

王悦, 张露露, 黄凤, 等. 四川地震应急信息共享服务系统在芦山6.1级地震中的应用与启示[J]. 华南地震, 2024, 44(1): 91-99. [WANG Yue, ZHANG Lulu, HUANG Feng, et al. Application of Sichuan Earthquake Emergency Information Sharing Service System in Lushan M6.1 Earthquake and Its Inspiration[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(1): 91-99]

四川地震应急信息共享服务系统在芦山6.1级地震中的应用与启示

王悦, 张露露, 黄凤, 何雅枫, 周志华

(四川省地震局, 成都 610041)

摘要: 通过分析宝兴县防震减灾部门以及市县抗震救灾联合指挥部在开展抗震救灾工作中的实际需求, 总结四川地震应急信息共享服务系统在应对“四川芦山6.1级地震”应急处置过程中取得的应用实效, 得出一些启示与建议, 以此指导系统升级完善, 逐步将“四川地震应急信息共享服务系统”建设成具有专业性、针对性和时效性的系统, 利用专业的信息化技术手段, 真正打通震后最后1km, 服务于县级抗震救灾, 提升基层震后应急信息服务能力, 为震后地方指挥决策提供信息支撑。

关键词: 地震应急; 信息服务; 辅助决策; 应用与启示

中图分类号: P315.9

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)01-0091-09

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.01.10

Application of Sichuan Earthquake Emergency Information Sharing Service System in Lushan M6.1 Earthquake and Its Inspiration

WANG Yue, ZHANG Lulu, HUANG Feng, HE Yafeng, ZHOU Zhihua

(Sichuan Earthquake Agency, Chengdu 610041, China)

Abstract: This paper analyzed the actual needs of the Baoxing County Earthquake Prevention and Disaster Mitigation Department and the City-County Earthquake Relief Joint Headquarters in carrying out earthquake relief work, and summarized the application effectiveness of the Sichuan Earthquake Emergency Information Sharing Service System (SEEISSS) in emergency response process of the Lushan M6.1 earthquake in Sichuan. Some inspiration and suggestions are drawn to guide the system upgrade and improvement. The SEEISSS will gradually be built into a professional, targeted and timeliness system, by using professional information technology means, which can truly open up the last 1 km after the earthquake, serve the county-level earthquake relief, improve the post-earthquake emergency information service capability of the grassroots, and provide information support for local command and decision-making after the earthquake.

Keywords: Earthquake emergency; Information service; Assistant decision-making; Application and inspiration

收稿日期: 2023-04-13

基金项目: 2021年自然灾害防治将技术装备工程化攻关专项(TC210H00L/27); 2022年度地震应急青年重点任务(CEADEM 202215)联合资助。

作者简介: 王悦(1981-), 女, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事地震应急、防震减灾与公共服务研究工作。

通信作者: 黄凤(1996-), 女, 硕士研究生, 助理工程师, 主要从事地震应急、防震减灾与公共服务研究工作。

E-mail: 15720740@qq.com

0 引言

“四川地震应急信息共享服务系统”的前身为四川省地震局在国家“十五”重点项目建成的四川省市县防震减灾综合信息服务系统，其经过“四川汶川8.0级大地震”和“四川芦山7.0级地震”两次地震灾后恢复重建项目，按照近年来国家“坚持以防为主、防抗救相结合”“进一步健全完善地方防震减灾救灾”的总体要求^[1]，充分结合市县防震减灾工作新需求和地震应急经验逐渐完善提升，最终升级改造为“四川地震应急信息共享服务系统”，系统于2020年初完成省中心的建设，并于2021年首次在雅安市宝兴县开展一期市县级试点，该系统为宝兴县防震减灾工作实现了一体化运行管理、高效化信息共享、专业化应急服务，在地震应急中，也有效化解了县级震后抗震救灾工作缺乏科学信息支撑的痛点^[2]。

该系统是适用于“全灾种，大应急”的应急管理体制背景下的一套专门服务于市县级防震减灾工作的地震应急信息服务专业技术系统，系统具有监测预警、快速响应、辅助决策、应急指挥、信息服务等功能，为震后获取震情信息、快速评估、辅助决策、信息发布、动态显示提供信息支撑服务，为市县开展抗震救灾工作提供强有力的信息科技支撑^[3]。系统开创了云平台、本地、微信小程序等部署模式，保障不同应用场景的业务需求，实现“平震”结合，以“一张图”助力防震减灾救灾，打造了省市县三级信息服务体系架构，目前已建成省中心平台及若干属地化市县级应用节点，通过分析本系统在震时的应用情况，有助于进一步提升系统的应用实效，真正为防震减灾助力。

本文从“四川芦山6.1级地震”出发，分析四川地震应急信息共享服务系统从震情信息获取、灾情分析研判、应急辅助决策等多方面为宝兴县开展抗震救灾工作提供的信息支撑以及取得的应用实效，提炼当前的不足，明确系统下一步优化方向。

1 四川地震应急信息共享服务系统整体架构与实现

四川地震应急信息共享服务系统是以云计算的虚拟化技术为基础，完成地震业务信息收集、

整理、分析、标准化分发、属地化产出、智能化展示的地震信息公共服务技术系统。该系统采用基于领域驱动微服务分层架构视图方式进行逻辑设计，数据库设计采用开源数据库 PostgreSQL、GIS采用开源 QGIS 平台、系统采用以 B/S+C/S 结构；支持 HTML、DHTML 等通用浏览器标准，遵循通用规范实现 WEB 浏览器设计；采用 ESB+SOA 的策略集成总体技术框架。四川地震应急信息共享服务系统总体架构如图 1 所示。分层架构主要包括五个部分：应用对象层、应用终端层、业务应用层、微服务体系层和基础设施层。

(1)应用对象层。应用对象层即用户层，是该系统的应用或服务对象，它根据使用者的操作调用相应的功能，使用者服务包括使用者界面以及所有的显示规则。用户层由市(州)防震减灾部门、县(区)防震减灾部门、应急管理局、其他行业单位等组成，基于统一门户技术，根据不同部门使用者的权限进行过滤与定制，生成符合该部门业务的自主页面框架。

(2)应用终端层。应用终端层即展示层，主要负责向使用者展示信息和解释使用者命令。本系统通过 Web 网站、电脑客户端、微信客户端、API 开放平台等对数据进行展现。

(3)业务应用层。业务应用层是系统服务的中枢，包含系统所有的业务规则及所有执行业务规则所需的业务逻辑，系统功能是通过该层来实现的。该层负责处理使用者的请求，与数据层进行通信，实现数据的查询与更新。

(4)微服务体系层。微服务体系层即数据层，作为系统数据的管理核心，能够提供全面、有效的信息服务。数据层的设计需满足三方面的要求：首先，能够实现数据的组织、存储、分布、维护和安全；其次，能够实现对信息的显示、分析和处理；最后，能够实现对信息的深度挖掘，进行决策支持分析。系统数据包含空间数据、属性数据以及元数据。元数据为空间数据和属性数据提供数据目录查询与调用；空间数据部署在本系统架构中，可通过空间数据库引擎进行直接访问；属性数据部署在各业务系统中，需通过标准的 Web 服务数据访问接口协议或基于特定的数据导入模板进行数据的间接获取。空间数据和属性数据之间通过地址编码和地名匹配技术实现业务信息与空间信息的关联和对接，确保能在地图上针对空间对象进行业务属性的查询操作。

(5)基础设施层。基础设施层是根据依赖倒置原则,封装基础资源服务,实现数据层与应用层和业务层的调用依赖反转,为应用层和业务层提供基础资源服务,可降低外部资源的变化对核心业务逻辑的影响。

该系统既能保证震后与四川省地震局12322社服平台地震应急系统产出一致,而且平时还可自

触发测试地震,且不影响四川省地震局12322社服平台。同时,该系统实现了属地化功能的研发,按需选取平台功能模块自由组合,按急需程度分次序接收应急产品推送,添加“小震”响应机制,实现3.0~4.5级地震有产出。以四川省某县发生地震为例,不同响应级别产出的资料清单如表1所示,资料清单的推送次序按服务对象的实际需求调整。

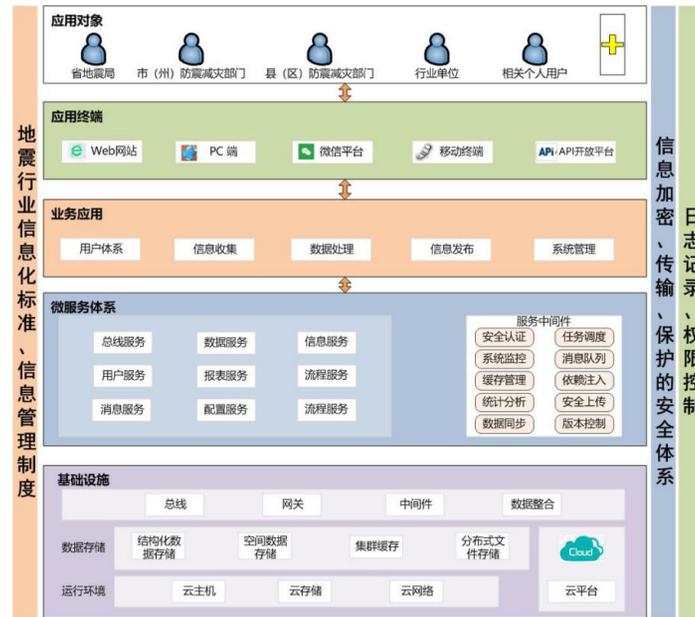


图1 四川地震应急信息共享服务系统架构图

Fig.1 Architecture diagram of SEEISS

表1 不同响应级别产出的资料清单(以四川省某县发生地震为例)

Table 1 List of materials produced at different response levels (taking an earthquake in a county in Sichuan Province as an example)

地震震级	省级响应级别	县级响应级别	推送产品		
			快速评估类产品	基础信息类产品	报告专题图产品
7.0级及以上	I级响应	I级响应	地震速报文档报告	震中附近规定范围内影响的人口、经济、建筑	地震影响估计范围分布图、震中位置分布图、震区历史地震分布图、震区烈度区划图、震区人口分布图、震区人口公里网格分布图、震区水库分布图、震区学校分布图、震区医院分布图、震中附近地震台站分布图、震中附近活动断裂图、震中附近居民点分布图、震中附近旅游景点分布图、震中附近文物单位分布图、震区危险源、水库、学校、医院、重点目标、震区交通图、城区疏散场地分布图、震中附近救援队伍分布图、滑坡风险评估图、震中与主要城市距离分布图、震中附近少数民族分布图、震区基本情况报告、灾情简报、地震情况汇报等
6.0~6.9级	II级响应				
5.0~5.9级	III级响应	II级响应			
4.6~4.9级	IV级响应	III级响应			
4.0~4.5级, 或5.0级及以上余震	IV级响应	III级响应			
3.0~3.9级	-	-			

2 实例应用

2.1 应急响应

2022年6月1日17时00分,在四川雅安市芦

山县(北纬 30.37° ,东经 102.94°)发生6.1级地震,震源深度17 km。地震发生后,四川地震应急信息共享服务系统在接收到中国地震台网中心正式报后迅速自动启动。四川地震应急信息共享服务系统宝兴端启动界面和地震台站分布情况如图2、图3所示。

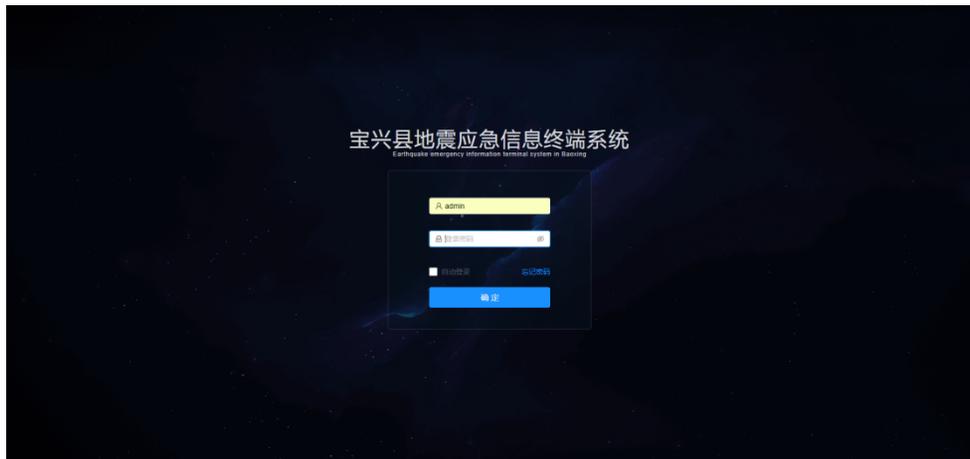


图2 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端启动界面

Fig.2 Start-up interface of Baoxing terminal of SEEISS



图3 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端地震台站分布界面

Fig.3 Interface of seismic stations distribution at Baoxing terminal of SEEISS

2.2 快速评估与辅助决策

随后,系统自动创建“四川芦山6.1级地震”震害事件,按照“四川芦山6.1级地震”事件启动应急响应,从地震规模大小、地震影响范围面积、地震灾害损失情况等方面开展快速评估。

震后5 min,系统宝兴端接收到来自系统省中心推送的快速评估地震影响范围分布、人员伤亡情况等,并在系统上展示,在系统上通过地图快速定位,直观展示本次地震事件发生的具体位置、周边

断裂分布、重要目标分布、地震预案及宝兴县预评估报告等相关信息(如图4~6),为市县当地整体把控震情、灾情信息提供有效支撑。

震后8 min,宝兴端陆续接收到来自省中心推送的地震专题分析和统计结果等快速评估产品,包括震区基本情况报告、灾情简报以及震中位置分布图、震中与主要城市距离分布图等图件22份(如图7)。本次地震,宝兴端接收到来自省中心推送的决策建议:“按照四川省地震应急预案,初步判定此次地震属于重大地震灾害,应启动二级响应”,并

通过大屏展示、微信移动端精准服务,为宝兴县委、县政府及县抗震救灾指挥部部署抗震救灾工

作,开展震后应急救援行动提供了辅助决策的信息支撑。



图4 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端震中位置分布界面
Fig.4 Interface of epicenter location distribution at Baoxing terminal of SEEISS



图5 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端震中附近活动断裂分布界面
Fig.5 Interface for distribution of active faults near the epicenter at Baoxing terminal of SEEISS

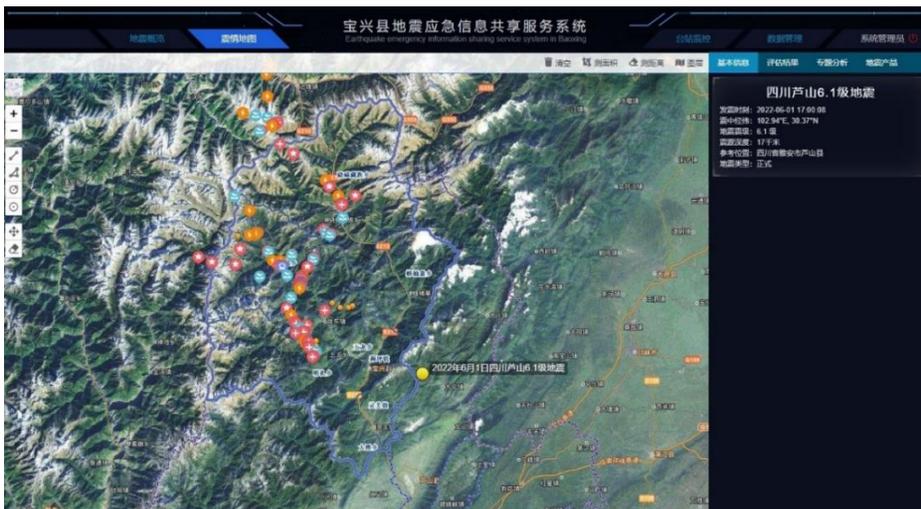


图6 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端震中附近重要目标分布界面
Fig.6 Interface for distribution of important targets near the epicenter at Baoxing terminal of SEEISS

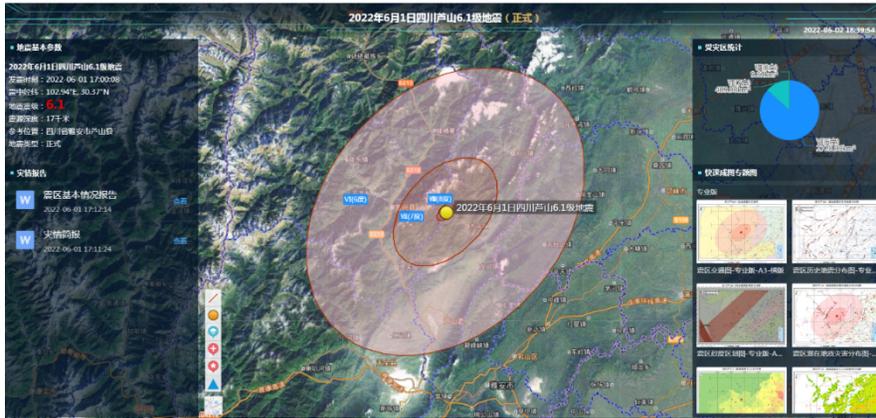


图7 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端接收到快速评估产品界面
Fig.7 Interface of rapid evaluation product at Baoxing terminal of SEEISS

本次地震，系统宝兴端接收到的快速评估地震影响范围分布为：“本次地震极震区烈度预计达到Ⅷ度，灾区总面积3149 km²”，第一时间为宝兴县委、县政府及市县抗震救灾联合指挥部判断灾情，开展应急处置提供了信息支撑。6月5日，中国地

震局正式发布的四川芦山6.1级地震烈度分布：“此次地震的最高烈度为Ⅷ度(8度)，等震线长轴呈北东走向，长轴76 km，短轴65 km，Ⅵ度(6度)区及以上面积3887 km²”，实践证明，评估结果与实际灾情基本相符(如表2)。

表2 快速评估与正式发布的地震影响范围及地震烈度对比表

Table 2 Comparison table of earthquake impact scope and seismic intensity between rapid assessment and officially release

结果类型	达到最高烈度/度	总面积/(km ²)
快速评估	Ⅷ	3149
正式发布	Ⅷ	3887

2.3 属地化服务

立足于宝兴县当地地震应急工作，系统宝兴端将地震应急信息服务聚焦县级抗震救灾工作需

求，在本地自动产出一套针对宝兴县的属地化成果，采用大屏幕展示、专题图件产出、微信移动端推送多种方式为当地抗震救灾提供属地化服务，如图8所示。



图8 “四川芦山6.1级地震”宝兴县防震减灾服务中心指挥中心系统应用照片

Fig. 8 Photo of the SEEISS applied in the command center of Baoxing County Earthquake Prevention and Disaster Reduction Service Center of "Lushan M6.1 earthquake in Sichuan"

在本次地震应急中,系统宝兴端自动接收地震波形数据、地震速报信息,地震应急预案、地震台站分布、历史地震目录等信息,实现地震监测、动态跟踪和救灾指挥一体化,并通过大屏展示。系统的专题分析功能,直观反映出距离本次地震震中30/50 km的宝兴县县域内乡镇驻地、医院、学校、重点目标、历史地震等数据的分布情况,并利用大屏直观呈现,为宝兴县抗震救灾指

挥决策提供信息支撑(如图9)。

同时,在本次地震中,系统宝兴端自动产出一套针对宝兴县的属地化专题图件,属地化信息涵盖宝兴县地震台站监测、地震地质背景、历史地震与震例、破坏范围分布、重要目标分布、地震动峰值加速度区划、地震应急预案等等,如图10~11所示,为县抗震救灾指挥决策提供了更加切合当地抗震救灾的信息支撑。



图9 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端震中50 km乡镇驻地分布

Fig.9 Distribution of villages and towns within 50 km of the epicenter at Baixing terminal of SEEISS



图10 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端产出震中位置分布属地化专题图

Fig.10 Localized thematic map of epicenter location produced by Baixing terminal of SEEISS



图11 四川地震应急信息共享服务系统宝兴端产出震区学校分布属地化专题图

Fig.11 Localized thematic map of school distribution in earthquake area produced by Baixing terminal of SEEISS

同时，微信移动端自动同步信息，在微信移动端能够迅速定位震中位置，标识使用者与震中的距离，查看快速评估报告、影响场分布、决策建议等信息以及属地化专题图预览(如图12)，方

便使用者随时随地快速了解本次地震的震情灾情信息，电子+纸质+移动端的服务模式也更加符合县级抗震救灾工作实际需求，为地震应急工作提供了方便、快捷、及时的应急信息支撑。



图12 四川地震应急信息共享服务系统宝兴微信移动端查看界面

Fig.12 Interface of Baoxing Wechat mobile terminal of SEEISSS

3 启示与讨论

3.1 聚焦属地评估地震影响范围

地震灾害的发生具有瞬时性和破坏性^[4]，引发的灾害具有点多面广的特点，快速判定当地遭受地震破坏的影响范围直接关系到地震应急救援的成效^[5]。在本次地震中，根据中国地震局发布的“四川芦山6.1级地震”烈度分布图可以看出，在宝兴县县域范围内的受灾情况是有差异的，其中：Ⅷ度(8度)区涉及宝兴县灵关镇、穆坪镇2个乡镇

(街道)；Ⅶ度(7度)区涉及宝兴县穆坪镇、灵关镇、蜂桶寨乡、五龙乡、陇东镇、大溪乡6个乡镇(街道)；Ⅵ度(6度)区涉及宝兴县陇东镇、蜂桶寨乡、五龙乡、灵关镇、大溪乡、硃碛藏族乡、穆坪镇7个乡镇(街道)。当前，系统宝兴端接收到的快速评估地震影响范围分布是基于整个地震事件的灾害范围分布，下一步，将以县为单位，将地震影响范围与基础地理信息叠加分析，勾画基于县域内地震影响范围分布，以此给出本县开展人员搜救、转移安置、次生灾害、排危除险、重要目标等应急工作的重点区域及侧重关注事项，为

地方地震现场应急指挥与救援决策提供属地化的信息支撑。

3.2 数字化应急救援行动方案

自2020年四川省抗震救灾指挥部要求四川省分批启动重点地区重特大地震应急行动方案编制以来,雅安市作为四川省的先行试点,编制完成了《雅安市较大及以上地震应急救援行动方案》并正在开展修订工作,雅安市各县也正在编制县级行动方案。

在本次地震应急中,系统在震后应急响应、快速评估、辅助决策几个阶段提供了应急信息支撑服务,同时也检验了地震应急救援行动方案的实用性和可操作性,在“全灾种、大应急”的新时代应急管理理念下,将应急救援行动数字化,融入地震应急救援全过程,能够进一步指导抗震救灾工作高效开展^[6-7]。下一步,将通过把应急救援行动方案数字化接入本系统,利用三维电子地图实现震后应急救援行动流程化、动态化呈现,使抢险救援、群众安置、卫生消杀、交通保障等各类救援行动流程更加清晰,抗震救灾各环节的任务措施更加精准,进一步服务抗震救灾工作,提高震后地方应急救援的精准性和实战性,为当地政府、各有关部门和单位高效有序地开展应急与抢险救灾工作提供信息技术支撑。

3.3 引入跨区域应急能力辅助决策

历次地震应急实践表明,抗震救灾工作是一项长期、艰巨、复杂的系统工程^[8],较大级以上地震发生后,受灾范围尤其是重灾区(VI度(6度)级以上区域)范围往往覆盖多个县(市、区)。在本次地震应急中,虽然震中位于雅安市芦山县,但其距离宝兴县不到10 km,从灾害损失情况看,死亡的4人也都在宝兴县,根据中国地震局发布的“四川芦山6.1级地震”烈度分布图可以看出,本次地震VI度(6度)区及以上面积3887 km²,涉及雅安市芦山县、宝兴县、天全县、名山区、雨城区以及邛崃市大邑县7个县(市、区),可见,灾害程度远远超出当地特别是县级的应对能力,在开展地震应急处置工作中,需要依赖临县以及外部救援力量共同参与震后应急工作。

因此,引入跨区域应急能力将有助于减轻灾区的救援压力^[9],下一步,将在系统中引入灾区外围地区的应急能力信息辅助决策,在地震发生后,

系统充分考虑本县救援能力的同时,结合周边地区能够向灾区给予的支援,共同纳入辅助决策运算,将有助于系统更加精准的给出辅助决策建议,减轻灾区当地救灾统筹压力,为快速部署救援行动,减轻灾害损失提供精准科技支撑。

4 结论

“四川地震应急信息共享服务系统”在“四川芦山6.1级地震”的县级地震应急救援过程中发挥了实效,积累了成功经验与不足之处,只有不断总结这些经验教训,结合当地应急工作需求,加以改进完善,才能逐步将“四川地震应急信息共享服务系统”建设成具有专业性、针对性和时效性的系统,才能真正打通震后最后一公里,服务基层防震减灾工作,真正为县级抗震救灾工作提供专业的地震应急信息服务。

参考文献

- [1] 于文善,潘杰.习近平减灾救灾认识论析[J]. 思想政治课研究,2021(04):41-52.
- [2] 何雅枫,李璇琼,周志华.地震现场调查数据同步策略研究[J]. 防灾减灾学报,2022,38(01):60-66.
- [3] 张露露,何雅枫,宴金旭,等.基于无人机影像的漾濞地震房屋震害定量评估[J]. 华南地震,2021,41(03):76-81.
- [4] 郑茂.基于系统动力学地震灾害防灾减灾能力评价与仿真研究[D].成都:西华大学,2021.
- [5] 胥广银,高孟潭,俞言祥.破坏性地震破坏范围的快速估计[J]. 国际地震动态,2008(07):20-23.
- [6] 王东明,陈敬一,高杰.基于地震巨灾情景构建的应急救援演练虚拟仿真系统架构与设计[J]. 自然灾害学报,2021,30(04):18-34.
- [7] 张莹.地震应急预案数字化研究与应用[D].成都:西南交通大学,2014.
- [8] 龚宇,江小林,易桂喜.关于抗震救灾工作进程及其阶段性特点的初步探讨——以芦山7.0级地震抗震救灾工作为例[J]. 灾害学,2014,29(03):183-187.
- [9] 张海波.应急管理中的跨区域协同[J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学),2021,58(01):102-110+161.