

地质灾害在线监测预警系统的设计与实现

贾雁杰

辽宁省自然资源事务服务中心 辽宁沈阳 110032

摘要: 地质灾害监测预警是地质灾害防治工作中一项重要的基础性工作, 由于地质灾害点多、面广, 不能对地质灾害隐患点进行全面治理, 只能对严重威胁城镇、矿区、交通干线等地质灾害隐患进行治理, 对于一般性地质灾害, 则主要通过宣传培训, 增强群众的防灾意识, 丰富群众的防灾知识, 并依靠当地政府, 在地质灾害易发区开展以当地民众为主体的监测、预报、预防工作, 采取的地质灾害预警手段较为原始落后, 一般是群测群防员通过巡查观察, 采用口哨、铜锣、高音喇叭等通知受威胁群众。本文对地质灾害在线监测预警系统的设计与实现进行探讨。

关键词: 地质灾害; 监测; 系统建设

一、系统建设关键因素

1. 感知层

监测设备(视频监测仪、雨量监测计、裂缝监测仪、GNSS位移监测仪、智能测斜绳)通过感知被测量物体的变化, 产生数据信号, 并将信号传输至数据采集传输模块。系统数据的采集主要来源于监测设备, 因此设备的选择、安装、监测网点布设、监测内容及频率的设定, 对于系统建设的好坏至关重要。

1) 监测设备选型: 监测设备在满足监测精度的前提下, 宜选用运行可靠、功能简约、性价比高、安装便捷、易于维护、可实现智能预警的普适型监测设备。

2) 监测网点布设: 综合考虑地质灾害类型、形成机理、稳定状态、发展趋势和危害性及现场条件进行监测网点布设, 确保设备安装位置的准确性和监测数据的可靠性, 并按照集约与集成原则进行监测方案设计, 提高设备安装和运行的效果, 保障设备数量和运行成本的合理性。以滑坡变形破坏为导向, 兼顾整体性及保护对象, 监测布设满足滑坡后续监测需要, 沿保护对象、强变形区以及主轴线等重要部位布设监测剖面, 针对保护对象、变形区以及滑坡的主轴线等重要部位宜布设多个要素监测点, 便于监测数据综合分析, 监测剖面应按主滑动方向布置, 主剖面上的监测点原则上不少于3个, 监测点不宜平均分布, 重点部位应适当增加监测点数量, 裂缝位移监测点布设在重要滑坡及危岩裂缝关键部位, 如裂缝中点、两端、转折部位等, 变形明显的裂缝监测点不少于2个, 降雨量、视频监测点宜布设于滑坡体外围安全、稳定区域, 同时兼顾视频的可视范围^[1]。

2. 灾害预警模型

作者简介: 贾雁杰, 女, 汉, 1989.04.01, 辽宁沈阳, 辽宁省自然资源事务服务中心, 科员, 中级工程师。硕士研究生, 研究方向: 水工环地质, 邮箱: 997040437@qq.com。

可根据宏观迹象(群测群防)、自动化监测(数据分析)和区域预警(地质灾害气象预报)综合研判, 根据位移变形量、位移变形速率及加速度等监测结果确定预警模型, 建立四级预警的预警指标, 预警结果应根据不同类型的预警指标综合判定。滑坡、危岩体监测预警按变形破坏发展阶段、变形速度、发生概率和可能发生的时间分为四级: 一级(警报级)、二级(警戒级)、三级(警示级)、四级(注意级), 分别对应风险极高、风险高、风险较高和风险一般。

二、监测预警系统总体设计

地质灾害变形监测预警系统由监测子系统、数据中心子系统和客户端3个部分组成。

1. 监测子系统

由GNSS天线、GNSS接收机、雨量计、测斜传感器、裂缝计和摄像头等设备组成。该系统功耗低, 可以由太阳能系统供电, 也可以用蓄电池供电, 还可以直接连接220V交流电供电, 可以实现24h无人值守运行。该系统拥有传感器接口, 能够同时采集卫星导航定位信息、内部位移信息和其他传感器信息。在传感器数量比较多的情况下, 可以增加传感器接口, 以满足现实情况的使用(如图1所示)。

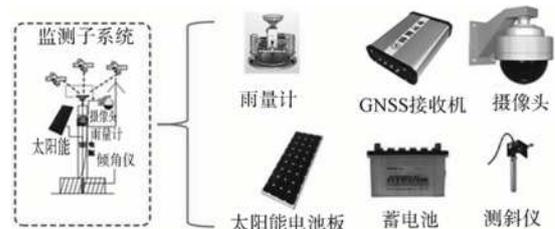


图1 监测子系统设备架构图

2. 数据中心子系统

由CORS机柜、服务器、CORS基站等硬件和数据中心软件系统组成。其中CORS基准站可以为监测站提供差分数据, 数据处理中心软件可以对收集到的监测信息

进行处理分析,通过建立三维模型,能够实时地反映出监测点的移动情况(如图2所示)^[2]。



图2 数据中心子系统设备架构图

3. 客户端子系统

用户通过登陆云平台软件,可以实时查看监测点的沉降位移情况以及各个传感器的监测信息、雨量情况、现场情况,不需要在监测现场就能远程查看监测站信息,方便用户远程获取数据中心服务器的数据等信息。同时,还可以在云平台软件查看监测点沉降位移趋势,方便用户对监测点情况的预判,一旦沉降位移异常,能及时发现问题并解决问题,云平台软件系统还支持坐标系统转换和监测坐标数据的导出功能,以满足不同用户的各种需求(如图3所示)^[3]。

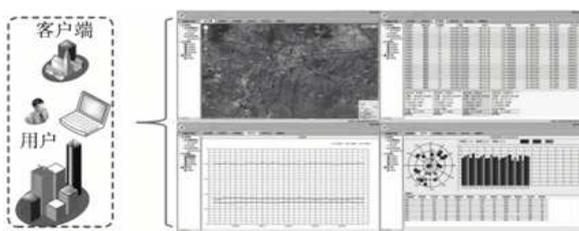


图3 云平台架构图

三、监测预警系统功能

1. 数据采集

能实时地对站点数据信息进行显示,包括站点的位置图、变化曲线图、信噪比等,根据监测现场传感器上传的海量数据,分类进入数据库,并分布式存储,为项目承包商提供多租户、多项目服务平台,提供智能化数据分析功能。

2. 监测分析功能

根据现场采集的数据分析处理后按照设计频率自动生成监测数据报表和监测数据曲线图,最终PC端数据成果在线查看,可基于WebGIS实现数据成果展示、信息发布服务,将自动生成的监测数据报表和数据曲线集中展示,支持各种数据的分析曲线、多传感器数据的叠加分析;通过串口利用网络对监控主机进行遥控监测,实现数据采集软件上的所有功能,并对数据采集软件中的历史数据有访问权限且可进行提取;对观测数据进行整编,为设计、施工、管理提供资料;通过数据对滑坡体沉降和水平位移进行分析,并根据分析结果对形变的发展做出预测^[4]。

3. 安全报警与应急处置联动功能

监控系统设有自动预警、报警功能,当监测参数向

危险状态演变时,系统将发出预警信息;当监测参数超过预设警戒值时,系统将以邮件方式发出报警信息,为有关部门提供数据支持。预警邮件可通过网络发送给相关的部门进行决策,有效预防灾害^[4]。

4. 系统管理

系统管理包含DTU管理、传感器管理、操作员管理、权限管理、预警推送通知管理、传感器阈值管理等功能。

四、系统应用

本项目主要是研究和开发出一套滑坡多源监测大数据分析智能预警系统,此监测系统可以用来接收监测点采集到的数据,并且对其进行解析、分析,使得采集到的数据能够实时显示,生成对应监测数据的报表分析曲线图,并且能够将采集到的监测数据导出上报给有关部门进行查看,如果监测点采集到的数据超过有关部门设置的阈值,系统便及时预警。该系统在西宁市某滑坡监测中发挥了作用,及时掌握该地质灾害隐患点变形发展的趋势,及时预警,为保障周边建筑物及人民生命财产安全提供了准确、可靠的分析监测数据^[5]。

五、结束语

地质灾害云在线监测预警系统通过物联网以及云计算技术,实现实时、远程、自动监测地质灾害数据的采集,数据通过网络传输,经系统平台分类分析数据后,可以在电脑、手机等多个终端访问,并可实现数据分类输出至各相关单元,如观测对象数据超出设定的阈值,该监测系统会自动报警,发短信或邮件至相关人员,具备报警联动信息输出功能,进而告知有关人员进行地质灾害风险防范,以随时掌控地质灾害的发生和变化,为提升地质灾害监测预警科技水平能力、实时开展灾情预报、地质灾害防治及政府部门防灾减灾科学决策提供科学的平台支撑。

参考文献:

- [1]谭明,丁华祥,李成钢.地质灾害GPS实时监测预警系统关键技术探讨[J].地理信息世界,2014,21(3):111-115.
- [2]盛有锡.地质灾害在线综合监测预警系统的研究与实现[J].电子世界,2015(23):121-122.
- [3]袁宏,钟红梅,赖德军,等.基于Flex Viewer框架的地质灾害在线实时监测预警系统研究[J].自然灾害学报,2013,22(2):179-186.
- [4]姚佩超,杨志强,柯福阳,等.滑坡地质灾害实时监测与预警系统的设计和实现[C]//第七届中国卫星导航学术年会论文集.长沙:中国卫星导航,2016.
- [5]王安玉,李建波,杨开平,等.地质灾害监测物联网应用层软件系统功能特点[J].地矿测绘,2018,34(2):44-47.