

徐珂博客 <http://www.jiegoublog.cn/>

北京清华同衡规划设计研究院

北京清城华筑建筑设计研究院

2013 年 420 芦山地震

天全县农民自建房震害情况及建议

徐 珂

2013 年 5 月

1.1 地震情况及灾后受损情况

2013年4月20日8时02分46秒，在四川省雅安市芦山县龙门乡、宝胜乡、太平镇交界（北纬30.3°，东经103.0°）发生里氏7.0级地震，震源深度13公里，震中距成都约100公里，距离汶川大地震震中不足100km。此次地震场地最大烈度9度。



图 1.0-1 芦山地震位置关系图

四川省芦山“4·20”7.0级强烈地震烈度图

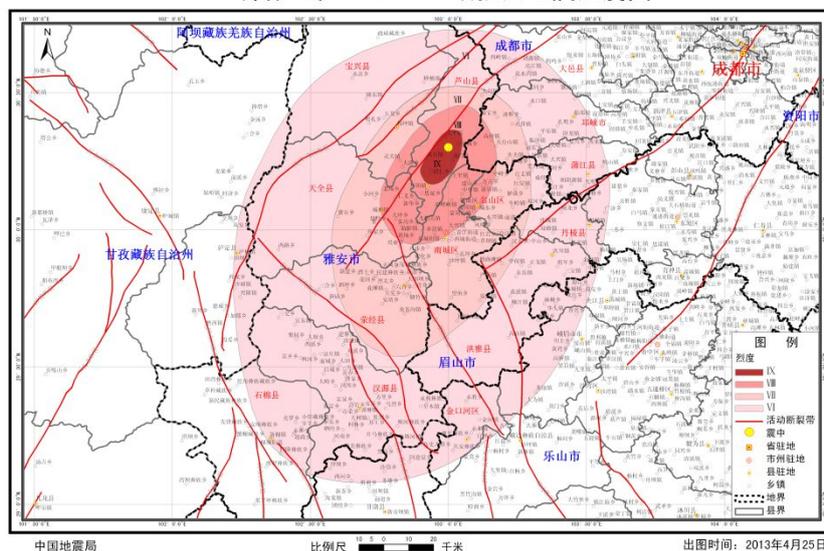


图 1.0-2 芦山地震场地烈度分布图

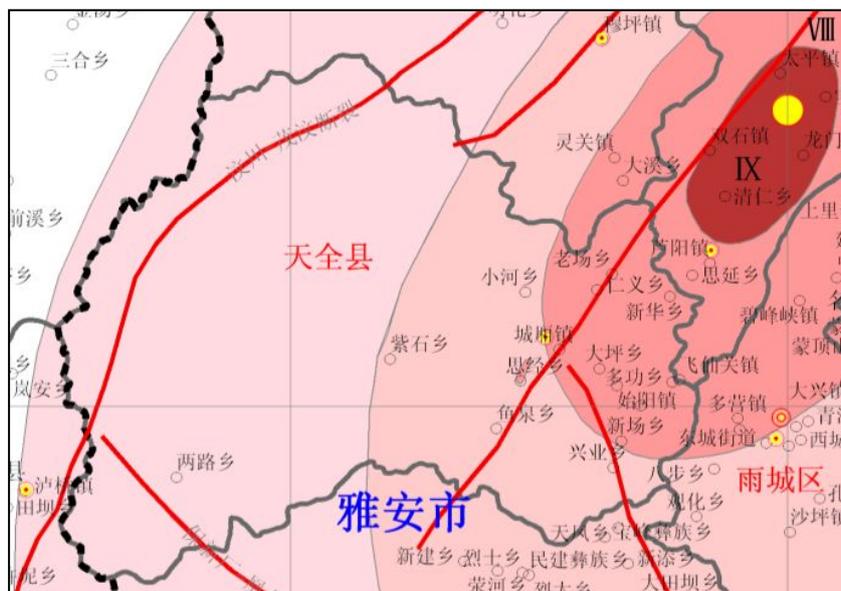


图 1.0-3 天全县场地烈度分布图

天全县在本次地震中，场地烈度有 8 度、7 度、6 度区分布。

场地烈度 8 度区分布在全县东部丘陵、平坝地区，约占全县面积 15%，人员生活密布区，距离震中近的乡镇、如新华乡、多功乡、仁义乡等为 8 度区，受灾情况较为严重，房屋受损比例大。

场地烈度 7 度区分布在紫石乡南北一线至兴业、小河乡一线中部区域，约占全县面积 20%，该区域以中、高山向丘陵、平坝地形过度，人员生活较为密集区域。部分乡村中老旧房屋受损严重。

场地烈度 6 度区分布在全县西部中、高山地区，约占全县面积 60%以上，人员生活密度小，房屋受损比例小，但该区域地质灾害较为严重，主要为山体滑坡、高山滚石等表现。

不同场地烈度区震害表现符合“距离离震中近震害重，距离震中院震害轻”的认识。

在城乡震害调查结果分析，震害具有“城镇轻、乡村重”的特点，主要是城镇房屋特别是公共建筑都经过正常建设监督流程，工程质量有保证，在地震中震害较轻，主要表现为建筑填充墙裂缝为主。而乡村房屋特别是农民自建房没有严格执行量监督流程，房屋质量千差万别，加之很多年久失修的老房屋，在地震中受损严重。这个特点符合“工程质量好，震害轻，工程质量差，震害重”的认识。

因本次芦山地震震源破裂持续时间（约 30S）远短于汶川地震震源破裂时间（约 105S），震后天全县房屋破坏情况整体不如汶川地震相同烈度区表现严重。本次天全县房屋破坏主要以老旧房屋、农民自建房破坏为主，而汶川地震时相同烈度区各类建筑、不同结构类型均有主体破坏案例。

1.2 地质情况及选址用地情况

天全县地处四川盆地西部边缘、二郎山东麓，邛崃山脉南段。在地质构造单

元构造上，大部分属龙门山褶断带，东部雅安褶断束（或称芦山褶断束），西南属康滇古陆。整体地貌曾现西部为高、中山区，东部为丘陵、平坝格局。

全县中、高山区面积占全县面积 82%，不适宜进行房屋建设；低山、丘陵面积占全县面积 12.5%，除个别乡外均有分布，可选择性进行房屋建设；阶地和平坝面积占全县面积 3.5%，一般分布在河谷两侧，适合做为农民用房集中安置用地。

地震时，凡有可能发生滑坡、崩塌、地陷、地裂、泥石流以及有活动断裂、地下溶洞的地段，将对房屋造成严重毁坏，属危险地段。在危险地段上，即使把房屋建得很坚固，一旦遭遇地震灾害，轻则墙倒屋塌，重则会造成毁灭性灾难。

许多震害是由于地基失效而引起房屋破坏。地震时地基土失去承载能力，或突然产生过大的沉陷，或发生不均匀沉陷等，叫地基失效，会导致失效的地基属不良地基。

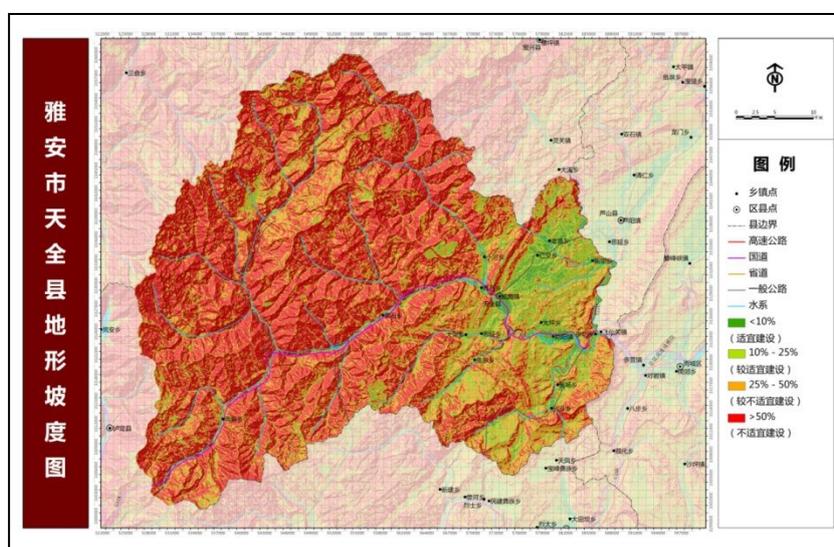


图 2.0-1 天全县地形坡度图

农民自建房一般建设在指定宅基地位置上，在选址上存在以下问题：

1.2.1 缺少前期地基勘察工作，地质沉降破坏房屋结构。

房屋安全需建设在稳定地基上，地基沉降会引起房屋不均匀沉降，造成结构主体在日常使用中就出现裂缝，降低结构安全度，在地震中破坏严重。



图 2.1-1 该楼结构在地震中未见明显破坏，在震前已出现沉降裂缝，前后高差相差约 10cm。

1.2.2 房屋建设在崖壁下，缺少安全避让距离，地震中被滚石破坏。



图 2.2-1 该楼右侧悬崖高 150 米，崖壁未作防护处理，房屋在震中被滚石砸毁。

1.2.3 房屋处于滑坡危险地带，长期受地质运动困扰

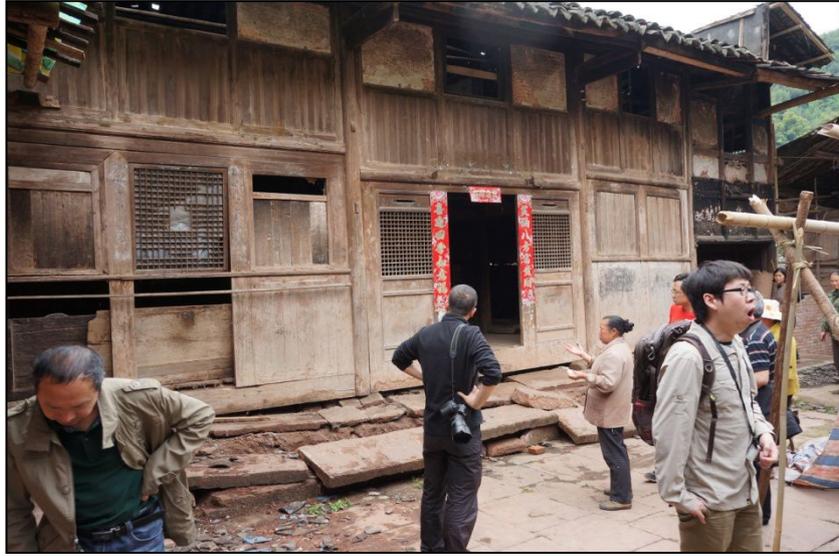


图 2.3-1 图中木楼位于滑坡体顶部错动缝外边缘处，在地震中导致整体倾斜



图 2.3-2 图中砌体墙在地缝错动时，不能适应变形，导致两侧墙体拉裂。

1.2.4 农民自己平整场地做房屋建设用地，地基处理不能满足长期使用要求



图 2.4-1 房屋前后存在高差，前部垫高积层松散，在地震中垮塌。



图 2.4-2 房屋前后存在高差，后部未留充足空间，堆土侧推房屋，存在倾覆滑动危险

1.3 常用结构形式及震害表现

1.3.1 纯木结构



图 3.1-1 典型纯木结构房屋



图 3.1-2 典型纯木结构房屋

纯木结构房建设时间普遍在 30 年以上，这与国家退耕还林、限制砍伐木材政策有关，同时木材价格上涨抬高建房成本，全部采用木结构建造房屋对农民有很大经济压力，新建农民房已很少采用该类结构。纯木结构屋盖一般采用木板条铺瓦方式。



图 3.1-3 屋面采用木条铺瓦

纯木结构直接因地震作用发生结构破坏的情况很少，震害表现主要是屋面瓦片在摆动过程中移位、脱落，以及梁柱榫卯街头拉脱。



图 3.1-4 屋面瓦片脱落



图 3.1-5 木结构节点拉脱

1.3.2 木柱-砌体混合结构



图 3.2-1 木柱-砖组合结构



图 3.2-2 木柱-石板组合结构

木柱-砌体组合结构是纯木结构的过渡产品，纯木结构中维护板材由砌体材料替代，砌体不承担竖向荷载，该过渡产品可以降低房屋造价。在受力体系上，砌体与木结构互相影响。

木柱-砌体结构震害除与纯木结构震害相似外，还有特殊震害表现，主要表现为砌体结构与木柱间无有效拉结措施，出现砌体外闪现象。当砌体倒塌强烈时可能引起木结构倒塌。



图 3.2-3 砌体部分外闪破坏



图 3.2-4 木柱-砌体结构整体倒塌

1.3.3 砌体墙木楼盖结构



图 3.3-1 砌体墙木楼盖结构



图 3.3-2 石板-木楼盖结构

砌体木楼盖结构是纯木结构的过渡产品，纯木结构中竖向构件由砌体材料替代，并承担竖向荷载，可以降低房屋造价。在受力体系上，木结构承担竖向荷载传递至砌体。

该类结构震害表现主要为砌体墙破坏，如砌体外闪、木楼盖坍塌、木楼盖与砌体间连接失效等。



图 3.3-3 纵向砌体外墙坍塌



图 3.3-4 木楼盖局部坍塌



图 3.3-5 木楼盖整体坍塌



图 3.3-6 木屋架与砌体连接处破坏

1.3.4 砌体墙混凝土楼盖结构



图 3.4-1 汶川地震前建设的砌体墙混凝土楼盖结构



图 3.4-2 汶川地震后建设的砌体墙混凝土楼盖结构

砌体墙混凝土楼盖结构类形式以国家规范标准解释,属于砌体结构,但农民自建房存在众多不规范因素,不完全符合规范定义,最大表现有砌体材料多样化、砂浆质量随意性、混凝土楼板完整性等。随着木材价格不断上涨,新建农民房主要以该类结构形式为主。

由于建设时间不同及汶川地震影响,此类农民自建房在汶川地震以前,基本没有设置抗震构造,在本次地震中相对受损严重,汶川地震后,部分有抗震意识的农民在建房时加设抗震构造措施,如设置构造柱、圈梁、设置拉结钢筋等,在本次地震中表现良好,基本未发生破坏。

值得注意的是,在汶川地震时曾造成严重人员伤害的预制板在天全县很少出现,包括 2008 年以前修建的房屋,普遍采用现浇混凝土楼板,这在很大程度上减少因墙体破坏造成楼板坍塌破坏震害,有效减少人员伤亡时间。通过调研可知,本地区在早年交通不发达,运输预制楼板成本高,修建房屋抬升预制板至标高处有技术上缺陷及困难,因此本地有现浇混凝土建房传统。

该类结构震害主要是砌体墙发生剪切破坏,严重时墙体坍塌。



图 3.4-3 砌体墙出现 X 型剪切裂缝



图 3.4-4 角部未设构造柱墙体坍塌



图 3.4-5 砌体墙采用露空砌筑发生破坏



图 3.4-6 房间坍塌其它墙体破坏严重



图 3.4-7 左侧出屋面楼梯间坍塌

1.3.5 框架和砌体混合结构（先砌墙后浇柱）



图 3.5-1 框架和砌体混合结构

此类结构因底部使用要求，在局部不设砌体，多用于临街商业型自建用房，在规范层面，接近底框砌体结构，但在实际施工中存在无正规设计，凭经验布置结构构件的特点，因多数主体采用先砌墙后浇柱的类似砌体构造柱施工方法，整体受力既有砌体结构充当抗震墙特点，又有框架结构变形约束的特点。

在本次震害调查中，未发现此类结构主体因地震作用而破坏的案例，仅有少数墙面出现装饰面裂缝。

1.4 建造方式及房屋质量

1.4.1 自建房结构选型因素

自建房属农民私产，在建设程序上没有明确质量监管流程，因此在建房过程中存在诸多随意性特点。建成后的房屋，由于缺少抗震知识普及，农民不能判断是否安全。通过调查可知，农民自建房结构选型主要有木结构、砌体结构两大类可选择，以及两者相结合的结构形式，主要取决农民在建房过程中能获得的建筑有关，以及材料运输便利性有关。

农民选用木结构的原因主要有：

- 1) 木材是川西民居的传统建筑材料。
- 2) 木结构房屋在使用上有冬暖夏凉的特点。
- 3) 木结构房屋的日常维护可以自行解决。
- 4) 木结构房屋适应地基变形能力强。

5) 木结构在地震中倒塌破坏少。

木结构房屋的缺点有：

- 1) 农民房所用木材主要以自有林地中木材为主，砍伐需要审批，属限制使用阶段。其它获得木材途径的价格过高，导致建房成本过高。
- 2) 木结构房屋在使用过程中存在虫蛀、腐烂问题。
- 3) 不做防火处理，每年都有一定数量木结构民房毁于火灾。防火成本高。
- 4) 木结构房屋使用舒适度差，如开间尺寸、潮湿性、密闭性、清洁卫生等。
- 5) 屋面瓦片一至两年就需更新、排布。
- 6) 掌握传统木结构工艺的人员逐年减少，人工成本高。

农民选用砌体结构的主要原因：

- 1) 农村交通便利后，砌体材料运输至宅基地便捷，相对建筑成本低。
- 2) 本地有水泥、砌块生产厂家，建材成本合理。
- 3) 砌体结构房屋使用舒适度好，如开间尺寸、潮湿性、密闭性、清洁卫生等。
- 4) 砌体及混凝土材料为不燃烧材料，没有防火问题。
- 5) 房屋建成后日常更新、维护工作量少。
- 6) 混凝土部分施工由专业工匠施工，抗震质量有一定保障。
- 7) 砌体结构建筑高度和楼层数比木结构有优势。

砌体结构房屋的缺点有：

- 1) 对地基沉降敏感，适应能力弱，易出现沉降裂缝。
- 2) 没有专业设计，房屋造型和布局比较单一，无法满足个性化需求。
- 3) 结构安全、抗震措施要求复杂，农民难以系统性学习和掌握。
- 4) 砌体墙体出现裂缝后，缺少技术指导，难以修补。
- 5) 混凝土楼盖浇筑养护工作对混凝土质量影响大。

通过上述对比和实际调查分析，多数农民在新建房屋时，主要选择砌体结构，木结构正逐步退出选择范围，但受经济实力制约及材料利用的因素，仍会有砌体结构为主局部附加木结构的房屋出现。

1.4.2 建筑材料多样化

农民房在建房时，主要以能利用的材料进行建房，并没有类似规范层面严格使用某种材料概念，因此会出现房屋建筑材料有很多种情况，从规范层面不能严格确定其结构体系，导致结构安全、抗震能力不稳定性。应通过宣传教育农民选择单一材料进行建设，避免不同建材混合使用。



图 4.2-1 房屋材料包含木材、粘土砖、灰砂砖



图 4.2-2 楼板一部分用混凝土一部分用木楼板



图 4.2-3 砌体砂浆含土

1.4.3 多层楼房分批次建成

受宅基地面积限制和使用功能需求，农民自建房一般建成 2 至 3 层，但受经济条件限制，一次性投入资金量过大，因此很多自建房采用按层分批建成，即先有一部分资金是盖 1 层楼，过几年有后续建房资金后，盖第 2、3 层，两次建设间隔时间一般在 3~5 年，一般具有上部质量好于下部质量特点。采用分批建设存在以下问题：

- 1) 两次建设质量标准不一致。
- 2) 两次建筑材料质量不一致。
- 3) 两次施工单位人员不一致。
- 4) 一次施工不为二次施工预留条件。
- 5) 二次施工不清除一次施工遗留隐患。



图 4.3-1 典型二次建设房屋震害



图 4.3-2 典型二次建设房屋震害

1.4.4 工匠施工与农民自建相结合建房模式

农民自建房重要特点是农民自己参与房屋建设工作，参与范围包括：建筑材料运输、基础开挖、砌体墙砌筑、房屋装饰等。

砌体结构中钢筋混凝土由有工程经验的工匠来施工，即房屋建设到混凝土工序时，农民请工匠来进行施工，包括：基础混凝土施工、构造柱绑扎钢筋浇筑施工、楼板支模布筋浇筑施工、楼梯设计支模布筋浇筑施工、全楼标高控制、砌体墙垂直度控制等。

工匠与农民结合施工方式，主要有以下几点问题：

- 1) 楼梯间有出屋面层，该层一般采用木楼盖或轻型屋盖，不进行混凝土施工，一般是农民自己砌筑建设，墙体厚度 120 单皮砖墙，在地震中破坏较多。
- 2) 农民自己参与砌体墙砌筑工作，墙体砂浆搅拌质量及砂浆缝饱满度都影响结构抗震能力。
- 3) 按层分批建设房屋时，未对构造柱预留钢筋进行长期有效保护，甚至为了方便前期使用，破坏预留钢筋。

1.4.5 新旧房屋交错建设

农民自建房在宅基地上，一般会有老房子及配套生活用房，为充分利用场地面积，新建房屋与其它房屋紧邻修建，为节省造价，会出现共用一墙的情况，在地震中互相影响，发生碰撞。从抗震角度分析，对新建房屋属产生附加地震作用，属不利布置形式。由于不同时期房屋建筑高度不同，共用墙两侧出现不同标高楼板，地震变形不协调，容易造成冲击坍塌震害。



图 4.5-1 两侧楼板标高不一致震害



图 4.5-2 新旧房屋间未设置抗震缝震害

1.5 砌体结构抗震措施应用及震害表现对比

1.5.1 砌体结构主要抗震措施介绍

砌体房屋是脆性材料砌块通过砂浆粘结砌筑而成，其抗变形和抗震能力弱，国内外震害分析表明，采用钢筋混凝土构造柱和圈梁是提高砌体房屋的抗震能力是有效措施。



图 5.1-1 设置构造柱和圈梁的砌体结构农民自建房

抗震房屋结构布置应符合下列要求：

- 1) 房屋的平面布置应避免拐角或突出。
- 2) 纵横向承重墙的布置宜均匀对称，在平面内宜对齐，沿竖向应上下连续；在同一轴线上，窗间墙的宽度宜均匀。

- 3) 多层房屋的楼层不应错层，不应采用板式单边悬挑楼梯。
- 4) 不应在同一高度内采用不同材料的承重构件。
- 5) 屋檐外挑梁上不得砌筑砌体。

多层砌体房屋抗震构造设计要求主要内容说明如下：

- 1) 多层砌体承重房屋的层高，不应超过 3.6m。
- 2) 多层砌体房屋中砌体墙段的局部尺寸不宜小于 1.0 米。
- 3) 同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀；墙面洞口的面积，6、7 度时不宜大于墙面总面积的 55%，8、9 度时不宜大于 50%；
- 4) 横墙较少、跨度较大的房屋，宜采用现浇钢筋混凝土楼、屋盖。现浇钢筋混凝土楼板或屋面板伸进纵、横墙内的长度，均不应小于 120mm。
- 5) 构造柱设置部位，一般情况下应符合下表要求：

房屋层数				设置部位	
6度	7度	8度	9度		
四、五	三、四	二、三		楼、电梯间四角，楼梯斜梯段上下端对应的墙体处； 外墙四角和对应转角； 错层部位横墙与外纵墙交接处； 大房间内外墙交接处； 较大洞口两侧	隔 12m 或单元横墙与外纵墙交接处； 楼梯间对应的另一侧内横墙与外纵墙交接处
六	五	四	二		隔开间横墙（轴线）与外墙交接处； 山墙与内纵墙交接处
七	≥六	≥五	≥三		内墙（轴线）与外墙交接处； 内墙的局部较小墙垛处； 内纵墙与横墙（轴线）交接处

注：较大洞口，内墙指不小于 2.1m 的洞口；外墙在内外墙交接处已设置构造柱时应允许适当放宽，但洞侧墙体应加强。

- 6) 构造柱最小截面可采用 180mm×240mm(墙厚 190mm 时为 180mm×190mm)，纵向钢筋宜采用 4Φ12，箍筋间距不宜大于 250mm，且在柱上下端应适当加密；6、7 度时超过六层、8 度时超过五层和 9 度时，构造柱纵向钢筋宜采用 4Φ14，箍筋间距不应大于 200mm；房屋四角的构造柱应适当加大截面及配筋。
- 7) 构造柱与墙连接处应砌成马牙槎，沿墙高每隔 500mm 设 2Φ6 水平钢筋和 Φ4 分布短筋平面内点焊组成的拉结网片或 Φ4 点焊钢筋网片，每边伸入墙内不宜小于 1m。6、7 度时底部 1 / 3 楼层，8 度时底部 1 / 2 楼层，9 度时全部楼层，上述拉结钢筋网片应沿墙体水平通长设置。
- 8) 构造柱与圈梁连接处，构造柱的纵筋应在圈梁纵筋内侧穿过，保证构造柱纵筋上下贯通。
- 9) 构造柱可不单独设置基础，但应伸入室外地面下 500mm，或与埋深小于 500mm 的基础圈梁相连。
- 10) 楼板沿抗震墙体周边均应加强配筋并应与相应的构造柱钢筋可靠连接。
- 11) 多层砌体房屋设置圈梁应符合下表要求：

墙 类	烈 度		
	6、7	8	9
外墙和内纵墙	屋盖处及每层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处	屋盖处及每层楼盖处
内横墙	同上； 屋盖处间距不应大于4.5m； 楼盖处间距不应大于7.2m； 构造柱对应部位	同上； 各层所有横墙，且间距不应大于4.5m； 构造柱对应部位	同上； 各层所有横墙

12)圈梁的截面高度不应小于 120mm，配筋应符合下表要求：

配 筋	烈 度		
	6、7	8	9
最小纵筋	4 ϕ 10	4 ϕ 12	4 ϕ 14
箍筋最大间距 (mm)	250	200	150

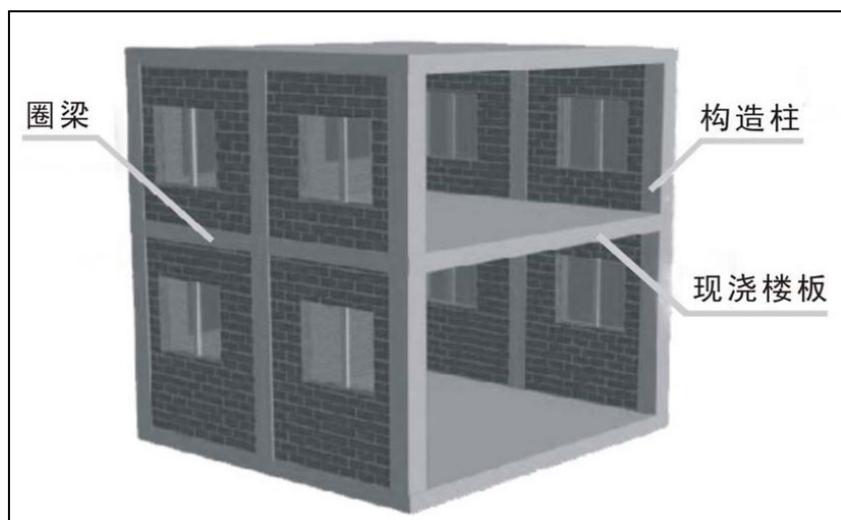


图 5.1-2 构造柱、圈梁位置示意图

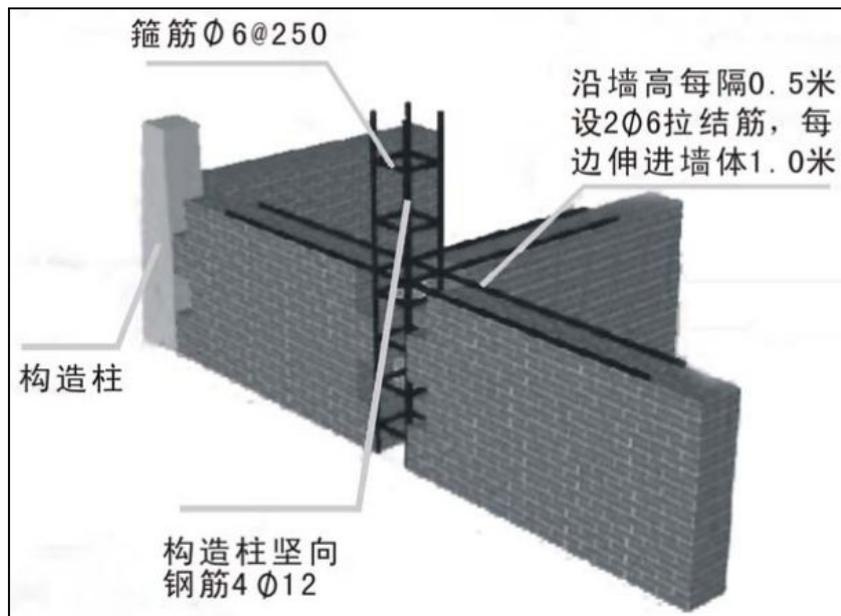


图 5.1-3 构造柱做法示意图

1.5.2 抗震措施应用存在的问题

2008年汶川大地震后，农民对地震灾害有一定认识，很多新建房屋已经设置构造柱、圈梁等抗震措施，在芦山地震中起到很好的抗震效果，通过调研发现在应用中有如下问题：

- 1) 构造柱设置数量很随意，一般房屋四角会放置四根构造柱，是否多设置构造柱取决农民经济能力，存在布置数量合理性及位置合适性问题。
- 2) 构造柱内钢筋用量很随意，纵筋直径选用从 $\Phi 8$ ~ $\Phi 25$ 均有使用，箍筋间距无加密区做法。钢筋用量设置取决农民经济实力，存在钢筋配置不足或过度用筋的问题。
- 3) 房屋按层分次建设时，预留钢筋不做保护，造成锈蚀，后期浇筑混凝土前不做除锈处理，影响成品耐久性。
- 4) 出屋面楼梯间未作抗震措施，存在安全隐患。
- 5) 临街住房为满足商业使用，没有砌体墙，形成抗侧力薄弱环节。
- 6) 悬挑部分上墙体未作抗震构造措施，存在安全隐患。

1.5.3 典型案例对比

芦山地震在天全县造成一定震害影响，经调查破坏严重的砌体结构主要是未作抗震措施的房屋，2008年以后设置抗震措施的新建房屋在地震中发挥作用，表现良好，未发现严重破坏、坍塌，多数房屋未出现裂缝。

在多功乡谢家坝有两栋相距很近、房屋朝向相同的2层房屋，一栋建于2008年以前未设置抗震构造措施，且施工质量较差，在地震中破坏严重，无法加固继续使用，需拆除处理，农民经济损失大。另一栋建于2010年汶川地震以后，户主接受抗震建房理念，学习如何设置抗震构造措施，在砌体墙内布置6根构造柱，每层楼板设置圈梁，在地震中房屋摇晃虽然很明显，但震后无明显破坏痕迹，房屋内粉刷墙壁未见裂缝，农民经济未受损失。两者震害结果对比明显，房屋位置距离关系见下图，其中左侧蓝色被老房子遮挡房屋是早期未作抗震措施的房屋，右侧黄色露出二层有出屋面楼梯间房屋是2010年建成有抗震措施的房屋，两者直线距离不超过15米，在地震中应受到相同的地震动冲击，两者房屋高度相同，体型一致，地震作用应基本相同。



图 5.3-1 两栋房屋位置关系

未设置抗震措施房屋震害表现	设置抗震措施房屋震害表现
	
	
	
	



1.6 灾后受损房屋加固建议

受损房屋对于经鉴定可以加固的房屋，建议明确加固标准，提供适用于农房加固的技术措施。由于这项工作技术性强，应由专业公司进行设计、施工。

1.6.1 纯木结构

主体木结构梁柱应先进行扶正，扶正后，利用圆钉或者扒钉加固节点，青瓦屋面重新翻修固定。

1.6.2 木柱-砌体结构

采用砌体围墙、隔墙形式时，建议一层可保留砖隔墙，二层及以上部分隔墙禁止使用砖隔墙。

1.6.3 砌体类结构

砌体结构加固修复方法有：压力灌浆、化学灌浆、面层加固、扁钢加固、喷射混凝土、外加圈梁、增设拉杆法、外加混凝土梁柱法等。

砌体墙在裂缝开展稳定后方可进行修补工作，当墙体裂缝数量较少，可采用灌缝注浆法加固。对局部震害损坏严重的墙体，应临时支护楼板后，拆除破坏墙体，重新砌筑墙体。当墙体裂缝较密时，可采用增设钢筋网水泥砂浆层加固。

原房屋没有构造柱、圈梁时，可采用外加构造柱、圈梁、钢拉杆系统的整体加固方案。

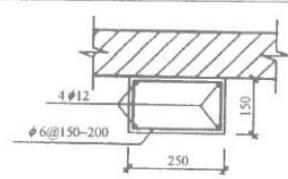
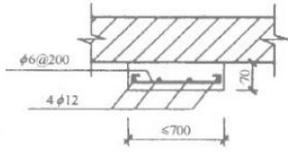
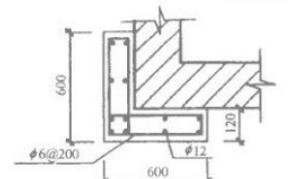
类别	截面尺寸 (宽×高)(mm)	配筋量		图示
		主筋	箍筋	
矩形柱	250×150	4φ12	φ6@ 150~200	
扁柱	500×70	4φ12	φ6@ 200	
L形柱	每边 600×120	12φ12 两排	φ6@ 200	

图 5.3-2 外加构造柱尺寸

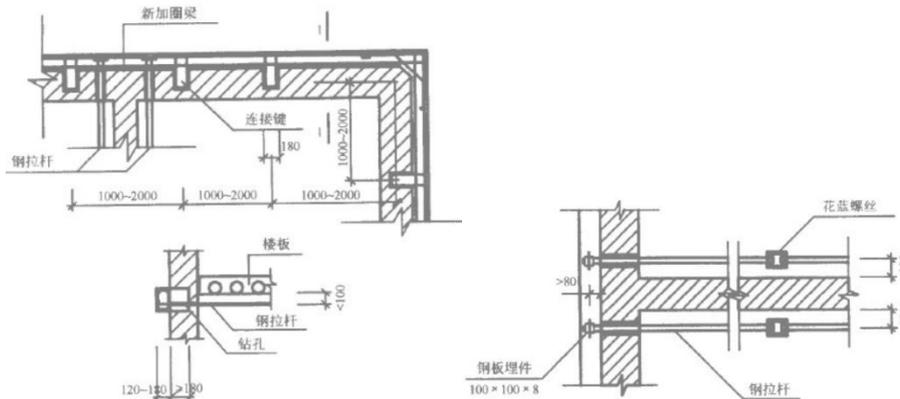


图 5.3-3 外加圈梁及钢拉杆示意图

1.7 抗震宣传工作设想

农民自建房一般都没有正规设计图纸，目前也没有强制执行设计规程标准的规定，往往按照传统方法由农村工匠建造。由于缺少相关的技术指导，农居房建设存在重视外观效果，忽视结构抗震安全思想，所以本次地震中，没有抗震设防的农民自建房损毁严重。对于农民自建房，增加结构安全概念、提高抗震意识是前提。

结合本次调研报告，拟编制拍摄抗震宣传短片。通过现场拍摄，3D 动画，图片示意等多种形式，用通俗易懂的方法，提出新农村建设农民自建房中关于建筑结构和建造类型等指导性建议，重点突出建筑抗震构造要求，明确禁止使用和推广使用的技术，并对现有建造工艺提出改进意见。

1.8 农民自建房施工控制要点

为确保震后重建的农民自建房结构安全，针对目前主要采用的砌体结构，提出以下工程技术及施工质量控制要点：

1.8.1 结构材料要求

- 1) 水泥、钢筋、砂浆等结构材料应有厂家合格证及出厂检验报告，对出厂三月以上的袋装水泥，应进行材料性能复检。
- 2) 合理选择当地可使用的承重砌块。工程使用的承重砖主要是烧结普通砖和烧结空心砖。
- 3) 地面以上的混凝土强度等级不应低于 C20，基础垫层用混凝土强度等级不得低于 C15，材料配比可参考下表，其中砾石直径 20~40mm，水泥强度等级 32.5 级，C20 也可按配合比为水：水泥：砂：砾石=0.55：1：1.90：3.23 重量比配置，C15 也可按配合比为水：水泥：砂：砾石=0.71：1：2.96：4.26 重量比配置。

材料	C15	C20
水泥 (Kg)	256	355
中砂 (Kg)	785	673
砾石 (Kg)	1129	1146
水 (Kg)	188	195

- 4) 砌筑砌体所用砂浆等级 7 度时不应低于 M5（50 号水泥、砂浆重量比参考值约为 1:6），8 度时不应低于 M7.5（75 号水泥、砂浆重量比参考值约为 1:5），应根据标准进行配比，也可参考下表配置。

砌筑砂浆的配合比参考值			
强度等级	每立方米砂浆水泥用量 Kg (每袋)	每立方米砂浆用砂子量Kg	每立方米砂浆用水量 Kg
M5	230 (50)	1420 (300)	330 (70)
M7.5、M10	280 (50)	1420 (250)	330 (60)

注：1. 此表水泥强度等级为32.5级
2. 表中括号中的数据为每50kg（每袋）水泥用量时砂子、水的用量

砌筑砂浆的配合比参考值			
强度等级	每立方米砂浆水泥用量 Kg (每袋)	每立方米砂浆用砂子量Kg	每立方米砂浆用水量 Kg
M5	200 (50)	1420 (350)	270 (70)
M7.5、M10	220 (50)	1420 (320)	270 (60)

注：1. 此表水泥强度等级为大于32.5级
2. 表中括号中的数据为每50kg（每袋）水泥用量时砂子、水的用量

1.8.2 主体工程

- 1) 地基必须挖至老土层且图纸均匀一致，进入老土层深度不小于 300mm。
- 2) 新旧建筑建设时应设抗震缝，建议不小于 100mm。

- 3) 砌体墙体不宜随意外挑或缩进，防止竖向刚度和承载力的突变。
- 4) 砌体结构承重墙厚不应小于 240mm；多孔砖、小砌块墙不应小于 190mm。不得采用 120mm 厚砌体作为承重墙体，现浇楼板四周墙体均为承重墙。
- 5) 窗间墙的局部尺寸不能过小，个别很小的不承担地震力的小墙垛，要采取措施使其损坏后不丧失对重力荷载的承载能力；墙体洞口的位置离开纵横墙的交界处要有足够的尺寸，不应影响纵横墙的整体连接。
- 6) 构造柱及圈梁对房屋的整体性及抗震性能影响大，宜在外墙四角、错层部位横墙与外纵墙交接处、较大洞口等位置设置构造柱，楼盖及屋盖处宜设置圈梁。
- 7) 突出屋面的女儿墙、小烟囱、屋顶间、门脸等附属构件，因地震中产生“鞭梢效应”，地震反应强烈，破坏率较高。隔墙、室内装饰等也会因为地震作用而开裂或倒塌。
- 8) 附着于楼、屋面结构上的非结构构件，如突出屋面的屋顶间、女儿墙、高门脸等笨重的装饰物等，应与主体结构有可靠的连接或锚固，避免地震时倒塌伤人或砸坏重要设备。
- 9) 围护墙和隔墙应考虑对结构抗震的不利影响，避免不合理设置而导致主体结构的破坏。
- 10) 装饰贴面与主体结构应有可靠连接，避免地震时脱落伤人。
- 11) 安装在建筑上的附属设备的支座和连接，应符合地震时使用功能的要求，且不应导致相关部件的损坏。

1.8.3 施工技术

- 1) 砌体砌筑前，砖砌块应该提前 1-2 天浇水湿润。
- 2) 砖砌体的灰缝应横平竖直，厚薄均匀。水平缝应砂浆饱满，厚度宜为 10mm，竖缝不得出现透明缝、瞎缝和假缝。
- 3) 砌筑需上下错缝、内外搭接。砖柱不得采用包心砌法。
- 4) 砖砌体在转角和内外墙交接处应同时砌筑。对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎，斜槎水平投影长度不应小于高度的 2/3，严禁砌成直槎。
- 5) 门窗过梁两端支撑长度不宜小于 240mm。
- 6) 砌体中拉结筋放置位置准确，水平灰缝应密实，不得漏出钢筋。
- 7) 砖砌体每日砌筑高度不宜超过 1.5 米。

1.9 减灾防灾建议

通过汶川地震、芦山地震救援情况可知，救援成本巨大，特别是山区受泥石流、塌方、道路狭窄限制，很难第一时间到达救灾现场，因此建设安全的房屋时减少救灾成本的最有效方法，因此应加强防灾减灾工作，本次调查报告建议做以下工作：

1.9.1 大力发展地方经济,增加农民收入,使农民有更多资金用于自建房建设,增加房屋安全度。

1.9.2 聘请专业广告单位,制作漫画、卡通形式的宣传材料,让农民直观了解什么是抗震房屋,简便掌握基本的安全建房方法。

1.9.3 加强农村工匠建房技术力量,免费提供定期学习现行国家施工技术规范学习班。

1.9.4 推广符合本地区抗震设防标准的标准图集及抗震构造详图,让农民选择外观造型和使用面积,按图施工建造抗震房屋。

1.9.5 为规范施工质量,农民住房宜集中安置,统一规划设计,由正规施工单位建设,实行监理制度,纳入国家建设管理体系中。

1.9.6 制定农民自建房设置抗震措施补贴政策,凡在新建房屋中设置构造柱、圈梁,符合最少钢筋用量和最小截面尺寸要求的家庭,按构造柱实际长度和数量给予补贴,促进农民建设抗震房屋的积极性。

1.9.7 富裕的农村家庭,建议采用抗震性能更优的钢筋混凝土框架结构。

1.10 新材料、新技术应用设想

农民自建房结构形式应满足就地取材,因地制宜的原则。当地目前新建农居房多采用砌体结构,也可采用钢筋混凝土结构、普通木结构、隔震技术等体系。

1.10.1 木结构

农民自建房承重结构用木材宜采用原木、方木、板材和规格材,当条件允许时可采用胶合材和工程木产品。木材的材质标准应符合国家现行《木结构设计规范》GB 50005 的有关规定。

1.10.2 竹结构

经调研雅安天全县本地楠木种植数量大,可作为建筑材料应用。竹子不仅是理想的建筑材料,吸收二氧化碳的能力是桉树的4倍。竹子常绿、生长速度快、可再生,已经在诸多领域代替木材及其它高能耗原材料,被誉为“植物钢筋”。

竹结构的韧性好,抗震性能好,即使在强烈地震下结构整体出现变形,也不会散架或垮塌。此外,竹材热传导速度较慢,保温隔热性优良,可以大大降低住宅能耗。

建造竹结构房屋施工时间短,基本不受气候影响,结构构件可以现场制作也可以在工厂预制好再搬运至现场安装。建造同样一栋房屋,砖混结构毛坯房需要6至10个月时间,而竹结构房屋由8个工人在100个工作日内就顺利完成,建造速度快,工人劳动强度低。值得一提的是,竹结构房屋的得房率要比砖混结构房屋高出8%至10%。

利用竹子制成竹材胶合板作为建筑结构的主要材料，目前是建筑领域的的重要尝试和创新。通过试验研究和理论分析，可以建立一套装配式竹结构板房的设计和建造规程。

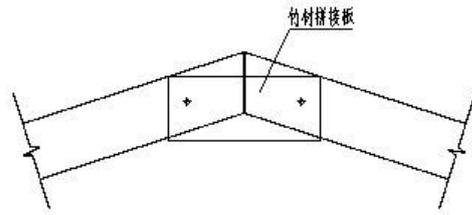
竹材胶合板结构农居房的初步探索

经调研，雅安市天全县竹类资源丰富，竹子种类繁多，因其具有繁殖再生能力强、生长周期短、材质优良、造价低廉等特性，开发和利用竹材资源，将竹材广泛应用于建筑结构领域是实现建筑环保，经济、社会可持续发展的重要举措，具有很高的实用价值和环保效益。开发现代竹结构建筑体系的具体意义还在于：

1. 促进自然资源的合理利用，引导绿色建筑的发展；
2. 提高竹材的利用率、利用水平和经济价值，开拓竹材利用新市场，提高竹农收入，带动地方政府发展产业经济；
3. 引导现代化新农民自建房建设，保持川西民居建筑特色，改善农民居住条件；
4. 以竹材代木材除了满足国内市场的需求外，还可以开拓北美地区等地的传统木材利用市场，开创出口型工业。

利用竹子制成竹材胶合板作为建筑结构承重构件的主要材料，目前是建筑领域的重要尝试和创新。竹材胶合板是竹材经过热处理后，软化、展平、刨削、干燥、涂胶、组坯、热压合而成一种竹材人造板。通过试验研究和理论分析，可以建立一套装配式竹结构房屋的设计和建造规程，在四川雅安等地的农民自建房屋中探索使用。





1.10.3 钢结构住宅

我国钢结构住宅经历了近 20 年的发展，社会也一直呼吁国家在地震带推广钢结构住宅。轻型钢结构住宅承重结构材料强度高、厚度薄，用钢量省，自重轻。结构重量轻减少运输和吊装费用，基础负载相应减少，降低基础造价。

1.10.4 隔震技术

芦山县人民医院在本次地震中表现良好，震后立即投入使用，主要是采用隔震技术设计的房屋，对于农村富裕家庭可以推广该技术，采用定制产品，可以在地震中有效降低地震作用。

10.5 维护结构

农民自建房承重围护墙体及隔墙宜采用水泥基的复合型多功能轻质材料，也可采用水泥加气发泡类材料、轻质混凝土类材料、轻钢龙骨复合墙体和混凝土外墙挂板墙体类等材料。