

文章编号: 1671- 251X(2010) 08- 0095- 03

通风安全动态分析系统研究

祝兴平¹, 杜 平², 高 睿²

- (1. 陕煤集团神木红柳林矿业有限公司, 陕西 神木 719300;
2. 陕西煤业化工集团公司生产技术部, 陕西 西安 710054)

摘要: 针对现有矿井通风管理软件存在图形显示单一、无法实现网络信息传输处理、操作复杂、数据输入繁琐等缺点, 提出了一种矿井通风安全动态分析系统软件的设计方案, 介绍了该系统的结构组成、功能架构和系统原理。该系统集远程实时监测监控、数据采集、安全预警和决策分析为一体, 以煤矿通风瓦斯安全分析、监控系统联机分析及日常报表、图纸、文档管理为基础资料, 可预测大到全矿、小到具体巷道的通风瓦斯涌出分布及波动规律, 提高了矿井安全预警能力和事故防范能力。

关键词: 矿井; 通风管理; 瓦斯分析; 预警

中图分类号: TD725 **文献标识码:** B

0 引言

在煤矿所发生的重大以至特别重大事故中, 瓦斯事故占事故总数的比例最高, 而瓦斯事故的起因

及其发展与矿井通风及通风系统密不可分。当前矿井利用风量稀释瓦斯浓度, 然后通过风流将瓦斯排出矿井外来解决瓦斯问题。

国内外许多科研院所相继开发了专用的矿井通风管理软件, 但这些软件在可视化性能方面存在着不同程度的缺陷: 大多只能显示栅格图形, 而不能显示矢量图形, 或者能显示矢量图形但只能单机运行, 无法实现网络信息传输处理; 还存在操作复杂、数据输入繁琐等缺点。所以这些软件虽然在一定程度上

收稿日期: 2010- 04- 09

作者简介: 祝兴平 (1963-), 男, 陕西华阴人, 工程师, 现任陕煤集团神木红柳林矿业有限公司信息调度中心主任, 主要从事煤矿信息调度管理、综合自动化系统管理与维护等工作。E-mail: houking@sohu.com

些对象所需的 CAN 智能节点设备、控制工艺流程等。该模块的界面如图 4 所示。



图 4 组态配置界面

(2) 控制模块: 根据配置控制胶带机、监测显示数据量、图文显示设备开停和故障情况、存盘保存相关量。

(3) 保护模块: 当有报警信息产生时在报警框显示报警信息, 同时有语音提示, 并根据配置对胶带机进行保护。

(4) 历史记录查询显示模块: 显示保存数据信息。

3 结语

基于 ARM 技术的矿用本安型工业控制机已成功应用于胶带机监控、水泵控制中。现场运行稳定可靠, 得到了用户的好评。该控制机由于接口类型丰富, 人机界面友好, 具有广泛的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 王金莉, 苏宛新. 基于 PXA 270 的嵌入式系统设计[J]. 微计算机信息, 2008(11): 11-12.
- [2] 汪兵, 李存斌, 陈鹏. EVC 高级编程及其应用开发[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [3] 周毓林, 宁杨, 陆贵强, 等. Windows CE .Net 内核定制及应用开发[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.

解决了矿井通风问题,但随着计算机网络的发展,已经满足不了人们的需要,迫切需要一种新的基于网络、操作简便、功能完善的矿井通风分析软件。针对以上问题,笔者设计了通风安全动态分析系统。该系统从通风瓦斯综合分析的角度,以大量的通风瓦斯监测数据为基础,在通风网络理论^[1]、瓦斯分析模型和通风敏感度分析的引导下,针对瓦斯涌出分布及全矿井瓦斯流动状况建立起定量分析模型,从整体层面上分析并确定通风瓦斯的危险区域、瓦斯涌出的状态、矿井分区的瓦斯涌出规律,以及通风系统所有风道的风流和瓦斯流的波动规律,对日常通风、瓦斯安全管理中显现的异常发展趋势及瓦斯灾害预警作出指示。

1 系统总体结构设计

通风安全动态分析系统主要是以通风理论和先进的瓦斯预测分析模型为基础,集远程实时监测监控、数据采集、安全预警和决策分析为一体的通风瓦斯安全信息分析与预警平台,以煤矿通风瓦斯安全分析、监控系统联机分析,以及日常报表、图纸、文档管理为基础资料。系统由服务器、通风工作站、监控系统数据上传软件、动态解算服务软件 4 个部分组成,是一个基于网络平台运行的软件系统,其网络拓扑结构如图 1 所示。

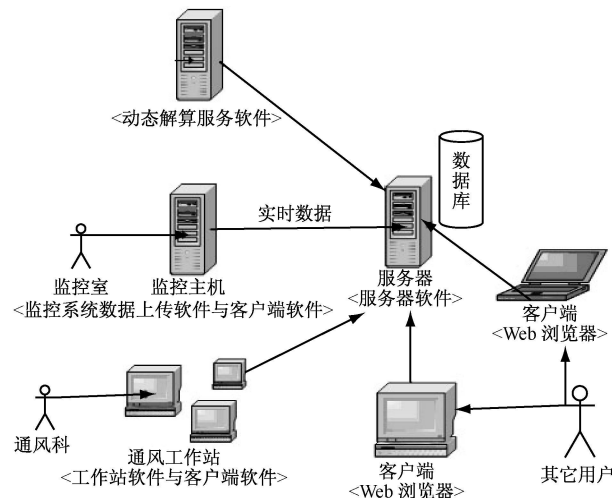


图1 通风安全动态分析系统网络拓扑结构

通风工作站主要负责通风系统图的绘制、通风参数的设置等,然后将这些数据送交服务器,服务器结合由监控系统采集的实时数据对整个通风系统进行不间断的风网解算及风网中的瓦斯流分析,最后将风网解算结果和瓦斯分析结果发至客户端供工作人员及时查看。若风网解算结果或瓦斯分析结果出

现异常,服务器发至客户端的是带报警效果的解算结果。

2 系统功能架构

通风安全动态分析系统集成矿井通风系统方案编制与分析、数据采集分析、实时监测与告警和辅助决策功能于一体,其功能架构如图 2 所示,有利于进行矿井各致灾因素及其消长规律、风险辨识与隐患辨识等的分析,以及致灾因素耦合致灾的预警与控制,提高矿井安全保障水平,构建煤矿系统安全的技术体系,推动煤矿安全的技术管理迈向本质安全管理。

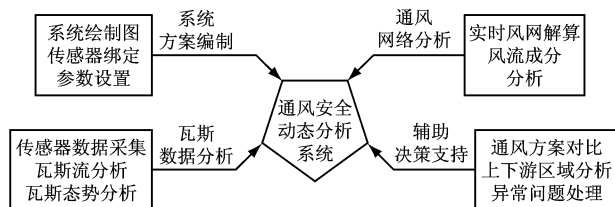


图2 系统功能架构

(1) 系统方案编制:实现矿井图形的快速绘制和各类通风参数的设置。

(2) 通风网络分析:利用风网解算,实现对生产矿井通风状况的分析,并支持对生产矿井通风系统新建或改造方案的模拟。

(3) 瓦斯数据分析:分析巷道内瓦斯的当前状态和发展趋势,提前判定巷道瓦斯浓度变化。

(4) 辅助决策支持:提供便捷高效的方案预演、异常问题处理支持工具,辅助管理层进行矿井安全的决策及方案评估。

系统从本质上区别于基于单点测量数据的瓦斯监测系统,融预防和整治为一体,具有极高的客观准确性,预测力度大到全矿,小到具体巷道,为事故防范和瓦斯治理提供明确的依据,可以有效分析确定矿井通风瓦斯的危险区域、瓦斯涌出状态、瓦斯涌出规律,以及通风系统所有风道的风流和瓦斯流的波动规律,建立全矿井安全评价的定量分析。

系统内嵌先进的通风瓦斯预测分析算法和丰富的行业图元库,可以无缝集成并分析 KJ66、KJ95 等多种监控系统^[2]的数据,并以手机短信、安全警示灯、实时标签和预测分析图等多种方式展现预警信息。

3 系统原理

将煤矿日常瓦斯监测数据所隐含的瓦斯涌出规律提取出来,即是瓦斯数据分析的基本目标。对于

矿井日常的瓦斯监测数据,目前尚无有效的分析手段,大量瓦斯数据所反映的矿井瓦斯涌出规律并未得到充分分析和利用。

井下各测点积累的瓦斯数据形成了当地瓦斯数据的时间序列。由于矿井风流主要服务于井下的作业地点,因此,为测定风流瓦斯浓度而设立的瓦斯测点大体上将矿井通风系统分割成了一个相邻的“隔离区”。从风量平衡和瓦斯平衡的角度而言,隔离区将通风网络分割成了隔离区内和隔离区外2个部分,越过隔离区边界的风流相对于该隔离区可分为流入和流出两类。由于风流所携带的瓦斯流量可由风量和瓦斯浓度相乘得到,原则上说来,流入和流出该隔离区的瓦斯流量差即表达了该隔离区内的瓦斯涌出量。依据一定的规律,可将各隔离区的瓦斯涌出转换为通风网络内各条风道的瓦斯涌出。经过这样的转换,将通风系统中与某些固定点相关联的瓦斯浓度数据转为了井巷系统瓦斯涌出数据。

通风安全动态分析系统把每一条巷道作为一个“隔离区”,对全矿井所有“隔离区”实行不间断的网络解算^[3],对网络解算的结果采用数理统计的方法分析就可以得出每一个“隔离区”的瓦斯波动曲线,也就是每一条巷道中的瓦斯涌出量大小以及波动情况。通过观察巷道过去一段时间瓦斯涌出量的大小以及曲线的走势,可判断该巷道未来一段时间内的瓦斯涌出情况,而且该数据分析过程能够跟踪矿井瓦斯的日常检测而不断进行,并随着矿井瓦斯和通风数据的不断积累而变得更加准确,进而在跟踪瓦斯通风监测数据的基础上建立起矿井的瓦斯流量动态平衡关系,实现日常瓦斯监测数据的可信度分析和日常监测异常值的因果分析。

网络解算的数学模型可描述为以下3个方程:

(1) 节点风量平衡方程

$$\sum_{j=1}^N (Q_j b_{kj}) = 0 \quad k = 1, 2, \dots, J-1 \quad (1)$$

式中: Q_j 为 j 分支的风量, m^3/s ; b_{kj} 为风流方向的符号函数,当风流方向为从节点 K 到节点 J 时取值-1,否则取值1。

(2) 回路风压平衡方程

$$\sum_{j=1}^N (a_{ij} R_j |Q_j| Q_j) - P_i - F_i(Q_i) = 0$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, M, \quad M = N - J + 1 \quad (2)$$

式中: R_j 为 j 分支的风阻, Ns^2/m^8 ; P_i 为 i 回路的自然风压, Pa ; $F_i(Q_i)$ 为 i 号风机的风压, Pa ; a_{ij} 为

i 风流方向的符号函数,当分支 j 在回路 i 中且风流方向与该回路余树分支风流方向相同时取值为1,否则取值为-1,当分支 j 不在回路 i 中时取值为0。

(3) 通风阻力特征方程

风网中的风流绝大多数处于完全紊流的状态,故其阻力定律为

$$h_i = R_i Q_i^2 \quad (3)$$

式中: h_i 为风网中的 i 风路的风压或阻力, Pa 。

4 结语

通风安全动态分析系统已在陕煤集团神木红柳林矿业有限公司应用,实际应用结果如下:

(1) 当井下正常情况下应该关闭的某一风门由于受损或人为原因不能关闭时,用风点风量急剧下降,通风安全动态分析系统能够及时报警并准确地指出发生故障的风门位置,矿调度中心接到报警信号后及时发出指令修复或关闭风门,保证矿井的安全生产。

(2) 通风安全动态分析系统能够预测小到巷道、大到采区乃至全矿井的通风瓦斯涌出分布及波动情况,并进一步作出巷道安全等级及瓦斯浓度变化情况的判定,为指示潜在危险源和危险区域提供明确的数据支持。

(3) 为瓦斯异常排查和治理辅助决策提供了诸如风流瓦斯流分析、通风方案对比、瓦斯尝试超限需风量计算等多种手段,突破性地将以往过于原则和空泛的矿井灾害预防处理计划定量化、精细化推进了一大步,打破了矿井灾害预防处理计划编制的技术瓶颈。

该系统将丰富的瓦斯监测数据与矿井通风理论辩证统一结合起来,采取数理统计与矿井通风计算的联合应用,最终将瓦斯、通风、安全管理、信息网络等功能集成化,大大增强了其现实适用性,极大提高了矿井安全预警能力和事故防范能力。

参考文献:

- [1] 张国枢. 通风安全学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2000.
- [2] 钱春丽, 张兴敢. 用于矿井环境监测的无线传感器网络[J]. 电子技术应用, 2006(9): 21-23.
- [3] 文再根. 计算机模拟和蒙特卡罗方法[M]. 北京: 工业学院出版社, 1988.