

YJ 冶金职业技术教育丛书

YEJIN ZHIYE JISHU JIAOYU CONGSHU

冶金概论

YEJIN GAILUN

冶金工业职业技能鉴定指导中心

安俊杰 / 主编



中国工人出版社

冶金职业技术教育丛书

冶金概论

安俊杰 主编

中国工人出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

冶金概论 / 安俊杰主编. —北京: 中国工人出版社, 2005.7

(冶金职业技术教育丛书)

ISBN 978-7-5008-3550-9

I. 冶... II. 安... III. 冶金—技术培训—教材 IV. TF

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 090546 号

出版发行: 中国工人出版社

地 址: 北京鼓楼外大街 45 号

邮 编: 100011

电 话: (010) 62350006 (总编室)

(010) 82075935 (编辑室)

发行热线: (010) 62045450 62005042 (传真)

网 址: <http://www.wp-china.com>

经 销: 新华书店

印 刷: 三河市燕郊汇源印刷有限公司

版 次: 2005 年 9 月第 1 版 2008 年 5 月第 2 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

字 数: 1450 千字

印 张: 69.25

全套定价: 117.80 元

版权所有 侵权必究

印装错误可随时退换

前 言

1996年,在原冶金工业部统一部署、安排下,我们组织全国50多所冶金技工学校的优秀教师和生产第一线的工程技术人员编写了冶金技工学校教学用书。这套教材按照原冶金工业部颁布的教学计划和教学大纲编写,汇集了国内外冶金工业的新技术和新成果,具有很强的实用性和可操作性,同时也满足了冶金技工学校的教学和冶金企业职工岗位培训的需要。教材发行九年来,在冶金职业技术学校 and 职工岗位培训的使用过程中,得到教师和学校的好评。

进入新世纪以来,冶金工业迅速发展,更先进的技术和设备进入冶金厂矿。我们也陆续收到用户反馈的意见和修订建议。经过对反馈的意见、建议的总结归纳和酝酿筹备,从2004年5月开始,我们分期分批对教材进行修订,并命名为《冶金职业技术教育丛书》。新丛书在原教材的基础上,进行了大量的增补和删减工作,力求保持内容新颖,强调理论联系实际,使之更符合冶金职业技术教学与实践工作的需要。

为进一步提高质量,缩短出版周期,我们委托唐山科技职业技术学院的安俊杰老师担任此次修订的主编,参加修订的还有唐山科技职业技术学院岳保兴老师。其中,安俊杰修订了本书绪论及第一、二、三章,岳保兴修订了第四章。敬请广大读者在使用过程中,把意见和建议反馈给我们。

冶金工业职业技能鉴定指导中心

2005年8月

目 录

绪 论	(1)
第一章 采矿与选矿	(3)
第一节 采矿的基本概念及矿床开拓	(3)
第二节 地下开采	(8)
第三节 露天开采	(12)
第四节 选矿	(17)
思考题	(24)
第二章 炼铁生产	(25)
第一节 高炉炼铁原料	(25)
第二节 烧结和球团	(28)
第三节 高炉炼铁设备	(33)
第四节 高炉炼铁工艺	(38)
思考题	(42)
第三章 炼钢生产	(43)
第一节 炼钢的任务及钢的分类	(43)
第二节 氧气转炉炼钢法	(47)
第三节 碱性电弧炉炼钢法	(54)
第四节 钢的浇注	(58)
思考题	(64)
第四章 轧钢生产	(65)
第一节 概述	(65)
第二节 原料的准备、加热和初轧	(69)
第三节 型钢生产	(73)
第四节 板带钢生产	(76)
第五节 钢管生产	(80)
思考题	(84)

绪 论

冶金，顾名思义，就是冶炼金属，是指如何经济地从矿石或其他原料中提取金属或金属化合物，并用各种加工方法制成具有一定性能的金属材料的过程。由于金属分为黑色金属（即铁、铬、锰以及钢和其他以铁为主的合金）和有色金属（即铁、铬、锰以外的金属及其合金），故而，冶金又可分为黑色冶金和有色冶金两大类。本书主要介绍黑色冶金。

专门研究冶金过程的理论、工艺、设备、经济等方面问题的技术学科，称之为冶金学。其基本内容包括：冶金过程的物理化学理论；金属的组织结构及其机械、物理与化学性能的理论基础；原料的配备和处理；金属的冶炼、加工、热处理和质量控制；设备的设计、运转和维护；冶金过程中间产品和废料的综合利用；环保及安全防护等。

本书是冶金技工学校教材，概括介绍了采矿、选矿、炼铁、炼钢及轧钢的生产过程，以使学员对黑色冶金的主要生产过程有一个一般性的了解。

现代钢铁联合企业是最庞大的工业部门，它包括采矿、选矿、烧结、焦化、耐火材料、炼铁、炼钢、轧钢等一系列生产部门和运输、机修、动力等辅助服务部门。钢铁工业的建设和发展需要采矿、选矿、烧结、炼焦、炼铁、炼钢、轧钢等许多复杂的重型设备。昼夜不停的钢铁生产消耗大量的原材料，并生产出大量的产品，运输量相当大。一个钢铁联合企业生产一吨钢，运输量约达 22 吨。钢铁工业的主要原材料和产品的运输量在国家总运输量中占很大的比重。因此，钢铁工业不能孤立无援地发展，而钢铁工业的发展必将带动机械、煤炭、交通运输、电力等国民经济各部门的发展。

现代钢铁联合企业各主要生产部门之间存在着密切的关系（图 1）。其中最主要的生产部门是炼铁、炼钢和轧钢。炼钢生产又是整个钢铁生产过程中的中心一环。

工业发展的历史证明，钢铁工业是整个工业发展的基础，钢铁生产是衡量一个国家工业生产水平高低的重要标志。

我国是最早生产和使用钢铁的国家之一。远在 2500 年以前，我们的祖先就已经制造出大规模的炼铁炉，发明了铸造有铭文的大型铁器技术。中国古代的许多名贵宝剑都是用钢制成的。以坚韧、锋利、削铁如泥，闻名于世的干将、莫邪、龙泉等宝剑已展现出我国在 2500 年前的钢铁冶炼技术水平。勤劳而富于创造精神的中国人民，不仅曾以指南针、造纸法、印刷术和火药等伟大发明著称于世，在钢铁生产发展史上也曾写下了光辉的篇章。

但是，几千年来封建统治和近代封建主义、帝国主义、官僚资本主义的剥削和压迫，严重地阻碍了我国钢铁工业的发展。解放前夕的 1949 年，年产钢量只有 15.8 万

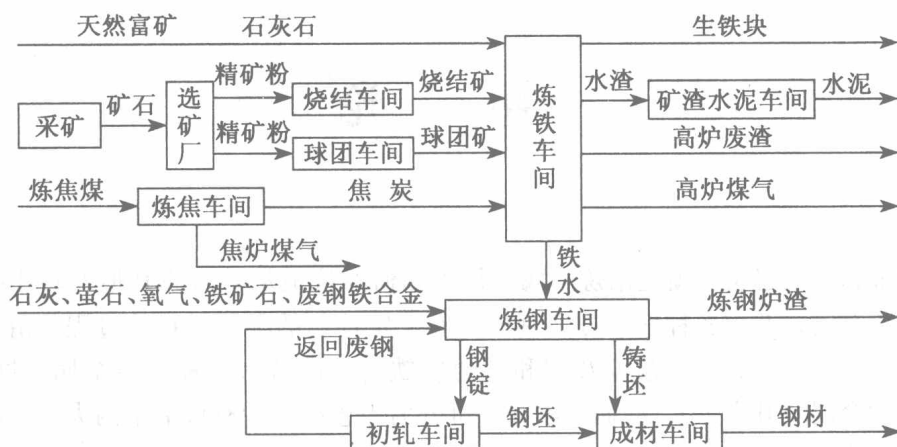


图1 钢铁联合企业各主要生产部门之间的联系图

吨。新中国成立后，我国的钢铁工业得到了迅猛发展：1958年钢产量为800万吨，1978年钢产量突破3000万吨（3178万吨），1989年升至6159万吨，1996年钢产量突破了亿吨大关（10124万吨）。到2003年，我国生产钢22234万吨，成为全球第一个年产钢量突破2亿吨的国家。2004年，我国钢产量比上年增长22.7%，达到27279.79万吨，连续9年钢产量居世界第一位。

尽管我国已成为一个钢铁大国，但是应该清醒地看到，我国现在还远不够一个世界钢铁强国。人均钢材消费量还不及世界水平的一半，高性能和高附加值的材料产品品种少。从技术角度讲，应重点发展对钢铁工业长期发展具有影响的熔融还原、近终形连铸、新一代钢铁材料开发等前沿技术；优化钢铁制造流程，发展节能降成本的烧结炼焦新技术、高炉综合节能及环保技术、电炉炼钢短流程技术（超高功率电炉—炉外精炼—连铸—连轧）等；提高冶金产品质量，开发纯净钢生产工艺技术、控制轧制与控制冷却技术、智能化技术等；重点发展冷轧薄板、不锈钢薄板、镀锌板和涂塑钢板、冷轧硅钢片、热轧薄板及优质合金钢、低合金钢等关键钢材品种。使钢铁工业整体技术水平得以提高，钢铁工业得以跨越式发展。

第一章 采矿与选矿

矿石是工业的原料，采选工业是生产和加工原料的一个部门，发展冶金工业必须首先发展采选工业。冶金工业的高速发展，要求不断提高采矿速度，采取经济有效的选矿方法，剔除采矿过程中混入的废石，优化矿石地质品位，富集有用矿物，以提高冶炼的技术经济指标，精简冶炼工艺流程。

第一节 采矿的基本概念及矿床开拓

一、基本概念

1. 矿物、矿石及矿石品位

(1) 矿物

在地壳中由于自然的物理化学作用或生物作用，所生成的自然元素（如金、石墨、硫磺）和自然化合物（如磁铁矿、黄铜矿、石英），统称为矿物。在自然界中，除少数矿物为液态（如汞、水、石油）或气态（如天然瓦斯）外，多为固态。

(2) 矿石

在现代技术经济条件下，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的矿物集合体，叫做矿石。作为提取金属成分的矿石，称为金属矿石。根据所含金属种类不同，金属矿石可分为：贵重金属矿石（金、银、铂等）、有色金属矿石（铜、锌、铅、铝、镍、锑、钨、锡、钼等）、黑色金属矿石（铁、锰、铬）、稀有金属矿石（钽、铌等）和放射性矿石（铀、钍等）。

矿石由有用矿物和脉石矿物所组成。能为国民经济利用的矿物，叫做有用矿物；目前国民经济尚不能利用的矿物，叫做脉石矿物。

(3) 矿石品位

矿石中有用成分的含量，称为矿石品位，常用质量百分数表示。如，铁品位 40%，表示 100 吨铁矿石中有 40 吨铁。对于黄金等贵重金属矿石，用 1 吨矿石中含若干克有用成分来表示。

按品位高低，金属矿石可分为富矿和贫矿。以磁铁矿为例，品位在 50% ~ 55% 之间为高炉富矿；品位在 30% ~ 50% 之间为贫矿。铜矿石的品位大于 1% 即为富矿，小于 1% 则为贫矿。

2. 矿体与围岩

(1) 矿体与矿床

矿石的聚集体叫做矿体。

一个矿体或若干相邻的一系列矿体组成矿床。

(2) 围岩与废石

矿体周围的岩石叫做围岩。位于矿体之上的称为上盘或顶盘，位于矿体之下的称为下盘或底盘。围岩不含有用成分或含有较少量的有用成分。

围岩以及夹在矿体中的不适于工业加工的岩石统称为废石。

矿石与废石的概念是相对的，随着国民经济需要的增长和科学技术的发展，废石可能升格为矿石。

3. 矿石损失与贫化

在开采过程中，由于某些原因造成一部分工业储量不能采出或采下的矿石未能完全运出地表损失在地下，造成矿石在数量上的减少，叫做矿石损失，用损失率表示。

在开采过程中，由于废石的混入、高品位粉矿损失、有用成分被析出或氧化等原因造成的矿石质量的降低，叫做矿石贫化，用贫化率表示。

损失率与贫化率，是评价矿床开采的主要指标，它表示了地下资源的利用情况和采出矿石的质量情况。在矿床开采中，降低矿石损失率和贫化率具有重大意义。如开采一个储量为1亿吨的金属矿床，矿石的损失率由15%降到10%，就可以为国家多回收500万吨矿石。再如一个年产100万吨铜矿石的矿山，采出的铜矿石品位降低0.1%，每年就要少生产1000吨金属铜。

二、金属矿床的分类

金属矿床的形状、厚度和倾角对于矿床开拓及采矿方法的选择有直接的影响，因此，金属矿床的分类一般以这三个因素作为依据。

1. 按矿床形状分类

矿床中矿体的形状反映了矿床在空间的外部形态，常见的矿体形状有脉状、层状和块状，其中块状矿体又可分为瘤状、巢状和透镜状，如图1-1所示。

2. 按矿体厚度分类

矿体厚度是指矿体上下盘之间的水平距离或垂直距离，分别称为水平厚度和垂直厚度。按矿体厚度不同，矿体可分为：薄矿体、中厚矿体和厚矿体。

3. 按矿体的倾角分类

矿体的倾角是指矿体层面与水平面的夹角。

矿体按倾角不同可分为：近水平矿体、缓倾斜矿体、倾斜矿体和急倾斜矿体。

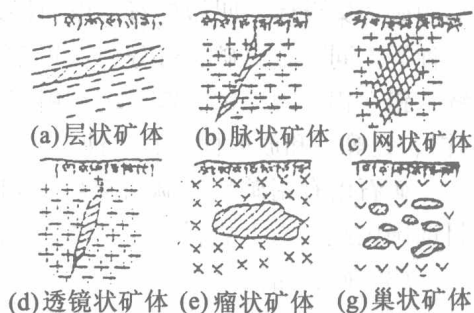


图1-1 常见的矿体形状

三、矿床开拓

矿床的开采，分为地下开采和露天开采，开采时都必须进行一系列准备工作，这些工作就是矿床开拓，它是矿山建设中的重要组成部分，是矿山建设的基础。因地下开采和露天开采的工作环境不同，其开拓方法也有很大差异。

1. 地下矿床开拓

为了开采地下矿床，需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到地面，同时把新鲜空气送入地下并把地下污浊空气排出地表，把矿坑水排出地表，把人员、材料和设备等送入地下和运出地面，形成一套完整的提升、运输、通风、排水和动力供应系统，称为地下矿床开拓。以此为目的而掘进的巷道称为开拓巷道，如图 1-2 所示。

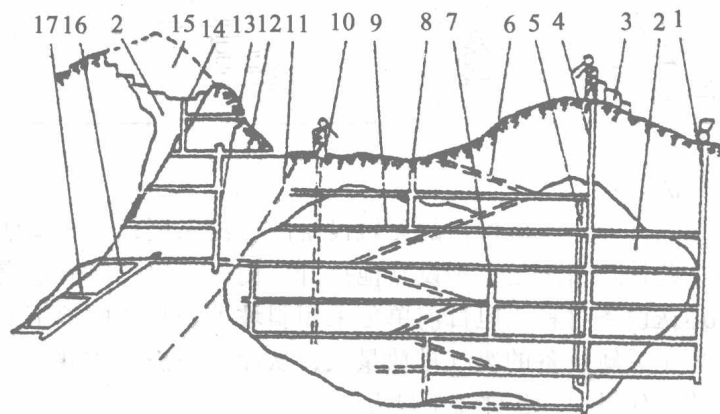


图 1-2 开拓巷道名称示意图

1—风井；2—矿体；3—选矿厂；4—箕斗提升井；5—主溜进；6—斜坡道；7—溜井；8—充填井；9—阶段运输巷道；10—副井；11—大断层；12—主平硐；13—盲竖井；14—溜井；15—露天采矿场；16—盲斜井；17—石门

地下矿床开拓习惯上都是以主要提升、运输矿石的巷道来代表其方法特征的，开拓方法一般可分为平硐开拓法、竖井开拓法、斜井开拓法、斜坡道开拓法，如表 1-1 所示。

(1) 平硐开拓法

此种开拓法是一种最经济而又简便的开拓法。它适用于矿体埋藏在地面以上的山岭地区，根据地形和矿体埋藏条件，平硐可以沿矿体走向（矿体层面与水平面所成交线的方向）或与矿体走向相交。

(2) 竖井开拓法

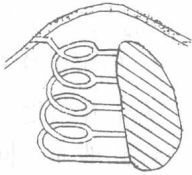
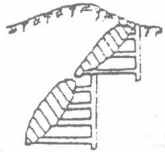
此种开拓方法主要用于开采急倾斜矿床。根据矿山规模大小，竖井可采用箕斗或罐笼提升矿石。大型矿山一般都采用箕斗提升。

(3) 斜井开拓法

此种开拓法主要用于开采缓倾斜和倾斜矿床。根据斜井的倾斜角度大小和生产能

力，可采用串车、台车、箕斗和皮带运输机提升矿石。

表 1-1 地下矿床开拓方法

单一开拓法	类别	竖井开拓法	斜井开拓法	平硐开拓法	斜坡道开拓法
	图例				
联合开拓法	类别	竖井与盲井联合开拓法	斜井与盲井联合开拓法	平硐与井筒联合开拓法	
	图例				

(4) 斜坡道开拓法

随着采、装、运、卸等高度机械化的无轨设备的广泛采用，国外某些地下矿山采用了斜坡道开拓法，此种开拓法是在不设其他提升井筒时，通过连通地表的主斜坡道运输矿岩、通风和运送设备材料。但目前单独采用斜坡道开拓法的地下矿山尚少。影响其发展的因素主要是无轨设备的废气排放量大，从而必须加大矿井通风量，并且无轨设备投资大，维修工作量大，备件需求量大。

根据地形和矿体赋存条件，有时需用平硐、竖井及斜井开拓法中的两种主要开拓巷道组合起来开拓一个或几个矿体，就称为联合开拓法。例如，上部用斜井开拓，下部用盲竖井开拓，则称为斜井与盲竖井联合开拓法。联合开拓法还可分为明竖井与盲竖井联合开拓法、平硐与井筒联合开拓法等。

任何一种开拓方法，都必须采用井筒（竖井或斜井）或平硐对矿床进行开拓。

2. 露天矿床开拓

露天矿床开拓是开辟地面与露天采场各开采台阶以及各开采台阶之间的矿岩运输通路，以保证露天采矿场与受矿点、废石场和工业厂区的运输联系，并及时准备出新的工作台阶。

露天矿床的开拓方法主要以运输方式为特征，可分为铁路运输开拓、公路运输开拓、斜坡卷扬开拓和平硐溜井开拓等。

(1) 铁路运输开拓

铁路运输开拓适用于露天矿长度大、运量大、运输距离远，而且地形平缓、矿体产状简单的大型露天矿山，多采用折返干线开拓。其特点是列车在干线运行时，需要经折返站改变运行方向，如图 1-3 所示。其干线布置方式有固定干线和移动干线两种，其中以固定干线开拓为主。

(2) 公路运输开拓

由于公路运输开拓采用汽车运输,具有机动灵活、调运方便、爬坡能力大等特点,所以能适应各种复杂地形的露天矿山。根据干线的布置方式,公路运输开拓可分为直进干线开拓、回返干线开拓和螺旋干线开拓。

直进干线开拓最显著的特征是开拓干线在平面上的投影是呈直线形的,如图 1-4a 所示,汽车在运行时不必改变运行方向,运输效率高。这种开拓方法适用

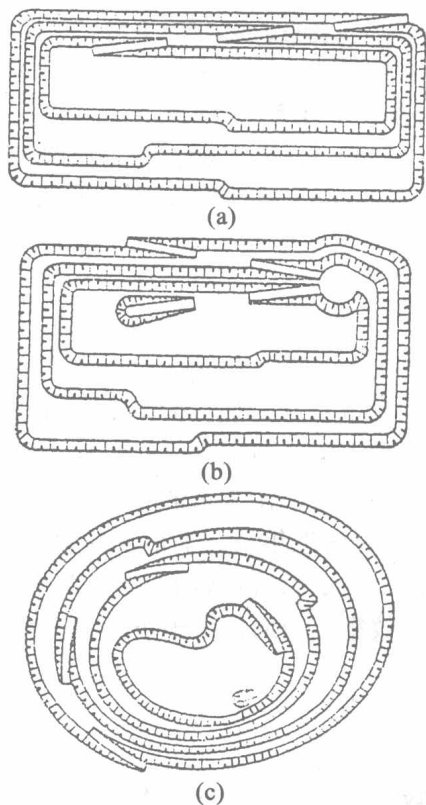


图 1-4 斜坡公路开拓坑线布置基本形式
a—直进式; b—回返式; c—螺旋式

(4) 平硐溜井开拓

平硐溜井开拓是用溜井和平硐建立采矿场与地面间的运输通路的,如图 1-6 所

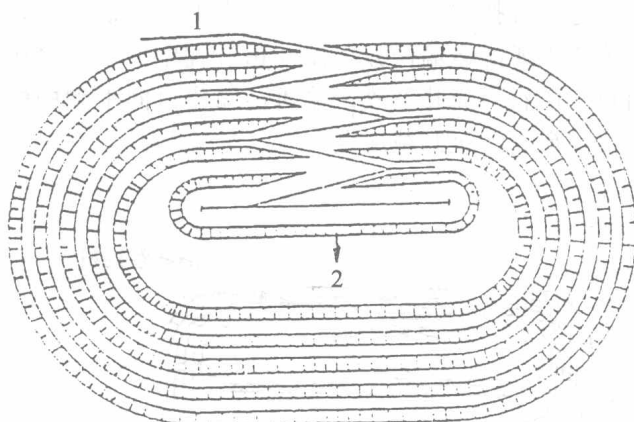


图 1-3 深凹露天矿固定折返干线开拓

1—铁路; 2—推进方向

于矿体走向长度很大,而矿体的埋藏深度较浅的矿床。

回返干线开拓的特点是汽车在运行时必须在回返段上改变运行方向,但不停车,如图 1-4b 所示。虽然汽车在经过回返平台时,需要减速谨慎运行,导致运输效率有所降低,但由于这种开拓方法的适应性很强,不受地形和矿床赋存要素的限制,因此应用得最广泛。

螺旋干线开拓的特点是开拓干线在空间上是呈螺旋状发展的,运输设备在开拓干线上运行是不停车、不经常改变运行速度的环形行使,如图 1-4c 所示。这种开拓方法适用于矿体呈块状产出,露天矿场的长宽比较小的中小型露天矿山。

(3) 斜坡卷扬开拓

斜坡卷扬开拓是指利用斜坡上的提升设备转运货载,并与露天矿场内和地表的其它开拓运输方式相配合,来完成矿岩运送任务及建立联系的一种开拓方法。它适用于垂高小于 100 米,矿场内用窄轨运输(轨距 600、750 或 762、900mm)的中小型露天矿山。斜坡卷扬开拓的主要运输方式是钢绳提升,根据提升容器的不同,可分为串车提升和箕斗提升。如图 1-5 所示。

示。这种开拓方式专门用于开采山坡露天矿，而且必须与其他运输方式相配合，才能完成露天矿的运输任务。在开拓过程中，汽车将矿石运至卸矿平台向溜井翻卸，依靠自重，矿石沿溜井下放，并通过漏斗口向平硐中的车辆装载，在平硐内一般通过铁路运输将矿石运至卸载地点。

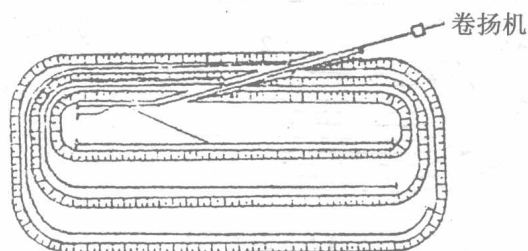


图 1-5 斜坡串车提升联合开拓法

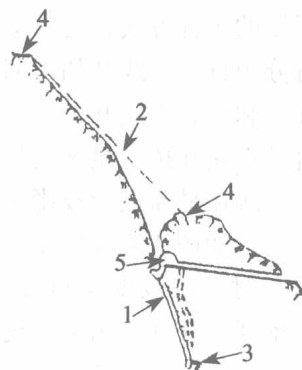


图 1-6 ××露天矿平硐溜井开拓

1—溜井；2—明溜槽；3—平硐；
4—卸矿平台；5—破碎机硐室

上述几种开拓方法是露天矿床开拓的最基本形式。有些露天矿山则采用上述两种或两种以上的开拓方式，共同建立地表与采场各工作水平之间的运输联系，联合开拓。

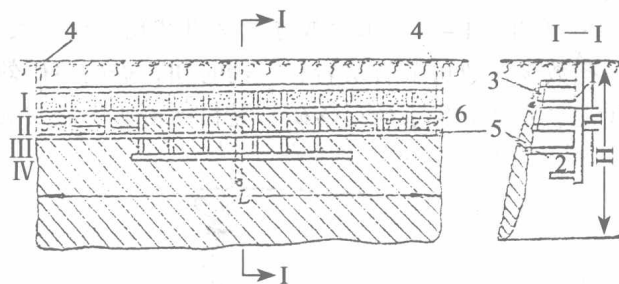
第二节 地下开采

近三十年来，露天开采的范围虽然有些扩大，其比重也有所增加，但是，随着现代工业的迅速发展，对金属矿石的需求量不断增长，开采深度逐渐加大，露天矿山可能陆续转为地下开采，而地下矿山也要向深部矿床伸展。因此，在未来的年代里，地下开采比重可能逐渐增大。在我国，金属矿山的地下开采方法近年来有了很大的发展，尤其是在凿岩破碎、采场出矿、采空区处理等方面，采用了大型、高效的凿岩、装卸、运输设备，改善了采矿的生产工艺，显著地提高了采矿效率，因而促使地下开采的矿石量有较快地增长。

一、开采单位的划分

采矿的对象是矿床，在进行矿床开采时，绝大多数是按矿体自然赋存条件将矿床划分为一定的开采单位。一般情况下将矿床划分为井田。一个井田范围较大，为了便于回采矿石，需要把井田划分成阶段，再将阶段划分为矿块，如图 1-7 所示。

阶段是沿矿体倾斜方向划分的，在井田中每隔一定的垂直距离（称为阶段高度），掘进与走向一致的主要运输巷道，将井田在垂直方向上划分为矿段，这样形成的矿段叫做阶段。阶段的范围沿走向以井田边界为限，沿倾斜方向以上下两个主要运输巷道



I—已采完阶段；II—正在回采阶段；III—开拓、采准阶段；IV—开拓阶段；

1—主井；2—石门；3—天井；4—排风井；5—阶段运输巷道；6—矿块

阶段的开采多采用自上而下的顺序,即先采上部阶段,后采下部阶段。

二、地下开采生产工艺

金属矿床地下开采包括采准、切割和回采三个工作阶段,如图1-7所示。

1. 采准

采准是指在已开拓完毕的矿床里，掘进采准巷道，将阶段划分成矿块作为回采的独立单元，并在矿块内创造行人、凿岩、放矿、通风等条件。

2. 切割

切割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，有的还要把漏斗颈扩大成漏斗形状（成为扩漏），为以后大规模采矿创造良好的爆破和放矿条件。

3. 回采

切割工作完成以后,就可以进行大量的采矿(有时切割工作和大量采矿同时进行),称为回采。它包括落矿、矿石运搬和地压管理三项主要作业。

(1) 落矿

回采工作中，以切割空间为自由面，将矿石从矿体分离下来并破碎成一定块度的过程，称为落矿。

对落矿的要求是：工作安全；在设计范围内崩矿完全，而对其外部破坏最小；矿石破碎块度均匀，尽量减少需要二次破碎的大块；满足矿山生产能力的要求；落矿费用最低（应综合考虑其他过程的要求）。

因大多数金属矿床矿石坚硬，因此通常采用凿岩爆破方法落矿。

凿岩爆破方法落矿，又可分为浅孔落矿、中深孔落矿、深孔落矿和药室落矿四种。

浅孔落矿是最早出现的炮孔落矿方法，使用轻型凿岩机凿孔，孔径一般为 30 ~ 46mm，孔深小于 3 ~ 5m。

中深孔落矿是我国地下矿山应用极为广泛的落矿方法，使用重型凿岩机和接杆钎

子钻凿中深孔，孔径为 50~70mm，孔深不超过 15m。

深孔落矿用潜孔钻机（如图 1-8 所示）或牙轮钻机钻孔，孔径大于 90mm，孔深大于 15m。因为孔径大，孔数少，故可节省凿岩和装药时间，提高落矿效率，改善作业环境，于 20 世纪 60 年代几乎完全取代了药室落矿，是目前落矿方法发展的一个新成就。

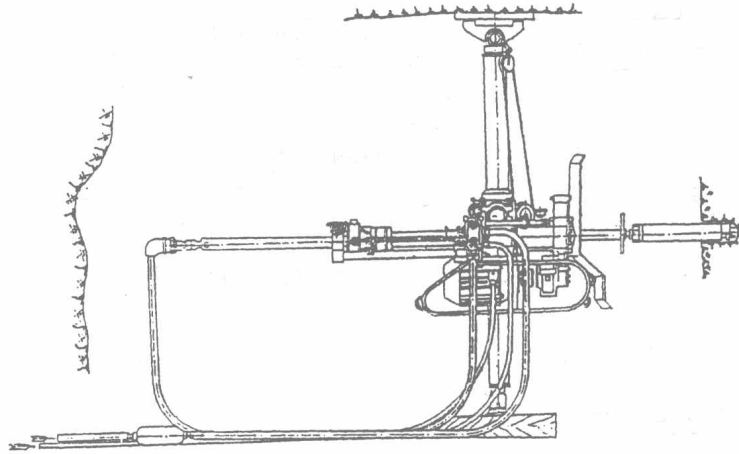


图 1-8 YQ—100 潜孔凿岩机外貌

药室落矿是在矿体中掘进专用的巷道和硐室，进行集中装药落矿。这种落矿方法，由于巷道工程量大，崩矿块度不均匀，作业条件恶劣，除极坚硬的矿石外，目前已很少使用。

(2) 矿石运搬

将回采崩落的矿石，从工作面运搬到运输水平的过程，称为矿石运搬。

这项作业在回采过程中占重要地位，它的劳动和材料费用，为回采总费用的 30%~50%。一般，矿石运搬的生产率，决定着回采强度的大小以及回采作业的集中程度。因此，对这项作业的基本要求，就是提高生产率和降低生产费用。

矿石运搬方法有重力运搬、机械运搬、爆力运搬和水力运搬等，前两种方法应用较多。其中机械运搬又分为电耙运搬（如图 1-9 所示）、振动给矿机和输送机运搬与自行设备运搬。矿石运搬主要发展无轨自行装、运、卸设备（装运机、铲运机、电铲和自卸卡车等），这是世界各国地下开采的发展趋势。

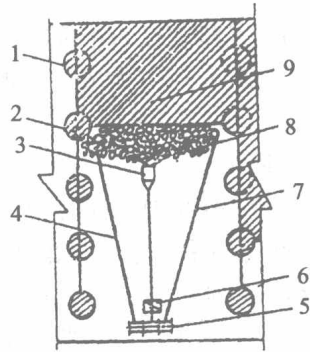


图 1-9 电耙运搬矿石

- 1—不连续间柱；2—滑轮；3—耙斗；
- 4—钢丝绳；5—电耙绞车；6—漏斗；
- 7—矿房已采部分；8—崩落下的矿石；
- 9—矿房未采部分

(3) 地压管理

矿石采出后，在地下形成采空区，经过一段时间，矿柱和上下盘围岩就会发生变形、移动和破坏，这种现象叫地压现象。使围岩变形、移动和破坏的力，称为地压或矿山压力。

为保证开采工作安全，而进行的减少和避免地压危害的工作，就是地压管理。

采场地压管理的基本方法有：留矿柱支撑采空区、充填采空区和崩落采空区。

矿床开拓、采准、切割和回采的进行，应保证矿山持续均衡的生产。在基建时期，上述各步骤是依次进行的；在正常生产时期，应贯彻“采掘并举，掘进先行”的方针，即：保证开拓必须超前于采准，采准必须超前于切割，切割必须超前于回采。

三、地下采矿方法

由于采矿的对象是矿床，而矿床在地壳中的赋存是各种各样的，这就构成了地下开采中千变万化的条件和要求，为此必须根据安全、经济、高效等要求，针对矿床的不同埋藏条件，选用不同的开采方法。由于地下开采主要是解决地压问题，所以当前国内外的采矿方法主要是以控制地压为基础进行分类的，共分为空场采矿法、崩落采矿法和充填采矿法三大类。

1. 空场采矿法

空场采矿法在回采过程中，将矿块划分为矿房和矿柱，如图 1-10 所示，先采矿房，而后再回采矿柱。矿房回采结束时形成空场，以矿柱和围岩本身的稳固性控制地压。这种采矿方法的基本特点是：将采矿的暴露面积和暴露时间控制在矿体和围岩稳定范围以内，充分利用矿岩本身的“自然”支撑能力控制地压，把采区中大部分矿石采出来。

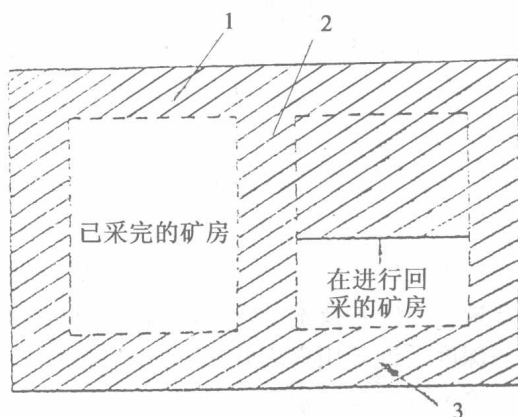


图 1-10 分两部开采示意图

1—顶柱；2—间柱；3—底柱

2. 崩落采矿法

崩落采矿法的特点是：随着从采区采出矿石，有计划地自然崩落或强制崩落矿体顶盘的覆盖岩石或上下盘的岩石充填采空区，以控制采区的地压。本类方法是沿矿体走向依据开采顺序按采区连续地进行回采。由于覆盖岩石和围岩的崩落将会引起地表沉陷，所以，只有地表允许陷落的地方，才允许采用崩落采矿法。

3. 充填采矿法

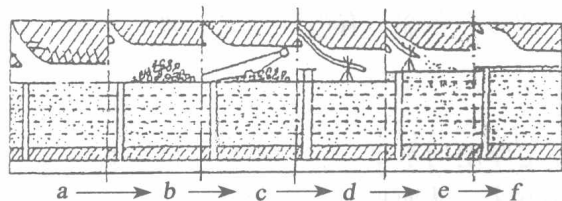


图 1-11 水砂充填采矿法示意图

a—凿岩；b—爆破落矿；c—出矿；
d—充填准备；e—充填；f—铺保护层

充填采矿法的特点是：随着回采工作面的推进，逐步用充填料填满采空区，用人工支撑的方法，使之达到维护上下盘围岩稳定和控制地压的目的，并在充填体上回采矿石，如图 1-11 所示。

从发展趋势来看，充填采矿法具有广阔前景。近年来，由于回采工作应用了高效率的采装运设备，充填工作实现

了管路化、自动化,并广泛使用选矿厂尾矿做充填料,使充填采矿法变成效率较高、成本较低、矿石损失贫化小、作业安全的采矿方法;特别是对于围岩和地表需要保护、地压大、有自燃火灾危险的金属矿床,充填采矿法的优越性更为突出。因此,这种采矿方法的应用范围不断扩大。

第三节 露天开采

露天开采与地下开采不同,它是将覆盖在矿体上的表土、岩石剥除掉,使矿体暴露在外,在敞露的空间里直接把有用矿物开采出来,故称为露天开采方法。露天开采比地下开采具有许多突出的优点:

①基建时间短,约为同样规模地下开采的一半。

②受开采空间限制小,便于采用各种大型、高效的机械设备,有利于实现自动化。

③劳动条件好,生产安全可靠,劳动生产率比地下开采高2~10倍以上。

④生产成本低,仅为地下开采成本的二分之一左右,因而有利于大规模开采低品位矿石。

⑤矿石的损失贫化低,其损失贫化率为3%~6%,而地下开采的损失贫化率则达3%~25%。因而,露天开采能充分地回收地下资源。

上述优点使露天开采在经济上、技术上具有一定优势,但它还不能完全取代地下开采。当开采技术条件一定时,随着露天开采深度的增加,剥岩量不断增大,达到某一深度后继续用露天开采,已不经济,在这种情况下就应转入地下开采。同时它也有着不可避免的缺点,如生产受自然气候影响较大;开采过程中对大气、水、土壤的污染较严重;排弃岩土占用很多土地和农田等。总的来说,露天开采的优点是主要的,而缺点是次要的。

一、露天开采的基本概念

采用露天开采的矿山企业单位,称为露天矿。根据矿床的埋藏地形条件,通常将露天矿分为两类。一类是采场开采水平处于当地地面标高之上的,称为山坡露天矿;另一类是采场开采水平处于当地地面标高之下的,称为深凹露天矿。对于一个露天矿而言,有的从开始到终了,可能是一直以一种形态存在,有的开始是山坡露天矿,到后来又发展为深凹露天矿。如图1-12所示。

1. 台阶

露天开采时,通常把矿岩划分成具有一定厚度的水平分层,用独立的采掘、运输设备进行开采。在开采过程中自上而下分层开采,从而形成了阶梯状,每一个阶梯就是一个台阶或称为阶段。台阶由以下要素组成(图1-13)。

台阶上部平盘(图中1) 台阶上部水平面。

台阶下部平盘(图中2) 台阶下部水平面。