

火电厂汽机润滑油系统故障诊断及处理技术研究

包增明

国能江苏电力工程技术有限公司 江苏 镇江 212000

摘要: 火电厂汽机润滑油系统对汽轮机稳定运行意义重大。本文深入分析其油温异常、油压波动下降、油质恶化等常见故障成因,详细介绍基于DCS系统监测、振动分析、油液分析及红外热成像等故障诊断技术,并针对不同故障提出相应处理措施。旨在为火电厂汽机润滑油系统故障诊断及处理提供参考,保障系统安全高效运行。

关键词: 火电厂;汽机润滑油系统;故障诊断;处理技术

1 火电厂汽机润滑油系统概述

火电厂汽机润滑油系统是保障汽轮机安全稳定运行的关键系统。其核心工作原理是基于流体力学与润滑理论,通过润滑油泵将润滑油从油箱抽出,经过滤、冷却处理后,以稳定的压力和流量输送至汽轮机各转动部件。在轴承处,润滑油形成油膜,将固体摩擦转化为液体摩擦,降低磨损;同时,润滑油吸收部件摩擦产生的热量,并通过冷却器散热,维持设备在合适温度运行,此外还在密封部位发挥密封作用,防止蒸汽泄漏和杂质侵入^[1]。该系统主要由油箱、润滑油泵、过滤器、冷却器以及各类阀门、管道、监测仪表和控制装置组成。油箱储存润滑油并分离杂质;润滑油泵提供动力;过滤器保证油液清洁;冷却器调节油温。各部件协同运作,实时监测系统参数,通过动态平衡确保润滑油系统高效运行,为汽轮机的正常运转提供坚实保障。

2 火电厂汽机润滑油系统常见故障分析

2.1 油温异常故障

油温异常是火电厂汽机润滑油系统常见故障,分过高与过低两种。油温过高时,润滑油黏度下降,油膜承载能力减弱,易加剧轴颈与轴承磨损,甚至引发轴承烧损。其成因复杂,冷却器故障是主因,如冷却水管堵塞、水量不足或水温过高,影响换热效果;过滤器堵塞使润滑油流通受阻,油泵耗能产热,也会推高油温;汽轮机负荷过高、轴承装配间隙不当、油量不足等,同样会导致油温异常升高。油温过低则会使润滑油黏度大增,流动性变差,难以形成良好油膜,造成设备启动困难与部件磨损,主要由冷却水量调节不当、环境温度过低或油温调节装置故障引发。

2.2 油压波动与下降故障

油压波动与下降故障严重威胁润滑油系统稳定运行,可能引发设备润滑不良等重大事故。油压波动表现为系统压力频繁起伏,根源在于润滑油泵工作不稳,如

叶轮磨损、泵内进气,导致输出流量和压力波动;阀门卡涩、阀芯松动等异常动作,改变润滑油流通阻力,也会引发油压波动;管道振动、系统空气未排净等因素同样会造成影响。油压下降危害更大,当压力低于规定值,设备将得不到充足润滑冷却。其原因包括润滑油泵故障停转、效率降低;管道破裂、法兰密封不严导致油液大量流失;油箱油位过低使油泵吸油不足;过滤器严重堵塞、油质恶化改变润滑油黏度等。

2.3 油质恶化故障

油质恶化对火电厂汽机润滑油系统及设备运行影响重大。水分混入是常见的恶化形式,会降低润滑油润滑性,加速氧化,腐蚀金属部件,主要源于冷却器泄漏、环境潮湿空气吸入、蒸汽泄漏等。润滑油氧化在高温、氧气和金属催化作用下发生,生成酸性物质、胶质等,致使润滑油颜色变深、黏度增加,润滑与抗氧化性能下降,还可能堵塞过滤与管道系统。机械杂质如金属碎屑、灰尘进入系统,会加剧部件磨损;油中氢气、一氧化碳等气体含量超标,往往预示设备内部存在故障,这些都是油质恶化的重要表现与风险。

2.4 其他常见故障

除上述故障外,火电厂汽机润滑油系统还存在诸多其他问题。润滑油泵可能出现无法启动的状况,原因涵盖电气故障,像电机损坏、控制回路异常,以及机械故障,如泵轴卡死、联轴器损坏等;同时油泵还可能产生异常振动和噪声,多由安装不牢、泵轴与电机轴不对中、内部部件磨损导致。管道方面,除泄漏外,过滤器失效使杂质进入、油质恶化产生沉积物,会造成管道堵塞;而支架安装不合理、流体流速不均、设备共振等,则会引发管道振动过大^[2]。另外,压力、温度传感器等监测仪表故障,会导致数据失准,影响运行判断;控制逻辑错误、执行机构故障等控制装置问题,会削弱系统调节与保护能力,增加设备运行风险。

3 火电厂汽机润滑油系统故障诊断技术

3.1 基于DCS系统的实时监测与报警技术

基于分散控制系统（DCS）的实时监测与报警技术是火电厂汽机润滑油系统故障诊断的重要手段之一。DCS系统通过在润滑油系统的关键部位安装大量的传感器，如压力传感器、温度传感器、流量传感器、油位传感器等，实时采集系统的运行参数。这些传感器将采集到的信号转化为电信号或数字信号，传输至DCS系统的控制器。控制器对这些数据进行实时分析和处理，与预先设定的正常运行参数范围进行对比。一旦某个参数超出正常范围，DCS系统将立即发出声光报警信号，提醒运行人员注意。DCS系统还可以记录故障发生前后的参数变化趋势，为故障分析提供详细的数据支持。通过DCS系统的实时监测与报警技术，运行人员可以及时发现润滑油系统的异常情况，快速采取措施进行处理，避免故障的扩大。DCS系统还可以与其他系统进行数据交互和共享，实现对整个火电厂生产过程的综合监控和管理。

3.2 振动分析技术

振动分析技术是利用设备运行过程中产生的振动信号来诊断故障的一种有效方法，在火电厂汽机润滑油系统故障诊断中发挥着重要作用。汽轮机在正常运行时，各部件的振动具有一定的规律性和稳定性。当润滑油系统出现故障时，如轴承磨损、轴系不对中、油泵异常等，会导致设备振动特性发生变化。振动分析技术通过在汽轮机轴承座、润滑油泵等关键部位安装振动传感器，采集设备运行过程中的振动信号。这些振动信号包含了丰富的设备运行状态信息，通过对振动信号进行时域分析、频域分析和时频域分析等处理，可以提取出振动信号的特征参数，如振动幅值、频率成分、相位等。通过对这些特征参数的分析，能够判断设备是否存在故障以及故障的类型和严重程度。振动分析技术可以实现对润滑油系统故障的早期预警，帮助运行人员及时采取措施进行维修和处理，避免故障的进一步发展。

3.3 油液分析技术

油液分析技术是通过分析润滑油的物理化学性质和所含杂质进行分析，来判断火电厂汽机润滑油系统运行状态和设备健康状况的重要方法。油液的物理性质分析主要包括黏度、闪点、水分、酸值等指标的检测。黏度是润滑油的重要性能指标之一，黏度变化反映了润滑油的性能状态，黏度异常可能是由于油温变化、油质恶化等原因引起。闪点是衡量润滑油安全性的指标，闪点降低可能意味着润滑油中混入了低沸点的易燃物质。水分含量过高会影响润滑油的润滑性能和抗氧化性能，酸值的

增加则表明润滑油发生了氧化变质。油液的化学性质分析主要通过光谱分析和色谱分析等方法，检测润滑油中各种元素的含量和添加剂的消耗情况，判断润滑油的氧化程度和污染程度。通过油液的颗粒分析技术，如铁谱分析和颗粒计数，可以检测润滑油中金属碎屑、灰尘等杂质的含量、大小和形状，从而判断设备部件的磨损情况。

3.4 红外热成像技术

红外热成像技术是利用物体表面的红外辐射特性，将物体表面的温度分布以图像的形式显示出来，从而实现对设备运行状态监测和故障诊断的一种非接触式检测技术。在火电厂汽机润滑油系统中，当设备部件出现故障时，如轴承过热、润滑油泵异常发热、管道局部堵塞等，会导致相应部位的温度升高。红外热成像仪通过接收物体表面发出的红外辐射，将其转化为电信号，经过处理后以热图像的形式显示出来。热图像中不同颜色代表不同的温度，通过对热图像的分析，可以直观地观察到设备表面的温度分布情况，快速定位温度异常区域。通过对红外热图像的进一步分析，还可以计算出温度异常区域的温度值和温度变化趋势，判断故障的严重程度。红外热成像技术具有检测速度快、非接触、不影响设备正常运行等优点，可以实现对润滑油系统设备的实时在线监测，及时发现潜在的故障隐患，为设备的维护和检修提供重要依据。

4 火电厂汽机润滑油系统故障处理技术

4.1 油温异常故障处理技术

针对油温异常故障，需要根据具体原因采取相应的处理措施。当出现油温过高时，首先应检查冷却器的运行情况。若冷却水管堵塞，应及时进行清洗，可采用化学清洗或机械清洗的方法，清除冷却水管内的污垢和杂质，恢复冷却器的换热效果。如果是冷却水量不足，应调节冷却水管路上的阀门，增大冷却水量；若冷却水温度过高，可考虑增加冷却塔的散热面积或提高冷却塔的运行效率，降低冷却水温度^[3]。对于润滑油过滤器堵塞导致的油温升高，应及时切换备用过滤器，并对堵塞的过滤器进行清洗或更换滤芯。同时检查润滑油的油质情况，若油质恶化，应及时进行换油处理。另外，还应检查汽轮机的负荷、轴承装配间隙等因素，确保其在正常范围内，必要时进行调整。当油温过低时，应检查冷却器冷却水量调节装置，适当减少冷却水量，提高润滑油温度。若环境温度过低，可对油箱和管道采取保温措施，减少热量散失。如果油温调节装置故障，应及时进行维修或更换，确保油温能够自动调节到合适的范围。

4.2 油压波动与下降故障处理技术

对于油压波动与下降故障,需要准确判断故障原因并迅速采取处理措施。当发现油压波动时,应首先检查润滑油泵的运行情况。若油泵叶轮磨损,应及时更换叶轮;若泵内吸入空气,应检查油泵入口管道的密封性,排除空气,可通过在油泵入口管道安装排气阀,定期排放空气。检查系统中的阀门,若阀门卡涩或阀芯松动,应进行维修或更换,确保阀门动作灵活,关闭严密。同时对管道进行检查和加固,减少管道振动对油压的影响,必要时可安装管道减振装置。当出现油压下降故障时,若确定是润滑油泵故障,如油泵故障停转,应立即启动辅助油泵,确保系统不间断供油,并对故障油泵进行检修。若油泵效率降低,应检查油泵的内部部件,如叶轮、轴套等,进行修复或更换。对于管道泄漏,应迅速查找泄漏点,采取临时堵漏措施,如使用堵漏胶、打卡子等,待停机后进行彻底修复。如果是油箱油位过低,应及时补充合格的润滑油,使油位恢复到正常范围。还应检查过滤器是否堵塞,若堵塞严重,应及时更换滤芯;检查油质情况,若油质恶化影响油压,应进行换油处理。

4.3 油质恶化故障处理技术

针对油质恶化故障,需要采取多种措施进行处理,以恢复润滑油的性能。当润滑油中混入水分时,可采用真空滤油机进行脱水处理。真空滤油机通过将润滑油在真空环境下加热、雾化,使水分蒸发并被抽出,从而达到脱水的目的。同时,应查找水分进入的原因,如冷却器泄漏,应及时对冷却器进行检修,修复泄漏点;若环境湿度大导致油箱吸入潮湿空气,可在油箱呼吸口安装干燥器,吸收空气中的水分。对于润滑油氧化问题,可向润滑油中添加抗氧化剂,抑制润滑油的氧化反应。定期对润滑油进行取样分析,监测润滑油的氧化程度。若氧化严重,应及时更换润滑油,还应改善设备的运行环境,降低油温,减少氧气与润滑油的接触,减缓润滑油的氧化速度。当润滑油中机械杂质增多时,应加强过滤器的维护和更换,确保过滤器的过滤效果。可增加过滤器的清洗频率或更换高精度的滤芯,过滤掉更多的杂质。如果油中气体含量超标,应进一步分析气体的成分和来源,判断设备内部是否存在故障,必要时停机进行

检查和维修。

4.4 其他故障处理技术

对于润滑油泵故障,若油泵无法启动,应首先检查电气部分,如检查电机绕组是否短路、断路,控制回路是否正常,修复或更换损坏的电气元件。若为机械故障,如泵轴卡死,应拆卸油泵,检查泵轴、叶轮等部件,清除卡死的异物,修复或更换损坏的部件^[4]。对于油泵异常振动和噪声,应检查油泵的安装情况,调整油泵与电机的对中,加固油泵的基础,更换磨损的部件,如轴承、联轴器等。对于管道故障,若管道堵塞,应采用冲洗、疏通等方法清除管道内的堵塞物。可使用高压水冲洗或化学溶剂清洗管道,必要时拆卸管道进行清理。对于管道振动过大,应检查管道支架的安装情况,调整支架的位置和形式,增加管道的支撑点,改善管道的受力情况,减少管道振动。当监测仪表故障时,应及时更换故障的传感器或仪表,确保监测数据的准确性。对于控制装置故障,应检查控制逻辑是否正确,修复或重新编写控制程序;检查执行机构是否正常,修复或更换损坏的执行机构部件,保证控制装置能够正常工作,实现对润滑油系统的有效调节和保护。

结束语

本文系统研究了火电厂汽机润滑油系统的故障诊断及处理技术,明确故障机理与应对策略,有助于提升火电厂设备运行稳定性。随着技术发展,未来需进一步探索更先进的诊断方法与处理技术,加强系统智能化管理。持续优化研究成果,对降低设备故障率、提高火电厂经济效益和可靠性具有深远意义。

参考文献

- [1]林戈锐.浅析电厂火汽机润滑油系统故障诊断及处理技术[J].设备管理与维修.2023(12):190-191.
- [2]朱彪.谢中庆.电厂火汽机润滑油系统故障原因分析及解决措施[J].广东水利水电.2023(6):98-102.
- [3]孔凡辉.化工机械设备润滑管理及维护研究[J].机械与电子控制工程,2022,4(9)12-13.
- [4]梁一鸣.汽轮机润滑油系统的常见故障和原因探究[J].科技创新与应用,2020(17):77-78.