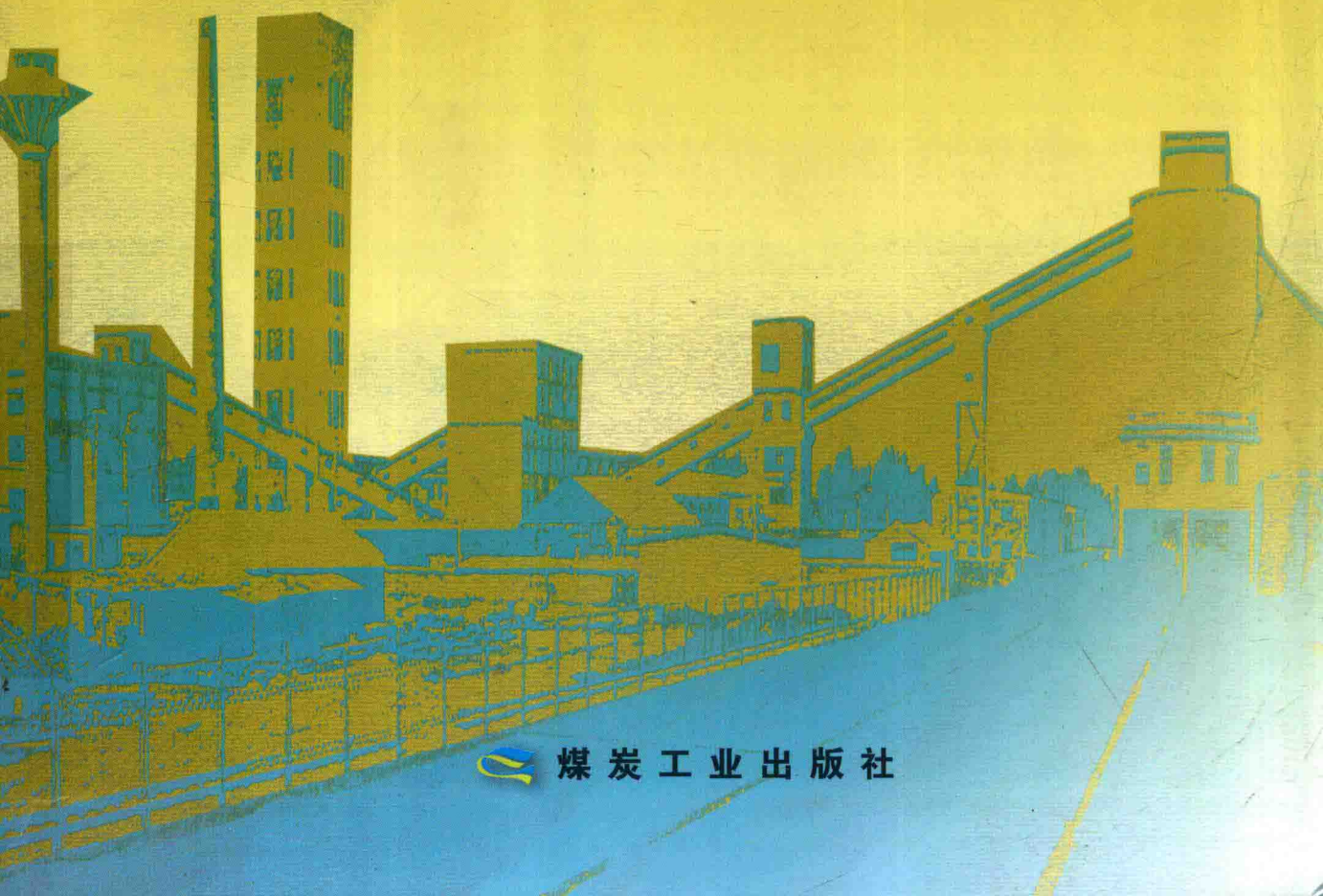


第2版

选煤工艺设计 实用技术手册

XUANMEI GONGYI SHEJI
SHIYONG JISHU SHOUC

■ 戴少康 编著



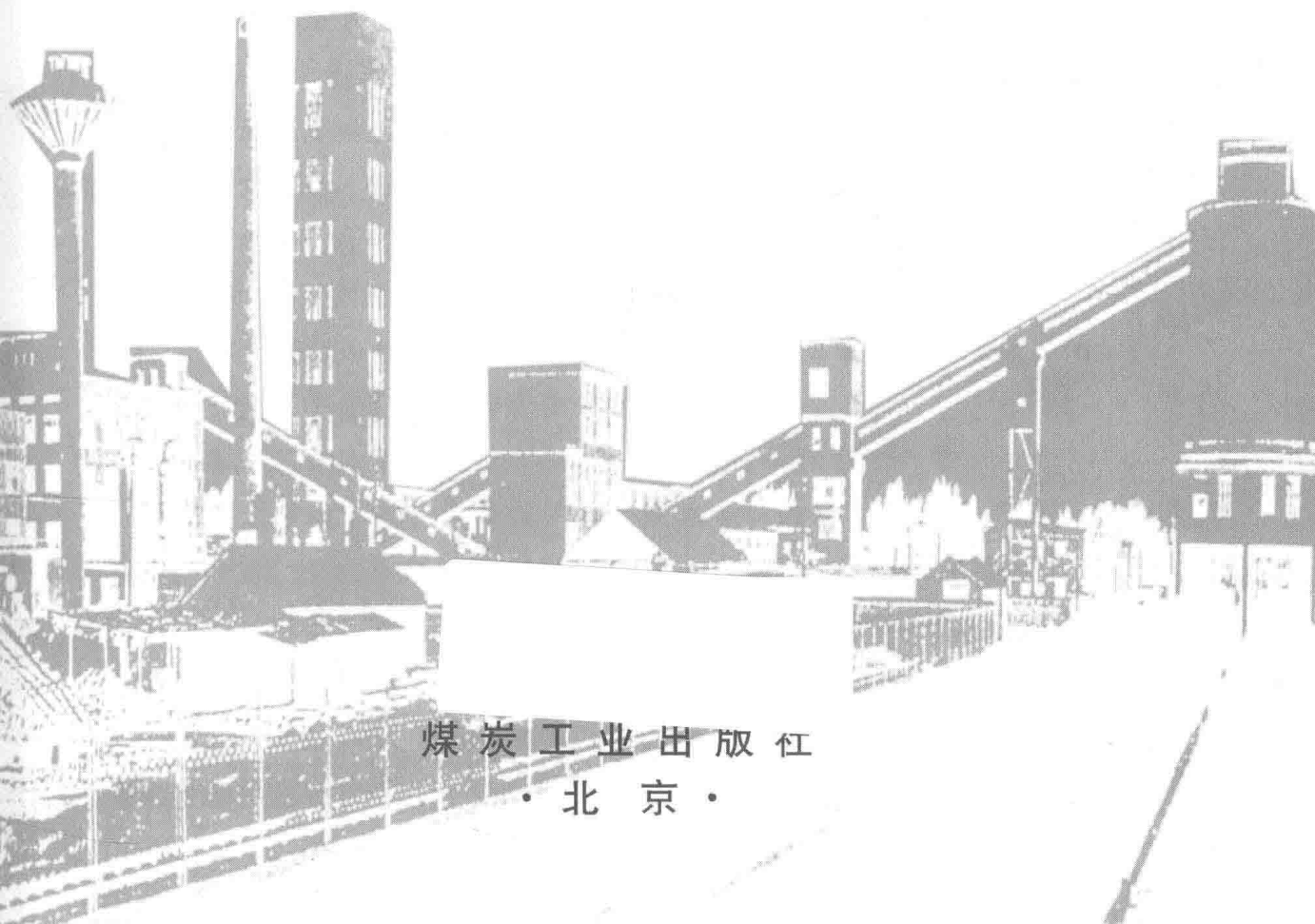
煤炭工业出版社

第2版

选煤工艺设计 实用技术手册

XUANMEI GONGYI SHEJI
SHIYONG JISHU SHOUC

■ 戴少康 编著



煤炭工业出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

选煤工艺设计实用技术手册 / 戴少康编著. --2 版. --北京:
煤炭工业出版社, 2016

ISBN 978 - 7 - 5020 - 5207 - 2

I. ①选… II. ①戴… III. ①选煤—工艺技术—技术手册
IV. ①TD94 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 024219 号

选煤工艺设计实用技术手册 第 2 版

编 著 戴少康
责任编辑 袁 筠
责任校对 孔青青
封面设计 王 滨

出版发行 煤炭工业出版社 (北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

电 话 010 - 84657898 (总编室)

010 - 64018321 (发行部) 010 - 84657880

电子信箱 cciph612@126.com

网 址 www.cciph.com.cn

印 刷 三河市万龙印装有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 38¹/₄ 字数 650 千字

版 次 2016 年 4 月第 2 版 2016 年 4 月第 1 次印刷

社内编号 8058

定价 180.00 元



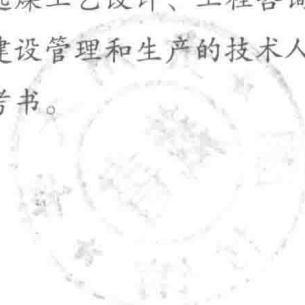
版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换,电话:010 - 84657880

内 容 提 要

编撰《选煤工艺设计实用技术手册》的目的就是为从事选煤工艺设计的人员提供一本随手可及、方便实用的参考书。本书除保留了传统设计手册工具书式的一部分必要的内容外，还包括了煤炭资源、地质勘探、煤炭性质分析、煤的用途及其对煤质的要求、产品结构方案论证、选煤工艺剖析、煤炭深加工、煤炭转化、资源综合利用等方面的新内容。并结合当前相关行业技术进步的成果，着重阐述其相关知识的基本理念以及选煤工艺设计的思路和方法，故本书也具有类似于技术参考书的内容和功能。另外，编著者集一生从事选煤工程设计、工程咨询的经验体会，广泛汇集选煤设计业界的宝贵经验、教训，通过提供大量典型设计实例，形象具体地对本书提出的观点、论点予以参考佐证，因此对于工程设计更具有实用价值。

本书主要供从事选煤工艺设计、工程咨询的技术人员作为工具参考书，也可供从事选煤厂工程建设管理和生产的技术人员参考，亦可作为大、专院校选煤专业的师生教学参考书。



再 版 前 言

《选煤工艺设计实用技术手册》第一版面世后，承蒙读者特别是选煤专业同行垂青，已经重印2次。最近煤炭工业出版社提议再版，对编著者来说，再版需要增添新内容、收集近年新资料、更新相关数据，工作量不少，唯恐年迈力不从心。

第一版距现在，虽然只有短短6年时间，但国家相关政策、各种标准都有不少更新，选煤行业对设计经验又有了新的积累，编著者本人对选煤工艺技术也有一些新的认知、体会。主客观因素均促使我感到有再版的必要，几经踌躇，斟酌再三，才承诺再版这本《手册》。

既是再版，原版的总体结构和核心内容保持不变，仍按原版的顺序分8章撰写；但多数章节内容都有所增补。第一版中的前言表达了编著者编写本《手册》的初衷和主旨并作为一段历史的记载而继续留存。再版仍然保留了原版《手册》的双重功能，既具有传统工具书的功能，又具有相关知识的基本理念及选煤工艺设计的思路和方法的论述内容。再版沿袭了原版通过典型设计实例，形象具体地对《手册》提出的观点、论点予以佐证的编写风格。

再版修订的原则及主要增补、修改内容如下：

1. 文字容量较小的一般增改内容，采用在原文基础上进行修改。例如：

——原版《手册》错漏的修正。

——部分国家标准、行业标准的更新。

2. 文字容量较多的重要增改内容，则在原版结构框架内采用插入方式进行增补、改写。本次再版插入增补、改写的内容多达32处，主要有：

——第一章第二节“煤的岩相组成”中，增补介绍了2013年5月新颁布的国家标准《显微煤岩类型分类》（GB/T 15589—2013）的相关内容。

——第一章第三节“煤的性质”中，增补了长期以来被人们忽视的煤中有害元素汞的危害性及其含量分级的首颁国家标准（GB/T 20475.4—2012）。

——第一章新增加第四节“煤炭分类”，全面系统介绍了由三个国家标准构成的中国煤炭分类完整体系，并新增“最新国际煤炭分类标准”和首颁国家标准《稀缺、特殊煤炭资源的划分与利用》(GB/T 26128—2010)及相关国家政策等内容，并列举大量煤炭分类在设计中应用的实例。

——第二章第三节“选煤试验资料的调整与分析”中，重新改写了有关筛分资料调整方法的内容及相关设计应用实例。

——第三章第二节“煤炭用于燃烧及其对煤质的要求”中，重新编写了有关煤炭用于动力发电及其对煤质的要求的内容，更新了相关国家标准《发电煤粉锅炉用煤技术条件》(GB/T 7562—2010)及设计应用实例；扩展编写了有关燃料水煤浆的内容和2014年新颁国家标准《燃料水煤浆》(GB/T 18855—2014)及设计应用实例。

——第三章第四节“煤炭产品质量标准”中，全面介绍了2014年新颁的国家标准《商品煤质量评价与控制技术指南》(GB/T 31356—2014)的相关内容。

——第四章新增加第六节“重力选煤法的工艺性能”，着重介绍了2014年新发布的国家标准《煤用重选设备工艺性能评定方法》的相关内容，同时转录了国家标准《煤炭洗选工程设计规范》(GB/T 50359—2014 报批稿)给出的各种重力选煤设备主要工艺性能评定指标。

——第五章第三节“工艺流程结构”中，重新改写了有关设置预排矸作业的目的和条件的内容。

——第五章第三节“工艺流程结构”中，通过典型设计实例，扩展编写了有关细煤泥回收工艺的分析论证内容。

——第六章第六节“筛分设备选型”中，增加了有关弛张筛的内容。

——第八章第二节“综合利用的政策依据”中，更新摘录了部分新的现行国家或省级有关低热值煤发电的政策文件。

——第八章第四节“煤矸石的综合利用”中，全面介绍了2012年新发布的国家标准《煤矸石利用技术导则》(GB/T 29163—2012)中所规定的煤矸石利用的通则和技术要求。同时更新编入了新近编制的低热值煤发电规划和新设计的低热值煤发电项目的实例。

3. 对工艺技术的新认知、新体会及大篇幅增补内容，则采用专题论述方

式以附文的形式出现，附文共6篇，附在再版《手册》正文的最后，以方便读者重点查阅。

在撰写附文三和附文四时，分别得到李梦昆、戴华二位同志的鼎力协助。再版《手册》在出版过程中还得到李明辉、贺佑国、丁易、郭大同、马力强、姜庆乐、肖力等同志的关心和支持，在此一并表示感谢。

但愿再版《手册》能对广大读者和选煤同行有所裨益和新的启迪，错误之处恳请指正。

戴少康

2015年12月25日

第一版前言

国家实行改革开放,发展市场经济逾三十年,选煤行业和国内其他行业一样发生了巨大变化。特别是近十年来,随着国外新工艺、新技术的引进,推动我国选煤工艺技术取得了显著进步,工艺设备不断更新,厂房结构及工艺布置突破传统模式,选煤厂工程设计面貌发生了迅速的变化。

随着我国市场经济的深入发展,对洗选产品的质量、产品结构的灵活性和适应性提出了更高的要求。选煤工程设计的指导原则与计划经济时期相比,有了较大的改变,不仅要考虑最大产率原则,还要体现最大经济效益原则。

科学发展观的提出和发展循环经济的新理念,对煤炭洗选加工、煤炭转化及资源综合利用提出更高要求,国家先后出台了一系列相关的产业政策和文件。促使煤炭深加工、煤炭转化及资源综合利用产业蓬勃兴起,大大扩展了煤炭的用途范围和利用价值。煤炭已不仅仅是传统意义上的动力发电燃料和炼焦原料,也是可以用于高炉喷吹,制水煤浆,以及具有更高利用价值的多种煤化工、煤基合成油的宝贵原料。众多的煤炭用途对煤质有着特殊的不同要求;因此,就要求煤炭洗选工程设计对不同用途的煤质特征和工艺性能的分析、评价要更加精细、准确,以确保实现煤炭资源的合理利用。

煤炭加工领域发生的上述巨大变化和进步,新技术、新工艺不断涌现,积淀了丰富的设计实践经验,国家和煤炭行业也颁布了许多新的专业技术标准。

为适应上述变化,选煤厂设计规范及时进行了修改,建设部 2005 年首次以国家标准发布了《煤炭洗选工程设计规范》(GB 50359—2005),2009 年首次以国家标准发布了《煤炭工业矿区总体规划规范》(GB 50465—2008)。然而,有关选煤工艺设计手册的编写却一直无人问津。《选煤工艺设计手册(工艺部分)》自 1978 年出版以来逾三十年,其中大多数内容已经过时,与当前国家相关的产业政策和技术发展现状不相适应。业界人士普遍反映,急需有一本方便实用的设计手册,能够汇集这些新知识、新经验、新标准。

编著者从事选煤工程设计四十年,退休后又继续从事选煤工程咨询、评

估、评审近十年，至今未敢稍有懈怠。就工作经历而言，编著者一直有编撰选煤工艺设计工具书的夙愿，但苦于个人精力、时间及诸多客观因素的限制，难以完成这一编撰量巨大的工作。故决意编撰这本内容相对简要的《选煤工艺设计实用技术手册》。其目的就是为从事选煤工艺设计的人员，提供一本随手可及、方便实用的参考资料，以弥补三十余年的缺憾。

现今要编制一部煤炭洗选工程项目的可行性研究报告或初步设计，仅仅熟悉本行业的知识是远不够的，必须扩展相关知识领域。因而本手册的主旨并不完全是编撰传统意义上纯粹工具书式的选煤设计手册，而是结合当前相关行业技术进步的成果，着重阐述相关知识的基本理念，以及选煤工艺设计的思路和方法，故而也具有类似于技术参考书的内容和功能。另外，编著者集一生从事选煤工程设计、工程咨询、评估（审）的认知与体会，广泛汇集选煤工程设计业界的宝贵经验，通过提供大量典型设计实例，分析优缺点，形象具体地对本手册提出的观点、论点予以参考佐证，因此对于工程设计更具有实用价值和意义。特意在手册名称上冠以“实用技术”一词。

《手册》中除保留了一部分必要的筛分浮沉资料综合方法、工艺流程结构及计算方法、设备选型及计算方法、工艺布置技能等传统内容外，还根据国家当前对设计文件评估（审）核准程序的要求，以及煤炭洗选加工行业和相关领域的技术进步，重点增加了以下新内容：

（1）煤炭资源、地质勘探、煤质化验分析、煤炭深加工、煤炭转化、资源综合利用等相关行业的概念知识。

（2）摘要编录国家和行业最新颁布的相关技术标准。

（3）煤的各种用途及其对煤质的不同要求；产品结构方案论证。

（4）各种选煤方法的分选原理、适用条件及优缺点，重要工艺设备的工作原理及性能。

（5）制定选煤工艺流程的思路，重点剖析了重介质分选工艺流程结构及计算介质流程的关键点。

（6）通过典型设计实例，总结工艺布置的经验、方法。

《手册》在编写过程中力求客观，但也难免带有个人技术观点的局限性。为了给阅读者留有足够的自主选择空间，在编著表述方式上尽量避免随意下结论。

《手册》在出版发行过程中得到中国煤炭建设协会勘察设计委员会的鼎力

支持，对此深表谢意。同时在编撰过程中也得到许多业内人士的大力支持和无私协助，在此一并表示诚挚的感谢。他们是：陈子彤、郭大同、张豫生、丁易、邓晓阳、匡亚莉、戴华、王东宁、段建中、李梦昆、唐中娅、王连栋、朱彧、郭涛、梁彦国、任文芳、柴芳、赵育杰、屈志荣、孟凡贞等。

由于手册涉及内容面广，时间仓促，编著者水平有限，错误和缺点在所难免，恳请读者指正。

戴少康

2009年10月6日

目次

第一章 煤炭资源与煤的性质·····	1
第一节 煤炭的形成、分类及分布·····	1
第二节 煤的岩相组成·····	14
第三节 煤的性质·····	19
第四节 煤炭分类·····	49
第二章 选煤试验资料分析及煤的可选性·····	71
第一节 采、制样·····	71
第二节 选煤试验·····	72
第三节 选煤试验资料的调整与分析·····	74
第四节 煤炭可选性、可浮性评定·····	96
第三章 煤炭用途及产品方案·····	100
第一节 煤炭用途概述·····	100
第二节 煤炭用于燃烧及其对煤质的要求·····	101
第三节 煤炭用作煤化工原料及其对煤质的要求·····	115
第四节 煤炭产品质量标准·····	155
第五节 煤炭产品定向与定位·····	165
第六节 煤炭产品市场预测与分析·····	186
第七节 产品结构方案·····	188
第八节 国家对现代煤化工项目建设的政策限制·····	192
第四章 选煤方法·····	193
第一节 选煤方法的分类·····	193

第二节	跳汰选煤法	193
第三节	重介质选煤法	196
第四节	浮游选煤法	199
第五节	其他选煤方法	203
第六节	重力选煤法的工艺性能	206
第七节	选煤方法的选择	209
第五章	工艺流程	214
第一节	工艺流程制定的依据和原则	214
第二节	入选工艺原则及入选方式的确定	214
第三节	工艺流程结构	226
第四节	工艺流程计算	271
第五节	选煤产品最终平衡表及工艺流程图	298
第六章	工艺设备选型	301
第一节	工艺设备选型的原则及相关因素	301
第二节	跳汰分选设备选型	304
第三节	重介质分选设备选型	309
第四节	浮选设备选型	332
第五节	其他分选设备选型	339
第六节	筛分设备选型	343
第七节	破碎设备选型	351
第八节	脱水设备选型	356
第九节	水力分级设备选型	369
第十节	浓缩澄清设备选型	373
第七章	工艺布置	380
第一节	工艺总平面布置	380
第二节	工艺厂房(设施)布置概述	402
第三节	原煤储煤设施的工艺布置	406
第四节	动筛跳汰车间的工艺布置	420

第五节 主厂房的工艺布置·····	426
第六节 复合式干法分选系统工艺布置·····	455
第八章 资源综合利用·····	458
第一节 资源综合利用的意义及现状·····	458
第二节 综合利用的政策依据·····	460
第三节 综合利用的资源种类·····	467
第四节 煤矸石的综合利用·····	468
第五节 粉煤灰渣的综合利用·····	495
第六节 矿井水的综合利用·····	501
第七节 矿井瓦斯的综合利用·····	502
第八节 煤系共、伴生矿物及微量元素的综合利用·····	512
附文一 再论设置选前脱泥环节的适用条件·····	515
附文二 再论重介旋流器分选工艺条件的选择·····	526
附文三 最大产率原则（等“ λ ”原则）在选煤工艺设计中的应用·····	529
附文四 浅论弛张筛及其合理应用·····	540
附文五 新疆煤炭资源、煤质及用途分析·····	554
附文六 中华人民共和国国家发展和改革委员会令（第14号）·····	591
参考文献·····	596

第一章 煤炭资源与煤的性质

第一节 煤炭的形成、分类及分布

煤是一种固态的可燃有机岩，是有机化合物和无机化合物的混合物，它的组成结构非常复杂，极不均匀。这是由于成煤原始物质和成煤过程中发生的生物化学、物理化学作用的不同，以及成煤地质年代的不同等因素的差异造成的。

按照国家标准《中国煤炭分类》(GB/T 5751—2009)对“煤”或“煤炭”的严格定义是：主要由植物遗体经煤化作用转化而成的富含碳的固体可燃有机沉积岩，含有一定量的矿物质，相应的灰分产率小于或等于 50%（干基质量百分数）。

一、成煤物质及成煤过程

（一）成煤的原始物质

成煤的原始物质主要是植物。煤是植物残骸经过复杂的生物化学、物理化学及地球化学变化转化而来的。

植物一般分为低等植物和高等植物两大类。高等植物形成的煤为腐植煤，低等植物形成的煤为腐泥煤。在自然界分布最广而又常见的是腐植煤。根据煤化程度的浅深，腐植煤包括泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤等煤类。这些煤类各有不同的特征和性质，因而它们的用途也各有侧重。

（二）成煤作用

自然界植物遗体从聚积到转变成煤，经过了一系列的演变过程，在这个转变过程中所经受的各种作用总称为成煤作用，成煤作用包括两个阶段，即泥炭化作用阶段和煤化作用阶段。

1. 泥炭化作用阶段（或腐泥化作用阶段）

主要发生于大批死亡植物遗骸堆积在地表的沼泽、湖泊及浅海滨岸地带等接触空气较少的水体环境中，先后在喜氧微生物的氧化分解（菌解）作用及厌氧微生物的分解和化合相互交错作用（腐植化作用）下，继而经历凝胶化作用、丝炭化作用等而形成新产物—泥炭（或腐泥）。这就是成煤的第一阶段——泥炭化作用阶段（或腐泥化作用阶段）。高等植物经过这一阶段形成泥炭，低等植物经过这一阶段则形成腐泥。

植物转变成泥炭，在化学组成上发生了质的变化，最明显的是生成了腐植酸，消失了蛋白质，降低了纤维素、半纤维素和木质素，碳含量增加，氧含量降低。

2. 煤化作用阶段

成煤的第二阶段——煤化作用阶段，由煤成岩作用阶段和煤变质作用阶段构成。

1) 煤成岩作用阶段

当沼泽中生成的泥炭层（或腐泥层）由于地壳的下沉而被泥沙等沉积物覆盖时，泥炭层就逐渐压紧并不断失水，胶体逐渐老化以致固结，厌氧微生物的生物化学作用慢慢消失。在地层下（地表下浅处）的高温（一般不超过 70°C ）和覆盖层的挤压下，泥炭的化学组成发生缓慢变化，逐渐密度增大、腐植酸减少、碳含量增大、氧含量减少，当全水分降到75%（质量分数）时，泥炭转化为年轻的褐煤。这个过程称为煤成岩作用阶段，是煤化作用的开始阶段。

2) 煤变质作用阶段

当褐煤继续受地壳运动的影响，下降到地壳的较深处，受到不断增高的压力和温度的影响，引起了煤的内部分子结构、物理和化学性质的变化，年轻褐煤逐渐转变成年老褐煤、烟煤、无烟煤。这种转变属于物理化学作用阶段，也称煤变质作用阶段。

（三）成煤的地质年代

煤属于一种有机生物岩，是由不同地质年代的植物在死亡以后形成的。地质年代是地壳发展的时间表，中国煤炭成煤的地质年代主要有：

（1）晚古生代泥盆纪（D）。距今约41000万年，成煤植物为孢子植物（裸蕨植物），只有少量无烟煤形成。

（2）晚古生代石炭纪（C）。距今约35500万年，成煤植物为孢子植物

(蕨类植物), 聚煤主要煤类有炼焦烟煤、其他烟煤、无烟煤。

(3) 晚古生代二叠纪 (P)。距今约 29000 万年, 成煤植物为孢子植物 (蕨类植物), 聚煤主要煤类有炼焦烟煤、其他烟煤、无烟煤。

(4) 中生代三叠纪 (T)。距今约 25000 万年, 成煤植物为裸子植物, 聚煤主要煤类有烟煤、无烟煤。

(5) 中生代侏罗纪 (J)。距今约 20500 万年, 成煤植物为裸子植物, 聚煤主要煤类有褐煤、烟煤、无烟煤。

(6) 中生代白垩纪 (K)。距今约 13500 万年, 成煤植物为裸子植物, 聚煤主要煤类有褐煤、长焰煤、气煤、无烟煤。

(7) 新生代第三纪 (R)。距今约 6500 万年, 成煤植物为被子植物, 聚煤主要煤类有泥炭、褐煤、长焰煤、气煤。

(8) 新生代第四纪 (Q)。距今约 160 万年, 成煤植物为被子植物, 聚煤主要煤类有泥炭。

(四) 含煤岩系及煤层

1. 含煤岩系

含煤岩系, 是具有三维空间形态的沉积实体, 是特指含有煤层的一套沉积岩系, 是充填于含煤盆地的有共生关系的沉积总体。其同义词有含煤沉积、含煤地层、含煤建造、煤系等。含煤岩系通常简称为“煤系”。

2. 煤层及其分类

煤层是由泥炭层转化而来的, 只有泥炭层堆积界面的增高和沼泽水面的抬升保持均衡, 泥炭层才能不断得以补偿增厚。这种均衡一旦遭到破坏, 泥炭的堆积过程就随之终止。所以, 在泥炭的堆积过程中, 因泥炭层堆积界面增高速度和沼泽水面抬升速度之间的差异, 泥炭层得以补偿的方式分为过度补偿、均衡补偿、欠补偿等 3 种不同的方式, 从而形成了厚度不同、稳定性不同的煤层。

煤层按倾角、厚度、稳定性进行分类, 见表 1-1。

3. 煤层结构分类

1) 简单结构煤层

煤层中不含呈层状出现的较稳定的夹石层。

2) 复杂结构煤层

煤层中含有较稳定的夹石层一至数层, 以至十几层。

表1-1 煤层分类表

分类依据	煤层名称	特征
按煤层倾角分类	近水平煤层	$< 8^{\circ}$
	缓倾斜煤层	$8^{\circ} \sim 25^{\circ}$
	倾斜煤层	$25^{\circ} \sim 45^{\circ}$
	急倾斜煤层	$> 45^{\circ}$
按煤层厚度分类	薄煤层	$\leq 1.30 \text{ m}$
	中厚煤层	$1.31 \sim 3.50 \text{ m}$
	厚煤层	$\geq 3.50 \text{ m}$
按煤层稳定性分类	稳定煤层	(1) 煤层厚度变化大小 (2) 煤层结构简单或复杂程度 (3) 全区可采范围
	较稳定煤层	
	不稳定煤层	
	极不稳定煤层	

4. 煤层构造分类

1) 简单构造煤层

含煤地层沿走向、倾向的产状变化不大，断层稀少，没有或很少受岩浆影响。

- (1) 产状近似水平，稍有缓波起伏。
- (2) 简单单斜、向斜或背斜。
- (3) 方向单一的宽缓褶皱。

2) 中等构造煤层

含煤地层沿走向、倾向的产状有一定变化，断层较发育，有时受岩浆一定影响。

- (1) 产状平缓，发育宽缓褶皱或伴有一定数量断层。
- (2) 简单单斜、向斜或背斜，伴有较多断层，小规模褶曲。
- (3) 急倾斜或倒转的单斜、向斜、背斜，或简单褶皱，稀少断层。

3) 复杂构造煤层

含煤地层沿走向、倾向的产状变化很大，断层发育，有时受岩浆的严重影响。

- (1) 受几组断层严重破坏的断块构造。