

基于云计算和物联网的煤矿安全动态诊断系统研究

曹允钦

(山东能源枣庄矿业(集团)有限责任公司 田陈煤矿 山东 滕州 277523)

摘要: 针对目前煤矿信息化建设体制不健全,安全管理决策方式落后等现象,以田陈煤矿为研究对象,构建了煤矿安全动态诊断系统。该系统以云计算、物联网、数据挖掘技术为支撑,综合集成采掘机运通等专业、人机环管四要素、时间和空间、历史和现势的在线以及日常业务数据,基于动态三维虚拟矿井平台,对煤矿安全生产的各类信息进行展示、分析、推理,挖掘历史数据中蕴含的模式和知识,诊断并概括现势安全状态,分析潜在危害因子,有效预测矿井灾害,最终降低煤矿安全生产事故的发生,实现煤矿安全管理的信息化。

关键词: 云计算; 物联网; 煤矿安全; 动态诊断系统

中图分类号: TP391.5; TD76 文献标志码: A 文章编号: 0253-2336(2016)07-0135-05

Study on dynamic diagnosis system of mine safety based on cloud computing and internet of things

Cao Yunqin

(Tianchen Mine Shandong Energy Zaozhuang Mining Group Corporation Limited, Tengzhou 277523, China)

Abstract: According to the imperfect construction system of the mine information, backward mine safety management decision making mode and other phenomenon based on Tianchen Mine as the study object, a dynamic diagnosis system of the mine safety was established. With the cloud computing, internet of things and data mining technology as the support, the diagnosis system comprehensively integrated the on-line and daily business data of the mining and excavation machinery transportation, communication and other technology, the man-machine-environment-management four factors, the time and space, history and present situation. Based on the dynamic 3D virtual mine platform, a display, analysis and inference were conducted on each information of the mine safety production, the mode and acknowledge contained in the historical data were mined, the present safety status were diagnosed and summarized and the potential danger factors were analyzed. The mine disaster was effectively predicted, the safety production accident occurred in the mine was finally reduced and the mine safety management information was realized.

Key words: cloud computing; internet of things; mine safety; dynamic diagnosis system

0 引 言

我国煤炭资源丰富,煤矿安全是我国安全生产的重中之重。煤矿安全监测系统是一个综合系统工程,涉及到人员、设备、生产环境和管理四大要素的相互影响和联动,需要综合采煤、掘进、机电、运输、通风、地测和防治水、调度、分选、运销等诸多环节和专业的

信息。如何采用信息化技术、数据分析技术,改变煤矿安全管理分析与决策的模式,实现煤矿安全管理的信息化、现代化^[1],已成为众多科技人员关注的重点。纵观煤矿信息化建设近10余年的进展,目前煤炭企业建设的诸多管理信息系统还停留在以系统集成为主的生产过程和流通过程数字化、信息化层面上,采用传统的管理方式,这导致了一系列问题,如矿井各

收稿日期: 2016-04-02; 责任编辑: 杨正凯 DOI: 10.13199/j.cnki.cst.2016.07.023

作者简介: 曹允钦(1966—),男,山东菏泽人,高级工程师,硕士,现任山东能源枣庄矿业(集团)有限责任公司田陈煤矿矿长。Tel: 0632-4063046, E-mail: tckj88@163.com

引用格式: 曹允钦.基于云计算和物联网的煤矿安全动态诊断系统研究[J].煤炭科学技术,2016,44(7):135-139.

Cao Yunqin. Study on dynamic diagnosis system of mine safety based on cloud computing and internet of things [J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(7): 135-139.

专业之间信息系统割裂,数据和设备孤岛无法支持多信息维度的综合决策分析,数据可视化及分析手段匮乏,无法支持综合决策分析,综合决策分析缺乏时空维度的支持,无法同时满足煤矿安全生产的事务性和即时性要求^[2-3]。从这些问题可以看出,建立煤矿安全动态诊断系统势在必行。因此,急需设计出能够实现综合集成煤矿现有的管理信息系统和监测监控系统的新系统。根据煤矿安全生产的各类规范、规程、标准构建煤矿安全分析决策的综合数据库和专家知识库,并通过日常业务系统收集的事务性数据以及监测监控系统上传的实时性数据,按照专家库模型对当下煤矿生产状态进行分析计算,动态诊断已经发生的问题及其原因,动态预测未来可能发生的问题及其后果,最终给出解决方案和处理措施,而基于云计算和物联网的煤矿安全动态诊断系统能较好地建设满足这些功能的信息系统,实现煤矿安全管理决策工作的信息化和常态化^[4]。

1 云计算和物联网理论技术及应用

1.1 云计算

煤矿安全诊断系统需要管理和及时处理煤矿安全生产以及在线监测方面的海量数据,为了保证系统性能、访问效率以及后续扩展性和伸缩性,系统需要配置部署在具有强大性能的硬件平台上。目前流行的云计算技术是依托于互联网的一种计算方式,依据自身的具体需求向计算机及相关设备提供共享硬件级的软件资源。以借助网络实现相互连接的资源为基础,构建相应的计算资源池,并实行统一化管理,根据用户实际需求向其提供服务。云计算是通过网络提供可伸缩的廉价分布式计算能力,在云计算环境下,数据是通过分布式方式进行存储的,以便实现较高的可用性及经济性。按照内容它可以分为基础设施云(IaaS)、平台云(PaaS)、软件云(SaaS) 3个层次。基础设施云主要面向底层硬件整合,而平台云和软件云主要是基于企业需求而建立的业务整合。云计算的快速发展基于虚拟化技术、数据密集型计算发展的结果,通过分布式计算、存储、数据管理以及互联网技术,为用户提供云计算与云存储功能,具有高可靠性与高可扩展性^[5-7]。云计算的出现并快速发展,一方面是虚拟化技术、数据密集型计算等技术发展的结果,另一方面也是互联网发展需要不断丰富其应用必然趋势的体现^[8]。

1.2 物联网

物联网是继计算机、互联网之后世界信息产业的第3次浪潮,是新一代信息技术的重要组成部分,是在计算机互联网的基础上通过融合全球定位技术、无线射频技术、红外线技术来实现远程监控和管理,并进行信息交换和通信,实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的网络^[9]。它是以感知为目的,实现人与人、人与物、物与物全面互联的网络,是泛在传感器网络的延伸。物联网具有3个鲜明的特征:部署海量的多种类型传感器,技术的重要基础和核心仍旧是互联网,具有智能处理的能力^[10]。物联网的实质是拥有感知、计算和通信能力的微型智能传感器及其为节点形成的传感网,是传感网技术在社会生产与生活过程中的具体实现,利用云计算、模式识别等智能技术,扩充其应用领域^[11-14]。矿山物联网是要实现对真实矿山整体及相关现象的可视化、数字化及智能化,将矿山生产建设过程、安全管理等综合信息全面数字化,实现矿山安全生产过程的动态协同控制^[15]。

2 煤矿安全动态诊断系统

煤矿安全动态诊断系统,是以云计算、物联网、数据挖掘技术为支撑,以行业、集团、矿井制定的各类安全生产规程和规范为依据,结合综合自动化、在线监测(水、火、瓦斯、顶板等)以及煤矿安全生产日常获取的动态数据和历史数据,基于动态三维地质模型和虚拟矿井平台,对煤矿安全生产的各类信息进行展示、分析、推理,挖掘历史数据中蕴含的模式和知识,诊断并概括现势安全状态,预测未来安全形势,实现煤矿安全生产的动态诊断和辅助决策。利用煤矿安全综合数据库中的基础数据、实时监测数据以及事务性数据,根据煤矿安全动态诊断专家知识库进行评估、推理和演绎,分析煤矿安全生产现状与趋势、预测未来,并针对煤矿应急现象做出科学合理的响应对策和处理措施^[16]。煤矿安全动态诊断系统主要功能包括:煤矿安全状况评估打分,煤矿安全问题推理解释,诊断任务配置与管理,基于三维虚拟矿井可视化平台对接入的在线监测数据、业务管理数据以及评估打分和推理分析结果进行显示。

2.1 煤矿安全动态诊断系统功能模型

建设煤矿安全动态诊断系统,目标是各类用户可以从不同角度和范围对煤矿的安全状况进行评估和分析。

1) 系统功能结构。煤矿安全动态诊断系统具有向各类用户提供三维虚拟矿井平台访问、在线和

业务管理数据接入与查询展示、煤矿安全状况评估打分、煤矿安全问题推理分析以及诊断任务管理配

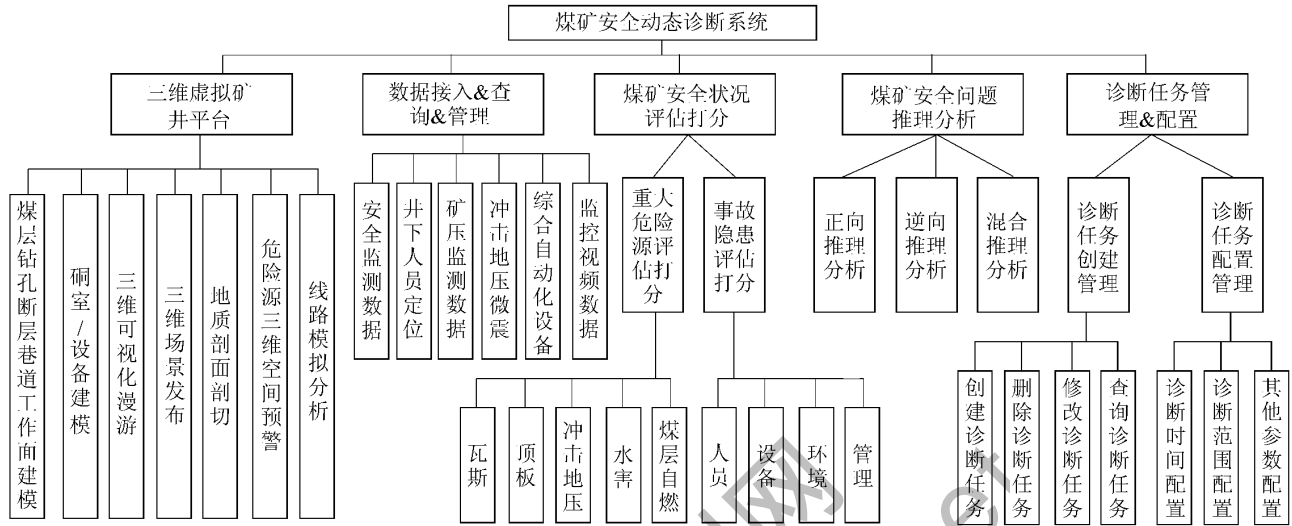


图1 煤矿安全动态诊断系统功能框图

Fig. 1 Functional block diagram for dynamic testing system of coal mine safety

2) 煤矿安全动态诊断系统的体系结构。煤矿安全动态诊断系统的总体框架结构如图2所示。

数据库,用于管理和维护煤矿各类诊断对象的内容和状态,煤矿安全知识库则管理和维护诊断的知识和规则。

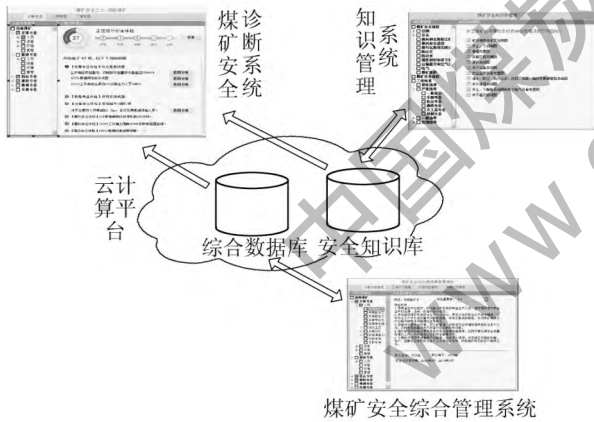


图2 田陈煤矿安全动态诊断系统的总体框架

Fig. 2 Overall framework for safety dynamic diagnosis system of Tianchen Coal Mine

煤矿安全动态诊断系统从逻辑上分为前端表现层、中间应用逻辑层和后台数据源层。其中,前端表现层是客户端应用程序,即煤矿安全动态诊断系统,中间应用逻辑层包括一系列功能组件,后端数据源层包括综合数据库、煤矿安全专家知识库以及数据访问层。根据三层体系结构,煤矿安全动态诊断系统需要建立2个数据库、3个前端用户应用系统、1个云计算平台。其中,2个数据库分别是煤矿安全综合数据库和煤矿安全知识库^[18]。煤矿安全综合

2.2 煤矿安全动态诊断系统界面框架

煤矿安全动态诊断系统的界面整体框架如图3所示,整个界面框架包括诊断模块、三维可视化模块和二维可视化模块3个方面。



图3 田陈煤矿安全动态诊断系统界面整体框架

Fig. 3 Overall framework for safety dynamic diagnosis system interface of Tianchen Coal Mine

2.3 云计算平台设计

云计算是通过网络提供可伸缩的廉价分布式计算能力。在云计算环境下,软件能够与虚拟化为核心的云计算平台有机结合,适应运算能力、存储能力

的动态演化;能够满足大量用户的使用,包括海量数据存储、处理能力;能够基于互联网提供软件的应用^[19]。

根据实际需求以及硬件环境,笔者从基础设施和软件应用2个层次上建立煤矿的云计算平台,包括基础设施的虚拟化、软件应用的服务化。

1) 基础设施的虚拟化。煤矿基础设施虚拟化平台,采用 Hyper-V 虚拟化软件系统将后端多台服务器资源整合成1台逻辑服务器,并在该逻辑服务器基础上划分出 Web 服务器、应用服务器和数据库服务器3个虚拟机资源,面向外部提供各类服务,Hyper-V 虚拟化云计算平台架构如图4所示。煤矿安全动态诊断系统、煤矿安全综合管理系统、煤矿安全知识库管理系统部署在 Web 服务器上,中间层应用服务组件部署在应用服务器上,综合数据库和知识库部署在数据库服务器上。

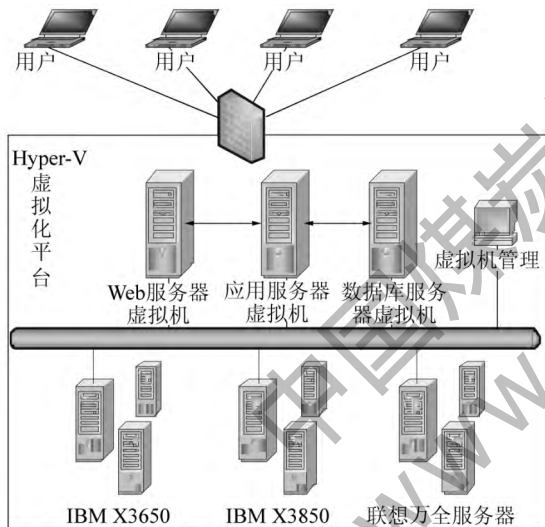


图4 Hyper-V 虚拟化云计算平台架构

Fig. 4 Architecture for Hyper-V virtualization cloud computing platform

2) 软件应用的服务化。煤矿安全动态诊断系统从逻辑上分为前端表现层、中间应用逻辑层和后台数据源层。其中,数据源层,对数据、知识、元数据、算法模型等信息进行存储、组织和管理,并对外通过数据访问层提供一致高效的数据访问服务。中间的应用逻辑层,调用数据访问层提供的数据服务进行复杂的业务逻辑处理,如煤矿安全状况评估计算、安全规则的逻辑推理等,并将这些业务逻辑处理功能封装成一系列的组件,包括三维虚拟环境集成组件、数据接入 & 查询组件、统一数据访问组件、统一知识访问组件、安全状况评估组件、规则推理组件

等,对外部表现层提供功能组件服务。

软件应用服务化是指将数据源层提供的数据库访问服务、中间应用层提供的各类组件服务,均以 Web services 的形式封装,这些 Web 服务部署在虚拟化的应用服务器中对外提供服务^[20-21]。

3 结 论

1) 充分利用煤矿生产过程中积累的历史信息与实时安全监控数据,利用数据挖掘理论与技术,对煤矿生产的安全状态进行动态分析,发现影响煤矿安全生产的因素与模式,实现了煤矿安全生产决策的方法与形式,达到了动态性与可视化的目的。

2) 针对基于专家知识库的煤矿安全诊断的目标,需要利用煤矿安全综合数据库中的基础数据、实时监测数据以及事务性数据,根据煤矿安全动态诊断专家知识库进行评估、推理和演绎,分析煤矿安全生产现状与趋势、预测未来,并针对煤矿应急现象做出科学合理的响应对策。

参考文献(References):

- [1] 孙彦景,左海维,钱建生,等.面向煤矿安全生产的物联网应用模式及关键技术[J].煤炭科学技术,2013,41(1):84-88.
Sun Yanjing, Zuo Haiwei, Qian Jiansheng, et al. Application mode and key technology of the internet of things for coal mine safety production[J]. Journal of China Coal Society, 2013, 41(1): 84-88.
- [2] 马莉.云计算环境下煤矿应急管理关键技术研究[D].西安:西安科技大学,2014.
- [3] 陈鸿杰.物联网在煤矿安全生产应用中监测与控制技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2014.
- [4] 贺超,宋学锋,李贤功.煤矿安全监管信息管理系统的研究及探讨[J].工矿自动化,2013(1):96-99.
He Chao, Song Xiangong, Li Xiangong. research and discussion on coal mine safety supervision information management system[J]. Industry and Mine Automation, 2013(1): 96-99.
- [5] 李响.基于云计算的分布式煤矿安全监控系统研究[J].煤炭技术,2013,32(5):85-87.
Li Xiang. Research on distributed coal mine safety monitoring and control system based on cloud computing[J]. Coal Technology, 2013, 32(5): 85-87.
- [6] 谢春明,肖露欣,祝元仲.基于云计算的煤矿监控设备建设研究[J].煤炭技术,2013,32(5):88-90.
Xie Chunming, Xiao Luxin, Zhu Yuanzhong. Cloud-based coal mine monitoring equipment for construction[J]. Coal Technology, 2013, 32(5): 88-90.
- [7] Jackson K R, Ramakrishnan L, Muriki K. Performance analysis of high performance computing applications on the Amazon Web

- Services Cloud[C]//Proceedings of the IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science ,Indianapolis ,USA 2010.
- [8] 程宽, 臧东辉, 张国锋. 基于云计算的煤矿安全监管信息系统[J]. 应用能源技术, 2012(4): 10-12.
Cheng Kuan, Zang Donghui, Zhang Guofeng. Coal mine safety supervision information system based on cloud computing [J]. Applied Energy Technology 2012(4): 10-12.
- [9] 鲍士水. 基于物联网的矿山综合监控系统应用研究[J]. 赤峰学院学报: 自然科学版, 2015(6): 131-132.
Bao Shishui. Application research of mine comprehensive monitoring system based on internet of things [J]. Journal of Chifeng University: Nature Science 2015(6): 131-132.
- [10] 张杰. 物联网技术在神华宁煤集团数字化矿山建设中的应用研究[J]. 煤矿现代化, 2012(5): 60-63.
Zhang Jie. Application of IOT technology in digital mine construction in Shenhua Ningxia Coal Group [J]. Modernization of Coal Mine 2012(5): 60-63.
- [11] 丁恩杰, 赵志凯. 煤矿物联网研究现状及发展趋势[J]. 工矿自动化, 2015(4): 1-5.
Ding Enjie, Zhao Zhikai. The research status and development trend for the Internet of things in coal [J]. Industry and Mine Automation 2015(4): 1-5.
- [12] 王建强. 物联网在感知矿山建设中的应用研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2012, 8(5): 178-183.
Wang Jianqiang. Research on the application of Internet of things in the construction of the perception of mine [J]. Journal of Safety Science and Technology 2012, 8(5): 178-183.
- [13] 黄成玉, 张全柱, 邓永红. 物联网技术在煤矿综合信息化建设中的应用研究[J]. 中国矿业, 2013, 22(12): 136-140.
Huang Chengyu, Zhang Quanzhu, Deng Yonghong. Study on the application of Internet of things technology in the construction of comprehensive information in coal mine [J]. China Mining & Technology 2013, 22(12): 136-140.
- [14] 吴立新, 汪云甲, 丁恩杰, 等. 三论数字矿山-借力物联网保障矿山安全与智能采矿[J]. 煤炭学报, 2012, 37(3): 357-365.
Wu Lixin, Wang Yunjia, Ding Enjie et al. The digital mine-leveraging the Internet to ensure mine safety and intelligent mining [J]. Journal of China Coal Society 2012, 37(3): 357-365.
- [15] 孙彦景, 钱建生, 李世银, 等. 煤矿物联网系统理论与关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(2): 69-72.
Sun Yanjing, Qian Jiansheng, Li Shiyin et al. The theory and key technology of the network system of coal mine [J]. Journal of China Coal Society 2011, 39(2): 69-72.
- [16] 马小平, 胡延军, 缪燕子. 物联网、大数据及云计算技术在煤矿安全生产中的应用研究[J]. 工矿自动化, 2014(4): 5-9.
Ma Xiaoping, Hu Yanjun, Miao Yanzi. Application research of internet of things, big data and cloud computing technology in coal mine safety production [J]. Industry and Mine Automation, 2014(4): 5-9.
- [17] 曹金玲. 基于云计算的分布式煤矿安全监控系统研究[J]. 煤炭技术, 2012, 31(2): 36-37.
Cao Jinling. Research on distributed coal mine safety monitoring and control system based on cloud computing [J]. Coal Technology 2012, 31(2): 36-37.
- [18] 解海东, 李松林, 王春雷, 等. 基于物联网的智能矿山体系研究[J]. 工矿自动化, 2011(3): 63-66.
Xie Haidong, Li Songlin, Wang Chunlei et al. Research on intelligent mine system based on internet of things [J]. Industry and Mine Automation 2011(3): 63-66.
- [19] 陈浩, 陈洪岭. 基于云计算和物联网技术的煤矿安全管理智能移动信息化平台的研究[J]. 中国煤炭, 2014, 40(5): 73-75, 117.
Chen Hao, Chen Hongling. Research on intelligent mobile information platform of coal mine safety management based on cloud computing and Internet of things [J]. China Coal 2014, 40(5): 73-75, 117.
- [20] 康瑛石, 吴吉义, 王海宁. 基于云计算的一体化煤矿安全监管信息系统[J]. 煤炭学报, 2011, 36(5): 873-877.
Kang Yingshi, Wu Jiayi, Wang Haining. Integrated coal mine safety supervision information system based on cloud computing [J]. Journal of China Coal Society 2011, 36(5): 873-877.
- [21] 张申, 刘鹏, 张彭. 感知矿山物联网云计算应用探索[J]. 煤炭科学技术, 2012, 40(9): 72-75.
Zhang Shen, Liu Peng, Zhang Peng. Exploration on the application of the perception of the mine Internet of things cloud computing [J]. Journal of China Coal Society 2012, 40(9): 72-75.