

中等专业学校教学用书

采煤概论

傅兴凤编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了煤矿生产技术基础知识, 主要包括: 煤矿地质知识, 井田开拓及采煤方法、井巷掘进、矿井通风安全及矿井生产系统等内容。可作为煤炭系统中等专业学校煤矿机电、煤矿机械化、煤矿电气化、煤矿机械制造、煤矿地质、煤矿测量等专业的教材, 也可供有关技术人员、工人参考。

责任编辑: 刘泽春

中等专业学校教学用书

采 煤 概 论

傅 兴 凤 编

煤炭工业出版社 出版

(北京东直门外大街甲24号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092¹/₁₆ 印张9¹/₄
字数 214 千字 印数1—17,120
1983年2月第1版 1983年2月第1次印刷
书号15035·2511 定价1.00元

前 言

本书是根据煤炭工业部教育司的教材建设计划和新教学大纲在多次试用的基础上编写的，定稿过程中又做了多次修改，可作为煤矿中等专业学校《采煤概论》课程的教材。

书中扼要地介绍了煤矿的主要生产过程和基本技术知识，并适当反映了近年来煤炭科学技术的一些新发展。全书内容包括地质、开拓、巷道掘进、采煤方法、通风安全、运输提升、排水和动力供应等。本书的任务是使学员对煤矿生产有一个比较系统的、概括性的了解，为学习有关专业课和以后为煤矿生产服务奠定基础。

本书由大同煤矿学校傅兴凤同志执笔编写。陕西煤校鲁人辉、新疆煤校黄孝石和钱少成、鸡西煤校李正秀等同志曾先后审阅过教材初稿，提出了宝贵意见。在本书作为内部教材试用两年多以来，一些兄弟学校的同志也提出了不少建设性意见。此外，朱天恩和刘俊民两同志帮助绘制部分插图，在此一并致谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳切希望读者提出批评指正。

目 录

第一章 煤矿地质知识	1
第一节 地壳	1
第二节 煤的形成、用途和分类	2
第三节 煤层的埋藏状况	6
第二章 煤矿生产的概貌	11
第一节 概述	11
第二节 矿井巷道	11
第三节 矿图	14
第三章 井田开拓	19
第一节 煤田划分为井田	19
第二节 井田内的再划分	22
第三节 井田开拓方式	24
第四节 井底车场	30
第四章 井巷掘进	33
第一节 岩石的分级	33
第二节 巷道断面及施工概述	34
第三节 钻眼爆破	35
第四节 装岩和运输	41
第五节 巷道支护	45
第六节 巷道掘进的辅助工序	50
第七节 用掘进机掘进煤巷	51
第八节 立井开凿概述	53
第五章 采煤方法	55
第一节 概述	55
第二节 缓倾斜、倾斜煤层单一长壁采煤法采区巷道布置	56
第三节 矿山压力	59
第四节 缓倾斜、倾斜煤层单一长壁采煤法回采工艺	63
第五节 缓倾斜、倾斜厚煤层倾斜分层下行垮落采煤法	80
第六节 缓倾斜、倾斜厚煤层倾斜分层上行水砂充填采煤法	85
第七节 急倾斜煤层采煤法	87
第八节 水力采煤	93
第六章 矿井通风与安全	97
第一节 矿井通风任务与安全生产方针	97
第二节 矿井沼气和二氧化碳	97
第三节 粉尘	102
第四节 矿井通风	103
第五节 井下防、灭火与防、治水	110

第七章 矿井运输与提升	113
第一节 轨道运输	113
第二节 输送机运输	118
第三节 矿井提升	123
第八章 矿井排水	127
第一节 矿井涌水量	127
第二节 矿井排水系统	127
第三节 矿井排水设备	128
第九章 矿井供电及压风设备	131
第一节 供电概述	131
第二节 矿用电力变压器	133
第三节 矿用开关设备	134
第四节 矿用电力电缆	136
第五节 矿井供电系统	137
第六节 压缩空气设备	140

目 录

第一章 煤矿地质知识

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。煤矿地质工作可分为煤田地质勘探与矿井地质两个阶段：前者指从找煤开始和最终获得一定精确程度的地质资料，以满足矿井设计的需要；后者指在建井和生产过程中进一步查清地质情况，直接为生产服务。

第一节 地壳

一、地壳的组成物质

地球是一个巨大的椭球体，其赤道半径为6378.2公里，极半径为6356.8公里。地球的最外层是坚固的外壳，称为地壳，平均厚度约为20公里。地壳主要由岩石组成，组成岩石的是矿物，而矿物则是由各种化学元素所组成。因此，在地壳中蕴藏着非常丰富的矿产资源。

（一）元素

组成地壳的元素达百余种，但占主要地位的是氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢等，而以氧（46.6%）和硅（27.7%）为最多。

（二）矿物

矿物是地壳中一种或多种元素在各种地质作用下形成的自然产物，具有比较固定的化学成分和一定的物理性质与形态。例如，自然金（Au）、自然银（Ag）和石墨（C）等，分别是由一种元素金、银和碳形成的（单质矿物）；石英（ SiO_2 ）是由硅和氧两种元素化合形成的；长石（ KAlSi_3O_8 ）则是由钾、铝、硅、氧等多种元素化合形成的。

自然界中已发现的矿物有两千多种，绝大多数呈固态，也有的呈液态（如水、石油和汞等）和气态（如沼气）。但组成岩石的常见矿物并不多，主要的仅20余种，如石英、长石、云母、黄铁矿、赤铁矿、磁铁矿、方解石和石膏等。如果某种矿物大量集中在一起，就成为有开采价值的矿产。

（三）岩石

岩石是矿物的集合体，可以包含一种矿物，例如纯石灰岩的成份是方解石（ CaCO_3 ）；也可以包括多种矿物，例如花岗岩由石英、长石和云母等多种矿物组成。

自然界的岩石按其生成原因的不同，可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

1. 岩浆岩

岩浆岩由岩浆冷凝形成。在地球深处，存在着温度很高和压力很大的岩浆。当这种高温、高压的岩浆，沿着地壳脆弱地带侵入地壳上部（侵入岩），或沿地壳裂隙喷出地表（喷出岩），冷凝后都会形成岩浆岩。常见的岩浆岩有花岗岩、玄武岩和辉绿岩等。岩浆岩中不含化石，呈块状构造，多伴生金属矿床。

2. 沉积岩

暴露于地表的各种岩石，由于长期受到大气温度变化、风雨侵蚀和生物破坏等风化、剥蚀作用，变成碎石、细砂和泥土等物质。这些物质以及生物遗体，在原地或被流水和风搬运到海洋、湖泊和低洼地带，沉积下来，形成沉积物。随地壳不断缓慢下降，沉积物不断加厚，经过压实、脱水和胶结等固结作用，就形成了沉积岩。常见的沉积岩有砾岩、砂岩、石灰岩、页岩、泥岩和煤等。沉积岩最明显的特征是具有层状构造和层理。

层状构造岩石看起来有明显的层次（图1-1），它是在沉积岩生成的过程中，由于沉积物质的成分、颗粒大小、颜色和沉积时间早晚等条件不同所形成的。层理是沉积岩的两个层面之间还有更细微的成层现象，根据层理形态的不同，又分为水平层理、斜层理和波状层理（图1-1）等。



图 1-1 层状构造和层理
1—水平层理；2—斜层理；3—波状层理

在沉积岩中还含有多种生物化石。这是由于在沉积过程中，生物遗体也随着沉积下来，经过很长时间，这些生物的外壳、骨骼、根、茎、叶等有机物质逐渐被矿物质交换、充填，最后变成了“石头”，但仍然保存了原来的形状或痕迹，这就是化石。在煤层附近的岩层中常可见到树叶、树根等植物化石。

此外，在沉积岩中还可见到与该岩层有明显差异的团块状物体，称为“结核”。例如，在煤层中常见到黄铁矿质的结核（俗称硫磺蛋）。

3. 变质岩

由于地壳运动和岩浆活动的影响，使已经形成的岩浆岩、沉积岩或先期变质岩，在地下深处受到高温和高压的作用，改变了原来的成分和性质，变成新的岩石——变质岩。例如，石英砂岩变成石英岩，石灰岩变成大理岩等。

地壳中的岩石绝大部分为岩浆岩，沉积岩只占地壳总重量的5%，但沉积岩却覆盖着地球表面积的75%，是最常见的一类岩石。由于煤层一般都埋藏于沉积岩岩层中，因此沉积岩与采煤工作的关系最为密切。此外，在沉积岩地层中还有许多重要的矿产资源，如石油、天然气、沉积铁矿、盐矿、铝矿、磷矿、油页岩和石灰岩等。

二、地史及地层的概念

地球的形成已有四十五亿年以上的历史。为了便于研究，通常根据地壳运动和古生物的发展，将地壳的历史从古到今，划分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代等五个大的时期。为了反映更短的时间间隔内地壳的变化，代以下分为若干纪，纪以下又分为世。代、纪、世是国际统一的划分地质时代的单位。

在各个地质时代内，都有相应的岩层形成，称为这一地质时代的地层。各个地质时代内形成的地层相应地称为界、系、统，是国际统一的地层单位。

将地球发展、演变的历史按地质时代排列，就是地质年代表（表1-1）。

第二节 煤的形成、用途和分类

一、煤的形成

在煤层附近的顶、底板岩层中，常常可以看到植物的枝、叶等化石，把煤放在显微镜下观察，也可以看到植物结构。研究结果表明，煤是由古代植物遗体经过变化形成的。

表 1-1 地 质 年 代 表

代 (界)	纪 (系)	世 (统)	距今年令 (亿年)	构造运动	开始繁盛时期				
					植 物	动 物			
新 生 代	第四纪	全新世	0.03	←喜马拉雅运动	孢子植物大量繁殖, 为成煤提供原始物质。	古人类出现			
		更新世							
	第三纪	上新世	0.25						
		中新世							
中 生 代	白垩纪	晚白垩世	0.80	←燕山运动	被子植物	哺乳动物			
		早白垩世							
	侏罗纪	晚侏罗世	1.40				←印支运动	裸子植物极盛, 为成煤提供原始物质。	
中侏罗世	早侏罗世	1.95							
古 生 代	三叠纪	晚三叠世	2.30	←华力西运动	孢子植物	爬行动物			
		中三叠世					2.70		
	早三叠世	3.20							
	二叠纪		晚二叠世				3.75	←加里东运动	裸蕨植物
早二叠世									
早 古 生 代	石炭纪	晚石炭世	4.40	←药县运动	海藻大量繁殖, 为石煤的形成提供原始物质。	无脊椎动物			
		中石炭世							
	早石炭世	5.00							
泥盆纪	晚泥盆世		6.20	←吕梁运动	菌藻类				
	中泥盆世								
元 古 代	震旦纪	晚震旦世	约16	←五台运动					
		中震旦世							
太 古 代	早元古代		20	←鞍山运动					
			45				←鞍山运动		

远在距今约0.03~3.2亿年间，即地质史上称为第三纪、侏罗纪、二迭纪和石炭纪等时代，地球上许多地区布满了湖泊、沼泽，当时气候温暖潮湿，植物生长茂盛。植物死亡后的遗体大量堆积在湖泊、沼泽和海滨地带，被水淹没隔绝了空气，在缺氧的条件下，植物遗体不会很快腐烂。同时，在微生物（厌氧细菌）的作用下，植物遗体（主要由碳、氢、氧三种元素构成）分解、化合，产生的一部分气体（如二氧化碳和沼气等）和水，逐渐挥发出去，含碳物质相对富集起来，形成泥炭层。这是成煤的第一阶段——泥炭化阶段。

以后，由于地壳运动，泥炭层下沉，被泥沙等物质层层覆盖掩埋。在这些沉积下来的泥沙上面，又有新的植物生长、死亡和沉积，形成新的泥炭层。在逐渐加厚的上覆岩层的压力和地热的作用下，泥炭层经过压紧、脱水和胶结，体积缩小，比重和硬度增加，氢、氧含量进一步减少，含碳量相对增加而形成褐煤。如果地壳继续沉降，褐煤进一步受温度和压力的作用，就逐渐变质形成烟煤和无烟煤。这是成煤的第二阶段——煤化或炭化阶段。

泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤形成，主要取决于成煤时间和炭化程度。炭化程度越高，煤的水分和挥发分越少，含碳量越多，发热量也可能较高（煤的发热量还与其它因素有关）。各种煤（非工业分类）的主要成分和发热量大致如表1-2所示。

表 1-2 煤的主要成分和发热量

煤的种类	含碳量(%)	水分(%)	挥发分/可燃物(%)	发热量(大卡/公斤)
泥 炭	50~60	30~40	60~70	5000
褐 煤	60~75	10~30	45~55	4000~7100
烟 煤	75~90	4~15	10~30	7400~8900
无 烟 煤	90~98	2~4	2~8	7800~8700

我国的主要成煤时期为石炭纪、二迭纪、侏罗纪和第三纪。在这些地质历史时期，形成了许多大面积的含煤地带，称为煤田。

在煤田形成的过程中，由于泥炭层与砂石等物质交替沉积，除形成煤层而外，还有一系列其它沉积岩层，组成沉积岩系。这种含煤的沉积岩系叫做煤系，又称为含煤地层。

二、评价煤质的主要指标

评价煤质的主要指标包括：水分、灰分、挥发分、固定碳、胶质层厚度、发热量、硫和磷的含量以及含矸率等。

水分和灰分：是煤中的不可燃部分，它们的含量越少煤质越好。灰分是指煤完全燃烧后所剩下的固体残渣。目前把灰分超过40%的煤暂不列做可采对象。

挥发分：指煤与空气隔绝后加热到900℃时所排除的气态物质，主要成分为沼气、氢及其它碳氢化合物等。挥发分是重要的化工原料。挥发分的含量主要与煤的变质程度有关，变质程度越高含量越少。由于挥发分能反映煤中有机物的性质及其加工利用性能，所以是评价煤质、进行煤的工业分类的主要指标之一。

固定碳：是除去水分、挥发分和灰分后的有机固体可燃物质，含量随煤的变质程度提高而增高。

胶质层厚度：指粉煤在密闭的容器中加热时，产生具有粘结性的胶体厚度(毫米)。粘结性好的煤，加热时形成厚度适当的胶质层，最后结成块状的焦炭。粘结性差的煤，加热时形成胶质层厚度小，结成的焦炭成碎片状。不粘结的煤加热时不能产生胶质层，也不能结成焦炭。炼焦是煤的重要工业用途，所以胶质层厚度是评定煤质、进行煤的工业分类的另一重要指标。

发热量：指重量为一公斤的煤完全燃烧时放出的热量，单位为大卡/公斤。煤的发热量主要与炭化程度有关，但也受其他因素的影响。例如，水分和灰分增多将降低煤的发热量，而氢含量增加时煤的发热量将显著增大。有些烟煤由于氢含量较多，其发热量可超过无烟煤。

硫：是煤中主要的有害杂质。煤中含硫，燃烧时产生二氧化硫，腐蚀锅炉及管道，影响环境卫生；炼焦时硫转入焦炭，然后进入生铁中，将降低焦炭和钢铁的质量。国家规定，凡是炼焦用煤必须先经洗选，含硫量最多不能超过1.2%。

磷：也是煤中的有害杂质，炼焦时转入焦炭，然后进入生铁，使钢铁发脆。炼焦用煤的磷含量不应超过0.05%。

含矸率：指矿井采出的原煤中，大于50毫米的矸石量占全部煤量的百分数。

三、煤的用途

煤的发现和使用在我国已有两千多年的历史，如今已广泛用于冶金炼焦、发电、工业和交通业的动力燃料和民用燃料，是我国今后相当长时期内占第一位的主要能源。随着煤炭综合利用事业的不断发展，煤已成为化学工业的重要原料。煤炭综合利用主要是对高温或低温炼焦的主、副产品(焦炭、煤焦油和焦炉气)实行再加工，从而获得多种化工基本原料。当前煤的综合利用大致分为：以合成塑料、合成橡胶与合成纤维(称为三大合成工业)为主的综合利用；以生产各种医药、农药为主的综合利用；以生产各种化学肥料为主的综合利用；以生产各种碳化学产品(苯、酚、萘、烯、醛等)为主的综合利用。此外，还可以从煤中提取稀有元素锗、镓、铍和铀等，用于电子工业和国防工业；把煤进行液化后管道运输和生产人造石油，或把煤进行气化后用管道远距离输送，再加以综合利用。除煤本身之外，煤矸石也开始被加工利用。

表 1-3 煤的工业分类方案(煤质牌号)简表

分 类		分 类 指 标		主 要 用 途	
名 称	符 号	挥 发 分 (%)	胶 质 层 厚 度 (毫 米)		
无 烟 煤	A	0~10	—	是良好的动力和民用煤并可作化工用煤	
烟	贫 煤	T	>10~20	0(粉状)	多作动力和民用煤
	瘦 煤	ΠC	>14~20	0~12	一般作配焦用煤
	焦 煤	K	>14~30	>8~25	主要的炼焦用煤
	肥 煤	Ж	>26或<26	>25	配焦用煤
	气 煤	Г	>30	>5~25	可作气化、炼油、配焦用煤
煤	弱粘煤	CC	>20~37	0~9(块状)	可作配焦、气化、炼油和动力用煤
	不粘煤	HC	>20~37	0(粉状)	可作气化、动力和民用煤
	长焰煤	Л	>37	0~5	可作气化、炼油和动力用煤
褐 煤	B	>40	—	多作化工、气化、炼油和民用煤	

四、煤的工业分类

我国1956年制订的煤的工业分类方案(见表1-3),是以煤的挥发分和胶质层厚度为依据的,把烟煤分成八个牌号。根据当前的生产需要,有关部门正在拟定新的分类方案。

第三节 煤层的埋藏状况

一、煤田的大小和储量

煤田范围大小不一,小型煤田的面积不大,储量只有几百万吨到几千万吨,大型煤田的面积有数千或数万平方公里,储量可达几亿到几百亿吨。我国大型煤田较多,煤炭储量极为丰富,1979年底全国探明的储量已达六千多亿吨,远景储量更为可观。

根据勘探程度的高低,通常将煤炭储量划分为A级、B级、C级和D级。

根据开采技术条件、工业要求以及勘探程度,矿井储量分为:

$$\text{矿井总储量} \begin{cases} \text{平衡表内储量} \\ \text{(A+B+C+D)} \\ \text{平衡表外储量} \end{cases} \begin{cases} \text{工业储量} \\ \text{(A+B+C)} \\ \text{远景储量} \\ \text{(D)} \end{cases} \begin{cases} \text{可采储量} \\ \text{设计损失量} \end{cases}$$

矿井总储量:在矿井井田范围内,具有工业价值的全部煤炭储量称为该矿井的总储量或地质储量。

平衡表内储量:指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。

平衡表外储量:指由于煤层灰分高、厚度薄、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。

工业储量:指平衡表内A+B+C级储量的总和,是矿井设计和投资的依据。

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

可采储量:指工业储量中可以采出的那一部分储量。

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一部分储量。

二、煤层的埋藏深度

煤层埋藏深浅不一,最大埋藏深度大于2000米。目前我国最大开采深度为876米,个别矿井的开拓深度已超过1000米。随着开采深度增加,矿山压力、矿井温度、涌水量与沼气涌出量等都将增大,增加了开采技术的复杂性。

三、煤层的层数

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可由几十厘米到数百米。

四、煤层的厚度

煤层的厚度是指从煤层的顶板(煤层上面的岩层)到底板(煤层下面的岩层)之间的垂直距离(图1-2)。由于成煤时期的条件不同,煤层有厚有薄,厚度可由几厘米到几十米,个别甚至达到100~200米。煤层的厚度是确定采煤方法的主要因素之一。

根据开采技术的特点，把煤层按厚度不同，分为三类：

薄煤层——厚度小于1.3米的煤层；

中厚煤层——厚度1.3~3.5米的煤层；

厚煤层——厚度大于3.5米的煤层。

有的把厚度在8米以上的煤层叫做特厚煤层，把0.8米以下的煤层叫做极薄煤层。

煤层的最低可采厚度没有绝对标准。

我国目前拟定的标准见表1-4。在缺煤省区，可将标准适当降低，采用表中括弧内的数字。

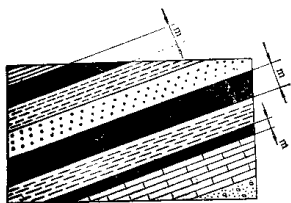


图 1-2 煤层的厚度

表 1-4 煤层的最小可采厚度标准 (米)

煤 种	倾 角		
	<25°	25~45°	>45°
炼 焦 用 煤	0.7(0.6)	0.6(0.5)	0.5(0.4)
非 炼 焦 用 煤	0.8(0.7)	0.7(0.6)	0.6(0.5)
褐 煤	1.0(0.8)	0.9(0.7)	0.8(0.6)

厚煤层和中厚煤层在我国煤田中占有较大的比例。以目前的产量比例而论，厚煤层和中厚煤层大约各占百分之四十以上，薄煤层仅占百分之十几。

有的煤层中含有一层或几层夹石。煤层里含有夹石层时，不仅造成开采上的困难，还会影响煤的质量。

五、煤层的产状变动

煤层在生成的初期，一般都是水平或近水平的，在一定范围内也是连续完整的。以后由于地壳升降或水平方向的挤压运动，使煤层的产状发生了变化，出现波浪状的褶皱，甚至发生断裂。



图 1-3 褶曲

褶皱构造仍能保持煤层和岩层的连续完整性，它的基本单位叫褶曲，褶曲就是岩层的一个弯曲（图1-3）。其中，煤层和岩层向上凸起的部分叫做背斜，向下凹陷的部分叫做向斜。当一个向斜构造或背斜构造的范围较大时，它的一翼又叫做单斜构造（因为岩层大致向同一方向倾斜）。不少矿井只开采煤层的单斜部分。

煤层和岩层在地壳运动中发生断裂，如果断裂面两侧的岩体有显著位移，称为断层。断裂后产生错动的破裂面叫做断层面，断层面上方的岩体叫做上盘，断层面下方的岩体叫做下盘。

上盘相对下降、下盘相对上升的断层，称为正断层（图1-4中a）；上盘相对上升、下盘相对下降的断层，称为逆断层（图1-4中b）；如果两盘岩层沿断层面作水平移动，称为

平推断层 (图1-4中c)。

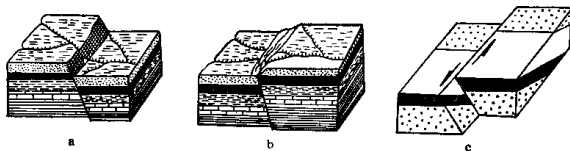


图 1-4 断层示意
a—正断层；b—逆断层；c—平推断层

断层两盘相对移动的铅直距离称为断层落差。断层落差可由几十厘米到几十米、几百米。断层使煤层遭到破坏 (图1-5)，对煤田的开拓和开采影响很大。

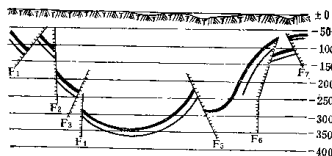


图 1-5 断层对煤田的破坏
F₁、F₂……F₇—断层编号；-50、-100……—标高

断裂构造的另一种形态称为裂隙或节理，这是煤、岩受力后发生了断裂，但断裂面两侧的岩层没有显著的位移。当煤层或顶、底板岩层中的裂隙发育时，对于钻眼爆破、落煤效果、回采工作面的布置方向和推进方向以及顶板管理等都有较大的影响。

六、煤层的产状要素

煤层和岩层的产状发生变动后，多由水平状态变成倾斜弯曲状态。煤层或岩层在空间的分布状态和位置，通常用产状要素来表示，即煤层或岩层的走向、倾向和倾角 (图1-6)。

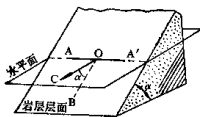


图 1-6 煤层和岩层的产状要素
AOA'—走向线；OB—倾向线；OC—倾向线； α —倾角

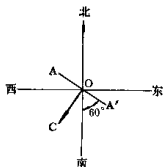


图 1-7 走向和倾向的表示法
AOA'—走向线；OC—倾向线

煤层或岩层的层面与水平面 (假想的) 相交的交线叫做走向线 (图1-6中的AOA')，走向线的方向称为走向，它表明了煤层或岩层沿水平面延伸变化的方向。

在煤层或岩层层面上，与走向线垂直向下的直线称为倾向线 (图1-6中的OB)，倾向线在水平面上的投影叫做倾向线 (图1-6中的OC)，倾向线的方向叫做倾向，它表明了倾斜岩 (煤) 层向地下深处延伸的方向。

煤层和岩层的走向和倾向可以用地质罗盘测量出来。表示方法有两种：一种是“方位角”法，即规定正北方向为0°，从正北开始，顺时针方向旋转至走向线 (或倾向线) 的角度就

是该线的走向（或倾向）；另一种是“象限角”法，就是东西、南北两直线相交，组成四个夹角各为 90° 的象限角。南、北向规定为 0° ，东、西两端则各为 90° 。某线段的方向是以该线段与正北或正南的夹角大小，再配合偏东或偏西的方向来度量。

如图1-7，如果用方位角法表示，该岩层的走向为 120° （或 300° ），倾向为 210° ；如果用象限角法表示，则走向为南 60° 东（或北 60° 西），倾向为南 30° 西。

倾向线与倾向线之间的夹角（图1-6中的 α 角）称为倾角，也就是煤层或岩层的层面与水平面之间的夹角。倾角变化于 $0\sim 90^\circ$ 之间。煤层倾角是确定开采方法的另一主要因素。一般来说，倾角越小，开采越易，倾角越大，开采越难。根据开采技术的需要，把煤层按倾角大小不同，分为三类：

缓倾斜煤层——倾角小于 25° ；

倾斜煤层——倾角 $25\sim 45^\circ$ ；

急倾斜煤层——倾角大于 45° 。

通常又把倾角在 5° 或 8° 以下的煤层叫做近水平煤层。

我国缓倾斜煤层较多，急倾斜煤层较少。缓倾斜煤层每年采出的煤量约占总产量的80%。急倾斜煤层产量约占总产量的6%。

在任何一个煤田内，煤层的厚度、走向和倾角等要素都不是固定不变的。变化较小的煤层，埋藏比较稳定，有利于开采；变化较大时，煤层倾角可由缓斜变到急斜，或出现增厚、变薄、分叉以至于尖灭等现象（图1-8），给开采工作带来一定的困难。

七、冲蚀、岩溶塌陷和岩浆侵入

在一些煤田中，还会遇到冲蚀、岩溶塌陷和岩浆侵入等地质现象。

冲蚀（或称冲刷）是由于古河流在泥炭层或含煤地层中流过形成的。如果古河流是在泥炭物质堆积过程中，即顶板还没有形成以前流过泥炭层，就形成同生冲蚀，这种冲蚀的规模不大，冲蚀带和煤层有共同的顶板（图1-9）；如果古河流是在煤层顶板形成以后才流过含煤地层，称为后生冲蚀，这种冲蚀的规模较大，不仅冲蚀了煤层，也冲蚀了煤层的顶板或底板（图1-10）。

冲蚀使煤层厚度发生变化或形成无煤带，也给开采工作增加了困难。



图 1-8 煤层厚度变化、分叉、尖灭

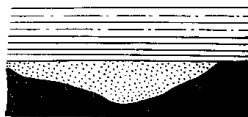


图 1-9 同生冲蚀

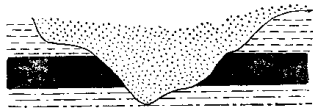


图 1-10 后生冲蚀

当煤层下部有非常发育的古生代石灰岩溶洞时，有些溶洞发生塌陷，覆盖在上面的煤系地层也随之陷落，从而破坏了煤层的完整性，这种岩溶塌陷通常称为陷落柱（图1-11）。陷落柱的形态是一个上小下大的圆锥体，陷落柱内为杂乱无章的岩石碎块。

另一种岩溶塌陷称为淤泥带，表现在井下生产过程中遇到大量黄泥流出。这也是由于

石灰岩裂隙被地下水溶蚀后，发生坍塌，地表泥土和水一起填入了这种大型裂隙，便形成了淤泥带。

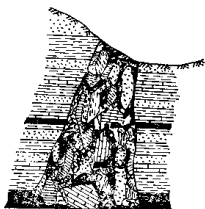


图 1-11 陷落柱

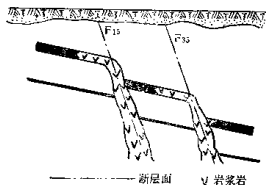


图 1-12 岩浆沿断层侵入煤体
F₁₅、F₃₃—断层编号

当岩浆侵入煤层时（俗称火成岩侵入），大面积煤层被破坏，使煤炭储量减少，或者使煤质降低，甚至不能利用；有时把煤层分割成若干块段，并在煤层中分布着许多零星的岩浆岩侵入体，给开采工作造成困难。岩浆沿断层裂缝侵入煤体示意如图1-12。

八、煤层的顶、底板岩石

煤层的顶、底板岩石是指煤系中位于煤层上、下一定厚度范围内的岩石。常见的有粘土岩（泥岩和页岩）、粉砂岩、砂岩、砾岩和石灰岩等。

粘土岩是由粘土压实形成的。它的颗粒直径小于0.01毫米，肉眼不能辨别，结构致密，表面比较光滑。其中，厚层状或没有明显层次的称为泥岩，薄层状和有明显层次的称为页岩。煤层顶、底板中常见的页岩多呈灰黑色，含有碳质，又称为碳质页岩。泥岩和页岩的性质一般都比较软弱，在煤层开采后，容易垮落。

粉砂岩：颗粒直径在0.01~0.1毫米之间，肉眼不易鉴别，但用手摩擦时有轻微的粗糙感觉，有时还可磨下粉砂粒。

砂岩：是由砂子经过压紧和胶结形成的，比较坚固。砂岩的颗粒中有50%以上直径在0.1~2毫米之间，一般能用肉眼看出，用手抚摩有粗糙感。

砾岩：是由碎石块、卵石和砂粒等压实和胶结形成的。其组成颗粒50%以上直径大于2毫米。

石灰岩又名石灰石或青石。它的结构致密，但容易被含有二氧化碳的酸性水溶解，形成空洞，称为石灰岩溶洞。我国石炭纪和二迭纪煤系的底部往往有含水较大的奥陶纪石灰岩岩层，对于开采工作有较大影响。

煤层的埋藏状况除上述各项外，还有含瓦斯性、含水性、煤的自然性和煤尘爆炸性等，将在第六章和第八章中叙述。

第二章 煤矿生产的概貌

第一节 概 述

经过详细的地质勘探,查明煤田的埋藏情况以后,要进行煤田的总体规划设计,把一个煤田划给若干个矿开采,并根据总体规划设计,进行矿井的基本建设工作。一个矿井的基本建设包括两方面内容:一是从地面开掘一系列的井巷通入地下和煤层,建立井下生产系统;二是修建地面工业广场,建立地面生产系统。基本建设工作完成后,把矿井移交给生产单位,投入生产。

矿井投入生产后,其日常的主要生产环节包括回采、掘进和运输与提升等;辅助生产环节有通风、排水、动力供应、设备材料供应和选煤等等。

所谓回采,就是直接从回采工作面采出煤炭。

为了能持续地进行回采工作,生产矿井还需要不断地开掘巷道,即掘进工作。否则将造成采、掘失调,生产无法衔接。

运输与提升工作,是用各种运输和提升设备把煤炭和矸石从采、掘工作面运出地面,同时,运送各种材料、设备和人员。

为了保证井下的人员有足够的新鲜空气,排除井下的有害气体和悬浮在空气中的煤尘、岩尘,通常要靠安设在地面扇风机房内的主要扇风机不断地向井下供给新鲜空气,即矿井通风工作。

为了矿井不致被井下的涌水淹没,必须把涌出的地下水不断地排出地面。为此要在井下建立水泵房。

动力供应包括供电和供应压气。供电工作是从地面变电所向井下和地面的各种用电设备供电。压气供应是用空气压缩机对空气加压,然后用风管供给凿岩机或风镐等风动设备使用。

此外,还要不断供给煤矿日常生产所需要的设备和各种材料(包括金属材料、建筑材料、坑木、炸药和雷管等)。

从地下采出的煤叫做原煤。原煤里混有矸石,灰分较大,杂质(硫和磷等)较多,而且粒度不均,多数必须经过选煤加工,才能满足各类用户的需要。选煤方式主要有两种:一种是筛分(包括手选),即先用人工从运输原煤的胶带输送机上拣出大块矸石和杂物,然后用不同筛孔的振动筛,把煤按粒度筛分为几级,分别装车外运,供动力用煤或民用;对于炼焦用煤则采用洗选的方法,把原煤中的灰分、硫和磷等杂质降低到规定的允许含量。

第二节 矿 井 巷 道

为了采出煤炭,必须从地面向地下开掘一系列的井巷。下面用一个立体示意图(图2-1)说明矿井主要井巷的名称、位置和用途。

一、开拓巷道

(一) 井筒和平硐

井筒和平硐都是从地面直接通向地下的巷道。垂直的称为立井（图2-1中1、2），倾斜的称为斜井；水平的称为平硐。

立井又叫竖井，一般同时开掘两个，多为圆形断面，直径约为4~9米。其中，提煤的称为主井；运料、出矸石、升降人员、排水、供电和进风的称为副井。

斜井一般用拱形断面，也有主井和副井之分。其用途与上述相同。

平硐一般布置一条，断面为拱形，除运煤外兼作运料、行人、入风、供电和排水等用。

(二) 井底车场

围绕井筒底部的一组巷道和硐室称为井底车场（图2-1中3），它起着地下巷道与井筒之间总转运站的作用。井底车场常在岩层中开掘，以利于维护。

(三) 回风井

回风井也是从地面通向地下，并专为回风用的巷道。回风井常用斜井（图2-1中6）或立井，少数情况下也用平硐。井下一旦发生紧急情况，回风井还可作安全出口。

(四) 石门

在岩层中开掘的垂直或斜交于岩层走向的水平巷道，称为石门。由井底车场通向运输大巷（5）的石门称为运输石门（图2-1中4）；由回风井井底通向回风大巷（8）的石门称为回风石门（图2-1中7）；由大巷（岩石大巷或集中大巷）通向采区（采区的意义详见第三章，在此可理解为在煤层中划分出来的一个开采区域）的石门称为采区石门（图2-1中9和17）。

(五) 运输大巷

它是基本上沿煤层走向开掘的水平巷道，长度较大，常由井田中央开至井田边界附近，作为井下运输、入风、排水和供电等的主要通路。运输大巷可以在煤层中开掘，但在开采煤层群（多煤层）和厚度较大的煤层时，常把它开掘在煤层底板岩层中或不可采的煤层中，以利于维护和减少护巷煤柱损失，也有利于防止煤的自然发火。图2-1中所示的运输大巷5，开掘在底板岩层中。

通常把开掘有运输大巷和井底车场的水平面，称为“开采水平”。

(六) 回风大巷

也是在煤层或底板岩层中沿走向开掘的水平巷道，长度较大，用来作为井下各采区回风的主要通路。回风大巷可以在矿田上部边界开掘（图2-1中8）；当煤层倾角很小时，也可以在矿田中部与运输大巷相邻平行掘进；当煤层倾角较大时，一般利用上阶段原有的运输大巷作为回风大巷。回风大巷所在的水平面常称为回风水平。

总之，开拓巷道是指为全矿井服务、或者为一个或一个以上阶段服务的巷道。

由开拓巷道所圈定的煤量称为开拓煤量。

二、准备巷道

(一) 采区车场

在采区中用来调车的巷道。它又分为下部车场（包括装煤车场10和材料车场11）、中部车场（19）和上部车场（18）等（此处的上、中、下车场都是指上山采区的车场）。