

文章编号:1671-251X(2019)11-0055-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2019040041

煤矿隐患排查信息管理系统研究现状与展望

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. 陕西陕煤铜川矿业有限公司, 陕西 铜川 727000)



扫码移动阅读

摘要:总结了煤矿事故隐患的分类与整改方式。从技术支撑体系、信息采集方式、功能模块 3 个方面阐述了煤矿隐患排查信息管理系统的研究现状,指出现有煤矿隐患排查信息管理系统存在缺少对事故隐患采集信息准确性、时效性的保障功能和对应急响应信息化支持,无法做到多终端关联互动等问题。从技术和功能 2 个方面展望了系统发展方向:技术方面,对煤矿事故隐患信息进行多维分析与展示、建立多智能终端与 PC 端关联互动的互联网+协同信息处理模式、采用微服务架构设计;功能方面,提供组群、定制信息推送、职业技能线上学习功能,将关键功能延伸至手机端。

关键词:煤矿事故隐患;事故隐患排查;隐患排查信息管理;事故隐患分类;应急响应;协同信息处理
中图分类号:TD79 文献标志码:A

Research status of hidden danger investigation information management system of coal mine and its prospect

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 Western Mine Exploitation and Hazard Prevention of Ministry of Education, Xi'an 710054, China;
- 3.Shaanxi Coal Tongchuan Mining Co., Ltd., Tongchuan 727000, China)

Abstract: Classification and rectification modes of accident hidden dangers in coal mine were summarized. Research status of hidden danger investigation information management system of coal mine were expounded from three aspects of technical support system, information collection mode and function modules. It was pointed out that there were some problems in existing hidden danger investigation information management systems of coal mine including lack of correctness and timeliness assurance function of collected accident hidden danger information and informationization support of emergency response, inability to realize multi-terminal interaction, etc. Development directions of the system were prospected from two aspects of technology and function. In technology aspect, accident hidden danger information of coal mine would be multi-dimensionally analyzed and showed, Internet plus cooperative information processing mode of multi intelligent terminals relating to PC would be built, and the system would be designed by use of micro-services architecture. In function aspect, functions of grouping, custom information pushing and online learn of vocational skills would be supplied, and some key functions would be embedded in mobile phone.

Key words: accident hidden danger in coal mine; accident hidden danger investigation; hidden danger

收稿日期:2019-04-13;修回日期:2019-10-22;责任编辑:李明。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(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、矿井灾害防治技术方面的教学与科研工作,E-mail:1157076743@qq.com。

引用格式:张俭让,黄玉鑫,闫振国,等.煤矿隐患排查信息管理系统研究现状与展望[J].工矿自动化,2019,45(11):55-58.
ZHANG Jianrang, HUANG Yuxin, YAN Zhenguo, et al. Research status of hidden danger investigation information management system of coal mine and its prospect[J]. Industry and Mine Automation, 2019, 45(11): 55-58.

investigation information management; classification of accident hidden danger; emergency response; cooperative information processing

0 引言

《煤炭工业发展“十三五”规划》中指出,煤炭行业发展仍处于可以大有作为的重要战略机遇期,也面临诸多矛盾叠加、风险隐患增多的严峻挑战。近年来,我国在控制煤炭产能的同时,也在加大煤矿安全监管力度,以降低事故率。煤矿死亡人数由 2008 年的 3 210 人降低到 2018 年的 333 人,原煤生产百万吨死亡率由 1. 182 降至 0. 093,这也是我国煤矿百万吨死亡率首次降到 0. 1 以下,煤矿安全生产形势持续稳定好转,但与一些发达采煤国家相比仍存在一定差距^[1],重特重大事故时有发生。导致事故发生的客观原因是我国地质条件较为复杂、作业人员专业素质较低、煤矿安全法律法规不健全等,但主要原因是煤矿生产作业环境中存在大量的事故隐患,且未能及时对其进行分析和排查处理。隐患源于生产,生产即存在隐患,如不能有效治理隐患,将无法对煤矿生产提供相应的安全保障。煤矿隐患排查信息管理体系的建立有利于实现煤矿事故隐患的全面排查、及时上报和处理。

本文总结了煤矿事故隐患分类及整改方式,阐述了煤矿隐患排查信息管理体系的研究现状,在分析现有系统问题的基础上展望了系统发展方向,旨在为我国煤矿事故隐患排查治理工作提供指导,为煤矿隐患排查信息管理体系的发展提供借鉴。

1 煤矿事故隐患分类

《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》对“隐患”的定义为“生产经营单位违反安全生产法律、法规、规章、标准、规程和安全生产管理制度的规定,或者因其他因素在生产经营活动中存在可能导致事故发生的物的危险状态、人的不安全行为和管理上的缺陷”。对隐患进行合理的分类可提高隐患排查效率且更有针对性。中国平煤神马集团根据《国务院关于预防煤矿生产安全事故的特别规定》和《煤矿重大安全生产隐患判定标准》等,将隐患按照整改难易程度分为 A—E 5 个等级,将隐患种类分为 11 类。王龙康等^[2]以 LEC 法为例,结合对隐患风险大小及其后果的分析,将隐患分为重大隐患风险、较大隐患风险、一般隐患风险、低隐患风险 4 个等级。庞绪峰等^[3]通过计算隐患的概率指数,用取值范围的方式将隐患分为一般、较大、重大和特别重大 4 个等级。综合考虑煤矿实际,根据煤矿安全生产相关法律、法

规、标准和文件规定,以及隐患性质及其整改方式,将煤矿事故隐患分为 A,B,C 三级,具体见表 1。

表 1 煤矿事故隐患分类及整改方式
Table 1 Classification and rectification modes of accident hidden dangers in coal mine

监控级别	隐患级别	整改方式
一般监控(A 级)	一般事故隐患	现场整改
重点监控(B 级)	较大事故隐患	限时整改
特别监控(C 级)	重大事故隐患	煤矿企业应立即停止生产、施工,向上级部门报告隐患,并由主要负责人组织制定事故隐患治理方案

2 煤矿隐患排查信息管理体系研究现状

煤矿隐患排查信息管理体系的出现改变了传统的煤矿隐患排查方式,使得隐患排查效率更高。近年来,随着信息化技术的快速发展,煤矿隐患排查信息管理体系在技术支撑体系、信息采集方式及功能模块设计方面的研究有了很大突破^[4]。

2.1 系统技术支撑体系

目前国内煤矿隐患排查信息管理体系主要基于 SQL Server2010 和 Visual Studio2008 平台开发,多采用 B/S 架构。该架构模式以 Web 技术为基础并简化了客户端,使用户操作更为简单。张绍敏等^[5]基于 Web、网络数据库等技术设计了可运行在 Intranet 上的煤矿安全信息管理体系。闫海英等^[6]开发了基于 Web 技术的煤矿安全信息管理体系。董丁稳^[7]以 Microsoft. NET 为平台,开发了煤矿本质安全管理信息系统,为构建煤矿本质安全信息化平台提供了方法。

系统的后台服务器主要采用 Windows 系统,简单易操作。数据库的建立以 Oracle,MySQL,SQL Server 为主。在系统设计过程中,采用分布式计算机技术,数据库和应用服务器端完成与数据访问相关的应用逻辑计算,客户端采用 Ajax 等技术实现数据校验、局部动态刷新和其他非数据访问等功能,可满足多用户同时访问需求,且网络部署较简单^[8]。

2.2 系统信息采集方式

传统的隐患信息采集主要依靠手工记录,存在描述不准确、信息处理不及时等问题。鉴此,崔超^[9]提出利用 PDA(Personal Digital Assistant,掌上电脑)作为隐患信息采集工具,通过 PDA 摄像头实现拍照、录像等多媒体功能,多角度描述隐患信息,利

用 PDA 中 RFID 读写功能识别井下信息采集员的身份信息,并将信息通过光纤、WiFi、GSM 等方式上传,之后进行数据处理。PDA 隐患信息采集流程如图 1 所示。

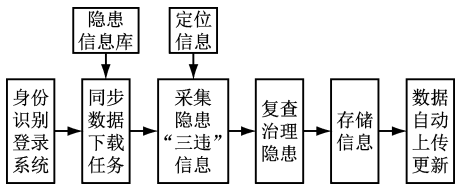


图 1 PDA 隐患信息采集流程

Fig. 1 PDA hidden danger information collection process

PDA 在精准定位隐患方面存在缺陷。针对该问题,许俊等^[10]提出基于 GIS 的煤矿事故隐患排查系统,信息采集员需在安全监管人员的监督下,利用手持终端将采集的隐患信息与该隐患对应的位置信息录入 GIS,并上报隐患排查过程,实现了井下事故隐患信息的精准定位。

近年来,随着智能手机的迅速发展,煤矿企业利用矿用手机作为事故隐患信息采集设备已逐渐普及。郭旭敏^[11]提出一种基于 Android 平台的煤矿隐患排查系统,如图 2 所示。该系统由服务层、访问层和数据处理层构成。服务层主要面向信息采集员与安全监管人员,辅助相关人员执行隐患排查任务;访问层主要实现隐患信息上传及信息日常推送;数据处理层采用 Oracle 数据库,由后台服务器和 Web Service 组成,后台服务器通过 Web Service 与客户端进行数据传输,数据传输采用 json 或 xml 格式,矿级管理层可以根据具体情况制定专项检查和随机检查,从而督促隐患排查工作。

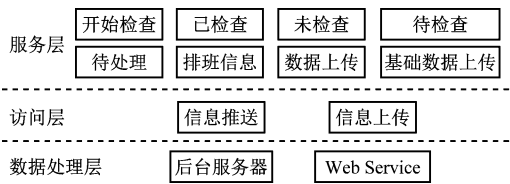


图 2 基于 Android 平台的煤矿隐患排查系统

Fig. 2 Hidden danger investigation system of coal mine based on Android platform

2.3 系统功能模块

传统的隐患排查工作包括检查、手写整改通知单或隐患简报、整改、复查等环节,过程繁琐,且工作量较大,容易出错。随着隐患排查技术向智能化、科学化方向发展,许多煤矿企业设计了符合自身特点的事故隐患排查信息管理系统并对其不断完善。现有系统主要功能模块如图 3 所示。

娄巍^[12]在已有综合信息网络平台基础上,开发了安全隐患排查信息系统,实现了各级单位隐患填报、隐患整改、报表统计、隐患查询、系统管理等功

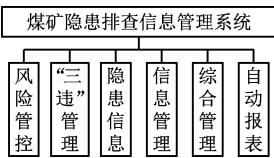


图 3 煤矿隐患排查信息管理系统功能模块

Fig. 3 Function modules of hidden danger investigation information management system of coal mine

能,并可对隐患治理过程进行动态跟踪和监管,但在辅助人员决策方面存在缺陷。李崇^[13]提出将上述系统与人员定位管理系统相结合,并增加了短信通知和报表导出、分析等功能,对未处理和到整改期限的隐患进行短信提醒,将隐患发现人的定位信息和隐患位置信息进行比较,确认该隐患信息的真实性,并分析隐患各项指标,从而对整改人员起到辅助决策作用。胡镇峰等^[14]研发了基于局域网的隐患排查管理信息系统,引入协同软件技术作为系统闭环管理技术上的支撑,通过建立隐患排查知识库体系,提供数据统计分析和可视化查询功能。刘祥龙等^[15]开发的煤矿隐患排查治理监管系统除常规功能模块外,还设置了电子签章接口模块,提高了隐患排查治理过程中审批效率。

3 煤矿隐患排查信息管理系统发展方向

目前煤矿隐患排查信息管理系统多为信息报送系统,缺少对事故隐患采集信息准确性、时效性的保障功能,难以支撑及时、有效的工作核查,同时缺乏对应急响应和信息化支持,难以在应急响应时实现高效协同工作。另外,系统主要实现隐患信息数据的简单化管理,如何做到多终端关联互动,实现隐患信息的不落地处理及应急响应的智能化处置,并通过对隐患数据进行多维分析实现隐患的预测预警,是系统的主要发展方向。

3.1 系统技术方面

(1) 任何煤矿事故的发生都是致灾因素综合作用的结果,呈现出一定的特点和规律,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、运输等专业;11 月是重大事故的高发月,主要发生在采煤、掘进等一线岗位。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。大数据、云计算的发展为挖掘事故隐患与各因素之间的耦合关系提供了条件。为有效遏制煤矿事故发生,将煤矿事故隐患信息与场所、专业、时间及岗位相关联,进行多维分析与展示,从而实现多方面、多角度的预测预警分析,成为煤矿隐患排查信息管理系统的发展趋势。

(2) 一般来说,煤矿事故影响较大,需要及时响

应,因此隐患处理人员在发现事故隐患的第一时间必须采用各种手段进行处理,智能手机、PDA 等终端的出现为这种需求提供了有利条件。通过构建智能手机、PDA 等多种终端与 PC 端关联互动的互联网+协同信息处理模式,可在任何场所通过智能终端登录煤矿隐患排查信息管理系统并对事故隐患信息进行处理。因此,多终端协同处理事故将是煤矿隐患排查信息管理系统的一个研究方向。

(3) 煤矿专业众多,仅煤矿安全生产标准化涉及的管理范围就有 11 大类,不同业务系统之间大多相互独立,资源不能共享,且新建系统无法很好地与其他系统融合。微服务是在 SOA(Service-Oriented Architecture,面向架构的服务)上的提升,微服务架构强调“业务需要彻底组件化、服务化、去中心化”,为 80%SOA 架构思想+100%组件化架构思想+80%领域建模思想,可实现系统间独立部署、灵活扩展,有效避免服务之间争用数据库和缓存资源问题。因此,微服务架构将成为煤矿隐患排查信息管理系统架构设计趋势。

3.2 系统功能方面

(1) 系统提供灵活组群功能。可按照领导层级和组织机构组成工作圈,依工作任务组成任务圈,并可在专网人员内自由组合朋友圈,实现便捷的情况沟通、任务分解、工作安排、督促检查、工作过程留痕、信息汇总存储等功能。支持手机端便捷处理或与他人协同处理常规化检查报表、确认、签字、文书提交/下发等工作,使隐患排查治理等业务随时随地延伸至每一个人,有效提升工作效率。组群功能可保证应急响应的层级领导与团队协同,实现分层级的群组式语音及文字联络,提供应急响应条件下的“一对多”通话和信息发送模式,有效提升应急响应的信息支持水平。

(2) 系统内实现定制信息推送功能,通过对各类信息智能筛选与重组,为各岗位人员提供精准的信息支持。提供二维码等任务跟踪检查功能,辅助各级领导随时了解已布置任务的进展情况,实现任务布置、跟踪、检查、终结的闭环管理。

(3) 系统关键功能延伸至手机端,形成对 PC 端的强有力补充和辅助,实现专网内手机之间语音、文字、定制文档、图像、视频的实时传输与共享,由此建立最广泛、及时、可靠的隐患信息采集与处理系统。

(4) 提供职业技能线上学习模块,制定学习计划并实行周考或月考机制,由领导审核学习成果,并根据学习成果制定相应奖罚措施。

4 结语

煤矿隐患排查信息管理系统的建立使煤矿事故

隐患排查工作更加快捷化、系统化、科学化、规范化,实现了对隐患处理的实时跟踪及统计分析,降低了事故发生率。系统还需解决关键性技术问题,以提高事故隐患排查效率,同时研发更加丰富的功能模块,以降低隐患信息管理难度。

参考文献(References):

- [1] 王龙康. 煤矿安全隐患层次分析与预警方法研究[D]. 北京:中国矿业大学(北京),2015.
WANG Longkang. The hierarchy analysis for hidden danger and research on early warning method in coal mine[D]. Beijing: China University of Mining and Technology(Beijing),2015.
- [2] 王龙康,聂百胜,蔡洪检,等. 煤矿安全隐患动态分级闭环管理方法及应用[J]. 中国安全生产科学技术,2017,13(6):126-131.
WANG Longkang, NIE Baisheng, CAI Hongjian, et al. Approach for dynamic classified and closed-loop management of potential safety hazard in coal mine and its application[J]. Journal of Safety Science and Technology,2017,13(6):126-131.
- [3] 庞绪峰,于秀娟,张伟. 煤矿隐患排查治理与预警体系研究[J]. 煤矿安全,2016,47(12):226-229.
PANG Xufeng, YU Xiujian, ZHANG Wei. Research on hidden danger check and control and early warning system for coal mine[J]. Safety in Coal Mines,2016,47(12):226-229.
- [4] 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 Jiyi, WANG Haining. Overall coalmine safety monitoring and management system based on cloud computing[J]. Journal of China Coal Society,2011,36(5):873-877.
- [5] 张绍敏,王敏,谭克兵,等. 煤矿安全信息管理系统的开发与应用[J]. 采矿技术,2005,5(1):61-64.
ZHANG Shaomin, WANG Min, TAN Keping, et al. Development and application of coal mine safety information management system [J]. Mining Technology,2005,5(1):61-64.
- [6] 闫海英,郭德勇,武豫鲁. 基于 Web 和 DW 的煤矿安全信息管理系统的的设计[J]. 煤炭科学技术,2005,33(6):23-25.
YAN Haiying, GUO Deyong, WU Yulu. Design of mine safety information management system base on Web and DW[J]. Coal Science and Technology,2005,33(6):23-25.
- [7] 董丁稳. 煤矿本质安全管理信息系统研究[D]. 西安:西安科技大学,2010.
DONG Dingwen. Study on coal mine intrinsic safety

management information system [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2010.

[8] 赵作鹏,尹志民,陈金翠,等. 协同软件技术在煤矿隐患排查系统中的应用[J]. 煤炭工程, 2010, 42(5): 115-117.

ZHAO Zuopeng, YIN Zhimin, CHEN Jincui, et al. Application of collaborative software technology in mine hidden danger investigation system [J]. Coal Engineering, 2010, 42(5): 115-117.

[9] 崔超. 基于 PDA 的煤矿隐患排查系统研究[J]. 煤矿安全, 2014, 45(3): 224-226.

CUI Chao. Research on hidden danger investigation system of coal mine based on PDA [J]. Safety in Coal Mines, 2014, 45(3): 224-226.

[10] 许俊,田佩芳. 基于 GIS 的煤矿安全隐患排查治理综合信息管理平台设计及应用研究[J]. 中国煤炭, 2017, 43(1): 82-88.

XU Jun, TIAN Peifang. Study on design and application of integrated information management platform for mine hidden danger identification and management based on GIS [J]. China Coal, 2017, 43(1): 82-88.

[11] 郭旭敏. 基于 Android 平台的煤矿隐患排查系统的设计与实现[J]. 太原学院学报(自然科学版), 2017, 35(3): 63-66.

GUO Xumin. Design and implementation of investigation system of coal mine hidden danger based on Android [J]. Journal of Taiyuan University (Natural Science Edition), 2017, 35(3): 63-66.

[12] 娄巍. 鹤煤集团安全隐患排查信息系统的设计与实现[J]. 中州煤炭, 2009(9): 18-19.

LOU Wei. Design and realization of information system for hidden danger elimination [J]. Zhongzhou Coal, 2009(9): 18-19.

[13] 李崇. 煤矿安全隐患管理系统的开发与应用研究[J]. 煤炭技术, 2012, 31(5): 265-266.

LI Chong. Research on exploration and application of latent safety troubles in coal mines [J]. Coal Technology, 2012, 31(5): 265-266.

[14] 胡镇峰,张瑞新. 煤矿隐患排查管理信息系统的研究与实现[J]. 煤炭工程, 2013, 45(2): 132-134.

HU Zhenfeng, ZHANG Ruixin. Research and implementation of management information system for hidden dangers in coal mines [J]. Coal Engineering, 2013, 45(2): 132-134.

[15] 刘祥龙,陈绍杰,李改革. 隐患排查治理监管系统在潞安煤矿安全监管中的应用[J]. 华北科技学院学报, 2014, 11(7): 52-55.

LIU Xianglong, CHEN Shaojie, LI Gaige. Application of hidden danger investigation system in safety monitoring and management of Lu'an coal mine [J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2014, 11(7): 52-55.