

绿色化工工艺在环氧丙烷生产中的创新应用研究

陈柳坚

广州联穗能源供应有限公司 广东广州

【摘要】绿色化工在环氧丙烷生产中展现出广阔前景，其目标在于降低环境负荷、提高能源利用率并保证产品质量。传统工艺存在能耗高、副产物多及污染严重等问题，制约了产业的可持续发展。通过开发清洁催化剂、优化氧化路径、强化反应控制与推进循环利用，绿色工艺在提高产率的同时显著减少废水、废气及固废排放。其推广不仅提升了企业效益与市场竞争力，也契合全球“双碳”战略和绿色化学的发展方向。研究显示，绿色化工在环氧丙烷生产中的应用既是技术革新的体现，也是推动行业转型升级的重要路径，对建设资源节约型与环境友好型社会具有现实价值。

【关键词】绿色化工；环氧丙烷；工艺优化；清洁生产

【收稿日期】2025年8月17日

【出刊日期】2025年9月20日

【DOI】10.12208/j.jccr.20250062

Research on innovative application of green chemical technology in propylene oxide production

Liujuan Chen

Unirise(Guangzhou) Energy CO., LTD., Guangzhou, Guangdong

【Abstract】 Green chemical technology shows broad prospects in the production of propylene oxide, with the goal of reducing environmental load, improving energy efficiency, and ensuring product quality. Traditional processes have problems such as high energy consumption, large amounts of by - products, and severe pollution, which restrict the sustainable development of the industry. By developing clean catalysts, optimizing oxidation pathways, strengthening reaction control, and promoting recycling, green processes not only improve the yield but also significantly reduce the discharge of wastewater, waste gas, and solid waste. The promotion of green processes not only enhances enterprise benefits and market competitiveness but also conforms to the global "dual carbon" strategy and the development direction of green chemistry. Research shows that the application of green chemical technology in propylene oxide production is not only a manifestation of technological innovation but also an important path to promote the transformation and upgrading of the industry, and has practical value for building a resource - saving and environment - friendly society.

【Keywords】 Green chemical industry; Propylene oxide; Process optimization; Clean production

引言

绿色化工的兴起为传统化工产业提供了新的发展动力，环氧丙烷作为重要的基础有机化工原料，其生产工艺的绿色转型备受关注。环氧丙烷广泛应用于聚氨酯、表面活性剂和溶剂等领域，市场需求量逐年增加，但其传统生产方式往往存在原料利用效率低、副产物排放严重和环境压力大的问题。在全球能源紧张与环保要求日益严格的背景下，探索绿色工艺路径成为提升环氧丙烷产业可持续竞争力的必然选择。通过绿色催化剂的应用、生产过程的优化设计以及副产物的循环利用，可以有效改善生产过程的环境影响。本文旨在

探讨绿色化工工艺在环氧丙烷生产中的创新应用，揭示其在节能减排与产业升级中的作用，为化工行业绿色发展提供借鉴。

1 环氧丙烷传统工艺存在的主要问题

环氧丙烷作为一种重要的有机化工中间体，其生产方式长期以来主要依赖氯醇法和间接氧化法。这些传统工艺在工业化过程中曾经为环氧丙烷的大规模生产奠定了基础，但其固有的缺陷逐渐暴露出来，特别是在现代绿色化工理念的要求下，这些问题显得尤为突出^[1]。氯醇法的主要问题在于副产物氯化钙的大量生成，不仅增加了废弃物处理的压力，而且对水体环境造成

潜在污染。而间接氧化法依赖有机过氧化物作为氧化剂，副产物复杂，能量消耗较高，且催化剂稳定性有限，难以适应节能减排与清洁生产的要求。长期以来，这些工艺的高能耗与高污染特征成为制约环氧丙烷产业可持续发展的瓶颈。

在工业应用中，传统工艺所带来的环境风险不容忽视。氯醇法过程中涉及的氯化氢与氯化钙的排放，既需要大量水资源用于洗涤与中和，又会导致盐分积累，影响下游水资源的再利用。间接氧化法虽然避免了氯盐的副产，但其副产物苯类、丙酮等物质需要进一步处理，否则会增加二次污染的风险。更为重要的是，这些工艺在原料利用率上存在不足，丙烯的转化率与选择性难以同时兼顾，造成能源与资源的浪费。生产过程中的废水和废气排放量大，增加了环保处理成本，也不利于企业的绿色转型。

在经济效益与环境代价的权衡中，传统环氧丙烷工艺逐渐暴露出难以克服的矛盾。随着市场对环氧丙烷需求的持续增加，这些工艺无法在保证产量的同时实现环境友好和资源节约。国家“双碳”目标的提出，更加凸显了传统工艺在碳排放控制方面的不足。工业界迫切需要一种能够兼顾高选择性、高效率和低排放的工艺路线，以推动环氧丙烷生产从依赖资源与消耗环境的粗放型模式，转变为绿色低碳、可持续发展的新型模式。

2 绿色化工理念在环氧丙烷生产中的技术创新

绿色化工理念在环氧丙烷生产中的应用，推动了技术路径的不断革新。催化剂的绿色化是技术创新的重要方向。通过开发高效、选择性强的催化剂，可以显著提高丙烯氧化反应的转化率与目标产物的收率。负载型银催化剂和钛硅分子筛催化剂的研究逐渐成熟，不仅能够降低副产物生成量，还能延长催化剂使用寿命，从而减少了工业过程中的能耗与原料浪费。新型催化剂的使用，使得氧化过程能够在较低温度下进行，减少了能源消耗，同时提高了工艺的稳定性与经济性。

反应工艺路径的创新是绿色化工在环氧丙烷生产中最具代表性的体现之一。近年来，直接氧化法逐渐成为研究热点，该工艺通过利用分子氧或空气作为氧化剂，实现丙烯一步氧化生成环氧丙烷，避免了传统路线中复杂氧化剂的使用。这种方法不仅减少了副产物的生成，降低了环境负荷，还在一定程度上简化了分离与提纯过程，缩短了工艺流程，减少了废弃物处理的压力^[2]。在工艺设计方面，研究人员不断引入过程强化技术，例如膜分离与反应耦合、微通道反应器等新型装备，使

反应条件更加稳定可控，显著提升了传质与传热效率。通过反应器集成化设计与全过程优化，能够有效降低能量消耗，提高原料利用率，为环氧丙烷绿色生产提供了坚实的技术保障。

信息化与自动化技术的引入，也为环氧丙烷的绿色生产提供了新的解决方案。过程模拟与数字化控制手段使得企业能够实时监控反应条件，及时调整运行参数，避免原料浪费和副产物积累。借助大数据分析与人工智能预测模型，能够实现生产过程的动态优化，为绿色工艺提供科学决策支持。通过这些创新路径，环氧丙烷的生产逐渐摆脱传统高耗能与高污染的局限，迈向绿色化、智能化和高效化的发展阶段。

3 绿色工艺在环氧丙烷生产中的应用效果与案例分析

绿色工艺在实际环氧丙烷生产中的应用，逐渐展现出明显的经济与环境优势。新型催化剂的使用显著提升了丙烯转化率与环氧丙烷的选择性，从而降低了副产物的处理成本。企业在引入绿色催化氧化工艺后，生产能耗降低，废水与废气排放减少，整体生产流程更趋简洁高效。通过原料利用率的提升，生产成本得到有效控制，同时产品质量更为稳定，为下游聚氨酯和表面活性剂行业提供了高纯度的原料保障。这种效果不仅改善了企业的经济收益，也增强了其在市场中的核心竞争力。

在实践应用中，绿色工艺的引入不仅优化了环氧丙烷的生产流程，还推动了产业链的协同发展。生产过程中所产生的副产物在传统模式下多作为废弃物处理，既增加了企业的环保成本，也造成了资源浪费。而绿色工艺强调副产物的资源化与循环利用，例如将部分副产物转化为可再利用的能源，或作为其他化工产品的原料，实现副产物的价值延伸^[3-7]。这一循环经济模式有效缓解了废弃物排放带来的环境压力，同时提高了资源的整体利用效率。通过绿色工艺的推广，环氧丙烷生产逐渐形成闭环的产业链结构，从单一的产品制造向综合利用和清洁生产转变。在保障生产稳定性的企业能够减少外部污染物排放，进一步提升社会责任形象与市场竞争力，为化工行业的绿色低碳转型提供了可行路径。

在案例实践中，多家化工企业通过引入绿色催化剂和对工艺流程的优化设计，逐步实现了从传统高污染生产方式向绿色清洁生产的转型。这一转型不仅显著降低了能源消耗和污染物排放，还改善了生产效率与产品质量，使企业在市场竞争中具备了更强的优势。

绿色工艺的应用帮助企业获得了政府在政策、资金和税收等方面的支持，提升了其社会声誉和行业影响力。事实证明，绿色工艺不仅仅是单纯的技术革新，更是一种顺应产业可持续发展趋势的战略性选择。通过这些成功案例的实践经验，行业能够总结可复制、可推广的路径，为更多企业实施绿色转型提供借鉴，从而加快绿色工艺在环氧丙烷生产领域的普及与深化，推动整个化工行业向低碳、高效和环保方向迈进。

4 推动绿色工艺在环氧丙烷生产中应用的实践路径

绿色工艺在环氧丙烷生产中的推广，不仅需要技术上的突破，还离不开政策引导与产业协同。政府在环保政策与产业指导上的支持，为绿色工艺的实施创造了良好环境。通过制定更为严格的排放标准与节能要求，迫使企业加快绿色转型。政府可以通过财政补贴与税收优惠，降低企业引进绿色工艺的成本压力，从而推动绿色技术在行业中的普及。政策的导向作用与市场需求的双重驱动，能够加快产业向绿色、低碳方向转型的步伐。

企业在推动绿色工艺应用的过程中，必须高度重视技术研发与人才培养，这是实现绿色转型的根本动力。只有持续加大研发投入，组建专业化的技术团队，才能在激烈的市场竞争中保持工艺与产品的领先地位。通过加强产学研合作，企业能够依托高校与科研院所的创新成果，加快绿色催化剂、新型反应器以及循环利用技术的产业化进程。人才培养也不容忽视，绿色化工的发展需要兼具化学工程、环境科学与信息技术等跨学科背景的复合型人才，以推动绿色理念在环氧丙烷生产中的深度实践^[8]。企业还应当在管理模式上积极转型，建立符合绿色发展要求的生产与运营体系，从源头减少能源浪费与污染排放，实现全过程的绿色化管理。这种多维度的努力，能够为企业长期可持续发展奠定坚实基础。

未来的发展路径还需要依托国际合作与标准建设。环氧丙烷产业在全球市场中具有广泛应用，绿色工艺的推广需要与国际先进技术接轨，通过引进与消化吸收再创新的方式，不断提升自身的工艺水平。行业标准的建立与完善，为绿色工艺的应用提供了规范依据。只有形成科学的评价体系与可操作的标准，才能使绿色

工艺在产业中得到大规模应用。通过政策、企业、科研与国际合作的共同努力，环氧丙烷生产的绿色转型将不断加快，推动整个化工行业向更加可持续和环保的方向发展。

5 结语

绿色化工工艺在环氧丙烷生产中的应用，不仅是技术革新的重要体现，更是化工产业实现可持续发展的必由之路。通过催化剂优化、工艺创新和循环利用，生产过程中的能耗与污染得到显著改善，产业链协同效应逐步形成，为企业带来经济与社会双重效益。未来，应继续加强技术研发与人才培养，完善绿色管理体系，并结合政策支持与国际合作，加快绿色工艺的普及与推广。环氧丙烷生产的绿色转型，将为化工行业低碳发展提供示范，也为构建资源节约型与环境友好型社会贡献力量。

参考文献

- [1] 董亮. 绿色化工合成技术在农业生产中的应用研究[J]. 南方农机, 2025, 56(14): 156-158+178.
- [2] 左慧云. 化学合成中绿色化工技术的应用研究[J]. 化学工程与装备, 2025, (07): 170-172.
- [3] 江宽. 碳中和背景下绿色化工技术的创新路径研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2025, (07): 59-62.
- [4] 刘尧. 绿色环保理念下化工材料在建筑设计中的应用[J]. 居舍, 2025, (20): 119-121.
- [5] 王顺. 绿色化工技术在化工工程中的应用[J]. 山东化工, 2025, 54(13): 69-70+75.
- [6] 李杜康. 绿色化工环保技术的实践应用分析[J]. 清洗世界, 2025, 41(06): 107-109.
- [7] 苑光辉. 绿色化工技术在精细化工中的应用探讨[J]. 化纤与纺织技术, 2025, 54(06): 76-78.
- [8] 李桂, 吴清波, 罗杨. 矿物颜料制备的绿色化工工艺优化[J]. 化学工程与装备, 2025, (06): 52-55+82.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS