

中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

矿山建设工程

Kuangshan Jianshe Gongcheng

王建平 靖洪文 刘志强 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

中国矿业大学新世纪教材建设工程资助教材

矿山建设工程

王建平 靖洪文 刘志强 主编

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是有关矿山建设工程设计、施工和组织管理方面课程的教材,全书共分为13章,在介绍煤田地质基础知识、井田开拓和采煤技术的基础上,详细讲述了立井井筒表土、基岩施工技术以及岩石平巷、硐室、煤巷、半煤岩巷和斜井施工等内容,最后讲述了矿山建设组织管理和工程管理方面的基本知识。为便于读者理解、复习,每章均附有较全面、详细的思考题。

《矿山建设工程》是面向矿业的土木工程专业的核心专业课程,本书为该课程及采矿工程专业的教材,也可作为相关专业教师及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

矿山建设工程/王建平,靖洪文,刘志强主编. —徐州:
中国矿业大学出版社,2007.10

ISBN 978 - 7 - 81107 - 757 - 5

I. 矿… II. ①王…②靖…③刘… III. 矿山开发
IV. TD2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 155766 号

书 名 矿山建设工程

主 编 王建平 靖洪文 刘志强

责任编辑 吴学兵 张怡菲

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 24 字数 599 千字

版次印次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

煤炭是我国的主要能源,煤炭工业是关系国家能源安全和国民经济命脉的重要基础产业。矿山建设工程作为煤炭开采的前期工程,是一项投资巨大、工期持久的综合性基本建设工程。由煤层赋存条件所决定,矿山建设工程往往面临各种复杂环境,如数百米厚的含水冲积层、有害气体或承压水的突然涌出、深部岩体的高温高热等。即使相对坚固的岩体,一经采动也成为破裂岩体。随着煤炭开采深度的不断增加,上述问题越来越突出。正是在长期解决上述问题的实践和研究中,使得矿山建设工程的理论、方法及学科特色不断发展。同时,矿山建设工程形成的特殊施工方法和技术也在其他土木工程领域得到越来越多的应用。

矿山建设工程是面向矿业的土木工程专业的一门核心专业课程,通过该课程的学习,使学生能够系统地掌握矿山设计与施工方面的基本理论、基本技术和基本方法,同时具备实施矿山建设项目的组织和管理能力。

矿山建设工程作为矿业土木工程领域的一门实践性很强的专业课程,其学习要通过现场实习、课堂教学、课程设计三个环节,才能使學生较好地掌握其主要内容。本书作为这一教学过程中的主要教材,共分4篇13章内容,其中以立井工程和岩石平巷为主要内容。与以往的相关教材比较,本教材增加了煤田地质基础和煤炭开采概论的基本知识以满足专业改革和课程整合的需要。同时,教材中注意增加了近年来矿山建设工程设计和施工的新理论、新技术,如巷道支护方面的高强锚杆、锚索和注浆技术,同时删减了部分淘汰的施工工艺或方法。本教材可作为土木工程、矿业工程专业教学之用,也可作为矿业工程建造师及相关技术人员的参考用书。

本书在编写过程中力求做到叙述简明、重点突出、文字简练,并密切联系实际。本书由王建平、靖洪文负责大纲的制定和统稿。第一章由许国安编写,第二章由靖洪文编写,第三章由许国安、靖洪文编写,第四章由王建平、梁士杰编写,第五章、第六章由刘志强、王建平编写,第七章由梁士杰编写,第八章由陈坤福、靖洪文编写,第九章、第十章由刘刚编写,第十一章由梁士杰编写,第十二章、第十三章由田建胜编写。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中不足和疏漏之处在所难免。另外由于工程技术发展的日新月异,教材内容仍会存在新技术反映不够的问题。诚挚地希望读者不吝赐教,批评指正。

编 者
2007.8



目 录

第一章 煤田地质基础知识	1
第一节 煤层埋藏特征与煤层分类	1
第二节 地质构造	5
第三节 采矿常用图件	8
第二章 井田开拓	18
第一节 井田与井田的再划分	18
第二节 井田开拓方式	23
第三节 矿井巷道分类	34
第三章 采煤技术	38
第一节 矿山压力基本知识	38
第二节 采区巷道布置方式	42
第三节 采煤方法	48
第四章 立井井筒的结构与设计	54
第一节 立井井筒的结构	54
第二节 立井井筒装备	58
第三节 立井井筒断面设计	67
第五章 立井井筒表土施工	77
第一节 立井井筒的锁口施工	78
第二节 立井井筒表土普通施工法	79
第三节 立井井筒表土特殊施工法	81
第六章 立井井筒基岩施工	87
第一节 钻眼爆破	87
第二节 装岩工作	98
第三节 提升及排矸	103
第四节 井筒支护	115
第五节 井筒施工辅助工作	124



目 录

第六节	立井井筒的安装	134
第七节	立井施工机械化配套	136
第八节	施工方式与施工组织	140
第九节	立井井筒延深简介	148
第七章	立井井筒施工设备与布置	154
第一节	凿井井架	154
第二节	凿井工作盘	162
第三节	凿井设备布置	170
第八章	岩石平巷	189
第一节	平巷断面设计	189
第二节	钻眼爆破	199
第三节	装岩与运输	208
第四节	支护工作	219
第五节	岩巷施工机械化作业线配套	229
第六节	通风防尘及降温	233
第七节	测量工作	237
第八节	施工组织与管理	239
第九节	特殊条件下的巷道施工	244
第九章	井底车场与硐室	250
第一节	井底车场的结构与形式	250
第二节	井下主要硐室的设计	257
第三节	硐室施工	269
第四节	交岔点设计与施工	277
第五节	煤仓施工	280
第十章	煤层巷道	285
第一节	概述	285
第二节	煤巷掘进	286
第三节	煤巷快速掘进成巷技术	297
第四节	煤—岩巷道施工	302
第十一章	斜井	306
第一节	斜井的结构	306
第二节	斜井表土施工	320
第三节	斜井基岩施工	324
第四节	上山快速施工技术	334



第十二章 矿山建设组织管理.....	339
第一节 矿山建设程序.....	339
第二节 矿井施工方案与井筒开工顺序.....	341
第三节 矿建工程施工组织.....	343
第四节 土建及机电安装工程施工组织.....	352
第十三章 矿山建设工程管理.....	359
第一节 三大控制目标的关系与控制原则.....	359
第二节 矿井建设工期控制.....	360
第三节 矿井建设质量控制.....	363
第四节 矿井建设投资控制.....	368
第五节 矿井建设安全管理与环境保护.....	371
参考文献.....	376



第一章 煤田地质基础知识

地质工作是煤矿生产的先锋,地质资料(主要指煤层和岩层的埋藏情况)是矿井设计与日常生产的重要依据。没有可靠的地质资料,矿井设计与生产就会陷入盲目状态。煤田地质工作包括煤田地质勘探和矿井地质工作,前者指从找煤开始到最终获得一定精度的地质资料,以满足矿井设计的需要;后者指在建井和生产过程中须进一步查清地质情况,直接为生产服务。

第一节 煤层埋藏特征与煤层分类

一、煤的分类

我国煤炭资源丰富,煤种齐全。按煤的煤化程度可将煤炭分为褐煤、烟煤和无烟煤三大类,其煤化程度逐渐升高。其中烟煤又可分为长焰煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤以及贫煤,越往后煤化程度越高。

二、煤层埋藏特征

(一) 煤田和储量

1. 煤田

在同一地质历史发展过程中,由含碳物质沉积并连续发育而形成的大面积含煤地带,称为煤田。煤田的范围、储量大小不一,小型煤田的面积不大,储量只有几百到几千万吨;大型煤田的面积有数千或数万平方千米,储量可达几亿到几百亿吨。

2. 煤的储量

煤的储量是指地下埋藏着具有工业开采价值的煤炭资源的数量,可用分级和分类来表示其价值,见图 1-1。

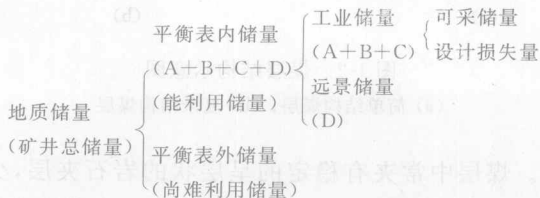


图 1-1 煤炭储量分类图

根据煤田内不同块段的勘探程度,将储量分为 A、B、C、D 四级,其中 A、B 级称为高级



储量;C、D级称为低级储量。级别越高,表示地质情况勘察得越详细,对煤炭的数量和质量了解得越可靠。

(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。一个矿井范围内的地质储量,习惯上称矿井总储量。

(2) 平衡表外储量。由于煤炭灰分高、厚度小、水文地质条件复杂等,在目前技术条件下暂时不能开采的储量,也称尚难利用储量。

(3) 平衡表内储量。符合当前开采技术经济条件,可以开采和利用的储量,也称能利用储量。

(4) 工业储量。指平衡表内比较清楚的A、B、C三级储量的总和,是矿井设计和投资的依据。

(5) 远景储量。指平衡表内的D级储量。由于勘探程度不高,有待进一步勘探,提高储量级别后,才能直接利用。它是矿井远景规划的依据。

(6) 可采储量。指工业储量中可以采出的那一部分储量。

(7) 设计损失量。指为了煤矿生产安全和技术上的需要,按设计规定遗留在井下的那一部分储量。例如,井筒保护煤柱,断层、河流、边界(井田和采区边界)、巷道等的保护煤柱。

(二) 煤层埋藏特征

煤像其他沉积岩层一样,一般呈层状分布,但也有呈鸡窝状、扁豆状或其他似层状。不同的煤层,其结构、厚度及稳定性等有所不同。

1. 煤层结构

根据煤层中有无稳定的岩石夹层(夹矸),将煤层分为两种结构类型。

(1) 简单结构煤层。煤层中不含稳定的呈层状的岩石夹层,但含有呈透镜体或结核分布的矿物质[见图1-2(a)]。一般厚度较小的煤层往往结构简单,说明煤层形成时沼泽中植物遗体堆积是连续的。

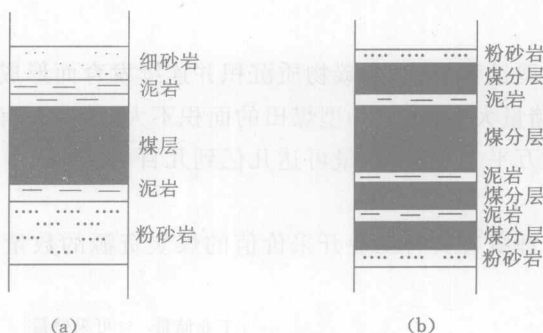


图 1-2 煤层结构示意图

(a) 简单结构煤层; (b) 复杂结构煤层

(2) 复杂结构煤层。煤层中常夹有稳定的呈层状的岩石夹层,少则1~2层,多则十几层[见图1-2(b)]。岩石夹层的岩性最常见的有碳质泥岩、碳质粉砂岩。岩石夹层的厚度一般从几厘米到数十厘米不等。

煤层中如有较多的或较厚的岩石夹层,往往不利于机械采煤,同时也影响煤质,增加煤的含矸率。但有的岩石夹层是优质的陶瓷原料或耐火材料等,其经济价值甚至高于煤层



本身。

2. 煤层厚度

煤层的顶板与底板之间的垂直距离叫煤层厚度。对复杂结构的煤层,则有总厚度和有益厚度之分。总厚度是指煤层顶面至底面之间全部煤分层与岩石夹层厚度之和;有益厚度是指煤层顶面至底面之间各煤分层厚度之和。根据我国有关部门的规定,一般地区煤层地下开采的最低可采厚度标准见表 1-1;露天开采最低可采厚度为 0.5 m;缺煤地区的地下开采最低可采厚度分别比相应标准降低 0.1 m 即可。

表 1-1		煤层最低可采厚度标准(地下开采)		单位:m
煤种	倾角			
	<25°	25°~45°	>45°	
炼焦用煤	0.60	0.50	0.40	
非炼焦用煤	0.70	0.60	0.50	
褐煤	0.80	0.70	0.60	

3. 煤层的层数及层间距

各煤田中的煤层数目不同,少的只有一层或几层,多的可达十几层到几十层。相邻两煤层之间的距离称为煤层的层间距,一般可由几十厘米到数百米。

4. 煤层埋藏深度

煤层埋藏的深度是指煤层所处层位距地表的垂直距离,目前我国煤矿的开采深度已达千米以上。随着开采深度的增加,矿山压力、井下温度、涌水量与瓦斯涌出量等,都将增大。

5. 煤层顶底板

(1) 顶板

顶板指位于煤层上方一定距离的岩层。根据顶板岩层岩性、厚度以及采煤时顶板变形特征和垮落难易程度,将顶板分为伪顶、直接顶和基本顶三种(见图 1-3)。

伪顶是指直接覆盖在煤层之上的薄层岩层。岩性多为碳质页岩或碳质泥岩,厚度不大,一般为几厘米至几十厘米。它极易垮塌,常随采随落,所以它都混杂在原煤里,增加了煤的含矸率。

直接顶位于伪顶之上。岩性多为粉砂岩或泥岩,厚度为1~2 m 左右。它不像伪顶那样容易垮塌,但采煤回柱后一般能自行垮落,有的经人工放顶后也较易垮落。

基本顶又称“老顶”,位于直接顶之上。岩性多为砂岩或石灰岩,一般厚度较大,强度也大。基本顶一般采煤后长时期内不易自行垮塌,只发生缓慢下沉。

值得注意的是,并不是每个煤层都可分出上述三种顶板。有的煤层可能没有伪顶;有的煤层可能伪顶、直接顶都没有,煤层之上直接覆盖基本顶,如山东肥城矿区的 8 号煤层之上直接为石灰岩基本顶。

(2) 底板



图 1-3 煤顶、底板组成



底板指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(见图 1-3)。

直接底指煤层之下与煤层直接接触的岩层。岩性以碳质泥岩最为常见,厚度不大,常为几十厘米。

基本底指位于直接底之下的岩层。其岩性多为粉砂岩或砂岩,厚度较大。有的煤矿往往将一些永久性巷道布置在基本底中,这样有利于巷道的维护。

三、煤层分类

煤层倾角、厚度及其稳定性对采矿技术影响很大,所以在采矿工作中常据此将煤层加以分类。

1. 按煤层倾角分类(表 1-2)

表 1-2

按煤层倾角分类表

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. 按煤层厚度分类(表 1-3)

表 1-3

按煤层厚度分类表

煤 层	地下开采	露天开采
薄煤层	$<1.3\text{ m}$	$<3.5\text{ m}$
中厚煤层	$1.3\sim 3.5\text{ m}$	$3.5\sim 10\text{ m}$
厚煤层	$>3.5\text{ m}$	$>10\text{ m}$

3. 按煤层稳定性分类

煤层稳定性指煤层形态、厚度、结构和可采性的变化程度。按照矿区(或井田)的煤层变化程度(即稳定程度)划分为以下四类:

(1) 稳定煤层。煤层厚度变化很小,规律明显,结构简单至较简单,全区可采或基本全区可采。

(2) 较稳定煤层。煤层厚度有一定变化,但规律较明显,结构简单至复杂,全区可采或大部分可采,可采范围内煤层厚度变化不大。

(3) 不稳定煤层。煤层厚度变化较大,无明显规律,结构复杂至极复杂。主要包括煤层厚度变化很大,具有突然增厚、变薄现象,全区可采或大部分可采;煤层呈串珠状,一般连续、局部可采,可采边界线不规则;难以进行分层对比,但可进行层组对比的复煤层。

(4) 极不稳定煤层。煤层厚度变化极大,呈透镜状、鸡窝状,一般不连续,很难找出规律,可采块段分布零星;或为无法进行分层对比,且层组对比也有困难的复煤层。



第二节 地质构造

煤层和其他岩层、岩体形成以后,由于受到地球内部和外部动力作用的影响,会发生一系列微观和宏观变化,产生诸如移位、倾斜、弯曲、断裂等地质现象。这些主要由地壳运动所引起的岩石变形移位现象在地壳中存在的形式和状态就称为地质构造,简称为构造。

地质构造的表观形式是多种多样的,有简单的,也有复杂的。就简单的而言,在一定范围(一个井田或一个矿区)内,可归纳为单斜构造、褶皱构造和断裂构造三种基本类型(见图 1-4)。其中单斜构造是指一系列岩层大致向同一个方向倾斜的构造形态,在较大的区域内,它往往是其他构造形态的一部分,如褶皱的一翼或断层的一盘(见图 1-5)。因此,可以说自然界中地质构造的基本表现形式有褶皱构造和断裂构造两种。

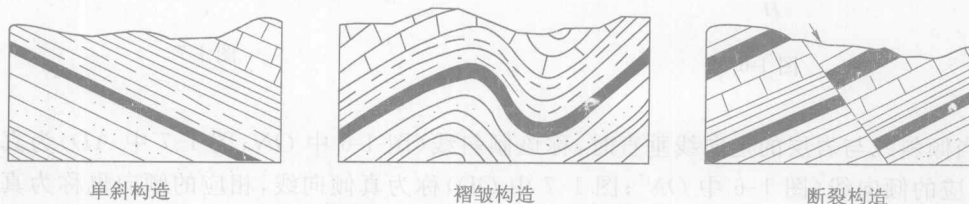


图 1-4 构造形态的基本类型示意图

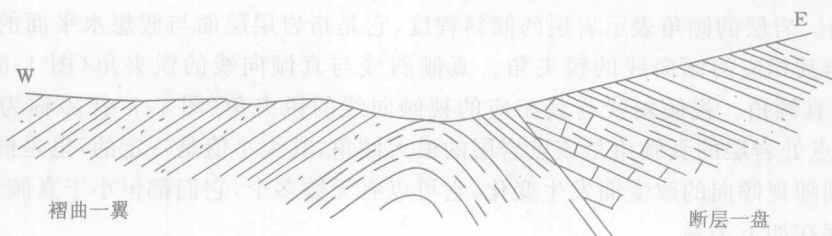


图 1-5 单斜构造与褶皱、断层的关系示意图

一、岩层的产状

岩(煤)层的产状可用其层面在空间的方位及其与水平面的关系来确定。通常以岩(煤)层的走向、倾向和倾角(见图 1-6)来表示,这三个用来说明岩层产状的参数就称为岩层的产状要素。

(1) 走向。岩层走向表示岩层在空间的水平延伸方向。岩层面与任一个水平面的交线称为走向线(图 1-6 中 AOB)。走向线是岩层面上任一标高的水平线,亦即同一岩层面上同标高点的连线。当岩层面是平面时,其走向线为一组水平的直线;当岩层面是曲面时,其走向线就成为水平的曲线。走向线两端的延伸方向称为走向,在一个测点上测得的岩层走向可以有两个方位,两者相差 180° 。当走向线为直线时,说明岩层面上各点的走向不变;当走向线为曲线时,说明岩层面上各点的走向发生了改变。

(2) 倾向。岩层倾向表示岩层向地下倾斜延伸的方向。在岩层面上过某一点沿岩层倾



斜面向下(或向上)所引的直线(图 1-6 中 ON ; 图 1-7 中 AC 和 AD)称为倾斜线,倾斜线在水平面上的投影线(图 1-6 中 ON' ; 图 1-7 中 OC 和 OD)称为倾向线。倾向线所指的岩层向地下侧倾的一方称为该点岩层的倾向。水平岩层自然无走向和倾向可言;倾斜岩层和直立岩层的倾向指向较新的岩层一方;倒转岩层的倾向则指向较老的岩层一方。

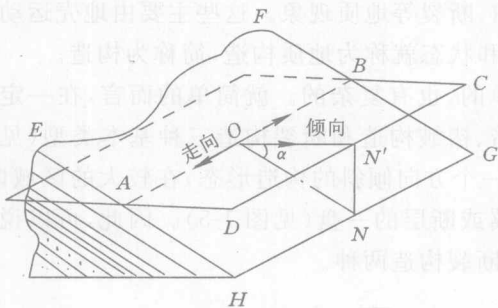


图 1-6

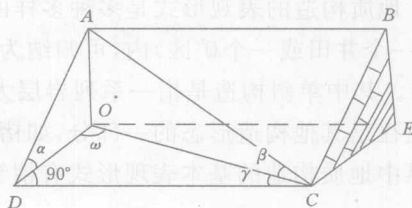


图 1-7

当倾斜线与岩层的走向线垂直时,称该倾斜线(图 1-6 中 ON ; 图 1-7 中 AD)为真倾斜线,相应的倾向线(图 1-6 中 ON' ; 图 1-7 中 OD)称为真倾向线,相应的倾向也称为真倾向(简称倾向)。当倾斜线与岩层的走向线斜交时,称该倾斜线(图 1-7 中 AC)为视(假)倾斜线,相应的倾向线(图 1-7 中 OC)称为视(假)倾向线,相应的倾向称为视(假)倾向。可见,一点处岩层的真倾向是惟一的,而视(假)倾向则可以有无数个。

(3) 倾角。岩层的倾角表示岩层的倾斜程度,它是指岩层面与假想水平面的锐夹角,亦即倾斜线与其相应的倾向线的锐夹角。真倾斜线与其相应的真倾向线的锐夹角(图 1-6 中 α ; 图 1-7 中 α)称为真倾角。视倾斜线与其相应的视倾向线的锐夹角(图 1-7 中 β)称为视(假或伪)倾角。一点处岩层的真倾角是该点岩层的最大倾角,其大小值是一定的,也是惟一的,而视倾角的值则随视倾向的改变而发生变化,它可以有无数多个,它们都恒小于真倾角。真倾角和视倾角存在如下关系

$$\left. \begin{aligned} \tan \beta &= \tan \alpha \cdot \cos \omega \\ \tan \beta &= \tan \alpha \cdot \sin \gamma \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

式中 β ——视倾角;

α ——真倾角;

ω ——视倾向与真倾向之间的夹角;

γ ——视倾向与岩层走向的夹角。

一般说来,倾角越小,开采越易;倾角越大,开采越难。

由于受地质构造的影响,在任何一个煤田内,同一煤层在不同的地点,煤层的走向、倾向和倾角都不是固定不变的,只不过变化的大小程度不同而已。

二、褶皱构造

由于地壳运动等地质作用的影响,使岩层发生塑性变形而形成一系列波状弯曲但仍保持着岩层的连续完整性的构造形态,称为褶皱构造(图 1-8),简称为褶皱。

岩层褶皱构造中的每一个弯曲为一基本单位,称为褶曲。褶曲的基本形式可分为背斜

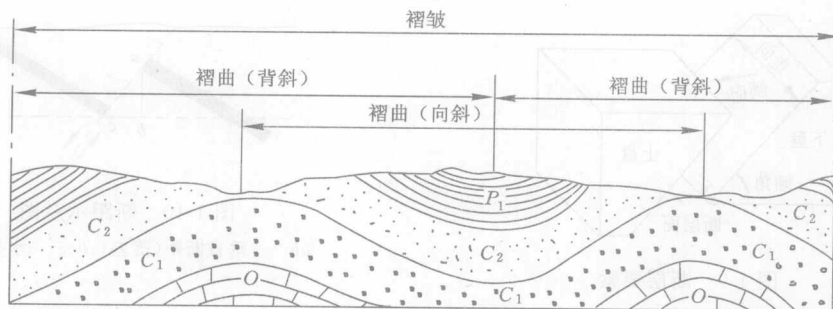


图 1-8 褶皱与褶曲剖面示意图

和向斜两种。背斜是指核心部位岩层较老,向两侧依次对称出现较新岩层的形态一般向上弯曲的褶曲;向斜是指核心部位岩层较新,向两侧依次对称出现较老岩层的形态一般向下弯曲的褶曲。在自然界中,背斜和向斜在位置上往往是彼此相连的。

三、断裂构造

组成地壳的岩层或岩体受力后不仅会发生塑性变形形成褶皱构造,而且也可在所受应力达到或超过岩体的强度极限时发生脆性破坏,形成大小不一的破裂和错动,使岩体的连续完整性遭到破坏,这种岩体脆性破坏的构造形态总称为断裂构造。断裂构造可分为节理和断层两类。

节理是断裂面两侧岩石没有发生明显位移的断裂。它可以是明显可见的张开或闭合的裂缝、裂隙,也可以是肉眼不易觉察的隐藏的裂纹,当岩石风化或受打击后,岩石才会沿这些裂纹裂开。节理的延伸长度有大有小,短者几厘米,长者几十米甚至更长。节理发育的密集程度也差异很大,相邻两节理的距离可从数厘米到数米。节理的断裂面称为节理面。

断层是断裂面两侧的岩石有明显相对位移的一种断裂构造。其规模变化很大,小的断层延伸仅有几米,相对位移不过几厘米;大的断层可延伸数百千米至数千千米,相对位移可达几十千米,有的大断层甚至跨越洲际,切穿地壳硅铝层。断层的分布虽不及节理广泛,但它仍是地壳中极为常见的,也是最重要的地质构造。它往往控制区域地质结构或影响区域成矿作用及其矿产资源的开发和矿井生产。断层包含断层面、断盘和断距等要素,如图 1-9 所示。

(1) 断层面。岩层发生断裂位移时,相对滑动的断裂面。

(2) 断盘。断层面两侧的岩体称为断盘,如果断层面为倾斜时,通常将断层面以上的断盘称为上盘,断层面以下的断盘称为下盘。如果断层面直立时,就无上、下盘之分,可按两盘相对上升或下降的位置分上升盘或下降盘。

(3) 断距。断层的两盘相对位移的距离。断距可分为垂直断距(两盘相对移动的垂直距离)和水平断距(两盘相对移动的水平距离),如图 1-10 所示。

根据断层两盘相对运动的方向,断层可分为以下三种类型,如图 1-11 所示。

(1) 正断层。上盘相对下降,下盘相对上升。

(2) 逆断层。上盘相对上升,下盘相对下降。

(3) 平推断层。断层两盘沿水平方向相对移动。

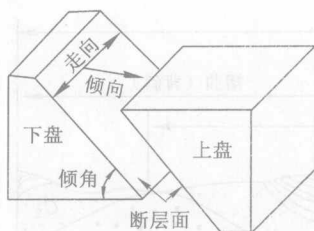


图 1-9 断层要素

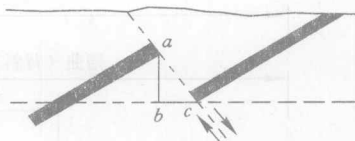


图 1-10 断距示意图

ab ——垂直断距(落差); bc ——水平断距

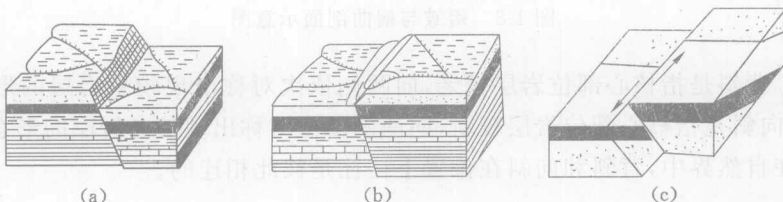


图 1-11 断层示意图

(a) 正断层; (b) 逆断层; (c) 平推断层

根据断层走向(断层面与任一个水平面的交线的延深方向)与岩层走向的关系分为:

走向断层——断层走向与岩层走向平行;

倾向断层——断层走向与岩层走向垂直;

斜交断层——断层走向与岩层走向斜交。

断层在各矿区分布很广,其形态、类型繁多,规模大小不一。一般将落差大于 50 m 的称为大型断层;落差在 20~50 m 之间的称为中型断层;落差小于 20 m 的称为小型断层。断层对煤矿设计、生产影响很大。

第三节 采矿常用图件

在矿井设计、施工和生产管理工作中,需要测绘一系列的图纸,这些图称为矿图。

一、概述

1. 矿图比例尺

绘制各种矿图时,不可能将图形按实际尺寸描绘到图纸上,要经过缩小,才能在图纸上表示出来。图纸上线段长度与相应线段所代表实际水平长度之比,称为该图的比例尺。

2. 坐标系

(1) 地理坐标。地面上某一点的位置,在地球表面上通常用经度、纬度表示。某点的经纬度称为该点的地理坐标。

(2) 平面直角坐标。平面直角坐标系是由平面上两条相互垂直的直线所组成的,如图 1-12 所示。直线 Ox 称为纵坐标轴,通常与某子午线的方向一致;直线 Oy 称为横坐标轴,与赤道方向一致;纵横坐标轴的交点为 O ,称为坐标原点。



(3) 高程。地面上任一点至水准面的垂直距离称为该点的高程,由于选取的水准面不同,高程又分为绝对高程和相对高程。绝对高程是指地面上任一点至大地水准面的垂直距离。我国大地水准面是以黄海平均海水面作为起算面。相对高程是指人为选定一个适当的水准面,作为本地区的假定水准面,某点至假定水准面的垂直距离,称为该点的相对高程。

3. 标高投影

标高投影图就是注明有标高数字的正投影图,如图 1-13 所示的是某一立井标高投影图。立井在平面图上的投影只是一个圆圈,为了反映井口及井底高程位置,在投影圆圈的右侧除标记井筒名称外,还在左侧注记井口及各开采水平的标高。图 1-14 为巷道投影平面图。为了反映巷道在地下的空间位置和状态,将巷道各点的标高注记在巷道水平投影图上,这样在平面图上既可以看到巷道的水平投影形状又可看出巷道高低起伏的位置关系,可达到一图多用,因此标高投影图在矿山工程图中得到广泛的应用。

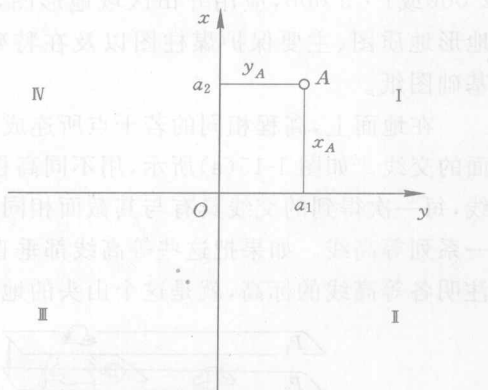


图 1-12 平面直角坐标系

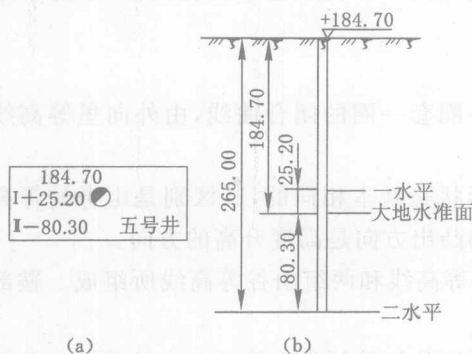


图 1-13 立井标高投影图

(a) 立井平面图; (b) 立井剖面图

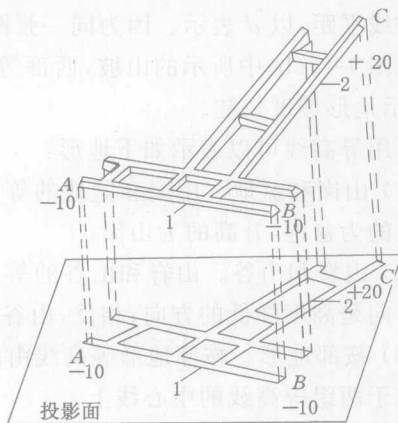


图 1-14 标高投影原理

1——运输大巷; 2——运输上山; A、B、C——标高

二、地形等高线

井田区域地形图是全面反映井田范围内地物和地貌的综合性图纸。地物是指地面上各种不同的物体,如农田、河流、道路、森林、房屋建筑等;地貌是指地面高低起伏的形态,如高山、盆地、山谷、山脊等。

井田区域地形图主要用于地面建筑、矿井地面工程和井下采掘工程的规划、设计和施工,以指导矿井建设、安全生产和科学管理。井田区域地形图比例尺一般采用 1:



2 000或1:5 000,应用井田区域地形图,可以绘制出如工业广场平面图、井上下对照图、地形地质图、主要保护煤柱图以及在特殊条件下的采掘工程图等,它是每个矿井必备的基础图纸。

在地面上,高程相同的若干点所连成的光滑曲线称为地形等高线,也就是水平面与地表面的交线。如图 1-15(a)所示,用不同高程的水平面(P_1 、 P_2 、 P_3)去截山头,将得到一系列交线,每一次得到的交线具有与其截面相同的高程(因而称等高线),这样就得到了被截山头的一系列等高线。如果把这些等高线都垂直投影到一个水平面 H 上,按一定比例绘成图,并注明各等高线的标高,就是这个山头的地形等高线图,如图 1-15(b)所示。

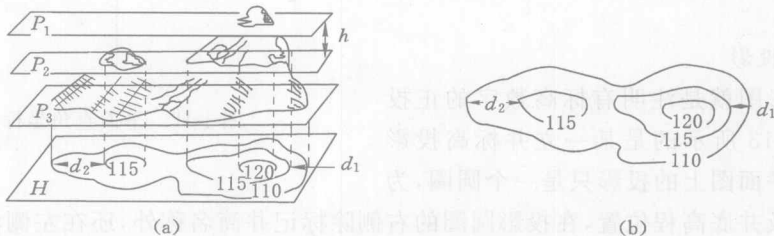


图 1-15 地形等高线图

相邻两条等高线之间的高程差,称为等高距,以 h 表示。在同一张图上,等高距应一致,如图 1-15(b)中的等高距为 5 m。在等高线图上,相邻两条等高线之间的最短水平距离,称为等高线平距,以 d 表示。因为同一张图上的等高距相同,所以在平距小的地方,地形坡度大。如图 1-15(b)中所示的山坡,西部等高线的平距较大,表示地形坡度较缓;东部平距较小,表示地形坡度较陡。

利用等高线可以表示如下地形:

(1) 山岗和盆地。山岗和盆地的等高线是一圈套一圈的闭合曲线,由外向里等高线高程降低的为盆地,升高的为山岗。

(2) 山脊和山谷。山脊和山谷的等高线图形状是基本相同的,其区别是山脊的等高线凸出方向是高度降低的方向;相反,山谷等高线的凸出方向是高度升高的方向。

(3) 鞍部地形。鞍部地形等高线由两组山头等高线和两组山谷等高线所组成。鞍部的中心位于两组等高线的中心线上。

综上所述,地貌的形态虽千差万别,但一个地区的地貌却是由这些基本地貌和一些特殊地貌组合而成的,它们都可以用地形等高线图来表示,如图 1-16 所示。

在矿区做各种线路的设计时,如铁路、公路、渠道、管路、架线等线路设计,往往需要了解某方向线上的地面起伏情况。这时,就需要根据地形等高线图沿此直线作剖面图。如图 1-17所示,要作已知方向线 AB 的剖面图,可按如下步骤进行:

第一步,作一条与 AB 平行的横线和一条与 AB 线垂直的纵线,以横线表示水平长度,以纵线表示高程。

第二步,沿纵线按比例以等高距为间隔作平行于横线的水平线,并在每条线上注明其标高 70、71、72、……若纵线与横线的比例一致时,则剖面图能真实反映地面的形态,可直接用比例尺和量角器测量出坡长和倾角。

第三步,在地形等高线图上用两脚规量取剖面线与各等高线交点的间距,并按此间距将