

火力发电厂汽轮发电机组轴承振动大原因分析及处理

周邵凯

贵州黔西中水发电有限公司

DOI:10.12238/pe.v3i3.13582

[摘要] 本文深入探讨了火力发电厂汽轮发电机组轴承振动大的原因,涵盖了气流激振、转子热变形、摩擦振动、轴封供汽压力、轴承座基础台板松脱、以及人员操作不规范等多个方面。同时,提出了一系列相应的处理措施,包括消除气流激振影响、控制转子热变形、减少摩擦振动、调整轴封供汽压力以及规范人员操作等。通过对原因的详细分析和处理措施的研究,旨在为火力发电厂汽轮发电机组的安全稳定运行提供理论支持和实践指导,保障电力生产的顺利进行。

[关键词] 火力发电厂; 汽轮发电机组; 轴承振动; 原因分析; 处理措施

中图分类号: TM621 文献标识码: A

Analysis and treatment of bearing vibration in steam turbine generator set of thermal power plant

Shaokai Zhou

Guizhou Qianxi Zhongshui Power Generation Co., LTD.

[Abstract] This paper delves into the causes of significant bearing vibration in steam turbine generator units at thermal power plants, covering aspects such as airflow excitation, rotor thermal deformation, frictional vibration, steam supply pressure to the shaft seal, loosening of the bearing housing foundation plate, and improper personnel operation. It also proposes a series of corresponding measures, including eliminating the impact of airflow excitation, controlling rotor thermal deformation, reducing frictional vibration, adjusting the steam supply pressure to the shaft seal, and standardizing personnel operations. Through detailed analysis of the causes and research on handling measures, the aim is to provide theoretical support and practical guidance for the safe and stable operation of steam turbine generator units in thermal power plants, ensuring the smooth progress of power production.

[Key words] thermal power plant; steam turbine generator set; bearing vibration; cause analysis; treatment measures

火力发电在我国电力体系中举足轻重,其平稳运转是维持社会经济有序推进、保障能源稳定供给的关键支撑。汽轮发电机组作为火力发电厂的核心设备,其运行状态直接影响着发电效率和电力供应的可靠性。然而,在实际运行过程中,汽轮发电机组轴承振动大的问题时有发生,这不仅会降低设备的运行效率,增加能耗,还可能对设备的安全运行造成严重威胁,甚至引发设备损坏和停机事故,给火力发电厂带来巨大的经济损失。因此,深入研究汽轮发电机组轴承振动大的原因,并采取有效的处理措施,具有重要的现实意义。

1 火力发电厂汽轮发电机组轴承振动大的原因分析

1.1 气流激振

在大型火电厂中,汽轮机借助叶轮及其所装叶片,把蒸汽所蕴含的机械能转变为动能。蒸汽持续冲击叶片,鉴于叶片面积宽广,尤其是末级叶片较长,气流抵达汽轮机尾端时,流动状态变

得毫无规律、杂乱无章。而且,叶片具备膨胀与收缩的特性,在持续振动的干扰下,其形态会发生改变,这便致使汽轮机的流经通道内出现激振现象^[1]。气流激振与常规振动方式存在明显差异,其频率不稳定,当汽轮机处于低频状态时,低频分量的数值会增大,产生较大的气流差值,运行参数持续攀升,进而引发轴承振动幅度过大的问题。

1.2 转子热变形

随着火力发电厂装机规模的不断攀升,转子长度增加,这使得转子热变形引发机组振动问题的风险显著上升。运行时间愈久,转子产生的热量就越多、温度也越高。一旦超出其负载承受范围,就会对汽轮机组的冷却效果产生干扰,进而改变转子金属的物理特性。

1.3 摩擦振动

在火电机组运行期间,诸多因素会促使振动情况加剧。气压

差的改变是关键因素, 气压差变动时, 在线性冲击作用下, 主工频会形成新的不平衡并成为主导, 使振动信号产生差异, 进而引发振动加剧^[2]。在转子与轴承发生摩擦时, 机组所呈现的波形会出现分化统一的情况, 分化数量变多且波形呈现“削顶”特征, 这也会导致振动加剧。

1.4 轴封供汽压力

轴封作为汽轮机组的关键组成部分, 通常借助高压封片完成安装, 机组运行过程中温度上升, 高压封片如同刚性部件, 其外部结构相对薄弱, 若使用方法不恰当, 易出现软化现象。一旦轴封受热出现变形, 会导致轴封供汽压力增大, 封片发生倾倒, 进而造成高压端蒸汽泄漏、低压端空气进入的情况。

1.5 轴承座基础台板松脱

某厂上汽西门子660MW机组#4轴承由于轴承座台板与水泥基础之间存在间隙, 轴承座基础稳定性差, 导致汽轮机运行中轴向振动最高达到22.3mm/s, #4轴承轴向振动严重超标。轴承座台板松脱导致汽轮机振动增大的原因分析如下:

1.5.1 支撑刚度下降。轴承座台板松脱后, 轴承座与基础间的接触刚度降低, 导致轴承系统整体支撑刚度不足。这会放大转子的不平衡响应, 使轴系临界转速降低, 易引发共振, 造成振动幅值异常升高。

1.5.2 轴系对中破坏。松脱的台板使轴承座发生位移, 导致转子中心线偏离设计对中状态。轴系各支撑点受力重新分布, 产生附加弯矩和剪切力, 诱发工频振动(1X)及倍频振动(2X)增大。

1.5.3 油膜稳定性劣化。轴承座松动可能改变轴瓦与转子间的间隙分布, 破坏油膜压力场的均匀性。易引发油膜振荡(半频振动)或轴瓦自激振动, 表现为振动频谱中出现低频(约0.5X)成分。

1.5.4 动态载荷耦合。松脱部位在运行中产生间歇性碰撞摩擦, 引入高频冲击振动。同时可能激发基础框架的固有频率, 形成多源振动耦合效应, 导致振动频谱复杂化。

2 火力发电厂汽轮发电机组轴承振动大的处理措施

2.1 消除气流激振影响

在日常运行中, 需着重加强对汽轮机负荷气压变化的精准控制, 通过优化运行参数、调整调节策略等方式, 有效降低负荷气压的波动幅度。与此同时, 要对机组的振动数据进行长时间、持续性的记录, 运用专业的数据处理技术, 将海量数据合理整理并绘制成直观的曲线图^[3]。借助曲线图, 能够清晰地观察到汽轮机振动随时间的变化趋势以及波动范围, 为后续分析提供有力依据。



图一轴承座台板与基础接触面存在间隙、脱空

2.2 控制转子热变形

首先, 应优先选用耐高温、耐高压特性的材料, 增强转子抵御热变形的能力。其次, 在机组实际运行过程中, 严格控制转子的运行温度与负荷, 防止其因过热或过载而出现热变形。可通过安装高精度的温度监测装置, 对转子温度进行实时、精准监测, 并依据监测数据及时、精准地调整运行参数, 确保转子在适宜的温度和负荷范围内运行^[4]。最后, 日常的定期检查与维护工作必不可少。

2.3 减少摩擦振动

调整气压差是重要举措之一, 通过优化汽轮机运行参数, 精准调控气压差, 将其维持在合理区间, 以此降低因气压差波动引发的振动。改善转子与轴承的配合状况也十分关键, 需仔细检查二者配合间隙, 确保其契合设计标准。若配合间隙过大, 可运用补焊、喷涂等修复手段进行处理; 若配合间隙过小, 则进行适当加工, 保障转子与轴承配合良好^[5]。此外, 加强对操作人员的专业培训, 避免因操作失误造成汽轮机骤停, 进而减少相位变化所导致的摩擦振动。

2.4 调整轴封供汽压力

完善轴封自动装置是根本前提, 要依据轴封间隙合理范围, 实现供汽压力的持续精准调节, 借助反复试验与压力差法优化调控, 以此提升自动装置的调节精度与稳定性。加强运行监视与调整是关键, 在机组运行期间, 要密切关注轴封供汽压力的动态变化, 一旦发现异常, 需迅速采取应对措施, 如调整轴封进汽量、改变轴封加热器温度等, 确保供汽压力稳定在合理范围^[6]。此外, 装配高效的过滤装置, 可避免轴封出现带水状况, 实现冷凝水与蒸汽的高效分离, 维持轴封压力稳定、保障蒸汽质量, 再利用自动装置加强管理, 确保供汽压力稳定。

2.5 轴承座基础台板注胶加固

2.5.1 机组预埋钢板钻孔。在轴承箱底部, 从基础中间范围朝两边分散钻孔(孔径 $\Phi 12 \sim \Phi 16$), 用内窥镜伸入钢板与混凝土基础间观察空鼓范围及高度, 根据空鼓范围确定钻孔数量及钻孔位置。

2.5.2 基层吹扫。采用空压机高压空气对注胶口吹入空气, 确保各个注胶口及出胶口连通, 并清除空鼓内的灰尘。

2.5.3 封闭裂缝。采用WEP-I速凝型密封胶, 沿裂缝表面涂刮, 将钢板四周封堵起来, 埋设灌胶管和出气管。

2.5.4注胶。按每隔20~30cm距离灌注型结构胶,采用高压注浆机注入钢板内,压力为0.2~0.6MPa,顺序从下到上。实时确认注入状态,如结构胶不足可补充再继续注入。

2.5.5保养固化。待注入轴承座底部空鼓部位的WSJ-II灌注型结构胶经48—72小时保养固化,结构胶固化后敲掉底座及堵头。



图二轴承座台板与基础注胶孔和出胶孔

通过对轴承座台板与基础之间的间隙进行注胶加固,某厂上汽西门子660MW机组#4轴承轴向振动由22.3mm/s下降至9.2mm/s,消除了汽轮机组轴承振动严重超标问题。

2.6规范人员操作

严格执行操作规程是关键,应制定全面且细致的操作规程,要求操作人员严格遵循。在操作过程中实施双人确认制度,通过双重把关,确保操作的准确性与安全性,降低人为失误风险^[7]。要构建完善的监督考核体系,对操作人员的操作行为进行定期检查与评估。

3 其他相关影响因素及处理建议

3.1临界转速影响

临界转速对转子运行影响显著。当转子运转转速趋近临界转速时,容易触发共振效应。共振不仅会加剧转子及相关部件的磨损,还可能对机组整体稳定性构成威胁^[8]。所以,在转子设计阶段,需科学规划,确保工作转速与临界转速之间有足够的避开率,以保障机组安全稳定运行。

3.2支座特性影响

轴承座的振动幅度和转子激振力大小呈正相关关系,与支承系统的动刚度则呈负相关。提升轴承座刚度,能让振动响应峰值转速略微上升,不过能大幅降低轴承座振动峰值^[9]。另外,要保证

支座自振频率与工作频率的比值大于2,防止转子和支座共振。

3.3平衡质量影响

在多数以线性系统为主导的情形里,转子不平衡响应的峰值与转子残余的不平衡量大小是正相关关系。也就是说,转子残余不平衡量越大,其响应峰值就越高,振动问题也就越明显^[10]。基于此,减小不平衡量能够有效地降低响应峰值。所以,尽可能地提升转子动平衡的精度。

4 结论

火力发电厂汽轮发电机组轴承振动大的问题涉及到气流激振、转子热变形、摩擦振动、轴封供汽压力、轴承座基础台板松脱等多个方面。通过消除气流激振影响、控制转子热变形、减少摩擦振动、调整轴封供汽压力等措施,可以有效地提高设备的运行稳定性和可靠性。同时,还需要关注临界转速、支座特性、轴承特性、平衡质量、转子温度、转子不对中等其他相关影响因素,并采取相应的处理措施,以全面保障汽轮发电机组的安全稳定运行。在实际工作中,火力发电厂应加强对汽轮发电机组的日常监测和维护,及时发现和处理轴承振动大的问题,确保电力生产的顺利进行。

[参考文献]

- [1]闫玉龙.汽轮发电机运行故障诊断与预防探讨[J].中国设备工程,2022,(14):164-166.
- [2]薛奇华.火电厂汽轮发电机的常见故障探讨[J].中国设备工程,2021,(23):85-86.
- [3]程鹏飞.火电厂汽轮发电机常见故障分析及对策[J].科技创新与应用,2020,(33):118-119.
- [4]翁海英.火力发电厂汽轮发电机组影响振动因素分析[J].中国金属通报,2020,(03):265+267.
- [5]蔡长春.火力发电厂汽轮发电机组影响振动因素研究[J].科技创新导报,2020,17(08):11+13.
- [6]谭春滨.火力发电厂汽轮发电机组影响振动因素分析[J].中国设备工程,2019,(15):105-106.
- [7]王勇.火力发电厂汽轮发电机组调试中典型问题[J].南方农机,2018,49(20):81.
- [8]柳明,任杰.火力发电厂汽轮发电机旁路及运行方式探究[J].现代工业经济和信息化,2017,7(17):61-62+67.
- [9]马涛,王晓强.火力发电厂汽轮发电机组调试中典型问题[J].中外企业家,2015,(18):202-203.
- [10]杜磊,董卫东,王鹏.火力发电厂汽轮发电机组调试中几个典型问题及应对策略[J].科技创新与应用,2012,(33):154.

作者简介:

周邵凯(1983--),男,汉族,湖南省邵阳市人,本科,工程师,火力发电厂汽轮机运行(普通管理人员)。