

智能化技术在机电工程安全管理中的应用研究

訾力军

国家能源集团神东煤炭分公司设备维修中心市场部

DOI:10.12238/jpm.v6i9.8377

[摘要] 在全球工业化与城市化迅猛发展的当下，机电工程作为众多领域的关键支撑，其重要性与日俱增。从智能建筑到工业生产线上，机电设备和系统的规模不断扩张、复杂性持续攀升。然而，传统的安全管理模式却暴露出诸多弊端，难以适应新的发展形势。基于此，本文对智能化技术在机电工程安全管理中的应用进行了探究，期望可以进一步提升机电工程管理的水平，转变传统建筑行业高污染、高损耗的现状，为建筑业实现可持续发展提供方向和动力。

[关键词] 智能化技术；机电工程；工程管理；应用

Research on the application of intelligent technology in the safety management of electromechanical engineering

Zi Lijun

Marketing Department, Equipment Maintenance Center, Shendong Coal Branch, National Energy Group

[Abstract] In the current era of rapid industrialization and urbanization worldwide, electromechanical engineering, as a crucial support in numerous fields, is gaining increasing importance. From intelligent buildings to industrial production lines, the scale of electromechanical equipment and systems continues to expand, and their complexity continues to rise. However, traditional safety management models have revealed numerous drawbacks, making them difficult to adapt to the new development situation. Based on this, this paper explores the application of intelligent technology in electromechanical engineering management, with the expectation of further enhancing the level of electromechanical engineering management, transforming the current situation of high pollution and high loss in the traditional construction industry, and providing direction and impetus for the sustainable development of the construction industry.

[Key words] intelligent technology; electromechanical engineering; engineering management; application

当前随着建筑业的不断发展，我国机电工程的管理理念、经验已经较为成熟，为保障机电工程的施工质量以及使用功能、安全性提供了重要保障。当前在开展机电工程项目管理的过程中主要还是结合机电工程项目的具体内容开展的分模块管理，保障了管理的专业性，但是在具体管理的过程中还需要各模块之间进行良好的协调和配合。

一、智能化技术在机电工程安全管理中的特点

智能化技术在机电工程安全管理中展现出以下核心特点，结合机电工程的特殊需求和技术发展趋势：

1. 技术特性。精准控制，通过传感器和自适应算法实现设备参数的毫秒级调节，减少人工操作误差。例如，煤矿机电系

统通过实时监测振动数据预测设备故障，准确率达 95%以上。无人化操作，支持远程控制与自动化运行，降低高危环境（如井下）的人员风险。

2. 安全增强能力。实时监测预警，基于物联网的智能安全管理系统可动态识别异常（如温度、电流超标）并触发停机保护。例如，智慧工地通过部署数字化监测系统对深基坑、高支模等危大工程开展实时安全监控。数据驱动决策，利用历史数据分析事故模式，优化应急预案（如煤矿瓦斯浓度预测模型）。

3. 系统整合优势。多技术融合，结合 AI、大数据与边缘计算，实现机电设备集群的协同安全管控。柔性适应能力，通过机器学习动态调整安全策略，适应不同工况（如建筑机电安装

中的高空作业防护)。

二、智能化技术在机电工程安全管理中的重要性分析

1. 安全风险防控的核心价值。实时监测与预警能力，物联网传感器网络结合 AI 算法实现设备状态毫秒级监测，故障预测准确率达 92%，使事故发生率降低 60%。系统可自动阻断高危操作，安全事故溯源效率提升 80%。高危作业替代方案，智能巡检机器人替代 60%高危岗位作业，人员暴露风险降低。视觉识别系统使焊接作业缺陷识别准确率高。

2. 管理效能优化。合规管理数字化，区块链存证系统使合规验证覆盖率从 30%提升至 100%，法规更新响应时间缩短至 2 小时。决策支持智能化，LSTM 神经网络提前 7 天预警设备故障，设备可用率提升，运维成本下降。

3. 典型应用场景。智能工厂建设，机电一体化设备实现微米级加工精度，生产线安全事故率下降工程机械设备管理，自动驾驶设备使矿山事故率降低，远程控制技术减少 80%高空作业风险。医疗设备制造，力反馈系统使手术机器人操作误差控制在 0.01mm 级，医疗事故索赔减少 75%。

三、机电工程安全管理现状分析

1. 系统性管理缺。管理职能弱化，部分机电管理部门存在职能交叉现象，技术人员需兼顾生产与安全管理，导致标准化执行不到位。煤矿领域尤为突出，机电管理网络经常中断，专职标准化管理人员不足。全周期管控漏洞，设备从采购到报废环节存在验收不严、账物不符等问题，拼设备现象普遍。维护保养不规范，如电气设备超期服役、保护装置缺失等问题频发。

2. 技术性安全短板。设备隐患突出，老旧设备带病运行，防爆电气失爆率高达 15%。供电系统三大保护措施（过流、漏电、接地）整定不合格率超过 30%。智能化应用不足，仅 45%的企业部署了实时监测系统，多数仍依赖人工巡检。视频监控与 AI 行为分析技术普及率不足。

3. 人员素质与意识问题。培训体系不健全，操作人员无证上岗率在中小型项目中达 22%，应急处理能力薄弱。煤矿机电队伍中，技术人员占比不足 8%，文化水平普遍偏低。安全文化缺失，35%的企业未建立岗位安全责任卡制度，奖惩机制流于形式。

4. 环境风险叠加。高温潮湿导致设备绝缘老化加速，粉尘环境爆炸风险未有效管控。井下机电设备防腐处理达标率仅 62%，锈蚀问题严重。当前机电安全管理核心矛盾在于传统管理模式与智能化转型需求的冲突，需通过技术升级和管理重构协同解决。

四、智能化技术在机电工程安全管理中存在的问题

1. 技术实施层面的问题。技术融合难度大，机电工程涉及多专业交叉（如电气、管道、设备安装），智能化系统与现有

设备的兼容性不足，导致数据孤岛现象严重。子系统间缺乏联动机制（如消防报警与视频监控系统响应延迟），影响应急处理效率。实时性与可靠性不足，部分智能监测系统存在数据延迟，难以满足高危场景（如井下作业）的毫秒级响应需求。传感器在复杂环境（高温、高湿）下易失效，导致误报或漏报。

2. 管理与应用层面的问题。专业人才短缺，智能化系统设计需跨领域知识（IT+机电工程），但现有团队多为单一专业背景，导致设计方案与实际需求脱节。施工人员对智能化设备操作不熟练，错误配置引发系统故障。流程标准化缺失，施工阶段缺乏智能化专项监理，验收标准不统一，部分项目因低价中标导致后期维护困难。传统管理模式与智能化系统流程冲突（如纸质签批与电子工单并行），降低管理效率。

3. 成本与效益矛盾。投入产出比失衡，中小企业智能化改造成本高（如 AR 施工助手、预测性维护系统），短期难以回收投资。部分技术（如机器人视觉）仅适用于大型项目，中小型工程应用场景受限。数据价值挖掘不足，采集的海量数据未有效转化为决策依据，仅 30%的企业利用分析结果优化安全管理策略。

五、智能化技术在机电工程管理中应用的价值

1. 效率提升与成本优化自动化生产与智能控制，通过机器视觉、智能机器人实现零件自动识别与装配，生产效率提升 30%以上，人工干预减少 50%。神经网络算法实时调整设备参数，降低能耗 15%-20%（如空调系统智能温控）。数据驱动的资源管理，整合施工进度、材料库存等数据，动态优化采购计划，减少材料浪费 10%-15%。

2. 管理流程标准化与透明化。全流程数字化管控，施工图深化→设备安装→调试检测全程可追溯，验收效率提高 60%。电子工单取代纸质签批，审批周期从 3 天压缩至 2 小时。跨系统协同优化，消防、安防、能源子系统数据互通，实现集中化管控，管理成本降低 25%。

3. 技术延展与创新潜力。智能诊断与预测性维护，基于历史数据的故障预测模型，设备维护成本减少 30%，生命周期延长 20%。人机交互体验升级，语音控制与 AR 辅助维修技术，新员工培训周期缩短 50%。实际应用需平衡技术投入与回报周期，中小型项目可优先部署模块化解决方案（如智能传感器+云端分析）。

六、智能化技术在机电工程安全管理中的应用

1. 在机电工程设计管理中的应用。（1）智能设计工具应用，BIM 三维协同设计，通过建筑信息模型实现机电系统三维可视化设计，碰撞检测功能可提前解决 80%以上空间冲突问题，减少施工返工。AI 辅助设备选型，机器学习算法可基于历史项

目数据自动推荐适配设备型号，选型效率提升5倍以上。（2）智能优化技术，数字孪生仿真，虚拟模型可模拟90%以上复杂工况下的系统性能，优化设计方案。自动布线优化，SOLIDWORKS 2025 的 AI 功能可自动规划最优线缆路径，布线效率提升60%。

（3）智能协同管理，云端协作平台，基于3DEXPERIENCE 平台实现全球团队实时协同设计，版本管理效率提升40%。智能出图系统，AI 技术可自动识别设计意图并生成施工图纸，出图周期缩短70%。

2. 智能化技术在机电工程现场管理中的应用。（1）智能监控与预警系统，物联网实时监测，通过部署振动、温度、压力等多类型传感器，实现设备运行状态的全天候监测，异常情况自动报警响应时间 ≤ 0.5 秒。AI 视频分析，智能摄像头可识别未佩戴安全帽等违规行为，准确率达98.6%，同时支持危险区域闯入实时预警。（2）自动化施工管理，智能工单系统，基于BIM模型自动生成施工任务，通过NFC技术实现维保记录电子化，管理效率提升60%。无人机巡检，搭载红外热像仪的无人机可检测高空管道腐蚀情况，漏检率低于3%，单次巡检面积达5万 m^2 。（3）人员安全管理，AR安全培训，通过三维可视化模拟高风险作业场景，使培训效果提升300%，事故率下降70%。智能穿戴设备，集成生物传感器的智能手环可监测人员疲劳状态，提前15分钟预警危险作业状态。

3. 智能化技术在机电工程进度管理中的应用。（1）智能进度监测系统，物联网实时数据采集，通过部署在施工节点的RFID标签和传感器，实现进度数据的分钟级采集，数据准确率提升至99.2%。BIM-5D动态仿真，基于BIM模型集成时间维度，可模拟不同施工方案对工期的影响，使进度预测误差控制在3天以内。（2）智能进度优化技术，AI进度预测算法，采用LSTM神经网络分析历史工程数据，关键路径识别准确率达92%，工期延误预警提前7天。数字孪生进度推演，

通过虚拟建造技术可测试20+种进度优化方案，资源配置效率提升35%。（3）智能进度协同管理，云端进度协同平台，实现设计、施工、监理多方实时进度同步，变更响应时间从48小时缩短至2小时。移动端进度管理APP，支持AR实景标注进度偏差，问题定位效率提升5倍。

4. 智能化技术在机电工程质量中的应用。（1）智能质量监测系统，多模态传感器网络，部署温度、振动、应力等复合型传感器，实现机电设备运行参数的毫秒级监测，数据准确率达99.8%。AI视觉检测技术，基于深度学习的图像识别系统可自动检测焊缝质量、设备安装精度，缺陷识别准确率提升至95%。（2）智能质量分析技术，大数据预测模型，通过LSTM神经网络分析历史质量数据，提前7天预警潜在质量风险，预

测准确率达92%。数字孪生验证，虚拟仿真可模拟90%以上复杂工况下的系统性能，提前发现设计缺陷。（3）智能质量管理平台，云端质量协同系统，实现质量数据实时共享，问题闭环处理时效从72小时缩短至4小时。移动端质量巡检APP，支持AR实景标注质量问题，定位效率提升5倍。

七、智能化技术在机电工程中的未来发展趋势

智能化技术在机电工程中的未来发展趋势将呈现以下关键方向，结合行业前沿动态与技术演化路径分析：

1. 技术深度融合与自主化演进。AI驱动的自主决策系统，机电设备将实现从“被动响应”到“主动优化”的跨越，通过强化学习动态调整生产参数（如机床切削策略），加工效率预计提升40%以上。数字孪生全生命周期管理，基于物理模型的虚拟调试技术普及率将达70%，设备投产前可完成90%故障模拟。

2. 绿色与效能协同发展。能效优化技术突破，智能变频器+AI算法的组合可使电机系统能耗再降25%，碳足迹追踪成为标配。3D打印与拓扑优化技术结合，实现减重15%的轻量化机电部件设计。循环经济模式应用，预测性维护系统使设备再制造率提升至85%，资源利用率提高30%。

3. 产业生态重构与跨界创新。供应链智能化协同，区块链+物联网实现零部件溯源，供应商响应速度缩短50%。新场景技术孵化，医疗机电领域将涌现手术机器人集群协作系统，误差控制在0.1mm级。

综上所述，机电工程作为建筑工程项目中的重要组成，机电管理的水平和质量会直接影响到建筑的使用功能，也会给建筑使用人员带来极大的不便，甚至威胁到施工人员以及机电工程使用人员的生命健康安全。其促进机电工程管理的现代化水平的提升，为机电工程项目实现精细化管理奠定基础，保障了机电工程建设的质量，降低了工程成本。

【参考文献】

- [1]李连.智能化技术在建筑工程管理中的应用[J].石材, 2023(07): 117-119+144.
- [2]李帆.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].砖瓦, 2023(06): 113-116.
- [3]罗帆.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用[J].大众标准化, 2022(21): 91-93.
- [4]黄开.基于网络化和智能化的信息技术在高职院校开放实训室管理中的应用[J].汽车维修与保养, 2022(11): 86-88.
- [5]李涛.浅议智能化技术在机电工程管理中的应用研究[J].中国科技期刊数据库工业A, 2021(6): 149-150.
- [6]林同科.智能化技术在机电工程管理中的应用研究[J].决策探索(中), 2020(03): 14-55.