

现代

煤化工新技术

唐宏青 © 编著



化学工业出版社

TQ53
T245

现代 煤化工新技术

唐宏青 © 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

TQ53
T245

本书全面论述了现代煤化工的基础工艺、技术路线、气化下游产品、新技术进展及发展方向。作者以科学发展煤化工为指导思想,客观评述了现代煤化工各类新技术的优缺点,可供从事煤化工科研开发、工程设计的专业技术人员、地方政府和煤炭企业的管理人员、院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代煤化工新技术/唐宏青编著. —北京:化学工业出版社, 2009.10

ISBN 978-7-122-06665-7

I. 现… II. 唐… III. 煤化工-技术 IV. TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 162705 号

责任编辑:王 丽 徐世峰

装帧设计:关 飞

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

787mm×1092mm 1/16 印张 31 字数 762 千字 2009 年 11 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:128.00 元

版权所有 违者必究

京化广临字 2009-20 号

序

(一)

首先感谢本书的作者和化学工业出版社请我为此书写一序言。

近几年来,由于我国石油对外依存度不断增加,进口油价又较高,人们开始更多地关注是否可以从煤炭的深加工形成更多的化工品或能源化工品,再加有关资源省区急于要把资源优势转化为经济优势,于是在全国范围内迅速形成发展煤化工热。当前迫切需要用科学发展观引导煤化工的发展。

本书作者唐宏青同志过去我不认识,他1965年北大化学系毕业后,长期从事化学工程的设计和数学模拟开发工作。几年前我偶在有关化工杂志上连续看到他的几篇关于煤化工的文章,颇有深度,不仅知识面广,而且有自己以事实、数据、计算为依据的独立的观点、见解;甚至对有关权威(包括外商)的观点提出异议,以理服人。这种独立思考,坚持原则,尊重科学,不畏权威,敢于讲话的认真、求实、负责的精神,给我以深刻的印象。显然,这种求真务实、独立公正的科学精神应该提倡,值得学习。2006年底我设法得到他著的《碳一化工新技术概论》一书,使我得益匪浅。后经介绍,结识了这位专家。

当前我国煤化工的发展中迫切需要一些有益于促进科学发展的书籍,为此我积极促进了本书的出版。本书的特点是把现代煤化工的发展与发展中的实际(即:发展中的热点、关注中的难点、争论中的焦点)密切结合起来加以论述。全书分成三部分:第一部分绪论,集中探讨煤化工发展的原则和总体概念;第二部分论述当代各种气化技术的比选,气化是合成气制化工产品的基础;第三部分论述煤化工和碳一化工产品以及正在开发、产业化的新技术。本书不是泛泛介绍国内外的新技术,而是对各种新技术进行评价,提出观点、见解,书中特别对国内开发的新技术作了足够的关注。本书力求以科学发展观为指导,努力探索、分析煤化工的科学发展途径。我认为这是一本有导向性、前瞻性的煤化工工程技术有实用参考价值的书籍。它的出版对在科学发展观指导下发展现代煤化工有一定的指导意义,有积极作用。

本书的出版得到化学工业出版社俸培宗社长的积极支持,深表感谢。

(二)

近年来我努力关注并试着从宏观上探讨煤化工的发展问题,亦曾提出过一些片言、拙见。为促进煤化工的科学发展,拟借本书出版之际,将我对科学发展煤化工的一些基本看法加以归纳、整理,刊出于此,供参考。

我国的化学工业是以煤化工起家,煤化工是我国化学工业的重要组成部分。煤化工是以煤为原料,经过化学反应生成化工、能源产品的工业,是煤炭深加工产业。我国是煤资源相对丰富的国家,为科学合理、高效利用煤炭资源,进行深加工,适度发展现代煤化工是必要的。21世纪的我国煤化工,必须是在科学发展观指引下,高瞻远瞩,深思熟虑,从战略上

谋求走可持续发展之路。

科学发展观是党中央提出的我国经济社会发展的重要指导方针，是发展中国特色社会主义必须坚持和贯彻的重大战略思想。科学发展观是用来指导发展的。以人为本，全面、协调、可持续发展是科学发展观的基本要求。坚持用科学发展观指导煤化工的发展，就是结合实际，努力把科学发展观的要求转化为谋划发展煤化工的正确思路和自觉行为，努力实施科学发展。坚持科学发展煤化工，涉及诸多方面，笔者考虑，至少应着重关注以下几个方面。

1. 积极发展有优势的产品领域

对于煤化工的作用及其发展必须有一个比较全面的看法，既不应笼统限制，不可发展，又不能不加引导，任其发展。煤化工的发展是有条件的。应该经过认真具体的科学分析，择其具有比较优势的领域进行发展。根据有关资料，已开发的现代煤化工技术在某些产品领域与石油化工相比有其相对优势。

要想大力发展煤化工，其关键是如何取得大量先进、稳定、廉价的合成气及成熟、先进的可供工业化的产品技术路线。显然，为此我们必须采用当代最先进的技术成果。从根本上来说，现代煤化工的发展取决于我们有多少较石油化工路线更有优势的技术。

我国化学工业要站在时代的高度，用战略眼光来指导发展。应以科学发展观为指导，以改革开放为动力，以可持续发展为基石，以提高科技创新能力为手段，以市场为导向，统筹考虑我国煤炭、石油、天然气、煤层气、焦炉气等化石资源以及可再生资源的高效利用方向，使我国形成石油化工与煤化工相结合、具有各自优势的产品领域，相辅相成，从而在整体上形成符合我国国情，科学合理的原料结构、产品结构、技术结构和企业结构，增强国际竞争力，加速推进化学工业现代化。

2. 实施可持续发展战略

煤化工是资源消耗型产业。产业发展的基石是坚持可持续发展战略。在新形势下我国煤化工能否实现可持续发展，取决于节能、降耗、减排、治污以及经济效益等几方面都能通得过。坚持可持续发展已成为化学工业战略性结构调整的主要推动力。

资源和环境的承载能力是煤化工发展的制约因素。实施以环境和资源可承载能力为基础的，高效率、低污染、低排放的发展方式是现代煤化工唯一可接受的可持续的发展方式。煤化工的发展要充分论证水资源是否落实，以水定发展，量水而行。

煤化工是一个重要的污染源。煤化工的发展应力求把污染、能耗降到最低限度。要发展煤化工，必须同时解决由此产生的污染问题。煤化工的发展决不能以浪费资源、牺牲环境和破坏生态为代价。我们应该认真吸取国内外发展的经验教训，用我们的智慧和远见，主动调整和控制自身的行为，把煤化工建设成为具有社会责任感、可信赖的资源节约型、环境友好型产业，真正为我国的经济发展和子孙后代造福，实现人与自然的和谐发展，促进可持续发展。我们的发展不能不顾自然、不计代价、不问未来。

煤化工是技术密集型和投资密集型产业，应采取最有利于节约资源、提高能效、降低污染、保护生态、提高效益的建设和运行方式，实施可持续发展。为此，要建设规模化、大型化、现代化、煤化一体化的煤化工基地，实施集约经营，谋求具备国际竞争力。煤化工如不具备国际竞争力，则无法承受国际油价波动和经济全球化带来的高度市场化竞争的冲击。

大型煤化工的深加工，工艺流程长、过程复杂，是一个较为严密的系统工程。其技术和管理都有相当的难度，掌握需要一个过程，不是轻而易举的。大型煤化工项目，需要依托素

质好、综合实力强、有良好发展前景且社会依托条件较好的大型企业来承担。

3. 加速转变发展方式

传统的煤化工是以低技术含量和低附加值产品为主导的高能耗、高排放、高污染、低效益（“三高一低”）行业。这种以粗放为主的煤化工发展方式，对资源、环境付出的代价过大，已难以为继。为实施科学发展，应加速转变发展方式，着力推进现代煤化工的发展。

煤炭属低效、高污染能源。现代煤化工是指采用现代先进技术，对煤炭进行深加工和综合利用的过程中，着重解决煤炭转化过程中高效、低污和经济三大方面问题。发展煤化工要与时俱进地采用新技术。

现代煤化工与传统煤化工的主要区别在于洁净煤技术、先进的煤转化技术以及节能、治污等新技术的集成应用，发展有竞争力的产品领域。

4. 贯彻技术开发先行，提升自主发展能力

我国煤化工的发展寄希望于技术创新。要真正发展煤基燃料替代品或其它煤基化学品，必须坚持技术开发先行，把提高自主创新能力，开发自有知识产权的核心技术，切实放在发展现代煤化工战略的首位。为坚持技术开发先行，需大力提高原始性创新能力、集成创新能力和消化吸收再创新能力，努力走出一条具有中国特色的科技创新之路。推进经济发展方式从要素驱动型向创新驱动型的转变是促进现代煤化工发展的根本途径。

大型煤化工新技术的开发是一项复杂的系统工程，有相当难度的，绝非是“举手之劳”的短期行为，需要高强度、坚持不懈、持久地的投入。我们希望国家加大支持力度，亦期待有更多的煤化工界的大型企业，建立起以企业为主体，产学研相结合的技术创新体系，加大投入，勇于创新。我国的现代煤化工的发展寄希望于建立起一批大型创新型企业。

要加强引进技术的消化吸收再创新，积极推进重大装备国产化。可根据需要努力引进国外先进适用技术。我们不反对引进，反对的是引进一落后一再引进，把引进当成依赖，不注意培育自身的自我创新能力，不努力去搞好引进消化吸收再创新。应按国家有关规定，将通过消化吸收是否形成了自主创新能力，作为对引进项目验收和评估的重要内容，实施消化吸收再创新的计划与引进项目同步规划、同步实施、同步验收。

大型现代煤化工工程的特点之一就是大量的工程技术问题需处理。要充分发挥拥有先进工程技术，富有经验的工程设计单位在集成先进技术、处理工程开发和工程实践中的重要作用。工程设计单位亦应通过引进技术，培育自身创新能力，为开发新一代技术打下基础。

5. 坚持适度发展、有序发展

我国是以煤为主体（约占一次能源的 70%）的能源结构。我国 SO₂ 排放量和 CO₂ 排放量分别居世界第一和第二，已对环境形成难以承受的压力。

近年来，我国为谋求煤基能源替代品的发展做了大量卓有成效的工作（有些为替代能源的战略技术储备是很必要的），大体已分别进行到技术开发、工业示范、成熟完善的阶段，有些问题还有待示范或试用实践后才能得出结论，有些不确定因素还有赖于我们积极的探索和深入研究。为此，不可低估前进中的问题，需要审时度势，权衡利弊，稳健决策。

煤基能源替代品的发展是否可行，取决于能源利用是否科学合理、环境污染是否得到控制和治理、经济上是否有一定效益，这三条必须兼而有之，即必须是技术先进可靠、经济效益可行、节能和环保达标的技术经济路线。对某些煤基能源替代品或可实施在可控条件下适度发展，其发展速度、规模，需统筹兼顾、综合平衡，坚持有序发展。我国在石油替代能源发展战略的政策导向和执行上一旦有失偏颇，将导致煤炭资源的过速消耗，降低能源保障程

度。我们正处在从化石能源体系走向可持续发展能源体系的时代。能源替代战略必须高瞻远瞩，深谋远虑。任何替代能源必须建立在可持续发展战略基础上。在替代能源的战略安排上，不能把目光集中在自己仅有的那些不可再生的资源上，应把重点放在可再生的清洁能源上。

我们要站在全局的高度来审视煤化工的发展。既要考虑煤化工产业对国民经济发展的正面影响，也要考虑可能带来的负面影响。我国煤化工产业规模应与国民经济发展相适应，产业发展方向应与坚持节约资源和保护环境的基本国策相一致。在发展目标的量化上要兼顾煤炭资源的保护与高效利用，发展规模控制在适度范围内。

我们要认真学习、积极贯彻落实国务院有关“积极引导煤化工行业健康发展”的指示[国务院办公厅（2009年5月18日）《石化产业调整和振兴规划》]。企业要坚决贯彻落实国家宏观调控政策和措施，积极主动配合搞好煤化工的科学发展，做市场的健康力量。

面对当前煤化工发展的形势，我们迫切需要进一步认真学习实践科学发展观，努力在解决影响和制约科学发展的突出问题上下功夫，力求突破见成效，把发展煤化工的积极性引导到科学发展上来。贯彻科学发展观贵在实践，重在落实。我们要以高度责任感和紧迫感，坚持科学发展煤化工。

潘连生

2009年8月

**（教授级高工、原化工部副部长、
中国化工学会前任理事长）**

前 言

近年来我国能源、化工产品的需求出现了高速增长，煤化工在能源、化工领域中已占有重要地位。煤化工行业的发展对于缓解我国石油、天然气等优质能源供求矛盾，促进钢铁、化工、轻工和农业的发展，起到了补充的作用，因此，煤化工是要发展的。但是，煤化工产业的发展不能是无序的，目前的“潮涌现象”给环境与资源造成了巨大的压力。

党中央制定的科学发展观是我国经济社会发展的重要指导方针，是发展中国特色社会主义必须坚持和贯彻的重大战略思想。科学发展观是用来指导发展的，以人为本、全面协调可持续发展是科学发展观的基本要求。近年来，许多学者、专家在研讨我国煤化工应该如何在科学发展观的指引下科学发展。这个问题关系到我国煤化工的前途，因此是非常有意义的。本书将努力结合我国煤化工的发展实际，探求科学发展煤化工之路。

本书是一本专业性的综述读物，目的是让读者了解当前煤化工和碳一化工的热点技术发展情况，特别讨论了在煤化工企业大规模地向化工发展的基本建设中大家所关心的问题。同时，本书介绍了各种煤气化和合成气加工工艺的特点，便于读者在选择所需工艺时有一个基本的概念。

书中一部分工艺的说明中含有笔者的评述。这是笔者的个人意见，提出来与大家讨论，欢迎读者对此提出不同意见。

笔者希望，在国家的指导下，积极进行技术开发和宏观的经济发展安排，使我国不仅在经济总量上有很大的发展，而且也能成为世界化工技术领域的巨人，并且成为全球环保、节水和节能的典范。

毫无疑问，科学发展观是照耀在煤化工战线上的明媚的阳光。

本书编写历经五年，其间曾得到国内许多学者和多个杂志编辑部的帮助和提出宝贵意见，特在此一并致以衷心的感谢。

唐宏青
2009. 5. 2

目 录

第 1 章 科学发展煤化工	1
1.1 科学发展煤化工的含义	1
1.2 科学发展煤化工是我们的希望	1
参考文献	2
第 2 章 发展煤化工的热点问题	3
2.1 煤化工在中国存在的必要性	3
2.2 煤化工发展规律的探讨	4
2.3 可持续发展的基础	9
2.4 煤化工的效率研究	15
2.5 煤化工的主攻方向	21
2.6 煤化工发展的形势	29
2.7 发展煤化工存在的问题	30
参考文献	35
第 3 章 碳一化工与煤化工	37
3.1 碳一化工与煤化工	37
3.2 煤气化基本原理和分类	40
3.3 主要煤气化技术简介	42
参考文献	44
第 4 章 Texaco 水煤浆气化	45
4.1 概述	45
4.2 TCGP 原理	46
4.3 TCGP 流程	48
4.4 TCGP 的关键设备	50
4.5 TCGP 的特点	51
4.6 工艺运行中存在的突出问题	52
4.7 气化炉出口的气体组成	54
4.8 南化高压煤气化装置简介	55
4.9 评述	56
参考文献	56
第 5 章 Shell 煤气化	57
5.1 Shell 煤气化技术的发展历程	57

5.2	Shell 煤气化工艺及特点简介	58
5.3	Shell 煤气化技术应用的特殊性	62
5.4	主要设备	63
5.5	Shell 煤气化的配套工程	67
5.6	国内装置建设情况	67
5.7	存在的问题	68
5.8	气化后工艺	69
5.9	国内 Shell 煤气化装置的运行情况	71
5.10	评述	72
5.11	对 Shell 工艺的改进意见	72
	参考文献	72
第 6 章	GSP 煤气化	74
6.1	前言	74
6.2	技术推广	74
6.3	原料的特性及气化所产生的煤气组成	75
6.4	GSP 气化炉的结构	75
6.5	气化工艺	78
6.6	气化炉的规格	79
6.7	技术特点	80
6.8	应用	81
6.9	典型气化数据	82
6.10	GSP 炉制甲醇的模拟	83
6.11	国内 GSP 气化装置的建设	87
6.12	评述	87
	参考文献	88
第 7 章	Lurgi 煤气化	89
7.1	发展历程	89
7.2	国内运行的 Lurgi 炉	90
7.3	主要设备结构简介	94
7.4	国内的技术改造情况	96
7.5	原料煤质量的问题	98
7.6	存在的问题	98
7.7	国内用于合成氨生产的工艺	98
7.8	BGL 块/碎煤熔渣气化炉工艺	100
7.9	Lurgi 炉工艺的改进	102
7.10	装置建设情况	103
7.11	评述	103
	参考文献	104
第 8 章	恩德粉煤气化	105
8.1	恩德粉煤气化技术	105

8.2 在温克勒气化炉基础上的改进	107
8.3 消耗指标	107
8.4 恩德粉煤气化的特点	108
8.5 应用情况	110
8.6 国内应用前景	111
8.7 应用中应注意的问题	113
8.8 评述	114
参考文献	114
第 9 章 国内煤气化技术的发展	115
9.1 国内煤气化技术的研究状况	115
9.2 煤气化技术多样化的原因	116
9.3 关于知识产权问题	116
9.4 关于经济效益问题	116
9.5 国内研究新型煤气化技术的意义	117
参考文献	118
第 10 章 灰熔聚流化床粉煤气化	119
10.1 概述	119
10.2 开发过程	119
10.3 灰熔聚流化床粉煤气化技术	120
10.4 加压试验	121
10.5 常压示范装置的工业化过程	123
10.6 常压工业化示范装置	124
10.7 工业化装置加压试验	125
10.8 加压灰熔聚流化床粉煤气化工业示范装置	127
10.9 灰熔聚技术在中小甲醇工业中的应用前景	127
10.10 国外的发展情况	128
10.11 灰熔聚粉煤气化炉存在的问题及改进	129
10.12 评述	130
参考文献	131
第 11 章 两段式干煤粉加压气化技术	132
11.1 概述	132
11.2 工艺原理	132
11.3 小试和中试的内容	133
11.4 关键设备	134
11.5 工业化实施方案的特点	137
11.6 工艺流程	138
11.7 两段式气化炉与 Shell 技术的区别	140
11.8 工业化应用的可行性	141
参考文献	142

第 12 章 多喷嘴对置式水煤浆气化	143
12.1 工艺概况	143
12.2 气化炉结构	144
12.3 五项主要技术	145
12.4 与引进技术的区别	145
12.5 应用情况	147
12.6 技术效果与经济效果	148
12.7 国内在建和已建的四喷嘴装置	148
12.8 讨论	149
参考文献	150
第 13 章 非熔渣-熔渣分级气化技术	151
13.1 开发历史	151
13.2 技术特点	151
13.3 基本原理	151
13.4 烧嘴	152
13.5 关于熔渣的基本概念	153
13.6 实验结果与分析	153
13.7 考核数据和结论	154
13.8 发展探讨	155
参考文献	155
第 14 章 航天炉气化技术	156
14.1 前言	156
14.2 发展历史和现状	156
14.3 气化原理	156
14.4 建设和运行情况	158
14.5 设计经济效益	158
14.6 评价	159
参考文献	159
第 15 章 多元料浆气化技术	160
15.1 基本原理	160
15.2 工艺流程	160
15.3 主要技术经济指标	161
15.4 生产实践	161
15.5 料浆稳定性的影响因素	162
15.6 评述	162
参考文献	163
第 16 章 生物质气化技术	164
16.1 概述	164

16.2	生物质气化的目标	164
16.3	BSF 技术与煤化工技术的区别	165
16.4	BSF 技术的现状	165
16.5	国外生物质高温气化技术	166
16.6	国内生物质气化技术的开发情况	169
16.7	新一代生物质气化流程	170
16.8	生物质制醇模拟实例	171
16.9	结束语	172
	参考文献	172
第 17 章	天然气转化制合成气	173
17.1	引言	173
17.2	传统蒸汽催化转化	174
17.3	联合蒸汽催化转化	176
17.4	预转化蒸汽转化工艺	178
17.5	热交换器型转化	179
17.6	催化部分氧化转化工艺	184
17.7	非催化部分氧化转化工艺 (POX)	185
17.8	各种天然气转化工艺的比较	186
17.9	评述	187
	参考文献	188
第 18 章	天然气部分氧化制合成气	189
18.1	概述	189
18.2	天然气部分氧化法的技术要素	190
18.3	模拟计算的条件	192
18.4	部分氧化工艺优化条件的研究	192
18.5	技术关键	194
18.6	生产数据实例	195
18.7	评述	195
	参考文献	196
第 19 章	各种气体的利用	197
19.1	煤层气的利用	197
19.2	天然气的利用	199
19.3	焦炉气的利用	208
19.4	大型合成氨和甲醇没有能够实现国产化的原因	213
19.5	总结	215
	参考文献	215
第 20 章	低温甲醇洗净化技术	217
20.1	概述	217
20.2	低温甲醇洗工艺简述	218

20.3	低温甲醇洗的典型工艺	219
20.4	各塔基本工艺过程	223
20.5	工艺流程的优点	225
20.6	几个特殊的问题	226
20.7	评述	227
	参考文献	228
第 21 章	国内烧嘴技术的进展	229
21.1	概述	229
21.2	烧嘴的性能	229
21.3	烧嘴的形式	230
21.4	烧嘴的结构	230
21.5	多个烧嘴的对置式布置	237
21.6	评述	238
	参考文献	239
第 22 章	煤制甲烷	240
22.1	煤制甲烷的必要性	240
22.2	煤制甲烷的发展历史	240
22.3	工艺原理	242
22.4	煤气化技术的选用	242
22.5	甲烷化技术	243
22.6	甲烷化催化剂	245
22.7	美国大平原工艺	246
22.8	煤制甲烷的技术经济问题	248
22.9	煤制甲烷的生命力	249
22.10	结论	250
	参考文献	250
第 23 章	合成油	251
23.1	发展合成油的必要性	251
23.2	基本原理和特点	251
23.3	国外合成油技术的发展历程	253
23.4	国内发展历程	254
23.5	国外典型合成油工艺	256
23.6	合成油工艺软件	261
23.7	国内工业化的合成油原则工艺流程	262
23.8	合成油工艺的选择	263
23.9	合成油示范厂的建设	264
23.10	评述	265
	参考文献	266
第 24 章	煤直接液化	267
24.1	煤液化的含义和基本原理	267

24.2	国外煤炭直接液化技术的发展历程	268
24.3	国内煤液化技术发展历程	269
24.4	国外典型工艺	271
24.5	煤液化的催化剂研究	277
24.6	工业化的煤液化原则工艺流程	280
24.7	煤液化主要设备	281
24.8	直接液化对煤质的基本要求	282
24.9	循环溶剂的选择	282
24.10	讨论	283
	参考文献	284
第 25 章	甲醇	286
25.1	甲醇合成工艺	286
25.2	甲醇化工	286
25.3	甲醇合成与精馏工艺	287
25.4	天然气制甲醇的常规流程	290
25.5	国内大型化甲醇新工艺	294
25.6	煤制甲醇工艺	295
25.7	国外主要的甲醇合成塔	297
25.8	国内开发的甲醇合成塔	305
25.9	我国甲醇工业现状	308
25.10	甲醇装置的投资估算	309
25.11	国产大型化的技术基础问题探讨	310
25.12	评述	312
	参考文献	312
第 26 章	甲醇制烯烃 (MTO)	313
26.1	前言	313
26.2	MTO 工艺的机理	314
26.3	国内外催化剂研究进展	316
26.4	国内外工艺的研究进展	319
26.5	MTO 与 FCC 的相似与差异	322
26.6	反应后的气体组成与分离	324
26.7	分离流程的设计	324
26.8	实施 MTO 工业化装置的问题	328
26.9	煤制烯烃的技术经济	328
26.10	我国首个 MTO 试验项目和示范项目	329
26.11	评述	329
	参考文献	330
第 27 章	甲醇制丙烯 (MTP)	331
27.1	现状	331
27.2	发展历史	332

27.3	甲醇制丙烯的 MTP 工艺	333
27.4	甲醇制烯烃的流程	333
27.5	MTO 与 MTP 工艺比较	335
27.6	评述	336
	参考文献	337
第 28 章	甲醇制汽油 (MTG)	338
28.1	发展历史	338
28.2	MTG 工艺技术及特点简介	339
28.3	实际 MTG 工艺过程	341
28.4	国内 MTG 一步法新工艺的试验	345
28.5	新西兰装置的有关情况	346
28.6	TIGAS 托普索一体化汽油合成技术	347
28.7	讨论	348
	参考文献	349
第 29 章	二甲醚	350
29.1	概况	350
29.2	二甲醚的生产方法	353
29.3	国内二甲醚合成技术研究的进展	354
29.4	一步法制二甲醚的流程研究在国内的发展现状	356
29.5	合成气一步法制二甲醚新工艺	356
29.6	合成气的成分	361
29.7	技术经济分析	362
29.8	天然气制二甲醚和煤制二甲醚装置一步法的投资估计	363
29.9	甲醇脱水工艺	363
29.10	存在的问题	368
29.11	评述	368
	参考文献	369
第 30 章	醋酸	371
30.1	醋酸的性质	371
30.2	醋酸在工业上的用途	371
30.3	生产工艺和发展历史	372
30.4	乙醛氧化法	373
30.5	轻烃氧化法	376
30.6	乙烯直接氧化法	378
30.7	甲醇羰基合成法	381
30.8	经济比较	389
30.9	煤制醋酸	391
30.10	讨论	392
	参考文献	393

第 31 章 甲醛	394
31.1 概述	394
31.2 甲醛生产的原料和方法	395
31.3 甲醛生产的工艺路线	395
31.4 甲醛的工艺路线比较	402
31.5 国内科研情况	403
31.6 电解银法年产 3 万吨甲醛生产装置的经济评价	405
31.7 过量甲醇氧化法的典型工艺数据	406
31.8 Topsøe 流程的模拟	407
31.9 结论	410
参考文献	411
第 32 章 醇醚燃料	412
32.1 甲醇燃料	412
32.2 二甲醚	418
32.3 乙醇	420
32.4 炼油行业的做法	422
32.5 动荡的甲醇和二甲醚市场	423
32.6 结束语	424
参考文献	425
第 33 章 乙二醇	426
33.1 概述	426
33.2 合成气合成乙二醇工艺分类	426
33.3 合成气直接合成法	427
33.4 草酸酯法（氧化偶联法）	428
33.5 甲醇甲醛合成法	429
33.6 评述	431
参考文献	431
第 34 章 碳酸二甲酯	432
34.1 概述	432
34.2 DMC 的物性和安全性	432
34.3 用途	433
34.4 DMC 合成技术的发展	435
34.5 煤气化制取 DMC	442
34.6 讨论	442
参考文献	443
第 35 章 IGCC 技术	444
35.1 引言	444
35.2 IGCC 产生的历史背景	445