



高等专科学校教学用书

GAODENG
ZHUANKE
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

矿床地下开采

冶金工业出版社

高等专科学校教学用书

矿床地下开采

昆明冶金高等专科学校 陈中经 主编

冶金工业出版社出版

《北京北河沿大街大里院北巷18号》

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 22 字数 520 千字

1991年5月第一版 1991年5月第一次印刷

印数00,001~3,500册

ISBN 7-5024-0834-7

TD·143 (课) 定价5.65元

前 言

《矿床地下开采》是采矿专业的一门主要专业课。沈阳黄金专科学校、本溪钢铁专科学校、长沙有色金属专科学校、昆明冶金专科学校、连云港化学矿业专科学校在各校《矿床地下开采》讲义和多年教学实践的基础上，联合编写了适合于专科层次使用的《矿床地下开采》教材。

教材编写内容的选取考虑了采矿专科特色及各校对教材的使用，如冶金、有色、化工、建材等各矿业系统学校的要求。编写时考虑了各种类型高等矿业专科学校的要求。各校在使用本教材时，可根据本校的教学大纲和需要，对教材的内容进行取舍或适当补充。教材中有关设计方面的内容，既考虑了“矿山设计原理”单独设课另有专门教材，也考虑了教学内容的有机联系和衔接。教材在设计方面的内容重点是采矿方法单体设计。

本书的绪论、第一、二、十五、十七章由连云港化学矿业专科学校孙镇德编写；第三、四、五、六、十章由长沙有色冶金专科学校周耕莘编写；第七、十一、十二、十六章由昆明冶金专科学校王保恒编写；第八、九、十三、十四章由昆明冶金专科学校陈中经编写。全书由陈中经任主编，孙镇德任副主编。沈阳黄金学院李朝栋审阅了本稿，本溪冶金专科学校胡晓荣也参加了审稿工作。

在本书的选材和编写过程中，得到许多矿山、院校、科研设计部门的支持和帮助，在此表示深切的谢意！

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误之处，诚恳地欢迎读者批评指正。

编者

一九八九年十二月

目 录

结论.....	1
---------	---

第一篇 矿床地下开采总论

第一章 矿床的工业特性

1.1 矿石、废石及矿石种类.....	3
1.2 矿石和围岩的物理力学性质.....	4
1.3 矿床的分类.....	6
1.4 矿床的工业特性对开采工作的影响.....	8

第二章 矿床地下开采的基本原则

2.1 矿床开采单元的划分及其开采顺序.....	10
2.2 矿床开采步骤及三级矿量.....	18
2.3 矿石的损失与贫化.....	21
2.4 矿床开采强度.....	23
2.5 矿床开采的基本要求.....	25

第二篇 矿床地下开拓

第三章 矿床开拓方法

3.1 概述.....	26
3.2 开拓方法及其分类.....	26
3.3 平硐开拓法.....	26
3.4 斜井开拓法.....	29
3.5 竖井开拓法.....	31
3.6 斜坡道开拓法.....	32
3.7 联合开拓法.....	33
3.8 主要开拓巷道类型的选择.....	36

第四章 主要开拓井巷位置的确定

4.1 岩层移动及其对主要开拓井巷位置的影响.....	38
4.2 岩石移动带与保安矿柱的圈定.....	39
4.3 地下运输功对主要开拓井巷位置的影响.....	40
4.4 地形地质条件对主要开拓井巷位置的影响.....	40

第五章 辅助开拓巷道

5.1 副井和风井的位置.....	42
-------------------	----

5.2 溜井和充填井的布置	45
5.3 井底车场及硐室	47
第六章 开拓方案选择与施工进度计划编制	
6.1 开拓方案选择	55
6.2 开拓工程施工进度计划编制	56
第七章 采准工程与切割工程	
7.1 采切工程的划分及采切方法	59
7.2 采准天井	62
7.3 斜坡道采准	63
7.4 采切比与采掘比的计算	66
第三篇 采矿方法	
第八章 回采的主要生产工艺	
8.1 落矿	69
8.2 矿石运搬	79
8.3 矿块底部结构	82
8.4 采场地压管理	100
8.5 回采的工艺循环及图表	113
第九章 采矿方法分类	
9.1 采矿方法分类的目的与要求	115
9.2 金属矿床地下开采采矿方法分类	115
9.3 本教材阐述采矿方法顺序	117
9.4 我国金属和非金属矿山地地下采矿方法应用比重	117
第十章 空场采矿法	
10.1 房柱采矿法	119
10.2 全面采矿法	128
10.3 分段采矿法	131
10.4 阶段矿房采矿法	135
第十一章 留矿采矿法	
11.1 普通留矿法	157
11.2 无矿柱留矿采矿法	161
11.3 倾斜矿体留矿采矿法	163
11.4 评价与适用条件	164
第十二章 充填采矿法	
12.1 单层充填采矿法	167
12.2 上向分层充填采矿法	170
12.3 下向分层充填采矿法	189
12.4 分段充填采矿法	195
12.5 分采充填采矿法	197

12.6 方框支柱充填采矿法.....	200
12.7 阶段充填采矿法.....	203
12.8 充填料的输送.....	204
第十三章 崩落采矿法	
13.1 单层崩落采矿法.....	210
13.2 分层崩落采矿法.....	219
13.3 有底柱分段崩落采矿法.....	221
13.4 有底柱阶段崩落采矿法.....	251
13.5 无底柱分段崩落采矿法.....	261
第十四章 矿柱回采与采空区处理	
14.1 概述.....	291
14.2 矿柱回采.....	291
14.3 采空区处理与利用的基本概念.....	298
第十五章 采矿方法选择	
15.1 正确选择采矿方法的意义.....	304
15.2 影响采矿方法选择的主要因素.....	305
15.3 采矿方法选择的步骤与技术经济比较.....	306
第十六章 采矿方法工艺计算	
16.1 计算程序.....	310
16.2 阶段矿房采矿法工艺计算举例.....	326
16.3 普通留矿采矿法部分回采工艺计算举例.....	334
第十七章 矿山生产能力的确定与验证	
17.1 矿山生产能力的概念.....	337
17.2 矿山生产能力的确定.....	338
17.3 矿山生产能力的验证.....	338
参考文献	341

绪 论

人类社会的进步与发展在相当大的程度上取决于人们对矿产资源的开发和利用水平,如早期人类历史发展进程分为石器时代、铜器时代、铁器时代等;一个国家的钢铁产量、矿产资源加工技术深度和人均消耗量,也是该国物质文明水平和国力的重要指标之一。矿山企业是我国国民经济的基础和重要组成部分。矿山企业的发展速度直接制约着我国加工工业的发展规模。据估计我国目前工业生产的原料中70~80%来自矿产资源。

我国是世界上六个资源大国之一。近40年我国发现矿床、矿点20多万处。我国已探明的矿产资源潜在价值仅次于苏联和美国,居世界第三位,单位国土面积内探获的潜在资源价值与美国相当。我国现已探明矿种有160多种,是世界上矿种配套比较齐全的少数几个国家之一,其中的20多种重要矿产的储量居世界前列。

解放后我国建成国营矿山7800多座,近年乡镇小矿又有很大发展,已达12万多处。我国矿业开发总规模已居世界第三位,除建筑用材料以外的各种矿石采掘量,1988年已接近20亿吨。我国解放前60年间累计只生产钢760多万吨,解放后40年钢产量累计达8.7亿多吨,是旧中国钢产量的114倍,1989年我国粗钢产量已达6130万吨,居世界第四位。解放以来,我国有色金属产量增长了150倍。

将资源优势转化为经济优势是很艰巨的工作。矿山建设一般都需经历一个漫长而又复杂的过程,建矿的基建投资大,难度大,返本期长。解放以后,我国矿山建设迅速,规模如此巨大,主要是依靠国家投资和社会主义制度的保障。但是随着经济建设的发展,我国原材料工业,特别是矿山,始终是国民经济的薄弱环节。八十年代末,我国铁矿石进口率达15~20%;十种常规有色金属进口量占年需求量的1/3;1953~1986年,我国磷肥进口量与同期自产量几乎相等。我国目前有色金属与磷肥的短缺,也在相当大的程度上受矿山建设的影响。加速矿山建设,加快原材料工业的发展,提供更多的原材料以满足生产建设和人民物质生活的需要,是我们每个矿山工作者的光荣使命。

国家从事非煤矿床开采的行业和部门很多,主要有冶金、有色金属、黄金、能源、化工、建材等。这些行业和部门每年都需要补充大批合格矿业技术人材。

矿山的生产系统是由复杂的多系统组成的。一座地下矿山除必须开掘井巷,选用最优采矿方法、工艺及设备开采矿石外,一般还需要有井下通风、运输、提升、排水、供电、压气动力、供水及排渣等八个配套系统,有的矿山还需要专门的井下充填系统。生产中这些系统均须以采场生产为中心持续协调的运转,矿山才能正常生产获得较好的效益。一般认为,采矿方法是采场生产技术的核心。“矿床地下开采”主要研究采矿方法,它不仅是一门综合性的课程,而且是采矿专业极为重要的专业课。

由于矿山岩体力学的发展,有些学者认为,正确的采矿过程也是一个合理运用岩体力学状态变化规律的过程,这标志着采矿技术正在从所谓“采矿艺术”向“采矿科学”的快速过渡。

我国地下采矿技术水平近十余年有很大的提高,特别是采用配套的自行设备和振动设备等,对提高矿山机械化水平,改善工人劳动条件,提高劳动生产率,提高矿山生产能力

和矿产资源利用率都起了很大作用。采矿技术水平的提高是与我国采矿技术更新和科研成果的应用分不开的，也与国家大量引进国外先进技术和设备有关。为了满足国民经济发展的需要，进口矿石是必要的，但是结合我国矿山实际加强科学研究，总结经验，引进国外先进技术和设备，创造具有我国特色的采矿新技术，提高矿石自给率，则更为必要。

国家颁布的“矿产资源法”及其配套法规，是我国第一部为了发展矿业，加强矿产资源的勘查、开发利用和保护工作的重要大法规，每一个采矿工作者必须遵守并认真贯彻执行。

每个采矿工作者都应当切记，矿产资源属国家所有，它是有限的不可再生的一次性资源。我国是一个拥有11亿人口的国家，虽然已探明的矿产储量居世界第三位，但按人均占有的矿产资源还不及世界平均水平的一半，仅居世界第80位。我国的每一个采矿工作者都应当树立矿产资源忧患意识，十分珍惜祖国的矿产资源，工作中更应努力钻研，为合理开发利用和保护矿产资源而奋斗。

应当指出，环境和资源一样，是人类赖以生存的基本条件，也是社会和经济发展的主要制约因素。开采矿产资源必须遵守环境保护法，注意环境保护，防止破坏或污染环境；如有破坏，应当采取必要的补救措施。

矿床的赋存情况和开采条件之间有一定的共性，但也各有其特殊性，严格讲，矿床的开采条件无一有完全相同者。所以，学习矿床开采的目的，是学会根据不同的矿床赋存和开采条件，借鉴已有的开采方法，创造性的设计和实施最优的新的开采方法，而不是简单地借用已有的采矿方法去生搬硬套不同的矿床开采。

第一篇 矿床地下开采总论

矿床的开采方法主要取决于矿床赋存条件及开采条件，所以在研究矿床开采之前，必须对各类矿床的工业特性、矿床地下开采生产过程的概念及矿床地下开采必须遵循的原则等进行研究。

第一章 矿床的工业特性

1.1 矿石、废石及矿石种类

1.1.1 矿石、矿体、矿床、围岩与废石

凡是地壳中的矿物自然聚集体，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矿物产品者，叫做矿石。以矿石为主体的自然聚集体叫矿体。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。品位常用百分数表示。黄金、金刚石、宝石等贵重矿石，常分别用1t(或1m³)矿石中含多少克和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。本书只研究固相矿床开采。

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、镓、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：

1.1.2.1 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。

1.1.2.2 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 Fe_2O_3 、红锌矿 ZnO 、软锰矿 MnO_2 、赤铜矿 Cu_2O 、白铅矿 PbCO_3 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。

1.1.2.3 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。

1.1.2.4 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。

1.1.3 矿石的质量

矿石中有用成分含量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。化工部规定：含五氧化二磷（ P_2O_5 ）30%的磷矿石和含硫35%的硫铁矿作为标准矿；凡采出的磷矿和硫铁矿，均以其实际品位折合成标准矿计算产量。例如，生产出3t品位为23.3%的硫铁矿折合成2t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、贵重和稀有金属矿，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（包括围岩的混入），会影响磷矿石的使用价值，增加加工成本。

1.2 矿石和围岩的物理力学性质

矿石的坚固性、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。

1.2.1 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，即

$$f = \frac{R}{10} \quad (1-1)$$

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，构造系数见表1-1。

表 1-1

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		

1.2.2 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：

1.2.2.1 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，否则就会冒落或片帮的矿岩。这种矿岩很少(如流沙等)。

1.2.2.2 不稳固的 只允许有很小的暴露面，并需及时坚固支护。

1.2.2.3 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。

1.2.2.4 稳固的 允许暴露面积很大，只有局部地方需要支护。

1.2.2.5 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。这种矿岩较前两种较为少见。

1.2.3 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。一般含粘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。

1.2.4 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，硫化矿石含硫在18~20%以上时，就有可能自燃，但并非所有含硫在18~20%以上的硫化矿矿石都会自燃，硫化矿石的自燃，还取决于它的许多物理化学性质，尚有待进一步研究。

1.2.5 含水性

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

1.2.6 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，这种性能叫碎胀性。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。

1.3 矿床的分类

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。

1.3.1 按矿体形状分类

常见矿体形状见图1-1。

1.3.1.1 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，见图1-1(a)。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。

1.3.1.2 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，见图1-1(b)和(c)。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。

1.3.1.3 块状矿体 见图1-1(d)、(e)、(f)。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。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。

1.3.2 按矿体倾角分类

矿体按倾角分类，主要是便于选择采矿方法，确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。

1.3.2.1 水平和近水平(微倾斜)矿体 一般是指倾角为 0° ~ 5° 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。

1.3.2.2 缓倾斜矿体 一般是指倾角为 5° ~ 30° 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。

1.3.2.3 倾斜矿体 通常是指倾角为 30° ~ 55° 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。

1.3.2.4 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° 。

1.3.3 按矿体厚度分类

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（图1-2）。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

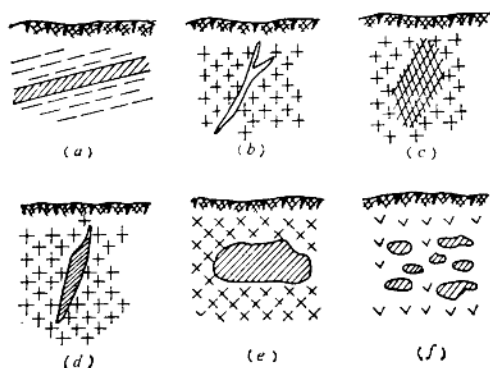


图 1-1 矿体形状

(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

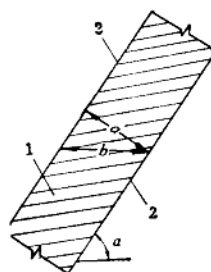


图 1-2 矿体的水平厚度和垂直厚度

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

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：

1.3.3.1 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。

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

1.3.3.3 中厚矿体 厚度为5~10~15m。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，即布置矿块时，它的长轴方向与矿体走向一致，亦称为矿块沿走向布置（图1-3a）。

1.3.3.4 厚矿体 厚度为10~15~40m。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（图1-3b）。

1.3.3.5 极厚矿体 厚度大于40m。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（图1-3c）。

1.3.4 按埋藏深度分

矿体埋藏深度是指从地表至矿体上部边界的垂直距离，见图1-4。矿体的延伸深度是

指矿体的上部边界至下部边界的垂直距离或倾斜距离（分别简称垂高和斜长）。

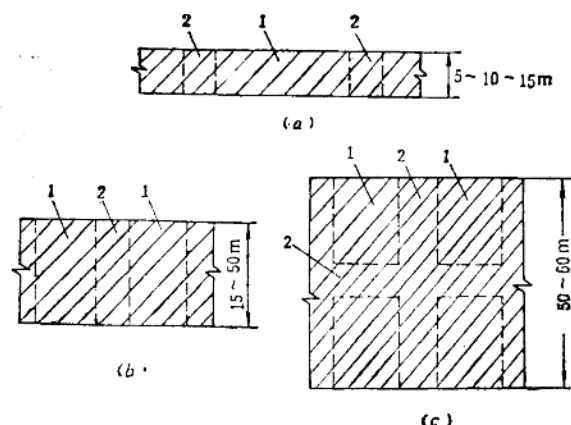


图 1-3 急倾斜矿体矿块的布置方式平面图

(a) 矿块沿走向布置；(b) 矿块垂直走向布置；

(c) 矿块垂直走向布置且留走向矿柱

1—矿房；2—矿柱

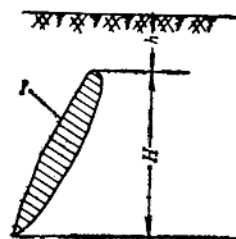


图 1-4 矿体的延伸深度和埋藏深度

1—矿体； h —埋藏深度；

H —延伸深度（垂直高度）

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800m。

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800m，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4000m。

1.4 矿床的工业特性对开采工作的影响

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。

1.4.1 赋存条件不稳定

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。

1.4.2 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。

1.4.3 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。

1.4.4 矿石和围岩坚固性

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，绝大多数非煤矿岩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。

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。

第二章 矿床地下开采的基本原则

2.1 矿床开采单元的划分及其开采顺序

2.1.1 矿区、矿田和井田

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,常为数千米至数十公里。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。

以开采矿产为目的企业叫矿山。我国矿山的管理体制大多是矿务局(或公司)下设几个矿山,矿山下设一个或几个矿井(或叫坑口)。矿井(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。划归矿务局或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2-1, I、II号矿田),否则,一个矿田可包括若干个井田(如图2-1, III号矿田)。同样,一个矿区也可包括若干个矿田。

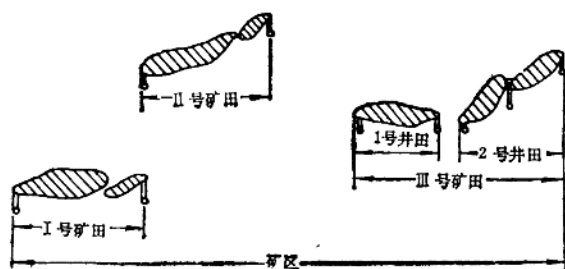


图 2-1 矿区、矿田、井田

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1000~1500m。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3000~4000m,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。

矿山大多是在丘陵地区和山区。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:

2.1.1.1 矿床的自然条件 埋藏连续的矿体，在两井田之间应留20~30m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2-2a），利用它们的保安矿柱兼作井田边界矿柱，或者可用无矿带、薄矿带及贫矿作为井田境界矿柱。

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2-2b）；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。

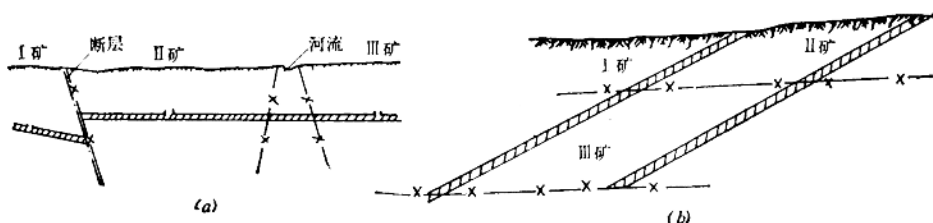


图 2-2 井田划分

——x——x——x——井田境界线

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。

2.1.1.2 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2-2b）。

2.1.2 阶段和矿块

井田沿倾斜尺寸往往较大。由于开采技术上的原因，缓倾斜、倾斜和急倾斜矿体，还必须将其沿倾斜方向，按一定的高度，再划分成若干个条带来开采，这个条带称为阶段，在矿山常称中段，见图2-3。

每个阶段都应有独立的通风系统和运输系统。为此，每个阶段的下部应开掘阶段运输平巷，并在其上部边界开掘阶段回风平巷。一般随着上阶段回采工作的结束，上阶段的运输平巷就作为下阶段的回风平巷。这样，阶段的范围是：沿倾斜以上下两个相邻阶段的阶段运输平巷为界，沿走向则以井田边界为界。