

国际环境变化下的煤制烯烃产业发展的挑战和机遇

许海宁 (山东华鲁恒升化工股份有限公司, 山东 德州 253000)

摘要: 甲醇制烯烃在过去十年得到了快速发展, 但是受限于技术、能耗、水耗、环保、产品方案等方面的先进性问题, 在新形势下面临严重的挑战, 继续优化提升, 进行技术升级。随着当前全球石油资源供应链“复杂化”与我国“富煤少油”的现状使我国能源安全问题凸显, 也使甲醇制烯烃面临发展的机遇, 在进行技术和产品方案升级后, 充分利用煤化一体化发展的优势, 也将使甲醇制烯烃得到新的发展。

关键词: 煤制烯烃; 产业发展; 挑战; 机遇; 措施

1 现代煤化工产业发展现状

1.1 现代煤化工产业规模逐渐增加

截至2020年底, 煤制油、煤制天然气、煤制烯烃、煤制乙二醇产能分别达到931万t/a、51.05亿m³/a、1122万t/a、597万t/a, 投产率分别增长至56.06%、91.77%、96.30%、50.28%, 呈现稳步增长趋势。

1.2 生产运行水平持续提升

“十三五”期间, 国家能源集团宁夏煤业公司采用具有国内自主知识产权技术建成400万t/a煤间接液化示范项目。国家能源集团鄂尔多斯煤直接液化示范项目累计生产油品388万t, 生产负荷维持在85%左右, 单周期稳定运行突破420d。国家能源集团包头煤制烯烃项目最长连续运行突破528d, 累计生产聚烯烃315万t左右。随着技术水平和工艺系统的优化与提升, 现代煤化工项目单位产品能耗、水耗显著降低, 如百万吨级煤间接液化项目单位产品综合能耗为2t标煤, 单位产品原料煤耗为3.5t标煤, 单位产品工业水耗为5~6.8m³。国家能源集团神华百万吨级煤直接液化项目吨油品耗水由设计值10m³降至5.8m³以下; 神华宁煤400万t/a煤炭间接液化项目吨产品新鲜水消耗降至6.1m³, 相较于南非沙索公司煤炭间接液化工厂吨产品水耗12.8m³有大幅下降。

1.3 综合技术水平处于国际领先地位

大型煤气化技术已经实现规模化发展, 气流床气化技术、固定床气化技术单炉投煤量规模分别达到3000~4000t/d、1000t/d。低温费托合成技术取得进一步成果, 新型费托合成催化剂已经完成实验室定型, 催化剂产油能力提升30%~50%。自主甲烷化技术研究取得阶段性成果, 甲烷化催化剂和甲烷化技术得到突破性进展, 已经进行中试或工业侧线试验。合成气制乙二醇自主化技术水平不断提升,

单台DMO反应器产能由5万t/a增长至10万t/a, 加氢催化剂寿命由平均2000h增至5000h, 吨乙二醇产品能耗由3t标煤降至2.6t。甲醇制烯烃技术在大型化的化工生产中得到应用, 如以中科院大连化学物理研究所DMTO生产技术为代表的自主甲醇制烯烃技术, 在神华煤矿80万t/a煤制烯烃项目中, 首次投料并试车成功, 2020又相继开发出甲醇制烯烃三代DMTO技术, 目前5000t/a的生产线已经正式投产。

1.4 安全环保水平不断提高

“十三五”以来, 现代煤化工项目均按照最严格的大气污染物排放标准建设开工, 部分项目率先执行了超低排放。西部地区项目执行污水“近零排放”, 废渣综合利用率逐步提高。神华鄂尔多斯煤制油公司开发了高选择性多元协同强化催化降解新技术及生物与化学耦合分级处理关键技术, 解决了煤直接液化产生的高浓污水中溶解性有机毒物的选择性降解难题。中煤鄂尔多斯能源化工有限公司集成高级氧化、降膜式蒸发、超滤、纳滤、蒸发结晶技术处理煤化工浓盐水, 废水回用率高达98%, 每年可回收利用废水470万t, 按照每吨水10元价格计算, 可节约500万元左右, 实现废水资源化利用。

2 煤(甲醇)制烯烃发展现状

我国资源模式为“富煤、贫油、少气”, 面对超高油价, 所以发展“煤化工”能够有效的调节我国能源结构, 保障国家的能源安全, 以煤制烯烃、煤制油以及煤制天然气等新型煤化工技术得到了不断孕育和发展, 甲醇制烯烃就成为了煤制烯烃向石油化工过渡的重要纽带。

中国科学院大连化学物理研究所做为我国煤制烯烃的先导者, 通过专有的DMTO技术, 解决了

我国煤制烯烃的技术瓶颈。搭建起了煤化工向石油化工过渡的桥梁。目前国内以DMTO, UOP/Hydro-MTO, SMT0以及SHMT0等甲醇制烯烃生产工艺技术为主。

根据相关机构的不完全统计,经过10年的产能的扩张,截至2020年末我国煤(甲醇)制烯烃总产能约为1463万t/a,约占全国烯烃总产能的21%。当前,在全球新冠疫情的影响下,全球经济复苏步履维艰,全球市场对乙烯和丙烯为基础原料的化工产品的需求总体偏弱,同时国际油价和大宗原料价格一直处于低迷。我国经济发展更加注重安全和环保,工业经济结构的深度调整将继续进行,节能减排的形势迫在眉睫。目前的新形势下,我国甲醇(煤)制烯烃发展的环境复杂,挑战和机遇相互交织,压力和潜力并存。

3 新形势下的煤(甲醇)制烯烃挑战

3.1 产品结构单一,工艺技术尚待突破

目前煤化工产品以大宗通用化学品和油品为主,导致产品结构单一、产品链条短、产品同质化现象严重。初级产品及中间产品占比高,高端产品占比少,导致煤化工产品缺乏市场竞争力,难以适应市场波动,无法满足市场需求。据统计,我国化工新材料自给率为60%,其中工程塑料树脂自给率仅为38%,高端电子化学品市场产品进口依存度高达90%以上。

国际原油价格持续降低,导致石油化工产品成本和价格呈现下降趋势。而我国煤炭行业受限煤政策影响,煤价飙升,在国家宏观政策的调控下有所降低,但相较于过去仍有大幅增长,因此现代煤化工项目原料成本增加。在产品价格大幅下降的环境下运行,盈利能力微乎其微,多数煤化工项目处于亏损状态。石油化工产业主要发展方向是生产高附加值化工产品,与煤化工产业形成相当程度的交叉和重叠,必然会使市场竞争更加激烈。这就要求现代煤化工必须要走出一条高端化新路径,提高产品价值链,提升产业竞争力。

3.2 烷烃裂解烯烃技术成熟,烯烃产能释放

随着美国页岩气革命,以石化行业为主的全球乙烯产能逐渐被天然气和化工生产过程中乙烷脱氢和干气裂解制烯烃释放的产能所取代。同时,随着丙烷脱氢制丙烯技术的全球布局,丙烯产能也得到了极大释放。

中国富含以乙烷和丙烷为主的低碳烷烃。目前,低碳烷烃主要产于石化行业的中间产品燃料中,因

此低碳烷烃是相对廉价的化工原料。而且国外低碳烷烃价格较低,比甲醇便宜得多。仅从原材料来看,甲醇制烯烃的成本明显高于低碳烷烃制烯烃的成本。低碳烷烃向烯烃的全球分布充分释放了乙烯和丙烯的生产能力,导致乙烯和丙烯的最终产品价格急剧下降,这也对煤(甲醇)制烯烃行业产生了影响。

3.3 国内炼化一体化全面升级,化工产品多元化

炼化一体化项目突破了原料互供的发展模式,使炼化联系更加紧密,集中度显著提高,资源得到充分利用,在能源利用和公用事业(水、电、气和风)方面进行优化和共享。它整合了维护、培训、安全等公共服务和管理功能,降低了生产运营成本。随着炼油化工生产技术的不断进步和先进信息融合技术在各行业的广泛应用,炼油化工一体化已成为全球石化行业可持续发展的必由之路。

目前,中国实行炼油化工一体化的紧密产业布局,稳步推进延迟焦化、加氢裂化、催化裂化等原油深加工技术,最大限度地将石油转化为燃料和基础化工原料。通过炼化深度融合,石油深加工产业链向化工方向延伸,生产附加值较高的化工产品,最终实现炼化一体化经营,效益呈指数增长。通过炼油和化工一体化,全球炼油企业不仅提高了经济效益,而且提高了市场竞争力。它还对甲醇(煤基)制烯烃的生产产生影响。通过炼油和化工一体化不断释放产能,生产高附加值产品。与散装和均相甲醇(煤基)制烯烃的下游产品相比,它面临着激烈的竞争。

3.4 开发利用新能源,摆脱对石油的依赖

基础化工原料的烯烃价格与国际油价密切相关。同时,石油价格也与煤(甲醇)制烯烃产品的价格有关。据相关机构测算,煤基甲醇制烯烃的利润点接近每桶40美元的油价。目前,国际油价为每桶40美元,仍处于低震荡期,使得煤(甲醇)制烯烃的利润点更加不明确。同时,随着新能源的开发利用,也将缓冲油价上涨,使煤(甲醇)制烯烃的发展更加不确定。

3.5 生态环境保护压力加大

西部生态环境相对脆弱,甲醇制烯烃产业发展与环境保护的矛盾日益突出。在“三废”方面,煤制烯烃生产技术可以有效地控制和处理废气和固体废物。煤制烯烃生产工艺产生的废水含有高浓度的酚类、多酚类等难降解有机物,传统的化学工艺难以处理。同时,处理高浓度含盐废水的成本和难

度相对较高。即使二氧化碳被注入并储存在地下,这项技术也还不成熟。随着国家环保力度的加大,煤制烯烃势必加大环保投入。同时,由于三废处理技术的不成熟,甲醇制烯烃工业的发展也面临着挑战。在2030年国家碳峰值政策的约束下,高能耗、高碳排放的煤化工项目的发展必然受到限制。

3.6 关键工艺技术和设备的差距

目前,我国甲醇(煤基)制烯烃技术处于领先地位,但与下游分离、聚合、深加工等关键技术和设备相比,一直没有突破。由于关键技术和设备受制于国外,由于国际贸易争端,产业链延伸短,下游产品种类少,高端产品少,导致下游产品同质化。关键设备和材料依赖进口,采购周期长,成本高,对缩短工期和工程成本有不利影响。能源和水的消耗和利用还有很大的改进空间。在过程控制方面与国际先进水平还有一定差距。

3.7 副产品规模小,难以再利用

混合C₄和C₅是甲醇制烯烃的副产物,在总烃产品中所占比例较小,主要是1-丁烯、2-丁烯和戊烯,其他组分为异丁烯、丁二烯和丁烷。目前,甲醇制烯烃生产的混合C₄和C₅一般用作液化气,由于烯烃含量高,影响其燃烧性能。甲醇制烯烃生产工艺中C₄、C₅产量小,深加工难度大。同时,副产品丙烷产量也相对较小。

与炼化一体化企业相比,C₄可以通过轻烃回收技术作为乙烯裂解的原料。至于西部地区,虽然是我国煤制烯烃发展的主要地区,但企业之间距离遥远,没有大规模的发展。因此,副产品的附加值没有得到充分利用。再加上高燃油附加税,一些产品的竞争力非常小。

4 新形势下煤(甲醇)制烯烃的机遇

4.1 随着国际环境的变化,能源安全问题日益突出

煤(甲醇)制烯烃技术开辟了传统煤化工向石油化工转变的新途径,实现了煤炭资源对石油资源的重要替代,对保障国计民生和能源安全具有重要意义。能源安全问题已经讨论了几十年。现在,随着国际环境的变化,美国在各个领域对中国进行压制,对中国施加极大压力,导致能源安全问题更加突出。

2020年,中国原油消费量7.37亿t,原油产量1.95亿t,进口原油5.42亿t。对外依存度达到73.5%。随着国际环境的变化,进口原油将不再安全,这将影响国民经济发展和人民生活。因此,甲醇制烯烃,特别是煤基甲醇制烯烃的发展也将迎来机遇。

4.2 乙烯和丙烯的比例可根据市场产品结构的变化进行调整

在传统的催化裂化和炼油工艺中,乙烯和丙烯的相对比例是相对固定的,因此其相对产能和产品结构也是相对固定的。然而,目前煤(甲醇)制烯烃催化剂具有调节乙烯和丙烯比例的独特特性。通常,该比例可在0.8和1.2之间调整。随着人们需求的不断变化和工农业生产的变化,如PP和PE的价格也会随着市场需求的变化而变化。相比之下,从煤(甲醇)到烯烃的乙烯和丙烯产品的比例是可调的,能够更好地适应市场的变化。因此,我们应该加大煤(甲醇)制烯烃专用催化剂的研发力度,不仅要降低每吨烯烃的甲醇消耗量,而且要提高可调乙烯和丙烯产品的比例。

5 结论

随着全球石油资源供应与我国“富煤少油”能源现状矛盾的不断加深,大力发展非石油烯烃产业已成为我国应对能源危机、确保石油工业可持续发展的重要途径。煤制油、煤制烯烃、煤制乙二醇、煤制沼气等现代煤化工是国内需求大、差距大的产品,市场发展空间大。以煤为原料,通过煤气化生产合成气,然后利用合成气生产甲醇。该技术成熟可靠;甲醇制烯烃工艺(MTO)开辟了以煤或天然气为原料生产基础有机化工原料的新工艺,为利用我国丰富的煤炭资源发展石化工业提供了新的替代技术路线。

参考文献:

- [1] 任城. 非石油路线制取低碳烯烃的生产技术及产业前景[J]. 精细化工中间体, 2020, 37(5): 6-9.
- [2] 付辉, 姜恒, 太阳, 等. 工业化甲醇制烯烃工艺应用研究进展[J]. 当代化工, 2019, 48(2): 418-421.
- [3] 郝西维, 张军民, 等. 甲醇制烯烃技术研究进展及应用前景分析[J]. 洁净煤技术, 2019, 17(3): 48-51.
- [4] 高伟, 张瑜. 乙烷脱氢制乙烯工艺及发展研究[J]. 化工管理, 2017(4): 61.
- [5] 罗腾, 俞珠峰, 陈贵锋, 等. 煤基甲醇制聚烯烃项目的经济评价[J]. 洁净煤技术, 2019, 15(2): 9-12.
- [6] 徐瑞芳, 张变玲, 张亚泰, 等. 甲醇制烯烃技术进展及发展建议[J]. 天然气化工—C1化学与化工, 2019, 41(4): 81-84.
- [7] 单永生. 对煤制烯烃产业发展的分析与探讨[J]. 中国集体经济, 2016(21): 1.
- [8] 侯家军. 煤制烯烃项目发展研究探讨[J]. 中国化工贸易, 2013, 5(10): 1.