

- σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为风荷载、地震作用下玻璃截面的最大应力标准值 (N/mm^2)；
- d_1 ——在风荷载标准值作用下挠度最大值 (mm)；
- w_k 、 q_{Ek} ——分别为垂直于玻璃幕墙平面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm^2)；
- b ——支承点间玻璃面板长边边长 (mm)；
- t ——玻璃的厚度 (mm)；
- m ——弯矩系数，可由支承点间玻璃板短边与长边边长之比按表 6.2.12-1 采用；
- μ ——挠度系数，可由支承点间玻璃板短边与长边边长之比按表 6.2.12-2 采用；
- η ——折减系数，可由参数按表 6.2.7-2 采用；
- D ——玻璃面板的刚度，可按公式(6.2.8-1)计算($N \cdot mm$)。

表 6.2.12-1 四点支承玻璃板的弯矩系数

a/b	0.00	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65
m	0.125	0.126	0.127	0.129	0.130	0.132	0.134	0.136
a/b	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	—
m	0.138	0.140	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154	—

注： a 为支承点之间的短边边长。

表 6.2.12-2 四点支承玻璃板的挠度系数

a/b	0.00	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60
μ	0.01302	0.01317	0.01335	0.01367	0.01417	0.01451	0.01496
a/b	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
μ	0.01555	0.01630	0.01725	0.01842	0.01984	0.02157	0.02363
a/b	1.00	—	—	—	—	—	—
μ	0.02603	—	—	—	—	—	—

注： a 为支承点之间的短边边长。

2 玻璃面板最大应力设计值应按本标准第 5.3 节的规定进行组合，并不应超过玻璃中部强度设计值 f_g ；

3 在风荷载标准值作用下，点支承玻璃面板的最大挠度 d ，不宜大于其支承点间长边边长的 1/60。

6.2.13 明框幕墙的面板应嵌装在镶有弹性胶条的立柱、横梁的槽口内，或采用压板与立柱、横梁固定。明框玻璃的外压板及其连接应能承受玻璃面板的荷载和地震作用，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。外压板应采用螺栓或螺钉与横梁、立柱可靠固定。

6.2.14 明框幕墙单层玻璃、夹层玻璃与型材槽口的配合尺寸应符合表 6.2.14 的规定。尺寸 C 应满足玻璃面板温度变化和幕墙平面内变形量，同时应考虑玻璃加工尺寸偏差及安装误差，按本标准第 7.2.2 条规定的公式进行计算确定。玻璃面板与槽口之间应可靠密封。

表 6.2.14 单层玻璃、夹层玻璃与槽口的配合尺寸 (mm)

厚度 t	a	b	c	检测方法
6	≥ 3.5	≥ 15	≥ 5	卡尺
8 ~ 10	≥ 4.5	≥ 16	≥ 5	卡尺
12 以上	≥ 5.5	≥ 18	≥ 5	卡尺

注：夹层玻璃按总厚度计算。



图 6.2.14 单层玻璃、夹层玻璃与槽口的配合尺寸示意图

6.2.15 明框幕墙中空玻璃、中空夹层玻璃面板与型材槽口的配合尺寸应符合表 6.2.15 的规定。尺寸 c 应满足玻璃面板温度变化和幕墙平面内变形量，同时应考虑玻璃加工尺寸偏差及安装误

差，按本标准第 7.2.2 条规定的公式进行计算确定。玻璃面板与槽口之间应可靠密封。

表 6.2.15 中空玻璃、中空夹层玻璃与槽口的配合尺寸 (mm)

厚度 t	a	b	c			检测方法
			下边	上边	侧边	
$6 + d_a + 6$	≥ 5	≥ 17	≥ 7	≥ 5	≥ 5	卡尺
$8 + d_a + 8$ 及以上	≥ 6	≥ 18	≥ 7	≥ 5	≥ 5	卡尺

注： d_a 为气体层厚度，不等厚度配置时按最大厚度。

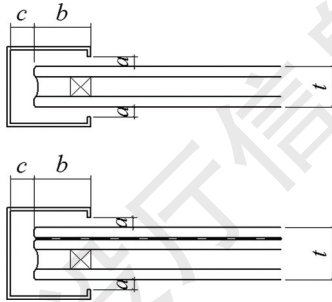


图 6.2.15 中空玻璃、中空夹层玻璃与槽口的配合尺寸示意图

6.2.16 明框玻璃面板应通过定位承托胶垫或托条将玻璃重量传递给支承构件，不得由隔热条承受玻璃自重。当采用胶垫直接承受玻璃自重时，数量不少于 2 块，厚度不小于 5mm，长度不小于 100mm，宽度与玻璃面板厚度相等，满足承载要求。当采用托条承受玻璃自重时，可用铝合金或不锈钢材料，长度不应小于 100mm，厚度不应小于 2mm，托条上应设置衬垫，并能托住外片玻璃，托条应与框架可靠连接，并应进行强度、挠度及连接构造的强度验算。

6.2.17 横向隐框的玻璃幕墙每块玻璃的下端应设置不少于两个的金属承托条，托条应与玻璃幕墙支承框架有效可靠连接。托条可采用铝合金或不锈钢材料，其长度不应小于 100mm，厚度不

应小于2mm。托条上应设置衬垫，并能托住中空玻璃的外片玻璃，托条的构造设置及连接应能承受各片玻璃面板的自重荷载。托条应验算在玻璃自重荷载及地震作用下自身的强度、挠度及连接构造的强度。

6.2.18 隐框、半隐框幕墙玻璃面板，隐框边采用结构密封胶与副框粘结时，应采用压块将副框固定至支承框架上。其构造应符合下列规定：

1 铝合金副框应有足够的刚度，在角部有可靠连接，其截面壁厚不应小于2.0mm，外形宽度不宜小于20mm，高度不宜小于12mm；

2 隐框玻璃面板硅酮结构密封胶粘结宽度和厚度计算应符合本标准第5.5节的规定，与面板玻璃的粘结应在工厂制作一体完成；

3 固定副框用压块宜采用铝合金挤压型材，其截面厚度不宜小于5mm，长度应经计算确定。压块与玻璃副框搭接量不宜小于10mm，端部与副框内侧的间隙不应小于5mm，距玻璃上下边缘应不大于100mm；

4 压块与支承框架的连接应采用不锈钢螺栓或螺钉，连接数量应经计算确定，且直径不应小于5.0mm。压块及螺钉的间距应不大于350mm。压块不应采用自攻螺钉或自攻自钻螺钉连接。

6.2.19 隐框玻璃幕墙用中空玻璃合片用硅酮结构密封胶的位置和中空玻璃与副框粘接用硅酮结构密封胶的位置应重合。因特殊结构需要，确需采用玻璃飞边或者中空玻璃采用大小片构造时，应至少确保在一组对边位置的硅酮结构密封胶重合。结构胶的宽度 c_s 和厚度 t_s 应经计算确定，隐框用中空玻璃的结构胶宽度 c_{s1} 应按本标准第5.5.3条和第5.5.4条的规定计算。

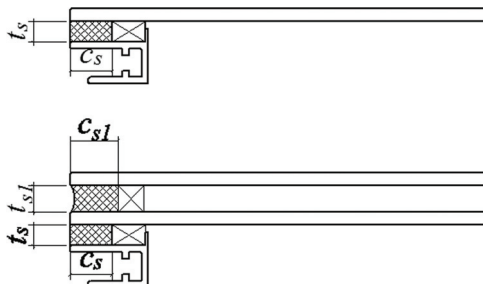


图 6.2.19 隐框玻璃板块结构胶尺寸及位置配合示意图

6.3 金属面板

6.3.1 金属面板可以采用铝合金板、不锈钢板、彩色涂层钢板、铜合金板、钛合金板、搪瓷涂层钢板等不同的材质，可采用弧形、压型、异型等不同的外形和制作方式。

6.3.2 单层铝合金板厚度不应小于 2.5mm，单层不锈钢平板不应小于 1.5mm，彩色钢板和合金钢板厚度不应小于 1.5mm。

6.3.3 金属面板上不宜采用螺钉、铆钉固定支承构件。确需应用时，应采用与硅酮结构密封胶相结合的受力形式或与幕墙框架连接，并应校核其强度，满足强度要求。

6.3.4 金属板可根据受力要求设置加强肋，并应符合下列要求。

1 加强肋可采用金属方管、槽形或角形型材制作，铝合金型材壁厚不应小于 2.5mm，钢型材壁厚不应小于 2.0mm，相邻间距不宜大于 400mm；

2 加强肋与金属面板背面连接可采用种植螺钉或硅酮结构密封胶连接。采用螺钉连接时，螺钉直径不宜小于 5.0mm，相邻间距不宜大于 300mm；采用硅酮结构密封胶粘结时，胶缝尺寸应满足设计承载力要求。

3 加强肋应与边肋或折边可靠连接，中肋与中肋的连接应满足传力要求。钢铝不同材料连接时应有防电化腐蚀措施。

6.3.5 四边支承金属面板弯曲应力计算应符合下列规定：

1 折边和肋所形成的面板区格，沿板材四周边缘按简支边计算，中肋支承线可按固定边计算；

2 在垂直于面板的荷载、地震作用下，面板最大弯曲应力标准值可按几何非线性有限元方法计算，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k a^2}{t^2} \quad (6.3.5-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} a^2}{t^2} \quad (6.3.5-2)$$

式中： σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——板中最大弯曲应力标准值（N/mm²）；

w_k ——风荷载标准值（N/mm²）；

q_{Ek} ——垂直于板面方向的地震作用标准值（N/mm²）；

a ——面板区格短边边长（mm）；

m ——弯矩系数（根据边界条件按本标准附录 C 选用）；

t ——面板厚度（mm）。

3 中肋支承线上的弯曲应力标准值，取板格两侧固端弯矩的平均值计算；

4 面板在荷载作用下产生大挠度变形时，将公式（6.3.5-1）和（6.3.5-2）计算的应力值乘以折减系数 η （ η 按表 6.3.5 采用）。

表 6.3.5 折减系数 η

θ	5	10	20	40	60	80	100
η	1.00	0.95	0.90	0.81	0.74	0.69	0.64
θ	120	150	200	250	300	350	400
η	0.61	0.54	0.50	0.46	0.43	0.41	0.40

表中 θ 按公式（6.3.5-3）计算：

$$\theta = \frac{w_k a^4}{Et^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(q_{Ek} + 0.2w_k) a^4}{Et^4} \quad (6.3.5-3)$$

式中： w_k ——风荷载标准值（N/mm²）；

q_{Ek} ——垂直于面板方向的地震作用标准值（N/mm²）；

a ——面板区格短边的边长（mm）；

t ——面板的厚度（mm）；

E ——面板的弹性模量（N/mm²）。

6.3.6 在组合荷载作用下，面板的挠度应符合下列规定：

1 面板区格的跨中挠度可采用几何非线性有限元方法计算，也可按下列公式简化计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k a^4}{D} \eta \quad (6.3.6-1)$$

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \quad (6.3.6-2)$$

式中： d_f ——挠度最大值（mm）；

w_k ——垂直于面板的风荷载标准值（N/mm²）；

a ——面板区格短边边长（mm）；

t ——面板厚度（mm）；

E ——面板弹性模量（N/mm²）；

μ ——挠度系数（按表 6.2.8 采用）；

D ——面板弯曲刚度（N·mm）；

η ——折减系数（按表 6.3.5 采用）；

ν ——面板材料泊松比。

2 在荷载标准值作用下，面板挠度限值 $d_{f,lim}$ 宜按其区格计算短边边长的 1/90 采用。

6.3.7 方形或矩形面板上作用的荷载可按三角形或梯形分布传递到板肋上，其他多边形可按对角线原则分配荷载（图 6.3.7）。板肋上作用的荷载按等弯矩原则简化为等效均布荷载。

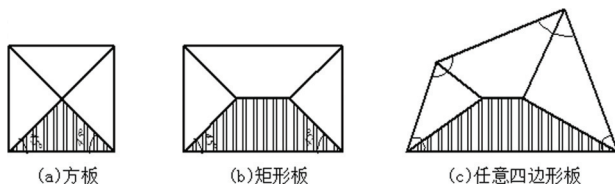


图 6.3.7 荷载分布图

6.3.8 加强肋应有足够的刚度。在组合荷载标准值作用下，铝合金加强肋挠度限值 $d_{f,lim}$ 宜按中肋跨度的 $1/180$ 采用，钢材加强肋挠度限值 $d_{f,lim}$ 宜按中肋跨度的 $1/250$ 采用。四边支承面板的边肋截面尺寸可按构造要求设计计算。单跨中肋按简支梁计算；多跨交叉肋按梁系计算，刚性连接可按本标准附录 D 的规定计算。

6.3.9 金属面板可采用角码连接、挂钩连接、副框压板连接等形式与框架连接，连接部位应满足设计承载力要求。

6.3.10 金属面板采用角码连接方式时，其构造应符合下列规定：

1 金属面板应折边，折边宽度不小于 25mm ，并设置固定角码为连接件；

2 角码采用铝合金型材或不锈钢制品。铝合金角码的截面厚度不应小于 3mm ，不锈钢角码的截面厚度不应小于 2.5mm ，角码连接件的长度不宜小于 40mm ，角码与折边处应采用实心铝铆钉或不锈钢抽芯铆钉连接，铆钉直径不应小于 4.0mm ，每个角码的连接铆钉不应少于 2 个；

3 金属板材周边可采用螺栓、螺钉或自钻自攻螺钉与幕墙框架固定，数量应经计算确定，直径不应小于 5.0mm ，相邻间距不应大于 350mm 。

6.3.11 金属面板采用两侧挂钩连接方式时，其构造应符合下列规定：

1 直接采用金属面板折边设置挂钩槽口的面板厚度不应小

于3mm，其折边宽度不小于25mm，挂钩槽口中心至挂钩边缘不应小于15mm，且挂钩安装后的水平净宽度不应小于10mm，有效挂接深度不应小于10mm，挂槽与挂销之间的配合应能有效吸收温度作用及加工、安装偏差，并应设置防松动、防噪声、防脱落的构造措施；

2 挂钩销钉应采用不锈钢材质，直径经计算确定且不小于6mm，金属面板销钉挂钩的间距不宜大于450mm。支承框架上设置的挂钩螺栓、螺钉或钢销钉应满足承载力要求；

3 当金属面板另行设置挂钩连接件与支承框架连接时，挂钩连接件宜采用不锈钢或铝合金材料制成。不锈钢材料截面厚度不应小于2.5mm，铝合金材料不应小于3.0mm。连接件的长度不宜小于80mm；

4 另设挂钩连接件与金属面板宜采用不锈钢螺栓连接，也可采用实心铝铆钉或不锈钢抽芯铆钉连接，其直径不应小于4.0mm，每一连接件的连接铆钉或螺栓不应少于2个；

5 挂钩连接不应用于挑檐、压顶、出屋面女儿墙及外挑构件等风荷载敏感部位。

6.3.12 单层金属面板采用副框压板连接方式时，其构造应符合下列规定：

1 铝合金副框应有足够的刚度，其截面壁厚不应小于2.0mm，外形宽度不宜小于20mm，高度不宜小于12mm；

2 面板可通过折边与副框采用实心铝铆钉或不锈钢抽芯铆钉连接，也可以采用种植螺钉与硅酮结构密封胶相结合的连接方式；

3 固定副框用压块宜采用铝合金挤压型材，其最小处的截面厚度不宜小于5mm。压块的长度应经计算确定，且不小于40mm，与副框连接搭接量不宜小于10mm，压板端部与副框内侧的间隙不应小于5mm。压块距面板上下边缘应不大于100mm；

4 压块与支承框架的连接应采用不锈钢螺钉或不锈钢螺栓，

连接螺钉或螺栓的数量应经计算确定，且直径不应小于 5.0mm。压块及螺钉的间距应不大于 350mm。被连接钢型材的壁厚不应小于 3mm，铝型材的局部壁厚不应小于螺钉公称直径。

6.3.13 金属板与门窗洞口收口不宜与门窗框或副框连接，应满足自身幕墙体系或采取可吸收主体变形的支撑体系。

6.3.14 面板板缝宽度应根据面板的温度变形、荷载作用下变形和地震变形等计算后确定，当采用角码连接时不宜小于 10mm。

6.3.15 面板板缝应符合下列规定：

1 注胶式板缝：板缝应避免三面粘结，底部应设置泡沫条，泡沫条直径应大于接缝宽度 20%。硅酮耐侯密封胶缝厚度不宜小于 3.5mm，宽度不宜小于厚度的 2 倍；用于涂层表面的硅酮密封胶应经相容性试验和粘结性试验，必要时加涂底胶；

2 嵌条式板缝宜采用多道密封措施，当采用三元乙丙橡胶条、氯丁橡胶条或硅橡胶条时，胶条在十字交叉处宜采用压敏粘接材料严密粘结；

3 开放式板缝：面板背部空间应保持通风，顺畅排水；面板背面设置保温材料时应有防水措施。支承结构和金属连接件应采取有效防腐措施。

6.4 石材面板

6.4.1 石材幕墙面板宜采用天然花岗岩，高度大于 100m 时应采用花岗岩板材。

6.4.2 石材面板与支承框架之间的连接构造应安全可靠。可采用短槽、通槽、背栓等方式连接，不得使用钢销、斜插入式挂件和 T 型挂件等连接构造。高度超过 100m 的石材面板及水平倒挂面板应采用背栓连接。

6.4.3 石材面板厚度应经计算确定并应符合表 3.5.2 的规定。石材面板采用水平或外倾斜安装时，面板总宽度不得大于 900mm，且应在板背设置防止石材坠落的安全措施。

6.4.4 采用开放式板缝时，应符合下列要求：

- 1 石材面板应作表面防护处理，板缝宽度不宜小于6mm；
- 2 面板后部空间应防止积水并采取有效排水措施；
- 3 挂件应采用铝合金型材或不锈钢材，不锈钢材质应采用

O6Cr17Ni12Mo2（S31608）；

- 4 支承面板的金属框架及其连接件防腐措施应增强。

6.4.5 采用封闭式注胶板缝时，应符合下列要求：

- 1 密封胶不应对面板产生污染；
- 2 板缝的底部宜采用泡沫条充填，密封胶厚度不应小于

3.5mm，宽度符合设计要求，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。不锈钢材质应采用O6Cr17Ni12Mo2（S31608）或O6Cr19Ni10（S30408）。

6.4.6 石材面板及多条实线条之间的连接应采用锚固工艺，不得仅用胶粘接。石材实线条应采用背栓或化学锚固与框架连接，锚固深度应大于锚固部位厚度的1/2，规格、数量满足承载力要求。

6.4.7 支承边小于300mm的面板，可采用对边或两点连接，并采取附加的固定措施。宽度小于150mm的板无法与框架连接时，可与大面板连接，并在工厂完成拼接，不得在施工现场组装。

6.4.8 采用短槽及通槽连接的构造应符合下列规定：

- 1 挂件及其连接应进行结构计算。不锈钢挂件厚度不应小于3.0mm，铝合金挂件厚度不应小于4.0mm。短槽挂件宽度不宜小于50mm；

- 2 短槽挂件在面板内的实际插入深度不小于挂件厚度的4倍，短槽长度应比挂件长度大40mm，宽度宜为挂件厚度加2mm，深度宜为挂件插入深度加3mm。槽口两侧板厚度均不小于8mm。短槽边缘到板端的距离不宜小于板厚度3倍，且不宜大于180mm。每个石材板块宜不少于4个挂件；

- 3 通槽挂件插入面板内的深度不小于挂件厚度的4倍，且不小于15mm。每边1个挂件，挂件长度为面板边长减去50mm。

槽深度为挂件插入深度加 3mm。槽宽及槽两侧板材有效厚度与短槽要求相同。挂件采用不锈钢螺栓固定，螺栓数量、直径和间距经计算确定，但每边不得少于 3 个，直径不小于 5mm；

4 石材板块与挂件间应采用环氧树脂型石材专用结构胶粘结，不得采用云石胶粘结。

6.4.9 连接石材面板的背栓应符合下列规定：

1 背栓的性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 的规定，其材质不宜低于组别为 A4 的奥氏体不锈钢，直径不应小于 6mm；

2 背栓的连接件应进行结构计算。可采用钢材或铝合金型材。钢材厚度不应小于 3mm，铝合金型材厚度不应小于 4mm。

6.4.10 采用背栓连接的构造应符合下列规定：

1 背栓连接可选择齐平式（图 6.4.10a）或间距式（图 6.4.10b）构造连接。每块石材板块上背栓数量不少于 4 个；

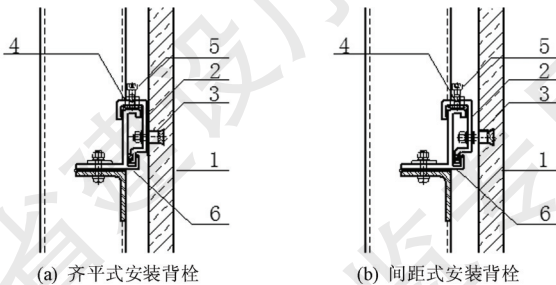


图 6.4.10 背栓支承构造

1—石材面板；2—铝合金挂件；3—背栓；4—限位块；5—调节螺栓；6—挂钩支座

2 背栓锚固深度不应小于石材厚度的 $1/2$ ，也不宜大于石材厚度的 $2/3$ ，孔底至板面的剩余厚度不应小于 10mm。背栓孔中心到石材板边距不小于板厚的 4 倍，且不宜大于 200mm，背栓之间的间距不应大于 800mm，且不小于板厚的 5 倍；

3 背栓支承应能吸收面板变形、可调节，并有防滑移和防

脱构造；

4 背栓连接挂钩支座应采用不锈钢螺栓连接，螺栓直径不应小于 M6，每个支座上不应少于 2 个螺栓；

5 倒挂面板宜采用互扣件连接，并设置定位锁定螺钉。

6.4.11 面板采用短槽、背栓支承时，应按四点支承板计算，并应满足下列要求：

1 两侧短槽连接时（图 6.4.11-1），支承边的计算长度为两支承点的中心距，非支承边的计算长度取边长。抗弯设计时，取两距离（ a_0 、 b_0 ）中较大值为长边进行计算；

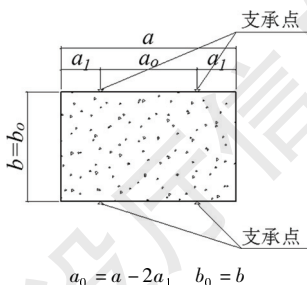


图 6.4.11-1 短槽支承时面板连接的计算边长 a_0 、 b_0

2 背栓支承连接时（图 6.4.11-2），横、纵向支承边的计算长度分别为两个方向支承点间的距离（图中 a_0 、 b_0 ）。抗弯设计时，取两距离（ a_0 、 b_0 ）中较大值为长边进行计算。

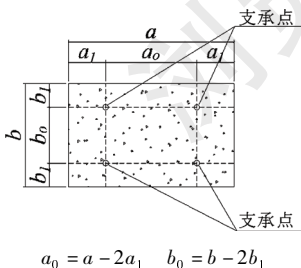


图 6.4.11-2 背栓支承时面板连接的计算边长 a_0 、 b_0

6.4.12 面板采用对边通槽连接时,按对边简支计算,面板跨度为两支承边之间的距离。

6.4.13 异形板或多点支承面板按有限元方法分析计算。

6.4.14 面板按支承方式的分类应进行抗弯设计:

1 面板采用短槽、背栓支承时,按四点支承板计算,抗弯设计应符合下列规定:

最大弯曲应力标准值可采用有限元方法分析计算,也可按下列公式计算:

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k b^2}{t^2} \quad (6.4.14-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b^2}{t^2} \quad (6.4.14-2)$$

式中: σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为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/mm^2);

w_k 、 q_{Ek} ——分别为垂直于板面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm^2);

b ——四点支承板的长边计算边长 (mm);

t ——面板厚度 (mm);

m ——四角点支承板在均布荷载作用下的最大弯矩系数,可按本标准附录 C 表 C.2.2 采用。

2 面板采用通槽支承时,按对边简支板计算,抗弯设计应符合下列规定:

最大弯曲应力标准值可采用有限元方法分析计算,也可按下列公式计算:

$$\sigma_{wk} = 0.75 \frac{w_k l^2}{t^2} \quad (6.4.14-3)$$

$$\sigma_{Ek} = 0.75 \frac{q_{Ek} l^2}{t^2} \quad (6.4.14-4)$$

式中: σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为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/mm^2);

w_k 、 q_{Ek} ——分别为垂直于板面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm^2)；

l ——面板的跨度，即支承边的距离 (mm)；

t ——面板厚度 (mm)。

3 由各种作用产生的最大弯曲应力标准值，应按本标准第 5.3.4 条规定进行组合，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 。

6.4.15 采用通槽连接时，应进行槽口的抗弯设计，并应符合下列规定：

1 通槽面板在垂直于面板的风荷载或地震作用下，槽口处产生的最大弯曲应力标准值可按下式计算：

$$\sigma_k = \frac{8q_k lh}{(t-c)^2} \quad (6.4.15)$$

式中： q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用标准值 (N/mm^2)，即 w_k 或 q_{Ek} ；

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)。

2 由各种作用产生的弯曲应力标准值，应按本标准第 5.3.4 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 。

6.4.16 采用短槽或通槽连接时，应进行槽口的抗剪设计，并应符合下列规定：

1 短槽面板在垂直于面板的风荷载或地震作用下，挂件在石板槽口边产生的剪应力标准值 τ_k 可按下式计算：

$$\text{对边开槽} \quad \tau_k = \frac{q_k ab\beta}{n(t-c)s} \quad (6.4.16-1)$$

$$\text{四边开槽} \quad \tau_k = \frac{q_k (2b - a) a \beta}{2n (t - c) s} \quad (6.4.16 - 2)$$

式中： q_s ——垂直于板面的风荷载或地震作用标准值（ N/mm^2 ），即 w_k 或 q_{Ek} ；

t ——面板厚度（ mm ）；

c ——槽口宽度（ mm ）；

a 、 b ——分别为面板的短边、长边边长（ mm ）；

s ——槽口剪切面总边长（ mm ），可取挂件长度加上入槽深度的2倍；

β ——应力调整系数，可按本标准表6.4.16采用；

n ——一个连接边上的挂件数量。四侧连接时，为一个长边上的挂件数量。

2 通槽面板在垂直于面板的风荷载、地震作用下，槽口处产生的剪应力标准值 τ_k 应按下式计算：

$$\tau_k = \frac{q_k l}{t - c} \quad (6.4.16 - 3)$$

式中： q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用标准值（ N/mm^2 ），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 ）。

3 由各种作用产生的剪应力标准值，应按本标准第5.3.4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_t^v 。

表 6.4.16 应力调整系数

每块板短槽或背栓个数	4	6	8
β	1.25	1.30	1.35

6.4.17 采用短槽和通槽连接时,应对挂件进行下列计算:

1 短槽面板在垂直于面板的风荷载或地震作用下,挂件承受的剪应力标准值可按下列公式计算:

$$\text{两对边短槽连接时} \quad \tau_{pk} = \frac{q_k ab}{2nA_p} \beta \quad (6.4.17-1)$$

$$\text{四边短槽连接时} \quad \tau_{pk} = \frac{q_k (2b-a) a}{4nA_p} \beta \quad (6.4.17-2)$$

式中: τ_{pk} ——挂件剪应力标准值 (N/mm^2);

q_k ——垂直于板面的风荷载或地震作用标准值 (N/mm^2), 即 w_k 或 q_{Ek} ;

a 、 b ——分别为面板的短边、长边边长 (mm);

A_p ——挂件截面面积 (mm^2);

n ——一个连接边上的挂件数量。四侧连接时,为一个长边上的挂件数量;

β ——应力调整系数,可按表 6.4.16 采用。

2 短槽面板在重力荷载作用下,挂件的剪应力标准值应按下式计算:

$$\tau_{pk} = \frac{G_k}{n_1 A_p} \beta \quad (6.4.17-3)$$

式中: τ_{pk} ——挂件剪应力标准值 (N/mm^2);

G_k ——面板的自重标准值 (N);

A_p ——挂件截面面积 (mm^2);

n_1 ——实际承受面板自重荷载的挂件数量;

β ——应力调整系数,可按表 6.4.16 采用。

3 短槽面板在重力荷载作用下,挂件的弯曲应力标准值应按下式计算:

$$\sigma_{pk} = \frac{G_k e}{n_1 W_p} \beta \quad (6.4.17-4)$$

式中: σ_{pk} ——挂件弯曲应力标准值 (N/mm^2);

G_k ——面板的自重标准值 (N);

e ——石材面板重心到挂件支座处的偏心距离 (mm);

W_p ——挂件截面的抵抗矩 (mm^3);

n_1 ——实际承受面板自重荷载的挂件数量;

β ——应力调整系数,可按表 6.4.16 采用。

4 通槽面板在垂直于面板的风荷载、地震作用下,挂件的剪应力标准值应按下式计算:

$$\tau_k = \frac{q_k l}{2t_p} \beta \quad (6.4.17-5)$$

式中: τ_k ——挂件剪应力标准值 (N/mm^2);

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标准值 (N/mm^2),即 w_k 或 q_{Ek} ;

t_p ——挂件厚度 (mm)。

5 由各种作用产生的剪应力标准值和弯曲应力标准值,应按本标准第 5.3.4 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 ,组合的弯曲应力设计值不应大于挂件材料的抗弯强度设计值 f_a 或 f_s 。

6.4.18 采用背栓连接时,背栓的抗拉设计应符合下列规定:

1 在垂直于面板的风荷载、水平地震作用下,单个背栓所受拉力标准值可按下列公式计算:

$$F_l = \frac{q_k \cdot a \cdot b \cdot \beta}{n} \quad (6.4.18-1)$$

式中: F_l ——单个背栓所受水平拉力标准值 (N);

q_k ——风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值 (N/mm^2);

a, b ——面板短边、长边边长 (mm);

n ——每块面板上背栓数量；

β ——应力调整系数，按表 6.4.16 采用。

2 在重力荷载作用下，单个背栓所受拉力标准值可按下列公式计算：

$$F_i = \frac{G_k e \beta}{l_0 n_1} \quad (6.4.18-2)$$

式中： F_i ——单个背栓所受水平拉力标准值（N）；

G_k ——面板的自重标准值（N）；

e ——石材面板重心到挂件支座的偏心距离（mm）；

l_0 ——石材面板上下背栓之间的距离（mm）；

n_1 ——实际承受面板自重荷载的挂件数量；

β ——应力调整系数，按表 6.4.16 采用。

3 背栓水平拉力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定组合，计算得到背栓拉力设计值 F ，并应符合下式的要求：

$$F \leq R_t \quad (6.4.18-3)$$

式中： F ——单个背栓所受水平拉力设计值（N）；

R_t ——单个背栓抗拉承载力设计值（N），按本条第 4 款采用。

4 受拉时单个背栓抗拉承载力设计值应通过荷载试验确定，材料强度安全系数按表 3.5.5 采用，所得设计值不应小于下列经验公式计算值。不满足时，材料强度安全系数应取 3.50；

$$R_t = \frac{C f_k^{0.6} \cdot h_v^{1.7}}{3.0} \quad (6.4.18-4)$$

式中： f_k ——面板弯曲抗拉强度设计值（N/mm²）；

h_v ——锚固深度（mm）；

C ——材质系数，花岗岩取 17，大理石、砂岩、石灰岩等取 30。

5 小尺寸面板或条状面板，锚栓位置不满足本标准第

6.4.10 条第 2 款要求时, 锚栓中心线至面板边缘距离不宜小于板厚的 2 倍且不小于 50mm, 该背栓承载力设计值应乘以折减系数 0.50;

6 背栓螺栓尚应按净截面积验算抗拉承载力并应满足强度要求。

6.4.19 在面板自重作用下, 背栓连接的抗剪设计应符合下列规定:

1 单个背栓连接的剪力标准值可按下式计算:

$$v = \frac{G_k \beta}{n_1} \quad (6.4.19)$$

式中: v ——单个背栓承受的剪力标准值 (N);

G_k ——面板的自重标准值 (N);

n_1 ——实际承受面板自重荷载的背栓数量;

β ——应力调整系数, 可根据背栓数量 n_1 , 按表 6.4.16 采用。

2 背栓连接抗剪承载力设计值应由试验确定。背栓连接抗剪承载力设计值可取实测的受剪破坏承载力最小值除以背栓连接抗剪承载力分项系数后采用。

6.4.20 采用背栓连接时, 石材面板的抗剪设计应符合下列规定:

1 在垂直于面板的重力荷载、风荷载、水平地震作用下, 剪应力标准值取以下两式计算结果的较大值:

$$\tau_k = \frac{F_t}{\pi(d+t-h_v)(t-h_v)} \quad (\text{正风压时}) \quad (6.4.20-1)$$

$$\tau_k = \frac{F_t}{\pi(d+h_v)h_v} \quad (\text{负风压时}) \quad (6.4.20-2)$$

式中: τ_k ——背栓处面板的剪应力标准值 (N/mm^2);

F_t ——单个背栓所受水平拉力标准值 (N);

d ——背栓孔直径 (mm);

h_v ——背栓切入孔深度 (mm);

t ——面板厚度 (mm)。

2 由各种作用产生的剪应力标准值，应按本标准第 5.3.4 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_v ；

3 背栓处于本标准第 6.4.18 条第 5 款所述位置时，面板剪应力设计值应乘以放大系数 1.50。

6.5 人造面板

6.5.1 人造板材面板及其连接设计应符合现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的规定。

6.5.2 幕墙用人造板材面板可选用瓷板、陶板、微晶玻璃板、纤维水泥板、木纤维板等，其应用高度应满足表 6.5.2 的要求：

表 6.5.2 人造面板许用幕墙高度 (m)

面板名称	瓷板	陶板	微晶玻璃板	木纤维板	纤维水泥板	
					平板	带肋板、单层板和背附钢架板
高度 (≤)	80	80	70	24	24	54

6.5.3 幕墙用石材铝蜂窝板面板石材为亚光面或镜面时，厚度宜为 3mm ~ 5mm；面板石材为粗面时，厚度宜为 5mm ~ 8mm。石材蜂窝板块单边边长不宜大于 2.0m，单块最大面积不宜大于 2.0m²。

6.5.4 人造板单块面积、厚度应符合表 6.5.4 规定。

表 6.5.4 人造板单块面积、厚度

板材类别	厚度 (mm)		单片面积 (m ²)
	背栓式	其他连接方式	
瓷板	≥12	≥13	≤1.0
	≥18		
陶板	≥18		--
微晶玻璃板	≥20		≤1.5

6.5.5 人造板材幕墙板缝设计应满足下列要求：

1 具有保温围护要求的人造板材幕墙，应采用封闭式板缝设计，其中宜优先采用注胶封闭式，也可采用胶条封闭式；

2 具有遮阳或装饰围护要求的人造板材幕墙，宜采用开放式板缝设计。

6.5.6 面板采用短槽或背栓四点支承时，可按四点支承板计算，采用对边通槽连接时，可按对边简支板计算。

6.5.7 面板设计时，面板截面的计算厚度 t_e 应符合下列规定计算：

1 瓷板：正面平整时，按公称厚度（总厚度）减去背胶厚度采用，正面有装饰花纹时，还应减去装饰花纹的凸起高度或凹下深度；

2 微晶玻璃板：正面、背面均为平整面时，按公称厚度（总厚度）采用；背面较粗糙时，应减去背面粗糙层厚度；

3 陶板：实心陶板正面平整时，按公称厚度（总厚度）减去挂槽和挂钩宽度采用，正面有装饰条纹时，还应减去装饰条纹的凸起高度或凹下深度。空芯陶板可通过惯性矩、净截面模量计算得出；

4 纤维水泥板：正面、背面均为平整面时，按基材的公称厚度采用。正面有装饰花纹时，还应减去装饰花纹的凸起高度或凹下深度。

6.5.8 当幕墙高度超过 24m，或面板为水平吊挂、外倾斜时，各相应连接部位应予加强，脆性人造板材背面应设计防碎裂坠落措施。

6.5.9 面板挂件与支承框架之间应采用不锈钢螺栓或不锈钢螺钉连接。螺栓直径不应小于 M6，自钻自攻螺钉的直径不应小于 ST5.5，并应采取防松脱和滑移措施，不得采用自攻螺钉连接。

6.5.10 面板及其连接设计，应根据幕墙面板的材质、截面形状和建筑装饰要求确定。面板与幕墙构件的连接，宜采用下列形式：

1 瓷板、微晶玻璃板宜采用短挂件连接、通长挂件连接和

背栓连接；

2 陶板宜采用短挂件连接，也可采用通长挂件连接；

3 纤维水泥板宜采用穿透支承连接或背栓支承连接，也可采用通长挂件连接。穿透连接的基板厚度不应小于 8mm，背栓连接的基板厚度不应小于 12mm，通长挂件连接的基板厚度不应小于 15mm；

4 石材蜂窝板宜通过板材背面预置螺母连接。

6.5.11 面板之间所采用密封胶的粘结性能和耐久性应满足设计要求，应具有适用于幕墙面板基材和板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。

6.5.12 挂件的长度和截面厚度应符合下列规定：

1 瓷板短挂件用不锈钢材料和铝合金型材的截面厚度均不宜小于 2.0mm；通长挂件用不锈钢材料和铝合金型材的截面厚度均不宜小于 1.5mm。短挂件的长度不宜小于 50mm；

2 微晶玻璃板短挂件用不锈钢材料的截面厚度不宜小于 3.0mm，铝合金型材的截面厚度不宜小于 4.0mm；通长挂件用不锈钢材料的截面厚度不宜小于 2.0mm，铝合金型材的截面厚度不宜小于 3.0mm。短挂件的长度不宜小于 40mm；

3 陶板短挂件用不锈钢材料的截面厚度不宜小于 1.5mm，铝合金型材的截面厚度不宜小于 2.0mm；通长挂件用铝合金型材的截面厚度不宜小于 1.5mm。定位弹簧片的截面厚度不宜小于 0.5mm；

4 纤维水泥板通长挂件用不锈钢材料和铝合金型材的截面厚度均不宜小于 1.5mm。

6.5.13 挂件与瓷板、微晶玻璃板、纤维水泥板面板的连接构造设计应符合下列规定：

1 宜采用只承受一块面板自重荷载的挂件；

2 纤维水泥板的自重应由面板下部挂槽的顶部承受；

3 挂件在承托面板处宜设置弹性垫片，垫片厚度不宜小

于 2.0mm；

4 短挂件外侧边与面板边缘的距离不宜小于板厚的 3 倍，且不宜小于 50mm；通长挂件外端与面板边缘的距离不宜小于 20mm，且不宜大于 50mm；

5 挂件安装槽口中心线宜以外表面为基准定位，并宜位于面板计算厚度的中心；

6 瓷板挂件插入槽口的深度不宜小于 8mm，也不宜大于 12mm；微晶玻璃板、纤维水泥板挂件插入槽口的深度不宜小于 10mm，也不宜大于 15mm；

7 挂件与面板之间的空隙应填充胶粘剂，且不得污染面板。

6.5.14 挂件与陶板面板的连接构造设计应符合下列规定：

1 挂件与面板的连接，不应使面板产生附加局部挤压应力和重力传递现象；

2 挂件为 L 形且全部采用挂装方式安装时，其自重应由陶板上部挂件的挂钩承受；

3 上部采用插口式挂件，且陶板自重由下部挂件承受时，应采取防陶板断裂下坠措施，承重处挂件与陶板挂槽内竖向的接触部位不应留有间隙；

4 挂件与陶板挂槽前后之间的空隙宜填充聚氨酯密封胶或设置弹性垫片，采用橡胶垫片时，其厚度不宜小于 1.0mm；

5 挂件插入陶板槽口的深度不宜小于 6mm，短挂件中心线与面板边缘的距离宜为板长的 1/5，且不宜小于 50mm；

6 陶板两端宜设置定位弹性垫片；

7 陶板与支承构件采用镶嵌式挂件时，要采取措施，防止挂件跳动、滑移。

6.5.15 与面板背面连接点直接连接的支承连接件宜采用铝合金型材，其截面厚度不应小于 2.0mm。

6.5.16 短挂件支承连接的面板抗弯设计应符合下列规定：

1 短挂件支承连接的瓷板、微晶玻璃和实心陶板，在风荷

载或垂直于板面方向地震作用下，面板的最大弯曲应力标准值宜采用有限元方法分析计算。两对边对称连接的四点支承矩形面板，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k a_0^2}{t_e^2} \quad (6.5.16-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b_0^2}{t_e^2} \quad (6.5.16-2)$$

式中： σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为风荷载或垂直于面板板面方向地震作用在板中产生的最大弯曲应力标准值（ N/mm^2 ）；
 w_k 、 q_{Ek} ——分别为风荷载或垂直于面板板面方向地震作用标准值（ N/mm^2 ）；
 a_0 ——支承点（挂件中心线）间较短距离；
 b_0 ——支承点（挂件中心线）之间较大距离（ mm ），
 $a_0 \leq b_0$ ；
 t_e ——面板的计算厚度（ mm ）按本标准 6.5.7 确定；
 m ——四点支承面板在均布荷载作用下的最大弯矩系数，可按照支承点间较短距离与较大距离之比 a_0/b_0 和材料的泊松比 ν ，按本标准表 6.5.16 查取。

2 空心陶板的最大弯曲应力标准值宜采用有限元方法分析计算，也可通过均布静态荷载弯曲试验确定其受弯承载能力，并应符合下式要求：

$$q \leq \frac{Q}{\gamma_r} \quad (6.5.16-3)$$

式中： Q ——空心陶板均布静态荷载弯曲试验的最小破坏荷载（ N/mm^2 ）；
 q ——垂直于空心陶板板面方向的风荷载标准值和地震作用标准值按照本标准规定进行组合后所得之面板承受的荷载设计值（ N/mm^2 ）；

γ_r ——陶板的材料性能分项系数，可取 1.8。

3 面板中由各种荷载和作用产生的最大弯曲应力标准值，应按本标准规定进行组合。组合后面板承受的弯曲应力设计值 σ 不应大于面板材料的抗弯强度设计值 f 。

表 6.5.16 四点支承矩形面板的弯矩系数 m

a_0/b_0		0.00	0.1	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60
m	$\nu=0.13$	0.125	0.125	0.126	0.126	0.128	0.130	0.132	0.134
	$\nu=0.20$	0.125	0.125	0.126	0.127	0.129	0.130	0.132	0.134
	$\nu=0.25$	0.125	0.125	0.126	0.127	0.129	0.130	0.132	0.134
	$\nu=0.30$	0.125	0.125	0.126	0.127	0.129	0.130	0.132	0.134
a_0/b_0		0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
m	$\nu=0.13$	0.136	0.138	0.140	0.144	0.147	0.150	0.153	0.156
	$\nu=0.20$	0.136	0.138	0.140	0.142	0.145	0.148	0.151	0.154
	$\nu=0.25$	0.136	0.138	0.140	0.142	0.144	0.147	0.150	0.152
	$\nu=0.30$	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143	0.146	0.148	0.151

6.5.17 短挂件支承连接的面板抗剪设计应符合下列规定：

1 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，面板挂件槽口处产生的剪应力标准值可按下式计算：

$$\tau_k = \frac{q_k ab\beta}{nt_v s} \quad (6.5.17)$$

式中： τ_k ——短挂件在面板槽口处产生的剪应力标准值 (N/mm^2)；

q_k ——分别为风荷载或垂直于面板板面方向地震作用标准值 (N/mm^2)，即 q_k 分别代表 w_k 或 q_{Ek} ；

a 、 b ——矩形面板的两个边长 (mm)；

t_v ——面板槽口受剪面厚度 (mm)。根据挂钩与挂槽的实际情况确定；

s ——槽口剪切面总长度 (mm)。矩形槽或通槽, 取挂钩的宽度加上 2 倍槽深; 端部连接挂件, 取挂钩的宽度与 1 倍槽深之和; 陶板槽口剪切面的总长度, 应根据实际构造确定;

n ——挂件总数量;

β ——应力调整系数, 可根据挂件总数量, 按表 6.5.17 采用。

2 由各种荷载和作用产生的剪应力标准值, 应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后面板槽口承受的剪应力设计值不应大于面板材料的抗剪强度设计值。

表 6.5.17 应力调整系数 β

每块板块挂件个数	2	4
β	1.00	1.25

6.5.18 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下, 挂件的抗剪设计应符合下列规定:

1 挂件承受的剪应力标准值可按下式计算:

$$\tau_{pk} = \frac{q_k ab \beta}{n A_p} \quad (6.5.18)$$

式中: τ_{pk} ——挂件剪应力标准值 (N/mm^2);

q_k ——分别为风荷载或垂直于面板板面方向地震作用标准值 (N/mm^2), 即 q_k 分别代表 w_k 或 q_{Ek} ;

a 、 b ——矩形面板的两个边长 (mm);

A_p ——单个挂件挂钩受剪截面面积 (mm^2);

n ——挂件数量;

β ——应力调整系数, 可按表 6.5.17 采用。

2 挂件中由各种荷载和作用产生的剪应力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后的剪应力设计值 τ_p 不应

超过本标准规定的挂件材料的抗剪强度设计值 f_v 。

6.5.19 在面板自重作用下，挂件的抗剪设计应符合下列规定：

1 挂件在面板自重作用下承受的剪应力标准值可按下式计算：

$$\tau_{pk} = \beta \frac{G_k}{n_1 A_p} \quad (6.5.19-1)$$

式中： τ_{pk} ——挂件剪应力标准值（N/mm²）；

G_k ——面板的自重标准值（N），可由面板材料的重力密度标准值 γ_g 按本标准表3.8.9采用；

A_p ——单个挂件挂钩的受剪截面面积（mm²）；

n_1 ——实际承受面板自重荷载的挂件数量；

β ——应力调整系数，可根据挂件的数量 n_1 ，按表6.5.17采用。

2 挂件所承受的剪应力设计值可按下式计算，且不得大于挂件材料的抗剪强度设计值。

$$\tau_p = \gamma_G \tau_{pk} \quad (6.5.19-2)$$

式中： τ_{pk} ——挂件剪应力设计值（N/mm²）；

γ_G ——永久荷载分项系数，可取1.3。

6.5.20 两对边通长挂件支承连接的矩形面板抗弯设计应符合下列规定：

1 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，两对边通长挂件支承连接的瓷板、微晶玻璃、实心陶板和纤维水泥板矩形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分析计算，也可按本标准第6.5.16的规定计算，公式中的 b_0 值应取面板的跨度 l ，弯矩系数 m 可取为0.125；

2 空心陶板宜采用有限元方法分析计算，也可通过均布静态荷载弯曲试验确定其受弯承载能力，并应符合本标准第6.5.16的规定；

3 面板中由各种荷载和作用产生的最大弯曲应力标准值 σ ，应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后的弯曲应力设计值不应超过面板材料的抗弯强度设计值 f 。

6.5.21 纤维水泥板面板的挠度应符合下列规定：

1 在垂直于面板的风荷载作用下，纤维水泥板的挠度宜采用有限元方法分析计算。矩形面板的挠度也可按下列公式计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k b^4}{D} \quad (6.5.21-1)$$

$$D = \frac{Et_e^3}{12(1-\nu^2)} \quad (6.5.21-2)$$

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，可取 0.013；

w_k ——垂直作用于面板的风荷载标准值（N/mm²）；

a 、 b ——面板的边长（mm）， $a \leq b$ ；

D ——面板的刚度（N·mm）；

E ——弹性模量（N/mm²），可按本标准表 3.8.8 采用；

t_e ——纤维水泥板的计算厚度（mm），按本标准第 6.5.7 的规定计算；

ν ——泊松比，可按本标准表 3.8.8 采用。

2 在风荷载标准值作用下，对边支承纤维水泥板面板的挠度限值 $d_{f,lim}$ 应按面板跨度的 1/250 采用。

6.5.22 通长挂件支承连接的矩形面板，槽口处抗弯设计应符合下列规定：

1 由风荷载或垂直于板面方向地震作用在面板槽口处产生的最大弯曲应力标准值应按下式计算：

$$\sigma_k = \frac{2q_k lh}{t_v^2} \beta \quad (6.5.22)$$

式中： σ_k ——分别为风荷载或垂直于板面方向地震作用在板中产生的最大弯曲应力标准值（N/mm²）；

q_k ——分别为风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值 (N/mm^2)，即 q_k 分别代表 w_k 或 q_{Ek} ；

l ——面板的跨度，即支承边的距离 (mm)；

h ——槽口受力一侧的深度 (mm)；

β ——应力集中系数，可取 1.5；

t_v ——面板槽口受力一侧的厚度 (mm)。

2 由各种荷载和作用产生的面板槽口处弯曲应力标准值，应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后的弯曲应力设计值不应超过面板材料的抗弯强度设计值 f 。

6.5.23 通长挂件支承连接的矩形面板，槽口处抗剪设计应符合下列规定：

1 由风荷载或垂直于板面方向地震作用在槽口处产生的剪应力标准值应按下式计算：

$$\tau_k = \frac{2q_k l}{t_v} \quad (6.5.23)$$

式中： τ_k ——挂件在面板槽口处产生的剪应力标准值 (N/mm^2)；

q_k ——分别为风荷载或垂直于面板板面方向地震作用标准值 (N/mm^2)，即 q_k 分别代表 w_k 或 q_{Ek} ；

l ——面板的跨度，即支承边的距离 (mm)；

t_v ——面板槽口受剪面厚度 (mm)。瓷板、微晶玻璃板、纤维水泥板取面板计算厚度 (t_e) 减去槽口宽度

(c) 的一半，即： $t_v = \frac{t_e - c}{2}$ ；陶板取挂钩部分的实

际受剪厚度。

2 由各种荷载和作用产生的面板槽口处剪应力标准值，应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后的剪应力设计值 τ_p 不应超过面板材料的抗剪强度设计值 f_v 。

6.5.24 挂件的抗剪设计应符合下列规定：

1 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，挂件承受的剪应力标准值可按式计算：

$$\tau_{pk} = \frac{q_k l}{2t_p} \quad (6.5.24)$$

式中： τ_{pk} ——挂件或挂钩的剪应力标准值（ N/mm^2 ）；

q_k ——分别为风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值（ N/mm^2 ），即 q_k 分别代表 w_k 或 q_{Ek} ；

l ——面板的跨度，即支承边的距离（ mm ）；

t_p ——挂件或挂钩厚度（ mm ）。

2 由各种荷载和作用产生的剪应力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合，组合后的剪应力设计值 τ_p 不应超过挂件材料抗剪强度设计值 f_v 。

6.5.25 背栓的数量应根据面板的形状、大小和所在位置并经过计算确定。背栓中心线与面板端部的距离不应小于 50mm，也不宜大于边长的 20%。采用 2 个背栓连接的面板，应采取附加固定措施，防止面板滑移、偏斜。

6.5.26 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，背栓支承连接的面板抗弯设计应符合下列规定：

1 面板的最大弯曲应力标准值宜采用有限元方法分析计算。4 个背栓对称布置支承连接的矩形面板，也可按本标准第 6.5.16 的规定计算；

2 面板中由各种荷载和作用产生的最大弯曲应力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合。组合后的弯曲应力设计值不应超过面板材料的抗弯强度设计值 f 。

6.5.27 背栓支承连接的纤维水泥板，在垂直于面板的风荷载标准值作用下，其挠度宜采用有限元方法分析计算。

1 4 个背栓对称布置支承连接的矩形面板的挠度也可按下

列公式计算：

$$d_f = \frac{\mu W_k b_0^4}{D} \quad (6.5.27-1)$$

$$D = \frac{Et_e^3}{12(1-\nu^2)} \quad (6.5.27-2)$$

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，按表 6.5.27 取；

w_k ——垂直作用于面板的风荷载标准值（N/mm²）；

a_0 、 b_0 ——四点支承面板支承点（背栓孔中心线）之间的距离（mm）， $a_0 \leq b_0$ ；

D ——面板的刚度（Nmm）；

E ——弹性模量（N/mm²），可按本标准表 3.8.8 采用；

t_e ——面板的厚度（mm），按本标准 6.5.7 规定确定；

ν ——泊松比，可按本标准表 3.8.8 采用。

2 在风荷载标准值作用下，四点支承纤维水泥板面板的挠度限值 $d_{f,lim}$ 宜按其支承点间长边跨度的 1/250 采用。

表 6.5.27 四点支承纤维水泥板的挠度系数 μ

a_0/b_0	0.00	0.1	0.20	0.30	0.40	0.50	0.55	0.60
μ	0.0130	0.0139	0.0140	0.0142	0.0144	0.0147	0.0149	0.0152
a_0/b_0	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
μ	0.0155	0.0162	0.0171	0.0183	0.0196	0.0213	0.0233	0.0257

6.5.28 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，背栓连接抗拉设计宜采用有限元方法分析计算，也可按下列公式计算：

1 两个背栓支承连接时，单个背栓连接的拉力标准值：

$$N_{wk} = \frac{w_k ab}{2} \quad (6.5.28-1)$$

$$N_{Ek} = \frac{q_{Ek} ab}{2} \quad (6.5.28-2)$$

2 四个背栓支承连接时, 单个背栓连接的拉力标准值:

$$N_{wk} = \frac{w_k ab\beta}{4} \quad (6.5.28-3)$$

$$N_{Ek} = \frac{q_{Ek} ab\beta}{4} \quad (6.5.28-4)$$

式中: N_{wk} 、 N_{Ek} ——单个背栓连接在风荷载或垂直于板面方向地震作用下的拉力标准值 (N);

w_k 、 q_{Ek} ——分别为风荷载、地震作用标准值 (N/mm^2);

a 、 b ——矩形面板的边长 (mm), $a \leq b$;

β ——应力调整系数, 可按表 6.5.17 采用。

3 背栓连接的拉力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合, 组合后的拉力设计值不应超过背栓连接的受拉承载力设计值。

6.5.29 在面板自重作用下, 背栓连接的剪力标准值应按下式计算:

$$V = \frac{G_k \beta}{n_1} \quad (6.5.29)$$

式中: V ——单个背栓承受的剪力标准值 (N);

G_k ——面板的自重标准值 (N);

n_1 ——承受面板自重荷载的背栓数量;

β ——应力调整系数, 可根据背栓数量 n_1 , 按表 6.5.17 采用。背栓连接瓷板、微晶玻璃、纤维水泥板的抗剪承载力分项系数可取 2.15。

6.5.30 背栓连接的受拉承载力和受剪承载力应经试验确定, 应符合下列规定:

1 背栓连接的受拉承载力设计值应符合下式要求:

$$N \leq \frac{P}{g_R} \quad (6.5.30-1)$$

2 背栓连接的受剪承载力设计值应符合下式要求:

$$V \leq \frac{0.8P}{g_R} \quad (6.5.30-2)$$

式中： N ——按本标准第 6.5.28 条的规定计算，并按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合得到的单个背栓连接的拉力设计值 (N)；

V ——按本标准第 6.5.29 条的规定计算得到的单个背栓连接的剪力设计值 (N)；

P ——实测所得背栓连接受拉破坏力最小值 (N)；

g_R ——背栓连接承载力分项系数，可取 2.15。

6.5.31 石材蜂窝板幕墙宜采用封闭式板缝。当采用开放式构造时，石材蜂窝板应镶框封边处理，蜂窝不应外露。宜采用蜂窝板粘结预置连接螺母的固定方式，预置连接螺母必须在工厂制作时埋入，不得现场临时埋设。

6.5.32 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，四点支承石材蜂窝板石材面板的抗弯设计应符合下列规定：

1 确定石材面板的最大弯曲应力时，应对正、负风荷载作用下产生的弯曲应力分别进行计算；

2 四点支承的矩形石材蜂窝板石材面板最大弯曲应力标准值可采用下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{mw_k b_0^2}{w_e} \quad (6.5.32-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{mq_{Ek} b_0^2}{w_e} \quad (6.5.32-2)$$

$$w_e = \frac{D_e}{El} \quad (6.5.32-3)$$

式中： σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为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} ——分别为垂直于面板方向的风荷载、地震作用标准值 (N/mm²)；

a_0 、 b_0 ——四点支承面板支承点（预置螺母中心线）之间的距离（mm）， $a_0 \leq b_0$ ；

m ——四点支承面板在均布荷载作用下的最大弯矩系数，可根据支承点间的距离比 a_0/b_0 和材料的泊松比 ν ，按本标准表 6.5.16 查取；

w_e ——石材蜂窝板的等效截面模量（ mm^2 ）；

D_e ——石材蜂窝板的等效弯曲刚度（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ），由整板的弯曲性能试验所得，也可按《人造板幕墙工程技术规范》JGJ 336 附录 A 的计算方法确定；

E ——石材面板的弹性模量（ N/mm^2 ）；

l ——石材蜂窝板中性轴距石材面板表面的距离（mm），计算方法按现行行业标准《人造板幕墙工程技术规范》JGJ 336 附录 A 的规定。

3 石材面板中由各种荷载和作用产生的最大弯曲应力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合，所得的最大弯曲应力设计值不应超过石材面板的抗弯强度设计值 f 。

6.5.33 石材蜂窝板在垂直于面板的风荷载标准值作用下的挠度应符合下列规定：

1 四点支承的矩形石材蜂窝板的挠度可按下列公式计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k b_0^4}{D_e} \quad (6.5.33)$$

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，可按本标准表 6.5.33-1 选用；

w_k ——垂直作用于面板的风荷载标准值（ N/mm^2 ）；

a_0 、 b_0 ——四点支承面板支承点（预置螺母中心线）之间的距离（mm）， $a_0 \leq b_0$ ；

D_e ——石材蜂窝板的等效弯曲刚度 ($N \cdot mm$)，由整板的弯曲性能试验所得，也可按《人造板幕墙工程技术规范》JGJ 336 附录 A 的计算方法确定。

2 在风荷载标准值作用下，石材蜂窝板的挠度限值 $d_{f,lim}$ (mm)，不宜大于表 6.5.33-2 的规定。

表 6.5.33-1 四点支承石材蜂窝板挠度系数 μ

a_0/b_0	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
μ	0.0151	0.0147	0.0151	0.0157	0.0162	0.0171	0.0182	0.0195	0.0212	0.0232	0.0255

表 6.5.33-2 石材蜂窝板的挠度限值 $d_{f,lim}$

背部衬板类别	铝蜂窝板	钢蜂窝板	玻纤蜂窝板
相对挠度值 $d_{f,lim}$	L/120		L/180

注：L 为板的长边长度。

6.5.34 石材蜂窝板应采用铝合金或不锈钢材质专用挂件固定在支承结构上，挂件与预置螺母应可靠连接。

6.5.35 预置螺母连接的受拉承载力和受剪承载力应经试验确定，并应符合下列规定：

1 预置螺母连接的受拉承载力设计值应符合下式要求：

$$N \leq \frac{P}{g_R} \quad (6.5.35-1)$$

2 预置螺母连接的受剪承载力设计值应符合下式要求：

$$V \leq \frac{0.5P}{g_R} \quad (6.5.35-2)$$

式中：N——按本标准第 6.5.28 条的规定计算，并按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合的预置螺母连接的拉力设计值 (N)；

V——按本标准第 6.5.29 条的规定计算得到的预置螺母连接的剪力设计值 (N)；

P ——实测所得预置螺母连接受拉破坏力最小值 (N)；

g_R ——预置螺母连接承载力分项系数，可取 2.15。

6.5.36 穿透支承连接的纤维水泥板面板应采用不锈钢螺钉、螺栓、不锈钢开口型平圆头抽芯铆钉或钉芯材为不锈钢的开口型平圆头抽芯铆钉固定。螺栓、螺钉和抽芯铆钉的直径不应小于 5mm。

6.5.37 穿透支承连接的纤维水泥板支承连接设计应符合下列规定：

1 纤维水泥板边缘连接点的位置，平行于支撑框架方向到板边的距离不宜小于 80mm，垂直于支撑框架方向到板边的距离不宜小于 30mm，也不宜大于 160mm；

2 支承连接点应分为紧固点和滑动点，紧固点和滑动点的设置应满足板材变形的要求，8mm 厚纤维水泥板的连接点间距不宜大于 800mm，12mm 厚纤维水泥板的连接点间距不宜大于 1000mm。

6.5.38 在风荷载或垂直于板面方向地震作用下，穿透支承连接的纤维水泥板面板的抗弯设计应符合下列规定：

1 穿透支承连接的纤维水泥板面板的最大弯曲应力标准值，宜采用有限元方法分析计算。四点对称布置穿透支承连接的矩形面板，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k b_0^2}{t_e^2} \eta \quad (6.5.38-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b_0^2}{t_e^2} \eta \quad (6.5.38-2)$$

$$\theta = \frac{w_k b_0^4}{Et_e^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(w_k + 0.5q_{Ek}) b_0^4}{Et_e^4} \quad (6.5.38-3)$$

式中： σ_{wk} 、 σ_{Ek} ——分别为风荷载、地震作用下面板的最大弯曲应力标准值 (N/mm²)；

w_k 、 q_{Ek} ——分别为垂直于面板平面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm²)；

a_0 、 b_0 ——支承点间的距离 (mm), $a_0 \leq b_0$;

t_e ——面板的计算厚度 (mm);

m ——弯矩系数, 可由支承点间的距离比 a_0/b_0 和材料的泊松比 ν , 按本标准表 6.5.16 查取;

θ ——参数;

E ——弹性模量 (N/mm^2), 可按本标准表 3.8.8 采用;

η ——折减系数, 纤维水泥板取 1.0。

2 面板中由各种荷载和作用产生的最大弯曲应力标准值应按本标准 5.3.4 规定进行组合。组合后的弯曲应力设计值不应超过面板材料的抗弯强度设计值 f 。

表 6.5.38 折减系数 η

θ	≤ 0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
η	0.98	0.95	0.90	0.85	0.80	0.76	0.72
θ	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	≥ 7
η	0.68	0.65	0.62	0.60	0.58	0.55	0.50

6.5.39 在垂直于面板的风荷载标准值作用下, 纤维水泥板面板的挠度应符合下列规定:

1 穿透支承连接的纤维水泥板面板产生的挠度, 宜采用有限元方法分析计算。四点对称布置穿透支承连接的矩形面板, 也可按下列公式计算:

$$d_f = \frac{\mu w_k b^4}{D} \eta \quad (6.5.39-1)$$

$$D = \frac{E t_e^3}{12 (1 - \nu^2)} \quad (6.5.39-2)$$

式中: d_f ——风荷载标准值作用下面板的最大挠度值 (mm);

w_k ——垂直于面板平面的风荷载标准值 (N/mm^2);

b ——支承点间面板的长边边长 (mm);
 t_e ——面板的计算厚度 (mm), 按本标准 6.5.7 确定;
 μ ——挠度系数, 可由支承点间面板短边与长边边长之比 a_0/b_0 查表: 纤维水泥板按表 6.5.27 采用;
 η ——折减系数。纤维水泥板取 1.0;
 ν ——泊松比, 可按本标准表 3.8.8 采用;
 D ——面板的刚度。

2 在风荷载标准值作用下, 四点支承纤维水泥板的挠度限值 $d_{f,lim}$ 宜按其支承点间长边边长的 1/250 采用。

6.5.40 纤维水泥板穿透连接的抗拉设计应符合下列规定:

1 在垂直于面板平面的风荷载或地震作用下, 单个连接点的拉力标准值宜采用有限元方法分析计算。按周边对称布置的矩形面板, 也可按下列公式计算:

$$N_{wk} = \frac{w_k ab\beta}{n} \quad (6.5.40-1)$$

$$N_{Ek} = \frac{q_{Ek} ab\beta}{n} \quad (6.5.40-2)$$

式中: N_{wk} ——垂直于面板的风荷载作用下单个连接点的拉力标准值 (N);

N_{Ek} ——垂直于面板的地震作用下单个连接点的拉力标准值 (N);

w_k 、 q_{Ek} ——分别为垂直于面板平面的风荷载、地震作用标准值 (N/mm^2);

n ——连接点数量;

a 、 b ——分别为矩形面板短边和长边的边长;

β ——应力调整系数, 可按表 6.5.40 采用。

表 6.5.40 水泥纤维板穿透连接的应力调整系数 β

每块板材固定点数	4	6	≥ 8
β	1.25	1.53	1.78

2 穿透连接的拉力标准值应按本标准第 5.3.4 条的规定进行组合，组合的拉力设计值不应大于连接的受拉承载力设计值。

6.5.41 穿透连接点的受拉承载力应经试验确定，并应符合下式要求：

$$N \leq \frac{P}{g_R} \quad (6.5.41)$$

式中： N ——按本标准定计算得到的单个连接点的拉力设计值 (N)；

P ——实测所得单个连接点的受拉破坏力最小值 (N)；

g_R ——穿透连接受拉承载力分项系数，可取 2.15。