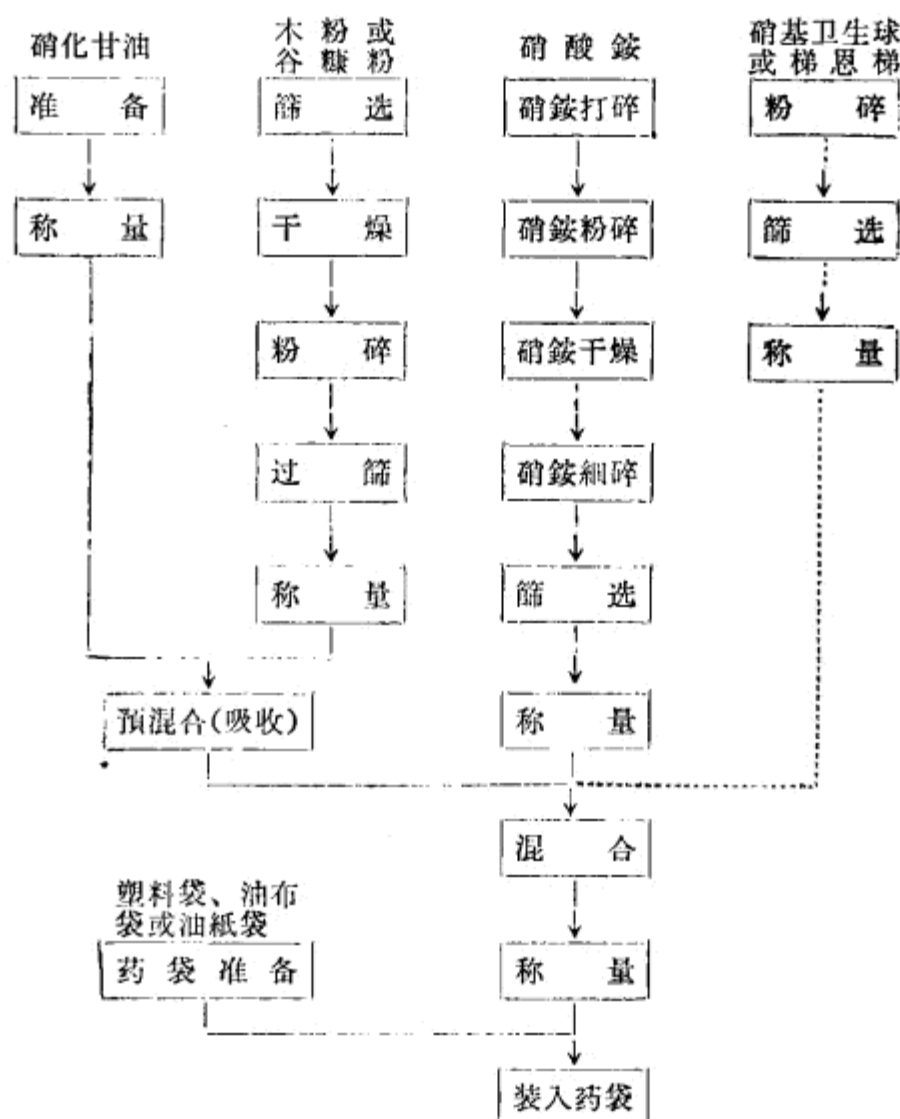
粉状硝铵甘油炸药，其主要成分是硝酸铵、硝化甘油和谷糠粉（或木粉），其中也可加入二硝基萘或梯恩梯。这种炸药的配制过程，是由吸收和混合两个主要工序組成。

(1) 吸收：吸收用的工具是大瓷盆（或木盆）。将按成分比例称量好的谷糠粉加入盆中鋪平，再以定量的硝化甘油呈綫状均匀地加入谷糠粉中。攪拌要輕，用力不要过猛。

(2) 混合：所用的工具同吸收工序。混合时，是将称量好的硝酸铵加入盆中，再将谷糠粉加入，如需要二硝基萘或梯恩梯也同时加入。定量物料加完后，用木耙翻动，混合均匀。混合时翻动不宜过猛，以免药尘飞揚。混均匀后，再将已吸收硝化甘油的谷糠粉加入其中，再混合，至混合均匀为止。

硝化甘油对冲击、摩擦和火焰均十分敏感，在配制硝铵甘油炸药时，应注意安全。

流程 9 “第一类型”粉状硝酸铵甘油炸药生产工艺流程



§ 8 含有固体敏感剂的硝酸铵炸药配制

含有固体敏感剂的硝酸铵炸药，其主要成分是硝酸铵、谷糠粉（或木粉）和二硝基萘（或梯恩梯）。配制这类炸药主要的工序是混合。

混合的方法，可用手工也可用机械。机械混合法是采用球磨机（图32）。球磨机外壳是以木材、铝、钢等制成，在机内加入木球或塑料球。加料次序是先加入硝酸铵，再加入木粉或谷糠粉，然后再加入二硝基萘或梯恩梯，用人力或电力带动球磨机运转。混合40~50分钟就可出料。

流程10 “第二类型”含有固体敏感剂的确铵炸药生产工艺流程

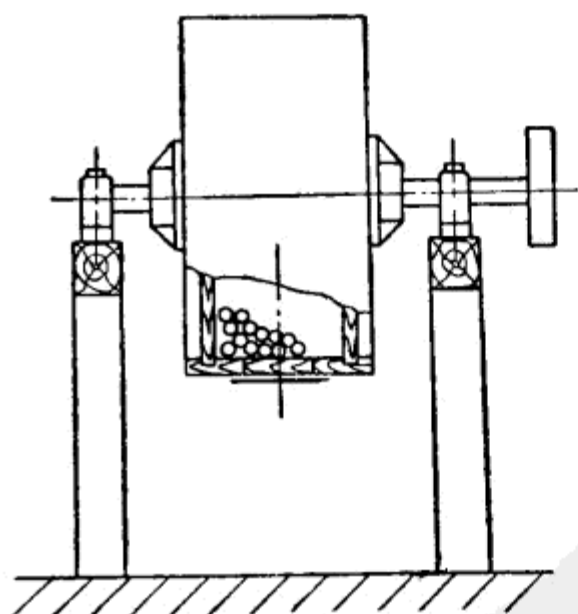
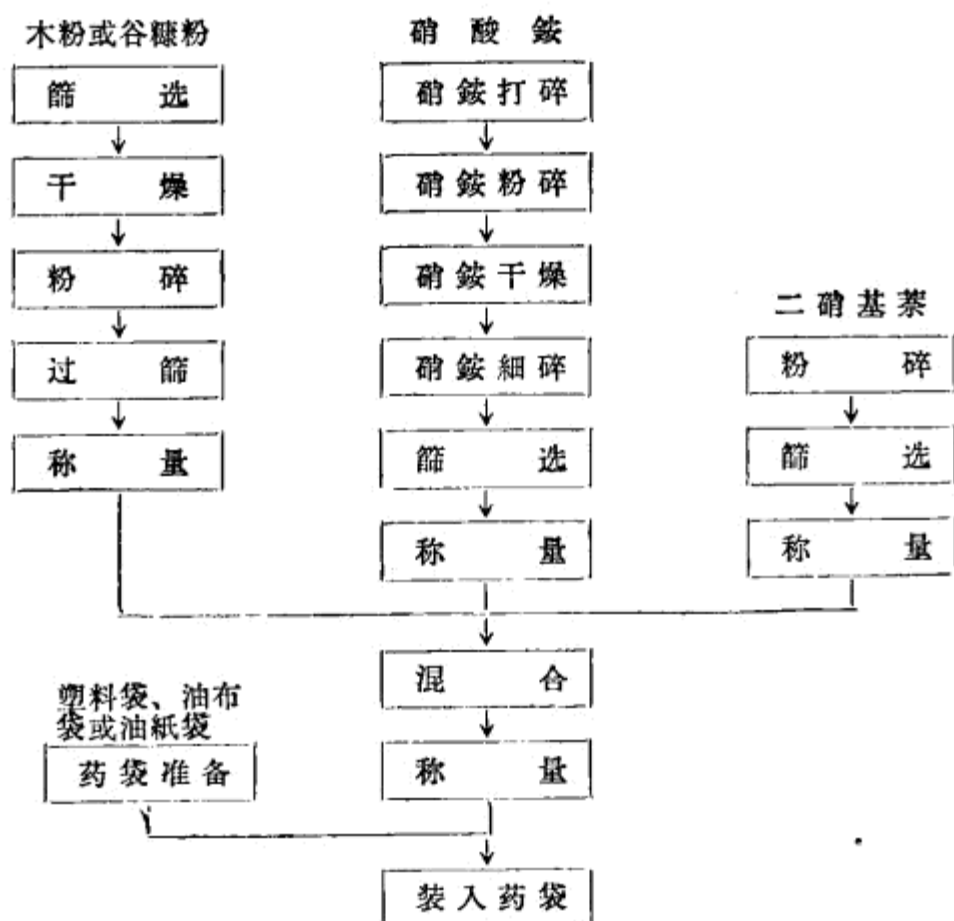


图32 球磨机

抗战时期多采用手工混合。所用的装置是洁净的大木盆或大瓷盆。将物料按比例称取好，加入盆中，用木耙搅拌混合均匀后即为成品。

§9 不含敏感剂的确铵炸药配制

不含敏感剂的确铵炸药，制法简单，主要工序是混合。混合的方法有以下两种：

(1) 碾子混合法：以水力、蓄力或人力带动磨米用的石碾子，将硝酸铵和谷糠粉（或木粉）放在碾盘上，边碾压，边翻动，

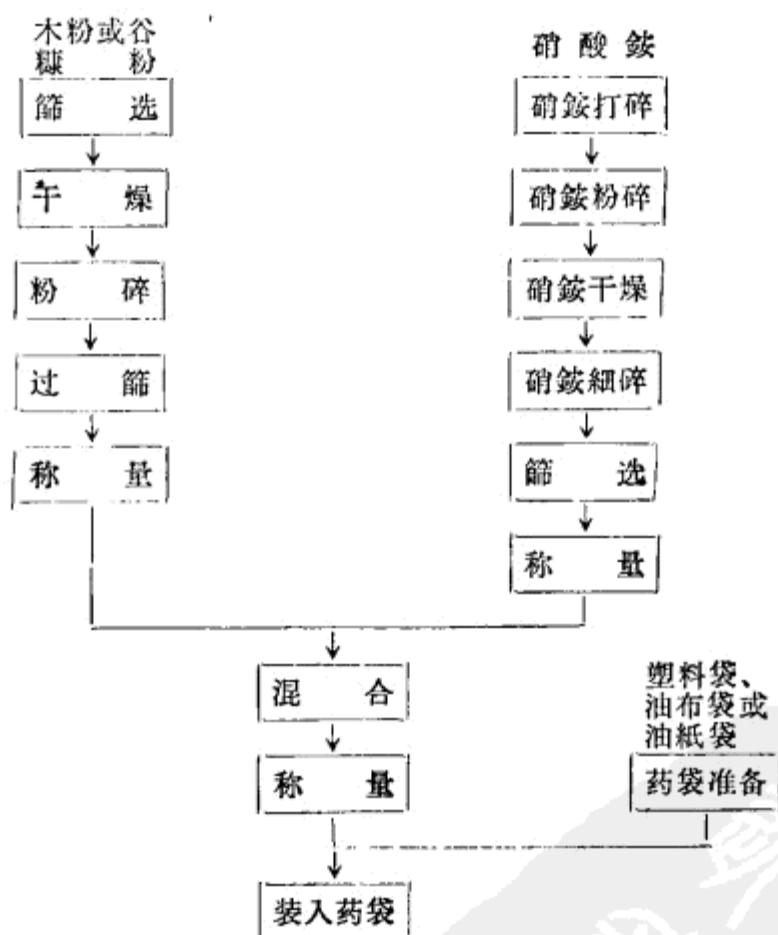
使其混合均匀。

用这种方法混合要特别注意安全，加料不能过少，以防碾子空转引起火花。另外，投料也不宜过厚，料层太厚不易翻动均匀，一般以 15~20 毫米的料层厚度为宜。

碾子混合法不仅能使物料混合均匀，而且使物料又得到一次破碎的机会。碾子混合比人工混合所得的产品质量高，但此种方法只能用于不含有敏感剂的硝酸铵炸药。

(2) 手工混合法：手工混合法与含固体敏感剂的硝酸铵炸药的混合方法相同。

流程11 “第三类型”不含敏感剂的硝酸铵炸药生产工艺流程



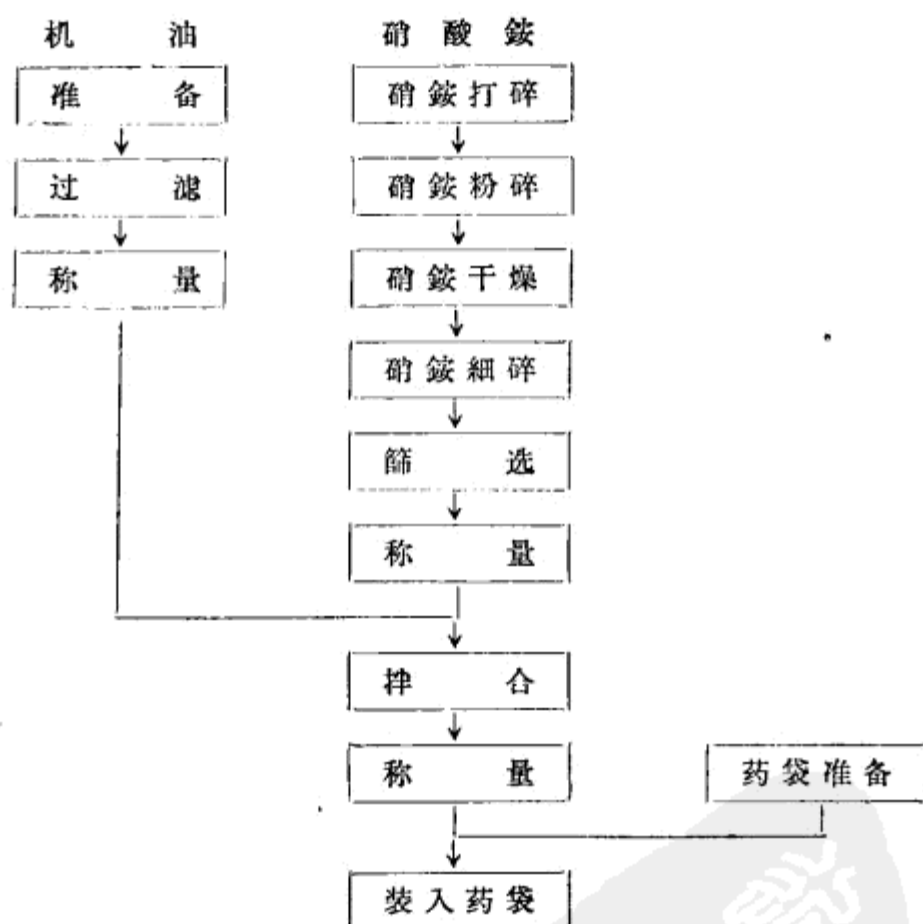
§ 10 硝酸机油炸药配制

硝酸机油炸药，主要成分是硝酸铵和一定数量的机油（柴油）。机油是有机物质，可以提高炸药的起爆敏感度。

在硝酸铵中加入机油时，应先称取定量的硝酸铵和机油，机油经过滤后倒入洁净的大瓷盆中，然后往盆内加入一部分硝酸铵（加入到能完全吸收机油为宜），再将其余的硝酸铵倒入大木盆内铺平，把已吸收机油的硝酸铵加入，用木耙混合均匀，即为成品。机油含量一般的为6~8%。

上述四种类型的硝酸铵类炸药的生产，有一个共同的特点，这就是要特别注意它的吸湿性和结块性。在生产过程中，要经常的保持室内干燥，适时通风换气，室内温度也不宜过高。

流程12 “第四类型”硝酸铵机油（柴油）炸药生产工艺流程



§ 11 爆破药包装药

军事爆破中常用的炸药药包重量为0.5公斤、1公斤、2公斤、3公斤、5公斤、8公斤和10公斤，最大的可达20余公斤。药包的大小，根据爆破对象不同而选择。

表21 硝铵炸药生产时所使用的设备工具和仪器

工 序	設 备	工 具	仪 器
硝酸铵打碎	木槽	锤子	
粉碎	石头碾子或药碾子		
干燥	干燥装置		溫度計
細碎	石头碾子或药碾子		
篩选	篩子		
称量		秤	
木粉或谷糠粉篩选	篩子		
干燥	鍋		
粉碎	石头碾子		
过篩	篩子		
称量		秤	
硝基卫生球粉碎	瓷盆	銅錘	
篩选	篩子		
称量		秤	
硝化甘油称量		橡皮桶、秤	
預混合	木槽	耙子	
混合	木槽	耙子	
称量		秤	
药袋准备		剪子	
装入药袋		漏斗、小鏟子、秤	

(一) 装包的形状

药包的形状是多种多样的，有长方形、方形、圓柱形和圓形等，按使用的情况确定。如巷战时，炸墙用方形或扁方形很合适，如用圓形药包則不能充分使用爆炸的能量。

(二) 药包的包装材料

包装材料的选用，要符合行军作战的条件，必须具有防潮性。一般多采用油布、油纸和塑料袋做为药包的包装材料。

(三) 装药

药包装药可用机械装填，如单臂式螺旋装药机和天秤式螺旋装药机等，不论立式或卧式金属结构甚至是木结构都能很好地装填药包。而最简单的方法是手工装药，这也是抗战时期普遍采用的方法。手工装药时，先将药包准备好，用小镗子（或勺子）将炸药装入药包，经称重合格后，将口部缝严或用绳扎紧，装入木箱即为成品。

抗战时期制造了各种各样的硝酸铵类炸药和爆破药包，源源不断地供应了前线的需要。



第五章 黑火药粉制造法

§1 概 述

黑火药简称黑药，是我国伟大的发明之一。它的用途广泛，在军事上作为引火药，也曾做为炸药装填手榴弹和地雷，在民间用于玩具和焰火。

黑火药是由硝酸钾、硫磺粉和木炭粉三种原料按一定比例混合而成。经过造粒的即为黑火药，不经造粒而呈粉状的称为黑火药粉。

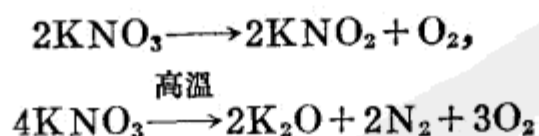
黑药所用的原料，在解放区广大的农村有极丰富的来源。因而，它是抗战时期大量生产的一种爆炸物。

黑火药的三种成分的比例，需根据用途不同来调整，一般所采用成分配比为：

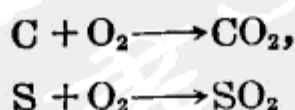
硝酸钾	75%
硫磺粉	10%
木炭粉	15%

上述成分在火药中的作用为：

(一) 硝酸钾：作为氧化剂，当火药燃烧时，按下列反应放出氧：



硝酸钾所放出的氧，帮助火药中硫磺与火药的燃烧，其反应式如下：



(二) 木炭粉：为燃烧物质。

(三) 硫磺粉：燃点較低，因而使火药容易点燃。

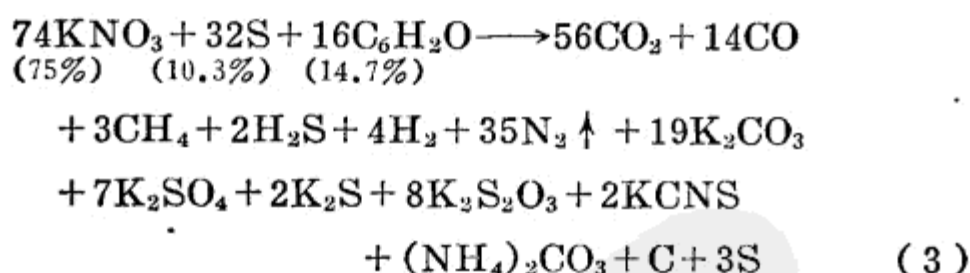
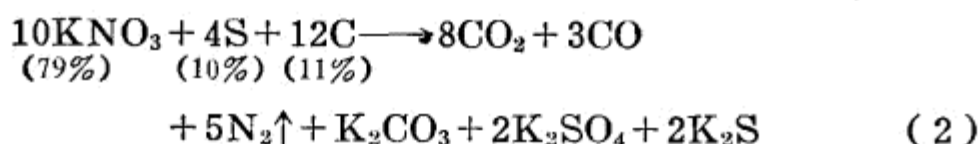
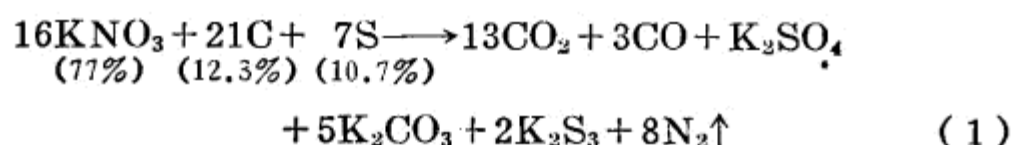
組成物成分的比例，对火药的性质有一定的影响，如硝酸鉀含量增加时，能提高火药的威力和燃燒速度；当硝酸鉀的含量一定时，則火药的能量随硫磺的增加而减少，随木炭粉含量的增加而提高。

§ 2 黑火药粉的物理化学性质

黑火药粉为黑色粉末状物质，假比重为 0.6~0.9 公斤/升，吸湿性小，在正常的气温条件下不易吸湿；当含水量超过 2% 时，其爆炸威力和点火能力显著降低；含水量达到 15% 以上时，失掉其爆炸性，甚至用火点燃也很困难。

黑火药粉对火焰和冲击摩擦很敏感，受火焰和冲击作用时产生燃燒或爆炸。

爆炸反应与組成物的配比有关，如：



黑火药粉的发火点为 260~270℃ 之間。它对鉄与鉄摩擦敏感，因而加工黑药时，不能单纯采用鉄器。黑药的化学安定性較好，在常温条件下貯存不易起变化。

§ 3 原材料加工

黑火药粉制造，所使用的原材料为木炭粉、硫磺粉和硝酸鉀。

(一) 木炭粉制造

木炭对黑药质量有直接的影响，木炭应具有点燃容易，燃烧速度一致和吸湿性小等性能，并且不含有杂质。烧木炭所用的木材一般为柳木、楊木和苏黎木，而多采用楊、柳木做为烧木炭的原料。

根据生产的經驗，对木材的选择应注意下列几点：

(1) 柳木和白楊木质地較軟，适于燒制木炭。

(2) 选择直径在 10 厘米以下的小树和树枝烧木炭，所得木炭較脆，灰份含量少，点燃容易以及燃烧速度快且均匀。

(3) 伐树后，先把树皮剥下，放置 10~15 天以后，使树浆和水份蒸发掉，再行使用。

经过挑选后，把树皮剥净，鋸成一段一段的小木棒，即可装窑烧炭。

烧炭窑的形式很多，抗战时，最簡易的烧炭窑是挖一个坑，內放一个陶缸，如用麻杆烧炭則將麻杆托在缸的上面燃烧，燃烧物就掉入缸內，烧完后再将缸盖封上，用土封严并留一排气孔，使炭在缸內碳化，約經 24 小时即为合格的木炭。此外，还采用过以下两种形式：一种是，选择一块靠山坡或小丘土堆的地方挖一个坑，把木材排列在坑內，盖上 20~30 厘米厚的湿土，把表面打平，留一个火門，在火門的对側砌一个烟囱，窑的頂部留两个通气孔，点火后即可烧炭；另一种窑，是在有湿土的地方，用石头或土坯砌成，下面挖一个坑做火門，窑頂盖上砂子或土并留有通气孔，其构造如图 33 所示。采用这种窑可装木材 1000 公斤左右，出炭約 200 公斤。一般成炭率可达 20~25%。

装窑工作分几个步骤进行：首先按木材粗细长短分开，細的短的放在窑壁四周，粗的长的装在中間和靠近火門的部位。装填时要使木材之間留一些空隙。为使木炭质量一致，每一窑只能装入一种木材。木材装完后在火門的部位装入一些直径小且易点燃

的干木柴，做为点火之用。

点火后把通气孔打开，估计火力在封闭后不致熄灭时把火门封上，同时将通气孔留下一半。燃烧4~5小时后，把通气孔全部关死。这时烟雾为黄黑色，经一段时间逐渐变成白色，待白色烟基本消失后，碳化过程即告结束。于是封闭烟道，使木炭冷却，全部碳化过程需75~80小时。封闭烟道的时间不能过早和过迟；过早碳化程度不够，过迟则碳化过程过度，灰份含量较多。

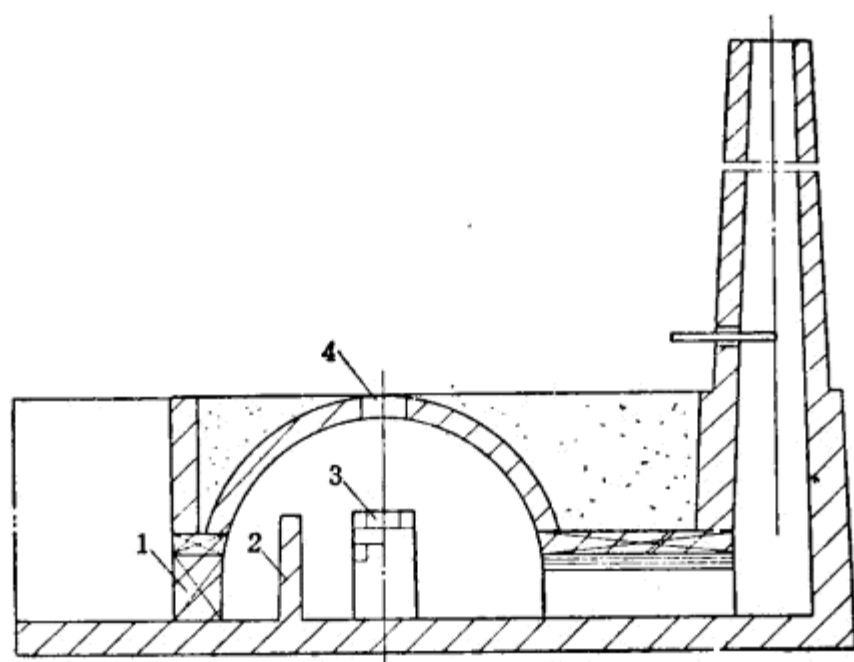


图33 燒炭窑

1—火門；2—隔火牆；3—装料出口；4—排气孔。

挑选出合格的木炭，放在木盘里，用锤子打碎，并用碾子压成细末；经过细碎の木炭粉通过每平方厘米110~120孔的筛网筛选，合格后送去混合。

(二) 硫的加工

硫俗称硫磺，常温下为固体物质。一般分为多种结晶形和无定形。在自然界中呈八面结晶的硫（即斜方晶硫）散布最广，外观为黄色，比重为2.08，熔点为114.5℃。迅速冷却时会变成棱形（单斜晶体），为长针状棱形晶体，比重为1.95，熔点为119℃，

这种硫性质不稳定。在温度低于 95.5°C 时又变成斜方晶体，熔点为 $113\sim 114^{\circ}\text{C}$ 。

硫是一种很活泼的元素，以粉状存在时，放金属板上可使金属表面逐渐转变为硫化物；与铁、铜和锌等金属加热可直接化合为硫化物。细粉状的硫在常温下可与空气中的氧缓慢化合，生成亚硫酸酐与硫酐，再与空气中的水分相遇可生成亚硫酸及硫酸。硫在火药中增加了火药的吸湿性。硫是热和电的不良导体，受摩擦易产生电荷，所以制造火药粉时要注意这个特性。

制造黑火药粉所用的硫为精硫，外观为黄色或淡黄色，含硫量不少于 99.5% 。硫中不允许含有硫酸和亚硫酸，硫的比重应为 $1.99\sim 2.07$ 。

抗战期间，硫的来源很广，解放区的许多山区都有天然硫矿。山区的人民都能熟练地从硫矿中提炼出粗硫。山区所运来的硫（粗硫），其中尚含有一定数量的杂质，需要加以精制。

粗硫所含的杂质一般为矿渣和不易挥发的砂土等。硫的沸点为 444.5°C ，利用硫的这种性质，使硫与杂质分开。精制硫的方法很多，通常是采用专门的炉子和蒸馏器来进行硫的精制。当时未采用上述方法，而采用罐（或锅）精制硫。

罐精制硫时，先将粗硫块打成每边小于50毫米的碎块，放入罐中用微火徐徐加热，加热温度为 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，不

要超过 160°C 。待硫全部熔化后，静止约十分钟，用铁勺将硫取出过滤。过滤冷却后的硫，即可使用。或者，在罐侧装一导管，加热使硫升华也可精制出硫。

经提纯的硫，用药碾子将硫压成细末，也可用人工捣碎，细碎的硫经每平方厘米 $110\sim 120$ 孔的筛网筛选，合格的硫粉即送

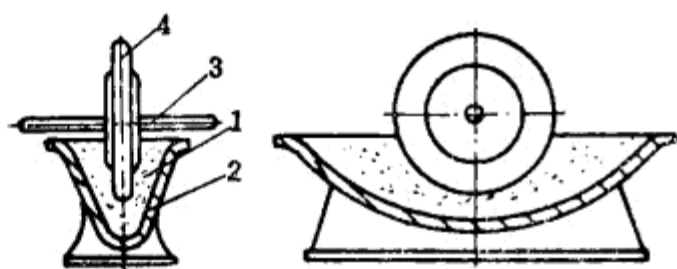


图34 药碾子

1—物料；2—船形槽；3—手柄；4—铜杵。

去使用（图 34）。

（三）硝酸鉀准备

硝酸鉀在黑火药粉中做为氧化剂使用，抗战时期是由土硝提制而得。其制备方法見第三章第三节。

精制和干燥过的硝酸鉀，用碾子压成細粉經每平方厘米 110～120 孔的篩网篩选后，送去混合。

§ 4 黑火药粉混合

黑火药粉的混合，分两个步驟进行，首先将 硫磺 和 木炭混合，即謂二成分混合。混合均匀后，再加入硝酸鉀进行混合，即謂三成分混合。經混合均匀，即为合格的黑火药粉。

二成分和三成分混合的方法很多，如用球磨机混合法和木槽攪拌混合法等。球磨机混合法需要专用设备，而木槽攪拌混合法操作方便，設備简单，一般多采用此法进行混合。

（1）二成分混合：二成分混合是采用一个长方形的大木槽，将已經准备好的木炭粉，按規定比例加入木槽并用耙子耙平，再加入定量的硫磺粉，用木耙反复地混合，使其均匀。混好的产品就是二味粉，送去与硝酸鉀混合，配制黑火药粉。

（2）三成分混合：三成分混合是在混合均匀的硫磺 木炭二味粉中加入一定数量的硝酸鉀，构成三成分，混合均匀后，即成为黑火药粉。

三成分混合时，先将混好的二味粉加入木槽中，再加入硝酸鉀，为了安全和不致有黑药粉尘飞揚，影响人体健康，所以同时需加入 1～2% 的淨水，增加湿度和降低黑火药粉对摩擦的敏感性。

在三成分混合时，因木耙的攪拌作用，对黑药粉有所摩擦，容易引起危險，故应采用隔墙操作（操作人員在室外通过墙洞用耙子进行混合）。

二成分和三成分混合，所用的木槽表面要光滑，且无釘子或釘帽露出，木耙的端部最好包上橡皮，混合的速度不宜太快，要輕輕地耙动，一直到完全混合均匀为止。由于混合时加入1~2%的水，使黑火药受潮，因此使用前要干燥。

干燥黑火药粉当时采用过两种办法，一种是把黑药粉鋪在板上或席子上晒干；另一种办法是在隔火墙加热的干燥室里干燥，室温为50~60℃，干燥16~24小时。

黑火药粉对火焰特別敏感，遇到火焰立即起火。黑火药粉配制的整个过程中，要特別注意安全。

流程13 黑火药粉配制工艺流程

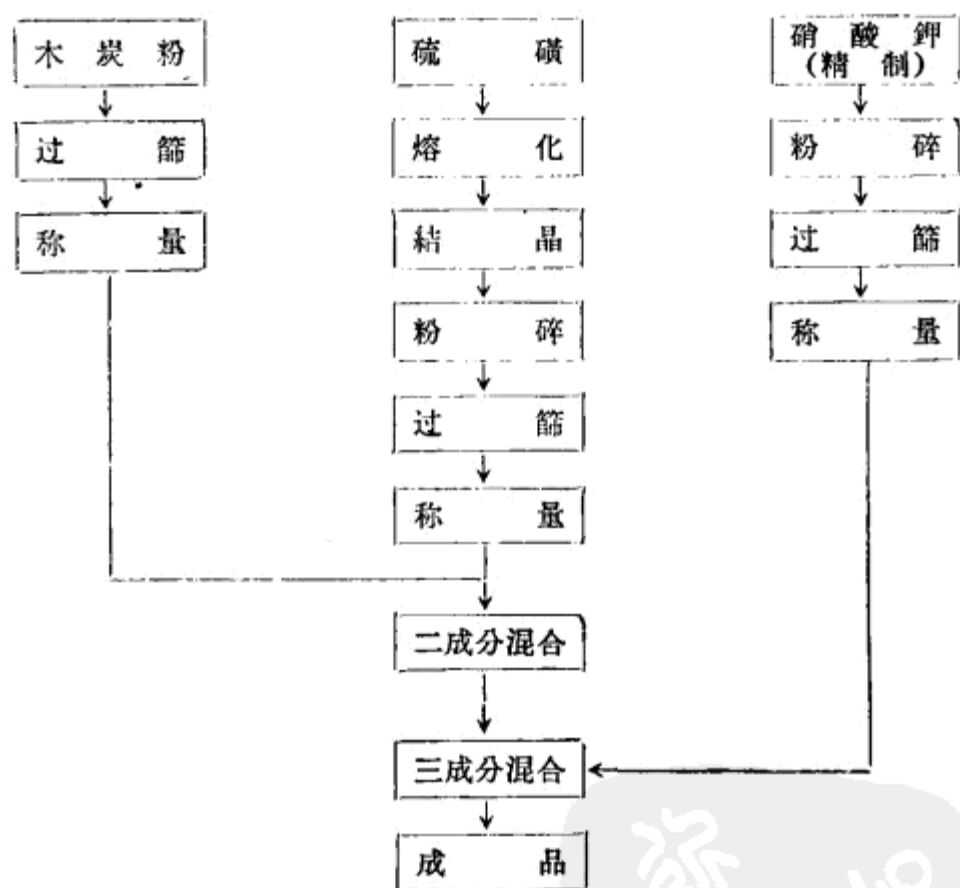


表22 制造黑火药所用的设备、工具和仪器

工 序		設 备	工 具	仪 器
伐	木		鋸	
切	断		鋸	
燒	炭	土 窑		
挑	选		刀	
粉	碎	碾 子		
篩	选	篩 子		
硫 磺 精 制		罐子或鍋		溫 度 計
粉	碎	碾 子		
篩	选	篩 子		
組成物称量			秤	
二成分混合		木 槽	木 耙 子	
三成分混合		木 槽	木 耙 子	
干 燥		干 燥 室	架子、药盘	溫 度 計

第六章 火雷管制造法

§1 概 述

火雷管在軍事上和爆破工程中用途非常广泛。它用于制造地雷、手榴彈的发火机构和起爆炸药药包等。火雷管是由壳体、加强帽、起爆药和烈性炸药所組成，遇到火焰作用立即爆炸，从而引起手榴彈、地雷及炸药药包的炸药爆炸。因此火雷管一直作为爆破器材的起爆元件（图 35）。

抗战时期，尤其是在后期，爆破运动空前的开展，全民投入了这一波瀾壯闊的对敌斗争中，对爆破器材如手榴彈、地雷和炸药包等的需要量极大的增加，对雷管的需要量也就相应地增加很多。当时除需要电雷管外，更需要大量生产火雷管。

火雷管的壳体材料，通常是采用紫銅板制成。当时为了坚持长期抗战，节约金属原材料，除生产一部分銅壳和鉄壳火雷管外，还大量生产了紙壳雷管。

雷管中所用的起爆药是雷汞或雷銀，均由工厂自制。根据物理性质不同，雷汞多用于銅壳雷管，雷銀則用于紙壳雷管。

雷管所用的炸药一般为梯恩梯或苦味酸，当时大都是在战斗中繳获的。由于烈性炸药用量日益增加，所以必須节约使用梯恩梯，使其用于更重要的彈药中。因此，雷管所用的炸药除使用梯恩梯或苦味酸外，也大量装填过硝炭炸药（硝化甘油与麻杆炭粉的混合物）和强棉硝化甘油炸药（硝化甘油与强棉的混合物）。

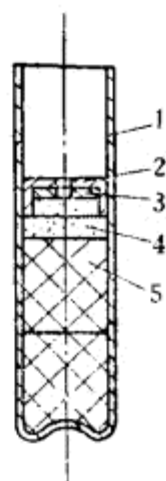


图35 火雷管
1—壳体； 2—加强帽； 3—綢垫；
4—起爆药； 5—烈性炸药。

§ 2 火雷管的构造

抗战时期所生产的雷管，种类很多，除装有起爆药和烈性炸药的复式雷管外，也有只装有起爆药的单式雷管。单式雷管主要用于弹药引信和信管上（图 36）。

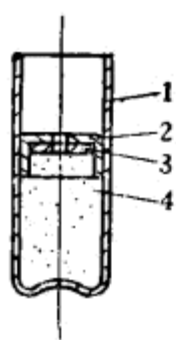


图36 单式雷管

1—管壳；2—加强帽；3—綢垫；4—起爆药。

当时大量制造的还是复式雷管。就纸壳雷管来说，制造过以下几种类型，如图 37 所示。

A 型为单式雷管，管壳为纸制，加强帽和底窝为铜皮制成。起爆药为 90% 的雷汞和 10% 的氯酸钾。

B 型及 C 型均为纸外壳和金属加强帽。起爆药是雷汞或雷银。B 型为 A 式金属底窝，而 C 型的金属底窝为 W 式。

D 型结构与 B、C 型同，但其底窝是纸制的并与壳体连接在一起。

E 型结构也与 B、C 型同，但底部是纸制的平底。

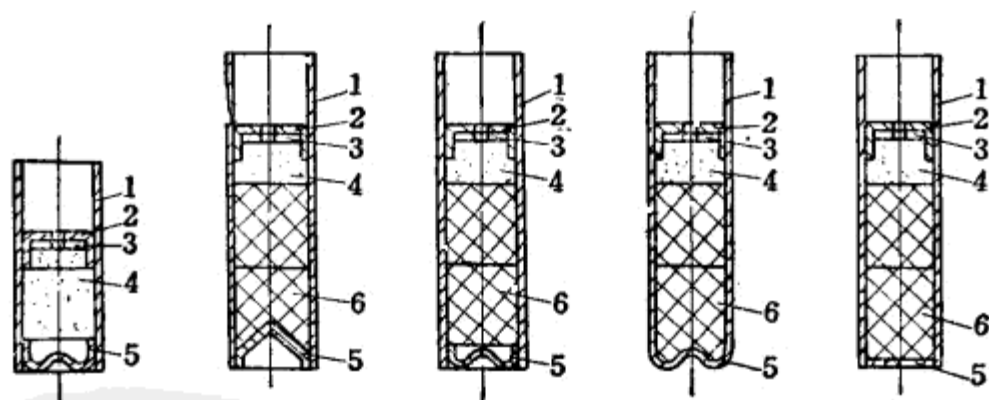


图37 纸壳火雷管

1—纸管壳；2—金属加强帽；3—綢垫；4—起爆药；5—底窝；6—烈性炸药。

（一）管壳尺寸和加强帽

上述 B、C、D、E 型纸壳雷管，在不同时期都进行过大量生产，根据实际使用证明，纸管壳和加强帽的尺寸，应采用如下规格（表 23）。

表23 紙管壳和加强帽尺寸

規 格 型 号	雷管壳尺寸(毫米)			加 强 帽 尺 寸 (毫米)			
	雷管型号	外 徑	內 徑	全 长	外 徑	內 徑	全 长
B、C、 D、E	7.8 ^{+0.3}	6.25 _{-0.1}	40±1	6.16±0.06	5.55±0.05	6.5 ₋₁	2.0

加强帽对雷管的起爆力有很大的影响 (表 24), 如以雷汞为起爆药, 当无加强帽时需要药量为 0.8~1.1 克, 而有加强帽时仅需 0.29~0.30 克。采用加强帽虽然要消耗一些紫铜板, 但却节省了較多的起爆药。

表24 起爆药对梯恩梯的极限起爆量

起 爆 药 种 类	装 药 压 力 (公斤/厘米 ²)	极 限 起 爆 量 (克)	
		无 加 强 帽	有 加 强 帽
雷 汞	200	0.8	0.29
雷 汞	200	1.1	0.30
雷 汞	200	1.1	0.30

加强帽的材料为铜皮, 如用铁皮时要防止氧化生锈, 可采用磷化或电镀处理, 但也可以采用简单的氧化处理法。氧化处理法是将铁加强帽, 置于苛性钠与亚硝酸钠的溶液中, 加热到 150°C, 煮 8~10 分钟, 当加强帽的表面呈深黑色或淡蓝色时即可。如制造的雷管为临时使用, 不需长期存放, 则铁质加强帽, 不作表面处理也可使用。

(二) 主装药和副装药

在雷管中起爆药称为主装药 (如雷汞、雷银), 烈性炸药称为副装药。

雷管爆炸是由于主装药受外界的火药或机械冲击作用而引起, 并引爆副装药爆炸。主装药和副装药的品种、药量不同, 将直接影响到产品的性能。

在战争年代，主装药是采用雷汞或雷银，副装药是根据有什么材料就用什么材料的原则，并千方百计的制造副装药。例如在1944年~1945年的一年多的时间内，曾用过梯恩梯、苦味酸和硝碳混合物以及硝化甘油强棉混合物等副装药。当时采用过的主、副装药的种类及装药量如表 25 所示。

表25 主装药和副装药的种类及药量

主装药(起爆药)		副装药(烈性炸药)		备 注
名 称	重量(克)	名 称	重量(克)	
雷汞或雷银	0.5 ± 0.02	苦 味 酸	1.0 ± 0.02	硝化甘油与麻杆碳粉的混合物 硝化甘油与硝化强棉混合物
雷汞或雷银	0.5 ± 0.02	梯 恩 梯	1.0 ± 0.02	
雷汞或雷银	0.5 ± 0.02	硝 碳 炸 药	0.9 ± 0.02	
雷汞或雷银	0.45 ± 0.02	强棉硝化甘油炸药	0.9 ± 0.02	
雷汞或雷银	0.4 ± 0.02	特 屈 儿	0.7 ± 0.02	
雷汞或雷银	0.4 ± 0.02	黑 索 金	0.7 ± 0.02	

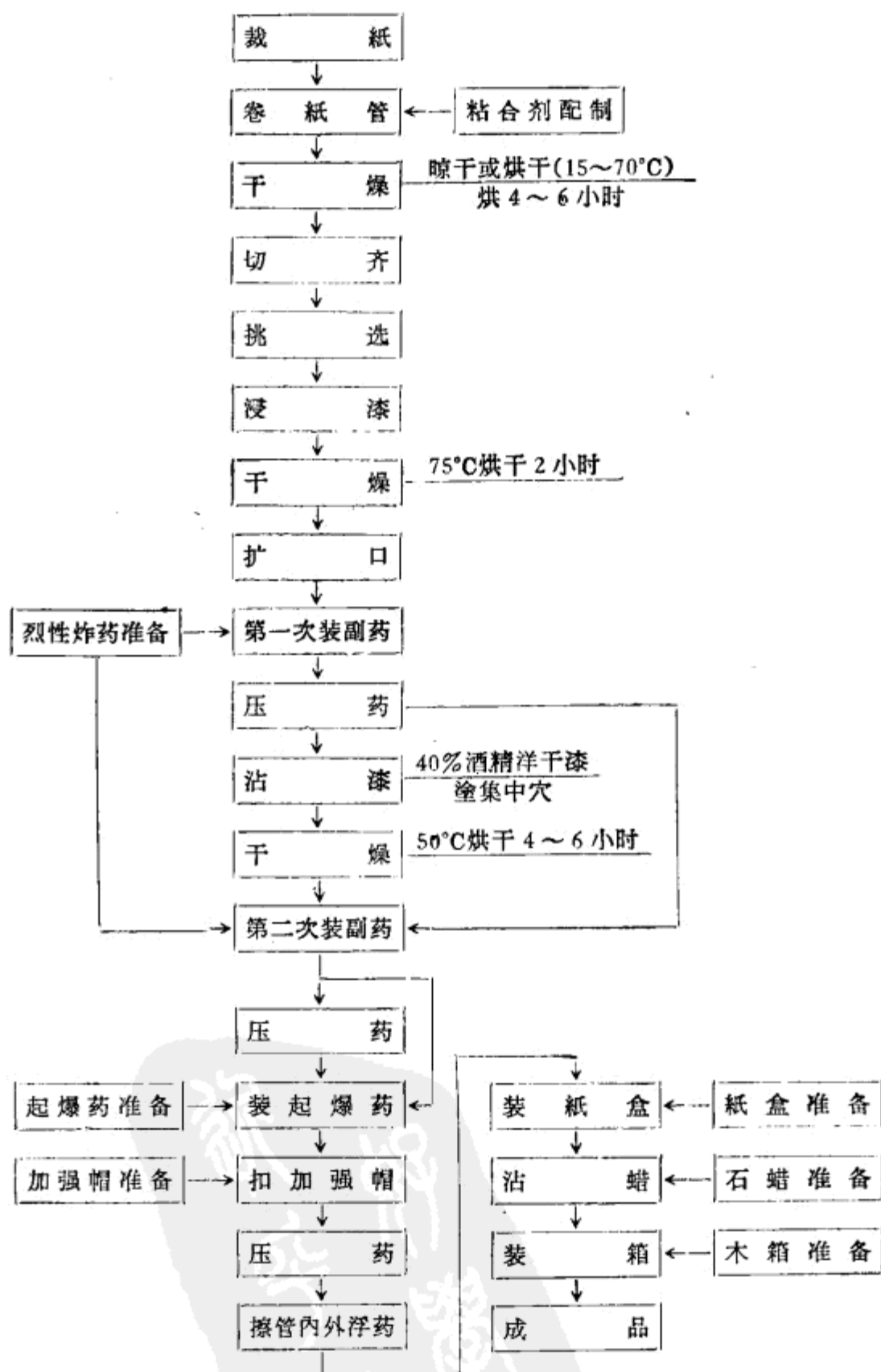
上表所列的主装药中，雷银对摩擦的敏感度比雷汞高，在装药和压药时均应使用木质工具。

在副装药中，硝碳炸药是硝化甘油与麻杆碳粉按 1:1 的比例混合而成的。装填这种副药的雷管，起爆性能良好，防潮性强，但装药、压药的操作比较困难。另外，硝化甘油容易渗透纸雷管的壳体，已装药的雷管不宜长期保存；即使短期存放，室温也不宜低于 13°C 以下，以防止硝化甘油凝結。强棉（十一氮硝化纤维素）硝化甘油炸药，是强棉与硝化甘油按重量比 1:1 吸收而成。用于雷管装药，它的爆炸性能良好，但也存在着硝化甘油易渗出管壳的缺点。所以已装药的产品也不宜长期保存。

§ 3 纸管壳制造

卷制雷管壳所用的纸，最好采用规格为纵向拉力 9 公斤，横向拉力为 3 公斤以上的牛皮纸（水泥袋纸），抗战时期除用上述

流程14 雷管装药装配工艺流程



規格的牛皮紙外，也大量使用过两层廢報紙中間夾一层麻紙●的管壳材料。

(一) 裁紙

將紙選擇好，用刀子裁成一定規格的尺寸，紙壳不宜过薄，如用水泥袋的牛皮紙以卷4层为准，管壳厚度以0.55~0.65毫米为宜。

(二) 卷紙管

(1) 粘合剂的選擇：卷紙管需要用粘合剂，最好的粘合剂是酞酐素（即酞素胶）。在当时曾使用过以下几种粘合剂：

A) 魚胶：將魚胶用80℃以上的热水浸1~2天后煮沸，使它溶解成胶水。胶水的濃度保持在25~30%之間就可以使用。

魚胶溶液粘度大，但稍冷却即成为魚冻状，失去其粘合力。因此，采用魚胶粘合卷管时需要热卷。

B) 桃胶：將桃胶用热水溶成40~50%濃度的胶液即可应用。桃胶液冷却后粘度不降低。使用时冷卷、热卷均可。若在桃胶液中加入5%的江米粉，可增加桃胶液的粘合力。

C) 木工胶水。

D) 胶浆：胶浆是由苏打0.45克，酞（酞素胶）4.5公斤，水3.2公斤，混合在一起加热至80℃制成。

E) 面胶：面胶的成分是豆面10%，小麦面粉60%，虫胶30%，加水加热調成糊状即可。

2) 卷管：卷管最好用机器卷制，当时所常采用的是搓管工具，俗称“千斤頂”。搓管工具采用木制，制造容易，操作簡便，所卷出的紙管，质量坚硬，廢品率低，其构造如图38所示。

从图上可以看出，搓管工具是用一个坚固的木板凳，上面固

● 是以麻和破布等为原料造出的紙，韌性較高。

定一个坚固的托架，在托架的中間橫梁上安装一个用人工操作可以往复运动的表面光滑的半月形厚木板（厚度不小于80厘米）。半月形搓板的下面，固定一块质量坚硬表面光滑的厚木板。这种工具，每台每小时的生产量为2000~2500个。

这种搓管工具的特点是，卷出的紙管质量較好，材料到处都有，制造简单。当有敌情时立即可以拆卸，携带輕便。

搓管的操作方法是，操作人员坐在木板凳的一端，将裁好的紙条，一面全部塗上粘合剂，放好半月形的金属冲头（其直径大小等于管壳的内径），将紙放在件号2的木板上，用力往复的推动半月形搓板的上端支杆，往复搓制3~4次，即卷成紙管。

带有金属底窝紙雷管壳，在搓管前，将金属底窝按在冲头的一端，再行卷制。也可以先搓好紙管，再把金属底窝外表面塗上虫胶漆，再装入管体。

E型平底的管壳，是将紙管制成以后，在管底部塗上虫胶漆，再封上一个紙垫。

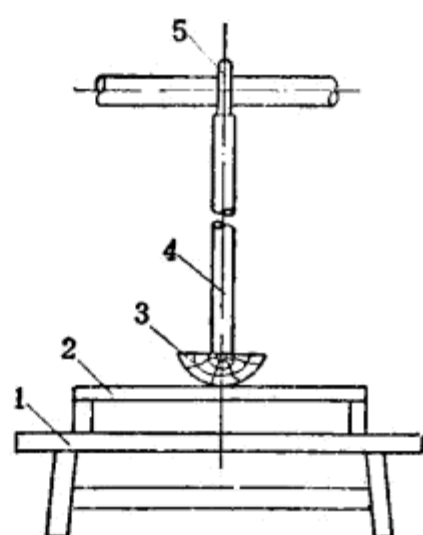


图38 搓管工具

1—木板凳；2—厚木板；3—半月形搓子；4—支杆；5—金属环。

（三）紙管干燥

卷好的紙管，不能直接使用，需要进行干燥。紙管在較高的溫度下干燥容易变形，为此，先将紙管在室溫的条件下阴干4~5小时。阴干后送入烘房，再在溫度为60~70℃的情况下烘干4~6小时，使其完全干燥。

（四）齐口和挑选

干燥过的管壳，需切成規定长度，切管可以在車床上进行，

也可以用刀具手工操作。切好的紙管用冲子、卡尺进行尺寸和壁厚檢驗，将不合格的管壳挑选出来。

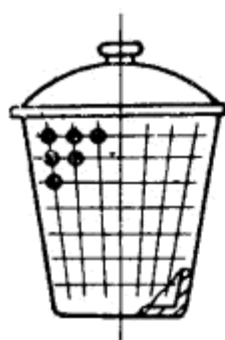


图39 多孔桶

(五) 紙管浸漆、干燥和扩口

紙管浸漆是为了提高防潮能力。浸漆是将管壳浸入濃度为25%的酒精洋干漆中，浸9~10分钟，取出后，装入一个多孔的小桶，用人工甩动，使多余的漆液甩掉（图39）；再将紙管送入干燥室，干燥2小时，干燥温度为60~70℃。

干燥后的紙管在装药前，需进行扩口，以防止装药和压药时将口部压破。扩口的工具，可用冲子，也可用手扳压力机。扩口后的管壳应比原尺寸大4~6公忽。

§4 炸药制备

(一) 梯恩梯准备

箱装或袋装的梯恩梯，外观为黄色或淡黄色，呈鳞片状。装雷管用的炸药要有一定的細度。上述的梯恩梯不能用于装药，首先需用銅錘或木錘将炸药搗碎，再用每平方厘米60孔的篩子篩选，篩选合格的即可用为装药。梯恩梯对冲击敏感，粉碎时不能使用鉄器。

粉碎后的梯恩梯，如果再經過造粒，可提高产品质量。造粒可使流散性加大，对装、压药更为方便。

梯恩梯造粒的方法是在1公斤的梯恩梯中加入400毫升濃度1%的桃胶或透明胶的溶液，混合均匀，装入布袋內，用手挤去多余的水分，再用每平方厘米18孔的篩子造粒。篩网最好采用絲織品、馬尾或銅絲。造粒可使梯恩梯在含有一定胶液的状态下通过篩网成为顆粒。

經造粒的梯恩梯，送往火墙式干燥室干燥，不允許用火直接干燥，在室溫40~45℃的条件下烘干24小时，当含水量小于

0.02%时即可装药。如果采用黑索金或特屈儿时，其粉碎方法与梯恩梯相同，但不需造粒。

• (二) 苦味酸准备

如采用苦味酸为副药，要经过粉碎、筛选和干燥工序。苦味酸与金属起作用，能生成具有爆炸性的不安定盐类，所以苦味酸粉碎时要用木器（如木锤、木槽）操作。苦味酸对人体也有侵害，为防止尘粉飞扬，粉碎时可加入3~4%的烧酒。

粉碎后用每平方厘米18孔的绢筛或马尾筛（不能用金属筛）筛选，然后放入木盘，送入干燥室干燥，干燥的方法和条件与梯恩梯相同。

(三) 硝碳混合物制备

硝碳混合物是用麻杆炭粉吸收硝化甘油而制得。

硝化甘油为液态炸药，不能直接装入雷管，需用其他多孔物质来吸收。根据多次试验证明，采用麻杆炭粉吸收硝化甘油较适宜。

硝碳混合物配制的，是将已称量好的一份麻杆炭粉倒入盆中，再将定量的硝化甘油，呈线状均匀加入，用橡皮棒或光滑的小木棒小心搅拌，使其混合均匀。

硝碳混合物的硝化甘油与麻杆炭粉的比例按重量比为1:1。

硝碳混合物的两种成分混合操作时，要特别注意安全，每次混

合量不超过500克。最好采用图40所示的具有防护板的装置，操作时将工作台靠近窗口，操作人员防护板的后面，通过观察孔察看，并以光滑的木板或胶皮棒搅拌，混合均匀后，送去装药。

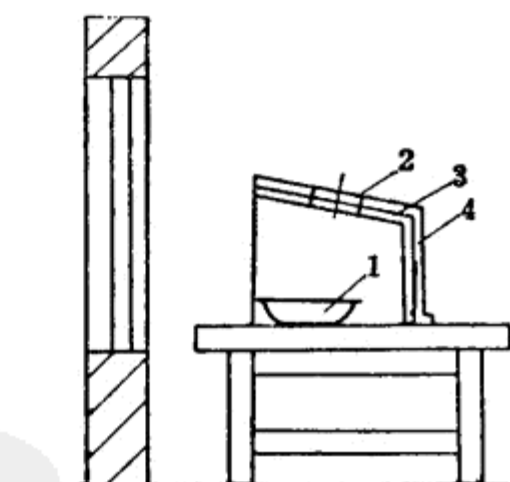


图40 硝碳混合装置

1—胶皮盆或瓷盆；2—观察孔；3—20毫米厚铅板；4—12~15毫米厚钢板。

(四) 强棉和硝化甘油混合物制备

强棉和硝化甘油混合物是以十一硝基以上的硝化纖維素和硝化甘油配制的混合物，这种混合物具有极高的爆炸力。这种混合物制造时，是用一个洁淨的胶皮盆或瓷盆，将一份强棉置于其中，再緩慢地加入一份硝化甘油。硝化甘油与强棉的投料比以重量計为 48:52。强棉与硝化甘油混合物的混合方法与設備，和硝 碳混合物相同。

用于制备硝碳混合物及强棉硝化甘油混合物所用的硝化甘油，在使用前必須用过滤的方法除去水分。过滤硝化甘油是用一个瓷质漏斗，在漏斗孔的上面放上一层脫脂棉，在脫脂棉的上层，再鋪上一层顆粒約 1 毫米厚的經過炒干的食盐粉，在漏斗的下面放置一个洁淨的瓷盆。将准备好的硝化甘油呈綫状倒入漏斗，使它通过食盐过滤。

漏斗上面的食盐粉，由于过滤硝化甘油其中含硝化甘油量可达 30% 左右。这部分食盐收集起来可送去配制周氏炸药。

§ 5 装药和压药

(一) 装、压副药

雷管的装副药和压副药，分两个工序进行。装药数量和压药压力，根据所选用的装药品种不同而异。当时所采用的装药量和压药压力如表 26 所示。

(1) 装副药：装副药前所使用的工具，根据所选用副药种类而定。若副药采用的是硝碳混合物或强棉硝化甘油混合物，就不能采用机械装药法，只能用定量勺或托盘天平一份一份的称取，再用牛角勺装入管壳。

抗战时期也采用过由三板組成的定量装药板（用銅板、鋁板、塑料板均可），如图 41 所示。

装药操作是将炸药倒入装药板上的漏斗里，药从第一板的漏

表26 副药装量和压药压力

副药名称	装药量和装药压力	第一次装压副药		第二次装压副药	
		装药量 (克)	压药压力 (公斤/厘米 ²)	装药量 (克)	压药压力 (公斤/厘米 ²)
特屈儿		0.35	300	0.35	300
黑索金		0.35	300	0.35	300
梯恩梯		0.5	300	0.5	300
苦味酸		0.5	250	0.5	250
硝碳混合物		0.4	150	0.5	150
强棉硝化甘油混合物		0.4	150	0.5	150

斗孔漏到第二板的定量孔，再抽动第二板，使装满炸药的定量孔对准下漏板的漏斗孔（定位由定位销控制），于是定量的炸药，就漏入纸管壳中。装药板孔眼的多少，可视需要而定，装好副药的壳体即可送去压药。

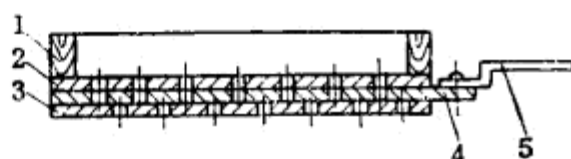


图41 装药板

1—漏斗；2—上药板；3—下药板；4—定量板；5—手柄。

（2）压副药：压药是雷管制造中的主要工序，直接影响

产品的质量和安全。压药的工艺设备很多，如可用弹簧曲轴压力机、油压机、手扳杠杆压力机和手扳螺旋压力机等。弹簧曲轴压

力机和油压机，每次压制的产品数量较多，但设备较笨重。为符合战时环境，当时曾采用手扳杠杆压力机和手扳螺旋压力机。杠杆压力机每次可压一个或数个雷管，而螺旋压力机每次可压10个。手扳杠杆压力机如图42所示。

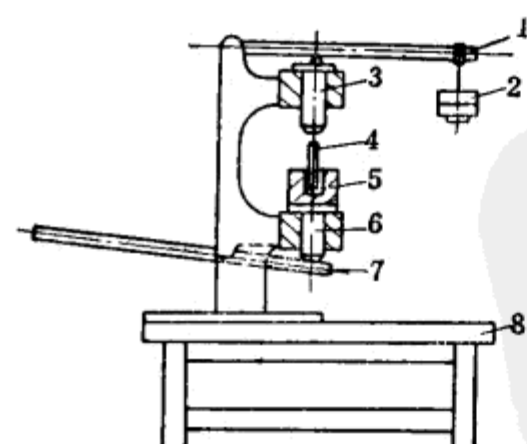


图42 手扳杠杆压力机

1—杠杆1；2—重锤；3—滑块；4—冲头；5—组合模；6—滑块；7—杠杆2；8—工作台。

手扳杠杆压力机由两个杠杆所组成。用手压杠杆2，使滑块向上移动，这时放置在滑块上的组合模亦随之上升，模中冲头顶

到上方的滑块，上方的滑块也上升頂到杠杆 1，适当調整重錘所形成的力矩大小，即可确定模內压药的壓力。压药时只要使杠杆 2 的重錘稍許提高，压药即告完毕。对杠杆来讲，重錘所形成的力矩，应等于上方滑块上升时所形成的力矩，即組合模內冲头的壓力所形成的力矩。根据上述原理可計算出重錘的重量或重錘距支点的距离(图43)。

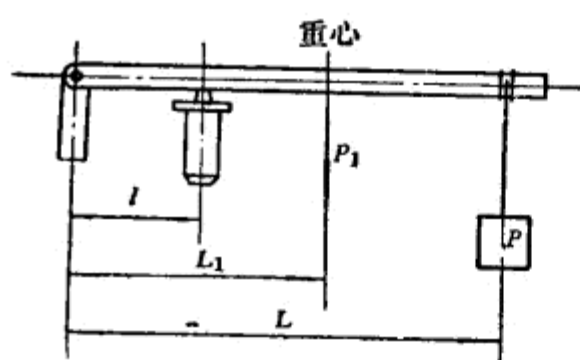


图43 杠杆原理

設 P —— 重錘的重量；
 P_1 —— 杠杆的本身重量；
 Q —— 冲头的壓力；
 l —— 杠杆短臂的長度，

則 $PL + P_1L_1 = Ql$ ，但在实际生产中 P_1L_1 与 Ql 为已知，故 $PL = Ql - P_1L_1$ 。若重錘 P 已确定則可求出 L 。

$$L = \frac{Ql - P_1L_1}{P}。$$

如果臂长 L 为已知，則可据下式求出所需要重錘的重量：

$$P = \frac{Ql - P_1L_1}{L}。$$

冲头所需要的壓力是根据压药所需的壓力而定。如压药所需的壓力为 P (公斤/厘米²)，冲头半徑为 r (厘米)，則 $Q = P\pi r^2$ (公斤)。

压药所采用的手扳螺旋压力机如图 44 所示。

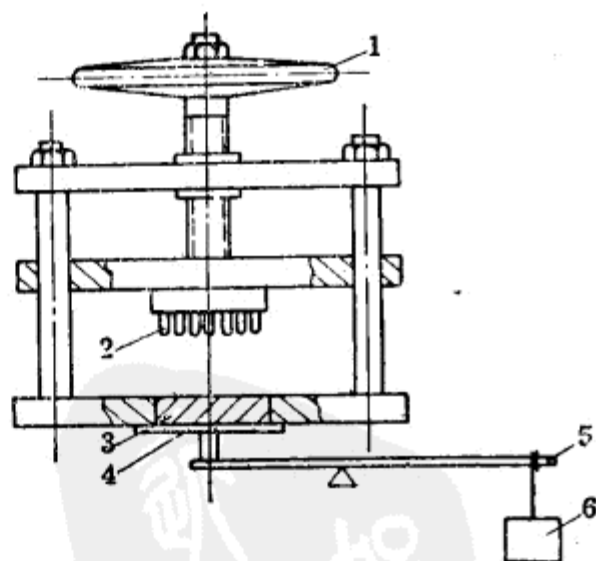


图44 手扳螺旋杠杆压力机

1—手輪；2—冲头；3—滑块；4—托板；
 5—压力調整杆；6—重錘。

压副药是雷管制造中的主要工序，由于对烈性炸药施加一定的壓力，所以在操作时有一定的危險性，有将雷管压爆的可能。

因此，除压药时正确的掌握压药的高度和压力外，为确保安全，当时在设备周围，安装 18~20 毫米厚的铅罩，并以密实的砖墙作为防护墙，与其他工序的操作地点隔开（图 45）。

（二）装起爆药、扣加强帽和压起爆药

雷管经过二次装、压副药后，再装入起爆药[●]。装起爆药后要扣上加强帽。先把加强帽准备好，在加强帽内放置一个綢垫，再将加强帽扣入管壳中。

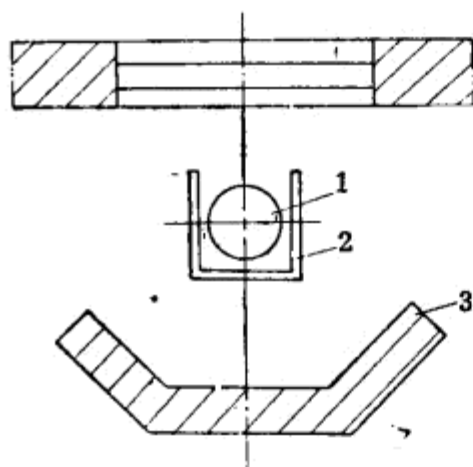


图45 压药防护装置

1—压力机；2—铅罩；3—防护墙。

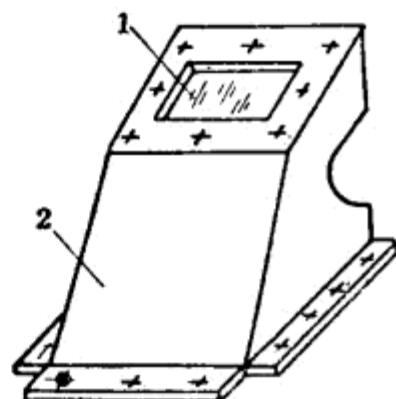


图46 护胸板

1—防爆玻璃（厚20毫米）；
2—铅板（厚12毫米）。

装起爆药和扣加强帽时要注意安全，这两道工序操作时最好是在护胸板内进行。护胸板的形状如图 46 所示，材料用铅板制成，顶部设有观测孔，最好在观测孔处装以 20 毫米厚的防爆玻璃。

在装起爆药和扣加强帽的操作地点，起炸药和雷管的存量愈少愈好，一般起爆药存量不大于 100 克，雷管的转手量不应超过 50 发。扣好加强帽的雷管，在手扳杠杆压力机或手扳螺旋压力机上压药，其压药方法与压副药相同。

● 当时所采用的起爆药有两种，铜管壳者多是装雷汞，纸管壳则装雷银，每发的装药量为 0.5 克。

§6 内外表面清理、塗漆和包裝

(一) 管内外表面浮药的清理

已压药的雷管，必須加以清理，因在管体内、外壁上經常会粘有一些浮药。清理时可采用鴨絨或鵝絨制成的小絨掸，在上面蘸上酒精。擦内壁时要注意安全，应在防护板的保护下进行操作。擦内壁浮药装置如图47所示。

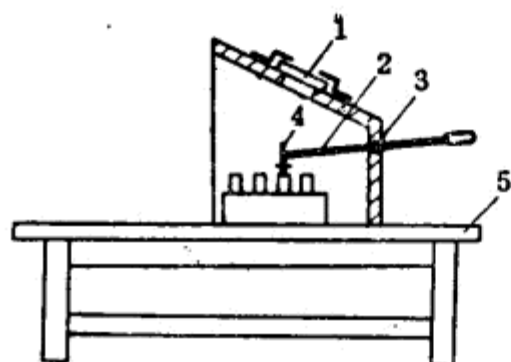


图47 擦管内壁浮药装置

1—观察防护玻璃；2—操纵杆；3—钢珠；
4—小鸭絨（鹅絨）掸；5—工作台。

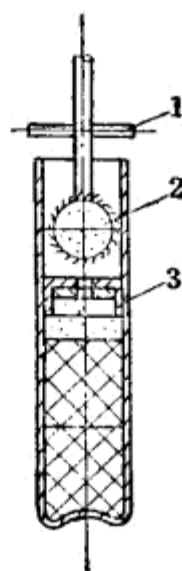


图48 定位銷装置

1—定位銷；2—鴨絨掸；
3—雷管。

擦管内壁浮药装置的外罩是用鋼板或鉛板制成的，在一側开一个小洞，洞內装有鋼珠，再穿入一个操作拉杆，操作人員在室外操纵拉杆以絨掸擦拭內表面的浮药。擦拭操作时，要特別注意不要使絨掸头或杆把的端部，触及到加强帽的傳火孔。因此，在

掸把上縛一个定位銷子，如图48所示。

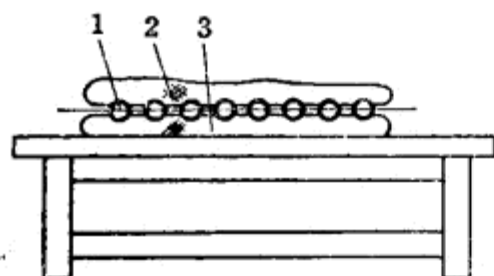


图49 外壁清理装置

1—雷管；2—沾有酒精的細白布；
3—細白布垫子。

內管清理完毕后，还需清理管外壁的浮药。当时所采用的方法是，在工作台上鋪一层中間夹有棉花的細白布垫子，把清理过內壁浮药的雷管，水平地排在垫子上，在雷管的上面再盖上一块

沾上酒精的細白布垫，用手輕輕地推动雷管来回滚动，这样往复推

动，就将管壁外面的浮药擦净。擦外管浮药的工具如图 49 所示。

(二) 加强帽与管壁结合处涂漆

雷管内表面清理干净后，为提高防潮能力，在加强帽与雷管接缝处涂以 50% 的酒精虫胶漆（虫胶 50%，酒精 50%）。涂漆时，用小竹签蘸上漆，轻轻的在加强帽与管壁结合处涂一圈，要涂得均匀，漆层不能过厚（图 50）。

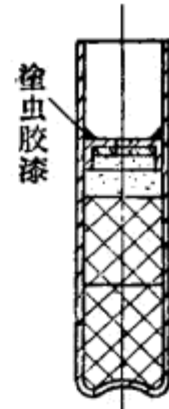
(三) 包装

经过检验合格的雷管，即装入纸盒。为防止雷管装入盒中互相碰撞，在纸盒里放置带有蜂窝孔的格纸。

雷管装药装配时，要注意安全。上述各个操作工序，应分别在单独的工作间内操作。操作时要轻拿轻放，不要将雷管掉在地上和使雷管受震动。雷管对火焰十分敏感，在厂房、库房的周围，绝对禁止明火。

成品雷管除进行外观、尺寸检验外，最实际的办法是进行爆炸试验，雷管的试验记录片断如表 27 所示。

表 27 8# 纸雷管起爆地雷试验记录片断



	地雷规格		纸雷管规格		地雷壳 破片数 (块)	起爆程度
	弹壳重 (克)	炸药重 (克)	炸药装量 (克)	起爆药量 (克)		
1#地雷	341	25	1.0	0.5	140	起爆较完全
2#地雷	370	46	1.0	0.5	156	起爆较完全
3#地雷	400	31	0.5	0.5	90	起爆不完全
4#地雷	390	31	0.8	0.5	110	起爆较完全
5#地雷	370	31	0.8	0.5	125	起爆较完全

注：1) 地雷壳材料为铸铁。

2) 地雷装药为周氏炸药。

3) 纸（或铜）雷管中的副装药为硝碳混合物。

4) 纸（或铜）雷管中起爆药为雷银。

抗战时期，除按上述方法生产雷管外，由于临时任务要求，利用现有的材料制成了各种各样的雷管。如用细的塑胶管、自来水笔套和各种现成的金属非金属的管子做为管壳，在其中装入副药和起爆药，制成金属壳体或非金属壳体的雷管。

战争年代，为彻底打败侵略者，解放区军民千方百计地利用一切可以利用的物资，生产了大量的雷管，有力地支援了前方作战的需要。

表28 雷管装药装配所用的设备、工具和仪器

工 序	设 备	工 具	仪 器
裁纸	工作台	刀	尺
粘合剂配制	槽或盆	秤、量筒	温度计
卷纸管	木制搓管工具、粘合剂、槽	刷子	
干燥	干燥架	干燥盘	温度计
切齐	刀		
挑选	工作台		
浸漆	槽或盆		
干燥	干燥室	干燥架、干燥盘	温度计
扩口		冲子、木模	
炸药准备		筛子、秤、木锤、盆、胶皮盆	
装副药	装药板或小勺	感度1/10克天秤	
压副药	压力机	模具	
装起爆药扣加强帽	护胸板		
压起爆药	压力机	模具	
擦管内壁浮药	擦浮药装置	羽毛掸	
擦管外壁浮药	工作台	衬棉白细布垫	
装纸盒	工作台		
涂漆			
装箱	工作台		

第七章 电雷管制造法

§1 概 述

在火雷管中装入一个电桥发火机构即构成电雷管。电桥发火机构是以两根脚綫和电桥絲組成。一般所采用的脚綫規格是直徑0.45毫米的紗包綫，其电阻为 0.11 ± 0.01 欧姆/米。脚綫每根的长度是1.5~2米，在其端部穿入一个絕緣垫(用橡皮或厚紙板)。脚綫的頂端，焊上电桥絲。

电桥是电雷管的主要部件，桥絲通常是采用直徑0.03~0.04毫米的康銅合金絲，在桥絲上纏以少量的硝化棉(一般可装0.05克)。

电雷管装配时，为使电桥牢固的固定于雷管壳中，在絕緣垫上面灌硫磺或密封剂。

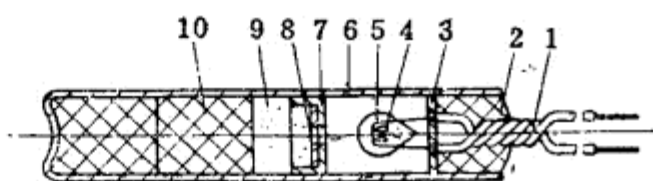


图51 电雷管

1—脚綫；2—防潮剂；3—絕緣垫；4—桥絲；5—硝化棉；6—管壳；7—加强帽；8—綫垫；9—起爆药；10—烈性炸药。

电雷管的发火原理与火雷管不同，它是利用电流通过电桥使电桥絲灼热，点燃硝化棉和使雷管爆炸。

电雷管和火雷管相比其优点是，可以远距离操作，在水下或土壤等介质中均可从事爆破作业。

抗战时期，电雷管的应用也是很广泛的，如需要在較远的地点进行大爆破或在爆破条件不允許爆破人員就地点火起爆时，就需要用电雷管。在一次战斗中，敌人据点中有一个很大的堡垒，防守很严，按战斗要求必須攻克这一据点，倘若硬攻或强力爆破，要付出較大的代价。为着巧妙的打击敌人，就在距离敌人据点数

十米以外，由地下挖一通道，将大型炸药包从地洞送入堡垒底下，装好电雷管，在数十米以外，接通电流，轰的一声巨响，敌人血肉横飞，与堡垒同归于尽。这样的爆破例子，当时很多，不胜枚举。

§2 电雷管的构造

在抗战时期，为了充分利用各种物质，曾采用灯泡制成灯泡式电桥电雷管。

灯泡式电桥电雷管的构造如图 52、53 所示。外形与普通的电雷管相似，它是以火雷管为主体，从雷管的口部装入一个手电筒用的小灯泡，在灯泡中装入少量的黑火药粉，灯泡的两极处焊接上脚线，然后在口部灌入硫磺，使灯泡式电桥固定于火雷管中。当电源接通时，

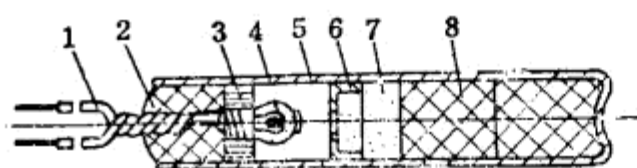


图52 纸壳电雷管

1—脚线（铜丝或铁丝）；2—防潮剂（硫磺）；3—缠上的纸条；4—手电筒用小灯泡；5—纸管壳；6—加强帽；7—雷汞或雷银；8—炸药。

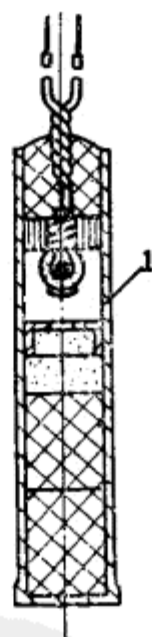


图53 用枪弹废铜壳改装的铜电雷管

1—枪弹废铜壳。

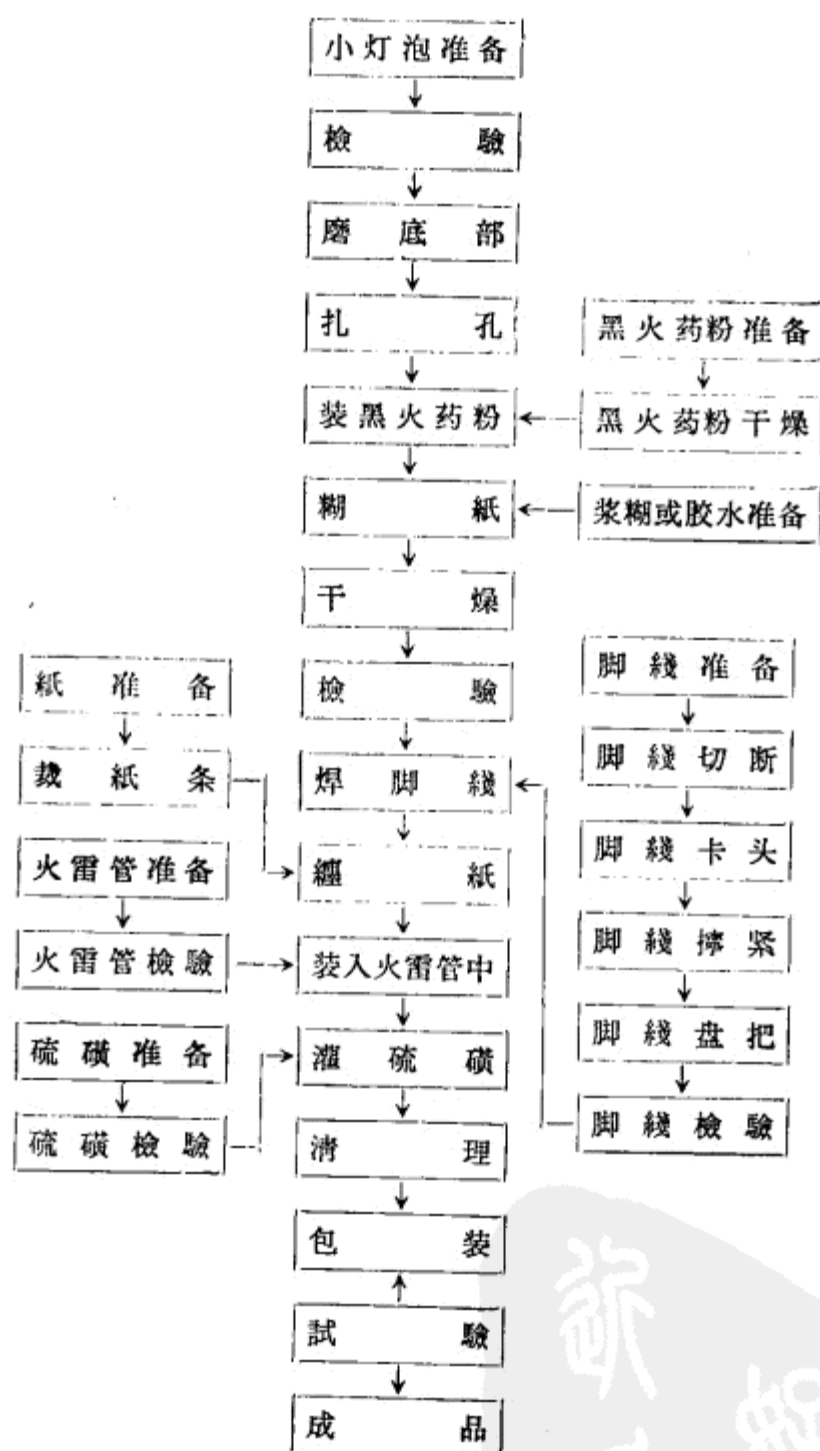
电流通过脚线使桥丝烧灼，点燃灯泡中的黑火药粉，火焰从底部的传火孔（大都是将灯泡炸开）排出，引爆雷管中的起爆药，使整个雷管爆炸。

这种形式的电雷管，结构简单，制造容易。

§3 灯泡式电发火的制造

灯泡式电发火是电雷管中的发火机构，是由脚线（纱包线）、手电筒用的小灯泡和黑火药粉等构成，如图 54 所示。

流程15 电雷管装配工艺流程



(一) 脚綫准备

脚綫的材料是直径 0.45 毫米的銅芯紗包綫或鉄芯紗包綫，将它先剪成規定长度（通常为 1.5~2.0 米），然后用小刀将两端部棉紗除去 40~50 毫米（如图 55 所示）。其一端与小灯泡焊接

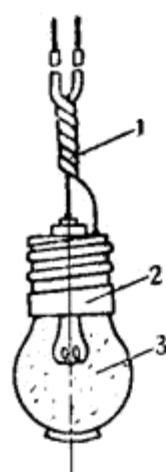


图54 电发火放大视图

1—紗包綫；2—手電筒用小
灯泡；3—黑火药粉。

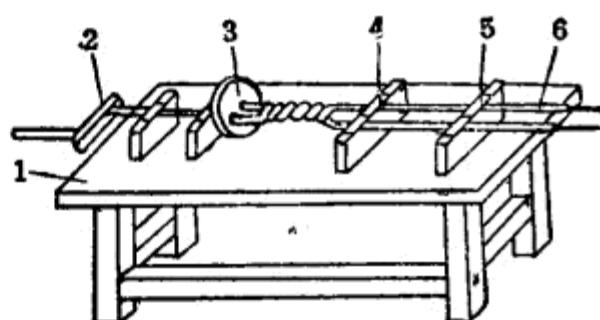


图56 擰紧工具

1—工作台；2—手搖把；3—圆盘；4—卡紧夹；
5—卡紧夹；6—脚綫。

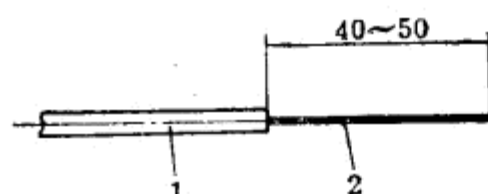


图55 紗包綫

1—紗包綫；2—銅絲芯。

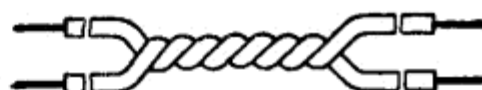


图57 擰紧后的脚綫

用，另一端在使用时与电源綫路相接。

除掉端部棉綫的脚綫，需在手搖的工具上擰紧（如图 56、57 所示）。

（二）往小灯泡內装黑火药粉

购来的小灯泡，通常电压为 1.5、2.0、2.4、2.5 伏等。选择时以电压低的为宜，若电压高，需要的点火能量大，电阻也大，因而所需电源能量也大，如用电池起爆，則需用的电池数目多，在战场上携带不方便。

装黑火药粉以前，先檢驗灯泡，将坏的和桥絲断的挑出来，除外觀檢查外，可用一組電池进行檢驗。合格的灯泡用人工在磨刀石（油石）上輕輕磨灯泡的底部，将其磨薄，然后在磨薄处用鋼針穿一直徑为 4~5 毫米的小孔，慢慢地將黑火药粉由小孔处灌

入灯泡中，装入黑火药粉的数量以接近桥丝为准。黑火药粉加入量不宜过少，否则，当桥丝烧断，其热量引不起黑火药粉的起火。也可采用硝化棉作为点火材料。

磨灯泡时不要用力过猛，避免磨碎。灯泡磨好和穿孔之后，先检查桥丝是否正常，再装入黑火药粉。黑火药装入后，用纸将装药的孔糊住，粘纸用的粘合剂可用胶水、虫胶漆或浆糊。纸要糊严糊平。如图 58、59 所示。

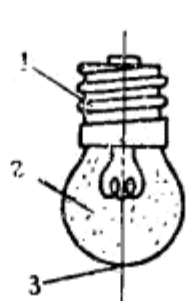


图58 装黑药粉



图59 糊纸

糊过纸的灯泡，在室温条件下放置 5~6 小时，粘合剂即可干燥。

1—灯泡； 2—黑药粉； 3—装入口。

(三) 黑火药粉准备

电发火中所使用的黑火药粉，使用前必须经过干燥，以免黑火药粉受潮影响发火效果。黑火药的干燥，不允许用火直接加热和用锅炒干，应将黑火药粉置于木盘上铺平，放入干燥室的木架上，在室温 45~60°C 的条件下烘干 8~12 小时。经过干燥的黑火药粉，应及时使用，不宜在空气中暴露放置，如黑火药吸湿后仍需干燥才能使用。

黑火药对冲击摩擦敏感，装填黑火药粉不能用铁质工具进行，最好使用塑料、牛角和铜质等软质材料制成的工具。

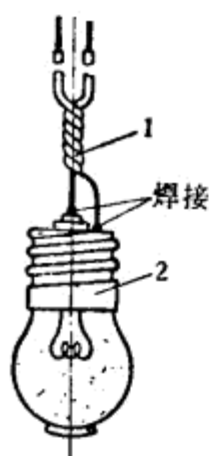


图60 焊脚线

1—脚线； 2—灯泡。

(四) 焊脚线

装好药的灯泡需焊以脚线。焊脚线时以烙铁将锡涂在如图 60 所示的部位上，两根线分别焊在灯泡的两极上。接处要牢固，表面光洁平整。焊线操作时要精心细致，避免弄断桥丝。

焊线操作时也要注意安全，操作地点不得存放过多的雷管

(一般不超过十发) 和不允許存放黑火药粉。脚綫焊好后, 有电阻表时, 可測定电路是否接通, 同时可进行外观檢驗, 合格品即可送去与雷管装配。

§ 4 电雷管装配

(一) 装配

用于制造电雷管的火雷管, 无论采用金属壳或纸壳, 装、压药的方法均与火雷管相同。但制作电雷管所用的火雷管, 在壳体中須装入发火机构。因此, 管体的长度比一般的火雷管长一些, 約为 60 毫米。

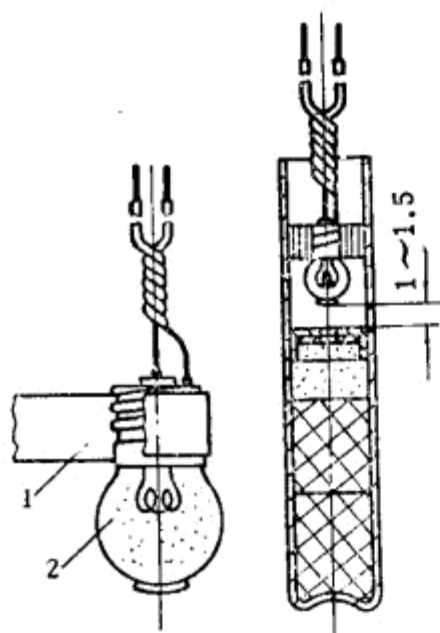


图61 纏紙条 图62 电发
1—紙条; 2—灯泡。 火装配

火雷管的直径与长度, 可根据每批灯泡的尺寸来决定。火雷管中装入发火机构以前, 需檢查内部是否清洁。灯泡式电发火装入前亦需擦拭干净。

装配时, 灯泡螺口处与雷管口部要求連接牢固, 为此需在灯泡的螺口部位 (有螺紋的部位) 纏上紙条。纏紙条的厚度, 以能将电发火牢固地固定于雷管壳中为准 (如图 61 所示)。

灯泡纏上紙条后, 小心地装入雷管壳中, 装入的深度不能太长, 以防灯泡破碎后, 破片堵塞加强帽的傳火孔而影响雷管点火。根据經驗, 灯泡底部和雷管加强帽上部的距离以 1~1.5 毫米为宜。

(二) 灌硫磺固定剂

雷管灌硫磺的目的是使灯泡式发火机构牢固地固定于雷管中, 当受震动时不发生位移, 并能起到良好的防潮作用。

硫磺熔点較高, 又是燃燒物质, 在熔化时不宜用火直接加热, 簡易安全的办法是采用隔墙加热, 也可用电炉加热。隔墙加热的

方法是在工作間的隔墙上开一个洞口，在隔墙的对面对面靠墙装一个火炉，用煤或焦炭加热（如图 63 所示），硫磺熔化后用小勺灌入雷管壳中（如图 64 所示）。

往管壳灌入硫磺可分 2~3 次进行。灌入硫磺的温度应保持在 $117\sim 140^{\circ}\text{C}$ 之間，温度不宜过高。灌完硫磺的雷管，经过清理、外观擦拭和检验后，合格者即为成品。

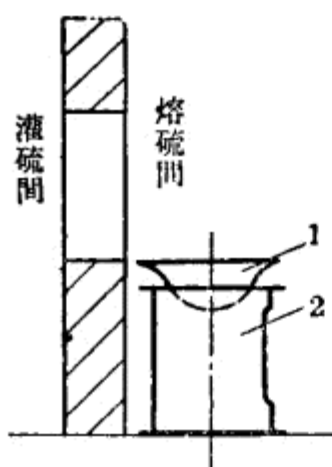


图63 熔化硫磺
1—熔硫磺鍋；2—火炉。

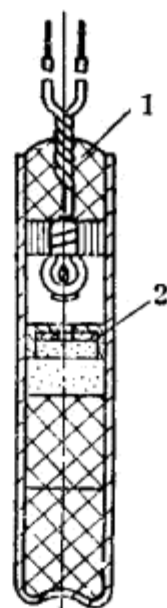


图64 灌硫磺封口
1—硫磺；2—雷管。

§ 5 电雷管的检验

抗战时期，对电雷管的检验，多是采用实际爆破的方法。

（一）起爆試驗

起爆試驗的方法是将雷管与电线（当时多采用电话线）接通，用手摇发电机或其他电源，通电起爆，爆炸者即为合格品。如图 65 所示。

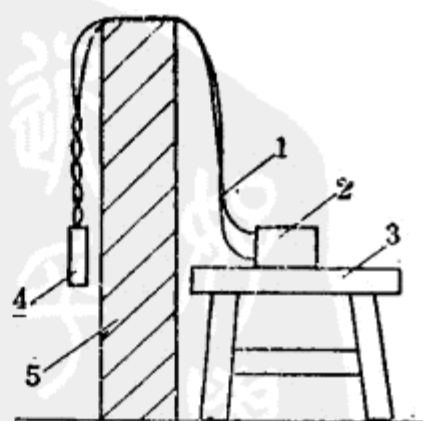


图65 起爆試驗
1—母綫；2—干電池或手搖發電機；
3—工作台；4—電雷管；5—牆。

試驗時，先將腳綫與電話綫連接好，最後再接通電源。用交流電源時，一定要先接好綫路，再接通電源。如發現有拒爆現象，首先切斷電源再檢查處理。

(二) 电阻檢驗

若有电阻表時，可檢驗电阻。試驗用的電流最大不能超過 0.03 安培。電流過大，會導致雷管爆炸。通常，裝好的電雷管，銅腳綫的長為一米，電雷管的电阻約為 0.9~1.2 歐姆；腳綫長度為 2.5 米時，电阻約為 1.2~1.5 歐姆。

抗戰時期曾自制电阻測定器，來檢查電雷管的电阻。

§ 6 簡易电阻檢查表

電雷管的电阻檢驗，當沒有电阻表時，可應用下述方法測定電雷管的电阻。

(一) 構造

1. 接綫圖 (圖 66):

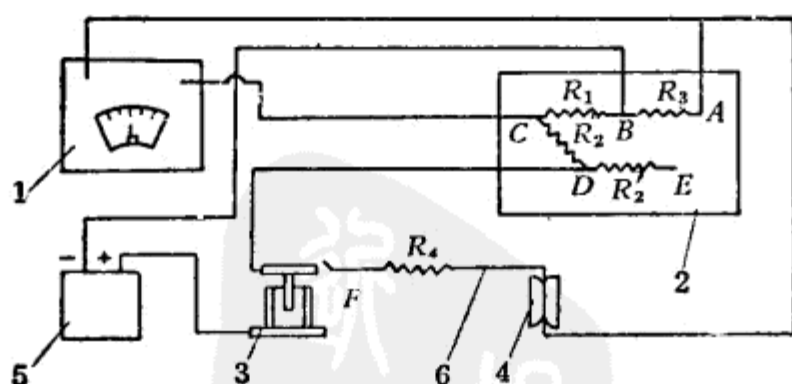


圖 66 接綫圖

1—表盤；2—电阻盒；3—接觸板；4—夾子；5—電池；
6—被測定的腳綫。

2. 零件:

(1) 表盤：5 毫安直流電流表，用前先打開表壳調節彈簧游絲，使指針指在刻度盤的中間。

(2) 电阻盒: R_1 , R_2 , R'_2 和 R_3 为錳銅或康銅制作的电阻, 用錫固定于接綫柱 A , B , C , D , E 上。

令 $R_1 = R_3 = 10$ 欧姆;

$R_2 = 1.1$ 欧姆 (1.6 米长脚綫标准电阻);

$R'_2 = 0.1$ 欧姆;

$R_2 + R'_2 = 1.2$ 欧姆 (2 米长脚綫电阻)。

(3) 接触板: 起电开关作用, 可用 2 毫米厚的紫銅板制作。它以螺釘固定于作业台上。

(4) 夹子: 銅制, 夹綫尾用, 固定于作业台上。

(5) 电池: 1.5 伏干电池或 2 伏蓄电池。

(二) 用法

(1) 檢查 1.6 米脚綫电阻 (1.6 米脚綫电阻規定为 0.95~1.25 欧姆)。

A) 确定合格区間: 开始操作时将按钮 F 与 D 連接, 再以 0.95 和 1.25 欧姆的两个标准电阻代替 R_4 。将 0.95 的电阻一端接于夹子上, 另一端与按钮 F 接触, 同时把 F 与电源相接, 記錄这时表盘 (如图 67 所示) 指針的位置。用同样方法将 1.25 的电阻代替 R_4 , 再記下指針位置, 指針两次位置的中間范围即为合格区間。

B) 檢查: 用上述方法将脚綫放在 R_4 位置測定, 如指針摆动范围不超出合格区間即为合格品。

(2) 檢查 2 米脚綫电阻 (2 米脚綫电阻規定为 1.05~1.35 欧姆)。

A) 确定合格区間: 将按钮改为与 E 連接后, 再用两个 1.05 和 1.35 欧姆的标准电阻, 以同样的方法重新确定合格区間。

B) 檢查: 将 2 米脚綫放在 R_4 位置測定。

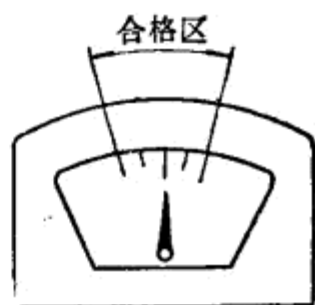


图67 表盘

(三) 原理

此法是根据韦士登电桥原理(图68)进行的, 即当电桥平衡(毫安计指针在零点)时, $R_1 R_4 = R_3 R_2$ 。因 $R_1 = R_3 = 10$ 欧姆, 故 $R_4 = R_2 = 1.1$ 欧姆(1.6米脚线的电阻)。

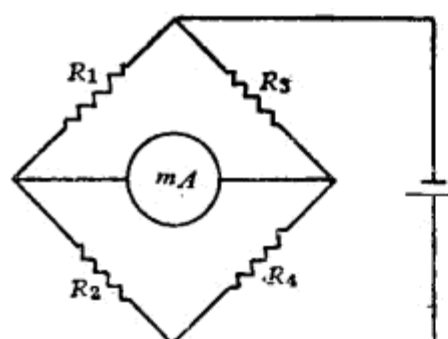


图68 原理图

$R_4 < R_2$ 时, 指针右摆;

$R_4 > R_2$ 时, 指针左摆。

因此在测定1.6米的脚线时, 以 R_2 为标准脚线电阻。即1.1欧姆, R_4 用0.95和1.25各一个测定合格区间。当脚线电阻大于1.25和小于0.95欧姆时, 指针就会超出这个区间即为不合格品。

表29 电雷管装配时所用的设备、工具和仪器

工 序	设 备	工 具	仪 器
小灯泡检验		干电池	
小灯泡磨底部		油石(磨刀石)	
小灯泡扎孔		钢针	
装黑火药粉		牛角勺	
糊纸	工作台		
干燥	干燥室	架子、干燥盘	温度计
焊脚线	小火炉	烙铁	
缠纸	工作台		
小灯泡装入雷管体	工作台		
灌硫磺		小勺	
硫磺熔化	火炉、锅		温度计
裁纸		小刀	
黑火药粉干燥	干燥室	架子、干燥盘	温度计
脚线切断		剪刀、尺	
脚线卡头		小刀	
脚线拧紧		拧紧工具	
脚线盘把	工作台		
脚线检验			电阻表

第八章 手榴彈製造法

§ 1 概 述

手榴彈是戰爭中具有較大威力的一種武器，可裝備於正規部隊，也可用於地方武裝和民兵。它的構造簡單，使用方便，攻擊力強，是抗戰時期大量消耗的彈藥之一。

手榴彈的木柄、彈殼所用的材料，解放區到處都有，廣大人民群眾都能製造。當時木柄和彈殼等除專門工廠生產外，也分散由民間製造。所裝配成的手榴彈，其數量之多，除滿足正規部隊需要外，解放區里有戰鬥能力的群眾，都配備了手榴彈，做到了“人手有彈”，武裝了抗戰的軍民。

§ 2 手榴彈的構造

手榴彈是由彈柄、拉火裝置和彈頭三個主要部分組成。其構造如圖 69 所示。

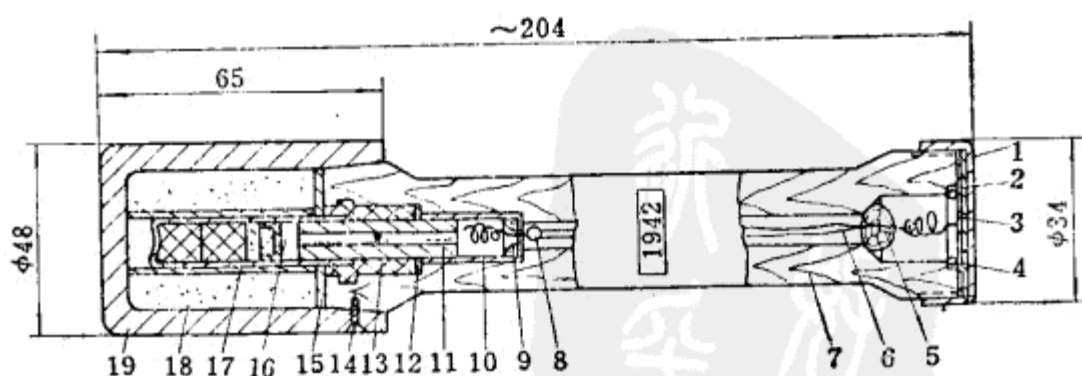


圖69 木柄手榴彈

- 1—保險蓋；2—毡墊；3—紙墊；4—拉環；5—棉花球；6—拉火綫；7—木柄；
8—拉火絲；9—拉火帽；10—套管；11—緩燃綫；12—紙墊圈；13—石蜡地蜡混
合物；14—固定螺釘；15—紙墊；16—紙雷管；17—中心紙管；18—周氏炸藥；
19—彈殼。

（一）彈柄

彈柄部分是由木柄、保險蓋、毡墊和紙墊組成。

（1）木柄：采用松木、梨木、棠梨木和樺木等製造。它是做為拋擲彈頭的手柄。

（2）保險蓋：又稱防潮蓋，材料為薄鐵皮，外形與一般瓶蓋相似，並有螺紋與木柄的螺紋相配合。它和毡墊、紙墊在一起，起運輸、貯存和攜帶時的保險作用，也可防止潮濕空氣和水份由彈柄端部侵入。為了加強防潮，有時也可放置兩個毡墊。若無鐵皮亦可用木蓋。

（二）拉火裝置

拉火裝置是由拉環、拉火綫、拉火絲、拉火帽、緩燃綫和雷管等組成。

（1）拉環：拉環是一個金屬環，可以用粗鐵絲做成，也可以采用民間使用的各種金屬環，如掛窗簾用的銅環或鐵環等。其作用是固定拉火綫。

（2）拉火綫：拉火綫由質量較好的絲綫或棉綫作成，用于連接拉環和拉火綫。

（3）拉火帽與拉火絲：拉火帽與拉火絲構成拉火，起發火的作用。

（4）緩燃綫：緩燃綫的作用是當拉火帽發火後，不會立即導致雷管爆炸，而使彈體命中目標後再爆炸。這需要一段延期時間，一般為3~4秒。

（三）彈頭

彈頭由彈殼與炸藥組成。爆炸時彈頭破碎成破片，起殺傷作用。

§3 木柄与弹壳制造

(一) 木柄制造

木柄是手榴弹的一个主要部件，要求木柄具有一定的尺寸（如图70所示），外表要光滑，并有足够的防潮能力。最好是采用榉木、梨木等制造木柄。加工木柄的程序如下：

(1) 下料：

木材运来后，先锯成 40^{+1}_{-2} 毫米的方木条（图71所示），下料后的木条送去烘干。

(2) 烘干木材：要求木料湿度不大于10%。木条送入干燥室内，在温度 $70\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的条件下，烘干一周即可使用。

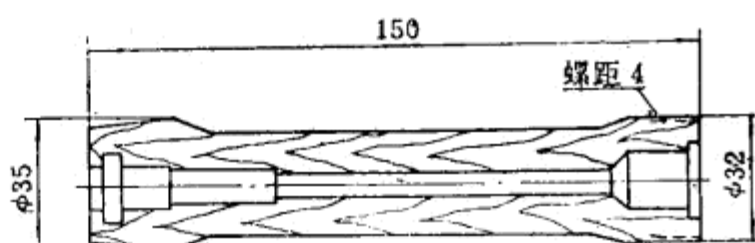


图70 木柄

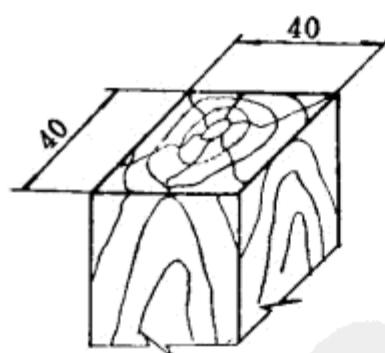


图71 下料后的木条

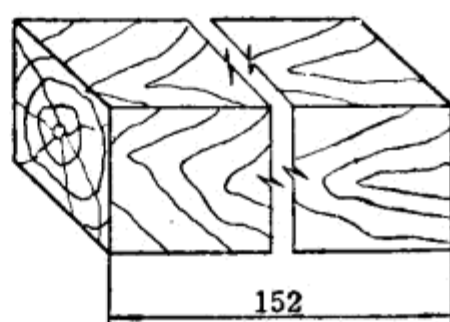


图72 切断

(3) 木条切断：经干燥后的木条切成长度为 152 ± 1.5 毫米的木条（图72所示）。

(4) 木柄加工成型：经过干燥后的木条，按图70所示的尺寸，在专用的木工车床上刨平、挑丝扣、钻孔和开槽，或者用简易的木工工具进行木柄的成型加工。

(5) 木柄浸蜡（炸蜡）：木柄浸蜡的目的是为了提高防潮能力。先将石蜡加入熔蜡锅内加热，温度达到 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ 时用工具将木柄浸入蜡中，浸蜡时间为 $20\sim 25$ 分钟。取出后经冷却，除去

外表面多余的石蜡，即为成品。用火直接加热石蜡时，容易引起火灾，最好是采用如图 73 所示的方法，即将蜡锅与加热炉灶的火门用墙隔开。加热时要不断地用温度计测定温度，蜡液的温度控制在 140°C 内为宜。

(二) 弹壳制造

手榴弹弹壳的材料主要是铸铁，但也使用过铁皮等。

弹壳的形状，多是采用筒形壳体，要求外表无龟纹。弹壳的形状和尺寸如图 74 所示。抗战时期也生产过不少圆形弹壳，其形状如图 75 所示。

在抗战年代，手榴弹的需要量很大，由于处在战争环境，弹壳的铸造，是采用集中和分散并举，即除专门工厂利用小型的化铁炉铸造

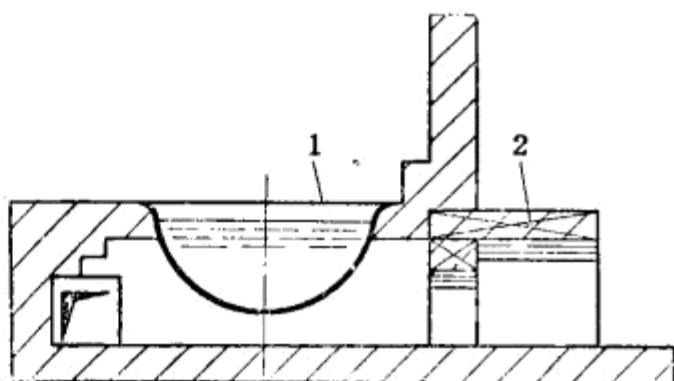


图73 炸蜡

1—熔蜡锅；2—炉灶。

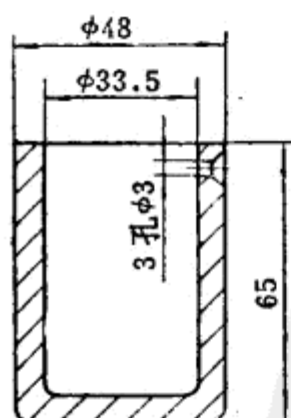


图74 弹壳

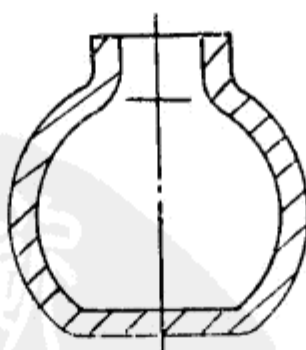


图75 圆形弹壳



图76 铁皮弹壳手榴弹

1—保险盖；2—木柄；
3—铁皮弹壳；4—炸药。

一部分外，更多的是利用民间的工厂和作坊，以简易的办法，铸造弹壳。

在战争年代，除充分利用各种条件铸造弹壳外。也采用过各种现成的铁皮盒子作弹壳，如方形的或圆形的铁盒子，略经修正，焊上一圈边缘就成为弹壳。虽然，铁皮弹壳的杀伤和破坏力不如

鑄鉄的大，但也具有一定的杀伤效果。鉄皮彈壳的手榴彈如图76所示。

§4 拉火裝置制造

拉火裝置是木柄手榴彈的发火和引爆机构，由拉火管（包括拉火帽、拉火絲和套管）、緩燃綫、火雷管和套管組成。拉火裝置的构造如图77所示。

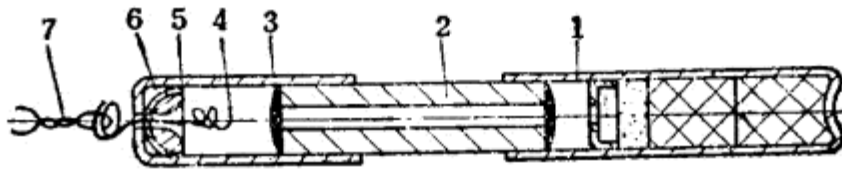


图77 拉火裝置

1—雷管；2—緩燃綫；3—黑火药粉；4—拉火絲；5—套管；6—虫胶漆；7—拉火綫。

(一) 零件制造

(1) 拉火絲：拉火絲又称銅絲簧，材料为銅絲或鉛絲，直徑一般为0.6~0.8毫米。其加工程序如下：

A) 銅絲切断：将銅絲或鉛絲准备好，用剪刀截成长度为80~90毫米的綫段。然后，用布擦淨再用汽油洗去銅絲或鉛絲表面上的污物、油脂，清理干淨后即可送去軋齿。

B) 銅絲軋齿：做为銅絲簧的銅絲或鉛絲需要軋齿，以增大拉火时的摩擦力。用小銼刀在木板上将銅絲軋成小齿，軋齿的长度为20~25毫米。軋齿后要除去油污，可用牙刷沾汽油将銅絲刷洗干淨。

C) 盘簧和磨尖：用手工将銅絲或鉛絲盘成盘簧，并把端部在砂布上磨成1~2毫米长的小尖头。如图79所示。

D) 清洗：盘簧和磨尖后用汽油清洗。

E) 沾玻璃粉：洗淨后的銅絲簧沾上濃度为20%的虫胶漆（其中含有4~5%的細玻璃粉），然后在室溫条件下晾干4~6小

时，送去与拉火帽合装。沾玻璃粉的铜丝簧如图 80 所示。

(2) 拉火帽：材料为 0.6~0.8 毫米厚的铜皮。用工具冲制成半圆形（如图 81 所示），再在顶部钻一个直径为 1.5~2 毫米的孔，用汽油清洗即可装药。

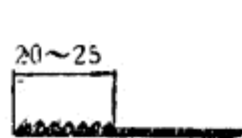


图78 轧齿

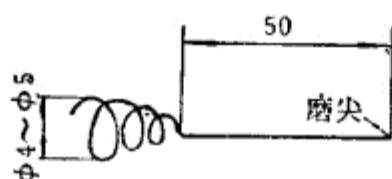


图79 盘簧

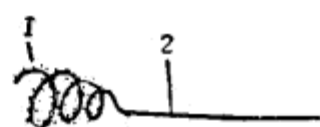


图80 沾玻璃粉

1—玻璃粉；2—铜丝簧。

A) 拉火药制备：拉火药的成份为

氯酸钾	38%
硫化锑	23%
木炭粉	21%
雄黄（三硫化二砷）	10%
雷汞	8%

每个火帽中装拉火药仅 0.1 克，因用量较小，所以物料粉碎等工作均在乳钵中进行。

a) 氯酸钾：在乳钵中粉碎后，用孔径 0.17 毫米的筛孔筛选，然后按上述比例称量好。

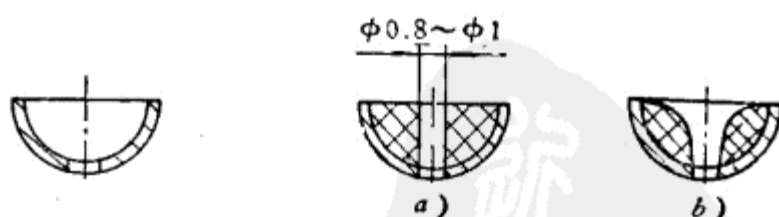


图81 拉火帽壳

图82 火帽装药

b) 雄黄、硫化锑和木炭粉也分别准备好。

c) 雷汞：使用干燥过的雷汞。

将上述物料分别准备妥当，按比例称量后，倒在一块干净的绸布上，用小橡皮耙子混合均匀。混合时要注意加料次序：首先将氯酸钾、硫化锑和木炭粉三种成分混合均匀，然后加入雄黄混合 3~4 分钟，最后加入雷汞，混合 15~20 分钟。

B) 拉火帽装药: 拉火帽装药有两种方法, 一种是压药法 (图 82 a) 另一种是涂药法 (见图 82 b)。

a) 压药法: 将 0.1 克的拉火药, 装入拉火帽壳体中, 用手搬压力机或杠杆压力机压药。压药的压强不能超过 10 公斤/厘米^2 。压药时在中心孔处予留 0.8~1 毫米的孔径, 做为穿拉火丝用。

b) 涂药法: 采用涂药法时, 先在拉火药中混入 2~3% 的虫胶漆, 用小木签将药涂入拉火帽壳体中。涂完药后, 在常温条件下经 4~6 小时晾干, 即可送去使用。

(二) 拉火管装置

(1) 铜丝簧穿入拉火帽: 将铜丝簧轻轻地穿入拉火帽的中心孔, 并将铜丝簧的第一圈拉入拉火帽中。

(2) 拉火帽穿入套管: 将拉火帽穿入纸的或金属 (铜、铅) 的套管中, 就组成了拉火管 (如图 83)。

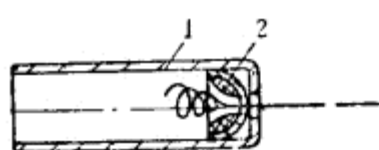


图83 拉火管

1—套管; 2—拉火帽。

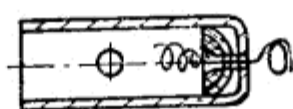


图84 盘环



图85 套管

(3) 拉火管盘环: 目的是通过盘环使拉火帽固定于套管中, 所盘成的环也供穿拉火线之用。盘环时要细心操作, 盘环不少于三圈, 并在顶部盘成一个双环 (见图 84 所示)。

套管: 如套管为铜制, 则需要在其管壁上钻 2~3 个直径为 1.5~1 毫米的排气孔 (如图 85 所示), 以供拉火帽和缓燃线燃烧时, 排出气体用。装入拉火帽时用纸 (玻璃纸) 把排气孔封上。准备好的拉火管送去与缓燃线和雷管合装。

(三) 缓燃线

缓燃线的延期时间为 3~4 秒, 当时所用的缓燃线约为 6 毫米

(与雷管相配合)。药芯采用黑火药粉，緩燃綫的燃燒速度为每秒钟 10 毫米。緩燃药的成分如下：

木炭粉	9.5~10%
硝酸鉀	76~77%
硫磺粉	14.5~15%

緩燃綫的制法：用一个外徑为 6 毫米和內徑为 3.5 毫米的紙管，里面装入上述成分的緩燃药粉。装入时要用金屬棒把药粉輕



图86 緩燃綫

輕地压紧。制好的緩燃綫經過燃速測定合格后，按規定长度切断，每一段长度为 30~35 毫米，燃燒時間控制在 3~4 秒钟。或者按規定长度装填緩燃药粉亦可。

为了易于点燃，在緩燃綫的端部塗上一点黑火药粉，药量不易过多（不超过 0.05 克），过多时則影响延期時間。緩燃綫如图 86 所示。

(四) 拉火装置合装

拉火装置合装：将拉火管、緩燃綫和火雷管合装在一起并拴上拉火綫。拉火装置合装順序如图 87 所示。

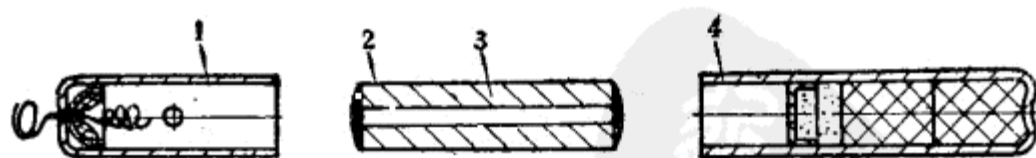


图87 拉火装置合装

1—拉火管；2—沾虫胶漆；3—緩燃綫；4—雷管。

首先准备好拉火管，将緩燃綫端部塗上濃度为 40~45% 的虫胶漆，然后把緩燃綫插入拉火管，插入的深度为 5~7 毫米。如緩燃綫直徑太小，不能与套管紧密配合，可在两端纏以紙条，以达到紧密的配合。

装好拉火装置后，在銅（或鉛）絲簧的环上拴上拉火綫，拴

拉火綫要牢固，不能用力向外拉动拉火綫。拴拉火綫要結成死結（如图 89 所示）。

拉火綫拴好之后，將緩燃綫的另一端也塗上濃度为 40~45% 的虫胶漆，然后插入雷管。緩燃綫插入的深度以比雷管的加强帽高 2~3 毫米为准，不得接触到加强帽。装配拉火裝置的次序不能顛倒。

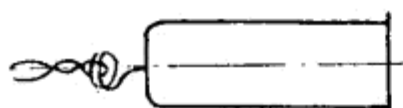


图88 拴拉火綫



图89 拉火綫打結放大图

装配好的拉火裝置，在室溫条件下干燥 4~6 小时，即可送去全彈装配。

§5 彈壳装药

抗战时期，手榴彈中曾装过梯恩梯、苦味酸、周氏炸药和硝鉍炸药，也曾装过黑火药。梯恩梯和苦味酸是由战场上繳获的，周氏炸药、硝鉍炸药和黑火药等，解放区能够大量制造。但黑药威力較小，因而大部分的手榴彈装填的是周氏炸药。

装药的方法是采用散装。每个手榴彈壳体内装周氏炸药 35~38 克，装黑药則为 40~42 克。装药数量的多少，与炸药的種類、彈壳的材料和厚度有关。例如同是鑄鉄彈壳，批与批的质量也不完全一致，需經破片試驗决定。如装药量过少，則破片較大，数量少，破片的散布面也小；如装药量大，則破片数量多，但是破片小，杀伤力不够。

（1）彈壳准备：彈壳在装药前，用小刷子把彈壳内壁刷干淨。在内壁（药室）塗上濃度为 20~35% 的虫胶漆或瀝青。自然干燥 3~4 小时，在壳内装入一个用紙制成的中心管，用以防止因散装的炸药震动撞击雷管，使整个拉火裝置受到影响。

(2) 装药: 将炸药称量好, 用小勺沿弹壳的中心管外壁四周, 均匀地把炸药装入弹壳中, 并用小木棒压平和压紧。不要把炸药误装入中心管内。装完药后盖上一个有中心孔的薄纸垫, 然后用布把弹壳的四周擦净, 即可以送去合装。弹壳装药次序见图 90 所示。

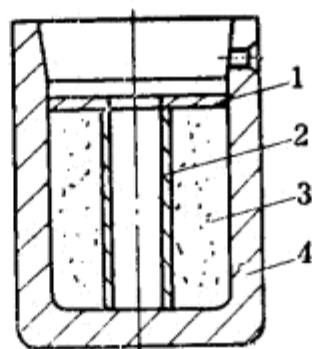


图90 弹壳装药
1—圆纸垫; 2—中心纸管;
3—炸药; 4—弹壳。

§6 全弹装配

全弹装配分为两个步骤进行, 即拉火装置装入木柄和带拉火装置的木柄与弹头合装。

(一) 拉火装置装入木柄

拉火装置装入木柄内并固定好, 就组成了带有拉火装置的木柄 (如图 91 所示)。

装配时先将木柄和拉火装置等准备好, 在拉火管上套上纸垫, 再用小钩针把拉火线轻轻地穿过木柄。穿拉火线时用手托住雷管的底部, 向木柄中安装 (不能用力拉动拉火线), 然后将拉火线固定在拉环上 (这时雷管底部应向上放着), 再进行底部灌硫磺, 以固定拉火和木柄。

硫磺加热到 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 时, 用小勺将硫磺注入木柄和雷管的空隙处。灌硫磺要分 3~4 次进行, 灌到与木柄端部平齐为止 (如图 92 所示)。

硫磺注完冷却后, 在拉火的一端塞入棉花球或纸球, 盖上纸垫和防潮垫, 再将外表面清理干净后, 就可送去全弹压合。

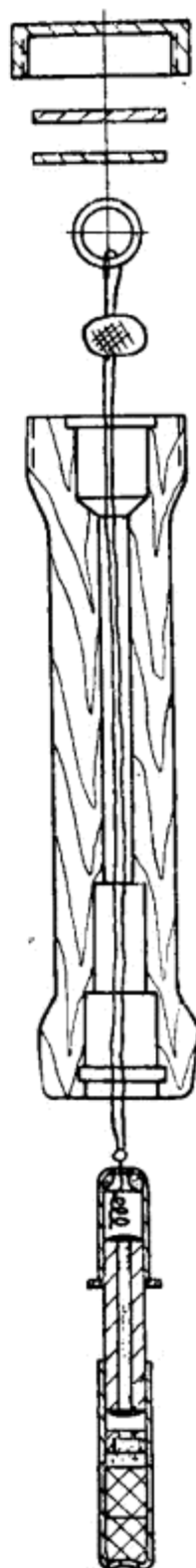


图91 拉火装置装入木柄

在拉火装入木柄时，若不慎拉动了拉火綫，而使火帽发火，当发现有发烟现象时，应立即停止操作，将拉火和木柄一起迅速投到室外无人的地点，或投入事先准备好的防爆设备中去，以免爆炸时伤人。

(二) 成弹合装

成弹合装是将带有拉火的木柄和弹头合装在一起成为成品。

已准备好的木柄（带有拉火）插入弹头口部，少許塗上一层瀝青（不塗也可），然后装配，装配时一手扶弹壳，另一手拿木柄，先将雷管对准弹壳中的中心紙管，輕輕的将木柄装入弹壳，然后用手扳压力机将木柄压到位（事先测定好应压入的高度），压合时要慢慢地压下，不能用力过猛。压完后，将木柄与壳体結合处所挤出的多余瀝青清除掉。

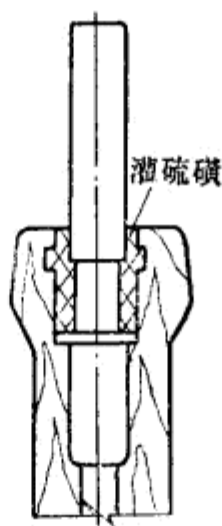


图92 灌硫磺

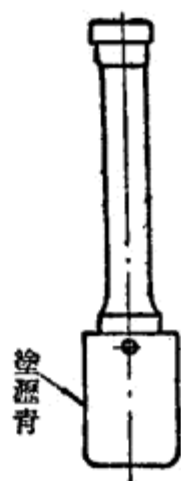


图93 全弹合装

为了使弹头与木柄牢固的結合，在壳体螺釘孔的部位旋入三个木螺釘（ 120° 一个），以螺絲刀擰入（抗战时期也曾較大量地用过釘鞋的釘子。釘子应事先准备好，长度要合乎要求，不得过长，以能深入到木柄壁厚的 $1/3$ 处即可）。然后在防潮盖的內螺紋上塗一层油或凡士林，将其擰在木柄上。为了防止弹壳生銹，可将弹头部分沾上瀝青，瀝青干燥后即为成品（如图 93 所示）。成品經檢驗合格后，即可供部队使用。

§ 7 手榴彈試驗方法

抗战时期对手榴彈的試驗，是进行彈壳破片試驗和成品檢驗。

(一) 彈壳破片試驗

彈壳破片試驗的目的，在于測定每一批彈壳的強度及裝藥量是否合適。破片試驗后檢查破片的數量，當時以破片數量在 50 片（每片約重 1 克）以上為合格。

試驗方法：每一批彈壳中抽取 0.3%，裝好炸藥并在彈壳的上部裝上一個帶有雷管孔的木塞。試驗時，選擇一塊坡度較大的地段，利用土坡挖一個坑，在坑的四周用石頭砌好，坑的底部填上砂土，裝上一個用木板或厚紙板作的支撐，使中央形成一個空間。用一個小木板把彈壳支住，在彈壳內裝入雷管和緩燃綫，再在外套的四周填好砂土，上部蓋好蓋板。試驗所用的緩燃綫，燃燒速度最好控制在 0.5~1 厘米/分鐘。

試驗的彈體如圖 94 所示。

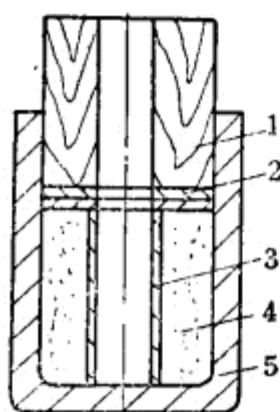


圖94 試驗彈體

1—木塞；2—紙墊；
3—中心管；4—炸
藥；5—彈壳。

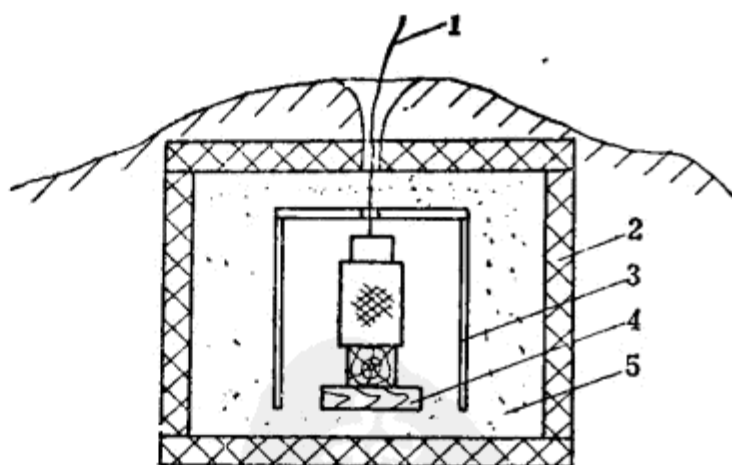


圖95 破片試驗

1—緩燃綫；2—石板或大鉄桶；3—木板；4—木墊；
5—砂子。

破片試驗裝置如圖 95 所示。

按照圖 95 上所示裝置，操作人員點火后立即離開。彈壳爆炸后，應將石板內的砂子全部過篩，收集破片，檢查破片的數量。

在試驗中，若點火后發現有瞎火現象時，不要立即檢查，待

20 分钟后再进行处理。試驗所用的砂子最好采用干的，因为砂子湿度影响緩燃綫的燃燒。点火后操作人員应离开試驗地点十米以外观察。

(二) 成品安全性試驗

安全性試驗的目的，是測定手榴彈成品对运输或震动的安全性。安全合格的产品，才能供給使用。不安全的手榴彈不准出厂。

試驗方法是將手榴彈从 3 米高处垂直落下，掉在水泥地或石板上，以不爆炸为合格。

每一批中抽出十发，將手榴彈頂部用一个小細绳拴好(图96)，隔着一个較厚的墙（厚为 500 毫米以上）投下，不要用力向下投擲，只靠物体的自重落下，以观察其是否爆炸。

(三) 发火性試驗

发火性試驗的目的是檢驗手榴彈在命中目标时是否立即爆炸，以达到杀伤和破坏的效果。

发火性試驗的方法是进行实彈投擲，投彈时先擰下防潮盖，取出防潮垫，用手指拉动鉄环，拉出拉火絲(这时火帽起火并点燃緩燃綫)，立即向指定方向投出。視其是否爆炸，爆炸者即为合格。

在实彈投擲时，如发现拒爆現象，不要立即檢查，以免由于受潮等原因使緩燃剂的燃速减慢檢查时发生危險，一般应間隔半小时后进行檢查处理。

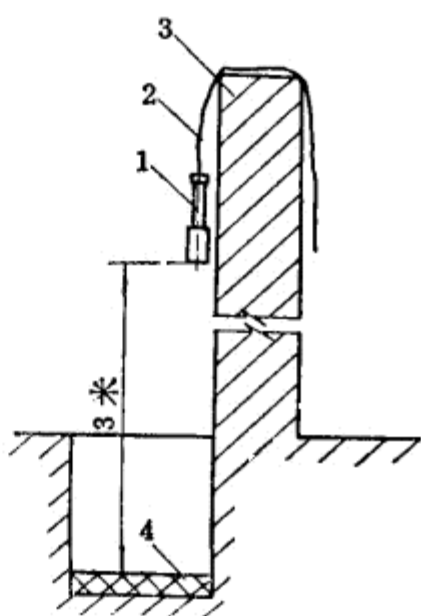


图96 成品安全性試驗

1—手榴彈； 2—拉绳； 3—墙；
4—石板。

第九章 地雷制造法

§ 1 概 述

抗战时期，地雷用途极为广泛，也是大量使用的爆破器材之一，用于敷设在公路或铁路上，炸毁敌人的汽车、火车及杀伤人馬。

战争年代所制造的地雷种类很多，如拉发地雷、跳雷和子母雷等。在重量上有数百克的小地雷，也有二十余公斤的大地雷。雷体装药主要是用周氏炸药和硝酸铵类炸药，也应用过黑火药。地雷壳体所用的材料，更是花样繁多，除大量使用铁壳外，也用石壳、木壳，还用过铁壶、铁罐、木箱和木匣等。

在对敌斗争中，地雷遍布全村和四野，敌人走大路，大路炸；走小路，小路炸；走山坡路，山坡路也炸。使敌人寸步难行，大大地限制了敌人的活动。

地雷的构造不太复杂，可以直接或間接地动员群众参加生产。其使用方法也比较简单，除供给正规部队使用外，也大量地供应地方武装和民兵。充分地利用当时当地的物质条件，使原材料完全立足于解放区；制造方法也符合战时客观条件，做到了花样多、数量大，并达到了“村村有雷”的要求。

§ 2 地雷的分类及用途

抗战时期，制造过各种型式的地雷，其中以反步兵地雷和子母雷的产量最大，防运输地雷次之，其他种类数量较少。

地雷按用途可分为：

(1) 反步兵地雷——用于杀伤散兵，成组使用时可杀伤敌群。这种地雷尺寸较小，装药量在 500 克以下，壳体材料可用石

壳、木壳和铁壳等。发火方式为压发或拉发。

(2) 反步兵子母雷——用于杀伤敌群。子母雷爆炸时，产生的破片较多，装药量在1~1.5公斤。壳体材料为铸铁，发火方式多采用压发。

(3) 防运输地雷——用以炸毁汽车、马车或摩托车等各种车辆，并具有杀伤作用。装药量为2~5公斤，壳体材料为铁壳。发火方式多为压发，也可用拉发。

(4) 防坦克地雷——用于炸毁坦克和装甲车辆。壳体材料为铁壳，装药量为5~8公斤，发火方式多用压发。

(5) 反铁路运输地雷——这种地雷埋设在铁轨下，用于炸毁铁路机车和车辆。壳体材料为铸铁，装药量为15~20公斤，发火方式为压发。

(6) 特种地雷——诡雷和跳雷等，以杀伤人馬为主。

从发火方式上来分：

1) 压发发火。此种地雷敷设在地下或在地面上伪装敷设。在一定重量的作用下，立即爆炸。敷设后不须人工操纵。

2) 拉发发火。此种地雷敷设后需要人工操纵（但诡雷例外），待目标进入地雷威力圈后，一经拉火即行爆炸。

从壳体材料上来分：

1) 铁壳地雷——壳体为铸铁；

2) 石壳地雷——各种石头（圆形的或方形的）；

3) 木壳地雷——壳体由木板制成。

§3 地雷的构造

地雷虽然种类很多，但就其构造而言，主要是由壳体、炸药和发火机构三个主要部件组成。

(一) 压发地雷

铁壳压发地雷，其壳体为铸铁，发火机构采用压发或拉发，

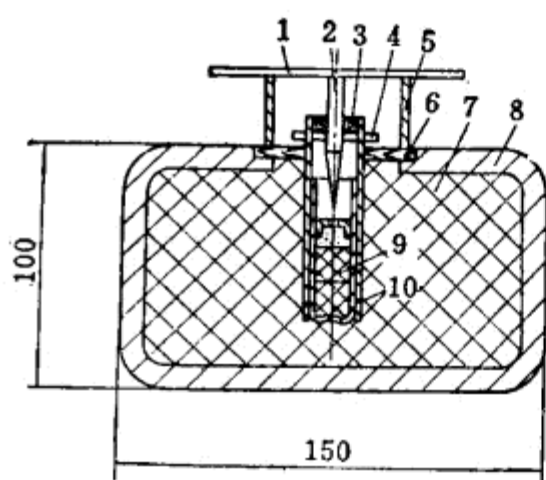


图97 压发地雷

1—压盖(鉄皮); 2—击針(鉄或鋼); 3—紙;
4—切断銷(鉄絲或銅絲); 5—薄紙板支撐
圈; 6—盖板(木); 7—炸药; 8—地雷壳
(鑄鉄、石头或其他); 9—雷管; 10—套筒
(鉄)。

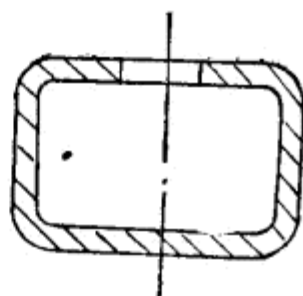


图98 长方形铁壳

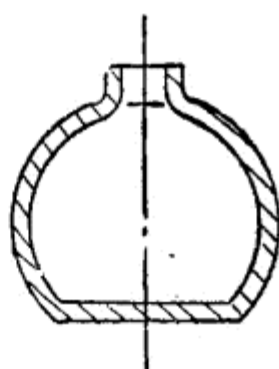


圖99 圓形鐵壳

地雷的尺寸和装药可根据用途决定。鉄壳压发的构造如图97所示。

鉄壳地雷的壳体材料，一般是采用鑄鉄。壳的形状，有方形的、长方形的和圓形的等（图98、99、100）。

鉄壳的来源，十分广泛，除工厂自行制造外，也广泛地利用民间鑄造設備，大量鑄造鉄壳。也利用不少生活用具如鉄壺、鉄罐和小鉄匣子等各种各样的鉄容器做为雷壳。

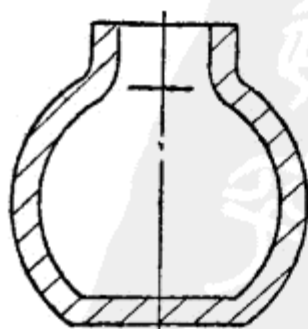


图100 圓形鉄壳

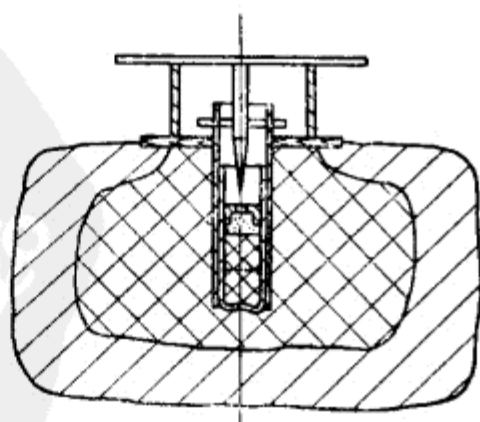


图101 石壳压发地雷

当地雷的压盖上受到一定重荷的压力时，薄纸板支撑受压变

形，击针将切断销切断，击针击发雷管而引起地雷爆炸，这是铁壳压发地雷的发火原理。

石壳压发地雷在全面抗战运动时期，用途极广，数量极大。达到了“村村有雷”。石壳材料到处都有，解放区的男女老少，都能做石雷壳。

它在构造上与发火原理和铁壳压发地雷完全相同，只是壳体材料有所不同。

石头可以选方形的也可以选圆形的，将石头底部和口部用工具凿一个空腔，装入炸药和发火元件即成为地雷。这种地雷，由于壳体材料是石头，便于伪装。石壳压发地雷的构造如图101所示。

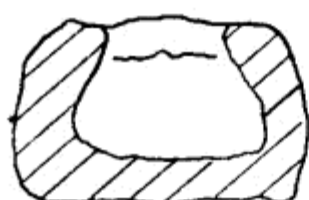


图102 石壳



图103 石壳

(二) 拉发地雷

拉发地雷，其雷体及装药与压发地雷相同，壳体可采用木壳、石壳和铁壳等。壳内装药均系周氏炸药或硝铵炸药（图104、105、106）。

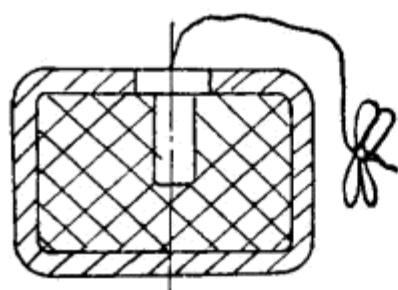


图104 铁壳拉发地雷

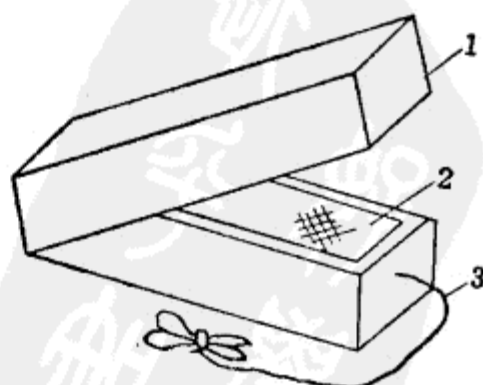


图105 木壳拉发地雷

1—木壳；2—炸药；3—拉绳。

压发地雷只要受到重荷作用，即可发生爆炸。拉发地雷则是依靠人来操纵，当地雷敷设后，由操作者用拉线控制，当目标进入布雷区的威力圈内，立即拉绳，使发火机构发火，引起爆炸。拉发的优点是命中率高，但需要人工来操纵。压发虽然命中率较差，但事先经过对敌情做详细的调查研究，机动灵活的进行埋设，命中率还是很高的。

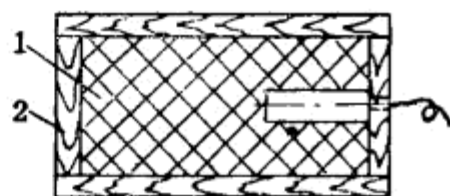


图106 木壳拉发地雷

1—爆药；2—木壳。

（三）子母雷

子母雷用于杀伤敌人的散兵群，它的特点是爆炸威力大和破片多。

它的壳体，一般均采用铸铁壳，也用过木壳，很少用石壳。发火机构采用压发或拉发。

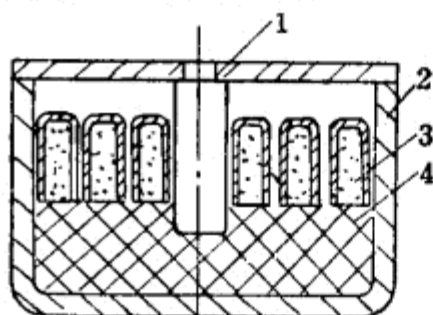


图107 子母雷

1—发火机构孔；2—大雷；

3—小雷；4—炸药。

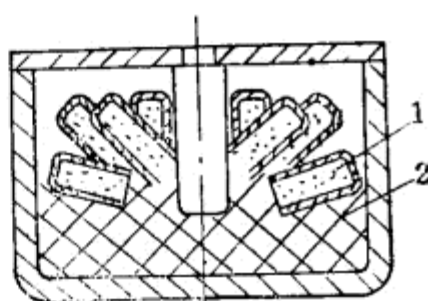


图108 子母雷

1—小雷；2—炸药。

它是由一个大雷及若干个小雷所组成。雷中装入周氏炸药或硝铵炸药。小雷的形状和尺寸可以任意选定。小雷在大雷体中的排列，可以用直列法，也可以倾斜一定角度（如图107、108、109）。通常均采用倾斜 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 角，这样的排列法，杀伤破片分布的半径大。

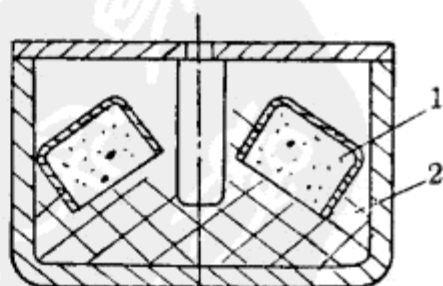


图109 子母雷

1—小雷；2—炸药。

(四) 跳雷

跳雷是特种地雷中的一种，它的特点是当压发或拉发后，立即跳离地面，距地面约1米高爆炸。这样，杀伤力比同样装药的地雷要大得多，也具有较大的威胁性。其构造如图110所示，在

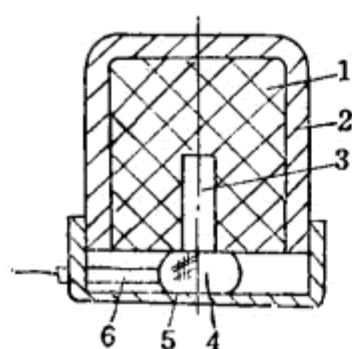


图110 跳雷

1—炸药；2—雷壳；3—雷管；

4—发射药包；5—托套；6—

拉火管。

地雷的下部装一个托套，在托套里放入一个发射药包，药包内的装药采用黑火药粉或者无烟发射药。药量的多少，根据地雷的重量，临时试验决定。

跳雷拉发后，拉火管立即发火，引起药包中的黑火药燃烧，将地雷抛出地面，同时也点燃雷管中的导火线，当导火线燃尽时就引起雷管的爆炸（采用黑火药抛射时，雷管中可不加导火线），从而使地雷在距地面一定高度时爆炸。

§4 地雷的发火机构

发火机构，又称为发火件，根据使用方法和构造的不同，分为压发发火机构和拉发发火机构两种。

(一) 压发发火机构

压发发火机构是由雷管（或导爆管）、金属（铁）套管、切断销、纸圈及压板等组成。

压发发火机构在安定状态时，是由一根金属切断销（又称保险销）穿过套管孔和击针的中心，以防止击针受压力时冲击雷管。因此，不受压力时

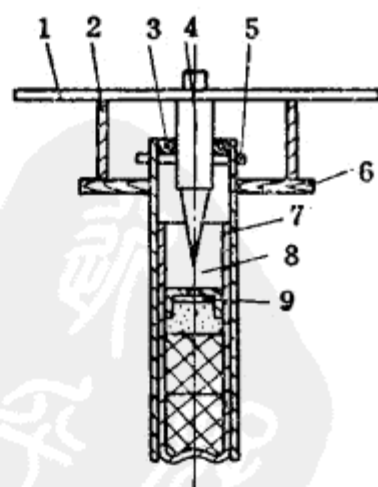


图111 压发机构视图

1—压盖；2—纸支撑圈；3—纸；

4—击针；5—切断销；6—盖板；

7—套管；8—雷管；9—铜皮（0.1

毫米）。

它能保持安定的状态(如图111所示)。

当人、車、馬或其他重荷压在压板上，压力超过保險銷所能承受的压力时，保險銷被切断，击針突然下落，冲击雷管（或导爆管），使雷管爆炸，引起地雷中的炸药爆炸。

紙制支撐圈的作用是托衬压板，使压板与盖板之間有一定空隙，以免在敷設时，土壤进入压板与盖之間，影响击針下落。因此，支撐圈不宜用金属材料制作。

切断銷应保証在敷設及伪装地雷时操作安全，当受一定重量作用时应立即切断。因此保險銷在制造时，所采用的材料和直径的大小，需事先經過試驗，一般选取切断銷在承受重量13公斤以下时，不应切断，承受15公斤以上的重量时應該立即切断。切断銷的材料最好采用脆性較大的材料（如黃銅）。

套管用于固定雷管和击針，并承受一定的荷重，它采用金属材料較适合。套管的大小以能装入雷管或导爆管为宜。

另外，压发机构中所使用的雷管，無論是紙壳或者是銅壳，当雷管装药时，在加强帽內須事先加入一个厚度为0.1~0.6毫米的銅垫。这样，当击針下落时，先穿透銅垫，使击发药所承受压力突然增加，可以提高击发药对冲击作用的敏感度。

除上述切断銷式的保險发火机构外，也采用过不少鋼珠保險的压发机构（如图112所示）。

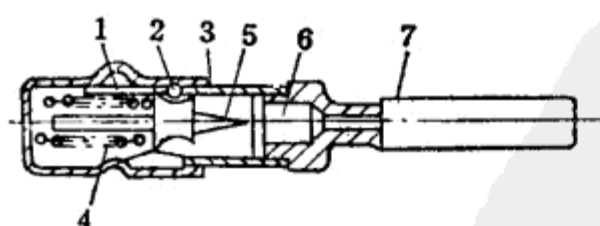


图112 压发机构

- 1—外套；2—鋼珠；3—衬套；4—彈簧；
5—击針；6—火帽；7—雷管。

压发机构由外套、鋼珠、衬套、彈套、击針、火帽和雷管組成。平时由于鋼珠的保險作用，击針不能下落。当外套受压时，套管前

移，凹槽接近鋼珠，在彈簧的作用下，鋼珠被击針推出衬套管孔而落入外套的凹槽中，釋放击針，在彈簧的压力下，击針向下截击火帽发火，引起雷管的爆炸。

图112. A所示的发火机构，亦是鋼珠压发机构的一种型式。

这种发火机构是用于炸毁火車的地雷上，它可以定点的炸毁任何一节車厢。

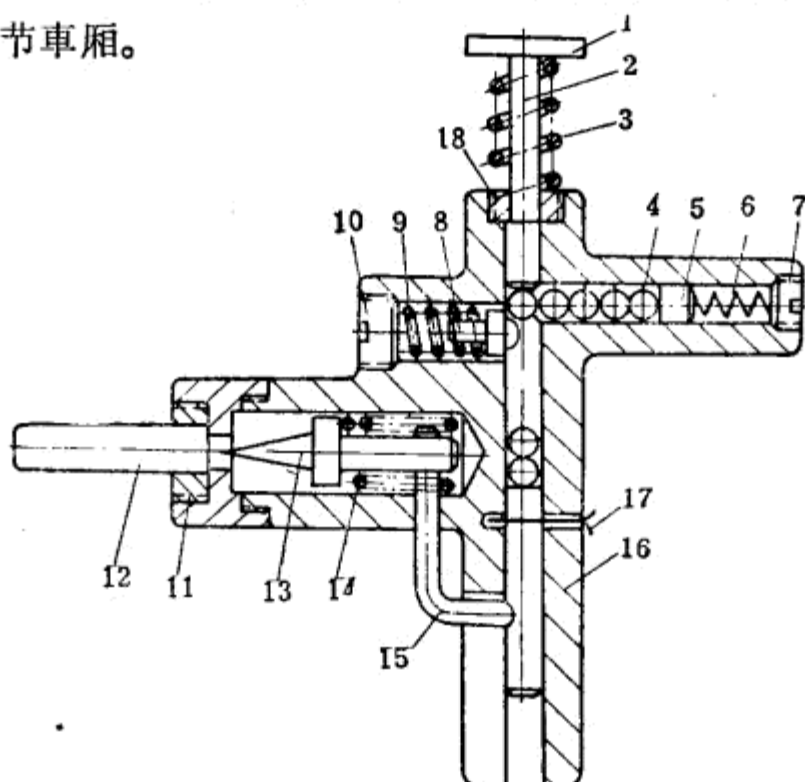


图112. A 1944年式炸火車用定点爆炸地雷发火机构

1—压板；2—压杆；3—弹簧；4—鋼珠；5—頂銷；6—彈簧；7—螺塞；8—保險銷；9—彈簧；10—螺塞；11—螺塞；12—雷管；13—击針；14—彈簧；15—保險插銷；16—发火机构套体；17—切断銷。

1944年式炸火車用定点爆炸地雷敷設后，火車車輪通过压板1，压缩彈簧3，压杆2下落，鋼珠4压缩保險銷8，后落入槽体16中。依次作用，当槽內空隙填满时，車輛通过压板，将切断銷17切断，使保險插銷15向下移动，击針13被釋放，在彈簧14的作用下，冲击雷管12，引起整个雷体爆炸。

使用定点爆炸地雷的发火机构之前，要对目标調查清楚，根据目标所在位置調整待压入鋼珠的数量。发火件上的雷管，当敷設地雷时，才与发火机构連接，避免由于运输等原因而造成事故，这种发火机构构造簡單、作用准确。

(二) 拉发发火机构

拉发机构的形式很多，图113所示就是拉发机构中的一种，

它是由击針、銷子、彈簧、套管、火帽及雷管所組成。在敷設地雷时，將拉繩拴在銷子的环上，拉火时把銷子拔出，在彈簧的作用下，击針下落，冲击火帽发火，点燃雷管引爆地雷。

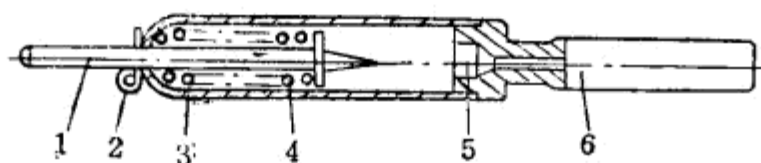


图113 击发式拉火

1—击針；2—銷子；3—套管；4—彈簧；5—火帽；6—雷管。

除上述形式的拉火外，更多的是采用拉火帽的发火方法。这种机构是由雷管（或导爆管）、套管和拉火帽組成（如图 114 所示）。

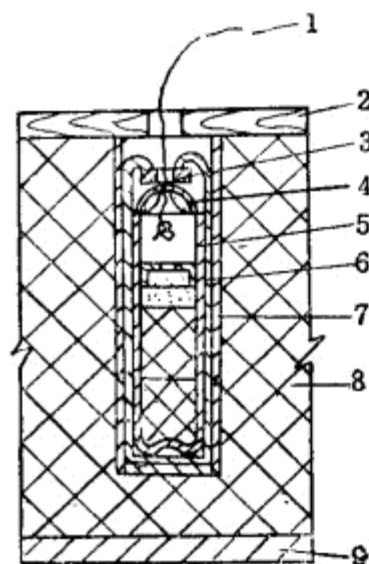


图114 拉发式拉火

1—拉火繩；2—地雷盖板；3—紙墊；4—拉火帽；5—雷管（或导爆管）；6—中心管；7—套管（紙）；8—炸药；9—地雷壳。

当拉动拉火繩，拉火帽受摩擦而发火，引起雷管爆炸，导致地雷装药的爆炸。

拉火的结构是在金属套管里，装入一个紙（或銅）壳火雷管或导爆管，在雷管的端部装置一个带有拉火絲的拉火帽，为固定拉火帽，在它的上面，垫以厚紙垫，再将套管收口，使火帽、紙垫和雷管紧密的配合。拉火帽的尺寸与雷管尺寸相配合。拉火帽的装药及制造方法与手榴彈用拉火帽相同。

§5 导爆管制造

在地雷中，装药材料多是周氏炸药或硝鉍炸药。因地雷通常装药数量較多，只靠雷管起爆，往往起爆力不够，产生爆炸不完全的情况，因此，一般需要装置扩爆药（如图 115）。

扩爆药通常是采用特屈儿或梯恩梯，并压制成药柱，当雷管引爆，引起扩爆药爆炸，扩爆药爆炸产生較大的起爆能量，引起整

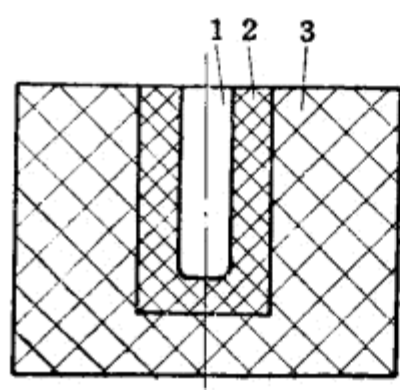


图115 扩爆药柱

1—雷管；2—扩爆药柱；3—炸药。

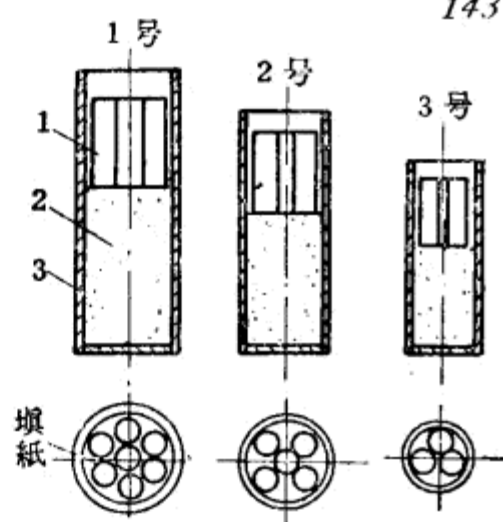


图116 导爆管

1—小雷管；2—炸药；3—管壳。

个装药的爆炸。尤其是当壳体内装填敏感性较低的确铵炸药时，更需要扩爆材料。

抗战时期，是采用导爆管代替特屈儿等扩爆材料。导爆管的扩爆性能良好，它的类型和尺寸，可依据地雷的大小和装药材料的种类不同而选择。当时曾制造过三种型号的导爆管，即1号、2号、3号。制造导爆管的方法是，用牛皮纸卷制一个纸管，卷管的方法与卷纸雷管的方法相同。纸管卷成后在底部糊上纸垫，在管体内装入炸药，在炸药的上面，垫以纸垫，再装入一定量的小雷管。导爆管的构造如图116所示。

导爆管中所装填的炸药是硝化甘油与麻杆炭粉的混合物。

导爆管的尺寸及装药量如表30所示。

表30 导爆管技术规格

规格和装药 导爆管号数	管壳尺寸		硝炭混合物成分		导爆管内 装炸药量 (克)	导爆管内 装入的小 雷管数 (个)
	长度 (毫米)	直径 (毫米)	硝化甘油 %	麻杆炭粉 %		
1号导爆管	120	45	50	50	150~200	7
2号导爆管	100	35	50	50	80~120	5
3号导爆管	80	25	50	50	30~60	3

导爆管中所装填的炸药，如不采用硝炭混合物，也可用梯恩梯或苦味酸。导爆管中所使用的小雷管与纸火雷管相似，只是尺

寸略小一些。

导爆管分别应用于各种地雷的发火机构中，根据地雷的装药量大小，选配导爆管。当时的选配情况如表31所示。

表31 地雷与导爆管配套

地雷装药重量 (公斤)	地雷装药种类	选用导爆管号数
0.5~2	周氏炸药或硝铵炸药	3号导爆管
2~5	周氏炸药或硝铵炸药	2号导爆管
5~20	周氏炸药或硝铵炸药	1号导爆管

注：装药量在0.5公斤以下的地雷可不用导爆管。

§6 地雷装药装配

(一) 装药种类

地雷中可装入的炸药品种很多，根据当时的条件，有什么材料就装什么药，曾大量使用周氏炸药或硝铵炸药，尤其是以硝化甘油为敏感剂的硝铵炸药用量最大，也装过不少黑火药。根据使用效果来看，宜采用下列成分（表32）：

表32 地雷装药成分

地雷种类 组成物% 组成物名称	1公斤 地雷	2公斤 地雷	5公斤 地雷	10公斤 地雷	15公斤 地雷	20公斤 地雷	备 注
硝酸铵	83	83	81	81	81	81	
硝化甘油	2	2	4	4	4	4	硝化甘油用量最大不超过4%
硝化卫生球	10	10	10	10	10	10	无此炸药时，可适当增加木粉量
谷糠	5	5	5	5	5	5	谷糠粉可用木粉代替

(二) 装药量

地雷中装药量的多少，与地雷种类有关，当时所采用的装药

数量如表 33 所示。

表33 地雷装药数量表

序号	地雷种类	炸药种类	装药量 (公斤)	壳体材料	导爆管号数
1	反步兵地雷	周氏炸药或硝铵炸药	0.5~1	铁壳、石壳、木壳	3号导爆管
2	反步兵子母雷	周氏炸药或黑火药	1~1.5	铁壳	3号导爆管
3	防运输地雷	周氏炸药或硝铵炸药	2~5	铁壳、木壳	2号导爆管
4	防坦克地雷	周氏炸药或硝铵炸药	5~8	铁壳	1号导爆管
5	防火車运输地雷	周氏炸药或硝铵炸药	15~20	铁壳	1号导爆管
6	跳雷	周氏炸药或黑火药	0.5~1	铁壳、石壳	3号导爆管

(三) 装药方法

地雷的装配分为两个步骤进行，即壳体装药和全备雷装配。通常当立即使用时，才对地雷进行全备装配。长期储存时，是将发火机构单独的包装，待敷设地雷时，现场装配。这样在运输或保管时比较安全。

地雷壳的装药方法有注装、压装和散装三种。注装是将炸药熔化后注入壳体内。它对炸药的要求条件为：(1) 炸药的熔点低于 130°C ；(2) 在温度 130°C 时加热 2 小时，炸药不分解。适合上述条件的炸药有梯恩梯和苦味酸。

压装是将药粉压成药柱，除炸药性能要符合压药条件外，还需要油压机或水压机等设备。

散装则多采用周氏炸药和硝铵炸药。散装法的操作如下：

(1) 雷壳清理：雷壳装药前要检查内外表面是否清洁和完整，再用小毛刷把雷壳刷干净。

(2) 雷壳内表面涂漆和晾干：如采用铁壳，为防止药与金属直接接触，最好在药室里涂上一层瀝青或虫胶漆。经干燥（自然晾干）后，送去装药。

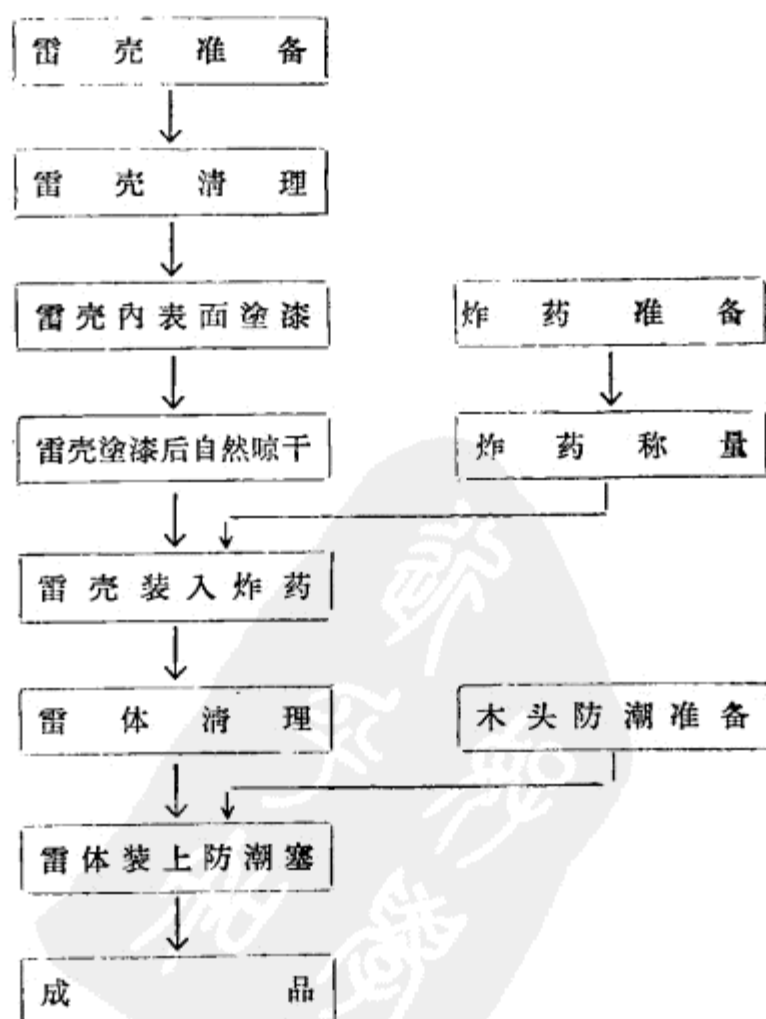
(3) 装药：装药的方法有两种。10公斤以上的地雷装药时，先将炸药用油纸包成数个小包，每包 1~2 公斤，然后整齐地放

入雷管中。另一种方法是，无论是大雷或小雷，先将雷壳和炸药准备好，用小鏟子将炸药装入壳内。装药的同时用木棒将炸药捣平。捣炸药时，要轻轻压平，不要用力过猛，更避免与壳体摩擦，装填炸药时留出装发火机构的孔。

(4) 雷体清理和装上防潮塞：装好药的雷体，用抹布把表面擦拭干净，将上盖盖好，在装发火机构的孔内装上一个木制的防潮塞。在可能的条件下，一般均在炸药的表面涂上一层25~40%的酒精虫胶漆，也曾在炸药的表面上放置一张油纸，主要是为了防潮。

装好的地雷与发火机构一起配套，装入包装箱内，存放在干燥地点或直接送去使用。

流程16 雷壳装药散装法流程



§ 7 地雷的敷設

抗战时期，地雷的使用方法繁多，方法巧妙，除伏击敌人，封锁交通和破坏工事外，也曾用来大摆地雷阵。由于运用灵活，均收到了预期的效果，有力地打击了敌人。概括起来可分为室内敷設、特种敷設和地面敷設。

(一) 封锁交通布雷

地雷用于封锁交通时，通常敷設在村口、大路或小路上。敷設前应对敌人的行动，有较详细的了解，一般是在应用前几小时进行敷設。由于地雷没有防潮性能，所以不能敷設在有水的地方。

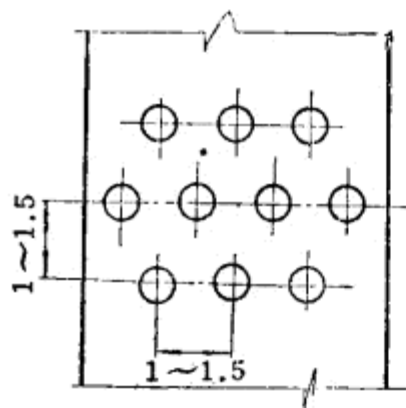


图117 公路布雷

敷設时，地雷的上面要很好的伪装，如采用压发地雷，地雷上面的复土总重量不应超过 10 公斤，以免在敷設时发生危险。

封锁道路时，地雷可单个的使用，但一般都是成组使用。每个雷间距保持 1~1.5 米，星罗棋布，使敌人难以捉摸，寸步难行。大路、小路、村口或山坡可能出现敌人的地方，均可設雷。公路布雷方法如图 117 所示。

(二) 封锁铁路布雷

封锁铁路，主要是炸毁机车或车辆，断绝交通和缴获物资。炸毁机车的地雷较大，装药量在 15~20 公斤，发火方式多采用拉发但也可以采用压发。拉发时可将地雷敷設在轨道的下面，最好布在铁轨与两个枕木之间，当机车通过时，由人工操纵，拉动绳子使地雷爆炸。

布雷时拉绳一定要从铁轨的下面穿过，否则，机车通过时把

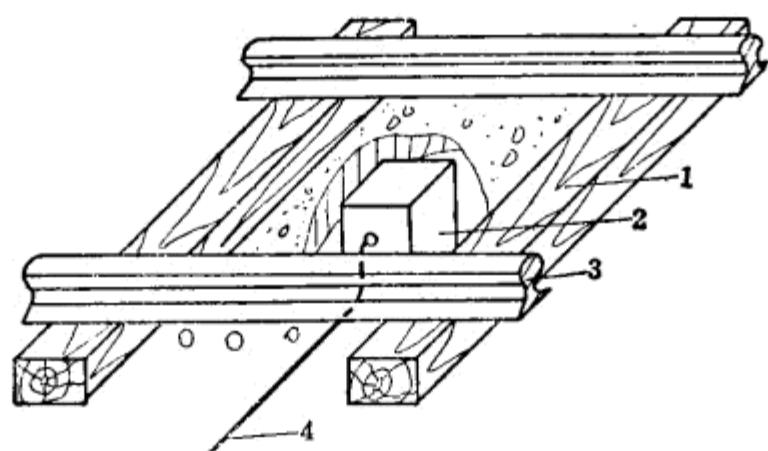


图118 拉发地雷布雷

1—枕木；2—拉发地雷；3—铁轨；4—拉绳。

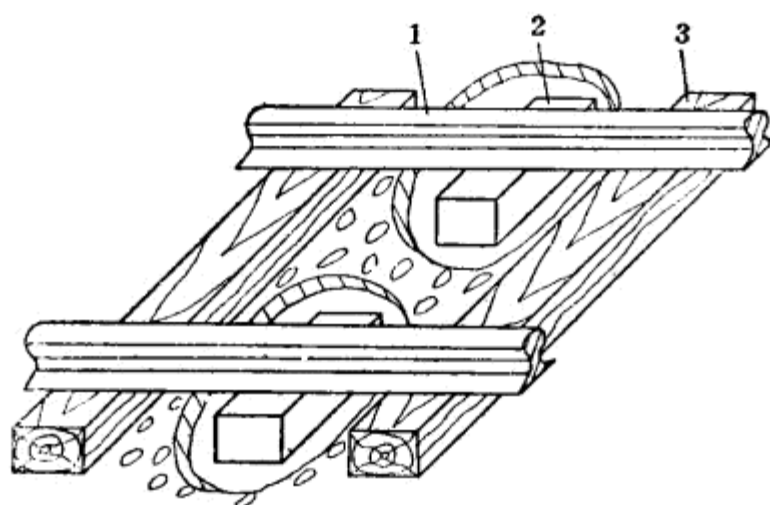


图119 压发地雷布雷

1—铁轨；2—压发地雷；3—枕木。

绳子压断，起不到应有的作用（如图 118 所示）。

采用压发时，雷应布在铁轨的下面（两枕木之间），当机车通过时压爆。为了确保作用，在炸毁机车或封锁铁路时，一般可将两个以上的压发地雷布设在一起（如图 119 所示）。

（三）室内布雷

在敌人可能搜索或利用的房屋内进行布雷，地雷可敷设在门

口、箱子里或鍋里，敌人一推門就爆炸，一掀鍋也爆炸，到处都在爆炸，处处都可能爆炸（图120、121）。

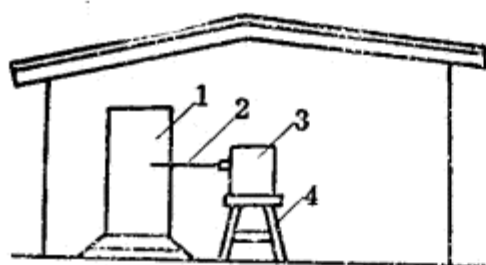


图120 利用房屋布雷

1—門；2—拉绳；3—地雷；4—支架。

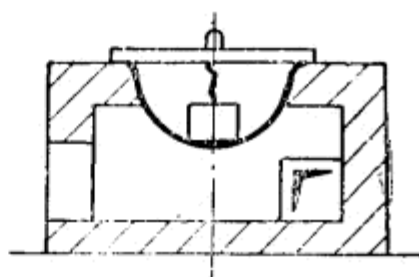


图121 鍋內布雷

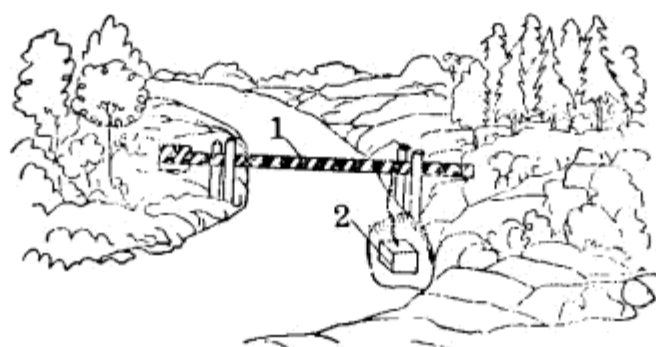


图122 利用栏杆布雷

1—栏杆；2—拉发地雷。

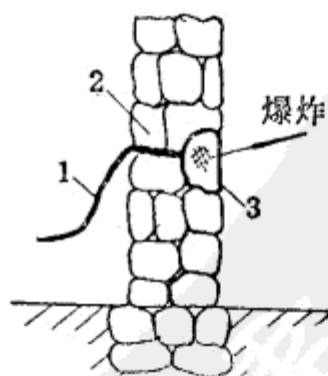


图123 利用墙布置石头跳雷

1—拉火绳；2—墙；3—石壳跳雷。



图124 利用标语牌布雷

(四) 特种布雷

特种布雷的方法更是繁多，用这种方法布雷时，要充分利用地形和环境条件，如图 122、图 123 和图 124 即为其中几个示例。

地雷的敷设要因地因时制宜，到处设置，使敌人如入天罗地网。



第十章 燃燒縱火器材製造法

§ 1 概 述

燃燒縱火器材，在軍事上有着重要的用途，尤其是在游擊戰中更具有顯著地位。如在戰鬥中摧毀敵人的活動目標——坦克、裝甲車、汽車及敵人的有生力量；燒毀敵人的非耐燃燒的軍事工事、木質橋梁、軍用倉庫和其他軍事目標。

燃燒縱火器材的種類很多，用於空投的有燃燒航彈；用於火炮發射的有各種口徑的燃燒榴彈和燃燒迫彈；用於槍發射的有燃燒槍榴彈和槍彈；用手投擲的有燃燒手榴彈和燃燒瓶。此外還有燃燒盒、燃燒罐及火焰噴射器等縱火器材。

要求燃燒縱火器材的作用確實，燃燒時具有較高的溫度，並能蔓延較大的面積，對於木質建築物，應具有侵徹的燃燒能力，引起燃燒後不易被撲滅，燃燒器材在保管和使用中應具有一定的安定性。

燃燒器材的裝藥，通常採用以下三種：（1）磷的溶液及化合物；（2）易燃金屬和易燃合金（如鈉、鎂、鋁粉和鎂鋁合金等）；（3）有機易燃物（如凝固汽油和膠化油料等）。

抗戰時期所製造的燃燒縱火器材有燃燒手榴彈、燃燒罐、燃燒瓶、燃燒盒、燃燒地雷和特種用途的縱火器材（如燃燒筆）等。對燃燒縱火器材裝藥材料的選擇，本着就地取材加工簡易的原則，沒有採用鎂鋁合金等高溫燃燒劑，主要使用的是黃磷、硫酸和氯酸鉀等縱火劑，也使用過膠化油料和凝固油料。

§ 2 燃燒劑的性質及作用

（一）磷（黃磷）

磷的分子式為 P_4 ，分子量 123.90，有三種同素異性體，即

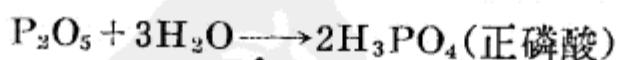
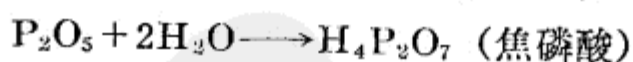
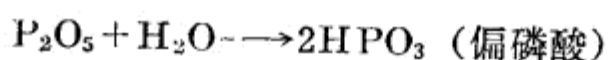
白磷（黄磷）、紅磷和黑磷。白磷是一种半透明的蜡状柔软物质，淡黄色，有特殊的气味。如把它置于光线处，即成黄褐色。因之，白磷改变颜色后称为黄磷。工业用磷中，含有少量的碳和磷酸盐，故呈棕褐色。磷在熔融的状态下是黄绿色的油状液体。

白磷（黄磷）的比重为 1.82，赤磷为 2.2，黑磷为 2.3。黄磷的熔点为 44.2°C ，沸点 280°C 。磷几乎不溶于水（1 立升的水中溶解 0.3 毫克），能溶于液氨和二氧化硫，易溶于二硫化碳（一份二硫化碳可溶 20 份的磷）中，用碳氢化合物（醇、醚）等有机物质均能使磷溶解。磷在醇中的溶解比例为 1:100，在石油中为 1:80，在石蜡中为 1:70，亦易溶于苯和松节油水，但不溶于硝酸中。由于磷在水中的溶解度较小，故一般都把它溶解在水中进行保存。

磷与空气中氧接触，很易自燃，它的发火点取决于它的表面积的大小。如细碎的磷当温度接近零度时，仍能燃烧。而整块的磷在空气中的燃点为 40°C 。磷燃烧时形成一种白色烟幕，完全氧化时，则生成五氧化二磷或磷酸酐：



磷酸酐的吸湿性极强，与水化合时，根据化合水的数量不同生成三种不同的磷酸。



黄磷有剧毒，误食 0.1 克即能使人致死。因此，从事黄磷的有关操作时，要特别注意。

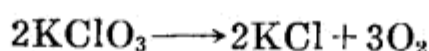
抗战时期以磷装填的手榴弹、燃烧罐和燃烧盒等，均属于近战武器。手榴弹在爆炸时可产生大量烟雾和热能，烧伤敌人的有生力量。燃烧盒和燃烧罐等主要用于纵火，可以迅速的点燃草堆、草房、木质桥梁和一切易燃烧材料制成的建筑物和构筑物。因此，以磷装药的武器主要作用为：（1）用于伪装，制造烟幕迷惑敌

人；(2) 杀伤有生力量，当燃烧弹或地雷爆炸时磷的颗粒四处喷射，在空气中燃烧，落在衣服或皮肤上立即引起烧伤；(3) 对易燃材料的目标纵火。

(二) 氯酸钾与硫酸点火剂

利用氯酸钾与硫酸的性质特点，使这两种物质相化合，产生爆炸和燃烧。这两种原料比较容易得到，是制造燃烧罐和燃烧瓶的装药材料，但不适用于装填手榴弹。

氯酸钾化学式为 KClO_3 ，分子量 122.55。外观为无色带有光泽的小片状或为四角的单斜片状结晶（亦可为六角的单斜片状结晶），比重 2.34，熔点 356°C ，分解温度为 400°C 。分解时按下列方程式放出氧



氯酸钾易溶于水，微溶于醇，在水中的溶解度如表 34 所示。

表 34 氯酸钾在水中的溶解度

水温 (°C)	溶解氯酸钾 %	水温 (°C)	溶解氯酸钾 %	水温 (°C)	溶解氯酸钾 %	水温 (°C)	溶解氯酸钾 %
0	3.2	30	9.2	60	20.6	90	32.3
10	4.8	40	12.7	70	24.5	100	36.0
20	6.8	50	16.5	80	28.4		

氯酸钾不易吸湿，在温度 20°C 时，氯酸钾饱和溶液的相对湿度为 97%。

氯酸钾加热至 356°C 时，开始溶化并逸出氧气，加热至 550°C 时逸出全部氧。氯酸钾遇强酸即分解，发生猛烈的爆炸。因此，利用这种化学特性来装填燃烧罐和燃烧瓶。

氯酸钾中如含有可燃的杂质（如碳、磷、硫、纸或淀粉），则化学安定性受到影响，而机械敏感度会有很大程度的增加。含有可燃性杂质的氯酸钾在加热或研磨中可能产生爆炸，因此，氯酸钾

在加工时，不能混合入可燃性杂质及其他机械杂质。

(三) 胶化油料

有机易燃物的种类很多，如各种树脂、瀝青、松香和石蜡等。然而这些物质均不适用于作为纵火材料。最有价值的纵火材料是易燃的液体汽油或煤油及苯类。但易燃液体油料的流动性很大，对燃烧的效应有影响，也给装填工作增加了困难，需将易燃液体材料加工成半液态或胶状。为了得到良好的使用效果，要求凝固油料（1）挥发性小，（2）易于引燃，（3）热效应大，（4）燃烧温度高，（5）在运输保存中不变质。

凝固油料的方法，可采用如图 125 的装置。

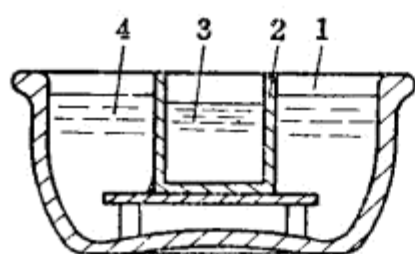


图125 胶化油料装置

1—陶缸；2—钢槽；3—物料；4—热水。物料边搅拌，物料全部加完后，在搅拌的条件下再加入饱和的苛性钠酒精溶液（苛性钠0.5%；酒精15%，此数值并不计算在装料混合物的比例之内）。物料温度保持在70℃，继续搅拌1小时，经自然降温后，即成为胶状体。

依上法所制得的胶状汽油和煤油混合物，比重为0.8，熔点57℃，外观类似蜂蜜或石蜡。冷却后的胶化油料即可用作装药，胶化油料的适用范围很广，可以装填各种类型的燃烧纵火器材。

图中所示的钢槽可用铝槽代替，在槽与缸之间充满热水。

所采用的原料为煤油55%，汽油40%，硬脂酸5%。将物料按上述比例称取后，加入反应槽内，使物料加温至70℃，边加入

§3 燃烧瓶制造法

抗战时期曾利用各种易燃材料制造燃烧瓶，前后共制造过下列几种类型的燃烧瓶。

A型燃烧瓶是最简易的一种，这种燃烧瓶的外壳采用的是

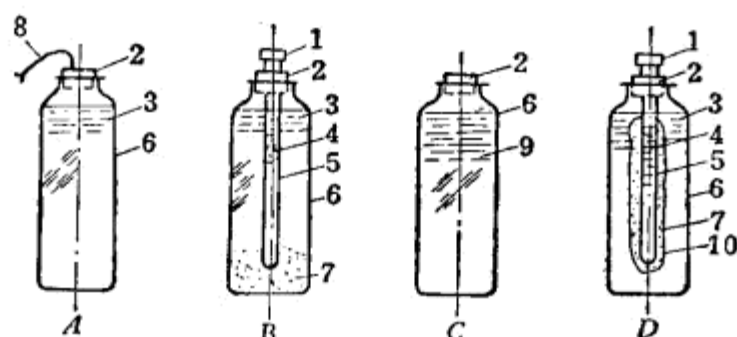


图126 燃燒瓶

1—橡皮塞；2—橡皮塞；3—汽油；4—硫酸；5—玻璃管；6—玻璃瓶；7—氯酸钾；8—緩燃綫；9—黃磷；10—油紙。

玻璃瓶，在瓶中装入汽油，盖上橡皮塞，通过塞上的孔，插入一根緩燃綫并固定好，緩燃綫的长度根据其燃燒速度和投擲的距离来决定。A型的燃燒瓶不能自燃发火，使用时将緩燃綫点着，在投擲飞行中，緩燃綫将汽油点燃，碰击目标时玻璃瓶被打碎，汽油开始燃燒，引燃目标起火。这种燃燒瓶虽然发火方式比較原始，但結構简单，制造容易。

B型燃燒瓶属于自燃发火的一种。外壳是一个玻璃瓶，在瓶中装入汽油，每一立升汽油內加入40~50克的粉状氯酸钾，然后塞上带有玻璃管的橡皮塞。玻璃管內充入40~50立方厘米的比重为1.84的濃硫酸，在玻璃管上再盖一个橡皮塞以免酸液外溢。这种燃燒瓶的使用时不需点火，命中目标后，燃燒瓶破碎，瓶內装濃硫酸的玻璃管也被撞碎，濃硫酸即与汽油中的氯酸钾发生作用，当即起火点燃四处流散的汽油，燒毀目标。

C型燃燒瓶又称为黃磷燃燒瓶，瓶內装填的液体，本身就是自燃材料，不需借助其他材料发火点燃。它是采用一个玻璃瓶，里面装一些黃磷，磷的表面上注清水，避免磷与空气接触。当命中目标时，瓶体被打碎，磷即在空气中燃燒，引起目标的燃燒。这种燃燒瓶在燃燒时，伴有大量的白色烟幕。黃磷燃燒瓶是燃燒瓶中較理想的一种。

D型燃燒瓶和B型燃燒瓶的发火原理相似，也是利用濃硫

酸与氯酸钾作用而发火的。燃烧瓶的外壳是一个玻璃瓶，在橡皮塞的中央装一支盛有浓硫酸的玻璃管。在玻璃管的周围包以油纸或塑料薄膜，玻璃管与纸的中间装有氯酸钾细粉。当命中目标时，玻璃管与玻璃瓶撞碎，硫酸与氯酸钾作用起火，点燃瓶中汽油，引起目标的燃烧。

上述各种燃烧瓶，尺寸可大可小，形状不限，只是装填后，瓶口塞子要求密封，以免油料及硫酸外溢。

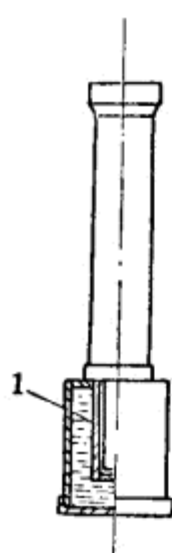
燃烧瓶可以用来攻击活动目标，如坦克、汽车和火车等各种车辆，但更适用于攻击固定目标，如各种军用仓库、火药库、被服库、木质桥梁和建筑物等。燃烧瓶结构简单，使用方便，攻击效果也很显著，是抗战时期使用较多的燃烧武器。燃烧瓶在运输或保管中要轻拿轻放，不要打破，以免引起火灾。

§4 燃烧手榴弹制造法

(一) 燃烧手榴弹的构造

燃烧手榴弹是燃烧器材中很重要的一种，用途较广泛。

燃烧手榴弹的构造与木柄杀伤手榴弹（详见第八章）相似，



由木柄、弹壳和拉火装置三个部分组成。木柄和拉火装置与木柄杀伤手榴弹完全相同。

只是弹壳材料和弹头装药有所不同。燃烧手榴弹的壳体材料是采用 0.7~1 毫米厚的铁皮（最好是镀锌铁皮），药是采用黄磷和胶化油料。胶化油料的装药比较简单，只是称取一定数量的胶化油料装入弹壳，然后再与装有拉火装置的木柄合装在一起，其合装的方法与杀伤手榴弹同。装填黄磷需采用注装法。燃烧手榴弹的构造如图 127

图127 燃烧手榴弹

1—黄磷或胶化油料。所示。

(二) 熔磷

进厂的黄磷是块状，一般均保存在清水中，使用时需将磷熔化。在战争年代里，由于设备条件所限，磷的熔化是用热水槽来进行的，其构造如图 128 所示。

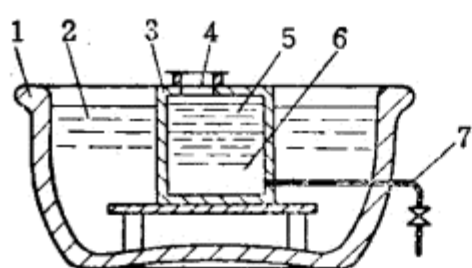


图128 熔磷槽

1—陶缸；2—热水；3—钢槽；
4—加料口；5—热水；6—黄磷；
7—出磷口。

先在槽内加入占槽容积 $\frac{1}{3}$ 的热水，后将磷桶打开，用工具迅速的将磷加入熔磷槽中，在夹套中间充入 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的热水，使磷熔化。黄磷的熔点为 44.2°C ，当温度超过黄磷的熔点时，磷即慢慢地熔化。

黄磷有剧毒，操作时必须戴上防毒用具，绝对不能用手直接与磷接触。磷在空气中有自燃的特性，熔磷时一定要在水中进行（当然可以在其他适当介质中或惰性气体保护之下进行）。

(三) 注磷

弹壳注磷的方法是，先将弹壳准备好，倒置于水槽的固定托板上，在弹壳内先充入 $\frac{1}{2}$ 的净水。注磷的工具采用铁壶，在铁壶里先加入 $\frac{1}{3}$ 的 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 的热水，然后由熔磷槽中将磷通过出料管装入铁壶中，操作人员戴好防毒面具和胶皮手套，然后进行浇注。

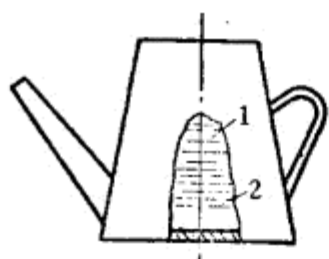


图129 铁壶

1—水；2—黄磷。

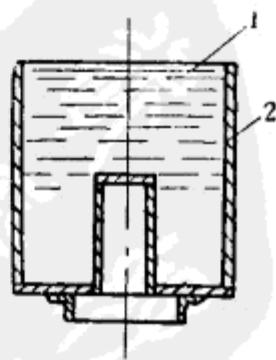


图130 弹头注磷

1—黄磷；2—弹壳。

利用黄磷和水的不同，用黄磷将彈壳中的水置换出来（如图129所示）。这样可避免黄磷与空气接触发生自燃。

注磷时，操作要迅速准确，不要使黄磷溢出壳外。黄磷注装完毕后，立即将准备好的彈壳底盖旋上并擰紧。为了很好地进行密封，彈壳底盖的螺紋应先塗上一层鉛丹油，然后再旋入壳体上。

旋好底盖的彈头，将外表面擦拭干淨，在螺紋結合处再塗上一层密封剂。經檢驗合格后，可与帶有拉火裝置的彈柄合装。装配的方法与杀伤手榴彈相同。

彈头与彈柄合装前，对彈头要进行密封性檢驗。檢驗时，将已装磷的彈头置于干燥室的干燥架上，在室溫 60°C 的条件下加溫1小时，加溫时如发现有白烟，說明有磷漏出；沒有白烟发生就为合格品。

由于磷在空气中能自燃，注磷时地面要多洒水，注装所用的工具使用后，一定要保存在水中。注磷的工作地点要多准备一些水，以备发生事故时使用。如果条件許可，注磷的工作地点应設有通風裝置。

§5 燃燒地雷制造法

燃燒地雷主要是由燃燒桶、炸药包（或黑火药包）及拉火机构所組成。燃燒地雷的发火方式一般均采用拉火，拉火的构造与杀伤地雷拉火机构完全相同（詳見第九章）。

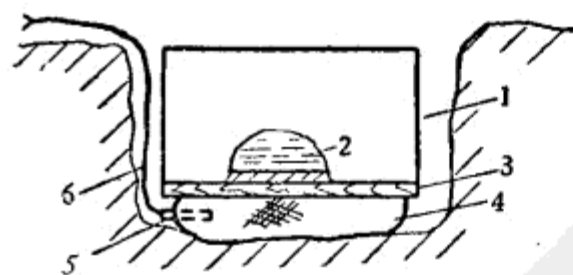


图131 燃燒地雷

1—燃燒桶；2—汽油或煤油；3—薄木板；4—炸药包；5—拉发裝置；6—拉绳。

燃燒地雷（如图131所示）主要是攻击坦克、装甲車、汽車等各种車輛。

燃燒地雷的装药可以用黄磷、胶化油脂或液体易燃油料，像汽油、煤油或苯类等。燃燒地雷的外壳是一个大鉄桶，其尺寸大小可以任意選擇，桶

內装入一定数量的燃燒剂。敷設地雷时，在桶的下面裝置一个炸药包和拉火綫，当目标进入地雷的威力圈內，立即扯动拉火綫，拉火管发火，雷管引起炸药包（或黑火药包）爆炸，将燃燒桶炸碎并将桶內燃燒剂拋出地面，四处飞溅，使目标燒毀。通常所采用的燃燒地雷，小者有5~6公斤，大者可达一百公斤以上。燃燒地雷的装磷方法与燃燒手榴彈相同。

§ 6 燃燒盒制造法

燃燒盒在敌后游击斗争中用量較大，它的尺寸小，构造簡單，便于敌后使用。主要的用途是纵火，用于破坏敌人的各种軍事仓库及各种可燃性的物质。它的构造非常簡單，常做成方形、长方形或其它日用品的形状，大者如肥皂盒，香烟盒，小者如火柴盒，材料为鉄皮。在盒的两端上各有一个排水孔，并擰上一个螺盖

（如图132所示）。

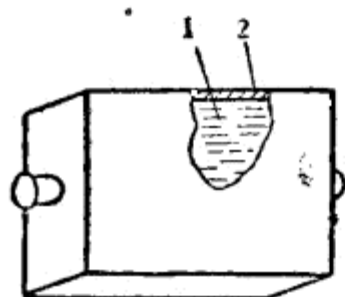


图132 燃燒盒

1—黃磷；2—盒体。

在盒里先充入 $\frac{1}{3}$ 的水，再注入 $\frac{2}{3}$ 的黃磷。将盒盖擰紧后即可使用。使用时，将盒两端的螺盖全擰下来，然后向目标投擲。当盒中的水排出后，磷即与空气接触开始燃燒并噴出火焰，以点燃目标。

燃燒盒的尺寸小，可做成日用品的各种形状，便于伪装和携带。由于盒內装填的是黃磷自燃剂，所以燃燒盒是很好的纵火器材。燃燒盒做好之后，要保証携带和保存时的安全，須进行密封性試驗，試驗的方法和工艺条件与燃燒手榴彈相同。

第十一章 簡易軍事爆破法

§ 1 概 述

在戰爭中采用爆破法有着很重要的作用，它可以在極短的時間內破壞敵人的軍事工事、碉堡和大型建築物等；在戰鬥中消滅敵人的火力點；巷戰中清除部隊前進中的障礙；退却時炸毀鐵路或橋梁以阻止敵人前進。

抗戰時期，武裝力量的對比，一般說來是敵強我弱。由於正確地執行了毛澤東同志的戰略思想，除了主力部隊機動靈活地殲滅敵人外，還開展了大規模的群眾性的爆破運動，使敵人亡魂喪膽，日夜不安，牽制和分散了敵人的大量兵力，有力地配合著主力部隊作戰。

爆破工作在軍事上應用比較廣泛，無論是大部隊作戰或小部隊作戰、攻堅戰或防禦戰，在戰場上或在敵後，進攻、退却或是阻止敵人前進，都可以根據條件廣泛地應用。

§ 2 火花起爆法和電力起爆法

當時採用的爆破方法有兩種，即火花起爆法和電力起爆法。

(一) 火花起爆法

火花起爆法是用導火綫和火雷管起爆炸藥包，當點燃導火綫後，使雷管受火焰作用起爆，隨即引起炸藥包的爆炸。

火花起爆時，將導火綫按計算的長度切斷，再把準備插入雷管的導火綫一端的外皮用刀子切開，然後輕輕地插入雷管并和雷管中的加強帽相接觸。當導火綫插入後，如是金屬壳雷管，可用鉗子把雷管的口部夾緊（只夾口部絕對不能夾加強帽部位），以固定導火綫。如採用紙雷管，不能用鉗子夾，可將導火綫與雷管結

合处纏上一紙条，以固定导火綫（图 133）。

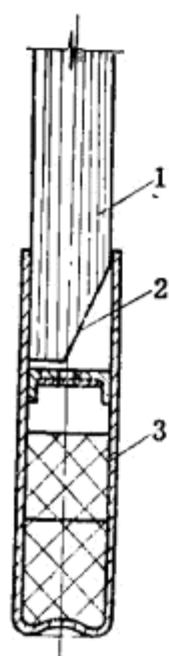


图133 导火綫插入火雷管。

1—导火綫；2—切掉外皮部分；3—火雷管。

炸药包敷設好以后，用木錐子或其他有色金屬工具把炸药包戳一个洞，然后把带有导火綫的雷管装入孔中，用绳子捆好雷管，即可使用。

火花起爆法操作简单，适用于战斗中进行爆破。

（二）电力起爆法

电力起爆法是使用电雷管起爆炸药包。这种方法一般应用于多点爆破和炸药量較大的爆破工程，如用于炸毀敌人較大的鉄桥或建筑物，从地道中炸毀敌人的大型碉堡等。

电力起爆法不需用导火綫，将药包敷設好以后，用木錐子在药包上戳一个洞，把电雷管装入，再用绳子綁好，将雷管的脚綫与电源綫接好，通入电

流后即可起爆。連接电源所用的导綫，当时多采用电话綫（图 134）。

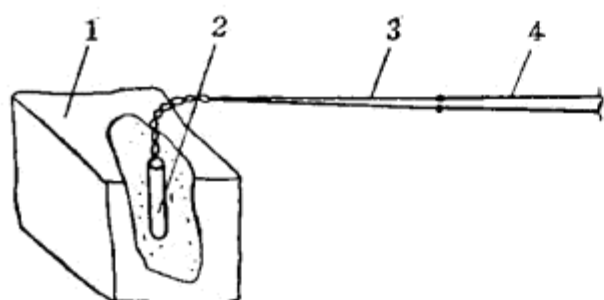


图134 电力起爆

1—药包；2—雷管；3—脚綫；
4—电源母綫。

电力起爆的电源，一般是采用干电池，也有用手搖电话机产生电流来引爆雷管。当然采用照明或动力的电源也可。另外还可以采用“放炮器”（一般在矿山爆破

时使用），如 ПМ-1 型、ПМ-10 型、КПМ-2 型、БКМ-3/50 型均可。ПМ-1 型其起爆能力較大，可起爆串联的 100 个雷管，如并联时可起爆 2~3 个。ПМ-10 型可起爆串联的 10 个雷管。ПМ 型放炮器是属于发电机式的，因而 БКМ-3/50 型对电能的利用更

为充分。在战争环境中，电话机应用较方便，既可做为军事通讯，爆破时又可做为起爆电源，所以多采用电话机。

(1) 线路联接的方法和电流计算

A) 联线方法：要炸毁一座较大的建筑物或构筑物，如采用一个点集中进行爆炸，有时是不能彻底炸毁目标的，需要较多的炸药。为了节约炸药和彻底炸毁目标，一般采用多点同时爆破的方法。其线路联接的方法有两种，即串联和并联（如图 135 所示）。

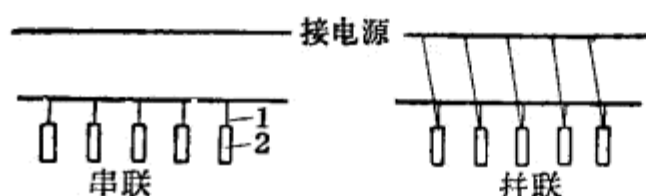


图135 串联和并联

1—脚线；2—雷管。

串联操作简单易掌握，同时起爆时所需用的总电流较小，但当其中一个雷管发生故障时，就会影响到全部雷管的准爆。并联的操作也不很复杂，各个雷管之间互相影响较小，但起爆时所消耗的总电流较大。

B) 电流计算：电流、电压和电阻是根据欧姆定律来进行计算的。

即

$$I = \frac{u}{r},$$

式中 u ——电压（伏）；

I ——电流（安培）；

r ——电阻（欧姆）。

在实际爆破中，为保证起爆，均按计算出的电阻值加大 15%~20%，因为架线时，由于线路的弯曲扭折，会增加电阻。

计算时，必须考虑到每个雷管所得到的电流应大于准爆电流。为了可靠起见，当用交流电时，准爆电流取为 2 安培，用直流电时为 1.7 安培。一般电桥式电雷管的电阻为 1.1~1.6 欧姆，而灯泡式的电流管的电阻要大些。

串联电流计算

綫路的总电阻

$$R = nr_0 + R_0,$$

而綫路通过的电流为

$$I = \frac{u}{R} = \frac{u}{nr_0 + R_0},$$

式中 u ——电源电压 (伏);

r_0 ——单个雷管的电阻;

R_0 ——电路电阻 (欧姆);

n ——串联雷管数。

串联时每个雷管所得到的电流, 等于通过綫路的总电流

$$i = I = \frac{u}{nr_0 + R_0} \geq i_{\text{准爆}}。$$

例 1 要炸毁一座鉄桥, 由 10 处爆破, 每处均有一个雷管, 采用串联, 每个雷管的电阻为 2 欧姆, 导綫电阻为 4.5 欧姆, 用 120 伏电压的交流电源起爆时能否引起爆炸?

按串联公式計算

$$i = I = \frac{u}{nr_0 + R_0} = \frac{120}{10 \times 2 + 4.5} = 4.9 \text{ 安培} > 2 \text{ 安培}。$$

通过每个雷管的电流为 4.9 安培, 大于准爆电流 (2 安培), 故可以起爆。

并联电流計算

并联电路的总电阻

$$R = \frac{r_0}{m} + R_0,$$

式中 m ——并联雷管数。

綫路通过电流

$$I = \frac{u}{R} = \frac{u}{\frac{r_0}{m} + R_0}。$$

每个雷管所得到的电流为

$$i = \frac{I}{m} = \frac{I}{r_0 + mR_0} \geq i_{\text{准爆}}$$

例2 要并联 10 个雷管，每个雷管的电阻为 2 欧姆，线路电阻为 4.5 欧姆，用 120 伏交流电源起爆，能否引爆？

按并联公式计算：

$$i = \frac{u}{r_0 + mR_0} = \frac{120}{2 + 10 \times 4.5} = 2.6 \text{ 安培} > 2 \text{ 安培。}$$

每个雷管所得到的电流为 2.6 安培，大于 2 安培，故可以起爆。

在进行成组爆破时，可按上述方法计算电源的电流强度。

§3 导火线制造和长度计算

导火线用于引爆雷管或点燃黑火药，例如在火花起爆法中，就需要用导火线。

导火线一般是由用棉线或亚麻线织成的被复套和药芯构成。药芯的材料是黑火药粉，它的成份一般为

硝酸钾	78%
硫	10%
木炭粉	12%

为了防止药芯受潮，在线皮的外部缠有两层牛皮纸和涂一层防潮剂，最外部缠有棉线（图 136）。

对导火线的要求是燃烧速度准确，有足够的喷火能力，燃烧过程中不透火和不断火，有较强的耐火性。导火线的燃烧速度一般均为每秒钟燃烧长度 10~13 毫米。制造导火线需要倒线机和制索机等设备。抗战时期，曾经生产过下述几种形式的导火线，大部分是用手工操作，但生产快，能满足需要。

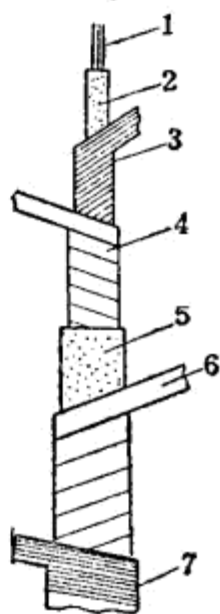


图136 导火线

1—芯线；2—药芯；3—棉线；4—牛皮纸；5—防潮剂；6—牛皮纸；7—外皮用棉线。

(一) 紙捻的导火綫

紙捻的导火綫是把黑火药粉定量而均匀地撒在牛皮紙和柔性紙（美濃紙）上，用手工捻成导火綫，其制法如下：

（1）黑火药粉准备：制导火綫所使用的黑火药粉不能受潮，在使用前需要干燥。将黑火药放在干燥盘中送入干燥室内，在溫度 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的条件下，干燥 $6\sim 9$ 小时。

（2）紙条准备：将柔性紙和牛皮紙裁成一定寬度的紙条。

（3）卷导火綫：將紙条在中心部折成一条折痕（如图137），用一个半圓形的細管，將药粉先装入管内，再小心地倒在紙的折痕处，將紙合起来用金屬棒搓压，使药粉成为柱状，再用手捻紧，即成为导火芯子（如图 138 所示）。

导火綫芯子捻好后，在外皮上再包一层牛皮紙。为了防潮，可在牛皮紙的外面塗上一层防潮剂（石蜡或瀝青）（图 139）。

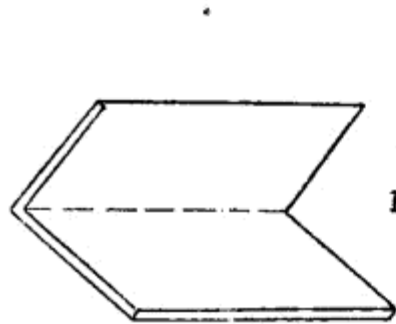


图137 折痕。

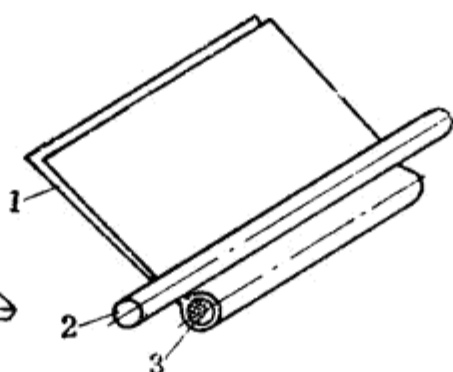


图138 捻芯子
1—紙；2—金屬棒；
3—黑火药。

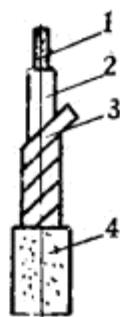


图139 紙捻的导火綫
1—药芯；2—美濃紙；
3—牛皮紙；4—石蜡。

(二) 管状导火綫

管状导火綫的尺寸較短，延期時間也短，如用在地雷或手榴彈上的导火綫的延期時間为 $3\sim 4$ 秒。这种导火綫在軍事爆破中也可以采用的，因为它有很好的隐蔽条件，操作人員在較短的時間內能轉移到安全地点。管状导火綫的制造方法如下：

首先用細鉄棒作为芯子，將准备好的牛皮紙刷上粘合剂，再將牛皮紙卷成一个細长的紙管（卷管的方法与卷紙雷管的方法相

同)。卷好的紙管，經自然干燥后，用刀切成一定长度，將干燥的黑火药装入管中，再用細金屬棒压紧，測定燃燒時間后即可使用。

(三) 绳状导火綫

抗战时期也曾用过绳状导火綫，其制法簡單，材料采用亚麻或棉綫。制造时，先将亚麻或棉綫放在硝酸鉀的溶液中浸透，經干燥后，在表面上再纏上一层棉綫。直径为 6~8 毫米，綫芯为亚麻的绳状导火綫的燃速是 0.4~0.7 厘米/分钟。

上述各类导火綫，在制造时，都需进行燃速試驗，以确定药量和成分配比，然后才能进行生产。药量和药的成分配比可按需要随时調整。

(四) 导火綫的燃燒速度測定

每制造一批导火綫，要先測定燃燒速度，以調整药粉的配比和确定装药量。測定时，先将卷制好的导火綫，剪去两端头部，截取一定长度，从点火开始記錄時間到全部燃燒完为止，其燃燒速度可按下式計算

$$\frac{\text{导火綫长度 (毫米)}}{\text{由点燃到燃尽所需時間 (秒)}} = \text{燃速 (毫米/秒)}。$$

(五) 导火綫的长度計算

爆破中所需导火綫的长度可按下式計算

导火綫长度(米)

$$= \frac{\text{点火个数} \times \text{每个点火所需時間} + \text{到安全地点時間} + 60 \text{秒}}{\text{每米导火綫的燃燒時間 (秒/米)}}。$$

例 有一个集团装药，要进行一点爆破，点火后退到安全地点的时间需要 30 秒，每米导火綫的燃燒時間为 120 秒/秒，則所需导火綫的长度是多少？

代入上式即得：

$$\frac{1 \times 5 \text{ 秒} + 30 \text{ 秒} + 60 \text{ 秒}}{120 \text{ 秒/米}} = 0.79 \text{ 米}。$$

采用长度 0.79 米的导火綫即可。

导火綫一經受潮就会失效，因此制成的导火綫要存放在干燥的地方。

§ 4 爆破药包的敷設

爆破中所使用的药包形状，一般多为方形，也有长方形或圆柱形等，应根据使用情况临时选定。药包皮(装药用的包装材料)最好是采用塑料袋或油布口袋，这两种材料防潮性能較好。如无上述材料也可用牛皮紙或油紙等。在大量爆破时可用木箱装药。采用塑料、油布和紙作为包装药袋时，需将口部封严，以免受潮或漏药。药包准备好以后，可进行敷設。药包上的雷管孔在药包敷設时用木錐子临时戳成。采用木箱时，木箱上的雷管孔可以預先留好，用紙塞住以免漏药。药包形状如图 140、141、142、143、144所示。

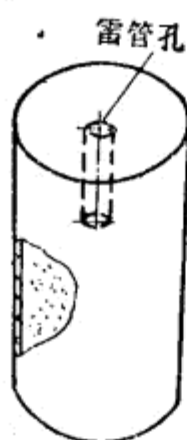


图140 圆柱形药包

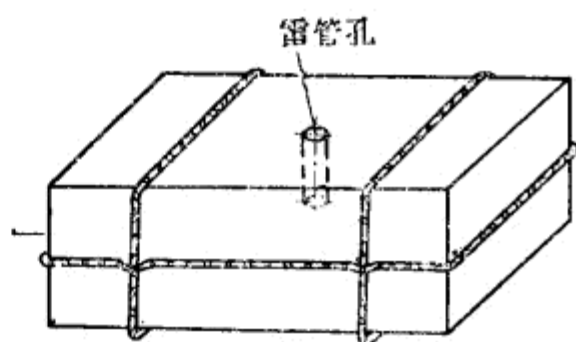


图141 长方形药包

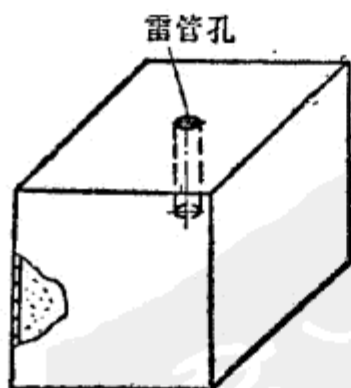


图142 方形药包

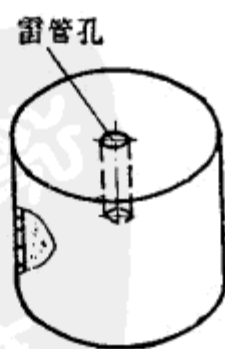


图143 圆形药包

紧急的作战中所进行的爆破和在敌人“鼻子尖”底下进行的爆破作业，都要求动作迅速而准确。因而在敷设炸药包时，一般不采用在洞室内进行爆破（如炸毁一座钢桥），均采用外部爆破的方法。

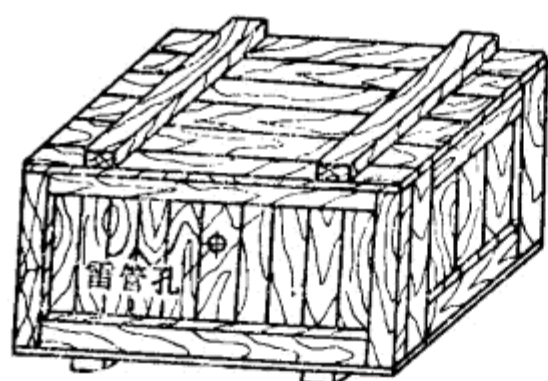


图144 箱式药包

如炸毁一座桥，在紧急的情况下，可用木杆做为支撑，上放一木板托住炸药包，使炸药包紧贴在桥洞顶部，用火雷管或电雷管起爆（如图 145 所示）。

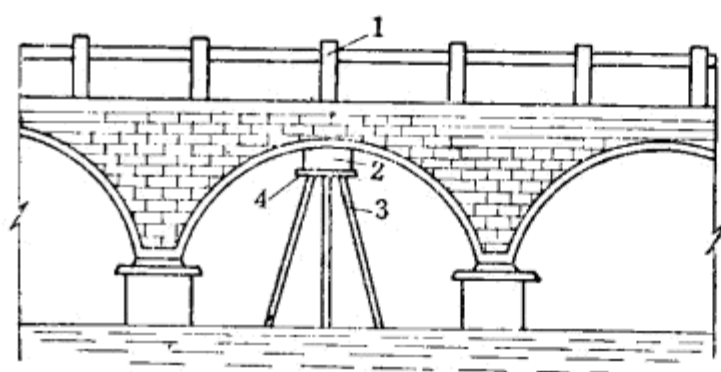


图145 炸毁桥梁时药包的敷设方法

1—桥；2—炸药；3—支撑；
4—木板。

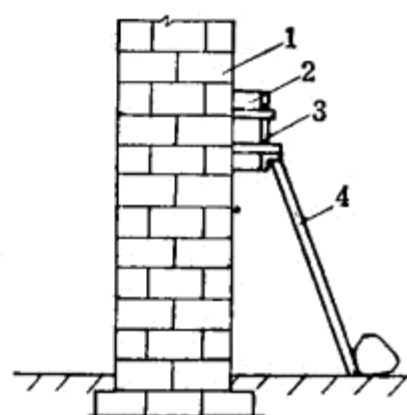


图146 炸毁墙药包敷设方法

1—墙；2—炸药包；3—木板；
4—支撑木棍。

再如作战时，要摧毁一面障碍墙，供部队能够迅速通过，在炸药包上绑上一根杆子，然后将炸药紧贴在墙上，并把杆子着地的一端固定好，装好雷管即可起爆（如图 146 所示）。

若炸毁一个木桥桩时，应将炸药包沿桥桩的垂直方向敷设，为牢固起见，加一个木棍，然后用绳子把三者绑紧（如图 147 所示）。炸药包敷设时一般都敷设在上水方向。

要炸毁较大的工字钢时，可以把炸药包敷设在工字钢的中

間，用木板和木塊頂好，然后用繩子綁緊，裝好雷管即可爆破，
如图 148 所示。

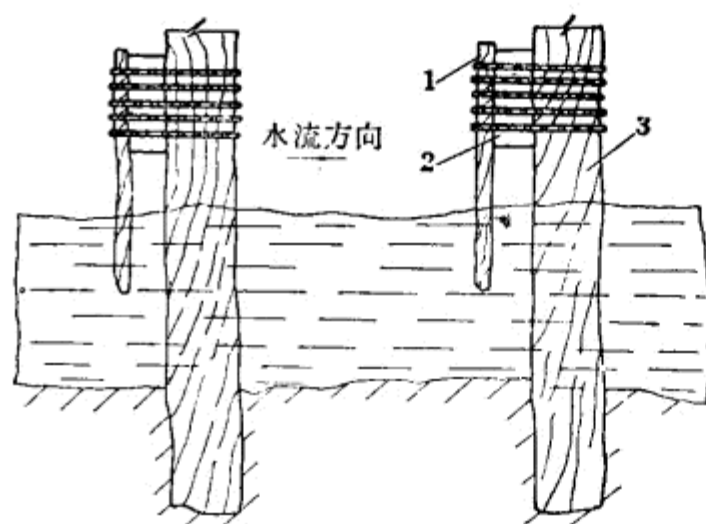


图147 炸毀木桥桩时药包敷設
方法

1—木条；2—药包；3—桥桩。

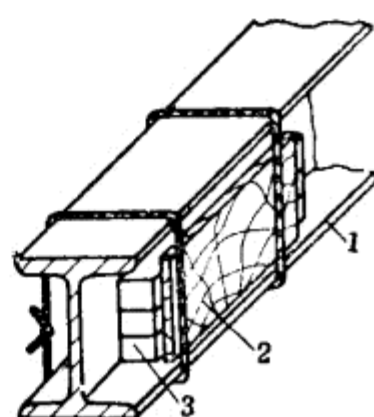


图148 炸毀工字鋼时药包
的敷設方法

1—工字鋼；2—木板；3—炸药包。

如果要炸毀方形或长方形的木柱时，可以将药包捆在方柱的
任何一面。如是圓形的，为了充分利用炸药的能量，最好用鋒利
的刀子，將敷設炸药包的那一面削平一块，然后用繩子將炸药包
捆好（图 149）。

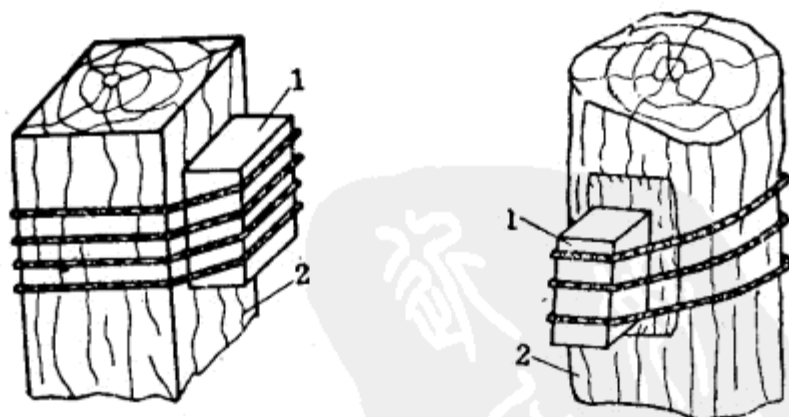


图149 炸毀木柱时药包的敷設方法

1—药包；2—木柱。

药包敷設的方法很多，可根据爆破对象不同，采用不同的敷設方法。

§5 爆破木结构所需炸药量的計算

要炸毁木结构的建筑物或构筑物，使敌人短時間內很难恢复，最好是炸毁它的主体结构（梁或柱）。通常是采用将炸药包捆在木结构的梁或柱的外壁上，来进行爆破。爆破时，根据木材直径大小和木材的质量是否坚硬等条件，确定所需要的炸药量。

炸药用量（以梯恩梯計）可以根据以下經驗公式計算。

（1）直径小于 30 厘米的一般木材（如松树、柳树、楊树等）：

$$Q = \frac{D^2}{1000}, \quad (1)$$

式中 Q ——炸药量（公斤）；

D ——木材的直径（厘米）。

（2）直径大于 30 厘米的一般木材：

$$Q = \frac{D^2}{1000} \times 1.3, \quad (2)$$

式中 1.3 为附加系数。

（3）直径小于 30 厘米的坚硬木材：

$$Q = \frac{D^2}{1000} \times 1.3, \quad (3)$$

式中 1.3 为附加系数。

（4）直径大于 30 厘米的坚硬木材：

$$Q = \frac{D^2}{1000} \times 1.6, \quad (4)$$

式中 1.6 为附加系数。

如采用在木材内部炸毁时，可按第（1）式計算药量。

为了方便，将木结构炸毁时所需要的炸药量列表如下：

表35 炸毀木材所需药量表

木材直 徑 D (厘米)	D^2 (厘米 ²)	炸 药 用 量 (公斤)		
		一般木材	坚硬木材	炸药名称
24	576	0.576	0.576×1.3	以梯恩梯計
25	625	0.625	0.625×1.3	以梯恩梯計
26	676	0.676	0.676×1.3	以梯恩梯計
27	729	0.729	0.729×1.3	以梯恩梯計
28	784	0.784	0.784×1.3	以梯恩梯計
29	841	0.841	0.841×1.3	以梯恩梯計
30	900	0.900	0.900×1.3	以梯恩梯計
31	961	0.961×1.3	0.961×1.6	以梯恩梯計
32	1024	1.024×1.3	1.024×1.6	以梯恩梯計
33	1089	1.089×1.3	1.089×1.6	以梯恩梯計
34	1156	1.156×1.3	1.156×1.6	以梯恩梯計
35	1225	1.225×1.3	1.225×1.6	以梯恩梯計
36	1296	1.296×1.3	1.296×1.6	以梯恩梯計
37	1369	1.369×1.3	1.369×1.6	以梯恩梯計
38	1444	1.444×1.3	1.444×1.6	以梯恩梯計
39	1521	1.521×1.3	1.521×1.6	以梯恩梯計
40	1600	1.600×1.3	1.600×1.6	以梯恩梯計
41	1681	1.681×1.3	1.681×1.6	以梯恩梯計
42	1764	1.764×1.3	1.764×1.6	以梯恩梯計
43	1849	1.849×1.3	1.849×1.6	以梯恩梯計
43	1936	1.936×1.3	1.936×1.6	以梯恩梯計
45	2025	2.025×1.3	2.025×1.6	以梯恩梯計
46	2116	2.116×1.3	2.116×1.6	以梯恩梯計
47	2209	2.209×1.3	2.209×1.6	以梯恩梯計
48	2304	2.304×1.3	2.304×1.6	以梯恩梯計
49	2401	2.401×1.3	2.401×1.6	以梯恩梯計
50	2500	2.500×1.3	2.500×1.6	以梯恩梯計
55	3025	3.025×1.3	3.025×1.6	以梯恩梯計
60	3600	3.600×1.3	3.600×1.6	以梯恩梯計
65	4225	4.225×1.3	4.225×1.6	以梯恩梯計
70	4900	4.900×1.3	4.900×1.6	以梯恩梯計
75	5625	5.625×1.3	5.625×1.6	以梯恩梯計
80	6400	6.400×1.3	6.400×1.6	以梯恩梯計

§ 6 爆破土、砖、石或混凝土结构所需炸药量的计算

炸毁土、石、砖或混凝土等建筑物和构筑物时，装药威力的大小与装入的方法和填塞情况有关。填塞严密其爆破威力大，填塞的不好则反之。因此，在爆破时，装入炸药的部位在装入炸药以后，应妥善地填塞起来。这样可节省炸药用量。军工爆破时一般均用土填塞，填塞严密的填塞系数为 1。

爆破作业的装药方法有两种，一种是将所用炸药集中地放置在一点进行爆破，这种装药方法称为集团装药；另一种方法是将待爆破的对象钻许多孔，将药包分装入各孔中，进行爆破，这样的装药方法称为分散直列装药。在战斗当中，爆破时间非常紧迫，多是采用集团装药法。

爆破时所需炸药量按下式计算：

(1) 集团装药

$$Q = W_1 \cdot C \cdot d;$$

(2) 直列装药

$$Q = W_2 \cdot C \cdot d,$$

式中 Q ——需用的炸药量（公斤）；

W ——威力半径（米）；

d ——填塞系数；

C ——材料的抗力系数。

材料的抗力系数由下表中选用。

表 36 材料抗力系数表

材 料 名 称	材 料 种 类	C 值
泥 土	一般质松的土壤	0.7
碎 石	经过碾压的碎石	1
松 石	薄弱的砖墙、粘土墙等	2.5~3
坚 石	砖墙、岩石、混凝土	3~5
坚 岩 石	桥墩、拱圆、圆形砖等	4~6

为使用方便，将炸药用量列表如下。

表37 集团装药所需药量表

材料	填塞系数 (d)	需用炸药量(公斤)					
		$W=0.5$	$W=0.75$	$W=1.00$	$W=1.25$	$W=1.50$	$W=2.00$
坚 岩 石	1.0	0.850	3.1	6.24	11	17.6	35.9
	2.0	1.7	5.5	12.5	22	35.1	71.8
	3.5	2.9	9.6	21.9	38.3	61.5	125.6
	4.5	3.7	12.4	28.1	49.2	79	161.5
坚 石	1.0	0.625	2.15	4.1	8.5	13.4	27.2
	2.0	1.25	4.3	9.6	17	26.8	54.4
	3.5	2.2	7.5	16.8	29.7	45.5	95.2
	4.5	2.85	9.6	21.6	38.2	60.3	122.4
松 石	1.0	0.400	1.3	3	5.9	10.2	24
	2.0	0.800	2.6	6	11.8	20.5	48
	3.5	1.4	4.5	10.5	20.7	35.5	84
	4.5	1.8	5.7	13.5	26.6	45.6	98
碎 石	1.0	0.15	0.45	1	2	3.4	8
	2.0	0.25	0.85	2	4	6.8	16
	3.5	0.45	1.5	3.5	6.9	11.9	28
	4.5	0.60	1.9	4.5	8.8	15.2	36
泥 土	1.0	0.1	0.3	0.7	1.4	2.4	5.6
	2.0	0.2	0.6	1.4	2.8	4.8	11.2
	3.5	0.35	1.1	2.5	4.8	8.3	19.6
	4.5	0.4	1.4	3.2	6.2	10.7	25.2

表38 直列装药需用炸药量表

材料	填充系数 (d)	每 米 长 用 炸 药 (公斤)									
		$W=0.25$	$W=0.30$	$W=0.35$	$W=0.40$	$W=0.50$	$W=0.60$	$W=0.70$	$W=0.80$	$W=0.90$	$W=1.00$
坚 岩 石	2.0	—	—	2	2.2	3.3	4.7	6.4	8.3	10.6	12.5
	2.25	—	—	2	2.4	3.8	5.4	7.4	9.4	12	14.2
	3.5	2	2.2	2.8	3.6	5.8	8.2	11.2	14.6	18.5	21.8
	4.5	2	2.8	3.6	4.8	7.4	10.8	14.5	18.8	23.8	28

(續)

材 料	填充 系数 (d)	每 米 长 用 炸 药 (公斤)									
		$W=$ 0.25	$W=$ 0.30	$W=$ 0.35	$W=$ 0.40	$W=$ 0.50	$W=$ 0.60	$W=$ 0.70	$W=$ 0.80	$W=$ 0.90	$W=$ 1.00
坚 石	2.0	—	—	—	2	2.5	3.7	4.5	6.4	8.2	9.7
	2.25	—	—	—	2	2.8	4.2	5.6	7.3	9.3	10.8
	3.5	—	2	2.3	2.8	4.4	6.4	8.7	11.3	14.3	16.9
	4.5	2	2.2	2.9	3.8	5.7	8.2	11.1	14.5	18.4	21.7
松 石	2.0	—	—	—	—	2	2.2	3	3.9	4.9	6
	2.25	—	—	—	—	2	2.5	3.4	4.4	5.5	6.6
	3.5	—	—	—	2	2.7	3.8	5.2	6.8	8.7	10.6
	4.5	—	—	2	2.3	3.5	5	6.8	8.8	11	13.5

§ 7 爆破鋼鉄結構所需炸药量的計算

如炸毀以槽鋼、工字鋼、角鋼等构成的桥梁、鉄軌时，炸药用量可按下式計算

$$Q = F \cdot 25,$$

式中 Q ——炸药用量 (克);

F ——待爆破的鋼結構的橫断面积(厘米²)。

計算面积 (F) 时，应包括铆釘的面积在內。

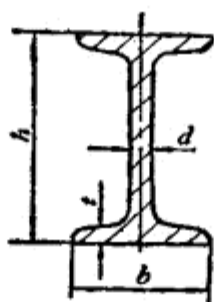
在敷設药包时，要把药包紧紧的貼在鋼构件的壁上，并用绳子捆好。

为便利使用，現將炸毀槽鋼、工字鋼和角鋼所需要的炸药量列于表39~41中。

上述軍事工程爆破所需炸药数量的計算，均以梯恩梯炸药来計算的。如采用其他类型的炸药，可参考表42进行換算。

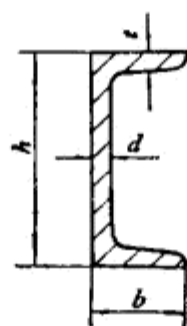
表42中，如 1 公斤的硝化甘油就相当于 1.55 公斤的梯恩梯；而 1 公斤的二硝基萘，仅相当 0.43 公斤的梯恩梯。此表仅供实际使用时参考。

表39 炸毀工字鋼所需要的炸药量



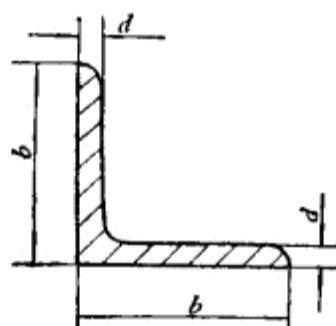
断面 号码	尺 寸 (毫 米)				断面面积 (厘米 ²)	单 位 长 度 重 量 (公斤/米)	炸 药 名 称	需用炸 药 量 (公斤)
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>				
10	100	68	4.5	7.6	14.3	11.2	以梯恩梯計	0.36
12	120	74	5.0	8.4	17.8	14.0	以梯恩梯計	0.45
16	160	88	6.0	9.9	26.1	20.5	以梯恩梯計	0.65
18	180	94	6.5	10.7	30.6	24.1	以梯恩梯計	0.75
20 a	200	100	7.0	11.4	35.5	27.9	以梯恩梯計	0.9
20 b	200	102	9.0	11.4	39.5	31.1	以梯恩梯計	1.0
22 a	220	110	7.5	12.3	42.0	33.0	以梯恩梯計	1.05
22 b	220	112	9.5	12.3	46.4	36.4	以梯恩梯計	1.15
24 a	240	116	8.0	13.0	47.7	37.4	以梯恩梯計	1.2
24 b	240	118	10.0	13.0	52.6	41.2	以梯恩梯計	1.32
27 a	270	122	8.5	13.7	54.6	42.8	以梯恩梯計	1.4
27 b	270	124	10.5	13.7	60.0	47.1	以梯恩梯計	1.5
30 a	300	126	9.0	14.4	61.2	48.0	以梯恩梯計	1.6
30 b	300	128	11.0	14.4	67.2	52.7	以梯恩梯計	1.7
30 c	300	130	13.0	14.4	73.4	57.4	以梯恩梯計	1.9
36 a	360	136	10.0	15.8	76.3	59.9	以梯恩梯計	2.0
36 b	360	138	12.0	15.8	83.5	65.6	以梯恩梯計	2.1
36 c	360	140	14.0	15.8	90.7	71.2	以梯恩梯計	2.3
40 a	400	142	10.5	16.5	86.1	67.6	以梯恩梯計	2.2
40 b	400	144	12.5	16.5	94.1	73.8	以梯恩梯計	2.4
40 c	400	146	14.5	16.5	102.0	80.1	以梯恩梯計	2.6
45 a	450	150	11.5	18.0	102.0	80.4	以梯恩梯計	2.6
45 b	450	152	13.5	18.0	111.0	87.4	以梯恩梯計	2.8
45 c	450	154	15.5	18.0	120.0	94.5	以梯恩梯計	3.0

表40 炸毀槽鋼所需要的炸藥量



断面 號碼	尺 寸 (毫 米)				断面面积 (厘米 ²)	单 位 长 度 重 量 (公斤/米)	炸 药 名 称	需用炸 药 量 (公斤)
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>				
5	50	37	4.5	7.0	6.93	5.44	以梯恩梯計	0.2
6.5	65	40	4.8	7.5	8.54	6.70	以梯恩梯計	0.3
8	80	43	5.0	8.0	10.24	8.04	以梯恩梯計	0.3
10	100	48	5.3	8.5	12.74	10.00	以梯恩梯計	0.4
12	120	53	5.5	9.0	15.36	12.06	以梯恩梯計	0.4
14 a	140	58	6.0	9.5	18.51	14.53	以梯恩梯計	0.5
14 b	140	60	8.0	9.5	21.31	16.73	以梯恩梯計	0.6
16 a	160	63	6.5	10.0	21.95	17.23	以梯恩梯計	0.6
16 b	160	65	8.5	10.0	25.15	19.74	以梯恩梯計	0.7
18 a	180	68	7.0	10.5	25.69	20.17	以梯恩梯計	0.7
18 b	180	70	9.0	10.5	29.29	22.99	以梯恩梯計	0.8
20 a	200	73	7.0	11.0	28.83	22.63	以梯恩梯計	0.8
20 b	200	75	9.0	11.0	32.83	25.77	以梯恩梯計	0.9
22 a	220	77	7.0	11.5	31.84	24.99	以梯恩梯計	0.8
22 b	220	79	9.0	11.5	36.24	28.45	以梯恩梯計	1.0
24 a	240	78	7.0	12.0	34.21	26.55	以梯恩梯計	0.9
24 b	240	80	9.0	12.0	39.00	30.62	以梯恩梯計	1.0
24 c	240	82	11.0	12.0	43.81	34.39	以梯恩梯計	1.1
30 a	300	85	7.5	13.5	43.89	34.45	以梯恩梯計	1.1
30 b	300	87	9.5	13.5	49.59	39.16	以梯恩梯計	1.3
30 c	300	89	11.5	13.5	55.89	43.81	以梯恩梯計	1.4
33 a	330	88	8.0	14.0	49.50	38.70	以梯恩梯計	1.3
33 b	330	90	10.0	14.0	55.90	43.88	以梯恩梯計	1.4
33 c	330	92	12.0	14.0	62.50	49.06	以梯恩梯計	1.6

表41 炸毀等边角鋼所需的炸药量



角 鋼 編 号	尺 寸(毫米)		截面面积 (厘米 ²)	单位长度 重 量 (公斤/米)	炸 药 名 称	需用炸 药 量 (公斤)
	<i>b</i>	<i>d</i>				
2.0	20	3	1.13	0.89	以梯恩梯計	0.03
2.0	20	4	1.46	1.15	以梯恩梯計	0.04
2.5	25	3	1.43	1.12	以梯恩梯計	0.04
2.5	25	4	1.86	1.46	以梯恩梯計	0.05
3.0	30	4	2.27	1.78	以梯恩梯計	0.06
3.0	30	5	2.78	2.18	以梯恩梯計	0.07
3.5	35	4	2.67	2.10	以梯恩梯計	0.07
3.5	35	5	3.28	2.57	以梯恩梯計	0.09
4.0	40	4	3.08	2.42	以梯恩梯計	0.08
4.0	40	5	3.79	2.97	以梯恩梯計	0.10
4.0	40	6	4.48	3.52	以梯恩梯計	0.12
4.5	45	4	3.48	2.73	以梯恩梯計	0.09
4.5	45	5	4.29	3.37	以梯恩梯計	0.11
4.5	45	6	5.08	3.99	以梯恩梯計	0.14
5.0	50	5	4.80	3.77	以梯恩梯計	0.12
5.0	50	6	5.69	4.47	以梯恩梯計	0.15
6.0	60	5	5.82	4.57	以梯恩梯計	0.15
6.0	60	6	6.91	5.42	以梯恩梯計	0.18
6.0	60	8	9.03	7.09	以梯恩梯計	0.23
6.5	65	6	7.55	5.93	以梯恩梯計	0.19
6.5	65	8	9.87	7.75	以梯恩梯計	0.25
6.5	65	10	12.10	9.51	以梯恩梯計	0.31
7.5	75	6	8.78	6.89	以梯恩梯計	0.23
7.5	75	8	11.50	9.03	以梯恩梯計	0.30
7.5	75	10	14.10	11.10	以梯恩梯計	0.35
7.5	75	9	16.70	13.10	以梯恩梯計	0.42

(續)

角 鋼 編 号	尺 寸 (毫米)		截面面积 (厘米 ²)	单位长度 重 量 (公斤/米)	炸 药 名 称	需用炸 药 量 (公斤)
	<i>b</i>	<i>d</i>				
8	80	6	9.38	7.36	以梯恩梯計	0.24
8	80	8	12.30	9.66	以梯恩梯計	0.31
8	80	10	15.10	11.90	以梯恩梯計	0.40
9	90	8	14.00	11.00	以梯恩梯計	0.35
9	90	10	17.20	13.50	以梯恩梯計	0.43
9	90	12	20.40	16.00	以梯恩梯計	0.51
9	90	14	23.40	18.40	以梯恩梯計	0.58
10	100	8	15.60	12.30	以梯恩梯計	0.4
10	100	10	19.20	15.10	以梯恩梯計	0.5
10	100	12	22.80	17.90	以梯恩梯計	0.6
10	100	14	26.30	20.60	以梯恩梯計	0.7
10	100	16	29.70	23.30	以梯恩梯計	0.8
12	120	10	23.30	18.30	以梯恩梯計	0.58
12	120	12	27.60	21.70	以梯恩梯計	0.67
12	120	14	31.90	25.10	以梯恩梯計	0.8
12	120	16	36.10	28.40	以梯恩梯計	0.9
12	120	18	40.30	31.60	以梯恩梯計	0.8
13	130	10	25.30	19.80	以梯恩梯計	0.7
13	130	12	30.00	23.60	以梯恩梯計	0.8
13	130	14	34.70	27.30	以梯恩梯計	0.9
13	130	16	39.3	30.90	以梯恩梯計	1.0
15	150	12	34.90	27.40	以梯恩梯計	0.9
15	150	14	40.40	31.70	以梯恩梯計	1.1
15	150	16	45.80	36.00	以梯恩梯計	1.2
15	150	18	51.10	40.10	以梯恩梯計	1.3
15	150	20	56.40	44.30	以梯恩梯計	1.4
20	200	16	62.00	48.70	以梯恩梯計	1.6

表42 炸药用量換算参考表

炸 药 物 名 称	每 1 公 斤 折 合 梯 恩 梯 的 数 量 (公 斤)	爆 炸 物 名 称	每 1 公 斤 折 合 梯 恩 梯 的 数 量 (公 斤)
梯恩梯	1.0	周氏炸药	0.74
硝化甘油	1.55	黑火药	0.69
爆胶	1.59	含 8% 以下硝化甘油的 硝铵炸药	0.68
泰安	1.46	雷銀	0.44
黑索金	1.36	雷汞	0.44
特屈儿	1.14	二硝基苯	0.43
苦味酸	1.04	硝铵炸药	0.36
阿梅托 20/80	0.98	含氮量 13.3% 的硝化棉	1.07

第十二章 原料酸——硫酸及硝酸制造法

§1 概 述

硫酸和硝酸都属于强酸类，用途非常广泛，是制造爆破器材的主要原料。如在制造硝化甘油、二硝基萘、梯恩梯和特屈儿等各种炸药时，需要用硫酸和硝酸；制造雷汞和雷银等起爆药时，需要用硝酸。

爆破器材制造中对酸的需要量是比较大的，如硝化 10 公斤的水银或银，就需要 90~100 公斤浓度 60% 的硝酸，再如要硝化 100 公斤的甘油，就需要混酸 700 公斤。

§2 硫酸的性质

纯硫酸为无色油状液体。无水硫酸受热时放出 SO_3 。市售的浓硫酸一般浓度为 93%，稀硫酸的浓度为 65%。

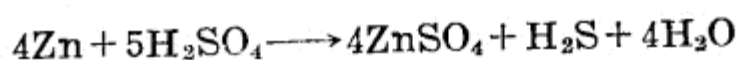
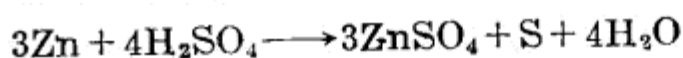
硫酸有强的腐蚀性和吸水性，它能吸收空气中的水蒸汽。吸收水分后，硫酸的浓度降低。硫酸吸水放出热量，若将水加入硫酸中，会产生局部沸腾，所以在稀释硫酸时，只能缓慢地把酸注入水中。

石灰和碱都可以将硫酸中和，中和后生成一种没有酸性的硫酸盐类，同时硫酸的腐蚀性也随之消失。若硫酸洒在地面上，可用石灰中和以消除其腐蚀性。

硫酸与多种金属均发生化学作用，如铝、铜、锌和铁等金属材料置于硫酸中很快就被腐蚀。随着金属的活泼性不同，硫酸被还原的反应式如下：



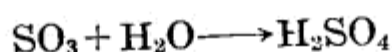
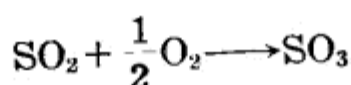
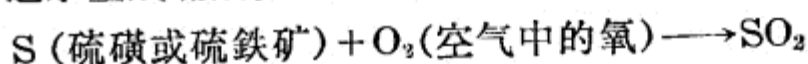
由于鋅的活性强还可以进行下列反应



硫酸濃度愈低，其腐蝕性愈大。若硫酸的濃度在74%以上时，則普通的鋼鉄也能耐腐蝕，而鉛能耐濃度80%以下的硫酸腐蝕。

§ 3 硫酸制造簡述

制造硫酸的原料为硫磺或硫鉄矿，在空气中燃燒制成二氧化硫，經過亚硝基法或接触法使二氧化硫与氧作用轉化成三氧化硫，遇水生成硫酸。它的反应原理为：



二氧化硫 (SO_2) 不能直接与氧化合得到三氧化硫 (SO_3)，可采用不同的方法使它轉化，在工业上完成这一步驟有两种方法，即亚硝基法和接触法。而亚硝基法中又分为塔式法与鉛室法两种。

§ 4 缸塔法制造硫酸

缸塔法是根据鉛室法的基本原理，使二氧化硫与含硝硫酸作用而轉化为三氧化硫，制成硫酸。

缸塔法的整个生产过程所用的塔全部是采用民間使用的瓷缸，因而称之为缸塔法。

缸塔法的特点是，設備来源广闊，就地取材，不受条件限制，建設速度快，投产速度快。如采用其他方法制造硫酸时，从建厂到投产需要1~2年的時間，而采用缸塔法則只需一个月的時間。在抗战年代，由于环境条件的限制，多采用此种方法。缸塔法制造硫酸平面布置如图150所示。

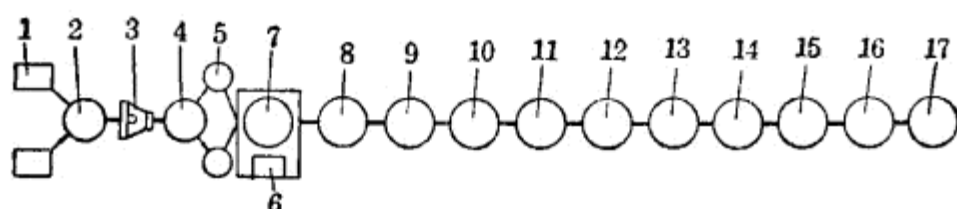


图150 缸塔法制造硫酸平面视图

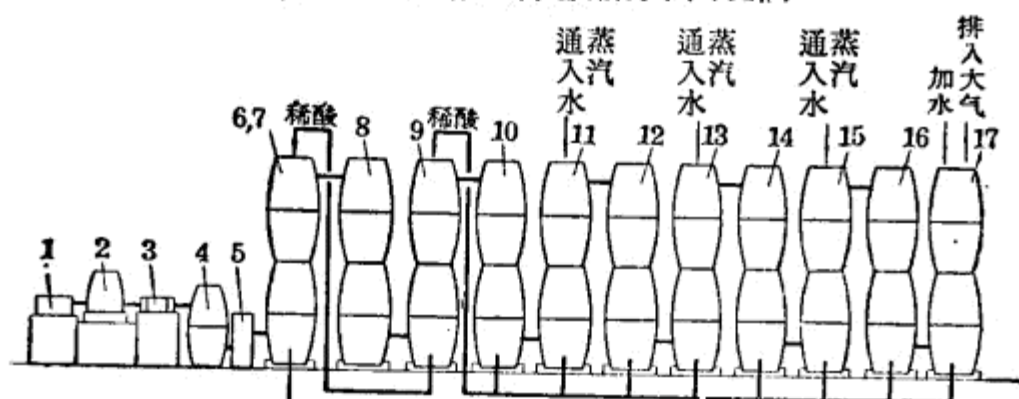


图151 缸塔法制造硫酸的立面视图

1—風箱；2—气包；3—硫磺燃烧箱；4—立缸；5— NO_2 发生缸；6—保温炉；7—1塔（脱硝塔）；8—2塔；9—3塔（循环塔）；10—4塔；11—5塔；12—6塔；13—7塔；14—8塔；15—9塔；16—10塔；17—11塔。

缸塔法所采用的设备为：

(1) 風箱：用以代替鼓风机，使硫磺燃烧和推动整套设备中气体流动，它的构造与民间使用的風箱相同，只是尺寸较大，用木材制成，在一端有排气活门，另一端有进气孔。箱内装有活挡，用人工抽拉，产生压缩空气排入气包。風箱的构造如图152所示。拉杆向A进气口方向抽动时，A进气口活门关闭，空气从

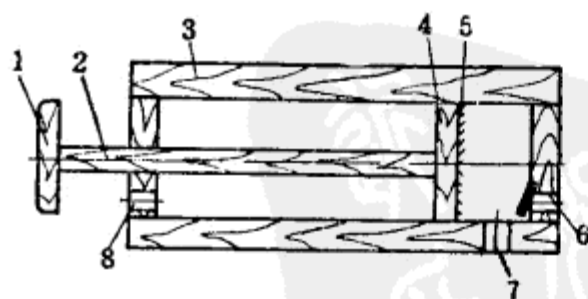


图152 風箱

1—手柄；2—拉杆；3—箱体；4—風挡；5—鸡毛；6—进气口；7—出气口；8—进气口。

B进气口进入，由出气口排出。当拉杆向B进气口方向推进时，A进气口活门开启，B进气口关闭，空气由排气口排出。为加大風挡作用，一般是在風挡上捆有許多羽毛。箱体要严密，以免漏气。

(2) 气包：为贮存气体之用，由一个大缸及底座构成

(如图 153 所示)。

将缸安装在水泥制成的底座上，在缸与底座接触的部位，为防止漏气，在空隙处可加水进行水封。当空气由进气口充满缸时，缸内压力不断增高，则缸受气体压力作用而上升，当气体排出，缸内压力降低，缸即下降到底。操作人员由此可掌握气包的压力，使之均衡。

(3) 硫磺燃烧箱：是一个三角形的铁箱，一端有进气口，另一端有 SO_2 的出口，上部有一个加料盖，其构造如图 154 所示。它是用来使硫磺在其中燃烧生成二氧化硫。

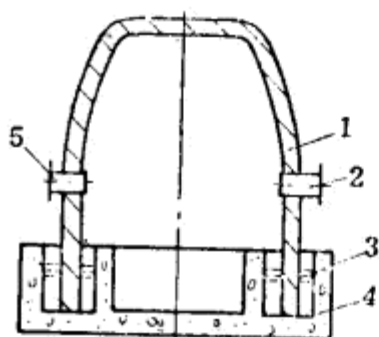


图153 气包

1—缸；2—进气口；3—水封；
4—底座；5—排气口。

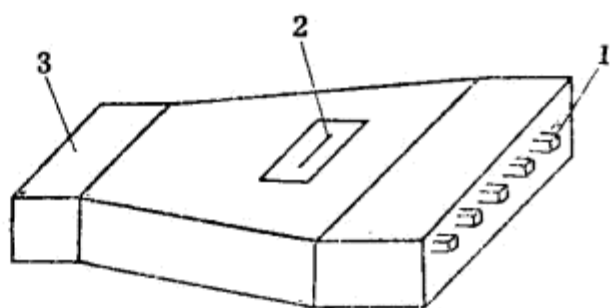


图154 硫磺燃烧箱

1—空气入口；2—硫磺加料口；
3— SO_2 出口。

(4) 立缸：是用一个大陶缸制成的，在缸口上盖一个大盆，用泥封严；硫磺燃烧所生成的二氧化硫经立缸清除尘土和硫磺杂质。同时，立缸可使空气与二氧化硫混合均匀。立缸如图 155 所示。

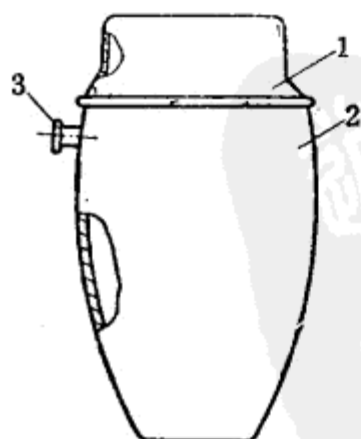


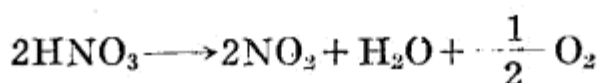
图155 立缸

1—盆；2—缸；3— SO_2 入口。

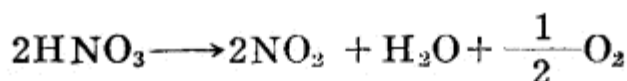
由立缸引出一对导管，利用部分二氧化硫气体的压力使二氧化氮进入脱硝塔（1塔）。

(5) 二氧化氮发生器：是一个铁罐子，以导管与立缸相连通，在罐内加入无水硝酸钾和酸性硫酸钾，加热后即有 NO_2 气体流出。

可准备两个发生器进行交替使用，使 NO_2 气体的供应連續不断。无水硝酸鉀与酸性硫酸鉀在罐中按下式反应



但也可以直接使用硝酸，使其按下式分解



(6) 脫硝塔 (1 塔): 脫硝塔使二氧化硫与含硝硫酸在其內作用，一部分轉化成三氧化硫然后生成硫酸；其余部分經脫硝塔进入反应室。由第 3 塔出来的酸再加入脫硝塔濃縮，其所制成的硫酸其濃度可达 57~60%。

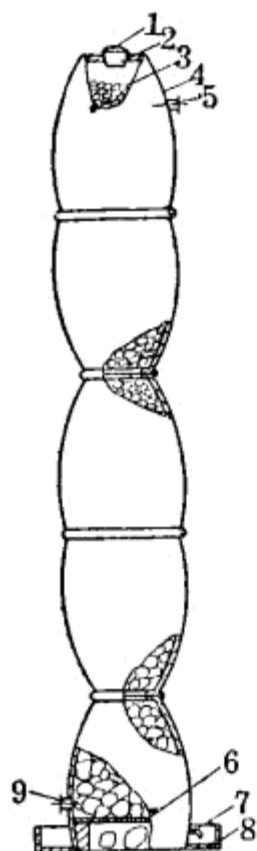


图156 脫硝塔 (1 塔)

1—塔盖 (瓦片); 2—分酸器;
3—填充物; 4—陶瓷缸; 5—气
体出口; 6—多孔板; 7—出酸
口; 8—盛酸盘; 9— SO_2 入口。

脫硝塔 (1 塔) 是由数个大瓷缸連接而成 (如图 156 所示), 缸接縫要严密, 不能漏气, 塔外壁用耐酸泥封起来, 其四周用土坯圍起, 中間留有 10 公分左右的空隙。在塔边生一火炉进行保温。开工前还須对塔加溫, 可促进化学反应。

在塔內装满碎瓷充填物, 上部的碎瓷片尺寸小一些, 下部的大一些; 上部碎瓷之間的間隙小些, 下部的間隙要大些, 使上述的 SO_2 分布均匀和下落の脫硝硫酸散布均匀。在塔的上部有导管与第 2 塔相通, 下部有一根导管与立缸相連接, 作为 NO_2 、 O_2 、 SO_2 气体的入口。

(7) 图 151 上的 2、3、4、5、6、7、8、9 和 10 塔亦均用缸垒成, 并

有导管相通。第2塔内部不加填充物，仅为铅室作用。第3塔为循环塔，在塔内装满填充物，装填方式与1塔基本一致。在塔顶有塔盖及分酸盆，其作用是将4~11塔中生产的稀硫酸，重新加入此塔，使其浓度增大。如27%的稀硫酸加入此塔，可增浓至35~45%，并可提高酸的温度。夏季加入酸的温度35~37℃，经此塔可增高到70℃，在冬季也可由20℃提高到60℃，此塔制出的酸再加入到第1塔进行循环。在4~10塔中均有少量的填充物，主要起铅室作用，使反应不完全的气体继续反应。

(8)吸收塔(11塔)：亦由瓷缸垒成，塔内填满石英或碎瓷片或以碳酸钙做为填充物。在塔顶有一个喷水口，在夏季加入冷水，冬季加入温水，以吸收酸雾或反应不完全的气体。

若反应装置送入的风量过大或通入水蒸汽过多，则会造成化学反应不正常的状态。经11塔还可吸收约7~17%的稀硫酸，再加入到第3塔中浓缩。若整个反应完全正常，则11塔内就不会产生硫酸烟雾。

由于11塔填充碳酸钙时，可能被稀硫酸分解而堵塞，故一般不用碳酸钙作填充物，而是采用石英或瓷片。

§5 缸塔法的设备制造和选择

以瓷缸作为塔体，可完全达到就地取材制造设备。瓷缸对酸有较大的抗蚀性，但当它受温度骤冷骤热的作用和受外界机械冲击作用时，性能较差，容易碎裂。

(一)选缸

(1)要选择原料细，质地致密，釉发亮，内外表面无裂纹和砂眼的缸，这种缸敲打时可发出清脆悦耳的声音。

(2)缸口要圆，否则，当缸与缸接合时不能严密接触。

(3)塔体所用的一套瓷缸，口径尺寸要基本一致，以求严密配合。

(二)建塔

用缸制成的塔体，有两种形式，一种是重叠法（如图 157 所示），即将缸底多余的部分打掉，以一缸的小口放在另一缸的大口上，这样依次重叠成塔，为防止下缸的口部由缸的自重而压裂，可以在缸壁加一道箍。

另一种方法是对口法（图158），即选择口径尺寸相同的缸，利用缸口对缸口，缸底对缸底的办法，一对对重叠成塔，只将缸底打掉即可。上述两种办法，均可组成缸塔。但在打缸底时要打的整齐，不要打裂。打缸底时，可先划好线，用锥形小凿子和小铁锤轻轻敲打。先打一道沟，再逐步加深和加宽，这样可顺利地打掉缸底。

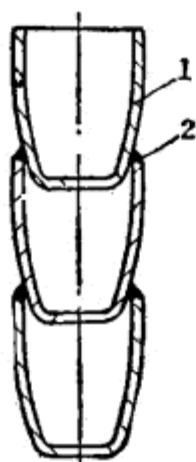


图157 重叠法

1—缸；2—耐酸胶泥。

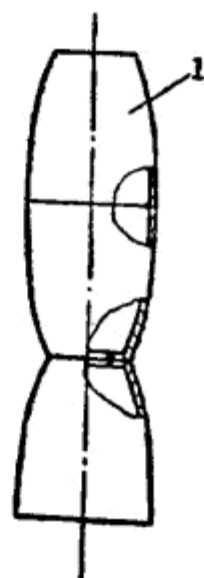


图158 对口法

1—陶缸。

脱硝塔（1塔）承受的溫度较高，容易破裂，为防止破裂，可采用以下方法：

（1）在塔体缸的内部，套入一个小缸（ SO_2 入口和出酸口均应穿过两层缸体），两个缸的中间加入一些耐酸石子（如石英石等），再灌入石膏使其凝固在一起。

（2）或者在塔内壁砌上一层瓷制或陶制的小砖（耐酸砖），以耐酸胶泥衬砌塔的底部，砌的高度由底部起约 1.2~1.6 米即可。

脱硝塔的内部温度较高，为防止外界气候条件骤冷骤热的影响，使塔体破裂，在塔体的外部需要进行保温。

塔内放填充物，是为了使 SO_2 、 SO_3 、 N_2O 等气体与水蒸汽以及气体与气体之间的接触面积加大，促进反应完全。塔内的填充物一般是石英石（硅石）、碎瓷片等耐酸材料。塔内下部的填充物要大一些，如为 15~20 厘米的大石块；上部的填充物可小一些，通常为 2~5 厘米的瓷片或瓷环。

填充物是否耐酸，简易的试验方法是将石块或碎瓷片等置于硫酸中，若不发生气泡，不变色，不溶解；用硫酸浸泡十天后，取出放置数日不发生崩裂，即为耐酸材料。

第 1 塔、第 3 塔、第 11 塔的塔顶均要加酸或加水，因此在塔顶上要放置一个分酸器，它是用一个瓷盆在其底部钻有许多小孔，使酸或水经过小孔均匀地分布于塔中（如图 159 A 型所示）。

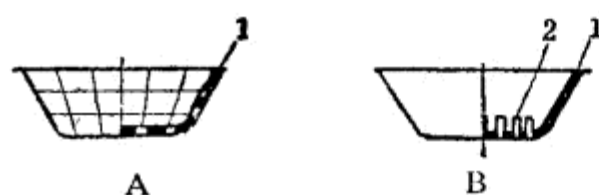


图159 分酸器

1—瓷盆；2—玻璃管。

为保持一定高度的液面，最好采用图 159 B 型的装置，在盆底装一些小玻璃管，使酸或水由玻璃管溢流到内塔。在分酸器的上部扣上一个大小合

适的瓷盆，以防止酸挥发损失。

塔与塔之间的连通和出酸管，可采用质地较好的内外有釉的陶瓷管，最好用玻璃管连接，这样既耐酸腐蚀又可通过它观察反应情况。

§6 缸塔法操作注意事项

（一）开工前的准备工作

（1）硫磺的准备：制造硫酸所使用的硫磺，不能用粉状硫，因粉状硫磺一经点燃即会升华。硫磺中若含有过多的杂质，会影响产品质量，所以粗硫要精制才能使用。一般是将精制合格的硫磺打碎成每边不大于 8 厘米的小块，装入硫磺燃烧箱内准备点火。

(2) 开工前要仔細檢查全套裝置是否正常，并提前 16 小时將脫硝塔的炉火生着，使塔溫逐漸升高，达到反应需要的溫度。

(3) 开工前 2 小时，在 NO_2 发生罐內及硫磺燃燒箱內分別加料，待 NO_2 气体产生后，再用燒紅的鉄条点燃硫磺燃燒箱內的硫磺。

(4) 硫磺点燃时，所用的鉄条不宜燒得过紅，因溫度过高，会使一部分硫磺升华。

(5) 产生 NO_2 的鉄罐子加热时，溫度应由低到高逐漸上升，使 NO_2 繼續不断地产生。如溫度忽高忽低，会使罐中的硫酸鉀凝固而影响 NO_2 不断地产生。

(6) 点燃硫磺后，隔 15 分钟左右，在脫硝塔內加入濃硫酸或脫酸用的亚硝基硫酸。

(7) 开工前 1 小时，將水蒸汽鍋炉准备好。向塔內供应的水蒸汽量不宜过大或过小，过大时則影响成品酸的濃度；过小时也影响产品得率。根据經驗，在 SO_2 、 NO_2 和 O_2 等气体正常反应的状态下可每隔 7~8 分钟通入一次水蒸汽。

(8) 硫磺的投入量，每次可加入 5~10 公斤。5~10 公斤的硫磺可燃燒 1.5~2 小时。加入硫磺的时间要很好掌握，不要过早或过迟，否則会影响 SO_2 和 NO_2 的产生效果。

(9) 拉風箱送进空气，速度要均匀一致，勿忽快忽慢，以免硫磺損失。

(二) 稀酸循环

由吸收塔 (11 塔) 和 4~10 塔所制出的酸，均是稀酸，这些稀酸的濃度也不一致，要經混合使其濃度不低于 27%，然后再加入第 3 塔。由第 3 塔制出的酸濃度約为 35~45%，將其加入第 1 塔，由第 1 塔出来的酸即为成品酸。

濃度低于 20% 的稀硫酸，不宜直接加入第 1 塔，因低濃度的稀硫酸在第 1 塔中会妨碍 NO_2 的正常作用。

(三) 停工注意事項

(1) 停工时，让第 1 塔的炉火自然熄灭，以免冷空气突然侵入塔中，使塔体因骤冷而破裂。如隔 2~3 天仍需开工时，则不必熄灭炉火，可维持到开工。

(2) 清除硫磺燃烧箱内的残渣。

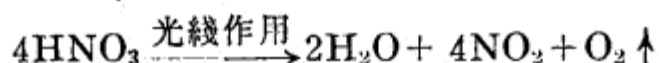
(3) 清除 NO_2 发生器中的残渣。

§ 7 硝酸的性质

純硝酸外观为无色的液体，比重 1.53，沸点 86°C 。当温度为 -41°C 时，即凝固为透明的結晶体。

硝酸在常温下，即可分解发烟，硝酸的蒸气与空气中的水蒸汽接触形成細小的雾滴。硝酸与水可以任意比例混合，在混合时放出热量。

硝酸的化学稳定性較差，只要受到光綫的作用就会逐渐分解为水、氧和二氧化碳，分解反应式为：



当温度愈高和濃度愈大时，分解的速度愈快。

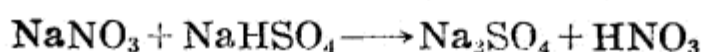
硝酸具有很强的腐蚀性，除了对金和铂以及一些稀有金属难起作用外，与其它金属均能起作用，在工业中一般采用铅制品盛放濃硝酸。稀硝酸一般采用瓷器或不銹鋼作为容器。硝酸对人的皮肤有燒伤作用，硝酸蒸气对人的吸收器官有强烈的刺激作用，所以在硝酸制备时不能直接接触。

§ 8 缸法制造硝酸

抗战时期，环境动荡，敌人还不断地对解放区进行骚扰，因此，制造方法必須简单，設備輕巧，符合战时条件。当时沒有采用工业上用的电弧法和氨氧化法，而是采用以火硝与硫酸反应的缸法制造硝酸。

(一) 反应原理

缸法的主要设备是瓷缸，所使用的原料是火硝与浓硫酸，其反应式为



除上述以硝酸钾或硝酸钠为原料外，也可以硝酸铵为原料与浓硫酸作用制成硝酸，但得率低，残渣多，有复分解产生。其生成硝酸的反应式为：



(二) 原材料准备

制造硝酸所使用的原料为火硝与硫酸。

(1) 火硝：火硝在使用前要经过干燥。干燥时不能用火直接加热，是采用火墙干燥室法干燥，温度为 $75 \sim 80^\circ\text{C}$ ，干燥 $6 \sim 8$ 小时。

(2) 硫酸：使用的硫酸浓度愈大愈好，浓度愈大所制成的硝酸浓度也愈高。当时是采用 96% 以上的浓硫酸，将硫酸测过比重后，即可准备投料。火硝与浓度为 96% 以上的浓硫酸的投料比为 $1:1$ (按重量比)。

(三) 工艺装置

缸法制造硝酸所采用的工艺装置

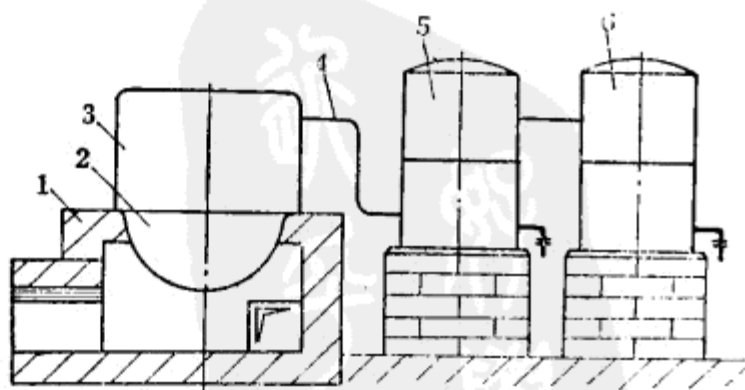


图160 缸法制造硝酸的装置

1—加热炉；2—反应器；3—反应器盖；4—导气管；
5—冷却室；6—冷却室。

如图 160 所示。

加热炉是用土坯或磚砌成，方形圓形均可。反应器用鉄鍋或瓷缸，反应器盖可采用与鍋（或缸）口大小相同的瓷缸或盆，反扣在反应器上，在其壁上有装导气管的孔。导气管通常用直径为 40~50 毫米的瓷管。冷却室用两个瓷缸对扣起来（接縫处应严密），并有导管将 5、6 两冷却室連通。在冷却室內填充耐酸的碎瓷片做为填充物。出酸管可用玻璃管或瓷管。

（四）工艺操作

（1）加料：先按規定比例 1:1 称取火硝和濃硫酸，将反应器擦干净后，在反应器內将定量的火硝加入并鋪平，再将硫酸緩慢地加入，加料次序絕對不能顛倒。如先加入濃硫酸而后加入火硝，由于濃硫酸的强烈吸水作用而放热会使物料局部沸騰引起物料四溅，燒伤操作人員。加酸的速度不宜过快。物料加入后，立即盖严。为防止漏气可用石棉油灰或水玻璃石棉石英灰，把盖封严。

（2）加热反应：物料加完后，封好加料口，生着火炉加热，加热溫度要由低到高，使溫度徐徐上升，控制反应器內的溫度不超过 150℃。如溫度驟然上升，物料会产生激烈反应，使硝酸損失較多，影响得率。

当溫度超过 86℃ 以上时，就有硝酸气体产生，由导管进入冷却室，經自然冷却而成为硝酸，由出酸管流出。通常以火硝和 96% 以上的濃硫酸反应，可制出比重 1.3~1.51 的濃硝酸。根据当时生产情况，如投料 28 公斤的火硝，需反应 36~48 小时。

（3）清理反应器殘渣：当操作结束后，将反应器盖子打开，用提勺将其中殘渣掏出，所制得的硝酸即是成品。

（五）硝酸濃縮

缸法所制出的硝酸，其比重通常在 1.30~1.52 之間。为了

得到高濃度的硝酸，在当时就采用制造硝酸的装置，以濃硫酸脫去稀硝酸中的水份，經蒸餾、冷却而制取的。其工艺方法是，首先在反应缸內加入濃硫酸，再将稀硝酸加入其中，用鋁棒攪拌数分钟，令其混合，然后再扣上缸盖，以耐酸胶泥将缸口封严。物料的加入量，最大为反应缸全部容积的 $\frac{1}{2}$ 。濃硫酸与稀硝酸的投料比（按重量比）为 1:1。

物料加入后，将缸口封严，生着火炉徐徐加热，使溫度逐步上升。当溫度达到 86°C 时，硝酸气体被蒸餾出来，打开管道上的开关。令气体进入冷却室冷却，即可制成濃硝酸。溫度在 86°C 时所制出的硝酸濃度可达 95% 以上。在不同的溫度条件下，可得到不同濃度的硝酸。不同濃度的硝酸沸点如表 43 所示。

表 43

硝酸濃度 %	0	10	30	40	50	60	70	80	90
沸 点 ($^{\circ}\text{C}$)	100	103.6	108	112.6	117	120	121.6	115.5	102

§ 9 配酸浓度計算法

根据需要，有时要調整酸的濃度，例如用 100 公斤濃度 93% 的酸，要求稀釋到 75%，则需要加入的水量是多少？可按下法計算（如图 161 所示）。

图中 A 点——原料酸的濃度；

B 点——E 点与 D 点濃度之
值；

C 点——A 点与 E 点濃度之
值；

D 点——加入水的含酸濃度；

E 点——要求的濃度。

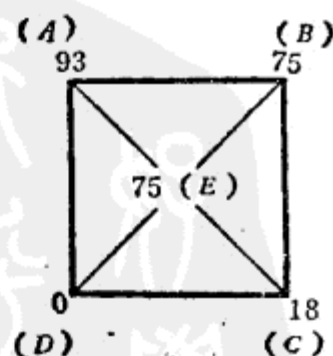


图161 配酸濃度計算

由上图計算得知，75 份重量，濃度 93% 的酸需加入 18 份重

量的水，才能配成 75% 濃度的酸，因此，有 100 公斤 93% 濃度的酸要配成濃度 75% 所需的水量为

$$75:18=100:x$$

$$x=24$$

式中 x —— 加入的水量 (公斤)。

由上式可知，需加水 24 公斤。

按上述方法，可計算出各种濃度酸的物料配比量。

表44 硫酸制造所用的設備、工具和儀器

設 备		工 具	仪 器
名 称	材 料		
風 箱 气 包 硫磺燃燒箱 立 缸 NO ₂ 发生罐 脫 硝 塔	木、鸡毛 瓷 缸 鉄 箱 瓷 缸 鉄 罐 瓷盆、瓷缸、 土坯、填料	鉄 条	比重計 溫度計
2 塔 3 塔	瓷 缸 瓷 缸 瓷盆、填料	盛酸用的酸坛 酸 坛 酸 坛	比重計 溫度計
4~10 塔 吸 收 塔	瓷缸、填料 瓷缸、瓷盆 瓷管、填料	酸 坛 酸 坛	比重計 溫度計
管 路 水蒸汽发生炉	瓷管、玻璃管 小 茶 炉		

表45 硝酸制造所使用的設備、工具和儀器

序号	工 序	設 备	工 具	仪 器
1	反 应	炉 子 大 鍋 炉		溫 度 計
2	冷 却	瓷 缸 瓷 缸	酸 坛	比重計

第九章 縱火劑

68. 概論

普通所謂縱火劑,乃泛指有延燒性的物質而言;但若就戰爭方面的應用來說,良好的縱火劑,必須具備以下七種要件:

(1)在不使用時,須有極大的安全性;在使用時,須立即燒着而且蔓延迅速。

(2)燃點時須不受風雨影響,雖在狂風暴雨之下,亦能點着發火。

(3)燃燒時能發強烈熱力,足以熔毀尋常不易燃燒的物品。

(4)能持久燃燒,即遇水仍能繼續燃燒。

(5)重量很輕,便於運輸。

(6)燃燒時且能產生窒息或刺激的毒氣。

(7)所用原料應為廉價物品,並且隨處可得,而不靠外國或遠地的供給。

69. 縱火材料

黃磷在空氣中能起自燃作用,在軍事上為最初所用的縱火質(incendiary materials)。不過磷燃燒溫度較低,而化合所成的五氧化二磷又能阻止燃燒,因此僅用作較易燃着物質(如草叢飛艇氣囊)的引火劑,而不適於燃燒木料等引火物。

硫黃、硝石、松香和油類,乃是盡人皆知的縱火材料,實際上亦有很多的用處。

最優良的引火劑為熱莫敵(thermit),乃鋁和氧化鐵的混合物,燃燒時可立刻放出約三千度的高熱,且由燃燒所產生的氧化鐵質極灼熱,仍可引火;惜其燃燒面積不廣,以致所發生的熱量大半廢棄。為補救這種缺點,常將容易燃燒的物質如石油、二硫化碳和木料蒸餾後的生成物等混置一處,以延長燃燒時間,蔓延擴大火區。

金屬鈉(sodium)Na 遇水能生大熱,並且能從水裏分解出氫而發生燃燒作用。所以金屬鈉加潮濕劑及火油等,亦可作用縱火材料。

鎂(magnesium)Mg 是一種能燃燒的金屬,也是極有價值的縱火材料。因其比重輕,在平時很安全,而在燃燒時卻能生出強大的光熱。

多種碳氫化合物如糖、澱粉等,以及富有碳、氫、氧三元素的化合物,如賽璐珞(celluloids)或樟腦等,都是很好

的縱火材料。例如白糖與氯酸鉀拌和之後,再加入一些濃硫酸,即轟發火焰;因濃硫酸在白糖裏吸收水分,生出大熱,使氯酸鉀放出有助燃性的氧,以致白糖燒成枯炭。

此外可以作為縱火材料的物品,多至不勝枚舉,現在將通常應用的縱火藥劑的配合百分率列表如下:

一、飛機投擲燒夷彈的引火劑

氧化鐵	53%	76%
鋁粉	25%	24%
硫酸鉀	22%	—%

二、燃點引火劑的成分%

硝石	50	65	—	—	—
硫黃	15	10	—	8.5	—
氯酸鉀	—	15	22	34.5	36.5
重鉻酸鉀	—	—	12	6.9	7.3
木炭粉	25	15	20	—	—
硫化銻	10	—	24	31	32.8
氧化鉛	—	—	22	—	23.4
過氧化鉛	—	—	—	24.1	—
瀝青(pitch)	—	5	—	—	—

三、磨擦引火劑的成分%

過氧化鉛	75	—	50
硫化銻	20	9	25
紅磷	5	91	15
玻璃粉	—	—	10

四、發熱劑的成分%

鋁粉	20	15	25.5
氧化鐵	64	—	33.0
氯酸鉀	10	—	36.5
過氧化鉛	—	85	—
糊精(dextrin)	6	—	5.0

以外尚有多種極易發火的物質,如雷汞等,經磨擦或撞擊之後,就能發火,但因其不安全,所以往往只用少量作為引火劑之用。

70. 縱火設計

放射縱火劑的方法,有種種設計,如炸彈、火箭、砲彈、槍彈、手榴彈和火焰發射機,茲分項簡述如下:

(甲) 炸彈(bombs)——燒夷彈式樣有多種,皆由飛機所投擲,其效用久為軍事家所公認,最著者小如英國

孩提燒夷彈 (baby incendiary bomb), 大如法國興那炸彈 (French Chenard bomb) 和美國二號燃燒夷彈 (American mark II bomb) 等等。

(乙) 火箭 (incendiary dart) —— 火箭形如長形槍彈, 內貯能發生火焰的縱火物質, 如氧化劑 (氯酸鈉或氯酸鉬) 還原劑 (鋁粉或鎂粉的混合物) 和填塞物 (松香和瀝青粉)。火箭打着後, 引着雷管延燒縱火劑, 能支持數分鐘。大形的火箭有鐵質尖帽具穿擊力。美國一號火箭 (mark I dart) 即屬此類。

(丙) 砲彈和槍彈 —— 山砲或野砲採用縱火劑者不多, 惟口徑略小的高射砲, 常用黃磷彈以射飛機。迫擊砲彈, 有貯熱莫敵或油質等易燃材料, 以攻擊敵人戰壕。

普通槍彈很少用縱火劑的, 飛機槍彈 (口徑11厘米的) 常用黃磷或硫酸與氯酸鉀, 以射敵機。

德國筆槍彈長175厘米, 直徑11厘米, 彈內有二管: 一為玻璃製, 內貯濃硫酸; 一為硝化棉製, 內貯氯酸鉀。在此彈碰炸的時候, 玻璃管破裂, 硫酸浸入氯酸鉀之中, 遂即起火。

(丁) 縱火手榴彈 —— 是用以攻擊壕溝、坦克車、火藥庫或焚燒陣地草皮的武器。茲述法國黃磷彈和熱莫敵彈如次:

1. 黃磷彈——彈頭爲厚錫片,有引火裝置和保險針。彈身爲錫質橢圓形,長9厘米,寬6厘米。內貯黃磷300克,全彈重約580克。

2. 熱莫敵彈——殼爲錫質圓柱形,長20厘米,寬6.2厘米。彈頭爲厚錫片,有引火裝置及保險針。全彈重約750克。

