

山东农村民居抗震设防调查与安全性评价

冀东普, 董翔, 郭惠民

(山东省地震局, 山东 济南 250014)

摘要:根据有关规定,对于有一定规模的建(构)筑物均应按安全性评价烈度鉴定结果进行抗震设防设计。但在广大的农村,大量民居是没有纳入管理的。由于中国农村人口所占比例很大,如有破坏性地震发生,这类建筑对人民生命财产造成的威胁是巨大的。

山东省地震局、山东省建设厅及潍坊市市政府于 2007 年至 2008 年对诸城市农村民居现状进行了调查。本文对这批调查资料进行了整理。分析了诸城市农村民居的结构特点及地震安全的基本情况。通过与地震烈度图的对比,发现山东农村民居在抗震设防中存在的突出问题,并提出了应对方案。

关键词:农村民居;地震安全评估;山东诸城

中图分类号: P315.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0844(2013)增刊-0162-05

DOI:10.3969/j.issn.1000-0844.2013.增刊.0162

Seismic Resistance Investigation and Safety Evaluation on Rural Residence in Shandong Province

JI Dong-pu, DONG Xiang, GUO Hui-min

(Earthquake Administration of Shandong Province, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: "Moderate earthquake might cause disaster", "Big earthquake means doomsday" are facts in rural areas of our country. Lessons of the Wenchuan earthquake made us realize the importance and urgency of seismic resistance of rural residence. Base on the survey of rural residence in Zhucheng city, Shandong province, the structural characteristics of rural residence and basic condition of seismic safety in Zhucheng city were analyzed in the paper. By contrast with the seismic intensity map, we find the outstanding problems that exist in seismic resistance of rural residence in Shandong province and then proposed countermeasures.

Key words: rural residence; seismic safety evaluation; Zhucheng city

0 引言

我国大陆地区所发生的破坏性地震中有 98.2% 发生在农村。目前,我国有 8 亿农村人口,其中约 6.5 亿人口居住在地震动峰值加速度大于 0.05 g (相当于基本烈度 VI 度)的地震危险区。比较而言,农村地区社会和经济水平大都较低,防灾减灾意识相对淡薄,多数农村房屋自行建造,未经正规设计、施工,基本上处于不设防状态。这种情况是造成

我国长期“小震致灾”、“小震大灾”和中强地震震灾损失居高不下的的重要原因,直接影响人民生命财产安全和社会发展。

为了科学地指导农民在经济条件许可的情况下对房屋进行加固,为地震应急指挥提供参考资料的同时,最大限度地保障人民生命财产的安全给出切实可行的措施。因此对农村民居抗震能力的调查与研究显得非常有意义。

收稿日期: 2013-08-31

基金项目: 地震行业科研专项(201208018)

作者简介: 冀东普(1973—),男(汉族),山东菏泽人,硕士研究生,高级工程师,现从事地震工程与地震预测的研究工作。

1 诸城的地震构造环境与地震活动

诸城市位于我国东部重要断裂带——郯庐断裂带的东侧,处于比较复杂的地震构造环境中,属于地震较为活跃的地区。

郯庐断裂带在山东境内及苏北地段部分称沂沭断裂带,沂沭断裂带是整个郯庐断裂带上出露最好、

规模最大、新活动最强烈的地区。正是这条断裂带从诸城市的西部边缘沿 NNE 向穿过。除此之外,还发育一些次级的断裂(图 1)。根据地质调查成果,在第四纪晚期以来的活动断裂主要是东地堑内的安丘—莒县断裂和昌邑—大店断裂。

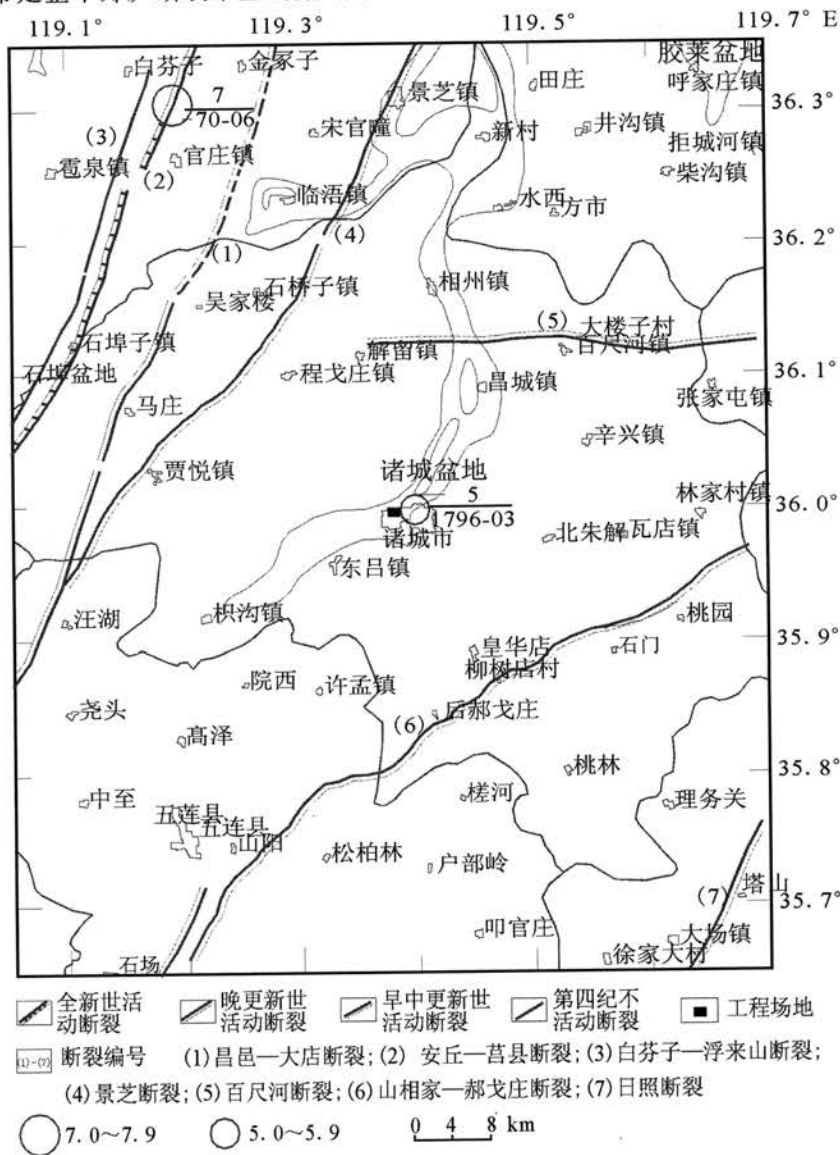


图 1 近场区地震构造与地震($M \geq 4\frac{3}{4}$)震中分布图(绿线为市县界,蓝线为第四系等厚线,外圈为 10 m 等厚线,内圈为 20 m 等厚线)

Fig. 1 Seismic structural map and distribution of earthquake epicenters ($M \geq 4\frac{3}{4}$) in near field region (green line is the boundary of city and county, blue line is the isopach of quaternary, the outer ring is an isopach of 10 m, the inner ring is an isopach of 20 m)

由于诸城市的特殊地理位置,诸城市不仅在境内发生过显著的破坏性地震,郯庐断裂带的强震活动对诸城市的影响非常大,1668 年郯城地震对诸城市的影响达到了 X 度。

研究历史和现代地震记录,诸城地区地震形势不容乐观,地震随时都有可能造成巨大的人员伤亡

和财产损失,诸城及其邻近地区存在发生中强以上地震的危险,该区连续三年被山东省地震局定为中强以上破坏性地震注意地区,这里还是被中国地震局确定的山东地区(包括海域)2011 年度两个重点危险区之一。诸城的地震形势如此严峻,可能的破坏性地震的发生将对诸城造成巨大的经济损失。中

强以上破坏性地震的防御工作已刻不容缓。

汶川地震后,人们认识到中强以上地震发生时,震区的学校、医院、居民区建筑安全性问题非常重要,特别是加强广大农村地区民居的抗震性是震时减小伤亡的重要措施之一。张守洁等^[1]对甘肃省农村民居抗震设防现状进行了研究,为地震安全农居示范工程提出了对策,认为农村民居建筑质量的高低、抗震性能的好坏是一件大事,应提到人们的意识日程上来。

2 调查与研究内容

调查的目标是诸城全市范围内的农村民居,调

查的目的是对农村民居的抗震设防是否达到国家地震部门给出的当地抗震设防烈度。在调查中调查人员不但要弄清楚农村民房结构要素与重要的抗御地震的设施、设备,如建筑结构类型、主要建筑材料、施工工艺、建造年代、基本造价等简况,还要了解当地农村基本情况,包括农村地理环境、人口总数及其大致分布、民族地域分布、农民收入等经济社会发展基本情况。为此山东省地震局设计了专用表格(图2)。表格内容包括建造年代、主要结构类型、主要建筑材料、构造措施、施工工艺、屋顶形式和场地条件等内容。

农村民居基本情况调查表 (普查)

县(市、区)			乡(镇)		村		正 房 (或主房)										偏 房 (或附房)					
序号	户主姓名	人口	建筑年代	建筑面积 (m²)	房屋间数	造价 (元/间²)	主要建筑材料	屋顶形式	结构类型					构造措施		施工工艺	场地条件	建筑年代	建筑面积 (m²)	房屋间数	结 构 类型	
									框架结构 (A)	砖混结构		砖木结构 (D)	土(石)木结构 (E)	其它 (F)	构造柱							圈梁
										平房 (B)	多层 (C)											
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						

调查人签字:

图 2 山东省地震局诸城市地震普查专用表格式样

Fig. 2 Special table used for seismic reconnaissance in Zhucheng city by Earthquake Administration of Shandong Province

基于调查结果对农村民居的抗震性能和面临的问题进行了分析,并提出了应对方案。

3 数据分析及总体评价

目前,正规建筑工程设计单位在设计楼房时都有关于楼房抗震性能的计算。但是,农村民居大多数都不是由正规设计施工单位建筑的,缺乏对其抗震性能的严格计算。基于这样的考虑,笔者尝试性地给出一个地震安全性的综合性评价指标,得出农村民居的总体情况。

(1) 农居数量

最终产出结果中包括 1 323 个村,271 837 户,924 666 口人,普查农村民居正房(主房)1 074 134 间,偏房(附房)651 790 间,总建筑面积 29 910 048 m²。

(2) 结构类型

调查显示,民居的结构类型以砖混结构为主,其中框架结构比例非常小,但它反映农村住宅有建造框架结构形式房屋的趋势。一般情况下,框架结构比砖混结构的抗震性能好,在基本设防Ⅵ度区,这种结构的抗震优势尤为突出。基于调查,目前砖混结构是山东农村占主导地位的结构类型,也是全国农村的主要结构类型,因此也是农村抗震设防的重点对象。

(3) 构造与连接

调查发现,近 20 年建设的砖混结构普遍设置了圈梁,但很少设置构造柱。圈梁能够加强房屋结构整体性、调节地基不均匀沉降,因而是砌体结构的重要抗震构造措施之一。构造柱与圈梁一起设置能够构成弱框架体系,提高砖混结构地震时抗倒塌能力。

(4) 建筑质量

农村民居的设计与施工决定了建筑物质量的好坏,从调查结果看,由国家正规建筑设计施工单位设计施工的民居在诸城的农村民居中所占比例很小,绝大部分是由农村建筑工匠设计并完成施工的,普遍存在设计不合理和为降低成本而在施工中的偷工减料的现象,有一部分民居还是由房主自行设计并施工完成的,这都保证不了当地民居建筑质量的提高。

(5) 质量排名

抗震性能评定。对建筑物进行抗震性能的定量评价是目前建筑部门所采取的数字分析方式之一,方法是将建筑物的好坏定义设为一个参数,一般是取 0.0~1.0 之间,1.0 代表是最好状态,而 0.0 则代表最差状态。一般建筑物的抗震性能参数为 0.0~1.0 之间的小数值。按照统计设计,每个行政村都有砖混民居、砖石民居、土坯房以及其它建筑结构和不同的施工工艺及场地条件,因此,本项工作中对农村民居建筑的抗震性能判别采用综合判别法的方式,即将全村民居的不同结构类型、建筑材料、构造措施、施工工艺和场地条件等数据分别定义为不同的参值,最后统一加权得到整个行政村的抗震性能参数评价得分。

抗震性能参数的确定。建筑物的抗震性能差别直接取决于建筑物的结构类型、建筑材料、构造措施的差异,从建筑结构上讲,钢混和砖混建筑抗震性能最好,砖石建筑抗震性能次之,而土坯房的抗震性能最差。对于建筑的施工工艺、屋顶形式和场地条件等参数,在统计加权中也做统筹考虑,可以更客观的描绘出统计区内民居的抗震性能的好坏。

这些参数的抗震性能参数取值如表 1~表 7 所示。

表 1 主要建筑材料抗震性能指数表

钢筋混凝土	砖料	石料	木料	土料	未知
1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.1

表 2 结构类型抗震性能指数表

框架结构	砖混结构	多层砖混结构	砖木结构	土(石)木结构	其它	未知
1	0.9	0.8	0.6	0.5	0.2	0.1

表 3 屋顶形式抗震性能指数表

现浇混凝土	装配式混凝土构件	木制构件	未知
1	0.7	0.3	0.2

另外,从建筑时间上看,时间越长民居的抗震性能越差,因此,对于不同建筑年代的抗震性能参数进行进一步加权(表 7)。

表 4 构造措施抗震性能指数表

构造柱			圈梁			
有构造柱	无构造柱	未知	有上圈梁	有下圈梁	有上、下圈梁	未知
1	0	0	0.5	0.5	1	0.3

表 5 施工工艺抗震性能指数表

正规设计施工	农村工匠设计施工	自行设计施工	未知
1	0.6	0.4	0.3

表 6 场地条件抗震性能指数表

土层(厚度大于 5 m)	土层(厚度小于等于 5 m)	岩石	未知
0.5	0.85	1	0.3

表 7 建筑年代加权

1960 年以前	0.65
1960—1990 年	0.85
1990 年以后	1

以上几个参数乘上各类建筑面积的所占比例,最后加权求和,即可得到诸城市农村民居的抗震性能参数值。

抗震性能参数计算方法。如前面所述方法,可以给出每个乡镇各种结构民居抗震性能参数的计算公式,对于各个年代房屋抗震指数,用 F 表示,则

$$F = \sum_{i=1}^7 \frac{A_i \times S_i}{S_a} \tag{1}$$

其中, A_i 代表各类指标的抗震性能参数; S_i 代表相应指标的面积; S_a 为调查区的建筑总面积。 $i=1\cdots 7$ 分别对应上节所提到的 7 个参数指标。

最后将各个年代的抗震性能指标加权汇总,得到乡镇的总体抗震性能得分 Q 。

$$Q = \sum_{j=1}^3 A_j \times F_j \tag{2}$$

其中, A_j 代表建筑年代的加权值; F_j 为当前年代的房屋抗震指数。

Q 取值范围在 0.0~1.0 之间。

诸城市农村民居抗震性能分析。按照上节给出的计算方法,对诸城市农村民居建筑的抗震性能给出一个定量的宏观描述。经过计算,诸城市的农村民居建筑的总体抗震指数在 0.49~0.57 之间。为了更直观的显示各地区情况,可以将抗震性能分为好、较好、一般、差四个等级,对应的参数范围是:好(0.8~1.0)、较好(0.65~0.8),一般(0.5~0.65),差(0.0~0.5),利用抗震性能参数,可以定性的给出各地民居状况,判断当地民居抗震性能的好坏。

诸城市总体农村民居评价得分为 0.511 385,属于抗震性能一般的级别。究其原因,主要有以下几个方面:

(1) 人们抗震意识薄弱,缺乏对建筑抗震结构

措施的认识,在建造时未考虑抗震设防;

(2) 缺乏针对农村民居可供参照的抗震设计依据,人们倾向于按照经验建造房屋。

(3) 增加房屋抗震能力意味着经济投入的增加,这在农村地区受到一定的限制。

以上几个原因,反应了诸城市乃至全省的农村民居现状,房屋缺乏基本的抗震设防措施,导致房屋抗震能力偏弱,地震发生时容易倒塌,这也是导致农村地区“小震致灾”的主要原因。

(6) 诸城市农村民居总体评价

表 8 为诸城市各乡镇的抗震性能指标评价,从中可以看出全市农村民居抗震性能在一般级别的占 71.4%,抗震性能较差的乡镇占 29.6%,总体抗震性能不佳。

表 8 各乡镇的抗震性能指标			
乡镇名称	评价指标	乡镇名称	评价指标
开发区	0.563 857	密州街道办事处	0.532 795
舜王街道办事处	0.530 1	枳沟镇	0.517 518
昌城镇	0.515 53	石桥子镇	0.511 899
贾悦镇	0.511 128	相州镇	0.510 411
皇华镇	0.507 445	龙都街道办事处	0.502 942
辛兴镇	0.497 158	桃林乡	0.496 964
百尺河镇	0.493 424	林家村镇	0.490 664

从空间分布看,诸城市农村民居抗震性能有平原地区较好、山区较差以及经济发达地区较好、贫困地区较差的特点,抗震设防情况与各乡镇的经济发展情况基本一致。抗震性能较好的地区主要分布在诸城市区和开发区一带,抗震性能一般地区分布在周边的平原地区,而抗震性能较差的主要分布在东南部的丘陵和低山地带(图 3)。其中,百尺河镇、林家村镇民居的抗震性能最差,诸城经济开发区、舜王街道办事处、密州街道办事处为民居的抗震性能最好的三个乡镇。

但是,这里得到的民居的抗震性能是在一套给定参数条件下的计算结果。有很多需要商榷的问题,如:这些参数的选取是否合理,在多大程度上影响我们的判断,所谓的抗震性能的准确的含义是什么等。比如:从这里的计算结果看,龙都街道办也是抗震性能比较差的乡镇,而贾悦镇看似抗震性能比较好的乡镇。在目前尚不能准确计算民居的抗震性能的情况下,可尝试先准确把握普查数据,并基于对普查结果的把握,定性地估计各乡镇民居的抗震性能,然后得出大致的结论,并基于这样的结论给出合理抗震加固措施,也是一个可行的研究方法。

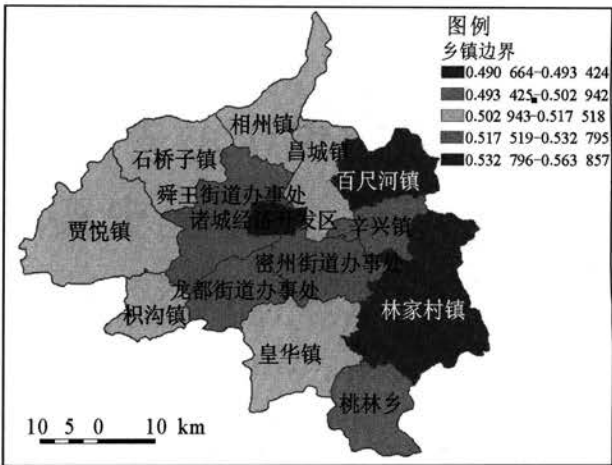


图 3 诸城市各乡镇民居抗震性能对比图

Fig. 3 Comparison of seismic performance of rural residence in different villages and towns in Zhucheng city

参考文献

[1] 张守洁,王兰民,吴建华,等. 甘肃省农村民居抗震设防现状与地震安全农居示范工程对策[J]. 震灾防御技术,2006,1(4): 345-352.

[2] 葛学礼,朱立新,王亚勇. 村镇建筑震害与抗震技术措施[J]. 工程抗震,2001,(1):43-48.

[3] 中国地震动参数区划图(GB18306—2001)[M]. 北京:中国标准出版社,2001.

[4] 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1990—1995 年)[M]. 北京:地震出版社,1996.

[5] 冀东普,郑建常,李冬梅,等. 山东东部及近海地区中等以上震例前地震活动性参数群体异常研究[J]. 华北地震科学, 2011,29(3):28-33.

[6] 中国大陆地震灾害损失评估汇编(1996—2000 年)[M]. 北京:地震出版社,2001.

[7] 镇(乡)村建筑抗震技术规程(JGJ161—2008)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[8] 汶川地震灾后农房恢复重建技术导则(试行)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[9] 建筑抗震设计规范(GB50011—2001)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.

[10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 镇(乡)村建筑抗震技术规程(JGJ161—2008)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2008.