

4 材料性能

4.1 一般规定

4.1.1 非透明保温面板幕墙所选用的材料应符合国家和四川省现行产品标准的规定，并应有出厂合格证。

4.1.2 非透明保温面板及其连接构件应选用耐候性材料，其物理和化学性能应适应工程所在地区的气候、环境，并应满足设计要求。

4.1.3 非透明保温面板幕墙用防火封堵材料应符合现行国家标准《防火堵封材料》GB 23864 和《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267 的规定。

4.1.4 非透明保温面板幕墙所用金属材料和金属配件除不锈钢和耐候钢外，均应根据使用需要，采用有效的表面防腐处理措施。

4.1.5 密封胶的粘结性能和耐久性应满足设计要求，应具有适用于非透明保温面板幕墙面板基材和接缝尺寸及变位量的类型和位移能力级别，且不应污染所接触的材料。

4.2 装饰面板材料

4.2.1 石材面板宜选用花岗石，且应符合现行国家标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601 和《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

4.2.2 金属面板应符合现行国家标准《建筑装饰用铝单板》

GB/T 23443、《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190、《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754、《钛和钛合金板材》GB/T 3621 等标准的规定。

4.2.3 陶板、瓷板和微晶玻璃板应符合现行行业标准《建筑幕墙用陶板》JG/T 324、《建筑幕墙用瓷板》JG/T 217 和《建筑装饰用微晶玻璃》JC/T 872 的规定。

4.2.4 其他装饰面板应符合现行相关标准的规定。

4.3 保温面板

4.3.1 非透明保温面板中的保温层材料性能应符合表 4.3.1-1 ~ 表 4.3.1-3 的规定。

表 4.3.1-1 有机保温板性能指标

项 目	指 标				试验方法
	模塑聚苯乙烯泡沫塑料板 (EPS)	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板 (XPS)	硬泡聚氨酯板 (PU)	酚醛树脂泡沫板 (PF)	
密度 (kg/m ³)	18 ~ 22	22 ~ 35	≥ 35	45 ~ 60	GB/T 6364
导热系数 [W/(m·K)]	≤ 0.039	≤ 0.032	≤ 0.024	≤ 0.030	GB/T 10294 或 GB/T 10295
尺寸稳定性 (%)	≤ 0.5	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5	GB 8811
燃烧性能	不低于 B ₁ 级				GB 8624

表 4.3.1-2 水泥基无机保温板性能指标

项 目		指 标	试验方法
干密度 (kg/m ³)		≤250	GB/T 5486
导热系数[W/ (m · K)]		≤0.07	GB/T 10294 或 GB/T 10295
蓄热系数[W/ (m · K)]		≥1.0	JGJ 51
吸水率 (V/V) (%)		≤12	JC/T 647
干燥收缩值 (mm/m)		≤0.80	GB/T 11969
放射性 核素限量	内照射指数 I_{Ra}	≤1.0	GB 6566
	外照射指数 I_r	≤1.0	
燃烧性能		A 级	GB 8624

表 4.3.1-3 岩棉、玻璃棉保温板性能指标

项 目		指 标	试验方法
干密度 (kg/m ³)		≥100	GB/T 5480
导热系数 (平均温度 25 °C) [W/ (m · K)]		≤0.048	GB/T 10294 或 GB/T 10295
质量吸湿率 (%)		≤1.0	GB/T 5480
憎水率 (%)		≥98.0	GB/T 10299
酸度系数		≥1.8	GB/T 5480
燃烧性能		A 级	GB 8624

4.3.2 非透明保温面板构件的表观质量应符合下列要求：

- 1 表面平整、无裂纹、无起皮；
- 2 色泽一致、纹饰统一协调；

3 周边平直、棱角完整、无损害痕迹。

4.3.3 非透明保温面板单块面积不宜大于 1.5 m^2 ，尺寸允差应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.3.3 非透明保温面板构件的尺寸允差

项 目	指 标	试验方法
长度 (mm)	± 5	JG/T 432
宽度 (mm)	± 2	
厚度 (mm)	$0 \sim +1$	
对角线差 (mm)	≤ 4	

注：尺寸允差是以 $1200 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ 面阔尺寸的板为检验板。

4.3.4 非透明保温面板构件的物理力学性能应符合表 4.3.4-1 的规定。

表 4.3.4-1 非透明保温面板构件的物理力学性能指标

项 目	指 标	试验方法
面密度 (kg/m^2)	符合设计要求	附录 E
抗弯极限承载力 (kN/m^2)	≥ 0.5	JG/T 432
耐火极限 (h)	符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 关于外墙耐火极限的有关规定	GB/T 9978.1
热阻 R_p ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	$\geq R_{in}$	—
热惰性指标 D_p	$\geq D_{in}$	—

注： R_p 、 D_p 为非透明保温面板构件的热阻和热惰性指标， R_{in} 和 D_{in} 分别为非透明保温面板中保温层的热阻和热惰性指标。 R_p 为检测值， D_p 和 R_{in} 、 D_{in} 为计算值，按下式计算：

$$R_{in} = \frac{d_{in}}{\lambda_{c.in}} \quad (4.3.4-1)$$

$$D_{in} = R_{in} \times S_{c.in} \quad (4.3.4-2)$$

式中 d_{in} ——保温层材料的厚度 (m);
 $\lambda_{c.in}$, $S_{c.in}$ ——保温层材料的计算导热系数[W/(m·K)]
 和计算蓄热系数[W/(m²·K)], 分别为保温层材料的导热系数、蓄热系数与修正系数 a 的乘积, 按式 (4.3.4-2)、(4.3.4-4) 计算:

$$\lambda_{c.in} = \lambda_{in} \times a \quad (4.3.4-3)$$

$$S_{c.in} = S_{in} \times a \quad (4.3.4-4)$$

$\lambda_{c.in}$ ——保温材料的计算导热系数[W/(m·K)];
 λ_{in} ——保温材料的导热系数[W/(m·K)], 按表 4.3.1-1、表 4.3.1-2 和表 4.3.1-3 选取;
 S_{in} ——保温材料的蓄热系数[W/(m²·K)], 按表 4.3.1-2 选取;
 a ——修正系数, 按表 4.3.4-2 选取。

表 4.3.4-2 修正系数 a

材料类型	a
有机类保温材料	1.10
无机类保温材料	1.20

4.4 铝合金型材

4.4.1 非透明保温面板幕墙用铝合金型材的牌号和状态、壁厚、尺寸偏差、表面处理种类、膜厚及质量, 应符合国家现行标准

GB 5237.1 ~ GB 5237.6 和《建筑用隔热铝合金型材》JG 175 的规定。

4.4.2 铝合金型材表面处理层种类和膜厚应根据构件的工作环境选用，并应满足使用要求。

4.5 钢 材

4.5.1 非透明保温面板幕墙用碳素结构钢、合金结构钢、低合金高强度结构钢和碳钢铸件，应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《合金结构钢》GB/T 3077、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板和钢带》GB 912、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带》GB/T 3274、《结构用无缝钢管》GB/T 8162、《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352 等的规定。

4.5.2 非透明保温面板幕墙用不锈钢材宜采用统一数字代号为 S304 × × 和 S316 × × 系列奥氏体型不锈钢，并应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237 和《不锈钢丝》GB/T 4240 等的规定。

不锈钢铸件的牌号和化学成分应符合现行国家标准《一般用途耐蚀钢铸件》GB/T 2100 和《工程结构用中、高强度不锈钢铸件》GB/Y 6967 等的规定。

4.5.3 非透明保温面板幕墙用耐候钢应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的规定。

4.5.4 非透明保温面板幕墙用碳素结构钢、低合金结构钢和低合金高强度结构钢时，必须采取有效的防腐措施，并符合下列

要求：

1 采用热浸镀锌防腐处理时，锌膜厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层 钢铁制品热镀锌层 技术要求及试验方法》GB/T 13912 的规定；

2 采用其他防腐涂料时，表面处理方法、涂料品种、漆膜厚度及维护年限应符合现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定，并完全覆盖钢材表面和无端部封板的闭口型材的内侧；

3 采用氟碳漆或聚氨酯漆面漆时，面漆的涂膜厚度应根据钢结构所处的大气环境腐蚀性类别确定。一般情况下，涂膜的厚度不宜小于 35 μm ，当大气腐蚀环境类型为中腐蚀及海滨地区，涂膜厚度不宜小于 45 μm 。

4.5.5 钢材之间进行焊接时，应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。焊接所用的焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《热强钢焊条》GB/T 5118、《不锈钢焊条》GB/T 983 等的规定。

4.6 五金配件

4.6.1 非透明保温面板幕墙专用五金配件应符合相关标准的规定及设计要求。

4.6.2 配套使用的紧固件应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2、《紧固件机械性能 自攻螺钉》GB/T 3098.5、《紧固件机械性能 不锈钢螺栓 螺钉和螺柱》GB/T 3098.6、《紧固件机

械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15、《紧固件机械性能 自钻自攻螺钉》GB/T 3098.11、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15等的规定。

4.7 密封材料与粘结材料

4.7.1 非透明保温面板幕墙用密封胶条宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶制品，并应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498的规定。

4.7.2 硅酮结构密封胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776的有关规定。

4.7.3 非透明保温面板幕墙的密封，应采用符合现行国家标准《幕墙玻璃接缝用密封胶》JC/T 882 和《石材用建筑密封胶》GB/T 23261规定的产品。

4.7.4 硅酮耐候密封胶和硅酮结构密封胶应在有效期内使用，使用前应经有相应资质的检测机构进行与其相接触的有机材料的相容性试验。硅酮结构密封胶还应进行邵氏硬度和剥离粘接性能试验。

4.8 其他

4.8.1 宜采用聚乙烯泡沫棒作非透明保温面板间缝隙的填充材料，其密度不宜大于 37 kg/m^3 。

4.8.2 幕墙构件断热构造所采用的隔热衬垫，其形状和尺寸应经计算确定，内外型材之间应可靠连接并满足设计要求。隔热衬垫宜采用聚酰胺、聚氨酯胶、未增塑聚氯乙烯等耐候性好、导热系数低的材料制作。

5 系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 非透明保温面板幕墙的系统设计，包括面板、支承结构体系、构造及建筑热工设计，应根据建筑物的类别、高度、体型、功能及所在地区的地理气候及环境条件，综合技术经济分析，科学合理地进行设计。

5.1.2 非透明保温面板幕墙的热工性能、气密性能、水密性能、变形性能和隔声等性能设计值，应符合国家和四川省现行有关标准的规定。

5.1.3 幕墙结构构件的变形应符合本规程的有关规定，不应发生损坏。

5.2 面板设计

5.2.1 采用非金属饰面板复合的非透明保温面板，应有金属型材边框或树脂封闭处理加强其整体刚度和防水性能。金属型材边框可采用在面板相对应的两边开通槽填充胶粘镶嵌，也可采用结构胶连接金属边框和面板。

5.2.2 采用花岗石面板复合的非透明保温面板构件设计应符合下列规定：

1 花岗石面板厚度应不小于 15 mm，面板的面阔尺寸应符合设计要求。

2 厚度较均匀的毛面板，其计算厚度宜按板厚扣减 3 mm 采

用。面板厚度有变化时，其计算厚度宜取截面的最小厚度。

3 面板相对应的两边应开通槽镶嵌金属边框，槽口深度不应小于 5 mm，槽口宽度宜为 2~3 mm，金属边框嵌入石板周边的深度不应小于 3 mm。

4 开通槽连接的花岗石面保温板构件，应按下列规定进行抗弯设计：

1) 最大弯曲应力标准值 σ_k 可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = 0.75 \frac{w_k l^2}{t^2} \quad (5.2.2-1)$$

$$\sigma_{Ek} = 0.75 \frac{q_{Ek} l^2}{t^2} \quad (5.2.2-2)$$

式中 σ_{wk} ， σ_{Ek} ——垂直于面板的风荷载、地震作用下产生的最大弯曲应力标准值 (N/mm²)；

w_k ， q_{Ek} ——垂直于板面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm²)；

l ——面板的跨度，即支承边的距离 (mm)；

t ——面板厚度 (mm)。

2) 由各种作用产生的最大弯曲应力标准值，应按本规程第 5.3.1 条的规定进行组合，组合的弯曲应力设计值不应超过石材面板的抗弯强度设计值 f_r^b 。

5 开通槽连接的矩形花岗石面保温板构件的挂件应按下列规定进行设计：

1) 在风荷载、地震作用下，挂件的剪应力标准值按下式计算：

$$\tau_k = \frac{q_k l}{2t_p} \quad (5.2.2-3)$$

式中 τ_k ——挂件剪应力标准值 (N/mm²);

l ——面板的跨度, 即支承边的距离 (mm);

q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用力标准值 (N/mm²),
即 w_k 或 q_{Ek} ;

t_p ——挂件厚度 (mm)。

2) 由各种作用产生的剪应力标准值, 应按本规程第 5.3.1 条的规定进行组合, 组合的剪应力设计值不应大于挂件材料的抗剪强度设计值 f_a^v 或 f_s^v 。

6 开通槽连接的矩形石材面板槽口处的抗剪应力应按下列规定进行设计:

1) 在风荷载、地震作用下, 槽口处产生的剪应力标准值按下式计算:

$$\tau_k = \frac{q_k l}{t - c} \quad (5.2.2-4)$$

式中 q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用标准值 (N/mm²),
即 w_k 或 q_{Ek} ;

t ——面板厚度 (mm);

l ——面板的跨度, 即支承边的距离 (mm);

c ——槽口宽度 (mm)。

2) 由各种作用产生的剪应力标准值, 应按本规程第 5.3.1 条的规定进行组合, 组合的剪应力设计值不应大于石材面板的抗剪强度设计值 f_r^v 。

7 通槽连接的矩形石材面板, 其槽口处的抗弯设计应符合下列规定:

1) 在风荷载或地震作用下, 槽口处产生的最大弯曲应力标准值 σ_k 可按下式计算:

$$\sigma_k = \frac{12q_k lh}{(t-c)^2} \quad (5.2.2-5)$$

式中 t ——面板厚度 (mm);
 c ——槽口宽度 (mm);
 h ——槽口受力一侧的深度 (mm);
 l ——面板的跨度, 即支承边的距离 (mm);
 q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用力标准值 (N/mm²),
 即 w_k 或 q_{Ek} 。

2) 由各种作用产生的弯曲应力标准值, 应按本规程相关规定进行组合, 组合的应力设计值不应大于石材面板的抗弯强度设计值 f_r^b 。

8 板边开通槽且采用短挂件连接时, 面板及挂件应按本规程相关规定进行设计, 通槽尺寸应按本节的规定进行设计。

5.2.3 采用金属饰面板复合的非透明保温面板设计应符合下列规定:

1 可根据受力要求设置加强肋。加强边肋与折边可采用铝铆钉连接。加强肋可采用金属方管、槽形或角形型材, 肋的截面厚度不应小于 1.5 mm。加强肋应与面板可靠连接, 并应采取防腐措施。采用硅酮结构密封胶连接加强肋和面板时, 胶缝宽度、厚度和质量应符合结构胶缝要求。金属板支承边的中肋应与边肋或单层铝板的折边可靠连接。中肋与中肋的连接应满足传力要求。

2 非透明保温面板计算应符合下列要求:

1) 边和肋所形成的矩形面板区格, 沿板材四周边缘可按简支边考虑, 中肋支承线可按固定边考虑。

2) 金属板的抗弯强度设计值可根据面板和背板的铝板牌

号及合金状态确定。抗弯计算时应采用等效截面模量 W_e 和等效弯曲刚度 D_e 。等效截面模量 W_e 和等效弯曲刚度 D_e 宜通过试验确定，也可采用平截面假定按材料力学方法近似计算，但计算时不宜考虑芯材的作用。

3) 在垂直于面板的风荷载、地震作用下，矩形区格面板的最大弯曲应力标准值宜采用考虑几何非线性的有限元方法计算，也可分别按下列公式计算：

(1) 金属面板

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k l^2}{t^2} \eta \quad (5.2.3-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} l^2}{t^2} \eta \quad (5.2.3-2)$$

非抗震设计 $\theta = \frac{w_k l^4}{Et^4} \quad (5.2.3-3)$

抗震设计 $\theta = \frac{(q_{Ek} + 0.2w_k) l^4}{Et^4} \quad (5.2.3-4)$

(2) 铝塑复合面板

$$\sigma_{wk} = \frac{mw_k l^2}{W_e} \eta \quad (5.2.3-5)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{mq_{Ek} l^2}{W_e} \eta \quad (5.2.3-6)$$

非抗震设计 $\theta = \frac{w_k l^4}{11.2D_e t_e} \quad (5.2.3-7)$

$$\text{抗震设计} \quad \theta = \frac{(q_{E_k} + 0.2w_k)l^4}{11.2D_e t_e} \quad (5.2.3-8)$$

式中 σ_{wk} , σ_{Ek} ——垂直于面板的风荷载、地震作用下产生的最大弯曲应力标准值 (N/m²);

w_k ——垂直于面板的风荷载标准值 (N/mm²);

q_{Ek} ——垂直于板面的地震作用标准值 (N/mm²);

l ——金属板区格的短边边长 (mm);

m ——板的弯矩系数, 可根据其边界条件由本规程附录 B 确定;

E ——金属板的弹性模量 (N/mm²), 可按本规程表 5.3.2-5 采用;

t ——面板厚度 (mm);

t_e ——面板的折算厚度, 铝塑复合板可取 0.8 t , 蜂窝铝板可取 0.6 t ;

W_e ——金属板的等效截面模量 (mm³);

D_e ——金属板的等效弯曲刚度 (N·mm);

θ ——无量纲参数;

η ——折减系数, 可由参数 θ 按表 5.2.3 采用。

表 5.2.3 折减系数 η

θ	5	10	20	40	60	80	100	120
η	1.00	0.95	0.89	0.80	0.72	0.66	0.58	0.48
θ	150	200	250	300	350	400		
η	0.47	0.44	0.36	0.33	0.31	0.30		

3 中肋支承线上的弯曲应力标准值, 可取其两侧板格固端弯矩计算结果的平均值。

4 由各种作用产生的最大应力标准值,应按本规程第 5.3.1 条的规定进行组合,组合的应力值不应超过金属板的强度设计值。

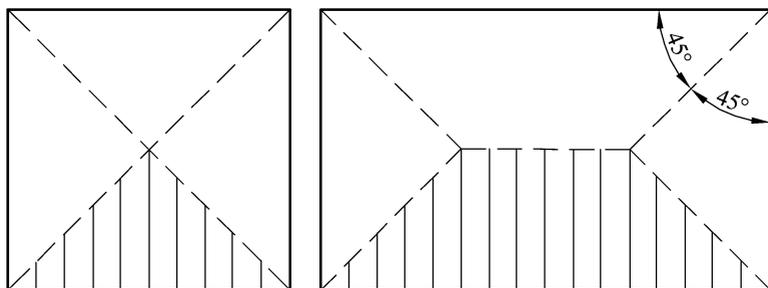
5 在垂直于板的风荷载作用下,单层金属面板每个矩形区格的跨中挠度宜采用考虑几何非线性的有限元方法计算,也可按下列公式简化计算:

$$d_f = \frac{\mu w_k l^4}{D} \eta \quad (5.2.3-9)$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \quad (5.2.3-10)$$

式中 d_f ——在风荷载标准值作用下的最大挠度值 (mm);
 μ ——挠度系数,可由区格边长比和区格边界条件按本规程附录 B 采用;
 l ——金属板区格的短边边长 (mm);
 D ——面板的弯曲刚度 (N·mm);
 η ——折减系数,可按表 5.2.3 条采用;
 ν ——泊松比,可按本规程相关规定采用。

金属面板上作用的荷载可按三角形或梯形分布传递到板肋上 (图 5.2.3)。



(a) 方板

(b) 矩形板

图 5.2.3 面板荷载向支承肋的传递

6 金属面板的边肋截面尺寸可按构造要求设计；多跨交叉中肋可采用结构计算软件进行分析，也可按本规程附录 C 的方法进行简化计算。

7 在风荷载标准值作用下，面板加强肋的挠度限值 $d_{f, \text{lim}}$ 宜取其支承点距离的 $1/120$ 。

5.2.4 封闭式注胶板缝应符合下列要求：

1 应采用无污染、无渗油的密封胶；

2 密封胶板缝的底部宜采用泡沫条充填，胶缝厚度不应小于 3.5 mm，宽度不宜小于厚度的 2 倍，并应采取措施避免三面粘接；

3 挂件应采用铝合金型材或不锈钢材，不锈钢材质可采用 06Cr17Ni12Mo2 (S31608) 或 06Cr19Ni10 (S30408)。

5.3 支承结构体系设计

5.3.1 非透明保温面板幕墙的支承结构体系设计应符合下列规定：

1 幕墙结构应进行承载能力极限状态和正常使用极限状

态设计。幕墙的结构设计使用年限不应少于 25 年；大跨度钢结构支承体系和预埋件的设计使用年限宜按主体结构的设计使用年限确定。

2 幕墙的抗震设计，应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应；当温度作用不可忽略时，幕墙结构设计应考虑温度效应影响。

3 幕墙结构在施工阶段和正常使用阶段的作用可按弹性方法分别计算，幕墙结构应按最不利作用组合进行设计。

4 应按下列规定验算幕墙结构构件承载力和挠度：

1) 无地震作用组合时，承载力应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.3.1-1)$$

2) 有地震作用组合时，承载力应符合下式要求：

$$S_E \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.3.1-2)$$

式中 S ——荷载按基本组合的效应设计值；

S_E ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

R ——构件抗力设计值；

γ_0 ——结构构件重要性系数，应取不小于 1.0；

γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数，应取 1.0。

3) 挠度应符合下式要求：

$$d_f \leq d_{f.lim} \quad (5.3.1-3)$$

式中 d_f ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值；

$d_{f.lim}$ ——构件挠度限值。

4) 双向受弯杆件，两个方向的挠度应分别符合本条第 3 款的规定。

5 当面板相对于横梁有偏心时，横梁和立柱设计时应考虑重力荷载偏心产生的不利影响。

6 结构构件的受拉承载力应按净截面计算；受压承载力应按有效净截面计算；稳定性应按有效截面计算。构件的变形和稳定系数可按毛截面计算。

7 采用螺栓连接、挂接或插接的幕墙构件，应采取可靠的防松动、防滑移、防脱离措施。

8 面板构件与面板构件之间和面板构件与金属结构体系之间，不应采用硅酮结构密封胶粘接的组合方式，应采用物理性挂接装配方式。

9 幕墙的金属支承结构体系设计尚应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

5.3.2 材料力学性能应符合下列要求：

1 铝合金型材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 的规定采用。

2 热轧钢材的强度设计值应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定采用。

3 耐候钢强度设计值应按本规程附录 A 的规定采用。

4 铝板抗拉强度标准值 f_{ak} 可取其屈服强度 σ_0 。铝板抗拉强度设计值 f_{al}^t 可按其抗拉强度标准值 f_{ak} 除以系数 1.2 后采用；其抗剪强度设计值 f_{al}^v 可按其抗拉强度标准值 f_{akl} 除以系数 2.07 后采用。铝板的强度设计值也可按表 5.3.2-1 采用。

表 5.3.2-1 铝板强度设计值 f_{al} (N/mm^2)

铝板牌号	合金状态	屈服强度最小值 $\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f_{al}^t	抗剪强度 f_{al}^v
1050	H14、H24、H44	75	65	40
	H18	120	100	60
1060	H14、H24、H44	65	55	35
1100	H14、H24、H44	95	80	50
3003	H14、H24、H44	115	100	60
	H16、H26	145	125	70
3004	H42	140	120	65
	H14、H24	170	145	85
3005	H42	95	80	50
	H14、H24、H44	135	115	65
	H46	160	135	80
3105	H25	130	110	65
5005	H42	90	75	45
	H14、H24、H44	115	100	60
5052	H42	130	110	65
	H44	175	150	85
5754	H42	140	120	65
	H14、H24、H44	160	135	80
	H16、H26、H46	190	160	95

5 不锈钢抗拉强度标准值 $f_{s,k}$ 可取其屈服强度 σ_0 。不锈钢抗拉强度设计值 f_{s1}^t 可按其抗拉强度标准值 $f_{s,k}$ 除以系数 1.15 后采用；其抗剪强度设计值 f_{s1}^v 可按其抗拉强度标准值 $f_{s,k1}$ 除以系数 2.00 后采用。不锈钢型材和棒材的强度设计值也可按表 5.3.2-2 采用；不锈钢板的强度设计值也可按表 5.3.2-3 采用。

表 5.3.2-2 不锈钢型材和棒材强度设计值 f_{s1} (N/mm²)

牌 号		$\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f_{s1}^t	抗剪强度 f_{s1}^v	局部承压强度 f_{s1}^c
06Cr18Ni10	S30408	205	180	100	250
06Cr19Ni10N	S30458	275	240	140	315
022Cr19Ni10	S30408	175	155	90	220
022Cr18Ni10N	S30453	245	215	125	280
06Cr17Ni12Mo2	S31608	205	180	105	250
06Cr17Ni12Mo2N	S31658	275	240	140	315
022Cr17Ni14Mo2	S31603	175	155	90	220
022Cr17Ni13Mo2N	S31653	245	215	125	280

表 5.3.2-3 不锈钢板的强度设计值 f_{s2} (N/mm²)

牌 号		$\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f_{s2}^t	抗剪强度 f_{s2}^v	端面承压强度 f_{s2}^c
06Cr18Ni10	S30408	205	180	105	255
06Cr17Ni12Mo2	S31608	205	180	105	255
06Cr19Ni13Mo3	S31708	205	180	105	255

6 彩钢板抗拉强度设计值可按其屈服强度 σ_0 除以系数 1.15 采用。

7 花岗石面板的抗弯强度标准值 f_{rk} 应按公式 (5.3.2-1) 确定, 其抗弯强度设计值、抗剪强度设计值应分别按公式 (5.3.2-2) 和 (5.3.2-3) 采用:

$$f_{rk} = f_{m} - 2.0f_0 \quad (5.3.2-1)$$

$$f_r^b = f_{rk} / \gamma_r \quad (5.3.2-2)$$

$$f_r^v = 0.5f_r^b \quad (5.3.2-3)$$

式中 f_r^b ——花岗石面板抗弯强度设计值 (N / m^2);
 f_r^v ——花岗石面板抗剪强度设计值 (N/mm^2);
 f_{rk} ——花岗石面板抗弯强度标准值 (N/mm^2);
 f_m ——花岗石面板抗弯强度试验平均值 (N/mm^2);
 f_0 ——花岗石面板抗弯强度试验的标准差 (N/mm^2);
 γ_r ——花岗石面板的材料性能分项系数, 应符合本规程第 5.3.2 条中第 8 项的规定。

8 花岗石面板材料性能分项系数 γ_r 的取值, 应充分考虑不同石材的特点和工程经验, 并不宜小于表 5.3.2-4 的规定值。

表 5.3.2-4 花岗石面板材料性能分项系数 γ_r

石材面板类型	花岗石	大理石或砂岩	
石板抗弯强度标准值 f_{rk} (N/mm^2)	≥ 8.0	≥ 8.0	$8.0 > f_{rk} \geq 4.0$
γ_r	2.15	2.85	3.57

9 材料的弹性模量可按表 5.3.2-5 采用。

表 5.3.2-5 材料的弹性模量 E (N/mm²)

材 料	E
铝合金型材、单层铝板	0.70×10^5
钢、不锈钢	2.06×10^5
花岗石石板	0.8×10^5

10 材料的泊松比可按表 5.3.2-6 采用。

表 5.3.2-6 材料的泊松比 ν

材 料	ν	材 料	ν
铝合金型材、单层铝板	0.30	蜂窝铝板	0.25
钢、不锈钢	0.30	花岗石石板	0.125

11 材料的线膨胀系数可按表 5.3.2-7 采用。

表 5.3.2.7 材料的线膨胀系数 α (1/°C)

材 料	α	材 料	α
铝合金型材、单层铝板	2.35×10^{-5}	花岗石石板	0.80×10^{-5}
钢材	1.20×10^{-5}	混凝土	1.00×10^{-5}
不锈钢板	1.80×10^{-5}	玻璃	$0.80 \times 10^{-5} \sim 1.00 \times 10^{-5}$
—	—	砖砌体	0.50×10^{-5}

5.3.3 作用及作用效应组合设计应符合下列要求：

1 材料的自重标准值可按表 5.3.3-1 的规定采用。

表 5.3.3-1 幕墙材料的自重标准值 γ_{gk} (kN/m^3)

材 料	γ_{gk}	材 料	γ_{gk}
钢材	78.5	大理岩	28.0
铝合金	28.0	玻璃棉	0.5 ~ 1.0
花岗石	28.0	岩棉	0.5 ~ 2.5
砂岩	24.0	矿棉	1.2 ~ 1.5
石灰岩	26.0	玻璃	25.6

2 面板及直接连接面板的支承结构，其风荷载标准值应按下式计算，并且不应小于 1.0 kN/m^2 。

$$w_k = \beta_{gz} \mu_{sl} \mu_z w_0 \quad (5.3.3-1)$$

式中 w_k ——风荷载标准值 (kN/m^2)；

β_{gz} ——阵风系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用；

μ_{sl} ——局部风压体型系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用；

μ_z ——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定采用；

w_0 ——基本风压 (kN/m^2)，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定。

3 不直接连接面板、通过其他支承结构间接承受风荷载的幕墙支承结构，其风荷载标准值应按下式计算，并且不应小于 1.0 kN/m^2 。

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (5.3.3-2)$$

式中 β_z ——风振系数，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的有关规定，必要时应进行专门研究确定；

μ_s ——体型系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

4 面板及与其直接相连接的支承结构，其垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值可按下式计算：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k / A \quad (5.3.3-3)$$

式中 q_{Ek} ——垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值 (kN/m²)；

β_E ——动力放大系数，可取不小于 5.0；

α_{\max} ——水平地震影响系数最大值；

G_k ——幕墙构件 (包括面板和框架) 的重力荷载标准值 (kN)；

A ——幕墙构件平面面积 (m²)。

5 水平地震影响系数最大值应按表 5.3.3-2 采用。

表 5.3.3-2 水平地震影响系数最大值 α_{\max}

抗震设防烈度	6 度	7 度	8 度	9 度
α_{\max}	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)	0.32

注：7、8 度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 的地区。

6 面板及与其直接连接的支承结构，其平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值可按下式计算：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad (5.3.3-4)$$

式中 P_{Ek} ——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值(kN)。

7 不直接连接面板、通过其他支承结构间接承受面板地震作用的幕墙支承结构，宜采用结构动力学方法计算其承受的地震作用。

8 幕墙的横梁、立柱、其他支承结构构件以及连接件、锚固件所承受的地震作用，应包括依附于其上的幕墙构件传递的地震作用和其自身重力荷载产生的地震作用。

9 幕墙构件承载力极限状态设计时，其作用效应的组合应符合下列规定：

1) 无地震设计状况下，应按下式进行：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_T \gamma_T S_{Tk} \quad (5.3.3-5)$$

2) 地震设计状况下，应按下式进行：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.3.3-6)$$

式中 S ——作用组合的效应设计值；

S_{Gk} ——永久荷载效应标准值；

S_{wk} ——风荷载效应标准值；

S_{Ek} ——地震作用效应标准值；

S_{Tk} ——温度作用效应标准值，对变形不受约束的支承结构及构件，可取 0；

γ_G ——永久荷载分项系数；

γ_w ——风荷载分项系数；

γ_E ——地震作用分项系数；

γ_T ——温度作用分项系数；

ψ_w ——风荷载的组合值系数；

ψ_E ——地震作用的组合值系数；

ψ_T ——温度作用的组合值系数。

10 进行幕墙构件的承载力设计时，作用分项系数应按下列规定取值：

1) 一般情况下，永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用的分项系数 γ_G 、 γ_w 、 γ_E 、 γ_T 应分别取 1.2、1.4、1.3 和 1.2；

2) 当永久荷载的效应起控制作用时，其分项系数 γ_G 应取 1.35；

3) 当永久荷载的效应对构件有利时，其分项系数 γ_G 的取值应不大于 1.0。

11 可变作用的组合值系数应按下列规定采用：

1) 无地震作用组合且风荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 应取 1.0，温度荷载组合值系数 ψ_T 应取 0.6；

2) 无地震作用组合且温度荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 应取 0.6，温度荷载组合值系数 ψ_T 应取 1.0；

3) 无地震作用组合且永久荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 和温度荷载组合值系数 ψ_T 均应取 0.6；

4) 有地震作用组合且风荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 应取 0.2；否则应取 0。

12 幕墙构件的挠度验算时，仅考虑永久荷载、风荷载、温度荷载作用。风荷载分项系数 γ_w 、永久荷载分项系数 γ_G 、温度荷载分项系数 γ_T ，且可不考虑作用组合。

5.3.4 横梁设计应符合下列要求：

1 横梁截面主要受力部分的厚度，应符合下列规定：

1) 翼缘的宽厚比应符合下列规定（图 5.3.4）：

截面自由挑出部分（图 5.3.4a）：

$$b/t \leq 15 \quad (5.3.4-1)$$

截面封闭部分（图 5.3.4b）：

$$b/t \leq 30 \quad (5.3.4-2)$$

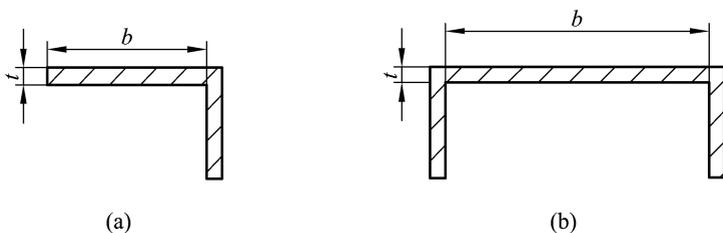


图 5.3.4 截面的厚度

2) 当横梁跨度不大于 1.2 m 时，铝合金型材横梁截面主要受力部分的厚度不应小于 2.5 mm；当横梁跨度大于 1.2 m 时，其截面主要受力部分的厚度不应小于 3 mm，有螺钉连接的部分截面厚度不应小于螺钉公称直径。钢型材截面主要受力部分的厚度不应小于 3.5 mm。

2 横梁的荷载应根据板材在横梁上的支承状况确定，并应计算横梁承受的弯矩和剪力。

3 幕墙的横梁截面抗弯承载力应符合下式要求：

$$\frac{M_x}{\nu W_x} + \frac{M_y}{\nu W_y} \leq f \quad (5.3.4-3)$$

式中 M_x ——横梁绕 x 轴（幕墙平面内方向）的弯矩设计值（N·mm）；

M_y ——横梁绕 y 轴（垂直于幕墙平面方向）的弯矩设计值（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ）；

W_x ——横梁截面绕 x 轴（幕墙平面内方向）的净截面弹性抵抗矩（ mm^3 ）；

W_y ——横梁截面绕 y 轴（垂直于幕墙平面方向）的净截面弹性抵抗矩（ mm^3 ）；

ν ——截面塑性发展系数，可取 1.05；

f ——型材抗弯强度设计值（ MPa ）。

4 横梁截面抗剪承载力应符合下式要求：

$$\frac{1.5V_h}{A_{wh}} \leq f \quad (5.3.4-4)$$

$$\frac{1.5V_y}{A_{wy}} \leq f \quad (5.3.4-5)$$

式中 V_h ——横梁水平方向的剪力设计值（ N ）；

V_y ——横梁垂直方向的剪力设计值（ N ）；

A_{wh} ——横梁截面水平方向腹板截面面积（ mm^2 ）；

A_{wy} ——横梁截面垂直方向腹板截面面积（ mm^2 ）；

f ——型材抗剪强度设计值（ MPa ）。

5 横梁的挠度值应符合下式要求：

1) 当横梁跨度不大于 7.5 m 时

铝型材： $u \leq l/180$ (5.3.4-6)

$$u \leq 20 \text{ mm}$$

钢型材： $u \leq l/300$ (5.3.4-7)

$$u \leq 15 \text{ mm}$$

2) 当横梁跨度大于 7.5 m 时

$$\text{钢横梁: } u \leq l/500 \quad (5.3.4-8)$$

式中 u ——横梁挠度 (mm);

l ——横梁跨度 (mm)。

6 横梁应通过角码、螺钉或螺栓与立柱连接, 角码应能承受横梁的剪力。螺钉直径不得小于 4 mm。每个角码与横梁连接的螺钉数量不应少于 3 个, 螺栓不应少于 2 个。横梁与立柱之间应有 $\geq 1 \text{ mm}$ 的相对位移能力。

5.3.5 立柱设计应符合下列要求:

1 立柱布置和设计:

1) 立柱上、下端均宜与主体结构铰接, 宜采用上端悬挂方式; 螺栓连接时, 其上端支承点宜采用圆孔, 下端支承点宜采用长圆孔。

2) 当立柱的支承点可能产生较大位移时, 应采用与该位移相适应的支承装置。

3) 上、下立柱之间不互相连接时, 应留空隙, 空隙宽度不宜小于 15 mm。

4) 上、下立柱之间互相连接时, 连接方式应与柱子计算简图一致, 并应符合下列要求:

(1) 采用铝合金闭口截面型材的立柱, 宜设置长度不小于 250 mm 的芯柱连接。芯柱一端与立柱应紧密滑动配合, 另一端与立柱宜采用机械连接方式固定。

(2) 采用开口截面型材的立柱, 可采用型材或板材连接。连

接件一端应与立柱固定连接，另一端的连接方式不应限制立柱的轴向位移。

(3) 采用闭口截面钢型材的立柱，可采用本条第 1 款或第 2 款的连接方式。

(4) 两立柱接头部位应留空隙，空隙宽度不宜小于 15 mm。

2 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。

3 应按下列要求计算立柱截面有效受力部位的厚度：

1) 铝型材截面开口部位的厚度不应小于 3.0 mm，闭口部位的厚度不应小于 2.5 mm；

2) 铝型材孔壁与螺钉之间直接采用螺纹受拉、压连接时，应进行螺纹受力计算，其螺纹连接处的型材局部加厚部位的壁厚不应小于 4 mm，宽度不应小于 13 mm；

3) 热轧钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.0 mm，冷成型薄壁型钢截面主要受力部位的厚度不应小于 2.5 mm，采用螺纹进行受拉连接时，应进行螺纹受力计算；

4) 对偏心受压立柱和偏心受拉立柱的杆件，其有效截面宽厚比应符合本规程第 5.3.4 条的相应规定。

4 承受轴力和弯矩作用的立柱承载力，应按下式要求进行计算：

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{\gamma W_n} \leq f \quad (5.3.5-1)$$

式中 N ——轴力设计值 (N)；

M ——弯矩设计值 (N·mm)；

A_n ——立柱的净截面面积 (mm^2);

W_n ——立柱在弯矩作用方向的净截面模量 (mm^3);

γ ——截面塑性发展系数, 热轧型钢可取 1.05; 铝合金型材和冷成型薄壁型钢可取 1.0;

f ——材料强度设计值, 即 f_a^t 或 f_s^t (N/mm^2)。

5 承受轴向压力和弯矩作用的立柱在弯矩作用方向的稳定性, 应按下式要求进行计算:

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{M}{\gamma W(1-0.8\eta_1 N/N_E)} \leq f \quad (5.3.5-2)$$

$$N_E = \frac{\pi^2 EA}{\beta \lambda^2} \quad (5.3.5-3)$$

式中 N ——轴力设计值 (N), 此处为压力;

N_E ——临界轴压力 (N);

M ——弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$);

φ ——弯矩作用平面内的轴心受压的稳定系数, 可按表 5.3.5 采用;

β ——参数, 钢构件取 1.1, 铝合金构件取 1.2;

A ——立柱的毛截面面积 (mm^2);

η_1 ——钢构件取 0.8, T6 状态铝合金构件取 1.2, 其他状态铝合金构件取 0.9;

W ——在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面模量 (mm^3);

λ ——长细比;

γ ——截面塑性发展系数, 热轧型钢可取 1.05; 冷成型薄壁型钢和铝合金型材可取 1.0;

f ——材料强度设计值, 即 f_a^t 或 f_s^t (N/mm^2)。

表 5.3.5 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

6 单元式幕墙采用组合截面立柱时，立柱左、右两部分可按各自承担的荷载和作用分别进行计算和设计。

7 在风荷载标准值作用下，立柱的挠度限值 $d_{f, \text{lim}}$ 宜按下式计算值采用：

$$d_{f, \text{lim}} = l / 200 \quad (5.3.5-4)$$

式中 l ——支点间的距离 (mm)，悬臂构件可取挑出长度的 2 倍。

5.3.6 连接设计应符合下列要求：

1 幕墙应与主体结构可靠连接；主体结构及结构构件应能承受幕墙传递的作用。

2 幕墙立柱与主体混凝土结构宜采用预埋件连接；当没有

条件采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施，如采用后加锚栓连接时，应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规范》JGJ 145 的有关规定。

3 由锚板 and 对称配置的锚固钢筋所组成的受力预埋件，其设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

4 槽式预埋件的中心线离混凝土构件边缘不应小于 75 mm，钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 30 mm。槽式预埋件应按照现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定进行设计，并应通过试验检验其承载力。

5 当连接件与所接触材料可能产生双金属腐蚀时，应采用绝缘垫片分隔或采取其他有效措施。

6 幕墙支承结构与主体结构的连接，幕墙宽度在 3 m 以内采用焊接或螺栓连接，大于 3 m 采用螺栓连接，连接件钢板厚度不宜小于 5 mm；采用螺栓连接时，螺栓直径不宜小于 10 mm，螺栓数量不应少于 2 个。

7 单元板块的吊挂件、支承件应具备可调整范围，并应采用不锈钢螺栓将吊挂件固定牢固，每处固定螺栓不应少于 2 个。

5.3.7 硅酮结构密封胶设计应符合下列要求：

1 硅酮结构密封胶应根据不同的受力情况进行承载力极限状态验算。在风荷载、水平地震作用下，硅酮结构密封胶的拉应力或剪应力设计值不应大于其强度设计值 f_1 ， f_1 应取为 0.2N/mm^2 ；在永久荷载作用下，硅酮结构密封胶的拉应力或剪应

力设计值不应大于其强度设计值 f_2 ， f_2 应取为 0.01N/mm^2 。

2 在短期荷载作用下，硅酮结构密封胶的粘接宽度 c_{s1} 可按下式计算：

$$c_{s1} = \frac{q_1}{f_1} \quad (5.3.7-1)$$

式中 c_{s1} ——短期荷载作用下的胶缝宽度 (mm)；

q_1 ——在胶缝长度上，单位长度上短期荷载最大值 (N/mm)；

f_1 ——硅酮结构胶短期强度设计值 (N/mm²)。

3 在自重等长期荷载作用下，硅酮结构胶的粘接宽度 c_{s2} 可按下式计算：

$$c_{s2} = \frac{q_2}{f_2} \quad (5.3.7-2)$$

式中 c_{s2} ——长期荷载作用下的胶缝宽度 (mm)；

q_2 ——在胶缝长度上，单位长度上长期荷载最大值 (N/mm)；

f_2 ——硅酮结构胶长期强度设计值 (N/mm²)。

4 硅酮结构密封胶的粘接厚度 t_s (图 5.3.7-1) 应符合公式 (5.3.7-3)、(5.3.7-4) 的要求：

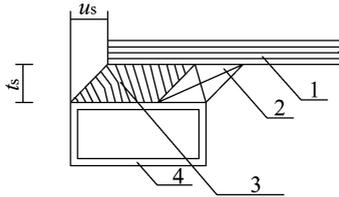


图 5.3.7-1 硅酮结构密封胶变形示意

1—面板；2—双面胶条；3—硅酮结构密封胶；4—铝框

$$t_s \geq \frac{u_s}{3\delta} \quad (5.3.7-3)$$

$$u_s = \eta[\theta]h_g \quad (5.3.7-4)$$

式中 t_s ——硅酮结构密封胶的粘接厚度 (mm);
 u_s ——主体结构侧移影响下, 硅酮结构密封胶沿厚度方向产生的剪切位移值 (mm);
 η ——硅酮结构密封胶厚度方向剪切位移影响系数, 取 0.6;
 $[\theta]$ ——风荷载或多遇烈度地震标准值作用下主体结构的楼层弹性层间位移角限值 (rad);
 h_g ——面板高度 (mm), 取其边长 a 或 b ;
 δ ——硅酮结构密封胶拉伸粘接性能试验中受拉应力为 0.14 N/mm^2 时的伸长率。

5.4 构造设计

5.4.1 非透明保温面板幕墙的构造设计应满足安全、适用、美观的要求, 并应能满足维护、维修要求, 幕墙面板宜便于更换。

5.4.2 幕墙中可能渗入雨水或形成冷凝水的部位, 应设置导、排水装置或构造。单元式幕墙中的单元组件的对接部位, 宜按雨幕原理进行构造设计。单元式幕墙采用对插式组合构件时, 纵、横板缝交叉部位应采取防渗漏封口构造措施。

5.4.3 封闭式注胶板缝的宽度和所用密封胶的性能应能适应幕墙本身及建筑物在各种作用下产生的变形, 金属面非透明保温面板构件的板缝宽度不宜小于 10 mm, 花岗石面非透明保温面板构

件的板缝宽度不宜小于 8 mm。当建筑设计有要求时，可采用凹入式胶缝。

5.4.4 封闭式嵌条板缝，密封条纵横交叉部位应可靠嵌封。

5.4.5 在雨篷、压顶及其他突出部位，应完善其结合部位的防水构造设计。金属面非透明保温面板幕墙的女儿墙或上封边部位，应采用单层铝板或不锈钢板加工成型的盖顶构件向内倾斜嵌固。

5.4.6 幕墙的非透明保温面板构件不应跨越主体结构的变形缝，变形缝两侧应设置独立的幕墙支承结构。与主体结构变形缝相对应的幕墙构造缝应能够适应主体结构变形的要求。幕墙构造缝应采用柔性连接设计或滑动型连接设计，且应有易于修复的构造措施。

5.4.7 严寒、寒冷及夏热冬冷地区幕墙的连接构造设计，应采取隔热桥连接；幕墙与周边墙体间的缝隙应采用弹性闭孔材料填充，并应采用密封胶密封；伸缩缝、沉降缝、抗震缝等部位应进行保温、隔热、防水设计。

5.4.8 幕墙的连接构造应有防止金属摩擦形成噪声的措施。

5.4.9 凸出幕墙大面的装饰线条宜采用背栓或长螺栓连接。

5.4.10 幕墙的防火构造设计应符合现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 的有关规定。

5.4.11 幕墙的防雷构造设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。幕墙金属框架应与主体结构的防雷装置可靠连接，并保持导电通畅。

5.5 建筑热工设计

5.5.1 非透明保温面板幕墙的建筑热工设计，主要是根据已确定的幕墙系统构造设计进行幕墙工程的保温、隔热性能计算和内部冷凝受潮验算。

5.5.2 保温性能计算

非透明保温面板幕墙工程的保温性能以传热系数表征，按下列计算公式计算：

$$K_{c,w} = \frac{1}{R_{m,p} + R_{m,a} + R_{m,w} + 0.15} \quad (5.5.2-1)$$

$$R_{m,p} = 0.9R_p \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}) \quad (5.5.2-2)$$

$$R_{m,a} = 0.7R_a \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}) \quad (5.5.2-3)$$

$$R_{m,w} = 0.7R_{maw} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}) \quad (5.5.2-4)$$

式中 $K_{c,w}$ ——非透明保温面板幕墙工程的传热系数[W/(m²·K)]；
 $R_{m,p}$ ——非透明保温面板构造层平均热阻 (m²·K/W)；
 R_p ——非透明保温面板构件热阻 (m²·K/W)，按本规程第 4.3.3 条规定确定；
 $R_{m,a}$ ——封闭空气间层的平均热阻 (m²·K/W)；
 R_a ——空气间层热阻 (m²·K/W)，按本规程附录 D 选取；
 $R_{m,w}$ ——幕墙后基层墙体的平均热阻 (m²·K/W)；
 R_{maw} ——基层墙体中填充墙部位的砌体热阻 (m²·K/W)，其值等于砌体的厚度 d_{ma} (m) 除以砌体的计算导热系数 $\lambda_{c,in}$ [W/(m·K)]。

5.5.3 隔热性能计算

非透明保温面板幕墙工程的隔热性能以热惰性指标表征，按

下列计算公式计算：

$$D_{c.w} = D_{m.p} + D_{m.w} \quad (5.5.3-1)$$

$$D_{m.p} = R_p \cdot S_{in.c} \quad (5.5.3-2)$$

$$D_{m.w} = R_{ma} \cdot S_{ma.c} \quad (5.5.3-3)$$

式中 $D_{c.w}$ ——非透明保温面板幕墙工程的热惰性指标；

$D_{m.p}$ ——非透明保温面板构造层的平均热惰性指标，其值等于非透明保温面板构造层的平均热阻 $R_{m.p}$ （按 5.5.2-2 式确定）乘以保温层材料的计算蓄热系数 $S_{in.c}$ ；

$D_{m.w}$ ——幕墙后实体墙的平均热惰性指标，其值等于实体墙中填充墙部位的砌体热阻 R_{ma} 乘以砌体的计算蓄热系数 $S_{ma.c}$ 。

5.5.4 内部冷凝受潮验算

1 在严寒、寒冷地区，应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的相关规定，对幕墙及其后面的基层墙体表面进行冷凝受潮验算，并确定是否采取适宜的防潮技术措施。

2 当非透明保温面板幕墙与其后面的基层墙体之间设置有隔气层时，可不用进行内部冷凝受潮验算。