化工工程工艺中绿色化工关键技术的应用

孙毯毯　张　元　刘群群　张见远
湖州久岳新材料有限公司　浙江湖州　313098

摘　要：随着全球对环境保护和可持续发展关注的日益增加，化工行业面临着前所未有的挑战和机遇。绿色化工技术作为应对这一挑战的关键手段，其在化工工程工艺中的应用已成为推动行业转型升级的重要力量。本文旨在探讨绿色化工技术在化工工程工艺中的应用现状与未来发展方向。

关键词：化工工程；绿色技术；应用

在全球气候变化和环境恶化的背景下，传统化工行业由于其高能耗、高污染的特性，正面临日益严峻的环境法规和公众压力。为了实现可持续发展，化工行业必须采用绿色化工技术，以减少对环境的负面影响。绿色化工技术涉及一系列创新的方法和材料，旨在优化化学反应过程，减少能源消耗和废物产生，同时提高生产效率和产品质量。本文分析了绿色化工技术在化工工程工艺中的应用。

一、绿色化学原则

（1）废物预防：绿色化学的首要目标是设计出防止废物产生的化学合成方法，从而无需进行废物处理。这意味着在化学过程中应最大限度地利用原料，将废物的生成降至最低。（2）更安全的化合物：绿色化学倡导设计和生产低毒或无毒的化合物，确保这些物质对人类和环境的影响最小化。这不仅包括目标产物本身，还包括合成过程中的中间体和副产品。（3）降低合成危险：选择和使用那些对人类健康和环境具有较低毒性的合成方法和物质，以减少潜在的危害。这可以通过优化反应条件和使用更安全的化学品来实现。

二、化工工程工艺中绿色化工关键技术的应用

1.绿色溶剂和催化剂技术

在传统化工生产过程中，溶剂和催化剂往往对环境产生不利影响，例如导致污染和危害人体健康。因此，发展绿色溶剂和催化剂技术成为实现绿色化工的重要方向。绿色溶剂主要指对环境友好的溶剂，如水、超临界二氧化碳和生物基溶剂等，它们具有低毒、易回收和可再生等特性。例如，利用超临界二氧化碳替代传统的有机溶剂，不仅可以降低毒性，还可以通过调整压力和温度来精确控制反应条件。此外，开发新型的固体酸、碱催化剂或配体催化系统，可以有效提高化学反应的选择性和转化率，减少副产品的生成，实现原子经济性反应。应用这些绿色催化剂不仅减少了对有害金属的依赖，还简化了产物的后处理过程，降低了整体的环境影响[1]。

2.生物催化与生物转化技术

生物技术在化工生产中的应用主要包括生物催化和生物转化两个方面。生物催化剂通常指的是酶，它们能在温和的条件下催化特定的化学反应，具有高效性、特异性强和环境友好等优点。通过基因工程和蛋白质工程技术，可以定制和优化酶的性能，使其在工业应用中更为稳定和高效。例如，脂肪酶被广泛应用于油脂加工和生物柴油的生产。生物转化则涉及使用微生物或细胞培养进行化合物的转化，这包括使用重组微生物生产药物前体、生物聚合物或其他化学品。此技术充分利用了细胞内的复杂代谢路径，可以实现一些传统化学方法难以完成的反应，从而在一个步骤中合成复杂的化学结构。

3.高效节能与资源综合利用技术

为了降低化工生产过程中的能耗及提升资源利用率，研发和应用高效节能技术和资源综合利用技术显得尤为重要。这一方向包括过程集成、热集成、废物热回收等多种技术手段。过程集成涉及重新设计和优化化工流程，以最小化原材料消耗和能量损失，例如通过换热网络优化来减少能源浪费。热集成技术，如热泵、余热回收系统等，能有效地回收工艺过程中产生的热能，用于其他工序或发电，从而减少外部能源需求。在材料方面，推广使用高强度、轻质的复合材料以减少设备重量和能耗。同时，采用高效的分离技术，如膜分离技术，可以提高原料的纯度和收率，减少能耗和废物产生。

4.清洁生产技术

清洁生产技术是指在不牺牲生产效率和经济效益的前提下，减少或消除生产过程对环境的负面影响。这一技术的关键在于源头削减和过程控制，旨在减少污染物的产生，提高资源利用效率。实施清洁生产首先需要进行过程审计和环境影响评估，以识别关键的环境改善区域。然后通过改进输入材料（如使用更环保的原料）、优化工艺流程（如减少操作单元和循环利用原料和能源）、以及增强过程控制（如实时监控重要参数）来实现减排目标。此外，采用封闭式循环系统，即在生产过程中尽可能回收利用所有副产品和废料，不仅能减少环境污染，还能提高经济效益。通过这些措施，清洁生产技术显著提升了企业的环保标准，同时也增强了其市场竞争力[2]。

三、化工工程工艺中绿色化工技术未来发展方向

1.数字化和智能化技术的应用

化工行业正经历着数字化转型的浪潮，未来发展方向之一是集成更多的数字化和智能化技术。这些技术包括物联网（IoT）、大数据、机器学习和人工智能（AI）。通过在化工工程工艺中应用这些技术，可以实现生产过程的实时监控、优化和控制。例如，利用传感器收集的大量数据，可以通过机器学习算法分析来优化反应条件，提高产品质量和产量。AI可以用于预测设备维护需求和预防故障，减少停机时间。智能自动化系统能够根据实时数据调整操作变量，提高生产效率和能源利用率。此外，数字化工具能够帮助工程师设计更安全、更环保的化学工艺，同时缩短产品从实验室到市场的时间。

2.循环经济模式的推广

化工行业面临的资源枯竭和环境污染问题要求推广循环经济模式。这意味着在化工工程工艺中采用更多的可持续实践，如使用可再生原料，开发可回收或生物降解的产品。循环经济的核心在于减少、重用、回收和再利用。在生产过程中，这可能涉及改进反应和分离工艺，以减少废物的产生和提高原料的利用率。过程模拟和优化技术可以帮助实现这一点。同时，通过建立有效的回收链，废旧塑料和其他材料可以被化学回收，即转化为单体或其他有用的化学品，而不是被燃烧或填埋。此外，绿色供应链管理确保原料的采购和产品的销售都符合环境和社会标准，推动整个化工行业的可持续发展[3]。

3.二氧化碳的利用和转化

随着全球对气候变化的关注日益增加，二氧化碳（CO_2）的利用和转化为化工行业提供了新的机遇。CO_2被认为是一种有吸引力的C1原料来源，可用于生产各种化学品，如聚合物、燃料和合成气。例如，通过催化过程如氢化和重整，CO_2可以转化为甲酒、甲醇或二甲醚等化学品。电化学方法，如电解，可以直接将CO_2转化为乙烯或其他有机化合物。生物技术也在CO_2转化方面显示出潜力，通过微藻光生物反应器或酶催化的方法固定CO_2并转化为生物质和燃料。为了实现这些技术的商业化，需要进一步的研究来提高效率和经济可行性。同时，政策制定者和行业领导者需要合作开发激励措施，鼓励采用这些技术来减少工业排放和应对气候变化。

结语

通过实施绿色化工技术，如过程强化、绿色溶剂和催化剂的使用、生物催化与转化技术、以及高效节能与资源综合利用等，化工行业能显著提高生产效率，同时减少环境污染和资源消耗。因此，为了促进绿色化工技术的进一步发展和应用，需要政府、行业和学术界的共同努力。具体而言，可以通过制定鼓励政策、提供财政补贴、加大科研投入和推广成功案例等措施，来克服存在的障碍。此外，加强跨学科研究和国际合作，也将为绿色化工技术的发展开辟新的道路。最终，通过持续的创新和合作，绿色化工技术有望在全球范围内实现广泛应用，为化工行业的可持续发展作出重要贡献。

参考文献

[1]胡希春，高健，李维海，等.化工工程工艺中的绿色化工关键技术分析[J].清洗世界，2024，40（05）：72-74.

[2]刘乾.绿色化工技术在化工工程工艺中的应用[J].化学工程与装备，2023，（12）：34-36.

[3]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.