

基于GPS和GIS的大冶铁矿高陡边坡监测预警系统

邱丹丹¹, 卢新海¹, 李沛²

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430074;

2. 武汉钢铁集团矿业有限责任公司大冶铁矿, 湖北 黄石 435000)

摘要:介绍了一种基于GPS和GIS技术的高陡边坡监测预警系统,该系统主要由数据管理子系统和监测预警子系统组成,并重点阐述了GPS数据接收和GPS与GIS数据关联两个关键点,在此基础上,提出了其实际应用中数据量较大、数据采集的影响因素的解决方案,该系统操作简单、界面直观,可即时反映监测数据的变化,能对潜在的边坡滑坡进行预警,具有一定应用价值。

关键词:GPS; GIS; 高陡边坡; 监测预警系统

中图分类号:P237

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2010.01.006

0 引言

随着监测边坡高度的增加,监测范围的扩大及监测点数量的增多,边坡监测人员的作业环境越来越差,国内外学者在边坡变形自动化监测中做了大量研究。例如,智利学者利用Leika APA-Win边坡自动监测系统和GPS对露天矿坑外围的区域等进行监测;加拿大专家布设GPS和时域反射仪(TDR)等设备在监测边坡稳定性方面做了研究;澳大利亚CSIRO研制出一种新的边坡监测系统等等^[1]。我国在边坡监测方面与国外矿山相比起步较晚,目前已在金川露天矿^[2],山东某煤矿^[3],磁海铁矿^[4]等矿山中利用GPS系统和全站仪技术在边坡进行监测方面的尝试。

湖北大冶铁矿东露天采场位于武汉市东南部,经过50余年的开采,已经在燕山期花岗闪长岩与大冶群灰岩接触带形成东西长2400m,南北宽1000m,深度230~444m,最终坡角41~45°的椭圆形矿坑^[5,7]。该矿坑存在严重的高陡边坡隐患,需进行坡体变形监测。GPS与GIS结合的方式可构建矿山边坡变形的实时监测数据采集与分析系统,利用GPS采集和GIS分析相结合是经济、迅速的手段。

1 系统组成

本系统的主要任务是:建立边坡GPS监测网络,利用监测数据完成坐标及相关参数的数据分

析,并在此基础上实现预警。因此,大冶铁矿高陡边坡预警系统主要分为数据库管理子系统和监测预警子系统两个部分,其中,监测预警子系统可分为三个功能:监测点管理、监测数据管理,预警阈值管理,它们都由数据子系统统一提供数据支持服务(见图1)。

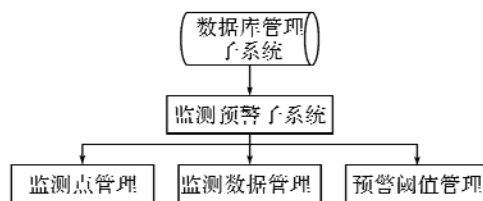


图1 监测预警系统功能图

Fig. 1 Functional diagram of monitoring and early-warning system

1.1 数据库管理子系统

数据库管理子系统是矿山监测预警系统的基础部分,它主要包括GPS监测数据、GIS地理数据、预警预案数据、系统管理数据四大块数据类型。GPS监测数据包含监测所得GPS数据及在此基础上的各项分析参数;GIS地理数据包括矿区地形图、矿区基本高程信息等;预警预案数据主要指应急预案相关数据;系统管理数据则指系统参数和用户的基本数据。

1.2 监测预警子系统

监测预警子系统是矿山监测预警系统的重要组成部分,其作用是利用GPS监测数据和GIS相关技术实现对大冶高陡边坡的实时监测并滑坡预

警.因此,它包含三个主要功能:监测点管理,将GPS监测点和GIS信息关联起来,提高了GPS仪器的布点分析能力,增强了系统的可视化效果;监测数据管理,对GPS监测数据的变形分析,以便于准确、可靠的提供滑坡监测工作基准的稳定性和监测点的变形状况;预警阈值管理,在理论分析的基础上,利用监测数据构建变形分析的重要参数,并分析各参数的变化情况,可设定和调整相应的滑坡报警阈值。

2 系统主要技术

2.1 GPS数据接收

GPS数据接收是该系统的重要内容之一.本系统采用单频静态GPS接收机与数传电台相结合的方法来获取监测数据的.该方法不仅提高了效率,也降低了成本,其数据经历的主要设备如图2所示。

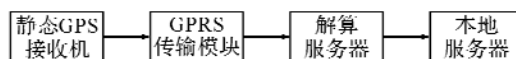


图2 数据经历设备的关系图

Fig. 2 Relational graph of data flowed equipments

通过静态GPS接收机获取到最原始的历元数据,该数据经GPRS传输模块发送到中心控制站,经中心控制站进行数据解算,得到坐标值,坐标值再经网络传输到本地服务器,形成本系统所需的监测数据.本系统通过购买南方公司自主生产研发的一整套设备可获得解算坐标数据,即从解算服务器获得的坐标值,因此本系统的数据介绍任务主要是解决如何通过网络传输将服务器上的数据传送到本地服务器。

该部分的主要问题有两点:通过网络协议建立网络通讯;关联数据库,将数据写入数据库.程序实现流程如图3所示。



图3 GPS数据接收流程图

Fig. 3 Flow chart of GPS data receiving

2.2 GPS数据和GIS关联

数据显示是中间处理过程和最终结果的屏幕显示,包括图形数据的数字化与编辑以及操作分析过程的显示.GIS平台可显示空间数据,GPS数据作为GIS空间数据的重要组成部分,将GPS数据显示在GIS图层中,使的数据显示更直观、立体.系统采用人机对话的方式来进行,其程序实现的流程如图4所示。



图4 GPS数据显示流程图

Fig. 4 Flow chart of GPS data display

3 应用中的数据处理改进

系统主要操作界面如图5所示,该界面主要由三个区域构成:监测设备区、视图区和数据区。

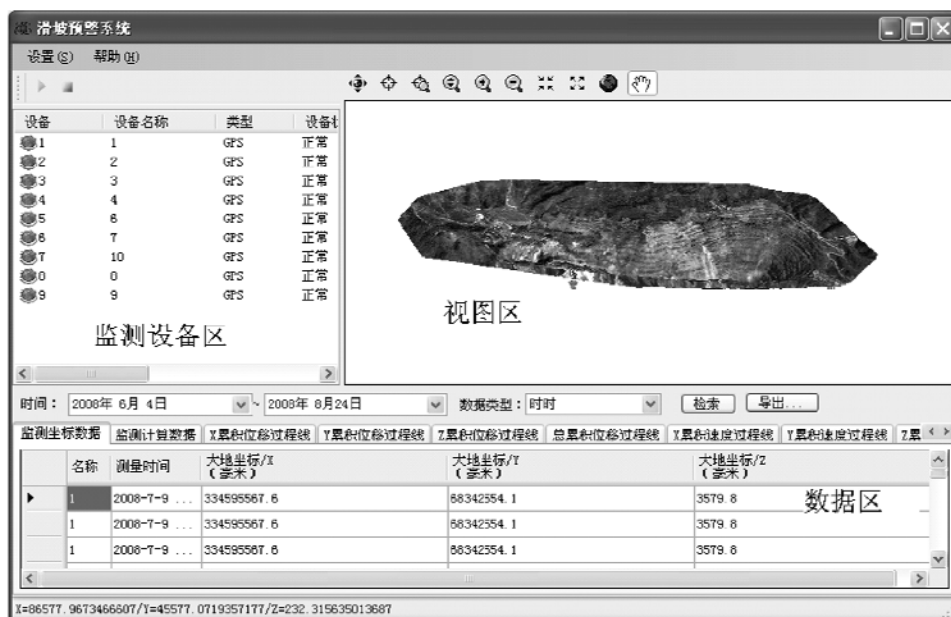


图5 监测预警系统主要操作界面

Fig. 5 The main operation interface of monitoring and early-warning system

a. GPS 实时监测数据的特点是数据量大, 在正常情况下, 每隔几秒即可产生一条数据. 实际应用中, 较大的数据量会影响软件系统的运行速度. 本系统对每小时、每天、每月统计监测数据进行统计平均, 该方法的主要优点有: ①提高软件运行速度; ②方便用户观测和掌握数据的变化.

b. 矿山 GPS 监测数据易受周围环境的影响, 尤其是放炮震动在一定程度上影响监测数据的异常波动, 当超过报警阈值时则会引发虚假报警.

通过对监测数据的结果进行分析发现, 放炮震动表现出正负位移变化特点. 而当发生滑坡危险时, 监测数据的坐标位移变化通常为单向变化. 在具体实现中, 本文将三维坐标 x 、 y 、 z 三个变量的差值进行正负值标识, 用来判断位移的变化方向. 系统通过操作界面(如图 5)中数据区的“ x 、 y 、 z 累计位移过程图”可观察到位移的变化方向.

4 结 语

本系统研究了目前在变形监测中应用较为广泛的 GPS 技术, 在此基础上结合 GIS 具有的处理属性数据和地图数据的特点, 开发了基于 GPS 和 GIS 的大冶铁矿高陡边坡监测预警系统, 该系统操作起来简单、直观, 可及时反映监测数据的变化, 出现危险信号时可提前报警. 目前该系统已正常

运行一年, 结果表明具有较好的可靠性和实用性.

致谢: 本文得到了武汉工程大学大冶铁矿边坡研究课题组的大力支持和武钢矿业公司大冶铁矿相关同志的指导和帮助, 属集体科研成果, 在此一并致谢!

参考文献:

- [1] 李海蒙, 李军财. 国内外矿山边坡监测技术应用的最新进展[J]. 中国矿业, 2006, 15(4): 46-47.
- [2] 郑国忠, 徐嘉谟, 马凤山, 等. GPS 技术在全川露天矿边坡变形监测中的应用[J]. 工程地质学报, 1998, 6(3): 282-288.
- [3] 梁元重, 班训海. 矿区 GPS 变形监测网的建立与变形值计算方法[J]. 矿山测量, 2000, 6(2): 33-34.
- [4] 王艳飞. 全球卫星定位系统(GPS)在磁海铁矿边坡监测中的应用[J]. 新疆钢铁, 2008(4): 42-46.
- [5] 卢新海, 何保国, 赵荣俊. 大冶铁矿高陡边坡灾害信息处理系统构建技术[J]. 地理空间信息, 2006, 4(4): 11-12.
- [6] 肖云, 周春梅, 吴燕玲, 等. 露天采场高陡岩质典型地段稳定性分析[J]. 武汉工程大学学报, 2009, 31(3): 34-37.
- [7] 李先福. 大冶东露天采场高陡边坡自动监测与应急系统[R]. 武汉: 武汉工程大学, 2007.

Monitoring and early-warning system of the high and steep slope in Daye mine based on GPS and GIS

QIU Dan-dan¹, LU Xin-hai¹, LI Pei²

(1. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

(2. Daye Iron Mine of Mining Limited Company of Wuhan Iron Group, Huangshi 435000, China)

Abstract: This study introduced an monitoring and early-warning system for the high and steep slope of mine based on GPS and GIS technology, which is composed of data management sub system and early warning sub-system, and described intensively two key points of GPS data receiving and the connection of GPS data and GIS data. Furthermore, we provided a solution in practice to the large data and the affecting factors of data collection. It is simple to operate and the interface is concise. The system can reflect change of monitoring data in time, which could be used to warn of early potential risk of the high and steep slope of mine, so it is worth of putting the system in practice.

Key words: GPS; GIS; high and steep slope; monitoring and early-warning system

本文编辑: 龚晓宁