

The application of geological disaster monitoring and early warning technology in Yichang area is analyzed

Ruimin Tian Zhongjun Zhang Wenjie Huang Yang Liu

The 7th Geological Brigade of Hubei Provincial Bureau of Geology, Yichang, Hubei, 443100, China

Abstract

Yichang is one of the most seriously affected areas by geological disasters in Hubei Province and even the whole country. As an important means of geological disaster prevention and control, monitoring and early warning has gradually changed from “civil air defense” to “civil air defense + technical defense”. This paper introduces the commonly used monitoring equipment and monitoring methods, and discusses the application of monitoring and early warning technology in Yichang City in combination with actual engineering projects. Monitoring and early warning technology is usually used for monitoring the effect of treatment projects, construction emergency monitoring, and prevention and control decision-making analysis, which can grasp the development trend of disasters and reduce the adverse effects of geological disasters.

Keywords

geological hazards; monitoring and early warning; application

浅析地质灾害监测预警技术在宜昌地区的应用

田锐敏 张中君 黄闻捷 刘洋

湖北省地质局第七地质大队, 中国·湖北 宜昌 443100

摘要

宜昌市地质灾害种类多、分布广、频率高、灾情重,是湖北省乃至全国受地质灾害影响最严重的地区之一。作为地质灾害防治的重要手段,监测预警从“人防”逐步转变为“人防+技防”。本文对常用的监测设备、监测方法进行介绍,并结合实际工程项目,探讨监测预警技术在宜昌市的应用情况。监测预警技术通常用于治理工程效果监测、施工应急监测、防治决策分析,能够掌握灾害体发展趋势,减轻地质灾害带来的不良影响。

关键词

地质灾害; 监测预警; 应用

1 引言

宜昌市地跨三峡库区、清江库区、武陵山区等生态环境脆弱区,境内山高坡陡、河谷深切,降雨丰沛且库水大幅升降等人类工程活动作用强烈,造成了地质灾害种类多、分布广、频率高、灾情重的特点^[1],是湖北乃至全国受地质灾害影响最严重的地区之一。作为地质灾害防治的重要手段,各类监测技术应运而生,监测预警从“人防”逐步转变为“人防+技防”^[2]。自2019年起,自然资源部在全国范围内启动地质灾害监测预警实验工作^[3]。目前,宜昌市已建成自动化监测点2110处,运行状况良好。

2 宜昌市地质环境概况

2.1 地质环境概况

宜昌地形比较复杂,高低相差悬殊,形成山地、丘陵和平原等三大基本地貌类型。

宜昌市地层分布较为复杂,距今18亿年前的元古界到距今百万年前的新生界之间的各个地质时代的地层均有分布^[4],且发育完整,出露齐全。

宜昌市域地理环境复杂多样,在地质构造上处于新华夏一级构造第三隆起带南段与淮阳山字型构造体系的复合部位。

宜昌市河流均属长江流域的长江上游干流水系、长江中游干流水系、清江水系、洞庭湖区的四口水系及澧水水系等五大水系。以长江干流为主脉,河流多、密度大、水量丰富。

区内主要人类工程活动包括城镇建设、交通建设、建房切坡、水利水电开发、矿产资源开发等,人类工程活动引发的环境地质问题与灾害已不容小视。

【作者简介】田锐敏(1992-),女,土家族,中国湖北宜昌人,硕士,助理工程师,从事地质灾害防治等工作。

2.2 监测预警开展情况

截至目前,宜昌市已累计建成自动化监测点 2110 处,占全市地质灾害隐患点总数比例 73.5%。其中秭归县 724 处,兴山县 379 处,夷陵区 180 处,长阳土家族自治县 257 处,五峰土家族自治县 260 处,远安县 150 处,宜都市 43 处,当阳市 58 处,市城区 57 处,枝江市 2 处;主要以监测滑坡、崩塌等灾害为主,滑坡 1751 处,崩塌 85 处,不稳定斜坡 252 处,地面塌陷 10 处,泥石流 12 处。

3 监测预警基本情况

3.1 主要监测设备

目前,监测的地质灾害类型主要是滑坡、崩塌、泥石流。常用的监测设备主要有 GNSS 地表监测、裂缝计、雨量计、倾角加速度计、泥(水)位计、声光报警器等,常见设备基本情况如下。

(1) GNSS 地表位移监测。通过北斗、GPS 等卫星导航系统,远程、实时、自动采集传输地质灾害体的位移数据,分析灾害体变形情况^[5]。(2) 倾角加速度计。多安装于崩塌灾害、挡墙等刚性体上,通过其内部三轴倾角、振动监测

传感器,实时采集、传输倾斜、振动变化数据,用于分析判断其运动情况。(3) 裂缝计。常安装于滑坡、崩塌、地裂缝等灾害体裂缝两侧,通过横跨裂缝的线性位移传感器,实时感知裂缝宽度变化情况。(4) 雨量计。降雨是灾害体变形的最主要诱发因素^[6],地质灾害大多发生在汛期。主要安装于各类地质灾害及其影响区附近,一旦出现降雨情况,通过雨量传感器采集传输降雨量数据,为灾害体预警预报提供降雨数据支持。(5) 声光报警器。针对威胁人口数量多、密度大的隐患点,在人口聚集处布设声光报警器,一旦发生变形立即通知群众撤离到安全地带。(6) 泥(水)位计。对灾害体泥位、水位进行自动化测量,准确反映监测点泥水位变化特征。

3.2 灾害类型与设备选择

滑坡以监测变形和降雨为主,具体 GNSS 地表监测、雨量计、裂缝计、含水率、倾角加速度计。

崩塌以监测变形和降雨为主,具体包括裂缝计、倾角加速度计、雨量计。

泥石流以监测降雨、物源补给过程、水动力参数为主,具体包括雨量计、泥(水)位计、含水率。

表 1 灾害类型与设备选择

灾害类型	监测设备						声光报警器
	位移(GNSS)	裂缝计	倾角加速度计	含水率	雨量计	泥(水)位计	
滑坡	●	●	●	●	●		布设在人口聚集处
崩塌		●	●		●		
泥石流				●	●	●	

4 监测预警应用

监测预警技术主要运用在三个方面:治理工程效果监测、施工应急监测、防治决策分析。(1) 治理工程结束后在灾害体上布设监测设备,通过监测预警系统收集实时监测数据,及时掌握滑坡的变形动态及其整体和敏感部位的位移变形速率、位移方向,对比分析滑坡治理前后变形特点,对治理工程进行成效分析^[7]。(2) 地质灾害治理工程开展过程中,现场施工环境复杂,灾害体一旦发生变形将会引发严重后果。施工现场的安全监测能及时发现并消除潜在的安全风险,以减少事故的发生。这对于保障工人的生命安全及工程的顺利进行至关重要。安全监测与预警系统可以通过实时监测和数据分析,提供预警信息,使施工方能够及时采取措施,避免事故的发生。(3) 对地灾点开展专业监测可以有效的掌握地质灾害变形特征、变形阶段以及发展趋势。通过综合分析得出主要变形诱因,指导后续防治工作开展,提出地质灾害险情应急处置方案^[8],有效保护人民群众的生命财产安全。

4.1 航天试验区 4 组滑坡案例分析

①监测点基本情况。该滑坡纵长约 30m,横宽 20m,厚约 2~3m,面积约 600m²,体积约 1200m³,主滑方向 60°,平面形态呈舌形,为一小型土质滑坡。该滑坡基岩为

白垩系跑马岗组(K_{2p})砖红色巨厚层至块状石英长石砂岩,顶部为泥质粉砂岩,产状 217°∠17°,中~强风化。上部为第四系人工填土(Q_{4ml}),成份为粉质黏土。滑坡体中、前缘各布设 1 台 GNSS,后缘外围稳定区域布设 1 台 GNSS 基准站。滑坡监测设备布置平面图见图 1。

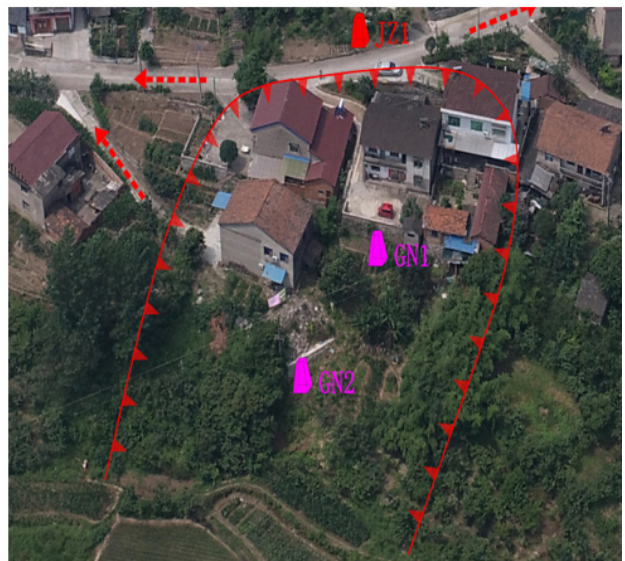


图 1 滑坡监测设备布置平面图

②监测分析。滑坡前部布设的GNSS监测设备GN2累积位移—雨量—时间见图2。

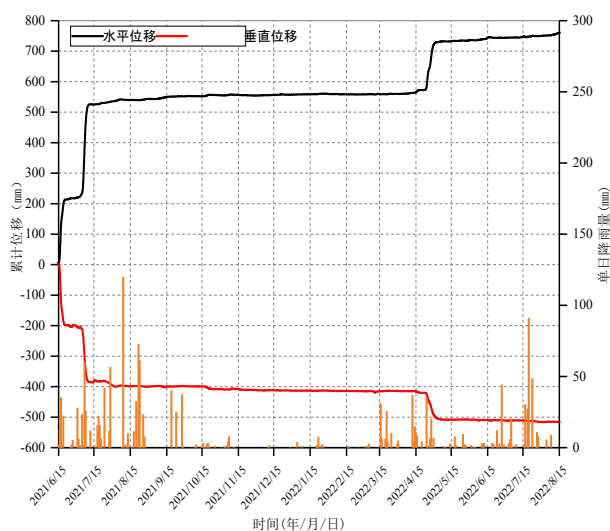


图2 滑坡GN2累积位移—雨量—时间图(2021.6—2022.8)

由监测曲线可知,滑坡前部布设的监测点GN2监测数

据在2021年6月1日-2022年8月15日间发生3次较明显的变化2021年6月17日,当地单日降雨量达35.2mm,GN2监测点水平累计位移明显上升,变形速率达141.8mm/d。2021年7月5日—8日,GN2监测点水平累计位移增量为292mm,最大变形速率达90.3mm/d。随着降雨量减少,滑坡变形速率变低,滑坡监测曲线趋于平缓。2022年4月份,GN2水平累计位移量随着降雨量增加上升,2022年4月26日,滑坡变形速率达49.5mm/d。监测曲线显示,滑坡变形速率和当地降雨量正相关,降雨量是滑坡变形的主要诱发因素。

③现场核实情况。据现场调查,雨季滑坡受坡脚溪沟水流冲刷及后缘地表水入渗影响,前缘多次发生局部坍塌,坍塌体纵长约8m,横宽约15m,方量约120m³。滑坡直接威胁滑坡体上的电线杆,潜在威胁村民1户3人。

5 结语

宜昌市地质灾害点多、面广、频繁发生且危害巨大。通过对市内地质灾害点开展监测预警工作,能掌握灾害体的变形趋势,指导防控决策,提前采取有效措施,减轻地质灾害带来的不良影响。因此,开展监测预警工作提升了宜昌市地质灾害防治能力,保障了人民群众的生命财产安全。

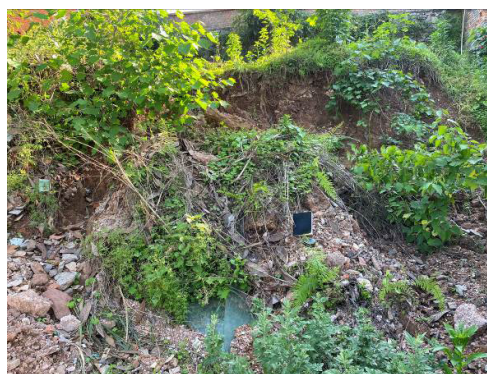


图3 滑坡现场变形照片

参考文献

- [1] 朱文彩,何钰铭,陈松.三峡库区秭归县童庄河流域地质灾害分布特征分析[J].资源环境与工程,2020,34(04):561-564.
- [2] 覃艳艳,江思义,刘伟威,等.河池市地质灾害专群结合监测预警分析——以南丹县吾隘镇德竹村纳劳屯滑坡为例[J].资源信息与工程,2024,39(01):115-118+126.
- [3] 刘云,肖斌.江西省地质灾害专业监测预警存在的问题与展望[J].地质灾害与环境保护,2022,33(03):64-70.
- [4] 胡胜华,黄维,许汇源,等.宜昌市旅游景区地质灾害发育规律及风险管控对策[J].资源环境与工程,2022,36(06):749-757.
- [5] 刘雪梅,刘焕军.GNSS技术在地质灾害安全监测预警系统中的应用[J].世界有色金属,2022,(11):10-12.
- [6] 聂肖虎,谢璐瑶,杨冬,等.降雨诱发滑坡在长输管道监测预警中的应用[J].矿产勘查,2022,13(06):825-835.
- [7] 易庆林,文凯,覃世磊,等.三峡库区树坪滑坡应急治理工程效果分析[J].水利水电技术,2018,49(11):165-172.
- [8] 叶润青,付小林,郭飞,等.三峡库区地质灾害监测分析与发展探讨[J].工程地质学报,2023,31(05):1628-1636.