

探析机械工程设备管理与维护策略

韦清宜 刘新磊

国家石油天然气管网集团有限公司西北分公司 陕西西安 710000

摘要: 本文系统研究机械工程设备管理与维护的核心策略体系, 针对设备全生命周期管理需求, 提出构建预防性维护机制、优化日常保养流程、应用智能监测技术、强化人员能力建设等解决方案。研究通过分析设备劣化规律与故障特征, 建立基于状态监测的预知性维护模型, 结合物联网与人工智能技术实现设备健康管理数字化。实践表明, 实施预防性维护可使突发故障率降低, 建立三级预警机制能提升故障响应速度, 通过分层培训体系可使维护团队技能达标率提升, 形成覆盖设备采购、运行、维护、更新的全周期管理闭环, 为制造企业设备管理提供可操作方案。

关键词: 机械工程; 设备管理; 设备维护; 策略

在智能制造转型背景下, 机械工程设备作为工业生产的核心载体, 其管理效能直接决定企业竞争力。当前制造业面临设备故障停机损失占比高、维护成本攀升、技术型人才短缺等现实挑战。传统被动维修模式已难以适应高精度、高负荷设备的运行需求, 建立主动式设备管理体系成为行业共识。本文通过解析设备管理各环节痛点, 构建包含制度优化、技术升级、人才培养的创新维护策略, 重点突破状态监测、故障预测、智能诊断等关键技术瓶颈, 旨在为制造企业提供系统化设备管理解决方案, 推动设备维护向数字化、预测性方向转型。

一、机械工程设备管理与维护的重要性

1. 保障生产的连续性和稳定性

在机械工程领域, 设备管理与维护工作对生产运营具有多重战略价值。作为生产系统的核心组成部分, 机械设备的运行状态直接关系到企业生产目标的实现。以汽车制造企业为例, 冲压生产线、自动化焊接工作站及总装设备构成完整的生产链条, 任何环节的设备异常都会引发连锁反应。通过建立预防性维护体系, 技术人员能够提前识别设备劣化趋势, 避免非计划停机对生产连续性造成冲击, 从而确保订单交付的准时性^[1]。

2. 提高设备的利用率和寿命

设备全生命周期管理对资产效益最大化具有决定性作用。以精密加工设备为例, 定期开展主轴精度校准、导轨润滑管理等维护作业, 可有效延缓机械部件磨损进程。通过建立设备点检制度, 管理人员能够科学规划设备开动率, 既防止设备超负荷运转导致的突发故障, 又避免因闲置造成的资源浪费。这种精细化管理方式既能延长设备物理寿命, 又可延缓技术性贬值, 显著降低单

位产能的设备折旧成本。

3. 降低生产成本

成本管控是设备管理的重要经济目标。设备突发故障不仅会产生直接维修费用, 还会导致生产线停工损失、订单违约赔偿等间接成本。通过实施设备健康管理, 企业可减少70%以上的突发停机事件。同时, 对传动系统进行节能改造、优化液压系统运行参数等措施, 能使设备综合能效提升, 配合预防性维护减少能源浪费, 形成多维度的成本优化体系^[2]。

4. 保障安全生产

安全管理是设备维护工作的底线要求。冶金起重机、压力容器等特种设备存在固有安全风险, 其安全防护装置需要定期校验。例如, 吊装设备的钢丝绳探伤检测、制动系统的性能测试等维护项目, 可及时消除重大事故隐患。通过构建设备安全风险分级管控体系, 企业既能保护操作人员的人身安全, 又能避免因设备事故导致的法律风险, 实现安全生产与经济效益的有机统一^[3]。

二、机械工程设备管理与维护的现状和问题

1. 设备管理制度不完善

当前机械工程设备管理领域存在制度性缺陷。部分企业尚未建立系统化的设备管理体系, 设备全生命周期管理流程存在明显断层。采购环节缺乏科学论证机制, 导致部分设备与实际生产需求脱节; 验收环节技术标准执行不严格, 埋下设备早期故障隐患。操作层面, 一线人员作业规范执行不到位现象普遍, 违规操作加速设备劣化进程。维护保养环节缺乏标准化作业指导书, 维修周期设定主观随意, 预防性维护措施落实不到位, 造成设备非计划停机率居高不下。

2. 设备维护技术落后

设备维护技术体系亟待升级。传统事后维修模式仍占主导地位，定期保养制度执行流于形式。人工巡检依赖目视观察和经验判断，对精密设备早期故障征兆识别能力不足。以数控机床主轴系统为例，传统听音辨症法难以捕捉轴承滚道初期点蚀特征，而振动频谱分析技术可提前3-6个月预警故障。部分企业虽引进智能监测设备，但存在传感器布点不合理、数据采集频率不足等问题，导致状态监测系统效能未充分发挥^[4]。

3. 设备维护人员素质参差不齐

人力资源配置矛盾日益突出。设备维护队伍呈现结构性短缺，既懂机械原理又精通电气控制的复合型人才匮乏。企业培训体系滞后于设备更新速度，新型智能设备运维培训覆盖率不足30%。维修人员对现场总线技术、工业物联网协议等新知识掌握有限，面对装备数字孪生系统报警时，存在故障代码解读困难、诊断逻辑不清晰等问题，延长了设备停机时间。

4. 设备档案管理不规范

设备档案管理存在系统性漏洞。档案建立未实现全流程覆盖，设备技术文档、改造记录等关键信息缺失率较高。纸质档案保管条件不达标，导致重要技术资料霉变损毁。电子档案管理系统应用水平参差不齐，部分企业仍采用手工台账管理方式，设备履历更新滞后。在设备大修时，维修人员因缺乏历史维修数据支撑，难以制定精准维修方案，常出现备件更换过度或维修不足的矛盾现象^[5]。

三、机械工程设备管理策略

1. 建立完善的设备管理制度

企业要构建全生命周期设备管理体系，明确设备管理部门、使用部门、维修部门的权责边界。采购环节需建立标准化流程，组织技术、生产、财务部门开展联合评审，从设备性能参数、能效指标、售后保障等多维度评估供应商。某机械制造企业通过建立供应商准入黑名单制度，使设备采购合格率显著提升。验收环节要组建跨专业验收小组，依据技术协议逐项核对设备配置，进行空载试车和负荷试车，确保设备精度达标。

2. 加强设备采购与安装管理

设备选型需匹配工艺需求，企业应建立设备技术规格书数据库，记录各类设备在材质、精度、产能等方面的适用范围。安装调试阶段要实行监理制，关键设备安装过程需留存影像资料。某化工企业针对大型反应釜安装，采用激光对中仪确保设备同心度，使设备运行振动

值控制在标准范围内。安装验收需形成包含几何精度、空运转试验、负荷试验在内的完整报告。

3. 强化设备日常管理

设备台账管理要实现动态化，采用条形码或RFID技术对设备进行身份标识。运行监控需构建三级预警机制，基础层通过物联网传感器采集温度、压力等参数，中间层运用边缘计算进行实时分析，上层建设设备健康管理平台。某电力企业为汽轮机组配置振动监测模块，通过频谱分析提前发现轴承故障征兆。设备调度要建立产能匹配模型，根据订单需求合理安排设备开动计划。

4. 注重设备的经济管理

设备经济管理需构建全成本核算法，将购置成本、能耗成本、维修成本、环保成本纳入核算体系。维修决策要建立经济寿命评估模型，综合考虑设备剩余价值、维修费用、更新成本。某钢铁企业针对高炉设备，开发了基于动态规划的维修决策系统。设备租赁要建立风险评估机制，从供应商资质、设备技术状态、保险条款等方面进行审核，通过签订包含操作规范、维护责任、事故赔偿的完备合同控制风险^[6]。

四、机械工程设备维护策略

1. 推行预防为主维护策略

预防性维护是设备管理的核心策略，其本质是通过主动干预延缓设备劣化进程。以工业泵组维护为例，技术人员需建立周期性检测机制，重点检查密封件弹性、轴承游隙及叶轮动平衡等关键参数。当监测到轴套磨损量超过原始尺寸的15%时，应立即启动更换流程。同时，采用振动频谱分析技术可捕捉转子不平衡特征频率，结合油液金属颗粒检测技术，能提前3-6个月预警齿轮磨损趋势。这种基于状态监测的预知性维护模式，可使设备突发故障率降低。

2. 加强日常维护保养工作

日常维护保养是保障设备稳定运行的基础性工作。设备清洁需建立三级过滤制度，操作人员每日班前使用压缩空气清除控制柜散热片积尘，维修工每周对液压系统回油过滤器进行精度检测。紧固作业应采用扭矩扳手量化管理，重点监控电机地脚螺栓、法兰连接螺栓的紧固力矩衰减情况。参数调整需结合设备工况建立动态基准，例如数控机床反向间隙补偿值应根据环境温度变化实施分段修正，当车间温度超过28℃时，需将补偿参数下调。防腐处理需采用复合防护体系，设备本体除锈等级应达到Sa2.5级标准，底漆与面漆的干膜厚度需控制在特定范围区间，重要部件还应增设电化学防腐模块。

3. 采用先进的维护技术与方法

先进维护技术的融合应用正在重塑设备管理模式。物联网技术构建的数字孪生系统，可实现设备运行数据的实时镜像映射。某钢铁企业通过在轧机传动轴上安装无线传感器，将振动、温度等参数上传至云端诊断平台，使专家团队能远程完成85%的故障诊断工作。人工智能算法在故障特征提取方面展现独特优势，通过对历史维修记录的深度学习，某汽车工厂的AI诊断系统已实现液压阀故障的自动识别，准确率较传统方法提升。可靠性为中心的维护（RCM）方法论强调差异化维护策略，针对关键设备建立故障模式影响分析（FMEA）模型，某石化企业通过RCM优化，将催化裂化装置的维护工时减少，而设备可用率却提升。

4. 加强设备维护人员培训

维护团队的能力建设是策略落地的关键保障。企业需构建三维培训体系：新员工需完成设备构造认知、基本维护技能、安全操作规范等基础课程，经实操考核合格后方可上岗；在职人员需定期参加新技术培训，如红外热成像检测技术、激光对中技术等专项培训；技术骨干则需接受设备管理创新方法培训，如精益维护、全员生产维护（TPM）等理念培训。某装备制造企业建立的“技能矩阵”评价体系，将员工能力细分为设备拆装、精密测量、故障诊断等维度，通过动态评估指导个性化培训方案制定。这种分层分类的培训机制，使设备维护团队的平均技能等级逐年提升^[7]。

五、机械工程设备管理与维护的信息化与智能化发展

1. 设备管理与维护信息系统的应用

设备管理信息化系统正在重塑企业资产管理模式。通过构建集成化信息平台，企业可实现设备全生命周期数据集中管控，覆盖台账登记、运行日志、维修工单等核心模块。系统支持维修知识库建设，技术人员可随时调阅设备维修档案，分析故障发生规律。某汽车制造企业通过系统追踪焊接机器人维修记录，发现某型号机械臂故障周期规律，据此优化备件库存策略，将设备停机时间缩短。

2. 物联网技术在设备管理与维护中的应用

物联网技术为设备状态监测开辟新路径。在设备关键部位部署智能传感器，可实时采集温度、压力、振动等多维度参数。某钢铁企业高炉设备应用物联网技术后，通过炉壳温度场分布监测提前发现耐火材料侵蚀趋势，

将炉役延长。RFID电子标签的应用实现了设备全流程追溯，从入库验收到报废处置形成完整数字档案。

3. 人工智能技术在设备管理与维护中的应用前景

人工智能技术推动设备管理向预测性维护转型。基于机器学习的故障诊断模型通过持续学习设备运行数据，可识别早期故障特征。某风电企业应用振动频谱分析算法，提前发现齿轮箱轴承微弱故障征兆，避免重大事故发生。计算机视觉技术在设备外观检测中展现价值，通过摄像头捕捉设备表面图像，运用深度学习算法识别裂纹、腐蚀等缺陷，检测效率较人工提升^[8]。

结语

机械工程设备管理已进入全要素协同管理新阶段，需要构建制度、技术、人才三位一体的保障体系。实践证明，建立预防性维护机制可显著提升设备运行可靠性，物联网与人工智能技术的融合应用使设备管理精度达到分子级。企业需建立设备健康档案数字化、维护决策智能化、人员培养体系化的长效机制，持续完善设备风险预警模型和故障知识图谱。未来，随着数字孪生技术的深化应用，设备管理将实现物理空间与数字空间的实时交互，推动制造业向零故障生产、自适应维护的终极目标迈进，为工业4.0转型奠定坚实设备管理基础。

参考文献

- [1] 李涛. 机械工程设备管理与维护策略研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 859-860.
- [2] 蓝建华, 王宇, 王裕航. 机械工程设备管理与维护策略探究[J]. 中国设备工程, 2022, (21): 60-62.
- [3] 张玉玮. 机械工程设备管理与维护策略研究[J]. 中国设备工程, 2022, (10): 43-45.
- [4] 张孝海. 路桥工程机械设备维护管理的问题及优化策略研究[J]. 汽车周刊, 2024(5): 0170-0171.
- [5] 窦瑞升. 关于机械工程设备管理与维护策略探究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(1): 3.
- [6] 杜洋. 公路工程机械设备安全管理要点思考[J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(10): 34-36.
- [7] 余功磊. 试论现代工程机械设备的管理与维护保养策略[J]. 中国科技期刊数据库工业A, 2023(4): 4.
- [8] 黄海峰. 隧道工程机械设备施工设备管理及维护策略[J]. 中国设备工程, 2023(9): 64-66.