

# 绿色化学原理在化工生产过程中的实践

任 双 杨兆栋

阿克苏工业职业技术学院 新疆 阿克苏 843000

**摘 要:** 绿色化学作为现代化学工业的重要发展方向, 强调从源头上消除工业生产对环境的负面影响, 实现经济发展与环境保护的双赢。其基本原理包括防治污染的产生、原子经济性、采用无毒无害的原料与催化剂、节能减排等。在化工生产过程中, 绿色化学的应用体现在原料的选择、反应条件的优化、废物的处理及节能减排等方面。通过选择可再生、无毒害的原料, 优化反应条件, 实现废物的资源化利用, 以及推广节能技术和清洁生产工艺, 绿色化学不仅降低了生产成本, 提高了资源利用效率, 还显著减少了环境污染, 推动了化工行业的可持续发展。

**关键词:** 绿色化学原理; 化工生产过程; 实践

## 引言

在化工生产中, 绿色化学原理在化工生产过程中的实践, 是近年来化工行业追求可持续发展和环境友好型生产模式的重要方向。随着全球工业化的快速发展, 传统化工生产过程中的高能耗、高排放、低效率等问题日益凸显, 对环境造成了严重污染。为了实现可持续发展, 减少环境污染, 绿色化学原理被引入到化工生产中, 通过绿色化学原理的应用对环境友好、能源有效、资源节约和可持续发展的化学产品和过程, 为提高资源利用效率、减少废弃物排放、降低环境影响提供了新的途径。

## 1 绿色化工生产的意义

绿色化工生产的意义深远, 它不仅是对环境保护的迫切需要, 更是资源高效利用的有效途径, 同时促进了产业升级与技术创新, 并推动了全球经济的绿色发展。面对日益严峻的环境问题, 传统化工生产模式已难以为继。其生产过程中大量排放的废水、废气和废渣, 不断侵蚀着我们的水体、大气和土壤, 对生态环境造成了难以逆转的损害, 严重威胁到人类的生存与健康。绿色化工生产的出现, 为破解这一难题提供了有效路径。它强调采用环保原材料, 从源头上减少污染物的产生; 通过优化生产工艺, 实现生产过程的清洁化和高效化; 强化废物的回收与利用, 将原本被视为废弃物的资源重新纳入生产循环, 从而显著降低了对环境的压力, 为保护地球生态系统的稳定和生物多样性的丰富作出了积极贡献。在全球资源日益紧张背景下, 绿色化工生产更是资源高效利用的有效途径。它摒弃了传统化工生产中的浪费和粗放模式, 致力于实现资源的最大化利用和循环再生<sup>[1]</sup>。通过提高原料转化率, 减少能源消耗, 以及积极开发可再生资源以替代传统的化石资源, 绿色化工生

产不仅降低了生产成本, 提高了经济效益, 更减少了对有限自然资源的依赖, 为经济社会的可持续发展注入了新的活力。此外, 绿色化工生产还是推动化工行业转型升级的重要驱动力。为了实现绿色生产目标, 企业不得不进行技术创新和设备改造, 这不仅促进了新工艺、新技术、新材料的研发和应用, 还提升了产品质量和附加值, 增强了企业的国际竞争力。绿色化工技术的突破为化工行业开辟了新的增长点, 同时也为其他行业提供了宝贵经验, 推动了全社会向绿色、低碳、循环的生产方式转变。

## 2 绿色化学的基本原理

### 2.1 防治污染的产生优于治理产生的污染

绿色化学的首要原则, 便是将污染防治的重心前移, 强调在化学反应和产品设计之初, 就应将环境保护纳入考量。这一理念打破了传统“先污染后治理”的旧模式, 倡导通过优化原料选择、反应条件、催化剂及溶剂等手段, 从根本上减少或消除污染物的产生。这意味着, 化学工程师们在设计化学反应时, 不仅要追求高效、高产, 更要注重反应过程的清洁性和环境友好性。例如, 通过选择低毒、低挥发性的原料, 调整反应条件以减少副产物的生成, 或是开发新型催化剂, 提高反应的选择性和产率, 都是实践这一原则的有效途径。

### 2.2 原子经济性

原子经济性, 是绿色化学中一个至关重要的概念, 它衡量的是化学反应中原料利用的效率。理想情况下, 一个化学反应应该能够实现原料分子中的每一个原子都精准地转化为目标产物, 而不产生任何副产物或废物, 即达到“零排放”的状态。这一原则要求化学家们在设计反应路径时, 充分考虑原子的利用率, 尽量减少不必要的原子损失。例如, 通过设计巧妙的催化体系, 使反

应朝着特定的方向进行，或者开发新型的反应器技术，以实现原料的高效转化和产物的精确分离，都是提高原子经济性的有效策略。

### 3 绿色化学在化工生产过程中的应用

#### 3.1 原料的选择

原料的选择是化工生产的第一步，也是决定产品质量、生产成本和环境影响的关键环节。绿色化学则倡导选择可再生、可回收、无毒害的原料，从根本上减轻对环境的压力。1) 可再生原料的利用：生物基原料，如农作物残余、木质素、微生物发酵产物等，正逐渐成为化工生产的重要原料来源。这些原料来源广泛，可再生性强，且在生产过程中碳排放较低，有助于减少对化石资源的依赖，降低温室气体排放。例如，利用玉米淀粉生产生物塑料，不仅减少了对石油的依赖，还降低了塑料生产过程中的环境污染。2) 无毒无害原料的替代：通过研发新型无毒或低毒原料，替代传统有毒有害物质，是绿色化学的重要任务。例如，在水性涂料的生产中，使用无毒的水性树脂替代传统的溶剂型树脂，不仅减少了有害溶剂的排放，还改善了生产环境，保护了工人的健康。3) 稀缺资源的节约使用：对于某些稀缺或不可再生的资源，绿色化学强调通过技术创新，提高其利用率，或寻找可替代资源。例如，在催化剂的研发中，通过设计更高效、更稳定的催化剂，可以减少贵金属等稀缺资源的使用量，同时提高反应效率和产物选择性。

#### 3.2 反应条件的优化

反应条件的优化是化工生产中的核心环节，直接关系到生产效率、成本控制和环境影响。绿色化学通过引入绿色催化剂、设计合理的反应条件和路径，旨在提高催化反应的效率和选择性，减少副产物和废物的产生。1) 绿色催化剂的应用：催化剂是化学反应中的“加速器”，其性能直接影响反应速率和选择性。绿色化学倡导开发高效、高选择性、可回收的催化剂，以减少催化剂的使用量和废弃量。例如，固载化催化剂的使用，不仅提高了催化剂的稳定性和重复使用性，还简化了催化剂的分离和回收过程，减少了催化剂流失对环境的污染。2) 反应条件的精准控制：通过精确控制反应温度、压力、溶剂等条件，可以显著提高反应的选择性，减少副产物的生成<sup>[2]</sup>。例如，在精细化学品合成中，采用微波或超声波辅助反应，可以实现快速、高效的合成，同时减少溶剂的使用和副产物的产生。3) 反应路径的创新设计：通过创新设计反应路径，可以实现原料的高效转化和产物的精确合成，减少不必要的中间步骤和副产物。例如，在药物合成中，采用“一锅法”或多组分反应，

可以在一个反应容器中完成多个步骤，简化了生产流程，提高了原料利用率。

#### 3.3 废物的处理

有效的废物处理技术不仅可以减少环境污染，还能实现资源的再利用，促进循环经济的发展。1) 废物的分类与回收：通过实施废物分类制度，将可回收的废物如溶剂、催化剂、未反应的原料等进行分离和回收，不仅可以减少废物的排放量，还能实现资源的循环利用。例如，在化学品的生产过程中，通过蒸馏、萃取等技术，可以将未反应的原料和溶剂回收利用，降低生产成本。2) 废物的无害化处理：对于无法回收的废物，绿色化学倡导采用无害化处理技术，如生物降解、化学氧化、高温焚烧等，以减少其对环境的危害。例如，在农药生产过程中，通过生物降解技术处理含农药废水，可以将有害物质转化为无害物质，降低对水体的污染。3) 废物的资源化利用：将废物视为资源，通过技术创新，实现废物的资源化利用，是绿色化学的重要目标。例如，将工业废渣作为建筑材料或填坑造地，不仅可以解决废物处理问题，还能节约自然资源。

#### 3.4 节能减排

节能减排是实现清洁生产的关键，也是绿色化学在化工生产中的重要应用。通过采用节能技术和清洁生产工艺，可以同时降低能耗和环境排放，提高产品质量和收益水平。1) 节能技术的应用：在化工生产过程中，采用高效节能设备和技术，如高效热交换器、蒸汽冷凝水回收系统、变频调速技术等，可以显著降低能源消耗。例如，在化肥生产中，采用高效节能的蒸汽轮机，可以将蒸汽的能量充分转化为电能，减少能源消耗。2) 清洁生产工艺的推广：清洁生产工艺是指在生产过程中，通过改进工艺条件、优化生产流程、采用环保原料等手段，减少污染物的产生和排放。例如，在涂料生产中，采用水性涂料生产工艺，可以减少有害溶剂的排放，改善生产环境。3) 能源结构的优化：优化能源结构，提高可再生能源在化工生产中的比例，是减少碳排放、实现绿色生产的重要途径。例如，利用太阳能、风能等可再生能源为化工生产提供电力，可以减少对化石能源的依赖，降低温室气体排放。

### 4 绿色化学在化工生产过程中的具体实践

#### 4.1 水性环保涂料技术

随着人们环保意识的提高，传统溶剂型涂料因其高挥发性有机化合物（VOC）排放问题而逐渐受到限制。水性环保涂料作为一种低污染、低VOC的替代品，正逐渐成为涂料行业发展的主流方向。水性环保涂料主要

包括水乳型和水分散型两大类,其中聚丙烯酸酯乳胶因具有良好的耐候性、耐老化性而被广泛应用于建筑涂料领域。然而,其分子间缺乏交联,导致漆膜性能存在诸多缺陷,限制了其在工业领域的应用。针对这些问题,科研人员开发了以水为分散介质的新型环保涂料,具有耐酸、耐碱、硬度高、丰满度好的特点,常温下即可干燥成膜,且干燥时间与溶剂型木器漆相媲美。该产品漆膜附着力高,不易泛黄,耐家用调味品(如酱油、醋等)、洗涤剂等的侵蚀,具有国内领先水平的环保性能<sup>[1]</sup>。此外,采用预乳化半连续乳液聚合技术合成的水性聚氨酯涂料,也因其完全水性、单组份、室温可固化、耐水性好等特性,在轻纺、皮革、涂料、粘结剂、木材加工、建材、汽车等工业部门得到了广泛应用。水性环保涂料技术的推广使用,不仅显著降低了涂料生产和使用过程中的VOC排放,减轻了环境污染,还提高了产品的安全性和环保性,满足了市场对环保涂料日益增长的需求。

#### 4.2 膜分离技术在硫酸废水处理中的应用

硫酸废水处理是化工生产中面临的一个重要环保问题。传统的石灰中和法虽然工艺简单、成熟、可靠,但处理过程中会产生大量的硫酸钙废渣,不仅占用大量土地资源,还可能污染地下水源。膜分离技术通过除盐器将废水中的部分盐类分离去除,然后通过超滤膜和纳滤膜进一步净化废水。超滤膜能够有效去除废水中的固体悬浮物质,降低对膜有危害的物质浓度;纳滤膜则能将酸和硫酸盐分离,得到比较纯净的稀硫酸和高盐废水。经过膜处理后得到的稀酸杂质含量减少,酸度不变,可用于配酸、酸解反应或继续浓缩得到高浓度硫酸。膜分离技术在硫酸废水处理中的应用,不仅提高了废水的处理效率和质量,还实现了资源的循环利用,减少了对环境的污染。此外,该技术还具有占地面积小、操作简单、运行成本低等优点,为化工企业的环保治理提供了新的解决方案。

#### 4.3 低能耗精制工艺在炼油生产中的应用

炼油生产是一个高能耗、高污染的过程。为了降低能耗、减少污染、提高产品质量和经济效益,低能耗精制工艺在炼油生产中的应用日益广泛。其中,上行式液相加氢工艺是一种具有代表性的低能耗精制工艺。该工艺通过改变氢气和物料的流动方向,使氢气以微小气泡的形式流经反应器床层,大幅提升了气液传质效率。连续的液相热熔大,避免了产生床层热点,使催化剂床层温度更加缓和。由于避免了大量无效氢气的循环,不仅能够有效降低整体能耗,还能显著提升柴油产品收率。此外,低能耗精制工艺还包括对高效节能设备的科学运用,如换热设备、管式加热炉、精馏装置、机泵与电机的变频调速等。这些设备和技术的应用,不仅提高了能源利用效率,还减少了生产过程中的污染物排放。低能耗精制工艺在炼油生产中的应用,不仅提高了产品质量和经济效益,还降低了能耗和污染物排放,为炼油行业的绿色发展提供了有力支持。

#### 结束语

绿色化学在化工生产过程中的实践,不仅体现了对环境保护的承诺,也为企业带来了经济效益和社会效益的多重回报。随着绿色化学技术的持续创新,一个更清洁、更可持续的化工产业未来可期。这些进步不仅提升了行业的整体竞争力,也为全球经济的绿色发展注入了新动力。展望未来,我们需进一步强化绿色化学理念的普及教育,提升公众环保意识,鼓励社会各界共同参与,携手推动化工产业向更加绿色、低碳、循环的方向迈进,共创可持续发展的美好未来。

#### 参考文献

- [1]赵麒棣.化工企业节能与绿色化工生产技术研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(9):5-6,9.
- [2]袁绪娜.绿色化工生产模式下的环保治理措施研究[J].石油石化物资采购,2023(15):142-144.
- [3]周瑞瑞.关于绿色化工环保技术在化工生产中的应用分析[J].华东纸业,2024,54(3):22-24.