

全国爆破员培训教材

爆 破 员 教 程

中国力学学会工程爆破专业委员会编

一九八八年四月

全国爆破员培训教材

爆 破 员 培 训 教 材

主 编：刘清

编 者：刘清荣 张其中

卢开荣 李晓飞

董振华 梁开水

中国力学学会工程爆破专业委员会编

一九八八年四月

前 言

《爆破员教程》一书是中国力学学会工程爆破专业委员会为培训爆破员而编写的，经公安部和劳动人事部组织审订后公开出版。本教程的编写大纲和书稿经该委员会多次集体讨论和修改。教程的前三稿曾在全国各地爆破员培训班试用过。不少单位和爆破工作者提出了许多宝贵的修改意见和建议。本书是经过修改和补充的第四稿，其内容包括爆破器材、起爆方法和爆破方法等八章。前四章为基础部分，是每一名爆破员必须掌握的内容，第五章至第八章可根据爆破员所从事的专业学习其中相应的章节。各章均有习题；第二至八章还有例题及其解答。

在爆破员培训过程中，必须进行有关爆破方面的政策法规教育和爆破安全规程教育，安排必要的实习课、实验课、操作课和现场参观等。整个培训时间可暂定为3~4周。根据理论与实践相结合的原则，使学员学会和掌握本书的基本内容。学习期满并考核合格者，由当地公安部门发给《爆破员作业证》。

本书由刘清荣、黄元清主编。编者有刘清荣、张其中、卢开荣、李晓飞、董振华、梁开水、周祖仁和赖世骧同志；龙维祺、于亚伦和孙学忠同志参加了本书第三稿的编写工作。

编者恳切地希望各单位在培训爆破员过程中，对本书提出宝贵意见，以便再版时修正。意见请寄：武汉工业大学（武汉市珞狮路14号）爆破研究室。

工程爆破专业委员会

一九八七年十月

目 录

第一章 绪论

第一节 爆破工程发展和应用简况.....	1
第二节 爆破安全教育的重要性.....	3
第三节 爆破作业人员职责.....	5

第二章 爆破材料

第一节 炸 药.....	8
第二节 起爆器材.....	21

第三章 起爆方法

第一节 电力起爆法.....	34
第二节 非电起爆法.....	44

第四章 爆破作用原理与作业要求

第一节 爆破作用原理.....	61
第二节 爆破作业要求.....	68

第五章 地下爆破

第一节 浅眼爆破.....	80
第二节 深孔爆破.....	91
第三节 二次破碎.....	97

第六章 露天爆破

第一节 浅眼爆破.....	100
第二节 峒室爆破.....	102

第三节	药壶爆破	112
第四节	深孔爆破	115
第五节	微差爆破与挤压爆破	128
第六节	光面和预裂爆破	134
第七章	水下爆破	
第一节	水下爆破概述	138
第二节	水下裸露爆破	140
第三节	水下深孔爆破	144
第四节	水下爆破施工	147
第八章	拆除爆破与特殊爆破	
第一节	拆除爆破	150
第二节	特殊爆破	162
附录一	《爆破安全规程》节录	173
附录二	《国内外爆破事故108例》	198
附录三	爆破个别飞散物对人员的安全距离	227
附录四	工业导火索技术要求和试验方法	230
附录五	爆破欧姆表和爆破线路电桥使用方法	232

第一章 绪 论

第一节 爆破工程发展与应用简况

早在七世纪，我们祖先在人类历史上最先发明了火药。唐代炼丹家孙思邈在《丹经》一书中，详细记载了由硝、硫、炭三种成分配制成功的黑火药。然而，火药发明后，却经历了较长的保密阶段，到宋代才用于军事。十三世纪火药经印度、阿拉伯传入欧洲。直到1627年，匈牙利曾将黑火药用于采掘工程，从而开拓了工程爆破。

1799年，英国人高瓦尔德制成了雷汞；1831年出现毕氏导火索；1867年瑞典人诺贝尔发明了火雷管，同年他又发明了以硅藻土为吸收剂的硝化甘油炸药，并由瑞典化学家德里森和诺尔宾首次研制成功硝铵炸药。至此，工程中爆破所用的基本爆破材料已经齐全。

进入二十世纪，爆破器材和爆破技术有了新的进展。1919年，出现了以泰安为药芯的导爆索。1927年又在瞬发电雷管基础上，制成秒延期电雷管，1946年制成毫秒延期电雷管。五十年代初期，铵油炸药得到了推广应用。1956年，库克发明了浆状炸药，解决了硝铵炸药的防水问题。

新中国成立以后，我国爆破技术和爆破器材有了较快的发展：工业炸药的产量从1953年的2万多吨，到1980年已生产80万吨，三十年来增长了四十倍。目前，我国工业炸药已有了比较完整的生产体系，建立了数以百计的炸药厂，品种达数十种之多，诸如铵油炸药（包括铵松蜡、铵沥蜡；多孔粒状铵油炸药）、浆状炸药、水胶炸药和乳化炸药等。液体

炸药和特种炸药正处于研制和推广之中。

最近,国内外又研制和推广了导爆管起爆系统及抗静电、耐高温、耐高压电雷管等新型起爆器材。随着爆破作业机械化程度的提高,预裂爆破、光面爆破、定向爆破及各种控制爆破等新技术相继得到了发展和应用。

工程爆破在国民经济建设中占有比较重要的地位。以金属矿、煤矿、建材矿山等采掘工业为例,用爆破方法破碎矿岩是一种主要手段,对坚硬矿岩甚至可以说是唯一的手段。1971年,四川狮子山矿区露天大爆破,是继1956年白银厂大爆破后又一次达到世界水平的万吨级炸药大爆破。该爆破的总装药量为10162.22吨,爆破方量为1140万米³。实践证明,大爆破对加速露天剥离工程和矿山建设,具有重要的现实意义。

在水利水电部门,爆破技术的应用亦愈来愈广泛。解放三十余年来,我国进行了近六十次定向爆破筑坝。例如,1960年,广东省南水水电站定向爆破筑坝,总装药量1394吨,上坝方量105万米³,堆积平均坝高62.3m,与设计值相比,准确度达96%。这一先进经验曾在第十一届国际大坝会议上作了介绍。1973年,陕西省石砭峪水库又成功地进行了1575吨炸药的定向爆破筑坝,准确度已高达98%。在修建水库溢洪道、输水渠道、地下水工构筑物以及岩塞开挖等工程,均采用不同类型的爆破方法。

在铁路、公路和航运工程中,除定向爆破外,炮孔爆破、松动爆破、加强松动爆破以及双侧抛掷爆破等,亦应用甚广。例如,湘黔线凯里车站在1971年进行的一次非对称双侧抛掷爆破,按设计要求将抛方量中的63.4%抛弃到一侧,

加快了调车场的建成。在航运水下炸礁方面，也取得了巨大的成效。自古以来号称天险的三峡航道，滩险流急，暗礁密布，其中最大的礁石滢源堆长40m，宽达15m，枯水期高出水面27m，均被炸礁工人一一炸除，三峡险滩地段已能昼夜通航了。

在机电工程中，爆炸加工技术发展迅速：例如，爆炸成型、爆炸焊接、爆炸复合、爆炸切割等。利用爆炸余能，可以人工合成金刚石。在石油、地质部门，爆破用于坑探、掘进、地震勘探、油井和气井爆破等。采用高温爆破法可清除高炉、平炉和炼焦炉中的炉瘤或爆破金属炽热物等。

在城市建筑物、构筑物、基础地坪等拆除工程中，控制爆破得到了发展和应用。1976年，工程兵某部曾运用控制爆破安全地拆除了天安门广场两侧总面积达1.2万m²的三座大楼，标志着大规模城市控制爆破拆除工程进入新的阶段。1982年，湖北省爆破学会在高达221m的武汉市电视塔基础开挖工程中，应用控爆开挖了近8000m³岩石，确保了距爆源仅8m的发射塔、周围建筑群及百米处长江大桥的安全。目前，国内控制爆破研究与施工组织相继成立。水压爆破、静态爆破和成型爆破等控制方法和技术正处在不断地改进与创新之中。

此外，在农林方面，爆破可用于平整土地，造田、伐木、驱雹、深耕及森林灭火等。在医疗方面，用控制爆破排除膀胱结石已取得临床成功。至于在军事工程方面，爆破的应用就更加广泛了。

第二节 爆破安全教育的重要性

炸药属于易爆物品，在特定条件下，其性能稳定，贮

存、运输、使用时是安全的。然而，在意外爆炸时，会给人们带来灾难。例如，1965年，印度达巴特煤矿的爆炸事故，死亡375人。1983年，某铅锌矿的早爆事故、死亡58人。当前，我国企业职工伤亡事故中，各类爆破事故，占伤亡事故总数的40%以上。爆破技术的广泛应用，对经济的发展起了推动作用。意外爆炸事件的不断发生，也严重威胁着人民生命财产的安全。

我们社会主义祖国，一贯地对爆破安全工作十分重视。早在1957年，冶金工业部就颁发了《冶金矿山爆破安全规程》。1984年，国务院颁布了《民用爆炸物品管理条例》；1987年国家标准《爆破安全规程》已在全国公布实行。

根据近期对冶金、煤炭国营矿山中5068名爆破作业人员的调查（表1—1），文化程度在初中和初中以下的人员占88.02%，而具有高中文化程度的人员仅占11.98%。这说明我国国营矿山中爆破员文化素质很低，而且技术培训时间短，安全教育尤为不足。非国营单位的爆破作业人员文化素质、安全教育和技术培训条件更差些。由于缺乏系统的爆破安全技术知识，不能熟练准确地进行爆破安全操作，遇到事故征兆处理不当，这是当前爆破事故多的重要原因之一。

表 1—1 部分爆破员素质调查表

调查人数	身 体 状 况			文 化 程 度		
	良好	一般	较差	初中以下	初中	高中
5068	3725	1127	216	2242	2219	607
%	73.25	22.24	4.26	44.24	43.78	11.98

为了大幅度地降低和杜绝爆破事故,提高爆破员的素质,加强安全技术培训,是爆破技术发展进程中的当务之急。

第三节 爆破作业人员的职责

根据爆破作业人员在爆破工作中的作用和职责范围,在《爆破安全规程》中把爆破作业人员分为;爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破段(班)长、爆破员、爆破器材库主任,爆破器材保管员和爆破器材试验员。他们相互之间的关系见图1-1。《规程》中规定,进行爆破工作的企业必须设有爆破工作领导人,爆破工程技术人员,爆破段长和爆破器材库主任。

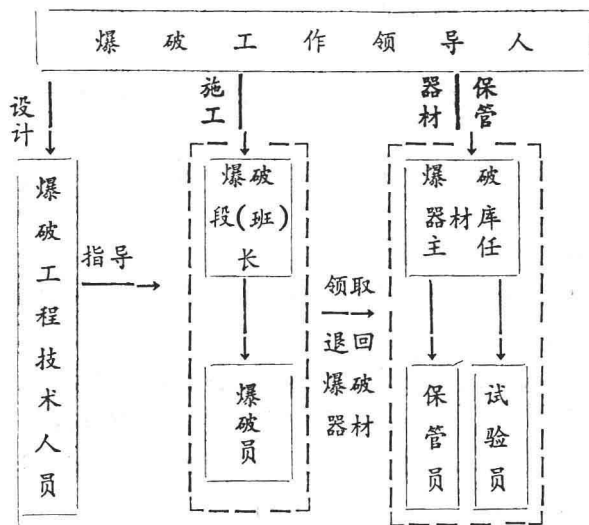


图 1-1 爆破作业人员关系图

爆破段长直接领导、组织爆破员，在爆破工作领导小组的领导下，按照爆破工程技术人员的爆破设计书或爆破说明书，在爆破器材库按规定领取爆破器材，并将其运到爆破作业地点，检查炮孔（或峒室），消除作业地点的不安全因素，加工起爆药包、装药、填塞、联线、警戒、发信号、起爆、检查爆破效果和进行盲炮处理，将剩余的爆破器材交回爆破器材库。从爆破工作开始到结束，爆破施工和爆破器材搬运等工作，都是由爆破段长和爆破员完成的。《规程》规定了爆破段长和爆破员的职责。

一、爆破段（班）长的职责：

1. 领导爆破员进行爆破工作；
2. 监督爆破员切实遵守爆破安全细则和爆破器材的保管、使用、搬运制度；
3. 有权制止无《爆破员作业证》的人员进行爆破工作；
4. 检查爆破器材的现场使用情况和剩余爆破器材的及时退库情况。

二、爆破员的职责：

1. 保管所领取的爆破器材，不得遗失或转交他人，不准擅自销毁和挪作它用；
2. 按照爆破指令单和爆破设计规定进行爆破作业；
3. 严格遵守爆破安全规程和安全操作细则；
4. 爆破后检查工作面，发现盲炮和其它不安全因素应及时上报或处理；
5. 爆破结束后，将剩余的爆破器材如数及时交回爆破器材库。

爆破段、班长和爆破员必须熟练掌握职责范围内的安全技术，严格遵守《爆破安全规程》，遇到疑难问题应及时请求爆破工程技术人员指导，并向爆破工作领导人请示报告。

[习题]

- 1、工程爆破在国民经济建设中的作用是什么？在哪些部门应用它？
- 2、为什么要对爆破员进行安全教育？
- 3、爆破段长或班长的职责是什么？
- 4、爆破员的职责是什么？如何把这些职责完成得更好？

第二章 爆破材料

第一节 炸 药

一、概述

(一) 爆炸现象

我们日常生活中遇到的爆炸现象，如锅炉爆炸，轮胎爆炸，鞭炮爆炸等，它们的共同特征是：在发生爆炸处，周围压力突然升高，附近物质受到冲击或破坏，同时伴有声、光等效应。

根据爆炸产生原因及特征，爆炸现象可分为三类：

1. 物理爆炸 其特点是爆炸前后物质的性质及化学成份没有改变（仅发生压力增大等），如轮胎、锅炉、高压气瓶等爆炸均属物理爆炸。

2、化学爆炸 物态变化时发生极迅速的放热化学反应，生成高温、高压产物，由此而引起的爆炸称为化学爆炸，如炸药、沼气、鞭炮等的爆炸。

3. 核爆炸 某些物质的原子核发生裂变或聚变连锁反应时，瞬间放出巨大能量，如原子弹、氢弹的爆炸。

(二) 炸药爆炸三要素

炸药爆炸是化学爆炸的一种，炸药爆炸时应具备三个同时并存相辅相成的条件，称为炸药爆炸三要素。

1. 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，也是炸药爆炸对外作功的动力。例如，1公斤梯恩梯爆炸时能产生1183千卡的热量；而把1公斤大

米做成饭却只需要约500千卡的热量。

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1公斤梯恩梯完全爆炸只需要十万分之一秒的时间,而1公斤煤能放热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 一个化学反应,即使具备了前面两个条件,而不具备本条件时,仍不属爆炸。

(三) 炸药化学变化的基本形式

炸药在外能作用下可能发生三种基本形式的化学反应,即热分解、燃烧和爆炸。

1. 热分解

炸药在常温下或受热作用时,会发生缓慢的分解并放出热量,这就是热分解。热分解速度随温度的升高而加快。所以,在贮存炸药时,堆放不要过密过多,要注意通风,保持常温,防止炸药因温度过高,导致热分解加快而引起的爆炸事故。

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,但当燃烧生成的气体或热量不能及时排出时,可能导致爆炸。因此,当遇到炸药燃烧时,切不可用砂土覆盖法去灭火。

3. 爆炸

当炸药受到足够大的外能作用时,会发生猛烈的化学反应。该反应以一种冲击波的形式高速传播,这就是炸药的爆炸。爆炸速度保持在最高值并稳定传播时称为爆轰。因此爆轰

是炸药化学变化的最高形式,这时炸药的能量释放得最充分。

二. 炸药分类

炸药分类的方法很多,常用的有按用途分类和按炸药的组成分类两种。

(一) 按用途分类

1. 起爆药 这是一种对外界作用特别敏感的炸药,常用来引爆其它炸药。其特点是受较小外界能作用(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。常用的猛炸药有梯恩梯、黑索金、奥克托金以及混合型工业炸药等。

3. 火药 能在没有外界助燃剂(如氧)的参与下,进行快速燃烧或爆炸,产生高温、高压气体对外界做功。如枪、炮弹内的发射药和火药发动机的推进剂,主要用黑火药、无烟火药(硝化纤维火药)。

4. 烟火剂 包括照明剂(用于照明弹的含硝酸钡和镁的混合物)、信号剂、曳光剂及烟幕剂等。总之是用于产生烟火效应的燃烧反应。

(二) 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的,多数是分子内部含有氧的有机化合物,在一定的外界条件下,能导致分子内键断裂,发生高速的化学反应,形成极高速的燃烧和爆轰。这类炸药有:梯恩梯(TNT)、黑索金(RDX)、泰安(PETN)、特屈儿(CE)和硝化甘油炸药(NG)

等。

2. 混合炸药 混合炸药本身是含有两种组份以上的混合物，又叫爆炸性混合物。这类炸药有气态的、液态的和固态的，其中以固态为最多。混合炸药的种类及各组份的比例，可依据不同用途在较大的范围内变化。按成份配比可分为，普通混合炸药、含铝混合炸药、硝酸铵类炸药等；此外还有氯酸盐和高氯酸盐类、硝化甘油类混合炸药等。

三、硝酸铵混合炸药

硝酸铵类炸药是以硝酸铵为主要成份的混合炸药，硝酸铵是很好的氧化剂，炸药组分有它以后，技术经济优点特别突出。如：反应完全，爆后生成气体量大，原料来源广泛，制作工艺简单、成本低，炸药性能指标较好等。

硝酸铵类炸药的性质主要取决于硝酸铵。为达到各种不同的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、铵松蜡炸药及煤矿炸药等。

（一）铵梯炸药

这类炸药由硝酸铵、梯恩梯、木粉三种成分组成，硝酸铵为氧化剂、梯恩梯为敏化剂兼还原剂，木粉也是还原剂，起松散和防止结块的作用。

常见的铵梯炸药有露天炸药、岩石炸药、煤矿炸药等。铵梯炸药外观为淡黄色粉末，药卷密度一般在 $0.85 \sim 1.1$ 克/厘米³之间。爆力 $280 \sim 360$ 毫升。猛度为 $8 \sim 13$ 毫米。爆速在 $2400 \sim 4000$ 米/秒之间。它是工业炸药中比较安全的一种。

工程爆破中常用的几种铵梯炸药列于表2—1。

铵梯炸药一般有药卷和散装两种包装形式。药卷外径有32、

表2—1 常用铵梯炸药的成份和性能

成份与性能		岩石炸药		露天炸药		
成份		1号	2号	1号	2号	3号
	硝酸铵	82±1.5	85±1.5	82±2	86±2	88±2
	梯恩梯	14±1.0	11±1.0	10±1	5±1	3±1
	木粉	4±0.5	4±0.5	8±1	9±1	9±1
性能	水份(%)不大于	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5
	爆力, 毫升	360	320	300	250	230
	猛度, 毫米	13	12	11	8	5
	殉爆距离, 厘米	6	6	4	3	2

35、38毫米三种, 相应的重量为100、150、200克。散装的有中包和大包两种, 中包净重2—8公斤, 大包为10—40公斤。铵梯炸药用途很广, 但由于不抗水, 因此只能用于无水的工程爆破中。

(二) 铵油炸药

铵油炸药以硝酸铵为主, 加入柴油、重油或机油混合而成, 不含敏化剂。为提高感度和减少结块, 常添加适量的木粉。硝酸铵为氧化剂, 柴油为还原剂。

铵油炸药在我国使用时间较长, 抗日战争时期就已生产和使用。60年代以后发展很快, 有粉状铵油炸药和多孔粒状铵油炸药之分。

铵油炸药原料来源丰富、加工简单、成本低廉, 生产、运输和使用安全, 具有较好爆炸性能。但是, 铵油炸药感度较低, 并具有吸湿结块性, 不能用于有水的工作面爆破。

(三) 铵松蜡与铵沥蜡炸药

铵松蜡炸药由硝酸铵、木粉、松香和石蜡组成。有时还