

# 湖北农村民居抗震性能调查与分析<sup>1</sup>

李书进 毛 羚 陶礼龙 邵渊丹 沈少波

(武汉理工大学土木工程与建筑学院, 武汉 430070)

**摘要** 农村民居由于严重缺乏抗震设防技术, 村民缺乏抗震防灾意识以及缺乏抗震设防政策的监管, 地震发生时会造成大量人员伤亡和财产损失。“小震致灾”、“大震大灾”是我国农村地震灾害的显著特点。汶川地震的教训让我们深刻认识到这一问题的重要性与紧迫性。本文通过对湖北农村民居建筑结构、抗震性能以及居民抗震意识的调查, 揭示了湖北农村民居的结构特点和抗震性能现状, 对当前湖北农村建筑抗震设防存在的问题及对策进行了分析。

**关键词:** 农村民居 抗震性能 防灾减灾 调查研究

## 引言

2008年5月12日发生在四川省汶川的8.0级特大地震造成了极其惨重的人员伤亡和财产损失, 近7万人丧生, 1.8万人失踪, 1600万间房屋倒塌。地震在带给我们震惊的同时, 也更加突显了它的破坏性和残酷性。此次地震除本身震级大、烈度高的特征外, 我国村镇地区的房屋特别是广大农村建筑抗震能力弱或基本不设防也是造成此次灾害异常惨烈的重要原因。汶川地震让我们再次认识到将抗震设防的目光投向广大农村地区的重要性与紧迫性, 像重视城市建筑那样重视农村房屋安全是这次地震带给我们的深刻教训。

事实上, 为了尽快解决农村民居基本不设防的问题, 在2004年初18位院士就联名向国务院提出在我国实施“地震安全农居工程”的建议。2004年7月, 国务院召开的全国防灾减灾工作会议和其后发布的《国务院关于加强防震减灾工作的通知》(国发[2004]25号)均将“逐步实施农村民居地震安全工程”作为全面提高地震灾害综合防御能力的重点任务之一。2006年6月, 国务院又在新疆召开了“全国农村民居防震保安工作会议”, 总结交流了各地农村防震保安工作的经验, 为积极推进农村民居地震安全工程的实施, 进一步提高农村民居防震保安能力提出了具体要求(王兰民等, 2006)。但长期以来, 由于农村地区社会和经济水平较低, 居民防灾减灾意识淡薄, 国家又未将农村地区建房纳入规范管理, 使得这一安全工程的实施困难重重, 发展极为缓慢。大多数房屋未经正规设计和施工, 自行建造, 基本上处于不设防状态(葛学礼等, 2001; 刘学华, 2007; 铁瑞等, 2009; 周安等, 2009)。村镇房屋抗震能力

1 基金项目 湖北省建设科技项目(k200827)

[收稿日期] 2009-09-08

[作者简介] 李书进, 男, 生于1967年。博士, 教授。主要从事工程结构抗震与防灾方面的研究。E-mail: lishujin@yahoo.com

普遍低下是造成农村地区“小震致灾”甚至“小震大灾”的主要原因（洪海春等，2009；郑山锁等，2008）。汶川地震的发生再次给我们敲响了沉重的警钟，加快农村民居地震安全工程，彻底告别对各种自然灾害缺乏抵抗力的“不设防农村”已成为摆在我们面前最为迫切的工作。

目前，我国正处于地震活跃期，湖北省也具备发生中等强度破坏性地震的条件和背景。长期以来，湖北省县市一级，特别是广大农村地区的抗震设防意识较差，加上人口密集，一旦发生中等强度以上的破坏性地震，将会给社会带来相当严重的人员伤亡和经济损失。农村民居的抗震设防对于减轻湖北省地震灾害尤为重要而迫切，而了解、掌握现有农村民居的结构形式、工法、施工过程，研究其抗震能力与震害表现对于开展农村民居的抗震设防技术开发、标准制定以及施工技术指导都具有十分重要的意义，并且十分必要。

本文通过对湖北省部分地区的农村民居建筑结构、抗震性能以及居民抗震意识的调查和研究，揭示了湖北农村民居的结构特点和抗震性能现状，对当前湖北农村建筑抗震设防存在的问题及对策进行了分析。

## 1 调查内容与方式

本次调查采取了实地调查和问卷调查 2 种方式。实地调查选择了湖北省枝江市、仙桃市、武汉市郊、咸宁市、崇阳县、通城县的部分农村地区（图 1）。调查对象包括既有建筑和在建房屋两种。以自然村为单位，通过查、看、探、访的方式，对湖北农村住宅的结构形式、建造方法、建造年代、抗震性能以及建房时的心态进行调查。同时，对农村居民的地震知识和防灾意识进行了调查。问卷调查则委托学院部分湖北农村学生，利用暑期在自己家乡进行。



图 1 实地调查地点

Fig.1 Map of field investigation sites

调查在 2008 年的暑期进行。其中，实地调查共计 430 户，分别是枝江市刘家冲村 47 户、仙桃市沙湾村 83 户、仙桃市何坝村 65 户、武汉市黄陂区雷段村 50 户、武汉市东西湖区新桥村 38 户、咸宁市潜山村 51 户、崇阳县杨家村 43 户、通城县大坪村 53 户，调查实景见图 2。问卷调查共发出调查表 300 份，收回 263 份，范围基本涵盖省内各县市，问卷调查表的内容见图 3。



(a) 实地测量



(b) 问卷调查

图 2 调查实景

Fig.2 On-site investigation

湖北农村民居抗震设防调查表

\_\_\_\_\_县(市) \_\_\_\_\_乡(镇) \_\_\_\_\_村 调查时间: \_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

照片编号: \_\_\_\_\_

基本情况	户主姓名			家庭成员人数		
	家庭生活模式			房屋造价	万元	
居民防震意识情况	知道或了解地震吗	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
	是否意识到抗震的必要性	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
	是否了解房屋抗震知识	<input type="checkbox"/> 不了解 <input type="checkbox"/> 了解少许 <input type="checkbox"/> 基本了解				
	建造房屋时是否考虑了抗震设防	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
房屋及抗震设防基本情况	房屋面积	m <sup>2</sup>	房屋间数		房屋层数	
	房屋结构	<input type="checkbox"/> 钢混 <input type="checkbox"/> 砖混 <input type="checkbox"/> 砖木 <input type="checkbox"/> 土(石)木 <input type="checkbox"/> 茅草房 <input type="checkbox"/> 其他				
	房屋建成时间	房屋修缮或加固改造时间				
	主要地形条件	<input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 山地 <input type="checkbox"/> 湖区 <input type="checkbox"/> 其他				
	场地条件	<input type="checkbox"/> 硬土 <input type="checkbox"/> 中硬土 <input type="checkbox"/> 软土 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 有不均匀沉降				
	是否位于易产生滑坡、泥石流等地震地质灾害的地方	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否				
	主要建筑材料	<input type="checkbox"/> 土料 <input type="checkbox"/> 石料 <input type="checkbox"/> 砖料 <input type="checkbox"/> 木(竹)料 <input type="checkbox"/> 钢筋混凝土等				
	施工工艺	<input type="checkbox"/> 正规设计施工 <input type="checkbox"/> 农村工匠设计施工 <input type="checkbox"/> 自行设计施工				
	基础类型	<input type="checkbox"/> 毛石 <input type="checkbox"/> 块石 <input type="checkbox"/> 砼 <input type="checkbox"/> 其它				
	外墙	<input type="checkbox"/> 砖墙 <input type="checkbox"/> 土坯墙 <input type="checkbox"/> 夯土墙 <input type="checkbox"/> 其它				
	内墙	<input type="checkbox"/> 砖墙 <input type="checkbox"/> 土坯墙 <input type="checkbox"/> 夯土墙 <input type="checkbox"/> 其它				
	楼板类型	<input type="checkbox"/> 预制板 <input type="checkbox"/> 现浇板 <input type="checkbox"/> 其它				
	屋盖	<input type="checkbox"/> 砼 <input type="checkbox"/> 筒板瓦 <input type="checkbox"/> 机瓦 <input type="checkbox"/> 茅草 <input type="checkbox"/> 其它				
	是否采用了空斗墙	<input type="checkbox"/> 是,在 _____ 等处		<input type="checkbox"/> 否		
	梁柱材料	梁	<input type="checkbox"/> 木料 <input type="checkbox"/> 钢混	柱	<input type="checkbox"/> 木料 <input type="checkbox"/> 砖料 <input type="checkbox"/> 钢混	
	结构布局	<input type="checkbox"/> 形体规整对称 <input type="checkbox"/> 平面上凹凸曲折 <input type="checkbox"/> 立面上高低错落 <input type="checkbox"/> 门窗过多过大 <input type="checkbox"/> 横隔墙间距过大				
	与周围房屋的最近距离	m		屋顶上是否有附属建筑物	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	采取何种抗震措施	<input type="checkbox"/> 圈梁 <input type="checkbox"/> 构造柱 <input type="checkbox"/> 房屋纵横及墙角处有拉接钢筋 <input type="checkbox"/> 其它				
	是否配有钢筋	<input type="checkbox"/> 是,在 _____ 等处		<input type="checkbox"/> 否		
	柱体现状	<input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 倾斜 <input type="checkbox"/> 开裂 <input type="checkbox"/> 虫蛀 <input type="checkbox"/> 腐朽				
梁体现状	<input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 变形 <input type="checkbox"/> 开裂 <input type="checkbox"/> 虫蛀 <input type="checkbox"/> 腐朽					
是否经历过破坏性地震	<input type="checkbox"/> 是/( _____ )年		<input type="checkbox"/> 否			
房屋抗震性能总体评价	<input type="checkbox"/> 好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 危险 <input type="checkbox"/> 特别危险					

图 3 问卷调查表

Fig.3 Questionnaire sheet

## 2 调查结果

### 2.1 结构形式及特点

调查显示，湖北农村民居房屋式样虽然较多，在不同的地域有不同的建筑方式和样式，但归纳起来主要有 3 种：土木结构、砖木结构和砖混结构。土木结构基本建于 20 世纪 80 年代以前，该类房屋为木构架承重，土坯墙作围护，屋基处理比较简易，一般为平房（图 4a）；砖木结构的屋梁使用木料，墙体采用烧结砖，地基处理简易，没有钢筋混凝土构造柱和圈梁，一般为平房（图 4b），由于该类房屋建造简单，材料容易准备，费用低，在既有房屋中占有较大的比例；砖混结构是近来兴起的结构形式，特别是近几年中农村新建的房屋基本采用砖混结构，几乎完全取代砖木结构，该类房屋采用砖砌体承重，预制板作层面分隔，多为 2—4 层（图 4c）。根据调查统计结果，既有房屋中各类结构形式所占比例如图 5 所示。



图 4 农村民居结构类型

Fig.4 Structure types of rural buildings in Hubei province

农村民居的层数基本是单层和 2 层，极少数做到了 3 层或以上。占地面积大多 120m<sup>2</sup> 左右，以 3 开间为主。经济条件好的地区大多是 2 层砖混楼房，有的地区占到 70%。经济条件欠缺的地区则以单层房屋为主。根据调查，农村民居中的 2 层楼房大部分为近 10 年所建，且几乎所有的在建房为 2 层砖混楼房，这是农村未来占主导地位的结构类型，应是今后重点关注的对象。

农村民居的建造规模与当地经济的发展状况关系密切。调查显示，湖北省农民建房数量呈逐年上升的趋势，近几年尤为突出，这与国家近几年经济的快速发展有关。在已调查的房屋中，不同房屋建成时间所占比例如图 6 所示；房屋造价所占比例如图 7 所示。

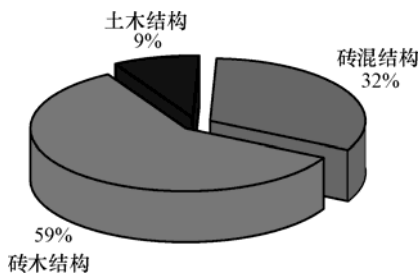


图 5 农村民居结构类型比例

Fig.5 Proportion of structure types

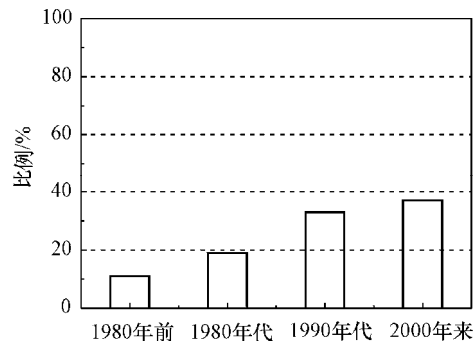


图 6 各年代民居比例

Fig.6 Proportion of buildings in different time period

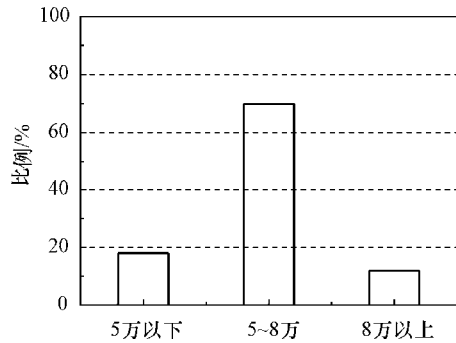


图7 民居造价比例

Fig.7 Histogram of construction cost

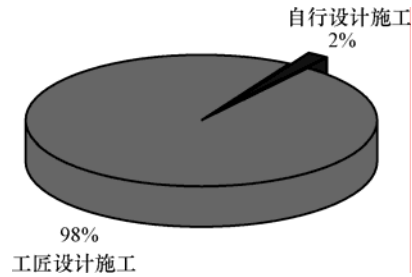


图8 农村民居建造情况

Fig.8 Proportion of construction by different designers

## 2.2 结构构造和施工

农村房屋层高一般在 3.6m 左右，墙厚基本为 240mm。主要建筑材料是砖、木材、砂浆和混凝土预制空心板。房屋的施工有农村工匠设计施工和自行设计施工两类，其中由农村工匠进行设计和施工的占绝大部分，基本没有通过设计院正规设计过的房屋（图 8）。通过对在建房屋的调查，发现施工中混凝土和砂浆的配比基本由经验确定，拌和用水量十分随意。

湖北省的地质地貌有平原、丘陵和山地 3 种，本次调查基本涵盖了这 3 类地区。在实地调查的房屋中，56%位于丘陵；26%位于山地；18%在平原。实地调查显示，湖北民居宅基地一般较平整，地裂、地陷和滑坡隐患较少。场地条件多为中硬土，兼有少量硬土和软土（图 9）。

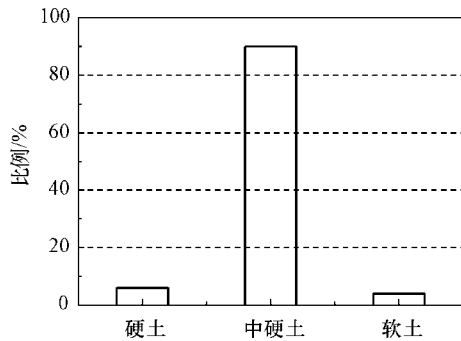


图9 场地条件

Fig.9 Histogram of site condition

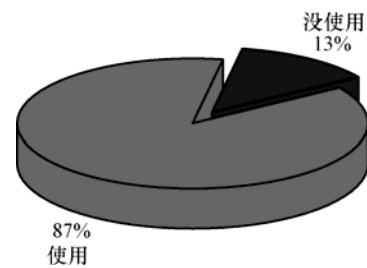


图10 空斗墙使用情况

Fig.10 Proportion of with/without cavity wall

湖北农村民居的基础差别不大，均为砖砌或石砌条形基础。基础埋深大多在 0.6—1.2m 范围内，基底分层夯实并铺设砂垫层，很少设置地圈梁。

在墙体方面，为节省造价，多数房屋采用空斗墙，所占比例如图 10 所示。立柱则有砖柱、钢筋混凝土柱和木柱 3 种，各占比例如图 11 所示。木柱主要存在于早期建筑，新建房屋均为砖柱或混凝土柱。

房屋楼盖和屋盖的结构形式主要有 3 种：木结构、预制板、现浇板。早期单层房屋主要采用木屋盖，而 2 层和 2 层以上的楼房则多采用预制板，这是农村民居楼盖和屋盖的主要受力体系。

新建的砖混结构房屋大多采用整体性好的横墙承重或纵横墙混合承重平面布置，但存在片面追求大门窗、横墙间距过大、平面凹凸曲折等不规则情况。对于砖混结构，竖向布置多数采用底层收进，上面挑出的立面形式，导致墙体不连续（图 4c）。主要不规则布置所占房

屋比例如图 12 所示。

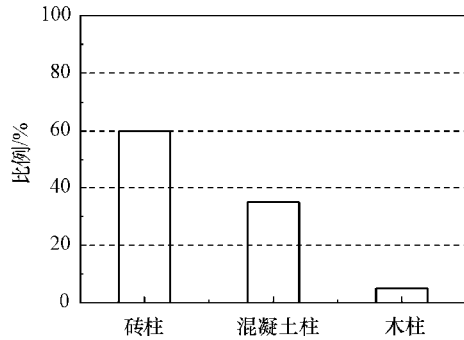


图 11 柱的类型

Fig.11 Proportion of constructions by column type

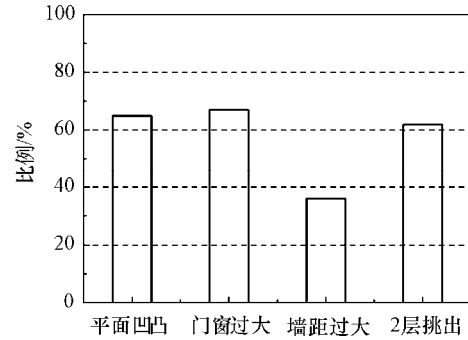


图 12 不规则性统计

Fig.12 Statistical results of design defects

### 2.3 抗震设防与防灾意识

构造柱和圈梁能加强房屋结构的整体性，调节地基不均匀沉降，是砌体结构重要的抗震构造措施（中华人民共和国住房和城乡建设部，2008）。调查发现，湖北农村设置了构造柱和圈梁的民居不多，特别是 2000 年以前的房屋。总体看，无任何抗震措施的房子占多数（图 13）。但值得欣慰的是，据观察农村正在建设的房屋普遍设置了构造柱和圈梁，这与 2008 年发生的汶川大地震有较大关系。尽管许多设置方式不太规范，不尽如人意，但它显示了当地居民安全意识的提高。

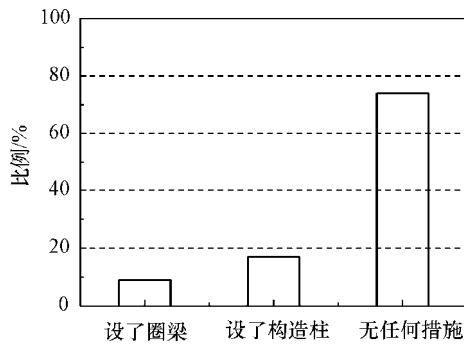


图 13 抗震措施设置

Fig.13 Statistical results of seismic fortification measures

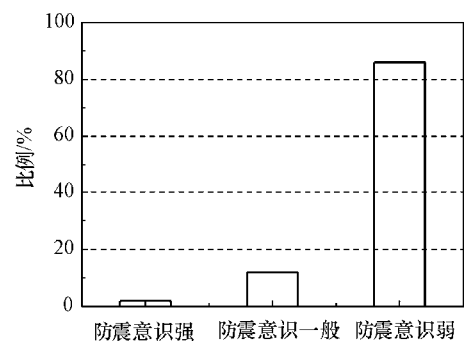


图 14 防震意识调查

Fig.14 Histogram of earthquake knowledge

此次活动还对农村居民的抗震设防意识进行了调查，就农民是否知道或了解地震，是否意识到房屋抗震的必要性以及是否了解房屋抗震知识等内容进行了询问。回答分为 3 个层次：①防震意识强，具体表现在基本了解地震及房屋抗震知识，意识到抗震的必要性并且在建造房屋时考虑了抗震设防；②防震意识一般，具体表现在了解少许房屋抗震知识，意识到抗震的必要性，但在建造房屋过程时未考虑或只考虑了部分抗震设防的措施；③防震意识弱，具体表现在不了解地震及房屋抗震知识，没有意识到抗震的必要性，并且在建造房屋时未考虑任何抗震设防。调查结果如图 14 所示。

## 3 湖北农村民居抗震性能存在问题分析

实地调查和统计结果表明，湖北农村民居的抗震性能普遍较差，安全隐患严重。存在的主要问题有：

(1) 村民抗震设防意识弱,这是湖北农村民居抗震性能不强的重要原因。湖北省是一个地震发生频率相对较低的省份,很多人从未经受过地震,对地震认识不足,缺乏居安思危的忧患意识,防灾减灾意识淡薄。建房时自行设计,建造随意,往往只考虑美观、高大、宽敞、气派,从而导致房屋太宽、太高,不利于抗震。

(2) 农村经济相对落后。湖北省是一个农业大省,由于地处中西部,大部分农村地区的经济相对落后,农民收入偏低,经济拮据。为省钱,往往购买一些劣质建筑材料,还省工减料,去掉许多成本较高的构件,存侥幸心理。

(3) 许多房屋无任何设防措施。由于历史、经济、知识水平等方面的原因,在湖北农村无任何设防措施的房屋较多,特别是 2000 年以前建造的房屋。这类房屋抗震能力弱,地震发生时容易倒塌,是导致农村“小震致灾”的主要原因。

(4) 不规则平、立面布置的房屋较多。如片面追求大门窗洞口,导致墙体削弱严重;纵横墙布置不均匀使平面刚心偏移;多层房屋采用悬挑的平面形式,导致墙体竖向不连续等。特别是底层收进,楼上挑出的结构形式,在湖北农村大量存在,有些甚至两面悬挑。这种结构房屋头重脚轻,上下层刚度和质量变化大,地震时极易造成房屋严重破坏。

(5) 设计施工不正规,工程质量难以保证。农村房屋大多由当地工匠建造,他们基本没有受过建筑方面的培训,由师傅将技术一代一代向下传递,并且大多是实践经验。由于施工人员没有结构方面的知识,对结构受力不明确,使得大部分房屋的设计和施工不太合理。如房屋平、立面布置不符合抗震要求、构件之间缺少可靠连结、房屋整体性差等。调查中发现,有些房屋虽然设置了圈梁和构造柱,但由于不懂得圈梁和构造柱的科学做法,许多不符合规范要求,抗震能力大大削弱,从而达不到抗震设防的要求。

(6) 大量采用不利于防震的空斗墙、砖柱和预制空心板。为节省房屋造价,农村房屋广泛采用了不利于抗震的空斗墙、砖柱和预制空心板。空斗墙由于墙体整体性差,抗裂能力不强,地震时极易导致墙倒屋塌,造成人员伤亡和财产损失。而砖柱由于抗拉能力极弱,抵抗水平作用能力差,地震时也易倒塌,是抗震的薄弱环节。预制空心板虽然施工时方便,价格低廉,但由于与墙体的连接性差,整体性不好,加上不能相互牵扯,地震时极易掉落而伤人。调查中发现,各乡镇一般均有砖厂和预制板厂,但生产工艺粗糙,尤其是预制板,其可靠性不能保证。而且,为节省预制板数量,在板与板之间填砖的现象较为普遍,严重影响楼板的整体稳定性。

(7) 房屋建设缺乏统一规划,监管体制不健全。由于农村建设缺乏统一规划,房屋常把宅基地占满,左邻右舍靠的很近,没有充分考虑房屋间距、道路设置、人员疏散、抗震救灾等问题,安全隐患突出。而监管体制的缺失使得工程质量难以保证,如钢筋配置不合理、砂浆强度不够、不饱满等,很难保证墙体的质量和整体稳定性。混凝土的配比多靠经验,强度等级难以保证,从而影响房屋的建筑质量。

## 4 提高农村民居抗震性能的对策及措施

农村民居抗震性能差,管理薄弱,一旦发生中等强度以上地震,将造成较大的人员伤害和财产损失。逐步提高农村防震能力是当前迫在眉睫的任务,关系到人民群众生命财产安全、经济稳定和社会稳定。结合湖北农村民居抗震性能调查,本文提出以下提高农村抗震能力的几点对策和措施:

(1) 加强防震减灾知识的宣传与普及工作,提高民众防震减灾意识。农村居民防震意识弱或完全没有是导致农村民居抗震性能差的重要原因,应努力通过各种措施将农村住宅建设防震知识普及到乡、村、户。通过宣传,让广大农民提高防震意识,把建设安全民居变为维护自身生命财产安全的自觉行动,应当是当前形势下提高农村抗震能力的最切实可行的措施。宣传要考虑实用性,不应复杂、走形式,要考虑农村实际情况,采用群众喜闻乐见的形式,如标语、板报、图片等。宣传除有政府行为外,还可动员社会力量共同关心和支持农居工程,如大学生的“三下乡”活动和有关单位科技下乡活动等。

(2) 加强农村建筑工匠的培训。考虑到农村建筑多由当地工匠建造,为增强他们的建筑构造知识,应建立农村建筑工匠抗震建设培训制度,加强农村工匠防震技术的培训。采取行业协会、职业教育等多渠道对村镇建筑工匠进行业务技能培训,培养一批掌握农村民居抗震基本知识和操作技能的建筑工匠,提高农村地区抗震技术水平。培训应考虑当前农村的实际情况,以尽量减少群众负担为原则,培训费用应由政府担负大部分,个人承担少部分或完全免费进行培训。

(3) 加大农村抗震能力建设资金的投入,对现有的危旧民房进行加固处理。由于历史、经济等原因,早期的农村民居基本为不设防建筑。应设立专项基金,对这类建筑逐步普查,依法进行抗震性能鉴定,并采取必要的抗震加固措施。

(4) 以点带面,组织实施农村民居示范工程,逐步进行推广。按照“试点先行,逐步推开”的原则,开展农居工程试点。政府应结合新农村建设,拿出一部份资金,选择有条件、有代表性的乡村,按照“农民自愿、适当补贴”的原则,新建、改造和加固一批安全、适用、抗震性能好且对周围农民有吸引力的样板农宅,采取示范户、示范村、示范区等多种形式实施农居示范工程,发挥以点带面和典型示范作用,带动农居安全工程的全面实施。

(5) 制定农村民居抗震建设技术标准,加强抗震技术的推广。组织编制有关农村民居设计、施工的技术标准,促进抗震建设标准图集的编制工作。标准和图集应简明扼要,通俗易懂,应根据各地的实际情况,指导农村民居的建设。

(6) 将农村抗震管理纳入村镇管理体系,加强村镇建设规划和农村建房抗震质量指导和管理。农村建筑管理的缺失导致民房建设的随意性,工程质量得不到保证。为减少农村民居建设中存在的隐患,就必须将民房建设纳入规范管理。但管理一定要规范,坚持监督和服务并举的原则,避免增加群众负担。

## 5 结语

湖北是传统的农业大省,由于地处中西部,经济发展相对滞后,特别是广大农村地区。湖北农村的民房也由于历史、经济、知识水平等多方面的原因大多无任何抗震设防措施,抵御地震的能力非常脆弱。汶川地震的深刻教训告诉我们,加强农村民居抗震设防管理,规范农居建筑、设计和施工,提高农村抗震能力,已刻不容缓。本文通过对湖北省农村民居抗震性能的调查研究,分析了湖北农村民居的结构特点和抗震性能现状,指出了湖北农村建筑抗震设防存在的主要问题,并提出了一些提高农村民居抗震性能的对策和措施。当然,由于“三农”问题的复杂性,许多措施实施起来会有相当大的难度,但各级政府应把实施农村安居工程作为一项重要工作,分解任务,逐步推进。特别是加强农村防震减灾知识的宣传普及教育,提高农民防震减灾意识已迫在眉睫。通过采取切实有效的宣传措施,使广大农民把建设安全



民居变为维护自身生命财产安全的自觉行动。

当前是我国社会经济发展的重要机遇期，农村经济也以较快速度增长，加上国家新农村建设的实施，伴之而来的必将是农村民房更新换代的高潮。应以此为契机，建立健全农村防震减灾工作机制、保障体系和技术服务网络，增强广大农民群众防震减灾意识，促进社会主义新农村建设，逐步改善农村民居环境条件，全面提高农村民居抗御地震灾害的能力。

## 参考文献

- 葛学礼，朱立新，王亚勇，2001. 村镇建筑震害与抗震技术措施. 工程抗震，(1): 43—48.
- 洪海春，杨伟林，黄伟生等，2009. 江苏省农村民居抗震措施与加固方法研究. 震灾防御技术，4 (2): 223—232.
- 刘学华，2007. 平武县农村民居调查研究. 高原地震，19 (2): 32—35.
- 铁瑞，郭明珠，王俊等，2009. 小城镇建筑抗震设防问题的探讨. 震灾防御技术，4 (2): 215—222.
- 王兰民，林学文，2006. 农村民居的地震破坏特征与震害预测. 震灾防御技术，1 (4): 337—344.
- 郑山锁，王沛钦，曾磊等，2008. 土木混合承重农房抗震性能初探. 工业建筑，38 (3): 48—51.
- 周安，孙浩，杨勇，2009. 基于抽样调查的安徽农村民居震害预测与减灾对策. 地震学报，31 (1): 100—107.
- 中华人民共和国住房和城乡建设部，2008. 镇（乡）村建筑抗震技术规程（JGJ161-2008）. 北京：中国建筑工业出版社.

# Seismic Performance Investigation and Analysis of Rural Buildings in Hubei Province

Li Shujin, Mao Ling, Tao Lilong, Shao Yuandan and Shen Shaobo

(School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract** The rural buildings have usually been subjected to severe damage under earthquake in China due to lack of seismic fortification technology, awareness for disaster prevention and the supervision of government. In reality, small earthquake may lead to medium damage and large earthquake may produce severe damage in rural area of China. The lessons learnt from 2008 Wenchuan earthquake demonstrate the importance and urgency about this problem. In our study, an investigation on seismic performance of the rural buildings in Hubei province was carried out. The structural characteristics and the current seismic performance of rural buildings in Hubei Province are studied according to the investigation. In order to improve the anti-seismic capacity of rural buildings in Hubei Province, some suggestions that attempt to alleviate the problems of rural buildings are proposed in this paper.

**Key words:** Rural buildings; Seismic performance; Seismic fortification; Investigation