



MEIHUAGONG
JISHU YU YINGYONG

煤化工技术与应用

钱伯章 编著



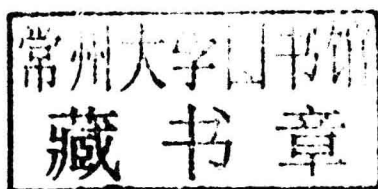
化学工业出版社



MEIHUAGONG
JISHU YU YINGYONG

煤化工技术与应用

钱伯章 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从煤炭资源与消费发展趋势出发,阐述了国内外煤化工发展现状与趋势,介绍了传统煤化工技术及其产品(合成氨、甲醇、二甲醚)制备和应用以及煤热解技术和煤焦油加氢技术,并重点对现代煤化工的核心——气化技术、煤制油技术、煤基甲醇制汽油技术、煤制烯烃技术、煤制乙二醇技术等及相关应用做了介绍。最后,对煤化工的竞争力进行了分析,并介绍了煤化工的 CO₂ 排放与控制以及煤化工废水及其治理技术。

本书适合能源、石化和化工行业以及相关行业的各级管理人员;从事规划、生产、科研和贸易工作的技术人员;从事石油和化工工作的科技和信息人员以及大专院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

煤化工技术与应用/钱伯章编著. —北京:化学工业出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-122-23295-3

I. ①煤… II. ①钱… III. ①煤化工 IV. ①TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 049701 号

责任编辑:张艳 刘军

装帧设计:王晓宇

责任校对:王素芹

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:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 22½ 字数 427 千字 2015 年 6 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: 98.00 元

版权所有 违者必究

前言

进入新世纪以来，中国煤化工进入了以替代石油化工为主要方向的发展时期。在未来二三十年间，将通过清洁高效转化等措施发展现代煤化工，并建立现代能源化工产业体系。只有合理利用好煤炭资源，方能保证我国经济建设的可持续发展。

我国煤化工经过 30 多年的技术攻关和积累，特别是通过“十一五”以来的工程示范和推广，无论是产业关键技术突破、重大装备自主化研制，还是产品品种开发和生产规模等方面，都取得了较大进展。煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制甲醇、煤制二甲醚等产业链已初步形成。

煤化工关键技术和装备研发方面也实现了新突破。我国现代煤化工技术及装备在消化、吸收引进技术和自主开发技术方面取得重大进展，具有自主知识产权的现代煤化工技术开始从实验室走向大生产。自主研发了大型先进煤气化、大型煤制甲醇、煤直接制油、煤间接制油、煤制烯烃、煤制乙二醇、万吨级煤制芳烃、低阶煤分质利用、煤提质、褐煤加工利用、合成气变换等技术；研制了日处理量 2000 吨级以上的大型煤气化装置、大型变换炉、低温甲醇洗装置、12 万吨等级大型空分装置、8 万吨等级以上空分空气压缩机、100 万吨级煤制油反应器、60 万吨级甲醇制烯烃反应器等大型装备；配套的锁斗阀、煤浆阀、渣水阀等特殊阀门以及催化剂等都先后实现了自主化研制和生产。

我国新型煤化工技术创多项世界第一。煤制烯烃、浆态床费托合成、煤加氢液化等工业技术达到国际领先或先进水平。但煤炭间接液化技术、大型煤气化技术、煤制天然气技术等核心技术还掌握在国外少数厂商手中。在煤制清洁燃料和现代煤化工领域，我国在核心技术及装备制造方面仍与发达国家有较大差距，自主开发和优化提高的潜力很大。

现代煤化工如煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制芳烃和煤制天然气等，均为目前国内需求量大、缺口大的产品，具有较大的市场发展空间。

但煤化工发展过势态势已经呈现，“逢煤必化”现象悄然兴

起。“十二五”和“十三五”期间新型煤化工应有序发展，重点把示范工程搞好，然后按照规划和技术成熟度逐步推广。必须加强规划及政策的制定和引导，促进现代煤化工产业健康、可持续发展。

相对于石油化工而言，煤化工产品的能耗、水耗和碳排放量都比较高。为了提高煤化工的能源、资源转化效率，走绿色发展之路，煤化工今后的发展方向应该是，通过技术创新和系统集成、耦合，走“煤、化、电、热”多联产或现代煤化工与石油化工、天然气化工、盐化工相结合的多联产之路。

我国已经成为世界最大的煤化工产业国，煤化工技术也已达到世界领先的水平。我国要成为现代煤化工强国，就必须坚持项目大型化、产品高端化、能效最优化的发展之路。

本书为读者系统、全面地解读了国内外煤化工的技术进展与市场分析。本书内容丰富，信息量大，力求做到典型数据与归纳分析相结合，历史沿革与现状和未来趋势相结合，技术进展与市场分析归纳相结合。

本书宗旨在于：为能源、石化和化工行业以及相关行业的各级管理人员提供决策支持，为从事规划、生产、科研和贸易工作的技术人员提供咨询参考，为从事石油和化工工作的科技和信息人员提供信息借鉴，为大专院校相关专业的师生教学提供参考素材。

钱伯章

2015年3月

目录

CONTENTS

第一章	煤化工发展概述	1
第一节	煤炭资源与消费发展趋势	1
第二节	煤化工发展现状与趋势	3
一、	煤化工发展的重要性和可行性	3
二、	我国煤化工发展现状与趋势	7
三、	世界煤化工发展现状	12
第二章	传统煤化工技术	15
第一节	传统煤化工发展概述	15
第二节	煤基合成氨	18
一、	合成氨新催化剂的开发	18
二、	中国合成氨产能与建设项目	20
第三节	煤基甲醇	22
一、	甲醇生产的技术进展	22
二、	甲醇产能和供需	26
三、	甲醇行业“十二五”发展规划	33
第四节	煤基二甲醚	34
一、	物性和用途	34
二、	生产技术进展	38
三、	发展动向	44
四、	二甲醚产业面临的风险及出路	47
第五节	其他传统煤化工应用途径	51
一、	煤制氢	51
二、	粉煤灰提取氧化铝	53
三、	路用纳米改性煤沥青	54
第三章	煤热解技术与应用	56
第一节	煤热解技术简介	56
第二节	煤炭干馏	58
第三节	煤热解技术的应用	62

第四章	煤焦油加氢技术与应用	68
	第一节 煤焦油加氢技术	68
	一、中低温煤焦油加氢技术	68
	二、高温煤焦油加氢技术	69
	三、煤焦油全馏分加氢工业化示范	69
	第二节 典型企业项目介绍	70
	第三节 煤焦油复合溶剂萃取提酚工艺	71
第五章	现代煤化工的核心：气化技术及应用	72
	第一节 煤气化炉型的技术对比	73
	第二节 典型煤气化技术与应用实例	74
	一、气化技术的选用原则	74
	二、国外煤气化技术及在中国的应用	76
	三、中国自主气化技术开发与应用	86
	四、地下煤气化技术与应用	103
	五、发展煤化工实现多联产	108
第六章	煤制油技术与应用	115
	第一节 煤制油概述	115
	一、煤制油技术与应用简介	115
	二、煤制油发展瓶颈	117
	第二节 煤炭间接液化制油	118
	一、概述	118
	二、国外技术与应用进展	121
	三、国内技术与应用进展	123
	第三节 煤炭直接液化制油	129
	一、煤炭直接液化制油技术与特点	129
	二、新技术开发成果	137
第七章	煤基甲醇制汽油技术与应用	140
	第一节 甲醇制汽油（MTG）技术应用概述	140
	第二节 MTG 技术介绍	142
	第三节 MTG 的优点	144
	第四节 MTG 技术开发应用	147
	一、新西兰 MTG 商业化操作经验	147
	二、国外新项目开发应用	148
	三、我国 MTG 技术开发与装置建设	148

第八章	煤制烯烃技术与应用	152
	第一节 烯烃生产技术与市场	152
	一、煤制烯烃及中国乙烯工业新亮点	152
	二、国内外丙烯市场与专产丙烯方案	155
	三、过剩的甲醇产能为甲醇制烯烃提供原料来源	160
	四、甲醇制烯烃 (MTO) 技术应用前景	162
	五、外购甲醇制烯烃 (MTO) 的效益分析	163
	第二节 甲醇制烯烃 (MTO) 技术与应用	165
	一、世界技术开发与应用	165
	二、我国技术开发与应用	169
	三、MTO 混合 C ₄ 高附加值利用	180
	第三节 甲醇制丙烯 (MTP) 技术与应用	182
	一、世界技术开发与应用	182
	二、我国技术开发与应用	183
	三、我国典型建设项目	185
第九章	煤制乙二醇技术与应用	186
	第一节 煤制乙二醇概述	186
	第二节 国外技术开发进展	189
	第三节 国内技术开发成果与应用	190
	第四节 煤制乙二醇的产能与技术经济性	199
	一、煤制乙二醇产能统计	199
	二、煤制乙二醇或将冲击石油路线	201
	三、煤制乙二醇的技术经济性	202
	四、面临的风险与前景	204
第十章	煤制乙醇技术与应用	206
	第一节 我国乙醇供需现状	206
	第二节 乙醇生产技术进展综述	208
	一、主要生产技术	208
	二、技术经济分析及发展前景	211
	第三节 合成气制乙醇的市场趋势	212
	第四节 合成气制乙醇的技术路线	212
	第五节 合成气制乙醇技术开发与应用	214
	一、合成气直接制乙醇	214
	二、合成气经醋酸加氢及醋酸酯加氢制乙醇	215
	三、醋酸加氢制乙醇技术与市场	220

第十一章	煤制低碳混合醇技术与应用	222
第一节	煤制混合醇催化剂的开发	222
第二节	美国 IGP 公司合成气生产复合醇技术	223
第三节	我国研发成果	226
第十二章	煤制芳烃技术与应用	228
第一节	概述	228
第二节	煤制芳烃新技术综述	230
一、	合成气直接制芳烃技术	230
二、	合成气经甲醇制芳烃技术	230
第三节	研发单位与技术进展	233
第四节	甲醇制芳烃的技术经济性	237
第五节	煤制乙二醇-芳烃-聚酯一体化	239
第十三章	煤制天然气技术与应用	242
第一节	煤制天然气的优势分析	242
第二节	煤制天然气的技术介绍	245
一、	福斯特惠勒公司煤制天然气 VESTA 工艺	246
二、	合成天然气甲烷化技术与应用	249
第三节	焦炉气合成天然气前景与技术进展	258
一、	资源与合成天然气前景	258
二、	焦炉气制合成天然气技术	260
第四节	我国煤制天然气项目进展	265
一、	煤制天然气项目	265
二、	焦炉煤气制天然气项目	268
第五节	我国煤制天然气项目技术经济分析	270
第六节	煤制天然气副产物的利用	272
第十四章	煤等离子体裂解制乙炔技术及前景	274
第一节	等离子体裂解煤制乙炔研发进展	274
一、	反应体系的热力学研究	275
二、	等离子体裂解煤制乙炔的实验研究	276
三、	等离子体煤制乙炔技术成果	277
四、	展望	278
第二节	等离子体发生器研发进展	279
一、	等离子体裂解煤制乙炔技术概述	279
二、	裂解煤制乙炔的等离子体发生器	279

三、近期我国研发进展	280
四、技术可行性及市场前景	281

第十五章 煤制专用化学品技术与应用 283

一、煤基路线制 MMA	283
二、煤基甲醇制 DMM3-8	284
三、煤基乙醇酸技术	285
四、煤基路线制聚乙醇酸	286
五、煤基甲醇制烷烃	286
六、煤基甲醇制高辛烷值轻烃	287
七、煤基精细化学品	288
八、煤制甲醇蛋白	288
九、煤制橡胶	289
十、煤基电容炭	290

第十六章 煤化工的竞争力分析 291

第一节 现代煤化工产业发展条件分析	291
第二节 我国煤化工主要产品竞争力分析	295

第十七章 煤化工的三废治理 303

第一节 煤化工的 CO ₂ 排放与控制	303
一、CO ₂ 排放情况	303
二、碳税对煤化工的影响	309
三、减排技术路线	311
第二节 煤化工废水及其治理技术	317
一、煤化工用水和废水特点	317
二、煤化工要重视节水减排设计	319
三、废水零排放处理技术与应用	322
四、煤化工废水处理技术实例	336

参考文献 344

煤化工发展概述

第一节

煤炭资源与消费发展趋势

2013 年煤炭消费量增长了 3%，远低于 3.9% 的 10 年平均水平，但它仍是增长最快的化石燃料。

全球一次能源消费中，煤炭所占的比例达到 30.1%，为 1970 年以来的最高水平。经合组织以外的消费增量低于平均 3.7% 的水平，但仍占全球增长的 89%。

BP 公司 2014 年能源统计显示，截至 2013 年，煤炭消费量占世界能源市场超过 30%，为 1970 年以来，即 44 年以来的最高比例。2013 年煤炭消费量增长了 3%，高于任何其他能源。在过去的十年内，煤炭消费年增长近 4%。

尽管可再生能源继续增长，特别是风能和太阳能，但他们尚不能与更便宜和更受欢迎的竞争能源如煤炭相抗衡。

美国拥有世界上最大的煤炭储量，但却较少地使用煤，这是由于其大量使用较便宜的页岩气。但是美国仍然生产并向欧洲和亚洲，主要是中国和印度，大量出口煤炭。

尽管石油仍占世界能源消费的最大份额 33%，但煤炭现在正在挑战石油，成为世界上最受欢迎的能源。

表 1-1 列出 2013 年世界前 13 国煤炭探明储量排行榜。中国 2013 年煤炭探明储量为 1145 亿吨，位居世界第三位。

表 1-1 2013 年世界前 13 国煤炭探明储量排行榜

排名	国家	探明储量/ 10^6 t	所占份额/%	储采比 (R/P)
1	美国	237295	26.6	266

续表

排名	国家	探明储量/10 ⁶ t	所占份额/%	储采比 (R/P)
2	俄罗斯	157010	17.6	452
3	中国	114500	12.8	31
4	澳大利亚	76400	8.6	100
5	印度	60600	6.5	100
6	乌克兰	33873	3.8	384
7	哈萨克斯坦	33600	3.8	293
8	南非	30156	3.4	117
9	印度尼西亚	28017	3.1	67
10	哥伦比亚	6746	0.8	79
11	巴西	6630	0.7	>500
12	加拿大	6582	0.7	95
13	波兰	5465	0.6	38

表 1-2 列出 2013 年世界前 10 位国家煤炭生产量排行榜。2013 年中国煤炭生产量（油当量）18.4 亿吨，位居世界第一位。

表 1-2 2013 年世界前 10 位国家煤炭生产量排行榜

排名	国家	生产量（油当量）/10 ⁶ t	所占份额/%
1	中国	1840.0	47.4
2	美国	500.5	12.9
3	澳大利亚	269.1	6.9
4	印度尼西亚	258.9	6.7
5	印度	228.8	5.9
6	俄罗斯	165.1	4.3
7	南非	144.7	3.7
8	哈萨克斯坦	58.4	1.5
9	波兰	57.6	1.5
10	哥伦比亚	55.6	1.4
11	乌克兰	45.9	1.2
12	德国	43.0	1.1

截至 2013 年，中国煤炭的生产和消费已连续 14 年增加。中国是目前世界上最大的煤炭生产国和消费国，占全球煤炭生产量的 46% 和全球煤炭消费量的 49%，几乎为世界其他国家的总和。作为一个制造业国家，拥有大量电力需求，中国的煤炭消费推动其经济增长。

表 1-3 列出 2013 年世界前 10 位国家煤炭消费量排行榜。2013 年中国煤炭消费量（油当量）为 19.33 亿吨，位居第一位，占世界消费量 50.5%。

表 1-3 2013 年世界前 10 位国家煤炭消费量排行榜

排名	国家	生产量（油当量）/10 ⁶ t	所占份额/%
1	中国	1933.1	50.5
2	美国	455.7	11.9
3	印度	324.3	8.5
4	日本	128.6	3.4
5	俄罗斯	93.5	2.4
6	南非	88.2	2.3
7	韩国	81.9	2.1
8	德国	81.3	2.1
9	波兰	56.1	1.5
10	澳大利亚	45.0	1.2

中国煤炭消费量在 2020 年将达到峰值 41 亿吨（折标准煤 28 亿吨），占能源消费总量的 58.5％。煤炭峰值即将到来，供大于求将是长期趋势，煤炭企业应培育煤化工等新的经济增长点。

根据我国能源中长期发展战略，到 2020 年和 2030 年，煤炭在我国一次能源结构中的比重还将保持在 62％和 55％左右。国家能源局表示，到 2020 年能源局将努力将一次能源消费总量（标准煤）控制在 48 亿吨左右，煤炭消费总量控制在 42 亿吨左右。煤炭作为我国主体能源的地位和作用，在今后相当长的时期内很难改变。立足现实，煤炭清洁利用意义重大。

第二节

煤化工发展现状与趋势

一、煤化工发展的重要性和可行性

1. 煤化工简介

以煤为原料经化学方法将煤炭转化为气体、液体和固体产品或半成品，再进一步加工成一系列化工产品或石油燃料的工业，称为煤炭化学工业，简称煤化工。煤化工产业是化学工业的重要组成部分。

对于我国煤化工行业的现状，可以分为传统煤化工和新型（现代）煤化工两种类型。传统的煤化工项目，主要包括焦化、合成氨等，传统煤化工存在的主要问题是产能过剩。而新型煤化工主要指煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制芳烃等，当前所指的发展煤化工就是新型煤化工。对于新型煤化工，我国当前的状况是技术不足，产量不够，所以我国新型煤化工还有很大的提升空间。图 1-1 示明煤化工产业链。

目前中国仍有 64% 合成氨以煤为原料, 80% 以电石为原料的聚氯乙烯和大多数芳香族化学品以及数十万吨的甲醇来自于煤化工, 而随着高效率、清洁利用技术的发展, 新型煤化工技术因为其减少污染、提高效率的特点, 给整个行业带来了新的发展空间。

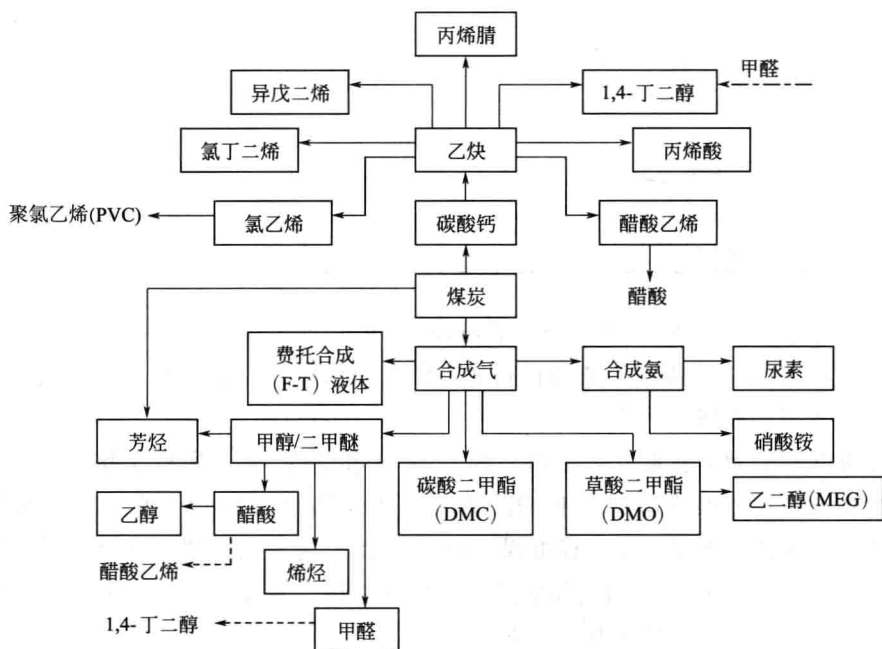


图 1-1 煤化工产业链

目前, 我国传统煤化工产业正处于转型升级的关键时期, 尿素、甲醇等项目都有改造升级的需求; 而现代煤化工处于大发展的前夜, 煤制气、煤制油、煤制烯烃等领域成为煤气化技术的潜在市场。

资料显示, 单纯挖煤卖煤, 产值最低; 把煤炭转化为电力, 产值可以增加 8 倍; 把煤炭转化为深加工产品, 则产值可以增加十几倍, 甚至 20 倍。

煤制化学品工业在中国有两种形态: 使用基于煤炭焦化、煤-电石和煤-合成氨的传统技术; 以及使用先进技术如煤制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇和煤制油的现代化工业。

传统煤化工属高耗能、高排放产业, 受技术制约, 煤炭在整体产业链中的能源转换效率不高, 能源消耗和二氧化碳排放强度均高出全国平均水平的 10 倍以上。这样的事实让现代煤化工更被看好。现代煤化工和传统煤化工不同, 有非常明显的优势和特点。一是利用资源效率相对比较高, 二是环境污染问题解决的比较好。首先, 龙头工艺是煤气化, 气化以后, 煤里面的硫以及其他重金属可以分离出来, 这些杂质容易去除; 其次, 排放的二氧化碳可以收集起来, 可以利用或

者储存,减少了二氧化碳的排放。

数据显示,我国目前煤化工耗煤量在 2.2 亿吨左右,主要用作化肥、电石、甲醇等传统煤化工产品的生产原料和少量现代煤化工原料。

在现代煤化工方面,煤炭行业企业已先后完成了百万吨级煤炭直接液化、16 万吨级间接液化制油、60 万吨煤制烯烃、40 亿立方米清洁煤制天然气示范工程,相关技术已经逐步实现商业化运作。另外,低阶煤(褐煤)提质加工技术也在不断发展和成熟。

据统计,2013 年我国煤制甲醇产量为 2900 万吨、煤制二甲醚产量为 500 万吨、煤制油投产项目总产量达 170 万吨、煤制烯烃达 180 万吨、煤制乙二醇达 90 万吨。国家确定的示范工程建设取得了积极的进展,大型化项目在产煤地集中。

煤制油、甲醇制烯烃等一批示范工程已建成并实现稳定运行。示范项目取得积极进展,2013 年,神华集团鄂尔多斯煤直接制油示范项目生产油品 86.6 万吨,实现利润 4 亿元;神华集团包头煤制烯烃示范项目生产聚烯烃 54.5 万吨,实现利润 10 亿元;内蒙古伊泰集团煤间接制油项目生产油品 182 万吨;实现利润 1.93 亿元。

煤化工是石油和化工行业的重要分支和重要组成部分。经过近几年的发展,现代煤化工无论是在关键技术突破、新产品开发,还是在产业规划、项目投资、示范工程建设等方面都取得了很大成效。

综合技术成熟度、经济效益、市场需求等因素,新型煤化工发展前景排序为:煤制天然气>煤制烯烃>煤制乙二醇>煤制油。判断理由:①煤制天然气的能源效率高、技术成熟,将充分受益于我国天然气产业的爆发式发展;预计到 2015 年,我国天然气消费量将达 2400 亿立方米,2012~2015 年平均需求增速为 18.4%;②煤制烯烃的示范项目已实现商业化,技术可靠,其发展获国家认可,市场供需缺口较大。据预计,2012~2020 年我国乙烯和丙烯需求平均增速约为 5%,至 2020 年供需缺口仍然较大,分别达 1700 万吨、315 万吨。

新型煤化工建设将直接拉动 3 亿吨以上的煤炭需求。预计 2013~2017 年,我国煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制油项目的新建规模分别达 892 亿立方米、1738 万吨、240 万吨、844 万吨。据保守测算,其合计耗煤量约 3.2 亿~3.6 亿吨,相当于 2012 年我国煤炭消费量的 8.8%~9.8%。

传统煤化工业务包括焦炭、聚氯乙烯(PVC)、甲醇等,均已过剩,盈利前景不佳,煤制二甲醚也面临着较为严峻形势。从综合经济效益层面、供需层面和政策层面等多个角度分析,在五个现代煤化工类别中,看好煤制乙二醇、煤制天然气和煤制烯烃,煤制油的前景。

至 2015 年前后,煤化工的规模化将成为拉动煤炭消费的新动力,届时煤化工耗煤占煤炭消费的比重达到 15%左右,引领煤炭行业进入新上升周期。在煤化工

规模化之前,煤炭行业过剩格局延续,煤价仍将在底部徘徊,行业整体缺乏趋势性机会。

煤化工行业在我国能源的可持续利用中扮演着重要的角色,同时,也是我国今后 20 年的重要发展方向。中国煤化工行业未来发展前景广阔,预计今后以煤制油、气、烯烃为代表的新兴煤化工产业将成为未来的化工业的发展重点。

从更长时期看,现代煤化工产业实现持续健康发展,需要充分考虑国内资源环境容量;现代煤化工产业还要面对来自其他新开发资源与原料的竞争,特别是北美页岩气资源的竞争。中国现代煤化工产业将会成为原料多元化进程中的又一重要分支。

2. 煤化工发展对石油化工的影响

目前我国原油对外依存度 57%,天然气也将近 32%,国内产量增长远远跟不上需求增长。现代煤化工发展将有助于原料多元化,在一定程度上弥补能源缺口。

综合来看,煤化工的发展为传统能源企业带来的更多是机遇,随着我国石油、天然气储采比的逐渐降低,通过煤化工把煤炭转化为高附加值的化工产品或将成为传统能源企业新的赢利点。无论从国家战略安全角度,还是煤化工行业长远发展来看,都应鼓励传统能源企业参与煤化工行业,提高行业自主研发和管理水平,加快煤炭清洁高效转化进程。

为提高资源利用效率,充分发挥石油化工和煤化工的优势,煤化工的发展已不再游离于石油化工之外,正逐步实现与传统石油化工产业的结合。对石油化工产业,无论在原燃料结构、产品结构,还是环境影响等方面都产生了一定的影响。

第一,煤化工的发展将有利于实现石油化工的原料、燃料结构多元化。我国煤炭资源较为丰富,煤化工的发展为优化石化工业原料和燃料结构、提高能源利用效率、提升经济效益创造了条件。同时,原料和燃料的多样化,也有利于缓解我国对进口石油的需求,为保障能源安全提供有效途径。

第二,煤化工有利于降低产品成本,丰富产品品种。由于煤合成气中含氧较多,适合生产甲醇、醋酸、乙二醇、丁辛醇等含氧化合物。因此,发展煤化工生产含氧化合物,对弥补石油化工产品在含氧化合物领域的不足,实现产品多元化和多样化,提供了有效的手段。

第三,发展煤化工,有利于促进石化产业结构调整。随着煤化工技术的不断进步,尤其是在高油价下,煤化工生产的石化产品将凭借其成本优势,成为石化产业的有益补充。随着煤化工技术的发展,煤化工产业与石油化工产业的有机结合,将有利于我国石化产业的结构调整与优化,有利于提高石化产业综合竞争力。在看到煤化工产业发展给石化工业发展带来的正面影响的同时,我们也应清醒地看到煤化工发展将对石化工业发展带来的冲击。一是煤化工产品必然会在一定程

度上挤占传统的石油石化产品市场,给石油化工产业的发展带来市场冲击;二是在高油价下,低成本的煤化工产品将给传统的石油石化产品带来成本冲击。

现代煤化工无疑是中国石化产业发展的主力军。现代煤化工技术突破带动了以煤代油,是原料多元化竞争的重要分支。西气东输环境成本优于西煤东运,现代煤化工产业能否持续发展主要取决于水资源和环境容量,还要考虑其他新开发资源如北美页岩气的竞争。未来十年煤制天然气成本将低于天然气。

从长远来看,发展煤制天然气、煤制油、煤制烯烃等现代煤化工产业将是中国的特有优势。现代煤化工产业将成为我国石化原料多元化进程中的又一重要分支。

二、我国煤化工发展现状与趋势

1. 我国新型煤化工技术创多项世界第一

为适应我国资源禀赋特征,摆脱对石油的过度依赖,调整化工原料结构,实施石油替代战略,我国在新型煤化工领域,集中突破了一批重大关键共性技术,多项创新成果创造了世界第一。

① 神华包头煤制烯烃工程于2010年8月一次投料试车成功,生产出合格的聚乙烯和聚丙烯。该工程是世界首套以煤为原料生产聚烯烃的项目,核心技术采用了具有自主知识产权的DMTO工艺及催化剂,通过煤气化制合成气、合成气净化、净化合成气制甲醇、甲醇转化制烯烃、烯烃聚合工艺路线生产聚烯烃。该项目包括年产180万吨煤基甲醇联合化工装置、年产60万吨甲醇基聚烯烃联合石化装置,以及配套建设的热电站、公用工程装置、辅助生产设施和厂外工程,共六大系统46套装置、单元。该项目的试车成功,开创了煤基能源化工产业新途径,奠定了我国在世界煤基烯烃工业化产业中的国际领先地位。

② 新一代煤(能源)化工产业技术创新战略联盟组织开发的流化床甲醇制丙烯(FMTP)工业技术开发项目,完成了3万吨/年工业性试验,开辟了我国煤制丙烯新途径,对我国能源的综合利用将发挥重要作用。

③ 拥有我国自主知识产权的全球首个煤制乙二醇(20万吨/年)工业示范项目打通全流程,该项目采用中科院福建物质结构研究所与上海金煤化工新技术有限公司共同研发出的煤制乙二醇新技术,以褐煤为原料,探索出煤制乙二醇产业化新路线。

④ 煤制油方面,我国自主开发并建设的神华年产100万吨级油品的煤直接液化装置于2008年12月30日第一次试车,这是世界上建成的首套煤直接液化装置,如今该装置已进入长周期试运行阶段,该示范装置可生产柴油、石脑油等油品。此外,我国创新开发的煤间接液化技术,相继在内蒙古鄂尔多斯和山西潞安等地建成了3套16万吨/年级煤间接液化制油装置。