

文章编号: 1006-4362(2020)04-0031-07

基于 WebGIS 的广东省突发地质灾害 应急管理平台的设计与实现

邓志德, 邱锦安, 童纪伟, 张杰, 唐宁

(广东省地质灾害应急抢险技术中心, 广州 510080)

摘要: 广东省地质环境条件脆弱、暴雨天气多发、人类活动影响严重, 是全国的地质灾害多发省份。地质灾害应急服务的核心是信息服务, 信息沟通及时才能提高应急部门的应急处置效率。因此, 设计具有完善的数据共享模式, 并具备良好服务架构的信息平台对于地质灾害应急管理而言十分必要。文章论述了广东省突发地质灾害应急抢险数据管理及展示平台的设计与实现方案, 基于 WebGIS 技术, 整合已有数据和标准化建设, 构建广东省地质灾害隐患点数据库、应急技术专家人才库和应急技术装备信息库等, 并兼容基础地理、基础地质等地质环境背景数据, 为广东省突发性地质灾害应急抢险提供数据支撑与技术支撑, 最终实现减轻地质灾害损失的目的。

关键词: 地质灾害; 数据共享; 应急管理; 信息平台; WebGIS

中图分类号: X4 **文献标识码:** A

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE GEOLOGICAL DISASTER EMERGENCY MANAGEMENT PLATFORM OF GUANGDONG PROVINCE BASED ON WEBGIS

DENG Zhi-de, QIU Jin-an, TONG Ji-wei, ZHANG Jie, TANG Ning

(Guangdong Geological Disaster Emergency Rescue Technology Center, Guangzhou 510080, China)

Abstract: Guangdong Province has a fragile geological environment, frequent heavy rain and severe human activities, and is the province with the most geological disasters in China. The core of geological disaster emergency service is information service. Only timely communication of information can improve the emergency response efficiency of the emergency department. Therefore, designing an information platform with a perfect data sharing model and a good service architecture is necessary for emergency management of geological disasters. The article discusses the design and implementation of the emergency geological disaster emergency rescue data management and display platform in Guangdong Province. Based on WebGIS technology, it integrates existing data and standardization construction, and builds a geological hazard hidden point database, emergency technology expert talent pool and emergency response The technical equipment information database, etc., and compatible with basic geography, basic geology and other geological environment background data, provide data support and technical support for emergency rescue of sudden geological disasters

收稿日期: 2020-08-27 **改回日期:** 2020-10-09

基金项目: 广东省地质局地质勘查项目“广东省突发地质灾害应急抢险技术支撑体系建设及示范应用项目”(2018212); 广州市规划和自然资源局从化区分局委托项目“广州市从化区地质灾害防治规划(2019~2025年)”(201914); 广东省地质灾害应急抢险技术中心科研基金项目(2020001)

in Guangdong Province, and ultimately achieve the purpose of reducing geological disaster losses.

Key words: geological disasters; data sharing; emergency management; information platform; WebGIS

1 引言

广东省地形地貌类型多样、地质构造复杂、岩石风化作用强烈、极端暴雨天气频发、人类活动影响严重,是全国发生地质灾害最严重的省份之一^[1-2]。每年发生的崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害,具点多面广、活动频繁、危害严重的特点^[3-4],造成严重的人员伤亡和经济损失。积极有效地开展地质灾害预防与应急抢险工作,对避免和减轻地质灾害给人民生命财产造成的损失、维护社会稳定、保护生态平衡、促进经济发展具有重要意义。

然而,复杂的地质灾害孕育环境和致灾机理,加大了地质灾害预警预报、应急抢险的难度。突发地质灾害应急管理时效性强,其快速响应涉及危机管理、监测、预警和避险,以及维护社会秩序、灾情评估等各个环节,在短时间内完成灾情信息沟通和应急管理难度巨大。传统的地质灾害信息管理往往存在资料不全、时效性差、不直观等缺点^[5],而现有的地质灾害系统功能又过于单一,已不能满足快速应急响应要求^[6]。因此,如何充分利用各种先进信息技术和整合数据资源,建设应急抢险数据管理平台,提高对地质灾害数据管理、监测、灾情评估的科学性,为各级政府及有关部门提供快速高效的技术支撑服务,是开展突发性地质灾害应急管理工作重要的研究课题。近年来,GIS技术在省、市级地质灾害信息化管理平台的应用越来越广泛,如基于 ArcGIS Server 的天津市突发性地质灾害信息网络发布平台^[7]、基于 StampGIS 技术的东莞市三维地质灾害信息发布平台^[8]、基于 skyline 三维地理信息技术的云南省地质灾害应急指挥平台^[9]以及基于移动 Web 的浙江省地质灾害防治管理平台^[10]相继建成运行,使区域地质灾害防治工作取得了一定的成效,揭示了 GIS 技术在地质灾害信息化管理的可行性和应用的广阔前景。

对地质灾害应急管理部门而言,开发基于 WebGIS 的地质灾害应急管理平台,价值在于可以弥补传统地质灾害信息管理方式的不足和满足地质灾害信息服务与日俱增的需求^[5],具体体现在可以

解决应急突发区域通讯障碍、应急各部门对接不畅、应急测算数据获取不及时等传统地质灾害应急工作中存在的问题^[9],对于进一步完善地质灾害管理体制、提高政府相关部门应急响应能力具有重要的理论意义和现实意义。与其他平台相比,WebGIS 地质灾害应急管理平台最大的优势在于地质灾害应急管理的科学化、信息化和可视化,应急抢险技术支撑工作以信息化架构运作,大大提高了应急服务的响应速度。由于受技术和条件限制,目前建立的 WebGIS 地质灾害应急管理平台也存在一些不足,如平台预警预报功能较弱,主要侧重于灾害信息组织和应急管理;平台设计和运行局限于部门内部,跨单位难以实现信息实时共享和联动。

为实现防灾减灾目的,本文依托的广东省地质局地质勘查项目基于目前先进的 WebGIS 技术,集成地质灾害隐患点数据库、地勘单位地质灾害应急技术专家人才库、应急技术装备信息库等,建立了广东省首个突发性地质灾害应急抢险数据管理及展示平台,为广东省突发性地质灾害监测预警及应急抢险提供数据支撑与技术支撑。

2 平台总体设计

2.1 设计思路

本平台以 WebGIS 为技术手段,从系统工程观点出发,通过整合已有数据和标准化建设,构建全省地质灾害隐患点数据库、地质灾害应急技术专家人才库和应急技术装备信息库等,并兼容基础地理、基础地质等地质环境背景数据,逐步打造全省地灾隐患、抢险技术、应急资源“一张图”,以模块化的思想,设计出一个以地质专业数据为基础、汇聚社会环境数据资源、为应急部门服务的突发地质灾害应急抢险技术支撑系统平台,提高各部门工作效率,增强应急抢险救灾的反应能力。

2.2 系统架构设计

广东省突发地质灾害应急抢险数据管理及展示平台由 Web 系统、文件服务、数据上传接口服务、数据处理服务 4 部分组成:(1)Web 系统为平台核心部分,用户的一切操作、平台的所有功能均在此体现并完成;(2)FileServer(文件服务)用于统一管理平

台中的文件资源,为平台提供文件资源上传、删除、下载、浏览;(3)WebAPI(数据上传接口服务)基于 HTTP、TCP 协议接收设备端上传的监测数据;(4)DataServer(数据处理服务)为平台提供数据处理服务,其中监测数据入库、监测数据解算、监测设备预警、短信发送、监测数据量统计均由该服务完成。系统基本架构见图 1。

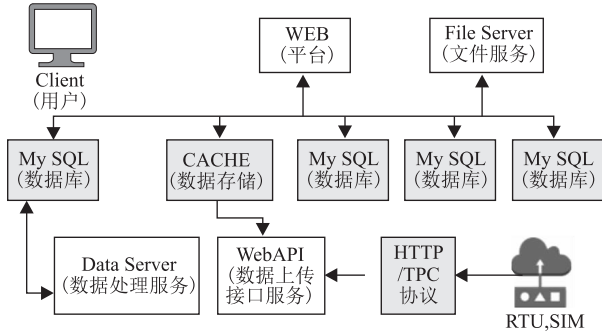


图 1 系统组成架构图

2.3 系统功能设计

在突发地质灾害险情/灾情的应急工作中,需要有快速高效的地质灾害技术支撑。在地质灾害应急响应启动后,需要第一时间调用地质灾害点的背景数据,需要第一时间开展专业技术人员和应急装备、应急物资等的应急调度,需要对应急调查、应急监测等数据进行应急会商。广东省地质局下属有 13 家地质灾害应急抢险技术中心、37 家地勘单位,拥有大量的区域地质、地质灾害数据,以及经验丰富的技术人才、专家和应急抢险技术装备,需要对这些数据、信息进行统一管理,实现应急响应、应急调度和应急会商。

平台初步建设了 6 大功能模块,包括首页(综合展示)、一张图、监测预警、应急管理、项目管理、系统配置 6 个大功能模块组成。其中每个大模块又有若干个小功能模块组成,系统功能结构图见图 2。

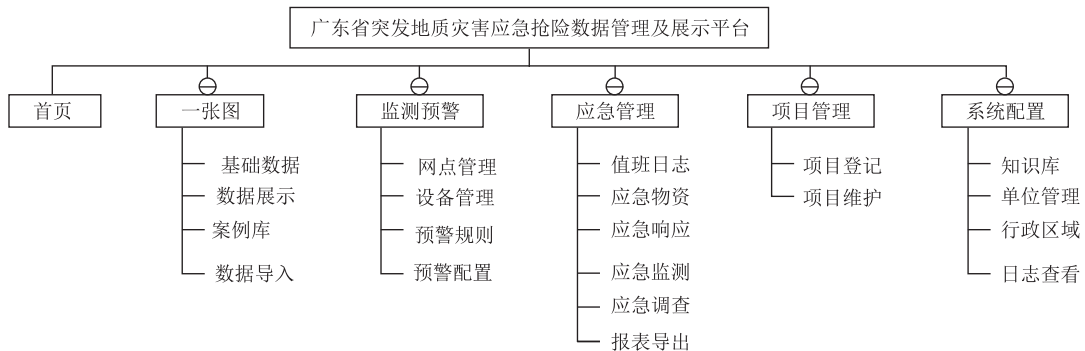


图 2 系统功能结构图

3 数据库建设

WebGIS 开发平台采用稳定的 GeoServer(版本为 2.13.2),数据库采用 MySQL 5.7,服务器端的操作系统为 Windows Server 2012 并安装有 Java 1.8。为实现广东省地质灾害隐患点和各应急抢险技术力量的统一管理(如数据共享、数据交换、数据处理、业务应用等),实现广东省地质灾害应急体系的应急响应、应急调度、应急会商,平台通过数据中心建设基础地理数据库(电子地图、遥感影像图等)、基础地质数据库(区域地质图、区域水文地质图等)、地质灾害数据库(地质灾害隐患点数据、应急抢险案例)、应急专家数据库(广东省地质局及下属单位专家数据)、应急装备数据库(地质灾害技术装备名称及信息)、项目管理数据库(地质灾害应急、治理项目)、监测网点数据库(地质灾害自动化监测网点)、知识库(相关法律法规、专业规范、科普知识手册)。平台数据库体系模型见图 3。

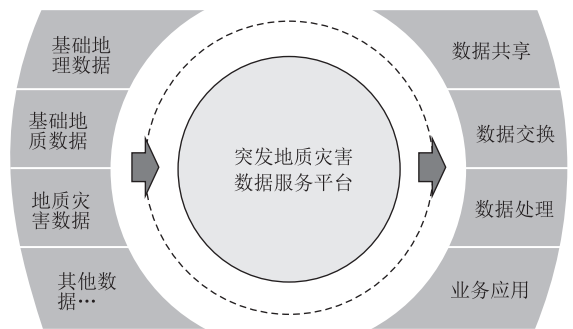


图 3 数据库体系模型

4 平台功能模块实现

4.1 门户首页模块

首页的主要功能是综合展示广东省地质灾害相关概况信息,统计分析平台中所有模块的数据。主要在中央电子地图中综合展示地质灾害隐患点分布及数量、在两侧分别展示地质灾害隐患点统计数据、

全省应急机构、应急专家和应急设备数量以及预警信息、监测网点数量、监测设备类型及数量等统计信息,在下方展示地质灾害险情、灾情的统计数据。如

图 4 所示,首页中央上方为电子地图,可以逐层进去各行政区域,查看各区的地质灾害分布情况及统计数据。



图 4 平台首页

4.2 “一张图”模块

该模块主要以电子地图为基础,叠加基础地理、基础地质、水文地质、突发地质灾害隐患数据、地质灾害监测网点、全国地质灾害应急案例等信息数据,实现地质灾害一张图管理。通过综合展示突发地质灾害点基本信息、应急调查信息、周边社会经济信息、周边应急资源,实现应急支持相关信息一张图管理;结合以往应急抢险成功案例、应急相关参考信息,向领导和专家提供综合性应急支持服务,辅助领导和专家更加便捷高效地做出科学决策判断。

“一张图”模块除首页展示外,还包含基础数据、数据展示、案例库、数据导入 4 个子系统。一张图首页功能主要是显示电子地图(图 5)。通过左上角搜索栏可以快速查询全省地质灾害隐患点和应急案例,在电子地图上显示位置后,可进一步查询隐患点及案例的基本信息和详细信息,包括野外调查、防灾预案、综合治理、全景图、三维模型等;在右上角可以切换地图,如交通图、影像图,加载区域地质图、水文地质图等,查询区域地质环境条件,以及可以进行面积和长度量测。



图 5 “一张图”模块首页

基础数据子模块通过列表、地图、柱状图的形式展示省、市、县的地质灾害隐患点的分类统计、规模特征和险情等级;数据展示子模块用于地质灾害隐患点基本信息数据管理及展示;案例库功能用于全国典型应急案例数据的导入和管理,可通过 excel 导入数据,并为应急案例上传附件资料;数据导入功能主要针对地质灾害详查数据的导入和管理。

4.3 监测预警模块

该模块综合展示了地质灾害监测网点轮廓、位置、剖面线、监测孔和监测点的空间位置以及当前监测网的预警状态。点击地图图标,分别展示对应的网点信息、剖面信息、监测数据、曲线图、浸润线剖面图等,统计当日预警次数、设备状态、设备类型、监测网点预警比例,实现了监测网点、监测设备、监测数据的管理,监测参数超过预警阈值时,将发出预警信

息。

模块首页在统计分析监测网点、监测设备分布、监测预警、监测数据(GNSS、雨量、地下水水位、土壤含水率、裂缝、土压力、倾角、视频等监测数据)等信息的基础上,通过列表、地图、柱状图、饼图的形式展示省、市、县的地质灾害自动化监测预警项目建设情况(图 6)。可通过地图查询各级行政区监测网点位置及监测设备、监测数据信息、报警情况;网点管理对监测网点进行管理和维护,包括监测网点基本信息、RTU、监测设备、网点布设等;测网点进行增加和删除;设备管理用于展示 RTU、监测设备基础信息;预警规则对监测预警规则信息模板进行编辑,对切线角、合位移加速度等预警规则进行设置编辑;预警配置将预警规则配置到各监测传感器中,达到预警功能。



图 6 监测预警模块首页

4.4 应急管理模块

应急管理模块是本平台设计的核心,主要是在实现应急“人事物”管理的基础上,实现地质灾害应急响应工作全过程。包含值班日志、应急资源、应急响应、应急监测、应急调查、报表导出 6 个子模块。两大主要功能实现如下:

4.4.1 应急“人事物”管理

在“值班日志”子系统实现对应急值守、应急调查、应急处置等人员安排、设备调用以及相关记录查询、统计,对相应部门管辖下的技术人员进行值班监督管理。填报值班日志是各部门对管辖下的技术人员的值班工作安排,以及值班人员交接班情况说明。通过查询可以了解技术人员的值班历史情况;在“应

急资源”子系统实现对地质灾害防治单位专业技术人员、专家、设备的录入、管理、查询、统计,通过汇总录入、应急技术机构、应急专家和应急设备的信息,对应急抢险相关的人、财、物实现信息化管理和应急调度;在“应急响应”子系统对专业技术人员或专家进行值班、排班。

4.4.2 应急响应工作

平台应急工作业务流程严格按照预防预报、应急响应、应急决策 3 个工作层面开展。首先,在“应急响应”子系统,对监测设备报警和群防群测报警的地质灾害作灾情/险情登记、处理、上报;险情/灾情登记后,发送短信向监测预警室值班人员或群防群测人员进一步核实灾情/险情;核实后向应急有关人

员发送灾情/险情短信报告。随后发起应急会商,选择应急指挥中心成员、会商中心成员和灾害现场人员,并将灾情/险情上报主管部门。

在应急管理模块首页,政府相关职能部门领导、各单位应急专家、技术人员等相关人员可以查询当前正在会商的应急项目。应急管理会商可以通过查询、检索和分析灾害点周边的应急机构、应急专家和应急技术装备,并以“购物车”的形式,通过选择应急

专家(技术人员)、应急技术装备,形成应急指挥预案。由主管部门开展地质灾害技术人员、专家和技术装备的应急调度。平台使用三维建模技术,实现Web流畅展示地质灾害三维场景(图7),使与会商人员可以快速查看或上传地质灾害历史信息、现场上报应急调查、应急监测,分配应急资源,编制专家会商意见,发布指挥决策。



图7 应急会商页面

4.5 项目管理模块

该模块分为项目登记和项目维护两个子模块,主要是实现对全省地质灾害防治项目的信息录入和维护管理、统计分析等。项目登记模块支撑地质灾害防治项目管理单位进行项目登记、编辑查看项目资料,主要用户为省级、市级项目管理人员。项目维护模块又分为项目管理、项目报表、项目统计。项目管理提供项目资料汇交的查询功能、可填写项目名称、选择项目年度、项目状态、项目类型、项目子类型、资金来源来对项目进行资料汇交查询,可添加地质灾害点信息,可对项目进行资料汇交操作;项目报表支持对水工环地质勘查项目、地质灾害防治项目、环境地质勘查进度、新获得探矿权、新增储量表、地灾应急调查完成情况、科普宣传应急演练、挂职人员信息汇总、水工环资质信息汇总共计10类水工环项目,按照年度、时间段、资金来源、项目类型进行分类统计,一键导出报表;项目统计支持项目数据录入、提交、审核和归档。

4.6 系统配置模块

该模块主要是平台系统的通用配置,各用户角

色功能的配置及管理。在平台设计中,主要通过设立多级账户的形式来进行使用权限的管理,共设置三级账户。一级账户是省地质局机关相关处室,负责平台的总体运行和业务管理,包括二级账户的设立及权限限定;二级账户为局属各单位地质灾害防治工作部门或负责人(平台下设各个功能模块的责任主体),具有对本平台下设功能模块的控制权限,负责落实地质灾害相关业务,包括三级账户的设立及权限限定;三级账户为各局属单位地质灾害防治专家及技术人员,负责实施地质灾害相关业务。

系统配置子模块包含4个:(1)知识库:存储、管理地质灾害行业相关的政府文件、法律法规、工作标准、科普知识等,按照地灾平台的知识库目录展示文档,浏览、下载文档;(2)单位管理:包含机构管理、部门管理、职位管理、用户管理、密码重置5个模块,支持新增、修改、删除单位、部门、职位、用户、密码信息;(3)行政区域:用于管理维护管理行政区域名称、中心坐标、新区域边界。记录了省、市、区、县级各行政区域的名称、代码、经纬度、边界范围等信息。系统可以编辑行政区域中心经纬度坐标和WKT格

式的轮廓;(4)日志查看:查询系统产生的日志,包含登录日志、访问日志、异常日志等。

5 结论

本平台充分利用现有资源,集成各专业系统数据,构建信息资源整合与共享“一张图”;将地质灾害应急专家(技术人员)、应急技术装备、以及应急调查、应急监测等现场信息统一管理,以共享形式展示应急资源,为开展应急调度奠定基础。应急管理会商通过“购物车”的形式,选择应急专家(技术人员)、应急技术装备,形成应急指挥预案,实现各部门、各单位的指挥联动,以最快速度开展各项应急响应工作。本平台不仅实现了三维地质灾害信息的查询、筛选、统计、输出更新等功能,还能够发布地质灾害防治方案、应急预案等,实现了全省地质灾害应急指挥联动,为防灾减灾工作发挥了重要的技术支撑作用。

WebGIS 地质灾害应急管理平台在设计与实现过程中,基本完成主体数据库和功能子模块的建设,但仍存在一些问题,如:三维实景模型、三维点云模型等数据类型展示不够快速流畅;数据融合展示以及加工、处理、分析、应用等需要借助其他工具方能实现;没有相对独立和完整的业务流程等等。因此,平台功能、业务流程和规则仍有待进一步完善,核心问题在于功能需求细化和业务流程的提炼以及如何提高信息化程度。由于现今云平台服务规模发展迅速,在云平台的基础上开发基于 WebGIS 地质灾害

应急管理平台,只要能将核心问题解决,平台将拥有良好的推广应用前景,实现从灾害监测预警到应急响应全流程管理,提升地质灾害预警预报预防能力和应急指挥调度能力,形成新型应急技术工作标准,促进完善广东省地质灾害防治和应急管理体系,实现科学防灾减灾。

参考文献

- [1] 梁必骐,梁经萍. 广东自然灾害成因及其对经济的影响[J]. 自然灾害学报,1994,3(3):62-68.
- [2] 夏法,黄玉昆. 广东的地质灾害与地质环境[J]. 自然灾害学报,1995,4(3):83-91.
- [3] 张建国,魏平新. 广东省主要地质灾害发育特点与防治对策[J]. 中国地质灾害与防治学报,2003,14(4):44-48.
- [4] 魏平新,李秀娟. 广东省突发性地质灾害气象预警实践[J]. 中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):138-144.
- [5] 熊金安. 地质灾害防治信息管理系统的设计与实现[J]. 地质灾害与环境保护,2013,24(1):80-81.
- [6] 廖野翔,占辽芳,彭颖霞,等. 基于 GIS 的省级地质灾害信息管理系统的设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2011,34(4):146-152.
- [7] 张像源. 基于 ArcGIS Server 的天津市突发性地质灾害信息网络发布平台建设设计与实现[J]. 中国地质灾害与防治学报,2012,23(2):111-115.
- [8] 李国洋,徐启恒. 数字东莞三维地质灾害信息发布平台设计与实现[J]. 测绘与空间地理信息,2017,40(4):123-126.
- [9] 潘英英,李东,曹世彭. 基于三维 GIS 地质灾害应急指挥平台设计与实现[J]. 城市地质,2017,12(3):105-108.
- [10] 张磊,陈张建,黄丽. 浙江省地质灾害防治管理平台设计与实现[J]. 中国地质灾害与防治学报,2020,31(2):102-110.

作者简介: 邓志德(1981—),男,广西岑溪人,高级工程师。主要从事地质灾害防治工作。E-mail:94449163@qq.com

通讯作者: 邱锦安(1985—),男,广东广州人,博士。主要从事地质灾害防治研究工作。E-mail:491553724@qq.com