

化工工艺中节能降耗技术应用与优化效益研究

孙林杰 苏振杰 薛 嘉(东营石大胜华新能源有限公司, 山东 东营 257500)

摘要:在城市化进程的推进中,高速发展的工业与环境保护工作存在一定冲突。当前化工能源企业作为工业发展的重要支柱,其生产过程中产生的污染物成为影响区域环境质量的主要因素之一,节能降耗已成为化工行业生存发展的必由之路。特别是我国“双碳”目标的提出,对化工行业的节能减排提出更高要求。加快推动化工行业绿色低碳转型,大力发展战略性新兴产业,提高能源资源利用效率,实现化工与环境的协调发展,是当前和今后一个时期化工行业发展的重中之重。

关键词:化工工艺;节能降耗;应用;经济效益

0 引言

化工行业因其生产过程复杂且能量密集,一直是全球能源消耗和碳排放的核心领域之一。化工行业需要消耗多种能源,其中煤炭、石油、天然气和电力是最常见的能源形式。许多化工产品需要通过高温加热、蒸汽生成等过程来制备,在生产过程中,某些化学反应本身也会产生二氧化碳,如氨的合成等。化工企业构建废弃物回收体系,通过提高回收利用率,将废弃物转化为新的资源,能够显著降低废弃物排放对环境的污染,还能提高资源的利用效率,实现经济效益与环境效益的双赢。

1 节能降耗技术在化工工艺中的重要性

①保障员工生命安全与健康。化工生产过程中涉及大量有毒有害物质、高温高压环境以及复杂的化学反应,使得化工企业成为高风险行业。加强节能降耗技术的应用,是对员工生命安全和身体健康的最直接保护。通过建立健全安全生产责任制,定期开展安全教育培训,增强员工的安全意识和应急处理能力,能够有效预防事故的发生,减少人员伤亡;优化生产工艺,采用低毒、无害的原材料,改善作业环境,降低职业病发生率,是保护员工健康的重要举措。②促进企业可持续发展。尽管化工行业能耗高、能效低的问题突出,但节能降耗潜力同样巨大。安全与环保是企业持续发展的基石,直接经济损失巨大,还可能面临法律诉讼、赔偿等间接损失,严重时甚至危及企业生存。

随着全球对环境保护意识的增强,环保法规日益严格,企业若不能有效控制污染排放,将面临罚款、限产、停产等严厉处罚,影响企业形象和市场竞争力。因此,加强节能降耗管理,不仅是对法律法规的遵守,更是化工企业提升管理水平、增强社会责任感、赢得

社会信任的重要途径,为企业长远发展奠定坚实基础。

2 化工工艺中节能降耗技术应用

2.1 过程强化技术

化工生产过程涉及复杂的物理、化学和生物学机理,传统的化工设备和工艺通常存在效率低、能耗高、污染重等问题。为了突破这些瓶颈,实现化工生产的节能降耗和清洁生产,过程强化技术应运而生。过程强化技术的核心理念是在不改变化工过程热力学平衡的前提下,采用物理、化学、生物等手段,显著提高传质、传热和化学反应效率,从而实现装置小型化、节能降耗和污染减排的目的。与传统化工工艺相比,过程强化技术可以大幅提升生产效率,降低能源消耗,同时减少污染物排放,为化工生产的绿色发展提供了新的途径。

在实际应用中,过程强化技术主要包括三大类:流体化技术、微反应器技术和旋转填料塔技术。流体化技术利用流体的紊流和湍流效应,通过强化流体混合和传质传热过程,显著提高反应效率和产品质量。微反应器技术则利用微纳尺度的通道结构,大幅增加传质传热面积,强化物质和能量传递过程,特别适用于高危险、高附加值的化工产品生产。旋转填料塔技术通过填料的高速旋转,在塔内形成强烈的离心力场,强化气液两相之间的传质效果,在蒸馏、吸收、萃取等分离过程中得到广泛应用。

2.2 有机电化学合成技术

有机电化学合成技术的兴起为化工领域注入了新的活力,促进了清洁与高效的化学反应过程。该技术之所以具有广泛的适用范围,是因为其能够在温和条件下进行高选择性的化学反应,并产生传统方法难以获得的复杂化合物,此项技术最大的优势便是实现了精细化管理,它利用电子作为反应剂,以电极作为反

应平台，简化了反应步骤，降低了副产物的生成，从而减少了废物排放。

有机电化学合成还特别适合于那些特定分子结构的设计与合成，在医药、农药、香料和染料等领域，这种技术的应用已经成为研究开发新产品的关键途径，例如，在合成一些复杂的分子时，有机电化学可以在细胞水平上进行，展现出高度的反应特异性和灵活性，这为合成高附加值的精细化学品提供了技术保障。除了拥有高效的反应能力，有机电化学合成相较于传统合成方法有显著的成本优势，技术减少了对大量有机溶剂的依赖，并能减少使用高压和高温条件的需要，既降低了能源消耗，还减少了可能对操作人员安全构成威胁的风险，提高了合成流程的整体安全性。

2.3 热能梯级利用技术

热能是化工生产过程中的主导能源形式，在化工工艺的各个环节中普遍存在。然而，受限于热力学第二定律，热能在利用过程中不可避免地存在损失，导致能源利用效率偏低。为了提高热能利用效率，减少能源浪费，热能梯级利用技术应运而生。热能梯级利用技术的核心理念是根据热能品位的差异，合理调配热能，实现热量在不同温度级别之间的逐级利用。通过对热能系统进行优化设计和管理，最大限度地实现废热回收和再利用，从而显著提升热能利用效率。这一技术在化工工艺节能中具有广阔的应用前景。在实际应用中，热能梯级利用技术主要包括热泵技术、蒸汽再压缩技术和热交换网络优化等。

其中，热泵技术通过压缩制冷循环，利用低品位热能驱动工质，实现热量从低温区域向高温区域的传递，提高热能的利用品位。蒸汽再压缩技术则针对化工生产过程中产生的低压蒸汽，通过压缩升温，将其转化为高品位热源，再次利用于生产过程。热交换网络优化则立足于工艺流程，通过系统分析和优化热交换器的设计与布置，实现工艺流体之间的高效热量传递和回收。

2.4 绿色分离技术

绿色分离技术作为化工行业致力于实现环境友好型生产的重大创新点，在制造效率与环境污染控制间找到了平衡，在过去的几年里，为满足日益增长的环保规范和市场需求，科研人员不断深化对绿色分离方法的研究，特别是吸附树脂、微波萃取和超临界流体萃取等技术，取得了良好发展，该技术之所以得到广泛普及，在于这些方法能够显著提升产品的纯度，减

少有机溶剂的使用，提供清洁的生产环境以及显著降低能源消耗和废物产生，在化工业中，绿色分离技术提高了化学制品的质量和纯度，确保了对环境的最小化影响。

现阶段，膜分离技术逐渐确立其在行业中的主导地位，可用于大规模应用级别的环境友好型分离过程，由于其操作过程简单、成本效益较高，并且对有机溶剂的依赖性较低，因此越来越多地被应用于大规模化学分离中。有机电化学合成技术突破传统化学合成技术的局限性，绿色化工合成技术研发水平已达到新的高度，并且在部分医药、农药等行业发挥着重要作用。

3 化工工艺中节能降耗技术的优化策略

3.1 强化化工生产过程中的环保与节能措施

化工生产作为整个供应链的核心环节，其环保性能的提升直接关系到整个供应链的绿色化进程。化工企业必须积极引入和应用节能环保的新技术、新设备、新材料，以全面提升生产效率，同时降低能耗和减少污染物排放，先进的催化技术和节能型反应器便是其中的佼佼者。

这些技术的运用，能够显著提高化工生产的环保性能，通过优化化学反应过程，减少副产品的产生，从而降低废弃物的排放量。然而，仅仅依靠新技术的引入是不够的，化工生产过程中产生的废弃物，如不加以妥善处理，仍会对环境造成不可忽视的影响。对废弃物进行分类、储存和处理，成为化工企业环保管理的又一重要环节。通过科学分类，可以将废弃物中的可回收部分进行有效分离，为后续的资源再利用打下基础，同时建立完善的废弃物储存设施，确保废弃物在储存过程中不会对环境造成二次污染。

3.2 强化安全环保设施建设与运行管理

化工企业在建设初期，需要充分考虑安全环保因素，进行科学规划与设计。包括合理布局生产区域、储存区域和废弃物处理区域，确保各区域之间保持安全距离；根据生产流程和物料特性，设计合理的安全环保设施，包括防火墙、防爆门、泄漏收集系统等。在安全环保设施建设中，需要优先选用技术先进、性能可靠、节能环保的设备和材料，比如可以采用高效节能的泵、压缩机和换热器，减少能源消耗；使用耐腐蚀、耐高温、无毒害的材料，降低有害物质泄漏的风险。化工企业需要建立完善的废水废气处理设施，确保排放物符合国家环保标准，比如对于废水需要设置沉淀池、中和池、生化处理池等，去除有害物质；

而对于废气，需要采用吸收、吸附、催化氧化等技术，减少有害气体的排放。

3.3 推进新技术应用示范，加强创新技术研发应用

科技创新是现代化工高质量发展的首要推动力。我国应加大现代化工技术创新的投入力度，深入推进行产学研用协同创新，推进新型气化、新一代MTO、石脑油甲醇耦合裂解等新技术应用示范，提升产业自主发展和能力建设。鼓励新建现代化工项目承担相应技术创新示范升级任务，实施重大技术装备攻关工程，加快产业技术优化升级，推动关键技术首批(次)材料、首台(套)装备、首版(次)软件产业化应用。针对产业仍然存在的一些短板，如百万吨级自主甲醇合成技术装备、10亿~20亿立方米级自主甲烷合成技术装备、百万吨级甲醇制芳烃技术装备，加快示范应用。推进原始创新和集成创新。

推进高性能复合新型催化剂、合成气一步法制烯烃、一步法制低碳醇醚等技术创新。聚焦大型高效煤气化、新一代高效甲醇制烯烃等技术装备及关键原材料、零部件，优化调整产品结构，加快煤基新型合成材料、先进碳材料、可降解材料等高端化工品生产技术开发应用。加强有毒有害化学物质绿色替代品和无毒无害、低毒低害绿色化学物质和产品研发。同时，推动化工产业数智化赋能，推广建设化工行业智能车间、智能物流、智能工厂和智慧园区。

3.4 优化产品结构以促进绿色转型

在化工行业的绿色转型过程中，优化产品结构是至关重要的一步，它直接关系到企业的市场竞争力、资源利用效率以及对环境的影响。化工企业应深入研究市场对绿色、环保产品的需求趋势，识别潜在的绿色产品增长点，加大在绿色化学品、生物基材料、可降解材料等领域的研发投入，开发具有自主知识产权的绿色产品，确保绿色产品在满足环保要求的同时，具备与传统产品相当甚至更优的性能，以吸引消费者和下游企业。同时，企业应逐步淘汰高能耗、高污染、低附加值的产品线，聚焦于精细化学品、高端新材料等附加值高的产品，提升产品链的整体价值。例如，某石化拆除了原有的码头和穿城管廊，退还了一部分长江岸线进行生态修复，并在同一地点建成了滨江生态公园。这一行动有助于保护长江的生态环境，也促进了公司产品结构的优化升级，有效解决化工产业高碳排与生态环境保护中的瓶颈，推进化工行业绿色低碳发展。

4 化工工艺中节能降耗技术优化后的经济效益

①直接成本降低：节能降耗技术优化后，企业的能源消耗显著下降。以电力消耗为例，优化前每月电费支出为42万元，优化后每月降低至35万元，每年节省电费一百万元。蒸汽等其他能源消耗也有类似程度的降低。此外，设备维护成本也因设备运行效率提高和磨损减少而降低。新设备的稳定性更好，减少了设备故障次数，每年可节省设备维修费用十万元。

②生产效率提升：优化后的工艺流程和设备提高了生产效率，产品产量增加。假设优化前每月产量为500吨，优化后每月产量提升至650吨，按照每吨产品利润100元计算，每月利润增加1.5万元，每年增加利润18万元。同时，由于生产效率提高，企业能够更快地响应市场需求，抢占市场份额，进一步提升经济效益。

③环保效益转化：节能降耗的同时，减少了污染物排放，降低了企业的环保成本。企业无需再为高额的污染物处理费用和可能面临的环保罚款担忧。此外，良好的环保形象有助于企业获得更多的政策支持和市场认可，为企业带来潜在的经济效益。化工工艺节能降耗技术优化是一项具有显著经济效益的举措。通过降低能耗、提高生产效率和减少环保成本，企业在提升自身竞争力的同时，也为可持续发展做出了贡献。随着技术的不断进步，化工企业应持续关注和应用节能降耗新技术，实现经济效益和环境效益的双赢。

5 结语

研究表明，我国化工产业基础良好，但高质量发展仍受到制约。面临着化工工艺综合利用率偏低、可持续发展能力不强、绿色环境友好型发展压力较大、能耗较大等问题，制约产品高质量发展。通过合理应用节能技术，并从工艺、控制和管理等方面进行系统优化，可显著提升化工工艺能源利用效率，实现节能降耗和绿色发展。

参考文献：

- [1] 韩云飞,牛颖颖.化工工艺中节能降耗技术应用与优化研究[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(04):183-185.
- [2] 黎伟.化工工艺中节能降耗技术应用与优化[J].中国石油和化工,2024(01):81-83.
- [3] 阮金俊.化工工艺中节能降耗技术应用与优化策略[J].石化技术,2023,30(03):231-233.