

智能化矿山建设下煤矿机电管理研究与分析

完宏伟

平凉新安煤业有限责任公司 甘肃 平凉 744200

摘要：智能化矿山建设对煤矿机电管理提出新要求，涉及技术融合、管理模式变革与人员能力重构。本文分析智能化背景下煤矿机电管理关键要素，涵盖设备、系统、决策层管理。研究实施路径，包括技术架构、数据治理与实施步骤。探讨面临的技术、管理、人才挑战及应对策略，为煤矿机电管理智能化提供全面指导，推动矿山高效、安全、可持续发展。

关键词：智能化矿山；煤矿机电管理；技术融合；数据治理；挑战应对

引言：煤炭作为重要能源，煤矿生产效率与安全性至关重要。智能化矿山建设是行业发展趋势，为煤矿机电管理带来新契机与挑战。传统煤矿机电管理模式难以适应智能化发展需求，在技术融合、管理效率、人员能力等方面存在不足。深入探究智能化矿山建设下煤矿机电管理，分析其新要求、关键要素、实施路径及挑战应对策略，对提升煤矿生产水平、保障安全生产、推动行业可持续发展具有重大现实意义。

1 智能化矿山建设对煤矿机电管理的新要求

1.1 技术融合需求

随着智能化矿山建设进程的加速推进，煤矿机电管理面临技术深度融合的新挑战。物联网技术作为实现设备互联的基础支撑，通过在机电设备中嵌入智能传感器，可实时采集设备运行状态、环境参数等多维度数据，为后续分析提供丰富信息源^[1]。大数据技术则承担起海量数据存储、处理与分析的重任，挖掘数据潜在价值，揭示设备运行规律与故障特征。人工智能技术凭借机器学习、深度学习等算法，对设备运行数据进行智能建模与预测分析，实现故障预警与智能决策。三者与机电设备的集成应用，推动机电系统从单一功能设备向智能感知、自主决策的智慧体转变。与此同时，机电系统不再孤立运行，需与矿山整体智能化平台建立高效协同机制，通过标准化数据接口与统一通信协议，实现与采掘、运输、通风等系统数据共享与业务联动，打破信息孤岛，构建全矿井一体化智能管控体系。

1.2 管理模式变革

智能化矿山建设驱动煤矿机电管理模式从传统模式向智能模式跃迁。传统被动维护模式依赖人工定期巡检与事后维修，难以应对复杂工况下的设备突发故障。预测性维护模式借助物联网与人工智能技术，通过实时监测设备状态参数，结合历史数据与故障模型，提前识别

故障隐患并制定维护计划，实现从“事后补救”到“事前预防”的转变。机电设备全生命周期管理涵盖设备规划、设计、采购、安装、运行、维护直至报废的全过程，智能化升级通过建立设备数字档案，集成设备全生命周期数据，运用大数据分析优化设备选型与配置，动态调整维护策略，延长设备使用寿命，降低全生命周期成本。此外，智能化矿山建设涉及多专业、多领域技术交叉融合，需构建跨部门、跨专业的协同管理机制，打破部门壁垒，实现信息互通与业务协同，提升机电管理整体效能。

1.3 人员能力重构

智能化矿山建设对煤矿机电管理人员能力提出全新要求。传统机电岗位侧重设备操作与简单维护，而智能化运维需掌握物联网、大数据、人工智能等跨学科知识，具备数据采集、分析、处理与智能决策能力，复合型技术人才培养成为关键。不仅如此，随着智能化技术的不断更新迭代，机电管理人员还需具备持续学习的能力，能够快速跟上技术发展的步伐，将新的理念和方法融入到日常工作中。同时，面对智能化设备运行过程中出现的各种复杂问题，他们要拥有较强的逻辑思维能力与问题解决能力，通过分析数据、排查故障，找到最优的解决方案，以保障设备的稳定运行。传统机电人员需通过系统培训与实践锻炼，完成向智能化运维角色的转型，掌握智能设备操作规范、数据分析方法与故障诊断技巧，适应智能化矿山建设对人员能力的新要求。

2 智能化矿山背景下煤矿机电管理关键要素分析

2.1 设备层管理

设备层是煤矿机电管理的基础单元，智能传感器的科学部署与标准化数据采集是首要任务。依据设备运行特性与监测需求，在关键部位精准安装智能传感器，确保能全面获取振动、温度、压力等状态参数。同时制定

统一数据采集标准,规范数据格式、传输频率与精度要求,为后续分析提供高质量数据支撑^[2]。机电设备状态监测与故障诊断技术体系构建需融合多学科方法,通过振动分析、油液监测、红外热成像等技术手段,实时捕捉设备异常特征,结合机器学习算法建立故障诊断模型,实现故障早期识别与精准定位。自主运行与远程操控的协同控制策略是提升设备智能化水平的关键,在确保设备具备自主感知、决策与执行能力的基础上,通过5G等通信技术实现远程监控与操作,根据工况变化灵活切换控制模式,保障设备安全高效运行。

2.2 系统层管理

系统层管理聚焦机电系统与矿山调度系统的深度融合。实现机电系统与矿山调度系统的实时数据交互,需打通数据传输通道,采用标准化通信协议,确保设备状态、生产数据等信息实时共享,为调度系统提供精准决策依据。为了更好地实现深度融合,还需要建立一套完善的数据更新与同步机制,保证两个系统中的数据始终保持一致性和及时性。在面对复杂的生产环境和多变的工况时,该机制能够快速响应,确保调度系统依据最新的设备状态和生产数据做出科学合理的决策,避免因数据延迟或不一致导致的生产事故和效率低下问题。能源管理与设备效率的优化算法是提升矿山运营效益的核心,通过采集设备能耗数据,结合生产任务与设备运行参数,运用智能优化算法动态调整设备运行状态,实现能源合理分配与设备效率最大化。应急响应机制的智能化升级路径在于构建智能预警与快速处置体系,利用大数据分析预测潜在安全风险,提前制定应急预案,在突发状况下自动触发响应机制,快速调配资源,降低事故损失。

2.3 决策层管理

决策层管理依托大数据分析技术构建运维决策支持系统。该系统整合设备历史数据、实时状态信息与生产任务数据,通过数据挖掘与智能分析,为运维决策提供科学依据,如预测设备维护时间、优化维护计划等。机电设备更新换代的技术经济评估模型需综合考虑设备技术性能、运行成本、剩余寿命等因素,运用成本效益分析方法评估更新换代的可行性,为设备升级提供量化决策支持。智能化改造的优先级排序方法论基于设备重要性、改造难度、预期效益等维度建立评估指标体系,通过综合评分确定改造顺序,确保有限资源集中投入关键环节,推动煤矿机电管理智能化水平稳步提升。

3 智能化煤矿机电管理实施路径研究

3.1 技术架构设计

智能化煤矿机电管理技术架构设计需遵循分层分布式架构的模块化设计原则。将整个系统划分为设备感知层、边缘计算层、平台管理层与应用服务层,各层功能独立且协同工作。设备感知层负责数据采集与初步处理,通过智能传感器实现设备状态实时感知;边缘计算层在靠近数据源的边缘节点进行本地化数据处理与分析,降低数据传输延迟,提升响应速度;平台管理层实现数据汇聚、存储与统一管理,为上层应用提供数据支撑;应用服务层基于平台数据提供智能运维、生产调度等多样化服务^[3]。边缘计算与云计算的协同部署方案是技术架构的关键,边缘计算处理实时性要求高的本地业务,云计算聚焦复杂数据分析与全局决策,二者通过高速网络连接,实现计算资源动态分配与优势互补。同时制定开放性与扩展性的技术标准,采用通用接口与协议,确保系统能够兼容不同厂商设备,方便后续功能扩展与技术升级,为智能化煤矿机电管理提供灵活可扩展的技术框架。

3.2 数据治理体系

构建完善的数据治理体系是智能化煤矿机电管理的基础保障。多源异构数据的融合处理机制需解决不同数据源在格式、语义、采样频率等方面的差异,通过数据清洗、转换与集成技术,将分散的数据整合为统一、规范的数据集,为后续分析利用提供可靠数据基础。数据安全与隐私保护技术方案涵盖数据加密、访问控制、安全审计等多个方面,采用先进加密算法对传输与存储的数据进行加密处理,建立严格的访问权限管理机制,防止数据泄露与非法访问,确保数据全生命周期的安全性。数据质量评估与清洗流程设计旨在保障数据准确性、完整性与一致性,制定数据质量评估指标体系,定期对数据进行质量检查,针对发现的问题数据,运用数据清洗算法进行修正与完善,提升数据质量,为智能化决策提供精准数据支持。

3.3 实施步骤规划

智能化煤矿机电管理实施需开展现状诊断与差距分析,通过调研设备运行状况、管理流程、人员技能等方面情况,对照智能化建设目标,识别现存问题与不足,为后续实施提供依据,预计需投入2-3个月的时间进行全面调研。分阶段实施的目标设定与里程碑规划需结合企业实际情况与发展战略,将智能化建设划分为试点探索、局部推广与全面应用等阶段,明确各阶段目标与任务,设定关键里程碑,确保实施过程有序推进,试点探索阶段预计持续6-12个月,局部推广阶段预计持续12-18个月,全面应用阶段预计持续18-24个月。变革管理中

的组织适配与文化培育同样重要，调整组织架构，建立跨部门协作机制，打破传统部门壁垒，提升组织协同效率；加强智能化理念宣传与培训，营造积极创新的组织文化氛围，引导员工主动适应智能化变革，为智能化煤矿机电管理顺利实施提供组织与文化保障，预计可使员工对智能化变革的接受度提升至80%以上。

4 智能化煤矿机电管理的挑战与应对策略

4.1 技术挑战与突破路径

智能化煤矿机电管理面临多重技术挑战。一方面，煤矿环境复杂恶劣，机电设备在运行中易受粉尘、潮湿、振动等因素干扰，导致智能传感器精度下降、数据传输中断，影响设备状态监测的准确性^[4]。另一方面，多源异构数据融合难度大，不同设备、系统产生的数据在格式、语义、时序上存在差异，难以实现高效整合与分析。此外，人工智能算法在煤矿场景的适应性有待提升，现有算法多基于通用场景训练，对煤矿特殊工况的识别与决策能力不足。突破路径在于研发适应煤矿环境的专用智能传感器，采用抗干扰设计，提高数据采集的稳定性与可靠性。构建统一的数据融合平台，制定数据标准与规范，运用数据清洗、转换与集成技术，实现多源异构数据的有效融合。加强煤矿场景下人工智能算法的研发与优化，结合煤矿实际数据与专家经验，训练出更贴合煤矿需求的智能模型，提升设备故障预测与智能决策的准确性。

4.2 管理挑战与优化方案

管理层面，智能化煤矿机电管理面临流程重构与协同难题。传统管理模式以人工操作为主，流程繁琐且效率低下，各个环节之间缺乏有效的衔接与统筹，信息传递存在滞后性，难以对智能化设备运行中的突发状况做出快速响应，难以适应智能化设备的高效运行需求。同时，跨部门、跨专业的协同管理机制尚未完善，信息传递不畅，导致问题处理延迟。优化方案是重新梳理机电管理流程，去除冗余环节，建立标准化、自动化的管理流程，利用信息化手段实现流程的实时监控与动态调整。搭建跨部门信息共享平台，打破信息孤岛，实现设备状态、生产数据、维护记录等信息的实时共享，提升

部门间的协同效率。建立问题快速响应机制，明确各部门职责与处理流程，确保问题能够及时得到解决。

4.3 人才挑战与发展策略

人才短缺是智能化煤矿机电管理面临的重要挑战。智能化建设需要既懂煤矿机电技术，又掌握物联网、大数据、人工智能等新技术的复合型人才，但目前这类人才数量有限。由于煤矿工作环境相对艰苦，对复合型人才吸引力不足，进一步加剧了人才短缺的状况。传统机电人员对智能化技术的接受与应用能力不足，难以快速适应岗位转型需求^[5]。发展策略是加强与高校、科研机构的合作，开展订单式人才培养，定向输送符合智能化需求的专业人才。建立内部培训体系，针对传统机电人员开展智能化技术培训，通过线上线下相结合的方式，提升其技能水平。设立激励机制，鼓励员工主动学习新技术、新方法，对在智能化转型中表现突出的员工给予奖励，营造积极向上的人才发展环境。

结束语

智能化矿山建设下煤矿机电管理意义重大，涉及多方面变革与挑战。通过技术融合、管理模式创新、人员能力提升，以及科学的关键要素分析与实施路径规划，可有效应对技术、管理和人才挑战。积极采取针对性策略，能推动煤矿机电管理向智能化迈进，提高煤矿生产效率与安全性，降低运营成本，为煤炭行业高质量发展奠定坚实基础，助力行业在新的发展阶段实现新的突破。

参考文献

- [1]姜齐,张晓雪,殷召亮.基于智能矿山的煤矿机电设备管理创新研究[J].内蒙古煤炭经济,2024(14):142-144.
- [2]刘晓兵.智能矿山背景下的煤矿机电设备管理创新[J].能源与节能,2025(3):25-27,31.
- [3]王志文.智能矿山背景下的煤矿机电设备管理创新[J].能源与节能,2024(2):309-312.
- [4]何波涛.智能矿山视角下的煤矿机电技术管理创新[J].矿业装备,2024(3):137-139.
- [5]杜生堂.智能矿山背景下煤矿机电技术管理创新研究[J].现代工业经济和信息化,2022,12(11):204-205.