

机械设备管理与故障诊断技术分析

崔振庆¹, 王海申², 张春风³

(1. 冠县恒祥轴承制造有限公司, 山东 聊城 252000;

2. 山东三微新材料有限公司, 山东 聊城 252000;

3. 山东冠县恒祥板业有限公司, 山东 聊城 252000)

摘要 机械设备的管理与维修措施以及故障诊断分析, 对于确保工业生产的高效运行具有至关重要的作用。随着中国制造 2025 战略和智能制造技术的快速发展, 传统的设备管理方式已难以适应现代工业生产的复杂需求。当前, 物联网 (IoT) 技术、人工智能 (AI) 以及数字孪生等新兴技术正逐渐融入设备管理与故障诊断领域, 展现出广阔的应用前景。这些技术能够推动管理方式向智能化、数据驱动方向转变, 不仅显著提升了设备的可靠性, 还有效降低了维护成本, 为工业生产的可持续发展奠定了坚实的基础。本文深入探讨了这些新技术在机械设备管理与维修领域的应用, 旨在为相关研究与实践提供有价值的参考。

关键词 机械设备管理; 维修措施; 故障诊断; 物联网技术; 人工智能

中图分类号: TH17; F425

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.13.030

0 引言

机械设备作为工业生产的核心组成部分, 其运行状态对生产效率和经济效益具有直接影响。然而, 设备在长期运行过程中难免会出现磨损、老化或故障, 进而导致停机和生产损失。传统的设备管理方式主要依赖于定期维护和事后维修, 这种方式不仅效率低下, 而且难以有效应对复杂设备的故障诊断需求。近年来, 随着人工智能、物联网和大数据技术的迅猛发展, 机械设备管理和故障诊断领域迎来了崭新的机遇。智能化管理策略, 如预测性维护和智能维修, 能够利用实时数据分析进行故障预警, 从而显著提升设备的可靠性和维护效率, 为相关领域的研究与实践提供了坚实的理论支撑和实践指导。

1 机械设备管理与故障诊断技术分析的重要性

1.1 保障生产连续性与效率

机械设备作为现代工业生产的核心要素, 其运行状态直接关乎生产线的连续性与效率水平。实施科学的管理与维修措施, 对于延长设备使用寿命、减少故障停机时间具有重要意义。企业采用预防性维护与预测性维护策略, 能够提前识别并处理潜在问题, 有效规避突发故障对生产造成的冲击。同时, 高效的故障诊断技术能够迅速锁定问题根源, 为制定精确维修方案提供依据, 从而缩短维修周期, 确保生产线迅速恢复正常运行^[1]。这一系列措施不仅显著提升了生产效

率, 还大幅降低了停机所带来的经济损失, 为企业的稳健运营奠定了坚实的基础。

1.2 推动智能化与绿色制造发展

随着工业 4.0 和智能制造的不断推进, 机械设备管理与故障诊断技术正朝着智能化、数据驱动的方向迈进。企业积极引入人工智能、大数据及数字孪生等先进技术, 实现设备从设计、制造到运维的全生命周期管理优化。数字孪生技术能够构建设备的虚拟模型, 借助模拟分析来优化设备性能和维护策略。同时, 智能化管理策略的实施有助于降低能源消耗和减少环境污染, 助力绿色制造的发展。具体而言, 优化设备运行参数可有效减少能源浪费, 而预测性维护则能降低设备故障所带来的资源浪费^[2]。这些技术的应用不仅增强了企业的竞争力, 更为工业的智能化转型与可持续发展注入了强劲动力。

2 机械设备管理与故障诊断技术现状

2.1 技术应用不均衡与普及率低

尽管人工智能、物联网和大数据等技术在设备管理与故障诊断领域展现出巨大潜力, 但其应用普及却存在不均衡的问题。众多中小企业因资金和技术条件的限制, 难以全面采纳智能化管理工具, 依然依赖于传统的人工维护模式。技术普及率的低下, 使得部分企业无法有效利用先进技术来优化设备管理流程。例如: 一些企业缺乏数据采集和分析的能力, 因此无法

实现预测性维护等先进管理策略。这种技术应用上的滞后,不仅制约了企业效率的提升,还增加了设备故障的风险,进而影响了整体生产的稳定性。

2.2 数据质量与整合问题

机械设备管理和故障诊断的智能化依赖于高质量的数据支持,但在实际应用中,数据质量和整合问题成为主要障碍。例如:设备运行数据可能存在噪声、缺失或不一致,影响分析结果的准确性^[3]。此外,不同设备或系统之间的数据格式不统一,难以实现有效整合,导致信息孤岛现象。这些问题限制了多模态数据融合分析和全面故障诊断的实现。例如:在复杂设备中,振动、温度和声音数据的整合分析往往因数据质量问题而难以进行,影响了故障诊断的全面性和精准性。

2.3 专业人才短缺与培训不足

智能化设备管理和故障诊断需要具备跨学科知识的专业人才,但目前行业内相关人才短缺问题突出。许多企业缺乏既懂机械设备又熟悉人工智能和数据分析的复合型人才,导致技术应用效果不佳。此外,现有维修人员的技能培训不足,难以适应智能化管理的新要求。一些维修人员对智能诊断工具的操作不熟练,无法充分发挥其功能。这种人才短缺和培训不足的问题不仅限制了技术应用的深度,还影响了设备管理的整体效率,成为企业智能化转型的主要瓶颈。

3 机械设备管理与故障诊断关键技术分析

3.1 物联网(IoT)技术

物联网技术凭借传感器与网络连接的融合,实现了对机械设备运行状态的实时监测与数据采集。在生产设备中,传感器能够实时捕捉振动、温度、压力等关键数据,并借助网络将其传输至中央系统进行分析处理。这一实时监测能力使企业能够迅速察觉设备异常,有效防止故障进一步恶化^[4]。同时,物联网技术还支持设备的远程监控与维护,大幅降低了人工巡检的成本。借助物联网技术,企业能够构建起智能化的设备管理体系,显著提升设备管理的效率与精准度。以风力发电设备为例,物联网技术能够实时监测风机的运行状态,预测叶片的磨损情况,并据此提前安排维护工作,有效避免故障导致的停机损失。物联网技术的广泛应用,不仅推动了设备管理的智能化进程,更为工业互联网的发展奠定了坚实的基础。

3.2 人工智能(AI)与机器学习

人工智能和机器学习技术在设备管理与故障诊断领域发挥着至关重要的作用。利用机器学习模型对设

备历史数据进行深入分析,可以预测设备故障的发生时间及类型。同时,AI技术能够融合多模态数据,如振动、声音、温度等,实现故障诊断的更高精准度。进一步,AI技术还能够优化维修策略,根据设备的实时运行状态动态调整维护计划,有效降低维护成本。借助AI与机器学习的应用,企业得以从被动的维修模式转变为主动的预防模式,显著提升了设备管理的智能化水平。以航空发动机维护为例,AI技术能够分析发动机的运行数据,预测关键部件的使用寿命,并据此制定精确的更换计划,确保飞行安全。随着AI技术的不断发展,其为设备管理提供了更为强大的工具,有力地推动了工业智能化的深入发展。

3.3 数字孪生技术

数字孪生技术通过构建设备的虚拟模型,实时模拟其在实际运行环境中的状态与行为。在复杂设备的管理中,数字孪生模型能够准确反映设备的运行状态,并借助模拟分析来优化维护策略。这项技术不仅提高了故障诊断的准确性,还能够预测设备在不同工况下的性能变化趋势,为设备的优化设计提供有力支持^[5]。同时,数字孪生技术与AI、物联网等技术的结合,实现了设备从设计、制造到运维的全生命周期管理优化。在智能制造领域,数字孪生技术可以模拟生产线的运行状态,优化生产流程,有效降低设备故障率。数字孪生技术的应用,极大地提升了设备管理的科学性,为工业4.0的实现提供了重要的技术支撑。

3.4 大数据分析技术

大数据分析技术通过对海量设备运行数据的深入挖掘与分析,能够揭示潜在的规律与故障模式。对历史数据的细致分析,可以捕捉到设备故障的早期征兆,从而实现预测性维护。大数据分析还能优化设备运行参数,进而提升生产效率和能源利用率。在制造设备领域,通过对生产数据的全面分析,可以精细调整设备运行参数,有效降低能源消耗。借助大数据分析技术,企业得以实施数据驱动的设备管理策略,显著提升了设备管理的科学性与精准度。以石油化工设备为例,大数据分析技术能够识别设备运行中的异常模式,预测关键部件的故障风险,并据此制定精确的维护计划。随着大数据分析技术的不断发展,其为设备管理提供了更为深入的洞察力,有力推动了工业智能化的全面升级。

3.5 边缘计算技术

边缘计算技术在设备端实现实时数据处理,有效减少了数据传输的延迟,显著提升了故障诊断的响应

速度。在生产设备管理中,边缘计算能够及时分析设备运行数据,迅速识别异常状况并发出预警信号。这一实时分析能力使企业能够及时采取干预措施,有效防止故障进一步扩大。同时,边缘计算技术与5G技术的结合,实现了对大规模设备的高效监控与管理^[6]。应用边缘计算技术,企业得以实现设备管理的实时化与智能化,大幅提高了设备管理的效率和可靠性。以智能工厂为例,边缘计算设备能够实时处理生产线上数百台设备的运行数据,快速识别潜在故障并立即发出警报,从而确保生产线的持续稳定运行。边缘计算技术的广泛普及,不仅极大地提升了设备管理的响应速度,也为工业互联网的实时化应用提供了坚实的技术支撑。

3.6 多模态数据融合技术

多模态数据融合技术将振动、温度、声音、图像等多种数据源有机结合,显著提高了故障诊断的准确性与全面性。在复杂设备的管理中,融合振动和声音数据可以揭示出单一数据源难以察觉的潜在故障。这种多模态分析能力使企业能够在故障早期阶段就发现问题,有效降低故障发生的概率。同时,多模态数据融合技术还可以与AI、数字孪生等技术相结合,实现更精确的故障诊断和优化维护策略。应用多模态数据融合技术,企业能够大幅提升设备管理的全面性与精准度。以航空发动机维护为例,融合振动、温度和声音数据可以更准确地评估发动机的健康状态,预测关键部件的使用寿命,并据此制定精确的维护计划。

3.7 增强现实(AR)与虚拟现实(VR)技术

增强现实(AR)和虚拟现实(VR)技术在设备维修领域发挥着至关重要的作用。AR技术能够在实际设备上叠加虚拟信息,使维修人员迅速定位故障点并获取及时的维修指导,这不仅极大地提高了维修效率,还有效降低了操作风险。同时,VR技术被广泛应用于维修人员的培训中,通过模拟真实的维修场景,帮助维修人员熟练掌握设备的拆卸和组装过程等操作技能^[7]。在复杂设备的维修工作中,AR技术可以实时展示设备的内部结构,引导维修人员快速准确地找到故障点,并依据虚拟指导完成维修操作。而VR技术则能提供一个安全的模拟环境,让维修人员在实践中提升技能。AR与VR技术的结合应用,显著提升了设备维修的效率和安全性,为工业培训和安全操作提供了创新的解决方案。

3.8 预防性维护与预测性维护

预防性维护和预测性维护构成了现代设备管理的

核心策略。预防性维护侧重于定期检查、保养以及关键部件的更换,以确保设备持续运行在最佳状态,从而减少突发故障的发生。例如:在制造设备管理中,定期更换润滑油并检查关键部件的磨损状况,能够有效延长设备的使用寿命。而预测性维护则利用实时监测设备运行数据,结合人工智能与大数据分析技术,来预测设备故障的发生时间及类型。具体而言,可以利用振动传感器和温度传感器等设备采集数据,再运用机器学习模型进行分析,从而提前识别潜在问题并采取相应的维护措施^[8]。这两个维护策略的有机结合,不仅显著降低了设备故障率,还优化了维护资源的配置,提高了设备管理的整体效率。企业实施预防性和预测性维护策略,不仅能减少停机时间和维修成本,还能提升生产效率和产品质量,增强市场竞争力。

4 结束语

机械设备管理与故障诊断技术在现代工业生产中扮演着至关重要的角色。它们不仅确保了生产的连续性和高效性,还有效降低了维护成本和资源浪费。同时,这些技术推动了智能化和绿色制造的发展进程,为企业的长期稳定运营和行业的整体进步奠定了坚实的基础。伴随着物联网、大数据以及人工智能技术的不断革新与发展,机械设备的管理与维修将迈向更加智能化、精准化的新阶段,实现从被动维修向主动预防的根本性转变。

参考文献:

- [1] 韦凯. 机械设备的管理和维修措施及故障诊断分析[J]. 模具制造, 2024, 24(05): 234-236.
- [2] 张文波. 试论煤矿机械故障诊断技术和维修措施[J]. 矿业装备, 2024(02): 194-196.
- [3] 李奇, 张方辉, 王其锦. 机械电气工程的维护及有效管理措施研究[J]. 中国设备工程, 2023(22): 68-70.
- [4] 鲁建荣. 机械设备维修保养技术及管理措施探析[J]. 中国机械, 2023(30): 80-83.
- [5] 胡子平. 机械设备的管理和维修措施及故障诊断分析[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(10): 46-48.
- [6] 贾金剡. 化工机械设备故障分析及维修管理措施[J]. 当代化工研究, 2023(06): 160-162.
- [7] 李燕飞, 丁园园. 关于化工机械设备的管理和维修保养措施研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(03): 43-45.
- [8] 李海军, 朱伟. 探讨煤矿运输机械设备加强管理及维修[J]. 内蒙古煤炭经济, 2022(24): 124-126.