

矿山机电设备自动化改造的效益分析与评估

张豪轩

平顶山天安煤业股份有限公司六矿 河南 平顶山 467000

摘要: 随着科技的飞速发展, 矿山机电设备的自动化改造已成为提升矿山生产效率、保障生产安全、降低运营成本的重要途径。本文旨在分析矿山机电设备自动化改造的效益, 并对其进行全面评估, 以期为矿山企业的智能化转型提供理论依据和实践指导。

关键词: 矿山机电设备; 自动化改造; 效益分析; 评估

引言

矿山机电设备作为矿山生产的核心设备, 其性能直接影响矿山的生产效率和安全性。近年来, 随着自动化、智能化技术的不断进步, 矿山机电设备的自动化改造已成为行业发展的必然趋势。本文将从多个维度分析矿山机电设备自动化改造的效益, 并探讨其评估方法。

1 矿山机电设备自动化改造的内容

矿山机电设备自动化改造主要包括以下几个方面:

1.1 控制系统智能化革新

将传统的控制器替换为高性能的PLC(可编程逻辑控制器), PLC具有体积小、抗干扰能力强、编程灵活等优点, 能够接收来自现场检测设备的数字化信号, 根据预先编程的控制算法进行实时分析处理, 并生成相应的控制指令, 下发至现场的执行机构, 实现对生产设备的自动化控制^[1]。引入SCADA(监控与数据采集)系统, 通过图形化的用户界面, 实现对矿山机电设备的集中监控、数据采集、报警处理等功能。这有助于操作人员实时掌握设备运行状态, 提高响应速度和故障处理能力。

1.2 传动系统高效化改造

在矿山机电设备的传动系统中引入变频调速技术, 通过调整电机供电频率来实现对电机转速的精确控制。这不仅可以满足设备在不同工况下的动力需求, 还能显著降低能耗, 提高能源利用效率。根据设备实际运行情况, 对传动结构进行优化设计, 减少传动损耗, 提高传动效率。例如, 采用更高效的齿轮传动、链传动或带传动等方式。

1.3 安全系统智能化升级

在矿山机电设备的关键部位安装传感器和监控摄像头等设备, 实时监测设备的运行状态和周围环境。通过数据分析技术, 对采集到的数据进行实时处理和分析, 及时发现潜在的安全隐患。基于智能监控系统的数据分析结果, 建立预警与应急响应机制。当系统检测到潜在

的安全隐患时, 能够自动触发预警信号, 并通过短信、邮件等方式通知相关人员。同时, 系统还能提供应急处理建议, 帮助操作人员迅速采取措施避免事故发生。

1.4 信息化与物联网深度融合

利用物联网技术构建设备信息互联互通的网络平台。通过为每台设备分配唯一的标识码(如RFID标签), 实现设备信息的实时采集、远程传输与智能分析。在物联网平台的基础上, 建立设备信息管理系统, 对采集到的设备数据进行存储、处理和分析。通过数据分析技术, 挖掘设备运行数据中的价值信息, 为设备维护、优化调度等提供决策支持。

2 矿山机电设备自动化改造的效益分析

2.1 生产效率提升

矿山机电设备的自动化改造, 为生产效率的显著提升带来了显著的变化。在传统的人工操作模式下, 设备的运行往往受到人为因素的制约, 如操作熟练度、反应速度以及疲劳程度等, 这些都直接影响了生产效率。然而, 自动化改造后, 这一切都得到了根本性的改变。自动化控制系统成为提升生产效率的关键。通过引入先进的PLC和SCADA系统, 可以实现对矿山机电设备的远程监控和自动控制。这意味着, 操作人员可以在远离设备的安全区域, 通过电脑或移动设备对设备进行远程启动、停止和调节。这种操作方式不仅减少了人工现场操作的风险和劳动强度, 还大大提高了生产作业的灵活性和效率。自动化改造还使得设备能够连续、稳定地运行^[2]。在传统的操作模式下, 设备可能因为人为因素或环境因素而出现停机或故障, 导致生产中断。然而, 自动化控制系统能够实时监测设备的运行状态, 一旦发现异常, 立即采取措施进行调整或停机保护, 从而避免了因设备故障而导致的生产中断。这种连续、稳定地运行模式, 为矿山生产提供了有力的保障, 使得生产效率得到了显著的提升。

2.2 运营成本降低

矿山机电设备的自动化改造,不仅提升了生产效率,更为企业带来了显著的运营成本降低。这一经济优势主要体现在两个方面:能耗成本的减少和设备维护成本的降低。自动化改造通过精确控制设备的运行参数,实现了能源的高效利用。在传统的操作模式下,由于人为因素或设备本身的限制,往往难以实现对设备运行参数的精确控制,导致能源浪费。然而,自动化控制系统能够根据生产需求实时调整设备的运行状态,确保设备在最佳工况下运行,从而有效减少了能源浪费,降低了能耗成本。自动化设备因其高度的稳定性和可靠性,维护成本相对较低。自动化控制系统能够实时监测设备的运行状态,及时发现并处理潜在故障,避免了因设备故障而导致的生产中断和维修费用的增加。同时,自动化设备的精确控制和优化运行也延长了设备的使用寿命,减少了更换设备的频率和费用,进一步降低了运营成本。

2.3 安全性能提升

矿山机电设备的自动化改造,在提升生产效率、降低运营成本的同时,更显著地增强了设备的安全性能,为矿山生产筑起了一道坚实的安全屏障。智能监控和预警系统的引入,是自动化改造提升安全性能的关键所在。这一系统能够24小时不间断地监测设备的运行状态,包括温度、压力、振动等关键参数。一旦这些参数超出正常范围,系统就会立即发出警报,并通过自动化控制系统采取相应的应急措施,如停机保护、调整运行参数等,从而有效避免事故的发生。这种实时监测和快速响应的能力,大大提高了设备的安全性和可靠性。自动化控制还显著减少了人工操作带来的安全风险^[3]。在传统的操作模式下,操作人员需要近距离接触设备,进行手动操作和调整,这不仅增加了操作人员的劳动强度,也带来了潜在的安全风险。然而,自动化改造后,大部分操作都可以通过远程控制系统完成,操作人员无需直接接触设备,从而大大降低了因人为操作失误或设备故障而导致的安全事故风险。

2.4 环保效益显著

矿山机电设备的自动化改造,不仅提升了生产效率、降低了运营成本、增强了安全性能,更在环保方面展现出了显著的效益,助力矿山企业向绿色生产转型。自动化改造通过精确控制设备的运行参数,实现了对生产过程的精细管理。在传统生产模式下,由于设备控制不够精确,往往会导致废弃物和污染物的过度排放,对环境造成污染。然而,自动化控制系统能够根据生产需求实时调整设备运行状态,确保设备在最佳工况下运行,从而有效减少了废弃物和污染物的产生和排放,降

低了对环境的污染。自动化设备的高效运行也显著提高了资源的利用率。自动化控制系统能够实时监测设备的运行状态和生产效率,根据实际需求进行智能调度和优化配置,避免了资源的浪费和过度消耗。这种精细化的管理方式,不仅提高了生产效率,也实现了对资源的最大化利用,符合绿色生产的理念。

3 矿山机电设备自动化改造的效益评估方法

3.1 定量评估方法

在矿山机电设备自动化改造的效益评估体系中,定量评估方法侧重于通过详尽的数据收集、处理与分析,将自动化改造所带来的效益以具体数字形式呈现,为决策者提供直观、有力的依据。首先,在数据收集阶段,需全面覆盖改造前后的关键运营指标。以生产效率为例,不仅要记录改造前后的日产量、月产量等总量数据,还要细化到每台设备的利用率、故障率、停机时间等具体细节,以便更精确地评估自动化对生产流程的优化效果。同时,运营成本方面需涵盖电费、维修费、备件消耗、人工工时等多维度数据,确保成本分析的全面性和准确性。其次,在数据分析环节,运用统计学和财务管理工具,如差异分析、趋势分析、回归分析等,对比改造前后的数据变化。例如,通过计算生产效率提升率(即改造后生产效率与改造前之比减去1),可以量化自动化改造对产能的直接贡献;而运营成本节约额则可通过对比改造前后的总成本差额得出,进一步细分为能耗降低额、维护成本减少额等,以揭示自动化在节能减排、降低维护频率等方面的具体效益^[4]。此外,安全性能的评估同样重要。通过统计改造前后的安全事故次数、严重度及造成的经济损失,计算安全事故率下降比例和避免的经济损失,直观展示自动化改造在提升作业环境安全性、减少事故损失方面的成效。最后,结合财务指标进行综合评价。利用投资回报率(ROI)、内部收益率(IRR)、净现值(NPV)等经济评价指标,评估自动化改造项目的财务可行性和长期经济效益。这些指标不仅考虑了初期投资成本,还融入了未来多年的收益预测,为矿山企业提供了更为全面、长远的效益评估视角。

3.2 定性评估方法

在矿山机电设备自动化改造的效益评估框架中,定性评估方法侧重于通过非数值化的手段,如专家咨询、深度访谈、问卷调查等,收集并分析相关人员对改造效果的主观感受、意见及建议。具体而言,定性评估方法首先会组建一个由行业专家、技术人员、一线操作者及管理人员等多元主体构成的评估小组。这些成员因其丰富的实践经验与专业知识,能够从不同角度对自动化改

造的效果进行深入剖析。通过组织专家咨询会议或一对一深度访谈,可以系统地收集他们对改造后设备运行稳定性、操作便捷性、维护难易度、安全性能提升等方面的主观评价。同时,为了更广泛地收集一线员工的真实反馈,问卷调查成为定性评估中不可或缺的一环。问卷设计应涵盖改造对工作效率、工作环境、劳动强度、技能提升等多个维度的影响,确保收集到的信息全面且具体。通过对问卷结果的统计分析,可以直观地了解到员工对自动化改造的整体满意度,以及他们在实际操作中遇到的具体问题与挑战^[5]。更为重要的是,定性评估方法强调对收集到的信息进行深度分析与解读。这包括对正面反馈的总结提炼,以及对负面反馈的深入挖掘与原因分析。通过构建问题清单与改进建议库,企业可以针对性地制定优化措施,解决改造过程中暴露出的短板与不足,从而不断提升自动化改造的实际效果与长期效益。

4 案例分析:首阳山煤业有限公司的5G+智慧矿山项目

4.1 项目背景

首阳山煤业有限公司面临着传统采矿业普遍存在的问题,如生产效率低下、人力成本高、安全隐患大等。为了提升矿山的整体运营水平,该公司决定引入先进的自动化和智能化技术,对矿山进行全面的改造升级。

4.2 改造措施

4.2.1 智能掘进系统

首阳山煤业有限公司对掘进工作面设备进行智能化改造,实现了井下掘进机的自主导航、坡度追踪和自动截割等功能。通过万兆工业环网系统的支撑,设计了专用掘进机器人系统,显著提高了掘进效率和安全性。

4.2.2 5G通信技术

项目充分利用了5G通信技术的高速率、低延迟特性,实现了矿山内部设备之间的高效数据传输和远程控制。这不仅提高了设备的协同作业能力,还为远程监控和故障诊断提供了有力支持。

4.2.3 物联网与大数据

通过部署各类传感器和智能设备,项目实现了对矿山生产环境、设备状态、人员安全等信息的全面感知和实时监测。收集到的大数据经过分析处理,为智能决策提供了科学依据,进一步优化了生产流程。

4.2.4 智能管理平台

项目还引入了智能管理平台,通过可视化界面展示矿山的生产情况、设备状态和安全预警等信息。管理人员可以实时掌握矿山动态,及时做出调整和优化。

4.3 改造效果

4.3.1 生产效率提升

据官方数据,改造后的掘进工作面生产班单班岗位人员减少至10人以下,实现了少人操作,同时提高了掘进速度和效率。整体生产效率较改造前提升了约30%。

4.3.2 运营成本降低:自动化技术的应用减少了人力成本和设备维护费用,同时提高了资源利用率。据估算,运营成本较改造前降低了约20%。

4.3.3 安全事故率下降

通过智能监控和预警系统,项目成功降低了安全事故的发生概率。安全事故率较改造前下降了近50%,为矿工的生命安全提供了有力保障。

4.4 总结

首阳山煤业有限公司的5G+智慧矿山项目通过引入先进的自动化和智能化技术,实现了矿山生产效率和安全性能的显著提升。这一案例充分证明了矿山机电设备自动化改造的必要性和有效性,为其他矿山企业提供了宝贵的经验和借鉴。

结语

矿山机电设备自动化改造对于提升矿山生产效率、降低运营成本、提高安全性能和实现绿色生产具有重要意义。通过定量和定性评估方法,可以全面评估自动化改造的效益,为矿山企业的智能化转型提供科学依据。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,矿山机电设备的自动化改造将呈现更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]张义.矿山机电设备性能改造方案探究[J].中国机械,2024,(20):76-79.
- [2]刘玉水,马传高.自动化技术在矿山机电设备中的应用研究[J].中国金属通报,2023,(09):207-209.
- [3]黄粒.自动化技术在矿山机电设备中的应用与发展方向研究[J].中国金属通报,2023,(08):11-13.
- [4]李丙刚.自动化技术在矿山机电设备方面的应用探微[J].世界有色金属,2023,(04):47-49.
- [5]郑永强.关于加强矿山机电设备维修管理及技术改造初探[J].中国金属通报,2023,(02):86-88.