



国防特色教材·职业教育

民爆器材安全管理

MINBAO QICAI ANQUAN GUANLI

杜广文 郭飞跃 主编 黄满荣 主审

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

北京航空航天大学出版社 哈尔滨工程大学出版社

哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社



国防特色教材·职业教育

民爆器材安全管理

主编单位 华北机电学校
主 编 杜广文 郭飞跃
主 审 黄满荣

北京理工大学出版社

北京航空航天大学出版社 哈尔滨工程大学出版社
哈尔滨工业大学出版社 西北工业大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了爆炸原理及民用爆炸品生产、储存、保管、运输、销售、使用等方面的一般知识。全书共分6部分,分别是:绪论、民用爆破基础知识、民用爆破器材分类、民爆器材安全生产管理、民用爆破器材安全储运与购销管理、民爆器材安全事故处置。

本书既可以作为民爆专业学生学习的教材,也可以作为涉爆单位工作人员培训参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

民爆器材安全管理/杜广文,郭飞跃主编. —北京:北京理工大学出版社,2009.9
国防特色教材·职业教育
ISBN 978-7-5640-2467-3

I. 民… II. ①杜…②郭… III. 爆炸物-安全管理-职业教育-教材 IV. TQ560.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 179316 号

民爆器材安全管理

杜广文 郭飞跃 主编
责任编辑 张慧峰

*

北京理工大学出版社出版发行

北京市海淀区中关村南大街5号(100081) 发行部电话:010-68944990 传真:010-68944450

[http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

北京地质印刷厂印刷 全国各地新华书店经销

*

开本:787毫米×960毫米 1/16 印张:19.25 字数:393千字

2009年9月第1版 2009年9月第1次印刷 印数:1—2000册

ISBN 978-7-5640-2467-3 定价:38.00元

前 言

民用爆炸物品,是指用于非军事目的的、列入民用爆炸物品品名表的各类火药、炸药及其制品和雷管、导火索等点火、起爆器材。民用爆炸品危害性、危险性、破坏性极大,但又是国家经济建设和社会生活中不可缺少的重要物品,其特有的功能也无法替代。如果使用得当,就能造福于人类;如果管理不善,忽略对其进行严格的的安全管理和控制,就容易导致治安灾害事故的发生,一旦落入不法人员手中,进行违法犯罪,将会造成严重的危害后果,直接危及公共安全和公民生命财产安全。为了维护社会治安秩序,保障公共安全,必须严格管制民用爆炸物品,加强对民用爆炸物品生产、销售、购买、进出口、运输、爆破作业和储存的安全管理。

我国各级国防科技工业、安全监督、公安等主管部门历来十分重视民用爆炸物品的安全管理,尽了很大努力,做了许多工作,取得了一定的成绩。但是,我们应该清醒地认识到,民用爆炸物品安全管理工作面临的形势还很严峻。民用爆炸物品丢失、被盗现象时有发生,重特大爆炸案件、爆炸事故居高不下,不仅给社会和人民群众的生命财产安全造成了极大损害,而且涉爆案件严重影响到部分地区的政治与社会稳定。因此,我们必须从维护我国改革、发展、稳定的大局出发,充分认识加强民用爆炸物品安全管理的重要性和紧迫性,切实增强加强民用爆炸物品安全管理的责任感和使命感。

本书比较系统地介绍了爆炸原理及民用爆炸品生产、储存、保管、运输、销售、使用等方面的一般知识,形式深入浅出,内容简明扼要、通俗易懂,既可以作为民爆专业学生学习的教材,也可以作为涉爆单位工作人员培训的参考资料。

本书由长治市公安局杜广文和华北机电学校郭飞跃担任主编,负责主撰和统稿,华北机电学校康俊卿、梁振军担任副主编,由山西省工程爆破协会常务理事、长治市潞安民爆器材有限责任公司原总经理黄满荣担任主审。参加执笔编写的作者分工如下:河南工业职业技术学院姬生编写第1章,华北机电学校梁振军编写第2章,云南民爆集团有限责任公司龙德权、云南国防工业职业技术学院刘丽梅合编第3章,河南北方红阳工业有限公司王天宏、河南中南工业有限责任公司王维芹合编第4章,华北机电学校康俊卿编写第5章、第6章。

本书在编写过程中,得到山西潞安民爆器材有限责任公司、山西屯留化工集

团有限公司、山西壶关化工集团有限公司、长治市金星化工集团有限公司等单位的大力支持,上述单位的高级工程师景永德、郭敏、庞建军、赵素芳、张青梅、李建英等人在本书编写过程中进行了大力协助,提出了许多宝贵意见,在此深表谢意。书中还参考、借鉴了不少国内著作和教材,在此一并致谢。书中纰漏不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 民用爆破器材安全生产的意义	1
§ 1.2 民用爆破器材在国民经济中的地位	2
§ 1.3 民用爆破器材发展方向	2
第 2 章 民用爆破基础知识	4
§ 2.1 爆炸的基本概念	4
2.1.1 爆炸的概念	4
2.1.2 爆炸的分类	4
§ 2.2 爆炸的特征和变化形式	5
2.2.1 爆炸的特征	5
2.2.2 爆炸变化的形式	7
§ 2.3 工业炸药的起爆、感度和氧平衡	9
2.3.1 炸药的起爆	9
2.3.2 炸药的感度和安定性	10
2.3.3 炸药的氧平衡	12
§ 2.4 炸药的分类及性能参数	13
2.4.1 炸药的分类	13
2.4.2 炸药的性能参数	17
§ 2.5 聚能效应	21
2.5.1 聚能效应的现象和概念	21
2.5.2 聚能效应产生的原因	21
2.5.3 影响聚能效应的因素	22
2.5.4 聚能效应的应用	22
§ 2.6 炸药爆破的分类	22
2.6.1 按爆破装药结构分类	22
2.6.2 装药方式和装药空间形状分类	23
2.6.3 爆破技术分类	24
§ 2.7 爆破实施	27

2.7.1 爆破工程的分级与爆破组织人员的规定	28
2.7.2 爆破实施前的工作	33
2.7.3 爆破实施	37
§ 2.8 爆破安全技术	47
2.8.1 露天爆破	47
2.8.2 硐室爆破	50
2.8.3 地下爆破	56
§ 2.9 爆破安全允许距离与环境影响评价	65
2.9.1 爆破振动安全允许距离	65
2.9.2 爆破冲击波安全允许距离	67
2.9.3 有害气体的控制	70
2.9.4 防尘与预防粉尘爆炸	71
2.9.5 噪声控制	71
2.9.6 外部电源与电爆网路的安全允许距离	72
2.9.7 养殖业、水中生物保护	72
2.9.8 涌浪控制	73
2.9.9 振动液化控制	73
第3章 民用爆破器材分类	74
§ 3.1 民用爆破器材概述	74
3.1.1 民爆产品的定义与分类	74
3.1.2 民用爆破器材的用途	75
§ 3.2 工业炸药	75
3.2.1 工业炸药简述	75
3.2.2 工业炸药的分类	75
3.2.3 工业炸药的基本组分及作用	76
3.2.4 铵油系列炸药	78
3.2.5 膨化硝铵炸药	80
3.2.6 浆状炸药(slurries)	83
3.2.7 水胶炸药	87
3.2.8 乳化炸药(emulsion)	88
3.2.9 粉状乳化炸药	92
3.2.10 其他工业炸药	95
§ 3.3 工业雷管	101

3.3.1 工业火雷管(基础雷管)	101
3.3.2 工业电雷管	102
3.3.3 导爆管雷管	108
3.3.4 新型起爆器材	112
§ 3.4 工业索类火工品	113
3.4.1 工业导爆索	113
3.4.2 塑料导爆管	114
§ 3.5 原材料的特性与安全性	115
3.5.1 炸药及其制品用原材料	115
3.5.2 工业雷管用原材料	120
3.5.3 索类火工品用原料	121
§ 3.6 其他爆破器材	121
第4章 民爆器材安全生产管理	123
§ 4.1 安全生产管理的基本原则	123
4.1.1 安全生产管理基本概念	123
4.1.2 安全生产管理原理	128
4.1.3 安全生产管理原则	129
4.1.4 安全生产管理原理与原则的关系	129
4.1.5 安全生产管理的原理与原则	129
§ 4.2 建筑物的危险等级与存药量	131
4.2.1 建筑物的危险等级	131
4.2.2 存药量	135
§ 4.3 工厂规划	135
§ 4.4 工业炸药生产安全管理	136
4.4.1 工业炸药生产安全技术要求	136
4.4.2 工业炸药生产安全管理	139
§ 4.5 起爆器材生产安全管理	140
§ 4.6 危险场所的电气与设备的安全管理	144
4.6.1 10 kV 及以下的变电所和厂房配电室	148
4.6.2 室外电气线路	148
4.6.3 室内电气线路	149
4.6.4 电气设备	150
§ 4.7 作业场所工艺与布置	152

4.7.1	危险作业场所的建筑及工作间布局	152
4.7.2	危险作业场所的安全疏散	154
4.7.3	抗爆间室和抗爆屏院	155
4.7.4	危险品生产的自动控制	157
§ 4.8	作业场所的防火、防静电与防雷	157
4.8.1	防火安全管理	157
4.8.2	防静电安全管理	161
4.8.3	防雷安全管理	168
§ 4.9	采暖、通风及通讯	173
4.9.1	危险品生产厂房的采暖	173
4.9.2	危险品厂房的通风	174
4.9.3	危险品厂房的通讯	175
§ 4.10	废料处理技术	175
4.10.1	销毁方法选择	176
4.10.2	销毁民用爆破器材废料的安全要求	177
§ 4.11	安全生产教育	178
第 5 章	民用爆破器材安全储运与购销管理	181
§ 5.1	民用爆破器材的仓储管理	181
5.1.1	民用爆破器材贮存	181
5.1.2	民用爆破器材库区安全要求	187
§ 5.2	民用爆破器材的运输管理	195
5.2.1	民用爆破器材运输的一般规定	196
5.2.2	民用爆破器材运输申请与受理	197
5.2.3	民用爆破器材装卸安全规则	197
5.2.4	装卸安全要求	199
5.2.5	“民用爆破器材运输证”的签发	199
5.2.6	民用爆破器材的承运	200
5.2.7	民用爆破器材运输注意事项	208
5.2.8	民用爆破器材运输中不安全因素	211
5.2.9	地面运输	212
5.2.10	井下运输	214
5.2.11	飞机运输与爆炸作业地点运输	214
5.2.12	民用爆破器材生产区及总库区的运输	215

5.2.13 民用爆破器材进出口运输	216
§ 5.3 民用爆破器材的购销管理	217
5.3.1 概述	217
5.3.2 经营民用爆破器材企业必须具备的条件	217
5.3.3 民用爆破器材购买证的签发	218
5.3.4 民用爆破器材购销合同	221
5.3.5 民用爆破器材的销售	225
5.3.6 民用爆破器材的供应与购买	225
5.3.7 民用爆破器材的进、出口管理	227
第 6 章 民爆器材安全事故处置	228
§ 6.1 概述	228
6.1.1 事故的定义	228
6.1.2 事故的分类	233
§ 6.2 事故的调查	235
6.2.1 事故调查与安全管理	235
6.2.2 事故调查的目的	236
6.2.3 事故调查对象	237
6.2.4 事故调查计划	238
6.2.5 事故调查人员	238
6.2.6 事故调查的物质准备	241
6.2.7 事故调查现场	242
6.2.8 事故现场勘查	244
6.2.9 人证的保护与询问	244
6.2.10 物证的收集与保护	246
6.2.11 事故现场照相	247
6.2.12 事故现场图与表格	252
6.2.13 典型事故的现场勘查	253
§ 6.3 事故的分析	257
6.3.1 现场分析	257
6.3.2 事后深入分析	259
6.3.3 原因分析	260
6.3.4 事故责任分析	261
§ 6.4 事故调查报告	262

6.4.1	事故调查报告的写作要求	262
6.4.2	事故调查报告的格式	263
§ 6.5	事故资料归档	264
§ 6.6	事故应急救援预案和应急措施	264
6.6.1	事故应急救援预案概述	265
6.6.2	应急救援预案的要素及基本要求	267
6.6.3	应急救援预案分析	269
6.6.4	应急救援预案的文件体系	270
§ 6.7	生产经营单位事故应急救援预案的编制	270
§ 6.8	事故应急措施	276
§ 6.9	企业应急计划实例	280
§ 6.10	应急预案案例	287
6.10.1	广东省民爆器材行业重、特重大事故(险情)应急预案	287
6.10.2	重庆市民爆器材行业重大特大安全事故(险情)应急预案	288
§ 6.11	常用危险化学品事故处置	290
6.11.1	扑救爆炸物品火灾的基本方法	291
6.11.2	扑救压缩气体和液化气体火灾的基本方法	292
6.11.3	扑救易燃液体火灾的基本方法	293
6.11.4	扑灭易燃固体、自燃物品火灾的基本方法	294
6.11.5	扑救遇湿易燃物品火灾的基本方法	295
6.11.6	扑救氧化剂和有机过氧化物火灾的基本方法	295
6.11.7	扑救毒害品、腐蚀品火灾的基本方法	296
6.11.8	扑救放射性物品灾害的基本方法	297
参考文献		298

第 1 章 绪 论

§ 1.1 民用爆破器材安全生产的意义

民用爆破器材行业作为国家重要的基础性行业,长期以来对国民经济建设和发展发挥着重要的作用。民用爆破器材是各种工业火工品、工业炸药及制品的总称,是具有易燃易爆危险属性的特殊商品,这决定了其生产与安全以及抓好安全监管与搞好行业监管的高度一致性。可以说,民爆行业的安全生产水平是行业发展水平、行业管理水平的最直接体现。因此做好民爆行业安全生产工作不但对行业自身的健康发展具有重要意义,而且对保障社会安全、促进经济发展有着特殊的意义。

安全生产关系人民群众的生命财产安全,关系改革发展稳定大局,是经济社会发展的基础和保障,是构建社会主义和谐社会的必然要求和重要任务。只有切实加强安全生产,才能实现人民安居乐业、社会安定有序,稳步推进和谐社会建设。胡锦涛总书记在中央政治局第 30 次集体学习会上的重要讲话和《中共中央关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》都特别强调,要加强安全生产工作,坚持安全第一、预防为主、综合治理。坚决落实安全生产责任制,加强安全生产法制建设,加大安全生产治本力度,加强安全生产监管,坚决纠正违反安全生产的行为。这些要求,在民爆行业安全生产监管工作中要坚决贯彻,务必落实。

发展是构建和谐社会的根本保证,安全发展是民爆行业发展的首要条件。抓好民爆行业的安全生产工作,既是服从构建和谐社会大局的紧迫任务,也是整体提高行业发展水平、生产技术和行业管理水平的突破口,这对加快推进民爆行业发展进入持续、安全发展的科学轨道有着特别重要的意义,也是民爆行业最重要的任务。

国家十分重视安全生产法规制度体系建设,积极推进行业安全生产管理工作从“人治”向“法治”转变。1998 年以来,国防科工委加大了法规、制度及标准的建设力度,先后制定并发布实行了《民爆器材生产流通管理暂行规定》及 4 项配套管理办法和《民爆器材安全生产许可证实施办法》;组织制修订了《民爆器材工厂设计安全规范》《民用爆破器材工程建设设计安全规范》《民用爆破器材企业安全技术管理规定》《民用爆破器材企业安全评价导则》等重要安全技术管理标准。2002 年 11 月 1 日,《中华人民共和国安全生产法》实施,同时国务院发布了《关于进一步加强民用爆炸物品安全管理的通知》;2006 年 9 月 1 日,《民用爆炸物品安全管理条例》正式颁布实施;2006 年 11 月 9 日,国防科工委与公安部联合制定的《民用爆炸物品品名表》正式颁布实施,明确规定了各类民用爆炸物品的名称、管理方式和范围,成为民爆条例的重要补充。国防科工委还依据民爆条例制定了 3 个许可实施办法(部门规章)和关于科技、质量、

专用设备安全使用年限管理等方面的 7 个规范性文件,修改和完善了《民用爆破器材工程设计安全规范》等 15 项国家标准和行业标准,进一步完善了民用爆破器材安全标准体系。目前,各基层军工和民爆企事业单位也都基本健全了本单位的安全生产管理规章制度,行业的安全生产工作基本做到了“有法可依,有章可循”。

同时,倡导创建现代企业安全文化,更新安全观念,提高安全素质,规范安全行为,营造“关爱生命、关注安全”的氛围。国家加大了对民爆安全技术、工艺技术和技术基础研究的投入力度,建立和完善安全生产评价体系,逐步推广安全体系认证制度。企业也不断加大安全投入,从加强工艺安全性入手,不断提高技术、工艺、设备的安全水平,建立安全生产长效机制,提高安全风险防范能力,提高企业的“本质安全度”,实现“科技兴安”发展战略。

§ 1.2 民用爆破器材在国民经济中的地位

民爆器材广泛应用于矿山开采及能源建设、建筑、交通建设、农林水利建设、地震勘探及国防建设领域,与固定投资规模密切相关。“十一五”期间,我国基础设施建设仍为重点投资领域,主要包括铁路、高速公路、重要支线机场等交通设施建设以及大型水利工程等,这将极大地带动民爆器材需求量的持续增长,为民爆行业提供广阔的发展空间,民爆器材市场需求潜力巨大,也为民爆行业持续发展提供了机遇。

民用爆破器材行业作为基础性产业,肩负着为国民经济建设服务的重要任务。为全面落实科学发展观,牢牢把握战略机遇期,国防科工委按照《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》的要求,认真分析民爆行业面临的形势与任务,制订了《民用爆破器材行业“十一五”规划纲要》。通过实行科研、生产、爆破服务一条龙的一体化经营模式,培养企业新的利润增长点,促使民爆行业从粗放式向集约式发展,使企业从目前主要依靠生产环节获得利润,转为同时依靠生产、销售环节和爆破服务多个环节获取利润,实现企业均衡发展。

民爆行业生产经营形势平稳,保持良好的发展态势,有力地支撑了国民经济的快速稳定发展。“十五”期间民爆器材行业工业炸药年产量由 128 万吨增长到 240 万吨;工业雷管年产量由 21 亿发增长到 32 亿发,“十五”期间,我国民爆行业年均增长速度达到 15%。工业炸药和工业雷管产销率均达到 99.5% 以上,市场持续保持了产销两旺的发展态势。业内人士预计,“十一五”期间民爆行业依然能保持 10% 以上的增速。

同时,通过加快技术创新步伐,推广新技术成果,逐步采用先进适用技术,产品性能和质量得到明显改善,新产品比例逐步上升,多品种、系列化生产格局逐步形成。

§ 1.3 民用爆破器材发展方向

我国将处于经济平稳较快发展和社会和谐进步的有利时期,同时,国家鼓励和支持安全生

产科学研究和安全生产先进技术的推广应用,提高安全生产水平,加快产业结构调整。以科学发展观统领民爆器材行业发展全局,构建社会主义和谐社会和以人为本,坚持节约发展、清洁发展、安全发展的要求;坚持依法行政,加强行业管理,做好统筹规划,正确处理发展、调整与稳定的关系推进结构布局优化升级,提高产业集中度和安全生产水平,促进安全生产长效机制的建立,提升科技创新和自主创新能力,转变经济增长方式和企业经营模式,确保民爆行业健康、协调、可持续发展。

在2007年全国民爆行业工作会上,国防科工委表示将建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,促进科技成果向现实生产力转化。积极促进军民两用技术共享,将有效利用现有军工、民爆行业的科研力量。通过技术协作和攻关,解决阻碍民爆科技进步的关键难点,逐步形成与国际先进技术水平接轨、与国内生产技术条件相适应的现代化生产方式,强制淘汰落后的生产设备和工艺,加快自动化、连续化生产的进程,大幅度减少危险部位操作人员数量。充分利用军工安全技术,促进军民两用工作的开展,特别是火工品生产中先进的电子和数码技术,耐高温、高压和复杂环境等特种用途产品,军用技术标准等向民爆行业转移,促进民爆行业科研和生产技术水平的提高。

国防科工委明确提出了民爆行业近期技术创新的重点:一是高性能、高安全性、低污染、有利于社会公共安全管理的新型民爆产品;二是具有“四高”特性(高自动化程度—减少危险场所操作人员,高效率—减少危险品在线数量,高可靠性—低故障率,高安全性)的连续化、自动化生产工艺和设备。

通过推广新技术成果,逐步采用先进适用技术,产品性能和质量明显改善,新产品比例逐步上升,多品种、系列化生产格局逐步形成。工业炸药及其产品向多品种、系列化、低成本、低污染、原材料来源丰富、性能优良、安全可靠的方向发展,发展乳化炸药、粉状乳化炸药、膨化硝酸铵炸药等以满足各领域爆破作业要求。工业雷管等起爆器材向高精度、高可靠性、高安全性、环保型方向发展,发展以导爆管雷管、电子雷管、导爆索为代表的新型高技术产品,提高工业雷管火工元件的科技含量,实现产品技术升级。新产品的生产规模及销售量的逐年递增,新型炸药所占比重由30%上升到64%以上,新型雷管所占比重由50%上升到62%。明确提出要充分利用各类政策杠杆,确保铵梯炸药、火雷管、导火索等高污染、高能耗、安全性能差的落后产品在2008年彻底淘汰,用实际行动贯彻落实科学发展观。

第2章 民用爆破基础知识

§ 2.1 爆炸的基本概念

2.1.1 爆炸的概念

爆炸就是物质从一种状态在极短的时间内很快变成另一种状态并放出巨大能量做机械功的现象。

人们在日常生活中常常可以遇到热水瓶爆炸、汽车轮胎爆炸、放鞭炮及炸药爆炸等现象。例如,当节日里放的爆竹被点燃后,爆竹里边的黑火药发生迅速燃烧反应,放出大量的热,生成大量气体,热气体的急剧膨胀,撑破了纸制的外壳,发生“噼噼啪啪”的炸响声。自然界存在的诸多物质,如空气、阳光、水、煤、木材、石油、汽油、酒精、乙炔、煤气、铝粉、火药、梯恩梯炸药、雷管,等等,都可能发生爆炸。

2.1.2 爆炸的分类

按照物质产生爆炸的原因和性质不同,可将爆炸现象分为以下3类。

一、物理爆炸

物理爆炸是由系统释放物理能引起的爆炸。这是一种纯物理过程,只发生物态变化,不发生化学反应。例如,高压蒸汽锅炉的热蒸汽压力超过锅炉能承受的程度时,锅炉破裂,高压蒸汽骤然释放出来,形成爆炸;陨石落地、高速弹丸对目标的撞击等物体高速碰撞时,物体高速运动产生的动能,在碰撞点的局部区域内迅速转化为热能,使受碰撞部位的压力和温度急剧升高,并使碰撞部位材料发生急剧变形,伴随巨大响声,形成爆炸现象;自然界中的雷电也属于物理爆炸,它是由带有不同电荷的云块间发生强烈的放电现象,使能量在 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ s 内释放出来,放电区达到极大的能量密度和高温,导致放电区空气压力急剧升高并迅速膨胀,对周围空气产生强烈扰动,从而形成闪电雷鸣般的爆炸现象;高压电流通过细金属丝时,温度可达到 2×10^4 °C,使金属丝瞬间化为气态而引起爆炸现象;此外,地震和火山爆发等现象也能属于物理爆炸。总之,物理爆炸是机械能或电能的释放和转化过程,参与爆炸的物质只是发生物理状态或压力的变化,其性质和化学成分不发生改变。

二、原子爆炸

原子爆炸是某些物质的原子核发生裂变反应或聚变反应,瞬间放出巨大能量而形成的爆炸现象。如原子弹爆炸是铀 235 或钚 239 的裂变反应,由较重的原子核分裂成较轻的原子核,放出大量核能(1 克铀 235 完成裂变放出的能量相当于 20 000 t 梯恩梯炸药放出的能量)。核爆炸反应释放的能量比炸药爆炸时放出的化学能大的多,同时产生极强的冲击波、光辐射和粒子的贯穿辐射等,比炸药爆炸具有更大的破坏力。

三、化学爆炸

化学爆炸是物质发生高速放热化学反应,产生大量气体,并急剧膨胀做功而形成的爆炸现象。化学爆炸是由于物质的化学变化引起的爆炸,如炸药爆炸,可燃气体(甲烷、乙炔等)爆炸。悬浮于空气中的粉尘(煤粉、面粉等)以一定的比例与空气混合时,在一定的条件下所产生的爆炸也属于化学爆炸。化学爆炸是通过化学反应,将物质内潜在的化学能在极短的时间内释放出来,使其化学反应产物处于高温、高压状态的结果。爆炸产物急剧向周围膨胀,产生强冲击波,造成对周围介质的破坏。化学爆炸时,参与爆炸的物质在瞬间发生分解或化合,变成新的爆炸产物。

可见,爆炸就是物质剧烈运动的一种表现。物质运动急剧增速,由一种状态迅速地转变成另一种状态,并在极短时间内释放出大量能量的现象就构成爆炸现象。

一般地说,爆炸过程分两个阶段完成。第一阶段,物质的能量以一定的形式(定容、绝热)转变为强压缩能;第二阶段,强压缩能急剧绝热膨胀对外做功,引起被作用介质的变形,移动和破坏。

本书主要研究化学爆炸,下面所提到的爆炸都指化学爆炸。

§ 2.2 爆炸的特征和变化形式

2.2.1 爆炸的特征

在战场上或电影中我们看到的炮弹落地爆炸时的现象就是最典型的爆炸现象:首先有火光迅速一闪,紧接着就听到“轰”的一声巨响,同时爆炸点附近的树木或建筑物被折断或摧毁,地面上掀起泥土,大地发生振动。

为什么炸药爆炸时会出现上述现象呢?这是由炸药的内在因素决定的。分析上述爆炸现象可以看出:火光表明炸药爆炸过程释放大量的热而发光;爆炸瞬间完成表明爆炸过程的传播速度极快;烟雾表示炸药爆炸过程中有大量的气体产生,而高压气体产生了各种破坏作用。

爆炸是一种能够以爆轰波的形式,高速自行传播的放热化学反应,短时间内生成大量的高温、高压气体产物,在周围介质中形成强烈的冲击波,达到对周围介质的破坏作用。反应的放热性、快速性和生成气体构成了化学爆炸的典型特征。

一、反应的放热性

反应的放热性是炸药爆炸变化应具备的必要条件。没有这个条件,爆炸过程根本不能发生。要使炸药发生分解反应,必须首先供给能量,使其分子活化或破坏它原来的结构,重新组合成新的产物分子。没有反应的放热性这个条件,则上一层炸药爆炸后,不能激发下一层炸药的反应,爆炸过程便不能自动传播。反之,如果物质在爆炸时能释放热量,则其已爆炸部分所释放的热量是激发未爆炸部分的能源,这种爆炸过程就可以自行传播下去。此外,反应的放热性也是系统对外做功的能源。只有反应系统释放热能,才能够对外界做功,因此不放热或放热很少的反应不能提供做功所需要的足够能量,当然也不会具有爆炸性。

反应放出的热量是爆炸做功的能源,它是炸药爆炸做功能力的标志:1 kg 炸药爆炸所放出的热量称为爆热。爆炸气体产物能达到的最高温度称为爆温。1 kg 常用炸药爆炸后,放出的热量可达 1 675~6 280 kJ,其爆温可达 15 000 °C~45 000 °C。在其他条件相同时,爆热大的炸药,威力就大。

必须指出,炸药(主要指固态或液态炸药)在爆炸反应时放出的能量,如果按单位质量计算并不比一般燃料高,但是若按容积计算却比一般燃料要大得多。这是因为凝聚状态的炸药本身含有氧,具有较小的比容,而一般燃料不含氧,它们要依靠加入氧气才能反应和释放能量。凝聚炸药在反应时放出的能量,就单位质量而言,比普通燃料燃烧时放出的能量还低。但是前者集中在较小的容积内,按单位体积的含能量来看,它比普通燃料具有的能量大得多,因此凝聚炸药并非是高能量物质,而是一种高能量密度的物质。

二、反应的快速性

反应的快速性也是炸药爆炸的必要条件,它是爆炸过程区别于一般化学反应过程的最重要的标志。一般化学反应也是可以放热的,而且有许多反应释放的热量比炸药爆炸大许多倍,但这些反应并未形成爆炸现象,其根本原因在于它们的反应过程进行得很慢。例如,1 kg 汽油在发动机中燃烧或 1 kg 煤块在空气中燃料,所需要的时间为数分钟到数十分钟,而 1 kg 炸药爆炸反应的时间仅十几到几十微秒,也就是说炸药的爆炸要比燃料燃烧快数千万倍。如梯恩梯所含热量只有同样重量煤块的一半。煤块在空气中燃烧时,可以放出大量的热量,并生成气体,但因反应速度慢,产出的热量及气体来得及散失和排走,因而不能产生爆炸。如果将煤块粉碎成极细的煤粉并均匀悬浮在空气中,这时遇火后便能产生爆炸,这是由于煤粉能与氧气充分接触,点火后反应非常迅速的缘故。

由于炸药的爆炸反应速度极快,因而可以近似地认为,爆炸反应产物来不及膨胀,所释放