

煤制烯烃市场分析

何 瑛 (新疆化工设计研究院有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐 830010)

摘要: 在化工领域, 乙烯和丙烯等低碳烯烃是重要的生产原料, 传统的烯烃生产需要石油资源, 石油资源匮乏阻碍了烯烃生产和发展, 我国有着丰富的煤炭资源, 可以将煤作为原料, 本文对煤制烯烃工艺技术进行研究, 介绍几种常用的煤制烯烃生产工艺, 在此基础上分析煤制烯烃市场发展现状和 market 发展前景, 为煤制烯烃企业的发展提供参考。

关键词: 煤制烯烃; 市场分析; 聚丙烯

乙烯和丙烯是最主要的烯烃产品, 我国乙烯工业发展速度较快, 乙烯装置规模较大, 乙烯产能大幅增加, 是第二大乙烯生产国。我国丙烯的产能也在快速增加, 产量和表观消费量较高, 从市场供需情况上看, 我国对乙烯和丙烯的需求较大, 乙烯和丙烯产业具有较大的发展潜力, 对煤制烯烃市场进行分析, 能够更好地理解我国烯烃市场现状, 促进煤制烯烃工艺技术不断发展。

1 煤制烯烃工艺技术

1.1 MTO 工艺

UOP 和 Norsk Hydro 的 MTO 工艺技术在煤制烯烃领域发挥着重要的作用, 在该技术的应用中, 要想生产聚合级乙烯或丙烯, 需要使用特定的材料和装置, 生产装置主要为流化床反应器, 原材料主要为粗甲醇或产品级甲醇, 生产过程中, 将反应温度控制在 400~500℃ 之间, 将压力控制在 0.1~0.3MPa 之间。催化剂为 MTO-100, 这种型号的催化剂包含硅、铝、磷等物质。UOP 公司将烯烃催化裂解工艺和甲醇制烯烃工艺相结合, 进一步提高了双烯选择性, 双烯选择性能达到 85%~90%。在实际生产中, 我国惠生 (南京) 清洁能源股份有限公司首次获得授权, 使用甲醇制烯烃工业化装置, 在 2013 年 9 月份开始投产, 该装置每年可以生产 29.5 万 t 的烯烃产品。我国的多家公司相继获得 UOP 公司的授权, 山东阳煤恒通化工股份有限公司每年的产量为 30 万 t, 吉林康乃尔公司每年的产量为 60 万 t, 江苏斯邦石化有限公司每年的产量为 82 万 t。2018 年, UOP 公司在我国江苏省张家港市建厂, 主要生产 MTO 催化剂, 更好地满足我国煤制烯烃市场的需求^[1]。

1.2 MTP 工艺

德国 Lurgi 公司发明了 MTP 工艺, 该工艺的催化剂主要为沸石基改性 ZSM-5 催化剂, 这种类型的催化

剂具有更好的低碳烯烃选择性。利用 MTP 工艺进行生产时, 需要准备 3 台固定床反应器, 每台反应器包含 6 个催化剂床层, 可以使用两种生产形式, 要想联产乙烯和丙烯, 需要使用流化床反应器, 如果单独生产丙烯, 需要使用固定床反应器。在生产中运用 MTP 工艺, 需要让甲醇脱水, 形成二甲醚后, 将其投入 MTP 反应器中, 同时还要投入甲醇和水, 反应温度控制为 400~450℃, 压力控制为 0.13~0.16MPa。对 MTP 工艺的市场发展情况进行分析, 神华宁煤于 2010 年 12 月开展 50 万 t/a 煤基聚丙烯项目, 于 2014 年 8 月开展 MTP 二期项目, 将 MTP 催化剂应用在工业生产中。大唐多伦同样运用了 MTP 技术, 开展了 46 万 t/a 煤基甲醇制丙烯项目。在技术研发和创新中, 形成了多级孔道 ZSM-5 分子筛催化剂, 该催化剂的成本更低, 具有更好的性能。

1.3 DMT0 工艺

中国科学院大连化学物理研究所对 MTO 进行研究, 发明了 SDTO 法, 合成气经二甲醚, 以此来制取低碳烯烃。该工艺主要包含两段反应, 第一段反应能够形成二甲醚, 催化剂的类型为金属沸石双功能催化剂。在第二段反应中, 需要使用 SAPO-34 分子筛催化剂, 经过催化转化后, 得到烯烃产品, DO124 系列的催化剂能够生产乙烯, DO300 系列的催化剂能够生产丙烯。对于 DMT0 工艺的市场发展来说, 大连化物所与其他公司展开合作, 共同研发出完整的 DMT0 工业技术, 生产出万吨级甲醇制烯烃工业试验装置, 在试验过程中, 甲醇转化率接近 100%。神华集团内蒙古包头煤制烯烃项目于 2010 年 8 月建成投运, 甲醇转化率超过 99.9%, 乙烯和丙烯的选择性超过 80%。在工艺技术的研发和创新中, 大连化物所发明了 DMT0-II 工艺, 陕西蒲城清洁能源化工有限公司和甘肃平凉华泓汇金煤化工有限公司等企业均应用

了DMTO-Ⅱ工艺技术,目前已经有二十多套装置得到应用,烯烃的总产能在1000万t/a以上。大连物化所进一步研发DMTO-Ⅲ技术,在2019年完成了催化剂的研制工作。

1.4 SMTO 工艺

中国石化上海石油化工和研究院和中国石化工程建设公司共同研发,于2007年成功研发出SMTO成套技术,在生产中使用SMTO工业试验装置和SMTO-1催化剂。SMTO工艺的甲醇转化率超过99.5%,乙烯和丙烯的选择性超过81%,乙烯、丙烯和丁烯的选择性超过91%。中原石化甲醇制烯烃示范项目于2011年10月开始投产,每年能够生产60万t甲醇、10万t乙醇、10万t聚丙烯。中天合创煤制烯烃煤炭深加工示范项目位于内蒙古鄂尔多斯,该项目运用SMTO技术,每年能够生产出360万t甲醇、67万t聚乙烯、70万t聚丙烯,安徽淮南中安联合煤化一体化项目于2017年1月开工,每年能够生产170万t煤制甲醇和转化烯烃。在SMTO技术的应用中,乙烯和丙烯的选择性分别为42.1%和37.93%,甲醇转化率为99.91%。

1.5 SHMTO 工艺

神华集团开发出SHMTO工艺包,制造出甲醇转化低碳烯烃装置,每年能够生产出180万t新型甲醇制烯烃。在该技术的工业化应用中,神华集团在新疆甘泉堡开展项目,180万t/a甲醇制68万t/a烯烃项目于2012年9月投入运行,在SHMTO工艺的应用中,乙烯和丙烯的选择性分别是40.98%和39.38%,甲醇转化率为99.7%。

1.6 FMTP 工艺

清华大学与中国化学工程集团公司、淮化集团展开合作,共同研发出FMTP工艺,即流化床甲醇制丙烯工艺,淮化集团于2009年10月成功完成试验。利用FMTP工艺进行生产时,需要使用流化床反应器,催化剂主要为SAPO-18/34分子筛催化剂,投入甲醇时,将进料量设置为4250kg/h,乙烯和丙烯的选择性超过70.6%。乙烯和丙烯的中收率能够达到88%。甘肃平凉华亭煤业集团制造了第一套流化床甲醇制丙烯装置,于2021年建成投产,在该装置的运行中,每年需要消耗60万t甲醇,生产16万t聚丙烯。

2 煤制烯烃市场发展现状

2.1 煤制烯烃产能分析

煤制烯烃的产能分布比较稳定,西北地区煤制烯烃产能较高,超过全国总产能的30%,西北地区的产

能呈现出持续增长的趋势。东北地区和华东地区煤制烯烃的产能也呈初见增加的趋势,华南地区煤制烯烃产能低于华东地区的产能,总体来看,西南地区煤制烯烃的产能在总产能中的占比最低。对煤制烯烃和油制烯烃进行对比分析,在总产能中,油制烯烃的产能占比更高,大约为70%,煤制烯烃的产能相对较低,仅占总产能的30%。从集团公司上看,中国石油天然气集团公司的产能最高,产能位于第二的公司为中国石化集团公司,地方企业的产能最少。比较知名的煤制烯烃企业包括神华、中煤、中天合创等,由于煤原料大都产自陕西、内蒙古等地区,所以煤制烯烃的生产分布区域主要位于西北地区。从煤制烯烃生产装置上看,投产装置数量增多,产能不断加大。在不断扩能的情况下,需要注意装置的实际需求,还要注重装置的环保性,在多种因素的影响下,部分项目出现延期或改建的状况。

2.2 煤制烯烃经济性分析

运用煤制烯烃工艺技术时,每生产1t烯烃,就需要消耗7t煤和22t水。例如,根据鄂尔多斯原料煤进行计算,每吨5500cal坑口煤的价格为300元,运用煤制烯烃装置进行生产,生产成本大约为6300~6800元/t,原料、燃料、水、催化剂等资源的成本在总成本中的占比大约为40%,人工、管理、运输等方面的费用在总成本中的占比大约为10%~15%,设备折旧等费用的占比约为45%~50%。2020年1月上旬,华东市场聚乙烯和聚丙烯的价格分别为8200元/t、9500元/t,根据成本价格和市场价格进行测算,可以知道煤制烯烃的盈利效果较好。烯烃价格会受到原油价格的影响,当油价上涨时,烯烃价格也会上涨,若油价超过85美元/桶,则煤制烯烃的税后利润较高,煤制烯烃装置的内部收益率将会超过12%,能够带来较好的盈利效果。2014年,整个国际市场的原油价格大幅度下跌,导致煤制烯烃市场价格降低,相关企业承受了巨大的压力。油价上涨并逐渐稳定后,煤制烯烃企业开始盈利,经济效益较好。2020年3月份,受到政治、疫情等事件的影响,国际原油价格再一次大幅降低,煤制烯烃价格也受到影响。

2.3 市场供需分析

根据2019年我国聚丙烯产量的统计调查,可以知道总产量为2320万t,进口量和出口量分别为522万t、40万t。聚丙烯产能集中区域为西北地区,但是聚丙烯产品的品质较低,这些产品的市场认可度相对较低,

大部分产品会销售到华东地区、中南地区。对市场供需情况进行分析,华东、中南这两处区域对聚丙烯产品的需求量较大,西北地区主要为输出区域,这种供需格局比较稳定。据统计,2019年华北地区聚丙烯产量为203万t,消费量为248万t;东北地区的产量和消费量分别为198万t、210万t;华东地区的产量和消费量分别为883万t、1330万t;中南地区的产量和消费量分别为479万t、830万t;西南地区的产量和消费量分别为70万t、101万t;西北地区的产量和消费量分别为388万t、82.7万t。全国聚丙烯总产量为2320万t,总消费量为2801.7万t,市场需求量较大。对乙烯市场和丙烯市场进行分析,我国是纯乙烯进口大国,乙烯产品的市场需求量较大,我国丙烯的产能逐渐增长,但是丙烯市场需求量较大,仍然要依靠进口。

2.4 产品应用分析

PP产品趋向于国际消费结构,在市场消费中,PP产品消费量最高的产品是拉丝,消费量第二高的产品是共聚,其次为注塑和薄膜,纤维、管材等产品的消费较低。对PE产品进行分析,从消费层面看,膜料和注塑料的消费占比最高,大约占总消费的80%,其次为注塑料和挤压涂覆料,电缆、管材等产品的消费较低。在煤制聚烯烃的生产和发展中,得到了通用料市场的认可,拉丝市场中存在较多的煤制烯烃产品,部分地区的农膜市场也包含煤制烯烃产品。煤制烯烃的价格低于油制烯烃的价格,拉丝、农膜等产品对烯烃质量要求较低,应用煤制烯烃,能够节省大量的成本。对于高端市场来说,烯烃产品主要以进口为主,高熔指纤维、高刚性注塑等市场对烯烃品质要求较高,往往会使用油制烯烃产品,或者通过进口的方式引入高端聚烯烃原料。在PP薄膜产品的生产中,缺少高端薄膜专用料,薄膜产品将会向着复合膜的方向发展,复合膜的种类更多、功能更全。在煤制烯烃的发展应用中,应当重点关注高端聚烯烃市场,在专业领域发挥核心优势,根据市场需求进行研发,生产出高附加值、高性能的产品。

3 煤制烯烃市场发展前景

从煤制烯烃工艺技术和生产流程上看,主要会运用DMTO技术,在煤气化技术的应用中,主要会使用多喷嘴水煤浆汽化技术和加压粉煤汽化技术,还会使用英美等国家的先进技术,我国煤制烯烃工艺技术的自主化水平较低,在技术研发中,应当研发成套技术,

保证技术的成套性,我国科研人员和煤制烯烃企业的工作人员要努力提高全流程技术自主化水平,加大技术研发力度,尽量摆脱国外企业对于煤制烯烃技术的制约。要想让煤制烯烃市场进一步发展,需要不断研发新型催化剂,几个主要企业的大型炼化一体化项目相继投产,产能逐年增加。2019年丙烯新增产能大约为441万t/a,合计产能超过4061万t/a,若在建项目和拟建项目如期完成,预计丙烯总产能会在6200万t/a以上。

甲醇制烯烃技术是煤制烯烃的关键技术,需要对甲醇制烯烃技术进行研发和创新,不断研发新型MTO催化剂,在煤制烯烃生产过程中运用新型MTO催化剂,以此来降低生焦速率,同时还能提高乙烯和丙烯的收率,解决收率较低的问题。还可以研发新型的MTP催化剂,以此来降低单耗,形成更好的技术路线,通过深加工提高经济收益。

从产品结构上看,煤制烯烃产品的差异化越来越明显,除了产品差异化,煤制烯烃产品还向着高端化的方向发展,逐渐解决结构单一和同质化严重的问题。在环保法规出台之后,对煤制烯烃项目的审核更加严格,要加大科技投入,优化煤制烯烃工艺技术,注重差异性、环保性和经济性。煤制烯烃的生产过程以清洁生产为目标,可以在煤炭资源和水资源较为丰富的地区使用煤制烯烃装置,煤制烯烃生产过程会排放大量的废水、废渣、废气,要根据环保政策的规定进行生产,引入先进的节水技术、处理回用技术以及碳捕获、存储及利用技术等。煤经合成气制烯烃技术具有较大的优势,应当不断研发和优化这一技术,煤制烯烃项目需要将合成气转化成甲醇,再利用甲醇制取烯烃,煤经合成气制烯烃的能耗更低、流程更短,可以在研发的基础上展开工业试验,在工业化生产中投入使用。

4 结论

我国烯烃产品的市场缺口较大,煤制烯烃技术的发展能够在一定程度上满足市场需求,为煤制烯烃企业带来较高的利润,要想获得更高的收益,需要考虑煤炭资源、水资源的分布情况,分析原料价格变化情况,运用先进的煤制烯烃工艺和装置,注重煤制烯烃的经济性和环保性。

参考文献:

- [1] 练骏.我国西北地区煤制聚丙烯产业发展现状[J].浙江化工,2021,52(07):28-32.