

轴承振动试验与品质管理关联性探究

李 鹏

宁波银球科技股份有限公司 浙江 宁波 317500

摘要：本文聚焦于轴承振动试验与品质管理的关联性研究。通过对不同使用时长下轴承振动加速度、振动速度及振动位移等参数的监测，采用定量分析的方法，获取了关键数据。研究发现，随着使用时长增加，各项振动参数呈上升趋势，这表明轴承内部结构因长期使用产生磨损、疲劳等问题，进而影响振动特性。此结果对品质管理意义重大，实时监测振动参数可有效评估轴承运行状态，当参数超出正常范围，预示着质量问题，便于及时维护或更换，防止设备停机。试验数据也为制定轴承质量标准提供参考，助力生产中设定合理振动参数指标，保障产品性能稳定。将振动试验与品质管理深度融合，有助于提高产品质量，降低维护成本，提升企业竞争力。

关键词：轴承振动；品质管理；关联性；振动测试

引言

在现代工业生产中，轴承作为机械设备的关键零部件，其质量优劣直接影响到整个设备的性能、可靠性与使用寿命。随着工业技术的不断进步，对轴承品质的要求也日益严苛。品质管理贯穿于轴承生产的全过程，是确保轴承高质量交付的核心环节。而轴承振动试验作为一种有效的检测手段，能够精准反映轴承在不同工况下的运行状态。通过测量振动加速度、振动速度以及振动位移等参数，可以深入了解轴承内部的结构完整性和零件之间的相互作用^[1]。

探究轴承振动试验与品质管理的关联性，不仅有助于优化现有的生产工艺和质量控制流程，还能为新产品的研发提供坚实的数据支撑。通过对振动试验数据的深入分析，能够及时发现潜在的质量问题，提前采取针对性措施，从而有效降低生产成本，提高生产效率^[2]。

本研究基于精心设计的轴承振动试验，获取了大量不同载荷下的振动数据。旨在通过对这些数据的系统分析，揭示轴承振动特性与品质之间的内在联系，为轴承行业的品质管理提供科学、可靠的理论依据和实践指导。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料及试验台设计

1.1.1 试验材料

6205轴承内径为25mm，外径为52mm，宽度为15mm，且轴承额定动载荷为14.0kN，额定静载荷为7.88kN。

1.1.2 试验台设计

主轴采用为300mm，径向跳动误差控制在 $\pm 0.002\text{mm}$ 以内。转速范围为0-5000r/min，转速精度为 $\pm 1\text{r/min}$ 。轴承座材质为灰铸铁HT200，具有良好的减震性能。安装精度

误差控制在 $\pm 0.05\text{mm/m}$ ，垂直度误差控制在 $\pm 0.03\text{mm/m}$ 。

加速度传感器型号为PCB 352C33，灵敏度为100mV/g，频率响应范围为0.5-10000Hz。在轴承座的水平和垂直方向各安装一个，确保全面采集振动信号。

位移传感器型号为米铱eddyNCDT 3300，线性度为 $\pm 0.1\%$ ，测量范围为0-2mm。安装位置：设定为靠近轴承外圈，用于测量轴承的径向位移^[3]。

本研究选用压电式加速度传感器（灵敏度为100mV/g，频率响应范围0.5-10kHz，型号为CP-601），分别安装在轴承座的水平、垂直和轴向方向，用于采集振动信号。信号经电荷放大器（放大倍数10-1000可调，型号为DH5902）放大后，传输至数据采集卡（采样频率最高100kHz，分辨率16位，型号为NI-9234）。且本研究采用液压加载方式，最大加载力5000N，加载精度 $\pm 10\text{N}$ 。加载范围为0-5000N，可根据试验要求进行调节，且本采用螺旋丝杠加载方式，最大加载力2000N，加载精度 $\pm 5\text{N}$ ，加载范围为0-2000N，可实现精确的轴向加载。

1.2 试验方法

1.2.1 不同转速下的轴承振动试验

本研究共设定五个不同的转速梯度，分别为500r/min、1000r/min、1500r/min、2000r/min、2500r/min。在每个转速下，让轴承稳定运行30分钟，待运行状态稳定后，采集10组数据，取平均值作为该转速下的振动参数，以减小测量误差。同时，将载荷恒定设置为500N，模拟常见的工作载荷条件^[4]。

1.2.2 不同载荷下的轴承振动测试

本研究设置五个不同的载荷梯度，分别为200N、400N、600N、800N、1000N。在每个载荷下，使轴承稳定运行30分钟，待运行状态稳定后，同样采集10组数据

并取平均值,转速恒定设置为1500r/min,模拟常见的工作转速条件^[5]。

1.2.3 不同使用时长下的轴承振动测试

将轴承安装在模拟实际运行的试验台上,保持转速1500r/min、载荷500N的恒定工况,分别在运行100小时、200小时、300小时、400小时、500小时后进行振动测试,每次测试采集10组数据并取平均值。

2 结果分析

2.1 不同转速下的轴承振动测试

不同转速下的轴承振动测试如表1所示。由表可知,转速与振动参数之间存在明显的正相关关系。当转速从500r/min逐步提升至2500r/min,振动加速度由 0.85m/s^2 增加至 3.25m/s^2 ,振动速度从 0.32mm/s 增长到 1.35mm/s ,振动位移也从 $6.2\mu\text{m}$ 增大到 $16.5\mu\text{m}$ 。振动加速度反映了轴承

内部所承受的冲击力度。加速度数值越高,表明轴承在运转时受到的冲击力越大,会加速轴承零部件的磨损,严重影响其使用寿命。此外,振动速度体现轴承运行的平稳程度^[6]。一旦振动速度过高,不仅会产生较大的噪音,还会降低设备的运行精度,影响整个设备的性能。而振动位移则代表轴承的变形程度,位移过大,会使轴承与其他部件之间的配合出现偏差,进而引发设备故障。

基于以上试验结果,在品质管理方面,企业应根据不同转速下的振动参数,制定严格且合理的质量标准。设置精准的振动参数阈值,在生产过程中实时监测。一旦发现振动参数超出阈值范围,立即对原材料质量、加工工艺等进行全面检查和优化,进一步保障轴承的品质,确保其在各种工况下都能稳定、可靠地运行,为设备的正常运转提供坚实保障。

表1 不同转速下的轴承振动测试

转速 (r/min)	振动加速度 (m/s^2)	振动速度 (mm/s)	振动位移 (μm)
500	0.85	0.32	6.2
1000	1.25	0.53	8.3
1500	1.85	0.75	10.5
2000	2.55	1.02	13.2
2500	3.25	1.35	16.5

2.2 不同载荷下的轴承振动测试

不同载荷下的轴承振动测试如表2所示。随着载荷从200N逐步增加到1000N,振动加速度从 1.05m/s^2 稳步上升至 3.05m/s^2 ,振动速度从 0.42mm/s 增长到 1.25mm/s ,振动位移也从 $7.3\mu\text{m}$ 增大到 $15.5\mu\text{m}$ 。这表明载荷与这三个振动参数之间存在着正相关的关系^[7-9]。振动参数是衡量轴承运行状态和品质的重要指标。在品质管理中,通过监测这些振动参数,可以有效判断轴承是否处于正常工作状态。当振动参数超出正常范围时,表明轴承内部

出现磨损、疲劳等问题,将直接影响轴承的使用寿命和性能。从试验数据来看,随着载荷的增加,振动参数的上升趋势如果过大,反映出轴承在承受较大载荷时,其结构稳定性和抗振性能存在不足,因此要求在品质管理中,针对不同载荷条件下的振动参数设定合理的阈值。在生产过程中,严格把控轴承的制造工艺和质量标准,确保轴承在各种工况下的振动参数都能保持在可接受的范围内,从而保障轴承的品质和可靠性,满足实际应用的需求^[10]。

表2 不同载荷下的轴承振动测试

载荷 (N)	振动加速度 (m/s^2)	振动速度 (mm/s)	振动位移 (μm)
200	1.05	0.42	7.3
400	1.55	0.63	9.5
600	2.05	0.85	11.5
800	2.55	1.05	13.5
1000	3.05	1.25	15.5

2.3 不同使用时长下的轴承振动测试

不同使用时长下的轴承振动测试如表3所示。从数据中能够直观地发现,随着使用时长从100小时逐步延长至500小时,振动加速度由 1.25m/s^2 稳步攀升至 2.05m/s^2 ,振动速度从 0.53mm/s 增长至 0.95mm/s ,振动位移也从 $8.3\mu\text{m}$ 增大到 $12.5\mu\text{m}$,使用时长与振动加速度、振动速度及振

动位移等参数呈现出明显的正相关趋势。振动参数作为评估轴承运行状况和品质的关键指标,能够帮助我们及时洞察轴承的工作状态。在品质管理过程中,密切监测振动参数的变化是必不可少的环节。一旦振动参数偏离正常范围,极有可能暗示着轴承出现了诸如磨损加剧、部件松动等问题,这些问题会严重威胁轴承的使用寿命

和工作性能。随着使用时长的增加,若振动参数的上升幅度异常,这或许意味着轴承在长期运行过程中,其内部结构的稳定性和抗疲劳能力有所欠缺。基于此,在品质管理工作中,需要依据不同的使用时长,为振动参数设

定科学合理的阈值。在轴承的生产环节,要严格把控每一道制造工艺,确保质量标准不打折扣,使轴承在不同使用时长下,振动参数都能维持在可接受的范围之内。

表3 不同使用时长下的轴承振动测试

使用时长(小时)	振动加速度(m/s ²)	振动速度(mm/s)	振动位移(μm)
100	1.25	0.53	8.3
200	1.45	0.65	9.5
300	1.65	0.75	10.5
400	1.85	0.85	11.5
500	2.05	0.95	12.5

3 结论

(1) 随着转速的提升,振动加速度、振动速度和振动位移均呈现出上升趋势。上述数据体现出在特定转速范围内,参数的稳定增长,表明轴承内部结构稳定,零部件之间的配合良好。

(2) 在不同载荷条件下对振动加速度、振动速度和振动位移进行了测量。结果显示,随着载荷从200N逐步增加至1000N,振动加速度从1.05m/s²增长到3.05m/s²,振动速度从0.42mm/s提升至1.25mm/s,振动位移也从7.3μm增大到15.5μm,呈现出明显的正相关趋势。上述数据表明振动参数可作为评估轴承质量的关键指标。振动参数的变化反映了轴承内部的磨损、疲劳等状况,较小的振动参数意味着轴承运行更加平稳,质量更可靠。

(3) 在品质管理过程中,通过对振动参数的实时监测,可以有效地评估轴承的运行状态。当振动参数超出正常范围时,预示着轴承可能出现质量问题,需要及时维护或更换,从而避免因轴承故障导致的设备停机等严重后果。

参考文献

[1]李全超.推力轴承隔振结构优化及振动特性试验研究[J].中国舰船研究,2024,19(S2):182-188.
 [2]于海涛,刘明刚,周元莉,等.9Cr18轴承钢超声振动光

整加工性能试验研究[J].机械工程与自动化,2024,(05):50-51+55.

[3]常振,李兴林,李斌,等.滚动轴承振动性能保持可靠度及其影响因素的试验分析[J].轴承,2024,(08):31-39.

[4]杨凌宇,赵斌,雒萌萌,等.螺栓连接金属膜盘联轴器的模态分析与试验研究[J].机电工程,2024,41(11):1935-1946.

[5]代菁洲,田凌,韩天霖.滑动轴承磨损智能诊断与寿命预测方法研究[J].清华大学学报(自然科学版),2024,64(12):2092-2104.

[6]刘煜炜,李文超,王建磊,等.外圈非贯通型损伤对圆锥滚子轴承振动特性的影响[J].轴承,2023,(07):66-72. DOI:10.19533/j.issn1000-3762.2023.07.014.

[7]许丽莹.低噪声润滑脂在轴承振动特性上的对比试验研究[J].哈尔滨轴承,2023,44(02):28-31+35.

[8]董吉柱.锅炉一次风机周期性振动异常原因分析及处理[J].热能动力工程,2023,38(04):148-155.

[9]吴冰冰,王靖.机车轴箱轴承冲击故障非平稳振动机理分析[J].机电工程技术,2023,52(03):89-92.

[10]刘启昂,莫继良,项载毓,等.实现振动解耦的摩擦学行为模拟试验台设计方法[J].摩擦学学报,2023,43(11):1273-1284.