

工程机械管理信息化与应用策略

刘 萌

新乡市夏烽电器有限公司 河南 新乡 453600

摘 要：本文探讨工程机械管理信息化在石油机械装备制造中的应用。阐述其核心技术，包括数字化技术基础与信息化系统架构。分析在设计、生产、运维、供应链等环节的关键应用场景，并提出生产管理智能化、设备运维智能化等应用策略，涉及智能排产、预测性维护、供应链协同优化及决策支持与优化等方面。

关键词：工程机械管理信息化；数字化技术；信息化系统；应用策略

引言：在信息技术飞速发展的当下，工程机械管理信息化成为提升企业竞争力的关键。石油机械装备制造行业因产品复杂、生产流程长，对管理信息化需求迫切。信息化技术可优化生产、提升设备运维水平、协同供应链并辅助决策。本文将深入探讨工程机械管理信息化核心技术，分析其在石油机械装备制造各环节的应用场景与策略。

1 工程机械管理信息化的核心技术

1.1 数字化技术基础

物联网（IoT）与传感器技术构建起工程机械管理的感知网络。各类传感器被安装于工程机械关键部位，振动传感器捕捉设备运行时的细微震动，温度传感器监测核心部件温度变化，压力传感器记录液压系统压力波动。这些传感器持续采集设备运行参数，通过无线网络将数据实时传输至管理平台。设备运行状态、工作位置、能耗情况等信息被完整呈现，管理者得以随时掌握设备动态，及时发现异常运行状态。云计算与边缘计算协同处理海量数据。云计算凭借强大的存储与计算能力，搭建起数据处理中心。大量设备运行数据、维护记录数据、管理指令数据被存储于云端，支持多用户同时访问与操作。边缘计算则实现本地化数据处理，在靠近设备端对采集的实时数据进行初步分析与筛选，过滤掉冗余信息，仅将关键数据上传至云端。这种方式减少数据传输量，降低网络负载，同时提高数据处理效率，实现设备故障的快速响应与处理。大数据分析 with AI 算法为管理决策提供智能支持^[1]。通过对长期积累的设备运行数据、维护数据、故障记录进行深度分析，挖掘数据背后的规律。AI 算法建立设备性能模型与故障预测模型，依据设备当前运行参数，预判潜在故障风险，提前制定维护计划。通过分析不同工况下设备的性能表现，优化设备操作参数，提升设备运行效率，降低能耗。

1.2 信息化系统架构

设备全生命周期管理平台贯穿工程机械从采购到报废的全过程。在采购环节，平台整合设备性能参数、市场价格、供应商信誉等信息，辅助采购决策。设备投入使用后，运行数据、维护记录、维修历史等信息被不断录入平台，形成完整的数字化档案。通过对档案数据的分析，可评估设备使用效率、预测剩余使用寿命，为设备报废与更新提供依据。运维管理系统实现工程机械维护工作的高效管理。工单管理模块将维护任务进行数字化处理，自动分配至相应人员，并跟踪任务进度。维修计划模块依据设备运行状况与故障预测结果，制定科学的维护计划，确保设备按时得到保养与维修。备件库存管理实时监控备件数量，当库存低于阈值时自动预警，保障维修工作的顺利进行。知识库则收集设备维修经验、故障案例等信息，为维修人员提供技术支持。生产执行系统（MES）优化工程机械作业流程。任务分配模块依据设备状态、作业需求等因素，将生产任务精准分配至各台设备。进度跟踪模块实时反馈任务执行进度，管理者可直观了解生产计划完成情况。资源动态调度模块根据任务进度、设备故障等突发情况，及时调整设备与人员配置，保障生产任务按时完成，提升整体生产效率。

2 信息化在石油机械装备制造中的关键场景

2.1 设计环节的数字化协同

CAD/CAE/CAM 与 PLM 系统集成打破专业间的数据壁垒。CAD 系统负责石油机械零部件的几何建模，构建直观的三维模型；CAE 系统则对模型进行力学、流体动力学等性能分析，验证设计方案的可行性；CAM 系统基于设计模型生成加工指令，指导实际生产。PLM 系统作为数据中枢，将三者产生的设计图纸、分析报告、加工参数等信息整合，实现多专业协同设计。机械设计人员完成结构设计后，电气工程师可即时调取模型，进行电路布局；工艺工程师同步获取数据，规划加工工艺。所有设计变更自动更新至关联环节，确保各专业数据实

时同步。虚拟仿真与验证技术革新石油机械研发模式。通过构建虚拟样机,模拟设备在高温、高压、高腐蚀等井下极端工况下的运行状态。对钻井泵的叶轮进行流体仿真,观察介质流动特性,优化叶片形状;对液压支架进行力学仿真,分析不同顶板压力下的结构受力情况,调整材料选型与结构参数。虚拟环境下可快速测试多种设计方案,发现潜在缺陷并修正,避免重复制造物理样机。从概念设计到定型阶段,设计方案在虚拟空间反复迭代优化,大幅缩短研发周期,降低研发成本。

2.2 生产环节的智能化管控

智能排产与动态调度系统根据资源约束与订单优先级优化生产流程。系统整合设备产能、物料库存、人员配置等信息,结合订单交货期与紧急程度,生成最优生产计划。当新订单插入或设备突发故障时,系统自动重新计算排产方案,将受影响的任务合理分配至其他可用设备。在石油钻机制造过程中,关键加工设备出现故障,系统立即调整工序顺序,优先安排不受影响的零部件加工,同时协调维修资源,确保整体生产进度不受严重影响^[2]。质量追溯与工艺优化贯穿石油机械生产全过程。在关键工序部署传感器与视觉检测设备,实时采集加工参数与产品质量数据。对焊接工序,监测焊接电流、电压、速度等参数,利用图像识别技术检测焊缝成型质量;对零部件装配,通过扫码记录每个部件的批次信息与装配人员。一旦发现质量问题,可快速追溯至原材料批次、加工设备、操作人员,分析问题根源。基于历史质量数据与工艺参数,建立质量预测模型,提前预警潜在质量风险,动态优化工艺参数,降低次品率。

2.3 运维环节的预测性管理

设备健康评估系统基于状态监测实现剩余寿命预测。在石油机械关键部件安装振动、温度、压力传感器,持续采集运行数据。利用机器学习算法分析数据趋势,构建设备健康状态模型。对抽油机的电机轴承,通过分析振动频谱的变化,判断轴承磨损程度,预测剩余使用寿命;对液压系统,根据压力波动与油温变化,评估密封件老化情况与系统泄漏风险。结合设备使用历史与维护记录,定期生成健康评估报告,为维护计划制定提供依据。远程运维与专家支持借助AR/VR技术提升故障处理效率。现场维修人员佩戴AR设备,将设备故障部位实时画面传输至远程专家端。专家通过标注、绘图等方式,在画面上直接指导维修操作;或利用VR技术构建设备虚拟模型,远程模拟拆解与维修过程。在海上石油平台设备出现故障时,现场人员无需等待专家登岛,通过远程协作即可获得技术支持,缩短故障处理时间。每

次远程运维的解决方案被记录至知识库,供后续参考。

2.4 供应链环节的协同优化

供应商数字化协同平台实现订单透明化与质量反馈闭环。石油机械制造企业将采购订单、技术要求等信息发布至平台,供应商实时获取需求,在线确认订单并反馈生产进度。制造企业通过平台监控供应商原材料采购、生产加工、质量检验等环节,发现异常及时沟通处理。供应商交付零部件后,质量检测结果即时上传平台,若出现质量问题,系统自动发起退货、补货流程,并记录供应商质量表现。通过持续反馈与改进,提升供应商整体供货质量与效率。智能仓储与物流系统通过自动化立体库与AGV调度优化物料流转。自动化立体库利用堆垛机与货架系统,实现物料高密度存储与快速存取。系统根据生产计划与物料需求,自动分配存储位置,精准调度物料出入库。AGV小车依据预设路径,在仓库与生产线间自主运输物料。在石油机械装配车间,AGV根据装配工位需求,准时配送零部件;生产线产生的废料,AGV自动回收运输至指定区域。整个仓储物流过程实现无人化、智能化管理,减少人工干预,提高物料流转效率。

3 信息化在石油机械装备制造中的应用策略

3.1 生产管理智能化

制造流程数字化贯穿石油机械装备生产全程。从原材料上线到成品组装,每道工序的操作参数、设备状态、人员信息均被数字化记录。工序衔接通过信息化系统自动触发,前序工序完成后,系统即时推送指令至后续工位,驱动物料流转与设备启停^[3]。质量追溯系统为每个零部件赋予唯一标识,扫码即可获取其加工工艺、质检结果、装配位置等信息。实时监控模块利用传感器与视觉识别技术,对关键工序进行动态监测,如焊接温度、零部件尺寸精度等,发现异常立即预警并暂停生产,确保质量问题被及时处理。智能排产与动态调度系统以资源可用性与任务优先级为核心优化生产计划。系统整合设备运行状态、物料库存水平、人员技能配置等数据,结合订单交付期限与紧急程度,生成初始排产方案。当生产过程中出现设备故障、物料延迟等突发状况,系统迅速分析影响范围,自动调整生产顺序与资源分配。例如,关键加工设备突发故障,系统优先将紧急订单任务转移至备用设备,同时协调维修资源;普通订单任务则顺延或重新分配,在保障紧急订单交付的前提下,最大限度维持整体生产节奏。

3.2 设备运维智能化

预测性维护依托状态监测技术实现设备故障预警与

健康评估。在石油机械核心部件部署振动、温度、压力传感器,持续采集运行数据并上传至分析平台。机器学习算法对数据进行深度挖掘,识别设备运行中的异常波动与趋势变化,建立故障预测模型。通过分析抽油机电机轴承的振动频谱变化,判断轴承磨损程度并预测剩余使用寿命;依据液压系统的压力波动与油温数据,评估密封件老化风险与系统泄漏隐患。基于评估结果,提前制定维护计划,避免突发故障导致生产中断。远程运维与专家支持借助AR/VR技术打破地域限制。现场运维人员佩戴AR设备,将设备故障现场画面实时传输至远程专家端。专家通过标注、绘图等方式,在画面上直接指导维修操作;或利用VR技术远程构建设备虚拟模型,模拟拆解与维修流程。海上石油平台设备出现故障时,无需等待专家登岛,通过远程协作即可完成故障诊断与修复。跨区域协同功能支持多地专家同时接入,针对复杂故障共同研讨解决方案,提升运维效率与准确性。

3.3 供应链协同优化

供应商数字化协同平台实现订单全流程透明化管理。石油机械制造企业在平台发布采购需求,供应商在线确认订单并实时反馈生产进度。制造企业可随时查看供应商原材料采购、生产加工、质量检验等环节的状态,发现问题及时沟通处理。质量反馈机制确保零部件交付后,检验结果即时上传平台,若出现质量问题,系统自动触发退货、补货流程,并记录供应商质量表现。库存共享功能允许双方查看关键物料库存水平,协同调整生产与供货计划,降低库存积压风险^[4]。智能仓储与物流系统通过AGV/RGV调度与自动化立体库管理优化物料流转。自动化立体库采用堆垛机与多层货架设计,实现物料高密度存储与快速存取。系统根据生产计划与物料需求,自动分配存储位置,精准调度物料出入库。AGV/RGV小车按照预设路径,在仓库、生产线、质检区之间自主运输物料。在装配车间,AGV根据工位需求准时配送零部件;生产线产生的废料,RGV自动回收运输至指定区域。仓储管理系统实时监控库存动态,结合生产计划自动生成补货指令,确保物料供应及时、高效。

3.4 决策支持与优化

可视化数据分析平台整合生产、运维、供应链等多维度数据,以直观图表呈现关键指标。管理者可实时查看设备利用率、订单完成率、产品合格率等核心数据,通过趋势分析预测生产走势,发现潜在瓶颈与风险。例如,通过分析设备故障频率与停机时长,识别故障率高的设备类型;对比不同时间段的订单交付周期,定位生产效率薄弱环节。可视化界面支持数据下钻,点击图表即可查看详细数据来源,便于快速定位问题根源。智能决策模型基于机器学习算法优化生产计划与成本控制。系统对历史生产数据、市场需求变化、成本构成等信息进行深度学习,建立生产计划优化模型与成本预测模型。在制定生产计划时,模型综合考虑设备产能、物料供应、订单优先级等因素,生成最优排产方案;通过模拟不同生产策略下的成本消耗,为管理者提供成本控制建议。例如,针对原材料价格波动,模型分析不同采购策略对生产成本的影响,辅助决策采购时机与数量,实现降本增效。

结束语

工程机械管理信息化在石油机械装备制造中展现出巨大潜力。通过数字化技术、信息化系统架构以及在各环节的深度应用,实现了生产智能化、运维精准化、供应链协同化及决策科学化。未来,随着技术不断进步,信息化将进一步推动石油机械装备制造行业转型升级,提升行业整体竞争力,助力企业实现可持续发展。

参考文献

- [1]胡嘉明.机械设备管理信息化建设研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022(11):0024-0026.
- [2]龚文超.工程机械管理信息化与应用策略[J].智能建筑与工程机械,2023,5(5):122-124.
- [3]张克超,周相荣,刘炳林.工程机械管理信息化与应用[J].中国港湾建设,2021,41(05):88-91.
- [4]徐晓华.工程机械技术现状与智能化信息化趋势[J].内燃机与配件,2020(01):227-228.