

曲思建 陈贵锋 ■ 主 编

MEIHUAGONG

煤化工

技术进展与应用

— JISHUJINZHAN YU YINGYONG

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

第 1 章 绪论

第 1 章 绪论

技术进展与应用

—— 从 1945 年到 2020 年

中国工业出版社

煤化工技术进展与应用

曲恩建 陈贵锋 主编

中国石化出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

煤化工技术进展与应用 / 曲思建, 陈贵锋主编.
—北京: 中国石化出版社, 2012. 6
ISBN 978 - 7 - 5114 - 1594 - 3

I. ①煤… II. ①曲… ②陈… III. ①煤化工 - 研究
IV. ①TQ53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 119898 号

未经本社书面授权, 本书任何部分不得被复制、抄袭,
或者以任何形式或任何方式传播。版权所有, 侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址: 北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编: 100011 电话: (010)84271850

读者服务部电话: (010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail: press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 12.5 印张 314 千字
2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷
定价: 48.00 元

前 言

为贯彻落实近几年国家出台的关于规范煤化工产业有序发展一系列文件，解析煤化工发展面临的机遇和瓶颈，探讨新形势下煤化工升级发展的模式，2011年11月18日，由中国煤炭学会煤化工专业委员会、中国煤炭加工利用协会、中国石油和石化工程研究会、煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院在海口市共同主办了“中国煤化工产业发展论坛——‘十二五’煤化工产业升级与技术发展研讨会”。该论坛已成功举办五届，在业内具有广泛的影响力。本次论坛围绕加快推进先进煤化工技术和节能减排技术的研发示范，合理高效利用煤炭资源，实现煤化工的清洁化发展，推进煤化工园区循环化规划和布局，提高资源利用率和产出率，提升现代煤化工产业的竞争能力等方面进行了研讨。

本书精心挑选了37篇会议论文，论文作者来自于研究和生产一线，紧密结合实际，提出了许多具有针对性的新设想、新建议，对我国未来新型煤化工的发展具有重要的引领和指导意义。

本书共分三大部分：煤化工技术进展与发展趋势；煤化工技术应用与基础；煤化工技术政策与探讨。书中着重介绍了煤化工技术相关理论与发展的最新动向、技术研发成果、产业化升级及工业示范进展等，内容涵盖了褐煤热解提质、煤基炭材料、煤炭气化、煤炭液化、焦化节能减排技术及煤化工政策研究等领域。

本书可为煤炭、石化等相关行业工程技术人员、高等院校师生等了解最新煤化工技术理论、产业政策、示范项目进展等提供重要参考，为推动我国煤炭转化技术研发与创新，促进先进煤化工技术的推广应用，引导煤化工产业健康有序发展起到积极作用，具有重要的学术理论价值与实际意义。本书的出版得到了各位委员及所在单位的大力支持，更凝聚着戴和武教授等评审专家、煤化工专业委员会工作人员的辛勤劳动，在此一并致以诚挚的感谢。

因论文征集和出版时间仓促，书中不免纰漏或错误之处，敬请论文作者及读者见谅并指正。

中国煤炭学会煤化工专业委员会

2012年5月

目 录

第一篇 煤化工技术进展与发展趋势

中国煤化工发展的现状与趋势	刘晓丽(3)
在低碳经济和“高油价”双重压力下煤化工发展趋势	杨 玲 李建军等(7)
干熄焦耦合煤干馏新技术的研究开发	张永发 王丽秀等(12)
美国 ENCOAL 低阶煤热解示范装置的设计和运行	忻仕河(18)
焦炉煤气和转炉煤气的化工利用新技术	李克兵 陈健(23)
煤焦油的性质与加工利用	徐春霞(27)
煤基炭材料的应用现状与进展	孙明超 尹华强等(32)
煤脱硫技术的研究现状及展望	田陆峰(36)
我国部门行业发展方式转型及其技术应用	谢明干 韩孟等(41)
煤矿乏风瓦斯氧化利用技术经济性分析	赵路正 刘元明等(48)
水煤浆输送用隔膜泵及其应用	中国有色泵业有限公司(53)
煤化工污水治理工艺的选择	石金田 王艾青(58)

第二篇 煤化工技术应用与基础

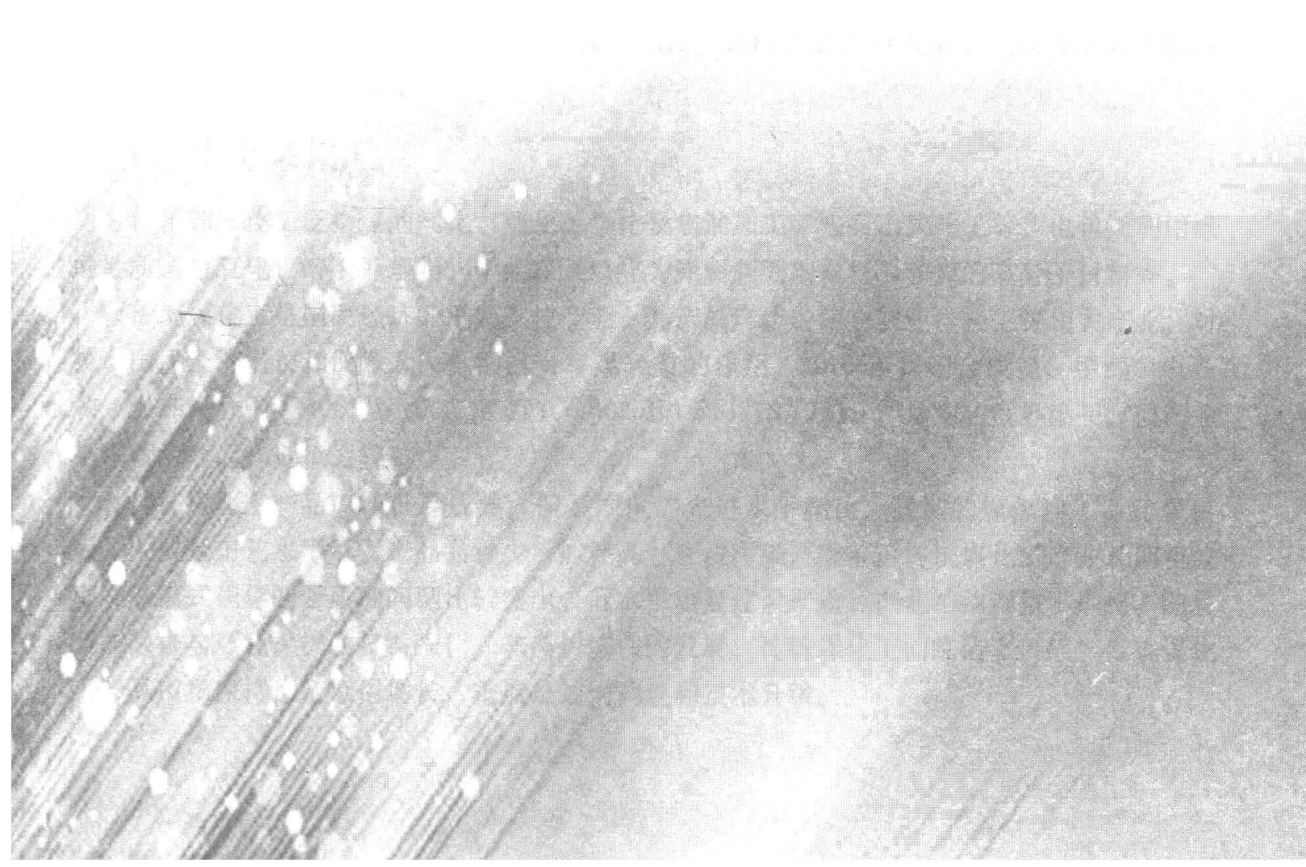
煤岩显微组分性质及其应用研究进展	王 岩(65)
高压水热解处理对低阶煤含氧官能团和成浆性影响的实验 研究	曾维薇 谢 蕊等(73)
高温烟气褐煤顺流干燥过程中颗粒温度的模型 研究	郝正虎 李向武等(79)
煤制天然气及煤气甲烷化催化剂	何 洋(86)
两段式干煤粉加压气化技术在煤制天然气中的应用	郑建涛 许世森等(89)
E - Gas 煤气化技术的应用	忻仕河(96)
GSP 粉煤气化技术特点及应用	杨小艳(104)
K - 燃料® 煤作为气化用煤的适用性分析	王振君 张丽早等(108)
两种煤气化技术对煤制甲醇碳排放影响的比较	樊金璐 陈贵锋等(111)
水轮机在循环水冷却塔节能改造中的应用	王洪记(116)
煤炭间接液化技术在中小型化肥厂的应用	王秀国 柴娟娟等(119)
影响煤灰熔融性的主要因素探索	王秀国 张兆燕等(122)
煤炭气化过程的烟分析	高明龙 陈贵锋等(125)
活性焦表面化学性质对脱硝性能影响	解 炜 熊银伍等(130)

第三篇 煤化工技术政策与探讨

现代煤化工产业节能对策研究	郝继锋(139)
我国发展煤制油产业应采取的政策措施	王洪记(143)
我国东南沿海地区建设褐煤洗选提质一体化加工基地的探讨	田忠坤(147)
关于煤液化技术的几点思考	丁明洁(152)
煤热解多联产技术用于新疆伊犁煤制天然气项目的建议方案	王五一(155)
国内外新型煤化工技术发展动向及我国煤气化技术运用案例分析	汪寿建(164)
发达国家煤炭清洁利用的做法与启示	刘立麟 刘 敏(171)
我国中小用煤用户节能减排政策研究	王春晶(175)
北京市中小工业锅炉用煤现状及减排政策研究	刘馨蔓(180)
兰炭尾气化工利用分析	易竖棚 李泽军等(185)
洁净煤技术与低碳排放	罗 腾 刘元明等(189)

第一篇

煤化工技术进展与发展趋势



中国煤化工发展的现状与趋势

刘晓丽

(四川大学建筑与环境学院)

摘 要 介绍了传统煤化工的特点, 及新型煤化工的关键技术。根据我国的能源状况分析我国未来新型煤炭化发展的思路: 应该充分考虑能源、资源、环境的承载能力, 加速转变煤化工的发展方式, 实现新型煤化工的可持续发展。

关键词 传统煤化工 新型煤化工 发展趋势

从工业分类上说, 煤化工是以煤为原料, 经化学加工使煤转化成气体、液体和固体并进一步加工成一系列化工产品的工业过程^[1]。从煤的加工过程分类, 主要包括: 干馏, 气化、液化和合成化学品等。

煤化工利用生产技术中, 炼焦是应用最早的工艺, 并且至今仍然是化学工业的重要组成部分。煤的气化在煤化工中占有重要地位, 用于生产各种气体燃料, 是洁净的能源, 有利于提高人民生活水平和环境保护; 煤气化生产的合成气是合成液体燃料等多种产品的原料。煤直接液化, 即煤高压加氢液化, 可以生产人造石油和化学产品。在石油短缺时, 煤的液化产品将替代目前的天然石油^[2]。

我国的能源矿产资源丰富, 但结构不理想, 是一个“富煤少油缺气”的国家。这种化石能源资源的特点决定了我国是世界上少有的以煤为主要能源的国家。专家预测, 到 2020 年即使将煤炭在一次能源消费中的比例降至 60%, 其总量也将超过 25 亿 t。因此, 国家中长期科学和技术发展规划战略研究报告中明确指出: “我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。”

1 传统煤化工

传统的煤化工泛指煤的气化、液化、焦化及焦油加工、电石乙炔化工等, 也包括利用煤的性质通过氧化、溶剂处理制化学品以及以煤为原料制取碳素材料和煤的高分子材料等。

传统煤化工是国民经济的重要支柱产业, 其产品广泛应用与农业、轻工等相关产业, 对拉动国民经济增长和保障人民生活具有举足轻重的作用。2010 年我国合成氨、甲醇、电石和焦炭产量分别为 4963 万 t、1574 万 t、1462 万 t 和 38757 万 t, 产量均居世界第一, 但产业结构较为落后, 竞争力较差^[3]。

传统煤化工产品市场日趋成熟, 但是同世界先进水平相比, 我国的煤焦油工业比较落后, 主要是工艺水平低、产品品种少、能耗高、环境污染严重等。传统煤化工产业长期粗放型发展模式积累的矛盾和问题比较突出, 低水平重复建设严重, 产业结构调整不理想。随着节能减排与环境保护的日益强化, 非高炉炼铁的发展, 传统煤化工面临诸多挑战, 传统煤化工产品市场保持稳定低速增长, 重点是结构调整和技术升级。

2 新型煤化工

2.1 发展新型煤化工的意义

当代世界经济的飞速发展促使能源需求不断增加,“能源危机”初见端倪,能源安全问题已经在各国提上议程。能源安全是国民经济安全的关键,它直接影响到国家安全、社会稳定及可持续发展。发达国家已根据本国的能源特点加快开发矿物燃料替代能源的研究步伐,我国方方面面也在高度重视有关能源安全这项日益严峻的课题。大量直接燃烧原煤给环境造成严重后果,已经影响到了国民经济的可持续发展。面对我国以煤为主的能源结构现实及存在的问题,充分利用国内丰富的煤炭资源,发展新型煤化工产业乃是当务之急。

2.2 新型煤化工技术

新型煤化工是以煤气化为龙头,生产可替代石油的洁净能源和化工产品(如柴油、汽油、甲醇、二甲醚、乙烯、丙烯等),其发展方向是以煤气化为核心的多联产系统。以煤气化为核心的多联产系统是新型煤化工发展的主要内容,并有多种形式,其要点是以煤(或石油焦、渣油等)为气化原料,生产的煤气作为合成液体燃料、化工产品 & 发电的原料或燃料,并通过多种产品生产过程的优化集成,达到减少建设投资和运行费用,实现环境保护的目的。煤化工多联产系统将形成煤炭—能源—化工一体化的新兴产业。^[4]

技术之一: 煤气化技术^[5,6]

毫无疑问,煤的气化是现代煤化工的核心。通过气化,可以得到合成气(CO 和 H_2),可以进一步生产各种基本有机化工产品和精细化工产品,称之“ C1 化工”。碳一化工的产品链十分庞大,包括甲醇、甲醛、甲酸、醋酸等。

以鲁奇、德士古、壳牌等炉型最为常用,我国先后引进了上述炉型用于生产合成气和化工产品。采用多组分催化剂,可从合成气制含 60% 异丁醇和 40% 甲醇的混合物,异丁醇脱水成异丁烯,从而可完成由合成气直接制取甲基叔丁基醚,这是一条很值得重视的由天然气和煤为原料制取高辛烷值添加剂的技术路线。

技术之二: 以煤为原料生产甲醇及二甲醚工艺^[7]。

从能源和燃料的整体结构分析,甲醇无论是作为过渡性混合燃料,还是再加工成为下游产品或燃料电池的重要原料,都有较好的前景。甲醇作为一种重要的化工原料,通过羰基化可进一步制取醋酸、醋酸酐、甲酸甲酯、甲酸等重要的化工产品。煤气化后得到的粗煤气(CO 和 H_2)先经预变换,再经低温甲醇洗、压缩、甲醇合成、甲醇精馏,最后制得液体甲醇。煤制甲醇工艺流程见图 1。

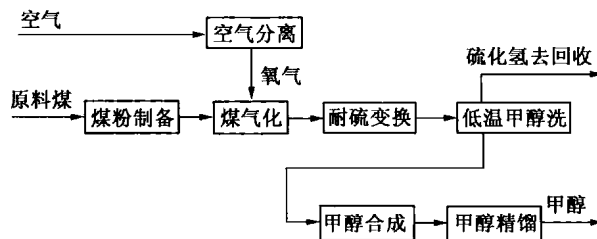


图 1 煤制甲醇工艺流程

我国的煤制甲醇工业与国际上的天然气制甲醇相比规模仍然很小,原料能耗高,因此,技术改进的空间很大。煤制甲醇技术在今后的发展中,重点应该做到大规模、高起点、高效

益，做到煤炭资源的综合利用，满足环保要求，具有抗风险能力。

二甲醚可以代替柴油作发动机燃料，也可以作为民用燃料替代 LPG^[8]。一步法二甲醚合成技术正处于开发中，如作为广大村镇的民用燃料，其市场潜力巨大。

技术之三：煤气化多联产技术^[9]

多联产系统的提出基于能量综合利用的思想，相比于传统的煤炭利用可以大幅度提高能源资源的利用效率。所谓多联产系统就是指多种煤炭转化技术通过优化耦合集成在一起，以同时获得多种高附加值的化工产品（包括芳香烃和脂肪烃）和多种洁净的二次能源（气体燃料、液体燃料、电等）为目的的生产系统。多联产技术基础是合成气，其来源不止是气化煤气，焦化过程产生的焦炉煤气及由煤产生或伴生的富含 CO，H₂ 或 CH₄ 的气体均可用来制备合成气。

技术之四：煤的直接液化、间接液化制油工艺

煤直接液化是煤化工领域的高新技术。该技术将煤制成油煤浆，于 450℃ 左右和 10 ~ 30MPa 压力下催化加氢，获得液化油，并进一步加工成汽油、柴油及其他化工产品。该技术开发始于 20 世纪 20 年代，30 ~ 40 年代曾在德国实现工业化；70 年代国外又进行新工艺、新技术开发，2000 年后开发工作基本结束，但没有大规模工业化应用实例。国内神华集团已建成示范工厂；国内有关研发机构跟踪研究已有 20 多年，目前已开发具有自主知识产权的煤炭直接液化新工艺以及专用高效催化剂等关键技术^[10]。

煤的间接液化是将煤气化并制得合成气，然后通过 F-T 合成法合成，得到发动机燃料油和其他化工产品的过程。目前，国内煤制油技术和工业化尚处于发展初期，采用技术引进和自主开发两条途径推动发展速度。2010 年，利用国外技术和以国内技术为主的商业化示范工程都将有实质性进展，为 2010 年后进入工业化发展阶段打下基础。预计到 2020 年期间，中国将基本建成煤制油工业产业，并在国内发动机燃料供应和替代石油化工品方面起到重要作用。煤间接液化技术有较宽的煤种适应性，工艺条件相对缓和，可以通过改变生产工艺条件调整产品结构，或以发动机燃料为主，或以化工产品为主，因此将会成为未来煤制油产业发展的主要途径^[11]。

3 煤化工产业发展的基本思路

3.1 稳妥推进，适度发展^[12]

对传统煤化工产业，继续大力推进产业结构调整，以淘汰落后生产工艺，优化原料路线，节能、降耗、减排为目标，提高工艺技术水平；大力促进企业组织结构调整，优化产业布局，利用技术进步逐步解决产能过剩问题，实现传统产业升级和发展模式转变。

继续有序推进新型煤化工先进技术示范工程建设，同时在具备资源、环境条件的地区，适当布局以煤气化为基础的煤化工多联产系统示范工程。

3.2 坚持可持续发展战略

煤化工是资源消耗产业，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方面是否都能达标。煤化工的发展要努力实现资源节约、环境友好和经济社会的协调发展。

按照国家保增长、扩内需、调结构的总体战略部署，充分利用我国制造业做大做强以及人民生活水平提高带来的石化产品内需扩大的机遇，统筹国内外两个市场和两种资源，以满足内需为主导，以保持全行业平稳增长、增强行业竞争力为目标，以保障国内有效供给、调

整产业结构、优化产业布局、推动节能减排为工作重心,大力发展循环经济和低碳经济,加快传统产业升级改造。

3.3 煤化工的发展要“量水而行”

煤化工生成普遍具有耗水量大的特点,而我国水资源缺乏,并且和煤炭资源呈现明显的逆向分布——大量淡水资源集中在南方,煤炭资源则主要分布在水资源匮乏和生态环境比较脆弱的中西部地区。水资源已经成为西北地区发展煤化工产业的重要制约因素。鼓励采用节水型工艺,充分利用再生水、矿井水发展煤化工,最大限度提高水资源使用效率。

3.4 转变煤化工发展方式^[13]

传统的煤化工是高能耗、高排放、高污染、低效益的行业。这种粗放型的发展方式,对资源、环境付出的代价过大,已经不适合现代化生产的发展。我们应该加速转变发展方式,推进现代煤化工产业的可持续发展。实现从粗放型生产向资源节约、环境友好型转变,从以规模化入手发展初级化工产品向发展高附加值的高端化工产品方向转变。

3.5 大力发展循环经济,实现节能减排目标

我国煤炭资源主要分布在生态环境比较脆弱的地区,煤化工产业发展对生态环境会产生较大影响。必须按照循环经济和建立和谐社会的要求,制定并实施煤化工项目废弃物减量化、资源化、无害化规范和排放标准。

4 结语

发展新型煤化工是我国今后相当长一段时间内能源建设的战略选择和紧迫任务,发展前景十分广阔。煤化工是一项复杂的系统工程,技术难度高,生产规模大,工程投资多,建设周期长,并且面临诸多困难。在产业化发展过程中,需要做一系列扎扎实实的基础工作。应汲取传统煤化工发展过程中的经验与教训,健康有序的发展。

参 考 文 献

- 1 谢克昌. 21 世纪中国煤化工技术的发展和创断. 东莞理工学院学报, 2006, (8)13: No. 4
- 2 宁宇平, 张飞. 煤化工产业科技发展综述. 内蒙古石油化工, 2011(9)
- 3 刘延伟. “石油和化学工业‘十二五’规划思路报告会”特别报导(二)“十二五”煤化工行业结构调整及建议——传统煤化工、新型煤化工、氯碱化工. 化学工业, 2011, 6(29): No. 6
- 4 周利. 发展新型煤化工产业关键技术策略浅析. 科技论坛, 2010
- 5 魏力. 世界煤化工发展趋势. 辽宁化工, 2007, 1(36): No. 1
- 6 李芳芹. 煤的燃气与气化手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997: 219~221
- 7 汪寿建. 国内外新型煤化工及煤气化技术发展动态分析. 化肥设计, 2011, 2(49): No. 1
- 8 倪维斗, 等. 二甲醚(DME)经济, 解决中国能源与环境问题的重大关键[J]. 煤化工, 2002, (30)
- 9 倪维斗, 李政. 以煤气化为核心的多联产能源系统——资源/能源/环境整体优化与可持续发展(J)煤化工, 2002(30 增刊): 1~7
- 10 杜铭华, 徐振刚, 郭治. 发展新型煤化工, 建设煤炭——能源化工产业. 中国煤炭, 2003, 6
- 11 唐宏青, 张骏驰. 合成油的开发与前景[J]. 化工设计, 2002, (5): 7~1
- 12 “十二五”煤化工产业要转变发展模式. 河北工业, 2011, 1(34): No. 1
- 13 潘连生. 坚持科学发展煤化工. 煤化工, 2008, 10(5)

在低碳经济和“高油价” 双重压力下煤化工发展趋势

杨 玲¹ 李建军^{1,2} 尹华强^{1,2}

(1. 四川大学建筑与环境学院 2. 国家烟气脱硫工程技术研究中心)

摘 要 在低碳经济和“高油价”的双重压力下，世界各国都受到了不同程度的影响，对我国既是机遇又是挑战。在此背景下，煤化工产业，是近年来国内外提出的清洁与高效利用煤炭，实现煤炭—发电—化工一体化方式建设大型产业化集群。

关键词 煤化工 煤制天然气 煤制油 煤制甲醇、烯烃

人类在生产和生活中都是使用石油和煤炭等化石能源，我国正处于经济兴起阶段，对能源需求量也就不断的增加，不可再生能源储量就会随着减少，能源危机不时的威胁着经济的发展，世界已经进入了“高油价时代”，能源安全问题成了许多国家面临的一大挑战。此外，大量使用化石能源造成环境污染，碳排放量增加，引起全球气候变暖，使我们赖以生存的地球家园环境恶化，这是人类面临的另一大重要挑战。根据化石能源的蕴藏量以及开采情况，许多专家预计 21 世纪中叶，总能源形势将从以石油为主逐步转化为以天然气为主，进而发展为以煤炭为主。我国石油，天然气资源短缺，煤炭资源相对丰富^[1]，煤的品种齐全，我国煤炭主要生产区有：新疆煤化工产业区、蒙东(辽西)煤化工产业区、黑东煤化工产业区、黄河中上游煤化工产业区、苏鲁豫皖煤化工产业区、中原煤化工产业区、云贵煤化工产业区。据此，低碳经济和“高油价”不仅是我国的机遇也是我国面临的挑战^[2]。

此时，节能减排、绿色发展是必然选择，寻求新能源代替化石能源日显迫切。煤化工产业，是近年来国内外提出的清洁与高效利用煤炭，实现能源与化学品联产的新概念^[3]。

1 煤化工发展现状

中国煤化工发展始于 20 世纪 40 年代，先后在南京、大连建成了两个以煤为原料的化工厂，生产合成氨、化肥、焦炭、苯、沥青、炸药等产品。50 年代在吉林、太原、兰州建成了三大煤化工，主要生产合成氨、甲醇、化肥、电石、石灰氮、染料、酒精和合成橡胶等产品。60~70 年代，随着化肥工业的发展，在全国各地兴起了建以煤为原料的中、小型氮肥厂，在生产化肥的同时还生产各种化工产品，中国的煤化工生产趋于规模化生产。70 年代以后石油化工的崛起使煤化工发展一度减缓。80 年代以后，为了发挥国内资源优势、提高资源利用率、调整能源结构和发展清洁能源的战略，支持发展煤化工，一些大型煤化工生产基地开始建设，经过几十年的发展，煤化工在中国化学工业中已经占据了很重要的地位^[2]。近年来，在经济危机的打击下，世界各国都受到了不同程度的影响，而低碳经济作为一个新的经济增长点会带来许多重大投资机会。所谓的低碳经济是指在可持续发展理念的指导下，随着技术创新、制度创新、产业创新、新型能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种

经济发展形态。低碳意味节能，低碳经济就是以低能耗、低污染为基础的经济。而哥本哈根气候理事会日前发布报告显示，开发和使用低碳排放的清洁能源能够创造商机，带来数以百万计的就业机会。

2 我国煤化工主要的生产工艺

中国的煤化工主要生产工艺有煤焦化、煤气化和煤液化。其工艺流程见图 1。

(1) 煤炭焦化是指以煤为原料，在隔绝空气条件下，经高温干馏生产焦炭，同时获得煤气、煤焦油并回收其他化工产品的一种煤转化工艺。焦炭是冶金、机械、化工等行业的重要原料和燃料，其中约 80% 的焦炭产品用于钢铁工业。

(2) 煤炭气化是指煤在特定的设备内，在一定温度及压力下使煤中有机质与气化剂(如蒸汽/空气或氧气等)发生一系列化学反应，将固体煤转化为含有 CO 、 H_2 、 CH_4 等可燃气体和 CO_2 、 N_2 等非可燃气体的过程。中国煤炭气化技术是在小型合成氨基础上逐步发展起来的，但是，由于必须使用块煤、碳转化率低、能耗高、气化强度低、污水含焦油、酚处理复杂，在大型煤化工项目建设中已不再采用。煤气化在煤化工领域中处于中间环节，是煤化工产业链延伸的关键技术。主要有以下应用领域：一是城市煤气和管道煤气的生产；二是作化工合成用的原料气，是生产合成氨、尿素、甲醇、液体燃料和烯烃类产品的中间步骤；三是作冶金工业用的还原气和氢气及钢铁、机械和建筑等工业部门的燃料气；四是为煤炭液化提供氢气；五是为先进的发电过程提供洁净的煤气等。

(3) 煤炭液化是将固体的煤炭转化为液体燃料、化工原料和产品的先进洁净煤技术。煤炭液化可分为煤的直接液化和煤的间接液化。

(4) 煤炭直接液化是将固体煤在高温高压下与氢反应，将其降解和加氢从而转化为液体油类的工艺，又称加氢液化。

(5) 煤炭间接液化是先将煤全部气化成合成气(氢气和一氧化碳)然后合成燃料油和化工产品的工艺。

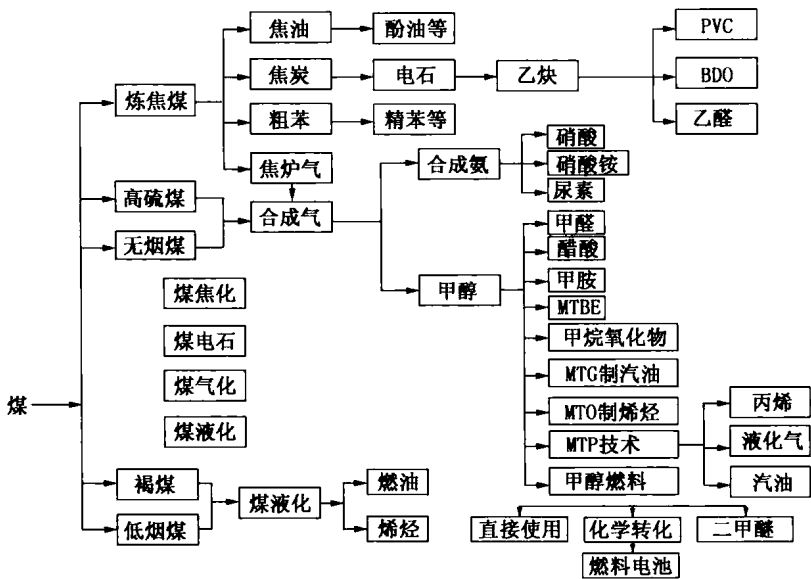


图 1 煤化工生产工艺流程图

3 煤化工面临的机遇与挑战

3.1 煤化工存在的问题

煤化工分为传统煤化工和现代煤化工，传统煤化工产品主要包括合成氨、甲醇、焦炭和电石等，我国传统煤化工已有很长的发展历史，主要产品、产量多年来位居世界第一。但是，①传统煤化工产业长期粗放型发展模式积累的矛盾和问题比较突出，低水平重复建设严重，产业结构调整不理想；②部分富煤地区忽视资源、生态、环境等方面的承载力，盲目规划项目，布局分散，资源利用和配置不合理，区域生态环境存在潜在的风险；③国家煤化工中长期发展规划和相关产业政策迟迟未能出台，产业发展缺乏统筹规划、定位不明、发展目标不清晰。

3.2 煤化工产业面临的机遇

(1) 在经济危机和高油价时代的双重冲击下，以及我国贫油、少气、富煤的情形下，发展煤化工产业，无疑是发挥煤炭资源优势，补充国内油、气资源的不足和满足对化工产品的市场需求，保障能源安全，同时促进了经济的可持续发展具有重要意义，符合我国的长远发展方向。

(2) 当前，我国经济正处在日益旺盛的阶段，社会发展和工业进步对煤化工产品都有不同程度的需求，各种煤化工产品，包括替代能源产品的需求量一直处于上升的趋势，因此具有广泛的市场需求。

(3) 目前，世界以步入化工原料和能源多元化的时代，以煤炭为原料生产化学品和通过转化生产高效清洁能源技术不断进步，将是煤化工与石油和天然气形成并列竞争的趋势，煤化工在各项成熟技术的支撑下，而面临新的发展机遇^[4]。

3.3 煤化工产业面临的挑战

(1) 传统煤化工产品产能过剩，产业集中度低，布局松散，多数企业的综合竞争力不强，产业结构调整任务艰巨，影响产业健康发展。

(2) 低碳经济和哥本哈根会议的内容正成为新一轮国际经济的增长点和竞争焦点，而煤化工产业能耗高、资源消耗高、二氧化碳排放多，产业发展面临资源、环境的约束和节能减排的压力^[6]。

(3) 我国现代煤化工仍处于示范建设阶段，还没有完全成熟的科学技术和成功的工业化发展经验可以借鉴，需要探索、验证，发展前景存在不确定性。由于现代煤化工具有装备规模大、技术集成度高、资源利用优于传统煤化工的特点^[5]，现代煤化工的道路不平坦。

面临以上的机遇和挑战，未来我国煤化工发展的核心将是新型煤化工，即煤制烯烃等新型煤基材料和煤制油、煤制天然气等新型煤基清洁能源；采用煤炭—发电—化工一体化方式建设大型产业化集群，这将成为未来煤化工产业发展的主要模式。煤化工主要工艺见图2。

4 我国煤化工的发展趋势

4.1 煤制天然气

煤制天然气的能量转化效率高，能达到50%~52%，是最有效的煤炭利用方式。通过煤炭的清洁转化，生产工业和民用天然气，可以补充我国常规天然气产量的不足，对于缓解我国天然气资源短缺，保障国家能源安全，减少温室气体排放，保护地球生态环境都具有重要的现实意义。

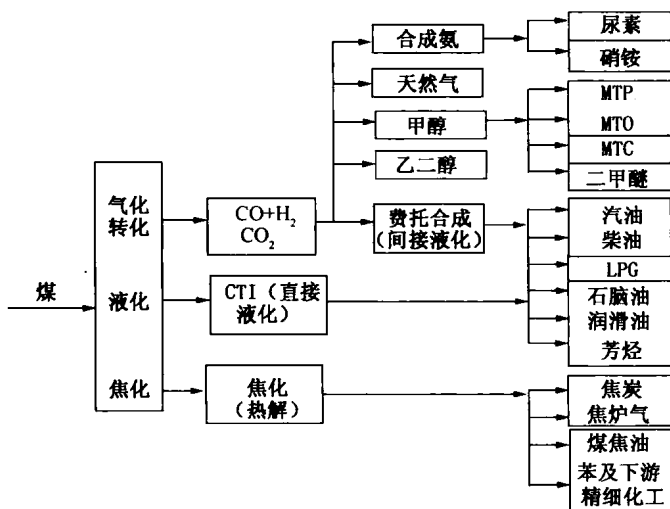


图2 煤化工主要工艺

目前，国内有4个示范性煤制天然气项目均正在建设中。

①大唐国际内蒙古克旗年产40亿 m^3 煤(褐煤)制天然气项目，拟于2012年6月建成向北京供气；②大唐辽宁阜新年产40亿 m^3 煤(褐煤)制天然气于2010年3月破土动工，拟于2013年一期建成，项目总投资245.7亿元，采用煤、电、化一体式建设模式，可副产焦油、石脑油、粗酚、硫磺、硫铵等化工原料；③汇能内蒙古鄂尔斯16亿 m^3/a 煤制天然气，总投资为300亿元，下游产品为年产50万t烯烃、18万t汽油、4.8万t液化石油气，24.80万t硫磺，可实现煤、油、化多联产模式；④庆华集团新疆55亿 m^3 煤制天然气项目位于伊犁伊宁县，采用碎煤加压、固定床气化、煤气水分离、低温甲醇洗等国内外先进成熟工艺技术，总投资278亿元。煤制天然气的流程见图3。

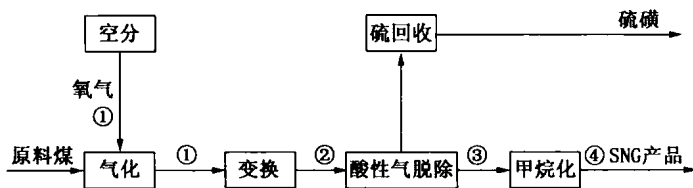


图3 煤制天然气的流程图

4.2 煤制油

煤制油技术可解决能源结构多煤少油国家的石油供应相对不足的问题。

4.3 煤制甲醇、烯烃

甲醇在化学、医药、轻工、纺织等行业有着广泛的用途。甲醇作为一种化工原料，可以生产其他下游产品。主要是在生产甲醇的基础上制取烃类，到目前，我国已新建多套百万吨煤制甲醇项目。同时还见建成煤制甲醇，甲醇制烯烃等联产项目。其工艺流程见图4。

4.4 整体煤气化联合循环技术(IGCC)

整体煤气化联合循环(Integrated gasification combined cycle, IGCC)(图5)技术不仅可以很大程度上解决目前燃煤电站效率低、污染大的问题，而且也克服了天然气供应不足和价格昂贵的问题。