

火电厂 300MW 抗燃油系统故障特征与检修技术优化

胡其河

国家电投集团贵州金元黔西中水发电有限公司 贵州省毕节市 551500

摘要: 本文聚焦于火电厂 300MW 机组抗燃油系统, 深入剖析其常见故障特征, 通过实际数据监测与故障分析, 总结出抗燃油油质劣化、伺服阀卡涩、系统泄漏等典型故障的表现形式及形成机理。在此基础上, 针对性地提出检修技术优化策略, 涵盖油质净化处理工艺改进、伺服阀精准检修与维护流程优化、泄漏检测与密封技术升级等方面。经实践验证, 优化后的检修技术可显著降低抗燃油系统故障发生率, 提升机组运行的安全性与稳定性, 为火电厂同类系统的运维管理提供有力技术支持与参考借鉴。

关键词: 抗燃油系统; 300MW 机组; 故障; 技术优化

300MW 机组作为火电厂的主力机型之一, 其抗燃油系统在机组控制与调节过程中发挥着关键作用。抗燃油系统主要为汽轮机调速系统提供动力, 确保汽轮机能够根据电网负荷需求精准、快速地调节进汽量, 从而实现机组功率的稳定输出。但由于抗燃油系统运行环境复杂, 长期处于高温、高压及强氧化条件下, 加之系统内部元件的精密性与复杂性, 使得抗燃油系统容易出现各类故障。这些故障不仅会导致机组调速性能下降, 影响电力生产的稳定性, 严重时甚至可能引发机组非计划停运, 造成巨大的经济损失与社会影响。因此, 深入研究 300MW 抗燃油系统故障特征, 并针对性地优化检修技术, 具有重要的现实意义与工程应用价值, 对于提升火电厂的生产管理水平与经济效益具有积极的推动作用。

1. 火电厂 300MW 抗燃油系统检修技术存在的问题

1.1 故障诊断准确性不足

在火电厂 300MW 抗燃油系统检修技术实践中, 故障诊断准确性不足的问题较为突出, 严重制约着系统运行的可靠性与经济性。目前, 常用的故障诊断方法主要依赖人工巡检和简单参数监测, 人工巡检虽能直观观察设备外观及部分运行状态, 但存在明显局限性, 巡检人员凭借经验判断, 难以察觉设备内部的早期潜在故障, 部分细微的零部件磨损、油液性能的缓慢劣化等初期问题极易被忽视, 待发展到明显故障时往往已造成较大损害^[1]。简单参数监测通常仅关注温度、压力等少数常规指标, 对于复杂故障模式缺乏全面分析能力, 面对多种因素交织引发的复杂故障, 极易出现误判, 将正常状态误判为故障或混淆不同故障类型。由于故障诊断

不准确, 过度检修现象频发, 检修人员为避免潜在风险, 对诊断存疑的设备进行不必要的拆解、检查和零部件更换, 不仅浪费大量人力、物力和时间成本, 还可能因检修过程中的操作不当引入新故障。

1.2 检修工艺不规范

在检修过程中, 诸多不规范操作现象屡见不鲜, 伺服阀作为抗燃油系统的核心控制部件, 解体检修时清洁度控制却极为松散, 检修人员未严格遵循清洁操作流程, 工具和场地清洁不到位, 在解体、组装过程中未采取有效的防尘措施, 导致微小颗粒、杂质混入伺服阀内部, 卡涩阀芯运动, 影响其灵敏度和响应速度。密封件安装环节同样问题频出, 安装人员未使用专用工具, 仅凭经验手动安装, 致使密封件安装不到位, 出现扭曲、划伤等情况, 密封面无法紧密贴合, 抗燃油极易从密封处泄漏^[2]。焊接质量方面, 部分检修人员为赶进度, 不按焊接工艺规程操作, 焊接材料选用不当, 焊接电流、电压、焊接速度等参数设置不合理, 焊缝存在气孔、夹渣、未熔合等缺陷, 降低了焊接部位的强度和密封性。这些不规范检修工艺对系统运行可靠性造成严重影响, 杂质侵入伺服阀会加速其内部零件磨损, 缩短设备使用寿命, 密封件安装不良和焊接质量不达标会引发抗燃油泄漏, 不仅造成油品浪费, 还可能引发火灾等安全事故, 同时增加了系统故障复发风险, 导致机组频繁停机检修, 严重影响发电效率和经济效益。

1.3 检修效率低下

影响火电厂 300MW 抗燃油系统检修效率的因素错综复

杂,检修流程繁琐是首要问题,当前检修流程存在诸多冗余环节,从检修任务下达、前期准备到具体实施、验收,各环节间缺乏高效衔接,审批流程复杂,信息传递不畅,导致检修工作难以快速推进。同时,缺乏有效的检修工具和设备也极大拖慢了检修进度,部分关键检修部位仍使用传统落后工具,操作费力且精度不足,像处理精密的伺服阀故障时,因缺乏高精度的检测和修复设备,检修人员只能凭借经验反复调试,耗费大量时间。此外,检修人员技术水平参差不齐,部分人员专业技能薄弱,对新设备、新技术的掌握滞后,面对复杂故障时束手无策,无法迅速定位并解决问题,只能依赖经验丰富的老师傅指导,降低了整体检修效率。提高检修效率具有至关重要的意义,缩短机组停运时间意味着减少发电量损失,让机组尽快恢复并网发电,保障电力供应的稳定性。同时,高效检修能降低人力、物力资源的长时间占用,减少备品备件的库存成本和设备闲置成本,从而有效降低发电成本,提升火电厂的经济效益和市场竞争能力。

2. 火电厂 300MW 抗燃油系统检修技术优化策略

2.1 故障诊断技术优化

在线监测系统由传感器、数据采集与传输模块、数据分析与处理单元等部分构成。传感器选型需依据抗燃油系统不同监测参数(如油温、油压、油质颗粒度、水分含量等)的测量要求,精准匹配相应精度和量程的传感器,并合理布置在油箱、油泵、伺服阀、执行机构等关键部位,以全面获取系统运行状态信息。数据采集与传输环节借助高精度数据采集卡和稳定可靠的通信网络,将传感器采集到的模拟信号转化为数字信号并实时传输至数据处理中心。数据分析与处理阶段则运用先进算法对海量监测数据进行处理,挖掘数据中隐藏的系统运行规律和潜在故障特征^[3]。与此同时,智能诊断算法为故障诊断提供了强大支持,神经网络算法凭借其强大的非线性映射能力,能对监测数据进行深度学习和模式识别,通过大量历史故障数据训练模型,使其自动学习正常与故障状态下的数据特征,从而实现故障的早期预警和精准分类。模糊逻辑算法善于处理具有模糊性和不确定性的故障信息,将专家经验和知识以模糊规则的形式融入诊断系统,有效应对故障症状不明显或存在多种故障叠加的复杂情况,对故障类型进行合理推断。专家系统则整合了抗燃油系统领域专家的知识和经验,构建包含故障现象、原因、解决方法等知识库,运用推理机制对实时监测数据进行逻辑推理和判

断,精准定位故障位置并给出针对性的处理建议,这些智能算法协同作用,极大提升了故障诊断的准确性和及时性。检修人员能够有针对性地制定检修计划,对薄弱环节进行重点监控和预防性维护,优化检修资源配置,提高抗燃油系统的整体运行可靠性和检修效率。

2.2 检修工艺优化

在伺服阀检修工艺改进方面,检修工艺优化需制定全面且细致的伺服阀解体检修作业指导书,从检修前的准备工作到每个操作步骤都予以明确规范。清晰界定清洁度要求,涵盖解体、清洗、装配等各环节的洁净标准,防止杂质混入影响性能,严格规定拆卸顺序,避免因操作不当造成零部件损坏。详细列出零部件检查标准,从外观完整性到内部磨损、腐蚀程度等均有明确可量化的指标,同时明确装配工艺,包括各零部件的安装位置、紧固力矩等关键参数。积极引入先进的伺服阀检修设备和工具,如超声波清洗机可凭借其高效的超声波震荡原理,将零部件表面及内部难以清除的油污、杂质彻底剥离,实现深度清洁。高精度测量仪器则能对伺服阀的关键尺寸,如阀芯与阀套的配合间隙等进行精准测量,为后续的修复或更换提供准确依据,通过这些先进设备和工具的应用,有效提高检修质量和效率^[4]。在检修过程中,强化质量控制环节,开展关键尺寸测量工作,确保各零部件尺寸符合设计要求,保证伺服阀内部各部件之间的配合精度,进行密封性能试验,通过模拟实际工作压力和工况,检测伺服阀的密封效果,防止因密封不良导致抗燃油泄漏。

在密封件更换与安装工艺优化上,依据不同类型密封件(如O型圈、V型圈、垫片等)的材料特性、工作环境和使用寿命等因素,制定科学合理的更换周期,确保在密封件性能下降前及时更换,避免因密封失效引发系统泄漏故障。同时制定统一的安装工艺标准,明确密封件的安装方向、压缩量、预紧力等关键参数,规范安装操作流程。对更换后的密封件应进行深入细致的失效分析,通过外观检查、材料成分分析、微观结构观察等手段,找出密封件失效的根本原因,如是否因油质劣化导致材料老化、是否因安装应力过大造成损伤等,并总结经验教训,为后续密封件的选型提供参考,不断优化安装工艺,提高密封件的使用寿命和密封可靠性。此外,加强对焊接和密封部位的质量检测,运用无损检测技术对焊接接头内部进行全面检查,确保无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。而开展压力试验,按照系统工作压力的1.25~1.5

倍进行加压测试,观察焊接和密封部位是否有泄漏现象,通过这些严格的质量检测手段,确保焊接质量和密封可靠性,为抗燃油系统的安全稳定运行提供坚实保障。

2.3 油质管理技术优化

在油质监测体系完善方面,需突破常规监测局限,在传统酸值、水分、颗粒度等指标检测基础上,增加对油品氧化安定性、泡沫特性、空气释放值等关键性能指标的化验项目。氧化安定性直接反映油品抵抗氧化变质的能力,若其数值异常,预示油品可能在高温、氧气及金属催化作用下加速老化,产生油泥等有害物质。泡沫特性关乎油品在系统运行中产生泡沫的倾向及泡沫稳定性,过多的泡沫会影响油液正常循环和润滑效果,空气释放值则体现油品分离并释放溶解空气的能力,空气残留过多易导致油液可压缩性增大,引发系统响应迟缓等问题,通过全面监测这些指标,能更精准把握油质状态。同时,构建专门的油质监测数据库,对每次化验获取的油质历史数据进行系统存储,运用数据挖掘和分析技术,深入探究油质指标随时间、设备运行工况等因素的变化趋势,基于数据模型预测油质未来走向,提前预判可能出现的油质劣化风险,以便及时采取针对性的预防措施,如提前安排滤油计划、调整设备运行参数等。

在设备运行过程中,依据实时监测的油质状况和系统运行需求,精细调整滤油流量、温度、压力等参数^[5]。例如,当油液中水分含量较高时,适当提高真空滤油机的温度和真空度,增强脱水效果,对于颗粒度超标的油液,调整聚结分离滤油机的流量,确保滤芯充分发挥过滤作用,以达到最佳滤油效果。并且,建立滤油设备定期维护保养和性能检测制度,制定详细的维护计划,定期对设备进行清洁、紧固、润滑等保养工作,及时更换磨损严重的滤芯等易损件,通过性能检测确保设备各项技术指标符合要求,保障滤油设备始终处于良好的运行状态。在油品使用环节,严格执行加油、换油操作规程,加油前对油桶、加油工具进行彻底清洁,防止

杂质混入,换油时采用专用换油设备,确保新油在加入系统前经过严格过滤,符合质量标准,同时在操作过程中做好密封措施,防止水分进入系统,从源头上保障进入抗燃油系统的油品质量可靠。

结束语:本文围绕火电厂 300MW 抗燃油系统故障特征与检修技术优化展开研究,通过系统的故障分析与实践探索,取得了一系列具有实际应用价值的成果。在故障特征研究方面,明确了油质劣化、伺服阀卡涩、系统泄漏等典型故障的表现形式与形成机理,为故障的早期识别与精准诊断提供了重要依据。在检修技术优化方面,提出的一系列针对性措施,如改进油质净化处理工艺、优化伺服阀检修维护流程、升级泄漏检测与密封技术等,经实践检验,有效提高了抗燃油系统的运行可靠性与稳定性,降低了故障发生率,减少了机组非计划停运时间,从而为火电厂带来了显著的经济效益与社会效益。

参考文献:

- [1] 吴青云,高景辉,李昭,等.基于 Adam 优化卷积神经网络的火电厂大数据平台预警模型测试与应用[J].科学与技术,2023,23(35):15075-15083.
- [2] 刘毅.火电厂气力输灰系统故障分析及改进措施研究[J].吉林电力,2025,53(01):52-56.
- [3] 柏立昌.电厂高压抗燃油劣化原因分析及措施研究[J].现代制造技术与装备,2020,(01):137-138.
- [4] 章志龙.火电厂汽轮机运行故障处理技术探究[J].中国设备工程,2025,(02):205-207.
- [5] 侯召明.火力发电厂发电机励磁系统故障与改造技术研究[J].电力设备管理,2024,(22):95-97.

作者简介:胡其河;性别:男;出生日期:1993年8月;民族:苗族;籍贯:贵州锦屏;学历:大学本科;职称:助理工程师;研究方向:火力发电厂故障检修