

李晋, 姜慧, 王立新, 等. 广州市部分城区震害预测与信息服务系统构建[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 144–147. [Li Jin, Jiang Hui, Wang Lixin, et al. Construction of Earthquake Damage Prediction and Information Service System for Guangzhou Urban [J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(3): 144–147.]

# 广州市部分城区震害预测与信息服务系统构建<sup>\*</sup>

李 晋<sup>1,2</sup>, 姜 慧<sup>1,2</sup>, 王立新<sup>1,2</sup>, 刘燕萍<sup>1,2</sup>, 吴华平<sup>1,2</sup>

(1. 广东省地震局, 广东 广州 510070; 2. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室, 广东 广州 510070)

**摘 要:** 广州市部分城区震害预测与信息服务系统, 是在原广州市震害预测工作成果的基础上, 对工作区内所有数据进行了重新调查更新, 并建设新的系统。针对用户的不同需求, 对系统进行整合开发, 将之集成在多元平台之上, 使其可广泛使用于电脑、移动设备终端(手机、平板电脑等)以及其他网络平台, 系统操作简单灵活, 实现了为用户提供更为便捷、准确、实用的地震信息服务。

**关键词:** 震害预测; 系统; 数据; 信息服务

**中图分类号:** X43    **文献标志码:** A    **文章编号:** 1000–811X(2014)03–0144–04

**doi:** 10.3969/j.issn.1000–811X.2014.03.026

震害预测与防御对策系统建设是指某一地区在地震危险性分析、概率设定地震分析、地震小区划、建(构)筑物易损性分析、生命线工程易损性分析、地震次生灾害评估、经济损失与人员伤亡分析、防震减灾规划与应急对策研究的基础上, 应用GIS等技术开发防震减灾信息管理与辅助决策系统<sup>[1]</sup>。它是防震减灾工作的一项重要内容, 其成果可为政府及相关部门提供决策依据。

广州市部分城区震害预测与信息服务系统在继承原系统提供的预测方法、模型等研究成果基础上, 使用面向服务的开发方式, 同时吸取近年来在城市减灾方面的研究成果<sup>[2–9]</sup>, 研发全新的系统软件, 并使之成为震害预测标准化软件产品, 同时可作为震害公共信息服务云平台和震害防御数据中心, 面向各级政府部门、企事业单位、普通公众提供信息服务, 使之达到国内领先水平, 并具有较长软件生命周期。

系统将建立工作区全新的地理信息数据库, 整合多项震害防御工作成果, 具备震害防御公共信息服务云平台和震害防御数据中心, 可生成面向各级政府部门、企事业单位、普通公众等不同社会群体, 集地震专业知识和相关行业信息查询、科普宣传等功能于一体的标准化震害预测服务产品, 以实现在不同客户端的便捷使用。新系统将逐步实现针对不同用户群体, 依权限对工作区域场地资料、建筑物基本属性及其震害预测结果等数据的快捷查询, 使“广州市部分城区震害预测与信息服务系统”成果的社会效益实现最大化。

## 1 数据介绍

工作区位于广州城市中心区域, 西南以珠江自然水系为界, 北到沈海高速广州支线, 东至广州大道, 包括越秀区及荔湾区、天河区、白云区的部分区域, 面积约70 km<sup>2</sup>, 如图1所示。

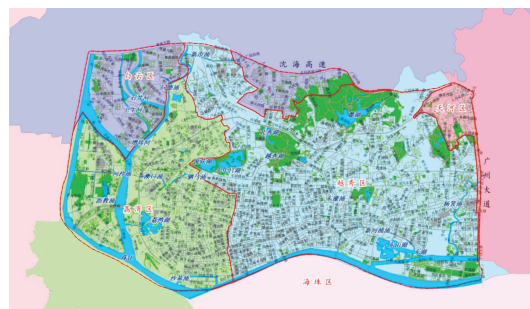


图1 工作区范围示意图

根据工作区最新(2011年)1:500电子地图(全要素)和工作区最新(2008年)1:2000卫星影像图, 按照“地震灾害预测及其信息管理系统技术规范”<sup>[10]</sup>要求, 对工作区范围内震害预测基础数据进行实地调查, 收集和更新工作区建筑物的基本属性信息。结合地震小区划结果对其进行易损性分析, 类比计算工作区内所有建筑物在不同烈度下的破坏情况。

### 1.1 基础地理信息数据

收集整理广州市最新的1:500测绘成果数据。通过图幅拼接、分层、拓扑处理、坐标转换等,

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2014–02–10    修回日期: 2014–04–01

基金项目: 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室建设项目(2011A060901006); 广州市部分城区震害预测与防御对策系统升级更新项目(GMTC125BZFG0038JO)

作者简介: 李晋(1981–), 女, 陕西榆林人, 工程师, 主要从事震害预测相关研究. E-mail: lijn200305@sohu.com

替换原有的地理信息数据。具体基础数据构成如表 1 所示。

表 1 基础数据图层构成表

分类	图层	属性项	几何类型
居民地和垣栅	房屋面		面
	地名注记	要素代码、注记内容	点
	居民地线	要素代码	线
	垣栅	要素代码	线
工矿建(构)筑物及其它设施	居民地辅助线	要素代码	线
	工矿面	要素代码、工矿类型	面
	水系面	要素代码、名称、水系类型、养殖类型	面
	水系线	要素代码	线
交通及附属设施	水系注记	要素代码、注记内容	注记
	铁路线	要素代码	线
	道路中心线	要素代码、道路名	线
	道路边线	要素代码	线
管线及附属设施	交通注记	要素代码、注记内容	注记
	道路面	要素代码、交通类型	面
	管线点	要素代码	点
	管线线	要素代码	线
地貌和土质	管线面	要素代码	面
	管线注记	要素代码、注记内容	注记
	地貌线	要素代码	线
	等高线	要素代码、高程	线
植被	植被面	要素代码	面
	植被注记	要素代码	注记
境界	图廓	要素代码、图号	面

### 1.2 航空影像数据

对工作区范围(70 km<sup>2</sup> 中心城区)1:2 000 影像数据进行整理(图 2),包括坐标转换、图幅拼接、匀色、入库等。



图 2 工作区卫星影像图

### 1.3 建(构)筑物普查数据

(1)建(构)筑物普查。针对新旧地理信息数据的差别,现场对变更建(构)筑物进行重点调查。调查内容包括建(构)筑物年代、层数、结构类型、结构现状等。

(2)调查数据录入。将建(构)筑物现场普查结果,录入到电子地图中。

(3)数据整合。将现有房屋面数据资料与现场普查的数据进行整合,包括空间数据的整合和属性数据的整合。

(4)门牌地址数据核对检查。通过比对公安部门提供的数据,对旧的门牌地址数据逐一核查,

先在电子地图上核对,再通过实际调查予以核对。

(5)数据检查。执行内业的三级数据检查(调查员自查、组长检查、不低于 30% 的抽查)制度,确保数据成果质量。

### 1.4 工作区地震环境资料

在原有资料的基础上,补充收集和整理了工作区地震环境资料。对于数据发生变化的图件,进行必要的格式转换和坐标转换,将其属性数据入库更新图层。对于数据没有变化的图件,系统仍继续使用。收集到的资料有:

(1)比例尺不小于 1:100 万的区域地震构造图、地质灾害图、地球物理勘探、地质灾害隐患点分布图等。

(2)比例尺不小于 1:25 万地震小区划工作区及其周围 25 km 范围的地震构造图、震中分布图等。

(3)收集工作区工程地质钻孔分布图、工程场地类别分区图、工程地质分区图、地震地质灾害小区划图、地震动参数小区划图等,并投影到 1:500 工作区电子底图。

### 1.5 其他数据

在原有数据的基础上,如果数据未发生变化的,按照新的数据字典收集入库,对于有更新和变化的数据,则重新收集整理并入库。

(1)补充完善地震工程钻孔、钻孔柱状图、历史地震目录数据;

(2)整理医疗、公安、消防等对策类数据;

(3)调查更新工作区供水、供气、供电、通讯和交通五大生命线工程系统数据,完成对更新的生命线工程图件数字化及震害结果的建模计算;

(4)收集工作区人口、经济数据,建立模型计算不同震害等级下的人员伤亡及经济损失结果;

(5)收集避难场所数据,包括已建成的、在建的和规划建设的避难场所,以及可用于临时使用的紧急避难场地;

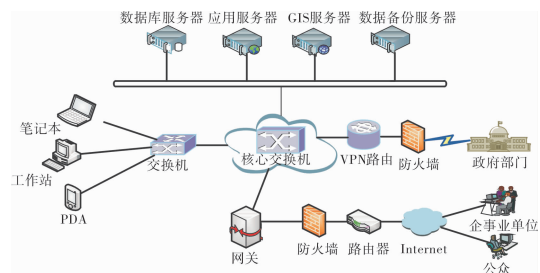


图 3 系统部署结构图

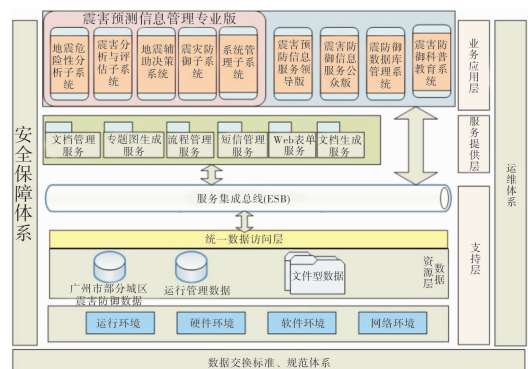


图 4 系统总体结构图





图5 公众版子系统电脑终端界面

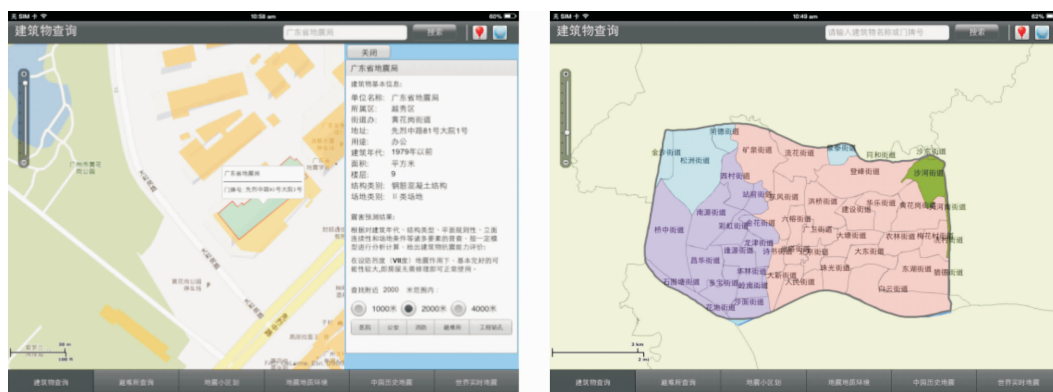


图6 公众版子系统平板电脑(iPad)终端界面

- (6)整理地震次生灾害源数据;
- (7)收集整理地震基础知识、宣传漫画及视频等科普材料。

## 2 系统构建

### 2.1 系统部署环境

系统运行环境主要包括软件环境、硬件环境、网络环境和运行环境,系统部署结构如图3所示。

(1)系统软件环境主要包括操作系统、GIS平台、开发软件平台和数据库系统等。

(2)系统硬件环境主要包括WEB服务器、应用服务器、数据库服务器等。

(3)网络环境主要包括路由器、交换机、防火墙等。

### 2.2 系统架构

系统使用面向服务的开发方式,操作更简便,软件生命周期更长。系统包括服务支持层、服务提供层和业务应用层。遵循地震行业数据交换标准和规范体系,通过ESB总线进行服务部署和访问,用户通过地震业务应用系统平台访问被授权的业务系统。系统面向不同用户,开发有不同子系统。系统总体结构如图4所示。

### 2.3 系统集成

“广州市部分城区震害预测与信息服务系统”,在继承原震害预测系统的基础上,提出了新的服务思想,将震害预测成果以不同的方式广泛应用和服务于实际。系统实现了根据不同用户群体的需求提供特定服务的功能,这些用户群包括地震专业工作者、相关行业的专业人员、地震应急决

策者、社会公众和学生及地震科普宣传员等。根据用户需求的不同,系统定制开发多个“广州市部分城区震害预测与信息服务系统”子系统。系统基于创新与信息服务的理念,最终形成5个子系统并将其应用于一般电脑及手机、平板电脑等多种移动终端设备。

震害预测信息系统专业版子系统,主要针对专业技术人员,按照C/S架构设计开发,其功能涵盖全部(共21个)震害分析与防御对策分析模块以及三维分析模块,可提供完整的数据服务和分析功能。



图7 公众版子系统智能手机终端界面

震害预测信息服务决策版子系统,主要服务于管理决策人员。相对于专业版子系统来说,决策版子系统功能更为精简,其采用B/S架构,使决策者能方便地通过浏览器访问服务器,查询震

害预测分析结果和辅助决策信息。该子系统具有界面简洁, 一键式操作, 运行快速的特点, 主要有设定地震、震害评估结果(建筑物、生命线工程、人员伤亡、经济损失)快速展示、应急预案及辅助决策信息查阅, 并自动生成灾情预估报告(Word \ PPT)等功能。

震害预测信息服务公众版及移动端子系统, 是把震害预测工作部分成果面向公众用户发布的服务。在充分考虑公众需求的基础上, 系统采用 B \ S 架构进行开发。社会公众通过登陆网页查询有关内容, 满足对防震减灾信息的查阅需求, 且查阅方便、快捷。

公众版子系统提供了工作区内所有建筑物(住宅楼、写字楼、学校、医院、政府部门等)基本信息和设防烈度标准下的建筑物震害预测结果信息查询。其中建筑物信息超过 14 万条记录, 每条记录调查和计算项共 39 项。这是震害预测结果首次以开放的方式应用于实际, 面向社会公众提供查询服务。

公众版子系统还提供地震避难场所和救助咨询服务, 可对工作区内避难场所、医院、消防、公安等信息进行查询, 并提供指定地点到目标信息点的最短行车路径等导航信息。

公众版系统为相关专业人员提供了全国历史地震和工程地质专业图件等信息的网络查询功能, 并内嵌和链接大量的地震科普知识。系统中的全球地震实时查询, 关联了美国 USGS 网站, 数据每 10 分钟更新一次, 用户可以查询全球最新地震信息。

公众版子系统开发了针对 Android 与 IOS 操作平台的移动端子系统, 提供丰富的用户体验。用户可以通过 iPad、安卓 Pad 或智能手机下载安装相应的移动客户端, 方便快捷的查询各种地震相关信息(图 5、图 6、图 7)。

震害预测科普教育子系统, 主要用于震害防御知识宣传教育。系统使用单机版开发模式, 采用多点触摸屏展示, 方便开展科普展示和宣传讲解。具有设定地震并对震害预测成果进行展示的互动功能。

数据库管理子系统, 主要用于系统数据管理。系统包括属性数据库管理、空间数据库管理和元数据管理三部分。其不但实现了数据更新、统计及导入导出等功能, 而且可以对数据结构进行动态更新, 具有移植性和可扩展性。

### 3 结论与讨论

原广州市部分城区震害预测项目成果包含大量可用于城市规划、建设、工程结构抗震设计以及震后救援服务的基础资料, 但其仅用于政府震前预防与震后应急救灾决策, 并未完全公开, 使得项目的功能性受到较大的限制, 未能充分发挥地震安全基础数据的减灾效益。

“广州市部分城区震害预测与信息服务系统”的建设推动了地震科技成果向防震减灾具体实践的转化, 实现了真正意义上的防震减灾服务产品化。且系统集成在多元平台之上, 将各类地震科技成果、数据和信息进行科学分类, 实现了数字化网络管理。通过信息发布和网络查询功能, 面向不同需求的用户群体提供快捷、准确、操作性强的地震信息服务。同时, 社会公众通过智能移动终端设备, 可随时随地登录系统, 关注地震信息, 了解逃生常识, 对普及防震减灾知识具有重要意义。

因系统数据量大, 更新要求高, 为保证数据时效性和系统稳定性, 须由专业人员进行维护, 这使系统推广方面受到一定制约; 此外, 在专业版子系统中, 由于系统计算模型复杂且涉及海量数据, 计算震害评估结果的时间比预想要长。这些需要在后续的工作中不断加以改进。

### 参考文献:

- [1] 聂树明, 陈小芳. 东莞市区震害预测基础数据库建设[J]. 华南地震, 2007, 27(3): 87-95.
- [2] 李陈侠, 安艳芬, 于贵华, 等. 汶川 Ms8.0 地震的地质科学考察数据库简介[J]. 地震地质, 2008, 30(3): 804-810.
- [3] 刘本玉, 苏经宇, 江见鲸. 震害预测方法及其相关程序[J]. 世界地震工程, 2004, 20(3): 39-42.
- [4] 聂高众, 陈建英, 李志强, 等. 地震应急基础数据库建设[J]. 地震, 2002, 22(3): 105-112.
- [5] 董晓燕, 王超. 浅谈城市防震减灾信息管理系统的应用现状及功能扩展[J]. 防灾减灾学报, 2012, 28(3): 12-16.
- [6] 李策, 杜云艳, 于贵华, 等. 基于 ArcGIS 的地震活断层多源数据组织与管理研究[J]. 地球信息科学, 2008, 10(6): 716-723.
- [7] 杨挺, 朱元清, 宋俊高. 应用 GIS 进行城市震害预测的有利性[J]. 灾害学, 1998, 13(3): 17-22.
- [8] 范灵春, 李谊瑞. 基于 GIS 的城市防震减灾信息管理系统[J]. 四川地震, 2000(4): 34-41.
- [9] 张广平, 谢忠, 罗显刚, 等. 面向服务的地质灾害预警预报功能库[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 45-49.
- [10] 全国地震标准化技术委员会. GB/T 19428-2003 地震灾害预测及其信息管理系统技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.

## Construction of Earthquake Damage Prediction and Information Service System for Guangzhou Urban

Li Jin, Jiang Hui, Wang Lixin, Liu Yanping and Wu Huaping

(1. Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China; 2. Key Laboratory of Earthquake Early Warning and Safety Diagnosis of Major Project, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** On basis of accomplishment of original work, by updating and reinvestigating of all data of the work area, the Earthquake Damage Prediction and Information Service System for Guangzhou Urban is established. According to needs of different users, the new system is designed and integrated on diverse platforms, which could be widely used in computer, mobile terminal devices (e. g. mobile phones, tablet computers, etc.) and other network platform. The new system is of simple and flexible operation method and is able to provide services with faster, more accurate, and more practical earthquake information for users.

**Key words:** earthquake damage prediction; system; data; information service