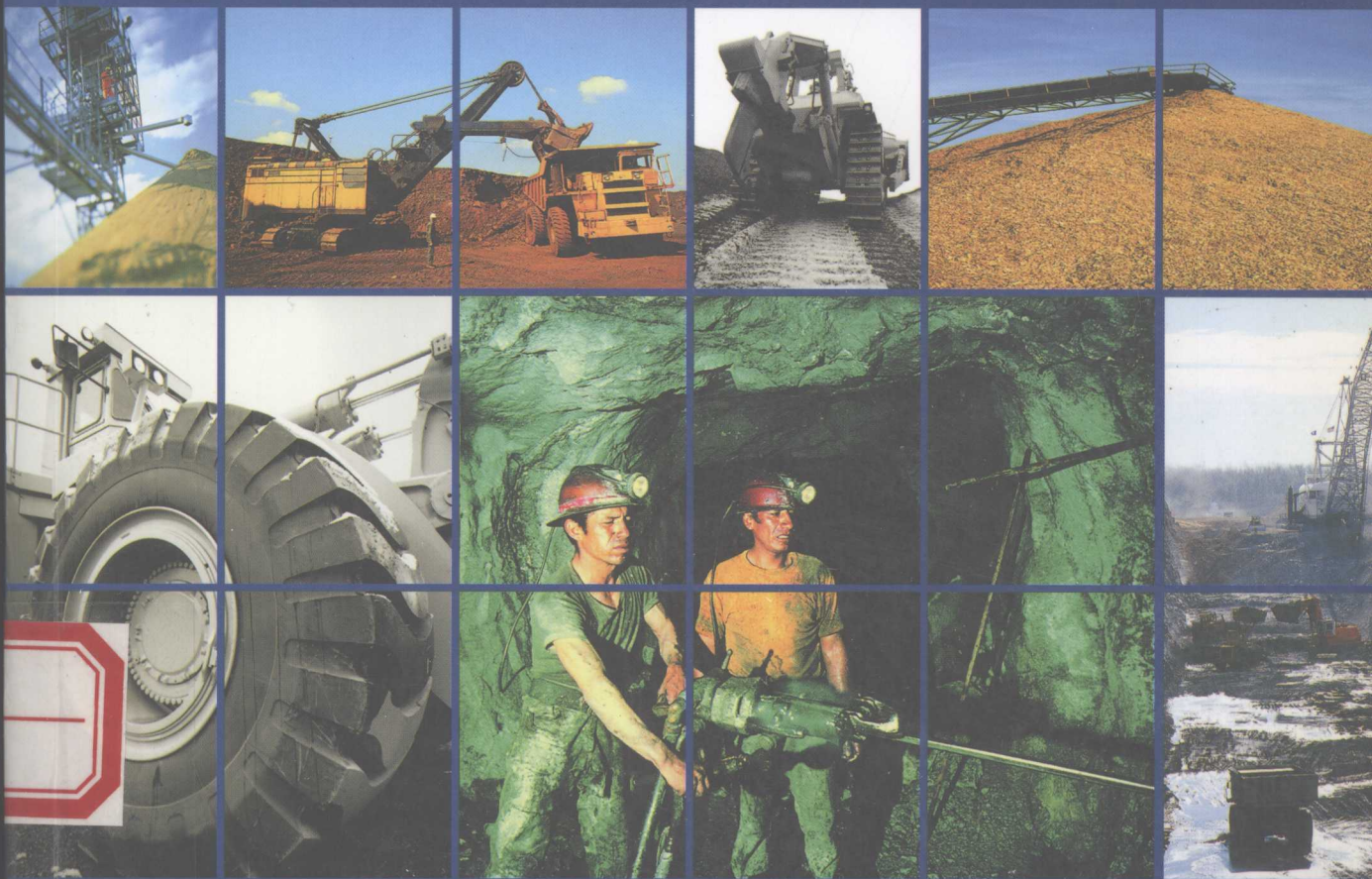


矿山生产与 安全技术

KUANGSHAN SHENGCHAN
YU ANQUAN JISHU

● 纳宗会 庙延钢 蔡继发 主编



云南科技出版社
YUNNAN SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

矿山生产与 安全技术

KUANGSHAN SHENGCHAN
YU ANQUAN JISHU

主 编 纳宗会 庙延钢 蔡继发

副主编 杨 溢 栾龙发 王国发



云南科技出版社

· 昆明 ·

图书在版编目(CIP)数据

矿山生产与安全技术/纳宗会, 庙延钢, 蔡继发主编.
昆明: 云南科技出版社, 2005. 1

ISBN 7-5416-2105-6

I. 矿... II. ①纳...②庙...③蔡... III. 矿山安全—安全生产 IV. TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 135275 号

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码: 650034)

云南福保东陆印刷股份有限公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 20 字数: 490 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 5 000 册 定价: 38.00 元

前 言

矿山是《安全生产法》明确的三大危险性行业之一。云南省是矿产大省,素有“有色金属王国”之称。到目前为止,全省有各类非煤矿山 5000 多个,开发利用除煤矿外的 80 余种矿种,年产矿石量上亿吨。但非煤矿山事故我省一直居高不下,在各类事故中居第三位,仅次于道路交通事故和煤矿事故。究其原因,主要是我省的非煤矿山安全生产设施简陋、缺乏安全技术和知识而导致的各类事故隐患突出。因此,搞好非煤矿山安全生产对于全省安全生产有重要作用。

为了加强对矿山安全生产的监督管理,提高各类人员的安全素质,结合我省实际,我们组织力量编写了《矿山生产与安全技术》一书,参加编写该书的人员有从事矿山安全技术教学多年的学者,也有从事矿山安全监督管理工作多年的专家。因此,该书无论在理论上还是在实践中都力求理论与实践结合,书中比较系统地论述了矿山露天和地下开采工艺、爆破器材、尾矿库、矿山事故预防以及矿山安全管理等方面的知识。此外,为了便于查阅,还附录了非煤矿山有关技术标准、安全法规。

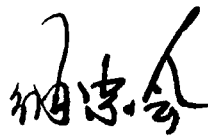
本书既从理论上阐述了矿山开采以及事故预防的基本原理,又从实际中提出了事故预防的手段和方法,适合于从事矿山生产的企业负责人、安全管理人员、工程技术人员、特种作业人员、矿山安全监察人员和安全评价机构人员的培训教材,也适合于大专院校相关专业的教学参考用书。

本书由庙延钢教授统稿,参加编写工作的人员还有张智宇、殷林、吕庭刚、穆大耀、张华、郑永红等。刘维华教授审定了第三章地下采矿工艺,并对该章作了部分修改和补充,在此表示感谢,同时对为本书提供资料的作者表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

云南省安全生产监督管理局局长

二〇〇四年十二月六日



内 容 简 介

《矿山生产与安全技术》一书共分为六章,本书比较系统地介绍了矿用爆破器材、非煤露天采矿工艺和地下采矿工艺,并还详细地介绍了尾矿库(坝)与事故预防、非煤矿山事故管理与预防和矿山安全生产管理的内容。

本书具有较强的知识性和实用性,不仅可作为非煤矿山企业负责人、安全管理人员、工程技术人员、矿山安全监察人员和安全评价机构人员的培训教材,也适用于大专院校相关专业的教学参考用书。

目 录

第一章 工业炸药与爆破器材	(1)
第一节 炸药爆炸的基本概念.....	(1)
第二节 工业炸药的种类.....	(2)
第三节 工业炸药的性能及其参数.....	(7)
第四节 起爆器材.....	(9)
第五节 爆破器材管理	(16)
第六节 起爆方法	(22)
第二章 露天采矿工艺	(39)
第一节 基本概念	(39)
第二节 露天开采生产工艺	(42)
第三节 露天矿边坡稳定	(70)
第三章 地下采矿工艺	(78)
第一节 金属矿床的分类	(78)
第二节 矿床开采步骤	(79)
第三节 矿床开拓	(81)
第四节 开拓方法分类	(82)
第五节 采矿方法分类	(92)
第六节 空场采矿法	(95)
第七节 充填采矿法.....	(104)
第八节 崩落采矿法.....	(110)
第九节 矿山运输.....	(127)
第十节 矿井提升.....	(132)
第十一节 矿井通风.....	(135)
第十二节 矿井防水和排水.....	(161)
第四章 尾矿库(坝)与事故预防	(166)
第一节 基本概念.....	(166)
第二节 尾矿排放方式.....	(169)
第三节 尾矿库.....	(171)
第四节 尾矿坝.....	(175)
第五节 尾矿坝的安全治理.....	(186)
第六节 尾矿库排洪系统.....	(192)
第七节 尾矿库安全管理.....	(202)

第五章 矿山事故预防技术	(206)
第一节 矿山安全概况	(206)
第二节 矿山事故管理	(215)
第三节 矿山事故预防	(230)
第四节 矿山安全教育	(251)
第六章 矿山安全生产管理	(258)
第一节 矿山安全生产概论	(258)
第二节 矿山安全生产管理与评价	(262)
第三节 安全评价知识	(266)
第四节 安全生产监督管理体制及基本监察制度	(275)
附：矿山安全法律法规	(289)
1. 中华人民共和国安全生产法	(289)
2. 中华人民共和国矿山安全法	(299)
3. 安全评价通则	(304)
4. 非煤矿山安全评价导则	(306)
主要参考文献	(315)

第一章 工业炸药与爆破器材

第一节 炸药爆炸的基本概念

一、炸药爆炸三要素

炸药爆炸是化学爆炸的一种,炸药爆炸时应同时具备三个条件,称为炸药爆炸三要素。

1. 化学反应过程大量放热

放热是化学爆炸反应得以自动高速进行的首要条件,也是炸药爆炸对外做功的动力。显然,若反应是吸热的,则须从外部补充能量才能维持反应的继续进行,故不具备爆炸的特征。

2. 反应过程极快

这是区别于一般化学反应的显著特点,爆炸可在瞬间完成。例如 1kg 梯恩梯完全爆炸只需要十万分之一秒的时间;而 1kg 煤完全燃烧能放热 2140 千卡,比梯恩梯约多一倍,但其反应时间要几十分钟,故煤不具备爆炸条件。

3. 生成大量气体

炸药化学反应所产生的气体产物,是爆炸做功的媒介。由于气体具有很高的膨胀系数,炸药爆炸瞬间产生大量高温气体产物,在膨胀过程中,将能量迅速转变为机械功,使周围介质受到破坏。

二、炸药化学变化的基本形式

根据化学反应的激发条件、炸药的性质和其他因素的不同,炸药化学变化过程可以不同的速度进行传播,同时在性质上也具有重大的区别。按照其传播性质和速度的不同,可将炸药化学变化的基本形式分为四种:热分解、燃烧、爆炸和爆轰。

1. 热分解

炸药和其他物质一样,在常温下也会进行分解作用,但分解速度很慢,不会形成爆炸。当温度升高时,分解速度加快,温度继续升高到某一定值(爆点)时,热分解就能转化为爆炸。炸药的热分解性能会影响炸药的贮存。例如,库房的温度和药箱堆放数量与方式都会对炸药热分解产生影响。一般来说,在炸药库房内,药箱不应过多,堆放不应过紧,保持良好通风,防止温度升高时热分解加剧而引起爆炸事故。

2. 燃 烧

炸药在火焰或热作用下可能引起燃烧,燃烧速度一般比较慢。但是随着温度和压力的增加,燃速也显著增加,并且当外界压力、温度超过某一极限值时,炸药很快地由燃烧变成爆炸。因此,当遇到炸药燃烧时,切不可采用砂土覆盖法灭火。

3. 爆 炸

当炸药受到足够大的外能作用时,会发生最猛烈的化学反应,该反应以一种冲击波的形式高速传播,这就是炸药的爆炸。一般爆炸过程是很不稳定的,不是过渡到更大爆速的爆轰,就是衰减到很小爆速的爆燃直至熄灭。因此,爆炸只是炸药变化过程中的一种过渡状态。

4. 爆 轰

爆炸反应传播速度保持在稳定值时的化学反应称为爆轰。因此,爆轰是炸药化学变化的最高形式,这时炸药能量释放得最充分、最集中。

爆炸和爆轰并无本质上的区别,只不过传播速度不同而已。爆轰的传播速度是恒定的,爆炸的传播速度是变化的。

第二节 工业炸药的种类

工业炸药的性能和质量对爆破效果和安全有直接的影响,因此它应满足如下要求:具有良好的爆炸性能,有足够的爆炸威力;感度适中,既能保证制造、运输和使用时的安全,又能较方便地起爆;爆炸时有毒气体量少;性能稳定,在规定的贮存期内不变质失效;原料来源丰富,生产简单,成本低。

一、炸药分类

炸药分类的方法很多,常用的分类方法有三种:即按炸药的用途分类、按炸药的组成分类和按炸药的使用场合分类。

1. 按炸药的用途分类

(1)起爆药

这是一种对外界作用特别敏感的炸药,常用来引爆其他炸药。特点是受较小的外界作用(如机械、热、火焰)均易激发爆轰,而且反应速度极快。常用的有叠氮化铅、雷汞、二硝基重氮酚等。

(2)猛炸药

与起爆药相比,它比较稳定,通常要在一定的起爆源(如雷管)作用下才能爆轰。它是用于爆破作业的主要材料之一。猛炸药能对周围介质产生强烈的破坏作用。常用的猛炸药有梯恩梯、黑索金、奥克托金、太安以及混合型工业炸药等。

(3)火 药

这是一种反应速度较慢,只能进行燃烧反应和推进作功的化合物。主要有黑火药、无烟火药(硝化纤维火药)。

2. 按炸药的组成分类

(1) 单体炸药

这种炸药是由单一的化合物组成,多数是分子内部含有氧的有机化合物,在一定的外界条件作用下,能导致分子内键断裂,发生高速的化学反应,进行分子内的燃烧和爆轰,这类炸药有:梯恩梯(TNT)、黑索金(RDX)、奥克托金(HMX)、太安(PETN)、特屈儿(CE)、硝化甘油炸药(NG)等。

(2) 混合炸药

混合炸药本身是含有两种组分以上的混合物,又叫爆炸性混合物。这类炸药有气态的、液态的和固态的,其中以固态最多。大多数工业炸药都属于混合炸药。

3. 按炸药的使用场合分类

(1) 露天炸药

露天炸药适用于露天爆破,由于露天爆破用药量大,特别是空间开阔,通风条件好,可允许产生一定量的有毒气体。

(2) 岩石炸药

这类炸药适用于无瓦斯矿尘爆炸危险的井下矿山或隧道等地下爆破。由于井下和隧道中空间小,通风条件较差,必须严格限制有毒气体的生成量。所以岩石炸药的配比要求较高,炸药应完全爆炸。

(3) 煤矿许用炸药

这类炸药主要用于有瓦斯矿尘爆炸危险的矿井中,因此除了要求炸药有毒气体生成量必须符合规定的标准外,还得保证它爆炸时不能引爆一定浓度的瓦斯或矿尘,在这类炸药中要加入2%~12%的食盐作消焰剂。

二、硝铵类混合炸药

硝铵类炸药是以硝酸铵为主要成分的混合炸药,它是很好的氧化剂,这类炸药的技术经济优点特别突出。如:反应完全,爆炸后生成气体量大,原料来源广泛,制作工艺简单、可靠,成本低,炸药性能指标较好。硝铵类炸药的性质主要取决于硝酸铵。为达到各种不同爆破目的和适应不同爆破条件的要求,通常加入一些敏化剂、可燃剂、疏松剂、消焰剂等。常用的有铵梯炸药、铵油炸药、铵松蜡炸药、铵沥蜡炸药、乳化炸药及煤矿许用炸药,另外还有浆状炸药和水胶炸药。

1. 铵梯炸药

铵梯炸药是目前我国生产最多、使用最广泛的一种炸药,它以硝酸铵为主要成分,加入一些敏化剂、可燃剂和疏松剂等。国产铵梯炸药有露天炸药、岩石炸药(见表1-1)和煤矿许用炸药等品种。铵梯炸药爆炸威力较高,感度适中,可用8号雷管直接起爆,使用比较安全。铵梯炸药很容易吸潮结块,按照物理性质不同可分为抗水型和不抗水型。抗水型铵梯炸药中加入了一定量的沥青、石蜡作为抗水剂,具有一定的抗水能力。

2. 铵油炸药

铵油炸药也是我国大量使用的一种炸药。它的主要成分是硝酸铵,配以适量的柴油及木粉而成,硝酸铵是氧化剂,柴油是可燃剂。铵油炸药不含敏化剂,为改善爆炸性能,一

般采用轻柴油配制铵油炸药。轻柴油热值高达 41868J/kg,具有较合适的粘性,能与硝酸铵均匀混合,易于渗透到硝酸铵颗粒内,有利于爆炸反应,提高爆炸的威力。铵油炸药常用 0[#]、-10[#]、-20[#] 等牌号轻柴油,北方寒冷地区或低温季节宜用低牌号轻柴油。

表 1-1 岩石铵梯炸药的组分、性能 (GB12437-2000) 与爆炸参数计算值

组成、性能与爆炸参数		炸药名称						
		1# 岩石 铵梯炸药	2# 露天 铵梯炸药	3# 露天铵 梯炸药	1# 抗水露 天铵梯炸药	2# 抗水露天 铵梯炸药	露天铵 油炸药	
组 分 (%)	硝酸铵	82±2.0	86±2.0	88±2.0	84±2.0	86±2.0	89.5±2.0	
	梯恩梯	10±1.0	5±1.0	3±0.5	10±1.0	5±1.0	8.5±1.0	
	木粉	8±1.0	9±1.0	9±1.0	5±1.0	6.2±1.0		
	沥青				0.5±0.1	0.4±0.1		
	石蜡				0.5±0.1	0.4±0.1	2±0.2	
	轻柴油							
爆 炸 性 能	水分不大于(%)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	
	密度(g/cm3)		0.85-1.10	0.85-1.10	0.85-1.10	0.85-1.10	0.80-0.90	
	猛度不小于(mm)		11	8	5	11	8	
	爆力不小于(ml)		300	250	230	300	250	
	殉爆 距离 不小 于	浸水前	4	3	2	4	3	2
		浸水后 ^①				2	2	
	爆速(m/s)		3600	2100	3455	3000	2100	3143
爆 炸 参 数 计 算 值	氧平衡(%)		-2.04	1.08	2.96	-0.61	-0.30	-0.67
	比容(L/kg)		932	935	9.44	927	936	958
	爆热(KJ/kg)		3869	3740		3971	3852	3705
	爆温(℃)		2578	2496	247	2628	2545	2443
	爆压(Pa)		3306100	3169800	3045100	3306100	3169300	2520000

①浸水深 1m, 时间 1h

铵油炸药用于露天及无瓦斯和矿尘爆炸危险的爆破工程,不含有梯恩梯,具有成分简单、原料来源广、成本低、加工容易、安全性好等优点,尤其是多孔粒状铵油炸药流散性好,为机械化装药创造了条件,采用机械化混装车使得它的优点更加突出。但是铵油炸药感度较低、爆炸威力不够高,仍具有吸湿结块性和不抗水等缺点。铵油炸药组分、性能、适用条件,见表 1-2。

表 1-2

铵油炸药 (WJ610-77)、多孔粒状铵油炸药 (GB17583-1998)

的组分、性能及适用条件

炸药 名称	组分(%)			水分 不大于 (%)	装药 密度 (g / ml)	爆炸性能				炸药 保证期 (天)	炸药保证期内		适用 条件	
	硝酸 铵	柴 油	木 粉			殉爆距离 不小于 (cm)		猛度 不小于 (mm)	爆力 不小 于 (ml)		爆速 不低 于 (m/s)	殉爆距 离不小 于(mm)		水分不 大于 (%)
						浸水前	浸水后							
1号铵 油炸药 (粉状)	92 ± 1.5	4 ± 1	4 ± 5	0.75	0.9 ~ 1.0	5		12	300	3300	雨季 7天 一般 15天	2	0.5	露天或无瓦斯、无矿尘 爆炸危险的中硬以上矿 岩的爆破工程
2号铵 油炸药 (粉状)	92 ± 1.5	1.8 ± 0.5	6.2 ± 1	0.8	0.8 ~ 0.9			18 (钢管)	250	3800 (钢管)	15		1.5	露天中硬以上矿岩的爆 破和硐室大爆破工程
3号铵 油炸药 (粒状)	94.5 ± 1.5	5.5 ± 1.5		0.8	0.9 ~ 1.0			18 (钢管)	250	3800 (钢管)	15		1.5	露天大爆破工程
多孔粒 状铵油 炸 药	94.5 ± 0.5	5.5 ± 0.5		0.3				15 (钢管)	278	2800 (钢管)	30		0.5	露天大爆破工程或无瓦 斯、无矿尘爆炸危险的 地下中深孔爆破

3. 乳化炸药

乳化炸药是一种抗水炸药,它的主要成分有:氧化剂水溶液、碳质燃料、敏化物质和乳化剂。其中氧化剂有硝酸铵、硝酸钠、硝酸钙、硝酸钾、高氯酸盐,约占炸药总量的 55%~70%,水的含量为 8%~15%,它溶解氧化剂使之成为分散相。碳质燃料有石蜡和柴油等,在炸药中既是燃料又可防水。乳化剂多用司盘-80(span-80),其作用是将油、水两类互不相溶的物质经过乳化作用而形成油包水型的混合整体。敏化剂可以用亚硝酸钠(发泡剂)等化学物质,或者加入空心玻璃微球和膨胀珍珠岩粉,起敏化炸药、提高感度的作用。

乳化炸药具有许多优点:抗水性能强,爆炸性能好;起爆感度不低于铵梯炸药,可用 8 号雷管直接起爆;机械感度低,安全性好;炸药不含有毒成分,爆炸有毒气体生成量少;原料来源丰富,加工工艺较简单,成本低。乳化炸药主要性能指标,见表 1-3。

表 1-3

乳化炸药主要性能指标(GB18095-2000)

性 能	炸药名称						
	岩石乳化炸药		煤矿许用乳化炸药			露天乳化炸药	
	1#	2#	一级	二级	三级	有雷管感度	无雷管感度
药卷密度 (g/cm ³)	0.95 ~ 1.30		0.95 ~ 1.30			1.10 ~ 1.30	—
炸药密度 (g/cm ³)	1.00 ~ 1.30		1.00 ~ 1.30			1.15 ~ 1.35	1.00 ~ 1.35
爆速 (m/s)	≥ 4.5 × 10 ³	≥ 3.2 × 10 ³	≥ 3.0 × 10 ³	≥ 3.0 × 10 ³	≥ 2.8 × 10 ³	≥ 3.0 × 10 ³	≥ 3.5 × 10 ³
猛度(mm)	≥16	≥12	≥10	≥10	≥8	≥10	—
爆力(ml)	≥320	≥260	≥220	≥220	≥210	≥240	—
撞击感度	≤8%						
摩擦感度	≤8%						
热感度	不然烧不爆炸						
炸药爆炸后有 毒气体含量	≤80%						
可燃气安全度	—		合格			—	
使用保证期(天)	180		120			120	150

注:1. 表内数字均为使用保证期内有效,使用保证期自炸药制造完成之日起计算。

2. 混装车生产的无雷管感度露天乳化炸药的爆速不小于 4200m/s。

4. 浆状炸药

浆状炸药外观呈糊状,它是以氧化剂水溶液、敏化剂和胶凝剂等为基本成分的抗水性硝铵类炸药。浆状炸药具有很多优点:抗水性强,可在水中施爆;可塑性好,装药密度大,可达 1.1 ~ 1.5g/cm³;爆炸威力较大,爆速一般在 4000m/s 以上;安全性好,对冲击、摩擦、火花作用均不敏感;生产工艺较简单。浆状炸药的缺点是:感度低,不能用 8 号雷管直接起爆,而需用高能量的黑梯起爆药柱起爆;成分繁多,生产工艺要求较严,成本高于铵油炸药。目前我国已研制出高感度的浆状炸药,它可用 8 号雷管直接起爆,并在小直径炮孔装药的条件稳定传爆。

5. 水胶炸药

水胶炸药与浆状炸药没有严格的区别,我国把以甲胺硝酸盐作为敏化剂的浆状炸药称为水胶炸药。水胶炸药的氧化剂主要是硝酸铵和硝酸钠,部分硝酸铵溶解成水溶液,部分则以固体直接加入,所用的硝酸铵不许含有硼。水胶炸药中的甲胺硝酸盐起敏化剂、可燃剂双重作用。此外,还常加入适量的铝粉或黑索金,以提高爆热。

水胶炸药具有较强的抗水能力;装药密度较大,可达 $1.1 \sim 1.25\text{g}/\text{cm}^3$;其爆炸性能优于浆状炸药,一般可用 8 号雷管直接起爆。但是水胶炸药容易受外界条件影响而失水解体,如果严重失水,胶体失去弹性而完全解体,则炸药就不能使用了。

6. 黑火药

黑火药由硝酸钾、木炭和硫磺组成。硝酸钾是氧化剂;木炭是可燃剂;硫磺既是可燃剂,又起到木炭和硝酸钾的粘合剂作用,有利于火药的造粒。黑火药摩擦感度相当高,对火花很敏感,爆发点为 $290 \sim 310^\circ\text{C}$,在密闭条件下导火索的火焰即可起爆黑火药,但其爆炸威力较低。工程爆破中黑火药一般只用于开采石材和石膏。大部分黑火药用以制造导火索。

第三节 工业炸药的性能及其参数

一、炸药的感度

炸药在外界作用影响下发生爆炸的难易程度叫炸药的敏感度(简称为感度)。即指炸药对外界起爆能的敏感程度。感度的高低,通常以引起爆炸所需的最小外界能量来表示。所需外界能量小则感度高,反之则感度低。

引起炸药爆炸的外界能量有:①机械能:冲击、摩擦、针刺、振动等产生的能量。②热能:加热、火花、火焰或灼热物所放出的能量等。③电能:电热、电火花产生的能量。④光能:激光发出的能量。⑤爆炸能:由爆炸产生的能量引爆炸药。

二、炸药的爆炸性能

1. 爆 力

爆力是指炸药爆炸时作功的能力。爆力越大破坏能力越强,破坏的范围及体积也就越大。爆力的大小取决于爆热的大小、产生气体量的多少以及爆温的高低。爆热大、产生气体量多、爆温高则爆力大。

2. 猛 度

猛度是指炸药的破碎作用。指在爆炸瞬间,爆炸产物直接对与之接触的局部固体介质的破坏程度。

3. 爆 速

爆速是指炸药爆炸时爆轰波沿炸药内部传播的速度。爆速主要取决于炸药的性质与粒度,此外还与各种因素,如起爆药的威力、装药直径、包装材料的强度、炸药的装填密度、炸药的颗粒大小、含水量及附加物等因素有关。炸药爆速的测定方法按其原理可分为导爆索法、电测法、高速摄影法 3 种。

4. 传 爆

炸药起爆后,爆轰波能以最大的速度稳定传播的过程,称为理想爆轰。在一定条件下,炸药达不到理想爆轰,但可能以某一速度稳定传播爆轰波的过程,称为稳定传爆。炸

药在理想爆轰时,才能释放出最大能量。为了充分利用炸药的爆炸能,提高爆破效果,保障施工安全,必须保证炸药稳定传爆,争取达到理想爆轰。

5. 爆 温

炸药爆轰瞬间所释放出的热量将爆轰产物加热到的最高温度称为炸药爆温。爆温的高低取决于炸药爆热值和爆轰产物的组成,工业炸药的爆温一般在 $2000^{\circ}\text{C} \sim 3000^{\circ}\text{C}$ 之间,单质炸药为 $3000^{\circ}\text{C} \sim 5000^{\circ}\text{C}$ 。爆温也是炸药的重要参数之一。一般爆温愈高,气体产物的压力就愈大,爆炸作功能力也就愈大。爆温可用试验测定,但要做到准确测定则很困难,一般可用计算法求出。

6. 爆 热

爆热是指一定量(1kg 或 1g 分子)的炸药在定容条件下,爆炸瞬间放出的热量,用 Q_i 表示,单位是千卡/千克或千卡/克分子。爆热根据过程的不同,分为定容爆热 Q_i 和定压爆热 Q_p 。定容爆热是指爆炸过程中,始终保持体积不变情况下所放出的热量,而定压爆热则是指爆炸过程中,始终保持压力不变的情况下所放出的热量。一般炸药爆炸过程很迅速,气体产物来不及向周围膨胀。也就是说爆炸过程接近于定容过程,故炸药的爆热一般是指定容爆热。

三、炸药的安定性

炸药的安定性指炸药在长期贮存中,保持原有物理化学性质的能力。保持其物理性质不变的能力叫物理安定性,保持其化学性质不变的能力叫化学安定性。严格地说,炸药从化学体系上来看,属于不安定的物质,即使在正常的保管条件下,因受到温度、湿度、阳光的照射以或大或小的速度进行分解。安定性好的,引起分解过程较困难,造成开始分解时很慢而不显著,以后渐渐加速,甚至产生爆炸。

物理安定性主要指炸药的吸湿性、挥发性、可塑性、机械强度、结块、老化、冻结、收缩等一系列物理性质。物理安定性的大小,取决于炸药的物理性质。如黑火药和硝铵炸药容易吸湿受潮,掺有食盐的煤矿许用炸药也易吸湿变质,能使爆炸性能急剧下降,严重时甚至失去爆炸能力。吸湿后的炸药易结块,受压后也易结块,结块也会降低或丧失其爆炸能力。炸药化学安定性的大小,取决于炸药的化学性质(即化合物本身结构的强度、反应的能力等)及常温下其化学分解速度的大小,特别是取决于贮存温度的大小。黑火药、梯恩梯、硝铵类炸药化学性质比较稳定,正常条件下可以长期贮存而不易改变其性能。

四、炸药爆炸反应产生有毒气体的原因

炸药爆炸反应往往生成有毒气体,其原因有:

1. 爆炸反应不完全

炸药各成分的配比是在完全反应的前提下确定的,因此爆炸反应不完全必将引起有毒气体含量的增加。如炸药粒度小,在其他条件相同时,由于爆炸反应更为完全,有毒气体量较炸药粒度大时为低。又如加入适度的敏化成分可使炸药爆炸反应完全,而石蜡等钝感成分、过量的木粉、其他难于氧化的物质都将影响爆炸反应的进行,降低反应完全程度。此外,药包外壳的约束条件对有毒气体生成量的影响也很大。例如,粉状岩石炸药由

于药包与炮孔之间存在径向间隙,毒气生成量就发生变化,径向间隙小,有毒气体生成量少。在压气装药时,利用岩石作为炸药外壳,大大改善约束条件,反应更趋完全,因而在这种情况下,有毒气体生成量也必将下降。

2. 岩石性质的影响

炸药爆炸生成的产物有时与岩石起化学反应,生成有毒气体,最为明显的是在硫化矿石中爆破时,有毒气体成分中往往有二氧化硫等。

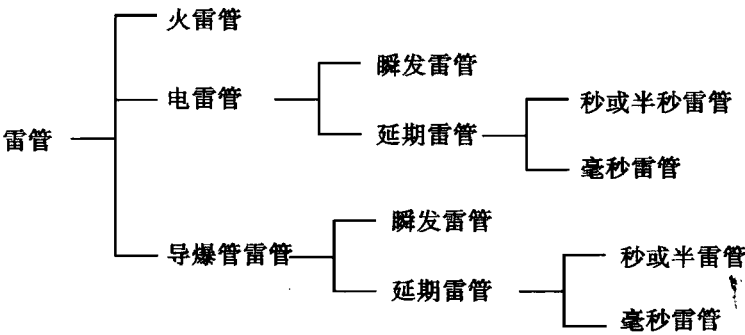
第四节 起爆器材

起爆器材包括进行爆破作业引爆工业炸药的一切点火和起爆工具。按其作用可分为起爆材料和传爆材料。各种雷管属于起爆材料,导火索、导爆管属于传爆材料。继爆管、导爆索既可起爆,又可用于传爆,是两者的综合。起爆器材的基本要求是安全可靠,使用简单、方便,具体要求是:

- ①具有足够的起爆能力和传爆能力;
- ②能适应多种作业环境;
- ③延时精确;
- ④便于贮存和运输。

一、雷 管

雷管是实施爆破作业必不可少的器材。雷管的分类方法有:(1)按管壳材料可分为:金属壳—铜、铁、铝壳等;非金属壳—塑料、纸管壳等;(2)按点火方式可分为:



1. 火雷管

在工业雷管中,火雷管是最简单的一种品种,但又是其他各种雷管的基本部分。火雷管的结构如图 1-1 所示,它由以下几个部分组成:

(1)管 壳

火雷管的管壳通常采用金属(铝或铁)、纸或硬塑料制成,呈圆管状。管壳必须具有一

定的强度,以减小正、副起爆药爆炸时的侧向扩散和提高起爆能力,管壳还可以避免起爆药直接与空气接触,提高雷管的防潮能力。管壳一端为开口端,以供插入导火索之用;另一端密闭,做成圆锥形或半球面形聚能穴,以提高该方向的起爆能力。

(2)正起爆药

火雷管中的正起爆药在导火索火焰作用下首先起爆,其主要特点是敏感度高。它通常由雷汞、二硝基重氮酚或氯化铅制成。目前,国产雷管的正起爆药大多用二硝基重氮酚(DDNP)、K.D 复盐、叠氮化铅或其他特殊性能的药剂。

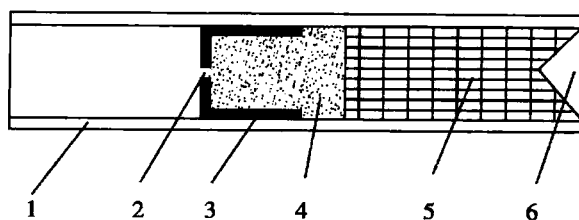


图 1-1 火雷管结构示意图

1-管壳;2-传火孔;3-加强帽;4-起爆药或非起爆药;5-加强药;6-聚能穴

(3)副起爆药

副起爆药也称为加强药。它在正起爆药的爆轰作用下起爆,进一步加强了正起爆药的爆炸威力。它一般比正起爆药感度低,但爆炸威力大,通常为黑索金或太安。

(4)加强帽

加强帽是一个中心带小孔的小金属罩,它通常用铜皮冲压制成。加强帽的作用为:减少正起爆药的暴露面积,增加雷管的安全性,在雷管内形成一个密闭小室,促使正起爆药爆炸压力的增长,提高雷管的起爆能力,可以防潮。加强帽中心孔的作用是让导火索产生的火焰穿过此孔直接喷射在正起爆药上,中心孔直径 2mm 左右。为防止杂物、水分的浸入和起爆药的散失,中心孔常垫一小块丝绢以起封闭作用。工业雷管按其起爆药量的多少分为 10 个等级,号数愈大,其起爆药量愈多,雷管的起爆能力愈强。目前,爆破工程中常用的是 8 号和 6 号雷管。

火雷管用导火索来引爆,方法简单灵活,应用范围很广,目前主要用于炮眼数较少的浅眼和裸露药包的爆破中。火雷管成本较低,但是禁止在有瓦斯或矿尘爆炸危险的矿井中使用。火雷管应符合以下技术指标:①外观:不许有传火孔堵塞、纸层开裂、底部严重损坏、浮药、锈蚀、严重砂眼、裂缝等现象;②震动实验:在震动机上震动 10min,不允许爆炸、洒药和目视加强帽移动;③铅板实验:6 号和 8 号雷管分别炸穿 4mm 和 5mm 厚的铅板,其穿孔直径不小于雷管外径。

2. 电雷管

电雷管是由电能作用而发生爆炸变化的一种雷管。与火雷管相比,其最大优点是能够达到作用的瞬时性和延时性,在爆破作业中可远距离点火和一次起爆大量药包,使用安