




现代采矿手册

王运敏 主编

(下册)

 冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

现代采矿手册

(下册)

王运敏 主编

北京

冶金工业出版社

2012

内 容 提 要

本书分为上、中、下三册。上册包括:绪论、矿山地质及水文地质、矿山测量、矿山地面总体布置、矿山岩石力学、露天矿穿孔设备、爆破工程。中册包括:露天开采、地下开采。下册包括:露天地下联合开采、特殊条件矿床开采、矿井通风、矿山压气、矿山防排水、矿山清洁生产与环境保护、矿山地质灾害及治理、数字化矿山、采矿系统工程、矿山建设项目经济评价、矿山环境影响评价、职业病危害评价、安全评价。

本书全面、系统介绍了我国非煤固体矿产采矿技术、采矿方法与采矿设备,内容涉及与我国金属矿开采有关的所有专业,既有基础性的理论,又有前沿技术,是我国几十年广大矿业科技工作者采矿理论与技术的积累,具有较大的参考价值。

本书可供从事矿山的科研和设计、施工建设、矿山生产技术人员和各级管理人员使用;亦可供大专院校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代采矿手册. 下册/王运敏主编. —北京:冶金工业出版社,2012. 2

ISBN 978-7-5024-5842-3

I. ① 现… II. ① 王… III. ① 矿山开采—技术手册
IV. ① TD8-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 275144 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbbs@cnmip.com.cn

责任编辑 王之光 杨秋奎 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王贺兰 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5842-3

三河市双峰印刷装订有限公司印刷;冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销

2012 年 2 月第 1 版,2012 年 2 月第 1 次印刷

210mm×285mm;55.75 印张;1757 千字;872 页

260.00 元

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

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

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

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)



《现代采矿手册》(下册)

编撰人员

主 编 王运敏

副主编(以下按姓氏笔画排序)

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王 斐 | 王方汉 | 王洪仁 | 王荣祥 | 王湘桂 | 左 敏 | 卢才武 | 甘德清 | 任贤锋 | 刘小力 |
| 刘保平 | 刘效良 | 李 山 | 李维健 | 李翠平 | 杨志强 | 辛明印 | 宋福昌 | 宋嘉栋 | 张化远 |
| 张建华 | 张国建 | 陈宜华 | 陈战强 | 陈梅岭 | 邵 武 | 邵安林 | 林大泽 | 岳润芳 | 周建功 |
| 项宏海 | 赵 奎 | 赵广山 | 郝树华 | 胡 侠 | 修国林 | 郭金峰 | 顾士亮 | 秦洪元 | 徐志宏 |
| 翁占斌 | 姬志勇 | 黄海根 | 董金奎 | 程建忠 | 曾细龙 | 谢志勤 | 谭亚辉 | | |

编 委(以下按姓氏笔画排序)

| | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 刁 虎 | 于清军 | 万凯军 | 马志刚 | 马旭峰 | 马萃林 | 王 先 | 王 继 | 王二军 | 王广和 |
| 王长军 | 王书春 | 王玉成 | 王文杰 | 王文潇 | 王巨堂 | 王发芝 | 王任大 | 王任中 | 王付民 |
| 王正昌 | 王永生 | 王洪江 | 王春仁 | 王新民 | 王维勤 | 王虎臣 | 王靖文 | 王耀凯 | 牛忠育 |
| 毛权生 | 毛国胜 | 文孝廉 | 尹宝昌 | 邓 飞 | 邓永前 | 卢敬标 | 叶海旺 | 田志云 | 田取珍 |
| 付永祥 | 付存利 | 付存禄 | 代永新 | 白怀良 | 白复铨 | 冯雅丽 | 吉少清 | 吉学文 | 匡忠祥 |
| 曲文峰 | 吕国新 | 任效乾 | 邬长福 | 刘 杨 | 刘 翔 | 刘长坚 | 刘丰贵 | 刘成祥 | 刘 沪 |
| 刘海林 | 刘福春 | 刘喜富 | 刘景玉 | 闫红新 | 闫志强 | 闫满志 | 江大体 | 许文远 | 孙乐雨 |
| 孙世国 | 孙向远 | 孙利清 | 孙国权 | 孙建珍 | 孙殿兴 | 寿震宇 | 严积松 | 杜 明 | 李 明 |
| 李 真 | 李 涛 | 李 跃 | 李大培 | 李山泉 | 李长权 | 李计良 | 李兴尚 | 李同鹏 | 李志超 |
| 李希平 | 李进生 | 李迎佳 | 李洪元 | 李家泉 | 李秀臣 | 李海洪 | 李爱峰 | 李爱国 | 李振宗 |
| 李雁翎 | 何顺斌 | 杨先翠 | 杨永生 | 杨夕辉 | 杨进林 | 杨裕官 | 吴冷峻 | 吴胡颂 | 吴将有 |
| 吴晓兵 | 吴 峰 | 吴鹏程 | 张 进 | 张 峰 | 张夫华 | 张玉华 | 张永坤 | 张四维 | 张伍兴 |
| 张成舜 | 张英华 | 张步斌 | 张明旭 | 张学平 | 张国胜 | 张树杰 | 张晶晶 | 张敬奇 | 陈子辉 |
| 陈士林 | 陈柏林 | 陈佩富 | 陈德强 | 陈继军 | 范立军 | 范作鹏 | 林祖成 | 金书明 | 周 君 |
| 周 敏 | 周玉新 | 周庆忠 | 周志鸿 | 周希哲 | 庞计来 | 房定旺 | 赵亚军 | 赵克文 | 赵鸣展 |
| 赵昱东 | 胡杏保 | 胡军尚 | 胡晨涛 | 查显明 | 柳小胜 | 南世卿 | 钟 铁 | 段祥宝 | 段蔚平 |
| 侯成桥 | 姜志功 | 姜德华 | 姚中亮 | 姚树江 | 袁士宏 | 袁梅芳 | 柴延森 | 徐 颖 | 徐志强 |
| 高忠明 | 高梦熊 | 郭 章 | 郭世伟 | 郭建文 | 郭宝安 | 唐鹏善 | 黄 文 | 黄志安 | 黄应盟 |
| 黄泉江 | 萧其林 | 曹作忠 | 常龙新 | 康 乐 | 梁江涛 | 寇子顺 | 彭 鹏 | 彭小刚 | 彭建谋 |
| 董学作 | 傅海亭 | 傅玉滨 | 曾学敏 | 谢建斌 | 楼晓明 | 黎永杰 | 霍俊发 | 戴碧波 | |

前 言

随着我国国民经济的快速增长,城市化、工业化进程的加快以及我国社会消费结构的变化,对资源的需求越来越大,拉动了我国矿业的快速发展。自1992年我国铁矿石产量突破2亿吨,历经10年盘整,2002年达到2.3亿吨,此后进入迅猛增长阶段,2010年达10.72亿吨,8年年平均复合增长率达21.2%;铁精粉价格一路攀升,2008年66%品位的铁精粉最高达到1610元/t,形成了量价齐升的格局;黑色金属矿采选业固定资产投资规模也大幅度攀升,从2004年的132亿元,到2010年的1066亿元,6年年平均复合增长率达41.6%。有色金属矿采选业的投资规模也一路高歌:2004年117亿元,2010年1009亿元,6年年平均复合增长率达43.2%,我们用了不到半个世纪的时间,跻身为世界第三矿业大国。

最近10年,我国金属矿开采技术和理论取得较大进展,许多采矿新技术、新工艺、新设备和新材料在矿山得到应用。在露天开采方面,开采工艺更加成熟,运输方式更加多样化、高效化,随着陡帮开采、采矿工艺连续化半连续化、可移式破碎站、陡坡铁路运输、振动给矿机转载站、汽车-提升机运输等技术的应用,无(低)废开采技术、矿山的数字化、智能化与无人采矿等先进技术的推广,矿山的生产效率明显提高。在地下开采方面,大孔径潜孔钻机、牙轮钻机和凿岩台车、铲运机和装载机、井下矿用汽车、装药机械和锚杆台车等辅助采矿机械获得推广应用,VCR采矿法、高分段崩落采矿法、自然崩落采矿法、水平和缓倾斜厚大矿体的房柱法等高效采矿方法和工艺相继诞生。充填采矿方法应用范围进一步扩大,各种充填采矿方法的变形方法也相继得到推广应用,生产效率明显提高。在采矿设备方面,目前我国露天矿山的主体设备中,牙轮钻机孔径已达310~380mm,潜孔钻机孔径为150~200mm,装药车的载重10~25t,机械式单斗挖掘机铲斗容量达27~35m³,液压挖掘机达10~15m³,斗轮挖掘机的生产能力达3500~4000m³/h,前端式装载机的铲斗容积达8~10m³,重型卡车的载重能力达100~150t,电机车的黏着重量为1000~1500t,带式输送机的胶带宽度已达1800~2000mm,运量为2000~2500t/h,运距达15~20km,功率超过1600kW。在地下矿山的主体设备中,中深孔采矿钻机孔径为50~100mm,孔深达10~20m,装药器的容量为80~150kg,铲运机的铲斗容积达3~4m³,轮胎式运矿车的载重达18~30t,井下电机车的黏着重量为14~30t。采矿装备的进步还使一些以前无法开采或难以开采的复杂难采矿体得到有效开采和利用。

冶金工业出版社于20世纪80~90年代出版的《采矿手册》曾经为我国采矿科学技

术进步作出杰出贡献,但其内容已经不能适应和满足目前我国矿山快速发展的实际需要。为了全面系统地总结我国近20年来在采矿方面取得的科学技术成就,更好地推广先进采矿科学技术和理念,推动我国采矿技术和设备的科研、设计、生产水平,促进采矿事业的进步,中钢集团马鞍山矿山研究院联合全国20多家高校科研单位和100多家矿山企业和设备制造厂家,共同组织编写了大型工具书——《现代采矿手册》。本书分为上、中、下三册。上册包括:绪论、矿山地质及水文地质、矿山测量、矿山地面总体布置、矿山岩石力学、露天矿穿孔设备、爆破工程。中册包括:露天开采、地下开采。下册包括:露天地下联合开采、特殊条件矿床开采、矿井通风、矿山压气、矿山防排水、矿山清洁生产与环境保护、矿山地质灾害及治理、数字化矿山、采矿系统工程、矿山建设项目经济评价、矿山环境影响评价、职业病危害评价、安全评价。本书由中钢集团马鞍山矿山研究院王运敏教授担任主编。

本书在编写过程中,参阅了大量的国内外文献资料,部分采用了原《采矿手册》、《采矿设计手册》和《采矿工程师手册》的资料,在此谨向文献作者表示衷心感谢。

由于水平有限,书中不妥之处,恳请读者指正。

编 者
2010年3月

目 录

| | |
|-------------------------------|----|
| 10 露天地下联合开采 | 1 |
| 10.1 概述..... | 1 |
| 10.2 联合开采理论..... | 1 |
| 10.2.1 联合开采经济界线的确定..... | 1 |
| 10.2.2 矿床开采强度及生产能力的确定..... | 4 |
| 10.2.3 联合开采安全控制技术理论..... | 5 |
| 10.2.4 边坡稳定的地质力学模型..... | 8 |
| 10.2.5 境界顶柱参数的计算..... | 15 |
| 10.2.6 联合开采二维弹塑性有限元..... | 18 |
| 10.3 露天地下联合开采方法..... | 19 |
| 10.3.1 露天地下联合开拓..... | 19 |
| 10.3.2 露天地下联合开采评价及实例..... | 21 |
| 10.4 露天转地下开采须采取的几项措施..... | 23 |
| 10.4.1 通风、防寒及防洪技术措施..... | 23 |
| 10.4.2 安全技术措施..... | 24 |
| 10.5 露天转地下过渡期的回采方案..... | 24 |
| 10.5.1 分段空场法预留境界顶柱方案..... | 25 |
| 10.5.2 分段空场法不留境界顶柱方案..... | 25 |
| 10.5.3 胶结充填法回采矿房暂留矿柱方案..... | 25 |
| 10.5.4 分段崩落法回采前形成覆盖层过渡方案..... | 25 |
| 10.6 联合开采实例..... | 26 |
| 10.6.1 冶山铁矿..... | 26 |
| 10.6.2 铜官山铜矿..... | 26 |
| 10.7 露天开采境界外残留矿的回采..... | 27 |
| 10.7.1 残留矿的回采方法..... | 28 |
| 10.7.2 矿山实例..... | 31 |
| 参考文献..... | 32 |
| 11 特殊条件矿床开采 | 33 |
| 11.1 大水矿床开采..... | 33 |
| 11.1.1 概述..... | 33 |
| 11.1.2 充水类型..... | 34 |
| 11.1.3 大水矿床地下开采技术..... | 34 |
| 11.1.4 防治水措施..... | 36 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 11.1.5 矿山实例 | 38 |
| 11.2 深海多金属结核矿床开采 | 39 |
| 11.2.1 深海多金属结核资源 | 39 |
| 11.2.2 深海多金属结核矿物及矿床特征 | 41 |
| 11.2.3 深海多金属结核开采技术 | 42 |
| 11.2.4 国内外深海多金属结核采矿系统 | 65 |
| 11.3 高海拔矿床开采 | 78 |
| 11.3.1 概述 | 78 |
| 11.3.2 高海拔矿床开采影响因素 | 79 |
| 11.3.3 高海拔矿床开采的特殊要求 | 80 |
| 11.3.4 矿山实例 | 86 |
| 11.4 自燃性矿床开采 | 89 |
| 11.4.1 自燃发火条件和原因 | 89 |
| 11.4.2 内因火灾矿山自燃放火的初步判定 | 91 |
| 11.4.3 硫化矿石自燃倾向性测试鉴定 | 92 |
| 11.4.4 硫化矿石自燃的早期预测 | 93 |
| 11.4.5 内因火灾的预防措施 | 94 |
| 11.4.6 硫化矿石堆自燃预报方法 | 101 |
| 11.4.7 矿山实例 | 102 |
| 11.5 放射性矿床开采 | 104 |
| 11.5.1 概述 | 104 |
| 11.5.2 放射性及其危害 | 104 |
| 11.5.3 放射性物理探矿 | 107 |
| 11.5.4 放射性矿床开采技术和方法 | 109 |
| 11.5.5 铀矿矿井通风 | 114 |
| 11.5.6 铀矿环境保护 | 116 |
| 11.5.7 矿山实例 | 118 |
| 11.6 金属矿床的溶浸采矿 | 121 |
| 11.6.1 金属矿床的溶浸采矿发展概述 | 121 |
| 11.6.2 金属矿床溶浸采矿法的分类 | 122 |
| 11.6.3 金属矿床溶浸采矿的矿石浸出 | 122 |
| 11.6.4 金属矿床的溶浸采矿浸出液的处理 | 124 |
| 11.6.5 原地破碎浸出采矿法 | 125 |
| 11.6.6 原地浸出采矿法 | 132 |
| 参考文献 | 140 |
| 12 矿井通风 | 142 |
| 12.1 概述 | 142 |
| 12.1.1 矿井通风的任务 | 142 |
| 12.1.2 矿井通风技术发展概况 | 142 |
| 12.2 矿井通风防尘有关规定 | 145 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 12.2.1 《金属非金属矿山安全规程》的规定 | 145 |
| 12.2.2 坑内通风采矿设计的有关规定 | 148 |
| 12.3 矿井通风系统及构筑物 | 150 |
| 12.3.1 矿井通风系统 | 150 |
| 12.3.2 矿井通风网路及构筑物 | 152 |
| 12.4 主扇通风与多级机站通风 | 156 |
| 12.4.1 主扇通风 | 156 |
| 12.4.2 多级机站通风 | 157 |
| 12.5 矿井总风量计算 | 159 |
| 12.5.1 回采工作面风量计算 | 160 |
| 12.5.2 掘进工作面风量计算 | 162 |
| 12.5.3 硐室风量计算 | 162 |
| 12.5.4 大爆破的通风计算 | 163 |
| 12.5.5 柴油设备的风量计算 | 163 |
| 12.5.6 放射性矿山排氦及其子体所需风量计算 | 164 |
| 12.5.7 深热矿井的风量计算 | 164 |
| 12.6 扇风机站设置与选型 | 165 |
| 12.6.1 扇风机站设置 | 165 |
| 12.6.2 扇风机选型 | 165 |
| 12.7 盘区(采区)通风与局部通风 | 167 |
| 12.7.1 盘区(采区)通风 | 167 |
| 12.7.2 局部通风方式及设计 | 168 |
| 12.7.3 井巷掘进时的通风 | 172 |
| 12.8 通风系统方案网路解算 | 173 |
| 12.8.1 矿井通风网路中风流运动的基本规律 | 173 |
| 12.8.2 串联、并联通风网路的基本性质 | 174 |
| 12.8.3 角联通风网路的基本性质 | 175 |
| 12.8.4 复杂通风网路风流自然分配计算 | 176 |
| 12.8.5 多级机站通风网路解算 | 178 |
| 12.8.6 风量调节方法 | 185 |
| 12.9 矿井防尘 | 189 |
| 12.9.1 矿尘的性质及危害 | 189 |
| 12.9.2 综合防尘措施 | 193 |
| 12.9.3 凿岩防尘 | 197 |
| 12.9.4 爆破防尘 | 198 |
| 12.9.5 装岩及运输工作防尘 | 198 |
| 12.9.6 溜井防尘 | 199 |
| 12.9.7 破碎硐室防尘 | 200 |
| 12.9.8 锚喷防尘 | 200 |
| 12.9.9 矿用除尘器 | 200 |
| 12.10 矿井空气调节 | 201 |

| | | |
|-----------|-------------------------|------------|
| 12.10.1 | 矿井气象与人体热平衡 | 201 |
| 12.10.2 | 影响矿井气象条件的主要因素 | 201 |
| 12.10.3 | 矿井降温与防冻 | 203 |
| 12.11 | 矿井通风系统检测 | 206 |
| 12.11.1 | 通风系统检测前的准备工作 | 207 |
| 12.11.2 | 矿井风量检测 | 207 |
| 12.11.3 | 通风阻力检测 | 210 |
| 12.11.4 | 扇风机工况测定 | 211 |
| 12.12 | 通风系统鉴定指标 | 212 |
| 12.12.1 | 基本指标 | 212 |
| 12.12.2 | 综合指标 | 213 |
| 12.12.3 | 辅助指标 | 214 |
| 12.13 | 减少矿井漏风的措施和通风监控 | 214 |
| 12.13.1 | 减少矿井漏风的措施 | 214 |
| 12.13.2 | 矿井通风监控 | 215 |
| 12.14 | 露天矿通风 | 216 |
| 12.14.1 | 露天矿的大气污染 | 216 |
| 12.14.2 | 露天矿自然通风 | 219 |
| 12.14.3 | 露天矿人工通风 | 223 |
| 12.14.4 | 露天矿大气污染综合防治 | 225 |
| 12.14.5 | 露天矿污染气象监测与预报 | 226 |
| 12.15 | 矿山实例 | 227 |
| 12.15.1 | 梅山铁矿多级机站通风 | 227 |
| 12.15.2 | 冬瓜山铜矿多级机站通风 | 228 |
| 12.15.3 | 大冶铁矿尖林山分区通风 | 229 |
| 12.15.4 | 姑山和睦山铁矿单翼对角式通风 | 229 |
| | 参考文献 | 230 |
| 13 | 矿山压气 | 231 |
| 13.1 | 概述 | 231 |
| 13.2 | 空气压缩机的分类及其适用范围 | 231 |
| 13.2.1 | 空气压缩机的分类 | 231 |
| 13.2.2 | 矿山常用的空气压缩机 | 231 |
| 13.3 | 矿山耗气量计算 | 247 |
| 13.3.1 | 生产矿山耗气量统计计算 | 247 |
| 13.3.2 | 矿山气动设备的耗气指标 | 250 |
| 13.4 | 空气压缩机设备选择 | 251 |
| 13.4.1 | 空气压缩机的特点比较 | 251 |
| 13.4.2 | 矿山常用活塞往复式空气压缩机的特性 | 252 |
| 13.4.3 | 空气压缩机的电力拖动与自动化 | 254 |
| 13.5 | 矿山压气站的布置及其容量 | 256 |

| | | |
|--------|-----------------|-----|
| 13.5.1 | 地面压气站的布置 | 256 |
| 13.5.2 | 地下压气站的布置 | 257 |
| 13.5.3 | 空气压缩机容量及机组选择 | 257 |
| 13.6 | 压气站的辅助设备 | 263 |
| 13.6.1 | 空气过滤器 | 264 |
| 13.6.2 | 冷却器分类 | 268 |
| 13.6.3 | 冷却器的热力计算 | 272 |
| 13.6.4 | 水冷却系统 | 276 |
| 13.6.5 | 油水分离器 | 278 |
| 13.6.6 | 储气罐 | 279 |
| 13.6.7 | 防噪消声设施 | 282 |
| 13.7 | 压缩空气管网及其计算 | 283 |
| 13.7.1 | 管材及附件选择 | 283 |
| 13.7.2 | 管道的压力损失计算 | 284 |
| 13.7.3 | 压气站所需出口压力的确定 | 285 |
| 13.8 | 矿山压气站的经济运行与节能减排 | 285 |
| 13.8.1 | 矿山供气量指标 | 285 |
| 13.8.2 | 压气站建筑面积及投资指标 | 286 |
| 13.8.3 | 空气压缩机运行耗电量 | 286 |
| 13.8.4 | 空气压缩机润滑油消耗指标 | 287 |
| 13.8.5 | 提高排气量与减少漏损 | 287 |
| 13.8.6 | 增强冷却效果与减少阻力损失 | 289 |
| 13.8.7 | 压气站废油的再生利用 | 290 |
| 13.8.8 | 压气站污染水的净化 | 293 |
| 13.8.9 | 压气站的节电技术措施 | 295 |
| | 参考文献 | 296 |
| 14 | 矿山防排水 | 297 |
| 14.1 | 涌水量计算 | 297 |
| 14.1.1 | 巷道涌水量计算 | 297 |
| 14.1.2 | 竖井涌水量计算 | 298 |
| 14.1.3 | 斜井涌水量计算 | 301 |
| 14.1.4 | 矿山涌水量计算 | 301 |
| 14.1.5 | 露天采场涌水量计算 | 308 |
| 14.2 | 矿区地表水的治理 | 312 |
| 14.2.1 | 地表水治理原则 | 312 |
| 14.2.2 | 截水沟 | 312 |
| 14.2.3 | 河流改道 | 315 |
| 14.2.4 | 地表水治理的其他方法 | 316 |
| 14.3 | 露天矿坑防排水 | 316 |
| 14.3.1 | 露天矿坑防排水的作用 | 316 |

| | | |
|--------|------------------|-----|
| 14.3.2 | 露天矿排水方式分类与系统 | 317 |
| 14.3.3 | 露天矿排水方案选择原则 | 321 |
| 14.3.4 | 排水工程构筑物 | 322 |
| 14.4 | 地下矿防排水 | 323 |
| 14.4.1 | 地下矿排水方式及系统 | 323 |
| 14.4.2 | 排水设备的选择计算 | 325 |
| 14.4.3 | 排水管路 | 331 |
| 14.4.4 | 水泵房设置 | 332 |
| 14.4.5 | 水泵的经济运行 | 335 |
| 14.5 | 矿山常用水泵类型及其适用范围 | 338 |
| 14.6 | 矿井突然涌水的预测与防治 | 341 |
| 14.6.1 | 矿井突然涌水的预测 | 341 |
| 14.6.2 | 矿井突然涌水的防治措施 | 341 |
| 14.6.3 | 淹没矿井的处理和恢复 | 343 |
| 14.7 | 地下矿清仓排泥 | 343 |
| 14.7.1 | 矿井泥砂的沉淀系统 | 343 |
| 14.7.2 | 沉淀池设计计算 | 346 |
| 14.7.3 | 清仓排泥设施 | 347 |
| 14.7.4 | 排泥砂常用的泵类 | 357 |
| | 参考文献 | 359 |
| 15 | 矿山清洁生产与环境保护 | 360 |
| 15.1 | 矿山清洁生产 | 360 |
| 15.1.1 | 清洁生产的基本概念 | 360 |
| 15.1.2 | 清洁生产审核及矿山实例 | 362 |
| 15.2 | 矿山环境保护 | 372 |
| 15.2.1 | 环境保护的基本内容及要求 | 372 |
| 15.2.2 | 矿山废水的处理 | 373 |
| 15.2.3 | 矿井水的利用 | 382 |
| 15.3 | 采矿环境噪声及其控制 | 383 |
| 15.3.1 | 噪声及其危害 | 383 |
| 15.3.2 | 噪声的控制 | 386 |
| 15.4 | 矿山废弃地复垦 | 391 |
| 15.4.1 | 矿山开采对生态环境的影响 | 391 |
| 15.4.2 | 国内外复垦现状 | 392 |
| 15.4.3 | 矿山废弃地复垦理论及技术体系 | 393 |
| 15.4.4 | 采矿废弃地复垦技术 | 396 |
| 15.4.5 | 矿山复垦实例 | 398 |
| 15.4.6 | 矿山废弃地复垦应用的新材料新技术 | 401 |
| 15.5 | 固体废料的资源化 | 407 |
| 15.5.1 | 概述 | 407 |

| | |
|----------------------|------------|
| 15.5.2 矿山固废资源化利用及实例 | 408 |
| 参考文献 | 414 |
| 16 矿山地质灾害及治理 | 416 |
| 16.1 矿山地质灾害的分类 | 416 |
| 16.1.1 岩土体变形灾害 | 416 |
| 16.1.2 地下水系破坏引起的灾害 | 418 |
| 16.1.3 矿体内因引起的灾害 | 419 |
| 16.2 矿山地质灾害的勘查方法 | 420 |
| 16.2.1 地球信息技术综合方法 | 420 |
| 16.2.2 地球物理勘查方法 | 420 |
| 16.2.3 水文地质与岩土力学试验方法 | 425 |
| 16.3 矿山地质灾害勘查 | 425 |
| 16.3.1 勘查目的、方法及特点 | 425 |
| 16.3.2 滑坡灾害勘查 | 426 |
| 16.3.3 崩塌灾害勘查 | 435 |
| 16.3.4 泥石流灾害勘查 | 437 |
| 16.4 矿山主要地质灾害及其治理 | 442 |
| 16.4.1 概述 | 442 |
| 16.4.2 地表裂缝治理 | 443 |
| 16.4.3 地面沉降治理 | 443 |
| 16.4.4 地表塌陷治理 | 443 |
| 16.4.5 边坡崩塌防治 | 445 |
| 16.4.6 滑坡灾害与防治 | 449 |
| 16.4.7 泥石流危害与防治 | 459 |
| 参考文献 | 463 |
| 17 数字化矿山 | 465 |
| 17.1 概述 | 465 |
| 17.1.1 数字化矿山概念 | 465 |
| 17.1.2 数字矿山的发展趋势 | 466 |
| 17.2 数字矿山体系架构 | 468 |
| 17.2.1 矿山的信总需求 | 468 |
| 17.2.2 数字矿山系统架构 | 468 |
| 17.2.3 数字矿山决策支持功能 | 470 |
| 17.2.4 数字矿山关键技术 | 471 |
| 17.3 信息采集、处理与传输 | 472 |
| 17.3.1 数据与信息 | 472 |
| 17.3.2 信息采集与转换 | 473 |
| 17.3.3 音频、图像、视频处理 | 473 |
| 17.3.4 存储与压缩 | 474 |

| | | |
|---------|---------------------|-----|
| 17.3.5 | 数据结构、组织与管理 | 475 |
| 17.3.6 | 信息传输、检索与利用 | 476 |
| 17.3.7 | 矿山遥感(RS)技术 | 476 |
| 17.4 | 决策支持模型及系统 | 482 |
| 17.4.1 | 工程决策支持模型 | 482 |
| 17.4.2 | 管理决策支持模型 | 483 |
| 17.4.3 | 决策支持系统 | 483 |
| 17.4.4 | 工程决策支持 | 484 |
| 17.5 | 矿山可视化技术 | 509 |
| 17.5.1 | 地表和矿床三维可视化技术 | 509 |
| 17.5.2 | 矿山地理信息系统(GIS)技术 | 527 |
| 17.5.3 | 矿山虚拟现实技术 | 532 |
| 17.6 | 数字矿山实例 | 537 |
| 17.6.1 | Surpac /Datamine 应用 | 537 |
| 17.6.2 | FLAC 的应用 | 540 |
| | 参考文献 | 541 |
| 18 | 采矿系统工程 | 543 |
| 18.1 | 概述 | 543 |
| 18.1.1 | 采矿系统工程定义 | 543 |
| 18.1.2 | 采矿系统工程的重要性 | 543 |
| 18.1.3 | 采矿系统工程的现状及进展 | 544 |
| 18.2 | 基础理论与研究方法 | 546 |
| 18.2.1 | 线性规划及应用 | 546 |
| 18.2.2 | 整数规划及应用 | 547 |
| 18.2.3 | 非线性规划及应用 | 547 |
| 18.2.4 | 动态规划及应用 | 547 |
| 18.2.5 | 网络分析及应用 | 548 |
| 18.2.6 | 统筹方法及应用 | 548 |
| 18.2.7 | 计算机模拟及应用 | 548 |
| 18.2.8 | 排队论及应用 | 549 |
| 18.2.9 | 可靠性分析及应用 | 549 |
| 18.2.10 | 模糊数学及应用 | 550 |
| 18.2.11 | 专家系统及应用 | 550 |
| 18.2.12 | 计算智能及应用 | 551 |
| 18.3 | 矿山地质 | 553 |
| 18.3.1 | 地质数据预处理 | 553 |
| 18.3.2 | 矿床模型 | 555 |
| 18.3.3 | 矿岩界线 | 556 |
| 18.3.4 | 储量计算 | 557 |
| 18.3.5 | 地质统计学基础 | 563 |

| | | |
|-----------|-------------------|------------|
| 18.3.6 | 地质统计学储量计算法 | 567 |
| 18.3.7 | 矿产资源评价及远景预测 | 571 |
| 18.4 | 矿山规划与设计 | 575 |
| 18.4.1 | 矿区开发规划 | 575 |
| 18.4.2 | 矿山规模与矿石边界品位 | 584 |
| 18.4.3 | 露天开采设计优化 | 593 |
| 18.4.4 | 地下开采设计优化 | 610 |
| 18.5 | 矿山生产工艺系统 | 620 |
| 18.5.1 | 矿山开采设备优化 | 620 |
| 18.5.2 | 生产工艺过程分析 | 624 |
| 18.5.3 | 单项作业优化 | 631 |
| 18.6 | 矿山管理系统 | 644 |
| 18.6.1 | 金属矿山企业资源计划管理系统 | 645 |
| 18.6.2 | 露天矿生产配矿管理系统 | 645 |
| 18.6.3 | 地下矿井下人员和设备定位管理系统 | 650 |
| 18.6.4 | 矿山生产过程监控 | 656 |
| 18.6.5 | 矿山安全与项目施工管理 | 666 |
| 18.7 | 发展趋势与方向 | 670 |
| 18.7.1 | 发展趋势 | 670 |
| 18.7.2 | 发展方向 | 671 |
| | 参考文献 | 672 |
| 19 | 矿山建设项目经济评价 | 675 |
| 19.1 | 建设项目经济评价规定 | 675 |
| 19.2 | 矿山建设项目可行性研究 | 676 |
| 19.2.1 | 可行性研究的阶段划分 | 676 |
| 19.2.2 | 可行性研究的基础资料 | 679 |
| 19.2.3 | 项目经济评价原理 | 682 |
| 19.2.4 | 利润与现金流量 | 684 |
| 19.3 | 费用估算 | 685 |
| 19.3.1 | 投资估算 | 685 |
| 19.3.2 | 经营成本估算 | 691 |
| 19.4 | 财务分析 | 695 |
| 19.4.1 | 概述 | 695 |
| 19.4.2 | 财务分析流程 | 695 |
| 19.4.3 | 财务评价指标数学模型 | 696 |
| 19.4.4 | 矿权价值及评估 | 701 |
| 19.5 | 某矿山工程可行性研究经济评价实例 | 703 |
| 19.5.1 | 概述 | 703 |
| 19.5.2 | 产品市场分析 | 704 |
| 19.5.3 | 费用与效益估算 | 710 |

| | | |
|---------|----------------------|-----|
| 19.5.4 | 财务分析 | 714 |
| 19.5.5 | 综合评价 | 716 |
| | 附表 财务报表 | 717 |
| | 参考文献 | 725 |
| 20 | 矿山环境影响评价 | 726 |
| 20.1 | 概述 | 726 |
| 20.2 | 环境影响评价概论 | 726 |
| 20.2.1 | 环境质量与环境影响评价的基本概念 | 726 |
| 20.2.2 | 环境影响评价应遵循的基本原则 | 727 |
| 20.2.3 | 环境影响评价的基本要点和工作程序 | 727 |
| 20.3 | 矿产资源开发建设中的主要环境问题 | 731 |
| 20.4 | 矿产资源开发项目环境影响评价工作主要内容 | 733 |
| 20.5 | 大气环境影响评价 | 734 |
| 20.5.1 | 矿山大气污染因素 | 734 |
| 20.5.2 | 大气环境影响评价主要内容 | 734 |
| 20.6 | 地表水环境影响评价 | 737 |
| 20.6.1 | 矿山废水的形成及危害 | 737 |
| 20.6.2 | 矿山废水的主要污染物 | 739 |
| 20.6.3 | 地表水环境影响评价主要内容 | 740 |
| 20.7 | 地下水环境影响评价 | 744 |
| 20.7.1 | 矿产资源开发对地下水的主要影响 | 744 |
| 20.7.2 | 地下水环境影响评价内容 | 744 |
| 20.8 | 生态环境影响评价 | 753 |
| 20.8.1 | 矿产资源开发的生态学效应 | 753 |
| 20.8.2 | 矿山建设项目的生态环境影响 | 753 |
| 20.8.3 | 矿山建设项目生态环境影响评价要点 | 754 |
| 20.8.4 | 生态环境影响评价主要内容 | 755 |
| 20.9 | 声环境影响评价 | 757 |
| 20.9.1 | 矿山建设项目对声环境的影响 | 757 |
| 20.9.2 | 噪声环境影响评价主要内容 | 758 |
| 20.10 | 固体废物环境影响评价 | 761 |
| 20.10.1 | 矿山固体废物来源及种类 | 761 |
| 20.10.2 | 固体废物的特点 | 761 |
| 20.10.3 | 固体废物对环境的影响 | 762 |
| 20.10.4 | 矿山固体废物环境影响评价要点 | 762 |
| 20.11 | 环境影响报告书主要内容 | 763 |
| 20.11.1 | 总则 | 763 |
| 20.11.2 | 建设项目概况 | 763 |
| 20.11.3 | 工程分析 | 764 |
| 20.11.4 | 环境影响识别与评价因子筛选 | 764 |

| | | |
|-----------|--------------------------|------------|
| 20.11.5 | 周围环境现状调查与评价 | 765 |
| 20.11.6 | 环境影响预测和评价 | 765 |
| 20.11.7 | 环境影响评价结论 | 768 |
| | 参考文献 | 768 |
| 21 | 职业病危害评价 | 770 |
| 21.1 | 矿山建设项目职业病危害评价的基本概念 | 770 |
| 21.2 | 职业病危害评价目的 | 771 |
| 21.3 | 职业病危害评价原则 | 771 |
| 21.4 | 矿山建设项目职业病危害评价程序 | 772 |
| 21.4.1 | 职业病危害预评价程序 | 772 |
| 21.4.2 | 职业病危害控制效果评价程序 | 772 |
| 21.5 | 矿山建设项目职业病危害评价方法 | 774 |
| 21.5.1 | 职业病危害预评价方法 | 774 |
| 21.5.2 | 职业病危害控制效果评价方法 | 775 |
| 21.6 | 矿山建设项目职业病危害预评价 | 775 |
| 21.7 | 矿山建设项目职业病危害控制效果评价 | 777 |
| 21.8 | 矿山建设项目职业病危害因素识别 | 778 |
| | 参考文献 | 779 |
| 22 | 安全评价 | 780 |
| 22.1 | 生产安全事故及危险、有害因素 | 780 |
| 22.1.1 | 非煤矿山安全生产现状 | 780 |
| 22.1.2 | 安全生产事故 | 780 |
| 22.1.3 | 矿山危险、有害因素辨识与分析 | 781 |
| 22.2 | 安全评价概述 | 792 |
| 22.2.1 | 安全评价的目的及意义 | 792 |
| 22.2.2 | 安全评价的内容 | 792 |
| 22.2.3 | 安全评价的程序 | 793 |
| 22.2.4 | 安全评价单元的划分 | 794 |
| 22.2.5 | 安全评价法律法规及规程规范 | 795 |
| 22.2.6 | 安全评价报告 | 797 |
| 22.2.7 | 安全评价机构 | 798 |
| 22.3 | 安全评价方法 | 801 |
| 22.3.1 | 安全评价方法分类 | 801 |
| 22.3.2 | 常用的安全评价方法 | 801 |
| 22.4 | 安全评价分类及其评价报告 | 811 |
| 22.4.1 | 安全预评价 | 811 |
| 22.4.2 | 安全验收评价 | 828 |
| 22.4.3 | 安全现状评价 | 854 |
| | 参考文献 | 872 |