

化工企业节能减排降本增效研究

杜海军（浙江来益生物技术有限公司，浙江 嵊州 312400）

摘要：在当前经济形势下，化工行业如何实现环境友好和资源高效利用成为了首要任务。在当前环保政策与市场压力下的双重挑战下，体现出实施节能减排策略的必要性和紧迫性。通过分析化工生产过程中的能耗和污染物排放特点，提出了针对性的节能技术措施，如改进工艺流程、优化设备选型、强化能源管理等，旨在提升能效，降低单位产值能耗。同时，针对化工排放的各类污染物，如硫氧化物、氮氧化物及挥发性有机物，探讨减排对策，包括采用清洁燃烧技术、废气处理设备升级等，以实现化工生产过程的绿色化。在增效方面，通过生产过程优化、废弃物资源化和绿色供应链管理等手段，降低生产成本，提升企业竞争力。研究表明，这些技术和策略在实际应用中取得了显著成效，为化工企业的可持续发展提供了有力支撑。

关键词：化工企业；节能减排；降本增效；清洁生产；废气处理；废水处理

1 绪论

当前全球环境问题日益严峻，气候变化和资源短缺使得可持续发展成为全人类的共同课题。对于化工行业，作为全球能源消耗和环境污染的主要源头之一，其节能减排降本增效的紧迫性与重要性不言而喻。在这样的大背景下，化工企业面临着来自环保政策的严格要求以及市场对绿色产品和服务的强烈需求，双重压力促使企业寻求在经济效益与环保责任之间的平衡。

化工企业在追求经济效益的同时，如何通过技术创新、管理优化和政策引导，实现能源的高效利用，降低碳排放，减少废弃物，从而在降低生产成本的同时提升企业竞争力。作为全球能源消耗的主要领域，化工行业在生产过程中大量使用化石燃料，不仅导致了二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物等污染物的大量排放，还对全球碳排放总量产生了显著影响。因此，化工企业必须积极应对，采取有效措施降低能耗，减少污染物排放，实现可持续发展。

政策驱动和法规要求在化工企业节能减排进程中发挥着关键作用。例如，“双碳”目标，都为化工企业设定了明确的减排目标。同时，ISO 14000 环境管理体系认证和绿色供应链管理的推行，这些法规要求和政策导向，为化工企业的节能减排提供了外部压力和内在动力。

然而，实现节能减排降本增效目标的关键在于技术进步和创新。化工企业可开发清洁生产技术，如研发和应用低碳技术，如生物技术的应用，以减少温室气体排放。此外，环保型产品的研发与推广，如可降解材料等，有助于推动绿色消费，减少对传统化工产品的依赖。数字化和智能化技术，如工业互联网和人

工智能，也有助于化工企业优化生产工艺流程，降低能源消耗。降本增效则涵盖了整个生产过程的精细化管理、废弃物资源化利用，以及绿色供应链的构建，通过优化生产流程，提升资源利用效率，同时降低生产成本，以增强企业的市场竞争力。

本研究通过深入分析化工生产过程中的能耗和排放特点，探讨了针对这些特点的节能技术措施和减排对策以及增效方案。

2 化工企业节能技术措施

2.1 建立能源管理系统

在化工企业的节能减排策略中，建立能源管理系统（EMS）。能源管理系统是一种集数据采集、监控、分析和决策支持于一体的综合管理体系，旨在优化能源使用，提高能效，降低能源成本，同时减少对环境的影响。通过实时监测和分析生产过程中的能源消耗情况，EMS 能够帮助企业发现能源浪费，识别节能潜力，从而制定更为精准的节能措施。EMS 通过安装在关键设备和系统上的传感器，收集详细的能源使用数据，包括电、热、水、气等能源介质的消耗情况。这些数据经过整合和处理，形成能源使用报告，为管理层提供决策依据。通过对比历史数据和行业标准，EMS 能够识别出异常能耗现象，及时发现设备故障或操作不当等问题，以便及时进行调整和维修，避免能源的无谓损失。EMS 通过能源审计与基准比较，评估企业的能源效率，识别出能源效率低下的环节，从而采取相应措施，如优化生产调度，实施设备升级，或者改进工艺流程，以降低不必要的能源消耗。

能源管理系统使化工企业能够实现能源使用的透明化和精细化管理，挖掘节能潜力，从而实现化工企

业的节能减排降本增效，以增强企业的市场竞争力，为企业可持续发展注入动力。

2.2 清洁生产技术

清洁生产技术是化工企业节能减排的重要手段，它通过改进工艺流程、提高原料利用率、减少废物生成和排放，实现生产过程的绿色化。本节将深入探讨几种清洁生产技术在化工企业中的应用，并分析其对节能减排的贡献。

生物技术在化工生产中的应用也日益受到重视。例如，利用微生物发酵技术，化工企业可以生产生物基化学品，如生物塑料、生物燃料等，这些产品具有可再生和可降解的特点，有助于减少对化石资源的依赖，降低碳排放。此外，通过生物转化技术，企业可以利用废物资源产生能源或有价值的化学品，实现废物的资源化利用，进一步推动循环经济的发展。

绿色化学理念提倡在设计阶段就考虑产品的环境影响，选择环境友好的反应条件和原料，尽可能避免有害物质的使用和产生。通过绿色化学思路，化工企业可以开发出更环保的生产工艺，例如，使用无溶剂或低溶剂的反应体系，减少挥发性有机物的排放；或者提高利用率，减少副产物和废物的生成。

数字化和智能化技术也是推动清洁生产的重要工具。通过工业互联网和人工智能，企业可以实现生产过程的实时监控和优化，精确控制反应条件，减少能源浪费和污染物排放。例如，运用大数据分析，可以预测和调整生产过程中的能源需求，实现更高效的能源利用；同时，智能控制技术可以实时调整设备运行状态，防止能源的过度消耗。

清洁生产技术的应用不仅能直接降低化工企业的能源消耗和污染物排放，还能推动企业的技术创新和产品升级，增加市场竞争力。然而，清洁生产技术的引入和推广还面临着成本、技术成熟度及政策支持等方面的挑战。因此，化工企业在实施清洁生产策略时，需要结合自身实际情况，寻求与科研机构、政府部门的合作，共同解决这些难题，以实现节能减排的长远目标。

3 化工企业减排对策

3.1 废气处理技术

废气处理技术是化工企业减排对策的重要组成部分，旨在有效控制并减少生产过程中产生的各类有害气体排放，包括硫氧化物、氮氧化物和挥发性有机物等。这些废气不仅对环境造成严重破坏，还威胁到人类健康。

针对硫氧化物（ SO_x ），特别是二氧化硫（ SO_2 ），

化工企业普遍采用湿式脱硫工艺。这种方法利用碱性溶液，如石灰水或氨水，吸收废气中的 SO_2 ，生成可安全处置的硫酸盐或亚硫酸盐。此法具有处理效率高、工艺成熟等优点，广泛应用于化工企业。

氮氧化物（ NO_x ）的处理主要是通过选择性催化还原（SCR）和选择性非催化还原（SNCR）技术。SCR 技术利用氨或尿素作为还原剂，在催化剂作用下，将 NO_x 转化为无害的氮气和水。SNCR 则在更高的温度下进行，无需催化剂，直接利用氨或尿素与 NO_x 反应。这两种方法都能有效减少 NO_x 排放，且可根据具体工况选择合适的处理方式。

挥发性有机物的治理主要采用吸附、燃烧、生物降解和光催化等方法。吸附技术利用活性炭等吸附剂，将其从废气中分离出来，然后通过脱附再生或焚烧处理。燃烧技术是通过高温氧化将其转化为二氧化碳和水。生物降解法则是利用微生物对其进行降解，转化为无害的二氧化碳和水。光催化技术利用紫外线或可见光激发催化剂，引发氧化反应，降解挥发性有机物。

随着环保标准的不断提高，废气处理技术也在不断进步，如低氮燃烧技术、等离子体技术、膜分离技术等新兴技术的出现，为化工企业提供了更高效的减排途径。例如，低氮燃烧技术通过优化燃烧条件，降低氮氧化物的生成；等离子体技术利用高压电场产生等离子体，使挥发性有机物分子裂解为更小的无害分子；膜分离技术则通过选择性分离膜，将废气中的有害成分从气流中分离出来。

然而，废气处理技术的应用还面临一些挑战，如设备投资大、运行成本高、副产品处理问题等。因此，化工企业在选择废气处理技术时，需综合考虑技术的经济性、适用性和环保效益。企业应结合自身生产特点和环保要求，选择合适的废气处理技术，并不断进行技术创新和优化，降本增效，以实现生产过程的绿色化，既保护环境，又提升企业竞争力。

3.2 废水处理技术

废水处理技术是化工企业实现绿色生产的一项核心任务，它旨在减少生产过程中产生的废水排放，包括无机污染物、有机污染物和有毒有害物质，从而保护水资源，降低对环境的负面影响。化工废水的处理策略通常包括物理处理、化学处理、生物处理和高级处理等阶段，这些阶段根据废水的特性和排放标准进行组合，以实现最优的处理效果。

物理处理阶段主要用于去除废水中的悬浮物和颗粒物，常用的方法有沉淀、过滤和浮选等。沉淀法利

用重力作用,使废水中的悬浮物沉降,通过固液分离器或沉淀池实现;过滤则是通过多孔介质拦截废水中的颗粒物;浮选则是通过向废水中通入空气,使悬浮物黏附在气泡上,随气泡上升实现分离。

化学处理阶段通常涉及化学反应,用于去除废水中的无机离子和部分有机物。中和法用于调节废水的酸碱度,使之达到排放标准;混凝法通过加入絮凝剂,使废水中的颗粒物凝聚成易于沉降的大颗粒;氧化还原法用于处理含重金属或有毒有害物质的废水,通过氧化或还原反应,使这些物质形成沉淀或易于去除的形态。

生物处理技术则是利用微生物的新陈代谢作用,分解废水中的有机物。活性污泥法和生物膜法是两种主要的生物处理技术。活性污泥法中,废水与含有微生物的活性污泥混合,微生物通过代谢有机物获取能量和营养,废水中的有机物随之被分解;生物膜法则是在曝气池的壁面或填料上形成微生物膜,废水流经时,有机物被膜上的微生物吸附并降解。

高级处理阶段主要针对化学处理和生物处理难以去除的污染物,如难降解有机物、特定的重金属离子和氮、磷营养物质。反渗透、纳滤和超滤等膜分离技术,可以有效去除废水中的溶解性无机物和部分有机物;电化学法和光催化法通过电化学反应或光诱导反应,进一步降解有机物;生物脱氮除磷技术通过特定的微生物作用,去除废水中的氮和磷,防止水体富营养化。

废水处理技术在化工企业的节能减排策略中占据重要地位,因为它们不仅有助于企业遵守严格的环保法规,减少罚款和环境修复成本,同时也有助于企业提升环保形象,吸引绿色投资者,增强市场竞争力。然而,废水处理技术的应用还面临高运行成本、二次污染以及处理技术的适应性挑战。因此,化工企业需要不断寻求技术创新,如开发新型高效低耗的处理技术,或者优化现有工艺,以降低处理成本,提高资源回收利用,增加企业效益,实现废弃物资源化利用,以提升企业的市场竞争力。

4 绿色供应链管理

绿色供应链管理是化工企业实现降本增效的策略之一。企业应寻求与绿色供应商合作,优先采购可再生、低污染的原料。通过建立绿色采购政策,企业可以降低原料成本,减少供应链中的环境风险。此外,通过与供应商共享信息,优化物流管理和库存控制,企业还能进一步降低运输和仓储成本,以实现化工企业降本增效。

5 结论与展望

本研究探讨了化工企业节能减排的必要性,分析其在能源消耗和排放现状下的挑战,并提出了针对性的节能技术措施和减排对策及增效方案,我们得出以下结论:

化工企业实施节能减排是应对全球环境问题的必然选择。技术进步和创新是化工企业节能减排降本增效的关键。节能减排不仅能帮助化工企业满足政策要求,降低环境风险,还能够带来经济效益。通过节能技术应用,企业可以降低运营成本,提高能效;环保产品的开发则有助于开拓市场,提升竞争力。绿色供应链管理为企业可持续健康发展提供充足动力。同时,承担社会责任,实现绿色转型,有助于企业树立良好形象,吸引投资者和消费者。

展望未来,化工企业节能减排降本增效的道路上仍有大量工作要做。技术进步需要不断加速,尤其在清洁生产、低碳技术以及环保产品开发方面。此外,跨学科合作和产学研的深度融合,将有助于推动化工行业的绿色转型。同时需要企业、政府、科研机构和社会的共同努力。只有通过全面、系统的策略,化工企业才能在环保与经济的双重驱动下,实现真正的绿色、低碳、可持续发展。

参考文献:

- [1] 宋雅文. 医药化工企业节能减排研究 [J]. 科技创业月刊, 2017(11):21-23.
- [2] 田涛. 企业集团对节能减排的影响研究——来自中国上市公司的经验证据 [J]. 安徽农业大学学报(社会科学版), 2024(1):76-87.
- [3] 陈建刚. 煤矿企业节能减排管理研究 [J]. 化工管理, 2024(20):163-166.
- [4] 余虹钢. 石油化工企业节能减排现状与对策研究 [J]. 现代工业经济和信息化, 2023(9):206-208.
- [5] 蒋樟生. 外部技术网络嵌入、知识重组能力与制造企业节能减排 [J]. 工业技术经济, 2024(2):116-125.
- [6] 冷明辉. 化工企业节能降耗的应对措施 [J]. 石油和化工节能, 2022(4):21-24.
- [7] 栗进波. 煤化工企业节能降耗现状与发展对策 [J]. 工业技术创新, 2022(11):55-57.
- [8] 唐海红. 化工企业节能降耗技术的应用及优化策略 [J]. 化工管理, 2021(2):49-51.
- [9] 高强, 杨伯元. 基于循环经济的化工企业节能减排的研究 [J]. 商场现代化, 2021(30):27-29.