

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 and 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. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2019.02.037.]

# 灾害数据管理技术与平台进展及其面临的需求研究<sup>\*</sup>

王艳杰<sup>1,2</sup>, 王卷乐<sup>1,3</sup>, 卜坤<sup>4</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所 资源与环境信息系统国家重点实验室, 北京 100101;  
2. 中国矿业大学(北京) 地球科学与测绘工程学院, 北京 100083; 3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同中心,  
江苏 南京 210023; 4. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130102)

**摘要:** 自然灾害对人类生存和可持续发展带来严重威胁, 成为全球各国面临的共同挑战。作为最重要的支撑条件之一, 灾害数据的管理及平台建设是防灾减灾科学研究和实际应用的根本保障。该文对当前灾害数据获取、集成、共享服务和可视化等灾害数据管理技术及国内外灾害数据平台的进展进行综述, 分析了其存在的不足, 指出了灾害数据平台发展五个方面的主要需求, 具体包括: ①灾害数据分类编码与统一标准; ②基于元数据的灾害数据发现与平台间关联访问; ③多类型灾害数据集成与可视化; ④灾害数据服务多样化与用户在线协同; ⑤面向重点区域的灾害数据资源汇聚。

**关键词:** 自然灾害; 数据共享; 数据管理; 共享平台; 防灾减灾

**中图分类号:** X43; P208; X915.5   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1000–811X(2019)02–0205–06  
doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2019.02.037

近年来, 频发的自然灾害给人类社会造成了巨大的生命和财产损失, 防灾减灾已成为世界各国面临的共同挑战<sup>[1–2]</sup>。在 2005–2015 年的 10 年间, 灾害造成 70 多万人丧生、140 多万人受伤和约 2 300 万人无家可归, 超过 15 亿人受到灾害的各种影响, 经济损失总额超过 1.3 万亿美元<sup>[3]</sup>。中国是世界上发生自然灾害最普遍和严重的国家之一, “十二五”期间(2011–2015 年), 自然灾害年均造成 3.1 亿人次受灾, 因灾死亡失踪 1 500 余人, 紧急转移安置 900 多万人次, 直接经济损失 3 800 多亿元; 2016 年各类自然灾害造成全国近 1.9 亿人次受灾, 1 700 余人死亡失踪, 910.1 万人次紧急转移安置, 直接经济损失 5 032.9 亿元<sup>[4–5]</sup>。

灾害数据在灾害发生的各个阶段都起着至关重要的作用<sup>[6]</sup>, 是防灾减灾最重要的基础支撑条件之一。根据灾害系统理论, 灾害数据可划分为: 致灾因子数据、孕灾环境数据、承灾体数据和灾情数据<sup>[7]</sup>。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相关的数据, 承灾体通常可分

为人和财产资源两类; 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<sup>[8]</sup>。丰富的自然灾害数据可为更高效地灾害监测预警、应急响应、风险评估和救灾决策提供充足有效的信息, 充分利用灾害数据提升灾害管理能力成为防灾减灾的迫切需求<sup>[9–12]</sup>。

当前, 3S 技术、数据存储技术、数据库技术、互联网技术、移动通讯技术等飞速发展, 以及云计算、大数据和非关系型数据库(NoSQL)等方面的研究进展<sup>[13]</sup>, 使得灾害数据获取和处理手段不断提高, 带来了其在信息时代的新特点, 如海量性、多源性、异构性、多尺度、多分辨率、多时空属性等。对多类型、多属性的灾害数据进行高效地整合集成与管理成为面临的重大挑战。建立灾害数据共享平台, 对获取的各类灾害数据进行集成管理及共享服务<sup>[14]</sup>, 最大化实现灾害数据的共享价值, 对于防灾减灾工作是至关重要的。本文围绕灾害科学数据共享, 对当前灾害数据获取、集成管理、共享服务和可视化等技术及国内外灾害数据平台进展进行调研, 总结现有灾害数据平台的不足, 并分析指出了其发展的主要需求。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2018–12–10   修回日期: 2019–01–15

基金项目: 科技部国家科技基础资源调查专项(2018FY100500); 中国工程院防灾减灾知识中心建设项目(CKCEST–2018–2–8); 中国科学院“十三五”信息化专项科学大数据工程项目(XXH13505–07)

第一作者简介: 王艳杰(1995–), 男, 河南开封人, 硕士研究生, 主要从事灾害数据管理研究. E-mail: wangyanjie@reis.ac.cn

通讯作者: 王卷乐(1976–), 男, 河南洛阳人, 博士, 研究员, 主要从事资源环境科学数据集成与共享研究.

E-mail: wangjl@igsrr.ac.cn

## 1 灾害数据管理技术研究进展

### 1.1 灾害数据获取技术

遥感技术可应用于自然灾害调查、监测、预警、评估的全过程,具备宏观性强、时效性好、信息量丰富和非接触性等优点,在大范围、区域性的灾害监测或调查中具有显著优势。近年来,遥感技术已形成高光谱、高空间分辨率、全天时、全天候、实时/准实时的对地观测能力,成为灾害信息获取中不可或缺的先进技术手段<sup>[15-17]</sup>。基于遥感影像数据,结合地形数据,可开展研究区域内孕灾环境条件的解译和分析,进而获取全域和重点灾害点不同空间尺度的孕灾与成灾环境背景数据与资料。

无人机低空摄影测量是以无人机为飞行平台搭载传感器设备获取地面信息的遥感测量方式,具有机动性强、获取数据快速的特点。无人机低空摄影测量系统可以灵活快速地获取高分辨率、大比例尺和高现势性的遥感影像,克服卫星遥感和航空摄影测量因云层遮挡而带来的障碍<sup>[18-19]</sup>。对于人力难以到达现场且具有重大威胁的冰川、冰湖、滑坡、泥石流、堰塞湖等灾害点,无人机航拍技术具有显著优势。

移动 GIS (Mobile GIS) 技术综合运用了 GPS 精确定位技术、便携移动设备、移动通讯技术和 GIS 的空间信息处理能力,使系统能够实时地获取、存储、处理、分析和显示地理相关信息,获得第一手数据资料<sup>[20-21]</sup>。徐锡珍<sup>[21]</sup>基于 Mobile GIS 技术,设计了灾情数据采集终端软件“应急通”,实现包括文本、图片、音频、xml 表单等多种格式的灾害数据采集。杨旭东等<sup>[22]</sup>基于移动 3S 技术研发的地质灾害野外调查数据采集系统,实现了地质灾害野外调查定点、填表、实体勾绘、平剖面图绘制、拍照、路线采集等工作全流程信息化。

### 1.2 灾害数据集成管理技术

早期的灾害管理系统利用关系型数据结构存储,主要用于灾害伤亡人数、倒损房屋、财产损失等灾情数据库<sup>[23-24]</sup>。此阶段的灾害信息管理系统主要是面向灾害数据对象类型单一的固定数据源,因此数据以“E-R”表形式统一存储于 MySQL, SQL Server 等关系型数据库中。

随着地理信息系统 (GIS) 以及 WebGIS 技术的发展,带有时空索引的空间数据库引擎如 ESRI 公司的 ArcSDE、Oracle 公司的 Oracle Spatial 以及加州大学伯克利分校研发的 PostgreSQL&PostGIS 产品,逐渐成为灾害信息管理的主要平台。S. Balbo 等<sup>[25]</sup>基于开源地理空间数据共享管理平台 GeoNode 开发了名为 MASDAP 的灾害数据共享平台,

该平台采用 PostgreSQL& PostGIS 进行数据管理,并通过开源地图服务平台 GeoServer 实现 Web 地图发布。严丽军<sup>[2]</sup>利用 Oracle Spatial 空间数据库技术,实现自然灾害灾情空间数据与属性数据的统一存储,采用数据仓库技术高效地实现了多源灾害数据的整合和管理。黄健等<sup>[26]</sup>运用 ArcGIS Server、ArcSDE for Oracle、Oracle 数据库及 ASP.NET 开发技术,设计了基于网络的地质灾害信息管理系统 (WIMS)。

随后以 MongoDB、Redis、HBase 等为代表的非关系型分布式数据库快速发展。借助开源空间数据服务引擎,灾害信息系统实现了信息发布与共享以及在线分析制图等功能<sup>[27]</sup>。NoSQL 在多源异构灾害数据的存储管理中具有显著优势,其采用键值对 (key-value) 形式、图片形式、文档形式等多种存储格式,较之关系型数据库更为丰富多样,且易于扩展。牛千等<sup>[28]</sup>研究了基于 MongoDB 的分布式地质灾害数据存储策略。Grolinger K 等<sup>[13]</sup>研究了采用关系数据库和 NoSQL 数据库相结合对海量异构灾害数据进行存储管理的方式。

GML (Geography Markup Language) 是空间数据建模标准规范的简称。基于 GML 设计转换接口,通过模型抽取、数据抽取和数据转换把异构数据转换到统一的 GML 文档,可以消除空间数据的异构性。江卫东<sup>[29]</sup>、王惠芬<sup>[30]</sup>、尹志华<sup>[31]</sup>等先后研究设计了基于 GML 的多源异构空间数据集成模型。冷小鹏<sup>[32]</sup>提出了地质灾害标记语言 GHML,用于对空间数据、属性数据、专题数据及数据服务等组织管理与描述,实现客户端平台的数据汇聚。廖永丰等<sup>[33]</sup>采用 GeoSOT 全球剖分网格模型,提出了基于“空间面片”统一组织管理多元灾害信息数据的方法。梁庆发等<sup>[34]</sup>设计了多源异构数据的目录树节点工具,实现了对各类型数据读取、加载、入库、提取、分析、符号化与出图等功能。汪宙峰<sup>[35]</sup>引入地灾本体论的思想,设计了地灾本体空间数据库模型,提出基于地灾本体分类的多源异构地灾信息的集成方法。

### 1.3 灾害数据共享服务与可视化技术

ZHAO Q Z 等<sup>[36]</sup>研究提出了基于 Web service 和面向服务的构架 SOA 的面向多种自然灾害和突发公共安全事件的应急管理系统体系结构。黄亮<sup>[37]</sup>利用 Ajax 技术、Web Service 技术,在 Visual Studio 2010 环境下进行了地质灾害管理信息系统的开发实践。王倩<sup>[8]</sup>提出了以地理框架数据为载体,基于统一地理编码整合各类灾害数据的方法,实现了不同部门异构灾害数据共享。汪宙峰等<sup>[38]</sup>通过 SOA 技术和 GeoWeb2.0 技术实现地灾服务架构,设计开发了共享服务平台。陈宇达等<sup>[39]</sup>提出了一个通过整合 WebGIS、Ajax、ESML 和数据网格技术来实现地质灾害数据共享和互操作的平台模

型。张文江<sup>[40]</sup>提出了一种基于代理的用户数据视图的数据共享技术,统一结构化数据和非结构化数据为一致的用户数据视图,实现地质灾害数据的安全共享。

可视化在信息世界中占有关键的地位,而地理信息的区域差异性决定了地理信息可视化的多样性<sup>[41]</sup>。WebGIS 是传统 GIS 技术在网络技术上的延伸和发展,它既具有传统的 GIS 功能,又能实现网络环境下的空间信息发布、共享和协作交流,具有客户访问范围广、可扩展性和跨平台性、互操作性和分布性等优势<sup>[37,42]</sup>。RIA (Rich Internet Application) 是一种新的 Web 应用程序概念,它能够丰富的应用服务与表现力、交互性强的客户端结合在一起,解决传统 WebGIS 的一些弊端。实现 RIA 的主流技术有 Ajax、Flex、Silverlight 等。张明锋<sup>[43]</sup>研究了基于 RIA 的 Flex 技术的台风灾害数据时空可视化表达,基于 ArcGIS Server 构建了台风灾害信息时空可视化显示平台。李楠楠<sup>[44]</sup>应用 Virtual Globe 技术和 SOA 模型,构建了一个地质灾害监测预警三维可视化数据集成框架,实现地质灾害数据的三维可视化显示。李艳<sup>[45]</sup>研究了基于灾害符号的地震灾情信息可视化方法,构建虚拟地震灾害场景与灾害符号协同表达,实现可视化服务。

## 2 灾害数据平台建设进展

### 2.1 国际灾害数据平台

联合国灾害管理与应急响应空间信息平台(<http://www.un-spider.org>)设有“Links and Resources”栏,汇聚了包括美国国家航空航天局(NASA)、美国海洋和大气管理局(NOAA)、美国地质勘探局(USGS)等多个机构的灾害数据链接及软件工具链接。国际山地综合发展中心(ICIMOD, <http://www.icimod.org>)是一个跨区域的政府间知识共享中心,为兴都库什喜马拉雅地区的八个成员国,阿富汗、孟加拉国、不丹、中国、印度、缅甸、尼泊尔和巴基斯坦提供服务,内容包括历史自然灾害相关信息及科研文献。USGS 地震数据库(<https://earthquake.usgs.gov>)记录了全球所发生的地震灾害事件及相关数据,提供部分数据资源下载。EM-DAT(<https://www.emdat.be>)是在世界卫生组织和比利时政府的支持下创建的历史灾害数据库,记载有1900年至今世界上22 000多起大规模灾害发生和影响的基本核心数据,用户可以免费下载灾害相关文献资料。火灾信息资源管理系统(<https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>)提供 NASA 地球观测数据中的火灾数据浏览与下载。全球减灾与恢复设施(<https://www.gfdr.org/en>)是一个帮助发展

中国家更好地了解和减少面对自然灾害和气候变化脆弱性的国际组织,为脆弱国家提供技术援助、能力建设和分析工作,以帮助提高恢复力和减少风险。PREVIEW 全球风险数据平台(<http://preview.grid.unep.ch/>)共享有关全球自然灾害风险的空间数据信息,包括历史灾害数据和自然灾害风险指数数据。平台按灾害类型对数据进行可视化处理,并允许用户下载和提取。GAR 数据风险平台(<https://risk.preventionweb.net/>)共享有关全球自然灾害风险的空间数据信息,平台主要以可视化的方式,对全球各类灾害数据进行展示,并提供数据下载。

### 2.2 国内行业部门灾害数据平台

国家减灾委主办的国家减灾网(<http://www.jianzai.gov.cn>),建有灾害遥感专题平台,提供灾情分布、灾害监测、应急监测等遥感影像数据的可视化浏览。中国地震台网中心建立有地震台网平台(<http://news.ceic.ac.cn>),实时更新地震灾害数据,并以谷歌地图、百度地图和天地图为底图对数据进行可视化展示。2002 年启动的地震科学数据共享项目,建立了集数据整合、共享服务功能于一体的地震科学数据共享平台(<http://data.earthquake.cn>),平台数据按地震探测、地震监测、地震调查、地震实验等分类。中国地震局建立的中国地震科普网(<http://www.dizhen.ac.cn>)以视频、图片等多媒体方式提供实时地震灾害信息及知识科普。中国地质调查局建有地质云平台(<http://geocloud.cgs.gov.cn>),设有地质灾害图件栏目,平台全部资源按图件、科普资料、地质资料、出版物、标准、专利软件等分类共享。水利部建有全国水雨情信息平台(<http://xxfb.hydroinfo.gov.cn>),平台提供有全国热点水情图,对洪水、干旱、台风、暴雨等灾害信息实时更新及可视化展示,并设有水情查询栏目,用户可对大江大河、大型水库、重点雨水情等信息进行搜索查看。中国气象局主办的中国兴农网(<http://zhfy.xn121.com>)设立有灾害预防专栏,提供实时气象灾害信息和气象灾害预警。水利部建有防汛防台知识专栏(<http://www.mwr.gov.cn/szs/fxftzl>),为用户提供与洪水和台风灾害相关的知识科普。

### 2.3 国内灾害知识服务专业平台

中国工程院下设有国际工程科技知识中心(IKCEST)和中国工程科技知识中心(CKCEST),分别建立有与灾害相关的知识服务平台。国际工程科技知识中心建有防灾减灾知识服务平台(<http://dr.ikcest.org>)<sup>[46-47]</sup>,平台持续集成整合中国及周边国家地震、洪水、干旱等自然灾害相关的数据资源,为用户提供数据在线浏览与下载及实时灾害信息和历史灾害事件可视化、防灾减灾经验分享等各类专题应用服务。中国工程科技知

识中心下建有地震科学专业知识服务系统、地质专业知识服务系统和气象科学专业知识服务系统。地震科学专业知识服务系统(<http://earthquake.ckcest.cn>)汇集整理地震相关文献资料及地震科学数据,为用户提供数据浏览下载及地震知识科普等服务。地质专业知识服务系统下有地质灾害知识服务应用平台(<http://geohazard.geol.ckcest.cn>),平台对地质灾害数据进行了可视化,用户可以自定义年份、地区、地质灾害类别进行检索浏览。气象科学专业知识服务系统(<http://meteor.ckcest.cn>)汇聚气象领域基础资料、服务产品、标准规范、前沿资讯、科技文献、领域专家、科普百科等数据资源,为用户提供一带一路气象、暴雨灾害、干旱灾害、台风灾害等专题数据访问与服务。

#### 2.4 政府综合性数据平台

European Data Portal(<https://www.european-dataportal.eu>)获取欧洲国家公共数据门户上的公共部门信息元数据,平台共收集有超过 84.3 万个数据集的元数据信息,其中与灾害(disaster and hazard)相关的数据集(2 927)占比约为 0.3%。Australia Government Data Portal(<https://data.gov.au>)发布来自于澳大利亚各级政府的公共数据,平台目前有超过 3 万个数据集,其中与灾害相关的数据集(384)占比约为 1%。America Government Data Portal(<https://www.data.gov>)发布来自美国政府的公共数据,平台目前收集有约 30.3 万个数据集,其中与灾害相关的数据集(10978)占比约为 3%。综合来说,国家政府综合性数据平台中灾害数据量占比非常小,灾害数据资源不够丰富。

### 3 灾害数据平台未来发展需求

#### 3.1 当前灾害数据平台的不足

基于上文对灾害数据管理技术及灾害数据平台的调研分析,指出当前灾害数据平台存在的以下几类问题:

(1)数据平台灾种单一。如我国相关行业部门建立的地震、地质灾害、水雨情等平台,均只针对某一类特定灾害,此类数据平台通常数据较为详实,但不涉及其他灾种。

(2)扩展性和互操作性较弱。已有灾害数据平台都是相互独立的,无法进行平台间关联访问以实现真正意义上的灾害信息共享。

(3)各类型灾害数据关联及可视化程度不足。现有平台未做到基于位置的集成关联,同时对数据的可视化程度不够,用户无法快速且清楚地获取某一地点或某次灾害事件相关的全部信息。

(4)缺少面向跨国区域的灾害数据平台。我国行业部门建立的灾害数据平台多为面向国内,目

前缺少面向国际视野和跨国典型区域的灾害数据平台,如 ICIMOD。

(5)数据资源不够丰富且不便获取。部分数据平台仅提供灾情信息、科普知识或灾害遥感影像等,而不提供文献资料、工具模型以及知识加工产品等资源,且部分网站资源不便于用户下载与获取。

#### 3.2 数据平台发展需求

针对当前灾害数据平台的不足,对未来发展指出以下几点需求:

##### (1)灾害数据分类编码与统一标准

平台需针对各类孕灾环境数据、灾害监测数据、灾害分布及风险评估等数据资源制定分类体系,并设计全球唯一编码,实现灾害数据资源的永久标识。可采用混合编码方式,综合运用链式编码与树式编码,以“主码+扩展码”的模式对灾害数据进行编码<sup>[48]</sup>。平台须制定数据标准,规范化约束汇聚数据的质量,集成到平台中的各类数据资源要有对应的元数据、资源实体、说明文档、缩略图等信息。为满足数据的实时动态更新,平台需开发时空数据导入接口,实现灾害数据在线汇聚,允许相关科研人员或公众用户随时随地在线提交数据。

##### (2)基于元数据的灾害数据发现与平台间关联访问

元数据是公认的适合描述数据资源的数据,有助于发现和管理数据<sup>[49]</sup>。平台基于元数据对灾害数据进行管理,需制定具有扩展能力,且与国际灾害元数据标准格式兼容的元数据标准,基于元数据标准对汇聚的各类灾害数据建立相应的元数据<sup>[47]</sup>。开发灾害元数据管理系统对元数据注册入库、审核发布、目录检索、浏览展示以及维护更新等,从而实现元数据对数据集实体的在线导航和关联,满足由元数据到数据实体的一站式访问和获取。基于元数据进行独立灾害数据平台之间的关联访问与互操作是当下亟待解决的问题。利用开源元数据目录工具 pycsw 设计灾害元数据管理系统,针对不同灾害数据平台开发相应的元数据接口,实现元数据被动获取或主动收割,建立海量灾害元数据库,从而实现灾害数据平台的关联访问,是一个具有较大潜力的解决方案。

##### (3)多类型灾害数据集成与可视化

灾害数据平台需解决多种灾害数据零散分布,无法基于地理位置关联的问题,并为用户提供灾害数据的可视化服务。WebGIS 技术可为上述问题提供良好的解决方案。利用 WebGIS 技术,融合地理实体数据、地名地址数据、地图数据、遥感影像数据、高程数据等作为地理框架数据,搭载孕灾环境数据、社会经济统计数据及多媒体数据等多类型灾害数据,通过统一地理编码实现基于位置的关联<sup>[8,50]</sup>,建立在线可视化环境,对灾害数据进行可视化展示,实现在一个 Web 地图界面中追

溯到任意时空的全部灾害资料信息。

#### (4) 数据服务多样化与用户在线协同

科学数据具有科学价值、社会价值和经济价值,应该让它进行交流和共享才能充分体现它的价值和效益<sup>[51]</sup>。灾害数据平台不应只是存储数据,需为用户提供多样化的服务,如数据资源、数据产品的在线可视化浏览与离线下载,数据定制与加工,工具模型的调用等,同时简化用户获取数据的流程,提供下载链接,做到真正便利地共享数据。灾害数据平台应面向数据生产和提供者、数据平台管理者、数据应用者等多用户角色,开发在线交流模块,解决用户间或用户与数据提供者无法进行直接交流的问题。基于 Ajax 技术开发 web 在线交流平台,使各类用户(包括数据生产者、数据使用者和数据管理者等)以在线讨论的方式进行异地交流与互动研讨。

#### (5) 面向重点区域的灾害数据资源汇聚

自然灾害分布特征因区域而异,需针对重点研究区域内灾害的特点建立灾害数据平台。以“一带一路”沿线为例,“一带一路”倡议是我国的重要国家战略,其建设受到自然灾害的严重威胁,六大经济走廊面临的主要灾害有<sup>[12]</sup>:①中蒙俄经济走廊:地震、滑坡、洪水、泥石流;②新亚欧大陆桥:地震、滑坡、洪水;③中国-中亚-西亚经济走廊:地震、滑坡、洪水;④中国-中南半岛经济走廊:地震、滑坡、洪水;⑤中巴经济走廊:滑坡、泥石流、冰湖溃决洪水、地震;⑥孟中印缅经济走廊:洪水、地震、滑坡。各经济走廊建设面临的灾害存在差异,亟需建立相应的灾害数据共享平台,整合集成各类灾害数据资源,为“一带一路”区域灾害科学研究及走廊建设提供支撑。

## 4 结 论

本文综述了灾害数据获取、集成管理、共享服务和可视化等技术的研究进展,并对当前国内国际已建的灾害数据平台做了调研,分析了灾害数据平台存在的不足,具体包括数据平台灾种单一、扩展与互操作性弱、多类型灾害数据集成和可视化程度不足、缺少面向跨国区域的灾害数据平台、平台数据资源不丰富且不便获取等方面。基于不足,指出了平台未来发展五个方面的主要需求。

## 参考文献:

- [1] Rodriguez J, Vitoriano B, Montero J. A natural-disaster management DSS for humanitarian non-Governmental organisations[J]. Knowledge-Based Systems, 2010, 23(1): 17-22.
- [2] 严丽军. 自然灾害的灾情信息集成:理论与实证研究[D]. 上海:上海师范大学,2016.
- [3] Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030[J]. International Journal of Disaster Risk Science, 2015, 6(2): 210-233.
- [4] 国家减灾委员会办公室. “十二五”时期中国的减灾行动[Z]. 北京:国家减灾委办公室,2016.
- [5] 国家减灾委办公室. 2016年中国自然灾害图集[M]. 北京:中国地图出版社,2018.
- [6] Kayi A, Erdogan M, Yilmaz A. The role of national and international geospatial data sources in the management of natural disasters[J]. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2014, XL(8): 47-51.
- [7] 范一大. 综合减灾地理空间信息共享探讨[J]. 中国减灾, 2004(3): 49-50.
- [8] 王倩. 我国自然灾害管理体制与灾害信息共享模型研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2010.
- [9] Arslan M, Roxin A M, Cruz C, et al. A Review on Applications of Big Data for Disaster Management[C]// International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems. IEEE Computer Society, 2005: 370-375.
- [10] Wirtz A, Kron W, Löw P, et al. The need for data: natural disasters and the challenges of database management[J]. Natural Hazards, 2014, 70(1): 135-157.
- [11] 仇林遥. 面向自然灾害应急任务的时空数据智能聚合方法[D]. 武汉:武汉大学,2017.
- [12] LEI Yu, CUI Peng, Amar Deep REGMI, et al. An international program on Silk Road Disaster Risk Reduction—a Belt and Road initiative (2016-2020)[J]. Journal of Mountain Science, 2018, 15(7): 1383-1396, 1617-1618.
- [13] Grolinger K, Capretz M A M, Mezghani E, et al. Knowledge as a Service Framework for Disaster Data Management[C]// IEEE, International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises. IEEE, 2013: 313-318.
- [14] Poorazizi M, Hunter A, Steiniger S. A volunteered geographic information framework to enable bottom-Up disaster management platforms[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2015, 4(3): 1389-1422.
- [15] 吕晓芳. 遥感技术在地质灾害监测中的应用[J]. 建材与装饰, 2018(2): 223-224.
- [16] 谢慧芬. 遥感技术在地质灾害监测和治理中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2011, 34(3): 242-243, 247.
- [17] 王福涛, 王世新, 周艺, 等. 高分辨率多光谱的芦山地震次生地质灾害遥感监测与评估[J]. 光谱学与光谱分析, 2016, 36(1): 181-185.
- [18] 肖波, 朱兰艳, 黎剑, 等. 无人机低空摄影测量系统在地质灾害应急中的应用研究——以云南洱源特大山洪泥石流为例[J]. 价值工程, 2013, 32(4): 281-282.
- [19] 邓晓斌. 无人机摄影测量在地质灾害应急测绘保障中的应用[J]. 建材与装饰, 2017(45): 188-189.
- [20] 张海涛. 移动 GIS 的地理空间信息分发和可视化[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(3): 67-68, 108.
- [21] 徐锡珍. Mobile GIS 技术在灾害数据采集中的应用[J]. 国际地震动态, 2011(5): 33-38.
- [22] 杨旭东, 李媛, 佟彬, 等. 基于移动 3S 技术的地质灾害野外调查数据采集系统设计与实现[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2016, 27(4): 93-96, 113.
- [23] Below R, Vos F, Guha-Sapir D. Moving towards harmonization of disaster data: a study of six Asian databases[M]. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2010.
- [24] 刘耀龙, 许世远, 王军等. 国内外灾害数据信息共享现状研究[J]. 灾害学, 2008, 23(3): 109-113, 118.
- [25] Balbo S, Boccardo P, Dalmasso S, et al. A public platform for geospatial data sharing for disaster risk management[J]. 2014, 1

- (5): 189–195.
- [26] 黄健, 巨能攀, 何朝阳等. 基于 WebGIS 的汶川地震次生地质灾害信息管理系统[J]. 山地学报, 2012, 30(3): 355–360.
- [27] Pirotti F, Guarnieri A, Vettore A. Collaborative Web-GIS design: A case study for road risk analysis and monitoring[J]. Transactions in GIS, 2011, 15(2): 213–226.
- [28] 牛千, 唐亚明, 王佳运. 基于 MongoDB 的分布式地质灾害数据存储策略[J]. 城市地理, 2017(20): 80.
- [29] 江卫东, 夏士雄, 夏战国. 基于 GML 的多源异构空间数据集成研究[J]. 计算机工程与设计, 2007(14): 3310–3311, 3356.
- [30] 王惠芬, 王志红, 韩立钦. 基于 GML 的多源异构空间数据集成系统的研究与设计[J]. 测绘标准化, 2010, 26(3): 8–9.
- [31] 尹志华, 唐斌. 多源异构空间数据集成模型的研究[J]. 测绘科学, 2011, 36(2): 162–164.
- [32] 冷小鹏. 基于 G/S 模式的三维地质灾害信息管理平台研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2012.
- [33] 廖永丰, 李博, 吕雪峰等. 基于 GeoSOT 编码的多元灾害数据一体化组织管理方法研究[J]. 地理与地理信息科学, 2013, 29(5): 36–40.
- [34] 梁庆发, 梁志宇, 郑国珊. 基于 GIS 的多源异构数据整合方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, 38(6): 144–146.
- [35] 汪宙峰. 地质灾害空间信息共享平台关键技术研究及应用[D]. 成都: 成都理工大学, 2011.
- [36] ZHAO Q Z, ZHENG X R, LI W, et al. Framework Design of Natural Disasters and Emergency Management System Oriented to Region[C]// Fifth International Conference on Geo-Information Technologies for Natural Disaster Management. IEEE, 2014: 108–113.
- [37] 黄亮. 基于开源的 WebGIS 地质灾害管理信息系统开发[D]. 西安: 长安大学, 2015.
- [38] 汪宙峰, 何政伟, 李敏, 等. 面向服务的地质灾害空间数据共享技术研究[J]. 长江科学院院报, 2011, 28(3): 72–74, 80.
- [39] 陈宇达, 汪新庆, 刘艳梅, 等. 地质灾害数据共享平台下共享和互操作的研究[J]. 环境科学与管理, 2007(6): 185–189.
- [40] 张文江. 地质灾害数据集成关键技术研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2013.
- [41] 杜孙稳, 张锦, 邓增兵, 等. 地基于干涉雷达地面灾害监测数据可视化方法[J]. 测绘科学, 2018(2): 1–8.
- [42] 李治洪. WebGIS 原理与实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [43] 张明锋, 薛章斌. 基于 FLEX 技术的台风灾害数据时空可视化表达[J]. 海峡科学, 2011(6): 32–34.
- [44] 李楠楠, 张时忠. 基于 Virtual Globe 的地质灾害监测数据集集成及可视化[J]. 地质科技情报, 2011, 30(5): 139–142.
- [45] 李艳. 符号化与真实感协同的地震灾情信息可视化方法[D]. 成都: 西南交通大学, 2018.
- [46] 韩雪华, 王卷乐, 卜坤, 等. 基于 Web 文本的灾害事件信息获取进展[J]. 地球信息科学学报, 2018, 20(8): 1037–1046.
- [47] 王玉洁, 卜坤, 王卷乐. 基于开源 Pycsw 的灾害元数据管理系统设计与原型实现[J]. 科研信息化技术与应用, 2018, 9(2): 60–70.
- [48] 徐敬海, 聂高众, 刘伟庆等. 多源异构地震灾情分类与编码研究[J]. 灾害学, 2010, 25(S1): 286–290.
- [49] 李康荣. 空间地理数据剖分网络协议研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2011.
- [50] 黄蔚, 蒋捷, 王茜. 面向在线服务的地理框架数据体系构建[J]. 地理信息世界, 2011, 9(4): 20–23.
- [51] 孙九林. 科学数据资源与共享[J]. 中国基础科学, 2003(1): 32–35.

## Research on Disaster Data Management Technology and Platform Progress and the Demand it Faces

WANG Yanjie<sup>1,2</sup>, WANG Juanle<sup>1,3</sup> and BU Kun<sup>4</sup>

(1. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information System, Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2. China University of Mining & Technology, Beijing College of Geoscience and Surveying Engineering, Beijing 100083, China; 3. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China; 4. Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China)

**Abstract:** Natural disasters pose a serious threat to human survival and sustainable development and become a common challenge of all countries. As one of the most important supporting conditions, the management of disaster data and platform construction are the fundamental guarantee for scientific research and practical application of disaster risk reduction. This paper summarizes current progress of disaster data management technologies such as disaster data acquisition, integration, sharing and visualization, and disaster data platforms, analyzes the shortcomings of disaster data platforms, and points out main demand about developments of disaster data platform in the following five aspects: (1) Disaster data classification and coding and uniform standards; (2) Metadata-based disaster data discovery and inter-platform related access; (3) Multi-type disaster data integration and visualization; (4) Diversification of disaster data sharing services and online collaboration; (5) Disaster data resource aggregation focusing on key areas.

**Key words:** natural disaster; data sharing; data management; data sharing platform; disaster risk reduction