

# 地震巨灾风险评估系统的研制与应用<sup>1</sup>

丁香 王晓青 王龙 郑友华

(中国地震局地震预测研究所, 北京 100036)

**摘要** 地震巨灾风险评估系统(EQRiskAsia 2010 for Windows)是专门用于未来10年尺度亚洲地震巨灾风险评估计算的系统,该系统具有很强的分析处理功能,可用于地震巨灾风险综合评估、地震灾害损失快速评估和地震巨灾案例信息查询等。本文介绍了该系统的设计思路和主要功能。

**关键词:** 地震 损失预测 风险评估 系统设计

## 前言

根据不同的地震风险评估模型,国内外已经开发出相应的风险评估计算机软件系统(李树桢等,1993;丁香等,1998;王晓青等,2000;米宏亮,2002;Ding等,2004;Wang等,2007;Ding等,2007;丁香等,2009)。但总体来说,还没有专门针对地震巨灾,并且考虑防震减灾能力的地震风险评估新模型的软件系统。基于地震巨灾风险评估数据库、采用GIS空间数据存取和数据处理技术编制风险评估软件,将提高分析的效率和结果的表达效果,并可用于地震巨灾的快速评估工作。

地震巨灾风险评估系统(Catastrophe Earthquake Risk Estimation System,简称为EQRiskAsia 2010 for Windows)是专门用于未来10年尺度亚洲地震巨灾风险评估计算的系统,主要包括数据库管理、地震损失评估及风险评估、地震风险综合评估、地震震后快速评估。该系统建立在数据库和GIS环境下,具有很强的分析处理功能,为判定地震巨灾高风险区提供了一个强有力的辅助工具。

## 1 系统设计目标与设计原则

EQRiskAsia依据亚洲地震巨灾风险评估方法,在地震巨灾风险评估数据库基础上,设计和研制了专门用于地震巨灾风险评估计算的软件系统,为未来10年尺度亚洲巨灾风险评估,判定地震巨灾高风险区提供依据。

### 1.1 系统设计目标

EQRiskAsia的设计目标为:

(1) 根据研究形成的地震巨灾危险区确定、危险性分析、考虑减灾能力的生命与GDP

**1 基金项目** 本文为“十一五”国家科技支撑计划项目子专题(编号:2008BAC44B02-0403)

[收稿日期] 2011-11-03

[作者简介] 丁香,女,生于1965年。副研究员。主要研究方向:地震灾害损失评估、计算机软件开发。E-mail: dingxiang525@163.com

易损性分析和地震巨灾风险评估方法，人口、经济与社会发展等数据，进行生命损失评估、经济损失评估以及地震风险综合评估。

(2) 研制的地震巨灾风险评估系统将为编制未来 10 年尺度亚洲地震巨灾高风险区分布图提供服务。

## 1.2 系统设计原则

系统设计所依据的原则如下：

(1) 满足地震巨灾风险评估的需求。

(2) 遵循软件工程理论进行系统需求分析、总体设计、详细设计、数据库建库、程序编制、系统集成与调试、文档编写与管理等工作。

(3) 系统功能设计本着简洁、实用和满足多方面应用（如减灾能力分析、地震风险评估、灾害损失预测、设定地震损失评估、震后灾害损失快速评估、地震风险评估制图等）需求的原则设计。

(4) GIS 平台的选择原则为：平台在目标用户群中广泛使用，运行于 Windows 环境，便于空间数据与属性数据的管理，具有友好的用户界面，具有良好的技术支持。依据上述原则，选择了 ArcGIS Engine 9.2 作为本系统的 GIS 开发工具。

## 2 系统集成功能设计

依据上述系统建设目标和设计原则，本系统设计了如下主要功能：

(1) 集成控制环境。采用集成控制环境集成系统各种功能菜单，工具箱，简化用户操作。

(2) 数据库维护功能。系统数据库采用 MS Access 进行设计与建库，并采用数据库操作方式进行访问。数据库维护功能包括：记录添加、修改、删除、批量添加、批量删除、更新等。

(3) 风险评估功能。系统的风险评估功能包括：生命损失评估、经济损失评估、地震风险综合评估、地震快速评估。

(4) 有关系统风险评估计算模型参见王晓青等（2003，2007，2009）；Wang 等（2004，2009）；王晓青等（2010）<sup>1</sup>；防震减灾能力评价参见李智等（2010a；2010b）；薄景山等（2011）<sup>2</sup>；地震易损性研究参见王晓青等（2011）<sup>3</sup>、李智等（2010a；2010b）以及陈棋福等（2007）。

(5) 信息查询与浏览功能。系统在集成控制环境下实现多种查询功能，主要查询功能从数据类型上包括：空间要素查询、属性数据查询、数据库表查询等；从查询方式上包括：条件查询、记录筛选等。查询结果可以浏览显示或输出。

(6) 地图显示与操作功能。系统具备空间信息的地图显示功能，用户可对系统显示的地图进行放大、缩小、全图显示、漫游等多种基本地图浏览操作。并具有创建和调用地图工程的功能。地图操作功能还以主工具箱的形式设计。

(7) 信息服务。系统集成了亚洲 21 个地震巨灾案例的文档，并且包括了亚洲范围的破坏性地震目录和灾情信息，为相关研究人员提供了十分宝贵的研究资源。

1 王晓青，丁香，2010. 考虑减灾能力的宏观地震风险评估模型研究. 个人通讯.

2 薄景山，刘晓静，2011. 我国地震灾害减灾能力评价研究综述. 个人通讯.

3 王晓青，袁小祥，丁香，2011. 考虑减灾能力的地震宏观易损性研究. 个人通讯.

(8) 系统帮助。主要包括系统帮助、关于系统、关于作者等。

图 1 为系统组成框图；图 2 为系统各部分主要功能；图 3 为地震巨灾风险评估系统主界面图。

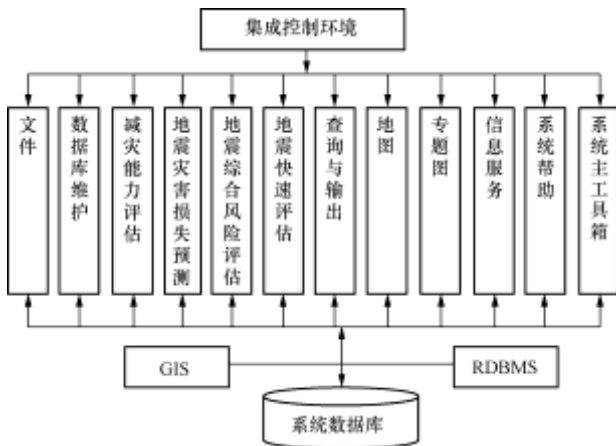


图 1 系统集成框图

Fig. 1 The frame chart of integrating system of EQRiskAsia

| 文件                            | 数据库   | 风险评估  | 输出  | 地图   | 专题图  | 工具箱  |
|-------------------------------|---|---|---|--|--|--|
| 打开数据库<br>另存数据库<br>数据库压缩<br>退出 | 地震基本参数<br>行政区<br>人口经济<br>人口增长率<br>经济增长率<br>地震生命易损性<br>地震经济易损性 | 基础数据网格化<br>地震减灾能力评估<br>地震损失评估<br>地震综合风险评估<br>震后快速评估 | 地震损失评估结果<br>基础地理信息<br>人口经济<br>地震易损性<br>任意条件查询 | 打开地图工程<br>保存地图工程<br>添加图层<br>保存图层<br>另存图层<br>保存图层选择内容<br>移除活动图层<br>移除所有图层<br>地图查询<br>浏览图层属性<br>输出地图 | 工作区分布图<br>人口分布图<br>GDP分布图<br>地震危险性分析预测图<br>生命风险预测图<br>经济风险预测图<br>综合风险预测图<br>生命期望预测图<br>经济期望预测图<br>确定性生命损失预测<br>确定性经济损失预测 | 打开地图工程<br>保存地图工程<br>选择<br>中心放大<br>中心缩小<br>平移<br>全图<br>上一视图<br>下一视图<br>连续缩放/平移<br>要素选择<br>缩放/选择要素<br>清除选择 |
|                               |   | 信息服务  | 帮助  |  |  |  |
|                               |   | 近代亚洲灾难性地震选编<br>亚洲国家重要地震目录<br>(前2015—2008)           | 系统帮助<br>关于系统<br>关于作者                          |  |  |  |

图 2 地震巨灾风险评估系统主要功能图

Fig. 2 The main functions of EQRiskAsia

### 3 系统数据库设计与实例建设

#### 3.1 系统数据库的主要内容

根据地震巨灾风险的特点和地震巨灾风险评估的实际需求，地震巨灾风险评估数据库主要数据内容包含：

(1) 基础地理数据。主要包括：行政区划、行政驻地等。

(2) 社会经济背景数据。主要包括：人口、国土面积、经济（GDP）、人口增长率、经济增长率，以及人口、GDP 空间分布网格数据等。

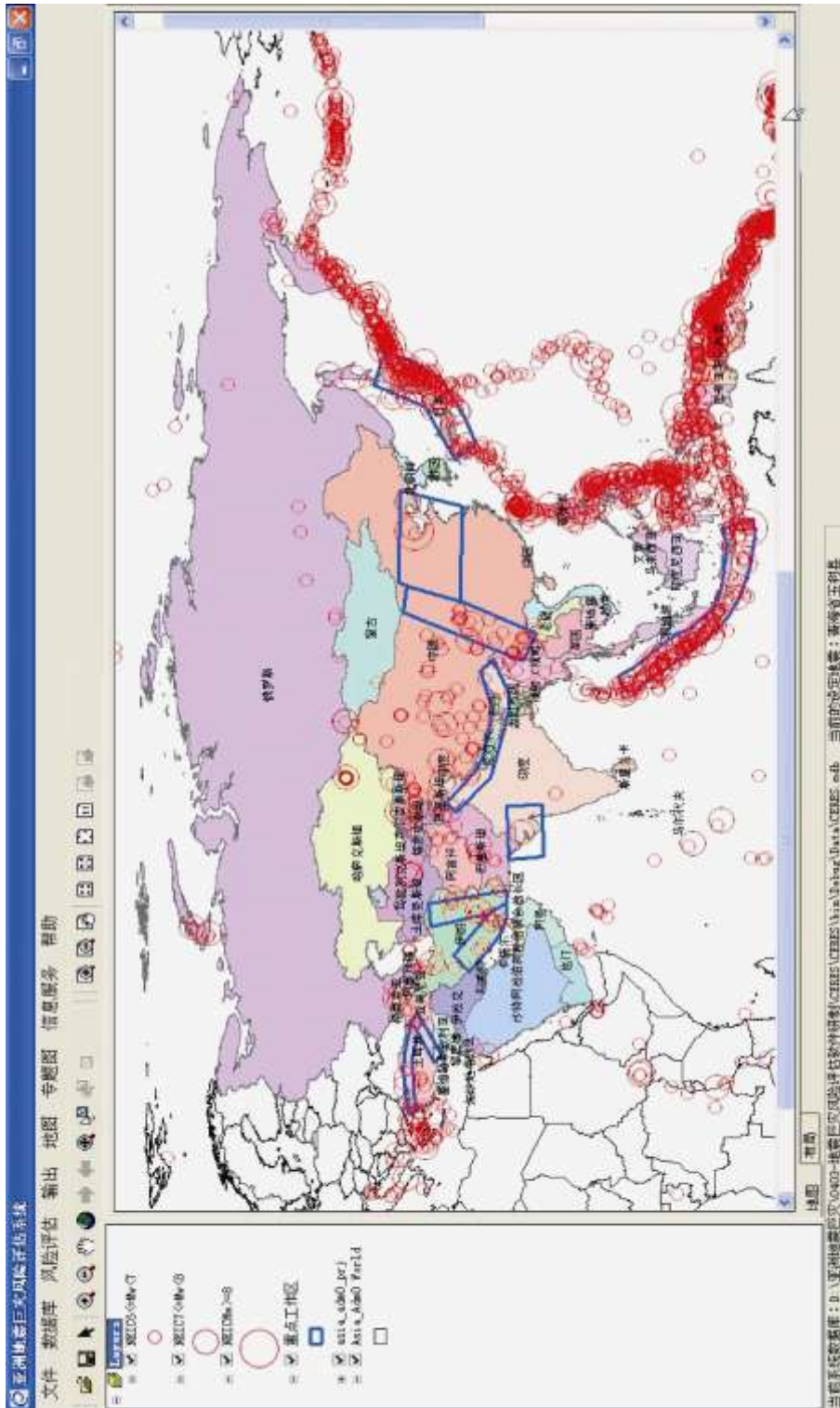


图 3 地震巨灾风险评估系统主界面图

Fig. 3 The main interface of EQRiskAsia

(3) 地震危险性分析数据。主要包括:地震动衰减关系、地震危险性分析结果、设定地震数据、地震影响场等。

(4) 地震易损性数据。主要包括:地震生命易损性、地震宏观经济易损性等。

(5) 地震减灾能力数据。主要包括:减灾能力层次分析经验模型、宏观减灾能力指标、重点工作区减灾能力评价指标等。

(6) 地震风险评估结果。主要包括:确定性或概率性方法评估的地震生命和经济损失、地震生命或经济损失风险或者地震综合风险等。

(7) 近代亚洲灾难性地震选编。收集近代亚洲地区的所有记录在案的地震资料,选编了从1905年4月4日印度坎格拉7.8级地震到2008年5月12日中国四川省汶川8.0级地震共计22个特大破坏性地震。

(8) 亚洲国家重要地震目录(前2015年—2008年)。

### 3.2 系统数据库表设计

针对每一数据库表,按照其内容需求设计表的字段。如人口经济统计表包括了14个元参数,字段名称如下:国家缩写、一级行政区名称、二级行政区名称、三级行政区名称、四级行政区名称、中文名称、行政区编码、面积、年份、GDP单位、GDP、人口单位、人口、空间要素顺序号。

数据字段采用统一的方式进行设计,分别规定字段名、中文名、字段类型及长度、数据单位、有效性范围,并进行不同数据表之间数据的一致性设计等。

系统空间数据库按照空间数据格式要求进行设计。

### 3.3 数据库的建立

本系统采用Access数据库,空间数据采用ESRI Shapefile格式。

在上述数据库设计基础上,建立了数据库实例。根据亚洲地震巨灾风险评估的需要,以亚洲重点工作区为主要区域,收集整理了各类相关数据,并结合亚洲地区地震危险性分析、地震易损性等研究结果,形成了亚洲地震巨灾风险评估数据库。

## 4 结论

本文给出了地震巨灾风险评估数据库设计与实例,地震巨灾风险评估系统。本系统已经用于国家“十一五”科技支撑课题“亚洲地震巨灾风险评估技术及应用研究”——亚洲重点研究区地震巨灾风险评估的计算,可为地震高风险区识别以及编制未来10年尺度的亚洲地震巨灾高风险区分布图提供重要基础数据和分析工具。

## 参考文献

- 陈棋福, 王晓青, 刘吉夫, 2007. 中国大陆宏观经济指标(GDP)的地震易损性研究. 2006—2020年中国大陆地震危险区与地震灾害损失预测研究编委会. 2006—2020年中国大陆地震危险区与地震灾害损失预测研究. 北京:地震出版社, 252—264.
- 丁香, 王晓青, 姜立新, 1998. 地震灾害损失现场评估的计算机辅助系统. 地震, 18(3): 286—292.
- 丁香, 王晓青, 王龙, 张飞宇, 郑友华, 2009. 水库地震预测与风险评估系统研制. 地震地质, 31(4): 778—784.
- 李树桢, 尹之潜, 1993. 地震损失评估与数据库系统. 中国地震, 9(3): 264—275.
- 李智, 2010a. 地震生命易损性研究 [硕士论文]. 中国科学技术大学.

- 李智, 王晓青, 王超, 2010b. 集集地震人员死亡率研究. 华北地震科学, **28** (3): 1—5.
- 米宏亮, 2002. 地震灾害宏观易损性研究与震害快速评估的网络实现 [硕士学位论文]. 中国地震局分析预报中心.
- 王晓青, 傅征祥, 丁香, 许永江, 2000. 地震灾害损失预测系统计算原理与主要功能. 地震, 增刊: 222—226.
- 王晓青, 邵辉成, 丁香, 2003. 地震速报参数不确定性的应急灾害损失快速评估模型. 地震工程与工程震动, **23** (6): 198—201.
- 王晓青, 丁香、陈棋福、孙柏涛等, 2007. 2006—2020 年中国大陆地震灾害损失预测研究; 2006—2020 年中国大陆地震危险区与地震灾害损失预测研究. 科技部公益项目重点项目成果专著. 北京: 地震出版社, 265—279.
- 王晓青, 丁香, 王龙等, 2009. 四川汶川 8 级大地震灾害损失快速评估研究. 地震学报, **31** (2): 205—211.
- Ding Xiang and Wang Xiaoqing, 2004. Study on Development of Database for Fast Earthquake Damage Assessment Based on RS in IDL/ENVI, IEEE IGARSS2004. 2004.9.18-25, Anchorage, Alaska, US.
- Ding Xiang, Wang Xiaoqing, Wang Long, Dou Aixia, 2007. Study on the Development of Seismic Disaster Prediction of Lifeline Systems Based on ESRI ArcGIS Engine. IEEE IGARSS 2007, 23-27, July, Barcelona, Spain. 4723—4725.
- Wang Xiaoqing, Ding Xiang, Dou Aixia, Wang Long, Wang Dongliang, 2007. Study on GIS and RS based Seismic Prevention and Disaster Reduction Management Information System. IEEE IGARSS 2007, 23-27, July, Barcelona, Spain. 4686—4689.
- Wang X.Q. et. Al., 2004. Study on Earthquake Losses Assessment Model Considering the Uncertainties of Earthquake Location and Other Factors. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS'04 Proceedings, 4: 2249—2251, September 20—24, Anchorage, Alaska, US.
- Wang X.Q., Wang Long, Ding Xiang, Zhang Feiyu, Zheng Youhua, 2009. Study on Methodology and System Development for Risk Assessment of Reservoir—Induced Seismicity. See: Proceeding of International Disaster and Risk Conference (IDRC), 13th—15th, July, 2009, Chengdu China.

# The Development and Application of Catastrophe Earthquake Risk Estimation System

Ding Xiang, Wang Xiaoqing, Wang Long and Zheng Youhua

(Institute of Earthquake Science, China Earthquake Administration, Beijing 100036, China)

**Abstract** The Catastrophe Earthquake Risk Estimation System (EQRiskAsia 2010 for Windows) was developed specially for the catastrophe earthquake risk assessment of Asia in a time-scale of 10 years. The system has strong analytical capability, such as the earthquake risk assessment, the quick post-earthquake loss assessment and the information query of historical catastrophic earthquake cases occurred in Asia, etc.. The design idea and main functions of the system are introduced in the paper.

**Key words:** Earthquake; Losses forecast; Risk assessment; System design