

# 高边坡 GPS 自动变形监测系统设计及实现

李鹏飞<sup>1</sup> 马羽<sup>2</sup> 袁兴明<sup>3</sup>

1 山东电力工程咨询有限公司 2 山东省国土测绘院 3 山东工业职业学院

DOI:10.32629/gmsm.v2i6.469

**[摘要]** 设计和建立了GPS高边坡远程自动化变形监测系统,系统主要包括数据采集、数据传输、数据处理、显示管理等组成部分。针对场地范围较广、地形复杂的实际情况,设计了无线网桥与4G技术结合的数据无线传输模块。基于SQL SERVER数据库开发建立了GPS变形监测数据库信息管理系统,实现了边坡监测GPS数据和监测结果的自动入库及管理。

**[关键词]** GPS; 变形监测; 数据库

## 引言

工程区域内发育有乱石岗滑坡、富塘滑坡和康家坪滑坡等三个主要古滑坡体,分布高程大约在850~1060米范围内。在滑坡后缘1100m高程以下及滑坡两侧一定范围内,受滑坡影响,岩体普遍存在显著的拉裂松动变形或强烈松弛卸荷现象。2008年6月发现萝卜岗北西端场M地块和N地块有长度数米至数十米,宽度数厘米至数十厘米的拉裂缝分布。库区大量蓄水也对岸坡的水文地质条件产生重大影响,有可能改变岸坡原来的稳定状态。2010年7月,再次发生山体滑坡,垮塌土石方量约120万立方米,导致二十余人失踪,损失惨重。为了有效监测场地的工程安全,需开展工程安全监测设计和专业监测施工,以对各主要滑坡、各安置场地和公共设施基础安全状态进行高精度监测,防止灾害事故发生。

## 1 GPS 变形监测系统构成

该系统主要由数据采集、数据传输、数据处理及分析管理四个子系统组成。系统总体结构及相关技术如图1所示:

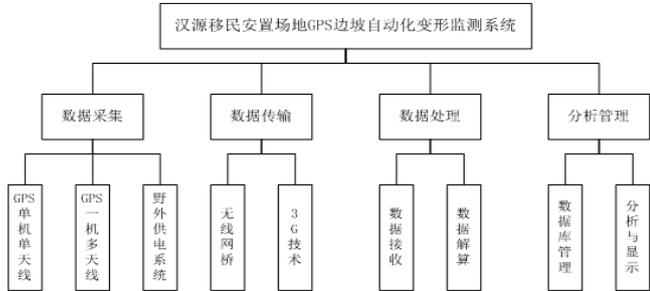


图1 GPS边坡自动化变形监测系统组成

数据处理流程如图2所示:

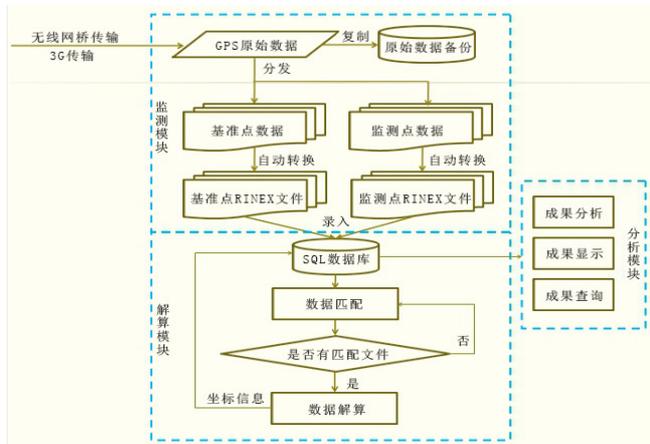


图2 数据处理流程图

## 2 数据采集

数据采集部分主要完成边坡上各监测点GPS原码数据的采集和存储。边坡监测的GPS基线较短,精度要求较高,因此须在监测点埋设具有强制对中设备的观测墩。为节约成本,监测点分为实时监测点和定期监测点。GPS实时监测点上全自动不间断连续观测、实时传输数据;同时,根据实时监测点周围环境及点位之间距离等因素,实时监测点又分为GPS单机单天线和一机多天线两种数据采集模式,单机单天线即一台接收机只能连接一台天线的常规作业方式,一机多天线则是一台接收机能够连接多台天线进行数据采集的作业方式。根据汉源实地情况,选取10个相对集中的实时监测点采用一机多天线系统采集数据,剩余监测点采用单机单天线模式。这样建立的系统在满足精度要求的同时大大减少施工的难度,而且兼顾系统成本,减少监测系统成本的总投入。定期点上仅设置观测墩、天线等设备,不安装GPS接收机、数据发送设备,由人工定期采集数据。



图3 场地边坡变形监测点分布图

## 3 数据处理

数据处理主要包括数据接收和数据解算两大部分,以控制中心为载体实现功能。控制中心是以计算机网络为核心建立统一管理的局域网,设有中心服务器、数据接收工作站、数据处理工作站、数据存储工作站及运行显示终端。中心服务器具备文件服务器、数据库服务器和WEB服务器多种功能,在局域网内可以实现办公自动化和信息共享。控制中心具有两方面的职能:一方面,实时接收无线网桥和4G发送端传输来的数据,校验数据准确性并监视数据采集仪器和接受设备的工作状态;另一方面,负责数据解算、成果入库、形变分析等。控制中心周期性地对系

统的当前状态做出测试及判断,并针对各种实际情况做出相应的处理,保证系统正常稳定运行。数据传输设备所需电力由监测点上的不间断供电系统提供。

#### 4 GPS 变形监测结果与分析

场地高边坡安全监测系统共布设28个实时监测点,60多个定期监测点,后期的定期监测点施工正在按期进行。实时监测点上的GPS单机单天线和一机多天线数据采集系统运行正常,无线网桥和4G技术体现了无线传输方式在山区中工作的优越性。根据监测点三方向变形量计算得到合位移量,通过与监测点附近的测斜孔监测结果对比,验证GPS监测结果的可靠性。

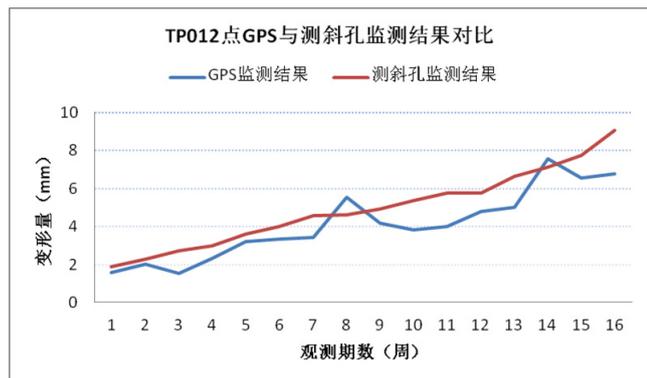


图4 TP012点GPS与测斜孔监测结果对比

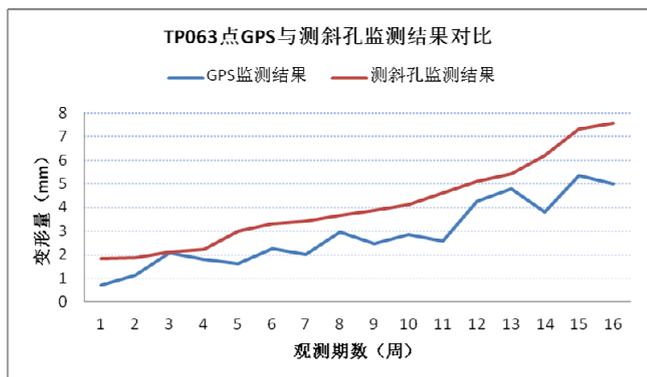


图5 TP063点GPS与测斜孔监测结果对比

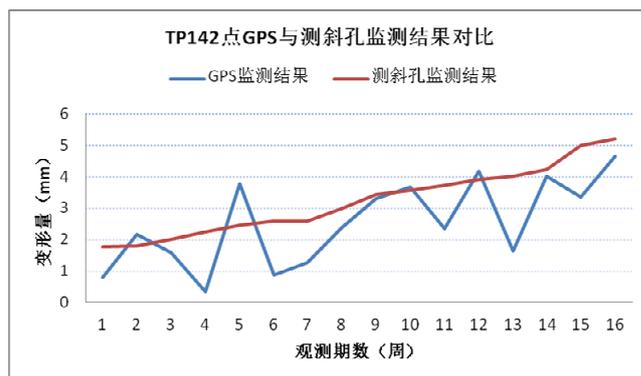


图6 TP142点GPS与测斜孔监测结果对比

由上面部分监测点两种监测手段的结果对比图,可发现GPS监测结果与测斜孔监测结果变化趋势基本一致,一定程度上说明GPS技术应用于边坡变形监测是可行且可靠的。

#### 4 结论

(1) 本文探讨并设计了场地高边坡GPS远程自动化变形监测系统组成方案,介绍了数据自动化采集、无线远程传输、控制中心、处理分析和显示等组成部分。结合边坡监测的实际情况,采用GPS单机单天线和一机多天线技术联合进行实时监测点数据采集、无线网桥与4G技术共同实现监测数据的无线传输,实现了数据自动传输和入库的边坡变形监测系统。为方便管理监测系统每天产生庞大的GPS原始数据及结果信息,采用面向对象的编程语言C#和面向对象的数据库sql server开发出了GPS变形监测数据库管理信息系统,实现了GPS数据和解算结果的自动入库及管理。

(2) 通过与同期测斜孔监测结果对比,证明了场地高边坡GPS远程自动化变形监测系统的可靠性。

#### 【参考文献】

- [1]何秀凤.变形监测新方法及其应用[M].北京:科学出版社,2007.
- [2]顾晓强.边坡稳定分析方法及其应用研究[D].上海:上海交通大学硕士论文,2007.
- [3]刘志平.基于GNSS精密定位方法的高边坡变形稳定性研究[D].南京:河海大学博士论文,2009.

#### 作者简介:

李鹏飞(1987--),男,汉族,山东临沂人,工程师,从事电力工程测量、安全监测工作。