福建省农村房屋抗震性能调查与现状分析*

高惠瑛[1]，张铁军[1]，黄声明[2]，于威宇[2]

（1. 中国海洋大学 工程学院，山东 青岛　266100；
2. 福建省地震局信息网络中心与应急指挥中心，福建 福州　350003）

摘　要：以福建省农村住宅建筑结构为研究对象，在现场采集该省村镇房屋基本资料的基础上，围绕课题“如何提高农村住宅抗震性能”，分析了框架结构、砖砌体结构、底框结构、石砌结构、砖木结构和土木结构房屋等在建筑结构设计和施工方式方面所存在的问题，提出了加强农村建筑抗震的相应措施，为福建省农村建筑抗震性能评估提供了参考标准，同时向农村普及建筑结构设计基本常识、建筑结构抗震知识也提供了资料。

关键词：抗震性能；结构类型；构造柱；圈梁

中图分类号：TU352　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1000－811X(2010)S0－0243－07

0　引言

现场调查表明，福建省村镇房屋结构形式由以土木结构为主逐渐演变为以砖木结构、石砌结构为主，进而发展为现在以砖混结构和钢筋混凝土结构为主，该省村镇在建筑结构方面和抗震防灾方面取得了很大进步。尽管如此，其建筑抗震方面仍然存在各种问题。这些问题不仅受自然条件、经济条件的影响，也受人为主观因素的限制。

(1)自然条件

福建省属于亚热带湿润季风气候，暖湿多雨，山多林密，而且境内广泛分布红壤、山地红黄壤、山地黄壤。这二者为建造土木结构房屋提供了丰富的资源；东南沿海一带由于坚硬沉重的花岗岩是抵御台风的良好建筑材料，为农村石砌结构房屋的产生提供了必要条件。所以，百姓依托这些便利的自然条件，就地取材，大量自建相应结构的房屋。

(2)经济条件

薄弱的经济基础严重阻碍着质量较好的建筑材料和正规建筑技术的使用。大部分农村经济相对落后，农民收入偏低，资金困难。他们在建房时，片面追求建筑面积，不讲求质量。采购材料时，贪图便宜，购买一些假冒伪劣建筑材料。同时，当地工匠或者三无建筑施工队虽然经验丰富，但抗震防灾知识较为有限，施工质量难以得到保证。

(3)人为主观因素

广大农民的防震减灾意识不强。无论是经济发展较好的沿海村镇还是落后偏远的山村，村民都以省事、少花钱为原则，自行设计，仅考虑房屋的美观、气派、宽敞、舒适，忽视结构的合理性。部分村民甚至盲目攀比，所建房屋追求高度、宽度，忽视了必要的构造加强措施。

透过这些现象，我们不难发现乡村住宅存在很多安全隐患。为此，本文依据福建农村不同结构类型房屋，通过分析不合理的建筑结构，指出了建筑物在地震作用下可能产生的破坏现象。

1　福建省村镇房屋建筑结构特点及现状问题

项目组成员在福建省地震局同志的带领下，于 2010 年 3 月 30 日至 4 月 15 日，历时 16 d，深入福建省内各村镇，针对不同结构单体建筑物和群体建筑物，记录了影响建筑物易损性的主要建筑特征以及建筑结构的地区特点等基本资料，拍摄照片 1 800 余张。最终共调查福建省 9 个市，83 个县，377 个乡镇，845 个抽样点。

* 收稿日期：2010－09－25
基金项目：城镇应急道路网络抗震优化设防方法研究(50978240)
作者简介：高慧瑛(1967－)，女，山东青岛人，硕士生导师，教授，主要从事城市防灾减灾、城市管理与管理信息系统研究.
E-mail：fqmghy@sina.com

经整理分析，我们可以发现福建农村现有建筑结构类型有以下几种：土木结构、石砌结构、砖木结构、砖混结构、框架结构。其中，砖混结构包括砖砌体结构、底框结构以及内框架结构；同时，村镇房屋还包括如“石砌 + 砖混”即砖石结构等当地居民自行设计的各种结构类型的房屋。但是，真正意义的框架或者是砖混结构少之又少，无论是结构设计还是施工方式，基本不能满足规范要求。

1.1 框架结构

1.1.1 建筑结构特点

该结构建筑年代均为 2000 年以后，多为靠近沿海、交通便利以及经济条件较好的乡村所采用，在整个福建省农村建筑中所占比例很小，目前不是乡村建筑结构类型的代表。

此类结构形式的房屋底层一般是使用空间较大的商店、车库等，层高 3 ~ 3.3 m，建筑物总高度 9 ~ 13.2 m。起居室宽度 3.6 ~ 4.5 m，其余房间开间 3 ~ 4.5 m。二层以上为卧室、书房等。设有阳台，且均为悬挑梁阳台，外挑长度 1.2 ~ 1.5 m。墙体材料大多为粘土实心砖。墙体厚度为 180 mm 或 240 mm。

通常，采用框架结构形式的房屋，构件的截面、配筋等满足规范要求，平面、立面结构布置比较合理，基本满足抗震设计要求。已建建筑物没有出现不均匀沉降和构件开裂等现象。

1.1.2 现状及问题

（1）沉降缝的设置。部分建筑物于层高不相同的地方没有设置沉降缝或者后浇带。因此，这类建筑物在地质条件不好的情况下，首先发生不均匀沉降，可能造成各部位墙体开裂，同时引起部分构件屈服甚至破坏，进而在地震的纵波和横波的共同作用下增大整个建筑物的变形。即使在地质条件较好的地区，建筑物的部分构件及建筑物整体等，也会在地震纵波作用下，可能发生严重破坏。

（2）女儿墙的设计。调查发现，对于建筑材料没有采用钢筋混凝土浇筑而采用粘土砖砌筑的女儿墙，虽然设有构造柱，但没有在构造柱和墙体连接的地方配置拉结筋，更没有压顶，一些地方甚至没有设置构造柱。甚至还有某些没有任何加固措施的女儿墙严重超过了规范规定的高度。因此，这样的附属建筑很有可能在地震横波和纵波的同时作用下破坏而脱落下来导致人员伤亡。

1.2 砖砌体结构

1.2.1 建筑结构特点

砖砌体结构兴起于 1990 年代，是农村建筑结构的代表形式之一。一般而言，其所占比例达 50% ~70% 甚至更多的地区均是经济实力较好的农村；其所占比例低于 20% 的多为经济基础较薄弱地区，例如南靖县龙山镇河墘村。

该结构除早期建筑的单层砌体结构房屋以外，目前房屋层数多为 2 ~ 6 层，楼（屋）盖均为现浇混凝土形式。层高同上述框架结构，开间 3 m 左右。基础一般采用浆砌条形整毛石基础或浆砌乱毛石基础。砂浆通常为水泥砂浆或水泥粘土混合砂浆，个别甚至以水灌砂代之，相当于干砌石基础。墙体大多就地取材，主要为 240 mm 或 180 mm 的粘土实心砖墙，一般水平方向均设有圈梁。

1.2.2 现状及问题

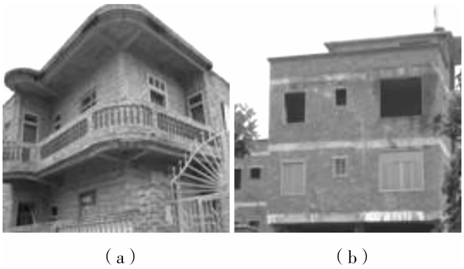
（1）构造柱和圈梁

在多层砌体结构中，构造柱和圈梁就像木水桶外面的铁箍，为建筑物整体性提供了很好的便利条件。它可以提高墙体的抗剪强度，大大增强房屋的变形能力；

①构造柱

首先，针对构造柱设置与否展开。调查发现一些村镇，无论是经济条件较好还是较差，砖混结构房屋都没有设置构造柱。

图 1 是在厦门市翔安区拍摄的。显然，该种类建筑物墙体抗剪性能较弱，整体性较差，在地震纵波和横波的作用下首先使砂浆与粘土砖之间的粘结力减弱，墙体发生破坏，而无其他构件或原件约束墙体的破坏并消耗地震能量，最终致使建筑物坍塌。



（a） （b）

图 1 夏门市翔安区房屋墙体抗剪性能较弱

其次针对构造柱与周围墙体的连接方式以及其施工顺序进行展开。这个问题在框架结构、底框结构中设置构造柱中同样存在。

图 2 分别展示了三种不同结构中构造柱在与周围墙体连接方式。其中，（a）图为底框结构中构造

柱的设置；（b）图为框架结构中构造柱的设置；（c）图为砖混结构中的构造柱设置。在这三种结构中，构造柱都没有作成马牙形状。而且，前两者，钢筋混凝土构造柱没有按照先砌墙，后浇柱的工序施工。

（a）　　（b）　　（c）

图2　石井镇下房村房屋构造柱不符合规范要求

由此，可以看出，此类建筑不能保证构造柱和墙体较好的粘结力，墙体的整体性及稳定性；同时也不能有效提高墙体的抗剪能力和房屋的抗变形能力。地震中，待墙体开裂后，构造柱和圈梁不能形成约束体系，有效限制墙体的散落，使开裂墙体以滑移、摩擦等方式消耗地震能量，保证房屋不致倒塌。

②圈梁

现场调查我们发现：圈梁的截面和配筋等都能满足抗震设计基本要求。但是圈梁在洞口处断开没有闭合或没有搭接的问题比较严重，如从龙岩市永定县高陂镇到古竹乡一带的砖混结构房屋。典型照片见图3。

（a）　　（b）

图3　湖坑镇房屋圈梁不符合规范要求

因此，在这种情况下，即使设置了圈梁，也不能完全发挥圈梁加强纵横墙的连接，增强楼盖的整体性，增加墙体的稳定性，约束墙体裂缝的开展，提高墙体的抗震能力等作用。而且，这些房屋承重墙上的洞口总面积远远超出了规范的要求。所以，上述两种现象都严重破坏了墙体的整体刚度和房屋的整体性。

(2)承重墙

对砖混结构而言，承重墙就像框架结构中的框架柱一样，需要足够的刚度来抵抗外界荷载的作用。因此，要想让砖混结构的墙体有较高的强度和刚度，除上述构造措施外，建筑材料的使用如粘土砖的等级、砂浆的等级、砂浆的饱满度都是重要影响因素，此外墙体的厚度也是一个指标。由于福建村镇砖混结构墙体采用建筑材料为实心粘土砖，因此墙体厚度应满足一定的要求。

图4为墙体厚度为120 mm的建筑，远小于规范规定的6度设防的地区其房屋的最小墙厚是180 mm的要求。这个问题在多个地方出现，如岭路乡的岭路村，湖头镇的美溪村。下面就120 mm厚的墙体进行高厚比验算。

图4　城峰镇金沙村房屋墙体厚度小于规范要求

《砌体结构设计规范》中规定，砌体结构的墙体的高厚比该规范式6.1.1：

$$\beta = H_0/h \leqslant \mu_1\mu_2[\beta]。\qquad (1)$$

①计算自承重墙允许高厚比的修正系数 μ_1。由于墙体厚度为120 mm，介于90 mm和240 mm之间，因此，μ_1 的取值按插入法计算。经过计算 μ_1 取 $1.2 + 0.3/150 \times 120 = 1.44$；

②有门窗洞口墙允许高厚比的修正系数 μ_2。规范规定6度时，承重墙窗间最小距离是1 m，故相邻窗间墙间距 s 取较大值2.4 m，即让 μ_2 取较大值；门窗洞口宽度按1.2 m取值，于是 $\mu_2 = 1 - 0.4 \times b_s/s = 1 - 0.4 \times 1.2/2.4 = 0.8$。由于 $\mu_2 > 0.7$，因此，μ_2 的取值为0.8。

③墙体高厚比计算。查该规范表6.1.1可得墙、柱的允许高厚比[β]的取值为24；墙体的计算高度 H_0 按照按上述规范中表5.1.3取值，取最小的1.2H计算，层高按3 000 mm计算，可得墙体的计算高度为3 600。则墙体实际高厚比 β 经计算为 $3\,600/120 = 30$，而规范要求高厚比 β 为 $1.44 \times 0.8 \times 24 = 27.648 < 30$，显然不满足要求。

同时，在计算墙体实际高厚比时，墙体计算高度取最小值，以保证其较小值；在计算墙体规范要求高厚比时，窗间墙取较大值，以保证其较

大值。在这种情况下，墙体高厚比都不能满足规范的要求，那么，计算高度取较大的值，窗间墙按照实际取值更不可能满足要求。因此，墙体越薄，稳定性越差，安全隐患就越高，在地震作用下就越可能破坏。

(3)洞口

图 5 是承重墙上洞口面积太大的房屋。一般情况，山墙并非不允许开洞的，只是开洞大小的问题。这类房屋为了充足采光和建筑美观，在承重墙上开了较多洞口或洞口较大，却严重削弱了承重墙的刚度。

（a） （b）

图 5 承重墙上洞口面积太大

(4)长宽比

这个问题以及类似的建筑结构特点出现较多，典型现状照片如图 6 所示。据测量，这个房屋的长 9 m，宽接近 3 m，则其长宽比为 3，严重超过了《建筑抗震设计规范》规范表 7. 1. 4 的要求。

图 6 建筑物长宽比超规范要求

据当地人介绍，该类结构还称作底部加强构造柱结构。其特点是底层前两排采用钢筋混凝土构造柱(加大构造柱的截面)，后半部分仍采用砖砌体承重，上部砖砌体住宅与多层砌体结构相同。因此，我们分析可以得出：这类建筑其构件布置很不均匀，只在一个前排设有构造柱，在其他转角处无任何措施，进而导致刚度在在水平方向严重不均匀。

所以，这类建筑物在地震作用下，不仅会因为前者“长宽比失调”易发生弯曲整体破坏，而且还会因为后者“建筑物水平方向刚度不均匀”而发生扭转效应。

1. 3 底框结构

1. 3. 1 建筑结构特点

该结构兴起于 20 世纪 80、90 年代。在城市规划设计中，考虑到临街的住宅、办公楼等建筑在底层设置商店、邮局、银行等；一些旅馆因使用功能上的需求，在底层设置门厅、食堂、会议室等。因此底部采用框架结构，上面各层采用纵横墙较多砖砌体结构，形成底部框架砌体房屋。

这种结构建筑层数一般为 3 ~ 5 层，层高、开间和进深等尺寸为：框架部分与框架结构相同，砖砌体部分与多层砌体结构相同。部分建筑物将退台作为阳台。它不仅包括 1 层是框架，其他层是砖混结构，还包括下面两层甚至是 3 层为框架结构，其他层为砖混结构这样的形式。

底层框架砖房由于其上部各层纵、横墙较密，不仅重量大，侧向刚度也大；而房屋底层承重结构的框架，其侧向刚度比上层小得多，于是形成了该结构特有的特点：上刚下柔。

1. 3. 2 现状及问题

底框结构，在抗震上是一种不合理的结构形式，但因其在使用上的方便性和灵活性，因此仍被普遍采用。下文将会详细介绍调查中发现的问题。

(1)建筑层数与房屋高度

房屋高度是指室外地坪到檐口高度，对于半地下室从室内地坪算起。据调查，部分设防烈度为Ⅵ度的地方，该结构房屋层数是在 7 层以上，即建筑物高度大于 21 m，如福建省福州市鼓楼区洋桥路。不管是从建筑层数还是从房屋高度考虑，两项指标都超过了《建筑抗震设计规范》表 7. 1. 2 的要求。

(2)抗震墙

在这种结构的特有特点的情况下，如果建筑物平面布置不合理，整个建筑物将很容易发生扭转效应，加速建筑物的损坏。因此，为了应对这个问题，规范规定，此类结构底层不可以是纯框架结构，要在两个方向设置抗震墙，形成框架 - 抗震墙结构，即底部由框架和抗震墙来承受水平地震荷载和竖向荷载的作用。同时要求抗震墙的间距也须满足一定要求。至于抗震墙的材料，《建筑抗震设计规范》7. 1. 8 规定了砖砌体抗震墙和钢筋混凝土抗震墙的使用条件。本文鉴于该省村镇

的房屋现状，仅分析砌体抗震墙。

为了不将框架柱间墙体当做填充墙，《建筑抗震设计规范》7.5.6 对于抗震墙材料的要求和构造措施等做了详细的陈述，这里不再赘述。由此，按照规范设计的底部抗震墙房屋，在地震的作用下，抗震墙和框架柱协同作用，共同消耗地震能量。由于抗震墙的刚度较大，所以由抗震墙承担大部分地震剪力，框架柱不会因为承载力不足而首先发生破坏，导致整个建筑物的坍塌。

但是，调查发现人们熟悉该结构的使用功能和结构的基本形式，并不了解其抗震性能和薄弱环节。几乎所有的底框结构都没有实现底部有抗震墙。针对这个问题，这些房屋在地震作用下可能会发生如下所述情况的破坏：

①2 层以上(砖混部分)侧向变形相对较小，破坏的情况和一般多层砖房基本相同；

②底层(框架部分)的侧向变形较大，破坏比上部严重，这是因为底层所承担的层间剪力比其他各层的都大，而底层在没有设置抗震墙的情况下，只有框架柱来承担地震荷载和竖向荷载，这样，框架柱就可能丧失承载力发生破坏。而且，底层框架柱在水平地震作用和竖向地震联合作用下，沿斜截面发生破坏后，加重了柱的受压破坏；

③这种结构很容易发生扭转效应，加速建筑物的破坏。

(3)过渡层

同样由于相同原因，底框结构房屋刚度沿建筑物高度方向变化不均匀。其上部结构设置构造柱只是为了上部结构的稳定性和整体性，对于刚度的变化只起到增大上部结构刚度的作用。但是不设置又不能实现建筑物良好的抗震性能。因此，只能通过设置过渡层，实现刚度的均匀变化。

底框结构中过渡层的实现仍然是针对构造柱的设置、楼板厚度以及楼板上洞口、下部框架柱与上部结构中构造柱连接等措施，具体做法和相关要求见抗震设计规范 7.5.1、7.5.2 和 7.5.3。

调查发现，大部分底框结构没有过渡层，即没有设置构造柱等。部分建筑虽然设置了构造柱，但其位置不正确。至于楼板的厚度，在建房屋满足规范要求，但板上洞口的大小，从现场施工的情况来看，已经超过 800 mm，而且洞口周边没有采取任何加强措施。

图 7 所示的是后两种问题。总之，采用这种结构的房屋存在的问题较多，例如长宽比的失调、墙体太薄、洞口较大、抗侧力构件布置不均匀等。

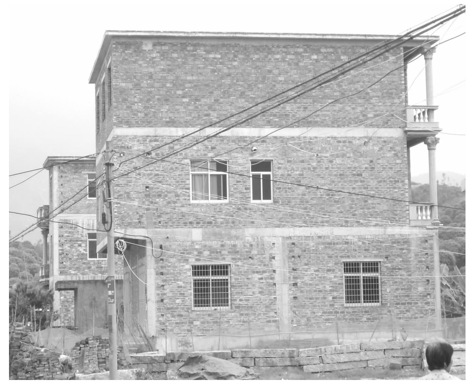


图 7　东泗乡西岭村

1.4　石砌结构

石砌结构是传统的房屋结构类型。主要分布在两个范围：偏远山区和东南沿海乡村。而且，从建筑材料的使用到结构的布置，二者各不相同。

1.4.1　*毛石砌筑的石砌结构*

(1)建筑结构特点

图 8 给出的是建筑材料为毛石的石砌结构。该结构房屋建成于解放前，是山区石砌结构的主要形式。该抽样点周围有很多这样的建筑，所占比例达 80%。这种结构房屋的建筑特点是：建筑层数为 1 层或者 2 层，其中两层者居多；墙体用毛石和水泥砂浆砌筑，木质屋盖；基础为毛石基础。

图 8　西天尾镇林路村石砌结构

(2)现状及问题

现有房屋，基本完好，墙体没有开裂，整体也没有发生不均匀沉降。但是未任何抗震措施，即没有采用条石无垫片砌筑，没有沿墙高每隔 500 mm设置拉结钢筋网片。

1.4.2　*条石砌筑的石砌结构*

(1)建筑结构特点

图 9 给出的是建筑材料为条石的石砌结构。该结构兴起于 1980 年代，是沿海石砌结构的主要形式。主要分布在闽南的泉州、漳州地区，以惠安为中心。该结构形式的房屋，墙体，基础以及所

有构件均由花岗岩砌成，大部分墙体采用毛石加垫片甩浆法砌筑。建筑层数为 2 层，条石楼板常见。正房三、五开间，两侧前建厢房。

图 9 水斗镇石砌结构

（2）现状及问题

其存在的问题与前种石砌结构相同。由于在这种结构采用的是规整的条石，结构布置上比较合理，因此其抗震性能也要比前者好一些。但是，由于屋盖用石板条砌筑，一旦发生破坏，造成的人员伤亡程度要比前者严重。

在抽样点附近，我们发现了石砌结构与砖混结构混合的另一种结构形式。

图 10 所示的结构为在已建石砌结构基础上添建砖混结构的混合形式。在对该抽样点的调查中，我们发现类似结构很多。该结构，由于整个建筑物采取了抗震措施，加上楼板为现浇钢筋混凝土楼板，因此，其整体性和稳定性较好。但由于上下两种结构的材料不一样，因此上下两种结构不仅伸缩性能不同，而且刚度沿建筑物高度方向发生了急剧变化。同时，由于底部结构的重量远大于上部结构，因此，容易发生“鞭梢效应”。

图 10 石井镇岑兜村石砌结构基础上添建砖混结构

1.5 砖木结构

1.5.1 建筑结构特点

砖木结构是兴起于土木结构之后、砖混结构之前的一种建筑结构形式，于 20 世纪 70 年代开始在福建乡村大量出现。该结构分布范围较广，被当初经济条件较好、交通较发达的乡村广泛采用。

建筑结构方面，砖木结构的本质和砖混结构类似，与土木结构相同，遗留着夯土墙建筑的影子，只是用实心砖取代了夯土墙。该结构建筑物中竖向承重结构的墙、柱等由砖或砌块砌筑，杉木材料楼板，人字形泥瓦屋盖。这种结构相对于上述钢混结构、砖混结构、底框结构而言，结构建造简单，材料容易准备，费用较低。

抗震方面，规范上没有明确的规定。但是由于这种结构介于砖混结构和木结构之间，其性能也应该介于这两种结构之间。由于砖木只有楼盖和屋架是木制的，因此，其抗震性能偏向于砖混结构。所以，仍需要按照砖混结构的要求在必要的位置设置构造柱。

1.5.2 现状及问题

该结构房屋由于建成年代较长，大部分房屋的屋盖都出现了变形。同时由于没有采取任何抗震措施，房屋不均匀沉降、墙体裂缝等时有发生。

1.6 土木结构

1.6.1 建筑结构特点

土木结构房屋，多数建成于解放前，是古老的传统的房屋类型，曾经是农村建筑结构主要形式，早期遍布全省，现仍广泛分布于闽西、闽北、闽西北和闽中等广大地区。

该结构的实质是集中在土和木这两个字上。“土”字主要体现在墙体，三面为夯土墙。据调查，这种结构的墙体有下面三种形式：①直接用生土夯实；②在土中加一些稻草，然后夯实；③将生土和稻草混合后，用一定的模具将泥巴做成土坯砌块，然后像普通砖砌体一样进行砌筑，粘结材料为泥浆。无论哪种形式墙体，其厚度为 400 mm 左右，基本符合规范要求。“木”字则体现在楼板、屋盖一级正面（南面）和中间木柱梁结构方面。

房屋建筑层数一般在两层（包括两层）以下，基础形式多为毛石基础或砖基础，少数在开挖的沟中砌筑一定高度的土坯然后再夯实墙体。

1.6.2 现状及问题

现使用的土木房屋，保存不是很好。大部分都有裂缝存在，而且都是竖向裂缝。由于土木结构的房屋，楼板和屋盖是轻质材料，所以不会出现实际荷载大于设计荷载的问题；同时由于墙体均为生土，材料一致，所以也不会是热胀冷缩导致。因此，这些竖向裂缝产生的原因可能是不均

匀沉降。

现有房屋，不管是水平防潮层还是竖直防潮层，都没有设置。墙体的外侧，沿外墙一周，在墙高大约 1 m 范围内，都有因潮湿墙皮松动脱落的现象；房屋内部，沿外墙一周，也有相同的现象。

该结构的房屋，除了像土楼这样的建筑，其抗震性能较差。发生的青海玉树地震就是有力的证明。土木结构虽然已经不在是建筑结构的主要形式，但由于比较成熟，故其设计能满足规范基本要求。

2　总结

在近 30 年的发展中，福建农村房屋的抗震能力虽然取得了一些成果，但是由于农民自身对于房屋震害防御重要性及相关结构房屋抗震知识认识的不足，这期间出现了各种各样的问题。具体在房屋设计方面，从土木结构逐步发展到砖混结构的过程中，出现了许多农民自行设计的但布局不合理的结构，如底部石砌结构 – 多层砌体结构、底部加强构造柱 – 多层砌体结构、底部局部框架 – 多层砌体结构等。

当今，没有管理政策以及足够的资金是出现上述几种结构布置不合理的主要原因。

如今，框架结构也刚刚迈进农村，虽然没有大范围的发展，相信随着农村经济的好转，房屋建筑结构知识、建筑抗震设计知识以及抗震防灾知识的普及，农村房屋结构的还会取得很大的发展空间。

参考文献：

[1] 中华人民共和国建设部. GB50011 – 2001 建筑抗震设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.

[2] 中华人民共和国建设部. GB50023 – 95 建筑抗震鉴定标准[S]. 北京：中国建筑工业出版社，1996.

[3] 中华人民共和国建设部. GB50003 – 2001 砌体结构设计规范[S]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.

[4] 中国地震局. GB/T19428 – 2003 地震灾害预测及其信息管理系统规范[S]. 北京：中国标准出版社，2004.

[5] 郭继武. 建筑抗震设计[M]. 北京：中国建筑工业出版社，2002.

[6] 熊丹安. 混合结构房屋设计[M]. 武汉：武汉理工大学出版社，2005.

[7] 苏小卒. 砌体结构设计[M]. 上海：同济大学出版社，2002.

[8] 施楚贤，徐建，刘桂秋. 砌体结构谁与计算[M]. 中国建筑工业出版社，2003.

[9] 黄天洲，欧秉松，黄声明. 福建农村房屋现状与震害防御[J]. 福建地震，2004，20(2)：33 – 36.

[10] 黄英，傅成立，吴应雄，等. 福建省村镇民房建设的分析与思考[J]. 福建建筑，2008(10)：107 – 112.

[11] 王俊特. 从汶川震害浅谈我省闽南农村地区砌体房屋结构的抗震能力[J]. 福建建筑，2009(7)：52 – 53.

Investigation and Analysis on Earthquake Resistance Performance of Rural Houses in Fujian Province

Gao Huiying[1], Zhang Tiejun[1], Huang Shengming[2] and Yu Weiyu[2]

(1. *Engineering College*, *Ocean University Of China*, *Qingdao* 266100, *China*; 2. *Information network Center and Emergency Command Center*, *Seismological Bureau of Fujian Province*, *Fuzhou*350003, *China*)

Abstract: Based on taking the rural building structures in Fujian province as the research object, gathering its basic dates and focusing on the topic "How to improve the ability of earthquake resistance of rural building", many problems are analyzed in details, which are existing in design of building structures and method of construction about the framework of housing, the brickwork of housing, the frame-supported brick building, the stonework housing, the brick-wood structure building and the civil engineering structure housing. Then many corresponding measures of strengthening the countryside constructions' aseismatic property were presented. They were taken as part of the reference in evaluating the anti-seismic performance of rural building in Fujian province. Meanwhile, they will be thought as information for common sense of structure design and basic knowledge of structural aseismatic design.

Key words: earthquake resistant behavior; structure types; constructional column; ring beam