

# 基于 GEOVIS 数字地球的多灾种综合风险防范 信息服务集成平台关键技术研究

阿多<sup>1</sup>, 廖永丰<sup>1</sup>, 李大千<sup>2</sup>, 李宇光<sup>2</sup>

(1. 应急管理部 国家减灾中心, 北京 100124; 2. 西安中科星图空间数据技术有限公司, 西安 710048)

**摘要:**面向多灾种综合风险防范业务域, 针对应急决策多源异构数据接入集成的基础数据保障需求, 以及多灾种综合风险防范的辅助决策空间可视化展示需求, 基于微服务架构, 采用消息总线模式和插件化机制集成技术, 通过 GEOVIS 数字地球综合可视化技术, 创建涵盖常态减灾与非常态救灾、面向多主体的多灾种综合风险防范信息服务集成平台, 有效解决多灾种综合风险防范信息服务所需跨行业、多部门共享数据的接入集成和灾害空间可视化管理问题, 实现监测预警、应急救灾、灾情研判、灾后重建等灾害管理的全过程可视化表达, 为应急管理行业风险防范信息服务的系统化、标准化、规模化技术应用推广提供业务技术支撑。

**关键词:**多灾种; 风险防范; 面向服务接入技术; 插件化机制集成技术; 综合可视化

**中图分类号:** TP319

**文献标志码:** A

在气候变化和全球化快速发展的背景下, 重大自然灾害发生风险日趋加重<sup>[1]</sup>. 习近平总书记在河北唐山考察时, 提出了“两个坚持、三个转变”的新时期防灾减灾新理念, 标志着我国防灾减灾工作重点由注重灾后救援向注重灾前风险防范转变. 因此, 提高灾害综合风险防范能力建设, 成为当前提升我国灾害管理水平的关键<sup>[2-3]</sup>. 灾害风险及其防范一直是灾害学研究的重要研究方向, 也是自然灾害综合管理的研究热点<sup>[4-6]</sup>.

针对灾害风险及其防范, 国外的灾害研究机构开展研究较早, 并在实践中得到应用. 在美国, 联邦应急管理局(FEMA)联合其他部门合作研发了基于地理信息系统的多灾种风险评估软件包, 针对美国各级别行政区的地震、飓风和洪涝灾害, 进行灾害风险综合评估<sup>[7]</sup>. 通过综合风险评估指标构建, 慕尼黑再保险公司针对世界上城市规模排名前 50 的城市, 评价了其遭受灾害损失的情况<sup>[8]</sup>. 通过 JRC 多致灾因子评估, 欧盟联合研究中心对欧洲多个国家进行了气象灾害的综合风险评估与区划制图<sup>[9]</sup>. 欧洲空间观测网络(ESPO)在欧盟地区开展了全面考虑自然灾害的多灾种综合风险评估<sup>[10-11]</sup>. 国内学者在多灾种综合风险防范相关领域也有大量研究, 刘宝印等<sup>[12]</sup>以长三角地区为研究区, 选取县级行政单元, 以人类生命体为受灾对象, 探讨人口受多灾种综合影响的相对强度, 尝试了区域多灾种综合风险度分析. 胡维忠等<sup>[13]</sup>针对山洪灾害, 提出了山洪灾害监测预警系统的设计原则及总体结构, 详细阐述了灾害风险监测预警系统的设计要求. 左海龙等<sup>[14]</sup>提出了地理信息系统、GPS、遥感、RFID 等空间数据融合的技术方案, 强调在空间信息和移动信息管理的基础上通过工作流和过程化管理, 提高城市自然灾害综合风险应急应对的能力. 明晓东等<sup>[15]</sup>指出了多灾种风险评估存在灾种之间相互作用关系考虑不足、综合方法选择不够合理、难以计量多灾种绝对风险等问题. 杨思全等<sup>[16]</sup>从灾害评估力量、评估指标体系和评估方法体系等方面着手, 分析了灾害风险评估信息系统研究中存在的问题, 并提出了灾害评估信息系统应注重灾害的系统性表征。

综上所述, 现有灾害风险研究多从灾害风险评估体系、评估方法和评估系统建设方面入手, 涉及多灾种灾害链引发的多源异构数据接入集成方法和数据可视化辅助决策应对的较少<sup>[17]</sup>. 本文采用消息总线模式有

收稿日期: 2020-10-23; 修回日期: 2021-05-26.

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC1508904)

作者简介: 阿多(1983—), 男, 河南南阳人, 博士, 主要从事灾害风险管理、环境遥感相关研究, E-mail: baisha.ad@163.com.

通信作者: 廖永丰(1974—), 男, 甘肃陇南人, 研究员, 博士, 主要从事灾害风险管理研究, E-mail: ndrcliaoyf@163.com.

效解决跨行业多部门共享数据的接入集成问题,借助 GEOVIS 数字地球综合可视化技术,构建多灾种综合风险防范信息服务集成平台,实现对灾害风险的过程把控,为应急减灾提供科学依据。

### 1 平台总体架构

多灾种综合风险防范信息服务集成平台采用“平台+数据+应用+服务”的总体思路,见图 1.通过集成产品定制开发与发布技术,构建信息产品生产与发布模块,实现信息产品高效制作;集成多部门数据协同联动技术,搭建时空大数据分布式管理模块,实现灾害管理多源数据的协同治理;集成大数据挖掘与融合分析技术,构建业务模型工具箱,实现业务工作科学开展.通过与 Webservice、移动 APP、微信公众号、手机报等多类型终端的互联互通,实现基于互联网的产品在线定制、管理、发布与服务,针对政府灾害救助、灾害保险、社会力量参与综合减灾、公众防灾减灾等业务信息服务技术体系建设需求,突破全链条、多主体、多灾种综合风险防范信息服务集成平台搭建技术,研制信息服务集成软件平台.为搭建灾害救助、灾害保险、社会力量与综合减灾领域的多灾种综合风险防范信息服务集成平台,主要是突破两个关键技术:一个是多源异构海量数据与模型插件的接入集成方法,另一个是基于 GEOVIS 数字地球的综合可视化展示技术。

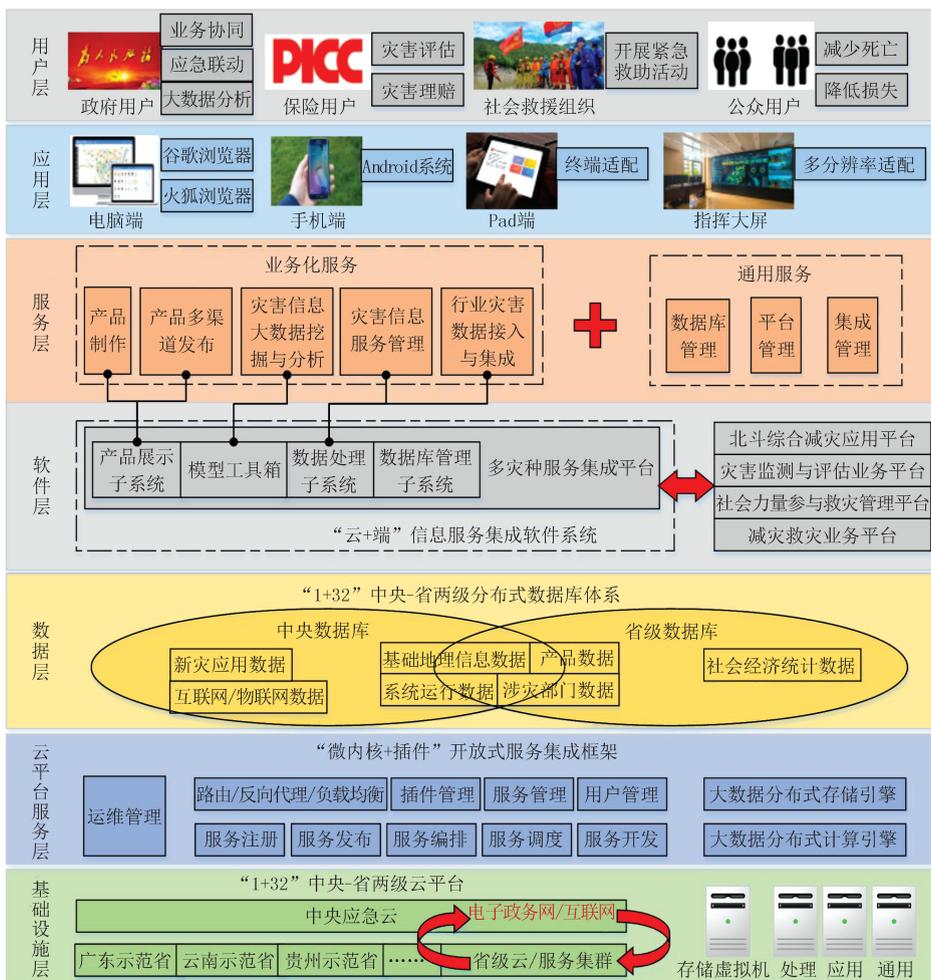


图1 多灾种综合风险防范信息服务集成软件系统总体架构图

Fig.1 The overall architecture diagram of integrated software system for multi-disaster comprehensive risk prevention information service

## 2 关键技术

### 2.1 接入集成技术

面对跨行业、多部门数据共享,业务协同难度大且时效性差,其数据组织方式也不尽相同,还涉及数据权限、数据质量及数据存储问题,所以需要建设相关的规范数据集,进行标准化处理.对于跨行业、多部门的其他来源数据,针对其来源数据的特殊需求,比如数据结构多样、数据权限只读、业务协同时效性差等问题,专门设计采用消息总线模式进行数据交换,实现统一调配与管理.关于复杂业务的算法模型插件,通过“微内核+插件”模式,形成插件化机制的功能集成方法,解决插件集成问题.

面向多灾种综合风险防范业务域,风险防范信息产品的数据需求多样.产品制作所需数据不仅涉及致灾因子数据,同时涉及承灾体数据,包含气象、住建、发改、测绘和水利等多个行业部门,亟须一种数据高效接入方法,通过“可变规则”定制、“全自动”执行的智能化的处理方式,实现多部门共享数据高效、标准化、智能化处理的数据接入.如图 2 所示.

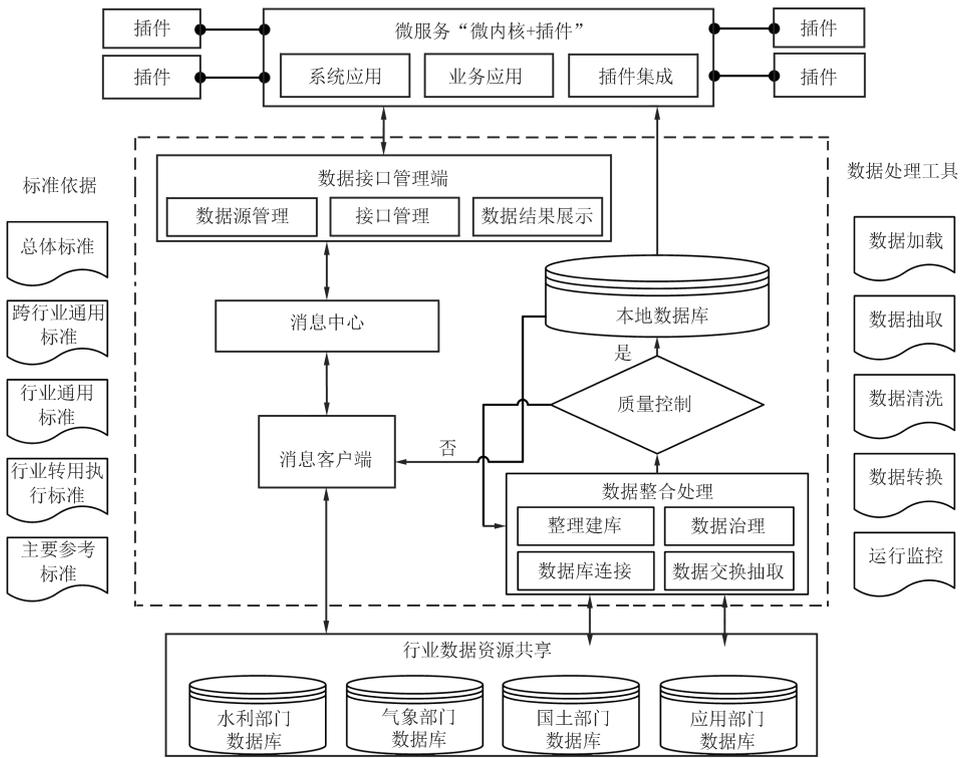


图2 接入集成方法技术路线图

Fig.2 Access integration method technology roadmap

#### 2.1.1 面向服务的信息接入技术

行业部门共享数据所在的网络和数据库管理软件及版本多样,多源异构数据接入时将采用“去耦合”化设计,即多灾种综合风险防范信息服务集成平台与业务系统的数据库服务器不进行直接连接,通过单独设计开发多源数据接入的功能模块,采用消息总线模式进行数据交换,实现对实时调取的行业共享数据和本地存储数据统一调配与管理.不仅解决行业共享数据的权限问题,而且有效提高行业部门业务协同的时效性.

多灾种综合风险防范平台服务器与业务系统服务器通过消息中心进行互联,并且在整个系统之间设计一种数据通信规范即可实现异构数据的接入.基于服务的信息接入主要流程如图 3 所示,主要有两条主线.

消息指令为 json 格式,由消息信封、消息体、返回消息体三部分内容组成(见表 1).为了实现各类信息数据的动态接入和访问,需要按照消息指令设计规范编写消息体.方便用户统一直观的掌握信息数据,并支持

进一步数据处理.

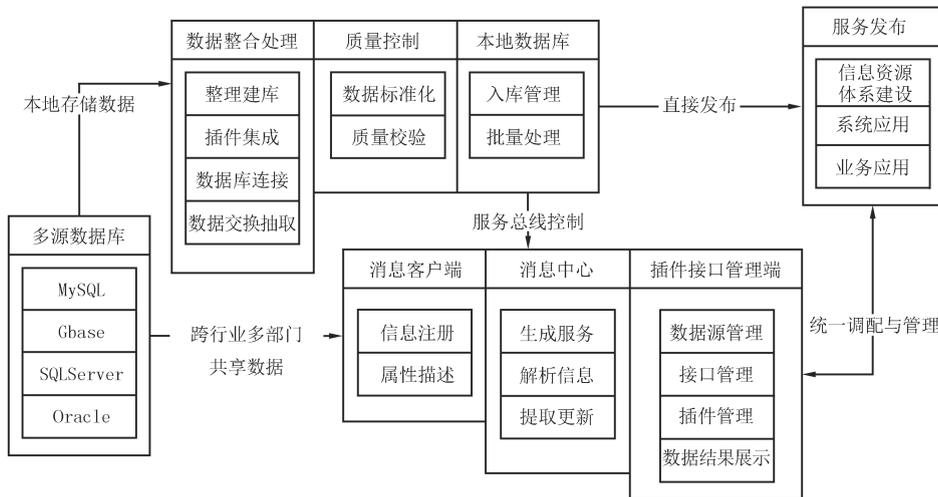


图3 多源数据接入流程图

Fig.3 Multi-source data access flowchart

表 1 消息指令设计规范

Tab. 1 Message instruction designing specification

消息指令名称	字段内容
消息信封部分	<p>fromsessionid:消息的发送方.</p> <p>tosessionid:消息的接收方.</p> <p>type:消息类型(接口/SQL_SELECT).</p> <p>data:定义客户端要执行的指令.</p>
消息体部分	<p>appInterfaceBean:定义消息指令结构(主要包括 code:指令代码;interfacetype:数据类型;interfacedata:接口数据).</p> <p>inputdata:定义数据的输入参数(主要包括 key_value 键值对).</p>
消息体返回部分	<p>msg:成功/失败.查询成功或失败.</p> <p>detail:具体的错误说明.</p> <p>data:返回的数据.</p>

跨行业多部门的共享多源数据,一部分为可存储权限的数据(如网络爬取数据等),通过数据整合处理、质量控制,进入本地数据库.一部分为只读权限的数据,通过消息总线模式调取接入数据,在消息中心进行插件、接口管理,实现平台服务器端对数据的统一调配与管理.其中,本地数据库存储的数据,由消息中心统一调配与管理,既可以直接发布服务,也可以通过消息总线模式实现.

### 2.1.2 插件化机制的功能集成技术

微内核(Microkernel)架构模式,也被称为插件架构模式(Plug-in Architecture Pattern),通过插件向核心应用添加额外的功能,实现功能的独立和分离.微内核模式的本质是管理插件以及协调插件之间的调用.插件本身是一个很大粒度的扩展点,可以整个被替换,同时插件可以提供自己的小粒度扩展点.

多灾种综合风险防范信息服务集成平台,功能模块随着多灾种综合风险防范业务域的增加而增加,根据业务需求,增加新的功能,尤其是灾害信息大数据挖掘与分析功能模块,提供多灾种融合分析模型、地理标绘模型、业务功能插件管理与加载等,同时提供其他行业业务插件的扩展接口,满足多灾种业务域的扩展.

#### (1) 插件化机制接口规范

通信协议使用互联网标准 http(s)协议,插件与数据请求方法使用“POST”方法;数据格式采用 Json 数据规范.

## (2) 插件的输入

插件应提供数据的输入地址,该地址应支持 http 协议的“POST”请求方法,多灾种综合风险防范信息服务平台将通过该地址提交产品数据,输入数据应包括产品相关要素信息,如产品编号、名称、经纬度、类别、灾害事件发生时间、区域编号、要素编号、要素格式、要素来源等。

插件在接收到输入数据后应立即返回响应数据,响应数据中不包含计算结果,其格式如下:

```
{
  "msg": "成功/失败",
  "detail": "失败的具体原因"
}
```

## (3) 插件的输出

插件运行完成后应向多灾种综合风险防范信息服务平台提交计算结果,平台接收插件计算结果的 URL 地址为: http://IP:端口/前缀/product/pluginresult. 插件向平台提交数据内容如下:

```
{
  "productID": "产品编号",
  "plugin_num": "插件编号"
  "product_plugin_result": [
    {
      "resultname": "数据英文名",
      "resultcnname": "数据中文名",
      "resultformat": "数据格式",
      "value": "数据值",
    }
  ]
}
```

不同数据格式其对应的数据值格式如下:

数字: 基本的数字格式,支持整数及浮点数。

文本: 支持 markdown 格式的文本。

表格: json 数组格式,每一个元素有其对应的 key 和 value。

## 2.2 综合可视化技术

随着灾害机理研究的深入和灾害管理水平的提升,针对不同自然灾害特点以及多灾种灾害链引发的重大灾害生命周期全过程的风险监测和防范需求不断增强,灾害全生命周期的风险防范不仅需要二维的定性和定量表达,更需要三维时空的定量可视化表达作基础,实现灾害综合风险防范的空间精细刻画,保证灾害事件风险防范信息的时效性与完备性。GEOVIS 数字地球可以满足这些需求。

### 2.2.1 灾害场景二三维一体构建

GEOVIS iExplorer 采用统一时空坐标基准,将灾害场景涉及的影像、地形、地名和其他行业等系列多源数据统一到二三维一体的地理空间时空框架中,形成灾害数据之间构建关联关系基础。通过 GEOVIS iExplorer 三维渲染引擎,在多灾种综合风险防范信息集成平台展示天空、陆地、海洋、城市、道路、倾斜摄影模型等场景,提供高效的三维空间分析功能,从而实现灾害三维场景快速构建和分析处理,支持多灾种综合风险防范业务的仿真。同时,其具备多种二三维模式下数据同步、标绘同步和相机同步等一体化能力,可实现二维和三维数据间的有效转换。图 4 为切换到三维模式后可显示重点灾害过程空间信息。通过时间轴方式,能对过往灾区遥感影像对比分析情况,同时可以接入灾区视频数据,实现对灾害信息实时动态监控。

### 2.2.2 风险防范产品制作

灾害风险防范信息产品是描述灾害事件的重要表达形式,也是政府、社会组织和公众间信息沟通的重要载体。多灾种综合风险防范产品以报告和专题图为主,依据灾情用户和发布渠道分门别类针对灾害事件、灾

情、灾损等信息进行描述。



图4 洪水淹没效果仿真模拟

Fig.4 Flood effect simulation

报表根据多灾种综合风险防范信息服务产品目录与内容体系,面向四类用户的产品需求,对各级用户和各类产品的内容进行分析,以政府灾害救助类产品的制作流程为例,填写必要的产品要素,以订单的形式传给下一个智能化定制模块,通过数据融合分析模型工具箱集成模型算法,对数据结果选择性优化,依据产品要素信息的组织结构,自动匹配空间图模板、统计图模板、统计表模板、文本模板,模板匹配这一步骤也可由用户手动选择,即自定义产品要素和自行搭配产品模板,最后由用户确认或修改灾害信息产品发布的类型并生成报表。

通过多灾种综合风险防范信息服务集成平台,能够从二三维一体的数字地球上快速截取区域影像数据,并根据灾害事件特点,快速标绘灾害事件信息,包括灾害级别、发灾时间、灾情评估、救灾救援等情况,同时增加制作人信息、专题图名称、指北针、图例等制图基本信息,见图 5。支持对专题图漫游、放大、缩小等操作,支持二维地图和三维地图同步标绘,为灾害监测预警、灾情描述、灾后救助、灾害应急管理等业务,提供灾害事件风险防范产品快速生成功能,有效提高灾害应急应对响应能力。

### 3 应用示范

通过云南省 2019 年 2 月玉溪市的地震灾害案例,验证系统的示范效果。通过应用示范发现,多灾种综合风险防范信息服务平台建设,完善了多灾种风险防范信息服务业务技术体系,提高了云南省灾害管理业务水平。

**产品制作触发:**在收到中国地震台网中心的地震信息后,系统迅速启动了产品制作,响应时间小于 1 min。

**产品制作流程:**系统依据地震级别和位置等信息,启动多部门数据和信息的交互式联动、筛选,并开展地震灾害评估报告的智能化定制。后台显示,此次地震不仅用到了气象、地震、国土、住建等行业部门的数据,还通过微博网络舆情数据修正了评估结果。

**产品预览:**用户通过预览功能查看报表或专题图形式的产品。

**发布管理:**通过系统预制的发布流程,筛选政府、保险公司、社会力量、公众等发布用户,实现特定区域、特定渠道和特定用户的产品定向、精确投放,并对当前用户已经发布过的所有产品进行管理(如图 6 所示)。

通过案例发现,系统能依据重要信息触发产品制作机制,并依据产品模板快速获取行业共享数据并在数字地球综合可视化展示。同时集成模型算法插件对灾情进行融合分析与快速评估,生成灾情报表或专题图,辅助政府用户针对各种自然灾害做出应急决策,同时为社会救援力量提供参考消息。能够在多种渠道同步更

新发布,保障覆盖所有公众用户对灾情信息的知悉,提升信息产品服务的完备性和科学性.总之,通过在云南省地震灾害应急管理的实践应用,健全了灾害综合风险防范信息服务的技术体系,取得良好的示范效果.

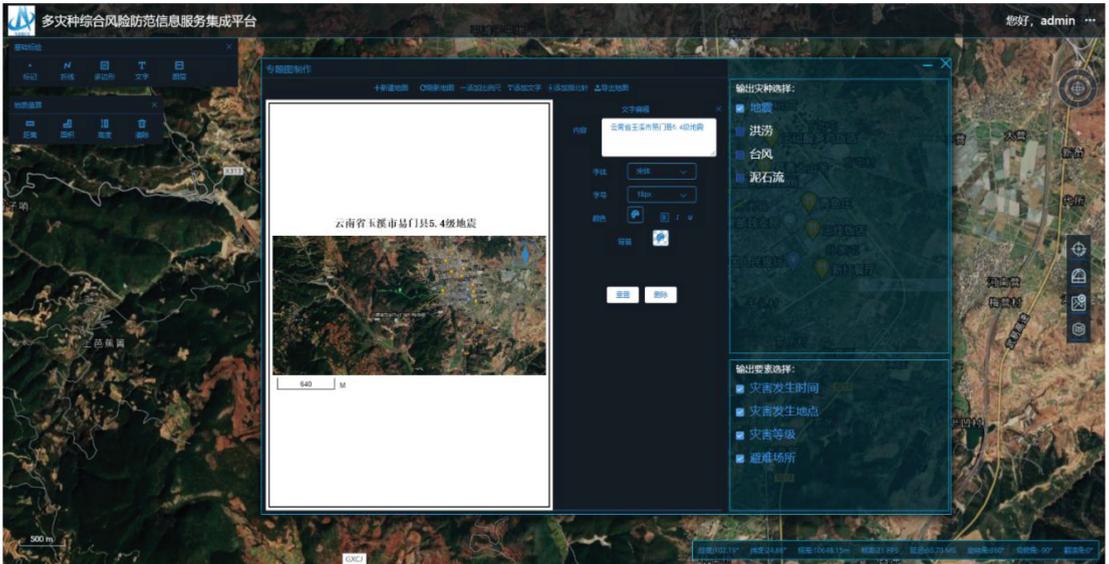


图5 风险防范产品-专题图实例

Fig. 5 Risk prevention product example of thematic map



图6 多渠道产品发布管理实例

Fig. 6 Example of Multi-channel product release management

## 4 小结

通过多灾种综合风险防范信息服务集成平台搭建的关键技术研究,完善了多灾种综合风险防范信息服务业务技术体系,可为“高效、精准、科学”的灾害风险防范决策提供技术支撑,并取得较好的示范效果.

1)围绕我国当前灾害风险防范信息的管理与服务,研究建立基于大数据的多部门协同与应急联动产品制作新技术和新机制,破解当前因行业主管部门业务协同不够导致的信息服务时效性差等诸多问题,进一步提升我国灾害信息服务的时效性。

2)采用“微内核+插件”模式,开发智能化的信息服务集成平台,搭建微服务框架,显著提高平台扩展灵活性。

3)借助 GEOVIS 数字地球的综合可视化技术,从多灾种综合风险监测到灾后应急救灾,可视化表达灾害事件生命周期全过程,显著增强多灾种业务域的综合可视化表达能力,并通过产品制作,增加了政府、社会力量和公众间的信息沟通效率,提高灾害综合风险防范能力。

## 参 考 文 献

- [1] 吴金汝,陈芳,陈晓玲.1900—2018 年全球自然灾害时空演变特征与相关性研究[J].长江流域资源与环境,2021,30(4):976-991.  
WU J R, CHEN F, CHEN X L. Temporal and Spatial Features and Correlation Studies of Global Natural Disasters from 1900 to 2018[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(4): 976-991.
- [2] 吕明辉,赵慧霞,张晓美,等.基于综合灾害风险防范模式的台风灾害防御效益评价研究初探[J].灾害学,2021,36(1):157-163.  
LYU M H, ZHAO H X, ZHANG X M, et al. Preliminary Study on Benefit Evaluation of Disaster Prevention of Typhoon Based on Integrated Disaster Risk Governance Model[J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(1): 157-163.
- [3] 汪嘉俊,翁文国.多灾种概念辨析及灾害事故关系研究综述[J].中国安全生产科学技术,2019,15(11):57-64.  
WANG J J, WENG W G. Discrimination on concept of multi-hazard and review of research on relationship between disasters and accidents [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2019, 15(11): 57-64.
- [4] 孔锋.透视大尺度综合自然灾害风险评估的主要进展和展望[J].灾害学,2020,35(2):148-153.  
KONG F. Perspective on the Main Progress and Prospect of Large-scale Integrated Natural Disaster Risk Assessment[J]. Journal of Catastrophology, 2020, 35(2): 148-153.
- [5] 杨巧云,姚乐野.协同联动应急决策情报体系:内涵与路径[J].情报科学,2016,34(2):27-31.  
YANG Q Y, YAO L Y. The Collaborative Linkage Emergency Intelligence System for Decision Making: Definitions and Means of Implementation[J]. Information Science, 2016, 34(2): 27-31.
- [6] 史培军,孔锋,叶谦,等.灾害风险科学发展与科技减灾[J].地球科学进展,2014,29(11):1205-1211.  
SHI P J, KONG F, YE Q, et al. Disaster Risk Science Development and Disaster Risk Reduction Using Science and Technology[J]. Advances in Earth Science, 2014, 29(11): 1205-1211.
- [7] FEMA. Using HAZUS-MH for Risk Assessment Assessment[R]. [s.l.: s.n.], 2004.
- [8] MUNICH R. Topics: annual review, natural catastrophes 2002[R]. [s.l.: s.n.], 2002.
- [9] LAVALLE C, DE ROO A, BARREDO J, et al. Towards an European integrated map of risk from weather driven events; a contribution to the evaluation of territorial cohesion in Europe[R]. [s.l.: s.n.], 2005.
- [10] FLEISCHHAUER M. Risk Assessment and Spatial Planning in France[R]. [s.l.]: ARMONIA Scientific Colloquium, 2005.
- [11] SCHMIDT-THOM E P. Natural and technological hazards and risks affecting the spatial development of European regions[R]. [s.l.: s.n.], 2006.
- [12] 刘宝印,徐伟.长江三角洲地区人类生命体多自然灾害综合风险度评估[J].自然灾害学报,2012,21(3):56-63.  
LIU B Y, XU W. Comprehensive multi-risk assessment of natural hazards to human life in Yangtze River Delta region[J]. Journal of Natural Disasters, 2012, 21(3): 56-63.
- [13] 胡维忠,叶秋萍,陈桂亚,等.构建科学的山洪灾害监测预警系统[J].中国水利,2007(14):34-37.  
HU W Z, YE Q P, CHEN G Y, et al. Mountain flood disaster monitoring and early warning system[J]. China Water Resources, 2007(14): 34-37.
- [14] 左海龙,罗红霞.多源空间数据融合的城市精细化管理[J].测绘通报,2019(12):108-111.  
ZUO H L, LUO H X. Urban fine management based on multi-source spatial data fusion[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2019(12): 108-111.
- [15] 明晓东,徐伟,刘宝印,等.多灾种风险评估研究进展[J].灾害学,2013,28(1):126-132.  
MING X D, XU W, LIU B Y, et al. An Overview of the Progress on Multi-Risk Assessment[J]. Journal of Catastrophology, 2013, 28(1): 126-132.
- [16] 杨思全,王昂生,高守亭,等.试论灾害评估信息系统的研究进展[J].灾害学,2002(2):72-77.  
YANG S Q, WANG A S, GAO S T, et al. Development of Research on the Information System of Disaster Evaluation[J]. Journal of Catastrophology, 2002(2): 72-77.

[17] 敖意, 益建芳. 城市多灾种早期联合预警 GIS 系统的设计与应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2012, 35(6): 170-171.

AO Y, YI J F. The Design and Application of Unified Early Warning GIS System of Multiple Urban Disasters[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2012, 35(6): 170-171.

## Key technology research of the multi-hazard comprehensive risk prevention information service integration platform based on GEOVIS digital earth

A Duo<sup>1</sup>, Liao Yongfeng<sup>1</sup>, Li Daqian<sup>2</sup>, Li Yuguang<sup>2</sup>

(1. National Disaster Reduction Center, the Ministry of Emergency Management, Beijing 100124, China;

2. Xi'an Zhongke Star Map Space Data Technology Co., Ltd., Xi'an 710048, China)

**Abstract:** Facing multi-disaster integrated risk prevention business domain, guaranteeing the basic data of multi-source heterogeneous data access integration for multi-disaster emergency decision-making needs, and the space visualization for auxiliary decision-making of multi-disaster comprehensive risk prevention required. Based on the microserver architecture, adopting the message bus mode and integrated technology of plug-in mechanism, creating a multi-disaster integrated risk prevention information service integration platform that covers both normal disaster reduction and unusual disaster relief for multi-subject by comprehensive visual representation of GEOVIS Digital Earth, effectively solve the problem of accessing integration and disaster space visualization management of data sharing across industries and departments. To achieve monitoring early warning, emergency relief, disaster assessment, post-disaster reconstruction, etc. and other disaster management visualization expression of the whole process. To provide business technical support for the systematic, standardized and large-scale applying popularization of comprehensive risk prevention information services in the emergency management industry.

**Keywords:** multi-hazard; risk prevention; service-oriented access technology; plug-in mechanism integration technology; comprehensive visualization

[责任编辑 陈留院 赵晓华]