

应用研究·非煤矿山·

矿山一体化智能管控系统建设方案研究

Study on the Construction Scheme of Integrated Intelligent Control System of Mines

温瑞恒, 梁新民, 李少辉, 葛启发(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

摘要:国内部分矿山经过多年两化融合建设,已基本完成自动化、信息化系统的升级改造。但由于缺乏整体规划,多采用单工艺、单系统模式进行实施,企业内部系统间出现信息孤岛、业务隔离、数据价值挖掘受限等问题,亟待建立矿山一体化智能管控系统实现矿山多系统间的深度融合。基于此背景,本文对矿山一体化智能管控系统的建设方案进行研究,探讨矿山各子生产系统在工艺层、业务层、专业层实现一体化管控的架构及方法。通过应用工业控制、信息网络、数字孪生等先进技术,建立矿山一体化智能管控系统,可有效解决矿山内部信息孤岛问题,实现多业务协同,挖掘矿山数据多维度价值,提高矿山企业整体智能化水平。

关键词:智能矿山;智能管控系统;矿山一体化智能管控系统

中图分类号: TD672 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-609X(2022)06-0012-05

Abstract: Part of the mines domestically in China have basically completed the automation and information systems upgrading and modernization after years of integration construction. However, due to the lack of overall planning, single process and single system model is mostly adopted for implementation, with information islanding, business isolation, data value mining restrictions and other issues appearing between enterprise internal systems, under which circumstances, it is urgently needed to establish an integrated mine intelligent control system to achieve an in-depth integration between multiple systems of mine. Based on this background, this paper researches the construction scheme of integrated mine intelligent control system and discusses the architecture and methods to achieve integrated control of the various sub-production systems of mine at process level, business level and professional level. To establish an integrated intelligent control system for mines by applying industrial control, information network, digital twin and other advanced technologies, it can effectively solve the internal information islanding issue within mine, enable multi-business collaboration, tap the multi-dimensional value of mine data, and improve the overall intelligence level of mining enterprises.

Key words: intelligent mine; intelligent control system; integrated intelligent control system of mine

1 前言

目前,国内部分矿山经过多年两化融合建设,已基本完成自动化、信息化系统的升级改造。尤其以无人驾驶^[1-3]、按需通风^[4-5]、智能选矿^[6-7]、无人值守^[8-9]、智能充填^[10-12]等为代表的矿山系统在得到推广使用的同时,技术不断创新,从自动化到信息化、智能化,取得了丰硕的成果,并形成若干以矿山工艺为边界的技术系统。经过多年实践,远程遥控、自动运行、网络通讯、计算机视觉、智能检测、深度学

习、智能调度等技术被吸纳,各技术系统不断得到壮大。但现有技术系统多采用单系统、单工艺模式进行实施,矿山企业内部系统间出现信息孤岛、业务隔离、数据价值挖掘受限等问题,亟待建立矿山一体化智能管控系统。

本文以某铜矿为实例,通过建立矿山一体化智能管控系统,对矿山现有单系统进行集成,实现矿山系统间的深度融合,在工艺层、业务层、专业层挖掘矿山数据多维度价值,提高矿山整体智能化水平。

2 矿山一体化智能管控系统概述

矿山一体化智能管控系统基于“一系统+一网络+一平台+N智能应用”的智能矿山顶层设计进行架构及实施,具体如图1所示。

一系统:基于“矿石流”实现生产工艺全流程的融合控制系统;

[作者简介] 温瑞恒(1987-),男,河北保定人,工程师,主要从事智能矿山设计咨询及相关软件系统的研究开发工作。

[基金资助] 国家十三五重点研发计划课题(2019YFC0605300)。

[引用格式] 温瑞恒,梁新民,李少辉,等. 矿山一体化智能管控系统建设方案研究[J]. 中国矿山工程,2022,51(6):12-16.

线通信等技术,实现包括但不限于生产实时数据、多媒体信息、管理数据等的传输交互,并优先保障控制网的通信畅通与冗余安全,实现主要办公区、主要巷道、受控区域、装备作业区等重点区域的网络全覆盖。网络架构如图3所示。

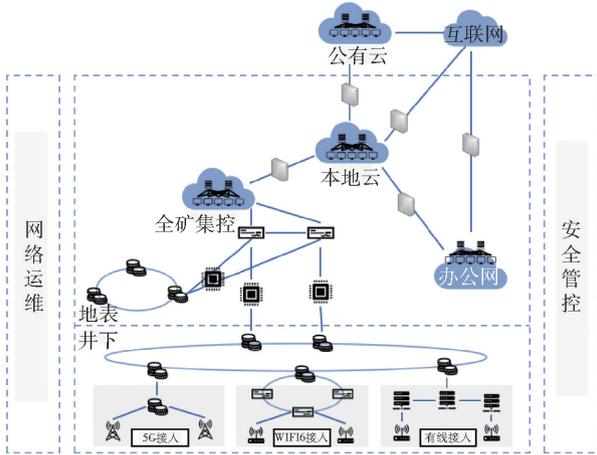


图3 矿山多元融合网络架构

5 智能管控系统通讯技术

通讯技术是矿山一体化智能管控系统功能实现的基础。基于通讯技术,屏蔽自动化与信息化、功能集与功能集间的接口差异,实现矿山内部系统的一体化管控。应用的通讯技术包括工业协议、RESTful API、SSL、TCP/UDP 协议等。

工业协议为工控层提供一种交互机制,并实现与上层信息层的无缝集成。工业协议种类较多,常用协议有 OPC、Modbus、LonWorks 等。

RESTful API 应用 HTTP 协议访问及使用数据。RESTful API 支持的数据格式包括 application/json、application/xml、multipart/form-data、application/x-www-form-urlencoded 等。

SSL 使用 HTTPS 协议对消息进行加密和签名,使用 SSL 证书对服务进行身份验证。SSL 技术通过身份认证、信息加密、数据完整性 3 项服务以达到高安全性。

TCP 协议针对高可靠性、一对一、有连接场景进行数据通讯,通道的建立采用三次握手,通道的关闭采用四次挥手,以保证数据的高质量。UDP 协议针对低可靠性、无连接、多对一、一对多、一对一场景进行数据通讯。

矿山一体化智能管控系统通过通讯技术提供不同模块间的互操作机制,为智能矿山软件平台提供统一的标准接口。通过采用松耦合的结构,标准的

封装服务和接口,以及有效的互操作机制,从而给应用结构化和系统一体化提供有力的支持,适配向上、向下的集成与被集成需求。具体结构如图4所示。

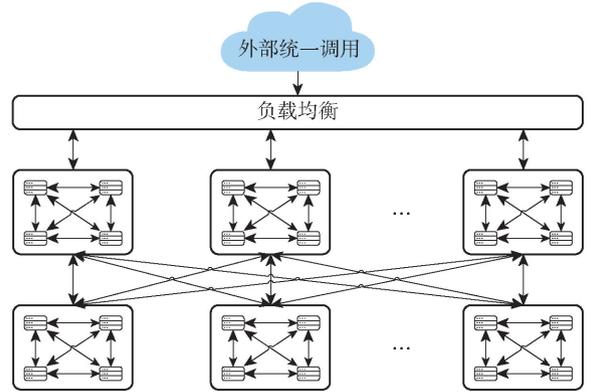


图4 矿山一体化智能管控系统通讯结构

6 矿山一体化智能管控系统融合控制

矿山一体化智能管控系统融合控制包括全矿集控、安全生产感知。全矿集控针对工业控制层,对提升系统、排水系统、通风系统、压风系统、运输系统、充填系统、选矿碎矿系统、选矿磨矿系统、排尾系统等实施远程集中控制;安全生产感知由综合语音通信系统、视频监控系统、综合安防系统等组成。综合语音通信系统建设一套适于工业现场的有线通讯、无线通讯系统以及统一指挥调度平台,对各生产子系统信息进行统一指挥、调度。视频监控系统通过部署智能化的视频前端和监控平台,针对现场的工艺需求,通过 AI 学习实现相关检测、分析和报警。综合安防系统建设安防视频监控、入侵报警、门禁系统,并实现在矿区安防平台上进行集中控制和管理。

7 采选一体化智能管控平台

矿山一体化智能管控系统采选一体化平台基于“一平台”搭建多种功能应用。功能应用按业务分类包括资源数字化、生产运营、安全环保、全信息可视化、设备管理、能源管理、智能决策等业务管理功能;功能应用按工艺分类包括勘探、凿岩、爆破、铲装、运输、提升、破碎、筛分、磨矿、选矿、脱水、排尾、充填、排水、通风等工艺管理功能;功能应用按专业分类包括地质、测量、采矿、选矿、机械、电气、经济等专业管理功能。矿山一体化智能管控系统的建设要充分考虑矿山在业务层、工艺层、专业层的复杂性、关联性,在建立矿山数据池实现矿山企业内部数据一体化管控的同时,对 N 种功能应用进行多维度的架构,保证平台功能应用的统一性、专业性、合理性。

采选一体化平台功能架构如图5所示。

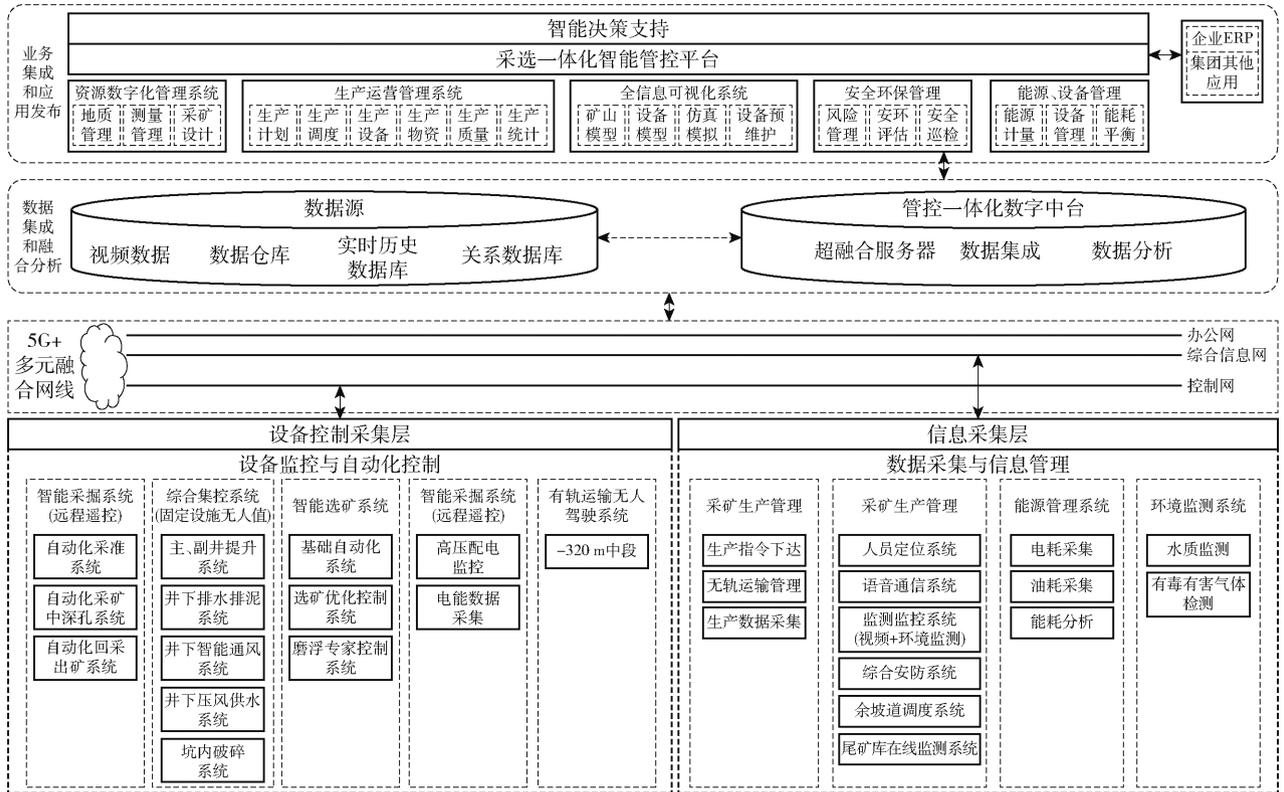


图5 采选一体化平台功能架构

8 矿山一体化智能管控系统智能管控中心

矿山一体化智能管控系统智能管控中心是矿内工业控制、信息枢纽的中心,根据职能划分为安全管

理区、技术协同区、生产管理区、协同办公决策区。通过进行相应的岗位设置和业务管理,实现采矿、选矿、公辅系统的集中控制、采选协同、专业融合。功能划分如图6所示。



图6 智能中心功能划分

9 矿山一体化智能管控系统实例

某铜矿是集“采、选”于一体的中型地下开采矿山,按照总体考虑、统一布局、分期实施的路线,对矿山一体化智能管控系统进行一期工程建设。一期工程建设内容包括融合控制(全矿集控、安全生产感知)、多元融合网络、采选一体化平台、智能管控中心。

全矿集控对副井提升系统、井下排水系统、井下通风系统、压风系统和选矿碎矿系统实施远程集中

控制,并为二期三期工程涉及的主井提升系统、井下破碎系统、选厂自动化以及充填系统等预留集中控制接口。安全生产感知建设综合语音通信系统、视频监控、综合安防系统。多元融合网络整体规划部署矿山控制网、办公网、监控网等网络。采选一体化平台按业务管理需求建设:资源数字化、生产运营、安全环保、全信息可视化模块;按工艺管理需求建设:提升、排水、通风、压风、破碎模块;按专业管理需求建设:地质、测量、采矿、选矿、机械、电气、经济

等机理模型。智能管控中心布置于矿区办公大楼,建设矿山一体化运营智能管控区以及数据中心。采选一体化平台如图7所示。

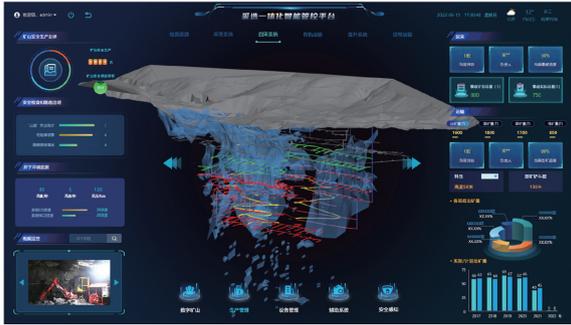


图7 采选一体化平台

基于矿山生产工艺过程控制需求,围绕矿山采选工艺,以“矿石流”为主线,融合“信息流”“业务流”“数据流”,建设矿山一体化智能管控系统,基本实现以下智能化升级改造:

1) 设备远程控制

通过远程控制技术,对远程电脑或控制单元进行操作,实现设备远程集中控制。

2) 控制系统自动化

构建机理模型,增加数据清洗、数据挖掘、系统自学习等算法,建立控制系统自动调控机制。

3) 生产运营信息化

应用信息技术,结构化表单,打破距离壁垒,在线填报、查看、审批数据,自动下发工作任务并通知相关人员,提高企业管理效率。

4) 企业管理精细化、标准化

从生产工艺入手,对生产数据进行时时采集、分析和跟踪,实现管理精细化,同时以矿山标准化建设的要求及管理规范为标尺,实现矿山管理的标准化。

5) 矿山业务一体化、分析决策智能化

建立统一的数据中心,实现信息资源共享,通过梳理、整合业务流程,打通业务环节,实现不同业务处室间的业务协同,应用数据仓库技术、商业智能(BI)技术对业务信息和空间信息进行深度钻取、多维挖掘、定量分析,将重要数据资源筛选提炼,形成精确的决策依据,为分析决策提供全方位、多层次的决策支持和知识服务。

10 结论

某铜矿以通讯技术为支撑,基于“一系统+一网络+一平台+N智能应用”的智能矿山顶层设计,

进行矿山一体化智能管控系统架构及实施。通过建立矿山一体化智能管控系统,基本实现设备远程控制、控制系统自动化、生产运营信息化、企业管理精细化、企业管理标准化,统一数据中心、信息资源共享、一体化业务、业务协同应用、智能分析、辅助决策支撑等智能化改造升级。

建立矿山一体化智能管控系统,对矿山现有单系统进行集成,可实现矿山系统间的深度融合,在工艺层、业务层、专业层挖掘矿山数据多维度价值,提高矿山企业整体智能化水平。现阶段及未来,智能化是矿山发展的必然趋势,矿山一体化智能管控系统作为矿山智能化建设的重要内容之一,在应用及技术研究方面具有重要的意义。

[参考文献]

- [1] 吉坤,韩斌,胡亚飞,等. 基于强度折减与智能算法的井下充填体强度预测[J]. 中国有色金属学报,2021,31(3):796-805.
- [2] 隋森. 地下矿无人驾驶电机车运输关键技术探究[J]. 中国设备工程,2017(8):104-105.
- [3] 梁新民,王怀勇,陈炜,等. 铲运机自动化出矿系统在上向分层充填采场的应用研究[J]. 有色设备,2021,35(3):68-75.
- [4] 曹龙,杨敏. 按需通风技术在加拿大Éléonore金矿的应用[J]. 黄金,2021,42(12):38-41.
- [5] 李宪英. 井下按需通风自动化系统的设计与改造[J]. 中国科技纵横,2019(22):92-93.
- [6] 吴西顺,邓杰,姜焕琴,等. 传感器驱动的智能选矿:过去、现在和未来[J]. 矿产综合利用,2020(5):18-26.
- [7] 郑悻. 选矿厂生产中智能化技术的功能及作用分析[J]. 中国金属通报,2021(16):81-82.
- [8] 平欢欢. 智慧矿山无人值守装载关键技术研究[J]. 内蒙古煤炭经济,2022(1):63-65.
- [9] 莫州寒,占霆钧,王努,等. 露天矿山无人值守泵站系统设计[J]. 铜业工程,2019(4):31-33,59.
- [10] 郭丽梅,郑贵朝. 智能变频调速系统在矿山运输系统中的应用[J]. 有色冶金节能,2011,27(2):45-48.
- [11] 邵思维,徐巍,谷龙飞,等. 基于某矿的智能充填生产信息管理系统解决方案[J]. 有色设备,2021,35(2):82-86.
- [12] 陈鑫政,杨小聪,郭利杰,等. 矿山充填智能控制系统设计及工程应用[J]. 有色金属工程,2022,12(2):114-120.