

矿山企业自动化控制系统集成与智能化升级路径

黎钊

安徽开发矿业有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i5.16876

[摘要] 本文聚焦矿山企业自动化控制系统集成与智能化升级路径。首先,阐述矿山自动化控制系统理论及智能化升级关键技术,包括工业互联网、大数据、人工智能等,并评述现有系统集成方案。接着,设计基于工业互联网的矿山自动化控制系统集成架构,明确设计原则与目标,详细规划总体架构及关键模块。然后,研究智能化升级实施路径,分阶段规划基础设施建设、平台化集成及智能化应用。研究表明,合理架构设计与分阶段升级路径有助于提升矿山企业自动化与智能化水平,提高生产效率与安全性,为行业智能化发展提供参考。

[关键词] 矿山企业; 自动化控制系统; 智能化升级

中图分类号: TD-9 **文献标识码:** A

Integration and intelligent upgrade path of automation control system in mining enterprises

Zhao Li

Anhui Development Mining Co., Ltd.

[Abstract] This article focuses on the integration and intelligent upgrade path of automation control systems in mining enterprises. First, the theory of mine automation control system and key technologies for intelligent upgrading, including industrial Internet, big data, artificial intelligence, etc., are described, and the existing system integration scheme is reviewed. Then, design the integrated architecture of mine automation control system based on industrial Internet, define the design principles and objectives, and plan the overall architecture and key modules in detail. Then, study the implementation path of intelligent upgrading, plan infrastructure construction, platform integration, and intelligent application in stages. Research has shown that a reasonable architecture design and phased upgrade path can help improve the automation and intelligence level of mining enterprises, enhance production efficiency and safety, and provide reference for the intelligent development of the industry.

[Key words] mining enterprises; Automated control system; Intelligent upgrade

引言

在矿业行业持续发展的进程中,矿山企业面临着提升生产效率、保障安全生产以及实现可持续发展的多重挑战。传统矿山生产模式依赖大量人工操作,不仅效率低下,而且存在较高的安全风险。随着科技的不断进步,自动化与智能化技术为矿山企业带来了新的发展机遇。自动化控制系统能够实现矿山生产过程的精准控制,减少人为因素干扰;智能化升级则可借助先进技术对海量数据进行分析处理,实现生产决策的优化。深入研究矿山企业自动化控制系统集成与智能化升级路径,对于推动矿山行业技术革新、提升企业核心竞争力具有重要的理论意义与现实价值。

1 理论基础与相关技术综述

1.1 矿山自动化控制系统理论

矿山自动化控制系统理论是矿山智能生产体系的基石,融合多学科知识。控制理论为其稳定运行提供核心支撑,经典PID控制算法因结构简单、调节方便,广泛用于矿山设备速度、压力等控制;现代控制理论中的状态空间法、最优控制等,可处理复杂多变量、非线性问题,提升系统动态性能。系统工程理论从整体规划、设计、优化系统,实现资源最优配置与效能最大化。矿山开采工艺学则提供应用场景与需求导向,不同开采工艺对控制系统有不同要求,推动其不断适配优化。

1.2 智能化升级关键技术综述

1.2.1 工业互联网与物联网技术

工业互联网与物联网技术是矿山智能化升级的关键支撑。工业互联网通过将人、机、物深度连接,构建起一个覆盖矿山全产业链的网络体系。它实现了设备之间的实时通信和数据共享,

使生产过程中的各种信息能够快速、准确地传递。物联网技术则借助各类传感器,对矿山环境、设备状态、生产参数等进行全方位、实时性的感知和采集。这些海量数据通过工业互联网传输至数据中心,为后续的分析 and 决策提供丰富素材。

1.2.2 大数据与云计算技术

大数据与云计算技术为矿山智能化升级提供了强大的数据处理和存储能力。矿山生产过程中产生的数据具有海量、多样、高速的特点,大数据技术能够对这些数据进行高效存储、管理和分析。通过数据挖掘、机器学习等算法,从海量数据中提取有价值的信息和知识,如设备故障预测、生产效率优化等。云计算技术则为大数据处理提供了弹性的计算资源,企业无需自建庞大的数据中心,只需通过云端服务即可按需获取计算能力,降低了信息化建设成本。同时,云计算的分布式存储和计算架构,保证了数据的安全性和可靠性,即使局部出现故障,也不会影响整体数据的完整性和系统的正常运行。

1.2.3 人工智能与机器学习技术

人工智能与机器学习技术在矿山智能化升级中发挥着核心作用。人工智能技术中的计算机视觉可用于矿山设备的故障诊断和安全监测,通过图像识别算法,对设备外观、运行状态等进行实时分析,及时发现潜在故障隐患。自然语言处理技术则可实现人与系统之间的自然交互,方便操作人员通过语音指令控制设备、查询信息。机器学习技术能够通过大量历史数据的学习,建立预测模型,实现对矿山生产过程的精准预测和优化决策。例如,利用机器学习算法预测矿石品位、产量等,为企业生产计划制定提供科学依据。

1.3 现有系统集成方案评述

1.3.1 点对点集成

点对点集成是一种较为简单的系统集成方式,它将两个或多个特定的系统通过定制的接口直接连接起来,实现数据的交互和功能的协同。这种方式的优点是实施简单、成本较低,适用于少量系统之间的集成。然而,随着矿山企业信息化程度的提高,系统数量不断增加,点对点集成会导致接口数量呈指数级增长,系统维护和升级变得异常复杂,扩展性和灵活性较差。

1.3.2 企业服务总线

企业服务总线(ESB)作为一种中间件技术,为不同系统之间的通信提供了统一的平台。它通过定义标准的服务接口和消息格式,实现了系统之间的松耦合集成。ESB能够屏蔽系统之间的差异,提供消息路由、转换、安全控制等功能,提高了系统的可扩展性和互操作性。但ESB在处理大规模数据和复杂业务逻辑时,性能可能会受到一定影响,且需要专业的技术人员进行配置和维护。

1.3.3 工业互联网平台

工业互联网平台是近年来兴起的一种新型系统集成方案,它基于云计算、大数据、物联网等技术,构建了一个开放、共享的工业生态系统。工业互联网平台能够整合矿山企业内外的各种资源,实现设备、系统、应用之间的全面互联和协同。通过平

台提供的开发工具和服务,企业可以快速开发和部署各种智能化应用,满足不同业务场景的需求。与前两种方案相比,工业互联网平台具有更强的扩展性、灵活性和创新性,是未来矿山企业系统集成的发展方向。

2 矿山自动化控制系统集成架构设计

矿山自动化控制系统集成架构设计是推动矿山企业智能化转型的关键环节,其合理性与科学性直接影响着系统的性能、可扩展性以及智能化升级的成效。一个精心设计的集成架构能够有效整合矿山生产过程中的各类资源,实现设备、系统与人员之间的高效协同,提升矿山生产的自动化、智能化水平。

2.1 设计原则与目标

在矿山自动化控制系统集成架构设计中,需遵循可靠性、开放性、可扩展性和安全性原则。矿山生产环境复杂,系统须高度可靠,长时间稳定运行以保障生产连续性;要采用开放标准和接口,便于与不同厂商设备、系统集成,避免信息孤岛;要具备可扩展性,方便随企业发展与技术进步进行功能扩展升级;还需有完善安全防护机制,保障数据安全与系统稳定,防止信息泄露和恶意攻击。其设计目标是构建高效、智能、一体化控制系统,实现矿山生产全流程自动化监控与智能化决策,提高生产效率、降低运营成本。具体要能实时监测与远程控制设备、及时预警诊断故障,实时采集分析处理生产数据以优化流程,实现安全生产智能化管理,实时监测预警隐患,保障人员与企业安全。

2.2 基于工业互联网的系统总体架构

基于工业互联网的矿山自动化控制系统总体架构运用分层设计,涵盖设备层、网络层、平台层和应用层。设备层作为系统基础,由矿山生产设备、传感器与执行器构成,传感器采集设备运行状态及环境参数等数据,执行器依控制指令操作设备。网络层是连接设备层与平台层的纽带,采用工业以太网、无线通信等技术,具备高带宽、低延迟、高可靠性,保障数据准确及时传至平台层。平台层是系统核心,基于工业互联网平台搭建,提供数据存储、处理、分析及应用开发等功能,借助大数据、云计算、人工智能和机器学习算法挖掘数据价值。应用层是面向用户的界面,提供设备监控诊断、生产调度优化、安全预警管理等智能化应用服务,用户可通过终端设备访问,实现矿山生产实时监控与智能化管理。

2.3 关键模块详细设计

矿山自动化控制系统的关键模块详细设计涵盖数据采集与传输、数据存储与管理、智能分析与决策三大模块。数据采集与传输模块采用分布式采集架构,在设备附近设采集终端就近采集数据,具备数据预处理功能,能滤波、校准原始数据,还采用多种通信协议和接口兼容不同传感器。传输时依数据重要性和实时性选择通信方式,工业以太网用于高实时性数据,无线通信用于移动设备或布线难区域。数据存储与管理模块基于大数据技术,用分布式存储架构分散存储海量数据于多节点,提升存储可靠性与读写性能,支持多种数据类型存储,具有备份恢复功能保障数据安全完整,且用数据仓库技术分类、整理和索引数据,

方便查询分析。智能分析与决策模块是系统智能核心,运用人工智能和机器学习算法深度分析挖掘平台层数据,可实现设备故障预测与健康管理和优化生产流程、提供安全预警与应急决策支持,还具备自我学习和优化能力,能依据实际运行调整分析模型和决策策略,提升系统智能化水平。

3 智能化升级实施路径研究

矿山企业的智能化升级并非一蹴而就,而是一个循序渐进、逐步深入的过程。科学合理的实施路径规划对于确保升级工作的顺利开展、实现预期目标至关重要。通过分阶段、有计划地推进智能化升级,能够降低升级过程中的风险和成本,提高升级效果和企业的适应能力。

3.1 升级路径总体规划

矿山智能化升级实施路径总体规划需紧密结合企业自身的发展战略、生产现状和技术水平。以提升矿山生产效率、保障安全生产、降低运营成本为核心目标,遵循“统筹规划、分步实施、重点突破、逐步完善”的原则。将升级过程划分为基础建设与数据标准化、平台化集成与全面互联、智能化应用与决策优化三个阶段。每个阶段都有明确的任务和目标,前一阶段为后一阶段奠定基础,后一阶段在前一阶段的基础上进行深化和拓展,形成一个有机的整体,逐步推动矿山企业向智能化方向迈进。

3.2 阶段一: 基础建设与数据标准化

基础建设与数据标准化是矿山智能化升级的起始阶段,也是后续工作的重要基石。在基础建设方面,首先要对矿山现有的生产设备进行评估和改造,确保设备具备基本的自动化控制功能,能够与后续的智能化系统进行对接。同时,完善矿山的网络基础设施,构建高速、稳定、可靠的工业互联网,为数据的传输和共享提供保障。数据标准化是该阶段的关键任务。矿山生产过程中涉及大量的数据,包括设备运行数据、环境监测数据、生产管理数据等。由于不同设备、不同系统产生的数据格式、编码规则等存在差异,导致数据难以共享和利用。因此,需要制定统一的数据标准和规范,对数据的采集、存储、传输和处理进行标准化管理。通过数据标准化,能够消除数据孤岛,提高数据的质量和可用性,为后续的平台化集成和智能化应用提供准确、一致的数据支持。

3.3 阶段二: 平台化集成与全面互联

在完成基础建设和数据标准化后,进入平台化集成与全面互联阶段。该阶段的核心任务是构建矿山智能化集成平台,将矿

山内各类分散的系统、设备和数据进行集成,实现全面互联互通。通过企业服务总线或工业互联网平台等技术手段,将设备层、控制层和管理层等不同层次的系统进行集成,打破系统之间的壁垒,实现数据的实时共享和业务的协同运作。例如,将采矿设备控制系统、运输设备监控系统、安全监控系统等进行集成,使操作人员可以在一个平台上实时监控和控制多个设备的运行状态,提高生产调度效率。同时,实现矿山与外部相关系统的互联,如与供应链管理系统、物流配送系统等进行对接,实现矿山生产与上下游产业的协同发展。通过全面互联,矿山企业能够及时获取外部信息,优化生产计划和资源配置,提高企业的市场响应能力和竞争力。

3.4 阶段三: 智能化应用与决策优化

智能化应用与决策优化是矿山智能化升级的高级阶段,旨在通过引入人工智能、机器学习等先进技术,实现矿山生产的智能化决策和自主运行。在智能化应用方面,利用大数据分析和机器学习算法,对矿山生产过程中的数据进行深度挖掘和分析,实现设备故障预测、生产过程优化、安全预警等功能。在决策优化方面,构建智能化决策支持系统,将数据分析结果与生产管理知识相结合,为企业管理者提供科学、合理的决策建议。

4 结论与展望

本文围绕矿山智能化升级展开系统研究,先规划出基础建设与数据标准化、平台化集成与全面互联、智能化应用与决策优化三个阶段的实施路径。每个阶段任务明确、层层递进,从夯实基础到实现全面互联,再到达成智能化决策与自主运行。通过这样的路径规划,矿山企业能够有序推进智能化升级工作,逐步提升生产效率、保障安全生产、降低运营成本,增强市场竞争力。期望本文的研究能为矿山企业智能化转型提供有益参考,助力行业迈向更高水平的智能化发展阶段。

[参考文献]

- [1]王鑫瑞,杨旭.大型国有矿山企业生态环保智能管控平台建设与实践[J].冶金管理,2025,(08):54-56.
- [2]王仁杰.煤矿井下电气设备自动化控制系统的设计与实现[J].淮南职业技术学院学报,2025,25(04):75-77.
- [3]刘超.煤化工自动化控制系统故障诊断与容错控制策略研究[J].石化技术,2025,32(07):157-159.

作者简介:

黎钊(1987-),男,汉族,湖南湘阴人,大学本科硕士,高级工程师,研究方向:矿山智能化、矿山装备状态监测与系统管理。