

中等专业学校教学用书

# 煤田地质学

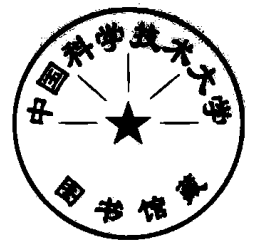
邹常玺 张培礎 编

煤炭工业出版社

P618.110.2  
2-236

中等专业学校教学用书  
**煤 田 地 质 学**

邹常玺 张培础 编



煤炭工业出版社

739384

(京) 新登字 042 号

### 内 容 提 要

《煤田地质学》吸取目前国内外煤田地质研究的新资料,系统地介绍了煤田地质基础理论和我国煤田地质概况。基础理论部分包括成煤作用、煤的变质作用类型、煤的岩石和化学性质、煤质的研究和评价方法、煤层和含煤建造的形成及后期变化的规律、煤层的对比方法等,并对古构造、古地理因素对含煤建造、富煤带形成的控制作用作了重点阐述。煤田地质概况部分主要根据地质力学的基本观点介绍了我国聚煤作用的特征及主要聚煤区的基本情况。

本书的编写力求内容的系统和完整,同时又具重点突出、语言通俗、图文并茂的特点,适合于教学和自学。

本书是煤炭中等专业学校煤田地质勘探专业和矿井地质专业的教材,亦可作为有关技工学校、中级干部培训用书和现场地质技术人员的参考书。

责任编辑:陈贵仁

中等专业学校教学用书

### 煤 田 地 质 学

邹常玺 张培础 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街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 787×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub> 印张 19<sup>5</sup>/<sub>8</sub> 插页 4

字数 462 千字 印数 11,181—13,570

1989年3月第1版 1992年4月第2次印刷

ISBN 7-5020-0260-X/TD·249

书号 3100 定价 5.25 元

# 前 言

《煤田地质学》是根据煤炭部中等专业学校制定的教学大纲编写的，以作为煤炭中等专业学校煤田地质勘探及矿井地质专业的教材和煤矿职工中等专业学校煤田地质专业的教材。同时，还可作为有关技工学校、中级煤田干部培训用书及煤田地质现场技术人员的参考用书。

全书分四篇十六章。在内容上侧重于基础知识和基本理论的叙述，同时又注意加强基本研究方法和基本技能训练方面的内容。在基础理论方面尽量采用新的观点和学说，着重论述了煤层的形成及其厚度变化的原因；突出了古地理、古构造对含煤建造、煤层的形成、分布及其赋存的控制作用；对含煤建造的期后改造也作了一定的阐述。此外，对煤的肉眼研究、煤质评价、煤层对比方法等作了详细的论述；对我国的煤炭资源及其聚积规律，以及聚煤区的划分和各聚煤区的基本特征作了概略介绍；对我国石煤、碳沥青、煤成气及含煤建造中的其它共生矿产也作了适当介绍。

本书按100学时编写，第一篇成煤作用和煤的变质类型为12学时；第二篇煤质研究及其评价为28学时；第三篇含煤建造与煤田为50学时；第四篇中国煤田地质概况10学时。

本书由北京煤炭工业学校邹常玺（绪论、第一、二、三、四、五、七、十二、十三、十四、十五、十六等章）和徐州煤炭工业学校张培础（第六、八、九、十、十一等章）编写，邹常玺负责全书编纂统稿。中国矿业大学北京研究生部金奎励教授审稿。

本书编写过程中得到了中国矿业大学北京研究生部任德贻副教授、毛鹤龄高级工程师、武汉地质学院北京研究生部翁成敏副教授、煤炭部西安地质勘探研究所宋良宗工程师和北京煤炭工业学校郑刚讲师的大力协助，为本书提供了煤岩图片，并提出宝贵意见，在此表示衷心感谢。

鉴于编者水平所限和时间仓促，书中缺点、错误在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

1987年

# 目 录

绪 论 .....	1
-----------	---

## 第一篇 成煤作用与煤的变质类型

第一章 成煤作用——煤的形成 .....	3
第一节 成煤原始物质 .....	3
一、植物的演变与成煤作用的关系 .....	3
二、成煤原始物质 .....	4
第二节 植物遗体堆积的环境和方式 .....	8
一、植物遗体堆积的环境 .....	8
二、植物遗体的堆积方式 .....	12
第三节 泥炭化作用和腐泥化作用 .....	13
一、泥炭化作用 .....	13
二、腐泥化作用 .....	17
三、煤的成因分类 .....	18
第四节 煤化作用 .....	18
一、成岩作用和变质作用 .....	19
二、煤化过程中煤的成分和性质的变化 .....	20
三、煤化作用中的地质因素 .....	22
四、煤的变质指标和变质阶段的划分 .....	26
第二章 煤的变质类型 .....	31
第一节 深成变质作用 .....	31
一、深成变质作用的概念 .....	31
二、深成变质作用的规律和地质特征 .....	31
第二节 岩浆变质作用 .....	35
一、接触变质作用 .....	36
二、区域岩浆热力变质作用 .....	37
第三节 动力变质作用 .....	39

## 第二篇 煤质的研究和评价

第三章 煤岩学研究 .....	40
第一节 煤的肉眼研究 .....	40
一、煤的物理性质、结构和构造 .....	40
二、煤的肉眼煤岩成分和光泽岩石类型 .....	49
三、各种成因类型煤的特征及用途 .....	51
四、煤的肉眼研究方法 .....	55
第二节 煤的显微镜下研究 .....	58
一、煤的显微组成 .....	58

二、煤的显微煤岩类型 .....	70
三、煤的显微镜下研究方法简介 .....	71
第四章 煤的化学研究 .....	76
第一节 煤的工业分析 .....	76
第二节 煤的元素分析及各种基准的换算 .....	78
第三节 煤的工艺性质 .....	80
第四节 我国煤的工业分类 .....	85
一、中国煤(以炼焦煤为主)分类方案 .....	85
二、中国煤炭分类国家标准 .....	85
第五章 煤的综合利用及煤质评价 .....	89
第一节 煤的综合利用 .....	89
第二节 工业用煤的煤质要求 .....	89
第三节 煤质评价 .....	94
一、煤质评价及其依据 .....	94
二、煤质评价方法 .....	94
三、煤质评价举例 .....	96

### 第三篇 含煤建造与煤田

第六章 含煤建造 .....	100
第一节 概述 .....	100
第二节 含煤建造的岩石性质特征 .....	100
第三节 含煤建造的沉积相特征 .....	101
一、沉积相的一般概念 .....	101
二、沉积相的成因标志 .....	101
三、含煤建造中常见的沉积相及其特征 .....	109
第四节 含煤建造的旋回结构 .....	117
一、不同沉积环境中旋回结构的特征 .....	117
二、旋回结构的形成 .....	120
三、旋回的划分与命名 .....	122
第七章 煤层及其风氧化带 .....	124
第一节 煤层及其一般特征 .....	124
一、煤层及其基本形态 .....	124
二、煤层结构 .....	125
三、煤层的顶底板 .....	126
四、煤层中的结核、包体和化石 .....	126
第二节 煤层的形成和分岔 .....	127
一、煤层的形成 .....	127
二、煤层分岔的成因和类型 .....	128
第三节 煤层厚度及其变化的原因 .....	130
一、煤层厚度 .....	130
二、煤层厚度变化的原因 .....	131
第四节 煤的风化和煤层的风氧化带 .....	143

一、煤的风化 .....	143
二、煤层的风化带和氧化带 .....	144
三、氧化煤的鉴定标志和特征 .....	145
第八章 含煤建造的古地理类型 .....	148
第一节 概述 .....	148
一、近海型含煤建造古地理类型的控制因素 .....	148
二、内陆型含煤建造古地理类型的控制因素 .....	149
三、含煤建造古地理类型的划分 .....	149
第二节 海陆交替相含煤建造古地理类型及特征 .....	150
一、浅海型 .....	150
二、滨海平原型 .....	152
三、滨海冲积平原型 .....	152
四、滨海三角洲型 .....	154
五、滨海山前(山间)平原型 .....	155
六、海湾型 .....	156
第三节 陆相含煤建造古地理类型及特征 .....	158
一、内陆山间盆地型 .....	158
二、内陆盆地型 .....	161
第九章 聚煤盆地和聚煤古构造 .....	163
第一节 概述 .....	163
第二节 聚煤盆地的类型 .....	163
一、非构造成因的聚煤盆地 .....	163
二、构造成因的聚煤盆地 .....	164
第三节 聚煤盆地的同沉积构造 .....	166
一、重力成因的同沉积构造 .....	166
二、构造成因的同沉积构造 .....	168
第四节 聚煤盆地的发展和演变 .....	172
一、聚煤盆地基本类型的转化 .....	172
二、聚煤盆地的超覆扩张和退缩分化 .....	173
三、聚煤盆地的侧向迁移 .....	174
第五节 聚煤盆地的形成与构造的关系 .....	175
第十章 富煤带的形成及分析方法 .....	178
第一节 富煤带及其形成条件 .....	178
一、富煤带、富煤中心 .....	178
二、富煤带的形成条件 .....	180
第二节 富煤带的空间展布及其控制因素 .....	181
一、富煤带的展布特点 .....	181
二、控制富煤带空间展布的因素 .....	183
第三节 含煤性分析 .....	187
一、含煤性概念 .....	187
二、含煤性分析方法 .....	189
第十一章 含煤建造期后变化——煤田的赋存和分布规律 .....	203

第一节	煤田、煤产地的概念 .....	203
第二节	含煤建造的赋存及煤田的构造形态 .....	204
一、	含煤建造的赋存 .....	204
二、	煤田的构造形态 .....	205
第三节	含煤建造的分布规律 .....	216
一、	控制含煤建造分布的因素 .....	216
二、	期后构造对含煤建造分布的影响 .....	216
第十二章	含煤建造中的有益矿产 .....	222
第一节	含煤建造中的共生沉积矿产 .....	222
一、	油页岩 .....	222
二、	铝土矿和耐火粘土矿 .....	223
三、	沉积铁矿 .....	224
四、	其它矿产 .....	225
第二节	含煤建造中的有用伴生元素 .....	226
第十三章	煤层对比 .....	228
第一节	煤层对比及其任务 .....	228
第二节	煤层对比方法 .....	228
一、	标志层层间距对比法 .....	228
二、	煤层本身特征对比法 .....	230
三、	相·旋回特征对比法 .....	232
四、	古生物对比法 .....	233
五、	岩矿特征对比法 .....	236
六、	地球化学特征对比法 .....	240
七、	地球物理测井对比法 .....	242
第三节	煤层对比的步骤 .....	242
第十四章	石煤、碳沥青及煤成气 .....	244
第一节	石煤 .....	244
一、	概述 .....	244
二、	石煤的物理、化学及工艺性质 .....	245
三、	石煤的成因及后期变化 .....	246
第二节	碳沥青 .....	247
一、	概述 .....	247
二、	碳沥青的性质 .....	247
三、	碳沥青的成因 .....	248
四、	碳沥青矿床主要地质特征 .....	248
第三节	煤成气 .....	249
一、	煤成气及其在天然气中的地位 .....	249
二、	煤成气的分类及特征 .....	249
三、	煤成气田形成的条件 .....	250



## 第四篇 中国煤田地质简介

第十五章 中国煤田地质概况 .....	252
第一节 煤炭资源简介 .....	252
一、世界煤炭资源概况及其分布特点 .....	252
二、我国煤炭资源概况 .....	253
第二节 我国聚煤作用的基本特征 .....	256
一、我国的成煤期 .....	256
二、我国聚煤作用的古植物、古气候、古地理、古构造特征 .....	257
三、我国聚煤作用在空间上分布的特征 .....	259
四、我国古陆上成煤的特征 .....	259
五、我国煤的变质程度和煤厚的分布特征 .....	260
六、我国各聚煤期的煤质特征 .....	260
第三节 我国聚煤区及其划分 .....	263
一、聚煤区的概念 .....	263
二、我国聚煤区的划分 .....	263
第十六章 我国各聚煤区的基本特征 .....	274
第一节 华北石炭二叠纪聚煤区 .....	274
一、华北聚煤区的基本情况 .....	274
二、华北石炭二叠纪聚煤作用 .....	275
第二节 华南二叠纪聚煤区 .....	285
一、华南二叠纪聚煤区的基本情况 .....	285
二、华南晚二叠世聚煤作用 .....	287
第三节 东北侏罗纪聚煤区 .....	289
一、东北聚煤区的基本情况 .....	289
二、东北晚侏罗-早白垩世聚煤作用 .....	291
第四节 西北侏罗纪聚煤区 .....	295
一、西北聚煤区的基本情况 .....	295
二、西北早、中侏罗世的聚煤作用 .....	297
第五节 西藏滇西中生代及第三纪聚煤区 .....	300
一、概况 .....	300
二、聚煤期及分布 .....	300
第六节 台湾第三纪聚煤区 .....	302
参考文献 .....	304

## 绪 论

煤主要是由古代植物遗体经泥炭化和煤化作用生成的固体有机可燃矿产。它是煤田地质学研究的主要对象。

煤是国民经济中重要的能源资源，是人民生活中不可缺少的燃料，是现代工业发展不可缺少的粮食。我国的能源消费构成中1984年煤约占一次性能源的3/4；世界主要工业化国家的约占1/3~1/5不等。

煤是地壳中蕴藏最丰富的一次性能源资源，不论是地质储量，还是探明储量，都远远大于石油和天然气的储量。根据研究预测，在一次性能源资源中煤炭储量占80%左右，石油约占18%，天然气占2~3%。我国煤炭资源十分丰富，地质储量和探明储量均居世界第三位。我国的能源政策今后仍然是以煤为主。

由于科学的进步和工农业的发展，煤的用途将更加广泛。煤已成为重要的工业原料。冶金工业用的焦炭；化工工业以煤为原料的综合利用，可制成百余种重要的化工产品，如化肥、农药、杀虫剂、炸药、药品以及人民生活中需要的染料、塑料、合成纤维等，同时还可从煤中提炼出稀有放射性元素，因此有的化学家将煤称为“万能原料”。煤的综合利用是煤炭资源开发的前途。

煤的发现和开发利用已有了很长的历史。我国是世界上发现和使用煤炭最早的国家。在人类长期寻找、开发和利用煤炭资源的生产和实践过程中，积累了丰富的有关煤田地质方面的资料 and 知识，从而形成了一门独立的学科——煤田地质学。

煤田地质学是研究煤、煤层以及含煤建造的成因、性质及其分布规律的一门科学。其具体研究的内容包括以下几个方面：

### 一、煤的物质组成和性质

深入研究煤的物质组成和性质，是做到合理、充分利用煤炭资源的前提。通常采用的方法有两种：一是煤岩学方法，研究煤的煤岩组成成分和类型；二是煤化学方法，研究煤的化学组成、结构和性质。它们目前已发展成为两门独立的分支——煤岩学和煤化学。

### 二、煤的成因

要正确评价煤质，认识煤质的分布及其变化规律并进行煤质预测，就必须对成煤作用各个阶段的条件及转化过程进行研究。因此，应与植物学、沼泽学、有机地球化学等学科结合起来研究泥炭、腐泥形成的原始物质、聚积环境、堆积方式以及转变条件等对煤的组成、结构和性质的影响。

### 三、煤层及含煤建造

研究煤层及含煤建造的特征、形成条件，特别是聚煤期的古地理、古构造两个条件，是掌握煤层和含煤建造的分布规律、预测含煤性好坏的重要理论基础。

此外，还要研究煤层和含煤建造的期后变化，以了解煤层和含煤建造的构造形变及其赋存状态、煤的变质类型、煤的风氧化作用的程度及其对煤质的影响等。

#### **四、含煤建造的赋存特征和煤田的分布规律**

为了指导找煤、勘探和煤田预测工作，研究应着眼于较大区域的聚煤带的分布。一般是通过对成煤期的古植物、古气候、古地理和古构造等因素的研究来了解煤聚积的规律，进而探讨海水进退规律对聚煤作用的影响，以及构造变动对含煤建造的赋存及其分布的影响。

建国30多年来，我国煤田地质事业得到了迅速发展。近几年来，由于遥感地质、数学地质、电子计算技术等新兴学科的引入，以及微量、快速、高灵敏度的现代化测试技术的运用，煤田地质学研究水平又有了进一步提高。

# 第一篇 成煤作用与煤的变质类型

## 第一章 成煤作用——煤的形成

煤是植物遗体经过复杂的生物化学作用、物理化学作用转变而成的。从植物死亡、堆积到成煤所经过的一系列演变过程，称为成煤作用。成煤作用大致可分为两个阶段。第一阶段是植物遗体在泥炭沼泽、湖泊甚至浅海中不断堆积和在微生物参与下分解、聚合、聚积的过程。这个过程中起主导作用的是生物化学作用。高等植物遗体经过生物化学作用形成泥炭，低等植物遗体形成腐泥。因此，此阶段也称为泥炭化阶段或腐泥化阶段。当已经形成的泥炭或腐泥，由于地壳的下降而被上覆沉积物所掩埋后，成煤作用就转入第二阶段——煤化作用阶段，即泥炭、腐泥在以温度、压力作用为主的条件下转变成煤的过程。煤化作用阶段包括成岩作用和变质作用，在这个阶段中主要进行的是物理化学作用。泥炭在温度和压力的影响下，转变成年青褐煤的过程称为成岩作用；年青褐煤再转变成老褐煤、烟煤、无烟煤的过程称为变质作用。

### 第一节 成煤原始物质

对于成煤的原始物质，肖赫泽尔根据在煤中见有植物遗迹，早在18世纪初就提出了煤来源于植物的观点。随后，罗蒙诺夫（1763年）、贝鲁定根（1778年）都提出过煤是古代泥炭沼泽中的植物变来的“转变学说”；到19世纪30年代，由于显微镜的普遍使用，这些观点才被得以证实而不再有人怀疑了。

既然煤是由植物遗体转变而成的，那么煤的最早形成时间一定是在地球上有了植物之后，以及植物的出现、发展和演变必然影响着煤的形成和地史上聚煤时期的出现。

#### 一、植物的演变与成煤作用的关系

从地史上与成煤作用的关系看，植物的发展演化大体上可以分为5个时期：菌藻类植物时期，裸蕨类植物时期，蕨类、种子蕨类植物时期，裸子植物时期和被子植物时期。各时期的特征概述如下：

##### 1. 菌藻类植物时期

元古代到早泥盆世。这个时期都是水生的低等植物，主要是菌藻类低等生物。这个时期广阔、稳定的浅海环境是藻类大量繁殖的良好条件，因此形成了具有工业价值的煤，这是地史上最早的聚煤时期。本时期所形成的煤，一般属于高灰分的腐泥无烟煤类，我国俗称“石煤”。我国的石煤主要分布在南方各省，并以寒武纪的为最主要。

##### 2. 裸蕨类植物时期

志留纪末期到早、中泥盆世。这个时期以裸蕨类植物为主。裸蕨类植物群是目前所知的最古老的陆生植物群。虽然裸蕨类植物的组织，器官还很原始，没有真正的根和叶，植物体比较矮小（图1-1），但它毕竟是植物界经过漫长的发展后从水域向陆地进军的一次大飞跃，也是植物发展史上和聚煤史上的重大进展。裸蕨类植物的成煤作用，最早发生于早

泥盆世。如德国莱茵地区早泥盆世板岩中的镜煤条带，就是由裸蕨类植物形成的。我国泥盆纪由裸蕨类植物形成的煤见于云南禄劝、广东台山和秦岭西段等地。

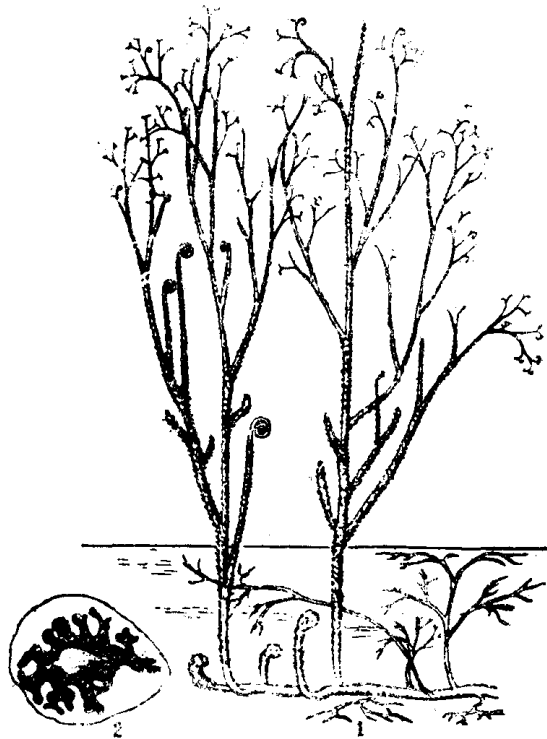


图 1-1 裸蕨植物星木属复原图

1—植物全貌，2—茎的横断面；

(引自A.H.克里斯多弗维奇《古生物学》，1957)

### 3. 蕨类-种子蕨类植物时期

晚泥盆世开始到晚二叠世早期。本期以孢子植物的蕨类和裸子植物的种子蕨类植物为主。它们是由半陆生的裸蕨类演变成的完全陆生植物，是植物界适应陆生的又一重大发展。这个时期世界各地气候温暖潮湿，适于植物生长发育，是多门类植物共同发展时期。像石松植物的鳞木（图1-2a）、封印木，节蕨植物的芦木（图1-2b），种子蕨和苛达树（图1-2c）等本时期内都达到了顶盛；许多树木十分高大，如鳞木、封印木等高达30~40m，树干直径达2m以上。这些植物都是当时大面积沼泽森林中的优势植物，也是晚古生代的主要成煤植物。因此，石炭二叠纪时期在世界广大区域内都有煤的形成，并成为地史上首次重要的聚煤期。

### 4. 裸子植物时期

晚二叠世晚期到中生代早期。本期内由于海西和印支运动的影响，陆地面积增大，地形分化，气候条件也发生相应的变化。特别

是干旱气候带的出现和扩大，引起了石炭、二叠纪植物群的衰退，同时出现了适应干旱环境能力更强的裸子植物。如苏铁纲、银杏纲以及特别繁盛的松柏纲植物等，使植物界的发展进入了裸子植物时期。这些植物是中生代煤的形成和聚积的物质基础，并使侏罗纪和早白垩世成为地史上出现的第二次重要的聚煤期。

### 5. 被子植物时期

从早白垩世晚期开始，被子植物迅速地发展起来，并代替了裸子植物而成为优势植物群，进入被子植物时期。这些植物为第三纪煤的形成和聚积提供了成煤的物质基础，并使之成为地史上第三个重要聚煤期。

综合上述可以看出，植物的演化对煤的形成和聚积有着十分重要的影响。首先，煤的形成和大量聚积是始于植物出现之后。只有植物大量的繁殖和发展，才会有聚煤作用的发生。其次，由于植物从水生到陆生、从低级向高级的发展和演化，聚煤作用在地质历史发展过程中也在发生变化，成煤环境由浅海到滨海直至扩大到内陆，聚煤作用不断增强。第三，新的聚煤时期的出现，都是以新门类植物群的出现为前提。地史上主要植物群的演化和与成煤作用的关系见图1-3。

## 二、成煤原始物质

### (一) 低等植物和高等植物

植物的种类很多，但根据组织和器官的差异可以分为低等植物和高等植物两大类。属

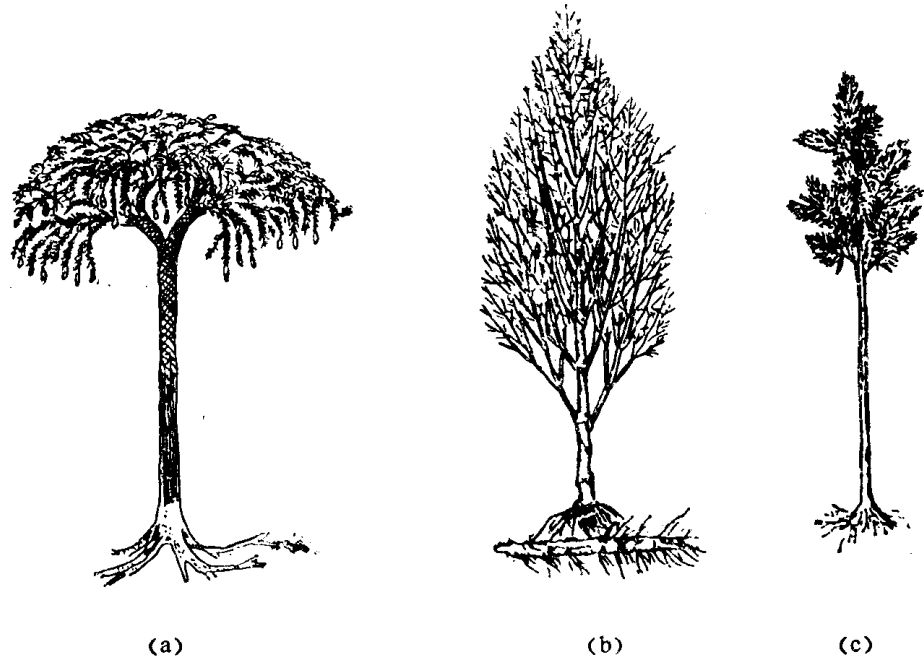


图 1-2 主要成煤植物复原图  
a--鳞木, b--芦木, c--苛达

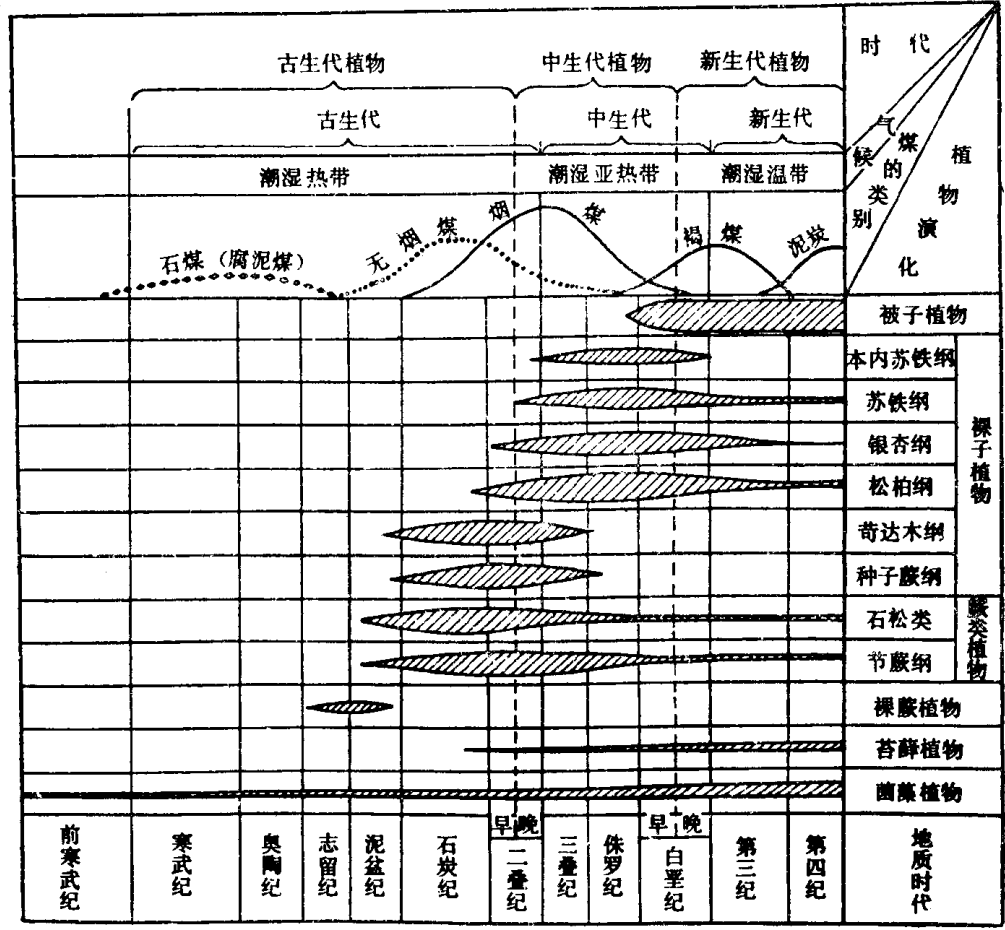


图 1-3 地史时期植物的演变与成煤作用的关系  
(据四川矿业学院《煤田地质学》，1974)

w2  
w3  
w4  
w5  
w6  
w7  
w8

于低等植物的有菌类和藻类，它们是地球上最早出现的生物，多为单细胞或由多细胞构成的丝状、叶片状的单体或群体植物，没有根、茎、叶等器官的分化，全部是由柔软的组织组成，构造比较简单，多数生活在水中。属于高等植物的有苔藓植物、裸蕨类植物、蕨类和种子蕨类植物、裸子植物和被子植物。高等植物是由低等植物经过长期演变而来的。由于其长期对陆地生活的适应，形成了根、茎、叶、花、果实等专门的器官。不论低等植物还是高等植物，都是形成煤的原始物质。

## (二) 植物的有机组成及其与成煤作用有关的特点

### 1. 植物的有机组成

不论低等植物还是高等植物，主要都是由碳水化合物（包括纤维素、半纤维素、果胶质等）、木质素、蛋白质、脂类化合物（包括脂肪、树脂、树蜡、角质、木栓质和孢粉质等）组成的。但不同种类的植物其有机组成并不一样，而同一种植物的不同部分其有机组成也不一样（表1-1）。

表 1-1 植物的主要有机组分百分含量

单位：%

植 物	碳水化合物	木质素	蛋白质	脂类化合物	
细 菌	12~28	0	50~80	5~20	
绿 藻	30~40	0	40~50	10~20	
苔 藓	30~50	10	15~20	8~10	
蕨 类	50~60	20~30	10~15	3~5	
草 类	50~70	20~30	5~10	5~10	
松柏及阔叶树	60~70	20~30	1~7	1~3	
木本植物的	木质部	60~75	20~30	1	2~3
	叶	65	20	8	5~8
不同部分	木 栓	60	10	2	25~30
	孢粉质	5	0	5	90
	原生质	20	0	70	10

注：引自《中国煤田地质学》，1982。

从表1-1中可以看出，低等植物主要由蛋白质和碳水化合物组成，脂肪含量比较高，高等植物的组成则以木质素、纤维素、半纤维素为主。木本植物中，植物体不同部分的有机组成也有很大的差别。茎和叶以纤维素、木质素为主，而孢粉、木栓层及角质层等则含大量的脂类化合物。不同的有机组分其性质在成煤作用中有很大的差别，并直接影响到植物有机体的分解和转化，以及煤的性质和用途。

### 2. 植物的有机组成与成煤作用有关的特点

#### 1) 碳水化合物 包括纤维素、半纤维素和果胶质。

纤维素是高分子碳氢化合物，是构成植物细胞壁的主要成分。其分子式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ ，是一个多糖。纤维素易水解，在溶液中呈胶体。纤维素在植物体内很稳定，但植物死亡后在氧化条件下易受喜氧细菌、霉菌等微生物的作用而分解成为二氧化碳 $CO_2$ 、甲烷 $CH_4$ 和水 $H_2O$ 。在泥炭沼泽的酸性介质中，纤维素可水解为糖类。糖类同胺基酸作用可形成类似腐植质物质，从而参与成煤作用。

半纤维素也是一个多糖，果胶质是糖类的衍生物。它们的性质与纤维素相近，但比纤维素更易水解成糖类并进而参与成煤作用。

2) 木质素 是构成植物细胞壁的主要成分,多分布在植物茎部细胞中,包围着纤维素并填满其间隙,以增强细胞壁的坚固性。木质素含量在木本植物体中高。木质素是具有芳香结构的化合物,结构较复杂。木质素比纤维素稳定,不易水解,植物死后也较难分解,但较易氧化成芳香酸和脂肪酸。在沼泽水中,由于水和微生物的作用木质素可以分解,并进一步合成为一种似腐植酸物质参加成煤作用。

3) 蛋白质 是组成植物细胞内原生质的重要物质,为无色透明的半流动状胶体。植物体内的蛋白质含量一般是低等植物的较高。蛋白质的成分和结构十分复杂,含有羧基 $\text{COOH}$ 和氨基 $\text{NH}_2$ ,呈两性,与强酸、强碱都能起作用生成盐类。植物死亡后,若氧化充分,蛋白质可全部分解为气体逸出。在沼泽或湖泊水中,蛋白质可分解或转变成氨基酸、卟啉等含氮化合物参与成煤作用。

4) 脂类化合物 包括脂肪、树脂、树蜡和孢粉质等。

脂肪是链状的碳氢化合物。其含量在低等植物中较高(如藻类的可达20%),在高等植物中较低(一般仅1~2%),且多数集中在植物的种子和孢子中。脂肪在酸性或碱性溶液中能发生水解,生成脂肪酸和甘油,其中脂肪酸参加成煤作用,而甘油被水带走。在自然条件下,脂肪酸具有一定的稳定性,能经历很长时间而积聚起来。因此,从泥炭或褐煤中提取的沥青,能找到未经变化的脂肪酸。

树脂只在针叶植物较多,低等植物没有。它在植物中呈分散状态。当植物外部受伤时,分泌到伤口处的树脂形成胶状物质,起保护伤口作用。树脂的化学性质十分稳定,不溶于有机酸,也不受微生物的破坏。因此,它能在煤中很好地保存下来。我国辽宁抚顺第三纪的煤中的琥珀就是树脂形成的。

树蜡是植物中呈薄层状覆盖于茎、叶和果实外皮上,防止水分蒸发和避免微生物侵害的物质。树蜡的化学性质稳定,不易分解。角质和木栓质是与树蜡的化学组成接近的成分,因此煤中也常常有保存,而且其含量有时可很高。

孢粉质是构成孢子、花粉外壁的主要物质,其化学性质极为稳定,加热到 $200^\circ\text{C}$ 以上才开始分解,不溶于有机溶剂。古生代的煤中,经常有保存较好的孢子和花粉。

综上所述,高等植物和低等植物都是成煤的原始物质,其所有组分都能参加成煤作用。稳定组分可直接参加成煤作用;不稳定和较稳定组分在成煤过程中,首先进行分解成中间产物,进而相互作用或与其它组分作用形成新的产物,尔后再参加成煤作用。但是,在不同的成煤作用条件下,植物体的各种组分在成煤过程中所起的作用是不相同的。成煤

表 1-2 成煤植物的各种组分的元素组成

成煤植物的各种组分	元 素 组 成, %				
	C	H	O	N	S
纤维素	44.4	6.2	49.4		
木质素	63.1	5.9	31.0		
蛋白质	50~55	6.5~7.2	20.0~23.7	15.2~19.2	0.3~2.4
脂肪	76~79	11~13	10~12		
树蜡	80~82	13~14	4~6		
树脂	75~85	9~12	5~14		

注: 据四川矿业学院等《煤田地质学》, 1974。



的原始物质不同，必然导致煤在化学组成，物理化学性质及工艺性质等方面的差异和用途的不同。一般把高等植物形成的煤叫腐植煤，把低等植物形成的煤叫腐泥煤。成煤的原始物质主要是植物的根、茎等器官的木质纤维组织时，所形成的煤氢含量就比较低，若是角质层、木栓层、树脂、孢粉等组织或组分时，所形成的煤氢含量就高（表1-2）；若是藻类形成的煤，氢含量就更高。这些煤在加工利用过程中表现出来的工艺性质也有很大的差别，所以成煤原始物质是影响煤质的重要因素之一。

## 第二节 植物遗体堆积的环境和方式

### 一、植物遗体堆积的环境

植物遗体不是在任何环境下都能够堆积起来并转化成泥炭和腐泥的，而是必须具备两个基本条件：（1）必须有大量植物的持续繁殖和发展，这是成煤的物质基础；（2）植物遗体堆积起来后应及时与空气隔绝，以使植物遗体不被分解，能保存下来并进一步转化成泥炭或腐泥。自然界中，符合这两个条件的堆积环境中，最主要的是沼泽或泥炭沼泽，其覆水较浅，养料较为丰富，既有利于高等植物生长繁殖，又有利于其遗体的堆积和保存。因此沼泽（或泥炭沼泽）是形成泥炭的最有利场所。而湖泊，泻湖、海湾、浅海等环境，由于覆水较深，不利于高等植物生长繁殖，经常有一些低等植物生长繁殖，因此，多是形成腐泥的环境。

#### （一）沼泽的形成

##### 1. 沼泽及其形成条件

沼泽是指有植物生长的常年积水的洼地。沼泽中植物死亡后其遗体能够被沼泽水所覆盖，使其与空气隔绝而不被完全氧化分解，并在逐渐堆积过程中经以生物化学作用为主的变化后可转变成泥炭的，称为泥炭沼泽。

沼泽的形成和发育是地质、地貌、气候、水文、土壤、植被等多种自然因素综合作用的产物。

形成沼泽的地貌和土壤条件是：要有低洼的、能保持积水的地形和能够提供植物生长所需养料的土壤（粘土、亚粘土）。

气候条件主要是指温度和湿度。温度不影响沼泽的形成，但可影响到植物群的类型和植物的生长速度。湿度则是决定沼泽能否形成的必要条件。形成沼泽的湿度条件是年降水量大于年蒸发量。据M.泰希缪勒的资料，热带沼泽一般在7~9a内重建一次（即由低位沼泽发展为高位沼泽）。在这段时间内，树木生长的高度可达30m。而在温带同样的时间内树木生长的高度则仅有数m。从世界上现代泥炭的分布来看，热带、温带和寒带都可以形成泥炭沼泽。在热带，许多地区都有很厚的泥炭堆积，如科兰河三角洲就有分布很广的泥炭层，厚度可达5~15m；在南美洲的比海岸苏利南、圭亚那也有泥炭层广泛分布，有的厚度可达40m以上。在温带，泥炭层分布的也很广，如美国密西西比河三角洲地区就有厚度达2~5m的泥炭层。在寒带不少地区也有泥炭堆积，如北极的北斜坡和阿拉斯加地区就有很厚的泥炭层。

形成沼泽的水文条件是入水量（地表水和地下水的流入量及大气降水量总和）大于出水量（地表水和地下水的流出量及蒸发量总和），这样才能沼泽化区长期保持积水。

一般地说，凡是具备上述条件的地区都可形成沼泽。因此，不仅在热带、温带有沼泽，