

工业场景下机电设备智慧维保模式创新探索

刘永生

宁夏东方钽业股份有限公司 宁夏 石嘴山 753000

摘要：传统工业机电设备维保存在滞后性显著、资源浪费严重、人工依赖度高、数据化水平不足等诸多问题，难以适配现代工业设备精密化、大型化的发展需求。本文结合物联网、大数据、人工智能等数字技术，构建多层级智慧维保架构，打造数据驱动预测性维保、人机协同作业等创新模式，梳理模式落地路径与保障体系，针对性解决传统维保痛点，为工业设备维保降本增效、实现全生命周期智能化管控提供实践参考。

关键词：工业场景；机电设备；智慧维保；模式创新

引言：机电设备是工业生产的核心载体，其运行稳定性直接关乎生产效率与安全生产。当前多数工业企业仍沿用事后维修、定期维保等传统模式，普遍存在维保精度低、资源配置不合理、故障预判能力弱等弊端，易造成非计划停机与经济损失。随着工业数字化转型提速，智能技术为设备维保革新提供支撑。基于此，本文探究工业机电设备智慧维保创新模式，破解传统维保短板，助力工业运维向智能化、精细化、高效化转型升级。

1 工业场景下机电设备传统维保模式现状与问题剖析

1.1 传统机电设备主流维保模式

（1）事后故障维修模式属于被动式维保，核心特点为设备故障停机后才开展维修作业，无提前干预手段。该模式操作简单、零前期维保成本，适用于小型、低负荷、非核心辅助设备，以及故障影响小、停机损失低的工业场景。（2）定期计划维保模式是工业主流预防性维保方式，运行机制为依据设备手册、行业经验制定固定周期维保计划。实施流程标准化，按周期开展拆解检查、零件更换、润滑养护等作业，以此规避常规设备故障，广泛应用于流水线、动力设备等关键机电设备^[1]。

（3）人工巡检维保模式依托维保人员专业经验开展作业，作业逻辑为定时定点人工排查设备运行状态、异响、温度等异常情况。操作规范以人工记录、现场核查、隐患登记整改为主，是中小工业企业普遍采用的基础维保方式。

1.2 传统维保模式存在的核心问题

（1）维保滞后性强，设备故障停机风险较高。被动维修无法预判隐性故障，定期维保存在周期盲区，难以捕捉设备突发损耗问题，极易引发非计划停机，打乱工业生产节奏，造成生产损失。（2）维保资源浪费，过度维保与维保缺位并存。固定周期维保缺乏针对性，状态良好设备频繁维保造成人力、物料浪费，部分高频损耗

设备则因维保间隔过长出现养护缺位，加剧设备老化。

（3）人工依赖度高，维保精度与效率难以提升。维保效果完全取决于人员经验水平，人工排查易出现漏检、误检，且人工作业效率有限，无法适配大规模、多类型机电设备的同步维保需求。（4）数据化程度低，缺乏设备全生命周期管控依据。传统维保多为纸质人工记录，数据零散、易丢失，无法积累设备运行、损耗、维保数据，难以实现设备状态溯源和精准管控。

1.3 工业场景维保转型的驱动因素

（1）工业设备大型化、精密化对维保质量的更高要求。现代工业机电设备结构愈发复杂、集成度更高，设备运维容错率大幅降低，传统粗放式维保模式已无法满足精密设备的养护需求，倒逼维保模式向精细化、智能化转型。（2）物联网、大数据、人工智能技术的赋能支撑。数字技术的成熟落地，为设备数据采集、分析研判、智能预警提供了技术基础，打破了传统人工维保的技术局限，为智慧维保模式的落地应用提供了核心技术保障。（3）工业企业降本增效、安全生产的发展需求。工业生产对稳定性、安全性与经济性要求持续提升，传统维保故障风险高、资源损耗大的弊端凸显，智能化维保可有效降低停机损失与运维成本，契合企业高质量发展核心需求。

2 工业场景下机电设备智慧维保创新模式构建

2.1 智慧维保模式的核心架构与设计原则

（1）模式整体架构依托四层立体化体系实现智能化维保闭环。感知层为基础层级，通过传感器、智能仪表、物联网终端等设备，全方位采集机电设备温度、振动、转速、负荷等实时运行参数。分析层依托大数据、云计算技术，对采集的海量数据进行清洗、分类与整合处理，挖掘设备运行潜在规律。决策层结合算法模型与设备台账数据，智能生成维保方案、故障处置建议及维

保周期计划。执行层依托运维终端、智能设备与人工团队,落地维保作业,同时反馈作业结果,形成完整维保闭环。(2)创新设计原则贯穿模式搭建全过程。智能化原则依托数字技术替代传统人工经验判断,实现设备状态自主感知、自主分析。精准化原则摒弃粗放式维保模式,依据设备实际运行状态定制差异化维保方案。轻量化原则适配工业企业生产场景,简化系统部署流程,降低设备改造成本与运维难度。适配性原则兼顾不同类型、不同年限的机电设备,可灵活适配各类生产场景的维保需求^[2]。(3)模式核心优势相较于传统维保大幅升级,实现全周期、动态化、预判式管控。打破传统阶段性维保局限,覆盖设备全运行周期;摒弃固定维保模式,根据设备工况动态调整维保策略;从被动维修、定期维保转变为提前预判故障隐患,有效降低设备非计划停机风险,提升维保整体管控水平。

2.2 基于数据驱动的预测性维保创新模式

(1)设备运行状态数据实时采集与预处理机制是智慧维保的基础。通过前端物联网设备全天候不间断采集设备运行原始数据,涵盖运行工况、损耗参数、环境数据等多维度信息。同时搭建标准化数据预处理机制,自动剔除无效、干扰数据,修正偏差数据,统一数据格式,保障输入数据的真实性、有效性,为后续数据分析与模型运算提供可靠数据支撑。(2)故障特征挖掘与智能预警模型是精准维保的核心支撑。依托大数据算法挖掘设备故障与运行参数的关联特征,梳理不同故障的核心数据特征图谱。通过训练智能预警模型,精准识别设备隐性故障、早期损耗等传统人工难以发现的问题,针对不同故障等级设置分级预警机制,及时推送预警信息,为运维人员预留充足故障处置时间。(3)基于设备损耗规律的动态维保周期优化策略,彻底革新传统固定维保模式。结合设备运行时长、负荷强度、损耗速率等数据,精准分析设备零部件老化、损耗规律。摒弃统一固化的维保周期,针对不同设备、不同工况动态调整维保时间、维保内容与维保频次,避免过度维保与维保缺位问题,实现维保资源的高效利用^[3]。

2.3 人机协同智能化维保作业模式

(1)智能巡检设备与人工维保形成科学协同分工机制。智能巡检设备负责高频次、重复性、全覆盖的设备状态排查,精准采集标准化数据,规避人工漏检、误检问题。人工维保人员聚焦复杂故障处置、设备精密检修、特殊工况调试等智能化设备无法完成的工作,形成“智能巡检全覆盖、人工处置补短板”的分工体系。(2)远程可视化运维与现场精准维保深度结合。依托

视频监控、远程数据传输技术搭建可视化运维平台,运维人员可远程实时监控设备运行状态,远程排查简单故障、指导现场作业。针对远程无法解决的复杂隐患,派遣人员携带精准工具开展现场维保,大幅缩短故障处置时长,降低现场运维成本。(3)重构维保作业标准化、智能化流程。依托智慧维保体系规范作业流程,从隐患预警、方案生成、任务派发,到现场作业、结果核验、数据归档,实现全流程标准化管控。同时嵌入智能校验功能,实时核查作业规范性与完成质量,替代传统人工粗放作业模式,全面提升维保作业效率与标准化水平。

2.4 全生命周期一体化维保管理模式

(1)实现设备采购、运行、维保、报废全流程数据贯通。整合设备采购参数、安装调试数据、日常运行数据、故障记录、维保台账、报废评估等全链条数据,搭建一体化设备数字档案。打破传统数据分散、孤岛化问题,实现设备全生命周期数据可追溯、状态可查询、变化可分析,为维保决策提供完整的数据依据。(2)构建维保资源智能化调度与精细化管理机制。依托智慧维保平台统筹管理维保人员、检修工具、备品备件、运维资金等各类资源,实时监控资源存量与使用状态。结合维保任务的紧急程度、作业类型、作业地点智能匹配资源,自动规划最优调度方案,优化资源配置结构,减少资源闲置、浪费与调配不及时等问题,实现维保资源精细化管控^[4]。(3)建立维保效果动态评估与模式迭代优化体系。从设备故障率、停机时长、维保成本、作业效率、生产保障能力等多维度构建评估指标体系,定期对维保工作成效进行全方位动态评估。依托评估结果梳理维保工作短板与模式漏洞,结合设备迭代更新与生产工况变化,持续优化维保算法、作业流程与管理机制,实现维保模式动态迭代、持续优化、长效升级。

3 工业场景下机电设备智慧维保模式落地保障

3.1 智慧维保模式落地实施路径

(1)设备智能化改造与传感网络搭建是智慧维保落地的基础前提。针对工业现场各类机电设备,开展针对性智能化升级改造,为无数据采集能力的老旧设备加装温度、振动、电流等高精度传感终端,适配设备运行工况。同时合理规划传感节点布局,搭建全覆盖、低延迟的物联网传感网络,实时采集设备运行状态数据,消除数据采集盲区,为后续数字化分析和智能维保提供基础数据支撑。(2)维保数字化平台搭建与系统集成是核心载体。整合设备监测、数据分析、维保调度、台账管理等功能模块,搭建一体化智慧维保数字化平台。打破传统运维系统的数据孤岛,完成生产系统、设备管理

系统、物资管理系统的深度集成,实现设备数据、生产数据、资源数据的互联互通,统一维保业务流程,实现维保任务线上化、管控可视化、管理数字化。(3)维保团队智能化技能培训与体系搭建是落地关键。针对现有运维人员开展专项技能培训,涵盖传感设备运维、数字化平台操作、智能数据分析、预测性维保研判等专业内容。同时搭建分层分级的运维团队体系,明确技术运维、现场作业、数据管理等岗位职能,建立常态化培训与考核机制,打造适配智慧维保模式的专业人才队伍。

3.2 模式应用的关键保障体系

(1) 技术保障为智慧维保长效运行提供核心支撑。依托成熟的智能算法模型实现设备故障预警、周期优化等核心功能,持续优化算法精度。建立完善的数据安全防护机制,做好数据加密、备份与权限管理,规避数据泄露、丢失风险。同时紧跟数字化技术发展趋势,持续开展技术迭代升级,保障维保系统适配企业生产发展需求。(2) 制度保障规范智慧维保全流程有序开展。结合智慧维保作业特点,修订完善原有运维管理制度,制定智能化巡检、数据管理、预警处置、维保考核等专项作业规范。明确各岗位工作标准、责任边界与作业流程,建立标准化、制度化的运维管理体系,杜绝智能维保落地过程中作业不规范、权责不清晰等问题。(3) 资源保障是模式落地的重要基础。企业需加大软硬件设备、数字化平台建设的资金投入,完善智能维保基础设施配置。同时强化专业技术人才储备,持续吸纳数字化运维、大数据分析相关人才,配套专项运维资金,保障设备改造、系统运维、人员培训等各项工作有序推进,夯实智慧维保落地根基^[5]。

3.3 应用难点与优化对策

(1) 针对老旧设备智能化改造成本高的问题,采用差异化改造策略。对核心高价值老旧设备进行全面智能化改造,加装低成本传感终端实现数据采集;对低价值辅助设备,采用局部改造、人工辅助录入数据的混合模式。同时分阶段推进改造工作,合理规划资金投入,

降低一次性改造成本压力,稳步完成设备智能化升级。

(2) 针对多品类设备数据融合难度大的问题,搭建标准化数据处理体系。不同品类、不同品牌设备存在数据接口、格式不统一的问题,通过加装适配网关、统一数据传输标准,对异构数据进行清洗、转换、整合。搭建统一数据中台,实现多品类设备数据统一汇聚、融合分析,有效解决数据碎片化、无法联动分析的问题。(3) 针对智能维保与传统运维衔接不畅的问题,建立渐进式过渡与协同机制。保留传统运维的优势作业流程,将智能预警、数据分析与人工现场运维深度融合,明确新旧模式的作业边界与协同流程。通过常态化实操演练、流程优化、岗位磨合,逐步替代传统粗放运维模式,实现新旧维保模式平稳衔接、有序过渡。

结束语

本文立足工业生产实际,剖析传统机电设备维保模式的现存问题与转型动因,搭建多元化智慧维保创新体系,明确模式落地实施路径、保障机制及优化对策。智慧维保可有效弥补传统运维短板,实现设备故障预判、资源精准配置与全生命周期管控。未来可持续迭代智能算法,优化新旧维保融合机制,推动智慧维保模式在工业领域深度普及,赋能工业企业高质量发展。

参考文献

- [1]金立杰,许旭,吴盛威.深度学习驱动的设备预测性维护现状与展望[J].制造业自动化,2025,47(02):123-131.
- [2]雷亚国,李熹伟,李响,等.面向机械设备通用健康管理的智能运维大模型[J].机械工程学报,2025,61(06):210-213.
- [3]胡华.机电设备的智能运维与全生命周期管理技术研究[J].现代科技研究,2025,5(05):88-91.
- [4]卞小丰.机电一体化设备加工钛合金中金属机械故障诊断技术研究[J].中国金属通报,2025,11(02):130-132.
- [5]吴俊华.机电一体化设备故障诊断技术研究[J].中国高新科技,2024,20(24):79-81.