

机械主轴轴承振动监测与故障诊断研究

刘欢 王进军

沈阳罕王精密轴承有限公司 辽宁 沈阳 110000

摘要: 本文研究了机械主轴轴承的振动监测与故障诊断方法。通过对机械主轴轴承振动监测的原理和方法进行深入分析,探讨了频谱分析法、波形分析法、位分析法和神经网络分析法等在机械主轴轴承故障诊断中的应用。实验验证和实际应用结果表明,这些方法能够有效地识别和分类机械主轴轴承的故障类型,提高诊断准确性和效率。同时,本文还介绍了修复建议和复查与验证等后续处理措施,以确保设备的正常运行和生产线的稳定生产。

关键词: 机械主轴; 轴承振动监测; 故障诊断

引言: 机械主轴轴承是机械设备中的重要组成部分,其正常运行对于整个设备的性能和生产线的稳定生产具有重要意义。然而,由于长期高强度运转、维护不当等多种因素,机械主轴轴承容易出现各种故障,如表面磨损、不平衡、松动等。这些故障不仅会影响设备的运行性能和精度,严重时甚至可能导致设备损坏和生产中断。因此,对机械主轴轴承进行振动监测和故障诊断显得尤为重要。

1 机械主轴轴承振动监测原理

通过振动监测,可以有效地检测出轴承的运行状态,判断其是否正常,预防性地发现潜在的故障,并采取相应的措施,提高设备的安全性和可靠性。机械主轴轴承振动监测的原理主要是通过测量轴承振动的大小,即振动的幅度或速度,来判断其运行状态是否正常。在轴承运行过程中,由于多种因素的影响,如制造误差、装配不良、润滑不足、载荷变化等,都可能导致轴承的振动。当轴承出现故障时,振动的幅度或速度会相应增加,因此,通过测量振动的变化,可以判断轴承的运行状态是否正常。为了实现振动监测,通常需要使用加速度计或速度传感器等测量仪器。加速度计可以测量振动的加速度,而速度传感器则可以测量振动的速度。在测量时,需要将测量仪器固定在主轴轴承附近的机壳或基座上,以避免外界干扰的影响。测得的振动数据需要进行进一步的处理和分析,以提取出有用的信息。

2 机械主轴轴承振动监测方法

2.1 频谱分析法

首先,当机械主轴轴承出现表面磨损时,这种磨损会以特定频率的形式反映在振动信号中。这是因为轴承的表面磨损会导致其运行状态的改变,如摩擦力、阻尼等参数的变化,这些变化又会以振动信号的形式传递出来。通过对这些特定频率成分的分析,我们可以判断出

轴承的磨损程度和位置。例如,如果我们在振动信号的频谱中发现了高频的成分,这可能就意味着轴承的表面存在局部磨损。通过对这些高频成分的进一步分析,我们还可以大致确定出磨损的位置。其次,频谱分析法的优点在于其具有较高的精度和灵敏度。由于振动信号的频率成分与轴承的故障类型和位置有着直接的关系,因此只要能够准确识别出这些频率成分,就能够较为精确地诊断出轴承的故障^[1]。此外,频谱分析法还可以通过对不同频率成分的对比和分析,来区分不同类型的故障,如表面磨损、疲劳裂纹等。然而,频谱分析法也存在一定的局限性。1) 它需要使用专业的振动监测设备和专业的技术人员进行操作和分析,因此成本较高。2) 对于一些复杂的故障类型或混合故障,单纯依靠频谱分析法可能难以做出准确的诊断,需要结合其他诊断方法如波形分析法等进行综合分析。

2.2 波形分析法

在轴承正常运行过程中,其振动信号的波形相对稳定。然而,当出现故障时,其振动信号的波形会发生变化。不同的故障类型和位置会导致不同的波形变化。因此,通过对这些波形形状的分析,可以确定轴承的故障类型和位置。首先,当机械主轴轴承出现不平衡故障时,这种不平衡会导致轴承在运行中产生特定的振动。这种振动信号的波形形状会出现特定的变化。例如,不平衡故障会导致振动信号的波形出现周期性的变化,且这种变化与轴承的转速密切相关。通过对这些特定波形形状的变化进行分析,我们可以判断出轴承的不平衡故障类型和位置。其次,波形分析法的优点在于其直观性和易于理解。通过观察振动信号的波形形状,可以快速地发现轴承的运行状态变化。例如,当轴承出现表面磨损故障时,其振动信号的波形形状会出现持续性的增高趋势。这种趋势可以较为直观地反映出轴承的磨损情

况。此外,波形分析法还可以通过对不同时间段的波形形状进行对比和分析,来监测轴承故障的发展和变化。然而,波形分析法也存在一定的局限性。一是,对于一些复杂的故障类型或混合故障,单纯依靠波形分析法可能难以做出准确的诊断。在这种情况下,需要结合其他诊断方法如频谱分析法等进行综合分析。二是,波形分析法的准确性也受到信号采集质量的影响。如果振动信号的采集过程中存在干扰或者信号质量不佳,会对诊断结果产生不利影响。

2.3 位分析法

在轴承正常运行过程中,其振动信号的相位是相对稳定的。然而,当出现故障时,相位会发生变化。这些相位变化可以提供有关轴承故障类型和位置的重要信息。首先,位分析法通过测量振动信号在不同时间点的相位差,来分析轴承的故障类型和位置。在轴承正常运行时,其振动信号的相位差是相对稳定的^[2]。然而,当出现故障时,相位差会发生变化。这些相位变化可以揭示轴承的不同故障模式,如表面磨损、不平衡等。通过对这些相位变化的分析,我们可以确定轴承的故障类型和位置。其次,位分析法的优点在于其能够提供关于轴承故障的独特信息。相对于频谱分析和波形分析法,位分析法提供了另一种振动信号的分析角度。它可以帮助我们更好地理解轴承的动态行为和故障产生的机制。此外,位分析法还可以用于识别和区分不同类型的轴承故障,如表面损伤、内部缺陷等。然而,位分析法也存在一定的局限性。首先,它需要使用较为复杂的信号处理技术和算法来提取相位信息。这可能需要较高的计算资源和专业知识。其次,对于一些特定的故障类型或混合故障,位分析法可能难以做出准确的诊断。在这种情况下,需要结合其他诊断方法如频谱分析和波形分析等进行综合分析。

3 机械主轴轴承故障诊断流程

3.1 数据采集

首先,需要选择合适的监测设备,如加速度计或速度传感器。这些设备需要能够准确地测量轴承的振动数据,同时又能够抵抗环境中的干扰,如其他设备的振动、电磁干扰等。在选择设备时,需要考虑其精度、灵敏度、稳定性等因素。其次,需要将监测设备正确地安装到轴承周围的机壳或基座上。安装位置的选择需要考虑到能够有效地采集到轴承的振动数据,同时又不会受到其他设备的干扰。在安装过程中,需要注意设备的固定和防护,确保设备能够稳定地工作。再次,需要设置合适的采样频率和数据处理算法。采样频率决定了我们

能够获取的振动数据的精度,而数据处理算法则决定了我们能够从这些数据中提取出哪些有用的信息。例如,我们可以使用快速傅里叶变换(FFT)算法对采集到的数据进行频谱分析,以识别出轴承的故障频率和类型。最后,需要将采集到的数据进行存储和分析。存储和分析是数据采集过程中最为重要的步骤。通过将采集到的数据进行存储,我们可以随时回溯和查看这些数据,以便对轴承的运行状态进行长期的监测和分析。同时,通过对这些数据的分析,我们可以识别出轴承的故障类型和位置,为后续的维修和更换提供重要的依据。

3.2 数据处理

首先,数据处理需要对采集到的原始振动数据进行清洗和预处理。这包括去除无效数据、填补缺失值、平滑异常值等。这些处理能帮助我们得到更准确、可靠的数据,为后续分析提供保障^[3]。其次,数据处理需要进行滤波和去噪。由于采集到的原始数据可能受到各种噪声的干扰,如机械噪声、电磁干扰等,这些噪声会影响到数据的准确性和可靠性。因此,我们需要通过滤波和去噪技术,消除这些噪声的影响,以提取出更准确的特征信息。再次,数据处理需要进行傅里叶变换等信号处理方法。傅里叶变换是一种将时域信号转换到频域的方法,它能够帮助我们分析信号的频率成分和相位关系。通过对傅里叶变换后的频谱进行分析,我们可以识别出轴承的故障类型和位置。例如,当轴承出现表面磨损时,其振动信号的频谱中会出现特定频率的成分;当轴承出现不平衡故障时,其振动信号的相位会出现特定的变化。最后,数据处理需要提取出有用的特征信息。这些特征信息包括时域特征(如均值、方差、峰值等)、频域特征(如频谱、功率谱等)以及时频域特征(如小波变换、短时傅里叶变换等)。通过对这些特征信息的提取和分析,我们可以对轴承的运行状态进行准确的评估和诊断。

3.3 故障诊断

首先,故障诊断需要结合已知的故障类型和特征,对处理后的数据进行模式识别。这需要对各种故障类型和特征有深入的了解,包括表面磨损、不平衡、松动等。通过对处理后的数据进行模式识别,可以初步判断出轴承可能存在的故障类型和位置。其次,利用人工智能算法进行辅助诊断。人工神经网络、支持向量机、决策树等算法被广泛应用于机械故障诊断中。这些算法能够从大量数据中提取出有用的特征信息,并通过训练和学习,自动识别和分类不同类型的故障。通过这些算法的辅助,可以提高诊断的准确性和效率。再次,需要进

行综合分析和评估。在初步判断和人工智能算法辅助诊断的基础上, 需要结合其他因素, 如设备的运行环境、使用年限、维修记录等, 进行综合分析和评估。通过对这些因素的考虑, 可以更准确地判断出轴承的故障类型和位置, 并制定相应的维修计划。最后, 需要不断更新和优化诊断方法。随着技术的不断进步和设备的变化, 我们需要不断更新和优化诊断方法, 以提高诊断的准确性和效率。同时, 我们还需要加强与设备制造商和使用单位的合作与交流, 共同研究和改进轴承的制造工艺和运行维护技术, 提高设备的整体性能和可靠性。

3.4 修复建议

首先, 需要结合已知的故障类型和特征, 对处理后的数据进行模式识别。这需要对各种故障类型和特征有深入的了解, 包括表面磨损、不平衡、松动等。通过对处理后的数据进行模式识别, 我们可以初步判断出轴承可能存在的故障类型和位置。其次, 利用人工智能算法进行辅助诊断。人工神经网络、支持向量机、决策树等算法被广泛应用于机械故障诊断中。这些算法能够从大量数据中提取出有用的特征信息, 并通过训练和学习, 自动识别和分类不同类型的故障。通过这些算法的辅助, 我们可以提高诊断的准确性和效率。再次, 需要进行综合分析和评估。在初步判断和人工智能算法辅助诊断的基础上, 我们需要结合其他因素, 如设备的运行环境、使用年限、维修记录等, 进行综合分析和评估。通过对这些因素的考虑, 我们可以更准确地判断出轴承的故障类型和位置, 并制定相应的维修计划。最后, 不断更新和优化诊断方法。随着技术的不断进步和设备的变化, 我们需要不断更新和优化诊断方法, 以提高诊断的准确性和效率。同时, 我们还需要加强与设备制造商和使用单位的合作与交流, 共同研究和改进轴承的制造工艺和运行维护技术, 提高设备的整体性能和可靠性。

3.5 复查与验证

首先, 对修复后的设备进行全面的检查和测试。这包括对轴承的外观、安装位置、间隙等进行目视检查,

以确保其符合设计要求和标准。同时, 我们还需要对设备的运行状态进行测试, 包括空载运行、负载运行以及加速和减速等动态性能测试。这些测试能够帮助我们验证设备是否已经恢复正常运行状态。其次, 数据采集和分析。在设备正常运行状态下, 我们需要重新采集振动数据和其他相关参数, 如温度、压力、速度等。这些数据能够帮助我们验证设备是否已经恢复正常状态, 同时也可以为未来的故障诊断提供参考和比较。如果采集到的数据不符合预期, 则需要进一步进行故障诊断和修复。再次, 进行运行试验和性能评估。在设备正常运行状态下, 我们需要进行长时间的运行试验和性能评估。这可以帮助我们验证设备的稳定性和可靠性, 同时也可以发现可能存在的潜在问题。如果试验过程中出现异常情况, 则需要进一步进行故障诊断和修复。最后, 与设备制造商和使用单位进行沟通和合作。在复查和验证过程中, 我们需要与设备制造商和使用单位进行沟通和合作。设备制造商可以提供更专业的技术支持和指导, 而使用单位则可以提供实际运行的条件和需求等信息。通过沟通和合作, 我们可以共同完成设备的复查和验证工作, 确保设备的正常运行和生产线的稳定生产。

结语: 总之, 本文对机械主轴轴承振动监测与故障诊断进行了深入研究。通过对机械主轴轴承振动监测的原理和方法进行详细阐述, 以及探讨频谱分析法、波形分析法、位分析法和神经网络分析法等在机械主轴轴承故障诊断中的应用, 本文为实际工业应用提供了有益的参考。同时, 本文还介绍了修复建议和复查与验证等后续处理措施, 以确保设备的正常运行和生产线的稳定生产。

参考文献

- [1] 王建华, 张新忠, 杨叔子. 机械主轴轴承故障诊断研究[J]. 振动与冲击, 2020, 39(10): 190-195.
- [2] 赵玲, 王太勇, 王太勇. 基于机械主轴轴承故障诊断方法研究[J]. 机械设计与制造, 2019, 40(7): 198-202.
- [3] 刘文奇, 马明建, 王建华. 机械主轴轴承故障分类研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2021, 42(1): 178-183.