

# 第一部分

## 煤矿生产基本知识



# 第一章 煤矿地质

## 第一节 煤的形成、性质及用途

### 一、煤的形成

煤是由植物埋藏在地下，经过漫长的地质年代和地壳运动，在隔绝空气的情况下，在细菌、压力和温度的作用下，逐步演变而成。

距现在约 2.5 亿年以前地球上水陆纵横 沼泽密布 气候温和湿润 很适合植物的生长 到处是茂密的植物群。植物死亡后 遗骸堆积在充满水的沼泽中，由于地壳变动，泥沙冲积，一层一层地埋在岩层中，在缺氧的条件下，受厌氧细菌的作用，发生复杂的生物化学变化，逐渐变成泥炭。这是成煤过程的第一阶段——泥炭化阶段。

成煤过程的第二阶段是变质阶段，也叫煤化阶段。由于地壳变动和其他原因，泥炭逐渐失去氧、氮和氢，相对地增加了碳的含量，逐渐形成褐煤。随着地壳的运动，地层对褐煤的压力进一步增大，煤层中的温度逐步升高，煤质继续发生变化，煤化过程进一步加深 褐煤逐步变成烟煤 最后变成无烟煤。因此 根据煤的形成过程可以分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤四大类。

### 二、煤的组成及性质

由于成煤的原生物质和成煤的地质地理条件不同，各地区各

种煤的组成和性质有很大差异。煤是不均质的混合物，由有机物质和无机物质两部分组成，主要是有机物质。有机物质由碳、氢、氮、氧及部分硫组成，是可以燃烧的，所以也叫可燃体。无机物质主要是各种矿物杂质，是不能燃烧的。

煤的性质分为物理性质、化学性质、工艺性能和燃烧性能等。

### （一）煤的物理性质

煤的物理性质包括煤岩组成、光泽、硬度、密度和粒度组成等。

煤岩组成可分为镜煤、亮煤、暗煤和丝炭四种。它们在外观上有很大差别。镜煤和亮煤都有光泽，但镜煤的断口呈贝壳状，质地较致密。暗煤和丝炭都无光泽，暗煤的质地坚硬而无层理，丝炭很像碎木屑。

煤的密度包括真密度、视密度和堆积密度。

煤的真密度是煤的主要物理性质之一。在研究煤的煤化程度、确定煤的类别、选定煤在减灰时的重液分选密度等都要涉及到煤的真密指标。

煤的视密度也叫假密度，它是计算煤层储量的重要参数之一。贮煤仓的设计及煤在运输、磨细、燃烧过程中的计算问题都要用煤的视密度。视密度的定义是在 20℃ 时煤的质量与同温度、同体积（包括煤的内外表面孔隙）水的质量之比。故煤的视密度永远低于它的真密度。

根据煤的真密度和视密度，可计算出煤的孔隙度（%）。

$$\text{孔隙度} = \frac{\text{真密度} - \text{视密度}}{\text{真密度}} \times 100\%$$

孔隙度是计算煤层瓦斯含量的重要参数。

煤的堆积密度又叫堆密度或散煤重，它是指单位容积所装载的散装煤炭的质量 ( $\text{t}/\text{m}^3$ ) 由于各种散煤的粒度不同 因而即便是同一煤层开采出来的煤 其堆积密度也会有很大的差别。堆积密度

对煤炭工业和加工利用部门在设计矿车、煤仓、估算煤堆重量、计算商品煤装车量、炼焦炉炭化室和气化炉的装煤量等都有很大的实用意义。

## （二）煤的化学性质

煤的化学性质对煤的利用、贮存和研究煤的结构都有极为密切的关系。主要化学性质有煤的氧化、氢化、卤化、水解等。

煤的氧化是指煤和氧的反应。煤的燃烧是一种较急速的反应。当把煤长期堆放的空气中，虽然看不到放热、发光，但它缓慢地进行氧化，煤的外观和性质都发生了变化，当产生的热量聚集温度达到煤的燃点时，煤就会发火燃烧，这种现象叫煤的自然。

## 三、煤的质量指标

煤的质量是由质量特征来表示的。常见的指标有灰分、水分、挥发分、发热量、硫分、含矸率等。对特殊用途的煤，还有其他一些指标。这些指标一般要经过一定的分析测试才能确定。常见的分析有：煤的工业分析和元素分析。

### （一）煤的工业分析

煤的工业分析包括测定煤的水分、灰分、挥发分和固定碳四项。根据煤的水分和灰分可以大致了解煤中有机物质或可燃物的百分含量；从煤的挥发和固定碳含量又可以大致了解到煤中有机质的性质，根据煤的工业性分析即可判断煤的种类和各种煤的加工利用性能。

#### 1. 水分

煤的水分分内在水分和外在水分两种。吸附或凝聚在煤颗粒内部的毛细孔中的水分称为内在水分；附着在煤颗粒表面上的水称为外在水分。外在水分可以借助于机械方法脱除，内在水分只有火力干燥才能脱出。煤的内在水分变化很大，一般随煤化程度的加

深而减少。

## 2. 灰分

煤的灰分是指煤完全燃烧后的残留物。煤的灰分分为内在灰分和外灰分。来自煤中内在矿物质的灰分叫内在灰分。在采煤和运输过程中混入煤中的外来矿物杂质 矸石 的灰分称为外灰分。外来矿物杂质用洗选方法就可除去。

煤的灰分是衡量煤炭质量的一个重要指标，它不仅影响煤的热值 而且影响其加工利用。在选煤过程中要尽量除去外来的矿物杂质 降低灰分。

## 3. 挥发分和固定碳

把煤样放在与空气隔绝的容器中，在一定高温下加热一定时间后，从煤中分解出来的气体蒸汽状产物的百分率减去煤样所含水分的百分率即为煤的挥发分产率（简称挥发分），剩下的不挥发物称为焦渣。焦渣减去其中的灰分就是煤的固定碳含量。

挥发分和固定碳与煤的煤化程度有关 煤化程度越低的煤 其挥发分越高，而固定碳越低。

挥发分也是评价煤炭质量的一个重要指标。因为它能大致代表煤的煤化程度，是我国煤炭分类的重要依据。

煤的发热量也是煤质分析的一个重要指标，是每单位重量的煤在完全燃烧时所产生的热量。目前，我国计算发热量的单位用  $\text{kJ/kg}$  或  $\text{MJ/kg}$  表示。发热量与煤的煤化程度呈规律性的变化，一般来说 煤化程度越高 煤的发热量越高。

## （二）煤的元素分析

煤的元素分析就是测定煤中的碳、氢、氧、氮和硫等重要元素的含量。

### 1. 碳和氢

碳和氢是煤中的重要成分 在燃烧时能放出大量的热量。煤中

的碳、氢含量都随煤化程度而变化。煤化程度越高，含碳量越高，而含氢量越低。

#### 2. 氧

煤中的氧含量随着煤化程度的加深而降低。

#### 3. 氮

煤中的氮含量不高，一般都在 2% 以下。煤中的氮在燃烧时形成氮的氧化物等有害气体，污染大气。

#### 4. 硫

煤中的硫是有害杂质，含量一般在 0.5%~3%。含硫量超过 3% 的煤称为高硫煤。煤中的硫在燃烧时形成  $\text{SO}_2$ ，污染大气，腐蚀设备； $\text{SO}_2$  在光和热的作用下，被雨带到地面形成酸雨，危害植物生长，下到江河湖泊中影响水中的动植物生长。硫分是评价煤质的重要指标。煤中的硫分为有机硫和无机硫两种。有机硫是在成煤过程中与有机物一起进入煤中的。无机硫又分为硫化铁（黄铁矿）硫和硫酸盐硫。硫化铁硫一般在洗选过程中可被除去一部分。

### 四、煤的用途

根据煤的性质和各行各业对煤炭燃烧和工艺性质的要求，煤的主要用途如下：

(1) 无烟煤。固定碳和发热量高，燃烧时不产生烟。块煤可直接作民用燃料，末煤加工成型（煤球和蜂窝煤等）也可作民用燃料。灰分低、发热量高、硬度小的可作炼铁高炉喷吹燃料及炼铁烧结铁精矿的燃料。据冶金部门提供的资料，1t 灰分低于 12.5% 的无烟煤粉用作高炉喷吹燃料时可顶替 0.8t 焦炭。灰分低的无烟煤可作碳素制品的原料。热稳定性好的无烟煤块煤（粒度在 25mm~75mm）是化肥工业固定床气化的最好原料。

(2) 贫煤。挥发分低，不结焦，可作动力用煤和民用燃料。

(3)瘦煤。挥发分低 结焦性差 主要用作炼焦配煤。块煤也可作蒸汽机车用煤。

(4)肥煤。粘结性能最强，是炼焦配煤的主要煤种。

(5)气煤。在烟煤中，气煤的挥发分产率最高，最适于气化、液化和热解加工以制取化工原料或水煤浆。结焦性能好、低灰的气煤是炼焦配煤的主要煤种之一。我国气煤资源丰富，灰分低，有的钢铁企业在炼焦配煤中，气煤配比高达 40%。气煤也可作动力用煤。

(6)弱粘结煤。末煤供电厂用，块煤供蒸汽机车用。也可用作气化、液化和热解加工及玻璃、陶瓷、烧制水泥炉窑用煤。

(7)不粘结煤。作动力和民用燃料。

(8)长焰煤。主要作动力和民用燃料。

(9)褐煤。主要作发电用煤，也可作气化、液化和热解加工原料。

根据新的分类标准，气煤、1/3 焦煤、气肥煤、肥煤、1/2 中粘煤、焦煤、瘦煤和贫煤等 8 类均属于炼焦用煤的范畴。

## 第二节 煤矿地质构造

### 一、名词解释

#### (一)层理

层理是绝大部分沉积岩的外部特征之一，主要表现在岩石性质沿垂直方向的变化上，例如成分、结构、颜色的变化，因而形成层状构造。层理的基本术语有细层、层系、层系组和层岩层等。

#### (二)节理

岩层受力作用后，可产生裂缝。裂面两侧没有明显的相对位移者称为节理或裂隙。这是与断层相区别的主要标志。

### (三) 断层

岩层或岩体在构造力作用下产生断裂变动,出现裂缝、滑动面和破裂带,沿着裂面两侧具有或大或小的相对位移者,称为断层。断层破坏了煤层的连续性和完整性,对煤矿安全生产影响极大。

### (四) 煤岩层产状要素 见图 1-1)

(1)走向。岩层与水平面相交的线称为走向线,走向线的方向即走向。

(2)倾向。就是岩石的倾斜方向,岩层面上与走向垂直的线称斜线,沿倾斜由高向低指引的方向线在水平面上投影,称倾向。

(3)倾角。岩层倾斜面与水平面的夹角,称倾角。

岩层产状要素的表示方法,一般为象限角法和方位角法二种。象限角表示法记录走向,倾向象限,如  $N30^{\circ}E, 27^{\circ}SE$  即走向北偏东  $30^{\circ}$  倾向南东,倾角  $27^{\circ}$ 。也有记作走向  $N30^{\circ}E$  倾向南东 倾角  $27^{\circ}$ 。方



图 1-1 岩层的产状要素

位角表示法用的较少。在图纸上表示的符号： $a \xrightarrow{c} b$ 。ab

为走向, cd 为倾向,  $27^{\circ}$  表示倾角。

(4)煤岩层厚度。指煤岩层顶、底界线之间的垂直距离即为煤岩层的真厚度。

## 二、常见的几种地质构造

### (一) 褶皱构造

岩层受力后,产生弯曲但仍保持其原有的连续性,这种构造形

态称褶皱构造。它的基本单位是褶曲，表现为岩层的一个弯曲，基本形式是背斜和向斜（见图 1-2）。

(1)核。泛指褶皱弯曲的核心部位。

(2)翼部。泛指褶皱核部两侧的岩层。

## (二)断层

### 1. 断层要素

断层要素是指断层面、断盘、断层线、断煤交面线和断距（见图 1-3）。

(1)断层面。岩层发生相对位移的断裂面。

(2)断盘。断层面两侧相对移动的岩块。相对上升的岩块叫上升盘，相对下降的岩块叫下降盘；当断层面倾斜时（大多数是倾斜的）在断裂面上面的岩块叫上盘（下降盘）在断裂面下面的岩块叫下盘（上升盘）。当断层面直立时，则无上、下盘之分。

(3)断层线。断层面即水平面（地面）的交线称断层线，亦即断层走向线。断层面与煤层层面的交线，简称交面线（见图 1-4）。

断层面的空间状态可用走向、倾向和倾角表示。

断层走向线所指的方向即断层走向；垂直于走向的线，为断层面倾斜线，沿倾斜线由高向低指引的方向在水平面上投影即为断层面倾向，也称断层倾向；断层面与水平面的交角为断层面的倾角。表示方法与岩层相同。

(4)断距。断层两盘相对位移的距离（见图 1-5）。

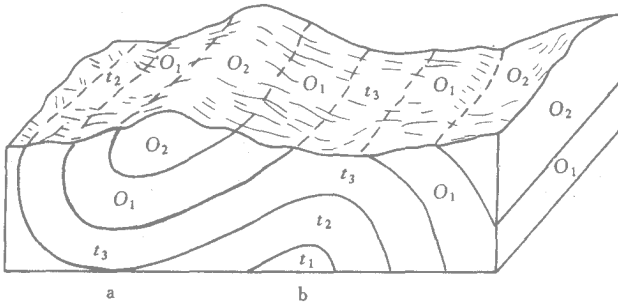
一般把铅直断距（垂距）叫落差。

### 2. 断层分类

根据断层两盘岩块相对移动的方式可以将断层分为以下几种（见图 1-6）：

(1)正断层。沿断层面上盘相对下降，下盘相对上升。

(2)逆断层。沿断层面上盘相对上升，下盘相对下降为逆断层。



背斜和向斜在剖面上和平面上的特征

a—向斜 b—背斜

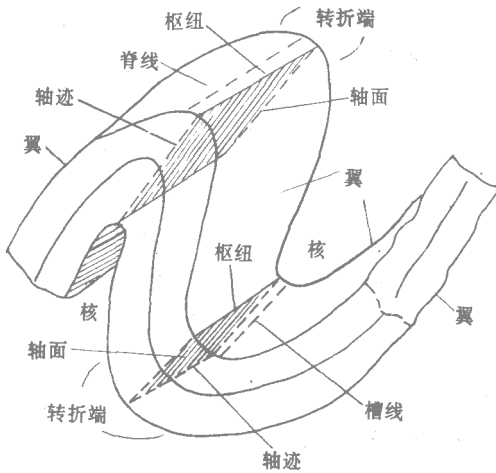


图 1-2 褶皱构造 (示意)

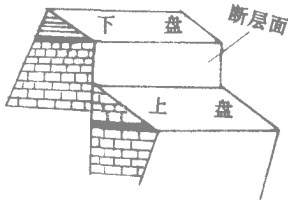


图 1-3 断层 (示意)

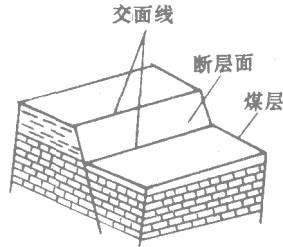


图 1-4 交面线 (示意)

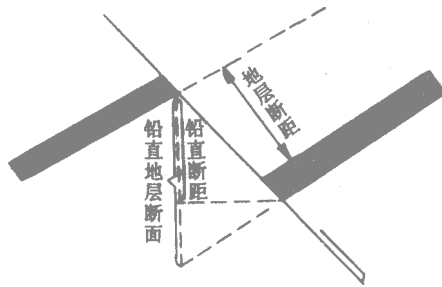


图 1-5 断层断距 (示意)

如果断层面倾角小于  $45^\circ$  则称逆掩断层 (见图 1-7)。

(3) 平推断层。如果断层的上、下盘只有水平方向位移 称平推断层。

根据断层走向与地层产状的关系分类；有断层走向与岩层走向一致的走向断层；断层走向与岩层倾向一致的倾向断层；断层走向与岩层走向斜交的斜交断层。

### (三) 岩溶陷落柱

由于埋藏在煤系地层下部的可溶性岩矿体 在地下水的物

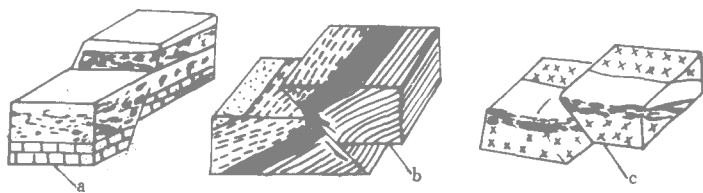


图 1-6 断层分类

a—正断层    b—逆断层    c—平推断层

理、化学作用下形成了大量的岩溶空间，其上覆岩层、矿层受重力作用而塌陷。因为塌陷体的剖面形状似一柱体，故称岩溶陷落柱或简称陷落柱。

陷落柱在华北的一些矿区（井）中有时可以见到，如河南省的鹤壁矿区就有。陷落柱发育的矿区常使煤层遭到破坏，使部分可采煤层失去开采价值。在水文地质条件比较复杂的矿井，陷落柱常是地下水的良好通道，给安全生产造成严重威胁。

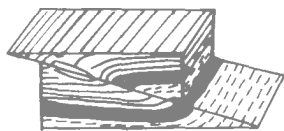


图 1-7 逆掩断层

### 三、煤层要素

#### （一）煤层的结构

煤层结构类型的划分是以煤层内有无比较稳定的夹石层来确定的。煤层的夹石层，俗称“夹矸”。煤层中夹有呈层状的较稳定的“夹矸”，且数目不等，少则一至数层，多则几十到几百层。这种煤层称为复杂结构煤层。反之，则称为简单结构煤层。

## (二) 煤层厚度

煤层厚度是指煤层顶、底板之间的垂直距离。

根据我国现行的能源政策和煤炭资源状况，按当前煤矿的开采技术水平，煤炭部规定的最低可采厚度详见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 一般地区可采煤层厚度规定

煤 种		炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤	
最低可采厚度 (m)	矿 井	<25°	0.7	0.8	1.0
		25°~45°	0.6	0.7	0.9
		>45°	0.5	0.6	0.8
	露天		1.0	1.0	1.0
最高灰分(A%)		40	40	40	

表 1-2 缺煤地区可采煤层厚度规定

煤 种		炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤
最低可采 厚度(m)	<25°	0.6	0.7	0.8
	25°~45°	0.5	0.6	0.7
	>45°	0.4	0.5	0.6
最高灰分(A%)		40	50	40
最低发热量(QDw kJ/kg)			12 560.4	8 373.6

## (三) 煤层分类

煤层分类见表 1-3。

表 1-3 煤层分类

分类依据	煤层名称	特 征
煤层倾角	近水平煤层	$<5^\circ$
	缓倾斜煤层	$5^\circ \sim 25^\circ$
	倾斜煤层	$25^\circ \sim 45^\circ$
	急倾斜煤层	$>45^\circ$
煤层厚度	极薄煤层	0.3m~0.5m
	薄煤层	0.51m~1.30m
	中厚煤层	1.31m~3.5m
	厚煤层	3.51m~8.0m
	特厚煤层	8.0m 以上

煤层的厚度并不是一成不变的，而是变化很大，煤层厚度的变化是衡量煤层稳定性的一个主要标志。煤层厚度在井田范围内均大于可采厚度，且有一定的规律。称稳定煤层，厚度有一定变化，但大部可采；称较稳定煤层，其厚度变化很大，常有分叉、尖灭、增厚、变薄等现象，且有相当面积不可采，称不稳定煤层；极不稳定煤层，其厚度变化很大，常呈鸡窝状分布，井田内仅局部可采。

#### (四) 煤层顶、底板

在煤系剖面的正常层序中，直接覆盖于煤层的沉积岩层称为煤层顶板。直接下伏于煤层的沉积岩层称为煤层底板。煤层顶、底板的岩性及其与煤层的接触关系，是评价煤层开采技术条件的工程指标。

煤层顶板按岩性、层厚和岩石硬度不同，可分为以下三类：

(1) 伪顶。指直接覆盖在煤层之上的松软较薄的岩层，一般为炭质、泥质页岩，与煤体采出同时脱落。

(2)直接顶。直接覆盖于伪顶或煤层之上的一层或几层岩层，厚度不定，不很坚硬，一般采煤后随回柱而自行垮落。直接顶多由泥质页岩、粉砂岩组成。但也有因岩石坚硬而强迫垮落的。

(3)老顶。覆盖在直接顶之上厚而坚硬的岩层。一般由砂岩、石灰岩组成。回柱后不随直接顶一起垮落，老顶可能维持很大的暴露面积。

上述三类顶板，有的地方并不同时存在。

煤层底板有直接底与老底之分。直接底板一般由炭质页岩组成，遇水容易产生滑动，也有的吸水膨胀，支撑力较弱。老底一般由比较坚硬的岩石如砂岩、石灰岩等组成，支撑力较强。

#### (五)河南省煤层赋存情况

河南省煤炭资源位于全国第十位。已探明煤田 20 个，储量 223 亿 t。当前开采的煤层在地质时代上讲，以石炭—二叠纪为主，在已探明的储量中，该成煤期储量约占总量的 87%。其中又以早二叠纪山西组的二<sub>1</sub>煤为主，约占全省总量的 2/3。二<sub>1</sub>煤俗称大煤，在平顶山地区又称己<sub>17-18</sub>煤（义马煤田系侏罗纪）。从煤种上讲，从褐煤到烟煤均有，以无烟煤为主，炼焦用煤相对较少，可以说河南省煤炭资源丰富，煤种齐全。

## 第三节 矿井储量

### 一、储量级别

根据煤炭部 1983 年颁发的《生产矿井储量管理规程》(试行)规定，煤炭储量分为四级，即 A 级、B 级、C 级和 D 级。A 级和 B 级称为高级储量。确定各级储量的条件，规程也有具体规定。

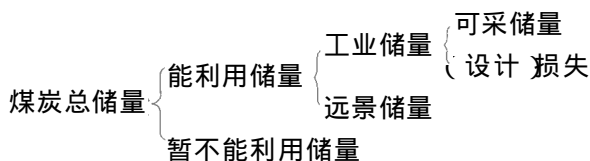
储量计算的深度，最大深度一般不超过 1 000m。小型矿井不

超过 600m 老矿井深部不超过 1 200m。

储量计算必须在专门的图纸上进行。储量以吨 (t) 为单位 汇总时以万吨 (万 t) 为单位。

## 二、储量的分类

储量的类别表示可供开采和利用的条件。根据我国的能源政策和煤炭资源能利用程度进行分类，其关系可用以下形式表述：



现将各类储量的含义简述如下：

**煤炭总储量：**指矿井井田技术边界范围内，通过地质手段查明，符合煤炭储量计算标准要求的全部煤炭储量。亦称生产矿井总储量。

**能利用储量：**又称平衡表内储量。指煤层的厚度、质量符合当前煤矿开采经济技术条件的储量。通俗地讲，即现在可以开采的那部分储量。它又分为工业储量和远景储量。

**工业储量：**在能利用储量中，可以作为设计和投资依据的那部分储量。一般指 A、B、C 级之和。

**可采储量：**指工业储量中，可以采出来的那部分储量。工业储量减去设计损失量，即为可采储量；设计损失是指矿井设计中，根据国家技术政策规定，允许丢失在地下的那部分储量。

**远景储量：**指在能利用储量中，研究程度不足，只能作为地质勘探设计和矿区发展远景规划依据的那部分储量。一般指 D 级储量。

**暂不能利用储量：**又称平衡表外储量。指煤层的厚度、质量不