

# 化工工艺创新与绿色化工发展策略

贺斌

内蒙古浦景聚合材料科技有限公司 内蒙古 包头 014000

**摘要：**化工工艺创新是推动绿色化工发展的核心动力，在节能减排、提升原料利用率、促进产品结构升级及带动相关技术进步方面意义重大。当前化工行业存在能耗高、污染物排放量大且处理难、资源利用率低且循环不足等问题。为此，需从清洁生产、资源循环利用、高效催化等方向进行工艺创新，并通过完善技术研发与推广体系、强化产业链协同与绿色转型、加强环保监管与政策引导等策略，推动化工行业向高技术、高附加值、低污染方向转型升级，实现可持续发展。

**关键词：**化工工艺；创新；绿色化工；发展战略

**引言：**在全球环境问题日益严峻、资源约束趋紧的当下，绿色化工发展成为化工行业可持续发展的必由之路。化工工艺创新作为推动绿色化工发展的核心力量，在节能减排、提高原料利用率、促进产品结构升级以及带动相关技术进步等方面意义重大。然而，当前化工行业仍面临能耗高且利用效率低、污染物排放量大且处理难、资源利用率低且循环不足等突出问题。为突破困境，实现绿色化工的稳健发展，需明确化工工艺创新的主要方向，从完善技术研发与推广体系、强化产业链协同与绿色转型、加强环保监管与政策引导等多方面制定科学合理的发展策略，为绿色化工发展筑牢根基。

## 1 化工工艺创新对绿色化工发展的重要意义

化工工艺创新作为推动绿色化工发展的核心驱动力，在多个关键层面展现出不可替代的重要意义。（1）在节能减排方面，化工工艺创新成效显著。新型反应技术，如微反应技术，凭借其高效的传热传质特性，能大幅缩短反应时间、降低反应温度和压力，从而减少能源消耗。先进的分离技术，像膜分离技术，可精准实现物质的高效分离，减少传统分离方法中大量溶剂的使用和能源的浪费。这些创新工艺优化了化工生产流程，提高了能源利用效率，从源头上减少了温室气体以及有毒有害废弃物的排放，有力推动化工生产向清洁化迈进。

（2）原料的利用率，降低资源浪费；另一方面，积极开发替代原料和可再生资源利用技术。例如，利用生物质资源生产化工产品，不仅减少了对不可再生化石资源的过度依赖，还促进了资源的循环利用，有效缓解了资源短缺带来的压力。（3）从产品结构升级来看，化工工艺创新催生出众多性能优异、环境友好的绿色化工产品，如可降解塑料、环保型涂料等。这些产品契合市场对绿色产品的需求，提升了化工行业的产品竞争力，为行业

发展开辟了新的广阔空间。（4）化工工艺创新带动了相关领域的技术进步。新型催化剂、先进装备的研发与应用，提升了化工生产的效率和产品质量，推动整个化工行业向高技术、高附加值、低污染的方向转型升级，实现行业的可持续发展<sup>[1]</sup>。

## 2 当前化工行业存在的主要问题

### 2.1 能耗高且能源利用效率低

当前化工行业普遍存在能耗高的问题，尤其是传统化工工艺，生产过程中需要消耗大量的煤炭、石油、天然气等能源。由于工艺技术落后，能源转换效率低，大量的能源在生产过程中被浪费，不仅增加了企业的生产成本，还加剧了能源供需矛盾。例如，在合成氨、硫酸等基础化工产品的生产中，传统工艺的能耗远高于国际先进水平，能源利用效率存在较大的提升空间。同时，能源结构不合理也是导致能耗问题的重要原因。化工行业对化石能源的依赖度较高，清洁能源和可再生能源的利用比例较低，随着能源价格的波动，企业的生产成本和经营风险也随之增加。

### 2.2 污染物排放量大且处理难度高

化工生产过程中会产生大量的废水、废气和固体废弃物，污染物种类繁多、成分复杂，处理难度较大。部分企业由于环保意识淡薄、环保投入不足，采用的污染物处理工艺技术落后，导致大量未达标的污染物直接排放到环境中，对水体、大气和土壤造成严重污染。例如，化工废水中含有大量的有机物、重金属等有害物质，若处理不当会导致水体富营养化、土壤重金属超标；化工废气中含有二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机物等，是形成酸雨、雾霾的重要原因之一。这些污染物不仅危害生态环境，还对人类健康构成严重威胁<sup>[2]</sup>。

### 2.3 资源利用率低且循环利用不足

化工行业是资源密集型产业，对矿产资源、水资源等的需求量巨大，但资源利用率普遍较低。在生产过程中，由于工艺技术限制，大量的原料未能被充分利用，转化为产品，而是以废弃物的形式被排放，造成了资源的严重浪费。同时，资源循环利用体系不完善，对生产过程中产生的副产品 废弃物的回收利用不够重视，缺乏有效的回收利用技术和产业链条。例如，化工生产中产生的废催化剂、废溶剂等含有可回收利用的资源，但由于回收技术不成熟、回收成本高，往往被当作废弃物处理，既浪费了资源，又增加了环境负担。

### 3 化工工艺创新的主要方向

#### 3.1 清洁生产技术创新

清洁生产技术创新是实现化工生产绿色化的关键，主要包括新型反应技术、绿色分离技术和环保型原料替代技术等。（1）新型反应技术如超临界流体反应、等离子体反应、光催化反应等，能够在温和的反应条件下进行，减少能源消耗和污染物生成。例如，超临界流体具有良好的溶解性能和传质效率，在化学反应中可以替代传统的有机溶剂，减少有毒有害溶剂的使用。（2）绿色分离技术如膜分离技术、吸附分离技术、新型萃取技术等，与传统的蒸馏、蒸发等分离技术相比，具有能耗低、污染小的特点。膜分离技术利用具有选择性透过的膜材料实现物质的分离，无需相变，能耗仅为蒸馏技术的 10%-50%，在化工分离过程中具有广阔的应用前景。（3）环保型原料替代技术通过使用可再生资源、无毒无害原料替代传统的有毒有害原料和化石原料，从源头上减少污染物的产生。例如，利用生物质资源（如淀粉、纤维素、植物油等）生产化工产品，替代石油基原料，不仅可以减少化石资源的消耗，还能降低产品在使用和废弃过程中的环境影响。

#### 3.2 资源循环利用技术创新

资源循环利用技术创新旨在提高资源的利用效率，实现废弃物的减量化、资源化和无害化。（1）开发化工生产过程中副产品的回收利用技术，通过工艺优化将副产品转化为有价值的产品。例如，在合成氨生产过程中，可回收利用生产过程中产生的二氧化碳用于生产尿素、碳酸二甲酯等产品，提高资源利用率。（2）研发废弃物的循环利用技术，对化工废水、废气、固体废弃物进行深度处理和资源化利用。例如，对化工废水进行处理后实现中水回用，用于生产用水或绿化用水；对化工废气中的有用成分进行回收，如从含硫化氢的废气中回收硫磺；对固体废弃物进行分类处理和资源化利用，如将废塑料裂解为燃料油或化工原料，将废催化剂回收其

中的贵金属。（3）发展产业链内的资源循环技术，构建循环经济产业链，实现企业间的资源共享和废弃物互用。例如，某化工园区内的一家企业产生的废弃物可以作为另一家企业的原料，形成“资源 - 产品 - 废弃物 - 再生资源”的循环模式。

#### 3.3 高效催化技术创新

催化技术是化工生产的核心技术之一，高效催化技术创新能够显著提高反应效率、降低能耗、减少污染物排放。（1）开发新型高效催化剂是高效催化技术创新的关键，新型催化剂应具有高活性、高选择性、长寿命和环境友好的特点。例如，在合成气转化、精细化工合成等领域，开发新型分子筛催化剂、金属有机框架催化剂（MOFs）等，能够提高反应的选择性，减少副产物的生成，降低分离难度和能耗。（2）创新催化反应工艺，如催化反应与分离过程的集成技术，将催化反应与膜分离、吸附分离等过程结合，实现反应产物的在线分离，打破反应平衡限制，提高反应转化率和产品收率，减少能耗和物耗。例如，在酯化反应中，采用催化反应与膜分离集成技术，及时分离出反应生成的水，使反应向生成酯的方向进行，提高酯的产率。（3）发展绿色催化过程，如采用生物催化技术，利用酶作为催化剂，具有反应条件温和、选择性高、环境友好等优点，在医药中间体、精细化化学品的合成中具有重要应用前景<sup>[3]</sup>。

### 4 绿色化工的发展策略

#### 4.1 完善技术研发与推广体系

完善绿色化工技术研发与推广体系，是推动绿色化工发展的关键举措。（1）在技术研发方面，要构建健全的绿色化工技术研发体系。政府需发挥引导作用，加大对化工工艺创新的资金投入，设立专项科研基金，重点支持清洁生产技术、资源循环利用技术、高效催化技术等关键领域的研发，助力攻克绿色化工技术瓶颈。同时，积极鼓励企业、高校和科研机构开展产学研深度合作，整合各方优势资源，形成强大的研发合力，集中力量攻克绿色化工关键技术难题，提升我国绿色化工技术的自主创新能力。（2）在技术推广应用上，搭建高效的技术推广平台至关重要。通过该平台及时发布先进绿色化工技术信息，组织形式多样的技术交流和培训活动，提高企业对绿色技术的认知水平和应用能力。对于积极采用先进绿色技术的企业，政府应给予政策倾斜和资金补贴，降低企业技术应用成本，激发企业推广应用绿色化工技术的积极性。（3）还应加强国际技术交流与合作。积极引进国外先进的绿色化工技术和管理经验，结合我国化工行业实际进行消化吸收和再创新，推动我国

绿色化工技术与国际先进水平接轨，提升我国绿色化工技术的整体竞争力。

#### 4.2 强化产业链协同与绿色转型

强化化工产业链协同与推动绿色转型，是提升化工行业可持续发展能力的必由之路。（1）在产业链协同方面，要积极推动化工产业链的深度协同发展，着力构建绿色化工产业集群。通过这种集群模式，实现上下游企业间的资源共享、能源梯级利用以及废弃物互用。例如，化工园区内企业共享公用工程，像蒸汽、电力供应以及污水处理设施等，能显著提高资源利用效率，降低单个企业的环保成本。同时，产业链整合可优化资源配置，减少中间环节的能耗与物耗，从整体上提升产业链的绿色化程度，增强产业的整体竞争力。（2）引导企业绿色转型同样关键。化工企业应制定科学合理的绿色发展战略，将绿色理念全面融入产品设计、生产、销售和回收的全生命周期。产品设计阶段采用绿色设计理念，开发出环境友好、易于回收利用的产品；生产过程中运用清洁生产技术，从源头减少污染物排放；销售和回收环节建立完善的产品回收体系，实现产品的循环再利用。（3）还需加强产业链各环节的环境管理，构建统一的环境监测和评估体系，对产业链内污染物排放实施全过程监控，确保各企业严格达标排放，共同守护区域生态环境，实现经济效益与环境效益的双赢<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 加强环保监管与政策引导

强化环保监管是推动绿色化工发展的有力抓手。

（1）需进一步加大监管力度，完善环保法律法规与标准体系，以更严格的要求提升化工行业的环保准入门槛，从项目规划阶段就严格限制高能耗、高污染项目的落地，从源头上把控环境风险，避免潜在的环境污染问题。（2）建立健全环境执法机制，组建专业且高效的执法队伍，加大对违法排污行为的查处与惩处力度。通过严格执法形成有效的约束机制，让企业深刻认识到违法排污的严重后果，从而倒逼企业主动摒弃传统的高污染

生产模式，积极投身于绿色转型。（3）在引导企业绿色发展方面，实施差异化举措。对积极采用先进绿色技术、实现污染物达标排放的企业，给予税收减免、贷款优惠等激励措施，降低企业绿色发展的成本，激发企业创新升级的积极性。而对于超标排放的企业，则责令其限期治理，若逾期仍未达标则坚决关停，以此推动化工行业的优胜劣汰。（4）建立环境信息公开制度，要求化工企业如实公开环境信息，接受社会各界的监督，增强企业的环保意识和责任感。鼓励公众参与环保监督，形成多方共同参与的环保治理格局，助力绿色化工健康发展。

#### 结束语

化工工艺创新作为绿色化工发展的核心驱动力，在节能减排、原料利用、产品升级及行业转型等多方面意义重大。当前化工行业虽面临能耗高、污染大、资源利用率低等问题，但通过清洁生产、资源循环利用、高效催化等工艺创新方向，可逐步攻克难题。同时，完善技术研发与推广体系、强化产业链协同与绿色转型、加强环保监管与政策引导等发展策略，能为绿色化工发展筑牢根基。未来，我们需持续聚焦化工工艺创新，整合各方资源，形成政府、企业、科研机构协同发力的良好局面，推动绿色化工向更高水平迈进，实现经济效益与生态效益的有机统一，为化工行业的可持续发展注入源源不断的动力。

#### 参考文献

- [1] 张瑞喆. 基于不同创新方法的化工工程工艺创新研究[J]. 工程建设与设计, 2024, (18): 67-69.
- [2] 徐环斐. 基于不同创新方法的化工工艺创新研究[J]. 山东化工, 2022, 51 (17): 86-87+90.
- [3] 路文利. 绿色化工技术与绿色化工设计的相关问题研究和工艺危害[J]. 化工设计通讯, 2022, 48(05):181-183.
- [4] 袁峥嵘. 绿色化工技术在化学工程工艺中的运用[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(03):142-144.