

# 火电厂转机设备振动监测与故障诊断技术研究

薛少凡

华电渠东发电有限公司

**摘要:** 本文主要探讨了火电厂转机设备的振动特性及其对设备的影响, 以及振动监测和故障诊断技术的发展现状。首先, 介绍了转机设备的振动特性, 包括其频率、振幅等参数, 并分析了振动对设备的影响, 如可能导致设备磨损、疲劳, 甚至引发事故。其次, 讨论了振动监测技术的发展历程, 包括传统方法和现代技术, 以及未来的发展趋势。然后, 分析了故障诊断技术的发展现状, 包括传统方法和现代技术, 并预测了未来的发展趋势。接着, 详细介绍了转机设备振动监测和故障诊断技术的研究方法。最后, 总结了全文, 强调了振动监测和故障诊断技术在火电厂设备管理中的重要性。

**关键词:** 火电厂; 火电厂转机; 转机设备; 设备振动

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.06.223

火电厂转机设备振动监测与故障诊断技术研究是一项重要的工作, 它涉及火电厂的安全运行和生产效率。随着火电厂规模的不断扩大和技术的不断进步, 转机设备的故障率也随之增加, 这对火电厂的安全生产和经济效益造成了严重的影响。因此, 研究火电厂转机设备振动监测与故障诊断技术具有重要的现实意义。

## 一、转机设备振动特性以及影响

### (一) 转机设备振动特性介绍

转机设备是火电厂中的关键设备, 其振动特性直接影响到电厂的运行稳定性和安全性。转机设备的振动特性主要包括以下几个方面: 其一, 振动频率。转机设备的振动频率是指在一定时间内, 设备发生的振动次数。振动频率与设备的运行状态密切相关, 当振动频率过高时, 可能导致设备的疲劳破坏, 从而影响电厂的正常运行。其二, 振动幅度。转机设备的振动幅度是指设备在受到外力作用下产生的位移大小。振动幅度的大小直接影响到设备的磨损程度和使用寿命。过大的振动幅度可能导致设备零部件的损坏, 增加设备的维修成本。其三, 振动波形。转机设备的振动波形是指设备在不同时刻、不同位置所表现出的振动规律。振动波形的分析有助于了解设备的运行状态, 为设备的故障诊断提供依据。其四, 振动响应时间。转机设备的振动响应时间是指设备从受到外力作用到产生位移的时间间隔。振动响应时间的长短与设备的刚度、阻尼等因素有关, 对设备的抗震性能有重要影响。

### (二) 振动对火电厂设备的影响

振动对于火电厂设备的影响集中体现在: 其一, 结构损伤。长时间的振动会导致火电厂设备的结构发生疲劳损伤, 如裂纹、变形等, 严重时可能导致设备的报废。其二, 部件磨损。振动会导致火电厂设备部件之间的摩擦增大, 加速部件的磨损, 降低设备的使用寿命。

其三, 能量损失。振动会转化为热能和噪声能量, 导致火电厂设备的能耗增加和环境污染。其四, 安全隐患。严重的振动可能导致火电厂设备的松动、脱落等现象, 增加设备事故的风险。其五, 运行不稳定。振动会影响火电厂设备的运行稳定性, 导致机组负荷波动、效率下降等问题。

### (三) 火电厂转机设备振动问题的常见性和严重性

火电厂转机设备振动问题在实际应用中非常常见, 严重影响了电厂的正常运行和安全。主要原因包括以下几点: 其一, 设计缺陷。火电厂转机设备的设计往往存在一定的不足, 如结构不合理、刚度不足等, 容易导致设备的振动问题。其二, 制造工艺。转机设备的制造工艺直接影响到设备的性能和质量, 如果制造工艺不达标, 容易导致设备的振动问题。其三, 安装调试。转机设备的安装调试过程中, 如果没有严格按照规范进行操作, 也容易导致设备的振动问题。其四, 运行维护。火电厂转机设备在使用过程中, 如果没有定期进行维护保养, 容易导致设备的故障和振动问题。

## 二、振动监测技术的发展现状

### (一) 传统振动监测方法和技术

传统的振动监测方法和技术主要包括机械式振动监测、电测法和声学法。机械式振动监测是通过安装在设备上的各种传感器, 如加速度计、速度计等, 直接测量设备的振动信号。这种方法简单易行, 但受到环境噪声的影响较大, 且无法实时监测。电测法则是通过在被测设备上安装电磁式位移传感器或压电式加速度传感器, 将振动信号转化为电信号, 然后通过信号处理技术进行分析。这种方法可以较好地抑制环境噪声, 但需要专门的测试设备和专业人员进行操作。声学法则是通过在被测设备上安装麦克风或扬声器, 将振动产生的声波信号转换为电信号, 然后进行处理。这种方法可以直接获取

设备的振动信息，但同样受到环境噪声的影响。

### （二）现代振动监测技术的介绍

随着科技的发展，现代振动监测技术已经取得了显著的进步。其中，光纤传感技术、无线传感器网络技术和MEMS（微电子机械系统）技术的应用，使得振动监测更加精确、便捷和智能。光纤传感技术是一种利用光的传输特性进行测量的技术。它通过将光纤传感器与被测设备相连，可以直接获取设备的振动信息。这种技术具有抗干扰能力强、测量精度高、响应速度快等优点。无线传感器网络技术则是一种利用无线通信技术实现多节点协同工作的技术。它将多个传感器节点分布在被测设备周围，通过无线通信方式将采集到的振动数据发送到数据处理中心。这种技术可以实现远程监测和实时预警，大大提高了振动监测的效率和准确性。MEMS技术是一种集成了微型传感器、执行器和微处理器的微型系统。它可以实现对微小振动的检测和控制，广泛应用于工业自动化、航空航天等领域。MEMS技术的应用使得振动监测更加精确和智能化。下图1为无线传感器网络技术示意图。

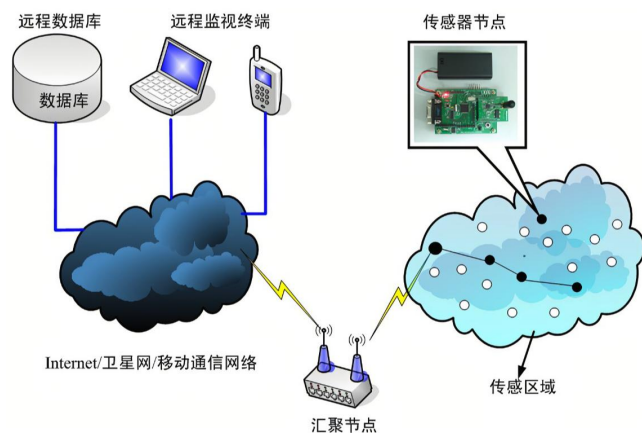


图1 无线传感器网络技术示意图

### （三）振动监测技术的发展趋势

随着科技的不断进步和社会需求的不断增长，振动监测技术的发展趋势主要表现在以下几个方面：高精度化，随着传感器技术和数据处理技术的不断提高，振动监测的精度将得到进一步提高，能够更准确地识别和预测设备的故障状态。

实时性，通过无线传感器网络等技术，实现对设备的实时监测和预警，及时发现设备的异常情况，降低设备故障的风险。智能化，结合人工智能、大数据等技术，实现对振动数据的智能分析和处理，提高振动监测的准确性和可靠性。多功能化，除了传统的振动监测功能外，还将发展出更多的附加功能，如温度、压力等物理量的同步监测，为设备的全面健康管理提供支持。

## 三、故障诊断技术的发展现状

### （一）传统故障诊断方法和技术

传统的故障诊断技术主要依赖于人工经验和专家知识，如听诊、观察、触摸等物理检查方法，以及基于统计分析的故障诊断模型。这些方法在很多情况下能够有效地识别和定位故障，但由于人为因素和经验差异的影响，诊断结果可能存在一定的误差。随着计算机技术的发展，一些基于人工智能和机器学习的故障诊断方法也逐渐应用于实际生产中，如神经网络、支持向量机、模糊逻辑等。

### （二）现代故障诊断技术的介绍

现代故障诊断技术主要包括基于知识的故障诊断、基于数据的故障诊断、基于模型的故障诊断和基于智能体的故障诊断等。基于知识的故障诊断主要利用专家知识库和推理机制进行故障诊断，具有较高的准确性；基于数据的故障诊断则通过对大量数据进行分析挖掘，建立数据驱动的故障诊断模型；基于模型的故障诊断则是通过建立数学模型来描述系统的行为和性能，从而对故障进行预测和诊断；基于智能体的故障诊断则是将人工智能技术应用于故障诊断过程中，实现自主学习和决策<sup>[1]</sup>。

### （三）故障诊断技术的发展趋势

故障诊断技术的发展趋势可以归结为：其一，智能化。随着人工智能技术的发展，未来故障诊断技术将更加智能化，如深度学习、强化学习等技术将在故障诊断领域得到广泛应用。其二，大数据与云计算化。随着物联网和大数据技术的发展，大量的设备数据和传感器数据将为故障诊断提供丰富的数据资源，有助于提高故障诊断的准确性和实时性。同时，云计算技术的应用将使得故障诊断系统具有更强的计算能力和存储能力<sup>[2]</sup>。其三，多源信息融合。为了提高故障诊断的准确性和可靠性，未来的故障诊断系统将更加注重多源信息的融合，如结合传感器数据、设备状态信息、运行环境信息等多种信息进行综合分析。其四，可视化与交互性。随着用户对故障诊断系统的需求不断提高，未来故障诊断系统将更加注重可视化和交互性设计，使用户能够更直观地了解系统的运行状态和故障信息，提高系统的易用性和用户体验。其五，自适应与自学习能力。未来的故障诊断系统将具备更强的自适应和自学习能力，能够根据实际应用环境和用户需求自动调整参数和优化算法，实现持续的自我改进。

## 四、转机设备振动监测与故障诊断技术的研究

### （一）转机设备振动监测技术的研究方法与过程

转机设备振动监测技术是一种通过监测设备的振动

信号,对设备的运行状态进行实时监控和分析的技术。这种技术的研究主要包括以下几个方面:首先,需要选择合适的传感器来采集设备的振动信号。这些传感器可以是加速度传感器,也可以是速度传感器或者位移传感器。在选择传感器时,需要考虑设备的工作环境、振动的频率范围以及测量精度等因素。采集到的振动信号往往是非常微弱的,需要进行信号放大和滤波处理,以提高信号的强度和稳定性。此外,还需要对信号进行噪声消除和频谱分析等处理。通过对信号的处理,可以得到设备的振动特性参数,如振动频率、振动幅度等。然后,通过对这些参数的分析,可以判断设备的运行状态是否正常。例如,如果振动频率过高或过低,可能意味着设备存在故障;如果振动幅度过大,也可能表明设备出现了问题。基于振动监测数据,可以对设备的故障进行诊断。例如,如果振动频率异常,可以通过频谱分析找出故障的原因;如果振动幅度异常,也可以通过对比历史数据来判断设备的健康状况。

最后,可以将振动监测的结果集成到一个预警系统中,当设备出现故障时,可以及时发出警报,以便操作人员采取必要的措施<sup>[3]</sup>。

#### (二) 转机设备故障诊断技术的研究方法与过程

随着现代工业生产的发展,转机设备的故障诊断技术在工业生产中的地位越来越重要。转机设备是工业生产中的关键设备,其运行状态直接影响到生产效率和产品质量<sup>[4]</sup>。然而,由于转机设备的结构复杂、运行环境恶劣、故障类型多样等原因,使得故障诊断成为一个具有挑战性的问题。因此,研究转机设备的故障诊断技术具有重要的理论和实际意义。故障诊断是指通过对设备运行状态的监测和分析,找出设备故障的原因,确定故障部位,并提出相应的维修措施。故障诊断的过程可以分为两个阶段:故障检测和故障定位。故障检测是指通过对设备运行数据的采集和处理,判断设备是否处于异常状态;故障定位是指根据故障检测的结果,确定设备故障的具体位置。首先,需要对转机设备的运行数据进行收集,包括设备的振动数据、温度数据、电流数据等。这些数据可以通过传感器实时获取。在收集到数据后,需要对数据进行预处理,包括滤波、降噪、归一化等操作,以便于后续的数据分析。在数据预处理的基础上,可以提取出反映设备运行状态的特征参数。常用的特征参数包括频谱特征、时域特征、时频特征等。通过对这些特征参数进行分析,可以发现设备运行中的异常情况,从而实现故障的检测。

根据故障诊断的实际需求,可以构建相应的故障诊断模型。常用的故障诊断模型有基于统计学的方法、基

于专家知识的方法、基于机器学习的方法等。这些模型可以根据设备运行数据的特征,实现故障的识别和定位。在构建好故障诊断模型后,需要对其进行验证和优化。可以通过对比实际故障发生前后的设备运行数据,评估模型的识别性能;同时,可以根据实际情况调整模型的参数,提高模型的识别精度。将经过验证和优化的故障诊断模型应用于实际生产中,可以实现对转机设备的实时监测和故障诊断。当设备出现异常情况时,可以及时报警,为设备的维修提供依据。此外,通过对设备运行数据的分析,还可以为设备的维护和保养提供参考<sup>[5]</sup>。总之,转机设备故障诊断技术的研究方法与过程涉及多个学科的知识,需要综合运用数据收集、特征提取、模型构建等方法,实现对设备运行状态的实时监测和故障诊断。这对于提高转机设备的运行效率和降低生产成本具有重要意义。

#### 五、结语

随着工业生产的不断发展,转机设备在各个领域的应用越来越广泛,其运行状态对生产效率和产品质量具有重要影响。因此,研究转机设备的故障诊断技术具有重要的理论和实际意义。本文首先介绍了传统故障诊断方法和技术,包括基于专家知识的故障诊断、基于数据的故障诊断等。然后,展望了现代故障诊断技术的发展趋势,包括智能化、大数据与云计算化、多源信息融合、可视化与交互性、自适应与自学习能力等。接着,详细阐述了转机设备振动监测与故障诊断技术的研究方法与过程,包括振动信号采集、特征参数提取、故障诊断模型构建等。最后,指出了转机设备故障诊断技术研究的重要性和现实意义。通过深入研究转机设备的故障诊断技术,可以为工业生产提供更加高效、稳定的设备运行保障,降低生产成本,提高生产效率,从而推动工业发展和社会进步。

#### 参考文献

- [1] 马新朝. 核电转机设备振动治理能力建设提升的建议[J]. 设备监理, 2021, (09): 20-23+29.
- [2] 周宏, 俞文骥, 王永康. 谈锅炉转机运行故障判断的方法和处理[J]. 南方农机, 2017, 48(24): 74.
- [3] 张帅. 浅谈锅炉转机无垫铁找正安装新技术[J]. 机电信息, 2016, (27): 76-77.
- [4] 陈红, 耿向瑾, 李明亮, 邱亚林. 加装SCR装置对锅炉尾部转机设备影响[J]. 云南电力技术, 2015, 43(S2): 112-113.
- [5] 王克, 张永洁, 岳景春. 基于无线传感器网络的转机设备实时监控[J]. 无线互联科技, 2015, (01): 72.