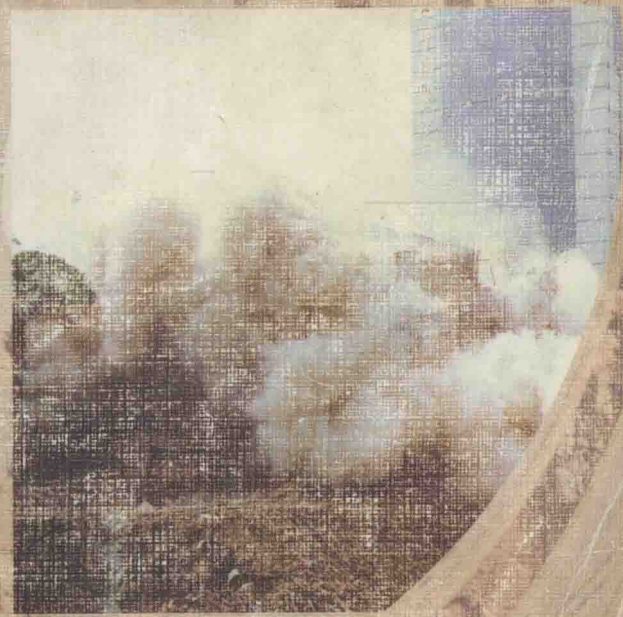
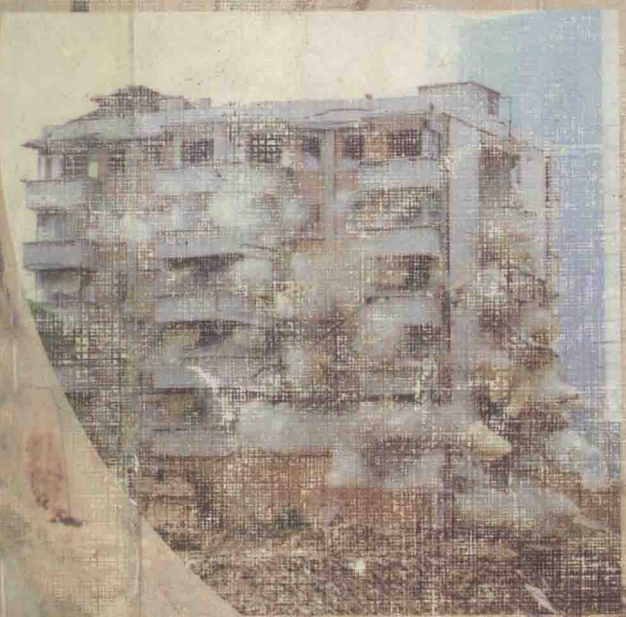
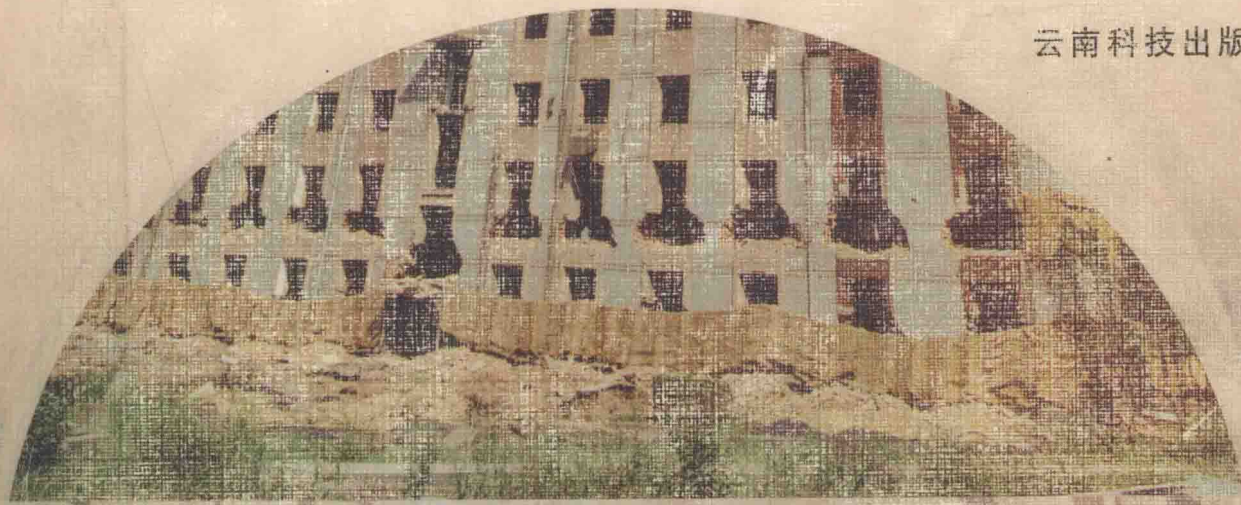


庙延钢 王文忠 王成龙 主编

工程爆破与安全

GONGCHENG BAOPO YU ANQUAN

云南科技出版社



工程爆破与安全

GONGCHENG BAOPO YU ANQUAN

庙延钢 王文忠 王成龙 主编

云南科技出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程爆破与安全/庙延钢,王文忠,王成龙主编.
昆明:云南科技出版社,2001.12
ISBN 7-5416-1574-9

I.工... II.①庙...②王...③王... III.①爆破
技术②爆破安全 IV.TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 066478 号

书 名:工程爆破与安全

Gongcheng Baopo yu Anquan

作 者:庙延钢 王文忠 王成龙等

出 版 者:云南科技出版社(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼,邮编:650034)

责任编辑:刘 康 吴 涯

封面设计:行 文

责任校对:叶 红

责任印制:翟 苑

印 刷 者:云南国浩印刷有限公司

发 行 者:云南科技出版社

开 本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张:15.375

字 数:354 千

版 次:2001 年 12 月第 1 版

印 次:2001 年 12 月第 1 次印刷

印 数:0001~2000 册

书 号:ISBN 7-5416-1574-9/T·3

定 价:28.00 元

若发现印装错误请与承印厂联系

编 委 名 单

主 编：庙延钢 王文忠 王成龙

副主编：张智宇 杨 溢 穆大耀 杜云鹤
张朝明 朱家春 李永亮

编 写 组 成 员

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 龙德权 | 张广华 | 勾永栋 | 沈朝虎 | 李 刚 | 莫力科 |
| 雷 振 | 张 华 | 王 勇 | 陈志刚 | 邱京成 | 王世文 |
| 朱冬坤 | 齐 云 | 闵建云 | 张 镭 | 朱吉良 | 李国柱 |
| 郑文田 | 芮昌龙 | | | | |

目 录

| | |
|--------------------|-------|
| 第一章 绪论 | (1) |
| 第一节 工程爆破的发展与应用 | (1) |
| 第二节 爆破安全教育的重要性 | (3) |
| 第三节 爆破作业人员的职责 | (5) |
| 第二章 工业炸药 | (8) |
| 第一节 爆炸现象与炸药的基本概念 | (8) |
| 第二节 工业炸药的种类 | (9) |
| 第三节 煤矿许用炸药 | (22) |
| 第四节 工业炸药的性能及其参数 | (27) |
| 第三章 起爆器材 | (33) |
| 第一节 工业雷管 | (33) |
| 第二节 导火索 | (45) |
| 第三节 导爆索 | (46) |
| 第四章 爆破器材管理 | (49) |
| 第一节 爆破器材运输 | (49) |
| 第二节 爆破器材库管理 | (52) |
| 第三节 爆破器材检验与销毁 | (55) |
| 第五章 起爆方法 | (64) |
| 第一节 非电起爆法 | (64) |
| 第二节 电力起爆法 | (75) |
| 第六章 岩石爆破作用原理 | (85) |
| 第一节 岩石爆破的内部作用与外部作用 | (86) |
| 第二节 爆破漏斗 | (88) |
| 第三节 装药量计算原理 | (90) |
| 第四节 影响爆破效果的因素 | (93) |
| 第七章 地下爆破 | (97) |
| 第一节 浅孔爆破 | (97) |
| 第二节 深孔爆破 | (108) |
| 第三节 有瓦斯和煤尘矿井中的爆破 | (115) |
| 第八章 露天爆破 | (121) |
| 第一节 浅孔爆破 | (121) |
| 第二节 露天深孔爆破 | (123) |

| | | |
|-------------|--------------------|--------------|
| 第三节 | 露天硐室爆破 | (132) |
| 第四节 | 二次破碎 | (146) |
| 第五节 | 药壶爆破 | (148) |
| 第六节 | 微差爆破与挤压爆破 | (150) |
| 第七节 | 光面爆破与预裂爆破 | (155) |
| 第九章 | 拆除控制爆破 | (166) |
| 第一节 | 拆除控制爆破的基本原理 | (166) |
| 第二节 | 拆除控制爆破的装药量计算 | (168) |
| 第三节 | 基础和地坪拆除控制爆破 | (172) |
| 第四节 | 楼房拆除控制爆破 | (178) |
| 第五节 | 烟囱、水塔拆除控制爆破 | (188) |
| 第六节 | 水压控制爆破 | (197) |
| 第十章 | 爆破施工与管理 | (202) |
| 第一节 | 施工组织管理 | (202) |
| 第二节 | 爆破施工 | (205) |
| 第十一章 | 爆破事故的预防及处理 | (210) |
| 第一节 | 爆破事故预防措施 | (210) |
| 第二节 | 早爆事故及预防 | (211) |
| 第三节 | 盲炮、残药的预防及处理 | (213) |
| 第四节 | 爆破引起的瓦斯煤尘爆炸事故及预防 | (217) |
| 第五节 | 炮烟的预防 | (219) |
| 第十二章 | 爆破安全距离的确定 | (223) |
| 第一节 | 爆破地震安全距离的确定 | (223) |
| 第二节 | 爆破冲击波安全距离的确定 | (232) |
| 第三节 | 爆破飞石及有毒有害气体安全距离的确定 | (236) |
| | 参考文献 | (240) |

第一章 绪 论

第一节 工程爆破的发展与应用

早在 7 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。13 世纪火药经印度、阿拉伯传入欧洲,直到 1627 年,匈牙利将黑火药用于采掘工程,从而开拓了工程爆破的领域。

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,同年又研制成功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铵梯炸药。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 年又在瞬发电雷管的基础上研制成功秒延期电雷管;1964 年研制成功毫秒延期电雷管;50 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。

我国只是在新中国成立以后,才有自己的工业炸药。目前,我国工业炸药已有了一个比较完整的生产体系,建立了一百多个炸药加工厂,品种达数十种之多,诸如铵梯炸药、铵油炸药(包括铵松蜡炸药、铵沥蜡炸药)、浆状炸药、水胶炸药、乳化炸药、铵梯油炸药、膨化硝铵炸药、多孔粒状铵油炸药等。液体炸药、气体炸药和特种炸药正处于研制和推广之中。

近些年来,国内外推广应用了导爆管起爆系统及抗静电、杂电和射频电的安全电雷管及耐高温、高压电雷管,研制出了无起爆药雷管、电磁雷管和电子雷管等新型起爆器材。随着爆破作业机械化程度的提高,推动了爆破新技术与爆破安全工作的迅速发展。

随着科学技术的进步,工程爆破已在越来越多的领域内得到迅速发展。尤其是 20 世纪 80 年代以来,我国在爆破理论研究和工程实践方面都取得了显著的成绩,为我国的国民经济建设做出了巨大的贡献。我国的炸药消耗量已由 1949 年的 2 万 t 发展到现在年消耗量 120 万 t,工业雷管 21 亿发,导火索 6 亿多 m。工程爆破是直接为我国矿业、交通、水力、电力和城市建设服务的,有力地促进了我国现代化建设的发展。原煤产量已由 1949 年的 3200 万 t 增加到 13 亿余 t,原油已由 12 万 t 增加到 1.58 亿 t,钢产量由 15 万 t 增加到 1 亿 t,主要 10 种有色金属已由 1.5 万 t 增加到 616.4 万 t,黄金由 4t 增加到 121t,化肥由 6000t 增加到 2718 万 t,水泥由 66 万 t 增加到 4.92 亿 t,铁路营业里程由 2.2 万 km 增加到 5.75 万 km,公路已由 8.3 万 km 增加到 127.85 万 km。

目前我国从事工程爆破的教学、科研、施工和管理人员有 105 万余人,其中工程技术人员为 3 万人。近 20 多年来我国 30 余所院校和科研单位已培养了工程爆破硕士 500 余人、博士 80 余人,为我国工程爆破的发展,增添了新的活力。

工程爆破技术包括了浅孔爆破、深孔爆破、预裂爆破、光面爆破、硐室爆破、定向筑坝爆破、水下爆破、建(构)筑物拆除爆破、金属爆炸加工、油气井爆破、微型爆破等。

深孔爆破是一种常规爆破,它广泛用于露天和地下矿山、铁路、公路、水利、水电建设中,根据工程的不同要求,发展了微差爆破、挤压爆破、预裂爆破和光面爆破技术等。

硐室爆破是指一次起爆炸药量较大的爆破,通常炸药量有十几吨至上千吨。其中规模最大的一次是 1993 年 12 月广东珠海炮台山的移山填海大爆破工程,一次起爆总药量为 1.2 万 t,爆落破碎和抛掷岩石的总方量达 1085 万 m^3 ,抛掷率为 51.36%。创造了我国和世界大爆破新记录。定向爆破筑坝也是采用硐室爆破,目前全国已采用定向爆破筑坝 60 多座。

在工程爆破技术中发展最快的还是建(构)筑物的爆破拆除。例如地处闹市区的北京华侨大厦,建筑物高度 34m,建筑面积 1.3 万余 m^2 ,共钻孔 6000 余个,装药 600 多 kg,分 9 段毫秒顺序起爆,达到了设计效果。又如 1999 年 2 月上海长征医院旧楼拆除,该楼最高点(电梯动力房)为 68.4m,宽 20.28m,长 29.34m,分两个爆区,共 16 段,每段间隔时间 0.5s,总时间为 4s,从起爆到楼房倒塌历时 8.4s,取得了较好的爆破效果。再如 2000 年昆明市“4·10”特大火灾中烧毁的南窑都市批发市场大世界商场,该商场为钢筋混凝土框架结构,长 160m,平均宽度 35m,最高点 13m,总建筑面积达 1.12 万 m^2 。由于商场部分结构已被烧坏,需爆破拆除。该商场位于商业中心,四周均为旅社、商店、饭店、居民住宅楼,环境非常复杂。为了减少爆破震动,该次爆破共分为 20 段,每段间隔时间为 0.25s,总时间为 4.5s,共使用了雷管 4100 余发,炸药 245kg。爆破方案为原地坍塌,整个商场按设计方案施爆,周围建筑物均安然无损。这是昆明市拆除爆破工程中,拆除面积、雷管和炸药用量最大的一次。目前,国内控制爆破研究与施工组织相继成立,水压爆破、静态破碎和成型爆破等控制爆破方法和技术正得到不断的改进与创新。

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。

此外,在农林方面,爆破可以用于平整土地、造林、伐木、驱雹、深耕及森林灭火等。在医疗方面,用控制爆破排除肾、尿结石已取得了临床上的成功。至于在军事工程方面,爆破的应用就更加广泛了。

在进入 21 世纪后,发展炸药能量转化过程的精密控制技术、提高炸药能量的利用率、降低有害效应是新世纪的发展战略,同时还要不断开发新的应用领域。预计在新世纪,将利用爆炸加工合成具有多种金属性能的新材料,处理各种废料,改变气候和环境条件,为人类做出新的贡献。

在工程爆破方面,我国将面临的任务也更为艰巨,按照我国制定的 2010 年远景目标纲要规定,到 2010 年,人口控制在 14 亿以内,国民生产总值要翻一番,达到 17 万亿元。

为实现这个工程的宏伟目标,必然有更多、更大的工程,例如矿业、铁路、公路、水利、电力、石油和城市建筑等都要大力发展,我国工程爆破又将迎来一个新的高速发展期。

第二节 爆破安全教育的重要性

随着我国社会主义市场经济的逐步深化和科学技术的高速发展,工程爆破在国民经济建设中越来越显示出巨大的作用,成为高速、经济、有效的作业手段。但是意外爆炸事故的不断发生,也严重威胁着人民生命财产的安全。如何做到使爆破既能达到设计要求,又能将危害降低到最低点,避免发生大的爆破事故,成为爆破作业面临的主要问题。

爆破作业所使用的爆破器材是易燃易爆物品,在特定条件下,其性能是稳定的,贮存、运输、使用时也是安全的。然而在意外爆炸时也会给人们带来灾难。例如,1965年印度达巴特煤矿的爆炸事故,死亡375人;近几年来,我国煤矿的特大爆炸事故每年不断发生。

根据有关资料统计,在我国企业职工伤亡事故中,各类爆破事故总数(包括由爆破引起的事)占了40%以上。爆破事故的主要原因是什么?通过对随机抽取的275起爆破事故的分析,其中人的因素(包括爆破设计不当、违章作业、早爆、防护措施不当、现场管理不善等)造成的爆破事故占91.7%,属于爆破器材和其他尚未认识的因素造成的爆破事故占8.3%。由此可见,爆破事故的主要原因是人的因素,即爆破作业人员的安全技术素质低造成的。我国爆破工程技术人员数量少、比例低,爆破员和爆破器材管理人员的文化程度普遍较低,安全技术培训时间短,爆破作业人员安全意识差,违章作业普遍存在。如1994年10月23日,西安某厂一辆装载105万枚工业8号纸壳火雷管的解放牌汽车,沿309国道由西向东行驶至山东省平度市洪山乡政府驻地时发生爆炸,造成死亡5人,受伤95人的重大爆炸事故,这次事故主要原因是超高装载,押运人员离位,运输中雷管箱坠落到车厢底部而引起爆炸;1995年5月18日,河南省辉县发生一起因私炒炸药,造成12人死亡,13人受伤,炸毁房屋32间,损坏房屋70余间的特大爆炸事故;1995年6月1日,浙江省温岭市石粘镇某矿在掘进中发生一起爆破重大伤亡事故,死亡3人,重伤1人,造成重大经济损失,其主要原因是违章作业。1996年1月31日,湖南省邵阳市发生一起特大爆炸事故,爆炸中心炸出直径约20m,深8m的大坑,周围100m左右106户605间房屋受损,事故死亡134人,伤405人,其主要爆炸原因是在加工机械、工房无任何安全措施情况下,较长时间加工细度为100目的黑索金,积累了炸药粉尘,机械撞击、震动摩擦聚集能量,形成高压静电和热点,达到足够的起爆能而引起爆炸;1997年5月28日,辽宁省抚顺矿务局龙凤矿发生特大瓦斯爆炸事故,死亡68人,失踪1人,重伤1人,轻伤17人;2001年4月6日,陕西省铜川矿务局陈家山煤矿发生特大瓦斯爆炸,38人死亡,7人受伤;2001年4月21日陕西省韩城矿务局下峪口煤矿多种经营公司一处个体承包井发生特大瓦斯爆炸事故,48人死亡;2001年7月7日海南省农业科学研究院一幢三层旧办公楼一层仓库发生一起爆炸案,3人死亡、8人受伤、1人失踪,这起爆炸事故是由于工人使用、包装易燃易爆物品违规操作造成的;2001年7月16日,陕西省横山县党岔镇马坊村发生一起特大爆炸事故,70人死亡、85人受伤,这起事故是村里一个非法生产炸药的个体户藏匿炸药

发生爆炸酿成的;2001年7月19日,河南省巩义市米河镇河西煤矿(私营煤矿)发生一起爆炸事故,事故中共有8名井下工人死亡、1人下落不明;2001年7月22日,江苏省徐州市贾汪区贾汪镇岗子村一个不具生产条件、非法生产的小煤矿发生井下特大瓦斯爆炸,当时有105人被困井下,后来有13人获救,其余92人遇难。随着爆破安全技术和爆破器材的发展,物质和技术方面原因引起的爆破事故比例将逐渐降低,人为因素引起的爆破事故的比例将会上升。

另外,由于爆破器材使用单位在安全管理方面制度不严,如领取爆破器材无手续、剩余不退、乱存乱放、私拿私藏、转送转让、丢失和被盗等现象在一些地区较为普遍。甚至还有单位、个人违规违法购销,导致爆破器材流散到社会,给公共安全和社会治安带来了严重的隐患。一些犯罪分子由于个人利益受到损害或对生活失望,往往迁怒于社会 and 他人,选择人员密集的公共场所、交通工具作为犯罪目标,丧心病狂地制造爆炸案件,加害无辜,造成了十分惨重的后果和恶劣的社会影响。如2000年9月11日至27日,在半个多月的时间里河北省省会石家庄市连续发生了四起骇人听闻的爆炸事件,给人民的生命财产和人身安全造成了严重损害。9月11日上午10时30分,石家庄南郊红楼加油站工作人员发现,在油罐附近有一组爆炸装置,他们迅速报警,由于处理及时,幸未酿成事故,否则这个地处繁华地带的油罐一旦起爆,后果不堪设想;9月13日上午12时45分,位于石家庄市火车站附近的人民影院在放映电影期间,一声巨响,10排5号的空座椅被炸得粉碎,附近一名无辜者被炸伤,观看电影的人们恐慌地尖叫着跑出影院;9月24日中午12时15分,石家庄市12路公共汽车行驶到市中心的中山路地道桥下时,司机后部的一个座位下突然发生爆炸,司机和乘务员及附近的乘客共计13人被炸伤,所幸由于这个爆炸物威力较小,没给受伤者造成更大的伤害;9月27日上午9时10分,位于石家庄市中心的华北地区最大的商业大厦——北国商城刚刚开门迎接顾客,东大门前发出一声震耳欲聋的响声,10余名过往行人和等客的“的士”司机被炸得鲜血淋漓。又如2001年石家庄市的“3·16”特大爆炸案,据检察机关指控,罪犯靳如超2001年3月9日在云南省马关县杀人后潜回石家庄,出于私人报复,于2001年3月16日凌晨,先后在石家庄市棉三宿舍、市建一公司宿舍等多处引爆炸药,造成108人死亡和38人受伤,从而酿成了一起震惊中外的爆炸案,给人民生命和财产安全造成了极大危害,严重破坏了社会治安秩序。2001年8月1日下午4时左右,位于大同市繁华街面的中北超市里顾客如流,也有前往红旗广场观光顺便来到超市逛游者。突然“轰”的一声,超市员工、顾客千余人不知所措,爆炸物附近的30多人被炸伤,其中年龄最小的只有3岁。据警方调查,这是一起人为的爆炸事件。

根据对冶金、有色和煤炭系统的国营矿山中5068名爆破作业人员文化素质及技术培训状况的调查结果表明,其中被调查的爆破作业人员文化程度在初中和初中以下的占88.02%,而具有高中文化程度的人员仅占11.98%。调查表明我国国营矿山中爆破员文化素质较低,而且培训时间短,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。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。

我国政府一贯对爆破安全工作十分重视。早在1957年冶金工业部就颁布了《冶金矿山爆破安全规程》;随后,铁道、煤炭、化工、建材等部门也制订了本部的《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年国家标准局颁布了国家标准 GB6722-86《爆破安全规程》；1989年劳动部、农业部、公安部和国家建材局联合颁布了《乡镇露天矿场爆破安全规程》；1992年国家标准局颁布了国家标准 GB13349-92《大爆破安全规程》；1993年国家标准局颁布了国家标准 GB13533-92《拆除爆破安全规程》；1993年公安部颁布了 GA53-93《爆破作业人员安全技术考核标准》；2000年国家经贸委已在组织修订1987年颁布的国家标准 GB6722-86《爆破安全规程》。

因此,为了大幅度降低爆破事故,提高爆破作业人员素质,加强安全技术教育和考核是爆破技术发展进程的当务之急。

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成(爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破段(班)长、安全员、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)。《爆破安全规程》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(班)长和爆破器材库主任。

在爆破工作领导人的领导下,爆破段(班)长直接领导、组织爆破员、安全员,按照爆破工程技术人员爆破设计书或爆破说明书,前往爆破器材库,按规定领取爆破器材,并将其运到爆破作业地点,检查炮孔(或硐室),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,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运搬等工作都是由爆破段(班)长和爆破员、安全员完成的。《爆破安全规程》规定了爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破段(班)长、爆破员、安全员、保管员、押运员和爆破器材库主任的职责。

(一)爆破工作领导人的职责

爆破工作领导人,应由从事过三年以上与爆破有关的工作,无重大责任事故,熟悉爆破事故预防、分析和处理并持有安全作业证的爆破工程技术人员担任。其职责是:

- (1)主持制定爆破工程的全面工作计划,并负责实施;
- (2)组织爆破业务、爆破安全的培训工作和审查、考核爆破作业人员的资质;
- (3)监督爆破作业人员执行安全规章制度,组织领导安全检查,确保工程质量和安全;
- (4)组织领导爆破工作的设计、施工和总结工作;
- (5)主持制定重大或特殊爆破工程的安全操作细则及相应的管理条例;
- (6)参加爆破事故的调查和处理。

(二)爆破工程技术人员的职责

爆破工程技术人员应持《安全作业证》,其职责是:

- (1)负责爆破工程的设计和总结,指导施工、检查质量;
- (2)制定爆破安全技术措施,检查实施情况;
- (3)负责制定盲炮处理的技术措施,进行盲炮处理的技术指导;
- (4)参加爆破事故的调查和处理。

(三)爆破段(班)长的职责

爆破段(班)长应由爆破工程技术人员或有三年以上工作经验的爆破员担任,其职责是:

- (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规程和爆破器材的保管、使用、搬运制度;
- (3)制止无《爆破员安全作业证》的人员进行爆破作业;
- (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。

(四)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)严格遵守本规程和安全操作细则;
- (4)爆破后检查工作面,发现盲炮和其他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。

取得爆破员安全作业证的新爆破员,应在有经验的爆破员指导下实习三个月,方准独立进行爆破工作。在高温、有沼气或粉尘爆炸危险场所的爆破工作,应由经验丰富的爆破员担任。爆破员更换爆破类别应经过专门训练。

(五)安全员的职责

安全员应由经验丰富的爆破员或爆破工程技术人员担任,其职责是:

- (1)负责本单位爆破器材购买、运输、储存和使用过程中的安全管理;
- (2)督促爆破员、保管员、押运员及其他作业人员按照本规程和安全操作细则的要求进行作业,制止违章指挥和违章作业,纠正错误的操作方法;
- (3)经常检查爆破工作面,发现隐患应及时上报或处理,工作面瓦斯超限有权制止爆破作业;
- (4)经常检查本单位爆破器材仓库安全设施的完好情况及安全使用、搬运制度;
- (5)有权制止无爆破员安全作业证的人员进行爆破工作;
- (6)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。

(六)爆破器材保管员的职责

- (1)负责验收、保管、发放和统计爆破器材;
- (2)对无爆破员安全作业证和领取手续不完备的人员,不得发放爆破器材;
- (3)及时统计、报告质量有问题及过期变质失效的爆破器材;
- (4)参加过期、失效、变质爆破器材的销毁工作。

(七)爆破器材押运员的职责

- (1)负责核对所押运的爆破器材的品种和数量;
- (2)监督运输工具按规定的时间、路线、速度行驶;
- (3)监督运输工具所装载的爆破器材不超高、不超载,且可靠固定;
- (4)负责看管爆破器材,防止爆破器材途中丢失、被盗或发生其他事故。

(八)爆破器材库主任的职责

爆破器材库主任应由爆破工程技术人员或经验丰富的爆破员担任,并应持有爆破器

材管理人员安全作业证。其职责是：

- (1)负责制定仓库管理条例并报上级批准；
- (2)检查督促保管员工作；
- (3)及时定期清库核帐并及时上报过期及质量可疑的爆破器材；
- (4)组织或参加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。

复 习 题

1. 简述工程爆破在国民经济发展中的重要意义。
2. 试述工程爆破安全技术教育的重要性。
3. 爆破作业人员有几种？相互间关系如何？
4. 爆破员、安全员的职责是什么？
5. 爆破段(班)长的职责是什么？
6. 爆破工程技术人员的职责是什么？

第二章 工业炸药

第一节 爆炸现象与炸药的基本概念

一、爆炸现象

我们在日常生活中经常遇到爆炸现象,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,附近物体受到冲击或破坏,同时伴有声响和光的效应。根据爆炸产生的原因及特征,爆炸现象可分为三类:

(一)物理爆炸

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

(二)化学爆炸

物态变化时发生极迅速的放热化学反应,生成高温高压的反应物,由此而引起的爆炸称为化学爆炸。其特点是爆炸前后物质的性质及化学成份发生改变,如炸药、瓦斯、煤尘、鞭炮等的爆炸。

(三)核爆炸

某些物质的原子核发生裂变或聚变的连锁反应时,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,炸药爆炸时应同时具备三个条件,称为炸药爆炸三要素。

(一)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,也是炸药爆炸对外作功的动力。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。

(二)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 10032KJ,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。

(三)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。

三、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能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。

(一)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(爆发点)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。

(二)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。

(三)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。

(四)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。

(一)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做功的化合物。主要有黑火药、无烟火药(硝化纤维火药)。

(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,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。

(三)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。

4. 特种炸药

在特殊场合下使用的炸药。

二、硝酸铵类混合炸药

硝酸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。硝酸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(见表 2-1~表 2-10)。

(一)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。

1. 硝酸铵

硝酸铵是一种感度很低的弱性炸药,不能用普通工业雷管起爆,但当温度高于 400℃ 时可爆炸。硝酸铵在铵梯炸药中起氧化剂作用。硝酸铵具有较强的吸湿性和结块性,吸湿结块的硝酸铵会极大地降低炸药的爆炸性能。

2. 梯恩梯

梯恩梯有苦味和毒性,工业品有粉末状和鳞片状两种。吸湿性很小,几乎不溶于水,可用于水中爆炸。它在常温下不会自行分解,180℃ 以上时才会明显分解。其爆炸威力较高,在铵梯炸药中起敏化剂的作用,以提高炸药的感度和爆力。

3. 木粉

木粉在铵梯炸药中主要起疏松剂的作用,可减少炸药结块,它也是可燃剂。为防止和减小铵梯炸药吸湿结块,有时还加入少量的抗水物质,如石蜡和沥青。

4. 食盐

食盐不参加爆炸反应,它主要起消焰作用,在有瓦斯和矿尘爆炸危险的矿井中使用含食盐的炸药,有利于安全。

国产铵梯炸药有露天炸药、岩石炸药和煤矿许用炸药等品种。铵梯炸药爆炸威力较高,感度适中,它既可用 8 号雷管直接起爆,又比较安全。铵梯炸药很容易吸潮结块。铵梯炸药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,可用于涌水工作面的爆破作业。

(二)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 41868KJ/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。

铵油炸药质量受到成分配比、含水率、硝酸铵品种及粒度、装药密度等因素的影响。