

绿色化工技术在化工工程工艺中的应用与市场发展前景

马相亭 (东明澳科精细化工有限公司, 山东 菏泽 274500)

摘要: 化工生产中污染物排放和资源利用不充分的矛盾越来越突出, 绿色化工技术正慢慢渗透到反应工艺、废料处理等关键环节, 成为破解行业环保难题的一条重要方法。本文结合化工园区转型和企业实际生产情况, 梳理不同绿色技术的适用场景, 分析技术落地时的适配问题和优化方向, 探讨政策导向和产业升级对市场布局的影响。绿色化工技术大规模应用, 有望促进行业实现环保与效益双赢, 市场潜力会跟着转型需求慢慢释放, 同时兼顾技术更新和成本控制, 适配不同规模企业的发展需求。

关键词: 绿色化工技术; 化工工程工艺; 污染治理; 资源循环; 市场布局

中图分类号: TQ02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 009-0019-03

The Application and Market Development Prospects of Green Chemical Technology in Chemical Engineering Processes

Ma Xiangting (Dongming Aoke Fine Chemical Co., Ltd., Heze Shandong 274500, China)

Abstract: The contradiction between pollutant emissions and insufficient resource utilization in chemical production is becoming increasingly prominent. Green chemical technology is gradually permeating key processes such as reaction procedures and waste treatment, emerging as a crucial approach to addressing industry environmental challenges. By integrating the transformation of chemical parks and actual production conditions, this study examines the applicable scenarios for various green technologies, analyzes adaptation issues and optimization directions during implementation, and explores the impact of policy guidance and industrial upgrading on market positioning. The large-scale application of green chemical technology is expected to enable the industry to achieve a win-win scenario of environmental protection and efficiency. The market potential will gradually be unleashed alongside transformation demands, while also balancing technological updates and cost control to meet the developmental needs of enterprises of varying scales.

Keywords: green chemical technology; chemical engineering process; pollution control; resource recycling; market layout

传统化工工艺大多依赖高能耗、高排放的模式, 生产过程中产生的废水、废气和固体废料, 不仅给生态环境增添负担, 也和“双碳”战略下的产业转型要求存在差距。现在化工行业一方面要应对越来越严的环保管控, 另一方面还要优化产能与升级转型, 改造传统工艺和落地新型绿色技术, 成了行业突破发展瓶颈的关键。探究绿色化工技术在工程工艺中的应用场景和市场发展前景, 能给企业技术转型提供实际参考, 也能帮化工行业搭建可持续发展的模式, 推动环保目标和产业经济效益一起往前走, 具有鲜明的现实意义与行业价值。

1 绿色化工技术在化工工程工艺中的应用

1.1 绿色催化技术在化工反应工艺中的落地应用

催化反应是化工生产的核心环节, 传统催化材料大多毒性大并且不好回收, 还会产生不少副产物, 容易造成资源浪费和环境污染。绿色催化技术以原料经济性为核心, 通过研发和使用新型催化材料, 优化反应流程, 减少了无用副产物的产生, 在一定程度上提高了原料利用率。根据金属有机框架等新型材料的绿色催化剂, 选择性和稳定性都很优秀, 能适配多种有

机合成反应, 目前在精细化工与制药等领域的应用正慢慢拓展。不少企业引入这类绿色催化剂后, 简化了反应步骤, 降低了反应过程中的能源消耗, 同时也减少了有害污染物的排放。只是绿色催化材料的研发成本不低, 不少企业因为资金压力, 很难大规模使用上这项技术, 而且不同反应体系对催化剂的适配程度也不一样, 这在一定程度上拖慢了技术推广的速度。

绿色催化技术并不是万能, 得结合具体生产场景做定制化优化。在化工原料转化反应中, 绿色催化剂能有效降低反应的温度和压力, 既能减少能源消耗, 也能降低反应过程中的安全风险。和传统催化技术比起来, 绿色催化技术更符合环保的要求, 从长远来看, 能帮助企业降低环境治理的成本, 提升产品的市场竞争力。但目前部分绿色催化材料的回收技术还不够成熟, 有可能产生二次污染, 这也是后续技术优化要解决的问题, 或许可以通过企业、高校、科研机构一起攻关, 推动催化材料的回收和循环利用, 进一步完善绿色催化技术体系^[1]。

1.2 溶剂替代技术在精细化生产中的绿色适配

有机溶剂是化工生产中离不开的辅助材料, 传统

有机溶剂多是苯系物这类易挥发、毒性大的物质，容易造成 VOCs 排放，既危害生态环境，也会影响人体健康。

溶剂替代技术作为绿色化工的组成部分，主要是选用低毒、低挥发、可回收的环保溶剂，替换掉传统的高污染溶剂，从源头减少污染物排放，适配精细化生产的环保需求。在油墨制造、电子胶带生产等领域，已经有企业慢慢用醇类和酯类溶剂，替换甲苯、二甲苯这些有害溶剂，完成了重点企业溶剂体系的更新，同时也优化了产品结构，提升了产品品质^[2]。

在选择环保溶剂时，要兼顾溶解性、适配性和经济性，不同化工产品的生产工艺对溶剂的要求不一样，盲目替换可能会影响产品纯度和生产效率。部分环保溶剂的价格比传统溶剂高，短期内可能会增加企业的生产成本，这也是不少中小企业不愿意主动采用这项技术的原因。

不过随着环保管控越来越严，高污染溶剂的使用受到限制，溶剂替代会慢慢成为行业转型的方向，未来环保溶剂实现规模化生产后，市场价格可能会下降，这项技术的经济性也会伴随提升。另外，溶剂回收技术的同步发展，能实现环保溶剂的循环利用，从而减少生产过程中的溶剂消耗，提高技术的应用价值，这在一定程度上反映出溶剂替代技术和资源循环理念的协同发展趋势。

1.3 资源循环技术在化工废料处置中的实践应用

化工生产中难免会产生大量废水、废气和固体废物，以前的处置方式大多用焚烧和填埋的方式进行处理，不光浪费了能回收再用的资源，还可能造成二次污染。资源循环技术就是围绕“减量化、再利用、资源化”这个思路，把生产废料变成能再利用的资源，既能最大程度利用资源，又能达到环保治理的效果，刚好符合化工行业可持续发展的需求。以废水处理来看，用先进的处理工艺，既能让废水达到排放要求，还能把废水里有价值的物质回收起来，再用到生产中，提高资源的利用率；处理固体废物时，也能把炼钢炉渣和化工废渣这类东西转化成建筑材料，或者通过优化工艺让废料重新被利用起来。

资源循环技术的落地得有完善的工艺体系和设备做支撑，不同类型的化工废料，适合的回收利用方式不一样，得结合企业的实际生产情况，量身定制合适的方案。现在一些大型化工企业，已经搭建起了完整的资源循环体系，能把生产中产生的废料全部回收和分级利用，不光减少了环保治理的成本，还能高效利用资源，让企业的综合效益得到提升。

但对中小企业来说，投入资源循环设备的成本不

低，技术门槛也较高，很难实现大规模落地。这种差距可能会让化工行业的绿色转型出现不均衡的情况，或许可以依靠政策扶持与产业链上的企业一起合作，把资源循环技术推广到更多中小企业，让整个行业的绿色发展生态更完善。

2 绿色化工技术的市场发展前景

2.1 政策协同驱动下的市场扩容趋势

“双碳”战略的深入推进与环保政策的持续收紧，这给绿色化工技术的市场发展提供了支撑。各地也陆续出台了化工行业绿色转型的扶持政策，鼓励企业引进绿色化工技术和改造传统生产工艺，对绿色转型做得好的企业，还会给予资金补贴和减免税收这样的优惠，帮助企业减轻技术转型的成本压力。与此同时，环保管控的标准一次次提高，迫使传统化工企业加快升级技术，逐步淘汰高污染与高能耗的生产模式，这也让绿色化工技术的需求越来越大，从而带动市场规模一点点扩大^[3]。

政策对绿色化工市场的影响能明显看出阶段性的特点。短期来看，政策扶持能快速带动市场需求，让这项技术率先普及起来；长期来说，随着行业慢慢完成绿色转型，市场需求会从依靠政策推动，变成依靠效益带动。应用绿色化工技术以后，不光能帮企业达到环保要求，还能通过提高资源利用率、降低生产成本，给企业带来更多经济效益，这种环保和效益双赢的情况，或许会进一步带动市场需求的释放。另外，跨区域一起做环保治理的推进，也可能让绿色化工技术在全国范围内普及，打破区域之间的市场壁垒，形成规模化的市场发展格局。

2.2 技术迭代赋能的产业升级潜力

绿色化工技术的不断更新是推动市场发展的重要动力。现在企业、高校、科研机构的协同攻关越来越深入，新型绿色技术、绿色材料的研发速度也跟着提升，技术的适配性、经济性也在慢慢变好，给市场发展增添了不少新活力。绿色催化、生物化工、工艺简化这些技术的融合使用，能把化工生产全流程都改成绿色模式，适配更多细分化工领域的转型需求，拓宽技术的应用范围。比如，把生物化工技术和绿色催化技术结合起来，就能高效转化成可再生资源，做出生物塑料和生物药物这类产品，兼顾环保性与经济性，慢慢替换掉传统化工产品，推动产业结构优化升级。

技术更新可能会催生出新的市场需求和商业模式，让绿色化工市场从只做单一的技术服务和设备供应，变成能提供全产业链绿色解决方案。现在已经有部分企业开始布局绿色化工全产业链，把技术研发、设备制造、工艺改造、废料回收这些环节都包含进来，

提升产业协同的效率,增强自己在市场上的竞争力。不过技术更新也可能引发行业洗牌,有技术研发能力的企业占据市场主导地位,而那些缺少技术创新能力的企业,可能会被行业淘汰。这种行业格局的调整,或许能推动绿色化工产业往高端化、集中化方向走,提升整个产业的发展质量^[4]。

2.3 跨领域融合催生的市场新场景

绿色化工技术和新能源、新材料、智能制造这些领域的融合,正在催生出新的市场场景,拓宽技术的应用范围,让市场需求变得更多样。在新能源领域,绿色化工技术能用来生产光伏材料和储能材料,帮助搭建新型能源体系,比如利用煤基硅材料产业链,开发高纯硅烷、半导体芯片硅料这类产品,满足光伏和半导体行业的发展需求;在智能制造领域,把绿色化工技术和数字化控制技术结合,能实现化工生产全流程的智能化和绿色化管控,提升生产效率和环保治理水平。

跨领域融合的深度和广度,可能会影响绿色化工市场的发展速度和规模。随着“双碳”战略一步步推进,新能源与新材料这些领域发展得越来越快,对绿色化工产品的需求也会一直增加,给绿色化工技术留出了很大的市场空间。比如,搭建氢能产业链的时候,会带动绿色化工技术在氢气制造、储存、运输等环节的应用,形成新的市场增长点;在环保治理领域,把绿色化工技术和精准治污、智慧监管技术结合,能对化工园区进行系统化的环境治理,提升环保治理的效果,贴合化工园区绿色转型的需求。这种跨领域融合的发展趋势,可能会让绿色化工技术跳出单一的化工领域,往多领域协同发展的方向走,丰富市场的发展生态^[5]。

2.4 绿色化工落地的实际案例解析

江苏省张家港市的扬子江国际化工园,是长江流域规模最大的精细化工园区,之前也碰到过生产自动化程度低、无组织废气排放严重这些行业里常见的问题,它的绿色转型实践,给绿色化工技术的市场落地提供了很实在的参考。这个园区创新性地搭建了生产工艺链、污染控制链、监测监管链协同的治理模式,全面引进绿色化工技术,推动产业绿色升级,是国内化工园区绿色转型的标杆案例。

在工艺升级方面,园区推动龙头企业引进智能化生产控制系统,实现投料、分散等全流程密闭化生产,同时推广溶剂替代技术,引导油墨、电子胶带这些企业,用醇类、酯类溶剂替换甲苯、二甲苯等有害溶剂,完成了重点企业溶剂体系的全面更新。

污染治理方面,靠科技溯源的手段,精准找到VOCs的排放源头,推动企业加装在线监控仪表、更

换环保型密封阀,用高效焚烧装置替换传统火炬,大幅提升了减排效率。在资源循环和新能源融合上,园区依托氢气制造技术,搭建起氢能产业链,不光能满足园区内部的运输供能,还能辐射到周边的公共服务领域,让碳排放一直下降。

从这个案例可以看出,绿色化工技术要大规模落地,离不开政策引导、企业联动和科技支撑,在落地之后也能实现环保效益和产业效益的同步提升。园区依靠“三链”协同的模式,解决了化工企业“治反复、反复治”的难题,推动传统产业往高端化、绿色化转型,也能证明绿色化工技术在化工园区这个场景下的可行性。这种实践经验,或许能给其他化工园区和企业的绿色转型提供借鉴,从而推动绿色化工技术在市场上的普及。

3 总结

绿色化工技术在化工工程工艺中的应用,已经慢慢变得多样化。比如绿色催化、溶剂替代、资源循环这些技术,落地之后慢慢解决了传统化工的环保难题,也给化工行业转型提供了有效的路径。它的市场发展好不好,会受政策、技术、产业融合这些因素的影响,政策扶持和技术更新能帮助扩大市场规模,跨领域融合还能催生出不少新的应用场景,典型案例的实践也为技术普及奠定了基础。现在绿色化工技术发展还面临一些问题,比如成本偏高、中小企业转型滞后,未来需要兼顾技术优化和成本控制,让企业、高校、科研机构一起发力开展创新,完善产业链支撑体系。整体来看,绿色化工技术的市场潜力会慢慢释放,有望逐渐成为化工行业高质量发展的核心支撑,带动环保和产业经济一起稳步发展。

参考文献:

- [1] 秦永达,刘纪强.绿色化工技术在化工生产中的应用与发展[J].化纤与纺织技术,2025,54(11):78-80.
- [2] 万婷.绿色化工技术在化工工程工艺中的应用[J].化纤与纺织技术,2023,52(12):60-62.
- [3] 孙亮亮.绿色化工技术在精细化工中的应用[J].化工管理,2022(32):67-70.
- [4] 葛卫国.绿色化工环保技术在工业生产中的应用与发展[J].化学工程与装备,2021(11):197-198+204.
- [5] 任国伟.绿色化工技术在精细化工中的应用[J].化工管理,2021(19):71-72.

作者简介:

马相亭,男,汉族,中共党员,山东曹县普连集镇人,本科,中级职称,总经理,研究方向:化工工程工艺技术。