

# 基于时空信息平台的地质灾害预警系统建设与应用

胡乾亮 刘 杰

山西垣曲抽水蓄能有限公司 山西运城 043700

**摘要:** 当前,我国的地质灾害监测和预警工作多以群测、群控为主,人工、技术手段落后,难以确保信息准确、及时地传递。在现代信息技术的飞速发展下,对地质灾害进行实时监控和预警是十分必要的,在今后的地质灾害治理中,能够有效地增强对地质灾害的应急响应能力,保证人们的生命和财产的安全,本文在时空信息平台的基础上,以黄山为例,对地质灾害预警系统的建设和应用展开研究。

**关键词:** 时空信息平台; 地质灾害; 预警系统

## Construction and application of geological disaster early warning system based on space-time information platform

Qianliang Hu, Jie Liu

Shanxi Yuanqu Pumped Storage Co., LTD., Yuncheng, Shanxi 043700

**Abstract:** At present, the geological disaster monitoring and early warning work in China is mainly based on group measurement and group control. Artificial and technical means are backward, so it is difficult to ensure the accurate and timely transmission of information. Under the rapid development of modern information technology, for real-time monitoring and early warning of geological disasters is very necessary, in the future geological disaster management, can effectively enhance the geological disaster emergency response ability, ensure the safety of people's life and property in this paper, on the basis of the information platform of time and space, in the case of mount huangshan, The construction and application of geological disaster early warning system are studied.

**Keywords:** Spatio-temporal information platform; Geological disaster; Early warning system

### 引言:

地质灾害是指由于地质作用引起的各种地质灾害,如滑坡、崩塌、泥石流、地裂缝、地面塌陷等。由于其隐蔽、突发性、破坏性强等特点,造成的社会冲击较大,难以防范。我国地质环境十分复杂,地质灾害时有发生,给人民带来巨大的生命和财产损失。

### 一、实时监测预警系统的优缺点

#### 1. 实时监测预警系统的优点

地质灾害的发生往往与极端的天气、地质环境密切相关,常规的监测方法无法对监测对象的实时状况进行实时监控,使人们生命财产不能得到有效的保护。因此,要实现对地震资料的远程测量、自动获取、数据处理、数据分析等多方面的应用,可以有效地提高监测预警的自动化程度,对监测对象的实时状况进行实时分析、预测。

#### (1) 经济效益

一般而言,现代化的监测和预警系统建设完成后,必须不断地进行投资,不能带来直接的经济利益,但是可以通过降低灾害的损失,实现间接的经济利益。通过对地质灾害的监测和预警,可以使危险区域的居民及时撤离、避难,降低人员、财产的损失和投资<sup>[1]</sup>。间接经济效益在维持地区的自然生态环境、推动地方经济的可持续发展等方面表现出来。

#### (2) 社会效益

地质灾害是影响国土、国土生态安全的重要因素,也是影响到周边居民的生产、生活、财产安全、维护社会和谐的重要因素。现代监测预警体系的建立,对维护国家领土安全、保护生态环境具有重要意义,不仅是增强社会和公众对国土资源的保护,更是实现科学发展观、构建和谐、实现节约型、环保、可持续发展的关键。

## 2. 实时监测预警系统的缺点

实时监控预警系统是集数据采集、通讯、处理、分析、发布等功能于一体的综合性监控系统，只要有一个环节的问题，就会造成整个系统的瘫痪。例如：电力系统（停电）、监测仪器（传感器、采集器故障）、传输系统（断网、数据安全）、处理系统（网络堵塞、病毒攻击、系统崩溃）、人为因素（设备损坏）、自然因素（大风、暴雨、地震等）都会导致实时监测预警系统的运行风险。

## 二、目前常用监测预警技术

### 1. 地质灾害专业监测系统

#### （1）自动化雨量和表面位移裂缝监测

利用自动降雨站点，可以采集到该地区降雨的实时数据，从而可以对滑坡进行早期的变形预报。位移裂缝测量仪实时监测和数据采集，并将数据通过GPRS/GSM系统发送至监测预警平台。在降雨、位移等变化超过一定的预警阈值后，该系统会自动发出警报，提醒监测区域内的居民及时进行躲避。

#### （2）地下深部位移监测

通常使用钻孔测斜仪对不同深度的岩体进行横向位移，由于滑坡造成测斜管的位移，使测斜管道由原来的位置向新的方向发生变形。通过数据处理，可以得到位移曲线，反映位移的变化<sup>[2]</sup>。

#### （3）地下水位监测

为了达到精确、自动监控的目的，一般用渗压计来测定地下水的水位。目前国内常用的液压传感器采用的是仿真的方式，但随着科学技术的进步，液压系统的检测准确率逐渐提升，能够适应地质灾害的监测和预报。

#### （4）自动化视频监控

通过专用网络传送至指挥中心，由指挥中心24小时、高清监控，为今后的防灾减灾工作提供决策支持。

#### （5）GNSS滑坡监测系统

该系统能对滑坡体表面变形的大小、速度进行实时监控，并对其演变过程进行监控，掌握其变形的动态变化。在监控数据超出临界点时，通过短信、声光等多种形式进行预警，以警示有关人员采取相应的防范措施，防止安全状况进一步恶化，消除隐患，及早撤离。

#### （6）无线预警广播站

在系统发生警报时，可以通过手机、短信、自动或半自动的声音通知周围的居民，使他们能够及时做出防范，并及时疏散。

### 2. 地质灾害预警指挥系统

#### （1）地质灾害监测预警综合系统

系统将地质灾害风险点（包括坐标、威胁程度、监测人员电话、逃生路线）、应急设备、仓库、避难场所等应急物资等，并将专业监测系统收集到的资料，进行多角度的显示、统计、分析，并由服务器后台数据控制中心，实现手机短信报警、声光报警等自动报警功能。

#### （2）地质灾害群测群防移动定位系统

地质灾害监测人员在移动电话上安装了群测群防APP，通过移动电话进行灾害预警、公共预警、日常汇报、任务发布、人员定位等。

#### 3. 应急指挥无线通信系统

该系统主要由单兵和可视式对讲机组成，该系统具有24小时实时监控、4G高清视频上传、本地存储、语音、视频一体化可视通话等多种功能<sup>[3]</sup>。该系统具有单呼、组呼、全呼等智能通信功能，克服了通信距离的局限，实现了在无法使用手机的条件下进行远程指挥、远程应急救援、应急指挥等功能。

## 三、智慧黄山时空大数据

智能黄山时空大数据集时空数据库、数据管理系统为一体，主要采集城市区域的历史与现状、基本的空间数据和公共主题数据，将实时采集到的智能感知数据与空间规划数据相结合，利用数据融合产生的时间序列，从而建立起黄山的智慧时空数据库。基于时空数据库，建立时空大数据汇聚系统、挖掘系统和管理系统，建立一套完整的时空大数据管理系统。

### 1. 实时降雨量数据

利用黄山市气象局的CIMISS数据集接口、气象专用网络，实时采集黄山市气象部门和省自然资源厅建立的降雨站点的每小时降水量，并将其导入预警模式，进行预警。降雨站点涵盖了全市各乡镇和重大地质灾害风险点。黄山市作为全省第一个将53个地质灾害点雨量站纳入由省自然资源厅统一管理、统一采集数据入库的地市，不仅增加了雨量监测站点密度，也为开展重要地质灾害点的精细化定向预警提供了重要依据<sup>[4]</sup>。降雨资料存储于当地资料库中，挖掘、分析，并为黄山智能时空资讯及地质灾害实时定位预警系统提供数据。

### 2. 地质灾害基础信息

将地质灾害点的基本信息、地质背景、威胁对象及威胁范围、地质灾害防治“两卡一表”、地质灾害防治“两表一标牌”、野外调查表、历史灾害险情等信息，统一存储在时空数据库中。

### 3. 地质灾害点管理信息

将地质灾害风险点的交通、通讯、责任人、监测人员和突发事件应急预案等信息统一起来，并将其存储到空间数据库中。

#### 4. 数据整合关联

通过观测站与地质灾害隐患点之间的间距，结合地形地貌、流域分布、地质环境等因素，采用一对多、多对一的方法，以保证降水站真实反映出地质灾害现场的降雨状况，从而达到精确预警的目的。

### 四、预警系统建设

#### 1. 预警模型及参数

通过对黄山市历史灾情和降水类型的分析，发现在过去共发生了1164起原始地质灾害，滑坡与降雨类型的关系如图1所示。

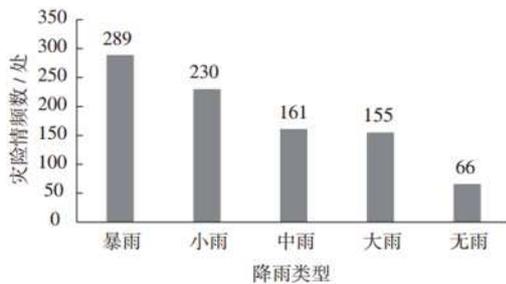


图1 滑坡与降雨类型的关系

研究发现，在滑坡发生的当日，有多种不同的降水形式，其中以暴雨为主，说明短时间的强降水是引发滑坡的一个重要因素。通过对滑坡当日的降水和降水的分析，认为该区域的滑坡受到了前期有效降水的严重影响，说明了提前累积的有效降水是引发滑坡的主要因素，而降水则是引发滑坡的根本因素。基于降雨因素，建立了暴雨临界判别模式，并在不同的地质背景下对各地区进行了分区，各地区的预警阈值也各不相同。在实时降雨到达报警临界值后，系统会以网站图标的形式在界面上进行报警，并自动产生报警信息，并将其推送给值班人员、管理者的微信、PC上，以备审批。同时，值班人员也可以对雨量最大的地区进行实时监控<sup>[5]</sup>。在实时雨量排名前10名的雨量站，将会以图标的方式，向值班人员发出警告，以便更好地进行防灾。

#### 2. 综合信息展示模块

在平台上对气象、地质灾害、预警信息进行全面的显示。将各降雨点及地质灾害风险点的位置信息以地理信息系统的形式呈现在地图上。使用者按下雨量站点的图标，可以看到该站点的位置、实时的整点雨量、过去24小时的雨量和相关的灾害点，并可以看到该站点过去24小时的降雨时序。可通过表格查询目前各站点的降

雨资料，并按降水量的大小依次递增或递减。使用者还可以通过点击“地质危险点”的图标，实时了解“灾情点”、“防灾人员”、“现场调查表”、“正射影像”等。在与地质灾害风险点相关的降雨站点实时降雨到达报警临界值后，生成风险点所在乡镇的预警信息，通过审核后生成蓝色、黄色、橙色、红色四种预警状态，以提醒用户关注。

#### 3. 预警定向审批与发布模块

当某个站点的降雨超过某个临界点后，系统会自动生成相应的风险点所在的乡镇的实时预警信息，该信息包含了预警级别和详细的预警内容，并按照审批权限发送给管理员。利用地质灾害实时定位预警系统，对其进行会商、核准。针对地质灾害风险点三维可视化建设滞后，多层次可视化查询和分析效率低下的问题，提出了利用720度全景图像进行全方位展示、真实感、立体感、浸入感，实现了黄山市地质灾害现场实时显示。经会商核实后，由国家应急管理系统自动将预警点所设区县、乡镇、村组防灾责任人及监督员等上报。该系统可根据预先设定的模板自动产生预警信息，并可根据实际灾害情况对其进行编辑。

#### 4. 后台维护

系统后台维护模块负责对基础信息和告警阈值的维护，主要包括基础信息、灾害信息、预警阈值、报警联系人、用户信息等。根据基本站点的位置信息，对各站点的位置、灾害点的关联进行设定。利用灾害点的位置、地质灾害等级、相关乡镇等信息进行分析。警报门限是用来设定或修正各个级别的警报的降雨量门限，包括蓝、黄、红和橙色警报。

#### 5. 微信公众号

通过微信公众号实现预警信息随时查看、审批与接收。它的主要作用是查看雨量信息，电子签批，接收预警信息，接收信息，反馈信息，报告灾害风险。该系统可以实时查询各降雨站点的降雨情况。预警电子签批模块，在降雨站点的降雨到达警戒临界点后，自动发出警报，并生成一张实时的、有针对性的预警电子签批单，由主管部门根据审批权限将其上报，由主管部门根据签批流程随时进行分析研判，签批完成后，生成实时的预警信息<sup>[6]</sup>。预警信息接收模块通过短信、微信等形式的推送形式进行预警。信息接收与反馈模块将接收到的报警信息进行确认，能够实时监测出责任人是否已经抵达现场，并进行巡视。灾情报告功能可以使防灾工作人员迅速反应灾害的情况，为后续的应急处置提供参考。

## 五、应用情况

该系统已在因特网上安装，并于2019年11月21日正式启用。用户超过1200人，其预警流程如下。

### 1. 预警信息自动生成

该系统采集了实时的雨量，将其引入到实时的方向预报模型中，并自动产生相应的预警信息（如图2所示）。



图2 系统自动生成预警信息

### 2. 预警信息确认

在接到短信或者PC端的地质灾害警报后，值班人员可以通过微信、PC等平台查询预警信息，并将其反馈给有关部门。有关人士通过微信或者PC进行确认。

### 3. 预警信息发布

经批准后，该预警信息将由国家应急管理系统和微信公众号，自动发送到区县、乡镇、村组防灾点所防灾责任人和监督员。2020年，全市共发布762次实时有针对性的预警，2286次向各乡镇发出预警，其中，155次

发布橙色预警。指导区县和乡镇提前疏散6000多名群众，并成功预测了13个地质灾害<sup>[7]</sup>。黄山市全年共发生474次地质灾害，并通过预警，达到“零伤亡”的目的。

## 六、结束语

本文结合监测预警系统的优缺点，概述了目前常用监测预警技术，并以智慧黄山时空大数据平台为例，对地质灾害预警系统建设与应用展开了一系列研究。地质灾害在我国时常发生，加强对其预测能力能有效减少损伤，避免人员伤亡，是当前亟待研究的重要课题。

### 参考文献：

[1]自然资源部办公厅.智慧城市时空大数据平台建设技术大纲(2019版)[Z].2019.

[2]袁学旺,杨金涛,赵倩,等.智慧潍坊时空大数据与云平台建设及应用[J].山东国土资源,2019,35(10):71-75.

[3]尹斌,刘现印,宋拥军.山东省地理信息时空大数据中心的设计与实现[J].地理信息世界,2019,26(5):113-118.

[4]许凤雯,狄靖月,李宇梅,等.北京“7·16”暴雨诱发地质灾害成因分析[J].气象,2020,46(5):710-711.

[5]陈百炼.降水诱发地质灾害的气象预警方法研究[J].贵州气象,2020,26(4):4-7.

[6]胡文运,孙秀邦,胡星月.基于GIS的宣城市地质灾害等级预报预警系统[J].国土资源信息化,2019(3):24-26.

[7]侯兴泽,蒋大鹏,徐健,等.测绘技术的地质灾害隐患防治应用[J].测绘科学,2020,45(10):136-137.