



移动扫码阅读

刘海滨,李春贺.智慧矿山职业健康安全监管信息系统研究[J].煤炭科学技术,2019,47(3):87-92. doi:10.13199/j.cnki.cst.2019.03.012

LIU Haibin,LI Chunhe.Research on occupational health and safety management information system in intelligent mine[J].Coal Science and Technology,2019,47(3):87-92.doi:10.13199/j.cnki.cst.2019.03.012

智慧矿山职业健康安全监管信息系统研究

刘海滨,李春贺

(中国矿业大学(北京)管理学院,北京 100083)

摘要:为了解决煤炭企业在职业健康安全管理中存在的问题,提出了物联网视角下的智慧矿山职业健康安全监管信息系统研究。以智慧矿山为基础,借助物联网、大数据、云计算等技术,结合职业健康安全管理,介绍了系统建设的主要内容;设计了由展示层、业务逻辑层、中间件层以及数据层构成的系统总体架构;设计了系统网络拓扑结构;采用 Hbase 数据库,解决非结构化存储问题;以 J2EE 为开发平台、SpringMVC 为开发架构,借助 Java 语言开发了包括智能管理、职业健康体系管理以及基础支持在内的职业健康安全监管信息系统。结果表明:通过系统实施能够完成对职业健康安全的全方位管理,涵盖对危害因素的辨识、评估与管控,对危害因素的自动化、智能化的实时监控,以及对职业健康安全管理工作进行综合性智慧分析、智慧控制。能够最大限度地降低对煤矿职业健康安全具有危害的因素所造成的影响,保证煤矿生产工作处于安全监管的良好环境。

关键词:职业健康;安全管理;物联网;智慧矿山;实时监控

中图分类号:TD67;TD78

文献标志码:A

文章编号:0253-2336(2019)03-0087-06

Research on occupational health and safety management information system in intelligent mine

LIU Haibin, LI Chunhe

(School of Management, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: In order to solve the coal enterprises in occupational health and safety management problems, this paper puts forward the research on the occupational health and safety management information system of intelligent mine coal mines from the perspective of Internet of Things. Based on the intelligent mine, with the help of the Internet of things, big data, cloud computing and other technologies, combined with the occupational health and safety management system, the main contents of the system construction are introduced. This paper designs the overall architecture of the system which is composed of presentation layer, business logic layer, middleware layer and data layer. This paper designs the network topology of the system. Hbase database is adopted to solve the problem of unstructured storage. With J2EE as the development platform, SpringMVC as the development architecture, Java as language, it develops the occupational health and safety management system which including intelligent management, occupational health system management and basic support. The results show that it can complete the omni-directional management of occupational health and safety, covering the identification, assessment and control of hazards, the automatic and intelligent real-time monitoring of hazards, and the comprehensive wisdom analysis and control of occupational health and safety management. And it can minimize the impact of harmful factors on the occupational health and safety of coal mine, ensure that coal mine production is in a good environment of safety supervision through the implementation of the system.

Key words: occupational health; safety management; internet of things; intelligent mine; real-time monitoring

0 引 言

长期以来,我国煤炭行业在进行安全生产工作

时,只注重生产安全而忽略了职业健康安全,但是在实际的生产过程中,职业健康的危害已经远超过了直接事故死亡。从近几年来我国直接事故死亡人数

收稿日期:2018-11-22;责任编辑:赵 瑞

作者简介:刘海滨(1969—),男,吉林四平人,教授,博士生导师。

通讯作者:李春贺(1986—),男,河北秦皇岛人,博士研究生。E-mail:18910601388@163.com

和职业病人数对比情况可知,从2015年到2017年煤矿事故死亡人数分别是598、538和375人,而因尘肺病死亡的人数每年都在6000人左右。煤矿因事故死亡的人数在逐年下降,但是因职业健康安全环境造成的死亡人数并未减少,超过了煤矿事故死亡人数。尽管从2009年开始国家安全生产监督管理总局开始重视煤矿职业健康安全,出台了相关的文件开始进行煤矿职业健康环境监测工作,开始关注煤矿职工健康,在职业安全健康环境监控方面,获得了快速的发展,但是这些措施是远不够的^[1]。在职业健康安全监管信息化建设研究方面,目前,学者更多的是从职业健康检查管理、职业健康档案管理、职业健康报告管理、职业健康评价等方面研究为主,实现对职业健康安全相关的数据进行统计和简单的分析,这些研究主要是以事后和事中管理为主,缺乏对职业健康安全的事前管控,而且使用传统的计算机技术和互联网技术,并未充分利用煤矿智慧矿山和物联网技术^[2-3]。基于上述情况,笔者提出借助物联网技术、通信技术、传感技术、信息化技术进行煤矿智慧职业健康安全监管的信息化建设,利用智能化的监测设备、传感器以及控制器等装置能够对煤矿工作环境中粉尘、有害气体、物理伤害等危害因素进行有效监测与控制,降低或基本消除煤矿职业病的发生,保证煤矿从业人员的健康。

1 职业健康安全管理及技术现状分析

通过对某些大型煤矿的职业健康安全监管信息化建设情况调研可知,目前大多数的职业健康管理信息系统都根据职业健康安全管理体系进行设计开发,基本实现了体系的落地实施,完成了对职业健康危害因素的辨识与评价,方针、目标的管理与维护,相关法律法规文件的管理,管理方案、应急预案的维护,煤矿员工职业健康档案、体检结果的管理,安全培训、内审、评审以及运行控制等功能。但是大部分企业仅是将现有的纸质管理、线下管理改为利用信息化系统管理,实现的是管理流程的信息化,优化的是相关管理流程,但是这样的信息化管理却是“事后管理”,缺少对生产环境、工作区域内职业健康安全危害因素的实时监控,也不具有前期危害因素排查等流程。职业健康安全管理的真谛在于超前预防,做到安全健康环境不达标,就不生产的既定准则^[4-5]。

对煤矿生产环境、工作区域的安全程度的确定,需要对实时的工作环境进行监测,当前很多煤矿企业并未将实时监测技术应用到煤矿职业健康安全管

理上,导致煤矿企业没有完全掌握职业健康安全环境的实时情况。其中对粉尘和有害气体的监控,仅是从安全生产和预防安全事故发生的角度进行监控,并未将其纳入到职业健康安全管理中,对于粉尘、有害气体以及噪声、温度等安全健康危害因素所产生的具体影响不够重视^[6-7]。

从职业健康安全管理的角度考虑,不仅要做好危害因素的辨识与评价和职业健康安全管理相关辅助工作,同时还要做好职业健康安全管理的实时监测工作,要及时发现工作区域的环境问题,及时采取措施以保证煤矿员工处于安全健康的环境下开展生产工作。因此,对于大型煤炭企业来讲,迫切需要在现有的职业健康安全管理信息化建设的基础上,建立基于物联网的智慧矿山职业健康安全监管信息系统,系统的开发实施能够很大程度上促进全国煤矿职业安全健康环境智慧化水平的快速提高,大幅促进相关领域的技术进步,提高职工的健康水平^[6-7]。笔者设计的职业健康安全监管信息系统可实现以下目标。

1)通过该系统能够实现对煤矿职业健康安全的全过程、全方位管理,实现对粉尘、化学物质以及噪声、高温等安全危害因素按岗位、工作空间、危害致因等方法的辨识,能够通过EPA、LECM等多种评估模型对危害因素进行定量评估,根据风险等级制定风险控制防范措施,及时发现危险并进行治理。此外,还实现了培训管理、员工职业健康档案管理等辅助功能。

2)实现职业健康安全风险危害因素自动化、智能化监控,结合智能矿山已建立的智能监控系统,实现系统与数据接口、传输分站、智慧喷雾控制器、水电闭锁传感器、风水闭锁传感器、多气体传感器、水质综合传感器、流速流量传感器、水压传感器、粉尘浓度传感器、风机开停传感器、高压泵开停传感器等进行对接,接收和发送相关数据和指令,获取其他安全生产监控系统的数据,利用这些数据可以进行综合分析,智慧分析和控制,最大限度地降低影响煤矿职业健康安全的因素,使该矿职工安全健康工作由被动防治转变为主动预防。

2 职业健康安全监管信息系统设计

2.1 系统业务流程分析

根据煤矿职业健康安全管理相关法律法规建立以风险识别、风险评估为主线的职业健康管理业务流

风险因素进行实时监测,针对监测到的风险因素指标值与标准值进行对比,根据对比结果进行危害警示,需要进行定量风险评估的因素,进行职业健康安全危害因素风险评估和风险等级的确定;若危害因素无需定量评估,那么转入到定性评估模式下进行操作,在该模式下确定风险等级。在此流程之后,根据风险因素的风险等级制定具有科学性的管控措施,之后确定剩余风险是否在可接受范围,如果可接受则保持现有管控措施,反之则需要重新投入到定量监测或定性评估的业务流程,之后再次确定风险等级,制定相应的管控措施^[8-9],具体流程如图1所示。

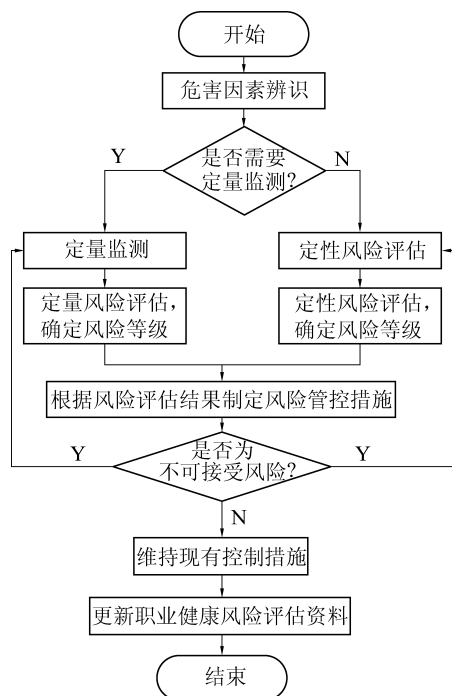


图1 职业健康管理工作流程

Fig.1 Occupational health management workflow

2.2 系统建设思路

系统在建设时,将煤矿职业健康安全管理相关的结构化和非结构化的数据转换成数字化信息进行网络传输与综合处理。系统内与职业健康安全管理相关数据来源有2个方面,一方面是通过人工进行录入,另一方面是通过外接监测系统、控制器、传感器等进行自动采集。系统能够通过上述2种方式获取到实时精准的煤矿员工职业健康安全管理所需的各项统计数据,同时能够利用煤矿建设中已经架设的局域网和广域网进行即时、可靠、安全的数据传输。系统设计时,要保证各个业务流程的规范化,确保数据的来源具有统一性和可行性。确认通信网络协议、网络接口统一等一切能够保证数据准确性和单一来源的技术需求。系统内的监测数据需要进行数据分析等操作,这些操作可以按照三维GIS、模拟

仿真技术、可视化分析技术等方式进行展现。系统能够满足24h、全天候的无人化自动监测和自动预警的功能需求^[10-12]。在功能上要根据煤矿职业健康安全管理体系以及自身信息化建设的情况进行设计,具体的系统建设思路如图2所示。

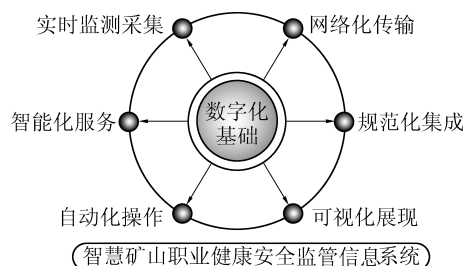


图2 职业健康安全监管信息系统建设思路

Fig.2 System construction ideas of occupational health and safety management information system

2.3 系统总体架构设计

职业健康安全管理系统是以信息技术、物联网、大数据、云计算、通信网络以及相关硬件设备进行支撑,同时与职业健康安全管理体系相互结合,遵照职业健康安全管理体系中的具体要求和总体目标,利用所述的各类技术形式进行设计开发。本系统是以J2EE技术为开发平台、SpringMVC为开发架构,借助Java语言开发而成的基于B/S模式的职业健康安全管理系统,这种模式开发出来的系统平台有效地避免了跨地区操作和PC等硬件设施不完善所产生的弊端,B/S模式的系统可以在任何接入到互联网的PC端输入所分配的账号和密码进行登录操作。系统的架构设计中主要包括展示层、业务逻辑层、中间件层和数据层^[13],具体架构设计如图3所示。

数据层是系统的数据支撑,主要是形成职业健康安全数据库,通过设备进行数据的采集、加工、存储等,主要存储结构化与非结构化文件,为展示层的数据分析提供数据支撑。系统对井下各个工作面的粉尘情况、有害气体情况、温度、噪声等监测数据依托实时监测设备、传感器、控制器等设备获取。

业务逻辑层主要提供具体的业务逻辑功能,有职业健康危害因素的辨识、评估等智能管理、智能监测、智能控制、智能分析以及智能预警等,根据展示层不同的请求而选择具体的业务逻辑,并根据需要调用中间件层的相关模型、算法、指令和服务。

展示层则主要是发起智能管理、智能分析、自动预警等请求,经过业务逻辑层以及中间件层的相关

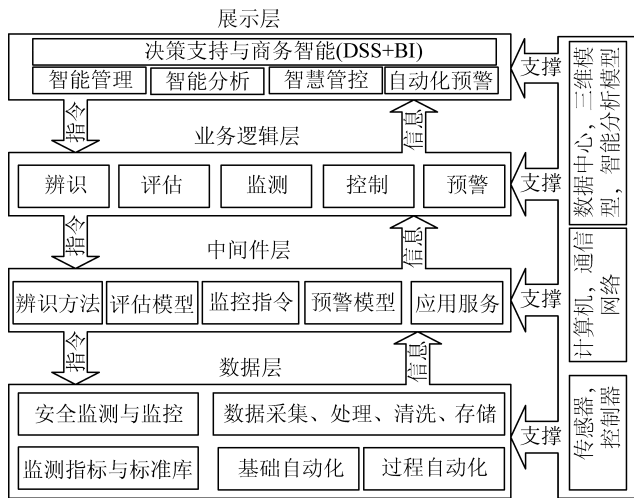


图3 职业健康安全监管信息系统总体架构设计

Fig.3 Overall architecture design of occupational health and safety management information system

模型和算法处理,向数据层发送数据请求,通过逻辑处理最终反馈给展示层所需要的决策数据。

2.4 系统网络拓扑设计

煤矿职业健康安全监管信息系统网络是在智慧矿山基础上建立的,而智慧矿山在建设过程中是基于工业以太环网,同时借助现代化的计算机技术、网络技术、通信技术、自动化控制技术、语音、视频、传感等综合技术而搭建的自动化、综合控制网络平台。煤矿企业的职业健康安全监管信息系统可以采用工业以太网和现场总线网络相结合的网络结构,采用以太网、控制网和设备网组成的开放网络,能够利用监控设备同时采集所需数据,通过高速的开放网络实现井上与井下监控数据、控制指令、传感数据(粉尘、噪声、温度、状态监控等数据)的一体化传送,从而实现矿山井上和井下的设备跟踪定位、职业健康安全管理远程监控以及各种职业健康安全环境参数的监测监控等。系统可以实现煤矿职业健康安全管理的实时监控、统一指挥管理,提高安全生产效率,及时排除安全隐患^[3,14],如图4所示。

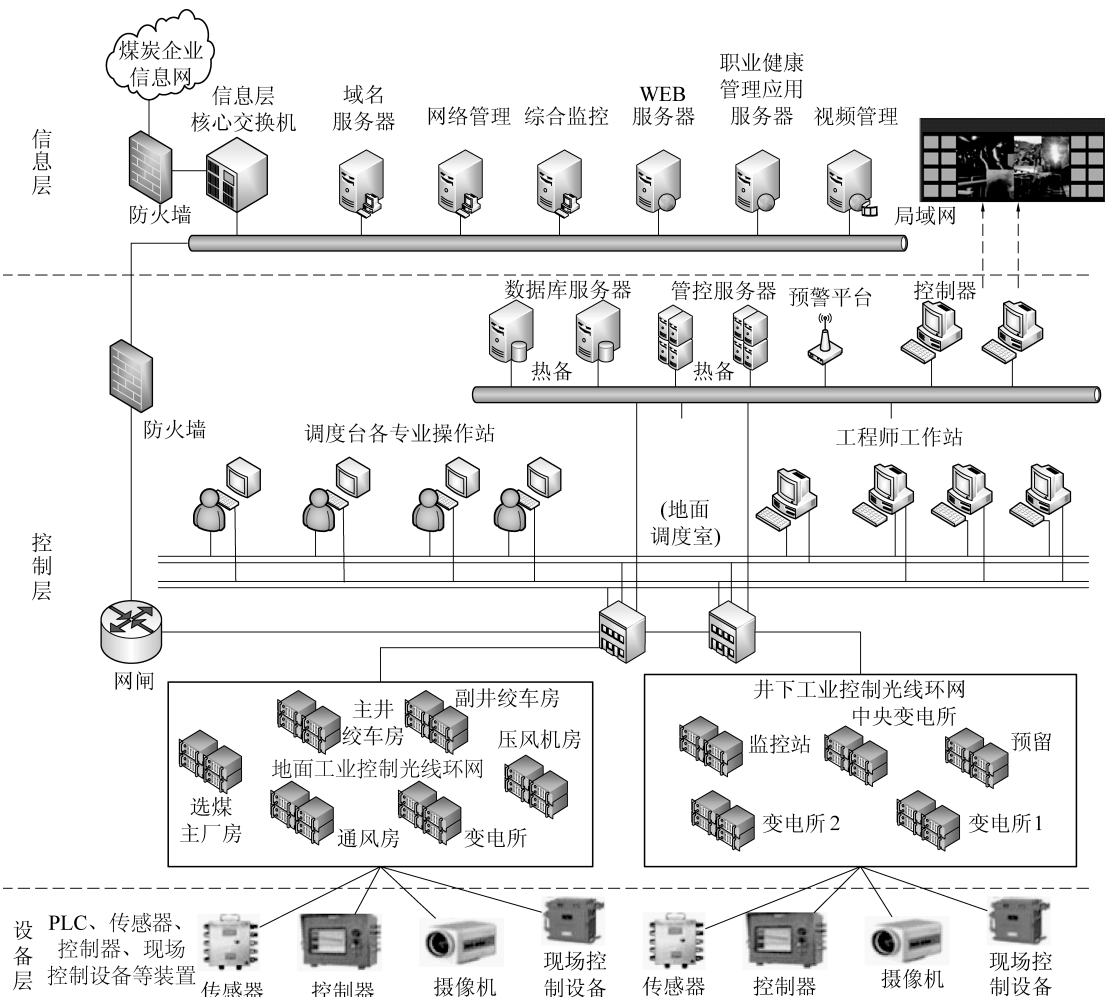


图4 职业健康安全监管信息系统网络拓扑结构设计

Fig.4 Network topology design of occupational health and safety management information system

2.5 系统数据库设计

职业健康安全监管信息系统需要存储和管理的数据复杂多样,而且数据来源较多、数据格式多样化,对于矿山生产作业设备、作业状态、安全、作业环境等数据对象按发生时间、地点、性质分类之后开展组织与管理,并与基础地矿信息进行有机融合,形成三维可视化实体信息。在实现海量的地矿、生产作业、生产环境数据管理的基础上,进一步实现数据深层次利用,为深入分析与决策提供辅助支持。

此外,职业健康安全监管信息系统对监测的粉尘、有害气体、噪声以及温度等数据具有实时性要求,数据库还需有能力进行历史数据和实时数据的管理与存储。面对这样的问题,在数据库设计时,应

用大数据技术,采用 Hadoop 的 HBase 数据库,解决非结构化存储问题^[15-16]。

3 系统总体功能结构设计

系统在功能设计时,结合煤矿职业健康安全管理业务需求,同时,要适用智慧矿山的需求,与煤矿的传感器、控制器以及相关的实时监测系统实现数据对接,实现对煤矿职业健康安全管理工作的智能化管理,同时,系统还需要有相关的基础支持才可以正常运行。因此,系统主要从智能管理、职业健康体系管理以及基础支持 3 个方面进行系统功能设计^[17-20],具体功能结构如图 5 所示。



图 5 职业健康安全监管信息系统整体功能结构

Fig.5 Overall functional structure of occupational health and safety management information system

1) 智能管理功能。通过传感器等井下监测设备实现对煤矿井下粉尘、化学物质以及噪声、高温等职业健康安全危害因素进行实时监测,实时展示监测的数据。将监测结果通过与危害因素标准库进行对比,当监测结果超出标准阈值后,系统将自动开启报警装置,通过声音自动预警,通过可视化预警标识在系统中展示。同时,系统将根据监测因素超标情况,对喷雾控制器、水电闭锁传感器、风水闭锁传感器、风机开停传感器、高压泵开停传感器等进行智能控制,系统根据监测结果进行自动开、停。通过智能分析和统计分析功能实现职业健康安全管理数据的智能化、可视化分析。

2) 职业健康体系管理功能。实现对职业健康体系下的方针目标、法律法规、应急预案、方针方案的综合管理与维护。实现对员工档案、体检结果、安全培训等的综合管理。实现对职业健康安全危害因素的辨识、评估以及控制。

3) 基础支持功能。实现对用户、角色权限、单位部门等基础数据的管理。实现对职业病库、标准对应库、职业禁忌症库等基础数据的综合管理与维护。

4 结 论

通过职业健康安全监管信息系统可以将现有的职业健康危害因素进行梳理、辨识以及评估,形成职业病危害因素关键控制措施库,建立风险控制措施库,实现职业病危害因素的分层分级管控,实现对职业健康工作的持续改进,确保职业健康风险控制措施得到落实与闭环管理。

在经济效益方面,实现信息化和工业化的高层次的深度结合,提高了管理水平和决策的科学性,提高了职业健康安全管理的工作效率,降低了人力、物资和沟通成本,带来巨大的经济效益。

在社会效益方面,通过系统可以实现职业健康安全管理工作的 24 h 实时监控,能够进行职业健康智能管理和智能分析,促进煤矿职业健康安全生产环境的改善,促进煤矿生产环境的达标,大幅降低了职业病的发病率,减少因煤矿职业病而造成的死亡人数,同时,也可以延长煤矿员工的工作年限和寿命。

参考文献 (References):

[1] 李梅,杨帅伟,孙振明,等.智慧矿山框架与发展前景研究

- [J].煤炭科学技术,2017,45(1):121-128,134.
- LI Mei, YANG Shuaiwei, SUN Zhenming, *et al.* Study on framework and development prospects of intelligent mine [J]. Coal Science and Technology, 2017, 45(1): 121-128, 134.
- [2] 梁世伟, 孙龙杰, 孙 弋, 等. 煤矿职业健康信息管理系统的研究[J]. 呼伦贝尔学院学报, 2017, 25(3): 84-85, 130.
- LIANG Shiwei, SUN Longjie, SUN Yi, *et al.* Research on occupational health information management system of coal mine [J]. Journal of Hulunbeier University, 2017, 25(3): 84-85, 130.
- [3] 雷 义, 赵少华. 基于云服务的职业健康监护信息系统的研究[J]. 实用预防医学, 2014, 21(8): 1021-1022, 1012.
- LEI Yi, ZHAO Shaohua. Research on occupational health monitoring information system based on cloud service [J]. Practical Preventive Medicine, 2014, 21(8): 1021-1022, 1012.
- [4] 包永志, 邵梓洋, 余长超. 胜利露天煤矿“1245”职业健康管控模式创新[J]. 露天采矿技术, 2016, 31(10): 93-96.
- BAO Yongzhi, SHAO Ziyang, SHE Changchao. Innovation of “1245” occupational health control mode in Shengli Open-pit Mine [J]. Opencast Mining Technology, 2016, 31(10): 93-96.
- [5] 申 雪, 刘 驰, 孔 宁, 等. 智慧矿山物联网技术发展现状研究[J]. 中国矿业, 2018, 27(7): 120-125, 143.
- SHEN Xue, LIU Chi, KONG Ning, *et al.* Research on the technical development status of the intelligent mine base on internet of things [J]. China Mining Magazine, 2018, 27(7): 120-125, 143.
- [6] 杨雪健. 基于双重预防机制的煤矿安全管理信息系统设计与实现[D]. 西安: 西安科技大学, 2018.
- [7] 韩曙光. 职业健康监管系统的软件设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2015.
- [8] 王雪涛, 赵佳佳. 职业健康监管信息化研究进展[J]. 职业与健康, 2018, 34(5): 711-713.
- WANG Xuetao, ZHAO Jiajia. Research progress on occupational health supervision informatization [J]. Occupation and Health, 2018, 34(5): 711-713.
- [9] KATERINA Halířková, MARCELA Basovníková, EVA Abramuszkínová Pavlíková. The implementation of the occupational health and safety management at work and its influence on the economic performance of the company [J]. Acta Universitatis Bohemae Meridionalis, 2016, 19(2): 50-58.
- [10] 王 戎, 冒亚明, 栗玉华. 大数据推动职业健康精准管理[J]. 劳动保护, 2017(12): 35-37.
- WANG Mao, MAO Yaming, LI Yuhua. Big data promotes accurate management of occupational health [J]. Labour Protection, 2017(12): 35-37.
- [11] 李 洁, 张 舒, 李丹丹, 等. 职业健康与安全风险认知研究进展及分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2018, 14(11): 166-173.
- LI Jie, ZHANG Shu, LI Dandan, *et al.* Research progress and analysis of occupational health and safety risk perception based on risk perception theory [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2018, 14(11): 166-173.
- [12] 肖洪喜, 周志俊. 美国欲建 21 世纪智慧型国家职业健康安全监测系统[J]. 职业卫生与应急救援, 2018, 36(1): 82-83, 86.
- XIAO Hongxi, ZHOU Zhijun. US building a smarter national surveillance system for occupational safety and health in the 21st century [J]. Occupational Health and Emergency Rescue, 2018, 36(1): 82-83, 86.
- [13] 李世银, 徐若锋, 宋金玲, 等. 基于物联网的综采面智能化资源调度系统解决方案研究[J]. 煤炭经济研究, 2014, 34(7): 5-7.
- LI Shiyin, XU Ruofeng, SONG Jinling, *et al.* Study on solution plan of intelligent resource dispatching system applied to fully mechanized coal mining face based on internet of things [J]. Coal Economic Research, 2014, 34(7): 5-7.
- [14] 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, 31(6): 131-132.
- BAO Shishui. Application research of mine integrated monitoring system based on Internet of Things [J]. Journal of Chifeng University: Natural Science Edition, 2015, 31(6): 131-132.
- [15] 丁 勇, 朱长水, 武玉艳. 一种基于 Hadoop 的关联规则挖掘算法[J]. 计算机科学, 2018, 45(S2): 409-411, 416.
- DING Yong, ZHU Changshui, WU Yuyan. Association rule mining algorithm based on Hadoop [J]. Computer Science, 2018, 45(S2): 409-411, 416.
- [16] 徐爱萍, 王 波, 徐武平. HBase 中基于时空特征的监测视频大数据关联查询研究[J]. 计算机应用研究, 2017, 34(5): 1423-1427, 1432.
- XU Aiping, WANG Bo, XU Wuping. Research on associated query of monitoring video big data based on spatio-temporal characteristics in HBase [J]. Application Research of Computers, 2017, 34(5): 1423-1427, 1432.
- [17] 李红霞, 田辰宇. 基于 Cite Space V 的煤矿安全管理可视化分析[J]. 中国安全科学学报, 2018(9): 148-153.
- LI Hongxia, TIAN Chenning. Analysis of coal mine safety management based on Cite Space V [J]. China Safety Science Journal, 2018(9): 148-153.
- [18] 刘建庆. 煤炭企业职业健康管理系统设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(7): 73-75.
- LIU Jianqing. Design of occupational health management system of coal enterprise [J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(7): 73-75.
- [19] AUGUSTO Bianchini, FILIPPO Donini, MARCO Pellegrini, *et al.* An innovative methodology for measuring the effective implementation of an occupational health and safety management system in the European Union [J]. Safety Science, 2017, 92: 26-33.
- [20] ALMOST Joan M, VAN Den Kerkhof Elizabeth G, STRAHLENDORF Peter, *et al.* A study of leading indicators for occupational health and safety management systems in healthcare [J]. BMC Health Services Research, 2018, 18(1): 296-307.