

“双碳”经济背景下煤制烯烃行业技术发展趋势分析

董 晨 (国能新疆化工有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000)

摘 要: 为解决资源短缺和环境压力等问题, 本文首先强调了“双碳”经济背景对煤制烯烃行业的积极影响。其次, 本文从优化催化剂性能、提高工艺流程的资源利用率、拓展高附加值的产品应用领域、与新能源技术加强融合等方面提出了“双碳”经济背景下煤制烯烃行业技术的发展路径。最后分析了具体发展趋势, 指出了在“双碳”经济背景下, 煤制烯烃行业未来将向着绿色化、产业链系统集成、智能化数字化等多方面发展。

关键词: 双碳; 煤制烯烃; 催化剂; 经济效益

2020年9月, 我国在第75届联合国大会上正式提出2030年实现碳达峰、2060年实现碳中和的目标, 即“双碳”。双碳经济是指在低碳环保的前提下, 实现经济社会可持续发展的新型经济模式。其中, 煤制烯烃技术作为一种高附加值的化学合成技术, 在双碳经济中具有重要地位。随着我国不断加大对环境污染治理力度和能源结构调整力度, 越来越多的企业开始关注煤制烯烃技术的研究和应用。

1 “双碳”经济背景对煤制烯烃行业产生的积极影响

“双碳”经济背景下各行业需要适应新的市场需求和环保要求。对于煤制烯烃行业来说, “双碳”背景既带来了挑战, 也带来了经济效益。煤作为我国主要的能源资源之一, 在过去几十年发挥了重要作用。而随着全球气候变化和环境污染问题的日益严重, 传统的煤炭产业面临转型升级的压力。煤制烯烃技术以煤为原料, 通过催化剂反应法制备乙烯、丙烯等烯烃产品, 不仅可以实现煤的高效利用, 同时也有助于替代传统的石油化工产品, 减少对原油的依赖性, 具有重要的战略意义。“双碳”经济背景下, 对于传统的煤炭行业提出了更高的环保要求, 同时也为煤制烯烃技术的发展提供了机遇。在政府的支持下, 国内企业积极开展煤制烯烃技术的研究和开发, 涌现出一批具有自主知识产权的新型催化剂和工艺流程, 不断提高产品质量和生产效率。“双碳”背景下, 推进能源结构的转型升级是必然的趋势。煤制烯烃技术可以实现煤的高效利用, 并且可以替代传统的石油化工产品, 减少对原油的依赖性, 促进能源结构的多元化和绿色化。这便在一定程度上促进了煤制烯烃行业的发展, 扩大了煤制烯烃产品的业务领域。煤制烯烃技术可以生产出不仅包括乙烯、丙烯等常规产品, 还包括一些高附加值的化学品。在“双碳”经济背景下, 推广高

附加值产品具有重要意义, 可以带动整个煤制烯烃产业链的升级和转型, 并且在建筑材料、汽车、电子等领域实现其应用。

“双碳”经济背景对煤制烯烃行业的影响是积极的, 为其发展提供了新的机遇和空间。但煤制烯烃技术的发展需要加强关注环境污染治理和可持续性发展等问题, 才能实现经济效益和社会效益的共赢。

2 “双碳”经济背景下煤制烯烃行业技术发展的有效路径

2.1 优化催化剂性能

煤制烯烃技术是一种利用煤为原料, 通过催化剂反应法制备乙烯、丙烯等烯烃产品的新兴化学工业。在当前“双碳”背景下, 煤制烯烃行业面临着产能过剩、环保压力加大、竞争日益激烈等问题。因此, 优化催化剂性能成为了煤制烯烃行业技术发展的重点内容。具体可从催化剂的种类、结构和表面性质几个方面入手优化催化剂性能。

2.1.1 合理选择催化剂种类

目前常用的催化剂种类主要包括铝硅酸盐分子筛、钼系氧化物、镍钴合金等。其中, 铝硅酸盐分子筛是一种具有高比表面积和孔径分布均匀特点的催化剂, 可以提高烯烃产率和选择性, 但存在着稳定性差和活性易降低等缺点。相比之下, 钼系氧化物和镍钴合金则具有较好的催化活性和稳定性, 但由于催化剂的成本较高, 限制了其在生产中的广泛应用。管理人员可结合自身情况, 选择铝硅酸盐、镍钴合金等催化剂, 也可灵活组合使用, 在保证经济性的前提下, 最大限度提高反应速率。

2.1.2 催化剂结构

催化剂的结构对其性能也有很大的影响。例如, 增加催化剂的酸性或碱性中心可以提高烯烃产率和选择性; 调节催化剂孔径大小可以控制产品分子量分布

和裂解程度。可以利用纳米技术调整催化剂的结构和孔径分布,压缩其粒子尺寸、增加比表面积,提高活性组分的分散度,从而极大的增强催化剂活性、选择性以及稳定性。纳米级别的催化剂有更多的活性位点,可以显著提高催化反应的效率和选择性。此外,还可以通过添加助剂、表面修饰等方法改变催化剂的性质。比如,通过添加适当的镉、铁、钴等微量元素,作为辅助剂混入催化剂中,可以有效地改变活性位点的电子环境,促进活性位点的产生,从而提高催化活性和稳定性。

2.1.3 催化剂表面性质

催化剂表面性质包括表面酸碱性、缺陷位点、晶体结构等方面。其中,表面酸碱性是影响催化剂活性和选择性的重要因素之一。适当调节表面酸碱性可以实现烷基化、异构化、环化等各种反应过程,从而优化煤制烯烃工艺流程。

2.1.4 反应条件控制

通过对反应过程中的温度、压力、溶剂类型、物质浓度等参数进行精确控制,可以优化催化剂的性能。通过改变反应条件,一方面可以增强催化剂对反应物的吸附和活化作用,提高催化效率;另一方面也可以降低副反应的发生,提高催化剂的选择性。

2.2 提高工艺流程的资源利用率

由于能源和资源的日益紧缺,煤制烯烃企业需要更加高效地利用原料和能源,减少浪费,降低成本,以保证可持续发展。煤制烯烃生产过程中会产生大量的弛放气,这些弛放气中含有一定量的烯烃和其他有用组分。通过对弛放气的回收和再利用,可以大大提高原料和能源的利用率,降低生产成本。例如,可以把弛放气中的烯烃重新注入反应器,实现资源的循环利用。

煤制烯烃生产过程中,各种副产物利用率较低,并且会增大分离流程的能耗,通过对这些副产物进行回收和再利用,可以降低生产成本,提高资源的利用率。例如,烯烃分离流程中脱甲烷塔顶燃料气中存在大部分丙烷,这部分丙烷可以采用膨胀机制冷回收,丙烷可以当做液化气销售,经济效益显著;脱甲烷塔顶的丙烷洗流程可以改成碳三洗,可以减少丙烯塔进料量 20% 以上,显著降低丙烯塔能耗;目前烯烃分离部分流程需要频繁升温降温,不但会增加设备投资,而且造成能耗损失。可以使用少升降温的设计思路,重新优化流程,大幅降低能量使用量;可以使用固定

床吸附剂去除产品气中的二氧化碳,代替以前的碱洗塔流程,不但可以避免产生黄油,无环保风险,而且还可以减少投资,降低上下游的运行成本。

2.3 拓展高附加值的产品应用领域

通过创新和升级工艺,生产更多、更高品质、更具附加值的烯烃产品,以提高企业的竞争力和盈利能力。

①生产高端化学品:煤制烯烃可以生产多种高端化学品,如聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等塑料,亚油酸等有机合成原料等。拓展这些高附加值的产品应用领域,可以增加企业的收入;②发展新型功能材料:煤制烯烃也是制备新型功能材料的重要原料之一。例如,可以将烯烃前驱体与其他化合物或材料反应得到具有特殊性能的高分子材料,如超强纤维、高分子膜、高渗透膜等。这些材料在汽车、航空航天、电子、建筑等领域具有广阔的应用前景;③推广可降解塑料:煤炭也可以作为可降解塑料的重要原料。将煤转化为可降解塑料后,可以作为替代传统塑料袋的新型环保塑料袋,以推动环保碳中和的发展;④加强国际合作:加强国际合作,拓展烯烃产业链的全球化布局,可以通过跨区域、跨国家的科技创新、市场开发等多种方式拓宽产品应用领域,增加企业的盈利空间和竞争力。

2.4 与新能源技术加强融合

随着全球对碳排放和环境保护的日益关注,煤制烯烃行业需要通过结合新能源技术来实现低碳化、清洁化、高效化的生产目标。

①利用绿色能源:采用风能、太阳能等绿色能源代替传统能源,可以降低碳排放量,减少污染物的排放,提高资源利用效率。同时,这些新能源也可以为煤制烯烃生产过程提供稳定的能源支持;②推广节能设备:通过推广节能设备,如高效节能反应器、催化剂再生装置、废气回收系统等,可以降低生产成本,同时减少能源消耗和废弃物的排放。这样可以实现节能减排,提高煤制烯烃行业的可持续性;③研发新型催化剂:制备具有高效性和低污染性的催化剂,是实现煤制烯烃与新能源技术融合的关键环节。通过研发新型催化剂,可以提高煤制烯烃的反应速率、降低废弃物排放量,同时提高产品质量,实现绿色环保生产;④推广碳捕集技术:采用碳捕集技术,将煤制烯烃生产过程中产生的 CO_2 捕集和利用,可以有效降低碳排放量,降低对环境的影响,并且为企业提供了新的收益来源。

3 “双碳”经济背景下煤制烯烃行业技术的发展趋势

3.1 绿色化

“双碳”背景即“碳达峰、碳中和”的全球碳排放控制新格局背景下，新的技术创新和行业发展趋势正在逐步形成。煤制烯烃行业作为重要的化工基础产业，也正在进行绿色化转型。首先，净化技术将持续升级。净化技术是绿色发展的先导，相应的技术包括废弃物处理以及环保放射等方式抵消掉一部分碳排放。针对煤炭制烯烃过程中的多种污染问题，净化技术不断在提高，旨在降低煤炭利用过程中的环境破坏。其次，煤炭气化技术提升是大势所趋。传统的间歇式或连续式煤气化方式存在能源效率低下、负载波动大等弊端。未来的煤化工设备将更加注重高效清洁的煤气化技术，以改进对煤炭资源的利用效率和减少对环境造成的污染。再次，CCS（碳捕获和存储）技术以及 CCUS（碳捕获与利用）技术的发展，为行业绿色化发展打开新的可能性。碳捕获与利用技术意味着可以在工业生产过程中，将尽可能多的温室气体转化为有用的产品，从而实现环境和经济的“双赢”。

随着“双碳”时代的来临，迈向低碳、无碳的绿色化发展已经成为煤制烯烃行业的必然趋势。各企业应积极参与碳排放权交易市场，采取更为环保的生产方式，将煤制烯烃工艺向绿色化、清洁化的方向推进，以实现可持续发展。

3.2 产业链系统集成

未来，煤制烯烃行业的技术发展趋势可能会更加关注能效提升、废弃物利用、碳排放减少以及可持续性等方面。产业链系统集成作为实现这些目标的关键一环，会呈现以下几个特点：首先，系统优化与集成鼓励合作创新。随着能效优化和碳足迹降低的需求，原材料供应商、设备生产商、甲醇制烯烃技术提供商以及最终产品使用者之间的紧密合作将必要且普遍。通过各环节协同作战，形成整体优化的结果，可以明显提高能源效率，同时减少碳排放。其次，在探索碳捕捉和存储（CCS）技术并将其集成到生产过程中。现有的碳捕集和储存技术已经相当成熟，可以有效减少碳排放。然而，如何将这项技术集成到现有的煤制烯烃生产线上，并保证其经济效益仍然是一个挑战。未来几年可能会看到各种新型的集成解决方案。

煤制烯烃行业在“双碳”背景下的发展趋势将会更加关注能效、环保和可持续性。在此过程中，产业

链系统集成将起着至关重要的作用。只有通过不断的技术创新和优化，才能成功地在满足生产需求的同时，实现“双碳”的目标。

3.3 智能化数字化

未来，煤制烯烃行业需要进一步深化改革，推进智能化与数字化。通过 AI 技术应用，提高生产效率、降低设备故障率，生产出优质烯烃。加入大数据后，工厂可以收集并分析生产数据，发现隐藏的模式，帮助决策者理解生产过程中可能遇到的问题。通过预测性维修，可以在设备出现问题之前对其进行监控和维保，大大减少了意外停工和停产时间。另外，AI 还能够协助运算和优化生产链，更精确的生产计划、原材料管理和物流系统将可以降低资源浪费，提高生产效率。数字化发展方面，将通过全链条信息互通，实现数据驱动决策。在数字化环境下，大数据分析可以很好地应用与生产链的各个环节，比如原材料购买、生产过程、产品销售等。利用大数据预测市场需求，可以提前制定生产计划，平稳生产线，开展精细化管理。另外，数字化技术也可以支持产业的可持续发展。清洁生产、环保监测、节能评估等都可以借助数字化技术完成，并以此推进碳达峰、碳中和的战略目标实现。

以上两方面结合起来形成了未来煤制烯烃行业的智能化与数字化潮流。煤化工企业需要逐步引入并加强在这些领域的投入和研发。建立迎合未来发展需求的生产系统，最终实现在“双碳”目标下的可持续发展，将硬生产转变为灵活应对，降低生产风险并提高生产效率。

综上所述，煤制烯烃技术在“双碳”经济背景下的发展具有广泛的应用前景和经济价值。但同时也需要关注环境污染治理和节能减排等问题，未来应继续加强研究和应用的可持续性，在相关从业人员的共同努力下，煤制烯烃技术将会迎来更加广阔的发展空间，带来不容小觑的经济效益。

参考文献：

- [1] 郑泽. “双碳”背景下现代煤化工发展路径 [J]. 化工管理, 2023(26):7-9.
- [2] 王浩杰, 崔芙魁. 双碳政策背景下煤制烯烃行业碳减排路径探究 [J]. 资源节约与环保, 2023(07):5-8.
- [3] 曹博雅, 田涛. 煤制烯烃行业 MTO 急冷水除固技术 [J]. 清洗世界, 2022, 38(08):3-5.
- [4] 王红妍, 马子然, 马静, 等. 煤制烯烃行业挥发性有机物控制技术进展 [J]. 现代化工, 2022, 42(10):56-61.