

文章编号 :1004-4574(2004)03- 0065- 05

基于 GPRS 技术的地质灾害无线遥测系统

陈明金 欧阳祖熙 师洁珊 陈 征

(中国地震局地壳应力研究所 北京 100085)

摘要 将通用分组无线业务(GPRS)技术应用于地质灾害监测系统 ,可实现监测数据的无线传输和 Internet 的无线接入 ,因而实现地质灾害监测数据互联网共享和预警、救灾指挥联网。详细介绍了在三峡工程万州库区运行的基于 GPRS 技术的地质灾害无线遥测台网的体系结构、功能实现以及运行效果。该系统的建成与可靠运行使三峡库区地质灾害的监测预警系统走向数字化、自动化、网络化。

关键词 地质灾害 通用分组无线业务 无线遥测

中图分类号 :P694

文献标识码 :A

Radio remote monitoring system for geological disaster based on GPRS technology

CHEN Ming-jin ,OUYANG Zu-xi ,SHI Jie-shan ,CHEN Zheng

(Institute of Crustal Dynamics , China Earthquake Administration , Beijing 100085 ,China)

Abstract :The application of general packet radio service(GPRS) technology in geological disaster monitoring system enables a wireless transmission of monitoring data and a continuous wireless connection to Internet. Based on GPRS technology , it will be realized to share monitoring data of geological disaster , to obtain forecasting information , and to help managers , policy-makers and experts in disaster relief decision - making over an Internet Protocol (IP)-based network. The structure , function , and effect of the radio remote monitoring network based on GPRS technology and running in the Wanzhou reservoir area of Three Gorges is introduced in this paper. Once this system is constructed and put into service , the monitoring and forecasting system for geological disaster in Three Gorges reservoir area will be digitalized , automatized , and networked.

Key words :geological disaster ;general packet radio service technology ;radio remote monitoring

对崩塌、滑坡等灾害过程进行全面、系统的监测是掌握崩、滑体变形阶段特征及破坏过程、开展灾害机理研究及灾害时空预测预报研究必不可少的技术手段。我国现阶段地质灾害监测手段和方法主要有人工观测法、仪器仪表监测法以及综合自动遥测台网法等。其中综合自动遥测台网法监测内容丰富 ,自动化程度高 ,可全天候观测 ,并且远距离传输 ,省时省力 ,是地质灾害监测预警技术的发展方向。但由于监测现场环境条件一般比较恶劣 ,传感器等仪器质量不过关 ,长期稳定性与可靠性差 ,数传电台、电话拨号、卫星通信等传统的数据传输方式存在覆盖范围、实时性、投资及运行费用等问题 ,而且工控设备的无人值守运行存在较大困难 ,因此 ,到目前为止 ,综合自动遥测台网法在国内的应用还不普遍。

收稿日期 2003 - 10 - 28 ; 修订日期 2004 - 03 - 25

基金项目 :国家“十五”科技攻关项目(2001BA604A02)

作者简介 :陈明金(1974 -) ,男 ,湖北枣阳人 ,助理研究员 ,博士研究生 ,主要从事地震、地质灾害机理与综合减灾研究。

随着无线移动通信技术、Internet 网络以及传感器技术的发展与应用,给予地质灾害自动遥测台网的发展提供了有力的技术支持。作者所在课题组自 1998 年以来在三峡工程万州库区深入开展崩塌、滑坡等地质灾害监测与研究,先后建成了万州库区 GPS 滑坡监测网^[1]和基于全球移动通信系统(global system of mobile, GSM)短消息服务的滑坡无线遥测台网^[2]。2003 年 6 月,我们采用目前中国移动主推的通用分组无线业务(general packet radio service, GPRS)新型数据传输技术,开发出了新一代地质灾害无线遥测系统。通过 GPRS 服务,数据采集终端设备可以采用互联网 Internet 的标准方式无线接入在互联网上的数据服务器,进行数据交换。基于 GPRS 技术的地质灾害无线遥测系统依托 GSM 公众网络和 Internet 网络,实现了地质灾害监测数据的无线传输、互联网共享和预警、救灾指挥联网,从根本上解决了传统数据传输方式和遥测系统组网方式的弊端,大大提高了监测数据的利用率和布网的灵活性。

1 GPRS 技术特点

GPRS 是在 GSM 基础上发展起来的一种分组交换的数据承载业务。相对于 GSM 的电路交换数据传送方式,GPRS 采用分组交换数据传送方式,在数据业务的承载和支持上具有非常明显的优势(1)通过多个 GSM 时隙的复用,数据传输速率更高,最高理论值达 171.2kb/s(2)每一个 GPRS 用户可以有多个无线信道,而同一信道又可以由几个用户共享,这样更有效地利用无线网络信道资源,特别适合间断的、突发性的或频繁的、少量的数据传输(3)GPRS 支持按数据流量计费,相对于短消息等其它无线数据通信业务,GPRS 台网运行的价格优势比较明显(4)GPRS 能够随时为用户提供透明的 IP 通道,可直接访问 Internet 中的所有站点和资源,GPRS 通过允许现有的 Internet 网络和 GPRS 网络互通,首次全面实现了移动 Internet 功能(5)采用信道复用技术,每一个 GPRS 用户都能够实现永远在线(6)GPRS 还能支持在进行数据传输的同时进行语音通话等。

GPRS 技术非常适合于远程测控系统的数据无线传输和 Internet 无线接入应用,组网灵活,经济实用,对于不易架设有线网络的边远地区或者山区更能显示出其优势。

2 系统总体设计与功能实现

2.1 构建 GPRS 地质灾害遥测系统技术关键

针对地质灾害监测需求,结合中国移动通信网、Internet 公众网和企业城域专网等网络支撑,构建基于 GPRS 技术的地质灾害遥测系统必须解决以下技术关键:

(1)崩、滑地质灾害监测内容丰富,监测方法多样,监测仪器种类繁多,数据采集系统需要综合多种测量方法和测量仪器。

(2)GPRS 网络工作方式是以 IP 地址寻址为基础的,GPRS MODEM 动态地获得移动骨干网内 IP 地址,数据传输系统应解决具有 Internet 公网 IP 地址的数据服务器与数据采集终端 GPRS MODEM 之间的双工通信问题。

(3)遥测系统终端设备一般都安装在野外环境,地点偏远、分散,无人值守,在 GPRS 网络状况不稳定时系统必须具有自动恢复通讯能力,以保证系统能稳定、可靠地工作,无需人为干预。

2.2 系统总体设计与功能实现

为构建经济实用的 GPRS 地质灾害无线遥测系统,我们通过研究与大量的现场系统试验,确定了构建系统的应用解决方案:即数据采集终端由单片机系统实现多参量数据采集和 GPRS MODEM 数据传输控制,兼容多种测量仪器并具有完备的通讯故障处理能力;在数据传输系统中,GPRS MODEM 使用 ID 号进行识别,首先向指定 IP 地址和端口号的数据服务器发送数据并上报移动骨干网内 IP 地址,数据服务器通过一个同样具有网内 IP 地址的 GPRS MODEM 随时向某一指定 ID 的 GPRS 终端发送指令,实现数据、指令的双工通信。

GPRS 地质灾害无线遥测系统主要由监测子站、监测预警数据中心、救灾防灾指挥中心和 GPRS 数据通讯公网等四部分组成,系统结构框图见图 1。

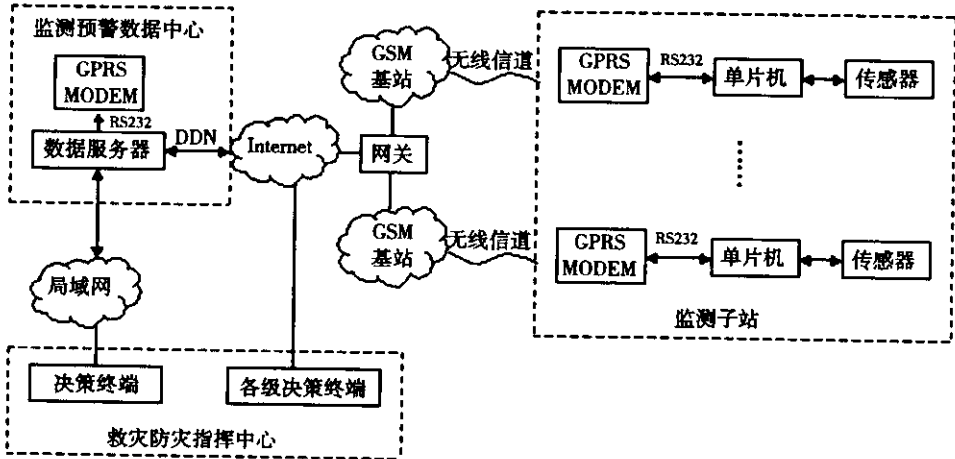


图1 GPRS 地质灾害无线遥测系统结构框图

Fig.1 Block diagram of the radio remote monitoring system for geological disaster based on GPRS technology

(1) 监测子站

监测子站由各种类型的测量传感器、信号调理电路、数据采集与传输控制的单片机以及 GPRS MODEM 四部分组成,其主要功能是进行数据采集,并控制 GPRS MODEM 进行数据、指令传输。数据采集子系统可以接入 8 道数字量和 3 道模拟量或者 16 道数字量和 3 道模拟量,接入的传感器有钢筋应力计、锚杆(索)测力计、渗压计、井下定点倾斜仪、地表倾斜仪、激光测距仪、裂缝扩张仪、温度计、自动雨量计等 10 余种,可满足多种监测需要。数据、指令传输子系统由单片机控制 GPRS MODEM 自动拨号、断线重拨以及自动恢复通讯,使 GPRS MODEM 始终附在 GPRS 网络上,随时进行数据发送和指令接收。当接收到数据中心服务器发来的控制指令时,单片机可以控制监测子站,调整工作状态,如系统复位、改变采样频率等。

(2) 监测预警数据中心

监测预警数据中心主要包括具有静态 IP 地址的数据服务器、GPRS MODEM 及相关数据接收、分析处理软件,其主要功能是数据接收、数据转发(提供网络数据服务)、数据分析处理、监测子站控制指令发送、预警信息发布等,这些功能都是由运行在数据服务器中的专用软件实现的。GPRS MODEM 与数据服务器用 RS232 串口连接,由程序控制向各监测子站的 GPRS MODEM 发送控制指令。

(3) 救灾防灾指挥中心

救灾防灾指挥中心主要包括局域网内和 Internet 网上各级救灾防灾指挥中心的计算机及相关软件。这一部分主要是为地质灾害监测部门和救灾防灾决策部门提供数据共享,进行稳定性分析和跟踪式发布预警信息服务的。在这些部门的网络计算机上可以安装相应的软件,请求实时数据共享和预警信息服务,也可以使用其它软件打开共享的监测数据文件,但不能实现实时更新。

3 系统初步监测成果

2003 年 7 月下旬,三峡工程万州库区 GPRS 地质灾害无线遥测系统完成现场联调,并交付重庆市万州区国土资源局使用,主要用来对万州库区崩滑灾害治理工程进行效果监测。系统包括 19 个监测子站,其中有 2 个危岩声发射监测子站和 17 个滑坡监测子站,分别布置在万州主城区太白岩、关口两大危岩区以及安乐寺、草街子、关塘口和天城实验小学等 14 处滑坡体上。由于遥测系统的设计遵循简单、实用、可行、可靠的原则,因此,该系统建成以后,整个系统一直运行状况良好,工作稳定,全天候地监测崩塌、滑坡等地质灾害体的动态变化,并取得了一些有意义的监测成果。

编号为 WJW 的滑坡是万州库区比较典型的处于极限平衡状态下的滑坡,也是“十五”国家科技攻关项目《地质灾害监测、预警及辅助决策支持系统关键技术与示范》研究示范基地。根据 2000 年初至 2002 年 6 月 GPS 地表位移监测结果,该滑坡强烈变形区内年位移量达 50 ~ 100mm,是万州库区所监测滑坡中滑

移变形最严重的地区之一^[1]。2002 年底至 2003 年 6 月,该滑坡治理纳入国家地质灾害治理规划项目,治理工程采取以预应力锚拉抗滑桩为主,地表排水及生物工程为辅的综合治理方案,预应力锚拉抗滑桩布置如图 2 所示。2003 年 7 月,GPRS 地质灾害无线遥测系统首先在这里试验成功并投入运行,滑坡体上布置 2 个遥测子站,分别位于 A2 号和 B8 号抗滑桩上,见图 2。

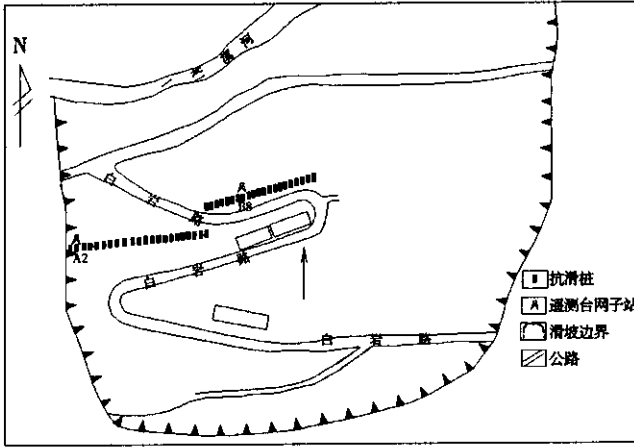


图 2 WJW 滑坡抗滑桩及遥测子站分布图

Fig. 2 Layout of stabilizing piles and remote monitoring stations in WJW landslide

图 3 是 A2 号抗滑桩上 3002 遥测子站 2003 年 8 月 27 日至 12 月 31 日观测结果的日变化曲线显示。从图中可以看出:锚拉抗滑桩内力(钢筋计、锚杆计观测)和滑坡深部位移的短时变化与地下水孔隙压力(渗压计观测)的变化有明显的相关关系,根据气象资料,滑坡地下水孔隙压力的变化与降雨又有直接关系;从总趋势看,抗滑桩内力、深部位移变化不大,说明所监测的区域经过治理后基本上处于稳定状态。

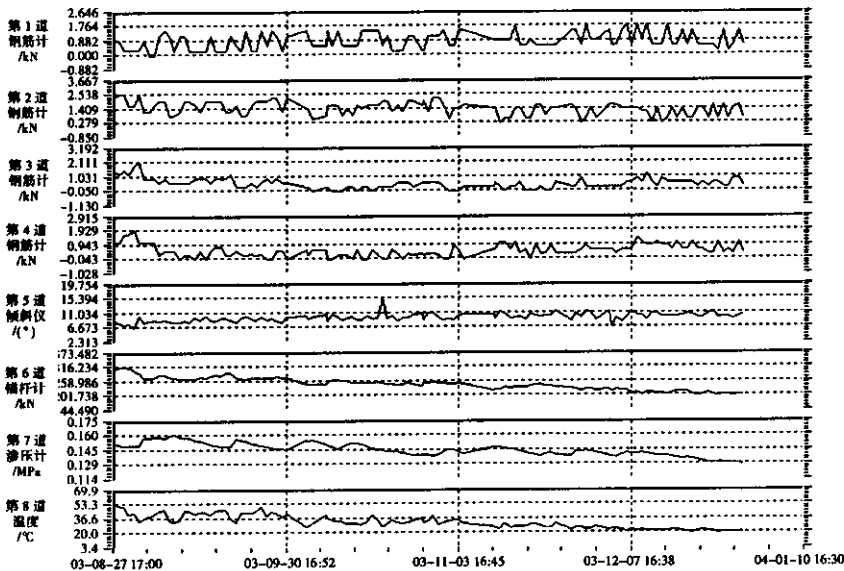


图 3 3002 遥测子站观测结果曲线显示

Fig. 3 Monitoring data obtained from No. 3002 remote monitoring station

图 4 是布置在 B8 号抗滑桩上 3001 遥测子站同一时间段观测的结果。3001 遥测子站观测结果同样显示出较好的相关性,与 3002 遥测子站观测结果不同的是:所观测的锚拉抗滑桩内力有不断增大的趋势,锚杆的拉力在 4 个月内增大了 50kN 左右,深部位移也有一定的变化。这与人工观测的地表位移变化基本一致。

其他遥测子站观测的结果与上述两个实例基本相似,大部分滑坡经过治理后变形较小,处于稳定状态;但有少数几个滑坡,如 PBP、JYT 等滑坡,从目前观测的结果看还在继续变形,需要加强监测并结合其变形机理做进一步分析。

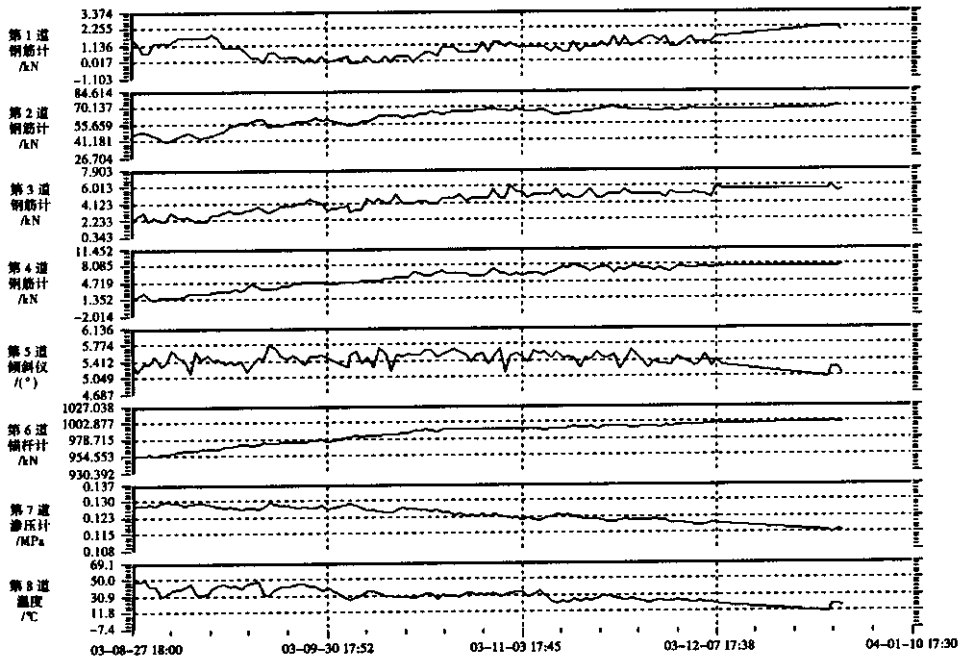


图 4 3001 遥测子站观测结果曲线显示

Fig. 4 Monitoring data obtained from No. 3001 remote monitoring station

综上所述,我们可以得出以下结论:

(1) 遥测系统对崩滑地质灾害进行连续、实时观测,可以准确记录崩、滑体变形与各种影响因素之间的相关关系,对深入研究崩、滑灾害机理有重要意义。

(2) 遥测系统可以获得崩、滑体变形的连续观测数据,掌握滑坡变形的动态过程,便于开展崩滑灾害预测预报研究,并对崩滑灾害进行早期预警。

(3) 遥测系统观测结果精度高,可以捕捉滑坡在外部环境改变时的微小反应,如可以观测到降雨引起地下水孔隙压力变化,进而引起抗滑桩内力、深部位移变化,这是人工观测无法实现的。

4 结束语

基于 GPRS 技术的地质灾害无线遥测系统集成了先进的无线移动通信技术、Internet 网络以及单片机技术,具有监测内容丰富、自动化程度高、环境适应性好、全天候监测等特点,实现了数字化、自动化、网络化。管理部门、决策部门、监测部门以及研究人员可随时通过 Internet 网络浏览监测数据,制定相应的救灾防灾方案,并通过网络系统反馈到监测站点。为建立地质灾害实时监测系统及地质灾害监测管理部门、决策部门与专家群体异地实时研究灾害现场动态监测结果提供重要的技术支持。

该系统在三峡工程万州库区可靠运行,并获取了有意义的监测结果,为建立三峡库区地质灾害监测预警系统提供了技术支持,在库区乃至全国岩土工程和地质灾害监测领域具有很高的推广价值。

参考文献:

- [1] 欧阳祖熙,王明全,张宗润,等.用 GPS 技术研究三峡工程万州库区滑坡的稳定性[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(2):76-81.
- [2] 欧阳祖熙,丁凯,师洁珊,等.一种新型地质灾害无线遥测台网[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(1):90-94.