

9 配筋砌块砌体构件

9.1 一般规定

9.1.1 配筋砌块砌体结构的内力与位移，可按弹性方法计算。各构件应根据结构分析所得的内力，分别按轴心受压、偏心受压或偏心受拉构件进行正截面承载力和斜截面承载力计算，并应根据结构分析所得的位移进行变形验算。

9.2 正截面受压承载力计算

9.2.1 配筋砌块砌体构件正截面承载力应按下列基本假定进行计算：

- 1 截面应变保持平面；
- 2 竖向钢筋与其毗邻的砌体、灌孔混凝土的应变相同；
- 3 不考虑砌体、灌孔混凝土的抗拉强度；
- 4 根据材料选择砌体、灌孔混凝土的极限压应变，且不应大于 0.003；
- 5 根据材料选择钢筋的极限拉应变，且不应大于 0.01。

9.2.2 轴心受压配筋砌块砌体构件，当配有箍筋或水平分布钢筋时，其正截面受压承载力应按下列公式计算：

$$N \leq \varphi_{0g} (f_g A + 0.8 f_y' A_s') \quad (9.2.2-1)$$

$$\varphi_{0g} = \frac{1}{1 + 0.001 \beta^2} \quad (9.2.2-2)$$

式中 N — 轴向力设计值；

f_g — 灌孔砌体的抗压强度设计值，应按第 3.2.1 条第 4 款采用；

f_y' — 钢筋的抗压强度设计值；

A — 构件的毛截面面积；

A_s' — 全部竖向钢筋的截面面积；

φ_{0g} — 轴心受压构件的稳定系数；

β — 构件的高厚比。

注：1 无箍筋或水平分布钢筋时，仍应按式 9.2.2 计算，但应取 $f_y' A_s' = 0$ ；

2 配筋砌块砌体构件的计算高度 H_0 可取层高。

9.2.3 配筋砌块砌体构件，当竖向钢筋仅配在中间时，其平面外偏心受压承载力可按式(5.1.1)进行计算，但应采用灌孔砌体的抗压强度设计值。

9.2.4 矩形截面偏心受压配筋砌块砌体构件正截面承载力计算，应符合下列规定：

1 大小偏心受压界限

当 $x \leq \xi_b h_0$ 时，为大偏心受压；

当 $x > \xi_b h_0$ 时，为小偏心受压。

式中 ξ_b — 界限相对受压区高度，对 HPB235 级钢筋取 ξ_b 等于 0.60，对 HRB335 级

钢筋取 ξ_b 等于 0.53，对 HRB400 或 RRB400 级钢筋取 ξ_b 等于 0.50；

x — 截面受压区高度；

h_0 — 截面有效高度。

2 大偏心受压时应按下列公式计算（图 9.2.4）：

$$N \leq f_g b x + f_y' A_s' - f_y A_s - \sum f_{si} A_{si} \quad (9.2.4-1)$$

$$N e_N \leq f_g b x (h_0 - x/2) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') - \sum f_{si} S_{si} \quad (9.2.4-2)$$

式中 N — 轴向力设计值；

f_g — 灌孔砌体的抗压强度设计值；

f_y, f_y' — 竖向受拉、压主筋的强度设计值；

b — 截面宽度；

f_{si} — 竖向分布钢筋的抗拉强度设计值；

A_s, A_s' — 竖向受拉、压主筋的截面面积；

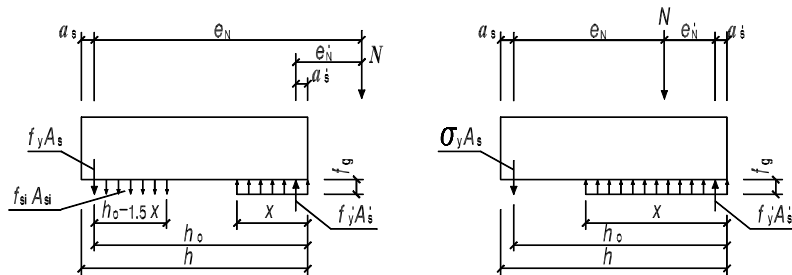
A_{si} — 单根竖向分布钢筋的截面面积；

S_{si} — 第 i 根竖向分布钢筋对竖向受拉主筋的面积矩；

e_N — 轴向力作用点到竖向受拉主筋合力点之间的距离，可按第 8.2.4 条的规定计算。

a_s' — 受压区纵向钢筋合力点至截面受压区边缘的距离，对 T 形、L 形、工形截面，当翼缘受压时取 100mm，其他情况取 300mm。

a_s — 受拉区纵向钢筋合力点至截面受拉区边缘的距离，对 T 形、L 形、工形截面，当翼缘受压时取 300mm，其他情况取 100mm。



a)大偏心受压

b)小偏心受压

图 9.2.4 矩形截面偏心受压正截面承载力计算简图

当受压区高度 $x < 2a_s'$ 时，其正截面承载力可按下列式进行计算：

$$N e_N' \leq f_y A_s (h_0 - a_s') \quad (9.2.4-3)$$

式中 e_N' — 轴向力作用点至竖向受压主筋合力点之间的距离，可按第 8.2.4 条的规定计算。

3 小偏心受压时，应按下列公式计算（图 9.2.4）：

$$N \leq f_g b x + f_y' A_s' - \sigma_s A_s \quad (9.2.4-4)$$

$$Ne_N \leq f_g bx(h_0 - x/2) + f_y' A_s' (h_0 - a_s') \quad (9.2.4-5)$$

$$\sigma_s = \frac{f_y}{\xi_b - 0.8} \left(\frac{x}{h_0} - 0.8 \right) \quad (9.2.4-6)$$

注：当受压区竖向受压主筋无箍筋或无水平钢筋约束时，可不考虑竖向受压主筋的作用，即取 $f_y' A_s' = 0$ 。

矩形截面对称配筋砌块砌体小偏心受压时，也可近似按下列公式计算钢筋截面面积：

$$A_s = A_s' = \frac{Ne_N - \xi(1 - 0.5\xi)f_g b h_0^2}{f_y'(h_0 - a_s')} \quad (9.2.4-7)$$

其中相对受压区高度 ξ ，可按下列式计算：

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{N - \xi_b f_g b h_0}{\frac{Ne_N - 0.43 f_g b h_0^2}{(0.8 - \xi_b)(h_0 - a_s')} + f_g b h_0} + \xi_b \quad (9.2.4-8)$$

注：小偏心受压计算中未考虑竖向分布钢筋的作用。

9.2.5 T形、L型、工形截面偏心受压构件，当翼缘和腹板的相交处采用错缝搭接砌筑和同时设置中距不大于1.2m的水平配筋带（截面高度 $\geq 60\text{mm}$ ，钢筋不少于2 $\Phi 12$ ）时，可考虑翼缘的共同工作，翼缘的计算宽度应按表9.2.5中的最小值采用，其正截面受压承载力应按下列规定计算：

1 当受压区高度 $x \leq h_f'$ 时，应按宽度为 b_f' 的矩形截面计算；

2 当受压区高度 $x > h_f'$ 时，则应考虑腹板的受压作用，应按下列公式计算：

1) 大偏心受压（图9.2.5）

$$N \leq f_g [bx + (b_f' - b)h_f'] + f_y' A_s' - f_y A_s - \sum f_{si} A_{si} \quad (9.2.5-1)$$

$$Ne_N \leq f_g [bx(h_0 - x/2) + (b_f' - b)h_f'(h_0 - h_f'/2)] + f_y' A_s' (h_0 - a_s') - \sum f_{si} S_{si} \quad (9.2.5-2)$$

式中 b_f' — T形、L形、工形截面受压区的翼缘计算宽度；

h_f' — T形、L形、工形截面受压区的翼缘厚度。

2) 小偏心受压

$$N \leq f_g [bx + (b_f' - b)h_f'] + f_y' A_s' - \sigma_s A_s \quad (9.2.5-3)$$

$$Ne_N \leq f_g [bx(h_0 - x/2) + (b_f' - b)h_f'(h_0 - h_f'/2)] + f_y' A_s' (h_0 - a_s') \quad (9.2.5-4)$$

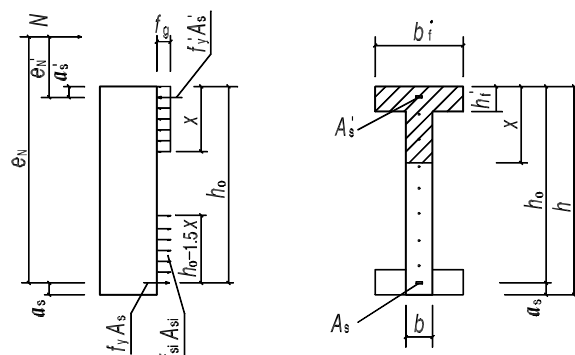


图 9.2.5 T形截面偏心受压构件正截面承载力计算简图

表 9.2.5 T 形、L 形、工形截面偏心受压构件翼缘计算宽度 b_f'

考虑情况	T、I 截面	L 型截面
按构件计算高度 H_0 考虑	$H_0/3$	$H_0/6$
按腹板间距 L 考虑	L	$L/2$
按翼缘厚度 h_f' 考虑	$b+12h_f'$	$b+6h_f'$
按翼缘的实际宽度 b_f' 考虑	b_f'	b_f'

注：构件的计算高度 H_0 可取层高。

9.3 斜截面受剪承载力计算

9.3.1 偏心受压和偏心受拉配筋砌块砌体剪力墙，其斜截面受剪承载力应根据下列情况进行计算：

1 剪力墙的截面，应满足下式要求：

$$V \leq 0.25 f_g b h_0 \quad (9.3.1-1)$$

式中 V —剪力墙的剪力设计值；

b —剪力墙截面宽度或 T 形、倒 L 型截面腹板宽度；

h_0 —剪力墙截面的有效高度。

2 剪力墙在偏心受压时的斜截面受剪承载力，应按下列公式计算：

$$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.6 f_{vg} b h_0 + 0.12 N \frac{A_w}{A}) + 0.9 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \quad (9.3.1-2)$$

$$\lambda = M/V h_0 \quad (9.3.1-3)$$

式中 f_{vg} —灌孔砌体抗剪强度设计值，应按第 3.2.2 条的规定采用；

M 、 N 、 V —计算截面的弯矩、轴向力和剪力设计值，当 $N > 0.25 f_g b h$ 时取

$$N = 0.25 f_g b h;$$

A —剪力墙的截面面积，其中翼缘的有效面积，可按表 9.2.5 的规定确定；

A_w —T 形或倒 L 形截面腹板的截面面积，对矩形截面取 A_w 等于 A ；

λ —计算截面的剪跨比，当 λ 小于 1.5 时取 1.5，当 λ 大于或等于 2.2 时取 2.2；

h_0 —剪力墙截面的有效高度；

A_{sh} —配置在同一截面内的水平分布钢筋或网片的全部截面面积；

s —水平分布钢筋的竖向间距；

f_{yh} —水平钢筋的抗拉强度设计值。

3 剪力墙在偏心受拉时的斜截面受剪承载力应按下列公式计算：

$$V \leq \frac{1}{\lambda - 0.5} (0.6 f_{vg} b h_0 - 0.22 N \frac{A_w}{A}) + 0.9 f_{yh} \frac{A_{sh}}{S} h_0 \quad (9.3.1-4)$$

9.3.2 配筋砌块砌体剪力墙连梁的斜截面受剪承载力，应符合下列规定：

1 当连梁采用钢筋混凝土时，连梁的承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》

的有关规定进行计算；

2 当连梁采用配筋砌块砌体时，应符合下列规定：

1) 连梁的截面，应符合下列要求：

$$V_b \leq 0.25 f_g b h_0 \quad (9.3.2-1)$$

2) 连梁的斜截面受剪承载力应按下列公式计算：

$$V_b \leq 0.8 f_{vg} b h_0 + f_{yv} \frac{A_{sv}}{s} h_0 \quad (9.3.2-2)$$

式中 V_b — 连梁的剪力设计值；

b — 连梁的截面宽度；

h_0 — 连梁的截面有效高度；

A_{sv} — 配置在同一截面内箍筋各肢的全部截面面积；

f_{yv} — 箍筋的抗拉强度设计值；

s — 沿构件长度方向箍筋的间距。

注：连梁的正截面受弯承载力应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》受弯构件的有关规定进行计算，当采用配筋砌块砌体时，应采用其相应的计算参数和指标。

9.4 配筋砌块砌体剪力墙构造规定

I 钢筋

9.4.1 钢筋的规格，应符合下列规定：

1 钢筋的直径不宜大于 25mm，当设置在灰缝中时不应小于 4mm，在其它部位不应小于 10mm；

2 配置在孔洞或空腔中的钢筋面积不应大于孔洞或空腔面积的 6%。

9.4.2 钢筋的设置，应符合下列规定：

1 设置在灰缝中钢筋的直径不宜大于灰缝厚度的 1/2；

2 两平行的水平钢筋间的净距不应小于 50mm；

3 柱和壁柱中的竖向钢筋的净距不宜小于 40mm(包括接头处钢筋间的净距)。

9.4.3 钢筋在灌孔混凝土中的锚固，应符合下列规定：

1 当计算中充分利用竖向受拉钢筋强度时，其锚固长度 L_a ，对 HRB335 级钢筋不宜小于 $30d$ ；对 HRB400 和 RRB400 级钢筋不宜小于 $35d$ ；在任何情况下钢筋（包括钢筋网片）锚固长度不应小于 300mm；

2 竖向受拉钢筋不宜在受拉区截断。如必须截断时，应延伸至按正截面受弯承载力计算不需要该钢筋的截面以外，延伸的长度不应小于 $20d$ ；

3 竖向受压钢筋在跨中截断时，必须伸至按计算不需要该钢筋的截面以外，延伸的长度不应小于 $20d$ ；对绑扎骨架中末端无弯钩的钢筋，不应小于 $25d$ ；

4 钢筋骨架中的受力光面钢筋，应在钢筋末端作弯钩，在焊接骨架、焊接网以及轴心受压构件中，可不作弯钩；绑扎骨架中的受力变形钢筋，在钢筋的末端可不作弯钩。

9.4.4 钢筋的接头应符合下列规定：

钢筋的直径大于 22mm 时宜采用机械连接接头，接头的质量应符合有关标准、规范的规定；其它直径的钢筋可采用搭接接头，并应符合下列要求：

- 1 钢筋的接头位置宜设置在受力较小处；
- 2 受拉钢筋的搭接接头长度不应小于 $1.1 L_a$ ，受压钢筋的搭接接头长度不应小于 $0.7 L_a$ ，且不应小于 300mm；
- 3 当相邻接头钢筋的间距不大于 75mm 时，其搭接长度应为 $1.2 L_a$ 。当钢筋间的接头错开 $20d$ 时，搭接长度可不增加。

9.4.5 水平受力钢筋（网片）的锚固和搭接长度应符合下列规定：

- 1 在凹槽砌块混凝土带中钢筋的锚固长度不宜小于 $30d$ ，且其水平或垂直弯折段的长度不宜小于 $15d$ 和 200mm；钢筋的搭接长度不宜小于 $35d$ ；
- 2 在砌体水平灰缝中，钢筋的锚固长度不宜小于 $50d$ ，且其水平或垂直弯折段的长度不宜小于 $20d$ 和 150mm；钢筋的搭接长度不宜小于 $55d$ ；
- 3 在隔皮或错缝搭接的灰缝中为 $50d+2h$ ， d 为灰缝受力钢筋的直径， h 为水平灰缝的间距。

9.4.6 钢筋的最小保护层厚度应符合下列要求：

- 1 灰缝中钢筋外露砂浆保护层不宜小于 15mm；
- 2 位于砌块孔槽中的钢筋保护层，在室内正常环境不宜小于 20mm；在室外或潮湿环境不宜小于 30mm。

注：对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的配筋砌体结构构件，钢筋的保护层应比本条规定的厚度至少增加 5mm，或采用经防腐处理的钢筋、抗渗混凝土砌块等措施。

II 配筋砌块砌体剪力墙、连梁

9.4.7 配筋砌块砌体剪力墙、连梁的砌体材料强度等级应符合下列规定：

- 1 砌块不应低于 MU10；
- 2 砌筑砂浆不应低于 Mb7.5；
- 3 灌孔混凝土不应低于 Cb20。

注：对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的配筋砌块砌体房屋，所用材料的最低强度等级应至少提高一级。

9.4.8 配筋砌块砌体剪力墙厚度、连梁截面宽度不应小于 190mm。

9.4.9 配筋砌块砌体剪力墙的构造配筋应符合下列规定：

- 1 应在墙的转角、端部和孔洞的两侧配置竖向连续的钢筋，钢筋直径不宜小于 12mm；
- 2 应在洞口的底部和顶部设置不小于 $2\Phi 10$ 的水平钢筋，其伸入墙内的长度不宜小于 $40d$ 和 600mm；
- 3 应在楼（屋）盖的所有纵横墙处设置现浇钢筋混凝土圈梁，圈梁的宽度和高度宜等于墙厚和块高，圈梁主筋不应少于 $4\Phi 10$ ，圈梁的混凝土强度等级不宜低于同层混凝土块体

强度等级的 2 倍，或该层灌孔混凝土的强度等级，也不应低于 C20；

4 剪力墙其他部位的竖向和水平钢筋的间距不应大于墙长、墙高的 1/3，也不应大于 900mm。

5 剪力墙沿竖向和水平方向的构造钢筋配筋率均不应小于 0.07%。

9.4.10 按壁式框架设计的配筋砌块窗间墙除应符合第 9.4.7 条~9.4.9 条规定外，尚应符合下列规定：

1 窗间墙的截面应符合下列要求：

- 1) 墙宽不应小于 800mm；
- 2) 墙净高与墙宽之比不宜大于 5。

2 窗间墙中的竖向钢筋应符合下列要求：

- 1) 每片窗间墙中沿全高不应少于 4 根钢筋；
- 2) 沿墙的全截面应配置足够的抗弯钢筋；
- 3) 窗间墙的竖向钢筋的含钢率不宜小于 0.2%，也不宜大于 0.8%。

3 窗间墙中的水平分布钢筋应符合下列要求：

1) 水平分布钢筋应在墙端部纵筋处向下弯折射 90°，弯折段长度不小于 15d 和 150mm；

2) 水平分布钢筋的间距：在距梁边 1 倍墙宽范围内不应大于 1/4 墙长，其余部位不应大于 1/2 墙长；

3) 水平分布钢筋的配筋率不宜小于 0.15%。

9.4.11 配筋砌块砌体剪力墙，应按下列情况设置边缘构件：

1 应在一字墙的端部至少 3 倍墙厚范围内的孔中设置不小于 $\Phi 12$ 通长竖向钢筋；

2) 应在 L、T 或+字形墙交接处 3 或 4 个孔中设置不小于 $\Phi 12$ 通长竖向钢筋；

3) 当剪力墙的轴压比大于 $0.6f_g$ 时，除按上述规定设置竖向钢筋外，尚应设置间距不大于 200mm、直径不小于 6 mm 的钢箍。

4 当在剪力墙墙端设置混凝土柱作为边缘构件时，应符合下列规定：

1) 柱的截面宽度宜不小于墙厚，柱的截面高度宜为 1~2 倍的墙厚，并不应小于 200mm；

2) 柱的混凝土强度等级不宜低于该墙体块体强度等级的 2 倍，或该墙体灌孔混凝土的强度等级，也不应低于 Cb20；

3) 柱的竖向钢筋不宜小于 $4\Phi 12$ ，箍筋不宜小于 $\Phi 6$ 、间距不宜大于 200mm；

4) 墙体中的水平钢筋应在柱中锚固，并应满足钢筋的锚固要求；

5) 柱的施工顺序宜为先砌砌块墙体，后浇捣混凝土。

9.4.12 配筋砌块砌体剪力墙中当连梁采用钢筋混凝土时，连梁混凝土的强度等级不宜低于同层墙体块体强度等级的 2 倍，或同层墙体灌孔混凝土的强度等级，也不应低于 C20；其它构造尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》的有关规定要求。

9.4.13 配筋砌块砌体剪力墙中当连梁采用配筋砌块砌体时，连梁应符合下列规定：

1 连梁的截面应符合下列要求：

- 1) 连梁的高度不应小于两皮砌块的高度和 400mm;
- 2) 连梁应采用 H 型砌块或凹槽砌块组砌, 孔洞应全部浇灌混凝土。
- 2 连梁的水平钢筋宜符合下列要求:
 - 1) 连梁上、下水平受力钢筋宜对称、通长设置, 在灌孔砌体内的锚固长度不宜小于 $40d$ 和 600mm;
 - 2) 连梁水平受力钢筋的含钢率不宜小于 0.2%, 也不宜大于 0.8%。
- 3 连梁的箍筋应符合下列要求:
 - 1) 箍筋的直径不应小于 6 mm;
 - 2) 箍筋的间距不宜大于 $1/2$ 梁高和 600mm;
 - 3) 在距支座等于梁高范围内的箍筋间距不应大于 $1/4$ 梁高, 距支座表面第一根箍筋的间距不应大于 100mm;
 - 4) 箍筋的面积配筋率不宜小于 0.15%;
 - 5) 箍筋宜为封闭式, 双肢箍末端弯钩为 135° ; 单肢箍末端的弯钩为 180° , 或弯 90° 加 12 倍箍筋直径的延长段。

III 配筋砌块砌体柱

9.4.14 配筋砌块砌体柱 (图 9.4.14) 除应符合第 9.4.7 条的要求外, 尚应符合下列规定:

- 1 柱截面边长不宜小于 400mm, 柱高度与截面短边之比不宜大于 30;
- 2 柱的纵向钢筋的直径不宜小于 12mm, 数量不应少于 4 根, 全部纵向受力钢筋的配筋率不宜小于 0.2%;
- 3 柱中箍筋的设置应根据下列情况确定:
 - 1) 当纵向钢筋的配筋率大于 0.25%, 且柱承受的轴向力大于受压承载力设计值的 25% 时, 柱应设箍筋; 当配筋率 $\leq 0.25\%$ 时, 或柱承受的轴向力小于受压承载力设计值的 25% 时, 柱中可不设置箍筋;
 - 2) 箍筋直径不宜小于 6mm;
 - 3) 箍筋的间距不应大于 16 倍的纵向钢筋直径、48 倍箍筋直径及柱截面短边尺寸中较小者;
 - 4) 箍筋应封闭, 端部应弯钩或绕纵筋水平弯折 90° , 弯折段长度不小于 $10d$;
 - 5) 箍筋应设置在灰缝或灌孔混凝土中。

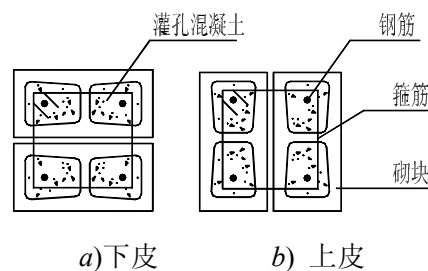


图 9.4.14 配筋砌块砌体柱截面示意