

电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对措施

张松滔

国能吉林龙华热电股份有限公司白城热电厂, 吉林 白城 137000

摘 要： 电厂汽轮机作为电力生产的核心设备，油系统作为汽轮机的重要组成部分，为汽轮机各部件提供润滑、冷却和动力传递等功能，对汽轮机性能产生直接影响。在电厂汽轮机在实际运行过程中经常出现油系统故障，给电厂生产带来安全隐患，本文分析电厂汽轮机检修中油系统的常见故障类型、发生故障的原因、应对措施，旨在提高油系统运行的稳定性，保障汽轮机实现安全稳定运行，在降低故障发生率的基础上提高电厂整体的生产效率。

关 键 词： 电厂汽轮机检修；油系统；常见故障；应对措施

Common faults and countermeasures of oil system in the maintenance of steam turbine in power plant

Zhang Songtao

National Energy Jilin Longhua Thermal Power Co., LTD. Baicheng Thermal Power Plant, Baicheng, Jilin 137000

Abstract： As the core equipment of electric power production, and as an important part of the steam turbine, the oil system provides lubrication, cooling and power transfer for all components of the steam turbine, and has a direct impact on the performance of the steam turbine. In the power plant turbine in the actual operation of oil system failure, bring safety hazard to power plant production, this paper analyzes the common failure type, the cause of the failure, measures to improve the stability of the oil system operation, ensure the safe and stable operation of the turbine, and reduce the incidence of failure on the basis of improving the overall production efficiency of the power plant.

Keywords： steam turbine maintenance of power plant; oil system; common faults; countermeasures

引言

电厂汽轮机稳定运行对电力生产至关重要，但由于汽轮机长期处于高强度且不停歇的工作状态，运行环境也比较恶劣，时常面临各类故障。在电厂汽轮机常见故障中，DEH油系统（数字电液控制系统）故障和EH油系统（高压抗燃油系统）故障比较突出，同时存在油系统进水与零部件磨损等故障，影响汽轮机的正常运行。针对电厂汽轮机检修中油系统常见故障，需要采取针对性解决措施，有效提高汽轮机油系统的安全运行，从而保障电厂的正常运营。

一、电厂汽轮机油系统概述

电厂汽轮机油系统是汽轮机设备中一个重要的组成部分，可以称之为汽轮机的“血液”系统，给汽轮机高效运行提供保障。油系统主要是由多个部分协同构成，油泵是油系统的动力核心，在汽轮机转动下将机械能转化为液压能，为整体油系统提供具有一定压力的油液支持^[1]。油箱是汽轮机油系统中油液的储存容器；冷油器通过热交换原理将汽轮机运行中升温的油液冷却到合适的油温，防止油温过高导致油质劣化等问题；滤油机主要功能是去除油液中的杂质，进而保证油液进入轴承等关键部位时具备足够的清洁度；调速系统油路通过控制油流量和压力的方式调整汽轮机的实际转速；保护装置油路则在汽轮机出现异常情况时迅

速动作。以上任何一个环节出现问题都会对系统运行产生影响，需要高度重视。

二、电厂汽轮机检修中油系统常见故障

（一）DEH油系统故障

当DEH油系统中油箱油位过低时，可能导致汽轮机各个部件不能获得充分的润滑，也没有实现充分的冷却，从而增加汽轮机各部件之间的摩擦，降低汽轮机整体使用寿命。如果油位过低也会影响DEH系统的实际控制精度，容易出现汽轮机转速不稳定的情况，影响电力生产稳定性^[2]。同时，DEH油系统温度异常也会造成一系列的故障，如温度过高会导致伺服阀响应迟缓，

作者简介：张松滔（1997.07-），男，汉族，吉林省白城市，本科，中级工程师，研究方向：发电厂汽轮机检修（水泵检修）。

严重影响汽轮机的调节性能。压力开关也会因为油温过高出现失灵问题，不能准确检测系统压力，这样容易出现汽轮机保护功能失效。

(二) EH油系统故障

当 EH 油系统出现油温过高或者油位过低，也会对汽轮机正常运行造成危害。其中，油温过高会使 EH 油的黏度降低，油膜变薄，降低润滑效果，这样就导致各部件之间磨损情况加剧。当油温从 50℃ 升到 70℃ 时，油液的黏度会降低 10% 以上，汽轮机的轴承与轴径之间的摩擦系数增加，出现更加严重的磨损情况。油温过高也会加速 EH 油的氧化，容易产生酸性物质，也会出现沉淀物，腐蚀汽轮机系统中的金属部件，然后出现系统故障^[3]。油位过低也会导致汽轮机供油不足，油动机等部位不能正常工作。例如，当油位下降到一定程度时，油动机不能正常实现阀门的开启与关闭操作，对汽轮机调节性能造成影响。此外，EH 油系统中油动机开阀门失效是一种常见的故障，故障发生后导致汽轮机不能正常调节负荷，对电力生产的稳定性造成影响。

(三) 其他故障

一方面，油系统进水。当水进入油系统后与油混合会使油发生乳化，降低油的抗氧化性能，不能在轴承与轴径之间形成稳定的油膜保护，轻则增加摩擦系数，重则引发轴承烧瓦等系统故障，影响汽轮机的生产效率。另一方面，零件磨损对油系统运行有着重要影响，导致油系统的密封性下降，进而容易出现油泄漏的运行风险。例如，系统轴承与零件之间接触会导致零部件磨损，进而影响轴承与零件之间的配合精度，出现油系统压力下降的问题。

三、电厂汽轮机检修中油系统常见故障的原因分析

(一) 水质问题

电厂循环水或其他水源中的杂质可能会进入油系统，尤其是当冷油器等设备发生泄漏时，水汽会和系统中的油液接触，在管道内壁上逐渐沉积。在高温高湿的环境下，沉积物与氧气、水分发生化学反应产生酸性物质，对系统管道材料造成腐蚀^[4]。例如，水中含有钙等矿物质，在高温作用下容易形成碳酸钙等沉淀物，沉淀物不仅会降低管道流通面积，也会与二氧化碳反应生成酸性物质，对金属管道造成腐蚀，导致汽轮机性能下降。同时，这些腐蚀物也会跟随油的循环实现系统内部的进一步扩散，出现堵塞滤网等问题，影响油液流动效果，进而引发一系列油系统故障，如铁锈颗粒导致伺服阀芯卡涩，对调速系统造成负面影响。

(二) 元件损坏

油系统中的各种元件在长期运行过程中会受到多种因素影响出现损坏情况，对油系统运行造成负面影响。具体有以下几种情况：

(1) 油液中杂质颗粒刮擦导致油泵零部件表面磨损油泵磨损，造成输出压下降，流量减少，容易引发油温升高；油泵频繁启动停止或长期高负荷运行，交变应力损坏零部件，汽轮机停机，断裂部位可能堵塞油道。

(2) 油液中杂质冲刷，调节阀的阀芯运动摩擦，造成调节阀控制精度降低，导致汽轮机转速波动；调节阀的密封件安装不当，长期受到高温高压影响，造成调节阀泄漏，影响流量控制，可能引发火灾。

(3) 伺服阀的线圈过热损坏绝缘层，电磁干扰，不能准确执行控制信号；油液中杂质附着，氧化物堵塞，造成伺服阀阀芯卡涩，无法正常调节油液流量。

(4) 有杂质进入活塞与缸筒间隙，造成油动机活塞卡涩，不能正常运作，影响汽轮机调速；疲劳应力，外力冲击带来的碰撞，造成油动机活塞杆断裂，油动机完全失效，使汽轮机阀门无法正常控制。

(三) 运行环境

运行环境是影响电厂汽轮机油系统正常运行的重要因素，涵盖温度、湿度以及灰尘杂质污染等方面，对汽轮机油系统稳定性产生影响，具体见表1。通过了解运行环境对油系统造成的影响，有利于采取有效的预防措施，这样能保障电厂汽轮机安全运行。

表1 电厂汽轮机油系统运行环境影响分析表

具体因素	对油液的影响	对设备部件的影响
高温	降低油液黏度，加快氧化变质	非金属部件热老化，金属部件热膨胀，密封性能下降
低温	黏度增大，导致油泵启动较困难	金属部件韧性降低，影响调节阀等操作动作的灵活性
高湿度	水分进入油系统，油液乳化，加快对金属部件的腐蚀	增加设备故障发生率，例如出现轴承磨损或者管道破裂等故障
低湿度	非金属部件失水硬化或者开裂	静电问题可能引发火灾
灰尘及杂质污染	对油液造成污染，出现黏度与酸值变化，油液浑浊	加速设备磨损，出现堵塞油道、过滤器、伺服阀等设备的问题

四、电厂汽轮机检修中油系统常见故障的应对措施

(一) 处理 DEH油系统故障

DEH油系统作为汽轮机控制系统的关键组成部分，在处理 DEH 油系统故障时应该积极引入高新技术，借助智能监测技术实时掌握油系统运行状态，实现对系统运行故障的精准定位。

1. 运用智能监测技术精准定位故障

在油泵出口、油动机、调速阀等位置安装高精度的传感器，实时采集油系统的运行参数，将采集到运行数据传输到智能监测系统。智能监测系统利用大数据技术对采集到的数据进行对比分析，通过建立正常运行状态模式的方式快速识别各项参数出现的异常变化^[5-6]。例如，当汽轮机油系统中油温突然升高且超过正常范围时，系统自动判断可能存在冷却系统故障等问题，及时发送预警信号，提高系统故障分析效果。

2. 针对油位过低故障的处理措施

一是利用超声波检测等先进无损检测技术对油系统的管道、接头、阀门、密封件等部位进行全面细致的检测，通过全面排查泄漏点的方式快速准确定位泄漏点。针对泄漏点，可以使用堵漏

剂或者密封胶进行临时修复；针对较大的泄漏点，应该停机后更换损坏的部件，按照安装工艺要求开展零部件安装与密封测试，在保证修复效果后开机工作^[7]。二是定期对冷油器进行检查，保障冷却效果符合汽轮机正常运转的需求。在监测冷油器进出口水温、油温、流量等参数之后，全面分析冷油器的换热效率，当发现冷油器管束泄漏时要第一时间进行停机检修，按照技术标准更换管束。三是优化油箱排污管理。需要安装智能排污控制系统，根据油箱内油液的杂质含量、含水量等指标自动控制排污门的开启与关闭时间，这样能避免因为误开排污门导致的油位过低问题。

3. 解决油温异常故障的方法

针对油温过高问题，需要检查冷水泵的运行状态，定期清洗冷却水泵的叶轮和进出口管道，这样能保障风机正常运行，保障冷却系统的运行效率。针对管道中存在的结垢问题，可以采用高压水冲洗或者化学清洗等方式进行清理，在恢复管路流通面积的基础上提高冷却效果。针对油温过低问题，可以安装智能流量调节阀，根据油温传感器信号对冷水量进行自动调节，当油温过低时自动减少冷却水量，实现提高油温的处理目标。也可以对冷却水管路进行保温处理，通过包裹岩棉等保温材料降低管路的散热损失，这样能确保进入冷却器的水温不会过低^[8]。

（二）处理 EH 油系统故障

1. 安装在线监测系统

在 EH 油系统中安装在线监测系统，借助压力传感器等先进传感器实时监测油系统的运行参数，借助数据分析软件对监测数据进行分析。同时要关注故障诊断算法的运用，在识别异常数据模式之后与已知的故障模式进行对比，这样能快速准确诊断出故障类型，也能精准找到故障位置。

2. 系统泄漏检查

对 EH 油系统进行全面的泄漏检查，使用超声波检漏仪等专业检测泄漏工具，检查管道连接处、阀门密封面、油泵轴封等部位

的密封性。当发现泄漏点时要及时采取修复措施，通过更换损坏的密封件等方式提高密封性，避免在修复后出现泄漏问题^[9]。

（三）预防性应对措施

1. 优化油系统设计

需要根据汽轮机运行参数确定油系统的容量、压力、流量等参数，保障油系统可以保证汽轮机正常运作的需求。同时要选择可靠性较高的油泵、阀门、伺服阀等设备，确保这些设备能在长期运行中保持良好的工作状态，减少油系统故障发生。

2. 重视开展油质管理

电厂需要采购符合标准的油液，严格检查黏度、闪点、酸值、水分、颗粒度等指标，只有质量检测合格之后才能入库使用。同时要采用有效的油液净化处理技术去除油液中的杂质、水分和污染物，也要定期对油箱与管路进行清洗，这样能保持油系统的清洁程度^[10]。

3. 提升设备维护水平

电厂应该根据油系统设备制定详细的维护计划，维护人员需要检查设备的运行状态、温度、压力、油位、油质等参数，针对出现的异常情况制定合理的解决措施，保证油系统的安全稳定运行。

五、结论

电厂汽轮机油系统是一个复杂而又关键的系统，由多个部分组成，在协同工作基础上实现油液的循环、处理与供应，这样能给汽轮机正常运行提供支持。在电力生产过程中，油系统通过提供润滑、冷却、调速与保护等功能，可以保障汽轮机各项设备的使用寿命，进而实现汽轮机的高效运行。所以在电厂生产过程中应该高度重视汽轮机油系统的运行管理，采取有效措施保证汽轮机在最佳状态下运行，以此实现为电力生产提供坚实保障的目标。

参考文献

- [1] 张继新. 电厂汽轮机检修过程的精细化管理分析 [J]. 智能城市, 2020, 6(11): 109-110.
- [2] 陈源. 简谈电厂汽轮机检修中油系统常见故障 [J]. 中文科技期刊数据库 (引文版) 工程技术, 2023(7): 17-19.
- [3] 王华杰, 邹继尧. 分析电厂汽轮机检修中油系统常见故障及应对 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2022(6): 213-215.
- [4] 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(2): 97-98.
- [5] 刘秋华. 探讨汽轮机检修中油系统常见故障与应对策略 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2021(9): 121-122.
- [6] 黎清华, 李少君. 电厂汽轮机检修中的精细化管理分析 [J]. 电子技术, 2020, 49(12): 148-149.
- [7] 鲁迎龙. 电厂汽轮机检修及维护技术要点分析 [J]. 设备管理与维修, 2022, (14): 64-65.
- [8] 李伟斌. 电厂汽轮机检修及维护技术要点分析 [J]. 科学技术创新, 2017, (31): 34-35.
- [9] 李阳. 火力发电厂汽轮机检修过程的精细化管理分析 [J]. 中国设备工程, 2021, (12): 266-267.
- [10] 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.