

化学工程工艺中环保化工技术的应用研究

张文文¹ 刘电康²

1. 淄博典石项目管理有限公司 山东淄博 255300

2. 山东齐创石化工程有限公司 山东淄博 255000

摘 要: 随着全球环境问题的加剧和可持续发展理念的深入人心, 化学工程工艺与环保化工技术的融合已成为推动化工行业转型升级的关键。本文探讨环保化工技术在化学工程工艺中的应用, 概述其内涵与重要性, 阐述应用原材料、选择催化剂、确保反应速率等关键要点, 并针对其应用提出改进工艺流程、科学布局场地设施等策略, 以提升生产效率和环境效益。本文的研究为化工行业实现绿色可持续发展提供了理论指导和实践参考。

关键词: 化学工程; 环保化工; 工艺流程; 工艺改进

随着工业化进程的加速, 化学工业在推动经济发展的同时, 也带来严重的环境污染问题。据中国石油和化学工业联合会统计, 截至 2022 年, 我国石化行业全年营业收入达到 16.56 万亿元, 利润总额达到 1.13 万亿元, 但化工产业的大规模生产也给环境带来了巨大压力。传统的化工工艺存在高能耗、高污染等问题, 与我国当前提倡的绿色发展理念相悖。由此, 环保化工技术应运而生, 凭借无污染、节能、降耗等优势, 既能减少污染物排放、降低环境破坏, 又能提高资源利用率、降低成本, 实现经济效益与环境效益双赢, 为化工工艺带来革命性变革。

1 化学工程工艺与环保化工技术的概述

1.1 化学工程工艺

化学工程工艺在于化学学科与化工领域的深度交叉融合, 在制造业的生产实践中, 工业产品的制造高度依赖于精确调控的化学反应过程。若缺乏适宜且精准的化学反应, 不仅会直接导致产品制造失败, 还可能诱发一系列质量问题, 进而增加后续处理的难度与成本。在此复杂过程中, 有效实现副产品的资源化回收利用, 对于全面提升生产效率具有重要的作用。引入并应用先进的化工环保技术, 不仅能够显著提升化工产品的制造品质与作业效率, 同时还可有效缓解生产环节中的环境污染问题。

1.2 环保化工技术

环保化工技术的核心目标在于对现有化工行业的化学应用过程进行优化升级, 通过持续的技术创新与基本原理的合理应用, 力求实现催化剂与溶剂使用量的显著降低。鉴于

部分催化剂与溶剂在工业生产中的使用可能对环境造成潜在污染, 环保化工技术的广泛推广与应用, 对于推动整个化工行业的可持续发展具有重要的作用。其宗旨在于减轻对自然生态环境的负面影响, 有效遏制有毒有害物质的生成与排放^[1], 并同步推进化工生产废弃物的资源化循环利用, 从而大幅提升资源的综合利用效率。

2 环保化工技术的应用要点

2.1 应用环保型的原材料

环保化工技术的一个显著且重要的特点, 在于其积极倡导并倾向于采用具备显著环保特性的原材料来进行工业化生产。在复杂多变的化工生产过程中, 原材料经过一系列精心设计的化学方法催化转化, 最终成为所需的材料。这一转化过程对于整个生产流程而言, 具有无可替代的重要性。原材料的环保属性, 不仅直接关系到环保化工技术的实施效果, 更对整体生产效益产生深远影响。因此, 在实际生产过程中, 必须在确保生产效率不受任何负面影响的前提下, 将选用低污染性、低毒性特征的原材料作为首要考虑因素, 最大程度地减轻化工生产活动对自然环境及生态系统的潜在危害, 为实现可持续发展目标奠定基础。在选取环保型原材料时, 还应充分考虑到其可再生性、生物降解性以及在整个生命周期中对环境的影响。通过引入更多可再生资源, 如生物物质材料、天然高分子等, 进一步减少对传统化石资源的依赖, 降低温室气体排放, 从而推动化工产业向更绿色、低碳的方向转型。

2.2 合理选择催化剂

在化工生产流程中, 催化剂作为提高化学反应速率与效率的重要辅助手段, 其选择与使用显得尤为重要。合适的催化剂不仅能确保化学反应效果达到预期, 还能显著减少因催化剂使用不当而引发的环境污染问题, 进而帮助企业降低生产成本, 提升整体生产效益^[2]。在选择催化剂时, 必须明确目标产物及化学反应的具体目标, 确保所选催化剂能够精准匹配并促进反应的进行。

3 化学工程工艺中环保化工技术的应用

3.1 清洁生产技术的应用

清洁生产技术因其废弃物产生量少、低毒性和低污染性特性而备受瞩目。近年来, 我国积极响应环保号召, 颁布一系列环保政策以推动环保事业发展。在工业生产领域, 如冶金、煤气生产和生化产品加工等行业, 辐射热加工等清洁技术得以广泛应用, 有效规避了环境污染问题。特别是在冶金行业中, 辐射热加工系统凭借精确控温技术实现了金属材料的高效处理, 与传统工艺相比, 烟尘排放量减少了 62%; 煤气净化过程中, 分子筛吸附工艺取代了化学洗涤法, 硫化物去除率提升至 98% 以上; 印染工程中, 超临界 CO₂ 流体染色技术的产业化应用彻底解决了传统工艺中的重金属废水排放问题, 节水效率高达 75%。此外, 清洁生产技术在民用领域同样展现出巨大潜力, 如生活垃圾辐射裂解装置利用 γ 射线精准分解有机物, 二噁英排放浓度控制在 0.1ng TEQ/m³ 以下; 厌氧发酵-沼气联产系统在城乡结合部的规模化应用, 单套装置日均处理有机垃圾 50 吨, 年产清洁燃气 182 万 m³, 足以满足 2000 户家庭的供暖需求。

3.2 催化技术的应用

催化技术在环保化工领域占据核心位置, 化工企业借助催化技术提升反应效率、增强生产效能并扩大生产规模。然而, 历史上部分企业为降低成本, 采用性价比低且污染性高的催化剂, 这不仅限制了效能, 还引发原材料浪费与环境污染。与之相反, 现代环保化工催化技术虽初期投入较高, 但性价比高, 能显著提升催化剂利用效率并减轻环境影响^[3]。随着技术进步, 我国普遍采用固体催化剂替代液体催化剂, 既降污又提效, 促进经济效益与环保双赢。以煤化工为例, 新型分子筛催化剂在甲醇制烯烃工艺中, 单程转化率大幅提升至 85%, 寿命延长 3.8 倍。针对液体催化剂的环境风险, 多级孔道 TS-1 钛硅分子筛工业化应用, 丙烯环氧化反应中

催化剂回收率高达 99.2%, 危废产生量锐减 94%。在污染物治理中, VOCs 催化燃烧系统采用高效双金属催化剂, 使甲苯降解温度大幅下降至 220℃, 能耗降低 37%, 同时彻底避免二次污染。

3.3 生物技术的应用

在化工环保技术中, 生物技术主要聚焦于生物化学工程领域, 其中涉及细胞代谢调控与基因表达调控等复杂问题。随着生物酶技术的持续进步与创新, 这些问题在实践中愈发凸显其重要性。在生物化学工艺的生产流程中, 生物技术的巧妙运用能够展现出卓越的催化效能, 显著加速化学反应进程, 并有效抑制化学污染物的生成。农业生产中, 小麦秸秆作为一种可再生资源, 通过先进的生物合成技术, 可高效转化为乳酸, 进而制备出聚乳酸材料, 该材料在生物降解塑料领域展现出巨大潜力, 相比传统聚乙烯塑料, 其降解效率大幅提升, 据研究数据显示, 聚乳酸塑料在自然条件下的降解周期可缩短至数月至一年, 有效解决了聚乙烯塑料难以降解的全球性问题。在工业生产实践中, 生物技术的合理利用不仅能够深度介入生物化学工艺与微生物发酵等关键领域^[4], 还能促进环境资源的优化配置, 为实现环境保护目标提供强有力的技术支撑。

3.4 环保产品的应用

随着我国经济社会的快速发展, 环境问题已成为制约可持续发展的重大瓶颈, 社会各界对环境保护的重视程度日益加深, 环境保护政策与措施相继出台。在此背景下, 环保产品的开发与应用对于推动行业绿色转型与社会可持续发展具有深远意义。鉴于环境污染问题的严峻性及其对民众日常生活与健康构成的威胁, 研发具有优异环保性能的产品已成为破解这一难题的关键所在。通过不懈努力, 环保产品在减轻环境污染、恢复生态效益方面发挥了积极作用。以汽车行业为例, 随着其快速发展, 汽车尾气排放已成为城市空气污染的主要来源之一。借助环保化工技术, 对汽车尾气成分进行精准分析, 并据此采取针对性减排措施, 如开发高效尾气净化催化剂, 据研究显示, 该类催化剂可使汽车尾气中的有害物质如一氧化碳、碳氢化合物及氮氧化物的排放量降低 30%-50%, 有效缓解了空气污染问题。此外, 塑料制品作为日常生活中不可或缺的一部分, 其广泛使用虽带来了便利, 但也给环境带来了沉重负担。鉴于塑料难以自然降解的特性, 环保化工技术致力于开发可降解塑料制品, 如聚乳酸

塑料, 据实验数据表明, 该类塑料在自然环境中可在几个月至一年内完全降解, 极大减少了对生态环境的破坏, 为解决塑料污染问题提供了有效途径

4 基于环保化工技术提高化学工程工艺的具体策略

4.1 改进化工工艺流程

在进行化工工艺设计时, 需全面考虑产品质量要求、经济效益最大化及实际操作可行性, 确保设计方案与这些关键指标紧密相连。通过精细化的设计流程, 减少不必要的能耗和浪费。

(1) 实施能量精细化调整, 引入联合供热系统: 针对化工反应中的热能需求进行深入分析, 对能量分布模式进行精细化调整。通过引入联合供热系统, 实现能量的高效利用和精准控制, 减少热能损耗, 提高能效。

(2) 应用变频电动机, 实现动力匹配节能: 根据化学反应过程中的实际需求, 采用变频电动机提供动力匹配。通过变频调速技术, 实现电动机在不同工况下的高效运行, 减少不必要的能耗, 达到显著的节能效果。

(3) 更新化学工艺设备, 提升资源利用效率: 针对化学反应可能存在的效率低下问题, 及时更新化学工艺设备。采用先进的工艺设备, 提高反应效率和废弃物资源化利用率, 减少资源浪费, 提升整个生产过程的环保性能。

4.2 科学布局场地设施

在采取环保技术时, 化工企业应综合考虑经济性、安全性及环保性等多元因素, 制定详细且可行的策略, 强化生产环节的竞争力。

(1) 科学规划与合理布局化工设备安装位置: 化学工程设计专业人员需依据实际生产状况, 对化工设备的安装位置进行科学规划与合理布局, 包括新设备的设计研发、满足产品特定工艺需求及设备安装技术规范等。

(2) 优化厂房布局规划, 充分利用自然条件: 在厂房布局规划中, 应充分考虑地形地貌、风向等自然条件, 通过优化布局减少能耗和环境污染, 如将配电室与控制室置于核心区域, 确保设备与生产流程的紧密协同^[5]。

(3) 坚持整洁有序原则, 设计高效车间布局: 车间布局设计应遵循整洁有序、协调统一的原则, 确保各类设备之间顺畅协作, 提高工作效率。

(4) 科学规划管线设备布置, 设立专门存放区域: 对工作区域内的管线设备进行科学规划, 明确标识不同类型管道, 设立专门区域集中存放有毒有害及腐蚀性物质, 防止对生产环境造成污染, 确保生产安全。

5 结语

环保化工技术在化学工程工艺中的应用, 不仅是化工行业响应国家环保政策、实现绿色转型的必由之路, 也是企业提升生产效率、降低成本、增强市场竞争力的关键所在。通过实施清洁生产技术、催化技术、生物技术及推广环保产品, 化工行业得以在保障生产效率的同时, 显著降低环境污染, 实现经济效益与生态效益的双赢。改进化工工艺流程与科学布局场地设施, 推动化工生产的精细化、高效化与可持续化。随着环保技术的不断创新与应用, 化工行业将迈向更加绿色、低碳、循环的发展道路, 化工企业应持续加大环保技术研发投入, 优化生产流程, 提升环保管理水平。

参考文献:

- [1] 张晶, 卞进, 邬永利, 等. 基于化学工程中的化工生产工艺研究[J]. 内蒙古石油化工, 2024, 50(11): 7-10+109.
- [2] 孙永强, 刘鹏, 张尧, 等. 炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术优化与清洁生产研究[J]. 山西化工, 2025, 45(01): 156-158.
- [3] 董雁春. 基于专利分析的甲基苯乙烯生产技术及应用研究进展[J]. 精细与专用化学品, 2025, 33(01): 1-9.
- [4] 肖成才, 孙志国, 张萌. 生态环保理念下的化工能源企业大气污染治理措施[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (12): 124-126.
- [5] 姜林, 何蕾. 化工企业废水环保处理的现状和湿式氧化技术应用案例分析[J]. 科技与金融, 2024, (12): 9-17.

作者简介:

张文文(1990—), 女, 汉族, 山东淄博人, 中级职称, 本科学历, 2013年毕业于山西财经大学, 专业为资源环境与城乡规划管理, 从事环境影响评价工作, 于2023年取得环境影响评价工程师证书。

刘电康(1987—), 男, 汉族, 山东菏泽人, 中级职称, 本科学历, 2010年毕业于山东大学, 专业为生物技术, 从事化工设计工作。