

汽轮机组常见故障原因与处理措施分析

丁治国 王建利 肖伟航 杜如星 曾勇富 崔 鹏

呼和浩特热电厂 内蒙古呼和浩特 010000

摘要: 本文围绕汽轮机组常见故障展开深入分析,包括通流、振动、调节、轴封及润滑油系统等方面故障。如通流部分结垢与积盐、叶片磨损,振动问题的转子不平衡、轴承故障等。针对这些故障,详细阐述了相应处理措施,如提高蒸汽品质、加强设备维护等。以呼和浩特热电厂2×350MW机组为例,其采用特定主机产品,为市区及开发区供热,通过介绍该电厂情况,进一步强调了汽轮机组故障处理对保障电厂稳定运行的重要性,为相关技术人员提供了全面参考。

关键词: 汽轮机组; 常见故障原因; 处理措施

前言

汽轮机组作为电力生产的核心设备,其稳定运行至关重要。在现代电力工业中,汽轮机组的故障会严重影响发电效率和安全性。本文以呼和浩特热电厂2×350MW机组为例,该电厂采用哈尔滨锅炉(集团)股份有限公司的主机产品,型号为HG-1140/25.4-YM1,此锅炉为一次中间再热、单炉膛、前后墙对冲旋流燃烧方式等多种先进技术集成的超临界本生直流锅炉。呼和浩特热电厂作为供热电厂,承担着为市区及金川开发区大部分用户供热的重任,供热管线分布广泛,现有实际供热面积达2974万平方米。在这样的背景下,深入了解汽轮机组常见故障原因与处理措施具有重要意义,可为保障电厂稳定运行提供关键支持。

一、汽轮机组常见故障及原因分析

(一) 通流部分故障

1. 结垢与积盐

通流部分结垢与积盐是汽轮机组常见的故障之一。其主要原因是蒸汽品质不合格,含有大量的杂质和盐分。当蒸汽流经通流部件时,水分蒸发后,杂质和盐分就会在叶片表面沉积下来,形成结垢和积盐。这不仅会影响叶片的换热效率,还会改变叶片的型线,使气流流场发生畸变,导致机组效率下降。

据相关数据显示,在一些热电厂中,因蒸汽品质问题导致的通流部分结垢现象较为普遍。例如,某热电厂由于水处理系统故障,蒸汽中的钠含量长期超标,导致汽轮机叶片结垢严重,机组的出力明显下降。经检查发现,叶片表面的结垢厚度达到了0.5mm以上,严重影响了机组的正常运行。

2. 叶片磨损

叶片磨损主要是由于气流中的固体颗粒对叶片表面的冲蚀作用造成的。这些固体颗粒可能是来自锅炉的飞灰、炉渣,也可能是由于管道内部的氧化皮脱落等原因产生的。长期受到固体颗粒的冲蚀,叶片表面会逐渐磨损,甚至出现裂纹和断裂。

据实际运行数据统计,在火电机组中,因叶片磨损导致的故障占通流部分故障的比例约为30%左右。例如,某热电厂的汽轮机组在进行超低排放改造后,由于未及时清理管道内的杂物,导致大量固体颗粒进入汽轮机,对叶片造成了严重的磨损。经过一段时间的运行,部分叶片的磨损量超过了允许值,不得不进行更换,给电厂带来了较大的经济损失^[1]。

(二) 振动问题

1. 转子不平衡

转子不平衡是引起汽轮机组振动的常见原因之一。转子不平衡的产生可能是由于转子本身的制造误差、材质不均匀、叶轮上结垢或零部件松动等原因造成的。当转子转动时,不平衡质量会产生离心力,使机组产生振动。

例如,某热电厂的汽轮机组在大修后启动过程中,出现了强烈的振动现象。经检查发现,转子上有一个叶轮存在质量偏心问题,导致转子不平衡。通过在叶轮上加装平衡块,调整转子的平衡,才使机组的振动恢复正常。

2. 轴承故障

轴承是支撑转子旋转的重要部件,轴承故障也会导致汽轮机组振动。轴承故障的原因主要包括润滑油质量不佳、油温过高或过低、轴承间隙过大或过小、轴承座松动等。当轴承出现故障时,会使转子的旋转中心发生变化,从而引起机组振动。据相关研究表明,调速系统

的故障约占汽轮机组调节系统故障的60%左右。例如，某热电厂的汽轮机组在运行过程中，突然出现转速大幅波动的情况。经检查发现，调速器的反馈机构出现故障，导致调速系统无法正常工作。通过更换反馈机构，并对调速系统进行重新调试，才使机组转速恢复正常。

（三）调节系统故障

1. 调节阀卡涩

调节阀卡涩是指调节阀在开启或关闭过程中不顺畅，出现卡滞现象。调节阀卡涩的原因主要有阀门内部结垢、阀杆弯曲、阀芯与阀座间隙过小或过大等。调节阀卡涩会导致机组进汽量无法正常调节，影响机组的功率输出和运行稳定性。

例如，某热电厂的汽轮机组在进行负荷调节时，发现调节阀动作迟缓，无法准确控制进汽量。经检查发现，调节阀内部存在结垢现象，阀芯与阀座之间的间隙变小，导致阀门卡涩。通过对调节阀进行解体清洗和研磨修复，才使阀门恢复正常动作。

2. 调速系统不稳定

调速系统是保证汽轮机组转速稳定的关键环节。调速系统不稳定可能是由于调速器故障、油动机故障、错油门故障等原因造成的。调速系统不稳定会导致机组转速波动过大，影响机组的安全运行。据实际运行经验表明，调速系统的故障率较高。例如，某热电厂的汽轮机组在运行过程中，由于调速系统中的错油门堵塞，导致调速系统无法正常工作，机组转速出现异常波动。通过清洗错油门，并对调速系统进行维护和检修，才使机组转速恢复正常。

（四）轴封系统故障

轴封系统在汽轮机中起到防止蒸汽泄漏和空气进入汽轮机的重要作用。轴封系统的故障可能导致汽轮机效率降低、真空系统受损以及润滑油污染等问题。

1. 轴封磨损与老化

轴封长时间运行后会出现磨损和老化，导致密封效果下降。此外，轴封材料选择不当或安装不正确也可能导致密封性能不佳。轴封磨损或老化会导致蒸汽泄漏，增加汽轮机的热耗和能耗，同时可能使空气进入汽轮机内部，影响真空度和叶片的安全性。

案例：某电厂的汽轮机由于轴封材料老化，出现了大量蒸汽泄漏现象。检查发现轴封件已严重磨损，需要及时更换才能恢复汽轮机的正常运行。

2. 轴封供汽不足或温度异常

轴封蒸汽压力不足或温度异常会导致密封效果不佳，可能是因为供汽系统故障或调节不当所致。轴封供汽不

足会导致蒸汽泄漏量增加，而温度异常则可能导致轴封部件过热或过冷，影响其使用寿命和性能。例如：某热电厂因轴封供汽参数调整不当，导致轴封温度过高，出现轴封部件变形和泄漏问题。通过调整供汽参数，才使轴封系统恢复正常工作。

二、汽轮机组常见故障处理措施

（一）通流部分故障处理措施

1. 提高蒸汽品质

加强锅炉水处理管理，确保蒸汽品质符合要求。定期对锅炉进行化学清洗，去除水冷壁管内的结垢和腐蚀产物，减少蒸汽中的杂质和盐分含量。同时，加强对蒸汽品质的监测，及时发现和处理蒸汽品质异常情况。

例如，某热电厂通过优化锅炉水处理工艺，将蒸汽中的钠含量控制在 $5\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下，硅含量控制在 $20\mu\text{g}/\text{kg}$ 以下，有效地减少了通流部分的结垢现象，提高了机组的效率。

2. 防止叶片磨损

采取有效的防磨措施，如在锅炉出口安装吹灰器，定期对受热面进行吹灰，减少飞灰和炉渣的生成；在管道系统中安装过滤器和磁性除铁器，去除气流中的固体颗粒；对叶片表面进行喷涂耐磨涂层，提高叶片的抗磨损能力。

据统计，采用上述防磨措施后，叶片的磨损速度可降低约30%~50%。例如，某热电厂在对汽轮机叶片进行耐磨涂层处理后，叶片的使用寿命延长了约一倍。

（二）振动问题处理措施

1. 转子找平衡

对于转子不平衡引起的振动问题，需要对转子进行动平衡试验，找出不平衡质量的位置和大小，并在相应位置加装平衡块或进行去重处理。在转子安装和检修过程中，要严格控制转子的加工精度和装配质量，确保转子的平衡性能符合要求。

例如，某热电厂在对汽轮机转子进行大修时，采用了高速动平衡试验方法，准确地找出了转子的不平衡质量，并通过加装平衡块使转子的剩余不平衡量控制在规定范围内。机组启动后，振动水平明显降低。

2. 加强轴承维护

定期检查轴承的润滑油质量和油温，确保润滑油的质量合格、油温在正常范围内。合理调整轴承间隙，使其符合设计要求。加强轴承座的固定和密封，防止轴承座松动和润滑油泄漏。对轴承进行定期维护和检修，及时更换磨损严重的轴承部件^[2]。

据实际运行经验表明，通过加强轴承维护，可使轴承故障率降低约20%~30%。例如，某热电厂制定了严格

的轴承维护制度，定期对轴承进行检查和维护，使轴承的使用寿命得到了显著延长。

（三）调节系统故障处理措施

1. 解决调节阀卡涩问题

对于调节阀卡涩问题，首先要对调节阀进行解体清洗，去除阀门内部的结垢和杂质。检查阀杆是否弯曲，如弯曲则进行校正或更换。调整阀芯与阀座之间的间隙，使其符合设计要求。在调节阀的日常运行中，要加强维护和保养，定期活动阀门，防止阀门卡涩。

例如，某热电厂在对调节阀进行解体清洗后，对阀杆进行了校正，并调整了阀芯与阀座之间的间隙。同时，制定了定期活动阀门的制度，每天对调节阀进行一次开关操作，有效地防止了阀门卡涩现象的发生。

2. 确保调速系统稳定

加强对调速系统的维护和检修，定期检查调速器、油动机、错油门等部件的工作状态，及时发现和处理故障隐患。对调速系统进行定期试验和校准，确保调速系统的性能符合要求。同时，要提高运行人员的操作水平，严格按照操作规程进行操作，避免因误操作导致调速系统故障。

据相关研究数据显示，通过加强调速系统的维护和检修，调速系统的故障率可降低约40%~50%。例如，某热电厂对调速系统进行了全面的升级改造，采用了先进的数字电液调速系统，提高了调速系统的控制精度和稳定性。同时，加强了运行人员的培训和管理，使调速系统的运行更加可靠。

（四）轴封系统故障处理措施

1. 修复与更换轴封组件

对于磨损或老化的轴封件，应及时进行修复或更换。选择高质量的轴封材料，并确保安装过程的正确性和精度。通过修复或更换轴封组件，可以恢复轴封的密封性能，减少蒸汽泄漏和空气进入的风险，从而提高汽轮机的效率 and 安全性。例如：某电厂在发现轴封磨损严重后，及时更换了新型轴封材料，并优化了安装工艺。经过测试，轴封的密封性能得到了显著提升，蒸汽泄漏量大幅减少。

2. 调整轴封供汽参数

根据轴封系统的需要，调整供汽压力、温度等参数，确保轴封蒸汽处于最佳工作状态。通过调整供汽参数，可以保持轴封蒸汽的温度和压力稳定，避免因参数异常导致的轴封故障。例如：某热电厂针对轴封供汽参数进行了精细调整，通过增加供汽压力和控制供汽温度，有效解决了因参数不当引起的轴封问题。

3. 加强轴封系统监测与维护

定期对轴封系统进行巡检和监测，包括检查轴封件

的磨损情况、供汽参数的稳定性以及排放蒸汽的压力和温度等。及时发现并处理潜在问题，确保轴封系统的正常运行。通过加强监测与维护，可以预防轴封系统故障的发生，延长设备使用寿命，提高汽轮机的可靠性和经济性。例如：某电厂建立了完善的轴封系统监测机制，定期对轴封进行检测和维护。通过及时发现并处理轴封磨损问题，避免了因轴封故障导致的停机事件。

（五）润滑油系统故障处理措施

1. 定期更换与净化润滑油

根据设备的运行时间和油质状况，定期更换润滑油，并使用滤油设备对油进行净化处理，以去除油中的杂质和水分。通过定期更换和净化润滑油，可以保持油质的良好状态，减少轴承和齿轮等部件的磨损，延长设备使用寿命。例如：某电厂制定了严格的润滑油管理制度，定期对油进行采样分析，并根据分析结果及时更换和净化油液。这一措施有效降低了轴承的磨损率，提高了设备的可靠性。

2. 控制油温在合理范围内

通过调节润滑油冷却器的工作状态或采取其他降温措施，确保油温保持在合理范围内。合理的油温可以保证润滑油的黏度适中，形成稳定的油膜，从而减少摩擦和磨损。例如：某热电厂通过优化润滑油冷却系统的设计和管理，成功控制了油温在合理范围内。即使在夏季高温环境下，也能确保轴承和齿轮等部件得到良好的润滑和冷却^[3]。

结语

通过对汽轮机组常见故障原因与处理措施的分析，并结合呼和浩特热电厂2×350MW机组的实际情况，我们深刻认识到保障汽轮机组稳定运行的重要性。有效处理这些常见故障，不仅能提高发电和供热效率，还能降低设备维护成本，延长设备使用寿命。在未来的电力生产和维护工作中，应持续关注汽轮机组的运行状况，不断优化故障处理策略，加强设备的日常维护和管理，以确保电力供应的稳定和安全，满足社会对能源的需求，推动电力行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 杨岩. 汽轮机组常见故障原因与处理措施分析[J]. 中国机械, 2024, (27): 129-132.
- [2] 于学海, 牛祯. 汽轮机调速系统常见故障与处理措施[J]. 中国科技投资, 2021, (04): 118-119.
- [3] 陈晓阳. 浅析汽轮机运行中调节系统的常见故障及处理措施[J]. 中国高新技术企业, 2016, (36): 81-82.