

江西省自然灾害综合风险区划动态管理与应用分析研究系统设计与实现

——以大余县为例

陈 浩, 邵彦斌, 张 坤, 王清和, 刘珮勋

(江西省应急管理科学研究院, 南昌 330001)

摘要: 基于江西省第一次全国自然灾害综合风险普查成果, 探讨推进单灾害综合风险评估区划和综合风险评估区划成果的深度融合。以江西省大余县为研究区域, 聚焦气象、水旱、地质等自然灾害防治领域, 研发江西省自然灾害综合风险区划动态管理与应用分析研究系统, 为县级“两委三部”决策指挥提供技术支持。

关键词: 普查成果; 自然灾害; 评估区划; 研究系统

中图分类号: TP319 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)09-0024-10

江西省境内地势南高北低, 边缘群山环绕, 中部丘陵起伏, 北部平原坦荡, 四周渐次向鄱阳湖区倾斜, 形成南窄北宽以鄱阳湖为底部的盆地状地形。江西省位于长江中下游南岸, 属亚热带季风气候区, 地处全国暴雨中心带, 雨量充沛, 分布不均^[1]。江西洪水多由暴雨形成, 江西植被丰富, 2023 年森林覆盖率达 63.35%, 森林火灾易发多发, 山区常见崩塌、滑坡和泥石流等地质灾害, 独特气候条件、地理环境、作物分布、江湖关系等因素导致江西省自然灾害多发频发^[2]。对江西省近 10 年的数据进行统计分析, 平均每年发生近 20 次自然灾害, 直接经济损失约占 GDP 的 0.9%^[3]。灾害种类多、洪涝灾害突出、发生频率高、造成损失大, 是江西省的基本省情。《江西省第一次全国自然灾害综合风险普查实施方案》(赣灾险普办发〔2021〕28 号)、《关于加强江西省第一次全国自然灾害综合风险普查成果应用的指导意见》(赣灾险普办发〔2022〕8 号)^[4], 明确江西省主要围绕“两委三部”决策指挥、国土空间规划和城市安全、基层应急能力建设、防灾减灾能力工程建设 4 大重点方向开展普查成果应用。

1 现状研究

近年来, 随着科技的发展使得很多新技术应用于自然灾害应急管理领域, 极大促进了防灾减灾救灾能力的提升。何伟和王海^[5]探讨了基于 B/S (browser/server, 浏览器和服务端) 结构的数据管理系统的总体设计、数据库设计以及功能设计与实现; 彭志忠等^[6]综合运用信息化手段、大数据技术、GIS (geographic information system, 地理信息系统) 技术、云计算技术等, 建立从多渠道汇聚而来的地质灾害信息的大数据资源池; 万婧等^[7]基于非煤矿山自然灾害综合风险普查成果, 应用大数据、GIS、数据可视化等技术手段, 研究设计非煤矿山自然灾害致灾风险评估可视化系统; 张磊等^[8]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; 严涵等^[9]研究构建城市防灾减灾一张图的关键技术方法, 通过数据管理体系和可视化方法的有机结合, 实现灾害风险全数据集成、多部门协同、全生命周期管理和空间可视化表达; 周丹等^[10]以自主可控的国产 MapGIS 软件平台为基础, 结合当前主流的大数据、深度学习等

收稿日期: 2024-10-29

基金项目: 江西省应急管理厅重点科技计划 (JXYJ2130314-50601-3)

作者简介: 陈浩 (1992—), 男, 江西南昌人, 硕士, 工程师, 研究方向为防灾减灾救灾; 邵彦斌 (1982—), 男, 河南周口人, 硕士, 高级工程师, 研究方向为安全科学技术、防灾减灾救灾; 张坤 (1991—), 男, 河南商丘人, 硕士, 工程师, 研究方向为应急管理、矿业工程; 王清和 (1984—), 男, 江西宜春人, 高级工程师, 研究方向为应急管理信息化; 刘珮勋 (1991—), 女, 江西新余人, 硕士, 工程师, 研究方向为防汛抗旱、水利工程。

技术,探索优化了承灾体提取工具,探索出一条从承灾体样本数据制作到承灾体模型训练一套完整的承灾体提取工具;李飞等^[11]基于“天地图”系统平台和建筑物震害风险评估模型,结合震害基础数据和震害风险评估模型,建设建筑物震害风险评估信息系统。

2020—2023年,江西省开展第一次全国自然灾害综合风险普查工作,主要涉及应急管理、自然资源、住房城乡建设、交通运输、水利、林业、地震、气象等涉灾部门,通过自然灾害综合风险普查,全面摸清自然灾害风险底数、致灾信息、重要承灾体信息和查明区域综合减灾能力。普查的目的在于应用,因此,本文以江西省大余县为研究区域,聚焦水旱灾害、气象灾害、地质灾害、森林火灾、地震灾害等自然灾害防治领域,基于自然灾害综合风险普查及全省“智慧应急”综合平台研发等工作成果,深度融合承灾体、自然灾害隐患点、单灾种危险性、防灾减灾能力等信息,接入实时监测数据,结合风险评估区划技术要求,开展单灾种及综合风险评估区划动态管理与应用技术研究。研究成果可为县级“两委三部”决策指挥提供技术支撑。

2 总体设计

2.1 总系统概述

为更好地实现自然灾害综合风险评估区划动态管理与应用,建立相应的系统平台。江西省自然灾害综合风险区划动态管理与应用分析研究系统平台主要包含3部分的内容:一是基于GIS的自然灾害综合风险评估区划成果及监测数据的展示;二是集成了部分综合评估区划计算模型,支持评估区划成果的更新及计算;三是支持各自然灾害评估区划成果和综合评估区划成果的导入及导出功能,实现动态管理及应用功能,如图1所示。

2.2 技术路线

(1)后端项目设计使用了spring boot+Maven多模块项目,方便对项目进行模块化的管理。

(2)基于B/S技术架构,考虑到系统运算效率,系统绝大部分算法实现在服务端,客户端通过调用服务端算法完成业务数据的处理。

(3)前端高度耦合提取为一个模块,将模块代码作用域进行控制,减少循环依赖,减少耦合。

(4)前端继承模块,提取众多模块中公共部分,具体模块通过优先级进行处理。继承模块方面整站某些模块的批量修改处理,也提高复用性,降低代码重复。

(5)模块间发布公共组件的标准化接口、事件,实现统一接口管理、交互控制等结构。

3 相关技术选择

3.1 B/S 架构

B/S结构即浏览器和服务器结构。它是随着Internet技术的兴起,对C/S(client/server,客户机/服务器)结构的一种变化或者改进的结构。在这种结构下,用户工作界面是通过WWW浏览器来实现,极少部分事务逻辑在前端(browser)实现,但是主要事务逻辑在服务器端(server)实现,形成所谓三层3-tier结构。浏览器通过Web Server同数据库进行数据交互。这样就大大简化了客户端电脑载荷,减轻了系统维护与升级的成本和工作量,降低了用户的总体成本(TCO)。

3.2 J2EE

J2EE(Java 2 platform enterprise edition)适用多层次分布式应用模型,采用基于构件的方式来设计、开发、组装和部署企业应用系统,以及基于可扩展标记语言(extensive markup language,XML)的数据交换、统一的安全模式和灵活的事务控制。凭借这些技术,不但可以面对快速变化的业务提供崭新的解决方案。而且,开发出来的是与平台无关的J2EE构件的解决方案,它不依赖于某个特定厂商提供的产品或者API(application programming interface,应用程序编程接口)。这意味着不管是开发商还是最终用户都有最大的自由去选择那些更能满足他们业务或技术需求的产品或构件,不但有利于降低信息系统拥有成本,也有利于适用快速变化的需求。

3.3 Mybatis

Mybatis的功能架构分为以下3层。

(1)API接口层。提供给外部使用的接口API,开发人员通过这些本地API来操纵数据库。接口层一接收到调用请求就会调用数据处理层来完成具体的数据处理。

(2)数据处理层。负责具体的SQL(structured query language,结构化查询语言)查找、SQL解析、SQL执行和执行结果映射处理等。它主要的目的是根据调用的请求完成一次数据库操作。

(3)基础支撑层。负责最基础的功能支撑,包括连接管理、事务管理、配置加载和缓存处理,这些都是共用的东西,将它们抽取出来作为最基础的组件,为上层的数据处理层提供最基础的支撑。

3.4 Spring Boot

Spring Boot可以帮助人们以最少的工作量,更



图 1 系统功能模块

加健壮的使用现有的 spring 功能。访问 <https://spring.io/projects> 页面,可以看到在应用程序中使

用的所有 Spring 项目的不同功能。如果必须启动一个新的 Spring 项目,则必须添加构建路径或添

加 Maven 依赖关系,配置应用程序服务器,添加 spring 配置。Spring Boot 用来解决开始一个新的项目时,必须从头开始做所有事情的问题。Spring Boot 已经建立在现有的 spring 框架之上。使用 spring 启动,避免了之前必须做的所有样板代码和配置。

3.5 Redis

Redis 是完全开源的,遵守 BSD 协议,是一个高性能的 key-value 数据库。Redis 与其他 key-value 缓存产品有以下 3 个特点:Redis 支持数据的持久化,可以将内存中的数据保存在磁盘中,重启的时候可以再次加载进行使用;Redis 不仅仅支持简单的 key-value 类型的数据,同时还提供 list、set、zset、hash 等数据结构的存储;Redis 支持数据的备份,即 master-slave 模式的数据备份。

4 基于 GIS 的自然灾害综合风险评估区划成果展示

以天地图为底图,利用 GIS 平台提供地图服务支撑,充分整合气象、水利、自然资源、林业、地震以及应急管理等部门评估区划成果,并针对不同灾害种类和综合灾害设置不同展示模块,实现精准掌握和了解各类灾害风险评估区划和综合风险评估区划的详细信息,通过图表等形式可视化展示单灾种和综合风险评估区划成果。

4.1 水旱灾害

水旱灾害模块展示洪水与干旱灾害评估区划

成果。

(1)干旱。干旱灾害风险评估分为 5 种图层,分别是城镇干旱灾害风险区划图、干旱灾害综合风险区划图、农业灾害风险区划图、因旱人饮困难风险区划图、干旱防治区划图。点击对应的图层展示地图上展示图层详情,图例等,如图 2 所示,部分设置了总体防治区划措施的图层还会显示预防措施,点击单条预防措施可以展开预防措施详情,查看全部内容。地图右下角展示图层图例,标识各个地区的风险程度。

(2)洪水。洪水灾害风险评估分为 3 种图层,分别是洪水风险区划图、洪水防治灾害区划图、浮江河洪水淹没图。点击对应的图层展示地图上展示图层详情,图例等,如图 3 所示。部分设置了总体防治区划措施的图层还会显示预防措施,点击单条预防措施可以展开预防措施详情,查看全部内容。展示洪水淹没影响范围,分为低风险、中风险、高风险、极高风险;展示基本风险度矩阵表。展示洪水防治区划,分为一级、二级、三级,展示山洪灾害防洪现状统计,展示山洪灾害评价对象列表;点击“评价对象地图分布现状”展示山洪灾害评价对象地图分布情况。

4.2 气象灾害

气象灾害风险评估分为 9 种气象灾种图层,分别是暴雨、干旱、高温、低温、大风、冰雹、台风、雪灾、雷电。每个灾种分为 4 种图层,分别是致灾危险



图 2 干旱灾害风险评估区划研究成果展示界面



图 3 洪水灾害风险评估区划研究成果展示界面

性、农作物风险、GDP 风险、人口风险图层。点击图层板块可以查看对应图层,如图 4 所示;点击对应的图层展示地图上展示图层详情,图例等,部分设置了总体防止区划措施的图层还会显示预防措施;点击单条预防措施可以展开预防措施详情,查看全部内容。

4.3 地质灾害

地质灾害分为地质灾害图层和隐患点图层。

(1)地质灾害。展示地质灾害评估区划成果分别为地质灾害危险性分区略图、地质灾害风险区划略图、地质灾害防治分区略图。点击对应板块展示对应图层,如图 5 所示;同步展示地质灾害各个风险区影响面积统计图;点击对应的图层展示地图上展示图层详情,图例等,部分设置了总体防止区划措施的图层还会显示预防措施;点击单条预防措施可以展开预防措施详情,查看全部内容;点击地图板



图 4 气象灾害风险评估区划研究成果展示界面



图 5 地质灾害风险评估区划研究成果展示界面

块可以查询当前板块的详细信息,包括名称、面积、区域等。

(2)隐患点。基于江西省第一次自然风险普查成果数据,分别按灾害类型(崩塌、滑坡、泥石流)和风险等级(高、中、低)在地图上展示出地质灾害隐患点的分布情况,点击点位可以查看地质灾害隐患点的详细信息,如图 6 所示,包括地理位置、威胁人口、威胁财产等。

4.4 森林火灾

森林火灾风险评估分为森林火灾危险性、森林火灾风险评估、森林火灾风险区划与防治区划,收集图层包括森林火灾危险性图层、人口风险、经济风险、建筑物风险、森林资源风险、森林火灾风险区划图、森林火灾防治区划图。点击对应的图层展示地图上展示图层详情,图例等,如图 7 所示,部分设置了总体防止区划措施的图层还会显示预防措施,



图 6 地质灾害隐患点(部分)展示界面



图 7 森林火灾风险评估区划研究成果展示界面

点击单条预防措施可以展开预防措施详情, 查看全部内容。

4.5 地震灾害

地震灾害风险评估分为地震灾害建筑物经济损失分级图与地震灾害人员死亡图, 每个图层分为 4 个频率, 分别为 100 年 1% 超越概率、50 年 2% 超越概率、50 年 10% 超越概率、50 年 63% 超越概率。点击对应的图层展示地图上展示图层详情, 图例

等, 如图 8 所示。

4.6 综合评估区划

结合 5 大灾害, 收集综合性评估区划结果图层, 包括综合减灾能力, 自然灾害综合风险评估、综合风险与防治区划, 收集图层包括综合减灾能力图、公路风险评估、房屋建筑物评估、受灾人口评估、死亡人口评估、GDP 风险评估、农作物风险评估、综合风险评估区划、综合风险防治区划。点击对应的图



图 8 地震灾害风险评估区划研究成果展示界面

层展示地图上展示图层详情,图例等,如图 9 所示,部分设置了总体防止区划措施的图层还会显示预防措施,点击单条预防措施可以展开预防措施详情,查看全部内容。

5 自然灾害风险评估区划模型

在自然灾害综合风险评估区划成果动态管理与应用系统中,集成了气象综合致灾危险性评估、

综合风险评估和综合防治区划 3 个计算模型模块,实现相关的成果的计算更新功能。

5.1 气象综合致灾危险性评估计算模型

通过对气象灾害的 9 大灾种的致灾危险性评估结果的提取及权重的设置,综合分析得到气象灾害综合致灾危险性评估结果。具体模型界面如图 10 所示。



图 9 综合风险评估区划研究成果展示界面

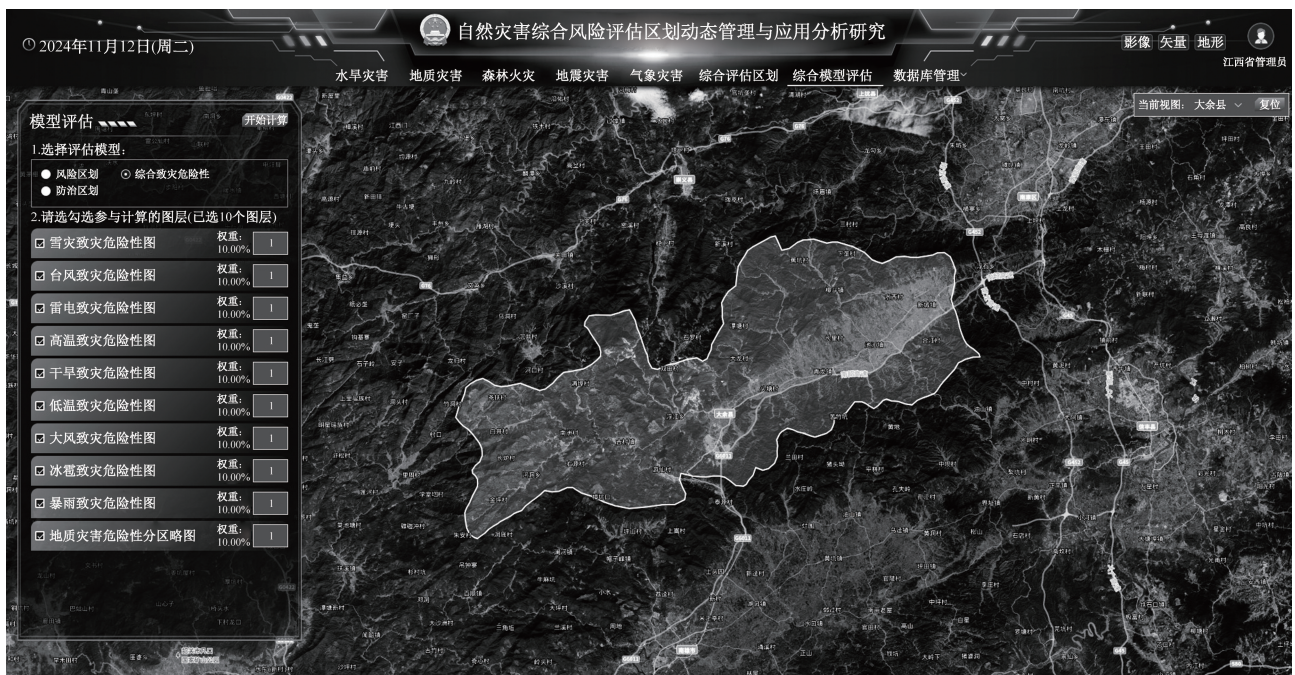


图 10 评估模型计算界面

5.2 综合风险评估模型

通过对系统中各单灾种综合风险评估等级数据的提取,基于历史灾害数据的权重计算结果或人为调整后结果,开展多灾种综合风险评估结果的计算分析,得到多灾种综合风险评估结果。

5.3 综合防治区划模型

通过对系统中多灾种综合风险评估等级及综合减灾能力数据的提取,开展多灾种综合防治区划的计算分析,得到综合防治区划结果。

6 评估区划成果的动态管理

系统支持各单灾种和多灾种综合评估区划成果及相关普查数据的导出和导入功能,满足成果的动态更新与应用功能。导入导出界面如图 11 所示。

7 数据管理和系统管理

数据查询包括图层管理、山洪灾害危险区、地质数据管理、地质灾害隐患点管理等,提供多条件筛选查询功能。

系统管理是整个系统运行的基础,管理和维护着系统运行的基础参数和数据,包括用户管理、人员通讯录、角色权限设置、操作日志管理、菜单管理及数据字典管理。

8 结论

江西省自然灾害综合风险区划动态管理与应用分析研究系统能够实时有效地对自然灾害综合风险普查评估成果进行可视化展示、管理,并支持一定的

模型运算功能,快速更新多灾种综合风险评估及防治区划结果。由于本系统目前主要侧重于对综合风险评估区划成果的动态管理及可视化展示的应用等方面,深层次的应用还有所不足,下一步将基于综合风险评估区划结果,在预警监测能力、抢险救援能力以及救灾能力等方面进行深入研究。

参考文献

- [1] 江西省第一次全国自然灾害综合风险普查办公室. 江西省第一次全国自然灾害综合风险普查实施方案[R]. 南昌:江西省应急管理厅, 2021.
- [2] 王清和, 刘业伟, 陈浩, 等. 江西省自然灾害风险隐患识别与管控系统(一期)设计与实现[J]. 水利技术监督, 2022(2): 32-35, 54.
- [3] 郑美霞, 刘玲. 2011-2020 年江西省自然灾害灾情时空特征分析[J]. 自然灾害学报, 2022, 31(2): 233-241.
- [4] 江西省第一次全国自然灾害综合风险普查办公室. 关于加强江西省第一次全国自然灾害综合风险普查成果应用的指导意见[R]. 南昌:江西省应急管理厅, 2022.
- [5] 何伟, 王海. 二三维一体化的自然灾害综合风险数据管理系统设计与实现[J]. 科技和产业, 2024, 24(13): 109-116.
- [6] 彭志忠, 袁飞云, 何朝阳, 等. 地质灾害多源基础数据结构体系及应用[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2024, 51(4): 675-686.
- [7] 万婧, 帅向华, 梁超, 等. 非煤矿山自然灾害致灾风险评估可视化系统研究与实现[J]. 中国安全生产科学技术, 2023, 19(S1): 123-129.
- [8] 张磊, 吴彬卓, 滕舟斌. 自然灾害风险防控和应急救援平

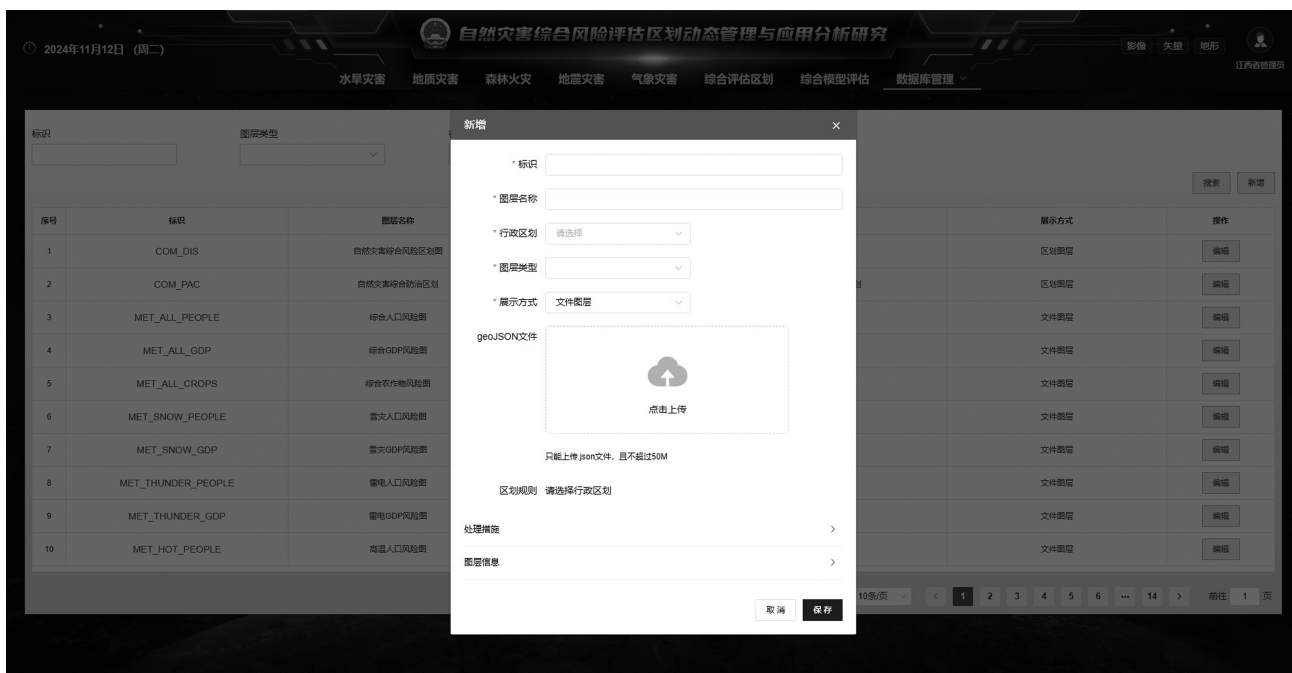


图 11 评估数据导入界面

- 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.
- [9] 严涵, 忻静, 侯超. 基于自然灾害综合风险普查成果的城市防灾减灾一张图关键技术研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2024, 47(6): 72-76.
- [10] 周丹, 张国伟, 张凯, 等. 基于 MapGIS 深度学习的承灾体数据提取工具设计与实践[J]. 测绘地理信息, 2024, 49(3): 118-122.
- [11] 李飞, 孙伟伟, 张顺宝, 等. 利用“天地图”设计和研发建筑物震害风险信息平台[J]. 测绘通报, 2017(5): 113-116.

Dynamic Management and Application Analysis Research System Design and Implementation for Comprehensive Risk Zoning of Natural Disasters in Jiangxi Province: Taking Dayu County as an Example

CHEN Hao, SHAO Yanbin, ZHANG Kun, WANG Qinghe, LIU Peixun
(Jiangxi Academy of Emergency Management Science, Nanchang 330001, China)

Abstract: Based on the results of the first national comprehensive natural disaster risk survey in Jiangxi Province, the deep integration of the results of the comprehensive risk assessment zone of the single disaster and the comprehensive risk assessment zone was discussed. Focusing on the prevention and control of natural disasters such as meteorology, floods, droughts, and geology, with Dayu County in Jiangxi Province as the research area, the development of a dynamic management and application analysis research system for the comprehensive risk zone of natural disasters in Jiangxi Province can provide technical support for the county-level “two committees and three departments” decision-making command.

Keywords: survey results; natural disasters; assessment zoning; research system