

全国爆破作业人员培训教材

# 爆破器材管理人员读本

■ 周豪 张其中 楼沔涛 普永发 编著

长江出版社

全国爆破作业人员培训教材

# 爆破器材管理人员读本

周豪 张其中 楼汾涛 普永发 编著

长江出版社

图书在版编目(CIP)数据

爆破器材管理人员读本/周豪等编著. —武汉:长江出版社, 2006

ISBN 7-80708-176-7

I. 爆… II. 周… III. 爆破器材—管理—技术培训—教材  
IV. TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 116518 号

爆破器材管理人员读本

周豪等 编著

责任编辑:朱舒

装帧设计:刘斯佳

出版发行:长江出版社

地 址:武汉市解放大道 1863 号

邮 编:430010

E-mail: cjpul@vip.sina.com

电 话:(027)82927763(总编室)

(027)82926806(市场营销部)

经 销:各地新华书店

印 刷:冶金部安全环保研究院印刷厂

规 格:787mm × 1092mm 1/32

8.125 印张 175 千字

版 次:2006 年 10 月第 1 版

2006 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-80708-176-7/X·2

定 价:17.00 元

(版权所有 翻版必究 印装有误 负责调换)

## 内 容 提 要

《爆破器材管理人员读本》是为培训爆破器材管理人员(保管员、押运员)而编写的。全书围绕《爆破作业人员安全技术考核标准》中对爆破器材管理人员的职责和技能要求编写,分为八章,介绍了爆炸及炸药的基本知识,常用工业炸药及起爆器材的种类、结构和性能,爆破器材的检验、销毁、贮存、购销、装卸与运输等,最后附录了国内爆破事故 64 例。

本书是 CA53-93《爆破作业人员安全技术考核标准》推荐的培训教材。

# 目 录

## 1 绪论

- 1.1 爆破器材的发展概况 ..... (1)
- 1.2 爆破技术的发展概况 ..... (2)
- 1.3 爆破作业人员分类及爆破器材管理人员职责与要求  
..... (4)
- 1.4 爆破安全教育的重要性 ..... (7)

## 2 爆炸和炸药的基本知识

- 2.1 爆炸和炸药的基本概念 ..... (9)
- 2.2 炸药的起爆和敏感度 ..... (14)
- 2.3 炸药的传爆 ..... (25)
- 2.4 炸药的氧平衡与有毒气体 ..... (27)
- 2.5 炸药的热化学参数 ..... (37)
- 2.6 炸药的爆炸性能 ..... (46)

## 3 常用工业炸药

- 3.1 常用工业炸药的分类及硝酸铵 ..... (72)
- 3.2 硝酸类炸药 ..... (80)
- 3.3 硝化甘油类炸药与其他 ..... (97)
- 3.4 煤矿许用炸药 ..... (100)

## 4 起爆器材

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| 4.1 | 概述 .....                | (109) |
| 4.2 | 工业雷管 .....              | (111) |
| 4.3 | 导火索与点火材料 .....          | (130) |
| 4.4 | 导爆索与继爆管 .....           | (133) |
| 4.5 | 塑料导爆管及其连通器具 .....       | (138) |
| 4.6 | 其他起爆器材 .....            | (144) |
| 5   | 爆破器材的检验与销毁              |       |
| 5.1 | 爆破器材的检验 .....           | (151) |
| 5.2 | 爆破器材的销毁 .....           | (164) |
| 6   | 爆破器材的贮存                 |       |
| 6.1 | 概述 .....                | (174) |
| 6.2 | 爆破器材库的类型 .....          | (175) |
| 6.3 | 爆破器材库的建设 .....          | (180) |
| 6.4 | 库区外部安全距离和库间殉爆安全距离 ..... | (195) |
| 6.5 | 爆破器材库的管理 .....          | (206) |
| 7   | 爆破器材销售、购买、装卸与运输         |       |
| 7.1 | 爆破器材销售与购买 .....         | (218) |
| 7.2 | 爆破器材装卸与运输 .....         | (219) |
| 8   | 爆破安全管理                  |       |
| 8.1 | 爆破工程安全管理措施 .....        | (232) |
| 8.2 | 爆炸物品及作业人员信息管理 .....     | (235) |
| 附录: | 国内爆破事故案例 .....          | (241) |

# 1 绪论

## 1.1 爆破器材的发展概况

人类对炸药的研究与应用,源于我国黑火药的发明和发展。早在公元 808 年以前,我国炼丹家就发明了以硝石、硫磺和木炭三种成分配制的黑火药。10 世纪,我国开始将黑火药用于军事。世界史上第一个爆炸性武器是我国发明的铁火炮(震天雷)。大约在 11—12 世纪,黑火药才开始传入阿拉伯,后传入欧洲。黑火药在矿业上的应用大概在 1613 年。与原来的火烧法破裂岩石相比,黑火药爆破矿岩的效率大为提高,因此,黑火药在采矿工业中的应用被认为是标志中世纪的结束和工业革命的开始。

1799 年,英国人高瓦尔德制成了雷汞;1831 年出现了毕氏导火索;1867 年瑞典人诺贝尔发明了火雷管,同年又制成以硅藻土为吸收剂的硝化甘油炸药;基本上在同期,瑞典化学家奥尔森和诺宾研制成功硝铵炸药。至此,工程爆破所用的最基本的爆破器材已经齐全。

进入 20 世纪,爆破器材又有了新的进展。1919 年,出现了以太安为药芯的导爆索。1927 年在瞬发电雷管基础上制成秒延期电雷管,1946 年又制成毫秒延期电雷管。20 世纪 50 年代初,铵油炸药得到推广应用。1956 年,库克发明了浆状炸药,解决了硝铵炸药防水的问题。70 年代初,瑞典人率先发明了非电起爆系统。

新中国成立前,我国不能生产硝化甘油炸药,当时仅有的两座硝铵炸药工厂也是日本为掠夺我国矿产资源而开办的。

新中国成立后,在我国科技工作人员的努力下,先后研制成功铵油炸药、浆状炸药、乳化炸药和塑料导爆管及与其配套的非电毫秒雷管并推广使用。概括地说,我国目前已建立了比较完整的爆破器材生产、流通和使用体系,全国生产企业 399 家(其中雷管生产企业 47 家),年生产炸药逾 150 万 t,年产各种雷管逾 23 亿发。

## 1.2 爆破技术的发展概况

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、煤矿和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手段。目前,中深孔爆破技术已非常广泛地应用于我国露天和地下矿山、铁道、公路、水利水电建设的基坑路堑开挖、工业场地平整和大型长隧道的掘进等爆破作业中。同时,根据工程要求,中深孔爆破技术又发展了毫秒爆破、挤压爆破、预裂爆破、光面爆破等。

为加速露天剥离工程和矿山建设,大规模爆破(硐室爆破)得以应用。1956 年我国甘肃省白银露天矿建设的剥离硐室爆破用炸药量达 15640t,爆破方量近百万立方米。这次大爆破是我国首次万吨级硐室大爆破,它的成功实施标志着我国在硐室大爆破等大规模爆破领域里有了较高的技术水准。从那时起,硐室大爆破在我国矿山、铁道、水利水电、公路等建设工程中获得了广泛应用。截至目前,我国已实施了 15 次千吨级以上的硐室大爆破。

利用硐室大爆破抛掷方量筑坝技术在矿山尾矿库、大中型水库等工程建设中已经成功应用。例如:1960 年,广东省南水水电站定向爆破筑坝,总装药量 1394t,上坝方量 105 万  $m^3$ ,堆

积高度 62.3m,与设计值相比,准确度达 96%。1973 年,陕西省石砭峪水库又成功进行了 1575t 炸药的定向爆破筑坝,准确度高达 98%。新中国成立以来,我国已采用定向爆破技术筑坝 60 余座,取得了丰富的经验。

在城镇建筑物、构筑物和水工建筑的拆除爆破及复杂环境深孔爆破中,控制爆破技术得到了空前发展和应用。为保证周围的人和建(构)筑物及各种设备设施完好无损,我国爆破科技人员创造了许多新技术、新工艺和新经验。例如,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,应用控制爆破开挖了近 8 000m<sup>3</sup> 岩石,确保了距爆源仅 3m 的发射塔、周围建筑群及百米处的长江大桥的安全。再如,1999 年 3 月 28 日爆破拆除的上海长征医院旧病房大楼。该大楼位于上海市南京西路和成都北路交界处,周围环境异常复杂。该楼长 29.34m,宽 20.28m,高 58m,最高点(电梯动力房)68.4m。爆破设计总体方案是向南倒塌,分 16 个爆段,采用三维立体延期,每响时差间隔为 0.5s,从起爆到楼房全部倒塌着地历时 8.4s,达到设计预定目标,周围建筑安然无恙。近十年来,据不完全统计,我国爆破科技人员共拆除五座 15 层以上高楼和七座 120m 以上烟囱。

水下工程爆破技术主要应用于水库水下岩塞爆破、挡水围堰或岩坎拆除爆破、港湾航道疏浚炸礁,以及淤泥和饱和沙土地基爆炸加固处理等。近几年,由于国家基础建设的力度不断加大,水下工程爆破技术发展非常迅速,应用领域不断扩大。例如,20 世纪 70 年代初,广州黄埔港大濠洲 2km 航道 50 万 m<sup>3</sup> 水下炸礁成功,体现了当时水下爆破作业的国际先进水平。中科院力学所与有关单位合作,经多年实践,总结出较为完整的

淤泥软基爆炸处理新技术,并得到了推广与应用。

油气田开发是一项复杂的系统工程,涉及许多科学领域。实践表明,爆破技术在地震勘探、测井、射孔、完井、压裂增产改造、油气井整形修复等工程中具有不可替代、举足轻重的作用,特别是油气井射孔技术是关系到油气井产油、气多少的关键技术。1959 年发现大庆油田以后,油气井燃烧爆破技术也随着众多油田的开发而获得迅速发展。目前,我国已可以生产、供应比较齐全的油气井燃烧爆破器材,我国科技人员也能根据油田开发的需要,独立设计、自主实施各种油气井爆破。

近几年,爆炸加工技术发展迅猛。例如,爆炸成型、爆炸焊接、爆炸复合、爆炸切割以及爆炸人工合成金刚石、高温超导材料、非晶和微晶材料,等等。此外,利用高温爆破技术还可以消除高炉、平炉和炼焦炉中的炉瘤等;在医疗方面,用控制爆破排除膀胱结石已取得临床上的成功;在军事工程方面,爆破的应用就更加广泛。

总之,随着现代爆破技术的发展,其应用领域不断扩大,甚至已超越常人对“爆破”的理解。

### **1.3 爆破作业人员分类及爆破器材管理人员职责与要求**

#### **1.3.1 爆破作业人员的分类**

根据爆破作业人员在爆破工作中的作用和职责范围,中华人民共和国国家标准《爆破安全规程》(GB6722-2003)对爆破作业人员分类如下:爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破段(班)长、爆破员、安全员、爆破器材库主任、爆破器材保管员和押运员。图 1-1 表示了爆破作业人员之间的工作关系。

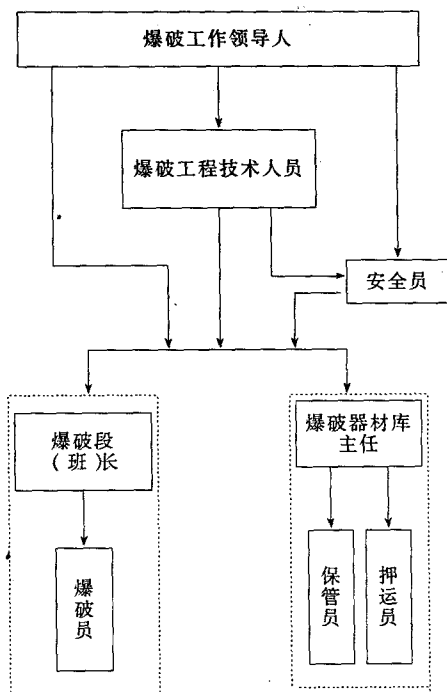


图 1-1 爆破作业人员之间的工作关系图

### 1.3.2 爆破器材管理人员的职责

#### 1.3.2.1 爆破器材库主任的职责

- (1)负责制定仓库管理细则。
- (2)督促检查爆破器材保管员(发放员)的工作。
- (3)及时上报质量可疑及过期的爆破器材。
- (4)组织进行爆破器材的销毁工作。
- (5)督促检查库区安全情况、消防设施和防雷装置,发现问题,及时处理。

### **1.3.2.2 爆破器材保管员(发放员)的职责**

爆破器材保管员(发放员)负责验收、发放、统计和保管爆破器材,对无爆破作业人员许可证的人员有权拒绝发给爆破器材。

### **1.3.2.3 押运员的职责**

(1)确保所押运的爆破器材的品种、数量无误。

(2)监督运输车辆按照公安机关指定的日期、路线、行车速度行驶。

(3)监督装载的爆炸物品不超高、不超载,而且牢稳盖严。

(4)看管好爆炸物品,严防途中丢失、被盗或发生其他事故。

(5)货物运到目的地后,要监督收货单位在《民用爆破物品运输许可证》上签注物品到达情况,并将运输证交回原发证公安机关。

### **1.3.3 对爆破器材管理人员专业技能要求**

#### **1.3.3.1 爆破器材管理人员应了解**

(1)爆破器材库的类型、结构。

(2)爆破器材的种类、性能和应用条件。

(3)爆破器材的爆炸性能检验。

#### **1.3.3.2 爆破器材管理人员应掌握**

(1)爆破器材运输、储存、管理的基本知识与规定。

(2)爆破器材库的安全距离和要求。

(3)库区安全检查。

(4)警卫制度。

#### **1.3.3.3 爆破器材管理人员必须熟练掌握**

(1)爆破器材库的通讯、照明、温度、湿度、通风、防火、防电和防雷要求。

(2)爆破器材的外观检查、贮存、保管、统计和发放。

(3)爆破器材的报废与销毁方法。

(4)意外爆炸事故的抢救技术。

#### 1.4 爆破安全教育的重要性

我们的祖先发明了炸药,对人类社会的文明起了十分重要的作用。人们利用廉价的炸药能源代替繁重的体力劳动,创造了人类的幸福生活和物质财富。但是,在爆破器材的生产、贮运、使用过程中发生的意外爆炸事故,对人类的生命财产也造成了重大损失。

爆破事故的主要原因是什么? 20 世纪 80 年代末,国内某科研单位对 275 起爆破事故进行了分析,发现由于人的因素造成的爆破事故占事故总数的 91.7%,由于爆破器材、爆破技术和其他目前尚未认识的因素造成的爆破事故仅占事故总数的 8.3%。

由此可见,造成爆破事故的主要原因是人的因素,即因爆破作业人员安全技术素质低造成的。

要想控制爆破事故的发生,应首先从加强爆破从业人员的安全意识和提高专业安全技术素质入手。

《中华人民共和国安全生产法》第二十一条规定:生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训,保证从业人员具备必要的安全生产知识,熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程,掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员,不得上岗作业。

《安全生产法》第二十三条规定:生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训,取得特种作业操作资格证书,方可上岗作业。第五十条规定:从业人员应当接受安全生产教育和培训,掌握本职工作所需的安

全生产知识,提高安全生产技能,增强事故预防和应急处理能力。

《民用爆炸物品安全管理条例》第三十三条规定:爆破作业单位应当对本单位的爆破作业人员、安全管理人员、仓库管理人员进行专业技术培训。爆破作业人员应当经设区的市级人民政府公安机关考核合格,取得爆破作业人员许可证后,方可从事爆破作业。

由此可见,国家对爆破作业安全培训工作是高度重视的。

从 20 世纪 80 年代中期开始,在公安机关的监督和管理下,全国各地逐步开展了爆破作业人员的安全培训、发证工作,爆破事故也呈逐年下降趋势。

### 复 习 题

1. 请结合自己的工作实际,谈谈爆破在国民经济中的应用。
2. 爆破作业人员分哪几类?
3. 爆破器材管理人员必须熟练掌握哪些知识和技能?

## 2 爆炸和炸药的基本知识

### 2.1 爆炸和炸药的基本概念

#### 2.1.1 爆炸及其分类

概括地说,爆炸是某一物质系统在发生迅速的物理和化学变化时,系统本身的能量借助于气体的急剧膨胀而转化为对周围介质做机械功,同时伴随有剧烈的放热、发光和声响等效应。

爆炸是一种常见的现象。例如,锅炉爆炸,汽车或自行车的轮胎“放炮”,原子弹、氢弹的爆炸和燃放鞭炮等。分析各种爆炸现象,大致可以将其归纳为三大类。

##### 2.1.1.1 物理爆炸

自行车轮胎由于打气过多,内部压力过大,超过了内胎的强度,使内胎突然破裂,以致发出大的响声。这种仅仅是物质形态发生变化,而化学成分和性质没有改变的爆炸现象,叫做物理爆炸。

##### 2.1.1.2 化学爆炸

燃放鞭炮所引起的剧烈声响或矿山爆破所引起的岩石破裂、位移和气浪等,都是由于炸药获得一定的起爆能量后,迅速发生化学反应,放出足够的热能,形成高温高压气体,并对外界膨胀做功的缘故。这种爆炸现象叫做化学爆炸。化学爆炸不仅是物质的形态发生了变化,而且物质的成分和性质也发生了变化。

##### 2.1.1.3 核爆炸

由于核裂变(如  $U^{235}$  的裂变)或核聚变(如氘、氚、锂的聚变)反应放出巨大的能量,使裂变或聚变产物形成高温高压的

蒸气而迅速膨胀做功,造成巨大的破坏作用。这种由核裂变或核聚变而释放出巨大的能量所引起的爆炸现象,叫做核爆炸。

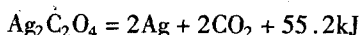
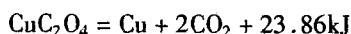
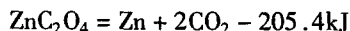
在工程爆破中,应用最广泛的是化学爆炸,而且主要是利用其破坏作用。因此本书只研究化学爆炸及其有关的问题。

### 2.1.2 产生化学爆炸的条件

实践表明,凡是形成化学爆炸必须同时具备三个条件,即变化过程应是放热、高速进行和生成大量的气体产物。

#### 2.1.2.1 爆炸变化过程放出大量的热能是产生化学爆炸的首要条件

热是爆炸做功的能源,同时,如果没有足够的热量放出,化学变化本身不能供给继续变化所需要的能量,化学变化就不可能自行传播,爆炸过程也就不能产生。举例说明如下:



这三个分解反应,虽然都生成气体,反应速度也都很迅速,但前一个分解反应是吸热的,反应过程很平静,显然不是爆炸反应。第二个反应虽属放热反应,但反应热很小,仍不足以使反应自动加速和传播,因此也不是爆炸反应。只有第三个反应在分解时能够放出大量的热,使反应得以迅速进行并稳定传播。这样的分解变化过程就具有化学爆炸的特征。

#### 2.1.2.2 变化过程必须是高速的

只有高速进行的化学反应,才能忽略能量转换过程中热传导和热辐射的损失,在极短的时间内将反应形成的大量气体产物加热到数千度,压力猛增到几万乃至几十万个大气压,高温高压气体迅速向四周膨胀做功,产生爆炸现象。

从能量的观点来看,和一般的可燃物相比,炸药并非是高能物质。表 2-1 列举的反应热清楚地说明了这点。然而,一般可燃物(如煤)的燃烧过程进行得十分缓慢,反应放出的热量大部分由于热的传导和辐射而损失掉了,不能将产物加热到很高的温度,更不能形成很高的压力,所以不能形成爆炸。相反,炸药的爆炸反应通常是在数十万分之一秒至数百万分之一秒内完成的。例如,1kg 球状梯恩梯药包完全爆炸的时间仅为十万分之一秒左右。在如此短暂的时间内,反应释放出的能量来不及散失而高度集中于有限的空间内,因而爆炸反应可以达到很高的能量密度,这也是形成化学爆炸的重要条件。

表 2-1 一些物质的反应热

| 物质名称              | 反应形式     | 释放的热量                           |                                |
|-------------------|----------|---------------------------------|--------------------------------|
|                   |          | $/\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ | $/\text{kJ}\cdot\text{L}^{-1}$ |
| 煤(C)              | 与氧按化合量燃烧 | 8960                            | 17.16                          |
| 氢( $\text{H}_2$ ) | 与氧按化合量燃烧 | 13524                           | 4.18                           |
| 硝化甘油              | 爆炸反应     | 6217                            | 9965                           |
| 硝化棉               | 爆炸反应     | 4291                            | 5581                           |
| 梯恩梯               | 爆炸反应     | 4187                            | 6808                           |
| 黑火药               | 爆炸反应     | 2784                            | 3341                           |
| 铵梯炸药              | 爆炸反应     | 4228                            | 7117                           |
| 雷汞                | 爆炸反应     | 1733                            | 6067                           |
| 迭氮化铅              | 爆炸反应     | 1536                            | 4760                           |

### 2.1.2.3 变化过程应能生成大量的气体产物

这也是爆炸不可缺少的因素之一。炸药爆炸时所生成的气体产物是做功的介质。由于气体具有很大的可压缩性和膨胀系数,在爆炸的瞬间处于强烈的压缩状态,而形成很高的势能。该势能在气体膨胀过程中,迅速转化为机械功。如果反应产物不是气体而是固体或液体,那么,即使是放热反应,也不会