

高等学校教学用书

采煤概论

(修订本)

焦作矿业学院 阜新矿业学院 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科学技术基础知识。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、矿井生产系统以及水力采煤、露天采煤、煤的地下气化等几部分。

本书是煤炭高等学校煤田地质勘查、矿山测量、矿业机械、工业电气自动化、工业管理工程等专业的《采煤概论》课程的教材，也可供煤矿职工大学、电视大学有关专业使用，并可供有关工程技术人员参考。

责任编辑：刘泽春

高等学校教学用书

采 煤 概 论

(修 订 本)

焦作矿业学院 阜新矿业学院 编

煤炭工业出版社 出版

(北京崇文门外大街平遥门内21号)

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787×1092¹/₁₆ 印张17¹/₄

字数418千字 印数1—20,100

1986年4月第1版 1986年4月第1次印刷

书号15035·2797 定价2.90元

前 言

本书是1980年版的修订本。

修订本仍由焦作矿业学院、阜新矿业学院编写。其中：第一篇和第二篇，第四篇和第七篇的第二十二章、二十四章，第五篇和第六篇，分别由焦作矿业学院柴一言、邓文福、徐卫中同志编写。第三篇的六、七、八章、第九章和第七篇的第二十三章，分别由阜新矿业学院戴振成、于福元同志编写。焦作矿业学院邓文福同志任主编。

本书遵照我国现行的《煤炭工业技术政策》、《煤炭工业设计规范》、《煤矿安全规程》以及有关煤炭工业发展的方针政策规定精神，对原书中有关章节内容进行了改写、增删，调整了部分章节的系统，并更换了部分插图。

《采煤概论》是一门系统地讲述煤矿生产建设科学技术基础知识的课程。其任务是使学员懂得煤炭工业在我国国民经济中的重要性，并能对煤矿生产建设科学技术的现状及发展方向有个全面、概括性的了解，明确所学专业在煤矿生产建设中的位置，为学好有关专业课奠定基础。

本书选材的深度和内容，考虑到在授课时结合矿井认识实习安排一定的现场教学，并利用焦作矿业学院制作的教学幻灯片。

兄弟院校的有关教师对本书的修订工作，给予了热情的支持和帮助，编者对此深表谢意。

由于编者知识水平的限制，书中一定存在某些缺点和错误，我们恳切希望读者提出批评意见，以便不断地提高教材质量。

编 者

1985年6月

目 录

第一篇 煤矿地质

第一章 煤矿地质知识	1
第一节 地质作用、地壳的物质组成及地史的概念	1
第二节 煤的形成及煤系	7
第三节 煤的性质及工业分类	8
第四节 煤层的埋藏特征	11
第五节 煤田地质勘探及矿井储量	16
第二章 煤矿地质图	18
第一节 地质图件绘制的特点	18
第二节 地形图	20
第三节 煤层等高线图	22
第四节 煤矿常用的其他地质图件	24
第五节 读图方法	25

第二篇 井田开拓

第三章 井田开拓的基本问题	28
第一节 煤田划分为井田	28
第二节 矿井储量、年产量和服务年限	30
第三节 井田再划分	32
第四节 井田内的开采顺序	37
第五节 井田开拓的概念	39
第四章 井田开拓方式	41
第一节 斜井开拓	41
第二节 立井开拓	48
第三节 平硐开拓	50
第四节 综合开拓	51
第五节 煤层群开拓	53
第五章 井田开拓中几个问题的分析	55
第一节 井硐位置及数目的确定	55
第二节 开采水平的确定	57
第三节 阶段大巷布置	59
第四节 井底车场	62
第五节 矿井开拓延深	65

第三篇 井巷掘进与支护

第六章 钻眼爆破	68
----------------	----

第一节	岩石的性质及分级	68
第二节	钻眼工作	69
第三节	爆破工作	75
第七章	巷道支护	80
第一节	巷道地压的概念	80
第二节	巷道支护及其材料	83
第八章	水平及倾斜巷道掘进	89
第一节	巷道断面形状及尺寸	89
第二节	岩巷掘进	93
第三节	煤及半煤岩巷道掘进	104
第四节	倾斜巷道掘进的特点	108
第五节	硐室及交岔点的施工方法特点	111
第九章	立井开凿	114
第一节	立井断面形状与尺寸	115
第二节	立井普通开凿法	116
第三节	特殊凿井方法	125
第四节	立井井筒延深	130

第四篇 采煤方法

第十章	采煤方法总论	134
第一节	采煤方法的概念	134
第二节	影响采煤方法选择的因素	135
第三节	采煤方法的分类	136
第十一章	缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层长壁采煤法回采工艺	138
第一节	回采工作面的采煤工作	138
第二节	回采工作面支护与采空区处理	146
第三节	综合机械化采煤	155
第四节	回采工作面循环工作组织	159
第十二章	缓倾斜、倾斜薄及中厚煤层长壁采煤法采区巷道布置	161
第一节	单一煤层走向长壁采煤法采区巷道布置	161
第二节	煤层群采区巷道联合布置	162
第三节	近水平煤层石门盘区巷道布置	167
第四节	倾斜长壁采煤法巷道布置	168
第五节	采区主要参数	170
第十三章	缓倾斜、倾斜厚煤层倾斜分层采煤法	175
第一节	厚煤层采煤法的概念	175
第二节	倾斜分层下行垮落走向长壁采煤法	176
第三节	倾斜分层上行充填走向长壁采煤法	179
第十四章	急倾斜煤层采煤法	183
第一节	急倾斜煤层开采特点	183
第二节	急倾斜煤层采煤法	184

第五篇 矿井通风与安全

第十五章	矿井通风	192
第一节	矿井通风的任务与矿内空气	192
第二节	矿井通风压力和通风阻力	194
第三节	矿井通风动力	195
第四节	矿井通风系统	197
第五节	矿井总风量的计算	200
第六节	采区通风系统	200
第七节	掘进通风方法	201
第八节	矿井通风构筑物	202
第十六章	矿井沼气与矿尘	204
第一节	矿井沼气的生成及存在状态	204
第二节	矿井沼气涌出量	205
第三节	沼气爆炸及其预防	206
第四节	沼气喷出与突出及其预防	207
第五节	沼气抽放	209
第六节	矿尘	210
第十七章	矿井火灾的防治	212
第一节	矿井火灾	212
第二节	煤炭自燃及其预防	213
第三节	外因火灾的预防	214
第四节	井下灭火	215
第十八章	矿井防水和排水	216
第一节	矿井水源和涌水通道	216
第二节	矿井防水	217
第三节	矿井排水	218

第六篇 矿井其它生产系统

第十九章	矿井运输和提升	220
第一节	矿井运输、提升的任务及方式	220
第二节	输送机运输	220
第三节	轨道运输	225
第四节	矿井提升	228
第二十章	矿井地面生产系统及工业场地	233
第一节	概述	233
第二节	矿井地面生产系统的类型	235
第三节	矿井地面工业场地	235
第二十一章	矿井供电及压风设备	237
第一节	矿井供电系统	237
第二节	矿井电器设备的类型	240
第三节	压缩空气设备	241

第七篇 水力采煤、露天采煤、煤的地下气化

第二十二章 水力采煤	243
第一节 水力采煤矿井的生产系统	243
第二节 水采矿井的开拓	245
第三节 水力采煤方法	247
第四节 水力采煤存在的问题及改进方向	249
第二十三章 露天采煤	250
第一节 概述	250
第二节 露天采煤的主要工艺过程	252
第三节 开拓、开采及露天开采境界的确定	262
第四节 露天开采技术发展趋向	268
第二十四章 煤的地下气化	269
第一节 煤的地下气化原理	269
第二节 煤的地下气化系统及工艺过程	270
第三节 煤炭地下气化的适用条件及发展动向	272

第一篇 煤 矿 地 质

第一章 煤矿地质知识

埋藏在地下的煤和其他矿产资源，都是地壳物质运动和各种地质作用的产物。因此，了解地壳物质运动的规律，认识煤炭资源的形成与各种地质作用的关系，了解煤层的性质及其埋藏特征，是从事采矿工作必须具备的基本知识。

第一节 地质作用、地壳的物质组成及地史的概念

地壳是煤及各种矿产资源形成和赋存的地方，各种矿产资源的形成和赋存与地壳的物质运动及演化有密切关系。同时，地球表面生物的生长、发育及死亡的整个过程也不断地改变着地球表面各种元素和矿物的分布，使某些元素离散或集中形成有价值的矿产。例如，生物的遗体可以直接堆积变化成煤、石油等。这一切都是地壳物质在地质作用下运动和演变的结果。因此，研究地壳的物质组成以及在地质作用下的地壳物质运动，是掌握矿床形成和埋藏规律的基础。

一、地质作用

地球在不停地转动，组成地壳的物质也在不停地运动着。在漫长的地质年代中，由于自然动力引起地壳物质组成、内部构造和地表形态变化与发展的作用称为地质作用。地质作用按其能源及作用场所可分为内力地质作用和外力地质作用。

1. 内力地质作用

由地球内部能量引起的地壳物质成分、内部构造、地表形态发生变化的地质作用，它包括地壳运动、岩浆活动、变质作用和地震作用等。

地壳运动 即地球内部动力引起的地壳变形和变位。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。

岩浆活动 是地下的岩浆沿地壳裂缝上升，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的全部过程。岩浆喷出地表叫做火山作用，未达地表的岩浆活动称为岩浆侵入活动。煤矿区如果有岩浆活动的影响，将会给煤矿生产增加困难。

变质作用 地壳深部的岩石在高温高压和化学性活泼的流体作用下，岩石的结构、构造及化学成分产生变化，形成新的岩石的作用。

地震作用 地震是地壳的快速震动，是地壳运动的一种形式，是岩石能量积累突然释放的结果。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。

2. 外力地质作用

它作用在地表表层，主要是由地球以外的太阳辐射能、日月引力能等引起。它能使地表形态发生变化和地壳表层化学元素产生迁移、分散和富集。按其作用方式可分为：

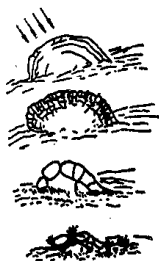


图 1-1 岩石的风化过程示意图

风化和剥蚀 暴露在地表的岩石经受着风吹雨打、日晒夜露，以及生物活动等影响，岩石在原地遭到破坏，产生崩裂、破碎或分解、溶化，岩石的这种破坏变化过程称为风化作用，如图1-1所示。以风雨、流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的过程称为剥蚀作用。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重又受到风化。

搬运和沉积 风化和剥蚀作用的产物，由风、流水等搬运到别的地方的过程称为搬运作用。被搬运的物质经过一段路程的搬运，随着搬运力量的减弱或消失，逐渐在低洼地区沉积下来称为沉积作用。最主要的沉积区是内陆湖泊、沼泽和海洋。

固结成岩 是指松散的沉积物逐步变成坚硬的沉积岩的过程。其变化过程主要有：沉积物在压力作用下颗粒紧密排列，挤出水份，体积缩小，称为紧压；把砾石、砂粒等屑碎物粘结起来的过程称为胶结；当细小的沉积物颗粒集中合并而发育成较大的晶体的过程称为重结晶。

从以上可见，不断地破坏着岩石，雕刻着地表，又不断地生成新岩石，就是外力地质作用的整个过程。伴随着外力地质作用的进行，可以形成各种沉积矿产。

内力地质作用和外力地质作用彼此间有着密切的关系。外力地质作用在很大程度上受地壳运动的制约。风化、剥蚀过程主要在地壳上升隆起的地区进行，而其进行的强度也与地壳上升隆起的幅度和速度有关。沉积、固结成岩过程主要在地壳下降沉陷地区形成，沉积物物质成分，沉积的厚度和分布范围等，都受着地壳沉降的幅度和速度的控制。因此，当各地区的升降运动不一致时，就会造成各地区的沉积岩在分布范围、岩石性质、厚度和层数上的差异。总之，在各种地质作用中，起主导作用的是地壳运动，它控制了其它地质作用的存在和发展。

二、地壳的物质组成

地壳是由岩石组成的，岩石则是由一些细小的矿物颗粒组成。

1. 矿物 是由一种或多种元素在地质作用下形成的，具有比较固定的化学成分和物理性质的自然产物。

自然界中的矿物种类繁多，有自然金（Au）、自然银（Ag）、石墨（C）等由一种元素形成的矿物，也有由两种元素化合而成的矿物，如石英（ SiO_2 ）、黄铁矿（ FeS_2 ）、磁铁

矿 (Fe_2O_3) 等等, 还有更多的矿物是由多种元素组成, 如方解石 (CaCO_3)、正长石 (KAlSi_3O_8)、高岭石 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 等等。目前已知的矿物有2000多种。

组成岩石的常见矿物, 称为造岩矿物。主要造岩矿物通常有: 石英、长石、云母、方解石、白云石、辉石、角闪石、菱铁矿、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿以及粘土矿物等20余种。

2. 岩石 岩石是矿物的集合体。组成地壳的岩石种类繁多, 按照生成原因, 可以将岩石划分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类别。

岩浆岩 是地球内部的高温熔融状态的岩浆, 沿地壳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。根据岩石矿物成分中 SiO_2 含量的多少, 岩浆岩又分为酸性、中性、基性和超基性四种岩类。岩浆岩中最主要的造岩矿物有: 石英、正长石、斜长石、白云母、黑云母、角闪石、辉石及橄榄石等八种。前四种是浅色矿物, 后四种是暗色矿物。岩浆岩的颜色取决于浅色矿物和暗色矿物的含量比, 浅色矿物富含 SiO_2 , 因此, 一般可以根据岩石的颜色来推断岩浆岩的岩类。

各类岩浆岩的主要组成矿物及岩石颜色如表1-1所示。

表 1-1

岩 石 名 称	岩 类	SiO_2 含量	主要矿物	颜色	有关的矿产
花岗岩、花岗斑岩、流纹岩	酸性岩	75~65%	石英、正长石、云母	浅	铁、铅、锌、钨、锡、钼、金、银及稀有元素
闪长岩、闪长玢岩、安山岩	中性岩	65~52%	斜长石、角闪石	↓	铁、铜、铝、锌、银、金
辉长岩、辉绿岩、玄武岩	基性岩	52~45%	辉石、斜长石	↓	铁、钛、钒、钼、镍、铂
橄榄岩、金伯利岩	超基性岩	<45%	橄榄石、辉石	深	铂、铬、钴、镍、金刚石、石棉

超基性岩类在地壳中分布很少, 在煤矿区则更少见到。

变质岩 原有的岩浆岩、沉积岩或变质岩在地壳中受到高温、高压及化学性活泼的气体或液体的影响, 岩石的物理和化学性质发生变化, 变成一种新的岩石, 称为变质岩。常见的变质岩有: 由石灰岩、白云岩变质而成的大理岩, 由石英砂岩变质而成的石英岩, 以及由其它岩石变质而成的片麻岩、片岩、千枚岩、板岩等。

沉积岩 沉积岩是在地壳表层环境中形成的岩石。是暴露于地表的原有岩浆岩、沉积岩、变质岩, 经受外力地质作用被风化、剥蚀成碎块或碎屑的物质和溶解物质, 经搬运、沉积和固结成岩作用而形成的新的岩石。

沉积岩分布最广, 地表约75%的面积都覆盖有沉积岩, 有许多重要的矿产如煤、油页岩、岩盐等本身就是沉积岩。

由于先后沉积的物质在成分、粒度、颜色、形状等方面的差异, 沉积岩显示出有明显的成层现象, 称为层状构造。岩石之间的界而称为层面。岩层上、下层而之间的垂直距离为层厚。岩层两个层面之间更细微的成层现象称为层理, 如图1-2所示。沉积岩层而上有时还保留有反映沉积时代环境的某些特征, 如波痕、泥裂等, 称为层而构造, 如图1-3。

沉积岩在沉积物沉积的过程中, 往往有生活在当时的某些生物的遗体 and 遗迹被沉积物

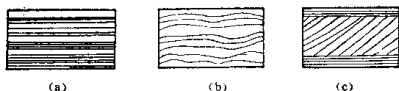


图 1-2 岩层层理示意图
(a)—水平层理；(b)—波状层理；(c)—斜层理



图 1-3 波痕

所掩埋，这些生物遗体的有机物质逐渐被矿物质交代、充填，这样，在岩石中就保留了原来古生物的形体或痕迹，称为化石，如图1-4所示。在沉积岩中有时可见到团块状、椭球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。有成层构造和层理，具有层面构造，含有古生物化石和结核等是沉积岩的重要特征。根据沉积岩岩石的这些特征，可以推断岩石形成的地质时代和生成环境。

沉积岩按物质成分和成因可分为碎屑岩类、粘土岩类及化学和生物化学岩类。这些岩类在煤矿区都能见到。矿区常见的有以下几种沉积岩：

角砾岩 堆积在山坡下的一些有棱角的大小不同的碎石块，后来被矿物质胶结起来成为岩石，其中直径大于2mm以上的碎屑占50%以上，如图1-5所示。

砾岩 在搬运过程中被磨去棱角的石块和岩屑被矿物质胶结起来就成为砾岩，其中直径大于2mm的碎屑占50%以上，如图1-6所示。

砂岩 砂岩中的碎屑颗粒有50%以上在直径2~0.1mm之间。按照碎屑直径大小，砂岩可分为粗砂岩（碎屑直径为2~0.5mm），中粒砂岩（碎屑直径0.5~0.25mm）、细砂岩（碎屑直径0.25~0.1mm）。碎屑成分以石英、长石为主，以及白云母和其他暗色矿物。胶结物有钙质、硅质、铁质和泥质等。砂岩的坚固性主要取决于岩石的厚度、成分、胶结物质以及岩石受地质构造影响的程度。

粉砂岩 主要由直径0.1~0.01mm的细碎屑组成。其外表象泥岩，但用手摩擦有轻微的粗糙感。

以上几种岩石均为碎屑岩类。

泥岩及页岩 是由各种粘土矿物紧压而成的岩石，属于粘土岩类。其颗粒直径小于



图 1-4 动物化石

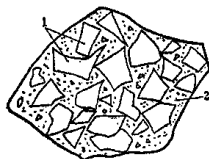


图 1-5 角砾岩

1—角砾石, 2—胶结物质

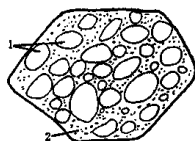


图 1-6 砾岩

1—砾岩, 2—胶结物质

0.01mm, 肉眼不能分辨, 结构致密。厚层状或没有明显层理的叫泥岩、薄层而层理发育的叫页岩。

石灰岩 矿物成分主要是方解石, 一般为白色或灰色, 含杂质较多时为深色, 有致密状、结晶状和鲕状, 性脆, 遇稀盐酸发生化学反应放出气泡。石灰岩既能是化学沉积而成, 也能是生物化学沉积而成。石灰岩容易被水溶解形成空洞。

三、地史的概念

地球形成已有四十五亿年以上的历史。在漫长的岁月里, 地壳在不停地运动, 地球上

表 1-2 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_z	第四纪 (系) Q	全新世 (统) 更新世 (统)	2或3		
	第三纪 (系) R	新第三纪 (系) N	25		
		老第三纪 (系) E	70		哺乳动物
				被子植物	
中生代 (界) M_z	白垩纪 (系) K	晚 (上) 白垩世 (统) 早 (下) 白垩世 (统)	135		
	侏罗纪 (系) J	晚 (上) 侏罗世 (统) 中 (中) 侏罗世 (统) 早 (下) 侏罗世 (统)	180		
	三迭纪 (系) T	晚 (上) 三迭世 (统) 中 (中) 三迭世 (统) 早 (下) 三迭世 (统)	225		爬行动物
				裸子植物	
古生代 (界)	二迭纪 (系) P	晚 (上) 二迭世 (统) 早 (下) 二迭世 (统)	270		
	石炭纪 (系) C	晚 (上) 石炭世 (统) 中 (中) 石炭世 (统) 早 (下) 石炭世 (统)	350		两栖动物
	泥盆纪 (系) D	晚 (上) 泥盆世 (统) 中 (中) 泥盆世 (统) 早 (下) 泥盆世 (统)	400		
				孢子植物	鱼类
(界) P_z	志留纪 (系) S	晚 (上) 志留世 (统) 中 (中) 志留世 (统) 早 (下) 志留世 (统)	440		
	奥陶纪 (系) O	晚 (上) 奥陶世 (统) 中 (中) 奥陶世 (统) 早 (下) 奥陶世 (统)	500		
	寒武纪 (系) e	晚 (上) 寒武世 (统) 中 (中) 寒武世 (统) 早 (下) 寒武世 (统)	600		无脊椎动物
元古代 (界) P_t	震旦纪 Z (系)		1700	蓝藻类	
太古代 (界) A_t			4500 6000?		
地球最初发展阶段					

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、矿物和生物的形成与发展，也有着岩石、矿物和生物的破坏和淘汰。为了便于研究，通常根据地壳运动及古生物的发展，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。为了反映更短的时间间隔内地壳的变化，代以下又分为若干纪，纪以下又分为世。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。各个地质时代内所生成的地层相应地称为界、系、统，它是国际统一的地层单位。

地球的演变和发展历史，通常用地质年代来概括，如表1-2所示。

第二节 煤的形成及煤系

一、煤的形成

煤是由古代植物遗体演变而形成的。

在古代成煤时期，地球上气候温暖而潮湿，植物生长茂盛，特别是湖泊沼泽地带密布着茂密的森林或水生植物。死去的植物遗体堆积在湖泊沼泽底部，随着地壳缓慢下沉逐渐被水覆盖与空气隔绝。在细菌参与的生物化学作用下，植物遗体开始腐烂分解，有的变成气体跑掉，有的变成液体失散，被保留下来的部分变成泥炭层。植物遗体演变成为泥炭的过程称为泥炭化阶段。

随着时间推移，地壳继续缓慢下沉，泥炭层被水携带来的泥砂等物质覆盖，并且覆盖层逐渐加厚。在压力和温度的影响下，泥炭层逐渐失去水分而致密起来，这时泥炭就变成了褐煤。

随着地壳继续下沉，覆盖层不断加厚，褐煤在地下深处受到高温和高压的影响，含碳物质进一步富集，氧和水分的含量进一步的减少，比重增大，颜色变深，硬度增加，逐渐地变成了烟煤，煤的这种变质过程称为煤化阶段。随着变质程度的进一步增高，烟煤会变成无烟煤。在个别情况下，无烟煤可能进一步变质成为一种不能燃烧的矿产——石墨。

低等植物经过相似于泥炭化的腐泥化阶段及煤化阶段形成腐泥煤。

植物遗体演变成煤的变质过程如图1-7所示。

由上述可见，要形成有开采价值的煤层，必须具备下列条件：

植物条件 植物遗体是成煤的原料，没有植物生长就不可能有煤形成。因此，在漫长的地质历史中，成煤的时期应该是有植物大量繁殖的时代。例如，我国最主要的三个聚煤时期（石炭二叠纪、侏罗纪和第三纪），就分别是植物界的孢子植物、裸子植物和被子植物繁殖的极盛时代。

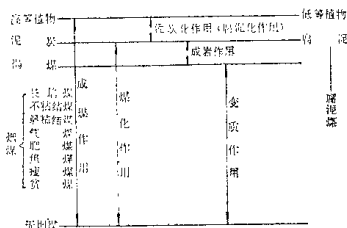


图 1-7 成煤过程划分示意图

气候条件 植物生长直接受气候影响。只有在温暖潮湿的气候条件下,植物才能大量繁殖。同时,植物遗体只有在沼泽地带才能被水淹没避免完全氧化而逐渐堆积。沼泽的发育则要求有潮湿的气候。因此,温暖和潮湿的气候是成煤的重要条件。

地理环境 要形成分布面积较广的煤层,必须有能够适于植物大面积繁殖和遗体堆积的地理环境,存在大面积沼泽化的自然地理条件。通常,滨海平原、海湾泻湖、内陆大湖、山间盆地、宽阔的河漫滩、河口三角洲等广阔平坦的地方,受地壳升降的影响,容易发育为大片的沼泽地带。

地壳运动 地壳运动对煤的形成影响是多方面的。泥炭层的积聚要求地壳发生缓慢下沉,而下沉速度最好与植物遗体堆积的速度大致平衡,这种状态持续的时间越久,形成的泥炭层越厚。泥炭形成以后,地壳出现较大幅度 and 较快的沉降,则有利于泥炭层的保存和转变成煤的过程。地壳在总的下降过程中,若发生多次升降和间歇性的下沉,则可能在同地区形成多煤层。

在地球发展的历史过程中,只要某个地区同时具备了上述四方面的条件,并彼此配合得很好,持续的时间较长,就可能形成很厚的煤层或多层煤层,成为重要煤田。否则,不可能有煤形成。如果四个条件出现是短暂的,虽然能有煤生成,但是,不一定具有开采价值。

二、煤系的概念

由上述可知,在煤的形成过程中,煤层上下同时形成许多岩层。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来命名的,例如,我国华北的石炭二迭纪煤系,东北的侏罗纪煤系,华南的晚二迭世煤系等。此外,也可采用煤系发育良好,研究较早的地区来命名,例如,华南的晚二迭世煤系,在江苏龙潭、江西乐平等地研究较早,所以被称为龙潭煤系或乐平煤系。因此,同一地质时代形成的煤系在不同的地区,常有不同的地区性名称。

煤系是在温暖潮湿的气候条件下形成的,它富含植物物质,所以煤系岩石的颜色也往往是灰色、灰黑色、灰绿色、黄绿色为主。

在煤系中,除含有煤矿床外,还经常伴生有其他沉积矿产,如油页岩、铝土矿、菱铁矿、黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿等。因此,在开发煤田时,还应考虑综合开发其他矿产的可能性。

第三节 煤的性质及工业分类

由于成煤的原始物质、生成环境及所受的变质作用不同,煤的种类很多,其物理性质和化学组成也有差别。性质不同的煤在工业上的用途是不相同的。因此研究煤的性质,正确地_对煤进行分类,是合理开发煤炭资源的重要前提。

一、煤的性质

1. 煤的物理性质

煤的物理性质包括:光泽、颜色、条痕、硬度、脆度、比重和容重、导电性等等。煤的物理性质与煤中所含杂质有关,成分相同的煤的物理性质是随变质程度而改变的,如表1-3所示。

表 1-3 煤的主要物理性质变化表

变质程度		光 泽	颜 色	硬 度	脆 度	容 重	导 电 性
褐 煤		无光泽 暗淡沥青光泽	褐 色 黑褐色	2.0~2.5	脆度较小 有一定韧性	1.05~1.2	不良导体, 导电性随变 质程度增高 而增加
烟 煤	长焰煤	沥青光泽	褐黑色	2.8		1.2~1.4	
	气 煤	强沥青光泽 弱玻璃光泽	黑 色				
	肥 煤	玻璃光泽		2.6			
	焦 煤	强玻璃光泽		2.5			
	瘦 煤			2.6			
贫 煤	金刚光泽	黑 色 黑灰色	最大				
无 烟 煤		似金属光泽	灰黑色 钢灰色	3.5~4.0	最 小	1.35~1.8	良 好

2. 煤的化学组成

煤是由有机物质和无机物质混合组成的。煤中的有机物质主要有碳、氢、氧、氮四种元素,其他元素则组成煤中的无机物质。下面介绍几种对煤质影响较大的主要元素。

碳 是煤中有机物质的主要成分,是最主要的可燃物质。每克碳燃烧能发出34080.5J(焦耳)的热。煤中碳的含量越高发热量越大。煤的含碳量随变质程度的加深面增加。

氢 是煤中重要的可燃物质,燃烧时每克发热143188.5 J。煤中含氢量随变质程度加深而降低。

氧 是煤中不可燃物质。煤的含氧量也随变质程度加深面减少。

氮 煤中含氮量较少,仅1~3%。煤燃烧时氮呈游离状态逸出,不产生热量。在炼焦过程中,氮能转化成氨及其他含氮化合物。

硫 是煤中的有害物质。煤燃烧时硫与氧化合成二氧化硫,它能腐蚀锅炉、管道和污染空气。炼焦煤中的硫能部分转入焦炭中,然后再转入铁中,降低焦炭和钢铁质量。焦炭中含硫量每增加1%,炼铁时焦炭消耗量就要增加18~24%,熔剂消耗量增加20%,并使高炉生产率降低20%。因此,国家规定炼焦用煤含硫量不超过1%。开采高硫煤的矿井,矿井水往往呈酸性,腐蚀性极强,给矿井排水、提运等工作增添很多困难。

磷 也是煤中的有害成分。焦炭中含磷过高不仅增加炼铁时熔剂、焦炭的消耗量使高炉的生产率降低,同时还严重影响钢铁的质量,使钢铁出现冷脆现象。因此,国家规定炼焦用煤含磷量不得超过0.01%。

二、煤的工业分类

1. 常用的煤质指标

为了满足国民经济对煤炭的需求,国家规定了煤炭的质量指标。常用的煤质指标如下:

水分(W) 煤中含有一定的水分。煤中的水分根据存在状态又分为内在水分(吸附或凝聚在煤内部毛细孔中的水分)和外在水分(在煤的开采储运、洗选过程中存留在煤表

面的水分)。内在水分和外在水分的总和称为全水分，用符号 W_Q 表示。煤中的水分会降低煤的发热量并增加运输上的负担，因此，国家规定煤炭的全水分作为煤炭产品的质量指标之一。

灰分 (A) 灰分是煤完全燃烧后的固体残渣，是不可燃的废料。灰分增加将使煤的发热量降低，导致运输中的浪费，并造成炼铁过程消耗增加，生产率下降。可见灰分对煤的使用价值影响很大。灰分过高的煤则可能成为没有开采价值的炭质岩石。

挥发分 (V) 在隔绝空气的条件下，煤在高温下有机质分解出来的气态物质。挥发分是评价煤质和进行分类的重要依据。在测定挥发分时应采用无水无灰煤样，以排除水分、灰分影响。挥发分用符号 V' 表示。挥发分是一种重要的化工原料，可以用来制造染料、塑料等许多化工产品。

发热量 (Q) 煤的发热量是指单位重量的煤完全燃烧时放出的热量，又称热值，是煤质的重要指标。发热量的单位是 J/g 。

胶质层厚度 (Y) 凡是有粘结性的煤在密闭的条件下加热到一定温度，煤中有有机质就开始分解软化，形成胶质体，最后结成块状焦炭。在炼焦过程中，粘结性越强的煤产生的胶质层越厚。因此，胶质层厚度的大小可以反映煤的粘结性的强弱而作为煤的分类指标之一。

含矸率 是指矿井开采出来的煤炭中大于50mm的矸石量占全部煤量的百分率。含矸率是反映矿井生产过程中技术管理和质量管理好坏的重要指标。

2. 煤的工业分类

煤的工业用途很广，各工业部门对煤质均有特定的要求，而各地所产的煤种很多，性质差别很大，要使煤炭资源得到合理开发和充分利用，就必须对煤进行工业分类。

按照工业用途煤可以分为动力煤、化工用煤、炼焦用煤等几类。按照煤的变质程度和结焦性能，1956年我国制定了以炼焦用煤为主的煤的分类方案，把我国的煤从无烟煤到褐煤分为十大类别，或称十大煤种。表1-4为十大煤种的分类指标及用途。

表 1-4 煤的工业分类方案和各类煤的用途

分 类		分 类 指 标		煤 的 用 途	
名 称	符 号	挥发分 (V %)	胶质层厚度 (Y 毫米)		
无 烟 煤		A	0 ~ 10	—	良好的动力和民用煤并可作化工用煤
烟 煤	贫 煤	T	>10 ~ 20	0 (粉状)	多作动力和民用煤
	瘦 煤	HC	>14 ~ 20	0 ~ 12	一般作配焦用煤
	焦 煤	K	>14 ~ 30	>8 ~ 25	主要的炼焦用煤
	肥 煤	Ж	>26	>25	配焦用煤
	气 煤	Г	>30	>5 ~ 25	可作气化、炼油、配焦用煤
	弱粘煤	CC	>20 ~ 37	0 ~ 9 (块状)	可作配焦、气化和动力用煤
	不粘煤	HC	>20 ~ 37	0 (粉状)	可作气化、动力和民用煤
	长焰煤	Л	>37	0 ~ 5	可作气化和动力用煤
褐 煤		B	>40	—	多作化工、气化、炼油和民用煤

注：十大煤种又可分为更小的类别。其分类指标见《中国煤分类（以炼焦用煤为主）方案》。