



普通高等教育“十五”国家级规划教材

kuangye gongcheng gailun

# 矿业工程概论

汪理全 徐金海 屠世浩 张东升 梁学勤 主编

中国矿业大学出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

# 矿业工程概论

汪理全 徐金海 屠世浩 主编  
张东升 梁学勤

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书为教育部普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书系统地阐述了矿业工程技术的基础知识,概括了煤和非煤固体矿床的主要开采技术、选矿技术及其相关知识。内容包括:煤田地质及矿图、井田开拓、井巷掘进与支护、准备方式及采煤方法、矿井安全技术、露天开采、非煤固体矿床开采技术、选矿技术等。其中重点介绍了煤矿地下开采的井田开拓、准备方式、采煤方法及选矿技术等内容。

本书可作为高等学校与矿业相关专业的技术基础课教材,也可供从事与矿业工程有关的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

矿业工程概论/汪理全等主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2004.8

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7 - 81070 - 942 - 9

I. 矿... II. 汪... III. 矿业工程—高等学校—教材 IV. TD

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第082038号

书 名 矿业工程概论  
主 编 汪理全 徐金海 屠世浩 张东升 梁学勤  
责任编辑 马跃龙  
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 江苏徐州新华印刷厂  
经 销 新华书店  
开 本 787×1092 1/16 印张 17.50 字数 418 千字  
版次印次 2004年8月第1版 2004年8月第1次印刷  
印 数 1~2000册  
定 价 25.00元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



# 前 言

本书为教育部普通高等教育“十五”国家级规划教材。

近十余年来,我国采矿技术又有了长足的进步,新技术、新装备及新经验不断出现,原有《采煤概论》教材已不能满足新世纪人才培养的要求。为此,本着加强基础、拓宽专业、突出重点的精神,我们编写了此书,以满足教学之急需。

本书采用了新的编写体系,既注重拓宽矿业知识面,又注重内容更新,力求反映国内外采矿技术的最新发展状况,达到了煤矿床与非煤固体矿床开采相结合、地下开采与露天开采相结合、采矿与选矿相结合。由于矿业工程技术涉及的内容繁多,我们对有关内容进行了精选加工,力求简洁、精练,并突出重点。本书内容丰富,实用性强。

本书是为高等学校中与矿业相关的各专业编写的技术基础课通用教材。由于各专业对采矿课程的内容及学时等要求不尽相同,讲授时可根据各自特点和需要进行选用。

本书由汪理全、徐金海、屠世浩、张东升、梁学勤主编。参加编写的人员有:

汪理全(绪论、第一章至第三章);

徐金海(第四章、第六章);

屠世浩(第五章);

梁学勤(第七章至第九章);

李克民(第十章);

张东升(第十一章);

谢广元(第十二章至第十六章);

林在康负责全书计算机绘图。

教学内容和教材编写体系的改革,是一个不断发展和深化的过程。此次编写由于编写人员水平所限及编写时间仓促,书中难免存在缺点和错误,敬请读者不吝指正。

编 者  
2004年7月

# 目 录

前言.....	1
---------	---

绪论.....	1
---------	---

## 第一篇 煤田地质及矿图知识

第一章 煤田地质及矿图知识.....	4
第一节 煤田地质概述.....	4
第二节 煤质及煤的工业分类 .....	12
第三节 煤田地质勘探及煤炭储量 .....	15
第四节 矿图基本知识 .....	16
复习思考题 .....	25

## 第二篇 矿山开采

第二章 井田开拓 .....	26
第一节 井田开拓的基本问题 .....	26
第二节 井田开拓方式 .....	38
第三节 井田开拓中几个重要问题分析 .....	45
复习思考题 .....	53
第三章 井巷掘进 .....	55
第一节 井巷断面 .....	55
第二节 岩巷掘进 .....	57
第三节 立井开凿 .....	63
复习思考题 .....	70
第四章 近水平、缓斜及中斜煤层准备方式.....	71
第一节 采区式准备方式 .....	71
第二节 带区式准备方式 .....	74
第三节 采区准备巷道布置及参数 .....	77
复习思考题 .....	84
第五章 近水平、缓斜及中斜煤层采煤方法.....	85
第一节 采煤方法概述 .....	85

第二节	长壁工作面采煤工艺 .....	86
第三节	放顶煤采煤工艺 .....	102
第四节	回采巷道布置系统 .....	104
	复习思考题 .....	106
<b>第六章</b>	<b>急倾斜煤层采煤方法 .....</b>	<b>108</b>
第一节	急倾斜煤层开采特点 .....	108
第二节	倒台阶采煤法 .....	109
第三节	伪倾斜柔性掩护支架采煤法 .....	109
第四节	仓储式采煤法 .....	113
第五节	水平分段放顶煤采煤法及综合机械化采煤方法 .....	114
	复习思考题 .....	116
<b>第七章</b>	<b>水力采煤 .....</b>	<b>117</b>
第一节	水采矿井生产系统 .....	117
第二节	水力采煤方法 .....	120
第三节	对水采的评价及水采发展趋势 .....	124
	复习思考题 .....	126
<b>第八章</b>	<b>煤炭地下气化 .....</b>	<b>127</b>
第一节	煤炭地下气化原理 .....	127
第二节	煤炭地下气化方法及其工艺系统 .....	129
第三节	评价及其发展前景 .....	135
	复习思考题 .....	135
<b>第九章</b>	<b>矿井安全技术 .....</b>	<b>136</b>
第一节	矿井瓦斯防治 .....	136
第二节	矿井粉尘防治 .....	140
第三节	矿井火灾防治 .....	144
第四节	矿井水灾防治 .....	148
第五节	顶板事故防治 .....	150
	复习思考题 .....	151
<b>第十章</b>	<b>露天开采 .....</b>	<b>152</b>
第一节	概述 .....	152
第二节	露天开采境界及开采程序 .....	157
第三节	露天开采生产工艺 .....	164
	复习思考题 .....	174

第十一章 非煤固体矿床开采.....	175
第一节 基本概念.....	176
第二节 采矿方法概述.....	178
复习思考题.....	186

### 第三篇 选矿技术

第十二章 选前准备.....	190
第一节 筛分.....	190
第二节 破碎.....	195
复习思考题.....	199
第十三章 重介质选矿.....	200
第一节 概述.....	200
第二节 重悬浮液的性质.....	201
第三节 重介质分选机.....	204
第四节 旋转重介质流选矿.....	205
第五节 重悬浮液的回收与净化.....	207
第六节 悬浮液密度的自动控制.....	210
复习思考题.....	211
第十四章 跳汰选矿.....	212
第一节 概述.....	212
第二节 跳汰选矿原理.....	213
第三节 跳汰机.....	218
第四节 跳汰机的操作工艺与制度.....	221
复习思考题.....	225
第十五章 浮游选矿.....	226
第一节 概述.....	226
第二节 浮选原理.....	227
第三节 浮选药剂及其作用.....	229
第四节 浮选机械.....	231
第五节 浮选工艺.....	233
复习思考题.....	235
第十六章 选后产品处理.....	236
第一节 煤泥水的处理.....	236
第二节 脱水及脱水机械.....	246

第三节 热力干燥.....	259
第四节 除尘与除尘设备.....	263
复习思考题.....	267
参考文献.....	268



# 绪 论

## 一、能源基本知识

### (一) 能源及其分类

#### 1. 能源

能源即能量的来源。自然界里,有一些自然资源拥有各种形式的能量,并在一定条件下,可以转化为人类所需要的各种形式的能量。这些可以提供能量和做功的自然资源,称之为能源。

#### 2. 能源的分类

##### (1) 按来源分:

① 来自地球以外天体的能量。其中,主要的是太阳的辐射能。其次,其他星球或天体发射到地球上的各种宇宙射线的能量。人类需要的能量的绝大部分都是直接或间接来源于太阳能。

② 地球本身蕴藏的能量。

{ 地球内部的热能  
地壳及海洋存有的矿物资源和原子能

③ 地球和其他星球相互作用而产生的能量,潮汐能就是以月球引力为主而产生的。如,我国有江夏潮汐能电站。

##### (2) 按能源开发和制取方式,分为:

① 一次能源:自然界天然存在、直接开采可以利用的能源。如:煤、石油、天然气、水力等。

② 二次能源:由一次能源加工转换成另一种形态的能源产品。如:焦炭、煤气、电力等。

##### (3) 按能源在当代人类社会生活中的地位及利用史,分为:

一次能源 { 常规能源  
          { 新能源

① 常规能源:在不同的历史时期和科学技术水平下,已经被人们长期广泛应用的能源。

世界上长期应用的五大常规能源 { 水力  
  { 煤炭  
  { 石油  
  { 天然气  
  { 核裂变能

② 新能源:许多古老的能源,若采用先进技术和方法能广泛应用的能源。如:太阳能、海洋能、生物质能等。

##### (4) 按能源的形式和存在特征又分为:

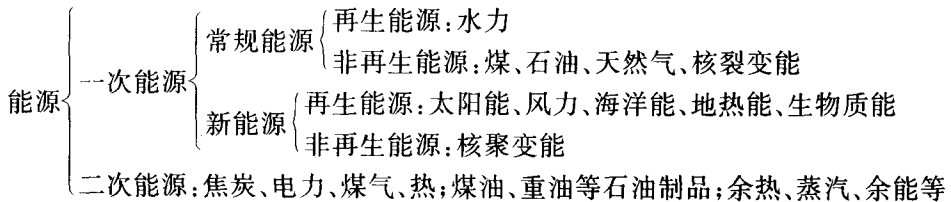
常规能源 { 再生能源  
          { 非再生能源  
新能源 }

① 再生能源:自然界里,存在一些可以不断再生、循环使用,并有规律地得到补充的能

源。如：风力、水力、地热等。

② 非再生能源：经过亿万年形成的，开采后短期内无法恢复，不能循环再生的能源。如：煤、石油、天然气等随开采量加大，总有枯竭之日。

(5) 综上所述，能源分类可归纳为：



(二) 国际能源度量单位

能源的种类很多，各种能源品位、质量及发热值均不相同。国际上采用两种标准燃料：

(1) 标准煤：发热值为 7 000 大卡/(29.27 MJ)的任何能源均可折算 1 kg 标准煤。

(2) 标准油：发热值为 10 000 大卡/(41.8 MJ)的任何能源均可折算 1 kg 标准油。

换算方法：能源折算系数  $E$  为：

$$E = \frac{\text{某种燃料的实际发热值(MJ/kg)}}{\text{标准燃料发热值(MJ/kg)}}$$

例如：若某矿的原煤发热量为 5 000 大卡，则

$$E = \frac{5\,000}{7\,000} = 0.714$$

## 二、煤炭是我国的主要能源

我国开发和利用煤炭大约从新石器时代开始，煤精制品早在 7 000 多年前就已进行批量生产了。我国是世界上发现和利用煤炭最早的国家。不同历史时期，煤炭有不同的名称。公元前 500 年的春秋战国时期称煤炭为石涅。魏晋时期，称煤为石墨。唐宋时期，称煤炭为石炭。从元朝开始，一直使用煤炭的名称。明末宋应星编著的《天工开物》一书，对地质、开拓、采煤、支护、通风及瓦斯排放等采煤技术已有相当详细的记载。在长期的煤炭开发过程中，煤炭开采和利用技术不断提高和完善，逐渐形成了独具特色的中国古代采煤技术，在当时处于世界领先地位。但由于封建制度的束缚，煤炭开采一直停留于手工业生产水平。直至 19 世纪 70 年代，我国开始出现以使用蒸汽动力为特征的近代煤矿。在提升、通风、排水生产环节上，使用以蒸汽为动力的提升机、通风机和排水机，而其他生产环节仍靠人力或畜力。这种技术状况一直延续到 1949 年。在帝国主义、封建主义和官僚资本主义统治下，到 1949 年，我国煤炭产量才达 0.32 亿 t。

我国煤炭资源丰富，品种齐全，含煤面积约 55 万 km<sup>2</sup>。1995 年探明储量为 11 450 亿 t，为煤炭工业发展提供了基础。1999 年我国煤炭产量超过 14 亿 t，为 1949 年的 40 多倍。其中有重点煤矿机械化程度达到 72.3%，其中综合机械化程度达到 48.38%，有 100 个煤矿达到高产高效的水平。2000 年，神府大柳塔矿一个工作面年产 920 万 t，2002 年，兴隆庄煤矿综采一队一个工作面年产量达 639.92 万 t，创造了世界领先水平。

我国在一次能源总资源中，煤炭约占 90%。当前，我国在一次能源的构成比例中，煤炭占 70% 以上。我国石油、天然气等资源相对贫乏。水电、核能，近几十年的发展不能根本解决中国能源问题。煤炭与其他能源相比有较强的竞争力，在所有的石化能源中，煤炭最便宜。同等热量，用煤的价格为天然气价格的 40%；相当于石油价格的 30%。预测 2010 年，石油、天

然气的价格将是煤的8倍以上。专家预测,到2050年,煤占一次能源的比重为50%。煤炭的环境污染是可以控制和解决的。预计2010年洁净煤技术日臻成熟。结合现实综合国力和战时经济安全保障,主要能源只能是煤炭。煤炭还是重要的化工原料,从煤中可以提炼数百种化工产品。因此,煤炭与我国现代化建设、人民生活息息相关,在今后相当长的时期内,煤炭作为主要能源的主导地位不会改变,煤炭工业是朝气蓬勃的支柱产业。

### 三、《矿业工程概论》课程主要内容及其特点

《矿业工程概论》课程主要介绍矿山开采技术及选矿技术的基本知识。

《矿业工程概论》系统介绍煤矿地下开采、露天开采及非煤固体矿床开采技术及选矿技术。同时介绍与此相关的煤田地质及矿图的基本知识。

根据煤层赋存条件,多数煤层适宜于地下开采,少数煤层适于露天开采。露天开采是直接在地表揭露并采出煤炭或其他矿产品的技术。露天开采可采用大型机械设备,因而生产规模大、效率高、成本低,但剥离覆盖岩土的工程量大,只有当剥采比较小时才可采用。当前,我国露天开采产量比重仅为6%~7%。

地下开采是掘进井巷采出煤炭或其他矿产品的技术。地下开采需要开凿井筒通至地下、掘进巷道、布置采区和采煤工作面,安装机电设备,试运转后,进行采煤;采煤工作面要及时支护,采煤之后的采空区要进行处理;采出的煤要运到地面。随煤炭的采出,采煤工作面要不断移动,因此要边生产边掘进巷道,以保证采煤工作能够不断地进行。为保证井下正常生产,必须有完善的运输、提升、通风、排水、动力供应、通讯、照明等生产系统;为保证安全生产,要防治矿井的水、火、瓦斯、矿尘及顶板等灾害。总之,要以开采为中心,同时搞好掘进、运输、提升、通风、排水、动力供应等生产环节及其相互间的配合。

综上所述,本书将重点介绍煤矿地下开采的开拓、准备方式及采煤方法,同时介绍与此相关的煤田地质及矿图知识、矿井安全技术及选矿技术等。此外,还要介绍露天开采及非煤固体矿床开采等基本知识。矿业工程是应用多学科的理论、技术和方法,来系统研究和解决矿业有关问题,因此本书内容涉及面广、科技名词多、空间概念强、技术方案分析多,读者必须注意这些特点。

# 第一篇 煤田地质及矿图知识

## 第一章 煤田地质及矿图知识

### 第一节 煤田地质概述

#### 一、成煤作用

煤是古代植物遗体经成煤作用后转变成的固体可燃矿产。它是由古代植物遗体经过复杂的生物化学、物理化学及地球化学变化转变而来的。从植物死亡、堆积到转变为煤的演变过程,以及在这个演变过程中经受的各种作用,称为成煤作用。

成煤作用大致分为两个阶段:

第一阶段:泥炭化阶段。

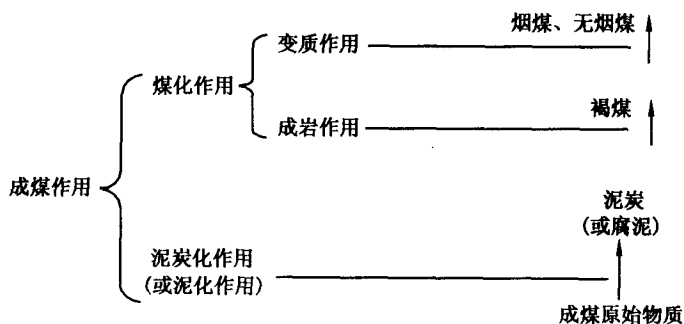
在泥炭沼泽、湖泊及浅海岸植物生长繁茂。植物不断繁殖、生长和死亡,其遗体在微生物参与作用下,不断分解、化合和聚积。这一阶段主要是生物地球化学作用,结果使高等植物形成泥炭、低等植物形成腐泥。因此,成煤作用的第一阶段称为泥炭化或腐泥化阶段。

第二阶段:煤化作用阶段。

随着地壳的沉降,已经形成的泥炭或腐泥上面的覆盖物越来越厚,泥炭或腐泥经过高温高压作用,泥炭层压紧失水,碳含量增加,氢、氧、氮含量逐渐减少,经过复杂的物理化学作用,就形成了褐煤。泥煤或腐泥被掩埋后,在压力、温度等因素作用下,转变为褐煤的作用,称为成岩作用。褐煤形成后,如果地壳仍不断下沉,在温度和压力不断增高的物理化学作用条件下,褐煤内部的分子结构、物理和化学性质等随之而变化,碳含量相对增多,氢、氧、氮含量进一步减少,腐植酸完全丧失,形成烟煤,并进入变质阶段。如果烟煤受到更高温度和压力的长期作用下,就会变质为无烟煤。褐煤在地下受温度、压力、时间等因素的影响,转变为烟煤或无烟煤、石墨等的地球化学作用称为变质作用。煤的成岩作用和变质作用,合称为煤化作用。植物遗体成煤过程如表 1-1 所列。

表 1-1

成煤作用简表



在地球演变的历史进程中,某些地域必须同时具备以下条件,且彼此配合良好,持续时间长,才可能形成有开采价值的煤层:

第一,温暖潮湿利于植物生长和繁殖的适宜的气候条件。

第二,植物的大量繁殖是成煤的必要条件。

第三,大面积沼泽化的自然地理条件。

第四,地壳运动的良好配合。地壳运动影响聚煤盆地中泥炭层的形成、保存和转化。泥炭层的形成要求地壳缓慢下沉,其下沉速度大致等于植物遗体的堆积速度,这种均衡状态持续越久,形成的泥炭层越厚。如果地壳下沉速度大于植物遗体堆积速度,则沼泽水体不断加深,聚煤作用中断、泥炭层就被泥沙覆盖,逐渐形成煤层顶板或夹矸。反之,地壳下沉速度小于植物遗体堆积速度,则泥炭层面不断升高,泥炭就会遭到风化剥蚀。如果地壳下沉速度时快时慢,则可能形成煤层群。

## 二、聚煤期

地壳是由岩石组成的。岩石是由矿物组成的,并根据成因可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。

岩浆岩是由地壳内部熔融状态的岩浆,沿地壳的裂隙等薄弱地带侵入地壳或喷出地表,冷凝固结而形成的岩石。常见的岩浆岩有花岗岩、流纹岩、闪长岩、辉长岩、玄武岩、橄榄岩等。

沉积岩是地壳表层环境中常温常压条件下形成的岩石。主要由风化和剥蚀岩石的碎屑及可溶物质等,经搬运、沉积、压紧、胶结而形成的岩石。组成沉积岩的物质中,还有大量的生物遗体、火山喷发物质及宇宙物质等。由于先后沉积的物质的成分、粒度、颜色等均不相同,沉积岩就出现成层现象,叫做层理。同时在沉积岩中还存在着古生物化石。常见的沉积岩有砾岩、砂岩、泥岩、粘土岩、石灰岩及煤等。

变质岩是由原有的沉积岩、岩浆岩或变质岩在受到高温、高压及化学性活泼的气体或液体的作用,岩石的物理化学性质、结构及构造都发生变化,变成一种新的岩石,称为变质岩。常见的变质岩有大理岩、石英岩、片麻岩等。

地球形成迄今已有 45 亿年以上的历史。地球不断地运动、发展,地壳也不断变动。在不同的地质历史时期,有不同的生物、矿物资源的形成和发展。为便于矿产资源的寻找和开发,对地层建立统一的名称和地质年代,如表 1-2。地质年代是将地球史从古至今划分为两个宙、五个代:隐生宙包括太古代、元古代;显生宙包括古生代、中生代和新生代。代又分为纪,纪又分为世。宙、代、纪、世是国际统一的地质年代单位。与地质年代单位相对应的地层单位是宇、界、系、统,它是国际统一的地层单位。

地质历史中形成煤炭资源的时期,称为聚煤期或成煤期。我国在石炭纪、二叠纪、侏罗纪和第三纪等地质年代中均有煤层形成。

在我国地质历史上,曾多次出现过利于成煤的地质条件。地球历史上最早的一个代叫太古代。这个时代,最低等的原始生物刚刚产生,没有植物,谈不上煤的生成。元古代,我国最古老的煤—石煤,就在这个时代生成。石煤的年龄最大,而灰分很高。

古生代的石炭纪、二叠纪,孢子植物繁茂,是主要聚煤期之一。这个时期形成的煤田有开滦、井陘、峰峰、本溪、太原、淮南、焦作、平顶山、淄博、贵州西部、兖州、徐州等。这些煤田的煤的年龄有 2.7 亿~3.5 亿岁了!

中生代的侏罗纪,裸子植物繁茂,是主要聚煤期之一。这个时期形成的煤田有大同、阜新、鹤岗、新疆、北票、萍乡、门头沟、辽源、鸡西等。这些煤田的煤的年龄也有1.3亿~1.8亿岁了!

表 1-2 地质年代(地层年代)表

时代及相应的地层			距今年龄 (百万年)	生物开始繁殖时期			
宙(宇)	代(界)	纪(系)		植物	动物		
显生宙 (宇)	新生代 (界) (Cz)	第四纪(系)(Q)		2	被子植物大量繁殖,为成煤提供原始物质	古人类出现 哺乳动物	
		第三纪 (系)(R)	晚第三纪(系)	22.5			
			早第三纪(系)	65			
	中生代 (界) (Mz)	白垩纪(系)(K)		137	被子植物、裸子植物极盛,为成煤提供原始物质	爬行动物	
		侏罗纪(系)(J)		195			
		三叠纪(系)(T)		230			
	古生代 (界) (Pz)	晚古生代 (界)	二叠纪(系)(P)		280	裸子植物、孢子植物极盛,为成煤提供原始物质	两栖动物
			石炭纪(系)(C)		350		
			泥盆纪(系)(D)		400		
		早古生代 (界)	志留纪(系)(S)		440	裸蕨植物、海藻大量繁殖,为石煤的形成提供原始物质	鱼类 无脊椎动物
奥陶纪(系)(O)			500				
寒武纪(系)(Є)		610					
隐生宙 (宇)	元古代(界)(Pt)		震旦纪(系)(Z)		2500	菌藻类	
	太古代(界)(Ar)				4500		

新生代的第三纪,被子植物繁茂。这个时期形成的煤田有抚顺、云南小龙潭、台湾省的新竹等。这些煤田的煤虽是煤中之小弟,但年龄也有200万~6000多万岁了!

现在世界上绝大多数的煤,都是在古生代的石炭纪和二叠纪、中生代的侏罗纪、新生代的第三纪形成的。

由于各煤田形成的具体环境和条件不同,所以各煤田的范围大小、煤层数目、煤层间距、储量以及埋藏在地下的赋存状态等差别甚大。要想把煤采出来,就必须弄清与煤层相关的岩层及赋存情况。

### 三、含煤岩系

含煤岩系简称煤系,是指含有煤层,并有成因联系的沉积岩系。它是在一定的古构造、古地理、古气候条件下形成的一套具有共生关系、多相组合的沉积物。因此,它具有独特的沉积特征。

煤系是在温暖潮湿的气候条件下形成的,富含植物化石,故其岩石的颜色多呈灰色、灰绿及灰黑色。煤系岩石主要有砾岩、砂岩、粘土岩、碳质泥岩、石灰岩等。此外,煤系中还有铝质岩、油页岩、赤铁矿等伴生矿产。

煤系常以形成的地质年代来命名,如石炭一二叠纪煤系,侏罗纪煤系等等;有时也以研究较早的地名来命名煤系,如华南的晚二叠世煤系也称龙潭煤系或乐平煤系。

煤田是同一地质时期形成的并大致连续发育的含煤岩系分布区。面积一般有几十到几百平方公里。煤田常以其所在地点来命名,如大同煤田、徐州煤田等;也有以所在地点和煤系

形成的地质年代来命名,如山东淄博石炭二叠纪煤田。煤田内由于后期构造而分割开的一些产煤地点或面积小的含煤盆地称为产煤地。一个煤田往往由几个产煤地组成。

#### 四、煤层赋存特征

##### (一) 煤层的结构和顶、底板

###### 1. 煤层的结构

煤层通常是层状的。煤层中,有时含有厚度较小的岩层,这些岩层称为夹矸。根据煤层中是否有较稳定的夹矸层,将煤层分为以下两类:

- (1) 简单结构煤层 这类煤层不含夹矸层,但可能有较小的矿物质透镜体和结核。
- (2) 复杂结构煤层 这类煤层中含有较稳定的夹矸层,少则 1~2 层,多则数层。

###### 2. 煤层的顶、底板

赋存在煤层之上的邻近岩层,称为顶板。赋存在煤层之下的邻近岩层,称为底板。

根据岩层相对于煤层的位置及垮落性能,将煤层顶、底板分为:

(1) 伪顶 位于煤层之上随采随落的极不稳定岩层,其厚度一般在 0.5 m 以下。大多由松软的碳质页岩、泥页岩组成。并非所有煤层都有伪顶。

(2) 直接顶 位于煤层或伪顶之上具有一定的稳定性,采煤时移架或回柱后能自行垮落的岩层。多为粉砂岩、泥岩等。有时煤层之上无直接顶而为基本顶。

(3) 基本顶 又称“老顶”,位于直接顶或煤层之上,通常厚度及岩石强度较大、难于垮落的岩层。通常由砂岩、石灰岩、砂砾岩等组成。

(4) 直接底 位于煤层之下,为强度较低的岩层。通常由泥岩、粉砂岩、粘土岩等组成。

(5) 基本底 又称“老底”,位于直接底下面,比直接底坚固,多为砂岩、砂页岩、石灰岩等。

##### (二) 煤层厚度

煤层顶、底板之间的垂直距离即煤层的厚度。煤层厚度分为总厚度和有益厚度。总厚度包括所有煤分层和夹矸层厚度总和。有益厚度是煤分层厚度的总和,不包括夹矸层厚度。如图 1-1 所示的复杂结构煤层,其总厚度为 1.85 m,有益厚度为 1.5 m。

当代技术和经济条件下,可开采的最小煤层厚度,称为煤层最低可采厚度。主要取决于煤层产状、煤质、开采方法和当地对煤炭需要程度。我国煤层的最低可采厚度如表 2-2 所列。

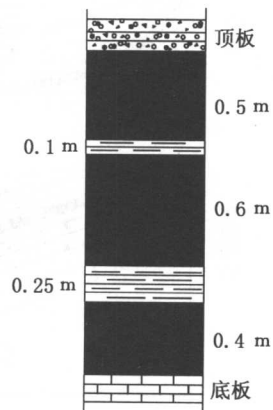


图 1-1 煤层的总厚度及有益厚度

##### (三) 煤层的构造形态

煤层形成时,一般呈水平或近水平层状形态,在一定范围内连续完整。由于地壳运动,煤层的形态和产状发生了变化。煤层由层状变为非层状,如透镜状、马尾状等煤层形态。煤层由水平状态变成了倾斜、褶皱及断层。由于地壳运动而造成的煤层和岩层的空间形态,称为地质构造。地质构造分为单斜构造、褶皱构造、断裂构造等。

###### 1. 单斜构造

在一定范围内,煤(岩)层大致向一个方向倾斜的构造形态,称为单斜构造,如图 1-3(a)所示。

煤(岩)层的空间形态,通常用产状要素——走向、倾向及倾角来描述,如图 1-2 所示。

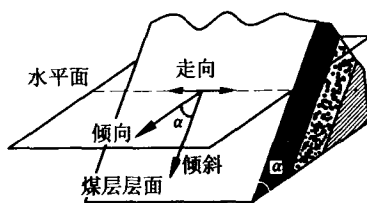


图 1-2 煤层的产状要素

(1) 走向 煤层层面与水平面的交线称为走向线,走向线的方向称为走向。走向代表了煤层在平面上的延伸方向。

(2) 倾向 煤层层面上与走向线垂直的线称为倾斜线,倾斜线自上而下所指的方向称为倾斜,倾斜在水平面上的投影所指的方向称为倾向。

(3) 倾角 煤层层面与水平面的夹角称为倾角。煤层倾角为  $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

## 2. 褶皱构造

煤层及岩层受到水平挤压力后,变成弯曲形状,但仍保持其连续性,这种构造形态称为褶皱构造,如图 1-3(b)所示。

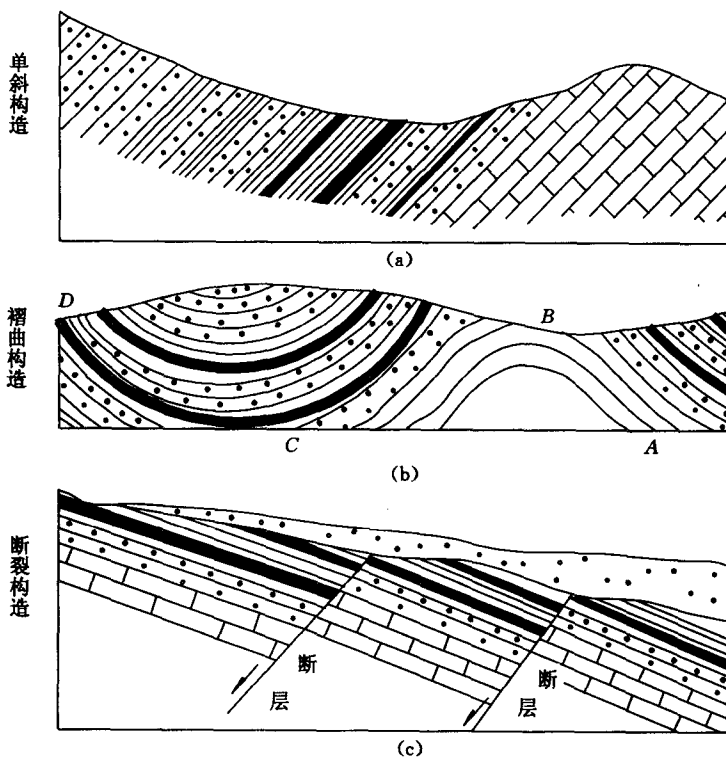


图 1-3 煤层构造形态的类型

褶皱构造的基本单位叫褶曲。褶曲就是褶皱构造中的单个弯曲。褶曲的基本形态是背斜和向斜。背斜是岩层层面凸起的弯曲,如图中的 ABC。向斜是岩层层面凹下的弯曲,如图 1-3(b)中的 BCD。背斜和向斜在位置上往往是彼此相连的。背斜中心部分是老地层,两侧地层渐新。向斜中心部分为新地层,两侧地层依次渐老。



用褶曲要素来描述一个褶曲在空间的形态,如图 1-4 所示。

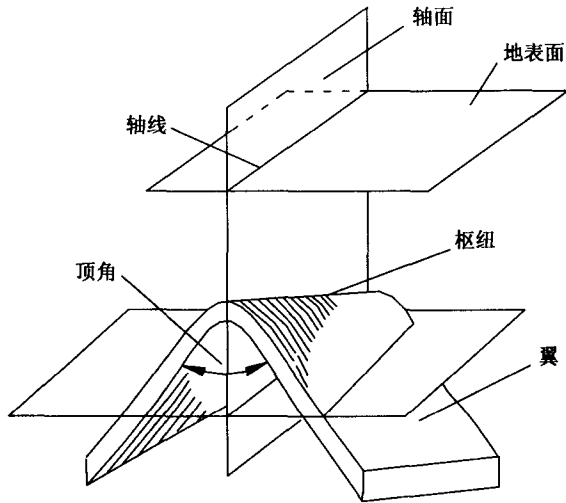


图 1-4 褶曲要素示意图

褶曲要素包括:核部、翼部、轴面、轴线、枢纽等。

核部:是褶曲的中心部分。背斜构造中指最老的地层,向斜构造中指最新地层。

翼部:是褶曲核部两侧的岩石。

轴面:是一个平分褶曲两翼的假想面,这个面的位置可以是直立的、水平的或倾斜的;其形态可以是平面,也可以是个曲面。

轴线:是轴面与地表面的交线。轴线可能是直线,也可能是曲线;轴线的方向表示褶曲的延伸方向。

枢纽:是褶曲中同一岩层的层面与轴面的交线。它可以是水平的、倾斜的或波状起伏的。它能提供褶曲在延伸方向上产状变化的情况。

### 3. 断裂构造

煤(岩)层受地壳运动作用力,作用力超过煤(岩)层的强度,就产生断裂,失去了连续性和完整性的构造形态称为断裂构造,如图 1-3(c)所示。断裂后,两侧岩层若没有发生明显位移,称为节理;断裂面两侧的岩层发生了明显位移的断裂构造称为断层。断层对矿井生产的影响特别显著。

#### (1) 断层要素

为描述断层的性质、位置及空间形态,我们对断层的各个部位起一个名字。例如,断层面、断层线、断盘、断距等等,总称为断层要素,如图 1-5 所示。

断层面:岩层沿之断裂滑动的面。也用走向、倾向及倾角描述断层面的产状。断层面可能是平面,也可能是曲面。

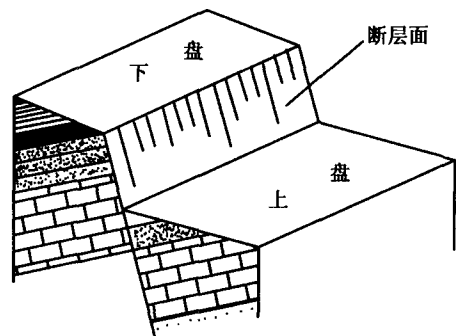


图 1-5 断层示意图