

全国煤炭高等教育专升本“十二五”规划教材

Quanguo Meitan Gaodeng Jiaoyu  
Zhuanshengben Shierwu Gulhua Jiaocai

# 采煤概论

● 赵利安 主编

Caimei Gailun

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

~~工程类~~教育专升本“十二五”规划教材

# 采 煤 概 论

主 编 赵利安

副主编 许振良 王茂华

中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

本书全面系统地阐述了煤炭开采基本原理及其方法,内容包括煤矿地质、井田开拓、井巷工程、采煤方法、矿井通风与安全、矿井运输和提升、矿井供电、矿井排水、矿井压风、露天采煤以及煤炭地下气化等内容。

本书是面向成人高校专升本学生的教材,同时也可以供其他从事煤炭行业工作的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

采煤概论/赵利安主编. —徐州:中国矿业大学  
出版社,2011.6

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1092 - 0

I. ①采… II. ①赵… III. ①煤矿开采—成人高等教育—  
一—升学参考资料 IV. ①TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第110586号

书 名 采煤概论

主 编 赵利安

责任编辑 孟 茜 耿东锋

责任校对 周俊平

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

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

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 12.75 字数 314 千字

版次印次 2011年6月第1版 2011年6月第1次印刷

定 价 19.80 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)



全国煤炭高等教育专升本“十二五”规划教材

建设委员会成员名单

主 任:李增全

副主任:于广云 丁三青 王廷弼

委 员:(按姓氏笔画排序)

王宪军 王继华 王德福 刘建中

刘福民 孙茂林 李维安 张吉春

陈兴华 周智仁 赵文武 赵济荣

郝虎在 荆双喜 徐国财 廖新宇

秘书长:王廷弼

秘 书:何 戈

全国煤炭高等教育专升本“十二五”规划教材

矿山机电专业编审委员会成员名单

主 任:王宪军

副主任:吕 松

委 员:(按姓氏笔画排序)

王 慧 王春华 刘卫国 孙远敬

李虎伟 张 强 陈更林 周 立

赵丽娟 赵利安 洪晓华 蒲志新

蔡 丽 魏家鹏

# 前 言

采煤概论是一门系统讲述煤矿生产、建设及相关知识的一门课程。它的任务是使采矿工程之外的有关专业的学员能够对煤矿生产系统及其相关技术的现状及其发展有全面、系统的了解,认识煤炭工业在我国能源体系中的重要作用。

随着我国煤炭工业的迅速发展,煤矿企业对技术工人的知识和技能水平以及相关的职业教育和职业培训提出了更高、更新的要求。为了适应行业发展的需要,更好地满足成人教育的教学要求,特组织有关专家和教师编写了这本专业教材。在教材中较多地介绍了煤炭行业的新知识、新技术、新工艺和新设备,突出教材的先进性,同时,在教材编写过程中,严格执行国家有关技术标准。

本教材立足与面向成人高校专升本学生,在适当降低难度的基础上,以“必需、够用”为度,在满足教学目标的前提下,以最短的篇幅,反映足够的知识。每章开头都有重点和学习目标,结尾都有一套测评本章学习效果的测试题,内容包括判断、填空、选择、简答和设计等题型,以利于学生自测学习效果。

本书第一章由王茂华编写,第六章由许振良编写,其余章节由赵利安编写。在本书的编写过程中,神华集团李宁、于志勇,内蒙古太西煤业集团张平等提供了必要的资料,并对稿件提出了宝贵的修改意见,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,再加上时间较为紧迫,本教材中肯定存在一些不足,甚至错误之处,恳请各位专家、读者提出宝贵意见,以使我们不断改进,提高本书质量。

编 者

2011年1月

## 目 录

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 煤矿地质基础知识             | 1  |
| 第一节 地壳的组成与地质作用           | 1  |
| 第二节 煤的形成                 | 4  |
| 第三节 影响煤矿生产的主要地质因素        | 7  |
| 第四节 矿图                   | 10 |
| 本章小结                     | 15 |
| 自学评测题                    | 16 |
| 第二章 井田开拓                 | 18 |
| 第一节 煤田的划分                | 18 |
| 第二节 矿井的储量、生产能力和服务年限      | 21 |
| 第三节 井田内的再划分              | 22 |
| 第四节 井田开拓方式的概念及分类         | 24 |
| 第五节 井田开拓方式               | 27 |
| 第六节 井下巷道的分类、用途           | 40 |
| 本章小结                     | 42 |
| 自学评测题                    | 43 |
| 第三章 井巷掘进                 | 45 |
| 第一节 巷道的断面和尺寸             | 45 |
| 第二节 巷道掘进                 | 47 |
| 第三节 巷道支护                 | 54 |
| 第四节 立井掘进                 | 60 |
| 本章小结                     | 66 |
| 自学评测题                    | 67 |
| 第四章 采煤方法                 | 69 |
| 第一节 采煤方法概述               | 69 |
| 第二节 采煤工作面矿山压力            | 72 |
| 第三节 采煤工艺                 | 75 |
| 第四节 近水平、缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层采煤系统 | 87 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第五节 缓倾斜、倾斜厚煤层采煤系统 .....       | 99  |
| 第六节 急倾斜煤层采煤系统 .....           | 105 |
| 本章小结 .....                    | 113 |
| 自学评测题 .....                   | 114 |
| <b>第五章 矿井通风与安全</b> .....      | 116 |
| 第一节 矿井空气 .....                | 116 |
| 第二节 矿井通风动力及阻力 .....           | 117 |
| 第三节 矿井总风量及风流速度 .....          | 120 |
| 第四节 矿井通风系统 .....              | 123 |
| 第五节 矿井通风构筑物 .....             | 126 |
| 第六节 矿井安全与灾害防治 .....           | 128 |
| 本章小结 .....                    | 135 |
| 自学评测题 .....                   | 136 |
| <b>第六章 矿井运输和提升系统</b> .....    | 138 |
| 第一节 输送机运输 .....               | 138 |
| 第二节 轨道运输 .....                | 139 |
| 第三节 矿井提升 .....                | 142 |
| 本章小结 .....                    | 146 |
| 自学评测题 .....                   | 146 |
| <b>第七章 矿井其他生产系统</b> .....     | 149 |
| 第一节 矿山供电系统及设备 .....           | 149 |
| 第二节 矿井排水系统 .....              | 154 |
| 第三节 矿井压风系统 .....              | 158 |
| 本章小结 .....                    | 161 |
| 自学评测题 .....                   | 162 |
| <b>第八章 露天开采</b> .....         | 164 |
| 第一节 露天开采概述 .....              | 164 |
| 第二节 露天开采的主要工艺过程 .....         | 167 |
| 第三节 露天矿开采境界、剥采比和生产能力的确定 ..... | 171 |
| 本章小结 .....                    | 174 |
| 自学评测题 .....                   | 175 |
| <b>第九章 煤炭地下气化</b> .....       | 177 |
| 第一节 煤炭地下气化原理 .....            | 177 |
| 第二节 煤炭地下气化方法及生产技术 .....       | 178 |
| 第三节 煤炭地下气化的发展及评价 .....        | 181 |

## 目 录

---

|              |     |
|--------------|-----|
| 本章小结.....    | 183 |
| 自学评测题.....   | 184 |
| 采煤概论试题一..... | 186 |
| 采煤概论试题二..... | 189 |
| 参考文献.....    | 191 |

## 第一章 煤矿地质基础知识

**【本章重点】** 成煤过程的两个阶段;煤层的产状要素及煤层按照厚度、倾角分类;煤矿主要地质图件的作用。

**【本章难点】** 成煤过程和高斯投影原理。

**【学习目标】** 掌握煤炭形成过程;掌握煤层产状三要素及煤层按照厚度、倾角分类方法;了解地质年代;掌握高斯投影原理;了解常用矿图作用。

### 第一节 地壳的组成与地质作用

#### 一、地壳的组成

地球是一个巨大的椭球体,它最外的一个圈层称为地壳。煤炭资源就处在地壳的表层。地壳是由岩石组成的,岩石是矿物的集合体,矿物由化学元素结合而成。矿物是天然产出的,具有一定的化学成分和有序的原子排列,通常由无机作用所形成的均匀固体,如黄铁矿、赤铁矿、石英、方解石、云母、石膏等。岩石是天然产出的矿物集合体,具有一定的结构和构造特征,是地质作用的产物。岩石和矿产有密切的关系,各种金属、非金属矿产(包括煤炭、石油等)绝大多数蕴藏于岩石之中,与岩石具有成因与时空上的联系。

组成地壳的岩石种类繁多,按其成因的不同可以将其分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类。

##### (一) 岩浆岩

主要是由高温熔融的岩浆沿地壳的裂隙侵入到地壳表层或喷出地表,最后冷凝后形成的岩石,又称火成岩,如花岗岩、玄武岩等都是最常见的岩浆岩。

##### (二) 沉积岩

主要由母岩风化剥蚀的产物、火山碎屑物质、生物遗骸等经过自然外力的搬运,在湖泊、沼泽和低洼地带沉积下来,这些沉积物随着时间的推移不断加厚,经过压实、胶结、脱水等作用最后形成。常见的沉积岩有砂岩、页岩、石灰岩和煤等。由沉积岩的形成机理我们不难看出,层理是沉积岩的明显特征,它在形成过程中同时伴有植物的化石及矿质结核。我们所开采的煤就是植物遗体转变成的沉积岩。

##### (三) 变质岩

变质岩是先已存在的岩浆岩、沉积岩或变质岩,在地下深处受到物理和化学条件变化的影响,使原有的性质发生变化而形成的岩石。如石灰岩变成大理岩等。常见的变质岩有石英岩、角闪岩、大理岩等。变质岩在煤矿生产中不常见,只需做一般了解。

地壳的表面以沉积岩为主,约占陆壳面积的 75%,洋底几乎全部为沉积物覆盖。但是地壳较深处主要由岩浆岩和火成岩组成。需要注意的是尽管三大类岩石在成因和特征上有较严格的区分界限,但相互之间仍存在着逐渐过渡的关系。例如在野外经常见到岩浆岩与变质岩、沉积岩与变质岩之间的渐变关系。

## 二、地质作用

地球是由多种物质组成的,这些物质时刻都在变化着,只是这种变化,有些进行得快,如地震和火山活动等;有些则进行得十分缓慢,如岩石的风化、地壳大范围的升降和水平运动等。我们把由自然动力促使地球物质组成和内部构造和外部形态发生变化和发展的过程称为地质作用。地质作用按其发生的动力来源及场所的不同,分为内力地质作用和外力地质作用。

### (一) 内力地质作用

由于地球内部存在大量的能量,这些能量的释放,促使地壳的物质组成和内部构造、外部形态发生变化的过程称为内力地质作用,它包括地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震作用等。

#### 1. 地壳运动

由地球内动力引起地壳组成物质变形变位的机械运移过程称为地壳运动。按其方向性可分为升降运动(造陆运动)和水平运动(造山运动)。当地壳沿地球半径方向运动时,表现为地壳的上升或下降,称为升降运动。当地壳物质沿地球切线方向运动时称为水平运动。升降运动常常表现为缓慢的海陆变迁,而水平运动则常表现为剧烈的造山运动,引起岩层的变形和变位。

地壳运动对煤矿床的形成及赋存条件有着重要影响。

#### 2. 岩浆活动

岩浆在地壳深处处于高温高压的相对平衡状态,具有极大的活动性。当局部温度或压力稍有变化,岩浆就向压力小的地带运移,沿岩石裂缝或薄弱带上升,侵入地壳或喷出地表,在上升过程与围岩相互作用,不断改变自身的成分和状态直至冷凝成岩的过程称为岩浆活动。岩浆活动可分为喷出作用(火山作用)和侵入作用。岩浆从火山口溢出或喷出地表的过程叫做火山作用,未达地表的岩浆活动称为岩浆的侵入活动。煤矿区如果有岩浆活动的影响,将会给煤矿生产增加困难。

#### 3. 变质作用

变质作用是指地壳中原有的岩石受物理和化学条件变化的影响,使其结构、构造及矿物成分等发生变化而形成一种新的岩石的过程。

#### 4. 地震作用

地震是地壳运动的一种形式,它是地壳内积聚的能量骤然释放而引发的大地震颤。一般可分为孕震、临震、发震和余震四个阶段。地震的酝酿和发生,会引起所在地区地壳物理性质的一系列变化以及地表形态和地壳结构的剧烈变动。

在上述的内力地质作用中,最活跃的、起主导作用的是地壳运动。地壳运动可以在地壳中造成巨大裂缝,为岩浆活动创造条件,地壳板块间的挤压碰撞可以导致地震,强烈的地壳运动还会引起岩石变质。除此之外,地壳运动还控制着外力地质作用。

## （二）外力地质作用

大气、水和生物在太阳辐射能、重力能、日月引力等影响下产生动力对地壳表层进行的各种作用,统称为外力地质作用。按其作用的方式及其产物,外力地质作用可分为风化和剥蚀、搬运和沉积以及固结成岩。

### 1. 风化和剥蚀

地表的岩石经过风吹日晒、生物活动的影响,逐渐被破坏、崩裂、破碎或分解,岩石的这种破坏作用过程称为风化。又以风、雨、水等流动物质为动力,对岩石进行破坏并把破坏的产物剥离开过程称为剥蚀。风化和剥蚀往往是彼此促进的,岩石遭受风化变得松软就易于剥蚀,剥蚀后暴露出来新鲜的岩石又受到风化破坏。

### 2. 搬运和沉积

风化和剥蚀后的产物,由风、雨、水将其搬运到其他地方的过程称为搬运。被搬运的物质随着外力的减弱或消失,逐渐在低洼地区沉积下来称为沉积。最主要的沉积区是内陆湖泊、沼泽和海洋。

### 3. 固结成岩

随着沉积作用的不断进行,沉积层越来越厚,并经过压实、胶结,最终又形成了岩石的过程称为固结成岩。因此随着时间的推移,地貌在不断地发生变化。

综上所述,内力地质作用和外力地质作用对地壳表面的形态及物质的组成起着巨大的作用。两者存在密切的关系,既相互制约又相互辅助,最终造成地球表面有高山、河流等。

## 三、地质年代及地层

在漫长的岁月里,地球在不停地转动,地壳也在不停地运动,地球上的生物也在不断地发展。在不同的地质历史阶段都有着岩石、矿物和生物的形成和发展,也有着矿物、生物的破坏和淘汰。地层是地壳发展过程中所形成的层状岩石的总称,包括沉积岩、岩浆岩和变质岩。层状岩石明显地反映了其形成时间的先后顺序,因此地层是地壳发展历史的天然物质记录。

地球地质年代表是指按时代早晚顺序表示地史时期的相对地质年代和同位素年龄值的表格。计算地质年龄的方法有两种:① 根据生物的发展和岩石形成顺序,将地壳历史划分为对应生物发展的一些自然阶段,即相对地质年代。它可以表示地质事件发生的顺序、地质历史的自然分期和地壳发展的阶段。② 根据岩层中放射性同位素蜕变产物的含量,测定出地层形成和地质事件发生的年代,即绝对地质年代。据此可以编制出地质年代表。

表 1-1 为地质年代表,其中最大的时间概念是宙,其下依次是代、纪、世、期。如古生代包括寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪等六个纪,其中,寒武纪又可进一步分为早寒武世、中寒武世和晚寒武世三个世,每个世还可以分成若干个期。与地质时代相对应,代表每一地质时期的地层也建立起地层单位。最大的地层单位是宇,其下依次是界、系、统、阶,如代表古生代的地层,我们就称为古生界,其中,寒武纪时形成的地层就被称为寒武系,奥陶纪期间形成的地层则被称为奥陶系,依此类推。

表 1-1 地质年代表(节选)

| 宙   | 代                     | 纪   | 世   | 代码             | 距今大约<br>年代/百万年                | 主要生物进化                   |                          |                  |                                       |
|-----|-----------------------|-----|-----|----------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------------------|
|     |                       |     |     |                |                               | 动物                       |                          | 植物               |                                       |
| 显生宙 | 新生代<br>K <sub>z</sub> | 第四纪 | 全新世 | Q              | —1—                           | 人类出现                     |                          | 现代植物时代           |                                       |
|     |                       |     | 更新世 |                | —2.5—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 新近纪 | 上新世 | N              | —5—                           | 哺乳<br>动物<br>时代           | 古猿出现<br><br>灵长类出现        | 被子<br>植物<br>时代   | 草原面积大<br>被子植物繁殖                       |
|     |                       |     | 中新世 |                | —24—                          |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 古近纪 | 渐新世 | E              | —37—                          |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       |     | 始新世 |                | —58—                          |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       |     | 古新世 |                | —65—                          |                          |                          |                  |                                       |
|     | 中生代<br>M <sub>z</sub> | 白垩纪 |     | K              | —137—                         | 爬行<br>动物<br>时代           | 鸟类出现<br>恐龙繁殖<br>恐龙、哺乳类出现 | 裸子植<br>物时代       | 被子植物出现<br>裸子植物繁殖                      |
|     |                       | 侏罗纪 |     | J              | —203—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 三叠纪 |     | T              | —251—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     | 古生代<br>P <sub>z</sub> | 二叠纪 |     | P              | —295—                         | 两栖动<br>物时代               | 爬行类出现<br>两栖类繁殖           | 孢子<br>植物<br>时代   | 裸子植物出现<br>大规模森林出现<br>小型森林出现<br>陆生维管植物 |
|     |                       | 石炭纪 |     | C              | —355—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 泥盆纪 |     | D              | —408—<br>—435—                |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 志留纪 |     | S              | —495—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 奥陶纪 |     | O              | —540—                         |                          |                          |                  |                                       |
|     |                       | 寒武纪 |     | Є              | —650—                         |                          |                          |                  |                                       |
| 元古宙 | 新元古                   | 震旦纪 |     | Z              | —1 000—<br>—1 800—            | 低等无脊椎动物出现                |                          | 高级藻类出现<br>海生海藻出现 |                                       |
|     | 中元古                   |     |     | P <sub>1</sub> | —2 500—<br>—2 800—            |                          |                          |                  |                                       |
|     | 古元古                   |     |     |                |                               |                          |                          |                  |                                       |
| 太古宙 | 新太古                   |     |     | A <sub>r</sub> | —3 200—<br>—3 600—<br>—4 600— | 原核生物(细菌、蓝藻)出现(原始生物蛋白质出现) |                          |                  |                                       |
|     | 中太古                   |     |     |                |                               |                          |                          |                  |                                       |
|     | 古太古                   |     |     |                |                               |                          |                          |                  |                                       |
|     | 始太古                   |     |     |                |                               |                          |                          |                  |                                       |

第二节 煤 的 形 成

一、煤的形成

煤是由古代植物遗体演变而形成的,因为人们在煤层中及其附近的岩层中,发现了植物的根、茎、叶等化石,甚至在煤层中发现了仍保留树干外形的煤炭。

(一) 成煤条件

煤层的形成受古植物、古气候、古地理及古构造等条件的控制。

1. 古植物条件

植物是成煤的原始物质,没有大量植物特别是高等植物的生长、繁盛,就不可能有煤的

形成。在漫长的地质历史中,我国最主要的三个聚煤时期为石炭—二叠纪、侏罗纪和第三纪,它们分别是植物界的孢子植物、裸子植物和被子植物繁殖的繁盛时期。

## 2. 古气候条件

植物的生长必须具备温暖的气候条件和潮湿的环境,这样,植物才能大量地繁殖,进而才能形成大量的植物遗体的堆积。因此,温暖潮湿的气候是成煤的必备条件。

## 3. 古地理条件

古地理条件是指成煤的场所。若没有有利的堆积场所,古植物遗体就会被氧化分解,因此,要形成分布面积较广的煤层,就必须有能够适于大面积沼泽化的自然地理条件。

## 4. 古构造条件

泥炭层的厚度受地壳下沉的速度影响,只有当下沉速度与植物遗体堆积速度平衡时,才能始终保持沼泽环境,成煤作用才能持续。若发生多次升降和间歇性的下沉,则可能在同一地区形成比较多的煤层。

综上所述,古植物、古气候、古地理及古构造都是煤形成的必要条件,缺一不可,同时具备四个条件的时间越长,就越有利于煤的形成。

## (二) 成煤过程

古植物的遗体大致经过了以下两个阶段的演变,才最终形成了煤。

第一阶段:泥炭化阶段。在古代的成煤时期,地球气候温暖而潮湿,有利于大量植物的生长,其间植物不断地繁殖、死亡。植物的遗体被堆积在湖泊沼泽底部,随着地壳缓慢下沉,逐渐被水覆盖而与空气隔绝,在微生物作用下,不断分解、化合而产生的气体散发出去,被保留下来的部分最终变成了泥炭层。植物遗体演变成为泥炭的过程称为泥炭化阶段。

第二阶段:煤化阶段。随着时间推移,地壳继续缓慢下沉,原来的泥炭层被其他的泥沙沉积物覆盖,并且逐渐加厚,在地温、压力的作用下,泥炭层逐渐脱水、压实,碳含量也逐渐增加。这时泥炭就变成了褐煤。如果地壳继续下沉,覆盖层不断加厚,褐煤就在高温、高压的作用下,引起内部分子结构、物理性质的变化,逐渐地变成了无烟煤。在个别情况下,无烟煤可进一步变质而转化为一种不可燃烧的矿物——石墨。煤的这种变质过程称为煤化阶段。

## 二、煤系

在煤的形成过程中,煤层上下同时形成许多岩层,若这些夹有煤层的岩层是在同一个成煤时期形成的,通常称为某一地质时代的煤系地层。煤系是指含有煤层的沉积岩系,它们彼此间大致连续沉积并在成因上有密切联系。

煤系一般是按其形成的时代命名的。例如我国华北的石炭—二叠纪煤系、东北的侏罗纪煤系、华南的晚二叠世煤系等。由于煤系是在温暖潮湿的气候条件下形成的,它富含植物物质,所以颜色也为灰色、灰黑色等。其中还经常伴生有其他沉积矿产,如油页岩、铝土矿、黄铁矿等。

## 三、煤质

煤质的好坏主要取决于成煤时间和炭化程度。煤的炭化程度越高,其中的水分和挥发分越少,含碳量越高,发热量就越高。评价煤质的主要指标包括水分、灰分、挥发分、胶质层厚度、发热量、硫和磷的含量及含矸率等。

① 灰分:灰分是指煤完全燃烧后所剩下的固体残渣。它的含量越少煤质越好。一般灰分超过 40% 的煤暂不利用。

② 挥发分:指煤与空气隔绝后,加热到 900 ℃ 左右时所排出的气体物质,主要成分为甲烷、氢及其他化合物。

③ 固体碳:是除去水分、灰分和挥发分后的有机固体可燃物。其含量随煤的变质程度提高而增高。

④ 胶质层厚度:指粉煤与空气隔绝后加热到 850 ℃ 左右时,煤中的有机质分解、熔融而产生具有黏结性胶体厚度。焦炭就是由黏结性好的煤,加热后由胶质层黏结形成的。

⑤ 发热量:指质量为 1 kg 的煤完全燃烧时放出的热量,其单位是 J/kg。

⑥ 硫和磷:二者均为煤中的有害杂质。用含硫高的煤,炼成的钢性脆,质量下降。

⑦ 含矸率:指矿井采出的原煤中,大于 50 mm 的矸石量占全部煤量的百分数。含矸率越低,煤质越好。

#### 四、煤的分类

我国的煤炭资源丰富,煤种齐全。为了合理利用煤炭资源,正确评价煤的工艺性质,国家制定了工业用煤分类方案,见表 1-2。

表 1-2 中国煤炭分类简表(节选)

| 类别      | 符号    | 数码 | 分类指标             |              |               |              |
|---------|-------|----|------------------|--------------|---------------|--------------|
|         |       |    | $V^t/\%$         | $G$          | $Y/\text{mm}$ | $b^{*}/\%$   |
| 贫煤      | PM    | 11 | $>10.0\sim 20.0$ | $\leq 5$     |               |              |
| 贫瘦煤     | PS    | 12 | $>10.0\sim 20.0$ | $>5\sim 20$  |               |              |
| 瘦煤      | SM    | 13 | $>10.0\sim 20.0$ | $>20\sim 50$ |               |              |
|         |       | 14 | $>10.0\sim 20.0$ | $>50\sim 65$ |               |              |
| 焦煤      | JM    | 15 | $>10.0\sim 20.0$ | $>65^{*}$    | $\leq 25.0$   | $(\leq 150)$ |
|         |       | 24 | $>20.0\sim 28.0$ | $>50\sim 65$ |               |              |
|         |       | 25 | $>20.0\sim 28.0$ | $>65^{*}$    | $\leq 25.0$   | $(\leq 150)$ |
| 肥煤      | FM    | 16 | $>10.0\sim 20.0$ | $(>85)^{*}$  | $>25.0$       | $(>150)$     |
|         |       | 26 | $>20.0\sim 28.0$ | $(>85)^{*}$  | $>25.0$       | $(>150)$     |
|         |       | 36 | $>28.0\sim 37.0$ | $(>85)^{*}$  | $>25.0$       | $(>220)$     |
| 1/3 焦煤  | 1/3JM | 35 | $>28.0\sim 37.0$ | $>65^{*}$    | $\leq 25.0$   | $(\leq 220)$ |
| 气肥煤     | QF    | 46 | $>37.0$          | $(>85)^{*}$  | $>25.0$       | $(>220)$     |
| 气煤      | QM    | 34 | $>28.0\sim 37.0$ | $>50\sim 65$ |               |              |
|         |       | 43 | $>37.0$          | $>35\sim 50$ |               |              |
|         |       | 44 | $>37.0$          | $>50\sim 65$ |               |              |
|         |       | 45 | $>37.0$          | $>65^{*}$    | $\leq 25.0$   | $(\leq 220)$ |
| 1/2 中黏煤 | 1/2ZN | 23 | $>20.0\sim 28.0$ | $>30\sim 50$ |               |              |
|         |       | 33 | $>28.0\sim 37.0$ | $>30\sim 50$ |               |              |
| 弱黏煤     | RN    | 22 | $>20.0\sim 28.0$ | $>5\sim 30$  |               |              |
|         |       | 32 | $>28.0\sim 37.0$ | $>5\sim 30$  |               |              |

续表 1-2

| 类别  | 符号 | 数码 | 分类指标             |             |               |             |
|-----|----|----|------------------|-------------|---------------|-------------|
|     |    |    | $V^r/\%$         | $G$         | $Y/\text{mm}$ | $b^{**}/\%$ |
| 不黏煤 | BN | 21 | $>20.0\sim 28.0$ | $\leq 5$    |               |             |
|     |    | 31 | $>28.0\sim 37.0$ | $\leq 5$    |               |             |
| 长焰煤 | CY | 41 | $>37.0$          | $\leq 5$    |               |             |
|     |    | 42 | $>37.0$          | $>5\sim 35$ |               |             |

\* 当烟煤的黏结指数测值  $G$  小于或等于 85 时,用干燥无灰基挥发分  $V^r$  和黏结指数  $G$  来划分煤类。当黏结指数测值  $G$  大于 85 时,则用干燥无灰基挥发分  $V^r$  和胶质层最大厚度  $Y$ ,或用于干燥无灰基挥发分  $V^r$  和奥亚膨胀度  $b$  来划分煤类。

\*\* 当  $G>85$  时,用  $Y$  和  $b$  并列作为分类指标。当  $V^r\leq 28.0\%$  时, $b$  暂定为 150%; $V^r>28.0\%$  时, $b$  暂定为 220%。当  $b$  值和  $Y$  值有矛盾时,以  $Y$  值为准来划分煤类。

第三节 影响煤矿生产的主要地质因素

一、煤层产状及厚度

(一) 煤层的产状

煤层的产状是指煤层在空间的产出状态和方位。一般用三个产状要素来说明,分别为走向、倾斜和倾角(如图 1-1 所示)。产状要素是根据煤层在空间的方位及其与水平面的关系来确定的。

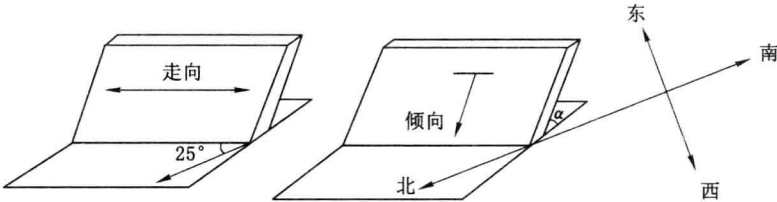


图 1-1 煤层产状要素

煤层走向表示煤层在空间的水平延展方向。煤层面与任一个水平面的交线称为走向线,走向线两端的延伸方向称为走向,如图 1-1 所示。在一个测点上煤层走向可以有两个方位,两者相差  $180^\circ$ 。

煤层倾向表示煤层向地下倾斜延伸的方向。煤层层面上与走向线垂直的线称为倾斜线,倾斜线向下的水平投影所指的方向称为倾向。走向与倾向相差  $90^\circ$ 。

煤层倾角表示煤层的倾斜程度。它是指煤层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。图 1-1 中  $\alpha$  即为煤层倾角。

根据煤层的倾角不同,将其分为:

近水平煤层: $8^\circ$ 以下的煤层;

缓倾斜煤层: $8^\circ\sim 25^\circ$ 的煤层;

倾斜煤层: $25^\circ\sim 45^\circ$ 的煤层;

急倾斜煤层:  $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$  的煤层。

由于受地质变动影响程度的不同,即使同一煤层,在不同地点的走向、倾向和倾角也不完全相同,有的变化很大。一般来说,煤层倾角越大,开采越困难。所以必须对所开采煤层的产状有一个详细的认识,这样才能保证开采工作的顺利进行。

## (二) 煤层的厚度

由于受各种地质因素的影响,煤层的形态和厚度会发生变化且差异很大,有的煤层厚度只有几厘米,而有的厚度可达几十米,甚至百余米。根据我国开采技术的特点,将煤层按厚度的不同分为:

薄煤层——煤层厚度从最小可采厚度至 1.3 m;

中厚煤层——煤层厚度 1.3~3.5 m;

厚煤层——煤层厚度 3.5 m 以上。

煤层的最小可采厚度没有绝对标准,一般应根据地区及国民经济的需要,以及各地资源条件来确定,一般在资源丰富的地区,煤的最小可采厚度大些;在资源缺乏地区,煤的最小可采厚度小些。

煤层产状及厚度的变化,直接影响整个矿井的开采方法和采掘工作,是影响煤矿生产的重要因素之一。

## 二、矿井地质构造

由于地球内、外部的动力作用,煤层和其他岩层、岩体形成以后,会产生如移位、倾斜、弯曲、断裂等的地质现象。这些主要由地壳运动所引起的岩石变形变位现象在地壳中存在的形式和形态就称为地质构造。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。

### (一) 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其连续性的构造形态称为褶皱构造,简称褶皱,如图 1-2 所示。褶皱构造中的一个弯曲称为褶曲。褶曲是褶皱构造的基本单位,褶曲的基本形式可分为背斜和向斜两种。岩石层面凸起(中间岩石老,两边岩石新)的褶曲称为背斜;岩石层面凹下(中间岩石新,两边岩石老)的褶曲称为向斜。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。

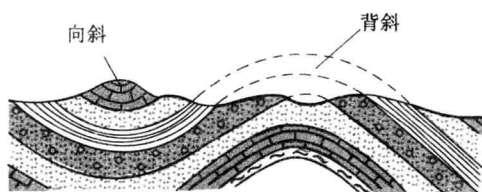


图 1-2 背斜和向斜

保持其连续性的构造形态称为褶皱构造,简称褶皱,如图 1-2 所示。褶皱构造中的一个弯曲称为褶曲。褶曲是褶皱构造的基本单位,褶曲的基本形式可分为背斜和向斜两种。岩石层面凸起(中间岩石老,两边岩石新)的褶曲称为背斜;岩石层面凹下(中间岩石新,两边岩石老)的褶曲称为向斜。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。

### (二) 断裂构造

岩层受力后遭到破坏,失去了连续性和完整性的构造形态叫断裂构造。断裂构造可分为节理和断层两类。断裂面两侧的岩层没有发生明显位移的断裂构造称为节理;断裂面两侧的岩层产生了明显位移的断裂构造称为断层。

#### 1. 断层要素

断层要素是断层基本组成部分的总称,如图 1-3 所示。主要包括有断层面、断层线、交面线、断盘和断距等。

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。断层面可用走向、倾向、