

自然灾害风险防控和应急救援平台构建与实践

张磊, 吴彬卓, 滕舟斌

Construction and application of natural disaster risk control and emergency rescue management platform: A case study in Zhejiang Province

ZHANG Lei, WU Binzhao, and TENG Zhoubin

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.202203024>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于自然灾害风险评价框架的省级地质灾害风险区划方法探讨——以吉林省为例

Provincial geological disaster risk zoning method based on natural disaster risk assessment framework: a case study in Jilin Province

张以晨, 郎秋玲, 陈亚南, 张继权, 田书文 中国地质灾害与防治学报. 2020, 31(6): 104–110

突发地质灾害应急案例结构化模型构建

Study on Structuring of Geological Disaster Emergency Case

谢洪波, 王林林, 刘浩, 陈红旗 中国地质灾害与防治学报. 2018, 29(4): 130–134

时序数据库技术在贵州地质灾害监测设备运行维护调度平台中的应用

Application of time series database in Guizhou Province geological disaster monitoring equipment operation maintenance scheduling platform

张家勇, 刘黔云, 邓卫卫, 龚伟, 张楠, 李程, 李潇, 胡屿 中国地质灾害与防治学报. 2020, 31(5): 117–122

融雪诱发黄土滑坡活动特征与应急响应模式——以新疆伊犁则克台滑坡为例

Kinematic characteristics and emergency response model of loess landslide driven by snowmelt: take the Zeketai Landslide in Yili, Xinjiang as an example

魏学利, 陈宝成, 赵龙, 赵楠, 李宾 中国地质灾害与防治学报. 2020, 31(6): 78–90

基于“3S”技术的地质灾害监测预警系统在我国应用现状

Review on geological disaster monitoring and early warning system based on “3S” technology in China

张凯翔 中国地质灾害与防治学报. 2020, 31(6): 1–11

控制点布设方案对无人机精度测量的影响及其应用

Influence of control point number on UAV low-altitude photogrammetry and its application: A case study in subsidence monitoring of a tailing dam area in northwestern China

戴嵩, 魏冠军, 梁斌 中国地质灾害与防治学报. 2021, 32(5): 113–120



DOI: 10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.202203024

张磊, 吴彬卓, 滕舟斌. 自然灾害风险防控和应急救援平台构建与实践——以浙江省为例 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 2022, 33(4): 134-142.

ZHANG Lei, WU Binzhao, TENG Zhoubin. Construction and application of natural disaster risk control and emergency rescue management platform: A case study in Zhejiang Province[J]. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2022, 33(4): 134-142.

自然灾害风险防控和应急救援平台构建与实践 ——以浙江省为例

张磊¹, 吴彬卓², 滕舟斌¹

(1. 浙江省应急管理数字与技术中心, 浙江 杭州 310007;

2. 浙江米来智能科技有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要:为了适应当前常态减灾与非常态救灾情景下信息化管理的深度应用, 提出一种面向自然灾害突发事件应对过程的业务平台的设计方案。采用数据交换方法, 实现多部门之间的信息共享; 建立自然灾害综合数据库, 实现统一数据源管理和实时更新; 采用智能移动终端推送自然灾害信息, 实现政府-社会-公众多元协同; 基于网络地理信息系统实时显示自然灾害风险状况, 实现自然灾害风险监测预警、综合研判和应急指挥应用。该平台有效提升了自然灾害风险防控的管理水平和应急管理的工作效率, 真正实现了跨领域、多灾种、全流程的自然灾害风险闭环管理和精准管控的目标。

关键词: 自然灾害; 数据交换; 风险防控; 应急救援; WebGIS

中图分类号: P694; X43

文献标志码: A

文章编号: 1003-8035(2022)04-0134-09

Construction and application of natural disaster risk control and emergency rescue management platform: A case study in Zhejiang Province

ZHANG Lei¹, WU Binzhao², TENG Zhoubin¹

(1. Zhejiang Digital and Technology Center of Emergency Management, Hangzhou, Zhejiang 310007, China;

2. Zhejiang Milai Intelligent Technology Co. Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310012, China)

Abstract: In order to adapt to the in-depth application of information management under the current normal disaster reduction and abnormal disaster relief scenarios, this paper proposes a design scheme of business platform for natural disaster emergency response process. Data exchange method was adopted to realize information sharing among multiple departments; the comprehensive natural disaster database was established to realize unified data source management and real-time update; intelligent mobile terminals was used to push natural disaster information to realize government society public multi-dimensional coordination; based on the network geographic information system, the natural disaster risk status was displayed in real time to realize the application of natural disaster risk monitoring and early warning, comprehensive research and judgment

收稿日期: 2022-03-17; 修订日期: 2022-05-29

投稿网址: <https://www.zgdzhyfzxb.com/>

基金项目: 浙江省自然灾害风险防控和应急救援平台(省资 2020-330000-65-01-157969)

第一作者: 张磊(1979-), 男, 辽宁凌源人, 环境科学与工程专业, 博士, 高级工程师, 主要从事应急管理和地质灾害防治信息化工作。

E-mail: 4195742@qq.com

通讯作者: 吴彬卓(1979-), 男, 河北正定人, 地理信息系统专业, 硕士, 高级工程师, 主要从事网络、三维地理信息系统、应急管理信息化研究与开发。E-mail: wubbzz@qq.com

and emergency command. The platform effectively improves the management level of natural disaster risk control and the efficiency of emergency management, and truly achieve the goal of cross domain, multi-disaster and whole process closed-loop management and accurate control of natural disaster risk.

Keywords: natural disaster; data exchange; emergency management risk control; emergency rescue; WebGIS

0 引言

自然灾害是当今世界人类最为关注的全球性问题之一,每年都有成千上万的人遭受自然灾害带来的生命和财产损失。应对自然灾害成为人类社会共同关注的问题。中国是自然灾害多发频发的国家,由各类自然灾害带来的经济损失和受影响人口对社会经济发展造成了重大影响。2020年,全年各种自然灾害共造成1.38亿人次受灾,591人因灾死亡或失踪,589.1万人次紧急转移安置,直接经济损失3701.5亿元^[1]。在此严峻的形势下,开发一个高效、精准的自然灾害风险防控和应急救援平台已成为自然灾害综合防控和应急管理的重要研究方向。

国外自然灾害风险管理系统研究起步较早,陆续开发了一些灾害管理和评估的平台,如美国多灾害评估管理系统(HAZUS-MH)、日本灾害管理系统(Phoneix DMS)、全球灾害统一编码平台(GLIDE平台)和联合国全球风险评估数据平台(GAR)等^[2]。与国外相比,我国自然灾害风险管理系统研究起步虽晚,但发展迅速。王东明^[2]、雷声等^[3]、张磊等^[4]、王艳杰等^[5]结合灾害风险管理理论,分别提出了地震灾害风险防治业务平台、山洪灾害风险防控关键技术、地质灾害防治管理平台、灾害数据管理平台,利用Web 2.0、物联网传感器和移动终端对气象灾害、地震灾害、山洪灾害、地质灾害等单一灾种进行数据采集、分析处理与可视化发布,系统功能向预报预警、辅助决策和公众服务化等方向发展^[6-7]。

综上所述,现有自然灾害管理系统的研究工作主要存在以下问题:一是多以单一灾种单线垂直联系的模式建设,数据之间以点对点共享为主,综合防灾管理能力弱,实时共享程度低;二是侧重于非常态救灾情景下的应用,跨领域、多灾种、全流程的风险分析与精密管控不足;三是向社会、公众的信息推送能力不足,政府-社会-公众多元协同性不够^[8]。针对上述问题,文中综合运用移动互联网、网络地理信息系统、大数据检索等新一代信息技术,对浙江省自然灾害风险防控和应急救援平台进行研究与实践,可供类似工程借鉴。

1 需求分析

1.1 政务需求分析

根据《中华人民共和国突发事件应对法》,浙江省相

关部门自然灾害突发事件应对政务管理需求主要包括以下四个方面。一是预防与应急:专业部门对易引发自然灾害事件的风险源、风险区域进行调查、评估,并定期进行检查、监控;应急部门统筹建设应急预案体系、应急避让场所和应急救援队伍等。二是监测与预警:专业部门建立监测网络进行专业监测和预警,应急部门根据共享的气象、水利、自然资源等专业部门的预报预警信息,进行灾害形势分析、会商与研判;按风险研判结果,发布自然灾害综合监测预警和风险提示单,进行风险管控。三是应急处置与救援:自然灾害突发事件发生后,按照应急预案启动相应等级的应急响应措施,如开放避灾场所、转移人员、调度应急物资、救援队伍、救援装备和开展现场救援等;组织相关部门和专家开展应急会商和决策分析,制定应急处置方案,过程中不断加密会商,直至灾害得到有效处置。四是灾后恢复与重建:突发事件得到控制和消除后,应急部门对突发事件造成的损失进行评估,督促相关部门恢复被损坏的交通、通信、供水、供电等基础设施和社会治安秩序;开展复盘评估,总结经典案例充实到案例库中,指导日后风险研判和应急处置与救援工作。

1.2 业务流程分析

自然灾害风险管控和应急救援业务流程相应的包括以下几方面内容。通过省公共数据平台获取各专业部门各类灾害的风险隐患、承灾体、减灾资源和监测数据,叠加综合风险区划图和综合风险态势图等综合风险识别图层,形成风险识别“一张图”,全面掌握全省自然灾害底数;值班人员根据气象预报和各专业部门共享的专业预报预警信息,根据灾害风险程度,开展灾害形势分析和会商研判等风险研判工作;依据风险研判结果,发布综合预警信息;根据实际灾害风险程度下发风险提示单,进行风险管控;如灾害风险达到一定程度,按照应急预案启动相应等级的应急响应,值班人员加强值班值守,组织相关部门和专家开展应急会商和决策分析,制定应急处置方案;根据应急处置方案,进行应急力量和物资等的指挥调度,开展应急处置工作;同时密切关注气象预报和灾害现场应急监测信息,及时进行加密会商和决策分析,不断修订应急处置方案,优化应急力量和物资调度,直至灾害得到有效处置;灾后开展基础设施恢复和灾害损失调查等灾后恢复工作,并开展复盘评估,

总结经典案例充实到案例库中,指导日后风险研判和应急处置与救援工作。整个过程通过风险提示单和风险管控表等机制与其他部门进行业务协同,提升风险管控力,并及时向全社会发布风险预报预警结果和灾情信息。

2 平台设计

2.1 整体框架

依据需求分析,自然灾害风险防控和应急救援平台框架结构主要分为 7 层:感知层、设施层、数据资源层、支撑层、应用层、接入层和用户层(图 1)。

(1)感知层是由位移、倾斜角、雨量、图像捕捉装置、卫星、航空、移动智能终端等监测传感器单元组成的传感网络。

(2)设施层主要包括云服务器、存储资源、网络资源等。

(3)数据资源层主要包括数据资源目录、数据资源模型构建、数据标准化整合、数据库以及数据协同更新。数据资源目录是交换共享的基础,资源目录涵盖自然灾害数据、风险管控数据、减灾数据、会商研判数据、案例数据、日常工作和用户数据等。

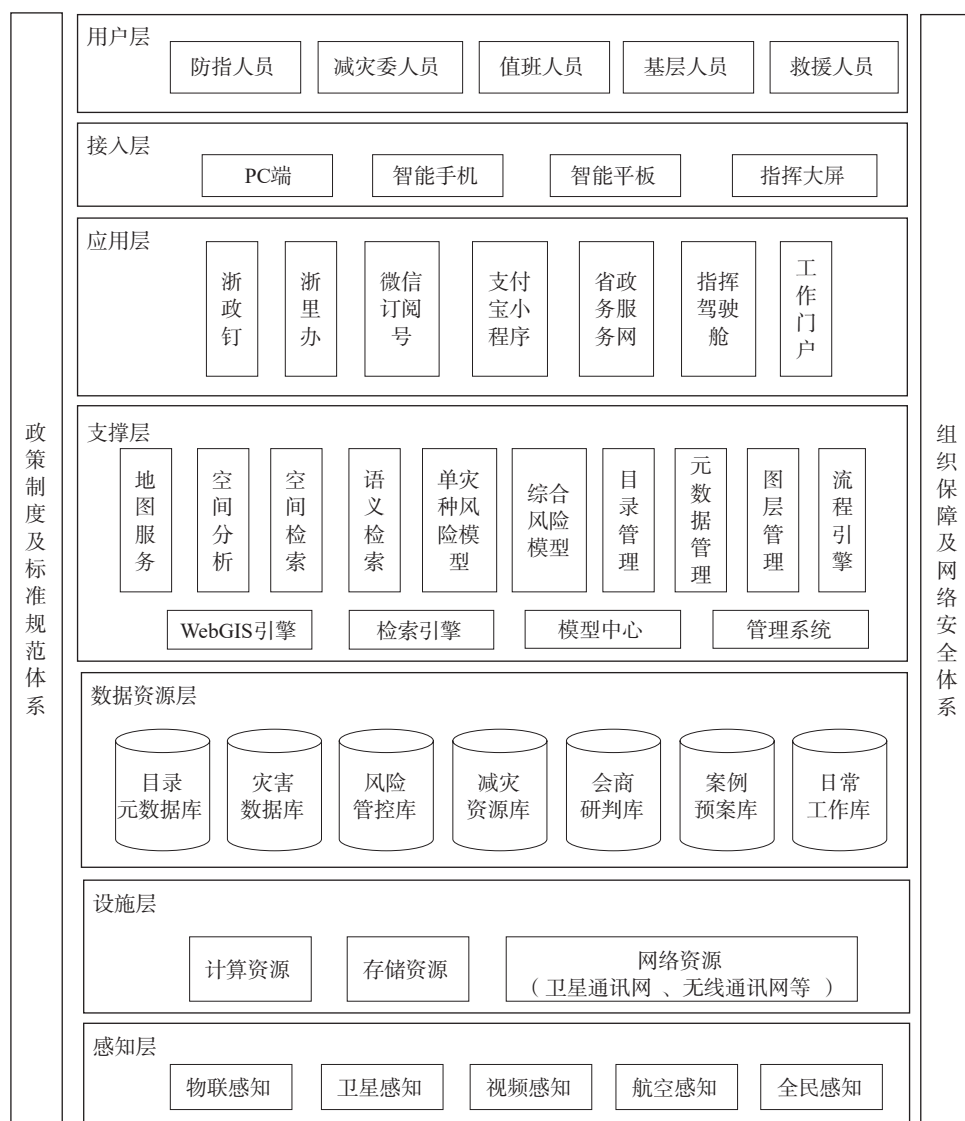


图 1 总体框架图

Fig. 1 General frame diagram

(4)支撑层主要包括支撑平台运行的各类支撑软件,如 WebGIS 引擎、检索引擎、模型中心、管理系统等,以及应用中间件 Tomcat、Nginx 等。

(5)应用层主要集成了各具体功能的应用入口,包括浙江应急(浙政钉、微信)、浙江安全码小程序(支付宝)、工作门户、指挥驾驶舱、浙里办等应用。

(6)接入层主要实现各类用户的接入,通过电脑、移动平板、智能手机、大屏等访问平台应用,实现数据的在线填报和展示。

(7)用户层是平台服务的各类角色的用户,主要包括各级防指、各级减灾委及相关成员单位、基层防灾减灾工作人员、社会组织及公众等。

2.2 逻辑结构

从平台所具备的功能看,可分为数据采集与上报、数据汇聚与清洗、数据存储与管理、数据共享与公开、数据展示与应用、日常工作与业务等几大方面,具体逻辑结构如图2所示。

数据采集与上报,主要为应急管理部门人员提供减灾资源、灾情数据等信息的采集、填报、逐级报送等。数据汇聚与清洗,主要是通过交换方式,汇聚气象、水利、自然资源、住建、公安等部门的信息,对行政村、自然村、威胁人员进行数据清洗、比对。数据存储与管理,主要包括对各类结构化、非结构化信息的管理与维护。数据展现与应用,主要面向各级防指、减灾委,对各类数据进行查询、统计、分析,并以各种图表形式进行展示,辅助决策。日常工作与业务则主要是面向应急管理工作人员,提供事件分发、处理、统计、督查等闭

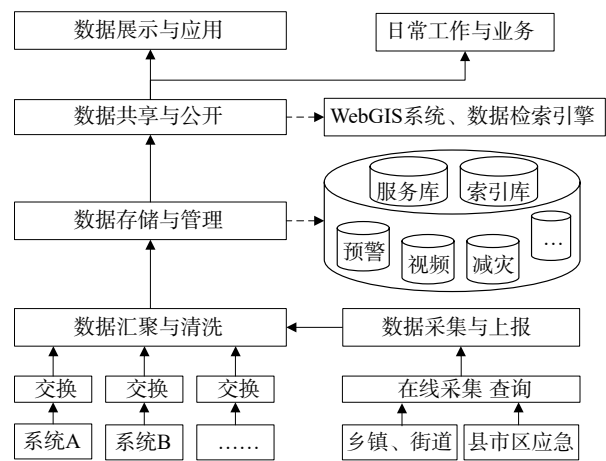


图2 逻辑结构图

Fig. 2 Logical structure diagram

环管理功能。

2.3 功能设计

自然灾害风险防控和应急救援平台功能结构以自然灾害日常风险防控和灾害事件应对过程为主线,涉及日常管理、风险识别、监测预警、研判管控、应急救援、灾后恢复、移动端系统、指挥驾驶舱等。同时通过一体化智能化公共数据平台,实现跨地区、跨部门的信息交换和共享,功能结构见图3。

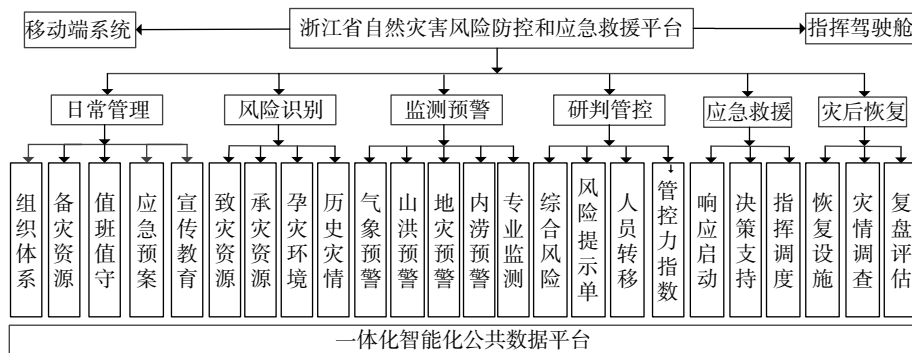


图3 功能结构图

Fig. 3 Function architecture diagram

(1)日常管理模块。在日常管理方面,为全省自然灾害风险管理组织体系人员进行动态管理和角色授权,对自然灾害领域专家、救援队伍、避灾安置场所和应急物资储备等备灾资源进行常态化管理,开展值班值守登记,发布应急预案和宣传教育视频、方案等。

(2)风险识别模块。以摸清区域范围内各类自然灾害风险底数为目标,开展地质灾害风险防范区调查、山洪风险区调查、城市易涝点调查、森林火险点调查、建筑物调查、建筑工地调查、农家乐基本情况调查、海上养殖人员调查等,对区域范围内风险底数信息进行系统化的收集、汇总和统筹管理。

(3)监测预警模块。通过气象、地质灾害、小流域山洪、城市内涝等单一灾种预警判据模型进行分布式计算,生成区域性风险预警预报结果,叠加到矢量电子地图中,实时展示气象、地质灾害点、小流域山洪风险区、城市易涝点等风险预警级别。同时实时接入各类物联网专业监测设备,展现监控对象专业监测指标变化情况。

(4)研判管控模块。将单一灾种预报预警数据^[9]与水利工程、城镇和农村危房、建筑工地等重点场所信息进行叠加,通过空间分析,汇总受影响人员数量,结合专家知识进行综合研判,生成以县域为基本单元的综合风险评估“五色图”、风险提示单和管控措施建议表。通过数

据分析和位置服务精准掌控各县(市、区)基层责任人到岗履职和人员转移情况,及时发布管控力指数排名,督促各地根据风险提示单和管控建议表,落实具体管控措施。

(5)应急救援模块。实时掌握和跟踪全省各类灾害期间发生的突发事件处置情况,根据灾害事件类型、危险等级等自动筛选匹配专家队伍、救援队伍、救援装备和应急物资,为救援方案制定提供精准辅助信息^[10]。根据救援方案快速调度队伍、装备和物资,分配通行二维码,并实时跟踪队伍、装备和物资运输车辆的到达情况。

(6)灾后恢复模块。主要是面向电力、通信、民航、铁路等单位,开通在线数据交换或填报功能,动态跟踪供电、通讯基站、航班和动车停运、道路损坏、城市内涝等受灾害影响情况以及灾后恢复情况。

(7)移动端系统是平台移动端入口,共包括 7 个模块,根据用户角色授予不同的功能模块使用权限。二维码管理模块:按不同业务类型及状态生成红色、绿色和灰色二维码;位置服务模块:通过移动 GPS 定位功能获取 WGS84 经纬度坐标;码上转模块:通过扫描二维码或在线填报转移人员情况;码上知模块:结合位置服务,获取周边风险点、监测预警、应急响应、避灾安置场所、避险路线、救援力量、救援物资等信息;码上报模块:通过文字、图片、视频、语音等方式,上报灾险情情况;码上通模块:凭借二维码快速到达救援现场,在应急管制区域内通行;组织体系模块:快速查找和显示全省自然灾害风险管理组织体系人员信息,进行应急语音视频通话。

(8)指挥驾驶舱是平台大屏指挥入口,主要利用 WebGIS 技术、数据检索技术和图表可视化技术,基于一张图实时展示自然灾害应急准备、风险识别、风险研判、风险管控、应急救援、灾后恢复等各类统计数据、空间分布及发展趋势情况。

2.4 数据库设计

自然灾害数据涵盖广泛,根据灾害系统理论和《国家应急平台体系信息资源分类与编码规范》,全面梳理自然灾害风险防控领域数据资源,分析数据之间层次、类别和关系,对数据资源进行统一规划,制定统一数据资源编码与分类体系。按统一数据分类体系将自然灾害数据划分为致灾因子数据、孕灾环境数据、承灾体数据、减灾数据和灾情数据。致灾因子数据分为自然致灾因子与人为致灾因子;孕灾环境数据包括孕育产生灾害的自然环境数据与人文环境数据;承灾体数据是指致灾因子作用对象的相关数据,通常分为人员和财产两类;减灾数据是指防灾减灾相关的数据,包括医院、避灾场所、救援专家、救援队伍、救援装备和物资等;灾情数据指各方面对灾害损失程度的反映,包括人员伤亡与经济损失等。

以防控台风洪涝灾害为例,其致灾体涵盖台风、地质灾害、小流域山洪、城市内涝,孕灾环境涵盖基础地理信息、气象、水文、地质环境、土壤植被等数据,承灾体涵盖居民地、建筑物、学校、建筑工地、道路、桥梁、人员等。按数据类型划分为属性数据和空间数据两大类,空间数据统一采用 CGCS2000 坐标系,基础地理信息数据是由自然资源部门提供高清的电子地图、影像地图。

在数据库建设中,采用经典的 E-R(实体-关系)方法设计数据库的整体数据结构。以自然灾害突发事件为核心,设计平台核心实体-关系结构。数据存储部分由关系型数据库 PostgreSQL 和 Redis 组成,通过数据库驱动连接访问。

3 关键技术

3.1 开发框架

本平台基于 J2EE Web 与移动应用技术规范,使用 IntelliJ IDEA2018、WebStorm2018 进行开发。采用前后端分离的开发模式^[11],前端负责数据的展现与交互,后端负责业务逻辑的实现和服务接口的提供,前端和后端通过 HTTP/HTTPS 协议传输 JSON/GeoJSON 格式的数据,达到前后端解耦的目的(图 4)。只要约定后端的服务接口,前端和后端可同时开发,后端的服务接口只要一次开发就可供多种前端平台共用。

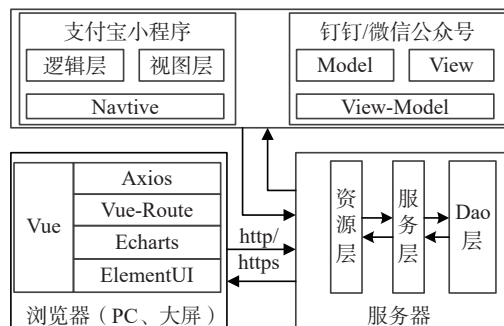


图 4 技术架构图

Fig. 4 Technical architecture diagram

前端采用 MVVM(Model-View-ViewModel)设计思想,Model 代表数据模型,定义数据修改和操作的业务逻辑,View 代表界面组件,负责将数据模型展现;ViewModel 是一个同步 View 和 Model 对象。浏览器端选用遵循 MVVM 思想的 Vue 框架。其中,ElementUI 提供丰富的 UI 组件库,快速实现页面展示;Echarts 提供丰富的图表可视化组件,快速制作图表和大屏;Vue-route 负责路由管理;Axios 负责与后端的交互,用于转换请求数据和响应数据。支付宝小程序开发同样遵循 MVVM 思想,由 AXML 模板、ACSS 样式、JSON 配置、

JS 文件构成。AXML 文件用来编写页面的标签和骨架; AXSS 文件用于编写小程序的样式, JSON 文件用来配置页面的样式, JS 文件用来编写小程序的页面逻辑, 通过 Javascript 和各类组件开发系统。

后端采用 Jersey+Spring+Mybatis 框架。资源层主要是由 Jersey 框架负责, 生成 Restful 风格服务, 响应客户端请求; 服务层处于资源层和持久层(Dao 层)之间, 完成操作业务逻辑的封装。Mybatis 框架对持久层提供支持, 负责数据库访问和操作, 包括增、删、改、查等; Spring 作为管理容器, 负责应用对象的创建、初始化、销毁以及对象间关联关系的维护。

3.2 WebGIS 技术

WebGIS 是地理信息系统与互联网结合产物, 为实现地理信息数据的共享与互操作提供了途径^[12-13]。它是一种分布式的地理信息系统, 由服务器端和客户端构成, 客户端一般指浏览器, 也可以是其它应用程序, 实现对空间数据采集、存储、查询、分析、显示等。

通过 WebGIS 提供在线的 GIS 服务, 例如电子地图矢量瓦片服务、符号化配置、位置服务、缓冲区分析、空间分析、电子围栏等 GIS 功能。结合风险防控与应急救援的业务逻辑和 GIS 能力, 提供一处发布, 多用户跨平台共享和更新能力。

3.3 数据检索技术

面对应急大规模数据检索时, 数据库本身自带的检索性能会显著降低, 无法满足实时数据检索的需求。使用 Solr 搜索引擎能解决上述问题。Solr 专注于企业级搜索服务管理, 其底层的核心技术通过 Lucene 实现。Lucene 采用倒排索引方法建立高效索引文件, 通过中文分词、GeoHash 编码、Quard 编码技术分别建立分词和空

间索引。SolrCloud 是 Solr 的重要组件之一, 基于 Solr 和 Zookeeper 实现, 提供分布式的全文检索服务^[14]。通过 SolrJ 开发接口构建了一个面向自然灾害业务的数据检索模型, 主要包括数据源设置、数据表索引映射、分词库设置、索引库建立、数据更新策略、检索服务等, 提供数据实时搜索服务、空间检索服务以及多条件组合检索等。

3.4 动态配置技术

为提升平台通用性、灵活性以及快速响应能力, 满足自然灾害灾种扩展和需求变化, 平台引入流程引擎、数据模板和元数据技术, 将业务数据表结构信息、数据字典分别进行管理。通过 WKT(Well-known text) 格式表示矢量几何对象、空间参照系统及进行空间参照系统之间的转换, 扩充业务表结构的空能力。基于数据表结构, 通过配置化手段创建符合业务要求的动态录入表单、移动表单、共享表单、填报流程、校验规则以及统计报表模板。

4 浙江省实践应用

自然灾害风险防控和应急救援平台于 2020 年梅汛期在浙江省投入运行。依托一体化智能化公共数据平台, 汇聚气象、水利、自然资源、建设、农业农村、应急等 16 个部门 216 项数据, 形成全省统一的自然灾害综合数据库, 数据资源达 1 亿多条, 并实现了数据实时动态管理。图 5 是集成数据资源目录, 包括 26.8 万基层防汛防台责任人, 958 位自然灾害领域专家, 704 支救援队伍, 19 133 个避灾场所和 3 595 个物资储备点, 9 195 个地质灾害风险防范区, 14 895 个小流域山洪风险区, 293 个城市易涝点, 2 506 个平原洪水影响区以及水利工程、城镇和农村危房、建筑工地等易受台风洪涝影响

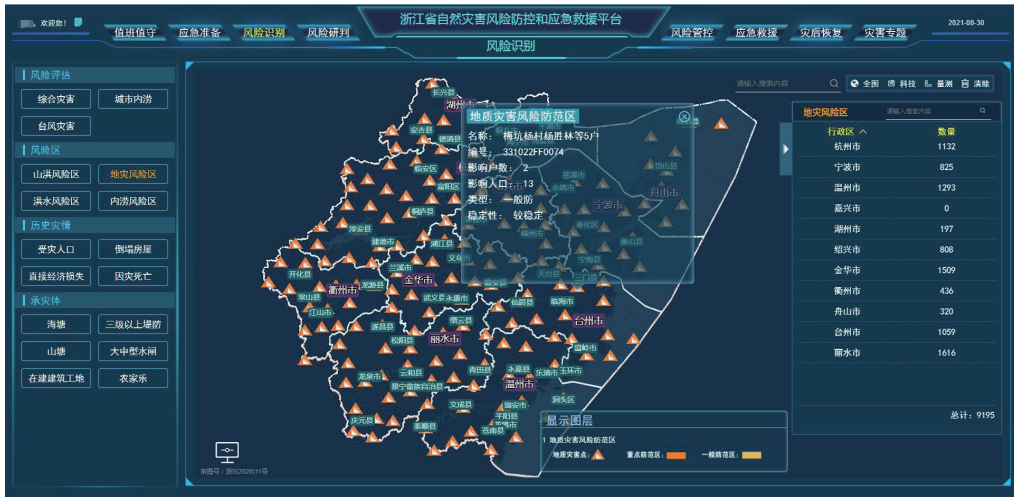


图 5 数据资源目录显示界面

Fig. 5 Data resource catalog interface

的重点场所和近 10 年来各地历史受灾信息。

2021 年第 6 号台风“烟花”于 7 月 18 日 2 时生成, 22 日至 26 日持续影响浙江省, 气象、水利、自然资源等部门分别发布不同等级专业预警, 平台依托动态风险模

型综合各专业人员预警及县(市、区)各类受威胁人员情况, 生成以县域为基本单元的综合风险动态五色图。图 6 是 25 日 23 时生成的综合风险动态五色图, 为未来 24 h 全省台风防御工作提供直观综合风险预警。

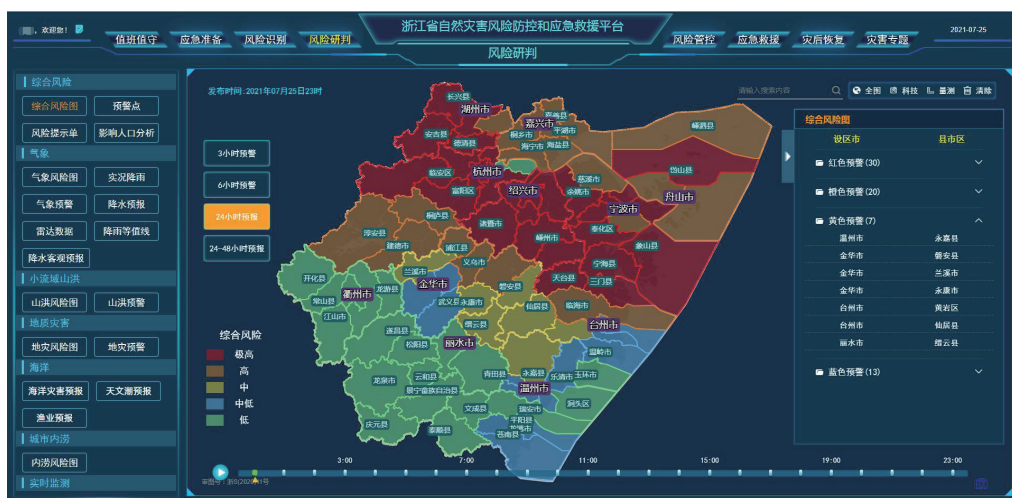


图 6 风险五色图

Fig. 6 Five-colored map of risk

根据台风“烟花”路径、预报降雨及实时降雨等信息, 省防指工作人员利用平台进行空间分析, 不间断计算台风影响区域内风险防范区受威胁人员应转移数, 下发各地复核; 市、县两级防指根据各地实际风险状况排查应转移对象, 滚动确认应转移人数, 并在平台上实时更新; 县(市、区)防指适时启动人员转移事件, 乡、村两级利用“二维码”梯次组织人员转移(图 7 左); 移动端实

时呈现人员转移情况, 各级防指对人员转移率较低的地区进行督促监督指导(图 8)。图 9 为 7 月 26 日 15 时的防汛防台人员转移截图, 全省重点危险区应转移人数 10.2 万人, 建筑工地应转 103.7 万人, 所有地市均完成了全部人员转移, 转移率均达到 100%。

在“烟花”台风防御过程中, 省防指工作人员通过平



图 7 二维码(报平安、通行码)

Fig. 7 QR code(Safety check, passphrase)



图 8 移动端界面(人员转移)

Fig. 8 Interface of mobile terminal(Personnel transfer)



图 9 指挥驾驶舱(人员转移动态展示)

Fig. 9 Commend compartment(Personnel transfer dynamic display)

台为抢险救援专家、队伍和物资运送等人员赋绿色二维码(图 7 右),授予高速公路免费通行、优先乘坐公共交通工具和允许进入由公安部门管控的现场救援区域等权限,使其快速到达现场,参与抢险救援。

各地通过平台提交物资调拨申请,在线快速生成抢险物资调拨方案,台风影响期间省防指紧急调拨 19.88 万件各类抢险物资(图 10),驰援宁波、湖州、嘉兴、绍兴和舟山等地,4 h 内全部送达。

应急物资准备情况											
应对台风洪涝事件常用应急物资统计表											统计截至时间: 2021年9月1日 15:43
9	移动式升降照明灯组	套	2546	163	524	189+3	106+3	218	303+4	272+22	170
10	便携式工作灯(巡检灯、应急灯)	个	89888	4833	10689	5913+375	6860+702	2776+40	10423+46	4762+55	12450+60
11	柴油发电机(组)/汽油发电机(组)	台	16060	1125	1441	467+35	1264+11	597+313	1324+6	1510+19	503+21
12	防潮垫	条	141238	18333	6179	9847	37868	6353	3084	18112+100	3045
13	行军床(折叠床)	张	140130	25782	5328	3811	37804+30	2234	4106	27550+200	9667
14	应急生活包	包	380644	64638	10738	9453	159635+1053	12506	5286	32670+320	6801+1000
15	毛巾被	条	168971	14238	1681	11584	72773	800	5148	22467+500	2446
合计		件	14268427	804581	3048191	685482	756494	2214205	1388937	908777	1346748
安全码赋码人数		人	360270	/	61785	34396	36814	1094	4926	25994	41621
省本级前置10个市(除杭州外)物资数量		件	198795	/	/	13174	5745	6419	83323	33665	15765

图 10 物资前置情况统计表

Fig. 10 Statistical table of material of advance allocated

5 结语

文中提出一种适应自然灾害常态减灾和非常态救灾情景下的自然灾害风险防控和救援平台的设计方案。与以往的单一灾害风险防控解决方案相比,文中平台不仅改变了分散化、碎片化的风险防控方式,而且从整个自然灾害突发事件应对过程出发,对日常管理、风险识别、风险研判、监测预警、研判管控、应急救援、灾害恢复进行了全面解析,构建了防抗救一体化的综合业务平台。该平台利用移动互联网、数据检索、动态配

置、WebGIS 等技术搭建一个自然灾害综合业务系统,构建横向到边、纵向到底、反应敏捷、支撑有力、多元协同的自然灾害风险防控信息化管理体系,有效打破职能部门间的信息壁垒,整合共享自然灾害信息资源,实现了跨领域、多灾种、全流程的自然灾害风险闭环管理和精准管控的目标。

参考文献(References):

[1] 应急管理部. 应急管理部发布 2020 年全国自然灾害基本情况 [EB/OL]. (2021-01-08) [2021-08-30]. <https://www.>

- mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202101/t20210108_376745.shtml.
[The Ministry of Emergency Management of the People's Republic of China. Basic information of natural disasters in China for 2020 released by The Ministry of Emergency Management [EB/OL]. (2021-01-08) [2021-08-30]. (in Chinese)]
- [2] 王东明, 陈华静, 陈敬一, 等. 国家地震灾害风险防治业务平台功能设计与展望 [J]. *自然灾害学报*, 2021, 30 (2): 60–70. [WANG Dongming, CHEN Huajing, CHEN Jingyi, et al. Function design and prospect of platform of national earthquake disaster risk prevention and control [J]. *Journal of Natural Disasters*, 2021, 30(2): 60–70. (in Chinese with English abstract)]
- [3] 雷声, 王小笑. 山洪灾害风险防控研究与实践 [J]. *水电能源科学*, 2021, 39(3): 32–35. [LEI Sheng, WANG Xiaoxiao. Research and practice on risk prevention and control technology of flash flood disaster [J]. *Water Resources and Power*, 2021, 39(3): 32–35. (in Chinese with English abstract)]
- [4] 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. [ZHANG Lei, CHEN Zhangjian, HUANG Li. Design and implementation of Zhejiang Province geological disaster prevention management platform [J]. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 2020, 31(2): 102–110. (in Chinese with English abstract)]
- [5] 王艳杰, 王卷乐, 卜坤. 灾害数据管理技术与平台进展及其面临的需求研究 [J]. *灾害学*, 2019, 34(2): 205–210. [WANG Yanjie, WANG Juanle, BU Kun. Research on disaster data management technology and platform progress and the demand it faces [J]. *Journal of Catastrophology*, 2019, 34(2): 205–210. (in Chinese with English abstract)]
- [6] 鲍新宇. 基于GEOVIS数字地球的防抗救多维一体的应急管理平台 [J]. *卫星应用*, 2020(1): 41–45. [BAO Xinyu. A multi-dimensional integrated emergency management platform based on GEOVIS digital earth [J]. *Satellite Application*, 2020(1): 41–45. (in Chinese with English abstract)]
- [7] 刘奕, 张宇栋, 张辉, 等. 面向2035年的灾害事故智慧应急科技发展战略研究 [J]. *中国工程科学*, 2021, 23(4): 117–125. [LIU Yi, ZHANG Yudong, ZHANG Hui, et al. Development strategy of smart emergency-response technology for disasters and accidents by 2035 [J]. *Strategic Study of CAE*, 2021, 23(4): 117–125. (in Chinese with English abstract)]
- [8] 秦智超. 基层应急管理信息化现状及对策 [J]. *中国应急救援*, 2020(5): 21–27. [QIN Zhichao. Status quo and advice about IT application in grass-roots emergency management [J]. *China Emergency Rescue*, 2020(5): 21–27. (in Chinese with English abstract)]
- [9] 中国地质灾害防治工程行业学会. 地质灾害区域气象风险预警标准(试行). T/CA GHP 039-2018 [S]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2018. [China Geological Disaster Prevention Engineering Industry Association. Regional meteorological risk warning standard for geological disasters (trial): T/CA GHP 039-2018 [S]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2018. (in Chinese)]
- [10] 邓琳娜. 浙江省救灾应急物流系统构建研究 [D]. 赣州: 江西理工大学, 2011. [DENG Linna. Research on construction of Zhejiang disaster relief emergency logistics system [D]. Ganzhou: Jiangxi University of Science and Technology, 2011. (in Chinese with English abstract)]
- [11] 喻莹莹, 李新, 陈远平. 前后端分离的终端自适应动态表单设计 [J]. *计算机系统应用*, 2018, 27(4): 70–75. [YU Yingying, LI Xin, CHEN Yuanping. Design of terminal adaptive dynamic form based on frontend-backend separation [J]. *Computer Systems & Applications*, 2018, 27(4): 70–75. (in Chinese with English abstract)]
- [12] 翟皓, 景德广, 李黎, 等. 基于WebGIS的河南省草地资源信息化系统的设计与实现 [J]. *草地学报*, 2019, 27(5): 1441–1447. [ZHAI Hao, JING Deguang, LI Li, et al. Design and implementation of Henan Province rangeland resource information system based on WebGIS [J]. *Acta Agrestia Sinica*, 2019, 27(5): 1441–1447. (in Chinese with English abstract)]
- [13] 吕终亮, 白新萍, 薛峰. 基于WebGIS的气象服务产品制作系统及关键技术 [J]. *应用气象学报*, 2018, 29(1): 120–128. [LYU Zhongliang, BAI Xinping, XUE Feng. WebGIS-based meteorological service system and its key technology [J]. *Journal of Applied Meteorological Science*, 2018, 29(1): 120–128. (in Chinese with English abstract)]
- [14] 贾贺, 艾中良, 贾高峰, 等. 基于Solr的司法大数据检索模型研究与实现 [J]. *计算机工程与应用*, 2017, 53(20): 249–253. [JIA He, AI Zhongliang, JIA Gaofeng, et al. Research and realization on judicial large data retrieval mode [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2017, 53(20): 249–253. (in Chinese with English abstract)]