

孙杰, 李涛, 张扬, 等. 河南范县农村民居抗震性能调查与分析 [J]. 华南地震, 2020, 40 (3): 102-107. [SUN Jie, LI Tao, ZHANG Yang, et al. Seismic Performance Investigation and Analysis of Rural Buildings in Fanxian County, Henan Province [J]. South China journal of seismology, 2020, 40 (3): 102-107]

# 河南范县农村民居抗震性能调查与分析

孙 杰, 李 涛, 张 扬, 马兴全, 赵显刚

(河南省地震局, 郑州 4500160)

**摘要:** 濮阳范县是河南省现代地震活动较为密集的地区。“小震致灾”、“大震巨灾”是河南省农村地震灾害的显著特点。地震造成人员伤亡和财产损失的主要原因是房屋建筑质量差, 抗震性能差, 其根本原因是当地经济水平较差, 农村建筑普遍缺乏防震抗震设计, 村民缺乏防灾减灾意识以及农村建筑缺乏抗震设防监管。通过现场入村入户调查, 对范县农村民居的建筑结构类型、抗震性能进行了调查研究, 对其存在的典型问题进行探讨, 为农村民居的抗震设防工作提供依据。

**关键字:** 农村民居; 抗震性能; 调查研究

**中图分类号:** TU352.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2020) 03-00102-06

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2020.03.014

## Seismic Performance Investigation and Analysis of Rural Buildings in Fanxian County, Henan Province

SUN Jie, LI Tao, ZHANG Yang, MA Xingquan, ZHAO Xiangang

(Henan Earthquake Agency, Zhengzhou 450016, China)

**Abstract:** Fanxian County is a region where modern seismic is intensive and many destructive earthquakes had happened in history. ‘Small earthquake may lead to medium damage’ and ‘large earthquake may produce severe damage’ is the main characteristics of earthquake disasters in rural areas of Henan Province. The cause of casualties and property damage caused by the earthquake is the poor quality of the building and poor seismic performance. The basic reason is that the local economic level is poor, the rural buildings are generally lack of earthquake-resistant design, the villagers lack the awareness of disaster prevention and reduction, and the rural buildings lack government supervision. Through the on-site investigation, the paper studies the building structure types and seismic performance of rural buildings in Fan County, discusses its typical problems and provides a basis for the seismic fortification of rural buildings

**Keywords:** Rural Buildings; Seismic performance; Investigation

### 0 引言

地震是我国造成死亡人数最多的自然灾害。

城市由于人口密集、交通发达、财富集中, 因此一直是地震灾害重点关注地区, 但是更大面积的农村地震危险性问题却被人们忽略。人口多, 底

收稿日期: 2019-12-06

作者简介: 孙杰 (1985- ), 男, 硕士, 工程师, 主要从事活动断层探测和抗震设防工作。

E-mail: 33837077@qq.com

子薄，经济发展不均衡的国情在农村地区尤为突出。绝大多数农村建筑设施不设防现象严重，小震大灾、大震巨灾的现象在农村地区十分普遍。

农村地区社会经济发展水平较低，村民防灾减灾意识淡薄，在建房时注重节省开支，缺乏有效的防震减灾措施，因此大部分农村民居基本上处于不设防状态<sup>[1-5]</sup>。2006年4月9日范县4.2级地震就造成了严重房屋倒塌和人员伤亡现象，倒塌房屋236间，损坏房屋2000余间。农村房屋抗震能力普遍低下是造成农村地震“小震大灾”的主要原因<sup>[6-8]</sup>。因此，开展农村民居抗震性能调查与分析，掌握现有农村民居的抗震性能，对增强农村民居防震减灾能力具有重大的现实意义，是践行习近平总书记建立高效科学的自然灾害防治体系，提高全社会自然灾害防治能力的具体体现，是实施地震易发区房屋设施加固工程的基础条件，有助于提高当地防震减灾能力。

本文采用现场调查，对调查乡村进行进村入户调查的方式，对范县农村民居房屋结构类型及其特点、抗震性能以及居民抗震意识等方面进行了实地调查，分析了农村民居抗震设防存在的问题及其原因，并提供了合理化建议，

为今后河南农村民居抗震设防工作提供了必要的参考与借鉴。

## 1 范县地理地质背景及调查内容

范县位于河南省东北部，黄河中下游北岸，隶属濮阳市。西面与濮阳县、东部与台前县、南部和北部与山东接壤。面积为590 km<sup>2</sup>，人口50.4万，辖7镇5乡，耕地面积51万亩。新近纪本地区以来长期处于沉降状态，形成地势低平、开阔的黄河冲积平原，海拔高度约为60~100m。

从古近纪开始，华北平原内部发生差异性升降运动，形成一系列次级构造凹陷和凸起，自西向东主要包括汤阴地堑、内黄隆起、东濮凹陷和鲁西凸起四个构造单元。范县位于东濮凹陷和鲁西凸起两个构造单元内，主要断层有长垣断裂、黄河断裂和聊兰断裂（图1）。其中聊兰断裂是晚更新世—全新世活动断裂，历史上曾经多次发生6~7级地震，现代地震也比较集中，是河南省现代地震集聚的地区之一，同时也是河南省地震重点监视地区之一。

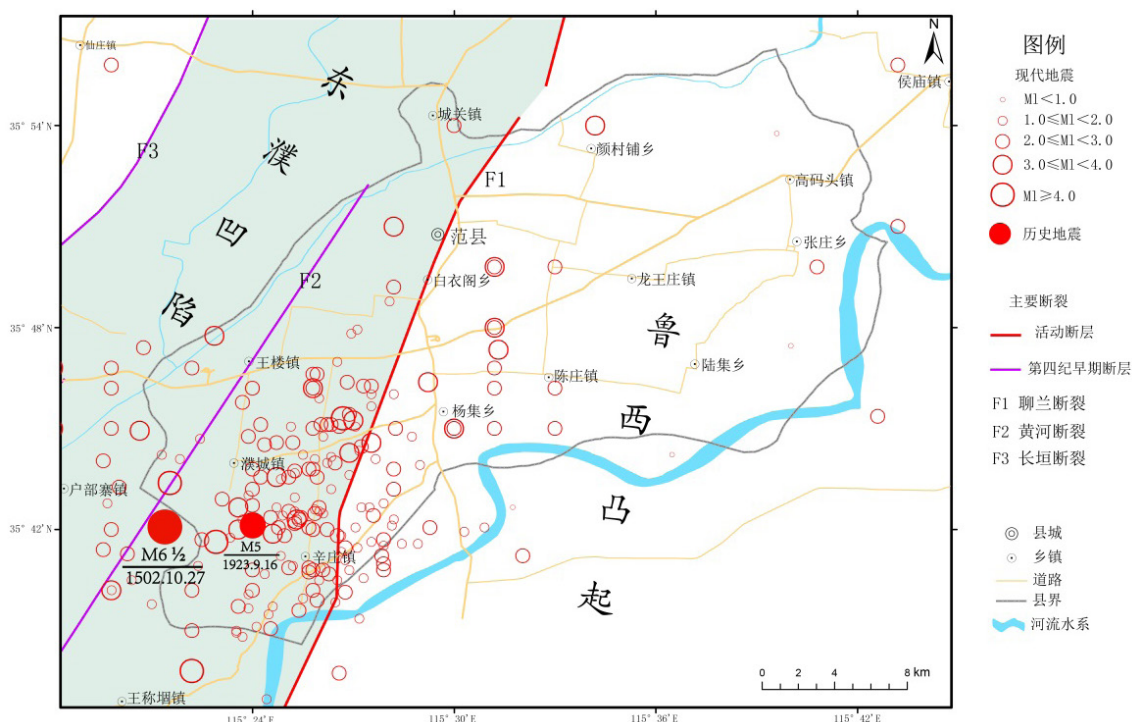


图1 范县地震构造图

Fig.1 Seismotectonic map of the Fanxian country



图 2 房屋调查点分布图

Fig.2 The distribution map of rural buildings survey points



图 3 不同房屋结构照片

Fig.3 The photos of different structures buildings

本文沿省道 101 和 208 两条公路对范县乡镇村落进行入村入户调查，此外，我们还对辛庄乡—杨集乡—孟楼乡一线距县城较远的村落进行补充调查（图 2）。在实地调查中，我们首先询问居委会当地经济、人口和房屋等基本情况，并对当地房屋建筑类型进行统计；然后，对村落中进行实地走访，对民居进行实地调查，调查房屋

建筑结构类型、建筑年代、建造方式等等，最后对当地建筑抗震性能进行综合分析。

## 2 调查结果

由于范县地处黄河冲击平原，地势平坦，交通便利。当地主要建筑材料为黏土砖，实地调查



发现当地农村建筑主要为砖木、砖混结构为主，县城外围地区有少量框架结构房屋，其他类型建筑如土木建筑、土石建筑、钢结构建筑很少。

调查发现，范县农村主要修建于1985年以后。1985年代以前的建筑很少，且这些老旧房屋大部分破损严重，已无人居住，主要作为家畜、家禽的养殖场所。1985—2005年主要建筑为砖木结构，2005年以后，随着外出务工人员

增加，农村居民收入逐步增长，新建砖混结构房屋逐步增多，并且随着防震减灾知识的宣传，设防砖混结构开始出现且逐步增多。但是农村建筑还是以砖木结构为主，设防砖混所占的比例还非常有限，且分布地域主要为乡镇所在地和主要公路沿线新建房屋，村落建筑还是以砖木建筑为主。

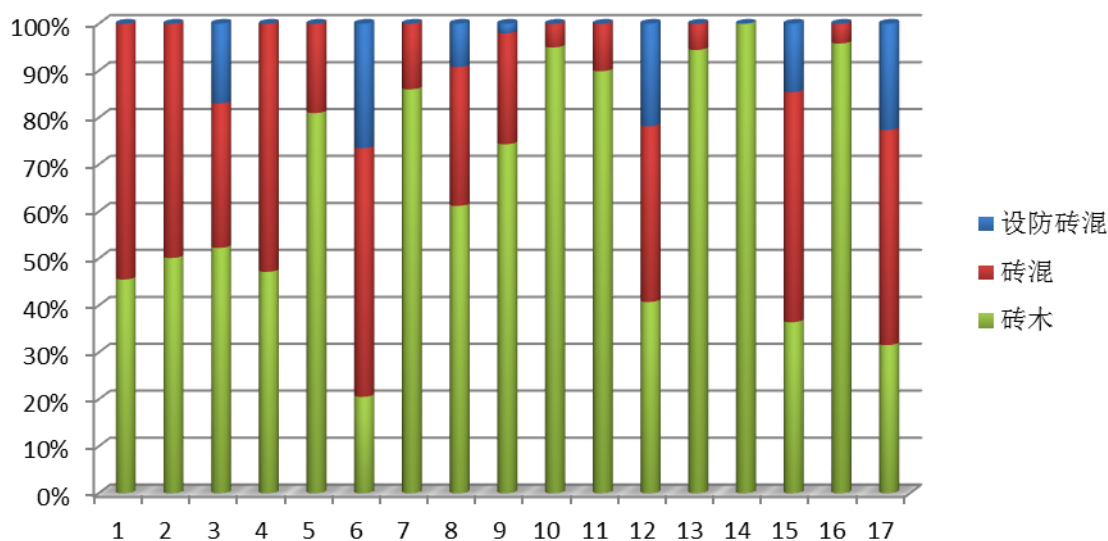


图4 范县调查点主要房屋结构占比图

Fig.4 The proportion of different types of building structures in the survey area

## 2.1 砖木结构

砖木房屋建造简单、费用低，是范县农村民居主要建筑结构。这些房屋建造时间一般在2005年以前，目前少量新修农居仍采用该种结构形式，以砖瓦房和一层平房为主。砖木结构房屋的房顶多为木屋架铺瓦屋面或檩条铺瓦屋面，墙体采用烧结粘土砖砌筑，几乎都未采取任何抗震构造措施。由于屋架与承重墙体以及檩条与墙体间缺乏有效的连接，纵横墙间存在连接弱、砂浆强度低、单层墙体过高等问题，房屋的抗震性能较差。当遭遇地震时，该类房屋的破坏轻则为铺瓦掉落、墙体轻微开裂；重则为墙体外闪、屋架垮塌甚至整体倒塌。

## 2.2 砖混结构

砖混结构（含底框、内框结构）是上世纪90年代后期农村开始兴起的结构形式，由于当地经济条件的限制，该类建筑在2000年后在当

地才逐渐出现。首先应用在县城及城镇附近村落，老城镇改造和新城外民居建设，2010年以后逐步增多，公路沿线新修民居建筑主要采用这种模式。当地的砖混结构房屋以2-3层居多，由烧结的粘土砖墙承重，房屋的楼屋盖采用现浇钢筋混凝土的形式。2010年以前修建的砖混结构房屋多未设置构造柱、圈梁等抗震措施；此后修建的房屋大多采取了构造柱、圈梁等抗震措施，房屋整体性能较好。但部分房屋也存在结构设计不合理、施工方式不规范等部分缺陷，造成了房屋的抗震性减弱。此外，由于当地建筑习惯，追求大空间，重装修轻建筑的理念，当地建筑存在诸如房屋横墙间距和墙体预留门窗洞口过大，墙体砌筑砂浆厚度不均、水泥分量不够等等问题。当遭受地震破坏时，该类房屋轻则会导致承重墙体、门窗洞口处、楼梯间或突出结构开裂破损；重则会引起承重墙体破碎、房屋扭转导致房屋发生局部或整体倒塌。

### 3 农村民居抗震设防问题

#### 3.1 当地经济水平有限, 民居抗震性能不高

由于范县属于国家贫困县, 当地经济发展水平较低。2016 年范县农村居民人均可支配收入 8469 元, 仅相当全国农民人均可支配收入 (12 363 元) 的 68%、河南省农民人均可支配收入 (11 697 元) 的 72%。与周围县城如鄄城、濮阳县等市县相比, 范县房屋建筑质量普遍较差, 村民无力建造抗震性能较好的房屋。

同一地区, 不同收入水平群众的房屋抗震能力也有明显差异。当地经济条件好的群众, 多采用砖混结构房屋; 经济条件差的多为传统类型的砖木房屋。经济条件差的群众形成了地震灾害高危群体<sup>[8]</sup>。以前国家资金投入主要是用于震后恢复重建方面, 重救灾轻设防, 形成了“有买棺材的钱, 而没有进行抗震设防的钱”的局面。现在国家提出“从注重灾后救助向注重灾前预防转变, 从减少灾害损失向减轻灾害风险转变。”国家和地方财政持续的农村地震民居工程的投入, 提高了部分农村房屋的抗震能力, 但河南农村人口密集, 民居建筑众多, 大部分地区民居抗震能力依然偏弱, 范县地区更加突出。

#### 3.2 村镇整体布局不尽合理

农村建设时缺乏对村落布局整体规划, 农民通常把分到的宅基地建满甚至向外扩张, 造成农村房屋、街道布局不合理<sup>[10]</sup>。现场调查表明现在许多村镇建设布局零乱、街道狭窄, 地震时造成房屋破坏时相互影响, 人群不易疏散。地震发生后, 造成搜救车辆或大型机械很难进入灾害现场进行搜救, 同时各式各样的房屋类型和结构也加重了人员搜救的难度。这些现象要求对农村住宅加强规划管理, 适当调整民房之间、街道之间的距离, 将震害损失减小到最低程度。

#### 3.3 场地选址与建材选择质量不高

场地地基是房屋建筑的基础, 也是抗震设防的基础, 同时也是农村房屋建造过程中农民最为忽视的环节。现场调查中发现农村建房时对地基处理不够重视, 对地基处理缺乏专业的指导。当地为黄河冲洪积平原, 地形平坦, 不用考虑滑坡、坡体失稳等情况。但是, 部分居民对地基处理方式不当, 地基埋深较浅, 甚至存在半挖半填的方式

平整场地, 所建房屋由于地基不均匀下沉而造成墙体裂缝, 遭遇地震时容易导致墙体开裂、房屋倒塌。

由于居民收入偏低, 农民在购买建筑材料时更多关注的是价格而不是质量。当地砖木房屋墙体通常采用粘土砂浆或石灰砂浆砌筑, 这些墙体砂浆强度远小于砖的强度。因此墙体的承载力主要取决于砂浆的强度, 砂浆的强度和砌体质量决定了墙体的抗剪能力。当墙体收到剪力超过承载力时, 墙体就会产生剪切破坏, 其表现为墙面出现与水平线呈 45° 的斜裂缝、交错斜裂缝, 且主要是沿灰缝裂开的。这也是地震中墙体出现斜裂缝和 X 裂缝的主要原因。

#### 3.4 居民防震减灾意识缺乏

范县虽然中小地震活跃, 有感地震较少, 破坏性地震发生的频率则更低, 村民对防震减灾缺乏足够的认识, 房屋建筑主要突出实用和美观, 重视屋内装修而轻视房屋地基和建筑结构的安全, 因而房屋抗震性能相对较弱。当地房屋建设主要考虑美观、好看, 而忽略了结构的整体性。如当地民居门窗开洞普遍较大, 削弱了墙体的整体性和抗剪强度。房屋纵横墙之间无必要的拉结, 造成墙体的整体性很差。木质房屋屋架与墙体无可靠的连接措施, 多用大铁钉将木檩条钉在木屋架上弦; 两端房间的檩条直接搁在山墙上, 缺乏相应的加固措施, 从而造成屋盖整体性差。

### 4 加强农村民居抗震设防的建议

#### 4.1 提高村民防灾减灾意识, 提高房屋抗震减灾能力。

当地政府应该克服麻痹思想, 加强抗震防灾知识的宣传普及。乡镇农村要大力宣传房屋抗震的基础知识, 提高农民的抗震防灾意识。加强对农村建筑工匠的抗震设防技术免费培训, 使其掌握农村民居抗震基本知识和操作技能。

#### 4.2 加强对农村民居抗震设防的管理和指导工作

政府部门要加强协作, 从村镇规划、地基处理、结构布局、抗震措施等方面对农村房屋建设进行管理和指导。村委会和乡镇政府要加强对宅基地的规划、审批, 加强对农民的建设管理和抗震技术指导, 提供技术、管理服务。政府部门可

以根据实际情况对达到抗震要求的民居相适应的鼓励和奖励。

#### 4.3 重点推进农村中小学校和公共建筑抗震管理

坚持抓住重点、以点带面的指导思想,重点加强农村基础设施、公共建筑和中小学校的抗震管理。对于一般民居,通过进行抗震示范工程的推广建设,提高农村建房的抗震设防自觉性。

#### 4.4 农村老旧房屋抗震加固指导意见

对于农村已经存在的大量的民居建造,现在国内没有建立房屋是否需要抗震加固的评判原则和标准,并且农民文化层次较低,知识储备有限。根据这些情况,可以根据地震动峰值加速度区划图、房屋建造年代、房屋高度及抗震设计等指标简要评分标准告诉村民,让其判断是否需要抗震加固。例如,根据房屋所处乡镇的烈度图对房屋进行评分,基本地震动峰值加速度 $0.05\text{ g}$ (即Ⅵ区)1分, $0.10\text{--}0.15\text{ g}$ (即Ⅶ区)区2分, $0.20\text{ g}$ (即Ⅷ区)区3分, $0.30\text{ G}$ 及以上地区5分。根据房屋建筑年代进行评分,2000年以后建设1分,1985-2000年间建设3分,1985年以前建设5分。根据房屋高度进行评分,一层建筑1分,两层以上的3分。没有圈梁构造柱等抗震设计的3分。根据上述四条原则,村民对自己房屋进行打分,超过10分的需要对其房屋进行抗震加固。

## 5 结语

考虑到当地经济水平,通过大范围提高建筑成本提高房屋抗震能力是不现实的。根据前人研究,针对农村民居采取针对性的抗震构造措施,加强民居房屋整体性,在增加有限的预算内可以大幅提高房屋的抗震性能。开展农村防震减灾宣传,强化农民抗震设防意识,加强民居抗震设防指导刻不容缓。提高农村民居抗震能力,是习近平“以人为本、建设美丽乡村”的要求,也是全面建设小康社会的要求。

## 参考文献

- [1] 李书进,毛羚,陶礼龙,等.湖北农村民居抗震性能调查与分析[J].震灾防御技术,2010,5(01):116-124.
- [2] 葛学礼,朱立新,王亚勇,等.村镇建筑震害与抗震技术措施[J].工程抗震,2001,(01):43-48.
- [3] 何春保,黄凯,陈培基,等.广东农村地区房屋现状调查及防灾能力分析[J].工程抗震与加固改造,2015,37(03):121-125+136.
- [4] 铁瑞,郭明珠,王俊,等.小城镇建筑抗震设防问题的探讨[J].震灾防御技术,2009,4(02):215-222.
- [5] 周安,孙洁,杨勇.基于抽样调查的安徽农村民居震害预测与减灾对策[J].地震学报,2009,31(01):100-107.
- [6] 洪海春,杨伟林,黄伟生,等.江苏省农村民居抗震措施与加固方法研究[J].震灾防御技术,2009,4(02):223-232.
- [7] 孙洁,朱兆晴,盛松.《安徽省农村房屋抗震技术规程》编制介绍[J].工程抗震与加固改造,2010,32(05):121-124.
- [8] 杨钦杰,刘华贵,高鹏飞,等.广西农村民居抗震性能调查研究[J].震灾防御技术,2016,11(01):100-110.
- [9] 吴慧娟,曲琦,葛学礼,等.地震高发地区农村抗震能力建设与震后重建[J].工程抗震与加固改造,2004,(05):1-5.
- [10] 赵少飞.6度区农村住宅的抗震设防[J].工程抗震,2000,(01):43-44.