

Research on the Impact of High Sulfur and High Ash Accumulation in the Smoke and Air System of Boilers in Thermal Power Plants on Equipment Operation

Rongjiang Qin Maosheng Wang

State Energy Zhijin Power Generation Co., Ltd., Bijie, Guizhou, 551700, China

Abstract

The boiler smoke system of thermal power plant is a key part in the operation of power plant, and its normal operation is directly related to the power generation efficiency and equipment safety of power plant. In this paper, the influence of the soot accumulation on the equipment operation is studied. Firstly, the structure and function of the boiler smoke and air system, as well as its core position in thermal power plants, were summarized. Secondly, the chemical composition of high sulfur and high ash coal and its direct impact on the smoke and air system were analyzed. Research has found that high sulfur and high ash ash accumulation not only reduces equipment operating efficiency and intensifies equipment wear, but may also cause blockages and operational failures. Finally, this paper proposes targeted optimization measures, including improving the quality of coal burning and pretreatment technology, strengthening the cleaning and maintenance of smoke system, and strengthening the design and operation optimization of smoke system. Through the implementation of these measures, it aims to reduce the dust accumulation problem, improve the efficiency of equipment operation, and ensure the safe and stable power generation of thermal power plants.

Keywords

thermal power plant; boiler smoke air system; high sulfur and high ash; ash accumulation; equipment operation

火力发电厂锅炉烟风系统高硫高灰份积灰对设备运行的影响研究

秦荣江 王茂胜

国能织金发电有限公司, 中国·贵州 毕节 551700

摘要

火力发电厂锅炉烟风系统是电厂运行中的关键部分,其正常运行直接关系到电厂的发电效率和设备安全。论文深入研究了火力发电厂锅炉烟风系统在高硫高灰份燃煤环境下积灰对设备运行的影响。首先,概述了锅炉烟风系统的结构与功能及其在火力发电厂中的核心地位。其次,分析了高硫高灰份燃煤的化学成分及其对烟风系统的直接影响。研究发现,高硫高灰份积灰不仅降低设备运行效率,加剧设备磨损,还可能引发堵塞与运行故障。最后,论文提出了针对性的优化措施,包括改善燃煤品质与预处理技术、加强烟风系统清洁与维护以及烟风系统设计与运行优化。通过实施这些措施,旨在减少积灰问题,提升设备运行效率,确保火力发电厂的安全稳定发电。

关键词

火力发电厂; 锅炉烟风系统; 高硫高灰份; 积灰; 设备运行

1 引言

火力发电厂作为电力供应的重要来源,其锅炉烟风系统的稳定运行对于保障电力供应至关重要。然而,随着燃煤品质的下降,高硫高灰份的燃煤逐渐成为主流,这给锅炉烟风系统的运行带来了严峻的挑战。高硫高灰份燃煤在燃烧过

程中会产生大量的灰分,这些灰分在烟风系统中沉积,形成积灰,对设备的正常运行产生不良影响。

2 火力发电厂锅炉烟风系统概述

2.1 锅炉烟风系统的结构与功能

火力发电厂的锅炉烟风系统是保障锅炉燃烧效率和环境排放达标的重要设备系统。它由引风机、空气预热器、烟气净化设备和排烟风机等组成。这一系统的结构与功能紧密配合,共同完成燃料燃烧的供氧、烟气的排出、污染物的净化处理等关键任务。引风机作为火力发电厂锅炉烟风系统的

【作者简介】秦荣江(1992-),男,中国贵州织金人,本科,助理工程师,从事火力发电厂锅炉烟风系统高硫高灰份积灰处理研究。

起点,通过产生负压将大气中的空气吸入锅炉炉膛,为燃烧过程提供所需的氧气,确保燃料能够充分燃烧。空气预热器位于引风机与锅炉之间,利用烟气的余热对进入锅炉的空气进行加热,提高燃烧效率。预热后的空气能够降低燃料消耗,减少烟气中的氮氧化物含量,实现节能减排的目标。而烟气净化设备在锅炉燃烧过程中起到至关重要的作用。燃煤等能源的燃烧产生大量的污染物,而烟气净化设备包括脱硫装置、除尘器和脱硝装置等,通过一系列工艺处理,有效捕捉和去除烟气中的有害物质,保护环境和人体健康^[1]。此外,排烟风机位于烟道末端,通过产生正压将经过净化处理的烟气安全排放到大气中。排烟风机的运行确保了烟气的顺利流动,以及锅炉烟气排放符合中国的环境保护要求。

2.2 烟风系统在火力发电厂中的重要地位

锅炉烟风系统在火力发电厂中担负着重要的角色和地位。作为供应锅炉燃烧所需氧气和排出烟气的关键系统之一,它对保证发电厂的运行效率、安全性和环保性起着至关重要的作用。烟风系统通过引风机将大气中的空气引入锅炉炉膛,为燃烧提供所需的氧气。通过控制引风机的工作状态和风量,可实现燃烧过程的调节和优化,确保燃料能够充分燃烧,提高燃烧效率,从而提高发电效率。烟风系统的空气预热器能够利用烟气中的余热对进入锅炉的空气进行加热。预热后的空气温度升高,减少了燃料的消耗量,提高了燃烧效率。预热器还能够降低燃烧产生的氮氧化物含量,减少对环境的影响。烟风系统中的烟气净化设备能够有效去除烟气中的污染物,如颗粒物、二氧化硫、氮氧化物等。通过脱硫、除尘和脱硝等工艺,可将大量有害物质去除或降低到符合排放标准的水平,保护环境和人体健康。排烟风机在烟道末端的位置,通过产生正压将经过净化处理的烟气安全排放到大气中。排烟风机的正常运行确保了烟气的畅通流动,防止烟气倒灌、溢出等问题的发生,保证了锅炉燃烧系统的稳定性和安全性。

3 高硫高灰份燃煤的特性及其影响

3.1 高硫高灰份燃煤的化学成分与特性

高硫高灰份燃煤是指其燃烧中含有较高比例的硫和灰分的煤种。高硫煤的主要特点是硫含量较高,燃烧时会产生大量的二氧化硫(SO_2),对空气质量和大气环境造成严重污染,同时导致锅炉磨损加剧、腐蚀问题以及对人体健康的潜在风险。高灰份煤的主要特点是灰分含量较高,燃烧时会产生大量的煤灰,堵塞锅炉和烟道系统,并释放出包括微粒、重金属等有害物质,对环境和人体健康构成潜在威胁。高硫高灰份燃煤对火力发电厂的影响主要表现为增加除氧化硫设备的投资和运维成本、引发环境问题,包括雾霾和酸雨的形成以及对人体健康的危害,以及影响锅炉燃烧效率,降低火力发电厂的正常运行。

3.2 高硫高灰份燃煤对锅炉烟风系统的直接影响

高硫煤燃烧时产生的大量二氧化硫(SO_2)会引起锅炉

烟风系统的腐蚀问题。 SO_2 与水蒸气反应生成硫酸,硫酸及其腐蚀性物质会对烟道、烟管和烟气侧管道等金属材料造成腐蚀和磨损,导致设备寿命缩短,烟道堵塞和泄漏的风险增加。高灰份燃煤会造成烟风系统的堵塞和降低流通效率,燃烧过程中,煤中的灰分会在烟风系统中形成颗粒物,并随着烟气一同通过烟道和烟管。在烟道中,大量的颗粒物会沉积在管壁上,形成煤灰堆积,导致烟道截面积减小,烟道阻力增加,影响烟气的正常流通^[2]。而如果灰分堵塞了烟道或烟管,甚至导致严重阻塞,将会增加锅炉燃烧的难度,降低燃烧效率,影响锅炉的正常运行。高硫高灰份燃煤燃烧产生的颗粒物,包括煤尘和灰渣中的微粒和重金属等有害物质,会对烟风系统的清洁度造成影响。这些颗粒物会通过烟气被带入烟风系统中,沉积在烟道内壁以及各个设备上,形成灰尘层,影响烟风系统的通风顺畅性,并增加了设备的清洗和维护工作负担。

4 高硫高灰份积灰对设备运行的影响

4.1 高硫高灰份积灰对设备运行的影响

当燃煤中含有较高的硫和灰分时,燃烧过程会产生大量的颗粒物,其中包括煤灰和煤尘等固体杂质。这些颗粒物会随着烟气一同通过锅炉烟道、烟管等热交换部件,最终沉积在锅炉内的换热面上,形成积灰。积灰会导致设备换热面积变小。煤灰的积聚使得换热表面被覆盖,减少了与工质之间的接触面积,阻碍了热量的传递。这就导致了设备换热效率的下降,热能无法充分利用,从而降低了设备的热效率和能源利用率。煤灰的存在会阻碍热量在换热表面上的传导,使得热能传递的速率降低。由于传热阻力增加,设备需要更长的时间来达到设计工作温度,从而增加了能源的消耗和运行成本。在高温、高湿的环境下,煤灰中的氧化物、硫酸盐等有害物质会与金属表面发生反应,形成硫酸等腐蚀性物质,从而对设备的金属材料造成腐蚀和磨损。

4.2 加剧设备磨损与损坏

当燃煤中含有较高的硫和灰分时,在高温条件下,煤燃烧产生的气体中的硫化物和酸性气体会与金属表面发生反应,形成腐蚀性物质,进而引起设备金属表面的腐蚀。这些积灰物质具有较高的硬度和颗粒性,并且在设备运行过程中,会因为高温、高速等因素而与金属表面发生摩擦作用,导致设备表面的磨损加剧。长期以来,摩擦和磨损会逐渐削弱设备的结构强度和耐久性,加速设备的退化和损坏。在锅炉和烟气系统中,煤灰的积聚会堵塞管道,影响烟气的顺畅排放和流动。堵塞现象不仅会导致设备的正常运行受阻,还会增加烟气通过的阻力,使得设备的运行效率降低。此外,积灰还容易在管道内形成死角,使得设备清洗和维护困难,进一步加剧了设备的磨损和损坏。另外,高硫高灰份积灰可能引发腐蚀性气体的生成,对设备金属材料造成腐蚀。当高温烟气中的腐蚀性物质与金属表面接触时,会引起金属材料

的腐蚀和侵蚀，导致设备表面形成锈蚀、氧化等问题。

4.3 引发设备堵塞与运行故障

当燃煤中的硫和灰分含量较高时，煤燃烧过程中产生的灰尘和颗粒物会逐渐积聚在设备内部各个部位，形成灰堆、灰块或灰石。这些积灰物质会导致管道、通道、传热面和设备内部空间的堵塞，从而影响到设备正常的运行。在锅炉系统中，燃煤产生的灰分等固体颗粒物会随着烟气一同通过管道传输。当这些固体颗粒物在管道内积聚过多并逐渐黏结在一起时，就形成了灰堆或灰块。灰堆或灰块会对烟气的流动产生阻碍，增加烟气通过管道的阻力，使得设备的运行效率下降，甚至造成管道完全堵塞，导致设备无法正常运转。设备内部的传热面、旋转部件、阀门和控制装置等都是设备正常运行所必需的关键部件。然而，高硫高灰份积灰会导致这些部件表面积聚大量灰尘，形成不均匀的热传导或摩擦，进而影响到传热效率和机械运行状态^[1]。长期以来，这些不良因素会加剧设备内部部件的磨损、缩短使用寿命，并且可能引发设备的故障，造成设备停机和维修。在煤燃烧过程中产生的灰尘粉尘会随着烟气一同通过设备的空格和通道。

5 优化措施与解决方案

5.1 改善燃煤品质与预处理技术

在煤炭的采购环节，应该确保选择高质量、低灰分、低硫分的煤炭来源，以提高燃煤的效率和减少污染物的排放。建立起严格的煤质检测和监控机制，对进入燃煤生产环节的原材料进行全面的化验和评估，以确保煤炭的质量稳定可靠。一方面，引进先进的洗选技术，通过物理、化学和生物等方法，有效地去除煤炭中的杂质、挥发分和硫分，提高其燃烧能力和环境友好性。另一方面，推广煤粉喷射技术和煤浆制备技术，将煤炭粉碎成更细小的颗粒，并与气体或液体混合，形成易于燃烧的煤浆或煤粉，从而提高燃烧效率和热能利用率。还可以借鉴其他国家的经验，积极探索新的煤炭预处理技术（见表1）。例如，先进的气化和氧化技术，可以将煤炭转化为更清洁、高效的燃料气体或液体燃料，减少二氧化碳和有害气体的排放。

5.2 加强烟风系统清洁与维护

由于高硫高灰份燃煤在燃烧过程中会产生大量的灰分，这些灰分很容易在烟风系统的管道、阀门和设备上沉积，形成积灰层。积灰不仅会降低设备的热效率，还会增加设备的磨损和故障率。定期对烟风系统进行全面的清洁和维护至关重要。在清洁过程中，可以采用机械清扫和化学清洗相结合的方法^[4]。机械清扫通过专用的清扫设备或工具，清除管道和设备表面的积灰；化学清洗则利用清洗剂溶解和去除难以机械清除的顽固积灰；还可以利用高压气体或水流对管道进

行冲刷，以彻底清除积灰。除了定期清洁外，加强设备的日常维护也至关重要。这包括对设备的运行状态进行定期检查和监测，及时发现和处理设备的异常情况。

表1 改善燃煤品质与预处理技术前后数据对比

指标	改善前数据	改善后数据
燃煤品质改善		
灰分含量	平均25%以上，部分超过30%	平均15%以下，最低低于10%
硫分含量	平均1.5%，部分超过2%	平均0.8%以下
发热量	5000~5500大卡/千克	5800~6200大卡/千克
预处理技术应用		
煤炭颗粒大小	平均粒径5~30毫米	平均粒径1~5微米
燃烧效率	约85%	提升至92%以上
二氧化硫排放浓度	约800毫克/立方米	降低到400毫克/立方米以下
氮氧化物排放浓度	约400毫克/立方米	降低到200毫克/立方米以下

5.3 烟风系统设计与运行优化

烟风系统的设计与运行优化对于减少高硫高灰份积灰对设备运行的影响同样具有重要意义。在系统设计阶段，应充分考虑燃煤特性和积灰问题，采用合理的结构布局和管道设计，以减少积灰的产生和积累。例如，可以增加管道的弯曲半径，降低烟气流速，减少颗粒物对设备内壁的冲刷。选用耐磨、耐腐蚀的材料，提高设备的抗积灰能力。在运行阶段，通过优化运行参数和操作流程，也能有效减少积灰问题。

6 结语

火力发电厂作为电力供应的重要支柱，其锅炉烟风系统的稳定运行对于保障电力供应的连续性和安全性至关重要。通过改善燃煤品质、加强清洁与维护以及优化系统设计与运行，可以有效减少积灰的产生和积累，提升设备的运行效率和可靠性。未来，将继续关注火力发电厂锅炉烟风系统积灰问题的最新研究进展，并致力于开发更加高效、环保的解决方案，为火力发电厂的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1] 王华. 火力发电厂电除尘积灰分析及处理[J]. 现代制造技术与装备, 2019(10):92-94.
- [2] 芮福宁. 关于火力发电厂锅炉优化运行措施研究[J]. 低碳世界, 2019,9(9):82-83.
- [3] 杜衡. 火力发电厂气力除灰不畅的原因分析及对策研究[J]. 化工管理, 2018(10):111.
- [4] 王光培, 孙少鹏, 胡清. 火力发电厂锅炉烟气中SO₂浓度对低温换热器积灰特性的影响[J]. 节能与环保, 2015(2):74-76.