



文章编号:1671-251X(2017)11-0086-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2017.11.017

支架工作阻力大数据分析系统

吴士良¹, 杨路林^{1,2}

(1. 山东科技大学 矿业与安全工程学院, 山东 青岛 266590;

2. 青岛本末岩控技术有限公司, 山东 青岛 266590)

摘要:为实现支架工作阻力大数据快速分析,提出了支架工作阻力大数据处理流程,设计了一种支架工作阻力大数据分析系统。该系统可实现支架工作阻力大数据的自动分析,并通过数据可视化技术,将矿压分析结果以专业图形和报表等形式直观表达,反映出顶板运动状态,便于指导工作面安全生产。

关键词:煤炭开采;大数据;支架工作阻力;矿压分析;顶板运动;可视化

中图分类号:TD67 文献标志码:A 网络出版时间:2017-10-27 09:31

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20171027.0931.017.html>

Big data analysis system of working resistance of support

WU Shiliang¹, YANG Lulin^{1,2}

(1. School of Mining and Safety Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China; 2. Qingdao Ins and Outs Strata Control Technology Co., Ltd., Qingdao 266590, China)

Abstract: In order to realize rapid big data analysis of working resistance of support, a process flow of the big data of working resistance of support was put forward, and a big data analysis system of working resistance of support was designed. The system can realize automatic analysis of the big data and visually show the mine pressure analysis results in form of professional graphs and reports through data visualization technology, which reflect roof movement state so as to guide safety production of working face.

Key words: coal mining; big data; working resistance of support; mine pressure analysis; roof movement; visualization

0 引言

大数据是指无法在一定时间内用传统数据库软件工具对其内容进行抓取、管理和处理的数据集合^[1],被认为是“未来的新石油”,已经成为各界关注的焦点,大数据时代已然来临^[2-4]。随着云计算、物

联网等信息化技术及传感技术在煤矿安全生产中的应用^[5],数据规模呈指数式增长。作为国家能源供给命脉的煤炭企业,应结合矿井自身特点,深度挖掘其生产管理中的海量数据,从时空多维度揭示大数据中隐含的知识和规律,指导煤矿安全生产经营管理,将煤矿安全生产提升到精细化管理的新层

收稿日期:2017-05-31;修回日期:2017-09-25;责任编辑:盛男。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51104093)。

作者简介:吴士良(1964—),男,江苏宜兴人,教授,博士,主要研究方向为矿山压力与岩层控制,E-mail:wushiliang300@163.com。通信作者:

杨路林(1992—),男,山东济宁人,硕士研究生,主要研究方向为矿山压力与岩层控制,E-mail:yanglulin621@163.com。

引用格式:吴士良,杨路林. 支架工作阻力大数据分析系统[J]. 工矿自动化,2017,43(11):86-89.

WU Shiliang, YANG Lulin. Big data analysis system of working resistance of support[J]. Industry and Mine Automation, 2017, 43 (11): 86-89.

面^[6-7]。随着高产高效的采掘生产要求和矿压监测仪器性能的快速提升,来源于外挂测站式监测系统和基于支架电液控制系统的非测站式监测系统的支架工作阻力监测数据具有体量大、种类多、价值密度低、生成速度快的特征^[8],可看作大数据。如何实现支架工作阻力大数据的快速分析成为了关键问题^[9-11]。本文设计了一种支架工作阻力大数据分析系统。

1 支架工作阻力大数据处理流程

支架工作阻力是顶板压力通过顶梁传递到支架立柱上的力,由每根立柱柱腔液体压力来反映,故在对支架工作阻力进行连续观测的基础上,可通过支架工作阻力的大小推断顶板运动状态,对综采工作面顶板运动规律进行分析^[12-13]。本文按照以下流程对支架工作阻力大数据进行处理。

(1) 获取支架工作阻力监测原始数据。上位机软件直接获取支架工作阻力监测原始数据,同时根据记录的数据生成支架工作阻力实时曲线。但该曲线缺少反映采场推进时空关系的描述参数,只能简单反映某一时刻的顶板压力情况,无法精确反映工作面推进到一定位置处的顶板压力变化情况。

(2) 划分采煤循环。根据支架工作阻力监测原始数据曲线正负斜率的变化,确定支架工作循环的开始阶段和结束阶段,即划分出每一个采煤循环。

(3) 选取有效支架工作阻力。为使海量的支架工作阻力监测原始数据变少,需根据支架工作循环中升架、降架、移架等动作提取出有代表性的有效支架工作阻力——支架初撑力和支架循环末阻力。支架初撑力是指在泵站工作压力作用下支架立柱升起,支架的顶梁与顶板接紧时,支架对顶板的支撑力,其数值根据支架初撑阶段曲线斜率的变化关系确定;支架循环末阻力是指支架工作循环结束,移架前支架对顶板的支撑力,其数值一般可取移架前1~2 min内的最大工作阻力。

(4) 绘制有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线。

(5) 定制工作面支架的来压线(顶板来压时表示支架工作阻力最小值的水平线)。为了对支架工作阻力大数据展开更深层次的挖掘,按照数理统计方法定制工作面支架来压线,一般同一区域支架的来压线高度一致,少部分支架需要调整。

(6) 划分顶板周期来压。根据有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线及支架来压线,可划分顶板周期来压:关系曲线高于来压线的部分为来压阶段(显著运动阶段),低于来压线的部

分为非来压阶段(相对稳定阶段)。将表征不同顶板运动状态的数据区分开,凸显工作面的来压区域。

(7) 统计主要矿压显现特征参数。为增强支架工作阻力大数据的可读性,根据有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线统计顶板稳定运动步距、顶板显著运动步距、顶板周期来压步距及支架动载系数等矿压显现特征参数。

2 支架工作阻力大数据分析系统功能

在支架工作阻力大数据分析系统中输入工作面基本参数(工作面名称及编号、采煤工艺、采高、工作面走向长度及工作面区域划分等)、支架基本参数(安装监测分站的支架编号、架型、立柱内径、额定工作阻力等)和工作面每日推进度后,可实现支架工作阻力监测原始数据的快速导入。支架工作阻力大数据分析系统采用数据可视化技术^[14],可生成多种图形和矿压分析报表,形象地展示大数据分析结果。

(1) 工作面整体支架移架散点图。系统可实现工作面整体支架的移架路线显示,如图1所示,其中每一散点代表1个支架动架动作(包含正规循环动作和调架动作)。散点图可帮助了解工作面生产循环细节。

(2) 采煤循环划分图表。系统可生成支架工作阻力实时曲线及划分采煤循环,并以图表的形式显示,如图2所示。用户可根据图表查看支架工作循环的开始和结束时间,初撑力、循环末阻力及所对应时刻。

(3) 有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线。系统可生成工作面所有支架的有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线,并在充分结合现场实际的基础上,生成支架位置顶板周期来压概化图和周期来压优化图,直观地显示顶板来压的周期性规律,如图3所示。

(4) 工作面顶板压力分布云图。系统采用Surfer软件技术,以推进步距-支架编号的二维云图方式,显示开采过程中多个监测支架部位顶板压力总体分布特征。

(5) 工作面支架初撑力分布云图。系统可生成工作面支架初撑力分布云图,反映工作面支架初撑力分布情况。

(6) 主要矿压显现特征参数统计表。系统统计基于工作面周期来压划分的矿压显现特征参数,如顶板稳定运动步距、顶板显著运动步距、顶板周期来压步距及支架动载系数等,每个矿压显现特征参数都对应1个分析报表。

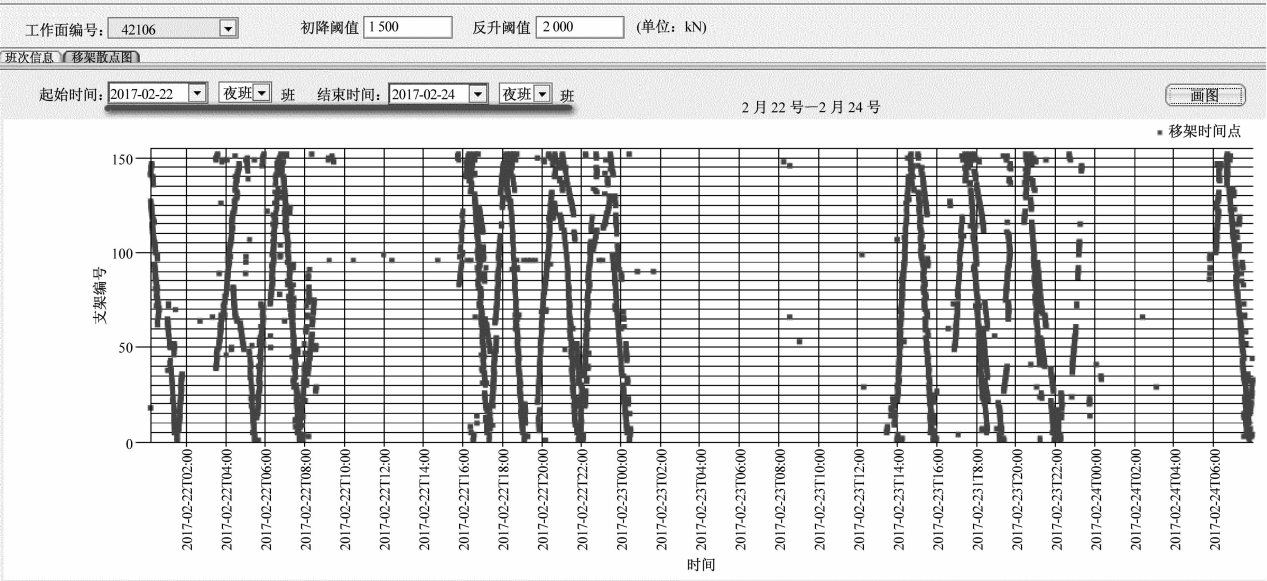


图 1 工作面整体支架移架散点图

Fig. 1 Movement points of overall supports in working face

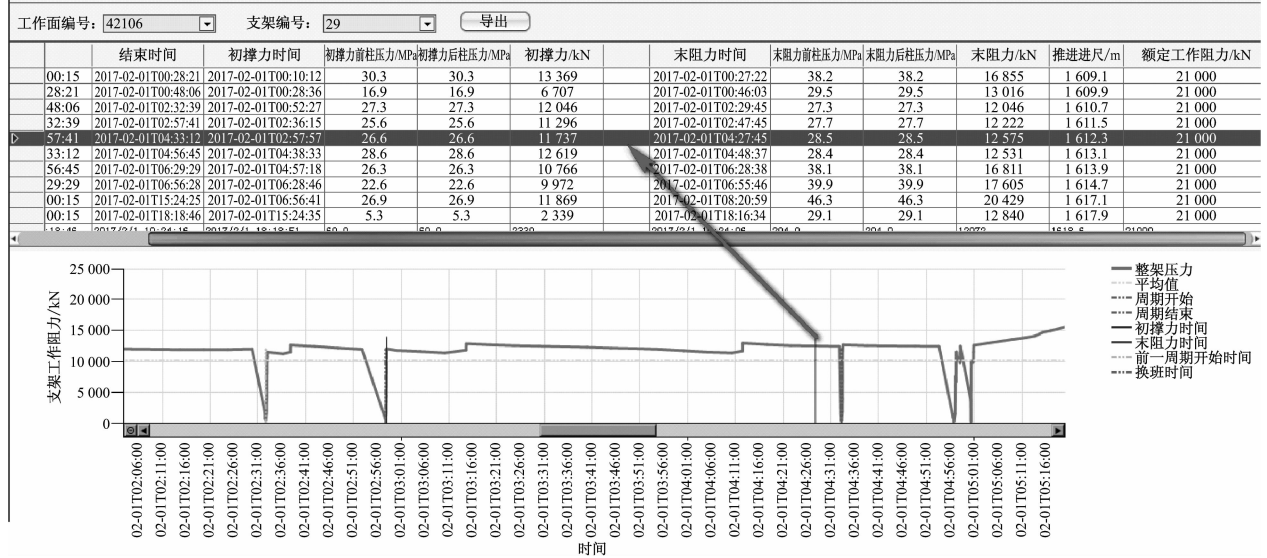


图 2 采煤循环划分

Fig. 2 Cycle division of coal cutting

(7) 工作面矿压规律分析简报。主要内容包括工作面基本信息、工作面来压特征总体统计、顶板周期来压步距分析、顶板稳定运动步距分析、顶板显著运动步距分析、顶板来压强度分析、顶板来压动载效应分析及相关分析结论和建议。

3 结语

支架工作阻力大数据分析系统通过数据处理和可视化技术,将分析结果以专业图形和报表等形式直观表达,可反映顶板运动状态,便于指导工作面安全生产。今后将研究支架工作阻力大数据的高层次分析、挖掘和展示技术,根据工作面开采过程中正在

发生或已经发生的多种矿压显现特征,抽取反映顶板运动状态的矿压预测数据,推断即将产生的矿压显现特征。

参考文献(References):

[1] 朱建平,章贵军,刘晓葳.大数据时代下数据分析理念的辨析[J].统计研究,2014,31(2):10-19.
ZHU Jianping,ZHANG Guijun,LIU Xiaowei. Clarity of a philosophy of data analysis during the age of big data[J]. Statistical Research,2014,31(2):10-19.
[2] 彭宇,庞景月,刘大同,等.大数据:内涵、技术体系与展望[J].电子测量与仪器学报,2015,29(4):469-482.

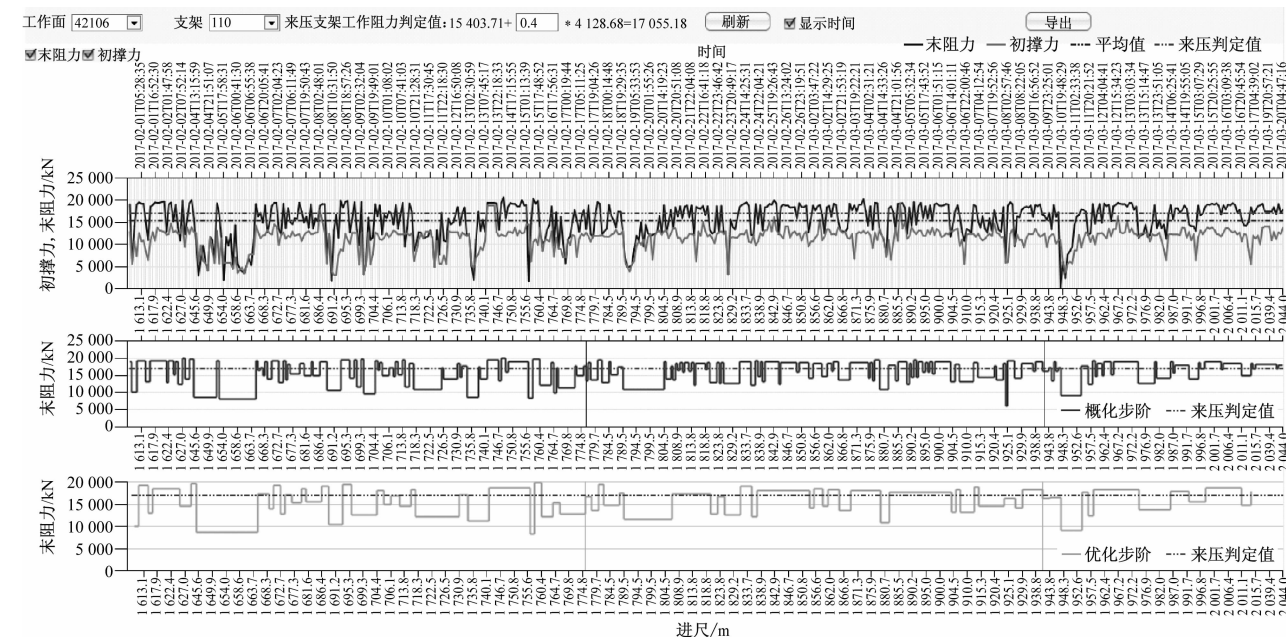


图3 有效支架工作阻力与工作面总进尺和开采时刻的关系曲线
Fig.3 Relationship curve among effective working resistance of support,
total footage of working face and mining time

PENG Yu, PANG Jingyue, LIU Datong, et al. Big data: connotation, technical framework and its development[J]. Journal of Electronic Measurement and Instrumentation, 2015, 29(4): 469-482.

[3] 程学旗, 靳小龙, 王元卓, 等. 大数据系统和分析技术综述[J]. 软件学报, 2014, 25(9): 1889-1908.

CHENG Xueqi, JIN Xiaolong, WANG Yuanzhuo, et al. Survey on big data system and analytic technology[J]. Journal of Software, 2014, 25(9): 1889-1908.

[4] 李学龙, 龚海刚. 大数据系统综述[J]. 中国科学: 信息科学, 2015, 45(1): 1-44.

LI Xuelong, GONG Haigang. Survey on big data system[J]. Scientia Sinica Informationis, 2015, 45(1): 1-44.

[5] 马小平, 胡延军, 缪燕子. 物联网、大数据及云计算技术在煤矿安全生产中的应用研究[J]. 工矿自动化, 2014, 40(4): 5-9.

MA Xiaoping, HU Yanjun, MIU Yanzi. Application research of technologies of Internet of things, big data and cloud computing in coal mine safety production[J]. Industry and Mine Automation, 2014, 40(4): 5-9.

[6] 王海军, 武先利. “互联网+”时代煤矿大数据应用分析[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(2): 139-143.

WANG Haijun, WU Xianli. Analysis on application of coal mine big data in age of ‘Internet +’[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(2): 139-143.

[7] 张科利, 王建文, 曹豪. 互联网+煤矿开采大数据技术研究与实践[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(7): 123-128.

ZHANG Keli, WANG Jianwen, CAO Hao. Study and practice on big data technology of internet plus coal mining[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(7): 123-128.

[8] 李军. 大数据: 从海量到精准[M]. 北京: 清华大学出版社, 2014.

[9] 蒋金泉, 谭云亮, 潘立友, 等. 矿山压力监测及预报[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1996.

[10] 尹增德, 宁建国. 矿山压力监测与预报[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2011.

[11] 程敬义. 综采工作面顶板来压预测及冒顶预警理论与技术研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2015.

[12] 王继林, 袁永, 屠世浩, 等. 大采高综采采场顶板结构特征与支架合理承载[J]. 采矿与工程学报, 2014, 31(4): 512-518.

WANG Jilin, YUAN Yong, TU Shihao, et al. Roof structure characteristics in fully mechanized coalface with large mining height and reasonable loading of support [J]. Journal of Mining and Safety Engineering, 2014, 31(4): 512-518.

[13] 翟新献, 苏承东, 李仕明, 等. 综放工作面顶煤承载能力和支架工作阻力的探讨[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2007, 30(8): 54-58.

ZHAI Xinxian, SU Chengdong, LI Shiming, et al. Bearing capacity of top-coal body and working resistances for supports in coal faces with sublevel caving[J]. Journal of Chongqing University (Natural Science Edition), 2007, 30(8): 54-58.

[14] 贺全兵. 可视化技术的发展及应用[J]. 中国西部科技, 2008, 7(4): 4-7.

HE Quanbing. The development and application of visualization technique[J]. Science and Technology of West China, 2008, 7(4): 4-7.