

文章编号:1671-251X(2011)11-0001-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20111102.1533.001

煤矿瓦斯异动预警系统的设计

闫兆振

(天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

摘要:针对煤矿安全监控系统因无瓦斯变化趋势分析功能,当瓦斯浓度处于较低水平时,即使瓦斯有异常变化也无法及时提醒的问题,设计了一种煤矿瓦斯异动预警系统。该系统采用文件方式和 OPC 方式接入安全监控系统及综合自动化系统的监测数据;结合矿井实际通风状况,采用固定门限模型、均方差预警模型和分时均方差模型等三种预警模型计算得出测点的预警参考值及预警状态;通过消息客户端、短信等多种方式发布预警信息。实际应用表明,该系统实现了对瓦斯灾害的有效预防,为保证井下作业人员的安全提供了参考依据。

关键词:煤矿;安全监控系统;瓦斯异动;预警

中图分类号:TD712.5

文献标识码:A

网络出版时间:2011-11-02 15:33

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20111102.1533.001.html>

Design of Gas Abnormality Early-warning System of Coal Mine

YAN Zhao-zhen

(Tiandi (Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

Abstract:For the problem that current coal mine safety monitoring systems cannot remind workers of abnormal gas changes when the gas concentration is at a low level caused by lacking of analysis function of gas trends, a gas abnormality early-warning system of coal mine was designed. Monitoring data of safety monitoring system and integrated automation system is accessed by approach of file and OPC. Combined with actual mine ventilation, reference value and state of early-warning of checked points are calculated by fixed threshold model, mean square deviation early-warning model and time-sharing mean square deviation early-warning model. And early-warning information is released through message client, short messages and other means. The application showed the system achieves effective prevention of gas disasters and provides a reference for ensuring safety of underground workers.

Key words:coal mine, safety monitoring and control system, gas abnormality, early-warning

0 引言

近年来,我国煤矿大多配备了安全监控系统,实现了瓦斯超限报警和断电控制,为保障煤矿安全发

挥了重要作用。但是目前的安全监控系统没有分析瓦斯变化趋势的功能,当瓦斯浓度处于较低水平时,即使瓦斯有异常变化,系统也无法及时提醒,也就不易引起值班人员的注意^[1-2]。本文提出一种瓦斯异动预警系统设计方案,在安全监控系统监测数据的基础上,对危险源的变化过程建立科学的数学模型,并对环境参数的变化进行动态分析和评价,实现了对瓦斯异常变化的提前预警,为安全监管部门在第一时间掌握矿井安全情况,及时采取避灾、减灾措施提供了安全有效的手段。

收稿日期:2011-08-05

基金项目:天地(常州)自动化股份有限公司研发项目(10GY068)

作者简介:闫兆振(1981-),男,山东菏泽人,工程师,硕士,现主要从事煤矿软件产品的设计与开发工作。E-mail:davidyan_ren@163.com

1 系统原理及结构

1.1 系统原理

瓦斯异动预警系统主要利用接入的安全监控系统和综合自动化系统的数据对某一地点(测点)的瓦斯或其它环境参数的异动情况进行分析。在剔除主观因素的前提下,根据概率统计领域的广泛学科理论,对已接入测点进行自动分类监测;根据已接入测点的设置和一段时间内的历史数据,结合矿井实际通风状况,采用特定算法模型计算测点的预警参考值;根据该参考值对测点的实时值进行处理,得到测点的预警状态,并通过消息客户端、短信等多种方式进行展现,实现对瓦斯灾害的有效预防。

瓦斯异动预警系统可基于安全监控系统独立运行,也可以配套综合自动化系统、安全监控系统联网程序使用。

1.2 系统结构

瓦斯异动预警系统结构如图 1 所示。

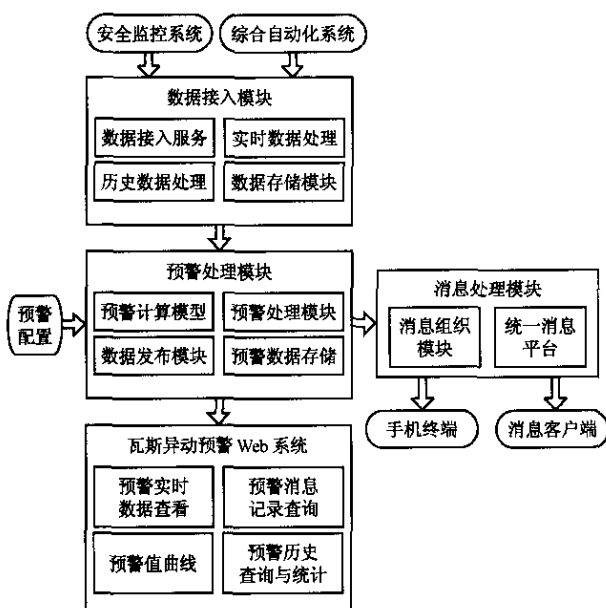


图 1 瓦斯异动预警系统结构

数据接入模块将安全监控系统、综合自动化系统中的环境监测数据集成到瓦斯异动预警系统中,为瓦斯异动预警系统提供基础数据;预警配置主要提供系统参数配置功能,包括系统运行参数、测点预警配置等;预警处理模块根据系统配置对接入测点的数据进行计算和处理,得出每个测点的预警状态,并对相关结果进行发布和存储;消息处理模块负责将预警信息组织成消息进行发布和预警提示;瓦斯异动预警 Web 系统通过 Web 方式提供预警信息查询功能,主要包括预警实时数据的查看,预警记录的

查询,预警值曲线以及预警历史的查询、统计等。

2 系统设计

本文主要介绍数据接入服务、预警计算模型及消息处理模块的设计。

2.1 数据接入服务

安全监控系统及综合自动化系统的数据采用文件方式和 OPC 方式接入,通过传感器配置描述文件进行测点更新,数据接入原理如图 2 所示。

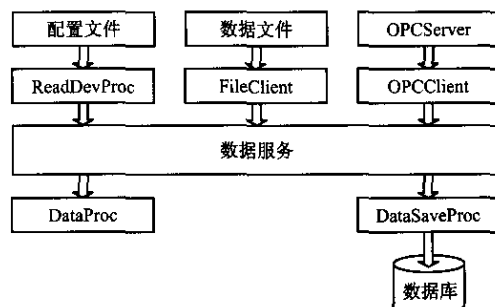


图 2 数据接入原理图

ReadDevProc 程序负责解析和更新测点定义;FileClient 程序负责处理以文件方式接入的系统,进行实时数据的更新;OPCCClient 程序负责处理以 OPC 方式接入的系统,进行实时数据的更新;DataProc 程序和 DataSaveProc 程序分别负责数据的处理和保存。

2.2 预警计算模型

目前,瓦斯异动预警系统中集成了 3 种预警计算模型:固定门限模型、均方差预警模型和分时均方差模型。在实际应用中,可以选择一种模型进行处理,也可以同时选择多个模型进行处理。在建立模型时,需考虑持续时间和预警底限两个因素。持续时间是指测点值持续不间断高于测点预警值的时间。预警底限是一个指定的值,只有当测点值高于预警底限时系统才会预警;当测点值低于预警底限时,系统不对通过模型计算出来的预警进行处理。

2.2.1 固定门限模型

固定门限模型主要是基于《煤矿安全规程》,由通风和安全部门的专业人士根据经验为每个测点指定固定的门限值。当测点值达到该门限值并满足持续时间和预警底限的条件时,系统发出预警。

2.2.2 均方差预警模型

正态分布是概率论中最重要的一种分布,在数学、物理及工程等领域有着非常广泛的应用。当生产过程中只有偶然原因起作用时,检测数据的分布服从正态分布规律。样本数据的均方差 σ 主要反映

符合正态分布的离散数据的离散程度:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n}} \quad (1)$$

式中: $x_1, x_2, \cdots, x_n$ 为测点 x 的评价样本, 一般根据历史数据的存储特点, 取最近一段时间内(默认为最近 30 d)的历史数据, 并随时更新; $\bar{x}$ 为样本数据的平均值; n 为样本个数。

根据正态分布性质, 检测数据落在 $\pm 3\sigma$ 范围内的概率约为 99.7%; 落在 $\pm 3\sigma$ 以外的概率只有 0.3%, 这是一个小概率。按照小概率事件原理, 在一次实践中超出 $\pm 3\sigma$ 范围的小概率事件几乎是不会发生的, 如果发生了, 则说明生产过程中一定有系统原因在起作用^[3]。基于这个理论, 构造瓦斯预警值计算公式:

$$f(x) = \bar{x} \pm k \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \cdots + (x_n - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

式中: k 为预警参数值, 按照 3σ 定律, k 默认值为 3, 一般建议设置为 2.5~3。

系统根据瓦斯预警值的计算公式实时地计算出测点的预警值, 并将其更新到系统配置中, 作为瓦斯预警状态的评价基础。当实际测点值达到该预警值, 并满足持续时间和预警底限的条件时, 系统发出预警。该模型可以应用于瓦斯及其它模拟量。

2.2.3 分时均方差模型

在实际应用中, 一天当中的瓦斯浓度可能随生产过程的变化而变化, 一般生产班次比检修班次时浓度要高。为使预警模型更科学、合理, 考虑瓦斯分布的这种规律, 分时均方差模型在均方差预警模型的基础上进行了改进, 将一天划分为多个时段来处理, 每个时段使用独立的预警参考值。该模型可以更好地适应实际情况。

2.3 消息处理模块

消息处理模块根据需要将预警信息发送到相关管理人员的消息客户端或手机终端上, 使管理人员第一时间获取环境参数的异常变化情况, 以便及时采取相应措施, 从而提高煤矿应急处理速度。

3 系统主要功能

(1) 能够对矿井各类环境监测数据(模拟量)的异动情况进行分析和评价, 实现提前预警功能, 并可通过消息客户端、手机短消息等方式进行提醒, 使管理人员能够尽早掌握矿井环境参数的变化情况, 以

便在紧急情况下及时采取措施, 将安全隐患消除在萌芽状态。

(2) 采用了自动跟踪安全监控系统配置变化的机制。当安全监控系统的配置发生改变时, 预警系统的配置会自动作出相应改变, 保证与安全监控系统的配置相对一致, 从而保证了数据的正确性, 减少了系统维护人员的工作量。

(3) 可以针对单个测点或一组测点预设固定的预警值、预警值增量及预警参数, 当监测数据达到预警条件时进行预警提示。

(4) 采用通信中间件技术和 AJAX 技术实现实时通信和 Web 动态数据显示, 可实时浏览环境监测数据的趋势及变化情况, 并根据需要生成相应的瓦斯预警分析报表, 为日常安全管理提供参考依据。

(5) 可以将井下环境参数的历史数据、预警参数值等以曲线形式反映出来, 直观展示矿井不同地点的瓦斯浓度波动规律, 判断瓦斯测定当前值所反映的矿井瓦斯安全水平, 方便日常分析、决策。

(6) 具有语音及页面闪烁报警功能。

4 结语

瓦斯的提前预警具有重大意义, 它虽然不能抑制瓦斯突出的发生^[5], 但可以对瓦斯的异常变化做到尽早预警, 以便及时采取措施避灾、减灾, 降低瓦斯事故发生的可能性。瓦斯异动预警系统能够对煤矿井下瓦斯的异动情况提前预警, 并通过消息客户端、短信等多种方式发布预警信息, 实现了对瓦斯灾害的有效预防, 为保证井下作业人员的安全提供了参考依据。该系统目前已配套煤矿安全监控系统、矿井综合自动化系统在多个煤矿使用, 在监测井下环境参数异常变化的过程中发挥了较大作用, 实际使用效果良好。

参考文献:

- [1] 刘西青. 论国内煤矿瓦斯监测监控系统现状与发展[J]. 山西焦煤科技, 2006(3): 37-40.
- [2] 王凯, 李玉军, 宁浩. 煤矿安全综合预警系统的构想[J]. 煤矿安全, 2008(11): 103-105.
- [4] 林传兵, 林柏泉, 吴海进. 控制图在工作面瓦斯治理措施有效性评价中的应用[J]. 煤矿安全, 2007, 26(9): 26-28.
- [5] 淮南矿业. 淮南矿业瓦斯异常预警系统发挥作用[EB/OL]. (2010-12-24)[2011-07-13]. <http://www.chinacoal.gov.cn/coalmkaq/277/18483.aspx>.
- [6] 宋记锋, 陆守香, 刘曜亚. 瓦斯突出特征分析与模糊预警[DB/OL]. [2011-07-13]. <http://www.paper.edu.cn>.