

煤化工生产技术

主 编 王 钰 茹立军



重庆大学出版社



煤化工生产技术

主 编 王 钰 茹立军
参 编 郭文婷 徐 晶
主 审 李文有

重庆大学出版社

内容提要

本书对煤化工的主要生产技术进行了介绍,内容覆盖煤焦化和煤气化两个产业链,包括煤的基础知识、煤焦化生产技术、煤气化生产技术、煤气净化技术、煤气脱硫与变换技术、煤基化学品合成技术、空气分离技术等七章。书中详细地介绍了以上生产过程的生产原理、操作条件、主要设备、工艺流程及操作规程等。

本书按照化工专业人才培养的指导思想,在内容组织上突出理论够用,重视应用,着重学生实际操作能力的培养。

本书可作为高职高专煤化工及化工专业的教材,也可作为煤化工企业职工培训及生产技术人员学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

煤化工生产技术 / 王钰,茹立军主编. —重庆:重庆大学出版社,2017.1

ISBN 978-7-5689-0398-1

I. ①煤… II. ①王… ②茹… III. ①煤化工—生产技术—高等职业教育—教材 IV. ①TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 021847 号

煤化工生产技术

主 编 王 钰 茹立军

参 编 郭文婷 徐 晶

主 审 李文有

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:鲁 黎 版式设计:鲁 黎

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

POD:重庆书源排校有限公司

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.5 字数:416 千

2017 年 1 月第 1 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5689-0398-1 定价:39.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

《煤化工生产技术》是根据高职高专人才的培养目标和高职高专煤化工教材提纲结合我国煤化工行业特点编写的。

“缺油、少气、煤炭资源相对丰富”的资源禀赋决定了我国以煤为主体的能源结构,从国家战略需求看,发展现代煤化工是必然选择。“十二五”时期,在石油需求快速攀升和油价高企的背景下,我国以石油替代产品为主要方向的现代煤化工,随着一批示范工程的建成投产,快速步入产业化轨道,产业规模快速增长;技术创新取得重大突破,开发了一大批大型装备;园区化、基地化格局初步形成;技术创新和产业化均走在了世界前列,现代煤化工已经成为我国石油和化学工业“十二五”发展的最大亮点之一。煤化工行业的快速发展对煤化工技能人才的培养提出了较高要求。

本书在内容组织上突出理论够用,重视应用,以掌握概念、强化应用、培养技能为编写重点,旨在为高职高专煤化工及化工专业的学生提供一本认识煤化工的教材,也可作为煤化工企业职工培训及生产技术人员学习参考用书。

全书共分七章,内容包括煤的基础知识、煤焦化生产技术、煤气化生产技术、煤气净化技术、煤气脱硫与变换技术、煤基化学品合成技术、空气分离技术等。主要介绍了以上各工艺的工艺原理、工艺流程、主要设备、生产操作等。本书着重学生基本理论的应用,实际操作能力的培养,具有实用性、实际性和实践性。

本书由酒泉职业技术学院王钰、茹立军主编,参加编写的人员有:郭文婷、徐晶。其中:王钰编写第3至6章;茹立军编写绪论、第1章;郭文婷编写第2章;徐晶编写第7章。全书由王钰统稿,酒泉职业技术学院李文有教授主审,编写过程得到了许新兵、孔祥波副教授的关心和帮助,在此致以衷心的感谢。

本书在编写过程中参考了国内外出版的许多资料,在此谨向有关单位和作者深表谢意。限于编者水平和时间仓促,书中难免有不妥之处,祈望广大读者和同行赐教指正。

编 者

2016年5月

目 录

绪 论	1
一、发展煤化工的目的与意义	2
二、传统煤化工与新型煤化工	3
三、我国煤化工产业现状及发展前景	6
思考题及习题	7
第一章 煤炭的基本知识	8
第一节 煤质分析	9
一、煤的工业分析	9
二、煤的元素分析	11
三、煤灰的组成及其性质	13
四、煤的工艺特性	15
五、煤质评价	17
第二节 煤炭的分类与选取	20
一、煤炭的分类	20
二、各类煤的基本特征	23
三、工业用煤的质量要求	25
思考题及习题	27
第二章 煤焦化生产技术	28
第一节 煤焦化过程分析	29

一、煤焦化产品及用途	29
二、煤焦化生产过程原理	30
三、配煤炼焦	31
四、炼焦新技术	32
第二节 炼焦设备及工艺	35
一、焦炉发展概况	35
二、焦炉的结构	35
三、炼焦工艺	38
第三节 炼焦化学产品回收与精制	44
一、焦炭的种类及性质	44
二、煤焦油及深加工	45
三、焦炉煤气的加工与利用	49
思考题及习题	50
 第三章 煤气化技术	 51
第一节 煤气化技术分类与选用	52
一、煤气的应用	52
二、煤气化工艺分类	53
第二节 煤气化过程分析	56
一、煤炭气化过程中煤的热解	56
二、气化过程中的气化反应与化学平衡	58
三、气化过程的化学平衡	59
四、气化反应的反应速率	63
五、煤气化技术主要评价指标	65
第三节 鲁奇气化炉的运行与维护	66
一、鲁奇气化技术原理	66
二、鲁奇加压气化的主要操作条件	68
三、煤种及煤的性质对鲁奇加压气化的影响	70
四、鲁奇气化炉主要设备	72
五、鲁奇气化的工艺流程	74
六、鲁奇炉煤气化技术特点	76
七、鲁奇加压气化炉的运行	77
第四节 壳牌气化炉运行与维护	82
一、Shell 煤气化基本原理	82

二、Shell 煤气化工艺特征	83
三、Shell 煤气化主要操作条件及影响因素	84
四、煤种及煤的性质对 Shell 气化的影响	86
五、Shell 煤气化主要设备	88
六、Shell 煤气化工艺流程	91
七、Shell 气化技术特点	95
八、Shell 气化炉的运行	96
第五节 德士古气化炉运行与维护	98
一、德士古气化反应原理	98
二、操作条件对德士古气化的影响	99
三、煤种及煤质对德士古气化的影响	101
四、德士古气化主要设备	103
五、德士古气化工艺流程	104
六、德士古气化技术特点	110
七、德士古气化炉的运行	111
第六节 其他气化技术简介	118
一、循环流化床煤气化技术(CFB)	118
二、BGL 煤气化技术	119
三、西门子(GSP)气化技术	121
思考题及习题	123
第四章 煤气净化技术	126
第一节 除尘技术概论	127
一、除尘技术的分类	127
二、除尘技术比较	128
三、除尘技术的选择	129
第二节 旋风除尘器	132
一、旋风除尘器的工作原理	132
二、旋风除尘器的分类	132
三、旋风除尘器的结构对除尘效果的影响	134
四、旋风除尘器的选择	135
五、旋风式除尘器的维护	135
第三节 静电除尘器	137
一、静电除尘器的工作原理	137

二、静电除尘器的结构	138
三、静电除尘器的影响因素	140
第四节 袋式除尘器	142
一、袋式除尘器的工作原理	142
二、袋式除尘器的影响因素	144
三、脉冲式袋式除尘器结构	144
四、袋式除尘器的分类	145
五、脉冲式袋式除尘器的维护	146
第五节 湿法除尘装置	148
一、湿法除尘机理及分类	148
二、文丘里管除尘器	149
三、洗涤塔	150
四、除沫器	151
思考题及习题	152
 第五章 煤气脱硫与变换技术	 153
第一节 煤气脱硫方法的选用	154
一、煤气脱硫技术分类	154
二、干法脱硫技术	155
三、湿法脱硫技术	156
四、脱硫方法的选择	159
五、干法脱硫与湿法脱硫技术结合应用	160
第二节 低温甲醇洗技术	161
一、低温甲醇洗基本原理	161
二、低温甲醇洗主要工艺参数的选择	164
三、低温甲醇洗工艺流程	164
四、低温甲醇洗工艺特点	169
五、低温甲醇洗装置的运行	170
第三节 硫回收技术	173
一、克劳斯硫回收技术简介	173
二、克劳斯硫回收技术原理	173
三、克劳斯硫回收操作条件	175
四、克劳斯硫回收工艺流程	176
五、克劳斯硫回收装置的运行	177

第四节 煤气变换装置运行与维护	182
一、变换反应的反应原理	182
二、变换反应的操作条件	183
三、一氧化碳变换催化剂	186
四、工艺流程简述	189
五、煤气变换装置的运行	190
思考题及习题	194
 第六章 煤基合成化学品技术	195
第一节 合成气甲烷化技术	196
一、甲烷的性质及用途	196
二、甲烷化反应基本原理	197
三、甲烷化反应操作条件	197
四、甲烷脱水	198
五、甲烷化反应催化剂	199
六、甲烷化主要工艺介绍	200
七、甲烷化反应工艺流程	202
八、甲烷化生产装置的运行	206
第二节 甲醇合成装置运行与维护	212
一、甲醇的性质与用途	212
二、甲醇生产工艺简介	214
三、甲醇合成的基本原理	215
四、甲醇生产主要操作工艺条件	215
五、甲醇合成催化剂	217
六、甲醇合成反应器	219
七、甲醇合成工艺流程	220
八、粗甲醇精馏	222
九、甲醇合成装置的运行	226
第三节 甲醇制烯烃装置运行与维护	232
一、甲醇制烯烃发展简介	232
二、MTO 反应原理	233
三、MTO 反应操作条件	234
四、MTO 反应催化剂	235
五、MTO 反应工艺流程	235

六、MTO 装置的运行	238
第四节 费托合成油装置的运行与维护	245
一、F-T 合成技术发展简介	245
二、F-T 合成的反应原理	246
三、F-T 合成反应操作工艺条件	246
四、F-T 合成催化剂	247
五、F-T 合成反应器	247
六、F-T 合成工艺流程简介	251
思考题及习题	254
 第七章 空气分离技术	255
第一节 空分概论	256
一、空气分离技术简介	256
二、深度冷冻液化分离法	258
第二节 空气净化技术	260
一、机械杂质的脱除原理	260
二、水、乙炔、二氧化碳的脱除	261
第三节 空气液化技术	265
一、空气的温-熵图	265
二、空气的节流膨胀与绝热膨胀	266
三、空气的液化循环	268
第四节 空分精馏塔运行与维护	270
一、双级精馏塔	270
二、双级精馏塔结构	271
三、空分塔中稀有气体的分布	271
四、空分工艺流程	272
五、空分装置的运行	275
思考题及习题	281
 参考文献	283

绪 论

煤化工是指以煤为原料,经化学加工使煤转化为气体、液体和固体燃料以及化学品的行业。根据生产工艺与产品的不同,主要分为煤焦化、煤气化和煤液化三条产品链。煤的焦化是应用最早的煤化工,至今仍然是重要的方法。在制取焦炭的同时副产煤气和焦油(其中含有各种芳烃化工原料)。电石乙炔化学在煤化工中占有重要地位,乙炔可以生产一系列有机化工产品 and 炭黑。煤气化在煤化工中占有特别重要的地位,煤气化主要用于生产城市煤气、各种工业用燃料气和合成气,在中国合成气主要用于制取合成氨、甲醇、二甲醚等重要化工产品。通过煤炭加氢液化和气化生产各种液体燃料和气体燃料,利用化学技术合成各种化工产品。随着世界石油和天然气资源的不断减少、煤化工技术的改进、新技术和新型催化剂的开发成功、新一代煤化工技术的涌现,现代煤化工将会有广阔的发展前景。煤化工产品链情况如图 0.1 所示。

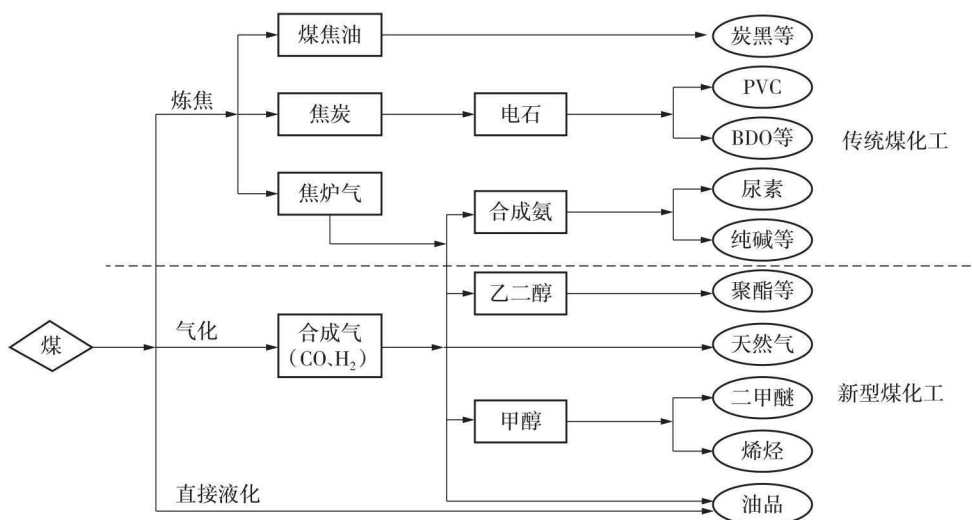


图 0.1 煤化工产品链

一、发展煤化工的目的与意义

1. 我国的资源禀赋决定我国应当发展煤化工

我国是一个“富煤、少油、缺气”的国家,在已探明的能源储量中,煤炭、石油和天然气分别为 94%、4% 和 2%;截至 2006 年底,煤炭、天然气、石油的储采比分别为 48、41.8、12.1,而 2003 年世界煤炭、天然气和石油的储采比分别为 192.0、67.1、41.0。基于中国的国情和资源状况,发展煤化工是我国的必然选择。中国煤化工经过几十年的发展,在化学工业中已经占有很重要的位置。20 世纪 90 年代,煤化工的产量占化学工业(不包括石油和石化)大约 50%,合成氨、甲醇两大基础化工产品主要以煤为原料。近年来,由于国际油价节节攀升,煤化工越来越显示出优势。中国资源特点决定了以煤为主的能源结构在相当长时间内不会改变,必须依靠科技进步,提高煤炭资源的勘探力度和生产的集中度,扩大新增煤炭产量,发展大容量、高效、低污染的煤炭直接燃烧发电技术。从长远看,要把发展以煤气化为基础的多联产技术作为战略选择,力争走出一条具有中国特色、洁净高效的开发与利用之路,实现“集约开发,循环利用,保护环境,协调自然”。

2. 发展煤化工是我国能源战略的重要组成部分

2007 年我国石油表观消费量为 3.46 亿吨,原油净进口达 1.59 亿吨,对石油进口的依存度为 46%;而 2008 年我国石油表观消费量为 3.65 亿吨,净进口达 1.788 8 亿吨,对石油进口的依存度已经达到 49%。预计到 2020 年,我国石油消费量将超过 4.5 亿吨,石油对外依存度将从 2010 年的 49% 上升到 2020 年的 60%。中国已成为世界第二大石油消费国和第三大石油进口国;石油已成为影响我国社会经济发展的瓶颈。因此,充分利用中国以煤为主的能源结构特点,通过寻求多元化石油替代品,降低石油对外依存度,确保国家能源安全有着重要意义。

发展煤化工将从多方面降低对石油的依赖。

(1)“煤制油”作为煤炭的清洁转化和高效利用的重要手段,是我国能源结构调整的重要途径。

(2)通过气化合成低碳含氧燃料——甲醇、二甲醚等车用清洁替代汽油、柴油的燃料,可降低石油消费量。

(3)我国对重要的石油化工原料烯烃、芳烃等需求强劲,大量依赖进口,煤制烯烃、煤制芳烃技术的推广应用可以缓解这一矛盾。

3. 发展煤化工有利于煤炭资源的清洁利用

与煤的直接燃烧相比,含有各种杂质或有害组分的煤炭经加氢液化或气化转化加工,可以高效率地去除煤中的有害成分,得到相对洁净的液体燃料和化工产品;如果采用 ICCC 工艺,也可降低发电过程中煤燃烧对环境造成的污染。煤中的硫是煤炭直接燃烧造成大气污染物的根源,在直接液化过程中部分硫起到了催化剂的作用,并在液化油的加工过程中除去了几乎全部硫;在间接液化技术中,合成原料气经净化也脱除了几乎全部的硫,两种液化工艺均在生产厂内设有硫回收装置,可回收煤中的硫作为副产品利用。因此液化技术使得

到洁净转化,特别对某些高硫煤,液化技术是有效的洁净煤技术。而在煤经过气化过程再生产其他化工产品的过程中,通过合成气的净化,也降低了煤转化过程对大气的污染程度。

4. 发展煤化工的经济意义

煤化工的发展历程与石油价格的波动密切相关,每次石油危机的发生,都会引发煤化工发展的高潮,其原因除了与国家的能源政策相关外,与煤化工的经济性也密切相关。有关专家预测,如果原油价格维持在 60 美元/桶的话,煤化工的经济优势就能显现出来,在 10 年内煤化工将得到迅猛发展,其发展潜力总体取决于石油价格。综上所述,随着中国经济的高速发展,如何有效地发挥煤炭资源优势,优化能源结构,解决石油短缺及由此造成的能源安全问题,已经引起我国政府的高度重视。中国煤炭资源丰富,其中褐煤、低变质程度煤以及高硫煤的比例很大。如果直接利用,这些煤由于热值低、品质差、污染重而受到很大限制,市场需求日益萎缩。如果采用新型煤化工中的煤液化或气化技术,不仅可以降低煤燃烧对大气造成的污染,提高了煤的附加值,还能降低能源和化工产品对石油的依赖程度。所以,新型煤化工将是我国今后发展的主要方向和重点。

二、传统煤化工与新型煤化工

1. 传统煤化工

根据产业的成熟情况,煤化工可以分为传统煤化工和新型煤化工。传统煤化工主要是煤焦化产品链,包括电石乙炔和合成氨等行业,下游主要为钢铁、房地产和农业。我国传统煤化工发展较早,目前已经是全球最大的煤化工生产国,焦炭、电石、合成氨产能分别占全球的 60%、93% 和 32%。由于重复建设严重,加上下游需求的不景气,传统煤化工各产品均处于产能过剩的局面,未来需经过漫长的整合和淘汰落后产能的过程。传统煤化工,未来发展的趋势是走向一体化、环保化和精加工,以实现对资源的有效利用及下游产业链的衍生和拓展。

煤焦化是指将煤炭在隔离空气条件下高温加热至 1 000 ℃ 左右,分解为焦炭、煤焦油和焦炉气的过程。煤焦化产生的焦炭主要用于高炉炼铁。焦炉气有两种用途:一是作为燃料;二是做化工原料,主要用来合成氨、甲醇等化学品。煤焦油是一种含上万种组分的复杂混合物,主要用来加工生产轻油、酚油、萘油及改质沥青等,再经深加工后制取苯、酚、萘、蒽等多种化工原料,其产品数量众多,用途十分广泛。

未来炼焦企业要向煤—焦—化一体化方向发展,延长产业链,实现可持续发展;要求合理控制新增焦炭产能,彻底淘汰土焦和改良焦。煤焦化行业的发展方向主要有以下 3 点:

(1) 注重规模效应,装置大型化。装置大型化,实现规模效应是实现炼焦行业节能减排、可持续发展的一条重要途径。

(2) 注重煤焦油加工技术的开发,加大深加工产品和精细化工产品的研发投入。

(3) 将焦炉煤气“吃干榨净”。采用焦炉气直接还原铁效益最佳,是钢铁联合企业焦炉煤气的发展方向;焦炉煤气生产甲醇技术成熟可靠,进而合成二甲醚,生产人造汽油,是独立焦化企业的最好选择;变压吸附制氢(PSA)值得关注和发展的,是采用苯加氢精制技术企业的

必选;利用焦炉煤气发电产生的效益也不容忽视。

2. 新型煤化工

新型煤化工主要包括煤制油、烯烃、天然气、乙二醇和醇醚(甲醇、二甲醚)几种产品。其中大部分产品是化工产业的重要原料和燃料,其发展受到国家政策支持。由于我国原油资源的匮乏,这些化工原料多数均依赖于进口。以烯烃为例,2010 年我国乙烯和丙烯的国内保障度分别为 48% 和 63%,而乙二醇的进口依赖度则接近 70%。因此,新型煤化工的产品需求空间大,有望顺利实现进口替代,有效降低大宗石化原料的进口依赖度。

(1) 煤制天然气

煤制天然气是指煤经过气化产生合成气,再经过甲烷化处理,生产热值大于 8 000 kcal/m³ 的代用天然气(SNG)的技术。从宏观上讲,以煤为原料生产天然气,将会作为 LPG 和常规天然气的替代和补充。

天然气作为一种清洁绿色能源,其消费量越来越大,而且国内价格目前偏低,具有上涨空间。使用低质煤炭生产替代天然气(SNG),因其生产流程短,技术可靠、能源利用效率高优点,具有广阔的发展前景。因此煤制天然气,是继煤制油、煤制烯烃之后引起煤化工行业关注的大型煤化工发展项目。

(2) 煤制甲醇

甲醇是由一氧化碳与氢气(合成气)在催化剂存在的情况下进行化学反应而制得。煤、焦炭、天然气、炼厂气、石脑油(轻油)、渣油(重油)、焦炉气和乙炔尾气等均可用来制造一氧化碳和氢气(合成气),作为合成甲醇的原料。因此根据原料来源的不同,甲醇生产可以分为煤基甲醇、天然气基甲醇和石油基甲醇。在我国煤基甲醇产量占约 78%,而天然气基甲醇和石油基甲醇仅占 22%。由煤气化制得的合成气在一定条件下可合成甲醇,目前常用的甲醇合成工艺主要有 ICI 低压合成工艺和鲁奇低压法合成工艺。

甲醇工业的主要发展方向有以下两点:

① 大力生产和发展甲醇下游产品

甲醇的下游产品种类很多,结合市场需求,发展国内市场紧缺,特别是可以替代石油化工产品的甲醇下游产品,是未来大规模发展甲醇生产,提高市场竞争能力的重要方向,不仅可以为当前甲醇装置的过剩产能寻找一条出路,而且可以为我国能源和化工原料提供一条煤炭基路线,缓解我国对石油资源的过分依赖。

② 大力开发甲醇能源技术

积极推进甲醇掺烧汽油和柴油的应用,同时加快直接甲醇燃料电池的研发工作,为甲醇的应用开辟新的道路。

(3) 煤制二甲醚

煤制二甲醚的工艺包括两种:一步法和两步法,其中两步法又分为甲醇气相脱水法和甲醇液相脱水法。一步法是指由煤气化生成的合成气直接生成二甲醚。两步法是先由煤气化生成的合成气(CO、H₂)制备甲醇,然后甲醇进一步脱水即生成二甲醚。其中,一步法二甲醚技术已经完成工业试验,但目前还没有工业化装置进行运转;两步法二甲醚制备技术尤其是

二步法气相法甲醇脱水技术是目前工业界的主流技术。

阻碍燃料二甲醚发展的关键问题是二甲醚的价格问题。满足燃料生产大宗化、低成本的客观需要,未来燃料二甲醚参与市场竞争的唯一出路在于采用先进工艺,建设(超)大型化生产装置。

(4) 煤制烯烃

煤制烯烃是指以煤为原料,先气化制成合成气,然后合成气在催化剂的作用下反应生成甲醇,然后由甲醇在一定条件下反应生成烯烃,以乙烯、丙烯为目的产物的工艺称为 MTO 工艺,以丙烯为目的产物的工艺称为 MTP 工艺。甲醇制烯烃技术目前正在进行工业试验。

甲醇制低碳烃类工艺的实现开创了丙烯生产的非石油路线,这是烯烃生产的巨大进步,尤其是在石油资源日益紧张的形势下,前景非常可观。

(5) 煤制乙二醇

乙二醇(简称 EG)是一种重要的化工原料,其主要用途是作防冻剂和制造聚酯树脂的原料。以煤为原料,通过气化、变换、净化及分离提纯后分别得到一氧化碳和氢气,其中一氧化碳通过催化偶联合成及精制生产草酸酯,再经与氢气进行加氢反应并通过精制后获得聚酯级乙二醇的过程。

(6) 煤的液化

煤的液化技术主要分为煤的直接液化和煤的间接液化两大类。煤直接液化是指煤在氢气和催化剂的作用下,催化加氢裂化生成液体烃类及少量气体烃,脱除煤中氮、氧和硫等杂原子的转化过程。裂化是一种使烃类分子分裂为几个较小分子的反应过程。因煤直接液化过程主要采用加氢手段,故又称煤的加氢液化法。煤的间接液化是指以煤为原料,先气化制成合成气,然后合成气在催化剂的作用下反应生成液体燃料的过程,该过程又称为费—托合成。

煤制油项目投资巨大,一个百万吨的煤制油工厂,其前期固定资产投入就要 100 亿元。煤制油在技术上也存在高风险,应坚持通过煤制油示范工程建设,全面分析论证,确定适合我国国情的煤制油技术发展主导路线,在总结成功经验的基础上再确定下一步工作。

(7) 整体煤气化联合循环(IGCC)

整体煤气化联合循环(Integrated Gasification Combined Cycle,简称 IGCC)发电系统,是将煤气化技术和高效的联合循环相结合的先进动力系统。它由两大部分组成,即煤的气化与净化部分和燃气-蒸汽联合循环发电部分。第一部分的主要设备有气化炉、空分装置、煤气净化设备(包括硫的回收装置),第二部分的主要设备有燃气轮机发电系统、余热锅炉、蒸汽轮机发电系统。IGCC 的工艺过程如下:煤经气化成为中低热值煤气,经过净化,除去煤气中的硫化物、氮化物、粉尘等污染物,变为清洁的气体燃料,然后送入燃气轮机的燃烧室燃烧,加热气体工质以驱动燃气透平做功,燃气轮机排气进入余热锅炉加热给水,产生过热蒸汽驱动蒸汽轮机做功。IGCC 工艺的优点是联合循环、效率高且提高的空间大,在转化过程中治理污染物、脱除效率高、可实现资源化回收,可实现近零排放。

煤炭除了可以用来发电,还可以用来大规模生产液体燃料和化学品,而 IGCC 多联产可

以将这两个方面完美地结合起来,成为未来石油后时代过渡时期最主要的能源和化学品生产方式。发展 IGCC 多联产,将有助于能源和资源利用效率的大幅提升,同时减少水资源消耗和二氧化碳排放,实现循环经济。

三、我国煤化工产业现状及发展前景

1. 我国煤化工产业现状

(1) 国家产业政策规范煤化工行业发展

截至 2008 年,国家已经发布的与煤化工相关的产业政策继续指导煤化工行业的发展。这些政策包括:2007 年 1 月发布的《煤炭工业发展“十一五”规划》、2007 年 4 月发布的《能源发展“十一五”规划》和《西部大开发“十一五”规划》。在 2008 年,煤化工行业的主管单位进一步落实。6 月,工业与信息化部正式挂牌成立;同年 8 月,国家能源局正式挂牌成立。根据工业与信息化部公开发布的文件,“炼油、煤制燃料和燃料乙醇的行业管理由国家能源局负责,其他石油化工和煤化工的行业管理由工业和信息化部负责。”2008 年 7 月 18 日,中国煤化工产业第一个行业协调机构——中国石油和化学工业协会新型煤化工协调工作委员会正式成立,旨在引导煤化工产业贯彻国家产业政策,做好煤化工发展的组织、协调、服务工作。合理的管理体制将促进煤化工产业更加科学、健康、有序发展。2008 年 9 月,国家发改委发布《关于加强煤制油项目管理有关问题的通知》,要求除神华鄂尔多斯项目和神华宁煤项目外,一律停止实施其他煤制油项目。10 月,工业和信息化部发布文件,要求进一步推进电石、铁合金和焦化行业结构调整,淘汰落后产能。

(2) 需求疲软和价格下跌影响煤化工行业利润

由于全球金融危机带来的原油价格大幅下跌和下游需求大幅度下降,市场上大部分基础化工原料价格下跌了一半左右,煤化工行业也不例外。以华东市场为例,亚化咨询统计数据显示,甲醇从最高点的 4 500 元/吨下跌到了 1 800 元/吨,二甲醚从 6 700 元/吨下跌到了 3 000 元/吨左右,电石法 PVC 从 8 800 元/吨下跌到了 5 000 元/吨。在此形势下,煤化工企业纷纷降低开工率以减少损失,甲醇行业开工率从 60% 下降到了 40%。焦炭企业由于设备特性不能停止生产。据焦炭企业透露,9、10 两个月的亏损几乎抵消了前 8 个月的所有利润。原油价格的直接影响煤制油和煤制烯烃的盈利前景。煤制油和煤制烯烃的可行性研究大都是以油价不低于 40 美元/桶为前提的,随着美国 WTI 油价一度跌近 40 美元/桶,我国华东地区高密度聚乙烯价格也由 16 400 元/吨下跌到 7 500 元/吨左右,加深了人们对这些投资巨大的项目能否盈利的担忧。虽然目前还没有煤制油和煤制烯烃实现商业化运行,即使商业化运行,短期利润空间也不大。但是这些项目前景光明并且很有必要。首先,它们是保障我国能源安全的战略技术储备,不能简单地用商业盈利为评判标准;其次,由于原油的不可再生性,随着需求的复苏,其价格必将回升。

2. 我国煤化工发展前景预测

(1) 新型煤化工将成为煤化工的发展主流

现有煤液化、煤制低碳烃类技术继续发展,虽然国家政策规定除神华鄂尔多斯项目和神

华宁煤项目外,一律停止实施其他煤制油项目,但在煤液化工业示范装置相继取得成功的基础上,预计仍然会有一批企业继续保持对煤液化项目的高度关注。

(2) 生产装置规模化

新型煤化工发展将以建设大型企业为主,包括采用大型反应器和建设大型现代化单元工厂,如百万吨级以上的煤直接液化、煤间接液化工厂以及大型联产系统等。通过建设大型工厂,应用高新技术,发挥资源与价格优势,资源优化配置,技术优化集成,资源、能源的高效合理利用等措施,减少工程建设的资金投入,降低生产成本,提高综合经济效益。现代煤化工生产工艺流程如图 0.2 所示。

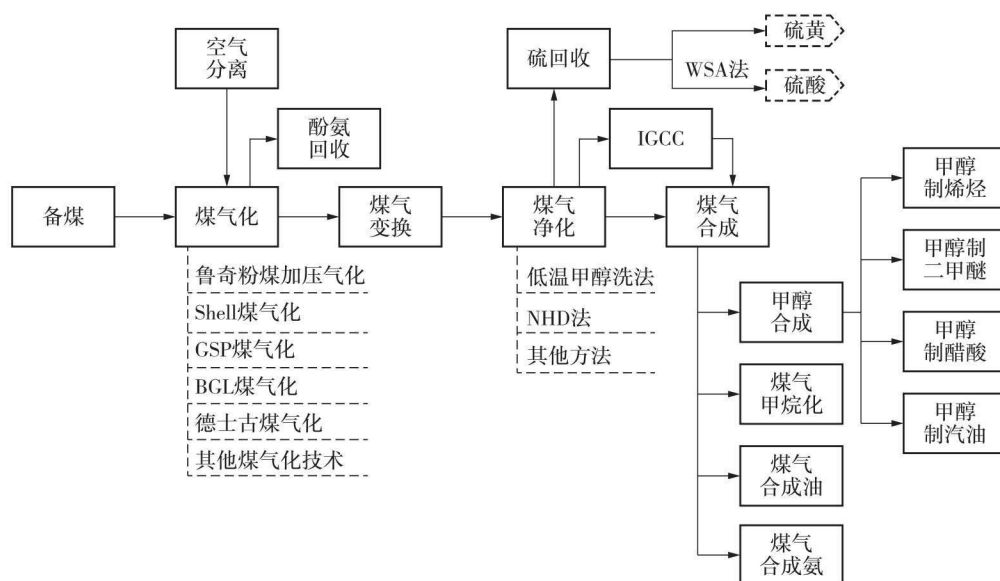


图 0.2 现代煤化工生产工艺流程

(3) 多联产将成重要方向

煤化工项目园区化和多联产正在成为重要的发展方向。以大规模煤气化与 IGCC 多联产为龙头的煤化工园区可以为下游的醋酸、二甲醚、MTO 等装置提供蒸汽、电力以及一氧化碳、氢气和甲醇等基本原料,上下游一体化优势明显。

思考题及习题

1. 什么是煤化工?
2. 我国为什么要大力发展煤化工?
3. 传统煤化工主要包括哪些产业链?
4. 新型煤化工主要包括哪些产品的生产?
5. 我国煤化工发展前景如何?