

申源, 梁厚朗, 郑逸, 2021. 基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统设计与实现. 中国地震, 37(3): 586~598.

基于多源灾情数据的地震灾害损失 实时动态评估系统设计与实现

申源 梁厚朗 郑逸

四川省地震局, 成都 610041

摘要 传统的地震灾害损失评估系统, 由于基础数据更新不及时, 其评估结果准确性较差; 随着灾情获取手段的不断丰富完善, 利用地震现场实时获取的多源灾情信息, 能够实现地震灾害损失实时动态评估。本文通过系统架构、业务功能、业务流程等设计, 完成了多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估原型系统的研发。系统的设计与实现有助于震后政府部门实时动态地了解 and 掌握建筑物破坏、人员伤亡、经济损失等关键灾情信息, 能更好地服务于抗震救灾工作。

关键词: 多源灾情数据 地震灾害损失 动态评估 系统设计

[文章编号] 1001-4683(2021)03-0586-13 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

0 引言

地震灾害是人类面临的最严重的自然灾害之一。地震发生后, 震后应急指挥决策的关键在于能否及时了解和掌握地震现场灾害损失情况。目前, 四川省地震应急指挥技术系统可在地震发生后 2min 内给出建筑物破坏、人员伤亡、经济损失等快速评估结果, 在 20min 内给出各类应急指挥专题图和辅助决策建议报告。近年来, 随着评估模型的不断优化改进, 现有系统产出的快速评估结果准确性也在不断提高, 但大部分快速评估结果与震后实际调查结果还存在较大偏差。通过调研分析得知, 目前大多数地震灾害损失评估系统主要是基于历史基础数据来计算地震灾害损失的预估值; 但由于各地基础数据更新不及时, 导致了基础数据库时效性较差, 进而影响了评估结果的准确性。除此之外, 评估计算采用的模型、不同时段发生的地震(李永强等, 2016)、当地建筑物的抗震设防能力等因素会影响快速评估结果。

随着卫星通信、无人机技术的快速发展, 地震现场灾情获取的途径和手段不断丰富和完善, 有效利用这些灾情信息来开展地震灾害损失动态评估(许建华等, 2017), 能够为震后应急救援提供持续、动态的辅助决策建议。本文提出了一种基于地震现场多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估技术, 并通过系统架构、业务功能、业务流程、数据库等设计, 完成了基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统原型系统的设计与开发。

[收稿日期] 2021-04-08 [修订日期] 2021-05-31

[项目类别] 国家重点研发计划课题(2017YFC1500906、2018YFC1504505)、四川地震科技创新团队专项(201801)共同资助

[作者简介] 申源, 男, 1985 年生, 高级工程师, 主要从事地震监测预警、地震应急救援、地震标准化建设与紧急地震信息发布技术研究。E-mail: 352048209@qq.com

1 地震灾害损失评估现状

国外对地震灾害损失评估方法的研究主要以美国和日本为代表,1999年美国联邦紧急事务管理署(FEMA)和国家建筑科学研究院(NIBS)提出了HAZUS99方法,并于2003年建立了地震灾害损失评估系统HAZUS-MH,该系统可以快速估计地震灾害损失,包括直接经济损失、间接经济损失和社会影响损失等结果(陈洪富,2012)。日本于1964年新潟大地震后开始了震害预测评估研究。1995年阪神地震后,日本建立了东京都地震应急响应系统,1997年在横滨建立了地震快速响应系统,震后系统立即自动计算出震动参数,如仪器烈度值、峰值振幅、自振频率、总功率、反应谱等,几分钟可绘制出仪器地震烈度图(陈相兆,2016)。

近年来,国内学者开展了大量的震害评估理论、方法和系统开发研究;部分学者也对以前使用的震害快速评估方法进行了改进。杨天青等(2005)结合云南典型震害,初步得出了地震经济损失快速评估结果的粗略修正系数,在一定程度上提高了地震快速评估经济损失的精确性;蔡宗文等(2006)根据福建已有的建筑物易损性结果,利用福建人口数据及灾害损失的关系模型,基于WebGIS技术开发完成了区域震害快速评估系统;李伟(2006)提出了一种基于地震动参数的震害快速评估方法;陈鲲等(2006)编制了一套城市震害预估及房屋易损性矩阵数据库实时更新软件,可以根据地震烈度衰减关系自动绘制等震线,通过计算得到确定城市房屋的5种破坏状态灾情;蔡宗文等(2007)基于人口资料、区域地震震害预测模型及数据,提出了一种震害快速评估方法;王晓青等(2007)对震害预测过程中存在的不确定性及其研究进展、研究方法进行了回顾,并对当前震害预测中存在的主要问题进行了初步总结与讨论;李萍等(2007)研究探讨了3S技术在震害快速评估中的重要性、潜在功能和优点;王龙等(2007)结合遥感和GIS技术研发的建筑物震害损失评估系统,提高了震害提取的自动化程度,并通过人机交互提高了遥感震害评估的速度;危福泉等(2008)利用人口统计数据中的人口及建筑抽样信息,通过建筑物分类,在已有的城市建筑震害基础上,采用类比方法进行建筑物易损性分析,给出了人口数据及灾害损失的关系模型;陈洪富等(2013)对基于云计算的中国地震灾害损失评估方法进行研究,通过互联网为不同用户提供震前、震时、震后的综合地震信息服务;郭红梅等(2017)针对城镇地震防灾与应急处置的关键环节和薄弱环节,研发了一套针对性强、操作简便的城镇地震防灾与应急处置一体化服务系统,为市县地震部门震害防御、防震减灾科普宣传、应急准备以及震时应急响应和震后应急处置提供重要依据、工具和手段;张莹等(2017)利用地震灾害损失评估基础数据及模型,实现震灾快速评估、动态评估、评估查询等功能,为决策部门高效地开展地震应急工作提供更实用、更智能、更成熟的评估系统;赵真等(2020)提出了一种考虑地质灾害影响的、面向市县层级的地震灾害风险评估系统。

可以看出,国内学者提出的新的震害快速评估方法大多运用了高科技手段和方法,这也使得采用新的快速评估方法和手段得出的评估报告的可靠性和准确性有了较大提高。然而,震后受灾严重的震区其灾情信息很难及时、准确地上报给指挥决策部门。特别是破坏性严重的地震常常使得震区通信和交通处于瘫痪状态,灾情信息的“黑箱期”可能会长达几小时或更长。另外,目前的地震灾害损失评估主要基于历史基础数据和建筑物震害矩阵来计算建筑物破坏、人员伤亡和经济损失等,由于历史数据时效性较差,评估结果往往与实际调

查差距较大。与此同时,灾情评估结果无法动态反映地震现场灾害的实际损失,无法为地震应急救援提供持续的辅助决策建议。因此,充分利用地震现场灾情信息,实时动态地为政府决策部门提供最新的地震灾害损失评估结果,有助于抗震救灾指挥部门做出科学、合理的部署安排,提高震后应急救援的实效。

2 系统设计

2.1 系统业务流程设计

基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统以地震灾害事件为驱动,通过自动接收基于遥感卫星、无人机、地面调查等获取并融合后的多源灾情信息(主要为不同结构类型的建筑物面积破坏比例),并利用 ArcGIS 软件对已有的地震烈度圈进行空间叠加分析(主要分析不同烈度区的面积变化),对建筑物震害矩阵中的不同烈度区、不同结构类型的建筑物的破坏比例进行动态修正,在基础数据的支撑下开展地震现场灾情实时动态评估(图 1)。评估地震造成的人员伤亡、建筑物破坏、经济损失等结果,根据评估结果、专题图模板及文档模板,生成对应的专题图和灾情文档,为震后灾情综合研判和指挥调度提供技术支撑。

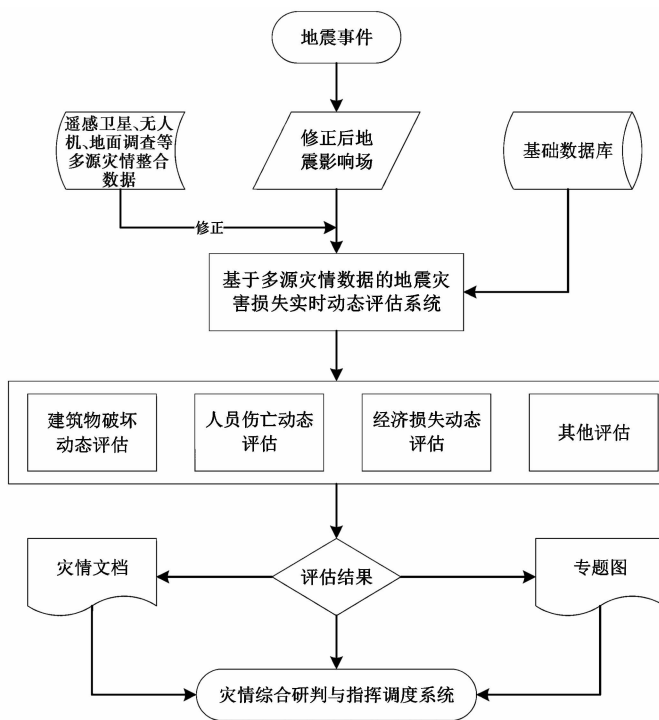


图 1 系统业务流程

2.2 系统总体架构设计

基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统采用分布式 3 层技术体系结构,具有良好的可移植性和安全性,系统界面和操作规范化、标准化,提供多种与其他系统的接口,具有良好的扩展性、可维护性和二次开发的能力。整个系统采用面向服务的架构,服务

与服务之间采用松耦合的方式实现,其中某个服务的改变不会影响其他服务,同时服务与服务之间是透明的,允许相互调用。在设计上采用面向对象的设计模式,将界面、控制、数据分开,提升了代码的可重用度。

系统总体架构如图 2 所示,具体内容如下:

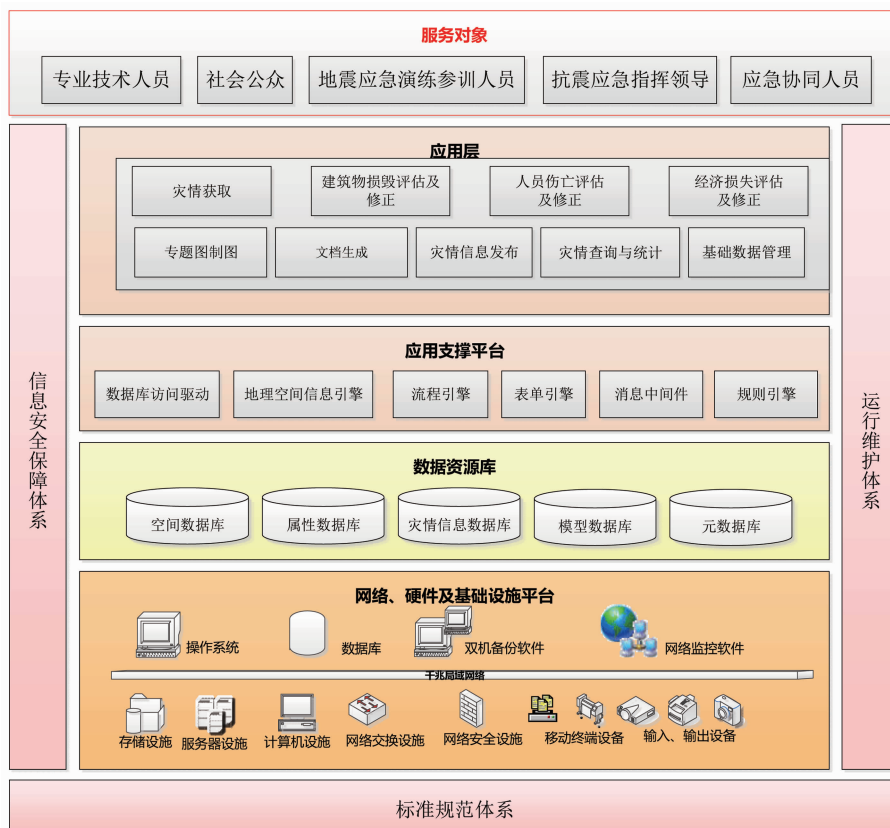


图 2 系统总体架构

(1) 基础设施层

基础设施层为系统建设的网络、硬件及基础设施平台,主要包括操作系统、数据库、备份软件、存储设施、服务器设施、网络安全设施、输入输出设备等。

(2) 数据资源层

数据资源层是系统数据资源的管理核心,接受业务应用层对数据资源库的请求,实现对数据库的查询、修改、更新等功能,并将运行结果提交给业务应用层。数据资源包括空间数据库、属性数据库、灾情信息数据库、模型数据库、元数据库等。

(3) 应用支撑层

应用支撑层为系统信息化建设的关键基础,主要为系统软件基础平台进行部署与搭建,包括提供数据库访问驱动、地理空间信息引擎、流程引擎、表单引擎、消息中间件、规则引擎等,实现上层应用系统的功能服务。

(4) 业务应用层

业务应用层即基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统,根据业务规划和实际需求,系统包括灾情获取模块、建筑物损毁评估及修正模块、人员伤亡评估修正模块、经济损失评估及修正模块、灾情查询与统计模块、专题图制图模块、文档生成模块、灾情信息发布模块和基础数据查询管理等。

(5) 用户层

用户层即服务对象,系统服务对象包括专业技术人员、社会公众、地震应急演练参训人员、抗震应急指挥领导和应急协同人员等。

2.3 系统功能设计

系统总体功能包括灾情获取、灾情查询、灾情动态评估、专题图生成、文档生成、灾情发布和数据管理等,系统功能结构如图 3 所示。

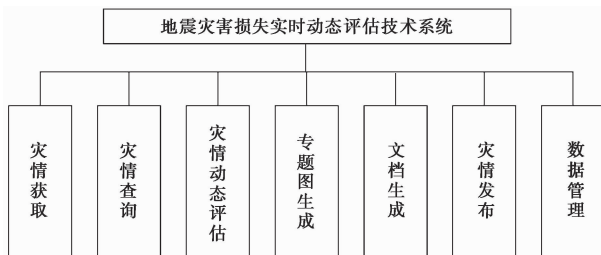


图 3 系统功能结构

(1) 灾情获取

自动获取基于卫星、无人机、地震台网、地震现场灾情调查等手段得到灾情信息,并将获取数据存储至灾情信息数据库中。地震发生后,通过各类手段获取的地震灾情信息按照分类编码规则统一存储于资源池中,以地震灾害事件 ID 为唯一识别码,系统自动抓取所需的灾情信息。

(2) 灾情查询

提供基于地震事件的灾情信息查询,并基于 GIS 地图对灾情的空间分布进行展示。

(3) 灾情动态评估

系统以地震灾害事件为驱动,实现在震后 0.5h、2h、8h、12h、24h、36h、48h、64h 及 72h 动态产出多期基于现场实时信息的灾害评估结果,提供目标区域内历史地震案例震情、人员伤亡评估结果、建筑物损毁评估结果、经济损失评估结果、次生灾害评估结果以及最新震情信息、现场灾情和救援信息等,为应急处置辅助决策提供可靠的灾害损失信息支持。

(4) 专题图生成

包括专题图分类模板制作、专题图动态生成功能。主要实现基于地震现场多源灾情评估结果产出的各类应急专题图的快速制图和出图,为地震应急各阶段及应急指挥、现场救援、物资调度、余震趋势判断、恢复重建等工作提供领导版专题图册、震后专题图、辅助决策文档用图等专题图。

(5) 文档生成

包括地震灾情文档模板制作、地震灾情文档动态生成功能。主要实现基于地震现场多

源灾情评估结果及各类灾情专题图快速合成灾情信息文档,为地震应急各阶段及应急指挥、现场救援、物资调度、余震趋势判断、恢复重建等工作提供决策建议和技术支持。

(6) 数据管理

实现对示范区经济、人口分布、生命线、建构筑物、地形地貌、断裂分布等基础数据进行管理维护和查询功能,提供基础数据在线编辑、规范性校验和批量导入导出等功能。

(7) 灾情发布

根据地震应急工作关键时间节点,自动推送基于地震现场多源灾情的评估结果和文档,为震后灾情研判和指挥调度提供辅助决策支持。

2.4 系统总体性能设计

根据震后灾情快速评估业务实际需求,对系统主要性能指标做如下约束:

(1) 地震触发后可在 0.5h、2h、8h、12h、24h、36h、48h、64h 及 72h 等不同时间段实时动态产出多期基于现场实时灾情信息的灾害评估结果。

(2) 系统应具有快速响应的特性,打开软件、操作界面和提交事务的平均响应时间应低于 2s;进行在线实时查询业务操作的数据处理时间应低于 5s。

(3) 每次启动动态评估后,5min 内完成建筑物破坏、人员伤亡、经济损失的动态评估,10min 内产出灾情报告,30m 内产出相关专题图。

(4) 专题图出图应支持 A0、A1、A3、A4 等幅面的打印输出。

2.5 系统数据库设计

数据库服务器操作系统为 Windows 2008 Server,在 NETFramework4.0 平台下开发,系统空间数据库采用 ArcGIS 10.2 的 GDB 数据库,数据库名称 EQDTPG,并对数据库表命名规则和字段命名规则进行了约定。其中字段命名采用英文单词(或英文简写),并且首字母大写,其他字母小写;如字段由多个单词组成,则每个单词首字母大写,其他字母均小写。数据表命名规则如表 1 所示。

表 1 数据表命名规则表

说明	命名规则	备注
基础表	“T_DATA_”+英文表名	例模板表(T_DATA_MOD)
代码表	“T_Code_”+英文表名	行政区划,系统表等
系统信息表	“T_Sys_”+英文表名	菜单配置表等
权限表	“T_PC”+英文表名	用户表,角色表,赋权表等
其他自定义表	其他格式的表命名规则	

系统数据库包括基础数据库、灾情信息数据库、业务数据库 3 大类(表 2)。其中,基础数据库包括矢量数据和栅格数据 2 类;灾情信息数据库包括地震事件信息、地震影响场、人员伤亡、房屋破坏等 10 类数据;业务数据库包括系统类、模型类及评估结果类等 3 大类、14 小类数据。

表 2 系统数据库表单

编号	英文名称	中文名称
1	TE_user	用户表
2	TE_roleinfo	角色表
3	TE_Permission	权限表
4	TE_syslog	系统日志表
5	TE_BuildingCost	建筑物重建费用表
6	TE_DamageMatrix	建筑物易损矩阵表
7	TE_EQEVENT	地震信息事件表
8	TE_intensity	地震影响场表
9	TE_Result_casualty	人员伤亡评估结果表
10	TE_Result_building	房屋破坏评估结果表
11	TE_Result_Economic	经济损失评估结果表
12	TE_Result_AppraisalReport	灾情报告成果表
13	TE_Result_ThematicMap	专题图成果表
14	TE_casualty	灾情获取人员伤亡统计表
15	TE_building	灾情获取房屋破坏统计表

3 系统关键功能实现与原型界面

3.1 系统关键功能实现

系统基于实时获取的灾情信息,按照不同时间段实时开展地震灾害损失动态评估,产出评估文档和各类应急专题图,为抗震救灾提供及时的信息服务。主要功能实现如下:

(1) 灾情获取

基于多通信手段,自动获取基于卫星、无人机的地震现场地面调查数据,并将获取的数据存储至灾情信息数据库中。代码如下:

```

///<summary>
/// 获取建筑物灾情
///</summary>
///<param name="sender"></param>
///<param name="e"></param>
private void UserJZPH_ZQ_Load(object sender,EventArgs e)
{
    try
    {
        QMHS.BLL.ZQ_BUILDING bll=new QMHS.BLL.ZQ_BUILDING( );
        DataTable dt=bll. GetList( string. Format( "eqid={0}" ,

```

```

this. GetEQID( )).Tables[ 0] ;
        ShowLayer( true, dt) ;
        this. gridBuilding. DataSource = dt;
    }
    catch( Exception ex)
    {
        Common. MsgBox. ErrorMessage( “提示”, ex. Message);
    }
}

```

(2) 灾情实时动态评估

基于地震灾害损失评估模型,通过地震参数的触发,系统将结合该区域的人口、经济和建筑物易损性等数据,提取各类空间数据、业务数据、人口库经济数据以及灾情数据,依据灾情评估模型,计算分析出灾情状况,并形成灾情评估结果。系统可实现地震发生后,在获取到地震三要素后自动启动评估或通过人工设定地震事件来启动评估。同时,当获取到新的灾情信息后,系统会自动根据设定的阈值启动新的评估流程,实现地震灾害损失的动态评估,自动完成人员伤亡、建筑物破坏、经济损失等评估运算。

建筑物破坏评估代码实现如下:

```

///<summary>
/// 计算乡镇所在烈度面积比
///</summary>
private void CalTownRation( )
{
    try
    {
        string intensityPath = System. AppDomain. CurrentDomain. BaseDirectory+@" \data
\EqBasdeData.gdb\pg_data\Intensity;";
        string townCodePath = System. AppDomain. CurrentDomain. BaseDirectory+@" \da-
ta\EqBasdeData.gdb\pg_data\pg_town_code";
        string inputFeatures = intensityPath+townCodePath;
        string outPutFeature = System. AppDomain. CurrentDomain. BaseDirectory+@" \data\EqBas-
deData.gdb\pg_data\town_clip"+this. PGXL;
        GISCommon. GisFunction. IntersectGP( inputFeatures, outPutFeature);
    }
    catch( Exception ex)
    {
        throw ex;
    }
}

```


(3) 专题图制图

专题图制图实现专题图从制作到输出的各项功能。其中,专题图模板管理可将专题图分类组织,并提供便捷的专题图配置工具进行专题图制作,能够添加、删除、修改专题图的各种要素信息,能够产出符合规范的专题图。专题图输出能够对其分辨率等参数进行设置,实现专题图的批量输出。专题图的自动输出参数能够提供接口进行修改。通过系统接口提前做好对专题图输出目录和打印机的输出设置,实现在地震发生后,快速、自动化打印输出所设定的地震专题图。专题图可按照出图区域不同,选取不同级别的模板,并根据区域形状自动判定横版与竖版样式。代码如下:

```
///
```

3.2 系统部分功能界面实现

系统基于 GIS 技术,利用 ArcGIS Engine-runtime 10.2 完成 GIS 功能的开发。采用 C/S 设计模式,利用 Microsoft. NET C#语言完成代码编码,并通过 UI 设计,完成了整个原型系统的设计与开发,主要功能界面见图 4。

3.3 系统应用实例

2020 年 2 月 3 日 0 时 5 分 41 秒,四川成都青白江区(30.74°N,104.46°E)发生 5.1 级地震,震源深度 21km。震后 2min,四川省地震应急指挥技术系统完成灾情快速评估,快速评估结果为:极震区烈度预计达到 VI 度,估计死亡 6~10 人,受伤 350~550 人。震后 8h,基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统,根据修正后的地震影响场分布图,结合地震现场调查的建筑物破坏等灾情数据,启动了动态评估并产出动态评估报告(图 5),评估结果为:死亡 0~5 人,受伤 5~15 人,最高烈度 VI 度,面积 204km²。根据动态评估结果,专家研判



图 4 系统部分界面示意图

“本次地震不会造成人员死亡,可能会有少量人员受伤,大部分建筑物无破坏,少量老旧房屋存在轻微破坏”。

2020年2月4日,四川省地震局正式发布本次地震的烈度图,此次地震的最高烈度VI度,面积330km²,地震总体破坏较轻,未造成人员伤亡和房屋建筑的严重破坏,主要是老旧砖木和砖混结构房屋出现梭瓦、墙体轻微裂缝、老旧裂缝加宽、附属功能用房局部破坏等轻微破坏现象。

本次地震发生在凌晨,基于历史基础数据并依据经验公式(地震发生时间段不同,人员伤亡的计算模型不同),计算机自动处理结果比实际调查结果偏大(表3)。

通过实际调查得知,当地建筑物多数已在汶川、芦山地震后进行了新建或维修加固,而基础数据库建筑物、人口等数据更新不及时、数据时效性不足,也是造成快速评估结果误差大的原因之一。基于多源灾情数据的地震灾害损失实时动态评估系统更多的是基于地震现场获取的实时灾情数据开展地震灾害损失动态修正和评估,评估结果更接近地震实际调查

青白江 5.1 级地震 灾情动态评估报告

(震后 8 小时)

四川省地震局

2020 年 02 月 03 日

据地震台网测定, 2020 年 02 月 03 日 00 点 05 分 00 秒(北京时间)在四川青白江(北纬 30.74 度, 东经 104.46 度)发生 5.1 级地震, 震源深度 21 公里, 震中位置海拔 711 米。

在根据余震信息、震源机制解、地震台网观测数据等修正地震影响场上的基础上, 结合星机地灾情数据, 地震灾情动态评估结果如下:

- 1、死亡及受伤人数: 死 0 至 5 人; 受伤 5 至 15 人;
- 2、直接经济损失约 8.64 亿元;
- 3、评估最高烈度 VI 度, 各烈度区面积和影响人口见下表:

表 1 各烈度区面积和影响人口一览表

震区烈度	面积(平方公里)	影响人口(人)
VI	204	103425

- 4、根据地震灾情动态评估结果, 地震应急响应级别无调整。
- 5、地震影响场分布图如下:

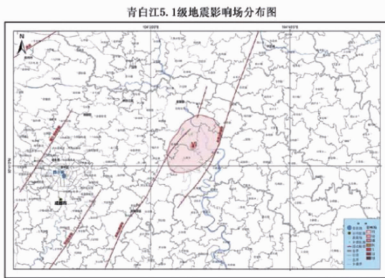


图 5 灾情动态评估报告

表 3 评估结果与实际调查结果对比

类别	快速评估结果	动态评估结果	实际调查结果
死亡人数	6~10 人	0~5 人	0 人
受伤人数	350~550 人	5~15 人	0 人
直接经济损失	6.24~6.96 亿元	8.64 亿元	未统计
VI 度区影响范围	195km ²	204km ²	330km ²

结果。同时, 动态评估结果还能为专家分析研判、应急指挥决策人员合理部署并开展应急救援工作提供参考依据。

4 结语

现代化通信技术的发展为信息获取提供了更为便捷的渠道。地震灾害损失实时动态评

估系统利用多源灾情信息,通过动态修正建筑物震害矩阵,实现了建筑物破坏、人员伤亡、经济损失的动态评估,克服了通过单一手段、单一灾情信息来源开展灾害损失评估的局限性,在地震“黑箱期”内为抗震救灾工作快速提供人员伤亡数量及人口分布、建筑物抗震及房屋破坏、经济损失情况等关键灾情信息,为救援人员调派、救灾物资部署等提供参考依据,能够满足震后整个应急救援期间灾区救灾行动的相关需求。

参考文献

- 蔡宗文,危福泉,方瑞峰,等,2007. 基于居民地分布的震害快速评估方法. 中国地震,23(4):410~415.
- 蔡宗文,危福泉,方伟,等,2006. 基于 WebGIS 的区域震害快速评估系统设计与实现. 地震地质,28(3):463~469.
- 陈洪富,2012. HAZ-China 地震灾害损失评估系统设计与初步实现. 博士学位论文. 哈尔滨:中国地震局工程力学研究所.
- 陈洪富,孙柏涛,陈相兆,等,2013. 基于云计算的中国地震灾害损失评估系统研究. 地震工程与工程振动,33(1):198~203.
- 陈鲲,高孟潭,2006. SuperMap Object 在地震灾害预估中应用浅析. 中国地震,22(3):327~332.
- 陈相兆,2016. HAZ-China 地震应急快速评估技术研究及系统建设. 博士学位论文. 哈尔滨:中国地震局工程力学研究所.
- 郭红梅,陈维锋,申源,等,2017. 城镇地震防灾与应急处置一体化服务系统研究. 震灾防御技术,12(4):924~935.
- 李萍,陶夏新,颜世菊,2007. 基于 3S 技术的震害快速评估. 自然灾害学报,16(3):109~113.
- 李伟,2006. 基于地震动参数的震害快速评估方法研究. 硕士学位论文. 哈尔滨:中国地震局工程力学研究所.
- 李永强,李兆隆,2016. 2014 年云南鲁甸 6.5 级地震致人死亡情况分析. 中国地震,32(4):787~800.
- 王龙,王晓青,丁香,等,2007. 基于遥感和 GIS 的建筑物震害损失评估方法研究与实现. 地震,27(4):77~83.
- 王晓青,何钧,丁香,等,2007. 地震灾害损失预测中的不确定性研究回顾. 震灾防御技术,2(1):75~82.
- 危福泉,蔡宗文,焦双健,等,2008. 基于人口统计数据区域震害快速评估方法. 地震学报,30(5):518~524.
- 许建华,张雪华,王晓青,等,2017. 无人机倾斜摄影技术在地震烈度评估中的应用——以九寨沟 7.0 级地震为例. 中国地震,33(4):655~662.
- 杨天青,姜立新,2005. 关于地震灾害快速评估系统的思考. 地震,25(3):123~128.
- 张莹,郭红梅,陈维锋,等,2017. 城镇地震应急快速评估系统研究. 震灾防御技术,12(4):902~913.
- 赵真,郭红梅,张莹,2020. 面向市县层级的地震灾害风险评估系统设计与实现. 震灾防御技术,15(2):419~430.

Design and Implementation of Real-time Dynamic Assessment System of Earthquake Disaster Loss Based on Multi-source Disaster Data

Shen Yuan Liang Houlang Zheng Yi

Sichuan Earthquake Agency, Chengdu 610041, China

Abstract Since the basic data usually could not be possible to update in time, it is difficult for traditional earthquake disaster loss assessment system to provide accurate assessment results. With increasingly improving technological means, it is the time for us to be able to achieve real-time earthquake disaster loss assessment by using satellite-drone-ground multi-source disaster information obtained from earthquake sites. Through the design of system construction, service function and service procedure, a prototype system has been developed to provide real-time earthquake disaster assessment based on multi-source disaster data. This system is helpful for government to obtain real-time disaster information (including degree of building damage, casualties, economic loss and so on), as well as to carry out earthquake and disaster relief work.

Keywords: Multi-source disaster data; Earthquake disaster loss; Dynamic assessment; System design