

# 基于物联网技术的地质灾害监测预警系统设计方案

张 强

肇庆市地质环境监测与矿产资源技术中心 广东肇庆 526000

**摘 要:** 针对传统的地质灾害监测预警方式不足,采用先进的物联网采集、传输等技术,设计一套基于物联网技术的地质灾害监测预警系统,提高地质灾害监测预警的智能化和时效性。

**关键词:** 物联网技术; 地质灾害; 监测预警设计方案

近年来,我国在地质灾害防治工作中投入了大量的人、财、物,防治工作所取得的的成绩也是显著的。但地灾监测预警大多仍采用人工监测巡查等方式,但预警存在滞后性、智能化水平较低等问题。近年来,物联网技术和北斗卫星技术发展,为地质灾害监测预警提供了更为优化的技术基础。基于物联网技术的地质灾害监测预警方式是现实的需要,也是适应地质灾害防治的时代的需求。

为实现地质灾害监测预警的科学化、信息化、自动化,为地质灾害的防灾减灾提供科学的决策依据,提高地质灾害监测预警效率和管理水平,提出基于物联网技术的地质灾害监测预警设计方案。

## 1 方案总体设计原则

基于物联网技术的地质灾害监测预警系统是一个利用物联网无线传感器技术、智能控制等新技术,进行灾害体变形提前预测预警,辅助精准化运维和应急响应管理的综合系统。为了使系统成为实用性强、能对灾害体作及时有效的安全评估,同时又具有经济效益和社会效益,应遵以下原则:(1)科学性,以地质灾害防治理论和技术作为科学支撑,依据规范,根据实际综合评估开展监测工作;(2)专业性,监测内容上兼顾影响因素、宏观灾变现象监测;监测技术上结合实际情况应用最优的监测手段;监测分析上,综合运用专业化数据、数值模拟、大数据和人工智能等分析预测手段;(3)实用性,满足日常监测、特殊工况下监测需要,监测系统满足绝大部分用户需求,并做到界面简洁;(4)经济性,在满足监测预警功能的基础上,力求用最少的设备获取最关键的监测信息,确保资源最优化利用,节省成本;(5)兼容性,地质灾害监测预警系统感知层设备种类较多,对于不同类型传感器以及这些设备组成的同构或者异构网络能够相互兼容;(6)扩展性,具有数据共享性,支持多种常用数据的接口,方便不同格式的数据交换。

## 2 总体设计

基于物联网技术的地质灾害监测预警系统主要由监测数据采集、数据传输、监测预警平台系统组成。

### 2.1 监测数据采集设计

地质灾害监测预警系统能否对灾害体稳定状态做出准确客观的评估,前提条件取决于数据采集系统能否及时准确地采集到如实反映致灾体状态的特征信息。数据采集主要由安装在现场的数据采集传感器设备构成。现场的数据采集传感器设备将模拟信号输出的模拟信号转换为数字信号,采集灾害体形变或环境数据,主要采用的传感器设备有GNSS、裂缝计、倾角计、加速度计、土壤含水率计、雨量计、泥位计、声光报警器、智能视频等。

监测数据采集设备的选择,要根据所需监测要素实际,在满足精度在满足监测精度的前提下,选用运行可靠、功能简约、性价比高、安装便捷、易于维护、可实现智能预警的监测设备;能根据实际需要动态调整采样与上传频率等运行参数,且具备双向控制功能的设备;具有良好的稳定性和可靠性,具备防雷、防水、防尘及耐高低温等基本性能;设备以内置高性能电池供电为主。

监测数据采集设备的布设应统筹兼顾、突出重点。根据地质灾害隐患点类型、发育分布特征及发展演化趋势,结合监测场地条件和监测预警工作需要。以隐患变化明显因素和主要控制因素为主要监测内容,以明显变形区段和块体为关键监测部位。例如裂缝计主要用于裂缝形变监测,应该安装在裂缝两侧。倾角计、加速度计主要安装在崩塌体的倾斜变形块体处。声光报警器应安装在受威胁人员集中居住区,以便及时提醒警示居民。

### 2.2 数据传输设计

监测数据采集传感器设备使用传感器对变形、物理场、影响因素、宏观现象等地质灾害监测类型进行监测数据采集,通过数据采集设备中的通信单元进行数据传

输, 最终基于 HTTP、MQTT、COAP 等协议接入监测预警平台。由监测预警平台对数据分类存入相应数据库, 由监测预警平台实时调用, 自动实时监测。其中数据传输包含窄带自组网、窄带物联网、卫星通讯、宽带自组网等方式。

### 2.3 监测预警平台设计

监测预警系统平台采用面向服务的架构设计, 提供数据交换共享接口, 实现监测数据管理和专业应用服务等功能。基于本监测系统的技术架构, 借助物联网传感器技术, 实现监测数据实时采集传输、数据后处理、数据可视化、预警等功能, 提高地质灾害监测预警工作的智能化水平。

#### 2.3.1 平台设计原则

(1) 权限管理针对各级职能部门负责人、地质灾害防治专业技术人员、群测群防责任人员、监测员等, 根据其所在辖区、职责分配不同的浏览查询和操作权限等级。

(2) 在数据服务体系方面平台集成空间、属性等静态基础数据, 动态专业监测数, 数据按照既定标准、规范进行统一存储, 管理和显示。提供数据查询、编辑、下载功能; 基础地理数据分多级比例尺浏览; 专业监测数据实时动态更新展示; 统计分析雨情分布、等值线等相关专题图表; 结合监测数据、雨量数据进行隐患点稳定性分析。

(3) 系统根据监测成效自动调节报告类型、频率。

(4) 多重报警体系, 可通过平台网站、短信、声光报警器向预设用户进行报警, 必要时远程控制现场报警装置向民众发送报警信号。

(5) 气象预警体系, 兼顾气象、水文监测信息, 建立二者与隐患点灾害发生之间的关联模式, 互通有无, 与气象、水利部门构建“信息共享、预报会商和预警联动”的地质灾害气象风险预警预报体系。

#### 2.3.2 主要功能模块

监测预警平台主要由“首页”、“监测管理”、“数据中心”、“预警预报”等四大主要功能模块组成。平台按照项目的监测站点数, 分多站点项目和单站点项目。

##### 2.3.2.1 首页

“首页”包括“区域首页”和“站点首页”, 通过各种图表展示项目及站点信息。“区域首页”以 GIS 地图的方式展示站点信息(位置、监测数据图表)、预警信息、降雨分布图等。“站点首页”展示单个站点基本信息, 包括项目概述、站点设备类型及布设位置、设备状态、监

测数据图表、预警信息、气象信息等。

##### 2.3.2.2 “监测管理”模块

“监测管理”模块统一管理监测站点、监测设备、巡查信息、现场图片等监测信息。包括展示单站点信息, 基于地理信息数据和属性数据的关联性, 实现了基本的 GIS 功能, 具体包括: 各类影像数据、矢量数据及标注数据的图层管理; 地图的放大缩小、漫游操作; 距离、面积和体积量测; 信息点查询定位。模块集成卫星影像图、监测站点分布图等空间数据, 以图表形式站点信息、设备上信息, 展示各个站点的实时稳定状况, 为隐患点安全管理和决策提供宏观的数据支持。

根据前期方案设计形成的设备布设二维图, 展示边界、裂缝、剖面、汇水区域、受威胁区域、平面布设图、避灾安置点、监测数据图表等, 基于空间关系可以全面展示测点布置位置、设备运行状态和实时监测数据, 从而实现监测设备、监测数据的全方位远程管控。

##### 2.3.2.3 “数据中心”模块

“数据中心”模块包含自动化监测数据和告警信息。主要功能: 针对不同监测参数, 模块以实时动态曲线图、散点图等多种表现形式展示数据变化趋势, 并提供数理统计、关联性对比分析等功能; 模块基于多源数据融合(贝叶斯估计/神经网络等)、时间序列等模型, 进行预测分析, 为监测点安全状态评估与发展趋势预判提供可靠的模型支持; 模块可以利用 GIS 空间分析引擎, 结合实时监测数据, 生成灾害隐患点整体位移矢量图、温湿度空间分布云图, 为坡体整体稳定性评估提供分析基础。“历史数据下载”子模块, 提供数据导出接口实现历史数据下载, 并自动生成 Excel 文件保存到指定路径, 以便于监测数据的随时调用和查阅。数据文件包括设备详细信息(编号、类型、位置)、监测数值和对应时间等内容。

“预警信息”子模块展示各测点设备最新监测参数和综合评估下的安全状态。

“监测报告”子模块汇总系统自动生成的定制化监测报告。监测报告的种类可以分为“月报”、“半年报”、“年报”等阶段性分析报告和异常分析报告, 以上报告均可提供导出接口。

“数据分析”子模块提供“日期”、“监测项”、“设备编号”、“数据类型”、“数据轴”等的筛选接口, 生成所需监测数据的对比分析图, 为各类监测数据的相关性分析提供支持。

##### 2.3.2.4 “预警预报”模块

“预警预报”模块包含气象预警、变形预测2个子模块，根据气象信息、变形预测信息，通过人工智能算法预测坡体变形情况，在达到触发条件后，执行报警机制流程。气象预报主要根据降雨信息、台风信息进行监测点报警；展示24小时、48小时、72小时降雨等级分布图，根据降雨等级分析地质灾害发送的可能性。变形预测通过人工智能算法，根据坡体变形监测数据，分析预测24小时内坡体变形趋势。

#### 2.3.2.5 “系统管理”模块

“系统管理”模块包含用户管理、页面、图表配置和报警阈值设置等功能。

### 3 主要特点

通过物联网技术与地质灾害监测的有机结合，建成基于物联网技术的地质灾害自动监测预警网络，实现了

地质灾害隐患的实时监测信息的采集与传输。实现了地质灾害由传统的人工监测预警方式向群专结合转变。

### 4 结束语

总而言之，以人民为中心，保护人民群众的生命财产安全，应该不断加强对地质灾害预警工作的重视力度，特别要充分应用物联网等新技术提高监测预警的时效性、有效性。

#### 参考文献：

[1]王欢.GIS数据引导下地质灾害遥感三维变化自动检测研究[D].湖北：华中师范大学，2012.

[2]徐潇宇.三峡库区地质灾害防治系统运行机制研究[D].北京：中国地质大学，2013.

[3]邹赛，刘昌明，李法平.基于无线传感器网络的水环境监测系统[J].传感器与微系统，2010，9：104-109.