



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

矿山企业管理

主编 李国清

副主编 胡乃联 王进强



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

矿山企业管理

主 编 李国清

副主编 胡乃联 王进强

冶金工业出版社

2015

内 容 提 要

本书结合我国矿山企业的实际,论述了具有矿山企业特点的管理内容、管理技术、管理方法,介绍了矿产资源储量管理、矿石损失贫化与质量管理、矿山生产计划管理、生产调度管理、安全生产管理、财务成本管理、经济活动分析以及矿山管理中的现代信息技术。

本书为矿物资源工程专业和采矿工程专业教材,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山企业管理/李国清主编. —北京:冶金工业出版社, 2015. 9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7033-3

I. ①矿… II. ①李… III. ①矿山企业—企业管理—高等学校—教材 IV. ①F407.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 212583 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 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑,王雪涛 宋 良 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 石 静 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7033-3

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

2015年9月第1版,2015年9月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;24印张;581千字;371页

49.00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

矿山企业的管理工作有着非常鲜明的特点，现代信息技术和管理理论的发展更是给矿山企业的管理工作注入了新的活力。本书结合我国矿山企业的实际状况，力图对具有矿山企业特点的管理内容、管理技术、管理方法进行较全面的论述，介绍了矿产资源储量管理、矿石损失贫化与质量管理、矿山生产计划管理、生产调度管理、安全生产管理、财务成本管理、经济活动分析以及矿山管理中现代信息技术。其他具有共性的内容，读者可参考其他工业企业管理方面的书籍。

本书由北京科技大学李国清副教授主持撰写、统稿和终审。参加本书编写的有：胡乃联（第1章和第5章），王进强（第2章、3.1~3.3节、3.5节、第4章），李国清（3.4节、3.6节、3.7节、第6章、第7章、第8章和第9章）。参加本书编写或资料整理的还有张延凯、侯杰、马朝阳、李兆雷、吴晓君、田庆梅、刘迪、张亚明、王久玲等。

在编写过程中，参阅了大量的国内外有关文献，在此谨向文献作者表示深深的谢意。

由于水平所限，书中不妥之处，诚请读者指正。

编 者
2015年9月

目 录

1 绪论	1
1.1 矿产资源开发过程简介	1
1.1.1 矿产普查与勘探阶段	1
1.1.2 矿产可行性研究阶段	2
1.1.3 矿山设计与建设阶段	2
1.1.4 矿山生产阶段	3
1.2 金属矿山开采过程与特点	3
1.2.1 金属矿山露天开采过程	3
1.2.2 金属矿山地下开采过程	5
1.2.3 矿物加工过程	6
1.2.4 矿山企业生产经营特点	7
1.3 矿山企业管理	8
1.3.1 概述	8
1.3.2 矿山企业的组织机构设置	9
1.3.3 矿山企业管理的主要内容	11
习题与思考题	12
2 矿产资源储量管理	13
2.1 相关概念	13
2.1.1 矿产资源	13
2.1.2 矿产资源的自然属性和特点	14
2.1.3 固体矿产资源	14
2.1.4 勘查阶段	15
2.1.5 查明程度	15
2.1.6 矿体连续性	16
2.1.7 地质可靠程度	17
2.1.8 可行性评价	18
2.1.9 经济意义	19
2.1.10 其他	19
2.2 矿产资源储量分类	20
2.2.1 分类标准与分类依据	20

2.2.2	矿产资源储量的分类	21
2.2.3	矿产资源储量类型及编码	22
2.3	地质储量估算	25
2.3.1	储量计算的一般过程和原则	25
2.3.2	工业指标	25
2.3.3	矿体圈定	29
2.3.4	储量计算方法	31
2.3.5	资源储量计算误差分析	44
2.4	矿产资源储量的管理	44
2.4.1	矿山储量动态监督管理	44
2.4.2	资源储量损失	45
2.4.3	矿山资源储量台账	47
2.4.4	矿山储量年报	48
2.5	生产矿量管理	49
2.5.1	露天矿山生产矿量计算	49
2.5.2	地下矿山生产矿量计算	50
2.5.3	生产矿量保有期的计算	50
2.6	生产矿山储量管理	54
2.6.1	生产矿山资源储量分类	54
2.6.2	矿山资源储量统计单位	55
2.6.3	两率台账管理	55
2.6.4	两率台账主要计算	56
2.6.5	储量变动统计台账	57
	习题与思考题	61
3	矿石质量管理与品位指标优化	62
3.1	矿石质量管理概述	62
3.1.1	矿石质量管理中的关键指标	62
3.1.2	损失贫化管理的意义	64
3.1.3	损失的分类	64
3.1.4	贫化的分类	65
3.2	损失贫化的计算	66
3.2.1	直接法	66
3.2.2	间接法	69
3.3	矿石质量综合管理	70
3.3.1	影响矿石损失贫化的因素	70
3.3.2	降低矿石损失贫化的措施	71
3.4	现代矿山管理的边际品位指标体系	72
3.4.1	工程指标体系	73

3.4.2 矿块指标体系	73
3.4.3 多金属矿床的综合品位	74
3.5 矿床价值评估的经济指标体系	77
3.5.1 经济指标体系的分类	77
3.5.2 静态经济指标	77
3.5.3 动态经济指标	80
3.6 品位指标优化的理论与方法	87
3.6.1 盈亏平衡法	87
3.6.2 最大现值法	88
3.6.3 动态规划法	88
3.6.4 边际分析法	90
3.7 生产矿山的品位指标优化	91
3.7.1 品位指标优化的经济学分析	91
3.7.2 露天生产矿山品位指标优化	92
3.7.3 地下生产矿山品位指标优化	102
3.7.4 矿业软件在品位指标优化中的应用	108
习题与思考题	109
4 矿山生产计划管理	110
4.1 概述	110
4.1.1 计划管理的重要性	110
4.1.2 计划的种类	111
4.1.3 计划管理的基本原则	112
4.2 地下采矿进度计划编制	113
4.2.1 地下开采基建进度计划	113
4.2.2 地下开采采掘进度计划	114
4.2.3 地下开采年度计划的编制	116
4.3 露天开采进度计划编制	119
4.3.1 露天开采基建采剥进度计划	119
4.3.2 露天矿采剥进度计划	122
4.3.3 生产作业计划的编制	128
4.4 矿山生产计划优化	129
4.4.1 矿山生产计划优化算法	129
4.4.2 地下矿计划编制的线性规划模型	131
4.4.3 露天矿计划编制的线性规划模型	134
4.4.4 计算机软件在矿山生产计划优化中的应用	138
4.5 矿山生产计划控制方法	139
4.5.1 项目进度计划的表现形式	139
4.5.2 网络计划技术	141

4.6 矿山生产计划的检查与验收	152
4.6.1 计划检查的目的	152
4.6.2 计划完成情况的数量分析与方法	152
4.6.3 实际完成工程的部位检查	154
习题与思考题	156
5 矿山生产组织与调度管理	158
5.1 矿山生产过程的合理组织	158
5.1.1 矿山生产过程的组成	158
5.1.2 矿山采掘生产特点	159
5.1.3 矿山生产过程组织	159
5.2 矿山生产调度管理	161
5.2.1 生产调度的作用	161
5.2.2 现代矿山企业生产调度特点	162
5.2.3 生产调度工作制度	162
5.2.4 矿山生产调度应注意的问题	163
5.3 露天矿生产调度管理	164
5.3.1 GPS 技术	164
5.3.2 GPS 技术在露天矿山的应用	166
5.3.3 Dispatch 系统简介	168
5.3.4 北斗卫星定位系统	169
5.3.5 生产调度系统应用前景	169
5.4 地下矿调度通信技术	169
5.4.1 矿井通信的主要特点	170
5.4.2 模拟信号与数字信号	170
5.4.3 井下有线数字通信	171
5.4.4 井下无线数字通信	171
5.5 地下矿生产调度管理	173
5.5.1 井下调度通信系统及设备	173
5.5.2 井下人机定位及调度指挥信息系统	175
5.5.3 矿山固定设备的工况监测	177
习题与思考题	178
6 矿山企业安全管理	179
6.1 国内外矿山安全生产概述	179
6.1.1 国内外安全事故分类与指标	179
6.1.2 国内外矿山安全生产水平的差距	182
6.1.3 影响矿山生产安全的关键要素	183

6.2 矿山安全管理的理论与方法	188
6.2.1 现代安全管理的原理和原则	190
6.2.2 现代安全管理的基本理论	192
6.2.3 现代安全管理方法	194
6.2.4 矿山生产安全事故管理制度	195
6.3 矿山安全生产保障技术	196
6.3.1 矿井通风与安全	196
6.3.2 矿山爆破安全	199
6.3.3 矿山地压控制	202
6.3.4 矿山火灾控制	202
6.3.5 矿山水灾控制	207
6.3.6 尾矿库安全	209
6.4 安全生产六大系统	213
6.4.1 监控监测系统	214
6.4.2 井下人员定位系统	216
6.4.3 紧急避险系统	217
6.4.4 压风自救系统	219
6.4.5 供水施救系统	220
6.4.6 通信联络系统	220
6.5 现代矿山的安全管理体系	221
6.5.1 人-机-环-管集成的安全管理体系	221
6.5.2 安全生产管理的PDCA流程	224
6.6 矿山环境保护	228
6.6.1 矿山生产的环境效应	228
6.6.2 矿山生产中环境问题的防治及治理	230
6.6.3 矿山生产与环境保护的协调方式	232
习题与思考题	236
7 矿山财务成本管理	237
7.1 成本与矿山企业成本	237
7.1.1 成本概述	237
7.1.2 成本的分类	238
7.1.3 成本的作用	241
7.1.4 成本控制在矿山财务管理中的核心地位	242
7.2 矿山企业的成本核算方法	242
7.2.1 矿山成本核算的制造成本法	242
7.2.2 矿山成本的种类	243
7.2.3 矿山中的费用	244
7.2.4 矿山企业成本的构成	248

7.3	矿山企业的成本指标	251
7.3.1	成本费用总额	251
7.3.2	单位产品成本费用	251
7.3.3	吨矿成本费用	252
7.3.4	作业成本	253
7.4	矿山的折旧与税费指标	254
7.4.1	固定资产折旧	254
7.4.2	矿山维简费	256
7.4.3	税费指标	257
7.5	矿山企业的成本管理与控制	261
7.5.1	矿山企业的成本管理特点	261
7.5.2	矿山企业成本管控的内容	261
7.5.3	矿山企业的标准成本管控方法	271
7.5.4	矿山企业成本管控的数学方法	274
	习题与思考题	280
8	矿山企业经济活动分析	281
8.1	矿山企业经济活动分析概述	281
8.1.1	企业经济分析的概念、对象和意义	281
8.1.2	企业经济分析的原则和评价标准	282
8.1.3	矿山经济活动分析的内容构成	283
8.2	经济活动分析模型与方法	284
8.2.1	常规分析方法	285
8.2.2	经济活动分析的数学方法	287
8.3	矿山经济活动分析的指标体系	288
8.3.1	产值产量指标	288
8.3.2	作业量指标	289
8.3.3	质量指标	290
8.3.4	消耗类指标	291
8.3.5	生产要素与效率指标	292
8.3.6	矿山经济指标	293
8.4	矿山企业生产运营分析	293
8.4.1	产量作业量分析	293
8.4.2	技术经济指标分析	294
8.5	矿山企业成本分析	295
8.5.1	成本对比分析	295
8.5.2	成本构成分析	296
8.5.3	成本因素分析	298
8.5.4	成本趋势分析	301

8.6 矿山企业财务分析	303
8.6.1 概述	303
8.6.2 利润分析	304
8.6.3 财务报表分析	307
8.6.4 财务指标分析	311
8.7 经济效益综合分析与评价	312
8.7.1 企业经济效益的内涵和综合分析的意义	312
8.7.2 经济效益综合评价的方法	314
习题与思考题	318
9 矿山管理中的现代信息技术	319
9.1 信息与矿山企业的信息	319
9.1.1 数据与信息	319
9.1.2 信息与决策	320
9.1.3 管理系统与信息系统	320
9.1.4 矿山企业的信息与管理	322
9.2 管理信息系统与矿山企业管理信息系统	323
9.2.1 管理信息系统的定义及发展	323
9.2.2 管理信息系统技术基础	324
9.2.3 管理信息系统的开发方法	326
9.2.4 矿山企业管理信息系统开发策略	330
9.2.5 矿山企业管理信息系统基本构成	333
9.3 矿山企业管理信息系统开发实现	334
9.3.1 系统规划	334
9.3.2 系统分析	335
9.3.3 系统设计	336
9.3.4 系统实施	337
9.3.5 系统运行维护及评价	338
9.3.6 矿山企业 MIS 典型案例——生产调度日报管理	339
9.4 矿山企业的决策支持系统 (DSS)	347
9.4.1 DSS 的定义与特征	347
9.4.2 DSS 的结构	347
9.4.3 人机交互系统	348
9.4.4 数据库系统	349
9.4.5 模型库系统	350
9.5 矿山企业管理中的数据仓库与商业智能	351
9.5.1 数据仓库定义及特征	351
9.5.2 数据仓库中的基本概念	352
9.5.3 数据仓库的开发方法与模型设计	353

9.5.4	商业智能的发展与定义	355
9.5.5	商业智能的基本步骤与数据流程	357
9.5.6	商业智能的应用及主要产品	358
9.6	数字矿山	360
9.6.1	数字矿山的内涵与特征	360
9.6.2	数字矿山的整体结构	361
9.6.3	数字矿山的功能体系概述	362
9.7	矿业大数据	364
9.7.1	大数据的概念与特点	364
9.7.2	大数据的处理流程	365
9.7.3	大数据相关技术	366
9.7.4	矿业大数据	367
	习题与思考题	368
	参考文献	370

1 绪 论

本章学习重点:

- (1) 矿产资源开发的四个阶段;
- (2) 矿山企业的生产经营特点;
- (3) 矿山企业管理的主要内容和本书的论述重点。

本章关键词:

企业管理; 矿产资源; 金属矿山; 露天开采; 地下开采; 矿物加工; 生产过程; 组织机构。

1.1 矿产资源开发过程简介

矿产资源是指各种成矿物质在地质作用下形成的赋存于地壳内或地表的具有开发利用价值的自然富集物, 包括能源矿产、金属矿产和非金属矿产。按其在天然条件下的物理状态可分为固体矿产(如煤、铁矿、大理岩等)、液态矿产(如石油、矿泉水等)和气态矿产(如天然气等)。

矿山企业是指以矿产的开采、加工和经营为主的企业, 按照开采对象不同, 一般分为石油和天然气开采业、煤炭开采业、金属矿开采业和其他矿开采业四大类。在金属矿开采业中, 按照企业生产链的延伸情况, 分为采、选、冶联合企业(产品为金属), 采、选联合企业(产品为精矿)和只进行采矿的企业(产品为矿石), 其中采选联合较多。本书讨论的矿山企业管理的内容主要涉及金属矿开采。

矿产开发一般分为四个阶段, 即矿产普查与勘探阶段、可行性研究阶段、矿山设计与建设阶段和矿山生产阶段。

1.1.1 矿产普查与勘探阶段

对给定勘察范围内的矿产资源进行发现、认识、研究和评价, 确定是否适合工业开发利用。对适于工业开发的矿床, 查明矿床的规模和空间分布, 研究矿石的矿物组分、品位和性质, 计算矿产储量, 阐明矿床的开采技术条件, 水文地质条件和矿区地理、经济与环境条件, 对矿床做出地质评价和经济评价, 为矿山建设与生产提供各项必需的技术经济资料。

在矿产普查与勘探阶段, 根据工作需要, 一般均要在勘查范围内进行一系列的地质、地球物理和地球化学工作, 并应用钻探和其他勘探工程对矿体进行圈定。矿产普查与勘探

工作在经济上的特点是投资大、风险高、周期长。从矿产普查到完成对一个有工业开发价值矿床的勘探，一般要经历数年乃至十几年时间。为了有效进行勘察和降低风险，减少投资失误，把矿产普查与勘探过程划分为若干相互衔接、先后有序的工作阶段，即普查、详查和勘探三个阶段，每完成一个工作阶段都要进行评价，在此基础上对是否继续进入下一个工作阶段做出决策。

矿产普查与勘探作为矿业生产的一个独立阶段，处于矿业生产过程的最前端，为矿山企业的生产建设提供必要的资料。但在矿山企业建成投产后，矿产普查和勘探工作并未结束，而是存在于矿山基建、生产到闭坑的全部过程。其主要任务是进行生产勘探，在矿床边缘、深部和外围找矿，扩大资源，增加储量；对矿产资源的开发利用进行监督和管理；开展矿区工程地质、水文地质和环境地质的工作，为矿山持续、正常和安全生产提供地质服务。生产矿山的矿产普查和勘探工作将在本书第2章中予以介绍。

1.1.2 矿产可行性研究阶段

根据已获得的矿产储量和矿区地质、技术与经济资料，对拟进行的矿产开发建设项目，从技术、经济等各个方面进行研究，确定该项目的可行性，为投资决策提供科学依据。矿产开发可行性研究一般包括以下各项内容：

(1) 矿产资源可靠性核验。对矿产储量和有关资料进行检验，研究其是否可作为进行设计和生产建设的依据。必要时，需进行现场勘察或补充勘察工作。

(2) 建设条件可行性。研究拟建项目的内外部建设条件，诸如地形、工程地质、水文地质等状况，以及厂址、道路、供水、供电、外部运输等条件。

(3) 技术可行性。研究矿床开采和矿石加工利用在技术上的可行性，包括矿床开采工艺和设备、选矿方法和流程，以及开采顺序、生产规模、资源综合利用等。一般要进行矿石物理力学性质研究和矿石可选性实验。

(4) 经济可行性。在拟定矿床采选工艺、技术装备和生产规模的基础上，计算投资、成本、利润和各项经济效益指标，分析和评价该项目在经济上的可行性。

(5) 市场可行性。对拟建项目矿产品现有市场供需状况进行调查分析，预测该矿产品未来市场的供需形势，分析本项目产品竞争能力，对产品流向和销售前景进行预测等。

(6) 环境可行性。研究本项目对环境的影响，分析矿业生产中排放的污染物种类、性质、危害性，计算排出量，根据环保法规要求，制定相应的防治措施。露天矿山要研究和提出复垦方案，地下矿山要研究预防和整治地表塌陷的措施，估算环境整治所需的费用。

综合上述研究结果，对拟进行的矿产开发项目是否可行做出结论，并提出可行性研究报告。

可行性研究是矿业生产全过程中，从对矿产资源的认识到进入实际开发的关键一环。鉴于矿山生产对象（矿床及其地质环境）的不确定性和复杂性，以及建设周期长、生产环节多等特点，做好可行性研究尤为重要。

1.1.3 矿山设计与建设阶段

矿山设计一般包括初步设计和施工图设计。对于个别技术上特别复杂的大型矿山，根据需要可分为初步设计、技术设计和施工图设计三个阶段。

初步设计是项目决策后根据可行性研究报告所做的具体施工方案, 一般包括矿山规模、总体布局、开拓系统、采矿方法、选矿流程、矿山机电、安全环保、综合利用和经济效益等部分。设计深度应满足项目投资招标、材料设备订货、土地征用和施工准备等要求。

施工图设计是根据初步设计和要求绘制有关的施工图, 作为施工依据, 主要包括矿山构筑物和建筑物的结构详图、设备及井巷安装图、井巷及其连接处的结构与支护详图等。

矿山建设就是按照矿山设计进行施工, 以形成矿山生产所必需的各种系统, 并达到设计中规定的矿山综合生产能力要求和各项技术标准。开采固体矿产的矿山建设, 主要包括矿山工程、土建工程和建筑安装工程。矿山工程包括露天矿山的剥离、掘沟工程, 地下矿山的井巷、硐室工程等。

1.1.4 矿山生产阶段

矿山生产阶段是矿产开发过程中产出商品并取得效益的阶段, 在此之前所发生的各种费用(地勘投入、基建投资等), 只有通过矿产品的生产和销售才能回收, 并获得矿产开发的利润。

矿山生产时间(服务年限)的长短, 因矿产资源储量大小和生产规模的不同而不同, 少则数年, 多则上百年。大型矿床的开发一般都是分期进行, 在矿床开采期间会多次进行扩建和技术改造, 并随着矿床开采条件的变化和矿产品价格的升降, 及时调整生产规模和矿石工业指标等生产经营参数。

由于矿产资源的耗竭性, 随着矿业生产的进行, 开采范围内的矿产资源逐渐减少以致枯竭, 最终矿山生产完全结束进而闭坑。

矿山生产阶段的企业管理问题是本书讨论的主要内容。

1.2 金属矿山开采过程与特点

1.2.1 金属矿山露天开采过程

矿床露天开采是用一定的采掘与运输设备, 在敞露的空间从地表开始进行的开采作业。为了采出矿石, 需将矿体周围及其上覆岩土剥离, 通过露天道路或地下井巷运到卸载点。露天开采是一个松碎、搬移岩土及采出矿石的生产过程。松碎、搬移岩土的过程称为剥离, 开采矿石的过程称为采矿。

露天开采的目的是从地面把地壳中的有用矿物提取出来。为此, 按照露天开采方式, 把矿石从地壳中提取出来的开采结构及其配套工程, 称为露天开采工程。

用矿山设备进行露天开采的场所, 称为露体采场或露天矿场。从事露天采矿的企业称为露天矿。

根据采矿作业情况, 露天矿分为山坡露天矿和深凹露天矿。封闭圈以上称为山坡露天矿, 以下称为深凹露天矿。

露天开采时, 通常把矿岩划分成一定厚度的水平分层, 自上而下逐层开采, 并保持一定的超前关系, 这些分层称为台阶或阶段。台阶的命名, 通常是以开采该台阶的下部平盘

的标高表示,因为装运设备都在该水平上。台阶是露天采场的基本构成要素,是进行独立采剥作业的单元体。进行采矿和剥岩作业的台阶称为工作台阶,暂不作业的台阶称为非工作台阶。

开采时将工作台阶划分成若干个具有一定宽度的条带逐次顺序开采,称为采掘带。采掘带长度可为台阶全长或其一部分,如果采掘带足够长且有必要,可沿全长划分若干个区段,各配备采掘设备进行开采,称为采区。在采区中,把矿岩从整体或爆堆中挖掘出来的场所称为工作面。

露天采场是由各种台阶组成的。根据组成采场边帮台阶的性质,将采场边帮分为工作帮和非工作帮。工作帮是指由工作台阶或将要进行作业的台阶组成的采场边帮。工作帮的位置是不固定的,随开采工作的进行不断变化。非工作帮指由非工作平台组成的采场边帮。当非工作帮位于采场最终境界时称为最终边帮或最终边坡。位于矿体下盘一侧的边帮称为底帮,位于矿体上盘一侧的边帮称为顶帮,位于矿体两端的边帮称为边帮。

通过非工作帮最上一个台阶的坡顶线和最下一个台阶的坡底线所做的假想斜面称为非工作帮坡面。非工作帮坡面位于最终境界时称为最终帮坡面。最终帮坡面与水平面的夹角称为最终帮坡角或最终坡面角。

通过工作帮最上一个台阶的坡顶线和最下一个台阶的坡底线所做的假想斜面称为工作帮坡面。工作帮坡面与水平面的夹角称为工作帮坡角。工作帮的水平部分称为工作平盘,它是用来安置设备进行穿爆、采装和运输工作的场地。

最终帮坡面与地面的交线称为露天采场的上部最终境界线,最终帮坡面与采场底平面的交线称为露天采场的下部最终境界线。上部最终境界线所在水平面与下部最终境界线所在水平面的垂直距离为露天采场的最终深度。

非工作帮上的平台按其用途可分为安全平台、运输平台和清扫平台。

在露天矿场,为了采出矿石,一般需要剥离一定数量的岩石。剥离的岩石量与采出矿石量之比称为剥采比,其单位可用 t/m^3 表示。

露天矿生产工艺主要包括穿孔、爆破、采装及运输排岩4个环节。

(1) 穿孔。穿孔工作是金属矿山露天开采的第一个工序,其目的是为随后的爆破工作提供装放炸药的炮孔。

露天开采使用的穿孔设备主要有牙轮钻机、潜孔钻机等。牙轮钻机以钻孔孔径大、穿孔效率高等优点成为大、中型露天矿目前普遍采用的穿孔设备。

牙轮钻机是一种回转式钻机,穿孔时利用回转机构带动钻机回转,钻机的推压机构向钻具施加很大的轴压力,孔底岩石在这种动压和静压的作用下破碎。在回转破碎岩石的过程中,用压缩空气把钻孔中的岩渣吹出,从而形成钻孔。

(2) 露天矿爆破。在露天矿建设和生产期间,爆破作业是主要工作环节之一,爆破效果好坏,对于装载、运输及破碎工作的效率有着重大影响。矿山爆破费用一般占矿石成本的10%~20%,因此,爆破效果的好坏,直接影响着矿山开采成本。

露天矿的爆破方法主要有:深孔爆破、浅眼爆破和硐室爆破,在生产中大量使用的是深孔爆破。浅眼爆破主要用于小型矿山、平台的局部采掘以及二次破碎作业,硐室爆破主要用于个别孤立台阶的处理和矿山建设期间的大爆破。

露天矿生产爆破主要有掘沟爆破、台阶爆破、靠帮爆破等。根据条件可以采用单排或

多排孔爆破,也可以采用微差或预裂爆破。近年来,随着高精度微差雷管的研发使用,多排逐孔微差起爆技术逐步得到广泛应用,取得了很好的效果。

(3) 采装。采装工作是露天矿开采过程的中心环节,通常使用装载机械将矿岩从实体或爆堆中挖取,装入运输容器内或直接倒卸至另一地点。

现代大型露天矿山使用的装载设备主要有电铲、液压挖掘机和轮式装载机3种。电铲一直是大型露天矿山的主导装载设备,但挖掘机和轮式装载机具有重量轻、机动灵活、作业率高、投资少、设备更新快、易于实现无级调速和自动控制等特点。随着近代挖掘机和轮式装载机制造技术的进步,以及大斗容轮式装载机和液压挖掘机的推出,这两种装载设备已经开始进入大型露天矿山。

(4) 运输与排岩。露天矿运输主要是把露天采矿场的矿石和岩石分别运至选矿厂和排土场,同时也要把生产用材料和设备运至采矿场。运输设备和运输方式的选择是决定大型露天矿山生产组织的关键环节,设备、道路和组织调度是运输生产的关键因素。

根据矿山的开采环境、采掘深度等,露天矿山的运输方式主要有:汽车运输、铁路运输、胶带运输机运输等多种形式。

汽车运输机动灵活,特别适合需要均衡配矿和多点作业的矿山。汽车还具有爬坡能力大、转弯半径小的优点,是现代露天矿的主要运输方式。

1.2.2 金属矿山地下开采过程

金属矿床地下开采分为开拓、采准、切割、回采4个步骤。

(1) 矿床开拓。从地表掘进一系列巷道通达矿体,以便把地下将要采出的矿石运至地面,同时把新鲜空气送入地下,并把地下污浊的空气排出地表,把矿坑水排出地表,把人员、材料、设备等送入地下和运出地表,形成一个完整的提升、运输、通风、排水以及供风、供水、供电系统,为进行下一个步骤——采准和回采工作创造必要的条件,称为矿床开拓。为此目的而掘进的巷道,称为开拓巷道。

矿床开拓方法可大致分为单一开拓和联合开拓两大类。单一开拓方法主要有平硐开拓、斜井开拓、竖井开拓和斜坡道开拓。根据地形和矿体赋存条件,有时需用上述开拓方法中的两种组合起来开拓一个或几个矿体,称为联合开拓法。

(2) 矿块采准。采准是指在已经开拓完毕的矿床里掘进采准巷道,将阶段划分成矿块作为回采的独立单元,并在矿块内形成行人、凿岩、放矿、通风等条件。

(3) 切割工作。切割工作是指在已采准完毕的矿块里,为大规模回采矿石开辟自由面和自由空间(拉底或切割),有的还要把漏斗颈扩大成漏斗形状(称为辟漏),为以后大规模采矿创造良好的爆破和放矿条件。有的采矿方法的切割工作和大量采矿同时进行。

(4) 回采工作。切割工作完成之后,就可以进行大量的采矿,称为回采工作。它包括落矿、矿石运搬和采场地压管理三项主要作业。

落矿是以切割空间为自由面,借助凿岩爆破方法来崩落矿石。一般根据矿床的赋存条件和所采用的采矿方法,选择浅孔、中深孔、深孔或硐室等落矿方法。

矿石运搬是指在矿块内把崩下的矿石运搬到阶段运输巷道并装入矿车。这项作业通常用机械设备来实现,少数情况如急倾斜薄矿脉等,可以靠重力实现。出矿(运搬)设备经历了人工、电耙、装运机到铲运机的变化。铲运机具有运搬距离远、出矿能力大、方便灵