

# 城市地震灾害风险评估系统的设计

龙建宇

四川省地震局 四川 成都 610000

**【摘要】**：为了更好地满足新时期防震减灾工作的需求，提高地震灾害风险评估结果的精确性和真实性，现设计一款功能完善、实用性强的城市地震灾害风险评估系统。首先，探讨了地质灾害风险评估模型构建。其次，从系统逻辑架构设计和系统数据库设计两个方面入手，完成系统总体设计。最后，分别完成了对地震危险性分析模块、次生灾害风险分析模块、地震灾害损失预评估模块、震害防御对策模块的设计和实现。结果表明：本文所设计的城市地震灾害风险评估系统运行正常、可靠、稳定，各个功能模块实现满足设计相关要求。希望通过这次研究，为相关人员提供有效的借鉴和参考。

**【关键词】**：城市；地震灾害；风险评估；系统设计

## Design of Urban Earthquake Disaster Risk Assessment System

Jianyu Long

Sichuan Seismological Bureau Sichuan Chengdu 610000

**Abstract:** In order to better meet the needs of earthquake prevention and disaster reduction in the new era and improve the accuracy and authenticity of earthquake disaster risk assessment results, a city earthquake disaster risk assessment system with perfect functions and strong practicability is designed. Firstly, the construction of geological hazard risk assessment model is discussed. Secondly, the overall design of the system is completed from two aspects of system logical architecture design and system database design. Finally, the design and implementation of seismic risk analysis module, secondary disaster risk analysis module, earthquake disaster loss pre-assessment module, earthquake disaster defense countermeasures module are completed respectively. The results show that the urban earthquake disaster risk assessment system designed in this paper runs normally, reliably and stably, and each functional module meets the design requirements. It is hoped that through this research, to provide effective reference and reference for relevant personnel.

**Keywords:** City; Earthquake disaster; Risk assessment; System design

地震灾害风险评估主要是指定性、定量地分析和评价不同城市遭遇地震后所造成的财产损失和、人员伤亡情况，但是，目前，由于部分城市缺乏先进的技术、手段，导致地震灾害风险评估结果缺乏一定的真实性和可靠性，而城市地震灾害风险评估系统的设计和应用可以很好地解决以上问题，通过设计和应用该系统，不仅可以确保操作的方便性和简单性，还能提高地震灾害风险智能化管理水平，为进一步提高城市的地震灾害防御能力提供重要平台支持。所以，如何科学地设计城市地震灾害风险评估系统是技术人员必须思考和解决的问题。

### 1 地质灾害风险评估模型构建

地质灾害风险评估模型主要是在参照地震灾害风险评估结果的基础上进行构建的。其构建流程如下：结合地震烈度衰减关系模型使用情况，根据地质灾害隐患点，完成对相应地震地质科学化构造，并利用综合指标法，完成对地质灾害风险评估模型的科学化、高效化构建，然后，将该模型与地质灾害所出现的临界值进行全面的对比和分析，从而全面地预测和掌握地质灾害出现所对应的危险程度。该模型的计算公式为：

$$Z = (P \cdot H \cdot S) \times (W + Q) \quad (1)$$

(1) 式中的 Z、P、H、S、W、安全域分别代表边坡危害程度、坡角影响系数、坡高影响系数、岩性条件系数、降水强

度系数和地震强度系数。坡高通常会对地震触发崩滑泥石流产生直接性的影响，当坡高不断增加时，会增加崩滑出现的可能性。岩性构造主要用于对地质灾害类型的精确化控制，岩体不同，所对应的地质灾害类型和规模也存在一定的差异。通常情况下，硬岩主要集中出现于大型崩滑领域中，软岩主要集中出现于浅层滑坡领域中。坡角对崩滑泥石流出现位置产生直接性的影响，当地形坡角不断增加时，会增加崩滑泥石流触发的可能性。

### 2 系统总体设计

#### 2.1 系统逻辑架构设计

系统架构示中可以看出，该系统主要由以下几个层次组成：（1）运行环境层。运行环境层主要是由以下两个部分组成，分别是硬件环境和网络环境，这两种环境为系统运行提供了良好的支持<sup>[1]</sup>。（2）支撑平台层。支撑平台层主要是数据库管理系统、应用中间件、操作系统等多个辅助性软件系统组成，这些系统软件在提高系统运行性能方面有重要作用。（3）数据层。数据层主要由以下几个部分组成，分别是评估模板库、管理数据库等。（4）应用层。应用层除了可以用于前端直观化、形象化展示外，还负责对该系统各个功能模块的有效操作，该层次主要是由地震危险性分析模块、地震灾害损失预评估模

块和基础数据调查模块等部分组成<sup>[2]</sup>。

## 2.2 系统数据库设计

数据库作为城市地震灾害风险评估系统的重要组成部分,为实现数据的安全传输、存储和管理打下坚实的基础,因此,要想进一步提高该系统的运行性能,保证系统核心功能的实现效果,技术人员要做好对系统数据库设计。另外,为了确保所设计的数据库更好地满足数据的增删改查操作,提高数据管理水平和用户的使用体验。

## 3 系统功能设计

系统在实际运行中,离不开软件功能模块的支持,所以,为了确保城市地震灾害风险评估系统能够正常、稳定、安全地运行,提高用户的使用体验,现将该系统划分为以下几大模块,分别是地震危险性分析模块、次生灾害风险分析模块、地震灾害损失预评估模块、震害防御对策模块。

### 3.1 地震危险性分析模块设计

地震危险性分析模块主要是由地震活动性、地震事件管理和地震地质构造等部分组成,然后,借助地图,采用可是成展示的方式,将地震活动性、地质构造和地震动态性参数形象、直观地呈现在用户面前,其中,地震事件管理模块主要负责对地震管理和烈度管理的设定,当地震评估设定工作结束后,将烈度评估设定的方式添加到整个系统功能模块中。通过采用烈度评估设定方式<sup>[3]</sup>,可以估算出评估区域在不同区域下所对应的地震灾害损失评估结果,并根据这一评估结果,完成对损失计算图层的设计,此时,一旦出现破坏性的地震后,可以确保应急评估计算效率和效果得以大幅度提高。

### 3.2 次生灾害风险分析模块设计

次生灾害风险分析模块在实际设计中,需要涉及地质灾害风险分析模块设计、其他潜在危险源风险分析模块等子模块设计。在设计该模块期间,技术人员要采用实地调研的方式,对某城市的建筑物结构进行全面化考察,经过考察后,发现该建筑物结构主要以木结构为主,一旦出现火灾事故,很容易导致灾害蔓延<sup>[4]</sup>,从而导致灾情变得越来越严重,所以,技术人员要做好对地质灾害风险的全面化分析。在综合考虑地质灾害滑坡、泥石流和崩塌等信息的基础上,利用所构建好的地质灾害稳定模型,完成对地质灾害点稳定系数的精确化计算,从而全面地了解和把握地质灾害稳定程度,然后,利用图表的方式,将地质灾害的稳定系数直观、形象地呈现在用户面前。火灾分析工作在实际开展中,需要对建筑物的用途、结构类型、建筑物破坏状态以及风速、天气等因素进行综合化考虑,然后,利用所构建好的火灾着火概率模型,精确地计算建筑物所对应的着火概率<sup>[5]</sup>,并借助图表形式,对其进行精确化、形象化展示。

### 3.3 地震灾害损失预评估模块设计

地震灾害损失预评估模块主要是由道路交通震害预评估模块、经济损失预评估模块和建筑物震害预评估模块等部分组成,其中,建筑物震害预评估模块主要是指根据用户实际需求,科学地评估地震烈度,并利用建筑物易损矩阵,合理、有效地量化建筑物损毁情况,并借助图表的方式,对其进行直观化、形象化展示<sup>[6]</sup>。结合此生地质灾害范围,利用所构建好的道路阻断模型,科学化预测道路震害情况。在保证建筑物震害预评估结果准确性和真实性的基础上,利用所构建好的人员伤亡模型和经济损失模型,科学化预测人员伤亡情况和经济损失情况,并借助图表形式,将其直观、形象地呈现在用户面前。

### 3.4 震害防御对策模块设计

震害防御对策模块主要使用危旧房屋、次生灾害、地质灾害、建筑物抗震措施等部分组成,该模块在实际设计中,需要结合地震灾害损失预评估结果的基础上,确定出生命线工程系统相对比较薄弱的抗震环节,然后,根据建筑物年代和建筑物破坏程度设置情况,对危旧房屋和高风险小区进行精确化识别。此外,还要结合地质灾害稳定情况<sup>[7]</sup>,预测地质灾害大概影响范围,并制定出地质灾害隐患点应对方案;结合其他危险源所对应的损毁程度,利用地图预测出该危险源的大概影响范围,并确定出相应的应对方案;根据地震灾害影响范围,对建设区进行科学化划分,使其被划分为不利建设区、危险建设区和有利建设区<sup>[8]</sup>;结合所预测的地震受灾情况,制定出一套行之有效的避难所应对方案,并利用决策报告模板,自动形成相应的地震灾害防御策略,为后期防震减灾规划工作的有效开展打下坚实的基础。

## 4 地震灾害风险评估系统实现

对于城市地震灾害风险评估系统而言,为了进一步提高该系统的开发水平,技术人员要采用 C/S 模式,利用客户端和服务端两种硬件环境,完成对系统软件模块的设计,同时,利用 SQLserver 数据库,利用 ActiveMQ 中间件和 JAVA 编程语言,完成对系统核心功能模块的实现。

### 4.1 地震危险性分析模块实现

该模块在具体实现中,要利用地图,采用随机选点的方式<sup>[9]</sup>,利用对话框,将该点实际位置信息真实、有效地呈现在用户面前,并根据地震动峰值加速度,结合地震动参数设置情况,全面地了解和把握地震动加速度反应情况。

### 4.2 次生灾害风险分析模块实现

根据地质灾害分析情况,完成对地图图层显示情况的全面化控制,并利用地图,将最终获得的地质灾害分析结果真实、可靠地呈现在用户面前<sup>[10]</sup>,并采用颜色区分的方式,确定出地质灾害点稳定情况。根据地震灾害类型,完成对相关结果的精确化、高效化查询,便于后期建筑物火灾发生概率和着火概率

的精确化计算。

#### 4.3 地震灾害损失预评估模块实现

通过利用该模块,可以真实、有效地呈现单个建筑物所对应的震害结果,并结合建筑物实际损坏情况,采用符号化显示的方式,对建筑物灾害损失情况进行分级化显示,然后,利用柱状图,以城市为单位的建筑物实际损坏情况<sup>[11]</sup>。

#### 4.4 震害防御对策模块实现

该模块在具体的实现中,要结合所设置好的建筑物年代,确定出相应的危旧房屋区域的确定,并采用表格的方式,将最终所获得的危旧房屋模型分析结果真实、有效地呈现在用户面前,同时,用户通过点击表格内的某组数据,系统会自动弹出

相应的对话框,从而呈现出防震减灾的具体化方案,然后,利用饼状图的方式,完成对建筑物不同灾害程度比例的精确化描述和统计<sup>[12]</sup>。

## 5 结语

综上所述,城市地震灾害风险评估系统在实际设计中,主要用到了 VisualStudio 开发平台和 mysql 数据库,同时,还借助了组件式开发框架,使得当地政府的防震减灾手段得以有效丰富,有利于进一步提高城市的地震灾害防御能力,为实现人们人身安全和财产安全的有效保护创造了良好的条件。所以,加强对城市地震灾害风险评估系统的设计和应用显得尤为重要。

## 参考文献:

- [1] 陆吉赞,石树中.基于 HAZUS 的地震灾害风险评估系统设计[J].地理空间信息,2020,18(9):80-83,86.
- [2] 陈焜浩,王立新,刘智,等.模块化城镇地震灾害风险评估系统设计、开发与实现[J].震灾防御技术,2017,12(4):947-955.
- [3] 孙小军,林圣,张强,等.一种牵引供电系统地震灾害风险评估方法[J].电工技术学报,2021,36(23):4970-4980.
- [4] 于天洋.区域和城市供水系统地震灾害风险评估方法研究[D].黑龙江:中国地震局工程力学研究所,2021,26(14):21-22.
- [5] 高立娜.城市燃气系统抗震防灾风险评估[J].大陆桥视野,2017(22):60-61.
- [6] 郑跃,贺金川,郑山锁,等.中国地震灾害损失评估系统研究[J].自然灾害学报,2020,29(4):34-42.
- [7] 丁香,王晓青,窦爱霞,等.基于格网的全国尺度地震灾害损失预测系统设计与实现[J].中国地震,2019,35(2):238-247.
- [8] 郑国鑫,雷霞,王湘,等.地震灾害模拟及配电网的风险评估[J].电工技术学报,2020,35(24):5218-5226.
- [9] 李潇昂.甘肃省地震灾害风险评估研究[D].防灾科技学院,2021,33(17):45-46.
- [10] 金书淼.城市供水系统地震灾害风险及恢复力研究[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2013,24(07):35-38+34.
- [11] 马祎.基于城市规划的地震灾害风险评估研究[D].北京:北京工业大学,2019,68(11):49-51+42.
- [12] 陈洪富.HAZ-China 地震灾害损失评估系统设计及初步实现[J].国际地震动态,2013,29(13):129-132.

作者简介:龙建宇(1989.01),男,汉族,四川阆中,最高学历(学位)硕士,职称:工程师,研究方向:震害防御。

基金项目:四川省地震局地震科技专项(编号:LY2106)