

# 机电设备故障诊断与维修技术研究

崔新洲

众汇中宏建工集团有限公司 山东 泰安 271600

**摘要:** 随着现代工业的发展, 机电设备在各行各业中扮演着至关重要的角色。设备在运行过程中难免会出现各种故障, 影响生产效率和产品质量。本文综述了机电设备故障诊断的基本原理与方法, 探讨了多种故障诊断技术及其在维修中的应用, 并分析了维修策略、技术与质量控制等方面的内容, 为机电设备的维护与管理提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 机电设备; 故障诊断; 维修技术

引言: 机电设备作为现代工业生产的核心设备, 其稳定性和可靠性直接关系到生产效率和经济效益。由于设备长时间运行、环境恶劣、操作不当等多种原因, 设备故障时有发生。开展机电设备故障诊断与维修技术的研究, 对于提高设备可靠性、降低维修成本、保障生产安全具有重要意义。

## 1 机电设备故障诊断技术

### 1.1 故障诊断的基本原理与方法

(1) 故障定义与分类: 故障, 是指机电设备在既定运行条件下, 因某种内外因素导致其性能偏离正常状态, 进而无法有效完成预定功能的现象。故障的分类方式多样, 按性质可分为突发性故障和渐变性故障。突发性故障往往由偶然因素引发, 难以预测; 而渐变性故障则是设备性能随时间逐渐恶化, 直至失效的过程。按影响范围, 故障可分为局部故障和系统故障, 前者仅影响设备某一部分, 后者则可能导致整个系统瘫痪。按产生原因, 故障又可细分为设计缺陷、制造瑕疵、操作失误、维护不足等。(2) 故障诊断的流程: 故障诊断是一个严谨且系统的过程, 通常遵循以下步骤: 首先, 通过现场观察、询问操作人员等方式收集故障信息; 接着, 对收集到的信息进行综合分析, 明确故障现象; 然后, 深入探究故障产生的根本原因; 在此基础上, 精确定位故障点; 随后, 评估故障对设备性能及生产安全的影响; 最后, 依据评估结果制定并实施维修方案。(3) 常用的故障诊断方法概述: 直观检查法依赖于维修人员的专业知识和经验, 通过视觉、听觉、触觉等感官直接判断设备状态。仪器检测法则利用精密仪器测量设备参数, 如振动、温度、压力等, 以数据形式反映设备状态。信号分析法通过对设备运行过程中的各类信号进行采集和分析, 揭示设备内部状态变化。

### 1.2 基于振动分析的故障诊断技术

(1) 振动信号采集与处理: 振动是机电设备运行状态的直观反映。振动信号采集主要依赖加速度传感器、速度传感器等, 实时捕捉设备运行过程中的振动信息。采集到的原始信号需经过滤波、去噪等预处理, 以提高信号质量, 为后续分析提供可靠基础。(2) 频谱分析与故障识别: 频谱分析是振动信号处理的核心技术, 通过将时域信号转换为频域信号, 揭示信号中各频率成分的分布和强度<sup>[1]</sup>。异常频率成分的出现往往预示着设备故障, 如不平衡、松动、磨损等。通过对比正常与故障状态下的频谱特征, 可以准确识别故障类型和位置。(3) 振动监测系统的应用案例: 振动监测系统在风力发电、石油化工等领域得到广泛应用。以风力发电为例, 通过在风力发电机组的关键部位安装振动传感器, 实时监测其运行状态, 及时发现不平衡、轴承损坏等潜在故障, 有效提高了设备可靠性和安全性, 降低了维护成本。

### 1.3 基于热成像的故障诊断技术

(1) 热成像原理与设备: 热成像技术利用红外辐射原理, 通过红外相机捕捉设备表面的温度分布, 形成热成像图像。设备故障时, 故障部位往往伴随异常热量分布, 热成像技术能够直观显示这些异常, 为故障诊断提供重要线索。(2) 温度异常检测与故障定位: 热成像图像中, 不同颜色代表不同温度范围。通过对比正常与故障状态下的热成像图像, 可以迅速识别出温度异常区域。结合设备结构和运行原理, 进一步分析异常区域与故障点的对应关系, 实现故障精确定位。(3) 热成像技术的应用: 热成像技术在电力系统、机械制造等领域展现出巨大潜力。在电力系统中, 通过监测变压器、开关柜等设备的温度分布, 及时发现过热、局部放电等隐患; 在机械制造领域, 用于检测轴承、齿轮等部件的磨损和润滑状态, 有效预防故障发生。

### 1.4 基于油液分析的故障诊断技术

(1) 油液取样与预处理: 油液分析技术通过分析润滑油或工作介质的理化性质和磨损颗粒等信息, 评估设备运行状态。取样时, 需确保油样的代表性和纯净度; 预处理包括过滤、脱水等步骤, 以消除杂质干扰。(2) 油液理化性质分析: 油液的理化性质如粘度、闪点、酸值等, 是反映油液品质和老化程度的重要指标。定期检测这些指标, 可以及时发现油液变质情况, 为设备维护提供决策依据。(3) 磨损颗粒分析与故障诊断: 磨损颗粒携带着设备磨损程度和类型的关键信息。通过分析磨损颗粒的形态、成分和数量, 可以判断设备磨损状况, 如轴承磨损产生的铁质颗粒、齿轮磨损形成的形状不规则颗粒等, 为故障诊断提供直接证据。

### 1.5 基于声发射的故障诊断技术

(1) 声发射原理与检测: 声发射技术利用材料受力或变形时产生的瞬态弹性波进行故障检测。当设备出现故障时, 故障部位会释放声发射信号, 通过声发射检测仪器捕捉这些信号, 可以揭示设备内部状态。(2) 声发射信号的处理与识别: 声发射信号具有瞬态、微弱等特点, 需采用先进的信号处理技术进行提取和分析。通过滤波、放大、时频分析等手段, 提取信号特征参数, 如幅值、频率、持续时间等, 进而识别故障类型和位置。(3) 声发射技术的应用: 声发射技术在压力容器、管道、机械制造等领域具有广泛应用。在压力容器和管道领域, 用于监测泄漏、裂纹等潜在故障; 在机械制造领域, 用于检测轴承、齿轮等部件的疲劳损伤和磨损, 为设备的安全运行提供有力保障。

## 2 机电设备维修技术研究

### 2.1 维修策略与决策

(1) 预防性维修与故障后维修: 预防性维修, 也称计划维修, 是在设备尚未出现故障前, 依据设备的运行周期、使用条件及历史故障数据等信息, 预先对设备进行维护、检查、修理或更换零部件, 预防故障的发生。此方法能显著降低设备故障率, 延长使用寿命, 并减少维修成本及生产中断。(2) 维修策略的制定与优化: 科学合理的维修策略需综合考虑设备的类型、用途、重要性、故障率及维修成本等因素。对于关键设备, 应采用预防性维修策略, 确保稳定运行; 而对于非关键设备, 则可采用故障后维修策略, 灵活安排维修计划。维修策略的制定还需考虑生产计划和资源状况, 确保维修活动与生产活动相协调, 避免对生产造成不利影响。(3) 维修决策支持系统: 维修决策支持系统利用现代信息技术和数据分析方法, 为维修决策提供辅助。该系统能收集设备运行数据、故障数据、维修记录等信息, 进行数据

挖掘和分析, 提供故障预警、维修建议及维修计划等决策支持。能显著提高维修决策的科学性和准确性, 减少人为因素的影响, 并实现维修数据的共享和协同, 提高维修工作的效率和质量。

### 2.2 维修技术与工艺

(1) 焊接与切割技术: 焊接与切割技术是机电设备维修中的常用技术手段。焊接能将金属零部件牢固连接, 恢复设备结构完整性和强度; 切割则用于去除损坏零部件或进行设备改造升级。在焊接与切割过程中, 需选择合适的焊接材料和工艺, 确保焊接接头的质量和强度, 注意安全防护, 避免火灾、爆炸等安全事故。(2) 表面处理技术: 表面处理技术主要用于改善设备零部件的表面性能, 提高其耐磨、耐腐蚀及抗疲劳等性能。常用技术包括喷涂、电镀、热喷涂及激光熔覆等。喷涂能在零部件表面形成保护膜, 提高耐腐蚀性和耐磨性; 电镀则能在表面形成金属镀层, 提高导电性、导热性和美观性。热喷涂和激光熔覆则能修复设备的磨损和腐蚀部位, 恢复原始尺寸和性能。(3) 精密测量与装配技术: 精密测量与装配技术是确保维修质量的关键<sup>[2]</sup>。在维修过程中, 需对零部件进行精确测量和定位, 确保装配精度和可靠性。常用精密测量工具包括游标卡尺、千分尺及三坐标测量机等。装配时需遵循一定工艺和顺序, 确保配合间隙和位置精度, 还需对装配后的设备进行调试和检测, 确保性能和功能满足要求。(4) 新型维修工具与设备: 随着科技发展, 新型维修工具和设备不断涌现, 为机电设备维修提供更多选择和便利。如激光焊接机、超声波清洗机及智能检测仪器等设备的应用, 显著提高了维修工作的效率和质量。

### 2.3 维修过程中的质量控制

(1) 维修质量的影响因素分析: 维修质量受维修人员技能水平、维修工具和设备质量、维修材料选用及维修工艺合理性等多种因素影响。在维修过程中, 需全面考虑和控制这些因素, 确保维修质量的稳定性和可靠性。(2) 维修质量检测方法与技术: 维修质量检测是确保维修质量的重要手段。常用检测方法包括目视检查、无损检测及功能测试等。目视检查能直观发现零部件损坏和变形情况; 无损检测能在不破坏零部件的情况下检测内部缺陷和损伤; 功能测试则能验证设备性能和功能是否满足要求。(3) 维修质量管理与持续改进: 维修质量管理是确保维修质量长期稳定的关键。需建立完善的维修质量管理体系, 明确维修质量标准和要求, 对维修过程进行全面监控和管理。还需定期对维修质量进行评估和分析, 发现问题和不足, 制定改进措施和计划, 实

现维修质量的持续改进和提升。

#### 2.4 维修人员的培训与技能提升

(1) 维修人员的基本素质要求：维修人员需具备扎实的专业知识和实践经验，熟悉设备结构和工作原理，掌握各种维修技术和工艺。还需具备良好的职业道德和团队协作精神，认真负责地完成维修任务，确保设备安全和稳定运行。(2) 维修技能培训与考核：为提高维修人员技能水平，需定期组织培训和考核。培训内容涵盖设备结构和工作原理、维修技术和工艺、故障诊断和排除方法等。考核方式包括理论考试和实操考核等。通过培训和考核，维修人员能掌握更多知识和技能，提高维修工作效率和质量。(3) 维修人员继续教育与职业发展：随着科技发展，机电设备维修技术不断更新升级。维修人员需不断学习和掌握新技术和工艺，以适应设备新特性和维修需求。为维修人员提供继续教育机会和平台，帮助他们提升专业技能和综合素质，实现个人职业发展。

### 3 机电设备故障诊断与维修技术的实际应用

#### 3.1 典型机电设备的故障诊断与维修

##### (1) 数控机床的故障诊断与维修：

数控机床作为现代制造业的核心设备，其故障诊断与维修具有高度的专业性和复杂性。常见的故障包括电气系统故障、机械系统故障、控制系统故障等。例如，当数控机床的加工精度出现下降时，这往往是由多种因素导致的。其中，原因包括导轨的磨损、主轴精度的降低或是控制系统参数的设置不当。维修人员需借助专业的检测仪器，如激光干涉仪、圆度测量仪等，对机床的几何精度和动态性能进行全面检测，并依据检测结果实施针对性的维修和调整措施。(2) 风电设备的故障诊断与维修：风电设备作为可再生能源的重要组成部分，其运行环境和条件十分恶劣，故障率较高。常见的故障包括叶片损伤、发电机故障、齿轮箱故障等<sup>[1]</sup>。对于叶片损伤，维修人员需要利用无人机或地面检测设备进行定期巡检，及时发现并修复损伤；对于发电机和齿轮箱故障，则需要通过振动分析、油液分析等技术手段进行故障诊断，并采取相应的维修措施。(3) 石油化工设备的故障诊断与维修：石油化工设备通常处于高温、高压、易燃易爆等极端环境下运行，其故障诊断与维修具有极

高的风险性。常见的故障包括管道泄漏、阀门失效、反应器堵塞等。对于这类故障，维修人员需要穿戴专业的防护装备，利用先进的检测技术，如红外热成像、超声波检测等，对设备进行实时监测和故障诊断，并快速采取相应的维修措施，以确保生产安全。

#### 3.2 故障诊断与维修技术的综合应用

(1) 多源信息融合技术在故障诊断中的应用：多源信息融合技术是一种将来自不同传感器和信息源的数据进行综合分析、处理和解释的技术。在机电设备故障诊断中，多源信息融合技术可以整合来自振动传感器、温度传感器、压力传感器等多种传感器的数据，通过数据挖掘、机器学习等技术手段，对设备的运行状态进行实时监测和预警，提高故障诊断的准确性和可靠性。(2) 远程故障诊断与维修系统：随着物联网技术的发展，远程故障诊断与维修系统逐渐成为可能。该系统通过互联网连接设备现场的传感器和远程服务器，实现对设备状态的实时监测和故障诊断。当设备出现故障时，维修人员可以通过远程系统获取设备的故障信息和数据，进行初步的诊断和分析，并制定相应的维修计划。(3) 智能化维修车间的构建与运营：智能化维修车间是利用现代信息技术和人工智能技术构建的，具有高效、智能、自动化等特点的维修环境。在智能化维修车间中，维修人员可以通过智能设备和系统，如智能机器人、自动化检测设备、数据分析软件等，实现对设备的快速检测和维修。

结束语：本文通过对机电设备故障诊断与维修技术的研究，不仅揭示了设备故障的本质和原因，还提出了多种有效的故障诊断方法和维修策略。这些技术和策略的应用将有助于提高设备的可靠性和稳定性，降低维修成本和生产中断风险，为可持续发展提供有力保障。

#### 参考文献

- [1] 祁玉平. 矿山机电设备故障诊断技术分析[J]. 中外企业家, 2012(10): 72-73.
- [2] 王芳, 刘强. 机电设备维修技术的现状与发展趋势[J]. 设备管理与维修, 2024(5): 12-18.
- [3] 高健. 故障诊断技术在煤矿机电设备维修中的应用[J]. 百科论坛电子杂志, 2020(2): 987-988.