

高等学校规划教材

爆破安全

BAOPO ANQUAN

王明林 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高等学校规划教材

爆破安全

王明林 主编



北 京
冶金工业出版社
2015

内 容 简 介

本书共分9章,内容包括爆破概论、爆破技术、爆破安全技术、爆破安全管理的原理、爆破施工安全管理、爆破企业安全文化、爆破企业安全教育、爆破事故调查与事故应急预案及爆破事故案例等内容。本书强调爆破安全的科学性、系统性和实用性,理论联系实际,对爆破安全知识、技术、方法和科学的爆破安全管理机制等方面有较全面的叙述,代表了当今爆破安全科学的水准。

本书可作为高等学校采矿工程、矿建工程等相关专业的教学用书,也可作为爆破企业生产作业人员和有关安全管理人员的培训教材,同时还可供爆破科学研究人员、工程技术人员和安全管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

爆破安全/王明林主编. —北京:冶金工业出版社,
2015. 10

高等学校规划教材

ISBN 978-7-5024-7088-3

I. ①爆… II. ①王… III. ①爆破安全—高等学校—教材
IV. ①TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 233279 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcs@cnmp.com.cn

责任编辑 程志宏 徐银河 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7088-3

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2015 年 10 月第 1 版,2015 年 10 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 10.75 印张; 249 千字; 164 页

40.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

爆破是目前破碎岩石等固体介质最有效的方法。随着爆破技术的进步,拓宽了高效、经济和可控的爆破技术应用领域已广泛应用于矿业、交通、水利水电、石油、化工、国防及市政建设等部门,在国民经济建设中起到重要作用。然而,鉴于爆破作用过程的瞬时动态性及其爆破介质性状和环境条件的复杂多变性,以及爆破企业经济成分与人员结构的多元化和爆破安全管理机制水准差异等因素,使爆破生产面临着复杂的爆破安全问题,因此爆破技术的创新和爆破安全的科学管理亟待加强。

安全是人们生产生活活动的基本保证,安全也是国家的一项基本国策。爆破安全是爆破生产的基石,是企业爆破安全管理的目标,是推动保障爆破技术发展进步的基础条件,爆破安全亦是文明生产与社会进步的标志。所谓爆破安全系指爆破生产过程中人、机、环境的系统安全。爆破安全就是要保证爆破设计、爆破生产施工、安全检查、运输与储存等工序的人、机、环境安全,这就要求工程爆破应超前主动地进行科学的安全人机设计与规划,从本质上提高人的安全意识、观念、技能与道德等人文素质;采用先进的爆破技术、安全技术措施与科学的爆破安全管理机制,从而有效地控制、协调人的不安全行为与机和环境的不安全状态,以预防、控制和减少爆破生产活动中的风险、事故或有害效应,保障爆破安全生产。

诚然,为适应满足爆破安全教育之需求,同时亦希图构建爆破安全科学体制和机制,根据高等学校采矿工程和矿建工程专业教学大纲规定,作者结合本科生、国外进修教学和辽宁省爆破企业法人培训教育等教学实践,按照科学性、先进性、系统性和实用性原则,理论

联系实际,同时注重充实、加强爆破安全技术、方法和安全管理机制以及爆破安全文化等内容,著就了《爆破安全》一书。

本书共9章,主要内容包括爆破概论、爆破技术、爆破安全技术、爆破安全管理的原理、爆破施工安全管理、爆破企业安全文化、爆破企业安全教育、爆破事故调查与事故应急预案以及爆破事故案例等。

本书由王明林主编,孙俊鹏、王起新参加编写工作。其中,第1~第3章、第4.1节、第4.2节、第5.1节、第6.1节、第6.2节、第7章、第8.1节、第8.2节、第8.4节、第8.5节由王明林执笔;第5.2节、第5.3节、第6.3节和爆破事故案例由孙俊鹏执笔;第4.3节、第8.3节由王起新执笔。本书在编写的过程中,参阅或引用了多位教授、学者、专家的有关著作和卓越研究成果,在此向他们表示诚挚谢意;同时向为本书编审过程中提出过宝贵意见的教授、专家及同仁表示衷心感谢!

由于作者学识水平所限,书中不妥之处诚请广大读者和专家批评指正。

作 者
2015年5月

目 录

1 爆破概论	1
1.1 爆炸与炸药的基本概念	1
1.1.1 爆炸现象	1
1.1.2 炸药爆炸的基本特征	1
1.1.3 炸药的基本概念	2
1.1.4 炸药爆轰理论	3
1.2 爆破器材与起爆方法	6
1.2.1 电雷管起爆法	6
1.2.2 导爆管雷管起爆法	11
1.2.3 其他起爆法	13
1.3 岩石爆破机理	14
1.3.1 岩石爆破破坏理论	14
1.3.2 岩石爆破破坏物理过程	15
1.3.3 装药量计算原理	16
1.3.4 提高炸药能量利用率	17
思考题	18
2 爆破技术	19
2.1 露天爆破	19
2.1.1 露天浅孔爆破	19
2.1.2 露天深孔爆破	20
2.2 地下爆破	23
2.2.1 井巷掘进爆破	23
2.2.2 地下采矿场爆破	27
2.2.3 地下煤矿爆破	29
2.3 控制爆破	30
2.3.1 毫秒爆破	30
2.3.2 光面爆破和预裂爆破	32
2.3.3 拆除爆破	36

思考题	52
3 爆破安全技术	53
3.1 爆破公害效应	53
3.1.1 爆破危险源及其分类	53
3.1.2 爆破公害效应及其分类	54
3.2 爆破公害控制技术	54
3.2.1 爆破地震控制技术	54
3.2.2 爆破飞散物控制技术	62
3.2.3 爆破空气冲击波和噪声的控制技术	63
3.2.4 爆破有害气体与粉尘控制技术	66
3.3 早爆与拒爆控制技术	68
3.3.1 早爆事故控制技术	68
3.3.2 拒爆事故控制技术	68
思考题	69
4 爆破安全管理的原理	70
4.1 爆破安全管理概述	70
4.1.1 爆破安全管理的基本概念	70
4.1.2 危险与事故	70
4.1.3 爆破安全管理的目的与内容	72
4.1.4 爆破安全管理的方法	72
4.2 爆破安全管理的原理与原则	73
4.2.1 爆破安全管理的原理	74
4.2.2 爆破安全管理的原则	75
4.3 爆破安全管理的体制和制度	76
4.3.1 爆破安全管理体制	77
4.3.2 爆破安全管理机构和职责	77
4.3.3 爆破安全管理制度	78
思考题	82
5 爆破施工安全管理	83
5.1 爆破安全评估	83
5.1.1 爆破安全评估的对象	83
5.1.2 爆破安全评估的资质与依据	83
5.1.3 爆破安全评估的原则与内容	84

5.1.4 爆破安全评估报告	85
5.2 爆破安全监理	86
5.2.1 爆破安全监理概述	86
5.2.2 爆破安全监理的基本要求	87
5.2.3 爆破安全监理的依据和内容	88
5.2.4 爆破安全监理大纲与爆破监理实施细则	90
5.2.5 爆破安全监理记录、工地会议与报告	92
5.3 爆破施工安全管理	94
5.3.1 爆破设计安全管理	94
5.3.2 凿岩工程安全管理	95
5.3.3 装药爆破安全管理	96
思考题	98
6 爆破企业安全文化	99
6.1 爆破企业安全文化的基本概念	99
6.1.1 文化的概念	99
6.1.2 爆破企业安全文化体系	100
6.1.3 爆破企业安全文化的功能	102
6.2 爆破企业安全文化建设	104
6.2.1 爆破企业安全文化建设的内容	104
6.2.2 爆破企业安全文化的建设方法	107
6.3 爆破企业安全文化的建设实践	109
6.3.1 爆破企业决策者及管理层的的安全文化建设	109
6.3.2 班组及职工的爆破安全文化建设	109
6.3.3 爆破生产施工安全文化建设	110
6.3.4 爆破企业人文环境的安全文化建设	110
6.3.5 爆破企业决策者潜质	110
思考题	114
7 爆破企业安全教育	115
7.1 爆破企业安全教育概述	115
7.1.1 爆破企业安全教育的目的和方法	115
7.1.2 爆破安全教育的基本原则	115
7.1.3 爆破企业安全教育的内容	116
7.2 爆破企业安全教育的对象与方式	117
7.2.1 爆破企业法人（决策者）的安全教育	117

7.2.2 爆破企业管理层的安全教育	118
7.2.3 爆破企业专职安全管理人员的安全教育	119
7.2.4 爆破企业全员安全教育	120
7.2.5 新从业人员的安全教育	120
7.2.6 特种作业人员的安全教育	122
7.2.7 工作变换人员的安全教育	122
7.2.8 企业职工家属的安全教育	123
思考题	123
8 爆破事故调查与事故应急预案	124
8.1 爆破事故调查概述	124
8.1.1 事故分类	124
8.1.2 爆破事故调查的目的	125
8.1.3 爆破事故调查的原则	125
8.2 爆破事故调查的对象和程序	126
8.2.1 爆破事故调查对象	126
8.2.2 爆破事故调查的程序	127
8.3 爆破事故现场勘察的方法	131
8.3.1 爆破事故现场调查访问	131
8.3.2 爆破事故现场物证搜集与勘测	131
8.3.3 爆破事故现场分析	133
8.4 爆破事故调查报告	133
8.4.1 爆破物证的检验和鉴定	133
8.4.2 爆破事故深入分析	135
8.4.3 爆破事故经济损失的统计计算	137
8.4.4 爆破事故调查报告	140
8.5 爆破事故应急预案	142
8.5.1 爆破事故应急管理体系	143
8.5.2 爆破事故应急管理过程	144
8.5.3 爆破事故应急响应程序	144
8.5.4 爆破事故应急预案	145
思考题	154
9 爆破事故案例	155
参考文献	164

1 爆破概论

1.1 爆炸与炸药的基本概念

1.1.1 爆炸现象

爆炸是自然界中经常发生的自然现象。爆炸是某一物质系统瞬间急剧的物理或化学变化，同时释放大量能量而对周围介质做功的过程。如车轮胎放炮、锅炉爆炸、瓦斯爆炸、炸药爆炸、原子弹爆炸等。根据爆炸的原因和特征，通常将爆炸分为物理爆炸、化学爆炸和核爆炸三类：

(1) 物理爆炸。爆炸时仅仅是物质形态发生变化，而物质的化学成分和性质没有改变的爆炸过程。如锅炉爆炸、雷电爆炸等。

(2) 化学爆炸。爆炸时物质的化学成分和性质发生变化的爆炸过程。如炸药爆炸、煤尘爆炸、沼气爆炸等。

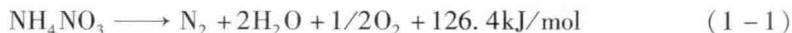
(3) 核爆炸。原子核发生裂变或聚变的连锁反应引起的爆炸过程。如原子弹爆炸、氢弹爆炸等。

由于各类爆炸现象的特征、过程和工程应用条件要求不同，其化学爆炸备受关注。爆破是利用炸药能量使临近介质破碎或变形的过程。如岩土爆破、爆炸加工等。

1.1.2 炸药爆炸的基本特征

炸药是能发生急剧的化学反应，并瞬间释放大量热量和气体的相对稳定的化合物或混合物。炸药爆炸必须具备的基本特征是：

(1) 化学反应过程释放大量的热。炸药爆炸反应过程放出大量的热能是炸药爆炸的首要条件，是维持其爆炸反应继续进行的基础，是对介质做功的能源。如硝酸铵的放热反应为



(2) 反应过程生产大量的气体。由于气体具有可压缩性的特点，炸药反应过程生成大量的气体是其做功的媒介，亦是爆炸反应的必要条件。否则将不会形成爆炸现象。如铝热剂反应：



(3) 反应过程的高速度。只有炸药化学反应过程的高速度，才能减少炸药

的能量损失,才能使其释放出的大量热能和气体瞬间形成高温高压气体而做功。因此,炸药化学反应的高速度是区别其他化学反应的重要标志。

1.1.3 炸药的基本概念

1.1.3.1 炸药分类

炸药品种繁多,其分类方法各异。可按炸药物态、化学组分或特点和用途或应用领域等来进行分类。通常根据炸药作用特点和用途,将其分为起爆药、猛炸药、发射药和烟火剂四种。

(1) 起爆药。起爆药的特点是极其敏感,受较小外能作用即能发生爆炸反应,且反应速率高。一般用其制造雷管或起爆其他类型炸药。常用的起爆药有雷汞 $\text{Hg}(\text{CNO})_2$ 、叠氮化铅 $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ 、二硝基重氮酚 $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_2\text{N}_2\text{O}$ (简称 DDNP) 等。

(2) 猛炸药。与起爆药相比,其敏感度较低,威力大,是工程爆破的基本用药。根据化学成分的不同,猛炸药又分为单质猛炸药和混合猛炸药。

1) 单质猛炸药。化学成分为单一化合物的猛炸药。该类炸药爆炸性能好,威力大,主要用于制造雷管、导爆索等起爆器材。如梯恩梯 (TNT)、黑索金 (RDX)、泰安 (PETN)、硝化甘油 (NG)、特屈儿 (CE)、奥克托今 (HMX)、硝基胍 (NQ) 等。

2) 混合猛炸药。由两种或两种以上物质组成的爆炸性混合物。其敏感度较低,但威力较大,是工程爆破的主要用药。如硝铵类炸药 (铵油炸药、膨化硝铵炸药、粉状乳化炸药等)、含水炸药 (乳化炸药、水胶炸药等)、硝化甘油炸药、煤矿许用炸药 (粉状硝铵类许用炸药、含水炸药、离子交换炸药、当量炸药、被筒炸药) 等。混合炸药的主要组分有硝酸铵、木粉或油相、水相和添加剂,它们分别作为炸药的氧化剂、可燃剂或敏化剂、乳化剂等。

(3) 发射药。其特点对火焰极其敏感,威力较弱,吸湿性强。可用作发射药和点火器材,如硝化棉火药、硝化甘油火药、黑火药等。

(4) 烟火剂。由氧化剂与可燃剂组成的混合物,以其燃烧效应制作照明弹、信号弹、燃烧弹、烟幕弹等。

1.1.3.2 炸药化学变化的基本形式

爆炸并非炸药化学反应的唯一形式,由于炸药性质、激发条件或其他因素的差异,炸药化学变化过程的速度、性质迥然。按其传播速度和性质不同,将炸药化学变化的基本形式分为热分解、燃烧、爆炸和爆轰四种。

(1) 热分解。常温下在炸药中均匀进行的分解作用。它是炸药化学变化的最低形式,其特点是反应速度慢,随内外条件变化而变化,并且是在炸药整体中均匀地进行分解反应。热分解与炸药贮存的安全性相关。

(2) 燃烧。在外能作用下, 炸药以低于炸药声速之每秒几毫米至每秒几米速度(最高也只有每秒几百米)进行的化学反应。炸药的燃烧主要以热传导形式传递能量, 与环境条件密切相关。

(3) 爆炸。炸药以每秒数千米之不稳定速度进行的急剧化学反应。它是炸药化学反应的最高形式, 靠冲击波传递能量, 在爆炸点附近产生压力、温度突变, 且受环境条件影响。

(4) 爆轰。炸药以其稳定的最大速度进行的急剧化学反应。爆轰与爆炸并无本质区别, 只是其传播速度不同而已。在稳定条件下, 炸药的爆轰速度为常数, 而爆炸的传播速度是可变的。因此可以认为爆轰是炸药爆炸的最大稳定速度值, 此时其释放的能量最大。

1.1.3.3 炸药的爆炸性能

炸药的爆炸性能指标主要有猛度、爆力、爆速、殉爆距离等。

(1) 猛度。表示炸药爆炸瞬间对其邻近介质的局部压缩、粉碎或击穿的能力。一般以 mm 计。

(2) 爆力。表示炸药爆炸时对临近介质的压缩、破坏或抛移的整体做功能力。它是衡量炸药威力, 标示炸药做功能力的重要指标之一。

(3) 爆速。爆轰波在炸药中的传播速度称为爆轰速度, 简称爆速, 其单位以 m/s 表示。

(4) 殉爆距离。主发药卷爆炸引起与之不相接触的临近被发药卷爆炸的现象叫殉爆。主发药卷与引爆的被发药卷之间的最大距离称之为殉爆距离, 一般以 cm 计。

1.1.4 炸药爆轰理论

1.1.4.1 炸药起爆

炸药是一种相对稳定的化合物或混合物, 只有施加一定的外能才能使其爆炸。外能引起炸药发生爆炸反应的过程称为起爆。引起炸药爆炸的能量谓起爆能。根据外部作用形式的不同, 起爆能可分为热能、机械能和爆炸能三种形式。如加热、撞击、摩擦、针刺、枪击和雷管爆炸、导爆索爆炸、起爆药包爆炸等。

炸药在外能作用下是否发生爆炸反应, 主要取决于炸药的敏感度。炸药敏感度系指炸药在外能作用下发生爆炸反应的难易程度。影响炸药敏感度的因素主要是炸药的物理状态、化学性质、密度、掺和物性能和环境因素等。

1.1.4.2 爆轰波

所谓波就是扰动在介质中的传播; 而扰动就是在受到外力作用时, 介质状态(压力 p 、温度 T 、密度 ρ 等)发生的局部变化。因此, 也可以说波是介质状态变化的传播。当波在传播过程中, 其压力 p 、密度 ρ 、温度 T 等状态参数增加的波

叫做压缩波。反之，介质状态参数 p 、 ρ 、 T 等均下降的波称为稀疏波。冲击波是在介质中以超声速传播并引起介质状态参数 (p 、 ρ 、 T) 突跃升高的特殊形式的压缩波。

实验表明，采用加速运动的活塞压缩圆管内的气体，可在其中形成冲击波。在正常条件下，炸药一旦被起爆发生爆炸反应，产生大量高温、高压和高速气流会在周围介质（即炸药分子）中激发冲击波。冲击波波阵面所到之处，使炸药分子活化而发生高速化学反应，反应所释放出来的能量的一部分是以补充冲击波传播过程中的能量损失，使其以稳定的爆轰速度和波阵面压力继续向前传播，其后紧跟着化学反应区以同等速度传播。这种伴随着化学反应，在炸药中传播的特殊形式的冲击波称为爆轰波。附有化学反应区的特殊形式的冲击波在炸药中的传播过程称为爆轰过程。

因此，爆轰波可视为由一个前沿冲击波和紧随的化学反应区构成，图 1-1 是爆轰波结构示意图。为简化起见，假设炸药爆轰气体只沿轴方向流动。

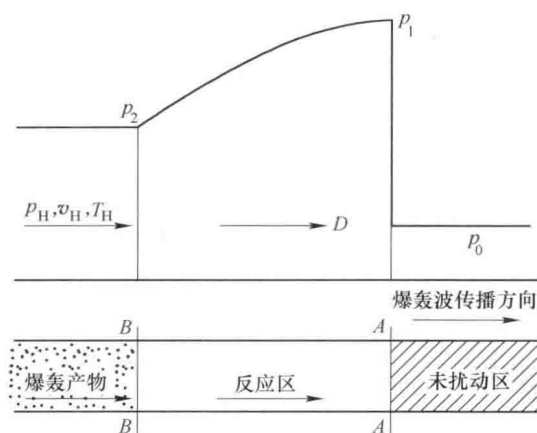


图 1-1 爆轰波结构示意图

A-A—冲击波波头；B-B—化学反应结束面（C-J面）

图 1-1 中 A-A 面表示冲击波头，设其传播速度为 D 。A-A 面右方是未扰动区，其气体初始状态参数为 p_0 、 v_0 、 T_0 ，流速 $u_0 = 0$ 。在波头 A-A 面上，由于强冲击波的压缩，其状态参数发生突跃变化并获得流速，压力由原始压力 p_0 突跃为 p_1 ，炸药因此受到强烈的冲击压缩，从而产生迅速的化学反应。化学反应开始至反应结束的区域称为反应区，即 A-A 面与 B-B 面之间的区域。B-B 面表示化学反应終了的面，亦即通常所称的 C-J 面，该面上的气体状态参数与流速表示为 p_H 、 v_H 、 t_H 和 u_H 。C-J 面也称爆轰波波头，其 C-J 压力即爆轰波阵面压力。冲击波阵面和紧附其后的化学反应区合称为爆轰波阵面。

1.1.4.3 爆轰波参数计算

由于爆轰波是在炸药中传播的一种特殊形式的冲击波,同样,亦可以质量守恒、动量守恒和能量守恒定律的关系,求得爆轰波的爆轰压力、爆轰产物体积、密度等状态参数。

(1) 爆轰压力

$$p_H = \frac{1}{K+1} \rho_0 D^2 \quad (1-3)$$

(2) 爆轰终了瞬间产物体积

$$V_H = \frac{K}{K+1} \nu_0 \quad (1-4)$$

(3) 爆轰终了瞬间产物密度

$$\rho_H = \frac{K+1}{K} \rho_0 \quad (1-5)$$

(4) 爆轰终了瞬间产物温度

$$T_H = \frac{2K}{K+1} T_c \quad (1-6)$$

(5) 爆轰速度 D

$$D = \sqrt{2(K^2 - 1)Q_v} \quad (1-7)$$

(6) C-J 面处的质点速度 u_H

$$u_H = \frac{1}{K+1} D \quad (1-8)$$

式中 K ——系数,通常可取 3;

D ——炸药爆轰速度, m/s;

ν_0 ——炸药爆容, L/kg;

ρ_0 ——炸药初始密度, kg/cm³;

T_c ——定容条件下的爆温, °C;

Q_v ——炸药爆热, kJ/kg。

在现代技术条件下,爆速 D 可以直接测定,而 ρ_0 是已知炸药的初始密度。因此,可利用前述方程求得爆轰波其他参数值。

1.1.4.4 爆轰波稳定传播的条件

在一定条件下炸药起爆后能继续传爆,然而在不利条件下,爆轰也可以终止或者转变为爆燃或燃烧;反之,在密闭条件下或者大量炸药燃烧时,也可因热量不断积聚而由燃烧转变为爆炸。在其他条件一定时,爆轰波是以与反应区释出能量相对应的参数进行传播的。因此,炸药能否达到稳定爆轰乃至理想爆轰,取决

于炸药颗粒反应终了所需时间 t_2 与药包周边至轴线扩散过程所需时间 t_1 的关系。炸药爆速高, 其反应终了所需时间 t_2 小, 同时, 侧向扩散时间 t_1 亦小。适当增大药包直径, 可满足爆轰波稳定传播条件。

炸药的爆轰状态分为理想爆轰和非理想爆轰。任意增大药包直径和长度而爆轰波传播速度仍保持稳定的最大值的爆轰称为理想爆轰。爆轰波以低于最大爆轰波速度的定常速度传播的爆轰谓之非理想爆轰。非理想爆轰又分为稳定爆轰和不稳定爆轰。如图 1-2 炸药爆速随药包直径变化图所示, 在工程爆破中, 为了保证爆破效果, 提高炸药能量利用率, 在综合平衡施工技术和经济效果的同时, 必须避免不稳定爆轰的发生而力求达到理想爆轰, 即必须使药包直径 d 大于药包的临界直径 $d_{\text{临}}$ 而尽可能地达到 (或大于) 药包极限直径 $d_{\text{极}}$ 。

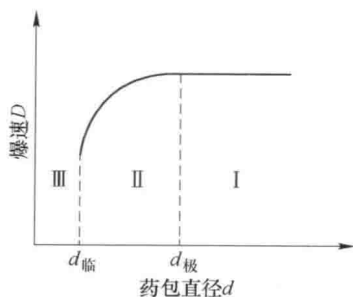


图 1-2 炸药爆速随药包直径变化示意图

I—理想爆轰区；II—稳定爆轰区；III—不稳定爆轰区

1.2 爆破器材与起爆方法

用于起爆炸药的器材叫起爆器材, 如雷管、导爆索、导爆管等。炸药和起爆器材统称为爆破器材。在工程爆破中, 根据爆破网路中使用的起爆器材不同, 起爆方法分为电雷管起爆法、导爆管雷管起爆法、导爆索起爆法和其他起爆法四类。

1.2.1 电雷管起爆法

电雷管起爆法由电雷管、导线和起爆电源组成。是利用电能引爆电雷管进而起爆炸药的起爆方法。

1.2.1.1 电雷管的结构

电雷管的结构由管壳、正起爆药、副起爆药、加强帽、脚线、密封塞、桥丝、引火药等构成。瞬发电雷管结构如图 1-3 所示。

电雷管根据其结构特点不同, 可分为瞬发电雷管、秒延期电雷管、毫秒延期

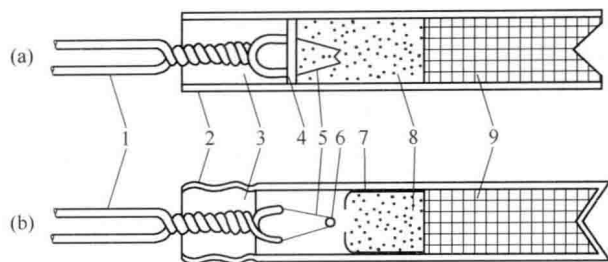


图 1-3 瞬发电雷管结构图

(a) 直插式; (b) 药头式

1—脚线; 2—管壳; 3—密封; 4—纸垫; 5—桥丝; 6—引火头;

7—加强帽; 8—主起爆药; 9—副起爆药

电雷管等几种。毫秒延期电雷管的结构如图 1-4 所示。国产延期电雷管如表 1-1 所示。

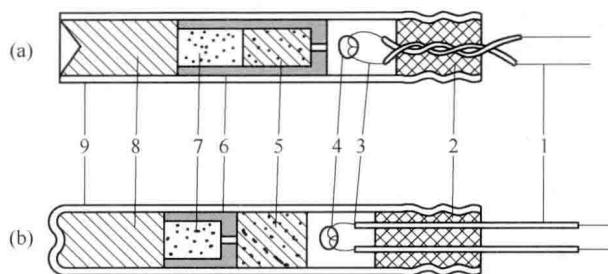


图 1-4 毫秒延期电雷管结构图

(a) 装配式; (b) 直填式

1—脚线; 2—密封塞; 3—桥丝; 4—引火头; 5—延期药;

6—加强帽; 7—主起爆药; 8—副起爆药; 9—管壳

表 1-1 国产延期电雷管的段别及延期时间

段 别	第一系列 /ms	第二系列 /ms	第三系列 /ms	第四系列 /ms	1/4 系列 /s	半秒系列 /s	1 秒系列 /s	2 秒系列 /s	3 秒系列 /s
1	0	0	0	0	0	0	.	0	0
2	25	25	25	25	0.25	0.50	1.2	2	1
3	50	50	50	45	0.50	1.00	2.3	4	2
4	75	75	75	65	0.75	1.50	3.5	6	3
5	110	100	100	85	1.00	2.00	4.8	8	4

续表 1-1

段 别	第一系列 /ms	第二系列 /ms	第三系列 /ms	第四系列 /ms	1/4 系列 /s	半秒系列 /s	1 秒系列 /s	2 秒系列 /s	3 秒系列 /s
6	150	煤矿 许用 毫秒 延期 电雷管	128	105	1.25	2.50	6.2	10	5
7	200		157	125	1.50	3.00	7.7		
8	250		190	145		3.50			
9	310		230	165					
10	380		280	185					
11	460		340	205					
12	550		410	225					
13	650		480	250					
14	760		550	275					
15	880		625	300					
16	1020		700	330					
17	1200		780	360					
18	1400		860	395					
19	1700		945	430					
20	2000		1035	470					
21			1125	510					
22			1225	550					
23			1350	590					
24			1500	630					
25			1675	670					
26			1876	710					
27			2075	750					
28			2300	800					
29			2550	850					
30			2800	900					
31			3050						

电雷管的主要性能参数包括电阻、最小准爆电流、最大安全电流等。

电雷管电阻是指其桥丝电阻和脚线电阻值之和，又称为电雷管的全电阻。电阻值的大小因电雷管桥丝材料（康铜或镍铬桥丝）与脚线材料（铜或铁脚线）的不同而异。

最小准爆电流是给电雷管通以恒定的直流电，能将桥丝加热到点燃引火药的