

Research on Full Life Cycle Management and Fine Operation and Maintenance of Mine Electromechanical Equipment

Junqian Liu

Shanxi Xinzhou Shenda Qifeng Coal Industry Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

Abstract

The full lifecycle management and refined operation and maintenance(O&M)of mining electromechanical equipment are effective measures to improve mining production efficiency,reduce equipment failure rates,and extend equipment service life.With the modernization of the mining industry,the demands for intelligent equipment and refined O&M are increasing.Through systematic management of the entire lifecycle of mining electromechanical equipment,the various stages of procurement,installation,operation,maintenance,and decommissioning can be optimized,ensuring efficient operation throughout the equipment's lifecycle.Refined O&M enhances O&M efficiency by utilizing real-time monitoring,data analysis,and precise decision-making technologies,reducing unnecessary downtime and O&M costs.This paper explores the theory and practice of full lifecycle management of mining electromechanical equipment,analyzes key technologies and implementation strategies for refined O&M,and provides theoretical and technical support for mining enterprises to improve equipment management and reduce operational risks.

Keywords

mining electromechanical equipment; full lifecycle management; refined O&M; equipment health monitoring; fault prediction

矿山机电设备全生命周期管理与精细化运维研究

刘俊迁

山西忻州神达栖凤煤业有限公司, 中国·山西 忻州 034000

摘要

矿山机电设备的全生命周期管理与精细化运维是提升矿山生产效率、减少设备故障率、延长设备使用寿命的有效手段。随着矿山行业的现代化进程,设备智能化和精细化运维的要求日益增高。通过对矿山机电设备全生命周期的系统管理,能够优化设备的采购、安装、使用、维护及淘汰等各个环节,确保设备在整个生命周期内的高效运行。精细化运维则通过实时监测、数据分析和精准决策等技术手段,提升设备的运维效率,减少不必要的停机时间及运维成本。本文探讨了矿山机电设备全生命周期管理的理论与实践,分析了其关键技术和精细化运维的实施策略,为矿山企业提供了提升设备管理水平、降低运营风险的理论依据和技术支撑。

关键词

矿山机电设备; 全生命周期管理; 精细化运维; 设备健康监测; 故障预测

1 引言

随着矿山行业向智能化、数字化转型的推进,矿山机电设备的管理和运维面临着更加复杂的挑战。矿山机电设备的高效运行不仅关乎生产效益,还直接影响安全生产与环境保护。在此背景下,矿山机电设备全生命周期管理与精细化运维的研究显得尤为重要。全生命周期管理涉及设备从选型、采购、安装到运营、维修及淘汰的各个环节,旨在通过科学的管理方法和技术手段实现设备的最优化使用。精细化运维则强调通过实时监控、数据分析和智能化管理对设备状态进行精准评估,从而提升设备的运行稳定性,减少故障发

生率,并延长设备使用年限。结合全生命周期管理与精细化运维的研究,有助于提升矿山企业在设备管理方面的能力,降低生产成本,并促进矿山行业的可持续发展。

2 矿山机电设备全生命周期管理概述

2.1 矿山机电设备生命周期管理的定义与意义

矿山机电设备生命周期管理是指从设备的采购、安装、使用、维护到淘汰的全过程管理。通过系统化和科学化的方法对设备进行管理,确保设备在其生命周期内实现最优的经济效益和使用效果。生命周期管理的意义在于不仅能够延长设备的使用寿命,还能提高矿山生产的可靠性与安全性。随着矿山设备规模的扩大和复杂性的增加,传统的管理方式已经无法满足需求,而生命周期管理能够帮助矿山企业更好地规划设备采购与使用,降低因设备故障和维修所导致的停

【作者简介】刘俊迁(1987—),男,中国山东曹县人,本科,工程师,从事矿山机电研究。

机损失。此外，通过精确的设备评估与优化管理，生命周期管理还可有效减少环境影响，推动矿山企业的绿色可持续发展。

2.2 全生命周期管理的核心内容

全生命周期管理涉及从设备选型、采购、安装、运营、维护、故障处理到设备淘汰的全环节，重点在于实现设备的高效、低成本运行。在设备选型阶段，通过对矿山生产需求和环境条件的分析，选择合适的机电设备。在设备采购阶段，确保设备的质量和性能满足长期使用的需求。在设备安装与调试阶段，确保设备的安装质量和性能达到预期要求。运营管理阶段注重实时监控和数据分析，优化设备的运行效率。维护阶段通过定期检修、故障诊断与及时修复来减少故障发生率，提升设备的可靠性。最后，在设备淘汰阶段，通过评估设备的剩余价值，制定科学的淘汰策略，避免过度维护带来的资源浪费。全生命周期管理的核心内容是将设备的各个环节紧密结合，通过数据驱动的管理模式提高设备使用的整体效益^[1]。

3 矿山机电设备全生命周期管理的关键技术

3.1 设备信息化管理技术

设备信息化管理技术通过建立设备信息数据库，实现设备全生命周期的数字化管理。信息化管理系统主要包括设备的基础信息管理、运行监控、维修记录、故障分析等功能。通过物联网技术，实时采集设备的运行数据，如温度、压力、振动等参数，这些数据被上传至中央数据平台进行分析和处理，从而实现设备状态的实时监控与预测。数据采集装置通常采用无线传感器，结合工业互联网平台，将现场数据快速传输至云端，通过大数据分析技术对数据进行处理，生成设备的健康状态报告。此外，信息化管理系统还支持设备的全生命周期管理，从采购、安装、维修到报废的每个阶段，都有详细记录，有助于企业优化资源配置，减少运维成本，提高设备的使用效率。

3.2 设备健康监测与诊断技术

设备健康监测与诊断技术主要通过传感器和智能分析系统对设备运行状态进行实时监控与故障诊断。常见的监测参数包括设备的温度、振动、声波、电流等物理指标，传感器实时采集这些数据并通过无线通信网络传输至数据分析平台。在数据分析平台，应用机器学习和人工智能技术对采集的数据进行处理，通过模式识别和异常检测算法，及时识别设备的潜在故障隐患。设备健康监测系统还可以与历史维修记录结合，建立设备的健康档案，进行故障预测和寿命预测，进一步提升维修效率，避免设备故障发生。诊断技术通过对设备的状态进行深度分析，可以帮助企业找出故障的根本原因，为维护人员提供科学的维修建议，从而降低设备故障的频率，延长设备的使用寿命。

3.3 设备维修与替换决策支持系统

设备维修与替换决策支持系统利用数据分析和优化算

法，结合设备的运行状态、故障预测结果以及经济效益分析，帮助企业制定科学的维修和替换决策。通过对设备历史数据的分析，系统可以识别设备的常见故障模式，评估设备的维修成本与使用寿命，推算出最合适的维修时机和替换时机。在实际应用中，该系统结合了人工智能与大数据技术，通过实时监控设备的健康状况，提供最优的维修方案和替换方案，帮助企业减少不必要的维修和延长设备的使用期。同时，该系统能够在设备故障发生之前预测潜在问题，制定相应的预防措施，避免大规模的设备损坏，减少生产中断的风险，从而降低企业的总拥有成本^[2]。

4 精细化运维的理念与目标

4.1 精细化运维的定义与特点

精细化运维是一种依赖于先进技术手段进行设备管理的模式，通过实时数据采集、分析与决策支持，优化运维流程、提高设备的运行效率。其核心在于将设备运维过程中的各个环节进行细化和精确化，通过数据驱动的方式实现设备健康管理。根据统计，精细化运维能将设备故障率降低20%以上，减少维修费用15%到30%。例如，利用物联网技术进行实时监控，每年可为矿山企业节约约5%到10%的运营成本。精细化运维还具备高度定制化的特点，能够根据不同设备的特性和运行状态，设计个性化的运维方案，从而在保证设备安全的前提下，最大限度提高设备的使用寿命和工作效率。此外，通过大数据分析、人工智能等技术的引入，运维决策更加科学和精准，有助于降低设备故障率并提前进行预警。

4.2 精细化运维的关键目标与效果

精细化运维的关键目标是提升设备的运行可靠性、延长使用寿命并降低维护成本。通过实施精细化运维，能够使设备的利用率提高10%到15%，并减少设备的停机时间。以矿山机电设备为例，精细化运维通过实时监控和预警系统，可以在故障发生前进行干预，减少了40%以上的突发性停机。根据某矿山企业的的历史数据，实施精细化运维后，设备故障停机时间减少了25%，设备维修成本降低了18%，同时生产效率提高了12%。精细化运维的效果不仅体现在成本的降低上，还能够通过优化资源配置，减少过度维护的情况，避免不必要的设备更换，提升设备的运营稳定性，确保矿山生产持续、安全运行。通过精确的运维管理，还能最大限度减少环境污染和资源浪费，推动矿山企业向绿色、高效方向发展^[3]。

4.3 精细化运维在矿山机电设备中的应用价值

在矿山机电设备管理中，精细化运维具有重要的应用价值。通过对矿山机电设备的实时监控与精准维护，可以大幅度降低因设备故障带来的生产中断风险，提升矿山的生产效率。例如，某矿山企业实施精细化运维后，设备的故障率降低了22%，年产值增加了7%。精细化运维还通过数据驱动的方式，优化设备的检修周期，使得设备维护更加合理和

高效。针对矿山机电设备的复杂性和高负荷运行特性，精细化运维能通过健康监测、故障预测和个性化维护计划的实施，提高设备的长期稳定性，减少设备过早损坏的风险。数据表明，精细化运维模式能够延长设备的使用寿命 30% 以上，为矿山企业带来可观的经济效益，同时提升企业在全行业竞争中的市场竞争力。

5 矿山机电设备的精细化运维策略

5.1 运维数据采集与分析技术

矿山机电设备的精细化运维离不开数据的采集与分析技术。通过安装物联网传感器和智能监控系统，实时采集设备运行的各项数据，如温度、振动、压力等参数。这些数据通过无线网络传输至中央数据平台进行集中管理，并采用大数据技术进行分析与处理。矿山设备通常涉及复杂的操作环境和高风险因素，使用的数据分析技术包括数据挖掘、机器学习等方法，用于预测设备的健康状况及未来的维修需求。例如，通过对采集到的数据进行回归分析，系统可以计算出设备未来可能出现故障的概率，并据此制定出个性化的维护策略。在数据应用方面，某矿山通过实时数据采集和分析，年均节约维修费用 15% 以上，提升了设备的运营效率，并优化了设备的运维计划。

5.2 故障预测与预警技术

故障预测与预警技术在精细化运维中扮演着至关重要的角色。通过对设备的实时数据进行深度分析，运用人工智能和机器学习算法，能够及时预测设备可能发生的故障并进行预警。例如，利用振动传感器监测矿山机电设备的振动状态，通过傅里叶变换对振动信号进行频域分析，可以早期发现设备异常。基于预测模型，系统可以发出故障预警并建议维护人员进行检查，避免设备发生突发性故障。根据研究，采用故障预测与预警技术后，某矿山的设备故障率降低了 25%，维修成本降低了 20%。这一技术不仅能提高设备的运行可靠性，还能为企业节省大量的维修开支和停机时间。此外，故障预测系统的成功应用还能够优化设备的使用寿命，并减少资源浪费，具有显著的经济效益^[4]。

5.3 个性化维护计划与调度管理

个性化维护计划与调度管理技术是精细化运维的重要组成部分。根据设备的运行状态、历史故障记录和未来的使用负荷，制定个性化的维护计划。通过建立设备的健康档案，综合考虑设备的使用条件和生产需求，运维人员可以制定出最适合每一台设备的维护周期与方案。在调度管理方面，结合设备的维护需求与生产排程，进行智能调度与资源优化，确保设备维护与生产任务的合理平衡。数据表明，通过精确的维护计划和调度管理，矿山企业能将设备停机时间减少 20%，生产效率提高 12%。个性化维护计划使得运维更加精准和高效，减少了不必要的检查与过度维护，避免了资源浪费，同时保证了设备的持续稳定运行^[5]。

6 结语

精细化运维在矿山机电设备管理中的应用，极大地提升了设备的运行效率和可靠性。通过精准的数据采集与分析技术、故障预测与预警系统以及个性化的维护计划，矿山企业能够实现设备的全生命周期优化管理。这不仅有效降低了设备故障率和维修成本，还延长了设备的使用寿命，推动了企业的可持续发展。随着技术的不断进步，精细化运维将进一步发挥其在提高矿山生产效率、保障安全运营方面的潜力，为矿山行业的智能化转型和绿色发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 郭勳良,孔庆雷,田涛.矿山机电设备智能化管理系统的设计与实现[J].中国金属通报,2026,(02):139-141.
- [2] 陈优东,吴翔.矿山机电设备安装工程施工技术重点探讨[J].价值工程,2025,44(23):118-120.
- [3] 陈龙,向贵吾,薛山.金属非金属地下矿山机电设备管理[J].世界有色金属,2025,(11):130-132.
- [4] 李慧芳.矿山机电机械设备安全管理的有效措施[J].新疆钢铁,2025,(02):258-260.
- [5] 李宏伟.矿山机电设备安全事故分析及管理对策[A].新质生产力与科技发展学术研讨会论文集[C].广西生产力学会:2025:152-154.