

煤矿机电维修管理模式及其发展趋势的研究

马 鑫

金诚信矿业管理股份有限公司 北京 100000

摘 要：本文系统剖析事后维修、预防性定期维修、状态检修三种煤矿机电核心维修管理模式的内涵、优劣及适用场景，梳理当前行业存在的管理体系不完善、智能化水平偏低、人员素养不足、成本管控失衡等突出问题。结合煤矿智能化转型背景，提出分类适配运维模式、升级智能技术、强化人才队伍、健全管理制度的优化策略，并总结运维智能化、全生命周期管控、绿色低碳、精细化标准化的行业发展趋势，为煤矿机电运维提质增效提供参考。

关键词：煤矿；机电维修；管理模式；发展趋势

引言：机电设备是煤矿安全生产、连续开采的核心载体，其运维管理水平直接关乎矿井生产效率、作业安全与经济效益。随着煤炭行业智能化、绿色化转型加速，传统粗放的机电维修管理模式已难以适配现代化煤矿生产需求，暴露出诸多短板。为破解设备运维滞后、资源浪费、隐患防控不足等问题，规范机电维修管理工作。本文深入分析主流维修管理模式与现存痛点，针对性提出优化方案，研判行业发展趋势，助力煤矿机电运维管理科学化、智能化升级。

1 煤矿机电维修核心管理模式分析

1.1 事后维修管理模式

（1）模式核心内涵：事后维修也叫故障维修，是煤矿行业传统的被动式设备维修模式。该模式核心特点为“先故障、后维修”，仅在煤矿机电设备出现故障、停机失效、无法正常运行后，运维人员才开展故障排查、损坏零部件更换、设备调试修复等作业，是煤矿行业发展初期最主流的机电设备运维管理方式。（2）模式优缺点：该模式优势十分突出，前期无需投入大量资金购置监测设备，无需搭建复杂的运维管理体系，管理成本极低，且维修操作流程简单、门槛低，对运维人员专业能力要求不高。但其弊端更为明显，维修存在严重滞后性，设备突发故障后才开展修复工作，极易造成矿井生产中断。同时，突发故障大概率引发设备损坏、井下安全隐患，维修耗材、人工成本不可控，长期采用会加剧设备损耗，严重破坏煤矿生产的连续性与稳定性^[1]。

（3）适用场景：仅适用于结构简单、运行原理单一、故障率较低的设备，且设备停机后对煤矿整体生产、安全作业影响极小，主要为非核心辅助类机电设备，典型设备包含小型辅助输送装置、矿井普通照明设备、简易辅助通风配件等。

1.2 预防性定期维修管理模式

（1）模式核心内涵：预防性定期维修是主动式运维管理模式，核心逻辑为“定期检修、提前防护”。该模式依托设备出厂运行年限、日常作业时长、行业运维经验及煤矿生产工况，制定标准化、固定化的维修周期，按周期对机电设备开展全面检查、日常保养、深度检修和老化零部件更换，从源头规避设备突发故障。（2）模式优缺点：其核心优势是可有效规避设备突发故障，稳定设备运行状态，大幅保障煤矿连续化生产，适配传统规模化煤矿的基础运维需求，是机械化煤矿的主流运维方式。但该模式存在明显短板，固定维修周期无法适配设备差异化损耗情况，易出现过度维修或维修不足的问题。过度维修会造成人力、耗材、时间资源的浪费，增加运维负担；维修不足则无法彻底消除设备隐患，难以保障设备稳定运行。（3）适用场景：广泛应用于传统机械化煤矿的各类核心机电设备，主要包括采煤机、刮板输送机、皮带输送机、矿井提升设备等常规大型生产设备，能够满足传统煤矿标准化、常态化的设备运维需求。

1.3 状态检修管理模式

（1）模式核心内涵：状态检修是适配智能煤矿发展的现代化、精准化运维管理模式。该模式依托智能化设备状态监测技术，通过各类传感器、在线监测系统实时采集机电设备的运行参数、零部件损耗状态、井下运行环境等核心数据，依托大数据分析判定设备潜在故障隐患，根据设备实际运行状态按需开展精准化、针对性维修^[2]。（2）模式优缺点：该模式维修精准度极高，可精准定位设备隐患，彻底规避过度维修与无效运维问题，有效降低长期运维成本。同时能够提前预判故障风险，实现隐患前置处理，大幅提升机电设备运行的安全性与稳定性。缺点在于前期投入成本较高，需搭建完善的监测设备和数据运维系统，且对运维人员的智能化操作、数据分析专业能力要求严苛。（3）适用场景：主要适配

大型智能化煤矿,针对高负荷连续运行、停机损失巨大的核心精密机电设备,涵盖智能采煤系统、液压控制系统、矿井通风及供电核心设备等关键装置,是智能煤矿运维体系的核心模式。

2 煤矿机电维修管理现存问题

2.1 管理体系不完善,模式适配性不足

(1) 模式选择盲目化:当前多数煤矿在机电设备维修管理中缺乏科学规划,未结合自身生产规模、设备属性、井下开采工况针对性选用维修模式。普遍存在单一模式长期套用、新旧运维模式混用混乱的问题,无法适配不同设备的运维需求,难以充分发挥各类维修模式的核心优势,导致运维工作效率大打折扣。(2) 管理制度不健全:煤矿机电运维缺乏标准化、规范化的作业流程,设备检修记录、损耗统计、运维台账等基础资料管理杂乱。维修工作主观性、随意性较强,同时缺少完善的监督、考核与追责机制,运维工作无明确标准约束,整体管理规范性严重不足。

2.2 运维技术落后,智能化水平偏低

(1) 监测技术传统:大量中小型煤矿仍依赖人工巡检、肉眼排查的传统故障检测方式。该方式监测精度低、工作效率差,仅能发现设备表面显性故障,无法精准识别设备隐性隐患与早期损耗问题,设备故障预判和前置防控能力薄弱。(2) 智能化技术落地不足:随着煤炭行业升级,智能化运维技术已逐步普及,但多数煤矿存在监测设备老旧、硬件配套不完善等问题。设备运行数据采集不全面、数据分析系统滞后,无法实现机电设备运行状态的实时监控、智能分析与精准故障预警,智能化运维落地效果较差。

2.3 人员专业素养不足,运维能力薄弱

(1) 人员专业水平参差不齐:基层运维人员大多掌握传统设备维修技能,知识结构陈旧。面对智能化机电设备、自动化监测控制系统,普遍存在操作不熟练、故障排查能力不足的问题,无法适配智能设备运维工作要求。(2) 培训与考核机制缺失:煤矿企业未建立常态化、系统化的技能培训体系,无法及时更新运维人员的技术知识储备。同时缺乏完善的绩效考核与激励机制,导致运维人员工作积极性不足、责任心缺失,运维工作质量难以保障。

2.4 成本管控不合理,资源利用率低

(1) 运维成本管控混乱:采用定期维修模式的煤矿普遍存在过度维修问题,无需更换的零部件盲目更换、常态化无效检修现象突出,造成人力、物资资源严重浪费。而沿用事后维修模式的煤矿,设备突发故障频发,

应急维修耗材、人工、停产损失成本居高不下,整体运维成本难以管控。(2) 设备资源利用率低:煤矿运维管理普遍缺失设备全生命周期管理理念,无法精准把控设备损耗规律与使用寿命。日常运维中存在老旧设备带病超负荷运行、新设备违规操作造成非正常损耗等问题,设备维护与使用管控失衡,大幅降低了设备运行效率和使用寿命,资源利用率偏低。

3 煤矿机电维修管理优化策略与发展趋势

3.1 优化维修管理模式,构建混合运维体系

(1) 分类适配管理模式:针对当前煤矿维修模式盲目套用、适配性差的问题,煤矿需结合机电设备的功能重要性、运行工况、负荷强度及损耗规律,实行分级分类的差异化运维管理。对于智能采煤系统、供电通风设备等核心精密设备,优先采用状态检修模式,依托实时监测数据开展精准维修,保障核心设备稳定运行;对于采煤机、输送机、提升设备等常规大型设备,延续预防性定期维修模式,通过周期检修规避常规故障,保障设备基础运行状态;对于小型辅助输送设备、照明设备等简易辅助设备,采用事后维修模式,合理控制运维成本。通过分类适配的方式,让不同设备匹配对应的运维方案,切实提升运维针对性与实效性^[3]。(2) 搭建混合管理体系:单一维修模式均存在固有弊端,无法适配煤矿复杂多样的设备运维需求。对此,煤矿需整合各类维修模式的优势,构建复合型混合运维管理体系,确立“状态检修为主、定期检修为辅、事后维修为补充”的全新运维格局。以状态检修把控核心设备运行状态,提前消除隐性故障;以定期检修规范常规设备运维流程,保障生产稳定;以事后维修兜底辅助设备故障处理,精简运维流程、控制成本。通过多模式融合互补,有效规避单一模式过度维修、维修滞后、隐患遗漏等问题,全面提升煤矿机电设备整体运维效率。

3.2 推进智能化运维,升级技术支撑体系

(1) 完善智能监测设备配置:针对传统人工巡检精度低、隐患排查不全面的问题,煤矿需全面推进监测设备智能化升级。根据井下设备分布与运行特点,针对性部署高精度传感器、在线监测终端、智能采集装置,全方位覆盖各类核心机电设备。实时采集设备运行温度、振动频率、工作负荷、零部件损耗、运行环境等关键参数,实现24小时不间断动态监控,彻底改变人工肉眼排查的传统模式,有效捕捉设备早期隐性故障,为精准维修提供可靠的数据支撑。(2) 搭建大数据运维平台:依托物联网、大数据、人工智能等现代化技术,搭建一体化机电设备运维管理平台,整合设备运行数据、检修记

录、故障台账、耗材使用等各类信息。通过系统智能分析、数据比对建模,实现设备故障自动识别、隐患智能预警、损耗趋势精准预判,同时可根据设备故障类型自动生成标准化维修方案。推动煤矿机电运维从传统人工经验运维,转变为数据驱动的自动化、精准化、智能化运维,大幅降低人工运维压力,提升设备故障处置效率^[4]。

3.3 强化人才队伍建设,健全管理制度

(1) 构建常态化培训体系:针对运维人员专业素养不足、智能化运维能力薄弱的问题,企业需建立系统化、常态化的人才培训机制。结合智能煤矿运维发展需求,定期开展智能化设备操作、在线监测系统使用、新型机电设备故障排查、大数据平台运维等专项培训。同时邀请行业技术专家、设备厂家技术人员开展线下授课与实操指导,更新运维人员知识体系,提升智能化运维实操能力,培养兼具传统维修技能与智能运维能力的复合型人才,夯实运维工作人才基础。(2) 完善管理考核机制:结合煤矿生产实际,制定标准化、规范化的机电运维作业流程,明确设备检修、台账记录、故障处置、设备保养等各环节工作标准,杜绝运维工作的随意性。同时搭建完善的运维监督、考核与奖惩机制,将设备运行稳定性、故障处置效率、台账完善度、隐患排查成效等纳入绩效考核。通过奖惩并举的方式,规范人员作业行为,充分调动运维人员的工作积极性与责任心,全面提升运维工作规范化水平。

3.4 煤矿机电维修管理行业发展趋势

(1) 运维智能化趋势:随着煤炭行业智能化转型持续深入,人工智能、大数据、物联网等技术将与机电维修管理深度融合。传统人工巡检、经验维修的粗放模式将逐步被淘汰,全自动智能监测、精准故障诊断、无人值守运维将成为行业主流。设备隐患可实现全天候智能预判、自动预警、自主处置,大幅降低人工运维成本,提升设备运维的智能化、自动化水平。(2) 全生命周期管理趋势:未来煤矿机电设备运维将打破阶段性检修模式,构建覆盖设备采购、安装调试、日常运行、定期检修、故障修复、报废更新的全生命周期管理体系。

通过数据化、系统化管控,精准掌握设备损耗规律与运行状态,科学制定检修及更换计划,有效减少设备非正常损耗,最大化延长设备使用寿命,提升设备资源利用效率。(3) 绿色低碳运维趋势:在双碳政策与行业绿色转型背景下,绿色低碳将成为煤矿机电运维的重要发展方向。行业将摒弃粗放运维带来的资源浪费、能耗过高等问题,通过精准化、智能化运维减少无效检修与零部件浪费,降低设备运行能耗与运维资源消耗,实现机电运维低成本、低损耗、绿色化发展^[5]。(4) 标准化、精细化管理趋势:未来煤矿机电维修行业将逐步统一运维技术标准、作业流程标准、成本管控标准。彻底改变传统粗放式管理模式,实现运维流程、人员管理、成本管控、隐患治理的全方位精细化管控,推动煤矿机电维修管理向规范化、科学化、精细化方向稳步发展。

结束语

综上所述,三种主流煤矿机电维修模式各有优劣与适用场景,当前行业运维管理仍存在体系、技术、人才、成本等多维度问题,制约煤矿安全生产与高效运营。唯有通过构建混合运维体系、推进智能技术升级、完善管理制度、培育专业人才,才能全面提升机电运维质量。未来煤矿机电维修将朝着智能精准、全周期管控、绿色低碳、精细标准化方向发展,持续赋能煤矿行业高质量转型升级。

参考文献

- [1]吕玉锋.煤矿机电维修管理模式及其发展趋势的探索[J].数码世界,2023,16(6):199-200.
- [2]赵小虎.煤矿机电设备维修管理模式及发展趋势[J].内蒙古煤炭经济,2022,9(4):124-126.
- [3]刘胜利.煤矿机电设备维修管理模式及发展趋势研究[J].电子元器件与信息技术,2021,5(03):110-114.
- [4]郭建民.煤矿机电设备维修及管理措施[J].矿业装备,2024,26(02):238-239.
- [5]贾省军.煤矿机电设备维修管理模式及发展趋势[J].内燃机与配件,2023,31(05):125-126.