

文章编号:1671-251X(2018)10-0015-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2018030085

煤矿安全监控系统瓦斯预警结果分析方法

蔡崇

(神华神东煤炭集团有限责任公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017200)

摘要:《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》明确提出监控系统应具备瓦斯涌出量预测预警功能,但是没有说明预警结果该如何分析。针对该问题,分析了监控系统瓦斯预警现状和特点,指出目前安全监控系统所涉及的瓦斯预警主要包括瓦斯涌出预警与瓦斯突出预警2个方面,提出利用预警识别率和误报率综合评价瓦斯预警结果的方法。对于瓦斯涌出预警,指出兼顾瓦斯涌出绝对量和瓦斯波动变化态势对预警指标做出必要的权衡,是瓦斯涌出预警必须考虑的重要因素之一。在瓦斯突出预警结果分析中,利用钻屑指标将瓦斯突出危险性划分为安全、威胁和危险3种状态,并按照危险状态阈值的80%设定威胁状态。

关键词:煤矿安全监控系统; 瓦斯预警; 瓦斯涌出预警; 瓦斯突出预警; 识别率; 误报率; 钻屑指标
中图分类号:TD67 文献标志码:A

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20180913.1829.002.html>

Analysis method of gas warning results of coal mine safety monitoring and control system

CAI Chong

(Shenhua Shendong Coal Group Corporation Limited, Ordos 017200, China)

Abstract: Technology schemes of upgrading of coal mine safety monitoring and control system clearly stated that monitoring and control system should have functions of predicting and warning of gas emission, but it did not explain how to analyze early warning results. In view of this problem, status and characteristics of gas warning of monitoring and control system were analyzed. It was pointed out that the gas warning involved in current safety monitoring and control system mainly includes two aspects: gas emission warning and gas outburst warning. Comprehensive evaluation method of gas warning results using early warning recognition rate and false alarm rate was proposed. For gas emission warning, it was pointed out that taking absolute amount of gas emission and change of gas fluctuations to make the necessary trade-offs for early warning indicators is one of the important factors that must be considered in the warning of gas emission. In analysis of warning results of gas outburst, drill cuttings index was used to classify risk of gas outburst into three states: safety, threat and danger, and the threat state was set according to 80% of the dangerous state threshold.

Key words: coal mine safety monitoring and control system; gas warning; gas emission warning; gas outburst warning; recognition rate; error rate of warning; drill cutting index

收稿日期:2018-03-28;修回日期:2018-08-29;责任编辑:胡娴。

基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFC0801804)。

作者简介:蔡崇(1970—),男,广东汕头人,高级工程师,主要研究方向为矿井通风和安全监测监控,E-mail:13947759016@126.com。

引用格式:蔡崇.煤矿安全监控系统瓦斯预警结果分析方法[J].工矿自动化,2018,44(10):15-18.

CAI Chong. Analysis method of gas warning results of coal mine safety monitoring and control system[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(10): 15-18.

0 引言

煤矿安全监控系统可监测煤矿的各种环境参数和设备状态,发现环境或设备异常时进行报警、断电控制和风电闭锁控制^[1],同时安全监控系统数据也是煤矿安全技术分析的重要数据来源^[2]。在煤矿安全监控系统数据应用方面,2016年发布的《煤矿安全监控系统升级改造技术方案》第九条明确提出,监控系统应该具有大数据分析与应用功能,在瓦斯预警方面,应具备瓦斯涌出量预测预警功能^[3-4],主要根据井下瓦斯、风速等数据预测瓦斯涌出量,并进行预测预警。但是关于瓦斯预警该解决哪些问题,预警的结果该如何分析,却没有明确的说明。监控系统厂家按照各自对瓦斯预警的理解进行监控系统升级,存在将分级报警当作预警分析来处理的情况。鉴此,本文就煤矿安全监控系统升级改造中瓦斯预警需要解决的问题及预警结果分析方法展开研究。

1 煤矿安全监控系统瓦斯预警概述

目前煤矿安全监控系统所涉及的瓦斯监测数据分析预警包括瓦斯涌出预警和突出预警2个方面。

(1) 瓦斯涌出预警。瓦斯超限积聚预警是监控系统较易实现的功能,瓦斯涌出预警在此基础上,结合一段时间瓦斯显现规律进行综合预警,实现实时在线预警与较长时段瓦斯显现规律变化分析^[5-6]。通过对监测数据进行实时在线分析,可科学评价矿井瓦斯安全状况并提供预警。同时,对实时采集的海量数据进行深度分析,还可定量揭示瓦斯显现规律的中长期变化特征,服务于矿井瓦斯安全管理规划^[7]。

(2) 瓦斯突出预警。借助非接触式的浓度特征法对煤与瓦斯危险性进行分析。煤与瓦斯突出是由地应力、煤层瓦斯含量和煤的物理力学性质综合作用的结果,分析瓦斯突出危险性需要从这三方面入手^[8]。相关突出预警分析团队认为,为了达到分析突出危险性的目的,需要借助新的矿井安全监控系统采集实时数据^[9],计算工作面瓦斯涌出量实时值,从瓦斯涌出量实时曲线中提炼出表征突出三因素的分析指标,主要包括地应力指标、瓦斯含量指标和煤体解吸特性指标。

2 瓦斯涌出预警结果分析

2.1 瓦斯涌出预警识别率分析

通过统计分析,在有效揭示瓦斯监测数据波动

变化基本特征的基础上,可以清晰地确定每一具体测点位置的瓦斯正常波动范围,进而准确辨识异常数据并发出预警^[10]。瓦斯涌出预警识别率分析流程如图1所示。其中, T 为预警总次数; N 为预警准确次数; C_n 为 n 时刻的瓦斯体积分数; L 表示时间,其值是可调的,本文取为5 min。

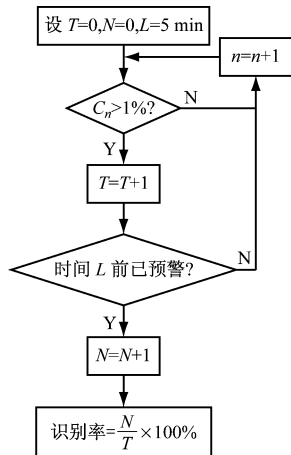


图1 瓦斯涌出预警识别率分析流程

Fig. 1 Analysis process of gas emission warning rate

当 C_n 值超过1%时,需要对时间 L 以前的预警情况进行统计。如果系统在时间 L 以前已发出预警,则认为本次预警识别准确。结合煤矿生产流程,建议 L 的值不超过30 min,视预警精度需求,可选择5,10,15,20,30 min作为预警时间。在每次超限前30 min之内进行预警是对监控系统瓦斯预警准确评价的必要条件,但不是充分条件。在每次超限都有预警的前提下,还需要减少误报警次数,即降低误报率。

2.2 瓦斯涌出预警误报率分析

分析瓦斯浓度序列可知,绝大部分数据反映的是矿井正常生产环境状况,由此可确定某测点监测数据的正常波动范围。若某处监测值超出正常波动范围,则认为出现了某种程度的异常。这是统计概念的正常与异常的处理思路与原则。但是,某些测点的日常瓦斯浓度值很低,当出现稍高的瓦斯监测值时,虽然从统计概念上的确出现了一定程度的异常,但是因其绝对值不大,仍无必要发出预警。因此,兼顾瓦斯涌出绝对量和瓦斯波动变化态势对预警指标做出必要的权衡,是瓦斯涌出预警必须考虑的重要因素之一^[11-12]。

瓦斯预警过程中的误报警不同于监控系统的误报警,它是指统计规律下对瓦斯动态涌出状况错误预警的一种状况。由于监控系统数据“冒大数”等传输错误及现场伪数据所导致的错误预警不属于误报

警^[13],对由于生产过程变化所导致的瓦斯涌出动态特征变化进行报警不属于瓦斯预警系统的误报警。

基于以上分析,本文定义准确报警情况包括以下2种:① 瓦斯体积分数大于1%。② 瓦斯体积分数在1%以内,但瓦斯体积分数绝对变化量增大0.3及以上,或者相对值增加100%。除此之外,均属于误报警范畴,这里给出的0.3和100%是推荐参数,现场应用时需结合实际瓦斯赋存情况适当调整。瓦斯预警误报率分析流程如图2所示,其中M为误报次数。

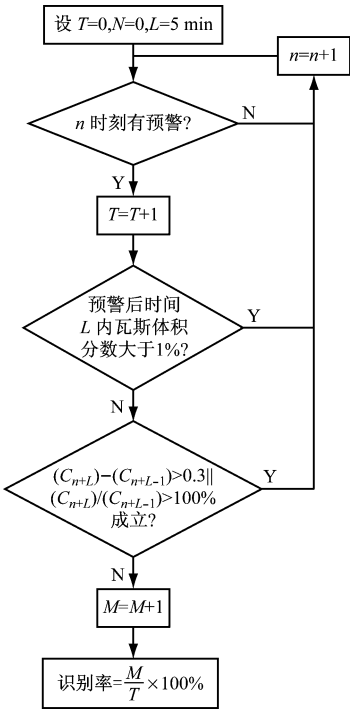


图2 瓦斯涌出预警误报率分析流程

Fig. 2 Analysis process of error rate of gas emission warning

瓦斯涌出预警误报率的验证是无法实时进行的,只能验证某时间以前的误报率。

3 瓦斯突出预警结果分析

瓦斯突出事故具有极大的破坏性,事故前后的数据极难获取,很多有突出倾向的矿井也没有发生过突出事故,所以突出预警的分析需要按照另一种思路来处理。《防治煤与瓦斯突出细则》中指出,采用钻屑指标法来预测掘进工作面煤与瓦斯突出危险性的方法是有效且可靠的,所以钻屑指标就成了监控系统瓦斯突出预警结果的评价标准。钻屑指标法是指根据在打钻过程中排出钻屑的参数来判断煤层突出危险性^[14-15]。钻屑特征参数包括钻屑量 S_{max} 和

钻屑瓦斯解吸指标 K_1 ,其能够在一定程度上表明工作面的突出危险性。为了较好地分析瓦斯突出预警结果,本文将瓦斯突出危险性划分为安全、威胁和危险3种状态。按照危险状态阈值的80%设定威胁状态,具体见表1。各项指标的突出危险临界值应根据现场测定资料确定。如无实测资料,则可参照表1的数据确定工作面突出危险性。

表1 瓦斯突出危险性临界值

Table 1 Critical value of gas outburst danger		
$S_{max}/(kg \cdot m^{-1})$	$K_1/(mL \cdot g^{-1} \cdot min^{-1/2})$	危险性
≥ 6	≥ 0.5	危险
$4.8 \sim 6$	$0.4 \sim 0.5$	威胁
< 4.8	< 0.4	安全

人工检测的钻屑指标及监控系统的突出预警都是以班为时间间隔,所以可以对其预警结果识别率和误报率进行对比分析。安全监控系统给出的工作面瓦斯突出预警结果应该与人工检测得出的危险等级一致。如危险状态一致,则认为预警准确,如不一致,则认为预警为误报。瓦斯突出预警结果分析流程如图3所示,同样需要关注识别率和误报率2个方面。

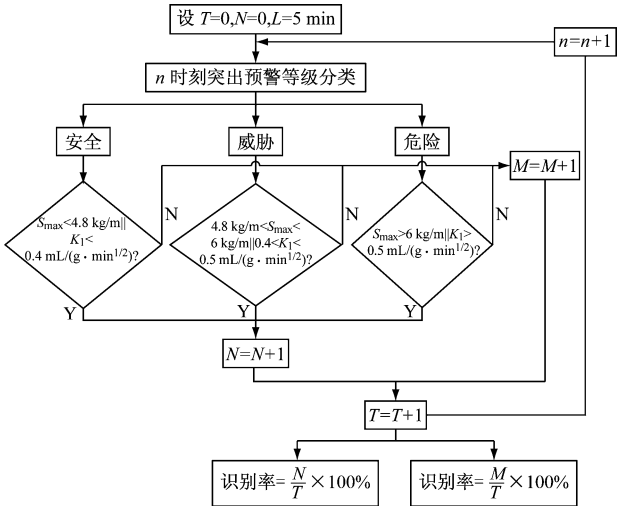


图3 瓦斯突出预警结果分析流程

Fig. 3 Analysis process of gas outburst warning results

4 结语

通过分析煤矿安全监控系统瓦斯预警现状和特点,指出目前煤矿安全监控系统所涉及的瓦斯预警主要包括瓦斯涌出预警与瓦斯突出预警2个方面,提出利用预警识别率和误报率综合评价瓦斯预警结果的方法,分别给出了瓦斯涌出预警、瓦斯突出预警识别率和误报率分析流程。

参考文献(References):

- [1] 孙继平. 煤矿监控系统手册[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2007.
- [2] 汪丛笑. 煤矿安全监控系统升级改造及关键技术研究[J]. 工矿自动化, 2017, 43(2): 1-6.
WANG Congxiao. Research on upgrading of coal mine safety monitoring and control system and its key technologies [J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43(2): 1-6.
- [3] 樊晓明. 煤矿安全监控系统隐患治理及系统升级改造探讨[J]. 山东煤炭科技, 2016(10): 56-58.
FAN Xiaoming. Discussion on the upgrade and transformation scheme of the safety monitoring and control and the hidden dangers management system of new rules of coal mine[J]. Shandong Coal Science and Technology, 2016(10): 56-58.
- [4] 国家安全生产监督管理总局, 国家煤矿安全监察局. 煤矿安全规程[J]. 北京: 煤炭工业出版社, 2016.
- [5] 龚星宇, 常心坦, 贾澎涛. 独立成分分析在瓦斯浓度预测中的应用研究[J]. 工矿自动化, 2015, 41(4): 82-86.
GONG Xingyu, CHANG Xintan, JIA Pengtao. Application research of independent component analysis in gas concentration prediction[J]. Industry and Mine Automation, 2015, 41(4): 82-86.
- [6] 邹哲强, 屈世甲. 基于关联性模型的煤矿安全监控系统报警方法[J]. 工矿自动化, 2011, 37(9): 1-5.
ZOU Zheqiang, QU Shijia. Alarm method of safety monitoring system of coal mine based on relevance model [J]. Industry and Mine Automation, 2011, 37(9): 1-5.
- [7] 董丁稳, 屈世甲, 王红刚. 基于多测点关联分析的工作面瓦斯浓度实时预警[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(1): 111-115.
DONG Dingwen, QU Shijia, WANG Honggang. Gas concentration real-time pre-warning at coal mine working face based on correlation analysis of multi-point monitoring data [J]. China Safety Science Journal, 2015, 25(1): 111-115.
- [8] 魏引尚, 常心坦, 李如明. 复杂通风系统的稳定性分析[J]. 西安科技学院学报, 2003, 23(2): 119-122.
WEI Yinshang, CHANG Xintan, LI Ruming. Stability analysis of complex ventilation system[J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 2003, 23(2): 119-122.
- [9] 何达文. 突出预警与预测方法发展趋势的探讨[C]// 川、渝、滇、黔、桂煤炭学会 2011 年度学术年会(重庆部分)论文集, 2011.
- [10] 孙建政, 邹云龙, 李明建, 等. 矿井工作面瓦斯涌出动态特征突出预警系统的设计与实现[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(12): 201-206.
SUN Jianzheng, ZOU Yunlong, LI Mingjian, et al. Design and implementation of an early warning system for gas emission in heading face dynamic coal and gas outburst[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2014, 36(12): 201-206.
- [11] 龚大银, 邹云龙. 基于瓦斯涌出特征的突出预警传感器布置位置分析[J]. 矿业安全与环保, 2013, 40(3): 107-109.
GONG Dayin, ZOU Yunlong. Analysis on layout position of outburst early warning sensor based on gas emission characteristics [J]. Mining Safety & Environmental Protection, 2013, 40(3): 107-109.
- [12] 张纯如, 汪勇, 丁梅生. 矿井瓦斯浓度异常变化危险性预警的研究[J]. 安徽理工大学学报(自然科学版), 2011, 31(3): 62-67.
ZHANG Chunru, WANG Yong, DING Meisheng. Study on risk warning of gas concentration abnormal changes in coal mines[J]. Journal of Anhui University of Science and Technology (Natural Science), 2011, 31(3): 62-67.
- [13] 罗新荣, 杨飞, 康与涛, 等. 延时煤与瓦斯突出的实时预警理论与应用研究[J]. 中国矿业大学学报, 2008, 37(2): 163-166.
LUO Xinrong, YANG Fei, KANG Yutao, et al. Research on real-time alarm theory of delayed coal and gas outburst[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2008, 37(2): 163-166.
- [14] 崔乃鑫, 李忠华, 潘一山. 考虑瓦斯影响的煤层冲击地压钻屑量指标研究[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(2): 192-193.
CUI Naixin, LI Zhonghua, PAN Yishan. Study on index of drilling bits for coalbed rockburst influenced by gas[J]. Journal of Liaoning Technical University, 2006, 25(2): 192-193.
- [15] 刘永茜. 钻屑法测定瓦斯含量存在问题分析及改进[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(6): 136-139.
LIU Yongqian. Analysis on problems existed in gas content measurement with drilling cuttings method and improvement[J]. Coal Science and Technology, 2014, 42(6): 136-139.