

智能化技术在煤矿机电设备管理中的应用

刘 文

甘肃万胜矿业有限公司 甘肃 庆阳 745000

摘 要：随着煤矿产业智能化转型推进，机电设备作为生产核心，其管理水平直接影响安全生产与效益。本文结合物联网、大数据、人工智能等技术，阐述其在煤矿机电设备运行监控、故障诊断、安全管理及全生命周期管理中的具体应用，分析当前技术应用中的系统兼容、管理理念、人才短缺等问题及成因，提出技术、管理、人才层面的优化策略，为煤矿机电设备智能化管理提供实践参考，助力提升管理精细化水平与安全生产效能。

关键词：智能化技术；煤矿机电设备管理；应用

引言：煤炭作为我国核心能源，其安全生产与高效运营关乎能源稳定供应。机电设备是煤矿生产的关键载体，传统管理模式存在巡检低效、故障处置滞后、安全隐患突出等问题，难以适配现代化煤矿发展需求。随着智能化技术的快速迭代，物联网、大数据等技术与煤矿机电设备管理的融合成为必然趋势，既能破解传统管理痛点，又能推动管理模式升级，因此，深入研究其应用路径与优化策略具有重要现实意义。

1 相关理论与技术基础

1.1 煤矿机电设备管理相关理论

(1) 煤矿机电设备的分类与核心功能：涵盖采掘、运输、通风等关键设备的基本特性，其中采掘设备以采煤机、掘进机为核心，承担井下煤炭开采与巷道掘进任务，具有高效、耐磨、抗冲击的特点；运输设备包括皮带输送机、轨道机车等，负责将开采的煤炭转运至地面，保障生产连续性；通风设备主要为通风机，用于排出井下瓦斯、粉尘，维持井下空气流通，保障作业安全。(2) 煤矿机电设备管理的核心内容：贯穿设备全生命周期，包括设备台账管理，记录设备型号、参数、购置及检修信息；运行监控实时跟踪设备运行状态，及时发现异常；维护维修通过定期巡检与故障抢修，延长设备使用寿命；安全管理落实设备安全操作规程，防范安全事故发生。

1.2 智能化技术核心概念与分类

(1) 智能化技术的核心内涵：融合物联网、大数据、人工智能等技术的综合应用体系，核心是通过技术联动，实现设备、数据与人的协同，打破信息壁垒，提升管理的自动化与智能化水平，减少人工干预。(2) 煤矿机电设备管理中常用的智能化技术：物联网（IoT）实现设备状态实时采集与传输；大数据分析挖掘设备运行数据，预判故障；人工智能（AI）实现故障智能识别与

决策；自动化控制替代人工操作，提升作业效率；远程诊断技术可异地排查设备故障，降低检修成本^[1]。

1.3 智能化技术与煤矿机电设备管理的融合基础

(1) 技术融合的可行性：智能化技术与设备管理各环节高度适配，物联网可对接运行监控，大数据适配台账管理与故障分析，人工智能可支撑安全管理与维护决策，各技术协同适配设备管理全流程，无需大幅改造现有设备体系。(2) 融合的核心目标：实现设备管理的精细化、信息化、智能化，精准管控设备运行状态，减少故障停机时间，降低人工管理成本，提升管理效能与井下作业安全水平，为煤矿安全生产提供技术支撑。

2 智能化技术在煤矿机电设备管理中的具体应用

2.1 智能化技术在设备运行监控中的应用

(1) 基于物联网的实时数据采集：在煤矿采掘、运输、通风、排水等各类机电设备的关键部位，安装高精度温度、振动、电流、电压及压力传感器，实现设备运行核心参数的实时采集。传感器将采集到的模拟信号快速转化为数字信号，通过井下工业以太网、无线传输模块等传输通道，实时推送至监控中心数据库，打破传统人工巡检耗时、漏检、误差大的局限，实现对设备运行状态的全天候、无死角、高精度监测，为后续故障诊断、状态分析提供精准、连续的数据支撑。(2) 可视化监控平台搭建：整合物联网采集的各类设备运行数据，搭建全矿区机电设备可视化监控平台，采用图形化、数字化、分区化展示模式，集中呈现所有设备的运行状态、参数数值、安装位置及运行趋势。平台支持设备快速检索、参数阈值设置，当设备运行参数超出安全范围时，自动触发声光报警，同步将异常信息推送至相关管理人员手机端，实现异常情况实时预警、精准定位，便于管理人员快速响应、及时处置，有效避免故障扩大化^[2]。

2.2 智能化技术在设备故障诊断与维护中的应用

(1) 基于大数据与AI的故障诊断: 依托大数据技术整合设备历史运行数据、故障记录、检修档案等, 结合AI算法构建故障诊断模型。通过分析设备实时运行数据与历史数据的差异, 精准识别故障类型、定位故障部位, 并分析故障产生的根本原因, 替代传统人工凭经验判断的方式, 提升故障诊断的准确性和效率, 减少误判、漏判情况。(2) 预测性维护体系构建: 结合设备历史运行数据、实时状态参数以及环境因素, 通过大数据分析和AI预测算法, 预判设备潜在故障隐患和老化趋势, 制定科学合理的个性化维护计划。打破传统“事后维修”“定期维修”的被动模式, 实现“事前预防”, 既能避免过度维护造成的资源浪费, 也能防止维护不及时导致的设备故障和生产中断^[3]。(3) 远程维修指导: 借助AR增强现实、远程通信技术, 将现场设备故障画面、运行参数实时传输给异地专家。专家通过AR眼镜标注维修要点、发送操作指令, 现场维修人员按照指导精准开展维修作业, 无需专家亲临现场, 大幅缩短维修响应时间, 降低维修成本, 尤其适用于井下复杂环境下的设备维修。

2.3 智能化技术在设备安全管理中的应用

(1) 安全风险智能预警: 整合设备运行数据、井下环境数据(瓦斯、粉尘浓度、温度等), 通过大数据分析构建设备安全风险评估模型, 自动识别设备运行中的安全隐患, 如设备过载、线路老化、部件松动、润滑不足等。当风险等级达到预警阈值时, 系统立即触发声光报警, 同时推送针对性的应急处置建议和操作流程, 提醒管理人员及时采取防控措施, 防范设备安全事故发生, 保障井下作业安全。(2) 人员与设备协同安全管理: 结合井下人员定位技术, 实现设备操作权限的精准管控, 只有具备相应资质和操作权限的人员, 才能解锁并操作特定机电设备, 杜绝违规操作、无证操作等行为。同时, 将人员实时位置与设备运行状态联动, 当人员误入设备危险作业区域时, 系统自动发出提醒, 同步联动设备减速或停机, 实现人员与设备的协同安全管控, 筑牢井下作业安全防线。

2.4 智能化技术在设备全生命周期管理中的应用

(1) 设备选型与采购智能化: 依托大数据分析技术, 整合矿区生产规模、地质条件、开采工艺、现有设备运行效率及能耗等数据, 构建设备选型评估模型, 对不同厂家、不同型号设备的性能、能耗、故障率、适配性及后期维护成本进行综合分析研判, 优化设备选型方案, 确保采购的设备贴合矿区生产实际需求, 避免盲目采购造成的资源浪费和设备闲置。(2) 设备报废与残值

评估智能化: 通过物联网、大数据技术, 全程追踪设备从采购、安装、调试、运行、维护到报废的全生命周期数据, 精准记录设备使用时长、故障次数、维修成本、性能衰减情况及损耗程度。基于这些数据, 科学判断设备报废时机, 避免提前报废造成的损失和超期使用带来的安全隐患; 同时构建残值评估模型, 对报废设备的残值进行精准测算, 实现设备资源的合理回收与利用, 降低企业运营成本^[4]。

3 智能化技术应用过程中存在的问题及成因分析

3.1 智能化技术应用过程中存在的主要问题

(1) 技术层面: 系统集成难度大, 各子系统兼容性差, 数据碎片化严重。煤矿机电设备智能化改造多分期推进, 不同厂家的监控、诊断、管理子系统技术标准不一, 接口不兼容, 难以实现数据互通共享, 形成“信息孤岛”, 导致数据碎片化, 无法充分发挥数据的核心价值。(2) 管理层面: 传统管理理念滞后, 智能化管理体系不完善, 流程衔接不顺畅。部分管理人员仍沿用传统设备管理模式, 对智能化技术的重视程度不足, 未建立适配智能化应用的管理体系, 设备监控、故障处置、维护检修等流程衔接不畅, 影响管理效率。(3) 人才层面: 复合型技术人才短缺, 现有人员智能化操作与运维能力不足。智能化管理需要既懂煤矿机电设备、又掌握物联网、大数据等技术的复合型人才, 目前这类人才供给不足, 现有工作人员多缺乏系统的智能化技能培训, 难以熟练操作智能化设备与系统。

3.2 问题产生的成因分析

(1) 技术成因: 智能化技术与煤矿现有设备适配性不足, 缺乏统一的行业技术标准与接口规范。部分老旧机电设备改造难度大, 与新型智能化技术适配性差, 且行业内未形成统一的技术标准和接口规范, 导致不同系统难以有效集成。(2) 资金成因: 智能化改造初期投入与后期运维成本较高, 部分企业资金投入不足。智能化设备采购、系统搭建初期投入巨大, 且后期设备维护、系统升级需持续投入资金, 部分煤矿企业受效益影响, 资金投入不到位, 制约技术应用。(3) 人才成因: 人才培养体系不完善, 校企协同培养机制不健全, 人才流失严重。高校与企业缺乏有效的协同培养模式, 难以培养出贴合现场需求的复合型人才, 同时煤矿行业工作环境相对艰苦, 导致人才流失率较高。

3.3 问题带来的负面影响

(1) 影响智能化技术应用效果, 难以充分发挥其在设备管理中的核心价值。系统兼容差、数据碎片化等问题, 导致智能化技术无法实现全方位、精准化管理, 无

法充分发挥其在监控、诊断、运维中的优势。(2)增加设备运行风险与运维成本,制约煤矿企业智能化转型进程。人才不足、管理滞后导致设备故障处置不及时,增加运行安全风险和运维成本,同时各类问题相互制约,阻碍煤矿机电设备管理智能化升级,延缓企业整体智能化转型步伐。

4 智能化技术在煤矿机电设备管理中应用的优化策略

4.1 技术层面优化策略

(1)推进系统集成与标准化建设,统一设备接口与数据交互格式,实现数据共享。联合行业协会、科研机构及设备厂家,制定统一的煤矿机电设备智能化技术标准 and 接口规范,整合现有各子系统,打通数据互通壁垒,打破“信息孤岛”,实现设备运行、故障诊断、维护检修等数据的全面共享,提升系统协同运行效率。

(2)加强技术创新与适配改造,针对老旧设备研发个性化智能化升级方案。结合煤矿现有设备实际情况,加大技术研发投入,对老旧机电设备进行针对性改造,研发适配性强的智能化升级方案,避免盲目更换设备造成的资源浪费,推动老旧设备与智能化技术深度融合。(3)强化数据安全防护,构建多层次安全防护体系,保障设备运行数据安全。建立数据分级分类管理机制,部署防火墙、数据加密、入侵检测等安全防护技术,定期开展数据安全检测与隐患排查,防范数据泄露、篡改等风险,保障设备运行数据和管理数据的安全性、完整性。

4.2 管理层面优化策略

(1)更新管理理念,建立智能化设备管理体系,规范管理流程,实现全流程精细化管理。引导管理人员转变传统管理思维,树立智能化管理理念,结合企业实际,构建适配智能化技术应用的设备管理体系,规范设备监控、故障处置、维护检修等全流程管理,提升管理的精细化、规范化水平。(2)完善考核与激励机制,推动管理人员主动适应智能化管理模式。将智能化管理工作成效纳入管理人员考核范围,明确考核指标,建立健全激励机制,对积极推进智能化管理、成效显著的人员给予表彰奖励,激发管理人员主动学习、适应智能化管理模式的积极性^[5]。

4.3 人才层面优化策略

(1)构建校企协同培养体系,开设煤矿智能化相关课程,定向培养复合型技术人才。加强与高校、职业院校合作,结合煤矿智能化发展需求,开设机电设备智能化相关专业课程,开展定向培养,实现人才培养与企业需求精准对接,弥补复合型人才缺口。(2)加强在职人员培训,开展智能化设备操作、运维等专项培训,提升现有人员专业能力。制定常态化培训计划,邀请行业专家、技术骨干开展智能化设备操作、系统运维、故障诊断等专项培训,提升现有工作人员的智能化技能水平,适应智能化管理需求。(3)完善人才激励机制,吸引并留住优秀智能化技术人才。优化人才薪酬福利体系,提供广阔的职业发展空间,改善工作环境,减少人才流失;同时加大人才引进力度,吸引外部优秀智能化技术人才加入,为煤矿机电设备智能化管理提供人才支撑。

结束语

智能化技术在煤矿机电设备管理中的应用,实现了从传统粗放式管理向精细化、信息化管理的转型,有效提升了设备运行稳定性、故障处置效率与作业安全性,降低了管理成本。尽管目前仍存在系统集成不足、人才短缺等问题,但通过完善技术标准、更新管理理念、强化人才培养,可推动二者深度融合。未来需持续加强技术创新,优化应用策略,助力煤矿产业高质量、智能化发展。

参考文献

- [1]张开国.煤矿机电设备管理质量提升措施分析[J].能源与节能,2021,23(6):202-205.
- [2]王华.浅析煤矿机电管理存在的问题及改进对策[J].中小企业管理与科技,2021,7(6):22-23.
- [3]张玉龙.煤矿机电管理存在的问题及改善策略[J].能源与节能,2021,21(5):148-149.
- [4]明凯迅.故障检测诊断技术在智能化煤矿机电设备中的应用分析[J].矿业装备,2023,11(2):52-54.
- [5]黄巧霞.煤矿机电设备管理与维修技术[J].矿业装备,2021,34(4):220-223.