

JINSHU KUANGCHUANG  
LUTIAN YU DIXIA KAICAI

# 金属矿床 露天与地下开采

王家臣 王炳文 编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

JINSHU KUANGCHUANG LUTIAN YU DIXIA KAICAI

**JINSHU KUANGCHUANG**

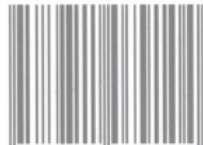
**LUTIAN YU DIXIA KAICAI**

China University of Mining and Technology Press

责任编辑 姜志方 封面设计 肖新生



ISBN 978-7-81107-910-4



9 787811 079104 >

定价: 45.00 元

# 金属矿床露天与地下开采

王家臣 王炳文 编

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书主要是根据煤炭院校采矿工程专业的教学计划需要而编写的一本本科生教材,由于学时少、内容多等原因,教材主要介绍一些基本原理、基本方法和基本技术等,但从总体上涵盖了固体矿床露天开采、金属矿床地下开采的基本教学内容。主要内容有矿岩破碎工作、采装工作、露天矿运输工作、排岩工作、露天开采境界、矿床露天开拓、露天矿生产能力与采掘进度计划、露天矿边坡稳定与控制、金属矿床地下开拓与回采工作、地下开采方法选择及其适用条件、矿柱回收与空区处理等。

为了适应现代科学技术发展的需要,本书的结构和内容较以往教材有较大的调整和更新,以反映本学科技术发展动态和较为成熟的科技成果。

本书除了作为采矿工程和矿物资源工程专业本科生的教材外,还可作为从事矿物资源开发的工程技术人员、研究人员、管理人员和相关专业师生的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

金属矿床露天与地下开采/王家臣,王炳文编. —徐州:  
中国矿业大学出版社,2008.2  
ISBN 978-7 81107-910-4

I. 金… II. ①王…②王… III. 金属矿开采:地下开采—  
高等学校—教材 IV. TD853

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 023605 号

书 名 金属矿床露天与地下开采  
编 者 王家臣 王炳文  
责任编辑 姜志方  
责任校对 杜锦芝  
出版发行 中国矿业大学出版社  
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com  
排 版 中国矿业大学出版社排版中心  
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司  
经 销 新华书店  
开 本 787×1 092 1/16 印张 23.25 字数 580 千字  
版次印次 2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷  
定 价 45.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

## 前 言

本书是中国矿业大学(北京校区)在多年《金属矿床露天与地下开采》课程教学的基础上,根据近年来教学改革需要和教改实践经验而编写的,目的在于促进采矿学科的发展,拓宽煤炭院校采矿工程专业的知识面和增强培养人才的适应能力。

全书共分两篇十七章。第一篇主要阐述了固体矿床露天开采程序与工艺、开采境界和生产能力确定、生产计划编制以及露天矿山边坡稳定分析与控制等内容。第二篇主要阐述了金属矿床地下开拓方法、回采工艺过程和常用采矿方法。

与现有同类教材相比,本教材具有以下特色:

① 针对性。针对煤炭院校本科生采矿教学的特点,适当补充固体矿床露天开采与金属矿床地下开采的有关内容;

② 实用性。在原有教材的基础上,补充了爆破作用机理、矿山公路线路设计等内容,目的是使学生能在较高的层次上以较宽的视野理解采矿学科;

③ 先进性。力求反映近年来矿业领域较为成型的新概念、新成果、新方法,如胶结充填采矿新技术等。

全书第一篇矿床露天开采主要由王家臣编写(其中第一篇第2章第3节炸药与岩石爆破由王炳文编写),第二篇金属矿床地下开采由王炳文编写,最终由王家臣定稿。

本书的编写与出版得到了中国矿业大学(北京校区)教材建设项目资助;书中引用了兄弟院校、科研单位、矿山企业所发表和出版的教材、文献、设计手册等的一些内容,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中难免存有不妥之处,真诚希望读者提出改进意见,以便再版时能及时补充与修正。

编 者

2007.12

# 目 录

## 第一篇 矿床露天开采

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 1 矿床露天开采概论 .....        | (3)   |
| 1.1 露天开采的地位和特点 .....    | (3)   |
| 1.2 露天开采的基本概念 .....     | (6)   |
| 1.3 露天矿建设程序和开采步骤 .....  | (8)   |
| 2 矿岩松碎工作 .....          | (10)  |
| 2.1 概述 .....            | (10)  |
| 2.2 穿孔工作 .....          | (10)  |
| 2.3 炸药与岩石爆破 .....       | (15)  |
| 2.4 爆破工作 .....          | (31)  |
| 3 采装工作 .....            | (41)  |
| 3.1 露天矿常用采装设备 .....     | (41)  |
| 3.2 单斗挖掘机采装作业 .....     | (45)  |
| 3.3 前装机、铲运机和推土机采装 ..... | (51)  |
| 4 露天矿运输 .....           | (55)  |
| 4.1 概述 .....            | (55)  |
| 4.2 矿用自卸汽车运输 .....      | (56)  |
| 4.3 铁路运输 .....          | (73)  |
| 4.4 带式运输机运输 .....       | (76)  |
| 4.5 联合运输 .....          | (79)  |
| 5 排岩工作 .....            | (84)  |
| 5.1 概述 .....            | (84)  |
| 5.2 排岩工艺 .....          | (85)  |
| 5.3 废石场建设与安全 .....      | (89)  |
| 6 露天开采境界 .....          | (93)  |
| 6.1 概述 .....            | (93)  |
| 6.2 确定经济合理剥采比的方法 .....  | (96)  |
| 6.3 境界剥采比的计算方法 .....    | (100) |

|     |                         |       |
|-----|-------------------------|-------|
| 6.4 | 确定露天矿开采境界的原则 .....      | (101) |
| 6.5 | 确定露天开采境界的方法和步骤 .....    | (103) |
| 7   | 矿床露天开拓 .....            | (109) |
| 7.1 | 概述 .....                | (109) |
| 7.2 | 开拓方法 .....              | (109) |
| 7.3 | 开拓方法选择 .....            | (117) |
| 7.4 | 深凹采场开拓方式特点及选择 .....     | (119) |
| 7.5 | 开拓工程发展程序 .....          | (121) |
| 8   | 露天矿生产能力与采掘进度计划 .....    | (126) |
| 8.1 | 露天矿生产能力 .....           | (126) |
| 8.2 | 露天矿生产剥采比 .....          | (130) |
| 8.3 | 露天矿山采掘进度计划的编制 .....     | (136) |
| 9   | 露天矿边坡稳定分析与控制 .....      | (143) |
| 9.1 | 概述 .....                | (143) |
| 9.2 | 露天矿边坡常见的破坏类型 .....      | (144) |
| 9.3 | 露天矿边坡工程分析的主要内容与程序 ..... | (146) |
| 9.4 | 边坡稳定计算 .....            | (149) |
| 9.5 | 露天矿边坡的治理 .....          | (154) |

## 第二篇 金属矿床地下开采

|      |                   |       |
|------|-------------------|-------|
| 10   | 金属矿床地下开采总论 .....  | (159) |
| 10.1 | 金属矿床的工业特征 .....   | (160) |
| 10.2 | 回采单元划分与开采顺序 ..... | (165) |
| 10.3 | 矿床开采步骤与三级矿量 ..... | (170) |
| 10.4 | 矿石损失与贫化 .....     | (172) |
| 11   | 矿床开拓 .....        | (175) |
| 11.1 | 矿床开拓方法 .....      | (175) |
| 11.2 | 主要开拓巷道 .....      | (185) |
| 11.3 | 辅助开拓巷道 .....      | (192) |
| 11.4 | 矿床开拓方案的选择 .....   | (210) |
| 12   | 回采工作主要过程 .....    | (215) |
| 12.1 | 概述 .....          | (215) |
| 12.2 | 落矿 .....          | (215) |
| 12.3 | 矿石运搬 .....        | (223) |
| 12.4 | 采场地压管理 .....      | (236) |
| 12.5 | 回采的工艺循环及图表 .....  | (246) |
| 13   | 采矿方法分类与选择 .....   | (248) |
| 13.1 | 采矿方法分类 .....      | (248) |

|      |           |       |
|------|-----------|-------|
| 13.2 | 采矿方法选择    | (251) |
| 14   | 空场采矿法     | (257) |
| 14.1 | 概述        | (257) |
| 14.2 | 全面采矿法     | (257) |
| 14.3 | 房柱采矿法     | (259) |
| 14.4 | 留矿采矿法     | (261) |
| 14.5 | 分段矿房法     | (265) |
| 14.6 | 阶段矿房法     | (267) |
| 15   | 崩落采矿法     | (274) |
| 15.1 | 概述        | (274) |
| 15.2 | 单层崩落法     | (274) |
| 15.3 | 分层崩落法     | (278) |
| 15.4 | 有底柱分段崩落法  | (280) |
| 15.5 | 无底柱分段崩落法  | (291) |
| 15.6 | 阶段崩落法     | (304) |
| 16   | 充填采矿法     | (312) |
| 16.1 | 概述        | (312) |
| 16.2 | 单层充填采矿法   | (313) |
| 16.3 | 上向水平分层充填法 | (315) |
| 16.4 | 下向分层充填采矿法 | (324) |
| 16.5 | 分采充填采矿法   | (331) |
| 16.6 | 分段充填法     | (335) |
| 16.7 | 充填料的制备与输送 | (339) |
| 17   | 矿柱回采与空区处理 | (351) |
| 17.1 | 矿柱回采概述    | (351) |
| 17.2 | 敞空矿房的矿柱回采 | (353) |
| 17.3 | 充填矿房的矿柱回采 | (355) |
| 17.4 | 空区处理      | (359) |
|      | 参考文献      | (363) |



# 第一篇

## 矿床露天开采



# 1 矿床露天开采概论

**本章提要:**介绍了露天开采在固体矿床开采中所占有的重要地位,在生产能力、安全开采、机械化程度等方面的优点以及在环境破坏等方面的缺点。给出了露天开采的基本概念以及常用的术语,露天矿建设的基本程序和开采步骤。

## 1.1 露天开采的地位和特点

矿产资源是指在各种地质作用下形成并赋存于地壳内的能被国民经济所利用的矿物资源。矿产资源具有不可再生性、赋存差异性、资源相对性、经济效用性等基本特征。根据矿产资源在地壳中富集的物质形态不同,可分为气态矿产(如天然气)、液态矿产(如石油)和固态矿产(如煤炭、金属矿石、非金属矿石)三大类。

### 1.1.1 固态矿产矿床开采方式

将地壳中可利用的矿物资源开采出来并运输到矿物加工地点或使用地点的行为、过程或工作,称为采矿。根据矿床开采的空间位置、开采工艺的不同,固态矿产矿床的开采方式可分为露天开采、地下开采、海洋开采和特殊开采四大类,如图 1-1 所示。

固态矿产矿床露天开采是利用露天坑道和一定的采掘运输设备,在敞露的空间里从地表开始进行矿体开采作业。为了采出矿石,需要将矿体周围及其上部覆盖岩土剥离,通过露天道路或地下井巷将矿石和岩土运至地表的卸载地点。因此,露天开采又是指松碎、搬移岩土及采出矿石的总称。松碎、搬移岩土的生产过程称为剥离,开采矿石的生产过程称为采矿。

### 1.1.2 露天开采的地位

20 世纪 50 年代以来,国内外的露天开采得到了迅速发展,已经成为固态矿产矿床开采的主要方法。目前,全世界每年约三分之二的固体矿物产量是通过露天开采方式获得的。在金属、化工、建材等矿产资源开发方面,露天开采占据主导地位(表 1-1)。20 世纪 90 年代中期,我国露天开采的有用矿物占开采总量的比重如表 1-2 所示。总的来说,露天采矿仍是当前矿业开采的主要发展方向之一。在适宜的条件下,各国都优先发展露天开采,预计未来相当长的时期内,露天开采所占比重还会有所增加。

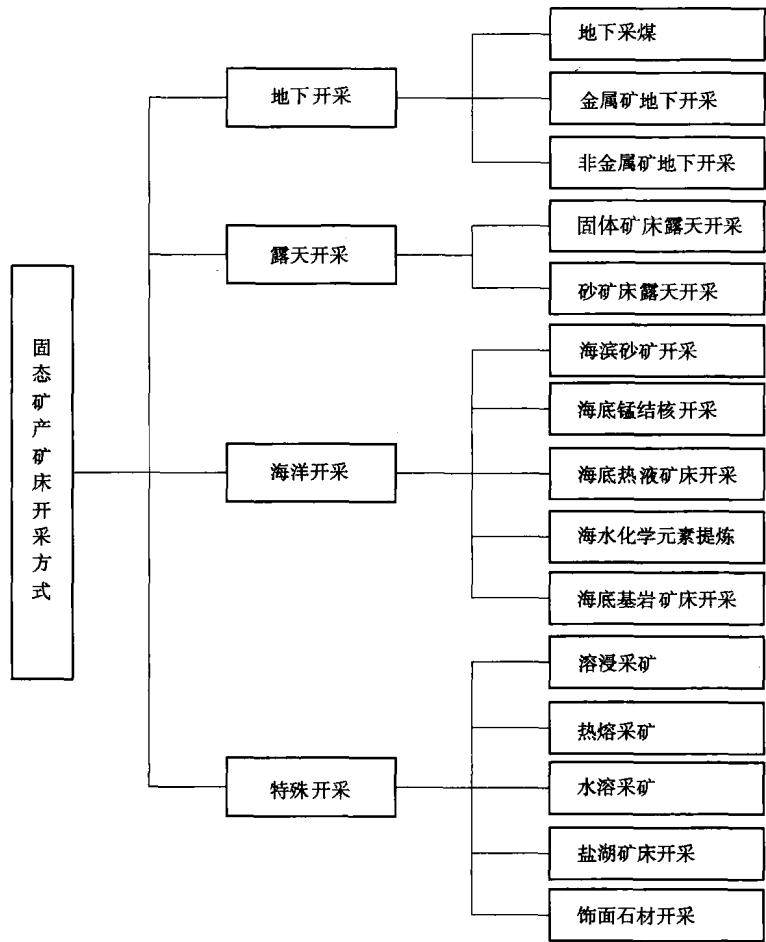


图 1-1 固态矿产矿床开采方式

表 1-1 各类矿物资源露天开采所占比重

| 矿石种类 | 磁铁矿 | 褐铁矿 | 锰矿 | 铜矿 | 铝土矿 | 镍矿 | 铀矿 | 磷酸盐矿 | 石棉矿 | 建筑材料 | 其他 |
|------|-----|-----|----|----|-----|----|----|------|-----|------|----|
| 比重/% | 78  | 84  | 86 | 90 | 91  | 45 | 30 | 87.6 | 75  | 100  | 40 |

表 1-2 我国露天开采所占比重

| 矿石种类 | 铁矿石 | 有色金属 | 化工原料 | 建筑材料 | 黑色冶金辅助原料 | 煤炭  |
|------|-----|------|------|------|----------|-----|
| 比重/% | 86  | 50   | 70   | 100  | 90       | 6~7 |

在煤炭开采方面,美国、澳大利亚、印度等国的煤炭产量中有 60%以上来自于露天开采(表 1-3)。相对而言,我国露天采煤所占比重较低(6%~7%),这与我国煤炭资源的赋存条件有关。近年来,我国煤炭行业的开采技术与装备水平有了长足的发展,其中露天开采在技术装备方面的发展更是日新月异,一批世界级的现代化露天煤矿,如山西平朔的安太堡露天煤矿、内蒙古的霍林河露天煤矿、准格尔的黑岱沟露天煤矿、哈尔乌素露天煤矿、胜利露天煤矿等,已经投产或正在建设中。预计在 2010 年,我国煤炭露天开采量将达到 2 亿 t。

表 1-3 1996 年世界主要露天采煤国的露天矿产量

| 国 家     | 美 国    | 印 度    | 德 国    | 澳大利亚   | 俄罗斯  | 全世界 |
|---------|--------|--------|--------|--------|------|-----|
| 煤产量/万 t | 58 530 | 23 960 | 18 720 | 16 980 | —    | —   |
| 所占比重/%  | 61.0   | 75.0   | 79.6   | 73.8   | 60.9 | 40  |

### 1.1.3 露天开采的特点

与地下开采相比,露天开采具有如下特点。

#### 1.1.3.1 露天开采的优点

##### (1) 矿山开采强度高,生产规模大

近年来,大型露天矿山的矿石产量和产量份额均呈上升趋势,生产规模正向大型化发展,一批生产能力为 $(1\ 000\sim3\ 000)\times$ 万 t 的大型或特大型露天矿山相继出现。美国、俄罗斯、哈萨克斯坦等国已建成年产量达 5 000 万~7 000 万 t 的露天煤矿,而年产量 2 000 万 t 以上的露天煤矿则遍及美、俄、澳、波、捷、印等国。

我国近年来也建成了多座 1 000 万吨级的大型露天矿,如内蒙古的黑岱沟露天煤矿、山西安太堡露天煤矿、江西德兴露天铜矿、辽宁鞍钢齐大山露天铁矿、辽宁本钢南芬露天铁矿、首钢水厂露天铁矿、内蒙古包钢白云鄂博露天铁矿等。这些矿山通过采用相应的大型设备,合理的开采工艺,提高生产管理水平和技术操作水平,可望使矿石的生产能力达到 2 000 万吨级的水平。

##### (2) 机械化程度高

露天开采不受作业空间限制,能够应用大型采、装、运设备,机械化程度和自动化水平较地下矿山高。目前,大中型露天矿山的机械化程度已达到 100%,并且正朝着设备大型化和自动化方向发展,大大提高了劳动生产率。2000 年霍林河南露天煤矿原煤全员劳动生产率 23.03 t/工,平朔安太堡露天煤矿达 31.37 t/工,而以综采技术为主的矿井全员劳动生产率一般为 8~10 t/工。

##### (3) 安全和劳动条件好

露天开采不受有害气体与顶板冒落等灾害的威胁,因而安全条件和作业条件好,劳动强度低。美国、澳大利亚、印度等国煤矿事故死亡率低的一个重要原因就是这些国家露天煤矿产量所占比重较大。2000 年,美国露天煤矿产量的比重为 64%,澳大利亚和印度约占 3/4。

##### (4) 矿石损失贫化小

露天开采的资源回收率高达 90%以上,损失率和贫化率不超过 3%~5%。露天采煤的回采率一般比地下采煤高 15%。

##### (5) 开采成本低

以金属露天矿的成本为例,露天开采的成本仅为地下开采成本的 1/2~1/3,因而有利于大规模开采低品位矿石。

##### (6) 基建期短

从国内外金属矿山建设情况来看,一般年产 $(1\ 000\sim1\ 500)$ 万 t 的露天矿可在 3~4 a 内建成,而建设同样规模的地下矿山,其基建时间约比露天矿长一倍左右。

### 1.1.3.2 露天开采的缺点

#### (1) 污染与破坏环境

露天开采后留下赤裸裸的大矿坑,直接破坏了地表植被。开采过程中,穿爆、采装、运输、排卸等作业产生大量的粉尘和汽车废气,废石场的有害成分在雨水作用下流入江河湖泊和农田等,这些都将污染大气、水域和土壤,危及人民身体健康,影响农作物与动植物的生长,破坏生态环境。

#### (2) 占用大量土地

露天开采的矿坑以及排弃的大量剥离物均要占用大片土地,一个露天开采的矿区占用的土地可达几十平方千米。若不及时进行土地恢复,将在一定程度上影响生态平衡。

#### (3) 受气候条件影响大

暴雨、大风、严寒、酷暑等对露天开采均有一定程度的影响。

#### (4) 对矿床埋藏条件要求严格,合理的开采深度较浅

虽然露天开采在经济和技术上具有很大的优越性,但它不能取代地下开采。当开采技术条件一定时,随着露天开采深度增加,岩石剥离量迅速增大。当达到一定深度后继续采用露天开采,在经济上已不再合理,这种情况下就应转入地下开采。随着地下开采技术的进步,地下开采的生产能力和作业条件也正在逐步改善和提高。

## 1.2 露天开采的基本概念

### 1.2.1 露天采场和封闭圈

露天开采的目的是从地面把地壳中的有用矿物开采出来。为此,按一定工艺过程,把矿石从矿床中开采出来的全部工作,统称为露天矿山工程。

用矿山设备进行露天开采的场所,称为露天采场或露天矿场,它包括露天开采形成的采坑、台阶和露天沟道(如图 1-2 所示)。从事露天开采的企业称为露天矿。

根据矿床埋藏的地形条件,露天矿可分为山坡露天矿和凹陷露天矿,它们是以封闭圈为限进行划分的。封闭圈是指露天采场最上部境界在同一标高上的台阶所形成的闭合曲线。在地表封闭圈以上的山坡部分进行露天开采的场所称为山坡露天矿;在地表封闭圈以下的则称为凹陷露天矿。

### 1.2.2 台阶与采掘带

露天开采时,通常将露天采场内的矿岩按一定的厚度划分为若干个水平分层,自上而下逐层开采,并保持一定的超前关系,这些阶梯状的分层称为台阶。台阶是露天采场的基本构成要素之一,台阶的基本要素见图 1-3。

台阶在露天采场中的位置通常用其下部平盘的水平标高表示,这是因为装运设备主要在该水平上作业。图 1-3 中的 32 m 台阶也称为 32 m 水平,同时应注意到,32 m 台阶的下部平盘也是 20 m 台阶的上部平盘,即台阶的上、下部平盘是相对的。

台阶可分为工作台阶和非工作台阶。进行采矿和剥岩作业的台阶称为工作台阶,暂不进行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,



图 1-2 露天采场

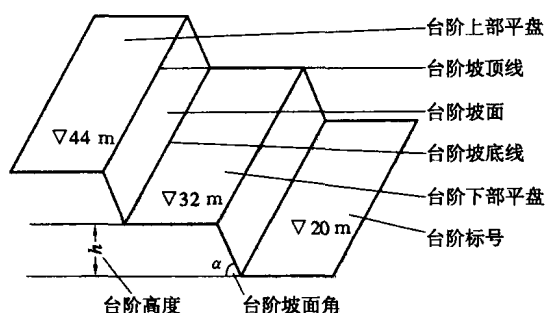


图 1-3 台阶的基本要素

逐条进行顺序开采,这些条带称为采掘带。采掘带长度可为台阶全长或为其中一部分。若采掘带长度足够且有必要时,可沿采掘带全长划分为若干区段,各自配备独立的采掘设备进行开采,这段区域称为采区。在采区中,进行矿岩采、装、运作业的区域,称为工作面,如图 1-4 所示。

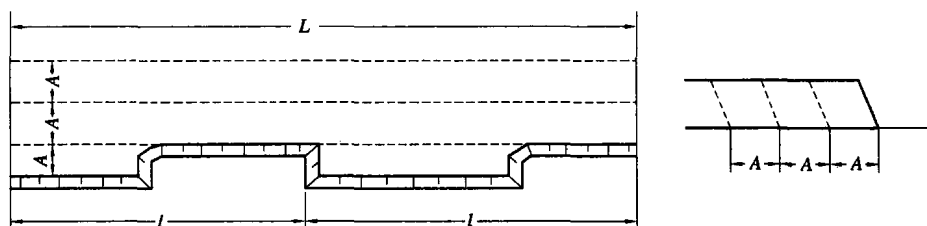


图 1-4 采掘带、采区、工作线

$L$  ——工作线长度;  $l$  ——采区长度;  $A$  ——采掘带宽度

已做好采掘准备,即配备采掘设备、形成运输线路和动力供应等的采区称为工作线。工作线分为台阶工作线(台阶上已做好采掘准备的采区长度之和)和露天矿工作线(各台阶的工作线之和)。

### 1.2.3 露天采场构成要素

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不同,可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,见图 1-5 中的  $DE$ 。工作帮的位置是不固定的,随开采工作的进行不断变化。

非工作帮是指由结束开采的台阶(即非工作台阶)组成的采场边帮,如图 1-5 中的  $AC$ 、 $BF$ 。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端帮。

通过非工作帮最上一台阶的坡顶线和最下一台阶的坡底线所作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或最终边坡面(如图 1-5 中的  $AG$ 、 $BH$ )。最终帮坡面与水平面的夹角称为最终帮坡角或最终边坡角(如图 1-5 中的  $\beta$ 、 $\gamma$ )。

通过工作帮最上一台阶的坡底线和最下一台阶坡底线所作的假想斜面称为工作帮坡面(如图 1-5 中的  $DE$ )。工作帮坡面与水平面的夹角称为工作帮坡角(如图 1-5 中的  $\varphi$ )。工

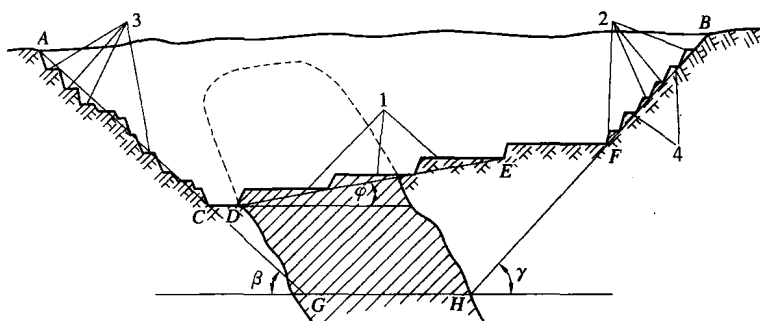


图 1-5 露天采场构成要素

1——工作平盘；2——安全平台；3——运输平台；4——清扫平台

作帮上进行采矿或剥离作业的平台称为工作平盘(如图 1-5 中的 1),它是进行穿孔爆破、采装、运输的场所。

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(图 1-5 中的 AB)。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或底部周界(图 1-5 中的 GH)。

#### 1.2.4 安全平台、运输平台和清扫平台

最终帮坡面上的平台按其用途不同可分为安全平台、运输平台和清扫平台。

安全平台(图 1-5 中的 2)设在最终边帮上,是用以缓冲和截阻滑落岩石以及减缓最终边坡角,保证最终边坡的稳定和下部水平的工作安全。安全平台的宽度一般为 3~5 m。由于爆破和岩体裂隙的影响,安全平台的宽度难以保证,为此常采用并段方式以加宽安全平台,如采用 7~10 m 宽的安全平台。

运输平台(图 1-5 中的 3)是工作平盘与地面之间的运输联系通道,其上铺设运输线路,具体布置的位置和宽度视开拓运输方式而定。

清扫平台(图 1-5 中的 4)用以阻截滑落的岩石并用清扫设备进行清理,又起减缓边坡角的作用。每隔 2~3 个安全平台应设一个清扫平台,其具体宽度视清扫设备而定,一般为 8~12 m。

露天开采中,除开采有用矿石外,还要剥离大量岩石或表土,剥离的岩土量与采出的矿石量之比称为剥采比,单位是 t/t 或  $\text{m}^3/\text{m}^3$ 。

### 1.3 露天矿建设程序和开采步骤

#### 1.3.1 露天矿建设程序

一座露天矿从计划建设到建成投产,少则需要 2~3 a,多则长达 7~8 a,其建设投资额可达数亿元,因此遵循科学合理的建设程序十分重要。设计部门获得相应的设计任务后,进行露天矿床开采设计,提交主管部门批准,然后进行露天矿的建设和生产。露天矿建设的一般程序如下:

(1) 地面准备。把外部交通、供水、供电等系统引入矿区,形成矿区内部的交通、供水、



供电系统。进行矿区的生产、生活、娱乐等设施建设。在进行开采的区域内清除和搬迁天然或人为的障碍物,如树木、村庄、厂房、道路、河流等。

(2) 矿区隔水与疏干。截断通过开采区域的河流或将其改道,疏干地下水,使水位低于要求的水平。

(3) 矿山基本建设工程。修筑道路,建立地面与开采水平的联系,进行基建剥离、揭露矿体,建立开采工作线,形成排土场(堆积废弃物的场地)和通往排土场的运输线路。

(4) 正常生产。在开辟了必要的采剥工作面,形成了一定的采矿能力后即可移交生产。一般再经过一段时间,才能达到设计生产能力,进行正常的开采生产。露天开采的主要生产过程包括矿岩松碎、采装、运输、排卸四个工艺环节。

(5) 矿山开采结束。在矿山开采过程中和结束后,都要对采矿场、排土场以及植被破坏的区域进行植被恢复或复土造田。开采结束后,企业将转产、搬迁或关闭。

露天矿的建设和生产是一项十分复杂的工程,土地的购置,村庄的搬迁,设备的采购、安装、调试,人员的培训,组织机构的建立等,涉及到生产和生活的多个方面,必须统筹安排。

露天矿进行较长时间的生产后,可能进行改建、扩建,以提高产量;或进行技术改造,运用新技术与装备,改进开采方案与设备配套等,此时需要进行改、扩建设计。

### 1.3.2 露天开采步骤

露天矿山开采通常包括四个基本步骤,或称主要生产环节。

(1) 矿岩松碎工作。用爆破或机械等方法将台阶上的矿岩松动破碎,为采掘设备提供有利的工作条件。对于采掘设备能直接从台阶上挖取的矿岩,不需要这一生产环节。

(2) 采装工作。用挖掘设备将台阶上松碎的矿岩装入运输设备,这是露天开采的核心环节。

(3) 运输工作。运用一定的运输设备,如汽车、机车、胶带运输机等,将采场的矿岩运送到指定地点。例如,将矿石运送到选矿厂或储矿场,将岩石运送到排土场。

(4) 排卸工作。包括矿石的卸载工作和岩石的排弃工作。

**本章小结:**露天开采在固体矿床开采中占有重要地位。露天开采具有生产能力大、安全性好、机械化程度高等优点,同时开采作业受气候条件影响大、破坏生态环境。露天开采是将采场内的矿岩按一定的厚度划分成若干个台阶,自上而下逐层开采,除开采矿石外还要剥离大量的岩土。露天采场是由各种台阶组成的,最终帮坡面上的平台按其用途不同可分为安全平台、运输平台和清扫平台。露天开采的基本步骤为矿岩松碎工作、采装工作、运输工作和排卸工作。

## 习 题

1. 试述露天开采的基本特点。
2. 简述露天采场的构成要素。
3. 解释封闭圈、台阶、采掘带、采区、工作线的概念。