

文章编号: 1671-251X(2022)08-0122-05

DOI: 10.13272/j.issn.1671-251x.17965

矿用综合调度管控平台设计

陈华颖¹, 杜志刚^{2,3}, 宋兴家^{2,3}

(1. 中煤科工集团北京华宇工程有限公司, 北京 100032; 2. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015; 3. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要: 煤矿各系统有独立的管控终端平台, 在出现突发事件时需要调度员在不同平台之间来回切换, 存在调度指挥效率低、信息获取不全面、数据无法在一个屏幕里完整显示、缺乏统一的可视化管理平台等问题。针对上述问题, 设计了一种矿用综合调度管控平台。该平台以调度主机为核心, 通过语音网关实现多种异构通信系统的互联互通和一体化语音调度; 以有线/无线 IP 传输网络为基础, 以视频接入服务器为核心, 通过协议对接屏蔽视频终端的差异, 实现视频的统一接入, 同时通过视频交换服务器实现视频会议功能; 利用 GIS 技术引入矿井采掘工程平面图, 打造“一张图”模式来呈现多系统不同资源, 实现地图调度; 基于 B/S 架构开发数据可视化界面, 通过“一机三屏”方式汇聚展示不同系统数据, 提升数据使用效率。测试结果表明, 该平台集语音调度、视频调度、地图调度、数据可视化于一体, 可进一步加强生产调度指挥信息沟通和管控能力, 提升煤矿应急救援能力, 助力煤矿应急管理信息化建设。

关键词: 矿井多系统协作; 综合调度; 管控平台; 语音调度; 视频调度; 地图调度; 数据可视化
中图分类号: TD67 文献标志码: A

Design of mine integrated dispatching management and control platform

CHEN Huaying¹, DU Zhigang^{2,3}, SONG Xingjia^{2,3}

(1. Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., Beijing 100032, China; 2. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China; 3. Tiandi(Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract: Each system of the coal mine has independent management and control terminal platform. When an emergency occurs, the dispatcher needs to switch back and forth between different platforms. There are some problems such as low dispatching and commanding efficiency, incomplete information acquisition, incomplete data display on one screen, lack of unified visual management platform, etc. In view of the above problems, the mine integrated dispatching management and control platform is designed. The platform takes the dispatching host as the core, and realizes the interconnection and intercommunication of various heterogeneous communication systems and integrated voice dispatching through the voice gateway. Based on the wired/wireless IP transmission network, with the video access server as the core, the differences between video terminals are shielded through protocol docking. The unified video access is realized. At the same time, the video conference function is realized through the video exchange server. The GIS technology is used to introduce the plan of mine excavation engineering, create a "one map" mode to present different resources of multiple systems, and realize map scheduling. The data visualization interface is developed based on the B/S architecture. The data of different systems are gathered and displayed in the way of "one machine and three screens", so as to improve the data utilization efficiency. The test results show that the platform integrates voice scheduling, video scheduling, map scheduling and data visualization. The platform can further strengthen the information communication and management and control capability of production scheduling command. The platform can improve the emergency

收稿日期: 2022-06-17; 修回日期: 2022-08-11; 责任编辑: 盛男。

基金项目: 天地(常州)自动化股份有限公司科研项目(2021TY2002)。

作者简介: 陈华颖(1982—), 女, 山东肥城人, 硕士, 主要从事煤矿设计工作, E-mail: 13426324450@139.com。

引用格式: 陈华颖, 杜志刚, 宋兴家. 矿用综合调度管控平台设计[J]. 工矿自动化, 2022, 48(8): 122-126.

CHEN Huaying, DU Zhigang, SONG Xingjia. Design of mine integrated dispatching management and control platform[J]. Journal of Mine Automation, 2022, 48(8): 122-126.



扫码移动阅读

rescue capability of coal mines. The platform can assist in the informatization construction of coal mine emergency management.

Key words: mine multi-system cooperation; integrated scheduling; management and control platform; voice scheduling; video scheduling; map scheduling; data visualization

0 引言

2021 年 5 月, 应急管理部发布《应急管理部关于推进应急管理信息化建设的意见》^[1](以下简称《意见》), 明确要求提高应急支撑能力: 升级完善应急指挥“一张图”, 推进应急管理部门系统内数据共享、外部门数据互通, 共享应急预案、现场视频图像、灾害周边人员分布等信息并汇聚展示, 形成井上及井下贯通的应急指挥体系, 有力支撑统一指挥、协同研判的应用需求; 加强应急通信保障, 实现移动手机、固定电话、单兵装备、移动视频、视频会议系统等通信终端融合联通。

近年来煤矿已完成了有线/无线通信系统、人员定位系统、视频监控系统、应急广播系统等建设和改造, 极大提升了煤矿应急救援能力, 但仍存在以下不足: ① 各系统都有独立的管控终端平台, 彼此间独立运行, 在出现突发事件时, 需要调度员在不同平台之间来回切换, 关注不同系统的数据, 造成调度指挥效率低、信息交互慢、协同联动性差、应急处理能力不足^[2-3]等现象。② 调度员过度依赖现场人员的汇报, 对应急处置过程中的状况和趋势感知滞后, 信息获取不全面, 与现场人员沟通脱节, 缺乏指令直达的指挥手段^[4]。③ 紧急情况下, 调度员需要关注的大量数据往往无法在一个屏幕里完整展现, 且各系

统提供的图形界面标准不一致^[3], 显示效果差别大, 很难将数据叠加在“一张图”上展示。④ 系统数据多存储在数据库中, 且数据种类多、结构乱^[5], 缺乏统一的可视化管理平台, 无法快速浏览数据。

本文设计了一种矿用综合调度管控平台。该平台通过语音网关实现多种异构通信系统的互联互通和一体化语音调度; 通过协议对接集成各种视频资源, 重要岗位与区域和视频终端关联绑定, 实现可视化检查, 同时融合视频会议系统, 实现可视化会商; 多个系统固定点位设备位置信息在 GIS 地图统一展示, 支持地图圈选调度、一键呼叫等; 最大限度地将影响调度生产和应急指挥的实时数据接入平台并进行可视化图形展示, 从多个业务角度提高矿井多系统协作能力和应急救援能力。

1 平台总体设计

矿用综合调度管控平台业务逻辑架构如图 1 所示。该平台将煤矿有线/无线通信系统、人员定位系统、应急广播系统、视频监控系统、视频会议系统等进行有机结合, 突破了单一系统各自工作模式, 集多系统联网、综合监管、应急指挥、定位管理、安全信息管理等于一体, 在“一张图”上呈现各系统的不同资源, 用户可直接在图上对不同资源进行调度、查询、预览。

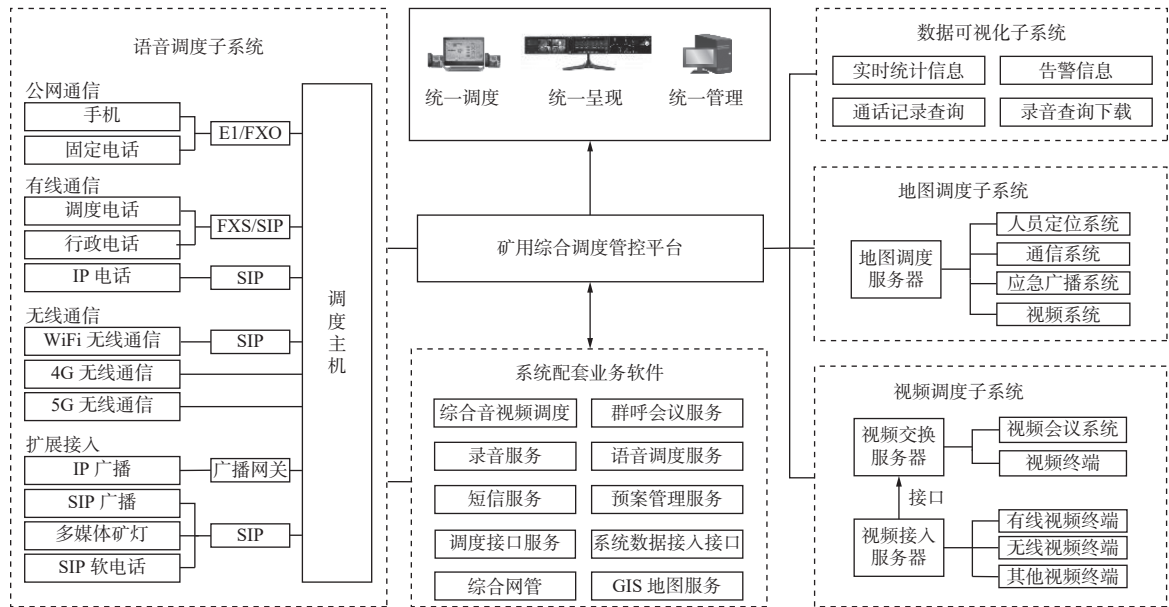


图 1 矿用综合调度管控平台架构

Fig. 1 Architecture of mine integrated dispatching management and control platform

(1) 语音调度子系统。基于信令交换技术,以调度主机为核心,通过语音网关将有线通信系统、无线通信系统及公网通信系统进行有效整合^[6],同时可扩展接入应急广播系统及 SIP 智能通信终端设备,实现多种异构通信系统的互联互通、资源共享、统一指挥和协同调度。系统提供统一调度指挥界面,对接入的通信终端实现单呼、组呼、全呼、强插、强挂、会议、代答等调度功能。

(2) 视频调度子系统。以有线/无线 IP 传输网络为基础,以视频接入服务器为核心,通过协议对接,集成各种视频资源,屏蔽不同厂家视频平台的差异,实现平台间的统一信令控制、信令交换、信令路由及视频标准化转码、视频流推送、视频分发等功能,重要岗位或区域用户与监控摄像机关联绑定^[7],实现可视化检查。以视频交换服务器为核心,可融合现有的视频会议系统,也可接入各种视频终端,提供高品质的视频、语音、数据混合的视频会议功能,同时可将接入平台的视频终端数据传送至第三方视频会议系统,增强现有视频会议系统功能,实现可视化会商。

(3) 地图调度子系统。利用 GIS 技术引入矿井采掘工程平面图,通过打造“一张图”模式实现地图调度。GIS 地图场景可直观显示主要基站、监控摄像机、广播终端、有线电话等固定点位设备位置信息和人员实时位置信息(包含所属部门、无线电话),调度员可根据需求,分图层控制 GIS 地图显示资源并进行调度,实现电话一键呼叫、圈选呼叫、视频预览、人员历史轨迹查询等操作,以满足煤矿多媒体、智能化调度需求,使调度指挥更加直观、高效。

(4) 数据可视化子系统。整合多个系统的数据,将影响生产调度的重要信息接入数据可视化子系统,对实时统计信息、告警信息等进行加工分析,并且以曲线图、柱状图、饼图、列表等方式可视化展示,提高数据使用效率,助力调度员进行精准快速决策。当出现数据超限、人员超时等异常情况时,对应数据模块高亮突出显示以提醒调度员尽快处理,同时平台与预案系统智能联动,自动调用事件地点周边视频监控图像、呼叫相关人员、开启附近广播通知等。此外,系统提供通话记录查询和通话录音查询下载等功能,进一步辅助生产调度。

(5) 系统配套业务软件。采用 B/S 架构开发,不受客户端限制,随时随地查看调度信息,通过“一机三屏”将调度通信、视频调度、地图调度、数据可视化页面统一呈现,发生突发事件时,最大限度减少调度员对系统的切换,提高应急指挥能力;支持 Web 网管方式对设备进行配置、维护、告警查询、数据备份

等操作;各功能服务采用模块化开发管理,服务模块之间通过 RabbitMQ^[8-9]进行消息传递;系统可按照用户需求灵活搭建,支持 Shell 脚本一键安装部署;提供开放式 WebAPI 接口,支持第三方系统通过接口集成管控平台功能,拓展系统应用范围。

2 平台功能实现

2.1 语音融合

矿用综合调度管控平台通过协议整合,以调度主机为核心,实现有线通信系统、无线通信系统、应急广播系统等异构通信系统的语音融合。调度主机支持 ISUP/TUP/PRI/Q.SIG/SIP/H.323/MGCP/H.248 等协议,同时还支持 HLR, VLR, STAT, Roaming, MSC, RANAP, SCTP, SCCP, M3UA 等功能,可适用于任何 IMS/NGN/VoIP 等形式组网。调度主机可通过 E1(中国 1 号信令、7 号信令、PRI 信令、SIP 信令等)/FXO 中继方式与运营商公网通信系统对接,实现煤矿专网用户与公网用户直接通话和短信互通;通过模拟中继 FXO 接口实现有线调度电话的接入;通过 SIP 协议实现 IP 电话/WiFi 无线通信系统用户语音融合;通过 4G/5G 核心网功能统一放号,实现 4G/5G 无线用户接入;可扩展接入语音终端,如矿用 IP 网络广播终端通过广播网关^[10]接入调度主机,多媒体矿灯内置 SIP 通话模块,与 SIP 广播、SIP 软电话均通过 SIP 协议接入调度主机。

2.2 视频融合

视频融合架构如图 2 所示。矿用综合调度管控平台通过 SDK、ONVIF 协议、GB/T 28181—2016《公共安全视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》,完成地面、井下各类监控摄像机的接入;通过 GB/T 28181—2016 或 SDK 对接第三方视频平台,移动单兵视频通过 IP 承载网/无线专网将视频图像回传至视频接入服务器,从而实现多样化视频资源集成。

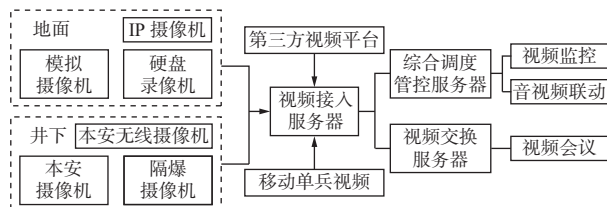


图 2 视频融合架构

Fig. 2 Architecture of video fusion

矿用综合调度管控平台通过视频接入服务器提供的接口,实现平台对视频终端的管理查看和音视频联动功能;通过视频交换服务器实现视频会议功能。平台通过 H.323 音视频协议和 SIP 协议,实现与各类视频会议终端、视频会议服务器、语音交换设

备的对接,现有视频会议 MCU 只需和视频会议服务器对接,无需额外增加视频会议客户端,即可调用本地及异地接入的所有视频资源,降低了组网成本和系统复杂度。

2.3 地图调度

矿用综合调度管控平台引入 WebGIS 相关技术,将矿图数据进一步整合发布,基于 MapBox 开源的地图开发平台实现地图融合,提供基于地理位置信息的组合式调度功能,在地图上呈现接入的各类通信资源,并进行地图调度。MapBox 采用矢量切片技术,数据源包括 Vector, Raster, GeoJSON, Image 等,默认的大地坐标系为 WGS-84,投影方式为球面墨卡托,可有效减少网络数据传输量,提高数据实时渲染响应速度,增强与前端的交互性。

平台使用超图软件对矿井采掘工程平面图进行格式转换:首先对软件分解成的点、线、面数据集进行投影变换,重设坐标系;然后对变换后的数据集进行数据配准,为纠正地图变形、减少误差,选取 10 个控制点做线性配准;最后将地图数据导出并存储为 GeoJSON 类型的地理空间信息数据文件。MapBox 控件通过解析文件,生成带有几何图形、文字符号的场景地图,前端页面通过 API 接口实现对地图的图层控制、矢量框选、矢量搜索等操作。

为满足调度员对人员历史轨迹的追踪需求,需要将井下人员的历史位置数据进行存储。MongoDB 数据库是一个基于分布式文件存储的开源数据库,具有强大、灵活、易于扩展等优点,利用其对海量数据存储和检索的优势,将接入地图系统的图层、设备坐标、人员位置等信息存储于 MongoDB 数据库,提高人员历史轨迹的查询速度。

2.4 数据融合

矿用综合调度管控平台通过 IP 承载网将影响调度生产的实时数据、报警数据等进行有机整合,解决不同厂家系统数据格式差异的问题,实现多系统数据融合。数据融合流程如图 3 所示。

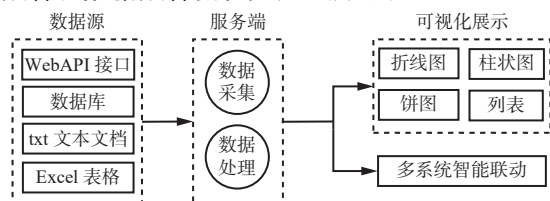


图 3 数据融合流程

Fig. 3 Data fusion process

(1) 数据采集。服务端从多种类型数据源(WebAPI 接口、数据库、txt 文本文档和 Excel 表格等)中获取各系统数据。

(2) 数据处理。对采集的数据进行清洗和规范,

将各系统不同类型数据整合,形成具有一定组织形式和规范的存储结构,将处理后的 JSON 格式数据以 WebAPI 接口返回,为可视化展示提供数据支持。

(3) 可视化展示。ECharts 作为一款数据可视化图表库,兼容当前主流浏览器,能够提供直观、生动、可交互、可个性化定制的图表,增强用户与数据交互的体验性。因此利用 ECharts 将服务端 WebAPI 接口提供的数据以折线图、柱状图、饼图和列表等方式进行可视化展示。同时,平台与预案系统协同合作,当实时监测数据达到告警值时,启动相应预案,实现与通信系统、应急广播系统的多系统智能联动。

3 平台测试

为验证矿用综合调度管控平台的有效性及其可行性,搭建了测试环境,其网络拓扑结构如图 4 所示。

矿用工业以太网和无线基站组成了矿井有线/无线 IP 分组传输交换网络,支撑各系统服务器和通信终端数据的高速传输与管理。其中 IP 广播通过广播网关接入调度主机,矿用本安电话经耦合器后,与行政办公电话均通过通信线缆接入调度主机,其余各系统服务器和通信终端通过网线接入环网,从而实现各系统间的报文通信。测试结果如下:

(1) 接入平台的通信终端(包括多媒体矿灯、SIP 广播、4G 手机终端等)实现了语音互联互通;调度员通过调度指挥系统实现了基本的语音调度功能,在系统调度页面实时监控终端状态,实现了矿井通信终端一体化调度功能。

(2) 调度员可在视频调度页面预览重要岗位摄像机实时图像,辅助生产调度;被叫话机响铃 1 s 内,弹出与之绑定的摄像机图像信息,实现音视频联动功能;提供了集视频、语音、数据混合的视频会议功能。

(3) 实现了用户地图调度功能,可在图中查看固定电话、监控摄像机、广播、定位基站等固定点位设备位置信息及人员实时位置信息,实现了对井下人员分图层查看、一键呼叫语音终端、一键查看视频等功能。

(4) 提供了人员定位系统信息的可视化展示功能,如井下区域人员统计、井下总人数监测、报警信息分类统计等,当实时监控数据超过报警值时,对应的图形数据高亮和弹窗提醒调度员及时处理;可查看通话记录并提供通话录音下载功能。

4 结语

设计了一种集语音调度、视频调度、地图调度、

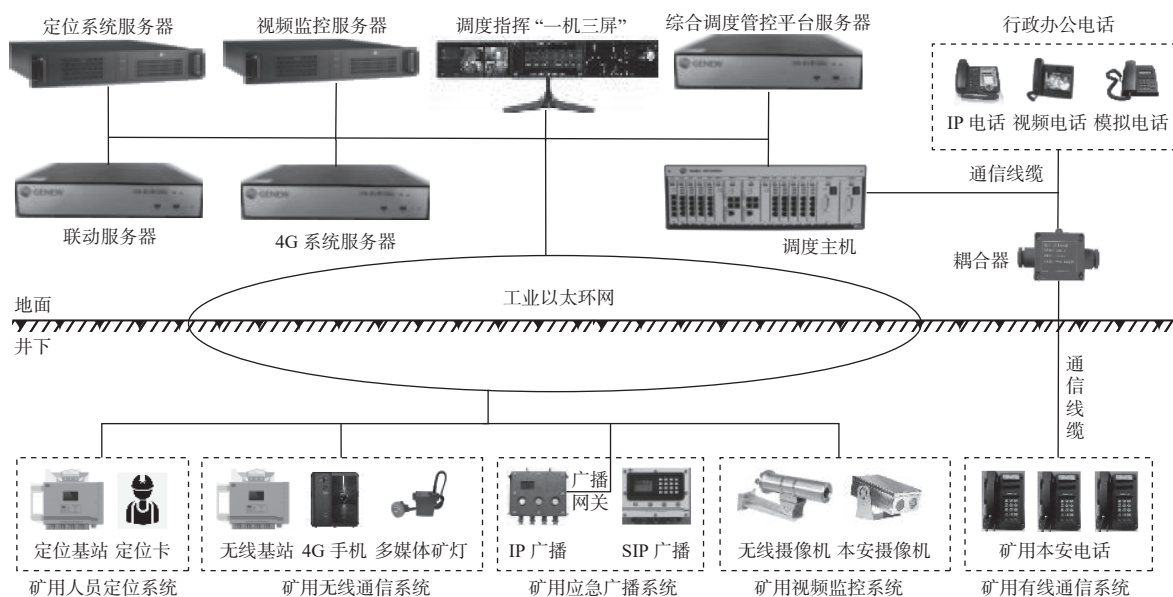


图 4 测试环境网络拓扑结构

Fig. 4 Network topology of test environment

数据可视化于一体的矿用综合调度管控平台。该平台突破了单一调度指挥功能,实现了应急指挥“一张图”,将通信系统、视频系统和定位系统数据在图上集中展现,提供了数据可视化展示功能,进一步加强了生产调度指挥信息沟通和管控能力,提高了应急支撑能力。今后将在丰富接入平台系统种类、规范平台数据接口、提高系统稳定性等方面做进一步研究,更好地服务于煤矿应急管理信息化建设,保障煤矿安全生产。

参考文献(References):

- [1] 应急管理部. 应急管理部关于推进应急管理信息化建设的意见[EB/OL]. [2022-05-03]. https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202105/t20210513_385059.shtml.
Ministry of Emergency Management. Opinions of the Ministry of Emergency Management on promoting the informationization construction of emergency management[EB/OL]. [2022-05-03]. https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202105/t20210513_385059.shtml.
- [2] 许会星. 韩家湾煤矿融合通信系统优化设计[J]. 煤炭科技, 2021, 42(3): 34-40.
XU Huixing. Optimal design of converged communication system in Hanjiawan Coal Mine[J]. Coal Science & Technology Magazine, 2021, 42(3): 34-40.
- [3] 王勇. 基于WebGIS的煤矿多系统融合联动设计[J]. 煤矿安全, 2020, 51(2): 132-134, 138.
WANG Yong. Design of coal mine multi-system integration and linkage based on WebGIS[J]. Safety in Coal Mines, 2020, 51(2): 132-134, 138.
- [4] 郑元龙, 赵耀, 张成波. 煤矿井下多系统融合联动应急救援系统研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(3): 28-29.
ZHENG Yuanlong, ZHAO Yao, ZHANG Chengbo. Research on coal mine underground multi-system fusion linkage emergency rescue system[J]. Inner Mongolia Coal Economy, 2021(3): 28-29.
- [5] 张根. 基于GIS的煤炭信息服务系统[D]. 荆州: 长江大学, 2020.
ZHANG Gen. Coal information service system based on GIS[D]. Jingzhou: Yangtze University, 2020.
- [6] 杜志刚. 煤矿多业务联动通信平台设计[J]. 工矿自动化, 2018, 44(12): 14-18.
DU Zhigang. Design of multi-service linkage communication platform for coal mine[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(12): 14-18.
- [7] 杜志刚, 陈康, 王伟. 一种矿用音视频联动软件设计[J]. 工矿自动化, 2019, 45(8): 54-59.
DU Zhigang, CHEN Kang, WANG Wei. Design of mine-used audio and video linkage software[J]. Industry and Mine Automation, 2019, 45(8): 54-59.
- [8] 吴璨, 王小宁, 肖海力, 等. 分布式消息系统研究综述[J]. 计算机科学, 2019, 46(增刊1): 1-5, 34.
WU Can, WANG Xiaoning, XIAO Haili, et al. Survey on distributed message system[J]. Computer Science, 2019, 46(S1): 1-5, 34.
- [9] 高晓婷. 基于AMQP的信息发布与订阅[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013.
GAO Xiaoting. The Information publication and subscription based on AMQP[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2013.
- [10] 顾俊, 刘亚兵. 矿井融合调度通信多业务网关系统设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(11): 22-27.
GU Jun, LIU Yabing. Design of multi-service gateway system for mine integration dispatching communication[J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(11): 22-27.