

现代煤化工产业的精细化发展

胡迁林

中国石油和化学工业联合会, 北京 100723

摘要 随着中国煤化工工艺技术和示范工程建设不断取得重大进展, 煤化工产业开始从传统煤化工向现代煤化工转型升级。“十二五”以来, 中国现代煤化工在新技术开发、核心装备突破、产业规划和布局、示范工程建设和运行等方面都取得了重要进展, 为实施能源替代和保障国家能源安全做出了积极贡献。精细化是煤化工产业未来的发展趋势, 它既能解决传统煤化工产品雷同、竞争力差, 产能过剩等问题, 又能改善煤化工产业能源转换效率和资源综合利用水平偏低的现状。本文综述近年来中国在煤制烯烃、煤制油、煤制乙二醇、煤制天然气等重点领域的技术进展, 提出了未来加强精细化、高端化发展方向的建议。

关键词 煤化工; 精细化工; 能源转换效率

现代煤化工是指以煤为原料通过技术和加工手段生产替代石化产品和清洁燃料的产业, 主要包括煤制油、煤(甲醇)制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇及低阶煤热解等领域。现代煤化工是中国特色化工产业, 目前在世界上无论规模或技术均处于国际领先地位。

中国煤化工发展主要经历了3个阶段。第1阶段, 为20世纪80年代以前, 以传统固定床气化为主满足化肥生产需求。此阶段的煤化工起步于20世纪50年代的小化肥产业, 20世纪60—70年代大力发展中小型氮肥生产, 由于石油化工崛起, 20世纪煤化工一度受到冷落。第2阶段, 20世纪80—90年代, 现代煤气化技术为依托的大型煤化工基地建设。第3阶段, 21世纪, 主要表现为煤基替代能源和石化原料。进入21世纪, 受油价高涨和国内市场驱动, 并随着现代煤化工技术的成熟, 以煤基替代能源为目的的大型煤制烯烃、煤制油、煤制天然气项目迅速展开, 现代煤化工产能高速增长^[1]。

经过30多年的科技攻关和技术积累, 特别是通过“十一五”以来的工程示范和推广, 中国现代煤化工技术创新已

取得了重大突破, 攻克了大型先进煤气化、煤直接液化、煤间接液化、甲醇制烯烃等一大批技术难题, 研制开发了一大批大型装备, 为产业快速发展提供了支撑, 使中国现代煤化工步入战略性新兴产业行列, 并形成了一定规模, 以煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制气为主的现代煤化工项目均打通了工艺流程, 产业规模快速增长。

随着近些年的发展, 中国不仅传统煤化工产品产能过剩, 一些现代煤化工产品也已出现产能过剩的局面。在低油价的冲击下, 现代煤化工发展进入了另一个瓶颈。产品差异化、高端化和高附加值是现代煤化工“十三五”的重点发展方向, 而产品精细化则是实现上述目标的重要途径, 也是现代煤化工发展的重要转折期。

1 现代煤化工发展现状

1.1 关键技术实现突破

近年来, 中国先后开发了一批具有自主知识产权的多喷嘴对置式水煤浆气化技术、航天粉煤加压气化技术等先进煤气化技术。针对不同煤种特点, 有关企业和科研单位正在开发新型煤气

化技术。除了龙头技术, 还掌握了煤直接液化、煤间接液化、甲醇制烯烃等核心技术, 其中, 煤直接液化、煤间接液化、甲醇制烯烃、煤制乙二醇技术均完成了工程示范, 甲醇制烯烃、煤制乙二醇技术在工程示范取得成功的基础上还实现了较大规模的推广, 甲醇制芳烃、煤油共炼技术已完成工业性试验。中国现代煤化工总体技术处于世界领先水平。

1.2 示范工程成效巨大

现代煤化工示范工程取得重大成效, 解决了一大批产业化、工程化和大型装备制造等难题。神华包头煤制烯烃项目已连续稳定运行5年, 年均负荷率达到90%以上。在国际油价深度下跌的新形势下, 现代煤化工示范项目正在从技术、管理、装备等多方面入手, 积极探索与石油化工竞争的新优势, 努力提升现代煤化工的盈利水平。

煤化工项目主要集中在内蒙古、陕西、宁夏、山西、新疆等省区, 产业发展的园区化、基地化格局初步形成。现代煤化工基地大多都建设在煤炭资源地, 上下游产业延伸发展, 部分实现与石化、电力等产业多联产发展, 向园区化、

收稿日期: 2016-08-15; 修回日期: 2016-09-02

作者简介: 胡迁林, 教授, 研究方向为煤炭清洁利用, 科技评价等, 电子邮箱: huql@epcif.org.cn

引用格式: 胡迁林. 现代煤化工产业的精细化发展[J]. 科技导报, 2016, 34(17): 42-47; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2016.17.006

基地化、大型化方向发展,产业集聚优势得到了充分发挥,为“十三五”时期现代煤化工的发展打下了较好的基础。

截至“十二五”末,中国已建成20套煤(甲醇)制烯烃、4套煤制油、3套煤制天然气和12套煤制乙二醇示范及产业化推广项目。煤(甲醇)制烯烃产能达到792万t,产量648万t;煤制油产能达到278万t,产量132万t;煤制天然气产能达到31亿m³,产量16亿m³;煤制乙二醇产能达到212万t,产量102万t。2016—2020年中国煤化工产业将进入升级示范阶段,煤制油、煤制甲醇/烯烃、煤制天然气、煤制大规模合成氨、煤制乙二醇和煤制氢等领域在“十三五”期间将有为数众多的项目建成投产。

2 现代煤化工精细化发展趋势

“十三五”期间,中国重点煤化工下游发展的重点产品包括烯烃、芳烃、甲醇、煤制乙二醇、煤制油与成品油、煤制天然气、乙炔化工等。煤化工主要产品市场及预测如表1所示。

2.1 延伸产业链

在延伸产业链方面,煤经甲醇制烯烃领域要多开发新牌号聚烯烃树脂如与 α -烯烃共聚的聚乙烯、ULDPE,以及丙丁共聚PP、融熔PP、高结晶度PP等;同时利用石油化工技术拓展乙烯、丙烯下游产品,如聚氯乙烯、环氧乙烷/乙二醇、二氯乙烷、苯酚、环氧丙烷、丙烯酸及异丙醇等;此外还要加强对C₄资源的综合利用,开发壬醇、异壬醇INA、聚

丁烯等高端C₃/C₄下游衍生化学品。

同时,加强煤焦油深加工,开发甲基酚及下游精细化产品、邻苯酚、间甲基苯酚、对甲基苯酚、2,6-二甲基苯酚、2,3,5-三甲基苯酚、2,4,6-三甲基苯酚、2,3,6-三甲基苯酚等精细化中间体。

2.2 拓宽产品面

在拓宽产品幅方面,高温费托合成要在生产柴油的同时,开发高碳 α -烯烃、超硬蜡、高碳醇、橡胶填充料、PAO、润滑油基础油等石化行业难以获得的高附加值精细化工产品和专用化学品;煤制乙二醇领域要在发展乙二醇制聚酯的同时,开发煤经草酸二甲酯、碳酸二甲酯制聚乙醇酸、聚碳等技术路线;此外以二甲醚为原料制乙酸甲酯产业链也是拓宽煤化工产品幅的一个重要举措。乙酸乙酯是化工领域的一种重要中间体,其下游产品包括乙醇、乙酸、丙烯酸甲酯、乙酸乙烯酯、乙酰胺或N,N-二甲基乙酰胺,应用非常广阔。

2.3 开发新的煤基化学品

在开发新的煤基化学品方面,重点关注合成气制高碳伯醇这一技术方向。高碳伯醇是指C₆以上的伯醇,其全球年消费量在3500万t左右,现主要通过烯烃为原料的氢甲酰均相催化和天然油脂加氢来生产,市场售价高达15000元/t以上。中国是高碳伯醇的消费大国,在塑料制品、洗涤剂、表面活性剂以及精细化工品都有广阔的消费市场。“十三五”期间中国将开展10万t/年合成气制高碳伯醇工业性示范。

3 现代煤化工技术与下游精细化发展路径

3.1 煤制烯烃:提高下游附加值

煤化工技术链如图1所示。煤制烯烃及其下游衍生品是指煤经气转化合成合成气(一氧化碳和氢气为主的混合物),合成气经变换、净化后直接转化为烯烃及衍生品,或者将合成气先转化为甲醇,再经甲醇转化为烯烃(MTO/MTP)及衍生品的工艺过程^[2]。目前典型工艺有:中国科学院大连化学物理研究所的甲醇制烯烃(DMTO)技术、中国石油化工集团公司的甲醇制烯烃技术、清华大学流化床甲醇转化丙烯技术(FMTP)。

未来几年,中国乙烯行业供需缺口将长期存在,煤制烯烃将成为重要补充。目前中国的煤制烯烃下游产品基本具备与除中东以外的世界其他地区相抗衡的成本竞争力。但由于单位烯烃固定资产投资规模巨大,油价低于80美元/桶情况下,煤制烯烃项目盈利能力已不能达到行业基准要求。因此在物流不便地区,煤化工精细化发展应以发展聚烯烃为主,可考虑发展高端聚烯烃;在物流通畅地区,可适度发展有机原料型产品,提高市场竞争力。

煤制烯烃项目下游精细化工产品的布局方案主要有3种。一是通用树脂+原料单体型,产品方案包括聚乙烯、聚丙烯、环氧乙烷/乙二醇、苯乙烯单体/环氧丙烷、苯酚丙酮、丁辛醇、丙烯酸及酯等产品,市场空间大、价格较

表1 煤化工主要产品市场及预测

产品	产能/万t		产量/万t		需求量/万t	
	2014年	2020年	2014年	2020年	2014年	2020年
电石	4183	4100	2548	2800	2531	2800
焦炭	60000	60000	47691	48000	46840	47500
PVC	2495	2800	1630	2200	1603	2120
合成氨	7705	8000	5699	6400	5718	6400
甲醇	6861	8500	4328	7350	4686	7650
乙烯	2079	3230	1850	2970	2000(当量3740)	4800
丙烯	2340	4330	1875	3540	2180(当量2780)	3900
成品油	71500(炼油)	82000(炼油)	31662	37910	30198	37910
乙二醇	594	1300	350	1100	1194	1500
PX	1203	2300	877	1980	1864	2850
二甲醚	1300	1500	650	800	650	800

注:数据来源于石油和化学工业规划院。

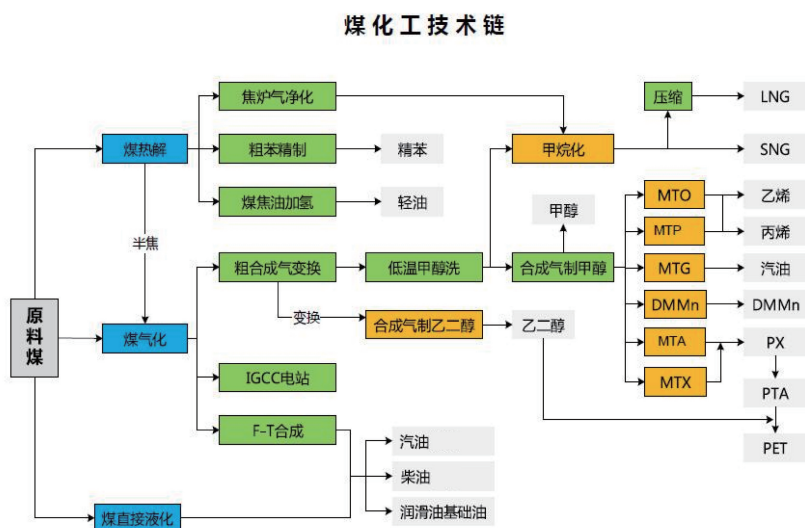


图1 煤化工技术链

(图片来源:中石化炼化工程(集团)股份有限公司)

高;二是树脂+高端化学品型,产品方案包括聚乙烯、聚丙烯、环氧乙烷/乙二醇、乙醇胺、乙撑胺、冰丙烯酸、高吸水性聚合物、表面活性剂等,产品市场空间大、价格高、附加值高;三是补链型,烯烃可以生产氯乙烯单体—聚氯乙烯—环氧丙烷—聚丙二醇,还可以生产环氧乙烷/乙二醇—聚对苯二甲酸乙二醇酯—聚丙烯纤维,这些产品市场空间大,价格居中^[9]。

3.2 煤制油:技术转化与高值利用

煤制油按技术路线可划分为煤直接液化、间接液化、煤焦油加氢、煤油共炼等技术。

煤直接液化制油是指将煤制成油煤浆,在一定温度和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,代表项目是中国神华能源股份有限公司于2008年5月建成了108万t/a煤直接液化示范工程。

煤间接液化制油是指先将煤气化制成合成气,再通过催化作用将合成气转化为高品质汽油、柴油、石脑油等油品和化学品的技术,国内目前主要技术开发单位有中科合成油技术有限公司和壳牌集团。2014年7月采用壳牌集团自主开发的低温费托合成油技术在陕西未来能源化工有限公司建成了世界最大煤间接制油单体系统——100万t/a间接液化煤制油示范装置^[4]。

煤焦油加氢是指采用固定床加氢处理技术将煤焦油所含的S、N等杂原子脱除,并将其中的烯烃和芳烃类化合物进行饱和,生产质量优良的石脑油馏分和柴油馏分。目前中国有多种煤焦油加氢工艺实现了产业化,如上海胜帮化工技术股份有限公司加氢精制—加氢裂化工艺、抚顺石油化工研究院煤焦油加氢裂化工艺、陕西神木天元化工有限公司煤焦油加氢裂化工艺等。

煤油共炼是在煤直接液化技术的基础上发展起来的一种煤与重油共同加工的技术。煤油共炼技术的基础是煤直接液化技术(尤其是煤化程度较低的烟煤)与重油的加氢裂化技术具有十分相近的反应条件,因此,目前开发的煤油共炼技术通常是煤化程度较低的烟煤与重油的共同转化技术^[5]。2014年陕西延长石油集团建成了世界首套45万t/a煤油共炼(Y-CCO)工业示范装置并一次试车成功,该装置以中低阶煤炭与重(劣)质油为原料、采用浆态床加氢裂化与固定床加氢裂化在线集成生产轻质油品的煤油共炼成套工业化技术,创新性强,总体处于世界领先水平。

需要指出的是,中国目前的费托合成煤间接液化项目有10多个,年产能近2400万t。然而这些项目几乎都以燃料油为目标,产品过于单一。现代费托合成煤制油装置应该通过多联产和

深加工获得大多数石油化工产品和高附加值的精细化学品,如高品质高碳醇、长链烯烃、高凝点石蜡等。但由于费托合成油品与化石原油在组成上存在差异,现有原油加工技术不能完全满足费托合成油品精细化加工的要求,因此开发适合费托合成产品的精细化加工技术,形成以资源和能量利用最优,生产油品、化学品等多样化产品的费托合成产品精细加工技术,代表着煤间接液化技术未来的发展方向。

3.3 煤制乙二醇:突破技术瓶颈

国内煤制乙二醇技术已经开发成功。目前研究的煤经合成气制乙二醇技术路线主要有直接合成、甲醇甲醛合成和草酸酯合成三种技术路线,其中草酸酯合成路线工艺要求不高,反应条件温和,是目前最有希望大规模工业化生产的路线。目前开展煤制乙二醇技术研究的单位包括:江苏丹化集团有限责任公司、中国石化集团上海石油化工研究院、上海戊正工程技术有限公司、天津大学、华东理工大学、华烁科技股份有限公司等。

随着石油价格持续下探,煤制乙二醇对乙烯法乙二醇的成本优势几乎消失殆尽。中国乙二醇对外依存度达到67.3%,市场缺口很大。但从国内来看,未来几年乙烯法乙二醇装置的新增产能十分有限,市场投放量不会很大,因此煤制乙二醇在突破自身的技术瓶颈后仍具有较好的发展前景,可作为煤化工精细化发展的一个方向。目前由于煤制乙二醇技术并未完全成熟,装置不能满负荷运行,削弱了其成本优势。除了装置不能达产的原因外,煤制乙二醇产品杂质含量及紫外透光率等指标也不能完全达到聚酯级的要求。但目前市场上开发的煤基乙二醇精制技术及催化剂可将煤基乙二醇中影响产品质量的微量酯类和乙醛、丙烯醛脱掉,改善产品的UV值。

3.4 煤制天然气:清洁能源生产的新途径

煤制天然气是指以煤为原料,制取以甲烷为主要成分、符合天然气热值等

标准气体的过程。煤制天然气可以分为“一步法”(直接煤制天然气技术)和“两步法”(间接煤制天然气技术)两种工艺,目前工业化应用的主要是“两步法”。“两步法”工艺是通过煤气化将煤转化为合成气(主要含CO、H₂),合成气经过变换、净化后进行甲烷化反应,得到甲烷含量大于94%的天然气产品^[6]。

煤制天然气技术是空分、气化、变换、净化、甲烷化等技术的系统集成与优化。空分、气化、变换、净化是传统煤化工使用的技术,只有大量甲烷化技术是煤制天然气特有的技术。国内有多家单位开展了甲烷化技术开发,并分别完成了不同规模的试验研究。代表性的技术有:中国科学院大连化学物理研究所开发出具有耐高温水热稳定性的完全甲烷化催化剂技术、大唐国际化工技术研究院与中石化洛阳工程有限公司联合开发了“合成气完全甲烷化成套工艺技术”、太原理工大学采用M-849H型甲烷化催化剂技术、西南化工设计研究院联合中海油气电集团有限责任公司进行了煤制天然气甲烷化工艺技术。

对于煤制天然气项目来讲,气化技术是龙头,甲烷化技术是核心。煤制天然气主要技术均已成熟,国内甲烷化技术已经具备了工业化应用条件。煤制天然气项目气化技术选型倾向固定床+气流床气化组合方案^[7-8]。

3.5 煤制芳烃:煤炭的清洁高效利用新技术

煤制芳烃是新兴的芳烃生产技术,煤制芳烃是指以煤为原料,通过煤气化技术进行芳烃的合成。煤制芳烃技术能够实现资源综合利用最大化和大幅减少污染物排放的目标。

中国是较早研究甲醇制芳烃的国家之一,相关技术处于世界领先水平。目前国内具有自主知识产权的相关技术主要有:中国科学院山西煤炭化学研究所与赛鼎工程有限公司合作的固定床甲醇制芳烃技术(MTA);清华大学的循环流化床甲醇制芳烃技术;中国科学院大连化学物理研究所烷基化制对二甲苯(PX)联产低碳烯烃工艺。2012

年,全球首套万吨级甲醇制芳烃工业试验装置在华电煤业集团有限公司陕西榆林煤化工基地建成。煤制芳烃技术填补了国际空白,是中国现代煤化工科技领域的重大突破,对推进石油和化工原料多元化进程具有重要的意义。

4 现代煤化工及精细化路径发展的问题与建议

当前,中国现代煤化工面临盲目发展、产能同质化、水资源制约、环保排放等不可忽视的重大问题。

1) 盲目发展问题突出。目前,国内企业和地方选择投资的范围都比较窄。由于中国多煤少油的资源现状,许多地方和企业都把现代煤化工作为投资的重点。特别是西部煤炭资源丰富的地区,逢煤必化的倾向非常突出,导致现代煤化工项目十分庞大。这种盲目发展的情况如果不加以控制,必将会带来巨大的投资、效益、环境和产能过剩的问题。

2) 产能同质化现象严重。当前,已建成和正在建设的现代煤化工项目大多停留在煤制甲醇、煤制烯烃、煤制乙二醇等产品上。以煤制烯烃为例,乙烯、丙烯后加工项目同质化现象十分严重,大多数聚乙烯、聚丙烯都集中在少数通用料品牌上,高端品牌、专用料品牌项目很少。如果不从高端化、差异化上解决产品同质化问题,很快就会出现产能过剩、过分竞争的混乱状态。

3) 水资源制约严重。目前,中国现代煤化工项目用水量还较大,平均每吨煤直接制油用水5.8 t、煤间接液化用水6~9 t、煤制天然气用水8.1 t、煤制乙二醇用水25 t、煤制烯烃用水22~32 t。这些项目主要分布在宁夏、陕西、内蒙等中西部地区,中西部地区有煤炭丰富的优势,也有水资源匮乏的劣势。发展现代煤化工必须要做好煤炭资源优势和劣势这两种,不能顾此失彼。宁夏、陕西等地现代煤化工项目主要依靠黄河,黄河总水量是有限的,而且每年还有减少之势。现代煤化工用水量的增加将是未来发展的一大制约瓶颈^[9]。

4) 环保排放量压力很大。在三废排放中,现代煤化工项目固体废弃物和二氧化硫等废气处置相对容易,高浓度含盐废水和二氧化碳排放是污染治理的两大难点。许多示范工程项目不断加大废水处理技术攻关、加强环保设施建设,但至今为止,高浓度含盐废水治理的技术问题还没有从根本上加以解决。二氧化碳排放的治理问题,也是现代煤化工发展的一大难题。目前,处理二氧化碳排放比较有效的方式是向地下注入、封存,中国石油天然气集团公司、神华集团有限责任公司已经开展二氧化碳捕集、驱油、埋存等工程试验,但要从根本上解决还有一段很长的路。如何有效从根本上解决二氧化碳的排放治理问题,仍然是现代煤化工产业亟待解决的一大现实问题^[10]。

对于煤化工精细化,发展是大势所趋,但企业真正要参与其中也还面临一些实际困难。煤化工产业受限于水资源的制约,环保排放压力大。其技术装备仍是制约瓶颈,另外行业标准缺失,标准体系尚未建立,均是发展煤化工精细化的难题。煤化工的精细化发展意味着煤化工企业要更深介入化工行业,因此迫切需要相关化工生产技术的支持,而国内前国内煤化工企业大多以煤炭企业为基础构建,缺乏化工领域的技术积累。同时,对于煤化工企业而言,煤化工精细化发展催生的一批煤基化学品也是一个相对陌生的市场,在这样的一个市场,煤基化学品与客户资源深厚的石油基化学品竞争并非一件易事。此外,煤基化学品大都没有相应的产品标准,能否完全替代石油基化学品,能否获得客户认可,也都是煤化工精细化发展必须关注的问题。为此建议:

1) 高度重视资源、安全、环保等新政对产业的影响,系统性推行环保新技术,解决煤化工发展水资源和废水排放技术瓶颈问题。

近年来,国家及相关部委相继出台了一系列政策、法规、指南和标准等,如《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《能源技术革命创新行动计划(2016—2030年)》、

《煤炭深加工“十三五”规划》、《市场准入负面清单草案(试点版)》、《关于实施制造业升级改造重大工程包的通知》、《环境保护税法(草案)》、《大气污染防治行动计划》、《水污染防治行动计划》、《土壤污染防治行动计划》、《GB 31571—2015 石油化学工业污染物排放标准》、《现代煤化工建设项目环境准入条件(试行)》等,这些政策对煤化工发展有直接的影响。此外,要高度重视碳排放、碳税未来对产业的影响,尽早制定对策。煤化工发展必须树立“量水而行”和“全水系统”的观念,要把原水、循环水、除盐水和中水全部综合平衡,总体研究、总体设计,总体运行,从原水开始就进行优化使用,逐级回用,逐级处理,清污分流,提前处理。坚决避免前端使用,后端集中解决废水零排放,造成工艺技术难度大、成本过高、生产运行不稳定^[1]。

2) 加快煤化工产业的示范和升级,促进产业健康发展。

目前,很多煤化工企业的装置建设水平、安全管理理念、环保管理措施、运行管理模式、程序和运行操作水平仍有明显差距。这说明示范装置的示范作用仍没有到位,装置工艺技术及设计、重大设备的选型及工程化应用、管理运行水平等仍有提升的空间。针对此类重大的共性问题,建议国家有关部门组

织相关企业、工程设计单位、科研院所及高等院校等,协同研究攻关,重点解决装置设计、建设和运行中的关键问题,确保完成“十三五”期间煤化工产业“示范、提升”的重大目标,促进煤化工产业的健康、稳步发展。

3) 加强产品的高端化研究,实现产品高端化、差异化。

当前中国的煤化工产品开发偏重于在一次能源转化,例如在煤气化技术、煤液化技术、甲醇制烯烃、甲醇制芳烃、合成气制乙二醇、合成气制乙醇等技术都有很大的发展,但煤化工下游产品的高端化却是制约煤化工经济效益的关键。核心的高端聚合物(包括聚合单体)、高端聚酯产品、高端化学品非常缺乏。特别是大多数的煤化工装置位于中西部或偏远地区,远离市场,大量的同质化常规化工产品竞争力非常弱,无法和石油化工竞争。煤化工产业的发展在下游产品的设计和应用上应积极尝试走高端化、差异化和特色化的道路,避免同质化竞争。

5 结论

1) 现代煤化工是中国特色化工产业,进入 21 世纪以来,受油价高涨和国内市场驱动,随着现代煤化工技术的成熟,国内多项以煤基替代能源为目的的大型煤制烯烃、煤制油、煤制天然气项

目迅速展开,现代煤化工产能高速增长。目前无论规模或技术,中国均处于国际领先地位。

2) 中国现代煤化工技术创新已取得了重大突破,攻克了大型先进煤气化、煤直接液化、煤间接液化、甲醇制烯烃等一大批技术难题,研制开发了一大批大型装备,为产业快速发展提供了支撑。

3) 煤化工发展遇到瓶颈。煤化工的高速发展,使得中国传统煤化工产品产能过剩,一些现代煤化工产品也已出现产能过剩的局面。因此在低油价的冲击下,现代煤化工发展进入了瓶颈。重点问题表现在:盲目发展问题突出;产能同质化现象严重;水资源制约严重;环保排放量压力巨大。

4) 技术提升与精细化路径是出路。产品差异化、高端化和高附加值是现代煤化工“十三五”的重点发展方向,也是现代煤化工发展突破瓶颈、获得可持续发展的重要路径。精细化发展需要延伸煤化工产业链、拓宽产品面。以下几个重要技术的提升是煤化工精细化发展的核心:煤制烯烃技术提升将提高下游附加值、煤制油助力技术转化与高值利用、煤制乙二醇的技术突破获得高附加值产品、煤制天然气是清洁能源生产的新途径、煤制芳烃技术是煤炭的清洁高效利用新技术。

参考文献(References)

- [1] 郑宝山. 煤化工“十三五”发展趋势分析及精细产业链构建[C]//2015 中国煤化工产业精细化发展高层论坛, 2015-08-12.
- [2] 吴秀章. 煤制低碳烯烃工艺与工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2014.
- [3] 刘延伟. 煤制烯烃下游产品发展路径探讨[C]//中国现代煤化工产业精细化发展高端论坛, 2013-07-24.
- [4] 解玉梅. 煤制油产业技术现状及发展要素条件分析[J]. 化学工业, 2009, 27(1): 23-30.
- [5] 朱豫飞. 煤油共炼技术的现状与发展[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(4): 68-72.
- [6] 李安学. 现代煤制天然气工厂概念设计研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2015.
- [7] 王辅臣, 于广锁, 龚欣, 等. 大型煤气化技术的研究与发展[J]. 化工进展, 2009, 28(2): 173-180.
- [8] 中国石化“SE—东方炉”煤气化技术[J]. 大氮肥, 2015(4): 59-60.
- [9] 王晓青. 中国水资源短缺地域差异研究[J]. 自然资源学报, 2001(6): 516-520.
- [10] 周学双, 赵秋月. 对我国煤炭利用与煤化工产业发展的环保思索[J]. 中国煤炭, 2009, 35(11): 106-109.
- [11] 孟冬冬. 论当代煤化工废水处理工艺的现状与发展方向[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2011, 31(4): 44.

Current situation and prospects regarding development of modern coal chemical industry and its fine chemical production

HU Qianlin

China Petroleum and Chemical Industry Federation, Beijing 100723, China

Abstract With a great progress of China's coal chemical technology and demonstration projects, coal chemical industry is stepping in an upgrading way instead of the traditional way. During the period of "12th Five Year Plan", China has made great achievements in the development of new technology, new breakthroughs in core equipment, industrial planning and layout, demonstration project construction and operation of modern coal chemical industry, which contribute to the implementation of alternative feedstock and the protection of national energy security. In this process, fine chemical production of modern coal chemical downstream chain is to be the trend to solve the problems like similar products, less competitiveness, overcapacity brought by traditional ways. It can also improve the coal chemical industry energy conversion efficiency and resource comprehensive utilization. In this paper, we introduced and discussed the progress about coal to oil, coal to ethylene glycol, coal to natural gas and other key areas of technology in recent years. Also, we give some suggestions and thoughts about the development direction of high-end fine chemical in future.

Keywords coal chemical; fine chemical; energy conversion efficiency

(责任编辑 刘志远)