

煤矿机电设备全生命周期管理体系构建与应用实践

张宇宁

神东煤炭集团石圪台煤矿 陕西榆林 719315

DOI:10.12238/ems.v7i9.15244

[摘要] 随着煤矿开采向智能化、高效化发展,机电设备的稳定运行成为保障安全生产与经济效益的关键。煤矿机电设备管理效能直接影响矿山安全生产与经济效益,但传统管理模式与现有信息化管理还存在许多不足,很难满足现代煤矿需求。本文深入分析传统管理模式弊端及现有信息化管理不足,提出设备前期管理、运行维护、维护优化、报废再利用及管理协同的应用实践策略,通过构建与实施全生命周期管理体系实现煤矿机电设备管理的精细化与智能化以及绿色化,降低设备故障风险,提升管理效率与经济效益,为煤矿行业可持续发展提供理论支持与实践参考,帮助煤矿企业在复杂环境下实现高质量发展。

[关键词] 煤矿机电设备;全生命周期管理;体系构建;应用实践

引言

在煤炭行业持续推进智能化转型升级的背景下,煤矿机电设备的运行状态直接影响煤矿的安全生产与经济效益。煤矿企业采用的传统管理模式和现有信息化管理手段因为缺少系统性与前瞻性很难对机电设备进行全流程和动态化管理。虽然煤矿企业已经应用了部分信息化管理手段,但这些系统还存在功能单一与数据整合不足等问题,无法满足煤矿机电设备精细化管理需求。因此煤矿企业需要构建一套科学高效的煤矿机电设备全生命周期管理体系,帮助煤矿企业实现对设备从规划、采购、安装调试、运行维护到更新报废全过程的动态管理,为企业的可持续发展提供有力支撑。

一、煤矿机电设备管理存在的问题

(一) 传统管理模式弊端

传统煤矿机电设备管理模式还在以经验管理为主,缺少标准化的评估体系和决策流程,导致不同岗位的人员对同一问题的处理方式差异比较大,很难保证管理的一致性和科学性。其次,企业还在用纸质文档管理设备档案,大多数企业把这些历史运行数据、维修记录等重要信息都进行分散保存,不利于快速查询,也无法有效挖掘数据价值。另外部分企业把采购、运维、报废等关键环节交给不同部门分管,各环节之间缺少有效的衔接,形成了严重的管理割裂现象,影响整体管理效能,导致设备管理效率低下。

(二) 现有信息化管理不足

虽然部分煤矿企业已经引入了信息化管理系统,但现有

信息化管理模式还存在明显不足,首先企业在实际运营中采购管理、设备监控、维修记录等各业务系统还在独立运行,而且系统之间的数据格式不统一,接口不畅通,导致数据交互能力薄弱。其次,企业虽然安装了各类监测传感器,但這些设备采集的数据只用于简单的阈值报警功能,管理人员没有建立有效的分析模型,无法实现故障预测和健康评估等高级功能。最后,企业在移动端应用开发方面明显落后,现场作业人员很难及时获取设备信息和提交维修请求,限制了管理效率的提升,这些信息化不足限制了煤矿企业设备管理水平的进一步提高。

二、煤矿机电设备全生命周期管理体系构建要点

(一) 体系核心概念与构成要素

煤矿机电设备全生命周期管理体系以企业设备从采购入账到报废的全过程管理为核心强调企业要对设备整个生命周期内的信息流、资金流和物流进行有效整合与优化,管理人员通过对设备规划、设计、制造、安装、调试、使用、维护、改造、报废等阶段的全面管理,最大限度的提高设备的可靠性、可用性、经济性。该体系的构成要素主要有设备基础信息管理、运行状态监测、维护维修管理、备品备件管理、报废处置管理等多个方面,这些要素相互关联相互影响共同构成了一个有机整体,为设备全生命周期管理提供了全面的支持。

(二) 信息化建设关键功能模块

企业在实施全生命周期管理体系时,信息化建设是实现

高效管理的关键,该体系主要有从设备计划到报废的50余个功能模块,这些模块共同形成了一个功能完备协同高效的信息化管理平台。在设备基础信息管理模块中,系统详细记录了设备的基本信息、技术参数、采购合同等资料,给设备管理提供了基础数据支持,设备发放回收模块实现了对设备领用、归还、调拨等环节的在线管理,确保设备流转清晰可查,润滑管理模块通过制定润滑计划、记录润滑数据能保障设备的良好润滑状态,点检模块借助信息化手段能规范点检流程,实时采集点检数据,及时发现设备隐患,故障处理模块则对设备故障进行快速响应诊断与处理,提高故障解决的效率。这些功能模块通过数据的实时共享与交互相互协作实现对设备全生命周期的动态监控与管理。

(三) 管理关系与职责梳理

为了确保全生命周期管理体系的有效运行,煤矿企业在进行管理是要按照精简、统一、效能的原则对设备管理资源进行系统的整合,并明确界定管理关系与职责分工。首先煤矿企业要成立统一的设备管理部门作为设备管理的核心机构,主要可以负责统筹协调设备管理工作,制定统一的管理标准和工作流程。在职责划分方面明确管理的主体责任,设备管理部门对设备全生命周期管理负总责,业务管理责任落实到具体的业务部门,比如说生产部门负责设备的日常使用与运行管理,维修部门负责设备的维护与修理工作,监察管理责任则可以让专门的监察部门承担对设备管理工作进行监督检查,确保各项管理措施落实到位。通过清晰的职责界定避免管理职责不清与推诿扯皮等问题,提高设备管理的协同效率与执行力。

三、煤矿机电设备全生命周期管理体系构建与应用实践策略

(一) 设备前期管理,低成本数字化选型

在煤矿机电设备全生命周期管理体系中,传统的选型方式往往存在两个主要问题,一是企业在供应商选择过程中容易受到人为因素影响,二是设备到矿后经常出现安装不匹配的情况,这些问题导致设备故障率高,安装成本增加。针对这些问题企业可以建立一套完善的供应商评价系统,通过黑红榜机制对供应商的设备故障率、售后响应速度、技术文档

完整性等核心指标进行综合评价。企业用层次分析法确定各指标的权重并给供应商的设备建立多角度的评分体系,根据评分标准对每个供应商进行客观打分,然后用Excel数据透视表等工具搭建轻量化管理平台采集历史采购设备的运行数据与维修记录,并根据预设算法生成供应商动态评分,然后企业在采购决策时优先选择高分供应商,把黑榜供应商列入采购限制名单,规避因为供应商选择不当引发的设备风险,确保采购流程透明公正且高效。接着用3D数字化仿真给设备选型提供经济高效的技术手段,比如说,可以技术人员利用开源建模工具构建井下巷道的尺寸与配套设备位置等关键参数的三维场景,新设备模型导入后可以验证物理空间兼容性检测,避免因为尺寸误差导致的安装冲突,还可以管线接口匹配度分析,确保动力与液压等系统的无缝对接以及维护空间模拟验证后期检修的可行性,提前发现兼容性问题。

(二) 运行维护阶段,轻量化智能监测

在煤矿机电设备运行维护阶段,煤矿企业为了能有效解决传统监测方式成本高与效率低的问题,可以构建智能感知层和数字标识层以及语音交互层三个部分组成的三位一体轻量化智能监测方案,实现从数据采集到故障处理的闭环管理。比如说,技术人员可以在电机、减速器等关键设备的重要部位安装贴片式传感器,实时监测设备的振动幅度与温度变化等关键参数。煤矿企业通过低功耗蓝牙或WiFi传输技术把采集到的数据直接传输到维修人员的手机APP终端,实现异常状态的即时报警。同时煤矿企业还可以通过数字标识给每台设备提供二维码电子身份证,让维修人员使用手机扫描设备二维码就能快速调取该设备的技术参数、维修历史、备件型号等完整的关键数据信息档案,实现设备档案的数字化管理。煤矿企业还要为该系统配置离线缓存功能,确保系统能在井下信号不佳的区域也能正常使用。另外,为了给井下作业人员提供便捷的故障上报渠道,还可以利用语音交互层根据开源语音识别引擎开发AI语音助手,当设备出现异常时工作人员只用通过语音描述故障现象,系统就能自动识别关键信息并生成标准化维修工单,井下双手操作受到限制时,既能及时给工作人员传递故障信息,还能避免传统纸质记录的繁琐流程。

(三) 维护优化, 数据驱动的预防性维护

为了确保煤矿机电设备稳定运行并有效降低成本, 煤矿企业可以在设备维护优化环节中借助数据驱动技术来实施预防性维护措施, 首先企业可以利用数字化工具实时采集设备的温度、振动、电流等关键运行数据, 然后技术人员把这些数据进行综合分析后把设备的健康状态动态划分为绿、黄、红三档, 绿色代表设备处于正常运行状态并且各项参数指标稳定, 工作人员可以按常规流程进行巡检, 黄色表示设备出现潜在异常, 虽然还能运行但要提高巡检频次深入排查隐患, 红色则意味着设备存在紧急故障风险需要立即停机检修。随后在每日交接班时工作人员在管理系统界面直观的查看三色标签并迅速锁定重点检查对象, 实现维护资源的精准投放, 避免因为故障发现不及时导致的设备损坏与生产中断, 提升维护工作的及时性和针对性。同时煤矿企业还可以联合周边煤矿借助微信群等便捷工具实时登记各煤矿之间的备件库存信息, 如果某个煤矿急需特定备件时, 管理人员可以快速查询共享库资源协商调用其他煤矿闲置备件实现备件资源的高效流转, 减少单个煤矿的备件库存成本, 避免因为备件短缺导致设备停机等待, 提升煤矿企业应对突发设备故障的能力。

(四) 报废与再利用, 绿色循环策略

为了能有效降低企业运营成本, 推动煤矿行业的可持续发展, 在设备报废阶段可以从标准化拆解废旧设备和闲置资源流通市场化两方面构建起完整的设备循环利用体系, 实现资源价值的最大化利用。比如说在进行报废时先根据煤矿机电设备结构特点详细绘制设备拆解步骤与流程, 精准标注轴承、电缆、齿轮箱等能高价值回收的部件位置及拆解要点, 并配套技术参数说明与质量评估标准, 通过定期组织拆解工人培训结合图谱规范操作, 确保废旧设备拆解过程高效安全且部件回收率最大化。同时还可以依靠煤矿行业论坛的专业流量基础与微信小程序的便捷交互特性给煤矿企业搭建轻量化设备交易信息发布平台。煤矿企业可以在线发布闲置机电设备的型号、使用年限、技术参数等关键内容信息并同步上传第三方机构出具的设备检测报告, 平台通过设置智能搜索与匹配功能, 帮助需求方快速定位他们所需要的设备, 简化交易流程, 为设备持有企业开辟了闲置资产变现渠道, 降低

设备全生命周期成本, 也给中小煤矿提供了高性价比设备采购选择, 实现行业内设备资源的优化配置, 推动煤矿机电设备管理向绿色循环低碳高效方向转型。

(五) 管理协同, 低代码工具赋能

为了能提升设备管理的协同效率, 企业可以利用钉钉或飞书等现成的 OA 平台快速搭建低成本的管理系统, 然后充分利用平台内置的审批、表单功能构建设备巡检、报修等标准化流程, 通过设定流程节点与权限实现从发现到上报再到处理的全流程线上化追踪设备问题, 减少人工沟通的成本, 实时掌握设备管理动态, 提升管理响应的速度。同时为了进一步激发基层员工的主动性与创造力, 企业还可以通过建立内部 Wiki 页面鼓励工人把自己在实际操作中积累的故障处理经验用文字、图片、视频等形式上传到知识库, 新员工可以利用知识库快速学习借鉴, 老员工也能在经验交流中进一步优化工作的方法, 提升煤矿机电设备管理的协同性与专业性。

结语

煤矿机电设备全生命周期管理体系的构建与应用实践是煤矿企业适应智能化发展趋势与提升设备管理水平的必然选择, 本文通过实施设备前期管理、运行维护、维护优化和报废再利用以及管理协同等方面的应用实践策略实现煤矿机电设备的精细化和智能化以及绿色化管理, 降低设备的故障风险, 提高设备运行可靠性与管理效率, 减少维修成本与停机损失, 为煤矿企业的安全生产与经济效益提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 杨靖. 煤矿机电设备全生命周期管理模式构建研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2025(3): 118-121.
- [2] 兰巍, 王睿, 闫雪琴. 智能化煤矿设备全生命周期管理的研究与应用[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024(11): 249-255.
- [3] 康效武. 大型煤炭企业设备全生命周期管理模式的研究与探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(9): 1-1.
- [4] 许升起, 陈录平, 段武德. 数字孪生驱动的煤矿机电设备状态监控和诊断[J]. 煤矿机械, 2024, 45(12): 168-171.