



教育部高职高专规划教材

煤 化 学

► 朱银惠 主编
郝临山 主审



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

煤 化 学

朱银惠 主编
郝临山 主审



化学工业出版社
教材出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字039号

图书在版编目(CIP)数据

煤化学/朱银惠主编. —北京:化学工业出版社,
2004.12

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-5747-4

I. 煤… II. 朱… III. 煤化工-高等学校:技
术学院-教材 IV. TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 123594 号

教育部高职高专规划教材

煤 化 学

朱银惠 主编

郝临山 主审

责任编辑:张双进 于 卉

责任校对:顾淑云 边 涛

封面设计:于 兵

*

化学工业出版社
教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

发行电话:(010)64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 16 字数 368 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5747-4/G·1517

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

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格编写的。全书共分7章和实训部分，介绍了中国的能源和煤炭利用情况，系统阐述了煤的外表特征和生成，煤的一般性质，煤的工业分析和元素分析，煤的有机质的结构，煤的工艺性质，煤的分类及煤质评价，煤的综合利用等内容，着重学生实际操作能力的培养，具有实用性和基础性。

本书第一章、第二章第一节、第三章第六节、第六章、实训部分实验六由山西工业职业技术学院崔晓立编写；第二章第二、三、四节、第四章、第七章由太原科技大学化学与生物工程学院李刚编写；绪论、第五章、实训部分实验八、九、十由吕梁高等专科学校王中慧编写；第三章第一节至第五节和第七节、实训部分实验一至五和实验七由山西工业职业技术学院王家蓉编写；全书由河北工业职业技术学院朱银惠统稿与整理。本书由山西工业职业技术学院郝临山副教授主审，并提出了许多宝贵意见，在此谨致衷心的感谢。

鉴于编者水平和能力所限，本书不妥之处恳请读者指正，以便以后修改。

编者

2004年8月

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

教育部高职高专煤化工专业规划教材 编审委员会

主任委员 郝临山

副主任委员 唐福生 薛利平 梁英华 张星明

委 员 (按姓氏汉语拼音排序)

白保平	陈启文	池永庆	崔晓立	谷丽琴
郭晓峰	郭玉梅	郝临山	何建平	李 刚
李聪敏	李红晋	李建锁	李丕明	李小兵
李云兰	梁英华	刘 军	刘永新	彭建喜
冉隆文	孙晓然	唐福生	田海玲	王家蓉
王荣青	王晓琴	王中慧	谢全安	许祥静
薛金辉	薛利平	薛士科	薛新科	闫建新
殷秀琴	曾凡桂	张福仁	张现林	张星明
张子锋	赵晓霞	赵雪卿	朱银惠	朱占升

内 容 提 要

本书是教育部高职高专规划教材,是按照教育部对高职高专教育人才培养的指导思想,在广泛吸取近几年高职高专教育成功经验的基础上编写的。

本书系统地叙述了煤的特征和生成、工业分析、元素分析、煤的有机质的结构、工艺性质、煤炭分类及煤质评价、煤的综合利用等内容,并增加了煤质化验和实训部分,突出应用能力和综合素质的培养,重在培养学生的实际操作能力反映高职高专特色。为了便于读者自学,在文字上尽量做到通俗易懂,并且在每章后附有复习思考题。

本书可作为高职煤化工、煤炭综合利用专业的教学、成人教育、职业培训教材,也可供从事能源、燃气、煤化工、煤炭综合利用等有关生产技术人员参考。

目 录

绪论	1
一、中国的能源概况及煤炭资源	1
二、中国煤炭的综合利用情况	4
三、煤利用存在的环境问题	6
四、煤化学的发展	7
五、煤化学的内容、特点及研究方法	8
第一章 煤的外表特征和生成	10
第一节 煤的种类和外表特征	10
一、煤的成因类型	10
二、腐植煤的外表特征	11
第二节 煤的生成	12
一、成煤的原始物质	12
二、成煤过程	19
复习思考题	23
第二章 煤的一般性质	24
第一节 煤的宏观特征和微观特征	24
一、煤岩学的概念	24
二、煤的宏观特征	25
三、煤的微观特征	26
四、煤岩学的应用	35
第二节 煤的物理性质	39
一、煤的颜色和光泽	39
二、煤的断口和裂隙	40
三、煤的密度	41
四、煤的机械性质	43
五、煤的热性质	45
六、煤的电性质与磁性质	47
七、煤的光学性质	48
第三节 煤的固态胶体性质	49
一、煤的润湿性及润湿热	49
二、煤的表面积	50
三、孔隙度和孔径分布	50
第四节 煤的化学性质	52
一、煤的氧化	52

二、煤的加氢	54
三、煤的氯化	55
四、煤的磺化	57
复习思考题	57
第三章 煤的工业分析和元素分析	59
第一节 煤样的采集	59
一、采样基础知识	59
二、商品煤样采取方法	60
三、生产煤样采取方法	67
四、煤层煤样采取方法	68
第二节 煤样的制备	71
一、煤样制备的程序	71
二、煤样的减灰	74
三、煤样的制备	75
第三节 煤质分析中常用基准和符号	78
一、煤质分析中常用基准	78
二、煤质分析中的常用符号	79
第四节 煤的工业分析	81
一、煤中的水分	81
二、煤中的灰分	88
三、煤的挥发分和固定碳	94
第五节 煤的元素分析	97
一、煤的元素组成	97
二、煤中碳和氢的测定	100
三、煤中氮的测定	102
四、煤中全硫的测定	103
五、煤中各种形态硫的测定	108
六、煤中磷的测定	111
第六节 煤的发热量	112
一、煤发热量的测定	113
二、利用经验公式计算煤的发热量	120
三、煤的发热量与煤质的关系	121
四、煤的发热量等级	122
第七节 分析结果的基准换算	122
一、常用基准的物理意义和相互关系	123
二、分析结果的基准换算	123
复习思考题	126
第四章 煤的有机质的结构	129
第一节 煤结构单元核心部分的结构	129

一、煤的基本结构单元·····	129
二、煤的结构参数·····	129
第二节 煤结构单元外围部分的结构·····	131
一、含氧官能团·····	131
二、烷基侧链·····	132
三、桥键·····	133
第三节 煤的结构模型·····	133
一、煤的化学结构模型·····	133
二、煤的物理结构模型·····	134
第四节 煤的分子结构的概念·····	136
复习思考题·····	137
第五章 煤的工艺性质 ·····	138
第一节 煤的热解·····	138
一、热解过程·····	138
二、热解过程中的化学反应·····	139
三、影响煤热解的因素·····	142
第二节 煤的黏结和成焦机理·····	145
一、胶质体的来源和性质·····	145
二、煤的黏结成焦机理·····	147
第三节 煤的黏结性(结焦性)指标·····	148
一、胶质层指数·····	149
二、奥亚膨胀度·····	152
三、基氏流动度·····	153
四、罗加指数·····	154
五、黏结指数·····	156
六、坩埚膨胀序数·····	157
七、葛金指数·····	158
第四节 煤的其他工艺性质·····	159
一、煤的反应性·····	159
二、煤的结渣性·····	160
三、煤的燃点·····	160
四、煤的可选性·····	161
复习思考题·····	167
第六章 煤的分类及煤质评价 ·····	169
第一节 煤的分类指标·····	169
一、反映煤化程度的指标·····	170
二、反映煤黏结性、结焦性的指标·····	170
第二节 中国煤分类·····	170
一、中国煤炭分类介绍·····	170

二、中国煤炭分类标准使用举例·····	174
三、中国煤炭编码系统·····	175
第三节 国际煤分类·····	178
一、硬煤的国际分类·····	178
二、褐煤的国际分类·····	178
第四节 各种煤的特性及用途·····	180
第五节 炼焦煤种和配煤原理·····	182
一、炼焦煤种·····	182
二、配煤原理·····	183
第六节 煤质评价·····	185
一、煤质评价的阶段与任务·····	185
二、煤质评价的内容·····	185
三、煤质评价方法·····	186
四、煤质评价举例·····	187
复习思考题·····	189
第七章 煤炭的综合利用 ·····	190
第一节 煤的气化·····	190
一、煤炭气化的意义·····	190
二、煤的气化方法与煤气的种类·····	191
三、煤气化的主要化学反应·····	191
四、气化用煤对煤质的要求·····	192
第二节 煤的液化·····	194
一、煤炭液化的意义·····	194
二、煤炭液化的方法及对煤质的要求·····	194
三、煤液化的基本原理·····	195
第三节 煤的燃烧·····	196
一、煤燃烧的基本原理·····	196
二、燃料用煤对煤质的要求·····	197
第四节 石煤和煤矸石的利用·····	200
一、石煤·····	200
二、煤矸石·····	201
复习思考题·····	203
实训部分 ·····	204
实验一 空气干燥煤样水分的测定·····	204
实验二 煤中全水分的测定·····	206
实验三 煤灰分产率的测定·····	208
实验四 煤挥发分产率的测定·····	210
实验五 煤中碳和氢的含量测定·····	213
实验六 煤中全硫含量的测定·····	219

实验七	煤的发热量测定.....	221
实验八	烟煤胶质层指数的测定.....	226
实验九	烟煤黏结指数的测定.....	234
实验十	烟煤的奥亚膨胀度测定.....	236
附录		241
参考文献		242

绪 论

中国是世界上开发利用煤最早的国家。地理名著《山海经》中称煤为“石涅”，并记载了几处“石涅”产地，经考证都是现今煤田的所在地。例如书中所指“女床之山”，在华阴西六百里，相当于现今渭北煤田麟游、永寿一带；“女儿之山”，在今四川双流和什邡煤田分布区域内。然而，中国发现和开始用煤的时代还远早于此。在汉代的一些史料中，有现今河南六河沟、登封、洛阳等地采煤的记载。当时煤不仅当作柴烧，而且成了煮盐、炼铁的燃料。现河南巩县还能见到当时用煤饼炼铁的遗迹。汉朝以后，称煤为“石墨”或“石炭”。可见中国劳动人民不仅有悠久的用煤历史，而且积累了丰富的找煤经验和煤田地质知识。在现代地质学诞生之前，就已经创造出在当时具有一定水平的煤田地质科学技术。

欧洲人用煤的历史比中国晚得多。元朝时，来中国工作的意大利人马可·波罗，回国后所写的一部《游记》中描写到：中国有一种黑石头，像木柴一样能够燃烧，火力比木柴强，从晚上燃到第二天早上还不熄灭。价钱比木柴便宜，于是欧洲人把煤当作奇闻来传颂。欧洲人到 18 世纪才开始炼焦，比中国晚了 500 多年。

一、中国的能源概况及煤炭资源

1. 能源

能提供能量的物质即称之为能源。它在一定条件下可以转换为人们所需的某种形式的能量。比如薪柴和煤炭，把它们加热到一定温度，就能和空气中的氧气化合并放出大量的热能。人们可以用热来取暖或做饭；也可以用热来产生蒸汽，用蒸汽推动汽轮机，使热能变成机械能；也可以用汽轮机带动发电机，使机械能变成电能；如果把电送到工厂、企业、机关、农牧林区和住户，它又可以转换成机械能、光能或热能。

人类社会的历史在发展中经历了三个能源阶段，即柴草时期、煤炭时期和石油时期。从以柴草为主的能源时期一直到 18 世纪以前的数千年中，生产力的发展很低下。到了 18 世纪，煤的开采，蒸汽机的应用，开辟了资本主义的第一次产业革命。19 世纪 70 年代电能的利用，实现了资本主义的工业化，人类才有了现代的物质文明。到了 20 世纪 50 年代，以石油为主的能源来临了，不少国家依靠石油实现了现代化。原子能及新能源的利用则使人类进入了高科技时代。

能源的种类很多，包括太阳能、风能、地热能、水能、煤炭、石油、电力、核能、柴薪、沼气、天然气、人工合成煤气等。人们通常把煤炭、石油、电力、柴薪等称之为常规能源；把太阳能、风能、地热能、水能、核能、沼气、天然气、人工合成煤气等称之为非常规能源，也称为新能源。

按能源的形态特征或转换与应用的层次也可以对能源进行分类。如世界能源委员会推荐的能源类型分为：固体燃料、液体燃料、气体燃料、水能、电能、太阳能、生物能、风

能、核能、海洋能和地热能等。其中,前三个类型统称化石燃料或化石能源。根据能源产生的方式以及是否可再利用可分为一次能源和二次能源、可再生能源和不可再生能源;根据能源消耗后是否造成环境污染可分为污染型能源和清洁型能源等。

能源和材料、信息构成了近代社会得以繁荣和发展的三大支柱。能源是人类文明进步的先决条件,它的开发和利用是衡量一种社会形态、一个时代、一个国家经济发展、科技水平与民众生活质量的重要标志。人们对能源在人类社会发生与发展史上的重要地位与作用的认识,经历了一个相当长的历史过程。20世纪70年代初与80年代初先后爆发两次世界性石油危机以及20世纪90年代的海湾战争以来,大大增强了人们对能源问题重要性的认识,显示了能源在国际政治、经济、军事格局中的战略地位。

2. 世界能源概况

能源是工业的“粮食”,是国民经济发展的基础。纵观当今世界,经济最发达、工业化程度最高的国家无一不是消耗能源最多的国家。美国、英国、德国、法国、日本、意大利、俄罗斯的总人口只占世界人口的1/5,而他们的能源消耗却占世界能源消耗的2/3。特别是美国,它是世界上最大的能源消费国。美国的人口仅占世界人口的5%,而他们对能源和其他物质的消费量却占了世界的1/4。据《世界能源统计》报道,1996年一次能源消费总量全世界为8380.1百万吨油当量,而美国就达2130.3百万吨油当量,占25.42%(中国人口占世界总人口的22%,当年只有874百万吨油当量,占10.43%。最新统计显示,美国的石油消费已达全世界石油产量的35%)。全球人均年耗标准煤2t多,而发达国家已达到6t,其中美国高达12t,中国只有0.8t。

世界能源储量最多的是太阳能,在再生能源中占99.44%,而水能、风能、地热能、生物能等占不到1%。在非再生能源中,利用海水中的氘资源产生的人造太阳能(聚变核能)几乎占100%,煤炭、石油、天然气、裂变核燃料加起来也不足千万分之一。所以,人类使用的能源归根到底要依靠太阳能,太阳能是人类永恒发展的能源保证。

世界能源储量分布是不平衡的。石油储量最多的地区是中东,占56.8%;天然气和煤炭储量最多的是欧洲,分别占54.6%和45%;亚洲、大洋洲除煤炭稍多(占18%)以外,石油、天然气都只占5%多一点。据预测,全世界石油储量只够开采30~40年,天然气约60年。

3. 中国能源概况

中国国土资源丰富,蕴藏的能源品种齐全,储量也比较丰富,对中国现代化建设十分有利。然而,也有不利的一面,从结构上看,煤炭比较丰富,而油气资源总量偏少,与能源需求结构和环境保护需求不相协调,且地区分布也不够均衡。能源资源大部分分布在人口偏少和经济欠发达地区,如煤炭资源偏西偏北,水能资源偏西偏南,两者大都分布在中西部地区。

中国能源的储量与世界常规能源对比,情况如下。

2000年,世界原油总产量为3589.6Mt,其中OPEC占41.5%;消费量3503.6Mt,其中美国、日本、中国分别为879.4Mt、253.5Mt和226.9Mt;世界天然气消费量24046亿立方米,其中美国和俄罗斯分别为6544亿立方米和3772亿立方米;世界煤炭产量为3053.4Mt标准煤,其中美国、中国、澳大利亚分别为815.3Mt、711.4Mt和222.3Mt标准煤;世界能源总消费量为12503.4Mt标准煤,其中石油占40%,天然气占24.7%,煤

炭占 25.0%，核电占 7.6%，水电占 2.6%。

因此，与世界水平相比，中国的常规能源人均储量偏小，而且油气资源尤其贫乏。这就决定了煤炭在一次能源中的重要地位。在中国的能源消费中，煤炭占整个能源消费的 67%，石油占 23.6%，天然气占 2.5%，水电占 6.9%。这个比例和世界石油、天然气在全球能源消耗中占 60% 以上的比重相差甚多，煤炭消耗高出世界平均水平的一倍以上。预计，中国能源消费结构会有所变化，煤炭消耗将下降到 65% 左右，石油约 19.3%，天然气和水电、核电分别上升至 4.9% 和 10.8%。因此，以煤炭作为主要能源的格局在今后一个较长的时期内不会改变。但是出于环境保护的考虑，必将寻求煤的净化技术，以降低对大气的污染，并将通过产业结构调整和提高了能源设备效率，进一步降低能耗，使单位 GDP（国民生产总值）能耗水平逐步向先进国家靠近。石油和天然气等清洁能源仍是今后一定时期的短缺资源。

中国人均能源量很少。尽管中国的煤炭年产量已达到 14 亿吨，名列世界第一，可中国有 13 亿人口，人均资源很少。其中，煤炭资源仅占世界人均资源的一半，石油资源只占世界人均资源 1/10，特别是矿产资源的储藏量是很有限的，虽然眼前不至于发生能源危机，但从长远看，能源工业仍是制约中国国民经济可持续发展的重要因素。“开采一点少一点，吃子孙饭，断子孙路”将会使现代人成为千古罪人。

4. 中国的煤炭资源

中国的煤炭资源相对丰富，其储量约占全国矿产资源储量的 90%，化石能源的 95%，具有巨大的资源潜力。据第 3 次全国煤炭资源的预测（中国煤炭地质总局，1999 年），全国煤炭资源总量为 5.57 万亿吨，保有储量 10032.6 亿吨。

（1）中国煤炭资源虽然丰富，但勘探程度很低 目前，已查明资源中精查资源量仅占 25%，绝大部分为普查资源量。尚未利用的 6563.5 亿吨储量中，只有精查储量 617.5 亿吨，占煤炭总储量的 9.4%；详查储量 1086.52 亿吨，仅占全部储量的 16.6%。

（2）中国煤炭品种齐全，从褐煤到无烟煤均有分布

① 褐煤占全部保有储量的 13.07%。主要分布于内蒙古东部、黑龙江西部和云南东部等地。

② 低变质烟煤（长焰煤、不黏煤、弱黏煤、1/2 中黏煤）占全部保有储量 32.60%。主要分布于中国新疆、陕西、内蒙古、宁夏等省区，甘肃、辽宁等省低变质烟煤也比较丰富。

③ 中变质烟煤（气煤、气肥煤、肥煤、1/3 焦煤、焦煤和瘦煤）占全部保有储量的 26.25%，主要分布于华北石炭、二叠纪和华南二叠纪含煤地层中。中变质烟煤主要用于炼焦，但是，肥煤、焦煤和瘦煤等炼焦主要煤种少，仅占全国保有储量的 13.73%，优质炼焦用煤则更加短缺。

④ 高变质煤（贫煤、无烟煤）占全部保有储量的 16.92%。主要分布于山西、贵州和四川南部等地区。

⑤ 分类不明的煤占 11.16%。

（3）中国煤炭质量有很大差异 秦岭以南地区，除少数煤田外，多数煤田的煤质差，含硫高。一般中国以低变质烟煤为主，占 33%；其次为中变质烟煤、贫煤和高变质无烟煤以及低变质的褐煤；以特低硫、低硫煤为主，占 56%，低中硫、中硫煤占 33%；灰分

中等,以低中灰、中灰煤为主,占查明资源量的76%,特低灰、低灰煤也比较丰富,占查明资源量的22%;高、中热值煤占92%,中低热值煤很少。

(4) 中国煤炭资源埋藏量的分布极不均匀 南北方向上,主要分布于昆仑-秦岭-大别山以北地区,大致以昆仑-秦岭-大别山一线以北的中国北方省区煤炭资源量之和为51842.82亿吨,占全国煤炭资源总量的93.08%,其余各省煤炭资源量之和为3854.67亿吨,仅占全国煤炭资源总量的6.92%。东西方向上,分布于大兴安岭-太行山-雪峰山以西地区,大致这一线以西的内蒙古、山西、四川、贵州等11个省区,煤炭资源量占全国煤炭资源总量的91.83%。而这一线以东地区,煤炭资源量占全国煤炭资源总量的8.17%。显然,中国煤炭资源在地域分布上存在北多南少、西多东少的特点。这就决定了中国西煤东运、北煤南运的基本生产格局。

(5) 中国煤系伴生矿产资源丰富 煤系地层中具有煤层气、锗、铀、高岭土等多种矿产,根据中国煤田地质总局最新一轮(2003年)全国煤层气资源预测结果显示,中国煤层气资源总量超过31万亿立方米,相当于450亿吨标准煤,位居世界第三。其中山西、陕西、内蒙古等西部省区煤层气资源量最大,有17万亿立方米,占全国煤层气总资源量的一半以上。新疆、内蒙古等省区煤田中含有丰富的铀矿。

二、中国煤炭的综合利用情况

煤不只是燃料,它还是多种工业的原料。根据德国的资料,煤中组分多达475种。用煤做原料制成的产品,其经济效益可大幅度提高。以用煤炼焦为例,除主要产品冶金焦炭外,还可获取煤焦油和焦炉煤气。煤焦油可以用来生产化肥、农药、合成纤维、合成橡胶、塑料、油漆、染料、药品、炸药等产品;焦炭除主要用于冶金外,还可用来制造氮肥。焦炉煤气可用于平炉炼钢和焦炉本身的燃料、城市煤气、发电、制取双氧水(H_2O_2),也可作为化肥、合成纤维的原料等。煤的气化、液化在煤的综合利用中更是重要内容。

一般煤炭作为一次性能源直接燃烧利用。据统计,目前世界总发电量的47%来自以煤作为燃料的发电厂。近年来,各国大力开发煤转化的技术,如采用将煤转化为二次洁净能源的煤气化和煤液化工艺,可得到流体燃料(煤气和人造液体燃料)。流体燃料在运输和使用上都非常方便,并可大大减少污染。目前正在开发的气化和液化工艺不下数十种,其中一部分已实现工业化。与此同时,细煤粉与水相混制成水煤浆和细煤粉与石油重油相混制成油煤浆作为能源利用的工作取得了很大的进展,有的已应用于工业。

由煤制取化工产品的方法有:焦化、加氢、液化、气化、氧化制腐植酸类物质以及煤制电石以生产乙炔。其中,将煤气化制成合成气($CO+H_2$),再通过各种合成方法制造多种化工原料(“一碳化学”路线)以及将煤液化制造苯属烃的工艺日益引起人们的重视。

煤炭综合利用包括将煤炭本身作为一次能源,用煤炭制造二次能源、化工原料等几方面。煤炭综合利用途径如图0-1所示。

煤炭的综合利用可以采取多种方式。

1. 几个煤炭利用部门的联合

① 采煤-电力-建材-化工;

② 采煤-电力-城市煤气-化工;

- ③ 钢铁-炼焦-化工-煤气-建材；
- ④ 炼焦-煤气-化工（三联供）。

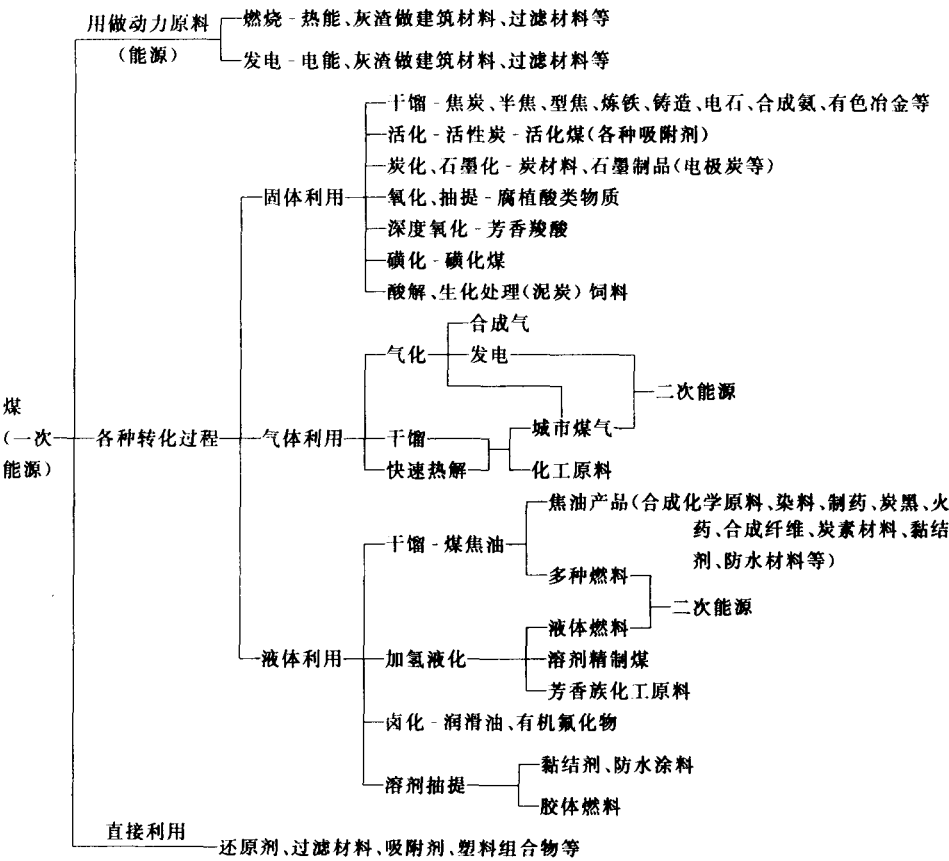


图 0-1 煤炭综合利用途径

2. 几个单元过程的联合

- ① 焦化（或高温过速热解）-气化-液化；
- ② 热解（或溶剂精制）-气化-发电；
- ③ 气化-合成；
- ④ 液化（溶剂精制或超临界萃取）-燃烧-气化；
- ⑤ 液化（超临界萃取）-加氢气化。

此外，还可以有多种方式的联合，通过联合可以大大提高煤的利用效率，推动煤炭应用科学技术的迅速发展。

中国煤炭综合利用情况与发达国家相比，具有起步晚、规模小、发展速度快等特点。目前，中国在煤的综合利用方面虽然做了大量的工作，取得了很大的成绩，但与世界先进水平相比，差距还是很大的，且煤炭的终端消费结构也很不合理。中国的煤炭利用以燃烧为主，在加工利用方面比较薄弱，原煤入洗率低，只有 1/4 左右，大部分原煤在使用前不经洗选。因而商品煤质量较差，平均灰分为 20.5%，平均硫分为 0.8%。型煤技术虽已有较长发展历史，但目前，技术与设备的改进与提高效果不尽如人意，技术推广速度缓慢，