

李垠, 郑水明, 张萍. 湖北农居建筑现状调查及抗震性能分析——以黄梅县蔡山镇为例[J]. 华南地震, 2024, 44(1): 43–51. [LI Yin, ZHENG Shuiming, ZHANG Ping. Current Situation Investigation and Seismic Performance Analysis of Rural Residential Buildings in Hubei Province—Taking Caishan Town, Huangmei County as an Example[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(1): 43–51]

## 湖北农居建筑现状调查及抗震性能分析 ——以黄梅县蔡山镇为例

李 垠<sup>1, 2</sup>, 郑水明<sup>1, 2</sup>, 张 萍<sup>1, 2</sup>

(1. 湖北省地震局, 武汉 430071; 2. 地震预警湖北省重点实验室, 武汉 430071)

**摘要:** 提升农居建筑基本安全是防震减灾的重要举措之一。整理分析近几年湖北地震应急现场房屋调查报告中发现湖北农居震害的特点和变化。借助贫困户房屋改造工程实施, 以实地调查的黄梅县蔡山镇贫困户的房屋为研究对象, 采用统计分析方法, 系统分析了湖北省农居建筑的特点和抗震设防措施的现状。分析结果表明: 湖北省老旧房屋占比逐年减少, 但震害程度严重; 砖混结构房屋占比逐年加大, 但仍有结构与建筑施工等方面的不规范, 存在抗震能力不高的风险, 需要提高当前农居建筑抗震设防的对策建议。

**关键词:** 湖北农居建筑; 农居震害; 贫困户房屋改造; 现场调查; 抗震设防

中图分类号: TU352.11; TU241.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)01-0043-09

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.01.05

## Current Situation Investigation and Seismic Performance Analysis of Rural Residential Buildings in Hubei Province— Taking Caishan Town, Huangmei County as an Example

LI Yin<sup>1,2</sup>, ZHENG Shuiming<sup>1,2</sup>, ZHANG Ping<sup>1,2</sup>

(1. Hubei Earthquake Agency, Wuhan 430071, China; 2. Hubei Key Laboratory of Earthquake  
Warning, Wuhan 430071, China)

**Abstract:** Improving the basic safety of rural residential buildings is one of the important measures of earthquake prevention and disaster reduction. Through analyzing field houses investigation reports of Hubei earthquake emergency in recent years, the characteristics and changes of earthquake damage of rural residential buildings in Hubei are found. Additionally, utilizing the poverty alleviation housing renovation project, and taking the houses of poor households in Caishan Town, Huangmei County as the research object, the characteristics of rural residential buildings in Hubei Province and the current situation of earthquake fortification measures are systematically analyzed by means of statistical analysis. The analysis results show that the proportion of old houses in Hubei Province is decreasing year by year, but the damage caused by earthquakes is severe. Meanwhile, the proportion of brick-concrete structures houses is increasing year by year, but there are still risks of low seismic resistance capacity due to non-standard structural design and construction. Therefore, measures and suggestions

收稿日期: 2023-05-26

基金项目: 中国地震局地震应急青年重点任务(CEA\_EDEM-2022)

作者简介: 李垠(1979-), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事地震监测和应急技术保障工作。

E-mail: 123549739@qq.com

for improving the current earthquake fortification of rural residential buildings are proposed.

**Keywords:** Hubei rural residential buildings; Earthquake damage of rural buildings; The poverty alleviation housing renovation; Field investigation; Earthquake fortification

0 引言

中强地震可在短短瞬间，造成房屋破坏、人员伤亡、生命线工程受到严重影响，甚至引发其他次生灾害的发生。如2008年汶川8级地震破坏的威力让人触目惊心，严重威胁到人民群众的生命和安全<sup>[1]</sup>。2020年全国第12个防灾减灾日上提出“提升基层应急能力，筑牢防灾减灾救灾的人民防线”，2021年第13个防灾减灾日提出“防范化解灾害风险，筑牢安全发展基础”，人们已深刻意识到防震减灾的重要性，同时也认清了建筑物防倒塌是防震减灾工作的关键环节，其中民居安全是防震减灾的重要内容之一，全面加强新建房屋抗震设防和老旧建筑抗震加固工作<sup>[2]</sup>，提升住房基本安全为主要途径，可减少地震人员伤亡。

湖北农村地区，经济发展相对城镇发展较为迟缓，人民的防灾意识淡薄，农居建筑以自行建造为主，通常就地取材，抗震设防的理念较为淡薄，存在一定的安全风险。湖北省政府为了帮助农村贫困人口住房安全有保障，特开展贫困户房屋改造工程，对贫困户房屋结构和抗震情况进行现场实地调查，提出房屋结构和抗震方面存在的

问题，提出合理有效的维修加固整治措施。

1 湖北地震概况及农居建筑震害案例分析

湖北省境内的地震活动性相对其他省份较弱。根据湖北地震台提供的从1959年1月至2023年3月共发生192次M2.5以上地震，其中2.5~2.9级地震为98次，3.0~3.9级地震为71次，4.0~4.9级地震为20次，5级以上地震为3次(图1)。湖北地震特点是震级不大，但震源较浅，也会对建筑造成一定影响。

湖北地区属于人口密集，其经济条件受地域分布的约束，农居建筑抗震设防的标准普遍不高，发生一般性地震，都会有不同程度的房屋破损现象。这些年，整理地震现场调查报告中可看出，当地农居建筑破坏度比以往都有不同程度的减弱趋势，说明农民盖房有了一定的改变，逐步开始有抗震安全的意识。因湖北地震较少，历史大震都以文献记载，不易于和现在农居建筑震害进行比对分析，因此采用三峡地区M5.1震害数据<sup>[3]</sup>和襄阳南漳地区发生地震后的现场调查资料<sup>[4-5]</sup>进行分析。

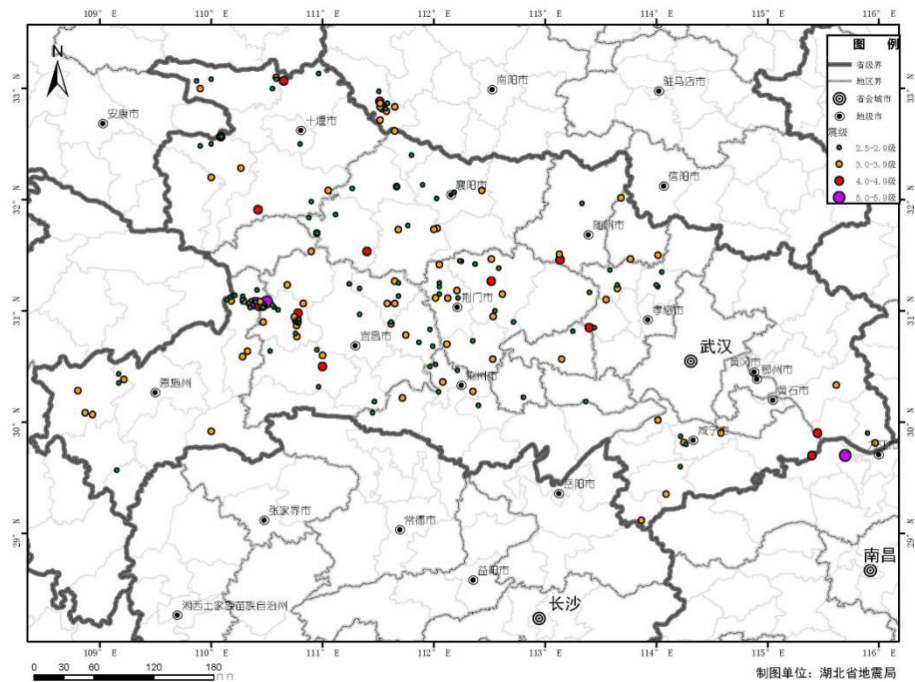


图1 湖北省境内地震分布图(1959-01—2023-03)  
Fig.1 The distribution map of earthquakes in Hubei Province (1959-01—2023-03)

1.1 恩施巴东县 M5.1 地震产生农居建筑震害调查分析

2013 年 12 月 16 日在湖北巴东县发生 M5.1 地震,震源深度为 5 km,当时现场工作队根据周边建筑受损等情况判定宏观烈度为Ⅶ度,影响面积约 7.7 km<sup>2</sup>。在震中区域调查中,当地房屋结构类

型主要分为三大类:土石结构—土墙木屋架的土坯房和碎石(片石)砌筑房屋、砖混结构和框架结构。因受地震影响破坏较为严重的主要分布在农村地区,农居建筑以土石结构和砖混结构房屋为主,对比分析,得出当年在震中区域附近土石结构房屋占一定面积的比率,其破损程度明显高于砖混结构房屋(表 1)。

表 1 地震影响范围内农居建筑抽样点破坏情况统计

Table 1 Statistics on the damage of sampling points of rural residential buildings in influence area of earthquake

烈度区	房屋结构	抽样面积/m <sup>2</sup>	抽样占比/(%)	毁坏/(%)	严重破坏/(%)	中等破坏/(%)	基本完好/(%)
Ⅶ度	土石结构	9050	43.78	9.39	0	16.58	74.03
	砖混结构	11 620	56.22	0.52	3.53	13.85	82.10
Ⅵ度	土石结构	22 821	40.16	0.66	0	3.72	95.62
	砖混结构	34 007	59.84	0	0	1.34	98.66

1.2 襄阳南漳县农居震害调查

2012 年 4 月 18 日襄阳市南漳县薛坪镇发生 M3.0 地震,震中烈度为Ⅴ度弱。调查报告中指出该村 700 余户,仅一户 50 多年房龄的土木结构房屋出现土墙掉块,但无新的裂隙发育,周边同结构房屋都无损坏。另一户出现掉瓦现象也不具备代表性。由此推断出这两户房屋震前就属于房屋安全鉴定的 C 级或 D 级,属于危房范畴。

2023 年 1 月 17 日襄阳市南漳县九集镇先后发生 M3.2、M3.6 地震,震源深度 8 km。宏观震中烈度为Ⅳ度。极震区仅个别老旧房屋出现外墙瓷砖脱落,其房屋基本无破坏。说明震区房屋普遍建筑质量良好。特别是农村新建房屋,在政府引导下,采取了与本地相适应的抗震设计,使得建筑的抗震能力大大加强。

2 黄梅县贫困户房屋实地调查及抗震性能分析(以蔡山镇为例)

2.1 现场调查资料分析

黄梅县农村危房改造项目中提出摸清危房地数,做到“不漏一户、不少一人”的要求,对全县建档立卡贫困户的房屋进行全面鉴定。对建档立卡中每户房屋进行安全等级鉴定<sup>[6]</sup>,鉴定标准为:A 级是指结构承载力满足正常使用要求,无危

险点,房屋结构安全;B 级指结构承载力基本满足正常使用要求,个别处于危险状态,但不影响结构;C 级指部分承重结构的承载能力不能满足正常生活,出现一些危险情况,成为危险建筑;D 级承重结构的承载能力已不能满足使用要求(调查表见图 2)。调查报告详细分析每栋房屋的各组成部分的危险等级分析,再进行房屋整体定性分析,按照房屋自身结构的抗震措施来评价房屋抗震能力,最后给出综合建议。按照上述标准,调查结果如表 2 所示。

同时在调查报告中明确指出了房屋判定各组成部分均为 A 级;但针对土木、砖木混杂结构及泥浆砌筑的砖木、石木结构不应评为 A 级,最多可评为 B 级。

以蔡山镇贫困户的房屋调查为例。共调查了 2182 户,其中有农户为 1882 户。并对其房屋进行实地调查,以砖木结构和砖混结构房屋较为普遍,土坯房的数量占据较小,调查中仅有 2 户;其中砖混结构的房屋占房屋总数的 84.8%,砖木结构为 15.09%,而 2 户土坯房仅占 0.11%。从调查报告中分析得出砖混结构房屋主要集中在 90 年之后大批新建(图 3)。

房屋的安全等级鉴定主要是从地基基础、承重墙、木柱(梁、檩)、木屋架、(混凝土柱、梁)、屋面情况等各房屋构件进行逐个判定,最终进行综合考核(表 3)。

房屋安全鉴定表

是否唯一住房: ☐是/☐否 是否无房产: ☐是/☐否 是否异地搬迁: ☐是/☐否 是否享受危房改造: ☐是/☐否

报告编号: CSZBHJ-001

1. 基本信息	
户主	**** 身份证号码 联系电话
2. 贫困户类型 <input checked="" type="checkbox"/> 建档立卡贫困户 <input type="checkbox"/> 低保户 <input type="checkbox"/> 农村分散供养特困人员 <input type="checkbox"/> 贫困残疾人家庭	
3. 房屋信息	
地址	建造年代 2010 年
结构形式 <input checked="" type="checkbox"/> 砖混 <input type="checkbox"/> 砖木 <input type="checkbox"/> 土结构 <input type="checkbox"/> 土坯房 <input type="checkbox"/> 其他	危险程度 /
层数 <input type="checkbox"/> 单层 <input checked="" type="checkbox"/> 两层 <input type="checkbox"/> 层	开间数量 1 间 建筑面积 120 m²
墙体材料 前墙: 红砖 后墙: 红砖 山墙: 红砖 内横墙: 红砖	
屋面类型 <input type="checkbox"/> 平瓦 <input type="checkbox"/> 单坡 <input checked="" type="checkbox"/> 双坡 <input type="checkbox"/> 乾梁+檩条 <input type="checkbox"/> 木屋架+檩条 <input type="checkbox"/> 穿斗式构架 <input checked="" type="checkbox"/> 硬山搁檩	
及材料 <input type="checkbox"/> 小青瓦 <input checked="" type="checkbox"/> 粘土平瓦 <input type="checkbox"/> 侧板瓦 <input type="checkbox"/> 草泥瓦 <input type="checkbox"/> 草席顶 <input type="checkbox"/> 茅草顶 <input type="checkbox"/> 右板屋面 <input type="checkbox"/> 预制板 (可多选)	
4. 房屋危险状况与评定	
I 房屋各组成部分:	
地基基础	<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 完好, 地基、基础稳固。 <input type="checkbox"/> b 级: 基础埋深略小; 有轻微不均匀沉降。 <input type="checkbox"/> c 级: 基础埋深偏小; 有明显不均匀沉降。 <input type="checkbox"/> d 级: 地基失稳; 基础局部或整体塌陷。
承重墙	<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 砌筑质量良好; 无裂缝、剥蚀、歪斜。 <input type="checkbox"/> b 级: 砌筑质量一般或较差; 有轻微开裂或剥蚀。 <input type="checkbox"/> c 级: 砌筑质量很差; 裂缝较多, 剥蚀严重。 <input type="checkbox"/> d 级: 墙体严重开裂; 部分严重歪斜; 局部倒塌或有倒塌危险。
木柱、梁、檩	<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 无腐朽或虫蛀; 无变形; 有轻微干缩裂缝。 <input type="checkbox"/> b 级: 轻微腐朽或虫蛀; 有轻微变形; 构件纵向干缩裂缝深度超过木材直径的 1/6。 <input type="checkbox"/> c 级: 有明显腐朽或虫蛀; 梁端部中明显弯曲, 或出现横纹裂缝; 梁端部出现劈裂; 柱身明显歪斜; 柱端错位; 构件纵向干缩裂缝深度超过木材直径的 1/4; 榫卯节点有松动或有拔榫现象。 <input type="checkbox"/> d 级: 严重腐朽或虫蛀; 梁端部中出现严重横纹裂缝; 柱身严重歪斜; 柱端严重错位; 构件纵向干缩裂缝深度超过木材直径的 1/3; 榫卯节点失效或多处拔榫。
木屋架	<input type="checkbox"/> a 级: 无腐朽或虫蛀; 无变形; 自身稳定性良好。 <input type="checkbox"/> b 级: 有轻微腐朽或虫蛀; 有轻微变形; 自身稳定性较差。 <input type="checkbox"/> c 级: 有明显腐朽或虫蛀; 下弦杆中出现横纹裂缝; 端部支座移位或松动; 屋架在平面内或平面外明显歪斜; 榫卯节点有松动或有拔榫现象。 <input type="checkbox"/> d 级: 严重腐朽或虫蛀; 下弦杆中出现严重横纹裂缝; 端部支座失效; 屋架在平面内或平面外严重歪斜; 榫卯节点失效或多处拔榫。
屋顶土柱、梁	<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 表面无剥蚀; 无裂缝; 无变形。 <input type="checkbox"/> b 级: 表面轻微剥蚀, 或出现轻微开裂。 <input type="checkbox"/> c 级: 表面剥蚀严重; 出现明显开裂、变形。 <input type="checkbox"/> d 级: 表面剥蚀严重, 钢筋外露; 出现严重开裂、变形。
屋面	<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 无变形; 无渗水现象; 檩、瓦完好。 <input type="checkbox"/> b 级: 局部轻微凹陷; 较小范围渗水; 檩、瓦个别部位有损坏。 <input type="checkbox"/> c 级: 较大范围出现凹陷; 较大范围渗水; 檩、瓦有部分损坏。 <input type="checkbox"/> d 级: 较大范围出现塌陷; 大范围渗水漏雨; 檩、瓦损坏严重。
II 房屋整体:	
<input checked="" type="checkbox"/> a 级: 没有损坏, 基本完好 (房屋各组成部分: 各项均应为 a 级; 土木、砖土混杂结构, 房屋各组成部分, 至少一项为 b 级; 土木、砖土混杂结构, 房屋各组成部分, 至少一项为 c 级)	<input type="checkbox"/> b 级: 轻微损坏, 轻度危险 (房屋各组成部分: 至少一项为 b 级; 土木、砖土混杂结构, 房屋各组成部分, 至少一项为 c 级)
<input type="checkbox"/> c 级: 中度损坏, 中度危险 (房屋各组成部分: 至少一项为 c 级)	<input type="checkbox"/> d 级: 严重损坏, 严重危险 (房屋各组成部分: 至少一项为 d 级)
III 房屋抗震构造措施: <input type="checkbox"/> 基本具备 <input checked="" type="checkbox"/> 部分具备 <input type="checkbox"/> 完全没有	
5. 建议 <input checked="" type="checkbox"/> 正常使用 <input type="checkbox"/> 加固维修 <input type="checkbox"/> 拆除新建	
鉴定负责人:	鉴定单位:
鉴定成员:	鉴定日期: 2019 年 06 月 20 日

(a)房屋安全鉴定表



(b)调查房屋照片

图2 房屋安全鉴定报告

Fig.2 Safety assessment report of buildings

表2 黄梅县贫困户房屋安全等级调查统计表

Table 2 Statistics on the safety level survey of houses of poor households in Huangmei County

县名	乡镇数	调查总户数	有房产	等级 A 占比/(%)	等级 B 占比/(%)	等级 C 占比/(%)	等级 D 占比/(%)	其他/(%)
黄梅县	17	23 031	20 318	68.90	22.53	5.02	3.24	0.31

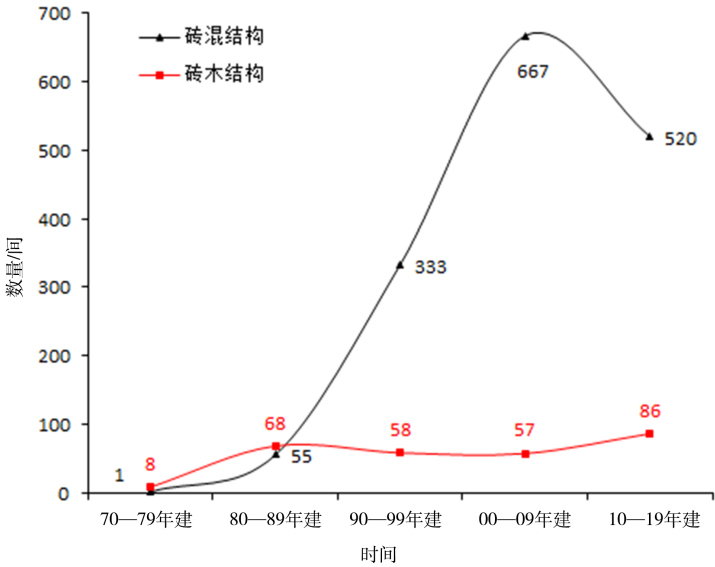


图3 蔡山镇贫困房屋建造时间统计图

Fig.3 Statistical graphics of the construction time of poor households' houses in Caishan Town



表3 蔡山镇贫困户农居建筑安全鉴定表

Table 3 Safety assessment of rural residential buildings of poor households in Caishan Town

调查构件	等级	土坯房	砖木结构		砖混结构			
		1层	1层	2层	1层	2层	3层	4层
地基基础鉴定	A	0	173	6	112	1157	198	6
	B	0	70	1	17	88	2	0
	C	1	20	0	4	7	0	0
	D	1	13	0	0	3	0	0
承重墙	A	0	102	4	85	1040	197	6
	B	0	91	3	35	180	3	0
	C	2	47	0	13	28	0	0
	D	0	37	0	0	7	0	0
木柱、梁、檩	A	0	143	5	81	1009	179	5
	B	1	80	2	22	138	1	0
	C	1	26	0	9	13	0	0
	D	0	21	0	0	3	0	0
	空	0	0	0	21	92	20	1
屋面	A	0	124	5	94	1056	197	6
	B	1	85	2	29	179	2	0
	C	0	34	0	10	15	1	0
	D	1	30	0	0	5	0	0
	空	0	4	0	0	0	0	0
房屋整体判定	A	0	99	4	82	1009	196	6
	B	0	88	3	38	210	3	0
	C	1	49	0	13	29	1	0
	D	1	41	0	0	7	0	0

根据实调数据分析，土坯房的数量少，在80年前后建造，建造时间过长，房屋本身结构稳定性下降，建筑材料基本属于就地取材，长期没有进行科学有效的维护，导致墙体变形、地基失陷、屋顶破损等问题，房屋安全等级为C和D级，属于危房范畴，此类等级的房屋不适宜作为地震现场烈度判定的调查依据。

小部分的砖木结构房屋，一般屋梁采用木料，没有考虑抗震安全设防，地基基本没有圈梁和抗震柱，房屋造价低，主要从80年代开始建造数量增多，大多以单层结构为主，90年后出现了少数2层房屋。此类房屋建筑面积平均约为70平方米，其中最小建筑面积为10平方米，最大为200平方米，开间数以2间和3间居多。部分房龄时间较长，没有长期的维护措施，导致房屋构件都有一定程度的破损，安全等级不高。此外，极少数单

层砖木房屋，建造时间不长，但房屋鉴定等级较低，其原因是房屋构件有瑕疵，如地基埋深较浅，沉降不均，或使用的建筑材料时选用了老旧或劣质建材导致房屋抗压力较差等一系列问题(图4a)。同时，也发现少数2000年后建造的2层结构的砖木房屋进行创新，设置了圈梁及构造柱，提高了抗震能力，整体房屋性能较好<sup>[7-8]</sup>。

农居建筑中数量最多的是砖混结构建筑，2层农居房屋占比最大，根据调查数据显示最高为4层结构(图4b)。砖混结构的农居开间数以2间和3间为主，建筑面积从几十平方米至三四百平方米都有。特别是2000年后建造的农居房屋(图4)，其建筑面积相比早期农居房屋增大较多，但为了保障房屋的稳定性和抗震性能，以及整体采光和通风等舒适性，其内部房间的开间和进深尺寸仍需在规定的范围内。

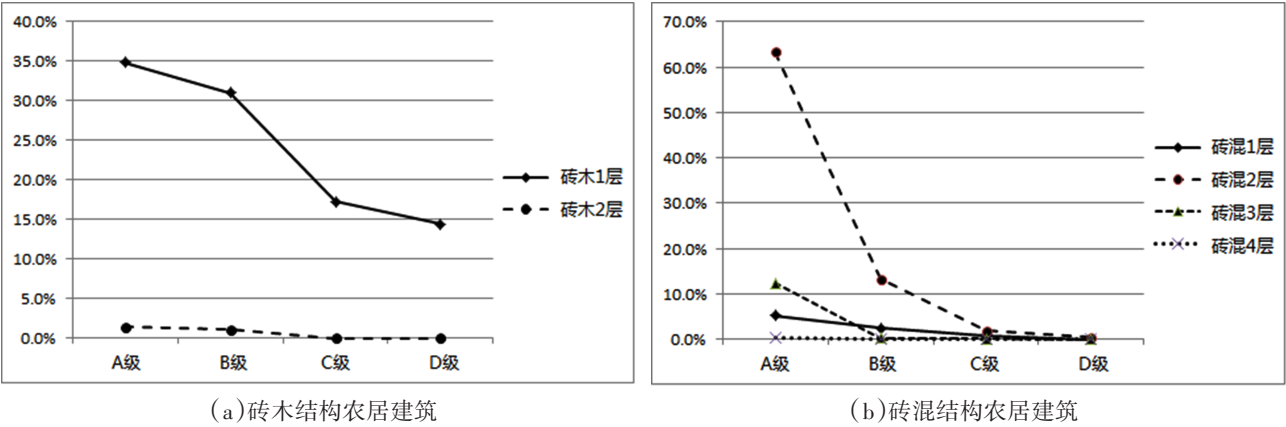


图4 蔡山镇的农居建筑的安全鉴定统计图  
Fig.4 Statistical graphics of safety assessment of rural residential buildings in Caishan Town

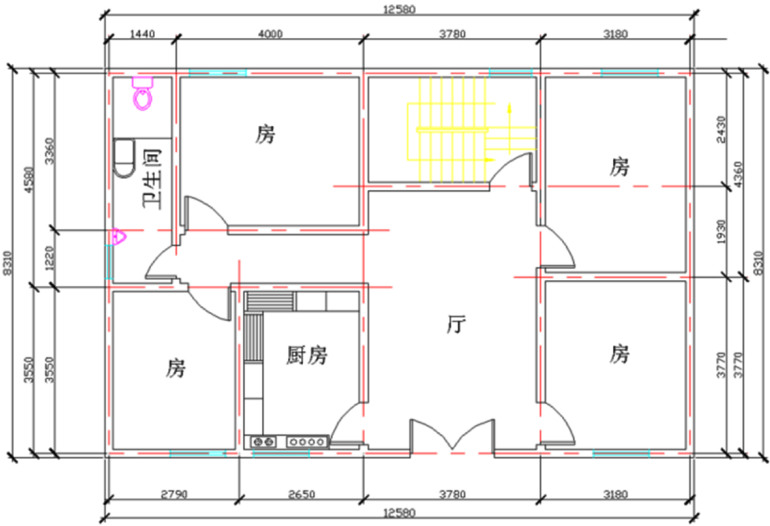


图5 农居建筑样例平面图  
Fig.5 Plan diagram of rural residential building sample

砖混结构房屋的承重墙大多采用砖或砌块来砌筑，构造柱及梁等采用钢筋混凝土结构，它是砖墙承重，钢筋混凝土梁柱等构件构成的混合结构。但在实际调查中发现部分房屋设置圈梁，少数房屋设置构造柱和圈梁，大多数采用空心预制板为楼板主体，屋顶采用硬山搁檩双坡型较多，现浇屋顶较少，因此在抗震结构方面比土坯房和砖木结构有所提升，但离抗震设防的标准有一定的欠缺。

2.2 实际案例分析抗震性能存在的典型问题

从现场调查资料和统计图表中可看出，湖北农居建筑抗震安全存在的问题。

首先，农村房屋结构特点只适合开间进深较小，房屋面积较小的结构形式。但在实际调查中发现，经济条件较好的地区，农居房屋的进深和开间较大，内部无支撑结构，因此存在建筑结构

稳定性差、抗震性能减弱的风险。

其次，空斗墙在湖北地区农村和乡镇地区较为普遍(图6)，其优点为节约砖和砂浆，并在墙内形成空气隔层，起到了隔热和保温作用，深受当地老百姓青睐。但由于它有效受力面积减少，坚固性不如实心墙，抗剪切能力差，所以轻微地基沉降都可能造成墙体出现裂隙。

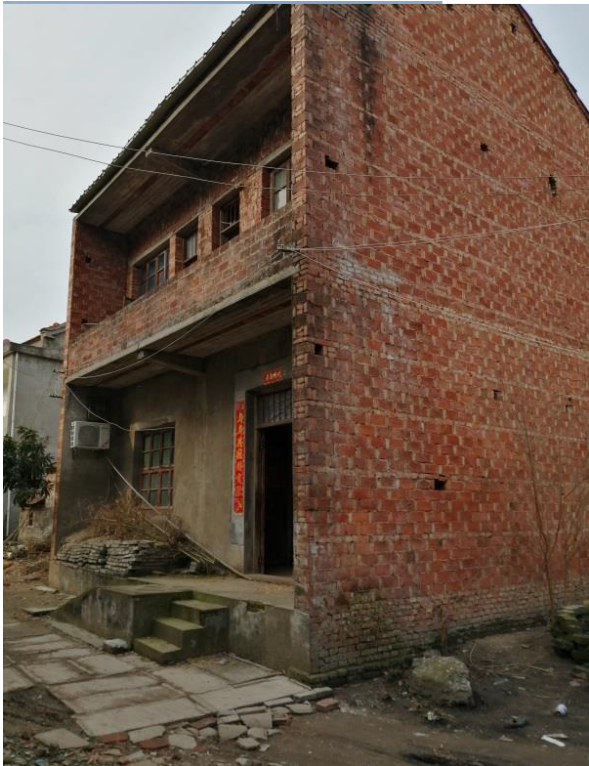
通过调查数据发现，当地农民最为青睐的房屋格局为中间大，两头小。因此去除中间的横墙，扩大房屋面积。采用屋架或者大梁搁置外纵墙上，屋盖和楼板多采用双坡硬山搁檩或直接搭置预制板等方式。由于墙体间、墙体与屋盖楼板间的连接固结较弱(与墙或梁固结措施不到位，搭接深度较短)，造成整体性较差，一旦遇到中强震发生水平错动，容易发生预制板坠落现象。

多层砌体房屋中最为常见的是前纵墙在二层横向挑(图7)，虽能增加楼上的使用面积，但造

成外纵墙一层至二层上下不连续<sup>[9]</sup>,导致房屋纵向刚度分布不均匀,传力不直接,只能通过梁将荷载传递给首层的承重墙。还有一种较为普遍的现象是一层往往作为小商铺,二层及以上为家居,因此一层的分隔墙体可能会少于楼上的墙体,房屋结构变成上刚下柔,上下承重墙体不对应,上层墙体的自重及屋顶等荷载一同传递给楼面梁后,再由梁传递给承重墙,一级一级向下进行传递,存在着结构上的安全隐患,如若遇到破坏性地震,

后果难以想象。

另一种较为普遍的双层双跨型房屋(图8)。内外跨的跨度不等,内跨较大用来居住,有纵横墙,外跨较小做走廊,不封闭。内跨通过纵横墙、梁柱等承担荷载,外跨走廊则通过砖柱来承重(图8a),因此内外跨的墙体、构件的纵向刚度不均匀。特别是外跨走廊,一旦发生地震则存在最先倒塌的风险。实际调查中还发现很多房屋其外挑梁没有构造柱支撑(图8b),更加不利于抗震安全。



(a)采用空斗墙的砖砌体房屋



(b)采用空斗墙的砖木结构房屋

图6 空斗墙建筑

Fig.6 Cavity wall building



图7 外纵墙不连续的多层砌体农居建筑

Fig.7 The multi-story masonry rural residential building with the discontinuous longitudinal outer wall





(a)外跨采用砖柱



(b)外跨无砖柱

图8 双层双跨型农居建筑

Fig.8 Double-story and double-span rural residential buildings

当地建筑还有一大特点就是外纵墙的底层纵墙喜好开大门窗洞口(图9),为了支撑洞口上的荷载,往往会在洞口上方浇筑过梁,这也导致荷载传输不直接,造成底层纵墙抗震能力降低。

调查中发现2000年代前建造的房子,大部分

是在毛石基础上用水泥砂浆进行找平晾干后进行砌砖,基础埋深较浅,没有采用地圈梁<sup>[10]</sup>,因此地基基础薄弱,时间久了会出现不均匀沉降,表现为墙体出现裂缝的现象(图10)。



图9 大门窗洞口

Fig.9 Large opening for doors and windows



图10 墙体裂缝

Fig.10 Wall cracks

农村的建房工匠通常没有受过正规建筑培训,设计施工都缺乏建筑结构受力方面的知识,不会严格执行我国颁布的建筑抗震设计等方面一系列技术标准<sup>[11]</sup>。例如,湖北常见的屋架为双坡硬山搁檩式,其主梁搭在山墙上,此时,山墙就作为承重墙。图11中的房屋为2007年建造200m<sup>2</sup>的砖混结构房屋,山墙处开门,大大降低了承重能力。

加盖现象在农村也很常见(图12),在新建房屋时由于资金紧张,没有进行合理规划,大多都没考虑圈梁、构造柱等抗震措施,后来因资金充裕或者人口增加,就在原先房屋的基础上进行加盖半层

或多层,部分房主虽想到房屋承重问题,却没认真考虑基础承重性,就简单的采用多个钢管作为支撑柱,这种做法也存在极大的安全隐患。

### 3 结语

如何降低在农村面对突如其来的地震灾难,首要做好新建农居建筑抗震设防和老旧房屋抗震加固工作,减小农居建筑倒塌引起的人员伤亡和财产损失。通过对湖北农居建筑震害案例分析及黄梅蔡山镇贫困户农居建筑的实地调查,我们可以得出以下





图11 山墙处开门

Fig.11 The door at the gable



图12 房屋加盖

Fig.12 Building on the roof of the house

结论:

(1) 通过历年来湖北地震现场调查报告中发现,同等大小的烈度背景下,老旧的土、石、木类房屋受损率最为严重,此类房屋结构本身没有任何抗震设防措施;另一方面在相同的宏观地震影响场范围内,个别房屋房龄较长,年久失修,在没有经历地震前,房屋的部分承重结构承载力就已经不能满足正常使用需求,已构成局部或整体危房,因此在地震现场烈度调查中此类受地震破坏的房屋震害严重,仅作为个案,不具备此类房屋震害的代表性。

(2) 因湖北地震强度不高,震源深度较浅的特点,会对震中附近的房屋造成一定的影响。通过近些年地震应急响应现场调查资料整理分析得出,房屋受地震影响的破损率出现减少趋势,其原因是早期土石、砖木等结构的房屋减少,随着新农村建设,农民建造的房屋也开始采纳抗震能力相对较好的砖混结构。

(3) 在全国新农村建设以来,随着人们经济条件提高,湖北农村房屋建造处于小高潮期,多层砖混结构房屋大量涌现,人们开始具备一定的房屋安全的认知,设置圈梁、增加构造柱<sup>[12]</sup>,房屋安全比早期都有提升。因此,近些年来湖北地震现场调查人员也发现震害规模和数量都出现减小的趋势,普遍现象逐渐成为个别现象。

(4) 但农村建房缺少标准规范的认知和正规施工指导,仍以户主的需求为主,存在房屋建筑整体抗震性能减弱的风险,因此还需社会、政府、团体、个人等各个层面加大对房屋安全建设的各项宣传,加强房屋抗震结构的设计、抗震施工的监督。

致谢:感谢湖北震泰建设工程质量检测有限责任公司为本次研究提供贫困户房屋抗震安全鉴定报告等详细数据,感谢武汉地震工程研究院有限公司提供湖北省地震应急响应的现场调查报告,这些资料为研究提供了坚实的基础。

#### 参考文献

- [1] 孙柏涛,张桂欣.汶川8.0级地震中各类建筑结构[J].土木工程学报,2012,45(5):26-30.
- [2] 高孟潭.国家防震减灾能力提升与挑战[J].城市与减灾,2017(2):1-7.
- [3] 李恒,蔡永健.2013年12月16日湖北省巴东县M5.1地震灾害直接损失评估报告[R].武汉:湖北省地震局,2013.
- [4] 蔡永建.2012年4月18日襄阳市南漳县薛坪镇M3.0地震现场考察报告[R].武汉:湖北省地震局,2012.
- [5] 乔岳强,余松.2023年01月17日湖北省襄阳市南漳县M3.2、M3.6地震现场调查报告[R].武汉:湖北省地震局,2023.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部.危险房屋鉴定标准:JGJ125-2016[S].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [7] 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(1):116-124.
- [8] 田得元.农村建筑区域特点及典型结构地震易损性分析[D].哈尔滨:中国地震局工程力学研究所,2021.
- [9] 肖承波,高永昭,吴体.四川村镇典型砖砌体房屋抗震构造措施研究[J].四川建筑科学研究,2007(33):53-56.
- [10] 马海萍,杨立明,王峻,等.甘肃山区少数民族农居震害及抗震措施刍议——以东乡族自治县为例[J].地震研究,2013,36(4):525-531.
- [11] 罗杰.九江瑞昌5.7级地震主要结构类型房屋破坏成因分析[J].华南地震,2009,29(1):115-121.
- [12] 管帅.农村建筑抗震节能一体化初步研究[D].北京:北京交通大学,2010.