



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13·5” GUIHUA JIAOCAI

爆破工程

主编 王晓雷



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

爆 破 工 程

主 编 王晓雷

副主编 闫顺奎 陈 超 李占金



北 京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本书系统地介绍了爆破工程所涉及的基础理论和常用工程爆破技术, 主要包括: 炸药爆炸的基本理论、工业炸药、起爆器材与起爆方法、爆破工程地质、爆破破岩机理、露天爆破工程、地下爆破工程、硐室爆破、控制爆破、爆破危害控制与安全、爆破施工与管理等。章末附有复习思考题, 便于学生掌握所学知识。

本书可作为高等院校采矿工程、岩土工程、桥梁工程、隧道工程等专业的本科生和研究生教材, 也可供水利水电、城市建设、公路工程、铁路工程等专业的有关师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

爆破工程/王晓雷主编. —北京: 冶金工业出版社,
2016. 10

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7348-8

I. ①爆… II. ①王… III. ①爆破技术—高等学校—
教材 IV. ①TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 249536 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp. com. cn 电子信箱 yjchbs@cnmp. com. cn

责任编辑 杨 敏 张耀辉 美术编辑 吕欣童 版式设计 吕欣童

责任校对 卿文春 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7348-8

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2016 年 10 月第 1 版, 2016 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16 印张; 385 千字; 241 页

38.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp. com. cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs. tmall. com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

前 言

工程爆破技术应用十分广泛，在矿床露天与地下开采、水利、水电、铁路、公路等工程建设中有着非常重要的作用。“爆破工程”是一门专业性很强的专业技术课程，通过学习本门课程，使学生能够解决矿山、交通、水利、城市建设等国民经济各领域里爆破工程设计和具体施工管理中的一般性问题。

本书以矿山生产爆破为主，兼顾水利水电爆破工程、公路铁路爆破工程，从工程爆破设计和施工的实际需要出发，依据本科教学要求，系统地介绍了爆破工程所涉及的基础理论和常用工程爆破技术，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、爆破破岩机理、露天爆破工程、地下爆破工程、硐室爆破、控制爆破、爆破危害控制与安全、爆破施工与管理等。

以本书为教程，期望学生学习后能够具备以下主要能力：

- (1) 能够根据实际工程地质情况合理选用工业炸药的能力；
- (2) 能够根据工程需要合理选用起爆器材，设计导爆索、导爆管、电雷管起爆网路的能力；
- (3) 能够结合爆破破岩原理分析爆破效果的能力；
- (4) 能够合理运用各种露天、地下工程爆破技术，能够根据工程实际设计合理的爆破参数的能力；
- (5) 能够根据所学理论知识控制爆破危害的能力。

本书由王晓雷任主编。具体编写分工为：王晓雷编写绪论、第3章、第4章、第7章、第8章；甘德清编写第5章；张云鹏编写第11章、第12章；陈超编写第6章、第9章；闫顺玺编写第2章；李占金编写第10章。全书由王晓雷统稿。

在读研究生赵雪琪、汲娇、刘佳丽、曹聪聪、刘建为本书的资料查阅收集、文稿打印与校对等付出了辛勤的劳动，在此表示感谢！

本书在编写过程中参考了有关文献，在此对文献作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处，欢迎读者指正。

编 者

2016年8月

目 录

1 绪论	1
1.1 炸药与爆破技术的发展	1
1.1.1 炸药与起爆器材的发展	1
1.1.2 爆破技术的发展	2
1.1.3 爆破工程发展趋势	3
1.2 爆破工程技术的应用	4
1.3 “爆破工程”课程的特点及学习方法	4
复习思考题	5
2 炸药爆炸的基本理论	6
2.1 爆炸和炸药的基本概念	6
2.1.1 爆炸及其分类	6
2.1.2 化学爆炸三要素	7
2.1.3 炸药化学反应的基本形式	7
2.2 炸药的起爆和感度	9
2.2.1 炸药的起爆	9
2.2.2 炸药的敏感度	11
2.2.3 影响炸药感度的因素	14
2.3 炸药的爆炸性能	14
2.3.1 爆力	14
2.3.2 猛度	16
2.3.3 爆速	16
2.3.4 聚能效应	22
2.3.5 爆炸反应的其他几个主要参数	24
复习思考题	25
3 工业炸药	26
3.1 工业炸药分类	26
3.1.1 按炸药组成分类	26
3.1.2 按炸药作用特性分类	26
3.1.3 按工业炸药主要化学成分分类	27
3.1.4 按工业炸药使用条件分类	28

3.2 单质起爆药与猛炸药	28
3.2.1 单质起爆药	28
3.2.2 单质猛炸药	29
3.3 硝铵类炸药	30
3.3.1 铵梯炸药	30
3.3.2 铵油炸药	32
3.3.3 含水炸药	38
3.4 新型工业炸药	42
3.4.1 岩石粉状铵梯油炸药	42
3.4.2 粉状乳化炸药	43
3.4.3 其他炸药	44
3.5 煤矿许用炸药	44
3.5.1 煤矿瓦斯与煤尘	44
3.5.2 煤矿许用炸药特点	45
3.5.3 煤矿许用炸药的品种与分级	45
3.6 炸药销毁方法简介	45
3.6.1 爆炸销毁法	45
3.6.2 焚烧销毁法	46
3.6.3 溶解销毁法	46
3.6.4 化学分解法	46
复习思考题	46
4 起爆器材与起爆方法	47
4.1 基本概念	47
4.1.1 起爆器材种类与工业雷管	47
4.1.2 起爆方法分类	48
4.2 导火索起爆法	49
4.2.1 工业火雷管	49
4.2.2 工业导火索	51
4.2.3 点火材料	52
4.3 导爆索起爆法	52
4.3.1 导爆索	53
4.3.2 继爆管	54
4.3.3 导爆索起爆网路	55
4.3.4 导爆索起爆网路施工技术	56
4.3.5 导爆索起爆网路应用	58
4.4 导爆管起爆法	59
4.4.1 导爆管	59
4.4.2 导爆管雷管	60

4.4.3 导爆管连接元件	61
4.4.4 导爆管起爆网路的引爆	61
4.4.5 导爆管起爆法网路连接形式	62
4.4.6 导爆管毫秒爆破网路	63
4.4.7 导爆管起爆网路施工技术	65
4.5 电力起爆法	66
4.5.1 电雷管	67
4.5.2 导线	73
4.5.3 起爆电源	73
4.5.4 电爆网路检测及仪器	74
4.5.5 电爆网路及计算	75
复习思考题	79
5 爆破工程地质	80
5.1 岩石的工程地质特征	80
5.1.1 岩石的矿物成分及组织特征	80
5.1.2 岩体结构特征	81
5.2 岩石的物理性质	81
5.2.1 岩石的孔隙度	81
5.2.2 岩石的密度和容重	82
5.2.3 岩石的碎胀性	82
5.3 岩石的力学性质	83
5.3.1 岩石变形特征	83
5.3.2 岩石强度特性	83
5.3.3 弹性模量 E	83
5.3.4 泊松比 μ	83
5.4 岩石的分级	84
5.4.1 普氏分级	84
5.4.2 岩石可钻性分级	85
5.4.3 岩石可爆性分级	86
5.5 地质条件对爆破的影响	88
5.5.1 结构面对爆破的影响	89
5.5.2 地形对爆破的影响	91
复习思考题	92
6 爆破破岩机理	93
6.1 爆破破岩原理	93
6.1.1 爆破的内部作用	93
6.1.2 爆破的外部作用	96

6.1.3 自由面对爆破破坏作用的影响	98
6.2 爆破漏斗及利文斯顿爆破理论	99
6.2.1 爆破漏斗	99
6.2.2 利文斯顿爆破理论	101
6.3 群药包爆破岩石破坏特征	103
6.3.1 单排成组药包齐发爆破	103
6.3.2 多排成组药包齐发爆破	104
6.4 装药量计算原理	104
6.4.1 装药量计算公式	104
6.4.2 炸药单耗 q 的确定	105
6.5 岩石爆破作用原理	105
6.5.1 最小抵抗线原理	105
6.5.2 多向爆破作用控制原理	106
6.5.3 群药包共同作用原理	107
6.5.4 重力作用原理	107
6.6 爆破参数与工艺对爆破作用的影响	107
6.6.1 爆炸能量利用率	108
6.6.2 炮孔直径与孔网参数对爆破作用的影响	108
6.6.3 装药结构	108
6.6.4 填塞对爆破作用的影响	110
6.6.5 起爆顺序对爆破作用的影响	111
6.6.6 起爆药包的位置对爆破作用的影响	111
复习思考题	111
7 露天爆破工程	112
7.1 露天浅孔台阶爆破	112
7.1.1 炮孔排列	112
7.1.2 爆破参数	112
7.2 露天深孔台阶爆破	113
7.2.1 台阶要素	113
7.2.2 钻孔形式	114
7.2.3 布孔方式	114
7.2.4 爆破参数	115
7.2.5 装药结构	120
7.2.6 起爆顺序	121
7.2.7 技术设计	122
7.2.8 施工工艺	123
7.2.9 大区多排孔毫秒爆破技术	124
7.2.10 宽孔距、小抵抗线毫秒爆破技术	124

7.3 多排孔微差爆破	125
7.3.1 微差间隔时间的确定	126
7.3.2 微差爆破的起爆方式及起爆顺序	126
7.3.3 分段间隔装药	128
7.4 多排孔微差挤压爆破	129
7.4.1 挤压爆破作用原理	129
7.4.2 挤压爆破的优点	129
7.4.3 挤压爆破参数	129
7.5 二次爆破	130
7.5.1 二次浅孔爆破	130
7.5.2 裸露爆破法	131
7.6 露天炮孔装药机械化	133
7.6.1 炮孔装药机械化优点	133
7.6.2 露天炮孔装药机械	134
复习思考题	137
8 地下爆破工程	138
8.1 巷道与隧道掘进爆破	138
8.1.1 巷道掘进爆破的特点与炮孔分类	138
8.1.2 掏槽方式与掏槽孔布置	139
8.1.3 辅助孔与周边孔布置	143
8.1.4 巷道掘进爆破参数的确定	143
8.1.5 巷道掘进爆破说明书	146
8.1.6 隧道掘进爆破	147
8.2 井筒掘进爆破	149
8.2.1 竖井工作面炮孔布置	150
8.2.2 竖井爆破参数确定	151
8.2.3 竖井爆破的起爆网路	154
8.2.4 斜井掘进爆破	154
8.2.5 天井反向掘进爆破	154
8.3 地下采场浅孔爆破	157
8.3.1 炮孔布置	157
8.3.2 爆破参数	157
8.4 地下采场深孔爆破	158
8.4.1 深孔布置	158
8.4.2 爆破参数	160
8.4.3 VCR 法	164
8.5 地下深孔挤压爆破	166
8.5.1 挤压爆破原理	166

8.5.2 地下深孔挤压爆破	167
复习思考题	169
9 硐室爆破	170
9.1 硐室爆破的特点及适用条件	170
9.2 硐室爆破的基本原理	171
9.2.1 控制抛掷方向的基本原理	171
9.2.2 抛掷爆破药包量计算原理	174
9.3 硐室爆破设计的主要内容	176
9.3.1 设计所需要的基础资料	176
9.3.2 硐室爆破设计的主要内容	176
9.4 药包布置方法	177
9.4.1 单个集中药包布置法	178
9.4.2 并列集中药包布置法	178
9.4.3 双层单排延期药包布置法	178
9.4.4 单排并列群药包侧向抛掷爆破药包布置法	179
9.4.5 露天矿剥离爆破药包布置法	179
9.4.6 硐室爆破与预裂孔配合布置法	182
9.5 药包参数选择与装药量计算	183
9.5.1 药包参数选择	183
9.5.2 装药量计算	183
9.5.3 药包爆破压缩圈半径计算	185
9.5.4 药包间距计算	186
9.5.5 爆破抛掷率分析	186
9.6 装药、填塞和起爆网路设计	187
9.6.1 药室与导硐设计	187
9.6.2 装药设计	187
9.6.3 填塞设计	188
9.6.4 起爆网路设计	188
9.7 施工设计	189
9.7.1 导硐	189
9.7.2 药室	190
9.7.3 装药与填塞	190
复习思考题	192
10 控制爆破	193
10.1 微差爆破	193
10.1.1 微差爆破机理	193
10.1.2 微差间隔时间的确定	194

10.1.3 实现微差爆破的技术方法	194
10.2 预裂爆破	195
10.2.1 预裂爆破成缝机理	195
10.2.2 预裂爆破装药量确定	197
10.2.3 预裂爆破施工	199
10.2.4 预裂爆破实施中的一些问题	200
10.3 光面爆破	204
10.3.1 光面爆破的特点	204
10.3.2 光面爆破的原理	204
10.3.3 井巷掘进光面爆破的技术措施	204
10.3.4 光面爆破与预裂爆破应用条件	206
复习思考题	206
11 爆破危害控制与安全	207
11.1 爆破地震安全距离	207
11.1.1 爆破地震强度与安全距离计算	207
11.1.2 爆破振动安全允许标准	208
11.1.3 爆破地震效应的影响因素和降震措施	209
11.2 爆破堆积体与个别飞散物计算	211
11.2.1 爆破堆积范围计算	212
11.2.2 爆破个别飞散物安全允许距离	213
11.2.3 爆破个别飞散物控制和防护	214
11.3 爆炸冲击波安全距离	215
11.3.1 冲击波安全距离计算	215
11.3.2 降低爆炸空气冲击波主要措施	217
11.4 爆破粉尘产生与预防	217
11.4.1 爆破粉尘理化特性	218
11.4.2 影响爆破粉尘因素	218
11.4.3 降低爆破粉尘一般措施	219
11.5 爆破事故及预防	219
11.5.1 早爆及其预防	219
11.5.2 迟爆及其预防	221
11.5.3 盲炮及其处理	221
复习思考题	223
12 爆破施工与管理	224
12.1 爆破施工组织管理	224
12.1.1 爆破施工作业的环境要求	224
12.1.2 爆破施工组织设计	225

12.1.3 爆破施工前的准备工作	225
12.1.4 爆破施工作业的有关规定	227
12.2 爆破安全管理	234
12.2.1 安全生产法律法规与技术标准	234
12.2.2 安全管理制度	235
12.2.3 爆破作业许可证制度	237
12.2.4 爆破器材管理	238
复习思考题	240
参考文献	241

【本章要点及学习要求】

本章的主要内容包括：爆破技术的发展历程、爆破工程技术的应用、“爆破工程”课程的特点及学习方法。本章的教学重点及难点为爆破工程技术的应用。

通过本章的学习，学生应了解炸药与爆破技术的发展，熟悉爆破工程技术的应用，掌握本门课程的特点及学习方法。

1.1 炸药与爆破技术的发展

爆破工程是随着采矿工程和技术的发展而发展起来的。自 1627 年首次使用黑火药进行爆破破碎岩石以来，爆破技术已成为采矿工业不可缺少的破碎岩石的方法。爆破技术除用于矿山开采外，还应用于诸如道路工程、水利工程、基础开挖等的岩石破碎和建筑物拆除、金属爆炸加工等其他领域。

1.1.1 炸药与起爆器材的发展

炸药是爆破技术的核心，在一定条件下，能够发生爆炸反应、放出能量、生成大量气体产物、显示爆炸效应的化合物或混合物均可称为炸药。

早在公元前 220 年，我国劳动人民就初具黑火药的知识。一般认为，我国在公元 6~7 世纪发明了黑火药，当时只用于娱乐。到南宋时，黑火药才用于军事上。13 世纪黑火药传入欧洲。1627 年，匈牙利首次将黑火药用于破碎岩石，开创了矿山爆破技术。此后，黑火药在欧洲和美国矿山上得到广泛应用，被认为是矿山开采的唯一炸药，直至 19 世纪 60 年代硝化甘油炸药的出现。

1845 年，意大利化学家索贝雷罗（Ascanio Sobrero）发现了硝化甘油。1867 年，诺贝尔获得了硝化甘油和硅藻土混合物的专利权，并取名为“诺贝尔安全炸药”，即最初的代拿买特（Dynamite）炸药。后来诺贝尔又发明了以硝酸钠和木屑为吸收剂的代拿买特炸药和以硝化棉为吸收剂的胶质代拿买特炸药等。从此，这种以硝化甘油为主要成分的代拿买特炸药取代了黑火药，广泛应用于采矿工程、道路工程和水利工程等的岩石破碎上。

1935 年，杜邦公司生产了 Nitramon 炸药，它将硝酸铵和燃料装入罐中，严格密封，防止水的侵入。其主要成分是硝酸铵、二硝基甲苯、石蜡等。

1955 年，诞生了铵油炸药（ANFO）。铵油炸药是硝酸铵和柴油的混合物，1955 年，克利夫兰-克利夫矿业公司（Cleveland-Cliffs Mining Co.）在密萨比（Mesabi）和密歇根（Michigan）铁矿区进行了首次使用粒状铵油炸药的大规模爆破。1958 年，加拿大铁矿公司（IOCC）和加拿大工业有限公司（CIL）最先使用了铵油炸药现场混制和装填，1960 年，研制成功 Amerind 混装车，实现了铵油炸药现场混制和机械化装药。铵油炸药的缺点

是不能用于有水的炮孔中。

1956年,犹他大学 M. A. 库克 (Cook) 和加拿大铁矿公司 H. E. 法南姆 (Farnam) 将水加入到铵油炸药的混合物中然后使其胶凝,发明了浆状炸药 (slurry),并申请了专利。1963年,IRECO 公司发明了现场混装浆状炸药,浆状炸药克服了铵油炸药不能用于有水炮孔的缺点,而且由于密度高,易于沉入有水炮孔底部。浆状炸药和铵油炸药由于其成本非常低,容易制备和实现机械化装药,很快得到了推广和应用。

1969年,美国杜邦公司生产了一种以硝酸甲胺 (MMAN) 为敏化剂的浆状炸药,被称为水胶炸药 (water-gel explosive)。

1969年,H. F. 布卢姆 (Blvbm) 发明了乳化炸药。乳化炸药是一类新型的水基硝酸铵类炸药,它以硝酸铵水溶液的微粒为分散相,悬浮于似油类物质构成的连续介质中,形成一种特殊的油包水型乳化体系。

用黑火药爆破岩石,起爆过程非常危险,因为黑火药非常容易燃烧。英国人威廉·比克福特 (W. Bickford) 意识到这种起爆方法的危险性,于 1831 年研制出“矿用导火索”并获得专利,但它无法直接引爆代拿买特炸药。诺贝尔于 1867 年发明了雷管,更可靠地解决了起爆的问题。诺贝尔雷管的出现,被认为是现代爆破工程发展中的重要一步。

19 世纪 70 年代,朱丽叶斯·史密斯成功地采用桥丝引爆雷管,并研制出一种轻便的发电机式起爆器。1895 年,又发明了由导火索作延期装置的延期电雷管。

1937 年,发明了导爆索。

20 世纪 70 年代,发明了导爆管。

我国虽然是黑火药的发源地,但一直没有在采矿工业中应用。直到新中国成立后,炸药工业和采矿工业才得到了突飞猛进的发展。1959 年开始研制浆状炸药,20 世纪 60 年代有了定型产品并在矿山爆破中推广应用。20 世纪 70 年代末开始研制并生产乳化炸药。我国的工业炸药品种已由新中国成立初期的黑火药、硝酸铵炸药、硝化甘油炸药发展到铵梯炸药、铵油炸药、浆状炸药、乳化炸药、水胶炸药、高威力液体炸药等多个品种,工业炸药的质量也不断提高。

起爆器材和起爆技术发展也很快,现已形成了由火雷管、电雷管、导爆索、导爆管等组成的完善的起爆体系,发展了高精度 30 段和 60 段的毫秒延期雷管,研制成功并生产了超高精度的电子延期雷管。

为了提高爆破作业的安全性,保障社会公共安全,降低炸药对环境的污染,我国于 2008 年 1 月 1 日在全国范围内停止了导火索、火雷管和铵梯炸药的生产。

1.1.2 爆破技术的发展

我国的工程爆破技术,随着国民经济的发展也有了很大发展变化。在硐室爆破、深孔爆破、地下采掘爆破、城镇建筑物拆除爆破、水下工程爆破等方面,通过不断的实践与应用,积累了丰富的经验。硐室爆破的应用范围与规模不断扩大,规模最大的广东珠海炮台山的移山填海大爆破工程,炸药装填总量近 1.2 万吨,采用多层、多排、大抵抗线、条形药包、毫秒延期爆破,一次性爆落破碎和抛掷的岩土总方量达 1085 万立方米,抛掷率 51.36%。定向爆破筑坝技术已得到广泛应用,全国已爆破筑坝 60 余座。深孔爆破技术已广泛应用于露天与地下开采、铁路、公路、水利水电建设的基坑开挖和平整场地等工程。

矿山深孔爆破发展了微差爆破、挤压爆破、预裂爆破、光面爆破等爆破技术,露天矿大区多排微差爆破已获得广泛应用,对孔网参数、装药结构、填塞方法、起爆顺序、微差间隔时间等进行了深入研究,显著提高了爆破质量与技术经济指标。爆破规模最大的南芬露天矿一次微差爆破达100余段、500余个深孔,预装药量近300t,矿岩爆破量超过80万吨。建筑物拆除爆破技术的发展也非常迅速,爆破拆除废旧楼房、厂房及构筑物日益增多,拆除爆破技术水平不断提高。比如地处北京王府井闹市区的华侨大厦旧楼拆除工程,总拆除工程量13000余平方米,主楼8层高34m、两侧楼7层高28m,外部环境条件恶劣,共钻凿6000余个炮孔,装药600多千克,分9段毫秒顺序起爆,整个楼房均按预定方向与范围倒塌,保证了安全,达到了设计的爆破效果。1999年2月28日爆破拆除的上海长征医院旧病房大楼,位于上海市南京西路和成都北路交界处,周围环境复杂,爆破有可能危及居民楼、高压线、高架桥和锅炉房。爆破设计总体方案是向南倒塌,分为东西两个爆区、16个爆段,采用三维立体延期(前后、左右、上下),每段之间的时间间隔为0.5s,总时间为4s,从起爆到楼房全部倒塌着地历时8.4s,达到设计预定目标,周围建筑及设施安然无损。水下工程爆破技术,主要应用于水库水下岩塞爆破、挡水围堰拆除爆破以及港湾、航道疏浚炸礁等,20世纪70年代以来不断地获得发展,广州黄埔大濠洲2km航道50万立方米水下炸礁成功,创造了国际先进水平的水下爆破作业施工方法。

1.1.3 爆破工程发展趋势

爆破工程是一门发展中的学科,还有许多未知的领域有待于去研究和探索,目前爆破工程的发展方向主要在以下几个方面:

(1) 爆破理论研究和模拟技术。理论来源于实践,又指导实践。目前的爆破理论研究工作还远远落后于工程实践,现有的一些爆破设计方法和安全评估分析大都是采用经验和半经验法,缺乏足够的理论依据。因此,应加强爆破理论研究和数值模拟研究,在总结分析大量实践资料的基础上,在理论上有所突破,用于指导工程实践。

(2) 爆炸能量控制技术。爆炸能量转化过程的精密控制和能量转化效率是提高爆炸能量利用率、降低爆破材料消耗的关键问题。目前,岩土爆破的爆炸能量转化为破碎岩石的能量只有11%~13%,有很大的潜力可挖,需要通过深入研究,精心设计和施工,选择合理的分段和起爆顺序来提高炸药能量利用率,降低能量转化过程中的损失。同时要开发新的利用领域,利用爆炸加工新型材料,处理各种废料,改变气候和环境条件,为人类社会做出新的贡献。

(3) 爆破器材要向高质量、多品种、低成本方向发展。爆破器材的好坏直接影响工程爆破技术的发展。应根据我国现有基础条件,应用新技术、新工艺改造传统的老工艺、老设备,提高机械化、自动化和连续化水平,提高产品质量,发展新产品。在工业炸药方面,应重点发展乳化炸药,研究改进乳化炸药的生产工艺,提高装备水平,发展连续式全自动化生产工艺。积极发展和推广现场混装车的生产技术,提高装药机械化水平;在起爆器材方面,发展高精度多段无起爆药非电雷管及电雷管和超高精度的电子延期雷管。

(4) 爆破安全技术。加强爆破器材和爆破施工的安全管理,进行爆破安全评价。在爆破器材方面要继续发展高质量、低成本和安全性好的新产品;爆炸理论及控制技术的研究方面,除提高炸药能量利用率以外,还要研究降低爆破有害效应,包括爆破地震、空气

冲击波、水下冲击波、噪声、个别飞散物、粉尘、有毒有害气体、边坡滑落及地压变化等危害,开展爆破有害效应的监测工作,研制新的测试仪器,提高监测水平,使有害效应降到最低程度。

1.2 爆破工程技术的应用

利用爆炸释放的能量对介质做功的过程称为爆破。以预定的工程目标为目的的爆破作业称为爆破工程。在爆破工程中所采取的具体的施工作业方法称为爆破技术。

爆破技术已广泛应用于国民经济各个行业之中。除了矿山开采外;在水利工程建设中,爆破技术用于开凿河渠,清理河道,修筑堤坝;在公路和铁路建设中,用于开凿隧道,开挖路堑;在城市建设中,用于开挖岩石基础、拆除废旧建筑物等。

工程爆破技术包括浅孔爆破、深孔爆破、硐室爆破、预裂爆破、光面爆破、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。如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1.2万吨,爆落破碎和抛掷岩石的总方量达1085万立方米,抛掷率51.36%。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近百座。

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发展。

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、尿路结石已取得临床上的成功。至于在军事工程方面,爆破的应用更加广泛。

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工程爆破的发展战略,同时还要不断开发新的应用领域。随着科学技术和经济的不断发展,爆破技术的应用范围会越来越广。在新世纪里,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。

1.3 “爆破工程”课程的特点及学习方法

爆破工程不仅是一种工程技术,而且是一门比较复杂的边缘学科。在学习中不仅要学习和应用流体力学、热化学、冲击波理论,还要掌握工程力学、岩石力学、电工学、物理学及地质学中的有关内容,并且要与矿床开采、井巷工程(隧道工程)及安全技术等密