

互联网+矿山应急救援技术研究

李文峰,冯永明,唐善成

(西安科技大学 通信与信息工程学院 陕西 西安 710054)

摘要: 为了实现应急救援数据的共享和互联互通,解决现有矿山应急救援平台相应独立、共享困难、维护困难等问题。面向“互联网+”的应用,研究了云计算、互联网、大数据等技术,采用面向服务的体系结构,开发了基于云计算的矿山应急救援平台,包括:应急救援指挥系统,应急救援综合保障系统,救援队伍管理系统,应急预案与案例管理系统,救援装备与物资管理系统,培训与考试系统,训练与考核系统,文档资料管理系统以及办公自动化系统。形成一个统一架构、统一术语、统一通信联络、统一调度指挥、统一资源管理的救援整体,为提高事故救援的效率和反应速度、最大限度地降低事故损失提供了新的技术手段。

关键词: 矿山安全; 应急救援; 互联网+; 大数据; 云计算; 专家系统

中图分类号: TD76; TP392 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2016)07-0059-05

Study on technology of internet plus mine emergency rescue

Li Wenfeng, Feng Yongming, Tang Shancheng

(School of Communication and Information Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In order to realize the sharing and the interconnection and intercommunication of the emergence rescue data and to solve the each platform independent operation, resource sharing and maintenance difficulty and other problems of the available mine emergency rescue platform faced to the application of the "internet plus", a study was conducted on the cloud computing, internet, big data and other technology. Faced to the service system structure, the mine emergency rescue platform based on the cloud computing was developed, including the emergency rescue command system, emergency rescue comprehensive protection system, rescue team management system, emergency response plan and case management system, rescue equipment and material management system, training and examination system, training and test system, profile information management system and office automation system. A rescue integration with unified framework, unified terms, unified dispatch and command and unified resources management was formed in order to provide the new technical means to improve the accident rescue efficiency and the reaction speed and to uttermostly reduce the accident loss.

Key words: mine safety; emergency rescue; internet plus; big data; cloud computing; experts system

0 引言

2015年8月31日国务院发布了关于印发促进大数据发展行动纲要的通知(国发[2015]50号),要求2018年底前建成国家政府数据统一开放平台,率先在信用、交通、医疗、卫生、就业、社保、地理、文化、教育、科技、资源、农业、环境、安监等重要领域实现公共数据资源合理适度向社会开放。国家安全生产

监督管理总局关于印发《国家安全生产监管信息平台总体建设方案》的通知(安监总规划[2015]6号文),要求安全生产行业监管^[1]、煤矿监察、综合监管、公共服务、应急救援等五大业务系统的安全生产信息要互联互通、信息共享。国内现有的与矿山应急救援相关的系统^[2-4]存在着诸如相互独立、共享困难、订制开发、重复投资、维护成本高等不足,无法从战略高度利用大数据进行决策服务。近些年,

收稿日期: 2016-02-01; 责任编辑: 杨正凯 DOI: 10.13199/j.cnki.cst.2016.07.010

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划资助项目(2013BAK06B03); 陕西省科技创新计划资助项目(2015KTCQ03-10)

作者简介: 李文峰(1969—)男,河南襄城人,教授,博士。Tel: 13909256832, E-mail: liwenfeng@xust.edu.cn

引用格式: 李文峰,冯永明,唐善成.互联网+矿山应急救援技术研究[J].煤炭科学技术,2016,44(7):59-63.

Li Wenfeng, Feng Yongming, Tang Shancheng. Study on technology of internet plus mine emergency rescue [J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(7): 59-63.

随着无线、宽带、安全、融合、泛在的互联网技术的飞速发展,建设一个信息共享、互联互通、统一指挥、协调应急的矿山应急救援平台成为可能,笔者基于“互联网+”的应用,将互联网、云计算^[5]、大数据^[6-7]等技术应用于矿山应急救援。

1 基于云计算的矿山应急救援平台

矿山应急救援平台以 SDH 光传输主干网络为多业务平台,共享一个云虚拟服务器,服务器上运行应急救援业务系统和应急救援资源数据库,通过登录界面进入应急救援指挥系统、应急救援综合保障系统、救援队伍管理系统、应急预案与案例管理系统、救援装备与物资管理系统、培训与考试系统、训练与考核系统、文档资料管理系统以及办公自动化系统等业务系统,如图 1 所示。

1) 应急救援指挥系统:集成应急救援硬件设备,整合计算机网络子系统、接警中心子系统和应急救援通信子系统。信号采集纵向到事故现场,横向到以太网、卫星、无线网络覆盖区域。统一调配应用救援装备物资,统一指挥、协调应急,发挥装备的最大效能,提高应急救援响应速度,最大限度降低事故损失。

2) 应急救援综合保障系统^[12-14]:为应急救援提供综合技术保障,包括视频监控子系统、视频会议子系统、大屏显示子系统、救援车辆管理子系统、紧急广播与背景音乐子系统等。

3) 救援队伍管理系统^[8-10]:包括单位管理、队员管理、救援专家管理、医疗队伍管理和救援队网站。以电子档案形式记录并及时更新单位、人员相关信息。系统给每一个管理部门、每一个救援队、每一个救援队员分配唯一的登录名、登录密码和对应权限。救援队网站设计成功能型网站。

4) 应急预案与案例管理系统^[11]:首先录有救护区域内企业信息(含地理信息)、以往救援事故案例,然后内嵌的救援行动预案专家子系统采用案例推理和规则推理方式,根据以往救援案例和现有事故情况自动生成救援行动方案,为应急救援的决策指挥提供参考。救援结束后,评估救援效果、总结救援经验教训。

5) 救援装备与物资管理系统:包括救援物资装备设施的类别、维护保养、分配和库房管理。救援装备也进入“云时代”,通过扫描二维码,能够了解相关该装备生产厂家、购入日期、存放地点等信息,同时系统也可以主动提示维保日期及维保项目。

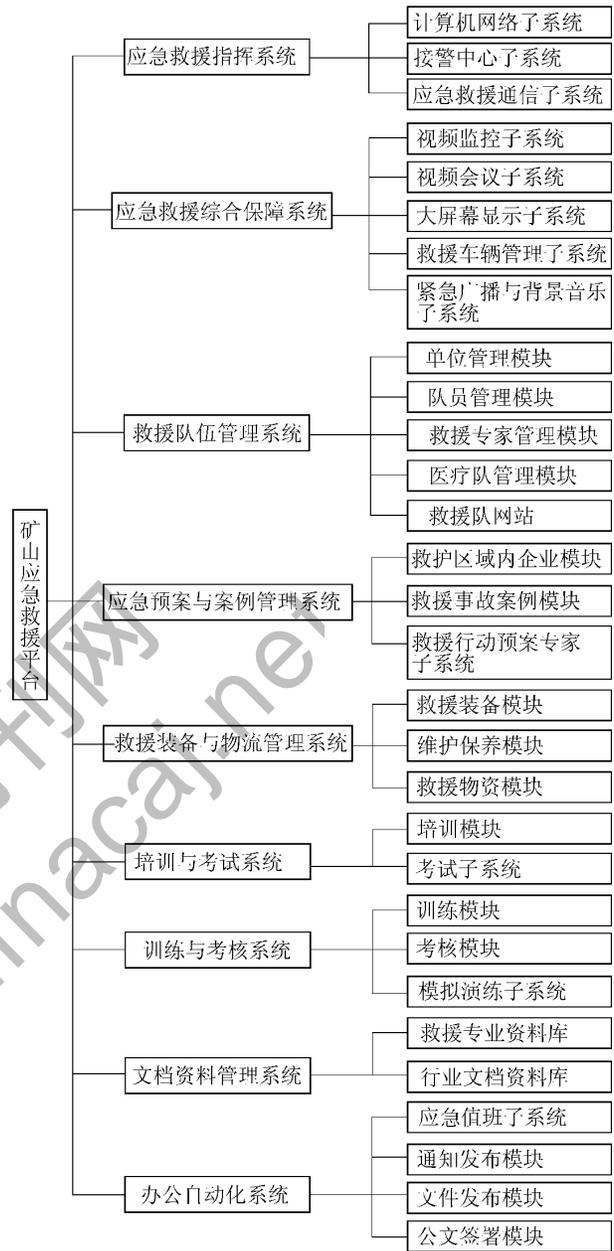


图 1 矿山应急救援平台主要内容

Fig. 1 Main contents of mine emergency rescue platform

6) 培训与考试系统:包括救护指战员、管理人员和企业职工的培训及考试情况。试题库自动生成、自动生成标准答案。

7) 训练考核系统:主要是救护指战员的日常训练、考核科目及成绩等,包括采用虚拟现实技术的模拟训练与演练等。

8) 文档资料管理系统^[9]:文档资料包括救援专业和行业文档资料库。

9) 办公自动化系统:OA 主要是应急值班子系统,通知发布、文件发送和公文的签署等,移动办公是发展趋势。

2 矿山应急救援平台体系结构及软件架构

2.1 矿山应急救援平台体系结构

矿山应急救援平台体系结构是面向服务的体系结构(Service-Oriented Architecture: SOA),分为设备层、感知层、服务层和应用层,如图2所示。它将应用程序的不同功能单元(服务)通过这些服务之间定义良好的接口和契约联系起来。接口是采用中立的方式进行定义的,独立于实现服务的硬件平台、操作系统和编程语言。这使得构建在各种各样系统中的服务可以使用一种统一和通用的方式进行交互。

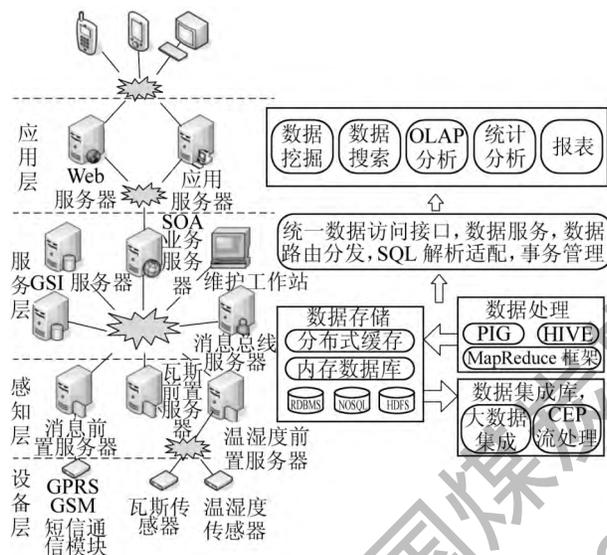


图2 矿山应急救援平台体系结构

Fig. 2 Mine emergency rescue platform system structure

1) 设备层: 平台的信息感知来源,这一层包含各种传感器(如瓦斯浓度传感器、温度和湿度传感器、RFID卡、二维码等)、传感网(如GPRS/GSM短信通信模块、ZigBee网、6LoWPAN网)。设备层没有统一的标准,根据需要配合感知层搜集平台所需信息。

2) 感知层: 感知层由一系列的前置服务器组成,前置服务器是软件,即一台物理服务器上可以部署多个前置服务器,一个前置服务器可以部署在多个物理服务器上。感知层负责将设备层的信息搜集、整理到平台,由于设备千差万别,产生的数据也各异,需要感知层能支持成千上万个设备的接入。

3) 服务层: 平台的核心,平台的信息中心,感知层将信息搜集到服务层,同时服务层为应用层提供信息。服务层包括消息总线、SOA服务器、数据库服务器。由于系统支持分布式计算,计算单元之间的通信不能采用传统的面向过程、面向对象的通信

方式,需要引入消息总线以支持计算单元之间的通信;SOA是一种粗粒度、松耦合服务架构,服务之间通过简单、精确定义接口进行通信,不涉及底层编程接口和通信模型。采用SOA服务器后,平台有以下优点:多语言支持(C/C++、Java、C#……)、松耦合(界面与平台分离)、易扩展(服务即插即用)、动态发现(远程节点服务按需切换,零配置)、可管理(服务管理器、服务容器、服务组件、服务配置)。

4) 应用层: 基于服务层提供的服务为用户提供各种应用,如Web应用、桌面应用、智能手机应用,即同一个平台支持各种设备终端的接入。

2.2 矿山应急救援平台体系软件构架结构

矿山应急救援平台服务器中包含SQL Server数据库、Web表单、Web Service、文件管理等工具,用户通过以太网访问服务器上的Web表单,登陆应急救援管理系统,Web表单通过SOAP+XML访问Web Service,Web Service再通过OLEDB访问SQL Server数据库,Web表单还通过HTTP协议访问服务器上的文件管理系统,从而实现系统的数据和文件,矿山应急救援平台软件架构如图3所示。

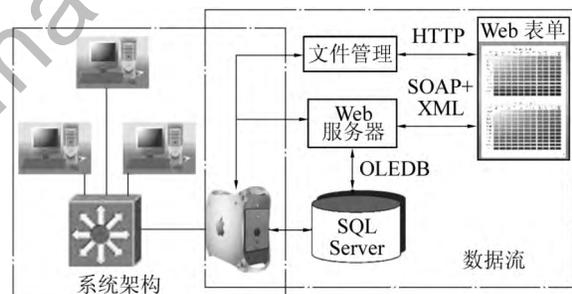


图3 矿山应急救援平台软件架构

Fig. 3 Mine emergency rescue platform software architecture

3 矿山应急救援平台技术方案

3.1 矿山应急救援平台计算机网络

计算机网络是矿山应急救援平台的物理基础,局域网平台上的搭载业务(安全监控、视频监控、视频会议、车辆定位管理、接警中心等)的数据传输、调用均依赖于它,矿山应急救援平台计算机网络如图4所示。

3.2 矿山应急救援通信系统

应急救援通信系统^[15-17]包括地面卫星通信单元和井下灾区应急通信单元两大部分,应急救援通信子系统组成如图5所示。卫星通信指挥车基于VSAT卫星通信系统和海事卫星BGAN网络传输,

包括天线、车载摄像机、视频服务器、音视频矩阵、卫星电话等。卫星电话以海事卫星 BGAN 业务为例，该业务支持 64、256、432 Kbit/s 速率的 IP 数据业务。比较成熟的代表是“动中通”。井下灾区应急通信单元通信方式采用有线与无线相结合方式：地面指挥中心与井下救护基地之间(5~20 km 不等)采取有线(电话线/光缆)通信方式；井下救护基地与灾区现场之间(通常在 1 000 m 左右)采用无线方式。

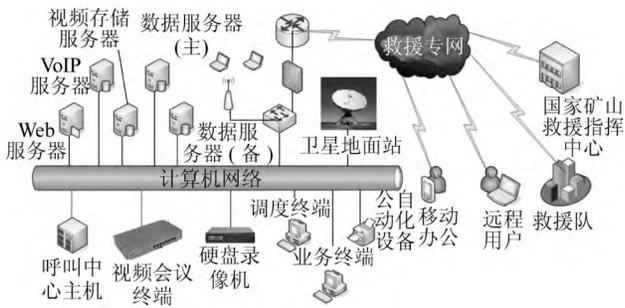


图4 矿山应急救援平台计算机网络

Fig. 4 Mine emergency rescue platform of computer network

3.4 应用案例

矿山应急救援平台在山东兖矿集团得到应用，效果如下：业务系统涵盖办公、值班、接警、出警、学习、训练、考核、考试、救援等内容；数据库涵盖队伍、人员、装备、设备、服务企业、文档资料、网站等内容。应急救援行动预案专家系统^[18] 120 s 内自动生成救援行动方案，为应急救援决策指挥提供参考；危险源辨识预警数据库每 60 s 刷新一次，动态掌握其分布情况；平均救援响应时间提高 30%，采取应急救援后事故损失减少到不采取应急措施情况下的 40%；矿山安全生产事故的预警预报研究正在深入进行中。



图6 救援车辆管理系统组成

Fig. 6 Composed of rescue vehicle management system

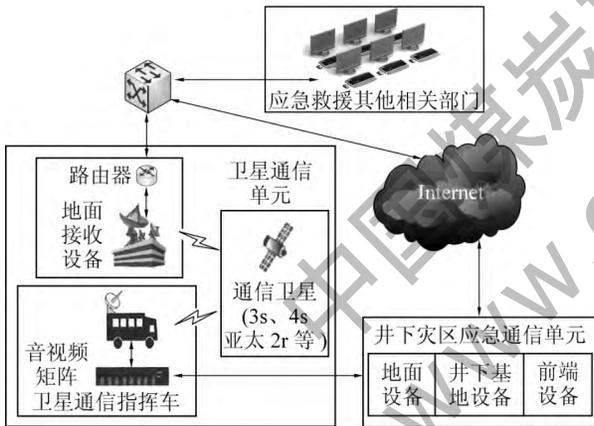


图5 应急救援通信子系统组成

Fig. 5 Composed of emergency rescue communication subsystem

3.3 矿山应急救援车辆管理系统

救援车辆管理系统是将 GSM/GPRS 网络的数据通信和数据传送功能与 GPS 全球卫星定位系统以及 GIS 地理信息系统相结合的高科技产品，主要由客户端、车载终端、GSM/GPRS 网络和辅助子系统等 4 个部分组成。救援车辆管理系统组成如图 6 所示。在监控中心电子地图上可以实时地显示救援车辆的当前精确位置以及运行轨迹，从而方便地实现对救援车辆的调度、监控、指挥等功能，同时也可以通过 GPRS 无线通信网络向指定的车载台发送控制指令，实现对车辆的信息查询服务和远程控制。

4 结 语

矿山应急救援平台通过共享一个云虚拟服务器，服务器上通过运行应急救援业务系统和应急救援资源数据库，可以实现应急救援资源的共享和交换。通过集成煤矿安全生产监控及应急救援技术、整合救援软/硬件资源，可以实现统一指挥、协调应急。为提高事故救援效率和反应速度、最大限度地降低事故损失提供了新的技术和手段。

参考文献 (References) :

- [1] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[M].北京: 煤炭工业出版社, 2011.
- [2] 国家安全生产监督管理总局. 矿山救援规程[M].北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [3] 国家安全生产监督管理总局. 矿山救护队质量标准化考核规范[M].北京: 煤炭工业出版社, 2008.
- [4] 门红, 宋朝阳. 矿山应急救援队应急平台体系建设现状与发展方向[C]//中国煤矿应急救援现状分析.北京: 煤炭工业出版社, 2013.
- [5] 陈德录. 基于云计算的纳税服务平台研究与实现[D].合肥: 安

- 徽大学, 2011.
- [6] 姚宏宇, 田溯宁. 云计算: 大数据时代的系统工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013: 40-43.
- [7] 维克托·迈尔·舍恩伯格, 肯尼斯·库克耶. 大数据时代[M]. 盛杨燕, 周涛, 译. 杭州: 浙江人民出版社, 2013.
- [8] 王铃丁, 张瑞新, 赵志刚, 等. 煤矿应急救援指挥与管理信息系统[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 8(10): 20-23.
Wang Lingding, Zhang Ruixin, Zhigang Zhao, et al. Emergency rescue command and management information system for coal mine [J]. Journal of Liaoning Technical University, 2006, 8(10): 20-23.
- [9] 于雷, 胡雪坤. 国外应急救援体系研究[C]//矿山救护队训练与管理研究. 北京: 煤炭工业出版社, 2015.
- [10] 刘晓婷. 国内外矿山应急救援体系的对比分析及启示[C]//矿山救护队训练与管理研究. 北京: 煤炭工业出版社, 2015.
- [11] 李学来, 胡敬东. 煤矿应急救援技术的研究及应用现状[J]. 煤炭工程, 2005(4): 43-40.
Li Xuelai, Hu Jingdong. Research and application status of coal mine emergency rescue technology [J]. Coal Engineering, 2005(4): 43-46.
- [12] 胡敬东, 李学来, 刘凤茹. 煤矿应急救援技术研究若干新进展[J]. 煤矿安全, 2005, 36(5): 50-54.
Hu Jingdong, Li Xuelai, Liu Fengru. Some new advances in the re-
search on the technology of coal mine emergency rescue [J]. Safety in Coal Mine, 2005, 36(5): 50-54.
- [13] 周兴龙. 煤矿应急救援技术研究现状综述[J]. 科技资讯, 2007(27): 62-63.
Zhou Xinglong. Summary of the research status of emergency rescue technology in coal mine [J]. Scientific & Technical Information, 2007(27): 62-63.
- [14] 赵正宏, 田水承. 煤矿应急救援必读[M]. 北京: 中国石化出版社, 2008.
- [15] 李文峰, 李淑颖, 代新冠, 等. 安全生产应急平台的建设与实践[C]//中国煤矿应急救援基础研究. 北京: 煤炭工业出版社, 2014.
- [16] 肖文儒. 我国矿山应急救援工作现状及发展规划[C]//矿山救护队训练与管理研究. 北京: 煤炭工业出版社, 2015.
- [17] 邱雁. 浅析我国专兼职矿山应急救援队伍的现状与发展[C]//矿山救护队训练与管理研究. 北京: 煤炭工业出版社, 2015.
- [18] 吴宗之, 刘茂. 重大事故应急预案分级、分类体系及其基本内容[J]. 中国安全科学学报, 2003, 13(1): 15-18.
Wu Zongzhi, Liu Mao. Gradation and Categorization System of emergency plan for major accidents and their main contents [J]. China Safety Science Journal, 2003, 13(1): 15-18.
- (上接第33页)
- [14] 佚名. 全球大数据分析: 75%的企业在做数据分析工作[EB/OL]. [2015-12-19]. http://news.xinhuanet.com/unfo/2014-0217/c_133120556.htm Prolongation=1.
- [15] 赵勇, 林辉, 沈寓实. 大数据革命: 理论、模式与技术创新[M]. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [16] 曲来超, 许江涛. 用于数字矿山的复杂地质体三维建模方法[J]. 地理空间信息, 2015, 13(1): 59-61.
Qu Laichao, Xu Jiangtao. Three dimensional modeling method for complex geological bodies in digital mine [J]. Geo Spatial Information, 2015, 13(1): 59-61.
- [17] 薛霄, 常静坤, 曾志峰. 基于情境感知的智慧矿山服务系统研究[J]. 计算机工程与科学, 2013, 35(9): 36-42.
Xue Xiao, Chang Jingkun, Ceng Zhifeng. Research on intelligent mine service system based on context aware [J]. Computer Engineering and Science, 2013, 35(9): 36-42.
- [18] 黄世秀, 高飞, 朱大勇. 矿山三维地质模型及数字化仿真[J]. 测绘科学, 2015, 40(6): 77-80.
Huang Shixiu, Gao Fei, Zhu Dayong. Three dimensional geological model and digital simulation of mine [J]. Surveying and Mapping Science, 2015, 40(6): 77-80.
- [19] 雷高. 智慧矿山建设的探讨[J]. 铜业工程, 2013(4): 43-46.
Lei Gao. Discussion on the wisdom of mine construction [J]. Copper Project, 2013(4): 43-46.
- [20] 叶旭东, 王震, 梁壮, 等. 智慧煤矿的概念和内涵[J]. 煤炭经济研究, 2015, 35(10): 25-28.
Ye Xudong, Wang Zhen, Liang Zhuang, et al. The concept and connotation of intelligent coal mine [J]. Coal Economic Research, 2015, 35(10): 25-28.