

• 高等学校教学用书 •

采矿概论

主编 陈国山



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

高等学校教学用书

采 矿 概 论

主 编 陈国山

副主编 邢万芳 戚文革 李长权

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2008

内 容 提 要

本书是为非采矿专业编写的教材,是根据采矿专业的行业特点,参照相关专业的特点编写的,适用于选矿技术专业、矿井通风与环保专业、矿山机电专业、冶金技术专业、材料技术专业。

书中主要内容包括采矿基本知识、地下采矿主要工程、采矿生产工艺、常用采矿方法、平巷及硐室工程的施工方法、斜井及天井的施工方法、矿井通风方法、露天开采生产工艺、矿产资源的综合利用等。

图书在版编目(CIP)数据

采矿概论 / 陈国山主编. — 北京: 冶金工业出版社,
2008.1

高等学校教学用书

ISBN 978-7-5024-4417-4

I. 采… II. 陈… III. 矿山开采 — 高等学校 — 教材
IV. TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199123 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 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 马文欢 宋 良 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 白 迅 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4417-4

北京兴华印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2008 年 1 月第 1 版, 2008 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 12.75 印张; 336 千字; 193 页; 1—5000 册

28.00 元

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(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

科学技术的进步日新月异,学科间、专业间的交叉范围日益扩大,这使得采矿工业企业由生产技术型向管理技术型发展,因此,对与采矿专业相关的地质、测量、机电等专业的学生,要求其不仅要了解本专业的知识结构和知识体系,还要了解采矿专业矿床的开采方法、工艺和技术。

本书的编写力求做到内容系统化,不是简单地介绍采矿各学科的概念,而是依据采矿工程的特点和开采程序,使各方面的内容有机融合,在内容的选择上重点介绍基本知识和基本理论,重视新工艺和新设备的介绍。

本书是根据矿业工程类“十一五”教材编写规划编写的,重点介绍了地下开采的概念,地下开采的开拓、采准、切割、回采等生产工艺过程,地下矿山通风,常用采矿方法,以及露天开采的概念,露天开采的穿孔爆破、采装、运输、排土等生产工艺过程。此外,还有矿产资源综合利用、矿山安全与环境保护。

本书是为非采矿专业编写的了解性教材,是根据采矿专业的行业特点,参照相关专业的特点编写的,可作为选矿技术专业、矿井通风与环保专业、矿山机电专业、冶金技术专业、材料技术专业的概论性教材,也可供矿山工程技术人员参考使用。

参加本书编写的有吉林电子信息职业技术学院陈国山、戚文革、李长权、韩佩津,长春黄金研究院邢万芳,大栗子铁矿陈金奎、宋霁洪,夹皮沟黄金矿业公司金仲福。全书由陈国山任主编,邢万芳、戚文革、李长权任副主编。

在本书编写过程中,编者得到了许多同行、矿山工程技术人员的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于水平所限,书中有不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2007年8月

目 录

1 采矿基本知识	1
1.1 概述	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 矿石的种类	1
1.1.3 矿岩力学性质	2
1.2 金属矿床的工业特征	4
1.2.1 矿床的赋存要素	4
1.2.2 矿床的工业特征	6
1.3 金属矿开采的基本要求	7
1.3.1 概述	7
1.3.2 金属矿开采单元的划分	7
2 地下采矿工程	10
2.1 矿床开拓方法	10
2.1.1 竖井开拓法	10
2.1.2 斜井开拓法	12
2.1.3 平硐开拓法	14
2.1.4 斜坡道开拓法	15
2.1.5 联合开拓法	17
2.2 主要开拓巷道	19
2.2.1 各种主要开拓巷道的特点	19
2.2.2 主要开拓巷道类型选择因素	20
2.3 辅助开拓工程	21
2.3.1 副井硐	21
2.3.2 风井硐	22
2.3.3 阶段运输巷道	24
2.3.4 溜井	26
2.3.5 井底车场	27
2.3.6 硐室	32
2.4 地面辅助工程	35
2.4.1 生产设施	35
2.4.2 生活设施	35
2.4.3 地面管线	35
2.4.4 地面总图布置	36

3 采矿工艺	38
3.1 采矿方法概述	38
3.1.1 采矿方法分类	38
3.1.2 采切工程综述	40
3.2 落矿	44
3.2.1 凿岩爆破	45
3.2.2 浅孔落矿	49
3.2.3 中深孔落矿	50
3.2.4 深孔落矿	51
3.2.5 药室落矿	53
3.2.6 矿石的合格块度及二次破碎	53
3.3 矿石运搬	53
3.3.1 矿石运搬概述	53
3.3.2 矿石运搬方式	54
3.4 采场地压管理	55
3.4.1 采场地压管理任务	56
3.4.2 采场地压管理方法	56
4 采矿方法	57
4.1 空场采矿法	57
4.1.1 留矿采矿法	57
4.1.2 房柱采矿法	60
4.1.3 全面采矿法	63
4.1.4 分段落矿阶段矿房采矿法	64
4.1.5 水平深孔落矿阶段矿房采矿法	68
4.2 充填采矿法	70
4.2.1 单层充填采矿法	71
4.2.2 上向分层充填采矿法	72
4.2.3 下向倾斜分层充填采矿法	79
4.3 崩落采矿法	81
4.3.1 无底柱分段崩落采矿法	81
4.3.2 有底柱分段崩落采矿法	85
5 平巷及硐室施工	88
5.1 平巷施工	88
5.1.1 凿岩工作	88
5.1.2 爆破工作	88
5.1.3 岩石的装载	89
5.1.4 巷道支护	92
5.2 硐室施工	97

5.2.1 全断面法	97
5.2.2 台阶工作面法	98
5.2.3 导坑施工法	99
5.2.4 留矿法	101
6 斜井、天井施工	102
6.1 斜井的施工	102
6.1.1 斜井井筒内设施	102
6.1.2 斜井掘砌	102
6.2 天井的施工	107
6.2.1 普通法掘进天井	107
6.2.2 吊罐法掘进天井	108
6.2.3 深孔爆破法掘进天井	114
6.2.4 爬罐法掘进天井	114
6.2.5 钻进法掘进天井	115
7 矿井通风方法	117
7.1 矿井自然通风	117
7.1.1 矿井自然风流的形成	117
7.1.2 自然压差的特性	117
7.1.3 矿井风流的自然分配	118
7.2 扇风机通风	120
7.2.1 矿用扇风机	120
7.2.2 扇风机的工作	120
7.3 掘进工作面通风	121
7.3.1 平巷掘进的通风	121
7.3.2 天井掘进的通风	123
7.3.3 竖井掘进通风	123
7.3.4 风筒的应用	124
8 露天采矿工艺	125
8.1 露天开采的基础知识	125
8.1.1 矿床的开采方法	125
8.1.2 露天开采的基本概念	126
8.1.3 露天开采的步骤	128
8.2 穿孔爆破工作	129
8.2.1 概述	129
8.2.2 穿孔工作	129
8.2.3 爆破工作	131
8.3 露天矿采装技术	136
8.3.1 常用采装设备	136

8.3.2 采装工艺	142
8.4 露天矿运输	148
8.4.1 露天矿铁路运输	149
8.4.2 露天矿公路运输	155
8.5 露天矿排土技术	161
8.5.1 推土机排土方式	161
8.5.2 排土犁排土	162
8.5.3 前装机(铲运机)排土	163
8.5.4 挖掘机排土	163
8.6 露天开采新水平准备	164
8.6.1 新水平准备方式	164
8.6.2 新水平掘进方式	165
9 矿山环境保护	173
9.1 矿山生产环境	173
9.1.1 矿山环境灾害	173
9.1.2 矿山环境现状	174
9.2 矿山生产生态保护	175
9.2.1 矿山环境治理	175
9.2.2 矿山环境保护措施	176
9.2.3 加强矿山环境保护的对策	177
9.2.4 我国环境保护的基本方针	179
10 矿产资源的综合利用	181
10.1 我国矿产资源的现状	181
10.1.1 我国矿产资源的特点	181
10.1.2 我国矿产资源的利用程度	182
10.1.3 矿产资源综合利用存在的问题	183
10.2 提高矿产资源的综合利用	185
10.2.1 国家政策方面的支持	185
10.2.2 矿产综合利用应遵循的原则	186
10.2.3 提高矿产资源供应能力	187
10.2.4 扩大矿产资源勘查开发的对外开放与合作	189
10.2.5 矿产资源开发与环境保护并重	190
10.2.6 加强矿产资源管理	191
10.2.7 应用新技术 提高资源综合利用	192
参考文献	193

1 采矿基本知识

1.1 概 述

1.1.1 基本概念

凡是地壳中的矿物自然聚合体,在现代技术经济水平条件下,能以工业规模从中提取国民经济所必需的金属或其他矿物产品者,称为矿石。以矿石为主体的自然聚集体称为矿体。矿床是矿体的总称,一个矿床可由一个或多个矿体所组成。矿体周围的岩石称为围岩,据其与矿体的相对位置的不同,有上盘围岩、下盘围岩与侧翼围岩之分。缓倾斜及水平矿体的上盘围岩也称为顶板,下盘围岩称为底板。矿体的围岩及矿体中的岩石(夹石),不含有用成分或含量过少,从经济角度出发无开采价值的,称为废石。

矿石中有用成分的含量,称为品位。品位常用质量分数表示。黄金、金刚石、宝石等贵重矿石,常分别用1 t(或1 m³)矿石中含多少克或克拉有用成分来表示,如某矿的金矿品位为5g/t等。矿床内的矿石品位分布很少是均匀的。对各种不同种类的矿床,许多国家都有统一规定的边界品位。边界品位是划分矿石与废石(围岩或夹石)的有用组分最低含量标准。矿山计算矿石储量分为表内储量与表外储量。表内外储量划分的标准是按最低可采平均品位(又名最低工业品位,简称工业品位)。按工业品位圈定的矿体称为工业矿体。显然工业品位高于或等于边界品位。

矿石和废石,工业矿床与非工业矿床划分的概念是相对的。它是随着国家资源情况,国民经济对矿石的需求,经济地理条件,矿石开采及加工技术水平的提高,以及生产成本升降和市场价格的变化等而变化。例如我国锡矿石的边界品位高于一些国家的规定5倍以上;随着硫化铜矿石选矿技术提高等原因,铜矿石边界品位已由0.6%降到0.3%;有的交通条件好的缺磷肥地区,所开采的磷矿石品位,甚至低于边疆交通不便的富磷地区的废石品位。

1.1.2 矿石的种类

矿床按其存在形态的不同,可分为固相、气相(如二氧化碳气矿、硫化氢气矿)及液相(如盐湖中的各种盐类矿物、液体天然碱)等三种。

矿石按其属性来分,可分为金属矿石及非金属矿石两大类。其中金属矿石又可根据其所含金属种类的不同,分为贵重金属矿石(金、银、铂等)、有色金属矿石(铜、铅、锌、铝、镁、锑、钨、锡、钼等)、黑色金属矿石(铁、锰、铬等)、稀有金属矿石(钽、铌等)和放射性矿石(铀、钍等)。据其所含金属成分的数目,矿石可分为单一金属矿石和多金属矿石。

金属矿石按其所含金属矿物的性质、矿物组成及化学成分,可分为:

(1) 自然金属矿石。这是指金属以单一元素存在于矿床中的矿石,如金、银、铂、铜等。

(2) 氧化矿石。这是指矿石中矿物的化学成分为氧化物、碳酸盐及硫酸盐的矿石,如赤铁矿 Fe₂O₃、红锌矿 ZnO、软锰矿 MnO₂、赤铜矿 CuO、白铅矿 PbCO₃ 等。一些铜矿及铅锌矿床,在靠近

地表的氧化带内,常有氧化矿石存在。

(3) 硫化矿石。这是指矿石中矿物的化学成分为硫化矿物的矿石,如黄铜矿 CuFeS_2 、方铅矿 PbS 、辉钼矿 MoS_2 等。

(4) 混合矿石。这是指矿石中含有上述三种矿物中两种和两种以上的矿石混合物。开采这类矿床时,要考虑分采分运的可能性。

我国化工系统开采多种盐类矿床,这些盐类矿物具有共同的特点,就是溶于水,只是各种矿物的溶解度不相同。按化学组成,盐类矿物可分为氯化物盐类矿物(如岩盐、钾石盐)、硫酸盐盐类矿物(如石膏、砷硝)、碳酸盐盐类矿物(如天然碱)、硝酸盐盐类矿物(如智利硝石)、硼酸盐盐类矿物(如硼矿)等。

矿石中有用成分含量(质量分数)的多少是衡量矿石质量的一个重要指标。根据矿石中含有用成分的多少,矿石有富矿、中矿和贫矿之分。如磁铁矿品位超过 55% 时为平炉富矿,品位在 50%~55% 时为高炉富矿,品位为 30%~50% 时为贫矿。贫铁矿必须进行选矿。品位超过 1% 的铜矿即为富矿。硫铁矿和磷矿常以品位合格不经选矿加工作为商品矿出售。 $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ 为 30% 的磷矿石和 $w(\text{S})$ 为 35% 的硫铁矿作为标准矿;凡采出的磷矿和磁铁矿,均以其实际品位折合成标准矿计算产量。例如,生产出 3 t 品位为 23.3% 的硫铁矿折算成 2 t 标准硫铁矿产量。

矿石按其有用成分的价值可分为高价矿、中价矿及低价矿。低价矿如我国的磷矿石,一般都不用成本较高的充填采矿法开采。我国的金矿及高品位的有色金属、贵重金属和稀有金属矿,则可用充填采矿法开采。开采高价矿及富矿时,更应尽量减少开采损失和贫化。

对于某些矿物,主要是非金属矿物,决定其使用价值的不仅是有用成分的含量,还要考虑其某些特殊物理技术性能。如晶体结构及晶体完整、纯净程度以及有害成分含量等,并以此定等划分品级,以适应不同的工业用途。

矿石中某些有害成分以及开采时围岩中有害成分的混入,如果通过选矿不能除去,或者不经选矿而直接用原矿(如高炉富铁矿)加工时,都会降低矿石的使用价值。铁矿石含硫、磷超过一定标准时,将严重影响钢铁质量。磷矿石中的氧化镁超过标准时(包括围岩混入的),会影响磷矿石的使用价值,增加加工成本。

1.1.3 矿岩力学性质

矿石的硬度、坚固性、稳固性、结块性、氧化性、自燃性、含水性、碎胀性是矿石和围岩的主要物理力学特性,它们对矿床的开采方法有较大的影响。

1.1.3.1 硬度

硬度是抵抗工具侵入的性能。它取决于组成矿岩成分的颗粒硬度、形成、大小、晶体结构及胶结物的情况等。

1.1.3.2 坚固性

坚固性是指矿岩抵抗外力的性能。这里所指的外力是一种综合性的外力,它包括工具的冲击、机械破碎以及炸药爆炸等作用力。它与矿岩强度的概念有所不同。强度是指矿岩抵抗压缩、拉伸、弯曲和剪切等单向作用力的性能。

坚固性的大小,常用坚固性系数 f 来表示。它反映矿岩的极限抗压强度、凿岩速度、炸药消耗量等值的综合值。目前,在我国坚固性系数常用矿岩的极限抗压强度来表示,

$$f = \frac{R}{10}$$

式中 R ——矿岩的极限抗压强度,MPa。

测试矿岩极限抗压强度的试件不含弱面,而岩体一般都含有弱面。考虑弱面的存在,可引入构造系数,相应降低矿岩强度。根据岩体中弱面平均间距不同,构造系数如表 1-1 所示。

表 1-1 构造系数

岩体中弱面的平均间距/m	构造系数	岩体中弱面的平均间距/m	构造系数
>1.5	0.9	0.5~0.1	0.4
1.5~1	0.8	<0.1	0.2
1~0.5	0.6		

1.1.3.3 稳固性

矿岩的采掘空间允许暴露面积的大小和允许暴露时间长短的性能,称为矿岩的稳固性。稳固性与坚固性是两个不同的概念。稳固性与矿岩的成分、结构、构造、节理、风化程度、水文条件以及采掘空间的形状有关。坚固性好的矿岩,在节理发育、构造破坏地带,其稳固性就差。

矿岩稳固性对选择采矿方法和采场地压管理方法以及井巷的维护,有非常大的影响。矿岩按稳固程度通常可分为以下五种:

(1) 极不稳固的。掘进巷道或开辟采场时,顶板和两帮无支护情况下,不允许有任何暴露面积,一般要超前支护,否则就会有冒落或片帮的矿岩。这种矿岩很少(如流沙等)。

(2) 不稳固的。只允许有很小的暴露面,并需及时坚固支护。

(3) 中等稳固的。是指允许较大的暴露面积,并允许暴露相当长时间,再进行支护。

(4) 稳固的。允许暴露面积很大,只有局部地方需要支护。

(5) 极稳固的。允许非常大的暴露面积,无支护条件下长时间不会发生冒落。这种矿岩较前两种少见。

1.1.3.4 结块性

矿石从矿体中采下后,在遇水或受压后重新结成整体的性能,叫做结块性。一般含黏土或高岭土质的矿石,以及含硫较高的矿石容易发生这种情况,这给放矿、装车及运输造成困难。

1.1.3.5 氧化性和自燃性

硫化矿石在水和空气的作用下变为氧化矿石的性能,叫做氧化性。矿石氧化时,放出热量,使井下温度升高,劳动条件恶化。矿石氧化后还会降低选矿回收率。

有些硫化矿与空气接触发生氧化并产生热量;当其热量不能向周围介质散发时,局部热量就不断聚集,温度升高到着火点时,会引起矿石自燃。一般认为,硫化矿石 $w(S)$ 为 18%~20% 时,就有可能自燃,但并非所有 $w(S)$ 为 18%~20% 的硫化矿矿石都会自燃,磁化矿石的自燃,还取决于它的许多物理化学性质。

1.1.3.6 含水性

矿石吸收和保持水分的性能,称为含水性。它对放矿、运输、箕斗提升及矿仓贮存有很大影响。

1.1.3.7 碎胀性

矿岩从原矿体上被崩落破碎后,因碎块之间具有空隙,体积比原岩体积增大,这种性能称为碎胀性。破碎后的体积与原岩体积之比,叫碎胀系数(或松散系数)。碎胀系数的大小,与破碎后的矿岩块度大小及矿石形状有关。坚硬的矿石碎胀系数为 1.2~1.6。

1.2 金属矿床的工业特征

1.2.1 矿床的赋存要素

1.2.1.1 走向及走向长度

对于脉状矿体,矿体层面与水平面所成交线的方向,叫矿体的走向。走向长度是指矿体在走向方向上的长度,分为投影长度(即总长度)和矿体在某中段水平的长度。

1.2.1.2 矿体埋深及延深

矿体埋藏深度是指从地表至矿体上部边界的垂直距离,如图 1-1 所示。矿体的延伸深度是指

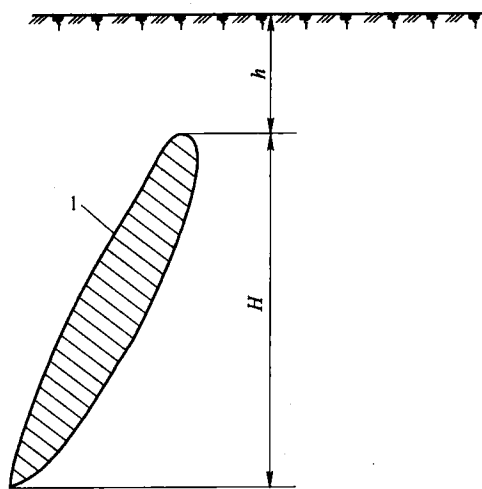


图 1-1 矿体的延伸深度和埋藏深度

1—矿体; h —埋藏深度; H —延伸深度(垂直高度)

矿体的上部边界至矿体的下部边界的垂直距离或倾斜距离(分别称为垂高和斜长)。按矿体的埋藏深度可分为浅部矿体和深部矿体。深部矿体埋藏深度一般大于 800 m。矿床埋藏深度和开采深度对采矿方法选择有很大影响。开采深度超过 800 m,井筒掘进、提升、通风、地温等方面将带来一系列的问题;地压控制方面可能会遇到各种复杂的地压现象,如岩爆、冲击地压等。目前,我国地下开采矿山的采深多属浅部开采范围,世界上最深的矿井,其开采深度已达 4000 m。

1.2.1.3 矿体形状

金属矿床的形状、厚度及倾角对于矿床开拓与采矿方法的选择有很大影响。因此,金属矿床多以形状、厚度与倾角为依据来分类。

常见矿体形状如图 1-2 所示。

(1) 层状矿体。这类矿床大多是沉积和沉积变质矿床,如赤铁矿、石膏矿、锰矿、磷矿、煤系硫铁矿等,如图 1-2(a)所示。这类矿体产状一般变化不大,矿物成分组成比较稳定,埋藏分布范围较大。

(2) 脉状矿体。这类矿床大多是在热液和气化作用下矿物质充填在岩体的裂隙中而形成的矿体,如图 1-2(b)、(c)所示。根据有用矿物充填裂隙的情况不同,有呈脉状、网状。矿脉埋藏要素不稳定,常有分枝复合等现象,矿脉与围岩接触处常有蚀变现象。此类矿体多见于有色金属、稀有金属矿体。

(3) 块状矿体。这类矿体主要是热液充填、接触交代、分离和气化作用形成的,如图 1-2(d)、(e)、(f)所示。其特点是矿体形状不规则,大小不一,大到有上百米的巨块或不规则的透镜体,小到仅几米的小矿巢;矿体与围岩的接触界线不明显。此类矿体常见于某些有色金属矿(铜、铅、锌等)、大型铁矿及硫铁矿等。

开采脉状和块状矿体时,由于矿体形态变化较大,巷道的设计与施工应注意探采结合,以便更好地回收矿产资源。

1.2.1.4 矿体倾角

矿体倾角是指矿体中心面与水平面的夹角。矿体按倾角分类,主要是便于选择采矿方法,确

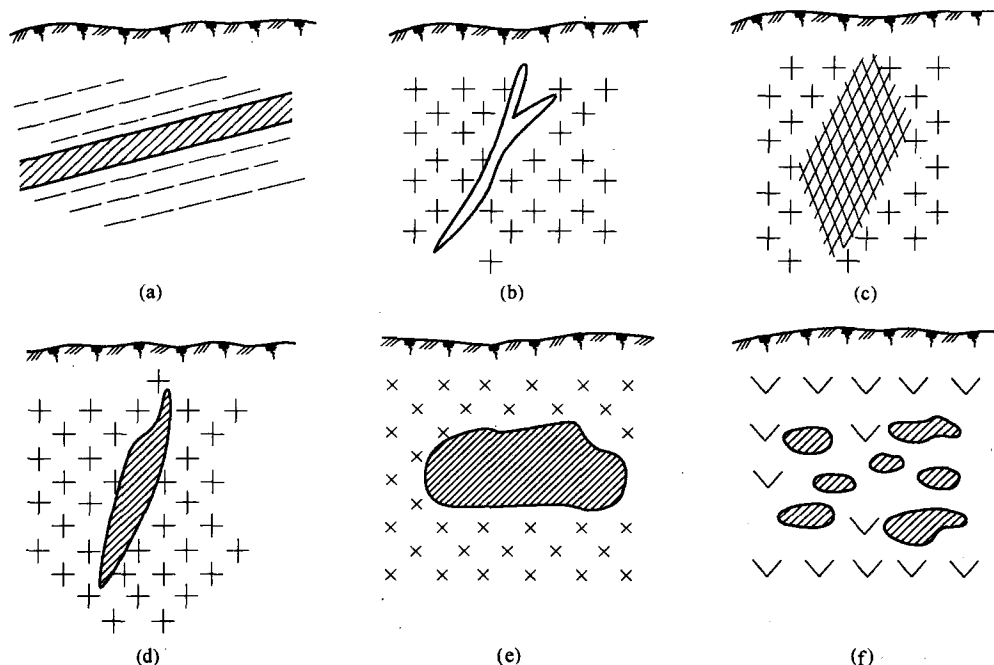


图 1-2 矿体形状

(a) 层状矿床; (b) 脉状矿床; (c) 网脉状矿床; (d) 透镜状矿床; (e) 块状矿床; (f) 巢状矿床

定和选择采场运搬方式和运搬设备。矿体的倾角常有变化,所以一般所说的倾角常指平均倾角。

(1) 水平和近水平(微倾斜)矿体。一般是指倾角为 $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 的矿体,这类矿体开采时,可将有轨设备直接驶入采场装运。如果采用无轨设备沿倾向运行,其倾角可到 10° 左右。

(2) 缓倾斜矿体。一般是指倾角为 $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 的矿体。这类矿体采场运搬通常用电耙,个别情况下也有采用自行设备或运输机的。

(3) 倾斜矿体。通常是指倾角为 $30^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 的矿体。这类矿体常用溜槽或爆力运搬,有时还用底盘漏斗解决采场运搬。

(4) 急倾斜矿体。一般是指倾角大于 55° 的矿体。这类矿体开采时,矿石可沿底盘自溜,利用重力运搬。薄矿脉用留矿法开采时,倾角一般应大于 60° 。

1.2.1.5 矿体厚度

矿体厚度对于采矿方法选择、采准巷道布置以及凿岩工具和爆破方式的选用都有很大的影响。矿体厚度是指矿体上、下盘间的垂直距离或水平距离。前者叫垂直厚度或真厚度,后者叫水平厚度,如图 1-3 所示。开采倾斜、缓倾斜和近水平矿体时,矿体厚度常指垂直厚度,而开采急倾斜矿体时常指水平厚度。

由于矿体厚度常有变化,因此常用平均厚度表示。矿体按厚度分类如下:

(1) 极薄矿体。厚度在 0.8m 以下。开采这类矿体时,不论其倾角多大,掘进巷道和回采都要开掘围岩,以保证人员及设备所需的正常工作空间。

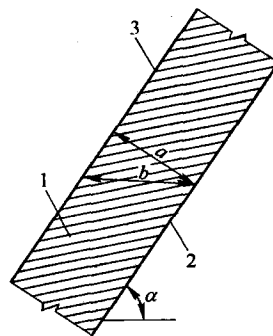


图 1-3 矿体的水平厚度和垂直厚度

1—矿体; 2—矿体下盘; 3—矿体上盘;
a—垂直厚度; b—水平厚度; α—矿体倾角

(2) 薄矿体。厚度为 0.8~4 m。回采可以不开采围岩,但厚度在 2 m 以下,掘进水平巷道需开掘围岩。开采缓倾斜薄矿体时,4 m 是单层回采的最大厚(高)度。开采薄矿体一般采用浅孔落矿。

(3) 中厚矿体。厚度为 5~15 m。开采这类矿体掘进巷道和回采可以不开采围岩。对于急倾斜中厚矿体可以沿走向全厚一次开采。

(4) 厚矿体。厚度为 15~40 m。开采这类急倾斜矿体时,多将矿块的长轴方向垂直于走向方向布置,即所谓垂直走向布置。开采这类矿体多用中深孔或深孔落矿。

(5) 极厚矿体。厚度大于 40 m。开采这类矿体时,矿块除垂直走向布置外,有时在厚度方向还要留走向矿柱。

1.2.2 矿床的工业特征

由于成矿条件等原因,矿床地质条件一般比较复杂,往往给矿床开采带来不少困难,在开采过程中对这些情况应给予足够的重视。

1.2.2.1 赋存条件不确定

由于成矿的原因,矿体形态常有变化。一个矿体,甚至两个相邻矿体,其厚度和倾角在走向和倾斜方向都会有较大的变化。脉状矿体常有分枝复合、尖灭等现象。沉积矿床常有无矿带和薄矿带出现。这些地质变化大多又无规律可循,使探矿工作和开采工作复杂化。除了加强地质工作外,还要求采矿方法具有一定的灵活性,以适应地质条件的变化,并注意探采结合。

1.2.2.2 品位变化大

矿石的品位沿走向和倾斜方向上常有变化,有时变化幅度较大。例如铅锌矿床,可能在某些地区铅比较富集,另一些地区则锌比较富集。矿体中有时还出现夹石。这就要求在采矿过程中按不同条件(品位、品种、倾角、厚度)划分矿块,按不同矿石品种或品级进行分采,剔除夹石,并考虑配矿问题。

1.2.2.3 地质构造复杂

在矿床中常有断层、褶皱、岩脉切入以及断层破碎带等地质构造,给采矿工作造成很大困难。例如,用长壁崩落法开采时,当出现断距大于矿体厚度的断层切断工作面,工作面就无法继续回采,必须另开切割上山,采场设备也要搬迁,这样既降低工效,又影响产量。有的矿山开采时,碰到大量地下水,有的是地下热水(温泉),使开采非常困难。

1.2.2.4 矿石和围岩坚固

除少数国家对坚固性较小的铁矿和磷灰岩矿采用连续采矿机直接破碎矿石外,绝大多数非煤岩矿都具有坚固性大的特点,因此凿岩爆破工作繁重,难于实现采矿工作的机械化和连续开采。

1.2.2.5 矿岩含水

矿岩的含水决定排水设备的能力,含水的矿岩在回采工作和溜矿工作中容易结块。地下暗河及地下溶洞水等地下水给开采带来极大的安全隐患。

地下采矿工作的另一特点是工作地点“流动”。一个矿块采完后,人员、设备又要移到另一个矿块去,而每个矿块又都要经过生产探矿、设计、采准、切割和回采等工序,这也体现了采矿工作的复杂性。

1.3 金属矿开采的基本要求

1.3.1 概述

采矿工业与其他工业生产不同。首先,它是在地下作业,作业环境和劳动条件较差,开采的矿床又是复杂多变,作业地点也经常变动;其次,采矿工业是开采工业生产所必需的各种矿物原料,采矿工作是不需要原料的,但保护地下矿产资源和保护环境成了对采矿工业的特殊要求。在整个矿床开采过程中,要特别注意以下要求:

(1) 要确保开采工作的安全,并具有良好的劳动条件。安全生产是社会主义企业生产的重要准则。社会主义企业应该保证工人有良好的劳动条件,保障工人的身体健康。采矿工人是在地下复杂和困难的环境下工作的,更应该具有可靠的安全条件和良好的劳动环境。这是评价矿床开采优劣的重要指标。

(2) 符合环境保护法的要求,减少对环境的破坏。采矿工作往往会造成地表破坏;废石的堆放及废水的排放,破坏土地,污染水源;废气的排放,污染空气;扇风机和空压机的运转,产生噪声。环境的污染已越来越严重地威胁着人类的生存,在采矿设计时应尽量采取措施,防止或减少这些污染。

(3) 高效可持续发展:

1) 提高劳动生产率。矿山生产工作复杂,工序繁多,劳动繁重,因此应尽量采用高效率的采矿方法和先进的工艺技术,不断提高机械化水平,提高劳动生产率,减少井下工人人数。

2) 减少矿石的损失贫化。矿床开采过程中矿石的损失和贫化是难免的,但应该尽量减少这种质和量的损失。矿石的贫损不仅造成地下资源的损失,也增加矿石成本。

3) 降低矿石成本。矿石成本是矿床开采效果的反映,是评价矿山开采工作的一项重要的综合性指标。在采矿生产中减少材料和动力消耗,提高劳动生产率,提高出矿品位,加强生产管理,是降低矿石成本的主要途径。

4) 增大开采强度。合理地加大矿床的开采强度,可为国家提供更多的矿产原料,也有利于减少巷道维护费,有利于安全生产。

1.3.2 金属矿开采单元的划分

露出地表或靠近地表的矿体,往往可以采取剥除掩盖在矿体上部的表土及部分两盘围岩的方法,使矿体暴露在外,以便把矿石采出来,这种方法就是露天开采方法。在露天开采中主要有机械法开采和水力开采两种。水力开采是用水枪射出高速高压的水流冲采矿岩,并用水力冲运矿岩,此法多用于开采松软的砂矿床。机械法则采用各种采、装、运机械设备进行开采的。这是最常用的一种露天采矿方法。

机械法开采时,最常用的配套设备是穿孔钻机、单斗机械铲、电机车或汽车等。此时生产工艺是不连续的,但它却是适用范围最广而又普遍应用的方式,目前我国主要采用这种方式进行露天开采。此外,还有采用多斗挖掘机与皮带运输机相配合,形成挖掘、运输的流水作业,其生产工艺是连续的。但它的适用性小,到目前为止,它只是在开采松软的褐煤、砂矿、磷灰石等矿床中有应用的可能。

矿床因成因条件的不同,其埋藏范围的大小也各有不同。相对来说,岩浆矿床的规模较小,走向长度常为数百米至一二千米,而沉积矿床埋藏规模较大,常为几千米至几十千米。缓倾斜及

近水平的沉积矿床,其倾斜长度也常较大,有的可达一二千米。开采这类规模较大的矿床,就需要将矿床沿走向和倾斜方向划分成若干井田。

我国矿山的管理体制大多是矿业公司下设几个矿山,矿山下设一个或几个采区(或叫车间)。矿井(或叫坑口)是一个具有独立矿石提运系统并进行独立生产经营的开采单位。习惯上,划归矿井(坑口)开采的这部分矿床叫井田(有时也叫矿段)。划归矿山开采的这部分矿床叫矿田。划归矿业公司开采的矿床叫矿区。如果矿山下面不再分设矿井(坑口),则矿田就等于井田(如图 1-4 中 I、II 号矿田),否则,一个矿田可包括若干个井田(如图 1-4 中 III 号矿田)。同样,一个矿区也可包括若干个矿田。

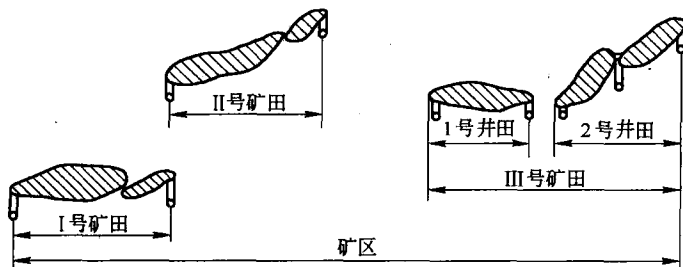


图 1-4 矿区、矿田、井田

矿床开采前,首先要确定其开采范围,即井田尺寸。井田尺寸一般都用走向长度和倾斜长度来表示(对于急倾斜矿体,常用垂直深度表示)。

金属矿床一般埋藏范围不大,常根据其自然生成条件,划归一个井田来开采,一般井田走向长数百米至数千千米。一些沉积矿床,如磷矿、煤系硫铁矿、石膏矿等矿床,其埋藏范围往往较大,因此井田尺寸相对较大。例如,我国四川、贵州、湖北不少矿由于地质成因关系,地形都比较复杂,工业场地难以选择,井田走向长度在 3000~4000 m,甚至更大些。应当指出,过大的井田长度会给矿井运输和通风带来困难。

矿山大多处在丘陵地区和山区。井田开采深度常以地面侵蚀基准面为准,分地面以上(上山矿体)和地面以下两部分。有些矿山的上、下两部分矿体的埋藏高度(或斜长)都可达数百米。埋藏范围很大不可能用一个井田来开采的矿床,需要人为地划定其沿走向和倾斜方向的境界。这时,应考虑以下因素:

(1) 矿床的自然条件。埋藏连续的矿体,在两井田之间应留 20~80 m 的境界隔离矿柱,以保证两矿井开采时相互不受影响。为减少这些矿柱的损失,应尽可能考虑以矿体开采范围内的地形地物,如河流、湖泊、铁路、水库、大型建筑物以及大断层等为界(图 1-5(a)),利用它们的保安矿柱兼作井田境界矿柱,或者可用无矿带、薄矿带及贫矿作为井田境界矿柱。

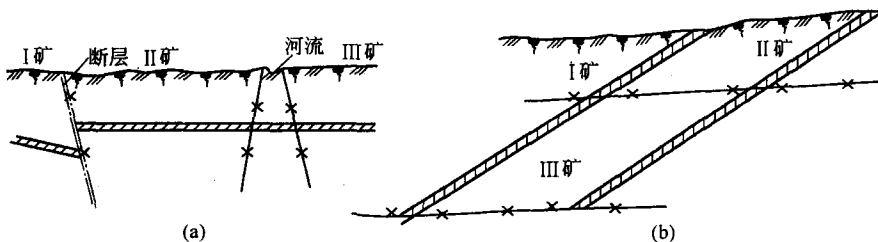


图 1-5 井田划分

—×—×—井田境界线

具体划分井田境界时,沿走向一般都以某一地质勘探线为界,或以河流、铁路、公路、断层等为界。沿倾斜方向划定井田境界时,急倾斜及倾斜矿体,常以某一标高为界(图1-5(b));缓倾斜矿体,常以矿体某一标高的顶底板等高线为界;多层倾角较小的矿体,则各层之间以某一界线作垂直划分。

在确定矿体上部开采边界时,有时要考虑矿床氧化带的深度。某些金属矿(如铜、铅锌等)氧化矿的选矿回收率较低,会影响初期投资效益。另外也要考虑到地方小矿山的开采及其影响,给它们划定开采范围。

(2) 矿井的规模 and 经济效益。井田境界划定后,矿井的储量也就确定了,与之相应的经济合理的年产量和服务年限也就可以确定。年产量大的矿山经济效益好,但所需的大型设备多,基建投资大;反之,小型矿山具有投资小、出矿快的优点,但占地多、经济效益差。在划定井田尺寸时应充分考虑“国情”和“矿情”,即要考虑到国家可能提供的资金和设备,国民经济对该矿产的需要程度,以及资源利用的特点等,力求获得最好的经济效益。

在实际工作中,浅部矿体的勘探程度较高,常适宜于先建规模不大的矿井,在开采过程中,逐步对深部矿体进行勘探。开采深部矿体时,井田尺寸常划得较大些,矿井开采规模也要大些(图1-5)。