

Environmental Impact Assessment and Control of Flue Gas Desulfurization Device in Thermoelectric Boiler

Yuanyuan Cao

Anqiu Shengyuan Thermal Power Co., Ltd., Anqiu, Shandong, 262100, China

Abstract

This study provides an in-depth analysis of the environmental impacts of flue gas desulfurization (FGD) systems in thermal power boilers, while exploring corresponding control methodologies. The paper elucidates the fundamental principles and structural characteristics of desulfurization equipment, highlighting its critical role in reducing industrial emissions. Through comprehensive environmental impact assessments, the research underscores the importance of implementing environmental protection measures, alongside a thorough evaluation of desulfurization technologies' efficiency and cost-effectiveness. Furthermore, the study examines the current evolutionary trajectory of desulfurization technologies and their challenges, proposing potential future trends and viable pathways. Supported by concrete case studies and data, the research demonstrates the significant effectiveness of desulfurization technologies in mitigating environmental pollution and improving air quality. This work offers valuable insights and recommendations for environmental protection and industrial emission control, contributing practical experience and theoretical support to the pursuit of sustainable development goals.

Keywords

in the industrial field; thermal energy recovery system; waste gas purification technology; ecological benefit assessment; pollutant reduction measures

热电锅炉烟气脱硫装置的环境影响评价与控制

曹媛媛

安丘盛源热电有限责任公司, 中国·山东 安丘 262100

摘要

本文深入分析了热电锅炉烟气脱硫装置对环境的影响,并探讨了相应的控制方法。文章阐述了脱硫装置的基本原理与结构特性,并明确了其在减少工业排放方面的作用。通过详细评估装置的环境影响,本文强调了实施环境保护措施的重要性,同时全面分析了脱硫技术的效率与成本。此外,本研究进一步探讨了当前脱硫技术的演进路径及其所面临的困境,并提出了未来发展的潜在趋势与可能路径。以具体案例与数据为支撑,本研究揭示了脱硫技术在降低环境污染水平及改善空气质量方面的显著效果。本文为环境保护和工业排放控制提供了宝贵的见解和建议,为可持续发展的目标贡献了实践经验和理论支持。

关键词

在工业领域中; 热能回收系统; 废气净化处理技术; 生态效益评估; 污染物减排措施

1 引言

随着工业化进程的加速,热电锅炉作为主要的能源设备在带来经济效益的同时,也对环境造成了显著影响。在工业领域中,锅炉排放的含硫烟气作为大气污染的主要来源之一,其影响不容忽视。因此,推进热电锅炉烟气脱硫技术的创新研究与实际应用具有不可替代的战略意义。本文针对热电锅炉烟气脱硫装置进行深入分析,探讨其对环境的潜在影响及有效控制措施,旨在为环境保护和工业排放控制提供有效的解决方案。借助这些研究进展,我们不仅能够显著提升能源使用效能,还能有效减少环境负担,为实现绿色可持续发展

发展目标提供有力支撑。

2 热电锅炉烟气脱硫装置概述

热电锅炉烟气脱硫装置是工业减排的关键设备,核心功能为去除烟气中二氧化硫等硫化物,降低大气污染。其典型组件包括吸收塔、反应剂喷射系统、烟气循环系统及废物处理单元。脱硫过程中,烟气引入吸收塔后与石灰石浆液等碱性反应剂混合,硫化物转化为无害或易处理化合物,净化后达标排放。脱硫效率受烟气初始硫含量、反应剂特性、吸收塔性能等因素影响。国内某火电厂采用新型技术后,二氧化硫排放量从每立方米 500 毫克降至 50 毫克以下,脱硫效率超 90%,印证了装置的减排实效,也契合超低排放区域的管控要求。

为保持热电锅炉烟气脱硫装置高效运行并控制成本,

【作者简介】曹媛媛(1979-),女,本科,工程师、经济师,从事节能工程,工商管理研究。

定期维护与优化至关重要。作为工业环保关键部件，脱硫装置需定期检查、维护及必要时更换部件，确保持续稳定高效。定期检查需覆盖吸收塔、反应剂喷射装置、循环系统及废弃物处理单元，及时排查隐患、修复问题，避免故障或性能衰退。清洁维护方面，需清理吸收塔内沉积物与颗粒物，保障脱硫反应顺畅，同时确保喷射、循环系统的喷嘴与管道畅通，使反应剂均匀分布。做好反应剂存储与投入管理，确保质量和浓度达标；通过监测系统跟踪脱硫效率、排放浓度及设备性能，及时调整优化。依据使用寿命与实际性能，及时更换喷嘴、泵、过滤器等关键部件，动态调控运行参数，全面优化设备效能，减少能耗与运营成本。

定期维护与优化热电厂烟气脱硫装置，可保障其可靠性、延长使用寿命并维持高效性能。这能有效降低污染物排放，减轻生态环境负面影响，为清洁能源推广和可持续工业体系构建提供技术支撑。该装置在减少污染、改善大气质量、推动绿色产业发展中发挥关键作用，是实现可持续发展目标的重要环节。通过持续优化工艺（如采用石灰石-石膏湿法脱硫技术），可将脱硫效率提升至95%以上，精准满足国家环保标准，显著削减二氧化硫排放量，为保护生态环境与人类健康筑牢基础。

3 烟气脱硫的环境影响评价

烟气脱硫技术在减少工业排放中发挥着关键作用，特别是对于热电厂排放的含硫烟气。未经处理的锅炉烟气会释放大量二氧化硫（SO₂）和其他有害物质，对环境造成严重影响，包括酸雨、空气质量下降和对人体健康的威胁。然而，通过采用如湿法脱硫、干法脱硫等烟气处理技术，可以显著降低SO₂的排放量，从而减轻对环境的负面影响。因此，评价烟气脱硫的环境影响对于确保环境保护措施的有效性至关重要。该脱硫系统的核心功能在于减少热电厂排出的二氧化硫含量。通过湿法、干法或半干法脱硫工艺，能够高效清除烟气中的硫化物成分。以湿法石灰石-石膏工艺（WFGD）为代表的脱硫技术已成为工业领域中的主流方案，其脱硫效率通常可稳定维持在90%以上，而通过进一步优化后，这一数值甚至有望突破至95%的阈值。采用该工艺后，烟气中的二氧化硫与石灰石浆液发生化学反应，最终生成无害的石膏产物，从而显著减少了SO₂的排放量。

评估烟气脱硫的环境影响不仅要考虑脱硫效率，还需考虑脱硫过程中可能产生的次生污染，如脱硫废水和固体废物。因此，环境影响评估需涵盖脱硫工艺产生的废弃物的处理与处置方案。例如，脱硫废水需经过适当的处理，以防止重金属和其他污染物进入水体^[2]。以山西大唐国际运城发电厂为例，该企业在实施石灰石-石膏湿法脱硫工艺后，其二氧化硫排放浓度明显下降。从每小时1000毫克减少至50毫克，实现了不低于95%的脱硫效率。这样的改进对于减少酸雨和改善地区空气质量有显著贡献。然而，脱硫系统的

运行也产生了约每天10吨的脱硫石膏，需要有效管理以避免造成新的环境问题。环境影响评价还包括对脱硫装置的能耗和运行成本的考量。尽管脱硫技术在降低污染物排放方面成效显著，然而其日常运行与维护费用却不可小觑。因此，寻找成本效益高、环境影响小的脱硫方法是未来的研究重点。烟气脱硫技术对改善环境质量至关重要，其环境影响评价需综合考量脱硫效率、次生污染处理、能耗及运行成本等因素。依托不断推进的技术革新与工艺优化，未来将能够实现更加高效且环保的烟气脱硫技术方案。

4 烟气脱硫技术的效率与成本分析

脱硫技术的效率与成本分析是评估其可行性的核心。石灰/石膏、石灰石/石膏湿法工艺脱硫效率均超90%，但初期建设与运营成本较高；半干法工艺初期成本较低，脱硫效能却难达70%以上。先进工艺能有效削减二氧化硫排放、减轻环境破坏，如某电厂采用湿法石灰石-石膏工艺，脱硫效率超95%。成本分析涉及设备采购、维护及废弃物处置等，需综合考量初期投入与长期效益。选择脱硫技术时，必须平衡其效率与成本的关系^[3]。以中国某热电厂为例，其烟气脱硫项目总投资约数千万元，年运行成本约几百万元。通过实施该脱硫项目，该厂年减排二氧化硫约几千吨，大幅降低了环境污染程度。

表1 烟气脱硫技术效率与成本分析

参数	数据
脱硫技术	湿式石灰石-石膏法
脱硫效率	95%以上
总投资	数千万元人民币
年运行成本	几百万元人民币
年减排二氧化硫量	几千吨

在决定采用何种烟气脱硫技术时，必须综合考量其处理效率与经济成本的平衡关系。高效的脱硫技术可以显著改善环境质量，但同时也需要考虑经济性和可持续性。通过对不同技术的全面分析，可以为实现更环保、更经济的脱硫方案提供科学依据。

5 环境保护措施及其实施

在热电厂烟气脱硫领域，落实环保措施是减污提质的关键。需系统性改进脱硫装置设计，采用新型高效吸收剂可显著提升效率，某热电厂便借此将脱硫效率从90%提升至98%，有效削减二氧化硫排放。建立健全排放监测管理体系，通过智能监测网络实时调整运行参数，确保排放达标。同时，将脱硫石膏回收作为建筑材料原料，实现资源循环利用。此外，优化锅炉运行参数、提升热能转化效率，可减少燃料消耗与污染物排放，某热电厂能效改进后燃料消耗下降5%，兼顾成本控制与空气质量改善^[4]。

加强脱硫技术研发创新是提升环保水平的关键，重点

聚焦钙基、镁基脱硫，脱硫剂纳米化及脱硫-氧化耦合等新技术。纳米改性吸收剂等高效经济技术的应用，可显著减少二氧化硫排放、降低运行成本。烟气脱硫产生的石膏可转化为建筑材料，实现废弃物循环利用。搭配综合性政策，这些举措能有效改善空气质量、削减温室气体排放，加速清洁能源与环保产业培育，为全球可持续发展目标提供有力支撑，奠定生态保护与可持续发展的坚实基础。

6 热电锅炉烟气脱硫的发展趋势与未来展望

全球生态环境重视度提升，电厂二氧化硫与氮氧化物排放管控愈发关键。当前，热电锅炉湿法、干法脱硫技术创新，SCR、SNCR等脱硝技术同步发展，我国烟气脱硫领域成效显著，但仍面临提升效率、降低能耗成本、处理副产品等挑战。

未来，科技革新将驱动脱硫技术进步，通过优化脱硫剂、调整反应条件、引入创新技术可提升效能。同时需聚焦降耗、减碳排放，通过优化系统架构与操作参数实现降耗减支。脱硫副产品资源化利用也将受关注，国内多家热电企业已应用先进技术，在减排同时优化了能源使用效率。

表 2 热电锅炉烟气脱硫效率对比

热电厂	脱硫技术	脱硫前二氧化硫排放量	脱硫后二氧化硫排放量	脱硫效率
某热电厂	先进技术	850 毫克 / 立方米	50 毫克 / 立方米	94%

本文展示了不同热电厂脱硫技术的效率对比，反映了脱硫技术向高效、节能、环保发展的趋势，助力清洁生产与可持续发展。某热电厂采用石灰石-石膏湿法脱硫技术后，二氧化硫排放量从 850 毫克 / 立方米降至 50 毫克 / 立方米，

脱硫效率达 94%，印证了先进技术的减排实效。未来，脱硫技术将持续向高效、低能耗、环境友好方向迭代，随着科技研发推进，脱硫效率有望进一步提升，排放量持续降低。煤炭硫分研究、电厂脱硫技术应用等领域的进步，将持续推动大气质量改善，助力绿色能源与环保技术推广，为环境保护和可持续发展提供支撑。

7 总结

本文聚焦热电锅炉烟气脱硫装置的环境影响评价与控制，凸显其在环保中的关键作用。通过分析装置工作原理、结构特点及潜在环境影响，提出环境保护措施与成本效益分析，旨在提升脱硫效率、减少生态危害。实例表明，脱硫技术可大幅削减二氧化硫排放、改善空气质量。文章同时指出当前技术面临的挑战，强调需提升效率、降低运营成本，并探讨未来发展方向，为减轻工业排放负担提供科学依据与实用建议，为生态文明建设及绿色可持续发展提供关键支撑。

参考文献

- [1] 张丽芳,侯文胜,辛颖等.辽宁省某热电公司锅炉烟气脱硫工程职业病危害控制效果评价[J].职业与健康,2015,31(13):1732-1735. DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2015.0609.
- [2] 吴安.工业锅炉烟气湿法脱硫实用技术设计[M].机械工业出版社:201309.461.
- [3] 周荣,徐乔根,王天东.2×130t/h热电锅炉烟气脱硫工程调试及优化[J].电力科技与环保,2011,27(05):35-38.
- [4] 热电锅炉烟气脱硫技术.山东省,济南市环境保护科学研究所,2009-01-01.
- [5] 乔晓光,尚小广,张钺等.热电锅炉烟气脱硫除尘装置技改总结[J].河南化工,2008,(04):45-47.DOI:10.14173/j.cnki.hnhg.2008.04.017.