

doi: 10.6046/zrzyyg.2023201

引用格式: 冯磊,王轶,李文吉,等.三维地质灾害隐患识别业务平台研发与应用[J].自然资源遥感,2024,36(4): 321-327.  
(Feng L, Wang Y, Li W J, et al. Development and application of 3D geological hazard identification information platform[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2024, 36(4): 321-327.)

# 三维地质灾害隐患识别业务平台研发与应用

冯磊, 王轶, 李文吉, 王彦佐, 郑向向, 王珊珊, 张玲

(中国自然资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

**摘要:** 近年来,基于综合遥感技术的地质灾害隐患识别业务工作广泛开展。针对工作任务存在工区范围广、时间紧和任务重等特点,研究团队根据多源遥感数据的高效利用、多人协同作业、成果快速集成等需求,结合地灾隐患解译识别工具需求,建立了三维地质灾害隐患识别业务平台。平台采用C/S架构,实现了三维地理信息平台下,对多源光学和雷达遥感数据、矢量数据和三维模型的有效组织管理,具备多源数据的同平台加载、多人协同作业、快速解译识别和成果表达输出等功能,相继支撑了全国重点易发区与甘肃、云南、四川等省份精细隐患识别和多次应急保障工作,有效实现数据快速保障,辅助工作效率提升。

**关键词:** 地灾隐患识别; 遥感解译; 三维业务平台; 多源数据管理

**中图法分类号:** TP 79 **文献标志码:** A **文章编号:** 2097-034X(2024)04-0321-07

## 0 引言

2019—2022年,自然资源部按照灾害易发区分布范围,每年均部署超过100万 $\text{km}^2$ 范围的重点灾害易发区的隐患识别任务,基于综合遥感技术开展地质灾害隐患识别,以不同分辨率合成孔径雷达干涉测量(interferometric synthetic aperture Radar, InSAR)技术监测获取斜坡体地表“形变”信息<sup>[1]</sup>,表征活动状态,判别变形部位、滑移规模和活动阶段,通过高分辨率光学遥感影像与高精度数字高程模型(digital elevation model, DEM)进行潜在灾害体“形态”调查,揭示地质背景、几何形态和地表覆被变化等成灾要素,判别疑似隐患,并最终经现场核查验证完成识别确认<sup>[2-3]</sup>。

广域地质灾害隐患识别工作可分解为多源数据的整理分发、人机交互式识别解译、识别成果质检、汇总与集成和野外核查等多个环节<sup>[4-7]</sup>。中国自然资源航空物探遥感中心自2013年起建立了资源和高分系列卫星数据管理与服务系统,实现了面向社会公众的影像数据下载服务<sup>[8-9]</sup>;同时,面向遥感业务应用的解译成果数据管理系统的建立,也实现了基于空间数据库的通用遥感解译成果管理<sup>[10-11]</sup>。

上述系统的建立,能够满足地灾隐患识别业务人员对原始数据的获取和成果图件的管理需求,但面向广域地灾隐患识别业务,仍存在以下问题需要解决:一是多源数据访问获取困难,海量遥感数据拷贝分发速度慢,且数据安全存在隐患;二是三维解译标绘工具选择有限、定制化标绘和分析功能欠缺;三是业务数据标准不一,多人分散作业存在个体差异,导致数据结构、内容不统一,造成成果集成困难;四是成果表达输出工作量巨大,图表重复操作繁琐,缺乏批量输出工具。

本文在充分调研业务需求、设计数据存储服务策略的基础上,基于三维地理信息系统底座开发了C/S架构的三维地质灾害隐患识别业务平台,实现了“数据即服务”的数据访问模式,支持多源数据的同平台加载、三维场景下的快速解译标绘、成果批量制表输出和多人协同作业等功能,为多轮次全国重点灾害易发区大范围地灾隐患识别工作提供有效支撑。

## 1 需求分析

基于综合遥感技术的地质灾害隐患识别业务需要满足4个方面的核心需求:一是对多源数据格式

收稿日期: 2023-07-11; 修订日期: 2023-11-02

基金项目: 中国地质调查局项目“应用地质信息系统建设及产品开发”(编号: DD20191006)和“地质灾害隐患人工智能识别与应用示范”(编号: DD20211365)共同资助。

第一作者: 冯磊(1988-),高级工程师,主要研究方向为地质大数据与信息化应用。Email: fenglei@mail.cgs.gov.cn。

通信作者: 王轶(1972-),正高级工程师,主要研究方向为地质大数据与信息化应用。Email: hywangyi@mail.cgs.gov.cn。

的支持、科学组织管理与高效访问利用；二是具备三维场景下的解译标绘与分析能力；三是支撑标准化业务数据输入输出；四是便捷的图表报告制作，支撑成果表达输出。

1.1 多源数据访问需求

地质灾害隐患识别业务涉及的多源数据类型包括：InSAR、DEM、光学遥感影像、地质要素数据、倾斜摄影数据等。数据准备阶段，需将各类数据按照空间范围裁切、拷贝分发给作业人员，但面对全国上百万平方千米的灾害易发区开展工作，各类数据之和达到 TB 级，数据拷贝的方式变得不再适用。实现多源数据的有效组织管理和高效共享使用，是面向隐患识别工作提供数据支撑的前提，需建立科学合理的数据组织和服务方式，让用户能够快捷便利地访问不同地区、不同类型的数据。

1.2 三维解译标绘需求

诸如滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害在三维场景中的解译标志和指示信息会比二维平面中更为明显<sup>[12-14]</sup>，需基于三维地理信息底座实现 DEM 数据、倾斜摄影数据的立体展示，同时叠加光学影像、地表形变、地质要素等数据，完成三维解译场景的搭建，利用矢量标绘工具完成隐患面的圈定，标绘过程中需支持矢量要素直接贴附地表，且矢量要素要具备节点编辑、裁切、合并等操作以支撑实际业务需求。为了便于对隐患的威胁对象和风险等级等做客观的评价，还应当具备量算量测、剖面分析、开挖分析和坡度坡向分析等三维分析功能。

1.3 业务数据标准化需求

大规模地灾隐患识别业务工作的开展投入人力较多，但多人作业个体差异性较大，易造成解译成果结构不统一、属性不规范等问题，造成成果汇总和集成困难。因此，需形成标准化的业务作业流程，通过界面功能引导，保证作业人员解译识别流程一致；通过数据字典存储属性和编码信息，强制约束不同人员创建的矢量数据结构 and 属性录入内容一致；提供版本管理和元数据信息补充采集功能，为后期成果表达输出提供支撑。

1.4 成果表达输出需求

地质灾害隐患识别成果需以室内解译识别记录表、野外核查记录表与三维空间分布图等形式输出。室内解译识别记录表和野外核查登记表作为隐患识别工作的重要过程材料，要求表格结构固定，数据项填写规范，需具备自动制表功能，从隐患识别数据库中提取有关信息辅助完成表格填写，减少人工制表工作量；三维空间分布图以光学影像数据和基础地理信息为底图，叠加隐患空间分布范围和指北针、比

例尺和图名等整饰信息。

2 系统设计

围绕前述主要业务需求，研究人员开展了三维地质灾害隐患识别业务平台的系统总体架构设计、业务流程设计和数据库设计。

2.1 系统总体架构

基于前述业务需求，开展三维地质灾害隐患识别业务平台架构设计。系统分为数据层、接口服务层和应用层，数据层实现多源遥感影像、地表形变、基础地理、地质要素等数据的组织管理，采用空间数据库和文件系统的混合存储模式完成数据存储；接口服务层实现多源数据服务的统一接入，并按照开放地理空间数据标准（open geospatial consortium, OGC）发布成数据服务，服务类型涵盖网络要素服务（web feature service, WFS）、网络地图服务（web map service, WMS）、网络地图瓦片服务（web map tile service, WMTS）和 Keyhole 标记语言服务（Keyhole markup language, KML）等；应用层面向用户提供前端软件系统，具备三维浏览、图层管理、数据服务加载、数据字典管理等基础功能和解译标绘、数据分析、制图制表等专业功能。系统组成架构如图 1 所示。

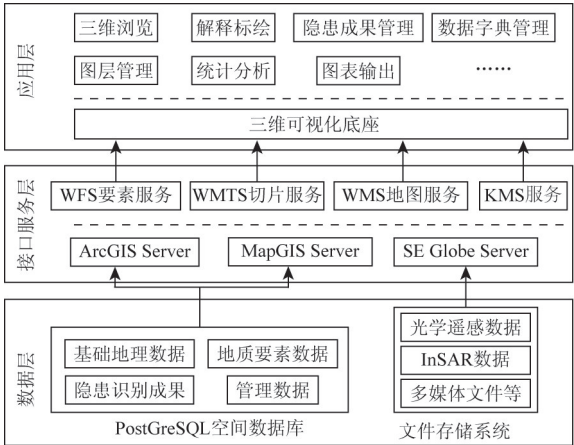


图 1 系统组成架构图

Fig.1 System architecture diagram

2.2 业务流程设计

为满足地质灾害隐患识别业务需求，系统按照“创建图层-加载基础数据-解译标绘-识别成果复查-导出图表”的过程设计业务流程。创建图层阶段，系统基于内置的数据字典为用户创建规范化的图层属性结构和标准编码；加载基础数据阶段，系统按照数据目录结构自动加载各类基础数据；解译标绘阶段，系统提供便捷的三维解译标绘工具，支持

矢量数据多方式拓扑编辑,支持三维辅助分析,便于业务人员准确地圈定地灾隐患范围;识别成果复查阶段,项目负责人可从数据库中读取每一位作业人员保存地隐患识别成果,并开展复核确认、矢量修编等操作;导出图表阶段,既可以按照每一个隐患生成三维空间分布图,也可以导出隐患识别记录表和野外核查登记表。

2.3 数据库设计

王轶等<sup>[14]</sup>在三峡库区基于航空摄影测量形成的遥感影像、DEM 和地质专题数据构建了三维仿真系统,可直观清晰地开展研究区地质灾害、地形地貌、库岸线变化分析对比,系统前瞻性地建立了多源数据离散层次格网的三维模型数据库,但对地灾专业数据模型未做深入设计;乌云其其格等<sup>[15]</sup>针对地质灾害的解译标志管理建立了三维系统,为不同的灾害类型建立了对应的解译标志数据模型和数据库,对解译标志信息进行了编码,解译标志管理系统的建立有助于业务人员更准确地进行判识,解译标志库的建立可为隐患识别成果库的建立提供参考。通过吸收借鉴前述研究基础,本文针对三维地质灾害隐患识别业务涉及的多源数据类型分别制定不同

的组织管理和存储策略。业务流程图如图 2 所示。数据库总体组成结构设计如图 3 所示。

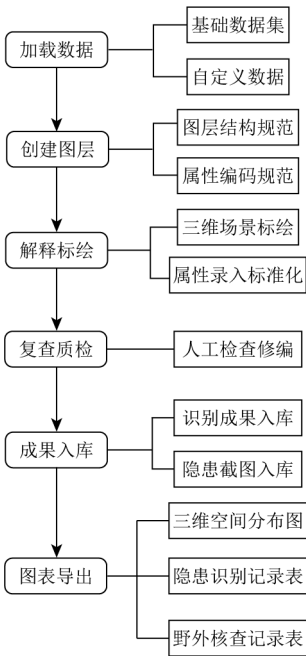


图 2 隐患识别业务流程图  
Fig.2 Hazard identification business flowchart

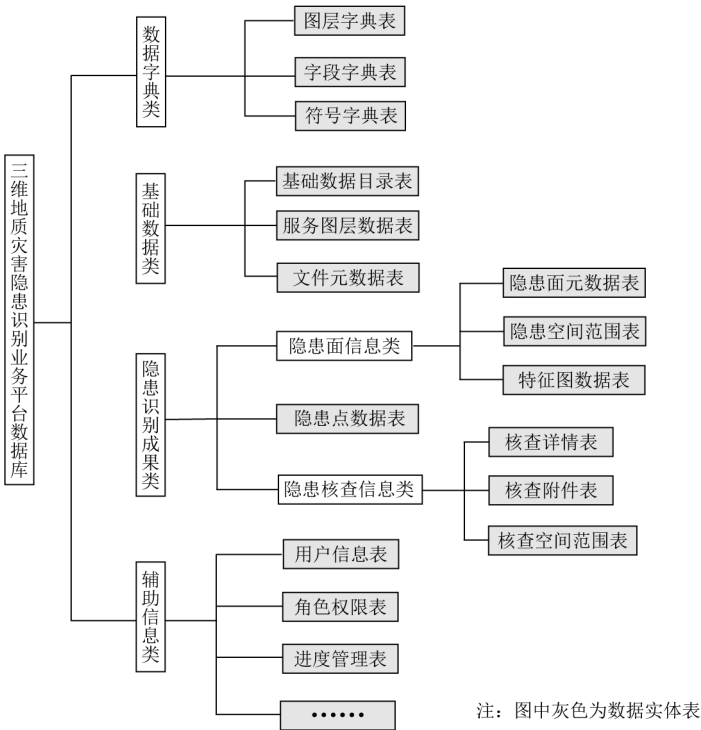


图 3 数据库总体组成结构图  
Fig.3 Database composition structure diagram

1) 数据字典类。数据字典 (data dictionary) 是关于数据库系统中各类数据描述的集合,当今多数数据库管理系统均将数据字典作为定义数据库中各类数据对象及其相互关系的准则。为了保证系统数

据输入的规范性,采用建立数据字典的方式管理业务所需的图件信息 (图件名称、类型、编码等)、图层信息 (图层名称、类型、编码、所属图件等)、图层所属字段 (字段名称、类型、编码、所属图层等)、字段

國值和符号样式等信息。

2)基础数据类。开展隐患识别工作依赖的基础数据分为影像数据、InSAR 数据、DEM 数据和基础地理数据 4 大类,其中,按照分辨率、比例尺和数据时间的不同,每类数据又可以进一步细分,数据的目录信息和图层属性均存储在基础数据类表中,客户端通过读取该表为用户提供基础数据访问接口。

3)隐患识别成果类。系统中针对地质灾害隐患识别成果做了详细信息管理,每个隐患点作为一个数据实体存在,它包含点坐标、隐患类型、隐患点编号等基本信息,每个隐患点又关联了若干个隐患面,隐患面数据每年度更新一次,包含隐患面空间范围、前后缘高程、风险等级、威胁对象、光学影像特征、地表形变特征等更为详细的属性信息。此外,部分高风险隐患点如果开展了野外核查工作,系统中

预留了 3 张表用于存储野外核查记录信息及相关音视频文件。

4)辅助信息类。用于存储系统管理所需的用户信息、角色权限信息、进度管理信息等。

3 系统实现与应用

按照系统设计的功能逻辑与数据存储模式,实现了系统的功能分解、开发实现和部署应用,在全国地质灾害隐患识别实际工作中起到了支撑作用。

3.1 系统功能实现

按照前述系统设计内容,基于 C#编程语言完成了系统客户端程序的开发。系统客户端程序组成如图 4 所示。

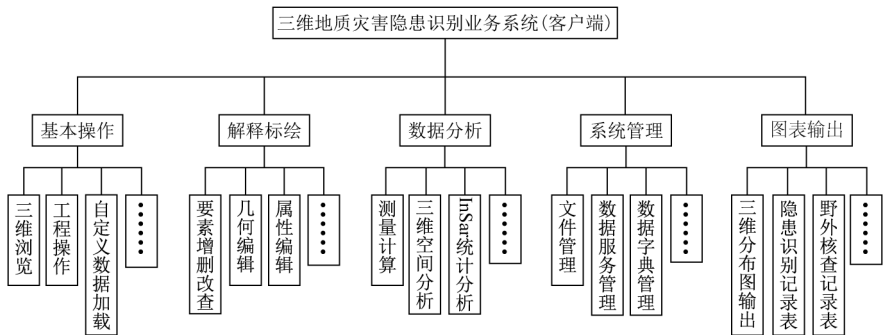


图 4 三维地质灾害隐患识别业务平台客户端功能组成

Fig.4 Composition functions for 3D geological hazard identification business platform

系统客户端操作主界面如图 5 所示,功能菜单、目录树与三维操作窗体布局与常用地理信息软件一

致,用户的操作使用习惯可轻易迁移应用至本系统。

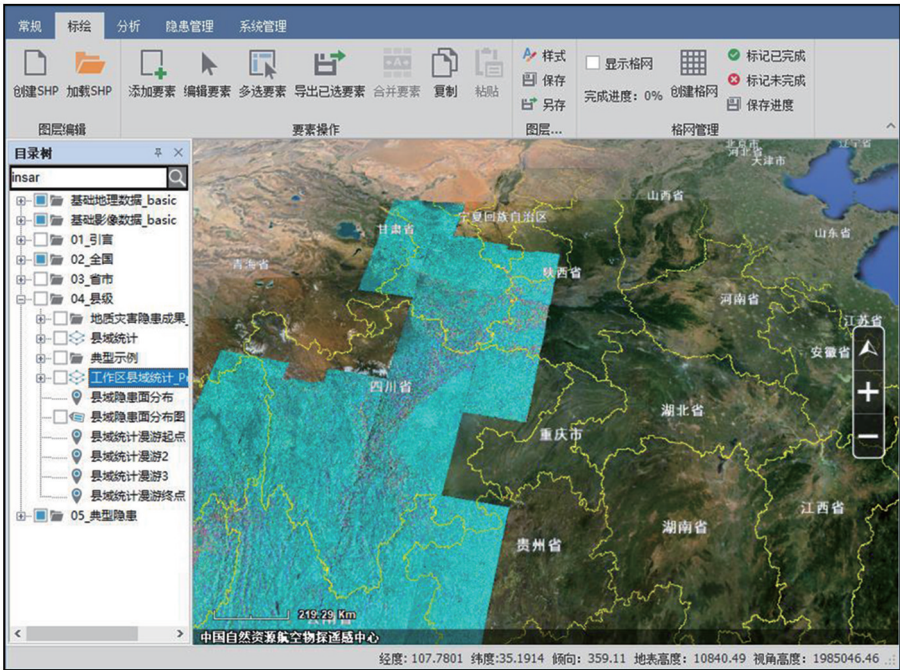


图 5 三维地质灾害隐患识别业务平台客户端主界面

Fig.5 Home screen of 3D geological hazard identification business platform

系统管理员负责数据服务的后台发布与注册,然后以目录树的形式将数据资源提供给系统用户,目录树中可根据不同用户角色或项目组角色分配不

同的访问权限,用户可右键所需数据,点击加载图层实现数据的快速加载,无需再进行数据拷贝操作,功能界面如图 6 所示。

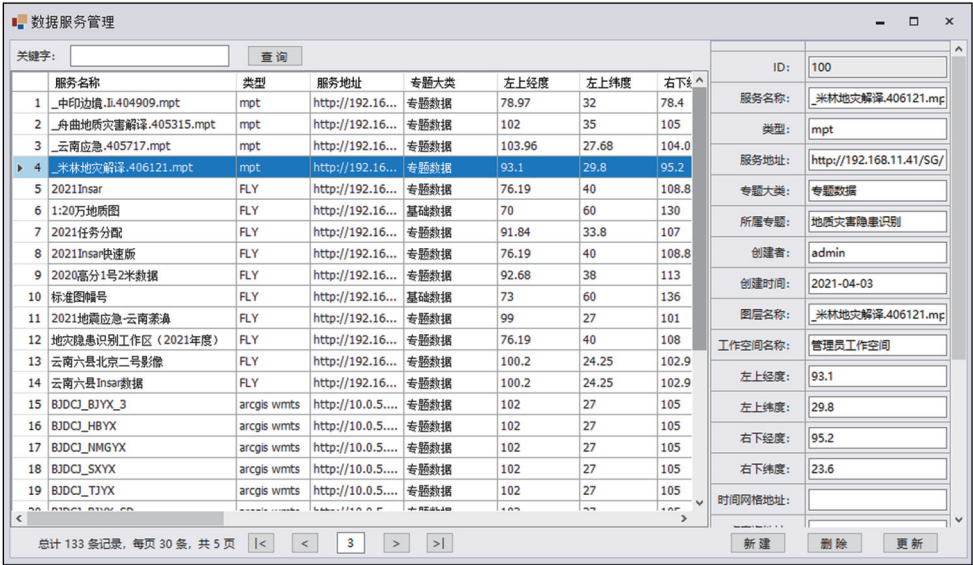
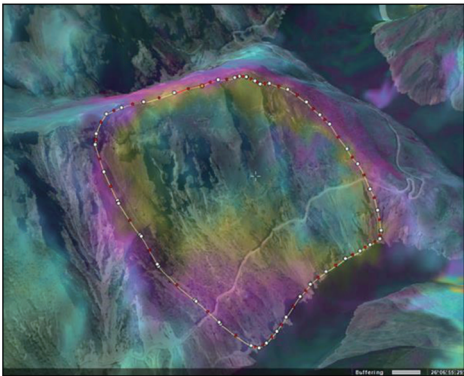


图 6 数据服务资源管理界面

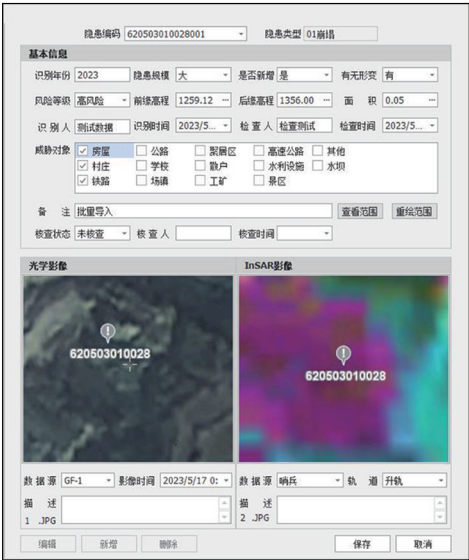
Fig.6 Interface of data resource management model

三维解译标绘提供按照创建图层、标绘要素、录入属性、保存数据的流程完成。其中,创建图层时可利用系统内置的图层属性结构快速创建标准图层,

在录入属性过程中,也提供了标准属性录入界面,类似前后缘高程、隐患面积等信息,可通过系统直接计算填写。功能界面如图 7 所示。



(a) 三维标绘与节点编辑



(b) 属性信息标准化录入

图 7 三维标绘与属性标准化录入

Fig.7 Plotting in 3D scene and standardized input of attribute data

在完成室内隐患识别解译后,需要输出标准的识别记录表,用于野外人员实地验证携带。在功能实现时,首先建立了标准的识别记录表格模板,需要系统自动填写或导出的内容用占位标识符替代,输

出时批量将占位标识符替换为用户已经采集录入的信息,部分字段(如经纬度、截图、日期等)系统将自动填写,实现图表输出功能。输出的隐患识别记录表中包含的主要信息如表 1 所示。

表 1 隐患识别记录表的主要记录内容

Tab.1 Content of hazard identification record form

| 序号 | 填写项    | 占位标识符          | 填写方式 | 格式要求             |
|----|--------|----------------|------|------------------|
| 1  | 隐患编号   | \$ YHBH \$     | 自动填写 | 统一编码规范           |
| 2  | 隐患类型   | \$ YHLX \$     | 自动导出 | 数据字典约束           |
| 3  | 隐患规模   | \$ YHGM \$     | 自动导出 | 数据字典约束           |
| 4  | 中心点经度  | \$ ZXDJD \$    | 自动填写 | 小数点 6 位,单位 度     |
| 5  | 中心点纬度  | \$ ZXDWD \$    | 自动填写 | 小数点 6 位,单位 度     |
| 6  | 地表形变特征 | \$ INSARPIC \$ | 自动截图 | 截图、文字描述          |
| 7  | 光学形态特征 | \$ IMAGEPIC \$ | 自动截图 | 截图、文字描述          |
| 8  | 威胁对象   | \$ WDX \$      | 自动导出 | 数据字典约束           |
| 9  | 风险等级   | \$ FXDJ \$     | 自动导出 | 数据字典约束           |
| 10 | 识别结果   | \$ SBJG \$     | 自动导出 | 数据字典约束           |
| 11 | 识别人    | \$ SBR \$      | 自动填写 | 完整全名             |
| 12 | 识别时间   | \$ SBSJ \$     | 自动填写 | 例,2023 年 5 月 1 日 |
| 13 | 检查人    | \$ JCR \$      | 自动填写 | 完整全名             |
| 14 | 检查时间   | \$ JCSJ \$     | 自动填写 | 例,2023 年 5 月 1 日 |

3.2 系统应用示范

三维地质灾害隐患识别业务平台自 2019 年开始建设,2020 年初投入试运行,支撑了中国自然资源航空物探遥感中心开展我国中西部 394 万 km<sup>2</sup>重点易发区地质灾害隐患识别工作,采取边建设、边应用的做法,持续迭代更新功能模块与数据资源,相继支撑了全国重点易发区与甘肃、云南、四川等省份精细隐患识别和多次应急保障工作。系统依托丰富的数据资源、稳定的运行状态和流畅的三维体验,已经成为面向自然资源系统各级单位、省级地灾隐患识别单位等开展业务交流汇报的重要展示平台,每年汇报展示超过数十次。

4 结论

本文在梳理基于综合遥感技术的地质灾害隐患识别业务需求的基础上,设计系统总体架构和业务流程,对多源数据资源进行科学分类组织和管理发布服务,研发了具备数据资源管理、三维解译标绘、专题数据分析和成果表达输出等功能的三维地质灾害隐患识别业务平台。经过多年的更新完善,系统已经应用到业务人员日常工作中,经受了实际应用验证,达到了系统建设的预期目标。

系统后续仍需不断扩展完善,配合野外核查 APP 的应用,新增核查数据导入导出等功能,集成地物要素自动识别提取等第三方算法,为业务人员快速圈定隐患和承灾体、开展分析评价等提供支撑。

**志谢:**在系统建设与本文撰写过程中,中国自然资源航空物探遥感中心的李建存正高级工程师、葛大庆正高级工程师、郭兆成正高级工程师等提供了指导建议和帮助,在此谨表诚挚谢意!

参考文献 (References):

[1] 刘 斌,葛大庆,王珊珊,等.TOPS 和 ScanSAR 模式 InSAR 在广域地灾隐患识别中的联合应用[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(11):1756-1762.  
Liu B,Ge D Q,Wang S S,et al.Combining application of TOPS and ScanSAR InSAR in large-scale geohazards identification[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2020,45(11):1756-1762.

[2] 葛大庆,戴可人,郭兆成,等.重大地质灾害隐患早期识别中综合遥感应用的思考与建议[J].武汉大学学报(信息科学版),2019,44(7):949-956.  
Ge D Q,Dai K R,Guo Z C,et al.Early identification of serious geological hazards with integrated remote sensing technologies: Thoughts and recommendations [J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2019,44(7):949-956.

[3] 许 强,董秀军,李为乐.基于天-空-地一体化的重大地质灾害隐患早期识别与监测预警[J].武汉大学学报(信息科学版),2019,44(7):957-966.  
Xu Q,Dong X J,Li W L.Integrated space-air-ground early detection,monitoring and warning system for potential catastrophic geohazards[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2019,44(7):957-966.

[4] 童立强,郭兆成.典型滑坡遥感影像特征研究[J].国土资源遥感,2013,25(1):86-92.doi:10.6046/gtzyyg.2013.01.16.  
Tong L Q,Guo Z C.A study of remote sensing image features of typical landslides [J].Remote Sensing for Land and Resources,2013,25(1):86-92.doi:10.6046/gtzyyg.2013.01.16.

[5] 童立强.“5·12”汶川大地震极重灾区地震堰塞湖应急遥感调查[J].国土资源遥感,2008,20(3):61-63,112.doi:10.6046/gtzyyg.2008.03.14.  
Tong L Q.Emergency remote sensing investigation of barrier lakes at the quake center area caused by “5·12” Wenchuan strong earthquake[J].Remote Sensing for Land and Resources,2008,20(3):61-63,112.doi:10.6046/gtzyyg.2008.03.14.

[6] 刘春玲,童立强,祁生文,等.喜马拉雅山地区冰川湖溃决灾害隐患遥感调查及影响因素分析[J].国土资源遥感,2016,28(3):110-115.doi:10.6046/gtzyyg.2016.03.18.  
Liu C L,Tong L Q,Qi S W,et al.Remote sensing investigation and

influence factor analysis of glacier lake outburst potential in the Himalayas[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2016, 28 (3): 110–115. doi: 10.6046/gtzyyg.2016.03.18.

[7] 童立强, 张晓坤, 李 曼, 等. “6·28” 关岭滑坡特大地质灾害应急遥感调查研究[J]. 国土资源遥感, 2010, 22(3): 65–68. doi: 10.6046/gtzyyg.2010.03.14.

Tong L Q, Zhang X K, Li M, et al. Emergency remote sensing research on superlarge geological disasters caused by “6·28” Guanling landslide[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2010, 22(3): 65–68. doi: 10.6046/gtzyyg.2010.03.14.

[8] 周 伟, 黄 炜, 王彦佐, 等. 资源一号 02C 卫星数据管理与服务系统研建[J]. 国土资源遥感, 2014, 26(1): 179–185. doi: 10.6046/gtzyyg.2014.01.30.

Zhou W, Huang W, Wang Y Z, et al. Tentative construction of satellite data management and service system for ZY-1 02C[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2014, 26(1): 179–185. doi: 10.6046/gtzyyg.2014.01.30.

[9] 王彦佐, 周 伟, 冯 磊. 内存数据库在 ZY1-02C 海量数据空间检索中的应用[J]. 国土资源遥感, 2018, 30(1): 238–242. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.01.33.

Wang Y Z, Zhou W, Feng L. Application of main memory database to spatial query of mass ZY1-02C data[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(1): 238–242. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.01.33.

[10] 随欣欣, 眭素文, 刘 锟. 面向遥感业务应用的解译成果数据管理系统研究和构建[J]. 国土资源遥感, 2018, 30(3): 238–243. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.03.32.

Sui X X, Sui S W, Liu K. Research and construction of interpretation result data management system toward remote sensing application[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(3): 238–243. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.03.32.

[11] 随欣欣, 眭素文. 基于 MapGIS 和 ArcGIS 的遥感解译成果图件数据库设计与实现[J]. 国土资源遥感, 2018, 30(4): 218–224. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.04.33.

Sui X X, Sui S W. Design and implementation of remote sensing interpretation map database based on MapGIS and ArcGIS[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2018, 30(4): 218–224. doi: 10.6046/gtzyyg.2018.04.33.

[12] 郭兆成, 周成虎, 孙晓宇, 等. 汶川地震触发崩滑地质灾害空间分布及影响因素[J]. 地学前缘, 2010, 17(5): 234–242.

Guo Z C, Zhou C H, Sun X Y, et al. The distribution of landslide triggered by Wenchuan earthquake and its causative factors[J]. Earth Science Frontiers, 2010, 17(5): 234–242.

[13] 侯兴泽, 蒋大鹏, 徐 健, 等. 三维 GIS 在地质灾害隐患防治中的应用研究[J]. 测绘, 2020, 43(2): 63–67.

Hou X Z, Jiang D P, Xu J, et al. Research on the application of 3D GIS in geological hazard prevention and control[J]. Surveying and Mapping, 2020, 43(2): 63–67.

[14] 王 轶, 张晓坤, 童立强. 三峡库区遥感三维立体仿真系统及其应用[J]. 遥感信息, 2012, 27(4): 40–43.

Wang Y, Zhang X K, Tong L Q. Development and application of a 3D simulation system based on remotely sensed information within Three Gorges Reservoir area[J]. Remote Sensing Information, 2012, 27(4): 40–43.

[15] 乌云其格, 马维峰, 张时忠, 等. 基于三维的地质灾害遥感解译标志管理系统设计与实现[J]. 国土资源遥感, 2012, 24(2): 148–151. doi: 10.6046/gtzyyg.2012.02.27.

Wu Y, Ma W F, Zhang S Z, et al. The design and development of the interpreting marks management system for geological disasters based on 3D[J]. Remote Sensing for Land and Resources, 2012, 24(2): 148–151. doi: 10.6046/gtzyyg.2012.02.27.

## Development and application of 3D geological hazard identification information platform

FENG Lei, WANG Yi, LI Wenji, WANG Yanzuo, ZHENG Xiangxiang, WANG Shanshan, ZHANG Ling  
(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Natural Resource, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In recent years, geological hazard identification based on integrated remote sensing has been widely carried out, featuring wide surveyed areas, high time pressure, and heavy tasks. To meet the demand for the effective utilization of multi-source remote sensing data, multi-person collaboration, and quick result integration, along with the requirements of geological hazard identification tools, this study established a 3D geological hazard identification information platform. This platform, adopting a C/S architecture, allows for the effective organization and management of multi-source optical and radar remote sensing data, vector data, and 3D models and possesses functions such as the loading of multi-source data, multi-person collaboration, quick interpretations and identification, and result expression and output. This platform has successively supported fine-scale identification of hidden hazards and multiple emergency security efforts in national key areas with high geologic hazard susceptibility, such as Gansu, Yunnan, and Sichuan provinces. The application results indicate that this platform allows for rapid data supply and assists in improving work efficiency.

**Keywords:** geological hazard identification; remote sensing interpretation; 3D GIS platform; multi-source data management