

燃煤电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析

Analysis on Energy Saving and Environmental Protection of Flue Gas Desulfurization and Denitrification Technology in Coal-fired Power Plant

段圣青

Shengqing Duan

江苏爱尔沃特环保科技有限公司 中国·江苏 徐州 221116

Jiangsu Air Water Environmental Protection Technology Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221116, China

摘要: 燃煤电厂在满足不断增长的能源需求的同时,也面临着严峻的环境挑战。论文通过对燃煤电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题进行深入分析,旨在探讨如何在减少大气污染的同时提高能源利用效率。通过详细研究脱硫和脱硝技术的原理、能耗分析,以及节能技术的应用,论文旨在为燃煤电厂的环保改进提供可行的解决方案。

Abstract: While coal-fired power plants are meeting the growing demand for energy, they are also facing serious environmental challenges. In this paper, the energy saving and environmental protection problems of flue gas desulfurization and denitrification technology in coal-fired power plants are deeply analyzed, aiming to explore how to reduce air pollution and improve energy efficiency at the same time. Through the detailed study of the principle of desulfurization and denitrification technology, energy consumption analysis, and the application of energy-saving technology, this paper aims to provide feasible solutions for the environmental protection improvement of coal-fired power plants.

关键词: 煤电厂; 脱硫; 脱硝; 节能; 环保; 能耗分析

Keywords: coal power plant; desulfurization; denitration; energy conservation; environmental protection; energy consumption analysis

DOI: 10.12346/etr.v5i11.8758

1 引言

随着全球人口的不断增加和工业化进程的加速推进,对能源的需求日益增长。煤炭作为主要的能源来源之一,在电力生产中扮演着重要角色。然而,与之伴随而来的是燃煤电厂排放的大量污染物,尤其是二氧化硫和氮氧化物,对大气和水资源造成了严重的污染。为了应对这一挑战,燃煤电厂广泛采用烟气脱硫脱硝技术,以降低对环境的不良影响。

2 燃煤电厂脱硫技术

2.1 脱硫原理和方法

石灰石湿法脱硫是一种常见的脱硫方法,其原理是通过将石灰石(CaCO_3)溶解于水中制备成石灰浆,然后将烟气通入石灰浆中,使二氧化硫(SO_2)与石灰浆中的氢氧根离子结合生成石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$),从而达到脱硫的效果。

这一过程既能有效降低二氧化硫的排放,又产生了可以用于建筑和工业的副产品——石膏。

石膏湿法脱硫是在石灰石湿法脱硫的基础上发展而来的技术,其主要区别在于使用石膏浆液进行脱硫。这种方法有效利用了石膏的再循环,减少了石灰的消耗,同时降低了废弃物的排放。石膏湿法脱硫在综合脱硫效果和资源利用方面具有显著优势。

相比湿法脱硫,干法脱硫技术采用干燥的吸附剂,如活性炭或氢氧化钙,直接与烟气中的二氧化硫发生反应。这种方法的优势在于避免了处理废水的问题,减少了水资源的消耗。然而,干法脱硫技术在处理高含水煤炭时可能效果较差,需要综合考虑煤种特性和地方气候条件。

2.2 脱硫技术的能耗分析

脱硫技术的能耗主要来自石灰石或吸附剂的制备、输送

【作者简介】段圣青(1987-),男,中国江苏徐州人,本科,从事环境工程(大气污染治理)研究。

和再生过程，以及脱硫反应的热能消耗。影响能耗的因素包括煤炭性质、脱硫剂的选择、反应温度和压力等。其中，石灰石湿法脱硫中水的蒸发和再生过程是主要的能耗来源。

为减少脱硫技术的能耗，可采取以下改进措施：优化脱硫剂的选择，提高反应速率；引入高效的脱硫设备和先进的热能回收技术；采用智能控制系统，根据煤质和运行状态调整脱硫参数。

3 燃煤电厂脱硝技术

3.1 脱硝原理和方法

SCR 技术：选择性催化还原（SCR）技术作为一种高效的脱硝方法，通过催化化学反应实现氮氧化物的还原。在这一过程中，高温烟气中注入适量氨气，通过催化剂的作用，氨气与氮氧化物发生催化还原反应，生成氮和水，从而降低氮氧化物的排放。SCR 技术以其高效率、广泛适应性而闻名，但也伴随着一些挑战。其中主要问题包括氨气副产物的产生，需要精密控制以避免过量氨气的投入，以及催化剂的使用与再生成本较高。解决这些问题需要对系统进行智能化监控和催化剂技术的不断创新^[1]。

SNCR 技术：选择性非催化还原（SNCR）技术是另一种常见的脱硝方法，它在高温区域直接注入尿素或氨水，利用高温下的非催化反应将氮氧化物还原为氮、水和二氧化碳。相对于 SCR 技术，SNCR 技术具有投资和运营成本较低的优势，但在低温条件下其脱硝效果相对较差，可能导致氨气副产物的生成。因此，在实际应用中，需要根据燃煤电厂的具体情况选择适宜的脱硝技术组合，以取得最佳的经济和环保效果。

3.2 脱硝技术的能耗分析

能耗来源及影响因素：脱硝技术的能耗主要来自氨气或尿素的生产、输送与催化剂的再生，同时还包括脱硝反应中所需的热能。关键的影响因素包括烟气温度、氮氧化物浓度、反应时间和催化剂活性。在 SCR 技术中，催化剂的选择和再生过程对整体能耗有着至关重要的影响。有效的催化剂应具备高的活性和稳定性，而再生过程的能耗需控制在可接受范围内，这将直接影响到脱硝技术的经济性和环保效益。

为降低脱硝技术的能耗，可以采取一系列的节能改进措施：通过优化催化剂的配方和结构，提高其活性和稳定性，减少催化剂的使用量，从而降低能耗。引入高效的氨气喷射和混合技术，确保氨气充分参与脱硝反应，提高氨气利用率，减少不必要的氨气副产物。通过研发新型低温脱硝催化剂，降低反应温度，减少能耗，尤其在低温条件下提高脱硝效果^[2]。

4 节能技术在燃煤电厂的应用

4.1 高效锅炉技术

超临界锅炉技术是一项关键的高效能源利用技术，通过

提高煤炭燃烧的温度和压力，将水蒸汽推向超临界状态。这种技术相比传统亚临界锅炉，具有更高的效率和更低的排放。其关键在于提高蒸汽参数，使水蒸汽在高温高压下达到临界点，从而提高发电效率。超临界锅炉的广泛应用有望降低煤炭消耗，减少碳排放，同时提高电厂的整体能效。

超超临界锅炉技术是超临界锅炉技术的进一步发展，通过进一步提高温度和压力，将水蒸汽推向超超临界状态。这种技术的引入进一步提高了燃煤电厂的发电效率，有望在未来成为主流技术。超超临界锅炉技术的应用将有效降低燃煤电厂的煤耗，同时降低排放水平，符合可持续发展的要求^[3]。

4.2 废热利用技术

废热发电技术是一种通过收集和利用燃煤电厂产生的废热来发电的方法。在传统发电过程中，大量的热能被释放到大气中，未被充分利用。通过废热发电技术，这些废热能够被捕捉并用于驱动发电机，从而提高电厂的总体能效。这项技术不仅有助于减少能源浪费，还可以有效降低电厂的温室气体排放。

废热循环利用技术通过在发电过程中将废热回收用于加热锅炉进一步产生蒸汽，实现能量的再循环利用。这种技术通过最大限度地提高能源利用效率，不仅提高了电厂的总体效率，还减少了对额外燃料的需求。废热循环利用技术是一项经济实用且环保的技术选择，可有效减少对自然资源的依赖。这些高效的锅炉技术和废热利用技术的应用将在提高能源利用效率的同时，降低对环境的不良影响。通过采用这些节能技术，燃煤电厂能够在可持续发展的道路上迈出更为坚实的一步。

5 环保效果评估

5.1 大气排放物减排效果

通过燃煤电厂脱硫技术的应用，特别是石灰石湿法脱硫和 SCR 技术的采用，二氧化硫排放得以显著降低。石灰石湿法脱硫通过有效地捕获二氧化硫，将其转化为无害的石膏，从而减少了对大气的负荷。在 SCR 技术中，选择性催化还原过程将氮氧化物还原为氮和水，同时帮助降低二氧化硫的排放。这两项关键技术的应用有望使燃煤电厂的二氧化硫排放大幅减少，为改善大气环境质量提供积极贡献。脱硝技术的采用对氮氧化物的排放也有显著的影响。SCR 技术和 SNCR 技术通过将氨气引入烟气中，有效地降低了氮氧化物的排放水平。SCR 技术通过催化还原反应将氮氧化物还原为氮和水，而 SNCR 技术通过非催化还原反应实现氮氧化物的降解。这两种技术的有机结合有助于达到更高的脱硝效率，降低燃煤电厂对大气的氮氧化物排放，减缓酸雨和臭氧层破坏的问题。

5.2 水资源利用与污染减少

脱硫和脱硝过程中产生的废水通常含有高浓度的氯化物、硫酸盐和硝酸盐等化学物质，对水环境造成潜在威胁。

然而,采用先进的脱硫脱硝废水处理技术,如生物降解、化学沉淀和膜分离等,能够有效去除有害物质,减少对水质的污染。合理设计和运营废水处理系统,将有助于保护周围水域的生态系统,减轻对水资源的压力。

循环冷却水系统是燃煤电厂中关键的水资源利用环节,也是一个可能导致水资源浪费和环境问题的地方。通过改进循环冷却水系统,引入高效节能的冷却技术,如湿式冷却塔和闭式循环系统,可以显著减少水的消耗。此外,采用生态友好型冷却水处理剂和定期进行系统清洗维护,有助于降低冷却水系统对水质的影响,从而减轻水环境的负担。这些环保效果评估中的改进措施和技术应用有望在燃煤电厂运营中实现环保和可持续发展目标,确保电力生产的同时尽量减少对自然环境的不利影响^[4]。

6 挑战与解决方案

6.1 技术挑战

随着科技的不断进步,新型脱硫脱硝技术的引入面临一系列挑战。新技术可能存在着实际应用中的不稳定性和可靠性问题。在实际运行中,技术的性能可能受到多种因素的影响,如气候条件、燃煤特性等,这对新技术的广泛应用提出了一定的挑战。此外,新技术的投资成本通常较高,需要更长时间的回收周期,这可能制约一些企业的积极性。解决这些问题需要更深入的研究和全面的实验验证,以确保新技术在实际应用中的可行性和经济性。对于已经建设并运营的燃煤电厂,将新技术应用于旧设备的改造面临着一系列的难题。首先,旧设备的结构和性能可能与新技术的要求不完全匹配,需要进行系统的改造和升级。这涉及大规模的工程项目,可能导致长时间的停机和高昂的改造成本。其次,旧设备的技术水平和监测系统可能相对滞后,无法满足新技术高效运行的需求。因此,如何在不中断电厂运营的情况下,对旧设备进行有效改造,是一个迫切需要解决的问题。

6.2 解决方案

为推动燃煤电厂技术更新和环保改造,政府层面的政策法规支持至关重要。政府可以通过制定和完善相关法规,提供税收优惠、补贴和奖励机制,鼓励企业投资于环保技术的研发和应用。建立健全的排放标准和监管体系,对达到或超过环保标准的企业给予奖励,对未达标企业进行严格的监管和处罚,以确保环保政策的有效执行。此外,政府还可以鼓励银行和金融机构提供低息贷款,降低环保技术应用的融资成本,促进企业更好地推进技术升级和改造。技术创新是解决燃煤电厂面临挑战的关键。加强与高校、科研机构的合作,建立开放的研发平台,吸引更多的科技人才参与到环保技术的创新中。企业可以通过建立技术创新基金、成立研发团队等方式,加大在技术研究和创新方面的投入,不断提升自身的竞争力和可持续发展能力。这不仅有助于改善环境质

量,还能提高企业的竞争力,为可持续发展奠定更为坚实的基础。

7 社会责任与可持续发展

在燃煤电厂的技术升级和环保改造中,社会责任和可持续发展的角色愈发凸显。企业在追求经济效益的同时,应当更加注重对社会和环境的贡献,以推动整个行业向更可持续的方向发展。

7.1 社会责任的担当

燃煤电厂应该加强对员工和公众的环保意识培养。通过举办培训、推广环保知识等方式,激发大家对环保的认识和积极性,形成全员参与、共同推动环保的社会氛围。燃煤电厂的改造和升级往往涉及周边社区的利益。因此,积极与社区进行沟通、了解居民的需求和关切,并在决策中充分考虑社区的利益,可以建立起更加和谐的企业社会关系。

7.2 可持续发展的实现

燃煤电厂可通过引入绿色供应链管理,选择符合环保标准的供应商,推动整个产业链的可持续发展。这有助于形成一个以环保为导向的产业生态系统,提高整个产业的可持续性。企业可考虑增加对环保科研、清洁能源项目等方面的社会投资。通过支持公益事业,企业不仅能够履行社会责任,还能够推动相关领域的创新与发展,为社会可持续性发展贡献一分力量。

8 结语

综合考虑燃煤电厂脱硫脱硝技术、节能技术以及环保效果评估中的各项因素,燃煤电厂在追求高效能源利用的同时,也面临着一系列技术挑战和环保压力。通过对新技术的应用和旧设备的改造,以及政策法规的支持和技术创新的推动,我们可以找到解决方案,促进燃煤电厂的可持续发展。燃煤电厂在脱硫脱硝、节能和环保方面的努力是势在必行的,这既是对环境负责的表现,也是对企业可持续发展的有力支撑。通过全面考虑技术、政策、创新等多方面因素,燃煤电厂有望实现在提高能源利用效率的同时,减轻对环境的不良影响,为清洁、可持续的未来能源贡献力量。

参考文献

- [1] 柴志龙.燃煤电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析[J].魅力中国,2020(5):340-341.
- [2] 孟聪.火电厂烟气脱硫脱硝技术应用与节能环保[J].工程技术(文摘版)·建筑,2017(7):31.
- [3] 石磊.火电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析[J].中国化工贸易,2019,11(33):170.
- [4] 徐占雄.火电厂烟气脱硫脱硝技术的节能环保问题分析[J].中国化工贸易,2020,12(28):159+161.