

• 中等专业学校教学用书 •

采 选 概 论

冶金工业出版社

ZHONGDENG ZHUANYE
XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU

中等专业学校教学用书

采 选 概 论

吉林冶金工业学校 夏立凯 主编

*

冶金工业出版社出版

《北京北河沿大街黄城根北巷13号》

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张 12 3/4 字数 296 千字

1988年10月第一版 1988年10月第一次印刷

印数00,001~4,100册

ISBN 7-5024-0302-7

TD·53 (课) 定价2.30元

前 言

《采选概论》是根据一九八六年冶金部中等专业学校四年制财务会计、计划统计、企业管理等专业教育计划和一九八七年“采选概论”教学大纲编写的。

本书较全面地、系统地阐述了金属矿采矿和选矿的生产工艺过程、基本概念、基本知识、常用技术术语、主要消耗及主要技术经济指标，扼要地介绍了基本理论。书中内容简明易懂，便于自学。

本书作为中等专业学校财务会计、计划统计、企业管理等专业的技术基础课教材也可供技工学校、技术工人培训及采、选专业学生使用。

本书由吉林冶金工业学校傅桂芹（第一章至第八章）、夏立凯（第九章至十五章）编写，全书由夏立凯主编。

承蒙吉林冶金工业学校赵玉堂、王玉成、赵华、张廷才、杨万录、王遵导、王宏启等同志对本书提供了宝贵意见。在编写过程中，吉林省冶金厅、河北铜矿、承德钢铁公司大庙铁矿、双塔山选厂、柴河铅锌矿、吉林鼓风机厂、长春空气压缩机厂提供了宝贵资料。此外，东北工学院文献室、吉林冶金机电设备制造厂刘家荣、吉林黄金研究所李树仁、李凤山、张淑兰也提供了丰富资料。河北省冶金工业学校于秉芳、潘丽明、河南省冶金工业学校张安朝，吉林冶金工业学校王满良、马希侯、黄永贵、陈国山等同志对本书初稿进行会审，并提出了宝贵意见。在此一并致以衷心的感谢。

因时间紧迫，书中不足之处在所难免，希望读者批评指正。

编 者

一九八七年七月

目 录

绪论	1
第一章 矿床	3
第一节 基本概念及术语	3
第二节 金属矿床的工业特性	4
第二章 金属矿床地下开采	7
第一节 金属矿床地下开采的基本要求	7
第二节 开采单元的划分及矿山规模	7
第三节 矿床开采步骤	10
第四节 地下开采的生产过程	11
第五节 矿石的损失与贫化	12
第六节 采矿生产指标	13
第三章 凿岩爆破	17
第一节 凿岩	17
第二节 爆破	22
第四章 井巷掘进	27
第一节 水平巷道的掘进	27
第二节 天井掘进	32
第三节 竖井掘进及延深	34
第四节 斜井掘进	37
第五节 钻进法掘进	38
第五章 矿床开拓	41
第一节 开拓巷道和开拓方法的分类	41
第二节 单一开拓法	41
第三节 联合开拓法	44
第四节 井底车场	46
第五节 主副井布置方式	47
第六章 采矿方法	49
第一节 采矿方法及其分类	49
第二节 空场采矿法	49
第三节 充填采矿法	59
第四节 崩落采矿法	63
第五节 矿柱回采及空区处理	67
第六节 矿山运输与矿井提升	68
第七节 矿井通风、排水和压缩空气供应	70
第七章 露天开采	73
第一节 露天开采的基本概念	73
第二节 露天矿生产工艺	76
第三节 露天矿床开拓	87

第八章 砂矿床开采	91
第一节 砂矿成因、类型及构造要素	91
第二节 砂矿床开采方法	92
第九章 破碎与筛分	97
第一节 破碎	97
第二节 筛分	107
第三节 矿石的运输及有害物质的清除	112
第四节 破碎筛分流程	112
第五节 破碎车间的主要技术经济指标及发展方向	113
第十章 磨矿与分级	116
第一节 磨矿	116
第二节 分级	121
第三节 磨矿分级流程	125
第四节 磨矿车间的主要技术经济指标及发展方向	126
第十一章 浮游选矿	129
第一节 浮选的基础知识	129
第二节 浮选药剂	130
第三节 浮选机械	134
第四节 浮选流程	138
第五节 浮选车间的主要技术经济指标及影响因素	141
第六节 铁矿石的浮选	147
第十二章 磁力选矿	148
第一节 磁选的基础知识	148
第二节 铁矿石的分类及选别方法	150
第三节 强磁性矿物的磁选	151
第四节 弱磁性矿物的磁选	156
第五节 铁矿石的其他选别方法	161
第六节 铁矿石的选别实例	161
第十三章 重力选矿	165
第一节 矿粒在介质中的沉降	165
第二节 重选前的准备作业	167
第三节 跳汰选矿	170
第四节 摇床选矿	176
第五节 溜槽选矿	181
第六节 重介质选矿	182
第七节 离心选矿	184
第八节 重选流程实例	188
第十四章 产品处理	190
第一节 精矿脱水	190
第二节 尾矿贮存	192
第十五章 选矿厂的金属平衡	193

绪 论

冶金工业是国家发展和富强的重要基础工业。工农业生产、军需、民用都离不开铁、锰、铜、铅、锌、铝、镍、钨、锡、锑、钼、铬、金、银等各种黑色金属、有色金属、稀有金属及贵重金属。它们都是通过冶炼而得到的各种纯金属以及具有特殊性能的合金。冶金工业对我国的四个现代化建设具有非常重要的作用，而位于冶金工业之首的矿山企业的作用尤为突出。我国的矿山企业每年向各钢铁厂、有色金属冶炼厂提供许多天然富矿和大量人造富矿，它是冶金工业不断发展所必须的主要原料供应企业，没有矿石，冶金工业将是无米之炊。天然富矿以及人造富矿都要首先通过采矿把金属矿石从矿床中采出。我国的天然矿石，如铁矿石，绝大多数均为贫矿，为满足冶炼的需要，这些贫矿石都需通过选矿选出人造富矿，再对它们进一步加工，以提高冶金炉利用系数，降低冶炼成本，提高经济效益。

《采选概论》主要包括金属矿床开采及金属矿选矿两大部分。所谓金属矿床开采就是利用凿岩爆破（或水力）的方法将矿石从矿床中开采出来。根据矿床埋藏情况及特点可分为地下开采、露天开采以及砂矿开采。在金属矿采矿中除涉及必要的矿床地质及金属矿采矿的基本概念和基本知识外，金属矿采矿主要由下列工艺过程组成：凿岩爆破；井巷掘进；矿床开拓；地下采矿法；露天采矿法；砂矿开采法。凿岩爆破是利用一系列凿岩工具在矿岩上开凿不同直径及深度的孔眼，装入炸药，将矿岩从母体上崩落下来。井巷掘进是在适当的位置开凿一系列通达矿体的垂直、倾斜、水平的通道，以便将采下的矿石或废石运输并提升至地表，送往选矿厂或废石场，以及运送材料及人员出入。矿床开拓是矿山基本建设的重要组成部分，它对矿物资源回收的完善与否、建设时间长短、安全生产、投资大小、生产成本高低、矿山的发展均起十分重要的作用。地下采矿法是将埋藏较深的矿石在地下用诸如空场采矿法、充填采矿法、崩落采矿法等一系列采矿方法将矿石开采出来，送往选矿厂选矿。露天采矿法是在露天条件下将埋藏较浅的矿石开采出来运往选矿厂选矿。砂矿开采法是根据砂矿的特点用水利机械、采砂船等方法将矿石开采出来。金属矿选矿是不能直接进行冶炼的低品位贫矿，通过人工方法加工提纯，使有用矿物与脉石、有用矿物与有用矿物相互分离，为冶炼提供高质量的人造富矿。选矿主要由下列工艺环节组成：破碎与筛分；磨矿与分级；选矿；产品处理。破碎与筛分是选矿工艺过程中对原矿进行粒度加工的第一道工序，它由破碎与筛分两个主要作业构成。通过运输设备将破碎作业与筛分作业有机联系起来。磨矿与分级是对已碎矿石进行粒度加工的第二道工序，它由磨矿和分级两个作业构成，为选别作业提供粒度合格、浓度适宜的矿浆。选矿是对已磨细的矿石中的有用矿物进行富集的过程（通常在水介质中进行）。在选别过程中根据矿石性质的不同可分别采用不同的选矿方法，主要有浮选法、磁选法、重选法。浮选法主要是根据矿物间可浮性的不同，并借助浮选药剂的作用使有用矿物与脉石、有用矿物与有用矿物相互分离。磁选法是根据各种矿物可磁化性的不同使磁性矿物与非磁性矿物相互分离的方法。重选法是根据各种矿物在介质中有效重力的不同按其不同的密度而分离的方法。除上述三种选矿方法外，还有以表面特征为依据的手选法，以各种颜色的矿物产生不同的光电效应为依据

的光电选矿法，以及化学选矿等多种方法。产品处理是将选矿所得到的最终精矿进行浓缩、过滤、干燥，对尚含有一定数量的多种残存金属矿物的尾矿则送往尾矿提储存，有待日后处理。

本书所涉及的金属矿采矿、选矿的基本概念和知识，基本生产工艺过程和基本理论，主要设备及零部件，主要易磨损部件，主要消耗材料，常用技术术语及主要技术经济指标等内容，是冶金矿山财务会计、计划统计、企业管理等人员所必不可少的专业基础知识，只有在了解矿山企业基本知识的基础上才能很好地完成生产成本核算和经济活动分析，合理编制生产计划，从统计报表及数字分析中发现问题，提高劳动生产率，降低企业成本，加强对本企业的人力、物力、财力的管理，充分调动各方面的积极性，保证企业获得最佳经济效益。

第一章 矿 床

第一节 基本概念及术语

一、矿物、岩石

地球最外面的一层坚硬外壳称为地壳。地壳中几乎含有化学元素周期表中所有的化学元素，其中氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢九种元素占地壳总重量的98.13%，其它多种元素仅占1.87%。

矿物是由一种或数种化学元素在地质作用下形成的自然产物，它们均有一定的形态和一定的物理化学性质。绝大多数矿物是固态的，但也有液态（如水银）和气态（如非金属的天然瓦斯）的。

能被直接利用的或从中能提取被利用元素的矿物，称为矿石矿物，即有用矿物。已被工农业生产所利用的矿物大约有二百多种，其中最常见有用矿物有：自然金、硫磺、黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿、石英、长石、云母等等。与矿石矿物共生的、目前尚无工业利用价值的矿物，称为脉石矿物，也叫无用矿物。

各种矿物在地壳中很少单独存在，它们绝大多数是有规律地组合在一起，由一种或数种矿物颗粒组成的集合体称为岩石。

二、矿石、矿体、矿床

1. 矿石 由于各种地质作用的存在，矿物在某种特定的地质作用影响下，能相对富集，而当其富集到一定程度可被人们所利用时，即在目前技术经济条件下能满足国民经济需要，可供利用的矿物集合体，称之为矿石。矿石中往往含有几种矿物。

从中能提取金属的矿石，称为金属矿石，如铜矿石、铁矿石。按其中所含金属种类的不同，又分为黑色金属矿石（如铁、锰），有色金属矿石（如铜、铅、锌），贵重金属矿石（如金、银、铂），稀有金属矿石（如钽、铌），放射性矿石（如铀、钍）。从中提取非金属元素、矿物或直接利用的矿石，叫做非金属矿石，如石棉、石灰石、云母等。

按所含金属矿物性质、矿物组成和化学成分又分为自然金属矿石（金属以单一元素存在于矿床中，如金、银、铂等）；氧化矿石（矿石矿物的化学成分为氧化物，如锡石、白铅矿、菱铁矿、菱镁矿等）；硫化矿石（矿石矿物的化学成分为硫化物，如黄铜矿、方铅矿、辉钼矿等）；混合矿石（矿石中含有上述两种以上矿物的混合物）。

矿石中某金属质量与矿石质量之比叫矿石品位，通常用百分数表示。如铁矿石的品位是51%，是说在100吨铁矿石中含有51吨铁。

2. 矿体 矿体是指地壳中矿石的天然聚合体。它是一个独立的地质体，有一定的质量界限、空间位置和几何形状。矿体周围的岩石叫围岩，位于矿体上部的围岩叫上盘围岩或顶板围岩，在矿体下部的叫下盘围岩或底板围岩，夹在矿体之间的岩石叫夹石，在采矿和掘进过程中被采掘出来的围岩和夹石统称为废石。

3. 矿床 矿床是指按地貌特征圈定区域内的矿体的总称，由一个或若干个矿体组成。在目前的技术经济条件下符合开采和利用要求的矿床叫工业矿床，反之叫非工业矿床。

矿床中未开采的矿石叫原矿石,采出来的纯矿石与混入的废石的总和称为采出矿石。

必须指出,有用矿物与无用矿物(矿石矿物与脉石矿物)、矿石与废石、工业矿床与非工业矿床等概念均是相对的,这与国家的社会制度,发展国民经济的路线、方针、政策,科学技术水平,已掌握的资源情况和需要量等有着密切关系。例如,由于技术的发展,大力开发综合利用和综合回收,不少被丢弃的废石(特别是含有稀有、稀土元素的矿物)得到利用,变成为矿石。曾一度被认为是非工业矿床的现已被开采,变成了工业矿床。

第二节 金属矿床的工业特性

一、矿石和围岩的工业性质

采矿工作的对象是矿石和岩石(简称矿岩),欲使采矿工作达到较好的效果,必须对矿岩的性质有所了解。矿岩有诸多性质,但对开采工作影响较大的有硬度、坚固性、稳固性、碎胀性、结块性、氧化性、自然性及含水性等。

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、形状、大小、晶体结构及胶结物的情况等。一般而言,硬度大,则凿岩爆破难度较大。

2. 坚固性 坚固性是一种抵抗外力的性能,它反映矿岩破碎的难易程度。所谓“外力”系指工具、机械破碎、炸药爆炸等综合的作用力。

目前国内外常用坚固性系数 f 表示岩石坚固性的大小。 f 的确定方法很多,最简单的表示方法是岩石单轴抗压强度 R 除以100,即 $f=R/100$, f 值介于1~20之间。坚固性越大的矿岩,其 f 值越大,反之越小。如特别坚固的石英岩的 $f=20$,中等坚固的石灰岩的 $f=8$,而不坚固的页岩的 $f=3$ 。 f 值大,则该矿岩凿岩爆破较难,但是其巷道或采场易于维护。

3. 稳固性 稳固性是指矿岩在一定的暴露面积下,一定的时间内不垮落的性能,它对巷道维护、采矿方法选择有很大影响。稳固性不仅仅与时间及暴露面积有关,还与地压、节理状况、暴露面积的形状等因素有极大关系。

按矿岩的稳固程度,将矿岩分为五种情况。

(1) 极不稳固:在掘进或采矿时不允许有暴露面积,否则就有片帮、冒顶的危险;

(2) 不稳固:允许有不大的暴露面积(50m²以内),随工作面的推进,要立即支护方能安全地进行作业;

(3) 中等稳固:允许有一定的暴露面积(50~200m²),随工作面的推进可不立即支护;

(4) 稳固:允许有较大的暴露面积(200~800m²),一般不必支护;

(5) 极稳固:允许有很大的暴露面积(800m²以上),不需支护能在相当长时间内不垮落。

4. 碎胀性 矿岩破碎后体积增大的性能。其碎胀程度用碎胀(亦称松散)系数 K 表示。令 V 为矿岩破碎后的体积, V_0 为矿岩破碎前的体积,则碎胀系数 $K=V/V_0$,对采矿而言,取 $K=1.2\sim 2.0$ 。其作用在于采矿场应有足够的补偿空间。

5. 结块性 采下的矿石和围岩,如含有粘土、滑石或细小粘性颗粒等物质,遇水受湿受压,经过一段时间即引起结块的性质。具有结块性的矿石将给放矿和装运工作带来困难;尤其对采矿方法的选择应予以充分考虑。

6. 氧化性 硫化矿石在水和空气的作用下变为氧化矿石的性能。因此,采下的矿石

不应在井下或地表贮存过久，否则，将会降低选矿的回收率；以致酿成矿石的结块和自燃。

7. 自然性 当矿石中含硫在18~20%以上时，采下来的碎矿石在空气中氧化，放热升温，当矿石温度升高到一定程度会引起矿石自燃。对具有这种性质的矿石，除选择适宜的采矿方法外，还应预先采取防火措施。

8. 含水性 是指矿岩吸收和保持水分的性能。含水性大的矿岩，增加了巷道维修和排水费用，并需采用防水炸药进行爆破。

二、矿体的形状和埋藏要素

1. 矿体的形状 矿体的形状反映了矿体在地壳中的空间外部形态。金属矿体，特别是有色金属矿体、稀有金属矿体，形状复杂，多种多样，常见的有层状、脉状、透镜状等，见图1-1。

矿体形状对采矿有直接影响，形状越复杂，开采越困难。

2. 矿体的埋藏要素 矿体的埋藏要素包括矿体的走向、倾向、倾角、厚度和延深。通过它们反映了矿体的空间外部形态、空间位置及轮廓尺寸。

(1) 走向：走向是矿体在空间的水平延伸方向，矿体沿走向的长度，叫走向长度；

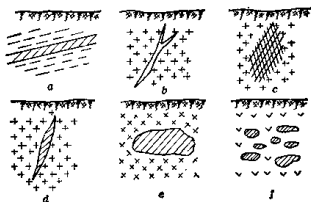


图 1-1 矿体的形状

a—层状矿体；b—脉状矿体；c—网状矿体；d—透镜状矿体；e—块状矿体；f—巢状矿体

(2) 倾向：倾向是矿体向深部延伸的方向；

(3) 倾角：倾角是指矿体的层面与水平面的夹角。倾角的大小，特别是矿体下盘同围岩接触面的倾角，对选择采矿方法和采场矿石的运搬方式有较大的影响。按开采时矿石运搬的技术条件和倾角大小，将矿体分为四类：

水平与微倾斜矿体——倾角为 $0^{\circ} \sim 3^{\circ}$ ；

缓倾斜矿体——倾角为 $3^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；

倾斜矿体——倾角为 30° 至 $45^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ；

急倾斜矿体——倾角大于 55° 。

(4) 厚度：矿体厚度是矿体上盘接触面与下盘接触面之间的垂直距离或水平距离，分别叫做垂直厚度和水平厚度，见图1-2。

按开采时技术条件和矿体厚度，将矿体分为五类：

极薄矿体——厚度小于0.8米；
 薄矿体——厚度为0.8~4米；
 中厚矿体——厚度为4~10~15米；
 厚矿体——厚度为10~15~40米；
 极厚矿体——厚度大于40米。

(5) 延深：矿体的延深是指矿体在深度上的分布情况，可用埋藏深度和赋存深度表示。前者是指地表至矿体上部界限的深度，后者是指矿体上部界限至下部界限的垂直距离或倾斜距离，它们分别叫垂直高和斜高，见图1-3。



图 1-2 矿体的垂直厚度和水平厚度

a—垂直厚度；b—水平厚度

1—矿体；2—矿体下盘；3—矿体上盘

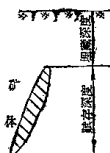


图 1-3 矿体埋藏深度与赋存深度

我们讨论矿体的产状及埋藏要素，不仅仅在于了解其空间位置和赋存情况，而且在于依据它们选择的采矿方法、矿房布置、采场运搬方式等均涉及到经济效益。例如：在开采急倾斜矿体时，可借助于矿石自重实现自重运搬；在开采水平或微倾斜矿体时可使用机械及无轨设备运搬；在开采缓倾斜矿体时，可使用电耙、运输机运搬；而在开采倾斜矿体时还可采用“爆力运搬”。所有这些，最终均反映到采出矿石成本上，作为矿山企业的管理人员必须予以掌握。

再者，就矿体厚度而言，在开采中对极薄矿体则需开采一部分围岩，自然加大了矿石的贫化，降低了其经济指标；对中厚以下矿体可用浅眼落矿、矿块沿走向布置；而对厚矿体及极厚矿体则可用深孔落矿、矿块垂直走向布置。所有这些，随着落矿方式不同，采矿的技术经济效益明显不同，作为矿山企业管理人员也必须予以掌握。

第二章 金属矿床地下开采

第一节 金属矿床地下开采的基本要求

确保安全开采工作和良好的劳动条件,是办好企业的一条准则,矿山企业尤为重要。矿山是在不安全因素多、条件复杂、环境困难的情况下进行工作的。通过各种努力完成国家规定的年产量,满足国民经济不断发展的需要。对金属矿床地下开采有以下基本要求:

(1) 劳动生产率高,采矿是个繁重、复杂、劳动强度大的生产过程。应尽量采用高效率的采矿方法、先进的生产工艺及新技术新设备,不断提高机械化程度和科学管理水平,调动职工的积极性,为提高劳动生产率创造条件,以保证完成和超额完成生产任务。

(2) 矿石损失和贫化小。在开采矿体的过程中,矿石损失、贫化要达到最小,这对充分利用自然资源、降低采矿成本、防止高硫矿床的自然火灾有重大意义。

(3) 开采强度大。提高开采强度即是提高矿床、井田、阶段矿块的开采速度,这样有利于按期完成生产任务,降低巷道的维护费用及生产费用,同时保证安全生产。

(4) 综合利用高。尽可能全面地利用各类矿石和采出来的废石,如多种金属回收、废石用作铺路和建筑材料;同时对含有可溶性金属的矿井水(如含铜的井下水)也应回收处理。

(5) 矿石的成本低。采矿成本是衡量矿山采矿工作好坏的综合指标。降低矿石成本的途径很多,其中主要是减少劳动力、材料和动力的消耗,降低损失贫化,提高劳动生产率和科学的管理水平等方法。

(6) 必须十分重视环境保护工作,以减少对农业、渔业及对空气的污染,以利于人民的健康。

第二节 开采单元的划分及矿山规模

一、开采单元的划分

一个矿体的体积往往很大,为了有计划按步骤开采,需要将矿体由大到小划分为若干

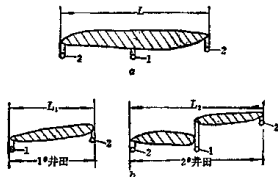


图 2-1 矿田和井田

a—矿田等于井田; b—矿田包括两个井田

1—主井; 2—副井; L 、 L_1 、 L_2 —井田长度

个开采单元，即矿田、井田、矿块（采区）。矿块是最基本的开采单元。

1. 矿田、井田 划规为一个矿山企业开采的矿床或其一部分叫做矿田。矿田有时只包括一个井田，有时包括几个井田，如图2-1所示。

划规一个坑口（或矿井）开采的矿体或其一部分叫井田。坑口是具有独立开采系统的单位，它负担该井田全部矿石的开采。

井田尺寸的大小，要根据矿体的赋存情况和地表地形条件、矿山的生产能力、基建时间及目前技术条件来确定。一般井田走向长度为1~3千米为宜。

2. 阶段、矿块 阶段是为便于回采矿石，在缓倾斜、倾斜和急倾斜矿床的井田中，每隔一定垂直距离掘进与矿体走向一致的阶段平巷，将矿体划分为若干个矿段。它的范围，上下以两个阶段平巷为界，沿走向是以井田边界为界，这样的矿段称为阶段或中段，如图2-2所示。

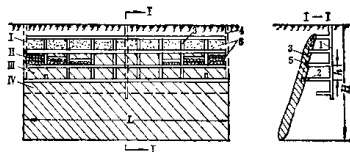


图 2-2 阶段和矿块的划分

I—采完阶段；II—回采阶段；III—采准阶段；IV—开拓阶段
H—矿体赋存深度；h—阶段高度；L—矿体走向长度；1—主井；2—石门；3—天井；4—副井；5—阶段平巷；6—矿块

上下两个阶段平巷（即运输平巷）的地板的垂直距离叫阶段高。往往阶段高度变化范围很大，开采缓倾斜矿体时，阶段高度一般小于20~30米，急倾斜矿体通常为40~60米，有的达80~120米。近年来，为了减少采准工程量和降低损失，在条件允许的情况下，有适当加大阶段高度的趋势。目前，国外有的达到120~150米。合理的阶段高度，应该是工作安全，矿石成本低。

井田内各阶段的开采顺序，由于矿体上部勘探较精确，而下部较粗糙，为避免造成盲目和浪费，有利于安全，多采用自上而下的开采顺序，即称下行式。

在回采矿石之前，在阶段内，沿矿体走向用天井将阶段划分成若干个矿块（图2-2之6）。

阶段内矿块的开采顺序，按回采工作相对主要开拓巷道（主井、主平硐）的位置，开采顺序分为以下三种：

（1）前进式：由主井（主平硐）向井田边界开采，其优点采准时间短、投产快。但先采完的空区下面的阶段运输巷道仍然使用，如围岩不稳固则需维护，增加了维护费用，见图2-3。

（2）后退式：由井田边界向主井方向开采（图2-2）。优缺点与前进式恰好相反。

（3）混合式：两种方式同时用。它具有投产快、主运巷道维护费较前进式低等优点。

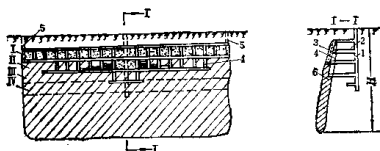


图 2-3 前进式回采顺序

1—主井；2—石门；3—阶段平巷；4—天井；5—副井；6—矿体

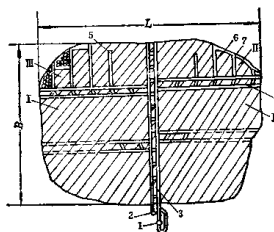


图 2-4 盘区和矿壁的划分

I—开拓盘区；II—采准切割盘区；III—回采盘区；

1—主井；2—副井；3—主要运输平巷；4—盘区平巷；5—回采平巷；6—矿壁；
7—切割巷道

但管理复杂。

3. 盘区、矿壁 在开采水平或微倾斜矿床时，首先在井田中掘进主要运输巷道，然后在垂直于主要运输巷道的方向上向井田边界掘进盘区平巷，将井田划分为若干个矿段，这些矿段叫做盘区。再沿盘区平巷每隔一定距离掘进一条回采平巷，将盘区划分为若干个矿段，这些矿段叫做矿壁。矿壁是最基本的开采单元，如图2-4所示。

二、矿山规模

矿山规模也称生产能力，通常用年产量或日产量表示。矿山年产量即矿山每年生产的

表 2-1 矿山规模与服务年限

矿 山 类 型		矿 石 年 产 量， 万 吨/年	服 务 年 限， 年
大 中	型	大于 100	大于 30
	型	黑色 30~100	大于 20
小	型	有色 20~100	大于 10~15
	型	黑色小于 30	
		有色小于 20	

矿石数量。按产量的大小，分为大型、中型、小型三种类型。

矿山规模（生产能力）的大小，要与矿山经济合理的服务年限相适应，只有这样，才能节省基建费用和生产费用，降低成本。矿山规模与服务年限的合理关系见表2-1。

第三节 矿床开采步骤

金属矿床地下开采，按开拓、采矿准备和回采三个步骤进行，它反映了从矿床中采出矿石的不同阶段。

一、开采步骤

1. 开拓 金属矿床地下开采时，首先从地表开掘一系列通达矿体的通道——巷道，形成地面与矿体之间的提升、运输、行人、通风、排水、供电、供风、供水完整系统，以便对矿体进行采矿准备和回采，我们把这项工作叫做矿床开拓。用来开拓矿床的巷道叫做开拓巷道，如平硐、竖井或盲竖井、斜井或盲斜井、石门、主溜矿井、主充填井、井底车场、阶段主要运输巷道及必要的硐室等，见图2-5。

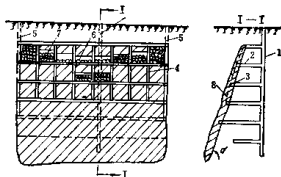


图 2-5 矿床开采步骤和三级矿量

1—主井；2—石门；3—阶段平巷；4—天井；5—副井；6—漏斗及拉底；7—矿块；
8—矿体

2. 采矿准备 采矿准备简称采准。在已开拓好的阶段内，为回采矿石提供条件，开凿天井、沿脉或穿脉巷道、硐室、拉底和漏斗等，以便建立运输矿石、行人、通风路线（图2-5）。

3. 回采 回采即采出矿石的工作。当采准、切割工程完毕，并做好回采条件（如照明、风、水管路已接到采场内）后，便可以从采场大量采出矿石。

在矿床开采初期，开拓、采准、回采是依次进行的；投产后，为保证持续生产和三级矿量的规定指标，仍然要遵循开拓超前采准，采准超前回采的原则。

二、三级矿量

根据矿床地下开采的准备程度，将矿石的储量分为开拓矿量、采准矿量和备采矿量，称它们为三级矿量。

1. 开拓矿量 开拓工程已完毕，井形成了完整的提升运输、通风行人、排水等开拓系统的矿体部分，由开拓巷道控制的矿量称为开拓矿量。

2. 采准矿量 采准矿量是开拓矿量的一部分。在已经开拓的矿体范围内，按采矿方法要求已开掘完采准巷道，形成了采区的外形，在这些采区范围内的矿量称为采准矿量。

3. 备采矿量 备采矿量是采准矿量的一部分。在已经做完采准工作的矿块内完成全部的切割工作，可立即进行回采，在这样矿块范围内的矿量称为备采矿量。

为确保三级矿量的规定指标，矿山应遵守“采掘并举，掘进先行”的技术方针。三级矿量的指标通常用可供生产的年限表示，称三级矿量保有期，开拓矿量应保证三年以上，采准矿量一年左右，备采矿量半年左右。

科学地管理企业，就是要用最少的投资，最低的成本，获得最大的经济效益，从这个意义上讲，在保证正常生产的基础上，储备矿量越少，资金周转越快，对矿山企业越有利。因此，如何能使三级矿量保有期限与其开采技术条件相适应，就显得非常重要，值得重视。

第四节 地下开采的生产过程

开采矿石，也同工厂生产某种产品一样，分成若干个彼此互相联系又密切配合的生产过程。每一个生产过程又分为若干个工作过程，再将每一个工作过程细分为若干道工序。例如，采准是矿山主要生产过程中的一个工作过程，它包括凿岩爆破、通风、出碴、支护等工序。就过程而言，采矿生产过程分为回采工作过程，即采出矿石的工作过程；保证回采的工作过程，即保证采出矿石所需完成的全部工作。按其生产性质，地下开采分为主要生产过程和辅助生产过程。

一、主要生产过程

主要生产过程是矿山企业的主要部分，它的劳动对象绝大部分是矿石或岩石。它包括采准工作过程，即为回采矿石所作的准备工作的过程，如开凿一些井巷、硐室等；回采工作过程，它包括：

1. 落矿 用凿岩机在矿体上钻凿炮孔，在其中装药爆破，使矿石从矿体上分离下来成为碎块，称为落矿。

2. 矿石运输 从回采工作面向阶段运输巷道搬运矿石以备装车运走。它分为重力运输（漏斗、溜矿井）和机械运输（电耙、铲运机）。

3. 矿石二次破碎 爆破落矿后，如有大于500毫米的不合要求的大块，应用人工或爆破方法将其破碎成合格块度。

4. 采空区支护 是人为的向采空的空区里充填一些充填料（废石、尾砂等）或强制崩落围岩进行支护，确保下部矿体的回采安全。

5. 矿石地下运输 矿石在阶段运输巷道装车并组成列车，由电机车牵引送到井筒（或主溜井、平硐口、卸矿点）；近年来装运机已被采用，有的矿山由它来完成矿石地下运输工作。

6. 矿石提升 用卷扬机、钢丝绳和提升容器（箕斗、罐笼、串车等）、皮带输送机或自卸汽车，沿竖井、斜井或斜坡道将矿石提升到地表。

7. 矿石地表运输 用电机车、架空索道、铁路火车或汽车将矿石送往选矿厂或用户；废石送往废石场。

二、辅助生产过程

辅助生产过程是保证主要生产过程能正常进行的生产过程。

1. 设备的安装、拆卸和维修 为保证采掘工作正常进行，在生产中所用的设备往往

需要拆卸、修理、安装，如凿岩机、装岩机等。

2. 井巷维护和修理 为保证采掘工作正常进行，防止局部冒顶、片帮，应进行支护；对巷道里的障碍物、水沟应及时清理。

3. 人员、材料、设备的升降 如采用井筒或斜坡道开拓时，用罐笼、串车（人用保险车）或汽车送到井下或升至地表；如系平硐开拓，除人员用乘人车运送外，其它均用电机车牵引矿车运送。

4. 辅助运输 人员从居民区到井口，材料、设备从材料库送到井口等工作，用火车、汽车、电机车（带乘人车或专用材料车）运送。

5. 通风 如采用扇风机通风时，掌握通风和通风所用装置（局扇、风筒、风门、风窗等）的安装、拆卸及维护使用。

6. 供水 将水管路送到井下供凿岩机使用、供水管路的铺设和维护等。

7. 矿井排水 如矿山用井筒开拓，将井下涌水用水泵排至地表。

8. 供电 向矿山机器或设备的电动机和照明地点送电。

9. 压缩空气供应 简称压气或压风，它是金属矿山生产的主要动力之一，向井下工作面的凿岩机、装岩机、装药器、喷浆机等供应压气。

10. 地质测量 在生产过程中，须进一步了解矿山地质、水文地质、矿体边界等情况和正确指导采矿掘进工作顺利进行，统计损失贫化，协同采矿人员设法降低损失贫化，监督三级矿量指标的执行情况等。

11. 生活福利、教育等其它辅助生产过程。

第五节 矿石的损失与贫化

在矿床的开采过程中，总有极少部分（2~3%）矿石丢失和废石混入，但应尽量减少它的出现，从而达到降低矿石成本，增加企业利润的目的。

一、矿石的损失

在矿床开采过程中，由于种种原因，造成矿体中的矿石不能全部采出来，总要丢掉一部分，称这种现象为矿石的损失。

1. 矿石损失的原因 矿山地质、水文地质、埋藏条件复杂等因素；为保护铁路、公路、建筑物或构筑物等而留的保安矿柱；地质勘探不清；回采顺序和采矿方法不合理；装矿、运输过程中由于管理不善等原因造成的损失。

2. 矿石的损失率 矿石损失的程度如何，常常用损失率表示，并用下式计算：

$$K = \frac{Q - Q_1}{Q} \times 100\%$$

式中 K ——矿石损失率，%；

Q ——工业储量，吨；

Q_1 ——采出工业矿量，吨

与其对应的是矿石的回收率，在矿山实际生产中经常使用回收率这个指标。可用下式计算：

$$P = \frac{Q_1}{Q} \times 100\%$$