

# 滑坡监测远程无线数据传输系统研制

龙建辉<sup>1</sup>, 李同录<sup>1</sup>, 蒋丽君<sup>2</sup>

(1. 长安大学 地质工程与测绘学院, 陕西 西安 710054; 2. 许昌市公路局, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 利用先进的监测仪器和现代无线通讯技术, 开发了一套可以对滑坡灾害进行自动实时监控的监测系统。安置在监测点现场的数据交换仪与各种监测仪器相连接, 读取仪器信号、转换信号类型、存储数据; 室内设一控制中心, 借助覆盖范围广的移动通讯网络, 对现场数据交换仪进行控制, 实现数据回送、数据删除、监测模式设定、预警信号发送等作业; 对监测数据进行分析处理, 供研究人员使用。现场设备可由太阳能供电, 适合偏远地区使用。通过室内模拟实验, 该系统功能稳定, 数据传输及时准确。

**关键词:** 滑坡; 监测; 数据传输; GSM

**中图分类号:** P694; TP274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2007)02-0192-04

## Developing of Long-Distance Wireless Datum Transfer System for Landslide Monitoring

LONG Jian-hui<sup>1</sup>, LI Tong-lu<sup>1</sup>, JIANG Li-jun<sup>2</sup>

(1. School of Geological Engineering and Surveying, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China; 2. Highway Bureau of Xuchang City, Xuchang 461000, Henan, China)

**Abstract:** By adopting the advanced monitor instrument and the modern wireless communication technology, a set of long-distance wireless datum transmission system for landslide monitoring has been developed, which is made up of three major parts: control center, GSM network and leading terminal station. One of the system's ends joins the monitoring instrument fixed on the monitoring point in landslide, the other end links with control center. The one-chip computer controls and gathers and changes of the parameter from sensor of the leading terminal station with A/D, the receiving and dispatching module (TC35) conveys the data to the control center by GSM in order to realize the tasks of data transmission, data management, establishment of monitoring model, dispatching of pre-warning message. Besides it can analyze and process the monitoring datum, for researchers. This system could be supplied by the solar energy, suitable for the remote districts especially. Through modeling in room, the function of the system is stable, the data is transmitted promptly and accurately.

**Key words:** landslide; monitoring; datum transmission; GSM

## 0 引言

目前, 荷兰、美国、日本、加拿大、韩国、香港等国家和地区在环境地质远程监测控制传输、自动监测方面发展较快, 已系统化和产品化并在工程中得以应用。如, 日本研制的 LSS-01 型滑坡自动监测系统<sup>[1]</sup>; 荷兰研制的集地下水智能遥控遥测预测、

自动监视、监测数据集中处理和远程传输技术于一体的 Telemetry System<sup>[2]</sup>; 加拿大研制的利用先进传感仪器对滑坡进行实时监控的监测系统<sup>[3]</sup>等。

中国在滑坡自动监控与预报系统方面<sup>[4-9]</sup>尚处于研发试用阶段, 尚无系统集成开发和产品的推广应用, 监测与预报能力还比较低, 不便监测部门、管理决策部门和专家随机查看地质灾害现场的动态

收稿日期: 2006-09-20

作者简介: 龙建辉(1972-), 男, 湖南沅江人, 工程师, 博士研究生, 从事岩土工程滑坡勘察、监测预报研究。E-mail: longjianhui@163.com

监测结果, 并作出适时准确地判断。对于交通通讯落后、偏远且滑坡分散地区(或公路沿线滑坡点分布较长), 传统的监测手段越来越不能满足工程的需要, 或达不到监测效果。另外, 滑坡灾害具有不可试验、不可模拟性。中国滑坡监测资料相对匮乏, 由此导致治理设计、预测预报有很大的风险性。对滑坡进行监测是为了具体了解和掌握滑坡演变过程, 为滑坡的正确评价、预测预报及治理工程提供可靠的资料和科学依据, 同时监测结果也是检验滑坡分析评价及治理工程效果的尺度。灾害监测相当于用实体模型做试验, 第一手监测资料的积累比单纯的理论研究意义更大。因此, 对滑坡监测技术研究不仅有理论意义, 而且有现实意义。

## 1 总体构思

以公路沿线滑坡灾害为例, 说明监测系统工作原理(图 1)。首先, 监测系统把滑坡的变形信号通过 A/D 转换成各种数据信息, 这种数据信息可以随时采集和存储, 并按指定要求进行发射。其次, 通过现有的无线通讯网络, 对监测到的各种数据实现远程无线传输。最后, 监控中心对监测到的数据进行读取、整理、分析, 并根据系统设置作出是否预报报警反映, 从而实现了对滑坡灾害的远程监控。

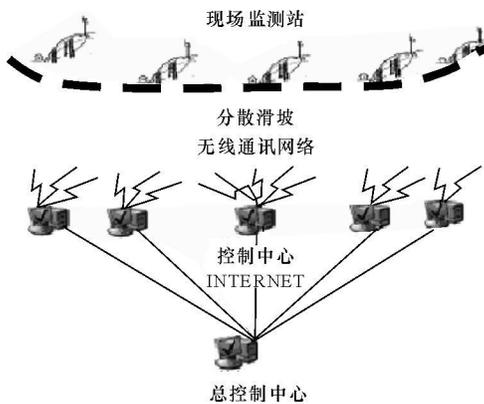


图 1 滑坡地质灾害远程自动监测系统

Fig. 1 Sketch Map of Auto Monitoring System

## 2 系统结构、工作原理与特点

### 2.1 系统结构

滑坡监测远程无线数据传输系统由监控中心、数字蜂窝通讯系统(GSM)网和多个不同种类的前置终端组成(图 2)。

#### 2.1.1 监控中心

监控中心主要由监控主机、TC35 模块、数据库

服务器和 GIS(地理信息系统)服务器构成(图 3)。

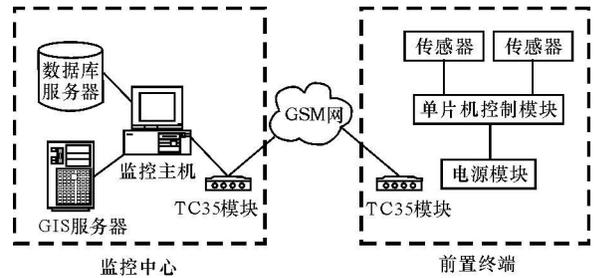


图 2 系统结构

Fig. 2 Structure of System

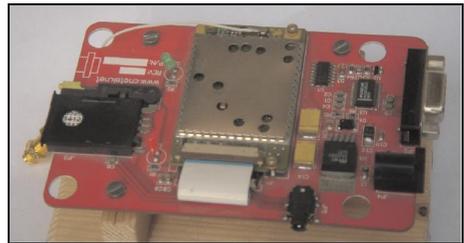


图 3 监控中心端 TC35 模块

Fig. 3 TC35 Module of Monitoring Center

监控主机是监控中心的核心设备, 其作用主要是提供友好的人机交互界面, 方便系统管理员配置、管理整个系统; 通过串口, 以 AT 命令控制 TC35 模块, 进行短信的收发; 对接收到的短信进行处理, 并显示和存储处理结果, 对于告警信息, 以声、光等形式告知系统管理员; 按照规定格式编码, 生成指令短信, 并通过 TC35 模块发送指令短信, 对前置终端进行遥控; 对收发短信进行校验与加解密处理; 对各种权限的管理员进行身份认证与管理。本系统监控主机程序所采用的开发环境为 Visual C++ 6.0。

TC35 模块是西门子公司新一代无线通信 GSM 模块, 可以快速安全可靠地实现数据、语音传输、短信(SMS)和传真通信, 短信通信支持 TEXT 和 PDU 模式。

数据库服务器负责监控主机处理结果和其他前置终端信息的存储、查询。本系统数据库程序所采用的开发环境为 SQL Server 2000。

#### 2.1.2 前置终端

前置终端主要由数据采集模块、TC35 模块、单片机控制模块和电源模块等组成。传感器负责各类数据的采集, 根据需要可选用不同种类的传感器, 如伸缩仪、钻孔多点位移计、收敛计、测斜仪、大地测量仪器、GPS 卫星定位仪、滑动测微计、沉降仪、应变计、测缝计、剪切位移计等传感器。单片机

控制模块是前置终端的核心设备,其主要作用是通过对 AT 命令对 TC35 模块进行初始化,并完成短信的收发;对接收短信进行处理,并控制其他模块;对传感器、卫星定位信号接收模块所采集、接收的数据进行处理,并按照规定格式编码,生成短信;对收发短信进行校验、加解密处理。

电源模块负责前置终端供电,根据监控目标的不同,可选用太阳能电池、锂电池等不同电源设备。

卫星定位信号接收模块用于移动目标的监测,负责完成卫星信号接收和解码,可采用美国的 GPS 接收模块。本系统采用 Rockwell 公司的 Micro-TrackerTMLP GPS OEM 板,它提供一个标准的串行接口用来与单片机、PC 机进行通信(图 4)。



由数据采集仪、供电子系统、时钟子系统及数据转换器 etc 子系统构成

图 4 前置终端

Fig. 4 Terminal Placed Front

### 2.1.3 GSM 系统

数字蜂窝通信系统(GSM)主要组成部分可分为移动台、基站子系统和网络子系统。基站子系统(简称基站 BS)由基站收发台(BTS)和基站控制器(BSC)组成;网络子系统由移动交换中心(MSC)和操作维护中心(OMC)以及原地位置寄存器(HLR)、访问位置寄存器(VLR)、鉴权中心(AUC)和设备标志寄存器(EIR)等组成。特别介绍较易实现的 SMS 通讯业务(图 5)。

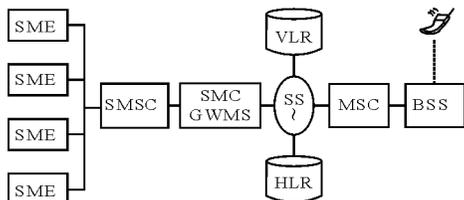


图 5 SMS 体系结构

Fig. 5 Structure of SMS System

短消息业务是 GSM 系统中提供的一种 GSM 手机之间及与短消息实体之间通过业务中心进行文字信息收发的方式,其中业务中心是独立于 GSM 网络的一个业务处理系统,主要功能是提交、

存储、转发短消息,并完成与 PSTN、Internet 等网络的互通,以实现来自其他 SME(Short Message Entity)(如人工台/自动台、资讯平台等)短消息的传递。其业务按实现的方式可分为点到点短消息和小区广播短消息业务。短消息通信仅限于一个消息,一个消息的传输就构成了一次通信。

可以把短消息业务当作 GSM 系统中最为简单和方便的数据通信方式,它不需要附加其他较为庞大的数据终端设备,仅使用手机就可以达到进行中、英文信息交流目的。

从用户的角度,短信息有开通方便、收费低廉、内容丰富、随时随地的优点,这些是目前很多无线网络通讯所不能及的。

不管对方是不是在服务区,因为短信息可存储在短信平台服务器上,一旦对方开机,短信息就会自动发送到对方手机。如果从技术角度看,它还有点对点的通讯方式、24 h 在线、具有承载多种数据的能力(短消息有 3 种模式:块模式、PDU 模式和文本模式)、可以实现 Push 和 Pull 两种不同的工作模式、可以保障传输中的安全。

### 2.2 系统工作原理

由单片机控制对来自前置终端的各参数测量传感器的参数进行数据采集和 A/D 转换,经处理后由 GSM 收发模块 TC35 将得到的数据传送到监控中心。首先,前置终端启动后,由单片机完成各模块的初始化设置,而后,单片机控制模块对传感器采集的数据和位置信号(或由卫星定位信号接收模块所得数据)进行处理,并按规定格式和校验、加密算法生成短信,通过 TC35 模块发送给监控中心。中心收到短信后,对其进行校验、解密等处理,并显示和存储处理结果,对于告警信息,以短信、声、光等形式告知系统管理员。系统管理员也可通过监控主机,发送命令短信,对前置终端进行遥控。

### 2.3 系统特点

滑坡监测远程无线数据传输系统具有与现有的蜂窝移动通信系统平台紧密结合,具有覆盖范围广、组网便捷、成本低、可靠稳定等优点。无论采用什么样的传感器,系统均可实现安全、可靠的传输。系统具有良好的功能可扩充性和可裁剪性,配置不同的接口和传感器,可以实现不同效果的应用。

## 3 室内监测站现场模拟实验

此次采用的变形监测仪器为日本产伸缩仪。

该系统针对站点进行监测, 需先建立监测站点, 即系统初始化, 以长安大学监测站为例。

来自监测仪器的输出信号经过信号变换和接口保护电路送入 A/D 变换电路, 再经数字滤波后送入主控 CPU, CPU 把采集的信号处理后放入存储器内, 同时把处理后的数据经通信接口传入通信信道, 发送到监控中心, 实现采集数据的远程自动采集。本地存储器为大容量非易失性存储器, 当系统断电后采集数据仍然不会丢失。

在后端的数据处理中, 要求每次测试的数据都要包含精确的时间信息, 因此, 系统配有专门的时钟电路。

系统模拟过程为: 滑坡现场变形数据的采集、转换, 然后通过 GSM 网模拟远程传输过程、后台收集、监控中心对收集的数据怎样进行后处理(包括达到预报后的报警演示)、系统的操作与管理等。

图 6 为监测系统软件主界面, 可通过该界面的各项功能实现对整个系统的操作与管理。图 7 为终端维护界面, 具体对监测站点进行监测操作、数据的后处理和告警等。

通过具体模拟操作, 该系统对变形数据的采集、传输及时准确, 在网络正常情况下其功能稳定, 能良好地实现对模拟灾害点的监测和监测数据的后处理, 基本实现了对监测数据远程无线传输的要求, 从而达到对地质灾害进行监测的目的。

## 4 结语

滑坡监测远程无线数据传输系统的开发, 将先进的现代移动通信技术、数据处理技术、计算机网络技术相结合, 为岩土工程中滑坡监测提供了一个可靠的监测技术手段。提出的基于 GSM 移动通信网络平台的滑坡监测与远程无线数据传输系统, 为准确预测和监测滑坡发生提供了先进的技术手段, 具有成本低廉、组网灵活、不受地域限制、便于集中管理、性能稳定等优点。同时, 对于预测滑坡灾害的发生、分析滑坡体结构和成因、评价预测滑坡稳定性及发展趋势等方面具有重要意义。

随着新一代移动通信技术和计算机技术的不断发展, 今后将利用图像压缩、地理信息处理等新技术, 研制监测范围更加宽阔、数据传输、数据处理、数据分析系统能力更强、监测预报系统功能更全面的多媒体全数字滑坡监控预测系统。另外, 加快建立地质灾害远程监控示范站, 为监测系统的推广应用积累实践经验。

### 参考文献:

- [1] 崔中兴. 滑坡自动监测系统开发研究的新进展——日本土谷尚等人研制的滑坡自动监测系统介绍[J]. 水土保持通报, 1994, 14(5): 20-27.
- [2] 康东铃, 余京生, 张红秀. 欧洲滑坡监测与预报新进展[J]. 湖北地矿, 2002, 16(4): 78-79.
- [3] Abdoun T, Danisch L, Ha D. Advanced Sensing for Real-time Monitoring of Geotechnical System [J]. Site Characterization and Modeling, 2005(4): 164-173.
- [4] 曹修定, 阮俊. 滑坡的远程实时监测控制与数据传输[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2002, 13(1): 61-65.
- [5] 陈永波, 王成华. 滑坡系统监测及预报[J]. 水土保持研究, 2001, 8(2): 112-114.
- [6] 文海家, 张永兴, 柳源. 滑坡预报国内外研究动态及发展趋势[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2004, 15(1): 2-6.
- [7] 陈云敏, 陈赞, 陈仁朋, 等. 滑坡监测 TDR 技术的试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2004, 23(16): 2748-2755.
- [8] 余明, 丁辰, 过静瑶. 析滑坡远程监测系统[J]. 福建工程学院学报, 2005, 3(1): 33-37.
- [9] 成伟, 赵超英. 特殊条件下滑坡监测网的优化设计[J]. 长安大学学报: 地球科学版, 2003, 25(3): 84-87.

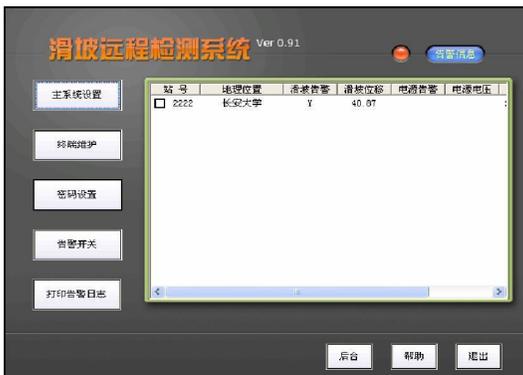


图 6 开发的滑坡远程监测系统软件界面

Fig. 6 Soft Window of the Monitoring System



图 7 终端维护界面

Fig. 7 Window of Terminal Maintenance