

机电一体化设备日常运维管理体系构建与优化

李建卿

招商局船舶工业集团青岛船厂有限公司 山东 青岛 266000

【摘要】：机电一体化设备是现代生产的重要装备，运维管理体系直接影响设备运行状态与生产秩序。当前行业内此类设备运维工作普遍存在制度不完善、作业流程不规范、人员能力不足、资源配置不合理等问题。针对船舶建造专用设备及特种设备的复杂工况与高可靠性要求，结合设备技术特性与现场管理实际，梳理现存各类问题与成因，从制度、人员、物资等方面构建完整运维管理体系，并制定适配的优化举措，特别是引入智能诊断与 AI 预测性维护等先进手段，可全面改善运维工作质量，保障机电一体化设备长期稳定运行。

【关键词】：机电一体化；船舶建造设备；特种设备；日常运维；管理体系

DOI:10.12417/2705-0998.26.10.009

引言

机电一体化设备融合多领域技术，结构复杂，在船舶建造中，数控切割机、龙门吊、焊接机器人及起重机械等特种设备的运行稳定性，直接关系工程进度与作业安全。当前，不少企业沿用传统管理方式，未能建立适配设备技术特点的专属运维框架，粗放模式易导致设备损耗加剧、故障频发。正视运维短板，探索基于 AI 与智能制造的体系升级路径，是保障设备正常运转、推进生产有序开展的关键。

1 机电一体化设备日常运维管理体系现存现状

1.1 运维管理制度体系架构存在缺失

工业企业机电一体化设备运维制度差异显著，中小微企业短板尤为突出。多数企业仅制定故障维修条款，缺少巡检、养护、配件更换等常态化规范，制度覆盖存在漏洞。尤其在船舶建造领域，大型门式起重机和焊接设备长期高负荷运行，缺乏特种设备专项点检与法定检验的制度衔接，合规风险上升。部分企业套用通用管理模板，未结合设备结构及工况优化内容，条款实用性弱。同时岗位权责不清，出现问题时难以界定责任，制度约束作用难以发挥。

1.2 设备日常运维作业执行质量偏低

机电一体化设备日常运维分为预防性养护与故障修复，两者执行质量均有提升空间。预防性养护中，团队多按固定周期开展基础作业，忽略电气控制系统、传感组件、液压系统等精密结构的专项养护，难以提前发现潜在故障^[1]。故障修复多采用被动模式，缺乏对故障机理及频发根因的深度分析，尤其对船舶涂装机器人、等离子切割机等专用设备的工况退化规律研究不足。同时作业流程缺乏统一规范，不规范操作易损伤精密组件，缩短设备使用寿命。

1.3 运维管理配套资源配置不够均衡

资源配置不均衡集中体现在人员与物资两大层面。人员方面，机电一体化设备涵盖多领域技术，对运维人员综合能力要求严苛，现有基层人员多掌握单一技能，复合型人才缺口较大，

难以应对复杂故障排查与深度养护。物资方面，部分企业未按特种设备管理要求储备专用工装、原厂传感单元及船级社认证配件，储备品类单一且合规性不足，临时采购易延误维修进度。此外，物资存放未划分专属区域，存放环境不达标，易造成物资老化失效。

2 制约机电一体化运维管理水平提升核心因素

2.1 运维管理工作认知理念较为片面

生产企业高层管理团队的管控理念，直接决定机电一体化设备运维工作的投入力度与开展方向。多数生产主体将设备管理重心放置在设备投产使用与故障维修层面，片面将运维工作等同于故障修复作业，忽视日常预防性养护对设备长效运行的重要价值。管理理念的偏差，使得企业资源更多倾斜至生产环节，设备常态化养护、人员技能培训、管理制度完善等相关工作资源投入占比不足^[2]。基层运维人员受上层管理导向影响，作业过程中仅完成基础维修任务，主动开展精细化巡检、深层养护工作的积极性不足，长期片面的管理认知，逐步拉大实际运维质量与行业标准之间的差距。

2.2 运维人员技能培训机制并不完善

现阶段多数企业尚未建立常态化、分层化的运维培训体系。培训内容更新滞后，多以理论宣讲为主，缺乏实操演练，尤其在船舶制造场景中，针对电控系统、伺服驱动、PLC 及特种设备安全附件的深度培训严重不足，且缺乏 AI 辅助故障分析等新技术导入，导致智能化运维落地时“有平台、无人用”。同时，未针对新老员工及技术管理人员制定差异化培训方案，统一化模式难以适配各层级成长需求。此外，培训与考核激励脱节，人员参与积极性持续走低。

2.3 运维管理监督考核机制尚未健全

完整的运维管理体系需要监督考核机制作为保障，现阶段行业内多数企业的监督考核体系存在明显漏洞。监督层面，未设立独立的运维监督部门，设备巡检、养护、维修等作业全过程缺乏专项监督，运维人员极易出现简化作业流程、缩减养护

项目、敷衍巡检工作等违规行为，各类问题无法被及时发现并纠正。考核层面，考核指标设定较为单一，仅以设备故障修复效率作为核心考核依据，未纳入日常巡检完成度、养护作业质量、故障复发概率等关键指标，考核结果无法客观反映运维人员整体作业成效，考核机制的激励与约束作用难以充分发挥。

3 机电一体化设备日常运维管理体系科学构建方案

3.1 搭建层次化规范化运维管理制度

结合机电一体化设备运行架构与生产作业流程，搭建分层分类的标准化管理制度框架，覆盖设备全运行周期各项管理工作。顶层制度围绕企业整体生产战略，明确机电一体化设备运维管理总体目标、管理原则以及各部门基础管理职能，统筹设备采购、投产、运维、报废全流程管控工作。中层制度细化各部门协作机制，划定生产部门、运维部门、仓储部门的工作边界，完善跨部门沟通对接流程，保障设备运维相关信息能够高效流转。基层作业制度针对巡检、养护、维修、物资管理等细分工作，制定标准化作业细则，明确操作步骤、执行标准与完成周期，并细化奖惩条例，为运维落地提供制度依据。

3.2 打造多元化复合型运维人才队伍

结合机电一体化设备运维岗位的人才需求，从人才引进、内部培育、人才留存三个维度完善人才队伍建设工作。人才引进环节，优化岗位招聘标准，侧重吸纳掌握机械维修、电气控制、智能系统调试多项技能的复合型人才，补齐团队人才短板。内部培育环节，搭建常态化培训平台，除传统技能外，重点增加工业机器人示教编程、自动化产线联调、AI 辅助故障诊断模型应用、特种设备安全法规等专项课程，并利用数字孪生平台开展虚拟仿真演练，提升实战能力。同步开展内部技术交流研讨会，促进全员技术经验共享^[3]。人才留存环节，优化岗位薪酬福利体系，完善职级晋升通道，针对复合型技术人才设立专项补贴，结合人员技能等级分配对应运维工作，实现人岗精准匹配，稳定运维人才团队。

3.3 完善全方位一体化运维物资保障

依托企业内部机电一体化设备型号、运行数量、损耗规律，制定科学化的运维物资储备与管理方案。物资采购阶段，梳理易损耗零部件、专用检修工具、辅助养护耗材的品类清单，依照设备运维优先级划定物资储备等级，择优筛选正规供应商建立长期合作关系，保障各类物资质量与供货稳定性。物资存放阶段，规划独立封闭式物资仓储区域，按照物资属性划分存放分区，针对精密检修仪器、防潮类零部件配备专属存放设备。同时引入智能物料管理终端，通过扫码领料、库存预警等功能，实现物资储备动态调控，避免因备件缺料导致船舶建造关键设备长时间停机。物资领用阶段，搭建线上物资登记管理台账，记录物资领用人员、领用用途、归还时间，实现运维物资全流程溯源管控。

4 优化机电一体化设备日常运维管理体系相关策略

4.1 更新现代化运维管理作业理念

扭转传统被动式设备维修管理理念，普及预防性全周期运维管控思维，深化全员对设备运维工作的认知深度。企业管理层需重新定位运维工作价值，合理调整内部资源分配结构，加大精细化养护、人才培养、技术升级方面的资源投入，将设备运维质量纳入企业生产效益评价范畴。面向基层运维人员开展常态化理念宣讲工作，传递全生命周期设备管理理念，引导运维人员主动转变作业思维，将工作重心从故障事后修复，转移至事前隐患排查、常态化精细养护层面。同步推动生产部门与运维部门理念互通，促使生产人员规范设备操作行为，从源头降低设备故障发生概率。

4.2 升级智能化信息化运维作业模式

摒弃传统纸质化、经验式运维模式，围绕智能制造场景构建基于工业互联网的机电一体化设备智能运维平台。平台集成设备健康管理（PHM）模块，利用边缘计算网关实时采集振动、温度、电流等多维状态数据，结合嵌入式 AI 算法训练设备退化模型，实现关键部件剩余寿命预测与故障超前预警。针对焊接机器人、数控切割机核心设备，部署视觉感知单元自动识别加工质量与设备异常特征，触发设备自适应调节或安全停机程序，避免二次损伤。在特种设备管理方面，将起重机械限位器灵敏度、安全联锁装置状态等参数纳入 AI 监控体系，自动生成法定检验提醒与维保工单。平台同时支持手机端巡检任务推送与 AR 远程专家指导，推动运维作业从计划修、事后修向预测性维护与按需维护模式升级，显著提升船舶建造装备的全周期可用度与安全运行水平^[4]。

4.3 健全多层次全过程监督考核体系

整合内部监督资源，构建多层次联动的运维监督考核体系，强化体系落地执行效力。监督层面，设立独立运维监督小组，结合信息化平台监控数据与线下实地抽查两种方式，对巡检作业、养护执行、故障维修、物资领用等各项工作进行全过程监管，及时整改各类不规范作业行为。考核层面，引入基于数据驱动的量化评价模型，将设备综合效率（OEE）、非计划停机次数等关键指标纳入考核体系，涵盖制度执行度、巡检完整率、养护达标率、故障复发率、物资利用率等多项指标，采用定量与定性结合的评价方式。同时增设智能运维专项考核模块，将 AI 预测准确率、模型有效覆盖率、智能诊断建议采纳率纳入月度/季度考评体系，推动运维人员主动学习与应用智能化工具。配套完善奖惩机制，对考核成绩优异的运维人员给予薪资奖励与晋升机会，对违规作业、未完成岗位任务的人员进行对应处罚，激发全员作业积极性。

5 落实运维管理体系及优化策略配套保障措施

5.1 强化企业内部专项资金扶持力度

专项资金是运维管理体系搭建、优化及落地运行的基础保障,企业需要结合年度生产规划,单独划拨设备运维专项预算资金,并明确资金专项使用用途。预算资金主要用于新型运维工具采购、平台搭建升级、物资储备、技能培训及人才引进,杜绝挪用挤占。特别是在引入 AI 预测性维护系统、部署各类智能传感器以及开发数字孪生模型等方面应设立专项技术升级经费。财务部门需要建立专项资金独立核算台账,定期统计资金支出明细,分析资金投入产出比例。同时结合设备运维工作阶段性开展需求,动态微调资金分配比例,向预防性养护、智能化运维升级等核心板块倾斜资源,最大化发挥专项资金的利用价值。

5.2 深化跨部门协同联动协作机制

机电一体化设备运维管理并非单一部门的工作内容,需要多部门协同配合完成各项管控任务。企业需梳理各部门业务关联节点,完善跨部门协同协作机制,打破部门信息壁垒。生产部门实时同步设备实际运行状态、作业负荷等相关信息,及时反馈设备运行异常问题;运维部门根据反馈信息制定针对性巡检养护与故障维修方案,同步向生产部门推送设备运维进度;仓储部门结合运维部门作业计划,提前筹备对应的检修耗材与替换配件;行政与财务部门为运维工作提供资金、培训、后勤

等配套支撑,多部门形成闭环协作模式,全方位保障运维体系平稳运转。

5.3 建立运维体系动态调适更新机制

机电一体化设备技术迭代以及生产作业模式调整,会对运维管理体系提出全新要求,建立动态调适机制能够保障体系长期适配企业发展需求。定期组织管理团队、资深运维技术人员开展体系评审会议,复盘阶段性运维管理工作开展成效,剖析现有制度条款、作业模式、考核标准中与实际作业脱节的内容^[5]。结合生成式 AI 故障分析、大模型决策等前沿技术,持续对智能运维算法模型进行迭代优化。同步更新配套培训内容与物资储备清单,让运维管理体系适配设备技术升级与生产模式变革,持续提升机电一体化设备运维管控综合水平。

6 结语

本文系统剖析了机电一体化设备运维管理的现存问题与制约因素,从制度、人才、物资三个维度构建管理体系,并从作业理念、智能运维、监督考核层面提出优化策略,配套三类保障措施。完善化的运维管理体系能够有效解决当下设备管控痛点,降低设备故障发生频次,优化生产作业整体效率。后续可结合不同行业设备运行场景,细化运维管理细则,进一步提升管理体系的适配性与实用性,为机电一体化设备长效稳定运行提供坚实保障。

参考文献:

- [1] 颜景永,社会.机电一体化技术在煤矿机械设备中的应用现状及发展趋势[J].内蒙古煤炭经济,2025,(23):151-153.
- [2] 徐健.机电一体化技术在化工废水处理设备中的应用[J].皮革与化工,2025,42(7):142-144.
- [3] 李金鹏,吴青言.机电一体化设备电气接口故障智能诊断研究[J].家电维修,2025,(9):101-103.
- [4] 汪贞利,吴应法,陈义方,等.机电一体化技术在工程机械设备中的应用[J].造纸装备及材料,2025,54(5):79-81.
- [5] 林桂香.机电一体化设备安装要点及保障措施[J].造纸装备及材料,2025,54(5):49-51.