

化工生产废热回收系统的能效提升与经济性分析

张长赞

新疆东方希望新能源有限公司 新疆昌吉

【摘要】 化工生产废热回收系统是提高能源利用效率、减少能耗的重要途径。本文针对化工生产中废热回收系统的能效提升与经济性进行分析，探讨了如何通过技术改造与优化设计提高废热回收系统的整体效能。分析表明，废热回收系统通过合理配置与改进，能够显著提升能源回收率，降低生产成本，并为企业创造可观的经济效益。本文还结合具体案例，评估了不同技术方案在实际应用中的经济性差异，为优化化工生产能源利用提供理论依据和实践指导。

【关键词】 废热回收；能效提升；经济性分析；化工生产；能源利用

【收稿日期】 2025 年 8 月 17 日

【出刊日期】 2025 年 9 月 20 日

【DOI】 10.12208/j.jccr.20250076

Energy efficiency improvement and economic analysis of waste heat recovery systems in chemical production

Changyun Zhang

Xinjiang Oriental hope new energy Co., Ltd. Changji, Xinjiang

【Abstract】 The waste heat recovery system in chemical production is a crucial approach to enhance energy utilization efficiency and reduce energy consumption. This paper analyzes the energy efficiency improvement and economics of waste heat recovery systems in chemical production, and explores how to improve the overall efficiency of such systems through technological transformation and optimized design. The analysis shows that with rational configuration and improvement, waste heat recovery systems can significantly increase energy recovery rates, reduce production costs, and create considerable economic benefits for enterprises. Combined with specific cases, this paper also evaluates the economic differences between different technical schemes in practical applications, providing theoretical basis and practical guidance for optimizing energy utilization in chemical production.

【Keywords】 Waste heat recovery; Energy efficiency improvement; Economic analysis; Chemical production; Energy utilization

引言

化工生产过程中产生的废热通常未能充分利用，导致了大量能源的浪费。随着能源紧张和环保要求的提高，废热回收成为优化化工生产能源管理的重要环节。废热回收系统不仅能够有效地减少能源消耗，还能提高整体生产效率，降低企业运营成本。如何通过技术创新和系统优化提升废热回收效率，成为提升化工企业竞争力的关键因素。本文旨在分析废热回收系统的能效提升途径，并通过经济性评估，为化工生产企业提供实践性指导，以期为能源节约和环境保护作出贡献。

1 化工生产废热回收现状与挑战

化工生产过程中，废热资源的产生是不可避免的。尤其是在高温反应、加热、蒸发等过程中的能量损失，

造成了大量的能源浪费。在传统的化工生产系统中，废热通常未被充分回收，往往被直接排放到环境中，既造成了能源的浪费，也加剧了企业的运营成本。在许多企业，虽然已经有了废热回收系统，但其效率和覆盖范围仍然较低，系统的设计和运行不够优化，无法满足现代化化工生产对于能源利用的高效要求。

目前，废热回收技术的应用已有一定发展，特别是在一些大型化工企业中，废热回收系统的建设已成为降低能耗的一个重要环节。但由于废热来源复杂，温度差异较大，废热回收的效率和经济性依然面临着许多挑战。废热的温度、流量和组成成分的变化使得废热回收的设计与实施非常困难^[1]。不同生产环节的废热特性各异，导致废热回收系统难以进行统一设计，从而影响

了整体能效的提升。

废热回收系统的投资和维护成本较高,也是企业面临的一大挑战。在一些中小型化工企业,由于投资预算有限,废热回收系统的建设无法得到充分保障。即使在一些拥有较好经济基础的企业,废热回收系统的投资回收期也较长,使得部分企业对其投入持保留态度。综上所述,废热回收在化工生产中的现状虽有一定进展,但要实现更高效、经济的能效提升,还需要面对众多技术和经济层面的挑战。

2 废热回收系统能效提升的技术途径

废热回收的核心技术之一是热能储存技术。在硫酸生产中,废热产生存在波动性,如白天高负荷时段余热充足、夜间低负荷时段余热不足,此时热能储存系统可发挥关键作用。通过相变储能装置(如熔融盐储热介质),在高负荷时段存储低温余热回收产生的多余热量,低负荷或蒸汽需求高峰时释放热量,辅助蒸汽发生器稳定供汽,避免因余热波动导致的蒸汽供应中断,使低温余热回收的蒸汽利用率提升 15%-20%。热能储存技术的核心在于合理选择储热介质,如通过液体盐、石蜡等储热材料,以确保在高温条件下也能够有效存储能量^[2]。优化热能的存储与释放过程,也是提高整体系统效率的关键。

除了设备和技术的提升,废热回收系统的智能化管理也是提升能效的有效途径。以硫酸低温余热回收蒸汽系统为例,接入物联网与大数据管理平台,可实时监控干燥塔、吸收塔烟气温度、流量及蒸汽发生器压力、液位等参数,结合生产负荷(如焚硫炉投料量)自动调节换热器烟气流量与蒸汽产出量,避免低负荷时能量浪费,使低温余热回收率稳定维持在 85% 以上。智能化管理不仅能够实时优化回收过程中的热流分配,还能对设备的运行状态进行预测和故障预警,提高系统的可靠性和稳定性。通过这些技术途径的综合应用,废热回收系统的能效可以得到显著提升,从而为企业带来更高的能源利用率和更低的运行成本。

3 废热回收系统经济性分析与优化策略

废热回收系统的经济性分析是评估其投资价值和可行性的关键因素。在实际应用中,废热回收系统的建设需要较高的初期投资,这包括设备采购、安装、调试等费用,且这些费用通常占据企业整体预算的较大比例。企业在决定是否投入该项技术时,必须对其经济性进行详细的分析,以确保长期投资的可行性和合理性。废热回收系统的投资回收期通常较长,这意味着企业需要承担初期高昂的资金压力,并等待几年才能回收

成本,这对于资金状况较紧张的企业来说是一个不小的挑战^[3-7]。在此过程中,综合考虑废热回收系统的能效提升、节能效益以及可能的税收减免等多方面因素是非常重要的。只有通过全方位的经济分析,才能做出合理的决策,确保企业的资金投入获得合理的回报,并为企业带来长期的经济效益和竞争优势。

从能源节约的角度来看,废热回收系统能够显著减少能源消耗,降低企业的能源费用。在许多行业中,能源成本往往是企业运营中的一大负担,尤其是化工、钢铁等高能耗行业,能源价格的波动对企业经营造成了较大的影响。废热回收系统的应用,有效地将生产过程中的废热转化为可利用的热能,从而减少了外购能源的需求,在能源价格波动较大的情况下,能为企业提供更加稳定、可控的能源成本。通过优化废热回收技术,企业可以大幅度降低能源消耗,尤其是在废热排放量较大的生产环节中,废热回收系统能够发挥巨大的节能效益。废热回收还能够减少企业的碳排放,降低环保成本,从而提升企业的社会责任形象和品牌价值。随着环保法规的日益严格,废热回收的实施不仅仅是一种节能措施,更是企业履行社会责任、推动可持续发展的重要手段。

废热回收系统的优化策略可以在降低投资和运营成本、提高整体经济效益。在系统设计阶段,通过合理规划回收系统的规模、布局和技术选型,可以避免因过度投资或设计不当导致的不必要浪费。选择适合的热交换器类型和容量、合理布置设备位置以及采用模块化设计,都能够最大程度地降低系统建设和安装的成本。系统在运行过程中的能源消耗和维护费用也是影响经济性的关键因素。通过加强设备的定期维护和优化运行管理,能够有效延长设备使用寿命,降低设备故障率,从而减少维修和更换成本。引入智能化管理手段,利用数据采集和实时监控对废热回收过程进行动态调整,不仅可以实时优化系统运行,还能根据生产需求调整回收策略,进一步减少资源浪费,提高能效。

4 废热回收系统应用案例分析

为了更好地了解废热回收系统在化工生产中的实际应用效果,本文选取国内某年产 30 万吨硫酸的大型化工企业作为案例进行分析。该企业地处化工产业密集区,硫酸生产中干燥塔、吸收塔出口烟气携带大量低温余热,且生产需持续消耗外购低压蒸汽(用于酸泵密封、设备伴热),传统模式下能耗高、环保压力大,导致生产成本居高不下。为解决这些问题,企业投资建设硫酸低温余热回收 - 蒸汽转化系统,通过技术改造

提升能源利用效率,减少外购蒸汽依赖,最终实现节能与环保双重目标。

该废热回收系统以“氟塑料换热器+低压蒸汽发生器+相变储热装置”为核心:在干燥塔(出口烟气温度 160℃)、吸收塔(出口烟气温度 130℃)各配套 2 台氟塑料换热器,将烟气温度分别降至 90℃、85℃,再通过换热器加热除盐水,送入 2 台额定蒸发量 1t/h 的蒸汽发生器,稳定产出 0.4MPa 低压蒸汽。系统还配套熔融盐储热装置,在硫酸生产低负荷时段(如夜间焚硫炉投料量减少)储存多余热量,高负荷时段(白天生产高峰)释放热量辅助产汽,避免余热波动导致的蒸汽供应中断,有效提升生产过程中能源供给稳定性^[8]。同时,系统接入企业智能化管理平台,实时监控烟气温度、蒸汽压力等参数,确保各环节在最佳状态运行,进一步提升整体运行效率。

尽管废热回收系统在节能方面取得了明显成效,但企业在实际运行中仍然面临技术和经济上的一些挑战。尤其在生产高峰期,废热的产生量较大,而回收系统的处理能力未能完全跟上,导致了部分废热未能被有效回收。针对这一问题,企业和技术团队对运行数据进行了详细分析,发现提升储热能力和增加热交换面积能够有效解决系统的负荷压力。技术人员还建议加强日常维护和定期检查,优化热交换器的工作状态,确保设备的长期稳定运行。通过这些进一步的优化措施,废热回收系统将能够更好地应对生产过程中不断变化的废热流量,实现更高的能效水平,为企业创造更大经济效益。

5 结语

废热回收系统作为提升能源利用效率的重要手段,不仅能够有效减少能源浪费,降低生产成本,还能为企业带来显著的环保效益。通过不断优化系统设计、引入先进的储热技术和智能化管理,废热回收系统的能效和经济性不断提升。尽管面临技术与经济的挑战,但随着技术的进步和企业对可持续发展的重视,废热回收

将在化工行业中发挥越来越重要的作用。未来,废热回收技术的不断创新将为企业带来更大的节能潜力和更高的经济回报,同时也推动了行业向绿色低碳转型的发展。

参考文献

- [1] 徐霖. 垃圾焚烧发电厂余热回收在渗滤液母液蒸发减量中的工程应用研究[J]. 广东化工, 2025, 52(16): 105-107+110.
- [2] 李佩佩. 化工过程中的余热回收与循环利用技术优化设计及应用研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(14): 126-128.
- [3] 陈伟, 马勃, 李艳斌, 等. 筒型枕板式换热器低温生活污水废热回收特性[J]. 节能技术, 2025, 43(04): 329-335.
- [4] 韩群, 李枫, 李松. 热电厂污水处理过程中余热回收与利用技术研究[J/OL]. 清洗世界, 1-4[2025-08-30].
- [5] 郭瑞莹, 徐英杰, 王志伟, 等. 热回收换热器对液冷余热回收高温热泵性能的影响[J]. 制冷与空调, 2025, 25(06): 92-98+107.
- [6] 席新军, 蒋鲲, 郭晓青. 太阳能热电联产系统设计与能效提升[J]. 中国军转民, 2025, (03): 128-129.
- [7] 石全荣. 酒店冷站能效提升及余热回收节能措施探究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(24): 46-48.
- [8] 魏瑞瑞, 楚天福, 段龙龙, 等. 芜湖新兴烧结工序能效提升生产实践[C]//中国金属学会. 第十四届中国钢铁年会论文集—11. 节能与低碳技术. 芜湖新兴铸管有限责任公司铁前事业部; 芜湖新兴铸管有限责任公司研究院; 2023: 121-125.

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