

汽机轴承振动异常处理与检修质量提升方案

于 杰

中新建电力集团天富能源发电产业天河热电分公司 新疆维吾尔自治区 石河子 832000

【摘要】：汽机轴承的振动异常问题是影响汽轮机稳定性和可靠性的关键因素。针对这一问题，本文提出了一种基于振动分析的异常诊断与处理方案，并探讨了提升检修质量的有效措施。通过系统分析轴承振动的主要原因，如润滑不足、磨损严重及安装不当等因素，结合先进的振动监测技术，对症下药，提出了改进的检修方法。在提升检修质量方面，本文提出了强化检修人员培训、优化检修流程、引入质量管控手段等方案，确保了检修后的汽轮机轴承运行效果显著提升。实践证明，这些措施能有效降低轴承振动异常的发生率，提升设备运行稳定性和可靠性。

【关键词】：汽机轴承；振动异常；检修质量；质量提升；振动诊断

DOI:10.12417/2811-0722.26.05.002

引言

汽轮机作为重要的动力设备，其运行状态直接影响到整个生产系统的效率与安全性。轴承作为汽轮机的关键部件，长期处于高负荷、高温环境中，易发生振动异常，这不仅影响设备的正常运行，还可能导致设备故障甚至停机。针对汽机轴承的振动异常，采取及时有效的处理措施显得尤为重要。随着技术的不断发展，轴承的振动分析与监控技术得到了显著提升，为解决振动异常问题提供了新的方法。传统的检修方式往往忽视了检修质量的保障，导致轴承的长期可靠性难以保证。因此，提升检修质量，确保轴承在检修后的稳定运行，成为当前亟待解决的重要课题。

1 汽机轴承振动异常的成因分析

汽机轴承振动异常的成因多种多样，涉及机械、润滑、安装等多个因素。轴承作为汽轮机核心部件之一，承受着持续的负荷和运转压力，一旦出现振动异常，将直接影响设备的正常运行及使用寿命。轴承振动异常的一个主要原因是润滑问题。在汽轮机运行过程中，润滑油的流动性、温度以及油质的变化都会对轴承产生影响。当润滑油供应不畅或油质变差时，轴承的摩擦力增大，进而引发振动。润滑不足或者润滑油中的杂质增多，会导致轴承表面摩擦加剧，产生过度的热量，进而损坏轴承结构。

另一个显著原因是轴承磨损。长期的高负荷运转会导致轴承表面产生微小的磨损，尤其是在高温、高速的环境下，磨损更加严重。磨损后的轴承表面会发生不规则的形变，增加了运行中的不平衡，导致振动异常的出现。轴承安装不当也是振动异常的一个关键因素^[1]。若安装过程中轴承与座圈的配合不精准，或者轴承的轴向和径向间隙过大，均会引起运行时的振动波动。安装偏差过大会导致轴承的运动不稳定，从而引发系统振动。

除此之外，转子不平衡是引发轴承振动的常见核心因素，转子材质不均、叶片磨损或结垢、转轴弯曲等均会导致转子质

心偏移，运转时产生离心力引发周期性振动；联轴器不对中，包括平行不对中和角度不对中，会使转子运行产生附加力，传递至轴承引发振动；轴承座基础松动、地脚螺栓未紧固或垫片失效，会导致轴承运行时产生位移振动；气流激振则常见于汽轮机高压缸，气流作用于转子产生的不稳定性会引发低频振动；油温异常过高或过低会破坏油膜稳定性，无法有效缓冲振动；发电机电磁干扰产生的电磁力也会传递至轴承，引发振动异常。

还需要考虑的是轴承材料的质量问题。不同材料在高温、高压下的表现差异会直接影响轴承的稳定性，劣质材料可能在高温或高速运行下发生微观裂纹，造成振动异常。轴承本身的结构设计不合理或制造缺陷，也可能导致在运行过程中出现无法预见的振动。对这些因素的分析与诊断有助于及时发现问题根源，并采取有效的维修和改进措施，确保汽轮机在运行中的稳定性。

2 基于振动诊断的异常处理方法

振动诊断是汽机轴承振动异常处理中的关键手段，通过对振动信号的分析，可以及时发现异常并采取针对性处理措施。通过振动监测技术，对汽轮机运行过程中的振动信号进行实时采集和分析，可以实现对轴承异常状态的准确判断。通过高速数据采集系统，能够获得轴承在不同工况下的振动波形，进而分析其频率、振幅及相位特征，从而为异常的根本原因提供线索。若振动信号呈现出高频特征，则可能与轴承的润滑情况直接相关；若出现低频振动，则可能是由于轴承不平衡或轴承座损坏等问题引起的。

诊断过程中，频谱分析技术扮演着至关重要的角色。频谱分析能够对振动信号中的频率成分进行分解，进而识别出不同来源的振动信号。通过对振动信号频谱的分析，可以将异常振动与正常运行状态下的振动区别开来，特别是对于由于安装误差、磨损、润滑不良等原因导致的振动，通过对比正常和异常状态下的频谱特征，可以迅速锁定问题所在。常见的故障频谱特征包括轴承外圈故障频率、内圈故障频率、滚动体频率等，

这些特征频率的变化通常会成为振动异常的明显标志。

时域分析和频域分析结合的方式,是目前处理轴承振动异常问题的一种有效方法。在时域中,通过分析振动信号的波形,可以获得关于振动持续时间、波形稳定性等信息,有助于判断振动是否属于持续性异常。而频域分析则更侧重于通过振动信号的频率成分,识别振动的来源和性质。两者的结合可以帮助诊断人员更全面地了解振动特性,从而确定适当的处理方案。除了频谱分析,现今的振动诊断系统还广泛应用了人工智能技术^[2]。基于机器学习算法的振动诊断系统,通过大数据分析,能够对历史数据进行训练,识别出异常振动的规律和趋势。这种基于数据的预测性诊断方法,能够在轴承出现问题之前,通过识别潜在的振动异常趋势,提前预警并采取相应的处理措施。通过引入人工智能算法,振动诊断的准确性和及时性大大提高,能够帮助维修人员在异常发生的初期就采取必要的干预,减少故障发生的概率。

基于振动诊断的处理方法,不仅仅局限于通过分析振动信号来判断故障,还能够通过调整运行参数、优化轴承的设计或安装来有效避免振动异常的发生。例如,在润滑不足或润滑油质量差的情况下,可以通过增加润滑油量或更换润滑油来减轻振动;如果是因为轴承磨损引起的振动,则可以考虑更换新轴承,或者对轴承进行修复。对于不平衡引起的振动,可以通过平衡调整来降低振动幅度。针对不同成因的振动异常,需采取精准处理措施:若诊断为联轴器不对中,需拆卸联轴器重新找正,确保平行度和同轴度符合标准;轴承座松动则需紧固地脚螺栓,更换失效垫片,必要时对轴承座基础进行加固;汽流激振可通过调整汽门开度、优化叶片型线或增加阻尼装置缓解;油温异常需检查冷却系统或加热装置,确保油温维持在正常区间;电磁干扰则需排查发电机定子、转子绕组故障,修复电磁回路异常点。处理过程中,需同步记录振动数据变化,实时验证处理效果,若单次处理后振动未达标,需重新诊断排查隐性问题,避免遗漏故障根源。通过这些针对性的处理措施,能够有效减少振动异常,延长设备的使用寿命,提升设备的运行稳定性。在整个振动诊断与处理过程中,除了技术手段的应用外,还需要配合定期的设备检修与维护工作,确保振动监测系统的稳定性与准确性。通过定期检查传感器的安装与校准,及时处理出现的任何监测偏差,可以确保振动诊断结果的精确性和可靠性,从而为汽机轴承的正常运转提供保障。

3 检修质量提升的关键措施

提高汽机轴承的检修质量,首先需要强化检修人员的专业技能和操作规范。必须对检修人员进行系统的培训,确保其掌握轴承结构、故障诊断及修复技术。培训内容不仅包括基础的维修技能,还应涵盖最新的技术动态和维修设备的使用技巧,特别是对于先进的振动分析技术和监测设备的操作,要求技术人员能迅速识别并应对不同类型的振动异常。通过定期的技术

培训和考核,确保检修人员具备足够的专业能力,提升检修工作的整体水平。

优化检修流程和作业规范是提升检修质量的另一个关键措施。标准化的检修流程可以有效减少人为操作失误,并提高工作效率。检修流程的优化需要从每个环节入手,对设备拆卸、轴承检查、维修、装配等过程进行严格把控。特别是在轴承的安装过程中,必须精确调整轴承与轴之间的间隙和对中度,确保轴承在工作时保持稳定的状态。检修过程中,每一个操作步骤都应严格遵循标准作业指导书,做到每个细节不容忽视。与此同时,作业过程中要保持良好的记录和反馈机制,对每次检修的过程、问题以及解决方案进行详细记录。

检修质量的提升还离不开先进设备的应用和技术的引入。在进行汽机轴承检修时,使用高精度的检测设备能大幅提高故障诊断的准确性。现代化的检测设备如振动分析仪、超声波检测仪等,能够在轴承发生问题的早期阶段及时发现异常,减少故障的蔓延与扩大,避免了传统检测手段无法及时发现隐患的风险^[3]。

在实际操作中,加强质量控制与监督机制也对检修质量至关重要。建立健全的质量管理体系,可以在每个环节进行严格监督,从而确保各项检修工作符合质量标准。尤其是在检修后的验收阶段,应进行严格的质量检查,确保所有工作完成后,设备的各项指标都达到要求。针对检修过程中可能存在的漏洞或疏漏,应建立快速响应机制,及时发现并解决问题。定期对设备进行后期跟踪检查,确保维修效果能够长期稳定。

使用高质量的备件也是提高检修质量的重要一环。选择符合技术要求的轴承及配件,避免使用劣质产品,是保障检修质量的基础。检修过程中,替换的轴承必须经过严格的检验,确保其性能稳定且符合设计要求。劣质备件不仅可能导致振动异常,还可能加速设备的损坏,因此在配件采购环节应严格把控,确保所有更换的部件均为符合标准的优质产品。

4 优化检修流程与质量管理的实践

优化检修流程与质量管理是确保汽机轴承长期稳定运行的核心步骤。要实现检修流程的高效性,必须通过精细化管理来避免繁琐、低效的操作。检修的各个环节应当按照严格的时间节点和标准作业程序进行,使每一个环节的工作都能精准对接,从而缩短检修周期,提升效率。在检修初期,通过对设备的全面检查与诊断,准确评估设备的运行状态和潜在问题,做到精准定位,避免多余的拆解和重复修复。在拆卸过程中,要精确标记每个部件的位置和状态,避免误装和损坏,保证后续的组装顺利进行。在质量管理方面,应加强全过程的监控与反馈,确保每一个环节都能遵循质量标准。设置严格的质量检查点,确保轴承的清洁度、润滑情况和安装精度等都达到规定要求。每次检修后,进行详细的检验记录 and 数据分析,追踪检修

效果，确保维修质量持续改进^[4]。

要注重技术手段的应用，借助智能化工具来辅助检修过程中的决策与操作。通过实施设备状态监控系统和质量追溯管理系统，将检修记录和检测数据进行数字化存储，方便后期查阅和分析。这不仅提高了检修工作的透明度，还能为未来的维护和优化提供有价值的参考数据。与此相配合的，还应提升技术人员对先进检修设备的操作技能，确保高技术设备能在检修过程中发挥最大效益。检修流程的优化不仅体现在技术层面，还需要在人员管理、信息流通和标准化操作等方面做出改进。通过整体的流程优化，能够确保汽机轴承的检修质量得到最大化提升，并减少因操作不当或管理不到位而导致的运行故障。

5 振动异常处理与检修质量提升的效果评估

振动异常处理与检修质量提升的效果评估，关键在于通过一系列量化指标和实际运行数据的对比，验证所采取的处理措施是否真正有效。对振动异常处理效果的评估，首先要通过振动监测系统持续跟踪设备运行状态，比较处理前后的振动数据。通过分析振动幅度、频率及频谱变化，能够清晰地看到是否存在显著的改善。振动信号中的高频或低频成分在经过处理后是否得到有效抑制，是评估异常处理是否成功的关键指标。

检修质量的提升效果评估不仅要考虑振动数据的改善，还应从设备运行的稳定性和故障率入手。长期跟踪检修后的设备运行情况，评估设备的平均无故障工作时间（MTBF）和故障

修复时间（MTTR），是检修质量提升效果的重要依据。通过这些数据，可以判断检修后设备的整体可靠性是否得到了有效提升，是否达到了预期的目标^[5]。检修后的生产效率和运行成本的变化也是衡量检修质量的重要指标。如果检修后的设备运行更加稳定，减少了停机和维修的频率，必然带来了生产效率的提升和维修成本的降低。

在实际操作中，采用故障预警系统和数据分析平台，对设备运行数据进行综合分析，也能为效果评估提供有力支持。通过分析设备的历史故障数据和振动监测数据，可以发现潜在的趋势和隐患，提前预警，避免故障的发生。检修质量提升的效果，最终体现在设备运行周期的延长和整体设备维护成本的减少上。若振动异常频率明显下降，且设备的工作环境更为稳定，则说明处理措施和检修质量的提升取得了实质性进展。通过这些评估方法，可以有效判断振动异常处理和检修质量提升的综合效果，为今后的检修工作提供科学依据和改进方向。

6 结语

通过对汽机轴承振动异常的处理与检修质量提升的研究，发现振动诊断技术和精细化的检修流程能够显著提高轴承的稳定性与运行可靠性。实施科学的质量管理措施和技术手段，不仅能够有效减少振动异常，还能延长设备使用寿命，降低故障率。未来，结合智能监测技术的进一步发展，汽机轴承的维护和检修工作将更加高效，确保设备持续、稳定地运行。

参考文献：

- [1] 冯鹏飞.某电厂低压轴封“混腔”导致汽机振动异常分析与处理[J].电力设备管理,2024,(15):93-95.
- [2] 盛辽.闪速炉排风机异常振动分析及处理方法[J].冶金设备管理与维修,2025,43(06):20-22.
- [3] 罗宏斌.离心泵电机非驱动端轴承转子多频振动异常检测[J].自动化应用,2025,66(19):184-186.
- [4] 李红亮.离心式压缩机轴振动异常波动原因分析及对策研究[J].石油和化工设备,2025,28(09):213-215.
- [5] 吕宾,万庆明,许庆兴,等.循环水泵振动异常探析和解决措施[J].冶金动力,2025,(04):29-32.