

机械与机电设备安装与维修及运行

王新潜

北京新兴东方航空装备股份有限公司 北京 100195

摘要：机械与机电设备安装、维修及运行是保障设备稳定高效运作的关键环节。安装阶段需严格把控设备选型、环境适配及标准化流程，确保安装质量。维修环节则需结合故障诊断技术，采取预防性、预测性等维修策略，降低停机风险。运行管理则侧重于状态监测、数据采集及效率优化，通过信息化手段实现全生命周期成本管理，提升设备整体效益。

关键词：机械；机电设备；安装；维修；运行

引言：在工业自动化与智能化高速发展的当下，机械与机电设备作为生产制造的核心载体，其安装精度、维修效率及运行稳定性直接决定了生产线的效能与产品质量。然而，设备全生命周期中，安装偏差、故障频发、运行能耗过高等问题仍普遍存在，不仅增加了运维成本，更制约了企业竞争力。因此，系统探讨设备安装、维修及运行管理的协同机制，成为提升设备可靠性、实现降本增效的关键路径。

1 机械与机电设备安装技术

1.1 安装前准备与规划

(1) 设备选型与兼容性分析：需结合生产工况需求确定设备参数，重点核查设备型号与生产任务的匹配度，同时校验设备各组件间的接口兼容性、动力匹配性及后续运维配件的通用性，避免因选型偏差导致安装后无法满足生产要求或增加运维成本。(2) 安装环境要求：根据设备技术说明书明确环境基准，通常精密设备要求环境温度控制在18-25℃，相对湿度40%-60%；振动控制需符合设备允许振动加速度标准，必要时搭建隔振基础；同时保障安装区域通风良好、无粉尘污染及电磁干扰。(3) 安装流程标准化设计：梳理设备开箱验收、基础放线、组件装配、精度校准、系统调试等核心环节，制定标准化操作流程(SOP)，明确各环节的操作规范、时间节点、质量检验标准及责任人，同步规划物料堆放区域与人员动线，确保安装工作有序推进。

1.2 典型安装工艺与方法

(1) 机械对中与校准技术：采用激光对中仪开展轴系对中，控制对中偏差在设备允许范围内；对机床、机器人等精密设备，需进行水平度校准、几何精度检测，通过垫片调整、地脚螺栓紧固等方式保障设备安装基准精度，减少运行振动与磨损。(2) 液压/气动系统安装要点：严格遵循“先清洁后安装”原则，对管路进行酸

洗、钝化处理，避免杂质进入系统；管路布置需减少弯曲，固定牢固防止振动；安装后进行压力试验与气密性检测，排查泄漏点，同时按要求加注适配液压油、更换气动滤芯^[1]。(3) 电气控制系统布线与调试：依据电气原理图规范布线，强弱电线路分开敷设，避免信号干扰；接线端子牢固连接，做好标识；调试阶段依次开展绝缘电阻检测、电源调试、PLC程序调试及联动测试，确保电气系统响应准确、运行稳定。

1.3 安装质量影响因素与控制

(1) 人为因素：加强安装人员岗前培训，重点考核SOP掌握程度与实操技能；作业过程中执行双人复核制度，对关键工序进行全程旁站监督，杜绝违规操作。(2) 工具与检测设备精度：定期对安装工具、检测仪器进行校准，确保其精度符合检测要求；优先选用数字化检测设备，提升测量数据的准确性与可靠性，为质量控制提供数据支撑。(3) 环境干扰的抑制措施：针对高温、高湿环境，加装温控、除湿设备；振动较大区域增设隔振装置；电磁干扰区域采用屏蔽线缆、接地等措施；粉尘较多环境实施封闭作业，配备除尘设备，从源头减少环境对安装质量的影响。

2 机械与机电设备维修技术与策略

2.1 常见故障类型与诊断方法

(1) 机械故障：磨损多源于零件长期摩擦、润滑不足，表现为配合间隙增大、精度下降；断裂常由过载、疲劳或材质缺陷导致，易引发设备停机；变形多因受力不均、温度异常，影响设备运动轨迹。诊断需结合外观检查、尺寸测量等基础手段。(2) 电气故障：短路多由线路老化、绝缘破损或接线错误引发，可能烧毁元件；传感器失效会导致信号异常，影响系统闭环控制。诊断可借助万用表、示波器检测电路通断与信号波形，结合PLC故障代码定位问题。(3) 液压/气动故障：泄漏分

为内漏和外漏，外漏直观可见，内漏需通过工况判断；压力异常多与泵阀故障、管路堵塞相关。诊断可通过压力gauge检测系统压力，结合油液取样分析排查内漏原因^[2]。（4）基于振动分析、油液监测的故障诊断技术：振动分析通过传感器采集设备振动信号，识别异常频率，预判轴承磨损、轴系不对中等故障；油液监测通过检测油液中金属颗粒含量、水分、粘度等指标，评估零件磨损状态，实现故障早期预警。

2.2 维修模式与策略选择

（1）事后维修（Breakdown Maintenance）：设备故障后再维修，适用于低价值、非关键设备，优点是成本低、无需提前规划，缺点是停机损失不可控，易引发连锁故障。（2）预防性维修（Preventive Maintenance）：按固定周期或运行时长检修，适用于关键设备常规维护，可降低突发故障概率，但可能存在过度维修，增加运维成本。（3）预测性维修（Predictive Maintenance）：基于实时监测数据判断设备状态，按需维修，核心是“状态导向”，可减少不必要检修，降低停机时间，需配套监测设备与数据分析能力。（4）基于RCM（以可靠性为中心的维修）的优化策略：通过分析设备功能与故障影响，确定关键维修项目，结合不同维修模式组合，实现维修资源最优配置，平衡可靠性与经济性。

2.3 维修工艺与关键技术

（1）精密零件修复技术：激光熔覆可修复磨损、裂纹零件，恢复尺寸且结合强度高；电刷镀适用于轴类、箱体等零件表面修复，工艺灵活、成本较低，可保障零件精密配合要求。（2）智能诊断工具应用：借助AI算法分析海量监测数据，挖掘故障前兆特征，提升故障预测准确率；搭配智能诊断终端，可实现故障快速定位，减少维修决策时间。（3）维修安全与环保要求：维修前需断电、泄压，悬挂警示标识，做好个人防护；废油、废旧零件等废弃物需分类收集处理，避免污染环境，严格遵循安全操作规程与环保法规。

3 机械与机电设备运行管理与优化

3.1 运行状态监测与数据采集

（1）传感器技术：选用高精度、高稳定性传感器部署于设备关键部位，温度传感器实时监测轴承、电机绕组等易发热部件，防范过热损坏；压力传感器重点监控液压/气动系统压力变化，及时预警压力异常；振动传感器采集设备运行振动信号，捕捉不平衡、不对中、零件磨损等故障前兆。传感器数据需满足实时性要求，为状态评估提供精准原始数据。（2）工业物联网（IIoT）在运行监测中的应用：依托IIoT构建分布式监测网络，实

现传感器数据的无线传输与集中汇聚；通过边缘计算节点对海量数据进行预处理，筛选有效信息，降低云端算力压力；借助云平台实现设备运行状态的远程可视化监控，支持多设备协同监测与数据共享，为后续分析优化提供数据支撑。

3.2 运行效率优化方法

（1）参数优化：基于设备运行数据与生产任务需求，动态调整设备运行参数，实现负载与产能的精准匹配，避免“大马拉小车”的无效能耗；针对电机、泵阀等耗能核心部件，采用变频调速、节能控制等技术，优化能耗曲线，在保障生产效率的前提下，降低单位产品能耗；建立参数优化数据库，积累不同工况下的最优参数组合。（2）智能调度与协同控制：借助智能调度系统，结合生产计划与设备实时状态，合理分配生产任务，避免设备闲置或过度负载；针对生产线多设备协同场景，构建协同控制模型，优化设备启停顺序与运行节奏，减少设备间的等待时间，提升整条生产线的运行效率；通过大数据分析挖掘设备运行规律，为调度策略优化提供依据^[3]。

3.3 全生命周期成本管理

（1）安装、运行、维修阶段的成本分配：明确设备全生命周期各阶段成本构成，安装阶段重点控制设备采购、基础施工、调试等一次性成本，避免因前期投入不足导致后期隐患；运行阶段聚焦能耗、耗材、人工等持续性成本，通过效率优化降低单位运行成本；维修阶段合理分配预防性维修与故障维修成本，减少过度维修与突发故障带来的额外损失，实现各阶段成本的均衡管控。（2）LCC（全生命周期成本）模型构建：基于设备全生命周期各阶段成本数据，构建包含采购成本、运行成本、维修成本、处置成本等维度的LCC模型；明确各成本要素的量化指标与计算方法，结合设备可靠性数据与寿命预测结果，对成本进行动态测算与预判；通过LCC模型对比不同设备选型方案或运维策略的经济性，为设备管理决策提供科学依据，实现全生命周期成本最优。

4 机械与机电设备安装、维修与运行的协同管理

4.1 三环节的关联性分析

（1）安装质量对维修频率的影响：安装质量是设备全生命周期运行的基础，直接决定维修成本与频率。若安装阶段存在基准偏差、部件装配间隙不合理、管路连接不密封等问题，会导致设备运行时振动加剧、磨损加速，显著提升机械故障、液压泄漏等问题的发生率；电气系统布线不规范、接地不良则易引发短路、传感器信号异常等电气故障，增加非计划维修次数。反之，高标

准完成安装校准,可使设备各部件处于最优配合状态,减少运行应力,从源头降低故障概率,延长维修间隔周期^[4]。(2) 维修策略对运行稳定性的反馈:维修策略的科学性直接影响设备运行稳定性,二者形成闭环反馈关系。合理的预防性维修可及时排查潜在故障隐患,避免小问题扩大为重大停机事故,保障设备持续稳定运行;预测性维修基于运行数据精准判断维修时机,既能避免过度维修对设备部件的不必要损耗,又能防止维修不及时导致的运行中断。若维修策略失当,如事后维修用于关键生产设备,会导致故障突发且影响范围扩大;过度维修则可能破坏设备原有精度,反而降低运行稳定性,倒逼重新优化维修方案。

4.2 信息化管理平台构建

(1) 基于数字孪生的设备全生命周期管理:依托数字孪生技术构建设备虚拟映射模型,实现安装、维修、运行三环节的全流程可视化协同。安装阶段,通过数字孪生模拟安装场景,预判空间布局冲突、部件干涉等问题,优化安装流程;运行阶段,实时同步设备物理实体的温度、压力、振动等运行数据,在虚拟模型中复刻运行状态,精准识别异常工况;维修阶段,基于虚拟模型模拟故障修复过程,制定最优维修方案,同时记录维修数据,更新模型参数,为后续运行优化提供依据,实现物理实体与虚拟模型的双向联动。(2) CMMS(计算机化维护管理系统)应用:搭建CMMS系统实现三环节数据的集中管理与协同调度。系统整合设备安装档案、技术参数、维修记录、运行报表等核心数据,形成完整的设备信息数据库;安装阶段可通过系统记录验收数据,为后续运维提供基础依据;运行阶段实时推送设备状态预警,触发维修工单;维修阶段实现工单派发、备件管理、维修进度跟踪、效果评估的全流程数字化,同时通过数据分析优化维修计划,提升协同管理效率,确保安装、维修、运行数据无缝衔接^[5]。

4.3 标准化与智能化发展趋势

(1) ISO55000资产管理体系标准:ISO55000体系为设备协同管理提供标准化框架,推动安装、维修、运行全流程规范化。该标准强调以资产价值最大化为目标,

明确各环节的管理职责、流程规范与绩效指标,要求建立统一的设备信息采集、评估与改进机制。通过推行ISO55000标准,可实现安装质量验收标准化、维修流程规范化、运行状态评估体系化,消除各环节管理壁垒,提升协同管理的系统性与科学性,保障设备资产的长期稳定增值。(2) AI与大数据在运维中的融合应用:AI与大数据技术的深度融合是设备协同管理智能化发展的核心方向。通过大数据技术整合安装、维修、运行全生命周期数据,挖掘数据间的关联规律,为协同决策提供数据支撑;AI算法则应用于故障智能诊断、维修需求预测、运行参数优化等场景,如基于深度学习模型分析振动数据实现故障精准定位,结合生产计划与设备状态智能调度维修资源。二者融合可实现从“被动响应”到“主动预判”的管理升级,提升三环节协同的精准度与效率,推动设备管理向智能化、自主化方向发展。

结束语

机械与机电设备的安装、维修与运行管理,是贯穿设备全生命周期的核心链条。从精准安装筑牢运行基础,到科学维修降低故障风险,再到智能运维优化效能,每一环节都关乎设备稳定性与经济效益。未来,随着数字孪生、AI诊断等技术的深度融合,设备管理将迈向智能化、自主化新阶段。唯有持续创新管理模式、强化协同联动,方能实现设备全生命周期价值最大化,为工业高质量发展注入持久动能。

参考文献

- [1] 蒲鑫.水利工程机电设备安装及维修方案探究[J].中国设备工程,2021(10):54-55.
- [2] 夏紫龙.浅析水泥机电设备的安装维修与管理[J].南方农机,2021,52(05):183-184.
- [3] 陈志恒.机电设备安装与维修技术的关系探究[J].知识文库,2020(24):177-178.
- [4] 谢涛.机电设备安装与维修技术的关系探究[J].大众标准化,2022(7):77-79.
- [5] 石渤海.机电设备的安装维修与管理探讨[J].工程管理与技术探讨,2023,5(12):90-92.