

# 实时 GPS 监测系统在滑坡变形监测中的应用

杨世安 饶国华

(江西信息应用职业技术学院 江西南昌 330043)

**摘要:**静态 GPS 监控系统无法实时进行数据传输,对滑坡变形情况实现实时监控,而实时 GPS 监控系统能够改变静态 GPS 监控系统的不足,通过对某一边坡的连续监测分析滑坡体变形的过程,为有效预防地质灾害危险提供依据。本文笔者以抚顺西露天矿南帮滑坡为例,针对实时 GPS 监控成果、监控存在问题和解决策略进行探究,以期提升实时 GPS 监控系统的实用价值。

**关键词:**实时 GPS 监控系统;滑坡;变形监测

## Application of Real-time GPS Monitoring System in Landslide Deformation Monitoring

YANG Shi-an RAO Guo-hua

(Jiangxi Vocational and Technical College of Information Application 330043)

**Abstract:** The static GPS monitoring system can not transmit data in real time, but can monitor the deformation of landslide in real time. The real-time GPS monitoring system can change the shortcomings of the static GPS monitoring system. Through the continuous monitoring and analysis of the deformation process of a slope, it can provide the basis for the effective prevention of geological hazards. Taking the south slope of Fushun West open pit mine as an example, this paper explores the real-time GPS monitoring results, existing problems and solutions, in order to improve the practical value of the real-time GPS monitoring system.

**Key Words:** Real time GPS monitoring system; Landslide; Deformation monitoring

随着生产建设力度不断增大,山体或矿区滑坡情况出现的频率也越来越高,但是滑坡出现需要一定的时间周期,滑坡体变形到一定程度后才会产生滑坡,因而,对滑坡体进行实时监测就变得十分必要和重要。但是,滑坡变形检测始终是地形监测中的难点,要解决此问题,必须借助实时 GPS 监控系统,通过该监控系统对变形数据进行实时监测和传输,以便为预防地质灾害发生提供及时、准确的数据支持。

### 1 概述

抚顺西露天矿南帮滑坡地质灾害险情是在 2010 年 8 月份被发现的,但是 2013 年 3 月其滑坡变形加剧了,如果不对滑坡变形情况进行监控,就容易给当地人们生命财产安全带来威胁。为了提前做好针对性的防治措施,需要获取滑坡体

的变形信息。为了实现对滑坡变形情况的实时监控,建立并应用了实时 GPS 监控系统,而该监测系统也在多年的连续监测过程中发挥重要作用,无论天气条件多么恶劣,它都可以智能测量,实现实时数据传输,为抚顺西露天矿南帮滑坡预警提供数据支持。

### 2 实时 GPS 监控系统

抚顺西露天矿南帮滑坡实时监控系统是采用的数据接收子系统、数据处理子系统、防雷子系统、网络安全防护系统等为一体的中海达自动化监控系统。该监控系统能够实时接收 GPS、北斗等多个系统的定位信息;支持大数据处理均衡技术以及分布式运行,使可处理数据量更大;支持渐变以及瞬变模式、单历元静态及动态先算法解算,解除了监测变形

作者简介:杨世安(1990—)男,助教,主要研究方向:变形监测。

饶国华(1988—)男,助教,主要研究方向:变形监测。

量的量程控制,使得实时监控精准度得到了很大提升;远程管理,智能操控的通信以及集成技术;数据分析处理以及预警预报技术。抚顺西露天矿南帮滑坡实时 GPS 监测系统共建立了 2 个基站以及集中分布在 6 条测线的 23 个监测点,这些实时 GPS 监测点主要是沿着矿区测线,根据滑坡的上、中、下原则进行布设的。

### 3 实时 GPS 监测系统应用的优点

GPS 技术的发展和应用于测量技术变革提供了支持,而实时 GPS 监测系统的应用更是满足了监测的多样化要求。实时 GPS 监测系统与传统监测系统相比,不仅操作更加便捷、数据传输速度更快、数据的精准度更高,而且在监测数据获取、传输、分析以及预报等各个环节的智能化和自动化水平更高,能够有效实现远程实时监控的目的。在抚顺西露天矿南帮滑坡变形监测过程中,用到的 GPS 系统主要有静态 GPS 监控系统、固定连续 GPS 测线陈列系统以及实时动态检测系统三种,如果滑坡变形速度较为缓慢时,主要采用静态 GPS 监控系统、固定连续 GPS 测线陈列系统进行监控,当滑坡变形速率  $> 50\text{mm}$  且监测环境不佳时,通常利用单历元解算的实时 GPS 动态监测系统进行监测。单历元解算的实时 GPS 动态监测系统能够利用一个历元确定模糊度,进而得出精度可以达到亚厘米级的监测点坐标,这样有效避免了因频道发生周跳引发的粗差大的问题。

### 4 实时 GPS 动态监测系统监测效果分析

首先,利用实时 GPS 动态监测系统对滑坡进行连续多年的监测可以根据对滑坡东西边界和前缘监测点数据的持续分析实现对滑坡边界判定。

其次,通过对监测成果的综合分析,可以分析和掌握主滑区域的发展变化状况。从横向来看,对滑坡各部分变形发展变化过程进行分析可以发现:2015 年之前,水平变形速率由大到小依次为西部、中部、东部;2015 年时,水平变形速率由大到小依次为中部、西部、东部;2016 年,水平变形速率由大到小依次为中部、东部、西部;2017 年,西部水平变形速率最小,东部与中部基本相同。综合滑坡各部分变形发展过程以及地面巡查结果分析可以得出以下结论:主滑区域变形发展情况与矿内坑底生产活动以及坑底的回填压脚活动有联系的。

再者,根据监测成果分析情况,能够对滑坡体进行工程地质分区,通过分区实现各区、各块的监测预警。结合 4 年来实时 GPS 监控系统监测到的水平和垂直点位移值、地面巡查结果以及地质灾害发生状况对滑坡体进行工程地质分区、监测预警和危险性分区,从左到右一共将滑坡体划分为 4 个区,其中水平位移最大(大于  $80\text{m}$ )的区域有渗水点,岩体节理断裂发育,2016 年以后,该区域的水平速率明显高于其他区域,因而,其地质灾害危险性相较是最大的;水平位移在

$60\text{--}70\text{m}$ 、垂直位移最大(大于  $40\text{m}$ )的区域曾发生过小型滑坡,滑坡后缘断陷洼地不断加深使得该区域发生小型滑坡的概率增加,进而威胁到了周边工厂的生产安全;受坑内开采活动影响,E800 测线以东滑坡的下部区域水平位移值也在不断增大;位于 W400 测线以西的区域水平和垂直位移都偏小,因为该区域南北贯通式的回填压脚工作缓解了滑移速率。

### 5 实时 GPS 监测系统存在的问题及解决策略

首先,实时 GPS 监测系统需要持续稳定网络通信信号的支持,然而监测系统所在区域的网络通信信号却不够稳定,一旦网络掉线,数据监测、传输就会中断,打断数据的连续性。只有增加外部通信模块加强信号强度,保证信号持续稳定度才能增加数据传输稳定性。

其次,太阳能电池板供电受天气条件影响较大,一旦碰到降雪天气,供电就会中断,除非进行人工除雪。为了有效解决这一问题,可以根据季节变化不断调整太阳能电池板朝向和角度,减少积雪存留在太阳能电池板上的时间。

再者,系统在运行过程中,可能会受到卫星信号多路径影响产生瞬间跳动,进而致使数据发生偏移,影响数据准确性和真实性。为了保证监测和传输数据的准确性,可以在监测系统中增加滤波处理数据的模块,通过模块处理保证数据真实。

### 6 结论

首先,在抚顺西露天矿南帮滑坡变形加剧的恶劣情况下,传统的监测系统已然无法满足监测要求,而实时 GPS 监测系统的应用能够在恶劣的监测条件下全天候监测数据并实现数据的实时传输,保证了数据的及时性;同时,单历元动态与静态结合的算法无论变形速率是大是小都可以应用,监测所得数据的精准性可以得到保证。

其次,利用实时 GPS 监测系统对抚顺西露天矿南帮滑坡变形情况进行多年连续监测,可以获取大量样本数据,通过对这些数据以及地面巡查结果的综合分析,可以判定滑坡边界以及滑坡各区域变形发展的过程,为预防地质灾害提供决策数据。

再者,实时 GPS 监测系统在抚顺西露天矿南帮滑坡监测过程中也存在一些问题,例如受到天气以及网络信号影响,监测数据的连续性以及准确性会受到影响,针对这些问题应该采取相应的措施进行解决。

#### 参考文献:

- [1] 滕超.实时 GPS 监测系统在滑坡变形监测中的应用[J].科学技术创新,2019,(6):27-28.
- [2] 钱鹏,刘改学.基于差分 GPS 的远程滑坡监测系统[J].铁路计算机应用,2017,26(9):7-10.
- [3] 王彬彬,刘根友,李正媛,等.BDS/GPS 单历元阻尼 LAMBDA 算

### 3.3 “我”模块

启动程序之后,点击底部的导航栏中的“我”,进入到“我”模块。用户首先点击头像进行登录,进入到登录界面之后,如果用户如果没有注册,点击“立即注册”可进行注册,如果已经存在账号则输入正确的用户名和密码即可登录。如果忘记密码,则可以在登录界面点击“找回密码”,通过设置的密保将密码找回。

登录成功之后,在“我”模块可以保存用户的历史记录和一些设置选项。点击用户头像可对用户个人信息进行修改,包括用户的头像、昵称、签名等信息,但用户名作为唯一标识,不能修改。在历史记录菜单中记录了用户运动信息的历史数据,点击可直接跳转到详细信息页面。在设置菜单中可修改登录密码以及设置密保等功能。当用户登录成功后,可将用户的数据备份到服务器端。当用户查询历史数据时,可从服务器端读取数据,并根据用户历史数据做出综合评估,并将评估信息反馈给用户,页面设计如图3(d)所示。

### 3.4 技术实现

在项目中智能手环和手机端采用 Android 4.0 BLE (Bluetooth Low Energy) 技术进行数据交互。Android 系统为 BLE 的核心功能提供平台支持和相关的 API 接口,Android App 可以利用相应的 API 来发现设备、查询服务和读写特性。相比传统的蓝牙,BLE 更显著的特点是低功耗。这一优点使 Android App 可以与具有低功耗要求的 BLE 设备通信,如近距离传感器、心脏速率监视器、健身设备等。

Generic Attribute Profile(GATT)—GATT 配置文件是一个通用规范,用于在 BLE 链路上发送和接收被称为“属性”的数据块。目前所有的 BLE 应用都基于 GATT。蓝牙 SIG 规定了许多低功耗设备的配置文件。当手机和智能手环建立连接后,他们开始向另一方传输 GATT 数据。哪一方作为服务器取决于他们传输数据的种类。当手环想向手机报告传感器数据,手环是服务端。如果手环要更新来自手机的数据,手机会

作为服务端。

项目采用的开发工具是 Android Studio3.0 和 JDK7.0 以及 SQLite 数据库实现手机端开发。Android Studio 是 Google 公司推出的最新开发工具,它是基于 IntelliJ IDEA,可以快速继承各个版本的 SDK。Android Studio 涵盖了所有 Android 应用开发相关的功能,利用 Android Studio 可以使开发过程变得更加高效快捷。在服务器端采用 JSP 技术和开源的 MySQL 数据库实现服务器开发,采用 Tomcat7.0 作为服务器搭建 Web 平台。MySQL 数据库是开源的小型数据库,它具有体积小运行速度快,使用简单等优点,因此在本项目中采用 MySQL 数据库作为服务器端数据库。

## 4 结束语

智能手环 APP 是智能手环的辅助软件,可通过智能手环 APP 更好的掌握用户的运行信息和身体状况信息,并能通过对数据的分析提供给用户合适的运动计划,饮食调节等功能,起到通过数据指导健康生活的作用,在实际的生活具有一定的实用价值。

### 参考文献:

- [1] 钟元生,高成珍.《Android 应用开发教程》[M].南昌:江西高校出版社 2017.
- [2] 贺非凡,周娜,孙健源等.基于物联网的养生智能手环设计[J].电脑知识与技术,2020(11).
- [3] 郭霖.《第一行代码》(第二版)[M].北京:人民邮电出版社出版 2016.
- [4] 于智,曲伟峰,马春艳.安装 Android Studio 开发环境常见问题解决方法[J].科技风,2018(18).
- [5] Baron Schwartz,PeterZaitsev,VadimTkachenko.高性能 MySQL(第 3 版)[M].北京:电子工业出版社 2013.

### (上接第 37 页)

法及其在边坡变形监测中的应用效果分析[J].大地测量与地球动力学,2017,37(8):782-786.

[4] 周航,刘乐军,王东亮,等.滑坡监测系统在北长山岛山后村山体滑坡监测中的应用[J].海洋学报(中文版),2016,(1):124-132.

[5] 张阳阳,陈永生,何群,等.BDS 单历元算法及精度分析[J].导航定位学报,2018,6(1):76-80.

[6] 安徽合软信息技术有限公司.一种基于计算机系统集成的新型 GPS 实时变形监测系统:CN201810704573.0[P].2018-09-07.