

绿色化工工艺对化工产品贸易竞争力的提升

王振环 逢晓霞 张仰敏(山东鲁轻安全评价技术有限公司, 山东 济南 250101)

摘要:本研究聚焦于绿色化工工艺对化工产品贸易竞争力的提升作用。通过深入剖析绿色化工工艺的内涵、核心技术及其全球发展态势,构建化工产品贸易竞争力评估指标体系,探究传统及绿色因素对贸易竞争力的影响。研究发现,绿色化工工艺主要通过成本降低与效率提升、产品质量与差异化优势塑造、应对贸易壁垒及借助政策支持等机制,有效提升化工产品贸易竞争力。据此,提出了加大技术创新投入、推动产业结构升级、实施绿色供应链管理以及加强国际合作交流等策略建议,旨在为化工产业在绿色发展背景下增强国际市场竞争力提供理论支持与实践指导。

关键词:绿色化工工艺;化工产品;贸易竞争力;成本效率

中图分类号:TQ02 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5167(2025)016-0037-03

Green chemical processes enhance the competitiveness of chemical product trade

Wang Zhenhuan, Pang Xiaoxia, Zhang Yangmin (Shandong Luqing Safety Evaluation Technology Co., Ltd., Jinan Shandong 250101, China)

Abstract: This study focuses on the role of green chemical processes in enhancing the competitiveness of chemical product trade. By delving into the connotation, core technologies, and global development trends of green chemical processes, constructing an evaluation index system for the competitiveness of chemical product trade, and exploring the impact of traditional and green factors on trade competitiveness. Research has found that green chemical processes mainly enhance the competitiveness of chemical product trade through mechanisms such as cost reduction and efficiency improvement, shaping product quality and differentiation advantages, addressing trade barriers, and leveraging policy support. Based on this, strategic suggestions have been proposed to increase investment in technological innovation, promote industrial structure upgrading, implement green supply chain management, and strengthen international cooperation and exchange, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the chemical industry to enhance its international market competitiveness in the context of green development.

Keywords: green chemical process; Chemical products; Trade competitiveness; Cost-efficiency

化工贸易作为全球经济的关键组成部分,在国际市场上占据着举足轻重的地位。化工产品广泛应用于各个领域,从日常生活中的塑料制品、清洁用品,到工业生产中的基础原料、精细化学品,再到高端科技领域的特殊材料等,其种类繁多且不可或缺。据统计,全球化工产品贸易额在过去几十年中持续增长,在国际贸易总量中占据着相当大的比重,为各国经济增长、就业创造以及技术创新提供了重要支持。

近年来,随着全球环保意识的不断增强以及可持续发展理念的深入人心,化工行业面临着前所未有的挑战与机遇。传统化工生产过程中存在的高能耗、高污染以及资源浪费等问题日益凸显,这不仅对生态环境造成了严重破坏,也引发了社会各界对化工行业未来发展的担忧。在这样的背景下,绿色化工工艺应运而生,成为化工行业实现可持续发展的关键路径。

1 绿色化工工艺的内涵

绿色化工工艺,又被称为可持续化学工艺,是指在化工产品的整个生命周期内,从原料获取、生产过程、产品使用到最终处置,都遵循可持续发展原则,以最大限度减少对环境和人类健康产生负面影响的化

学工业生产过程及技术,是一种环境友好型的化工生产方式。绿色化工工艺的根本目的在于最大程度地节能减排,降低工业生产过程对环境造成的污染,提高经济效益,推动社会可持续发展。

绿色化工工艺遵循一系列严格的原则。预防原则要求在生产和加工过程中,从源头上最大限度地减少或消除污染物的产生,通过过程改进、工艺优化和清洁生产技术,降低污染物排放量,并对潜在污染物进行有效控制,防止其泄漏或扩散到环境中。原子经济性原则强调设计合成方法时,应使生产加工过程中的材料尽可能多地进入最后的产品,通过开发新的反应途径、用催化反应代替化学计量反应等手段,提高反应的原子利用率。无害(或少害)的化工过程原则规定,所采用的原料与生成的产物对人类与环境都应当是低毒或无毒的,尽可能选用或产出对人体或环境毒性很小甚至无毒的物质。设计无危险化工产品原则要求设计生产的产品性能在满足需求的同时,限制其毒性,避免使用和生成毒性较大、容易形成污染的物质。安全的溶剂和助剂原则提出,所使用的辅助物质包括溶剂、分离试剂和其他物品应是无害的,用无毒、无

害的溶剂取代挥发性的有机溶剂，如采用超临界流体，特别是超临界二氧化碳来代替有机溶剂。设计要讲求能效原则表明，加工过程的能源要求应考虑对环境和经济的影响并尽量节省，尽可能降低化学过程所需能量，合成程序尽可能在大气环境的温度和压强下进行。使用可再生的原料原则倡导，当技术和经济上可行时，原料和加工厂粗料都应可再生，例如利用生物或农业废物如多糖类制造新型聚合物。

围绕这些原则，绿色化工工艺发展出了一系列核心技术。绿色催化剂技术是其中重要的一环，例如生物催化剂和酶催化剂，它们具有高选择性、温和反应条件等优点，可以减少副产品的产生和环境污染。在某些有机合成反应中，传统催化剂可能需要高温高压条件，且选择性较低，产生大量副产物；而生物催化剂能够在接近常温常压的条件下高效催化反应，且对目标产物具有高度选择性，大大减少了后续分离和处理副产物的成本和环境压力。

绿色溶剂技术致力于开发无毒无害的溶剂来代替挥发性的有机化合物溶剂，目前研究较多的有无水体系、水相体系以及超临界流体溶剂等。超临界二氧化碳萃取技术在天然产物提取领域得到广泛应用，它利用超临界二氧化碳对某些特殊天然产物具有良好溶解性的特性，在接近室温的条件下进行萃取，将萃取分离和去除溶剂等多个单元过程合为一体，大大简化了工艺流程，提高了生产效率，同时不存在溶剂残留污染、不污染环境。

2 绿色化工工艺提升竞争力的机制与路径

2.1 成本降低与效率提升

在资源利用率方面，绿色化工工艺通过创新技术和优化流程，实现了对原材料的高效利用。原子经济反应技术致力于使化学反应的原子利用率最大化，理想状态下，原料中的原子能够100%转化为目标产物，这极大地减少了原料的浪费，提高了资源利用效率。在某些有机合成反应中，传统工艺可能会产生大量的副产物，导致原料的浪费和后续处理成本的增加；而采用原子经济反应技术，能够精准地将原料转化为目标产物，避免了副产物的生成，使企业在相同的原料投入下获得更多的产品产出，从而降低了单位产品的原料成本。

绿色化工工艺在降低能耗方面也成效显著。许多绿色化工技术采用了温和的反应条件，避免了传统工艺中高温、高压等苛刻条件对能源的大量消耗。一些新型的催化技术能够在较低的温度和压力下促进反应的进行，减少了加热和加压设备的能源需求。生物催化技术利用生物酶的高效催化活性，在接近常温常压

的条件下实现化学反应，与传统化学催化相比，显著降低了能源消耗。据研究表明，在某些生物发酵过程中，采用生物催化技术可使能耗降低30%-50%，这不仅降低了企业的生产成本，还有助于减少温室气体排放，实现可持续发展。

废弃物处理成本是化工企业运营成本的重要组成部分，绿色化工工艺通过源头控制和循环利用等方式，有效降低了这一成本。绿色化工工艺强调从源头上减少废弃物的产生，通过改进生产工艺和使用环保材料，避免或减少了有毒有害物质的排放。一些企业采用绿色溶剂替代传统的挥发性有机溶剂，减少了废气的产生和处理成本；在生产过程中，通过优化反应条件和催化剂选择，减少了副产物的生成，降低了废弃物的处理难度和成本。绿色化工工艺注重废弃物的循环利用，通过建立完善的回收和再利用体系，将废弃物转化为有价值的资源，实现了资源的循环利用，进一步降低了废弃物处理成本。在一些化工园区，通过集中处理和循环利用废弃物，实现了园区内资源的共享和废弃物的零排放，不仅降低了单个企业的废弃物处理成本，还提高了整个园区的经济效益和环境效益。

2.2 产品质量与差异化优势

绿色化工工艺能够有效提升化工产品的质量。在传统化工生产中，由于反应条件难以精准控制、原料杂质较多以及副反应的存在，产品质量往往存在波动，难以满足高端市场对产品纯度、稳定性和性能的严格要求。而绿色化工工艺通过采用先进的技术和设备，能够实现对生产过程的精准控制，减少杂质的引入和副反应的发生，从而提高产品的纯度和稳定性。在高端电子化学品的生产中，绿色化工工艺利用超纯原料和精密的分离技术，能够生产出纯度高达99.999%以上的产品，满足了电子行业对高纯度化学品的需求，确保了电子产品的高性能和可靠性。

绿色化工工艺在产品性能方面也有显著提升。通过优化化学反应路径和采用新型材料，绿色化工工艺能够赋予产品更优异的性能，如更高的强度、更好的耐腐蚀性、更低的毒性等。在材料科学领域，采用绿色合成技术制备的新型材料，具有独特的微观结构和性能，能够满足航空航天、汽车制造等高端领域对材料性能的苛刻要求。一些绿色合成的高性能聚合物材料，具有轻量化、高强度、耐高温等特点，被广泛应用于航空航天零部件的制造，提高了飞行器的性能和燃油效率。

在满足高端市场需求方面，绿色化工工艺具有明显的优势。随着科技的不断进步和人们生活水平的提高，高端市场对化工产品的质量和性能要求越来越高，

同时对产品的环保性能也提出了严格要求。绿色化工工艺生产的产品，不仅质量和性能卓越，而且符合环保标准，能够满足高端市场对绿色、可持续产品的需求。在医药、食品添加剂等领域，对产品的安全性和环保性要求极高，绿色化工工艺通过采用无毒无害的原料和绿色生产技术，能够生产出符合严格质量和环保标准的产品，赢得了高端市场的青睐。

绿色化工工艺还能够帮助化工企业形成差异化竞争优势。在竞争激烈的化工市场中，产品同质化现象严重，企业要想脱颖而出，就必须打造独特的竞争优势。绿色化工工艺生产的绿色环保产品，与传统化工产品相比，具有更低的环境风险和更好的可持续性，这使得企业能够在市场中树立良好的品牌形象，吸引那些注重环保和可持续发展的客户。一些企业通过采用绿色化工工艺，生产出具有独特性能和环保优势的产品，如可生物降解的塑料制品、低 VOC（挥发性有机化合物）涂料等，这些产品在市场上具有较高的辨识度和竞争力，帮助企业在竞争中占据优势地位。

3 提升化工产品贸易竞争力的策略建议

3.1 技术创新与研发投入

技术创新是推动绿色化工工艺发展和提升化工产品贸易竞争力的核心驱动力，加大研发投入则是实现技术创新的关键保障。政府应充分发挥引导和支持作用，制定并完善相关政策法规，为绿色化工技术创新营造良好的政策环境。设立专项科研基金，加大对绿色化工技术研发项目的资金支持力度，鼓励科研机构和企业积极开展绿色化工技术的研究与开发；出台税收优惠政策，对从事绿色化工技术研发的企业给予税收减免，降低企业的研发成本，提高企业的创新积极性；建立科技成果转化激励机制，对在绿色化工技术创新和成果转化方面取得突出成绩的单位和个人给予奖励，促进科技成果的快速转化和应用。

3.2 产业结构调整与升级

政府应加强产业规划和引导，制定科学合理的化工产业发展规划。明确绿色化工产业在国民经济中的战略地位和发展方向，确定重点发展领域和关键技术，为企业提供清晰的发展指引。根据不同地区的资源禀赋、产业基础和市场需求，制定差异化的产业发展政策，引导各地化工产业因地制宜、错位发展。在资源丰富的地区，重点发展基础化工原料产业，并延伸产业链，提高产品附加值；在技术和人才优势明显的地区，大力发展高端精细化工和化工新材料产业，提升产业的科技含量和竞争力。加强对化工产业园区的规划和建设，引导化工企业向园区集聚，实现产业的集群化发展。

3.3 绿色供应链管理

绿色采购是绿色供应链管理的源头环节，企业应优先选择环保材料和产品，与供应商建立长期稳定的合作关系，共同推动环保目标的实现。制定绿色采购标准和规范，明确对原材料、零部件等的环保要求，要求供应商提供产品的环保检测报告和相关认证证书；对供应商进行环保评估，考察供应商的生产过程、环保措施、社会责任履行等情况，确保供应商符合绿色标准。加强与供应商的沟通与合作，共同开展环保技术研发和创新，推动供应商采用更环保的生产工艺和材料，减少原材料采购环节对环境的影响。

4 结论

绿色化工工艺作为化工行业实现可持续发展的核心路径，对化工产品贸易竞争力的提升具有多维度、深层次的影响，在全球经济与环保协同发展的大背景下，其重要性愈发凸显。从成本与效率维度来看，绿色化工工艺通过提高资源利用率、降低能耗以及减少废弃物处理成本等方式，显著降低了化工企业的生产成本，提高了生产效率。原子经济反应技术使原料得到更充分利用，避免了资源浪费；温和反应条件的绿色化工技术大幅降低了能耗；源头控制和循环利用手段有效减少了废弃物处理成本。这些都增强了化工企业在国际市场上的价格竞争力，使企业能够以更具优势的价格提供产品，从而吸引更多国际客户，扩大市场份额。

参考文献：

- [1] 施正凤. 我国化工产品出口的国际竞争力分析 [J]. 中国经贸 ,2016(13):34-35.
- [2] 王新春. 化学工程与工艺中绿色化工技术的应用 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A,2023(04):21.
- [3] 王六, 薛录召, 白瑾. 以先进管理手段助力企业绿色发展 [J]. 中国煤炭工业 ,2023(06):71-73.
- [4] 陶斯安. 基础化工企业绿色供应链管理对企业绩效的影响研究——绿色创新的中介作用 [D]. 镇江:江苏省大学 ,2021.
- [5] 卢奕先. 提升化工工艺节能降耗的途径探析 [J]. 当代化工研究 ,2024(16):167-169.

作者简介：

王振环（1992-），男，汉族，山东泰安人，本科，注册安全工程师，研究方向：化工工艺。
逄晓霞（1992-），女，汉族，山东青岛人，本科，注册安全工程师，研究方向：化工工程、化工工艺。
张仰敏（1987-），男，汉族，山东济宁人，本科，中级工程师，研究方向：化工机械、化工工程、化工工艺。