

高等教育(矿业)“十二五”规划教材

矿山建设工程

高全臣 陈寿峰 主编

煤炭工业出版社

·北京·

内 容 提 要

本书重点介绍了矿山建设工程的立井、斜(井)巷、平巷、井下车场与硐室工程的设计与施工技术。内容包含矿山规划设计的基本知识、复杂地层条件下的立井特殊施工法、生产矿井的井巷开拓工程和采区巷道遇到松软破碎岩层、高富水岩层及有煤尘、瓦斯突出危险煤层时的安全施工技术,涉及矿建工程领域的最新技术理论成果及施工组织与管理技术。

本书可作为高等学校土木工程专业矿山建设工程、岩土工程、地下工程等方向的专业课教材,亦可作为矿山建设工程技术人员、煤矿技术管理干部、安全监察员和从事矿山开拓工程技术人员的专业培训教材。

出版说明

地下工程是随着国民经济建设及城市化发展需要应运而生的土木工程类专业的一个重要领域,是高等学校土木工程学科中极其重要而又人才短缺的本科专业方向。

中国矿业大学(北京)的土木工程学科是在原矿山建设工程专业基础上发展起来的,矿山建设工程专业一直是我校的传统优势学科,在1999年专业调整中,矿山建设工程更名为“岩土工程”。2007年以中国矿业大学和中国矿业大学(北京)的岩土工程学科为主组建了“深部岩土力学与地下工程”国家重点实验室。地下工程方向是中国矿业大学(北京)土木工程类专业的传统优势学科,在矿山建设工程、深部地下工程、城市地下工程等领域拥有良好的人才培养软、硬件环境和教学条件,在相关研究领域拥有坚实的研究基础和多项国家级科技奖励、国家级教学研究成果。

鉴于此,在总结多年矿山建设工程和城市地下工程的教学经验和科学研究的基础上,中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院组织学校长期从事地下工程教学和科学研究的专家,规划和编写具有矿山建设与地下工程特色的“地下工程”系列规划教材,以促进培养工程实践能力强和创新能力强的应用复合型人才及研究发展型人才,努力探索基于研究的教学和以探索为本的学习机制,引导学生在研究和开发中学习。根据地下工程课程培养体系的要求、课程培养规律和学科知识层次,本系列规划教材分为岩石力学基础教程、土力学、基础工程、矿山建设工程、城市地下工程等几个方面,全面覆盖了地下工程专业培养体系的范畴,满足学生学习和教师教学的需求。

地下工程是一个复杂的系统工程,因此本系列规划教材注重强调创新的理念——系统性、集成性、过程性、信息性,始终贯穿地下工程的设计、施工与管理的思想;同时,注重理论与工程实际结合,强调解决地下工程的实际问题,努力培养学生的实际动手能力。

本系列规划教材内容精炼、合理,可供土木工程、市政工程、水利水电工程、采矿工程、冶金工程、地质勘探工程等专业本科生、研究生和教师以及相关工程技术人员参考使用。

本系列规划教材由中国矿业大学(北京)单仁亮教授负责总体规划、统筹协调和部分具体的编写工作。

在本系列规划教材编写过程中,得到了中国矿业大学(北京)教务处等部门的大力支持与帮助,在此表示最诚挚的谢意!

中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院
2014年10月

前 言

国民经济的发展对矿产资源的需求不断增加,而资源储存与开采条件的复杂化对新的矿井建设在设计理论和安全施工技术方面都提出了更高的要求。新开发建设的矿井具有资源埋藏深、地压大、地温高和井型大的特点,矿井建设的难度明显加大。目前国内矿山建设工程的专业技术人才青黄不接,绝大多数矿建工程处自上世纪末至今,无新进的矿山建设工程专业的本科毕业生。中国矿业大学的矿山建设工程专业一直是传统优势学科,为了培养矿山建设工程领域的高素质专业技术人才,适应矿业类院校土木工程专业特色课程建设的需要,我们编写了这本知识全面、综合性强的专业教材,力求用较少的学时,使学生综合了解和掌握矿山建设工程的设计理论与施工技术。

本教材的主要特点如下:

(1) 综合性强。涵盖了矿山建设工程设计和施工技术的核心内容,特别包含了矿山规划设计、施工组织设计与管理的的基本知识,弥补了以往该教学内容的短缺;文字叙述简明扼要,既有工程设计方法,又强调重点施工工艺的技术难点与重点。

(2) 注重技术理论教学和安全施工技术。对矿山建设工程的各项应用技术都有技术理论讲解与原理分析;对特殊地层条件下的施工工艺和技术作了较详细介绍,对在技术应用过程中可能出现的安全问题都给予说明。

(3) 实用性强。书中介绍的各项工程的相关设计方法和施工技术,都依据典型工程实例进行教学,具有很强的针对性,可以具体应用到实际工程中。

(4) 体现最新理论研究和技术应用成果。书中包含了最新的巷道支护理论和技术、井巷控制爆破技术以及目前国内应用的最先进的井巷施工工艺技术等,可以反映目前国内矿山建设工程的设计理论和应用技术现状。

本教材以高全臣、刘殿书编著的《矿山建设工程及安全施工技术》一书为基础,先编写成教学讲义,在土木工程专业岩土和地下工程方向讲授了四届,充分吸取了任课教师和学生的意见,对讲义的部分内容进行了删减和改编。教材的内容结构基本按矿山建设工程的施工顺序编写,各项工程的设计和施工技术自成体系;章节之间环环相扣,使各部分的知识更加系统化。

本教材的教学内容适合40~48学时讲授,任课教师可根据具体课时调整部分教学内容。全书共9章,第一章、第二章、第三章、第九章由高全臣编写;第四章、第五章、第六章、第七章和第八章由陈寿峰编写。中国矿业大学(北京)单仁亮教授、刘波教授、李清教授和北京科技大学龚敏教授为本书的编写提供了大量详实的参考资料和指导意义。

本教材在编写过程中参考、摘录了已公开出版或发表的相关教材、著作、论文和内部资料,谨向这些编者、著者及单位深表谢意!限于编者水平,书中难免有错漏之处,敬请提出宝贵的批评意见。

编 者

2014年10月于北京

目 录

第一章 矿山规划与设计	(1)
第一节 矿山地层与地质特征	(1)
第二节 矿山井田划分	(4)
第三节 矿山开拓方式	(7)
第四节 矿山采矿方法	(14)
第五节 矿图设计	(17)
复习思考题	(22)
第二章 立井井筒设计	(24)
第一节 立井井筒及其结构形式	(24)
第二节 立井井筒装备	(27)
第三节 井筒断面及施工图设计	(32)
复习思考题	(38)
第三章 立井凿井设施及布置	(39)
第一节 立井凿井井架	(39)
第二节 凿井井架结构验算	(42)
第三节 立井凿井工作盘	(44)
第四节 立井凿井设施布置	(48)
复习思考题	(55)
第四章 立井表土段施工技术	(56)
第一节 立井井筒锁口施工	(56)
第二节 立井表土普通施工法	(57)
第三节 立井冻结法施工	(61)
第四节 立井沉井法施工	(67)
第五节 立井钻井法施工	(70)
第六节 立井注浆法施工	(74)
第七节 立井混凝土帷幕法施工	(76)
复习思考题	(84)
第五章 立井井筒基岩段施工技术	(86)
第一节 立井施工方案	(86)
第二节 立井钻眼爆破技术	(87)
第三节 装岩与排矸技术	(97)
第四节 井筒支护技术	(105)
第五节 立井涌水处理技术	(111)
第六节 立井延深与暗立井施工技术	(114)
第七节 井筒安装工程技术	(119)
复习思考题	(124)

第六章 斜井工程及施工技术	(125)
第一节 斜井井筒设计	(125)
第二节 斜井表土段施工技术	(132)
第三节 斜井基岩段施工技术	(135)
第四节 斜井施工安全技术	(139)
复习思考题	(143)
第七章 矿山巷道工程技术	(144)
第一节 巷道断面设计	(144)
第二节 巷道钻眼爆破技术	(150)
第三节 巷道装岩排矸技术	(165)
第四节 巷道支护理论与技术	(171)
第五节 采区巷道施工技术	(185)
第六节 特殊地层巷道施工技术	(198)
复习思考题	(202)
第八章 井底车场及硐室工程	(203)
第一节 井底车场型式	(203)
第二节 井底车场线路设计	(206)
第三节 井下硐室设计	(209)
第四节 立井硐室施工技术	(215)
第五节 车场硐室施工技术	(220)
复习思考题	(225)
第九章 矿山建设工程施工组织与管理	(227)
第一节 施工准备与开工顺序	(227)
第二节 井巷工程施工组织管理	(233)
第三节 矿山建设工程管理	(241)
第四节 矿山建设工程安全管理	(244)
复习思考题	(246)
主要参考文献	(247)

第一章 矿山规划与设计

矿山建设工程是按照矿山规划设计要求而实施的项目繁多、技术复杂、工期相对较长的综合性建设工程。通常将矿山建设工程分为井巷工程、土建工程和机电安装工程三大类。这些工程的规模大小都是依据矿层特点、井田大小,由规划设计的矿井开拓方式确定的。掌握矿山建设工程的设计和施工技术,需要学习和了解矿山规划设计的基本知识。

第一节 矿山地层与地质特征

矿山地层与地质特征需要详实的地质勘探报告和矿井地质工作,矿山设计和建设都是以详查的地质资料为重要依据的。多年的矿井地质勘探和矿山开采表明,各类矿层的储藏特点因成因不同而有差异,这里介绍以煤炭为代表的沉积矿层的特征。

一、矿层埋藏特征

沉积矿层因沉积环境和条件不同,其物理力学性质、结构、厚度和稳定性等都有所不同。矿层的埋藏特征有如下几方面:

1. 矿层的埋藏结构

典型的煤层埋藏结构如图 1-1 所示。单一埋藏的煤层,不含有稳定的岩石夹层;而多个埋藏煤层中夹有较稳定的岩层,少则 1~2 层,多则十多层。夹层的厚度不等,多为炭质泥岩或炭质粉砂岩。矿层中含有多个岩石夹层时,影响矿产质量,也不利于机械化开采。

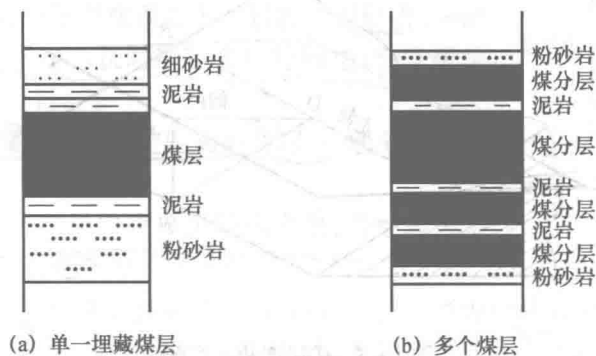


图 1-1 典型的煤层埋藏结构示意图

2. 矿层厚度

矿层顶板和底板间的垂直距离叫矿层厚度。对于有多个夹层的复杂矿层,则有总厚度和有益厚度之分。总厚度是顶板和底板之间所有矿层和夹层的厚度,有益厚度只是矿层的厚度之和。

3. 矿层层数及层间距

矿层数目因沉积年代不同,少则一层,多则十几层。特别是煤层,有几十层的情况,但多数都很薄,无开采价值。相邻两矿层之间的距离称为层间距,一般可由几厘米到上百米。

4. 矿层埋藏深度

指矿层所处位置到地表的垂直距离。目前我国煤矿的开采深度已超过千米,还有许多探明的矿产资源都在千米以下;国外已有金属矿山的开采深度超过4 000 m。随着开采深度的增加,矿井的地压、地温和开采环境都急剧恶化,需要科学的矿建技术和生产方法。

二、矿层的关系岩层

无论是水平地层或倾斜地层,地下矿层都处于岩层中间,都有顶、底板关系岩层,而且随岩层的变化形成不同的地质构造,这些构造对矿层的开采影响较大,是矿山设计和建设必须考虑的重要因素。

常见的地质构造形式如图 1-2 所示,由于地质构造的存在,地下矿层的位置通常发生变化,特别是断层和褶皱构造引起的变化较大。



图 1-2 常见的矿层地质构造示意图

1. 矿层的产状

矿层的产状可用矿层在空间的方位及其与水平面的关系来确定,通常用矿层走向、倾向和倾角来表示,如图 1-3 所示,这三个参数称为矿层的产状要素。

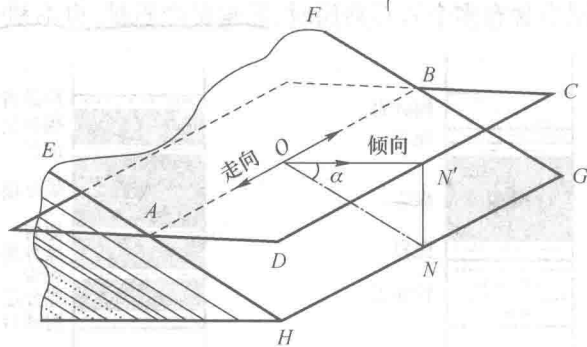


图 1-3 矿层产状示意图

(1) 走向:表示矿层在空间的水平延伸方向。矿层与任意水平面的交线称为走向线,是同一矿层面上等高点的连线;走向线两端的延伸方向称为走向。

(2) 倾向:表示矿层向地下倾斜延伸的方向。在矿层面上过某一点沿倾斜面向下(或向上)所引的直线称为倾斜线;其在水平面上的投影称为倾向线。倾向线所指的矿层向地下倾斜的一方称为该点矿层的倾向。当倾斜线与矿层的走向线垂直时,称为真倾斜线,相应

的倾向是唯一的。

(3) 倾角:表示矿层的倾斜程度,是矿层的层面与水平面的锐夹角。真倾斜线与其倾向线的锐夹角是最大的倾角。一般来说,矿层的倾角越小,开采越容易;倾角越大,开采越困难。实际矿山设计可适当改变采区走向,利用假倾向减小矿层开采倾角。国内矿山煤层按倾斜程度分类情况见表 1-1。

表 1-1 煤层按倾角大小分类

煤层	地下开采	露天开采
近水平煤层	$<8^\circ$	$<5^\circ$
缓斜煤层(又称缓倾斜煤层)	$8^\circ \sim 25^\circ$	$5^\circ \sim 10^\circ$
中斜煤层(又称倾斜煤层)	$25^\circ \sim 45^\circ$	$10^\circ \sim 45^\circ$
急斜煤层(又称急倾斜煤层)	$>45^\circ$	$>45^\circ$

2. 矿层的顶、底板

矿层的顶板和底板岩层是矿井巷道的施工地层,也直接关系到矿井采场的生产安全。以煤层为例,顶、底板组成特点如图 1-4 所示。

(1) 顶板:位于煤层上方一定距离的岩层。根据顶板岩层的岩性、厚度以及开采时的变形特性和垮落难易程度,将顶板分为伪顶、直接顶和基本顶三种。

伪顶是直接覆盖在煤层上的薄层岩层,多为炭质泥岩、页岩。一般厚度仅几厘米到几十厘米,极易垮塌,通常都随采随落,是煤矸石的主要来源。

直接顶位于伪顶之上,一般为泥岩或粉砂岩,厚度 1~2 m,不像伪顶那样容易垮塌,但在采区支撑移除后会发发生垮落。

基本顶又称老顶,位于直接顶之上。岩性多为砂岩,一般强度较高,厚度也大,采煤后长时期不会自行垮塌,会发生缓慢下沉。

(2) 底板:位于煤层下方一定距离的岩层,一般分为直接底和基本底两种。

直接底指煤层之下与煤层直接接触的岩层,岩性多为炭质泥岩。一般厚度不大,通常为几十厘米。

基本底又称老底,是位于直接底之下的岩层,其岩性多为粉砂岩或细砂岩,一般厚度较大。在矿山巷道设计中许多服务期限较长的运输大巷都布置在基本底岩层中,以利于巷道的维护。需要注意的是有的矿层不一定有上述的顶板和底板,特别是金属矿山的矿层稳定,强度高,矿层上下就是基本顶和基本底。

三、矿层的储量

矿层的储量是矿山设计最核心的依据,直接决定矿山生产的规模和矿建工程的大小。查清楚矿层储量是地质勘探的最主要工作。矿层的储量是指地下埋藏着具有工业开采价值的矿产资源的数量,可用分级和分类来表示其价值。

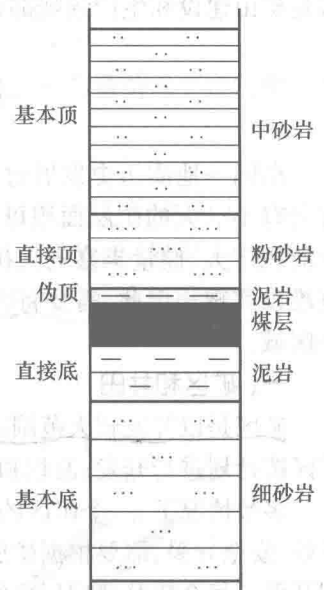


图 1-4 煤层顶、底板组成

以煤炭资源为例,根据煤田内不同区段的勘探程度,将煤炭储量分为 A、B、C、D 四级,其中 A、B 级称为高级储量;C、D 级为低级储量。常用煤炭储量分以下几种:

(1) 地质储量:由地质勘探在一定范围和计算深度内所获得的总储量,称为地质储量,在一个矿区范围内的地质储量,通常称为矿区的总储量。

(2) 工业储量:指勘探程度比较清楚的 A、B、C 三级储量的总和,是矿井设计和投资的最主要依据。

(3) 可采储量:考虑了矿山建设和开采技术与周围环境等各种影响因素后,工业储量中可以采出来的储量。

(4) 设计损失储量:是指为了煤矿生产安全和生产技术上的需要,按设计规定遗留在井下的那部分储量,如井筒保护煤柱,断层、河流、井田和采区边界、巷道等的保护煤柱等。

实际矿山开采出的矿产量比可采储量要低得多,除设计损失储量外,还有生产工艺和技术方面的原因造成储量损失,通常用回采率来表示矿产开采效率,回采率没有严格定义,一般指实际产出量与可采储量的百分比。矿产资源不可再生,提高矿产的回采率、实现绿色开采是矿山建设和生产领域都在开发研究的技术课题。

第二节 矿山井田划分

在同一地质历史发展过程中,因区域地质环境条件的差异,矿层的形成规模和范围有大有小。大的矿层面积可达数百到数万平方千米,矿层储量从数亿吨到数百亿吨。对于面积广大、储量丰富的大矿层由一个矿井来开采,不仅在经济上不合理,而且在技术上也难以实现。因此,需要将大的矿层划分成适合于一个矿区(或一个矿井)来开采的若干个区域。

一、矿区和井田

矿区是以开发较大范围的矿层而形成的社会区域。范围特大的矿层通常被划分为几个矿区按计划进行开发;面积和储量较小的矿层可由一个矿区来开发。

多数情况下,一个矿区的范围仍然很大,在现有生产设备和矿井建设技术条件下,无法高效、安全开采,需要根据矿层储量、赋存条件等情况,对矿层进行合理划分,由几个矿井分别开采。每个矿井合理划分的开采矿层称为井田或矿田。矿井建设工程任务就是根据每个矿井开采的井田规模来确定的。

二、井田划分的原则

以煤炭开采为例,在煤田划分为井田时,要保证各井田都有合适的储量和面积,边界确定尽量使煤田各部分都能得到合理的开发,提高矿产资源回采率。

通常井田划分遵循的原则如下:

1. 充分利用自然条件

充分考虑环境因素,利用自然条件,尽可能利用大断层等作为井田边界,也可利用河流、铁路、城镇或村庄下面留设的安全煤柱作为井田边界。

2. 确定合理的走向长度

走向长度决定井田范围和矿井生产到井口的最远距离,必须与矿井生产能力相适应。一般情况下,井田走向长度应大于倾斜长度。走向长度过短则难以保证矿井各个开采水平

有足够的储量和合理的服务年限,造成矿井生产接替紧张。如果走向长度过大,又会给矿井通风、井下运输带来困难,降低生产效率。

3. 考虑煤层的倾斜度

在划分井田边界时,通常把煤层倾角不大,沿倾斜延展很深的煤田,分成浅部和深部两个井田。开发建井时,一般应先浅后深,以节约初期投资,同时避免浅、深部矿井形成复杂的不利影响。

4. 考虑矿井的发展余地

矿井投产后,随着开采技术和设备的现代化水平提高,矿井的生产能力往往是不断增大的,所以,划分井田时,要充分考虑煤层赋存条件、技术发展优势等因素,适当将井田划得大一些或者考虑预留后备区,为矿井的发展留有余地,保证矿井有足够的服务年限。

5. 考虑安全和经济效益

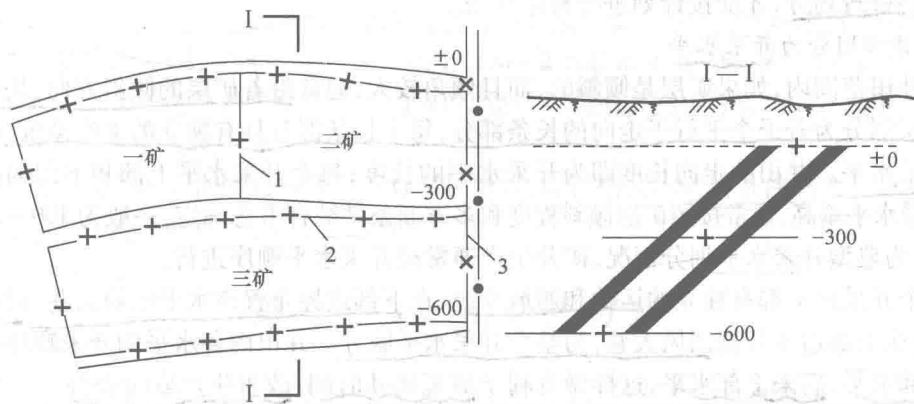
划分井田时,尽量考虑矿井运用合理的开拓方式和采煤方法,便于选定井口位置和地面工业场地,使矿井建设的井巷工程量小、投资省、建井期短、安全可靠,并有利于保护矿区生态环境,为矿山企业取得最大的经济效益和社会效益奠定良好的基础。

三、井田境界的划分方法

按照井田的划分原则,除充分利用自然条件作为井田境界之外,多数情况下还需要人为确定井田的境界。常用的有垂直划分、水平划分和按煤组划分。

1. 垂直划分

相邻矿井以确定的某个垂直面为界,沿境界线两侧各留井田边界煤柱,称为垂直划分。一般沿井田走向两端,采用沿倾斜线、勘探线或平行勘探线的垂直面划分,如图 1-5 所示。图中一矿与二矿之间、三矿左翼边界都是垂直划分。一般近水平煤层无论是沿走向还是沿倾向,都采用垂直划分法。



1—垂直划分;2—水平划分;3—自然断层边界

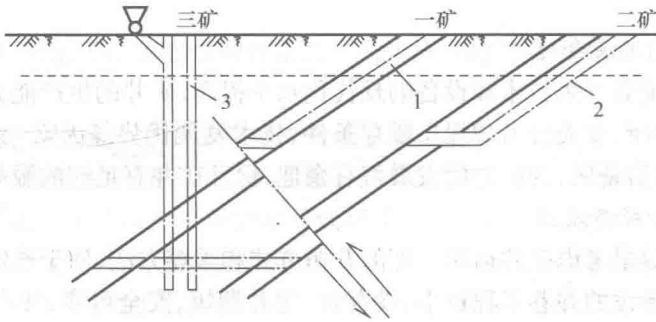
图 1-5 井田边界划分方法

2. 水平划分

以一定标高的煤层底板等高线为界,并沿该煤层底板等高线留置边界煤柱,这种方法称作水平划分。图 1-5 中三矿井田的上部及下部边界就是分别以 -300 m 和 -600 m 等高线为界的。这种方法多用于划分倾斜和急倾斜煤层井田的上、下部边界。

3. 按煤组划分

按煤层(组)间距的大小来划分边界,即把煤层间距较小的相邻煤层划归一个矿井开采;把层间距较大的煤层(组)划给另一个矿井开采。如图 1-6 所示,一矿与二矿即为按煤组划分矿界,可在浅部同时建井,三矿后续在深部集中建立井开采。这种方法一般用于煤层或煤组间距较大、煤层赋存较浅的矿区。



1,2—浅部分组建斜井;3—深部集中建立井

图 1-6 按煤组和地质构造划分矿界

由图 1-6 还可以看出,井田边界可按地质构造条件来划分,以断层为边界,各矿沿断层线留置矿界煤柱,图中三矿与一矿、二矿的矿界都利用了断层。

总之,无论用何种方法划分井田境界,都应尽量利用自然条件和地质构造,并力求做到井田境界整齐,避免过多交错,以免造成煤矿开采的困难。

四、井田划分到采区

每个矿井都按井田范围进行矿井设计和建设,一般每个井田还需要设计部门按采矿方式和顺序进行划分,才能按计划进行有序开采。

1. 井田划分为开采水平

在井田范围内,如果矿层是倾斜的,而且倾角较大,通常沿着矿层的倾斜方向,按一定标高把煤层划分为若干个平行于走向的长条部分,每个长条部分具有独立的生产系统,称之为一个开采水平。井田的走向长度即为开采水平的长度;每个开采水平上部和下部的垂直距离为开采水平垂高,通常按照矿层倾斜程度和多方面条件综合考虑确定,一般为 100~200 m。图 1-7 为典型开采水平划分情况,矿井生产通常按开采水平顺序进行。

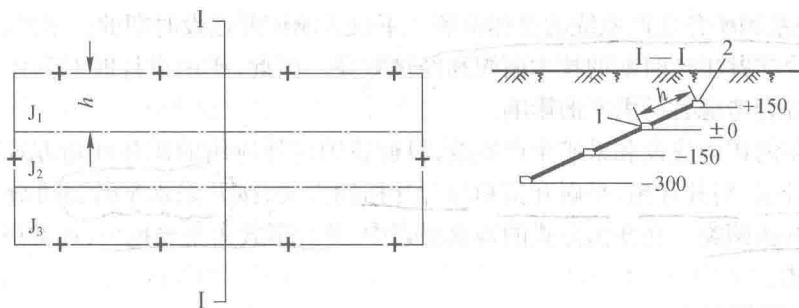
每个开采水平都有独立的运输和通风系统,在下部边界布置该水平运输大巷,同时兼作进风巷;在上部边界开掘回风大巷,为整个开采水平服务。井田内各水平的开采顺序一般是先采上部水平,后采下部水平,这样做有利于缩短建井时间,改善生产安全条件。一个水平开采完后,该水平的运输大巷可作为下一水平的回风大巷。

2. 近水平矿层井田划分为盘区

井田为近水平矿层时,沿倾斜方向的高差很小,通常沿矿层的延展方向布置大巷,在大巷两侧划分具有独立生产系统的块段,又称为盘区,如图 1-8 所示。各盘区按生产需要布置各类巷道。

3. 采区划分

井田划分为开采水平和盘区后,对于实际生产仍然范围过大,通常要再划分为采区,以



1—水平运输巷;2—水平回风巷

图 1-7 井田划分为开采水平

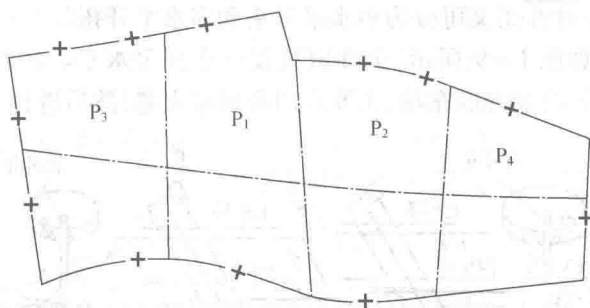


图 1-8 近水平井田划分盘区

适应开采技术的要求。采区划分可由矿山设计来做,也可由采矿生产单位根据地层条件和生产设备需要进行具体划分或调整。

在每个开采水平范围内,沿走向把矿层划分为若干个有独立生产系统的块段,每一块段称为采区。采区的倾向长度与开采水平的斜长相等,一般为600~1 000 m;按采区范围大小和开采技术条件的不同,采区走向长度一般为500~2 000 m不等,每个采区可按生产需要布置一个或多个采矿工作面。确定采区边界时,要尽量利用自然条件作为采区边界,以减少煤柱损失和开采技术上的困难。

采区划分及采矿工作面的布置可以有多种形式,应根据实际矿层条件和生产设备能力,以安全、高效、经济为前提,选择适合的布置方式。

第三节 矿山开拓方式

矿山开拓是指由地面进入矿层为开采水平服务所进行的井巷布置和开掘工程。开拓方式是矿井井筒形式、开采水平数目及井田内巷道布置方式的总称。开采水平是矿井运输大巷及井底车场所在的水平位置及所服务的开采范围,常以所在的标高或从上而下的顺序来命名。如图1-7中的水平划分,开采水平可称为±0水平、-150水平、-300水平,或称为第一水平、第二水平、第三水平。由于矿层储存状况、地质构造、水文地质、地形条件、技术水平及经济状况的不同,矿山开拓方式也是各种各样的。

一、开拓方式的分类

矿井的开拓方式直接决定矿井生产能力、井田内的采区划分和井田内的各类井巷工程

数量,直接关系到矿井生产系统的总体部署。不仅影响矿井建设时期的技术经济指标,而且将影响到整个矿井生产时期的技术面貌和经济效益。因此,矿山设计时对具体矿井开拓方式的选择要综合考虑各种因素的影响。

经过多年的矿山建设和采矿生产实践,目前在国内外应用的矿井开拓方式按井筒形式可分为立井开拓、斜井开拓、平硐开拓和综合开拓四大类;按开采水平数目可分为单水平开拓和多水平开拓两类。在开拓方式的构成要素中,井筒形式占主要地位,通常用井筒形式来定义开拓方式。

二、立井开拓方式

立井开拓是主副井筒均采用立井的井田开拓方式,是我国矿井的主要开拓方式。当矿层埋藏深、倾斜大、表土层厚,或水文地质情况较复杂时,一般均可采用立井开拓。根据矿层的倾斜程度和埋深,立井开拓又可分为单水平开拓和多水平开拓。

立井单水平开拓如图 1-9 所示,全井田只设一个开采水平。在井田中部开凿主副井筒;到开采水平位置后,掘进井底车场、主要石门和运输大巷,然后进行采区准备。

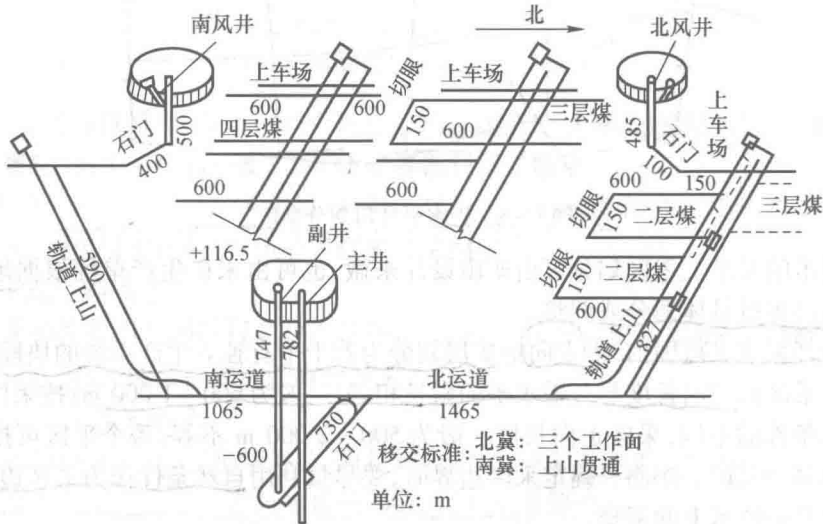


图 1-9 立井单水平开拓系统示意图

图 1-10 是立井单水平开拓的采区生产运输系统。这种开拓方式巷道布置及生产系统简单,运输环节少,通风路线短,并有矿建速度快、投产早等优点。一般适用于矿层倾斜角小于 12°,地质构造简单,矿层埋藏较深的矿井。

立井多水平开拓适用于井田内矿层垂直方向的范围大,延展较深,需要多水平开采的井田。采用立井多水平开拓时,大致在井田中

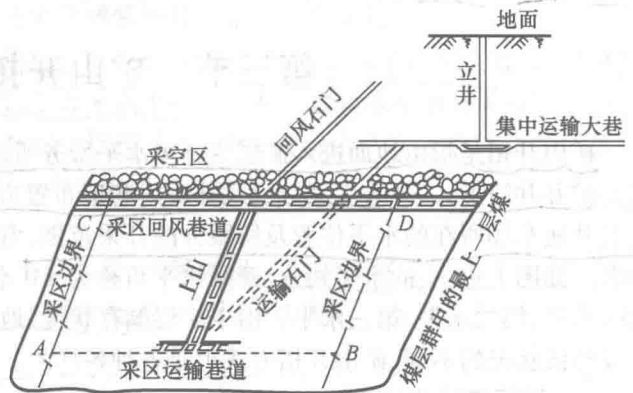


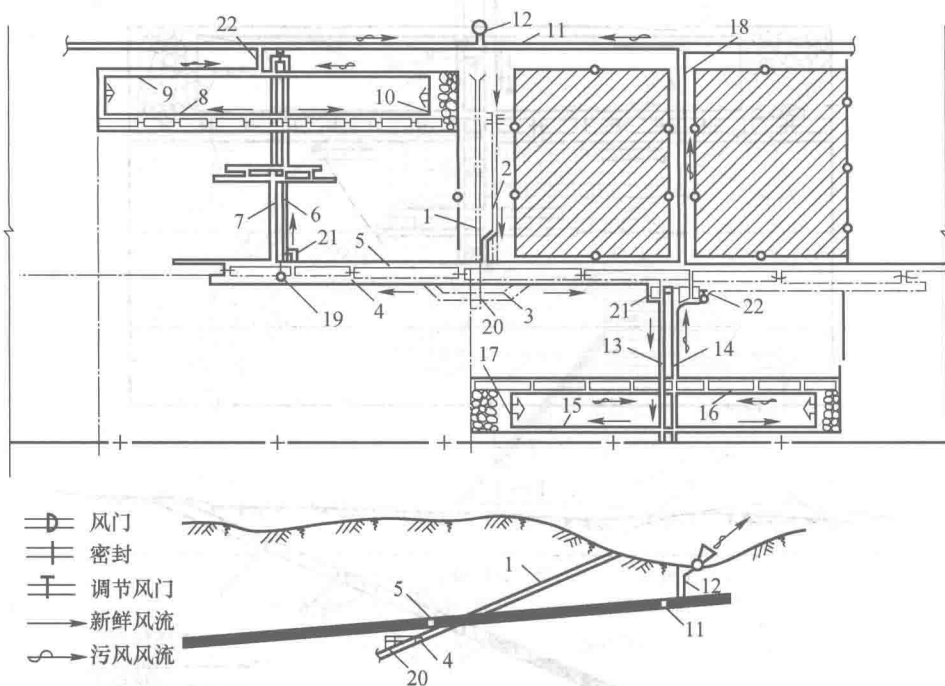
图 1-10 立井单水平开拓采区运输系统

部开凿主井和副井,至第一开采水平位置后,开掘井底车场、主要石门和运输大巷,进行采区准备和开采。在第一水平产量开始下降前,按计划提前进行立井开拓延深及第二水平的开拓准备;临第一水平减产前,第二水平投入生产并逐步接替第一水平的生产。如还有下水平,依此进行以下水平的开拓、准备和开采。

三、斜井开拓方式

斜井开拓是主井、副井井筒均采用斜井的井田开拓方式,也是许多矿山采用的开拓方式,矿层埋藏不太深、地质条件不很复杂的大、中型矿井均可选用。按照井田内开采水平或盘区的划分特点,斜井开拓又有多种形式。

最常见的斜井单水平采区式开拓如图 1-11 所示。井田沿倾斜方向划分为两个开采水平,各开采水平沿走向划分为若干个采区,每个采区沿倾向划分若干个工作面。在井田中部开掘一对斜井,主井安装带式输送机运输矿产,副井为轨道辅助提升,输送人员、材料;两斜井相距 30~40 m。当主、副井掘到矿层底板岩层预定位置时,开掘井底车场,并向两翼同时掘进水平运输大巷和辅巷。运输大巷在岩层中掘进,距煤层底板距离 20 m 左右,辅巷可沿煤层掘进。当掘到采区中部位置时,开始采区车场、上山和采区巷道准备。为加快建井速度,尽早形成通风系统,可在主、副井开工的同时安排开掘风井,当风井到达上部回风水平后,即向两翼开掘回风大巷,与采区上山贯通。

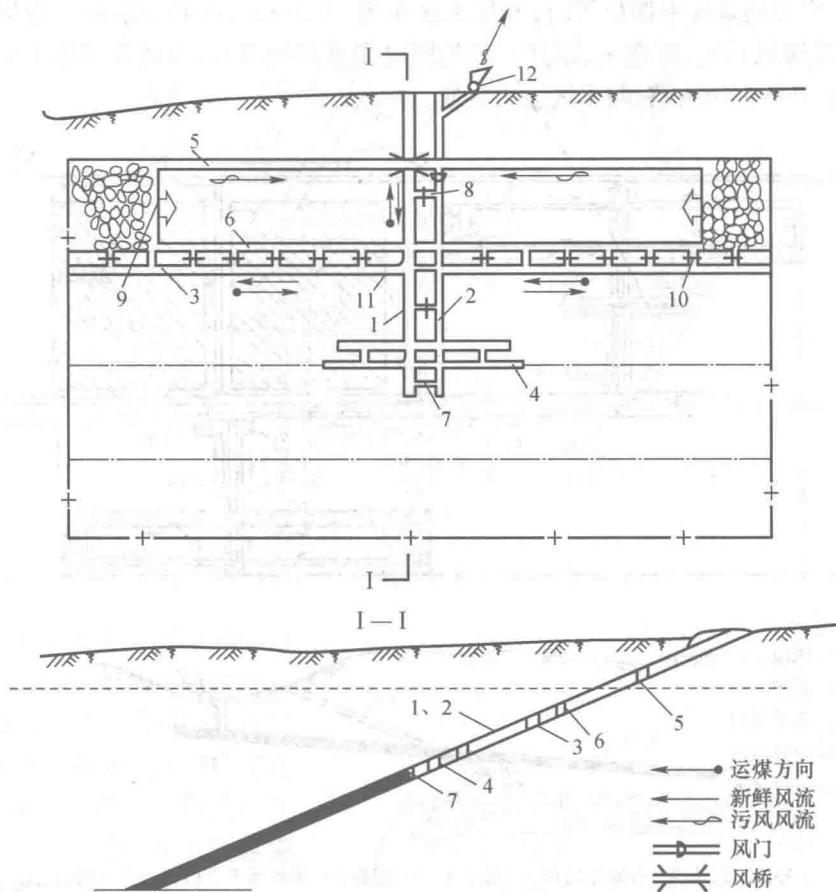


- 1—主井;2—副井;3—井底车场;4—运输大巷;5—辅巷;6—采区运输上山;7—采区轨道上山;
8、15—采区运输平巷;9、16—采区回风巷;10、17—采煤工作面;11—回风大巷;
12—回风井;13—采区运输下山;14—采区轨道下山;18—回风上山;19—采区煤仓;
20—井底煤仓;21—行人进风斜巷;22—回风联络巷

图 1-11 斜井单水平采区式开拓方式示意图

这种开拓方式的优点是用一个开采水平开采整个井田,井巷和硐室工程量少,矿井基本建设投资少;开采水平服务年限长,可充分利用各种设备、设施和开拓巷道;上、下山采区可同时开采;有利于合理集中生产;不需要延深井筒,有利于矿井稳定生产。缺点是在矿井涌水量大、瓦斯等级高时,下山开采的通风及排水较困难。因此,这种开拓方式一般适用于煤层倾角小,瓦斯含量小,涌水量不大,倾斜长度较短的井田。

斜井多水平分段式开拓,也叫片盘斜井开拓,如图 1-12 所示。将井田沿倾斜按一定标高划分为若干个水平(又称片盘),自地面沿矿(岩)层倾斜开拓斜井,然后依次开采各个片盘的开拓方式。该开拓方式是在井田走向中央沿矿层开掘一对斜井,直达第一片盘的下部边界;主井用于运送矿物和进风,副井提升矸石、运送材料和人员,兼作回风,两井筒相距 30~40 m,用联络巷联通。在第一片盘下部 20~30 m 从井筒开掘第一片盘甩车场。在第一片盘下部边界和上部边界分别开掘运输大巷、辅巷及回风大巷,进行采区巷道准备。为了保证矿井连续生产,第一片盘未采完前就要将斜井延伸到第二片盘下部,并准备第二片盘的全部巷道。一般情况下,第一片盘的运输平巷可作为第二片盘的回风大巷。



1—主井;2—副井;3—第一片盘运输平巷;4—第二片盘运输平巷;5—回风巷;6—辅助巷道;
7—井底水仓;8、10—联络巷;9—采矿工作面;11—井底车场;12—主要通风机

图 1-12 斜井多水平片盘开拓系统示意图

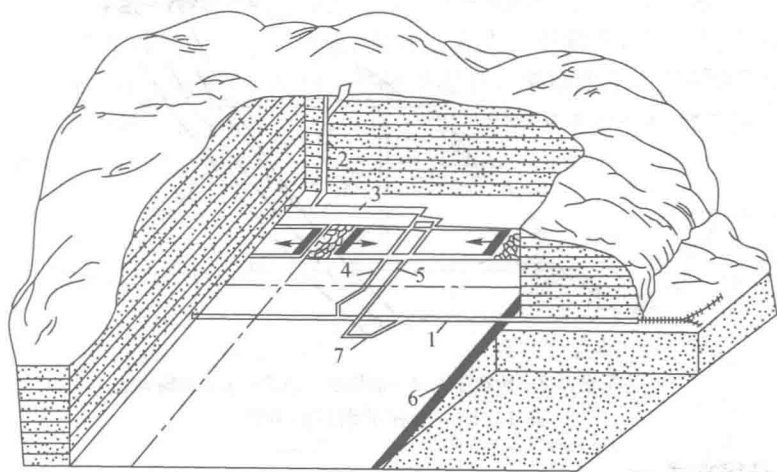
这种开拓方式的优点是巷道布置和生产系统简单,初期工程量小、投资少、建井工期短;斜井沿矿层掘进并兼作风井,施工容易,还能补充地质资料,进一步了解煤层赋存情况;矿井技术装备及生产管理比较简单。其缺点是矿井内不能布置较多的工作面,生产能力小;各片盘服务年限短,井筒要经常延深,容易出现掘进与生产相互干扰。由于采用连续开采,遇到断层、褶曲复杂地质构造时很难保证矿井正常生产。因此,这种开拓方式一般适用于矿层埋藏稳定、地质构造比较简单、井田走向长度和倾斜宽度不大、煤层埋藏不深的小型矿井。

四、平硐开拓方式

平硐开拓是由自然地面利用水平巷道进入地下矿层的井田开拓方式,一般在山岭、丘陵地区较为常用。这种开拓方式井田内的划分方式、巷道布置与立井、斜井开拓方式基本相同,主要区别是进入矿层的方式是平硐,等同于井下的运输大巷。

常用的平硐开拓方式如图 1-13 所示,一般以一条平硐开拓井田,主平硐担负运煤、出矸、运送物料、通风、排水、敷设管道及电缆、行人等多项任务;在井田上部开掘回风平硐和回风井,用于全井田通风。

平硐内多采用矿车运输,也可采用强力带式输送机运输。矿井涌水从各采区巷道流入平硐水沟,自行流出地面;为排水方便,平硐必须有 3%~5% 的流水坡度。根据地形条件和矿层赋存状态的不同,按平硐与矿层走向的相对位置不同,平硐分为走向平硐、垂直平硐和斜交平硐。



1—主平硐;2—回风井;3—回风大巷;4—采区运输上山;
5—采区轨道上山;6—煤层;7—采区下部车场

图 1-13 平硐开拓方式示意图

平硐沿矿层走向布置方式见图 1-13,把矿层分为上、下山两个阶段,为走向平硐开拓,它具有单翼井田开采的特点。优点是平硐沿矿层掘进,容易施工,建井工期短,投资少,经济效果好,还能补充矿层的地质资料。缺点是在煤层中的平巷维护困难,维护时间长,单翼井田开采的通风、运输困难等。

垂直或斜交走向平硐开拓,如图 1-14 所示。根据地形条件,平硐可由矿层顶板或底板进入矿层,将井田沿走向分成两部分,具备双翼井田开拓的特点。与走向平硐开拓比较,垂