

现代采矿环境保护

XIANDAI CAIKUANG HUANJING BAOHU

主编 陈国山 杨 林



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

X322

17

现代采矿环境保护

主 编 陈国山 杨 林
副主编 赵恩宇 陶 蔚 金 霄



太原工业学院图书馆



B0688057

北 京

冶金工业出版社

2012

内 容 提 要

本书的主要内容包括:现代地下和露天采矿的基本知识及工艺、选矿厂选别方法及工艺流程;采用空场采矿法、崩落采矿法和充填采矿法环境保护优势、问题及解决方法;矿山生产环境污染的产生、危害和治理方法;矿山环境保护与可持续发展、矿山环境保护法律法规、矿山环境保护的防治技术、矿山环境保护的监督。

本书适用于从事环境保护管理及监督的国家公务人员、矿山生产企业的负责人、矿山生产企业管理人员、矿山生产企业技术人员阅读及参考,也可作为矿山生产及相关专业的教材,以及相关矿山企业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代采矿环境保护/陈国山,杨林主编. —北京:冶金工业出版社,2012.9

ISBN 978-7-5024-6025-9

I. ①现… II. ①陈… ②杨… III. ①矿区环境保护
IV. ①X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第202572号

出 版 人 谭学余

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 yjcbbs@cnmip.com.cn

策划编辑 俞跃春 责任编辑 俞跃春 尚海霞 美术编辑 彭子赫

版式设计 孙跃红 责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6025-9

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京百善印刷厂印刷

2012年9月第1版,2012年9月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;11.25印张;268千字;170页

32.00元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿信箱:tougao@cnmip.com.cn

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(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

近年来,我国工业对矿产品的需求量倍增,矿业开发规模空前。企业的发展不仅为我们提供了各类资源,同时也对环境造成了严重的破坏,企业生产过程中所产生的“三废”,不仅导致了严重的矿山生态环境问题,并有进一步恶化的趋势。随着我国经济和社会的发展、环境保护意识的增强,以及清洁生产和社会可持续发展的需要,矿山环境保护、污染防治与治理已成为迫切需要解决的重大社会和环境问题。

本书在编写过程中充分结合环境保护科学技术的一般概念、原理和方法,较全面地阐述了矿山环境工程中存在的主要问题及其解决的途径和措施。其主要内容包括:矿山基本知识、采矿方法与环境保护(地下采矿与环境保护、露天采矿与环境保护)、矿山生产企业的污染源(废气、废水、固体废物)、矿山产生“三废”的危害(矿山产生废气的危害、矿山产生废水的危害、矿山排弃废石的危害)、矿山产生“三废”的治理、矿山企业环境保护(环境保护的法律法规、环境保护的监督等)等。

本书是作者继《采矿技术》、《现代矿山生产与安全管理》之后出版的现代矿山生产系列科技书之一。

参加本书编写的有吉林电子信息职业技术学院陈国山、杨林、金霄、马红超、王铁富;鞍钢集团矿业公司赵恩宇;鞍钢集团朝阳鞍凌钢铁有限公司陶蔚。具体分工:陈国山、马红超、王铁富编写第1章;赵恩宇编写第2章;金霄编写第3章;杨林编写第4章和第5章;陶蔚编写第6章。全书由陈国山、杨林任主编,赵恩宇、陶蔚、金霄任副主编。

本书在编写过程中,许多同行和矿山工程技术人员给予了支持和帮助,在此表示衷心的感谢,同时参考了一些文献资料,谨向文献作者和出版单位致以诚挚的谢意!

由于编者水平所限,书中不妥之处,敬请广大读者批评指正。

作 者
2012年7月

目 录

1 矿山基本知识	1
1.1 地下采矿基本知识	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 矿床开拓	2
1.1.3 采矿工程	11
1.2 露天采矿基本知识	15
1.2.1 露天开采境界	15
1.2.2 露天开采步骤	16
1.2.3 露天矿床开拓	17
1.2.4 露天开采工艺	22
1.3 选矿厂	24
1.3.1 选矿厂的生产流程	24
1.3.2 选矿工艺	25
2 采矿方法与环境保护	31
2.1 地下采矿与环境保护	31
2.1.1 空场法、崩落法与环境保护	31
2.1.2 充填采矿法与环境保护	35
2.1.3 地下采矿环境保护措施	38
2.2 露天采矿与环境保护	39
2.2.1 露天采矿对环境的影响	39
2.2.2 露天采矿环境保护与治理	39
3 矿山生产企业的污染源	51
3.1 矿山生产企业产生废气	51
3.1.1 地下开采矿山废气的产生	51
3.1.2 地下开采矿山粉尘的产生	53
3.1.3 露天开采废气的产生	54
3.1.4 选矿产生废气	55

3.2 矿山生产企业产生废水	55
3.2.1 地下采矿产生废水	56
3.2.2 露天采矿产生废水	57
3.2.3 选矿产生废水	57
3.3 矿山企业生产固体废物	58
3.3.1 固体废物概述	58
3.3.2 矿山企业固体废物的来源	58
4 矿山产生“三废”的危害	60
4.1 矿山产生废气的危害	60
4.1.1 矿山粉尘的危害	60
4.1.2 废气中硫氧化物的危害	61
4.1.3 废气中氮氧化物的危害	62
4.1.4 大气污染光化学烟雾的形成	63
4.2 矿山产生废水的危害	65
4.2.1 矿坑水对矿山生产的危害	65
4.2.2 选矿废水的危害	66
4.2.3 矿山废水中的主要污染物及其危害	66
4.3 矿山排弃废石的危害	69
4.3.1 矿山废石的产生量	69
4.3.2 矿山排弃废石的危害	70
5 矿山产生“三废”的治理	72
5.1 矿山产生废气的治理	72
5.1.1 废气中粉尘的治理	72
5.1.2 矿井柴油设备尾气的污染及其防治	75
5.1.3 有毒气体中毒时的急救	79
5.2 矿山产生废水的治理	80
5.2.1 矿山废水的排放标准	80
5.2.2 矿山水体的测定	83
5.2.3 矿山废水处理的基本方法	93
5.3 矿山产生废石的治理	102
5.3.1 矿山固体废弃物处置设施的建设	102
5.3.2 矿山固体废弃物的综合利用	108

6 矿山企业环境保护	120
6.1 矿山企业环境保护与可持续发展	120
6.1.1 矿山企业环境保护	120
6.1.2 矿产资源的可持续发展	128
6.2 矿山企业环境保护法律法规	137
6.2.1 矿山企业环境保护法律	137
6.2.2 中华人民共和国环境保护标准	141
6.3 矿山环境保护的防治技术	142
6.3.1 矿产资源开发的原则	142
6.3.2 矿山环境保护的方针政策	144
6.3.3 矿山环境保护的总体要求	145
6.3.4 矿山环境保护的技术要求	146
6.3.5 矿山生态环境的治理	149
6.4 矿山环境保护的监督	154
6.4.1 编制矿山环境保护与综合治理方案的程序	154
6.4.2 矿山环境调查	154
6.4.3 矿山环境影响评估	155
6.4.4 矿山环境保护与综合治理方案的编制	164
参考文献	170

1.1 地下采矿基本知识

1.1.1 基本概念

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，根据其相对于矿体的位置的不同，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）如果不含有用成分或有用成分含量过少，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 1t（或 1m³）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均匀的很少。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）有用组分最低含量的标准。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规定的 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。

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）3 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，可分为自然金属矿石、氧化矿石、硫化矿石、混合矿石。

(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 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。

(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、芒硝）、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 useful 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。硫铁矿和磷矿常常是品位合格的就可以不经选矿加工即作为商品矿出售。含五氧化二磷 (P_2O_5) 30%（质量分数）的磷矿石和含硫 35%（质量分数）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 3t 品位为 23.3% 的硫铁矿可折算成 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混入后，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。

1.1.2 矿床开拓

1.1.2.1 金属矿地下开采的步骤

矿床进行地下开采时，一般都按照矿床开采四步骤，即按照开拓、采准、切割、回采

的步骤进行,这样才能保证矿井正常生产。

A 开拓

从地表开掘一系列的巷道到达矿体,以形成矿井生产所必不可少的行人、通风、提升、运输、排水、供电、供风、供水等系统,以便将矿石、废石、污风、污水运(排)到地面,并将设备、材料、人员、动力及新鲜空气输送到井下,这一工作称为开拓。矿床开拓是矿山的地下基本建设工程。为进行矿床开拓而开掘的巷道,称为开拓巷道,例如竖井、斜井、平硐、风井、主溜井、充填井、石门、井底车场及硐室、阶段运输平巷等。这些开拓巷道都是为全矿或整个阶段开采服务的。

矿床开拓是矿山的主要基本建设工程。一旦开拓工程完成,矿山的生产规模等就已基本定型,很难进行大的改变。矿井开拓方案的确定是一项涉及范围广、技术性和政策性很强的工作,应予以重视。

按照开拓井巷所担负的任务,可分为主要开拓井巷和辅助开拓井巷两类。用于运输和提升矿石的井巷称为主要开拓井巷,例如作为主要提运矿石用的平硐、竖井、盲竖井、斜井、盲斜井以及斜坡道等;用于其他目的井巷,一般只起到辅助作用的称为辅助开拓井巷,如通风井、溜矿井、充填井、石门、井底车场及阶段运输平巷等。

B 采准

采准是在已完成开拓工作的矿体中掘进巷道,将阶段划分为矿块(采区),并在矿块中形成回采所必需的行人、凿岩、通风、出矿等条件。掘进的巷道称为采准巷道。一般主要的采准巷道有阶段运输平巷、穿脉巷道、通风行人天井、电耙巷道、漏斗颈、斗穿、放矿溜井、凿岩巷道、凿岩天井、凿岩硐室等。

C 切割

切割工作是指在完成采准工作的矿块内,为大规模回采矿石开辟自由面和补偿空间,矿块回采前,必须先切割出自由面和补偿空间。凡是为形成自由面和补偿空间而开掘的巷道,称为切割巷道,例如切割天井、切割上山、拉底巷道、斗颈等。

不同的采矿方法有不同的切割巷道。但切割工作的任务就是辟漏、拉底、形成切割槽。采准切割工作基本是掘进巷道,其掘进速度和掘进效率比回采工作低,掘进费用也高。因此,采准切割巷道工程量的大小,就成为衡量采矿方法优劣的一个重要指标,为了进行对比,通常用采切比来表示,即从矿块内每采出 1000t (或 10000t) 矿石所需掘进的采准切割巷道的长度。利用采切比,可以根据矿山的年产量估算矿山全年所需开掘的采准切割巷道总量。

D 回采

在矿块中做好采准切割工程后,进行大量采矿的工作,称为回采。回采工作开始

前, 根据采矿方法的不同, 一般还要扩漏 (将漏斗颈上部扩大成喇叭口), 或者开掘堑沟; 有的要将拉底巷道扩大成拉底空间, 有的要把切割天井或切割上山扩大成切割槽。这类将切割巷道扩大成自由空间的工作, 称为切割采矿 (简称切采) 或补充切割。切割采矿工作是在两个自由面的情况下以回采的方式 (不是掘进巷道的方式) 进行的, 其效率比掘进切割巷道高得多, 甚至接近采矿效率。这部分矿量常计入回采工作中。

回采工作一般包括落矿、采场运搬、地压管理三项主要作业。如果矿块划分为矿房和矿柱进行两步骤开采时, 回采工作还应包括矿柱回采。同样, 矿柱回采时所需开掘的巷道, 也应计入采准切割巷道中。

1.1.2.2 竖井开拓法

主要开拓巷道采用竖井的开拓方法称为竖井开拓法。当矿体倾角大于 45° 或小于 15° , 且埋藏较深时, 常采用竖井开拓法。由于竖井的提升能力较大, 因此, 它常用于大中型矿井。竖井开拓法在矿床开采中被广泛采用。

竖井根据其与矿体的位置不同有下盘竖井、上盘竖井、侧翼竖井和竖井穿过矿体 4 种。

A 下盘竖井开拓法

图 1-1 所示为位于矿体下盘岩石移动界线以外的下盘竖井开拓法。每个阶段从竖井向矿体开掘阶段石门通达矿体。这种开拓方法是竖井开拓中应用最多的方法。

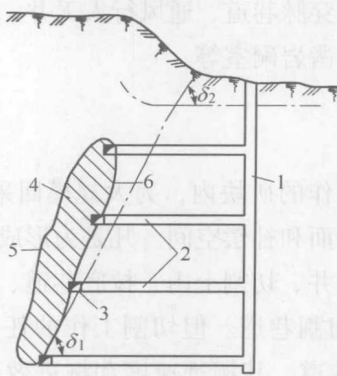


图 1-1 下盘竖井开拓法

1—竖井; 2—石门; 3—平巷; 4—矿体; 5—上盘; 6—下盘

B 上盘竖井开拓法

图 1-2 所示为将竖井布置在矿体上盘岩石移动界线以外的上盘围岩中的上盘竖井开拓法。每个阶段从竖井向矿体开掘阶段石门, 阶段石门穿过矿体后再在矿体或下盘岩石中开掘阶段运输平巷。

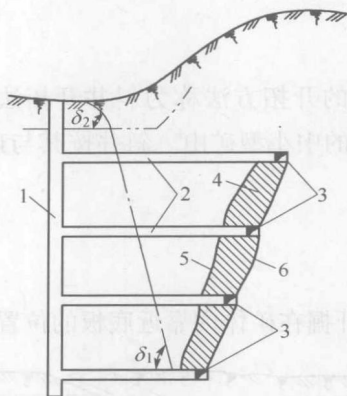


图 1-2 上盘竖井开拓法

1—竖井；2—石门；3—平巷；4—矿体；5—上盘；6—下盘

C 侧翼竖井开拓法

侧翼竖井开拓法是将主竖井布置在矿体走向一端的端部围岩或下盘围岩中的开拓方法（见图 1-3）。

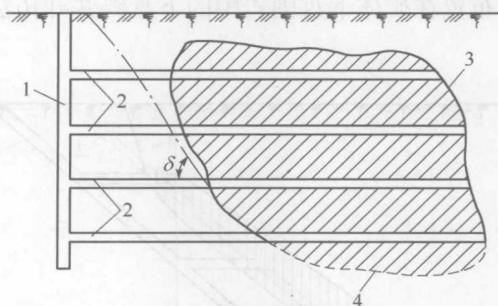


图 1-3 侧翼竖井开拓法

1—竖井；2—石门；3—矿体；4—地质储量界线

D 竖井穿过矿体开拓法

当矿体倾角很小，平面投影面积很大时，可采用竖井穿过矿体开拓法（见图 1-4）。

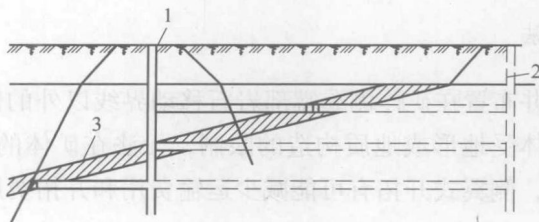


图 1-4 竖井穿过矿体开拓法

1—穿过矿体的竖井；2—下盘竖井井位；3—保安矿柱

1.1.2.3 斜井开拓法

用斜井作为主要开拓巷道的开拓方法称为斜井开拓法。它主要适用于倾角为 $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 、埋藏深度不大、表土不厚的中小型矿山。斜井按其其与矿体的相对位置，可分为下盘、脉内、侧翼 3 种。

A 脉内斜井开拓法

脉内斜井开拓法是将斜井开掘在矿体内靠近底板的位置上，如图 1-5 所示。

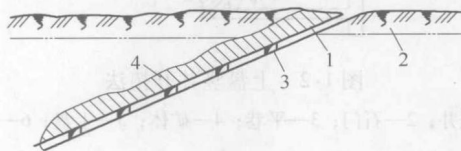


图 1-5 脉内斜井开拓法

1—脉内斜井；2—表土层；3—阶段平巷；4—矿体

B 下盘斜井开拓法

图 1-6 所示为将斜井布置在矿体下盘围岩中的下盘斜井开拓法。斜井通过阶段石门与矿体联系。

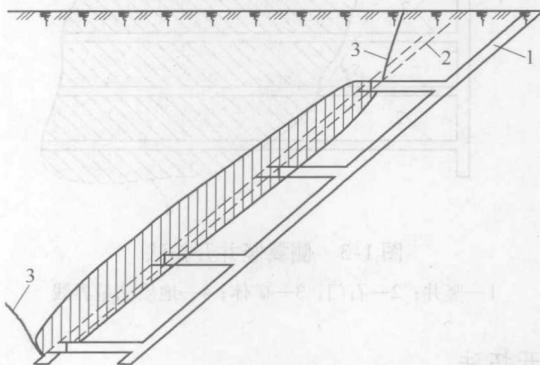


图 1-6 下盘斜井开拓法

1—主斜井；2—矿体侧翼辅助斜井；3—岩石移动界线

C 侧翼斜井开拓法

图 1-7 所示为将斜井布置在矿体侧翼端部岩石移动界线以外的侧翼斜井开拓法。这种开拓方法主要是用于矿体受地形或地质构造的限制，无法在矿体的其他部位布置斜井时，特别是矿体走向不大时，侧翼式开拓有可能减少运输费用和开拓费用。

1.1.2.4 平硐开拓法

以平硐为主要开拓巷道的开拓方法称为平硐开拓法。平硐开拓法只能开拓地表侵蚀基准

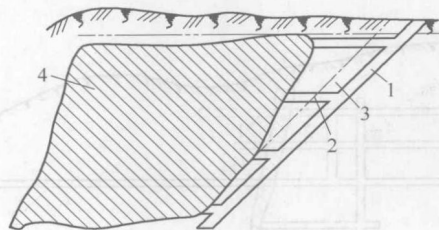


图 1-7 侧翼斜井开拓法

1—斜井；2—石门；3—矿体侧翼岩石移动角；4—矿体

面以上的矿体或部分矿体。平硐开拓法根据平硐与矿体的相对位置关系有穿脉平硐开拓法和沿脉平硐开拓法。采用哪种方法主要取决于外部运输及工业场地与矿体联系的方便程度。

A 穿脉平硐开拓法

主平硐与矿体垂直或斜交和平硐称为穿脉平硐。根据平硐进入矿体时所在的位置不同，穿脉平硐可分为下盘穿脉平硐和上盘穿脉平硐两类。

图 1-8 所示为下盘穿脉平硐开拓法。主平硐开掘在 598m 水平，阶段高度 40m，主平硐以上各阶段的矿石通过主溜井溜放至主平硐，由电机车牵引矿车运至选矿厂。主平硐与各阶段之间由辅助竖井连通，以解决人员、材料及设备的上下。

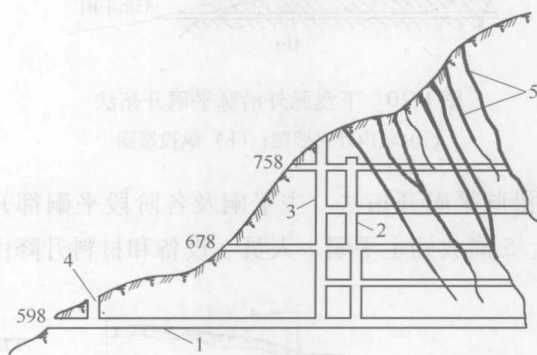


图 1-8 下盘穿脉平硐开拓法

1—主平硐；2—主溜井；3—辅助竖井；4—入风井；5—矿脉

图 1-9 所示为上盘穿脉平硐开拓法。主平硐从矿体上盘进入矿体，为使其不受下部矿体开采时岩层移动的影响，开采平硐下部的矿体时，需要留保安矿柱。

B 沿脉平硐开拓法

平硐开掘方向与矿体走向平行的平硐称为沿脉平硐。根据其所在位置可分为脉外沿脉平硐和脉内沿脉平硐两类。

图 1-10 所示为下盘脉外沿脉平硐开拓法。根据地形和工业场地的条件，采用沿脉平硐开拓工程量最小，因为沿脉平硐实质上就是阶段运输平巷。

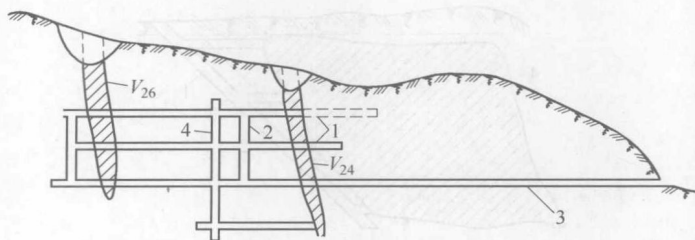


图 1-9 上盘穿脉平硐开拓法

1—阶段平巷；2—溜井；3—主平硐；4—辅助盲竖井

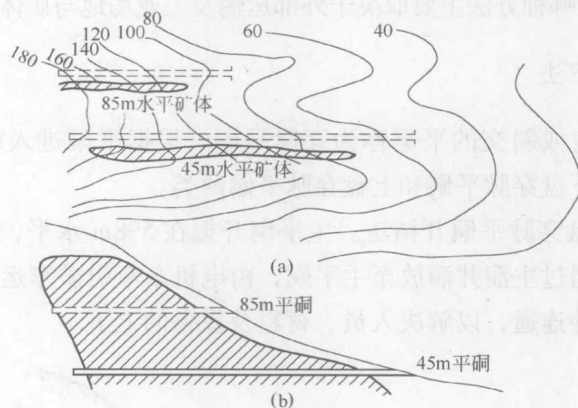


图 1-10 下盘脉外沿脉平硐开拓法

(a) 坑内外对照图；(b) 纵投影图

图 1-11 所示为脉内沿脉平硐开拓法。主平硐及各阶段平硐都开掘在矿体内。上阶段矿石分别通过溜井 3、4、5 溜放到主平硐。人员、设备和材料升降由辅助盲竖井担负。

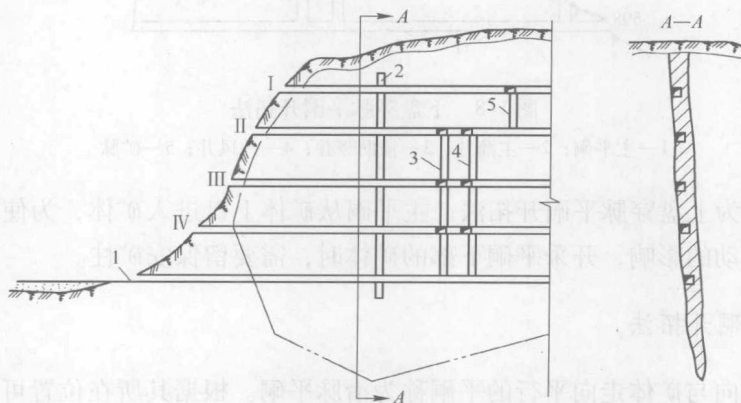


图 1-11 脉内沿脉平硐开拓法

I ~ IV—上部阶段平硐

1—主平硐；2—辅助盲竖井；3, 4—主溜井；5—溜井

1.1.2.5 斜坡道开拓法

斜坡道是一种行走无轨设备的倾斜巷道。用斜坡道作为主要开拓巷道的开拓方法称为斜坡道开拓法。斜坡道一般宽4~8m,高3~5m,坡度为10%~15%。使用大型设备时,斜坡道弯道半径大于20m;使用中小型设备时,斜坡道弯道半径大于10m。路面结构根据其服务年限可以是混凝土路面或碎石路面。斜坡道开拓适用于开采大型或特大型的矿体。斜坡道形式有螺旋式和折返式两种。

图1-12所示为螺旋式斜坡道开拓法,它的几何图形是圆柱螺旋线或圆锥螺旋线。其优点是开拓工程量小,但施工困难,行车时司机视距小,安全性差。图1-13所示为下盘沿走向折返式斜坡道开拓法,它是由直线段和曲线段(折返段)联合组成,直线段变换高程,曲线段变换方向。直线段坡度一般不大于15%,曲线段近似水平。其优缺点与螺旋式相反。

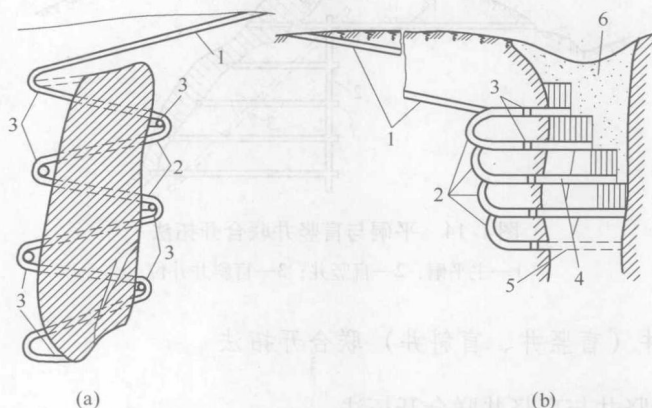


图1-12 螺旋式斜坡道开拓法

(a) 环绕柱状矿体螺旋道开拓; (b) 下盘螺旋道

1—斜坡道直线段; 2—螺旋斜坡道; 3—阶段石门; 4—回采巷道; 5—掘进中巷道; 6—崩落覆岩

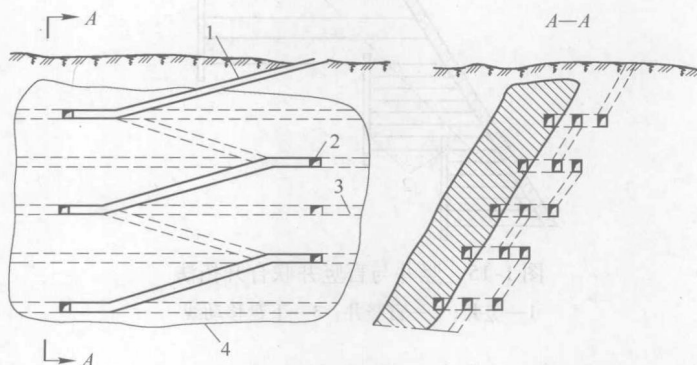


图1-13 折返式斜坡道开拓法

1—斜坡道; 2—石门; 3—阶段运输巷道; 4—矿体沿走向投影

1.1.2.6 联合开拓法

采用两种或两种以上的主要开拓巷道联合开拓一个井田的方法称为联合开拓法。

联合开拓法根据井筒类型的不同可分为：平硐与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法、竖井与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法、斜井与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法。

A 平硐与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法

图 1-14 所示为一个地平面以上矿体采用平硐开拓，平硐以下矿体采用盲竖井或斜井开拓的平硐与盲井联合开拓法。

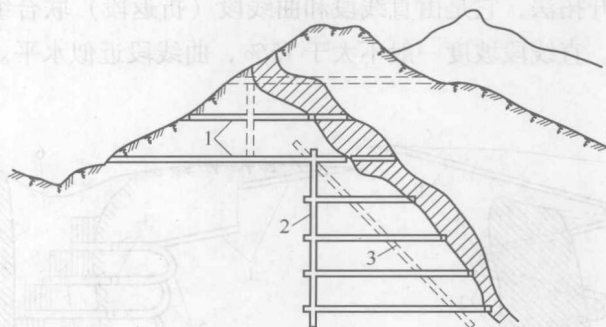


图 1-14 平硐与盲竖井联合开拓法

1—主平硐；2—盲竖井；3—盲斜井井位

B 竖井与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法

图 1-15 所示为竖井与盲竖井联合开拓法。

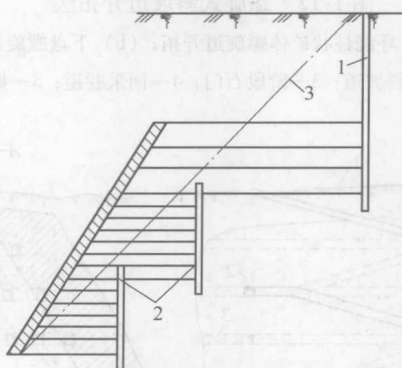


图 1-15 竖井与盲竖井联合开拓法

1—竖井；2—盲竖井；3—下盘移动线

C 斜井与盲井（盲竖井、盲斜井）联合开拓法

图 1-16 所示为某铁矿采用上盘斜井与盲斜井开拓急倾矿体的实例。