

# Discussion on troubleshooting and maintenance of boiler auxiliary equipment

Long Wang

Guoteng Shanxi Hequ Power Generation Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

## Abstract

Auxiliary equipment of power plant boilers plays a critical role in ensuring the safe and efficient operation of boiler systems, with its performance directly affecting the overall stability of the power generation process. These auxiliary systems, including forced draft, induced draft, feedwater supply, and deaeration, operate under complex conditions and are prone to frequent failures, making fault diagnosis challenging. This paper analyzes common fault types associated with auxiliary equipment, summarizes typical issues and external manifestations during operation, and explores fault identification methods based on parameter monitoring, signal analysis, and electrical control diagnostics, aligned with current power plant maintenance requirements. On this basis, the paper systematically reviews the commonly used repair techniques and procedures, and proposes management strategies to improve repair efficiency and equipment reliability. The goal is to provide technical support for the maintenance of boiler auxiliary systems and enhance the operational safety and stability of power plants.

## Keywords

power plant boiler; auxiliary equipment; fault diagnosis; maintenance technology; operational management

# 锅炉辅助设备常见故障诊断与检修技术探讨

王龙

国能山西河曲发电有限公司, 中国·山西忻州 034000

## 摘要

电厂锅炉辅助设备在保障锅炉安全、高效运行中发挥着关键作用,其运行状态直接影响发电系统的整体稳定性。辅助设备种类繁多,涉及送风、引风、给水、除氧等多个环节,运行环境复杂,故障频发,诊断难度大。本文围绕辅助设备常见故障类型展开分析,归纳其在运行过程中易出现的问题及外在表现,结合当前电厂设备管理需求,探讨以参数监测、信号分析、电控系统诊断等为基础的故障识别路径。在此基础上,系统总结检修过程中常用的技术手段和操作工艺,并提出提升检修效率与设备可靠性的管理策略,旨在为电厂锅炉辅助设备维护提供技术参考,提升设备运行的稳定性与安全水平。

## 关键词

电厂锅炉; 辅助设备; 故障诊断; 检修技术; 运行管理

## 1 引言

随着电力工业的持续发展,电厂锅炉运行的自动化、精细化水平不断提升,锅炉辅助设备的作用日益凸显。辅助设备作为锅炉系统的重要组成部分,承载着送风、引风、供水、除氧等关键功能,其运行质量直接关系到锅炉热效率、负荷调节能力与运行安全。然而,由于运行环境复杂、设备工况多变,辅助设备易出现振动、泄露、过热、卡涩等多种故障,影响系统整体性能。当前部分电厂在故障识别和处理上仍存在诊断方法滞后、检修效率低等问题,亟需系统性地研究辅助设备的故障规律与技术应对路径。本文以常见辅助

设备为研究对象,探索其运行失效特征与检修技术要点,为运行维护人员提供科学、实用的技术支持。

## 2 电厂锅炉辅助设备的系统构成与运行特性

### 2.1 送风设备的结构配置与运行机制

送风设备通过风机将空气输送至锅炉燃烧室,为燃料充分燃烧提供必要的氧气条件。系统结构主要包括轴流风机或离心风机、调节挡板、传动装置及电机驱动模块,通常与炉膛风道直接连接。运行时,风机叶片角度决定风量大小,调节挡板配合控制风压稳定性,确保不同负荷条件下的送风需求。风机在启动过程中需通过软启动器减少电流冲击,提升运行平稳性。风道设计应减少局部阻力,避免流速扰动对燃烧均匀性造成影响。

### 2.2 引风设备的配置特点与运行规律

引风设备的作用是将燃烧后烟气及时抽出,维持炉膛

【作者简介】王龙(1991-),男,中国山西临汾人,本科,工程师,从事火电厂锅炉辅机检修策划,日常维护及设备升级改造研究。

负压状态,避免烟气外泄。系统主要由引风机、消音器、烟道及调节机构组成。引风机多采用离心式结构,具备较强抽吸能力,驱动部分多配备变频控制系统,以适应不同负荷下的抽风需求。烟道设计应具备良好密封性和抗高温性能,防止泄漏及热损失。设备运转时风量必须与送风系统协调,避免炉膛压力波动。系统负荷升高时引风能力同步提升,确保烟气流路畅通,维持正常排放与热能回收效率。

### 2.3 给水系统的组成结构与工作原理

锅炉给水系统的主要任务是将处理后的水送入汽包进行蒸发,保障蒸汽系统持续供水。系统结构主要包括给水泵、调节阀、流量计、除氧器和管路等部分。给水泵一般采用多级离心泵,具备高扬程与高压送水能力,运行压力在10MPa至18MPa,流量按锅炉容量不同控制在80t/h至150t/h之间。水流经除氧器后除去氧气及二氧化碳,防止系统内腐蚀,进入汽包前流量与压力需进行精准调控。调节阀响应速度需与锅炉负荷变化匹配,维持汽包水位稳定在设定范围内。系统正常运行需实时监测水位、流速与温度变化,确保供水连续性与锅炉热效率<sup>[1]</sup>。

## 3 电厂锅炉辅助设备的故障类型与识别特征

### 3.1 送风系统出现故障时的典型表现

送风系统故障时常表现为空气流量不足、压力波动明显、风机振动加剧及风速不均等现象。风量下降会导致燃烧不充分,炉膛温度降低,排烟含氧量异常升高。风压波动则影响燃烧稳定性,易引发火焰漂移及回火现象。风机异响、轴承升温常预示着轴系不平衡或叶轮松动。调节挡板卡滞或反馈信号失灵也会造成风量控制不准,锅炉在低负荷或过载运行中出现燃烧效率下降问题。

### 3.2 引风系统运行异常时的故障征兆

引风系统故障通常表现为炉膛负压异常、排烟温度波动、风机运行电流变化剧烈等特征。负压偏离设定值时,容易引起炉膛密封破坏,烟气倒流导致空气预热器结垢或烟尘外逸,影响环保排放指标。风机运行异常时电流升高超过额定值20%以上,同时轴承温升大于25℃,提示机械磨损或风道堵塞问题。风速变化不稳定会造成烟气流动扰动,影响余热回收装置换热效率。变频系统异常也可能引发风量调节失控,导致负压调节滞后。出现异常噪音、风压反馈失灵及振动值持续超过3.0mm/s时,应及时停机检查风机叶轮积灰、轴承松动等问题。

### 3.3 给水系统失效时的故障形式与反应

给水系统故障表现为泵出口压力下降、水流不稳、水位控制失灵及供水中断等。多级泵若出现汽蚀现象,会引发震动、流量波动与噪音升高,泵壳温度异常偏高。控制系统故障将造成水位信号滞后,调节阀动作迟缓,引起汽包水位大幅波动。流量计误差过大时反馈信号失准,使锅炉负荷调节失衡,水汽比例失控。除氧器温度低于104℃时可能存在

蒸汽供应中断或加热器故障,导致含氧水进入锅炉,加剧管道腐蚀。如发现压力降低超过0.5MPa、泵电流波动超过15%、泵体发热温度上升至70℃以上等异常指标,应立即停机检修更换磨损部件或校正控制参数<sup>[2]</sup>。

## 4 电厂锅炉辅助设备的故障诊断与技术分析

### 4.1 基于声振信号的故障识别技术

声振信号识别技术依赖对风机、电泵等设备运行过程中产生的机械波动进行实时采集与分析。风机轴承振动在正常状态下位移值不应超过1.8mm/s,当数值升高至3.2mm/s时表明存在轴系不平衡问题。频谱分析中若出现倍频特征,表明可能存在共振现象。泵体工作时频率范围集中在60Hz至120Hz之间,异常频率超过150Hz可提示叶轮脱落或异物进入。噪声监测方面,当运行噪声超过85dB,通常为轴承干摩擦或电机散热异常引起。通过布设多通道传感器网络对关键部位进行数据采集,结合FFT算法提取频率特征,能实现快速、无损的诊断操作。

### 4.2 基于运行参数的异常状态诊断方法

运行参数监测主要依赖对风压、流量、电流、转速等指标的实时追踪,通过数据波动判断设备状态变化。送风风压如由12kPa骤降至7kPa,表明风道出现堵塞或风机效率下降;给水泵出口压力下降超出设定值1.2MPa,提示泵体磨损或叶轮结垢;风机电流异常上升10A,表明负载异常加重;流量参数若频繁波动大于15%,预示系统调节功能失灵或反馈信号延迟。系统运行数据可采用趋势分析模型进行回归判断,设定上下限阈值范围自动触发报警。在300小时运行周期内,如发生3次以上数值超限,必须进行人工干预诊断,保障系统安全。

### 4.3 基于电控系统的实时故障判别手段

电控系统诊断依托PLC控制器、变频器、智能监测终端实现数据采集、逻辑判断与故障预警。如PLC反馈数据显示给水泵电流由35A瞬间升至60A且持续5秒以上,说明负载异常或短路;风机转速从1450rpm下降至900rpm,且变频器报警代码F002持续出现,表示输出故障或模块过热。控制系统中若出现信号延迟大于2秒,逻辑处理不及时将导致执行机构误动作,影响系统稳定。各节点传感器信号应确保传输频率维持在5Hz以上,数据丢包率小于0.5%,才能保证故障识别精准度。实时诊断系统通过设定逻辑阈值与时间窗口,结合事件记录回溯机制,可有效识别潜在风险并发出指令干预<sup>[3]</sup>。

## 5 电厂锅炉辅助设备的检修工艺与操作流程

### 5.1 送风系统的检修作业与校正措施

送风系统检修需在停机冷态条件下展开,首先对风机外壳进行全面拆解,检查叶轮磨损、轴承松动与密封老化情况。叶轮偏心量控制在0.03mm以内,超限需更换或机加工修复。轴承游隙不大于0.25mm,温升在运行时不超

过 45℃,发现超标需更换同型号轴承并重新加注润滑脂。动平衡调整阶段通过配重块调节叶轮转动偏心,测试平衡精度要求振动位移值低于 2.2mm/s。电机端轴心偏差不得超过 0.15mm,联轴器同心度误差控制在 0.1mm 以内。完成装配后进行点动试运行,测得电流波动幅度小于 5%,风压在 12kPa 至 14kPa 范围内,说明设备运行稳定,校正效果良好。

## 5.2 引风系统的拆装检查与精度恢复

引风系统的拆解需依次对机壳、叶轮、联轴器与轴承座进行分解检查,拆卸过程中确保各部件标记清晰,避免重装错位。轴承端盖间隙测量值不超过 0.3mm,超过需更换加工精度更高的新件。叶轮弯曲度不得超过 0.5mm,发现偏心需采用车床矫正处理。风机电机与主轴对中误差控制在 0.1mm 以下,采用百分表对径向与轴向同心度逐点检测调整。联轴器接触面积需达到 90% 以上,并保持润滑脂涂层厚度 0.5mm。焊接烟道接口处采用耐高温材料修复裂纹,厚度维持在 5mm 以上。风机启动后运行 30 分钟内检测振动值不超过 2.5mm/s,电机温升小于 50℃,表明检修装配精度达标,可恢复投入运行。

## 5.3 给水系统的维护作业与部件更换

给水系统维护工作首先排查泵体运行记录,对累计运行超 3000 小时的泵进行重点检查,拆检内容涵盖轴承、叶轮、密封环与机械密封。轴承磨损后径向间隙不应大于 0.2mm,发现异常需更换原型号轴承并加注符合标准的 3 号锂基脂。叶轮表面结垢厚度超过 2mm 时采用高压水清洗,未清除部分采用酸洗除垢处理。密封环磨损量超过 1.5mm 应予以更换,新环间隙控制在 0.1mm 以内。机械密封面划痕深度不超过 0.05mm,密封弹簧压缩量维持在 4mm 至 6mm 区间,确保压紧力足以维持运行密封性。部件更换完成后进行压力试验,泵出口压力维持在 14MPa,10 分钟内压力下降不超过 0.2MPa,确认密封性能符合运行要求<sup>[4]</sup>。

# 6 电厂锅炉辅助设备的检修效率提升对策

## 6.1 构建完善的设备状态监测管理体系

设备状态监测体系建设以实现从被动检修向主动预测转变为目标,核心在于构建实时、连续、多维度的数据获取通道。可通过部署高频振动传感器、温度传感器、电流监控终端等装置,实现对设备运行关键部位的连续监控。监测参数应涵盖转速、电流、温升、振动值与噪声等级,借助数据中台统一接入分析系统,形成趋势图与异常报警模型。历史运行数据的沉淀可用于制定基准值与差异分析标准,在设备运行过程中形成动态阈值判定机制,提高预警的精度与时效性。

## 6.2 强化技术人员的检修能力与操作规范

提升检修效率的关键依赖于技术人员的技能储备与作

业标准掌握水平,应构建分层分类的技能培训体系,覆盖风机、电泵、电控等不同技术模块。针对新型辅助设备增设结构分析与操作流程的仿真演练,提升一线人员对系统结构的理解能力。强化操作规范的执行,通过图纸标注、操作手册与标准作业视频等形式实现关键步骤的可视化管控。检修作业前制定详细作业计划与风险评估报告,保障作业人员操作精准度与安全性。建立技术交流机制,在每次检修完成后组织经验复盘,形成问题清单与改进建议,提高团队协作能力。引入绩效考评制度,将技能熟练度与故障处理速度挂钩,激发人员主动优化作业流程的积极性<sup>[5]</sup>。

## 6.3 推动检修计划化、流程化与制度化

建立科学的检修计划制度需依托设备运行周期、历史故障率与使用环境等因素构建维护周期模型,实现检修任务的前置化与常态化。计划应细化至季度、月度与周度安排,结合设备运行状态数据动态调整检修频次与工作内容,避免突发故障造成计划外停机。检修流程的标准化需覆盖作业前准备、检修中操作与检修后试运全过程,各节点均设定明确责任人与操作步骤,防止作业遗漏与误操作。制度建设方面,应形成检修日志、质量审核、技术归档与责任追溯的闭环机制,确保每次检修均可回溯。推行信息化管理平台实现任务下发、进度追踪与反馈归档一体化操作,提高协同效率与过程透明度,提升整个系统运行的维护水平与组织效能。

# 7 结语

电厂锅炉辅助设备作为保障锅炉系统高效、安全运行的重要组成,其运行状态直接影响整体热能转换效率与系统稳定性。常见设备如送风、引风及给水系统在运行过程中易受工况波动、结构老化与控制系统异常影响而出现多种故障,亟需通过精准诊断与规范检修手段加以应对。结合声振分析、参数监测与电控反馈等技术路径,可有效提升故障识别效率,减少设备停机时间。推动检修流程标准化与管理机制优化,将为电厂实现安全稳定运行提供坚实的技术保障与制度支撑。

## 参考文献

- [1] 陆琳.发电厂中锅炉检修与运维技术研究[J].科技资讯,2024,22(21):173-175.
- [2] 史晓磊.电厂锅炉阀门检修技术要点分析[J].中国设备工程,2024,(01):157-159.
- [3] 杜明翰.电厂锅炉辅机设备检修中的常见故障及应对策略[J].设备管理与维修,2023,(24):71-73.
- [4] 刘海峰,陈宝奎.电厂锅炉检修注意的问题及维护对策[A].2023 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集(下册)[C].中国电力技术市场协会:2023:308-310.
- [5] 秦玉波.电厂锅炉水冷壁泄漏的主要原因及对策研究[J].当代化工研究,2020,(08):85-86.