

文章编号:1671-251X(2017)11-0011-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2017.11.003

煤矿井下固定场所和移动场瓦斯监测融合研究

贺耀宜^{1,2}, 贺安民³, 安世岗³, 吴茂晗⁴

(1.中煤科工集团常州研究院有限公司,江苏 常州 213015;2.天地(常州)自动化股份有限公司,江苏 常州 213015;3.神华神东煤炭技术研究院,陕西 榆林 719315;
4.北京邮电大学 自动化学院,北京 100876)

摘要:针对目前煤矿井下固定场所和移动场瓦斯监测分别由安全监控系统和智能瓦斯巡检系统来执行,数据缺乏关联的情况,分析了上述2类系统的应用现状和存在问题,提出将2类系统的数据进行融合,使固定场所的瓦斯监测与作业场所的瓦斯流动检测互为补充,从而实现井下瓦斯无死角监测。研究了2类系统数据融合需要解决的问题,即实现监测数据属性、位置信息、数据存储方式和数据表现方式等统一,监测数据与时间、空间信息统一,以及需要应用的关键技术,包括主数据管理平台、井下精确定位、“GIS一张图”等。

关键词:瓦斯监测;安全监控系统;瓦斯流动检测;智能瓦斯巡检;数据融合;无死角监测

中图分类号:TD76

文献标志码:A

网络出版时间:2017-10-27 08:25

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20171027.0825.003.html>

Research on gas monitoring fusion of fixed place and mobile situation in coal mine underground

HE Yaoyi^{1,2}, HE Anmin³, AN Shigang³, WU Maohan⁴

(1.CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China; 2.Tiandi(Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China; 3.Shenhua Shendong Coal Technology Research Institute, Yulin 719315, China; 4.School of Automation Engineering, Beijing University of Posts and Telecommunication, Beijing 100876, China)

Abstract: Existing gas monitoring of fixed place and mobile situation in coal mine underground is realized by safety monitoring system and intelligent gas inspection system separately. Monitoring data in the two systems has no relevance. Application status of the two systems was analyzed as well as existing problems. A viewpoint was proposed that data of the two systems could be fused, thus gas monitoring in fixed places and mobile gas detection in operation places could be supplementary to each other, so as to realize underground gas monitoring with no dead space. Main problems in data fusion of the two systems were researched, which were unifying monitoring data property, position information, data storage mode and data expression mode, and unifying monitoring data, time information and space information. Key technologies of the data fusion were also researched including main data management platform, accurate positioning of underground and a map of GIS.

Key words: gas monitoring; safety monitoring system; mobile gas detection; intelligent gas inspection;

收稿日期:2017-09-27;修回日期:2017-09-30;责任编辑:李明。

基金项目:“十三五”国家重点研发计划资助项目(2016YFC0801406-04);神华神东煤炭技术研究院科研项目(H2015008-4)。

作者简介:贺耀宜(1974—),男,陕西蓝田人,研究员,硕士,主要从事煤矿安全与信息化应用研究工作,E-mail:hyy@cari.com.cn。

引用格式:贺耀宜,贺安民,安世岗,等.煤矿井下固定场所和移动场瓦斯监测融合研究[J].工矿自动化,2017,43(11):11-15.

HE Yaoyi, HE Anmin, AN Shigang, et al. Research on gas monitoring fusion of fixed place and mobile situation in coal mine underground[J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(11): 11-15.

data fusion; monitoring with no dead space

0 引言

煤炭是中国主要能源,2012 年在一次性能源消费中占比 70% 以上。《能源行业加强大气污染防治工作方案》提出,到 2017 年煤炭占一次性能源消费总量的比重降低到 65% 以下。由于煤层赋存条件和地质情况存在差异,很多煤矿在生产过程中受到各类灾害特别是瓦斯灾害的严重威胁,预防瓦斯事故是煤矿安全工作的重中之重^[1-6]。国家煤矿安全监察局将“瓦斯检查制度不落实,瓦斯超限作业依然存在”作为目前国有煤矿在“一通三防”管理中的最突出问题提出,要求采取一切可行的手段,切实落实瓦斯检查制度,消灭瓦斯超限作业,保证煤矿安全工作^[7]。

近年来,随着科技的不断进步,越来越多的新技术和装备在煤矿得到了广泛应用,尤其是安全监控系统和智能瓦斯巡检系统的广泛应用,在煤矿安全监测、危险源辨识、隐患排查方面发挥了重要作用,保障了煤矿生产工作的顺利进行,有效推动了中国煤矿安全生产的巨大进步。其中,安全监控系统主要通过煤矿作业现场安装固定的传感器和执行器,实时监测现场环境参数和有害气体浓度,并具有灾害预警、自动报警、断电闭锁等功能,切实为煤矿安全生产提供保障;智能瓦斯巡检系统主要通过信息化手段对作业场所进行流动检测,切实落实瓦斯检查制度,进一步杜绝瓦检员“空班漏检”现象,将瓦斯检查工作管理科学化、智能化、规范化,是保障煤矿安全生产的另一项重要手段^[8-13]。

然而,在日常煤矿安全管理中,由于智能瓦斯巡检系统的数据和安全监控系统的数据分别属于不同的系统,日常管理中相对独立运行,且在不同煤矿由不同部门进行管理,造成数据之间缺少关联,导致煤矿在瓦斯防治方面的效果大打折扣。本文主要研究如何将安全监控系统与智能瓦斯巡检系统数据进行有机融合,使固定场所的瓦斯监测与作业场所的瓦斯流动检测互为补充,从而实现矿井瓦斯无死角监测,提高瓦斯防治效果。

1 安全监控系统现状

1.1 系统现状

结合《煤矿安全规程》规定,装备安全监控系统、

实现瓦斯连续监控是煤矿瓦斯治理的一道防线。

安全监控系统主要融合了传感、电气控制和防爆、信息传输、计算机等技术,对煤矿井下作业场所的有毒、有害气体及温度等环境参数,矿井生产各环节工况进行监控,并实现超限报警、断电和闭锁等功能。2016 年 12 月,国家煤矿安全监察局印发了关于《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的通知,技术方案要求一方面要促进安全监控新技术和装备的推广应用,提高装备的抗干扰、防护等级和智能化水平;另一方面要促进安全监控多元数据融合和信息共享,实现紧急情况下的应急联动,提高煤矿安全预警、预报水平^[14]。

目前,安全监控系统在设备防护等级方面由 IP54 提升到 IP65,在抗干扰设计方面对设备提出通过 EMC 2~3 级抗扰度试验,进一步增强设备和系统的抗干扰能力;在智能化方面实现了传感器属性、执行器参数自动默认设置,模拟量传感器到期未标校提醒,模拟量传感器、电源、执行器等设备工作状态判断,环境参数超限报警,中心站软件各类故障自诊断,伪数据及异常数据标注分析等功能;在系统融合方面主要在地面融合环境监测、人员定位、应急广播,未涉及智能瓦斯巡检系统。通过升级改造,安全监控系统有效提高了稳定性、可靠性和智能化程度。

1.2 系统管理中存在的问题

由于安全监控系统的传感器、电源、执行器均是按照 AQ 1029—2007《煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范》的规定设置^[3],传感器的安装位置和数量能够满足规范要求,但数量有限,只能满足固定作业场所的环境参数监控需要,对于没有安装传感器的作业场所或巷道无法实施监控。同时,每台传感器的安装位置都无法在系统软件中具体描述详细坐标点,只是人为描述安装位置名称,只能明确大致安装位置。某些煤矿作业现场的传感器并未严格按照上述规范规定的位置设置,但在系统中却示意性标注了规范规定的位置,导致系统在日常作业过程中失去实际监控意义。

2 智能瓦斯巡检系统现状

2.1 系统现状

由专职瓦检员配备光瓦检测仪检查固定或临时瓦斯检查点和配备便携式瓦检仪对瓦斯进行流动式

检测是煤矿瓦斯治理的另外一道防线。

以前,在瓦斯巡检工作中存在的主要问题是瓦检员的责任心不强,经常出现“空班漏检”现象,导致安全隐患无法杜绝。随着信息化技术的发展和新技术成果的应用,智能瓦斯巡检系统应运而生。每个瓦检员配备一套便携式智能瓦斯检测装备,提前将巡检任务按照巡检路线、检查点、检查时间和检查次数下发到设备中,在下井巡检过程中,每到一处检查点,通过扫描现场的地址标志卡,即可自动进入该地点的巡检任务操作界面,自动采集瓦斯、一氧化碳、二氧化碳、氧气、温度等环境参数,还可通过手工采集其他隐患信息、与光瓦检测仪的比对信息等。这些信息通过井下无线网络及时传输到地面智能瓦斯巡检系统中,保证瓦斯超限信息和现场瓦斯传感器异常情况及时得到响应和处理。由于所有检查过程均通过便携式智能瓦斯检测装备来操作,实现了巡检信息的电子化管理,有效杜绝了人为作弊情况;安全监管人员可通过系统对瓦检员日常的巡检工作和任务进行自动比对,对未正常执行巡检任务的行为进行处罚,有效避免了“空班漏检”;建立的数据管理平台为后期全面分析、预测瓦斯数据提供依据^[12-13]。

2.2 系统存在的缺陷

目前的智能瓦斯巡检系统对于设置现场地址标志卡的检查点能够详细描述巡检内容、巡检时间、巡检路线、巡检次数等信息。但在行走过程中通过便携式智能瓦斯检测装备自动采集的移动场环境参数信息无法准确描述,只能在系统中标志出环境参数、巡检时间,无法标志巡检路线和地点,有些系统只是简单通过前次巡检地址和下次巡检地址对移动场的采集信息进行人为分析处理,缺乏科学依据。

3 煤矿井下固定场所和移动场瓦斯监测融合需解决的问题

对于煤矿井下作业场所的瓦斯检测主要有2种手段,即安全监控系统和智能瓦斯巡检系统。前者按照AQ 1029—2007在规定的固定场所安装相应的传感设备和执行器,对现场的有毒、有害气体和温度等环境参数进行连续不间断监测,当达到一定的危险程度时进行声光报警,必要时执行断电闭锁操作,并提供应急辅助信息。后者是由专职人员携带便携式智能瓦斯检测装备,按照瓦斯检查制度对未安装固定式传感设备的作业场所的有毒、有害气体

和温度等环境参数进行流动检测,并将检测到的信息通过井下无线网络及时传输到地面监测中心,保证安全监管人员能够及时掌握井下移动场的环境安全状况。如果能够将2类系统产生的数据融合在一起,既能实现对固定场所的实时监测,又能实现对移动场的连续检测,还能对瓦检员的任务执行情况进行跟踪监督,进而实现对煤矿井下作业场所瓦斯无死角连续监测,对于预防瓦斯事故、提高煤矿安全生产管理水平具有重大意义。

然而,由于2类系统在数据属性、位置信息、数据存储方式和数据表现方式等方面存在较大差别,要实现真正融合,需解决下列问题:①数据在属性描述方面不一定统一,如通过瓦斯巡检对某个固定场所的传感器数据进行比对,或对规定的检查点进行巡检时,同一地点的“作业地点”在不同系统中的描述可能不一致。传感器和便携式智能瓦斯检测装置针对同一环境监测类型的描述也可能不一致。②固定地点的传感器有相对可描述的位置信息,而巡检时所经过的移动场的检测信息难以描述位置信息。③数据存储时所采用的数据库、格式可能不一致。④监测信息如何同时在“一张图”上表现。

要解决上述问题,使2类系统数据有机融合在一起,需要将监测数据属性、位置信息、数据存储方式和数据表现方式等进行统一,同时将监测数据与时间、空间信息进行统一。

4 井下固定场所和移动场瓦斯监测融合的关键技术

要解决2类系统数据融合遇到的问题,需要研究应用主数据管理平台、井下精确定位、“GIS一张图”等关键技术。

4.1 主数据管理平台

对于企业数据管理来说,将企业最核心、最需要共享、最需要被多个业务或跨部门业务进行重复使用的数据进行统一构建,并以服务的方式提供给需要使用数据的各类业务系统,实现数据在不同业务系统之间交互的一致性,这些数据就叫主数据^[15-16]。主数据管理平台主要应用在信息化系统集成项目中,已成功应用于山西晋能集团有限公司信息化集成项目中。

本文研究的2类系统融合需要共享的数据主要涉及相关监测数据属性、统一监测地点描述、巡检人

员所在部门机构描述、用户权限、2 类系统中的其他关联属性等。这 2 类系统属于异构系统,每个系统的数据信息不够全面,且相同属性的信息在不同系统中的描述不一致,因此需要建立主数据管理平台,将这些数据进行统一管理。主数据建立起来后,这些数据在 2 类系统中即可重复使用,实现信息共享。由于主数据在数据库中单独建立,且维护也是独立的,所以对于 2 类系统来说也是同步的。在 2 类系统的数据库中只需将主数据与其他数据建立关联关系,即可保证相同属性的信息在 2 类系统中的一致性。

4.2 井下精确定位技术

要将 2 类系统的数据有机融合在一起,监测点位置精确定位非常重要。煤矿井下精确定位技术由于受到井下受限空间和恶劣环境的影响,在定位精度、抗干扰性、低功耗、实时性、可实现性方面有较多考虑。从试验研究和现场应用来看,目前主要有 2 种技术比较成熟,一种是采用 ZigBee 和 WiFi 技术、依据无线信号传输损耗模型计算移动节点与锚节点距离的 RSSI 精确定位技术,另一种是采用 802.15.4a 技术规范定义、依据电磁波传输时间计算距离的 SDS-TW-TOA 精确定位方法。目前,这 2 种技术在井下移动目标精确定位方面都有较好的应用效果^[17-19]。

实际应用中,可按照煤矿物联网的发展要求,结合成本管理,利用任一种精确定位技术来对安全监控系统的传感设备、数据采集装置及信息传输网络进行改造,使每台设备都有相对精确的位置坐标。同时,在智能瓦斯巡检系统的便携式智能瓦斯检测装置中增加精确定位模块,使每台设备在移动巡检过程中能够标记相对精确的位置坐标。这样,无论是固定式传感设备,还是流动检测设备,在日常工作中都有精确的位置信息,结合主数据管理平台,保证 2 类系统中每个设备的位置信息都能统一管理。

4.3 “GIS 一张图”技术

目前,基于 GIS 的“一张图”技术已经在煤矿安全生产管理中得到应用。该技术主要是将地质、测量、通风、采掘、生产动态等多源数据融合在一起,在此基础上,进一步按照集成规范将环境、工况、人员等动态监控数据进行集成,使煤矿各类数据之间产生关联,实现多源数据的规范化表达与管理,达到信息之间的无缝共享,使煤矿不同专业的用户在统一

平台上应用、查看所关心的信息,从而通过“一张图”实现煤矿的安全、生产一体化监管^[19-20]。

利用“一张图”技术将煤矿井下的地质、测量、通风、采掘、生产动态等数据进行实例化,形成可供固定作业场所和移动场瓦斯动态监测的统一底图,利用主数据管理平台和井下精确定位技术,将井下位置坐标信息和监测地点信息进行关联,在此基础上,将固定地点的传感器属性、传感数据和巡检人员在井下行走途中的移动场检测数据、时间等信息动态叠加在“一张图”上。由于传感器属性、位置坐标、监测地点信息、瓦斯检测数据、巡检人员信息、数据存储方式和时间在时空上达到了统一,所以“一张图”上的信息和实际作业现场的位置监测信息有机融为一体,达到全矿井瓦斯的无死角动态监测,同时对安全监控系统传感设备的维护信息进行统一监管。

5 结语

通过对煤矿井下固定场所和移动场瓦斯监测信息充分融合的重要性和需要解决的问题进行研究探讨,提出从主数据管理平台建立、井下精确定位技术应用、“GIS 一张图”技术应用 3 个方面实现 2 种场所的瓦斯监测融合。由于相关技术比较成熟,目前已经在煤炭行业信息化建设中得到应用,所以提出的技术方案是可行的,对于实现煤矿井下瓦斯全方位实时监测具有一定的指导意义。

参考文献(References):

- [1] 梁秀荣,朱小龙. 煤矿安全监测监控系统有关问题的探讨[J]. 煤炭科学技术,2006,34(8):69-71.
LIANG Xiurong, ZHU Xiaolong. Discussion on several issues of mine safety monitoring and control system[J]. Coal Science and Technology, 2006, 34(8):69-71.
- [2] 李继林. 煤矿安全监控系统的现状与发展趋势[J]. 煤炭技术,2008,27(11):3-5.
LI Jilin. Present situation and development of coal mine safety monitoring system[J]. Coal Technology, 2008, 27(11):3-5.
- [3] 赵丹,刘剑,马恒,等. 煤矿安全监测监控系统传感器设置[J]. 煤矿安全,2009,40(10):64-67.
ZHAO Dan, LIU Jian, MA Heng, et al. Sensor setting of safety monitoring and controlling system in coal mine[J]. Safety in Coal Mines, 2009, 40(10):64-67.
- [4] 刘源骏,袁梅,马科伟. 煤矿安全监测监控系统探讨

- [J]. 矿业工程, 2010, 8(2): 49-51.
- LIU Yuanjun, YUAN Mei, MA Kewei. Discussion of monitoring & measuring system for safety of coal mine[J]. Mining Engineering, 2010, 8(2): 49-51.
- [5] 仲丽云. 煤矿安全监控系统存在的问题及其改进探讨[J]. 工矿自动化, 2010, 36(6): 92-94.
- [6] 毛桂萍. 浅谈煤矿安全监控系统在预防瓦斯灾害中的重要作用[J]. 科技信息, 2012(10): 371-372.
- [7] 国家安全生产监督管理总局. 重大安全生产隐患认定办法中的“瓦斯超限作业”[EB/OL]. (2007-05-22) [2017-09-09]. http://www.chinasafety.gov.cn/aqkp/2007-05/22/content_239756.htm.
- [8] 王婴, 谢俊生. 煤矿通风工区瓦斯巡检管理系统的研制[J]. 矿业安全与环保, 2009, 36(6): 36-38.
- WANG Ying, XIE Junsheng. Development of mobile gas detection and management system for coal mine ventilation district [J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2009, 36(6): 36-38.
- [9] 梁鹏, 黄金波, 王德伟. 煤矿智能瓦斯巡检管理系统的研制[J]. 工矿自动化, 2011, 37(8): 84-87.
- LIANG Peng, HUANG Jinbo, WANG Dewei. Development of intelligent gas patrol management system of coal mine [J]. Industry and Mine Automation, 2011, 37(8): 84-87.
- [10] 许怀亮, 李崇山, 马勇, 等. 煤矿瓦斯跟踪巡检预警系统研制[J]. 中国矿业, 2012, 21(6): 108-111.
- XU Huailiang, LI Chongshan, MA Yong, et al. Development of mine gas tracing inspection forewarning system [J]. China Mining Magazine, 2012, 21(6): 108-111.
- [11] 万振华, 何晓军. 浅析瓦斯巡检系统在煤矿安全生产中的应用[J]. 科技与企业, 2015(13): 156.
- [12] 叶锦娇. 基于无线传感器网络的煤矿瓦斯巡检管理系统[J]. 煤矿安全, 2012, 43(3): 63-65.
- YE Jinjiao. Coal mine gas patrol inspection management system based on wireless sensor networks[J]. Safety in Coal Mines, 2012, 43(3): 63-65.
- [13] 陈小林, 孙金钰. 煤矿智能分体式瓦斯巡检系统设计[J]. 工矿自动化, 2016, 42(8): 6-9.
- CHEN Xiaolin, SUN Jinyu. Design of an intelligent seperated style gas inspection system for coal mine [J]. Industry and Mine Automation, 2016, 42(8): 6-9.
- [14] 国家安全生产监督管理总局. 国家煤矿安监局关于印发《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》的通知[EB/OL]. (2016-12-29) [2017-09-10]. http://www.chinasafety.gov.cn/newpage/Contents/Channel_6289/2017/0103/281591/content_281591.htm.
- [15] 陈君. 主数据管理平台建设研究[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(5): 134-136.
- CHEN Jun. Research on the construction scheme of enterprise master data management platform [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2016, 33(5): 134-136.
- [16] 林泳琴. 面向企业应用集成的主数据管理系统[J]. 电脑知识与技术, 2011, 7(19): 4521-4523.
- LIN Yongqin. Master data management for EAI[J]. Computer Knowledge and Technology, 2011, 7(19): 4521-4523.
- [17] 唐丽均, 杨智勇. 煤矿井下精确定位技术比较分析[J]. 煤矿现代化, 2014(4): 71-72.
- [18] 杨娟, 郭江涛. 基于 ZigBee 技术的矿井井下人员精确定位系统设计[J]. 中州煤炭, 2015(10): 25-27.
- YANG Juan, GUO Jiangtao. Design on precise positioning system for mine underground personnel based on ZigBee technology[J]. Zhongzhou Coal, 2015(10): 25-27.
- [19] 刘汝清, 逢思宇, 李爽. 基于 GIS 的煤矿井下移动目标定位技术分析[J]. 中国矿业, 2013, 22(3): 109-112.
- LIU Ruqing, PANG Siyu, LI Shuang. Analysis on the coal mine based on GIS mobile targeting technology [J]. China Mining Magazine, 2013, 22(3): 109-112.
- [20] 李红玲, 肖金榜. 煤矿“一张图”概念及其体系结构研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2014, 37(8): 168-171.
- LI Hongling, XIAO Jinbang. The concept of coal mine "one-map" and the study of its system structure[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2014, 37(8): 168-171.