

# 机械设备故障诊断技术及其发展趋势

陈廷擘 张 蕾

河南中孚高精铝材有限公司 河南 巩义 451200

**摘要:** 随着工业技术的快速发展,机械设备在各行各业中的应用日益广泛。然而,机械设备在运行过程中难免会出现各种故障,这不仅会影响生产效率,还可能引发安全事故。因此,机械设备故障诊断技术显得尤为重要。本文旨在探讨机械设备故障诊断技术的基本原理、主要方法及其未来的发展趋势,以期对相关领域的研究和实践提供参考。

**关键词:** 机械设备; 故障诊断技术; 发展趋势

## 引言

机械设备故障诊断技术是一种通过对机械设备运行状态的监测和分析,判断其是否存在故障,并预测故障发展趋势的技术。随着传感器技术、数据分析技术和人工智能技术的不断进步,机械设备故障诊断技术也在不断发展和完善。本文将从基本原理、主要方法和发展趋势三个方面对机械设备故障诊断技术进行深入探讨。

### 1 机械设备故障诊断技术的基本原理

机械设备故障诊断技术,其核心原理在于捕捉并分析设备在性能衰退或异常运行过程中释放的多种物理信号。这些信号,包括但不限于振动频率与幅度的变化、异常噪声的产生、工作温度的非正常升高以及系统内部压力的不稳定等,均是设备内部状态变化的直接反映。通过高精度的传感器和先进的监测设备,实时采集这些关键参数,随后运用信号处理、数据分析及人工智能算法等手段,对收集到的数据进行深度挖掘和智能解析。此过程旨在识别出潜在的故障模式,判断故障的性质、部位及严重程度,进而为维修决策提供科学依据,实现故障的早期预警与精准定位。这一过程不仅提高了设备维护的效率与精度,还有效避免了因突发故障导致的生产中断,确保了机械设备的安全稳定运行。

### 2 机械设备故障诊断技术的主要方法

#### 2.1 振动信号分析法

机械设备故障诊断技术中,振动信号分析法占据了举足轻重的地位,是工程师们诊断设备健康状态的得力助手。该方法聚焦于机械设备在运行过程中产生的振动现象,通过精密的传感器捕捉这些振动信号,进而运用一系列专业的分析手段,深入剖析信号中蕴含的设备状态信息。振动信号的采集是首要步骤,它要求传感器具备高度的灵敏度和准确性,能够实时、连续地记录设备在不同工况下的振动情况。这些信号中,不仅包含了

设备正常运行的振动特征,还潜藏着故障发生时的异常振动模式。接下来,振动信号的分析是核心环节。工程师们会运用时域分析、频域分析以及时频域分析等多种方法,对采集到的振动信号进行细致入微的解读。时域分析能够揭示振动信号的时间历程,帮助识别周期性或突发性的振动异常;频域分析则通过频谱图等可视化手段,展示振动信号在不同频率成分上的分布,有助于定位故障源;而时频域分析则结合了前两者的优势,能够更全面地揭示振动信号的时变特性<sup>[1]</sup>。振动信号分析法的优点显而易见:振动信号易于测取,无需对设备进行拆解或停机;信号中蕴含的信息量丰富,能够反映设备的多种运行状态;且处理方法多样,可根据具体故障类型选择最合适的分析手段。因此,这一方法在旋转机械、往复机械等设备的故障诊断中得到了广泛应用,为设备的维护与管理提供了强有力的技术支持。

#### 2.2 油液分析技术

油液分析技术,作为机械设备故障诊断领域的一项重要手段,专注于通过对设备内部润滑油或工作油样的深入分析,来洞察设备的磨损状况及潜在故障类型。这项技术尤其擅长于识别和处理由磨损引发的故障问题,如轴承的磨损、齿轮的啮合不良等关键部件的劣化情况。在实施油液分析时,首先需从设备中采集代表性的油样。这一步骤要求严格遵循取样规范,以确保油样的真实性和代表性。随后,油样将被送往专业的实验室,进行一系列精细的化验和分析。这些分析可能包括油品的物理性质检测、化学组分分析、磨损颗粒的计数与形态观察,以及油液中污染物的识别等。油液分析技术的独特之处在于其能够提供长期的监测数据,帮助工程师们追踪设备磨损的发展趋势,从而预测并预防潜在故障的发生。然而,这项技术也面临着一些挑战。由于诊断周期相对较长,需要定期取样和分析,因此它要求操作

人员具备较高的专业素养和耐心。同时,油液分析的结果解读也需要丰富的经验和专业知识支撑,以确保诊断的准确性。尽管存在这些挑战,油液分析技术仍因其独特的诊断能力和对设备长期健康管理的贡献,在机械设备维护领域占据着不可替代的地位。通过持续优化分析流程和提高分析精度,这项技术正为设备的可靠运行和延长使用寿命提供着越来越有力的支持。

### 2.3 温度监测技术

温度监测技术,作为机械设备故障诊断与状态监测的重要手段之一,其核心在于通过精准地测量设备各关键部位的温度变化,来评估设备的运行状态并及时发现潜在的故障隐患。这项技术根据测温方式的不同,可分为接触式测温与非接触式测温两大类,各自适用于不同的应用场景和需求。接触式测温,顾名思义,是通过将温度传感器直接安装于设备需监测的部位,如轴承座、电机外壳等,来实时获取温度数据。这种方法具有测量准确、稳定性高的优点,特别适用于需要长期连续监测的设备部位。传感器能够紧密贴合被测物体,确保温度数据的真实性和即时性,为工程师提供了可靠的设备状态信息。非接触式测温则利用红外辐射原理,无需与被测物体直接接触,即可远程测量其表面温度。这一技术尤其适用于那些难以接触或高温环境下的设备部位,如旋转部件、高温炉膛等。非接触式测温不仅提高了测量的安全性,还大大拓宽了温度监测的应用范围,使得对设备更全面、更细致的监测成为可能。温度监测技术在机械设备维护中的广泛应用,不仅是因为它能够直观反映设备的热状态,更在于温度异常往往是设备故障的早期预警信号。通过实时监测和数据分析,工程师能够及时发现设备过热、冷却系统失效等潜在问题,从而采取相应措施避免故障升级,确保设备的稳定运行。这项技术以其独特的优势,在机械设备的健康管理和故障预防中发挥着越来越重要的作用。

### 2.4 无损检测技术

无损检测技术,作为一种在不破坏被测对象前提下,通过探测材料内部或表面特性来评估其完整性和性能的方法,已成为机械设备故障诊断领域不可或缺的一部分。这项技术凭借其非破坏性的特点,能够确保设备在检测过程中保持原有状态,从而避免了因检测而导致的额外损伤或停机时间。无损检测技术涵盖了多种方法,其中超声波检测、射线检测、磁粉检测等是较为常见的几种。超声波检测利用超声波在材料中传播时的反射、折射和衰减等特性,来检测材料内部的缺陷,如裂纹、夹杂物等,特别适用于金属构件和焊接接头的检

测。射线检测则通过X射线或 $\gamma$ 射线穿透材料,根据射线在材料中的吸收、散射和透射情况,来揭示材料内部的结构异常,如气孔、缩孔等,广泛应用于航空航天、石油化工等高风险行业的设备检测。磁粉检测则是基于磁学原理,利用磁场对铁磁性材料磁化后,材料表面或近表面缺陷处会产生漏磁场,吸引磁粉形成磁痕,从而揭示缺陷的存在<sup>[2]</sup>。这种方法对于检测表面和近表面的裂纹、夹杂等缺陷具有极高的灵敏度。无损检测技术在航空航天、石油化工等领域的设备故障诊断中发挥着至关重要的作用。它不仅能够及时发现设备中的潜在缺陷,预防事故的发生,还能为设备的维修和更换提供科学依据,延长设备的使用寿命。随着科技的不断发展,无损检测技术也在不断创新和完善,为机械设备的安全、高效运行提供了更加有力的保障。

## 3 机械设备故障诊断技术的发展趋势

### 3.1 传感器技术的创新

在机械设备故障诊断技术的持续发展中,传感器技术的创新无疑成为了推动这一领域进步的关键因素。随着科技的不断革新,传感器正朝着更高精度、更强灵敏度的方向迈进,为机械设备的健康监测与故障诊断提供了前所未有的有力支持。新型传感器,如光纤传感器、量子传感器、纳米传感器等,凭借其独特的物理特性和工作原理,能够实现对机械设备运行状态的更为精细的监测。光纤传感器利用光的传输特性,能够在极端环境下稳定工作,准确测量温度、压力、振动等多种参数,为设备的实时监测提供了可靠的数据来源。量子传感器则利用量子力学原理,实现了对微弱信号的超高灵敏度检测,即使在噪声干扰较大的情况下,也能准确捕捉到设备状态的微小变化。这些创新传感器不仅提高了故障诊断的准确性,还极大地增强了诊断的可靠性。它们能够实时监测设备的各项关键指标,一旦发现异常,便能立即发出警报,为维修人员提供及时的故障信息,从而大大缩短了故障响应时间,降低了因故障而导致的生产损失<sup>[3]</sup>。此外,新型传感器还具备智能化、网络化的特点,能够与其他智能设备无缝连接,形成庞大的物联网系统。这使得机械设备的故障诊断不再局限于单一设备,而是能够实现对整个生产流程的全面监控,为设备的预防性维护提供了更加科学的依据。可以预见,随着传感器技术的不断创新,机械设备故障诊断技术将迎来更加广阔的发展前景。

### 3.2 数据分析技术的发展

在机械设备故障诊断领域,数据分析技术的发展正引领着一场深刻的变革。随着工业4.0和物联网技术的

推进,机械设备在运行过程中产生的数据量呈爆炸式增长,这些数据中蕴含着设备状态、运行规律以及潜在故障等宝贵信息。如何高效地挖掘和利用这些数据,成为了故障诊断技术发展的关键。大数据技术的兴起,为机械设备故障诊断提供了强有力的支持。通过数据清洗、数据整合以及数据挖掘等手段,可以从海量的数据中提炼出有价值的信息,为故障的诊断和预测提供科学依据。而人工智能和机器学习技术的融入,更是让数据分析的效率和准确性达到了前所未有的高度。机器学习算法,如深度学习、神经网络等,能够自动地从数据中学习并提取特征,建立起设备状态与故障之间的复杂映射关系。这使得故障诊断不再依赖于人工经验,而是能够通过模型预测设备的未来状态,实现故障的提前预警。同时,随着算法的不断优化和计算能力的提升,数据分析的实时性也得到了显著提高,为设备的即时监测和故障处理赢得了宝贵的时间。此外,数据分析技术的发展还促进了故障诊断的智能化和自动化。通过构建智能诊断系统,可以实现对设备状态的实时监控和故障的自动识别,大大提高了诊断的效率和准确性。这不仅降低了人工干预的成本,还为设备的预防性维护提供了更加精准的支持,为机械设备的稳定运行和延长使用寿命奠定了坚实的基础。

### 3.3 智能化故障诊断系统的发展

智能化故障诊断系统,作为机械设备故障诊断领域的璀璨新星,正以其强大的自动化、智能化能力,引领着故障诊断技术的未来发展。这类系统深度融合了人工智能、专家系统、大数据分析等前沿技术,旨在构建一个能够自主完成数据处理、特征提取、故障识别乃至维修建议生成的全方位诊断平台。智能化故障诊断系统的核心在于其高度自动化的工作流程。系统能够实时接收来自各类传感器的数据,通过内置的高效算法快速处理这些数据,提取出关键特征,进而利用机器学习或深度

学习模型进行故障模式的匹配与识别。这一过程极大地减少了人工干预,提高了诊断的效率和准确性,使得故障能够在第一时间被发现并处理。同时,智能化故障诊断系统还借鉴了专家系统的知识表示与推理机制,将领域专家的诊断经验和知识融入系统之中。这使得系统在面对复杂故障时,能够像人类专家一样进行逻辑推理,提供更为精准的诊断结果和解决方案<sup>[4]</sup>。展望未来,随着物联网、云计算等技术的不断发展,智能化故障诊断系统将实现更广泛的数据互联和资源共享。这不仅将进一步提升系统的诊断能力,还将使其能够跨越地域限制,为远程设备提供即时的故障诊断服务。此外,随着人工智能技术的持续进步,系统的自我学习和优化能力也将不断增强,使其能够更好地适应不断变化的设备状态和故障模式,为机械设备的稳定运行提供更为坚实的保障<sup>[5]</sup>。

### 结语

机械设备故障诊断技术对于保障机械设备的正常运行、提高生产效率具有重要意义。随着传感器技术、数据分析技术和人工智能技术的不断发展,机械设备故障诊断技术也在不断创新和完善。未来,我们可以期待更加精确、高效、智能的机械设备故障诊断技术的出现,为工业生产的顺利进行提供有力保障。

### 参考文献

- [1]韩小慧.机械设备监测与故障诊断方法及其发展趋势[J].黑龙江科学,2024,15(14):101-104.
- [2]付昱.机械设备故障诊断与监测的方法解析及其发展趋势[J].电子测试,2022,36(12):102-104.
- [3]魏天友.机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].科技风,2019,(36):171.
- [4]唐海燕,陈潮宇.机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].内燃机与配件,2021,(15):122-124.
- [5]王楠.浅谈机械设备故障诊断与监测的常用方法及其发展趋势[J].中国设备工程,2024,(01):159-161.