

文章编号:1671-251X(2022)S2-0070-05

煤矿智能化综合管控平台设计

赵志志

(国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 清水营煤矿, 宁夏 银川 750004)

摘要:目前综合自动化平台功能单一,只能进行实时数据显示及远程控制,平台软件不具备协同管理系统开发、GIS技术融合、AI分析、融合联动等功能,无法实现对矿井安全、生产、经营活动全数据的统计、分析功能,无法实现基于大数据分析的相关预警、预测、预报等功能,已不符合智能化平台的建设要求。针对上述问题,以国家能源集团宁夏煤业有限责任公司清水营煤矿为研究对象,采用最新的智能化矿山发展技术和理论,结合自动化技术,设计了一种煤矿智能化综合管控平台。详细介绍了平台的设计原则、整体架构和关键技术的应用。该平台融合了智慧矿山、云计算、大数据、移动互联十等概念,将煤矿管控平台、三维、CAD、GIS、MES进行深度融合,利用统一的数据中心,将过程数据、空间数据、业务数据、流媒体数据整合为统一接口网关,各个应用通过统一的数据中心进行数据的读取和存储,为煤矿智能化建设提供了数据支撑。

关键词:煤矿智能化;信息化;综合管控平台;云计算;大数据;移动互联十

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Design of intelligent comprehensive control platform for coal mine

ZHAO Zhizhi

(Qingshuiying Coal Mine, CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan 750004, China)

0 引言

目前随着我国供给侧结构性改革的不断深入发展,煤矿智能化已经成为了煤炭行业发展的必经之路。2020年3月,国家发展和改革委员会、国家能源局等部委联合印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》,其中对煤矿智能化建设提出了要求、任务以及相关的保障措施。当指导意见下发后,国家能源集团积极响应,打造了一批具有领先水平的智能化煤矿。

智能化是矿山技术发展的最高形式,只有实现了智能化才能从根本上实现最优的生产方式、最佳的运行效率和最安全的生产保障。智能化煤矿是基于现代智慧理念,将物联网、云计算、大数据、人工智能、自动控制、移动互联网、机器人化装备等与现代化矿山开发技术融合,形成矿山感知、互联、分析、自学习、预测、决策、控制的完整智能系统,实现矿井开拓、采掘、运通、洗选、安全保障、生态保护、生产管理等全过程智能化运行。近年来,随着信息化与工业化的深度融合,互联网+的物联网技术的迅猛发展,煤炭工业转型亦如火如荼地推进发展。充分利用计算机技术、网络技术、信息技术和工业控制技术等一

系列现代化手段,以“无人则安”、管理穿透、针对性检修、节能降耗为自动化建设思想,以自动化和信息化确保矿区的安全生产,提高劳动生产率、降低生产成本、提高经济效益。通过信息化、自动化和工业化的融合解决人员、效率、能耗和安全等问题,并通过对信息资源的广泛利用和深度开发,不断提高企业的生产、经营、管理、决策的效率和水平,从而提高经济效益和竞争力。煤矿智能化综合管控平台是煤矿智能化建设中的重点,是煤矿各项智能化应用系统的底层基础。但很多煤矿未建设综合管控平台,较多煤矿建设有综合自动化平台,但平台建设时间较久,平台架构已不符合智能化平台的建设要求。目前综合自动化平台功能单一,只能进行实时数据显示及远程控制,平台软件不具备协同管理系统开发、GIS技术融合、AI分析、融合联动等功能,无法建设地面设施、井下巷道、各类设备的多属性三维数字化模型,无法实现对矿井安全、生产、经营活动全数据的统计、分析功能,更无法实现基于大数据分析的相关预警、预测、预报等功能。平台软件基于32位操作系统运行,相关操作系统升级后无法兼容。矿井安全、生产、经营类管理子系统未全面接入,不能实现统一管理。为此,以国家能源集团宁夏煤业有限

收稿日期:2022-08-25;责任编辑:张强。

作者简介:赵志志(1981—),男,江苏徐州人,高级工程师,硕士,研究方向为煤矿开采技术,15001824@ceic.com。

责任公司清水营煤矿(以下简称清水营煤矿)为研究对象,设计了一种煤矿智能化综合一体化管控平台。

1 煤矿智能化综合管控平台

1.1 平台设计原则

本文针对清水营煤矿的智慧矿山云平台、万兆工业环网和私有云平台建设,采用最新的智能化矿山发展技术和理论、最完善和先进的软件技术和理念,结合自动化技术,实现高可用性和高扩展性,设计了一种新型的煤矿智能化综合管控平台。

设计原则融合了“两化”深度融合、智慧矿山、云计算、大数据、移动互联+等概念,设计目标为功能完善和先进的低成本管控一体化平台。平台将煤矿

管控平台、三维、CAD、GIS 等进行深度融合,采用功能化、模块化设计,利用统一的数据中心,将过程数据、空间数据、业务数据、流媒体数据整合为统一接口网关,各个应用通过统一的数据中心进行数据的读取和存储。

1.2 平台整体架构

平台架构基于统一数据接口网关平台,能够融合各个子系统的异构数据,系统、软件及相关服务全部采用虚拟化技术,可实现数据采集、存储、控制。数据融合框架基于定制 HTML5 + APP 的 MKCloud2.0 云架构体系进行开发和设计。该架构自下而上分为 4 层,分别是感知控制层、基础设施层、智能平台层和决策应用层,如图 1 所示。

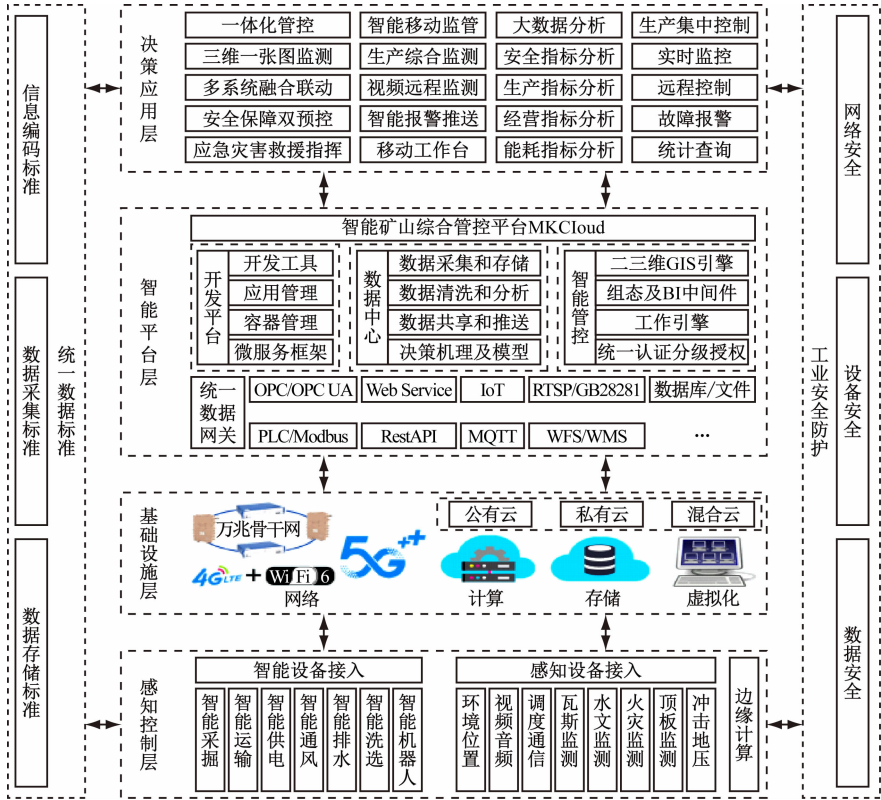


图 1 智能化综合管控平台的整体架构

1.3 平台的“一张图”

架构设计基于煤矿“一张图”建设中的数据获取、核心数据库和综合监管决策平台,利用 3D-GIS 技术,构建统一数据标准、以空间地理位置为基准、自动化开采、多图层透明管理的一体化三维系统,形成了位置服务、协同设计服务、组态化服务、三维可视化仿真模拟、矿山工程及设备的全生命周期管理等模块,实现“一张图”集成融合、“一张图”协同设计、“一张图”协同管理和“一张图”决策分析。软件模块如图 2 所示。

1.4 数据采集网关

遵照国家及煤炭行业相关基础设施、数据资源、

通信网络等标准,基于统一架构、统一标准、统一认证和统一运维体系,建设智能化矿山数据和应用标准,实现数据采集、数据编码、数据存储、数据交换和传输的规范统一,实现煤矿数据采集交换标准化及平台信息的有效共享。按照智能化煤矿的统一存取方式设计统一数据采集网关接口(图 3),实现数据存取规范化、标准化,采用嵌入式一体化设备作为统一的接口网关,实现数据的采集完全与业务逻辑分离,可以独立于其他平台运行,本地支持数据长时间保存,保证数据的完整性。

按照时效性区分,数据采集网关可分为实时数据接入和离线数据接入 2 种形式。实时数据接入主

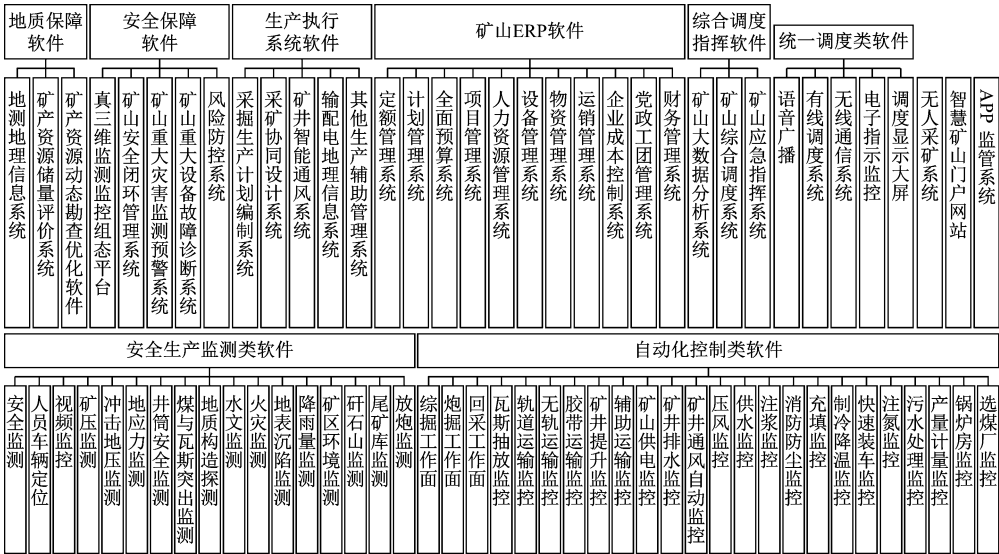


图 2 智能化综合管控平台软件模块

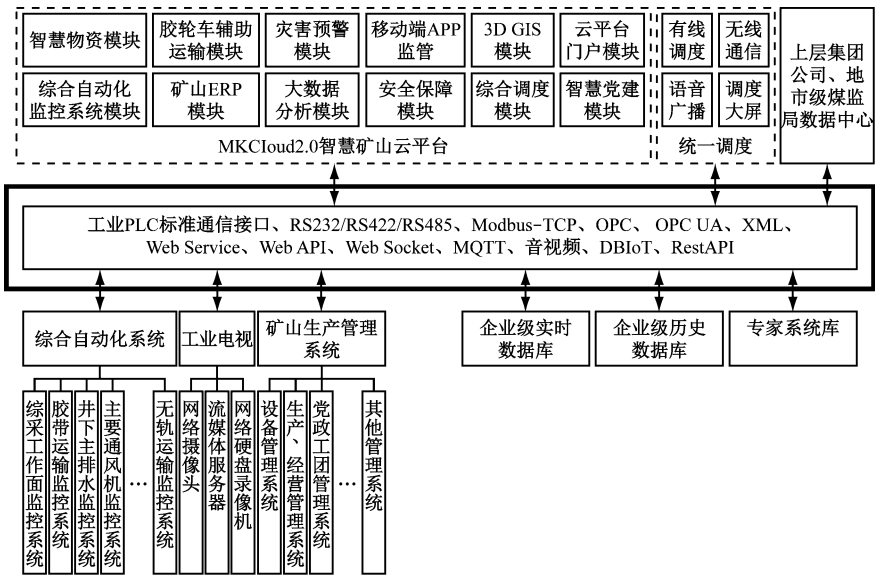


图 3 数据采集网关

要针对物联网 IoT 系统的数据接入,数据源包括但不限于嵌入式控制器、PLC、传感器、SCADA 系统以及各类通信分站等;离线数据接入主要包括各类信息化系统(考勤系统、车辆调度系统、ERP、OA、数字矿山等)、监控系统、人员定位系统等。

按照数据流向的不同,实时数据采集网关可分为南向接入和北向上传。南向接入主要针对物联网 IoT 系统及设备,支持多协议/规约,包括 ERP、Modbus、OPC 等;北向上传采用统一协议 MQTT,满足“一对多”通信,满足“发布-订阅”方式。

离线数据采集网关主要是针对各 IT 业务系统,采用统一的 ETL 工具进行数据库同步操作,可以接入的数据库包括 MySQL、MSSQL、MongoDB 等。各业务系统在建设时须考虑数据库的开放性,且保证数据库拥有 JDBC/ODBC 应用程序接口。

数据采集网关具有数据分发能力,主要包括统一接口以及统一数据模型。统一接口,即可以向任何接入数据网关的应用程序提供所需的数据,通信协议包括 Web API 及 Web Socket;统一数据模型,是指所有数据点将采用统一的命名规则,统一语义映射。

1.5 大数据存储中心

基于分布式存储、序列数据存储技术,针对煤炭行业多源异构数据特点,构建混合数据存储技术方案,形成煤矿数据湖,支持时序数据、结构化数据、音视频文件的存储。

集群可在线扩展,可扩展到 1 000 台以上集群规模,单服务器数据管理能力大于 40 TB,单个集群管理能力可随节点数增加而呈线性提升,预期可达到 50 PB 以上的管理能力;可处理多类型数据,包括传感器等结构化数据,也包括声音、图像、文本等

非结构化数据;极高的数据查询速率,从 20 亿行数据中检索 5 万行数据的时间不高于 2 s;100 亿条数据(单条数据长度不大于 300 byte)规模下,最值、计数、求和、均值,结果集限制 100 条,耗时小于 10 s;100 亿条数据(单条数据长度不大于 300 byte)规模下,对单一字段进行排序取 top100,耗时小于 5 min;文件最大批量导出速度可达 8 GB/s;数据订阅速度单客户端最高可达 800 MB/s;实时过滤统计,单节点处理能力可达 600 MB/s;通过数据库同步、消息队列、ftp 和 http 等多种方式进行数据接收,对于结构化数据,提供 10 000 条(单条数据长度不大于 300 byte)以上的加载和写入能力。

1.6 大数据决策分析

大数据决策分析平台基于大数据、人工智能技术,提供图形化的交互界面,用拖拽的方式完成建模分析,平台基于大数据存储中心提供的数据,利用机器学习算法,分析挖掘煤矿数据中隐藏的价值,最终达到 AI 应用赋能煤矿智能化安全生产的目标。大数据分析算法如图 4 所示。

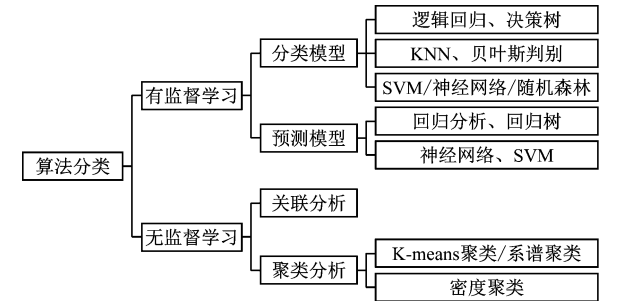


图 4 大数据分析算法

1.7 二三维 GIS 平台

二三维 GIS 平台采用业界领先的 3D 融合可视化引擎技术,结合主流 Web 技术,支持多平台、多终端、多浏览器、无插件快速访问。通过对二维和三维数据模型的转换、分析,实现对矿山安全生产和经营管理所有要素的空间信息和属性信息的认知、获取、处理、表达、存储、可视化、分析,为客户定制化开发业务系统提供基础支撑。

(1) 采用可配置的、前后端分离的微服务架构,支持全面的组件化开发,解决目前 GIS 平台存在的灵活性差、可扩展不足、三维微应用场景难构建等问题。通过封装大量功能组件,模块化设计实现 GIS 数据、模型、空间分析、网络分析算法等可复用,将底层打包为一个整体,支持应用界面与业务逻辑的快速组件化构建,能够满足各类智能化应用的功能需要。

(2) GIS 平台建立利用矿山级别的数据标准编码及体系,保障和保全矿山数字安全和数字资产,规范矿山工程建设信息化过程,提升煤矿的空间信息化应用能力。

(3) 采用统一的三维模型数据、GIS 数据、业务数据等标准化数据处理及转换流程,快速便捷地将矿山基础信息数据进行转换,可以跨操作系统、跨浏览器、跨终端进行高效、流畅的数据浏览。基于 LOD 的模型加载与表现技术,大大提高了加载速度和表现效果,实现浏览器端加载数据页面不卡顿。

(4) 后端采用微服务架构,依托云平台,支持私有云和公有云部署,自动化集成、部署、运维。通过对分布式文件系统、分布式数据库的扩展支持,实现对空间大数据高效稳定的存储管理能力。

1.8 可视化组态平台

Web 可视化组态平台采用可配置的、前后端分离的微服务架构,支持全面的组态化开发,支持应用界面与业务逻辑的快速组态化构建,能够满足各类智能化矿山应用的功能需要。应用主流 Web 技术,拥有先进、友好的 UI,支持多平台、多终端、多浏览器访问。

Web 可视化组态平台主要功能特点如下:

(1) 支持采用密码及证书认证登录,采用基于用户角色的权限管理机制,可灵活配置多种用户角色,可设置访问权限、操作权限,可分别设置平台管理员和项目管理员。

(2) 支持图形无极缩放,内置 HTML5 标准的 Web 矢量图形引擎,使用 SVG 绘制形状、数字和坐标(而不是像素网格)在浏览器中渲染图形,使图形具有分辨率无关性和无限可伸缩性,以保证图形在图像质量不下降的情况下被放大。大多数现代 Web 浏览器都支持 SVG 最重要和最基本的功能。

(3) 多样化的内置图形组件库及可定制的图形组件。提供部分预定义的采矿业图元模板库以供用户使用。支持 EChart 图表,内置常用柱状图、折线图、饼图、散点图,支持地图组件、多媒体组件等组件库。此外提供常用图元组件自定义方式对预定义图元库进行补充。

(4) 远程访问与远程维护。现场运行情况的监视不再受地理条件的限制,可随时随地通过浏览器了解现场数据;维护工程师亦可摆脱地理条件的限制,随时上线修改、一键发布。

(下转第 81 页)

化应用提供本地化数据安全服务能力支撑;在企业内部各组织机构网络的互联网出口部署 VPN 安全网关,实现各组织机构跨广域网通信链路的机密性保护,保证企业内各组织机构间数据交互的机密性、完整性;各二、三级单位建设本地分支数据安全服务区,在集团总部数据安全服务中心的统一管理下,提高服务本地化业务应用的数据安全能力。

具体实践上,基于密码技术,通过信道加密方式或信源加密方式,实现企业业务平台各商业秘密数据传输的机密性、完整性保护,同时调用数据安全服务,针对业务平台本地存储的各种关键用户数据、业务数据进行加密存储,实现关键数据存储的机密性、完整性保护。

针对业务办公和数据处理,通过密钥认证方式,实现企业“互联网+”平台应用系统用户登录的可靠身份认证,实现平台应用可信访问;通过数字签名、时间戳等密码技术,确保用户后续操作的抗抵赖性防护。

针对数据共享和数据开放,通过数据安全交换平台,结合数据标签、安全多方计算等技术,实现数据多方的协同共享和安全交换;通过数据安全 API(Application Programming Interface,应用程序接口)网关,实现数据对外服务过程中的应用鉴别、安全传输和访问控制,保障授权应用访问权限内的数据集,避免数据开放引发数据外泄。

3 结语

工控环境有别于传统网络环境,其封闭、独立特

(上接第 73 页)

2 结语

煤矿智能化综合管控平台的技术应用是煤矿智能化建设中的重点,是煤矿各项智能化应用系统的底层基础。煤矿智能化是一项涉及多专业的复杂工程,而我国目前的煤矿智能化仅仅处于初级阶段,需要不断努力,有序开展各地区的煤矿智能化建设,从而更好地实现煤炭行业的智能化发展和转型。

参考文献:

[1] 田立贞. 煤矿智能化开采技术研究现状及展望[J]. 当

性决定了防护机制需从工控场景、工控协议和工控设备的特性出发,以数据安全保障体系为指导,研制有工控属性的数据安全防护产品。以矿山智能化转型为背景,以智能矿山作为工控防护场景,对生产监控与管理、生产信息化、管理信息化 3 个业务区进行梳理,从数据全生命周期角度设计了工控数据安全保障体系,以保护矿山生产监测数据的完整性及工控管理、企业经营过程中的数据机密性。

参考文献:

[1] 韩志磊,王治宇,苏军,等. GPS 智能巡检系统在尾矿库安全管理中的应用[J]. 有色金属(矿山部分),2018,70(4):6-11.

[2] 阮诗昆,黄玉锦,蓝先灵. 智能卡车调度系统在紫金山露天矿的应用[J]. 有色金属(矿山部分),2020,72(2):102-106.

[3] GB/T 22239—2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求[S].

[4] 陆耿虹,冯冬芹. 基于改进 C-SVC 的工控网络安全态势感知[J]. 控制与决策,2017,32(7):1223-1228.

[5] 任圆. 工控网络多安全目标优化防护方法研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2020.

[6] 崔文,李浩荡,丁震,等. 露天煤矿 5G 网络建设与网络安全研究[J]. 工矿自动化,2021,47(增刊 1):36-38.

[7] 张春坡. 黑岱沟露天煤矿工业控制网络安全防护技术研究与应用[J]. 煤炭工程,2021,53(增刊 1):144-148.

[8] 杨翔宇. 关于工控网络与非公开网络互联的数据安全保障分析[J]. 电子技术与软件工程,2020(20):247-248.

代化工研究,2020(23):13-14.

[2] 姜德义,魏立科,王翀,等. 智慧矿山边缘云协同计算技术架构与基础保障关键技术探讨[J]. 煤炭学报,2020,45(1):484-492.

[3] 汤海龙. 智慧矿山信息系统通用技术规范解读及关键技术探讨[J]. 煤炭科学技术,2018,46(增刊 2):157-160.

[4] 吴群英,蒋林,王国法,等. 智慧矿山顶层架构设计及其关键技术[J]. 煤炭科学技术,2020,48(7):80-91.

[5] 罗香玉,李嘉楠,郎丁. 智慧矿山基本内涵、核心问题与关键技术[J]. 工矿自动化,2019,45(9):61-64.