

山区公路灾害识别及预警技术的研究探索

崔毅

(山西省公路局忻州分局, 山西 忻州 034000)

摘要: 山区公路灾害频发, 造成了人民生命财产的巨大损失与严重的生态破坏。文章主要介绍了基于无线智能传感器和无线传输网络的山区公路灾害识别及预警技术。

关键词: 公路灾害; 识别; 预警; 智能传感器; 监测

中图分类号: TU441

文献标识码: A

引言

我省地处内陆中部, 山区面积大, 山区公路是极其重要的交通基础设施。而且, 我省山区公路往往循河谷延伸, 常常穿越高山深谷, 纵横沟壑。

由于山区地质构造复杂, 生态环境脆弱, 山区公路在各种自然和人工因素影响下, 在其的建设和运营过程中各种崩塌、垮塌、滑坡、泥石流等灾害频发, 往往造成居民生命财产的巨大损失与严重的生态破坏^[1]。另一方面, 在一些偏远山区, 公路交通通常作为对外流通的唯一纽带, 灾害造成的道路阻断、瘫痪, 严重影响山区居民的生活, 特别为灾后群众疏散、外界救援人员和物资进入灾区等造成很大的困难, 甚至可能造成更大的人员伤亡^[2]。如果能够在捕捉灾害发生预兆或在灾害发生时及时识别、预警, 以及在灾害发生后, 及时判断道路的安全、损毁情况对减少人员伤亡, 对及时救灾及灾后恢复都至关重要。此外, 通过在线监测可获取灾害发生前及发生过程中的各种特征信息, 能为灾害的演变过程、触发原因、发展预测、灾后防治等研究提供完整的资料和分析依据。因此研究山区公路灾害识别及预警技术是有重大现实需要和重要社会价值的。

本文主要探讨了基于智能传感器和无线传输网络的广域山区公路灾害实时识别及预警技术。

1 山区公路灾害识别及预警技术研究现状

目前我国山区公路灾害的监测、预警系统主要包

括:

(1) 设置监测点以人工方式定期巡检为主结合群策群防的监测方式, 大部分山区公路采用这种监测方式;

(2) 以在监测点埋设监测传感器, 通过网络数据分析和处理为核心的监测预警系统, 该方式一般采用专用网络进行通信, 数据的分析处理全部集中在控制中心, 因此覆盖范围有限, 难以大规模应用;

(3) 以 GPS 遥感、地理信息系统(GIS)、数据库等技术为支撑的多参数灾害预警体系, 投资较大, 在高等级公路、大范围地质灾害监测中通常采用, 如国土资源部地质灾害实时监测预警示范站(<http://www.wss.org.cn>)。

而在我国大部分山区公路中, 灾害监测还处于技术监测盲区, 仅仅依靠群策群防等人工监测方式来防御公路灾害。人工监测虽然简单易行, 但由于山区公路灾害发生具有很大的偶然性, 以及山区公路沿线地形地质条件恶劣等因素, 人工监测方式并不能在大范围内有效防患公路灾害。因此研究大范围、低成本的自动化山区公路灾害实时识别及预警技术是非常必要的。

2 基于智能传感器和无线传输网络的山区公路灾害识别及预警技术

2.1 监测系统总体设计

由于山区公路灾害分布范围广, 影响因素众多, 触发条件不尽相同, 因此涉及到的监测参数种类多, 主要内容包括振动、雨量、空隙水压力、地表温度、变形、沉降、位移、地表裂缝、地应力等, 数据量非常大, 数据格式

也多种多样。山区公路灾害识别及预警技术涉及面广,需要融合多学科多领域知识,是一项非常复杂的系统工程,因此,监测系统采用开放式平台的构筑,监测种类、监测规模等均要求支持扩展升级。

此外,山区地域辽阔,特别是在偏远地区,公路穿越地可能人烟稀少,各种网络、电力等基础设施覆盖范围有限,因此,对传感器的供电、故障自我修复能力提出了很高的要求。

综上所述,监测系统构筑遵循模块化、开放式、低成本、高质量、大范围的原则,总体设计如下图所示,主要由无线智能传感器网络、无线通信网络(如GPRS/3G网络)、控制中心、客户端构成。无线智能传感器网络完成各种信号的采集、预处理、初级灾害识别与预警;无线通信网络负责信号传输;控制中心对信号进行综合分析处理,进行二次灾害识别与预警,更新灾害数据库,运行网络服务;用户可通过web页面进行监测数据查询、下载,调整监测参数等操作。

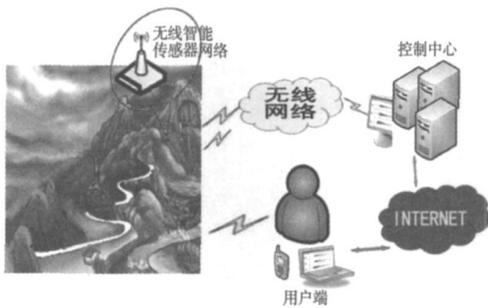


图 1 监测系统示意图

2.2 智能传感器设计

为了满足公路灾害监测数据种类多,数据量大,监测范围广、无人值守、环境复杂等要求,智能传感器设计采用以下方案:

(1)硬件方面:采用高品质元器件,保证传感器质量与使用寿命;尽量采用低功耗电路,同时结合太阳能电池组和高性能蓄电池,解决山区无电源、不易更换电池等难题;模块化设计,预留升级空间;采用无线网络通信,既减低了系统成本又扩大了监测系统覆盖范围。

(2)软件方面:遵循模块化设计思想,开发信号采集、信号归一化、信号处理(提取监测信号特征参数)、数据存储/压缩与定时传输、初级灾害识别及预警等功能程序模块。

(3)网络功能:在一定区域内可自动构成传感器网络。各节点通过分布式算法来相互协调,在无人值守的情况下,节点就能自动组织起一个测量网络。节点可以随时加入或离开网络,任何节点的故障不会影响整个网络的运行。

(4)适应性:可远程启动、上电自检、自我复位,并可通过网络完成测试参数调整,软件升级等操作并建立多级容错机制。

(5)封装方面:做到能抵抗电磁辐射、雷电、强电场、高湿、障碍物等恶劣环境。

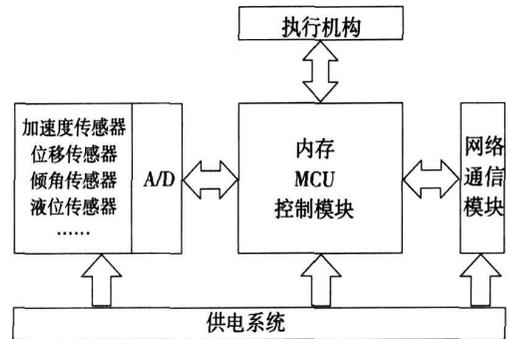


图 2 传感器电路构成框图

2.3 通信网络

目前,GPRS/3G网络已经覆盖了我国大部分地区,但有可能部分偏远山区还存在信号盲区,因此在软硬件开发中构筑多种通信方式。

2.4 山区公路灾害识别及预警算法构筑

山区公路灾害影响范围广,因此对灾害的识别和预警要求也非常高。既不能将正常信号判断为可疑信号,也不能漏过微小的可疑信号;既不能忽略小病害,也不能夸大灾害。因此要求灾害识别及预警精度要求特别高。

为了对监测对象的安全性进行有效、确实的监测,需要对各种测试信号进行分析处理。其中,从测试对象的振动信号来识别其健康或稳定状态是非常有效的方法之一。在灾害识别及预警算法中以测试对象的振动信号(如山体微动)研究为基础,结合其他的诸如压力、变形、位移、水位等测试量以及设计指标等资料,对测试对象进行全面的综合信息处理,从而判断分析对象如边坡的稳定性、结构的安全状况、泥石流的发生状况等,进而对公路灾害进行有效识别和预警,以达到防灾减灾的目的。

为提高识别及预警精度,在监测系统中建立2级灾害识别及预警机制:

(1)智能传感器端:当监测到突发信号时,及时向控制中心传输并发送预警消息;

(2)控制中心:控制中心通过对传感器端传输的数据进行综合信息分析后识别到公路灾害时,系统通过短信、邮件、响铃等方式向管理部门发送包括灾害地点、灾害类型等内容的报警信息,以供管理部门决策。

3 结束语

山区公路灾害的形成和触发受多种因素影响,灾害的识别和预警技术也涵盖了众多学术领域,如地质、水文、岩土、传感技术、网络通信、信号分析、安全分析等,非常复杂,因此,山区公路灾害识别及预警技术的研究不是一蹴而就的,需要大量的研究分析与反复验证。我们要充分利用现代科技成果,通过持续不断的研究,逐步建立、发展、完善灾害识别及预警技术,以实现对山区公路灾害的有效预警,为道路建设管理部门有效控制与预防公路灾害,减少人民生命财产损失提供科学的决策依据。

参考文献:

- [1] 林宝辉. 山区公路环境地质灾害及其防治对策探讨 [J]. 科技资讯, 2007, (12): 56-57.
- [2] 张 骞. 地震灾区公路交通系统损害与预警体系 [J] 吉林交通科技, 2008 (2): 24-26
- [3] 李发斌, 韦方强, 胡凯衡. 山区公路地质灾害减灾决策支持系统——以西藏故乡沟泥石流为例 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2006, 14(4): 52-56.
- [4] 章倬元. 滑坡防治工程的现状与展望 [J]. 地质灾害与环境保护, 2000 11(2): 89-97.

- [5] 梁山, 胡颖, 王可之, 等. 基于无线传感器网络的山体滑坡预警系统设计 [J]. 传感技术学报, 2010 23(8): 1184-1188
- [6] 李波, 赖于树, 黄倩, 等. 一种基于无线传感器网络的滑坡监测系统的设计 [J]. 现代电子技术, 2009 32(12): 169-172
- [7] 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2002) [S]. 2002
- [8] Wang Tong, Zhang Lingji, Tanura Yukin. An operational modal analysis method in frequency and spatial domain [J]. Earthquake Engineering and Engineering Vibration, 2005 4 (2): 295-300
- [9] Zhan Bin. Integrated Evaluation on Highway Engineering Geological Hazard in Mountainous Area of Enshi Hubei [J]. 2006 11(4): 901-904
- [10] 千田容嗣・寺田秀樹・辻雅規. 常時微動による岩盤ブロックの安定度評価への適用性の検討 [C]. 平成 13 年度砂防学会研究発表会概要集, 2001, 382-383
- [11] 門間敬一・小野田敏・落合達也・荒井健一・綱木亮介・浅井健一. 岩盤崩壊モニタリング箇所での転倒崩壊に至るまでの変位挙動の計測例 [J]. 地すべり, 2002, 39(1): 62-69.

Study of Disaster Auto-identify and Early-warning Technology in Mountain Road Area

CUI Yi

(Shanxi Road Bureau Xinzhou Sub-administration, Xinzhou034000 China)

Abstract The Disaster occurs frequently in the mountain road area. The disaster caused enormous casualties, gave rise to a great loss and caused serious environmental damage. This paper introduced the disaster Auto-identify and Early-warning technology based on smart sensor and wireless transmission network.

Key words highway disaster; identify; early-warning; smart sensor; monitor