



爆破器材丛书

工程雷管

国防工业出版社

爆破器材丛书

工 程 雷 管

傅 顺 编

國防工業出版社

内 容 简 介

本书属《爆破器材丛书》之一。全书共分八章。内容主要介绍了各种雷管的结构、制造工艺、成品及原材料的性能要求,生产中常出现的质量、安全问题及处理方法等。文字叙述做到通俗易懂,费解之处均配有插图。

适合于本专业的工人、战士和工程技术人员参考。

工 程 雷 管

傅 顺 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第074号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092¹/₃₂ 印张9³/₈ 197千字

1977年10月第一版 1977年10月第一次印刷 印数: 0,001— 3,000册

统一书号: N15034·1570 定价: 0.76元

前 言

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在无产阶级文化大革命和批林批孔运动的推动下，在党的“十大”精神的光辉照耀下，我国火、炸药科研、生产、建设迅速发展。为了适应广大职工为革命学习专业技术的迫切要求，有利于职工业余技术教育的开展，我们遵照毛主席“要认真总结经验”和“认识的能动作用，不但表现于从感性的认识到理性的认识之能动的飞跃，更重要的还须表现于从理性的认识到革命的实践这一个飞跃。”的教导，编写出了“工程雷管”这本书。希望它能对当前生产、科研、教学起到一定的促进作用。但需要说明的一点，本书介绍的初浅技术理论及一般实践经验，仅供本专业职工学习技术知识的参考，不当视为生产、管理和使用中的规范或守则。

本书系《爆破器材丛书》中的一种，这套丛书包括《硝酸铵炸药》、《黑火药》、《导火索》、《导爆索》、《工程雷管》和《爆破器材及其安全技术》等六本书。

本书在编写过程中，得到了有关各厂、所、院、校的党委和广大群众的大力支持与协助，在此我们表示衷心的感谢。

由于我们的马列主义、毛泽东思想水平不高，业务知识有限，同时也缺乏写作经验，因此书中的缺点错误肯定不少，恳请同志们批评指正。

编 者

1976年5月

目 录

前言	3
第一章 概述	7
第一节 雷管概述	7
第二节 雷管分类	9
第三节 各式雷管结构	10
第四节 对工程雷管的要求	22
第二章 火雷管的制造	24
第一节 概述	24
第二节 管壳、加强帽的制造	25
第三节 火雷管装药	44
第四节 雷管的爆炸过程	65
第五节 火雷管生产工艺	71
第六节 一般的质量问题	92
第三章 电雷管	95
第一节 概述	95
第二节 电引火装置的分类及技术要求	96
第三节 桥丝炽热式电引火的结构	100
第四节 桥丝炽热式电雷管的发火过程	103
第五节 电雷管的特性参数及测定	111
第六节 电引火的制造	124
第四章 瞬发电雷管的制造	142
第一节 瞬发电雷管的结构	142
第二节 8号纸壳瞬发电雷管的制造	143

第三节	散装二硝基重氮酚的极限药量	147
第四节	瞬发电雷管的质量问题	151
第五章	8号纸壳秒延期电雷管的制造	154
第一节	概述	154
第二节	秒延期电雷管的结构	158
第三节	8号整节纸管壳秒延期电雷管的制造	162
第四节	导火索插入式8号纸壳秒延期电雷管的制造	176
第五节	秒延期电雷管的质量问题	179
第六章	毫秒延期电雷管	184
第一节	概述	184
第二节	毫秒延期电雷管的结构	189
第三节	少气体延期药	194
第四节	延期药制造	225
第五节	铜管壳直填式毫秒延期电雷管的制造	240
第六节	金属大内管装配式毫秒延期电雷管的制造	245
第七节	导火索装配式毫秒延期电雷管的制造	249
第七章	其它类型的电雷管	259
第一节	毫秒继爆管	259
第二节	抗杂散电流电雷管	266
第三节	油井电雷管	270
第八章	雷管的检查、验收和包装	274
第一节	工序检查	274
第二节	火雷管的成品检验	284
第三节	瞬发电雷管成品检验	287
第四节	秒延期电雷管成品验收	289
第五节	毫秒延期电雷管成品验收	290
附录		293
一、	国外延期药按金属可燃物区别的配方	293
二、	国外毫秒延期电雷管的延期时间规定	296

第一章 概 述

第一节 雷 管 概 述

在社会主义革命和建设中，炸药被广泛地应用于国防、开矿、农田基本建设、筑路、建筑等各国民经济部门。这是因为炸药的爆炸具有巨大的作功能力。而炸药能量的释放是和给予炸药的起爆能量分不开的。激起火药和炸药开始爆炸分解的各种机构及装置的总称，叫做火工品。

火工品能产生热冲能或爆炸冲能，并传递给火炸药，使火炸药爆炸并按人们的意愿作功。

火工品的种类很多，如：火帽、底火、导火索、导爆索、传火管、拉火管、雷管等。本书所叙述的重点是雷管。

所谓雷管，它是一种起爆器材。由于其内部装有小量的对火焰或冲击特别敏感的炸药——起爆药，当受外界能量作用时，起爆药便准确、可靠的爆轰，并能准确、可靠地激起与之相邻的猛炸药的爆轰。

最早（约 1867 年），雷管就使用于爆破工程中，使炸药爆炸。诺贝尔所发现的爆轰现象，即应用纯雷汞装于铜管中促使代拿买特爆炸的。逐渐地，雷管就更广泛地用于爆破工程和军事目的。最近，机械工业上爆炸成型、爆炸焊接也都使用了雷管起爆。我国工人阶级首创的高压电线爆炸焊接，给雷管的使用，开辟了新的用途。

最初的雷管是把雷汞装入金属管壳中，制成所谓单式雷管。把雷汞与某种氧化剂混合，可改善雷汞的爆轰性能，如雷汞与氯酸钾的混合物，火焰感度、爆轰的猛度、起爆能力

等都有较大提高。

单一装药雷管虽然制造简单，但是却不够理想。因为单一装药，既要有充分的敏感度，又要有足够大的爆轰能量，这两者是互相矛盾的。随着实践的发展，出现了起敏感性作用的炸药——起爆药与起增强爆轰能量的炸药——猛炸药，装填于同一雷管的复合雷管中。复合雷管中，猛炸药代替了一部分雷汞，如梯恩梯和特屈儿等。使用这些猛炸药经济，作用威力大，减少了操作的危险性。

1907年曾用氯化银代替雷汞作起爆药。1913年更廉价的氯化铅得到了广泛的应用，因为它具有更高的起爆力，吸湿性也小，但敏感性比氯化银降低，这对生产操作是有利的，可以与斯蒂芬酸铅并用提高火焰感度。现在，我国在工业雷管中，二硝基重氮酚起爆药完全代替了使用雷汞。军用或工业上使用的较钝感炸药，如硝铵炸药的应用，对起爆能量要求得更高。因此，迫切需要提高雷管的起爆能力。

用黑索金或泰安代替梯恩梯、特屈儿装填于雷管中，起爆能力就大大加强了，雷管装药又得到了改善。

管壳也由单一的金属壳发展到可以应用纸管壳、塑料壳等。

雷管的产生和发展，是阶级斗争、生产斗争、科学实验三大革命运动的产物，并随之逐步改进、完善、系统化，迄今而构成了一门独立的科学。

最初使用的多是火雷管。在十九世纪初期，有人建议制造电火工品。在1830年就进行了第一次电引火的爆破工程。到十九世纪末期，电引火方法得到了更广泛的应用，因为电引火方法比较安全可靠。电引火方法可准确地在规定时间内使雷

管爆炸，进而引起大量药包的爆炸，同时可以在完全远离爆破地点处进行引爆。一旦发生拒爆现象，可在短时间内（相对导火索而言）处理。在煤矿等有瓦斯矿尘工作面的爆破作业中，不能使用火雷管。因此，使用电雷管更有着重要意义。由于工业电雷管在制造和使用上比火雷管有特殊的方便条件，所以近年来工程雷管的生产中，电雷管的产量逐日增加。

解放前，我国火工品的生产，尤其是工业火工品的生产，遭受帝国主义和国民党反动派的统治和破坏，搞得产量很少，质量低劣，品种残缺不全。解放后，在党和毛主席的领导下，发扬“独立自主、自力更生”的革命精神，工业雷管不论由产量、质量和品种都有飞跃的发展。目前，工业雷管的生产不但满足了我国各条生产建设战线的需要，而且还支援其他友好国家的建设需要。

第二节 雷管分类

雷管的分类方式较多，可以按激发的冲能、作用的时间、应用的范围等来分类。现分列如下：

按激发冲能分类为四种

- (a) 火焰雷管（火焰冲能）；
- (b) 拉发雷管（摩擦冲能）；
- (c) 针刺雷管（撞击冲能）；
- (d) 电雷管（电冲能）。

按作用时间分类为

- (a) 瞬间立即爆炸的，简称瞬发雷管；
- (b) 延期爆炸的，简称延期雷管；

延期雷管又分为秒延期和毫秒延期雷管。

按应用的范围划分为

(a) 军用雷管 如针刺、拉发雷管一般均用于军事目的, 称为军用雷管;

(b) 工程雷管 如火焰、电雷管一般均用于爆破工程中, 称为工程雷管或工业雷管。

第三节 各式雷管结构

一、结构图

以火焰雷管、拉发雷管、针刺雷管、瞬发电雷管、延期电雷管为例, 其结构图分别如图 1-1、1-2、1-3、1-4、1-5 所示。

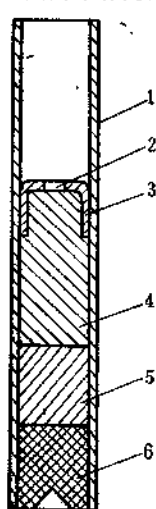


图1-1 火焰雷管

1—管壳; 2—传火孔;
3—加强帽; 4—起爆
药; 5—二次猛炸药;
6—一次猛炸药。

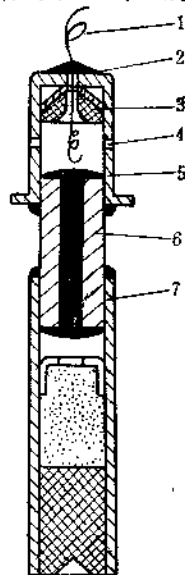


图1-2 拉发雷管

1—拉火丝; 2—密封胶;
3—摩擦帽; 4—排气孔;
5—套管; 6—导火索;
7—火雷管。

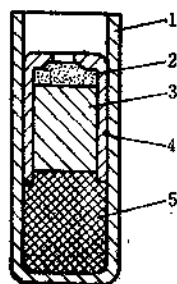


图1-3 针刺雷管

1—管壳; 2—针刺药;
3—加强帽; 4—起爆药;
5—猛炸药。

二、管壳

1. 作用 从结构图中可以看出，管壳的作用是把雷管各部分结合成一个整体，使起爆药和猛炸药被保护起来，免受外界能量的直接作用，以利于安全生产、运输和使用。

在有外壳时，炸药爆轰

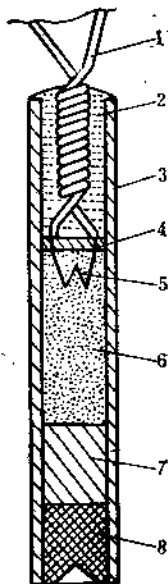


图1-4 瞬发电雷管

- 1—脚线；2—硫磺封口；3—管壳；
4—纸垫；5—桥丝；6—起爆药；
7—二次猛炸药；8—一次猛炸药。

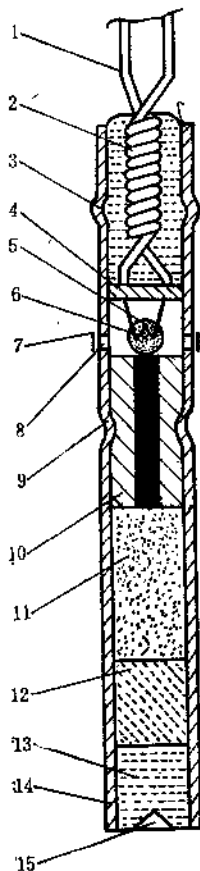


图1-5 延期电雷管

- 1—脚线；2—硫磺封口；3—滚包；4—纸垫；5—桥丝；6—引火头；7—排气孔；8—排气孔；9—卡印；10—导火索；11—起爆药；12—二次装猛炸药；13—一次装猛炸药；14—管壳；15—聚能穴。

成长迅速，爆速有一定程度提高。而且，在爆炸时，由外壳形成的高速破片是有利于起爆其它炸药的。

管壳还可以保护雷管装药不易受空气中湿度变化的影响。

2. 强度 管壳必须有足够的强度，以保证管壳作用的充分利用。

管壳强度越大，在生产、运输、使用中越不易变形、破损，抵抗外界作用的机械性能就越好。

管壳强度足够大，便能耐得住起爆药由燃烧转为爆轰时所产生的高压，不致于过早破裂而使气体漏掉，延长爆轰成长期。

管壳强度不同，反映在起爆药极限药量上也不同，如表1-1所示。

表1-1 纸壳和铜壳黑索金药柱管对散装二硝基重氮酚的极限药量^①

二硝基重氮酚假密度 (克/厘米 ³)	二硝基重氮酚极限药量 (克)	
	纸壳黑索金药柱	铜壳黑索金药柱
0.57	0.25	0.17
0.60	0.25	0.15
0.70	0.30	0.20

● 析丝直接插入二硝基重氮酚中，通电起爆进行试验的结果。

由表1-1中可以明显看出，管壳强度大一些，少装一些起爆药也可达到同样爆炸效果。不同材料制成的管壳，其强度要保证大致相同，那末其厚度就各不相同了。国家标准规定：铜管壳、铁管壳壁厚不应小于0.2毫米，纸管壳壁厚不

得小于 0.9 毫米。

3. 材料 用作管壳的材料多种多样,它的发展是与其它工业发展相联系的。目前采用的管壳材料有:紫铜、铁、铝、塑料和纸。

适用制雷管壳的材料,一般应符合以下几个方面要求:

(a) 首先考虑它不能与雷管装药发生化学变化。否则,在贮存过程中,不仅管壳受到腐蚀,并发生降低甚至完全丧失雷管的爆炸能力,或发生化学变化有可能生成更加敏感、易燃、易爆的成分,会给保管、运输、使用等方面造成困难。

金属与常用炸药之间的作用情况列于表 1-2 中。

表 1-2 常用金属和一些常用炸药之间的作用情况

金 属	炸 药 品 种	雷 汞	氮化铅	三硝基同 苯二酚铅	泰 安	黑索金	特屈儿
铝	作用情况	作用	不作用 无腐蚀	不作用 无腐蚀	不作用 无腐蚀	不作用	不作用 无腐蚀
铁		不作用 无腐蚀	无腐蚀				稍作用 稍腐蚀
铜		稍作用 无腐蚀	有腐蚀		稍作用 稍有腐蚀		不作用 无腐蚀
黄 铜		稍作用 无腐蚀	作用后生 成敏感物				稍作用 稍有腐蚀
青 铜		稍作用 无腐蚀	无腐蚀			不作用	
镍		无腐蚀	作用			不作用	不作用 无腐蚀
铅		无腐蚀	无腐蚀			不作用	不作用 无腐蚀
聚 乙 烯		不作用	稍作用		不作用		
不 锈 钢		无腐蚀	不作用 无腐蚀			不作用	

从表中可以看出,氮化铅不能直接装填于铜管壳,雷汞不能直接装填于铝管壳中。

(b) 具有一定的机械强度：要求管壳能在一定程度上承受雷管装药在发生爆炸过程中所产生的气体压力，而不致于过早的破裂。否则，管壳早期破裂，将削弱雷管的起爆力。严重时，甚至造成雷管产生半爆现象。

(c) 要求管壳材料有良好的加工性能，制造工艺简便。

(d) 要求管壳材料来源丰富，成本低廉。

4. 形状 雷管壳都为圆柱形的。各种类型的管壳，其规格各不相同，这是因为雷管的工艺要求不同所致。但装药部分的高度与直径之比大都趋于一致，这个比例可以使一定的装药得到最大的爆破效果。

有时，雷管壳或纸管壳底药柱上作成凹心形，通称为聚能穴，目的是为了产生局部聚能效应，以提高雷管的起爆力。见图 1-6 所示。

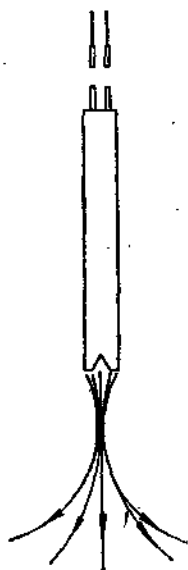


图 1-6 雷管爆炸聚能流的形成

目前，我国工程雷管底部凹心尺寸一般是，铜管壳凹心直径约为 4 毫米，凹心深度约为 2~2.2 毫米；纸管壳凹心是在黑索金药柱底上压成，凹心直径为 4 毫米左右，凹心深度为 2.5 毫米左右。

三、加强帽

加强帽是插入雷管壳内，紧紧扣在起爆药上的金属或其它材料的小管，其一端无底，另一端有底，并在底的中心有

-传火孔。

加强帽可以增加雷管的强度，降低外界冲击对炸药的作用，防止漏药。同时，可以加快起爆药的爆轰成长速度。加强帽使雷管装药的爆炸波向下传递，阻止起爆药刚点火时气体漏掉，以加速压力的增长，使起爆药快速由燃烧转为爆轰。尤其对爆轰成长期长的起爆药，例如雷汞，就更有意义，可以降低极限装药量。

用铜管壳装入梯恩梯，加压 200 公斤/厘米²，测定有、无加强帽时，雷汞的极限起爆药量，雷汞压力为 100 公斤/厘米²，结果如表 1-3 所示。

表1-3 雷汞雷管对于梯恩梯的极限装药量
(有帽和无帽)

雷 汞 中 杂 质 (%)	极 限 药 量 (克)	
	无 加 强 帽	有 加 强 帽
1.4	0.8	0.29
3.06	1.2	0.29
3.44	1.2	0.30

用铜管壳装入黑索金，对比有无加强帽时，二硝基重氮酚的极限药量，试验条件是，黑索金的密度为 1.38 克/厘米³，加强帽为铜质，长 5~5.5 毫米。不加加强帽时，用桥丝直接插入二硝基重氮酚中，灌硫磺封口后通电起爆；扣加强帽时，使加强帽底部刚达起爆药表面，起爆药不受压，用导火索引爆。结果如表 1-4 所示。

对于爆轰成长期较短的起爆药，加强帽的有无，影响不显著，如氮化铅。因此，有不加加强帽的氮化铅雷管，为了

表1-4 二硝基重氮酚起爆黑索金的极限药量
(有帽和无帽)

二硝基重氮酚假密度 (克/厘米 ³)	极 限 药 量 (克)	
	无 加 强 帽	有 加 强 帽
0.59	0.17	0.1
0.60	0.15	0.1
0.70	0.20	0.1

防止漏药，氮化铅的密度，应压得很大。

加强帽的强度愈大，愈有利于爆轰成长，因而起爆药的极限药量可以降低。强度取决于所用加强帽的材料。所用加强帽的材料一般有铁、铜、铝、塑料等。

表1-5 不同加强帽材料对于雷汞极限药量的影响

管壳材料	加 强 帽	梯恩梯压药压力 (公斤/厘米 ²)	雷汞极限药量 (克)
铜	铁	200	0.24
铜	铜	200	0.27
铜	铝	200	0.38

表1-6 加强帽强度不同对二硝基重氮酚起爆黑索金的影响

二硝基重氮酚 假比重(克/厘米 ³)	壳体	二硝基重氮酚 药 量 (克)	加强帽 材料	压药压力 (公斤/厘米 ²)	半爆数/试验数
0.45	铜	0.09	铁	150	4/400
0.45	铜	0.09	铜	150	12/200
0.45	铜	0.09	铝	150	192/200