

火电锅炉检修过程中的安全管理与风险控制

吾买尔·艾合买提

新疆华电高昌热电有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i3.13570

[摘要] 火电锅炉检修是保障设备稳定运行的关键,其安全管理与风险控制至关重要。本文从技术角度出发,深入剖析相关理论与实践,结合锅炉关键设备,提出针对性策略与措施,旨在为火电行业检修工作提供实践指导与理论支持,助力提升整体安全水平与运行效率。

[关键词] 火电锅炉检修; 安全管理; 风险控制

中图分类号: TK223.7 **文献标识码:** A

Safety management and risk control during the maintenance of thermal power boilers

Wumail Ahemaiti

Xinjiang Huadian Gaochang Thermal Power Co., Ltd.

[Abstract] Thermal power boiler maintenance is the key to ensure the stable operation of equipment, and its safety management and risk control are crucial. Starting from a technical perspective, this paper deeply analyzes relevant theories and practices, combines key boiler equipment, and proposes targeted strategies and measures, aiming to provide practical guidance and theoretical support for maintenance work in the thermal power industry, and help improve the overall safety level and operating efficiency.

[Key words] thermal power boiler maintenance; safety management; risk control

引言

在火力发电系统里,锅炉处于核心地位,其运行状态直接决定电力供应的稳定性。火电锅炉检修涉及锅炉四管(水冷壁、过热器、再热器、省煤器)、送风机、引风机、一次风机、磨煤机等关键设备。这些设备长期在高温、高压的恶劣条件下运行,极易出现磨损、腐蚀、爆裂等故障。一旦设备故障,不仅会导致发电中断,还可能引发严重安全事故,造成巨大经济损失和人员伤亡。因此,在火电锅炉检修过程中,强化安全管理与风险控制势在必行。本文基于技术研究,结合具体设备展开深入探讨,为相关领域提供实用的实践指导。

1 安全管理策略

1.1 风险评估与预防

检修前的全面风险评估是火电锅炉检修安全的重要保障。故障树分析(FTA)和事件树分析(ETA)等先进模型,能系统地识别潜在风险点。故障树分析从事故结果出发,通过逻辑推理探寻导致事故的各类因素及其组合。以锅炉爆管为例,将“锅炉爆管”设定为顶事件,其成因可能包括管壁厚度不足、管材质量缺陷、焊接质量问题等。进一步分析可知,管壁厚度不足可能由长期磨损、腐蚀所致。管材质量缺陷与生产环节的原材料、加工工艺相关。焊接质量问题则与焊接人员技能、工艺规范执行情况有关。借助故障树,能够梳理出导致爆管的因素组合,确定最小割

集,明确风险防控重点^[1]。

事件树分析从初始事件着手,依据事件发展的逻辑顺序,分析后续事件发展产生的不同结果及其概率。例如,以送风机启动异常作为初始事件,后续可能涉及振动监测系统报警、操作人员故障判断与停机操作、备用风机启动等事件。依据各事件发生概率和相互关系,可计算出导致锅炉运行中断等不良后果的可能性,进而明确各环节风险点,针对性制定预防措施,如加强振动监测系统维护、提升操作人员技能等。需注意,在实际机组配置中,部分电厂可能取消备用风机设计。

为解决两种分析方法逻辑断裂问题,在实际应用中,可先运用故障树分析全面梳理导致事故的各类因素,精准定位关键风险因素。再借助事件树分析,对这些关键风险因素引发的事件链进行动态分析,评估不同发展路径下的风险概率。如此,将两者有机结合,实现对火电锅炉检修风险的全面、精准评估。

风险评估依赖历史数据与实时监测信息。历史数据记录设备过往运行、故障及维修情况,通过分析可发现故障规律和趋势。例如,分析某锅炉四管历史检修数据,发现特定区域水冷壁管运行一定时长后磨损加速,后续检修时该区域就应重点监测。实时监测信息借助传感器获取,能及时反映设备运行状态。两者结合,可精准评估设备风险,为制定预防措施提供可靠依据。

1.2 标准化操作流程

标准化操作流程(SOP)是保障检修工作有序开展的基础。在火电锅炉检修中,设备复杂、检修步骤多,缺乏规范流程易引发人为失误,影响检修质量和安全。因此,制定详细检修手册意义重大。检修手册应涵盖检修全过程,明确各环节操作规范和注意事项。检修准备阶段,要规定设备停运、断电、隔离等安全措施的操作方法,以及工具、材料准备清单。以磨煤机检修为例,需按规程停止运行、切断电源、做好隔离,准备好专用工具和材料。

检修过程中,对每个关键操作步骤都要制定详细规范。比如磨煤机检修时,拆卸磨辊要明确专用工具使用和拆卸顺序,防止磨辊掉落。清洗磨辊和磨盘要规定清洗方法和检查标准。利用激光测量仪精确测量磨辊磨损量,对比设计参数判断是否超标,超标则更换。组装时严格按装配图和规范操作,确保部件安装准确、连接牢固^[2]。为减少表述重复,在介绍不同设备检修时,突出各自独特的操作要点和规范。例如,锅炉四管检修重点关注不同部位、材质的焊接规范及无损检测执行标准。风机检修着重阐述叶轮更换、轴承安装等关键操作的特殊要求。

引入自动化检测设备可提升检修质量和效率。红外热成像仪、超声波检测仪等在火电锅炉检修中应用广泛。红外热成像仪通过检测设备表面红外辐射,转化为热图像,根据温度分布判断内部缺陷或异常发热部位,如检测锅炉四管可快速发现温度异常区域。超声波检测仪用于检测设备内部裂纹、疏松等缺陷,如检测风机焊缝可发现未焊透、气孔等问题,保障焊接质量。

1.3 人员培训与资质认证

为使段落过渡自然,在标准化操作流程与人员培训与资质认证之间添加衔接语句:标准化操作流程的有效实施离不开专业的检修人员,因此,人员培训与资质认证在火电锅炉检修安全管理中占据重要地位。检修人员的专业素质直接影响安全管理效果。在火电锅炉检修工作中,检修人员需具备扎实专业知识和丰富操作经验,才能保障检修质量和安全。因此,定期组织技术培训和应急演练,实施严格资质认证制度至关重要。技术培训涵盖火电锅炉结构原理、运行特性、检修技术及安全知识等方面。以锅炉四管检修人员为例,焊接技术和无损检测技能是必备专业知识。焊接技术培训包括不同材质管材焊接工艺、参数选择、质量控制等内容,通过理论讲解和实际操作练习,让检修人员熟练掌握焊接技能。无损检测技能培训使检修人员掌握各种检测方法原理、操作流程和结果判断标准,如学习超声波检测技术,了解超声波传播特性、仪器操作方法及如何根据检测信号判断管壁缺陷。

应急演练是提升检修人员应急处理能力的重要手段。模拟锅炉爆管事故进行演练,让检修人员在接近真实场景中熟悉事故处理流程,提高应对突发情况的能力。演练明确各岗位人员职责,从事故报警、现场处置、设备停运到人员疏散等环节全面演练。多次演练使检修人员在实际事故发生时能迅速准确采取措施,减少损失。

2 风险控制措施

2.1 实时监控与预警系统

在火电锅炉检修过程中,实时监控系统是风险控制的重要手段。通过安装传感器和监控摄像头,实时采集锅炉运行数据,结合大数据分析技术,能及时发现异常情况并发出预警,为采取风险控制措施争取时间。在锅炉四管区域安装温度、压力传感器,实时监测管壁温度和蒸汽压力变化。这两个参数能反映锅炉四管运行状态,一旦异常,可能预示管道存在堵塞、泄漏或超温等问题^[3]。温度传感器将数据传输给监控系统,结合大数据分析技术,若判断温度异常变化可能导致严重后果,系统立即发出预警信号。对于送风机、引风机和一次风机,安装振动传感器和温度传感器,实时监测运行状态。风机运行时,振动和温度是重要健康指标。振动过大可能由叶轮不平衡、轴承磨损等引起。温度过高可能由润滑不良、冷却系统故障等导致。传感器将数据传输给监控系统,系统据此判断风机是否正常运行,发现异常及时预警。

建立多级预警机制,根据异常情况严重程度划分不同级别,如一级预警表示情况严重可能立即引发事故,二级预警表示存在风险需及时处理,三级预警表示有潜在风险需提前预防。针对不同级别预警制定相应应对策略,确保在第一时间采取有效措施,防止事故扩大。大数据分析技术在实时监控系统中作用关键。通过分析大量历史运行数据和实时监测数据,建立设备运行正常模型和故障预测模型。当实时监测数据与正常模型出现偏差时,系统依据故障预测模型,快速判断可能的故障类型和严重程度,为预警提供科学依据,还能挖掘数据潜在关联,发现传统监测难以察觉的风险因素,提高风险预警准确性和可靠性。

2.2 应急预案与快速响应

制定完善的应急预案是火电锅炉检修风险控制的重要环节。火电锅炉运行和检修过程中可能发生锅炉爆炸、泄漏、火灾等各类事故,这些事故突发性强、危害大,会对人员、设备和环境造成巨大损失。因此,针对可能发生的各类事故,制定详细的应急处理流程和资源配置方案至关重要。以锅炉四管爆裂事故为例,应急预案要明确各岗位人员职责和任务。运行人员迅速按操作规程关闭相关阀门,切断蒸汽和水供应,启动备用设备维持锅炉基本运行,确保发电系统稳定。检修人员接到通知后,携带工具和防护装备赶赴现场,对爆裂管道进行紧急处理,处理过程严格遵守安全操作规程,防止二次事故。

对于磨煤机堵煤等常见事故,也需制定详细应急预案。磨煤机堵煤影响煤粉供应,进而影响锅炉燃烧效率和稳定性。应急预案中要明确清堵操作流程,包括判断堵煤位置、清堵方法、安全注意事项等^[4]。堵煤时,通过观察磨煤机进出口压差、电流等参数判断位置,轻微堵煤可调整运行参数处理,严重堵煤则需停止运行人工清堵,清堵时做好通风和防火措施,防止煤粉自燃和爆炸。

建立快速响应机制是确保事故发生时迅速启动应急预案、减少损失的关键。快速响应机制包括事故报警、应急指挥、人员调配、物资保障等方面。事故发生时,现场人员立即发出报警信号,应急指挥中心接到报警后迅速启动应急预案,根据事故类型

和严重程度组织协调资源,统一指挥救援工作。按照应急预案规定的人员职责,迅速召集相关人员赶赴现场,确保救援有序进行。提前储备应急物资,保证事故发生时及时供应。

2.3 设备维护与更新

锅炉设备的维护和更新是风险控制的基础工作。定期检查和维修能及时发现设备潜在问题,确保设备处于良好运行状态。引入新技术和新材料,可提升设备可靠性和安全性,延长设备使用寿命,降低检修频率和风险。为避免与前文重复,从宏观角度阐述设备维护与更新,强调其与整体风险控制的关系以及技术、材料更新的作用。在锅炉四管检修中,采用新型耐磨材料(如陶瓷涂层)能够有效延长管壁使用寿命。陶瓷涂层硬度高、耐磨性好、耐高温,喷涂在管壁表面能有效抵抗烟气冲刷和介质腐蚀,减缓管壁磨损和腐蚀速度。同时,定期检查锅炉四管,及时处理管壁局部磨损、腐蚀问题,防止问题恶化导致爆管事故。

对于送风机、引风机和一次风机,定期更换磨损叶轮和轴承是确保设备稳定运行的关键。叶轮和轴承在风机运行时承受巨大机械应力和摩擦,易磨损和疲劳损坏。定期检查其磨损情况,达到一定磨损程度时及时更换,保证风机性能和可靠性。此外,对风机其他部件如联轴器、密封装置等也定期检查维护,确保风机整体运行良好。

在磨煤机检修中,采用高硬度合金材料的磨辊进行更换,可提升设备耐磨性,减少检修频率。高硬度合金材料耐磨性能和抗冲击性能良好,能有效延长磨辊使用寿命。日常运行中,加强对磨煤机的润滑管理和定期清理,及时清除内部积煤和杂物,有助于提高磨煤机运行效率和稳定性^[5]。

3 结论

火电锅炉检修过程中的安全管理与风险控制需综合考量多方面因素,紧密结合锅炉各关键设备特点,从风险评估、标准化操作、人员培训、实时监控、应急预案、设备维护与更新等多个维度协同推进。通过引入先进技术和科学管理方法,能够切实提升检修工作的安全性与效率,为火力发电的稳定运行提供坚实保障。本文所提策略和措施紧密围绕实际设备展开,具有较高实践价值,希望能为火电行业在检修安全管理与风险控制方面提供新思路,助力行业安全生产和高效发展。

[参考文献]

- [1]冯瑞.热电厂锅炉检修特点及其安全管理问题分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(1):108-111.
- [2]刘铭佳.火电厂锅炉管道阀门检修技术及管理方法分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(12):112-116.
- [3]保正鑫.火电厂分散控制系统在锅炉运行安全中的应用研究[J].中国仪器仪表,2024(9):43-46.
- [4]白爱军.火电厂设备维护与检修在安全生产中的作用分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):0159-0162.
- [5]尚君.电厂化学仪表检修维护工作中的安全管理与控制策略探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):221-224.

作者简介:

吾买尔·艾合买提(1990—),男,新疆吐鲁番市人,大学本科,助理工程师,研究方向:火电锅炉检修。