

新形势下的煤制烯烃产业发展的挑战和机遇

蒋 枫
国能化工有限公司 乌鲁木齐 831400

摘 要：2010年世界首套煤制烯烃项目在包头实现一次开车成功，充分发挥了示范作用，创造了良好的经济和社会效益，引领了煤制烯烃行业的发展，煤(甲醇)制烯烃的产能不断扩大，也丰富了我国能源体系。经历了十年的发展，如今国际局势面临百年未有之大变局，原油价格长期保持低位，烷烃裂解制烯烃的技术趋于成熟、国内的炼化一体化项目不断扩大，低端塑料市场趋于饱和，环保标准越来越严。在这种新形势下，煤(甲醇)制烯烃充满了挑战，也蕴藏着新的机遇。

关键词：甲醇制烯烃；发展；挑战；机遇

引言

2010年世界首套煤制烯烃项目在包头实现一次开车成功，充分发挥了示范作用，创造了良好的经济和社会效益，引领了煤制烯烃行业的发展，煤(甲醇)制烯烃的产能不断扩大，也丰富了我国能源体系。经历了十年的发展，如今国际局势面临百年未有之大变局，原油价格长期保持低位，烷烃裂解制烯烃的技术趋于成熟、国内的炼化一体化项目不断扩大，低端塑料市场趋于饱和，环保标准越来越严。在这种新形势下，煤(甲醇)制烯烃充满了挑战，也蕴藏着新的机遇。

一、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^[1]。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SHMTO等甲醇制烯烃生产工艺技术为主^[2]。国内主要甲醇制烯烃生产技术的对比见表1。

表1 各种工艺路线的汇总

工艺路线	所属单位	甲醇转化率/%	反应形式	催化剂种类
DMTO	大化所	>99	流化床	SAPO-34
MTO	UOP/Hydro	>99	流化床	SAPO-34
SMT0	中国石化	>99	流化床	SAPO-34
SHMTO	国家能源集团	>99	流化床	SAPO-34

二、国内外煤制烯烃工艺发展

国际环境变化，能源安全问题更加凸显煤(甲醇)制烯烃技术打通了传统煤化工到石油化工的全新路径，实现了煤炭资源对石油资源的重要替代，对于保障国计民生，保障能源安全有着重要意义。能源安全问题谈了几十年，而如今随着国际环境变化，美国对中国在各领域进行打压，极限施压，导致能源安全问题更加凸显。我国2020年原油消费量7.37亿t，中国原油产量1.95亿t，进口原油5.42亿t，对外依存度已经高达73.5%，而随着国际环境的变化，将使得进口的原油不再安全，从而影响国民经济发展和人民生活，因此甲醇制烯烃，尤其是

发展煤基甲醇制烯烃也将迎来机遇。乙烯和丙烯的比例可调，应对市场产品结构变化在传统的催化裂化以及炼油技术中，相对乙烯和丙烯的比例较为固定，所以其相对产能及产品结构也相对固定。但目前煤(甲醇)制烯烃催化剂具有独特的调整乙烯和丙烯比例的特性，一般比例可以在0.8~1.2之间调节。随着人们需求的不断变化，以及工农业生产的变化，如PP和PE的价格也会随市场的需求的变化。相比较而言，煤(甲醇)制烯烃的乙烯和丙烯的产品比例可调更能适应市场的变化。所以要加大对煤(甲醇)制烯烃专有催化剂的研发，不仅降低吨烯烃耗甲醇的同时，还要更大比例可调乙烯和丙烯产品。

烷烃裂解烯烃技术成熟, 烯烃产能释放伴随着美国页岩气的革命, 全球以石油化工为主的乙烯产能逐渐被天然气和化工生产过程中干气的乙烷脱氢裂解制烯烃释放的产能而代替^[4]。同时随着丙烷脱氢制丙烯技术在全球的布局, 丙烯的产能也得到了很大的释放。我国乙烷和丙烷为主的低碳烷烃资源非常丰富, 目前主要产生于石油化工的中间产品燃料中, 所以低碳烷烃是相对比较低廉的化工原料。并且海外的低碳烷烃的价格低廉, 相对甲醇的成本廉价很多。单纯从原料看, 甲醇制烯烃的成本明显高于低碳烷烃制烯烃的成本。而全球布局的低碳烷烃制烯烃, 使乙烯和丙烯的产能得到了充分的释放, 这样导致乙烯和丙烯的终端产品的价格大幅下降, 同样对煤(甲醇)制烯烃产业造成冲击。

三、新形势下的煤(甲醇)制烯烃挑战

3.1 烷烃裂解烯烃技术成熟, 烯烃产能释放

伴随着美国页岩气的革命, 全球以石油化工为主的乙烯产能逐渐被天然气和化工生产过程中干气的乙烷脱氢裂解制烯烃释放的产能而代替^[4]。同时随着丙烷脱氢制丙烯技术在全球的布局, 丙烯的产能也得到了很大的释放。我国乙烷和丙烷为主的低碳烷烃资源非常丰富, 目前主要产生于石油化工的中间产品燃料中, 所以低碳烷烃是相对比较低廉的化工原料。并且海外的低碳烷烃的价格低廉, 相对甲醇的成本廉价很多。单纯从原料看, 甲醇制烯烃的成本明显高于低碳烷烃制烯烃的成本。而全球布局的低碳烷烃制烯烃, 使乙烯和丙烯的产能得到了充分的释放, 这样导致乙烯和丙烯的终端产品的价格大幅下降, 同样对煤(甲醇)制烯烃产业造成冲击。

3.2 国内炼化一体化全面升级, 化工产品呈现多样化

炼化一体化项目突破了仅进行原料互供的发展模式, 使炼油和化工联系更加紧密, 集中化程度明显提高, 在能量利用、公用工程(水、电、气、风)得到了充分的利用优化和共用。整合了检修、培训、安全等公共服务和管理职能, 降低了生产运行成本。随着炼油和化工的生产技术的不断进步, 以及各产业的先进的信息融合技术的广泛应用, 所以炼化一体化已成为全球石油化工的可持续发展的必由之路。目前, 我国对炼油化工一体化进行了紧密的产业布局, 稳步推进延迟焦化、加氢裂化和催化裂化等原油深加工的技术, 把石油最大限度地转化为燃料和化工基础原料。通过炼化一体化的深度融合, 石油深加工产业链已经向化工产业的方向延伸, 生产更高附加值化工产品, 最终实现炼油和化工一体化经营, 其产生的效益会呈现指数级增长。全球炼油企业通过炼

化一体化不仅提高经济效益, 而且也提高了市场竞争力。同样对甲醇(煤基)制烯烃产生了冲击, 通过炼化一体化不断释放产能, 同时生产高附加值的产品, 相对于大宗, 同质化的甲醇(煤基)制烯烃的下游产品, 面临激烈竞争。

3.3 西部地区水资源匮乏

目前我国煤基甲醇生产技术主要集中在内蒙古、宁夏和陕西等西部地区, 而在我国东部沿海主要是甲醇制烯烃技术, 甲醇采取外购的方式。我国西部地区是主要煤炭的资源地, 但是煤化工所需要的水资源却与煤炭资源逆向分布, 虽然开采量达全国2/3以上, 但水资源却为全国的1/3。且煤制烯烃产业的主要依托黄河流域, 黄河相对于长江流域, 其水资源是有限的, 并逐年减少。甲醇制烯烃的水耗相对较大, 规模体量较大, 平均吨烯烃耗水量约为20t, 所以面对水资源匮乏的西部, 煤制烯烃生产技术仍然存在着挑战。同时煤(甲醇)制烯烃配套要求较高, 势必造成其相对的投资强度较大, 限制了产业的扩张。

3.4 生态环保压力不断加大

我国西部地区的生态环境较为脆弱, 甲醇制烯烃产业的发展同西部地区的环境保护的矛盾日益突出。在“三废”方面, 煤制烯烃生产技术能有效的控制和处置废气和固废。在煤制烯烃生产技术产生的废水含高浓度的酚和多元酚等难降解的有机物, 采用传统化工工艺处理难度大, 同时处置高浓度盐废水的成本相对也高, 处理难度也相对较大。即使对二氧化碳采取向地下注入和封存方式, 但此项技术还未成熟应用。随着国家对环境保护的力度不断加大, 煤制烯烃势必在环保方面加大投入, 同时由于处理“三废”的技术不够成熟, 甲醇制烯烃产业的发展同样面临着挑战。在国家2030年碳达峰的政策约束下, 作为高能耗、高碳排放的煤化工项目的发展必然受到限制。

四、新形势下的煤(甲醇)制烯烃的机遇

目前, 甲醇(煤基)制烯烃的利润空间受到了很大的冲击, 但是全球的经济一旦复苏, 人们对石油和化工制品的依赖和需求不断恢复, 同样会促使甲醇(煤基)制烯烃的产业继续发展。所以我们不要驻足于眼前, 要不断的优化甲醇(煤基)制烯烃生产技术, 机遇和挑战并存。

4.1 国际环境变化, 能源安全问题更加凸显

煤(甲醇)制烯烃技术打通了传统煤化工到石油化工的全新路径, 实现了煤炭资源对石油资源的重要替代, 对于保障国计民生, 保障能源安全有着重要意义。能源安全问题谈了几十年, 而如今随着国际环境变化, 美国对中国在各领域进行打压, 极限施压, 导致能源安全问题更加凸显。我国2020年原油消费量7.37亿t, 中国原油

产量1.95亿t, 进口原油5.42亿t, 对外依存度已经高达73.5%, 而随着国际环境的变化, 将使得进口的原油不再安全, 从而影响国民经济发展和人民生活, 因此甲醇制烯烃, 尤其是发展煤基甲醇制烯烃也将迎来机遇。

4.2 乙烯和丙烯的比例可调, 应对市场产品结构变化
在传统的催化裂化以及炼油技术中, 相对乙烯和丙烯的比例较为固定, 所以其相对产能及产品结构也相对固定。但目前煤(甲醇)制烯烃催化剂具有独特的调整乙烯和丙烯比例的特性, 一般比例可以在0.8 ~ 1.2之间调节。随着人们需求的不断变化, 以及工农业生产的变化, 如PP和PE的价格也会随市场的需求的变化。相比较而言, 煤(甲醇)制烯烃的乙烯和丙烯的产品比例可调更能适应市场的变化。所以要加大对煤(甲醇)制烯烃专有催化剂的研发, 不仅降低吨烯烃耗甲醇的同时, 还要更大比例可调乙烯和丙烯产品。

4.3 开发专有产品, 向高端市场迈进

煤(甲醇)制烯烃的产品的乙烯和丙烯可调, 这可以有有效的调节终端的组成。采取大宗化和差异化的产品构成, 提高产品的竞争力。如在新冠疫情期间, 神华包头迅速转产S-2040, 为全国抗疫作出了贡献, 也获得了良好的经济效益。同时我们可以根据市场变化规律, 开发小型化和高端化的塑料半成品, 提高品牌的核心竞争力。可以在企业成立“产业研究开发部”, 对生产不同性能的塑料半成品进行研究, 对现有聚烯烃产品进行改性提升。另外, 随着经济社会发展和升天环境保护要求不断提升, 各地陆续出台了日用塑料制品的限塑令, 新型可降解塑料的市场需求越来越大, 将成为煤化工发展的重要方向。

4.4 碳中和愿景的实现路径

如何实现碳中和目标, 迈向碳中和愿景是我国当前亟待回答的问题。已有大量国内外学者、团队对碳中和目标下的社会经济路径进行了探索和评估, 其中尤其关注中国承诺的路径和影响。例如, 清华大学气候变化与可持续发展研究院提出, 中国的2060年碳中和目标符合1.5℃温升控制目标的要求。未来应力争2030年前实现CO₂排放达峰, 其后加速向2℃目标和1.5℃目标减排路径过渡; 在2050年实现CO₂净零排放, 全部温室气体减排90%; 2050年后进一步全方位加大减排力度, 推进零排放或负排放技术突破, 加强碳汇吸收和碳移除技术, 尽快实现全部温室气体净零排。应用E3ME (Energy-Environment-Economy Global Macro-Economic) 宏观经济模型分析了中国碳中和承诺的影响, 指出中国要实现2060年净零排放需要建立完备的碳市场以及避免新增煤电装机, 而实现减排

所需的巨额投资, 有望在未来十年内拉动中国国内生产总值(GDP)上涨5%, 同时为其他国家创造积极的“溢出”效应。对中国零碳社会图景进行了综合评估, 指出中国碳中和愿景的实现需要发电部门完全脱碳, 尽可能实现全经济部门电气化, 并且需要氢能, 生物质能, 以及碳捕集、利用与封存(CCUS)等技术的大规模应用。

4.5 加大产业布局, 形成“煤化一体化”产业格局

我国煤炭的资源地主要集中在西部, 初步形成了内蒙古鄂尔多斯、宁东、陕北等为代表的煤化工基地^[6]。通过煤炭资源的集中利用, 可以有效的降低煤炭的运输成本, 但下游产品深加工的力度不足。我们要实现和石油、石化行业进行联产发展。通过煤(甲醇)制烯烃生产的产品和副产品进行深加工再利用, 生产附加值更高的产品, 同时使产品多样化, 能够提高甲醇(煤基)制烯烃产业抗市场冲击的能力。将人才引进至西部地区, 加大科研力量, 不断对煤(甲醇)制烯烃关键的技术和设备进行攻关, 使我国自主核心竞争力得到充分的提高, 真正做到不受制于人。

五、总结

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。而随着国际环境变化, 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。

参考文献:

- [1] 范维唐, 杜铭华. 中国煤化工的现状与展望[J]. 煤化工, 2005(1):2-6.
- [2] 李坤. 移动床生物膜反应器处理煤化工废水的特性研究[D]. 南京: 南京大学环境工程学院, 2012.
- [3] 孟冬冬. 论当代煤化工废水处理工艺的现状及发展方向[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2011(4):42-45.
- [4] 李晓波, 林铁. 反渗透技术处理煤化工高氨氮废水探讨. 西南给排水[J], 2008, 4(30):19-20.
- [5] 张纯龙. A/O+MBR复合工艺处理某钢铁公司焦化废水的实验性研究[D]. 青岛: 青岛理工大学环境工程学院, 2010.
- [6] 邢奕, 鲁安怀, 洪晨, 等. 膜生物反应器(MBR)-反渗透(RO)工艺深度处理印染废水的实验研究[J]. 环境工程学报, 2011, 5(11):2583-2586.
- [7] 公彦欣. 煤制烯烃废水处理工艺改造[D]. 辽宁: 辽宁科技大学, 2013.