

“十三五”校“十三五”规划教材
精品课程、国家级精品资源共享课配套教材

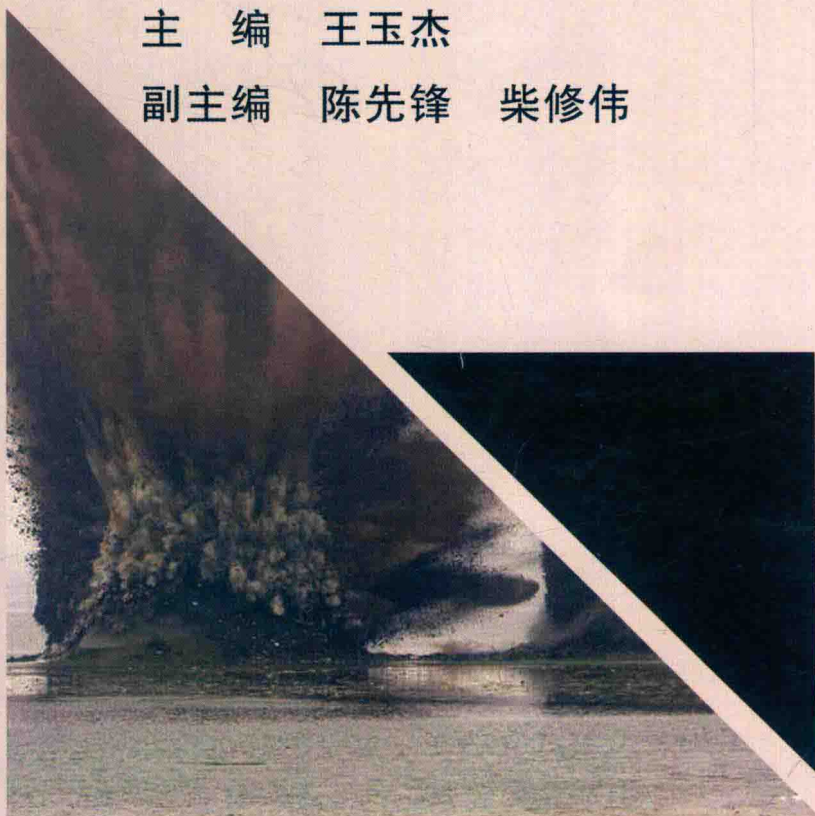
爆破工程

(第2版)

BLASTING ENGINEERING

主 编 王玉杰

副主编 陈先锋 柴修伟



武汉理工大学出版社
WUTP Wuhan University of Technology Press

规划教材

国家精品课程、国家级精品资源共享课配套教材

爆破工程

(第2版)

主 编 王玉杰

副主编 陈先锋 柴修伟

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 简 介

爆破工程是采矿、岩土、交通、水利、市政等工程领域必须涉及的关键技术,并已在教学、科研和工程应用中形成了一个独立的行业门类。本书通过精练和整合具有共性的爆破基础理论和技术知识,把爆炸基础、爆破理论、爆破技术、爆破安全与检测内容进行融合贯通。全书分为4个模块,共10章,主要内容包括炸药爆炸基本理论、工业炸药、起爆器材与起爆方法、爆破工程地质、岩石爆破理论、露天爆破技术、地下爆破技术、轮廓控制爆破、爆破危害控制与安全、爆破检测与实验等。

本书与配套的国家精品课程、国家级精品资源共享课网上资源,可供相关专业本科生、研究生使用,亦可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

爆破工程/王玉杰主编. —2版. —武汉:武汉理工大学出版社,2018.4

ISBN 978-7-5629-5755-3

I. ①爆… II. ①王… III. ①爆破技术-教材 IV. ①TB41

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第058720号

项目负责人:王利永(027-87106428)

责任编辑:王思

责任校对:张莉娟

封面设计:博壹臻远

出版发行:武汉理工大学出版社

地址:武汉市洪山区珞狮路122号

邮编:430070

网址:<http://www.wutp.com.cn>

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:荆州市今印印务有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:23.25

字 数:595千字

版 次:2007年9月第1版 2018年4月第2版

印 次:2018年4月第1次印刷 总第8次印刷

印 数:15001~18000册

定 价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87391631 87664138 87785758 87165708(传真)

· 版权所有,盗版必究 ·

P 前言

reface

我国爆破工程事业在矿山、铁路、交通、水利、电力工程以及城市和厂矿改扩建工程建设中取得了举世瞩目的伟大成就,爆破工程技术已处于世界一流水平。“爆破工程”作为我国高等学校采矿工程专业的重要专业基础课程,既是高校非煤矿专业的必修课,亦是采煤专业、土建专业、水工专业、地下工程专业、道桥专业等岩土、地质、安全类专业的选修课程。

《爆破工程》教材自2007年第1版出版以来,承蒙行业厚爱,相继被众多相关高校选为专业教材,至今已累计印刷7次,印数达15000册。十年来,“爆破工程”课程建设取得了重大进步和系列成就:2008年被评为国家级精品课程;2009年“高危险性爆破实验课的改革”获得湖北省优秀教学成果二等奖;2010年“爆破工程”课程教学团队被评为湖北省高等学校省级教学团队;2013年“爆破工程”课程获得国家级精品资源共享课立项,2016年被批准为第一批“国家级精品资源共享课”,同年,“爆破工程”英文课程又被评为教育部第二批来华留学生英文品牌课程(国家级)。课程建设应与时俱进,新版《爆破安全规程》和创新科技成果都亟待融入教学课程建设中。因此,启动了第2版教材的编写工作。

新版教材在知识结构方面进行了重大调整,将全书分为四个知识模块。第一知识模块为“爆炸基础篇”,内容包括炸药爆炸基本理论、工业炸药、起爆器材与起爆方法;第二知识模块为“爆破理论篇”,内容包括爆破工程地质和岩石爆破理论;第三知识模块为“爆破技术篇”,内容包括露天和地下等爆破技术;第四知识模块为“爆破安全与检测篇”,内容包括轮廓控制爆破、爆破危害控制与安全、爆破检测与实验。新知识体系将引导学生学习所使用的工具——爆破器材,掌握并驾驭爆破工具所必须具备的基础知识;并通过了解爆破对象——岩石的特性和爆破破碎机理,逐步学习如何使用工具来实现爆破目的;最后是掌握该过程所需的安全技术及巩固相关知识的实验内容。新版教材体系更易教、易学。

新版教材除重新凝练爆破理论内容外,压缩了已淘汰的“起爆器材与起爆方法”的篇幅,缩减了“硐室爆破技术”的介绍;新增了数码电子雷管起爆法、现场混装炸药、水下爆破、火区爆破、隧道掘进爆破等内容。新版教材的课程体系对通用的爆破机理进行了归纳凝练,把实践性较强的工程技术与实验教学相融合,并与相关课程的设计、实习与实践相贯通,融入了更多的学生自主学习的教学内容;依据“卓越工程师”培养理念,突出了实验、实践和创新能力的有关内容。

新版教材集结了多位有教学和实践经验的教师与一线工程技术人员参加编写。其中:第1章和第9章由武汉理工大学陈先锋教授编写;第2章第1~3节由北方特种能源集团有限公司王清华教授级高工编写;第3章和第6章第4节由武汉工程大学柴修伟副教授编写;第4章由中国地质大学(武汉)吴立教授编写;第5章由武汉理工大学王玉杰教授编写;第6章1~3节由中国葛洲坝集团易普力公司唐书高工编写,第5节由长江科学院爆破工程研究所赵根教授级高工编写,第6~7节由中国葛洲坝集团易普力公司李晓虎工程师编写;第7章由武汉科

技大学马建军教授编写;第2章第4~7节和第8章由河南理工大学张飞燕副教授编写;第10章由武汉理工大学谭海高级实验师编写。全书由王玉杰担任主编,陈先锋、柴修伟担任副主编,并共同负责全书的章节安排、统稿和校对工作。

新书成稿后,周传波、梁开水、舒大强、张电吉等专家教授以及参编人员召开了专家审稿会,提出了诸多建设性意见与修改建议,为本书质量把关。武汉理工大学硕士研究生贺国宇、邱某某、安盼等同学为本书的制图、习题验算、资料收集和编排付出了辛勤的劳动,在此深表感谢。

本书在编写过程中参阅和引用了大量的图书专著、教材和学术期刊文献,凝聚了诸多前辈的辛勤努力、研究成果和教学成果,谨将主要参考文献附后,在此向文献作者一并致谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不妥之处,欢迎广大读者,尤其是主讲教师们批评指正。

《爆破工程》国家精品课程网址: <http://www.bpjpk.com>

《爆破工程》国家级精品资源共享课网址(“爱课程”网): http://www.icourses.cn/course-static/course_4086.html

主编:



2017年11月6日

编者邮箱: yjwwhut@163.com

第一知识模块 爆炸基础篇

第 1 章 炸药爆炸基本理论	(1)
教学要求	(1)
知识点	(1)
重点难点	(1)
1.1 基本概念	(2)
1.1.1 爆炸及其分类	(2)
1.1.2 化学爆炸三要素	(2)
1.2 炸药化学反应基本形式	(4)
1.2.1 缓慢分解	(4)
1.2.2 燃烧与爆燃	(5)
1.2.3 爆炸与爆轰	(5)
1.2.4 爆炸与缓慢分解和燃烧之间的区别	(5)
1.2.5 炸药的不同化学反应形式转化	(6)
1.3 炸药氧平衡与反应产物	(6)
1.3.1 炸药氧平衡	(6)
1.3.2 炸药爆炸反应方程式	(10)
1.3.3 爆轰产物与有毒气体	(11)
1.4 炸药热化学参数	(12)
1.4.1 爆容	(12)
1.4.2 爆热	(13)
1.4.3 爆温	(16)
1.4.4 爆炸压力	(18)
1.5 炸药感度	(19)
1.5.1 炸药感度一般概念	(19)
1.5.2 炸药热感度	(19)
1.5.3 炸药机械感度	(20)
1.5.4 起爆感度与殉爆距离	(21)
1.5.5 炸药物理状态对感度的影响	(23)
1.6 炸药起爆理论	(24)
1.6.1 起爆与起爆能	(24)
1.6.2 起爆机理	(25)
1.7 炸药爆轰理论	(27)
1.7.1 介质中波与冲击波	(27)

1.7.2 炸药爆轰	(31)
1.8 炸药爆炸性能主要指标	(37)
1.8.1 爆速	(37)
1.8.2 威力	(43)
1.8.3 猛度	(46)
1.8.4 聚能效应	(47)
本章小结	(50)
教学设计	(50)
评价考核	(50)
复习题	(50)
第2章 工业炸药	(51)
教学要求	(51)
知识点	(51)
重点难点	(51)
2.1 基本概念	(51)
2.1.1 炸药的分类	(51)
2.1.2 炸药的安定性	(53)
2.1.3 工程爆破对工业炸药的基本要求	(54)
2.1.4 工业炸药发展简史	(54)
2.2 单质起爆药与猛炸药	(56)
2.2.1 单质起爆药	(56)
2.2.2 单质猛炸药	(57)
2.3 硝铵类炸药	(59)
2.3.1 硝酸铵	(59)
2.3.2 粉状硝铵炸药	(60)
2.3.3 浆状炸药	(60)
2.3.4 水胶炸药	(61)
2.3.5 乳化炸药	(62)
2.4 现场混装炸药	(65)
2.4.1 混装技术的发展	(65)
2.4.2 现场混装乳化炸药	(66)
2.4.3 现场混装铵油炸药	(67)
2.4.4 现场混装重铵油炸药	(67)
2.4.5 安全性对比	(67)
2.5 煤矿许用炸药	(68)
2.5.1 煤矿瓦斯、煤尘爆炸机理	(68)
2.5.2 煤矿许用炸药特点	(69)
2.5.3 煤矿许用炸药分级与检验方法	(70)
2.5.4 常用煤矿许用炸药	(70)

2.5.5 煤矿许用炸药的合理选用	(71)
2.6 其他炸药	(72)
2.6.1 黑火药	(72)
2.6.2 胶质炸药	(72)
2.6.3 液体炸药	(73)
2.6.4 低爆速炸药	(74)
2.7 爆破器材销毁方法简介	(74)
本章小结	(76)
教学设计	(76)
评价考核	(76)
复习题	(76)
第3章 起爆器材与起爆方法	(77)
教学要求	(77)
知识点	(77)
重点难点	(77)
3.1 基本概念	(77)
3.1.1 起爆器材种类与工业雷管	(77)
3.1.2 起爆方法分类	(79)
3.2 火雷管起爆法	(80)
3.2.1 火雷管	(80)
3.2.2 导火索	(80)
3.3 电雷管起爆法	(81)
3.3.1 电雷管及其性能参数	(82)
3.3.2 起爆导线	(86)
3.3.3 起爆电源	(87)
3.3.4 电爆网路检测及仪器	(87)
3.3.5 电爆网路及计算	(88)
3.3.6 电爆网路施工技术	(91)
3.3.7 电爆网路中早爆事故及预防	(92)
3.4 导爆索起爆法	(96)
3.4.1 导爆索	(96)
3.4.2 继爆管	(97)
3.4.3 导爆索起爆网路	(98)
3.4.4 导爆索起爆网路施工技术	(100)
3.4.5 导爆索起爆网路应用	(101)
3.5 导爆管雷管起爆法	(101)
3.5.1 塑料导爆管	(102)
3.5.2 导爆管雷管	(103)
3.5.3 导爆管连接元件	(104)

3.5.4	导爆管击发元件	(105)
3.5.5	导爆管起爆法网路连接形式	(105)
3.5.6	导爆管毫秒延期起爆网路	(107)
3.5.7	导爆管起爆网路施工技术	(108)
3.6	数码电子雷管起爆法	(110)
3.6.1	数码电子雷管结构	(110)
3.6.2	数码电子雷管的工作原理	(110)
3.6.3	数码电子雷管的分类	(112)
3.6.4	数码电子雷管起爆网路	(113)
	本章小结	(115)
	教学设计	(115)
	评价考核	(115)
	复习题	(115)
	第一知识模块趣味讨论题	(116)

第二知识模块 爆破理论篇

第4章	爆破工程地质	(117)
	教学要求	(117)
	知识点	(117)
	重点难点	(117)
4.1	岩石基本性质	(117)
4.1.1	岩石主要物理性质	(117)
4.1.2	岩石主要力学性质	(119)
4.1.3	岩石中的应力波	(122)
4.1.4	岩石物理、力学性质影响因素	(130)
4.2	岩石可钻与可爆性分级	(130)
4.2.1	土壤及岩石分类	(130)
4.2.2	岩石可钻性分级	(133)
4.2.3	岩石可爆性分级	(133)
4.3	工程地质条件对爆破工程的影响	(137)
4.3.1	岩石性质对爆破影响	(138)
4.3.2	结构面对爆破影响	(138)
4.3.3	地形对爆破影响	(142)
4.3.4	特殊地质条件对爆破影响	(143)
4.4	爆破对地质环境的影响	(144)
4.4.1	爆破对保留岩体的破坏影响	(144)
4.4.2	爆破对边坡稳定性影响	(146)
4.4.3	爆破对水文地质条件影响	(148)
4.4.4	爆破对饱和砂土地基影响	(148)

4.5 爆破工程地质勘察	(148)
4.5.1 爆破工程地质勘察目的和要求	(149)
4.5.2 爆破工程地质勘察内容和方法	(150)
4.5.3 爆破工程地质评价	(151)
4.5.4 编写爆破工程地质勘察报告	(153)
本章小结	(155)
教学设计	(155)
评价考核	(155)
复习题	(155)
第5章 岩石爆破理论	(156)
教学要求	(156)
知识点	(156)
重点难点	(156)
5.1 岩石爆破破坏基本理论	(157)
5.2 单个药包爆破作用	(159)
5.2.1 内部作用	(159)
5.2.2 外部作用	(161)
5.2.3 炸药在岩石中爆破破坏过程与破坏模式	(164)
5.2.4 爆破漏斗	(165)
5.3 延长装药爆破作用	(166)
5.4 成组药包爆破时岩石破坏特征	(167)
5.4.1 单排成组药包齐发爆破	(167)
5.4.2 多排成组药包齐发爆破	(169)
5.5 能量平衡理论与装药量计算	(169)
5.5.1 相似法则	(169)
5.5.2 体积法则	(170)
5.5.3 利文斯顿爆破漏斗理论	(171)
5.5.4 装药量计算	(174)
5.5.5 单位炸药消耗量	(177)
5.5.6 最小抵抗线原理	(179)
5.5.7 毫秒爆破作用理论	(180)
5.6 影响爆破作用的主要因素	(184)
5.6.1 炸药性能对爆破作用的影响	(184)
5.6.2 自由面对爆破作用的影响	(185)
5.6.3 炸药与岩石匹配关系对爆破作用的影响	(186)
5.6.4 装药结构对爆破作用的影响	(187)
5.6.5 炮孔堵塞对爆破作用的影响	(190)
5.6.6 起爆药包位置对爆破作用的影响	(192)
5.6.7 起爆顺序对爆破作用的影响	(193)

本章小结	(194)
教学设计	(194)
评价考核	(194)
复习题	(194)
第二知识模块趣味讨论题	(195)

第三知识模块 爆破技术篇

第6章 露天爆破技术	(196)
教学要求	(196)
知识点	(196)
重点难点	(196)
6.1 露天深孔台阶爆破	(196)
6.1.1 台阶要素	(197)
6.1.2 钻孔形式	(197)
6.1.3 布孔方式	(198)
6.1.4 爆破参数	(199)
6.1.5 装药结构	(203)
6.1.6 起爆顺序	(205)
6.1.7 技术设计	(207)
6.1.8 施工工艺	(207)
6.1.9 降低大块产出率和根底率措施	(207)
6.1.10 大区多排孔毫秒爆破技术	(208)
6.1.11 宽孔距、小抵抗线毫秒爆破技术	(208)
6.1.12 预装药技术	(210)
6.2 露天浅眼台阶爆破	(210)
6.2.1 炮眼排列	(210)
6.2.2 爆破参数	(210)
6.3 挤压爆破	(211)
6.3.1 挤压爆破原理	(211)
6.3.2 露天台阶挤压爆破	(213)
6.4 硐室爆破	(213)
6.4.1 作用原理	(214)
6.4.2 分类及用途	(214)
6.4.3 药包形式及布置方法	(215)
6.4.4 爆破施工与管理	(218)
6.5 水下钻孔爆破	(223)
6.5.1 水下钻孔爆破的特点	(223)
6.5.2 水下钻孔爆破参数	(224)
6.5.3 水下钻孔爆破施工工艺	(226)

6.6 高温火区台阶爆破技术	(227)
6.6.1 概述	(227)
6.6.2 火区爆破施工解决方案	(228)
6.6.3 火区爆破施工技术	(229)
6.7 其他爆破	(232)
6.7.1 药壶爆破	(232)
6.7.2 二次浅眼爆破	(234)
6.7.3 裸露药包爆破	(234)
本章小结	(239)
教学设计	(239)
评价考核	(239)
复习题	(239)
第7章 地下爆破技术	(240)
教学要求	(240)
知识点	(240)
重点难点	(240)
7.1 平巷掘进爆破	(241)
7.1.1 工作面和炮孔布置	(241)
7.1.2 爆破参数确定	(246)
7.1.3 平行空孔直线掏槽爆破有关问题	(249)
7.2 井筒掘进爆破	(249)
7.2.1 竖(立)井工作面炮孔布置	(250)
7.2.2 竖井爆破参数确定	(251)
7.2.3 竖井爆破的起爆网路	(253)
7.2.4 斜井掘进爆破	(253)
7.2.5 天井反向掘进爆破	(254)
7.3 地下大跨度硐库开挖爆破	(256)
7.3.1 概述	(256)
7.3.2 施工方案	(257)
7.3.3 施工方法	(257)
7.3.4 地下硐库开挖爆破对围岩的影响	(260)
7.4 隧道掘进爆破技术	(260)
7.4.1 隧道爆破施工特点	(261)
7.4.2 隧道掘进方法	(261)
7.4.3 特殊条件隧道爆破简介	(264)
7.4.4 地铁隧道施工	(265)
7.5 地下采场深孔爆破	(266)
7.5.1 深孔布置	(266)
7.5.2 爆破参数	(268)

7.5.3 VCR法	(270)
7.5.4 地下深孔挤压爆破	(273)
7.6 地下采场浅眼爆破	(274)
7.6.1 炮眼排列	(274)
7.6.2 爆破参数	(275)
本章小结	(276)
教学设计	(276)
评价考核	(276)
复习题	(276)
第三知识模块趣味讨论题	(277)

第四知识模块 爆破安全与检测篇

第8章 轮廓控制爆破	(278)
教学要求	(278)
知识点	(278)
重点难点	(278)
8.1 预裂爆破	(278)
8.1.1 预裂爆破成缝机理	(278)
8.1.2 预裂爆破装药量确定	(280)
8.1.3 预裂爆破施工	(282)
8.1.4 预裂爆破实施中的一些问题	(283)
8.2 光面爆破	(287)
8.2.1 光面爆破作用机理	(287)
8.2.2 光面爆破设计	(287)
8.2.3 光面爆破施工	(289)
8.3 光面爆破与预裂爆破应用条件	(289)
8.4 预裂、光面爆破工程应用	(290)
8.4.1 双预裂爆破法	(290)
8.4.2 预裂-光面爆破法	(291)
8.4.3 施工预裂爆破或光面爆破	(291)
8.5 定向断裂爆破新技术简介	(291)
本章小结	(294)
教学设计	(294)
评价考核	(294)
复习题	(294)
第9章 爆破危害控制与安全	(295)
教学要求	(295)
知识点	(295)

重点难点	(295)
9.1 爆破地震安全距离	(295)
9.1.1 爆破地震强度与安全距离计算	(295)
9.1.2 爆破振动安全允许标准	(297)
9.1.3 爆破地震效应的影响因素和降震措施	(297)
9.2 爆炸冲击波安全距离	(299)
9.2.1 冲击波安全距离计算	(300)
9.2.2 降低爆炸空气冲击波的主要措施	(302)
9.3 爆破堆积体与个别飞散物计算	(302)
9.3.1 爆破堆积范围计算	(302)
9.3.2 爆破个别飞散物的安全允许距离	(303)
9.3.3 爆破个别飞散物控制和防护	(304)
9.4 爆破粉尘产生与预防	(305)
9.4.1 爆破粉尘理化特性	(305)
9.4.2 影响爆破粉尘因素	(306)
9.4.3 降低爆破粉尘的一般措施	(306)
9.5 爆炸有害气体扩散与防控	(306)
9.5.1 爆炸产生有害气体	(306)
9.5.2 爆炸有害气体对人体危害	(307)
9.5.3 爆炸有害气体允许浓度及预防措施	(308)
9.6 爆破噪声及其控制	(309)
9.7 早爆、拒爆事故预防与处理	(311)
9.7.1 早爆、拒爆事故分类	(311)
9.7.2 早爆事故预防	(312)
9.7.3 拒爆事故处理	(312)
9.8 爆破环境调查与有害效应监测	(314)
9.8.1 爆破区域周围环境的宏观调查	(314)
9.8.2 爆破对周围建筑物安全影响微观调查	(314)
9.8.3 爆破有害效应监测	(315)
9.8.4 爆破安全分析和总结	(315)
9.9 爆破工程安全设计与应急预案	(316)
本章小结	(317)
教学设计	(317)
评价考核	(317)
复习题	(317)
第 10 章 爆破检测与实验	(318)
教学要求	(318)
知识点	(318)
重点难点	(318)

10.1	导爆管起爆网路综合实验	(319)
10.2	电雷管起爆网路综合实验	(320)
10.3	电子雷管起爆网路综合实验	(320)
10.4	常规爆破器材参数检测	(321)
10.4.1	雷管参数的测定	(321)
10.4.2	爆速测定	(323)
10.4.3	炸药爆力测定	(328)
10.4.4	炸药猛度测定	(329)
10.4.5	爆破漏斗实验	(330)
10.4.6	殉爆距离测定	(330)
10.5	爆破有害效应监测	(331)
10.5.1	爆破地震效应监测与分析	(331)
10.5.2	爆炸产物与粉尘监测	(334)
10.5.3	爆破噪声监测	(336)
10.6	实验报告内容要求	(337)
	本章小结	(338)
	教学设计	(338)
	第四知识模块趣味讨论题	(339)
	常用爆破术语汉英对照	(340)
	参考文献	(356)

第一知识模块 爆炸基础篇

第1章 炸药爆炸基本理论

教学要求

(1) 了解炸药发生化学变化的三种基本形式、炸药爆炸的三要素、炸药的分类;了解起爆药、单质炸药、猛炸药和混合炸药爆炸的基本知识。

(2) 理解炸药感度和雷管感度的概念。

(3) 熟练掌握炸药爆速的概念和影响爆速的主要因素,懂得爆速的测定方法;熟练掌握炸药的爆炸功、猛度、殉爆距离的概念及其试验测定方法;熟练掌握炸药的理想爆速、临界爆速、极限直径、临界直径、极限密度的概念。

知识点

化学爆炸三要素、缓慢分解、燃烧与爆燃、爆炸与爆轰、炸药的氧平衡、爆轰产物、爆炸产物、爆炸压力、爆轰压力、有毒气体、炸药的感度、殉爆距离、热点起爆机理、冲击波、爆轰波和爆速、侧向扩散、极限直径与临界直径、理想爆轰、非理想爆轰、稳定爆轰、不稳定爆轰、管道效应、威力与爆力、猛度、聚能效应。

重点难点

重点:炸药的爆速和影响爆速的主要因素。炸药的爆炸功、猛度、殉爆距离的概念及其试验测定方法。炸药的理想爆速、临界爆速、极限直径、临界直径、极限密度的概念。

难点:炸药的起爆、爆轰波、侧向扩散、稀疏波的空间理解。炸药的理想爆速、临界爆速、极限直径、临界直径、极限密度的概念。

解决方法:利用多媒体教学建立三维动画,增加立体感观,并通过爆速试验测试等建立爆炸数字概念。

爆破工程中最主要的工具就是炸药,炸药是迄今为止人类所用工具中最危险、最难驾驭的器材之一。爆破技术就是科学又安全地运用炸药性能来达到工程目的的过程。炸药有很多种,爆破对象更是千变万化,选择和运用不同性能的炸药来灵活应对特定的爆破目标,是爆破工程师的基本能力。因此,就要首先了解炸药爆炸的基本理论,掌握炸药的爆炸性能,让炸药成为得心应手的劈山利器。

工程爆破主要使用的炸药都属于化学爆炸范畴,本章主要介绍炸药是如何被激起化学爆

炸反应和怎样快速传播的,并解析起爆和传爆的热力学参数和影响因素,定义炸药的爆炸性能概念,阐述其应用意义。

1.1 基本概念

1.1.1 爆炸及其分类

自然界有各种各样的爆炸现象,如汽车爆胎、燃放鞭炮、锅炉爆炸、原子弹爆炸等。爆炸时,往往伴有强烈的发光、声响和破坏效应。从广义的角度来看,爆炸是指物质的物理形态或化学性质发生急剧变化,在变化过程中伴随有能量的快速转化(内能转化为机械压缩能),且使原来的物质或其变化产物及周围介质产生运动,进而产生的机械破坏效应。

按引起爆炸的原因不同,可将爆炸划分为物理爆炸、核爆炸和化学爆炸三类。

(1) 物理爆炸

由物理原因造成的爆炸,爆炸物质的物理状态发生了变化,但其化学成分没有变化。例如锅炉爆炸、氧气瓶爆炸、轮胎爆胎等都是物理爆炸。在实际生产中,除了煤矿利用内装压缩空气或二氧化碳的爆破筒落煤外,很少应用物理爆炸。

(2) 核爆炸

由核裂变或核聚变引起的爆炸,爆炸物质的原子结构发生了变化。核爆炸释放出的能量极大,相当于数万吨甚至数千万吨三硝基甲苯(TNT,俗称“梯恩梯”)爆炸所释放的能量,爆炸中心区温度可达数百万甚至数千万摄氏度,压力可达数十万兆帕以上,并辐射出放射性很强的各种射线。目前,在工程爆破中,核爆炸的应用范围和条件仍十分有限。

(3) 化学爆炸

由化学反应造成的爆炸,爆炸物质的分子结构发生了变化,有新的物质生成。炸药爆炸、井下瓦斯或煤尘与空气混合物的爆炸、汽油与空气混合物的爆炸以及其他混合爆鸣气体的爆炸等,都是化学爆炸。岩石的爆破过程是炸药发生化学爆炸做机械功、破坏岩石的过程。因此,化学爆炸将是我们研究的重点。

1.1.2 化学爆炸三要素

炸药是在一定的条件下能发生急剧的化学反应,在有限的空间和极短的时间内迅速释放大量的热量和生成大量气体,并显示爆炸效应的化合物或混合物。实践表明,炸药爆炸必须具备三个基本条件。

(1) 反应的放热性

放热是炸药爆炸必备的首要条件,爆炸反应所释放的热量是爆炸作用的能源。爆炸反应只有在炸药自身提供能量的条件下才能自动进行。没有这个条件,爆炸过程就根本不能发生;没有这个条件,反应也就不能自行延续,因而也不可能出现爆炸反应的传播过程。依靠外界供给能量来维持其分解的物质,不可能具有爆炸的性质。草酸盐的分解反应便是典型例子,其反应方程式为:

