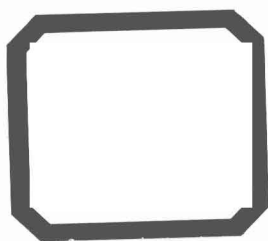


煤矿生产实用技术丛书之一

# 综采工作面实用技术

王茂林 主编

煤炭工业出版社



书之一

# 综采工作面实用技术

王茂林 主编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

**图书在版编目 (CIP) 数据**

综采工作面实用技术 / 王茂林主编. -- 北京: 煤炭工业出版社, 2011

煤矿生产实用技术丛书之一

ISBN 978 - 7 - 5020 - 3966 - 0

I. ①综… II. ①王… III. ①采煤综合机组 IV. ①TD421.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 261290 号

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)  
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 787mm × 1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 21<sup>1</sup>/<sub>2</sub> 插页 1  
字数 506 千字 印数 1—4 000  
2012 年 5 月第 1 版 2012 年 5 月第 1 次印刷  
社内编号 6785 定价 58.00 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

## 《综采工作面实用技术》编委会

顾问 王君 王森浩

编委会主任 王茂林

编委副主任 陈川平 任润厚 王昕

委员 (以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁钟晓 | 王守祯 | 王良彦 | 刘建中 | 伊茂森 |
| 朱晓明 | 任福耀 | 李仪  | 吴永平 | 张有喜 |
| 杜建华 | 杜建荣 | 李国彪 | 李贵生 | 李晋平 |
| 张根虎 | 武华太 | 金智新 | 贺天才 | 赵石平 |
| 康立勋 | 薛道成 |     |     |     |

## 编辑办公室

主任 丁钟晓

总审 李仪

副主任 梁嘉显 李生定 张双俊

撰稿 亢波 吕光明 韩朴 张学明 刘慧

王嘉乐 王元杰

编务 张亮 赵占平 李小连 洪英

# 前言

王 茂 林

回顾历史，展望未来。山西作为全国煤炭能源基地，为国家经济持续、稳定、快速发展作出了巨大的贡献。煤炭所具有的战略意义和基础性地位特别是煤矿安全这一重大问题，始终是山西转型跨越发展和安全发展的重点和关键。

作为一名曾在煤炭战线工作过多年的老煤矿工作者，我是1952年底从上海财经学院沪北财经专修班毕业分配到山西从事煤矿工作的，担任过基层记录员、采煤班长、技术科副科长、调度室副主任、采煤区长、副矿长、矿长、矿务局副局长兼党委副书记（主持矿务局全面工作）。1976年从矿务局调任山西省委经济领导小组副组长，1991年3月担任中共山西省委书记，前后在山西整整工作了41年。怀着浓厚的山西情结，我始终密切关注着山西能源基地的建设，也坚持不懈地为山西能源省份的全面、协调、可持续发展建言献策。

我们知道，综合机械化采煤从20世纪70年代开始，经过40多年的完善、改造、创新和提高，目前已经成为现代化矿井采煤工作技术的重要装备。综合机械化采煤是煤炭工业的一次技术革命，从根本上改变了煤炭工业的面貌。我曾于1974年初受国家煤炭工业部和山西省指派，以国家煤炭工业部赴英国监造组组长身份，率领一批工程师参与了赴英国引进国外综合机械化采矿设备的考察、谈判及全程监督制造，历时一年。1975年率先在大同矿务局同家梁矿建成了我国第一个综合机械化采煤工作面，试产期月产达10万吨，相当于当时一般机械化回采工作面一年的产量。现在一个新型配有强力采煤机的综合机械化回采工作面，月产可以到100万吨。一个年产千万吨级的矿井，其回采工作面有2套新型先进的综合机械化装备即可达到。当时工人自誉为进入了“保险区”采煤，几乎在综采面从未发生过伤人的冒顶事故。当今，综合机械化采煤是建设500万~1000万吨级大型矿井的必然选择。同时，它对提高煤炭生产安全的科技含量和建立现代化的生产企业也起到了极大的推动作用。

为了促进和推动回采工作面综合机械化采煤的生产技术管理,根据英国经验和大同矿务局同家梁矿第一个回采综采面采煤试点情况,我专门为原煤炭工业部起草了8条综采机械化回采工作面试行管理办法,在全国各矿务局进行了综采工作面试点。

综采工作面是开采矿井实现规模化、集约化生产的唯一途径,为建设大型煤炭基地和大型现代化煤矿铺平了道路。国内外实践表明,提高综采工作面产量主要依靠加大工作面配套设备能力和提高设备的可靠性。20世纪80年代以来,世界主要产煤国家效率提高、安全改善、效益增加的重要原因就是实现了回采掘进综合机械化开采。

近几年来,山西经过煤矿企业兼并重组整合,全省矿井数量由2005年的4278座减少到1053座。30万吨以下的小煤矿全部淘汰,保留矿井全部实现机械化,70%以上矿井实现综合机械化采煤,单井平均规模达到120万吨/年以上。办矿主体由2200多个减少到130个左右,形成了4个亿吨级、3个5000万吨级、10个千万吨级以上的大型煤矿集团和72个300万吨的煤炭企业。全省煤炭工业发生了质的变化,率先在全国煤炭行业告别了“小煤窑”时代,进入了一个全新的大矿发展时代。

综合机械化采煤除涉及传统的机械、电气等技术外,还融入了机电一体化、新材料、新技术、电子信息等。这就要求实行综采的煤矿管理者和操作者必须具备相当的现代科学技术知识。鉴于综采机械化回采工作面对操作者和基层技术人员专业素质的需求,可以借鉴国外经验,在煤矿劳动用工和培训工作上坚持“管理、装备、培训并重”的原则,努力在提升职工队伍的生产技能、文化技术、管理和安全生产的素质上有新进展。要健全和完善职业教育培训体制和机制,切实加大煤矿主要负责人、安全生产管理人员、特殊工种技术人员以及基层技术人员等的培训力度。通过培训发放“资格证书”,工人和管理人员都要逐步持证上岗。严格实行职业准入制度,大力提升煤矿职工素质,积极探索更加有效的煤矿劳动用工和培训管理模式。

山西省煤炭职业教育发展基金会成立5年来,将促进煤炭专业人才的培养作为重要目标和宗旨,努力为培养煤炭类专业人才作贡献。《综采工作面实用技术》就是该基金会2012年为全省百万煤矿职工尤其是井下专业人员推出的一本集专业性、实用性、科学性、普及性于一体的优秀专业技术类书籍。本书力求从理论到实践,系统规范地介绍综采工作面安全生产技术和各种采煤设备的使用及维护,既可作为煤矿井下一线采煤工人的培训教材和工具书,又可作为各级领导干部特别是分管煤矿安全生产工作领导干部的重要参考书。它必将对提高全省煤矿一线职工队伍和煤矿井下专业人员的安全生产素质,

提高煤矿安全生产水平，发挥重要的作用。

最后需要特别强调的是，山西省委、省政府确定的“以煤为基，以煤兴产、以煤兴业，多元发展”的产业发展思路为山西煤炭工业实现科学、健康、持续发展指明了目标方向，提供了新一轮发展机遇。要实现省委、省政府提出的目标，专业技术人才是关键。对煤炭专业技术人才的培训、培养贵在坚持，贵在各煤炭局、矿领导的重视，但也贵在有一所好的职业技术学院。缘此，我殷切希望山西省进一步办好煤炭职业技术学院，在我国深化改革、转型发展的关键时期抢占先手、抢抓机遇、率先示范，为培养更多、更好、更优秀的专业技术人才，为科学推进山西煤炭工业发展作出积极贡献。

2012年5月

# 目次

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 第一章 综采基础知识.....                | 1   |
| 第一节 地质基础知识.....                | 1   |
| 第二节 综合机械化采煤方法 .....            | 12  |
| 第三节 综采工作面生产系统 .....            | 14  |
| 第二章 综采工作面安全生产技术 .....          | 23  |
| 第一节 综采工作面设计 .....              | 23  |
| 第二节 综采工作面作业规程编制与实施 .....       | 40  |
| 第三节 综采工作面顶板控制 .....            | 44  |
| 第四节 综采工作面灾害防治 .....            | 57  |
| 第五节 综采工作面液压支架事故的预防及处理 .....    | 71  |
| 第六节 特殊条件下的综采技术 .....           | 81  |
| 第七节 综采工作面设备的安装与撤除安全技术 .....    | 89  |
| 第八节 综采工作面事故中的自救、互救与创伤急救.....   | 101 |
| 第三章 综采工作面设备的使用维护.....          | 107 |
| 第一节 采煤机及使用维护.....              | 107 |
| 第二节 液压支架及使用维护.....             | 135 |
| 第三节 刮板输送机及使用维护.....            | 158 |
| 第四节 转载机及使用维护.....              | 177 |
| 第五节 破碎机及使用维护.....              | 187 |
| 第六节 可伸缩带式输送机及使用维护.....         | 200 |
| 第七节 乳化液泵站及使用维护.....            | 221 |
| 第八节 综采电气设备及使用维护.....           | 235 |
| 第九节 综采工作面设备配套技术发展及与配套方案完善..... | 313 |
| 第四章 综采工作面自动化技术现状及发展趋势.....     | 324 |
| 第一节 综采工作面自动化技术现状.....          | 324 |
| 第二节 综采工作面自动化技术发展趋势.....        | 331 |
| 参考文献.....                      | 332 |
| 后记.....                        | 333 |

# 第一章 综采基础知识

本章重点介绍了地质构造、煤（岩）层产状等相关基础知识和常用矿图绘制方法及识图的基本技能，阐述了综合机械化采煤工作面的巷道布置特点、开采工艺及主要设备的配套要求。

## 第一节 地质基础知识

煤层赋存条件是综采工作面设计和设备选型的重要因素，直接影响综采工作面的安全生产。学习和掌握地质基础知识、煤层开采技术条件，有利于实现综采工作面高产高效，全面提高综采工作面各项技术经济指标水平。

### 一、地质构造

原始的沉积岩层，产状一般是水平的，在一定分布范围内连续、完整。在沉积岩形成之后，会受到各种各样地质应力作用，使原来处于水平或近于水平的岩层发生变形、移位或出现断裂，甚至沿断裂面发生移动，这种在地质应力作用下，原始岩层所发生的变动称为地质构造变动。发生地质构造变动的岩层或岩体形成了各式各样的构造形态，称为地质构造。

#### （一）基本类别及特征

地质构造的规模大小各异，表现形式多样复杂，根据煤（岩）层形态和产状的不同，在一定范围内可简单归纳为单斜构造、褶皱构造和断裂构造三种基本类型，如图 1-1-1 所示。

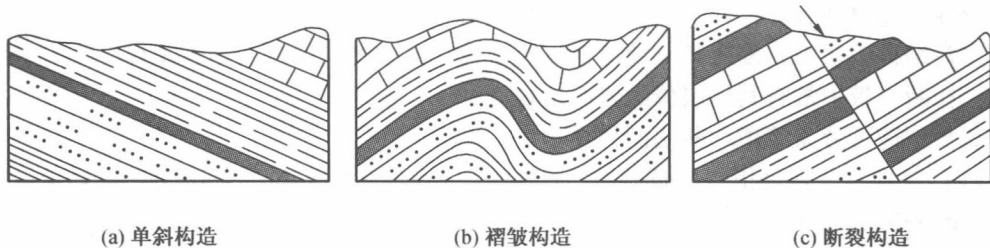


图 1-1-1 地质构造的基本类型

#### 1. 单斜构造

单斜构造是指在一个矿井中或采区开采的范围内煤（岩）层大致向一个方向倾斜的地质形态。在较大区域范围，单斜构造往往是其他构造变形的一部分，或是褶曲的一翼，或是断层的另一盘。其特征如下：地层产状单一，较平缓，波状起伏较小，大致向一个方向倾斜。

## 2. 褶皱构造

褶皱构造是指煤（岩）层受到水平方向地质挤压力的作用后产生的弯曲，但仍然保持连续、完整的构造形态（图1-1-2），即在一定的区域范围内煤（岩）层弯曲变形由一个接一个连续分布的弯曲所组成。褶皱构造中岩层的任何一个弯曲称为褶曲。其特征如下：在形态上是一个中间向上拱起的弯曲，两翼岩层倾向相背，其地层为中间老，两翼新，称为背斜（图1-1-3）；在形态上是一个中间向下凹的弯曲，两翼岩层倾向相同，其地层为中间新，两翼老，称为向斜（图1-1-3）。

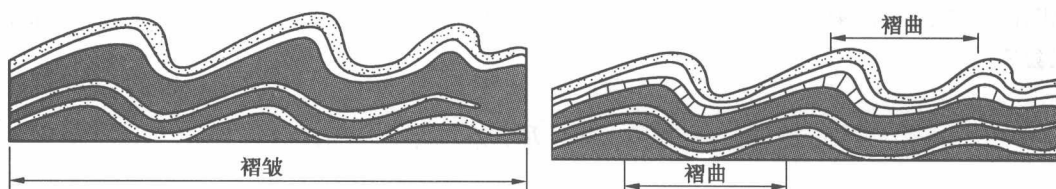


图1-1-2 褶皱构造

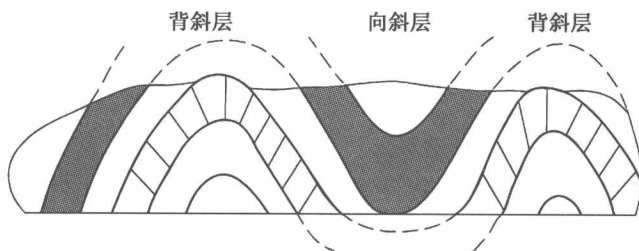


图1-1-3 背斜和向斜

## 3. 断裂构造

断裂构造是指煤（岩）层受地壳运动作用力而发生断裂，并产生变形，引起岩层的连续性、完整性破坏，形成各类大小不一的断裂，即在一定的区域范围内煤（岩）层发生连续性、完整性破坏，并沿着断裂面发生显著位移的构造变动。其特征如下：煤（岩）层在正常结构岩层中，发现某一地层重复或缺失，某一地层厚度变薄或增厚，且有断裂面出现，在断裂带中常有其他层位的岩石出现。

断裂构造可分为节理和断层两种类型。

（1）节理。节理是指岩层破裂后，连续性、完整性被破坏，两侧岩层没有发生明显位移的断裂构造。其分类如下。

①按成因分，可分为构造节理和非构造节理。

构造节理是指由地壳运动的构造应力作用所形成的节理。

非构造节理是指由非构造运动（如风化、爆破、溶洞塌陷等）所形成的节理。

②按节理力学性质分，可分为剪节理和张节理。

剪节理是指岩层受剪切应力作用产生的节理。其特征是产状稳定，剪节理面较平直、光滑。

张节理是指岩层受张切应力作用产生的节理。其特征是节理多开口，常被结晶矿脉充填成扁豆形及其他不规则形状。

③按节理与岩层的产状要素的关系分,可分为走向节理、倾向节理、斜向节理和顺层节理。

走向节理:节理的走向与岩层的走向一致或大体一致。

倾向节理:节理的走向大致与岩层的走向垂直,即与岩层的倾向一致。

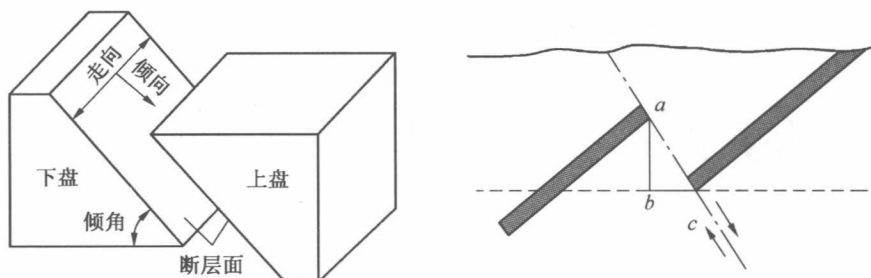
斜向节理:节理的走向与岩层的走向既非平行,亦非垂直,而是斜交。

顺层节理:节理面大致平行于岩层层面。

(2)断层。在地质应力作用下,岩层断裂后遭到切割,连续性、完整性被破坏,断裂面两侧的岩层沿断裂面发生明显相对位移的断裂构造称为断层。

### ①断层要素。

断层的特征用断层要素表示,一般指断层面、断层线、交面线,以及断层的上盘、下盘和断距等,如图1-1-4所示。



ab—垂直断距; bc—水平断距; ac—断层面

图1-1-4 断层要素

断块发生相对错动的断裂面称为断层面。断层面与水平面的交线称为断层的走向线;走向线指示的方向称为断层的走向。在断层面上垂直于走向线的线称为断层的倾斜线,沿倾斜线由高向低的方向为断层的倾向。断层面与水平面的夹角称为断层面的倾角。

断层面上方的断块叫做断层的上盘;断层面下方的断块叫做断层的下盘。断层上盘和下盘之间相对错动的距离称为断层的断距,断距分垂直断距和水平断距两种。垂直断距也称为落差;水平断距是断层上盘、下盘相对错动的水平距离。

### ②断层的分类。

a. 根据断块相对移动的方向分,可以分为正断层、逆断层和平推断层,如图1-1-5所示。

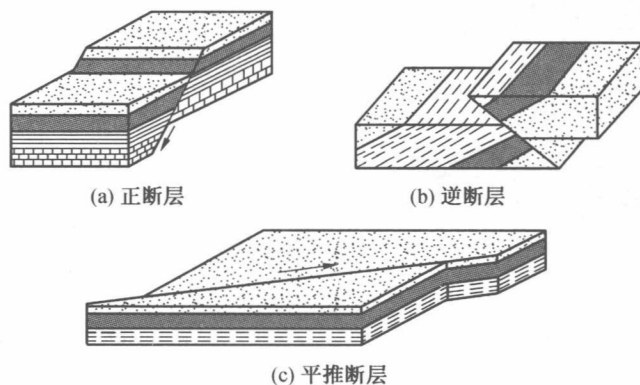


图1-1-5 断层两盘相对移动分类

正断层：上盘相对下降，下盘相对上升。

逆断层：上盘相对上升，下盘相对下降。

平推断层：断层两盘沿断层面走向发生相对位移，即只有水平方向的位移，没有垂直方向的位移的断层。

在煤系地层中，正断层最多，逆断层较少，平推断层更少。断层的落差，小则为零点几米，大则为几米、几十米，甚至几百米。断层是影响煤层开采的主要因素之一，尤其是落差较大的断层，影响更为严重。实际中，常把落差较大（达 40 m 以上）的断层作为划分矿区或井田的界线。

b. 根据断层走向与岩层的走向关系分，可分为走向断层、倾向断层和斜交断层，如图 1-1-6 所示。

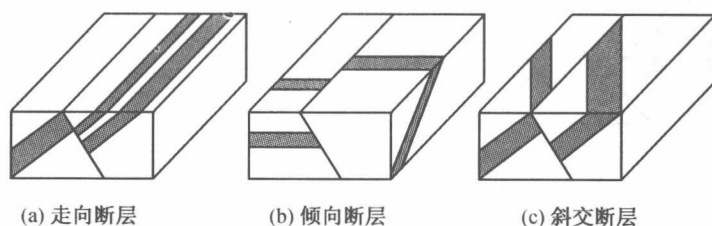


图 1-1-6 断层走向与岩层走向分类

走向断层：断层面走向与岩层走向平行或基本平行。

倾向断层：断层面走向与岩层走向垂直或近于垂直。

斜交断层：断层面走向与岩层走向不平行也不垂直，而是斜交。

### ③断层的组合形式。

在相同时期，相同性质应力的作用下，几条断层以一定规律或组合形式出现，称为断层的组合形式。常见的断层组合有地堑和地垒、叠瓦状构造、阶梯状构造等形式，如图 1-1-7 所示。

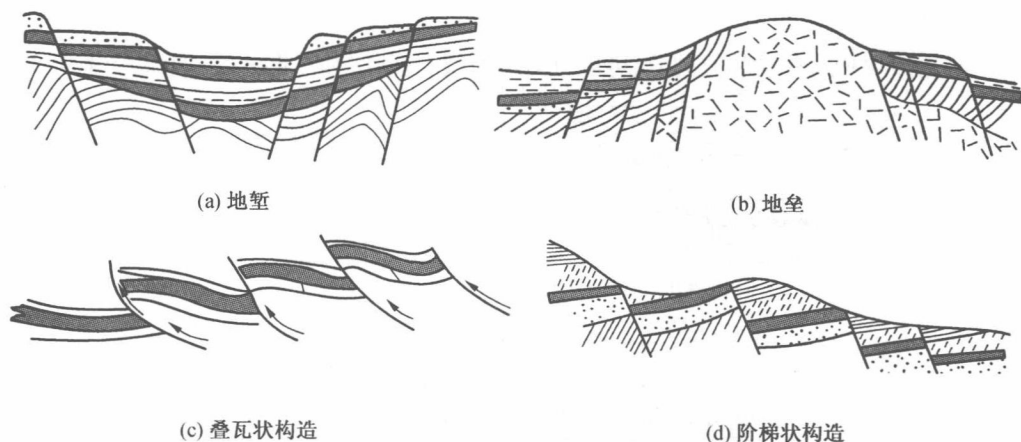


图 1-1-7 断层的组合形式

#### ④断层的导水性。

断层使岩层断裂、错位，有裂隙发育、整体结构破坏、不完整的特性，有导水性断层会为地下水流动和涌出的补给提供良好条件，严重时会造成矿井重大突水事故。

### (二) 煤层产状

煤层的走向、倾向及倾角称为煤层的三大产状要素，如图 1-1-8 所示。

#### 1) 走向

煤层层面与水平面相交的线叫走向线；走向线的方向叫走向。

#### 2) 倾向

煤层层面上与走向垂直的线叫倾斜线；沿倾斜由高处向低处的方向称为倾向。

#### 3) 倾角

煤层层面与水平面间所夹的最大锐角称为倾角。

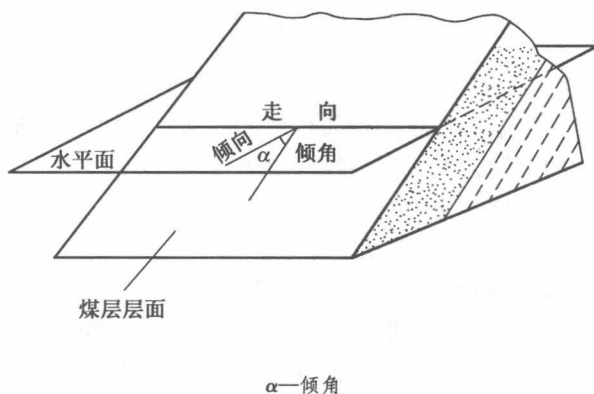


图 1-1-8 煤层的产状要素

## 二、其他地质因素

### 1. 工作面水文地质

#### 1) 地下水

地下水是指埋藏在地表以下煤（岩）层的裂隙、空隙中的水。地下水的形成过程是指各种来源的水进入煤（岩）层裂隙、空隙，并在其中储存、运动和变化的过程。

工作面水害是煤矿生产五大灾害之一，影响工作面涌水量的因素主要有开采巷道围岩的孔隙、裂隙水，遇断层、陷落柱的含水性，以及相邻采空区积水情况。据《煤矿防治水规定》要求，工作面防治水必须坚持“预测预报，有掘必探，先探后掘，先治后采”的原则，采用有效防治水措施，杜绝综采水害事故。

#### 2) 水文地质条件对工作面的影响

水文地质条件简单，工作面一般受水害影响较小；中等水文地质条件时，工作面受水害影响一般，需引起重视；水文地质条件复杂和极复杂时，工作面受水害影响较大，有突水预兆和突水可能性，工作面瞬间涌水量增加，来势凶猛，矿井安全生产受水害严重威胁，需采取有效措施，及时果断处理。

#### 3) 工作面充水因素

工作面充水因素主要有工作面顶板和巷道淋水、采空区积水，以及煤层上覆含水层的渗水等。工作面涌水量对开采影响较大，严重时会造成重大透水事故。

### 2. 岩浆侵入体

岩浆侵入煤层后，破坏了煤层的连续性和完整性，使煤炭可采储量减少。由于接触变质的影响，使煤的灰分增高，黏结性减弱，煤质变差，产生天然焦，降低煤的工业价值；因为岩浆冷却、凝固后形成岩浆岩（常见的有花岗岩、流纹岩和玄武岩等），故其硬度很大，造成煤层开采困难，不宜用采煤机械截割，如图 1-1-9 所示。

### 3. 岩溶陷落柱

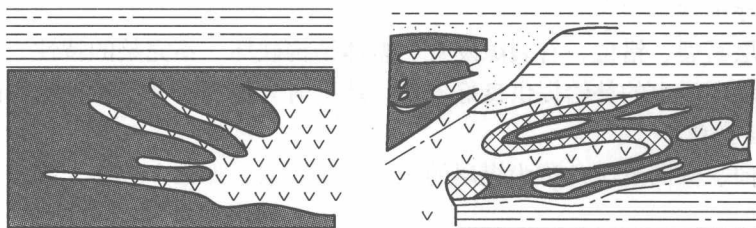


图 1-1-9 岩浆侵入煤层

岩溶陷落柱是非地质构造的喀斯特岩溶现象所致，是指可溶性岩石在地下水的作用下形成的溶洞，使煤系地层在重力作用下产生塌陷的现象。塌陷体剖面形态为柱状，简称陷落柱，亦称“无炭柱”或“矸子窝”。

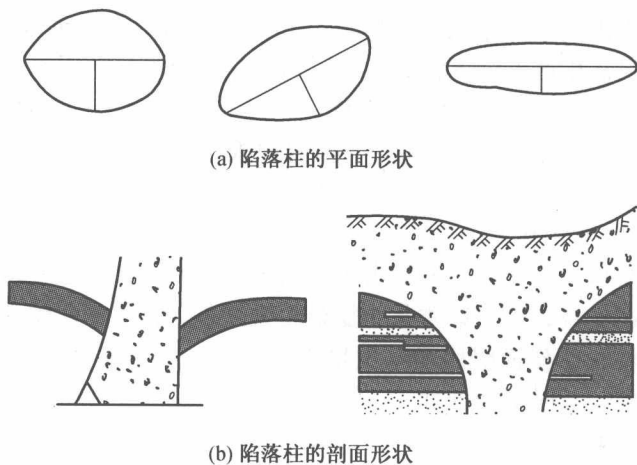
### 1) 陷落柱的形状

#### (1) 平面形状。

平面形状多呈椭圆形或近似圆形，有时可见到长条形或椭圆形陷落柱。平面上人为地画出其长轴和短轴。陷落柱直径大小不一，小的仅十几米，大的可达百米。

#### (2) 剖面形状。

剖面形状有两种：在较坚硬或裂隙发育的岩层中，陷落柱的剖面形状多呈上小下大的倒立柱状；在含水较多的松散岩层中，陷落柱的剖面形状呈上大下小的漏斗状，如图 1-1-10 所示。



(a) 陷落柱的平面形状

(b) 陷落柱的剖面形状

图 1-1-10 岩溶陷落柱

### (3) 陷落柱对煤层开采的影响。

由于陷落区的岩层层序遭到破坏，大小岩块混杂堆积；岩块的形状很不规则，大小不一，棱角明显；松散的岩石多呈碎块状或岩粉状充填在坚硬的大块中间，因此，陷落柱内的岩石软的很软，硬的则很硬，对采煤机截割影响较大。

### 2) 陷落柱的导水性

陷落柱胶结性差, 结构松散, 破坏了岩层的完整性, 导水性陷落柱为地下水的流通提供了良好条件。陷落柱穿过含水层时, 地下水可以流入陷落柱及其周围岩层的裂隙内。当采掘工作面接近导水陷落柱时, 地下水涌出量会猛然增加, 产生突水现象, 涌水量过大时, 可能造成严重的水害事故。

#### 4. 矿井瓦斯

瓦斯是成煤过程中的共伴生物, 有生物化学作用、煤的变质和油田气的侵入三种生成方式。煤层瓦斯含量与煤的变质程度、围岩和煤层的透气性、地质构造、煤层厚度变化、煤田暴露程度和煤层埋藏深度、地下水活动、岩浆侵入等有关。矿区不同, 各因素的影响程度差异较大。瓦斯对煤矿危害极大, 但又是清洁气体能源, 在煤矿开采的同时, 加大对瓦斯的综合治理和利用, 对保护环境、降低温室效应等有重大意义。

#### 5. 地温、地压和矿山压力

##### 1) 地温

地温是指煤矿开采井下的温度。随着煤层开采深度的不断增加及其他地质因素的影响, 个别井下工作面的温度超过《煤矿安全规程》规定的许可温度 ( $26^{\circ}\text{C}$ ), 出现不同程度的地温热害。引起煤矿地温异常的主要因素有矿区所处大地质构造位置、岩层的导热性、矿区邻近的大断层、矿区地下水的活动、局部热源及人为因素等。

##### 2) 地压

地压是指存在于岩体中的力, 包含原岩对围岩的作用力、围岩间的相互作用力及围岩对支架的作用力。通常把围岩因变形移动和冒落岩块作用在支架上的压力称为狭义地压; 而将岩体内部原岩作用于围岩和支架上的压力称为广义地压。对矿井安全生产影响较大的是底鼓, 生产中经常出现; 危害性最大的是冲击地压, 只在个别特殊地质构造的地层才有冲击地压。治理地压的主要技术途径包括: 减小采动影响, 提高围岩强度; 合理选用支护方式, 有效控制围岩应力, 加强工作面巷道维护。

##### 3) 矿山压力

地下煤(岩)层在采动前处于应力平衡状态, 采掘工程使其应力重新分布, 在采掘空间周围岩体内形成一种促使围岩向已采掘空间运动的力, 称为矿山压力, 简称矿压。影响矿山压力的因素主要有煤(岩)层的物理力学性质、地质构造、水文地质条件和煤(岩)层瓦斯等。

### 三、煤层

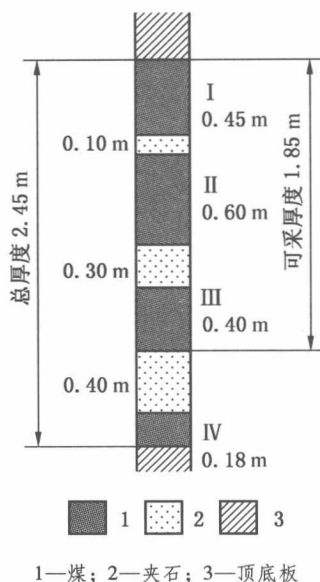
煤是远古时代的植物残骸经过复杂的生物、物理和化学作用而形成的沉积成因的化石燃料(即可燃有机岩类), 煤中含有少量有机物质。为合理开发利用煤炭资源, 指导采掘生产, 了解煤层形成和变化、煤的组成和性质, 熟悉煤层和含煤岩系的技术特征, 是十分必要的。

#### 1. 煤层的概念

煤层是指顶底板岩石之间所夹的煤及矸石层。煤层是煤系的主要组成部分, 煤层层数、厚度及其变化是评价煤田开采价值的主要因素。

#### 2. 煤层的分类

根据煤层的赋存条件及开采特点, 常用的分类方法有如下几种。



1—煤；2—夹石；3—顶底板  
图 1-1-11 煤层厚度构成

### 1) 按煤层厚度分（不考虑露天开采）

煤层厚度是指煤层顶底板之间的垂直距离。在结构复杂的煤层中，煤层厚度可分为总厚度和可采厚度，如图 1-1-11 所示。按煤层厚度分，可分为薄煤层、中厚煤层、厚煤层和特厚煤层，见表 1-1-1。

### 2) 按煤层倾角分

按煤层倾角分，可以分为近水平煤层、缓倾斜煤层、倾斜煤层和急倾斜煤层，见表 1-1-2。

### 3) 按煤层结构分

按煤层结构分，可以分为简单结构煤层和复杂结构煤层。

简单结构煤层是指没有夹石层的煤层。

复杂结构煤层是指含有一至数层夹石层的煤层。

### 4) 按煤层的稳定性分

煤层的稳定性是指在成煤时期，泥炭沼泽基底不平、边壳不均衡沉降、河流冲蚀作用和地质构造变动等，影响煤层的稳定性，使煤层出现尖灭、分叉、增厚、变薄和切断等现象。按煤层的稳定性分，可分为稳定煤层、较稳定煤层、不稳定煤层和极不稳定煤层。

表 1-1-1 按煤层厚度分

| 煤层厚度/m | ≤1.3 | 1.3~3.5 | >3.5 | >8.0 |
|--------|------|---------|------|------|
| 煤层分类   | 薄煤层  | 中厚煤层    | 厚煤层  | 特厚煤层 |

表 1-1-2 按煤层倾角分

| 煤层倾角/(°) | <5    | 5~25  | 25~45 | >45   |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 煤层分类     | 近水平煤层 | 缓倾斜煤层 | 倾斜煤层  | 急倾斜煤层 |

(1) 稳定煤层：煤层厚度在井田范围内均大于最低可采标准，变化不大，有一定的规律性，结构简单或较简单，全区稳定可采。

(2) 较稳定煤层：煤层厚度有一定的变化，在井田范围内，变化规律性较明显，结构简单至复杂，全区基本稳定可采或大部分可采。

(3) 不稳定煤层：煤层厚度变化大，无明显规律，结构复杂至极复杂，常有增厚、变薄、分叉、尖灭等现象，区内不稳定，大部分可采或局部可采。

(4) 极不稳定煤层：煤层厚度变化特别大，呈透镜状、鸡窝状，一般不连续，很难找出规律，在井田范围内断续分布，区内大部分不可采或只有局部可采。

### 3. 煤层的物理性质

煤层的物理性质主要包括煤的颜色、光泽、层理、节理（裂隙）、硬度、脆度及密

度。

1) 层理

煤在沉积过程中，由于沉积时间的先后不同，形成明显的层次，称为煤层层理。顺层理结构容易使煤分裂成块状。

2) 节理

节理即煤层中的裂隙。开采节理发育的煤层时，容易发生片帮事故。

3) 硬度

硬度是指煤的坚固程度，常用普氏系数（即坚固性系数） $f$ 表示，根据岩石坚固性将煤岩分为七类，见表1-1-3。

表1-1-3 煤的坚固性系数及分类

| 坚固性系数 ( $f$ ) | 1 ~ 1.5 | 2 ~ 3 | 2 ~ 3 | 4 ~ 6 | 8 ~ 10 | 12 ~ 14 | 15 ~ 20 |
|---------------|---------|-------|-------|-------|--------|---------|---------|
| 类别            | 软煤      | 硬煤    | 软岩    | 中硬岩   | 硬岩     | 坚硬岩石    | 最坚硬岩石   |

4) 脆性

煤的脆性是指煤受到冲击或爆破时碎裂成块的性质。煤层越脆越易破碎。

5) 密度

煤的密度是指单位体积煤的质量，单位为  $\text{kg}/\text{cm}^3$  或  $\text{t}/\text{m}^3$ 。通常有三种表示方法，即煤的真密度、煤的视密度和煤的散密度。

(1) 煤的真密度。

煤的真密度是单个煤粒的质量与体积（不包括煤的孔隙的体积）之比。测定煤的真密度常用比重瓶法。煤质化验时常用煤的真密度表示，褐煤的真密度为  $1.3 \sim 1.4 \text{ kg}/\text{cm}^3$ ，烟煤为  $1.27 \sim 1.33 \text{ kg}/\text{cm}^3$ ，无烟煤为  $1.4 \sim 1.8 \text{ kg}/\text{cm}^3$ 。

(2) 煤的视密度。

煤的视密度（又称煤的假密度）是单个煤粒的质量与外观体积（包括煤的孔隙）之比。测定煤的视密度常用涂蜡法和水银法。计算煤的储量时常用煤的视密度。褐煤的视密度为  $1.05 \sim 1.3 \text{ kg}/\text{cm}^3$ ，烟煤为  $1.15 \sim 1.5 \text{ kg}/\text{cm}^3$ ，无烟煤为  $1.4 \sim 1.7 \text{ kg}/\text{cm}^3$ 。

(3) 煤的散密度。

煤的散密度（又称煤的堆密度）是装满容器的煤粒的质量与容器容积之比。煤的散密度是用一定的容器直接测定的。煤的散密度一般为  $0.5 \sim 0.75 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

4. 煤层柱状图

在煤矿生产中，常常需要根据钻孔勘探资料，绘制局部煤层剖面，详细描述该处煤层的顶底板岩层厚度及岩性，表述煤层特性的图，叫做煤层柱状图，如图1-1-12所示。

5. 煤的自燃倾向性

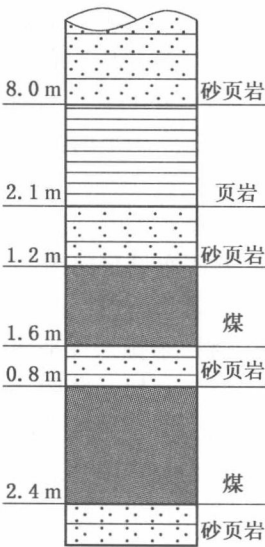


图1-1-12 煤层柱状图