

能,其运行状态直接关系装置区安全水平。设备选型需满足防爆等级与危险区域划分要求,常见隔爆型与增安型设备需保持完整结构性能,壳体间隙控制在规定范围内以防止火焰传播。运行过程中对设备密封性能进行重点监测,密封失效后内部气体进入设备腔体,爆炸风险显著提升。接地系统稳定性直接影响防爆效果,接地电阻需控制在 4Ω 以内,确保故障电流能够快速释放。温升控制同样关键,设备外表面温度不得超过环境允许极限,运行温度超过设定值 10°C 时需立即处理。通过持续检测与规范管理,可有效降低防爆设备运行风险。

5.2 异常工况下电气设备应急处理机制

异常工况多表现为电流突变、电压波动或温度异常升高,对设备运行稳定性构成直接威胁。应急处理机制需要具备快速识别与响应能力,当电流超过额定值 15% 时,系统自动触发保护装置并切断电源,防止设备损坏。现场操作人员依据预设流程进行检查,确认故障点后实施隔离处理,避免故障扩散至其他设备。对于高温异常情况,采取强制降温或停机处理,将设备温度恢复至安全区间。应急处置过程中信息传递需保持高效,故障发生后 10 分钟内完成报告与调度响应。通过规范化应急流程与技术手段配合,可缩短故障处理时间并降低事故影响范围。

5.3 事故预防与安全防护体系构建

事故预防依托系统化安全管理体系,通过风险识别与防护措施实现源头控制。对关键设备建立风险档案,记录运行状态与历史故障情况,为后续分析提供依据。安全防护体系涵盖设备防护、人员管理与制度执行多个层面,设备侧重点在于完善防护装置与报警系统,确保异常状态能够及时发现。人员方面强化操作规范与培训要求,使误操作发生率控制在较低水平。环境监测同样重要,对易燃气体浓度进行持续检测,当浓度达到爆炸下限的 25% 时启动预警措施。通过多维度防护体系的构建,可将事故发生概率控制在较低水平,保障生产安全。

6 化工电气设备检修与运行维护协同提升路径

6.1 检修与运行一体化协同管理模式

检修与运行之间存在紧密联系,通过构建一体化管理模式,可实现资源优化配置与效率提升。运行数据直接服务于检修决策,设备运行参数偏离正常范围时形成检修依据,减少盲目检修现象。检修计划与生产安排进行协调,将停机时间控制在合理区间,减少对生产的影响。管理模式中强调信息共享,运行与检修人员通过统一平台获取设备状态,实现协同决策。通过一体化管理,设备故障响应时间可缩短

30% 以上,检修效率得到明显提升,形成闭环管理机制。

6.2 技术创新驱动下维护模式优化路径

维护模式优化依赖技术进步,通过引入新型检测与分析技术,提高设备管理水平。在线监测技术实现设备运行状态实时获取,数据采集精度提升至 $\pm 1\%$ 范围内,增强分析可靠性。无损检测技术应用于关键部件检测,可在不拆解设备情况下发现内部缺陷,检测效率提高约 35% 。新材料应用改善设备耐腐蚀性能,使关键部件使用寿命延长 20% 以上。通过技术融合与应用,维护模式逐步由经验型向数据驱动型转变,提高维护工作的科学性与前瞻性。

6.3 信息化支撑下设备全生命周期管理机制构建

信息化管理为设备全生命周期管理提供重要支撑,通过构建数字化平台,实现设备从投运到报废全过程管理。设备基础信息、运行数据与检修记录在平台中集中存储,数据完整率达到 98% 以上。通过数据分析功能,对设备运行趋势进行评估,预测潜在故障并制定维护计划。管理系统对设备状态进行动态更新,实现实时可视化管理,提高决策效率。生命周期管理还包括设备更新与淘汰机制,当设备运行效率下降至设计值 80% 以下时,启动更新评估程序。信息化支撑使设备管理更加系统化与精细化,提升整体运行水平。

7 结语

综上所述,化工电气设备检修与运行维护是保障生产系统安全稳定运行的重要基础。通过对运行特性、故障机理及管理需求的系统分析,结合状态检修、预防性维护与信息化管理手段,可实现设备风险的有效控制与运行效率的持续提升。在复杂工况条件下,强化防爆安全控制与应急处置能力,构建协同化管理机制,有助于提升整体安全水平与运维质量。随着技术不断发展,设备管理将更加趋于精细化与智能化,为化工行业安全生产提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 刘昌健.化工电气自动化仪表安装检修技术研究[J].天津化工,2025,39(06):41-43.
- [2] 郑圆成,崔澎.化工电气仪表数字化管理与智能检修技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(15):82-84.
- [3] 薄忠新.化工企业电气检修安全管理存在问题及改进措施研究[A].第八届全国石油和化工电气设计与应用论文大赛入选论文集[C].中国机电一体化技术应用协会:2025:322-325.
- [4] 窦凯.化工电气仪表数字化管理与智能检修技术[J].化工管理,2024,(22):77-79.
- [5] 康勃.化工电气设备检修及运行维护要点分析与研究[J].全面腐蚀控制,2024,38(07):47-49.

Research on Operation and Maintenance Optimization Strategy of Mine Electromechanical Transportation Equipment under the Background of Digital Transformation

Xiaoming Guo

China Pingmei Shenma Group Qixing Coal Preparation Plant, Xuchang, Henan, 467000, China

Abstract

With the continuous expansion of mining production scale and advancement in intelligitization levels, electromechanical transportation equipment has become increasingly pivotal in production systems. Traditional operation and maintenance models exhibit significant limitations in information collection delays, inadequate fault prediction capabilities, and uneven resource allocation, making them ill-suited for meeting the demands of efficient, safe, and sustainable production. Under the backdrop of digital transformation, integrating information technology with equipment maintenance has emerged as a critical approach to enhancing mining productivity and safety standards. This study examines the current status of electromechanical transportation equipment maintenance in mining operations, systematically analyzes the application value of digital technologies in equipment management, and conducts research on data-driven maintenance system development, intelligent monitoring technology implementation, and management mechanism optimization. Targeted optimization strategies are proposed. Research findings indicate that establishing intelligent operation and maintenance platforms, refining data analysis mechanisms, and optimizing organizational management processes can effectively improve equipment reliability and maintenance efficiency, providing robust support for safe mining operations.

Keywords

Digital transformation; Mining equipment; Electromechanical transportation; Operation and maintenance management; Intelligent monitoring

数字化转型背景下矿山机电运输设备运维优化策略研究

郭晓明

中国平煤神马集团七星选煤厂, 中国·河南 许昌 467000

摘要

随着矿山生产规模不断扩大与智能化水平持续提升, 机电运输设备在生产系统中的关键作用愈发凸显。传统运维模式在信息采集滞后、故障预警能力不足以及资源配置不均衡等方面存在明显局限, 难以适应高效、安全、绿色生产的现实需求。在数字化转型背景下, 将信息技术与设备运维深度融合, 成为提升矿山生产效率与安全水平的重要路径。文章围绕矿山机电运输设备运维现状, 系统分析数字化技术在设备管理中的应用价值, 从数据驱动运维体系构建、智能监测技术应用及管理机制优化等方面展开研究, 并提出针对性优化策略。研究表明, 通过构建智能化运维平台、完善数据分析机制及优化组织管理流程, 可有效提升设备运行可靠性与维护效率, 为矿山安全生产提供有力支撑。

关键词

数字化转型; 矿山设备; 机电运输; 运维管理; 智能监测

1 引言

矿山生产系统具有作业环境复杂、设备运行强度高及安全风险较大的特点, 机电运输设备在物料输送与生产组织中发挥着基础性作用。设备运行状态的稳定性直接影响生产效率与安全水平。长期以来, 矿山设备运维主要依赖人工巡检与经验判断, 信息获取存在滞后性, 难以及时识别潜在故

障隐患。随着数字技术的不断发展, 数据采集、远程监控及智能分析等技术逐渐应用于工业领域, 为设备运维模式转型提供了技术基础。然而, 在实际应用过程中, 仍存在技术融合不足、数据利用率不高以及管理机制不完善等问题。因此, 有必要对矿山机电运输设备运维优化路径进行系统研究, 以推动数字化技术在矿山领域的深入应用。

2 矿山机电运输设备运维现状分析

2.1 设备运行环境复杂性

矿山生产环境具有显著的特殊性, 其高粉尘、高湿度

【作者简介】郭晓明(1991-), 男, 中国河南许昌人, 本科, 助理工程师, 从事矿山机电运输研究。

以及温差波动频繁等特征,对机电设备的运行稳定性构成持续性影响。在此条件下,设备长期处于高负荷运转状态,关键部件易发生磨损加剧、性能衰减乃至突发故障等问题,运行可靠性面临较大不确定性。复杂环境不仅加速了设备老化进程,也对监测与维护手段提出更高要求。受限于空间条件与安全因素,部分区域设备难以实现高频巡检,使潜在隐患难以及时识别与处置,增加了故障扩散的风险。传统依赖人工经验的维护方式在此类环境中显得响应滞后,难以满足高强度生产需求。环境因素与设备状态之间的耦合关系,使运维管理呈现出更高复杂度,对技术手段与管理模式均提出了更为严苛的要求。

2.2 传统运维模式存在的不足

以人工巡检为核心的传统运维模式,在信息获取与处理能力方面存在明显局限,其运行逻辑主要依赖周期性检查与经验判断,难以实现对设备状态的连续跟踪。在巡检间隔期间,设备运行状态处于相对“不可见”状态,潜在故障可能逐步累积而未被及时发现,削弱了预警与干预能力。运维决策缺乏系统化数据支撑,使维护策略在一定程度上呈现出随意性与经验依赖特征,难以适应复杂工况下的动态变化。资源配置方面,维护计划往往未能结合设备实际运行状态进行精细调整,导致部分设备维护过度而另一些则维护不足,既增加成本支出,也影响整体运行效率。传统模式在信息化程度与科学决策方面的不足,已逐渐成为制约矿山运维水平提升的重要因素。

2.3 设备管理信息化水平不均衡

在矿山企业推进信息化建设的过程中,不同区域与不同企业之间的发展水平存在明显差异,导致设备管理体系呈现出“不均衡”状态。部分矿山虽已引入信息系统,但系统之间缺乏统一标准与有效衔接,数据分散存储于各类平台之中,难以实现集中整合与统一管理。这种“信息孤岛”现象限制了数据在分析与决策中的应用价值,使已采集的信息未能充分转化为管理优势。在数据利用层面,一些企业尚未建立完善的分析机制与应用路径,数据停留在记录与存储阶段,未能支撑设备状态评估与运维优化。信息化建设的碎片化特征,使管理效率与决策质量受到制约,也反映出制度设计与技术应用之间尚未形成有效协同。

3 数字化技术在运维中的应用路径

3.1 智能监测与数据采集技术

智能监测与数据采集构成数字化运维体系的基础环节,其核心在于通过传感器与通信网络实现设备运行状态的连续获取与实时反馈。在关键设备上部署多类型传感器,可对温度、振动、压力等参数进行动态监测,使设备运行过程由不可视转向可感知与可量化。数据经由网络传输至集中平台后,形成完整的数据基础,为后续分析与决策提供支撑。监测体系的有效性取决于参数选择与采集标准的科学性,需要结合设备结构特征与运行环境进行针对性设计,从而确保数

据具有代表性与稳定性。监测点的合理布局同样影响数据精度与覆盖范围,通过优化布设方案,可以在控制成本的同时提升监测效果。数据采集环节的规范化,为整个运维体系提供了可靠的数据来源,是实现智能化管理的重要前提。

3.2 数据分析与故障预测技术

在数据持续积累的基础上,分析与预测技术成为提升运维水平的关键支撑。通过对设备运行数据进行多维度分析,可以识别潜在异常与性能变化趋势,使隐性风险得以及时显现。基于统计方法与机器学习算法构建的预测模型,能够对设备状态与剩余寿命进行评估,从而为维护决策提供科学依据。与传统经验判断相比,数据驱动的分析方式在准确性与前瞻性方面具有明显优势,有助于减少误判与资源浪费。随着数据样本的不断丰富,模型参数可在实践中持续优化,使预测结果更加贴近实际运行情况。数据分析不仅服务于故障预警,也在优化维护周期与资源配置方面发挥重要作用,其本质在于通过信息挖掘提升设备管理的精细化水平。

3.3 数字化运维平台建设

数字化运维平台是实现设备管理集成化与智能化的重要载体,其功能涵盖数据采集、处理分析及信息展示等多个方面。通过统一平台对设备信息进行集中管理,可以打破传统分散管理模式,提升数据利用效率与管理透明度。平台在设计过程中需充分考虑系统兼容性,使其能够与现有生产系统实现无缝对接,从而避免信息孤岛现象的产生。数据处理与分析模块的嵌入,使平台不仅具备信息汇集功能,也能够支持决策分析与风险预警。可视化界面的应用,使复杂数据以直观形式呈现,有助于管理人员快速掌握设备运行状态并做出响应。平台建设的完善程度,直接影响数字化运维体系的整体效能,是推动管理模式转型的重要支撑。

4 矿山机电运输设备运维优化策略

4.1 构建数据驱动的运维体系

在矿山数字化转型持续深化的背景下,运维体系的构建逐渐由经验主导转向以数据为核心的系统性治理模式。设备运行数据、维护记录及环境监测信息在统一平台中的整合,使原本分散的信息得以形成连续、可追溯的数据链条,从而为运维决策提供坚实依据。通过对多维数据的关联分析,可以识别设备运行中的规律性特征与异常信号,使维护策略由被动响应转变为主动调控。在此过程中,数据质量与标准化程度成为影响体系有效性的关键因素,需要通过统一采集规范与数据治理机制加以保障。随着数据积累的不断深化,运维体系能够在实践中实现自我优化,通过持续反馈不断修正维护模型与策略路径,进而提升整体运行效率与可靠性。这种以数据为支撑的运维模式,不仅强化了设备管理的科学性,也为企业实现精细化管理奠定基础。

4.2 推进预测性维护模式应用

预测性维护作为智能运维的重要形态,其核心在于利用数据分析技术对设备状态进行前瞻性判断,从而在故障发