

芦岭矿多元化突出预警系统建设及应用

韩文骥^{1,2}, 宁小亮^{1,2}, 赵旭生^{1,2}

(1. 中国煤炭科工集团 重庆研究院, 重庆 400037;

2. 瓦斯灾害监控与应急技术国家重点实验室, 重庆 400037)

摘要:利用计算机及信息化技术,结合芦岭煤矿煤与瓦斯突出发展规律,研究并确立了符合芦岭煤矿突出危险特征的多元化综合预警指标体系,包括煤层瓦斯赋存规律、采掘部署影响、区域措施效果、日常预测预兆、瓦斯涌出规律等因素;建立基于专家知识库系统的预警规则库模型,利用辅助分析软件及监控系统网络,搭建综合预警平台,实现对突出灾害的动态监测、智能分析和超前预警,为芦岭煤矿防治煤与瓦斯突出灾害提供辅助决策手段。

关键词:多元化预警;煤与瓦斯突出;专家知识库;信息化

中图分类号:TD82

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)06-0103-03

突出预警技术的研究,目的是实现对突出灾害超前预警,以便于及时采取补救措施,是控制事故发生的有效手段之一。近年来,国内部分高校及科研企业通过电磁辐射、声发射、瓦斯涌出以及瓦斯地质预警等多个方面对工作面突出危险性进行预警,取得了一定的效果^[1,4],但普遍存在以下问题无法解决:①预警指标单一,应用范围受限;②井下采掘空间环境复杂,干扰因素较多,导致预警结果可靠性差;③许多突出事故是由于人的不规范操作导致^[5]等。

基于以上原因,本文提出多元化预警方法,在国家“十一五”科技支撑计划的支持下,淮北矿业(集团)有限责任公司、芦岭煤矿与中煤科工集团重庆研究院合作实施了多元化综合预警系统建设项目,研究芦岭煤矿多元化综合预警指标体系框架及预警技术实现流程,并搭建软硬件智能平台,实现了工作面突出危险的实时、智能预警,实现了对防

突过程的规范化、精细化控制。

1 多元化预警思路

防治煤与瓦斯突出是一项复杂的系统工程,采掘过程中任何一个环节的不规范操作都可能导致事故的发生。首先对煤层区域瓦斯赋存情况进行动态分析,根据区域防突措施效果(包括保护层开采情况、区域抽采效果)及时对瓦斯赋存变化情况进行分析,在防突工作面采掘过程中,针对区域验证结果、预测(效检)指标信息、地质构造信息、局部防突措施执行效果及瓦斯涌出规律特征指标信息,建立多元化综合预警指标体系,对采掘工作当前突出危险性状态及发展趋势进行多级评价,并将预警结果通过各种方式进行发布,以便技术人员采取有针对性的防突措施,防患事故于未然。多元化综合预警指标体系如图1所示。

收稿日期:2011-09-26 责任编辑:孙淑君

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAK03B12)

作者简介:韩文骥(1981—),男,河北衡水人,工程师,硕士,研究方向为瓦斯灾害预警技术及装备。

韩文骥等:芦岭矿多元化突出预警系统建设及应用

103

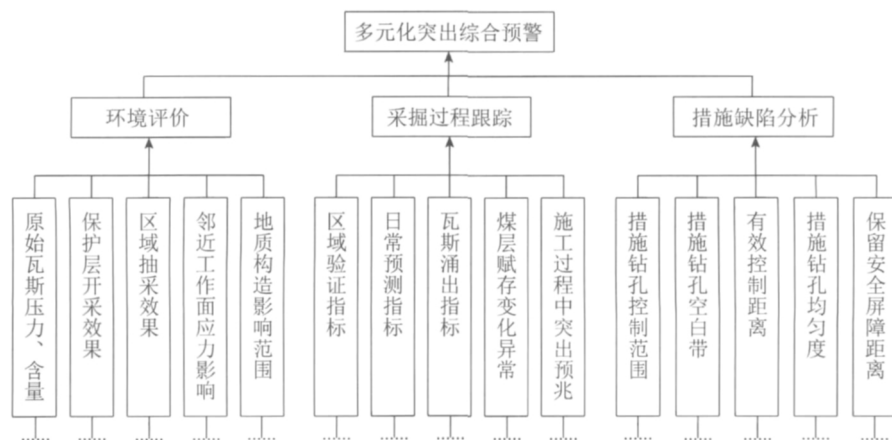


图1 多元化综合预警指标体系

2 预警平台构架

2.1 多元化预警数据流程

多元化综合预警是对安全信息进行采集、整理、分析以及发布的过程,根据煤矿企业生产特点,相关资料信息分布在不同的实体部门,如地测科、生产科、防突科、通风部门以及调度室等。如何从不同的部门及时有效地采集可靠信息,是预警系统所要解决的关键问题。安全信息包括静态信息和动态信息,静态信息主要是矿井建矿以来的历史资料信息;动态信息是随着采掘生产以及防突工作的执行所产生的随时变化的信息,如钻孔信息、抽采信息、采掘进度以及瓦斯涌出等。完成数据的采集后根据建立的预警指标体系、预警模型进行相应的指标运算,再分析、对照规则库确立预警等级,发布预警结果。数据处理流程如图2所示。

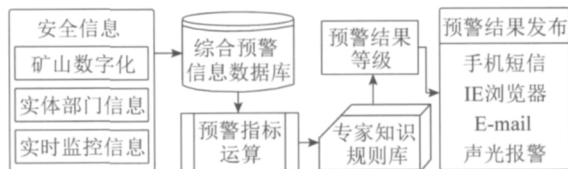


图2 多元化综合预警数据流程

2.2 软硬件结构组成

多元化预警系统平台配套软件的划分是根据煤炭企业各职能部门的特点进行划分,主要分为地质测量管理系统、瓦斯地质动态分析系统、防突动态管理及分析系统、采掘进度管理系统、瓦斯涌出动态分析系统和突出预警信息管理平台,各个系统在向预警平台提供各个部门突出相关信息资料的同时,提供了专业的辅助分析、设计功能^[4],具体如

图3所示。

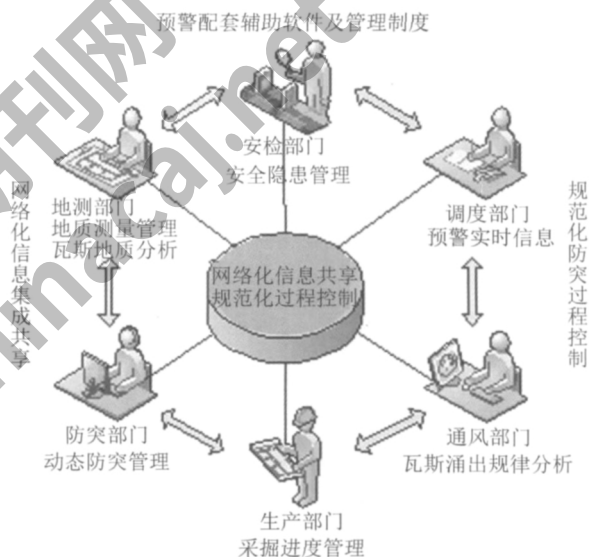


图3 综合预警系统配套软件结构

3 过程分析及预警实现

3.1 煤层瓦斯赋存规律动态分析

煤层瓦斯赋存规律分析主要包括根据措施前后瓦斯参数变化情况,进行动态分析以及等值线智能绘制,煤层底板等高线及煤厚等值线绘制,突出危险区域的动态划分,即实现瓦斯地质信息图的动态编制,为多元化综合预警提供工作面环境影响因素。此部分功能由煤层瓦斯地质动态分析系统完成,弥补了手工编制瓦斯地质图费时、费力、精度差等不足,动态瓦斯地质图反映的永远是及时的、最新的瓦斯地质赋存规律信息。

3.2 防突措施智能设计及施工效果分析

防突措施智能设计是根据煤层赋存信息、巷道

断面信息、抽排钻孔有效半径、钻机能力等参数,自动设计钻孔施工参数并绘制三维、平面钻孔布置图,大大减少了技术人员钻孔设计及绘图工作量,提高了工作效率,同时建立了丰富的专家知识库系统,以国内突出矿井多个典型设计案例为指导,使得设计更具有针对性。措施钻孔施工效果主要是根据实际钻孔施工参数,对措施周边控制距离、终孔布置是否均匀、是否存在控制盲区等进行自动分析,分析结果作为多元化预警重要指标之一,为用户提供措施是否有效等决策依据^[8]。

3.3 日常预测指标趋势分析

国内外的煤与瓦斯突出研究及实践表明^[1-2],突出是不均衡的,突出区域的面积仅占突出煤层的10%~20%,具有分区分带的特点,并总结出了瓦斯富集区和构造软煤发育区对突出分区分带的控制作用,日常预测指标的测定值反映了工作面突出危险性的大小,日常预测超标点应具有区域分布性。通过跟踪考察芦岭矿多条首分层煤巷工作面近千米巷道发现,连续循环预测指标以及邻近巷道相似范围内多个循环预测指标的发展趋势,可以反应前方一段距离的突出危险状态。

3.4 采掘进度过程监控

根据历年来国内外多起突出事​​故分析结果表明,在措施执行有效、预测指标不超标的情况下,由于采掘进尺超出了安全保护屏障范围,导致了突出事故的发生,因此,实时动态监控采掘进度,严格控制施工进尺是非常必要的。

3.5 瓦斯涌出规律实时跟踪

根据研究结果表明,在井下执行作业工艺时,实时涌出的瓦斯浓度数据变化情况可以部分反映前方待采掘煤体突出危险情况,如炮后瓦斯急升、骤降或炮后瓦斯持续偏高、瓦斯涌出忽大忽小等均反映了煤层瓦斯解吸、残余瓦斯压力或含量的异常变化,相关指标如 V_{30} 、 V_{60} 、 K_v 等,尤其是由中国煤炭科工集团重庆研究院自主研发的A、B、C指标,在实验应用过程中,多次超前捕捉前方煤体突出危险预兆。因此,需要在采掘过程中随时关注瓦斯涌出相关指标。

4 现场应用效果

根据芦岭煤矿突出危险特征以及采掘部署情况,结合《防治煤与瓦斯突出规定》及相关法律法规

以及企业标准等,建立了多元化综合预警指标体系,共建立规则库模型113条,状态预警规则模型54条,趋势预警规则模型59条^[9],对2个首分层煤巷掘进工作面和1个回采工作面连续5个月的考察,状态预警报警共计662次,非“正常”预警结果78次,误报14次,综合准确率92.15%,其中,“正常”预警结果与实际情况完全相符,准确率100%，“威胁”、“危险”预警结果中,通过井下突出预测或预兆证明突出危险性增强,有64次相符,部分情况是由于采取了防突措施,降低了突出危险性,故非“正常”预警准确率80%以上;趋势预警报警共计662次,非“正常”预警结果26次,3次漏报,综合准确率为99%。

5 结 语

淮北矿业(集团)有限公司芦岭煤矿是国内突出危险最严重的矿井之一,历史上曾发生多次煤与瓦斯突出事故,目前已实现连续6a安全生产,该成果的成功应用起到了积极的作用,并将通过信息化、规范化、精细化的安全管理技术水平的提升,进一步促进矿井安全生产。随着信息化技术在煤矿的逐步普及和本成果的示范作用,煤矿瓦斯灾害监控预警技术将在全国得到推广应用,并将促进中国煤矿瓦斯灾害防治的技术与管理水平的提高。

参考文献:

- [1] 于不凡. 煤矿瓦斯灾害防治及利用技术手册(修订版)[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005:491-497.
- [2] 俞启香. 矿井瓦斯防治[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,1992.
- [3] 赵旭生. “低指标突出现象”原因分析及防范对策[J]. 煤矿安全,2007(5):67-69.
- [4] 胡千庭. 预防煤矿瓦斯灾害新技术的研究[J]. 矿业安全与环保. 2006. 33(5):1-7.
- [5] 韩文骥,刁勇,赵旭生,等. 煤与瓦斯突出防治动态管理的信息化实现技术[A]. 2009 煤矿瓦斯灾害预防与控制国际研讨会论文[C]. 北京:科学出版社,2009.
- [6] 煤炭科学研究总院重庆研究院. 重大灾害预警及综合监控系统示范工程建设[J]. 重庆:煤炭科学研究总院重庆研究院,2009:20-41.
- [7] 赵旭生,康建宁,刘程,等. 煤与瓦斯突出综合预警系统及预警方法[P]. 中国专利:200910103819,2009-10-07.

(下转第110页)

(4) 对于首次进行粉煤加压气化应用的企业,建议在每台气化炉的煤粉管线上设置至少 1 台核密度计,在开车初期准确测量煤粉流量,积累运行经验。

(5) 上述仪表对工艺要求比较苛刻,设计、施工应严格按照仪表的要求进行,运行时也应从工艺上尽量满足仪表的要求。

参考文献:

[1] 倪维斗,李政.以煤气化为核心的多联产能源系统[J].煤化工,2003,104(1):3.

- [2] 郭云舟,郭晓镭,郭为国.固体质量流量计在密相气力输送中的应用[J].自动化仪表,2007,28(6):17-18.
- [3] 肖玲,刘连景.德国 SWR(斯威尔)流量计在粉煤气化装置——航天炉中的应用[J].化工自动化及仪表,2010,37(5):112-113.
- [4] 江华东.微波固体流量计在煤粉测量中的应用[J].石油化工自动化,2009(3):54-55.
- [5] GUO Xiao-lei, DAI Zheng-hua, GONG Xin, et al. Application of a capacitance solid mass flow meter in a dense phase pneumatic conveying system of pulverized coal[J]. AIP Conference Proceedings, 2007, 914(1):320-327.

Selection and application of pulverized coal solid mass flowmeter

LU Wen-xue, GUO Xiao-lei, GONG Xin

(School of Resource and Environmental Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: Introduce the measure principle and applied range of capacitive, radioactive, microwave solid mass flow measurement of pulverized coal technology. Compare the capacitive solid mass flowmeter with radioactive one from the aspect of mass fraction measuring technique, function, measurement accuracy and calibration technique. Discuss the calibration technique and measuring results of capacitive solid mass flowmeter in commercial scale. Provide reference for online measurement in gas-solid dual-phase flow industry.

Key words: capacitive; solid mass flowmeter; measurement of solid-gas dual-phase flow; nuclear radiation

(上接第 105 页)

Application and construction of coal and gas outburst diversified warning system in Luling coal mine

HAN Wen-ji^{1,2}, NING Xiao-liang^{1,2}, ZHAO Xu-sheng^{1,2}

(1. Chongqing Research Institute, China Coal Technology and Engineering Group Corp., Chongqing 400037, China;
2. Gas Disaster Monitoring and Response Technical National Key Laboratories, Chongqing 400037, China)

Abstract: Based on the computer and information technology, combining Luling coal mine coal and gas outburst development law, research LuLing coal characteristic with diversified comprehensive early-warning index system based on expert knowledge base system, set up the early warning model and warning rules, build on comprehensive warning platform to realize the dynamic monitoring, outstanding disasters intelligent analysis and advance warning, which provide aided decision means for Luling coal mine coal and gas outburst disaster prevention.

Key words: diversified warning; coal and gas outburst; expert knowledge base; informatization