

王挺, 何霆, 陈修吾. 广东省农居地震安全技术服务系统设计与实现[J]. 华南地震, 2017, 37(1):97-104. [WANG Ting, HE Ting, CHEN Xiuwu. Design and Implementation of a Technical Service System on Seismic Safety of Rural Buildings in Guangdong Province[J]. South china journal of seismology, 2017, 37(1):97-104.]

广东省农居地震安全技术服务系统设计与实现

王挺^{1,2,3}, 何霆^{1,2,3}, 陈修吾^{1,2,3}

(1. 广东省地震局, 广州 510070; 2. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070;
3. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室, 广州 510070)

摘要: 提供易懂易学易用的农居地震安全技术服务, 既可以使农民得到农居地震安全方面的技术支持, 也有利于提高农民对地震安全的认识。本文介绍了广东省农居地震安全技术服务系统的设计与实现过程, 该系统包含农居地震安全示范工程建设成果展示、抗震设防烈度查询、盖房必看、政策法规、外省经验、工匠查询、专家答疑、宣传培训等 8 部分内容, 在充分挖掘广东省农村民居地震安全示范工程建设成果和现有农居抗震研究成果的基础上, 结合地理信息技术为地震管理人员、建筑工匠和农户提供了全方位的农居地震安全技术服务。

关键词: 农居; 地震安全; 技术服务

中图分类号: TP393.09; X43 文献标志码: A 文章编号: 1001-8662 (2017) 01-0097-08

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.01.015

Design and Implementation of a Technical Service System on Seismic Safety of Rural Buildings in Guangdong Province

WANG Ting^{1,2,3}, HE Ting^{1,2,3}, CHEN Xiuwu^{1,2,3}

(1. Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China; 2. Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA, Guangzhou 510070, China; 3. Key Laboratory of Earthquake Early Warning and Safety Diagnosis of Major Project, Guangzhou 510070, China)

Abstract: Provide easy to understand and easy to use rural buildings seismic safety technical services, which can not only enable farmers to get the technical support of rural buildings seismic safety, but also help to improve farmers' understanding of seismic safety. This paper describes the Guangdong province rural buildings seismic safety technical service system design and implementation process, which including rural buildings seismic safety demonstration project results show, seismic fortification intensity query, build a house must see, policies

收稿日期: 2016-11-25

基金项目: 地震科技星火计划项目 (XH14040Y); “广东省破坏性地震应急技术研究中心”项目(2012A032100003); 广东省科技计划项目(2016A020224004)

作者简介: 王挺(1984-), 男, 工程师, 主要从事地震应急和震害评估工作。

E-mail: 281005351@qq.com.

and regulations, experience in other provinces, craftsmen query, expert Q & A, publicity and training. Based on fully tap the rural buildings seismic safety in Guangdong province demonstration project construction achievements and existing rural buildings seismic research results, combining with the technology of geographic information, the system provides a full range of rural buildings seismic safety technical service for earthquake management personnel, construction craftsmen and farmers.

Keywords: Earthquake damage characteristics; Earthquake damage matrix; Direct economic loss

0 引言

广东地处东南沿海地震带,是华南地区地震相对多发的省份,有历史记载以来,发生过多次破坏性地震事件,最大为1918年南澳附近7.3级地震,造成了大量的人员伤亡和财产损失^[1]。广东虽为经济大省,但发展极不均衡,东西两翼地区和粤北山区农村地区社会 and 经济发展水平较低,人们的抗震防灾意识相对淡薄,自建房屋由于规模较小,资金投入也少,均未能纳入工程质量规范化管理的范畴,房屋的抗震能力普遍较低尤其是高烈度区房屋未设防或设防不达标现象还大量存在,一旦发生强烈地震,将会造成重大人员伤亡和财产损失。基于此,“十一五”期间,广东省开展了农居地震安全示范工程建设项目^[2],完成了237个示范村的建设,通过试点示范、以点带面的方式全面推动农村民居的抗震设防工作。在农居地震安全示范工程建设过程中,产生了大量的基础性资料,如示范村的平面规划图、建设报告、设计图纸、建筑图片以及工匠培训资料等。如果能结合上述资料和近年来的农居抗震研究成果利用现有技术条件搭建省、市、县、乡、村及普通村民和建筑工匠的多级互通联动网络平台,提供地震安全技术服务,让农村地区的人们充分了解示范村建设情况,加强房屋抗震设防意识和相关技术储备,就能很好的起到以点带面的示范作用,从而进一步提升全省农居的抗震能力。基于此,广东省地震局在农村民居地震安全示范工程建设接近尾声时开展了广东省农居地震安全技术服务信息网络平台的建设工作,将示范村建设成果和近年来的农居抗震能力研究成果进行了有效的整合,更好地服务于农居的抗震设防工作。

1 农居地震安全技术服务系统国内建设现状

自2006年农居地震安全工程实施以来,部分省市地震部门相继推出了农居地震安全技术服务

系统。较为成熟的有海南省农居地震安全技术服务信息网和甘肃省农居地震安全技术服务系统。海南省农居地震安全技术服务信息网包括农居样板、工匠培训、市县进展、地震科普、建房登记和专家答疑等栏目,提供了较为丰富实用的技术服务。甘肃省农居地震安全技术服务系统整体界面简介明了,提供了文本、图片和音视频等多种形式的农居地震安全知识,能够满足不同层次人员的技术服务需求。

2 建设思路

2.1 预期目标

广东省地震安全技术服务系统旨在通过网络交互咨询的方式,为不同层次的用户提供方便实用的农居地震安全技术服务,从而进一步提高农居的抗震能力。

2.1 建设内容

建设内容包括数据建设和系统建设两部分。

(1) 数据建设。建立农居地震安全技术服务专题数据库,包括农村民居地震安全示范工程建设成果、农居抗震研究成果、地震科普知识及矢量地图数据。

(2) 系统建设。依托网络,在线实时调用天地图服务,以地图的方式直观展示农村民居地震安全示范工程建设成果,同时认真梳理现有的农居抗震研究成果和地震科普知识,充分考虑系统的实用性和科学性,为农村地区用户提供易懂易学易用的农居地震安全技术服务。

3 设计与实现

3.1 设计原则

(1) 充分利用现有的数据库和网络带宽资源,避免重复建设。

(2) 将农村民居地震安全示范工程建设资料和现有农居抗震研究成果进行有效整合,保证数

据的可靠性和完整性。

(3) 提供形式多样的农居地震安全技术服务, 简单直观的展示各项成果, 方便各层次用户查询、使用。

3.2 总体架构设计

系统总体架构分为运行支撑层、数据层、应用层, 见图 1 所示。数据层包括农居地震安全技术服务专题数据和天地图数据; 应用层面向用户

提供交互式的农居地震安全技术服务, 满足不同层次用户的服务需求。

3.3 数据库建设

农居地震安全数据来源广、种类多, 组织非结构化, 部分数据存在重复或格式不一致等问题, 需要首先按照统一标准收集、整理、入库, 对于有位置信息的数据先矢量化再挂接相关的属性信息。数据入库流程如图 2。

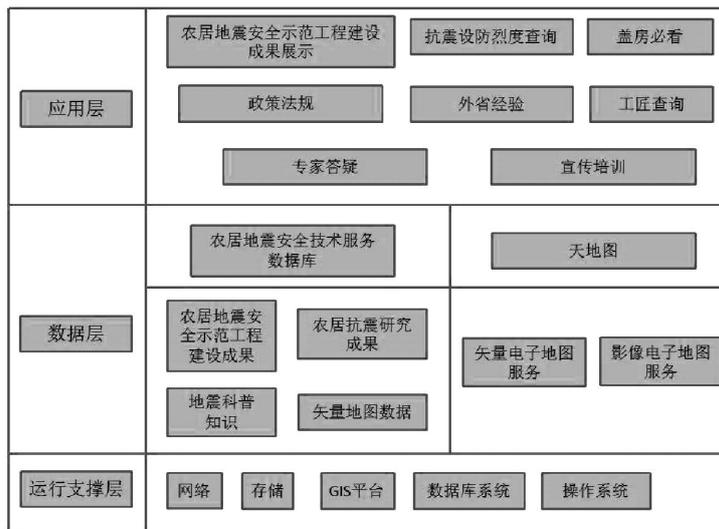


图 1 系统总体架构图

Fig.1 The overall system frame diagram

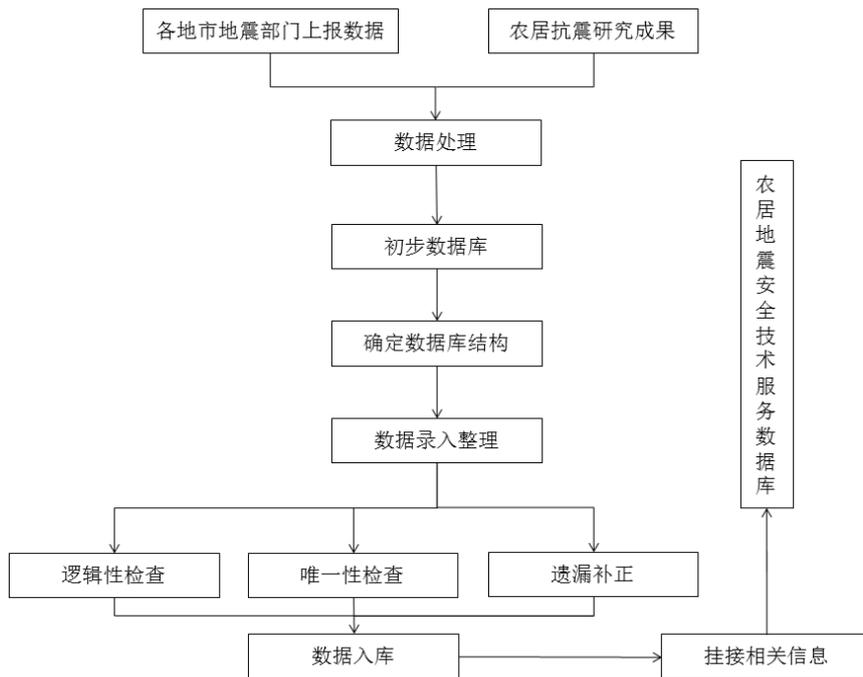


图 2 数据入库流程图

Fig.2 The data loader flowchart

数据库建设主要内容为：①参考相关行业标准，结合农居地震安全技术服务的实际，制定信息收集、整理、分类和编码规范；②建立数据收集整理工作机制，实现信息的收集、整理、建库和发布；③构建数据管理维护平台，解决数据更新、管理问题。

3.4 系统建设

为了使广东省农居地震安全技术服务系统能够提供丰富、实用的技术服务内容，同时考虑到后期维护工作的可扩展性和操作性，系统软件开发分为两个独立部分进行建设，即系统数据管理维护平台和农居地震安全技术服务系统。系统数据管理维护平台采用 PHP+SQL Server 开发，农居地震安全技术服务系统采用 HTML5+SQL Server 开发。

3.4.1 数据管理维护平台

数据管理维护平台主要功能为数据的导入、

导出、编辑及数据库的备份与优化。

3.4.2 农居地震安全技术服务系统

在充分借鉴甘肃和海南两省农村民居地震安全技术服务信息网建设经验的基础上，结合广东省农村地区盖房的实际技术需求，确定系统由农居地震安全示范工程建设成果展示、抗震设防烈度查询、盖房必看、政策法规、外省经验、工匠查询、专家答疑、宣传培训等 8 部分组成，系统界面如图 3 所示。为了更直观形象的展示农居地震安全示范工程建设成果，又将其细分为农居点(示范村)统计、查询、天地图标识和资料下载等 4 个部分；盖房必看部分则针对农村地区盖房过程中关键环节细分为地上搞清楚、地下搞结实、省钱又安全的盖房方法和不抗震的房子等 4 个部分，以便为农村用户提供精细、实用的盖房技术服务，系统整体界面简介明了的同时又突出了技术服务的重点。



图 3 农居地震安全技术服务系统界面

Fig.3 Rural buildings seismic safety technical service system interface

在农居地震安全技术服务系统建设过程中,共收集到了 237 个地震安全农居示范村的资料,资料的形式既有纸质文件也有电子文件,纸质文件幅面大小不一,电子文件格式包括 TXT、WORD、PDF、FLASH、MP4、JPG、PNG 等常用格式,其中纸质文件共收集到 6 140 份,同时还收集了近年来的农居抗震研究成果和地震科普知识,并结合技术服务的实际需求进行了摘取,最后结合矢量地图等地理信息数据,建成了交互式的农居地震安全技术服务系统,其主要功能如下:

(1) 农居地震安全示范工程建设成果展示。农居地震安全示范工程建设成果展示主要提供全省 237 个农居地震安全示范村建设情况的统计、查询、地图标识和资料下载服务。系统给出了全省 20 个地市 237 个农居地震安全示范村建设统计情况及其分布图,通过点击某个地市即可查看该地震安全示范村的具体情况,再点击某个具体的地震安全示范村即可在地图上标识该村所处位置,点击地图上的标识即可在线浏览该示范村的建设报告和相关图纸及照片等资料,同时还可下载保存。

(2) 抗震设防烈度查询。抗震设防烈度查询采用交互式查询的方法,首先通过 Arcgis 制作全省行政区划地图并附加各区县抗震设防烈度和设计基本地震加速度属性值,然后通过 Arcgis Server 发布该地图服务,最后通过 Flex 加载并显示地图,用户点击某个地市后即可查询该市各区县的抗震设防烈度和设计基本地震加速度。此方式主要是为不太了解抗震设防烈度的人提供辅助。

(3) 盖房必看。盖房必看是系统的核心模块,旨在为农村地区盖房提供全方位的技术服务,切实提高农居的抗震能力。

① 地下搞清楚。农居建造时场地选择不当,会造成房屋严重毁坏,场地应尽量选择在开阔、平坦、密实、均匀的土层和稳定基岩等抗震有利地段;在软弱土、液化土、陡坡、河岸以及古河道、暗埋的塘浜沟谷等抗震不利地段建房,地震时容易引起地基失效,从而造成墙身开裂、房屋损坏,因此在建房前应先采用换土法、加密法、加设基础圈梁等方法对地基进行处理;凡地震时有可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流以及有活动断裂、地下溶洞的地段,将对房屋造成严重毁坏,属危险地段,房屋选址时必须避开^[9]。

在此环节除了讲解农居选址及地基处理的基本知识,还将场地选择不当造成的震害案例进行

汇编并提供给用户在线浏览,以加深农村用户对正确选择房屋场地重要性的认识。

② 地上搞结实。广东省农居结构类型以砖混结构为主,在建设这类房屋时,应注意以下几点:一是房屋形体要规则,并尽可能简单;二是墙体布置要合理,房屋开间不宜过大,多设横墙,优先采用横墙承重体系;三是承重墙尽量少开洞,多层砖房的高度比不宜过大;四是房屋不要建得太高,降低房屋重心;五是构造柱应设在纵横墙交接处,外墙四角和对应的转角,错层部位,楼梯间四角及楼梯段上下端对应的墙体处,较大洞口两侧,结构突出部位阳角和大房间内外墙交接处等,构造柱与墙体应做成马牙槎;六是圈梁应层层设置并闭合,遇有洞口圈梁应上下搭接^[9]。

为了让农村用户更好的了解并掌握农居抗震措施,在本环节对上述注意事项逐一进行了详细的讲解。

③ 省钱又安全的盖房方法。广东省地震局在近年来的农居抗震研究工作中,针对粤东西北地区的实际情况设计了多套农村地震安全房屋图纸供农村用户参考使用,本环节将这些图纸制作成 FLASH,农村用户通过本平台既可以在线查看也可以下载使用。

④ 不抗震的房子。现状砖混结构农居大多数是由当地建筑工匠根据屋主的经济状况和要求,参照一些简单的施工图纸,按当地的传统习惯建造,近年来虽然采取了一些抗震措施,但仍存在着构造柱布设不全面、构造柱的施工顺序不合理、墙体洞口设置不合理、墙体砌筑质量不达标等问题^[9],这些问题的存在很大程度上削弱了房屋的抗震能力,震时可能会造成房屋的严重破坏甚至倒塌^[9]。本环节以图文并茂的方式的对存在的问题进行了详细的讲解,让农村用户充分了解现状农居抗震设防工作的不足之处并引起足够的重视。

(4) 政策法规。政策法规主要是面向地震管理机构和农村用户在线解读《国家防震减灾法》、《广东省防震减灾条例》和《房屋建筑工程抗震设防管理规定》等法律法规以及广东省农居地震安全示范工程建设的相关政策文件,为农居的抗震设防工作提供政策法规支持。

(5) 外省经验。外省经验是让地震管理机构和农村用户了解并借鉴外省农居地震安全示范村建设过程中一些好的经验和做法,进一步推动广东省农居地震安全工程建设^[7-8]。

(6) 工匠查询。在农村民居地震安全示范工

程建设过程中，对全省各县市的 788 名建筑工匠进行了抗震设防知识培训，让他们了解并掌握了常用的抗震措施，本环节对这些工匠的信息按地区进行了分类，使得农居用户通过本平台可以就近查找所需工匠，建造符合抗震设防要求的农居。

(7) 专家答疑。专家答疑主要是通过在线论坛的形式让农村地区的用户参与到房屋的抗震设防工作中来，与地震系统的专家形成良好的互动，实际解决农居建造和使用过程中的一些具体问题，从而提高房屋的抗震能力。

(8) 宣传培训。宣传培训主要是有针对性的面向农村用户开展科普宣传工作，首先讲解一些基本的地震小知识，让用户了解地震的成因及其巨大的破坏力，其次是给出了一些重大地震事件中农居的震害情况，以此来加强农村地区用户的防震减灾意识，最后是告诉用户震前应该做的一些准备工作和自救自救技巧。

4 系统的后续完善

农居地震安全技术服务涉及的内容很多，对象复杂，农村用户的认知程度又相对较低，这些因素也决定了系统的实用性和资料的适用性还需要根据全省各县市的实际情况以及农村建设发展不断更新和完善。粤东地区位于东南沿海地震带的东端，是华南地区的高地震活动区，有历史记载以来，发生过多次破坏性地震事件，粤闽交界地带多年来也一直划为地震值得注意地区，存在着发生破坏性地震的可能性，而该地区农民的

抗震设防意识又很薄弱，农居抗震能力也参差不齐，如何充分利用现有的地震科技研究成果为不同地区的农村用户提供更加实用的农居地震安全技术服务也是本系统后续需要完善的工作之一。

近两年来，在地震科技星火计划项目“粤东地区现有农居抗震性能分析”的资助下，对粤东地区汕头、潮州、揭阳、汕尾、梅州和河源等 6 个地市的农居结构进行了现场抽样调查，获取了大量的施工图纸和农居特征数据，并以此为基础采用专业结构设计软件对典型农居结构进行建模并开展抗震计算分析，通过分析找出了农居的抗震薄弱部位，提出了加强农居抗震设防工作的相关建议，建立了粤东地区典型农居抗震性能分析成果展示网站(图 4)，网站共分为粤东地区地震灾害、农居现状、典型农居抗震性能分析、结构抗震设防建议和结构抗震加固建议 5 个模块，其中典型农居抗震性能分析模块又通过 2 级页面细分为结构基本信息、360 度全景展示、多遇地震作用下结构变形动画和结构抗震性能分析结果 4 个子模块 (图 5、6、7)，通过全方位多角度的方式来加深农村地区人们对农居抗震设防现状的认识和了解⁹⁻¹¹，进一步强化其房屋抗震设防意识，从而提升房屋的抗震能力。

在本系统的后续完善工作中，可结合地震科技星火计划项目“粤东地区现有农居抗震性能分析”的研究成果，进一步整合资源，丰富系统的服务内容和服务方式，提供更具地域特色的农居地震安全技术服务，从而进一步提高当地农居的抗震能力，减少地震时因房屋破坏而导致的人员



图 4 粤东地区典型农居抗震性能分析成果展示网站

Fig.4 The seismic performance analysis results show site of typical rural buildings in east Guangdong region



图 5 典型农居抗震性能分析-360 度全景展示

Fig.5 Seismic performance analysis of typical rural buildings-360 degree panoramic display

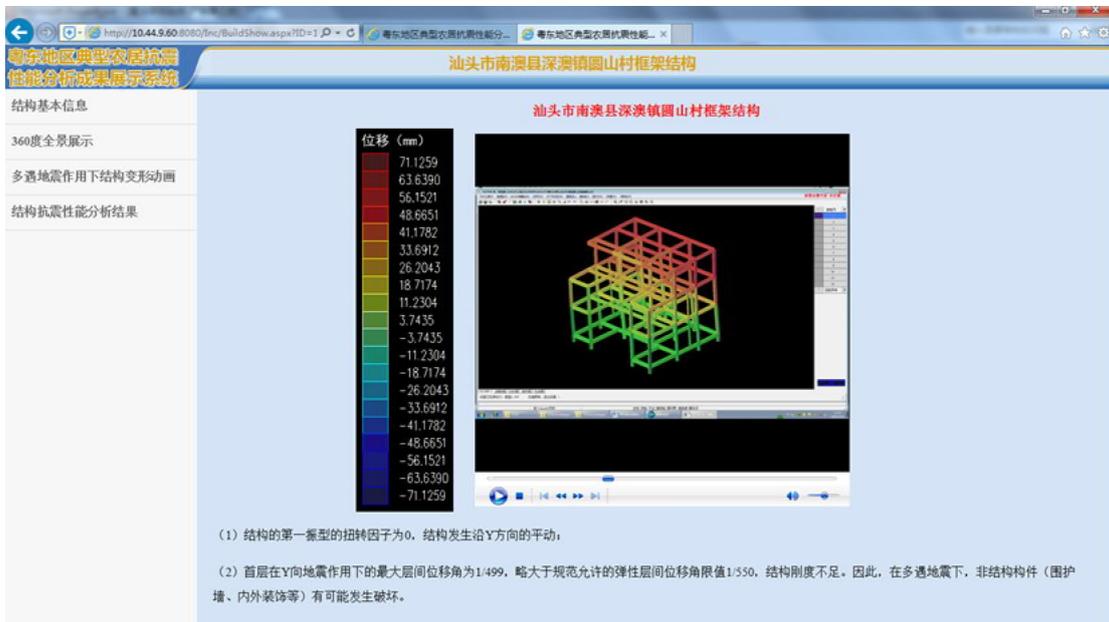


图 6 典型农居抗震性能分析-多遇地震作用下结构变形动画

Fig.6 Typical rural buildings seismic performance analysis-rural buildings deformation animation under frequent earthquake action

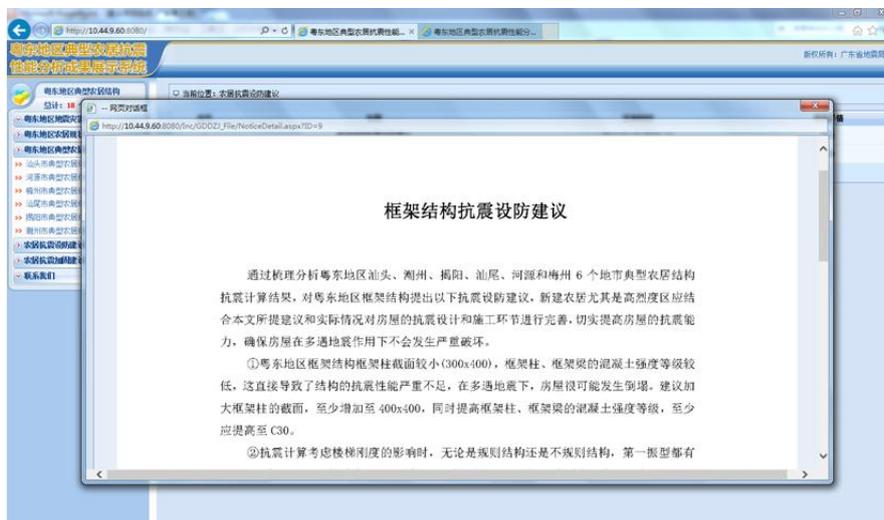


图 7 结构抗震设防建议

Fig.7 The suggestion on seismic fortification for rural buildings

伤亡和财产损失。

5 结语

本系统在建设过程中充分利用农居地震安全工程不断深入和农村地区网络信息资源快速增长的有利条件,结合多年来沉淀的农居地震安全技术知识合理设置各个功能模块,从基础的地震科普知识到具体的地震安全农居建造技术,始终体现出与用户的良好互动,让其能快速便捷的获取农居抗震设防的相关信息,为科学建造地震安全农居提供了强有力的技术服务。在今后的系统完善过程中,本着提供更加全面、实用的农居地震安全技术服务目标,将着力结合近年来的地震科技应用成果为不同地区的农居提供更具地域特色的精准技术服务,为地震科技惠农贡献应有的力量。

参考文献:

- [1] 张志中,潘华,王健,等.粤东地区的历史地震研究[J].中国地震,2008,24(3):278-287.
- [2] 李宏志,康建国,陈华云,等.广东省农村民居地震安全示范工程实施现状分析[J].灾害学,2010,25(4):84-89.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部.GB50011-2010 国家质量监督检验检疫总局.建筑抗震设计规范[S].中国建筑工业出版社,北京,2010.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部.JGJ 161-2008 镇(乡)村建筑抗震设计规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2008.
- [5] 姚远,唐丽华.2013年12月1日新疆柯坪县5.3级地震及房屋震害特点分析[J].地震工程学报,2015,37(1):276-279.
- [6] 任志林,王飞,白立新,等.从汶川地震重庆地区房屋受损看乡镇房屋抗震设防[J].高原地震,2016,28(1):39-42.
- [7] 石宁,余海铭.咸阳市农村建房抗震设防存在问题及应采取对策的探讨[J].陕西建筑,2016(1):5-6.
- [8] 王英,李巧萍.政府引导农民自主海南农居地震安全工程大放异彩[J].防灾博览,2016(2):22-33.
- [9] 王挺,叶佳宁,陈修吾.粤东地区农村民居抗震能力初步分析[J].华南地震,2015,35(4):50-56.
- [10] 黄博,夏唐代,赵晴,等.老旧小区砖混结构房屋振动与减振[J].地震工程学报,2015,37(1):126-130.
- [11] 吴建超,郑水明,李恒,等.2014年3月30日湖北省秭归M4.7地震房屋震害特征分析[J].地震工程学报,2016,38(4):669-672.