

中等专业学校规划教材

# 采煤概论

鲁人辉 主编

煤炭工业出版社

中等专业学校规划教材

# 采 煤 概 论

鲁 人 辉 主 编

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了煤矿生产建设技术基础知识,包括:煤矿地质、井田开拓、井巷掘进及支护、采煤方法、矿井通风与安全、矿井生产系统以及露天开采和选煤等内容。可作为煤矿中等专业学校非采煤专业采煤概论课程的教材,也可供现场有关技术人员、工人参阅。

### 中等专业学校规划教材 采 煤 概 论

鲁人辉 主编  
责任编辑:刘社育

\*

煤炭工业出版社 出版  
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: [www.cciph.com.cn](http://www.cciph.com.cn)  
北京房山宏伟印刷厂 印刷  
新华书店北京发行所 发行

\*

开本 787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 13<sup>1</sup>/<sub>4</sub>

字数 312 千字 印数 52,556—54,555

1993 年 3 月第 1 版 2006 年 6 月第 11 次印刷

**ISBN 7-5020-0743-1/TD·686**

社内编号 3510 定价 21.20 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

## 前 言

本书是根据中国统配煤矿总公司教育局的教材规划和煤矿中等专业学校采煤概论教学大纲编写的。

书中系统地介绍了煤矿开采的基本知识和生产过程，并反映了近年来煤矿开采技术取得的新成果和煤炭科学技术的发展趋势，目的是使学生认识到煤炭工业在国民经济中的重要性，对煤矿生产建设、科学技术的现状及其发展方向具有全面、概括性的了解，并明确所学专业在煤矿建设和生产中的地位，为学好有关专业课程奠定基础。

书中第一、二、七、八章和第四章第八节由鲁人辉执笔；第三、四章由王智源执笔，其中第四章第五节由刘社育执笔；第五、六章由王永祥执笔。本书主编鲁人辉，主审可自清。

本书编写过程中，得到了各兄弟学校、煤炭中专采煤学会、总公司教材编辑室的关心和大力支持。教材初稿由教编室刘社育、石家庄煤校张大珍、重庆煤校陈郑正、秦皇岛煤校李子安、抚顺煤校关世权、北京煤校刘兴读、湖南煤校刘吉祥、大同煤校赵军、徐州煤校刘成波等同志审阅并提出许多宝贵意见。修改稿经总公司教育局中专采煤教材编审委员会审定并提出进一步完善书稿的意见，在此一并深致谢意。

由于编者学识所限，书中缺陷和错误难免，恳请读者批评、指正。

编 者

1992年6月

# 目 录

绪 言	1
第一章 煤矿地质	4
第一节 概述	4
第二节 地质构造	9
第三节 煤	12
第四节 煤田地质勘探及井田储量	19
第五节 煤矿地质图	21
第二章 井田开拓	30
第一节 概述	30
第二节 井田开拓的主要内容	33
第三节 井田开拓方式	44
第三章 井巷掘进与支护	56
第一节 基础知识	56
第二节 巷道掘进	59
第三节 巷道支护	75
第四节 巷道施工组织与管理	80
第五节 立井开凿简介	83
第四章 采煤方法	86
第一节 采煤方法简述	86
第二节 缓倾斜倾斜煤层走向长壁采煤法	87
第三节 倾斜长壁采煤法	114
第四节 近水平煤层开采特点	118
第五节 柱式采煤法	125
第六节 急倾斜煤层采煤法	131
第七节 “三下一上”采煤法	136
第八节 水力采煤法	139
第五章 矿井通风与安全	146
第一节 矿井大气环境与矿井通风的任务	146
第二节 矿井通风方法	146
第三节 矿井通风管理	153
第四节 矿井安全与灾害预防	159
第六章 矿井生产系统	167
第一节 工业场地总体布置及地面生产系统类型	167
第二节 矿井运输与提升系统	170
第三节 矿井排水系统	180
第四节 矿井动力供给系统	183

<b>第七章 露天开采</b> .....	189
第一节 概述 .....	189
第二节 露天矿开拓 .....	190
第三节 露天采煤主要工艺过程 .....	192
第四节 露天开采的合理境界及其发展趋向 .....	194
<b>第八章 选煤</b> .....	196
第一节 概述 .....	196
第二节 筛分与破碎 .....	197
第三节 煤的洗选 .....	199
第四节 脱水和沉淀 .....	202
参考文献 .....	205

## 绪 言

### (一)

煤炭在我国国民经济和能源结构中，都占据着非常重要的地位。根据1988年统计，煤炭生产和消耗分别占到能源比重的73.1%和76.1%。按我国国情，在今后相当长的时期内，能源以煤炭为主的状况不会改变。

随着我国国民经济的发展，煤炭生产仍不能满足需要。同时，煤炭又是工业的重要原料，从煤炭中可获得数以百计的其他产品，这些产品都是国家建设和人民生活所必需的。因此，进一步发展煤炭工业，已成为当前的紧迫任务。

### (二)

我国煤矿开采，经历了漫长的发展过程。远在东周末年，我国就开始开采煤炭，至唐、宋时期手工采煤有了进一步的发展。元、明两代手工采煤技术已渐趋完善，开凿立井、利用木制绞车提升，用打通竹节的竹杆导出地下有害气体，在煤层中开掘巷道，利用木材进行支护等，这些方法一直沿用到19世纪末期。

19世纪末、水泵、通风机、提升机等设备相继在煤矿中使用，逐渐以机械开采代替了手工开采。至今，各种机械已大量应用于煤矿建设和生产，使煤矿开采技术得到了长足的发展。

建国以来，煤炭工业取得了显著的成就，生产建设蓬勃发展。1990年全国原煤产量达1079.3Mt，居世界前列，为1949年的33倍，平均每年递增27.06Mt，特别在第六个五年计划期间（1981~1985年），年平均产量递增50.43Mt。

我国是世界上煤炭资源蕴藏量最丰富的国家之一，1985年末全国累计探明的总储量为782234Mt。

解放前，我国煤矿设施极端简陋，采煤方法多为无支护的穿硐式、残柱式和高落式。生产条件恶劣，手镐落煤，人推、马拉运输，煤炭资源开采损失率高达70~80%以上，工人劳动强度大，安全毫无保障。

新中国成立后，即对采煤方法进行改革，以长壁式采煤方法代替旧的采煤方法，实行安全生产，提高煤炭资源回收率。到1957年，国营煤矿以长壁式为主的采煤方法的产量比重达到92.6%，采区回采率提高到70%左右，工人的劳动环境和安全生产条件得到了明显改善。多煤层井田开拓逐渐由分层单独布置，改为集中开拓联合布置。

50年代后期到70年代前期，长壁式采煤方法进一步得到巩固和发展。顶板管理从采用各种形式的木支架，发展到广泛使用摩擦式金属支柱和铰接顶梁。在缓斜、倾斜厚及特厚煤层中，完善了假顶铺设工艺，大力推行倾斜分层下行垮落采煤法，采用黄泥灌浆有效地起到了预防煤层自然发火的作用，且利于形成再生顶板，改善了顶板状况，扩大了下行垮落采煤方法的使用范围。对急斜煤层除推行倒台阶采煤法，水平分层和斜切分层采煤方法

外，还在试用掩护支架采煤方法的基础上，创新了伪斜柔性掩护支架采煤方法，丰富了急斜煤层采煤方法的内容，同时对无支护急斜煤层采煤方法进行了多种试验，取得了良好效果。

在推行长壁式采煤方法过程中，采煤机械化程度也得到了相应的发展，50年代部分矿区就采用深截深框式采煤机，到60年代研制成功MLQ-64型浅截深单滚筒采煤机，与SGW-44型可弯曲刮板输送机配套，采用摩擦式金属支柱和铰接顶梁，形成了普通机械化采煤工作面，并较快地得到了推广，采煤机械化程度由“一五”（1953~1957年）期末的4.11%提高到“三五”（1966~1970年）期末的15.3%。

从1974年开始，进行了综合机械化采煤设备的研制与试验。1974年我国自行设计、制造的第一批综采设备进行了井下试验。同时，成套引进了国外综采设备，消化、吸收国外经验，为我国更快、更好地发展综合机械化采煤作好了准备。1979年9月原煤炭工业部颁发执行的《煤炭工业技术政策》明确了发展综合机械化采煤的方向，到1987年修订和颁布的《煤炭工业技术政策》进一步指出要加快发展综合机械化采煤。我国综合机械化采煤情况见绪表-1。

绪表-1 我国历年来综合机械化采煤发采情况

年 度	综采设备动用套数	工作面个数	产 量	工作面年产	综合机械化程度
	套	个	万 t	万 t/a	
1974	6	3.15	76	24.2	0.38
1975	32	24.81	750	30.2	3.20
1980	145	93.38	3774	40.4	13.16
1985	223	172.32	7398	42.9	22.46
1990	368	246.70	13502	54.7	35.47

在发展综采的同时，研制了更大功率的单滚筒采煤机、双滚筒采煤机、可弯曲刮板输送机以及单体液压支柱，三者配套形成了第二代普通机械化采煤设备，在肥城矿务局进行了试验，取得了良好的技术经济效果，使普通机械化采煤向前推进了一大步；1988年后用MG-150W<sub>1</sub>型无链牵引双滚筒采煤机代替单滚筒采煤机，以SGZCF630/220型双速侧卸封底式刮板输送机代替SGB-150C型刮板机，单体液压支柱配合Π型长钢梁及切顶墩柱支护，完成了第三代普通机械化采煤的设备配套，应用中取得了更加良好的技术经济效果；另外对综采放顶煤采煤和滑移顶梁放顶煤采煤的探索和试验，都取得了明显的效果。这些都为我国采煤机械化的发展起到了推进作用。

我国1988年采煤机械化程度见绪表-2（1990年达65.10%，其中综采35.47%）。

绪表-2 我国1988年采煤机械化程度

	综 采	单体液压 机 采	普 机 采				水 采	合 计
			滚筒机组	刨煤机	改装机组	合 计		
采煤机械化程度 %	31.36	18.19	6.27	0.12	0.19	6.58	1.89	58.02



为了简化采区生产系统，从70年代起，在倾角较小的煤层推广了倾斜长壁采煤法，减少了生产环节和巷道工程量，经济效益显著。

70年代末期试验和推广的无煤柱护巷（沿空留巷和沿空掘巷），跨上山、跨石门回采等，改善了巷道维护条件，增加了工作面推进方向长度，减少了煤炭损失，为采用前进式采煤创造了条件，进一步完善了长壁采煤方法。

近年来，我国还从美国引进了一批连续采煤机，在部分矿井进行了连续采煤机房柱式采煤方法试验，在煤层赋存条件适合的矿井取得了一定的效果。

1956年试验水力采煤，70年代以来年产量保持在700~800万t之间，居世界前列。同时，我国在特殊条件下采煤和煤的露天开采都得到了较大发展。

### (三)

《采煤概论》是一门系统地介绍煤矿建设和生产科学技术基础知识的课程。内容包括：煤矿地质、井田开拓、井巷掘进与支护、采煤方法、矿井通风与安全、矿井生产系统以及露天开采和选煤等八部分。本课程的任务主要在于使学员建立起对煤矿生产建设、及其发展方向概括性的全面了解，明确所学专业在煤炭工业中的地位，为学好有关专业课奠定基础。

本课程内容牵涉面广，名词概念较多，空间概念强，因此，在学习中必须注意结合教具、模型，尽可能采用电化教学手段，配合矿井认识实习，加深理解，以求在学时不多的教学过程中完成课程任务，达到课程开设目的。

# 第一章 煤 矿 地 质

煤矿开采要求在安全生产的条件下,以最佳经济效益、先进的科学技术手段、符合国家规定的回采率将埋藏在地下的煤层开采出来,为各用煤部门提供所需的煤炭产品。掌握煤层的埋藏特征、煤的性质以及了解煤的形成及其和各种地质作用的关系,是达到上述开采要求的最重要的条件之一。煤矿地质工作不仅是矿井设计和生产管理的重要依据,也是矿区规划、矿井建设、老井挖潜以及和矿井灾害作斗争的主要根据。因此,煤矿地质的有关内容,是从事煤矿工作必须具备的基本知识。

## 第一节 概 述

### 一、地球的圈层构造及其物理性质

运动和发展变化着的地球,由于组成它的物质在空间的分布及其彼此间的关系,致使地球的构造呈现出若干各具特色的圈层,且各自的组成物质及其物理性质也各有其特点。

#### (一) 地球的圈层构造

研究表明,地球不是一个均质体,以地壳表面为界,分为外圈层和内圈层。外圈层包括大气圈、水圈和生物圈;内圈层包括地壳、地幔、地核,如图1-1所示。

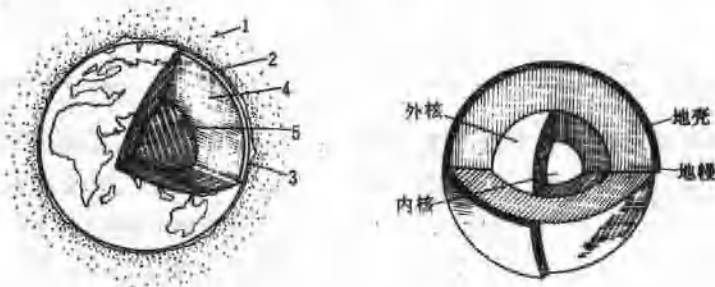


图 1-1 地球圈层构造示意图

1—大气圈, 2—水圈, 3—地壳, 4—地幔, 5—地核

#### 1. 大气圈

大气圈是指包围在地球最外面的气态物质所组成的圈层。它笼罩着陆地和海洋,其上层可达1800km或更高的高空,一般以地表作为它的下界,实际上空气还较深地渗入到岩石和水体内部。大气圈一方面吸收和阻挡了来自宇宙的有害射线,同时吸收太阳辐射的热量,使地球表面温度变化的范围较小,保持地球表面温度适宜、阳光柔和、水份充足,使生物得以繁衍。

#### 2. 水圈

地球表面70.8%的面积为海水所覆盖,陆地还有不少河流、湖泊、冰川及地下水,形成包围地面的连续水层,称为水圈。水圈的厚度变化于0~11033m之间。

### 3. 生物圈

地球范围内凡是有生物活动的范围称为生物圈。在地球表层的大气圈、水圈以及地表土壤和岩石里，都有大量生物存在。生物的生存范围在大气中不超过10km高空，在水中能达到最深的海底，在地壳中可达到几百米的深度。

自从地球上出现生物以来，他们便不断地改变着地壳的物质成分和结构状态。例如植物消耗大气中的 $\text{CO}_2$ ，增加大气中的 $\text{O}_2$ ，且植物遗体的炭以及其它成分，经过复杂的生物化学变化和地质作用，可能在地壳中形成煤。生物还对地球表面起着破坏作用，是推动地壳发展的重要因素，经常影响和改变着地球的面貌。

### 4. 地壳

地壳是指地球表面及其以下的一层很薄的固体外壳，它由矿物和岩石组成。地壳的厚度变化较大，主要与地势有关，一般海洋覆盖的部分较薄，只有5~8km，大陆山区较厚，可达70km左右，地壳平均厚度33km，各种地质作用主要发生在地壳。而煤正是埋藏在地壳的表层。

### 5. 地幔

地幔指从地壳下界至2900km的圈层，分上、下两层：上层从地壳下界至1000km深处，叫上地幔，主要由橄榄岩组成；从1000km至2898km深处，叫下地幔，组成物质中的铁、镍成分显著增加，物质呈非结晶质固体，塑性很大，温度高达1200~1500℃。

地壳和上地幔顶部，均由岩石组成，故称为岩石圈。

### 6. 地核

地核指从2898km以下直至地心的地球内核。其成分以铁、镍为主。密度为 $16\text{g}/\text{cm}^3$ ，压力可达 $3.64 \times 10^{11}\text{Pa}$ ，温度高达2000~5000℃。

目前人们对地球内部物质状态和化学组成了解得很不够，有关的许多结论还待进一步证实，对地球需要进行更深入的了解，以利于更好地认识地球形成与发展的历史，明确引起地壳运动、火山活动和地震发生的原因以及各种矿物的形成和分布规律。

#### (二) 地球的物理性质

地球的物理性质主要包括：密度、地压、地热、地磁和重力等。它从不同侧面反映出地球内部的物质组成，其中地压和地温对煤矿开采的影响极为明显。

#### 1. 地压

地压是指地球内部的压力，主要是静压力。由于岩石本身的重量和上覆岩层对下部岩层产生压力，越往深处压力越大。根据地球物理学的研究结果认为，在地下10km处的压力约为 $3.03 \times 10^8\text{Pa}$ ，到深35km时，压力约为 $1.01 \times 10^9\text{Pa}$ 。

此外，地压还包括来自地壳运动产生的应力。这种应力通常以水平应力为主，同样具有随深度增加而加大的趋势。地应力具有方向性，并可能在某些地段特别集中。

分析和测定地压（地应力）的方向、大小及应力集中地段，有助于解决矿井巷道的布置层位和维护、煤及瓦斯突出的预测等矿井开采过程中常遇到的实际问题。

#### 2. 地温

地温又称地热，它是指地球内部的热量及其变化规律。地热主要来源于太阳的辐射热和地球内部放射性元素蜕变所产生的热量。

自地表向下，地温的变化分为下述三带：

(1) 变温带。变温带的深度自地表到地下约15~30m, 主要受太阳辐射热的影响, 其温度随地面温度的变化而变化。

(2) 恒温带。恒温带是地表以下, 温度不产生季节性变化的地带。此带深度多在地下20~30m。由于地区不同, 恒温带的深度和温度也可能不同。例如辽宁抚顺在25~30m处, 温度为10.5℃, 河南平顶山在30m深处, 温度为17℃。恒温带位于变温带之下。

(3) 增温带。增温带位于恒温带之下, 温度只受地球内热的影响, 并随深度的增加而升高, 但增加的速度, 各地差别较大。另外, 温度随深度的增加而升高的规律只存在一定深度内, 不能一直推算到地球的核心。一般认为地心的温度不超过5000℃。

地温对煤矿生产具有较大的影响, 尤其是当开采活动进入较深水平时, 应充分考虑地温的影响。井下温度过高, 将直接影响工人健康和劳动生产率的提高, 还会危及到矿井的生产安全。随着矿井开采深度的增加及其它因素的影响, 我国已有不少矿井的井下温度超过了《煤矿安全规程》的有关规定(如采掘工作面的空气温度不得超过26℃; 机电硐室的空气温度不得超过30℃等)。河南平顶山八矿, 开采-430m水平时, 空气温度高达35℃左右, 即使加强通风, 掘进工作面的气温平均仍在30℃左右, 有的高达33℃。按其温度增加趋势, 该矿在-800m水平, 地温可能达到45℃, 如不采取有效的降温措施, 开采活动将无法进行。可见, 地温已成为煤矿生产中不容忽视的问题。

另一方面, 地热又是一种极宝贵的廉价资源, 我国正在开发地下热水和热蒸气, 用以发电、取暖、提取工业原料和稀有元素, 在医疗、农业等方面, 地热也得到了广泛的利用。

## 二、组成地壳的物质

地壳由各种岩石组成。一种或多种矿物组成岩石, 矿物则是由一种或多种元素在地质作用下组合在一起的、具有一定外部形态、物理性质和比较固定的化学成分的自然物质。矿物是组成地壳岩石的物质基础。

### 1. 矿物

自然界中矿物种类繁多, 有由一种元素组成的单质矿物, 如自然金(Au)、铜(Cu)、石墨(C)等; 也有由一种以上元素化合形成的矿物, 如石英( $\text{SiO}_2$ )、方解石( $\text{CaCO}_3$ )等。目前已发现的矿物约有3000种, 但组成煤系地层内常见岩石中的矿物仅有20余种, 这些组成岩石的矿物被称为造岩矿物。常见的造岩矿物有: 石英、长石、云母、方解石、白云石、辉石、角闪石、铝土矿、褐铁矿、赤铁矿、粘土矿、黄铁矿等。

### 2. 岩石

矿物在自然界中很少单独存在, 常常彼此结合或共生为复杂的集合体, 岩石就是矿物的集合体。组成地壳的岩石种类很多, 按其成因, 岩石可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩三大类。

(1) 岩浆岩。地球内部高温状态的熔融岩浆, 沿地球薄弱地带侵入地壳或喷出地表, 逐渐冷却、凝固而形成的岩石称为岩浆岩。

根据岩浆岩中石英( $\text{SiO}_2$ )含量的多少, 又将岩浆岩分为超基性岩、基性岩、中性岩和酸性岩。超基性岩含石英小于45%, 逐渐增加到酸性岩, 石英含量达65%~75%, 岩石颜色则由深到浅。岩浆岩中不含化石且多呈块状构造。

常见的岩浆岩有: 橄榄岩(超基性岩)、玄武岩(基性岩)、安山岩(中性岩)、花岗岩、流纹岩(酸性岩类)等。其中, 后四种岩浆岩分布较广, 尤其是花岗岩分布最广(约

占岩浆岩总量的35%)，我国的兴安岭、阴山、秦岭、南岭等地均有分布。

(2) 沉积岩。沉积岩是出露于地表的岩层，在外力地质作用下被风化、剥蚀，经搬运、沉积最后固结形成新的岩层。

沉积岩在地球表面分布最广，地表约75%的面积被沉积岩所覆盖。许多矿产，如煤、油页岩、岩盐等都是沉积岩。据统计，目前全世界每年开采的矿产资源75%来自沉积岩。

由于先后沉积的物质在成分、粒度、颜色、形状等方面的差异，沉积岩显示出明显的成层现象，这种现象称为层状构造。岩层之间的分界面称为层面，上、下层面之间的垂直距离为层厚。岩层两层面之间更细微的成层现象称为层理。如图1-2所示。

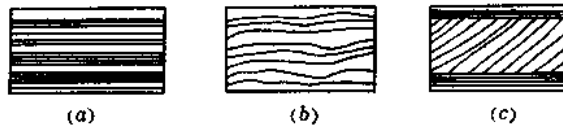


图 1-2 岩层层理示意图

a—水平层理，b—波状层理，c—斜层理

沉积岩中常有古代生物的遗体和遗迹被沉积物掩盖，被掩盖的生物遗体的有机质逐渐被矿物质交替、充填，在岩层中保留了原古生物的形体或痕迹，称为化石；有些沉积岩中还可见到团块状或不规则形状的块体，其物质成分与周围岩石不同，这种块体称为结核；另外，沉积岩层面上有时保留有反映沉积时代环境的某些特征，如波痕、泥裂等，称为层面构造。具有成层构造、层理、层面构造和含有古生物化石、结核等，是沉积岩的重要特征。根据这些特征，可推断其形成的地质时代和生成环境。

煤系地层常见的沉积岩有：角砾岩、砾岩、砂岩、泥岩及页岩、石灰岩等。

(3) 变质岩。已经形成的各种岩石，在地壳中受到高温、高压以及化学性质活泼的气体或液体的影响，使岩石的物理、化学性质发生变化而形成新的岩石，称为变质岩。常见的变质岩有由石灰岩变质而成的大理岩、由石英砂岩变质而成的石英岩、以及由花岗岩变质而成的片麻岩等。

### 三、地史的概念

地史学是研究地球历史的科学。它主要是研究地壳在时间和空间上发生、发展的历史。地球自分离出地壳以来，大约已有40亿年。在这漫长的时期中，地球的历史是一个极其复杂而又连续地向前发展的过程。在地壳发展的不同地质历史时期中，发生了不同的地壳运动，出现过不同的生物群，并形成了不同的岩层和矿产，它们都是地壳历史演变的产物。研究地壳的发展史，有利于掌握地壳发展各阶段的古地理环境、生物演化过程，以及各个时期矿产的形成及其分布规律，以指导有效地寻找矿产资源。

为了便于研究，通常根据地壳运动及古生物发展，将地球的历史从古到今划分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代五个大的时期。为了反映较短的时间间隔内地壳的变化，将每一个代划分为若干纪，每个纪又分为若干世。代、纪、世是国际统一的地质时代单位。

在各个地质时代内都有相应的沉积岩层形成。各个地质时代内所形成的地层相应地称

为界、系、统，它是国际统一的地层单位。

表1-1为地质年代表。它是地球演变和发展历史的概括。

表 1-1 地 质 年 代 表

时代及相应的地层			绝对年龄 (百万年)	生物开始出现的时候		
代(界)	纪(系)	世(统)		植 物	动 物	
新生代(界) C <sub>1</sub>	第四纪(系) Q		2或3	被子植物	哺乳动物	
	第三纪(系) R	新第三纪(系) N				全新世(统) 更新世
		老第三纪(系) E	上新世(统) 中新世			
中生代(界) M <sub>1</sub>	白垩纪(系) K	晚(上)白垩世(统) 早(下)白垩世	70	裸子植物	爬行动物	
	侏罗纪(系) J	晚(上) 中(中)侏罗世(统) 早(下)	135			
	三叠纪(系) T	晚(上) 中(中)三叠世(统) 早(下)	180			
古 生 代 (界) P <sub>2</sub>	晚 (上) 古 生 代 (界)	二叠纪(系) P	晚(上)二叠世(统) 早(下)	孢子植物	鱼类	
		石炭纪(系) C	晚(上) 中(中)石炭世(统) 早(下)			270
		泥盆纪(系) D	晚(上) 中(中)泥盆世(统) 早(下)			350
早 (下) 古 生 代 (界)	志留纪(系) S	晚(上) 中(中)老留世(统) 早(下)	400	菌藻类	无脊椎动物	
	奥陶纪(系) O	晚(上) 中(中)奥陶世(统) 早(下)	440			
	寒武纪(系) E	晚(上) 中(中)寒武世(统) 早(下)	500			
元古代(界) P <sub>1</sub>	震旦纪Z(系)		600	菌藻类	无脊椎动物	
太古代(界) A <sub>1</sub>			1700			
地球最初发展阶段			4500			
			6000?			

## 第二节 地质构造

沉积岩层形成初期，其产状一般都是水平或近水平状态，并在一定范围内连续完整分布。现在见到的沉积岩层，由于地壳运动的影响，程度不同地改变了岩层的原始状态，出现了倾斜、褶皱、甚至断裂。这种由于地壳运动而造成的岩层原始产状的变化，称为构造变动。另外，由于重力、地下水、风化、冰川等的作用，也能使岩层发生局部变动，称为非构造变动。构造变动和非构造变动都是地质构造变动，只是成因有所不同。

构造变动使岩层产生单斜构造、褶皱构造、断裂构造等；非构造变动使岩层发生山崩、地滑和岩溶陷落柱等。

### 一、单斜构造

在一定范围内，一系列岩层大致向同一方向倾斜，这种构造形态称为单斜构造。如图1-3所示。

单斜构造往往是某种构造形态的一部分，如褶曲的一翼或断层的一盘。

岩层的空间位置和分布状态，称为岩层的产状。岩层的产状，是以岩层层面在空间的方位及其与水平面的关系来确定的。通常用岩层的走向、倾向及倾角产状三要素来表示。如图1-4所示。

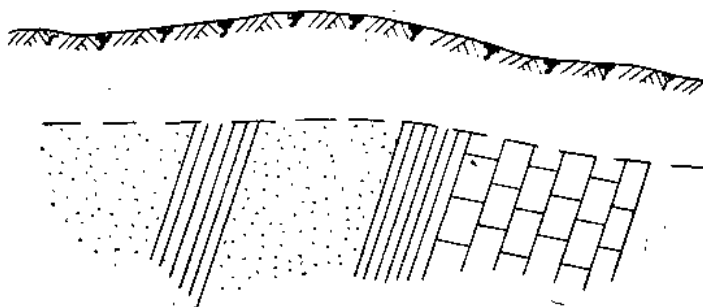


图 1-3 单斜构造

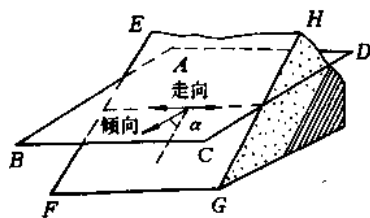


图 1-4 岩层的产状要素  
ABCD—水平面；EFGH—岩层层面， $\alpha$ —倾角

#### 1. 走向

岩层层面与水平面的交线，称为走向线。走向线的延伸方向称为岩层的走向。岩层的走向通常用走向线的方位角来表示，也可用象限角表示。见图1-5所示。

方位角表示法是在平面直角坐标系中，从指北(N)方向起，顺时针旋转至走向线的水平角度，就是岩层的走向。图1-5中岩层走向为 $50^\circ$ （或 $230^\circ$ ）。方位角的数值从 $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

象限角表示法是纵坐标线的北端或南端，顺时针或逆时针方向计算到走向线的夹角。象限角的数值由 $0^\circ \sim 90^\circ$ 。图1-5中岩层走向用象限角表示为北(N) $50^\circ$ 东(E)或南(S) $50^\circ$ 西(W)。

#### 2. 倾向

岩层层面上垂直于走向线，并沿层面倾斜向下的直线叫真倾斜线。真倾斜线在水平面上的投影所指向岩层下斜的方向，就是岩层的倾向。

### 3. 倾角

真倾斜线与其在水平面上投影线的夹角 $\alpha$ ，称为岩层的倾角。

## 二、褶皱构造

岩层在水平方向挤压力的长期作用下，发生塑性变形，形成波状弯曲，但仍保持其连续性，这种构造形态叫褶皱。如图1-6所示。

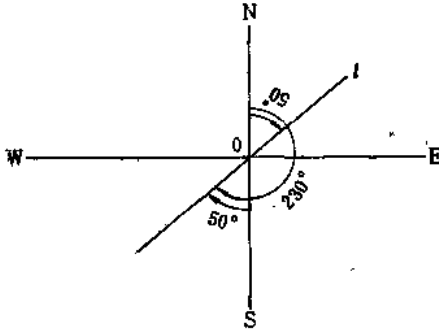


图 1-5 走向的表示法  
l—岩层走向线

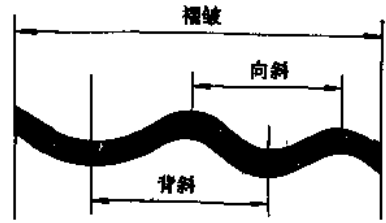


图 1-6 褶皱和褶曲

褶皱构造中岩层的一个弯曲，称为褶曲。褶曲是褶皱构造的基本单位。岩层层面凸起的褶曲称为背斜；岩层层面凹下的褶曲称向斜。从图1-6中可见，背斜和向斜彼此相连，背斜的一翼同时也是相邻向斜的一翼。

## 三、断裂构造

岩层受力后产生变形，当作用力超过岩层的强度极限时，岩层的完整性和连续性就会被破坏，使岩层产生断裂。断裂面两侧的岩块可能未发生明显位移，也可能产生明显的相对位移，前者称为裂隙、后者称为断层，它们都是断裂构造。

### 1. 裂隙

裂隙也称为节理。裂隙面和岩层面一样，可以测量其产状。根据裂隙产状和岩层产状的关系，裂隙可分为走向裂隙、倾向裂隙和斜交裂隙。

裂隙如果在煤系地层，尤其是在煤层和顶底板岩石中成组出现时，对煤矿生产将产生不同程度的影响。例如：岩石裂隙发育，掘进时炮眼不能沿主要裂隙面布置，以免钻眼时卡钎、放炮时沿裂隙面漏气，降低爆破效果，应该使炮眼尽量垂直主要裂隙面布置。采场（回采工作面）顶板裂隙发育时，应果用棚子支护，而且要适当加密支架，支架顶梁不能平行裂隙面方向架设，以防顶板沿裂隙冒落，造成事故。回柱放顶也应考虑主要裂隙方向，尤其是缓倾斜煤层，顶板正压力较大，应使顶板岩石顺裂隙面以适当块度冒落，以策安全。裂隙破碎带还是地下水的良好通道，常会增加矿井涌水，生产中必须给予足够重视。

### 2. 断层

岩层断裂后，在力的继续作用下，两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造，称为断层。断层各组成部分的名称叫断层要素。主要的断层要素有断层面、断盘和断距等。图1-7为断层示意图。



(1) 断层面。岩层发生断裂位移时，相对滑动的断裂面，称为断层面。断层面多数是舒缓波状的曲面，少数是比较规整的平面。在小范围内可以将断层面看作平面，其产状同样采用走向、倾向和倾角来描述；

(2) 断盘。断层面两侧的岩体称为断盘。断层面如果是倾斜的，则断层面上方的断盘称为上盘，断层面下方的断盘称为下盘；

(3) 断距。断层两盘相对位移的距离，叫断距。断距可分为垂直断距（断层两盘相对位移的垂直距离）和水平断距（断层两盘相对位移的水平距离）。见图1-8所示。



图 1-7 断层示意图

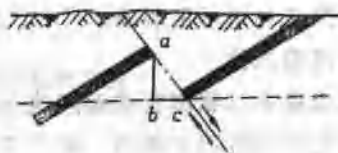


图 1-8 断距示意图

$ab$ —垂直断距， $bc$ —水平断距

根据断层两盘相对运动的方向，断层形态分类有以下三种基本类型，如图1-9， $a, b, c$ 所示。

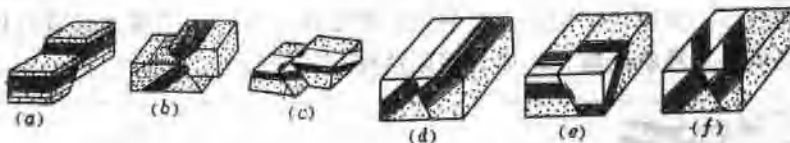


图 1-9 断层的基本类型

$a$ —正断层； $b$ —逆断层； $c$ —平移断层； $d$ —走向断层； $e$ —倾向断层； $f$ —斜交断层

(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。

根据断层面走向与岩层走向的相对关系，断层的形态分类又可分为三类，如图1-9， $d, e, f$ 所示。

(1) 走向断层。断层面走向与岩层走向方向一致或近于一致的断层；

(2) 倾向断层。断层面走向与岩层走向垂直或近于垂直的断层；

(3) 斜交断层。断层面走向与岩层走向斜交的断层。

煤系地层中最常出现的断层是正断层和逆断层。地质构造复杂的地区，在性质相同的力的作用下，经常形成若干断层，这些断层往往具有一定规律，呈组合形式出现。最常见的有地堑、地垒和阶梯状断层，如图1-10所示。