

# 知识服务驱动“一带一路”防灾减灾

王卷乐<sup>1,2</sup>, 张敏<sup>1,3</sup>, 袁月蕾<sup>1,2</sup>, 王玉洁<sup>1,2</sup>, 卜坤<sup>4</sup>, 杨飞<sup>1</sup>, 梁茜亚<sup>1,5</sup>, 韩雪华<sup>1,3</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-巴基斯坦地球科学联合研究中心, 伊斯兰堡 45320, 巴基斯坦

3. 中国科学院大学, 北京 100049

4. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130012

5. 西安科技大学测绘科学与技术学院, 西安 710054

**摘要** “一带一路”沿线是地震、干旱、洪水等灾害的高发区域, 防灾减灾需求强烈, 但关于该区域的防灾减灾数据和信息服务能力相对滞后。面向防灾减灾知识服务需求, 阐述了知识服务的起源和知识服务系统的主要特征, 构建了以全球灾害元数据库、防灾减灾知识网络和知识服务系统门户为核心的防灾减灾知识服务框架, 建立防灾减灾知识服务系统, 并分析了灾害元数据标准、灾害数据产品、灾害知识应用、灾害案例共享等基础应用。重点介绍了目前防灾减灾知识服务系统在“一带一路”沿线地区的典型应用, 包括孕灾环境基础数据知识服务应用、耕地干旱水平时空展示专题知识应用、蒙古国孕灾环境土地覆盖全要素数据服务知识应用、中蒙俄经济走廊主要历史灾害知识应用和中蒙俄经济走廊草地产草量知识应用。从基于知识组织的灾害数据管理、基于数据共享的灾害资源导航、数据驱动的灾害信息产品、人工智能在防灾减灾中的应用、面向应急的快速灾害制图和社交媒体灾害数据挖掘 6 个方面进行了知识应用展望。

**关键词** 知识服务; 一带一路; 防灾减灾; 知识服务系统

“一带一路”地区涉及亚洲、非洲、欧洲乃至更广的范围, 沿线国家大多处于世界环太平洋和北半球中纬度两大自然灾害带中<sup>[1]</sup>。沿线区域地震、干旱、洪水等灾害频发, 防灾减灾需求强烈。例如, 中

蒙俄经济走廊所经的蒙古高原长期受到干旱化的影响, 荒漠化和气候灾害严重; 新亚欧大陆桥面临地震、滑坡、洪水威胁; 中国-中亚-西亚经济走廊长期受到地震灾害影响; 孟中印缅经济走廊长期受

收稿日期: 2020-01-22; 修回日期: 2020-03-20

基金项目: 科技基础资源调查专项(2018FY100506); 中国-巴基斯坦地球科学研究中心项目; 中国工程科技知识中心建设项目(CKCEST-2019-3-6)

作者简介: 王卷乐, 研究员, 研究方向为资源环境科学数据集成与共享, 电子信箱: wangjl@igsrr.ac.cn

引用格式: 王卷乐, 张敏, 袁月蕾, 等. 知识服务驱动“一带一路”防灾减灾[J]. 科技导报, 2020, 38(16): 96-104; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.16.011

到洪水、地震等灾害影响;中国-中南半岛经济走廊面临地震、滑坡、洪水威胁;中巴经济走廊面临滑坡、泥石流、冰湖溃决洪水和地震威胁<sup>[2]</sup>。

“一带一路”沿线国家大多为发展中国家,经济欠发达,抗灾能力弱,在应对灾害时的物资储备和应急救援能力不强<sup>[3]</sup>。在防灾减灾的法律法规、管理体制、基础设施和技术支持等方面的建设差异较大<sup>[4]</sup>。总体上,“一带一路”区域相关的国际防灾减灾数据和信息服务能力相对滞后。加强“一带一路”区域的防灾减灾能力建设,既是中国“一带一路”倡议“走出去”的需要,也是区域各国防灾减灾与可持续发展的共同需求。

国内外已有“一带一路”沿线相关区域的防灾减灾研究与应用。国际山地综合发展中心(ICIMOD)建立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8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)和全球山地生态环境保护和发展提供服务。中国工程院设有国际工程科技知识中心(IKCEST),建立有与灾害相关的知识服务平台。IKCEST建立的防灾减灾知识服务平台<sup>[5-7]</sup>持续集成整合中国及周边国家关于地震、洪水、干旱等自然灾害的数据资源,为用户提供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应用服务。“数字一带一路”计划(DBAR)是2016年由中国科学家发起的一个利用地球大数据促进“一带一路”地区可持续发展的国际科学计划,旨在建设地球大数据平台,为“一带一路”可持续发展提供科学支持,助推沿线国家实现联合国2030年可持续发展目标<sup>[8]</sup>。

纵观国内外在“一带一路”沿线区域的防灾减灾数据和信息支撑能力,当前国内外灾害数据平台趋于多样化,但缺少能够融合数据、信息、知识全链条的防灾减灾应用。灾害数据的价值不仅仅在于数据的浏览、获取和可视化,更重要的是能够充分挖掘、利用隐性信息,提供语义引擎、关联分析、数据挖掘、决策支持等知识服务。随着“一带一路”倡议在防灾减灾方面的切实需求,迫切需要建立和推动知识服务驱动下的“一带一路”防灾减灾应用。

## 1 知识服务

### 1.1 知识服务的源起

Fayyad等<sup>[9]</sup>提出知识发现是指从数据集中提取有效的、新颖的、潜在有用的、可理解的模式的过程。国外关于知识服务的研究,最初是企业界为了提高经济效益和竞争能力,后来被引入图书情报领域<sup>[10]</sup>。1991年,苏联科学院社会科学情报研究所所长维诺格拉多夫提出知识的生产与利用将会在整个社会生活的组织中占据中心地位,利用巨大的科学信息解决具体问题<sup>[11]</sup>。1997年,美国专业图书馆协会(special libraries association, SLA)在Information Outlook上设立专门栏目,开展对知识管理的研究探讨。

中国关于知识服务的研究还处于探索阶段,对知识服务的定义尚未形成统一的认识。张晓林<sup>[12]</sup>将知识服务定义为以信息知识的搜寻、组织、分析、重组的知识创新和服务能力为基础,根据用户的问题和环境,参与到用户解决问题的过程中,提出能够有效支持知识应用和知识创新的服务。戚建林<sup>[13]</sup>从广义和狭义两个层面定义知识服务:广义上的知识服务是指一切为用户提供所需知识的服务,狭义上则是指以解决用户问题为目标,对相关知识进行搜集、筛选、研究分析并支持应用的一种较深层次的智力服务。李晓鹏等<sup>[14]</sup>认为知识服务以满足用户需求和知识增值为目标,提供给用户信息、知识产品或以知识为主的建议、方案等。

虽然学者关于知识服务的定义存在差异,但对于知识服务的特征达成了共识,即知识服务是用户目标驱动的服务,关注的焦点不是“用户是否获得了信息”,而是“是否因为服务而解决了用户的问题”;是信息管理、知识管理与组织学习综合集成的服务;是以用户需求为导向、注重与用户交互的服务;是充分利用各种显、隐性资源,进行知识提取和挖掘的知识开发、知识创新等增值性服务;是信息服务的最高阶段。

### 1.2 知识服务系统

知识服务系统是针对工程科技等特定领域,从

专业数据库、数字图书馆、互联网等数据源中持续汇聚各类数字资源形成大数据;通过自动分析技术或结合专家智慧、群体智慧的半自动分析技术,抽取信息发现知识,并为院士和广大工程科技工作者提供咨询、科研等专业级知识服务<sup>[15]</sup>。一个知识服务系统通常具备以下4大特征:(1)拥有可持续增长的多类型数据,即知识来源;(2)支持从文本、图像、视频等非结构化数据中自动或半自动抽取知识单元,即知识加工;(3)建立知识单元之间的链接,形成知识网络,支持知识网络的有效表示与使用,即知识组织;(4)为专业用户提供知识服务,即知识服务。

## 2 防灾减灾知识服务

### 2.1 防灾减灾知识服务框架

在防灾减灾研究领域,数据共享是远远不够的,还要与知识挂钩,把灾害数据相关的工具、文献等进行关联,在相应的标准规范支持下形成数字化对象的知识化,以一种知识所具备的推理能力来进行共享。

防灾减灾知识服务框架如图1所示,整体上基于大数据云环境,实现多源、异构、多类型的灾害基础数据资源共享,包括致灾因子数据、孕灾环境数据、承灾体数据和灾情数据等。在相关标准体系支持下,建立统一的全球灾害元数据标准,进而构建全球灾害元数据库,将科学数据、灾害地图、期刊文献、灾害事件、社交媒体、视频课件、专家资源和机

构资源等灾害相关资源进行有效集成。采用语义网的方法对这些资源进行关联管理,以知识图谱的形式呈现所构建的防灾减灾知识网络。该网络能够提供数据标签和数据产品,具有导航发现、深度搜索、知识重组和可视交互等深度分析功能,以便提高资源检索效率和查询结果准确度,挖掘隐含知识,最大程度实现已有灾害数据资源的潜在价值。最终建立防灾减灾知识服务门户,促进知识分享、应用、挖掘、传播、交流等整个知识链的良好循环,保证长期可持续发展的运维体系。

### 2.2 防灾减灾知识服务系统

在联合国教科文组织(UNESCO)防灾减灾使命的驱动下,中国工程院的IKCEST于2016年启动建设防灾减灾知识服务系统(DRRKS)。平台定位于提供规律性、结论性、系统性的知识加工产品及其环境;实现全球防灾减灾数据导航;以收集和获取国际数据资源(以“一带一路”沿线区域为重点)为主要任务之一,服务广大发展中国家;以知识服务为基础进行构建,实现灾害数据、信息和知识的资源连通,形成知识图谱,以便于知识发现。通过以上知识服务,促进灾害从救援到风险预测、从被动救灾到主动防灾的范式转变。

DRRKS构建的总体技术方法是以灾害元数据标准研制为突破口,实现以元数据为基础的灾害科学数据库、灾害地图资源、灾害专家库、灾害机构库、灾害事件库、灾害开放分类目录库、灾害信息网络挖掘库、灾害文献库、灾害科普库、灾害视频课件库等知识资源的集成,在开放的平台开发环境下,实现地震、干旱、洪水、冰冻雨雪等典型灾害的可视化专题知识服务,并通过在线系统提供用户交互应用<sup>[5]</sup>。以下列举几项其基本的应用。

1) 灾害元数据标准。在充分调研的基础上,从自然灾害综合元数据标准、自然灾害单灾种元数据标准和相关信息领域的元数据标准3方面对灾害元数据结构进行对比分析,抽取出具共性元数据标准子集及其相应元数据要素<sup>[7]</sup>。在此基础上完成灾害元数据结构框架设计,包括元数据实体集信息、标识信息、内容信息、数据质量信息、限制信息和分发信息等10个子集(图2)。从灾害核心元数

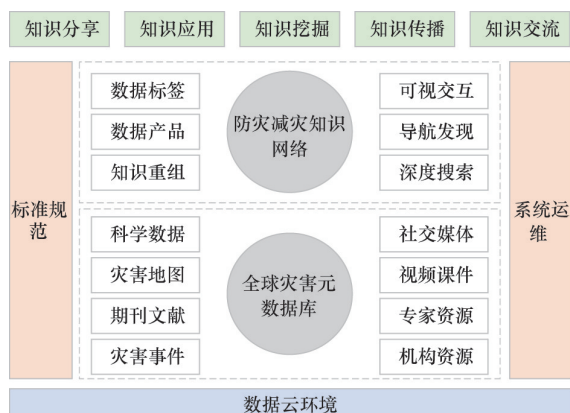


图1 防灾减灾知识服务框架



应用等。

4) 灾害案例共享。中国和国际上不乏防灾减灾的典型案列。为了获取和推广防灾减灾典型案列的中国和国际经验,DRRKS建立防灾减灾典型案列的中国和国际经验知识应用。目前收集了汶川地震、舟曲泥石流、九寨沟地震、库布齐沙漠化、大兴安岭火灾、印度尼西亚海啸、孟加拉国高温热浪等灾害案列,从灾前预防、灾中救援和灾后重建等方面对典型案列进行在线分享。可获得的信息包括卫星地图展示的危害影响范围、灾害程度、灾中位置,灾害发生前、灾中救援及灾后重建的图片、视频等资料,承载力评估模型、灾后重建的政策和指导方针报告和规范,灾后损失数据分析图表和专题图及相关科普和出版物信息等。

### 3 知识服务支撑“一带一路”防灾减灾应用案列

DRRKS目前已将各类数据、文献、图集、视频、事件、课件等资源集成展示在其门户系统中<sup>[16]</sup>。以下重点结合在“一带一路”区域的应用,分析部分案列的功能和作用。

1) “一带一路”孕灾环境数据知识服务应用。“一带一路”沿线国家和地区的基础地理信息是防灾减灾的重要依据。该知识应用集成了沿线国家的基本资源环境和人文信息,包括基本国情、自然

资源、政治经济3大类。具体数据要素包括各国的地理位置、行政区划、地形、土壤、气候、江河湖泊、环境、土地资源、水资源、森林资源、动物资源、植物资源、能源资源、矿产资源、非金属矿产资源、旅游资源、语言、民族、宗教、节日、政治外交、经济、科技、教育、体育、医院病床密度等。

2) “一带一路”耕地干旱时空展示专题知识应用。丝绸之路经济带沿线多处在干旱和半干旱地区,本区域干旱发生频率高、持续时间长、影响范围广、伴随灾害多。这给许多国家的国民经济,尤其是农业生产造成了巨大的经济损失。针对“一带一路”地区长期干旱灾害时空分布的迫切需求,该知识服务利用热带降雨测量任务卫星的降水数据,基于降水异常百分比干旱模型,计算了2001—2013年“一带一路”可耕地地区干旱的逐月时空分布,并具备更新能力。2001年1月的干旱灾害时空分布如图3所示。

3) 蒙古高原干旱监测知识应用。蒙古高原的植被退化、干旱等问题一直是东北亚气候变化和生态环境变化研究的热点。蒙古高原干旱监测知识应用显示了1981—2012年蒙古高原干旱监测的年度空间分布。基于1981—1999年NOAA AVHRR NDVI-Pathfinder 10 d遥感数据、MODIS植被指数和2000—2012年地表温度16 d数据,利用ts-NDVI总空间反演温度和干旱植被指数(TVDI),形成其时空分布和变化,并可在线查询和获取。

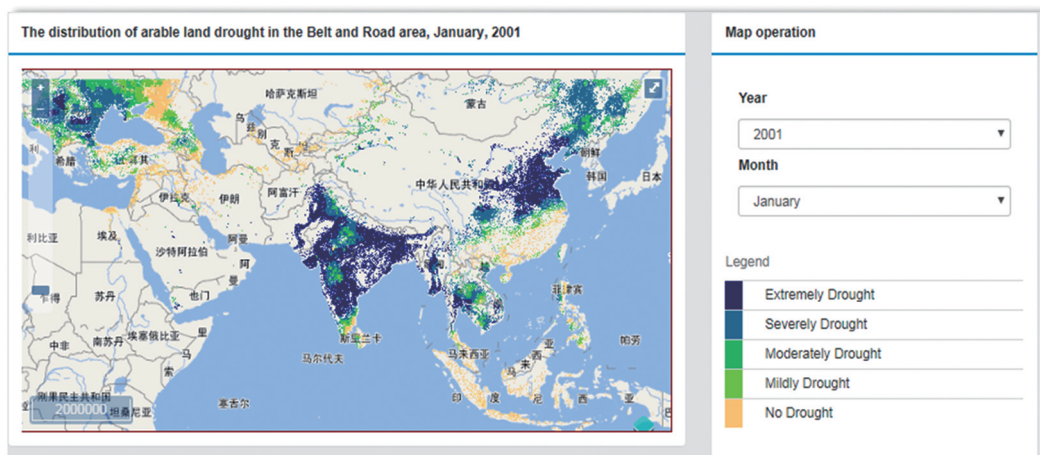


图3 2001年1月“一带一路”沿线耕地的干旱时空分布

4) 蒙古国孕灾环境土地覆盖全要素数据服务知识应用。蒙古国土地覆盖格局及其变化对东北亚地区的资源、环境、生态和可持续发展具有重要意义。蒙古国孕灾环境土地覆盖全要素数据服务知识应用研究了适合蒙古国土地覆盖的分类体系,开发了一套完整的适合蒙古国土地覆盖遥感解译的技术方案。已在本应用中发布的2010年蒙古国土地覆盖产品的一级和二级分类准确率分别为82.26%和68.55%。由该知识应用分析可见,蒙古国主要土地覆盖类型包括荒地、草原和森林,空间分布呈现出明显的区域差异和土地类型过渡性。

5) 中蒙俄经济走廊主要历史灾害知识应用。中蒙俄经济走廊自然地理复杂多样,生态环境脆弱敏感,沙漠化问题严重。其对中蒙主要交通干线的影响尚不明朗,给中蒙俄经济走廊基础设施建设带来风险和挑战。中蒙俄经济走廊主要历史灾害知识应用运用面向对象的遥感影像解译方法,展示了中蒙铁路沿线(蒙古段)1990、2010和2015年两侧200 km范围内30 m分辨率的荒漠化数据,分析了1990—2010年、1990—2015年间的荒漠化格局与变化。该知识应用将持续扩展,借助于地球大数据技术,集成更多的沿线历史灾害信息。

6) 中蒙俄经济走廊草地产草量知识应用。中蒙俄经济走廊草地产草量知识应用基于EVI、MSAVI、NDVI和PSNnet4种遥感指数,结合地面观测资料,通过统计分析方法建立3种产草量估算模型。在模型评价基础上,选择模拟效果最好的基于MSAVI的指数函数模型(模型精度78%),完成2006—2015年蒙古国中东部6省产草量估算。结果表明,研究区10年间产草量具有明显的波动趋势,前5年产草量缓慢下降,后5年则波动较大,总体略呈上升趋势。该知识应用将以每5年为间隔进行数据产品的持续反演和更新。

## 4 展望

防灾减灾知识服务是一个长期的、以用户为目标的应用体系。随着新仪器、新技术、新方法等的产生,知识服务的内涵将不断得到演化和延伸。结

合当前数据驱动科学的发展和大数据时代的发展趋势,对6方面的知识服务展望如下。

1) 基于知识组织的灾害数据管理。灾害数据涉及到卫星观测数据、地面台站检测数据、经济社会数据、舆情数据、公众报告数据、灾害灾情报告和灾害模拟数据等大量异构类型的数据,包括结构化、半结构化和非结构化数据。有效的灾害数据管理是实现灾害知识服务的基础和保障。针对当前“一带一路”6大经济走廊数据平台建设的现实需求,破解6大经济走廊复杂环境条件多源异构信息同化难题,开展数据规范化集成。亟需建立一个可靠的分类标准,能够在实际应用中保证数据的有效分类,促进数据发现。基于灾害数据分类,利用基于语义的标签提取技术,找到各灾害数据的归属,借鉴本体模型中实体之间的关系,建立不同灾害数据间的关联关系,完善自然灾害知识体系建设,实现知识体系可视化,提高检索效率。

2) 基于数据共享的灾害资源导航。灾害元数据是有关灾害领域数据的描述性信息,是关于灾害数据的标识、内容、分发、参考等方面特征的描述信息。灾害元数据库是管理各类灾害资源的基础,是实现灾害知识服务的依托载体之一。现阶段灾害领域元数据标准研究已有一定的基础,但缺少面向知识服务的元数据结构框架的支撑。面对海量的灾害数据,元数据不仅能够满足基础的数据描述,还可提供全球灾害资源导航服务,为深度分析等高附加值知识服务提供更多支撑。基于该元数据框架,构建灾害数据资源的知识图谱,能够有效集成共享的海量异构数据资源,并在实体及其属性之间建立关联关系,提升灾害数据语义检索、个性化推荐、关联分析等功能。

3) 数据驱动的灾害信息产品。在推动开展国际防灾减灾的背景下,“一带一路”沿线区域基于数据驱动的灾害信息产品不断涌现。通过基础物理模型、信息/灾害指数等,已产生一些实现“一带一路”沿线国家和地区的灾害风险评估的产品。例如,利用综合致灾因子强度指数和综合自然灾害脆弱性模型,定量评价沿线国家和地区的自然灾害风险<sup>[17]</sup>;利用健康脆弱性指数(health vulnerability in-

dex) 的灾害风险模型, 分析“一带一路”沿线区域国家的健康脆弱性和灾害风险的分布情况<sup>[18]</sup>; 应用四级指标体系构建的滑坡灾害风险评估模型, 实现“一带一路”地区的滑坡灾害评估<sup>[19]</sup>等。随着数据、方法、模型的不断演替更新, 基于数据驱动的灾害信息产品将是防灾减灾知识服务的重要内容和出口。

4) 人工智能(AI)在防灾减灾中的应用。当前世界科学技术正在快速走向现代化、智能化。AI已成为这个时代科学技术的标签, 并逐渐赋能于各个应用行业领域。例如, 2019年8月DeepMind在《Nature》发表论文, 发布了一种新的AI算法, 可以提前2 d预测到一种可避免的病变。通过和美国退伍军人事务部一起合作, 研究人员开发的这种技术能够在急性肾损伤发生前48 h向医生发出警告, 从而提升病人的医护水平、减少医疗开支<sup>[20]</sup>。AI在防灾减灾领域的应用, 是以大数据为基础, 通过嵌入AI算法, 来支持或替代传统基于人工的防灾减灾活动和科学发现, 从而显著提高相关业务和科研活动的自动化和智能化。在算法方面, 地球科学技术与AI的结合为其提供了更多方法支持, 例如图像分类、目标检测、场景分割、模拟与插值、链接预测、基于自然语言的检索与问答、实时数据集成、地理信息聚焦等<sup>[21]</sup>。

5) 面向应急的快速灾害制图。灾害管理周期包括灾害准备、灾害应急反应和灾害恢复3个阶段, 其中灾害应急反应是关键阶段。快速灾害制图是进行应急救援、灾情评估、灾后重建等活动的有力手段。在内容上, 快速灾害制图需要准确定位、标识灾情地理范围, 以及灾情范围内交通路线、居民地、水系、管网、植被、地形地貌等地表、地质的基本情况, 以便进行灾情评估、应急指挥调度等; 在时间上, 快速灾害制图要求有较高的时效性, 图件提供速度的快慢, 对于灾情掌控以及应急救援部署有着重要的作用<sup>[22]</sup>。传统灾害制图包括地理底图的数据整理与地图综合、专题要素的版式设计、符号设计与色彩设计等繁杂的工艺流程, 出图效率与应急响应时效要求还有较大差距。考虑将机器学习等人工智能技术应用到灾害快速制图流程中, 处理海量多源异构的灾害数据, 缩短制图时间, 提高制

图效率, 以便增强数据的时效性, 及时了解灾情, 尽可能减少灾害带来的损失。

6) 社交媒体灾害数据挖掘应用。随着互联网的快速发展, 微博、Twitter等社会化媒体的影响力逐渐扩大, 并且基于位置服务(location based services, LBS)的普及, 海量的含有地理位置信息的社交媒体数据呈爆炸性增长。数量庞大的社交媒体用户不仅是信息的接收者, 也是信息的发布者和传播者。这种新兴、廉价和广泛使用的“人类传感器”(human sensor)技术为从社交媒体数据中发现地理知识和分析人类行为提供了新的可能性<sup>[23]</sup>。社交媒体作为移动互联网载体, 具有实时性、互动性、强扩散性、空间分布广泛性等特点, 将社交媒体数据与不同的领域知识相结合可以研究和挖掘不同的信息<sup>[24]</sup>。结合社会学知识, 可以探索人类不同的活动模式。在灾害管理方面, 社交媒体数据可用于快速检测灾害事件的发生变化过程, 并可以通过灾害舆情分析, 掌握灾前、灾中、灾后民众的情绪变化及其关注点, 为政府及时响应、疏解和解决群体性或个性防灾减灾问题提供信息支撑。

## 5 结论

面向防灾减灾知识服务需求, 阐述知识服务的起源和知识服务系统的主要特征, 构建了以全球灾害元数据库、防灾减灾知识网络和知识服务系统门户为核心的防灾减灾知识服务框架, 建立DRRKS。重点介绍了目前DRRKS在“一带一路”沿线地区的典型应用, 并剖析其功能和作用。从基于知识组织的灾害数据管理、基于数据共享的灾害资源导航、数据驱动的灾害信息产品、人工智能在防灾减灾中的应用、面向应急的快速灾害制图、社交媒体灾害数据挖掘等6个方面进行知识应用未来展望。

## 参考文献(References)

- [1] 孔锋. 全球气候变化背景下“一带一路”综合防灾减灾的现状、需求、愿景与政策建议[C]//第35届中国气象学会年会S6应对气候变化、低碳发展与生态文明建设. 合肥: 中国气象学会, 2018: 378-382.

- [2] Lei Y, Cui P, Regmi A D, 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.
- [3] 崔鹏, 邹强, 陈曦, 等. “一带一路”自然灾害风险与综合减灾[J]. *中国科学院院刊*, 2018(33): 38–43.
- [4] 杨思全. 减灾救灾决策支持业务能力建设与发展[J]. *中国减灾*, 2013(24): 26–27.
- [5] Wang J, Bu K, Yang F, et al. Disaster risk reduction knowledge service: A paradigm shift from disaster data towards knowledge services[J/OL]. *Pure and Applied Geophysics*. 2019, <https://doi.org/10.1007/s00024-019-02229-w>.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 郭华东. 科学大数据驱动地学学科发展[J]. *科技导报*, 2018, 36(5): 1.
- [9] Fayyad U, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P. The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data[J]. *Communications of the ACM*, 1996, 39(11): 27–34.
- [10] 刘佳, 李贺. 数字图书馆知识服务能力理论与实证研究[J]. *情报理论与实践*, 2012, 35(9): 78–82.
- [11] Magiswary D, Murali R, Mariam K. Knowledge management services innovation[J]. *Data Engineering and Management*, 2010(7): 9–15.
- [12] 张晓林. 走向知识服务[M]. 成都: 四川大学出版社, 2001: 110–112.
- [13] 戚建林. 论图书情报机构的信息服务与知识服务[J]. *河南图书馆学刊*, 2003(2): 1.
- [14] 李晓鹏, 颜端武, 陈祖香. 国内外知识服务研究现状、趋势与主要学术观点[J]. *图书情报工作*, 2010(6): 107–111.
- [15] 中国工程科技知识中心. 中国工程科技知识中心培训教材[M]. 北京: 中国工程科技知识中心, 2015.
- [16] 防灾减灾知识服务[EB/OL]. [2020–03–10]. <http://dr.ikceest.org>.
- [17] 孔锋, 吕丽莉. “一带一路”综合自然灾害风险评估及政策建议[C]/第35届中国气象学会年会S22供给侧结构性改革与气象高质量发展. 合肥: 中国气象学会, 2018: 6.
- [18] Chan E Y, Huang Z, Lam H C Y, et al. Health vulnerability index for disaster risk reduction: Application in Belt and Road initiative (BRI) region[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16(3): 380.
- [19] 裴艳茜, 邱海军, 胡胜, 等. “一带一路”地区滑坡灾害风险评估[J]. *干旱区地理*, 2018, 41(6): 1225–1240.
- [20] Tomašev N, Glorot X, Rae J W, et al. A clinically applicable approach to continuous prediction of future acute kidney injury[J]. *Nature*, 2019(572): 116–119.
- [21] Janowicz K, Gao S, McKenzie G, et al. GeoAI: Spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 2020, 34(4): 625–636.
- [22] 葛洪涛, 赵文豪, 周子文. 面向地质灾害的快速制图系统关键技术研究[J]. *地理信息世界*, 2018, 130(4): 117–121.
- [23] Miller H J, Goodchild M F. Data-driven geography[J]. *GeoJournal*, 2015, 80(4): 449–461.
- [24] 王艳东, 李昊, 王腾, 等. 基于社交媒体的突发事件应急信息挖掘与分析[J]. *武汉大学学报(信息科学版)*, 2016, 41(3): 9–16.

## Knowledge services drive disaster risk reduction in the Belt and Road initiative

WANG Juanle<sup>1,2</sup>, ZHANG Min<sup>1,3</sup>, YUAN Yuelei<sup>1,2</sup>, WANG Yujie<sup>1,2</sup>, BU Kun<sup>4</sup>, YANG Fei<sup>1</sup>, LIANG Xiya<sup>1,5</sup>, HAN Xuehua<sup>1,3</sup>

1. State Key Laboratory of Resources and Environmental Information Systems, Institute of Geographic Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China
2. China-Pakistan Joint Research Centre on Earth Sciences, Islamabad 45320, Pakistan
3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China
4. Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China
5. College of Geomatics, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China

**Abstract** Along the Belt and Road regions is a high incidence area of earthquakes, droughts, floods and other disasters. The disaster risk reduction is highly required, but the data and information service capabilities in the regions are relatively weak. For the need of the knowledge service of disaster risk reduction, this paper discusses the origin of the knowledge service and the main characteristics of the knowledge service system. A framework of the knowledge service for the disaster risk reduction is constructed, centered on the global disaster meta-database, the disaster risk reduction knowledge network and the portal of the knowledge service system. The disaster risk reduction knowledge service system (DRRKS) is established and the basic applications are analyzed, including the disaster metadata standard, the data product, the knowledge applications and the case sharing. The typical applications of the current disaster risk reduction knowledge service system in the area along the Belt and Road regions include the knowledge service application of the Belt and Road disaster environment data, the application of the thematic knowledge in the spatial-temporal display of the arable land drought level along the "Belt and Road" regions, the knowledge application of the spatial-temporal data service of the main historical disasters in the China-Mongolia-Russia Economic Corridor, the total factor data service knowledge application of the disaster-prevention environment land cover in Mongolia, and the knowledge application of the grassland yield in the China-Mongolia-Russia Economic Corridor of the Belt and Road. The future of the knowledge application may include six aspects: the disaster data management based on the knowledge organization, the disaster resource navigation based on the data sharing, the data-driven disaster information products, the artificial intelligence application in the disaster risk reduction, the emergency-oriented rapid disaster mapping and the application of social media data mining.

**Keywords** knowledge service; the Belt and Road; disaster risk reduction; knowledge service system ●



(责任编辑 徐丽娇)