

# Research on Green Chemical Technology in Chemical Engineering Process

Lin Su

China Chemical Environmental Protection Catalyst (Yulin) Co., Ltd., Yulin, Guangxi, 537003, China

## Abstract

The application of green chemical technology in chemical engineering and processes focuses on mitigating environmental impacts, enhancing resource efficiency, and effectively reducing pollutant emissions. Traditional chemical production methods no longer meet modern environmental standards. By adopting green chemical technologies, we can achieve green transformation and upgrading across raw materials, reaction processes, and catalytic technologies, thereby providing robust support for sustainable economic development. This study analyzes the significance of green chemical technology in chemical process engineering, explores its practical applications, and proposes strategies to improve its effectiveness for reference by relevant professionals.

## Keywords

Chemical Engineering; Process; Green Chemical Technology

## 化学工程工艺中的绿色化工技术研究

苏林

中化学环保催化剂(玉林)有限公司, 中国·广西 玉林 537003

## 摘要

绿色化工技术在化学工程和工艺中应用, 核心在于减轻对环境的负面影响, 提升资源的利用率, 有效降低化学物质的污染排放。现阶段传统的化学生产方式已经无法满足现代环保标准, 通过引入绿色化工技术, 实现原材料、反应过程、催化技术等各方面的绿色化转型升级, 为经济的绿色发展提供有力支撑。鉴于此, 开展本文的研究工作, 主要分析绿色化工技术在化学工程工艺中的应用意义, 探究具体的应用情况, 并提出几点提升绿色化工技术应用效果的策略, 以供相关人员参考。

## 关键词

化学工程; 工艺; 绿色化工技术

## 1 引言

环境污染程度加剧, 对化工行业的发展提出了新的要求, 现阶段化学工程工艺, 需要重视绿色升级。通过引入绿色化工技术, 在行业中贯彻落实节能环保可持续发展理念, 最大限度地减少化工生产过程中的资源浪费, 以及污染物的排放量, 可实现化工行业的可持续发展。在具体应用中, 可以从原材料、反应过程、催化剂、绿色溶剂等多个方面入手, 实现全流程的绿色转型。

## 2 绿色化工技术在化学工程工艺中的应用意义

### 2.1 减少有毒产品的产生

绿色化工技术的特点、优势和核心在于绿色, 是对现有化工技术的改进和创新。例如可以通过改进化学方程式, 在反应的过程中有效减少有毒产品的产生, 甚至消除, 可以

减少化学工业废物的产生量, 有效控制化工行业对环境带来的负面影响<sup>[1]</sup>。在化学工程工艺方面, 通过合理应用绿色化工技术, 提高企业重视, 从不同方面入手优化设备的引进和系统的建设, 可以开展更加自动化、绿色化的生产, 提高生产效率, 减少有毒产品的产生, 大大减少对环境污染的危害。

### 2.2 提高资源的利用率

化工产业是资源消耗型产业, 传统化工工业资源利用效率低下, 大量的资源被浪费。绿色化工技术以原子经济性为核心, 通过优化反应工艺, 提升反应选择性, 最大限度地减少原料转化为目标产物, 提高资源利用效率<sup>[2]</sup>。同时, 绿色化工技术还注重对可再生资源的开发与利用。例如利用生物质资源生产燃料和化学品等, 替代传统的化石资源, 缓解化石资源短缺的压力。此外, 还推动废弃物的资源化利用, 将生产过程中产生的副产物或废弃物转化为有价值的产品, 实现资源的循环利用。

【作者简介】苏林(1981—), 男, 苗族, 中国广西融安人, 硕士, 工程师, 从事化学工程与技术研究。

### 3 化学工程工艺中的绿色化工技术的具体应用

#### 3.1 原材料的绿色化

原材料是化工过程的起点,原材料的绿色化是削减碳足迹的根本。其核心是减少对化石资源的依赖,转向生物质、二氧化碳等可再生碳源。传统化工工业多采用化石资源,例如石油、煤炭、天然气等不可再生资源作为原料,不仅有限,还会在生产过程中产生大量的污染物。生物质能源指的是利用农作物、林木、畜禽粪便等可再生生物资源,生产化学品、燃料等,是绿色原料的重要组成部分。以木质纤维素、淀粉油脂等为代表的生物质,通过催化裂解、加氢脱氧、发酵等生物与化学转化技术,可以将其转化为平台化合物、生物燃料及高性能材料<sup>[3]</sup>。例如利用玉米、甘蔗等农作物生产乙醇。利用木质素、纤维素等生物质资源生产木糖醇等化学品。二氧化碳是主要的温室气体之一,同时也是一种重要的绿色原料,通过绿色加工技术,可以将二氧化碳转化为甲醇、碳酸二甲酯、聚碳酸酯等有价值的化学品。例如,英国剑桥大学研发的新型太阳能人造树叶,融合有机半导体与生物酶,能模拟光合作用,将二氧化碳和阳光直接转化为甲酸盐等化工原料,该过程完全依赖可再生能源,为绿色化学品的生产开辟了新路径。

#### 3.2 化学反应

化学反应在化工产业中占据十分重要的地位。为了推动化学反应向绿色健康和可持续性的方向发展,必须对现有的技术进一步优化。可开发高选择性、高原子利用率的反应,从源头减少副产物和废物。常见的反应过程绿色化优化技术有超临界流体反应技术、微波辅助反应技术、超声辅助反应技术等。

超临界流体是物质处于其临界温度和临界压力以上的一种特殊状态,兼具气体的高扩散性、低粘度和液体的高密度、强溶解能力的特点。最常用的是超临界二氧化碳,临界条件温和,且无毒、不可燃,价格低廉。替代有毒有机溶剂,广泛应用于萃取、材料制备和化学反应介质。而且通过改变温度压力,可精细调整超临界二氧化碳的物化性质,从而控制反应路径,提高目标产物的选择性<sup>[4]</sup>。高扩散性使其能够快速渗透到多孔催化剂内部,极大地提高了气-固或液-固相反应的传质效率。例如,超临界二氧化碳可用于合成高性能氟聚合物、丙烯酸酯聚合物等。

微波辅助合成技术利用物质中极性分子或离子在微波场中高速转向,摩擦碰撞而产生内加热,实现了从分子层面直接快速均匀的供能。例如,在有机合成反应中,可采用微波辅助技术合成酯类化合物,反应时间从传统工艺的数小时缩短至几分钟,产品收率显著提高。超声辅助反应技术,是利用超声波的空化效应促进化学反应的一项技术。超声波在液体介质中传播时,会产生交替的高压和低压循环,在低压阶段,液体内部会形成微小的真空气泡,并迅速生长崩溃,即空化效应,气泡崩溃的瞬间会产生局部高压以及强烈的冲

击波和微射流<sup>[5]</sup>。该技术可创造极端反应条件,而且强烈的冲击流和微射流能有效消除相界面阻力,对非均相反应的强化效果优良。能有效防止纳米颗粒团聚、破碎,催化剂载体,增加比表面积和活性位点。该技术可以用于制备金属、金属氧化物、硫化物纳米颗粒尺寸分布均匀且不易团聚。而且还可以将其应用于环境治理方面,超声空化产生的羟基自由基,能高效降解水体中的难降解有机污染物。

#### 3.3 催化剂的优化选择

催化技术是化学工程工艺中的核心技术之一,传统的催化技术多采用酸碱催化剂、金属氧化物催化剂等。它们具有腐蚀性和毒性,很难回收利用,容易对环境造成负面影响。因此可以将绿色化工技术应用于其中,推动催化剂的绿色化应用。随着环境保护意识增强和对人类健康问题的关注,化学工业界越来越倾向于使用无毒无害的催化剂。显著提升生产效率,对产品的质量产生积极的影响。生物催化剂有酶、微生物等。酶具有高效性、选择性、温和性的特点,能够在常温常压下实现化学反应,减少能源消耗和污染物的产生量<sup>[6]</sup>。例如,在食品化工领域,利用酶催化技术生产味精、柠檬酸等食品添加剂,实现了清洁生产。纳米催化技术是利用纳米材料作为催化剂的一种技术,纳米材料具有比表面积大、催化活性高、选择性好的特点,可以提升反应效率,减少催化剂的使用量。例如可以采用纳米钨催化剂,可提高加氢反应的选择性与转化率,减少副产物的产生。

#### 3.4 绿色溶剂的应用

溶剂是化学工程工艺中不可或缺的一部分,传统的溶剂多为挥发性有机化合物,例如苯、甲苯,具有毒性、挥发性,容易造成大气污染和水污染。而绿色溶剂有着良好的环境友好性能、无毒无害、可降解,显著应用绿色溶剂,减少对环境的污染和破坏。常用的绿色溶剂有离子液体、生物基溶剂等。

离子液体是在室温或接近室温下呈液态的,完全由阴离子和阳离子构成的盐类。通过改变阴阳离子的组合,可精准地调控其熔点、黏度,溶解性、极性及热稳定性。该溶剂的应用从根本上解决了挥发性有机污染问题,易于密闭回收。而且热稳定性好,适用于高温反应<sup>[7]</sup>。可溶解无机物、有机物、高分子乃至气体,是优良的反应介质。例如,在有机合成反应中,采用离子液体作为溶剂,替代传统的挥发性有机溶剂,减少了环境污染。在萃取分离过程中,采用离子液体作为萃取剂,提高了分离效率,降低了能耗。

生物溶剂是指利用生物质资源生产的溶剂,例如乙醇、乙酸酯和甘油等,具有无毒无害、可降解、可再生的特点。例如可采用乙醇作为溶剂,用于涂料、胶粘剂等产品的生产,替代传统的有毒溶剂,降低了产品的环境风险。

### 4 提升绿色化工技术应用效果的措施

#### 4.1 提升废弃物回收利用率

在化工生产过程中,受限于反应条件和设备的局限性,

部分化学反应无法彻底完成,产生了一些残渣和固体颗粒物,这些废弃物直接排放环境,或者经过处理后排放,均会对环境和经济效益产生不利的影响。绿色化工技术核心在于环境的可持续性,减少污染。因此,通过提升废弃物的回收利用,可以实现绿色化工技术的高效应用。废弃物的绿色处理技术以资源化无害化为原则,通过回收利用、降解处理等手段,可减少废弃物的排放,降低对环境的污染。常用的技术有回收利用、生物降解和焚烧发电等各类技术。

废弃物回收利用技术是将生产过程中产生的副产物和废弃物进行回收提纯。作为其他化工工业的原料,实现资源的循环利用。例如生产过程中产生的废酸废碱,通过处理后,可以回收其有效成分,得到资源的再利用,有效控制企业的成本投入,提高企业的经济效益。生物降解技术是利用微生物将废弃物中的有机污染物分解为二氧化碳和水等物质,具有成本低、处理效率高、无二次污染的特点<sup>[8]</sup>。例如,可以使用活性污泥法处理化工废水,微生物通过代谢降解,有效控制废水中有机污染物的含量。也可以使用堆肥技术处理化工废渣中的有机成分,将其转化为有机肥料,实现资源的循环利用。焚烧发电技术是将无法回收利用的废弃物进行焚烧处理,在这个过程中产生的热能发电或者供热,可以满足生产生活的需求,从而实现废弃物的资源化利用。

#### 4.2 优化顶层设计和系统规划

在企业或园区层面,将绿色化工技术应用纳入到整体发展规划中。可参考一些成熟的案例,制定长期绿色转型路线图,将源头减量、过程循环、末端资源化的项目系统布局,让环保投入和技改收益形成良性循环。企业集团层面,制定绿色转型总体战略,识别核心业务环节的绿色机遇与风险,配置资源。业务单元或工厂层面,将总体战略分解为具体的技术改造、产品升级和运营优化项目。园区层面规划跨企业的物料、能源、基础设施共生网络,构建产业生态圈。

#### 4.3 建立量化评估与决策体系

建立量化评估与决策体系,要设置多维度的综合评价指标体系。技术维度关注原子经济性、转化率/选择性、能耗强度、工艺复杂性。经济维度关注单位产品总成本、增量投资、投资回报率以及对产品价格的影响。环境维度关注碳

足迹、水足迹、毒性影响、废弃物产生量和资源化潜力。在评估工作中采用生命周期评价方法、技术-经济-碳足迹分析和智能化决策支持系统等有效的工具与方法,可以评估各类绿色化工技术的应用成效,为相关决策提供重要依据。

#### 4.4 实现数字化创新应用

将现代科技手段应用于绿色化工生产中,可实现数字化和智能化赋能。生产环节,加强过程控制,实施优化反应条件,使装置始终运行在最高效、最绿色的状态。同时实时监控和优化全场能源流,实现精准节能。基于机器学习开展预测性维护,可以减少非计划停车和物料浪费。

### 5 结语

综上所述,绿色化工技术应用于化学工程工艺中,可以有效减少有毒物质的产生优化资源利用,推动化工产业朝绿色、可持续方向发展。在具体应用中,绿色化工技术可以在原料选择、催化剂、反应过程、溶剂应用等各方面进行合理应用。并通过优化顶层设计,引入先进技术,并做好评估工作,来提升绿色化工技术的应用效果,促进化工产业的可持续性发展。

#### 参考文献

- [1] 李永,杜桂强,莫大荣,等. 化学工程工艺中的绿色化工技术分析[J]. 南北桥,2023(9):184-186.
- [2] 王宇,龙师. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点[J]. 化工管理,2020(31):103-104.
- [3] 赵学臣. 化学工程工艺中的绿色化工技术分析[J]. 中国化工贸易,2020,12(28):87-88.
- [4] 何伟洪. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点探究[J]. 当代化工研究,2021(20):142-143.
- [5] 裴建军. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点[J]. 中国化工贸易,2020,12(25):90-91.
- [6] 马洪震. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量,2022,42(15):168-170.
- [7] 李素暖. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点探讨[J]. 产业与科技论坛,2021,20(6):50-51.
- [8] 赵胜. 化学工程工艺中的绿色化工技术要点探究[J]. 工程学研究与应用,2024,5(4).