

高职高专适用教材

煤矿生产技术概论

MEIKUANG SHENGCHAN JISHU GAILUN

主 编 单忠刚 闫玉彪 周明杰



哈尔滨地图出版社

煤矿生产技术概论

MEIKUANG SHENGCHAN JISHU GAILUN

主 编 单忠刚 闫玉彪 周明杰

哈尔滨地图出版社

• 哈尔滨 •

图书在版编目(CIP)数据

煤矿生产技术概论 / 单忠刚, 闫玉彪, 周明杰主编.

—哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2007. 6

ISBN 978-7-80717-652-7

I. 煤… II. ①单… ②闫… ③周… III. 煤矿开采—概论
IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 093907 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

哈尔滨市动力区哈平印刷厂印刷

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 12.5 字数: 320 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80717-652-7

印数: 1~1 000 定价: 36.00 元

前 言

本教材是根据高职高专教育专业人才的培养目标和规定编写的。全书共分九章,介绍了煤矿地质与矿图的基本知识、煤矿生产概况与井田开拓知识、采煤方法、矿井通风与安全、矿井运输与提升、矿井排水与供电等基础知识。

《煤矿生产技术概论》是煤矿院校涉煤类有关专业的一门技术基础课,特点是点多面广,在编写过程中,力求做到详略得当、重点突出,在内容方面力求系统完整、概念清楚、理论联系实际。通过本课程的学习,可以使初学者对煤矿生产技术有个全面的、概括性的了解,为学好有关专业课程奠定一定的基础。

本书由单忠刚、闫玉彪、周明杰主编。其中第一章、第五章、第六章由单忠刚编写;第三章、第七章、第九章由闫玉彪编写;第二章、第四章、第八章由周明杰编写。

同时,单忠刚还进行了全书的统稿和校对工作。

由于编者水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,恳请各位专家和同行以及广大读者给予批评、指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第一章 煤矿地质与矿图基础知识.....	1
第一节 地壳的组成与地质作用.....	1
第二节 煤的形成.....	9
第三节 煤层的赋存情况	16
第四节 矿图的基本知识	25
第二章 煤矿生产概况与井田开拓	30
第一节 煤田开发及矿井建设程序	30
第二节 矿井巷道	31
第三节 矿井生产系统	33
第四节 煤田划分为井田	35
第五节 矿井储量、生产能力和服务年限.....	37
第六节 井田再划分	40
第七节 井田开拓方式	43
第八节 井底车场与主要巷道的布置	53
第三章 近水平、缓斜及中斜煤层准备方式.....	57
第一节 概述	57
第二节 单一薄及中厚煤层走向长壁采煤法采区巷道布置	58
第三节 近距离煤层群联合布置走向长壁采煤法采区巷道布置	60
第四节 倾斜分层走向长壁下行垮落采煤法采区巷道布置	62
第五节 近水平煤层盘区开采走向长壁采煤法巷道布置	63
第六节 近水平煤层倾斜长壁采煤法的巷道布置	67
第七节 放顶煤长壁采煤法采区巷道布置	70
第八节 采区准备巷道布置	71
第九节 采(盘)区参数	79
第四章 井巷掘进及支护	81
第一节 巷道断面形状和尺寸	81
第二节 岩巷掘进与支护	82
第三节 立井开凿法	89
第四节 立井井筒延伸	97
第五章 采煤方法.....	100
第一节 采煤方法概述.....	100
第二节 采煤工作面矿山压力	101
第三节 长壁工作面采煤工艺.....	104
第四节 放顶煤采煤工艺.....	114
第五节 回采巷道布置系统.....	116
第六节 急斜煤层采煤方法.....	117

第七节 其他类型采煤方法	124
第六章 矿井通风与安全	133
第一节 矿井空气	133
第二节 矿井通风	135
第三节 矿井瓦斯和矿尘	143
第四节 矿尘火、水及顶板灾害的防治	150
第七章 矿井运输与提升	159
第一节 矿井运输	159
第二节 矿井提升	168
第八章 矿井排水与压气	172
第一节 矿井排水	172
第二节 矿井压风	174
第九章 矿井供电	177
第一节 矿井供电系统	177
第二节 矿井电气设备	178
第三节 井下安全供、用电知识	181
参考文献	194

第一章 煤矿地质和矿图基本知识

煤矿地质是指利用地质基础来研究煤的形成、赋存状态,确定煤的储量及其用途,分析和解决矿井建设与采煤的地质因素,从而指导采掘工程正常进行。矿图是指在矿井设计、施工和生产管理工作中,需要测绘的一系列图纸,这些图纸统称为矿图。矿图的种类主要有地形地质图、煤层等高线图、各种地质剖面图、各种柱状图、煤岩对比图等。

第一节 地壳的组成与地质作用

根据目前对地球的研究表明,地球本身不是由均一的物质组成。按照物质的成分和物态的差别,可将地球分为一个核心和围绕着该核心的几个同心圈层。以地表为界分为外圈层和内圈层。外圈层包括大气圈、水圈、生物活动圈;内圈层包括地壳、地幔、地核。如图 1-1 所示。

一、地壳的组成

1. 地壳概述

根据地球物理工作的成果及对地震波在地球内部传播速度的变化研究发现,由地表往下,在地壳深 33 ~ 2 898 km 处,地震波的传播速度发生明显的变化(前者称莫霍面,后者称古登堡面)。位于莫霍面以上的部分为地壳,它是地球外部一层极薄的固体硬壳,并由矿物和岩石组成。

地壳的厚度变化较大,一般大陆山区较厚,最厚处可达 70 km 左右。如我国青藏高原地壳厚达 65 km 以上;平原区的地壳厚度约 30 km;海洋部分地壳较薄,只有 5 ~ 8 km,平均 6 km。地壳的平均厚度为 33 km。

人类的活动范围一般都在地壳的表层上,而煤埋藏在地壳的表层里。

2. 组成地壳的物质

组成地壳的物质是岩石,岩石是矿物的集合体。有的岩石由一种矿物组成,如石灰岩是由方解石矿物组成的,但大多数矿物是由多种元素在地质作用下自然形成的产物(以固体化合物为主),如花岗岩是由正长石、石英、黑云母等组成的,因此,矿物是地壳中一种或多种元素在各种地质作用下形成的自然产物,它们都具有一定的内部构造和比较固定的化学成分,因而具有一定的物理性质和形态,是组成地壳岩石的物质基础。其中绝大部分是固体状态,少数是液态(如石油、水银等,和气态(如天然气)。

自然界中有由一种元素形成的矿物,如自然金 Au、自然铜 Cu、石墨 C 等,也有由几种元素化和而成的矿物,如石英 SiO_2 , 方解石 CaCO_3 等。

目前已发现的矿物有 3 000 多种,其中最常见的矿物有 200 余种。组成岩石的常见矿物叫造岩矿物,主要造岩矿物有 30 多种。

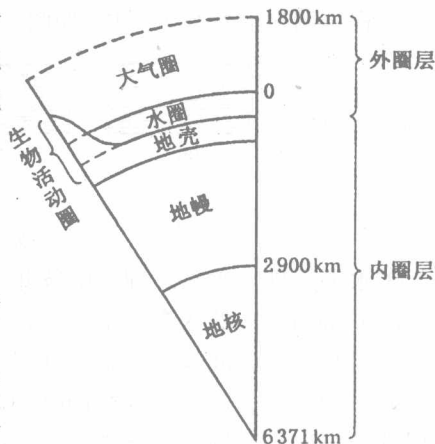


图 1-1 地球的圈层构造

地壳中各种有用矿物大量富集,就成为具有开采价值的矿产资源,如煤、铁、铜等矿产。每一种矿物均有一定的化学成分和物理性质,因此,岩石的化学成分和物理性质是不均匀的,同一种岩石的化学成分和物理性质都有很大的差别。

3. 岩石的分类

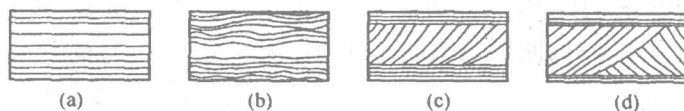
岩石按其生成的方式不同,一般可以分3大类。

(1) 岩浆岩

岩浆岩又称为火成岩,它是由岩浆冷凝而成。地壳深处的压力和温度都很高,各种物质熔化成岩浆,当这种高温高压的岩浆沿着地壳裂缝移动到表层或喷出地面时,便冷凝成岩浆岩。前者如花岗岩,后者如玄武岩,都是最常见的岩浆岩。

(2) 沉积岩

沉积岩是指暴露在地表的原有岩石经风化、剥蚀成碎屑,并经流水的搬运,在湖泊、沼泽地带沉积下来,这些沉积物经过压紧、胶结等作用形成的岩石。例如,砂岩、泥岩、页岩、石灰岩等。沉积岩明显的特征是成层,如图1-2所示。



a - 水平层理; b - 波状层理; c - 斜层理; d - 交错斜层理

图1-2 层理类型示意图

①水平层理 水平层理是由彼此平行且平行于层面的细层组成(图1-2a)。一般形成于平静的或微弱流动的水介质中,如海洋、湖泊的深水地带及泻湖、沼泽地区。

②波状层理 波状层理是由许多呈波状起伏的细层理重叠在一起组成(图1-2b)。由于波浪的运动,影响到水底还没有固结的沉积物,使其表面呈现波状起伏,形成了波状层理。波状层理常出现于粉砂岩和细砂岩中。

③斜层理 斜层理是由一系列与层面斜交的细层组成(图1-2c),其层理的倾斜方向指向水流的下游方向。常见于河流沉积及其他流动水的沉积物中,如碎屑岩、砂岩、粉砂岩中常见。

④斜层理根据其产状又可分为单向斜层理和交错斜层理两种 单向斜层理所有的细层都是向同一个方向倾斜,层系间的界面呈水平或倾斜状;交错斜层理由几组斜层理组合在一起(图1-2d),各组斜层理的倾向不一致,分界面不平行。当水介质的流动及波浪作用不定向时,常可形成交错斜层理。

沉积岩在地表分布最广,它覆盖的面积约占地表总面积的75%,是最常见的一种岩石。有许多矿产资源本身是沉积岩,如煤、油页岩、盐岩、沉积铁矿、石灰岩等。石油、天然气也生成在沉积岩中,并绝大部分都储集在沉积岩中。

在煤矿区,沉积岩是一种常见的岩石,煤矿的井巷工程绝大多数都布置在沉积岩中。

(3) 变质岩

变质岩是已经形成的各种岩石(如岩浆岩、沉积岩、先期变质岩),在地下深处受到重力、地壳运动或岩浆侵入的高温作用下产生物理化学变化,改变了原来的成分和性质而变成新的岩石,如石灰岩变质成大理岩。

煤是一种沉积岩。在煤矿中遇到的也几乎都是沉积岩,很少遇到岩浆岩和变质岩,只在局部地带偶尔可见岩浆岩的侵入,并呈现一些变质作用。

二、地质作用

组成地壳的物质处于不断的运动和变化中,而促使地壳发生运动和变化的自然作用,称为地质作用。根据地质作用的起因不同,可分为两大类:一类是在地壳中或地幔中进行的,由内因引起的地质作用,称为内力地质作用;另一类是在地壳表面进行的,由外因引起的地质作用,称为外力地质作用。不同的地质作用,对矿物和岩石的破坏、形成往往是不相同的,对地壳的面貌和内部构造的影响也是不相同的。

(一) 内力地质作用

引起地壳变动的动力来自地球内部。理论根据:一种学说认为,基本原因是地球自转速度变化,即地壳表层的物质由于离心力的变化和惯性而产生移动,这种移动以水平运动为主,但在地球自转变缓时,移动受阻的地方形成挤压带,隆起的地方形成山脉;相反,断离的地方则形成张裂。我国李四光教授创立的地质力学,就是以这种理论研究地壳各部分构造变形的分布状态。另一种学派认为,地壳是由许多巨大板块构成,板块下面的地幔由于密度和温度的差异而发生对流,板块在地幔“软流”层上随之漂移,就像木板在泥浆上随泥浆流流动而漂移一样。因此,具体地说,内力地质作用是由内因引起的,它一般包括地壳运动、岩浆活动、变质作用及地震。

1. 地壳运动

地壳长期而缓慢地运动叫地壳运动,即狭义地壳运动。其表现形式有两种:升降运动和水平运动。

(1) 升降运动 是一种比较缓和的并以地壳上升或下降为主的运动形式。在同一地质时期内,地壳的某一地区表现为上升运动,而在相邻地区则为下降运动。上升区和下降区往往形成相互排列、互为依存的关系。总之,升降运动可以引起地形的起伏不平,海陆的变迁,同时又会影响到控制和影响沉积层的分布,岩性、岩相特征及煤岩层厚度的变化,控制着煤系地层的分布范围,影响着煤层的层数和厚度。

(2) 水平运动 地壳沿着水平方向的运动称为水平运动。这是一种表现较为剧烈的地壳运动形式。地震一般被认为是以水平运动为主的运动形式。例如,1966年3月邢台地震时,考察队的同志在隆尧县南阳楼附近就亲眼看到东南方向一片树林明显地向北移动。

地壳的水平运动一方面使岩层形成褶曲、发生断裂;同时,还会导致岩浆活动、变质作用和地震的发生。在煤系地层的分布地区,由于水平运动的影响,会使煤层厚度发生变化,造成煤层构造复杂或破坏,给煤矿生产带来极大的困难。

2. 岩浆活动

岩浆活动是指地下岩浆沿着地壳的运动造成的断裂带上升或喷出地表面的运动。它不仅能形成岩浆岩和大量的金属矿产,当它侵入到煤系地层中时,还会导致煤的变质,造成煤层构造的破坏。我们把这常含有挥发气体、高温高压硅酸盐熔融体称为岩浆。

3. 变质作用

已经形成的各种岩石,由于直接受地壳深处高温、高压的影响,改变了它们原来的矿物成分和特征,变成另一种新的岩石,这种变化的过程称为变质作用,形成的岩石称为变质岩。伴随着变质岩的形成,往往可以形成各种变质矿产。

(二) 外力地质作用

外力地质作用主要是由太阳及其他星体的辐射作用引起的大自然的物理变化和化学变化,如温度的变化,风、雨、霜、雪及河流、海洋、生物等,在这些变化的自然力的影响下,改变着

地壳的外部面貌的过程。外力地质作用的结果是使地形高低差缩小,变得较为平坦,形成大量的沉积岩石和矿产。

外力地质作用包括风化作用、剥蚀作用、搬运作用、沉积作用和固结成岩作用。

1. 风化作用

在地表或接近地表的环境中,由于温度的变化、水和二氧化碳的作用、生物活动等因素的影响,使岩石或矿物在原地遭受破坏的过程,称为风化作用。简单地说,暴露在地面的岩石受到风吹雨打、日晒及生物活动的影响而破裂粉碎。例如,风化作用可使露在地表的煤层受到风化,引起煤的灰分增高、质量变劣,甚至失去开采的价值。

2. 剥蚀作用

风化作用下的产物在风、雨、流水、海浪及冰川等作用下,由原地带走,同时对岩石产生新的破坏作用,这种作用称为剥蚀作用。地表的岩石经过了各种各样的风化作用,就变成了疏松和化学溶解的物质,并在被风、水搬运过程中,又对岩石进行了破坏剥蚀。剥蚀作用在破坏岩石的同时,也改变着地表的基本形状。如果没有剥蚀作用,那么地表就不会见到坚硬的岩石,而风化产物将铺满大地。今天我们所见到的地貌,就是经过不同地力长期剥蚀的结果,如黄土高原的千沟万壑就是流水剥蚀造成的。

3. 搬运作用

风化剥蚀的产物在风、流水、冰川的带动下,由原处运移到沉积区的过程称搬运作用。在搬运过程中,各种物质经受着不断的磨圆和分选作用。

(1) 磨圆作用 碎屑物质在搬运过程中,由于碎屑颗粒与河床底面或地表面及其相互间的摩擦,使碎屑颗粒的棱角被磨掉而趋于圆滑,这就叫磨圆作用。一般情况下,河流、海洋和风力搬运的碎屑物质磨圆度较好。碎屑物质被搬运的时间越长、距离越远、磨圆度越好;反之则差。

(2) 分选作用 被搬运的碎屑物质由于搬运的风、流水等力的减弱,造成碎屑颗粒按粒径、相对密度的大小先后沉积下来,这就叫分选作用。在河流搬运过程中,一般上游颗粒较粗,下游颗粒较细,碎屑物质被搬运的距离愈远,分选性愈好,分选性好则颗粒均匀。

4. 沉积作用

被搬运的碎屑物质和溶解物质,由于搬运地力的减弱或物理化学条件的改变,从搬运的介质中分离而沉积下来,形成沉积物的过程称为沉积作用。

陆地表面任何较低洼的地方,都可能发生沉积,但最主要的沉积区是海洋和内陆湖泊等水盆地,也就是说,由于沉积作用,被搬运的物质逐渐在低洼地区沉积下来。

5. 固结成岩作用

松散的沉积物经过压紧、脱水、胶结及重结晶等作用,成为坚硬的沉积岩石的过程称为固结成岩作用。固结成岩作用包括:压紧作用、胶结作用、重结晶作用等。

(1) 压紧作用 沉积物在上覆沉积物静压力的作用下,水分逐渐被排出,孔隙变小,密度加大,体积缩小,颗粒之间吸附力增强,使沉积物变成坚硬的岩石,这称为压紧作用。

碎屑沉积物,特别是泥质沉积物,在成岩过程中,压紧作用起重要的作用。如软泥的孔隙变为80%,压紧形成页岩层后,其孔隙率不足20%;泥炭变成煤时,厚度缩减到原有厚度的1/20~1/30。

(2) 胶结作用 充填在碎屑物孔隙中的矿物质,将松散的颗粒黏结在一起的作用称为胶结作用。常见的胶结物有泥质的、铁质的、钙质的及硅质的等。胶结物的来源一般是在成岩过程中从水溶液和胶体溶液中沉积下来的化学沉积物,还有少部分胶结物是后来带进来的混杂物。

(3)重结晶作用 沉积物在成岩过程中,在温度、压力的影响下,物质的质点发生重新排列组合的现象,称为重结晶。重结晶作用可使原来没结晶的矿物结晶,使原来细小的晶体变大。

在沉积物固结成岩的过程中,压紧、胶结和重结晶这三种作用往往是同时存在、相互影响和密切联系的。

沉积的物质越积越厚,由于本身的质量使原来的松散状态开始压紧,原有的水分被挤出,经过胶结后就成为坚固的沉积岩了。

总之,在各种地质作用中,起主导作用的是地壳运动,它控制了其他地质作用的存在和发展。

三、地层与地史

(一)地层

1. 地层的概念

地球自形成地壳以来,大约已有 45 亿年的历史。在这漫长的发展历史中,地壳形成了一层又一层沉积岩及矿产,这些沉积岩和矿产是地壳在历史演变中形成的产物,也是地壳在历史演变中的天然记录和物质见证。在地质上,常将在一定地质时期内形成的一套成层岩层称为这一地质时期的地层。因此,地层是有时间概念和新老空间关系的。长期以来,人们发现在不同时期形成的沉积岩层中,含有不同的沉积矿产。为了寻找这些矿产,必须了解地壳发展历史,掌握各地质发展阶段的古地理环境、生物演化过程,以及各个地质历史时期矿产的形成和分布规律。因此,人们专门研究了地层和它们的层序(新老关系),并按照从老到新的原则把地层划为许多层段,并且给每个层段都取了一定的地层名称。

2. 地质年代

地壳在内力和外力地质作用下,不断地发展变化,这种发展变化过程已延续了几十亿年。为了研究方便,地质学把地质时期划分为宙、代、纪、世、期、时 6 个等级的地质年代单位。其中,宙、代、纪和世是国际性地质年代单位,适用于全世界;期和时是区域性的地质年代单位,适用于大区域。见表 1-1。

表 1-1 各级地质年代单位及年代地层单位的对应关系

国际地质年代	单位国际性年代地层单位	全国性或大区年代地层单位
宙	宇	
代	界	
纪	系	
世	统	(统)
期		阶
时		时间带

(1)宙 宙是国际通用的最大的第一级地质年代单位。一般根据动物化石出现的情况,将整个地质时期分为动物化石稀少的隐生宙及动物化石大量出现的显生宙。宙再分为代。

(2)代 代是国际通用的第二级地质年代单位。整个地质年代分为两个宙 5 个代。隐生宙分为太古代及元古代,显生宙分为古生代、中生代及新生代。代是根据生物演变及大的地壳运动阶段划分的。代再分为纪。

(3)纪 纪是国际通用的第三级地质年代单位。每个代和纪都有自己的代表符号。纪可再分为世。

(4)世 世是国际通用的最小的地质年代单位。一个纪一般分为 2 个到 5 个世。三分者称早、中、晚,如早寒武世、中寒武世、晚寒武世;二分者称早、晚,如早二叠世、晚二叠世。第三

纪分为5个世。世可再分为期,期可再分为时。

3. 地层单位

地层是在某一地质时期内形成的岩层,所以地层系统与地质年代单位具有对应关系(表1-2)。在“宙”的时间内形成的地层称为“宇”,在“代”的时间内形成的地层称为“界”,在“纪”的时间内形成的地层称为“系”,在“世”的时间内形成的地层称为“统”,在“期”的时间内形成的地层称为“阶”,在“时”的时间内形成的地层称“时间带”。这种以地层的形成时限作为依据而划分的地层单位称年代地层单位。

(1)宇 宇是国际性的最大的地层单位,是指在“宙”的时间内形成的地层。如隐生宙的时间内形成的地层称为隐生宇,在显生宙的时间内形成的地层称为显生宇。宇可再分为“界”。

(2)界 界是比“宇”低一级的国际性年代地层单位,是指在“代”的时间内形成的地层。如太古代、元古界、古生界、中生界、新生界。界可再分为系。

(3)系 系是比“界”低一级的国际性年代地层单位,是指在一个“纪”的时间内形成的地层。如在石炭纪的时间内形成的地层,称为石炭系;在侏罗纪时间内形成的地层称侏罗系等等。系可再分为统。

(4)统 统是比“系”低一级的国际性年代地层单位,是指在一个“世”的时间内形成的地层。一个系分为3个或2个统。统的名称即在系的名称前加上、中、下或上、下,如上寒武统、中寒武统、下寒武统,上二叠统、下二叠统。用符号表示统时,则在系的右下方用1,2,3表示。统可再分为阶,阶可再分为时带(表1-1)。

地质年代表(表1-2)中列出了每个代与纪的名称和符号,以及它们之间的对应关系。表中还可以看出每个代与纪均有具有一定特征的动、植物群。代与界,纪与系,即地质年代单位与年代地层单位是两种不同的概念,但是,它们的代表符号是一样的。例如,石炭纪的符号是C,地层单位石炭系的符号也是C。

(二)地史

1. 太古代

这是地壳发展中最古老的一个阶段,由于经历了多次强烈的地壳运动和岩浆活动,地层均已强烈褶皱,形成一套厚度很大,变质较深的变质岩系,如片麻岩、片岩等。这些古老地层的形成时代,是根据放射性同位素来测定的,大约开始于距今30~40亿年前。在太古代晚期的地层中,世界各地均发现有重要的铁矿产,如我国鞍山铁矿就产于此地层中。

在太古界中,至今还没有找到古生物遗迹。一般认为,在太古代晚期可能已存在有生命的物质了,但由于岩石变质较深,所以未能保存下遗迹。

2. 元古代

这是继太古代之后的一个较古老的地壳发展阶段,其地层较太古界变质程度浅,与太古界呈不整合接触。元古界可分为上、下两部分:下元古界是一套变质较浅的岩系,主要由千枚岩、大理岩等组成;上元古界是一套变质更浅或基本上未变质的沉积岩系,与下元古界也呈不整合接触。

这一套地层在我国分布广泛,发育完整,被命名为震旦系。它所代表的时代为震旦纪。震旦纪大约开始于距今10亿年前,延续时间约4亿年。

在震旦纪,海洋中已经有了藻类,而且分布较为广泛,在我国不少地方均发现含有大量钙藻类化石的震旦纪石灰岩。此外,在震旦系地层中也发现了石煤(一种含灰分相当高的可燃有机岩,可作地方性燃料,有时其中还富含稀有元素),其成因与藻类遗体有关。震旦系地层中还有重要的铁、锰、磷等沉积矿产形成。

表 1-2 中国区域年代地层(地质年代)表

地质年代及年代地层单位				距今年龄值/ Ma	生物演化
宇(宙)	界(代)	系(纪)	统(世)		
显生宇(宙) PH	新生界(代) C _z	第四系(纪) Q	全新统(世) Q _h 更新统(世) Q _p	2.60	人类出现
		新近系(纪) N	上新统(世) N ₂ 中新统(世) N ₁	23.3	近代哺乳动物出现
		古近系(纪) E	渐新统(世) E ₃ 始新统(世) E ₂ 古新统(世) E ₁	65	
	中生界(代) M _z	白垩系(纪) K	上(晚)白垩统(世) K ₂ 下(早)白垩统(世) K ₁	137	被子植物出现
		侏罗系(纪) J	上(晚)侏罗统(世) J ₃ 中侏罗统(世) J ₂ 下(早)侏罗统(世) J ₁	205	鸟类、哺乳动物出现
		三叠系(纪) T	上(晚)三叠统(世) T ₃ 中三叠统(世) T ₂ 下(早)三叠统(世) T ₁	250	
	古生界(代) P _z	二叠系(纪) P	上(晚)二叠统(世) P ₃ 中二叠统(世) P ₂ 下(早)二叠统(世) P ₁	295	裸子植物、爬行动物出现
		石炭系(系) C	上(晚)石炭统(世) C ₂ 下(早)石炭统(世) C ₁	354	
		泥盆系(系) D	上(晚)泥盆统(世) D ₃ 中泥盆统(世) D ₂ 下(早)泥盆统(世) D ₁	410	节蕨植物、鱼类出现
		志留系(纪) S	顶(末)志留统(世) S ₄ 上(晚)志留统(世) S ₃ 中志留统(世) S ₂ 下(早)志留统(世) S ₁	438	蕨类植物出现
		奥陶系(纪) O	上(晚)奥陶统(世) O ₃ 中奥陶统(世) O ₂ 下(早)奥陶统(世) O ₁	490	无颌类出现
		寒武系(纪) C	上(晚)寒武统(世) C ₃ 中寒武统(世) C ₂ 下(早)寒武统(世) C ₁	543	硬壳动物出现
		震旦系(纪) Z	上(晚)震旦统(世) Z ₂ 下(早)震旦统(世) Z ₁	680	裸露动物出现
元古宇(宙) PT	新元古界(代) P ₃	南华系(纪) Nh	上(晚)南华统(世) Nh ₂ 下(早)南华统(世) Nh ₁	800	
		青白口系(纪) Qb	上(晚)青白口统(世) Qb ₂ 下(早)青白口统(世) Qb ₁	1000	
				1800	真核细胞生物出现
	中元古界(代) P ₂				
	古元古界(代) P ₁				
太古宇(宙) AR				2500	叠层石出现

注：主要依据《中国区域年代地层(地质年代)表说明书》，地质出版社 2002。

总之,太古代及元古代是最古老的地质发展时代,延续的时间也很长,约占整个地壳发展史的5/6以上。虽然在这些古老的地层中保存的化石不多,但这是地球上生物孕育、萌芽和发展的初期阶段。当时生物界的演化虽然是长期而缓慢的,但已为生物体本身准备了变质的飞跃和大量繁殖的必要条件,因而,在古生代初期(寒武纪),在适宜的外界条件的促进下,就出现了生物界演化的飞跃发展,产生了大量较高级的生物。

3. 古生代

古生代是地球上第一个大量出现生物的时代,大约开始于距今6亿年前,一直延续到距今2亿多年前。由于当时存在的生物与现在的有很大不同,大多早已绝灭,所以地球发展的这一历史阶段被命名为古生代。

古生代包括6个纪:寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、石炭纪及二叠纪。前3个纪称早古生代,后3个纪称为晚古生代。这些纪的命名均起源于西欧,主要是英国的古地名及古民族名,而石炭纪的命名是由于在这一地质时代所形成的地层中富含大量煤层。

在古生代初期,我国大部分地区为广阔的浅海。在中奥陶世之后,华北地区整体上升为特殊地形,经历了长期的风化、剥蚀,形成较平坦的地形。到中、晚石炭世,海水多次侵入,重新接受沉积。当时气候潮湿、温暖,在广阔的滨海地区发育了大片沼泽,植物生长极为繁茂,成为聚煤的良好场所,形成了我国最重要的含煤地层。到早二叠世末期,由于气候逐渐变旱,才暂时终止了煤的聚积。华北大多数地区自此以后一直成为陆地,不再有海水侵入。

在华南除少数古陆外,大多数被海水多次淹没。在早、中石炭世,早、晚二叠世海水短暂撤退时期,滨海的不少地带也有大片聚煤沼泽发育。因此,形成了好几个含煤地层,其中以晚二叠世的含煤地层分布最广。

在晚二叠世初期,我国西南的云、贵、川三省的交界地区,曾有大片玄武岩流溢出,厚度最厚可达2500 m左右。

我国西部的天山、昆仑山、祁连山、秦岭和东北的大兴安岭等地,在古生代经历了强烈的地壳运动,褶皱成山,并伴随有岩浆活动和变质作用。

总之,在古生代,我国境内大多曾为浅海,因此,沉积矿产十分丰富。除煤炭之外,还有铁、铝、锰、磷等矿产。在西部及东北的古生代山系,由于岩浆活动也形成了不少铁、钢、铅、锌等金属矿产。

在石炭纪和二叠纪中,陆生孢子植物极为繁盛。例如,鳞木,高达30~40 m,直径2~3 m;芦木高达20~30 m;还有属于裸子植物的科达树,高达20~30 m。

在滨海低洼的沼泽地带,上述这些植物组成了茂密的森林,呈现一派繁荣景象,为煤层的形成提供了丰富的原始物质。因此,石炭二叠纪成为地球发展史中第一个重要的聚煤期。我国华北、华南一些著名的大煤矿,大多是开采这个时代的煤层。

4. 中生代

中生代是古生代之后的一个地史发展阶段。由于这时生物界的演化进程介于古代和近代之间,所以称为中生代。中生代大约始于距今2亿多年前,延续到约距今0.7亿年以前,历时约1.5亿年。中生代分为3个纪:三叠纪、侏罗纪及白垩纪。

在中生代中、晚期,我国又出现了海退,而且地壳运动比较强烈,特别是我国东部地区,在侏罗纪、白垩纪曾多次发生强烈的褶皱和岩浆活动。由于这时期的地壳运动在我国华北燕山地区表现明显,所以称为燕山运动。我国东部十分丰富的铁、铜、锑、锡、钨、钼及其他稀有金属矿产的形成,常与这时期的岩浆活动有关。

由于强烈的地壳运动,形成了一系列的山间盆地和若干个大型的内陆盆地。从晚三叠世开始,气候又逐渐转为潮湿,这种气候有利于植物生长和煤的聚积,因此,晚三叠世和侏罗纪成为我国第二个重要的聚煤期。晚侏罗世以后直到白垩纪,我国气候又转为干旱,因而在许多地区沉积了红色砂、页岩层,其中最常见的是岩盐和石膏矿产。

中生代的植物特点是裸子植物群的兴起和繁盛,它们取代了孢子植物群而居于统治地位。主要的代表是银杏、苏铁和松柏等。在煤系地层中,常见到这些植物的化石。

5. 新生代

新生代是地球演化历史上最新的一个阶段。与中生代相比,这时生物界又有了明显的新发展,所以称为新生代。它从大约距今 0.7 亿年前开始,一直延续到现在。新生代划分为第三纪及第四纪。第四纪从距今约 100 万年前开始,一直延续到现在。

在我国,新生代后期的海陆分布大致已与现代相近,以大陆沉积为主,所沉积的地层,由于经历的时间短,受地壳运动的影响轻微,不少地区地层尚保存着原来的近水平状态,或仅发生断裂而未遭强烈褶皱。特别是第四纪的沉积物,大多仍呈松散状,尚未固结或形成坚硬的岩石。新生代的大规模地壳运动主要发生在第三纪中期和晚期,由于喜马拉雅山脉是这时形成的,所以这一时期的地壳运动被命名为喜马拉雅运动。

第三纪时,气候比较温暖,有利于植物的大量繁殖,所以第三纪是地球发展历史中第三个重要的聚煤期。而我国由于受干旱气候的影响,第三纪的含煤地层分布不广,但这一时期的煤田仍有很大的经济价值,其中有赋存厚度超过百米的特厚煤层,如辽宁抚顺煤田就是最著名的代表。

第四纪由于气候的变化,我国曾发生多次冰期和间冰期的交替。在寒冷的冰期,一些不适应新环境的生物种属被淘汰,而另一些经受住了冰期考验的种属得到了进一步的演化。到了气候转暖的间冰期,生物界又获得了大量的发展。

新生代的植物与现代植物已很相近。被子植物替代了裸子植物,在陆地上占主导地位。

第二节 煤的形成

一、煤的形成

煤是由古代植物遗体演变而成。用显微镜观察煤的薄片,植物残体清晰可见。

1. 成煤过程

植物遗体演变成煤的过程极其缓慢,并且要有多种有利的自然条件相配合。煤的形成大致经过以下两个阶段:

(1) 第一阶段:泥炭化阶段 在古代成煤时期,地球上的气候温暖而潮湿,植物生长茂盛,特别是湖泊、沼泽地带密布着茂密的森林和水生植物。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并与空气隔绝。在细菌参与的生物化学作用下,植物遗体开始腐烂分解,产生的二氧化碳和瓦斯等气体逸散出去,剩下的物质就转变成泥炭。泥炭质软疏松,呈褐色,并仍保持着植物的遗体,虽然可作为燃料,但烟大灰多。

(2) 第二阶段:煤化阶段 由于地壳缓慢下沉,泥炭不断堆积而形成泥炭层,随着地壳继续沉降,泥炭层很快被其他泥砂沉积物掩盖。伴随着地壳越降越深,其上面覆盖的泥砂沉积物越来越厚,泥炭层在地下受到逐渐升高的温度和压力作用,原来疏松多水的泥炭被压紧、脱水、胶结。此时的泥炭含碳量相对富集,物理性质和化学成分发生变化,逐渐形成褐煤。

褐煤形成后,如果地壳停止下降,那么成煤作用就可能停止在褐煤阶段;如果地壳继续下降,压力和温度不断增高,地质作用继续进行,褐煤可进一步变为烟煤。如果烟煤层受到更高的压力和温度的作用,变质程度继续增加,就形成无烟煤。在特殊条件下,甚至可形成另一种矿物——石墨。

2. 成煤条件

煤的形成是有条件的,主要依靠古气候、古地理地貌和地质作用等条件的良好配合,形成有大面积的含煤地带,即煤田。因此,形成有开采价值的煤层必须具备以下4个条件:

(1)植物条件 没有植物的大量繁殖就不可能有煤的形成,所以首先必须有植物大量的繁殖。初步认为5~10 m厚的植物遗体堆积起来,才能形成1 m厚的泥炭,而5~10 m厚的泥炭才能形成1 m厚的煤层,因此,长期大量的植物繁殖是成煤的前提之一。在漫长的地质历史中,成煤的时期都是有植物大量繁殖的时代。如我国最主要的3个聚煤时期:石炭二叠纪、侏罗纪和第三纪。

(2)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,植物才能大量繁殖和快速生长。

(3)地理条件 要形成分布面积较广的煤层,必须要有能够适宜于植物大面积不断繁殖和遗体堆积的地理环境以及植物遗体免遭完全氧化的自然地理条件。

(4)地壳运动条件 地壳运动对聚煤起着决定性的作用。在聚煤时期,如果地壳强烈上升而形成高山峻岭或强烈下降而形成汪洋大海,显然都不能成煤。因此地壳运动的趋势,必须是有节奏的缓慢下降,才有利于聚煤;另外,地壳在有节奏的缓慢下降过程中,下降的面积和升降的次数,也影响着煤田的范围及煤层的厚度和层数。因此,泥炭层的堆积,要求地壳发生缓慢下沉,下沉的速度最好与植物遗体积聚的速度大致平衡,这种状态持续越久,泥炭层就越厚。在泥炭层形成之后,如果地壳上升,已形成的泥炭层就会遭到剥蚀破坏;如果地壳下降过快,植物来不及生长,埋藏在深水下的泥炭层被其后沉积的泥砂覆盖,在温度和压力作用下开始煤化作用。过了若干年代后,当地壳停止下降或稍有回升时,在已形成煤层之上的地面再次生长植物,经地质作用又可形成新的泥炭层。这样反复多次,在同一地区便可形成几个甚至几十个煤层。

以上4个条件彼此密切联系,缺一不可。其中,植物条件是内因,古气候、古地理和地壳运动虽都是外因,但地壳运动的条件却起主导作用,并贯穿成煤过程的始终。

二、煤系

1. 煤系的概述

煤系是在某一地质历史时期形成的,即含有煤层的地层叫做煤系。煤系的厚度在各个地区不尽相同,有的厚几十米,有的可达几千米。在各个煤系地层中,煤层厚度也不同,而且层数也相差较多,有的几层到几十层,但是也有的达上百层之多,其中所含的煤层层数,特别是可采的煤层层数相差更是较大。

2. 煤系分类

煤系是在地壳以沉降运动为主的振荡过程中形成的。由于振荡运动的幅度与性质及地理环境的不同,因而各煤系的特点也各不相同。根据煤系形成时的古地理环境不同,可将煤系分为近海型煤系和远海型煤系。

(1)近海型煤系

①近海型煤系往往是在滨海平原、泻湖、海湾及浅海等地区形成的。随着地壳的振荡运

动,这些地区时而被水淹没,成为浅海,时而成为陆地,如图 1-3 所示,发育大片沼泽。在这类煤系地层中,既有海相沉积物,又有陆相沉积物,所以又称海陆交互相煤系。我国华北广大地区的石炭二叠纪煤系及华南的晚二叠世煤系,都属于近海型煤系。

②近海型煤系的特点:a. 分布面积广,岩性较稳定,标志层多,煤层易于对比;b. 厚度小,煤层层数不多,层位稳定,多为薄煤层及中厚煤层,煤层结构较简单,夹石层少;c. 由海相和陆相岩层共同组成,既可找到陆生动植物化石,也可找到海生动植物化石;d. 煤层中由于常富含黄铁矿、白铁矿结核,使煤中含硫量增高。

(2) 远海型煤系

①由于远海型煤系是在内陆盆地、山间盆地、山前盆地内形成的煤系,故又称为内陆型煤系。我国中生代煤系,除云南、四川、广东、湖南、江西、西藏及东北部分属近海型煤系外,绝大多数为远海型煤系;我国新生代的煤系,除广东、台湾属近海型煤系外,其余均为远海型煤系。

②远海型煤系的特点:a. 分布面积较小,岩性变化较大,如图 1-4 所示,煤层:不易对比;b. 煤层厚度大、层数多、厚度变化大,煤层尖灭现象比较普遍;c. 全由陆相沉积物组成,成分复杂,颗粒较粗,分选磨圆性较差,岩层中富含植物化石;d. 煤层结构:复杂,含硫成分较低。

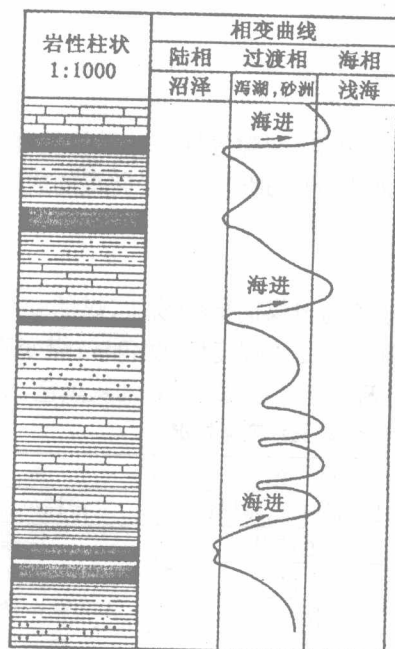


图 1-3 近海型煤系形成过程中地壳的升降或海水的进退

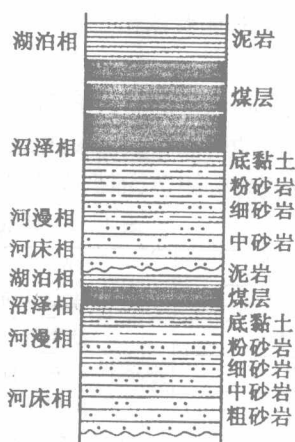


图 1-4 远海型煤系的岩石、岩相示意图

3. 我国成煤简介

我国主要的煤系时代有上古生代的下石炭纪、中石炭纪、石炭二叠纪、上二叠纪;中生代的上三叠纪、侏罗纪及新生代的第三纪、第四纪等。其中最主要的是石炭二叠纪、上二叠纪、侏罗纪和第三纪。

(1)石炭二叠纪的煤系 石炭二叠纪煤系的地质时代是从上石炭纪到下二叠纪,包括太原统和山西统,这是我国最主要的含煤岩系,特别是在华北,分布极广,形成许多主要的煤田。如河北的开平、井陘、峰峰,山东的淄博、肥城、莱芜、新太、蒙阳、枣庄、兖州,江苏的贾汪,山西的汾西、阳泉、太原、潞安,东北的本溪、兴隆等皆是。