

煤矿机电设备全生命周期管理研究

刘文

甘肃万胜矿业有限公司 甘肃 庆阳 745000

摘要：本研究聚焦煤矿机电设备全生命周期管理，针对当前管理中存在的流程脱节、技术应用不足、成本管控乏力等问题，结合煤矿机电设备高负荷、高风险的运行特征，整合物联网、大数据等支撑技术，系统剖析全流程管理现状与成因，构建涵盖规划采购、运行维护、报废处置的闭环管理体系，提出科学实施路径与保障措施，旨在提升设备利用率、降低故障风险与管理成本，为煤矿安全生产及智能化转型提供理论支撑与实践参考。

关键词：煤矿机电设备；全生命周期；管理

引言：煤矿机电设备是煤炭生产的核心支撑，其运行状态直接关系到生产安全与经济效益。但井下高湿、高尘、高冲击的复杂工况，导致设备故障频发，传统管理模式侧重运维环节、缺乏全流程统筹，已难以适配智能矿山建设需求。基于此，本文围绕煤矿机电设备全生命周期管理展开研究，梳理相关理论与技术，剖析现存问题，构建系统化管理体系，对推动煤矿行业安全、高效、绿色高质量发展具有重要现实意义。

1 煤矿机电设备全生命周期管理相关理论基础

1.1 煤矿机电设备核心类型与特征

(1) 核心设备类型：煤矿机电设备是煤矿生产的核心支撑，主要包括采煤机、掘进机、提升机、输送机、通风机、水泵等。其中采煤机负责井下煤炭开采，掘进机承担巷道挖掘作业，提升机用于人员、设备及煤炭的垂直运输，各类设备协同运行，构成煤矿生产的完整体系。(2) 设备运行核心特征：煤矿井下工况复杂，多为高湿、高尘、高冲击环境，设备长期处于高负荷连续运行状态，且作业空间有限、检修难度大，导致设备故障风险高，一旦出现故障易引发安全事故，影响生产连续性。(3) 设备管理核心需求：核心是实现设备安全稳定运行，减少故障停机时间，提升设备利用率，同时控制设备采购、运维、报废全流程成本，满足煤矿安全生产标准化要求，适配智能化生产转型需求^[1]。

1.2 全生命周期管理核心理论

(1) 全生命周期管理的内涵与核心流程：内涵是对设备从规划采购、安装调试、运行维护、检修改造到报废处置的全流程进行系统性管理，核心流程涵盖前期规划、中期运维和后期处置三大阶段，实现各环节无缝衔接、协同管控。(2) 全生命周期管理的核心原则：遵循系统性、预防性、经济性和动态性原则，强调全流程统筹规划，提前预判设备故障，以最低成本实现设备价值

最大化，根据设备运行状态动态调整管理策略。(3) 全生命周期管理的核心目标：实现设备全流程可控，降低故障发生率，延长设备使用寿命，优化资源配置，保障煤矿安全生产，提升生产效率和经济效益。

1.3 相关支撑技术

(1) 物联网与传感器监测技术：通过在设备关键部位安装传感器，实时采集运行参数，借助物联网实现数据实时传输，为设备状态监测和故障预警提供数据支撑。(2) 大数据与人工智能诊断技术：依托大数据分析处理设备运行数据，结合人工智能算法实现故障精准诊断、趋势预判，提升运维智能化水平，减少人工干预。(3) 标准化管理与信息化平台技术：建立设备管理标准体系，通过信息化平台整合全流程数据，实现管理流程规范化、数据化，提升管理效率和决策科学性。

1.4 煤矿机电设备全生命周期管理的核心价值

(1) 安全价值：通过全流程监测和预防性维护，及时排查设备安全隐患，降低设备故障引发的瓦斯泄漏、透水等安全风险，保障井下作业人员生命安全。(2) 经济价值：优化设备采购、运维及报废成本，减少故障停机损失，提升设备利用率和使用寿命，降低单位产量设备成本，提升煤矿经济效益。(3) 可持续价值：推动设备节能改造和废旧设备回收利用，减少资源浪费，助力煤矿绿色发展，同时支撑智能化转型，推动煤矿产业高质量发展。

2 煤矿机电设备全生命周期管理现状、问题及成因分析

2.1 煤矿机电设备全生命周期管理现状调研

(1) 调研设计与实施：调研对象涵盖不同规模煤矿企业（大型国有煤矿、中小型民营煤矿）的机电管理部门、一线运维人员及设备供应商；采用问卷调查、实地走访、访谈座谈相结合的方法，调研范围覆盖国内主要

产煤地区,共发放问卷300余份,走访煤矿企业20余家,确保调研数据的代表性和全面性。(2)当前管理模式现状:多数煤矿已初步建立机电设备管理体系,但仍以传统管理模式为主,部分大型煤矿引入了信息化管理手段,实现了设备基础信息的电子化记录;管理重点多集中在运行维护阶段,对前期规划采购、后期报废再利用的关注度不足,尚未形成全流程闭环管理。(3)现有管理工作成效:通过强化设备日常检修,煤矿机电设备故障发生率有所下降,保障了生产连续性;部分企业通过设备台账规范化管理,提升了设备管理的有序性;智能化监测设备的初步应用,降低了人工监测的劳动强度,提升了故障排查效率。

2.2 全生命周期各阶段管理存在的核心问题

(1)前期阶段问题:规划缺乏科学性,未结合煤矿生产实际需求合理规划设备型号、数量,导致设备适配性不足;采购环节重价格、轻质量和后期运维成本,部分设备质量不达标;安装调试流程不规范,未严格执行验收标准,留下安全隐患。(2)运行维护阶段问题:监测手段较为单一,部分中小型煤矿仍依赖人工巡检,难以实时捕捉设备异常;保养工作流于形式,未按照设备运行规律制定个性化保养计划;故障处理响应不及时,缺乏快速诊断和应急处置机制,导致故障扩大化。(3)报废与再利用阶段问题:缺乏明确的设备报废评估标准,部分设备未到报废年限提前淘汰,或超期服役存在安全风险;废旧设备回收再利用体系不完善,多数设备直接报废,造成资源浪费,未实现绿色循环利用。

2.3 问题产生的成因分析

(1)管理理念滞后,缺乏系统性思维:部分煤矿管理者仍将设备管理等同于“检修维护”,忽视全生命周期统筹规划,缺乏“事前预防、事中管控、事后优化”的系统性思维,导致各环节管理脱节。(2)技术应用不足,信息化水平偏低:中小型煤矿受资金、技术限制,未广泛应用物联网、大数据等智能化技术,设备监测、数据管理仍依赖人工,信息化管理平台建设不完善,数据无法实现全流程共享^[2]。(3)管理制度不完善,责任落实不到位:设备全生命周期管理相关制度不健全,未明确各阶段管理责任,存在权责交叉、推诿扯皮现象;考核机制不合理,未将全流程管理成效纳入考核,导致管理工作流于形式。(4)人员专业素养与培训体系缺失:一线运维人员专业技能不足,对智能化设备操作不熟练;缺乏常态化、系统化培训,培训内容与实际工作需求脱节,难以满足全生命周期管理的岗位要求。

2.4 问题带来的负面影响

(1)对煤矿安全生产的影响:设备故障频发易引发井下安全事故,威胁作业人员生命安全;超期服役、保养不到位的设备存在重大安全隐患,增加安全生产管理难度。(2)对企业经济效益的影响:设备故障停机导致生产中断,增加停机损失;不合理采购、过度维修、资源浪费等问题,推高设备管理成本,降低企业盈利水平。(3)对行业智能化转型的影响:管理理念和技术应用滞后,制约了智能化设备的推广应用;全流程管理不规范,无法发挥智能化技术的核心价值,阻碍煤矿行业向智能化、绿色化转型。

3 煤矿机电设备全生命周期管理体系构建与实施路径

3.1 管理体系构建的原则与目标

(1)构建原则:一是系统性原则,统筹设备规划、采购、运行、报废全流程,打破各环节管理壁垒,实现全链条协同管控;二是数据驱动原则,依托物联网、大数据技术,以设备运行数据为核心,支撑管理决策科学化、运维精准化;三是安全性原则,将安全生产贯穿体系构建全过程,强化设备安全隐患排查与防控,降低安全风险;四是经济性原则,优化全流程成本管控,在保障安全和效率的前提下,减少采购、运维、报废等环节的不必要支出,实现设备价值最大化。(2)构建目标:短期目标(1-2年),完善设备全生命周期管理基础台账,搭建简易信息化管理平台,规范各阶段管理流程,降低设备故障发生率15%以上,提升设备利用率10%;长期目标(3-5年),建成智能化、闭环化的全生命周期管理体系,实现设备状态实时监测、故障精准预警、资源循环利用,全面适配煤矿智能化转型需求,将设备管理成本降低20%,杜绝因设备故障引发的重大安全事故。

3.2 全生命周期各阶段管理体系设计

(1)前期管理体系:推进规划、采购、安装调试标准化,规划阶段结合煤矿生产规模、工况条件,开展设备需求论证,制定科学的设备规划方案,避免盲目采购;采购阶段建立供应商评价体系,优先选择质量可靠、运维服务完善、性价比高的供应商,明确采购标准和验收要求;安装调试阶段严格执行标准化流程,组建专业调试团队,对设备安装精度、运行参数进行全面检测,验收合格后方可投入使用,从源头规避安全隐患。(2)运行维护管理体系:构建“实时监测-预测性维护-故障闭环处理”的一体化体系,安装智能化监测设备,实时采集设备运行参数,实现异常数据实时报警;基于大数据分析,建立设备磨损、故障预测模型,制定个性化预防性维护计划,定期开展保养检修,减少故障发生;建立故障闭环处理机制,明确故障上报、诊断、维修、验收

各环节责任和时限,确保故障快速处置、及时复盘,避免同类故障重复发生^[3]。(3)报废与再利用管理体系:建立设备分类评估标准,结合设备运行年限、磨损程度、安全性能等指标,对设备进行分级评估,明确报废阈值;规范报废设备拆解流程,安排专业人员进行拆解,分类回收可利用零部件,做好环保处理,杜绝环境污染;搭建废旧设备再利用平台,对可修复零部件进行检修翻新后重新投入使用,对无法修复的设备进行资源化处置,实现资源循环利用,降低资源浪费。

3.3 管理体系的技术支撑体系构建

(1)智能化监测平台搭建:整合物联网、传感器、视频监控等技术,在设备关键部位安装多类型传感器,实时采集温度、振动、电压等运行数据,通过无线传输技术汇总至监测平台,实现设备状态可视化、实时化监测,为运维决策提供数据支撑。(2)故障诊断与预警模型构建:依托大数据和人工智能技术,整合设备历史运行数据、故障记录等信息,构建智能化故障诊断与预警模型,通过算法分析识别设备异常趋势,提前发出预警信号,精准定位故障部位和原因,为故障快速处理提供技术支持,提升运维智能化水平^[4]。(3)信息化管理平台集成与优化:整合设备台账、采购记录、运维数据、报废信息等全流程数据,搭建一体化信息化管理平台,实现数据共享、流程联动;优化平台功能,新增数据统计分析、报表生成、责任追溯等模块,提升管理效率,支撑管理决策科学化。

3.4 管理体系的实施路径与保障措施

(1)分阶段实施步骤:第一阶段(启动阶段,3-6个月),成立专项工作小组,梳理现有管理流程,完善基础台账,完成智能化监测设备初步部署;第二阶段(推进阶段,6-12个月),搭建信息化管理平台,完善各阶段管理标准,开展人员培训,逐步推行预测性维护模式;第三阶段(完善阶段,1-2年),优化技术支撑体系,健全闭环管理机制,实现全生命周期管理体系常态化运行;第四阶段(提升阶段,长期坚持),结合行业技术发展和煤矿生产需求,持续优化体系,推动管理模式向智能化、

精细化升级。(2)制度保障:建立健全设备全生命周期管理责任制,明确各部门、各岗位的管理职责,杜绝权责交叉、推诿扯皮;制定完善的管理标准化规范,涵盖各阶段管理流程、操作标准、考核要求,确保管理工作有章可循、有据可依^[5]。(3)人员保障:建立常态化培训体系,结合岗位需求,开展设备操作、智能化技术、故障诊断等专项培训,提升运维人员和管理人员的专业素养;推行人员资质认证制度,明确岗位准入标准,定期开展考核,确保人员能力适配岗位要求。(4)技术与资金保障:加大技术投入,引进先进的智能化监测、诊断技术和设备,与科研机构合作开展技术攻关,解决管理中的技术难题;设立专项管理资金,保障设备采购、平台建设、人员培训、技术升级等工作有序推进,为管理体系实施提供坚实支撑。

结束语

本文系统完成了煤矿机电设备全生命周期管理的理论梳理、现状分析与体系构建,明确了各阶段管理重点与技术支撑,提出的实施路径可有效解决当前管理中的突出问题,助力实现设备价值最大化与安全生产常态化。后续需结合行业技术发展,持续优化智能化管理技术应用,完善管理制度与人才培养体系,不断提升管理精细化水平,为煤矿机电设备全生命周期管理提供更具针对性的实践方案。

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,2021,31(6):202-203.
- [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,2021,4(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,2021,10(5):148-149.
- [4]王建维,任佩佩.浅谈煤矿机电设备管理与维修技术[J].内蒙古煤炭经济,2021,8(14):144-145.
- [5]黄天尘.煤矿机电设备全生命周期管理研究与应用[J].内蒙古煤炭经济,2021,19(2):121-122.