

电厂汽轮机运行中的常见故障及应对策略

闫德利 廖欣 刘佐东 李波
华能井冈山电厂 江西 吉安 343000

摘要：汽轮机组在整个火电厂设备中占据主要地位，汽轮机的稳定性决定了机组的运行效率和运行安全。因此，发现汽轮机的故障，并采取必要的解决手段十分具有必要性。汽轮机常见故障均发生在其主体零件中，如转子、油膜等部位。其主要原因是汽轮机长期处于高温、高压等环境中。需要使用者经常对其进行检查，对存在故障隐患的零件要提早进行更换，以免带来更大的经济损失。本文对电厂汽轮机运行中的常见故障及应对策略进行分析。

关键词：电厂；汽轮机；常见故障；处理措施

1 电厂汽轮机特点分析

电厂汽轮机是一种复杂且精密的动力机械，其主要表现在以下几个方面：（1）高效性：汽轮机通常具有较高的热效率，能够将燃料或核能转化为电能，相比其他类型的发电设备，如燃煤锅炉和燃气轮机，汽轮机的热效率更高，能够有效地利用能源。（2）可靠性：汽轮机具有较高的可靠性，在长时间的运行中能够保持稳定，由于其设计结构合理，转子、叶片等关键部件材料强度高、耐磨性好，使得汽轮机能够在高负荷、高转速的运行环境下保持稳定。（3）灵活性：汽轮机具有较大的调速范围，能够根据电网负荷的变化进行快速的调整，使得电厂能够应对不同负荷的电力需求^[1]。同时，汽轮机的启停速度也较快，能够在短时间内响应电网调度指令。（4）经济性：汽轮机的制造成本和维护费用相对较低，由于其结构简单、体积大、质量重，使得运输和安装成本较低。此外，汽轮机的维护相对简单，维护周期长，维护成本也较低。（5）环保性：汽轮机排放的废气量较少，相比燃煤锅炉等设备，其排放的二氧化碳、硫化物、氮化物等有害物质较少，对环境的影响也较小。此外，汽轮机还可以通过抽凝式或背压式等方式进行热回收利用，提高能源利用效率。

2 汽轮机的组成和基本工作原理

汽轮机是一种复杂且精密的动力机械，主要由以下几部分组成，转动部分：包括转子、叶片和联轴器等部件。转子是汽轮机的核心部件，它承载着汽轮机的全部载荷，并具有高速旋转的性能。叶片是汽轮机中重要的转动部件，它通过高速旋转产生动力，驱动汽轮机转动。联轴器是连接转子和发电机轴的部件，它能够将汽轮机的动力传递给发电机。静止部分：包括汽缸、隔板、轴承和汽封等部件。汽缸是汽轮机的外壳，它能够将转子和静子部分隔离开来，同时为汽轮机提供必要的

支撑。隔板用于将汽缸内的蒸汽分成若干个腔室，以控制蒸汽流动的方向和速度。轴承是支持转子的重要部件，它能够使转子在汽缸内稳定运转。汽封是汽轮机的一个重要组成部分，用于减少汽缸内部的高压蒸汽向低压部分泄漏^[2]。控制系统：包括调速器、监视表盘和自动保护装置等部件。调速器是控制系统中的核心部件，它能够根据电网负荷的变化及时调整汽轮机的转速和功率。监视表盘用于监测汽轮机的各项参数，如转速、温度、压力等。自动保护装置能够在汽轮机出现异常情况时自动停机，保护设备和人身安全。

3 电厂汽轮机运行中的故障

3.1 轴承损坏故障

电厂汽轮机运行中的故障有很多种，其中轴承损坏故障是一种比较常见的故障。润滑不良：轴承内部的润滑油或润滑脂的油质不好或者油量不足，导致轴承润滑不良，从而引起摩擦力增大，轴承发热，最终导致轴承损坏。安装不良：在安装过程中，轴承没有按照要求进行安装，或者安装的精度不够，导致轴承在运行过程中受力不均，从而引起轴承损坏。维护不当：在日常维护中，没有按照要求对轴承进行清洗、润滑等维护工作，导致轴承表面出现腐蚀、磨损等现象，从而引起轴承损坏。转子不平衡：转子在运行过程中由于不平衡引起的振动，会导致轴承受到不均匀的磨损，从而引起轴承损坏。轴向力过大：汽轮机在运行过程中，由于轴向力过大，导致轴承承受过大的轴向力，从而引起轴承损坏。

3.2 机油系统非正常运行故障

以下是机油系统非正常运行故障的几种常见情况，第一，油质不良：机油系统中机油的油质不良，如混有杂质、水分、氧化物等，会导致机油系统的堵塞、腐蚀和磨损，从而影响汽轮机的正常运行。第二，油压异常：机油系统中机油的压力异常，如过高或过低，会导

致汽轮机的润滑效果不良,从而引起摩擦和发热,最终导致机械故障。第三,油温异常:机油系统中机油的温度异常,如过高或过低,会导致机油的粘度发生变化,从而影响汽轮机的润滑效果,最终导致机械故障。第四,油位异常:机油系统中机油的油位异常,如过高或过低,会导致机油系统无法正常供油,从而影响汽轮机的正常运行。第五,油路堵塞:机油系统中机油的油路堵塞,如滤清器堵塞、油管堵塞等,会导致机油系统无法正常供油,从而影响汽轮机的正常运行。

3.3 真空下降故障

真空下降故障通常是由于以下原因引起的,第一,抽气系统故障:抽气系统是维持汽轮机正常运行的重要设备之一,如果抽气系统出现故障,如抽气器喷嘴堵塞、抽气器温度过高、冷却器冷却水流量不足等,就会导致真空下降^[3]。第二,凝汽器故障:凝汽器是汽轮机的一个重要组成部分,如果凝汽器出现故障,如凝汽器热井水位过高、冷却水管堵塞、冷却水流量不足等,就会导致真空下降。第三,循环水系统故障:循环水系统是保障汽轮机正常运行的重要设备之一,如果循环水系统出现故障,如循环水泵出口压力异常、冷却水温度过高、冷却水流量不足等,就会导致真空下降。

3.4 油膜振荡与转子摩擦振动

油膜振荡是由于汽轮机轴承油膜在高速旋转时受到离心力的作用,导致油膜厚度增加,形成了一个动态的平衡状态。但是,如果汽轮机在运行过程中出现参数变化、轴承设计不良、润滑油质量差等问题,就会破坏油膜的稳定性,导致油膜振荡。油膜振荡通常具有频率低、振幅大的特点,严重时可能会引起汽轮机的大幅振动,甚至导致转子失稳。转子摩擦振动则是因为汽轮机转子在运行过程中受到不均匀的摩擦力作用,导致转子的振动。这种摩擦力可能是由于转子弯曲、不平衡、轴承安装不良、润滑不良等原因引起的。转子摩擦振动通常具有频率高、振幅小的特点,但是随着摩擦程度的加剧,振幅会逐渐增大,最终导致转子的失稳。

4 电厂汽轮机运行常见故障以及应对策略

4.1 轴承损坏处理措施

首先,要加强对轴承的监测和维护。在汽轮机运行过程中,要定期检查轴承的振动、温度和声音等参数,以及及时发现轴承的异常情况。同时,要定期对轴承进行清洗、润滑和维护,以保持良好的运行状态。其次,对于已经发生的轴承损坏故障,要根据故障原因进行相应的处理。如果是由于润滑不良引起的轴承损坏,需要加强润滑油或润滑脂的供给和质量检查,以提高润滑效

果;如果是由于安装不良引起的轴承损坏,需要重新进行安装或调整,以保证轴承安装精度;如果是由于维护不当引起的轴承损坏,需要加强日常维护和保养,及时发现和处理异常情况。

4.2 机油系统非正常运行故障的处理对策

当电厂汽轮机的机油系统出现非正常运行故障时,需要采取相应的处理对策,以保障汽轮机的正常运行。(1)检查机油质量:如果机油质量不良,如混有杂质、水分、氧化物等,会导致机油系统的堵塞、腐蚀和磨损。因此,需要加强对机油质量的检测,定期更换机油,保持机油系统的清洁。(2)检查机油压力:如果机油压力异常,如过高或过低,会导致汽轮机的润滑效果不良,从而引起摩擦和发热,最终导致机械故障。因此,需要定期检查机油压力,保持机油压力在正常范围内。(3)检查机油温度:如果机油温度异常,如过高或过低,会导致机油的粘度发生变化,从而影响汽轮机的润滑效果^[1]。因此,需要定期检查机油温度,保持机油温度在正常范围内。(4)检查油位:如果机油的油位过高或过低,会导致机油系统无法正常供油,从而影响汽轮机的正常运行。需要定期检查机油油位,保持油位在正常范围内。(5)检查油路:如果机油系统中的油路堵塞,如滤清器堵塞、油管堵塞等,会导致机油系统无法正常供油。需要定期检查油路,保持油路的畅通。(6)维修和更换部件:如果以上措施无法排除机油系统非正常运行故障,需要请专业人员进行维修和更换部件,以恢复汽轮机的正常运行。

4.3 汽轮机真空下降故障及应对策略

汽轮机真空下降故障是电厂运行中比较常见的问题,它会对汽轮机的正常运行产生不利影响。第一,汽轮机真空下降故障的主要现象是汽轮机的排汽温度升高、凝汽器端差增大、发电机的组效率下降和轴向位移增大。这些现象将导致汽轮机的运行效率降低,严重时甚至会引发安全事故。因此,及时发现和处理汽轮机真空下降故障非常重要。第二,汽轮机真空下降故障的主要原因包括以下几个方面:循环水系统是维持汽轮机正常运行的重要设备,如果循环水系统出现故障,如循环水泵出口压力异常、冷却水温度过高、冷却水流量不足等,就会导致真空下降。抽气系统是维持汽轮机正常运行的重要设备,如果抽气系统出现故障,如抽气器喷嘴堵塞、抽气器温度过高、冷却器冷却水流量不足等,就会导致真空下降。汽轮机在运行过程中负荷过大,导致汽轮机的蒸汽量不足,从而引起真空下降。凝汽器是汽轮机的一个重要组成部分,如果凝汽器出现故障,如凝

汽器热井水位过高、冷却水管堵塞、冷却水流量不足等,就会导致真空下降,第三,针对汽轮机真空下降故障,可以采取以下几种应对策略:检查循环水泵的出口压力是否正常、冷却水温度是否过高、冷却水流量是否充足等^[2]。如果发现循环水系统出现故障,及时进行维修和更换部件。检查抽气器的喷嘴是否堵塞、抽气器温度是否过高、冷却器冷却水流量是否充足等。如果发现抽气系统出现故障,及时进行维修和更换部件。如果汽轮机负荷过大,可以降低负荷,以减少蒸汽量不足对真空的影响。检查凝汽器的热井水位是否过高、冷却水管是否堵塞、冷却水流量是否充足等。

4.4 更新电厂汽轮机故障处理技术

随着科技的不断发展,电厂汽轮机的故障处理技术也在不断更新和完善。智能化故障诊断技术,(1)智能化故障诊断技术是近年来发展迅速的一种技术,它可以通过对汽轮机运行数据的采集和分析,实现对汽轮机故障的快速诊断和定位。该技术主要包括神经网络、模糊逻辑和专家系统等,其中神经网络和模糊逻辑在汽轮机故障诊断中应用较为广泛。神经网络可以通过对历史数据的训练和学习,实现对汽轮机运行状态的准确预测和诊断。模糊逻辑可以通过对不确定信息的处理和分析,实现对汽轮机故障的准确诊断。(2)状态监测与评估技术,状态监测与评估技术是另一种重要的汽轮机故障处理技术,它可以通过对汽轮机运行状态的监测和评估,及时发现潜在的故障和隐患,从而采取相应的措施进行预防和排除。振动监测可以通过对汽轮机运行时的振动信号进行采集和分析,实现对汽轮机运行状态的监测和评估。温度监测可以通过对汽轮机运行时的温度信号进行采集和分析,实现对汽轮机运行状态的监测和评估。噪声监测可以通过对汽轮机运行时的噪声信号进行采集和分析,实现对汽轮机运行状态的监测和评估。

4.5 油膜振荡与转子振荡处理措施

第一,对于油膜振荡可以采取以下措施进行处理,改善润滑条件:可以通过提高润滑油的粘度、降低润滑

油温度、增加润滑油量等方式来改善润滑条件,减少油膜振荡的发生。改变转子工作状态:可以通过降低转子的转速、减小转子不平衡量、改变转子支承刚度等方式来改变转子工作状态,从而减少油膜振荡的发生。增加轴承的刚度:可以通过增加轴承的刚度,提高轴承的稳定性,减少油膜振荡的发生。优化轴颈设计:可以通过优化轴颈设计,改变轴颈表面的粗糙度、形状和尺寸等参数,从而减少油膜振荡的发生^[3]。第二,对于转子振荡,可以采取以下措施进行处理,检查转子的安装状态:在安装汽轮机时,要确保转子安装正确、稳固,防止转子产生不平衡量。增加轴颈的刚度:可以通过增加轴颈的刚度,提高轴颈的稳定性,减少转子振荡的发生。优化轴颈设计:可以通过优化轴颈设计,改变轴颈表面的粗糙度、形状和尺寸等参数,从而减少转子振荡的发生。采用平衡试验技术:可以采用平衡试验技术,通过对转子的平衡状态进行调整和优化,减少转子振荡的发生。采用振动隔离技术:可以采用振动隔离技术,通过在轴承座底部安装弹性支承或阻尼支承等装置,减少转子振荡对汽轮机的影响。

结语

总之,汽轮机是确保电厂运行的关键,由于涉及较多的运行程序,所以需要技术人员提高对汽轮机的检查和维修,通过高超的技术水平,及时找到设备运行过程中发生的故障,对老化的零件和设备及时更换,提高设备的工作效率,同时,注重检修技术的落实和应用,定期进行检修维护作业。

参考文献

- [1]成宝祥,任慧敏,高波.电厂汽轮机及其辅机的运行与管理[J].电子测试,2020(13):122-123.
- [2]李伟统,闫妍,许波.探讨电厂集控运行中汽轮机运行优化策略[J].科技创新与应用,2019(36):155-156.
- [3]石霖.电厂汽轮机检修中油系统常见故障与应对[J].科技风,2019(35):138.