

化工工艺设计中的节能减排策略研究

肖清水

宁夏晶体新能源材料有限公司 宁夏石嘴山

【摘要】化工行业作为能源消耗与污染物排放大户，其工艺设计中的节能减排策略对行业可持续发展意义重大。通过深入剖析化工工艺设计环节，挖掘现有流程中能源浪费与排放超标的关键因素，提出优化能源利用、创新工艺技术、加强废弃物回收利用及完善管理体系等策略。从革新设备选型、引入绿色化学反应、构建循环利用模式等方面，详细阐述节能减排的具体路径与实施要点，为化工企业降低能耗、减少污染、实现绿色转型提供有效参考。

【关键词】化工工艺设计；节能减排；能源利用；工艺创新；废弃物回收

【收稿日期】2025 年 5 月 6 日

【出刊日期】2025 年 6 月 13 日

【DOI】10.12208/j.jccr.20250020

Research on energy saving and emission reduction strategy in chemical process design

Qingshui Xiao

Ningxia Crystal New Energy Materials Co., Ltd, Shizuishan, Ningxia

【Abstract】The chemical industry, a major consumer of energy and emitter of pollutants, has significant implications for the industry's sustainable development through its energy-saving and emission reduction strategies in process design. By thoroughly analyzing the process design of the chemical industry, it is essential to identify the key factors causing energy waste and excessive emissions in existing processes. Strategies include optimizing energy use, innovating process technologies, enhancing waste recycling, and improving management systems. The article details specific pathways and implementation points for energy conservation and emission reduction, such as selecting innovative equipment, introducing green chemical reactions, and establishing a circular utilization model. These measures aim to provide effective references for chemical enterprises to reduce energy consumption, minimize pollution, and achieve a green transformation.

【Keywords】Chemical process design; Energy saving and emission reduction; Energy utilization; Process innovation; Waste recovery

引言

在全球倡导绿色发展与“双碳”目标驱动下，化工行业面临着巨大的节能减排压力。化工工艺设计作为生产源头，其合理性直接影响着能源消耗与污染物排放水平。然而，当前化工工艺设计中存在能源利用率低、工艺技术落后、废弃物处理不当等问题，制约行业可持续发展。探索有效的节能减排策略，提升化工工艺设计的绿色化水平，成为亟待解决的关键问题。

1 能源利用问题

在化工工艺设计领域，能源利用环节存在的不合理现象，如同隐藏在精密仪器中的锈迹，逐渐侵蚀着生产效益与环保目标。部分化工企业在工艺设计初期，缺乏对能源梯级利用的整体规划。在实际生产中，高温反

应产生的热能往往被直接排放至大气，未经过任何回收处理，这些本可用于预热原料或辅助其他低能耗环节的能量，就这样白白消散。压力能的浪费同样触目惊心，高压反应后的余压未得到有效回收利用，未能转化为推动设备运转的动力，使得整个生产系统的能量流动形成诸多“断头路”，能源利用率大打折扣。

设备选型的随意性与滞后性，也是能源利用低效的关键因素。许多化工企业出于成本考量，或因对新技术了解不足，仍在沿用早期设计制造的老旧设备。这些设备在设计理念上，并未充分考虑能源节约与高效利用，机械传动效率低下，能量转化过程中损耗巨大^[1]。相比之下，新型节能设备在材料应用、结构设计以及智能控制等方面进行了全面优化，能够精准匹配生产需

求,在同等产能下大幅降低能耗。但老旧设备的持续使用,使得企业如同背着沉重包袱前行,单位产品能耗长期处于高位,既增加了生产成本,又加重了环境负担。

能源管理体系的不完善,犹如缺失导航的船只只在能源利用的海洋中盲目航行。企业内部缺乏系统化、精细化的能源监控机制,无法实时掌握各生产环节的能源消耗动态。这就导致即便生产过程中出现能源浪费现象,管理人员也难以迅速察觉并及时采取应对措施^[2]。由于缺乏科学的能源调节机制,当生产负荷发生变化时,能源供应无法实现灵活调配,容易造成能源过剩或供应不足的情况。前者导致能源无端消耗,后者则影响生产效率,进一步加剧能源的不合理利用,形成恶性循环。

2 工艺技术革新

工艺技术革新如同为化工生产注入新鲜血液,是实现节能减排目标的核心驱动力。引入先进的绿色化学反应理念,从源头上改变了传统化工生产模式。传统化学反应往往存在副反应多、原子利用率低的问题,大量原料未能有效转化为目标产物,反而生成了无用甚至有害的副产物。而绿色化学反应追求高原子经济性,通过创新反应路径与催化剂的应用,使反应物中的原子尽可能多地进入目标产物分子结构中。这不仅减少了原料的浪费,降低了生产成本,更重要的是极大地减少了副产物的产生,从根源上降低了污染物排放,实现了化工生产与环境保护的和谐共生。

优化工艺流程是提升化工生产效率、降低能耗的重要手段。随着计算机技术的飞速发展,流程模拟与优化软件成为化工工艺设计的得力助手。这些软件能够基于化工原理与实际生产数据,对整个工艺流程进行精确建模与模拟分析^[3]。设计人员可以通过软件调整反应温度、压力、物料配比等关键参数,观察不同参数组合下反应进程与产品质量的变化情况,从而找到最优化的工艺条件。在实际应用中,通过优化工艺流程,反应时间得以大幅缩短,生产效率显著提升。

连续化生产工艺的推广与应用,彻底改变了传统间歇式生产的固有模式。在间歇式生产过程中,设备频繁启停不仅消耗大量能源用于设备预热、冷却以及重新建立反应条件,还容易造成设备磨损,缩短设备使用寿命^[4]。而连续化生产工艺实现了物料连续进料与产品的连续产出,生产过程如同一条源源不断的流水线,设备始终处于稳定运行状态,避免了因启停带来的能量损失。连续化生产能够实现生产过程的高度自动化与精准控制,减少了人为操作误差,提高了产品质量的

稳定性。

3 废弃物回收利用

废弃物回收利用是化工工艺设计中不可或缺的重要环节,它如同一位化腐朽为神奇的魔术师,将生产过程中的废弃物转化为可利用的宝贵资源。构建完善的废弃物分类收集系统是实现有效回收利用的第一步。化工生产过程中产生的废弃物种类繁多、性质复杂,从高温高压下产生的有机废气,到成分复杂的废液,再到固体废渣,每一种废弃物都有其独特的物理化学性质。只有依据这些特性进行精准分类,才能为后续的处理与回收提供便利。将含有特定化学成分的有机废气单独收集,避免其与其他废气混合,便于后续采用针对性的吸附、催化氧化等技术进行高效处理;对不同成分的废液进行分类储存,为后续的分选提纯与资源化利用创造条件。

先进的污染物处理技术是实现废弃物资源化的关键。针对化工生产中常见的有机废气,吸附技术通过特殊的吸附材料,如活性炭、分子筛等,将废气中的有机污染物吸附富集,随后通过脱附处理,使有机污染物得以分离回收,实现资源再利用。催化氧化技术则利用催化剂的作用,在较低温度下将有机废气中的有害物质氧化分解为二氧化碳和水等无害物质,有效减少污染物排放^[5]。对于废液处理,膜分离技术、萃取技术等被广泛应用,能够实现废液中有用成分的分选提纯,使原本的污染物转化为可再利用的原料或产品。这些先进技术的应用,让化工生产过程中的废弃物不再是令人头疼的负担,而是成为具有潜在价值的资源宝库。

建立废弃物循环利用模式,进一步拓展了资源利用的边界。化工生产过程中产生的余热、余压、废渣等废弃物,经过合理处理后都能发挥新的价值。余热发电技术利用生产过程中产生的高温热能,通过蒸汽轮机等设备将热能转化为电能,实现能量的二次利用,不仅满足了企业部分用电需求,还减少了外部能源消耗。废渣的循环利用同样潜力巨大,许多化工废渣含有丰富的无机成分,经过加工处理后,可用于制备建筑材料、土壤改良剂等产品^[6]。这种废弃物循环利用模式,将化工生产过程中的“废弃物”重新纳入资源循环体系,实现了资源的最大化利用,大幅减少了废弃物排放,推动化工行业向绿色可持续方向发展。

4 管理体系完善

完善的管理体系是保障化工工艺设计节能减排策略有效实施的坚实基础,它如同精密的指挥系统,协调着生产过程中的各个环节,确保节能减排目标的顺利

实现。制定严格的节能减排标准与规范,为化工工艺设计与生产提供了明确的行动指南。这些标准涵盖了从工艺设计初期的能耗指标设定,到生产过程中的污染物排放限制等各个环节。在工艺设计阶段,设计师需依据标准对工艺流程、设备选型等进行严格评估,确保设计方案在满足生产需求的符合节能减排要求。在生产过程中,操作人员需严格按照标准控制各项参数,使生产活动始终在规定的能耗与排放范围内运行。明确的标准与规范让节能减排不再是模糊的概念,而是具有可操作性的具体要求,为企业的可持续发展奠定基础。

加强对设计团队与生产人员的培训,是将节能减排理念转化为实际行动的关键。设计团队作为化工工艺设计的核心力量,其专业水平与环保意识直接影响着设计方案的节能减排效果。通过定期组织培训,向设计人员传授先进的绿色设计理念、节能技术以及最新的环保法规,能够拓宽他们的视野,提升其将节能减排融入设计方案的能力^[7]。对于生产人员而言,培训则侧重于提高他们在实际操作过程中的节能减排意识与技能。通过培训让操作人员了解设备的节能运行模式,掌握合理调整生产参数以降低能耗的方法,以及学会正确处理废弃物以减少排放。当设计团队与生产人员都深刻理解并践行节能减排理念时,就能在工艺设计与生产的各个环节形成合力,共同推动节能减排目标的实现。

建立健全能源与环境管理信息系统,为化工企业的节能减排管理装上了“智慧大脑”。该系统通过在生产现场部署各类传感器,实时采集能源消耗、污染物排放等关键数据,并将数据传输至信息管理平台。管理人员可通过平台直观查看生产过程中的能源流动与污染物排放情况,对数据进行深入分析。通过对比不同时间段、不同生产环节的能耗数据,能够快速发现能源消耗异常点,及时排查原因并采取改进措施;对污染物排放数据的分析,有助于了解排放规律,优化处理工艺,降低排放水平^[8]。能源与环境管理信息系统还能根据数据分析结果,对未来的能源需求与污染物排放趋势进行预测,为企业制定节能减排计划、调整生产策略提供科学依据,实现动态化、精细化管理,确保化工企业在

节能减排的道路上稳步前行。

5 结语

化工工艺设计中的节能减排是实现化工行业绿色可持续发展的关键。通过优化能源利用、推进工艺技术革新、加强废弃物回收利用以及完善管理体系等策略,可有效降低化工生产过程中的能耗与污染。未来,随着科技的不断进步,人工智能、大数据等新技术将深度融入化工工艺设计,进一步推动节能减排技术的创新与发展。需持续加强行业间的交流合作,共享先进经验与技术,共同促进化工行业向低碳、环保方向迈进。

参考文献

- [1] 朱艺焱,宋思扬.绿色发展背景下轨道交通节能减排的挑战与优化策略[J].时代汽车,2025,(11):36-38.
- [2] 郭立.ESG 框架下高校节能减排多层次协同双策略动态适配路径研究——基于“空间-利益相关者-技术与信息”耦合模型[J].中国物业管理,2025,(05):91-97.
- [3] 高阳.建筑给排水设计中节能减排问题与策略探究[J].建材发展导向,2025,23(09):133-135.
- [4] 刘芳.钢铁行业大气污染物减排策略研究[J].清洗世界,2025,41(04):121-123.
- [5] 雷立毅.绿色港口节能减排策略实证分析[J].中国航务周刊,2025,(16):45-47.
- [6] 沈金虎,杨明杰,张柠,等.极简网络策略与部署方案研究[J].电信工程技术与标准化,2025,38(04):6-12.
- [7] 黄骏波.建筑工程施工质量管理评价方法及节能减排策略研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(07):190-192.
- [8] 李超,丁莹莹,岳广庆.节能减排理念下生态环境治理的困境与优化对策分析[J].石化技术,2025,32(03):396-397.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS