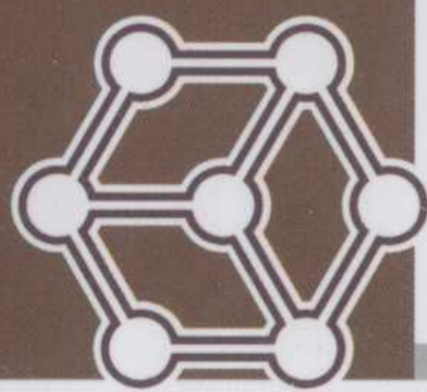


“十一五”
国家重点图书



现代煤化工技术丛书

谢克昌 主编

煤化工设计基础

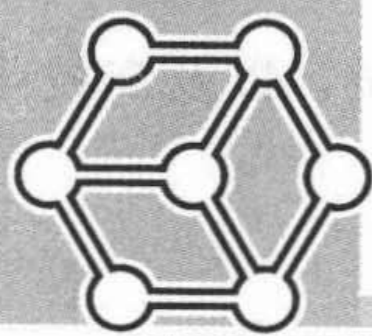
张庆庚 李凡 李好管 编著



化学工业出版社

MEIHUAGONG SHEJI JICHU

“十一五”
国家重点图书



现代煤化工技术丛书

谢克昌 主编

MEIHUAGONG SHEJI JICHU

煤化工设计基础

张庆庚 李凡 李好管 编著

常州大学图书馆
藏书章



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从化工工艺的角度出发，系统阐述了煤化工设计所涉及各个领域和技术，特别是对设计要点进行了介绍。内容涵盖煤化工的项目设计、煤化工项目与煤质的关系、煤焦化设计、煤气化装置的设计、煤气净化技术、煤制化学品的的设计、煤化工过程的节能减排等煤化工主要组成部分。

本书可供从事化工设计的工程技术人员，特别是煤化工项目工程设计人员，以及高校化工工艺专业师生阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

煤化工设计基础/张庆庚，李凡，李好管编著.

北京：化学工业出版社，2012.2

“十一五”国家重点图书

(现代煤化工技术丛书)

ISBN 978-7-122-13185-0

I. 煤… II. ①张…②李…③李… III. 煤化工-工艺设计 IV. TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 000191 号

责任编辑：路金辉 靳星瑞

装帧设计：王晓宇

责任校对：陈 静

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张 24 $\frac{1}{4}$ 插页 4 字数 487 千字 2012 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：79.00 元

版权所有 违者必究

《现代煤化工技术丛书》编委会

主任：谢克昌 中国工程院副院长，中国科协副主席，中国工程院院士
李勇武 中国石油和化学工业联合会会长

委员（以姓氏汉语拼音排序）：

- 陈清如 中国工程院院士，中国矿业大学教授
房鼎业 华东理工大学教授
俸培宗 化学工业出版社社长
高晋生 华东理工大学教授
金涌 中国工程院院士，清华大学教授
李大尚 赛鼎工程有限公司，国家级设计大师
李文英 太原理工大学教授，长江学者特聘教授
李永旺 中国科学院山西煤炭化学研究所研究员
李勇武 中国石油和化学工业联合会会长
李忠 太原理工大学教授
倪维斗 中国工程院院士，清华大学教授
潘正安 化学工业出版社总编辑
邱介山 大连理工大学教授，长江学者特聘教授
孙启文 兖矿集团有限公司副总经理，煤液化及煤化工国家重点实验室主任，研究员
王辅臣 华东理工大学教授，国家“973”项目首席科学家，长江学者特聘教授
谢克昌 中国工程院副院长，中国科协副主席，中国工程院院士
应卫勇 华东理工大学教授
于遵宏 华东理工大学教授
张庆庚 赛鼎工程有限公司董事长兼总经理，教授级高级工程师
张玉卓 神华集团有限责任公司总经理，中国工程院院士

《现代煤化工技术丛书》编写人员

丛书主编：谢克昌

各分册编写人员：

《煤化工概论》 谢克昌 赵炜 编著

《煤炭气化技术》 于遵宏 王辅臣 等编著

《气体净化分离技术》 上官炬 常丽萍 苗茂谦 编著

《煤的等离子体转化》 吕永康 庞先勇 谢克昌 编著

《煤的热解、炼焦和煤焦油加工》 高晋生 主编

《煤炭直接液化》 吴春来 编著

《煤炭间接液化》 孙启文 编著

《煤基合成化学品》 应卫勇 编著

《煤基多联产系统技术及工艺过程分析》 李文英 冯杰 谢克昌 编著

《煤基醇醚燃料》 李忠 谢克昌 编著

《煤化工过程中的污染与控制》 高晋生 鲁军 王杰 编著

《煤化工设计基础》 张庆庚 李凡 李好管 编著

总 序

2008年，中国的煤炭产量高达27.93亿吨，是1978年6.18亿吨的4.52倍，占2008年世界煤产量的42%，而增量占世界的80%以上。

多年来，在中国的能源消费结构中，煤约占70%，另外两种化石能源石油和天然气分别约占20%和3.5%；中国的电力结构中，燃煤发电一直占主导地位，比例约为77%；中国的化工原料结构中，煤炭占一半以上。中国煤炭工业协会预计到2010年全国煤炭需求量在30亿吨以上，而中国科学院和中国工程院通过战略研究预计，到2050年，煤在中国的能源消费结构比例中仍将高居首位，占40%以上，这一比例对应的煤量为37.8亿吨，比2010年的需求量多26%。由此可见，无论是比例还是数量，在较长的时期内以煤为主的能源结构和化工原料结构很难改变。

事实上，根据2008年BP公司的报告，在化石能源中，无论是中国还是世界，煤的储采比（中国45，世界133）都是石油的2倍左右。因此，尽管煤在世界的能源消费结构中仅占28%，低于石油的36%，但“煤炭在未来50年将继续是世界的主要能源之一”（英国皇家学会主席Martin Rees，路透社2008年6月10日）；“越来越多的化学制品公司正在将煤作为主要原料”（美国《化工新闻》高级编辑A. H. Tullo，2008年3月17日）。

但是，由于煤的高碳性和目前利用技术的落后，煤在作为主要能源和化工原料的同时也是环境的主要污染源。据中国工程院的资料，2006年，我国排放的SO₂和NO_x的总量达4000万吨以上，源于燃煤的比例分别为85%和60%，燃煤排放的CO₂和烟尘也分别占到总排放量的85%和70%。至于以煤为原料的焦炭、电石等传统煤化工生产过程，除对大气污染外，其废水、废渣对环境的影响也十分严重。据荷兰环境署统计，2006年中国的CO₂排放量为6.2Gt，而2007年又增加了8%。虽然我国的人均CO₂排放量远低于美国等发达国家，但由于化石能源的碳强度系数高〔据日本能源统计年鉴，按吨（煤）计算：煤排放2.66t CO₂，石油排放2.02t CO₂，天然气排放1.47t CO₂〕和我国较长时期仍以化石能源为主（中国科学院数据，到2050年，化石能源在中国能源结构中占70%，其中煤40%、石油20%、天然气10%），和其他污染物一样，CO₂的排放与治理也必须高度重视并采取有效措施。

煤炭的上述地位和影响，对世界，特别是对中国，无疑是一种两难选择。可喜的是，“发展煤化工，开发和推广洁净煤技术是解决两难的现实选择”已成为人们的共识并取得重要进展。遗憾的是，在石油价格一度不断飙升的情况下，由于缺乏政策引导、科学规划，煤化工出现了不顾原料资源、市场需求、技术优劣等客观条

件盲目发展的势头。为此，笔者将 20 余年来对煤化工科学发展积累的知识、实践、认识和理解编撰成《煤化工发展与规划》一书，于 2005 年 9 月由化学工业出版社出版发行。与此同时，作为我国化学化工类图书出版之“旗舰”和科技图书出版之“先锋”的化学工业出版社，在原化工部副部长谭竹洲、李勇武的指导下，极具战略眼光，决定在全国范围内组织编写《现代煤化工技术丛书》（以下简称《丛书》），出版社诚邀笔者担任该《丛书》主编，成立了由笔者和李勇武会长（中国石油和化学工业联合会）为主任的编委会，并于 2006 年 4 月 18 日在太原召开《丛书》第一次编写会议。就在编委会紧锣密鼓地组织、协调、推荐作者、确定内容、审定大纲的不到两年间，国内的煤化工又有了强势的发展和规划。据有关方面的粗略统计，2007 年全国煤制甲醇生产、在建、计划产能总计达 6000 万吨，2008 年实际产量 1126.3 万吨；2008 年二甲醚产能约 410 万吨，实际产量 200 万吨；直接和间接液化法“煤制油”的在建和计划产能也超过千万吨；技术尚未成熟的煤制低碳烯烃、醇、醚等化工原料在建和计划项目也此起彼伏，层出不穷。煤化工这种强势的发展与规划不仅面临着市场需求和技术成熟度的有力挑战，而且还受到原料煤、水资源、环境容量等条件很大限制，其中尤以水资源为甚。美国淡水研究权威、太平洋研究所所长称：“当水资源受到限制和污染，或者经济活动不受限制而且缺乏恰当的管理时，严重的社会问题就可能发生。而在中国，这些因素的积聚将产生更为严重、复杂的水资源挑战。”按现行技术，煤制甲醇、二甲醚、油（间接液化）的单位产品水耗（t/t）分别为 15、22、16。虽然，大量的温室气体排放来源于化石能源无节制的使用，特别是燃煤发电和工业锅炉，但目前的煤化工产品生产工艺过程排放的温室气体也不容忽视，英国《卫报》网站说“用煤生产液体燃料的过程所产生的温室气体是常规石油燃料的两倍以上”。至于传统的煤化工产品生产技术，还对原料煤有苛刻的要求，如固定床造气需要无烟块煤或焦炭，而焦化和电石生产的原料煤是焦煤和肥煤，但这些优质煤种的保有储量仅占煤炭资源保有总量的 16.9%（无烟煤）和 3.7%（焦煤和肥煤）。

针对上述情况，2009 年 2 月 19 日，国务院提出“停止审批单纯扩大产能的焦炭、电石等煤化工项目，坚决遏制煤化工盲目发展的势头”，并要求石化产业的调整振兴必须“技术创新、产业升级、节能减排”。这使得煤化工的发展必须要以提高能效、减少能耗、降低排放为目标进行科学规划、优化选择、合理布局。但是，由于成煤物质和成煤年代等差异所导致的煤的复杂性和煤化学工程的学科特性，煤化工具有基础研究学科交叉、工程开发技术复杂、规模生产投资巨大的显著特点。这些特点对以煤气化为基础，以一碳化学为主线，以优化集成为途径，生产各种替代燃料和化工产品的现代煤化工尤其突出。要做到煤化工产业的科学规划、健康发展就必须全面了解、充分把握这些特点。

应运而生的《现代煤化工技术丛书》正是为满足这一需求，力求通过分册组成合理、学术实用并举、集成精粹结合、内容形式统一的编撰，体现现代煤化工的特点；希冀通过对新技术、新工艺、新产品的研究、开发、应用的指导作用，促进煤

化工产业的技术进步；期望通过提供基础性、战略性、前瞻性的原理数据、可靠信息、科学思路推进煤化工产业的健康发展。为此，在选择《丛书》编撰者时，优先考虑的是理论基础扎实、学术思想活跃、资料掌握充分、实践经验丰富的分领域技术领军人或精英。在要求《丛书》分册编写时，突出体现“新、特、深、精”。新，是指四新，即新思路、新结构、新内容和新文献；特，是有特色，即写法和内容都要有特色，与同类著作相比，特色明显；深，是说深度，即基础论述要深，阐述规律要准；精，是要成为精品，即《丛书》不成“传世”之作，也要成业界人士的“案头”之作。

根据上述指导思想和编写原则，《丛书》由以下分册组成。

1. 《煤化工概论》(谢克昌、赵炜编著)：以煤的转化反应为主线，以煤的转化技术分章节，阐述煤化工的基本原理，提供煤化工的总体轮廓。

2. 《煤炭气化技术》(于遵宏、王辅臣等编著)：在工艺过程分析、气化过程原理论述的基础上，比较各种气化过程的优劣，给出自主创新的煤炭气化实例。

3. 《气体净化分离技术》(上官炬、常丽萍、苗茂谦编著)：以气化煤气净化与分离的科学和技术问题为基础，比较各种净化工艺与技术，以解决现存问题，提供最佳技术选择。

4. 《煤的等离子体转化》(吕永康、庞先勇、谢克昌编著)：作为煤的非常规转化的重要组成，以多年的实验工作为基础，介绍等离子体应用于煤转化的主要技术。

5. 《煤的热解、炼焦和煤焦油加工》(高晋生主编)：以煤的热解为主线，将热解、炼焦和煤焦油加工有机结合，通过新技术的阐述，推动传统煤化工的革新。

6. 《煤炭直接液化》(吴春来编著)：以扎实的理论知识和丰富的实践经验为基础，提出直接液化用煤、生产工艺的优选原则，实现理论性和应用性的并重。

7. 《煤炭间接液化》(孙启文编著)：在介绍费托合成反应基础理论、技术发展的基础上，重点对核心问题——催化剂和反应器的研发做详细阐述。

8. 《煤基合成化学品》(应卫勇编著)：开发煤基合成化学品的新产品、新技术是现代煤化工的重要组成。面向企业，以阐述煤基化学品的生产技术、工艺和应用为主。

9. 《煤基多联产系统技术及工艺过程分析》(李文英、冯杰、谢克昌编著)：以煤气化为基础的多联产是公认的煤洁净高效利用的主要技术途径，通过非多联产和多联产过程的分析给出多联产的创新优化实例。

10. 《煤基醇醚燃料》(李忠、谢克昌编著)：作为重要的车用替代燃料，结合国内外的实践，重点介绍甲醇、二甲醚和乙醇燃料的性质、制备和应用。

11. 《煤化工过程中的污染与控制》(高晋生、鲁军、王杰编著)：在客观分析煤化工过程对环境污染的基础上，通过该过程中有害元素的迁移与控制论述，介绍主要污染物的净化、减排和利用技术。

12. 《煤化工设计基础》(张庆庚、李凡、李好管编著): 煤化工新技术、新工艺的产业化离不开整体考虑和合理设计, 而设计基础来源于全面的知识和成功的实践。

由以上《丛书》各分册的简介可以看出, 各分册独立成册, 却内涵相连, 各分册既非学术专著, 又非设计手册, 但发挥之作用却不仅在于科研、教学之参考, 更在于应用、实践之指导。鉴于中国石油和化学工业联合会、化学工业出版社对这套《丛书》寄予厚望, 国家新闻出版总署将其列为国家“十一五”重点图书, 身居煤化工“冷热不均”却舍之不得, 仍拼搏奋斗在第一线的诸位作者深感责任重大, 均表示要写成精品之作, 以飨读者。但因分册内容不同, 作者情况有别, 《丛书》难以整体同时问世, 敬请读者原谅。“纵浪大化中, 不喜亦不惧”, 煤化工的发展道路可能有起有伏, 坎坷不平, 但其在中国的地位与作用如同其理论基础和基本原理一样难以撼动, 在通过洁净煤技术, 实现高碳性的煤炭低碳化利用, 并与可再生能源一起, 促进低碳经济发展的进程中, 现代煤化工必将发挥不可替代的作用。诚望这套立意虽高远、内容难全面、力求成经典、水平限心愿的《丛书》能在煤化工界同仁的“不喜亦不惧”中, 成为读者为事业不懈追求的忠实伙伴。



2009年9月9日

前言

中国是一个幅员辽阔，资源相对短缺的国家。特别是在能源占有方面，各类主要能源人均拥有量均低于世界平均水平。其中煤炭的人均拥有量为世界人均的50%，石油和天然气则仅为15%。正是由于这一不可改变的禀赋条件，决定了中国的能源结构在过去和将来的一段时间内必须以煤炭为主。

作为化工原料，在2004年之前，煤化工产业一直是以传统的煤化工产品为主，主要是尿素、甲醇、PVC、焦炭等产品。到了最近几年，随着中国研发能力和工程化能力的全面提升，无论煤化工的产品种类，还是生产规模，都有了本质的变化，形成了新型煤化工的雏形。煤直接液化、煤间接液化、煤制烯烃、煤制丙烯、甲醇制汽油等工业化装置的投入运行，以及指日可待的煤制天然气工厂的建成，呈现出中国煤化工产业前所未有的局面。

由以上的产品变化可以看出，煤化工产品正在经历着由传统的化工产品向补充石油化工产品的方向转变，在国民经济中的作用也发生了根本性的转变。

随着中国实现现代化步伐的不断加快，中国能源短缺的现象也越来越严重。石油的对外依存度已经超过了50%，绝对值也超过了2亿吨/年，天然气的短缺更为严重，必将会制约中国社会工业化、城市化的进程。

我国的西北和东北（内蒙古东部）地区煤炭储量巨大，大多属于比较年轻的煤种。这些地区一般地广人稀，距离能源的最终用户较远，交通运输能力较弱。因此，将煤炭加工成化工产品就成了这些地区发展地方经济的必然选择。各煤化工企业基本上都是选择了新型煤化工产品。

由此可以看出，目前，煤化工在中国的主要作用除了继续扮演化肥、焦炭、PVC等化工产品的主力军之外，又承担了缓解石油化工产品短缺和天然气供应不足的角色。

任何工业的发展都离不开设计，工程设计能力体现了一个国家工业体系的整体水平。没有高水平的工程设计企业，就无法理解现代工业的发展理念，无法体会颇具匠心的先进技术的独到之处，也就无法消化吸收先进技术并最终为自己的国家服务。

在工业领域，中国是后来者，总是有人说“后发优势”，而后发的优势就是可以直接面对世界上最先进的技术而无需像发达国家一样去耗费几百年的历程。但是后发也意味着我们必须先在先发者制定的规则下运行，先发者可以利用先发优势限制我们的发展。他们不断地提高产业门槛，力图将我们关在发展尖端产业的门外。此时，保证国家的持续发展，便成了工程设计行业的一项重要任务。我们可以看到某些先进的技术把持在某些跨国企业的手中被作为牟取暴利的工具，而我们却无能为力。

力。没有过硬的设计能力就不会有好的产品。

产品的质量是产品能否进入市场的关键，不能想象不合格的产品能够在竞争中取胜。此时，设计便显得格外重要。在中国，建设国际型工程公司的倡导始于二十多年前，其目的无非是通过提高设计水平来改善工厂的控制和管理。记得我的前辈们说过，“不要把产品的质量不高全部归罪于工厂的管理，我们的设计起着举足轻重的作用”。没有考虑周详的设计，就不会有好的产品质量。

产品的竞争力不仅仅是质量的竞争，还是能耗的竞争。高能耗也应当是技术落后的体现，有些能耗问题恰恰体现的是工程设计水平。当我们以高成本的产品到市场上去竞争时，无论质量如何，失败都是必然的。

有经验的工程师都知道，不同化工单元的组合，会有不同的结果。利用各种不同的组合去改变工厂的规模、产品的组合甚至改变产品的品种等都是工程设计的主要内容。

煤化工产业的发展对高水平的工程设计的依赖是显而易见的。如果由于工程设计水平的低下造成工厂不能正常开工，必然会给工厂带来损失。企业的重要功能之一是为投资者带来利润，这是低下的设计水平所无法达到的。

“科学研究是生产力”这在中国是大家都认可的，但是少有人去深究科研成果是如何变为生产力的。实际上，科研成果的工程化一直是技术进步的十分关键的一步。在计划经济年代，科研与工程设计是完全脱节的。科研不管市场需求，设计只是简单的重复。设计与科研的结合基本上都是政府部门的“拉郎配”，双方都没有积极配合的欲望。到了今天，从事设计的工程公司更清楚市场的需求，会主动寻求与科研机构的合作。这种合作为科研成果走向市场带来了机遇，在科研成果与生产力之间搭起了桥梁。没有这个桥梁，就没有今天中国新技术层出不穷的大好局面。

工程公司不仅仅是将科研成果转化成生产力，还可以通过自己的不断创新为市场提供越来越多的新产品。同时通过自己敏锐的市场观察力，洞察市场需求，开创新的工艺、新的技术。

最典型的事例是中国新型煤化工产学研联盟，在这个联盟中处于领导地位的是中国化学工程集团公司，而这个集团的核心是中国的大型工程公司。这些工程公司利用自己在市场前沿的地位，不断寻求产品和技术的创新，使当今的煤化工产业能够不断地推陈出新。

编写本书的目的是想使读者能够通过本书对煤化工设计所涉及的领域和技术有一个大概的了解。由于篇幅所限，仅从化工工艺专业的角度对设计要点和内容进行简要介绍，不可能涉及太多的化工单元知识，也不可能涉及所有专业。选择的各章节内容的组合就是一个煤化工工厂工艺装置的主要组成部分。由于有些设计内容受知识产权保护，同时受我们知识范围局限，不可能对所有的煤化工技术都能详细论述。因此，有很多技术在本书中只是进行文字介绍，没有设计计算及其他设计过程的描述，敬请读者谅解。

本书主要由张庆庚编写，其中第2章由李凡编写并负责全书统稿；第7章由李

好管编写；郭光宙、马英民、李刚参加了部分章节的编写。李小红、程柱、左永飞、郝巧铃、张京、白永辉、王培和孔娇等参加了文献资料收集整理、图表绘制、辅助计算和文字处理等工作。在本书付梓之际感谢谢克昌院士、李大尚设计大师对本书编写工作的指导，感谢所有在本书编写过程中给予关心和帮助的同事、朋友，感谢化学工业出版社编辑们的辛勤工作。

由于本书编写在工作之余，时间仓促，加之水平有限，书中不足和欠妥之处敬请读者见谅并批评指正。

编 者

2012年1月

目 录

1 煤化工项目设计

1.1 煤化工项目设计的范畴	1
1.1.1 煤焦化的设计	1
1.1.2 煤气化装置的设计	2
1.1.3 煤气净化的设计	3
1.1.4 合成化学品的的设计	3
1.1.5 其他内容设计	4
1.2 煤化工项目的设计程序及内容	5
1.2.1 项目建议书	5
1.2.2 可行性研究报告	7
1.2.3 初步(基础工程)设计	14
1.2.4 总体设计	23
1.2.5 详细设计	24
1.2.6 各专业条件	30
参考文献	41

2 煤化工项目与煤质的关系

2.1 评价煤质的主要指标	43
2.1.1 煤的工业分析	43
2.1.2 煤的元素分析	47
2.1.3 煤的发热量	50
2.1.4 煤中镜质组反射率	51
2.1.5 煤的透光率	52
2.1.6 煤的自由膨胀序数	52
2.1.7 煤的黏结指数	52
2.1.8 煤的胶质层指数	53
2.1.9 煤的奥亚膨胀度	53
2.2 中国煤的分类及各煤阶特性	54

2.2.1	中国煤炭分类	54
2.2.2	各煤阶煤的基本特性	55
2.3	煤化工项目相关的煤加工性质	57
2.3.1	煤的机械强度	57
2.3.2	煤的反应性	58
2.3.3	煤的热稳定性	59
2.3.4	煤的灰熔融温度	60
2.3.5	煤灰高温黏度特性	60
2.3.6	煤的铝甑低温干馏	61
2.4	煤质分析指标的不同基准	61
2.4.1	煤质分析指标基准的表示方法	61
2.4.2	煤质分析指标基准间的换算关系	62
2.5	煤的焦化项目对煤质的要求	63
2.5.1	煤质选择对于煤焦化过程的重要意义	63
2.5.2	常用炼焦用煤指标及对焦炭质量的影响	64
2.5.3	不同炼焦工艺对煤质的要求和典型煤种	66
2.6	煤的气化项目对煤质的要求	69
2.6.1	煤质选择对于煤气化过程的重要意义	69
2.6.2	常用气化用煤指标及对气化过程的影响	69
2.6.3	各类煤气化工艺对煤质的特殊要求及典型煤种	71
2.7	煤直接液化技术对煤质的要求	76
2.7.1	煤质特性对煤直接液化的影响	76
2.7.2	适宜煤直接液化的煤种	78
	参考文献	79

3 煤焦化设计

3.1	煤焦化产业概况	81
3.1.1	炼焦技术的进展	81
3.1.2	炼焦副产品加工技术进展	82
3.1.3	节能减排与环保	84
3.2	煤焦化工厂设计基础资料	85
3.2.1	煤焦化工厂设计涉及的主要工段	85
3.2.2	煤焦化工厂设计所需的基础资料	86
3.3	焦化厂设计的方案选择	88
3.3.1	炼焦配煤工艺方案的选择	88

3.3.2	原料煤的预处理工艺方案的选择	89
3.3.3	炼焦工艺方案的选择	90
3.3.4	熄焦工艺的选择	95
3.3.5	化产回收工艺的选择	100
3.4	煤焦化工厂设计的基本内容	102
3.4.1	煤焦化工厂的总图设计	102
3.4.2	焦炉设计的基本内容	104
3.4.3	化产回收设计的基本内容	128
3.4.4	焦化厂公用工程的设计	165
3.4.5	焦化厂消防安全设施环境保护的设计	167
	参考文献	170

4 煤气化装置的设计

4.1	煤气化技术简介	172
4.1.1	固定(移动)床煤气化技术	173
4.1.2	流化床煤气化技术	177
4.1.3	水煤浆气化技术	180
4.1.4	干粉煤气化技术	184
4.2	煤气化技术的选择	188
4.2.1	煤的性质对煤气化技术的影响	188
4.2.2	不同的产品与气化技术的选择	189
4.2.3	地域因素对于煤气化技术的选择影响	189
4.3	煤气化设计基本内容	190
4.3.1	设计基础条件	190
4.3.2	工艺计算	190
4.4	煤气化设计举例——水煤浆煤气化装置的设计介绍	191
4.4.1	煤气化反应过程描述	191
4.4.2	设计计算举例	192
4.4.3	文丘里洗涤器的设计计算	197
4.5	煤气化装置主要设备	200
4.5.1	气化炉	200
4.5.2	洗涤塔	200
4.5.3	煤浆泵	200
4.5.4	水煤浆气化装置布置注意事项	200
4.5.5	水煤浆管道安装注意事项	202

4.6	安全备忘录	203
4.6.1	纯氧的危险及防护	203
4.6.2	煤气的危险和防护	203
4.6.3	其他危险及防范	203
	参考文献	204

5 煤气净化技术

5.1	脱硫工艺	206
5.1.1	湿法脱硫	207
5.1.2	干法脱硫	211
5.2	脱碳方法介绍	213
5.2.1	甲基二乙醇胺法 (MDEA)	213
5.2.2	聚乙二醇二甲醚法 (国内称 NHD 法)	214
5.2.3	低温甲醇洗法 (Rectisol)	219
5.3	合成气的精制	223
5.3.1	甲烷化法	223
5.3.2	甲醇化法	224
5.3.3	液氮洗法	224
5.3.4	变压吸附法	224
5.4	净化方法的选择	225
5.4.1	脱硫方法选择	225
5.4.2	脱碳方法选择	226
5.4.3	低温甲醇洗法与 NHD 法的比较	226
5.5	设计基本内容	230
5.5.1	确定设计基础	230
5.5.2	物料衡算的分类及步骤	231
5.5.3	能量衡算的方法及步骤	232
5.6	低温甲醇洗设计举例	233
5.6.1	工艺设计	233
5.6.2	设备选择	235
5.6.3	装置布置	235
5.6.4	管道设计	237
5.6.5	注意事项	238
5.7	栲胶脱硫设计举例	240
5.7.1	工艺设计	240

5.7.2	工艺计算	243
5.7.3	主要设备选择	249
5.7.4	装置布置	249
5.8	环保、消防、安全设计	249
5.8.1	环保	249
5.8.2	消防	250
5.8.3	安全	251
参考文献		251

6 煤制化学品的设计

6.1	煤制化学品概述	253
6.2	甲醇生产技术	254
6.2.1	甲醇合成技术的应用	255
6.2.2	甲醇合成工艺的确定	260
6.2.3	工艺设计	260
6.2.4	甲醇合成的工艺计算	264
6.2.5	甲醇合成反应器工艺设计	280
6.2.6	甲醇合成装置的整体布置原则	282
6.2.7	甲醇生产安全备忘录	283
6.3	二甲醚合成技术	285
6.3.1	二甲醚合成技术综述	285
6.3.2	二甲醚合成工艺设计说明	288
6.3.3	原材料、动力消耗定额	291
6.3.4	三废排放量	291
6.3.5	二甲醚合成工艺物料及热量平衡计算	291
6.3.6	主要设备选型及选材	300
6.3.7	二甲醚生产安全备忘录	301
6.3.8	设备布置	302
6.3.9	二甲醚合成工艺的改进设想及反应热的利用	302
6.4	煤制其他化学品的技术简介	304
6.4.1	煤的液化	304
6.4.2	甲醇制烯烃技术	311
6.4.3	甲醇制汽油技术	315
6.4.4	煤制天然气技术	316
参考文献		319