

文章编号:1671-251X(2019)12-0081-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2019050040

煤矿安全生产标准化信息管理系统设计

张俭让^{1,2}, 黄玉鑫^{1,2}, 闫振国^{1,2}, 张磊^{1,2}, 霍小泉³

- (1. 西安科技大学 安全科学与工程学院, 陕西 西安 710054;
2. 教育部西部矿井开采及灾害防治重点实验室, 陕西 西安 710054;
3. 陕西煤业化工集团公司 铜川矿业(局)有限公司, 陕西 铜川 727000)



扫码移动阅读

摘要:针对目前煤矿安全生产信息管理系统存在的信息管理手段单一、信息输入输出延迟及缺少对业务数据的挖掘分析等问题,设计了一种煤矿安全生产标准化信息管理系统。该系统通过搭建虚拟专网,直接服务于安全生产管理的全体人员及专项业务;通过多种智能终端和计算机网络终端,对预定流程的各项业务进行协同处理,得到专网的精准信息支持,并由专网全面承担后续处理需求;将专网的关键功能延伸至多种智能终端,实现任何人在任何时间、任何地点采用任何终端的“4A”式信息管理模式。该系统运用 Miracast 协议,通过 WiFi 网络连接,在不同多媒体终端上进行多媒体内容的传输、解析、展示、控制等操作,从而实现多屏联动系统控制。同时系统引入关联分析 Apriori 算法,并根据事故隐患数据多维多层的特点对算法进行改进和优化,建立系统后台自动挖掘分析子系统,从而实现对事故隐患多维度、多层次的挖掘分析。实际应用结果表明,该系统提高了业务处理时效性,提升了煤矿安全生产管理水平及煤矿应急响应智能化处理水平。

关键词:煤矿安全生产; 标准化; 信息管理; 事故隐患排查; 风险分级管控
中图分类号:TD76 文献标志码:A

Design of standardized information management system for coal mine safety production
ZHANG Jianrang^{1,2}, HUANG Yuxin^{1,2}, YAN Zhenguo^{1,2}, ZHANG Lei^{1,2}, HUO Xiaoquan³
(1. College of Safety Science and Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China; 2. Key Laboratory of West Mines Exploitation and Hazard Prevention of Ministry of Education, Xi'an 710054, China; 3. Tongchuan Mining Co., Ltd., Shaanxi Coal and Chemical Industry Group Co., Ltd., Tongchuan 727000, China)

Abstract: In view of problems of single information management method, information input and output delay, and lack of mining and analysis of business data in current coal mine safety production information management system, a standardized information management system for coal mine safety production was designed. The system builds a virtual private network to directly serves all personnel and special services for safety production management; through a variety of smart terminals and PC web terminals, various processes of predetermined process are coordinated to obtain accurate information support from the private network, and the private network is fully responsible for the follow-up processing requirements; key functions of the private network are extended to a variety of smart terminals to achieve "4A" information management mode which enables anyone uses any terminal at any time and any place. The system uses Miracast protocol and WiFi network to perform multimedia content transmission, analysis, display,

收稿日期:2019-05-15;**修回日期:**2019-11-21;**责任编辑:**胡娴。
基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(51504185)。
作者简介:张俭让(1963—),男,陕西岐山人,教授,主要从事通风安全理论、通风系统分析、矿井灾害防治技术的教学与科研工作,E-mail: 1157076743@qq.com。
引用格式:张俭让,黄玉鑫,闫振国,等. 煤矿安全生产标准化信息管理系统设计[J]. 工矿自动化,2019,45(12):81-85.
ZHANG Jianrang, HUANG Yuxin, YAN Zhenguo, et al. Design of standardized information management system for coal mine safety production[J]. Industry and Mine Automation, 2019, 45(12): 81-85.

control and other operations on different multimedia terminals, so as to achieve multi-screen linkage system control. At the same time, the system introduces Apriori algorithm for association analysis, improves and optimizes the algorithm based on multi-dimensional and multi-layer characteristics of the accident hazard data, and establishes an automatic mining and analysis subsystem at the background of the system to realize multi-dimensional and multi-level mining analysis of accident hazards. The actual application results show that the system improves timeliness of business processing, improves the level of coal mine safety production management, and the level of intelligent handling of coal mine emergency response.

Key words: coal mine safety production; standardization; information management; accident hidden trouble investigation; risk classification management

0 引言

随着互联网技术的快速发展,煤矿信息化水平迅速提高,通过先进的信息化手段实现煤矿安全生产标准化,可使煤矿各生产和管理环节在达到一定标准的同时更加科学化、规范化^[1-4]。2017 年发布的《煤矿安全生产标准化考核定级办法(试行)》和《煤矿安全生产标准化基本要求及评分方法(试行)》在原煤矿安全质量标准的基础上,加入了煤矿安全风险分级管控和事故隐患排查治理相关内容,要求形成集风险分级管控、事故隐患排查治理、安全生产标准化管理“三位一体”的综合化管控体系。煤矿安全生产标准化建设对煤矿安全生产具有深远意义,为煤矿安全生产监察奠定了坚实基础,同时也对煤矿标准化信息系统提出了高要求^[5-7]。

目前煤矿使用的安全生产信息管理系统多为信息报送系统,服务对象主要为各级领导,难以满足基层对日常管理业务的需求;大多数系统的信息管理手段单一,没有充分利用多种终端的协同关联,导致管理信息输入输出延迟,难以支撑及时有效的工作核查;现有系统缺少对业务数据的挖掘分析,造成数据浪费,无法对事故隐患进行预警^[8-10]。针对上述问题,本文设计了一种煤矿安全生产标准化信息管理系统,将多种智能终端和计算机关联,使信息管理手段多元化;采用结合业务管理、GIS(地理信息系统)、专业、岗位等多维信息的“4A”式信息管理模式,对业务数据进行多维分析和展示,为实现地域、周期等数据的关联性分析和业务决策分析奠定了基础。

1 系统总体设计

1.1 系统设计目标

煤矿安全生产标准化信息管理系统依据煤矿安全生产和隐患排查管理规范,借助互联网等技术,以双重预控为目标,以成熟的计算机与通信技术为依

托,将数据处理功能及支持性数据库置于云端,是基于多种智能终端和计算机关联互动的“互联网+”协同信息处理系统。通过系统应用强化煤矿安全管理和技术人员的安全生产意识,规范煤矿安全生产资料的管理^[11-13]。

1.2 系统技术路线

通过互联网等技术构建煤矿自控虚拟专网,通过多终端关联互动和专网群组,实现信息的现场录入和不落地处理,同时通过安全生产标准化和隐患排查全生命周期的管理,提升安全生产管理水平。系统技术路线如图 1 所示。

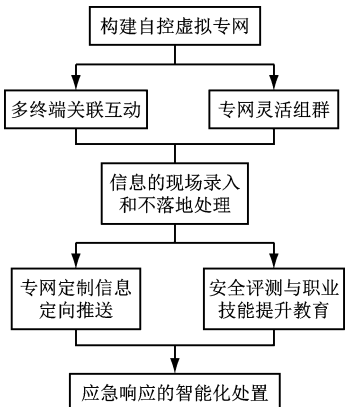


图 1 系统技术路线

Fig. 1 System technology route

1.3 系统架构设计

系统采用 B/S 模式,在 Windows Server 2008 平台下开发。网页开发采用 layui 框架结合 HTML5,JavaScript 及 CSS 语言共同完成。系统架构如图 2 所示。

系统整体架构主要分为基础设施层、支撑服务层、基础数据集成服务层、顶层应用层和多终端融合层。其中,基础设施层包括必要的硬件设施及系统安全体系、灾备备份与恢复体系;支撑服务层采用 MyBatis 和 MySQL 进行数据处理和存储,同时创建并部署与业务一起缩放的任务关键型 Web 应用程序,采用 Java 安全框架 Apache Shiro 执行身份验证、授权、密码和会话管理等事务管理;基础数据集



图 2 系统架构

Fig. 2 System architecture

成服务层主要解决数据分布性和异构性的问题,通过应用间的数据交换实现数据集成;顶层应用层主要为检查人员提供相应功能,使其能按照服务器端下发的任务进行检查;多终端融合层包含计算机和移动客户端,实现多终端关联互动。

2 系统关键技术及实现

2.1 系统关键技术

2.1.1 “4A”式信息管理模式

煤矿安全生产标准化信息管理系统基本覆盖了目前煤矿安全生产和隐患排查的管理范围,直接服务于从事安全生产管理的全体人员。系统采用“4A”式信息管理模式,保证任何人(Anyone)在任何时间(Anytime)、任何地点(Anywhere)采用任何终端(Anydevice)均可得到有效的信息支持。该管理模式可以极大地提高矿井生产日常管理水平,为实现“高产高效、建设全面先进矿井”的目标奠定基础。

2.1.2 多维信息深度关联

任何煤矿事故都是一定致灾因素综合作用的结果,呈现一定的特点和规律,如事故发生场所主要集中在采掘工作地点,主要事故类型集中在顶板、瓦斯和运输等专业,11 月份是重大事故的高发月。由此可见,事故的发生与场所、专业、时间及岗位等不同维度信息存在一定关联。系统通过使用 Apriori 关联规则挖掘算法对事故隐患与各因素之间的耦合关系进行深度挖掘,将煤矿事故隐患信息与场所、专业、时间及岗位相关联。Apriori 算法目前只可对单维单层数据之间的关联性进行分析挖掘,而针对事

故隐患类多维多层数据的深度关联规则挖掘还需对算法进行相应的优化和改进,对业务数据进行多维分析与展示,实现多维信息深度关联,从而进行多方面、多角度的预警分析。

2.1.3 多屏联动系统控制

系统可通过多种智能终端和计算机对预定流程的各项业务进行协同处理,在现场检查过程中,通过手持智能终端将发现的隐患、三违等问题以文字、图片、视频形式传输至服务器,并在不同平台设备上同时共享展示内容。在多台屏幕展示过程中,可选择一台为主控制屏,通过控制主屏幕来控制其他屏幕,联动多个屏幕显示同一对象相关的不同内容。

2.2 关键技术实现

系统搭建自有自控的虚拟专网,直接服务于安全生产管理的全体人员及专项业务,在云端数据处理、预控实名制入网等技术措施保障下,通过多种智能终端和计算机网络终端,对预定流程的各项业务进行协同处理,并能够得到专网的精准信息支持,将专网的关键功能延伸至多种智能终端,实现“4A”式信息管理模式。运用 Miracast 协议,通过 WiFi 网络连接,在不同多媒体终端上进行多媒体内容的传输、解析、展示、控制等操作,形成对计算机端的补充和辅助,从而实现多屏联动系统控制。同时系统引入 Apriori 算法,并根据事故隐患数据多维多层的特点对算法进行改进和优化,建立系统后台自动挖掘分析子系统,从而实现对事故隐患多维度、多层次的挖掘分析。

3 系统功能及其实现

系统主要功能包括标准化检查、风险分级管控、隐患排查治理、纠违管理、标准化资料管理、统计分析、职业技能提升等,支持性功能包括实名登录、“工作圈、任务圈、朋友圈”的搭建、信息交换与利用、任务流程跟踪、应急响应团队协作、消息公示与宣传等,系统功能架构如图 3 所示。

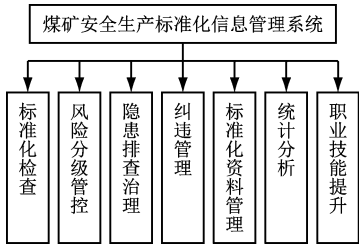


图 3 系统功能架构

Fig. 3 System function architecture

标准化检查:依据《煤矿安全生产标准化基本要求及评分方法(试行)》要求,通过计算机或智能终端对矿井进行评估,完成分项评分和资料汇总,形成标

准化评分汇总表。系统支持多人协同、安全控制和流程监控等功能,标准化检查流程如图 4 所示。

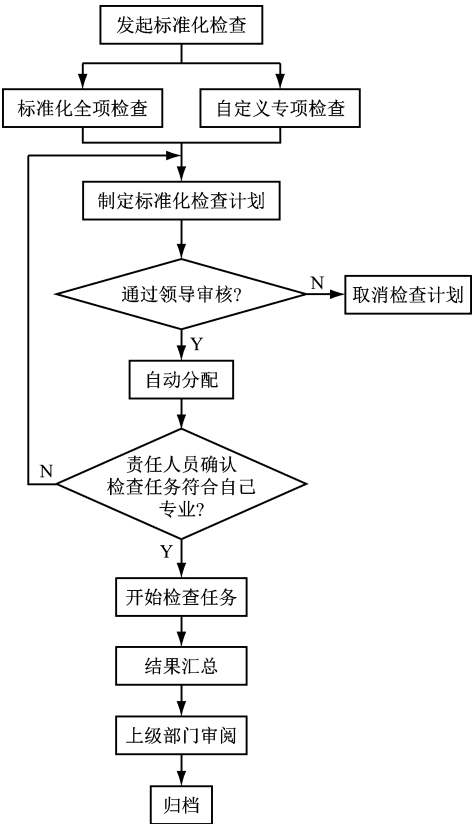


图 4 标准化检查流程

Fig. 4 Standardized inspection flow

风险分级管控:结合煤矿安全生产标准化要求,建立危险源数据库并实现对风险的年度、专项、变动辨识及重大风险管控和定期风险管控功能,制定管控计划,定时提交管控结果,完成周期性管控任务。同时,将风险管控与隐患排查相关联,一旦风险失控即演变为隐患,进入隐患排查流程。风险管控流程如图 5 所示。

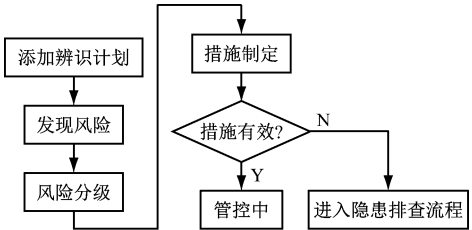


图 5 风险管控流程

Fig. 5 Risk management flow

隐患排查治理:隐患排查始于个人以专家/专管身份进行的安全检查,系统建立了隐患源及其检查标准数据库,并将隐患按等级分为一般隐患和重大隐患。隐患排查流程如图 6 所示。排查出隐患后要

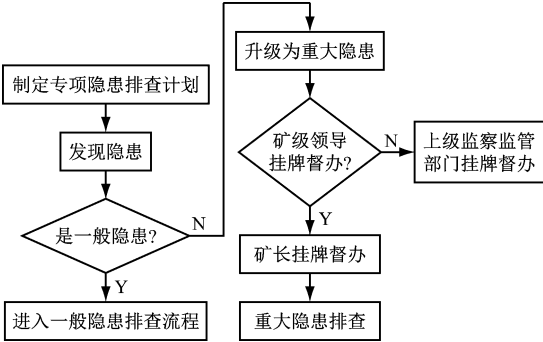


图 6 隐患排查流程

Fig. 6 Hidden trouble shooting flow

纠违管理:针对各级负责人及相关员工的违章行为(违章指挥、违章生产、违章操作)进行记录与惩处。惩处方式包括经济处罚和强化培训,其中经济处罚依照矿方现行规定执行,强化培训包括脱产学习、规定范围的手机端自学加“监考”模式下的手机端安全知识测验 2 种方式。

标准化资料管理:将标准化检查、隐患排查治理、纠违管理及风险分级管控过程中提交的清单进行分类并存档,相关人员可申请借阅。

统计分析:可对标准化检查 11 大项进行月度、年度全项检查对比分析,也可单独对其中某几项进行对比分析,对标准化检查相对应的分值等进行统计并绘制检查效率趋势图和得分趋势图;根据隐患源等级、隐患治理方式及责任单位等进行年度、月度和周度统计;同样,也可对风险管理和纠违管理进行周度、月度、年度统计。引入数据挖掘和分析算法,对排查出的隐患和风险进行分析,实现预警。

职业技能提升:系统上传了煤矿安全生产的相关书籍,可通过线上分组和检索学习相关政策法规。同时,员工可根据自身情况制定合适的学习计划,负责人可根据员工的学习计划制定线上考试计划,以督促员工学习。

4 结语

介绍了煤矿安全生产标准化信息管理系统总体设计及“4A”式信息管理模式、多维信息深度关联、多屏联动系统控制等关键技术,给出了系统功能架构及标准化检查、风险分级管控、隐患排查治理等功能的具体实现。该系统建立了集煤矿安全生产标准化检查、事故隐患排查及风险分级管控三位一体的综合化管理体系,满足了基层人员对日常管理业务的需求,建立了及时有效的工作核查体制,提高了煤矿日常安全生产信息管理水平。

2018 年 10 月,该系统在陕西陕煤铜川矿业有限公司玉华煤矿、陈家山煤矿、下石节煤矿和柴家沟煤矿进行现场应用,应用效果表明,“4A”式信息管

理模式提高了业务处理时效性,使得业务过程更加透明化。通过系统应用,管理人员动态掌握了标准化检查、隐患排查、风险管控、纠违处理情况,强化了煤矿日常各责任单位和各责任人的监督管理职责,提高了煤矿对隐患、风险及作业人员的日常管理水平。通过对煤矿日常隐患、风险等数据的统计分析,得出其相应的发展趋势,各部门根据分析结果可做到事前预防、事中监管、事后快速处理,对可能发生的安全生产事故及时进行预警。

参考文献 (References):

[1] 佟瑞鹏,李春旭,李阳. 煤矿安全管理行为评估方法研究[J]. 中国安全科学学报,2015,25(11):129-133.
TONG Ruipeng, LI Chunxu, LI Yang. Research on method for assessing safety management behavior in coal mine[J]. China Safety Science Journal, 2015, 25(11):129-133.

[2] 宝银县. 煤矿安全质量标准化建设模式及其效果评价研究[D]. 西安:西安科技大学,2013.
BAO Yintan. Construction model of coal mine safety quality standardization and effect evaluation research [D]. Xi'an:Xi'an University of Science and Technology, 2013.

[3] 孙继平. 煤矿信息化与自动化发展趋势[J]. 工矿自动化,2015,41(4):1-5.
SUN Jiping. Development trend of coal mine informatization and automation[J]. Industry and Mine Automation,2015,41(4):1-5.

[4] 胡江凡,李鹏程,吴祥银. 基于 ArcGIS 的露天煤矿安全质量标准化信息系统[J]. 露天采矿技术,2015(9):45-47.
HU Jiangfan, LI Pengcheng, WU Xiangyin. Open-pit coal mine safety and quality standards information system based on ArcGIS [J]. Opencast Mining Technology,2015(9):45-47.

[5] 王佳鑫,谭威威. 实施安全生产标准化建设的意义[J]. 煤矿安全,2013,44(4):227-229.
WANG Jiaxin, TAN Weiwei. The meaning of safety production standardization construction[J]. Safety in Coal Mines,2013,44(4):227-229.

[6] 芦海涛,郑军委. 浅谈质量标准化工作在煤矿安全生产的重要地位[J]. 价值工程,2013,32(21):201-202.
LU Haitao, ZHENG Junwei. Importance of quality standardization in work safety in coal mine[J]. Value Engineering,2013,32(21):201-202.

[7] 梁子荣,辛广龙,井健. 煤矿隐患排查治理、煤矿安全质量标准化与煤矿安全风险预控管理体系三项工作关系探讨[J]. 中国煤炭,2015,41(7):116-119.
LIANG Zirong, XIN Guanglong, JING Jian. Discussion on three works relationships of hidden trouble investigation and control and safety quality standardization and safety risk prevention and control management system [J]. China Coal, 2015, 41 (7): 116-119.

[8] 李树刚,马莉,杨守国. 互联网+煤矿安全信息化关键技术及应用构架[J]. 煤炭科学技术,2016,44(7):34-40.
LI Shugang, MA Li, YANG Shouguo. Key technology and application framework of Internet plus mine safety informationization [J]. Coal Science and Technology,2016,44(7):34-40.

[9] 谭章禄,王泽,陈晓. 基于 LDA 的煤矿安全隐患主题发现研究[J]. 中国安全科学学报,2016,26(6):123-128.
TAN Zhanglu, WANG Ze, CHEN Xiao. Research on topic extraction for coal mine hidden danger based on IDA[J]. China Safety Science Journal, 2016, 26 (6): 123-128.

[10] 吴飞. 煤矿企业隐患排查治理信息管理系统的设计[J]. 中国煤炭,2018,44(5):74-77.
WU Fei. Research and design on information system of hidden trouble spot check management of coal enterprises[J]. China Coal,2018,44(5):74-77.

[11] 郑丽. 安全生产风险管控信息系统研究及设计[J]. 煤炭工程,2017,49(11):127-129.
ZHENG Li. Research and design of safety production risk management information system [J]. Coal Engineering,2017,49(11):127-129.

[12] 赵红泽,何桥,韦钊,等. 煤矿安全隐患排查治理能力集对分析评估模型[J]. 工矿自动化,2017,43(2):81-85.
ZHAO Hongze, HE Qiao, WEI Zhao, et al. Set pair analysis and evaluation model of security risks investigation and govern ability of coal mine [J]. Industry and Mine Automation,2017,43(2):81-85.

[13] 郝红勋,刘纪坤,王翠霞,等. 煤矿事故隐患防控技术研究[J]. 中国安全生产科学技术,2011,7(9):135-138.
HAO Hongxun, LIU Jikun, WANG Cuixia, et al. The prevention and control technology of potential accidents in coal mine[J]. Journal of Safety Science and Technology,2011,7(9):135-138.