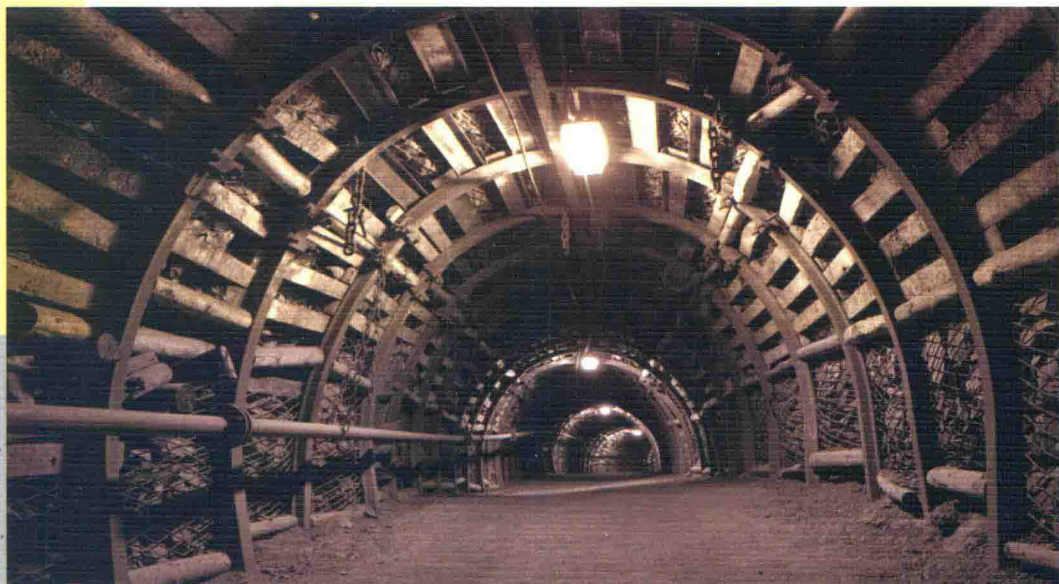


煤化工工艺



白鹏 李平 编著



清华大学出版社

煤化工工艺

白 鹏 李 平 编 著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是根据伊犁州职业教育改革,参考《煤炭综合利用专业人才培养方案》的要求,为适应市场对新型化工技能人才的需要,同时结合伊犁州煤电煤化工实训基地设备的特点和师资情况而编写的。本书主要包括认识煤化工、炼焦技术、炼焦化学品回收与利用、煤焦油加工、煤炭的深加工、环境保护六个项目。

本书既可作为中职业院校的教学用书,也可作为在职职工的自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

煤化工工艺/白鹏,李平编著. —北京:清华大学出版社,2015

ISBN 978-7-302-41717-0

I. ①煤… II. ①白… ②李… III. ①煤化工—工艺学—教材 IV. ①TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 239625 号

责任编辑:李玉萍

封面设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:12.25 字 数:210 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版 印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:24.00 元

产品编号:066545-01

前言

《煤化工工艺》主要包括认识煤化工、炼焦技术、炼焦化学品回收与利用、煤焦油加工、煤炭的深加工、环境保护六个项目。本书是作者根据职业教育改革,适应市场对新型化工技能人才的需要,参考《煤炭综合利用专业人才培养方案》的要求,同时结合煤电煤化工实训基地设备的特点和师资情况而编写的。

本书的体系构建打破了传统的教材体系结构,根据生产实际的需要,将专业工艺知识与就业工作岗位技能培养有机整合,形成了以下鲜明的职业特色:

- 以工作过程为依据,构建教材体系。
- 以工作任务为线索,组织教学内容。
- 以项目教学为支撑,强调工学结合。
- 以典型产品为载体,反映行业发展。
- 以职业能力为目标,重视习惯养成。

此外,本教材的内容符合学生的认知规律,易于激发学生的学习兴趣。本教材的工作任务按以下结构设计:

- 一、案例导入。
- 二、知识目标。
- 三、能力目标。
- 四、项目实施。
- 五、项目小结。
- 六、阅读材料。

从以上工作任务设计的环节可看出,每个工作任务从布置到完成都紧紧围绕职业能力养成而展开,并充分兼顾理论与实践的有机结合。

本书是探索工学结合、校企合作开发教材的一次成功尝试,也是学校老师在教学过程中不断更新教学理念,不断总结教学实践的结果。

本书由伊犁技师培训学院、伊犁州高级技工学校白鹏、李平老师组织编写,顾慧敏、李兆、宋小双、尼加提等老师分工协作,编写小组校对排版、审定完成。在编写过程中,各位老师分工协作,集思广益,有效保证了该书的顺利完成。

由于编者水平所限,本书难免会存在错误和遗漏之处,欢迎专家、广大老师和同学批评指正。

编 者

煤化工专业教材开发委员会

校外专家

伊犁州煤炭工业管理局	艾力亚努尔·拖汗
霍城县职教中心	谢 红
安琪酵母（伊犁）有限公司	孙文霞
新疆庆华能源有限公司	孙伯阳
新汶矿业集团（伊犁）泰山阳光新型建材有限公司	苗永强
伊犁南岗化工有限责任公司	刘月华
伊犁川宁生物技术有限公司	赵海霞
新疆苏源生物工程有限公司	王 静
伊犁南岗化工有限责任公司	顾建家
新疆庆华能源有限公司	苏军良

校内专家

陆汶利 达吾提汗·热玛赞 白 鹏 古丽娜尔·哈森别克 尼加提·伊
斯买提 李 平

成员

顾慧敏 李 兆 宋小双 宋正伟 王小艳 钱亚鹏 张贝贝 沈 丽
赵卫娜 外力·阿不都克日木 陈 玲 张晓娆 刘 艳 祖力波亚·阿扎提
杨 宁 木克迪斯·吐尔逊 贾娜尔·哈斯木汗

目 录

绪论.....1

知识点一 煤化工发展简介.....1

知识点二 煤化工范畴.....2

知识点三 新疆煤化工发展现状.....3

想一想,练一练.....4

项目一 认识煤化工.....5

任务一 认识煤炭.....6

知识点一 煤炭的形成.....6

知识点二 煤炭资源及分布.....7

知识点三 煤的分类、特征及用途.....8

知识点四 煤的工业分析.....11

知识点五 工业用煤的质量要求.....12

知识点六 煤的元素分析.....14

知识点七 煤的工艺性质.....15

任务二 生产实训——生产安全及

注意事项.....17

技能训练1 工业卫生和劳动保护.....17

技能训练2 职业卫生.....17

技能训练3 行为规范.....18

技能训练4 安全技术.....18

技能训练5 静设备操作安全

注意事项.....19

技能训练6 动设备操作安全

注意事项.....19

技能训练7 生产事故及处理预案.....19

技能训练8 仪表的使用.....20

任务三 生产实训——煤的工业分析.....22

技能训练1 煤样水分的测定方法.....22

技能训练2 煤样挥发分的测定

方法.....23

技能训练3 煤样灰分的测定方法.....24

项目小结.....25

阅读材料——新疆主要煤化工工厂简介.....25

想一想,练一练.....27

项目二 炼焦技术.....28

任务一 焦炭及其性质.....29

知识点一 焦炭.....29

知识点二 焦炭的基本性质.....32

知识点三 影响焦炭质量的因素.....34

任务二 认识炼焦炉.....35

知识点一 炼焦炉的发展阶段及
焦炉的基本要求.....35

知识点二 焦炉结构.....35

知识点三 焦炉主要附属装置.....40

知识点四 炉型举例.....46

任务三 焦炉机械.....48

知识点一 焦炉机械概要.....48

知识点二 焦炉四大车.....48

知识点三 焦炉四大车连锁.....50

任务四 炼焦过程.....51

知识点一 炼焦配煤.....51

知识点二 备煤车间的工艺类别及
流程.....52

知识点三 煤的成焦过程.....53

知识点四 煤的黏结和成焦机理.....54

任务五 生产实训——炼焦炉生产操作.....55

技能训练1 焦炉装煤.....55



技能训练 2 焦炉推焦.....	56
技能训练 3 熄焦、筛焦要求.....	58
任务六 生产实训——炼焦常见事故、焦炉维护及安全防护	61
技能训练 1 焦炉损坏的原因.....	61
技能训练 2 炼焦炉生产常见事故处理.....	61
技能训练 3 焦炉维护的主要措施.....	62
项目小结.....	62
阅读材料——新疆煤炭资源开发环境保护对策建议	63
想一想, 练一练.....	67
项目三 炼焦化学品回收与利用	68
任务一 认识炼焦化学产品.....	69
知识点一 回收炼焦化学产品的目的和意义.....	69
知识点二 炼焦化学产品的组成和产率	69
知识点三 影响炼焦化学产品产率的因素	70
任务二 焦炉煤气净化.....	70
知识点一 焦炉煤气净化产品用途.....	70
知识点二 焦炉煤气净化过程.....	72
知识点三 粗煤气的初步冷却和分离	73
知识点四 焦油氨水的分离和煤气输送	77
知识点五 煤气终冷脱萘.....	78
知识点六 煤气中硫化氢、氰化氢的脱除	79
知识点七 煤气中氨的脱除.....	79
知识点八 煤气中苯的脱除.....	79
任务三 炼焦化学品回收.....	79
知识点一 萘的回收.....	79
知识点二 煤气中硫化物的脱除.....	80
知识点三 氨的回收和利用.....	83
任务四 生产实训——化工产品回收与利用的生产操作	85
知识点一 氨的回收和利用的生产操作	85
知识点二 焦炉煤气冷凝、冷却、输送的操作.....	86
知识点三 焦炉煤气冷凝、冷却和输送设备.....	88
项目小结	90
阅读材料——新疆煤化工重点工程.....	91
想一想, 练一练.....	92
项目四 煤焦油加工	93
任务一 认识煤焦油	94
知识点一 煤焦油基础	94
知识点二 煤焦油的危害	95
知识点三 煤焦油的主要用途	95
任务二 焦油蒸馏.....	96
知识点一 焦油蒸馏前的准备	96
知识点二 焦油蒸馏	97
任务三 生产实训——焦油馏分的加工.....	98
知识点一 酚类提取工艺.....	98
技能训练 生产操作	101
知识点二 改质沥青.....	102
知识点三 延迟焦.....	104
知识点四 沥青针状焦.....	105
任务四 生产实训——萘的提取及生产实践操作.....	106
知识点一 工业萘的制取工艺过程.....	106
知识点二 精萘的制取工艺.....	107
技能训练 1 萘的提取过程中单炉双塔精馏过程的操作及工艺要点.....	107
技能训练 2 萘的提取过程中常见事故及安全防护	108
项目小结	109
阅读材料——新疆煤化工人才需求分析...	109
想一想, 练一练.....	111
项目五 煤炭的深加工.....	112
任务一 煤的直接液化	113
知识点一 直接液化反应机理	113
知识点二 煤直接液化的工艺过程.....	114



知识点三 几种国内外典型的直接 液化技术	115	技能训练 4 正常停车	152
知识点四 中国神华煤液化项目 工艺	117	技能训练 5 精馏设备的结构认识 ...	152
知识点五 煤直接液化产物的特点及 对煤质的基本要求	117	技能训练 6 仪表计量及主要仪表 规格型号认识	153
任务二 煤的间接液化	118	技能训练 7 塔顶温度的异常及处理 措施	154
知识点一 煤的间接液化和 FT 合成的基本原理	118	技能训练 8 液泛或漏液现象的处理 措施	155
知识点二 FT 合成反应	119	任务六 生产实训——流化床干燥装置 操作	155
知识点三 FT 合成的基本工艺	119	技能训练 1 开车前的准备工作	155
知识点四 几种间接液化的典型 工艺	120	技能训练 2 正常开车	157
知识点五 FT 合成反应器	122	技能训练 3 正常操作	158
知识点六 间接液化的产物特点及对 煤质的基本要求	123	技能训练 4 停车操作	158
任务三 煤制天然气	124	技能训练 5 异常现象及处理方法 ...	160
知识点一 煤制天然气的必要性	124	技能训练 6 干燥设备的维护与 检修	161
知识点二 煤制天然气工艺原理	126	项目小结	161
知识点三 煤制天然气技术	126	阅读材料——中职生职业前途同样大有 作为	162
知识点四 甲烷化催化剂	130	项目六 环境保护	166
知识点五 美国大平原工艺	131	任务一 认识煤化工生产污染形式	167
知识点六 我国煤制天然气工艺	133	知识点一 噪声	167
任务四 煤制甲醇的生产流程	135	知识点二 CO ₂ 气体排放	167
知识点一 水煤浆制备流程	135	知识点三 工业废气	168
知识点二 空分流程	136	知识点四 工业废水	169
知识点三 煤气化流程	139	知识点五 工业废渣	171
知识点四 合成气变换流程	141	任务二 煤化工生产环保问题对策	172
知识点五 低温甲醇洗流程	142	知识点一 煤化工废气治理对策	172
知识点六 硫回收流程	144	知识点二 煤化工废水治理对策	176
知识点七 甲醇合成流程	145	知识点三 煤化工废渣治理对策	178
知识点八 甲醇精馏流程	147	知识点四 其他治理对策	180
任务五 生产实训——精馏装置的操作 ...	148	项目小结	182
技能训练 1 开车前准备	148	阅读材料——中职生职业生涯规划	182
技能训练 2 正常开车	150	参考文献	186
技能训练 3 正常操作	151		

绪 论

知识点一 煤化工发展简介

煤加工业始于 18 世纪后半叶。由于工业革命的进展，炼铁用焦炭的需求量大增，炼焦化学工业应运而生。1840 年，由焦炭制发生炉煤气，用于炼钢。1875 年，使用增热水煤气作为城市煤气。同时，建成有机化学品回收的炼焦化学厂。1925 年，我国在石家庄建成第一座炼焦化学厂。1934 年，在上海建成立式炉和增热水煤气炉的煤气厂，生产城市煤气。

第二次世界大战前后，煤化工得到迅速发展，主要是用煤制液体燃料。1931 年，柏吉斯成功地由煤直接液化制取液体燃料。1939 年，这种用煤高压加氢液化所制的液体燃料年产量达 110 万吨。1932 年，发明了由 CO 加氢合成液体燃料的费托合成法，简称煤间接液化法。1933 年实现工业化生产，1938 年年产量达 59 万吨。

第二次世界大战后，煤化工的发展受到石油化工的很大冲击。煤在世界能源结构中的比例由约 67% 降到 26%。

1973 年，煤化工的发展迎来转机。中东战争及石油大涨价，使煤生产液体燃料及化学品的方法受到重视，并成功地开发了多种直接液化的方法，包括煤制甲醇及甲醇转化制备汽油的工业技术。20 世纪 80 年代后期，煤化工有了新的发展，最成功的案例为由煤制成醋酐。2002 年建成煤间接液化 1000 吨/年合成油品开发装置，经多次运行取得成功。2004 年中国充矿集团建成 10000 吨/年煤间接液化装置并投入了运行试验。另外，从 20 世纪 90 年代初开始研究用于合成柴油的钴基催化剂技术也正处在试验阶段。目前我国在发电、工业锅炉和民用方面煤炭的消耗量占煤炭开采量的 90%。煤化学工业在中国化学工业中占有十分重要的地位。并且由于其用煤方式多为直接燃烧，利用效率较低，污染严重。为了有效、经济和合理地利用煤，我国非常需要发展煤转化技术，实现煤的高效、清洁利用。

知识点二 煤化工范畴

煤化工是指以煤为原料，经过化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学品的过程。从煤加工过程区分，煤化工包括煤的干馏(含炼焦和低温干馏)、气化、液化和合成化学品等。煤加工行业的类型及其产品如表 0-1 所示。

表 0-1 煤加工行业的类型及其产品

气 化	炼 焦			直接液化	低温干馏	其他加工
煤→气化→煤气→净化→合成气→进一步处理→氨、甲醇、汽油、液体燃料、化学品、乙醇、乙酸甲酯	焦炉煤气	煤焦油	焦炭	液化油→加工→液体燃料化学品	煤气、低温煤焦油、半焦→加工→燃料气、液体燃料、酚、无烟燃料、还原剂、气化原料	褐煤蜡、活性炭、炭分子筛等
	煤气、粗苯	萘、蒽、吡啶、沥青、碳素品	冶金焦、电石→乙炔			

在煤化工生产技术中，炼焦是应用最早的工艺，并且至今仍然是煤化学工业的重要组成部分。炼焦主要是生产炼铁用焦炭，同时生产焦炉煤气、苯、萘、蒽、沥青以及碳素材料等产品。

煤的气化在煤化工中占有重要地位，用于生产各种燃料气，是干净的能源，有利于提高人民生活水平和环境保护。煤气化生产合成气，是合成氨、甲醇、醋酐、醋酸甲酯等多种产品的原料。

煤直接液化，即煤高压加氢液化，可以生产人造石油和化学产品。煤间接液化是由煤气化生产合成气，再经催化合成液体燃料和化学产品，在国外已实现大生产。在石油短缺时，煤的液化产品将替代目前的天然石油。

煤低温干馏生产低温焦油，经过加氢生产液体燃料；低温焦油分离后可得有用的化学产品。低温干馏半焦可用作无烟燃料，或用作气化原料、发电燃料以及碳质还原剂等。低温干馏煤气可用作燃料气。



知识点三 新疆煤化工发展现状

新疆煤炭资源储备丰富，查明煤炭资源储量为 2295 亿吨，仅次于山西、内蒙古，位居全国煤炭资源储量的第 3 位。目前新疆地区主要有四大煤田，分别是吐哈煤田、准东煤电煤化工基地、伊犁煤电煤化工基地、库拜煤田。在国家政策的支持下，新疆的煤田开发正在提速，煤炭产量的增加为下一步新疆煤化工产业的发展奠定了坚实的基础。“十二五”期间，新疆重点在准东、伊犁、库车、拜城重点发展煤化工产业；在准东、伊犁河谷重点发展煤制油、煤制烯烃产业；在库车、拜城发展煤焦化产业；在伊吾县、克拉玛依市等地发展一定规模的煤化工产业。其中，伊犁河谷具有丰富的煤炭资源和水力资源，具备建设大型煤炭基地和发展煤化工产业得天独厚的优势。截至 2013 年，已有新汶矿业、徐矿集团、庆华集团等十几家国内大型煤炭企业纷纷聚集新疆，规划资金达千亿元以上。新疆煤炭资源分布图如图 0-1 所示。

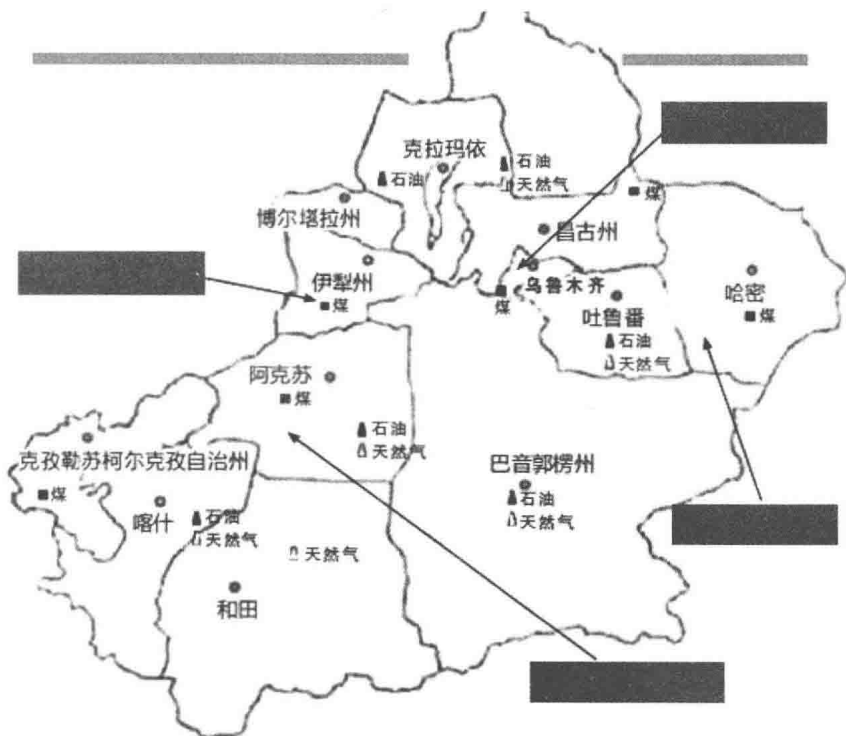


图 0-1 新疆煤炭资源分布图



想一想，练一练

1. 简述煤化工的发展历史。
2. 什么是煤化工，它包括哪些生产工艺？
3. 简述新疆煤化工发展现状。

项目一

认识煤化工

【案例导入】

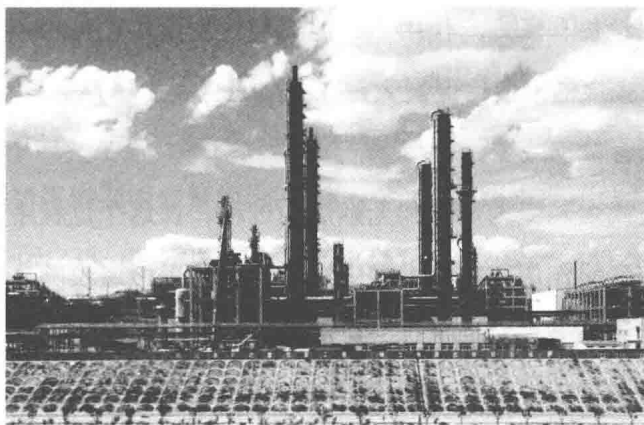
小林中学毕业，选择到中职煤化工专业学习。对小林来说，现在是踏入煤化工专业大门的第一步。因此，了解和认识煤化工的基础知识非常重要。只有了解煤的概念、种类、用途，学习者才能更好地掌握煤化工工艺的各个环节。

【知识目标】

1. 知道煤的形成过程及煤炭资源的分布。
2. 知道各种煤的特征、用途。
3. 掌握煤的工业分析方法。

【能力目标】

1. 树立安全第一的指导思想，具备安全生产的操作能力。
2. 通过煤的性质实验，培养学生动手操作能力。
3. 培养科学分析问题的能力。



新疆某煤化工工厂外景

任务一 认识煤炭

知识点一 煤炭的形成

煤炭是千百万年来植物的枝叶和根茎，在地面上堆积而成的一层极厚的黑色的腐殖质，由于地壳的运动不断地埋入地下，长期与空气隔绝，并在高温高压下，经过一系列复杂的物理化学变化等因素，形成的黑色可燃化石，这就是煤炭的形成过程，如图 1-1 所示。

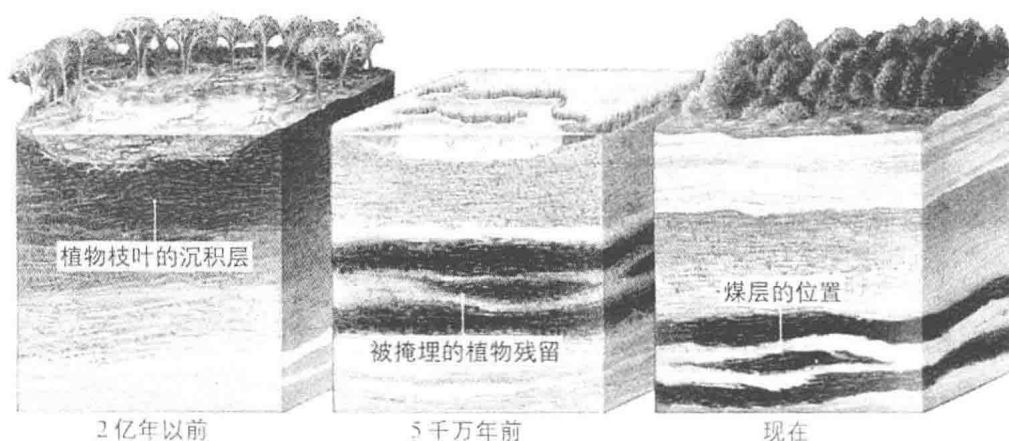


图 1-1 煤炭的形成过程

一般认为，成煤过程分为两个阶段：泥炭化阶段和煤化阶段。前者主要是生物化学过程；后者是物理化学过程。

第一个阶段，在地热和压力的作用下，泥炭层发生压实、失水、肢体老化、硬结等各种变化而成为褐煤。褐煤的密度比泥炭大，在组成上也发生了显著变化，碳含量相对增加，腐殖酸含量减少，氧含量也减少。

第二个阶段，是褐煤转变为烟煤和无烟煤的过程。在这个过程中煤的性质发生变化，所以这个过程又叫作变质作用。地壳继续下沉，褐煤的覆盖层也随之加厚。在地热和静压力的作用下，褐煤继续经受着物理化学变化而被压实、失水。其内部组成、结构和性质都进一步发生变化。这个过程就是褐煤变成烟煤的变质作用。烟煤比褐煤碳含量增高，氧含量减少，腐殖酸在烟煤中已经不存在了。烟煤继续进行着变质作用。由低变质程度向高变



质程度变化,从而出现了低变质程度的长焰烟、气煤,中等变质程度的肥煤、焦煤和高变质程度的瘦煤、贫煤。它们的碳含量也随着变质程度的加深而增大。

当地球处于不同地质年代,随着气候和地理环境的改变,生物也在不断地发展和演化。就植物而言,从无生命一直发展到被子植物。这些植物在相应的地质年代中变成了大量的煤。在整个地质年代中,全球范围内有三个大的成煤期,分别介绍如下。

(1) 古生代的石炭纪和二叠纪,成煤植物主要是孢子植物。主要煤种为烟煤和无烟煤。

(2) 中生代的侏罗纪和白垩纪,成煤植物主要是裸子植物。主要煤种为褐煤和烟煤。

(3) 新生代的第三纪,成煤植物主要是被子植物。主要煤种为褐煤,其次为泥炭,也有部分年轻烟煤。

开滦、阳泉等煤田,是在古生代的石炭纪至二叠纪时期形成的,这个时期的成煤植物是古代的蕨类植物。

大同的武宁煤田,是在中生代的侏罗纪时期形成的,这个时期的成煤植物有古代的苏铁、松柏类、银杏类等裸子植物。

抚顺煤田和云南的小龙潭煤田,是在新生代的第三纪形成的,这个时期的成煤植物是古代裸子植物中的松柏类和原始的被子植物。

知识点二 煤炭资源及分布

煤炭作为世界储量最丰富的化石燃料,主要分布于北半球 $30^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 之间的 76 个国家。截至 2008 年年底,世界煤炭探明储量约为 8260.01×10^8 t,见表 1-1。

其中,无烟煤与烟煤可采储量约为 4113.21×10^8 t,占总储量的 49.80%;褐煤和亚褐煤可采储量约为 4146.80×10^8 t,占总储量的 49.20%。全球煤炭储采比(探明储量/年生产量)达 122 年。其中俄罗斯、哈萨克斯坦、美国、澳大利亚和印度分别为 481 年、351 年、224 年、190 年和 114 年。中国的煤炭探明储量约为 1145×10^8 t,在煤炭探明储量的前 20 个国家中位于第 3 位,仅次于美国(2383.08×10^8 t)和俄罗斯(1570.10×10^8 t)。位列印度、澳大利亚、德国、南非、乌克兰、波兰、巴西、哥伦比亚、加拿大、捷克、印度尼西亚、土耳其、希腊、保加利亚、巴基斯坦和英国之前,但中国煤炭静态可开采年限仅为 41 年,远低于全球平均 122 年的可开采年限水平。

表 1-1 煤炭资源禀赋的国际比较

	国家(地区)	无烟煤和烟煤/ 10^8 t	褐煤和亚烟煤/ 10^8 t	合计/ 10^8 t	世界总储蓄量/%	可开采数量/年
地区	世界	4113.21	4146.80	8260.01	100	122
	欧洲和亚欧大陆	1020.42	1702.04	2722.46	33.0	218
	亚太地区	1558.09	1034.44	2592.53	31.4	64
	北美洲	1132.81	1328.16	1420.97	29.8	216
	非洲和中东	332.25	1.74	333.99	4.0	131
	中南美洲	69.46	80.42	149.88	1.8	172
	OECD 成员	1590.12	1930.83	3520.95	42.6	164
	其他 EME	1587.00	892.11	2479.11	30.0	60
	中国	622.00	523.00	1145.00	13.9	41
主要国家	俄罗斯	490.88	1079.22	1570.10	19.0	481
	印度	540.00	46.00	586.00	7.1	114
	美国	1089.50	1293.58	2383.08	28.9	224
	澳大利亚	368.00	394.00	762.00	9.2	190
	英国	1.55	—	1.55	—	9

我国的煤炭资源储量和产量大，种类较全，主要分布地区是华北、西北，其次是西南、华东。其中，炼焦用煤约占 42%；长焰煤和弱黏煤约占 22%；褐煤约占 14%；其他煤种约占 22%。我国不仅有优质的炼焦煤，而且还有世界稀缺的大同、神府等优质煤。

知识点三 煤的分类、特征及用途

1. 褐煤

褐煤是煤化程度最低的煤。其特点是水分高、比重小、挥发分高、不黏结、化学反应性强、热稳定性差、发热量低，含有不同数量的腐殖酸。多被用作燃料、气化或低温干馏的原料，也可用来提取褐煤蜡、腐殖酸，制造磺化煤或活性炭。一号褐煤还可以用作农田、果园的有机肥料。



2. 长焰煤

长焰煤的挥发分含量很高，没有或只有很小的黏结性，胶质层厚度不超过 5mm，易燃烧，燃烧时有很长的火焰，故得名长焰煤。可作为气化和低温干馏的原料，也可作为民用和动力燃料。

3. 不黏煤

不黏煤水分大，没有黏结性，加热时基本上不产生胶质体，燃烧时发热量较小，含有一定的次生腐殖酸，主要用来制造煤气和作为民用或动力燃料。

4. 弱黏煤

弱黏煤水分大，黏结性较弱，挥发分较高，加热时能产生较少的胶质体，能单独结焦，但结成的焦块小而易碎，粉焦率高，主要用作气化原料和动力燃料。

5. 1/2 中黏煤

1/2 中黏煤具有中等黏结性和中高挥发分，可以作为配煤炼焦的原料，也可以作为气化用煤和动力燃料。

6. 气煤

气煤挥发分高，胶质层较厚，热稳定性差，能单独结焦，但炼出的焦炭细长易碎，收缩率大，且纵裂纹多，抗碎和耐磨性较差，故只能用作配煤炼焦，还可用来炼油、制造煤气、生产氮肥或作为动力燃料。

7. 气肥煤

气肥煤的挥发分和黏结性都很高，结焦性介于气煤和肥煤之间，单独炼焦时能产生大量的气体和液体化学物质，最适合高温干馏制造煤气，更是配煤炼焦的好原料。