

7 构件式幕墙

7.1 一般规定

7.1.1 幕墙的立柱、横梁、面板及配套连接件应在工厂加工制作，在现场依次安装立柱、横梁和面板，并通过连接件安装于建筑主体结构上。

7.1.2 幕墙支承结构与主体结构通过预埋件连接，预埋件在主体结构施工阶段完成。立柱或横梁与主体的连接构造应确保平面内外三维可调。转接构件的承载力应满足设计要求，并应有防松、防滑措施。

7.1.3 幕墙框架可采用铝合金型材、钢型材或铝合金型材和钢型材组合的形式，宜分层悬挂于主体结构上。

7.1.4 当幕墙跨越主体结构的变形缝时，应在变形缝两侧独立设置幕墙支承结构，幕墙构造伸缩缝尺寸应与主体结构的变形缝相协调，并采用柔性或滑移等方式的连接措施封闭处理。

7.2 构造设计

7.2.1 明框幕墙固定玻璃的压板应连续通长，截面受力部分的厚度不应小于 2.0mm，且不宜小于压板宽度的 1/35，固定压板的螺栓或螺钉规格及间距应经过受力计算确定，且间距不大于 300mm，螺钉直径不小于 5mm。不得采用自攻螺钉固定压板。

7.2.2 明框幕墙的玻璃板块边缘至框槽底的间隙应满足下式要求：

$$2c_1 \left(1 + \frac{l_1}{l_2} \times \frac{c_2}{c_1} \right) \geq u_{\text{lim}} \quad (7.2.2)$$

式中： u_{lim} ——主体结构层间位移引起框料的变形限值（mm）；

- l_1 ——矩形玻璃板块竖向边长 (mm);
- l_2 ——矩形玻璃板块横向边长 (mm);
- c_1 ——玻璃与左右边框的平均间隙 (mm), 取值时应考虑施工偏差值 1.5mm;
- c_2 ——玻璃与上下边框的平均间隙 (mm), 取值时应考虑施工偏差值 1.5mm。

注: 非抗震设计时, u_{lim} 应根据主体结构弹性层间位移角限值确定; 抗震设计时, u_{lim} 应根据主体结构弹性层间位移角的 3 倍确定。

7.2.3 当面板外侧有大规格装饰构件与幕墙框架连接时, 应验算其承受的荷载对框架产生的影响。

7.2.4 中空玻璃内外片尺寸不同时, 长度差不宜大于单片玻璃厚度的 5 倍。

7.3 横梁结构设计

7.3.1 横梁截面主要受力部位的厚度, 应符合下列要求:

1 截面自由挑出的板件 (图 7.3.1a) 和双侧加劲板件 (图 7.3.1b) 的宽厚比 b_0/t 应符合表 7.3.1 的规定, 并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定;

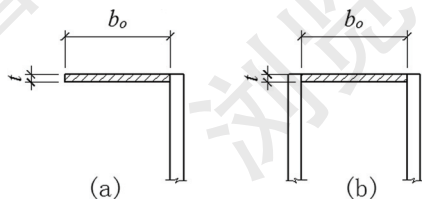


图 7.3.1 横梁的截面部位示意图

表 7.3.1 板件宽厚比 b_0/t 限值

截面板件	铝型材				热轧钢型材		冷成型薄壁型钢	
	6063 - T5 6061 - T4	6063A - T6	6063 - T6 6063A - T6	6061 - T6	Q235	Q355	Q235	Q355
自由挑出	17	15	13	12	15	12	45	35
双侧加劲	50	45	40	35	40	33	100	80

2 当横梁跨度不大于 1.2m 时，铝合金型材截面主要受力部位的厚度不应小于 2.0mm；当横梁跨度大于 1.2m 时，其截面主要受力部位的厚度不应小于 2.5mm。采用螺纹连接时，连接部位的壁厚不应小于螺钉公称直径，宽度不应小于 13mm；

3 采用螺栓连接时，钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0mm，采用焊接连接时，钢型材截面主要受力部位厚度不应小于 4.0mm。

7.3.2 应根据面板在横梁上的支承状况决定横梁的荷载，并计算横梁承受的弯矩和剪力。大跨度开口截面横梁宜考虑约束扭转产生的双力矩。

7.3.3 横梁截面受弯承载力应符合下式要求：

$$\frac{M_x}{\gamma W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma W_{ny}} \leq f \quad (7.3.3)$$

式中： M_x ——横梁绕截面 x 轴的弯矩设计值（N·mm）；

M_y ——横梁绕截面 y 轴的弯矩设计值（N·mm）；

W_{nx} ——横梁截面绕截面 x 轴的净截面模量（ mm^3 ）；

W_{ny} ——横梁截面绕截面 y 轴的净截面模量（ mm^3 ）；

γ ——塑性发展系数。铝合金型材取 1.0，钢型材取 1.05；

f ——型材抗弯强度设计值（ N/mm^2 ）。

7.3.4 横梁截面受剪承载力应符合下式要求：

$$\frac{V_x S_x}{I_x t_x} \leq f \quad (7.3.4-1)$$

$$\frac{V_y S_y}{I_y t_y} \leq f \quad (7.3.4-2)$$

式中： V_x ——横梁水平方向（ x 轴）的剪力设计值（N）；
 V_y ——横梁竖直方向（ y 轴）的剪力设计值（N）；
 S_x ——沿竖直方向，计算剪应力处以上截面面积对水平中性轴的毛截面面积矩（ mm^3 ）；
 S_y ——沿水平方向，计算剪应力处一侧截面面积对竖向中性轴的毛截面面积矩（ mm^3 ）；
 I_x ——横梁截面绕 x 轴的毛截面惯性矩（ mm^4 ）；
 I_y ——横梁截面绕 y 轴的毛截面惯性矩（ mm^4 ）；
 t_x ——横梁截面垂直于 x 轴腹板的截面总宽度（mm）；
 t_y ——横梁截面垂直于 y 轴腹板的截面总宽度（mm）；
 f ——型材抗剪强度设计值（ N/mm^2 ）。

7.3.5 当面板在横梁上偏置使横梁产生较大的扭矩时，应进行横梁抗扭承载力计算，并采取相应的构造措施。

7.3.6 在重力荷载标准值作用下，横梁竖向弯曲变形挠度不超过构件支承点跨度的 $L/500$ ，挠度绝对值不超过 3mm 。在风荷载标准值作用下，横梁的挠度限值 $d_{f,\text{lim}}$ 应符合下列规定：

$$\text{铝合金型材} \quad d_{f,\text{lim}} = L/180 \quad (7.3.6-1)$$

$$\text{钢型材} \quad d_{f,\text{lim}} = L/250 \quad (7.3.6-2)$$

式中： L ——横梁的跨度（mm），悬臂构件可取挑出长度的2倍。

7.3.7 当横梁和立柱连接采用的螺栓、螺钉或铆钉同时承受轴力和剪力时，该连接承载力应符合下式计算要求：

$$\sqrt{\left(\frac{S_v}{V_s}\right)^2 + \left(\frac{S_N}{N_s}\right)^2} \leq 1 \quad (7.3.7)$$

式中： S_v ——单个螺栓、螺钉、铆钉的计算剪力值；

S_N ——单个螺栓、螺钉、铆钉的计算轴力值；

V_s ——单个螺栓、螺钉、铆钉只承受剪力的承载力设计值；

N_s ——单个螺栓、螺钉、铆钉只承受轴力的承载力设计值。

7.3.8 单个螺栓、螺钉、铆钉与型材连接时尚应验算型材本体的抗剪、局部承压的连接强度，取各值中较小者为设计值。当横梁和立柱采用焊接连接构造时，应按特定材料焊接要求进行计算。

7.4 立柱结构设计

7.4.1 立柱截面主要受力部位的厚度，应符合下列要求：

1 铝合金型材截面开口部位的厚度不应小于 3.0mm，闭口部位的厚度不应小于 2.5mm。采用螺纹连接时，连接部位的壁厚不应小于螺钉公称直径，宽度不应小于 13mm；

2 采用螺栓连接时，钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.5mm，采用焊接连接时，钢型材截面主要受力部位厚度不应小于 4.0mm；

3 对偏心受压立柱，其截面的宽厚比应符合本标准表 7.3.1 的相应规定。

7.4.2 立柱宜采用上端悬挂方式。当采用层内长短双跨连续梁式，长短跨比不宜大于 10。立柱下端支承时，应作压弯构件设计，对受弯平面内和平面外作受压稳定验算。

7.4.3 上、下立柱之间的连接应符合下列要求：

1 上、下立柱的连接构造应结合紧密，满足荷载传递，适

应层间变形。上下立柱间宜设置不小于 15mm 的缝隙，接缝处宜封闭防水；

2 上、下立柱应采用插芯连接。插芯一端与立柱固定连接，另一端应能滑动伸缩。插芯单端与立柱的结合长度不应小于型材长边边长，且不小于 120mm。插芯可采用与立柱相同的材质，应有足够的刚度，壁厚不应小于立柱的壁厚；

3 插芯与立柱固定连接可采用螺栓或焊接的方式。采用螺栓连接时，螺栓不应少于 2 个，直径不小于 10mm；采用焊接时，应标注焊缝位置及尺寸要求。

7.4.4 立柱的结构力学计算模型，应符合其实际支承条件、连接方式。根据立柱的实际支承条件，可分别按单跨梁、双跨梁或多跨铰接梁计算由风荷载或地震作用产生的弯矩和剪力，并按其支承条件计算轴力。

7.4.5 承受轴力和弯矩作用的立柱，其承载力应符合下式要求：

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{\gamma W_n} \leq f \quad (7.4.5)$$

式中： N ——立柱的轴力设计值 (N)；

M ——立柱的弯矩设计值 (N·mm)；

A_n ——立柱的净截面面积 (mm²)；

W_n ——立柱在弯矩作用方向的净截面模量 (mm³)；

γ ——截面塑性发展系数，铝合金型材取 1.0，钢型材取 1.05；

f ——型材的抗弯强度设计值 (N/mm²)。

7.4.6 承受轴压力和弯矩作用的立柱，其在弯矩作用方向的稳定性应符合下式要求：

$$\frac{N}{\varphi A_n} + \frac{M}{\gamma W (1 - 0.8N/N_E)} \leq f \quad (7.4.6 - 1)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 EA}{1.1\lambda^2} \quad (7.4.6 - 2)$$

式中： N ——立柱的轴压力设计值（N）；

N_E ——临界轴压力（N）；

M ——立柱的最大弯矩设计值（N·mm）；

φ ——弯矩作用平面内的轴心受压稳定系数，可按表 7.4.6 采用；

A_n ——立柱的毛截面面积（mm²）；

W ——在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面抵抗矩（mm³）；

λ ——长细比。等于构件侧向支承点之间的距离（mm）与截面回转半径（mm）的比值，即 $\lambda = L/i$ ；

γ ——截面塑性发展系数，可取 1.05；

f ——型材的抗弯强度设计值（N/mm²）。

表 7.4.6 轴心受压柱的稳定系数 φ

长细比 λ	热轧钢型材		冷成型薄壁型钢		铝型材			
	Q235	Q345	Q235	Q345	6063-T5 6061-T4	6063A-T5	6063-T6 6063A-T6	6061-T6
20	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.93	0.96	0.95
40	0.90	0.88	0.89	0.87	0.85	0.80	0.86	0.82
60	0.81	0.73	0.82	0.78	0.72	0.65	0.69	0.58
80	0.69	0.58	0.72	0.63	0.57	0.48	0.48	0.38
90	0.62	0.50	0.66	0.55	0.50	0.41	0.39	0.31
100	0.56	0.43	0.59	0.48	0.43	0.35	0.33	0.25
110	0.49	0.37	0.52	0.41	0.38	0.30	0.28	0.21
120	0.44	0.32	0.45	0.35	0.33	0.26	0.24	0.18
130	0.39	0.28	0.40	0.30	0.29	0.22	0.20	0.16
140	0.35	0.25	0.35	0.26	0.26	0.20	0.18	0.14
150	0.31	0.21	0.31	0.23	0.23	0.17	0.16	0.12

7.4.7 承受轴压力和弯矩作用的立柱，其长细比不宜大于 150。

7.4.8 在风荷载标准值作用下，立柱的挠度限值 $d_{f,lim}$ 应符合下列规定：

$$\text{铝合金型材} \quad d_{f,lim} = L/180 \quad (7.4.8-1)$$

$$\text{钢型材} \quad d_{f,lim} = L/250 \quad (7.4.8-2)$$

式中： L ——立柱支点间的距离（mm），悬臂构件可取挑出长度的2倍。

7.4.9 立柱不宜采用铝合金型材腔内衬套钢型材作为共同参与受力的钢铝组合构件。确需采用钢铝组合截面立柱构造时应符合下列要求：

1 采用钢铝组合截面时，两种材料之间应采用绝缘材料隔离，以防止双金属防腐；

2 应考虑钢铝温度膨胀系数差异的影响；

3 钢铝组合截面尺寸应按其主受力型材强度计算确定。

7.4.10 钢铝组合截面立柱设计：

1 钢铝组合构造截面，不参与组合截面共同工作的部分，仍须按实际受力状况进行局部受力和连接部位计算；

2 钢铝共同工作的组合截面强度计算，可按刚度分配原理，分别按下式进行计算：

$$q_{al} = \frac{I_{al}E_{al}}{I_{al}E_{al} + I_sE_s} \cdot q \cdot \gamma_F \quad (7.4.10-1)$$

$$q_s = \frac{I_sE_s}{I_{al}E_{al} + I_sE_s} \cdot q \quad (7.4.10-2)$$

式中： q ——作用在立柱上的荷载值（N/mm）；

q_{al} ——组合截面上铝材承受的荷载值（N/mm）；

q_s ——组合截面上钢材承受的荷载值（N/mm）；

E_{al} ——铝材的弹性模量（N/mm²）；

E_s ——钢材的弹性模量（N/mm²）；

I_{al} ——组合截面中铝材独立的截面惯性距（mm⁴）；

I_s ——组合截面中钢材独立的截面惯性距 (mm^4);

γ_F ——调正系数取 1.05。

3 钢铝共同工作的组合截面,应按材料力学方法验算型材间的剪力传递,按计算要求设置抗剪螺栓或螺钉;

4 钢铝组合截面立柱的挠度限值为 $l/250$ 。

7.5 连接设计

7.5.1 横梁与立柱的连接可采用螺栓、螺钉或焊接等方式,连接构造应能承受垂直于幕墙平面的水平力、幕墙平面内的垂直力及绕横梁水平轴的扭转力。

7.5.2 横梁与立柱采用螺栓或螺钉连接时应符合下列规定:

1 横梁与立柱间应有 1.5mm ~ 2.0mm 间隙,采用柔性橡胶垫片或硅酮密封胶封闭;

2 横梁与立柱连接角码采用螺栓与立柱连接时,每个连接处的螺栓不应少于 2 个,螺栓直径不应小于 6mm;

3 横梁与立柱的连接角码采用螺钉与立柱壁连接时,其连接处横梁和立柱的壁厚应满足各项承载能力极限状态要求,连接部位的壁厚不应小于螺钉公称直径,宽度不应小于 13mm;

4 横梁与立柱的连接角码壁厚不应小于较厚的被连接铝合金构件,且不小于螺栓直径的 0.6 倍。

7.5.3 横梁与立柱采用销钉或弹簧销钉连接时应符合下列规定:

1 横梁与立柱间应有 1.5mm ~ 2.0mm 间隙,采用柔性橡胶垫片或硅酮密封胶封闭;

2 销钉、弹簧销钉的材质应采用不锈钢 304 及以上,直径不应小于 5mm,伸入立柱的深度不应小于 10mm,孔径尺寸应满足精度配合要求;

3 销钉连接时,每个连接处销钉不应少于 3 个,应设置滑移后限位构造;

4 弹簧销钉连接时，应与其他连接组合使用，不得完全采用弹簧销钉连接。

7.5.4 横梁与立柱采用焊缝连接时应符合下列规定：

1 焊缝承载能力应满足设计要求，焊缝处应采取有效的防腐措施；

2 每间隔9m宜设一处水平向滑移铰接端，同一区段内横梁和立柱的连接构造应一致。

7.5.5 立柱与主体结构的连接应符合下列要求：

1 在楼层内布置时，上、下端均宜与主体结构铰接，宜采用上端悬挂方式；

2 跨层布置时，立柱与主体结构的连接支承点每层不宜少于一个，宜采用上端悬挂方式。每层设两个支承点时，上支承点宜采用圆孔，下支承点宜采用长圆孔；

3 连接支座应有满足平面内和平面外的调整措施。构件的连接宜对称布置，连接构造应有防松、防滑措施。当采用挂接或插接时应有防脱落、防滑动措施。

7.5.6 幕墙立柱与主体混凝土结构宜通过预埋件连接，预埋件应在主体结构施工时埋设，埋件位置应符合设计规定。不具备采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施，并应通过试验确定其承载力。支座反力应由原建筑主体设计单位复核。

7.5.7 扣合在幕墙面板压板上的装饰型材等部件，扣合连接应紧密可靠。当外侧装饰型材凸出面板超过80mm时应采用机械连接。

7.5.8 幕墙外挑构件或装饰部件，应通过连接件、转接件采用螺栓与幕墙支承框架连接，不得采用自攻螺钉连接，并考虑对幕墙支承框架的影响。开口截面型材不宜设置外挑构件。

8 单元式幕墙

8.1 一般规定

8.1.1 根据建筑形体及设计要求合理选择单元式幕墙构造系统，构造系统设计应安全可靠，并便于制作、安装、维修保养和局部更换。

8.1.2 单元式幕墙板块及相配套的装置和部件应在工厂内加工并完成组装，受运输或吊装影响的装饰构件可在施工现场组装。保温、防火、防雷、灯光和电动开窗装置等，宜与单元板块的安装同步施工。

8.1.3 单元式幕墙的结构计算、选材、构造、连接、防火防雷等除本章另有规定外，均应符合本标准相应章节的规定。

8.2 构造设计

8.2.1 幕墙板块四周的框架宜选用闭合腔体的型材。横梁和立柱的构造设计应符合本标准第7.3和第7.4节的相关规定。

8.2.2 单元板块的工艺防水：

1 板块组框时横梁与立柱的接触面应密封处理，组框的螺钉或螺栓孔应有防雨水渗漏措施，工艺孔应作封闭及防水处理；

2 板块四周框架采用闭合腔体型材时，型材端部应有可靠的防止雨水进入的封堵措施。受雨水侵蚀的拼装工艺孔应设有防水措施；

3 吊装孔及框架与主体结构的连接部位，不应损害幕墙的防水构造；

4 面板与框架及框架与框架连接处，应有可靠的密封措施。同一单元板块的明隐转换处密封措施应连续；

5 隔热型材构造部位应采取防雨水渗漏措施。

8.2.3 单元式幕墙的系统防排水：

1 单元式幕墙的系统排水路径应该清晰有效。单元式幕墙组件的插接部位、对接部位应按多腔减压和雨幕原理进行构造设计；

2 易渗入雨水和凝聚冷凝水的部位，应设计导排水构造，导排水构造中应无积水现象。横向内排水时，过桥与相邻两个单元板块的顶横梁间的搭接应有效密封；纵向内排水时，相邻两个单元立柱内的导排水插芯应该与单元立柱顶端有效密封，插芯与插芯之间对接时应有防止雨水外溢的技术措施。排水方式宜采用同层横向排水，且排水孔距离纵向拼接缝不宜小于 300mm。排水孔宜采用不小于 12mm × 40mm 的长圆孔，排水孔宜采用透水材料遮挡；

3 横向相邻两个单元板块拼装后左、右两个立柱组合后形成腔体，前腔的水不应排入纵向相邻两个单元拼装后上、下两个横梁组合后形成腔体的后腔内。

8.2.4 横向隐框的玻璃面板底部应按本标准第 6.2.17 条规定设置托条，当玻璃面板与单元框架间采用浮动连接时，承托件应能承受吊装时玻璃自重产生的动力荷载。

8.2.5 隐框、半隐框玻璃面板的周边应有防护构造，防护构造宜方便面板的更换。当采用刚性防护构造时，防护构造与玻璃边缘的间隙不宜小于 5mm，并采用柔性材料填塞、注胶。护边构造应有节能构造措施并应满足节能要求。

8.2.6 明框单元式幕墙面板周边与支撑框架的间隙应注胶密封，如图 8.2.9-1 中 12 位置。

8.2.7 玻璃周边与框架之间应设置柔性定位块，定位块长度不应小于 100mm，每边不少于 2 块，定位块与框架之间应有可靠的固定连接。

8.2.8 单元板块密封胶条应整体贯通，密封胶条穿入后两端宜

预留 50mm，相邻边环通时应有可靠的组角固定措施。多单元共用同一胶条时，胶条应连续铺设，接口应有可靠的对接措施。多胶条相交时，接口应按有利防排水的原则采取可靠的对接措施，如图 8.2.9-5 中 6 位置。

8.2.9 单元式幕墙应根据密封性能、传力途径和装饰效果选择插接型、对接型或连接型构造系统。板块的接缝应进行最小缝宽、设计使用缝宽和最大缝宽的计算。最小缝宽不应导致立柱或横梁产生刚性挤压，最大缝宽不应使单元接缝传力或密封失效。

1 插接型接缝设计 (图 8.2.9-1)：

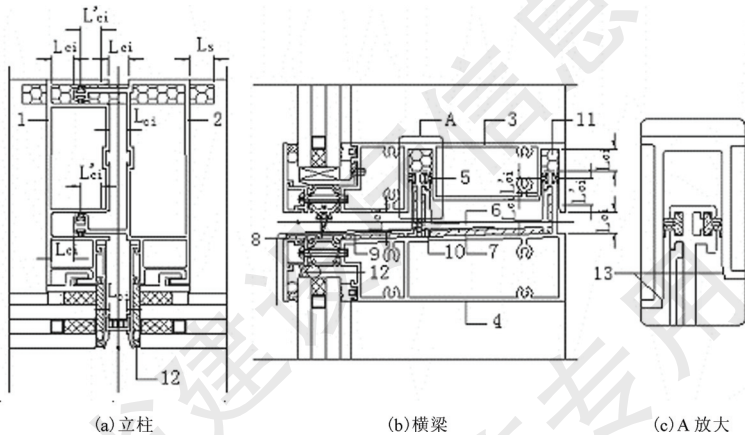


图 8.2.9-1 插接型接缝示意图

- 1—母立柱；2—公立柱；3—底横梁；4—顶横梁；5—密封胶条；
6—过桥；7、8—密封胶；9—批水板；10—排水路线；
11—闭孔海绵；12—密封胶；13—导插构造

注： L'_{ci} 为间隙，搭接量为密封条中心至导插构造端点的距离。

1) 相邻单元拼接处立柱与横梁的设计使用缝宽 L'_{\min} 及有效搭接量 L_{\min} 应通过计算确定， L'_{\min} 应大于 L_{\min} ，且横梁的有效搭接量不应小于 15mm，立柱的有效搭接量不应小于 10mm。 L'_{\min} 的

计算方法如下：

$$L_{\text{emin}} \geq \alpha b \Delta t + d_{\text{C}} + d_{\text{E}} + \Delta h - \Delta f \quad (8.2.9-1)$$

$$L'_{\text{emin}} \geq \alpha b \Delta t + d_{\text{C}} + d_{\text{E}} + \Delta f \quad (8.2.9-2)$$

$$\Delta f = f_{\text{b}} - f_{\text{i}} \quad (8.2.9-3)$$

式中： α ——横梁或立柱的线膨胀系数（ $1/^\circ\text{C}$ ）；

b ——计算方向横梁或立柱的长度（mm）；

Δt ——工程所在地年温度变化（ $^\circ\text{C}$ ），按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

d_{C} ——施工偏差（mm），可取 2mm；

d_{E} ——考虑地震作用等其他因素影响的预留量（mm）， $d_{\text{E}} \geq 2\text{mm}$ ；

Δh ——在永久荷载、楼面活荷载、屋面活荷载、屋面雪荷载作用下，层间主体结构压缩量（mm），适用于横梁间隙计算；

Δf ——幕墙单元底部主体结构梁或板与幕墙单元顶部主体结构梁或板的竖向相对位移（mm），适用于横梁间隙计算， $\Delta f < 0$ 时计入公式 8.2.9-1， $\Delta f > 0$ 时计入公式 8.2.9-2；

f_{b} ——幕墙单元底部主体结构梁或板的竖向位移，向下为正；

f_{i} ——幕墙单元顶部主体结构梁或板的竖向位移，向下为正。

2) 过桥型材长度不应小于 200mm，过桥与单元的上横梁间宜设置成一端铰接固定，另一端可滑动的连接形式。过桥与单元板块的上横梁间应留有间隙并用硅酮密封胶密封，间隙 t_{s} 根据过桥的两端滑移情况按下式计算，且不应小于 3mm（图 8.2.9-2）；

$$t_{\text{s}} \geq \frac{\alpha b \Delta t + d_{\text{E}}}{n \sqrt{\delta} (2 + \delta)} \quad (8.2.9-4)$$

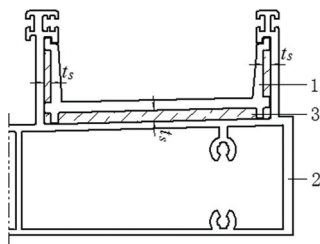


图 8.2.9-2 过桥型材与横梁胶缝示意图

1—过桥型材；2—顶横梁；3—硅酮密封胶

式中： t_s ——过桥型材与顶横梁间的间隙（mm）；
 α ——顶横梁的线膨胀系数（ $1/^\circ\text{C}$ ）；
 b ——单元板块的分格宽度（mm）；
 Δt ——幕墙的年温度变化（ $^\circ\text{C}$ ）；
 d_e ——考虑地震作用等其他因素影响的预留量（mm），
 $d_e \geq 2\text{mm}$ ；
 n ——过桥型材两端均可滑动取 2，只有一端可滑动取 1；
 δ ——硅酮密封胶允许的变位承受能力。

3) 单元顶横梁上表面排水坡度宜大于 2.5%；

4) 相邻四个单元拼装的十字缝处应有可靠的密封措施。可采用不透气不透水的柔性材料封堵，柔性材料在长度方向单侧超出立柱宽度的尺寸 L_s 不应小于 50mm，且不应小于 3 倍立柱的有效搭接量；安装时的压缩量不应小于横梁的有效搭接量。不影响装饰效果时宜注胶密封；

5) 插接处型材的槽口或插接壁应有导插构造，对插时胶条不应有脱槽或剪切破坏现象；

6) 立柱、横梁的插接壁和过桥起传力作用时，应进行抗剪和抗弯计算。

2 对接型接缝设计（图 8.2.9-3）：

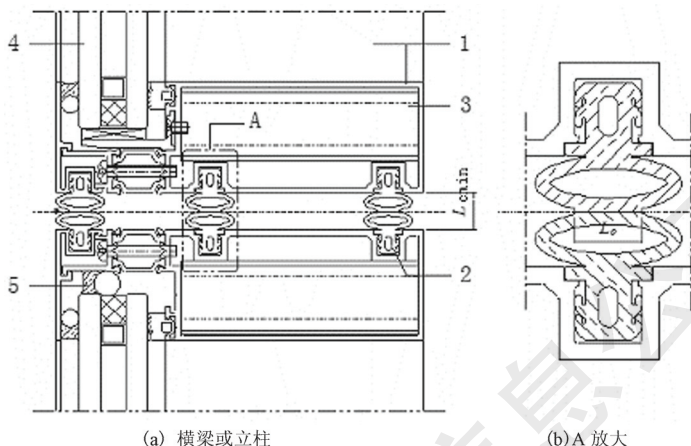


图 8.2.9-3 对接型接缝示意图

1—立柱或横梁；2—对接型密封胶条；3—组角角铝；
4—面板玻璃；5—密封胶

1) 相邻单元拼接处横梁与立柱的设计使用缝宽 L_{emin} 应通过计算确定，且不宜小于 12mm， L_{emin} 的计算方法如下：

$$L_{\text{emin}} \geq \alpha b \Delta t + d_c + d_k + \Delta h - \Delta f + \sum \delta \quad (8.2.9-5)$$

式中： δ ——密封胶条壁厚（mm）。

2) 对接型密封胶条的硬度在最小缝宽时不应导致玻璃造成挤压应力，在设计使用缝宽时不宜导致立柱或横梁有明显的挤压变形，其尺寸 D 应通过下式计算，并应在最大缝宽时满足密封性能的要求（图 8.2.9-4）：

$$D \geq \frac{2}{3} (L_{\text{emin}} + L'_{\text{emin}}) \quad (8.2.9-6)$$

式中： L'_{emin} 的计算方法见式 8.2.9-2。

3) 对接型密封胶条在设计使用缝宽和最大缝宽时的重叠量 L_0 应大于横梁或立柱在幕墙面外荷载作用下的变形差；

4) 横梁和立柱的组角部位应密封处理，组角强度应满足设

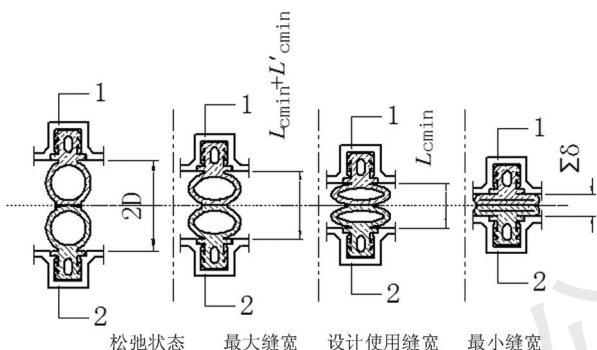


图 8.2.9-4 对接型接缝各状态胶条示意图

1—立柱或横梁；2—挤压式密封胶条

计要求。对接型密封胶条的组角措施应该可靠；

5) 采用对接型接缝的单元式幕墙不宜用在有明显的压缩量 (Δh) 或幕墙连接点间相对位移 (Δf) 的支撑结构上。

3 连接型接缝设计 (图 8.2.9-5)：

1) 相邻单元拼接处横梁、立柱没有胶条覆盖部位和定位传力插件的设计使用缝宽 L_{cmin} 、搭接量 L'_{cmin} 之规定和计算方法见本标准第 8.2.9 条第 1 款；横梁和立柱有胶条覆盖部位的设计使用缝宽 L_{cmin} 在 8.2.9 条第 1 款之规定和计算方法中累计胶条厚度；

2) 对接型密封胶条起到密封作用时，应按本标准第 8.2.9 条第 2 款计算其尺寸 D 和重叠量 L_0 ；不起密封作用时其直径 D 宜按下式计算：

$$D \geq \frac{1}{2} (L_{cmin} + L'_{cmin}) \quad (8.2.9-7)$$

式中： L'_{cmin} 的计算方法见式 8.2.9-2。

3) 横梁上的定位传力插件兼顾集排水作用时，与单元顶横梁的连接和密封方法应符合本标准第 8.2.9 条第 1 款中第 2 项的规定；

4) 连接型密封胶条与横梁或立柱槽口间应设计成一端限位

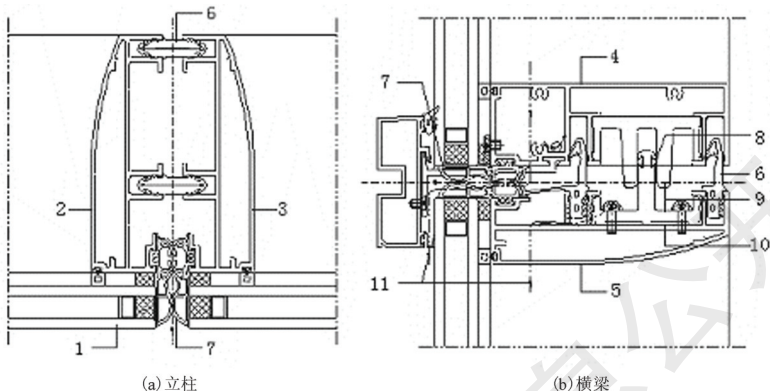


图 8.2.9-5 连接型接缝示意图

1—玻璃；2、3—立柱；4—底横梁；5—顶横梁；6—连接型密封胶条；
7—对接型密封胶条；8—密封胶条；9—定位传力插件；10—密封胶；11—流水线

一端滑移的形式，滑移端在最大缝宽时应满足密封要求；

5) 连接型密封胶条纵横交叉时应有可靠的交接密封措施，柔性挤压式密封胶条的组角措施应该可靠；

6) 当相邻两个横梁、立柱在荷载作用下的变形差大于 3mm 时，应设置定位传力插件。为相邻单元提供支反力的定位传力插件应就近设置。定位传力插件应进行抗弯、抗剪计算；与之配合的横梁壁应进行抗拉、抗弯、抗剪计算；采用螺钉或螺栓固定时，应验算螺钉或螺栓的受拉、受剪、承压的承载能力，螺钉还应计算螺纹牙的受剪承载力。

8.2.10 明框单元板块的龙骨采用隔热型材时，玻璃应采用结构胶与隔热型材的主要受力部分粘接。明框单元体幕墙使用铝扣条安装玻璃时，应设置机械防脱措施。玻璃与型材之间的间隙 D 应满足注胶要求且不小于 8mm，并应大于立柱与玻璃之间的侧向相对变形值，当此间隙采用密封胶密封时，密封胶应有相应的变位能力。

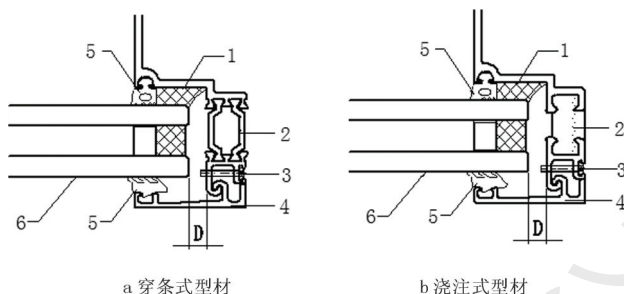


图 8.2.10 明框单元式幕墙玻璃安装示意图

- 1—结构胶；2—隔热材料；3—机械防脱螺钉；4—铝合金扣条；
5—玻璃安装胶条；6—玻璃面板；D—玻璃与型材之间的间隙

8.2.11 幕墙面板设计安装应便于更换维修，板块应有防滑脱、防坠落的构造措施。应有供面板拆卸更换用的临时固定构造措施。

8.2.12 固定在单元幕墙上的擦窗机防风销及灯光照明装置应连接牢固可靠，不得破坏幕墙的防水系统。

8.3 结构设计

8.3.1 单元式幕墙结构计算应有明确的计算模型，单元式幕墙的横梁和立柱的结构可按本标准的第 7.3 和第 7.4 节的规定计算，面板计算按本标准第 6 章的规定。

8.3.2 单元式幕墙的横梁和立柱应分别按其自身单元内所承受的面外荷载和作用进行承载力计算。相邻单元接缝处的横梁或立柱间有确保协同变形的构造措施时，可按刚度分配后按各自承担的面外荷载和作用分别计进行承载力算。

$$q_1 = q \frac{I_1}{I_1 + I_2} \quad (8.3.2-1a)$$

或

$$F_1 = F \frac{I_1}{I_1 + I_2} \quad (8.3.2-1b)$$

$$q_2 = q \frac{I_2}{I_1 + I_2} \quad (8.3.2 - 2a)$$

或

$$F_2 = F \frac{I_2}{I_1 + I_2} \quad (8.3.2 - 2b)$$

式中： q 、 F ——作用在相邻单元接缝处组合横梁或立柱上的线荷载（N/mm）或集中荷载（N）；

q_1 、 q_2 ——分配到组合横梁或立柱的单一组成部分上的线荷载（N/mm）；

F_1 、 F_2 ——分配到组合横梁或立柱的单一组成部分上的集中荷载（N）；

I_1 、 I_2 ——组合横梁或立柱的单一组成部分的截面惯性矩（ mm^4 ）。

8.3.3 紧固件连接强度的计算应符合下列规定：

1 构件、连接件、螺钉、螺栓和铆钉的强度设计值应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用；

2 构件、连接件、螺钉、螺栓和铆钉的承载力应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《钢结构设计标准》GB 50017 的规定计算；

3 承受杆轴方向的拉力时，螺钉帽、螺帽及螺母下构件承压承载力设计值应按下式计算：

$$\text{螺钉：} \quad N_{cp}^s = A_b f_c^b \quad (8.3.3 - 1)$$

$$\text{螺栓：} \quad N_{cp}^b = A_b f_c^b \quad (8.3.3 - 2)$$

式中： A_b ——螺钉帽、螺帽或螺母的承载面积（ mm^2 ），按现行国家标准《螺纹紧固件应力截面积和承载面积》GB/T 16823.1 计算或选取；

f_c^b ——螺钉或螺栓承压强度设计值（ N/mm^2 ）。

4 采用螺钉连接时，还应进行螺纹牙受剪承载力设计值的计算：

$$N_v^a = n\pi d_4 e^s f_v^b \quad (8.3.3-3)$$

$$n = \frac{t}{P} - 1 \quad (8.3.3-4)$$

$$d_4 = d + \frac{\sqrt{3}}{8}P - \sqrt{3}e^s \quad (8.3.3-5)$$

$$e^s = \frac{f_v P}{f_v^b + f_v} \quad (8.3.3-6)$$

式中： N_v^a ——螺钉螺纹牙承载力设计值（N）；

n ——受剪螺纹牙数目；

t ——螺钉与构件带有螺纹处咬合厚度（mm），主要受力连接处不应小于4mm；

P ——螺距（mm）；

d_4 ——螺钉与构件等效受剪承载力处直径（mm）；

d ——螺钉公称直径（mm）；

e^s ——螺钉与构件等效受剪承载力处螺钉螺纹牙受剪宽度（mm）；

f_v ——连接构件的抗剪强度设计值（N/mm²）；

f_v^b ——螺钉的抗剪强度设计值（N/mm）。

8.3.4 单元框架连接处螺钉的拉力和剪力应按下列规定计算并组合：

1 单元范围内不需要组框承受弯矩保证单元形状时，通过被连接杆件的单元面内轴力计算螺钉的拉力，通过被连接杆件的单元面内剪力、面外剪力和面外扭矩计算螺钉的剪力；

2 在单元范围内需要组框处承受弯矩保证单元形状时，还应通过组框处弯矩计算螺钉的拉力；

3 组框处承受相邻单元的支反力时，还应通过支反力产生的弯矩或扭矩计算螺钉的拉力或剪力。

8.3.5 单元式幕墙与主体结构的连接组件及埋件应在最不利的

荷载和作用组合和最不利的偏差位置进行强度计算，确保连接安全。

8.3.6 对接型单元式幕墙，对接处立柱与横梁应分别按其所承受的荷载和作用计算。幕墙面内的荷载和作用不应由相邻单元拼接处的相邻横梁或立柱承担。

8.3.7 开口型材的整体稳定性可采用有限元方法计算，也可根据现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定计算。

8.4 连接设计

8.4.1 幕墙框架及幕墙与主体结构之间连接处的构件、连接件、焊缝、螺栓、螺钉等设计，应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《钢结构设计标准》GB 50017 的有关规定。单元式幕墙的连接设计除满足本节规定外，还用满足本标准第 7.5 节的规定。

8.4.2 单元板块与主体结构连接设计应符合下列规定：

1 连接组件宜设计成使单元板块绕水平轴转动的构造形式。安装连接支座应确保三维可调节，前后和左右方向的调节量不小于 30mm，上下方向的调节量不小于 20mm，安装定位后应有防止板块滑动及脱落的构造措施；

2 连接构件厚度经计算确定，钢材不应小于 6mm，铝合金型材不应小于 8mm。铝合金连接件宜采用 6061-T6 牌号；

3 单元式幕墙板块与连接件应采用不锈钢螺栓连接，螺栓公称直径不小于 10mm，每个连接处不少于 2 个螺栓。限位作用的螺钉或螺栓的直径不宜小于 6mm。

8.4.3 单元板块构造连接设计应符合下列规定：

1 立柱和横梁应采用不锈钢螺钉连接，螺钉直径不应小于 5mm，螺钉数量应经计算确定且每个连接点不少于 3 个；

2 螺钉与型材的有效连接长度应经过计算确定，并不宜小于 30mm。螺纹孔最小壁厚不应小于 2mm，光孔的壁厚不应小于

3mm。不应采用沉头或半沉头螺钉；

3 顶、底横梁与立柱连接螺钉数量应经计算确定且每个连接点不少于4个。

8.4.4 平行单元板块平面方向，单元式幕墙与主体结构的连接应设计成一端防滑移，一端可吸收单元温度变形的构造形式，防滑移构造应能承受滑移方向的荷载和作用。单元式幕墙与主体结构的连接应有防脱落措施。

8.4.5 装饰构件与单元体的连接应符合下列规定：

1 用于固定装饰构件的立柱、横梁应能独立承受装饰构件、面板传递的拉力、剪力、双向弯矩、扭矩等共同作用；

2 装饰构件宜固定在立柱或顶底横梁中刚度较大的型材上。立柱、横梁插接部位的厚度应能有效传递、协调公母型材上的荷载，确保公母型材的协调变形；

3 装饰构件外端距离面板不宜大于400mm，不应大于600mm，超过上述尺寸的装饰构件或遮阳构件，宜直接固定在主体结构上；

4 装饰构件连接应采用螺栓固定。可按构造和受力需要，采用单排或双排螺栓固定；

5 外装饰构件不宜采用多个铝合金型材扣合。当采用铝合金型材扣合时，应设置有效的机械连接措施；

6 外装饰构件的连接件应安全牢固，连接件与埋件系统需有抗侧向荷载措施。

9 双层幕墙

9.1 一般规定

9.1.1 根据建筑物所在地的地理、气候和环境条件，结合保温、隔热、新风和隔声等性能要求，经综合的经济技术分析，选择采用双层幕墙的构造类型和通风形式。

9.1.2 采用双层幕墙的建筑，其建筑设计效果应与周围环境相协调，并根据建筑立面效果、防火要求、热工性能、光学性能、隔声性能及其他舒适性要求，确定双层幕墙的立面划分、空气间层的通风形式、空气间层的长度和宽度、空气间层的循环高度以及进出风口的尺寸。

9.1.3 采用双层幕墙应有利提高建筑物的舒适度和节能性能。双层幕墙宜具备室内外自然通风换气功能；双层幕墙的设计应有效利用太阳辐射热，减少太阳辐射热对室内环境的负面影响。

9.1.4 以隔热为主时应采用外通风双层幕墙，以保温为主时宜采用内通风双层幕墙或进出风口有关闭功能的双层幕墙。

9.1.5 玻璃选用：

1 外通风双层幕墙的外层幕墙宜采用单层或夹层玻璃，内层幕墙应采用 Low - E 中空玻璃；

2 内通风双层幕墙的外层幕墙应采用中空玻璃或 Low - E 中空玻璃，内层幕墙可采用单层或夹层玻璃；

3 宽腔双层幕墙的外层幕墙应采用夹层玻璃及其制品，窄腔双层幕墙的外层幕墙宜采用夹层玻璃及其制品。

9.1.6 双层幕墙宜设置中间遮阳装置，遮阳产品的控制系统应符合现行行业标准《建筑遮阳产品电力驱动装置技术要求》JG/T 276 和《建筑遮阳产品用电机》JG/T 278 的相关规定。

9.1.7 根据双层幕墙的不同结构形式，应设置可供双层幕墙清洗和维护的配套装置和设施。

9.1.8 双层幕墙的荷载作用计算、作用效用组合、选材、构造、结构及连接等设计除本章另有规定外，均应符合本标准相关章节的相关规定。双层幕墙的防火设计应符合本标准第 4.6 节的规定，双层幕墙的防雷设计应符合本标准第 4.7 节的规定，双层幕墙的热工设计应符合本标准第 4.5 节和附录 E 的规定。

9.2 构造设计

9.2.1 双层幕墙的构造设计应满足安全、适用、美观的要求，并便于制作、安装、维修保养和局部更换。

9.2.2 单元式双层幕墙应自身连接牢固，构造完整，并具有吊装装置。

9.2.3 单元式双层幕墙的接缝设计应符合本标准的第 8 章的规定，并应符合下述 3 款的要求：

1 外通风双层幕墙的单元接缝处的密封构造措施应位于内层幕墙的密封界面上，外层幕墙的接缝处宜设置挡、排水构造；

2 内通风双层幕墙的单元拼接缝处的密封构造措施应位于外层幕墙的密封界面上，内层幕墙的接缝处宜设置密封、装饰构造措施；

3 内外通风双层幕墙的单元接缝处，在内外层幕墙的密封界面上均应设置密封构造措施。

9.2.4 外通风双层幕墙的进出风口部位，宜采用防水、挡水和导排水构造措施。外通风双层幕墙空气间层内和其他可能渗入雨水或产生冷凝水的部位，应采取有效的导排水构造措施。

9.2.5 双层幕墙与主体结构变形缝相对应的构造缝应能适应主体结构的变形要求，构造缝可采取柔性连接构造或设计成易修复的构造。双层幕墙的面板及支撑框架不应跨越主体结构的变形缝。

9.2.6 空气间层应根据形成气体流动的条件和驱动形式合理设计气流路线，进风口宜设置导流装置。采用机械通风的空气间层系统，应与建筑暖通系统结合设计，进风口的尺寸应与设计风速相匹配。

9.2.7 宽腔双层幕墙空气间层净宽不应小于450mm，内层应设置出入空气间层的检修、维护门，检修、维护门的位置宜与外层消防救援窗的位置相对应，并结合消防救援窗设计空气间层内的救援通道。

空气间层内的检修维护通道应能承受检修荷载，救援通道的承载能力应满足上人楼面的要求，并不应小于 2.0kN/m^2 。门应设计成内外均可开启的形式。

9.2.8 窄腔双层幕墙空气间层两侧面层间净宽不应小于240mm，不宜大于400mm。内层幕墙的每个分格内均应设置检修、维护门。

9.2.9 进风口设置开关装置时，开关装置应开关灵活、关闭严密。进风口有消防排烟功能时，开关装置应便于手动开启或与消防联动控制。

9.2.10 进风口位于不便于清理维护位置时，宜设置隔离网，防止鸟类或其他杂物进入。

9.2.11 置于空气间层内的活动遮阳装置应设有导向和防摆动构造，外通风双层幕墙的遮阳装置的位置宜靠近外层幕墙，内通风双层幕墙的遮阳装置的位置宜靠近内层幕墙，遮阳百叶的边缘距离幕墙表面的距离不应小于30mm。遮阳装置应可维修和更换。

9.2.12 双层幕墙的保温构造应可靠固定，并采取有效的防潮措施。

9.3 结构设计

9.3.1 双层幕墙的内外层幕墙承受的风荷载标准值可按照本标准的规定确定，也可比照类似条件的风洞试验资料确定；条件具

备时，宜由风洞试验确定；对于重要且风环境恶劣的建筑，应由风洞试验确定。

9.3.2 双层幕墙的风荷载标准值应区分主要受力结构或维护结构，分别按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和本标准第 5.2 节的规定计算。

9.3.3 内通风双层幕墙的内、外层幕墙风荷载标准值应根据自身的结构类型按本标准第 9.3.2 条的规定计算，并应符合下列规定：

1 内通风双层幕墙的外层幕墙应承受完全的风荷载，且风荷载标准值不应小于 1.0kN/m^2 ；

2 内通风双层幕墙的内层幕墙承受的风荷载标准值可按 50% 进行折减，且折减后的风荷载标准值不应小于 0.8kN/m^2 。

9.3.4 外通风双层幕墙的内、外层幕墙风荷载标准值应根据自身的结构类型按本标准第 9.3.2 条的规定计算，并应符合下列规定：

1 外通风双层幕墙的外层幕墙应承受完全的风荷载；

2 外通风双层幕墙的内层幕墙为主要受力结构时，内层幕墙应承受完全的风荷载；外通风双层幕墙的内层幕墙为围护结构时，内层幕墙承受的风荷载标准值可按 80% 进行折减；

3 外通风双层幕墙的内、外层幕墙风荷载标准值均不应小于 1.0kN/m^2 。

9.3.5 内外通风转换的双层幕墙的内、外层幕墙风荷载标准值应按本标准第 9.3.4 条的规定确定。

9.4 连接设计

9.4.1 双层幕墙的结构与构造连接的连接件、焊缝、螺栓、螺钉设计应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429、《钢结构设计标准》GB 50017 和现行行业标准《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定，并应满足本标准的相关

规定。

9.4.2 内外层幕墙组成单元体的连接件、螺栓、螺钉应符合：

1 连接边的连接件的数量应根据被连接构件的受力需要确定，且不应少于两处。铝合金板材连接件的壁厚不应小于8mm，钢连接件的壁厚不应小于6mm；

2 每处连接件上的螺栓或螺钉直径不应小于8mm，数量不应少于2个。

9.4.3 双层幕墙的构造连接：

1 通道连接边的连接件数量应根据受力需要确定，且不少于两处。铝合金连接件的壁厚不应小于4mm，钢连接件的壁厚不应小于3mm；每处连接件上的螺栓或螺钉的直径不应小于5mm，数量不少于2个；

2 进出风口、空气间层内隔板、遮阳设施连接边的连接件数量应根据受力需要确定，且不少于两处。铝合金连接件的壁厚不应小于3mm，钢连接件的壁厚不应小于2.5mm；每处连接件上的螺栓或螺钉的直径不应小于5mm。

9.4.4 连接件应满足抗拉、抗剪、抗弯、抗扭的承载力要求，焊缝、螺栓、螺钉应具有与连接件相匹配的承载能力。

10 全玻璃幕墙

10.1 一般规定

10.1.1 全玻璃幕墙可采用自承重下端支承和悬挂体系。采用自承重下端支承全玻璃幕墙的最大高度应符合表 10.1.1 规定。超过规定高度时，全玻璃幕墙应采用悬挂在主体结构上的体系，宜采用吊夹或螺栓承力的吊挂系统。

表 10.1.1 下端支承全玻璃幕墙的最大高度

玻璃厚度 (mm)	10、12	15	19
最大高度 (m)	4	5	6

注：玻璃厚度指等效厚度，采用多层玻璃组合的面板玻璃时，其等效厚度按本标准第 6.2 节的规定。

10.1.2 单片玻璃的厚度不应小于 10mm，中空玻璃及夹层玻璃单片厚度不应小于 8mm。

10.1.3 全玻璃幕墙的玻璃肋宜采用夹层玻璃，玻璃肋开孔时应采用钢化夹层玻璃。

10.1.4 吊挂式全玻璃幕墙的面板和玻璃肋，应直接或间接悬挂在同一主体结构上。

10.2 构造设计

10.2.1 全玻璃幕墙的周边收口槽壁与玻璃面板或玻璃肋的空隙均不应小于 8mm；下支撑式玻璃与下槽底应采用不少于两块硬质橡胶垫块，垫块长度不应小于 100mm，厚度不应小于 10mm；吊挂玻璃下端与下槽底垫块之间的空隙应满足玻璃及支承结构变形的要求，且不得小于 10mm，玻璃入槽深度不小于

20mm，槽壁与玻璃间应采用弹性垫块支承或填塞，且用硅酮密封胶密封。

10.2.2 全玻璃幕墙的面板及玻璃肋不得与其他刚性材料直接接触。面板与装修面或结构面之间的空隙不应小于 8mm，且应采用密封胶密封。

10.2.3 全玻璃幕墙玻璃肋的截面厚度不应小于 12mm，夹层玻璃肋单片厚度不应小于 8mm，玻璃肋截面高度不应小于 100mm。

10.2.4 玻璃肋用金属连接件应采用不低于 06Cr19Ni10（室内）或 06Cr17Ni12Mo2（室外）的不锈钢材料，厚度不应小于 6mm。连接螺栓应采用不锈钢螺栓，直径不应小于 10mm。螺栓与玻璃孔之间应设置软铝、软铜等软金属衬套或软金属外覆非金属衬套，也可用高弹性模量的环氧胶填充密实。

10.2.5 玻璃面板或玻璃肋上开孔时，孔边至玻璃边距离不应小于单片玻璃厚度的 4.0 倍和孔径的 2.0 倍，且不小于 70mm。相邻两孔的孔边距不应小于单片玻璃厚度的 5.0 倍，且不小于孔径的 3.0 倍，孔中心距不宜大于孔径的 8 倍。

10.3 结构设计

10.3.1 面板玻璃通过胶缝与玻璃肋相联结时，面板可按支承于玻璃肋的单向简支板设计，其应力与挠度可分别按本标准第 6.2.7 条和第 6.2.8 条的规定计算，公式中的 a 值应取为玻璃面板的跨度，系数 m 和 μ 可分别取为 0.125 和 0.013。

10.3.2 通过胶缝与玻璃肋连接的面板，在风荷载标准值作用下，其挠度不宜大于跨度的 1/60。

10.3.3 全玻璃幕墙玻璃肋的截面高度（图 10.3.3）可按下列公式计算：

$$h_r = \sqrt{\frac{3qlh^2}{8f_g t}} \quad (\text{双肋}) \quad (10.3.3-1)$$

$$h_r = \sqrt{\frac{3qlh^2}{4f_g t}} \quad (\text{单肋}) \quad (10.3.3-2)$$

式中： h_r ——玻璃肋截面高度（mm）；

q ——风荷载和地震作用组合设计值（N/mm²）；

l ——两肋之间的玻璃面板跨度（mm）；

f_g ——取玻璃端面强度设计值（N/mm²）；

t ——玻璃肋截面厚度（mm）；

h ——玻璃肋上、下支点的距离，即计算跨度（mm）。

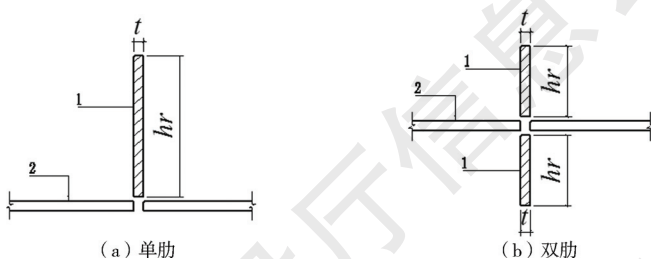


图 10.3.3 全玻璃幕墙玻璃肋截面尺寸示意图

1—玻璃肋；2—玻璃面板

10.3.4 全玻璃幕墙玻璃肋在风荷载标准值作用下的挠度可按下式计算：

$$d_f = \frac{5}{32} \times \frac{w_k l h^4}{E t h_r^3} \quad (\text{单肋}) \quad (10.3.4-1)$$

$$d_f = \frac{5}{64} \times \frac{w_k l h^4}{E t h_r^3} \quad (\text{双肋}) \quad (10.3.4-2)$$

式中： w_k ——风荷载标准值（N/mm²）；

E ——玻璃弹性模量（N/mm²）。

10.3.5 在风荷载标准值作用下，玻璃肋的挠度不宜大于其计算跨度的 1/300。

10.3.6 玻璃肋面内承载力和变形验算时，夹层玻璃肋的等效截

面厚度可取两片玻璃厚度之和。

10.3.7 高度大于8m的玻璃肋宜考虑平面外的稳定验算，高度大于12m的玻璃肋，应进行平面外的稳定验算，并采取防止侧向失稳的构造措施。

10.3.8 采用胶缝传力的全玻璃幕墙，其胶缝必须采用硅酮结构密封胶。

10.3.9 全玻璃幕墙结构胶缝厚度不应小于8mm，承载力应满足下列要求：

- 1 与玻璃面板平齐或突出的玻璃肋：

$$\frac{ql}{2t_1} \leq f_1 \quad (10.3.9-1)$$

- 2 后置或骑缝的玻璃肋：

$$\frac{ql}{t_2} \leq f_1 \quad (10.3.9-2)$$

式中： q ——垂直于玻璃面板的分布荷载设计值（ N/mm^2 ）；

l ——两肋之间的玻璃面板跨度（ mm ）；

t_1 ——粘接宽度，取玻璃面板截面厚度（ mm ）；

t_2 ——粘接宽度，取玻璃肋截面厚度（ mm ）；

f_1 ——硅酮结构密封胶在风荷载或地震作用下的强度设计值，取 $0.2\text{N}/\text{mm}^2$ 。

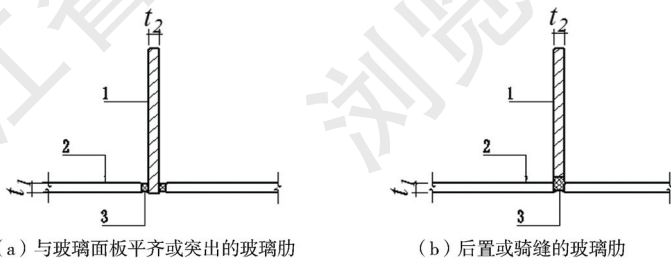


图 10.3.9 全玻璃幕墙玻璃肋示意图

1—玻璃肋；2—玻璃面板；3—结构胶

10.3.10 胶缝宽度不满足本标准第 10.3.9 条要求时，可采取附加玻璃板条或不锈钢条等措施，加大胶缝宽度。

10.3.11 吊挂式全玻璃幕墙的面板与玻璃肋与主体结构间应设置刚性水平传力结构。

10.3.12 采用桁架或钢梁作为受力构件时，在竖向荷载标准值作用下，最大挠度不应超过其跨度的 1/400；在水平荷载标准值作用下，最大挠度不应超过其跨度的 1/250。

10.4 连接设计

10.4.1 吊挂式全玻璃幕墙用吊夹、夹具及夹板与玻璃间填胶应能满足结构受力要求。采用螺栓连接时，连接接头应能承受截面的弯矩设计值和剪力设计值，并进行螺栓受剪和玻璃孔壁承压计算，玻璃验算应取端面强度设计值。

10.4.2 采用金属件连接的玻璃肋连接件应能承受截面的弯矩设计值和剪力设计值。连接用螺栓受剪、孔壁承压及孔内填充材料强度应进行计算。玻璃验算应取端面强度设计值。

10.4.3 玻璃孔壁承压应按式 (10.4.3) 验算。

$$N \leq \eta_1 \eta_2 D t f_{gd} \quad (10.4.3)$$

式中： N ——吊挂节点或连接节点各孔中受力最大孔的径向作用力 (N)，应考虑拉压弯剪的共同作用；

D ——孔径 (mm)，宜取螺栓直径的 1.40 倍；

t ——玻璃厚度 (mm)，多片玻璃粘合时取各单片厚度之和；

f_{gd} ——强度设计值 (N/mm^2)，验算玻璃承压时，取玻璃端面强度为设计值；

η_1 ——玻璃孔螺栓传力折减系数，取 0.7；

η_2 ——孔加工及合片精度折减系数，双片玻璃取 0.85，多片玻璃取 0.80。

10.4.4 玻璃孔内填充材料应按公式 (10.4.3) 验算抗挤压强度, f_{gd} 取填充材料抗挤压强度设计值, D 取螺栓直径, η_1 取 1.0。

10.4.5 采用螺栓承力吊挂时, 螺栓抗剪强度应按公式 (10.4.5) 验算。

$$N \leq 0.5 F_n f_v \quad (10.4.5)$$

式中: N ——吊挂节点或连接节点各孔中受力最大孔的径向作用力 (N), 应考虑拉压弯剪的共同作用;

F_n ——单个螺栓的净截面积 (mm^2);

f_v ——螺栓抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

10.4.6 采用螺栓承力的吊挂式全玻璃幕墙, 应按公式 (10.4.3) 验算仅在面板和肋自重作用下玻璃孔壁的承压, N 值计算时荷载系数取 1.3, f_{gd} 取长期荷载端面强度为设计值。

10.4.7 螺栓承力吊挂式全玻璃幕墙玻璃肋, 玻璃孔采用填充胶时, 应符合下列要求:

1 玻璃孔壁不平整度不宜大于 1.0mm;

2 孔隙注胶饱满, 填充胶固化后强度应满足设计要求, 符合本标准规定;

3 符合本条第 1 款和第 2 款时, 玻璃肋吊挂和连接接头可直接按本标准相关条款计算设计;

4 玻璃孔壁不平整度大于 1.0mm, 但相应孔群各孔的孔壁不平整度不大于设计计算孔间隙的 1/3 时, 相应部位的连接除螺栓承力外, 应有附加安全措施。

10.4.8 吊挂式全玻璃幕墙的转角处宜设置辅助支承构件。

11 点支承玻璃幕墙

11.1 一般规定

11.1.1 点式驳接头应能适应玻璃面板在支承点处的转动变形。矩形玻璃面板宜采用四点支承，玻璃面板支承孔边缘与板边的距离不应小于 70mm。

11.1.2 采用单片玻璃时，厚度不应小于 8mm；采用夹层玻璃和中空玻璃时，其单片厚度不应小于 8mm。玻璃板缝宽度不应小于 12mm。

11.1.3 支承结构可选用刚性杆件系统、玻璃肋、钢管桁架、索杆桁架或索网。驳接系统可选用钻孔式或夹板式。主体结构应能承受索杆桁架或索网体系的预拉力和荷载作用。幕墙高度大于 15m 时不宜采用玻璃肋。

11.1.4 支承结构为玻璃肋时可按本标准第 10.2 节和第 10.3 节的规定设计。钢管桁架支承结构体系可采用线性方法计算分析。索结构支承体系应采用几何非线性方法计算分析，对初始预拉力及荷载作用下进行计算，设计时，需标明环境温度条件下，不同索杆所对应预紧力值。

11.1.5 点支承玻璃支承孔周边应可靠密封。点支承玻璃为中空玻璃时，其支承周边应采取多道密封措施。

11.1.6 点支承玻璃幕墙不宜设置开启窗。确需设置时，应有可靠的防水密封措施，开启扇宜设置披水条。

11.2 构造设计

11.2.1 支承装置可采用钻孔式或夹板式，应符合现行行业标准《建筑玻璃点支承装置》JG/T 138 的规定。

11.2.2 驳接头的钢材与玻璃之间宜设置弹性材料的衬垫或衬套，衬垫和衬套的厚度不宜小于1mm。

11.2.3 除承受玻璃面板所传递的荷载或作用外，支承装置不应兼做其他用途。

11.2.4 玻璃面板应能单独更换。玻璃面板损坏或更换所引起的负荷变化，不应导致支承结构受损。

11.2.5 采用夹板点支承方式连接时，应符合下列规定：

1 金属夹板与玻璃面板之间的间隙应满足风荷载作用下面板转动变形要求，并考虑施工偏差带来的不利影响；

2 玻璃与夹板槽口的间隙应满足本标准第6.2.14条和第6.2.15条的规定；

3 夹板与玻璃之间宜设置弹性材料的衬垫。

11.2.6 索杆桁架和单层索结构与主体结构的连接应能适应主体结构的位移，宜采取防松和防过载措施，主体结构应能承受索结构的支座反力。

11.3 结构设计

11.3.1 点支承玻璃幕墙的支承结构应单独进行计算，玻璃面板不应兼做支承结构，复杂的支承结构宜采用有限元方法进行分析。

11.3.2 在垂直于幕墙平面的风荷载和地震作用下，四点支承玻璃面板的应力和挠度按本标准第6.2.12条的规定计算，玻璃肋支承结构可按本标准第10.3.3条的规定计算。

11.3.3 支承钢结构的设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257的相关规定。

11.3.4 型钢或钢管作为支承结构时，应符合下列规定：

1 端部与主体结构的连接构造应能适应主体结构的位移，宜采用铰接构造；

2 竖向构件宜按偏心受压构件或偏心受拉构件设计；水平构件宜按双向受弯构件设计，有扭矩作用时，应考虑扭矩的不利影响；

3 受压杆件的长细比不宜大于 150；

4 在风荷载标准值作用下，挠度不宜大于其跨度的 $1/250$ 。计算时，悬臂结构的跨度应取其悬挑长度的 2 倍。

11.3.5 桁架或空腹桁架设计应符合下列规定：

1 可采用型钢或钢管作为杆件。采用钢管时宜在节点处直接焊接，主管不宜开孔，支管不应穿入主管内；

2 钢管外直径不宜大于壁厚的 50 倍，支管外直径不宜小于主管外直径的 0.3 倍。钢管壁厚不宜小于 4mm，主管壁厚不应小于支管壁厚；

3 桁架杆件不宜偏心连接。弦杆与腹件、腹杆与腹杆之间的夹角不宜小于 30° ；

4 焊接钢管桁架宜按刚接体系计算，焊接钢管空腹桁架应按刚接体系计算；

5 轴心受压或偏心受压的桁架杆件，长细比不应大于 150；轴心受拉或偏心受拉的桁架杆件，长细比不应大于 350；

6 当桁架或空腹桁架平面外的不动支承点相距较远时，应设置平面外正交方向的稳定支撑结构；

7 桁架或空腹桁架在风荷载标准值作用下的挠度不宜大于其跨度的 $1/250$ 。计算时，悬臂桁架的跨度可取其悬挑长度的 2 倍。

11.3.6 张拉索杆体系设计应符合下列规定：

1 应在正、反两个方向上形成承受风荷载或地震作用的稳定结构体系。在平面外方向应保证结构体系的稳定性；

2 连接件、受压杆和拉杆宜采用不锈钢材料，拉杆直径不宜小于 10mm；自平衡体系的受压杆件可采用碳素结构钢。拉索宜采用不锈钢绞线、锌 - 5% 铝 - 混合稀土合金镀层高碳钢绞线，

也可采用铝包钢绞线或其他具有防腐性能的钢绞线。不锈钢绞线的钢丝直径不宜小于 1.2mm，钢绞线直径不宜小于 8mm；

3 拉杆应符合现行国家标准《钢拉杆》GB/T 20934 和现行行业标准《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389 的规定，拉杆、拉索与接头及与外部连接均不得焊接；

4 自平衡体系、索杆体系的受压杆件的长细比不应大于 150；

5 拉索幕墙的不锈钢绞线和拉索头应符合现行国家标准《建筑结构用高强度钢绞线》GB/T 33026 和现行行业标准《不锈钢拉索》YB/T 4294、《建筑幕墙用钢索压管接头》JG/T 201 的相关规定；

6 钢绞线拉索折线处可设置锚具或连续穿孔，连续穿孔处应采用弧形过渡。

11.3.7 张拉索杆体系结构分析应符合下列规定：

1 结构力学分析时宜考虑几何非线性的影响；

2 分析模型及边界支承的计算假定应与实际构造相符合，并应计入索端支承结构变形的影响；

3 张拉索杆体系的荷载状态分析应在初始预拉力状态的基础上进行；

4 张拉索杆体系中的拉杆或拉索在荷载设计值作用下，应保持一定的预拉力储备；

5 张拉索杆体系挠度控制应以初始预拉力状态作为挠度计算的初始状态，采用永久荷载、风荷载、温度荷载作用的标准组合。

11.3.8 索桁架设计应符合下列规定：

1 索桁架的形式应根据建筑造型、抗风能力、支承部位等因素确定；

2 索桁架满足索中预拉力储备时，索初始张拉应力不宜过大；

- 3 索桁架矢高宜取跨度的 $1/10 \sim 1/20$;
- 4 索桁架的挠度不应大于其跨度的 $1/200$ 。

11.3.9 自平衡索桁架设计应符合下列规定:

- 1 自平衡索桁架矢高宜取跨度的 $1/10 \sim 1/20$;
- 2 中心压杆应按压弯构件进行设计;
- 3 自平衡索桁架一端应设置可沿纵向滑动的铰支座;
- 4 索桁架满足索中预拉力储备时, 索初始张拉应力不宜过大;
- 5 自平衡索桁架挠度不应大于其跨度的 $1/200$ 。

11.3.10 单层曲面索网设计应符合下列规定:

- 1 曲面形状及初始预拉力状态应综合建筑造型、边界支承条件、抗风能力及施工可行性等要求, 通过解析方法或有限元分析方法确定;
- 2 应进行张拉及加载过程的施工过程模拟分析工作;
- 3 索网纵横两个方向的索中应力分布宜分别相对均匀;
- 4 应考虑纵横索相交节点处索体不平衡力对索夹设计的影响;
- 5 单层平面索网挠度不应大于其短向跨度的 $1/45$, 单层曲面索网的挠度不宜大于其短向跨度的 $1/200$ 。

11.3.11 单向竖索设计应符合下列规定:

- 1 玻璃面板宜采用夹层玻璃;
- 2 边端索支承的边跨玻璃面板与主体结构之间的连接构造应能适应风荷载作用下索及玻璃的变形要求;
- 3 单向竖索的挠度不应大于其跨度的 $1/45$ 。

11.4 连接设计

11.4.1 幕墙与主体结构的连接部位应能适应主体结构的变形。主体结构应能承受拉杆体系或拉索体系的拉力和荷载作用, 主体结构的荷载不应传递至幕墙支承结构。

11.4.2 采用驳接头连节时，驳接头与玻璃面板的间隙应能满足在风荷载作用下支承点处的转动变形要求，并考虑施工偏差造成的不利因素。

11.4.3 拉索或拉杆端部可设计成单耳板或双耳板连接。调节和张紧用的连接器，数量和位置按体系构造状况设定。

浙江省建设厅信息公开
浏览专用