

旋转机械振动与噪声检测技术

金文超

丹佛斯(天津)有限公司 天津 301700

摘要: 旋转机械振动与噪声检测技术在工程实践中起着至关重要的作用。通过实时监测与分析旋转机械的振动与噪声信号,可以及时发现设备运行中的异常情况,进行故障诊断和预警,进而采取相应措施维护设备,提高设备的可靠性与安全性。本文探讨该技术在实际应用中的关键作用,以及数据处理与分析、智能化管理等方面的应用场景。

关键词: 旋转机械; 振动检测; 噪声检测; 故障诊断

1 旋转机械振动的产生机理

旋转机械振动是指当机械设备进行旋转运动时,由于各种因素的影响,导致机械产生振动现象。这种振动可能对设备自身、周围环境及人员造成损害或危害。其产生机理主要有几个方面:(1)不平衡力:当旋转机械设备的转子(如电机、风机、离心泵等)转动时,由于转子的几何形状或叶轮质量分布不均匀所致,会使旋转系统的质心与旋转轴心不重合,产生不平衡力。这种不平衡力会引起旋转系统的振动,产生周期性的力波,从而导致机械振动。(2)机械松动或磨损:机械设备在运行中由于各种原因(如零部件松动、轴承磨损、连接螺栓松动等)会产生相对位移,造成机械部件间的摩擦力和相互作用发生变化,从而导致振动的产生^[1]。(3)轴向力的不平衡:轴向力的不平衡是指旋转机械设备受到的有时沿轴向方向的力矩不一致,使得机械设备在旋转运动中产生轴向振动,造成机械设备整体的振动。(4)转速不稳定:机械设备在运行时,若转速发生波动或不稳定,会导致振动频率偏离设计值,引起振动幅度的不稳定和增大,从而产生振动现象。(5)液力振动:在一些液力传动的液压系统或液力偶合器中,由于叶轮叶片的运动不均衡,也会引起机械的振动。

2 旋转机械噪声的特性

旋转机械噪声是指当机械设备进行旋转运动时,由于各种因素的影响而产生的声音。第一、频谱特性:旋转机械噪声的频谱通常具有明显的谐波成分,主要集中在转速及其倍数的频率处。这是由于旋转部件的几何形状、运动速度和非均匀性等因素引起的,使得噪声的频谱表现出周期性和集中性。第二、振幅特性:旋转机械噪声振幅的大小通常与旋转速度、负载情况、机械松动、叶轮非均匀性等因素有关。振幅的增大会使得噪声水平升高,产生更为明显的噪声环境。第三、更多的声压级和声功率级:旋转机械噪声相对于其他类型的噪声

(如空气传播的噪声、结构传播的噪声等)往往具有更高的声压级和声功率级。这是因为旋转机械在旋转过程中,通常具有较高的运动速度和叶轮的旋转动力较大,导致产生的声能明显增加。第四、谱线分布:旋转机械噪声的谱线通常呈现出频率连续分布的特点,而且受到旋转机械结构的频率响应和共振点的影响,谱线之间可能存在衍射、谐振和独立振动的特性。第五、方位特性:旋转机械噪声在空间中的传播受到传播方向、障碍物的影响,具有明显的方位特性。不同位置的听到的声音级别可能有所不同,需要进行详细的声学分析来评估噪声特性。

3 旋转机械振动与噪声检测技术综述

3.1 传统振动与噪声检测方法

3.1.1 接触式振动检测

接触式振动检测是旋转机械振动监测中常用的一种传统方法。接触式振动检测方法能够直接测量机械设备表面的振动信号,反映机械部件的实际振动情况,可以全面了解机械设备的振动特性,及时发现振动异常。接触式振动检测方法可以帮助工程师确定振动信号的频谱成分,通过频谱分析找出主要振动频率,识别振动来源,判断振动是由不平衡力、轴承故障、松动等原因引起,为故障诊断提供重要依据。接触式振动检测方法对于实时监测和长期振动趋势的分析也十分有效。通过定期对振动进行监测和数据记录,可以建立机械设备的振动数据库,为后续的振动分析、故障预警和维护计划提供数据支持。尽管接触式振动检测方法具有上述优势,但也存在一些局限性。例如,在一些高温、高速或难以接近的工作环境下,传感器无法直接接触机械设备表面;连续接触也会导致传感器磨损或损坏,从而影响检测效果。

3.1.2 非接触式振动检测

非接触式振动检测是一种在旋转机械振动监测中逐

渐流行的技术手段。与传统的接触式振动检测相比,非接触式振动检测方法不需要直接接触到机械设备的表面,而是通过无需接触传感器或设备采集机械设备的振动信号,实现振动监测和分析。非接触式振动检测方法避免了人为干预和传感器与机械设备表面的直接接触,减少了对机械设备的影响和干扰,提高了检测效率和安全性。非接触式振动检测方法通常采用激光测振仪等高精度传感设备,能够快速、准确地采集机械设备的振动信号,对微小振动进行灵敏、高精度的监测,有助于提高振动信号的采集质量和分析准确性。非接触式振动检测方法无需直接接触到机械设备,适用于一些高速、高温、危险环境等传统方法难以应用的情况,有效扩展了振动监测的范围和适用性。非接触式振动检测方法也可以结合数据处理软件进行信号处理、频谱分析和振动模态分析,为工程师提供更加全面、深入的振动数据分析,帮助进一步诊断机械设备的振动问题和优化设备性能^[2]。

3.1.3 声学检测方法

声学检测方法是旋转机械振动与噪声监测中常用的一种传统方法。声学检测方法可以全面地捕捉机械设备发出的声音信号,揭示噪声产生的机理和特性。通过声音分析、噪声水平测量以及声学图像化处理,可以直观地了解机械设备的噪声情况,为定位噪声源和改善噪声环境提供技术支持。声学检测方法还可以结合信号处理技术,如FFT频谱分析、声音频谱分解等方法,实现对噪声信号的精确分析和处理。这有助于准确识别噪声的频谱成分、主要频率和能量分布,帮助诊断噪声源头和原因。声学检测方法可以用于监测噪声的传播和衰减规律,评估噪声对周围环境和工作人员的影响,为控制噪声污染、改善工作环境提供科学依据和技术支持。声学检测方法还能够结合噪声控制和降噪技术,如声音吸收材料、隔音措施等,通过对声学特性的深入分析和改善,降低机械设备的噪声水平,提高工作环境的舒适度和安全性。

3.2 先进振动与噪声检测技术

3.2.1 智能传感技术在振动与噪声检测中的应用

随着科技的不断进步,智能传感技术在振动与噪声检测领域的应用越来越多。智能传感技术可以实现远程监测和智能诊断。通过无线传感网络和云计算技术,将传感器布设在机械设备上,实现远程实时监测振动与噪声信号,并利用人工智能、大数据分析等技术对数据进行处理和诊断,及时发现异常振动与噪声问题。智能传感技术结合机器学习和深度学习算法,可以实现对大规模振动与噪声数据的自动识别、分类和预测^[3]。通过训

练模型和优化算法,智能传感技术能够准确识别不同类型的振动与噪声信号,并预测设备的工作状态和故障风险,提高故障诊断的准确性和效率。智能传感技术还可以结合虚拟现实技术,实现对振动与噪声的可视化展示和仿真分析。通过虚拟现实设备和软件,工程师可以沉浸在虚拟环境中,对振动与噪声信号进行实时观测和分析,模拟不同场景下的振动与噪声情况,帮助优化设备设计和改进工作流程,智能传感技术还可以实现振动与噪声数据的智能化管理和维护。

3.2.2 数据处理与分析技术

先进振动与噪声检测技术在数据处理与分析方面发挥着关键作用。信号处理技术在振动与噪声检测中扮演着重要的角色,FFT(快速傅里叶变换)等频谱分析方法可实现对振动与噪声信号的频谱特性分析,帮助确定信号的频率成分和能量分布。滤波、降噪等信号处理技术可以有效减少噪声干扰,提取出有效的振动信号,为故障诊断和预测提供准确数据支持。数据挖掘技术在振动与噪声检测中的应用日益广泛,机器学习算法、神经网络等方法能够实现对大量振动与噪声数据的自动特征提取、模式识别和异常检测。利用这些技术,可以对设备的振动与噪声信号进行智能化分析,实现对设备健康状态和故障风险的快速识别和预测。统计分析方法在振动与噪声检测中也具有重要作用,通过概率统计、回归分析等方法,对振动与噪声数据进行分析 and 建模,推断设备运行状态的概率分布和趋势变化,为设备的健康管理和故障诊断提供量化指标和依据。数据可视化技术对振动与噪声数据的展示和分析起到了关键作用,通过虚拟仪表盘、实时数据图表等可视化方式,工程师能够直观地观察振动与噪声信号的变化和趋势,快速发现异常情况并做出相应的处理和决策,提高监测效率和故障诊断的准确性。

4 振动与噪声检测技术在实际工程中的应用

4.1 旋转机械设备维护与保养

振动与噪声检测技术在实际工程中广泛应用于旋转机械设备的维护与保养中,发挥着重要的作用。通过对设备振动与噪声信号的监测和分析,可以发现设备在运行中的异常振动和噪声,识别可能存在的故障源,并提前预测设备可能出现的问题,有针对性地进行维修和预防维护,避免设备故障影响生产。振动与噪声检测技术有助于优化设备运行参数,通过振动与噪声监测,可以了解设备在不同工况下的振动特性和噪声水平,为调整设备运行参数、提高设备运行效率提供参考数据,优化设备的工作状态,降低噪声污染,提升设备性能和生产

效率。振动与噪声检测技术在设备维护保养中起到了重要的作用，通过定期进行振动与噪声监测，可以实现对设备运行状态的全面评估，制定合理的维护计划，延长设备的使用寿命，减少维修成本，提高设备的可靠性和安全性。振动与噪声检测技术还可以结合智能化管理系统，实现对设备维护保养的远程监测和管理。

4.2 故障诊断与预警

振动与噪声检测技术在实际工程中的另一个重要应用领域是故障诊断与预警。振动与噪声检测技术能够帮助识别机械设备的特定故障类型，通过分析振动与噪声信号的频谱特性、时域波形等信息，可以判断设备出现的故障类型，例如轴承故障、不平衡、过热等，有针对性地进行故障诊断与处理。振动与噪声检测技术可以实现对设备故障的早期预警，通过设定合理的预警指标和阈值，监测设备的振动与噪声信号，一旦信号超过设定的预警值，系统即时发出警报，提醒运维人员可能存在的故障风险，实施及时维修和预防措施，避免故障对设备和生产造成影响^[4]。振动与噪声检测技术还有助于建立故障诊断模型，通过对历史数据和振动噪声信号的大数据分析和建模，可以建立故障诊断模型，对设备可能出现的故障进行预测，并为设备故障的原因和解决方案提供科学依据和技术支持。振动与噪声检测技术还可以结合智能化系统，实现对设备故障诊断的自动化和智能化处理。

4.3 振动与噪声控制在工程实践中的应用案例

在工程领域，特别是机械制造、建筑工程等领域，振动与噪声控制对设备可靠性、安全性和人员舒适性都至关重要。以下是一个示例案例：在假设某工业厂房中，有一台大型离心风机用于排风处理。随着设备运行时间的增长，工程师注意到风机在运行时产生了异常的振动和噪声。为了解决这个问题，工程师决定利用先进的振动与噪声检测技术进行监测和控制。工程师安装了

振动传感器和噪声检测设备在风机上，实时监测风机的振动和噪声信号。通过对振动信号的频谱分析和噪声强度的测量，工程师发现风机某些部件存在不平衡、轴承磨损等问题，导致振动和噪声异常升高。工程师利用数据处理与分析技术，对采集到的振动与噪声数据进行深入分析。通过比较异常振动和噪声信号与正常运行时的数据，建立了故障诊断模型，确定风机具体存在的问题和故障原因。工程师采取了一系列措施来进行振动与噪声控制，对风机进行动平衡、更换磨损的轴承等维修措施，有效降低风机的振动和噪声水平。经过振动与噪声控制的一系列措施，风机的振动水平明显降低，噪声得到有效控制，工厂的生产环境变得更加安静和稳定，工作人员的工作条件得到了改善，生产效率也得到提升。

结束语

旋转机械振动与噪声检测技术作为工程领域中的重要技术手段，不仅帮助企业提高设备的性能和可靠性，还在实际工程中为设备维护与保养、故障诊断与预警等方面提供了有效的支持。随着科学技术的不断发展与进步，相信振动与噪声检测技术将在未来发挥更为重要的作用，为工程领域带来更大的价值和效益。愿我们不断探索创新，推动振动与噪声检测技术在工程实践中的广泛应用，为建设更加安全、高效的工程环境贡献力量。

参考文献

- [1]白长安,周泽,康强.风机类旋转机械噪声分析方案[J].智能制造.2020(09):56-61.
- [2]赖少将,李舜酩.基于近场声阵列的旋转机械噪声源识别[J].噪声与振动控制.2016.36(03):122-126.
- [3]卞超,张正东,赵科,树婷.基于有限元的GIS母线不对中机械振动特性研究[J].高压电器.2020.56(06):72-79.
- [4]王吉,蒋海军,王喆,张少鹏,王强.旋转机械振动故障机理及诊断方法分析[J].内燃机与配件,2020(15):171-173.