



文章编号:1671-251X(2013)06-0022-04

DOI:

刘盼,褚延丞,华钢,等.煤矿安全监控信息特征快速发现方法研究[J].工矿自动化,2013,39(6):22-25.

煤矿安全监控信息特征快速发现方法研究

刘盼, 褚延丞, 华钢, 闫占芳

(中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008)

摘要:针对煤矿安全监控历史数据及监测参数特点,提出了一种煤矿安全监控信息特征快速发现方法。该方法采用基于误差带的历史数据压缩算法分析采样数据,发现并存储包含重要特征的信息片段,分析该信息片段的含义,并进行主题抽取和关联分析,研究瓦斯序列的相关分析,从而可得出煤矿安全监控系统重要数据的信息特征。该方法对完善煤矿科学管理、挖掘煤矿多传感器信息和煤矿瓦斯涌出规律有一定参考价值。

关键词:煤矿安全监控;历史数据;数据压缩;数据分析;特征发现;误差带

中图分类号:TD76

文献标志码:A

网络出版时间:

网络出版地址:

Research of rapid discovery method of information features of
coal mine safety monitoring

LIU Pan, CHU Yan-cheng, HUA Gang, YAN Zhan-fang

(School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology,
Xuzhou 221008, China)

Abstract:According to characteristics of historical data and monitoring parameters in coal mine safety monitoring system, a rapid discovery method of information features of coal mine monitoring was proposed. The method uses compression algorithm of historical data based on error band to analyze sample data, discovers and stores information fragment that contains important features, analyzes meaning of the information fragment, conducts subject extraction and correlation analysis, researchs correlation analysis of gas sequence, so as to get information features of important data in the coal mine safety monitoring system. The method has certain reference for completing scientific management of coal mine, excavating information of multiple sensors and law of gas discharge of coal mine.

Key words:coal mine safety monitoring; historical data; data compression; data analysis; discovery of features; error band

0 引言

煤矿安全监控系统是煤矿安全生产必不可少的系统,研究和分析系统运行中产生的海量历史数据,

对完善煤矿科学管理、挖掘煤矿多传感器信息和煤矿瓦斯涌出规律有着重大意义。

本文提出一种煤矿安全监控信息特征快速发现方法,基本思路如图1所示。针对煤矿监测参数及

收稿日期:2013-03-06。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51204186)。

作者简介:刘盼(1990—),女,河南周口人,硕士研究生,研究方向为通信与信息系统,E-mail:emailliupan@126.com。

安全监控历史数据的特点,对采样数据运用基于误差带的历史数据压缩算法,从连续历史数据序列中提取出包含危险信息的、变化较快的数据片断,并进行存储,进而对这部分数据模式进行分类,并分析其物理含义,从而揭示历史数据背后重大的安全生产信息,实现安全监控历史数据基本信息的挖掘与利用^[1]。

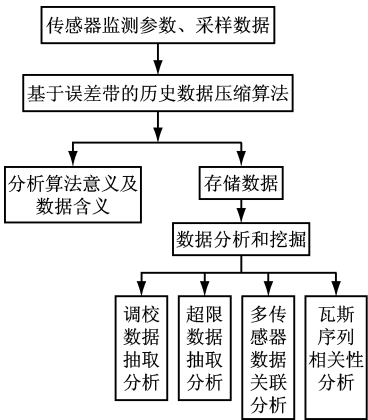


图1 煤矿安全监控信息特征快速发现方法基本思路

1 基于误差带的历史数据压缩算法

1.1 算法应用背景

煤矿安全监控系统的主要监测参数为瓦斯体积分数。瓦斯体积分数作为环境变量,其变化速率远比安全监控系统的采样速率缓慢,理论上可认为瓦斯体积分数变化较慢,相应的存储周期可以较长。

结合煤矿瓦斯传感器的实际输出,证实了瓦斯体积分数变化缓慢。瓦斯历史数据中大多数数据分布平稳且相邻数据间关联性大,只有极少数数据包含重要的安全隐患信息和特征^[2]。

煤矿安全监控系统存储煤矿环境参数的主要目的是分析瓦斯等参数的变化趋势。在保证能记录数据变化趋势的前提下,结合瓦斯参数变化慢和相邻数据间相关性大的特点,运用基于误差带的历史数据压缩算法^[3]对其进行处理分析。

1.2 算法理论

设系统在 k 时刻的采样值用 $X(k)$ 表示,其前一时刻的采样值即为 $X(k-1)$, Δ 为误差带。

(1) 如果 $|X(k) - X(k-1)| < \Delta$, 则本次采样值可用上次采样值代替,本次采样值不存储。

(2) 如果 $|X(k) - X(k-1)| \geq \Delta$, 则存储本次采样值,且本次采样值作为下一次采样的比较值,即 $X(k-1) = X(k)$ 。

(3) 在新的采样值到来之时,重复上述过程。

1.3 算法存储的数据含义

由基于误差带的历史数据压缩算法理论可知,采用该压缩算法时,只有相邻采样值的差值超过 Δ 时,该采样值才会被存储。因此,该压缩算法存储的数据就相当于从全部采样值中提取的包含变化量较大信息的特征段。

煤矿瓦斯等参数变化较缓慢,相邻采样值相关性大,采用基于误差带的历史数据压缩算法一方面可以去除冗余数据,减小监控系统及数据库的存储压力,另一方面又能保证记录数据的变化趋势,保存采样数据的信息特征。

2 数据片段的主题抽取和相关性分析

2.1 瓦斯调校数据抽取与分析

瓦斯调校是煤矿井下设备维护的一项重要操作,调校状态是煤矿安全监控中的一种重要状态。抽取和分析调校数据,方便管理人员对调校情况核实和指导,对分析煤矿安全操作规程的执行情况具有重要意义。

通过对调校操作的分析,结合历史数据及瓦斯调校体积分数变化规律,得到调校数据的分离标准:瓦斯体积分数达到最大值 2.0% 左右且持续时间大于 30 s。考虑到调校操作不标准的情况及区分疑似调校的真正报警数据,采用如图 2 所示的步骤抽取、分析调校数据。

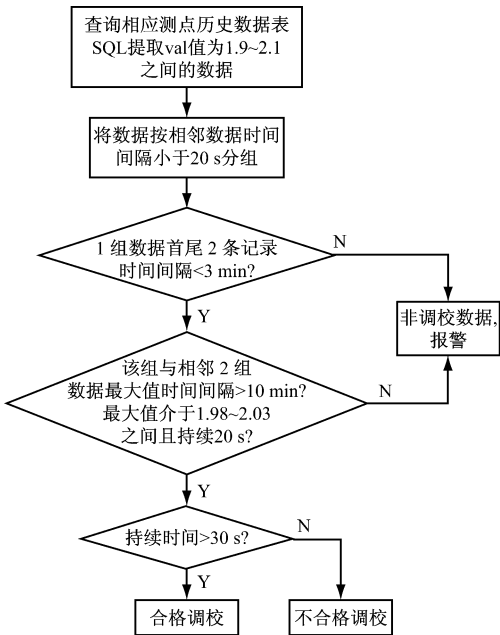


图2 调校数据抽取、分析流程

2.2 超限报警数据抽取与分析

瓦斯超限是导致煤矿安全事故的重要原因,对

超限数据的监控是煤矿安全监控工作的重中之重。抽取和分析瓦斯超限信息对保障煤矿安全生产具有重要意义。

由于瓦斯超限只是偶尔发生,且考虑到调校操作时,煤矿安全监控系统监测的瓦斯体积分数也会表现为超限状态,为便于分析真正的超限数据,从所有报警数据中将超限数据与调校数据进行分离。对超限数据的抽取、分析流程如图 3 所示。

- (1) 查询相应测点历史数据表中所有超过报警门限的记录。
- (2) 按图 2 所示的调校数据抽取流程筛选出调校记录,去除调校记录后剩余报警记录即为真正超限记录。
- (3) 对超限记录进行统计和分析,对比同一工作面不同瓦斯测点超限,挖掘某测点或工作面的超限规律,分析原因。

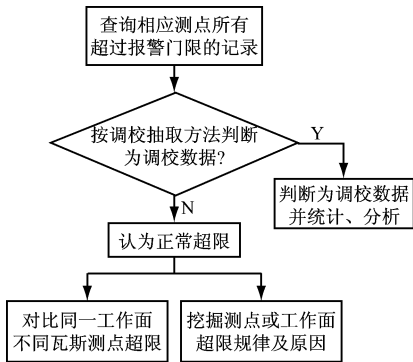


图 3 超限数据抽取、分析流程

从瓦斯变化规律上区分,调校时瓦斯体积分数快速上升、快速下降且最大值达到 2.0% 左右并持续超过 30 s;正常超限时瓦斯体积分数缓慢上升、缓慢下降。

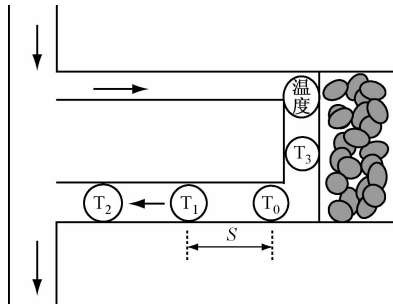
2.3 多传感器数据关联分析

煤矿井下由众多监测传感器测量影响矿井安全的各种参数(如瓦斯、CO、风速、温度等),是煤矿安全监控系统的感知部分。同一工作面一般有多个不同测点,参考图 4 所示采煤工作面传感器布置,同一工作面多传感器的数据间有相关性。

(1) 对同一类型传感器,多指同一工作面的多个瓦斯传感器,它们采集的瓦斯数据具有一定相似性,整体变化趋势相近。

图 5 为同一工作面上 2 个瓦斯传感器在 10 min 内的曲线,由图 5 可看出,传感器 T_0 、 T_1 的曲线整体变化趋势相似,与理论分析结果相符。

(2) 对不同类型传感器,如多个瓦斯传感器及风速传感器,设瓦斯传感器 T_0 监测数据某一段曲



T_0 、 T_1 、 T_2 —瓦斯传感器; T_3 —风速传感器

图 4 采煤工作面传感器布置

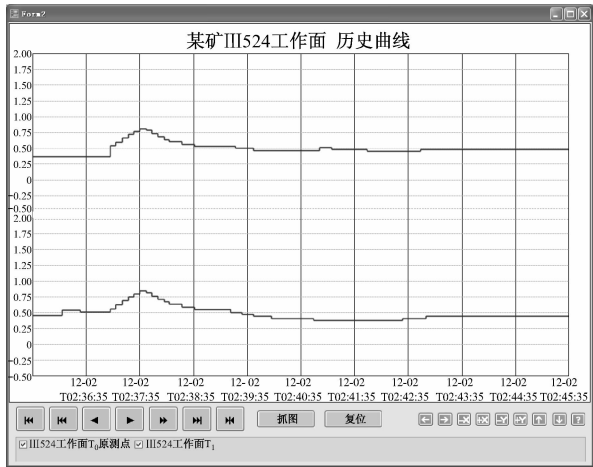


图 5 同一工作面 2 个瓦斯传感器曲线

线峰值时刻为 t_0 ,瓦斯传感器 T_1 监测数据某一段曲线峰值时刻为 t_1 ,传感器 T_0 与 T_1 布置距离为 S ,风速传感器 T_3 所测该时间段平均风速为 W 。设风向从 T_0 向 T_1 方向流动,则理论上 $W=S/(t_1-t_0)$ 。

现有的煤矿安全监控系统大多是实现各个环境参数的监控,未综合考虑多种因素的影响。对多传感器数据进行关联分析,充分利用多种有效监测数据,便于更好地分析工作面各传感器参数变化趋势,寻求数据间规律性和相关性,对监测工作面环境参数与安全状况具有很大意义^[4]。

2.4 瓦斯序列的相关性分析

设同一工作面传感器 T_0 和 T_1 监测到瓦斯序列分别为 $x(k)$ 、 $y(k)$,则

(1) 传感器 T_0 监测瓦斯序列的自相关函数为

$$R_x(m) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{2N+1} \sum_{k=-N}^N x(k)x(k+m)$$
,它反映了瓦斯序列 $x(k)$ 在相隔 m 点时波形的相似程度,波形变化越快, $R_x(m)$ 随 m 增大下降得越快^[5]。

其中, $m=0$ 时,自相关函数取值最大,且此时 $R_x(m)$ 等于序列的平均功率。当 m 增大时相关性减弱,这也反映了瓦斯序列中相邻数据相关性较大。

(2) 传感器 T_0 与 T_1 分别监测到的瓦斯序列 x

$x(k)$ 、 $y(k)$ 的互相关函数为 $R_{xy}(m)=\lim_{N\rightarrow\infty}\frac{1}{2N+1}\sum_{k=-N}^Nx(k)y(k+m)$,它反映了瓦斯序列 $x(k)$ 、 $y(k)$ 间的相关程度,给出了 2 个序列是否相关的一个判断指标。 $R_{xy}(m)$ 取值越大,说明相隔 m 点时序列 $x(k)$ 、 $y(k)$ 间的相关程度越高。

对瓦斯序列的自相关及不同瓦斯序列的互相关分析,对研究瓦斯数据、挖掘瓦斯规律有重大意义。

3 结语

以真实的煤矿安全监控系统及历史数据为基础,将基于误差带的历史数据压缩算法应用于煤矿安全监控系统,去除大量冗余数据,保存包含重要安全隐患信息的数据片段。并对压缩后的历史数据采用主题抽取、关联分析方法,得出安全监控系统重要数据片段的信息特征及规律,完善了煤矿的科学管

理。算法应用效果及数据分析结果与理论相符。对真实超限数据背后的信息挖掘有待进一步研究。

参考文献:

[1] 王智峰,屈凡非,田建军,等.基于海量数据分析的煤矿生产辅助决策支持系统的设计[J].工矿自动化,2011,37(10):22-25.

[2] 徐永刚,张申,裴斐.煤矿瓦斯历史数据压缩技术研究[J].工矿自动化,2008,34(4):7-9.

[3] 华钢,朱二莉,闫军华.煤矿安全监控系统历史数据存储压缩算法研究[J].工矿自动化:2005,31(4):8-10.

[4] 王占勇,马震,王青青.煤矿瓦斯监测多传感器信息融合方法研究[J].煤炭科技,2010(2):1-3.

[5] 尹洪胜.煤矿瓦斯时间序列分析方法与预警应用研究[D].徐州:中国矿业大学,2010.