

## 10 砌体结构构件抗震设计

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 地震区的普通砖（包括烧结普通砖、蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、混凝土普通砖）、多孔砖（包括烧结多孔砖、混凝土多孔砖）和混凝土砌块等砌体承重的多层房屋，底层或底部两层框架-抗震墙砌体房屋，配筋砌块砌体抗震墙房屋，除应符合第1章至第9章的要求外，尚应按本章规定进行抗震设计，同时应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011的要求。

甲类设防建筑不宜采用砌体结构，如需采用，应进行专门研究并采取高于本章规定的抗震措施。

**10.1.2** 考虑地震作用组合的砌体结构构件，其截面承载力应除以承载力抗震调整系数 $\gamma_{RE}$ ，承载力抗震调整系数应按表10.1.2采用。

表 10.1.2

承载力抗震调整系数

结构构件类别	受力状态	$\gamma_{RE}$
两端均设有构造柱、芯柱的砌体抗震墙	受剪	0.9
组合砖墙	受剪和受压	0.9
配筋砌块砌体抗震墙	偏心受压和受剪	0.85
自承重墙	受剪	0.75
其他砌体	受剪和受压	1.0

**10.1.3** 抗震设计时结构材料性能指标，应符合下列最低要求：

1 砌体材料，应符合下列规定：

1) 烧结普通砖和烧结多孔砖的强度等级不应低于**MU10**，砌筑砂浆强度等级不应低于**M5**；蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖及混凝土砖的强度等级不应低于**MU15**，砌筑砂浆强度等级不应低于**Ms5**（**Mb5**）；对托梁上一层墙体和配有用于提高抗剪承载力的水平钢筋的砖砌体，其砌筑砂浆强度等级不应低于**M7.5**；

2) 混凝土砌块的强度等级不应低于**MU7.5**，其砌筑砂浆强度等级不应低于**Mb7.5**；。

3) 组合墙、组合砌体墙，其砌筑砂浆强度等级不应低于**M10**；

4) 配筋砌块砌体抗震墙，其混凝土砌块的强度等级不应低于**MU10**，其砌筑砂浆强度等级不应低于**Mb10**。

2 混凝土材料，应符合下列规定：

1) 托梁、底部框架-抗震墙砌体房屋中的框架梁和框架柱、边框柱等构件、节点核心区，混凝土强度等级不应低于**C30**；过渡层底板和落地混凝土墙的强度等级不应低于**C25**；

2) 底部采用部分框支抗震墙的配筋砌块砌体抗震墙结构时，框支梁和框支柱等转换构件、节点核心区、落地混凝土墙和转换层楼板，其混凝土的强度等级不应低于**C30**；

3) 构造柱、圈梁、水平现浇钢筋混凝土带及其它各类构件不应低于**C20**，芯柱不应低于**Cb20**。

3 钢筋材料应符合下列规定：

1) 钢筋宜采用 HRB400 级和 HRB335 级钢筋，也可采用 HPB235 级钢筋和 RRB400 级钢筋；

2) 托梁、框架梁、框架柱、边框柱等混凝土构件和落地混凝土墙，其普通受力钢筋宜优先选用 HRB400 钢筋。

**10.1.4** 砌体结构中考虑抗震设计的混凝土构件内钢筋的设置、锚固和连接，除应符合本规范的要求外，同时应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求。

**10.1.5** 包括配筋砌块砌体抗震墙在内的配筋砌体结构构件，其配置的受力钢筋的锚固和接头，除应符合本规范第 9 章的要求外，尚应符合下列要求：

1 配筋砌块砌体墙抗震墙中的水平或竖向受拉钢筋的最小锚固长度  $l_{aE}$ ，应按下列规定采用：

一、二级抗震等级  $l_{aE} = 1.15l_a$  (10.1.5-1)

三级抗震等级  $l_{aE} = 1.05l_a$  (10.1.5-2)

四级抗震等级  $l_{aE} = 1.0l_a$  (10.1.5-3)

式中： $l_a$ 、 $l_l$  受拉钢筋的锚固长度，按 9.4.3 条的规定确定。

2 配筋砌块砌体墙抗震墙中的钢筋搭接接头，对一、二级抗震等级不小于  $1.2l_a + 5d$ ；对三、四级不小于  $1.2l_a$ ；

3 非全灌孔水平配筋砌块砌体墙和砖砌体墙，其水平或竖向受拉钢筋的最小锚固长度和搭接长度按第 1、2 款中四级抗震等级相关规定确定；

4 底部框架—抗震墙砌体房屋的底部配筋砌体抗震墙，其水平向或竖向钢筋在边框梁、柱中的锚固长度，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定确定。

**10.1.6** 设有钢筋混凝土构造柱、芯柱的砌体墙和带有边框柱的砌体墙施工时，应先砌墙，后浇筑构造柱、芯柱和边框梁、柱的混凝土。

## I 砖、砌块砌体结构

**10.1.7** 普通砖、多孔砖和混凝土砌块等砌体承重的多层房屋，底层或底部两层框架-抗震墙砌体房屋，其抗侧力砌体墙应按规定设置钢筋混凝土构造柱、芯柱、圈梁、水平现浇钢筋混凝土带或配筋砖带、水平配筋、墙外配筋或采用组合墙或配筋砌块砌体墙等措施，提高抗震性能和防倒塌能力。

**10.1.8** 本章适用的砖、砌块砌体结构房屋的最大层数和总高度，应符合下列要求：

1 一般情况下，房屋的层数和总高度不应超过表 10.1.8 的规定；

表 10.18 砖、砌块砌体结构房屋的层数和总高度限值 (m)

房屋类别		最小墙厚度 (mm)	烈度和设计基本地震加速度											
			6		7				8				9	
			0.05g		0.10g		0.15g		0.20g		0.30g		0.40g	
			高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
多层砌体房屋	普通砖	240	21	7	21	7	21	7	18	6	15	5	12	4
	多孔砖	240	21	7	21	7	18	6	18	6	15	5	9	3
	多孔砖	190	21	7	18	6	15	5	15	5	12	4	—	—
	混凝土砌块	190	21	7	21	7	18	6	18	6	15	5	9	3
底部框架-抗震墙砌体房屋	普通砖	240	22	7	22	7	19	6	16	5	—	—	—	—
	多孔砖	190	22	7	19	6	16	5	13	4	—	—	—	—
	混凝土砌块	190	22	7	22	7	19	6	16	5	—	—	—	—

注：1 房屋的总高度指室外地面到主要屋面板板顶或檐口的高度，半地下室从地下室室内地面算起，全地下室和嵌固条件好的半地下室应允许从室外地面算起；对带阁楼的坡屋面应算到山尖墙的高度处；

2 室内外高差大于 0.6m 时，房屋总高度应允许比表中的数据适当增加，但增加量应不大于 1.0m；

3 乙类的多层砌体房屋仍按本地区设防烈度查表，其层数应减少一层且总高度应降低 3m；不应采用底部框架-抗震墙砌体房屋；

4 本表混凝土砌块砌体房屋不包括配筋砌块砌体抗震墙房屋。

2 横墙较少的多层砌体房屋，总高度应比表 10.1.8 的规定降低 3m 层数相应减少一层；各层横墙很少的多层砌体房屋，还应再减少一层；

注：横墙较少是指同一楼层内开间大于 4.2m 的房间占该层总面积的 40%以上；其中，开间不大于 4.2m 的房间占该层总面积不到 20%且开间大于 4.8m 的房间占该层总面积的 50%以上为横墙很少。

3 6、7 度时，横墙较少的丙类多层砌体房屋，当按《建筑抗震设计规范》GB50011 规定采取加强措施并满足抗震承载力要求时，其高度和层数应允许仍按表 10.1.8 的规定采用；

4 采用蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖的砌体房屋，当砌体的抗剪强度仅达到普通粘土砖砌体的 70%时，房屋的层数应比普通砖房屋减少一层，总高度应减少 3m 且抗震设防类别不宜高于丙类。当砌体的抗剪强度达到烧结普通砖砌体的取值时，房屋层数和总高度的要求与烧结普通砖房屋相同。

10.1.9 多层砌体房屋的层高，不应超过 3.6m；底部框架-抗震墙砌体房屋的底部，当采用钢筋混凝土抗震墙时，层高不应超过 4.5m；当采用砌体抗震墙时，层高不应超过 4.2m。

注：当使用功能确有需要时，采用组合墙或配筋砌块砌体墙等加强措施的多层砌体房屋，层高不应超过 3.9m。

10.1.10 多层砌体房屋有下列情况之一时宜设置防震缝，缝宽应根据烈度和房屋高度确定，可采用 70mm~100mm。防震缝两侧均应设置墙体。

1 房屋立面高差在 6m 以上；

2 房屋有错层，且楼板高差大于层高的 1/4

3 各部分结构刚度、质量截然不同；

4 平面长宽比过大、突出部分长度过大。

10.1.11 结构的构件截面抗震验算，应符合下列规定：

1 6度时的建筑（规则建筑的局部托梁、柱和不规则建筑除外），应允许不进行构件截面抗震验

算，但应符合有关的抗震措施要求；

2 6度时不规则建筑和规则建筑的局部托梁、柱，7度和7度以上的建筑结构，应进行多遇地震作用下的构件截面抗震验算。

**10.1.12** 底部框架-抗震墙砌体房屋的底部抗震墙，6、7度时应采用钢筋混凝土抗震墙或配筋砌块砌体抗震墙，8度时应采用钢筋混凝土抗震墙；6度且总层数不超过四层的底层框架-抗震墙砌体房屋，应允许采用嵌砌于框架之间的水平配筋组合墙。在房屋同一方向，不应同时采用钢筋混凝土抗震墙和砌体抗震墙。

注：砌体水平配筋符合 10.2.9 要求的组合墙抗震墙。

当底部抗震墙采用配筋约束普通砖砌体抗震墙或配筋砌块砌体抗震墙时，应计入砌体墙对框架的附加轴力和附加剪力进行底层的抗震验算；当6度且总层数不超过三层的底层框架-抗震墙砌体房屋（外廊式和单面走廊式底层框架-抗震墙砌体房屋除外）时，应允许不进行包括底层在内的截面抗震验算。

**10.1.13** 多层砌体房屋局部有上部砌体墙不能连续贯通落地时，下层侧向刚度不宜小于上层侧向刚度的85%，否则底部应采取局部设置配筋砌体等加强措施；当下层侧向刚度不大于上层侧向刚度的70%时，应按底部框架-抗震墙砌体房屋进行抗震设计。

**10.1.14** 多层砌体房屋局部有上部砌体墙不能连续贯通落地，且下层侧向刚度不小于上层侧向刚度的70%时，应局部设置符合底部框架-抗震墙砌体房屋规定的钢筋混凝土托梁及其框架柱或墙体边框柱。设置在砌体墙中部或端部用以支承托梁的钢筋混凝土柱，应与砌体墙有可靠拉结；当托梁在砌体墙内的锚固或砌体墙自身不能承担梁端弯矩时，钢筋混凝土柱应能承受托梁传来的全部弯矩和轴力。

**10.1.15** 底部框架-抗震墙砌体房屋，底部的钢筋混凝土框架、边框柱、抗震墙和配筋砌块砌体抗震墙的抗震等级，6、7、8度时应分别按三、二、一级采用。多层砌体房屋局部有上部砌体墙不能连续贯通落地时，托梁、柱的抗震等级，6、7、8度时应分别按四、三、二级采用。

**10.1.16** 应采取有效措施加强楼、屋盖构件与承重墙构件的相互连接。

1 必须保证钢筋混凝土预制楼板在梁、承重墙上具有足够的搁置长度。当圈梁未设在板的同一标高时，板端的搁置长度，在外墙上不应小于120mm，在内墙上，不应小于100mm，在梁上不应小于80mm，当采用硬架支模连接时，搁置长度允许不满足上述要求；

2 当圈梁设在板的同一标高时，钢筋混凝土预制楼板端头应伸出钢筋，与墙体的圈梁相连接。当圈梁设在板底时，房屋端部大房间的楼盖，6度时房屋的屋盖和7~9度时房屋的楼、屋盖，钢筋混凝土预制板应相互拉结，并应与梁、墙或圈梁拉结；

3 钢筋混凝土预制楼板侧边之间应留有不小于20mm的空隙，相邻跨预制楼板板缝宜贯通，当板缝宽度不小于50mm时应配置板缝钢筋；

4 当板的跨度大于4.8m并与外墙平行时，靠外墙的预制板侧边应与墙或圈梁拉结；

5 装配整体式钢筋混凝土楼、屋盖，应在预制板迭合层上双向配置通长的水平钢筋，预制板应

与后浇的迭合层有可靠的连接，后浇迭合层应跨越承重内墙或梁，伸入外墙内长度应不小于 120mm 和 1/2 墙厚，保证预制整体式楼板的整体工作；

6 采用现浇楼板时可另设置水平圈梁，但必须加强现浇楼板沿抗震墙体周边均应加强配筋并应与相应的构造柱可靠连接；现浇板应跨越全部承重内墙或梁，伸入外墙内长度应不小于 120mm。

## II 配筋砌块砌体抗震墙结构

**10.1.17** 按本章规定的配筋砌块砌体抗震墙结构和框支抗震墙结构构件抗震设计的适用的房屋最大高度不宜超过表 10.1.17 的规定；对横墙较少或建造于Ⅳ类场地的房屋，适用的最大高度应适当降低。

表 10.1.17 配筋砌块砌体抗震墙房屋适用的最大高度（m）

结构类型	最小墙厚	6 度	7 度		8 度		9 度
		0.05g	0.10g	0.15g	0.20g	0.30g	0.40g
配筋砌块砌体抗震墙	190mm	60	55	45	40	30	24
框支抗震墙		55	49	40	31	24	—

注: 1 房屋高度指室外地面至檐口的高度（不包括局部突出屋顶部分）；

2 房屋的高度超过表内高度时，应根据专门的研究，采取有效的加强措施。

**10.1.18** 配筋砌块砌体抗震墙结构抗震设计时，结构抗震等级应根据设防烈度和房屋高度按表 10.1.18 采用。

表 10.1.18 抗震等级的划分

结构类型		设 防 烈 度						
		6		7		8		9
配筋砌块砌体 抗震墙	高度(m)	≤24	>24	≤24	>24	≤24	>24	≤24
	抗震等级	四	三	三	二	二	一	一
框支抗震墙	非底部加强部位抗震墙	四	三	三	二	二	不应 采用	
	底部加强部位抗震墙	三	二	二	一	一		
	框支框架	二		二	一	一		

注: 1 对于四级抗震等级，除本章有规定外，均按非抗震设计采用；

2 接近或等于高度分界时，可结合房屋不规则程度及场地、地基条件确定抗震等级。

**10.1.19** 配筋砌块砌体抗震墙结构应进行多遇地震作用下的抗震变形验算，其楼层内最大的层间弹性位移角不宜超过 1/800，底层不宜超过 1/1200。

**10.1.20** 抗震设计时，配筋砌块砌体短肢抗震墙及一般抗震墙设置要求：

1 抗震墙宜沿主轴方向双向布置，各向结构刚度、承载力宜均匀分布。不宜采用全部为短肢墙的配筋砌块砌体抗震墙结构，应形成短肢抗震墙与一般抗震墙共同抵抗水平地震作用的抗震墙结构。9 度时不宜采用短肢墙；

2 纵横方向的抗震墙宜拉通对齐；较长的抗震墙可采用楼板或弱连梁分为若干个独立的墙段，每个独立墙段的总高度与长度之比不宜小于 2，墙肢的截面高度也不宜大于 8m；

3 抗震墙的门窗洞口宜上下对齐，成列布置；

4 一般抗震墙承受的第一振型底部地震倾覆力矩不应小于结构总倾覆力矩的 50%，且两个主轴

方向，短肢抗震墙截面面积与同一层所有抗震墙截面面积比例不宜大于 20%；

5 短肢抗震墙宜设翼缘。一字形短肢墙平面外不宜布置与之单侧相交的楼面梁；

6 短肢墙的抗震等级应比表 10.1.3 的规定提高一级采用；已为一级时，配筋应按 9 度的要求提高；

7 配筋砌块砌体抗震墙的墙肢截面高度不宜小于墙肢截面宽度的 5 倍。

注：1 短肢抗震墙是指墙肢截面高度与宽度之比为 5~8 的抗震墙，一般抗震墙是指墙肢截面高度与宽度之比大于 8 的抗震墙。“L”形，“T”形，“+”形等多肢墙截面的长短肢性质应由较长一肢确定。

2 应允许全部为短肢墙的多层配筋砌块砌体抗震墙结构。

**10.1.21** 配筋砌块砌体底部框架—抗震墙房屋的结构布置，应符合下列要求：

1 上部的配筋砌块砌体抗震墙与底部的抗震墙或框架梁应对齐或基本对齐；

2 房屋的底部应沿纵横两方向设置一定数量的抗震墙，并均匀布置或基本均匀布置。底部抗震墙可采用配筋砌块砌体抗震墙或钢筋混凝土抗震墙，但在同一层内不应混用。如采用钢筋混凝土抗震墙，混凝土强度等级不宜大于 C25；

3 底部框架—抗震墙砌体房屋在纵横两个方向的底部各层侧向刚度应接近。在底部框架—抗震墙和上部配筋砌块砌体抗震墙交接的上下相邻层的侧向刚度比值，6、7 度时不应大于 2.0，8 度时不应大于 1.5，且均不应小于 1.0。

### III 夹心复合墙

**10.1.22** 夹心复合墙的承重叶墙，除应符合本规范外，尚应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定。

**10.1.23** 自承重叶墙的横向支承间距，宜按下列规定采用：6 度时不宜大于 9m；7 度时不宜大于 6m；8、9 度时不宜大于 3m

## 10.2 砖砌体构件

### I 承载力计算

**10.2.1** 普通砖、多孔砖砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值，应按下式确定：

$$f_{vE} = \zeta_N f_v \quad (10.2.1)$$

式中：  $f_{vE}$  砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值；

$f_v$  非抗震设计的砌体抗剪强度设计值；

$\zeta_N$  砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数，应按表 10.2.1 采用。

表 10.2.1 砌体强度的正应力影响系数

砌体类别	$\sigma_0 / f_v$						
	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	12.0
普通砖、多孔砖	0.80	0.99	1.25	1.47	1.65	1.90	2.05

注： $\sigma_0$ 为对应于重力荷载代表值的砌体截面平均压应力。

10.2.2 普通砖、多孔砖墙体的截面抗震受剪承载力，应按下列公式验算：

1 一般情况下，应按下式验算：

$$V \leq f_{vE} A / \gamma_{RE} \quad (10.2.2-1)$$

式中：  $V$ — 计入地震作用组合的墙体剪力设计值；

$f_{vE}$ — 砖砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值；

$A$ — 墙体横截面面积，多孔砖取毛截面面积；

$\gamma_{RE}$ — 承载力抗震调整系数，应按表 10.1.2 采用。

2 采用水平配筋的墙体，应按下式验算：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (f_{vE} A + \zeta_s f_{yh} A_{sh}) \quad (10.2.2-2)$$

式中：  $\zeta_s$ — 钢筋参与工作系数，可按表 10.2.2 采用；

$f_{yh}$ — 墙体水平纵向钢筋的抗拉强度设计值；

$A_{sh}$ — 层间墙体竖向截面的总水平纵向钢筋面积，其配筋率应不小于 0.07% 且不大于 0.17%。

表 10.2.2 钢筋参与工作系数  $\zeta_s$

墙体高宽比	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
$\zeta_s$	0.10	0.12	0.14	0.15	0.12

3 当按 (10.2.2-1)、(10.2.2-2) 验算不满足要求时，可计入基本均匀设置于墙体中部、截面不小于 240mm×240mm(墙厚 190mm 时为 240mm×190mm)且间距不大于 4m 的构造柱对墙体受剪承载力的提高作用，可按下列简化方法验算：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [\eta_c f_{vE} (A - A_c) + \zeta_c f_t A_c + 0.08 f_{yc} A_{sc} + \zeta_s f_{yh} A_{sh}] \quad (10.2.2-3)$$

式中：  $A_c$ — 中部构造柱的横截面面积 (对横墙和内纵墙， $A_c > 0.15A$  时，取 0.15A；对外纵墙， $A_c > 0.25A$  时，取 0.25A)；

$f_t$ — 中部构造柱的混凝土抗拉强度设计值；

$A_{sc}$ — 中部构造柱的纵向钢筋截面总面积 (配筋率不小于 0.6%，大于 1.4% 时取 1.4%)；

$f_{yh}$ 、 $f_{yc}$ — 分别为墙体水平钢筋、构造柱纵向钢筋的抗拉强度设计值；

$\zeta_c$ — 中部构造柱参与工作系数：居中设一根时取 0.5，多于一根时取 0.4；

- 。 墙体约束修正系数: 一般情况取 1.0, 构造柱间距不大于 3.0m 时取 1.1;
- 4.4.1 层间墙体竖向截面的总水平纵向钢筋面积, 其配筋率应不小于 0.07 %  
且不大于 0.17%, 无水平纵向钢筋时取 0.0。

**10.2.3** 无筋砖砌体墙的截面抗震受压承载力, 按第 5 章计算的截面非抗震受压承载力除以承载力抗震调整系数进行计算, 承载力抗震调整系数应按表 10.1.2 采用。

**10.2.4** 组合墙的截面抗震承载力, 按第 8 章计算的截面非抗震承载力除以承载力抗震调整系数进行计算, 承载力抗震调整系数应按表 10.1.2 采用。

## II 构造措施

**10.2.5** 砖砌体房屋进行现浇混凝土构造柱设置时, 除应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求外, 尚应符合下列要求:

- 1 下列情况下的房屋, 在外墙四角和对应转角处宜设置构造柱, 且构造柱间距不宜大于 11m:
  - 1) 8 度时单层房屋;
  - 2) 一般情况下, 6 度的三层房屋、7 度的二层房屋;
  - 3) 横墙较少且为乙类设防时, 6 度的二层房屋、7 度的单层房屋;
  - 4) 横墙很少且为乙类设防时, 6 度的单层房屋;
  - 5) 有错层部位的多层房屋。
- 2 有错层部位的多层房屋, 错层部位应设置墙, 在错层部位的纵横墙交接处应设置构造柱;
- 3 6 度时三层及三层以下房屋, 在楼梯间四角的墙体, 宜设置构造柱。

**10.2.6** 6、7 度时长度大于 7.2m 的大房间, 以及 8 度时外墙转角及内外墙交接处, 墙体应沿墙高每隔 500mm 通长设置不少于 2  $\phi$ 6 水平纵向钢筋与  $\phi$ 4 分布短钢筋平面内点焊组成的拉结网片或  $\phi$ 4 点焊水平钢筋网片, 内墙设置的通长水平钢筋拉结网片向内延伸一个开间或进深。

**10.2.7** 层高超过 3.6m 的砖砌体房屋, 6、7 度时底部 1/3 楼层, 8、9 度时底部 1/2 楼层, 纵横墙交接处应设置构造柱, 并应采用符合 10.2.10 条要求的组合墙抗震墙; 上部其余各层, 纵横墙交接处宜设置构造柱。

**10.2.8** 对 8、9 度设防的砖砌体房屋, 当平面长宽比大于 4 时房屋的两端横墙, 如平面刚度中心与平面质心的偏置距离超过该方向平面长度的 1/4 时房屋刚度较弱一侧的端墙, 宜采取下列加强措施:

- 1 在底部 1/2 楼层高度范围内, 宜采用符合 10.2.9 条要求的水平配筋砖墙;
- 2 在上部其余楼层, 沿墙高每隔 500mm 设置不少于 2  $\phi$ 6 通长水平纵向钢筋和  $\phi$ 4 分布短钢筋平面内点焊组成的拉结网片或  $\phi$ 4 点焊钢筋网片, 并接受拉钢筋锚入构造柱内。

**10.2.9** 水平配筋砖墙的构造应符合下列要求:

- 1 层间墙体竖向截面内均匀设置的通长水平纵向钢筋的配筋率应为 0.07%~0.17%;



2 水平分布钢筋竖向间距不应大于 400mm;

3 水平纵向钢筋端部伸入与该墙垂直的墙体中的锚固长度不宜小于 300mm, 伸入构造柱的锚固长度不宜小于 250mm。

10.2.10 组合墙的构造应符合下列要求:

1 墙段两端设有符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 要求的构造柱, 且墙肢两端及中部构造柱的间距不大于层高或 3.0m, 边柱和角柱的截面宜适当加大; 较大洞口两侧应设置构造柱, 构造柱最小截面尺寸不宜小于 240mm×240mm(墙厚 190mm 时为 240mm×190mm); 构造柱配筋宜符合表 10.2.10 的要求;

表 10.2.10 构造柱的纵筋和箍筋设置要求

位 置	纵向钢筋			箍 筋		
	最大配筋率 (%)	最小配筋率 (%)	最小直径 (mm)	加密区范围 (mm)	加密区间距 (mm)	最小直径 (mm)
角 柱	1.8	0.8	14	全高	100	6
边 柱			14	上端 700		
中 柱	1.4	0.6	12	下端 500		

2 墙体在各楼层位置均设置满足现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 要求的圈梁, 上部各楼层处圈梁截面高度不宜小于 120mm, 圈梁纵向钢筋应采用强度等级不低于 HRB335 的钢筋, 6、7 度时不小于 4  $\phi$ 10, 8 度时不小于 4  $\phi$ 12, 9 度时不小于 4  $\phi$ 14。

### 10.3 混凝土砌块砌体构件

#### I 承载力计算

10.3.1 混凝土砌块砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值应按下式计算:

$$f_{vE} = \zeta_N f_v \quad (10.3.1)$$

式中:  $f_{vE}$  砌体沿阶梯形截面破坏的抗震抗剪强度设计值;

$f_v$  非抗震设计的砌体抗剪强度设计值;

$\zeta_N$  砌体抗震抗剪强度的正应力影响系数, 应按表 10.3.1 采用。

表 10.3.1 砌体强度的正应力影响系数

砌体类别	$\sigma_0 / f_v$							
	0.0	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	12.0	$\geq 16.0$
混凝土砌块	—	1.23	1.69	2.15	2.57	3.02	3.32	3.92

注:  $\sigma_0$  为对应于重力荷载代表值的砌体截面平均压应力。

10.3.2 混凝土砌块墙体的截面抗震受剪承载力, 应按下式验算:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} [f_{vE} A + (0.3 f_t A_c + 0.05 f_y A_s) \zeta_c] \quad (10.3.2)$$

- 式中：  $f_t$  灌孔混凝土的轴心抗拉强度设计值；  
 $A_c$  灌孔混凝土或芯柱截面总面积；  
 $f_y$  芯柱钢筋的抗拉强度设计值；  
 $A_s$  芯柱钢筋截面总面积；  
 $\eta_c$  芯柱参与工作系数，可按表 10.3.2 采用。

注：当同时设置芯柱和构造柱时，构造柱截面可作为芯柱截面。构造柱钢筋可作为芯柱钢筋。

表 10.3.2 芯柱参与工作系数

灌孔率	<0.15	0.15≤ <0.25	0.25≤ <0.5	≥0.5
$\eta_c$	0	1.0	1.10	1.15

注：灌孔率指芯柱根数（含构造柱根数和芯柱根数）与孔洞总数之比。

**10.3.3** 无筋砌块砌体抗震墙的截面抗震受压承载力，按第 5 章计算的截面非抗震受压承载力除以承载力抗震调整系数进行计算，承载力抗震调整系数应按表 10.1.2 采用。

## II 构造措施

**10.3.4** 多层砌块砌体房屋进行钢筋混凝土芯柱设置及构造时，除应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求外，尚应符合下列要求：

- 1 砌块砌体墙纵横墙交点、墙段两端和较大洞口两侧宜设置不少于单孔的芯柱，墙中部的芯柱密度不宜小于每延米 1 孔，芯柱的钢筋直径不小于 12mm；
- 2 下列情况下的房屋，在外墙四角和对应转角处宜设置不少于 3 孔的芯柱，且芯柱间距不宜大于 11m：
  - 1) 8 度时单层房屋；
  - 2) 一般情况下，6 度的三层房屋、7 度的二层房屋；
  - 3) 横墙较少且为乙类设防时，6 度的二层房屋、7 度的单层房屋；
  - 4) 横墙很少且为乙类设防时，6 度的单层房屋；
  - 5) 有错层部位的多层房屋。
- 3 有错层部位的多层房屋，错层部位应设置墙，墙中部的钢筋混凝土芯柱密度宜适当加密，在错层部位纵横墙交接处宜设置不少于 4 孔的芯柱；
- 4 6 度时三层及三层以下房屋，在楼梯间四角的墙体，宜设置不少于 2~4 孔的芯柱；
- 3 房屋层数或高度等于或接近表 10.1.8 中限值时，纵、横墙内芯柱间距尚应符合下列要求：
  - 1) 6、7 度时底部 1/3 楼层，8、9 度时底部 1/2 楼层，横墙中部的芯柱密度不宜小于每 600mm1 孔；
  - 2) 内、外纵墙与横墙交接处宜设置不少于 4 孔的芯柱。当外纵墙开间大于 3.9m 时，应另设加强措施。

**10.3.5** 宜在梁支座处墙内设置芯柱，芯柱灌实孔数不少于 3 个。当 8、9 度房屋采用大跨梁或井字梁时，宜在梁支座处墙内设置构造柱；在梁端支座处构造柱和墙体的承载力，尚应考虑梁端弯矩对

墙体的影响。

**10.3.6** 多层砌块砌体房屋的圈梁，除应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 要求外，尚应符合下述构造要求：

圈梁的截面宽度宜取墙宽且不应小于 190mm，配筋宜符合表 10.3.7 的要求，箍筋直径不小于  $\phi 6$ ；基础圈梁的截面宽度宜取墙宽，截面高度不应小于 200mm，纵筋不应少于 4  $\phi 14$ 。

表 10.3.6 多层砌块砌体房屋圈梁配筋要求

配 筋	烈 度		
	6、7	8	9
最 小 纵 筋	4 $\phi 10$	4 $\phi 12$	4 $\phi 14$
箍筋最大间距(mm)	250	200	150

**10.3.7** 6、7 度时长度大于 7.2m 的大房间，以及 8 度时外墙转角及内外墙交接处，墙体应沿墙高每隔 600mm 水平通长设置  $\phi 4$  点焊拉结钢筋网片，内墙设置的通长水平钢筋拉结网片向内延伸一个开间或进深。

**10.3.8** 层高超过 3.6m 的多层砌块砌体房屋，6、7 度时底部 1/3 楼层，8、9 度时底部 1/2 楼层，纵横墙交接处应设置构造柱或不少于 4 孔的芯柱，并应采用符合下列要求的砌块砌体墙；上部其余各层，纵横墙交接处宜设置构造柱或不少于 4 孔的芯柱。

1 墙肢两端设有符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 要求的构造柱，且墙肢两端及中部构造柱的间距不大于层高或 3.0m。构造柱最小截面尺寸不宜小于 240mm×240mm(墙厚 190mm 时为 240mm×190mm)，边柱和角柱的截面宜适当加大，配筋宜符合表 10.2.10 的要求；

2 墙体中部的构造柱采用钢筋混凝土芯柱替代时，芯柱密度不宜小于每 600mm 1 孔，钢筋直径不应小于 12mm；

3，根据洞口大小洞两侧应设置芯柱，钢筋直径不应小于 12mm；

4 墙体在楼层位置均应设置满足 10.3.6 条要求的圈梁，各楼层处圈梁截面高度不宜小于 200mm，圈梁纵向钢筋应采用强度等级不低于 HRB335 的钢筋。

**10.3.9** 对 8、9 度设防的砌块砌体房屋，当平面长宽比大于 4 时房屋的两尽端横墙，如平面刚度中心与平面质心的偏置距离超过该方向平面长度的 1/4 时房屋刚度较弱一侧的端墙，宜采取下列加强措施：

1 在底部 1/2 楼层范围内的砌块砌体墙，宜全部灌孔或采用符合 10.3.11 条要求的水平配筋砌块砌体墙；

2 在上部其余楼层，沿墙高每隔 400mm 水平通长设置  $\phi 4$  点焊拉结钢筋网片。

**10.3.10** 楼梯间周围墙体构件除按规定设置构造柱或芯柱外，尚应通过墙体配筋增强其抗震能力。其构造要求除应符合所在楼层墙体的构造要求，尚不应低于下列要求：

1 墙体应沿墙高每隔 400mm 水平通长设置  $\phi 4$  点焊拉结钢筋网片；

2 7 度时底部 1/3 楼层，8 度时底部 1/2 楼层，9 度全部楼层，上述水平拉结钢筋网片沿墙高间距不大于 200mm；

**10.3.11** 水平配筋砌块砌体墙的构造应符合下列要求:

- 1 层间墙体竖向截面内均匀设置的水平通长纵向钢筋的配筋率应为 0.07%~0.17%;
- 2 水平分布钢筋竖向间距不应大于 400mm;
- 3 水平纵向钢筋端部应贯通芯柱, 两端可弯入端部灌孔混凝土芯柱或构造柱内, 锚固长度不应小于  $25d$ , 且不应小于 200mm。

## **10.4 底部框架-抗震墙砌体房屋抗震构件**

### **I 承载力计算**

**10.4.1** 底部框架-抗震墙砌体房屋中的钢筋混凝土抗震构件的截面抗震承载力应按国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB50010 和《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定计算。配筋砌块砌体抗震墙的截面抗震承载力应按 10.5 节的规定计算。

**10.4.2** 底部框架-抗震墙砌体房屋中, 计算由地震剪力引起的柱端弯矩时, 底层柱的反弯点高度比可取 0.55。

**10.4.3** 底部框架-抗震墙砌体房屋中, 底部框架、托梁和抗震墙组合的内力设计值尚应按下列要求进行调整:

- 1 柱的最上端和最下端组合的弯矩设计值应乘以增大系数, 一、二、三级的增大系数应分别按 1.5、1.25 和 1.15 采用;
- 2 底部框架梁或托梁尚应按《建筑抗震设计规范》GB50011 第 6 章的相关规定进行内力调整;
- 3 配筋砌块砌体抗震墙按 10.5 节中一般部位抗震墙的相关规定进行内力调整;
- 4 钢筋混凝土抗震墙按《建筑抗震设计规范》GB50011 第 6 章中一般部位抗震墙的相关规定进行内力调整;
- 5 抗震墙墙肢不应出现小偏心受拉。

**10.4.4** 底层框架-抗震墙砌体房屋中嵌砌于框架之间的砌体抗震墙, 应符合 10.4.6 条和 10.4.7 条的构造要求, 其抗震验算应符合下列规定:

1 底部框架柱的轴向力和剪力, 应计入砌体墙引起的附加轴向力和附加剪力, 其值可按下列公式计算:

$$N_f = V_w H_f / l \quad (10.4.1-1)$$

$$V_f = V_w \quad (10.4.1-2)$$

式中:  $V_w$  墙体承担的剪力设计值, 柱两侧有墙时可取二者的较大值;

$N_f$  框架柱的附加轴压力设计值;

$V_f$  框架柱的附加剪力设计值;

$H_f$ 、 $l$  分别为框架的层高和跨度。

2 嵌砌于框架之间的砌体墙及两端框架柱的抗震受剪承载力, 应按下式验算:

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{REc}} \sum (M_{yc}^u + M_{yc}^l) / H_0 + \frac{1}{\gamma_{REw}} \sum f_{vE} A_{w0} \quad (10.4.1-3)$$

式中：  $V$  嵌砌砌体墙及两端框架柱剪力设计值；

$A_{w0}$  砌体墙水平截面的计算面积，无洞口时取实际截面的 1.25 倍，有洞口时取截面净面积，但不计入宽度小于洞口高度 1/4 的墙肢截面面积；

$M_{yc}^u$ 、 $M_{yc}^l$  分别为底层框架柱上下端的正截面受弯承载力设计值，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 非抗震设计的有关公式取等号计算；

$H_0$  底层框架柱的计算高度，两侧均有砌体墙时取柱净高的 2/3 其 余情况取柱净高；

$\gamma_{REc}$  底层框架柱承载力抗震调整系数，可采用 0.8；

嵌砌砌体墙承载力抗震调整系数，水平配筋组合墙抗震墙可采用 0.9，

$\gamma_{REw}$  配筋砌块砌体抗震墙可采用 0.85。

## II 构造措施

**10.4.5** 底部框架-抗震墙砌体房屋中底部抗震墙的厚度和数量，应由房屋的竖向刚度分布来决定。水平配筋组合墙抗震墙厚度不得小于 240mm。配筋砌块砌体抗震墙厚度，不应小于 190mm，钢筋混凝土抗震墙厚度，不宜小于 160mm；且不宜小于层高或无支长度的 1/20。

**10.4.6** 底部框架-抗震墙砌体房屋的底部采用钢筋混凝土抗震墙或配筋砌块砌体抗震墙时，其截面和构造应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的要求。配筋砌块砌体抗震墙尚应符合下列要求：

1 墙体的水平分布钢筋应采用双排布置；

2 墙体的分布钢筋和边缘构件，除应满足承载力要求外，可根据墙体抗震等级，按 10.5 节关于底部加强部位配筋砌块砌体抗震墙的分布钢筋和边缘构件的规定设置。

**10.4.7** 当 6 度设防的底层框架-抗震墙砖房的底层采用水平配筋组合墙时，其构造除应同时满足 10.2.9 条和 10.2.10 条要求外，尚应符合下列要求：

1 墙长大于 3m 时和洞口两侧，应在墙内增设钢筋混凝土构造柱；构造柱的纵向钢筋不宜少于 4  $\phi$  14；

2 沿墙高每隔 300mm 设置 2  $\phi$  8 水平钢筋与  $\phi$  4 分布短筋平面内点焊组成的通长拉结网片，并锚入边框柱内；

3 在墙体半高处附近尚应设置与框架柱相连的钢筋混凝土水平系梁，系梁截面宽度不应小于墙厚，截面高度不应小于 120mm，纵筋不应小于 4  $\phi$  12，箍筋直径不应小于  $\phi$  6，箍筋间距不应大于 200mm。

**10.4.8** 由重力荷载代表值产生的框支墙梁托梁内力应按本规范 7.3 节的有关规定计算。重力荷载代表值应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 中 5.1.3 条的有关规定计算。但托梁弯矩系数  $\alpha_M$ 、剪力系数  $\beta_V$  应予增大；当抗震等级为一级时，增大系数取为 1.15；当为二级时，取为 1.10；当为三级时，取为 1.05；当为四级时，取为 1.0。

**10.4.9** 框支墙梁的托梁应符合下列构造要求：

1 托梁的截面宽度不应小于 300mm，截面高度不应小于跨度的 1/10，且不宜大于跨度的 1/7；净跨不宜小于截面高度的 4 倍；当墙体在梁端附近有洞口时，梁截面高度不宜小于跨度的 1/8，且不宜大于跨度的 1/6；

2 托梁每跨底部纵向钢筋应通长设置，不得在跨中弯起或截断，伸入支座锚固长度不应小于受拉钢筋最小锚固长度  $l_{aE}$ ，且伸过中心线的长度不应小于 5d；钢筋应采用机械连接或焊接接头，不得采用搭接接头；托梁上部纵向钢筋应贯穿中间节点，其在端节点的弯折锚固水平投影长度不应小于  $0.4l_{aE}$ ，垂直投影长度不应小于 15d；

3 托梁截面受压区高度应符合下列要求：对一级抗震等级  $x \leq 0.25h_0$ ，对二、三级抗震等级  $x \leq 0.35h_0$ ；受拉钢筋配筋率不应大于 2.5%；

4 梁上、下部纵向钢筋最小配筋率，一、二级时不应小于 0.4，三、四级时不应小于 0.3。

5 托梁箍筋直径不应小于 8mm，间距不应大于 200mm；梁端 1.5 倍梁高且不小于 1/5 净跨范围内及上部墙体偏开洞口区段及洞口两侧各一个梁高，且不小于 500mm 范围内，箍筋间距不应大于 100mm。

6 托梁沿梁高应设置不小于  $2\phi 14$  的通长腰筋，间距不应大于 200mm。

**10.4.10** 底部框架-抗震墙砌体房屋的上部墙体和构造柱或芯柱的设置及其构造应符合多层砌体房屋的要求，尚应符合下列要求：

1 构造柱截面不宜小于 240mm×240mm（墙厚 190mm 时为 240mm×190mm），纵向钢筋不宜少于 4  $\phi 14$ ，箍筋间距不宜大于 200mm；

2 芯柱每孔插筋不应小于 1  $\phi 14$ ；芯柱间应通长设置沿墙高间距不大于 400mm 的  $\phi 4$  焊接水平钢筋网片；

3 顶层的窗台标高处，宜沿纵横墙通长设置的水平现浇钢筋混凝土带；其截面高度不小于 60mm，宽度不小于墙厚，纵向钢筋不少于 2  $\phi 10$ ，横向分布筋的直径不小于 6mm 且其间距不大于 200mm。

**10.4.11** 过渡层墙体的材料强度等级和构造要求，尚应符合下列要求：

1 过渡层砌体块材的强度等级不应低于 MU10，砖砌体砌筑砂浆强度的等级不应低于 M10（Mb10），砌块砌体砌筑砂浆强度的等级不应低于 Mb10；

2 上部砌体墙的中心线宜同底部的托梁、抗震墙的中心线相重合。当过渡层砌体墙与底部框架梁、抗震墙不对齐时，应设置托墙次梁，并且应对底层和过渡层相关结构构件另外采取加强措施。托梁支承在抗震墙上时，墙内应设置钢筋混凝土柱；

3 托梁上过渡层砌体墙的洞口不宜设置在框架柱或抗震墙边框柱的上方；

4 过渡层应在底部框架柱、抗震墙边框柱、砌体抗震墙的构造柱或芯柱所对应处设置构造柱或芯柱，并宜上下贯通。过渡层墙体中的构造柱间距不宜大于层高；砌块砌体墙体中部的芯柱宜均匀

布置，芯柱密度不宜小于每 600mm1 孔；

5 过渡层的砌体墙，凡宽度不小于 1.2m 的门洞和 2.1m 的窗洞，洞口两侧宜增设截面不小于 120mm×240mm（墙厚 190mm 时为 120mm×190mm）的构造柱或单孔芯柱；

6 过渡层构造柱截面不宜小于 240mm×240mm（墙厚 190mm 时为 240mm×190mm）。过渡层构造柱的纵向钢筋，6、7 度时不宜少于 4  $\phi$ 16，8 度时不宜少于 4  $\phi$ 18。过渡层芯柱的纵向钢筋，6、7 度时不宜少于每孔 1  $\phi$ 16，8 度时不宜少于每孔 1  $\phi$ 18。一般情况下，纵向钢筋应锚入下部的框架柱或混凝土墙内；当纵向钢筋锚固在托梁内时，托梁的相应位置应加强；

7 过渡层砖砌体墙，在相邻构造柱间应沿墙高每隔 360mm 设置 2  $\phi$ 6 通长水平钢筋与  $\phi$ 4 分布短筋平面内点焊组成的拉结网片或  $\phi$ 4 点焊钢筋网片；过渡层砌块砌体墙，在芯柱之间沿墙高应每隔 200mm 设置  $\phi$ 4 通长水平点焊钢筋网片；

8 过渡层的砌体墙在窗台标高处，应设置沿纵横墙通长的水平现浇钢筋混凝土带。

10.4.12 对上部楼层层高超过 3.6m 的底部框架-抗震墙砌体房屋，包括过渡层在内的上部各层墙体的配筋和构造柱、芯柱的设置及其构造尚应符合 10.2.7 条、10.3.8 条的要求。

10.4.13 底部框架-抗震墙砌体房屋的楼盖应符合下列要求：

1 过渡层的底板应采用现浇钢筋混凝土楼板，且板厚不应小于 120mm，并应采用双排双向配筋，配筋率分别不应小于 0.25%；应少开洞、开小洞，当洞口尺寸大于 800mm 时，洞口周边应设置边梁；

2 其它楼层，采用装配式钢筋混凝土楼板时均应设现浇圈梁，采用现浇钢筋混凝土楼板时应允许不另设圈梁，但楼板沿抗震墙周边均应加强配筋并应与相应的构造柱可靠连接。

10.4.14 底部框架-抗震墙砌体房屋的其他抗震构造措施，应符合本章其他各节和现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关要求。

## 10.5 配筋砌块砌体抗震墙

### I 承载力计算

10.5.1 考虑地震作用组合的配筋砌块砌体抗震墙的正截面承载力应按第 9 章的规定计算，但其抗力应除以承载力抗震调整系数。

10.5.2 配筋砌块砌体抗震墙承载力计算时，底部加强部位的截面组合剪力设计值  $V$ ，应按下列规定调整：

$$\text{一级抗震等级 } V = 1.6V_w \quad (10.5.2-1)$$

$$\text{二级抗震等级 } V = 1.4V_w \quad (10.5.2-2)$$

$$\text{三级抗震等级 } V = 1.2V_w \quad (10.5.2-3)$$

$$\text{四级抗震等级 } V = 1.0V_w \quad (10.5.2-4)$$

式中： $V_w$  — 考虑地震作用组合的抗震墙计算截面的剪力设计值。

10.5.3 配筋砌块砌体抗震墙的截面，应符合下列要求：

1 当剪跨比大于 2 时：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.2 f_g b h \quad (10.5.3-1)$$

2 当剪跨比小于或等于 2 时：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.15 f_g b h \quad (10.5.3-2)$$

**10.5.4** 偏心受压配筋砌块砌体抗震墙的斜截面受剪承载力，应按下列公式计算：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[ \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.48 f_{vg} b h_0 + 0.10 N \frac{A_w}{A}) + 0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \right] \quad (10.5.4-1)$$

$$\lambda = \frac{M}{V h_0} \quad (10.5.4-2)$$

$$0.5V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0) \quad (10.5.4-3)$$

式中  $f_{vg}$  — 灌孔砌块砌体的抗剪强度设计值，按本规范第 3.2.2 条的规定采用；

$M$  — 考虑地震作用组合的抗震墙计算截面的弯矩设计值；

$V$  — 考虑地震作用组合的抗震墙计算截面的剪力设计值；

$N$  — 考虑地震作用组合的抗震墙计算截面的轴向力设计值，当时  $N > 0.2 f_g b h$ ，取  $N = 0.2 f_g b h$ ；

$A$  — 抗震墙的截面面积，其中翼缘的有效面积，可按第 9.2.5 条的规定计算；

$A_w$  — T 形或 I 字形截面抗震墙腹板的截面面积，对于矩形截面取  $A_w = A$ ；

$\lambda$  — 计算截面的剪跨比，当  $\lambda \leq 1.5$  时，取  $\lambda = 1.5$ ；当  $\lambda \geq 2.2$  时，取  $\lambda = 2.2$ ；

$A_{sh}$  — 配置在同一截面内的水平分布钢筋的全部截面面积；

$f_{yh}$  — 水平钢筋的抗拉强度设计值；

$f_g$  — 灌孔砌体的抗压强度设计值；

$S$  — 水平分布钢筋的竖向间距；

$\gamma_{RE}$  — 承载力抗震调整系数。

**10.5.5** 偏心受拉配筋砌块砌体抗震墙，其斜截面受剪承载力，应按下列公式计算：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} \left[ \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.48 f_{vg} b h_0 - 0.17 N \frac{A_w}{A}) + 0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \right] \quad (10.5.5-1)$$

$$0.5V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.72 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0) \quad (10.5.5-2)$$

注：当  $0.48 f_{vg} b h_0 - 0.17 N \frac{A_w}{A} < 0$  时，取  $0.48 f_{vg} b h_0 - 0.17 N \frac{A_w}{A} = 0$ 。

**10.5.6** 配筋砌块砌体抗震墙跨高比大于 2.5 的连梁应采用钢筋混凝土连梁，其截面组合的剪力设计



值和斜截面承载力，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 对连梁的有关规定；跨高比小于或等于 2.5 的连梁可采用配筋砌块砌体连梁，采用配筋砌块砌体连梁时，应采用相应的计算参数和指标；连梁的正截面承载力应除以相应的承载力抗震调整系数。

**10.5.7** 配筋砌块砌体抗震墙连梁的剪力设计值，抗震等级一、二、三级时应按下式调整，四级时可调整：

$$V_b = \eta_v \frac{M_b^l + M_b^r}{l_n} + V_{Gb} \quad (10.5.7)$$

式中  $V_b$  — 连梁的剪力设计值；

$\eta_v$  — 剪力增大系数，一级时取 1.3；二级时取 1.2；三级时取 1.1；

$M_b^l, M_b^r$  — 分别为梁左、右端考虑地震作用组合的弯矩设计值；

$V_{Gb}$  — 在重力荷载代表值作用下，按简支梁计算的截面剪力设计值；

$l_n$  — 连梁净跨。

**10.5.8** 抗震墙采用配筋混凝土砌块砌体连梁时应符合下列要求：

1 连梁的截面应满足下式的要求：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.15 f_g b h_0) \quad (10.5.8-1)$$

2 连梁的斜截面受剪承载力应按下式计算：

$$V \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} (0.56 f_{gv} b h_0 + 0.7 f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0) \quad (10.5.8-2)$$

式中  $A_{sv}$  — 配置在同一截面内的箍筋各肢的全部截面面积；

$f_{yv}$  — 箍筋的抗拉强度设计值。

## II 构造措施

**10.5.9** 配筋砌块砌体抗震墙的厚度，一级抗震等级抗震墙不应小于层高的 1/20，二、三、四级抗震墙不应小于层高的 1/25，且不应小于 190mm。

**10.5.10** 配筋砌块砌体抗震墙的水平 and 竖向分布钢筋应符合表 10.5.10-1 和 10.5.10-2 的要求；抗震墙底部加强区的高度不小于房屋高度的 1/6，且不小于房屋底部两层的高度。

表 10.5.10-1 抗震墙水平分布钢筋的配筋构造

抗震等级	最小配筋率(%)		最大间距 (mm)	最小直径 (mm)
	一般部位	加强部位		
一 级	0.13	0.13	400	Φ 8
二 级	0.13	0.13	600	Φ 8
三 级	0.10	0.11	600	Φ 8
四 级	0.07	0.10	600	Φ 6

注：1 水平分布钢筋宜双排布置，在顶层和底部加强部位，最大间距不应大于 400mm；

2 双排水平分布钢筋应设不小于 Φ6 拉结筋，水平间距不应大于 400mm。

表 10.5.10-2 抗震墙竖向分布钢筋的配筋构造

抗震等级	最小配筋率(%)		最大间距 (mm)	最小直径 (mm)
	一般部位	加强部位		
一 级	0.15	0.15	400	Φ 12
二 级	0.13	0.13	600	Φ 12
三 级	0.10	0.11	600	Φ 12
四 级	0.07	0.10	600	Φ 12

注：竖向分布钢筋宜采用单排布置，直径不应大于 25mm，9 度时配筋率不应小于 0.2%。在顶层和底部加强部位，最大间距应适当减小。

**10.5.11** 配筋砌块砌体抗震墙除应符合第 9.4.11 的规定外，尚应按下列规定设置边缘构件：

- 1 应在底部加强区的墙肢和轴压比大于 0.4 的其它部位的墙肢设置边缘构件；
- 2 边缘构件的配筋范围：无翼墙端部为 3 孔配筋，“L”形、“T”形转角节点处，对底部加强部位分别为 4 孔和 5 孔配筋，对其它部位分别为 3 孔和 4 孔配筋。边缘构件中的箍筋，当配置在水平灰缝中时，直径不宜大于 Φ8，当配置在砌体凹槽的灌孔混凝土中时不宜大于 Φ10；
- 3 边缘构件的配筋应符合表 10.5.11 的要求。

表 10.5.11 配筋砌块砌体抗震墙边缘构件的配筋要求

抗震等级	每孔竖向钢筋最小量		水平箍筋 最小直径	水平箍筋 最大间距(mm)
	底部加强部位	一般部位		
一级	1Φ20 (4Φ16)	1Φ18 (4Φ16)	Φ8	200
二级	1Φ18 (4Φ16)	1Φ16 (4Φ14)	Φ6	200
三级	1Φ16 (4Φ12)	1Φ14 (4Φ12)	Φ6	200
四级	1Φ14 (4Φ12)	1Φ12 (4Φ12)	Φ6	200

注：1 边缘构件水平箍筋宜采用横筋为双筋的搭接点焊网片形式；

2 当抗震等级为二、三级时，边缘构件箍筋应采用 HRB400 级或 RRB400 级钢筋；

3 表中括号中数字为混凝土柱时的配筋。

**10.5.12** 宜避免设置转角窗，否则，转角窗开间相关墙体尽端边缘构件最小纵筋直径应比表 10.5.12 的规定值提高一级。

**10.5.13** 配筋砌块砌体抗震墙的水平分布钢筋沿墙长应连续设置，两端的锚固应符合下列规定：

- 1 抗震等级为一、二级的抗震墙，水平分布钢筋可绕主筋弯 180 度弯钩，弯钩端部直段长度不宜小于 12d；水平分布钢筋亦可弯入端部灌孔混凝土中，锚固长度不应小于 30d，且不应小于 250mm；
- 2 抗震等级为三、四级的抗震墙，水平分布钢筋可弯入端部灌孔混凝土中，锚固长度不应小于 25d，且不应小于 200mm；
- 3 当采用焊接网片作为剪力墙水平钢筋时，应在钢筋网片的弯折端部加焊两根直径与抗剪钢筋相同的横向钢筋，弯入灌孔混凝土的长度不应小于 150mm。

**10.5.14** 配筋砌块砌体抗震墙在重力荷载代表值作用下的轴压比，应符合下列要求：

- 1 一般墙体的底部加强部位，一级(9 度)不宜大于 0.4，一级(8 度)不宜大于 0.5，二、三级不宜

大于0.6，一般部位，均不宜大于0.6；

2 短肢墙体全高范围，一级不宜大于0.50，二、三级不宜大于0.60；对于无翼缘的一字形短肢墙，其轴压比限值应相应降低0.1；

3 各向墙肢截面均为 $3b < h < 5b$ 的独立小墙肢，一级不宜大于0.4，二、三级不宜大于0.5；对于无翼缘的一字形独立小墙肢，其轴压比限值应相应降低0.1。

#### 10.5.15 配筋砌块砌体圈梁构造，应符合下列要求：

1 各楼层标高处，每道配筋砌块砌体抗震墙均应设置现浇钢筋混凝土圈梁，圈梁的宽度应为墙厚，其截面高度不宜小于200mm；

2 圈梁混凝土抗压强度不应小于相应灌孔砌块砌体的强度，且不应小于C20；

3 圈梁纵向钢筋直径不应小于墙中水平分布钢筋的直径，且不应小于 $4\Phi 12$ ；基础圈梁纵筋不应小于 $4\Phi 12$ ；圈梁及基础圈梁箍筋直径不应小于 $\Phi 8$ ，间距不应大于200mm；当圈梁高度大于300mm时，应沿梁截面高度方向设置腰筋，其间距不应大于200mm，直径不应小于 $\Phi 10$ ；

4 圈梁底部嵌入墙顶砌块孔洞内，深度不宜小于30mm；圈梁顶部应是毛面。

10.5.16 配筋砌块砌体抗震墙连梁的构造，当采用混凝土连梁时，应符合第9.4.12条的规定和《混凝土结构设计规范》中有关地震区连梁的构造要求；当采用配筋砌块砌体连梁时，除符合第9.4.13条的规定以外，尚应符合下列要求：

1 连梁上下水平钢筋锚入墙体长度，一、二级抗震等级不应小于 $1.1l_a$ ，三、四级抗震等级不应小于 $l_a$ ，且不应小于600mm；

2 连梁的箍筋应沿梁长布置，并应符合表10.5.16的要求：

表 10.5.16 连梁箍筋的构造要求

抗震等级	箍筋加密区			箍筋非加密区	
	长 度	箍筋最大间距	直 径	间 距	直 径
一 级	$2h$	100, 6d, $1/4 h$ 中的小值	$\Phi 10$	200	$\Phi 10$
二 级	$1.5h$	100, 8d, $1/4 h$ 中的小值	$\Phi 8$	200	$\Phi 8$
三 级	$1.5h$	150, 8d, $1/4 h$ 中的小值	$\Phi 8$	200	$\Phi 8$
四 级	$1.5h$	150, 8d, $1/4 h$ 中的小值	$\Phi 8$	200	$\Phi 8$

注： $h$ 为连梁截面高度；加密区长度不小于600mm。

3 在顶层连梁伸入墙体的钢筋长度范围内，应设置间距不大于200mm的构造箍筋，箍筋直径应与连梁的箍筋直径相同；

4 连梁不宜开洞。当需要开洞时，应在跨中梁高 $1/3$ 处予埋外径不大于200mm的钢套管，洞口上下的有效高度不应小于 $1/3$ 梁高，且不应小于200mm，洞口处应配补强钢筋并在洞周边浇筑灌孔混凝土，被洞口削弱的截面应进行受剪承载力验算。

10.5.17 配筋砌块砌体抗震墙房屋的基础与抗震墙结合处的受力钢筋，当房屋高度超过50m或一级抗震等级时宜采用机械连接或焊接，其它情况可采用搭接。当采用搭接时，一、二级抗震等级时搭接长度不宜小于 $50d$ ，三、四级抗震等级时不宜小于 $40d$ （ $d$ 为受力钢筋直径）。

## 10.6 框架填充墙

10.6.1 框架填充墙（简称填充墙）应符合下列规定：

- 1 填充墙与混凝土结构应有可靠的连接，填充墙墙顶与框架梁宜采用柔性连接；
- 2 应能适应主体结构不同方向的层间变形，7 度时应具有满足层间变位的变形能力，与悬挑构件连接时，尚应具有满足节点转动引起的竖向变形的能力；
- 3 嵌缝材料应能满足变形和防护要求；
- 4 在正常使用和正常维护条件下，填充墙的使用年限宜与主体结构相同，结构的安全等级可按二级考虑；
- 5 所有连接用钢筋、金属配件、铁件、预埋件等均应作防腐防锈处理，并应符合本规范 4.3 的规定。

10.6.2 框架填充墙的设计计算应符合下列规定：

- 1 填充墙的作用效应除墙体自重（含附着于墙身的其它构件重）、风荷载、地震作用效应外，尚应考虑主体结构的楼层相对水平位移差的效应，该楼层相对水平位移差不应包括支承墙体的梁板转动而引起的刚性位移；
- 2 设计应将框架填充墙作为抗震的一个重要构件，在结构抗震分析中予以考虑，并根据连接构造方式采用适合的设计计算方法，使结构的实际受力状态与分析模型相一致；
- 3 抗震设计时宜考虑框架柱与填充墙间的连接失效后，填充墙出平面应能满足规范规定的抗弯能力和稳定性要求；
- 4 填充墙与柱脱开的宽度（ $\delta$ ）应根据结构计算分析确定，并满足在多遇地震或罕遇地震作用下薄弱层部位之间位移角的要求，或按规范允许的层位移角的限值要求采用。脱开宽度按多遇地震时可取 20mm；
- 5 填充墙出平面的计算，应根据其墙体的尺寸、墙体结构构造及墙端部的实际连接情况，分别采用刚接或铰接的单向板或双向板的简化模型；墙体的承载力可按带砂浆面层的组合砌体构件计算；
- 6 填充墙的计算应包括墙体结构本身的承载力以及拉结钢筋的强度验算。拉结钢筋的承载力可按下式计算：

$$V_s \leq \frac{d^3}{3\delta} f_y n \quad (10.6.2)$$

式中  $V_s$ ——计算边界的水平反力设计值；

——拉结筋所处的柔性层厚度或脱开宽度，但不应小于 10mm；

$d$  ——拉结筋的直径；

$f_y$  ——拉结筋屈服强度设计值（MPa）；

$n$  ——计算边界的拉结筋数目。

**10.6.3** 框架填充墙的连接构造及填充墙中砂浆面层组合砌体柱（简称组合柱）的布置，应符合下列规定：

1 位于高烈度地区，包括建筑场地类别 $\geq$ III类及高档装修的框架（含框剪）结构填充墙宜与框架完全脱开，在距填充墙端部、门窗洞口每侧不大于 500mm 处及间距约为 20 倍墙厚且长度不大于 2500mm 的其它部位的墙体中设置组合柱；

2 中、低烈度地区，包括建筑场地类别 $\leq$ II类及中低档装修的框架（含框剪）结构可采用填充墙与框架柱脱开构造，填充墙与框架柱间应采用焊接钢筋网片（纵筋 2 R5，横筋 R5 间距 200mm）连接，钢筋网片在砌体灰缝中的埋长不应小于 1000mm，其竖向间距不应大于 600mm。组合柱距墙端的距离不宜大于 1500mm；

3 宜根据填充墙的建筑或结构功能要求，选用填充墙中砂浆面层组合砌体柱（简称组合柱）的类型（图 10.6.4-1）；

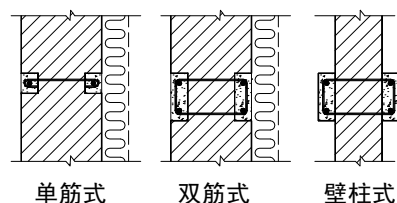


图 10.6.4-1

4 墙中的组合柱可在砌体砌筑时切割块材，或由专门的块材砌筑而成，也可在砌筑时留出宽度不大于 50mm 的竖向通缝而成，但此缝应采用不低于 M5 (Mb5、Ms5) 砂浆填实，且每侧不少于 400mm 范围内设置 3~4 焊接网片，或 2 R5 钢筋，其竖向间距不大于 400mm。当考虑夹心墙外叶墙参与受力时，应对通缝附近的空腔用砂浆填实，并附加拉结钢筋（图 10.6.4-2）；

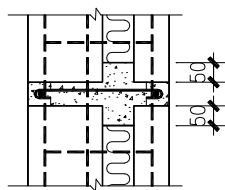


图 10.6.4-2

5 组合柱的竖向钢筋应由计算确定，但不宜小于 10，拉筋或箍筋 R5，竖各间距不宜大于 400mm。竖向钢筋与框架梁或其挑出部分的预埋件或预留钢筋连接，绑扎接头时不小于 30d，焊接时（单面焊）不小于 10d（d 为钢筋直径）。组合砌体柱的砂浆层应采用 1:2 水泥砂浆分层成型。纵向钢筋的砂浆保护层厚度不应小于 15mm；

6 填充墙的顶部向下的第一皮砌体灰缝内应设置一道 2 R4 通长焊接网片。当采用非烧结类块材的墙长超过 12m 时，尚宜在墙体上部 1/3 范围内设置通长焊接网片，其竖向间距不大于 600mm。当

为夹心墙时则不需另设；

7 填充墙与框架柱、梁间的缝隙应根据设置部位、使用要求选择适合的填缝材料，如玻璃棉毡、模塑聚苯板、挤塑聚苯板或聚氨脂发泡材料填充，并采用硅酮胶或其它弹性密封材料处理。

**10.6.4 填充墙的砌体材料应符合下列规定：**

1 砖的强度等级不宜低于 MU5.0，轻骨料混凝土砌块不宜低于 MU3.5。低于 MU3.5 的砌块应采用烧结陶粒混凝土砌块，并不得掺加其它类型轻骨料，密度等级不应大于  $800\text{kg/m}^3$ ，对粉煤灰混凝土砌块的强度等级不应低于 MU3.5；

2 砌筑砂浆的强度等级不应低于 M5（Mb5、Ms5）；

3 地面以下或防潮层以下及潮湿的房间的砌体，其块体强度等级和砂浆强度等级应至少提高一级采用。