

# 火电厂除灰系统的故障诊断与维护技术分析

刘志伟

国能丰城发电有限公司, 中国·江西 丰城 331100

**摘要:** 火电厂除灰系统作为锅炉排放处理系统的重要组成部分, 对减少灰渣排放、保障设备稳定运行起到了关键作用。然而, 因灰渣具有高温、高磨蚀性等特性, 火电厂除灰系统在运行中易出现设备堵塞、磨损、腐蚀等故障, 影响生产效率和环保水平。论文以火电厂除灰系统的故障诊断和维护技术为研究对象, 系统分析了除灰系统的主要故障类型, 探讨了基于在线监测、振动分析和智能诊断的故障检测方法, 并提出了设备的维护及优化管理策略。研究表明, 科学的故障诊断和定期维护能够显著提高系统运行效率, 减少维修成本, 有效延长设备寿命, 为火电厂的高效、低碳运行提供了保障。

**关键词:** 火电厂; 除灰系统; 故障诊断; 维护技术; 在线监测

## Fault Diagnosis and Maintenance Technology Analysis of Ash Removal System in Thermal Power Plants

Zhiwei Liu

Guoneng Fengcheng Power Generation Co., Ltd., Fengcheng, Jiangxi, 331100, China

**Abstract:** As an important component of the boiler emission treatment system, the ash removal system in thermal power plants plays a crucial role in reducing ash emissions and ensuring stable equipment operation. However, due to the high temperature and high abrasion characteristics of ash, the ash removal system of thermal power plants is prone to equipment blockage, wear, corrosion and other faults during operation, which affects production efficiency and environmental protection level. The paper takes the fault diagnosis and maintenance technology of the ash removal system in thermal power plants as the research object, systematically analyzes the main types of faults in the ash removal system, explores fault detection methods based on online monitoring, vibration analysis, and intelligent diagnosis, and proposes equipment maintenance and optimization management strategies. Research has shown that scientific fault diagnosis and regular maintenance can significantly improve system operating efficiency, reduce maintenance costs, effectively extend equipment life, and provide guarantees for the efficient and low-carbon operation of thermal power plants.

**Keywords:** thermal power plant; ash removal system; fault diagnosis; maintenance technology; online monitoring

## 0 前言

火电厂作为主要的电力生产来源, 因其使用化石燃料产生的废气和灰渣, 造成了较大的环境污染。作为火电厂除尘、除灰的重要组成部分, 除灰系统的有效运行对于减少大气污染物的排放、保障电厂设备运行的稳定性具有重要意义。灰渣因高温、高磨蚀性等特性, 极易造成除灰系统中的设备堵塞、管道磨损、泵体腐蚀等故障, 严重影响系统的稳定运行及维护成本。因此, 探索高效的故障诊断技术与维护方法, 提高除灰系统的运行效率, 已成为火电厂管理的重要内容。

近年来, 随着智能化技术的发展, 火电厂除灰系统的故障诊断已逐渐由传统的人工检查发展为基于振动分析、在线监测、图像处理等多技术手段的智能诊断。同时, 维护方式也从事后修理转向预防性维护与基于状态的维修, 减少了因故障导致的停机时间和维护成本。论文旨在通过分析火电厂除灰系统的主要故障类型与成因, 探讨当前主流的故障诊

断方法及维护措施, 为火电厂除灰系统的安全稳定运行提供理论参考和技术指导。

## 1 火电厂除灰系统概述

火电厂除灰系统的主要功能是通过高效收集、输送和排放锅炉燃烧过程中产生的粉煤灰, 保障锅炉系统的安全、清洁运行。除灰系统通常由灰斗、输灰管道、灰浆泵、真空系统和排放装置等部分构成。这些设备的协调运行直接影响火电厂排放水平和除灰效率。除灰系统作为火电厂运营的重要环节, 不仅保障了锅炉设备的高效运行, 还有效减少了对环境的污染, 是火电厂节能减排的重要组成部分。

### 1.1 系统组成与功能

火电厂的除灰系统包含多个关键组件, 主要包括灰斗、输灰管道、灰浆泵、真空系统和排放装置。灰斗的主要功能是集中收集锅炉燃烧过程中产生的粉煤灰, 并利用重力作用将灰渣导入输灰管道。输灰管道将灰渣传送至灰浆泵, 灰浆

泵通过产生的负压将灰渣进一步输送至排放系统。各组件的运行状态直接影响除灰效果与系统的效率。例如,灰斗能够高效集中灰渣,确保锅炉不受灰渣堆积影响;输灰管道与灰浆泵的协调配合则保证了灰渣的持续流动,使得除灰工作能够顺利进行。整个系统的组成不仅需要设备的稳定性,还要求其各部分具备良好的密封性和抗磨损性能,以满足锅炉长时间运行的需求。

### 1.2 除灰系统的工作原理

火电厂除灰系统的工作流程包括粉煤灰的收集、负压输送、灰浆泵输送和集中排放。锅炉燃烧后的灰渣首先由灰斗收集,在真空系统所形成的负压作用下通过管道进入灰浆泵,并最终经排放系统进行集中处理。在这一过程中,除灰系统的高效运行依赖于各子系统的协同作业,以确保除灰效率和设备稳定。负压输送是系统的重要原理之一,它通过在灰斗和灰浆泵之间形成压力差,使灰渣在负压作用下流向灰浆泵。而灰浆泵的作用则是将已收集的粉煤灰通过管道输送至排放系统。在具体操作中,除灰系统需要结合实际工况进行调节,以保障灰渣输送的平稳性和排放的有效性。通过合理的工作原理设计和科学的设备配合,除灰系统能够在复杂工况下实现持续高效的运行。

### 1.3 常见问题及其影响

由于除灰系统运行环境复杂,且粉煤灰本身具有高温和高磨损性特性,因此管道堵塞、设备磨损和泵体故障是除灰系统中常见的三大问题。这些问题不仅会导致除灰系统的效率降低,还可能导致火电厂运行不稳定。粉煤灰在管道中堆积过多容易引发堵塞,造成灰渣无法顺利排放,使得设备负荷增加。管道堵塞问题如果得不到及时处理,可能导致管道内部压力升高,甚至造成设备损坏。而灰渣的高温和高磨损性也会导致管道和泵体逐渐腐蚀,减少设备使用寿命。泵体故障则可能导致整个除灰系统中断,增加维护和修理成本,并影响火电厂的整体运行效率。针对这些问题,火电厂应加强除灰系统的监控,并通过先进的维护手段和设备改造,以尽可能减少除灰系统的故障风险和维修频率,提高系统运行的连续性和可靠性。

## 2 火电厂除灰系统的故障类型

火电厂除灰系统在运行中可能遭遇各种故障,主要包括管道堵塞、设备磨损、泵体故障以及真空系统问题等。为了确保火电厂的高效、安全运行,对这些故障进行及时识别、分析和排查尤为关键。了解故障的主要类型和成因,可以帮助运维人员针对性地采取防护措施和改进策略,进而减少故障对系统整体效率的影响。

### 2.1 管道堵塞

管道堵塞是火电厂除灰系统中较为常见的故障之一,通常由粉煤灰颗粒大小不均、湿度过高或输送条件不佳引起。当粉煤灰颗粒在输送管道中不断堆积,容易形成“堵塞带”,导致管道内压力增大,直接影响灰渣的输送效率。在

堵塞严重的情况下,可能会引发除灰系统的超负荷运转,损害设备并进一步加大维护成本。管道堵塞不仅影响了除灰效率,还可能导致系统超压、设备损坏等问题,增加了整个系统的风险。因此,火电厂需要通过监测系统实时监控输灰管道的压力、流速和灰渣浓度等参数,及时发现和解决堵塞问题。同时,在除灰系统中配备自动疏通装置和定期清理计划,可以显著降低管道堵塞的风险,提高除灰系统的稳定性。

### 2.2 设备磨损

除灰系统设备长期运行在高温、高粉尘环境下,易受到粉煤灰的磨损。尤其是输灰管道和灰浆泵,由于频繁地与高磨损性粉煤灰接触,其内壁和关键部件在运转中会逐渐磨损。输灰管道的磨损会导致设备密封性下降、灰渣输送效率减弱,而灰浆泵的磨损则可能导致流量下降和能耗增大,从而直接影响除灰系统的总体性能。设备磨损不仅会导致效率下降,还会显著增加系统的维护成本和运行压力。因此,火电厂应在设备设计和选材上加强抗磨性,并定期检查设备磨损情况,通过喷涂耐磨涂层或更换抗磨材料延长设备寿命。此外,应用先进的监测技术,如红外测温 and 振动分析,能够及时识别设备的异常磨损情况,防止小故障发展为大问题。

### 2.3 泵体故障

灰浆泵作为除灰系统的核心设备,其功能是将灰渣输送至排放系统,一旦发生故障将直接影响灰渣的排放效率。泵体故障的常见原因包括磨损、密封不良、压力波动等。泵体在长期运行过程中,易出现泵头磨损、管道泄漏、低效率运转等问题,特别是在灰渣浓度较高或流速不稳定的情况下,泵体的工作压力会增加,导致内部结构磨损更为严重。密封不良会造成泵体漏灰或漏水,降低除灰效率,增加设备的负荷。灰浆泵的低效率运行不仅影响系统的运行效果,还可能造成能源浪费。为避免泵体故障带来的负面影响,火电厂需定期对灰浆泵进行检修,优化密封结构、检查叶轮和泵头的磨损情况。同时,可考虑使用新型耐磨材料来提升泵体的抗磨性,并引入智能化监测设备,通过对泵体内部压力、温度等参数的实时监测,及时发现故障苗头并进行预防性维护,确保除灰系统的平稳运行。

## 3 火电厂除灰系统的故障诊断技术

火电厂除灰系统的故障诊断技术是保障系统稳定运行的关键。随着技术的发展,先进的故障诊断方法被广泛应用于除灰系统中,包括振动监测、热成像、声波检测和智能化监测系统。这些技术显著提高了故障识别精度和诊断效率,帮助运维人员及时发现并修复故障,确保系统高效运作。

### 3.1 振动监测

振动监测是除灰系统常用的故障诊断手段,通过分析设备的振动特征,能够快速识别运行中的异常状态。灰浆泵和输灰管道在长期运行中可能产生振动变化,反映出设备的磨损、松动或平衡失调等故障。振动监测的实时性和无接触特性,尤其适用于火电厂的复杂环境,对关键设备进行在线监控,

显著提高了故障响应速度,减少突发问题对生产的影响。

### 3.2 热成像检测

热成像技术通过温度分布图像诊断设备故障,能够直观地观察管道和泵体的温度状况。热成像检测特别适合用于识别堵塞、磨损或泄漏等问题引起的温度异常。堵塞区域温度的异常升高在热成像图上清晰可见,使得运维人员可以快速定位问题区域,制定合理的维护计划,减少故障对系统的影响。

### 3.3 声波检测

声波检测是通过分析设备运行时的声波特征来识别故障位置和类型的非接触式方法。对于管道泄漏、泵体堵塞等常见问题,声波检测具有较高的灵敏度。该技术不受温度和压力的影响,可以在不影响设备运行的情况下完成诊断,尤其适用于泵体内部结构故障的识别,为实时监测提供安全、高效的检测手段。

### 3.4 智能化监测系统

智能化监测系统整合了数据采集、实时分析和故障诊断功能,实现对除灰系统全方位的监控。通过传感器采集温度、压力和流量等关键参数,结合大数据分析和智能算法,智能系统能够识别故障趋势并提前预警。智能化监测的可视化功能便于管理人员实时掌握设备状态,为科学运维提供了重要的技术支持和决策依据。

## 4 火电厂除灰系统的维护技术

火电厂除灰系统的维护技术对保障系统的长期稳定运行、延长设备寿命和降低维护成本具有重要作用。科学的维护策略能够有效减少设备故障的发生,提高系统整体的运行效率,确保除灰系统在高效、低故障率的状态下长期运作。火电厂除灰系统的主要维护策略包括预防性维护、状态维护和故障修复。

### 4.1 预防性维护

预防性维护是一种主动性维护措施,在设备正常运行期间进行,通过对潜在问题的前期检查和处理,减少未来的故障可能性。预防性维护的内容通常包括定期对设备进行检查、管道清理、泵体润滑、密封件的更换等。火电厂可以基于设备的运行特性和磨损规律,制定详尽的维护计划。通过定期维护,预防性维护能够有效延长设备的使用寿命,同时降低突发故障的风险。在不影响生产的情况下进行预防性维护,有助于确保设备在高效运作的同时减少维修的频次,从而提高系统的稳定性和运行效率。

### 4.2 状态维护技术

状态维护技术依赖于对设备实时运行状态的监测。通过振动、温度和压力等参数的监控分析,状态维护能够提前识别出潜在故障风险。火电厂除灰系统中,状态维护技术常结合传感器和监测设备,通过实时采集设备运行数据来评估健康状况。例如,灰浆泵的压力和流量波动可以反映泵体的密封状态以及是否需要更换组件。状态维护的特点在于通过

及时识别和处理异常信号,防止小问题演变成大故障,从而减少故障率并降低总体维护成本。此外,状态维护还能够延长设备使用寿命,在故障发生前采取有效措施,确保除灰系统的连续、高效运转。

### 4.3 故障修复技术

故障修复技术在设备发生故障后,起到紧急恢复系统运转的作用。常见的故障修复方法包括焊接修复、组件更换和表面处理等。对于输灰管道,若出现因腐蚀或磨损导致的泄漏,焊接修复技术可以迅速恢复其密封性。泵体关键部件在长期使用后易出现磨损,组件更换能够确保设备的正常运转。此外,表面处理技术(如喷涂防腐层或添加耐磨层)能够有效增强设备的抗腐蚀性能,适应恶劣环境下的长时间运行。合理应用这些修复技术,火电厂可以在最短时间内恢复除灰系统的正常功能,延长设备寿命,确保除灰系统的持续高效运作。

## 5 结语

火电厂除灰系统的故障诊断和维护技术在保障设备高效运行、延长设备寿命和提升环境效益方面发挥了至关重要的作用。通过科学的故障诊断技术,可以精准、快速地识别设备异常,为及时维护和高效决策提供可靠依据;而先进的维护技术,如预防性维护和状态维护,则能够有效减少设备磨损、降低故障发生率,保障除灰系统的稳定持续运行。火电厂除灰系统的故障诊断与维护是一项需要多学科结合的系统工程,未来的发展方向在于进一步提升智能监测能力和优化维护策略,以确保系统在更高效、更环保的条件下运转。同时,随着低碳化和智能化的推进,火电厂的除灰系统应不断适应新技术的要求,探索绿色化管理方式,在节能减排的目标下实现设备管理的创新升级,最终推动清洁能源的发展和全球环保目标的实现。

### 参考文献:

- [1] 骛骐.火电厂电除尘器节能环保运行优化措施分析[J].电力设备管理,2024(15):256-259.
- [2] 郭炯.火电厂除灰系统空压机站的优化设计[J].中国机械,2024(4):20-23.
- [3] 杨玉珍,钱云亮,皮中霞.燃煤电厂除灰系统节能优化控制及其应用[J].节能与环保,2023(8):56-58.
- [4] 邵延亮.双套管气力除灰技术在火电厂省煤器除灰系统的应用[J].电工技术,2022(10):185-187.
- [5] 尹莉韵,刘耀鑫.火电厂输灰系统中灰气比对输灰直管道的影响[J].现代制造技术与装备,2020,56(7):78+81.
- [6] 邵文杰.火电厂气力除灰不畅的原因及解决措施分析[J].低碳世界,2017(30):42-43.

作者简介:刘志伟(1996-),男,中国江西九江人,本科,从事火电厂除灰系统的故障诊断与维护技术分析研究。