

机械电子设备维修工程技术优化

马 鑫

金诚信矿业管理股份有限公司 北京 100000

摘要：本文围绕机械电子设备维修工程技术优化展开研究，阐述其核心概念、技术类型及理论支撑，分析当前行业发展现状、现存维修模式滞后、技术应用不充分等核心问题及成因，结合全生命周期、智能运维等理论，从维修模式、核心技术、管理体系、人才队伍四方面提出优化策略，旨在推动维修技术向智能化、绿色化转型，提升维修效率与质量，降低成本，为工业生产稳定运行提供有力技术支撑。

关键词：机械电子设备；维修工程；技术优化

引言：随着工业4.0战略深入推进，机械电子设备已成为工业生产与民生服务的核心载体，其运行稳定性直接决定生产效率与服务质量。当前传统维修技术与模式已难以适配设备智能化、集成化发展趋势，存在效率低、成本高、绿色化不足等问题。基于此，本文聚焦维修工程技术优化，结合理论与行业实际探索可行路径，对推动行业转型升级、保障设备长效运行意义重大。

1 机械电子设备维修工程技术相关理论基础

1.1 机械电子设备维修工程核心概念

(1) 机械电子设备的定义与分类：机械电子设备是融合机械结构、电子控制、信息技术的复合型设备，核心特征为机电一体化、智能化、集成化。按应用领域可分为工业生产类、民生服务类等，按结构复杂度可分为简单机电设备和复杂机电系统。其在工业生产中承担着加工、检测、控制等核心职能，是保障生产连续性、提升生产效率的关键载体。(2) 维修工程的内涵与核心流程：机械电子设备维修工程是通过技术手段排查设备故障、恢复设备性能、延长设备寿命的系统性工程。核心流程涵盖四个环节：故障检测，通过传感器、人工巡检等方式发现设备异常；故障诊断，定位故障部位、分析故障成因；维修实施，采取针对性措施修复故障、更换零部件；验收复盘，检测维修效果，总结故障规律与维修经验，优化后续维修方案。

1.2 机械电子设备维修核心技术类型

(1) 传统维修技术：主要包括事后维修和定期预防性维修。事后维修是故障发生后再进行维修，特点是操作简单、成本低，适用于结构简单、非关键岗位的设备，但存在停机损失大、故障扩大风险；定期预防性维修按固定周期开展维护，可减少突发故障，适用于核心生产设备，但易出现过度维修、资源浪费的问题。(2) 现代维修技术：以智能化、高效化为核心，包括智能故障诊断技术，

依托大数据分析、AI算法实时监测设备运行参数，精准识别潜在故障；预测性维护技术，通过物联网采集数据，预判故障发生时间，实现提前维护；AR远程辅助维修技术，借助AR设备实现远程指导，提升维修效率，适用于复杂、偏远场景的设备维修，优势显著^[1]。

1.3 维修工程技术优化的理论支撑

(1) 全生命周期管理理论：设备全生命周期涵盖设计、运行、维修、报废四个阶段，设计阶段融入维修理念可降低后续维修难度，运行阶段的状态监测为维修提供数据支撑，维修阶段优化技术可延长设备寿命，报废阶段的资源回收契合绿色理念，为维修技术优化提供全面理论指导。(2) 智能运维理论：基于物联网、大数据、AI等技术，实现设备运行状态实时监测、数据精准分析和维修决策智能化，可减少人工干预，提升维修精准度和效率，为智能维修优化策略奠定核心理论基础。(3) 绿色维理论：结合双碳目标，核心原则是节能、环保、资源循环利用，维修过程中采用环保材料、减少废弃物排放，对废旧零部件进行回收再利用，为维修工程的环保优化提供重要理论支撑。

2 机械电子设备维修工程技术现状及存在的问题

2.1 机械电子设备维修工程发展现状

(1) 行业发展概况：随着工业4.0战略的深入推进，机械电子设备维修行业迎来转型升级的关键期，整体从传统的被动抢修模式逐步向主动运维、预测性维护转型。智能技术与绿色发展理念逐步渗透到维修全流程，物联网、大数据、AI等技术的应用日益广泛，推动维修行业向智能化、高效化、环保化发展。同时，行业相关标准不断完善，规范化水平持续提升，维修服务的专业化程度逐步提高，逐步形成了涵盖设备检测、故障诊断、维修实施、备件供应等全链条的服务体系，为工业生产的稳定运行提供了有力保障。(2) 现有维修技术应用情况：当前企业常

用的维修技术呈现传统与现代并存的格局,大型企业凭借资金、技术优势,广泛应用智能故障诊断、预测性维护、AR远程辅助维修等现代技术,搭建智能化运维平台,实现设备运行状态实时监测与故障精准预判,维修模式更具科学性。而中小型企业受资金、技术、人才等因素限制,仍以传统维修技术为主,多采用事后维修或定期预防性维修模式,现代维修技术的应用范围较窄、深度不足,仅在核心设备上少量尝试,导致不同规模企业的维修效率和质量存在明显差异。

2.2 维修工程技术现存核心问题

(1) 维修模式滞后:部分企业尤其是中小型企业,仍固守传统的事后维修模式,缺乏对预测性维护、状态维修等先进模式的应用,无法提前预判设备潜在故障,往往在设备发生故障后才开展维修工作,不仅造成严重的停机损失,影响生产连续性,还可能导致故障扩大,增加维修成本和零部件损耗,难以适应现代化生产的高效需求。(2) 技术应用不充分:智能诊断、远程维修、大数据分析等现代维修技术的集成应用不足,多数企业未能实现技术与维修流程的深度融合。维修过程仍高度依赖维修人员的人工经验,缺乏智能化设备和技术手段的支撑,导致故障诊断准确率偏低、维修周期过长,难以快速高效解决复杂机电设备的故障问题。(3) 维修管理体系不完善:部分企业缺乏完善的维修管理体系,备件管理混乱,存在备件储备不足、积压过多等问题,导致维修时出现备件短缺或浪费;维修流程缺乏标准化规范,作业环节随意性大,缺乏有效的过程管控;行业内维修技术标准不统一,不同企业、不同维修人员的作业水平参差不齐,存在寻找型、等待型、重复型等浪费现象,严重影响维修效率^[2]。(4) 绿色维修水平不足:在维修过程中,部分企业忽视环保要求,存在维修材料浪费、能源消耗过高的问题,废旧零部件随意丢弃,未实现回收再利用;部分维修环节使用的有害化学品处理不规范,易造成环境污染,不符合双碳目标下的可持续发展要求,绿色维修理念未能有效落地。

2.3 问题产生的原因分析

(1) 技术层面:企业自身技术储备不足,缺乏对现代维修技术的引进、吸收与研发能力,多数中小型企业无力承担技术升级的高额投入,难以购置智能化维修设备和搭建运维平台;同时,行业内技术交流不足,先进维修技术的推广速度较慢,导致企业技术升级滞后。(2) 管理层面:维修管理制度不健全,缺乏标准化的作业流程、完善的备件管理机制和科学的绩效考核体系,对维修人员的工作缺乏有效约束和激励;运维团队各岗

位协同不畅,信息传递不及时,导致维修流程衔接不畅,效率低下。(3) 人才层面:复合型维修人才短缺成为制约行业发展的关键因素,现有维修人员多擅长传统机械或电子维修,缺乏数字化、智能化技术操作能力,难以熟练运用现代维修设备和技术开展工作;同时,企业缺乏完善的人才培养体系,难以培养出适配现代维修需求的复合型人才,人才断层问题突出。

3 机械电子设备维修工程技术优化策略

3.1 维修模式优化:构建智能预测性运维模式

(1) 推动被动维修向预测性维护转型:打破传统事后维修、定期维修的局限,依托传感器技术与大数据分析平台,在机械电子设备关键部位安装各类传感器,实时采集设备运行过程中的振动、温度、电压、电流等核心参数,实现设备运行状态的全天候监测。通过AI算法对采集到的多源数据进行深度挖掘与分析,建立设备故障预警模型,精准预判故障隐患的类型、位置及发生时间,提前制定维护方案、开展维护作业,最大限度减少设备突发故障停机带来的损失,降低维修成本,提升设备运行的稳定性与连续性。(2) 建立全生命周期运维体系:将维修优化理念贯穿设备设计、运行、维修、报废全流程,形成闭环管理。在设备设计阶段,融入可维修性设计理念,简化维修结构、预留检测接口,降低后续维修难度与成本;在设备运行阶段,依托智能化监测平台,实现设备健康状态的动态管控,实时更新设备运行数据,为维修决策提供科学依据;在维修阶段,优化维修流程与技术,提升维修质量,延长设备使用寿命;在设备报废阶段,开展零部件回收再利用与环保处置,实现资源循环利用,契合绿色发展理念,构建全流程、全方位的运维体系^[3]。

3.2 核心维修技术优化与集成应用

(1) 智能故障诊断技术优化:针对现有故障诊断技术准确率不足、误判漏判等问题,优化振动分析、红外热成像、油液分析等传统诊断方法,提升诊断技术的灵敏度与精准度。同时,融合设备运行数据、历史维修记录、环境参数等多源数据,构建多维度故障诊断模型,通过AI算法实现故障的精准定位与成因分析,减少人工干预带来的误差,提升故障诊断的效率与准确性,为维修实施提供可靠支撑。(2) 现代维修技术集成应用:整合AR远程辅助、数字孪生、5G远程运维等先进技术,构建一体化智能维修平台。借助AR远程辅助技术,实现维修专家与现场维修人员的实时联动,通过虚拟标注、远程指导,快速解决复杂故障维修难题;依托数字孪生技术,构建设备虚拟模型,模拟设备运行状态与故障场

景,提前开展维修演练,优化维修方案;结合5G高速传输特性,实现设备运行数据的实时传输与远程监控,打破空间限制,提升维修的及时性与高效性^[4]。(3)绿色维修技术应用:响应双碳目标与可持续发展要求,大力推广绿色维修技术与理念。积极采用零部件再制造技术,对废旧零部件进行检测、修复与升级,提升零部件利用率,减少资源浪费;选用环保型维修材料与工艺,替代传统高污染、高能耗材料与工艺,降低维修过程中的污染物排放;优化维修流程,减少维修过程中的能源消耗,规范有害化学品的使用与处置,实现维修过程的节能、环保、高效,推动维修行业向绿色化转型。

3.3 维修管理体系优化

(1)维修流程标准化:针对维修流程不规范、作业随意性大等问题,制定关键机械电子设备标准维修作业指导书,明确各类型设备的维修步骤、操作规范、安全要求与质量验收标准,规范维修人员的作业行为。建立维修流程管控机制,对维修过程中的各个环节进行全程监督,确保维修作业严格按照标准执行,提升维修质量与规范性,减少重复维修、无效维修等浪费现象。(2)备件管理精益化:采用ABC分类管理模式,根据备件的重要程度、使用频率、采购周期等,将备件分为核心关键备件、一般备件与辅助备件,实施差异化管理。建立企业内部及行业间的备件共享库,优化备件采购与存储流程,设定科学的安全库存,避免备件积压与短缺,减少备件存储成本与资源浪费,确保维修时备件能够及时供应,提升维修效率。

(3)建立维修绩效评价体系:设定MTBF(平均故障间隔)、MTTR(平均修复时间)、维修合格率、维修成本控制率等核心绩效指标,对维修工作质量、效率与成本进行全面考核。建立完善的激励与约束机制,将绩效评价结果与维修人员的薪酬、晋升挂钩,充分调动维修人员的工作积极性与主动性,推动维修效率与质量持续提升^[5]。

3.4 人才队伍建设优化

(1)完善人才培养体系:加强校企合作,与职业院

校、高等院校建立长期合作关系,采用“工学结合”的培养模式,根据行业发展需求与企业实际需求,制定针对性的人才培养方案,培养兼具机械设计、电子控制、数字化技术、智能设备操作等多领域技能的复合型维修人才,为行业发展输送新鲜血液,缓解人才短缺问题。

(2)加强在职人员培训:建立常态化在职培训机制,定期组织现有维修人员开展现代维修技术、智能设备操作、故障诊断算法等相关培训,邀请行业专家、技术骨干进行授课指导,提升维修人员的专业能力与技术水平。鼓励维修人员参与行业交流、技能竞赛等活动,学习先进维修经验与技术,拓宽知识面,推动维修人员向智能化、复合型人才转型,适配现代维修工作需求。

结束语

机械电子设备维修工程技术优化是适配工业智能化、绿色化发展的必然选择,也是提升设备运维效率、降低生产成本、保障生产稳定的关键。本文通过分析维修技术现状与问题,结合相关理论提出涵盖维修模式、核心技术、管理体系与人才队伍的优化策略,形成完整方案。未来需持续推动技术创新与实践应用,完善优化策略,推动维修行业转型升级,为设备长效稳定运行提供支撑,助力工业高质量发展。

参考文献

- [1]田丰.探析人工智能技术在机械电子工程领域的应用[J].江苏建材.2022,24(1):84-88.
- [2]刘国凯.机械电子工程与人工智能的关系探究[J].软件.2022,43(9):213-216.
- [3]殷芬.机械电子工程与人工智能的关系分析研究[J].电子世界.2024,11(16):149-152.
- [4]罗楠.浅谈机械电子工程与人工智能的关系分析[J].商业故事.2023,18(8):57-59.
- [5]夏旭东.人工智能与机械电子工程的技术融合研究[J].科学与信息化.2025,10(1):93-95.