

港口机械设备故障诊断及维护管理对策研究

胡林杰

宁波梅东集装箱码头有限公司 浙江 宁波 315200

摘要：港口机械设备是港口高效运营的核心基础，复杂工况、高强度作业易引发各类设备故障，影响港口作业效率与运营安全。本文梳理港口核心设备类型、运行特点及常见故障成因，分析当前设备故障诊断技术滞后、运维模式粗放、人员与制度不完善等现存问题，从诊断技术优化、运维模式创新、制度队伍建设、风险防控四方面提出优化对策，旨在提升设备运维精细化水平，降低故障发生率，保障港口设备稳定、高效、长效运行。

关键词：港口机械设备；故障诊断；维护管理对策

引言：随着物流行业快速发展，港口货运吞吐量持续攀升，机械设备的稳定运行成为港口高效作业的关键保障。港口设备长期处于重载、潮湿、腐蚀的复杂工况中，故障频发、运维难度大等问题日益凸显。现阶段多数港口仍沿用传统诊断与运维模式，智能化水平不足、管理体系不完善，难以适配现代化港口发展需求。基于此，本文深入研究港口机械设备故障诊断与维护管理现存短板，针对性制定优化对策，为提升港口设备运维质量、助力港口智能化、规范化发展提供参考。

1 港口机械设备概述及故障诊断核心理论

1.1 港口核心机械设备类型及运行特点

(1) 核心设备类型：港口核心作业机械设备主要分为四大类，涵盖起重机械、输送机械、装卸机械与堆垛机械，其中起重机械包含岸桥、场桥，输送机械以皮带输送机为主，装卸机械包含装载机、叉车。各类设备分工明确，协同完成港口货物装卸、转运、堆存等核心作业，是港口高效运营的基础载体。(2) 设备运行特点：港口设备整体作业强度大、连续运行时长久，日均作业频次高。作业环境复杂恶劣，长期受海风腐蚀、空气潮湿、现场粉尘及重载工况影响。同时设备联动性极强，单台设备突发故障极易造成整条作业线停滞，其中远控自动化设备司机室后移改造，传统人工现场巡检、直观诊断的方式难以开展，故障排查与运维难度大幅提升。随着行业发展，设备大型化、精密化、自动化程度持续提升，结构与控制系统更复杂，设备运维、故障排查难度不断增加。

1.2 港口机械设备故障类型及成因分析

(1) 机械磨损类故障：多表现为齿轮磨损、轴承老化、钢丝绳损耗等，核心诱因是设备长期高负荷作业，

叠加日常润滑、养护工作不到位，部件持续摩擦、重载挤压引发损耗，是设备最常见的基础性故障。(2) 电气控制系统故障：主要包括线路老化、传感器失灵、控制器故障、信号传输异常等，恶劣潮湿环境易腐蚀电气元器件，加之设备频繁启停、电网电压波动、元器件自然老化，极易引发控制系统运行异常。(3) 液压系统故障：常见故障为液压油泄漏、油路堵塞、压力不足、液压阀失灵，多由液压油杂质堆积、密封件老化、管路磨损、定期维护检修不及时导致，直接影响设备动力输出稳定性^[1]。

1.3 设备故障诊断核心技术与应用原理

(1) 传统故障诊断技术：依托运维人员目视、听觉、手感等实操经验排查故障，操作简单、无需专业设备，仅适用于简单直观故障，但主观性强、诊断精准度低，难以排查隐性故障。(2) 状态监测诊断技术：通过振动、温度、油液分析、超声波检测等方式，实时采集设备运行数据，精准捕捉设备异常状态，可实现故障提前预警，有效规避突发设备停机问题。(3) 智能故障诊断技术：基于大数据、人工智能与机器学习算法，整合设备运行与故障历史数据，搭建专属诊断模型，可自动识别故障、研判成因、预测故障发展趋势，适配现代化精密设备运维需求。

2 港口机械设备故障诊断与维护管理现存问题

2.1 设备故障诊断工作存在的问题

(1) 诊断技术应用滞后：目前国内多数港口设备故障诊断仍以传统人工经验诊断为核心，智能化、自动化监测设备整体覆盖率偏低。运维人员多依靠目视、听觉等方式排查故障，难以实现设备运行状态的全天候动态监测，设备运行数据采集存在滞后性、片面性问题，无

法精准捕捉设备早期隐性故障,极易导致小故障持续恶化,引发设备停机等重大作业问题。(2)故障诊断体系不规范:多数港口尚未建立统一、标准化的故障诊断作业流程,无规范的诊断标准和操作规范约束。不同运维人员的作业经验、技术水平存在差异,故障研判主观性较强,针对同类故障的诊断结果参差不齐,频繁出现故障漏诊、误诊情况,大幅降低设备故障诊断的准确性与可靠性。(3)故障数据利用率低:港口普遍缺乏完善的设备故障数据库建设,日常设备故障记录较为碎片化、零散化,仅简单记录故障现象与维修结果。企业未对故障诱因、发生规律、故障频次等数据进行系统性整理与深度分析,无法挖掘设备故障潜在特征,难以依托数据实现故障提前预判,数据价值未能充分发挥。

2.2 设备维护管理模式存在的短板

(1)维护模式较为粗放:当前港口设备运维普遍沿用“事后维修为主、定期检修为辅”的传统模式,预防性、预判性维护理念落实不到位。设备多在出现明显故障、功能受损后才开展维修工作,同时固定周期检修易引发过度维修或维修不及时的问题,既增加运维成本,又影响设备稳定运行。(2)维护计划缺乏科学性:多数港口采用统一固定的设备检修周期,未结合不同设备的运行时长、作业负荷、使用年限、老化程度进行差异化规划。维护方案针对性不足,无法适配各类设备的实际运行状态,导致维护工作实效性差,难以从根源上降低设备故障发生率^[2]。(3)设备全生命周期管理缺失:港口普遍存在重使用、轻养护的管理问题,过度关注设备作业效率,忽视日常养护管控。设备采购、运行、养护、检修至报废的全流程管控脱节,各阶段数据未有效联动,未实现设备全生命周期的动态化、精细化运维管理,加速设备老化损耗。

2.3 运维人员与管理制度存在的不足

(1)运维人员专业能力不足:基层运维人员普遍仅掌握基础设备维修技能,适配智能化运维的综合能力欠缺。对于智能监测设备操作、运行数据分析、智能化故障研判等新型运维技术掌握不足,专业人才储备薄弱,难以适配现代化港口智能运维工作需求。(2)管理制度不完善:现有设备运维管理制度体系不够健全,巡检制度、养护制度、考核制度、奖惩制度存在漏洞。部分运维工作无明确执行标准与约束机制,导致日常巡检流于形式、设备养护敷衍了事,运维工作质量难以保障。(3)运维责任划分不清晰:设备运维、检修、监管各岗位权责划分模糊,岗位职责交叉、空缺问题并存。设备出现故障、运维出现疏漏时,无法精准定位责任主

体、落实追责机制,难以约束运维人员工作行为,阻碍运维管理工作规范化、标准化推进。

3 港口机械设备故障诊断及维护管理优化对策

3.1 优化设备故障诊断技术与体系

(1)推广智能化故障诊断技术:针对传统诊断方式落后、隐性故障难识别等问题,加快智能化诊断技术落地。在岸桥、场桥、皮带输送机等核心设备关键部位加装高精度传感器与在线监测设备,全面采集温度、振动、压力、运行转速等关键参数,搭建全天候实时监测系统。依托大数据与人工智能构建适配港口工况的智能诊断模型,对运行数据实时分析与动态研判,弥补人工诊断的滞后与局限,实现设备故障实时监测、精准研判、提前预警,大幅提升诊断精度。(2)建立标准化故障诊断流程:为解决诊断标准不统一、人为误差大、误诊漏诊频发等问题,建立规范化、标准化的故障诊断作业体系。结合不同机械设备的结构特点、作业属性和故障特征,统一诊断标准,细化日常巡检、定期专项检查、突发故障排查的完整流程。明确各环节诊断步骤、检测重点、研判依据和验收标准,杜绝依靠个人经验主观判断,有效规避人工诊断误差,保障故障诊断工作规范有序开展^[3]。(3)搭建设备故障大数据数据库:搭建专业化、系统化的设备故障大数据数据库,实现故障信息的集中化、数字化管理。全面收录各类机械设备的故障类型、发生时间、诱因、损伤部位、维修方案、耗材使用、检修成本及修复后运行状态等全维度数据。安排专人定期整理汇总与复盘分析,深度挖掘设备故障发生规律、高发时段与诱发因素,总结针对性防控经验,为故障预判、养护方案优化、设备升级改造提供坚实数据支撑。

3.2 创新设备维护管理模式

(1)推行差异化预防性维护模式:摒弃传统一刀切的固定检修模式,结合港口各类设备的类型差异、作业负荷强度、运行年限、现场工况环境及老化损耗程度,对设备进行分级分类管理。针对重载高频作业、长期处于海风潮湿粉尘环境的设备缩短检修养护周期,对新投用、低负荷运行的设备合理调整维护频次,制定个性化、差异化的检修与养护方案,精准匹配设备实际运行状态,有效避免过度维修和维修滞后问题,全面提升设备维护精准度与有效性。(2)落实全生命周期运维管理:树立全周期精细化运维管理理念,将管理工作贯穿设备采购选型、安装调试、日常运行、定期养护、故障维修、老旧改造、报废更新的全流程环节。建立动态化设备信息管理台账,实时更新设备运行参数、养护记

录、故障台账、检修记录等信息,打破各管理环节脱节的问题,实现设备全生命周期动态化管控,有效延缓设备老化速度,延长设备使用寿命,保障设备长期稳定运行。(3)融合数字化运维管理平台:积极推进港口运维工作数字化转型,搭建一体化数字化运维管理平台。整合设备在线监测数据、日常运维记录、检修计划、故障处置台账、人员作业信息等各类核心资源,打破数据孤岛问题。通过平台实现检修计划下发、隐患排查上报、故障处置跟踪、运维台账更新、设备状态监测等工作线上化、可视化开展,简化繁琐的人工线下流程,提升运维工作效率,推动港口机械设备运维向智能化、数字化、高效化方向升级^[4]。

3.3 完善运维管理制度与人员队伍建设

(1)健全规范化运维管理制度:结合港口设备运维实际痛点,完善全方位、系统化的运维管理制度体系,补齐现有制度短板。细化设备日常巡检、定期养护、专项检修、质量核查、监督考核、责任追究等配套制度,明确各岗位运维人员的工作职责、作业标准、工作流程。通过完善的制度体系规范运维作业行为,杜绝巡检流于形式、养护敷衍、监管缺位等问题,保障各项运维工作标准化落地,推动运维管理工作规范化发展。(2)强化运维人员专业培训:针对现阶段运维人员智能化运维能力薄弱、专业技能单一的问题,建立常态化、系统化的专项培训机制。定期组织开展智能监测设备操作、设备精准养护、故障智能诊断、数字化平台运维、液压与电气系统维修等专项培训,邀请行业专家、资深技术骨干授课讲解,搭配现场实操演练,夯实运维人员专业基础。全方位提升运维人员综合业务能力,打造适配智能化港口运维需求的复合型人才队伍。(3)建立绩效考核与激励机制:构建科学合理的运维绩效考核体系,打破传统无差别考核模式。将设备故障率、日常巡检完成质量、故障处置效率、养护工作落实度、设备运行稳定性等核心指标纳入考核范畴。建立完善的奖惩激励机制,对运维工作成效突出、设备故障管控良好的人员予以表彰奖励,对履职不力、作业敷衍导致设备故障的人员进行追责问责,充分调动运维人员的工作积极性与岗位责任心。

3.4 建立设备运维风险防控机制

(1)梳理运维风险点位:全面开展设备运维风险排查工作,围绕港口设备全作业流程,重点梳理高频故障设备、恶劣天气工况作业、人员违规操作、日常养护缺位、设备老化失修等各类风险点位。建立详细的运维风险清单,明确各类风险的发生诱因、危害等级、影响范围,精准划定防控重点,实现风险分类分级管控,从源头规避设备故障及运维安全隐患^[5]。(2)制定应急处置预案:针对港口起重、输送、装卸等各类设备的突发停机、系统故障、部件损坏等紧急情况,完善专项应急抢修处置预案。明确应急响应流程、岗位人员分工、故障处置步骤、抢修标准及时限要求。定期组织运维人员开展应急演练,积累实战处置经验,持续优化应急处置流程,提升团队突发故障快速处置能力,最大限度缩短设备停机时间,减少港口作业停运带来的经济损失。

结束语

本文系统分析港口机械设备故障类型、诊断技术及运维管理现状,明确了当前诊断体系、运维模式、人员制度及风险防控等方面的核心问题。结合港口实际作业场景,提出智能化诊断、差异化运维、制度完善、风险防控等全方位优化策略。通过落实各项优化对策,可有效改善设备运维现状,减少设备故障、降低运维成本、延长设备使用寿命,助力港口机械设备运维管理走向精细化、数字化、标准化,推动港口物流产业高质量发展。

参考文献

- [1] 何国清. 基于人工智能的港口机械自动化控制系统设计研究 [J]. 仪器仪表用户, 2025, 32(1): 47-49.
- [2] 李国章. 港口设备机械自动化及防尘治理设施改造的综合策略 [J]. 冶金与材料, 2024, 44(12): 147-149.
- [3] 刘俊秀, 叶勇. 重防腐涂料面漆调色前置在港口机械制造中的应用研究 [J]. 现代涂料与涂装, 2024, 27(12): 33-37.
- [4] 梁家源. 港口工程机械设备的管理与信息化建设路径研究 [J]. 中国设备工程, 2024, 36(20): 243-245.
- [5] 王国江. 基于边缘计算的港口机械设备数据分析与实时监控研究 [J]. 中国机械, 2024, 13(12): 95-98.