

基于智能设备的滑坡监测预警

王明海 张晓栋 张明钰 赵迎辉

西安测绘总站

DOI:10.12238/gmsm.v7i10.1983

[摘要] 地质灾害是指在自然或者人为因素的作用下形成的,对人类生命财产、环境造成破坏和损失的地质现象。基于物联网地质灾害监测,可以有效地提升监测实时性、精度及自动化程度,本文分析了基于物联网地质灾害监测的原理和方法,并通过具体案例的设计,验证了方法的有效性。

[关键词] 地质灾害; 智能监测设备; 物联网

中图分类号: P5 文献标识码: A

Landslide monitoring and early warning based on intelligent devices

Minghai Wang Xiaodong Zhang Mingyu Zhang Yinghui Zhao

Xi'an Surveying and Mapping Station

[Abstract] geological disaster refers to the formed under the action of natural or human factors, the human life and property, environmental damage and loss of geological phenomenon, based on the Internet of things geological disaster monitoring, can effectively improve the real-time monitoring, precision and automation degree, this paper analyzes the Internet of geological disaster monitoring principle and method, and through the design of the specific case, verify the effectiveness of the method.

[Key words] geological disaster; intelligent monitoring equipment; Internet of things

引言

我国是地质灾害频繁发生的国家之一^[1],常见的地质灾害主要指危害人民生命和财产安全的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等六种与地质作用有关的灾害^[2]。近年来,我国地质灾害频发,造成了严重的人员、财产损失^[3]。地质灾害的发生常由致灾地质作用的发生和其与人、设施等受灾对象的遭遇两个环节形成^[4]。为了预防致灾体与受灾体相遇,建立准确、及时的地质灾害监测系统十分重要。

我国在长期的地质灾害预防过程中,形成“群测群防”的地质灾害监测方法^[5],用贴条法、埋桩法、刻槽法、划线法监测崩塌、滑坡,利用钢卷尺监测地面裂缝、墙体裂缝、地面沉降等,同时采取人工巡查观测坡体鼓胀、滚石、涌水等异常和动物异常。当出现变形持续增大或局部垮塌等危险信号时,监测员必须通过广播、喇叭、敲锣等方式及时预警。

传统群测群防方法是成功预报避让地质灾害、减少人员伤亡的最有效方法之一。但群测群防监测方法手段及预警方式落后、恶劣条件下监测难且不能保证群测群防人员安全、监测精度低、监测数据可靠性和完整性差、部分地方监测人员难以到达、深夜及暴雨条件下,可视范围不足等问题也逐渐暴露出来^[6]。

随着信息技术的发展,利用物联网、专业监测设备可以有效地实现监测数据的自动化采集以及监测设备的自动化控制^[7],

解决传统群测群防的落后监测方式,实现数据的智能分析和智能预警的云端智能平台服务,通过对长期的监测数据进行分析,实现地灾隐患点稳定性评价及趋势分析,提升预警能力,提高智能化水平,降低因灾伤亡和经济损失,最大限度保护人民生命财产安全。

1 物联网技术与地质灾害监测的概述

物联网是指将所有物品通过射频识别等信息传感设备与互联网连接起来,实现智能化识别和管理。物联网实际上就是利用通信技术把传感器、控制器、机器、人员和物等通过新的方式联在一起,形成人与物、物与物相联,实现信息化、远程管理控制和智能化的网络。

物联网技术应用到地质灾害的监测中,就是在传统监测技术的基础上在拟监测灾害体加装传感器进行实时监测,并通过GPRS、卫星等无线网络将数据进行远程传输,从而对地质灾害体进行实时、远程监测。

基于物联网的地质灾害监测主要优点是实时监控、精度高、远程传输、智能预警预报。在恶劣的自然环境中可有效收集输出各种指标,通过嵌入式软件的各种传感器自动监测地质灾害各种监测参数数据并实时传输,可覆盖偏远山区,并可以支持光纤、网线、移动通信网等多种传输方式,并可以对监测数据进行分析,根据设定的阈值进行预警。

2 地灾监测系统框架的构成

基于物联网的地质灾害监测系统设计框架分为三层，分别为感应层、传输层、应用层，考虑系统的安全性、可靠性和易用性，实现地质灾害基础数据管理、监测数据传输、灾害概率分析、预警预报发布等功能，框架图如图1。

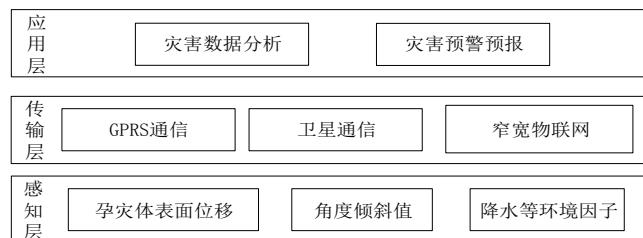


图1 地质灾害监测系统框架图

第一层为感应层，通过布设在重点灾害隐患点区域的各类传感监测仪器采集雨量、土壤含水率、表面位移、泥(水)位、次声、视频等实时监测数据，对孕灾体数据进行全面的采集。

第二层为传输层，通过窄宽物联网、GPRS、卫星通信方式在监测站和监测中心构成双向通信网络，可以实现各个监测站向监测中心发送和传输数据，监测中心向监测站发送召测命令，随时召测测站历史数据功能。

第三层为应用层，监测中心通过实时数据接收汇集管理及监测预警云平台可以实现各种监测数据的共享，对各种监测数据进行查询、分析、预警和管理。示意图如图2。

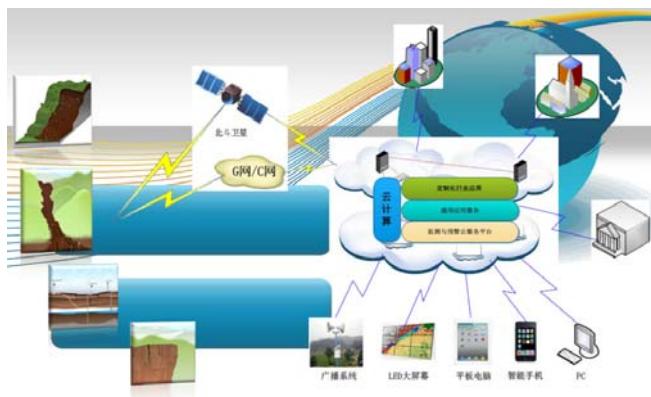


图2 地质灾害监测系统示意图

3 地灾监测系统实现

3.1 案例介绍

以重庆某区域滑坡地质灾害为例。该滑坡处于低山斜坡地带，滑坡平面呈舌形，滑坡纵向长250m左右，横向宽约500m左右，平均厚度约10m，体积约为 $128 \times 10^4 m^3$ 。滑坡为土质滑坡，主要沿土岩界面滑动，滑坡中后部出现变形，前缘临空，因此该滑坡是沿基岩面滑动的混合式滑坡。滑坡实地照片如图3所示。

3.2 滑坡监测设计

该滑坡为小型混合式滑坡，设计两处监测点，考虑到该滑坡变形迹象主要为房屋墙体裂缝，根据滑坡变形模式和地貌特征，

在滑坡前缘处设两处智能地表倾斜监测仪，用于监测滑坡前缘土体变形情况，同时在居民点附近布设智能报警器，以对滑坡进行报警。



图3 滑坡实地照片

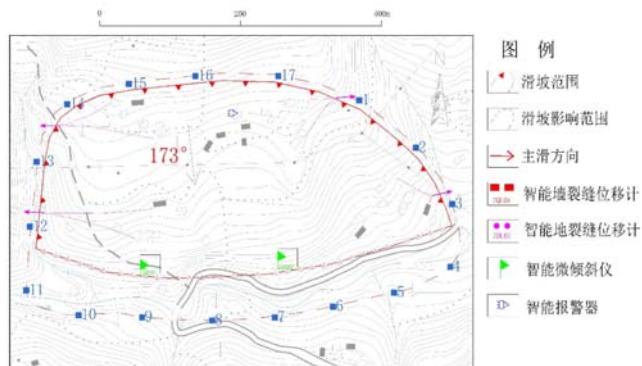


图4 滑坡监测点布设平面图

3.3 滑坡监测系统实现

3.3.1 感应层

该滑坡感应层采用智能地表倾斜仪，该仪器可监测孕灾体角度变化，并且可视实现全天时、全天候监测，可有效克服人工群测群防的局限性，如图5所示。



图5 地裂缝监测仪安装图

3.3.2 传输层

设备采集的数据利用窄宽物联网(NB-IoT)技术自动上传数

据到地质环境监测站监测预警信息系统，同时数据采集传输设备具有存储功能，自动判别数据发送状况、补发未发送的数据、仪器故障信息反馈的功能。根据雨季及旱季，设置不同的数据上传频率。由于监测设备对全天时、全天候数据传输要求高，故本次设备选取主流移动通信商进行数据传输测试，如图6所示。



图6 地面倾斜仪监测曲线示意图

3.3.3 应用层

应用层包含数据分析预警平台及预警设备两部分组成。分析预警平台可以接收并分析传输层发送的监测数据，并按照设计的阈值进行预警，其监测曲线图图7所示。



图7 该滑坡监测曲线示意图

根据《中华人民共和国突发事件应对法》预警级别的规定，将地质灾害预警按变形破坏的发展阶段、变形速度、发生概率和可能发生的时间排序分为：注意级、警示级、警戒级、警报级。将上述四级分别以蓝色、黄色、橙色、红色予以标示，如下表所示。

表1 预警级别的设置

预警级别	注意级	警示级	警戒级	警报级
警报形式	蓝色	黄色	橙色	红色
监测点累积倾斜角度值	3°	3° 到 4°	4° 到 10°	大于 10°

地灾点变形量达到一定阈值，设备现场及后台进行告警。一是通过地质灾害智能声光报警器报警，报警器安装在地质灾害威胁区内的居住场所、工作场所与重点路段，长期待机工作，实时无线接收居民区附近地质灾害隐患点各类现场监测设备发送的报警消息以及云端服务器发送的预警消息，即时通过高亮度闪光灯和响亮音频喇叭向威胁区内的人员、过往车辆进行险情示警；二是通过短信及后端平台报警，按照不同的告警、预警级别，分层分级向预先设置好的责任人的手机发送警示短信，同时后端平台显示报警信息。

4 结论与展望

随着物联网技术、智能传感器的发展，地质灾害监测数据采集、信号处理与数据分析、数据处理、智能化预警能力大幅度提高，可以有效地提高地质灾害监测的精度、准确性和及时性。后续将加强地质灾害与降雨、工程施工等环境及人为诱发关联性分析，进一步挖掘分析地质灾害形成和分析预警机理。

参考文献

- [1] 刘传正.重大地质灾害防治理论与实践[M].北京:科学出版社,2009.
- [2] 陈祥军,王景春.地质灾害防治[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [3] 段永侯.我国地质灾害的基本特征与发展趋势[J].第四纪研究,1999(3):9.
- [4] 蒋兴超.滑坡地质灾害监测方法概述[J].长江大学学报(自科版)理工卷,2010,7(3):345-347.
- [5] 负小苏.地质灾害群测群防体系建设指南[M].中国大地出版社,2008.
- [6] 李鹏,杨凯,王茜,等.关于地质灾害群防群测工作的一点思考——以昭通示范区永善县为例[C]//中国地质学会地质灾害研究分会委员会换届大会暨地质灾害与防治学术大会,2013.
- [7] 周平根,李昂,张艳玲,等.基于物联网技术的地质灾害监测预警系统的结构和功能[C]//第九届全国工程地质大会论文集,2012.

作者简介：

王明海(1968—)，男，汉族，山东安丘人，大学本科，高级工程师，研究方向：航空摄影测量，地质灾害监测。