

机电工程机械设备的维修及其管理探讨

黄 济¹ 蔡天雄²

1. 浙江大丰文体设施维保有限公司 浙江 宁波 315400

2. 浙江大丰实业股份有限公司 浙江 宁波 315400

摘要: 随着机电工程领域的快速发展, 机械设备在工业生产中扮演着愈发关键的角色。本文深入探讨机电工程机械设备的维修及其管理, 涵盖设备故障类型与机理分析, 剖析传统维修模式局限与现代维修理论演进。详细阐述维修策略选择、关键维修技术运用及流程优化举措, 构建维修管理体系。同时, 指出当前面临的挑战, 并对智能化、绿色化等未来发展趋势进行展望。

关键词: 机电工程; 机械设备; 维修; 管理

引言

在当今工业现代化高速推进的时代, 机电工程机械设备已成为各行业生产运营的核心支撑, 其稳定运行直接关乎企业的生产效率与经济效益。然而, 设备在长期运行过程中, 不可避免地会遭遇各类故障, 不仅影响生产进度, 还可能带来安全隐患。因此, 科学有效的设备维修与管理至关重要。本文旨在深入剖析机电工程机械设备维修及其管理的关键要点, 探索优化策略, 以提升设备运行的可靠性与稳定性。

1 机电工程机械设备维修基础理论

1.1 设备故障类型与机理分析

(1) 机械故障: 核心诱因包括磨损、疲劳、断裂等。磨损是零件表面在摩擦作用下物质逐渐损耗的过程, 分为磨粒磨损、粘着磨损等, 长期运行易导致配合间隙增大、精度下降; 疲劳是零件在交变载荷作用下, 局部产生微观裂纹并逐步扩展的现象, 最终引发零件失效; 断裂则是零件在载荷作用下超过极限强度的突发性失效, 常由疲劳积累或材质缺陷导致。(2) 电气故障: 主要表现为短路、老化、控制失效等。短路多由绝缘损坏、线路误接引发, 可能导致设备停机或烧毁; 电气元件长期使用会出现老化, 表现为性能衰退、接触不良等; 控制失效则可能源于PLC程序故障、传感器失灵等, 使设备无法按预设逻辑运行。

1.2 传统维修模式与局限性

(1) 事后维修: 属于被动维修模式, 仅在设备发生故障后进行维修。其优势是维修成本低、无需提前规划, 但易导致生产中断, 且故障扩大可能增加维修难度和费用。

(2) 定期维修: 按固定周期进行预防性维修, 可减少突发故障。但该模式未考虑设备实际运行状态, 易出现维修不足或过度维修的情况。(3) 局限性分析: 传统模式普

遍存在成本高的问题, 过度维修会浪费人力物力, 维修不足则可能引发安全隐患; 同时, 其无法实时匹配设备状态变化, 难以适应复杂机电设备的运行需求。

1.3 现代维修理论发展

(1) 预测性维修: 基于传感器监测数据和数据分析技术, 预测设备潜在故障, 提前制定维修计划。可实现精准维修, 减少非计划停机, 降低维修成本。(2) 基于状态的维修(CBM): 以设备实时运行状态为依据, 动态调整维修策略。通过对温度、振动等参数的持续监测, 确保维修时机与设备实际需求匹配, 提升维修有效性。(3) 全生命周期管理(LCC): 覆盖设备设计、采购、运行、维修至报废的全流程, 通过统筹各阶段成本, 实现全生命周期内的费用最优。强调前期规划与后期维护的协同, 提升设备整体经济效益^[1]。

2 机电工程机械设备维修策略与技术

2.1 维修策略选择

(1) 故障模式与影响分析(FMEA): 作为维修策略选择的核心前置手段, 通过系统性梳理设备各组成部件可能出现的故障模式, 明确每种故障对设备运行、生产安全及经济效益的影响程度, 进而划分风险等级。在实际应用中, 需组建跨专业团队, 结合设备运行历史数据与设计参数, 逐一排查潜在故障点, 形成故障优先级排序表, 为后续维修资源倾斜与策略制定提供数据支撑。该方法可提前识别高风险故障隐患, 避免盲目维修, 提升维修策略的针对性与科学性^[2]。(2) 可靠性为中心的维修(RCM): 以设备可靠性为核心目标, 通过分析设备功能与故障后果, 确定维修需求与维修方式。其核心逻辑是“必要的维修才是有效的维修”, 摒弃传统定期维修的“一刀切”模式, 针对不同重要程度的部件制定差异化维修策略—关键核心部件优先采用预测性维修,

次要部件可采用事后维修或定期维修。RCM需结合设备全生命周期数据,动态优化维修方案,既能保障设备可靠运行,又能最大化降低维修成本。

2.2 关键维修技术

(1) 状态监测技术:是实现主动维修的基础,涵盖振动分析、油液检测、红外热成像等关键技术。振动分析通过监测设备旋转部件的振动频率与幅值,判断轴承磨损、轴系不对中等故障;油液检测借助光谱、铁谱分析手段,检测油液中金属颗粒含量、污染物类型,评估零部件磨损状态;红外热成像技术可非接触式监测电气元件、管路等部位的温度分布,快速定位短路、泄漏等隐性故障。这些技术的协同应用,能实现设备状态的实时感知,为故障预警提供精准数据。(2) 智能诊断技术:依托AI、大数据技术实现故障的精准识别与预测。通过构建设备故障数据库,利用机器学习算法对海量监测数据进行训练,形成智能诊断模型,可自动识别故障类型、定位故障位置并预判故障发展趋势;大数据技术则实现多设备、多维度数据的整合分析,挖掘故障发生的共性规律与潜在关联因素,提升诊断的全面性与前瞻性。该技术打破了传统诊断对人工经验的依赖,大幅提升故障诊断效率与准确性。(3) 快速修复技术:以3D打印、激光熔覆为代表,大幅缩短维修周期、提升修复质量。3D打印技术可快速制作非标备件、破损部件,尤其适用于稀缺老旧设备的备件补给,无需漫长的生产与采购周期;激光熔覆技术通过高能激光束将合金粉末熔覆于受损部件表面,实现部件尺寸修复与性能强化,相较于传统焊接修复,具有熔覆层结合紧密、变形小、耐磨性强等优势,可显著延长修复部件的使用寿命^[3]。

2.3 维修流程优化

(1) 从故障报修到修复的全流程管理:构建标准化、闭环式维修流程,涵盖故障报修、故障评估、方案制定、维修实施、验收归档等关键环节。通过引入数字化管理系统,实现维修流程的全节点可视化管控—报修环节采用线上填报模式,提升响应效率;维修过程中实时记录施工进度与技术参数,确保维修操作规范;验收归档环节整理维修数据,为后续维修优化提供依据。全流程管理可减少流程冗余、避免责任推诿,提升维修工作的规范性与高效性^[4]。(2) 维修资源调配与备件库存管理:优化维修资源配置,建立跨区域维修人员调度机制,结合维修任务优先级与人员技能特长,实现人员、设备等资源的精准匹配;搭建智能化备件库存管理系统,通过大数据分析预判备件需求,设定合理的安全库存阈值,实现备件的动态补给。同时,采用备件分类管

理模式,对关键核心备件重点保障,对通用备件集中采购,既能避免备件积压导致的资金占用,又能防止备件短缺影响维修进度,保障维修工作的顺利推进。

3 机电工程机械设备维修管理体系构建

3.1 管理框架设计

(1) 组织架构与职责分工:构建层级清晰、权责明确的维修管理组织架构,核心分为决策层、管理层与执行层。决策层负责制定维修战略规划、审批年度维修预算;管理层由设备管理部门牵头,统筹协调维修计划制定、资源调配、技术支持等工作,同时对接生产、采购等相关部门,保障维修与生产协同;执行层涵盖一线维修班组、技术骨干,具体承担设备故障排查、维修实施、日常巡检等实操任务。通过明确各层级、各岗位的职责边界,避免出现责任推诿、工作脱节等问题,确保维修管理工作有序推进。(2) 标准化维修流程与制度建设:以流程标准化为核心,梳理从设备巡检、故障报修、方案审批、维修实施到验收归档的全流程,制定统一的操作规范与流程节点标准,明确各环节的时间要求、质量标准与责任人。同时,配套建立完善的管理制度体系,包括设备巡检制度、维修质量管理制度、安全操作规程、备件管理制度等。通过标准化建设,规范维修行为,减少人为因素对维修质量与效率的影响,为维修管理工作提供刚性约束与操作依据。

3.2 信息化管理工具

(1) EAM(企业资产管理)系统应用:引入EAM系统实现维修管理的全流程数字化管控,系统涵盖设备台账管理、维修计划编制、工单管理、备件管理、成本核算等核心模块。通过录入设备基础信息、运行数据、维修记录等,构建完整的设备数字档案,支持维修计划的智能化生成与优化;工单管理模块可实现维修任务的线上派发、进度跟踪与闭环管理;备件管理模块实时监控库存动态,自动触发补货提醒,避免备件短缺或积压。EAM系统的应用大幅提升了维修管理的精细化程度与数据化决策能力。(2) IoT(物联网)与设备远程监控:依托IoT技术构建设备远程监控网络,在关键机电设备上部署温度、振动、电流等各类传感器,实时采集设备运行参数并传输至监控中心。通过数据实时分析与异常预警算法,当设备参数超出阈值时,系统自动发出预警信号,提醒运维人员及时排查隐患;同时,支持远程查看设备运行状态,实现故障的远程初步诊断,为现场维修提供精准技术指导。该技术打破了传统维修的时空限制,实现从“被动维修”向“主动预警”的转变,显著提升设备运行可靠性。

3.3 人员培训与绩效考核

(1) 维修人员技能提升路径: 建立分层分类的技能培训体系, 针对新入职人员开展岗前实操培训与安全规范培训, 确保快速掌握基础维修技能; 对在岗人员, 结合技术发展趋势与设备更新需求, 定期组织专项技能培训, 涵盖智能诊断技术、新型修复技术、信息化工具操作等内容, 同时搭建技能交流平台, 鼓励师徒结对、技术攻关, 提升团队整体技术水平; 为骨干人员提供外出学习、考证深造的机会, 培养兼具技术能力与管理思维的复合型维修人才。(2) 维修效率与质量的量化评估: 建立科学的绩效考核指标体系, 量化评估维修工作成效。效率指标包括平均维修时间、故障响应速度、工单完成率等; 质量指标涵盖维修合格率、故障复发率、设备平均无故障运行时间等。通过定期统计分析考核数据, 对维修人员的工作表现进行客观评价, 考核结果与薪酬福利、晋升机会直接挂钩。同时, 建立绩效反馈机制, 针对考核中发现问题, 帮助维修人员制定改进计划, 形成“考核-改进-提升”的良性循环, 激发团队工作积极性与主动性。

4 机电工程机械设备维修的挑战与未来发展趋势

4.1 当前面临的主要挑战

(1) 技术更新快与维修能力滞后的矛盾: 随着智能制造技术的迭代, 机电设备正朝着集成化、智能化、数字化方向快速升级, 大量新技术、新部件、新控制系统广泛应用。但现有维修团队的技能更新速度难以同步跟进, 对数字孪生、智能诊断等新兴技术的掌握不足, 导致部分复杂智能设备出现故障时, 维修人员无法快速精准排查问题, 不仅延长维修周期, 还可能影响设备运行稳定性, 制约设备价值发挥。(2) 维修成本与设备可靠性的平衡: 一方面, 高端机电设备的核心备件价格高昂, 加之人工、技术服务等成本逐年上升, 导致维修成本持续攀升; 另一方面, 企业对设备运行可靠性的要求不断提高, 需通过高频监测、精准维修保障设备稳定。如何在控制维修成本的前提下, 避免过度维修或维修不足, 实现成本与可靠性的最优平衡, 成为当前维修管理的核心难题。

4.2 未来发展方向

(1) 智能化维修: 数字孪生技术可构建设备虚拟映射模型, 实现运行状态实时仿真与故障模拟推演, 为维修方案制定提供精准依据; AR辅助维修通过增强现实技术将维修步骤、设备图纸等虚拟信息叠加到实体设备上, 引导维修人员规范操作, 降低对经验的依赖, 提升维修效率与精度, 是未来维修技术的核心发展方向。

(2) 绿色维修与循环经济理念: 践行绿色发展要求, 维修过程中优先采用环保型材料与工艺, 减少废油、废料等污染物排放; 同时, 推广部件再制造、废旧设备资源化利用等模式, 通过修复、改造废旧部件延长使用寿命, 降低资源消耗, 实现维修行业与生态环境的协调发展。(3) 维修服务外包与共享经济模式: 面对企业维修资源不足的问题, 维修服务外包模式将逐步普及, 专业维修服务商凭借技术优势提供精准高效的维修服务, 降低企业自主运维成本; 同时, 维修设备、备件、技术人员等资源的共享平台将不断完善, 实现资源优化配置, 提升行业整体维修服务效率。

结束语

机电工程机械设备的维修与管理是一项复杂且意义重大的工作。通过对设备故障的精准剖析、维修策略的合理选择、关键技术的有效应用以及管理体系的科学构建, 我们能在一定程度上保障设备的稳定运行。但面对技术快速更新、成本与可靠性平衡等挑战, 仍需不断探索创新。未来, 智能化、绿色化维修以及服务外包等模式, 将为设备维修管理带来新机遇, 推动行业持续发展。

参考文献

- [1]林庆新.浅谈现代工程机械设备的管理与维护保养[J].中国设备工程,2023,(14):19-21.
- [2]王鹏智.建设工程机械设备维修及保养研究[J].现代制造技术与设备,2022,58(04):124-126.
- [3]刘荣佳.机械设备管理中机械设备维修的重要性[J].模具制造,2023,23(12):258-260.
- [4]陈林新.机械设备管理中机械修理维护的意义分析[J].数字通信世界,2020,(2):283-284.