

Research on the Optimization Design and Operation Management of Denitration Devices in Coal-fired Power Plants

Tao Zhang Lei Luo Junjie Xie

Guoneng Zhejiang Beilun First Power Generation Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315000, China

Abstract

This paper mainly studies the optimization design and operation management of denitrification devices in coal-fired power plants. In terms of optimization design, it mainly includes the process flow and principle of the denitrification device, the selection and optimization of the denitrification catalyst, the structural design and optimization of the denitrification device, and the optimization of the operating parameters of the denitrification device. In terms of operation management, it mainly includes operation monitoring and control, maintenance and upkeep, troubleshooting and handling, and safety management of denitrification devices. Finally, through case analysis, the aim is to improve denitrification efficiency, reduce energy consumption, reduce operating costs, and contribute to the environmental protection and sustainable development of coal-fired power plants.

Keywords

coal-fired power plants; denitration device; optimize design; operation management; exploration

燃煤电厂脱硝装置优化设计及运行管理研究

张涛 骆磊 解俊杰

国能浙江北仑第一发电有限公司, 中国·浙江 宁波 315000

摘要

论文主要研究燃煤电厂脱硝装置的优化设计和运行管理。在优化设计方面, 主要包括脱硝装置工艺流程及原理、脱硝催化剂的选择与优化、脱硝装置的结构设计与优化以及脱硝装置的运行参数优化。在运行管理方面, 主要包括脱硝装置的运行监测与控制、维护与保养、故障排除与处理以及安全管理。最后, 通过案例分析, 以期提高脱硝效率、降低能耗、减少运行成本, 为燃煤电厂的环保和可持续发展做出贡献。

关键词

燃煤电厂; 脱硝装置; 优化设计; 运行管理; 探究

1 引言

随着工业化进程的加速和人口的不断增长, 能源需求不断增加, 燃煤电厂作为中国主要的发电方式之一, 其排放的氮氧化物(NO_x)对环境 and 人类健康造成了严重的影响。为了减少 NO_x 的排放, 燃煤电厂普遍采用脱硝装置进行处理。然而, 由于脱硝装置的设计和运行管理存在一定的问题, 导致其脱硝效率低下、能耗高、运行成本大等问题。因此, 对燃煤电厂脱硝装置的优化设计和运行管理进行研究, 具有重要的现实意义和理论价值。

2 燃煤电厂脱硝装置优化设计

2.1 脱硝装置工艺流程及原理

2.1.1 工艺流程

①烟气进入脱硝装置前, 需要经过除尘、脱硫等前置

处理, 以保证脱硝效果。②烟气进入脱硝装置后, 首先进入反应器, 与氨水(NH_3)进行反应, 生成氮氧化物(NO_x)和水蒸气(H_2O)。③烟气进入催化剂层, 催化剂通常采用钒钛催化剂, 能够将 NO_x 还原为氮气(N_2)和水蒸气。④经过脱硝后的烟气进入除雾器, 去除水蒸气和细小颗粒, 最终排放到大气中^[1]。

2.1.2 原理

燃煤电厂脱硝装置的原理是利用氨水与 NO_x 进行反应, 将 NO_x 还原为氮气和水蒸气, 从而达到减少大气污染物排放的目的。具体来说, NO_x 与氨水反应的化学方程式为: $4\text{NO}+4\text{NH}_3+\text{O}_2 \rightarrow 4\text{N}_2+6\text{H}_2\text{O}$ 。其中, NO_x 是指 NO 和 NO_2 的总和, 氨水是指 NH_3 和水的混合物。在反应器中, NO_x 和氨水混合后, 通过催化剂的作用, NO_x 被还原为氮气和水蒸气。催化剂通常采用钒钛催化剂, 其作用是加速反应速率, 提高脱硝效率。最终, 经过脱硝后的烟气排放到大气中, 大大减少了 NO_x 的排放量, 保护了环境。

2.2 脱硝催化剂的选择与优化

在脱硝催化剂的选择与优化中, 需要考虑以下几个方

【作者简介】张涛(1975-), 男, 中国浙江宁波人, 本科, 从事灰硫环保研究。

面：①催化剂种类：常见的脱硝催化剂有铜铁催化剂、钒钨催化剂、钼铁催化剂等。不同种类的催化剂具有不同的催化活性和稳定性，需要根据具体情况进行选择。②催化剂载体：催化剂载体是催化剂的基础，常见的载体有 γ - Al_2O_3 、 TiO_2 、 ZrO_2 等。不同的载体具有不同的物理化学性质，对催化剂的催化活性和稳定性有重要影响。③催化剂负载量：催化剂负载量是指催化剂在载体上的负载量，过高或过低的负载量都会影响催化剂的催化活性和稳定性。需要根据具体情况进行优化设计。④催化剂反应温度：催化剂的反应温度是指催化剂在脱硝反应中的最适温度范围。需要根据燃煤电厂的实际情况进行选择和优化。⑤催化剂的寿命：催化剂的寿命是指催化剂在使用过程中的稳定性和耐久性。需要选择具有较长寿命的催化剂，并进行优化设计，以延长催化剂的使用寿命^[2]。

2.3 脱硝装置的结构设计与优化

脱硝装置的结构设计包括选择脱硝技术、脱硝催化剂的选择和布置、反应器的设计和布置等。常见的脱硝技术包括选择性催化还原（SCR）和选择性非催化还原（SNCR）。SCR 技术需要使用催化剂，通常是钒钛催化剂，催化剂的选择和布置可以影响脱硝效率和运行成本。SNCR 技术不需要催化剂，但需要在适当的温度和氨水喷射量下进行反应，反应器的设计和布置也是关键因素。

脱硝装置的优化设计包括优化反应器的温度、氨水喷射量和催化剂的布置等。反应器的温度是影响脱硝效率的关键因素，需要根据燃煤电厂的实际情况进行优化。氨水喷射量也是影响脱硝效率的关键因素，需要根据燃煤电厂的实际情况进行优化。催化剂的布置也是影响脱硝效率的关键因素，需要根据燃煤电厂的实际情况进行优化。

2.4 脱硝装置的运行参数优化

燃煤电厂脱硝装置的运行参数优化包括以下几个方面：①氨水喷射量的优化：氨水是脱硝过程中的还原剂，其喷射量的大小直接影响脱硝效果和能耗。因此，需要根据烟气中的氮氧化物浓度和温度等因素，合理地调整氨水的喷射量，以达到最佳的脱硝效果和能耗。②烟气温度的控制：烟气温度对脱硝效果和能耗都有很大的影响。一般来说，脱硝催化剂的最佳工作温度在 200°C ~ 400°C ，因此需要通过调整燃烧温度、烟气流速和换热器等措施，控制烟气温度在合适的范围内，以提高脱硝效率和降低能耗。③氨水喷射位置的优化：氨水的喷射位置对脱硝效果和能耗也有很大的影响。一般来说，氨水应该在烟气进入脱硝催化剂之前喷射，以保证催化剂的充分利用。此外，还需要根据烟气流动的特点和催化剂的布置方式，合理地选择氨水喷射位置，以提高脱硝效率和降低能耗。④氨水质量的控制：氨水的质量对脱硝效果和寿命都有很大的影响。因此，需要对氨水的质量进行严格的控制和监测，包括氨水浓度、纯度、pH 值和杂质含量等方面。同时，还需要定期对氨水进行清洗和更换，以保

证其质量和稳定性。

3 燃煤电厂脱硝装置运行管理

3.1 脱硝装置的运行监测与控制

在脱硝装置的运行管理中，脱硝装置的运行监测与控制是非常重要的部分，以下是具体的内容：①监测脱硝装置的运行状态：监测脱硝装置的运行状态，包括脱硝剂的投加量、反应器的温度、氨气的浓度、氧气的浓度等参数，以确保脱硝装置能够正常运行。②控制脱硝剂的投加量：根据燃煤电厂的负荷变化，调整脱硝剂的投加量，以保证脱硝效率的最大化。③控制反应器的温度：反应器的温度对脱硝效率有很大的影响，需要根据脱硝剂的种类和负荷变化，调整反应器的温度，以保证脱硝效率的最大化。④控制氨气的浓度：氨气是脱硝剂的主要成分，需要根据燃煤电厂的负荷变化，调整氨气的浓度，以保证脱硝效率的最大化。⑤控制氧气的浓度：氧气是脱硝反应的氧化剂，需要根据燃煤电厂的负荷变化，调整氧气的浓度，以保证脱硝效率的最大化。⑥监测脱硝效率：监测脱硝效率，包括氮氧化物的排放浓度、脱硝剂的消耗量等参数，以评估脱硝装置的运行效果^[1]。

3.2 脱硝装置的维护与保养

燃煤电厂脱硝装置的维护与保养非常重要，以下是具体的维护与保养措施：①定期清洗脱硝装置：脱硝装置内部会积累大量的灰尘和污垢，这些污垢会影响脱硝效果，因此需要定期清洗脱硝装置，保持其内部清洁。②检查脱硝催化剂：脱硝催化剂是脱硝装置的核心部件，需要定期检查其状况，如有损坏或老化需要及时更换。③检查脱硝反应器：脱硝反应器是脱硝装置的重要组成部分，需要定期检查其内部结构是否完好，如有损坏需要及时修复或更换。④检查脱硝喷嘴：脱硝喷嘴是脱硝装置的关键部件，需要定期检查其喷嘴孔是否堵塞，如有堵塞需要及时清理。⑤检查脱硝系统的氨水储罐：脱硝系统需要使用氨水，氨水储罐需要定期检查其液位和质量，如有问题需要及时处理。⑥定期检查脱硝系统的管道和阀门：脱硝系统的管道和阀门需要定期检查其密封性和运行状况，如有问题需要及时修复或更换。⑦做好脱硝系统的记录和统计工作：脱硝系统的运行情况需要进行记录和统计，以便及时发现问题并进行处理。

3.3 脱硝装置的故障排除与处理

燃煤电厂脱硝装置的故障排除与处理。以下是具体步骤：①故障排查：当脱硝装置出现故障时，首先需要进行故障排查，找出故障原因。可以通过检查设备的各个部分，如反应器、催化剂、氨水喷射系统等，来确定故障原因。②故障处理：根据故障原因，进行相应的处理。例如，如果是催化剂失活导致的故障，需要更换催化剂；如果是氨水喷射系统故障，需要检查喷嘴是否堵塞或者更换喷嘴等。③培训管理：对脱硝装置的操作人员进行培训，提高其操作技能和故障排除能力。同时，建立完善的管理制度，规范操作流程，

确保脱硝装置的安全运行^[4]。

3.4 脱硝装置的安全管理

在脱硝装置的运行管理中,需要进行以下方面的安全管理:①设备安全管理:脱硝装置是一种高温高压设备,需要定期进行检查、维护和保养,以确保其正常运行。同时,需要对设备进行定期的安全检查,发现问题及时处理,避免事故的发生。②操作安全管理:脱硝装置的操作需要经过专业培训和考核,操作人员需要严格按照操作规程进行操作,避免操作不当导致事故的发生。同时,需要对操作人员进行定期的安全培训,增强其安全意识和应急处理能力。③废水处理安全管理:脱硝装置的运行还会产生一定的废水,需要进行有效的处理和排放,避免对环境和人体健康造成影响。同时,需要对废水进行监测和检测,确保其符合国家标准和要求。④应急预案管理:在脱硝装置运行过程中,可能会发生各种意外事故,需要制定有效的应急预案,确保在事故发生时能够及时、有效地进行应急处理,减少事故损失。

4 案例分析

4.1 背景介绍

该燃煤电厂位于山东省,年发电量约为 500 万千瓦时。由于燃煤电厂排放的氮氧化物(NO_x)对环境和人体健康造成的危害,国家对燃煤电厂的 NO_x 排放进行了严格的控制。该电厂为了达到国家的排放标准,安装了脱硝装置。但是,由于脱硝装置的设计和运行管理存在一些问题,导致其脱硝效率不高,运行成本较高。

4.2 问题分析

①设计问题:催化剂的体积不足,无法充分利用反应空间,导致 NO_x 的转化率较低;催化剂的分布不均匀,导致部分区域的 NO_x 转化率较低。②运行管理问题:催化剂的老化速度较快,需要频繁更换,增加了运行成本;催化剂的温度控制不够精确,导致催化剂的活性下降;催化剂的清洗不彻底,导致催化剂表面积减小,影响了脱硝效率。

4.3 解决方案

①设计优化:增加催化剂的体积,充分利用反应空间;

优化催化剂的分布,保证各个区域的 NO_x 转化率均匀。

②运行管理优化:优化催化剂的使用方式,减少更换次数;加强催化剂的温度控制,保证催化剂的活性;加强催化剂的清洗,保证催化剂表面积不变。

4.4 效果评估

经过优化设计和运行管理的改进,该电厂的脱硝效率得到了显著提高, NO_x 排放量大幅降低,达到了国家的排放标准。同时,运行成本也得到了降低,提高了电厂的经济效益^[5]。

5 结语

综上所述,通过对现有燃煤电厂脱硝装置的分析和改进,我们提出了一系列优化方案,包括改进反应器结构、优化氨水喷射系统、提高催化剂活性等。同时,我们也探讨了脱硝装置的运行管理问题,并提出了一些有效的管理措施,如定期维护保养、严格执行操作规程等。这些方案和措施的实施,可以有效地提高脱硝效率,降低污染物排放,保护环境,同时也可以提高电厂的经济效益。然而,我们也认识到,这个领域还有很多需要探索和改进的地方,需要更多的研究和实践。因此,我们希望未来的研究者和从业者能够继续努力,不断完善和优化燃煤电厂脱硝装置的设计和运行管理,为保护环境和人类健康做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 何彦鹏.燃煤电厂脱硝优化系统的研究[J].电工技术,2021(2):2.
- [2] 姚辉梅.燃煤电厂脱硝装置逃逸氨测试准确度研究[J].电力科技与GB环保,2020(6):13-17.
- [3] 陈文龙.浅谈燃煤电厂脱硝氨区运行管理标准[J].中国石油和化工标准与质量,2019(6):5-6+8.
- [4] 田中伟.燃煤电厂燃煤全过程管理优化研究[J].内蒙古煤炭经济,2019(8):103+105.
- [5] 阮存钦,洪志刚,赖培灿,等.基于在线监测数据的燃煤电厂脱硝装置性能预测研究[J].发电技术,2023(6):7.