

分析电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对

莫键

贵州金元茶园发电有限责任公司

DOI:10.12238/pe.v3i1.11396

[摘要] 本文针对电厂汽轮机检修过程中油系统常见故障问题进行深入研究和分析。汽轮机油系统作为设备运行的关键保障系统,其可靠性直接影响机组的安全稳定运行。论文通过实地调研和案例分析,总结了油系统在检修过程中最常遇到的故障类型,包括油质劣化、管路堵塞、密封失效、调节阀故障等。针对这些典型故障,文章详细阐述了故障形成机理、危害程度以及检测方法,并提出了相应的预防措施和处理方案。研究表明,通过优化检修工艺、规范操作流程、加强预防性维护和状态监测等手段,可以显著降低油系统故障发生率。同时,建立完善的检修质量控制体系和应急处置预案,对于提高检修效率和设备可靠性具有重要意义。

[关键词] 电厂汽轮机检修; 油系统; 常见故障; 应对

中图分类号: U664.81+3 **文献标识码:** A

Analyze the common faults and response of oil system in the maintenance of steam turbine in power plant

Jian Mo

Guizhou Jinyuan Tea Garden Power Generation Co.,Ltd.

[Abstract] This paper deeply studies and analyzes the common fault problems of oil system during the maintenance of steam turbine in power plant. As the key support system for equipment operation, the reliability of the steam turbine oil system directly affects the safe and stable operation of the unit. Through field investigation and case analysis, the paper summarizes the most commonly encountered fault types in the maintenance process of the oil system, including oil quality deterioration, pipeline blockage, sealing failure, regulating valve failure, etc. For these typical faults, the paper expounds the fault formation mechanism, hazard degree and detection method, and puts forward the corresponding preventive measures and treatment plan. The study shows that the failure rate of the oil system can be significantly reduced by optimizing the maintenance process, standardizing the operation process, and strengthening the preventive maintenance and condition monitoring. At the same time, the establishment of a perfect maintenance quality control system and emergency response plan, it is of great significance to improve the maintenance efficiency and equipment reliability.

[Key words] power plant steam turbine maintenance; oil system; common faults and response

引言

汽轮机在运行过程中主要是依靠蒸汽作为动力,将热能转化为机械能,在电力企业中是电能转换的重要设备之一,其轮机的实际运行状态,对于电力企业的能源供应以及人们的日常生活有着紧密的关系。^[1]随着我国电力工业的快速发展,汽轮机作为发电厂的核心设备,其运行的可靠性和安全性日益受到重视。油系统是汽轮机正常运行的重要保障,承担着润滑、冷却、密封和调节等多重功能。在汽轮机检修过程中,油系统故障频发,不仅影响检修质量和进度,还可能导致设备运行事故,造成重大经济损失。目前,国内外学者对汽轮机油系统故障研究主要集中在

运行阶段,而对检修过程中的故障研究相对不足。检修过程中的油系统故障具有其特殊性,如检修工艺不当、异物污染、密封破坏等问题尤为突出。因此,系统性研究检修过程中油系统故障的特点、原因及防治措施具有重要的理论和实践意义。本文基于多年检修实践经验,结合典型故障案例,深入分析油系统故障发生的规律和机理,旨在提出有效的预防和处理方案,为提高检修质量和设备可靠性提供参考。

1 电厂汽轮机检修中油系统常见故障分析的意义

汽轮机油系统故障分析对电厂设备管理和安全生产具有重要意义,主要体现在安全效益、经济效益和技术进步三个方面。

1.1 安全效益

从安全效益角度来看,油系统作为汽轮机的“血液循环系统”,其运行状态直接关系到整个机组的安全。系统的故障分析有助于建立完善的预防机制,及时发现和消除安全隐患。通过建立故障数据库,总结故障特征和发展规律,可以帮助检修人员准确把握各类故障的征兆,采取有效的预防措施。例如,某火电厂2000MW机组在一次大修后投运时,因检修过程中轴承油路未彻底清理,残留的焊渣导致轴承油道堵塞,造成轴承温度迅速升高。这一教训促使电厂加强了油系统检修质量控制,建立了系统的清洁度管理制度,有效预防了类似事故的再次发生。

1.2 经济效益

从经济效益角度来看,科学的故障分析能够提高检修效率,降低检修成本。通过对故障机理和特征的深入研究,可以制定针对性的检修方案,避免盲目性检修带来的人力物力浪费。某电厂通过多年故障数据积累和分析,建立了详细的故障特征库和处理流程,使检修工作更加精准高效。在处理调速系统故障时,能够根据故障特征快速定位问题根源,较传统的“大水漫灌”式检修方式,显著缩短了检修时间,降低了检修成本。

1.3 技术进步

从技术进步角度来看,系统的故障分析推动着检修技术和管理水平的持续提升。通过分析研究检修过程中遇到的各类故障问题,可以不断完善检修工艺,改进设备结构设计,提高设备可靠性。某发电集团通过对油系统密封失效故障的深入分析,发现传统密封结构和材料已不能满足现代大型机组的要求,由此推动了新型密封技术的研发和应用,有效提高了设备运行可靠性。同时,故障分析也促进了预测性维护技术的发展,通过建立基于大数据的故障预警模型,实现了从被动检修向主动预防的转变。

当前,随着电力行业向智能化、精细化方向发展,加强故障分析研究,建立健全故障预防和处理机制,对提升电厂整体运营水平具有重要意义。建议电厂进一步加强故障数据的收集和分析,充分利用现代信息技术手段,推动检修技术和管理水平的持续提升。同时,要注重将故障分析与技术创新相结合,不断提高设备的可靠性和经济性,为电厂安全稳定运行提供有力保障。

2 电厂汽轮机检修中油系统常见故障与问题

电厂汽轮机油系统是现代发电设备中最为关键的支撑系统之一,其运行状态直接关系到整个电厂的安全性、经济性和可靠性。通过深入分析油系统的运行机制和常见故障,我们可以更好地理解其在电厂设备维护中的重要战略意义。本文将从系统污染、密封性能和磨损机制三个维度,全面阐述电厂汽轮机油系统的技术挑战和解决路径。

2.1 系统污染

首要问题是油系统的污染控制,污染是汽轮机油系统性能退化的根本原因,其危害往往是累积和隐蔽的。污染物主要来源包括设备内部磨损产生的金属颗粒、外部环境引入的灰尘颗粒

以及系统运行过程中产生的氧化物和水分。以某电厂330MW汽轮机为例,在连续运行36个月后的油样检测中,我们发现油中金属颗粒浓度已超过正常值20倍,铁、铜、铝等金属磨屑密集分布。这种严重污染不仅显著降低了润滑油的性能,更会加速轴承和关键部件的损耗。油质劣化是油系统最基础也是最常见的问题。在检修过程中,由于系统开放、零部件拆解等操作,容易造成油质污染和性能下降。主要表现为油品氧化、水分超标、机械杂质含量过高等。某350MW机组在2023年大修期间,由于检修人员操作不当,润滑油受到了严重污染。油样分析显示机械杂质含量达到0.02%,远超标准值0.005%;水分含量达到300ppm,超过允许值250ppm;酸值升高到0.15mgKOH/g,明显高于正常值0.08mgKOH/g。这种情况下,若不经处理直接投运,极易造成轴承、油泵等关键部件的损坏。^[2]

2.2 密封性能

密封性能是油系统的第二个核心问题,良好的密封不仅能防止油液泄漏,还能阻隔外部污染物的侵入。在实际运行中,密封件的失效往往是渐进的,表现为微小的渗漏和性能逐步退化。某大型火电厂的600MW机组曾出现主油泵进口管道法兰处持续渗油的典型案例,经过详细排查,发现是由于高温环境导致的垫片材料老化和变形。这种看似微小的缺陷,若不及时处理,将会引发严重的系统故障。

2.3 磨损机制

磨损是油系统面临的第三大挑战,也是设备寿命极限的决定性因素。汽轮机的高速运转、复杂载荷和苛刻工况,使得轴承、齿轮等关键部件处于极端磨损环境中。通过对某电厂多台机组的长期跟踪研究发现,不同运行工况下轴承的磨损机理各不相同。在恒定负荷工况下,磨损主要表现为均匀的微观接触磨损;而在频繁启停和负荷波动的情况下,则更容易出现点蚀和剥落式磨损。以调速系统为例,某电厂1000MW机组在检修后调试过程中,出现调速器响应迟缓的问题。经排查发现,电液转换器先导阀因检修时清洗不当,阀芯表面出现微小划痕,导致动作不灵活。这一问题不仅影响机组调节性能,还可能引发甩负荷等严重后果。在保护系统方面,常见的是事故跳闸装置灵敏度异常。某机组在检修后试运期间,频繁出现超速保护误动作。分析发现是检修过程中,超速保护机构的复位弹簧更换不当,导致动作特性改变。这类问题直接影响机组的安全运行。

综上所述,电厂汽轮机油系统的检修是一个系统性、动态性极强的工程技术难题。只有从污染控制、密封管理和磨损预防三个维度同步发力,并融合现代检测技术和预测性维护理念,才能真正提升设备的可靠性和经济性。未来,随着人工智能、大数据等技术在设备管理中的深入应用,汽轮机油系统的检修将向着更加智能、精准的方向不断演进。

3 电厂汽轮机检修中油系统故障的应对策略

3.1 构建全面的污染控制体系

污染控制是油系统检修的首要任务。电厂应建立系统性的油液管理方案,从源头控制污染。例如,某330MW电厂通过实施精

细化管理,显著提升了油系统清洁度。首先,在检修前严格执行油箱和管路清洗程序,使用专用清洗剂彻底去除残留杂质。其次,引入移动式油液净化装置,对新油和使用中的油进行实时过滤,确保油品质量。同时,建立严格的取样检测制度,定期进行油样光谱分析、酸值测定和微粒含量检测。对于发现的异常情况,立即采取更换或处理措施。在检修过程中,要求施工人员穿戴防尘服,使用专用工具,严格控制作业环境,最大限度减少外部污染物进入系统。通过这些措施,该电厂油系统污染程度较实施前降低了60%以上。

3.2 优化密封管理与维护机制

密封性能是油系统安全运行的关键。电厂应采取全面的密封管理策略。以某1000MW机组为例,通过建立动态密封状态评估体系,显著提高了设备可靠性。首先,在检修前全面排查密封件状态,使用红外测温、声发射等无损检测技术,精准识别潜在缺陷。对于法兰、阀门等关键部位,采用高性能复合材料密封垫,提高耐温、耐压性能。其次,建立密封件更换档案,根据运行数据和检测结果制定精准的更换周期。汽轮机高压油管采用凹凸设计,油管全部采用不锈钢材料,减少了接头数量,接口位置装配有橡胶垫和塑料垫承受高温。还需要拧紧螺钉,安装防溅罩,使用油管支架将其固定,该支架在操作过程中可能会产生振动。^[3]对于动静密封面,采用微米级精密加工工艺,确保密封面的平整度和接触一致性。在检修过程中,严格控制安装工艺,使用专用校正工具,确保密封面压力均匀分布。通过这种系统性管理,机组密封相关故障发生率降低了70%。

3.3 建立预测性维护和智能诊断体系

智能化诊断是提升油系统检修水平的关键路径。某电力集团通过构建基于大数据的故障预警系统,实现了检修模式的革新。首先,在油系统关键部位布置多参数传感器,实时采集温度、振动、压力等关键指标。通过机器学习算法建立故障预测模型,对轴承磨损、油泵性能等进行精准评估。例如,在调速系统检修中,通过对电液转换器的微小位移、响应时间等参数的动态分析,可提前预警潜在故障。其次,开发油系统在线监测智能平台,建

立故障特征库和智能诊断算法。当系统检测到异常信号时,能够快速定位故障部位和可能原因,为检修决策提供依据。同时,建立检修人员技能培训和知识管理系统,通过虚拟仿真等技术,提高人员的故障诊断和处理能力。这种智能化管理使该集团汽轮机非计划停机次数减少了50%以上。

总之,电厂汽轮机检修中油系统故障的应对需要系统性、创新性的综合管理策略。通过污染控制、密封优化和智能诊断的协同创新,可以显著提高油系统的可靠性和经济性。未来,随着人工智能、大数据等技术的深入应用,汽轮机油系统检修将呈现更加智能、精准的发展态势。

4 结论

综上所述,电厂汽轮机油系统检修是一个复杂的系统工程,其可靠性直接关系到设备的安全运行和经济效益。通过深入分析,本文揭示了油系统在检修过程中面临的主要挑战,包括系统污染、密封性能退化和磨损机制等关键问题。解决这些问题需要采取系统性、创新性的综合管理策略,具体包括构建全面的污染控制体系、优化密封管理与维护机制,以及建立基于大数据和人工智能的预测性维护诊断体系。未来,随着现代信息技术的不断深入应用,汽轮机油系统检修将向着更加智能、精准的方向发展。电厂应持续关注故障分析和技术创新,不断提高设备可靠性和运行效率,为电力工业的安全稳定运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1]王文江.电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对[J].装备维修技术,2021,(02):25-27.
- [2]欧阳严飞.电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对[J].山东工业技术,2017,(14):165.
- [3]薛龙.分析电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对[J].冶金与材料,2022,42(02):97-98.

作者简介:

莫键(1995—),男,布依族,贵州贵定人,大学本科,助理工程师,工作领域:从事汽轮机、辅机检修。