

# 农居地震安全技术网络服务系统的 内容和原理<sup>1</sup>

夏坤<sup>1, 2, 3, 4)</sup> 袁中夏<sup>1, 2, 3)</sup> 蔡宗文<sup>5)</sup> 贾冠华<sup>1)</sup>

- 1) 中国地震局兰州地震研究所, 兰州 730000
- 2) 中国地震局黄土地震工程开放实验室, 兰州 730000
- 3) 甘肃省岩土防灾工程技术研究中心, 兰州 730000
- 4) 中国地震局工程力学研究所, 哈尔滨 150080
- 5) 中国地震局厦门地震勘测研究中心, 厦门 361021

**摘要** 针对目前农村房屋建造技术不科学, 并且人们获取地震安全知识受时间和空间的限制等问题, 本文介绍了基于网络环境面向用户的“农居地震安全技术网络服务系统”的建设内容。该系统包含了信息自动筛选、处理分析及信息整编等关键技术, 可实现农居建造的抗震设防、场址选择、基础及结构选型的自动组合、合理筛选, 为农民工匠、基层技术人员提供农居地震安全方面的初步技术信息。同时, 本文中介绍了农居地震安全咨询软件的设计目标、主要内容和功能, 重点讨论了系统的关键技术及其特点。

**关键词:** 农居地震安全 网络环境 信息咨询软件 关键技术

## 引言

农居地震安全是防震减灾工作的重中之重, 而农民建房很大程度上还流于自然、随意主观, 致使很多新建农居都在不同程度上存在地震安全问题(王兰民等, 2006)。以往人们通过阅读书籍、参加授课教育的方式来获取地震安全知识。而农村地区建设面广, 无法依靠人力进行及时的技术服务, 因此提供基于网络环境下的农居地震安全技术信息咨询服务就成了必要的选择。特别是在汶川地震后, 随着灾后恢复重建和农民抗震安居工程的实施, 农居地震安全技术服务的需求更高, 建设这样一个信息咨询服务系统十分必要。

农居地震安全技术网络服务系统设计了人机交互咨询程序, 可提供定制的技术信息服务。技术咨询依托制作的基础数据库和设计的算法进行分析, 并提供结果。在网络环境下, 面向用户设立专门的“农居地震安全技术信息咨询服务”, 此举旨在进一步加强人机联系, 加快农居地震安全信息资源传播的速度, 提高信息资源的利用率, 以便为广大用户提供及时、准确的农居地震安全技术指导和优质服务。

**1 基金项目** 中国地震局地震预测研究所基本科研业务专项项目(2011IESLZ04)

**[收稿日期]** 2011-11-17

**[作者简介]** 夏坤, 女, 生于1985年。科研助理研究员。主要从事结构抗震研究。E-mail: xiakunxiakun@163.com

## 1 农居地震安全技术网络服务系统概况

甘肃省农居地震安全技术服务网站既是技术资料的载体,同时也是服务能力和服务手段。系统主要把先进的网络技术及 WEBGIS 软件技术应用在防震减灾实践中,可有效实现震害信息共享,提高防震减灾科学技术水平,提升地震部门的公共服务能力,为推动国家防震减灾目标的实现,提高全省地震安全水平,建设和谐社会提供地震安全保障。该系统是集农居地震安全技术服务、农村震害防御管理、地震安全技术培训教育和相关政策文件宣传于一体的,以农居地震安全技术服务为核心的网络信息服务系统。目前外挂在“甘肃省地震信息网”上提供服务。它的建设具有如下意义:①提供技术实用、覆盖广阔、形式多样的农居建设地震安全技术服务。为提高农村建设水平、降低不良建造,减少问题农居提供必要的支持。②结合省和市州地震部门震害防御管理的需求,推进监督实施和提供指导管理手段。③为科研人员提供成果宣传推广、技术咨询的窗口,推进相关成果的转化,建立科研人员与农村震害防御需求之间的互动关联。④作为公开的公共服务网络,本服务系统可供相关技术人员、学生和教师参考学习,下载资源,从而扩大地震部门面向社会的公共服务能力。

## 2 农居地震安全技术网络服务系统总体设计

系统以目前成熟的技术,结合农居地震安全技术网络服务的实际需要进行研制和开发,主要解决农居安全技术信息查询、地震安全技术指南服务等问题,可以为广大农村居民服务,同时也为地震管理人员提供必要管理工具。依据软件工程的工作思路,以信息系统开发方法论为原则,开展系统设计工作。系统建设则遵循全局性和整体性,科学性和先进性,标准化和规范化,开放性和可扩展性,安全稳定性以及经济时效性等原则。主要采用如下技术:①系统采用 Internet/Intranet 下的浏览器/服务器(Browser/SERVER)结构,利用先进的图像预处理 WebGIS 技术,实现了省、市、县地震部门之间的联系和信息化、网络化,并可有效发布震害防御信息,具备宣传、服务和管理等功能。②WebGIS 图像预处理技术。此技术利用类 GoogleMap 地图图片预生成技术,服务器只需要根据用户的请求找到相应的图片传回客户端,大大缓解了服务器的压力。充分利用了浏览器的多线程同时下载的功能。③网页设计技术。考虑目前网页设计的技术趋势及网页的应用平台兼容性,主要采用 JavaScript、Php 技术。④数据库技术。主要是 Web 数据库的设计、访问接口、MYSQL 查询及安全措施。⑤Ajax 技术。表单技术涉及信息交流、用户管理以及信息处理等。⑥人机交互设计。设计人机交互小程序,以提高信息的利用效率,提供定制的信息咨询服务。该方式更实用,也容易被使用者所接受,所有咨询结构都以图文形式显示。⑦动画技术。为增强部分资料的教育性和通俗性,将其制作成 flash 或者 gif 动画,用户可以从专门目录进行浏览或者下载。

## 3 面向用户的农居地震安全咨询软件设计

农居地震安全咨询软件由三部分构成:输入模块、分析模块和输出模块。输入模块提供用户输入所要咨询的具体情况,也给系统分析提供基本的输入参数;分析模块利用输入模块进行技术分析,同时为输出模块提供输出结果和用户问题建议做准备;输出模块是根据分析模块中的结果,调用相应的输出结果及针对用户所咨询问题的建议。

程序数据结构为数据表形式;分析采用计算和判断,计算结果是多个数值,根据数值可

以调用存放在数据表中的建议结果。数据表相对独立，便于单独修改。当数据表修改后，程序自动寻找新的数据，算出不同结果，然后从另外的数据表中调用建议结果。总之，各类输入数据简单方便；输出的数据格式符合标准要求，输出操作简洁快速。

### 3.1 农居地震安全咨询的基本信息及前端处理

用户根据所要咨询的问题，进行基本信息的输入与选择，软件系统提供基本信息参数分项输入方式。

#### (1) 烈度

软件提供 4 种抗震设防烈度，即 6 度、7 度、8 度、9 度(中华人民共和国国家标准, 2001)。烈度信息可通过两种方式输入：①选定相应的地名，系统自动搜索储存的各地抗震设防基本烈度，并显示在下拉菜单中，此方式主要是为不太了解抗震设防烈度的人提供辅助。②通过下拉菜单进行选择，此方式主要适用于对抗震设防烈度有一定了解的用户。

#### (2) 场地地形条件

场地地形条件一方面提供地震动放大效应参考，进而在分析中对烈度进行微调；另一方面场地地形条件也是判断地震地质灾害的主要参考因素之一。场地依其地形特征划分为 8 类(中华人民共和国国家标准, 2001)，每种类型都有其自己的代码，便于编程。每类场地地形条件被赋予相应的放大系数和场地安全系数。对于用户很难分辨的地形，又进一步给出了相关的说明，用户在通过下拉菜单进行相应场地类别选择时会自动弹出，以帮助用户进行场地地形的选择(见图 1)。



图 1 建筑场地地形条件选择示意图

Fig. 1 Function of building site selection based on topographical site condition

#### (3) 场地土类

建筑场地土类按抗震规范分为四大类(岩石因实用性不强，所以不采用)，每种类型都有其自己的代码，便于编程。每个大类中又包含若干种情况，对用户不了解或很难分辨的土类，在其通过下拉菜单进行土类选择时，软件会自动弹出说明菜单，帮助用户进行土类的选择(见图 2)。

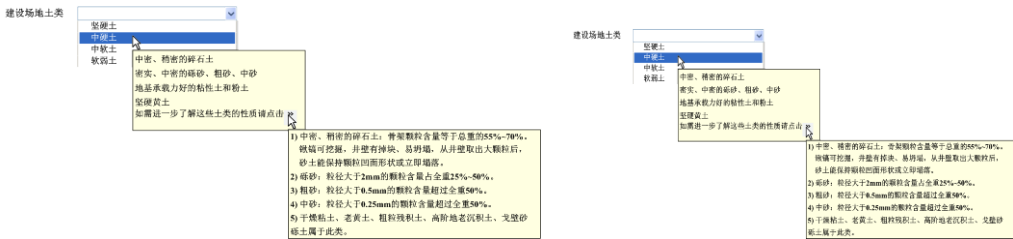


图 2 建筑场地土类选择示意图

Fig. 2 Classification of site condition

#### (4) 建筑结构类型

结合农村民房的实际情况,将农居房屋按结构组成及承重方式的不同分成 10 种类型(葛学礼等,2005),每种结构类型都有其自己的适用烈度和代码。如果用户通过下拉菜单选择了“烈度 9 度”,那么在结构类型选项中只有“单层砖混房屋—有构造措施、二/三层砖混房屋—有构造措施”可以选择,其它结构类型自动变成灰色的不可选择项,这种根据选择的烈度和结构等对后面的条件自动排除即为前端处理。对于用户不了解或很难分辨的结构类型,给出相关的说明及图片示意,帮助用户进行房屋类型的选择。

确定结构类型后,就可以根据《中国地震烈度表(GB/T 17742-2008)》(中华人民共和国国家标准,2008)等资料,由震害指数得到结构安全指数(1:震害指数)来进行结构安全分析,而结构安全分析又决定了结构建议(见分析模块)。

#### (5) 基础类型

结合农村民房的实际情况,将农居房屋建设的基础共分成 5 种类型(中华人民共和国国家标准,2002),每种类型都有其自己的代码。建筑基础选型采用下拉菜单进行选择。同样,表格中的说明是用户选择相应类型后弹出的菜单来解释基础类型,帮助用户进行基础类型的选择。

### 3.2 农居地震安全咨询的分析过程

#### (1) 关联分析(逻辑分析)

输入的基本信息如结构、烈度本身就提供了一些筛选条件,基于这些信息,软件通过代码进行逻辑的运算,即可将部分情况排除在分析之外或者给出不适用的建议。以地基处理建议信息获得过程为例,在抗震设防烈度中选择 9 度,在建筑场地土类中选择软弱土。首先,分析模块查找可以识别的基本信息参数,即抗震设防烈度的参数为  $I$ ,  $I=9$ ;建筑场地土类为软弱土的代码为  $RR$ 。之后,进行基本信息参数的组合运算,即  $9+RR$ 。最后,可在输出模块中调用抗震设防烈度为 9 度,建筑场地为软弱土时的地基处理建议。

#### (2) 公式计算分析

##### ① 结构安全系数

$$S = \frac{100K_I(2-0.36A)}{1.64} \quad (1)$$

式中,  $S$  为结构安全系数;  $K_I$  为不同结构对应各烈度的安全指数;  $A$  为地形放大系数。

此计算公式考虑了烈度、场地地形条件对结构安全性的影响,同时兼顾各种场地地形条件对结构影响的放大倍数,通过多次验算而得到。通过计算可得到不同结构形式的房屋在各烈度下的安全系数,在应用基本信息参数组合的逻辑分析基础上,通过公式计算得到的结构安全系数来调用输出模块中的结构抗震构造措施的建议。其计算结果主要用于得到相应的结构安全建议。

##### ② 地质安全系数

$$G = \frac{150SL \cdot (2-A)^2}{I-1.5} \quad (2)$$

式中,  $G$  为地质安全系数;  $SL$  为场地安全系数;  $I$  为烈度值;  $A$  为地形放大系数。

此计算公式考虑了烈度、场地地形条件对结构安全性的影响,同时兼顾各种场地地形条件易发生地震灾害的倍数,通过多次验算而得到。通过计算可得到不同场地基本条件下,各

烈度的场地地质安全系数，然后可通过公式计算得到的地质安全系数来进行地质灾害建议的调用。

### 3.3 农居地震安全咨询的输出信息及其依据

输出模块需要单独做出“地质灾害”、“地基处理”、“基础选型及施工”、“结构抗震构造措施”的每一子项目，并预留一定的空间，方便以后增加建议项目。前面分析计算得到数据，用数据调用建议部分的信息即可，这样以后要修改，仅需修改数据表就可以。

#### (1) 地质灾害建议信息

地质灾害处理建议信息的获得需要输入的基本信息包括“烈度”和“地形条件”。由烈度值  $I$  和场地地形条件对应的场地放大系数  $A$  以及场地安全系数  $SL$ ，通过公式 (2) 计算得到地质安全系数  $G$ ，然后由  $G$  值所处的范围通过表 1 获得地质灾害建议。

表 1 地质灾害建议信息表

Table 1 Suggestions for anti potentially geological hazard

场地类型	地质安全系数	地 质 灾 害 建 议
有利地段	$G \geq 40$	此地段为有利地段，无需地震地质灾害防治。
一般地段	$40 > G \geq 30$	此地段为一般地段，可不作地震地质灾害防治。
不利地段	$30 > G \geq 20$	此地段为不利地段，应进行避让；当无法避让时应采取有效的防护措施，如做护坡、挡土墙，或采取措施加强基础和结构的稳定性。在这类地段上建房时应先处理地基，后建房。
危险地段	$20 > G \geq 0$	此地段为危险地段，地震时可能发生滑坡、崩塌、泥石流等，不应在此建造房屋。

#### (2) 地基处理建议信息

地基处理建议信息的关联信息为程序判断需要读的字段，地基处理建议由烈度和土类联合确定建议信息。此建议信息的获得需要输入的基本信息包括“烈度”和“场地土类型”。由烈度值  $I$  和场地土类型对应的代码值通过系统中存储的“地基处理建议信息表”即获得地基处理建议信息。所采用的方法即为分析模块中的基本信息参数组合的逻辑分析方法。

#### (3) 基础选型及施工建议表

基础施工建议信息的关联信息为程序判断字段，由基础类型和烈度共同决定。基础施工建议信息的获得需要输入的基本信息包括“烈度”和“结构形式”。当烈度值  $I$  和结构形式选定之后，由烈度值  $I$  和结构形式代码由系统中存储的“基础选型及施工建议表”即获得可选的基础类型，此时不可选的基础类型在下拉菜单中变灰。在上述操作之后，即可选择基础类型，采用基础类型代码 TJ (或 SJ、ZJ、HJ、GJ) + 烈度值  $I$ ，通过“基础选型及施工建议表”即可获得地基处理施工建议信息。

#### (4) 结构抗震构造措施建议表

结构抗震构造措施建议表的关联信息由结构类型和结构安全系数决定，结构适用性本身可排除不适用烈度，结构安全系数计算出来后可以得到不同烈度下的取值，所以本身也确定了烈度。结构抗震构造措施建议表信息的获得需要输入的基本信息包括“烈度”、“结构形式”、“地形条件”。首先，输入烈度值  $I$ ，给出不同结构类型所使用的烈度建议信息，通过后台计算机的判断，不适用于该烈度值的建筑结构类型下拉菜单中的结构类型名称变灰，不能选择。其次，选择要修建的建筑结构类型 TM1(TM2、TM3、ZM1……)，此时由烈度值  $I$  和结构类

型代码获得该结构类型对应的不同烈度下的安全指数  $K_I$ ，同时由输入的场地地形条件代码 PT(HP、SL……) 获得场地地形放大系数  $A$ ，由  $K_I$  和  $A$  通过公式 (1) 计算得到结构安全系数  $S$ 。

此处需要着重说明的是，房屋类型选定之后，对于系统中存储的“结构抗震构造措施建议信息表”就确定了其选择的范围，这个范围就只选择所选结构类型对应的各烈度下的建议信息。然后再通过  $S$  值所处的范围给出建议信息。即使是设防烈度为 6 度区的房屋也可能给出按照 7 度设防的建议，这是由于场地地形对烈度放大的结果所致。

## 4 结论

随着农居地震安全工程的发展和网络信息资源的快速增长，人们获得信息的渠道日益增多。网络化农居地震安全技术能体现出人机的交互性，并且用户可以摘录内容进行学习，可以做成笔记与人交流，听取建议，这些将对农居地震安全技术知识的普及起到很大的推动作用。人们在以前主要是通过书籍来获取地震安全信息和学习知识，而在网络信息时代，用户的需求转化到信息综合分析而得出解决方案，指导人们科学建房。除此之外，用户对信息需求的行为模式也发生了变化，他们希望能够随时随地获得信息，而不受时间和空间的限制，农居地震安全技术信息咨询软件便满足了广大用户的需求。

甘肃省农居地震安全技术网络服务系统实现其各类功能的途径是：信息浏览、软件咨询、技术交流、专家讲座以及资料的分类、整理、评比和分析等。通过这些途径，本网络服务系统可以提供地震常识、农居地震安全技术和图集；抗震设防信息、法规文件、教学资料、新闻信息、市州动态等方面的信息浏览；人机互动、在线交流、专家答疑、文件下载等。其中，农居地震安全技术涉及震害资料、农居类型、农居抗震性能、场址选择、地基基础技术、中低成本的抗震技术、抗震构造措施和施工技术等各类研究成果和实践经验。根据农村震害防御要求和农民对地震安全技术的需求等实际情况，服务系统中相关资料简明、易懂、实用。

## 参考文献

- 葛学礼，王亚勇，申世元等，2005. 村镇建筑地震灾害与抗震减灾措施. 工程质量，(12)：671—674.
- 王兰民，林学文，2006. 农村民房抗震理论与技术. 兰州：甘肃科学技术出版社，132.
- 中华人民共和国国家标准，2001. 建筑抗震设计规范 (GB 50011-2001). 北京：中国标准工业出版社.
- 中华人民共和国国家标准，2002. 建筑地基基础设计规范 (GB 50007-2002). 北京：中国标准工业出版社.
- 中华人民共和国国家标准，2008. 中国地震烈度表 (GB/T 17742-2008). 北京：中国标准工业出版社.

# Content and Principle of Network Service System for Seismic Safety of Rural Buildings

Xia Kun<sup>1,2,3,4)</sup>, Yuan Zhongxia<sup>1,2,3)</sup>, Cai Zongwen<sup>5)</sup> and Jia Guanhua<sup>1)</sup>

1) Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China

2) Open Laboratory of Loess Earthquake Engineering, CEA, Lanzhou 730000, China

3) Geotechnical Disaster Prevention Engineering Technology Research Center of Gansu Province, Lanzhou 730000, China

4) Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration, Harbin 150080, China

5) Research Center of Seismological Survey of Xiamen, CEA, Xiamen 361021, China

**Abstract** At the present, the construction for rural buildings technically has no scientific base, and there is only very limited sources for people to access the knowledge about the seismic safety in constructing rural buildings. In order to solve this problem, we established a user-oriented "Networking system for Seismic Safety of rural building". The major functions of this system include automatically filtering of information, data processing and analyzing, and information integrating. This system can provide technical service for for artisan and primary technical staff in rural areas in constructing rural buildings in many aspects, such as site selection, automatic selection and composition of foundation and structure types. This paper describes the consulting software for seismic safety on rural buildings, and most importantly, discusses the key techniques and characteristics of the system.

**Key words:** Seismic safety of rural buildings; Network environment; System of consulting software; Key techniques