

火电厂汽动给水泵振动分析与解决

赵为鼎

内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司 内蒙古呼和浩特 010200

摘 要: 随着火电厂设备运行条件的复杂性和负荷波动的增加,汽动给水泵作为重要的动力设备,其振动问题日益受到关注。本文通过对火电厂汽动给水泵振动现象的分析,结合多年的监测数据,探讨了导致汽动给水泵振动的主要原因,并提出了一系列有效的解决方案。通过对泵体结构、转动部分及系统运行状态的详细分析,旨在为火电厂的设备运行维护提供理论依据和技术支持。最后,总结了研究成果,展望了未来研究方向。

关键词: 火电厂; 汽动给水泵; 振动分析; 故障诊断; 解决方案

1 引言

火电厂汽动给水泵是提供给水系统所需水量的核心设备,运行稳定性直接关系到整个电厂的供水系统和安全生产。然而,近年来,汽动给水泵在运行过程中出现了较为严重的振动问题,给设备的长期稳定运行带来了隐患。振动不仅会导致设备的损坏,还会对设备的使用寿命和运行效率产生负面影响。因此,研究火电厂汽动给水泵的振动特性,分析振动的根本原因,并提出有效的解决方案,对于提高电厂设备的可靠性和经济性具有重要意义。

2 汽动给水泵振动的现象与原因分析

2.1 振动现象的表现

汽动给水泵在运行过程中,振动现象通常表现为泵体及其附属设备的强烈震动,并伴随着噪声的增加。尤其是在设备运行初期或负荷波动较大时,振动可能较为明显。常见的表现形式包括泵体局部震动、轴承异常声响、管道系统共振等。在极端情况下,这些振动可能会引发泵轴的偏移、泵体松动或轴承损坏等故障。根据振动幅度和频率,可以判断振动的严重程度。轻微的振动可能只会对泵的运行稳定性产生影响,但如果持续时间过长,可能会导致设备疲劳,缩短其使用寿命。较为严重的振动现象不仅会影响到泵本身的工作效率,还可能传播到电厂的其它关键设备,造成整个系统的不稳定。因此,及时发现并解决这些振动问题,对于保持泵设备的正常运转和提高电厂整体的运行效率至关重要。

2.2 振动的主要原因

火电厂汽动给水泵振动的原因多种多样,主要包括机械性原因和系统性原因。机械性原因通常涉及泵的转动部件

如叶轮失衡、轴承磨损、密封件老化等。叶轮失衡会导致泵在运行中产生较大的离心力,从而引起较强的振动。轴承磨损则会增加摩擦力,导致局部发热,进而影响泵的稳定运行。系统性原因则主要与泵与管道系统之间的匹配、运行环境的波动以及外部负荷的变化等因素有关。例如,泵的设计参数与实际工况不匹配,或者泵与管道连接部位的密封不严,都会导致振动的产生。另外,流体介质的性质、管道布置的合理性、系统的压力变化等也可能影响泵的运行状态。外部负荷波动,尤其是在启动和停机过程中,往往会引起泵体的震动。综合来看,振动问题往往是多种因素共同作用的结果,深入分析各种原因并逐一排查,是解决问题的关键。

2.3 振动对设备的影响

汽动给水泵的振动不仅对设备本身产生影响,还可能对整个系统的运行稳定性带来隐患。首先,较大的振动会加剧设备的磨损,导致轴承、泵体、密封等部件的故障,从而增加维修成本并缩短设备的使用寿命。尤其是长时间的高频振动,会使泵体结构发生疲劳,导致裂纹的产生,严重时可能导致设备的停机甚至事故。此外,振动还可能影响到泵的运行效率。由于振动导致的摩擦增加,泵的能效会下降,进而影响电厂的整体经济效益。其次,振动问题可能对其他设备产生连锁反应。例如,振动可能会通过管道传递至其它设备,造成管道的疲劳损伤,甚至导致泵与管道连接部位的松动,从而引发管道泄漏或爆裂等事故。最终,长期的振动问题还会导致泵的运行不稳定,增加电厂运行过程中的故障率,影响电厂的生产能力和安全性。因此,及时发现振动原因并进行有效治理,对于确保设备的安全可靠运行,提升电厂的综

合效益至关重要。

3 振动分析方法与诊断技术

3.1 振动监测技术

振动监测技术是诊断汽动给水泵振动问题的基础工具，能够为故障预警、设备健康管理提供实时数据支持。在火电厂中，常用的振动监测方法包括加速度传感器、位移传感器和速度传感器等，这些传感器能够分别测量不同类型的振动信号。加速度传感器主要用于高频振动信号的监测，适合检测泵体在工作过程中出现的高频异常振动；位移传感器则主要测量设备的位移变化，可以有效监控泵轴的位移，判断泵轴是否出现偏移或变形；而速度传感器则多用于测量低频振动，适合监测轴承损坏或泵体松动引起的振动。通过在关键部位如泵轴、轴承、叶轮等处安装传感器，能够实时获取泵的振动数据，分析振动的频率、幅值和相位。振动监测技术不仅能帮助工程师实时发现设备的运行问题，还能提供宝贵的历史数据，支持设备健康管理。通过与设备运行参数结合，进行长期监测，可以发现潜在的振动趋势，提前进行故障预警。现代火电厂中，一些高端设备配备了智能监控系统，通过无线传输技术，监测数据可以实时传输到集中控制室，为运维人员提供及时的诊断信息。此外，振动监测技术的应用可以帮助制定科学的维护策略，如定期检查与维护或预测性维护，减少由于振动导致的突发性故障和停机。

3.2 数据分析与频谱分析

振动数据的分析和处理是振动监测后不可忽视的重要环节。通过频谱分析技术，能够从复杂的振动信号中提取出有用的信息，明确振动的根本原因。频谱分析通常通过傅里叶变换将时间域信号转化为频率域信号，从而揭示出不同频率成分对振动的贡献。对于汽动给水泵而言，常见的振动频率特征包括基频、谐波频率和特征频率等。例如，若出现谐波频率增强，可能表明泵的叶轮存在不平衡现象；如果频谱中出现高频成分，则可能是由于轴承损坏或润滑不良引起的。通过对频谱的分析，可以进一步确定振动的类型，帮助技术人员进行故障定位。除了传统的频谱分析，现代的振动信号处理技术还引入了时频分析、波形分析等方法，能够对复杂工况下的非线性振动进行深入研究。时频分析能够在时间和频率两个维度上同时分析振动信号，揭示出动态变化过程中的瞬态现象。波形分析则适用于捕捉振动的非稳态行为，能够对突发性故障或复杂故障模式进行有效诊断。例如，

振动波形中若出现突然的幅值跃升，可能是由于泵的叶轮出现了较大的偏移或裂纹。数据分析的目标是通过多角度、多层次的分析，精准判断振动源和故障类型，从而为后续的维修与调试提供具体方案。

3.3 振动源定位与故障诊断

在振动分析中，振动源的定位是诊断过程中的关键环节。通过合理的传感器布置和信号采集，技术人员可以分析泵体的各个部位的振动信号，判断振动源的具体位置。常见的故障原因包括叶轮不平衡、轴承损坏、泵体结构松动等，每种故障所产生的振动特征有所不同。通过对振动信号的比较分析，能够精确确定引起振动的部位。例如，如果在泵轴两端的振动值相差较大，且频谱分析显示高频成分较强，通常可以推测是轴承出现了损坏或磨损现象；如果振动集中在叶轮部位，并且频率成分接近工作频率，则可能是叶轮存在不平衡问题。此外，现代振动分析技术已引入振动源识别技术，如时空域分析、模态分析等。这些技术能够更精确地定位振动源的特性，分析其运动模式和传播路径，进而提供故障的根本原因。振动源定位技术的应用，不仅能帮助运维人员精准快速地判断故障部位，还能为后续的设备维修和结构优化提供数据支持。比如，针对轴承损坏问题，可以通过检测温度、振动、润滑情况等多项指标，进一步确认故障，并采取及时更换或修复措施。

4 汽动给水泵振动的解决方案

4.1 机械结构的优化

优化汽动给水泵的机械结构是减少振动问题的根本措施之一。首先，泵体的设计必须确保强度和刚度，以避免由于外力作用导致的变形或共振现象。泵叶轮作为影响振动的重要部件，其平衡性直接关系到泵的运行稳定性。为了消除由于叶轮不平衡引起的振动，必须在设计和生产过程中严格进行动平衡处理。动平衡的准确度越高，叶轮在运行中产生的离心力就越小，泵体的振动也随之降低。此外，泵的轴承系统也需要特别关注。轴承的选择和安装质量直接影响到泵的稳定运行。在选型时，应选择高质量、耐磨性强的轴承，并根据泵的运行负荷、转速等参数进行合理配置。合理的轴承布局 and 轴承间的配合精度能够有效减少摩擦和振动的发生，延长设备的使用寿命。此外，润滑系统的完善也是保证泵稳定运行的关键。定期检查润滑油的质量和油量，避免轴承因润滑不良而产生过热、磨损等问题，从而有效减小振动幅度。

最后,对于泵体的连接和安装,必须确保连接处的紧固性,避免因松动或不牢固的连接引起的机械振动。优化泵体结构和各部件之间的配合,可以显著减少由机械结构缺陷引发的振动,提升泵的稳定性和运行效率。

4.2 系统运行参数的调整

系统运行参数的优化调整在减少汽动给水泵振动方面发挥着重要作用。泵的运行状态与其所承载的负荷、转速、流量等参数密切相关。在负荷波动较大的工况下,泵的稳定性能容易受到影响,从而引发较强的振动。因此,合理调节泵的工作参数,确保其在最佳工作状态下运行,是解决振动问题的重要措施之一。首先,泵的转速是影响振动的重要因素。过高或过低的转速都会导致泵产生不均匀的离心力,进而产生振动。在实际运行中,可以通过变频驱动技术来调节泵的转速,使其与负荷需求保持一致,避免因转速不匹配导致的振动过大。通过这种方式,能够有效降低泵的振动,并提升泵的运行效率和能效。其次,泵的流量和压力也是影响振动的因素。在一些工况下,过高的流量和压力可能会导致泵的水力失衡,产生强烈的水击现象,从而引发振动。因此,在调整系统参数时,需要确保泵的流量和压力在合理范围内,避免水流的不稳定性对泵体造成冲击。在设计和运行过程中,应该根据实际工况,动态调整泵的流量和压力,以保证泵在平稳负荷下运行。除了流量和转速,还需要定期检查泵系统的管道布局,避免管道阻力过大或管道与泵的匹配不良导致振动的产生。通过合理的参数调整和系统优化,能够有效降低振动,提升泵和整个系统的稳定性。

4.3 维护与保养的强化

定期的维护和保养工作是确保汽动给水泵长期稳定运行的基础,也是减少振动问题的重要手段。为了保持泵的性能和运行稳定性,应对其进行定期检查,特别是对振动可能产生的关键部件进行仔细检查。例如,轴承、叶轮、密封等部件的磨损和老化是引发振动的主要原因,因此需要及时发现并更换损坏的部件。轴承的润滑是维护过程中尤为重要的一环,定期检查润滑油的质量和数量,并根据需要进行更换,可以有效减少因润滑不良导致的摩擦和振动。泵体的密封件也是影响振动的关键部件。如果密封不良,可能会导致水流

不稳定,进而引发不规则的振动。定期检查泵的密封性,确保其良好状态,可以避免因密封不当而造成的额外振动。叶轮和泵轴的平衡性同样需要定期检查。动平衡不良的叶轮可能导致较大幅度的振动,从而影响泵的运行效果。因此,应定期对叶轮进行平衡检测,并根据需要进行校正。除常规的部件检查外,还可以通过引入智能监测技术来加强设备维护工作。现代的振动监测系统可以实时监控泵体的运行状态,捕捉到设备运行中的异常波动,并及时向运维人员发出警报。通过实时数据的分析,能够预测设备的故障趋势,并采取针对性的维修措施。结合大数据和机器学习技术,还可以进一步提高故障诊断的准确性和预见性,避免由于故障积累导致的严重振动问题。

5 结论

汽动给水泵振动问题是火电厂运行中的常见故障,直接影响设备的稳定性和运行效率。通过对振动现象的深入分析,发现其主要原因包括叶轮失衡、轴承磨损、系统参数不匹配等。为了解决这一问题,需采取多方面的措施,如优化机械结构,提升叶轮平衡性,选择高质量轴承并改进润滑系统;调整系统运行参数,合理控制泵的转速、流量和压力,减少负荷波动对设备的影响;加强定期维护保养,及时检测和更换磨损部件,并引入智能监控技术进行实时监测与故障预警。通过这些措施的综合应用,可以有效减少汽动给水泵的振动,提高设备的运行可靠性和效率,延长其使用寿命,从而为电厂的安全稳定运行提供保障。

参考文献:

- [1] 罗文轩,周大勇,董卫强,等.火电厂给水泵小机停机组件优化研究[C]//2022年江西省电机工程学会年会论文集.华能安源发电有限责任公司;华能江西分公司,2022:43-46.
- [2] 陈俊杰.火电厂给水泵高频振动原因分析及处理措施[J].应用能源技术,2023,(08):11-14.
- [3] 李峰.火电厂凝结水泵振动的数据分析和处理[J].现代制造技术与装备,2019,(09):182-184.
- [4] 陆佳君.浅谈火电厂给水泵振动原因及处理方法[J].南方农机,2021,52(01):189-190.