

5.1 抗震设防与加固原则

河北省抗震设防烈度包括6度(0.05g)、7度(0.10g和0.15g)、8度(0.20g和0.30g)，其中，8度(0.30g)俗称“8.5度”。由于8度和8.5度主要是地震作用的不同，对于农村低层房屋来说，抗震措施基本一致，因此，本章所指的8度包括8.5度。

对于砌体结构，抗震措施包括横墙间距、结构体系、材料强度、圈梁构造柱的设置、木屋盖的整体性连接等。不同的抗震设防烈度，房屋的抗震措施要求也不一样，只有满足相应的要求，才能安全使用。当房屋出现不均匀沉降裂缝时，应对地基基础一并进行加固。现有的砌体房屋中，以实心砖墙为主，本章对实心砖墙房屋提出具体的抗震措施及加固方法。

Seismic retrofit 抗震加固

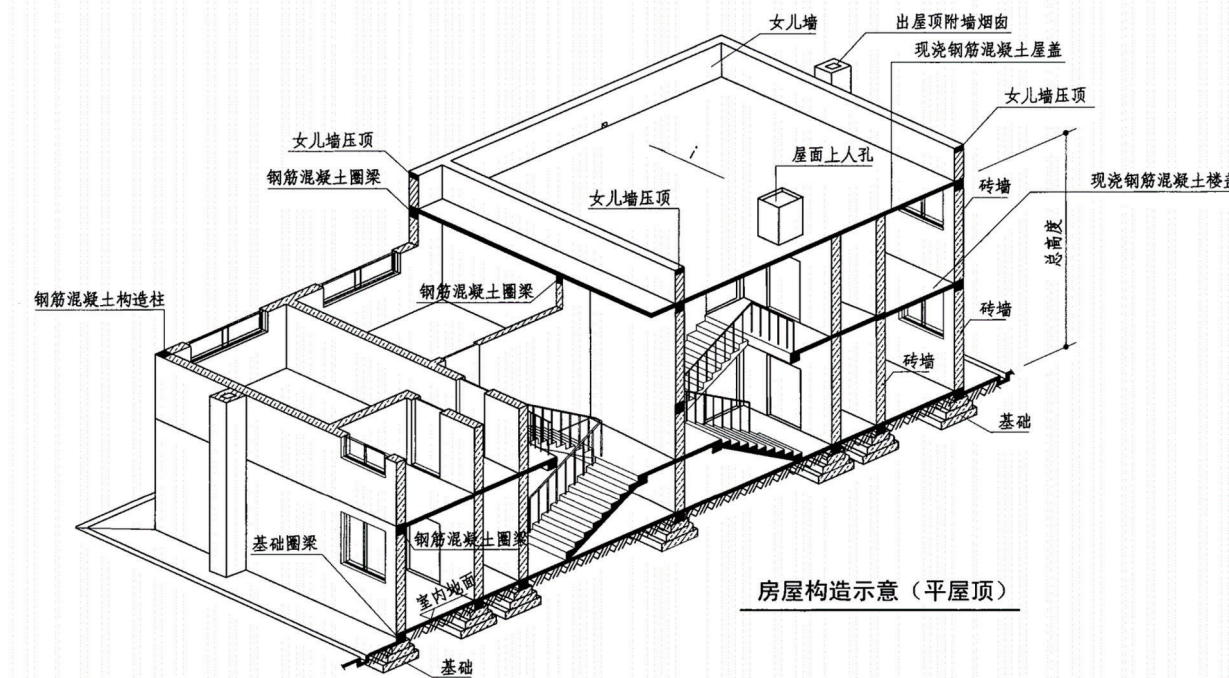


表5.1 实心砖墙房屋的抗震措施及加固方法

项目		抗震措施要求				不满足时采取的加固方法
		6度	7度	8度	8.5度	
横墙间距 (m)	木楼、屋盖	11	11	11	11	增设横墙
	混凝土楼、屋盖	15	15	12	12	
结构体系		跨度不小于6m的大梁或屋架，不应由独立砖柱支承				外包混凝土围套加固
材料强度		M0.4	M0.4	M1	M1	钢丝网砂浆面层或高延性混凝土条带加固
圈梁的设置 (现浇和装配整体式楼、屋盖可不设)	一层	屋盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖各纵横墙设配筋砖圈梁	外加配筋砂浆带或高延性混凝土条带加固
	两层	屋盖、楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖外墙及横墙间距大于8m时的内横墙设混凝土圈梁；或屋盖、楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖外墙及横墙间距大于8m时的内横墙设混凝土圈梁，楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁；或屋盖、楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁	屋盖外墙及横墙间距大于8m时的内横墙设混凝土圈梁，楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁；或屋盖、楼盖各纵横墙设配筋砖圈梁	
构造柱的设置		—	—	房屋外墙四角，横墙间距超过9m大房间，横墙与外墙交接处	房屋外墙四角，横墙间距超过9m大房间，横墙与外墙交接处	外加配筋砂浆带或高延性混凝土条带加固
木屋盖		1.木屋架不应为无下弦的人字屋架				增设下弦钢拉杆
		2.隔开间应有一道竖向剪刀撑				增设竖向剪刀撑
		3.木楼、屋盖各构件之间应有可靠连接				加强连接
地基基础		由于以下原因，房屋出现不均匀沉降裂缝：基础宽度不够 基础砌筑（浇筑）不密实，承载力不足产生变形 房屋周边环境发生变化，或由于其他因素扰动地基				加大基础底面积或地基注浆加固

新建抗震农村住房



5.2 地基基础加固

5.2.1 危险点排查

- 由于以下原因，房屋出现不均匀沉降裂缝：
- (1)基础宽度不够
 - (2)基础砌筑(浇筑)不密实，承载力不足产生变形
 - (3)房屋周边环境发生变化，或由于其他因素扰动地基



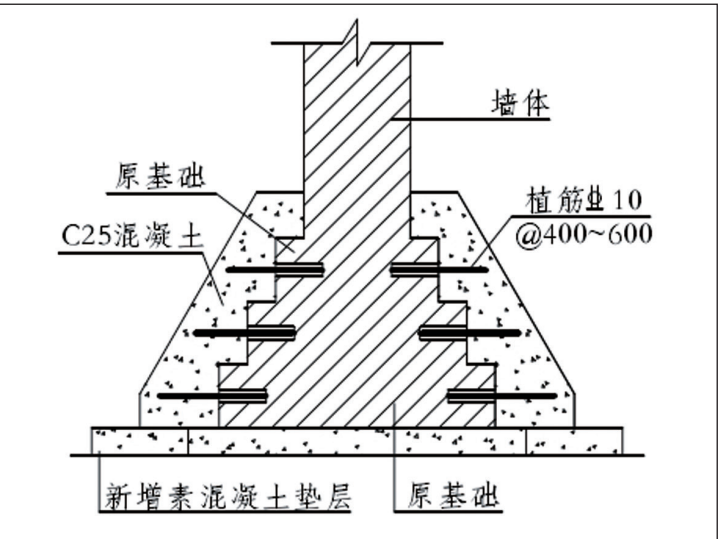
5.2.2 加固

(1)加大基础底面积加固

当出现地基承载力不足、不均匀沉降、变形过大等需要增大基础底面积，且基础埋深较浅，具备扩大条件时，可采用混凝土套或钢筋混凝土套加大基础底面积。

施工注意事项：

- ①将原基础凿毛和刷洗干净，涂刷一层高强度等级水泥浆或涂混凝土界面剂。
- ②沿基础高度设置锚固钢筋，钢筋必须锚入块材内，不得锚入灰缝，锚固深度不小于15d且不小于150mm。
- ③浇筑混凝土。
- ④分段间隔施工，间距为1.5m～2.0m。

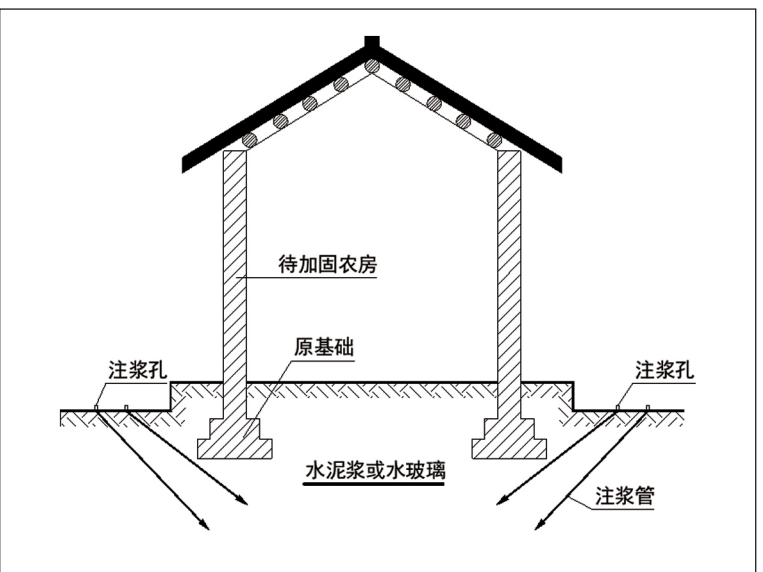


(2)地基注浆加固

当农房的地基比较软，发生了地基不均匀沉降、墙体开裂且未稳定等情况，应对基础持力层进行注浆处理。

施工注意事项：

- ①水泥浆的水灰比宜采用0.6～2.0，常用水灰比为1.0；水玻璃掺量应通过试验确定，宜为水泥用量的0.5%～3%。
- ②地基注浆加固前，应通过试验确定灌浆段长度、灌浆孔距、灌浆压力等有关技术参数。一般农村低层房屋，灌浆段长度建议取2.0m。
- ③自下而上分段连续注浆，每个孔的注浆作业应连续。



5.3 墙体加固

5.3.1 建筑危险点排查

- ◆ 横墙间距过大
- ◆ 独立砖柱承重
- ◆ 材料强度低
- ◆ 未设圈梁和构造柱
- ◆ 墙体存在裂缝



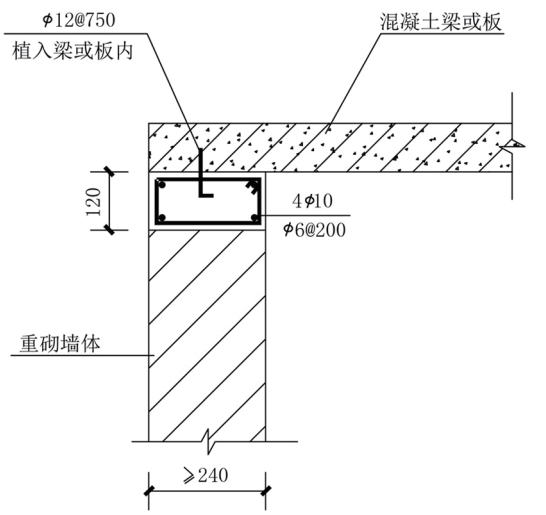
5.3.2 加固

(1)增设横墙加固

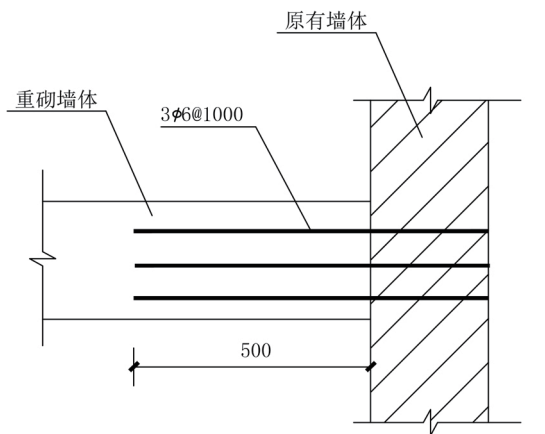
当横墙间距过大时，可增砌抗震墙。

构造做法：

- ①砂浆强度比原墙体实际强度等级高一级，且不应低于M5。墙厚不应小于240mm。
- ②新增墙体墙顶应与原有墙体、楼、屋盖的梁（板）可靠连接。
- ③沿墙高每隔1m设置配筋砂浆带，砂浆带厚度不应小于50mm，配筋可采用3根直径为6mm的钢筋。



新增墙体与楼板或梁的连接



新增墙体与原有墙体的连接

(2) 钢丝网水泥砂浆面层加固

当墙体砌筑砂浆强度等级偏低、砌筑质量较差时，可在墙体的一侧或两侧采用钢丝网水泥砂浆面层加固，可与压力灌浆结合修补墙体裂缝。

该方法是在墙面增抹一定厚度的配有钢丝网的水泥砂浆面层，通过L形拉筋或S形穿墙筋与原墙体形成组合墙体。

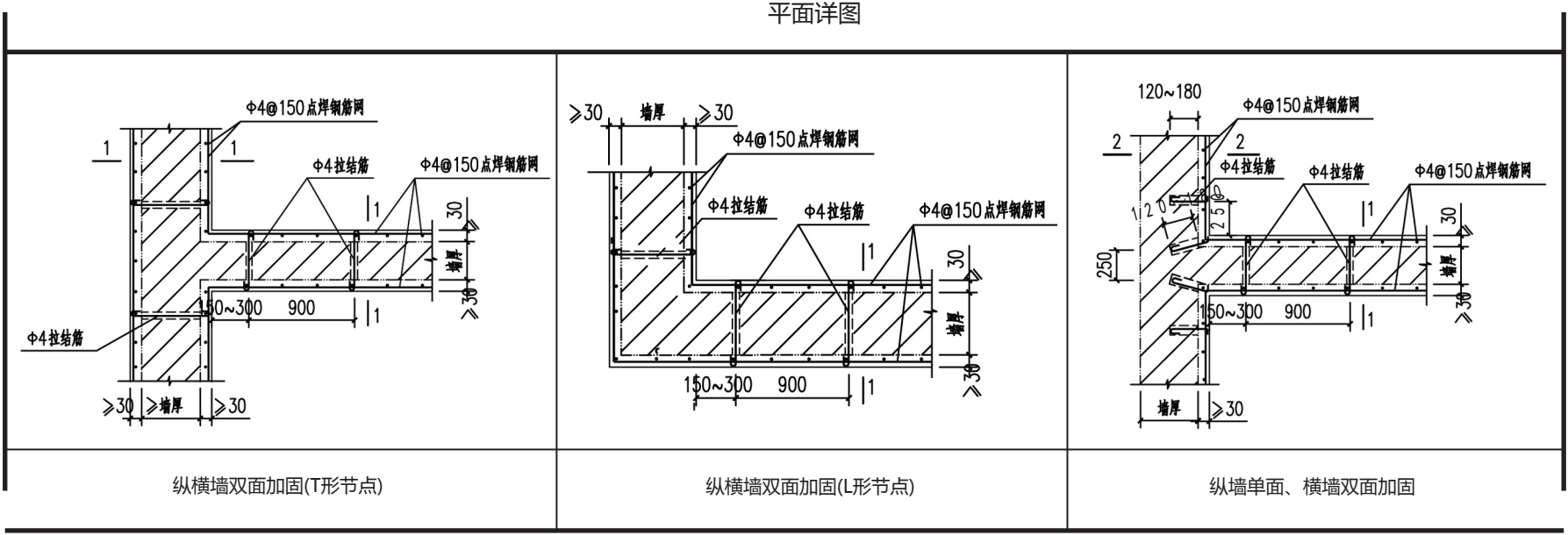


构造做法：

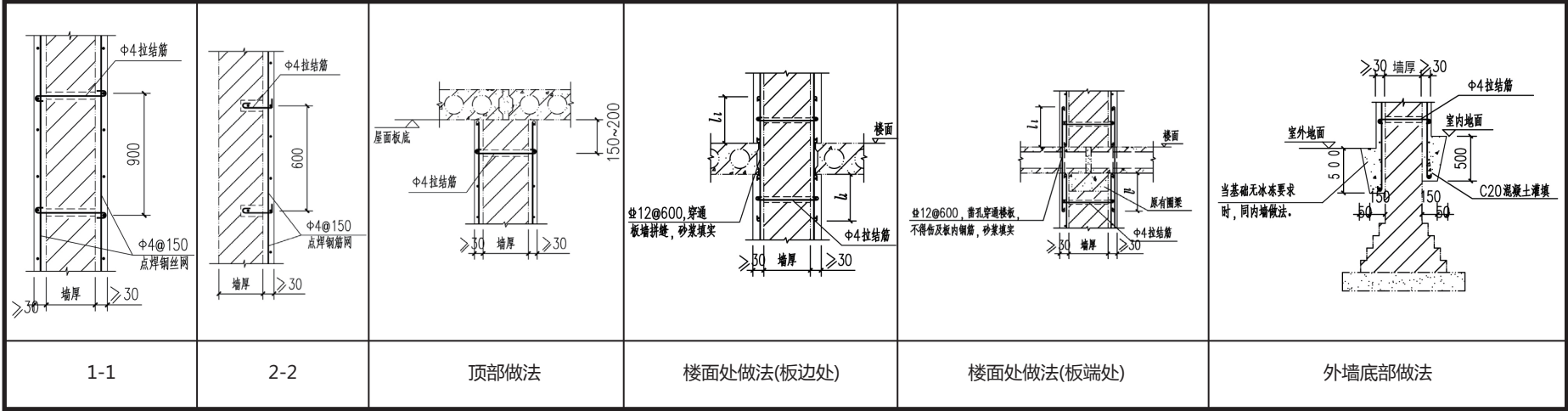
- ① 砂浆强度等级采用M10，厚度不宜小于30mm。
- ② 钢丝网采用Φ2@30或Φ4@150，钢丝网在转角处应连续。
- ③ 单面加固面层的钢丝网应采用L形锚筋Φ4@600，双面加固面层的钢丝网应采用S形穿墙筋Φ4@1000连接；并呈梅花状布置。

施工顺序：

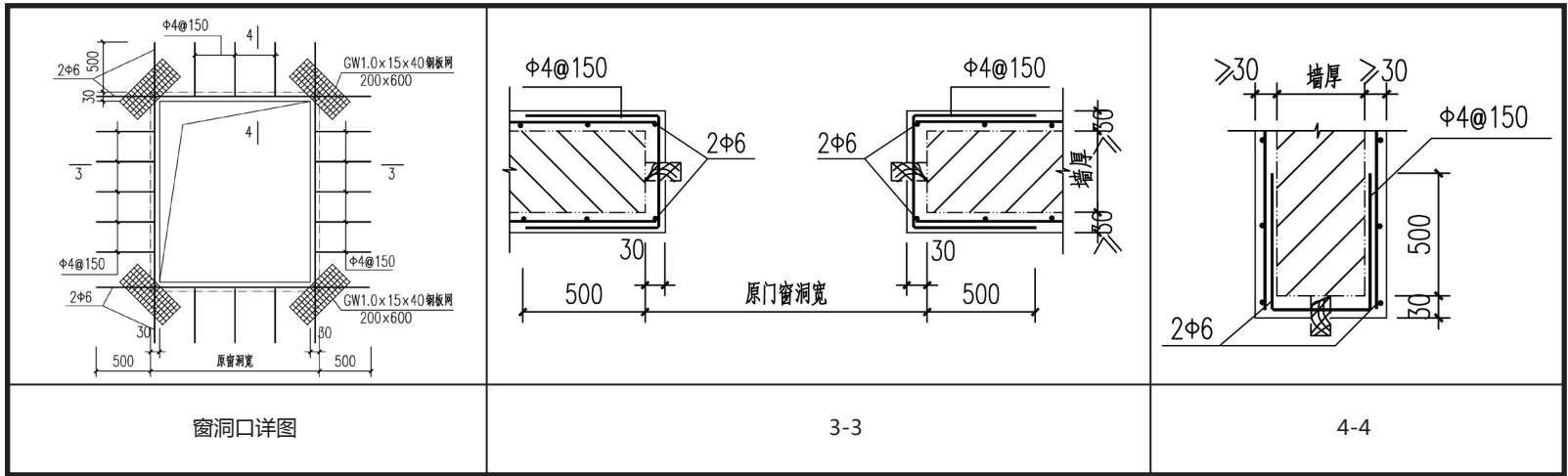
原有墙面清底、钻孔并用水冲刷、孔内干燥后安设锚筋并铺设钢丝网、浇水湿润墙面、抹水泥砂浆并养护、墙面装饰。



立面详图



洞口详图

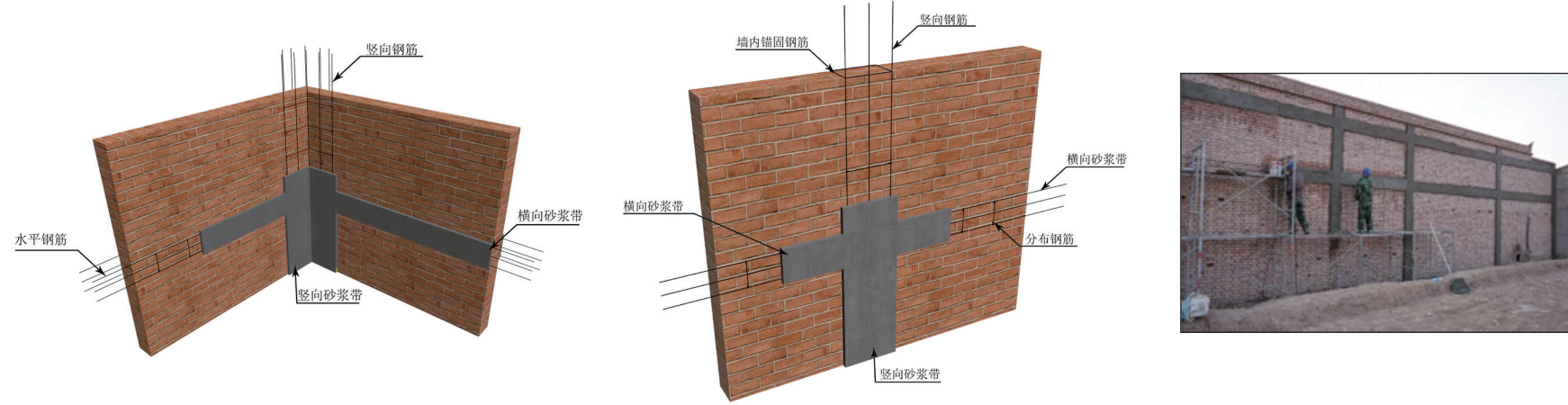


(3)外加配筋砂浆带加固

当纵横墙连接较差或圈梁构造柱设置不符合要求时，可在墙体交接处增设竖向外加配筋砂浆带加固。

构造做法：

- ①水平外加配筋砂浆带的高度不应小于300mm；竖向配筋砂浆带的宽度不应小于500mm。
- ②水泥砂浆强度等级不宜小于M10，厚度不宜小于40mm。
- ③配筋砂浆带宽度小于或等于300mm时，纵筋不宜少于3Φ6，宽度大于300mm时，纵筋不宜少于4Φ6；系筋可采用Φ6@250。



(4)高延性混凝土条带加固

在结构关键部位增设一定宽度和厚度的高延性混凝土条带，提高结构整体性、结构构件承载力和抗震能力的加固方法。

构造做法：

①高延性混凝土条带厚度及条带宽度可按下表采用。采用高延性混凝土围套加固小墙垛或独立砖柱时，厚度不应小于20mm。

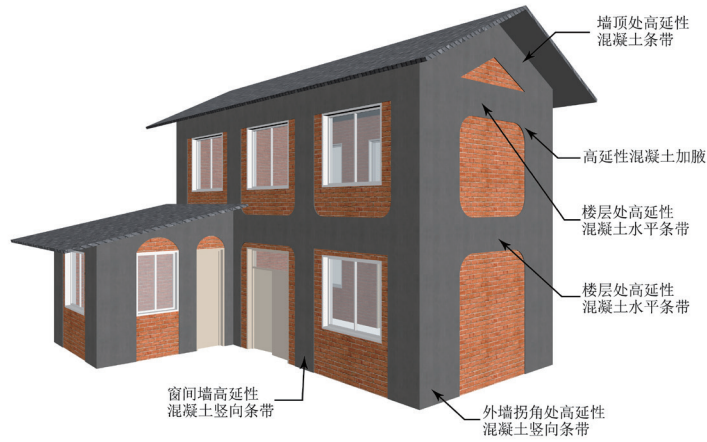
②加固部位墙面应采用高延性混凝土嵌缝处理，嵌缝深度不小于10mm。砖砌体墙的高延性混凝土条带嵌缝可参照图3-1、3-2进行处理，施工条件允许时也可全部采取嵌缝处理；砌块砌体墙的高延性混凝土加固部位宜全部采取嵌缝处理。

施工顺序：清除原墙面装饰和抹灰面层→剔凿水平灰缝和竖向灰缝→刷净墙面浮灰→修补裂缝→浇水润湿墙面→待墙面湿润无明水时压抹高延性混凝土→喷水养护7d。

高延性混凝土条带最小厚度和最小宽度

设防烈度(条带厚度)		6度(10mm)	7度(15mm)	8度(15mm)	8.5度(15mm)
竖向条带宽度(mm)	a	600	1000	1500	1500
	b	600	800	1200	1200
水平及墙顶条带宽度(mm)		c	600	800	1000

注：表中a表示外墙拐角处高延性混凝土竖向条带宽度；b表示外墙中部高延性混凝土竖向条带宽度；c表示楼(屋)盖处或墙顶高延性混凝土条带宽度。

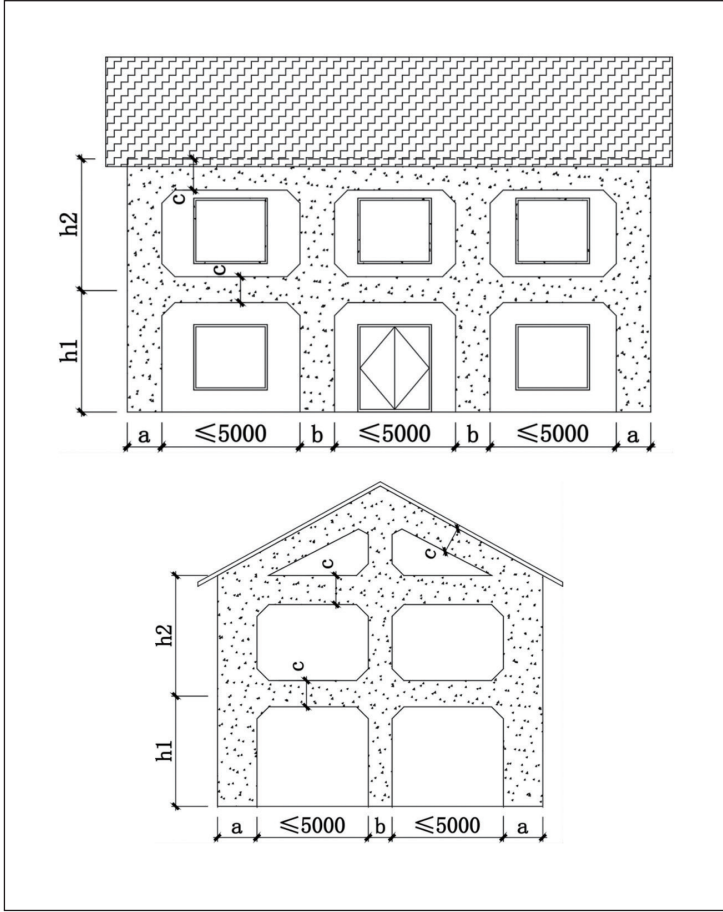


高延性混凝土加固砌体结构示意图(坡屋顶)



高延性混凝土加固砌体结构示意图(平屋顶)





加固条带位置示意图

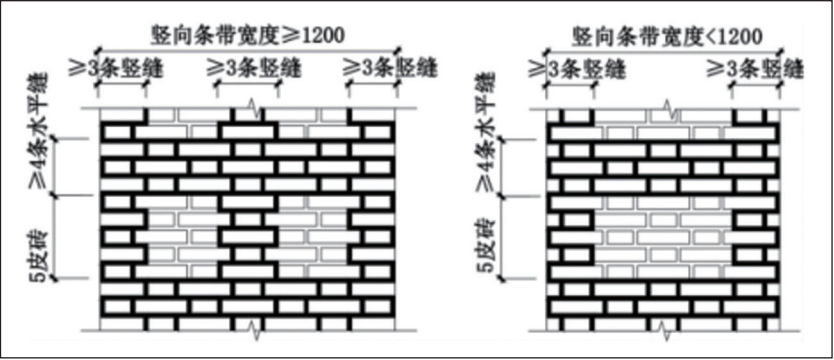


图3-1 高延性混凝土竖向条带嵌缝示意图

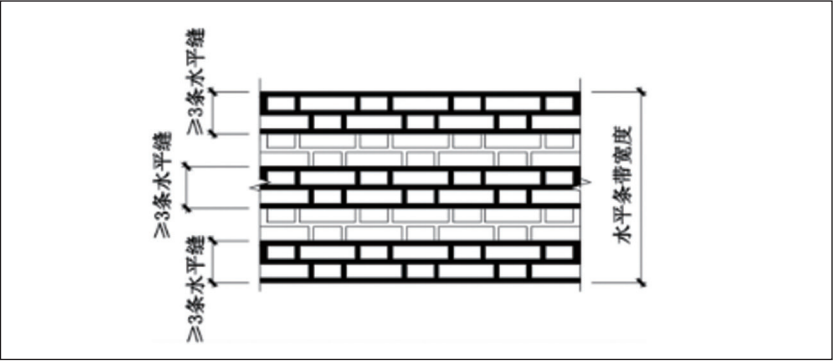


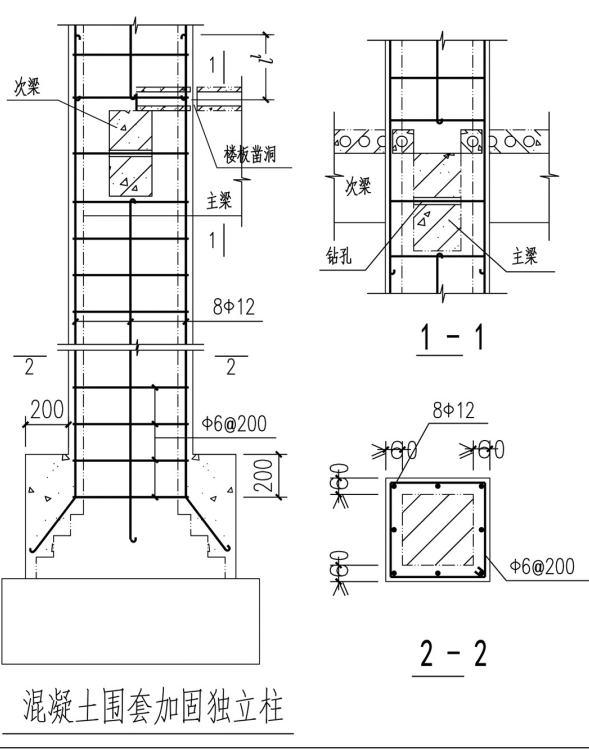
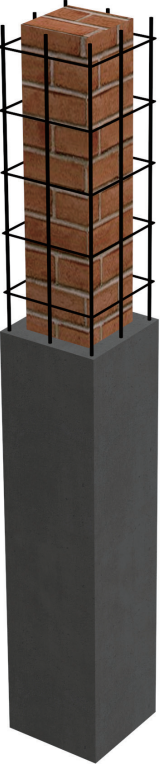
图3-2 高延性混凝土水平条带嵌缝示意图

(5)外包混凝土围套加固独立砖柱

在独立砖柱四周增加一定厚度的钢筋混凝土围套，扩大原构件截面的加固方法。

构造做法：

- ①竖向配筋不宜少于 $8\Phi 12$ ，箍筋可采用 $\Phi 6@200$ ；
- ②围套厚度不宜小于60mm，采用不低于C20的细石混凝土灌筑；
- ③围套应与原有圈梁、加固水平配筋砂浆带、楼板或屋架下弦可靠连接。



(6)墙体裂缝修补

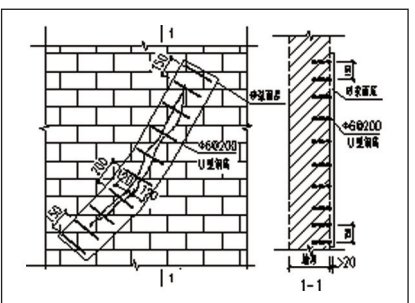
砌体结构裂缝的修补应根据其种类、性质及出现的部位进行设计，选择适宜的修补材料、修补方法。

对于实心砖墙的裂缝修补，可根据以下情况选择适合的技术措施：

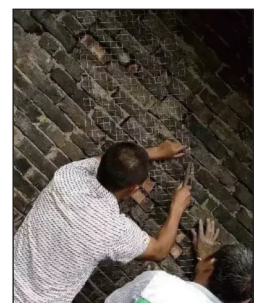
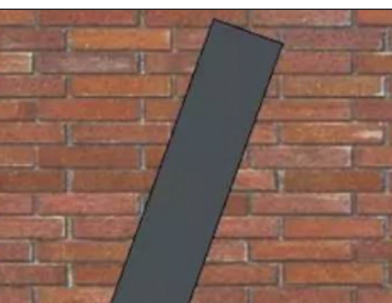
- ①当墙体裂缝宽度小于1mm时，可对裂缝进行清理后采用水泥砂浆进行简单抹灰处理。
- ②当裂缝宽度在1mm~2mm之间时，可采用水泥砂浆灌缝修复。
- ③当墙体裂缝宽度在2mm~5mm之间时，可先灌浆，然后在墙体表面裂缝处（剔除装饰层）铺钢丝网，抹M10水泥砂浆修复，钢丝网敷设宽度应超过裂缝两侧各200mm~300mm。



砌体墙体裂缝水泥浆灌封加固示意图



砌体墙体裂缝配筋砂浆带加固图



钢丝网水泥砂浆修补裂缝图

5.4 木屋盖加固

5.4.1 建筑危险点排查

- ◆ 木屋架为无下弦的人字屋架
- ◆ 三角形木屋架未设竖向剪刀撑、水平系杆
- ◆ 木楼、屋盖节点间连接较差

5.4.2 加固

(1)人字木屋架增设下弦钢拉杆

无下弦的人字屋架对外纵墙有推力，支承处的外纵墙易产生外倾破坏，增设下弦钢拉杆，可减少对外纵墙的水平推力。

施工注意事项：

- ①在灌注混凝土前，应将原基础凿毛和刷洗干净，涂刷一层高强度等级水泥浆或涂混凝土界面剂，增加新、老混凝土基础的粘结力。
- ②沿基础高度设置锚固钢筋，钢筋必须锚入块材内，不得锚入灰缝，锚固深度不小于15d且不小于150mm。
- ③分段间隔施工，间距为1.5m~2.0m。

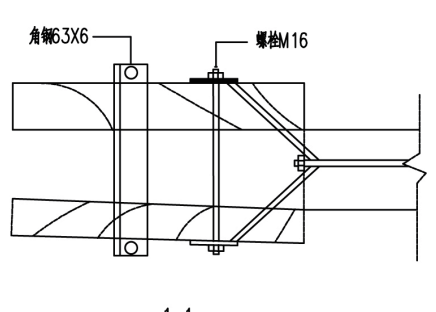
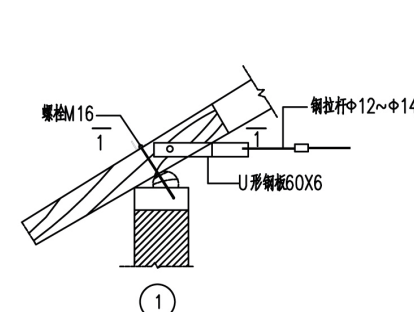
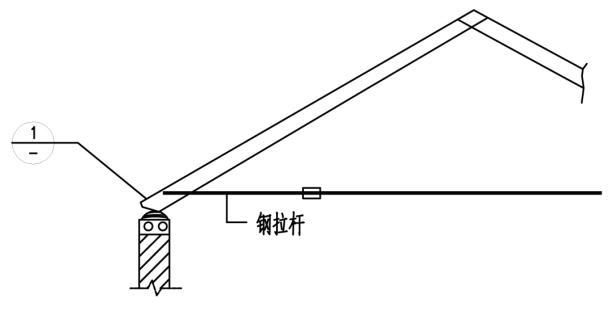
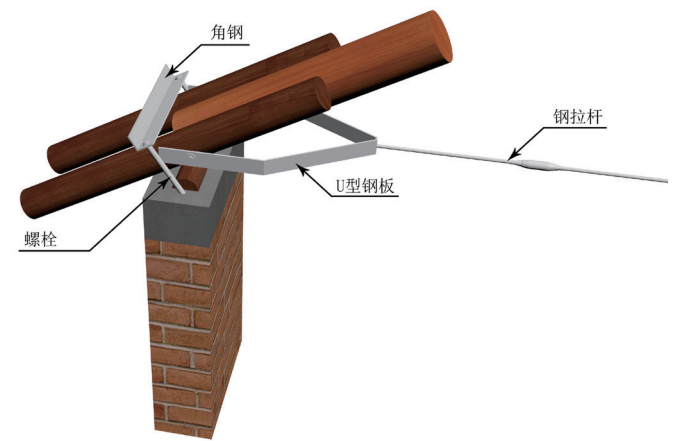


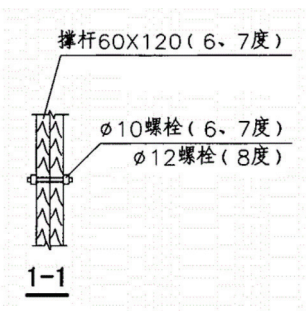
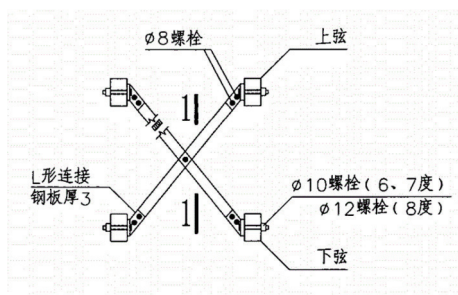
图5.4.2 无下弦人字木屋架加固做法

(2)三角形木屋架增设竖向剪刀撑、水平系杆

屋架间增设竖向剪刀撑、水平系杆，可加强屋盖空间整体性。

构造做法：

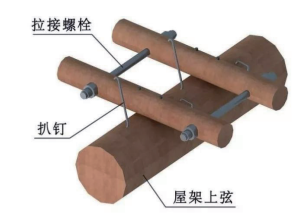
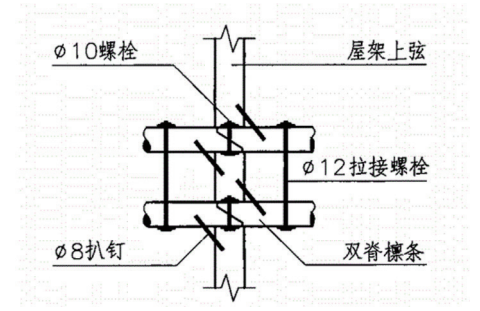
- ①宜在靠近上弦屋脊节点和下弦中间节点处增设剪刀撑；剪刀撑与屋架上、下弦之间及剪刀撑中部应采用螺栓连接。
- ②剪刀撑或斜撑断面不应小于60mm×120mm；L形连接钢板厚不应小于3mm；剪刀撑或斜撑对穿螺栓直径不应小于8mm；6~7度时木柱或屋架上、下弦连接螺栓直径不应小于10mm，8度时不宜小于12mm。



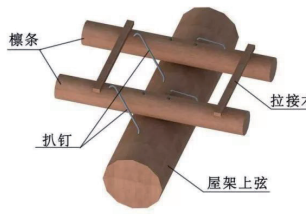
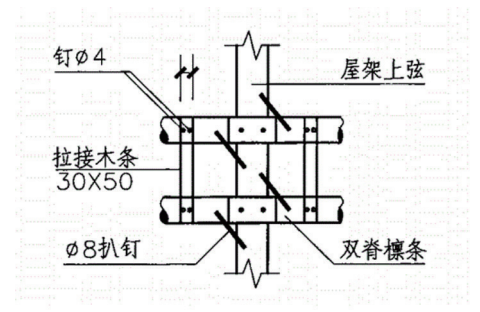
(3)加强木屋盖系统各构件之间连接

檩条是承受和传递楼、屋面荷载的主要构件，檩条与屋架(梁)的连接及檩条之间应可靠连接。

屋面木构件之间可采用铁件、扒钉、木夹板或铁丝(8号)等加强连接。



檩条与屋架连接(用于8度区)



檩条与屋架连接(用于6~7度区)

