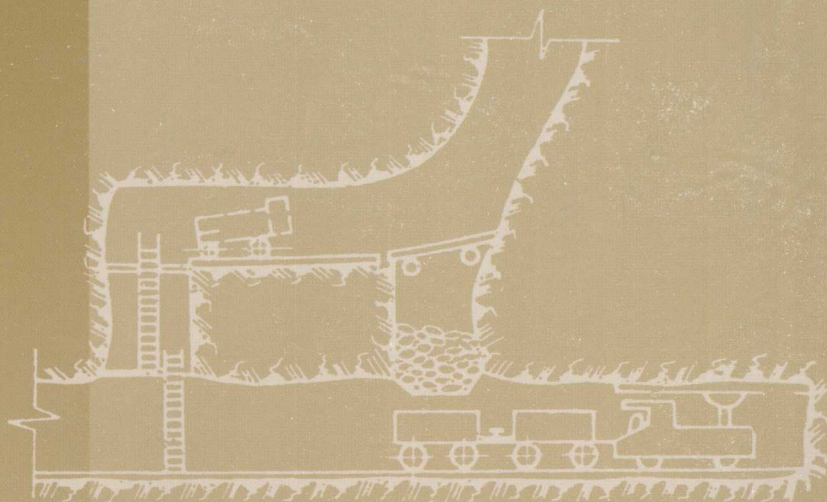




井巷工程设计与施工

卢义玉 康 勇 夏彬伟 编著



科学出版社

www.sciencep.com

井巷工程设计与施工

卢义玉 康 勇 夏彬伟 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分上、中、下三篇,上篇着重介绍井巷施工爆破的基本理论与施工所使用的爆破器材种类、性能及其选择的方法和爆破施工的安全措施等。中篇主要介绍平巷、竖井、斜井、大断面洞室以及硐岔等设计内容与施工方案的选择及其施工方法。下篇主要介绍井巷支护的类型,重点介绍混凝土支护、锚杆支护以及喷锚联合支护等。

本书的内容较为丰富、实用,是适用于高等院校采矿专业的教材,也可供相关专业的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

井巷工程设计与施工/卢义玉等编著. —北京:科学出版社,2010

ISBN 978-7-03-027650-6

I. ①井… II. ①卢… III. ①井巷工程-工程设计②井巷工程-工程施工 IV. ①TD26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 091773 号

责任编辑:沈 建 / 责任校对:赵桂芬

责任印制:赵 博 / 封面设计:陈 敬

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

丽源印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年5月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010年5月第一次印刷 印张:23

印数:1—2 000 字数:444 000

定价:60.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本书根据重庆大学采矿工程专业多年来的教学实践经验,结合国内外井巷工程施工经验总结与作者近年来从事科学研究所取得的成果编写而成。书中内容除系统地编入井巷施工爆破器材与使用、井巷设计与施工以及井巷支护外,还介绍了作者最新的研究成果——高压脉冲水射流钻割法,设计制造出高压脉冲水射流辅助钻孔及割缝系统,提出了较完整且确实可行的施工工艺。经重庆松藻煤电公司等单位的试用,取得了显著的煤层瓦斯排放效果,现已在河南平顶山煤业集团、山西阳泉煤业集团推广应用,从而为煤矿煤层瓦斯排放的实施开创了崭新的途径。

本书内容全面、科学系统,理论联系实际,紧密结合生产,强调理论的实用性与工程施工的可操作性,是一本既有理论又有实践应用的高等院校采矿专业的教材,同时可作为类似专业的辅助教材,并可为有关工程技术人员在井巷设计与施工时参考。

在高压脉冲水射流钻割法的研究过程中得到了李晓红教授的指导和帮助,在此特向李晓红教授表示衷心感谢。

本书在编写过程中参阅了有关作者的一些著作与文献,在此特向原作者表示感谢。

李通林教授在本书的编写过程中提出了许多宝贵建议和意见,在本书完稿后,并对全书内容进行了审校,在此深表谢意。

本书研究成果获国家自然科学基金委员会创新研究群体基金项目(编号:50921063)、重庆市杰出青年基金项目(编号:CSTC. 2009BA6674)、高等学校国家特色专业建设项目(编号:TS2349)和西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室的资助。

由于编写时间仓促,作者水平有限,书中内容有不当的地方,敬请批评指正。

作 者

2010年2月

目 录

前言

上篇 凿岩爆破

第 1 章 凿岩工作	3
1.1 矿岩影响凿岩爆破的主要因素	3
1.1.1 硬度	3
1.1.2 矿岩的孔隙	3
1.1.3 矿岩的层理、节理和裂隙	3
1.1.4 矿岩的强度	3
1.1.5 矿岩的弹性、塑性和脆性	4
1.1.6 矿岩的波阻抗	4
1.2 岩体的分级	4
1.2.1 普氏岩石分级法	5
1.2.2 岩石爆破性分级法	6
1.3 凿岩	7
1.3.1 浅眼凿岩	8
1.3.2 中深孔接杆凿岩	12
1.3.3 深孔潜孔凿岩	13
第 2 章 爆破器材	15
2.1 概述	15
2.1.1 炸药及炸药的基本概念	15
2.1.2 炸药的热化学参数	15
2.1.3 炸药的起爆与传爆	16
2.1.4 炸药的爆轰理论	16
2.1.5 炸药的氧平衡与爆炸生成的有毒气体	17
2.1.6 炸药爆炸过程中的不良现象	20
2.2 炸药的爆炸性能	21
2.2.1 对工业炸药性能的要求	21
2.2.2 炸药的爆炸性能	21
2.3 工业炸药	23

2.3.1 炸药的分类	23
2.3.2 铵梯炸药	23
2.3.3 铵油炸药	24
2.3.4 铵松蜡炸药	26
2.3.5 浆状炸药	26
2.3.6 乳化炸药	28
2.3.7 水胶炸药	30
2.3.8 硝化甘油炸药	31
2.3.9 其他炸药	31
2.4 工程爆破中炸药的选择	33
2.4.1 概述	33
2.4.2 工程爆破选择炸药的方法	33
第3章 起爆器材及起爆方法	35
3.1 起爆器材	35
3.1.1 雷管	35
3.1.2 导火索	39
3.1.3 导爆索	40
3.1.4 继爆管	41
3.1.5 导爆管	42
3.2 起爆方法	44
3.2.1 火雷管起爆法	44
3.2.2 导爆索起爆法	44
3.2.3 电气起爆法	45
3.2.4 塑料导爆管起爆法	49
3.2.5 复式电爆网路	51

中篇 井巷工程

第4章 平巷断面设计	55
4.1 平巷断面形状的选择	55
4.1.1 平巷断面形状选择的原则	55
4.1.2 平巷断面形式的特点及适用范围	56
4.2 平巷断面尺寸的确定	56
4.2.1 巷道净宽度的确定	56
4.2.2 巷道净高度的确定	59
4.2.3 巷道净断面积计算与风速校核	65

4.2.4 巷道铺轨及道床结构	67
4.2.5 水沟	69
4.2.6 管缆布置	70
4.2.7 支护材料及支护参数的选择	71
4.2.8 绘制巷道断面图并编制工程量及材料消耗表	71
4.2.9 巷道断面设计的提示	73
4.3 巷道交岔点设计	73
4.3.1 交岔点的类型	74
4.3.2 道岔	75
4.3.3 平巷交岔点设计	78
第5章 平巷(岩巷)施工	88
5.1 凿岩爆破	88
5.1.1 凿岩工作	88
5.1.2 爆破参数的确定	89
5.1.3 炮眼布置	92
5.1.4 炸药消耗量的计算及药量分配	94
5.1.5 爆破图表编制	95
5.1.6 爆破工作	97
5.2 岩石装载、转运和机械化作业线	98
5.2.1 装载设备	98
5.2.2 调车方式	101
5.2.3 转载设备及装转运作业线	103
5.2.4 平巷掘进机械化作业线	105
5.2.5 平巷掘进机掘进	106
5.3 掘进方式、一次成巷、施工管理	106
5.3.1 平巷掘进方式	106
5.3.2 一次成巷	107
5.3.3 施工组织与施工管理	108
5.3.4 循环图表的编制	109
5.4 平巷硐岔施工	110
5.4.1 硐岔施工方法的选择	110
5.4.2 曲线段巷道施工的特点	112
第6章 煤巷及半煤巷施工	114
6.1 全煤巷道施工	114
6.1.1 钻眼爆破法掘进煤巷	114

6.1.2 掘进机掘进煤巷	116
6.2 半煤岩巷道掘进	117
6.2.1 半煤岩巷道位置的选择	117
6.2.2 半煤岩巷道煤岩的采掘与装运方式	118
6.2.3 半煤岩巷道掘进炮眼布置的特点	118
6.2.4 半煤岩巷道掘进时钻机的选择	118
6.3 石门揭开突出煤层的施工方法	119
6.3.1 震动性放炮	120
6.3.2 使用金属骨架支撑	123
6.3.3 钻孔排放	124
6.3.4 水力冲孔法	124
6.3.5 高压脉冲水射流钻割法	127
6.4 沿突出煤层掘进煤巷的技术措施	138
6.4.1 震动放炮	139
6.4.2 深孔松动爆破	139
6.4.3 超前支架	140
6.4.4 大直径超前钻孔	140
6.4.5 水力冲孔	141
第7章 竖井工程	143
7.1 竖井井筒结构的组成	143
7.1.1 井颈	143
7.1.2 井身	144
7.1.3 井底	144
7.2 竖井井筒装备	144
7.2.1 罐道	144
7.2.2 罐道梁(简称罐梁)	145
7.3 竖井断面形状的选择和竖井断面布置	149
7.3.1 竖井断面形状的选择	149
7.3.2 竖井断面的布置形式	149
7.4 竖井断面设计	159
7.4.1 竖井断面尺寸确定的步骤	159
7.4.2 井筒断面最小直径的确定	161
7.4.3 竖井断面设计实例	161
第8章 竖井施工	167
8.1 表土施工	167

8.1.1 井筒中心的标定	167
8.1.2 临时锁口的安设	167
8.1.3 表土挖掘及提升	169
8.1.4 临时支护	170
8.1.5 水的处理	172
8.2 竖井施工方案	172
8.2.1 掘砌单行作业	173
8.2.2 掘砌平行作业	173
8.2.3 短段掘砌作业	174
8.2.4 掘、砌、安一次成井	175
8.2.5 反井刷大与分段多头掘进	176
8.3 基岩施工	177
8.3.1 凿岩工作	177
8.3.2 爆破工作	179
8.4 竖井掘进通风及工作面安全检查	184
8.4.1 竖井掘进通风	184
8.4.2 工作面的安全检查	185
8.5 竖井掘进的装岩	186
8.5.1 抓岩机种类	186
8.5.2 抓岩机的选择	188
8.5.3 抓岩机生产率及其提高途径	189
8.5.4 提高装岩生产率的途径	190
8.6 竖井掘进的提升	190
8.6.1 提升工作的特点	190
8.6.2 提升方式	191
8.6.3 提升方式的选择	191
8.6.4 提升设备	192
8.6.5 竖井井筒掘进的排水	200
8.6.6 竖井井筒永久支护	202
8.6.7 井筒安装	207
8.7 竖井井筒延深	209
8.7.1 引言	209
8.7.2 利用延深间或梯子间自上向下延深	210
8.7.3 利用反井自下向上延深	211
8.7.4 自下向上多中段延深	214

8.7.5 利用辅助水平自上向下延深	215
8.7.6 竖井延深方法的选择	216
第9章 斜井及斜坡道断面设计	218
9.1 斜井断面设计	218
9.1.1 斜井断面形状及其布置形式	218
9.1.2 斜井井筒设施	222
9.2 斜坡道设计	224
9.2.1 斜坡道的形式与类别	224
9.2.2 斜坡道断面尺寸的确定	225
9.2.3 斜坡道的线路设计	226
9.2.4 斜坡道路面	228
第10章 斜井与斜坡道施工	229
10.1 斜井井口段表土施工	229
10.2 斜井基岩掘进	230
10.2.1 作业方式	230
10.2.2 掘进时凿岩爆破工作的特点	230
10.2.3 装岩工作	231
10.3 斜井掘进的提升工作	233
10.3.1 斜井提升方式	233
10.3.2 斜井安全挡车装置	234
10.4 斜井施工排水工作	236
10.4.1 提升容器配合潜水泵排水	237
10.4.2 喷射泵排水	237
10.4.3 分段截排水	238
10.5 斜坡道施工	240
10.5.1 斜坡道掘进方案与施工工序	240
10.5.2 掘进设备	240
10.5.3 装岩工作	241
10.5.4 通风工作	243
10.5.5 支护	243
10.5.6 排水	243
第11章 天(溜)井施工	244
11.1 天井断面形状和尺寸的确定	244
11.2 普通法掘进天井	245
11.3 吊罐法掘进天井	247

11.3.1 引言	247
11.3.2 吊罐法的专用设备	248
11.3.3 施工前的准备	250
11.3.4 掘进施工	251
11.3.5 作业方式与劳动组织	253
11.3.6 对吊罐法掘进天井的评价	254
11.4 深孔爆破法掘进天井	256
11.4.1 深孔爆破法掘进天井的实质	256
11.4.2 钻孔设备	256
11.4.3 深孔爆破法掘进天井时的爆破工作	257
11.4.4 漏斗掏槽法掘进天井	262
11.4.5 对深孔爆破法掘进天井的评价	264
11.5 爬罐法掘进天井	264
11.5.1 爬罐法掘进天井的基本情况	264
11.5.2 工作前的准备工作及爬罐掘进	264
11.5.3 专用设备	265
11.5.4 爬罐法掘进天井施工应注意事项	266
11.6 钻进法掘进天井	266
11.6.1 钻井方式	266
11.6.2 钻进法掘进天井的优越性	267
11.6.3 天井钻机及其类型	267
11.6.4 天井钻机的基本结构	269
第12章 洞室施工方案	272
12.1 全断面开挖法	272
12.1.1 直壁式工作面	272
12.1.2 阶梯工作面	272
12.2 导坑开挖法	274
12.2.1 下导坑开挖法	274
12.2.2 上下导坑开挖法	276
12.2.3 上导坑开挖法	277
12.2.4 侧壁导坑开挖法	277
12.3 留矿法开挖洞室	278

下篇 井巷维护

第13章 井巷支护工作概述	283
----------------------------	------------

13.1 井巷维护原则与支架类型·····	283
13.1.1 井巷维护原则·····	283
13.1.2 井巷支架的种类·····	284
13.2 支架类型的选择·····	284
13.2.1 选择原则·····	284
13.2.2 各类支架的作用情况及其优缺点·····	285
第14章 混凝土整体支护 ·····	286
14.1 水泥·····	286
14.1.1 普通硅酸盐水泥·····	286
14.1.2 火山灰质硅酸盐水泥·····	287
14.1.3 矿渣硅酸盐水泥·····	287
14.2 水泥的硬化及其强度·····	287
14.2.1 水泥的硬化过程·····	287
14.2.2 影响水泥凝结硬化速度的因素·····	287
14.2.3 水泥的强度·····	288
14.2.4 影响水泥强度的主要因素·····	289
14.3 混凝土·····	290
14.3.1 混凝土在技术性能及经济上的优越性·····	290
14.3.2 混凝土的组成·····	290
14.3.3 混凝土的和易性·····	292
14.3.4 混凝土的强度·····	293
14.3.5 混凝土配合比设计·····	293
14.4 平巷整体式混凝土支护·····	296
14.4.1 平巷整体式混凝土支架结构形式·····	296
14.4.2 平巷混凝土支护施工·····	298
第15章 喷射混凝土支护 ·····	301
15.1 喷射混凝土技术的特点及其作用原理·····	301
15.1.1 喷射混凝土支护技术的特点·····	301
15.1.2 喷射混凝土的工作原理·····	302
15.2 喷射混凝土的施工工艺及其适用条件·····	303
15.2.1 喷射混凝土支护的适用条件·····	303
15.2.2 喷射混凝土的工艺流程·····	303
15.3 喷射混凝土的组成材料与配合比·····	304
15.3.1 喷射混凝土的材料组成·····	304
15.3.2 喷射混凝土的配合比·····	306

15.4 喷射混凝土的施工机具	307
15.4.1 混凝土喷射机	307
15.4.2 喷头	310
15.4.3 混凝土干料搅拌机	311
15.4.4 上料设备	311
15.4.5 机械手	312
15.5 喷射混凝土工艺参数的确定	312
15.5.1 工作压力	313
15.5.2 水压	313
15.5.3 喷嘴与受喷面的距离	313
15.5.4 喷嘴与受喷面的夹角	314
15.5.5 一次喷射厚度	314
15.5.6 两次喷射的间隔时间	314
15.6 喷射混凝土支护设计	315
15.6.1 工程类比法设计	315
15.6.2 理论分析法设计	315
15.6.3 现场监控法	320
15.7 喷射混凝土施工	321
15.7.1 施工前的准备工作	321
15.7.2 喷射作业顺序	321
15.7.3 喷射机操作	321
15.7.4 喷头操作	322
15.7.5 喷射中的故障处理及预防	322
15.7.6 安全注意事项	323
15.7.7 关于喷射施工的几个问题	323
15.8 新型及特种喷射混凝土	324
15.8.1 水泥裹砂造壳喷射混凝土	325
15.8.2 纤维强化喷射混凝土	326
第16章 锚杆支护	327
16.1 锚杆的类型和结构	327
16.1.1 锚杆的类型	327
16.1.2 几种常用的锚杆	328
16.2 锚杆支护的作用原理	333
16.2.1 悬吊作用	333
16.2.2 组合梁作用	333

16.2.3 加固拱作用	334
16.3 锚杆支护参数的确定与布置	335
16.3.1 系统布置时锚杆参数的确定	335
16.3.2 局部布置锚杆的参数确定	336
16.3.3 锚杆的布置	337
16.3.4 锚杆质量的检查	338
第 17 章 喷锚联合支护	340
17.1 概述	340
17.1.1 喷锚联合支护的类型	340
17.1.2 喷锚联合支护的实质	340
17.2 喷锚支护参数的确定	340
17.2.1 新奥法的原则和方法	341
17.2.2 结构承载力计算法	341
17.2.3 支护抗力计算法	344
17.3 喷锚支护类型的选择	349
17.3.1 喷锚支护类型的选择原则	349
17.3.2 各类支护结构的支护作用	350
17.3.3 支护类型的选择	350
参考文献	354

上篇 凿岩爆破

第1章 凿岩工作

采矿工程中,在矿石或者岩石中钻、凿眼孔称为凿岩,俗称打眼,其目的在于将炸药装于眼孔中进行爆破,使岩石或者矿石从矿岩体上爆下,从而使矿岩破碎成所需的块度,以便于装、运。

应用凿岩爆破技术的方法开采矿岩,已有几百年的历史。随着科学技术的发展,人们也采用了高频电磁波、激光等破碎岩石,以及水射流采矿等技术,并且展示了可喜的前景。但迄今为止,不论从操作技术的方面,还是从能量输出、设备安装的配套、资金的投入与回收等经济效益方面,与传统的凿岩爆破方法对比,从目前的生产状况来看,凿岩爆破仍是采矿工业中破岩采矿行之有效的的基本手段。

1.1 矿岩影响凿岩爆破的主要因素

1.1.1 硬度

矿岩抵抗尖锐工具的能力称为硬度。矿岩的硬度直接影响凿岩的方法和落矿手段,当开采高岭土等松软矿石时,采用风镐直接落矿即可;开采石膏时,可用回转式凿岩机械爆破落矿;对于坚硬的岩石,需要冲击式凿岩机爆破落矿。因此根据矿岩硬度的不同,可适当选用凿岩方法的落矿手段。

1.1.2 矿岩的孔隙

矿岩中自然存在的裂隙,使组成矿岩颗粒之间的连接力削弱,因此,其强度有所降低,有利于凿岩与破碎,但妨碍了爆破的传播,降低了爆破威力,使爆破效果恶化。

1.1.3 矿岩的层理、节理和裂隙

由于构造运动的作用,在矿岩体中,自然产生层理、节理和裂隙,从而破坏了岩体的完整性,使矿岩的坚固性大大削弱,有利于矿岩破碎,但对凿岩会产生夹钎、卡钎现象。同时也会影响爆炸波的传播,使爆破产生的高温高压气体沿节理、裂隙逸出,导致爆破效率的降低,使炸药能量不能充分利用。

1.1.4 矿岩的强度

矿岩强度是指矿岩抵抗外力破坏的能力。矿岩的强度由于受力状态的不同,