

备案号：J 15809—2021

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T 1240—2021

建筑幕墙工程技术标准

Technical standard for building curtain wall

2021-04-09 发布

2021-09-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

浙江省住房和城乡建设厅

公 告

2021 年 第 14 号

关于发布浙江省工程建设标准 《建筑幕墙工程技术标准》的公告

现批准《建筑幕墙工程技术标准》为浙江省工程建设标准，编号为 DB33/T 1240 - 2021，自 2021 年 9 月 1 日起施行。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江省建筑装饰行业协会负责具体技术内容的解释，并在浙江省住房和城乡建设厅网站公开。

浙江省住房和城乡建设厅
2021 年 4 月 9 日

前　　言

本标准根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2012年省建筑节能及相关工程建设地方标准制订计划〉的通知》（建设发〔2012〕192号）的要求，由浙江省建筑装饰行业协会会同有关设计、科研、高校及幕墙施工企业等单位组成编制组，经编制组广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分19章和7个附录，主要技术内容是：总则，术语、符号，材料，建筑设计，结构设计，面板设计，构件式幕墙，单元式幕墙，双层幕墙，全玻璃幕墙，点支承玻璃幕墙，采光顶、雨篷与金属屋面，光伏幕墙，幕墙信息模型，加工制作，安装施工，检验与检测，工程验收，维护保养等。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙江省建筑装饰行业协会负责日常管理，并负责具体技术内容的解释。

本标准在执行过程中的意见和建议，请及时反馈给浙江省建筑装饰行业协会（地址：浙江省杭州市莫干山路18号蓝天商务中心14楼；邮政编码：310005）。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：浙江省建筑装饰行业协会

浙江中南建设集团有限公司

浙江亚厦幕墙有限公司

参 编 单 位：浙江大学建筑设计研究院有限公司

浙江省建筑设计研究院

汉嘉设计集团股份有限公司

浙江工业大学工程设计集团有限公司

浙江宝业幕墙装饰有限公司
浙江省武林建筑装饰集团有限公司
宁波建工建乐工程有限公司
浙江建工幕墙装饰有限公司
浙江中天方圆幕墙有限公司
杭州嘉威幕墙设计咨询有限公司
浙江高明幕墙装潢有限公司
浙江正和建筑装饰有限公司
圣大控股有限公司
中哲创建科技股份有限公司
浙江宏厦建设有限公司
浙江开达装饰工程有限公司
杭州加多建筑设计咨询有限公司
婺江装饰集团有限公司
鸿顺达控股有限公司
杭州万旭来生态建设有限公司
浙江高进幕墙有限公司
杭州之江有机硅化工有限公司
北京江河幕墙系统工程有限公司
喜利得（中国）商贸有限公司
泰诺风保泰（苏州）隔热材料有限公司
慧鱼（太仓）建筑锚栓有限公司
浙江年代建设工程有限公司
浙江久正工程检测有限公司
浙江宝龙建设有限公司
浙江鸿昌铝业有限公司

主要起草人：贾华琴 方 浩 梁曙光 郭新雅 白启安
徐增建 朱志雄 梁方岭 杨德林 潘国平
黄 刚 胡 晨 刘明志 陈光华 樊 蔚

钟家良 张 智 蔡明辉 徐海峰 苏忠英
许传惠 胡瑞宾 李效虎 黄拥军 郭承毅
缪钢粮 吴建挺 韩章微 唐 健 李依蔚
刘 军 刘 明 汪利民 刘 兵 张安祥
张宇威 张 坚 刘小玲 金垚丞 周朝杰
花 晨

主要审查人：游劲秋 赵宇宏 刘忠伟 徐 勤 崔华东
杜 力 汤金宣 赵立国 汤明杭

目 次

1 总 则	(1)
2 术语、符号	(2)
2.1 术语	(2)
2.2 符号	(5)
3 材 料	(9)
3.1 一般规定	(9)
3.2 铝合金材料	(9)
3.3 钢材	(11)
3.4 玻璃	(16)
3.5 石材	(18)
3.6 金属板材	(20)
3.7 人造板材	(24)
3.8 连接件与紧固件	(27)
3.9 结构胶和密封材料	(33)
3.10 其他材料	(34)
4 建筑设计	(36)
4.1 一般规定	(36)
4.2 性能设计	(37)
4.3 构造设计	(40)
4.4 开启窗设计	(41)
4.5 热工设计	(43)
4.6 防火设计	(44)
4.7 防雷设计	(46)
5 结构设计	(49)

5.1	一般规定	(49)
5.2	荷载与地震作用	(50)
5.3	作用效应组合与计算	(52)
5.4	连接设计	(54)
5.5	硅酮结构密封胶设计	(56)
6	面板设计	(59)
6.1	一般规定	(59)
6.2	玻璃面板	(59)
6.3	金属面板	(70)
6.4	石材面板	(75)
6.5	人造面板	(86)
7	构件式幕墙	(106)
7.1	一般规定	(106)
7.2	构造设计	(106)
7.3	横梁结构设计	(107)
7.4	立柱结构设计	(110)
7.5	连接设计	(114)
8	单元式幕墙	(116)
8.1	一般规定	(116)
8.2	构造设计	(116)
8.3	结构设计	(124)
8.4	连接设计	(127)
9	双层幕墙	(129)
9.1	一般规定	(129)
9.2	构造设计	(130)
9.3	结构设计	(131)
9.4	连接设计	(132)
10	全玻璃幕墙	(134)
10.1	一般规定	(134)

10.2	构造设计	(134)
10.3	结构设计	(135)
10.4	连接设计	(138)
11	点支承玻璃幕墙	(140)
11.1	一般规定	(140)
11.2	构造设计	(140)
11.3	结构设计	(141)
11.4	连接设计	(144)
12	采光顶、雨篷与金属屋面	(146)
12.1	一般规定	(146)
12.2	构造设计	(147)
12.3	结构设计	(150)
13	光伏幕墙	(155)
13.1	一般规定	(155)
13.2	构造设计	(155)
14	幕墙信息模型	(157)
14.1	一般规定	(157)
14.2	模型创建	(157)
14.3	模型应用	(160)
14.4	模型交付	(161)
14.5	模型精度	(161)
15	加工制作	(165)
15.1	一般规定	(165)
15.2	铝型材构件	(165)
15.3	钢构件	(168)
15.4	玻璃	(170)
15.5	石材面板	(173)
15.6	金属面板	(175)
15.7	人造板材	(177)

15.8	构件组装	(179)
15.9	构件检验	(184)
16	安装施工	(185)
16.1	一般规定	(185)
16.2	构件式幕墙	(185)
16.3	单元式幕墙	(194)
16.4	全玻璃幕墙	(198)
16.5	点支承玻璃幕墙	(199)
16.6	光伏幕墙	(201)
16.7	采光顶与金属屋面	(202)
16.8	安全规定	(206)
17	检验与检测	(209)
17.1	一般规定	(209)
17.2	材料检验	(209)
17.3	性能检测	(210)
17.4	现场检测与试验	(212)
18	工程验收	(214)
18.1	一般规定	(214)
18.2	主控项目	(216)
18.3	一般项目	(221)
19	维护保养	(226)
19.1	一般规定	(226)
19.2	检查与维护	(227)
19.3	保养和清洗	(228)
附录 A	平板式预埋件设计与构造	(229)
附录 B	槽式预埋件设计与构造	(236)
附录 C	弹性板的弯矩系数和挠度系数	(261)
附录 D	交叉肋的弯矩系数和剪力系数	(268)
附录 E	双层幕墙热工计算	(271)

附录 F 建筑幕墙隐蔽工程验收记录表	(279)
附录 G 隔热型材	(281)
本标准用词说明	(290)
引用标准名录	(291)
附：条文说明	(299)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2. 1	Terms	(2)
2. 2	Symbols	(5)
3	Materials	(9)
3. 1	General requirements	(9)
3. 2	Aluminum alloy	(9)
3. 3	Steel	(11)
3. 4	Glass	(16)
3. 5	Stone	(18)
3. 6	Metal panel	(20)
3. 7	Artificial panel	(24)
3. 8	Connections and fixings	(27)
3. 9	Structural sealant and sealing materials	(33)
3. 10	Other materials	(34)
4	Architectural design	(36)
4. 1	General requirements	(36)
4. 2	Performance design	(37)
4. 3	Detailing design	(40)
4. 4	Openable window design	(41)
4. 5	Thermal performance design	(43)
4. 6	Fire protection design	(44)
4. 7	Lightning protection design	(46)
5	Structural design	(49)

5.1	General requirements	(49)
5.2	Loads and earthquake action	(50)
5.3	Combination and calculations of action effects	(52)
5.4	Connection design	(54)
5.5	Structural silicon sealant design	(56)
6	Panel design	(59)
6.1	General requirements	(59)
6.2	Glass panel	(59)
6.3	Metal panel	(70)
6.4	Natural stone panel	(75)
6.5	Artificial panel	(86)
7	Stick curtain wall	(106)
7.1	General requirements	(106)
7.2	Detailing design	(106)
7.3	Structural design of transom	(107)
7.4	Structural design of mullion	(110)
7.5	Connection design	(114)
8	Unitized curtain wall	(116)
8.1	General requirements	(116)
8.2	Detailing design	(116)
8.3	Structural design	(124)
8.4	Connection design	(127)
9	Double – skin curtain wall	(129)
9.1	General requirements	(129)
9.2	Detailing design	(130)
9.3	Structural design	(131)
9.4	Connection design	(132)
10	Full glass curtain wall	(134)
10.1	General requirements	(134)

10.2	Detailing design	(134)
10.3	Structural design	(135)
10.4	Connection design	(138)
11	Point supported glass curtain wall	(140)
11.1	General requirements	(140)
11.2	Detailing design	(140)
11.3	Structural design	(141)
11.4	Connection design	(144)
12	Skylight, canopy and metal roofing	(146)
12.1	General requirements	(146)
12.2	Detailing design	(147)
12.3	Structural design	(150)
13	Photovoltaic curtain wall	(155)
13.1	General requirements	(155)
13.2	Detailing design	(155)
14	Curtain wall information model	(157)
14.1	General requirements	(157)
14.2	Model creation	(157)
14.3	Model application	(160)
14.4	Model delivery	(161)
14.5	Model accuracy	(161)
15	Processing and manufacturing	(165)
15.1	General requirements	(165)
15.2	Aluminum profile	(165)
15.3	Steel member	(168)
15.4	Glass	(170)
15.5	Natural stone panel	(173)
15.6	Metal panel	(175)
15.7	Artificial panel	(177)

15.8	Assembling	(179)
15.9	Components inspection	(184)
16	Installation and construction	(185)
16.1	General requirements	(185)
16.2	Stick curtain wall	(185)
16.3	Unitized curtain wall	(194)
16.4	Full glass curtain wall	(198)
16.5	Point – supported glass curtain wall	(199)
16.6	Photovoltaic curtain wall	(201)
16.7	Daylighting roof and metal roof	(202)
16.8	Safety requirements	(206)
17	Inspection and test	(209)
17.1	General requirements	(209)
17.2	Material retest	(209)
17.3	Performance test	(210)
17.4	Field inspection and test	(212)
18	Acceptance inspection	(214)
18.1	General requirements	(214)
18.2	Dominant items	(216)
18.3	General items	(221)
19	Maintenance	(226)
19.1	General requirements	(226)
19.2	Investigation and repairing	(227)
19.3	Maintenance and cleaning	(228)
Appendix A	Design of flat plate embedded parts	(229)
Appendix B	Design and construction detail of anchor channel	(236)
Appendix C	Moment coefficient and deflection coefficient of elastic plate	(261)

Appendix D	Moment coefficient and shear coefficient of cross ribs	(268)
Appendix E	Thermal calculation of double curtain wall	(271)
Appendix F	Acceptance record of concealed works	(279)
Appendix G	Insulating aluminum alloy profilesr	(281)
	Explanation of wording in this specification	(290)
	List of quoted standards	(291)
	Addition: Explanation of provisions	(299)

1 总 则

1.0.1 为适应浙江省建筑幕墙发展的需要，使建筑幕墙工程做到安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于浙江省下列建筑幕墙工程的设计、制作、施工、检验与检测、工程验收和维护保养：

- 1** 幕墙高度不大于 300m 的玻璃幕墙和金属幕墙工程；
- 2** 幕墙高度不大于 150m 的花岗岩石材幕墙工程；
- 3** 幕墙高度不大于 80m 的其他面板材料幕墙工程。

1.0.3 在正常使用状态下，建筑幕墙应具有良好的工作性能。建筑幕墙设计使用年限为 25 年。

1.0.4 建筑幕墙应按抗震设防烈度进行设计，在多遇地震作用下应能正常使用；在设防烈度地震作用下经修理后应仍可使用；在罕遇地震作用下幕墙骨架不应脱落。

1.0.5 超高层建筑宜采用单元式幕墙，高度大于 200m 的建筑应采用单元式幕墙。

1.0.6 建筑幕墙工程除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术 语

2.1.1 建筑幕墙 building curtain wall

由面板与支承结构体系组成，具有规定的承载能力、变形能力和适应主体结构位移能力，不分担主体结构所受作用的建筑外围护墙体结构或装饰性结构。

2.1.2 斜幕墙 inclined curtain wall

与水平方向夹角大于等于 75° 且小于 90° 的建筑幕墙。

2.1.3 采光顶 transparent roof skylight

由透明面板与支承体系所组成，不分担主体结构所受作用且与水平方向夹角小于 75° 的建筑围护结构。

2.1.4 金属屋面 metal roof

由金属面板与支承体系组成，不分担主体结构所受作用且与水平方向夹角小于 75° 的建筑围护结构。

2.1.5 框支承幕墙 frame supporting curtain wall

面板由横梁及立柱连接构成的框架支承的建筑幕墙。

2.1.6 肋支承幕墙 rib supporting curtain wall

面板支承结构为肋板的建筑幕墙。

2.1.7 点支承幕墙 point supporting curtain wall

以点连接方式（或近似于点连接的局部连接方式）直接承托和固定面板的建筑幕墙。

2.1.8 构件式幕墙 stick curtain wall

在现场依次安装立柱、横梁和面板的框支承建筑幕墙。

2.1.9 单元式幕墙 unitized curtain wall

由面板与支承框架在工厂制成的不小于一个楼层高度的幕墙

结构基本单位，直接安装在主体结构上组合而成的框支承建筑幕墙。可分为插接型、连接型和对接型三类。

2.1.10 全玻璃幕墙 full glass curtain wall

肋板及其支承的面板均为玻璃的幕墙。

2.1.11 双层幕墙 double - skin curtain wall

由外层幕墙、空气间层和内层幕墙构成的建筑幕墙。

2.1.12 封闭式幕墙 sealed curtain wall

幕墙板块之间接缝采取密封措施，具有气密和水密性能的建筑幕墙，包括注胶封闭式和胶条封闭式。

2.1.13 开放式幕墙 unsealed curtain wall

幕墙板块之间接缝不采取密封措施，不具有气密和水密性能的建筑幕墙，包括开缝式、遮挡式、搭接式和嵌条式。

2.1.14 光伏幕墙 photovoltaic curtain wall

含有光伏构件并具有太阳能光电转换功能的幕墙。

2.1.15 玻璃幕墙 glass curtain wall

面板材料为玻璃的建筑幕墙。

按面板支承框架显露程度可分为：

(1) 明框幕墙 exposed framing glass curtain wall

横向和竖向框架构件显露于面板室外侧的建筑幕墙。

(2) 隐框幕墙 hidden framing glass curtain wall

横向和竖向框架构件不显露于面板室外侧的建筑幕墙。

(3) 半隐框幕墙 semi - exposed framing glass curtain wall

横向或竖向框架构件显露于面板室外侧的建筑幕墙。

2.1.16 金属板幕墙 metal panel curtain wall

面板材料为金属板材的建筑幕墙。

2.1.17 石材幕墙 natural stone curtain wall

面板材料为天然石材的建筑幕墙。

2.1.18 人造板材幕墙 artificial panel curtain wall

面板材料采用人造材料或天然材料与人造材料复合制成的人

造外墙板（不包含玻璃和金属板材）的建筑幕墙。

2.1.19 组合〔面板〕幕墙 combination〔panel〕curtain wall

由不同材料面板（如玻璃、石材、金属、金属复合板、人造板材等）组成的建筑幕墙。

2.1.20 玻璃比 glass-wall ratio

立面上外露玻璃面积与该立面面积的比值。

2.1.21 玻璃托条 glazing support

设置在玻璃下端长期承受玻璃自重的金属构件。

2.1.22 玻璃副框 glass with frame

与玻璃四边或对边采用结构胶粘结、并与立柱或横梁等主框架连接固定的铝合金型材框架。

2.1.23 压板 pressure plate

位于明框幕墙玻璃的室外侧，起到固定玻璃作用的型材构件，并可作为幕墙外装饰扣盖的底座。

2.1.24 插芯 spigot

位于幕墙立柱之间端部连接位置，起到立柱滑动支座作用的插接构件。

2.1.25 双金属腐蚀 bimetallic corrosion

由不同的金属或其他电子导体作为电极而形成的电偶腐蚀。

2.1.26 相容性 compatibility

粘接密封材料之间或粘接密封材料与其他材料相互接触时，相互不产生有害物理、化学反应的性能。

2.1.27 毛截面面积 gross section area

垂直构件长度方向的总体截面面积。

2.1.28 净截面面积 net section area

构件毛截面面积中去除孔洞后的截面面积。

2.1.29 有效截面面积 effective section area

构件受压板件宽厚比大于规定的限值时，扣除超出限值部分后的截面面积。

2.1.30 有效净截面面积 effective net section area

构件有效截面部分带有孔洞时，扣除孔洞部分后的截面面积。

2.1.31 雨篷 canopy

建筑出入口上方为遮挡雨水而设置的部件。

2.2 符号

2.2.1 材料力学性能

E ——材料弹性模量；

f ——材料抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

f_v ——材料抗剪强度设计值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{ce} ——钢材承压强度设计值；

f_y ——钢材屈服强度设计值；

f_u ——钢材极限抗拉强度设计值；

f_c^b ——铝材承压强度设计值；

f_g ——玻璃强度设计值；

f_{kb} ——面板抗弯强度设计值；

f_{kv} ——面板抗剪强度设计值；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_y ——钢筋受拉强度设计值。

2.2.2 作用和作用效应

d_f ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值；

G_k ——重力荷载标准值；

M ——弯矩设计值；

M_x ——绕截面 x 轴的弯矩设计值；

M_y ——绕截面 y 轴的弯矩设计值；

N ——轴力设计值；
 P_{Ek} ——平行于幕墙平面的集中地震作用标准值；
 q_{Ek} ——垂直于幕墙平面的水平地震作用标准值；
 q_E ——垂直于幕墙平面的水平地震作用设计值；
 q_G ——幕墙单位面积重力荷载设计值；
 R_d ——结构构件抗力设计值；
 S_d ——作用组合的效应设计值；
 S_{Ek} ——地震作用效应标准值；
 S_{Gk} ——永久荷载效应标准值；
 S_{Wk} ——风荷载效应标准值；
 S_{Tk} ——温度作用效应标准值；
 V ——剪力设计值；
 w ——风荷载设计值；
 w_0 ——基本风压；
 w_k ——风荷载标准值；
 σ_{Wk} ——风荷载作用下幕墙面板最大应力标准值；
 σ_{Ek} ——地震作用下幕墙面板最大应力标准值。

2.2.3 几何参数

a ——矩形面板的短边边长；
 A ——构件截面面积或毛截面面积；
 A_n ——主要受力杆件型材净截面面积；
 A_s ——锚固钢筋总截面面积；
 b ——矩形面板的长边边长；
 d ——锚固钢筋直径；
 l ——跨度；
 t ——面板厚度；型材截面厚度；表面处理层厚度；
 W ——毛截面抵抗矩；

W_e ——等效截面抵抗矩；
 W_n ——净截面抵抗矩；
 W_{nx} ——绕截面 x 轴的净截面抵抗矩；
 W_{ny} ——绕截面 y 轴的净截面抵抗矩；
 z ——外层锚固钢筋中心线之间的距离。

2.2.4 系数

α ——材料线膨胀系数；
 α_{max} ——水平地震影响系数最大值；
 β_E ——地震作用动力放大系数；
 β_{gz} ——阵风系数；
 φ ——稳定系数；
 γ ——截面塑性发展系数；
 γ_o ——结构构件重要性系数；
 γ_g ——材料自重标准值；
 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_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数；
 η ——折减系数；
 ψ_s ——风荷载体型系数；
 μ_z ——风压高度变化系数；
 ν ——材料泊松比；
 ψ_E ——地震作用效应的组合值系数；
 ψ_w ——风荷载作用效应的组合值系数。

2.2.5 其他

$d_{f,lim}$ ——构件挠度限值；
 D ——面板材料的刚度 ($N \cdot mm$)、密度 (g/cm^3)；

λ ——长细比；
 $[\theta]$ ——主体结构的楼层弹性层间位移角限值 (rad)。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 幕墙所用材料应符合国家、行业和浙江省现行有关标准的规定，并应有出厂合格证、质量保证书及相关性能检测报告，进口材料应按规定进行商品检验。尚无相应标准的材料应符合设计要求，并经专项技术论证。

3.1.2 幕墙所用材料应满足结构安全性、耐久性和环境保护要求。

3.1.3 幕墙系统所使用的面板、支承结构、连接件和保温材料应采用不燃材料，其燃烧性能应符合现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 的规定。

3.1.4 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶必须在有效期内使用；严禁硅酮建筑密封胶作为硅酮结构密封胶使用，硅酮结构密封胶不得作为建筑密封胶使用。

3.2 铝合金材料

3.2.1 铝合金牌号所对应的化学成分应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 的有关规定，铝合金型材质量应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237.1 ~ GB/T 5237.6 的有关规定，型材尺寸允许偏差应达到高精级或超高精级。

3.2.2 铝合金型材采用阳极氧化、电泳涂漆、喷粉、喷漆进行表面处理时，表面处理层的厚度应满足表 3.2.2 的要求。

表 3.2.2 铝合金型材表面处理层的厚度要求

表面处理方法	膜厚级别 (涂层种类)	厚度 t (μm)	
		平均膜厚	最小局部膜厚
阳极氧化	不低于 AA15	$t \geq 15$	$t \geq 12$
电泳涂漆	阳极氧化膜	B (有光或亚光透明漆)	$t \geq 9$
	漆膜		$t \geq 7$
	复合膜		$t \geq 16$
	阳极氧化膜	S (有光或亚光有色漆)	$t \geq 6$
	漆膜		$t \geq 15$
	复合膜		$t \geq 21$
喷粉		—	$60 \leq t \leq 120$
喷漆	二涂	—	$t \geq 30$
	三涂	—	$t \geq 40$
	四涂	—	$t \geq 65$
		$t \geq 40$	
		$t \geq 25$	
		$t \geq 34$	
		$t \geq 55$	

3.2.3 隔热铝合金型材技术性能和外观质量应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第6部分：隔热型材》GB/T 5237.6 和现行行业标准《建筑用隔热铝合金型材》JG 175 的规定，也可按表 3.2.3 采用。

表 3.2.3 隔热铝合金型材性能要求

检测项目	复合方式	纵向抗剪特征值 (N/mm)			横向抗拉特征值 (N/mm)			变形量 平均值 (mm)
		室温	低温	高温	室温	低温	高温	
纵向剪切试验	穿条式	≥ 24	≥ 24	≥ 24	≥ 30	≥ 30	≥ 30	—
横向拉伸试验	浇注式	≥ 32	≥ 32	≥ 24	≥ 30	≥ 30	≥ 20	—
高温持久负荷试验	穿条式	—	—	—	—	≥ 30	≥ 30	≤ 0.6
热循环试验	浇注式	≥ 32	—	—	—	—	—	≤ 0.6

3.2.4 采用后置隔热条作为隔热铝合金型材构造时，隔热条应采用耐候性好、导热系数低的材料。后置隔热条应连续通长，且内外型材之间应采用螺栓或螺钉连接。

3.2.5 铝合金型材的强度设计值可按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定采用，也可按表 3.2.5 采用。

表 3.2.5 铝合金型材的强度设计值 (N/mm²)

铝合金材料			用于构件计算		用于焊接连接计算		用于栓接
牌号	状态	厚度 (mm)	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	焊接热影响区抗拉、抗压和抗弯 $f_{u,haz}$	焊接热影响区抗剪 $f_{v,haz}$	局部承压 f_c^b
6061	T6	所有	200	115	100	60	305
6063	T5	所有	90	55	60	35	185
		T6	150	85	80	45	240
6063A	T5	≤ 10	135	75	75	45	220
		> 10	125	70	70	40	
	T6	≤ 10	160	90	90	50	255
		> 10	150	85	85	50	

3.3 钢 材

3.3.1 幕墙用碳素结构钢、合金结构钢、低合金高强度结构钢的钢种、牌号和质量等级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钢板和钢带》GB/T 3274、《结构用无缝钢管》GB/T 8162 的相关规定。

3.3.2 钢材的强度设计值应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定采用，也可按表 3.3.2-1

和表 3.3.2-2 采用。

表 3.3.2-1 钢材的设计用强度指标 (N/mm²)

钢材牌号		厚度或直径 d (mm)	强度设计值			屈服强度 f_y	抗拉强度 f_u
			抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压(刨平顶紧) f_{ce}		
碳素 结构钢	Q235	$d \leq 16$	215	125	320	235	370
		$16 < d \leq 40$	205	120		225	
		$40 < d \leq 100$	200	115		215	
低合金 高强度 结构钢	Q355	$d \leq 16$	305	175	400	345	470
		$16 < d \leq 40$	295	170		335	
		$40 < d \leq 63$	290	165		325	
		$63 < d \leq 80$	280	160		315	
		$80 < d \leq 100$	270	155		305	
	Q390	$d \leq 16$	345	200	415	390	490
		$16 < d \leq 40$	330	190		370	
		$40 < d \leq 63$	310	180		350	
		$63 < d \leq 100$	295	170		330	
	Q420	$d \leq 16$	375	215	440	420	520
		$16 < d \leq 40$	355	205		400	
		$40 < d \leq 63$	320	185		380	
		$63 < d \leq 100$	305	175		360	
	Q460	$d \leq 16$	410	235	470	460	550
		$16 < d \leq 40$	390	225		440	
		$40 < d \leq 63$	355	205		420	
		$63 < d \leq 100$	340	195		400	

注：1 表中直径指实心棒材直径，厚度系指计算点的钢材或钢管壁厚度，对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度；

2 冷弯型材和冷弯钢管，其强度设计值应按现行有关国家标准的规定采用。

表 3.3.2-2 冷成型薄壁型钢强度设计值 (N/mm²)

钢材牌号	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	端面承压(刨平顶紧) f_{ce}
Q235	205	120	310
Q355	300	175	400

3.3.3 建筑幕墙用不锈钢材料应采用奥氏体不锈钢或奥氏体 - 铁素体型双相不锈钢，其镍铬总含量不宜小于 25%。其中有高耐腐蚀要求的不锈钢承重构件宜选用奥氏体 - 铁素体类不锈钢。不锈钢材料牌号和质量等级应符合现行国家标准《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》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、《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》GB/T 20878、《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975、《奥氏体 - 铁素体型双相不锈钢棒》GB/T 31303 的相关规定。

3.3.4 不锈钢抗拉强度标准值 f_{ak1} 可取其屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 。不锈钢抗拉强度设计值 f_{sl}^1 可按其抗拉强度标准值 f_{ak1} 除以系数 1.15 后采用；其抗剪强度设计值 f_{sl}^v 可按其抗拉强度标准值 f_{ak1} 除以系数 2.00 后采用。不锈钢型材和棒材的常用牌号及强度设计值可按表 3.3.4-1 采用；不锈钢板的常用牌号及强度设计值可按表 3.3.4-2 采用。

表 3.3.4-1 不锈钢型材和棒材的常用牌号及强度设计值 (N/mm²)

牌号		屈服强度 $\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f_{sl}^1	抗剪强度 f_{sl}^v	局部承压强度 f_{sl}^e
06Cr19Ni10	S30408	205	180	100	250
06Cr19Ni10N	S30458	275	240	140	315
022Cr19Ni10	S30403	175	155	90	220
022Cr19Ni10N	S30453	245	215	125	280
06Cr17Ni12Mo2	S31608	205	180	105	250
06Cr17Ni12Mo2N	S31658	275	240	140	315
022Cr17Ni12Mo2	S31603	175	155	90	220
022Cr17Ni12Mo2N	S31653	245	215	125	280

表 3.3.4-2 不锈钢板的常用牌号及强度设计值 (N/mm²)

牌号		屈服强度 $\sigma_{0.2}$	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

3.3.5 对耐腐蚀有特殊要求或腐蚀性环境中幕墙结构用钢材，可采用耐候钢或不锈钢。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。

3.3.6 幕墙用钢型材表面除锈等级应不低于 Sa2.5 级，碳素结构钢、低合金结构钢和低合金高强度结构钢必须采取有效的防腐措施，并符合下列规定：

1 采用热浸镀锌防腐蚀处理时，镀层厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》GB/T 13912 的规定，也可按表 3.3.6-1 和表 3.3.6-2 采用；

表 3.3.6-1 未经离心处理的镀层厚度最小值

制件及厚度/mm	镀层局部厚度/ μm min	镀层平均厚度/ μm min
钢厚度 > 6	70	85
3 < 钢厚度 ≤ 6	55	70
1.5 ≤ 钢厚度 ≤ 3	45	55
钢厚度 < 1.5	35	45
铸铁厚度 ≥ 6	70	80
铸铁厚度 < 6	60	70

表 3.3.6-2 经离心处理的镀层厚度最小值

制件及厚度/mm		镀层局部厚度/ μm min	镀层平均厚度/ μm min
螺纹件	直径 ≥ 20	45	55
	6 \leq 直径 < 20	35	45
	直径 < 6	20	25
其他制件 (包括铸铁件)	厚度 ≥ 3	45	55
	厚度 < 3	35	45

2 采用氟碳漆喷涂或聚氨酯漆喷涂时，面漆的厚度不宜小于 $35\mu\text{m}$ ，在空气污染严重及海滨地区，面漆的厚度不宜小于 $45\mu\text{m}$ ；

3 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《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 和现行行业标准《建筑钢结构防腐蚀技术规程》JGJ/T 251 的有关规定，并完全覆盖钢材表面；

4 闭口型材的内侧应采用防腐处理或端部封闭。当采用防腐涂料进行表面处理时，除密闭的闭口型材的内表面外，涂层应覆盖钢材表面，其厚度应符合防腐要求。

3.3.7 幕墙支承结构用拉索、钢拉杆应符合下列规定：

1 不锈钢拉索应符合现行行业标准《不锈钢拉索》YB/T 4294 的规定，高强度钢拉索应符合现行国家标准《建筑结构用高强度钢绞线》GB/T 33026 的规定；

2 钢拉杆的质量、性能应符合现行行业标准《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389 的规定。

3.3.8 张拉杆、索的抗拉强度设计值应按下列规定采用：

1 不锈钢拉杆的抗拉强度设计值可按其屈服强度标准值 $\sigma_{0.2}$ 除以系数 1.4 采用；

2 高强钢绞线或不锈钢绞线的抗拉强度设计值可按其极限

抗拉承载力标准值除以系数 2.0，并按其等效截面面积换算后采用；

3 钢拉杆的抗拉强度设计值应按其极限抗拉承载力标准值除以系数 1.7 和屈服强度标准值 $\sigma_{0.2}$ 除以系数 1.15 的较小值采用。

3.3.9 点支承玻璃幕墙的支承装置，其化学成分、外观质量和力学性能应符合现行行业标准《建筑玻璃点支承装置》 JG/T 138 的规定。全玻璃幕墙的吊夹装置，其化学成分、外观质量和力学性能应符合现行行业标准《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》 JG/T 139 的规定。

3.3.10 点支承玻璃幕墙用锚具的技术要求应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370 和现行行业标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85、《建筑幕墙用钢索压管接头》 JG/T 201 的相关规定。

3.3.11 焊接材料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、《钢结构焊接规范》 GB 50661 的相关规定。

3.4 玻 璃

3.4.1 玻璃的外观质量和性能指标应符合现行国家标准《平板玻璃》 GB 11614、《建筑用安全玻璃》 GB 15763.1 ~ GB 15763.4、《半钢化玻璃》 GB/T 17841 及现行行业标准《超白浮法玻璃》 JC/T 2128、《釉面钢化及釉面半钢化玻璃》 JC/T 1006、《真空玻璃》 JC/T 1079 的相关规定。

3.4.2 幕墙采用中空玻璃时，应符合现行国家标准《中空玻璃》 GB/T 11944 的有关规定，并应符合下列规定：

1 中空玻璃选用的主要原材料应符合现行标准的规定。干燥剂应符合现行行业标准《中空玻璃用干燥剂》 JC/T 2072 的规定；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 和《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266 的规定；丁基热熔密封胶应符合现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914 的规定；中空玻璃间隔条应符合现行行业标准《中空玻璃间隔条 第1部分：铝间隔条》JC/T 2069、《中空玻璃间隔条 第2部分：不锈钢间隔条》JC/T 2452、《中空玻璃间隔条 第3部分：暖边间隔条》JC/T 2453 的规定；

2 单腔中空玻璃气体层厚度不应小于12mm，双腔或多腔中空玻璃气体层厚度不应小于9mm。中空玻璃应采用双道密封。一道密封应采用丁基热熔密封胶。隐框、半隐框及点支承玻璃幕墙用中空玻璃的二道密封必须采用硅酮结构密封胶，结构胶尺寸经过计算确定。明框玻璃幕墙用中空玻璃的二道密封宜采用聚硫类玻璃密封胶，也可采用硅酮建筑密封胶，二道密封应采用专用打胶机进行混合、打胶；

3 中空玻璃间隔材料可采用金属间隔条或暖边间隔条，不得使用热熔型间隔条和PVC材质间隔条。中空玻璃的间隔条应采用连续折弯型，间隔条中的干燥剂宜采用专用设备装填；

4 中空玻璃合片加工时，应采取措施防止玻璃表面产生凹凸变形；

5 中空玻璃中空腔内需要充惰性气体时，初始气体含量应不低于85%（v/v）；

6 中空玻璃钻孔时应采用大、小孔相对的方式，孔周边应细磨并倒棱处理，合片时孔位应采取多道密封措施；

7 中空玻璃的单片玻璃厚度不应小于6mm，两片玻璃厚度差不宜大于3mm。

3.4.3 玻璃幕墙采用夹层玻璃时，应采用干法加工合成，其胶片宜采用聚乙烯醇缩丁醛胶片（PVB）或离子性中间层胶片，且PVB胶片厚度不应小于0.76mm，离子性中间层胶片厚度不应小于0.89mm，外露的PVB夹层玻璃边缘应进行封边处理。夹层玻璃的单片玻璃厚度不应小于5mm，两片玻璃厚度差不应大

于3mm。

3.4.4 玻璃幕墙、采光顶及雨篷用钢化玻璃应符合现行行业标准《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JG/T 455 的规定。

3.4.5 阳光控制镀膜玻璃应符合现行国家标准《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1 的规定。低辐射镀膜玻璃应符合现行国家标准《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2 的规定。玻璃幕墙采用单片或夹层低辐射镀膜玻璃时，应使用在线热喷涂低辐射玻璃；离线镀膜的低辐射玻璃宜加工成中空玻璃使用，且镀膜面朝向中空气体层。

3.4.6 有防火功能的幕墙玻璃，应根据防火等级采用单片或复合防火玻璃。防火玻璃的耐火极限性能应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB 15763.1 的规定。

3.4.7 玻璃的强度设计值应符合表3.4.7的规定。

表3.4.7 玻璃的强度设计值 (N/mm²)

类型	厚度 (mm)	短期荷载			长期荷载		
		中部强度	边缘强度	端面强度	中部强度	边缘强度	端面强度
平板玻璃 超白浮法 玻璃	4~12	28	22	20	9	7	6
	15~19	24	19	17	7	6	5
	≥20	20	16	14	6	5	4
半钢化玻璃	4~12	56	44	40	28	22	20
	15~19	48	38	34	24	19	17
	≥20	40	32	28	20	16	14
钢化玻璃	4~12	84	67	59	42	34	30
	15~19	72	58	51	36	29	26
	≥20	59	47	42	30	24	21

3.5 石 材

3.5.1 石材幕墙面板宜采用花岗石板材。石材不应有软弱夹层，

有层状花纹的石材不宜有粗粒、松散、多孔的条纹，石材面板应作表面防护处理。石材面板的技术、质量要求应符合现行国家标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601、《天然大理石建筑板材》GB/T 19766、《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452、《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453 的规定。

3.5.2 石材面板弯曲强度、最小厚度、吸水率等指标应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 石材面板的弯曲强度、吸水率、最小厚度和单块面积要求

项目	花岗岩		大理石	石灰石	砂岩
	磨光面板	粗面板材			
最小厚度 (mm)	≥25mm	≥28mm	≥35mm	≥35mm	≥40mm
(干燥及水饱和) 弯曲强度 (N/mm ²)	≥8.0		≥7.0	≥4.0	≥4.0
吸水率 (%)	≤0.6		≤0.5	≤5.0	≤5.0
单块面积 (m ²)	不宜大于 1.5		不宜大于 1.5	不宜大于 1.0	

3.5.3 幕墙高度超过 100m 时，花岗石面板的弯曲强度试验平均值 f_{gm} 不应小于 12.0 N/mm²，标准值 f_{rk} 不应小于 10.0 N/mm²，厚度不应小于 30mm。

3.5.4 材质疏松或带有孔洞的石材面板弯曲强度试验平均值 f_{gm} 小于 8.0 N/mm² 的石材面板，应采取背面增强措施，并宜采取孔洞密实填充措施。

3.5.5 石材的强度应由法定检测机构检测，并应满足表 3.5.2 的要求。石材面板的抗弯、抗剪强度设计值可根据其弯曲强度试验的平均值 f_{gm} 按照表 3.5.5 所规定的安全系数计算得出。石材抗弯强度设计值、抗剪强度设计值应按下列公式计算：

$$f_{g1} = f_{gm}/K_{bm} \quad (3.5.5-1)$$

$$f_{g2} = f_{gm}/K_{cm} \quad (3.5.5-2)$$

式中： f_{gl} ——石材面板抗弯强度设计值（N/mm²）；
 f_{g2} ——石材面板抗剪强度设计值（N/mm²）；
 f_{gm} ——石材面板弯曲强度试验平均值（N/mm²）；
 K_{bm} ——石材抗弯设计材料强度安全系数；
 K_{cm} ——石材抗剪设计材料强度安全系数。

表 3.5.5 不同石材安全系数取值

石材种类	抗弯		抗剪
	总安全系数 K_b	材料强度安全系数 K_{bm}	材料强度安全系数 K_{cm}
花岗石	3	2.15	4.30
大理石	5	3.60	7.10
石灰石	6	4.30	8.60
砂岩	8	5.70	11.40

3.6 金属板材

3.6.1 单层铝板宜采用铝锰合金板、铝镁合金板，并应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880.1 ~ GB/T 3880.3、《变形铝及铝合金牌号表示方法》GB/T 16474、《变形铝及铝合金状态代号》GB/T 16475 和现行行业标准《建筑幕墙用氟碳铝单板制品》JG/T 331、《铝幕墙板》YS/T 429.1 ~ YS/T 429.2 的相关规定。

3.6.2 铝板表面采用氟碳涂层时，应符合下列规定：

- 1 氟碳树脂含量不应低于树脂总量的 70%；
- 2 氟碳涂层厚度应符合表 3.6.2 的规定。

表 3.6.2 氟碳涂层厚度（μm）

涂层	喷涂		辊涂	
	平均膜厚	最小局部膜厚	平均膜厚	最小局部膜厚
二涂	≥30	≥25	≥25	≥22

续表 3.6.2

涂层	喷涂		辊涂	
	平均膜厚	最小局部膜厚	平均膜厚	最小局部膜厚
三涂	≥40	≥35	≥35	≥30
四涂	≥65	≥55	—	—

3.6.3 单层铝板的板基厚度宜符合表 3.6.3 的规定。

表 3.6.3 单层铝板的板基厚度

铝板屈服强度 $\sigma_{0.2}$ (N/mm ²)	<100	100≤ $\sigma_{0.2}$ <150	≥150
铝板的厚度 t (mm)	≥3.0	≥2.5	≥2.0

注：波纹形单层铝板的板基厚度可小于本表的规定。

3.6.4 铝板抗拉强度标准值 f_{ak1} 可取其屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 。铝板抗拉强度设计值 f_{al}^t 可按其抗拉强度标准值 f_{ak1} 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_{ak1} 除以系数 2.07 后采用。铝板的强度设计值也可按表 3.6.4 采用。

表 3.6.4 铝板的强度设计值 (N/mm²)

铝板牌号	合金状态	屈服强度最小值	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

续表 3.6.4

铝板牌号	合金状态	屈服强度最小值	抗拉强度 f_{al}^t	抗剪强度 f_{al}^v
3005	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

3.6.5 铝塑复合板应符合现行国家标准《建筑幕墙用铝塑复合板》GB/T 17748 的规定，并应符合下列规定：

1 厚度不应小于 4mm，内、外面层铝板厚度不应小于 0.5mm，厚度允许偏差为 $\pm 0.02\text{ mm}$ （不含涂层厚度）；

2 外表面采用表面处理方式及涂层厚度，应符合本标准第 3.6.2 条的规定；

3 应选用 3××× 系列及 5××× 系铝合金板材；

4 板材的燃烧性能应满足设计要求。

3.6.6 铝蜂窝复合板应符合现行行业标准《建筑外墙用铝蜂窝复合板》JG/T 334 的规定，并应满足下列要求：

1 截面厚度不应小于 10mm；

2 板基宜采用铝锰合金板、铝镁合金板，应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材 第 2 部分：力学性能》GB/T 3880.2 和《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 中 3××× 或 5××× 系列的规定，板基的厚度允许偏差为 $\pm 0.025\text{ mm}$ ；

3 铝合金板材与芯材的滚筒剥离强度平均值不应小于 90N

· mm/mm, 单个测试值不应小于 80N · mm/mm。平拉强度平均值不应小于 0.8N/mm², 单个测试值不应小于 0.6N/mm²;

4 芯材应采用铝蜂窝, 铝蜂窝芯边长不宜大于 10mm。边长 6mm ~ 10mm 时铝蜂窝芯材铝箔厚度不宜小于 0.07mm, 边长不大于 6mm 时铝蜂窝芯材铝箔厚度不宜小于 0.05mm;

5 铝蜂窝板面层厚度不应小于 1mm。铝蜂窝板的厚度为 10mm 时, 其背板厚度不应小于 0.7mm; 铝蜂窝板的厚度大于 10mm 时, 其背板厚度不应小于 1.0mm。

3.6.7 铝波纹芯复合铝板应符合现行行业标准《铝波纹芯复合铝板》JC/T 2187 的规定, 并应符合下列规定:

1 总厚度不应小于 4.0mm, 面板厚度不应小于 0.7mm, 背板厚度不应小于 0.5mm, 铝波纹芯壁厚不应小于 0.20mm;

2 外表面应采用氟碳辊涂, 涂层厚度应符合本标准第 3.6.2 条的规定;

3 双向弯曲强度不小于 100MPa, 滚筒剥离强度不小于 100N · mm/mm;

4 铝板宜采用铝锰合金板、铝镁合金板, 应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材 第 2 部分: 力学性能》GB/T 3880.2 和《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190 中 3 × × 或 5 × × × 系列的规定。

3.6.8 不锈钢板作面板时, 其材质应符合本标准第 3.3.4 条的有关规定; 其截面厚度, 当为平板时不应小于 1.5mm, 当为波纹板时, 不应小于 1.0mm。沿海地带或严重腐蚀地区, 可采用单面涂层或双面涂层的不锈钢板, 涂层厚度不应小于 35μm。

3.6.9 彩色涂层钢板应符合现行国家标准《彩色涂层钢板及钢带》GB/T 12754 的规定。抗拉强度设计值可按其屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 除以系数 1.15 采用。基材钢板应采用热浸镀锌。用于幕墙面板时, 板厚不应小于 1.5mm, 表面应采用氟碳涂层, 厚度应符合本标准第 3.6.2 条的规定。

3.6.10 钛锌合金饰面板厚度不应小于 1.5mm，钛锌合金饰面复合板厚度不应小于 4.0mm，其产品应符合现行国家标准《钛及钛合金板材》GB/T 3621 和《建筑用钛锌合金饰面复合板》JG/T 339 的规定。

3.6.11 铜合金板应符合现行国家标准《铜及铜合金板材》GB/T 2040 的规定，宜选用 TU1、TU2 牌号的无氧铜，当为平板时厚度不应小于 1.5mm，当为波纹板时，厚度不应小于 1.0mm。

3.6.12 搪瓷涂层钢板板基厚度不应小于 1.4mm，不应在现场开槽或钻孔，产品应符合现行行业标准《建筑装饰用搪瓷钢板》JG/T 234 的规定。

3.7 人造板材

3.7.1 幕墙用面板材料应符合现行行业标准《建筑幕墙用瓷板》JG/T 217、《建筑陶瓷薄板应用技术规程》JGJ/T 172、《建筑装饰用微晶玻璃》JC/T 872、《建筑装饰用石材蜂窝复合板》JG/T 328、《超薄天然石材型复合板》JC/T 1049、《建筑幕墙用陶板》JG/T 324、《玻璃纤维增强水泥外墙板》JC/T 1057、《玻璃纤维增强水泥（GRC）装饰制品》JC/T 940、《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396 的相关规定。

3.7.2 幕墙用微晶玻璃的厚度不应小于 20mm，并应按照现行行业标准《建筑装饰用微晶玻璃》JC/T 872 的规定进行抗急冷急热试验，采用墨水渗透法对试样表面进行检查，不应有目视可见的裂纹。

3.7.3 幕墙用石材蜂窝板面板石材为亚光面或镜面时，厚度宜为 3mm ~ 5mm；面板石材为毛面时，厚度宜为 5mm ~ 8mm。石材表面应涂刷符合现行行业标准《建筑装饰用天然石材防护剂》JC/T 973 规定的一等品及以上要求的饰面型石材防护剂，其耐碱性、耐酸性宜大于 80%。材料应符合下列规定：

1 背板宜采用铝合金板或镀铝锌钢板。采用铝合金板厚度

不得小于 0.5mm，涂层厚度不得小于 $5\mu\text{m}$ ；采用镀铝锌钢板应符合现行国家标准《连续热镀锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978 的要求，板材厚度不得小于 0.35mm，铝锌涂层不得小于 $15\mu\text{m}$ ；

2 铝蜂窝芯孔径不得大于 9.53mm，铝蜂窝室壁厚不得小于 0.05mm，且应符合现行行业标准《夹层结构用耐久铝蜂窝芯材规范》HB 5443 的要求；

3 石材蜂窝复合板总厚度不得小于 20mm。

3.7.4 瓷板不包括背纹的实测厚度不应小于 12mm，单块面积不应大于 1.0m^2 ，瓷板的力学性能应满足表 3.7.4 的要求，其他性能指标应符合现行行业标准《建筑幕墙用瓷板》JG/T 217 的规定。

表 3.7.4 瓷板力学性能要求 (N/mm^2)

项目	要求	设计值
弯曲强度 (N/mm^2)	平均值 (R) ≥ 30.0 ；最小值 (R_{\min}) ≥ 27.0	15.0
剪切强度 (N/mm^2)	平均值 (τ) ≥ 15.0 ；最小值 (τ_{\min}) ≥ 13.5	7.5

注：1 圆弧板力学性能检查，在用于弯制圆弧板的普型板上进行；

2 弯曲强度和剪切强度小于平均值要求的试样数量均不超过 2 个。

3.7.5 陶板力学性能应满足表 3.7.5 的要求，其他性能指标应符合现行行业标准《建筑幕墙用陶板》JG/T 324 的规定。

表 3.7.5 陶板物理力学性能指标

项目	技术指标		
	AI 类	AIIa 类	AIIb 类
吸水率 (E) 平均值/%	$E \leq 3$	$3 < E \leq 6$	$6 < E \leq 10$
弯曲强度/MPa	平均值	≥ 23	≥ 13
	最小值	≥ 18	≥ 11
弹性模量/GPa	≥ 20		

续表 3.7.5

项目	技术指标		
	AI类	AIa类	AIb类
泊松比	≥ 0.13		
抗冻性	无破坏		
抗热震性	无破坏		
耐污染性	无明显污染痕迹		
抗釉裂性 ^a	无龟裂		
线性热膨胀系数/ $^{\circ}\text{C}^{-1}$	$\leq 7 \times 10^{-6}$		
湿膨胀系数/%	≤ 0.06		
耐化学腐蚀性	无明显变化		

注：a 只适用于釉面陶板。

3.7.6 陶板、微晶玻璃的抗弯、抗剪强度设计值可按下列公式计算：

$$f_{p1} = f_{pm}/2.00$$

$$f_{p2} = f_{pm}/10.00$$

式中： f_{p1} ——陶板、微晶玻璃抗弯强度设计值（ N/mm^2 ）；

f_{p2} ——陶板、微晶玻璃抗剪强度设计值（ N/mm^2 ）；

f_{pm} ——陶板、微晶玻璃弯曲强度试验平均值（ N/mm^2 ）。

陶板弯曲强度试验中任一试件的弯曲强度试验值低于 8.0N/mm^2 时，该批陶板不得用于幕墙工程。

3.7.7 幕墙用纤维水泥板的基板应采用现行行业标准《外墙用非承重纤维增强水泥板》JG/T 396 规定的外墙用涂装板，在未经表面防水处理和涂装处理状态下，板材的表观密度不宜小于 1.5g/cm^3 ，吸水率不应大于 20% ，强度等级不宜低于Ⅲ级（饱水状态抗折强度不宜小于 18MPa ）。

3.8 连接件与紧固件

3.8.1 幕墙常用紧固件应符合下列规定：

1 螺钉、螺栓的材质和机械性能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 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；

2 螺钉、螺栓的品种、规格应符合现行国家标准《1型六角螺母C级》GB/T 41、《平垫圈C级》GB 95、《平垫圈A级》GB 97.1、《十字槽盘头螺钉》GB/T 818、《十字槽盘头自攻螺钉》GB 845、《轻型弹簧垫圈》GB 859、《六角头螺栓C级》GB/T 5780、《六角头螺栓 全螺纹C级》GB/T 5781、《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1~GB/T 15856.5等的规定；

3 抽芯铆钉的材质、机械性能和品种、规格，应符合现行国家标准《紧固件机械性能 抽芯铆钉》GB/T 3098.19 和《开口型平圆头抽芯铆钉 51级》GB/T 12618.4等的规定。

3.8.2 幕墙与建筑主体结构或支承结构之间，应采用钢连接件或铝合金连接件。钢连接件的材质和表面防腐处理应分别符合本标准第3.3.1和3.3.6条的规定。铝合金连接件的材质和表面处理应符合现行国家标准《铝合金建筑型材 第1部分：基材》GB/T 5237.1和《铝合金建筑型材 第2部分：阳极氧化型材》GB/T 5237.2的规定，型材尺寸允许偏差不应低于高精级的要求，型材表面应进行阳极氧化处理，氧化膜厚度不得低于AA15级。

3.8.3 后置埋件应选用扩底型机械锚栓和特殊倒锥形化学锚栓等性能可靠的锚栓，锚栓的直径不应小于10mm，锚栓应采用不

锈钢、碳素钢或合金钢材质。机械锚栓应符合现行行业标准《混凝土用机械锚栓》JG/T 160 的规定；特殊倒锥形化学锚栓应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定，不得使用普通化学锚栓和膨胀锚栓。当采用特殊倒锥形化学锚栓时，应提供化学锚栓的耐高温测试报告。

3.8.4 锚栓材质选用碳素钢或合金钢时，性能等级不得低于 4.8 级，力学性能指标应按表 3.8.4-1 采用；当锚栓材质选用奥氏体不锈钢时，性能等级不得低于 70 级，力学性能指标应按表 3.8.4-2 采用。

表 3.8.4-1 碳素钢及合金钢锚栓的力学性能指标

性能等级		4.8	5.6	5.8	6.8	8.8
极限抗拉强度标准值	f_{stk} (N/mm ²)	400	500	500	600	800
屈服强度标准值	f_{yk} 或 $f_{s,0.2k}$ (N/mm ²)	320	300	400	480	640
伸长率	δ_s (%)	14	20	10	8	12

表 3.8.4-2 奥氏体不锈钢锚栓的力学性能指标

性能等级	螺纹直径 (mm)	极限抗拉强度标准值 f_{stk} (N/mm ²)	屈服强度标准值 f_{yk} 或 $f_{s,0.2k}$ (N/mm ²)	伸长值 δ
70	≤24	700	450	0.4d
80	≤24	800	600	0.3d

3.8.5 幕墙面板用不锈钢挂件，宜采用经固溶处理的奥氏体不锈钢制品。幕墙面板用铝合金型材挂件，表面应进行防腐蚀处理并应符合设计要求。

3.8.6 幕墙用背栓最小直径不应小于 6.0mm，应采用奥氏体不锈钢制作。其组别和性能等级不宜低于现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 中组别为 S316 的奥氏体

不锈钢。

3.8.7 螺栓、铆钉、不锈钢螺栓、焊缝等连接材料强度设计值按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用，也可按表 3.8.7-1 ~ 3.8.7-4 采用。

表 3.8.7-1 螺栓连接的强度设计值 (N/mm²)

螺栓的性能等级、锚栓和构件钢材的牌号		普通螺栓						锚栓	承压型连接			
		C 级螺栓			A 级、B 级螺栓				高强度螺栓			
		抗拉	抗剪	承压	抗拉	抗剪	承压		抗拉	抗剪	承压	
		f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^b	f_v^b	f_c^b	f_t^a	f_t^b	f_v^b	f_c^b	
普通螺栓	4. 6、4. 8 级	170	140	—	—	—	—	—	—	—	—	
	5. 6 级	—	—	—	210	190	—	—	—	—	—	
	8. 8 级	—	—	—	400	320	—	—	—	—	—	
锚栓	Q235 钢	—	—	—	—	—	—	140	—	—	—	
	Q355 钢	—	—	—	—	—	—	180	—	—	—	
承压型连接 高强度螺栓	8. 8 级	—	—	—	—	—	—	—	400	250	—	
	10. 9 级	—	—	—	—	—	—	—	500	310	—	
构件	Q235 钢	—	—	305	—	—	405	—	—	—	470	
	Q355 钢	—	—	385	—	—	510	—	—	—	590	
	Q390 钢	—	—	400	—	—	530	—	—	—	615	

注：1 A 级螺栓用于工程直径 d 不大于 24mm、螺杆工程长度不大于 10d 且不大于 150mm 的螺栓；

2 B 级螺栓用于工程直径 d 大于 24mm、螺杆工程长度大于 10d 或大于 150mm 的螺栓；

3 A、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔允许偏差和孔壁表面粗糙度，应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

表 3.8.7-2 铆钉连接的强度设计值 (N/mm^2)

铆钉钢号和 构件钢材牌号		抗拉 (铆头拉脱)	抗剪		承压	
			I类孔	II类孔	I类孔	II类孔
铆钉	BL2、BL3	120	185	155	—	—
构件	Q235 钢	—	—	—	450	365
	Q345 钢	—	—	—	565	460
	Q390 钢	—	—	—	590	480

注：1 属于下列情况者为 I 类孔：

- 1) 在装配好的构件上按设计孔径钻成的孔；
 - 2) 在单个零件和构件上按设计孔径分别用钻模钻成的孔；
 - 3) 在单个零件上先钻成或冲成较小的孔径，然后在装配好的构件上再扩钻至设计孔径的孔；
- 2 在单个零件上一次冲成或不用钻模钻成设计孔径的孔属于 II 类孔。

表 3.8.7-3 不锈钢螺栓连接的强度设计值 (N/mm^2)

类别	组别	性能等级	σ_b	抗拉	抗剪
A (奥氏体)	A1、A2	50	500	230	175
	A3、A4	70	700	320	245
	A5	80	800	370	280
C (马氏体)	C1	50	500	230	175
		70	700	320	245
		100	1000	450	350
	C3	80	800	370	280
	C4	50	500	230	175
		70	700	320	245
F (铁素体)	F1	45	450	210	160
		60	600	275	210

表 3.8.7-4 焊缝的强度设计值 (N/mm²)

焊接方法 和焊条型号	构件钢材		对接焊缝			角焊缝
	牌号	厚度或直径 d (mm)	抗压 f_c^w	抗拉和抗弯受拉 f_t^w	抗剪 f_v^w	抗拉抗压 抗剪 f_l^w
			一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 E43 型焊条的手工焊	Q235	$d \leq 16$	215	215	185	125
		$16 < d \leq 40$	205	205	175	120
		$40 < d \leq 60$	200	200	170	115
自动焊、半自动焊和 E50 型焊条的手工焊	Q355	$d \leq 16$	310	310	265	180
		$16 < d \leq 35$	295	295	250	170
		$35 < d \leq 50$	265	265	225	155
自动焊、半自动焊和 E55 型焊条的手工焊	Q390	$d \leq 16$	350	350	300	205
		$16 < d \leq 35$	335	335	285	190
		$35 < d \leq 50$	315	315	270	180
	Q420	$d \leq 16$	380	380	320	220
		$16 < d \leq 35$	360	360	305	210
		$35 < d \leq 50$	340	340	290	195

- 注：1 表中的一级、二级、三级是指焊缝质量等级，应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。厚度小于 8mm 钢材的对接焊缝，不应采用超声探伤确定焊缝质量等级；
- 2 自动焊和半自动焊所采用的焊丝和焊剂，应保证其熔敷金属力学性能不低于现行国家标准《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝 - 焊剂组合分类要求》GB/T 5293 和《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝 - 焊剂组合分类要求》GB/T 12470 的相关规定；
- 3 表中厚度是指计算点钢材厚度，对轴心受力构件是指截面中较厚板件的厚度。

3.8.8 幕墙材料的物理力学性能指标应按表 3.8.8 采用。

表 3.8.8 材料的物理力学性能指标

材料	弹性模量 E (N/mm ²)	泊松比 ν	线膨胀系数 α (1/°C)
玻璃	0.72×10^5	0.200	$0.80 \times 10^{-5} \sim 1.00 \times 10^{-5}$
铝合金型材及铝板	0.72×10^5	0.330	2.35×10^{-5}
钢材	2.06×10^5	0.300	1.20×10^{-5}
不锈钢			1.80×10^{-5}
不锈钢绞线			1.80×10^{-5}
消除应力的高强钢丝			根据产品厂家实测值
高强钢绞线	1.95×10^5		
钢丝绳	$0.80 \times 10^5 \sim 1.00 \times 10^5$		
蜂窝铝板	10mm	0.35×10^5	2.40×10^{-5}
	15mm	0.27×10^5	
	20mm	0.21×10^5	
铝塑复合板	4mm	0.20×10^5	$\leq 4.00 \times 10^{-5}$
	6mm	0.30×10^5	
搪瓷钢板	单体	2.06×10^5	1.20 × 10 ⁻⁵
	复合	1.20×10^5	0.90 × 10 ⁻⁵
花岗岩板	0.80×10^5	0.125	0.80×10^{-5}
陶板	0.20×10^5	0.130	0.60×10^{-5}
微晶玻璃	0.80×10^5	0.250	0.62×10^{-5}
瓷板	0.60×10^5	0.250	0.60×10^{-5}

3.8.9 材料的重力密度标准值可按表 3.8.9 采用。

表 3.8.9 材料的重力密度标准值 (kN/m³)

材料	γ_g	材料	γ_g
玻璃	25.6	矿棉	1.2 ~ 1.5
		玻璃棉	0.5 ~ 1.0
钢材	78.5	岩棉	0.5 ~ 2.5

续表 3.8.9

材料	γ_g	材料	γ_g
铝合金	28.0	微晶玻璃	27.0
花岗岩	28.0	石灰石	26.0
陶板	22.5	瓷板	23.0

3.9 结构胶和密封材料

3.9.1 幕墙用硅酮结构密封胶的性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 和现行行业标准《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475 的规定。幕墙用硅酮建筑密封胶应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 中 Gw 类的规定。

3.9.2 幕墙用硅酮建筑密封胶和硅酮结构密封胶，应经国家认定的检测机构进行与其接触材料的相容性试验；硅酮结构密封胶还应进行与被粘结材料的剥离粘接性试验以及硅酮结构密封胶邵氏硬度、标准条件拉伸粘结性能试验。

3.9.3 硅酮结构密封胶生产厂家应提供产品合格证、有质保年限的质量保证书及相关性能检测报告。硅酮结构密封胶生产商还应提供结构胶拉伸试验的应力应变曲线供设计选用。硅酮结构胶的强度设计值应按表 3.9.3 采用。

表 3.9.3 硅酮结构胶的强度设计值 (N/mm²)

项目	强度设计值	项目	强度设计值
短期荷载作用下强度设计值 f_1	0.20	长期荷载作用下强度设计值 f_2	0.01

3.9.4 与金属、镀膜玻璃、夹层玻璃、中空玻璃以及中性硅酮结构密封胶接触的建筑密封胶，应使用中性硅酮密封胶。

3.9.5 石材、陶板、纤维水泥板等多孔性幕墙板缝用耐候密封

胶应符合现行国家标准《石材用建筑密封胶》GB/T 23261 的有关规定，并进行污染性试验。

3.9.6 玻璃、金属板、瓷板等非多孔性幕墙板缝用耐候密封胶应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 中对 Gw 类的规定，并应在施工前进行粘结性试验。

3.9.7 幕墙中的建筑接缝和干缩位移接缝用改性硅酮建筑密封胶性能应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 的有关规定。硅酮耐候密封胶位移能力不宜低于 35 级、改性硅酮密封胶不宜低于 25 级，应与所接触的材料相容，且不应污染所粘结材料。

3.9.8 石材挂件与通槽或短槽的填充宜采用柔性胶，可采用性能符合现行行业标准《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》JC 887 的环氧树脂胶，不得采用不饱和聚酯树脂胶。

3.9.9 防火封堵密封胶理化性能技术要求应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 的规定，并出具有效期内型式检验报告。

3.9.10 幕墙用密封胶条宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、热塑性弹性体及硅橡胶制品，并应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498 的有关规定。

3.10 其他材料

3.10.1 幕墙的密封衬垫材料，宜采用聚乙烯泡沫，其密度不应大于 $37\text{kg}/\text{m}^3$ 。

3.10.2 与单组分硅酮结构密封胶配合使用的低发泡间隔双面胶条应具有透气性。

3.10.3 玻璃支承垫块宜采用邵氏硬度 85 – 90 的氯丁橡胶等材料，不得采用易老化、腐蚀及吸水的材料。

3.10.4 与幕墙配套使用的五金件、紧固件及附件应符合相应的产品标准。

3.10.5 幕墙的隔热保温材料应采用岩棉、矿棉、玻璃棉等不燃材料。岩棉保温材料的密度不应低于 80kg/m^3 ，并应设置防潮保护层。

3.10.6 防火封堵材料的燃烧性能、耐火性能应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 的有关规定。

3.10.7 防火封堵构造所用的岩棉、硅酸铝棉等矿物棉的燃烧性能应达到现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中规定的 A 级，密度不应小于 100kg/m^3 ，熔点不应小于 1000°C 。

3.10.8 双层幕墙空气间层内的遮阳织物或百叶等材料的燃烧性能不应低于现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 中规定的 B1 级。

3.10.9 穿条式隔热铝合金型材的隔热条（PA66GF25）性能应符合现行国家标准《铝合金建筑型材用隔热材料 第1部分：聚酰胺型材》GB/T 23615.1 和现行行业标准《建筑铝合金型材用聚酰胺隔热条》JG/T174 的规定。浇注式隔热铝合金型材的隔热胶性能应符合现行国家标准《铝合金建筑型材用隔热材料 第2部分：聚氨酯隔热胶》GB/T 23615.2 中的Ⅱ级胶的技术要求。

4 建筑设计

4.1 一般规定

- 4.1.1** 采用建筑幕墙的建设工程，设计单位应根据建筑高度、周边环境等因素，结合建筑布局合理设计绿化带、裙房等缓冲区域以及挑檐、顶棚等防护设施。建筑出入口上方设有建筑幕墙时，应设置有效的防护措施。
- 4.1.2** 建筑幕墙使用范围及安全防护应符合相关规定。外倾斜玻璃幕墙不得采用隐框形式。
- 4.1.3** 幕墙的性能设计应根据建筑物所在地的地理、气候、环境，建筑物的类别、体型、高度以及设计使用年限和设计基准期等条件进行，性能指标和设计要求应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 的规定。
- 4.1.4** 幕墙的面板应可拆卸、更换，并不得破坏相邻周边构造。幕墙高度超过 50m 时，应设置清洗、维修装置。
- 4.1.5** 幕墙与主体结构的连接部位应能承受幕墙荷载的传递作用。主体结构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应能够适应主体结构的变形要求。
- 4.1.6** 玻璃幕墙可根据所处环境、幕墙造型及节能要求采取外遮阳措施。
- 4.1.7** 幕墙玻璃不应对周围环境产生有害反射光的影响，应符合现行国家标准《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091 的规定。
- 4.1.8** 泛光照明设备应可靠地安装在幕墙构件上，线路及灯具的布置和安装不得影响建筑外立面效果，泛光照明系统的安装和布置应考虑维修和更换措施。

4.2 性能设计

4.2.1 幕墙的抗风压性能设计应符合下列要求：

1 幕墙的抗风压性能指标值，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中规定的外围护结构风荷载标准值计算确定，取正、负风荷载标准值的最大绝对值作为指标值，并不得小于 1.0 kPa ；

2 超高层建筑、体型不规则或风环境复杂的幕墙结构，除按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中规定的计算外，应结合风洞模型试验所得结果进行分析、比较和判断，并符合现行行业标准《建筑工程风洞试验方法标准》JGJ/T 338 的规定；

3 在抗风压性能指标值的作用下，幕墙的支承结构挠度变形应符合表 4.2.1-1 的规定，幕墙面板相对挠度变形应符合表 4.2.1-2 的规定；

表 4.2.1-1 幕墙支承结构相对挠度要求

支承结构类型		相对挠度（L 跨度）
构件式玻璃幕墙	铝合金型材	L/180
	钢型材	L/250
石材幕墙 金属板幕墙	铝合金型材	L/180
	钢型材	L/250
人造板幕墙 点支承玻璃幕墙	钢结构	L/250
	索杆结构	L/200
全玻璃幕墙	玻璃肋	L/200
构件式玻璃幕墙 单元式玻璃幕墙	玻璃面板	短边/60
	光伏玻璃面板	短边/120

表 4.2.1-2 幕墙面板相对挠度要求

幕墙类型	面板种类	挠度
金属板幕墙	金属面板	短边距/90
	加强肋	铝材：跨距/180 钢材：跨距/250
点支承玻璃幕墙	玻璃面板	支承点间较大跨距/60
全玻璃幕墙	玻璃面板	跨距/60
石材幕墙	石材面板	—

4 双层幕墙的抗风压性能应满足在风荷载指标值作用下，内外两层幕墙的变形均不应超过表 4.2.1-1 和表 4.2.1-2 的规定值，且不应发生任何功能障碍和损坏。

4.2.2 幕墙的水密性能设计应符合下列要求：

1 受热带风暴和台风袭击的地区，水密性能设计取值应按下式计算，且固定部分的取值不应低于 1000Pa：

$$P = 1000\mu_z\mu_{sl}w_0 \quad (4.2.2)$$

式中： P ——水密性能设计风压力差值（Pa）；

w_0 ——基本风压（kN/m²）；

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》GB 50009 的规定采用；

μ_{sl} ——局部风压体型系数，可取 1.2。

2 其他地区水密性能可按第 1 款计算值的 75% 进行设计，且固定部分取值不应低于 700Pa；

3 可开启部分水密性能等级宜与固定部分相对应，水密性能分级应不低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中规定的 2 级。开放式建筑幕墙的水密性能不作要求。

4.2.3 幕墙的气密性能应符合建筑节能设计，可开启部分和幕墙整体的气密性指标分级应不低于现行国家标准《建筑幕墙》

GB/T 21086 中规定的 3 级。开放式建筑幕墙的气密性能不作要求。

4.2.4 幕墙平面内变形性能应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定，平面外变形性能及垂直方向变形性能应满足设计要求，并应符合现行国家标准《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250 的规定。在计算时应满足下列要求：

1 主体结构楼层弹性层间位移角控制值应按层间高度内弹性层间位移量计算，其值由主体设计计算并提供。主体设计未提供时，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定采用；

2 建筑幕墙层间变形性能指标值不应小于主体结构小震时弹性层间位移角控制值的 3 倍；

3 层间变形性能指标值仅供模拟测试判定使用。测试不满足时，应调整幕墙连接构造设计。

4.2.5 建筑幕墙热工性能应满足建筑节能及相关标准的要求，还应符合本标准第 4.5 节的规定。

4.2.6 幕墙的空气声隔声性能应根据建筑物的使用功能和环境条件确定，满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的要求，性能指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 的规定。

4.2.7 幕墙耐撞击性能指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 耐撞击性能分级的规定，幕墙室内侧耐撞击性能指标不应低于 1 级，人员流动密度大或青少年、幼儿活动的公共建筑的建筑幕墙，耐撞击性能指标不应低于 2 级。

4.3 构造设计

4.3.1 建筑幕墙的构造设计应满足安全、实用与美观的原则，并应便于制作安装、面板更换和维修保养。

4.3.2 建筑幕墙立面上有雨篷、压顶以及其他凸出构造时，结合部位应采取防水、排水构造措施，排水坡度不应小于3%。

4.3.3 幕墙框架可采用铝合金型材、钢型材或铝合金型材与钢型材组合的形式。横梁可通过连接件、螺栓、螺钉或销钉与立柱连接，也可采用焊缝连接。

4.3.4 注胶封闭式幕墙胶缝应能够适应建筑物由于风荷载、地震作用和温度变化产生的变形。密封胶应采用硅酮建筑密封胶，玻璃及铝板幕墙用硅酮建筑密封胶的厚度不应小于3.5mm，胶缝宽度不宜小于10mm；石材幕墙用硅酮建筑密封胶的厚度不应小于3.5mm，胶缝宽度不宜小于8mm；人造板幕墙用硅酮建筑密封胶厚度不宜小于6mm，胶缝宽度不宜小于6mm。较深密封槽口的底部应采用聚乙烯发泡材料填塞。

4.3.5 胶条封闭式幕墙板缝可采用三元乙丙、氯丁橡胶或硅橡胶密封条密封，纵横密封条交叉处应有防水密封措施。单元式幕墙板块接缝构造上宜按照雨幕原理进行多空腔设计，并应设置导排水系统。

4.3.6 开放式幕墙应在面板的背面空间设置防水构造或在建筑主体墙面上设置防水层，并应设置可靠的导排水系统。

4.3.7 幕墙面板后部设置保温构造时，保温材料燃烧性能应为A级，应有防潮措施并可靠固定，固定保温材料的内衬板与玻璃内表面的间距不得小于50mm，并设置透气孔。

4.3.8 建筑幕墙框架与主体结构连接应采用预埋件为主。预埋件的规格、型号及位置应符合设计要求。当采用后置埋件时，应在设计图中明确锚栓的品种、规格及抗拉力设计值。

4.3.9 幕墙的连接构造应采取防止由于风压力、结构变形、温

度变化而产生的响声或金属摩擦噪音的措施。幕墙的立柱与横梁采用螺栓连接时，连接处可设置柔性垫片或预留 1mm ~ 2mm 的间隙注胶填充。

4.3.10 除不锈钢外，幕墙中不同种类金属材料的直接接触处，应设置绝缘垫片或采取其他有效的防止双金属腐蚀措施。

4.3.11 幕墙构件的内侧表面与主体结构的外缘之间应预留空隙，且不宜小于 30mm。

4.4 开启窗设计

4.4.1 幕墙开启窗的尺寸、数量、位置及外观应满足使用功能和立面效果要求，并应启闭方便，使用安全。

4.4.2 玻璃幕墙中开启窗宜采用内开窗及上悬外开的形式，不宜采用推拉窗、外平开窗。除消防排烟窗外，超高层建筑玻璃幕墙中开启窗不应采用外平开窗、平推窗及下悬外开窗。单扇面积不宜大于 1.5m^2 ，开启角度不宜大于 30° ，最大开启距离不宜大于 300mm。外开窗应采取防止窗扇坠落的措施。隐框开启扇底部应设置托条，托条厚度不应小于 2mm，长度不小于 100mm，玻璃四周应设置防止结构胶外露的构造措施。

4.4.3 开启窗的框、扇角部连接处应密封处理，宜采用机械组角。开启扇与窗框应不少于二道密封，并采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶密封条制品嵌填密闭。开启窗窗框与幕墙框架的结合宜采用搭接构造形式，连接处应有防雨水渗漏密封措施。

4.4.4 玻璃幕墙开启窗用型材壁厚不应小于 1.8mm。窗框与窗扇连接用合页、滑撑等应采用螺钉连接，连接部位型材的局部壁厚不应小于 4mm。外露螺钉头与型材结合处应有密封措施。

4.4.5 连接门窗框的幕墙型材局部壁厚不应小于 2.0mm，窗框与幕墙型材采用螺钉或自攻螺钉连接时，螺钉间距不应大于 300mm，边距不应大于 150mm，螺钉尖部露出长度不小于 8mm。外露螺钉与型材连接处应密封处理。门框与幕墙型材不应采用自

攻螺钉连接。

4.4.6 开启窗用五金件应满足承载力要求，并应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 通用要求》JG/T 212 相关规定。

4.4.7 上悬窗采用悬挂式连接时，应设置有效的防脱措施。被悬挂的横梁应校核自重作用下的挠度，挠度值应不大于跨度的 $1/500$ ，且不大于3mm。

4.4.8 开启窗用滑撑应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 滑撑》JG/T 127 的规定，应根据开启扇的荷载和开启角度确定滑撑型号、规格，长度不宜小于窗扇高度的 $1/3$ 。当滑撑长度小于边框的 $1/2$ 时，应设置限位撑档，撑档应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 撑档》JG/T 128 的规定，并根据开启扇的规格和要求确定撑档型号、规格，两侧应对称配置。

4.4.9 开启窗用执手、锁闭器应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 传动机构用执手》JG/T 124 和《建筑门窗五金件 多点锁闭器》JG/T 215 的规定。应根据开启窗的面积、功能及要求确定型号、规格。当开启扇对角线长度大于 0.7m 时，不应采用旋压式执手。开启扇面积大于 1.0m^2 时，应采用多点锁闭器。锁点应根据计算确定，且锁点间距不宜大于 600mm ，边距不应大于 300mm 。

4.4.10 隐框形式开启窗所使用的中空玻璃，第二道密封胶应采用硅酮结构密封胶，结构密封胶的尺寸应经计算确定，中空玻璃合片用硅酮结构密封胶的位置和中空玻璃与窗扇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，应至少确保在一对边位置的硅酮结构密封胶重合。

4.4.11 内外倾斜玻璃幕墙立面上不宜设置开启窗，确需设开启窗时，内倾斜幕墙开启窗的下边框应设置构造性的引排水措施，外倾斜幕墙开启窗的窗扇应设置安全限位和防窗扇坠落的构造措施。

4.4.12 幕墙中采用成品铝合金门窗时，产品应符合现行国家标准《铝合金门窗》GB/T 8478 和现行浙江省标准《铝合金建筑外窗应用技术规程》DB33/T 1064 的相关规定。

4.4.13 幕墙中设置排烟窗时，其位置、构造及有效排烟面积的计算应符合建筑设计要求。

4.5 热工设计

4.5.1 建筑幕墙热工性能应符合建筑节能设计和相关标准的要求，热工性能指标应满足现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189、现行浙江省标准《公共建筑节能设计标准》DB33/1036、《居住建筑节能设计标准》DB33/1015 的规定。

4.5.2 传热系数较低的中空玻璃可采用双银或三银 Low-E 玻璃、暖边间隔条、充惰性气体等构造，也可采用双腔或多腔中空玻璃、真空玻璃等。

4.5.3 玻璃幕墙的传热系数应按照现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定计算确定，计算幕墙传热系数所采用的边界条件应为实际工程的冬季计算条件。非透明幕墙的传热系数应按照其构造组成的各材料层热阻相加的方法计算，同时应将幕墙框架的热冷桥对非透明幕墙的传热系数影响计算在内。幕墙面板背后材料层不同时，应按照相应数值的面积加权平均计算。双层幕墙热工计算可按附录 E 的规定。

4.5.4 明框幕墙用金属型材应采用隔热型材或采取其他有效的隔热措施。隐框构造的外露金属护边宜采用隔热型材或其他组合材质护边。

4.5.5 玻璃幕墙层间梁位置宜采用中空玻璃，当采用单片玻璃或夹层玻璃时，应有防止层间玻璃及四周边框结露的有效措施。

4.5.6 透明玻璃幕墙应进行抗结露计算。抗结露计算应按照实际工程的冬季计算条件下幕墙型材和玻璃内表面温度是否低于露点温度为判定依据。

4.6 防火设计

4.6.1 建筑幕墙的防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 及现行浙江省标准《建筑工程消防验收规范》DB33/1071 的规定。在幕墙面板上设置消防救援口应与建筑设计统一，数量、尺寸应符合相关规定。

4.6.2 幕墙防火封堵的承托板或支承构架应与主体结构牢固连接，缝隙应采用防火密封胶封闭。承托板、支承构架和连接件应能满足耐火时限要求。防火封堵在耐火时限内不应发生开裂或脱落。

4.6.3 幕墙与楼板边沿的实体墙和隔墙之间的缝隙、幕墙与建筑实体墙面间的空腔以及建筑洞口边缘等部位的缝隙，均应采用防火封堵材料封堵，并应满足下列要求：

1 玻璃幕墙与建筑楼层边沿处应设置上下两道水平防火封堵构造。底部应采用厚度不小于 1.5mm 热浸镀锌钢板作承托板，与主体结构可靠连接，并采用厚度不小于 200mm 的岩棉、矿棉等耐高温、不燃材料填塞密实，上部外露部位应采用不燃材料覆盖。承托板与主体结构、幕墙构件以及承托板之间的接缝处应采用防火密封胶密封。封堵材料不应与玻璃直接接触。玻璃幕墙与楼板边沿实体墙的封堵间距不宜大于 200mm；

2 楼层边沿应有高度不小于 1.2m 的实体墙。当室内设置自动喷水灭火系统时，实体墙高度不应小于 0.8m。玻璃幕墙与实体墙的上下沿口应分别设置水平防火封堵。同一块玻璃幕墙面板不应跨越两个相邻的防火分区；

3 幕墙立柱与隔墙竖向防火封堵应连接牢固，封堵两侧应采用厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢板封闭，空腔内密实填充不燃材料。防火封堵的厚度不宜小于 100mm 或建筑隔墙的厚度，缝隙应采用防火密封胶封闭；

4 非玻璃幕墙与建筑实体墙的间隙应设置水平防火封堵，

与相邻防火封堵构造应连续封闭；

5 当建筑对水平防火封堵构造有通透要求时，可采用防火玻璃封堵，并应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB 15763.1 的规定，其耐火极限应符合设计要求。防火玻璃与其他构造间的缝隙应采用防火密封胶进行密封；

6 跨越变形缝的幕墙应在变形缝部位设置竖向防火封堵，防火封堵的填充材料应采用不燃材料，两侧采用 1.5mm 镀锌钢板进行封闭，并应紧密填实；

7 当建筑实体墙高度不满足规定时，应增设主体防火挑檐，燃烧性能应满足设计要求。

4.6.4 开放式幕墙设置防水背板时，防水背板与建筑实体墙之间的空腔应采取水平防火封堵。

4.6.5 幕墙设置消防排烟窗应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定。

4.6.6 在幕墙面板上设置消防救援口应与建筑设计统一。供消防救援人员进入的窗口应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定，并应满足下列要求：

1 窗口的净高度和净宽度均不应小于 1.0m，下沿距室内地面不宜大于 1.2m，间距不宜大于 20m 且每个防火分区不应少于 2 个，设置位置应与消防车登高操作场地相对应；

2 窗口采用玻璃时，应采用厚度不大于 8mm 的单片钢化玻璃或中空钢化玻璃，不得采用平板玻璃、半钢化玻璃或夹层玻璃。当窗口采用非玻璃材质时，应设置可方便开启的救援口及装置；

3 窗口应设置可在室外易于识别的明显标志。

4.6.7 双层幕墙的防火除符合上述规定外，还应符合下列规定：

1 内外层幕墙之间的金属支撑结构应进行防火保护，耐火极限不应低于 1.0h；

2 单楼层式双层幕墙应在每层设置层间防火封堵构造；

3 空区间层高度方向为两个层高的多楼层式双层幕墙应在分隔层设置层间防火封堵构造，在非分隔层设置不燃性防火挑檐或防火封堵系统；

4 箱体式双层幕墙的进风口与出风口之间的水平距离不应小于 0.5m。当水平距离小于 0.5m 时，应采取防火隔离措施；

5 当建筑高度小于或等于 50m 的民用建筑采用空区间层竖向（高度）为两个以上层高的多楼层式双层幕墙时，应每三层设置一道层间防火封堵构造及两道不燃性防火挑檐或防火封堵系统；

6 当建筑高度大于 50m 的民用建筑采用空区间层竖向（高度）为两个以上层高的多楼层式双层幕墙时，应每两层设置一道层间防火封堵构造，间隔层应设置不燃性防火挑檐或防火封堵系统；

7 内外层幕墙间距大于 2.0m 的整体式双层玻璃幕墙建筑，应设置自动喷水灭火系统，并在顶部和两侧设置敞开式自然排烟设施；

8 消防登高场地不宜设置在双层幕墙一侧。确需设置时，在对应消防救援窗位置，内层幕墙应设置可内外开启的门，内外层幕墙之间应设置连廊。

4.6.8 当建筑高度大于 250m 时，设置幕墙的建筑应在建筑外墙上、下层开口之间设置高度不小于 1.5m 的不燃性实体墙，且在楼板上的高度不应小于 0.6m；当采用防火挑檐替代时，防火挑檐的挑出宽度不应小于 1.0m、长度不应小于开口的宽度两侧各延长 0.5m。

4.7 防雷设计

4.7.1 幕墙的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的有关

规定。幕墙建筑应按建筑物的防雷分类等级采取防直击雷、侧击雷、雷电感应以及等电位连接措施。幕墙的防雷设计应符合电气设计专业要求。

4.7.2 建筑幕墙框架应与主体结构防雷系统可靠连接。除第一类防雷建筑物外，采用金属框架支承的幕墙、采光顶及金属屋面，宜采用外露金属本体作为接闪器，其材料规格应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定，并按第二类建筑接闪器及其网格尺寸要求，与主体建筑防雷系统可靠连接或独立防雷接地。建筑幕墙防雷接地的电阻值，应满足主体防雷设计要求。

4.7.3 附设于建筑幕墙墙面上的金属构件、电气设施应采取措施防止直击雷和侧击雷，并与幕墙体系连接。

4.7.4 金属屋面宜利用金属面板及金属龙骨作为接闪器；女儿墙为金属压顶板时，宜利用金属压顶板作为接闪器；女儿墙压顶为石材或复合板等非导电材料时，应单独设置接闪器。

4.7.5 用作幕墙防雷连接的主要材料，其截面积应符合表 4.7.5 的规定。

表 4.7.5 防雷连接材料截面积 (mm²)

等电位连接部件	材料	截面积
等电位连接带	铜、铁	≥50
从等电位连接带至接地装置或各等电位连接带之间的连接导体	铜	≥16
	铝	≥25
	钢	≥50
	不锈钢	≥50

4.7.6 构件式幕墙防雷构造：

- 1 隔热型材的内外侧金属型材应连接成电气通路；
- 2 幕墙框架金属构件相互间连接的接触面积不应小于

50mm^2 ，构件连接部位有绝缘材料覆盖时，应采取措施形成有效的防雷电气通路；

3 幕墙立柱在套芯连接部位、幕墙与主体结构之间，防雷连接用材料的截面积应符合表 4.7.5 的规定；

4 金属幕墙的面板及其他外露金属部件，应与支承构件形成良好的电气贯通。支承结构应与主体结构的防雷体系连通；

5 利用自身金属材料作为防雷接闪器的幕墙，其压顶板应选用厚度不小于 2.5mm 的铝单板。

4.7.7 单元式幕墙防雷构造：

1 幕墙型材有隔热构造时，应以等电位金属导体连接其内外侧金属材料，每一单元板块不少于两处；

2 单元板块横向型材均设有密闭橡胶条时，型材插口拼装连接处应采用等电位金属材料跨接，形成良好的电气通路，并按本标准第 4.7.2 条规定，与主体建筑防雷体系可靠连接。

4.7.8 双层幕墙的防雷设计应符合本标准相关规定。双层幕墙的内外层幕墙的金属框架应与主体结构的防雷装置可靠连接，并保持导电畅通。

4.7.9 其他构造要求：

1 金属连接件（包括钢质绞线）采用焊接时，焊缝应作防腐蚀处理；

2 当采光顶未处于主体结构防雷保护范围时，应在采光顶的尖顶、屋脊及檐口部位设避雷带，并与其金属框架形成可靠连接；

3 光伏系统部件应采取防直击雷和侧击雷的措施，并采用共用接地方式。

5 结构设计

5.1 一般规定

5.1.1 建筑幕墙应按外围护结构设计，结构设计基准期为50年。

5.1.2 幕墙结构设计应根据受力模型对幕墙面板、支承结构、连接件和锚固件等进行承载力计算，以确保幕墙的安全适用性。幕墙面板与其支承结构、支承结构与主体结构之间均应具有足够的相对位移能力。

5.1.3 幕墙结构设计应采用以概率理论为基础，以分项系数表达的极限状态设计方法，分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行结构设计：

1 承载能力极限状态

1) 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (5.1.3-1)$$

2) 地震设计状况：

$$S_E \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (5.1.3-2)$$

式中： S_d ——无地震作用荷载组合的效应设计值；

S_E ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

R_d ——结构构件抗力设计值；

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。

2 正常使用极限状态

$$d_f \leq d_{f,lim} \quad (5.1.3-3)$$

式中： d_f ——幕墙构件在荷载标准组合作用下的挠度值；

$d_{f,lim}$ ——结构构件挠度限值。

3 对双向受弯杆件，两个方向的挠度应分别符合本条第2款的规定。

5.1.4 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。

5.1.5 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、防脱落措施。

5.1.6 幕墙构件应根据实际结构形式计算各设计状况下的弯矩、剪力和轴力。

5.1.7 屋顶幕墙结构距离屋面高度超过5m时，应设置主体结构用于幕墙框架的支承。

5.2 荷载与地震作用

5.2.1 幕墙风荷载标准值应按下式计算，并且不应小于 1.0kN/m^2 。

$$w_k = \beta_{gz}\mu_{sl}\mu_z w_0 \quad (5.2.1)$$

式中： w_k ——风荷载标准值（ kN/m^2 ）；

β_{gz} ——阵风系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

μ_{sl} ——风荷载局部体型系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

μ_z ——风压高度变化系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

w_0 ——基本风压（ kN/m^2 ），按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

5.2.2 超高层、体型不规则或风环境复杂的幕墙结构，风荷载局部体型系数、风荷载标准值除按本标准第5.2.1条规定的计算

以外，还宜结合风洞试验或数值风洞方法确定，幕墙高度大于200m时应进行风洞试验确定。

5.2.3 幕墙构件同时承受两个正交方向的风荷载作用时，强度应按 $1.0X + 0.6Y$ 和 $1.0Y + 0.6X$ 两种组合方式确定。其中X为构件横截面主轴方向最大风荷载设计值，Y是与X正交方向的最大风荷载设计值。

5.2.4 除索网幕墙外，幕墙结构的地震作用标准值可按以下方法计算：

1 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：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k / A \quad (5.2.4-1)$$

式中： q_{Ek} ——垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值(kN/m^2)；

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，应符合表5.2.4的规定；

G_k ——计算对象及所支承幕墙构件的重力荷载标准值(kN)；

A ——幕墙构件平面面积(m^2)。

表5.2.4 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
α_{max}	0.04	0.08 (0.12)	0.16 (0.24)

注：括号中数值分别用于设计基本地震加速度为 $0.15g$ 和 $0.30g$ 的地区

2 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：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k \quad (5.2.4-2)$$

式中： P_{Ek} ——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值(kN)。

5.3 作用效应组合与计算

5.3.1 幕墙结构可按弹性方法计算，计算模型应与构件连接的实际情况相符合，计算假定应与结构的实际工作性能相符合。规则构件可按解析或近似公式计算作用效应，复杂边界或荷载的构件，可采用有限元方法计算作用效应。

5.3.2 大位移幕墙结构的作用效应计算应考虑几何非线性影响。压弯构件、复杂结构体系、桁架支承结构及其他大跨度结构应考虑结构和构件的稳定性。

5.3.3 考虑几何非线性影响计算幕墙结构时，应先进行荷载与作用的组合，再计算组合荷载与作用的效应。采用线弹性方法计算幕墙结构时，可先计算各荷载与作用的效应，再进行荷载与作用效应的组合。

5.3.4 计算幕墙构件承载力极限状态时，其作用或效应的组合应符合下列规定：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_T \gamma_T S_{Tk} \quad (5.3.4-1)$$

2 地震设计状况：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.3.4-2)$$

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。

5.3.5 幕墙构件的承载力设计时，作用分项系数应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定，并按下列规定取值：

1 当作用效应对承载力不利时，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 1.3、1.5、1.3 和 1.5；

2 当永久荷载对承载力有利时，其分项系数的取值不应大于 1.0；

3 对施加预应力的幕墙体系，应增加预加应力产生的组合效应；预应力作用效应对承载力不利时其分项系数应取 1.3，有利时不应大于 1.0。

5.3.6 幕墙构件承载力设计时，可变作用的组合值系数应按下列规定采用：

1 持久设计状况、短暂设计状况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 持久设计状况、短暂设计状况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 地震作用组合值系数应取 1.0，风荷载组合值系数应取 0.2；

4 对施加预应力的幕墙体系，预加应力组合值系数应

取 1.0。

5.3.7 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。永久荷载分项系数 γ_c 、风荷载分项系数 γ_w 、温度荷载分项系数 γ_t 均应取 1.0，且可不考虑作用组合。施加预应力的幕墙体系应考虑预加应力的作用组合，预应力分项系数 γ_p 应取 1.0。

5.3.8 计算斜玻璃幕墙的承载力时，应计入重力荷载及施工荷载在垂直于玻璃平面方向作用所产生的弯曲应力。

5.4 连接设计

5.4.1 建筑幕墙应与主体结构可靠连接。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。与主体结构或埋件直接连接的连接件厚度应经计算确定，钢质连接件厚度不应小于 5mm，铝合金连接件厚度不应小于 8mm。

5.4.2 幕墙立柱宜悬挂在主体结构上，与主体结构的连接节点应有可靠的防松、防脱和防滑措施。

5.4.3 隔热型材用隔热材料不应承受或传递荷载，应采取措施将隔热材料外侧的荷载传递到隔热材料内侧的受力构件上。玻璃下端采用隔热型材时，应设置托条将玻璃的自重直接传递到主受力构件。隔热型材等效惯性矩计算方法应符合现行行业标准《建筑用隔热铝合金型材》JG175 的规定。

5.4.4 构件连接应作承载力验算。钢结构之间连接可采用螺栓连接或焊接，铝合金结构之间可采用螺钉或螺栓连接。螺钉或螺栓应采用不锈钢材质。

5.4.5 幕墙结构与主体结构宜通过预埋件连接，预埋件应在主体结构施工时埋入。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，并通过试验确定其承载力。

5.4.6 由锚板和对称配置的锚固钢筋所组成的受力预埋件，应按本标准附录 A 的规定进行设计。

5.4.7 槽型预埋件应满足现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，并宜通过试验确定其承载力。槽型预埋件的设计与构造见附录 B。

5.4.8 幕墙结构与主体结构采用后置埋件连接时，锚栓、锚板布置应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定，并应满足下列要求：

1 后置埋件用锚栓可选用扩底型机械锚栓、特殊倒锥形化学锚栓等性能可靠的锚栓，不得使用膨胀型锚栓和普通化学锚栓；

2 锚栓直径和数量应通过承载力计算确定。锚栓直径不应小于 10mm，每个后置埋件上不应少于 2 个锚栓，同一锚板应采用同类型锚栓；

3 锚栓在可变荷载作用下的承载力设计值应取其承载力标准值除以系数 2.15；在永久荷载作用下的承载力设计值应取其承载力标准值除以系数 2.5；

4 后置锚栓抗拔承载力应按照现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定进行现场检测，现场检测值不应小于其设计值的 2 倍；

5 在与特殊倒锥形化学锚栓接触的连接件上进行焊接操作时，应提供锚栓的耐高温测试报告，并充分考虑焊接对锚栓承载力和锚固性能的影响；

6 防火幕墙后锚固应采用扩底型机械锚栓等耐火性能可靠的锚栓。

5.4.9 轻质填充墙不应作为幕墙的支承结构。幕墙与砌体结构确需连接时，应在连接部位的主体结构上增加钢筋混凝土或钢结构梁、柱，不得在砌体结构采用对穿螺栓连接。

5.4.10 幕墙与主体钢结构连接的钢构件宜在主体钢结构加工时完成，不宜在现场焊接。

5.4.11 螺栓、螺钉和铆钉连接计算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 的相关规定。

5.4.12 幕墙构件和连接计算分析模型应与实际受力状态一致。应考虑面板重力偏心和其他连接偏心产生的影响。

5.5 硅酮结构密封胶设计

5.5.1 硅酮结构密封胶的粘接宽度和粘接厚度应经计算确定。粘接厚度不应小于6mm，不宜大于12mm。粘接宽度不应小于7mm，不宜大于厚度的2倍。

5.5.2 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 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 0.01N/mm^2 。严禁硅酮结构密封胶承受永久荷载。

5.5.3 隐框、半隐框玻璃幕墙中，玻璃和铝框之间硅酮结构密封胶的粘接宽度 c_s ，应根据受力情况分别按下列规定计算，取第1、2、3款计算的较大值。

1 在风荷载作用下，粘接宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{wa}{2000f_1} \quad (5.5.3-1)$$

式中： c_s ——硅酮结构密封胶的粘接宽度（mm）；

w ——作用在计算单元上的风荷载设计值（ kN/m^2 ）；

a ——矩形玻璃板的短边边长（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 0.2N/mm^2 。

2 在风荷载和水平地震作用下，粘接宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{(q_E + 0.2w) a}{2000 f_1} \quad (5.5.3-2)$$

式中： q_E ——作用在计算单元上的地震作用设计值（kN/m²）。

3 在永久荷载作用下，粘接宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{q_G ab}{2000 (a+b) f_2} \quad (5.5.3-3)$$

式中： q_G ——幕墙面板单位面积重力荷载设计值（kN/m²）；

a 、 b ——分别为矩形面板的短边和长边长度（mm）；

f_2 ——硅酮结构密封胶在永久荷载作用下的强度设计值，取 0.01 N/mm²。

5.5.4 水平倒挂的半隐框玻璃和铝框之间硅酮结构密封胶的粘接宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{wa}{2000 f_1} + \frac{q_G a}{2000 f_2} \quad (5.5.4)$$

5.5.5 硅酮结构密封胶的粘接厚度 t_s 应按下式计算确定：

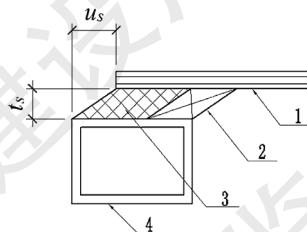


图 5.5.5 结构硅酮密封胶变形示意

1—玻璃；2—垫条；3—硅酮结构密封胶；4—铝合金框

$$t_s \geq \frac{u_s}{3\delta} \quad (5.5.5-1)$$

$$u_s = \eta [\theta] h_g \quad (5.5.5-2)$$

式中： t_s ——硅酮结构密封胶的粘接厚度（mm）；

u_s ——幕墙玻璃相对于铝合金框的位移 (mm), 必要时应考虑温度变化产生的相对位移;
 η ——硅酮结构胶厚度方向剪切位移影响系数, 取 0.6;
 θ ——风荷载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 ——玻璃面板高度 (mm), 取其边长 a 或 b;
 δ ——硅酮结构密封胶的变位承受能力, 取对应于其受拉应力为 0.14N/mm^2 时的伸长率。根据硅酮结构密封胶生产商提供的结构胶拉伸试验的应力应变曲线图选用。

5.5.6 隐框、半隐框中空玻璃的二道密封硅酮结构胶应能承受外侧面板传递的荷载作用, 其有效宽度应按本标准第 5.5.3 条和第 5.5.4 条的规定计算, 且不应小于 7mm。

6 面板设计

6.1 一般规定

6.1.1 根据建筑物功能、建筑设计、建筑节能要求以及技术经济指标，合理选择面板的材料种类和构造形式，并应符合现行国家标准的规定。

6.1.2 幕墙面板的热工性能、色泽及图案应符合建筑设计的要求，并应满足节能环保及绿色建筑要求。

6.1.3 面板设计应符合材质性能、加工制作、运输安装和维护更换的要求。

6.1.4 面板应与支承结构可靠连接，应根据面板的材质、截面形状和建筑装饰要求确定，并应满足由风荷载、雪荷载和地震、温度作用等产生的平面内和垂直于平面的强度及挠度要求。面板的挠度应符合表 4.2.1-2 的规定。

6.2 玻璃面板

6.2.1 幕墙用玻璃应采用安全玻璃，外片玻璃应采用安全夹层玻璃、超白钢化玻璃或者均质钢化玻璃及其制品，其中，商业中心、交通枢纽、公共文化体育设施等人员密集、流动性大的区域内的建筑，临街建筑和因幕墙玻璃坠落容易造成人身伤害、财产损坏的其他情形的建筑，二层以上部位外片玻璃应采用安全夹层玻璃，并应满足幕墙的使用功能。外倾斜玻璃幕墙朝地面侧应采用夹层玻璃。

6.2.2 处于人员流动密度大或青少年、幼儿活动等场所，容易发生物体和人体冲击的玻璃面板宜采用夹层玻璃，对使用中容易受到撞击的部位应设置防撞措施。

6.2.3 幕墙用钢化玻璃允许面积应符合表 6.2.3-1 的规定：

表 6.2.3-1 钢化玻璃允许面积 (m²)

公称厚度 (mm)	允许面积
6	3.0
8	4.0
10	5.0
12	6.0
15, 19	供需双方商定

幕墙用夹层玻璃允许面积应符合表 6.2.3-2 的规定：

表 6.2.3-2 夹层玻璃允许面积 (m²)

公称厚度 (mm)	允许面积
6.38 6.76 7.52	3.0
8.38 8.76 9.52	5.0
10.38 10.76 11.52	7.0
12.38 12.76 13.52	8.0
大于 13.52	供需双方商定

6.2.4 玻璃厚度应经过强度和挠度计算确定，钢化玻璃及夹层玻璃允许面积应满足本标准第 6.2.3 条的规定。当采用 10mm 及以上超白平板玻璃的钢化玻璃，其面积可适当加大。

6.2.5 高度大于 100m 时不宜采用隐框玻璃幕墙，确需采用时应在面板和支承结构之间采取除硅酮结构胶以外的防面板脱落构造措施。

6.2.6 隐框玻璃幕墙转角处玻璃悬挑不应超过 300mm，并满足承载力要求。

6.2.7 四边支承单片玻璃在垂直于玻璃幕墙平面的风荷载和地震作用下，最大应力应符合下列规定：

1 最大应力标准值按几何非线性有限元方法计算，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k a^2}{t^2} \eta \quad (6.2.7-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} a^2}{t^2} \eta \quad (6.2.7-2)$$

$$\theta = \frac{w_k a^4}{Et^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(q_{Ek} + 0.2w_k) a^4}{Et^4} \quad (6.2.7-3)$$

式中： θ ——参数；

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)；

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)；

a ——矩形玻璃板材短边边长 (mm)；

t ——玻璃的厚度 (mm)；

E ——玻璃的弹性模量 (N/mm^2)；

m ——弯矩系数，可由玻璃板短边与长边边长之比 a/b 按表 6.2.7-1 采用；

η ——折减系数，可由参数 θ 按表 6.2.7-2 采用。

表 6.2.7-1 四边支承玻璃板的弯矩系数 m

a/b	0.01	0.25	0.33	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65
m	0.1250	0.1230	0.1180	0.1115	0.0100	0.0934	0.0868	0.0804
a/b	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.0	—
m	0.0742	0.0683	0.0628	0.0576	0.0528	0.0483	0.0442	—

表 6.2.7-2 折减系数 η

θ	≤ 5	10	20	40	60	80	100
η	1.00	0.96	0.92	0.84	0.78	0.73	0.68
θ	120	150	200	250	300	350	≥ 400
η	0.65	0.61	0.57	0.54	0.52	0.51	0.50

2 最大应力设计值应按本标准 5.3.4 规定组合；

3 最大应力设计值不应超过玻璃中部强度设计值 f_g 。

6.2.8 四边支承的单片玻璃在风荷载作用下的跨中挠度，应符合下列规定：

1 玻璃的刚度 D 按下式计算：

$$D = \frac{Et^3}{12(1-v^2)} \quad (6.2.8-1)$$

式中： D ——玻璃刚度（N·mm）；

t ——玻璃厚度（mm）；

v ——泊松比，可按本标准表 3.8.8 采用。

2 玻璃跨中挠度可按几何非线性有限元方法计算，也可按下式计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k a^4}{D} \eta \quad (6.2.8-2)$$

式中： d_f ——在风荷载标准值作用下挠度最大值（mm）；

w_k ——垂直于玻璃幕墙平面的风荷载标准值（N/mm²）；

μ ——挠度系数，由玻璃面板短边与长边边长之比 a/b 按表 6.2.8 采用；

η ——折减系数，按本标准表 6.2.7-2 采用。

表 6.2.8 四边支承板的挠度系数 μ

a/b	0.01	0.20	0.25	0.33	0.50
μ	0.01302	0.01297	0.01282	0.01223	0.01013

续表 6.2.8

a/b	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
μ	0.00940	0.00867	0.00796	0.00727	0.00663
a/b	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
μ	0.00603	0.00547	0.00496	0.00449	0.00406

3 在风荷载标准值作用下，四边支承玻璃的挠度限值 $d_{f,lim}$ 按其短边边长 $1/60$ 采用。

6.2.9 四边支承的夹层玻璃荷载应按下列规定计算：

1 作用于夹层玻璃的风荷载和地震作用按下列公式分配至两片玻璃：

$$w_{k1} = w_k \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.9-1)$$

$$w_{k2} = w_k \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.9-2)$$

$$q_{Ek1} = q_{Ek} \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.9-3)$$

$$q_{Ek2} = q_{Ek} \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.9-4)$$

式中： w_k ——作用于夹层玻璃上的风荷载标准值 (N/mm^2)；

w_{k1} 、 w_{k2} ——分配到各单片玻璃的风荷载标准值 (N/mm^2)；

q_{Ek} ——作用于夹层玻璃上的地震作用标准值 (N/mm^2)；

q_{Ek1} 、 q_{Ek2} ——分配到各单片玻璃的地震作用标准值 (N/mm^2)；

t_1 、 t_2 ——各单片玻璃的厚度 (mm)。

2 两片玻璃应力分别按本标准第 6.2.7 条计算；

3 玻璃挠度计算按本标准第 6.2.8 条计算，玻璃刚度 D 采用等效厚度 t_e ，计算公式：

$$t_e = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.9-5)$$

式中： t_e ——夹层玻璃的等效厚度（mm）。

6.2.10 四边支承的中空玻璃应按下列规定计算：

1 风荷载标准值按下列公式分配至两片玻璃：

1) 直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k1} = 1.1 w_k \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.10-1)$$

2) 不直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k2} = w_k \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.10-2)$$

2 作用于中空玻璃上的地震作用标准值 q_{Ek1} 、 q_{Ek2} ，根据各单片玻璃的自重，按照本标准 5.2 条的规定计算；

3 两片玻璃应力计算分别按本标准公式 6.2.7 计算；

4 中空玻璃的挠度按本标准 6.2.8 条的规定计算，但计算玻璃刚度 D 时应采用等效厚度 t_e 按下式计算：

$$t_e = 0.95 \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \quad (6.2.10-3)$$

6.2.11 四边支承的中空单面夹层玻璃按下列规定计算：

1 作用于中空单面夹层玻璃上的风荷载标准值可按下列公式分配至三片玻璃：

1) 直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k1} = 1.1 w_k \frac{t_1^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (6.2.11-1)$$

不直接承受风荷载作用的夹层玻璃：

$$w_{k2} = w_k \frac{t_i^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (i=2, 3) \quad (6.2.11-2)$$

式中： t_1 ——单片玻璃的厚度（mm）

t_2 、 t_3 ——夹层玻璃各单片玻璃的厚度（mm）

2) 直接承受风荷载作用的夹层玻璃：

$$w_{kl} = 1.1 w_k \frac{\sum_{i=1}^3 t_i^3}{t_1^3} \quad (i=2, 3) \quad (6.2.11-3)$$

不直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{kl} = w_k \frac{t_1^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (6.2.11-4)$$

式中： t_1 ——单片玻璃的厚度（mm）

t_2 、 t_3 ——夹层玻璃各单片玻璃的厚度（mm）

2 地震作用标准值，根据各单片玻璃自重，按本标准第5.2节规定计算；

3 三片玻璃应力按本标准第6.2.7条公式的规定计算；

4 玻璃挠度可采用等效厚度法或根据三片玻璃各自承受的荷载按本标准第6.2.8条的规定计算。

玻璃的等效厚度 t_e 按下式计算：

$$t_e = 0.95 \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3 + t_3^3} \quad (6.2.11-5)$$

5 内外夹层中空玻璃可按上述规定推理计算。

6.2.12 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应符合下列规定：

1 最大应力标准值和最大挠度宜按考虑几何非线性有限元方法计算，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k b^2}{t^2} \eta \quad (6.2.12-1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek} b^2}{t^2} \eta \quad (6.2.12-2)$$

$$d_i = \frac{\mu w_k b^4}{D} \eta \quad (6.2.12-3)$$

$$\theta = \frac{w_k b^4}{Et^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(q_{Ek} + 0.2w_k) b^4}{Et^4} \quad (6.2.12-4)$$

式中： θ ——参数；

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_i ——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_i 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。

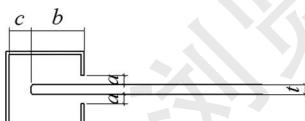


图 6.2.14 单层玻璃、夹层玻璃与槽口的配合尺寸示意图

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。

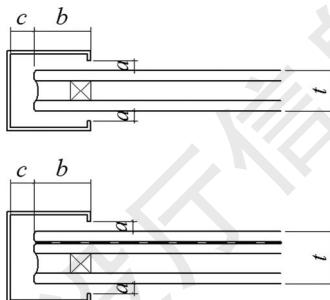


图 6.2.15 中空玻璃、中空夹层玻璃与槽口的配合尺寸示意图

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。

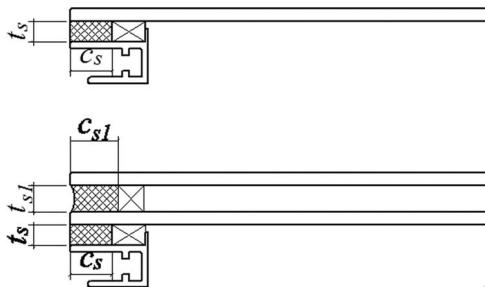


图 6.2.19 隐框玻璃板块结构胶尺寸及位置配合示意图

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：

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

式中: w_k ——风荷载标准值 (N/mm^2) ;

q_{Ek} ——垂直于面板方向的地震作用标准值 (N/mm^2) ;

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/mm^2) 。

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:

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

$$D = \frac{E t^3}{12 (1 - v^2)} \quad (6.3.6-2)$$

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/mm^2) ;

a ——面板区格短边边长 (mm) ;

t ——面板厚度 (mm) ;

E ——面板弹性模量 (N/mm^2) ;

μ ——挠度系数 (按表 6.2.8 采用);

D ——面板弯曲刚度 ($N \cdot mm$) ;

η ——折减系数 (按表 6.3.5 采用);

v ——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。

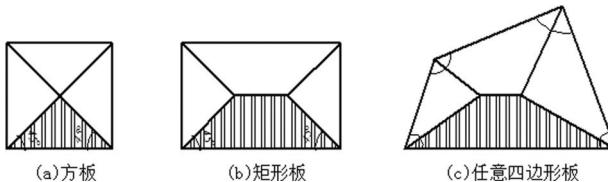


图 6.3.7 荷载分布图

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%。硅酮耐候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06Cr17Ni12Mo2（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06Cr17Ni12Mo2（S31608）或06Cr19Ni10（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；

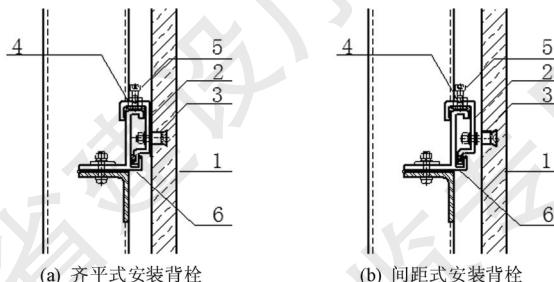


图6.4.10 背栓支承构造

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；

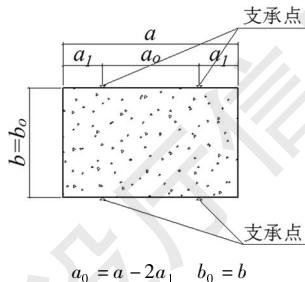


图 6.4.11-1 短槽支承时面板连接的计算边长 a_0 、 b_0

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。

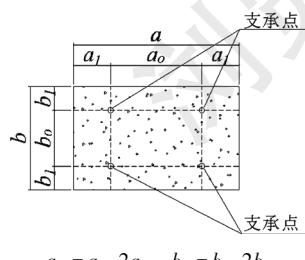


图 6.4.11-2 背栓支承时面板连接的计算边长 a_0 、 b_0

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/mm²）；

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

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/mm²）；

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：

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

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

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）；

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/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）。

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_r^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：

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

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

式中： τ_{pk} ——挂件剪应力标准值（N/mm²）；

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} ；

a 、 b ——分别为面板的短边、长边边长（mm）；

A_p ——挂件截面面积（mm²）；

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/mm²）；

G_k ——面板的自重标准值（N）；

A_p ——挂件截面面积（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/mm²）；

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（mm³）；

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/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标准值（N/mm²），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：

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

式中： F_i ——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/mm²）；

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：

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

式中： F_t ——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：

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

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

式中： τ_k ——背栓处面板的剪应力标准值（N/mm²）；

F_i ——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_r^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)
瓷板	背栓式	其他连接方式	≤1.0
	≥12	≥13	
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 ，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）减去背纹厚度采用，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：

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

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:

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

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

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/mm^2);

a 、 b ——面板的边长 (mm), $a \leq b$;

D ——面板的刚度 ($N \cdot mm$);

E ——弹性模量 (N/mm^2), 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 $d_{f,lim}$ 应按面板跨距的 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:

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

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/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)；
 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下式计算：

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

式中： τ_{pk} ——挂件或挂钩的剪应力标准值（N/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/mm²），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_c 。

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：

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

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

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距的 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：

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

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

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/mm²）；

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，并应符合下列规定：

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 · 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 $d_{f,lim}$	$L/120$	$L/120$	$L/180$

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 支承连接点应分为坚固点和滑动点，坚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/mm^2)；

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)；

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。

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_o/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；

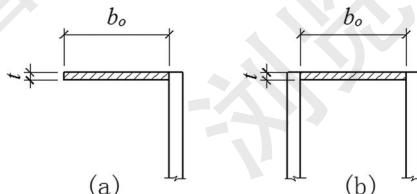


图 7.3.1 横梁的截面部位示意图

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（mm³）；

W_{ny} ——横梁截面绕截面 y 轴的净截面模量（mm³）；

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/mm²）。

7.3.4 横梁截面受剪承载力应符合下式要求：

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

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

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（mm³）；

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（mm³）；

I_x ——横梁截面绕x轴的毛截面惯性矩（mm⁴）；

I_y ——横梁截面绕y轴的毛截面惯性矩（mm⁴）；

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/mm²）。

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距的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 $d_{f,lim}$ 应符合下列规定：

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

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

式中： L ——横梁的跨距（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（ 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，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/mm^2 ）。

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：

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

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

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：

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

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

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 $1.5\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$ 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 $1.5\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$ 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）：

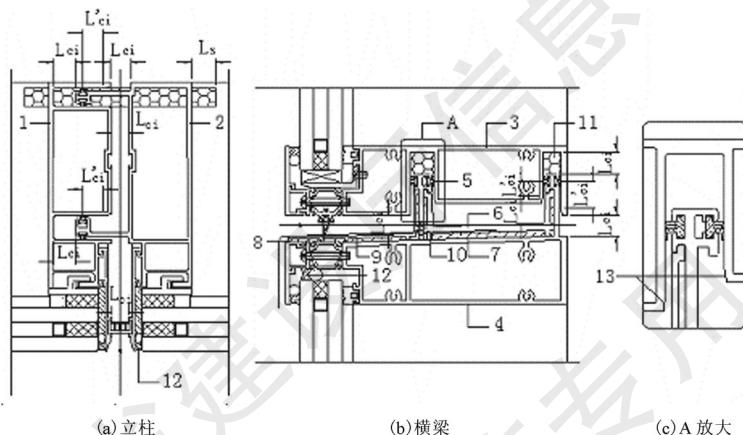


图 8.2.9-1 插接型接缝示意图

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：

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

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

$$\Delta f = f_b - f_i \quad (8.2.9-3)$$

式中： α ——横梁或立柱的线膨胀系数（ $1/\text{℃}$ ）；

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）；

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

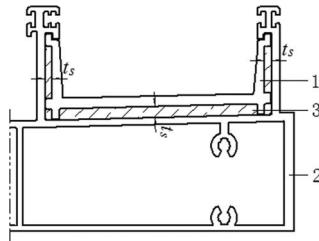


图 8.2.9-2 过桥型材与横梁胶缝示意图
1—过桥型材；2—顶横梁；3—硅酮密封胶

- 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）：

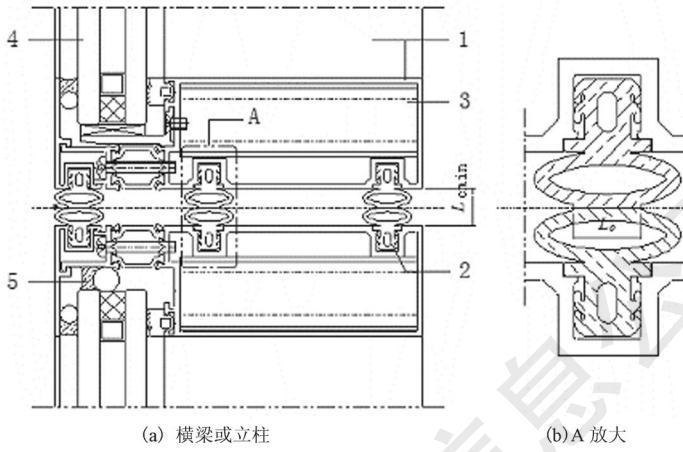


图 8.2.9-3 对接型接缝示意图

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_{cmin} 应通过计算确定，且不宜小于 12mm， L_{cmin} 的计算方法如下：

$$L_{\text{cmin}} \geq \alpha b \Delta t + d_C + d_E + \Delta h - \Delta f + \sum \delta \quad (8.2.9-5)$$

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对玻璃造成挤压应力，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）：

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

式中： L'_{cmin} 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 Lo 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

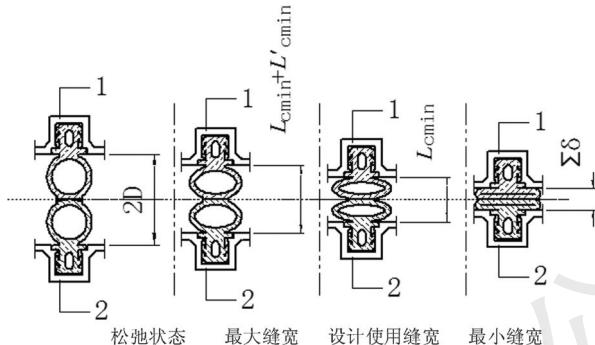


图 8.2.9-4 对接型接缝各状态胶条示意图

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 宜按下列式计算：

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

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

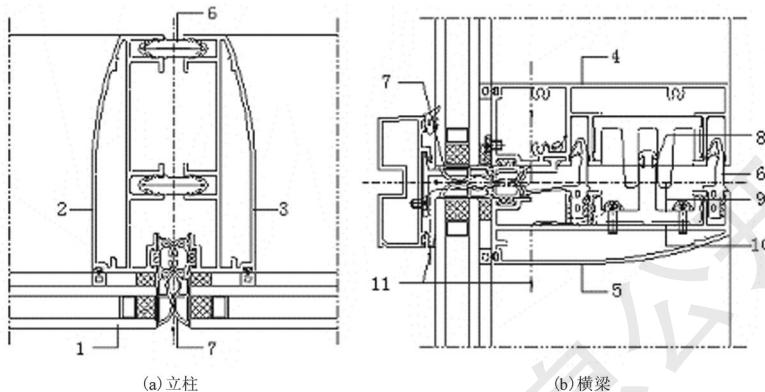


图 8.2.9-5 连接型接缝示意图

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) 连接型密封胶条横纵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。

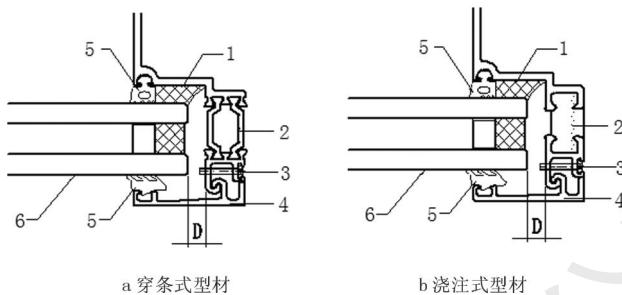


图 8.2.10 明框单元式幕墙玻璃安装示意图

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

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

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

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（mm⁴）。

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进下式计算：

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

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

式中： A_b ——螺钉帽、螺帽或螺母的承载面积（mm²），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/mm²）。

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，还应满足本标准第 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，进出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，进出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 $2.0\text{kN}/\text{m}^2$ 。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 进出风口设置开关装置时，开关装置应开关灵活、关闭严密。进出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 进出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 $1.0\text{kN}/\text{m}^2$ ；

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 $0.8\text{kN}/\text{m}^2$ 。

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 $1.0\text{kN}/\text{m}^2$ 。

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的硬质橡胶垫块，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连结时，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/mm^2);

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/mm^2);

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)。

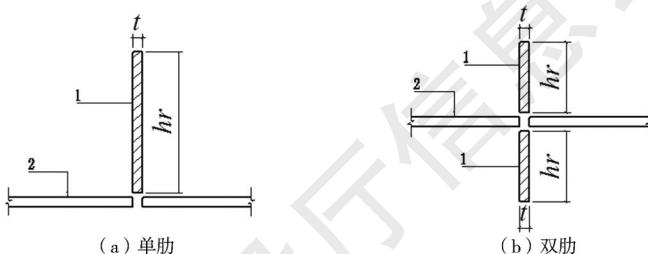


图 10.3.3 全玻璃幕墙玻璃肋截面尺寸示意图

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:

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

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

式中: w_k ——风荷载标准值 (N/mm^2);

E ——玻璃弹性模量 (N/mm^2)。

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/mm²）；

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0.2N/mm²。

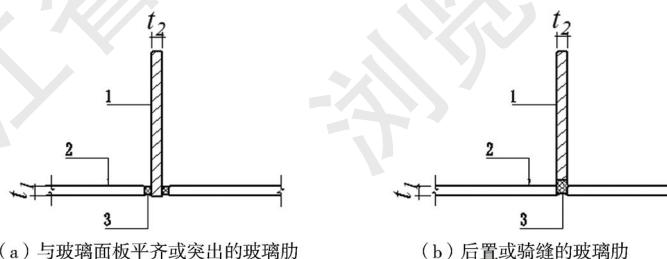


图 10.3.9 全玻璃幕墙玻璃肋示意图

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 采用钢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 采用金属附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（mm²）；

f_v ——螺栓抗剪强度设计值（N/mm²）。

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 坚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为其悬挑长度的 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为其悬挑长度的 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强钢绞线，

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。

12 采光顶、雨篷与金属屋面

12.1 一般规定

12.1.1 采光顶与金属屋面工程的面板、隔热及保温材料，应采用不燃或难燃材料；防火密封构造应采用防火密封材料。采光顶、雨篷与金属屋面工程的面板应选用耐候性好的材料。

12.1.2 金属屋面防水应根据建筑物的类别、重要程度、使用功能及建筑设计要求确定防水等级，相应要求应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

12.1.3 采光顶与金属屋面的抗风压、水密、气密、热工、空气声隔声和采光等性能分级应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。采光顶性能试验应符合现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 的规定，金属屋面的性能检测应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 中附录 A 的规定。

12.1.4 采光顶、雨篷与金属屋面应根据建筑设计要求，综合考虑建筑类别、类型，功能、所处环境的气候条件等要求进行设计，并考虑维护和清洗的要求。

12.1.5 采光顶与金属屋面工程除符合本标准外，尚应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《压型金属板工程应用技术规范》GB 50896 和现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255、《建筑玻璃采光顶技术要求》JG/T 231 等相关规定。

12.1.6 采光顶、雨篷及金属屋面的预埋件构造设计、结构计算应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

12.1.7 在金属屋面或屋面上部设置带装饰功能的金属面板、构

架、构件等，应根据其使用功能确定性能要求，构造及计算应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的规定。

12.2 构造设计

12.2.1 采光顶、雨篷与金属屋面的支承结构与主体结构之间的连接应能承受并可靠传递其受到的荷载和作用，并应适应主体结构变形。

12.2.2 采光顶与主体结构之间的连接支座可根据其受力状况选用刚性支座、铰接支座，可滑移、可转动或可沿指定方向产生线位移的滚轴铰支座等。可滑移或可转动的支座应有限位措施。

12.2.3 采光顶、金属屋面支承框架与主体结构可采用螺栓连接或焊接。当采用螺栓连接时，每个受力部位的螺栓不少于 2 个，螺栓的直径不小于 12mm，并应采取可靠的防松动、防滑移、防脱离措施。连接件与所接触材料应采取有效措施防止可能产生的双金属接触腐蚀及因结构变形、风力、温度变化所产生的噪声。当采用焊接时，焊缝位置、尺寸、质量等级应满足设计要求，并及时做好防腐处理。

12.2.4 采光顶、金属屋面的主次龙骨连接应符合设计要求，可采用螺栓、螺钉连接或焊接。当采用螺栓连接时，每个受力部位的螺栓不少于 2 个，螺栓的直径不小于 6mm；当采用螺钉连接时，每个受力部位的螺钉不少于 3 个，螺钉的公称直径不小于 6mm。连接角码厚度不应小于 4mm。当采用焊接时，焊缝位置、尺寸、质量等级应满足设计要求，并及时做好防腐处理。

12.2.5 金属平板屋面面板的构造除符合本标准第 6.3 节的规定外，应符合下列规定：

- 1 金属板折边高度不应小于 25mm；
- 2 铝蜂窝复合板和铝塑复合板的芯材不应直接暴露于室外；
- 3 开放式金属平板屋面系统的支承构件和金属连接件应采

取有效的防腐措施，保温、防水、排水等功能构造宜设置在下部屋面层。

12.2.6 压型金属板和T形支座的受压和受拉连接强度应进行验算，必要时可按试验确定。T形支座的长度不小于60mm，厚度不小于3mm，其布置间距应经计算确定，并不宜超过1500mm。

12.2.7 采光顶及雨篷用面板应符合下列规定：

1 采光顶及雨篷玻璃面板应采用由半钢化玻璃、超白钢化玻璃或者均质钢化玻璃合成的安全夹层玻璃。雨篷及采光顶朝地面侧玻璃面板应采用夹层玻璃，夹层玻璃的胶片厚度不应小于1.14mm，单片厚度不应小于6mm，当采用点支承结构时，单片厚度不应小于8mm。有热工要求时应采用夹层中空玻璃；

2 采光顶、雨篷玻璃面板应进行三边细磨或三边抛光，其倒棱宽度不应小于1mm。单块面板面积不宜大于 2.5m^2 ，长边边长不宜大于2m；

3 采光顶用玻璃面板宜采用框支承体系。隐框框支承玻璃板块与水平面夹角大于30度时，玻璃应有防滑移构造措施。玻璃悬挑尺寸不应超过300mm；

4 点支承玻璃可采用点支承装置或夹板支承装置，采用点支承时，孔边至板边的距离不宜小于70mm。矩形玻璃面板宜采用四点支承，三角形玻璃面板宜采用三点支承，相邻支承点间的板边距离不宜大于1.5m；

5 玻璃采光顶和玻璃雨篷应设置防坠落构造措施；

6 雨篷及采光顶玻璃面板不宜采用倒挂钢爪式点支承形式，大型采光顶及人流密集场所的采光顶不宜采用钢爪式点支承玻璃面板；

7 采光顶用聚碳酸酯板中空板应符合现行行业标准《聚碳酸酯（PC）中空板》JG/T 116的要求，实心板应符合现行行业标准《聚碳酸酯（PC）实心板》JG/T 347的要求。宜采用直立锁边U型板、梯形飞翼板、波浪板。

12.2.8 压型金属板屋面板材应符合建筑设计要求，可选用镀层钢板、涂层钢板、铝合金板、不锈钢板和钛锌板等金属板材。压型铝合金板基板厚度不应小于0.9mm；压型钢板基板厚度不应小于0.6mm；压型钛锌板基板厚度不应小于0.8mm。其材料的品种、规格和性能等应符合相应的材料标准规定。

12.2.9 采光顶、金属屋面宜设置排水沟和落水管。排水沟宜采用不锈钢板制作，厚度不应小于2.0mm，沟底板的排水坡度不宜小于1%。当采光顶与金属屋面采取无组织排水时，应在檐口设置滴水构造。

12.2.10 采光顶、雨篷、金属平板屋面和压型金属屋面应根据工程实际情况确定排水方向及坡度，并应符合下列规定：

- 1 采光顶、雨篷的排水坡度不应小于3%；
- 2 金属平板屋面、压型金属板屋面排水坡度不宜小于5%；
- 3 压型金属板采用紧固件连接时，排水坡度不宜小于10%。

12.2.11 采光顶或金属屋面与外墙交界处、屋顶开口部位四周的保温层，应采用宽度不小于500mm的燃烧性能为A级保温材料设置水平防火隔离带。采光顶或金属屋面与防火分隔构件间的缝隙，应进行防火封堵。

12.2.12 当金属屋面和采光顶设置排烟窗时，其排烟有效面积应满足建筑设计要求。

12.2.13 采光顶面板宜高出屋面，与屋面连接部位应进行可靠密封。开启窗应进行外排水设计，其顶面应高出采光顶或金属屋面，且宜设置排水构造。

12.2.14 采光顶、雨篷、金属平板屋面的面板，板缝宽度不宜小于10mm。注胶板缝的密封胶应能适应接缝处的变形。

12.2.15 采光顶、金属屋面的热工性能和通风性能，应满足建筑节能设计要求，并应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 及现行浙江省标准《公共建筑节能设计标准》

DB33/1038 的相关规定。

12.2.16 采光顶传热系数、遮阳系数和可见光透射比可按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定进行计算，金属屋面应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定进行热工计算。

12.2.17 在金属屋面上部设置带装饰功能的金属面板或构件时，固定在金属屋面上的连接支座部位应有可靠的防水措施，连接支座不宜穿透屋面板。

12.2.18 采光顶与金属屋面防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的有关规定。

12.2.19 防火设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定和相关法规的规定。

12.3 结构设计

12.3.1 采光顶、雨篷与金属屋面应按围护结构进行设计，并应具有相应的承载力、刚度、稳定性和变形协调能力，应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态的要求。

12.3.2 采光顶、金属屋面的面板和直接连接面板的支承结构的结构设计使用年限为 25 年。间接支承面板的主要支承结构的设计使用年限宜与主体结构的设计使用年限相同。

12.3.3 采光顶、雨篷与金属屋面风荷载应符合下列规定：

1 面板、直接连接面板的屋面支承构件的风荷载应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的有关规定计算确定；

2 跨度大、形状或风荷载环境复杂的采光顶、金属屋面，宜通过风洞试验确定风荷载；

3 风荷载负压标准值不应小于 $1.0\text{kN}/\text{m}^2$ ，正压标准值不应小于 $0.5\text{kN}/\text{m}^2$ 。

12.3.4 采光顶、雨篷和金属屋面的雪荷载、施工检修荷载应按

现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

12.3.5 采光顶玻璃板块与金属屋面的活荷载设计应符合下列规定：

1 上人采光顶板块应按现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 规定的地板玻璃进行设计；

2 不上人采光顶、雨篷玻璃板块应按下列情形计算：

1) 与水平面夹角小于 30° 时，在玻璃板最不利点直径 150mm 的区域内，应能承受垂直于玻璃面为 1.1kN 的活荷载标准值；

2) 与水平面夹角大于等于 30° 时，在玻璃板最不利点直径 150mm 的区域内，应能承受垂直于玻璃面为 0.5kN 的活荷载标准值。

3 玻璃面板最大应力不得超过长期荷载作用下的强度设计值。点支承式连接时，还应校核长期荷载作用下玻璃的边缘强度；

4 金属屋面及应金属屋面上加设的装饰层金属面板能在 300mm × 300mm 的区域内承受 1.0kN 活荷载，不出现缝隙或永久屈曲变形。

12.3.6 采光顶与金属屋面除应进行重力荷载、风荷载计算分析外，还应考虑地震作用（水平及竖向地震作用）和温度效应的影响，并采取相应的构造措施。计算竖向地震作用时，地震影响系数最大值按水平地震作用的 65% 采用。

12.3.7 进行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，永久重力荷载、可变重力荷载、风荷载和地震作用的分项系数 γ_G 、 γ_Q 、 γ_w 、 γ_E 应分别取 1.3、1.5、1.5 和 1.3；

2 当永久重力荷载的效应对构件有利时，其分项系数 γ_G 应取 1.0。

12.3.8 可变作用的组合值系数应按下列规定采用：

1 无地震作用组合时，当风荷载为第一可变作用时，其组合值系数 φ_w 应取 1.0，此时可变重力荷载组合值系数 φ_g 应取 0.7；当可变重力荷载为第一可变作用时，其组合值系数 φ_g 应取 1.0，此时风荷载组合值系数 φ_w 应取 0.6；

2 有地震作用组合时，一般情况下风荷载组合值系数 φ_w 可取 0；当风荷载起控制作用时，风荷载组合值系数 φ_w 应取为 0.2。

12.3.9 采光顶支承结构可采用梁式结构、桁架结构、索梁结构、索杆结构、单层网格结构等形式，其结构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、《铝合金结构设计规范》GB 50429 和现行行业标准《空间网格结构技术规程》JGJ 7、《网壳结构技术规程》JGJ 61、《索结构技术规程》JGJ 257 的相关规定。

12.3.10 采光顶、金属屋面挠度应满足以下要求：

1 在自重作用下，面板支承构件的挠度宜小于其跨距的 1/500，玻璃面板挠度不超过长边的 1/120；

2 支承构件及面板的最大挠度应符合表 12.3.10 的规定。

表 12.3.10 采光顶与金属屋面支承结构、面板相对挠度要求

支承构件或面板	最大相对挠度 (L 为跨距，悬臂结构 L 为 2 倍跨距)	
采光顶 金属屋面 雨篷	铝合金型材单梁	L/180
	钢型材单梁	L/250
	平面金属网架和网格	L/250
	空间单层网格	L/200
	张拉杆件系统	L/200
	平面单层索网	L/200
	檩条	L/180

续表 12.3.10

支承构件或面板		最大相对挠度 (L 为跨距, 悬臂结构 L 为 2 倍跨距)
玻璃面板	简支矩形	短边/60
	简支三角形	取高或底边的较大值/60
	简支圆形	直径/60
	点支承矩形	长边支承点跨距/60
	点支承三角形	取高或底边的较大值/60
金属面板	金属压型板	L/180
	金属平板	短边/60
	金属平板中肋	L/120

12.3.11 玻璃采光顶用硅酮结构密封胶的结构计算应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 第 6.7 节的规定。

12.3.12 受热带风暴和台风袭击的地区, 金属屋面系统应进行抗风掀试验验证。抗风掀试验方法参照现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 中附录 B 的规定。

12.3.13 在金属屋面上部设置带装饰功能的金属面板或构件时, 面板或构件的强度计算可参照现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的规定, 根据装饰功能的要求确定其性能指标。

12.3.14 悬挑雨篷负风压体型系数取 -2.0。正风压体型系数按悬挑长度确定, 当悬挑长度小于 1.0m 时取 +1.0, 悬挑长度大于 4.0m 时取 +1.4, 悬挑长度在 1.0m ~ 4.0m 之间时可线性插值。

12.3.15 雨篷设计及构造应符合下列规定:

1 雨篷应采用预埋件与主体结构连接, 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, 并应通过试验验证其

可靠性；

1) 当采用预埋件时，悬挑长度大于 4.0m 的雨篷宜设置拉压杆；当采用后置埋件时，悬挑长度大于 2.5m 的雨篷宜设置拉压杆。拉压杆宜与主体结构采用铰接连接，拉压杆与雨篷的水平夹角不宜小于 30 度；

2) 当悬挑雨篷固定在幕墙钢结构框架时，悬挑长度不宜大于 2.0m；固定在铝合金框架时，悬挑长度不宜大于 1.2m。幕墙框架计算时，应考虑雨篷结构所产生的附加荷载。

2 悬挑钢梁应校核在正负风压作用下的强度、刚度及稳定性。

13 光伏幕墙

13.1 一般规定

13.1.1 光伏幕墙的规划设计应综合考虑建筑场地条件、建筑功能、所在地区的气候及太阳能资源条件等因素，确定建筑的布局、朝向、间距、群体组合和空间环境，满足光伏系统设计和安装技术要求。

13.1.2 光伏幕墙的结构设计、物理性能指标均应符合本标准及相关标准的规定。

13.1.3 光伏组件或方阵的选型和设计应与建筑结合，在综合考虑发电效率、发电量、电气和结构安全、适用美观的前提下，合理选用光伏组件型式，并与建筑模数相协调，不得影响安装部位的建筑功能。

13.1.4 光伏幕墙宜朝向南面或西南面，避免设置在建筑阴影部位。

13.1.5 立面设计时应充分考虑电池组件的规格模数，并应符合现行行业标准《太阳能光伏玻璃幕墙电气设计规范》JGJ/T 365 的规定。

13.1.6 施工安装应符合现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的规定。

13.2 构造设计

13.2.1 用于光伏幕墙组件的外片玻璃应为超白玻璃，厚度不应小于 3.2mm，边部应进行三边研磨。

13.2.2 透明组件夹层胶片宜采用 PVB（聚乙烯醇缩丁醛），胶片厚度不应小于 0.76mm，宜采取封边处理或有与外界隔离水汽

的措施。不得采用 EVA 胶片。

13.2.3 透明型组件的中空玻璃气体层厚度不应小于 12mm，宜填充惰性气体。

13.2.4 光伏组件宜采用隐框构造设计。带有外装饰线条的组件，其外形尺寸在有效日照时间内不应遮挡电池片。

13.2.5 用于实体墙或层间梁部位的光伏组件，玻璃内侧与实体墙或保温层的距离不得小于 50mm。

13.2.6 光伏幕墙组件不宜着地安装，底部距离地面完成面高度不应小于 300mm。

13.2.7 斜幕墙、采光顶宜根据当地的气象资料确定光伏组件安装的最佳倾角，也可在南面或西南面与水平面成 $21^{\circ} \sim 23^{\circ}$ 倾角设计。

13.2.8 立柱横梁设计时应留有供电气系统管线布置的可方便拆卸的空腔，且光伏玻璃组件的接线盒宜隐藏。

13.2.9 用于光伏幕墙的光伏组件可采用单晶硅、多晶硅及薄膜电池。透明幕墙宜采用薄膜电池组件或电池片间隔布置的晶硅组件合成的中空组件，非透明幕墙宜采用单层的薄膜电池组件或电池片满布的晶硅组件。

13.2.10 竣工后应提供光伏幕墙阵列位置图，便于维护保养。

14 幕墙信息模型

14.1 一般规定

14.1.1 幕墙信息模型作为建筑信息模型的一个子项，应与建筑信息模型的管理要求相一致，并应符合现行浙江省标准《建筑信息模型（BIM）应用统一标准》DB33/T 1154 的规定。

14.1.2 幕墙信息模型可根据具体工程项目的需求单独创建。对于空间关系复杂的曲面异形幕墙，宜创建并应用幕墙信息模型。

14.1.3 幕墙信息模型可根据幕墙工程设计建造实施阶段与实施目的的不同，由承担幕墙设计单位或幕墙承建方创建。

14.2 模型创建

14.2.1 幕墙信息模型的建模范围应与项目幕墙设计建造合同中定义的工作范围相一致。

14.2.2 幕墙信息模型的创建及维护应与幕墙设计建造的各阶段相对应，在幕墙的方案设计、深化设计、施工建造、竣工交付阶段创建并维护，正确反映幕墙设计建造的真实信息。

14.2.3 幕墙信息模型的创建应根据本标准第 14.5 节中定义的精度等级顺序由低到高完成。

14.2.4 不同精度等级的模型创建时宜考虑对更高精度等级模型的延续性，即更高精度等级的模型可在低精度等级模型的基础上深化完成。

14.2.5 建模软件的选择，可根据具体工程项目的建筑信息模型管理要求、幕墙造型的复杂程度、模型应用规划等，在不同阶段分别确定。

14.2.6 幕墙设计建造各阶段对模型成果的深度等级代号应符合

表 14.2.6 的规定：

表 14.2.6 幕墙设计建造各阶段模型细度

幕墙实施阶段	模型细度等级代号	各阶段模型名称
方案设计阶段	LOD100	方案设计模型
初步设计阶段	LOD200	初步设计模型
施工图设计阶段	LOD300	施工图设计模型
施工图深化设计阶段	LOD350	深化设计模型
施工建造阶段	LOD400	施工过程模型
竣工交付阶段	LOD500	竣工模型

14.2.7 幕墙信息模型的单位及坐标、拆分、命名、颜色、文件及文件夹命名的规划标准要求应符合主体建筑工程制定的建筑信息模型建模规划标准的要求。

14.2.8 幕墙专业模型元素至少包括：几何信息（如厚度、覆盖面域），材料（如材料层、密度、导热系数），工程量（如体积、重量、表面积），关联构件。各阶段深度要求应符合表 14.2.8 的规定：

表 14.2.8 幕墙专业 BIM 模型深度要求

子项 编号	子项 名称	LOD100	LOD200	LOD300	LOD350	LOD400	LOD500
		方案设 计模型	扩初设计 模型	施工图 设计模型	施工深化模型	施工模型	竣工模型
001	外立面 分格	无模型	基本定位 信息	定位信息			
002	预埋件	无模型	无模型	基本定位 信息	位置、数量、 尺寸、性能 参数	实际形状、 位置、尺寸、 性能参数	厂家、型号、精 确尺寸、编号、位置、 用途、性能参数
003	连接件	无模型	无模型	准确形 状、位置	位置、数量、 尺寸、性能 参数	实际形状、 位置、尺寸、 性能参数	厂家、型号、精 确尺寸、编号、位置、 用途、性能参数

续表 14.2.8

子项 编号	子项 名称	LOD100	LOD200	LOD300	LOD350	LOD400	LOD500
		方案设 计模型	扩初设计 模型	施工图 设计模型	施工深化模型	施工模型	竣工模型
004	主材	仅表现轮廓	基本形状、大概尺寸	准确尺寸、材质信息、定位	位置、数量、加工尺寸、性能参数	实际形状、位置、尺寸、性能参数	厂家、型号、精确尺寸、编号、位置、用途、性能参数
005	门窗	无模型	仅表现轮廓	基本形状、尺寸、位置、材质	位置、数量、加工尺寸、性能参数	实际形状、位置、尺寸、性能参数	厂家、型号、精确尺寸、编号、位置、用途、性能参数
006	百页	无模型	仅表现轮廓	基本形状、尺寸、位置、材质	位置、数量、加工尺寸、性能参数	实际形状、位置、尺寸、性能参数	厂家、型号、精确尺寸、编号、位置、用途、性能参数
007	擦窗机	无模型	无模型	形状、位置	擦窗机轨迹、定位、数量	实际形状、位置、尺寸、性能参数	厂家、型号、精确尺寸、编号、位置、用途、性能参数
008	其他(防雷/LED布局)	无模型	无模型	形状、位置	位置、数量、尺寸、布局走向、性能参数	实际形状、位置、尺寸、性能参数	厂家、型号、精确尺寸、编号、位置、用途、性能参数

注：方案阶段无模型，成本或其他性能可按单位楼面面积的某个数值计人。

14.2.9 幕墙信息模型的校核应选择具有幕墙专业设计能力的人员完成。

14.2.10 模型校核应包括以下内容：

- 1 模型与建模标准的匹配度校核；
- 2 模型精度校核。应对模型的几何精度和信息精度进行分别校核；
- 3 模型与图纸的匹配度校核。

14.3 模型应用

14.3.1 幕墙信息模型的应用应满足幕墙设计建造合同中规定的模型应用要求。

14.3.2 幕墙信息模型的应用包括模型可视化、碰撞检查、算量统计、施工进度模拟、施工工艺模拟等。

14.3.3 幕墙信息模型可视化应贯穿外立面效果确认、幕墙构造空间关系检查、关联专业或设计施工交底等幕墙设计建造的各个阶段。

14.3.4 幕墙信息模型碰撞检查宜在相关专业承建商创建的信息模型的基础上进行，并应满足下列要求：

1 方案设计阶段可应用于主体结构与幕墙面之间的空间尺寸初步确认；

2 深化设计阶段，可通过幕墙设计模型与主体结构设计模型的碰撞检查，具体判定主体结构提供的空间构造条件是否能满足幕墙布置与安装需求。通过幕墙信息模型与关联专业的碰撞分析，确定幕墙设计为关联专业预留的空间是否满足需求；

3 施工建造阶段，可通过幕墙设计模型与主体结构现场模型的碰撞检查，具体判定幕墙设计对主体结构偏差的适应性是否满足要求，并确定幕墙安装的空间是否满足施工需要。

14.3.5 幕墙信息模型算量统计应满足下列要求：

1 幕墙方案设计阶段，可基于模型进行初步工程量的统计分析，并根据预植入的幕墙平米单价信息进行幕墙造价估算；

2 幕墙深化设计阶段，可基于模型进行精准工程量的统计分析，并对幕墙材料进行标准平米含量测算，并根据预植入的幕墙材料单价进行幕墙概算统计；

3 幕墙构件加工组装阶段，可基于模型中预植入的加工批次顺序，结合模型施工进度计划，对加工计划进行合理排布；

4 幕墙施工建造阶段，可基于模型中安装区域及批次的划

分，并结合幕墙施工进度计划、材料单价进行资金流量分配分析。

14.3.6 幕墙信息模型施工进度模拟应满足下列要求：

1 在深化设计阶段可辅助对幕墙与其他专业交接接口设计的合理化；

2 在幕墙施工建造阶段可辅助优化施工工艺及工期、合理化施工顺序、协调施工机具及设备设施的综合利用。

14.3.7 幕墙信息模型施工工艺模拟应满足下列要求：

在幕墙施工建造阶段可根据现场情况以及施工方案，通过对模型进行处理以各类形式进行工艺模拟，从而来辅助合理化施工方法设计、提高设备利用率、保障施工质量、优化重难点部位的施工工艺等。

14.4 模型交付

14.4.1 幕墙信息模型的交付应满足项目幕墙设计建造合同中规定的交付标准。

14.4.2 不同阶段所交付的成果模型应满足本标准第 14.2.6 和第 14.2.8 条的规定，并应符合本标准第 14.5 节定义的精度要求。

14.4.3 依据本标准第 14.5 节定义的各级精度的幕墙信息模型应分别作为模型成果单独交付。

14.5 模型精度

14.5.1 幕墙信息模型的精度可按项目具体情况确定并应符合项目主体工程制定的建筑信息模型建模精度标准的要求。

14.5.2 幕墙信息模型精度包括模型几何精度和模型信息精度。

14.5.3 各等级模型几何精度应符合表 14.5.3 模型几何精度等级对应表。

表 14.5.3 模型精度等级对应表

精度等级 构件分类	LOD100	LOD200	LOD300	LOD400	LOD500
外立面分格	G1	G1	无	无	无
主材	G2	G3	G4	G5	G5
连接件	无	无	G4	G5	G5
预埋件	无	无	G3	G5	G5
格栅百叶	无	G2	G3	G5	G5
门窗	无	G2	G3	G5	G5
辅材	无	无	G3	G5	G5
零件	无	无	G3	G4	G4
胶条	无	无	无	G3	G3

注：1 表中模型构件分类如下：

主材：面材、龙骨等主要系统构成材料；

辅材：阴影盒衬板、封修板等次要系统构成材料；

零件：螺钉、加强筋、垫片等非主要系统构成材料；

2 表中 Gx 为模型几何精度描述，定义详见表 14.5.4。

14.5.4 各等级模型几何精度应符合表 14.5.4 模型几何精度等级定义表。

表 14.5.4 模型几何精度等级定义表

模型几何精度	具体描述
G1	二维表达，以线元素描述幕墙分格的空间边界关系
G2	近似体表达，以近似的体量元素描述构件，不要求准确尺寸，无细节
G3	基本形状表达，构件模型有外轮廓边界，以定义不同构件之间的空间关系，对构件内部无要求
G4	准确形状表达，要求构件模型有准确的轮廓边界和内构造
G5	实际形状表达，符合生产实际的准确尺寸形状

14.5.5 各等级模型信息精度应符合表 14.5.5 模型信息精度等级对应表。

表 14.5.5 模型信息精度等级对应表

模型精度	LOD100	LOD200	LOD300	LOD400	LOD500
信息精度	N1	N2	N2	N3	N4

注：表中 Nx 为信息详细程度描述，定义详见表 14.5.6。

14.5.6 各等级模型信息精度应符合表 14.5.6 模型信息精度等级定义表。

表 14.5.6 模型信息精度等级定义表

模型信息精度	具体描述
N1	包含所绘构件尺寸与位置信息
N2	包含所绘构件尺寸信息、位置信息与材质信息
N3	包含所绘制构件的几何信息、位置信息、材质信息、与构件的制造信息及现场建造信息
N4	包含所绘制构件的几何信息、位置信息、材质信息、构件的制造信息、现场建造信息及维保信息

注：1 表中制造信息包括：加工商信息、产品生产日期、产品技术参数等产品信息；

2 表中现场建造信息包括：进场日期，施工日期，施工人员等施工过程信息；

3 表中维保信息包括：维保单位、维保人员、维保日期及问题记录等运维信息。

14.5.7 建筑幕墙专业 BIM 模型细度要求应符合表 14.5.7 的规定：

表 14.5.7 模型细度表

阶段	LOD100	LOD200	LOD300	LOD350	LOD400	LOD500
	方案设计模型	扩初设计模型	施工图设计模型	施工深化模型	施工模型	竣工模型
内容	建筑中不表示	建筑中不表示	几何信息（具体的竖挺截面，有连接构件）	几何信息： 尺寸及定位信息； 幕墙系统应按照最大轮廓建模为单一幕墙，不应在标高、房间分隔等处断开； 幕墙立柱和横梁断面； 根据项目需求，包括面板、支承结构的螺栓、嵌板、立柱等幕墙件； 非几何信息： 幕墙各构造层信息，包括编号、规格、材料以及防水、防火、保温、隔音等性能等内嵌的门窗的非几何信息	几何信息： 同深化设计模型（LOD350） 非几何信息： 包含深化设计模型（LOD350）的信息 幕墙施工工序、施工时间、人员等施工信息； 根据项目需求，包括面板、支承结构的螺栓、嵌板、立柱等幕墙构件的施工细节、方式及信息	维保信息（使用年限、保修限、维保频率、维保单位等）

15 加工制作

15.1 一般规定

15.1.1 幕墙构件在加工制作前，应根据幕墙施工图对土建主体结构进行复测，并应按实测结果对幕墙施工图作必要的调整，同时完成幕墙构件加工图，并满足施工图和相关标准的要求。

15.1.2 幕墙构件应在工厂加工，其环境条件应满足杆件、组件的制作要求。

15.1.3 加工幕墙构件所采用的设备、机具应满足幕墙构件加工精度要求。计量器具应定期进行计量认证，并应在认证有效期内使用。

15.1.4 采用硅酮结构密封胶粘结的玻璃板块组件时，应在洁净、通风的厂房内制作完成，且环境温度、湿度条件应符合结构胶产品的规定，胶缝的宽度、厚度应符合设计要求。

15.1.5 构件加工前应进行表面保护处理，加工完成后应作相应编号标识，贴于方便查看位置，并做好成品保护。

15.2 铝型材构件

15.2.1 铝合金构件的加工应符合下列要求：

1 铝合金型材加工前应对外观、表面处理和几何尺寸等参数进行检查，并应符合设计图纸要求；

2 型材加工过程中，应及时去除飞边毛刺；

3 型材加工后，应进行检验，并做好成品保护和标识。

15.2.2 型材切割应符合下列要求：

1 横梁长度允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，立柱长度允许偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ，端头斜度的允许偏差为 $0 \sim -15^\circ$ (图 15.2.2-1、15.2.2

-2)；

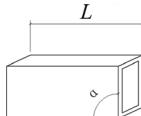


图 15.2.2-1 直角截料

L—长度； α —角度

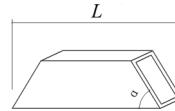


图 15.2.2-2 斜角截料

L—长度； α —角度

2 截料端头不应有加工变形，并应去除毛刺。

15.2.3 型材钻孔加工应符合下列要求：

1 孔位允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，孔距允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，累计偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；

2 铆钉的通孔尺寸偏差应符合现行国家标准《紧固件 铆钉用通孔》GB 152.1 的规定；

3 沉头螺钉的沉孔尺寸偏差应符合现行国家标准《紧固件 沉头用沉孔》GB 152.2 的规定；

4 圆柱头螺栓的沉孔尺寸偏差应符合现行国家标准《紧固件 圆柱头用沉孔》GB 152.3 的规定；

5 螺纹孔的加工应符合现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》GB/T 196、《普通螺纹公差》GB/T 197 的规定。

15.2.4 型材构件中槽、豁、榫的加工应符合下列要求：

1 铝合金构件槽口尺寸（图 15.2.4-1）允许偏差应符合表 15.2.4-1 的要求；

表 15.2.4-1 槽口尺寸允许偏差 (mm)

项目	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
允许偏差	+0.5 0.0	+0.5 0.0	± 0.5

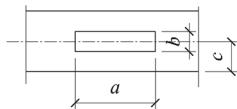


图 15.2.4-1 槽口示意图

2 铝合金构件豁口尺寸（图 15.2.4-2）允许偏差应符合表 15.2.4-2 的要求；

表 15.2.4-2 豁口尺寸允许偏差 (mm)

项目	a	b	c
允许偏差	+0.5 0.0	+0.5 0.0	± 0.5



图 15.2.4-2 豁口示意图

3 铝合金构件榫头尺寸（图 15.2.4-3）允许偏差应符合表 15.2.4-3 的要求。

表 15.2.4-3 榫头尺寸允许偏差 (mm)

项目	a	b	c
允许偏差	0.0 -0.5	0.0 -0.5	± 0.5

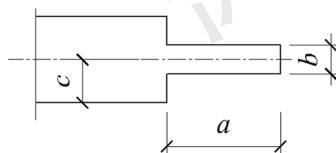


图 15.2.4-3 榫头示意图

15.2.5 铝合金构件弯加工宜采用拉弯设备进行弯加工，弯加工后构件表面应光滑，不得有皱折、裂纹等缺陷。

15.3 钢构件

15.3.1 幕墙用钢构件加工应符合下列要求：

- 1 构件加工前，应对材质、规格尺寸、外观质量、表面保护等进行检查，并应符合设计要求；
- 2 有防腐处理要求的构件，宜先进行加工，后进行防腐处理；
- 3 构件加工过程中，应及时去除飞边毛刺；
- 4 构件焊接后，应进行外观变形检查和校正处理；
- 5 构件加工后，应进行检验，并做好成品保护和标识。

15.3.2 平板型预埋件加工精度应符合下列要求：

- 1 锚板边长允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，锚筋长度不允许负偏差；
- 2 锚筋中心线允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ，锚筋和锚板面垂直度允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚筋长度)；
- 3 锚筋与锚板的焊接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 或本标准附录 A 的规定；
- 4 当锚筋直径 $\leq 20\text{mm}$ 时，锚筋与锚板可用压力埋弧焊；当锚筋直径 $>20\text{mm}$ 时，锚筋与锚板应采用穿孔塞焊。焊缝应符合现行国家标准和设计要求，焊接后应除焊渣，不允许出现裂缝、夹渣、气孔、焊瘤等缺陷。

15.3.3 槽式埋件的加工精度应符合下列要求：

- 1 长度允许偏差为 $-2\text{mm} \sim +5\text{mm}$ ，宽度、高度允许偏差为 $\pm 1\text{mm}$ ，锚筋长度不允许负偏差；
- 2 锚筋中心线允许偏差 $\pm 1.5\text{mm}$ ，槽口宽度允许偏差 $0 \sim +1.5\text{mm}$ ；
- 3 锚筋与槽体垂直度允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚筋长度)；
- 4 除不锈钢外，槽式埋件表面及槽内应进行防腐处理。

15.3.4 连接件、支承件的加工精度应符合下列要求：

- 1 连接件、支承件外观应平整，不得有裂纹、毛刺、凹凸、翘曲、变形等缺陷；
- 2 连接件、支承件加工尺寸（图 15.3.4）允许偏差应符合表 15.3.4 的要求。

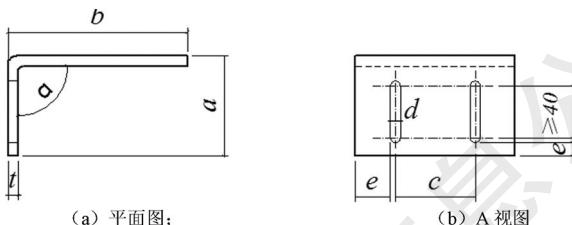


图 15.3.4 连接件、支撑件尺寸示意图

表 15.3.4 连接件、支撑件尺寸允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
连接件高 a	+5, -2
连接件长 b	+5, -2
孔距 c	± 1.0
孔宽 d	+1.0, 0
边距 e	+1.0, 0
壁厚 t	+0.5, -0.2
弯曲角度 α	$\pm 2^\circ$

15.3.5 钢型材立柱及横梁的加工应符合下列要求：

- 1 型材切割前应对弯曲度、扭拧度进行检查和校直。直线度允许偏差不应大于 $1/500$ ；
- 2 横梁长度允许偏差 $-1\text{mm} \sim +0.5\text{mm}$ ；立柱长度允许偏差 $-2\text{mm} \sim +1\text{mm}$ ；
- 3 端头斜度允许偏差为 $0 \sim -15'$ 。

15.3.6 当幕墙支承结构采用钢结构时，加工应符合下列要求：

- 1 应合理划分拼装单元；
- 2 管桁架宜按计算的相贯线采用数控设备切割加工；
- 3 钢构件拼装单元的节点位置允许偏差为 $\pm 2.0\text{mm}$ ；
- 4 构件长度、拼装单元长度的允许正、负偏差均可取长度的 $1/2000$ ；
- 5 管件连接焊缝应沿全长连续、均匀、饱满、平滑、无气泡和夹渣；支管壁厚小于 6mm 时可不切坡口；角焊缝的焊脚高度不宜大于支管壁厚的2倍；
- 6 钢结构的表面处理应符合本标准第3.3节的有关规定；
- 7 单元组装的钢结构，宜进行预拼装。

15.3.7 钢拉杆、拉索加工除应符合现行国家标准《钢拉杆》GB/T 20934和现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257、《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389的相关规定外，尚应符合下列要求：

- 1 钢拉杆、拉索不应采用焊接连接；
 - 2 自平衡索桁架应在工作台座上进行拼装，并应防止表面损伤。
- 15.3.8** 钢构件焊接、螺栓连接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《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81的规定。
- 15.3.9** 钢构件表面处理应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的有关规定。

15.4 玻璃

15.4.1 玻璃幕墙、采光顶及雨篷用玻璃品种、规格应符合设计要求，边缘应经过处理。

15.4.2 钢化玻璃应进行三边细磨或三边抛光。采用机械进行磨边处理，磨轮目数不应小于180目，倒角宽度不小于 1mm 。点

支承幕墙玻璃的孔口、全玻璃幕墙以及外露的玻璃板块，边缘应精磨，孔边缘不应有崩边等缺陷。

15.4.3 玻璃幕墙的单片玻璃、夹层玻璃、中空玻璃的加工精度应符合下列要求：

1 单片玻璃尺寸允许偏差应符合表 15.4.3-1 的要求：

表 15.4.3-1 单片玻璃尺寸允许偏差 (mm)

项目	玻璃厚度 (mm)	玻璃边长 L≤2000	玻璃边长 L>2000
边长	6, 8, 10, 12	±1.5	±2.0
	15, 19	±2.0	±3.0
对角线差	6, 8, 10, 12	≤2.0	≤3.0
	15, 19	≤3.0	≤3.5

2 中空玻璃的开孔可采用大、小孔相对的方式。中空玻璃的尺寸允许偏差应符合表 15.4.3-2 的要求：

表 15.4.3-2 中空玻璃尺寸允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
边长	L < 1000	±2.0
	1000 ≤ L < 2000	+2.0 - 3.0
	L ≥ 2000	±3.0
对角线差	L ≤ 2000	≤2.5
	L > 2000	≤3.5
厚度	t < 17	±1.0
	17 ≤ t < 22	±1.5
	T ≥ 22	±2.0
叠差	L < 1000	±2.0
	1000 ≤ L < 2000	±3.0
	2000 ≤ L < 4000	±4.0
	L ≥ 4000	±6.0

3 夹层玻璃的开孔可采用大、小孔相对的方式。夹层玻璃尺寸允许偏差应符合表 15.4.3-3 的要求：

表 15.4.3-3 夹层玻璃尺寸允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
边长	$L \leq 2000$	± 2.0
	$L > 2000$	± 2.5
对角线差	$L \leq 2000$	≤ 2.5
	$L > 2000$	≤ 3.5
叠差	$L < 1000$	± 2.0
	$1000 \leq L < 2000$	± 3.0
	$2000 \leq L < 4000$	± 4.0
	$L \geq 4000$	± 6.0

4 玻璃面板弯加工应符合下列要求：

- 1) 曲边顺滑一致，每米弦长内拱高允许偏差为 $\pm 3\text{mm}$ ；
- 2) 直边的弯曲度，拱形时不应超过 0.5% ，波形时不应超过 0.3% 。

5 玻璃面板切角、孔加工应符合下列要求：

- 1) 玻璃切角、孔加工尺寸允许偏差应满足表 15.4.3-4 的要求；

表 15.4.3-4 玻璃切角、孔加工尺寸允许偏差

项目	角边长尺寸	孔径尺寸	钻孔位置	孔距	孔轴与玻璃平面垂直度
允许偏差	$\pm 1.0\text{mm}$	$\pm 1.0\text{mm}$	$\pm 0.8\text{mm}$	$\pm 1.0\text{mm}$	$\pm 12'$

- 2) 孔洞边缘均应倒棱磨边，倒棱宽度不宜小于 1mm ，磨边宜细磨；
- 3) 中空玻璃开孔后，开孔处应采取多道密封措施。

15.4.4 中空玻璃加工应符合下列要求：

1 所有材料应进行清洁处理并应满足注胶要求；

2 当采用双组份硅酮结构密封胶时，应进行混匀性试验和拉断试验，注胶前应进行相容性、剥离强度检测，注胶后必须静置养护，养护时间根据结构胶的固化程度确定。未完全固化的，不应随意搬动。注胶宽度和厚度应符合设计要求，不得有负偏差；

3 注胶必须饱满，不得出现气泡，表面应平整光滑，余胶不得重复使用。

15.4.5 夹层玻璃不得出现气泡等缺陷。胶片不应暴露在室外空气中。胶片不宜接触硅酮密封胶。

15.5 石材面板

15.5.1 石材的品种、外形尺寸、色泽、纹理应符合设计要求。

15.5.2 天然石材的加工应符合下列要求：

1 尺寸偏差应符合现行国家标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601、《天然大理石建筑板材》GB/T 19766、《天然砂岩建筑板材》GB/T 23452、《天然石灰石建筑板材》GB/T 23453、《干挂饰面石材》GB/T 32834 等标准中有关一等品或优等品的规定；

2 石板应无暗裂缺陷、连接部位无崩裂。外侧不得有崩边、缺角现象；内侧非连接部位崩边不大于 $5\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，缺角不大于 20mm ；

3 火烧板应按样板检查火烧后的均匀程度，火烧石不得有暗纹、崩裂情况；

4 石板加工应排版观察，同一立面的石板色差应均匀，相邻石材不得有明显色差；

5 幕墙用石材面板宜在工厂加工，宜采用先磨后切工艺进行加工；

6 石材的端面可视时，宜进行定厚处理；

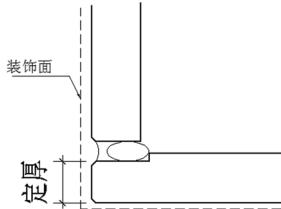


图 15.5.2

7 石板外形尺寸允许偏差应符合表 15.5.2 的要求。

表 15.5.2 石材面板外形尺寸允许偏差 (mm)

项目	长度、宽度	对角线差	平面度	厚度
亚光面、镜面板	± 1.0	± 1.5	1	+2.0 -1.0
粗面板	± 1.0	± 1.5	2	+3.0 -1.0

15.5.3 通槽式、短槽式安装的石板加工应符合下列规定：

1 石材开槽后不得有损坏或崩裂现象，槽口应打磨成 45° 倒角，倒角宽度不宜小于 2mm，槽内应光滑、洁净；

2 开槽加工允许偏差应符合表 15.5.3 的要求：

表 15.5.3 石板开槽加工允许偏差 (mm)

序号	项目	通槽(短平槽、弧形短槽)		短槽	
		最小尺寸	允许偏差	最小尺寸	允许偏差
1	槽口宽度	7.0	± 0.5	7.0	± 0.5
2	槽口有效长度(短平槽槽底处)	—	± 2.0	100	—
3	槽深(槽角度)	—	槽深/20	—	矢高/20
4	两(短平槽)槽中心线距离	—	± 2.0	—	± 2.0

续表 15.5.3

序号	项目	通槽(短平槽、弧形短槽)		短槽	
		最小尺寸	允许偏差	最小尺寸	允许偏差
5	槽外边到板端边距离	—	±2.0	不小于板材厚度和85, 不大于180	±2.0
6	内边到板端边距离	—	±3.0	—	±3.0
7	槽任一端侧边到板外表面距离	8.0	±0.5	8.0	±0.5
8	槽任一端侧边到板内表面距离 (含板厚偏差)	—	±1.5	—	±1.5
9	槽深度(有效长度内)	16	±1.5	16	±1.5

15.5.4 背栓式安装的石板加工应符合下列规定：

1 背栓孔应采用专用钻孔机械成孔及专用测孔器检查，背栓孔应光滑、洁净；

2 背栓孔的加工尺寸允许偏差应符合表 15.5.4 的要求：

表 15.5.4 石材面板背栓孔加工尺寸允许偏差 (mm)

背栓规格	直孔直径	底扩孔直径	钻孔深度
M6/M8	-0.2 ~ +0.4	±0.3	-0.1 ~ +0.4

3 背栓植人深度除设计注明外，应符合本标准 6.4.10 的规定。

15.5.5 加工好的石材面板应立放于通风良好的仓库内，其与水平面夹角不应小于 85°。

15.6 金属面板

15.6.1 金属面板的品种、规格、表面处理及色泽应符合设计及合同约定的要求。采用辊涂工艺时，辊涂方向与加工图保持一致。

15.6.2 金属板材加工允许偏差应符合表 15.6.2 的要求。

表 15.6.2 金属板材加工尺寸允许偏差 (mm)

项目		允许偏差
边长	L≤2000	±2.0
	L>2000	±2.5
对边尺寸	L≤2000	≤2.5
	L>2000	≤3.0
对角线长度	L≤2000	≤2.5
	L>2000	≤3.0
折弯高度		≤1.0
平面度		≤2/1000
孔中心距		±1.5

15.6.3 单层金属板的加工应符合下列要求：

1 单层金属板折弯加工时，折弯外圆弧半径不应小于板厚的 1.5 倍。采用开槽折弯时，应控制刻槽深度，保留的铝材厚度不应小于 1.0mm，并在开槽部位采取加强措施；

2 单层金属板加强肋的固定应牢固，采用电栓钉时，单层金属板外表面不应变形、变色。加强肋与单层金属板折边或加强边框应可靠连接；

3 单层金属板的固定耳子应符合设计要求。固定耳子可采用焊接、铆接或在金属板上直接冲压而成，左右位置应错开，固定牢固；

4 金属板幕墙组件的板折边角度允许偏差不大于 2° ，折边高度不小于 25mm。折边组角处宜相互连接，组角处缝隙不大于 1mm。

15.6.4 金属复合板的加工应符合下列要求：

1 在切割复合板内层金属板和芯材时，应保留不小于

0.3mm 厚的芯材，不得划伤外层金属面板；

2 复合面板芯层不应外露，宜采用金属镶嵌边框、面层材料折边或采用硅酮密封胶等方式封闭；

3 复合板折边高度不小于 25mm，并采取加强措施；

4 在加工过程中复合板不应与水接触，加工后不得堆放在潮湿环境中。

15.6.5 金属蜂窝板的加工应满足下列要求：

1 在切除芯材时不得划伤外层面板的内表面，各部位外层面板上，应保留 0.3mm~0.5mm 的芯材；

2 金属蜂窝板应采取可靠封边措施，避免蜂窝芯材外露；

3 折角部位应加强，角缝应采用中性密封胶密封；

4 瓦楞芯板应封边处理。折边后，周边应有加强措施。

15.6.6 金属板加工完成后及时粘贴保护膜，金属板之间应有隔离层，以防相互划伤。

15.7 人造板材

15.7.1 应根据人造板材的特性选用合适的加工机具，刀具的切削性能应与面板材料相适应并保持锋利。

15.7.2 瓷板、陶板、微晶玻璃板的切割加工应符合下列规定：

1 加工过程中所使用的润滑剂、冷却剂和清洁剂，应采用对面板材料无污染的水性溶剂进行冷却和润滑，不得采用有机溶剂型清洁剂。成品板应放置通风处自然干燥；

2 成品板的形状、尺寸应符合设计要求，加工允许尺寸偏差应符合表 15.7.2 的规定。

表 15.7.2 瓷板、陶板、微晶玻璃板加工允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
长度	±1.0
对角线	≤2.0

15.7.3 瓷板、微晶玻璃板的槽口加工应符合下列规定：

- 1 槽口加工宜采用专用设备，不宜采用手持机械；
- 2 槽口的宽度、长度、位置应符合设计要求；
- 3 槽口侧面不得有损坏或崩裂现象，槽口内壁应光滑、洁净，不得有目视可见的阶梯；
- 4 槽口连接部位应无爆边、裂纹等缺陷；
- 5 槽口加工允许偏差应符合表 15.7.3 的规定。

表 15.7.3 瓷板、微晶玻璃板槽口加工允许偏差 (mm)

项目	宽度	长度	深度	槽端到板端边距离	槽边到板面距离
允许偏差	0.5 0	短槽： +10.0 0	1.0 0	短槽： +10.0 0	+0.5 0

注：允许将瓷板、微晶玻璃板短挂件连接用槽口加工成通槽。

15.7.4 石材蜂窝板的切割加工应符合下列规定：

- 1 加工过程中所使用的润滑剂、冷却剂和清洁剂，应采用对面板材料无污染的水性溶剂进行冷却和润滑，不得采用有机溶剂型清洁剂。成品板应放置通风处自然干燥；
- 2 成品面板的形状、尺寸应符合设计要求，加工允许偏差应符合表 15.7.4 的规定。

表 15.7.4 石材蜂窝板加工允许偏差 (mm)

项目	要求	
	亚光面、镜面板	粗面板
边长		0.0 -1.0
对边长度差	≤1000	≤2.0
	>1000	≤3.0
厚度	±1.0	+2.0 -1.0

续表 15.7.4

项目	要求	
	亚光面、镜面板	粗面板
对角线差	≤ 2.0	
边直度	每米长度	≤ 1.0
平整度	每米长度	≤ 1.0

15.7.5 其他人造板材的加工制作尚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。

15.8 构件组装

15.8.1 半隐框、隐框玻璃板块组装应符合下列要求：

1 硅酮结构密封胶注胶前，必须取得合格的相容性试验、剥离粘接性试验报告，必要时应加涂底胶；双组份硅酮结构密封胶应检查混合均匀性（蝴蝶试验）和混合后的固化速度（拉断试验）；

2 隐框板块的副框应组角连接，双面胶带定位准确，结构胶厚度、宽度尺寸应满足设计要求，不得有负偏差；

3 注胶前对被粘接部位材料表面进行清洁，应分别使用带溶剂的擦布和干擦布清除干净，在清洁后半小时内进行注胶，否则应重新清洁；

4 镀膜玻璃采用离线工艺制作的，应将注胶部位的膜层去除干净；

5 注胶时，玻璃板块宜在型材上方，并考虑玻璃自重对双面胶带产生压缩而产生厚度负偏差；

6 注胶必须饱满，不得出现气泡，表面应平整光滑，余胶不得重复使用；

7 玻璃面板注胶作业应在洁净通风的室内操作，注胶后养护条件应符合硅酮结构密封胶产品的规定，养护期间玻璃面板不

得承受任何荷载。养护时间根据结构胶的固化程度确定，固化未达到足够承载力之前，板块不应搬动；

8 隐框玻璃幕墙组件尺寸允许偏差应满足表 15.8.1 的要求。

表 15.8.1 隐框幕墙组件尺寸允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
框长度尺寸	± 1.0	
组件长度尺寸	± 2.5	
框接缝高度差	≤ 0.5	
框内侧对角线差 及组件对角线差	L≤2000	≤ 2.5
	L>2000	≤ 3.5
框组装间隙	≤ 0.5	
胶缝宽度	$0 \sim +2.0$	
胶缝厚度	$0 \sim +0.5$	
组件周边玻璃与铝框位置差	± 1.0	
结构组件平面度	≤ 3.0	

15.8.2 开启窗的组装应符合下列要求：

1 开启窗应在工厂加工完成，开启窗边框和扇框可采用机械挤角、专用组角件或焊接方式组装。机械挤角、专用组角件方式组装前应注组角胶；焊接方式组装焊缝应打磨平整。拼装前应涂端面胶；

2 开启扇玻璃底部托条应与扇框可靠连接，托条上应设置衬垫；

3 五金件安装应采用螺钉连接，并应有防松脱措施；

4 开启窗四周的密封胶条应镶嵌完整、牢固，胶条在边框槽口内连续，镶嵌密封胶条时长度应比边框内槽口长 1.5% ~ 2%。在转角处宜采用专用转角胶条，胶条转角和接头部位应采

用粘接剂粘接牢固；

5 隐框开启扇应采用硅酮结构密封胶，注胶尺寸应符合设计要求，硅酮结构密封胶不得外露；

6 开启扇组装尺寸允许偏差应满足表 15.8.1 的要求。

15.8.3 石材背栓组装要求：

1 背栓植入后与挂件连接应可靠，不得产生松动、扭曲等现象；

2 面板上部背栓挂件应可调节，调节后应有防止滑移的固定装置；

3 石材转角组件为背栓连接时，宜采用铝合金专用连接件，其壁厚不应小于 4.5mm；

4 背栓开孔失效，孔洞应采用环氧胶填充。

15.8.4 明框幕墙组件加工尺寸允许偏差应符合下列要求：

1 组件装配尺寸允许偏差应符合表 15.8.4-1 的要求；

表 15.8.4-1 组件装配尺寸允许偏差 (mm)

项目	构件长度	允许偏差
型材槽口尺寸	≤2000	±2.0
	>2000	±2.5
组件对边尺寸差	≤2000	≤2.0
	>2000	≤3.0
组件对角线尺寸差	≤2000	≤3.0
	>2000	≤3.5

2 相邻构件装配间隙及同一平面度的允许偏差应符合表 15.8.4-2 的要求；

表 15.8.4-2 相邻构件装配间隙及同一平面度的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	项目	允许偏差
装配间隙	≤0.5	同一平面度差	≤0.5

3 玻璃与槽口的配合尺寸应符合本标准第 6.2.14 和第 6.2.15 条的规定；

4 明框幕墙组件应拼装严密。设计要求密封时，应采用硅酮建筑密封胶进行密封；

5 明框幕墙组装时，应采取措施控制玻璃与铝合金框料之间的间隙。玻璃的下边缘应采用垫块进行支承。玻璃定位垫块位置、数量应满足承载要求，玻璃面板与槽口之间应进行可靠密封。

15.8.5 单元板组装要求：

1 单元板应按加工图和工艺要求组装。单元板块应编号，并注明安装方向和安装顺序；

2 单元板构件连接应牢固，在组装和安装过程中不得变形及松动。构件连接处的缝隙应采用硅酮密封胶密封；

3 单元板框架的构件连接和螺纹连接处，应采取有效的防水和防松措施；工艺孔应采取防水措施。通气孔及排水孔应畅通；

4 玻璃板块的固定应符合本标准第 6.2.16 和第 6.2.17 条的规定，硅酮结构密封胶不应外露；

5 对接型单元部件四周的密封胶条应周圈形成闭合，且在四个角部应连接成一体；插接型单元部件的密封胶条在两端头应留有防止胶条回缩的适当余量；

6 单元板块在搬动、运输、吊装过程中，应采取措施防止面板滑动或变形；

表 15.8.5-1 螺钉孔内径和扭矩要求

螺钉公称直径 (mm)	孔径 (mm)		扭矩 (Nm)
	最小	最大	
5.5	4.735	4.785	10.0
6.3	5.475	5.525	13.6

7 单元板组装允许偏差应符合表 15.8.5-2 的规定。

表 15.8.5-2 单元板组装允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差
1	组件长度、宽度	L≤2000 ±1.5
		L>2000 ±2.0
2	组件对角线长度差	L≤2000 ≤2.5
		L>2000 ≤3.5
3	接缝高低差	≤0.5
4	接缝间隙	≤0.5
5	框面划伤	≤3 处且总长≤100mm
6	框面擦伤	≤3 处且总面积≤200mm ²
7	胶缝宽度	+1.0 0
8	胶缝厚度	+0.5 0
16	各搭接量 (与设计值比)	+1.0 0
10	组件平面度	≤1.5
11	组件内镶板间接缝宽度 (与设计值比)	±1.0
12	连接构件竖向中轴线距组件外表面 (与设计值比)	±1.0
13	连接构件水平轴线距组件水平对插中心线 (可上下调节时 ±2.0)	±1.0
15	连接构件竖向轴线距组件竖向对插中心线	±1.0
15	两连接构件中心线水平距离	±1.0
16	两连接件上、下端水平距离差	±0.5
17	两连接件上、下端对角线差	±1.0

15.8.6 双层单元幕墙及双层幕墙单元组件在加工前应对各板块

编号，并应注明加工、运输、安装方向和顺序。

15.8.7 单元式双层幕墙的内、外两层幕墙单元组件应在按各自标准检验合格后，再进行合体组装。组装允许偏差应符合表 15.8.7 的规定。

表 15.8.7 单元式双层幕墙组装允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差	检查方法
1	内、外层单元组件四周垒差	≤1	角尺、塞规
2	双层单元总厚度	±1	钢尺
3	内、外层单元组件对角垒差	≤1.5	角尺、塞规
4	内外层单元组件内腔净空(杆件处)	±1	钢尺
5	内外单元组件连接位置差	≤1	钢尺

15.8.8 双层幕墙内层为门窗构造时，门窗的加工、组装尚应满足现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214 的要求。

15.9 构件检验

15.9.1 构件加工、组件制作过程中必须建立自检、互检、专职检验三级检验制度，每道工序必须首件检验合格后方可批量加工，并保留检验记录。

15.9.2 构件、组件应按 5% 进行随机抽样检查，且每种构件不得少于 5 件。当有一个构件不符合要求时，应加倍抽查，复检合格后方可出厂。

15.9.3 单元式幕墙板块应在工厂内进行浸水试验。

15.9.4 产品出厂时，应附有检验合格证书，各组件可张贴二维码保存信息。

16 安装施工

16.1 一般规定

16.1.1 幕墙安装应在主体结构施工完成或具备幕墙施工条件并验收合格后方可进行。与主体结构同步施工或分段施工的，应采取可靠的安全隔离措施。

16.1.2 幕墙构件及附件的材料品种、规格、色泽和性能，应符合设计要求。幕墙构件应进行进场验收，不合格的构件不得安装使用。

16.1.3 幕墙施工前应编制专项施工方案，并应符合现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB 50502 的规定。

16.1.4 幕墙安装前应对槽式预埋件及后置埋件锚栓的承载力进行检测，并应符合设计要求。

16.1.5 幕墙安装前应进行幕墙物理性能检测，合格后进行安装。有抗爆设计或其他特殊功能要求的建筑幕墙，尚应进行抗爆或特殊功能的检测，符合要求后方可施工。

16.1.6 隐框、半隐框玻璃幕墙组件严禁在施工现场打注硅酮结构密封胶。

16.1.7 幕墙安装过程中，应及时对半成品、成品进行保护；在构件存放、搬运、吊装时不得碰撞、损坏和污染构件。

16.2 构件式幕墙

16.2.1 测量放线要求：

1 测量放线前，应先确定主体结构的标高控制线、轴线控制线及底层的基准控制点；

2 测量放线时，应复核主体结构尺寸，幕墙分格不得积累

偏差。如主体结构尺寸偏差大，应反馈相关单位进行处理；

3 分格线确定后，应在其垂直方向和水平方向设置控制线；垂直方向不大于 20m 设置一条控制线；

4 测量放线应在风力不大于 4 级时进行；

5 高层建筑应定期对安装定位基准进行校核。

16.2.2 预埋件的安装要求：

1 安装前应检查规格型号，埋件位置符合设计要求；

2 预埋件的锚筋应放置在构件的外排主筋的内侧，浇筑混凝土时应采取措施防止埋件发生位移；

3 预埋件的位置偏差应满足设计要求，当设计无要求时，预埋件的位置偏差不应大于 $\pm 20\text{mm}$ ，标高偏差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。面埋预埋件标高偏差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ ；

4 有防雷接地要求的预埋件，锚筋必须与主体结构的接地钢筋捆扎或焊接。

16.2.3 预埋件偏位及后置埋件应按下列要求处理：

1 预埋件偏位过大不满足安装要求或漏埋时，应采取纠偏或后补措施，且应符合设计要求；

2 后置埋件钻孔时应避开主体结构钢筋，钻孔尺寸应符合产品要求；

3 采用扩底型机械锚栓固定锚板时，应使用厂家提供配套的专用扩孔钻头、扩孔检测工具和敲击工具。自扩底型机械锚栓螺母的旋紧应采用扭力扳手，扭力数据按生产厂家提供的规定；

4 采用特殊倒锥型化学锚栓固定锚板时，钻孔尺寸及安装方法应符合产品要求，锚固胶采用乙烯基酯类树脂。当在锚板上进行焊接作业时，应提供耐高温后抗拉承载力检验报告；

5 锚栓孔至锚板边缘的距离不应小于 2 倍锚栓孔直径和 20mm，锚栓最小间距应大于 6 倍锚栓直径，锚栓距离结构边缘不应小于 6 倍锚栓直径和 70mm；

6 锚栓应安装在主体结构部位，钻孔后应进行检查和清理，

锚栓的有效锚固深度应符合下表的规定。有效锚固深度不应包括装饰层或抹灰层；

表 16.2.3-1 扩底型机械锚栓的有效锚固深度

锚栓螺杆直径 (mm)	10	12	16	20	24
有效锚固深度 (mm)	≥80	≥80	≥100	≥150	≥180

表 16.2.3-2 特殊倒锥形化学锚栓的有效锚固深度

锚栓螺杆直径 (mm)	10	12	16	20	24
有效锚固深度 (mm)	≥80	≥100	≥125	≥170	≥200

7 锚栓与锚板之间应设置厚度不小于 3mm 的钢垫片，位置调整后钢垫片与锚板及螺母之间采取点焊方式固定，以防止锚栓松动或滑动脱落；

8 废弃的锚栓孔应进行封堵处理，采用高强度无收缩砂浆填充密实；

9 锚栓安装完成后，应进行锚固承载力现场检测，抗拉力应大于设计值的 2 倍以上。

16.2.4 幕墙立柱安装要求：

1 转接件与埋件应连接可靠。转接件的规格、数量、与埋件的焊缝尺寸应符合设计要求，焊接后应去除焊渣并及时进行防腐处理。当采用螺栓连接时应采取防松措施；

2 立柱与转接件的连接应符合设计要求，连接螺栓不少于 2 组；

3 芯柱规格尺寸及长度应符合设计要求，并与立柱可靠连接；

4 立柱安装轴线偏差：不应大于 $\pm 2\text{mm}$ ，相邻两根立柱安装标高偏差不应大于 3mm，同层立柱的最大标高偏差不应大于 5mm，相邻两根立柱固定点的距离偏差不应大于 2mm；

5 立柱安装就位、调整后应及时紧固，并采取防止位移措施。

16.2.5 幕墙横梁安装应符合下列要求：

1 横梁与立柱连接应符合设计要求。横梁与立柱采用螺栓或螺钉连接时，至少有一端与立柱留出伸缩间隙，间隙宽度应符合设计要求，连接处应采用柔性垫片或密封胶封堵。当采用焊接时，焊缝位置、尺寸应满足设计要求，焊接后应去除焊渣并及时进行防腐处理；

2 铝合金横梁与立柱连接点的螺钉或螺栓应不少于2个，当横梁为开口型材时应不少于3个。不应采用沉头、半沉头螺钉；

3 同一根横梁两端或相邻两根横梁的水平标高偏差不应大于1mm。同层标高偏差：当一幅幕墙宽度 $\leq 35m$ 时，不应大于5mm；当一幅幕墙宽度大于35m时，不应大于7mm；

4 每个楼层横梁安装完成后，应及时进行检查、校正和固定。

16.2.6 幕墙主要附件安装要求：

1 防火层构造应符合设计要求。承托板应与主体结构和幕墙框架固定，不得留有空隙。承托板与主体结构及幕墙框架的交接处应采用防火密封胶封堵。防火棉铺设应密实、平整、连续；

2 幕墙与主体结构的封口处理应符合设计要求；

3 避雷连接构造应符合设计要求。采用现场焊接的构件，应在焊接后及时进行防腐处理；

4 开放式幕墙的防水层构造应符合设计要求；

5 幕墙安装用的临时衬垫、固定材料，应在构件紧固后及时拆除；

6 安装在幕墙系统中的保温材料铺设应平整、密实、牢固，拼装处不应留有缝隙。

16.2.7 玻璃面板安装要求：

1 安装前玻璃表面应清洁。玻璃镀膜面的朝向应符合设计要求；

2 玻璃底部托条或垫块设置应符合设计要求，托条与幕墙框架应牢固连接；

3 明框玻璃幕墙压板及后置隔热条应通长设置，固定螺钉规格和间距应符合设计要求；

4 玻璃槽口采用胶条密封时，材质、型号应符合设计要求，橡胶条转角和接头部位应采用粘结剂粘结牢固，镶嵌应平整；

5 铝合金装饰构件的连接方式应符合设计要求。安装后表面平整、无色差，接缝均匀并密实。

16.2.8 金属面板安装要求：

1 金属板安装前应检查平整度、表面质量、加强筋连接等要求；

2 对幕墙支承结构的连接及平整度进行检查，保证连接可靠；

3 板块安装调整后应进行固定，板缝尺寸应符合设计要求，并进行密封处理。接缝平直，接缝大小一致；

4 采用挂钩式安装时，应及时安装防脱落装置。

16.2.9 石板面板安装要求：

1 石材挂件支座与框架连接应符合设计要求，安装允许偏差应符合表 16.2.9 规定；

表 16.2.9 石材幕墙挂件支座安装允许偏差和检验方法

项目	允许偏差 (mm)	检查方法
挂件水平位置	1.0	水平仪
挂件标高	±1.0	水平仪、水平尺
挂件前后水平标高差	1.0	水平尺
挂件挂钩中心线与石板槽口中心线差	2.0	金属直尺
挂件入槽深度 (与设计值比)	±2.0	金属直尺

续表 16.2.9

项目	允许偏差 (mm)	检查方法
背栓挂件钩尖至背栓中心线距离	±1.0	金属直尺
背栓挂件与支座搭接 (与设计值比)	±1.0	金属直尺

2 确定石材面板的安装顺序，安装调整后进行固定；

3 板缝尺寸应符合设计要求，并进行密封处理。接缝平直，接缝大小一致。应采用石材专用密封胶密封；

4 倒挂、外倾斜的面板防坠落构造应符合设计要求。

16.2.10 人造板面板安装要求：

1 根据连接方式确定幕墙面板的安装顺序，预安装并调整后，需在孔、槽内注胶粘剂的面板，胶粘剂的品种和性能应符合产品标准的规定；

2 板缝构造及尺寸应符合设计要求；

3 板缝用胶密封时，应与接触材料相容，并不得产生污染性；

4 倒挂、外倾斜的面板防坠落构造应符合设计要求。

16.2.11 建筑密封胶施工要求：

1 建筑密封胶不宜在夜晚、雨天打胶，打胶环境条件应符合产品要求，打胶前应确保打胶面清洁、干燥；

2 板缝尺寸、密封胶规格应符合设计要求。密封胶的施工厚度不应小于 3.5mm；较深的密封槽口底部应采用聚乙烯发泡材料填塞；

3 硅酮建筑密封胶在接缝内应对面粘结，不应三面粘结；

4 胶缝应饱满、光滑顺直，不得有气泡、气孔、间断等缺陷。

16.2.12 幕墙安装过程中，应在注胶完成后进行淋水试验自查。

16.2.13 构件式玻璃幕墙安装允许偏差应符合表 16.2.13-1 和 16.2.13-2 的规定。

表 16.2.13-1 明框玻璃幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检测器具
1	幕墙垂直度 (幕墙高度 H)	H ≤ 30m	≤ 10.0	激光仪或经纬仪
		30m < H ≤ 60m	≤ 15.0	
		60m < H ≤ 90m	≤ 20.0	
		90m < H ≤ 150m	≤ 25.0	
		H > 150m	≤ 30.0	
2	构件直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
3	横向构件水平度	长度 ≤ 2m	≤ 2.0	水平仪
		长度 < 2m	≤ 3.0	
4	同高度相邻两根横向 构件高度及错位偏差		≤ 1.0	钢板尺, 塞尺
5	横向构件水平度	幅宽 ≤ 35m	≤ 5.0	水平仪
		幅宽 > 35m	≤ 7.0	
6	分格框对角线差	对角线长度 ≤ 2m	≤ 3.0	对角线尺或钢卷尺
		对角线长度 > 2m	≤ 3.5	

注：垂直度、直线度包括幕墙平面内及平面外的检查。

表 16.2.13-2 隐框、半隐框玻璃幕墙安装允许偏差

项次	项目		允许偏差 (mm)	检测器具
1	墙面垂直度 (幕墙高度 H)	H ≤ 30m	≤ 10.0	激光仪或经纬仪
		30m < H ≤ 60m	≤ 15.0	
		60m < H ≤ 90m	≤ 20.0	
		90m < H ≤ 150m	≤ 25.0	
		H > 150m	≤ 30.0	
2	幕墙表面平整度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺
3	横、竖缝直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	板材立面垂直度		± 2.0	垂直检测尺
5	板材上沿水平度		± 2.0	1m 水平尺, 钢板尺

续表 16.2.13-2

项次	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
6	相邻板材板角错位	±1.0	钢板尺
7	阳角方正	±2.0	量角器
8	接缝高低差	±1.0	塞尺, 钢板尺
9	接缝宽度 (与设计值比)	±2.0	钢板尺

16.2.14 金属幕墙安装允许偏差应符合下表规定。

表 16.2.14 金属幕墙安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
1	幕墙垂直度	高度 $H \leq 30m$	≤10.0
		$30m < H \leq 60m$	≤15.0
		$60m < H \leq 90m$	≤20.0
		$90m < H \leq 150m$	≤25.0
		$H > 150m$	≤30.0
2	幕墙水平度	层高 $\leq 3m$	≤3.0
		层高 $> 3m$	≤5.0
3	幕墙表面平整度	≤2.0	2m 靠尺、塞尺
4	面板立面垂直度	≤3.0	垂直检测尺
5	面板上沿水平度	≤2.0	1m 水平尺, 钢板尺
6	相邻板材板角错位	≤1.0	钢板尺
7	阴阳角方正	≤2.0	直角检测尺
8	接缝直线度	≤3.0	拉5m线, 不足5m拉通线, 用钢板尺检查
9	接缝高低差	≤1.0	钢板尺, 塞尺
10	接缝宽度	≤1.0	钢板尺

16.2.15 石材幕墙安装允许偏差应符合下表规定。

表 16.2.15 石材幕墙安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)		检测器具
		光面	毛面	
1	幕墙垂直度	高度 $H \leq 30m$	≤ 10.0	经纬仪
		$30m < H \leq 60m$	≤ 15.0	
		$60m < H \leq 90m$	≤ 20.0	
		$H > 90m$	≤ 25.0	
2	幕墙水平度	≤ 3.0		水平仪
3	板块立面垂直度	≤ 3.0		水平仪
4	板块上沿水平度	≤ 2.0		1m 水平尺, 钢板尺
5	相邻板块板角错位	≤ 1.0		钢板尺
6	幕墙表面平整度	≤ 2.0	≤ 3.0	垂直检测尺
7	阴阳角方正	≤ 2.0	≤ 4.0	直角检测尺
8	接缝直线度	≤ 3.0	≤ 4.0	拉 5m 线, 不足 5m 拉通线, 用钢板尺检查
9	接缝高低差	≤ 1.0	—	钢板尺, 塞尺
10	接缝宽度	≤ 1.0	≤ 2.0	钢板尺

16.2.16 人造板材幕墙安装允许偏差应符合表 16.2.16 的规定。

表 16.2.16 人造板材幕墙安装允许偏差

序号	项目	尺寸范围	允许偏差 (mm)	检测器具
1	相邻立柱间距尺寸 (固定端)	—	± 2.0	钢板尺
2	相邻两横梁间距尺寸	≤ 2000	± 1.5	钢板尺
		> 2000	± 2.0	
3	单个分格对角线长度差	长边边长 ≤ 2000	≤ 3.0	对角线尺或钢卷尺
		长边边长 > 2000	≤ 3.5	

续表 16.2.16

序号	项目	尺寸范围	允许偏差 (mm)	检测器具
4	立柱、竖缝及墙面的垂直度	幕墙总高度≤30m	≤10.0	激光仪或经纬仪
		幕墙总高度≤60m	≤15.0	
		幕墙总高度≤90m	≤20.0	
		幕墙总高度≤150m	≤25.0	
		幕墙总高度>150m	≤30.0	
5	立柱、竖缝直线度	—	≤2.0	2.0m 靠尺、塞尺
6	立柱、墙面的平面度	相邻两墙面	≤2.0	激光仪或经纬仪
		一幅幕墙总宽度≤20m	≤5.0	
		一幅幕墙总宽度≤40m	≤7.0	
		一幅幕墙总宽度≤60m	≤9.0	
		一幅幕墙总宽度>80m	≤10.0	
7	横梁水平度	横梁长度≤2000	≤1.0	水平仪或水平尺
		横梁长度>2000	≤2.0	
8	同一标高横梁、横缝的高度差	相邻两横梁、面板	≤1.0	钢板尺、塞尺或水平仪
		一幅幕墙幅宽≤35m	≤5.0	
		一幅幕墙幅宽>35m	≤7.0	
9	缝宽度(与设计值比较)	—	±2.0	钢板尺

注：一幅幕墙是指立面位置或平面位置不在一条直线或连续弧线上的幕墙。

16.3 单元式幕墙

16.3.1 测量放线、预埋件安装及偏位处理方法应符合 16.2.1、16.2.2、16.2.3 的规定。

16.3.2 施工前应编制专项吊装施工方案，并由相关单位审核通过。

16.3.3 吊装机具应符合下列规定：

- 1** 应根据单元板块的荷载进行专门设计，承载能力应大于板块吊装施工中各种荷载和作用组合的设计值；
- 2** 应对吊装机具安装位置的主体结构承载能力进行校核，与主体结构可靠连接，并有防止脱轨或限位、防倾覆设施；
- 3** 应采取有效措施，使板块在垂直运输和吊装过程中减小摆动；
- 4** 吊装机具运行速度应可控制，并应设置防止板块坠落的保护设施、行程开关等安全保护措施；
- 5** 吊装前应对吊装机具进行全面的质量、安全检验，并进行空载试运转之后才能进行吊装；
- 6** 定期对吊挂用钢丝绳进行检查，发现断股应及时更换；
- 7** 定期对吊装机具进行检查、保养，发现问题立即停工修理；
- 8** 操作人员应经专业培训并考核合格；
- 9** 单元板块的吊挂件、支撑件应具备可调功能，并应采用不锈钢螺栓将吊挂件与立柱固定牢固，固定螺栓不得少于2个。

16.3.4 板块运输应符合下列规定：

- 1** 做好成品保护，摆放平稳，固定牢靠，减小板块或型材变形；
- 2** 装卸及运输过程中，应采用有足够的承载力和刚度的周转架、衬垫或弹性垫，使单元板块之间相互隔开并相对固定，防止划伤、挤压和串动；
- 3** 异形板块和超过运输允许尺寸的单元板块，应采取特殊措施；
- 4** 运输过程中，应采取措施减小颠簸及倾覆；
- 5** 楼层上设置的接料平台应进行专门设计，承载能力应大于板块、周转架的最大自重以及搬运人员体重和其他施工荷载的组合设计值。同时，能承受承料台所承受水平荷载的分力。接料平台的周边应设置防护栏杆。

16.3.5 场内堆放应符合下列规定：

- 1** 宜设置专用堆放场地，并应有安全保护措施。露天存放时应采取防雨、防潮和防尘等措施；
- 2** 应依照安装顺序先出后进的原则按编号排列放置；
- 3** 宜存放在周转架上，不应直接叠层堆放。

16.3.6 板块起吊应符合下列规定：

- 1** 板块上的吊挂点位置、数量应根据板块的形状和重心设计，吊点不应少于2个。必要时可增设吊点加固措施；
- 2** 应进行试吊装。起吊时应使各吊点均匀受力，起吊过程应保持单元板块平稳；
- 3** 吊装升降和平移时应确保单元板块平稳，不撞击其他物体；
- 4** 吊装过程应采取措施保证装饰面不受磨损和挤压；
- 5** 板块就位时，应先将其挂到主体结构的挂点上，板块未固定前，吊具不得拆除；
- 6** 板块吊装过程中应有专人指挥，协调各岗位的操作；

16.3.7 严禁超重吊装。在雨、雪、雾和5级以上风力等不良天气时，不得进行吊装作业。

16.3.8 安装在主体结构上的连接件（挂座）在安装调整完毕后应及时进行防腐处理，连接件安装允许偏差应符合表16.3.8的规定。

表16.3.8 连接件安装允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）	检测器具
1	标高	±1.0 (可上下调节时±2.0)	水准仪
2	连接件两端点平行度	1.0	钢卷尺
3	距安装轴线水平距离	1.0	钢卷尺
4	垂直偏差（上、下两端点与垂线偏差）	±1.0	垂线、钢卷尺

续表 16.3.8

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
5	两连接件连接点中心水平距离	±1.0	钢卷尺
6	两连接件上、下端对角线差	±1.0	钢卷尺
7	相邻三连接件 (上下、左右) 偏差	±1.0	钢卷尺

16.3.9 板块安装应符合下列规定：

- 1 板块安装前，应对下一层板块的上横框型材进行清理，并检查板块接口之间的防水装置、密封措施是否符合设计要求；
- 2 安装施工中，严禁用铁锤等敲击板块；
- 3 每一板块安装后应进行测量，使幕墙的水平度和垂直度偏差不大于板块相应边长的 1/1000。

16.3.10 板块校正及固定应符合下列规定：

- 1 单元板块就位后，应及时调整、校正，并及时安装防松脱、防双向滑移和防倾覆装置；
- 2 及时对焊接部位进行防腐处理；
- 3 板块固定后，应及时清洁单元板块上部型材槽口，并按设计要求完成板块接口之间的防水密封处理；
- 4 防雷装置、保温层、防火层安装应符合设计要求；
- 5 安装允许偏差应符合表 16.3.10 的规定。

表 16.3.10 单元式幕墙安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
1	竖缝及墙面垂直度幕墙高度 H	H ≤ 30m	≤10.0
		30m < H ≤ 60m	≤15.0
		60m < H ≤ 90m	≤20.0
		90m < H ≤ 150m	≤25.0
		H > 150m	≤30.0
2	幕墙平面度	≤2.5	2m 靠尺，塞尺

续表 16.3.10

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
3	横、竖缝直线度	≤2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	拼缝宽度 (与设计值比)	±2.0	钢板尺
5	相邻面板表面高低差	≤1.0	塞尺, 钢板尺
6	相邻面板之间接缝高低差	≤1.0	塞尺, 钢板尺
7	同层单元板块标高	宽度≤35m ≤3.0	激光仪或经纬仪
		宽度>35m ≤5.0	
8	两组件对插件接缝搭接长度 (与设计值比)	±1.0	卡尺
9	两组件对插件距槽底距离 (与设计值比)	±1.0	卡尺

16.3.11 同层排水的单元式幕墙，单元板块安装固定后，应进行盛水试验，及时处理渗漏现象。

16.3.12 施工中如果暂停安装，应对板块对插槽口等部位进行保护，对安装完毕的单元板块应进行成品保护。

16.3.13 收口板块安装时，应将收口单元体的双母框与两侧的单元体框槽对齐，将收口单元体从上向下插入到安装位置，然后对三个单元体进行调整，确保三个板块的位置都准确无误。

16.4 全玻璃幕墙

16.4.1 安装前，应清洁镶嵌槽；中途暂停施工时，应对槽口采取保护措施。

16.4.2 安装过程中，应及时检测和调整面板、玻璃肋的水平度和垂直度。

16.4.3 玻璃吊夹应固定在同一结构体上，并保持玻璃受力均匀。玻璃夹具与夹板配合应紧密牢固，金属夹具不得与玻璃直接接触。

16.4.4 硅酮结构胶注胶前，应对注胶部位进行清洁。胶缝表面应平整、光滑。

16.4.5 玻璃宜采用机械吸盘安装，并应采取必要的安全措施。

16.4.6 吊挂玻璃周边构造尺寸应符合本标准第 10.2.1 条的规定。

16.4.7 安装允许偏差应符合表 16.4.7 的规定。

表 16.4.7 全玻璃幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检测器具
1	墙面垂直度 (幕墙高度 H)	H ≤ 30	≤ 10	激光仪或经纬仪
		30 < H ≤ 60	≤ 15	
2	幕墙的平面度		≤ 2.5	2m 靠尺，钢板尺
3	竖缝的直线度		≤ 2.5	2m 靠尺，钢板尺
4	横缝的直线度		≤ 2.5	2m 靠尺，钢板尺
5	线缝宽度 (与设计值比较)		± 2.0	卡尺
6	两相邻面板之间的高低差		≤ 1.0	深度尺
7	玻璃面板与肋板夹角与设计值偏差		≤ 1°	量角器

16.5 点支承玻璃幕墙

16.5.1 支承结构安装应符合下列要求：

1 安装过程中，组装、焊接、表面喷涂等工序均应符合设计和相关标准的规定；

2 大型支承结构构件吊装应编制专项施工方案；

3 安装调整后及时紧固定位，并进行隐蔽工程验收。

16.5.2 拉杆和拉索预拉力的施加应符合下列要求：

1 钢拉杆和钢拉索安装时，应按设计要求施加预拉力，并宜设置预拉力调节装置。采用液压千斤顶张拉时，预拉力宜采用油压表控制；分级张拉结束时，宜采用测力计进行拉力复核；

2 钢拉杆采用扭力扳手施加预拉力时，应事先进行标定；

3 张拉前应评估索体张拉对相邻索位形及其中张拉力的影响；影响程度大时，应通过预应力施工全过程模拟计算确定预应力张拉方案；

4 施加预应力应以张拉力为控制量；对结构重要部位宜进行索力和位移双控；

5 拉索张拉应遵循分阶段、分级、对称、缓慢匀速、同步加载的原则；在张拉过程中，应对拉杆、拉索的预拉力依据现场实际状况作必要调整；

6 张拉前必须对构件、锚具等进行全面检查，并应签发张拉通知单。张拉通知单应包括张拉日期、张拉分批次数、每次张拉控制力、张拉用机具、测力仪器及使用安全措施和注意事项；

7 对每个点建立张拉记录；

8 拉杆、拉索实际施加的预拉力值应考虑施工温度的影响；

9 可结合张拉索杆支承结构的受力特性，从千斤顶直接张拉、拉索调节器调节、索端支座强迫就位、索体横向牵拉或顶推等方法中选择合适的张拉方法。

16.5.3 幕墙张拉索杆支承结构施工完成后，在面板安装前可根据重力荷载分布情况悬挂配重荷载，索体位形调整正确后，再替换配重安装面板。配重量可取面板自重的 1.05 ~ 1.15 倍。

16.5.4 支承结构安装允许偏差应符合表 16.5.4 的规定。

表 16.5.4 支承结构安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检测器具
1	相邻两竖向构件间距	±2.5	钢卷尺
2	竖向构件垂直度	L/1000 或 ≤5.0 (L 为跨度)	激光仪或经纬仪
3	相邻三竖向构件外表面平面度	±5.0	拉通线、钢板尺
4	相邻两爪座水平间距和竖向距离	±1.5	钢卷尺
5	相邻两爪座水平高低差	≤1.5	水平仪

续表 16.5.4

序号	项目		允许偏差 (mm)	检测器具
6	爪座水平度		≤2.0	水平尺
7	同层高度内	间距 ≤ 35m	≤5.0	水平仪
	爪座高低差	间距 > 35m	≤7.0	
8	相邻两爪座垂直间距		±2.0	钢卷尺
9	单个分格爪座对角线差		≤4.0	钢卷尺

16.5.5 面板安装允许偏差应符合表 16.5.5 的规定。

表 16.5.5 点支承玻璃幕墙面板安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检测器具
1	玻璃外表面 垂直接缝	高度 H ≤ 30m	≤3.0	钢板尺
		H > 30m	≤5.0	
2	玻璃外表面 水平接缝	宽度 L ≤ 30m	≤3.0	钢板尺
		L > 30m	≤5.0	
3	玻璃外表面 平整度	H (L) ≤ 30m	≤4.0	激光仪或经纬仪
		H (L) > 30m	≤6.0	
4	左右两玻璃接缝水平偏差		≤1.0	2m 靠尺, 塞尺
5	上下两玻璃接缝垂直偏差		≤1.0	2m 靠尺, 塞尺
6	相邻面板接缝高低差		≤1.0	2m 靠尺, 塞尺
7	胶缝宽度 (与设计值比)		±1.5	钢板尺

16.6 光伏幕墙

16.6.1 光伏组件在存放、搬运、安装过程中，应采取保护措施，防止发生碰撞、雨淋、线路接触不良等现象。

16.6.2 光伏组件安装前，应仔细核对组件的编码图和电性能参数是否符合设计要求。施工安装人员应穿绝缘鞋，带低压绝缘手

套，使用绝缘工具。

16.6.3 施工场所应有醒目、清晰、易懂的电气安全标识。不得在雨雪或5级及以上大风天气施工。

16.6.4 组件安装时，其邻近的电线应有隔离措施。组件安装工程中，应在受光面铺设遮光材料，遮住太阳光。光伏系统安装过程中，应同时进行防雷装置的安装。

16.6.5 组件的线路接头连接应可靠，并应采取防雨水浸泡的措施。系统线路宜采用隐藏布线方式。

16.6.6 光伏系统发生组件损坏，应及时处理。接通电路前应对幕墙表面进行清洁，拆除遮光材料。

16.6.7 光伏组件上应标注带电警告标识。

16.6.8 光伏系统安装后，应依次按照方阵和整个系统进行电性能测试。

16.7 采光顶与金属屋面

16.7.1 应在主体结构验收合格后进行，安装前应对主体结构进行测量。

16.7.2 施工前应单独编制施工组织设计，并应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的规定。

16.7.3 与主体结构应采用预埋件连接。当预埋件的位置偏差过大或未设预埋件时，应制订补救措施或可靠连接方案，经相关各方确认后方可实施。

16.7.4 支承结构的施工应符合有关结构施工质量验收标准的规定。大型钢结构构件应进行吊装设计，并应试吊。钢结构安装过程中，制孔、组装、焊接和涂装等工序均应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

16.7.5 框支承采光顶的安装施工应按下列要求进行：

1 确定基准线，以基准线为定位点确定采光顶各分格点的空间定位；

2 进行面板支承结构的安装，支座安装应定位准确，构件连接符合设计要求；

3 采光顶框架构件、点支承装置安装调整就位后应及时紧固；

4 装饰压板应顺水流方向设置，表面应平整，接缝符合设计要求；

5 采光顶的周边封堵收口、屋脊处压边收口、支座处封口处理应铺设平整且可靠固定，并应符合设计要求；

6 采光顶天沟、排水槽、防雷体系及隐蔽节点施工应符合设计要求；

7 采用现场焊接或螺栓紧固的构件，在安装就位后应及时进行防锈处理。安装用的临时紧固件应在构件紧固后及时拆除；

8 玻璃采光顶安装前应对玻璃表面进行清洁，夹层玻璃朝向地面侧，并应符合设计要求；

9 框支承采光顶构件安装允许偏差应符合表 16.7.5 的规定。

表 16.7.5 框支承采光顶构件安装允许偏差

序号	项目	尺寸范围	允许偏差（mm）	检测器具
1	水平通长 构件吻合度	构件总长度 $L \leq 30m$	≤ 10.0	水准仪、经纬仪 或激光仪
		$30m < L \leq 60m$	≤ 15.0	
		$60m < L \leq 90m$	≤ 20.0	
		$L > 90m$	≤ 25.0	
2	采光顶坡度	坡起长度 $\leq 30m$	+ 10.0	水准仪、经纬仪 或激光经仪
		$30m < \text{坡起长度} \leq 60m$	+ 15.0	
		$60m < \text{坡起长度} \leq 90m$	+ 20.0	
		坡起长度 $> 90m$	+ 25.0	
3	单一纵向、横向 构件直线度	构件长度 $\leq 2000mm$	≤ 2.0	水平尺
		构件长度 $> 2000mm$	≤ 3.0	

续表 16.7.5

序号	项目	尺寸范围	允许偏差 (mm)	检测器具
4	纵向、横向 构件直线度	长度或宽度 $\leq 35m$	≤ 5.0	经纬仪或激光仪
		长度或宽度 $> 35m$	≤ 7.0	
5	分格框对角线差	对角线长度 $\leq 2000mm$	≤ 3.0	对角线尺或钢卷尺
		对角线长度 $> 2000mm$	≤ 3.5	
6	檐口位置差	相邻两组件	≤ 2.0	钢卷尺
		长度 $\leq 10m$	≤ 3.0	
		长度 $> 10m$	≤ 6.0	
		全长方向	≤ 10.0	
7	组件上缘接缝 的位置差	相邻两组件	≤ 2.0	钢卷尺
		长度 $\leq 15m$	≤ 3.0	
		长度 $> 30m$	≤ 6.0	
		全长方向	≤ 10.0	
8	屋脊位置差	相邻两组件	≤ 3.0	钢卷尺
		长度 $\leq 10m$	≤ 4.0	
		长度 $> 10m$	≤ 8.0	
		全长方向	≤ 12.0	
9	同一缝隙宽度差	与设计值比	± 2.0	钢板尺

16.7.6 点支承采光顶的安装施工应按下列要求进行：

- 1 点支承装置应符合设计要求；
- 2 转接件与支承框架应连接牢固。采用焊接时，焊缝位置、高度应符合设计要求，焊接后对焊接部位及时做防腐处理；
- 3 点支承采光顶安装允许偏差应符合表 16.7.6 的规定。

表 16.7.6 点支承采光顶安装允许偏差

序号	项目	尺寸范围	允许偏差 (mm)	检查方法
1	脊(顶)水平高差	—	±3.0	水平仪
2	脊(顶)水平错位	—	±2.0	2m靠尺,塞尺,钢板尺
3	檐口水平高差	—	±3.0	塞尺,钢板尺
4	檐口水平错位	—	±2.0	钢板尺
5	跨度(对角线或角到对边垂高)差	跨度≤3m	≤3.0	对角线尺或钢卷尺
		3m < 跨度≤4m	≤4.0	
		4m < 跨度≤5m	≤6.0	
		跨度>5m	≤9.0	
6	胶缝宽度	与设计值相比	0, +2.0	钢板尺
7	胶缝厚度	同一胶缝	0, +0.5	钢板尺
8	采光顶接缝及大面玻璃水平度	采光顶长度≤30m	±10.0	水平仪
		30m < 采光顶长度≤60m	±15.0	
9	采光顶接缝直线度	长度或宽度≤35m	±5.0	拉5m线,不足5m拉通线,用钢直尺检查
		长度或宽度>35m	±7.0	
10	相邻面板平面高低差	—	2.5	2m靠尺,钢板尺

16.7.7 金属屋面的安装施工应符合下列规定:

1 支承结构应先安装主檩条(主龙骨),再安装次檩条(次龙骨),最后安装固定支座,支座安装应定位准确,构件连接符合设计要求;

2 金属板材应根据板型和设计的配板图铺设;铺设时,应先在檩条上安装固定支架,板材和支架的连接,应按所采用板材的要求确定;

3 隔气层、保温层、吸音层等辅助构造应符合设计要求,材料拼缝处应密实,严禁在雨雪天进行安装;

4 泛水板、包角板、屋脊盖板等,加工前应复测现场尺寸,

安装前应先放线，铺设应整齐、连接应牢固可靠，密封材料敷设应完成；

5 固定支座安装质量应符合表 16.7.7 的规定。

表 16.7.7 固定支座安装质量 (mm)

项目	要求及允许偏差	检查方法	检查数量	
固定支座固定	固定支座紧固、无松动，紧贴檩条或支承结构。	观察或用小锤敲击检查	按固定支座数抽查 5%，且不得少于 20 处。	
沿板长方向，相邻固定支座横向偏差	±2.0	用拉线和钢尺检查		
沿板宽方向，相邻固定支座纵向偏差	±5.0			
沿板宽方向相邻固定支座横向间距偏差	+3.0 -2.0			
相邻固定支座高度偏差	±4.0			
固定支座纵倾角	±1.0°	钢尺、角尺检查		
固定支座横倾角	±1.0°			

6 不同类型的面板安装应符合现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的规定。

16.7.8 采光顶及金属屋面上设置开启窗时，窗框周边应完整密封，开启角度符合设计要求。

16.7.9 金属屋面排水用金属板材制作时，应伸入屋面金属板材下不小于 150mm；当有檐沟时，屋面金属板材应伸入檐沟内，其长度不应小于 50mm；檐口应采用金属板材封堵；山墙应用异型金属板材的包角板和固定支架封严。

16.7.10 玻璃采光顶应在玻璃下部设置防坠落构造，安装应牢固，材料规格、构造符合设计要求。

16.8 安全规定

16.8.1 幕墙安装施工应符合现行行业标准《建筑施工高处作

业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 和现行浙江省标准《建筑施工安全管理规范》DB33/1116 的规定。

16.8.2 幕墙施工作业人员应经过安全技术培训并考试合格，上岗前应进行安全技术交底并有书面记录。特种作业人员应取得安全作业证书后持证上岗。

16.8.3 安装施工机具在使用前应严格检查。电动工具应进行绝缘电压试验；手持玻璃吸盘及玻璃吸盘机应进行吸附重量和吸附持续时间试验。

16.8.4 当高层建筑的玻璃幕墙安装与主体结构施工交叉作业时，在主体结构的施工层下方应设置防护设施；在距离地面约3m 高度处，应设置挑出宽度不小于6m 的水平防护设施。

16.8.5 采用吊篮施工时，应符合下列要求：

1 施工吊篮应进行设计，使用前应进行严格的安全检查，符合要求方可使用；

2 安装吊篮的场地应平整，并能承受吊篮自重和各种施工荷载的组合设计值；

3 吊篮用配重与吊篮应可靠连接；

4 每次使用前应进行空载运转并检查安全锁是否有效。进行安全锁试验时，吊篮离地面高度不得超过2.0m，并只能进行单侧试验；

5 施工人员应经过培训，熟练操作施工吊篮；

6 施工吊篮不应作为竖向运输工具，并不得超载；

7 不应在空中进行施工吊篮检修和进出吊篮；

8 吊篮上的施工工人必须戴安全帽、配系安全带，安全带必须系在保险绳上并与主体结构有效连接；

9 吊篮上不得放置电焊机，也不得将吊篮和钢丝绳作为焊接地线；

10 收工后，吊篮应降至地面，并切断吊篮电源；吊篮及吊

篮钢丝绳应固定牢靠，并做好电器防雨、防潮和防尘措施。长期停用，应对钢丝绳采取有效的防锈措施。

16.8.6 现场焊接作业时，应有动火证并采取防火措施。

16.8.7 施工过程中，每完成一道施工工序后，应及时清理施工现场遗留的杂物。施工过程中，不得在窗台、栏杆上放置施工工具。在脚手架和吊篮上施工时，不得随意抛掷物品。

17 检验与检测

17.1 一般规定

17.1.1 各种材料和构件的质量证明文件与相关技术资料应齐全，并应符合设计要求和现行国家有关标准的规定。

17.1.2 建筑幕墙的物理性能检测应满足设计要求。

17.1.3 抽样检测项目的检测批划分按现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的规定执行。

17.1.4 单体建筑幕墙面积小于 300m^2 且高度小于 24m，可采用 2 年内同一企业同类幕墙的试验报告代替物理性能检测，其性能指标不得低于拟建幕墙的性能指标。

17.2 材料检验

17.2.1 同一厂家生产的同一品种、同一类型的进场材料应至少抽取一组样品复检，合同另有约定时按合同执行。

17.2.2 下列材料进场后应对其性能进行复验，复验应为见证取样检验：

- 1 铝合金型材主要受力杆件的抗拉强度、膜层厚度、硬度，隔热铝合金型材的抗拉、抗剪强度；
- 2 钢材主要受力杆件的抗拉强度、壁厚、防腐蚀处理；
- 3 中空玻璃的传热系数、遮阳系数、可见光透射比、露点；
- 4 石材的弯曲强度、密度、吸水率；
- 5 陶板、瓷板、纤维水泥板的弯曲强度、吸水率；
- 6 微晶玻璃的弯曲强度和耐急冷急热性能；
- 7 金属板材的表面涂层厚度；
- 8 金属复合板的涂层厚度、剥离强度；

9 石材蜂窝复合板的安装连接件承载能力、剥离强度、弯曲强度；

10 硅酮结构密封胶相容性、剥离粘结性、邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能；

11 石材、陶板、瓷板、纤维水泥板用建筑密封胶的污染性；

12 保温材料的密度、导热系数、燃烧性能；

13 幕墙框架与主体结构连接用螺栓的抗拉强度、抗剪强度；

14 槽式埋件应对锚筋与 C 型槽的连接以及 T 型螺栓与 C 型槽的连接进行抗拉、抗剪性能复验。

17.3 性能检测

17.3.1 建筑幕墙的物理性能检验项目包括气密性能、水密性能、抗风压性能、平面内变形性能。热工性能、隔声性能、耐撞击性能及其他性能根据设计及合同规定进行。

17.3.2 同一工程、不同面板材料、不同类型、不同系列的幕墙，应分别选取典型单元进行物理性能试验。

17.3.3 检测试件应符合现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227、《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250 及下列要求：

1 试件规格、型号和材料等应与设计图纸一致，试件安装应符合工程实际；

2 试件应包括典型的垂直接缝、水平接缝和可开启部分，并且试件上可开启部分占试件总面积的比例与实际工程接近；

3 构件式幕墙的试件高度至少应包括一个层高，三个水平分格并含有开启窗；在竖直方向上与主体结构至少有两处连接；

4 单元式幕墙应至少包括与实际工程相符的一个典型十字缝，其中一个单元的四边接缝构造与实际工况相同；

5 点支承幕墙试件，当支承结构跨度大于8m时，可以做玻璃及其支承装置的性能测试和支承系统的结构静力试验，模拟幕墙体系的抗风压性能检测。玻璃及其支承装置的性能测试至少应检测四块与实际工程相符的玻璃板块及一个典型十字接缝；

6 全玻璃幕墙试件应有一个完整跨距高度，宽度应至少有两个完整的玻璃宽度和一个玻璃肋；

7 组合幕墙的试件应包含所使用不同类型面板，以及不同类型面板交界部分的典型节点；

8 双层幕墙应根据内、外幕墙的不同结构形式确定其检测方案，并应符合双层幕墙的实际工作状态要求。

17.3.4 双层幕墙的抗风压性能检测应根据双层幕墙的通风形式进行：

1 外通风双层幕墙的内外两层分别具有各自的支撑系统时，应分别按内外层各自承受的风荷载标准值进行检测；

2 外通风双层幕墙的内外两层共用一套支撑系统时，支撑系统应按照外层幕墙承受的风荷载标准值进行检测，面板应按照内外层幕墙各自承受的风荷载标准值进行检测；

3 内通风双层幕墙的外层幕墙应按外层幕墙承受的风荷载标准值进行检测；

4 内外通风双层幕墙的抗风压性能应按外通风双层幕墙的方法进行检测。

17.3.5 双层幕墙的气密性能检测应根据双层幕墙的通风形式进行：

1 外通风双层幕墙的内外两层分别具有各自的支撑系统时，应对内层幕墙进行检测；

2 内通风双层幕墙的内外两层分别具有各自的支撑系统时，应对外层幕墙进行检测；

3 外通风双层幕墙或内通风双层幕墙，内外两层幕墙采用同一支撑系统时，应对内外层幕墙整体进行检测；

4 内外通风双层幕墙的气密性应分别按外通风和内通风两种使用状态进行检测。

17.3.6 双层幕墙的水密性能检测应根据双层幕墙的通风形式进行：

1 外通风双层幕墙的水密性能宜对内外层幕墙整体进行检测，也可采用内层幕墙的水密性能替代双层幕墙的整体水密性。以室内侧未发生严重渗漏时的最高压力差作为外通风双层幕墙的整体分级值；

2 内通风双层幕墙的水密性能宜对内外层幕墙整体进行检测，也可采用外层幕墙的水密性能替代双层幕墙的整体水密性。以空气间层及室内侧未发生严重渗漏时的最高压力差作为内通风双层幕墙的整体分级值；

3 内外通风双层幕墙的水密性能应分别按外通风和内通风两种使用状态进行检测；

4 台风地区的双层幕墙采用静态水密性能检测时，应采用波动加压法进行检测。

17.3.7 抗震设计时还应检测双层幕墙平面内变形性能和必要的其他方向的变形性能。双层幕墙的平面内变形性能检测应采取内外层整体检测的形式。

17.4 现场检测与试验

17.4.1 槽式预埋件应按照实际应用构造和受力情况进行现场承载力检验，包括水平和竖向荷载同时作用的工况，试验方法应符合现行国家标准《建筑幕墙用槽式预埋组件》GB/T 38525 的规定。

17.4.2 后置埋件锚固应按照实际应用构造和受力情况进行现场抗拔（抗剪）承载力检验，抽样比例应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

17.4.3 石材及人造板材面板采用背栓或挂件连接时，应进行组

合单元的挂装强度试验，试验方法依据现行国家标准《天然石材试验方法 第7部分：石材挂件组合单元挂装强度试验》GB/T 9966.7 的规定。

17.4.4 单元式幕墙板块完成后应在工厂进行浸水试验，观察面板与框架接缝处密封性能。

17.4.5 幕墙完工后应选取幕墙典型部位实施现场淋水试验，试验方法应按现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 附录 D 的规定。

17.4.6 建筑幕墙热工性能要求高或设计、合同有规定时，可在现场进行热工性能检测，检测方法按现行国家标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324 的规定执行。

17.4.7 光伏系统按现行国家标准进行电气性能检测。

18 工程验收

18.1 一般规定

18.1.1 幕墙工程完成后应进行幕墙子分部工程专项验收。除符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 和《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的相关规定。

18.1.2 幕墙工程验收应进行技术资料复核、现场观感检查和实物抽样检验。验收前应将幕墙表面清洗干净，保持立面完好及清洁。

18.1.3 幕墙工程验收时，应根据工程实际情况检查下列文件和记录：

- 1** 竣工图、结构计算书、热工性能计算书、设计变更文件及其他设计文件；
- 2** 所用材料、构件及组件、紧固件及其他附件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录，进口材料应有商检证明；
- 3** 按本标准第 17.2.2 条规定的材料复验报告；
- 4** 均质钢化玻璃除应提供产品合格证外，尚应提供均质加工过程记录；
- 5** 玻璃幕墙工程所用硅酮结构胶的认定证书和抽查合格证明，国家认可的检测机构出具的硅酮结构胶相容性和剥离粘结性试验报告；
- 6** 后置埋件的现场抗拔（抗剪）检测报告、槽式埋件的现场承载力检测报告；
- 7** 幕墙抗风压性能、气密性能、水密性能、平面内变形性能检测报告及有其他规定的性能检测报告；

8 注胶及养护环境的温度、湿度记录；双组分硅酮结构胶的混匀性试验记录及拉断试验记录；

9 幕墙与主体结构防雷接地点之间的电阻检测记录；

10 隐蔽工程验收文件；

11 幕墙构件、组件和面板的加工制作检验记录；

12 幕墙安装施工质量检查记录；

13 张拉索杆体系预拉力张拉记录；

14 现场淋水试验记录；

15 幕墙使用维护说明书；

16 其他质量保证资料。

18.1.4 幕墙工程应在安装施工过程中对下列隐蔽工程项目进行验收，应有详细的文字记录和图文及影像资料，隐蔽工程验收记录按本标准附录 F 的规定。

1 预埋件或后置埋件及锚栓；

2 构件与主体结构的连接节点；

3 幕墙四周、幕墙内表面与主体结构之间的封堵；

4 幕墙伸缩缝、抗震缝、沉降缝及墙面转角处的构造节点；

5 幕墙面板与支撑结构的连接节点；

6 幕墙防雷连接节点；

7 幕墙防火、隔烟节点；

8 单元式玻璃幕墙的封口节点。

18.1.5 幕墙工程质量检验应进行观感检验和抽样检验，并按下列规定划分检验批，每幅幕墙均应检验：

1 相同设计、材料、工艺和施工条件的幕墙工程每 1000m^2 应划分为一个检验批，不足 1000m^2 也应划分为一个检验批。每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处，每处不得小于 10m^2 ；

2 同一单位工程不连续的幕墙应单独划分检验批；

3 对于异形或特殊要求的幕墙，检验批的划分应根据幕墙的结构、工艺特点及幕墙工程规模，可由监理单位、建设单位和

施工单位协商确定。

18.1.6 金属屋面与采光顶工程验收应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345、《屋面工程质量验收规范》GB 50207 和现行行业标准《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 的相关规定。

18.2 主控项目

18.2.1 玻璃幕墙工程主控项目应包括下列项目：

1 幕墙工程所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合现行国家标准及设计要求；

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录、性能检验报告和材料的复验报告。

2 玻璃幕墙的形式和立面分格应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查。

3 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求；

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽式预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

4 幕墙框架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、幕墙构件之间的连接、面板与幕墙构架的连接、安装应可靠并应符合设计要求；

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

5 隐框或半隐框玻璃幕墙的每块玻璃下端应设置两个铝合金或不锈钢托条，其长度不应少于 100mm，材料规格符合设计要求；

检验方法：观察；检查施工记录。

6 明框玻璃幕墙压板应通长，隔热条不得承受永久荷载，固定螺钉规格、间距应符合设计要求；

检验方法：观察；检查施工记录。

7 全玻璃幕墙采用悬挂安装方式时，应吊挂在主体结构上，吊夹具与玻璃连接构造应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

8 玻璃幕墙周边、内表面与主体结构之间的连接节点、各种变形缝、墙角、压顶的连接节点应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

9 幕墙防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

10 有水密性要求的幕墙应无渗漏。板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求。密封胶的施工厚度不应小于3.5mm；

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录，在易渗漏部位进行淋水试验。

11 金属框架、连接件及焊缝的防腐处理应符合设计要求，不同金属材料之间应避免双金属腐蚀；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

12 开启窗的配件应齐全，安装应牢固，安装位置和开启方向、角度及开启距离应符合设计要求；开启应灵活，关闭应严密；

检验方法：观察；手扳检查；开启和关闭检查。

13 防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接，防雷装置的设置应符合设计要求。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

18.2.2 金属幕墙工程主控项目应包括下列项目：

1 所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合现行国家标准及设计要求；

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

2 幕墙的造型、立面分格及金属面板的品种、规格、颜色、光泽应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查；检查进场验收记录。

3 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求；

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽型预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

4 幕墙框架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、幕墙构件之间的连接、面板与幕墙构架的连接、安装应可靠并应符合设计要求；

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

5 防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

6 防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接，防雷装置的设置应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7 各种变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求；

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

8 有水密性要求的幕墙应无渗漏。板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录，在易渗漏部位进行淋水试验。

9 幕墙框架、连接件及焊缝的防腐处理应符合设计要求。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

18.2.3 石材幕墙工程主控项目应包括下列项目：

1 所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合现行国家标准及设计要求；

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验

收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

2 幕墙的造型、立面分格、颜色、花纹和图案应符合设计要求；

检验方法：观察。

3 石材开孔、开槽的加工质量应符合本标准第 15.5 的规定；

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和加工记录。

4 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求；

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽型预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

5 幕墙框架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、幕墙构件之间的连接、石材与幕墙构架的连接、安装应牢固并应符合设计要求；

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

6 防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

7 防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接，防雷装置的设置应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

8 周边收口、各种变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求；

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

9 有水密性要求的幕墙应无渗漏。板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录，在易渗漏部位进行淋水试验。

10 石材幕墙框架、连接件及焊缝的防腐应符合设计要求。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

18.2.4 人造板材幕墙工程主控项目应包括下列项目：

1 所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合现行国家标准及设计要求；

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录、性能检测报告和材料的复验报告。

2 幕墙的造型、立面分格、颜色、光泽、花纹和图案应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查。

3 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求；

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；槽型预埋件、后置埋件的拉拔试验检测报告。

4 幕墙框架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、幕墙构件之间的连接、面板与幕墙构架的连接、安装应牢固并应符合设计要求；

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

5 防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

6 防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接，防雷装置的设置应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7 周边边收口、各种变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求；

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

8 有水密性要求的幕墙应无渗漏。板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录，在易渗漏部位

进行淋水试验。

9 幕墙框架、连接件及焊缝的防腐处理应符合设计要求；

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

18.3 一般项目

18.3.1 玻璃幕墙工程一般项目应包括下列项目：

1 玻璃表面应平整、洁净；整幅玻璃的色泽均匀；不得有污染和镀膜损坏；

检验方法：观察。

2 玻璃、铝合金型材的表面质量和检验方法应符合表 18.3.1-1 和表 18.3.1-2 的规定：

表 18.3.1-1 每平方米玻璃的表面质量和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	明显划伤和长度 $> 100\text{mm}$ 的轻微划伤	不允许	观察
2	长度 $\leq 100\text{mm}$ 的轻微划伤	≤ 8 条	用钢板尺检查
3	擦伤总面积	$\leq 500\text{mm}^2$	用钢板尺检查

表 18.3.1-2 一个分格铝合金型材的表面质量和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	明显划伤和长度 $> 100\text{mm}$ 的轻微划伤	不允许	观察
2	长度 $\leq 100\text{mm}$ 的轻微划伤	≤ 2 条	用钢板尺检查
3	擦伤总面积	$\leq 500\text{mm}^2$	用钢板尺检查

3 外露框料或装饰条应光滑顺直，颜色、规格应符合设计要求，安装应牢固；

检验方法：观察；手扳检查。

4 玻璃板块之间的拼缝应均匀，顺直；

检验方法：观察；钢板尺；

5 密封胶缝应饱满、光滑顺直、宽窄均匀，不得有气泡、气孔；开放式板缝宽度均匀，符合设计规定；

检验方法：观察；手摸检查。

6 隐蔽节点的遮封装修牢固、整齐、美观；

检验方法：观察；手扳检查。

7 安装允许偏差应符合本标准第 16.2.13 的规定。

18.3.2 金属幕墙工程一般项目应包括下列项目：

1 金属板表面应平整、洁净；色泽均匀；不得有污染、严重划伤；

检验方法：观察。

2 每平方米金属板的表面质量和检验方法应符合表 18.3.2 的规定；

表 18.3.2 金属板的表面质量和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	宽度 0.1mm ~ 0.3mm 的划伤	总长度小于 100mm 且不多于 8 条	观察、钢板尺
2	擦伤	不大于 500mm ²	钢尺

3 装饰线条或压条安装应符合设计要求；

检验方法：观察。

4 密封胶缝应饱满、光滑顺直、宽窄均匀，不得有气泡、气孔；开放式板缝宽度均匀，符合设计规定；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

5 排水方向、排水坡度及滴水构造应符合设计要求；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

6 安装允许偏差应符合本标准第 16.2.14 的规定。

18.3.3 石材幕墙工程一般项目应包括下列项目：

1 石材表面应平整、洁净；色泽均匀；不得有污染、严重缺棱、缺角；

检验方法：观察。

2 每平方米石材的表面质量和检验方法应符合表 18.3.3 的规定：

表 18.3.3 石材的表面质量和检验方法

项次	项目	质量要求	检验方法
1	宽度 0.1mm ~ 0.3mm 的划伤	每条长度小于 100mm 且不多于 2 条	观察、钢板尺
2	缺棱、缺角	缺损深度小于 5mm 且不多于 2 处	钢板尺

3 石材面板的接缝、转角角度应符合设计要求，线条接缝应光滑顺直；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

4 密封胶缝应饱满、光滑顺直、宽窄均匀，不得有气泡、气孔；开放式板缝宽度均匀，符合设计规定；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

5 幕墙的排水方向、排水坡度及滴水构造应符合设计要求；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

6 安装允许偏差应符合本标准第 16.2.15 的规定。

18.3.4 人造板材幕墙工程一般项目应包括下列项目：

1 幕墙表面应平整、洁净，无污染，颜色基本一致，不得有缺角、裂纹、裂缝、斑痕，瓷板、陶板的施釉表面不得有裂纹和龟裂；

检验方法：观察；尺量检查。

2 板缝应平直、均匀。注胶封闭式板缝注胶应饱满、密实、连续、无气泡，缝宽均匀、光滑顺直，胶缝宽度、厚度应符合设计要求；胶条封闭式板缝的胶条应连续、均匀，安装牢固、无脱落，板缝宽度应符合设计要求；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

3 幕墙的框架和面板接缝应横平竖直，缝宽基本均匀；

检验方法：观察。

4 转角部位面板边缘整齐、接缝应光滑顺直，构造应符合设计要求；

检验方法：观察。

5 幕墙的排水方向、排水坡度及滴水构造应符合设计要求；

检验方法：观察；手摸检查；尺量检查。

6 面板的表面质量和检验方法应符合表 18.3.4-1 和表 18.3.4-2 的规定：

表 18.3.4-1 瓷板、陶板、微晶玻璃幕墙面板的表面质量

序号	项目	质量要求			检查方法
		瓷板	陶板	微晶玻璃	
1	缺棱：长×宽度不大于 10mm×1mm（长度小于 5mm 不计）周边允许（处）	1	1	1	金属直尺
2	缺角：边长不大于 5mm×2mm（边长小于 2mm×2mm 不计）（处）	1	2	1	金属直尺
3	裂纹（包括隐裂、釉面龟裂）	不允许	不允许	不允许	目测观察
4	窝坑（毛面除外）	不明显	不明显	不明显	目测观察
5	明显擦伤、划伤	不允许	不允许	不允许	目测观察
6	轻微划伤	不明显	目测观察		

注：目测观察室指距板面 3mm 处眼观察。

表 18.3.4-2 石材铝蜂窝板幕墙面板的表面质量

序号	项目	质量要求	检查方法
1	缺棱：最大长度≤8mm，最大宽度≤1mm，周边每米长允许（处）（长度 < 5mm，宽度 < 1.0mm 不计）	1	金属直尺
2	缺角：最大长度≤4mm，最大宽度≤2mm，每块板允许（处）（长度、宽度 < 2mm，不计）	1	金属直尺

续表 18.3.4-2

序号	项目	质量要求	检查方法
3	裂纹	不允许	目测
4	划伤	不明显	目测观察
5	擦伤	不明显	目测观察

注：目测观察室指距板面 3mm 处眼观察。

7 安装允许偏差应符合本标准第 16.2.16 的规定。

19 维护保养

19.1 一般规定

19.1.1 幕墙工程竣工验收时，承包商应向建设单位提供《幕墙使用维护说明书》，说明书主要包括下列内容：

- 1 幕墙的设计依据、主要性能参数及设计使用年限；
- 2 使用注意事项；
- 3 环境条件变化对幕墙的影响；
- 4 日常与定期的维护、保养要求；
- 5 幕墙的主要结构特点及易损零部件更换方法；
- 6 备品、备件清单及主要易损件的名称、规格；
- 7 承包商的保修责任。

19.1.2 承包商在幕墙交付使用前应为业主日常使用、保养和维护作培训。

19.1.3 幕墙交付使用后，业主应根据《幕墙使用维护说明书》的相关要求制定幕墙的维护、保养计划与制度。

19.1.4 雨天或 4 级以上风力的天气情况下不宜使用开启窗；5 级及以上风力时，应全部关闭并锁紧开启窗扇。

19.1.5 幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护工作不应在 4 级以上风力和雨雪天进行。

19.1.6 幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护使用的作业机具设备应安全可靠、保养良好、功能正常、操作方便。每次使用前都应进行安全装置的检查，确保设备和人员安全。

19.1.7 幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168 的相关规定；高空作业应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》

JGJ 80 的相关规定。

19.1.8 幕墙质量保修期为 2 年，其中防渗漏保修期为 5 年。

19.1.9 幕墙在使用时应保障幕墙结构的完整性，不得随意改变或附加构造。确需改变或附加构造的，应事先征得原幕墙设计单位或具备相应设计资质单位的同意。

19.2 检查与维护

19.2.1 在幕墙工程竣工验收后，幕墙的业主应按下列规定委托有相应工程设计和检测资质的机构进行定期安全隐患检查。

19.2.2 高度超过 50 米的建筑幕墙工程应当设置满足面板清洗、更换和维护要求的装置。

19.2.3 定期检查和维护规定：

1 在幕墙工程竣工验收后一年时，应对幕墙进行一次全面的检查，此后每五年检查一次。检查项目应包括：

- 1) 幕墙整体是否变形、错位、松动；
- 2) 主要承力构件、连接件和连接螺栓等连接是否可靠、有无锈蚀；
- 3) 面板、外露构件有无松动和损坏；
- 4) 硅酮胶有无脱胶、开裂、起泡，胶条有无脱落、老化等损坏现象；
- 5) 开启窗是否启闭灵活，五金件是否有功能障碍或损坏，螺栓和螺钉是否松动和失效；
- 6) 幕墙有无渗漏，排水系统是否通畅。

上述检查不符合要求的应进行维修或更换，维修与更换应符合原设计要求。

2 拉杆或拉索幕墙在工程竣工验收后六个月时，必须对该幕墙进行一次全面的拉力检查和调整，此后应每三年应检查一次；

3 幕墙工程使用 10 年后应对工程不同部位的结构硅酮密封

胶进行粘结性能的抽样检查，此后每三年检查一次。

19.2.4 在台风预警发布后应对幕墙进行防台风检查。连续高温、连续低温天气情况下，应对幕墙加强巡查，采取防护措施。

19.2.5 遭受冰雹、台风、雷击、地震等自然灾害或发生火灾、爆炸等突发事件后，安全维护责任人或其委托的具有相应资质的技术单位，要及时对可能受损建筑的幕墙进行全面检查。

19.3 保养和清洗

19.3.1 幕墙日常保养规定：

1 保持幕墙表面整洁，避免锐器及腐蚀性气体和液体与幕墙表面接触；

2 保持幕墙排水系统的通畅，如有堵塞应及时疏导；
3 开启部位启闭障碍或附件损坏应及时修理或更换；
4 密封胶或密封胶条脱落或损坏应及时进行修补更换；
5 螺栓、螺钉松动或锈蚀时，应及时拧紧或更换；
6 构件锈蚀时应及时除锈补漆或采取其他防锈措施；
7 面板破损时应及时采取隔离和防护措施，并尽快组织维修；
8 幕墙渗漏时应及时维修。

19.3.2 对超过设计使用年限仍继续使用的幕墙，应进行安全评估。

19.3.3 业主应根据幕墙表面的积灰污染程度，确定其清洗次数，但每年不应少于一次。

19.3.4 清洗幕墙应按《幕墙使用维护说明书》要求选用清洗液，严禁使用有腐蚀性的清洗液。

19.3.5 清洗过程中应做好安全防护，不得撞击和损伤幕墙。

附录 A 平板式预埋件设计与构造

A.0.1 由锚板和对称配置的直锚筋所组成的受力预埋件（图A.0.1），其锚筋的总截面面积应符合下列规定：

1 当有剪力、法向拉力和弯矩共同作用时，应分别按公式（A.0.1-1）和（A.0.1-2）计算，并取二者的较大值：

$$A_s \geq \frac{V}{\alpha_r \alpha_s f_y} + \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad (\text{A.0.1-1})$$

$$A_s \geq \frac{N}{0.8 \alpha_b f_y} + \frac{M}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad (\text{A.0.1-2})$$

2 当有剪力、法向压力和弯矩共同作用时，应分别按公式（A.0.1-3）和（A.0.1-4）计算，并取二者的较大值：

$$A_s \geq \frac{V - 0.3N}{\alpha_r \alpha_s f_y} + \frac{M - 0.4Nz}{1.3 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad (\text{A.0.1-3})$$

$$A_s \geq \frac{M - 0.4Nz}{0.4 \alpha_r \alpha_b f_y z} \quad (\text{A.0.1-4})$$

$$\alpha_v = (4.0 - 0.08d) \sqrt{\frac{f_c}{f_y}} \quad (\text{A.0.1-5})$$

$$\alpha_b = 0.6 + 0.25 \frac{t}{d} \quad (\text{A.0.1-6})$$

式中： V ——剪力设计值（N）；

N ——法向拉力或法向压力设计值（N）。法向压力设计值不应大于 $0.5f_c A$ ，此处 A 为锚板的面积（ mm^2 ）；

M ——弯矩设计值（ $\text{N} \cdot \text{mm}$ ）。当 M 小于 $0.4Nz$ 时，取 M 等于 $0.4Nz$ ；

α_r ——钢筋层数影响系数。当锚筋等间距配置时，二层取 1.0，三层取 0.9，四层取 0.85；

- α_v ——锚筋抗剪承载力系数。当 α_v 大于 0.7 时，取 α_v 等于 0.7；
 d ——锚筋直径 (mm)；
 t ——锚板厚度 (mm)；
 α_b ——锚板弯曲变形折减系数。当采取防止锚板弯曲变形的措施时，可取 α_b 等于 1.0；
 z ——沿剪力作用方向最外层锚筋中心线之间的距离 (mm)；
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm^2)，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用；
 f_y ——钢筋抗拉强度设计值 (N/mm^2)，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用，但不应大于 $300N/mm^2$ 。

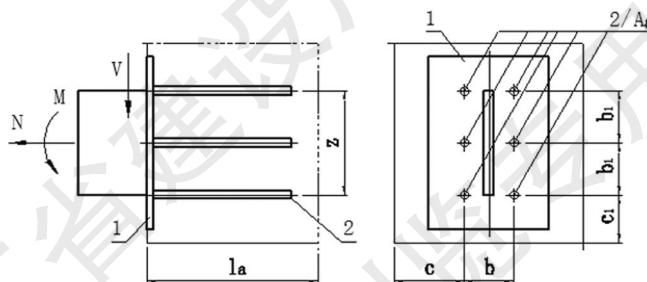


图 A.0.1 锚板和直锚筋组成的预埋件

1—锚板；2—直锚筋

A.0.2 由锚板和对称配置的弯折锚筋及直锚筋共同承受剪力的预埋件（图 A.0.2），其弯折锚筋的总截面面积 A_{sb} 应符合下列规定：

$$A_{sb} \geq 1.4 \frac{V}{f_y} - 1.25\alpha_v A_s \quad (\text{A. 0. 2})$$

式中: α_v ——按附录 A. 0. 1 条采用;

A_s ——按附录 A. 0. 1 条计算, 当直锚筋按构造要求设置时, A_s 应取为 0。

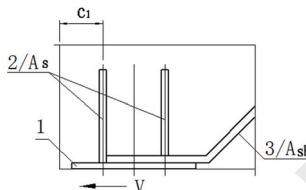


图 A. 0. 2 锚板和折弯锚筋及直锚筋组成的预埋件

1—锚板; 2—直锚筋; 3—弯折锚筋

A. 0. 3 当有双向剪力、拉(压)力和双向弯矩共同作用时, 可将另一方向剪力和弯矩需要的锚筋面积叠加到公式 A. 0. 1-1 ~ A. 0. 1-4 中; 但是对于 A. 0. 1-3 和 A. 0. 1-4, 应将 N 用 $0.5N$ 代替。 α_v 和 z 对于两个方向取不同值。

A. 0. 4 当有比较大的扭矩作用时, 应按照锚筋的布置计算锚筋的最大剪力, 由此得出剪力最大的锚筋的附加面积, 乘以锚筋的总颗数叠加到 A_s 中。

A. 0. 5 当受拉直锚筋和弯折锚筋的计算中充分利用锚筋的抗拉强度时, 受拉锚筋的锚固应符合下列要求:

1 基本锚固长度应按下式计算:

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (\text{A. 0. 5-1})$$

式中: l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度 (mm);

f_y ——钢筋抗拉强度设计值 (N/mm^2), 应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用；当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

d ——锚筋公称直径（mm）；

α ——锚筋的外形系数，光圆钢筋取 0.16，带肋钢筋取 0.14。

2 受拉钢筋的锚固长度应根据锚固条件按下列公式计算，且不应小于 200mm：

$$l_a = \xi_a l_{ab} \quad (\text{A. 0.5-2})$$

式中： l_a ——受拉钢筋的锚固长度（mm）；

ξ_a ——锚固长度修正系数，普通钢筋按附录 A.0.6 条的规定采用，当多于一项时可按连乘计算，但不应小于 0.6。

A.0.6 纵向受拉普通钢筋的锚固长度修正系数 ξ_a 应按下列规定采用：

1 当带肋钢筋的公称直径大于 25mm 时取 1.10；

2 环氧树脂涂层带肋钢筋取 1.25；

3 施工过程中易受扰动的钢筋取 1.10；

4 当纵向受力钢筋的实际配筋面积大于其设计计算面积时，修正系数取设计计算面积与实际配筋面积的比值，但对有抗震设防要求及直接承受动力荷载的结构构件，不应考虑此修正；

5 锚固钢筋的保护层厚度为 $3d$ 时修正系数可取 0.80，保护层厚度不小于 $5d$ 时修正系数可取 0.70，中间按内插取值， d 为锚固钢筋的直径。

A.0.7 当纵向受拉普通锚固钢筋末端采用弯钩或机械锚固措施时，包括弯钩或锚固头在内的锚固长度（投影长度） l_a 可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。此时，不应考虑附录 A.0.6 条的修正。弯钩和机械锚固的形式（图 A.0.7）和技术要求应符合表 A.0.7 的规定。

表 A.0.7 钢筋弯钩和机械锚固的形式和技术要求

锚固形式	技术要求
90°弯钩	末端90°弯钩，弯钩内径4d，弯后直段长度12d
135°弯钩	末端135°弯钩，弯钩内径4d，弯后直段长度5d
一侧贴焊锚筋	末端一侧贴焊长5d
两侧贴焊锚筋	末端两侧贴焊长3d
焊端锚板	末端与厚度d的锚板穿孔塞焊
螺栓锚头	末端旋入螺栓锚头

- 注：1 焊缝和螺纹长度应满足承载力要求；
 2 螺栓锚头和焊接锚板的承压净截面积不应小于锚固钢筋截面积的4倍；
 3 螺栓锚头的规格应符合相关标准的要求；
 4 螺栓锚头和焊接锚板的钢筋净间距不宜小于4d，否则应考虑群锚效应的不利影响；
 5 截面角部的弯钩和一侧贴焊锚筋的布筋方向宜向截面内侧偏置。

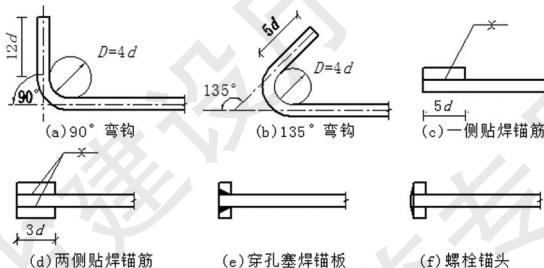


图 A.0.7 弯钩和机械锚固的形式和技术要求

A.0.8 当纵向受拉普通锚固钢筋末端按附录 A.0.7 条采用弯钩或机械锚固措施，且锚筋的计算总截面面积 A_a 与实际配筋总截面面积 A 的比值 ($\xi_a = A_a/A$) 小于或等于表 A.0.8 中数值时，包括弯钩或锚固头在内的锚固长度 (投影长度) L_a 可取 15d，且不应小于 180mm， d 为锚筋直径。此时，不应考虑附录 A.0.6 条的修正。

表 A. 0.8 $l_a = 15d$ 时的 $\xi_a = A_s/A$

混凝土强度等级	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
带肋钢筋	0.33	0.38	0.43	0.47	0.51	0.54	0.56	0.58	0.61
光圆钢筋	0.38	0.44	0.50	0.55	0.59	0.63	0.66	0.68	0.71

A. 0.9 受拉直锚筋和弯折锚筋采用 HPB300 级钢筋时末端应有弯钩，弯钩的形式应符合 A. 0.7 的规定。

A. 0.10 受拉直锚筋和弯折锚筋无法满足锚固长度时，应采取其他有效的锚固措施。当采用两侧都有埋板的对穿埋件时，应保证设计内力不超过混凝土的冲切承载力。

A. 0.11 纵向受压的锚固钢筋，当计算中充分利用其抗压强度时，锚固长度不应小于相应受拉锚固长度的 70%。受压锚固钢筋不应采用末端弯钩和一侧贴焊锚筋的锚固措施。

A. 0.12 受剪和受压直锚筋的锚固长度不应小于 $15d$ ， d 为锚筋直径，且不应小于附录 A. 0.11 条规定的长度。

A. 0.13 承受动力荷载的锚固钢筋，应将纵向受力普通钢筋末端焊在钢板或角钢上，钢板或角钢应可靠的地锚固在混凝土中。钢板或角钢的尺寸应按计算确定，其厚度不小于 10mm。

A. 0.14 预埋件的锚板宜采用 Q235、Q355 级钢，锚板厚度应根据其受力情况按计算确定，不宜小于锚筋直径的 0.6 倍。锚筋应采用 HRB400 或 HPB300 级钢筋，严禁采用冷加工钢筋。

A. 0.15 直锚筋与锚板应采用 T 型焊。当锚筋直径不大于 20mm 时，宜采用压力埋弧焊；当锚筋直径大于 20mm 时，宜采用穿孔塞焊。当采用手工焊时，焊缝高度不宜小于 6mm，且对 300MPa 级钢筋不宜小于 $0.5d$ ，对其他钢筋不宜小于 $0.6d$ ， d 为锚筋直径。

A. 0.16 锚筋与锚板的焊接时，锚筋为 HPB300 级钢筋宜采用 E43 型焊条，锚筋为 HRB400 级钢筋宜采用 E55 型焊条；压力埋弧焊宜采用 HJ 431 型焊剂或其他性能相近的焊剂。

A. 0.17 预埋件的受力直锚筋不宜少于 4 根，且不宜多于 4 排；其直径不宜小于 8mm，且不宜大于 25mm。受剪预埋件的直锚筋可采用 2 根。预埋件的锚筋应放置在构件的外排主筋的内侧。

A. 0.18 锚筋中心至锚板边缘的距离不应小于 $2d$ 和 20mm 的较大值（图 A. 0.1）。

1 对受拉和受弯预埋件，其钢筋的间距 b 、 b_1 和锚筋至构件边缘的距离 c 、 c_1 均不应小于 $3d$ 和 45mm 的较大值（图 A. 0.1）；

2 对受剪预埋件，其锚筋的间距 b 、 b_1 均不应大于 300mm，且 b_1 不应小于 $6d$ 和 70mm 的较大值；锚筋至构件边缘的距离 c_1 不应小于 $6d$ 及 70mm 的较大值，锚筋的间距 b 、锚筋至构件边缘的距离 c 均不应小于 $3d$ 和 45mm 的较大值（图 A. 0.1）。

附录 B 槽式预埋件设计与构造 (资料性附录)

B. 1 一般规定

B. 1. 1 槽式预埋件设计采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用承载力分项系数的设计表达式进行设计。

B. 1. 2 槽式预埋件设计承载力应按下列设计表达式验算所有可能的失效模式：

$$S \leq R_d \text{ (无地震作用组合)} \quad (\text{B. 1. 2 - 1})$$

$$S \leq k \cdot R_d \text{ (有地震作用组合)} \quad (\text{B. 1. 2 - 2})$$

$$R_d = R_k / \gamma_R \quad (\text{B. 1. 2 - 3})$$

式中： S ——承载能力极限状态下，槽式预埋件上作用组合的效应设计值， S 在本节各条文中，用内力设计值 (N_{Ed} , V_{Ed}) 表示；

R_d ——槽式预埋件承载力设计值；

R_k ——槽式预埋件承载力标准值；

γ_R ——槽式预埋件承载力分项系数，按表 B. 3. 1 - 3 采用；

k ——地震作用下承载力降低系数。当地震作用效应不大于荷载效应组合值的 20% 时，值可取 1.0。当地震作用效应大于荷载效应组合值的 20% 时，宜根据试验或认证报告确定；无试验或认证报告时 k 值可取 0.7。

B. 1. 3 本附录中提到的承载力标准值由产品型式检验报告或认证报告提供，测试方法可按照现行的国家与行业相关标准执行。

B. 1.4 槽式预埋件的设计使用年限应与幕墙建筑的主体结构相一致，不宜低于 50 年。

B. 1.5 槽式预埋件应按照实际应用构造和受力情况进行现场承载力检验，抽样比例应符合现行国家标准《建筑幕墙用槽式预埋组件》GB/T 38525 的规定，承载力分项系数 γ_R 不应低于 1.8。

B. 1.6 槽式预埋件的各部件示意，可参见图 B. 1.6。

当槽式预埋件 $h_{ch}/h_{ef} \leq 0.4$ 且 $b_{ch}/h_{ef} \leq 0.7$ 时，槽式预埋件的有效埋置深度可按图 B. 1.6 - (a) 取 h_{ef} ；如果不满足上述条件，槽式预埋件的有效埋置深度可按图 B. 1.6 - (b) 取 h_{ef}^* 。

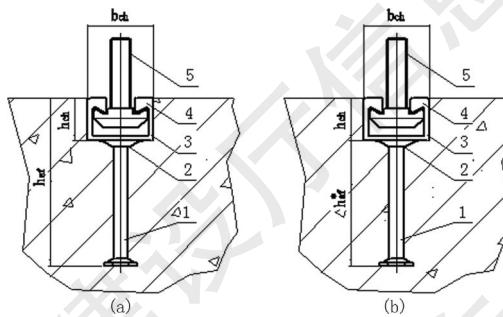


图 B. 1.6 槽式预埋件各部件示意图

1—锚筋（锚腿）；2—锚筋与槽体连接处；3—槽体（钢槽）；4—槽体卷边；

5—T 型螺栓 b_{ch} —槽体宽度； h_{ch} —槽体高度； h_{ef}^* —锚筋长度

B. 1.7 槽式预埋件除本标准另有规定外，还应符合现行国家标准《建筑幕墙用槽式预埋组件》GB/T 38525 的规定。

B. 2 内力计算

B. 2.1 槽式预埋件的内力可采用静力学理论或有限元方法，根据 T 型螺栓的拉力 N_{Ed}^{cb}, N_{Ed}^{cb} 和剪力 $V_{Ed,y}^{cb}, V_{Ed}^{cb}$ 分布情况，按照简支梁或者多跨连续梁进行计算，包括：

- 槽体的弯矩 $M_{Ed,y}^{\text{cb}}, M_{Ed,y}^{\text{ch}}$ 、 $M_{Ed,z}^{\text{cb}}, M_{Ed,z}^{\text{ch}}$ 和剪力 $V_{Ed,z}^{\text{cb}}, V_{Ed,y}^{\text{cb}}$ 、 $V_{Ed,z}^{\text{ch}}$ ；
- 锚筋的拉力 $N_{Ed,i}^{\text{a}}$ 和剪力 $V_{Ed,i}^{\text{a}}$ ；
- 槽体的扭矩 $M_{Ed,x}^{\text{ch}}$ 和锚筋与槽体连接处的弯矩；
- 槽式预埋件的坐标见图 B. 2. 1。

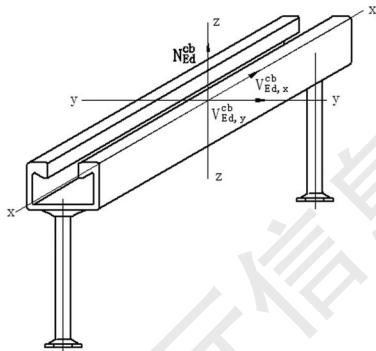


图 B. 2. 1 槽式预埋件坐标示意图

上标 cb – channel bolt T 型螺栓；上标 a – anchor 锚筋；上标 ch – channel 钢槽；
 下标 Ed 荷载设计值；下标 Rd 承载力设计值；下标 Rk 承载力标准值；
 下标 s – steel 钢材；下标 l – lip 槽口卷边；下标 p – pull out 拔出破坏

B. 2. 2 槽式预埋件锚筋受拉内力也可按以下方法计算（见图 B. 2. 2）：

1 位于槽式预埋件任意位置的 T 型螺栓受拉时，槽式预埋件各锚筋的受力可沿着集中力影响范围按线性分配，每根锚筋所受拉力可按式 B. 2. 2 - 1 计算。当槽式预埋件受多处集中力时，锚筋所受拉力等于各集中力的线性分布力的叠加值。若钢槽上集中受力的位置未知或可调，应根据不同破坏模式假定受力位置为最不利时对其进行验算：

$$N_{Ed,i}^{\text{a}} = k \cdot A'_i \cdot N_{Ed}^{\text{cb}} \quad (\text{B. 2. 2 - 1})$$

式中： $N_{Ed,i}^{\text{a}}$ ——锚筋 i 受到的拉力设计值；

N_{Ed}^{cb} ——槽式预埋件受到的拉力设计值；
 A'_i ——以荷载 N_{Ed}^{cb} 为高度单位 1.0，与其影响长度 $2l_i$ 形成一个三角形，锚筋 i 在该三角形内的高度或纵坐标值 (mm)；
 k ——该三角形内各 A'_i 总和的倒数，按公式 B. 2. 2 - 2 进行计算；
 l_i ——拉力作用对槽式预埋件的影响长度，可按公式 B. 2. 2 - 3 进行计算；
 m ——拉力 N_{Ed}^{cb} 影响长度内的锚筋数量。

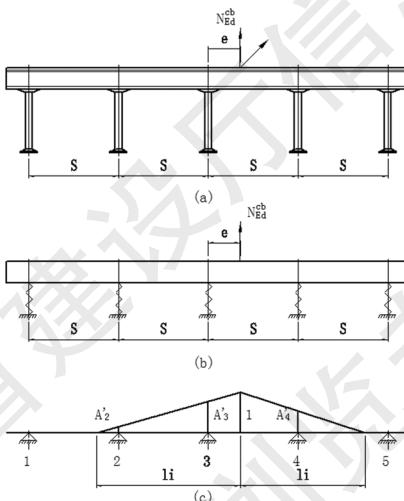


图 B. 2. 2 槽式预埋件锚筋受力计算示意图

(a) 一个槽式预埋件示意图；(b) 弹性支撑示意图；(c) 荷载三角形分配计算方法

2 槽式预埋件受拉内力计算时的三角形内各 A'_i 总和的倒数，可按下式计算：

$$k = \frac{1}{\sum_i^n A'_i} \quad (\text{B. 2. 2 - 2})$$

式中： n ——拉力 $N_{\text{Ed}}^{\text{cb}}$ 影响长度内的锚筋数量。

3 槽式预埋件受拉内力计算时拉力作用对槽式预埋件的影响长度 l_i ，可按下式计算：

$$l_i = 13 \cdot I_y^{0.05} \cdot s^{0.5} \geq s \quad (\text{B. 2. 2 - 3})$$

式中： I_y ——钢槽截面惯性矩（ mm^4 ），由相关产品型式检验报告或认证报告提供，也可按产品截面形式计算；

s ——锚筋间距（ mm ）。

4 槽式预埋件锚筋受剪力时的内力计算：

1) 槽式预埋件受垂直于钢槽长度方向的剪力 $V_{\text{Ed},y}^{\text{cb}}$ 时，锚筋受剪内力计算方法可按照受拉内力计算方法进行计算；

2) 槽式预埋件受平行于钢槽长度方向的剪力 $V_{\text{Ed},x}^{\text{cb}}$ 时，分二种情况进行计算：当验算混凝土剪撬破坏、锚筋受剪破坏、锚筋与钢槽连接处破坏时，可将剪力 $V_{\text{Ed},x}^{\text{cb}}$ 平均分配到各锚筋上；当验算混凝土边缘破坏时，如果槽式预埋件与混凝土构件边缘垂直，则剪力 $V_{\text{Ed},x}^{\text{cb}}$ 仅由受力方向尾部的一根锚筋承担（见 B. 4. 8 - 1），如果槽式预埋件与混凝土构件边缘平行（见图 B. 4. 8 - 2），则将剪力 $V_{\text{Ed},x}^{\text{cb}}$ 平均分配到各锚筋上；

5 按本条计算的槽式预埋件锚筋内力与附录 B. 2. 1 条计算的结果不一致时，取大值。

B. 2. 3 槽式预埋件与被固定物的连接应同时满足下列 2 个条件，以保证作用于钢槽的剪力可认定为没有杠杆臂的纯剪状态。

1 被连接件材质为钢或铝合金，在其厚度范围内与 T 型螺栓全接触；

2 被连接件与混凝土基材直接接触。

B.3 抗拉承载能力极限状态计算

B.3.1 槽式预埋组件设计，应分别对拉力和剪力引起的槽式预埋件及混凝土结构强度进行校核，并验算拉剪复合作用。

1 槽式预埋件应按表 B.3.1-1 计算受拉承载力；

表 B.3.1-1 拉力作用下槽式预埋件的验算项目

序号	失效模式	钢槽	最不利的锚筋或螺栓	示意图
1	锚筋受拉 (详见附录 B.3.2 条)		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,s,a}$ $= N_{Rk,s,a} / \gamma_{Ms}$	
2	锚筋与钢槽连接处受拉 (详见附录 B.3.2 条)		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,s,c}$ $= N_{Rk,s,c} / \gamma_{Ms,ca}$	
3	钢材破坏 钢槽卷边受拉破坏 (验算 T 型螺栓受力最大者) (详见附录 B.3.2 条)	$N_{Ed}^{cb} \leq N_{Rd,s,L}$ $= N_{Rk,s,L} / \gamma_{Ms,L}$		
4			$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,s}$ $= N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	
5	钢槽整体受拉弯曲破坏 (详见附录 B.3.2 条)	$M_{Ed}^a \leq M_{Rd,s,flex}$ $= M_{Rk,s,flex} / \gamma_{Ms,flex}$		
6	锚筋受拉拔出破坏 (详见附录 B.3.3 条)		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,p}$ $= N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$	
7	混凝土锥体破坏 (详见附录 B.3.4-9 条) 注：不满足要求时，可考虑设置抗拉附加钢筋。		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,c}$ $= N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	
8	混凝土劈裂破坏 (详见附录 B.3.10 条)		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,sp}$ $= N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp}$	
9	混凝土受拉边缘剥落破坏 (详见附录 B.3.11 条)		$N_{Ed}^a \leq N_{Rd,cb}$ $= N_{Rk,cb} / \gamma_{Mc}$	

2 槽式预埋件应按表 B. 3. 1 - 2 计算受剪承载力；

表 B. 3. 1 - 2 剪力作用下槽式预埋件的验算项目

序号	失效模式		钢槽	最不利的锚筋或螺栓	示意图
1	钢材破坏 (无 杠 杆臂)	螺栓受剪 (详见附录 B. 4. 1 条)		$V_{Ed}^{cb} \leq V_{Rd,s}$ $= V_{Rk,s}/\gamma_{Ms}$	
2		锚筋受剪 (详见附录 B. 4. 1 条)		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,s,a}$ $= V_{Rk,s,a}/\gamma_{Ms}$	
3		锚筋与钢槽连接处受剪 (详见附录 B. 4. 1 条)		$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,s,c}$ $= V_{Rk,s,c}/\gamma_{Ms,ca}$	
4		钢槽卷边受剪破坏 (详见附录 B. 4. 1 条)		$V_{Ed}^{cb} \leq V_{Rd,s,l}$ $= V_{Rk,s,l}/\gamma_{Ms,l}$	
5	混凝土剪撬破坏 (详见附录 B. 4. 2 条)			$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,cp}$ $= V_{Rk,cp}/\gamma_{Mc}$	
6	混凝土边缘破坏 (详见附录 B. 4. 3 - 8 条)			$V_{Ed}^a \leq V_{Rd,c}$ $= V_{Rk,c}/\gamma_{Mc}$	

注：不满足要求时，可考虑设置抗剪附加钢筋。

3 槽式预埋件与混凝土结构锚固连接的承载力分项系数，应按照表 B. 3. 1 - 3 采用。

表 B. 3. 1 - 3 槽式预埋件设计的承载力分项系数

破坏模式	分项系数代号	分项系数
槽式预埋件钢材破坏		
1 锚筋受拉、螺栓受拉	γ_{Mc}	1. 5
2 锚筋受剪，螺栓受剪（有杠杆臂、无杠杆臂）	γ_{Ms}	1. 25
3 锚筋与钢槽连接处受拉、受剪	$\gamma_{Ms,ca}$	1. 8
4 钢槽卷边受拉、受剪	$\gamma_{Ms,l}$	1. 8
5 钢槽整体受拉弯曲	$\gamma_{Ms,flex}$	1. 15

续表 B. 3. 1 - 3

破坏模式	分项系数代号	分项系数
混凝土破坏		
6 混凝土受拉锥体破坏、混凝土受拉边缘破坏、混凝土受剪边缘破坏、混凝土受剪剪撬破坏	γ_{Mc}	1.5
7 混凝土劈裂破坏	γ_{Msp}	1.5
锚筋受拉拔出破坏		
8 锚筋受拉拔出破坏	γ_{Mp}	1.5

B. 3. 2 槽式预埋件受拉钢材破坏：

1 锚筋的钢材破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,s,a}$ ，应按产品认证报告取值；若无认证报告，应经检测确定； $N_{Rk,s,a}$ 应不大于 $A_s \cdot f_{yk}$ ，其中 A_s 为锚筋受拉应力截面面积， f_{yk} 为锚筋的屈服强度标准值；

2 锚筋与钢槽连接处受拉钢材破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,s,c}$ ，应按产品认证报告取值；若无认证报告，应经检测确定；

3 钢槽卷边钢材破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,s,l}$ ，应按产品认证报告取值；若无认证报告，应经检测确定。设计时应保证相邻 T 型螺栓的轴心间距 $S_{chb} \geq 2 \cdot b_{ch}$ ，（其中 b_{ch} 为槽式预埋件宽度； S_{chb} 为相邻 T 型螺栓的轴心间距），否则该承载力标准值应乘以折减系数： $0.5 \left(1 + \frac{S_{chb}}{2 \cdot b_{ch}} \right) \leq 1.0$ ；

4 T 型螺栓的钢材破坏受拉承载力标准值 $N_{Rk,s}$ ，应按产品认证报告取值；若无认证报告，应经检测确定； $N_{Rk,s}$ 不得大于 $A_s \cdot f_{yk}$ ，其中 A_s 为 T 型螺栓受拉应力截面面积； f_{yk} 为 T 型螺栓的屈服强度标准值；

5 钢槽受拉弯曲钢材破坏的抗弯承载力标准值 $M_{Rk,s,flex}$ ，应由产品认证报告提供；若无认证报告，可按照下式计算：

$$M_{Rk,s,flex} = W_{pl,y} \cdot f_{yk} \quad (B. 3. 2)$$

式中： $W_{pl,y}$ ——为槽式预埋件 y 轴向的塑性截面抵抗矩，由材料供应商提供；

f_{yk} ——为钢槽材料的屈服强度标准值。

B. 3.3 锚筋受拉拔出破坏承载力标准值可按下式计算：

$$N_{Rk,p} = k_2 \cdot f_{cu,k} \cdot A_h \quad (\text{B. 3.3})$$

式中： k_2 ——取 6.0（对于开裂混凝土），或 8.4（对于非开裂混凝土）；

A_h ——锚筋端部的受力面积（ mm^2 ）。当锚筋端部为圆头

时， $A_h = \frac{\pi}{4} \cdot (d_h^2 - d_a^2)$ ， d_a 为锚筋平直段直径，

d_h 为锚筋端部圆头直径，其中 d_h 应不大于 $(6t_h + d_a)$ ， t_h 为锚筋端部圆头的厚度（参考图 B. 1. 6）；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值（ N/mm^2 ）。

B. 3.4 混凝土锥体破坏受拉承载力标准值计算：

单根锚筋发生混凝土锥体破坏受拉承载力标准值可按下式计算：

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \Psi_{ch,s,N} \cdot \Psi_{ch,e,N} \cdot \Psi_{ch,c,N} \cdot \Psi_{re,N} \quad (\text{B. 3.4})$$

式中： $N_{Rk,c}^0$ ——单根锚筋受拉时，混凝土理想锥体破坏的受拉承载力标准值（N），可按附录 B. 3. 5 条进行计算；

$\Psi_{ch,s,N}$ ——相邻锚筋间距影响系数，可按附录 B. 3. 6 条进行计算；

$\Psi_{ch,e,N}$ ——混凝土基材边缘距离影响系数，可按附录 B. 3. 7 条进行计算；

$\Psi_{ch,c,N}$ ——混凝土基材边角影响系数，可按附录 B. 3. 8 条进行计算；

$\Psi_{re,N}$ ——表层混凝土因密集配筋的剥离作用对受拉承载力的影响系数，可按附录 B. 3. 9 条进行计算。

B. 3.5 槽式预埋件单根锚筋受拉时，混凝土理想锥体破坏的受

拉承载力标准值 (N)，可按下式计算：

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{cu,k}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad (\text{B. 3. 5})$$

式中： k_1 ——按如下规定取值：开裂混凝土取 $7.9 \cdot \alpha_{ch,N}$ ，非开裂混凝土取 $11 \cdot \alpha_{ch,N}$ ，其中 $\alpha_{ch,N} = \left(\frac{h_{ef}}{180}\right)^{0.15}$ ，且不大于 1.0；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值 (N/mm²)；

h_{ef} ——槽式预埋件的有效埋置深度。

B. 3. 6 相邻锚筋间距影响系数 $\Psi_{ch,s,N}$ 可按下式计算：

$$\Psi_{ch,s,N} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left[\left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,N}}\right)^{1.5} \cdot \frac{N_i}{N_0} \right]} \leq 1.0 \quad (\text{B. 3. 6})$$

式中： s_i ——为相邻锚筋间的距离 (mm)，见图 B. 2. 2，其值应不大于锚筋的临界间距 $s_{cr,N}$ (mm)；

$s_{cr,N}$ ——可取 $s_{cr,N} = 2 \cdot \left(2.8 - 1.3 \cdot \frac{h_{ef}}{180}\right) \cdot h_{ef} \geq 3h_{ef}$ ；

N_0 ——0号锚筋 (进行验算的锚筋) 所承受的拉力荷载 (N)；

N_i ——对0号锚筋有影响的单个锚筋所承受的拉力荷载 (N)；

n ——指定锚筋两侧临界距离内 ($s_{cr,N}$) 的锚筋数量。

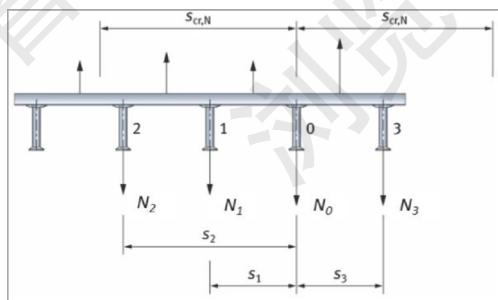


图 B. 3. 6 槽式预埋件受拉示意图

B. 3.7 混凝土基材边缘距离影响系数 $\Psi_{ch,e,N}$ 可按下式计算：

$$\Psi_{ch,e,N} = \left(\frac{c_1}{c_{cr,N}} \right)^{0.5} \leqslant 1.0 \quad (B. 3.7)$$

式中： c_1 ——为槽式预埋件的边距，见图 B. 3.7，当基材构件为狭窄构件时，应取 $c_{1,1}$ ， $c_{1,2}$ 中的较小值；

$c_{cr,N}$ ——临界边距 $c_{cr,N} = 0.5s_{cr,N}$ ，其中 $s_{cr,N}$ 参照附录 B. 3.6 条。

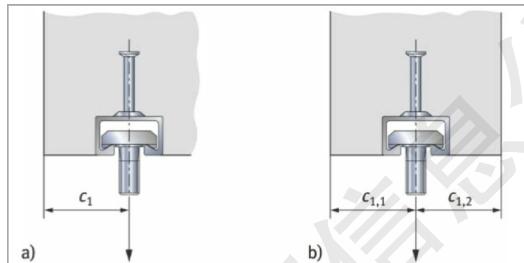


图 B. 3.7 槽式预埋件边距示意图

a) 一侧为边缘；b) 在一个狭窄构件中，两侧均为边缘

B. 3.8 混凝土基材边角影响系数 $\Psi_{ch,c,N}$ 可按下式计算：

$$\Psi_{ch,c,N} = \left(\frac{c_2}{c_{cr,N}} \right)^{0.5} \leqslant 1.0 \quad (B. 3.8)$$

式中： c_2 ——为所验算锚筋的边角距离，见图 B. 3.8；

$c_{cr,N}$ ——临界边距 $c_{cr,N} = 0.5s_{cr,N}$ ，其中 $s_{cr,N}$ 见附录 B. 3.6 条。

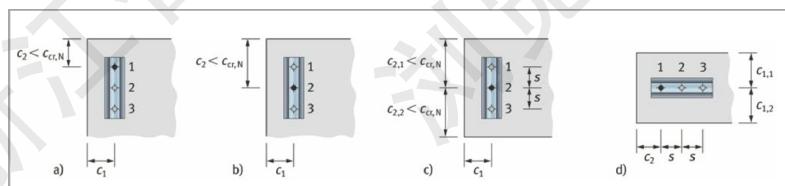


图 B. 3.8 槽式预埋件边角距离 c_2 取值示意图

a) 针对锚筋 1 的计算；b) 针对锚筋 2 的计算；

c) 针对锚筋 2 的计算；d) 针对锚筋 1 的计算

B. 3.9 表层混凝土因密集配筋的剥离作用对受拉承载力的影响系数，可分两种情况考虑：

1 当槽式预埋件的有效埋深 $h_{ef} \leq 100\text{mm}$ 时，可以按式 B. 3.9 计算；

$$\Psi_{Re,N} = 0.5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1.0 \quad (\text{B. 3.9})$$

在下列情况下 $\Psi_{Re,N}$ 可直接取 1.0：

1) 当混凝土内箍筋间距大于 150mm；

2) 箍筋的直径不大于 10mm 且间距大于 100mm 时。

2 当槽式预埋件的有效埋深 $h_{ef} > 100\text{mm}$ 时，取 $\Psi_{Re,N} = 1.0$ 。

B. 3.10 混凝土受拉劈裂破坏验算：

1 应满足最小边距 c_{min} 、最小间距 s_{min} 、混凝土基材最小厚度 h_{min} 和最小配筋等要求，避免安装过程中的混凝土劈裂破坏；

2 为了避免荷载条件下的劈裂破坏，设计应满足下列条件之一：

1) 任何方向的边距 $c \geq 1.2c_{cr,sp}$ （劈裂破坏临界边距），且基材厚度 $h \geq h_{min}$ 。 $c_{cr,sp}$ 为劈裂破坏临界边距，可按产品认证报告或测试报告取值，无报告时可取 3 倍有效埋深 ($c_{cr,sp} = 3h_{ef}$)；

2) 计算混凝土受拉锥体破坏时，是按照开裂混凝土计算承载力的，且考虑劈裂力时基材裂缝宽度 $w_k \leq 0.3\text{mm}$ 。并且设置有附加钢筋抵抗劈裂力，该附加钢筋应在靠近每一个锚筋的地方对称设置，附加钢筋的数量可按下式计算：

$$A_{s,re} = 0.5 \cdot (N_{Ed}^a / f_{yk}) \cdot \gamma_{Ms,re} \quad (\text{B. 3.10-1})$$

式中： $A_{s,re}$ ——为一个锚筋边上抗劈裂附加钢筋的截面积，该槽式预埋件的每一个锚筋附近均应设置同样数量的附加钢筋；

N_{Ed}^a ——为槽式预埋件中受到拉力最大的锚筋所承受的拉力；

f_{yk} ——为附加钢筋的屈服强度标准值；

$\gamma_{Ms,re}$ ——分项系数，可取 1.15。

3 当不满足上述条件时，混凝土劈裂破坏承载力标准值应按下式计算：

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \Psi_{ch,s,N} \cdot \Psi_{ch,e,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{h,sp} \quad (B.3.10-2)$$

$$N_{Rk}^0 = \min \{N_{Rk,p}; N_{Rk,c}^0\} \quad (B.3.10-3)$$

$$\Psi_{h,sp} = (h/h_{min})^{2/3} \quad (B.3.10-4)$$

式中： $N_{Rk,p}$ ——拔出破坏承载力标准值，按 B.3.3 计算；

$N_{Rk,c}^0$ ——混凝土受拉锥体破坏标准值，按 B.3.5 计算；

$\Psi_{h,sp}$ ——基材厚度影响系数，可按公式 B.3.10-4 计算，

$$\Psi_{h,sp} \text{ 应不大于 } \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + c_{cr,N}}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\}, \text{ 且不大}$$

于 2.0；

h ——混凝土基材厚度；

h_{min} ——混凝土基材最小厚度，本条验算取 $h_{min} = h_{ef} + 30\text{mm}$ 或相关认证、测试报告中的 h_{min} 值；

$c_{cr,N}$ ——临界边距 $c_{cr,N} = 0.5s_{cr,N}$ ，其中 $s_{cr,N}$ 见附录 B.3.6 条。

另外 $\Psi_{ch,s,N}$ 、 $\Psi_{ch,e,N}$ 、 $\Psi_{re,N}$ 均按照 B.3.4 的相关公式计算，但其中涉及到临界边距 $c_{cr,N}$ 和临界间距 $s_{cr,N}$ 时，应分别用 $c_{cr,sp}$ 和 $s_{cr,sp}$ 替代，其中劈裂破坏临界边距 $s_{cr,sp} = 2c_{cr,sp}$ 。

B.3.11 混凝土受拉边缘剥落破坏验算：

1 当槽式预埋件的任一锚筋的任一边距不小于 $0.5h_{ef}$ ；该破坏模式无需验算；

2 当不满足上款要求时，应进行混凝土受拉边缘剥落破坏验算。混凝土受拉边缘剥落破坏承载力标准值 $N_{Rk,cb}$ 可按下式计算（当槽体垂直于混凝土基材边缘时，只需要验算最靠近边缘的单个锚筋）：

$$N_{Rk, sb} = N_{Rk, cb}^0 \cdot \Psi_{ch, s, Nb} \cdot \Psi_{ch, c, Nb} \cdot \Psi_{ch, h, Nb} \quad (B. 3. 11 - 1)$$

$$N_{Rk, cb}^0 = k_5 \cdot c_1 \cdot \sqrt{f_{cu, k}} \cdot \sqrt{A_h} \quad (B. 3. 11 - 2)$$

$$\Psi_{ch, c, Nb} = \left(\frac{c_2}{c_{cr, Nb}} \right)^{0.5} \leq 1.0 \quad (B. 3. 11 - 3)$$

$$\Psi_{ch, c, Nb} = \frac{h_{ef} + f}{4c_1} \leq \frac{2c_1 + f}{4c_1} \leq 1 \quad (B. 3. 11 - 4)$$

式中： $N_{Rk, cb}^0$ ——单一锚筋的理想混凝土受拉边缘剥落破坏承载力标准值，按式 B. 3. 11 - 2 计算；

$\Psi_{ch, s, Nb}$ ——相邻锚筋间距影响系数，参照 B. 3. 6 的公式计算，但 B. 3. 6 公式中的 $s_{cr, N}$ 用 $s_{cr, Nb} = 4c_1$ 替换；

$\Psi_{ch, c, Nb}$ ——混凝土基材边角影响系数，按公式 B. 3. 11 - 3 计算；如果一个锚筋同时受到基材两个边角的影响，见图 B. 3. 8 的 c，应同时采用 $c_{2,1}$ ， $c_{2,2}$ 来计算边角影响系数 $\Psi_{ch, c, Nb}$ ，并代入到公式 B. 3. 11 中，最后取较小值；

$\Psi_{ch, h, Nb}$ ——基材厚度影响系数，当锚筋顶端基材厚度 $f \leq 2c_1$ 时（见图 B. 3. 11），应考虑基材厚度影响系数，按公式 B. 3. 11 - 4 计算；

c_1 ——边距（见图 B. 3. 7）；

$f_{cu, k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值（N/mm²）；

A_h ——锚筋端部的受力面积（见 B. 3. 3），也可按认证报告取值；

k_5 ——对于开裂混凝土， $k_5 = 7.8$ ；对于非开裂混凝土， $k_5 = 11.0$ ；

c_2 ——所验算锚筋的边角距离，见图 B. 3. 8；

$c_{cr, Nb}$ ——临界边距 $c_{cr, Nb} = 2c_1$ ；

h_{ef} ——有效埋深，按图 B. 3. 5 取值；
 f ——锚筋顶端基材厚度，见图 B. 3. 11。

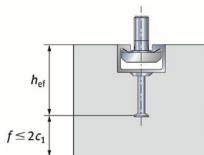


图 B. 3. 11 槽式埋件在较薄的混凝土基材中

B. 4 抗剪承载能力极限状态计算

B. 4. 1 槽式预埋件受剪钢材破坏（垂直于槽体剪力 $V_{Rk,y}$ 和平行于槽体剪力 $V_{Rk,x}$ ）：

1 垂直于钢槽长度方向剪力作用下，锚筋的钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,a,y}$ ，应按产品认证报告取值；若无认证报告，应经检测确定。平行于钢槽长度方向剪力作用下，锚筋的钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,a,x}$ ，应按产品认证报告或测试报告取值。以上 2 项，若无相关报告，可根据行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 – 2013 取 $0.6 \cdot A_s \cdot f_{yk}$ ，其中 A_s 为锚筋受拉应力截面面积， f_{yk} 为锚筋的屈服强度标准值；

2 垂直于钢槽剪力作用下，锚筋与钢槽连接处钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,c,y}$ ，应取认证报告或相关标准中的垂直于槽式预埋件的剪切测试给出的承载力标准值。平行于钢槽剪力作用下，锚筋与钢槽连接处的钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,c,x}$ ，应按产品认证报告取值。若无相关报告，可按下式计算：

$$V_{Rk,s,c,x} = V_{Rk,s,a,x} \cdot \frac{N_{Rk,s,c}}{N_{Rk,s,a}} \leq V_{Rk,s,a,x} \quad (\text{B. 4. 1})$$

式中： $V_{Rk,s,a,x}$ ——按本条第 1 款取值；

$N_{Rk,s,c}$ ——按附录 B. 3. 2 条取值；

$N_{Rk,s,a}$ ——按附录 B. 3. 2 条取值。

3 垂直于钢槽剪力作用下，钢槽卷边钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,l,y}$ ，应取认证报告或相关标准中的垂直于钢槽的剪切测试给出的承载力标准值，设计时应保证相邻 T 型螺栓的轴心间距 $S_{chb} \geq 2 \cdot b_{ch}$ ，(其中 b_{ch} 为槽式预埋件宽度)，否则该承载力标准值应乘以折减系数 $0.5 \cdot \left(1 + \frac{S_{chb}}{2 \cdot b_{ch}}\right) \leq 1.0$ 。平行于钢槽剪力作用下，钢槽卷边钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,l,x}$ ，应取相关认证报告或相关标准中的平行于钢槽的剪切测试给出的承载力标准值。分项系数按表 B. 3. 1 - 3，或按相关认证/测试报告；

4 对于无杠杆臂的纯剪切状态，垂直或平行于钢槽剪力作用下，T 型螺栓的钢材破坏受剪承载力标准值 $V_{Rk,s,y}$ 、 $V_{Rk,s,x}$ ，应按认证报告取值。若无认证报告，可取相关标准中的受剪承载力标准值，或根据行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 - 2013 的规定取 $0.6 \cdot A_s \cdot f_{yk}$ ，其中 A_s 为螺栓受拉应力截面面积， f_{yk} 为螺栓的屈服强度标准值。

B. 4. 2 混凝土的剪撬破坏承载力标准值，应选取槽式预埋件中的最不利锚筋按下式进行计算：

$$V_{Rk,sp,y} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad (\text{剪力垂直于钢槽时}) \quad (\text{B. 4. 2 - 1})$$

$$V_{Rk,sp,x} = k_8 \cdot N_{Rk,c} \quad (\text{剪力平行于钢槽时}) \quad (\text{B. 4. 2 - 2})$$

式中： k_8 ——影响系数，应由相关认证报告提供。没有认证报告，可参照行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 - 2013 的规定取 $k_8 = 2.0$ ；

$N_{Rk,c}$ ——混凝土锥体破坏受拉承载力标准值，按照 B. 3. 4 进行计算。

B. 4. 3 垂直于钢槽长度方向剪力作用下，混凝土边缘破坏受剪承载力标准值，按下式进行计算：

$$V_{Rk,c,y} = V_{Rk,c}^0 \cdot \Psi_{ch,s,V} \cdot \Psi_{ch,c,V} \cdot \Psi_{ch,h,V} \cdot \Psi_{ch,90^\circ,V} \cdot \Psi_{re,V} \quad (B.4.3)$$

式中： $V_{Rk,c}^0$ ——为单根锚筋承受垂直与钢槽剪力时，混凝土理想边缘破坏承载力标准值（N），按附录 B.4.4 条计算；

$\Psi_{ch,s,V}$ ——为相邻锚筋间的影响系数，可按附录 B.4.5 条计算；

$\Psi_{ch,c,V}$ ——为混凝土基材边角影响系数，可按附录 B.4.6 条计算；

$\Psi_{ch,h,V}$ ——为混凝土基材厚度影响系数，可按 B.4.7 计算；

$\Psi_{90^\circ,V}$ ——为考虑剪力与边缘平行时对受剪承载力的影响系数，当如图 B.4.3 时，取 $\alpha_{90^\circ,y} = 2.5$ ，其他条件下（不平行时）一律取 $\alpha_{90^\circ,y} = 1.0$ ；

$\Psi_{re,V}$ ——为混凝土边缘有无配筋或所处位置对承载力的影响系数：

- a) 构件为开裂混凝土，且边缘无纵向钢筋或箍筋时， $\Psi_{re,V} = 1.0$ ；
- b) 构件为开裂混凝土时，在槽式预埋件和构件边缘之间有纵向钢筋，且直径不小于 12mm， $\Psi_{re,V} = 1.2$ ；
- c) 构件为开裂混凝土，边缘有纵向钢筋和箍筋，且纵筋直径不小于 12mm，箍筋间距不大于 100mm 时， $\Psi_{re,V} = 1.4$ ；
- d) 构件为非开裂混凝土时 $\Psi_{re,V} = 1.0$ （说明：此时 k_{12} 与开裂混凝土不同）。

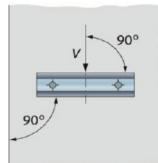


图 B. 4.3 剪力方向与混凝土基材边缘平行示意图

B. 4.4 单根锚筋承受垂直于钢槽剪力时混凝土理想边缘破坏承载力标准值 (N)，按下式计算：

$$V_{Rk,c}^0 = k_{12} \sqrt{f_{cu,k}} \cdot c_1^{\frac{3}{2}} \quad (\text{B. 4.4})$$

式中： k_{12} ——系数，应按相关认证报告中开裂或非开裂混凝土的取值；如无认证报告，开裂混凝土可取 $k_{12} = 4.1$ ，非开裂混凝土可取 $k_{12} = 5.7$ ；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值 (N/mm^2)；

c_1 ——沿剪力方向的边距。

B. 4.5 相邻锚筋间的影响系数，可按下式计算：

$$\Psi_{ch,s,V} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \left[\left(1 - \frac{s_i}{s_{cr,V}} \right)^{1.5} \cdot \frac{V_i}{V_0} \right]} \leq 1.0 \quad (\text{B. 4.5})$$

式中： s_i ——为相邻锚筋与 0 号锚筋的间距 (mm)，见图 B. 0.26，应 $s_i \leq s_{cr,V}$ ；

$s_{cr,V}$ ——锚筋的临界间距 (mm)，当 $h_{ch}/h_{ef} \leq 0.4$ ，且 $b_{ch}/h_{ef} \leq 0.7$ 时 (见图 B. 1.6)，取 $s_{cr,V} = 4c_1 + 2b_{ch}$ ；当上述条件不满足时， $s_{cr,V}$ 应由相关认证报告或测试报告提供，且不小于 $(4c_1 + 2b_{ch})$ ；

V_i ——临界距离 $s_{cr,N}$ 内某个相邻锚筋所承受的剪力 (N)；

V_0 ——指定锚筋所承受的剪力荷载 (N)；

n ——指定锚筋两侧临界距离内 ($s_{cr,N}$) 的锚筋数量。

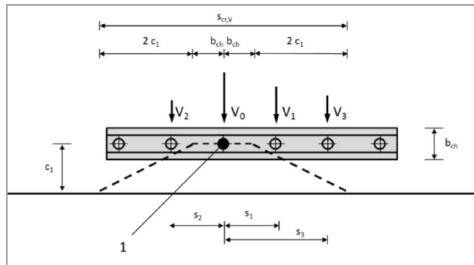


图 B.4.5 垂直钢槽剪力作用下混凝土边缘破坏示意图
(1 为进行验算的 0 号锚筋)

B.4.6 混凝土基材边角影响系数，可按下式计算：

$$\Psi_{ch,e,V} = \left(\frac{c_2}{c_{er,V}} \right)^{0.5} \leqslant 1.0 \quad (\text{B.4.6})$$

式中： $c_{er,V}$ —— $c_{er,V} = 0.5s_{er,V}$ ，其中 $s_{er,V}$ 见附录 B.4.5 条符号说明；

c_2 ——为垂直剪力方向的边距，如果一个锚筋同时受到基材两个边角的影响，见图 B.4.6 的 b)，应同时采用 $c_{2,1}$ ， $c_{2,2}$ 来计算边角影响系数 $\Psi_{ch,e,V}$ ，并代入到公式 B.4.3 中，最后取较小值。

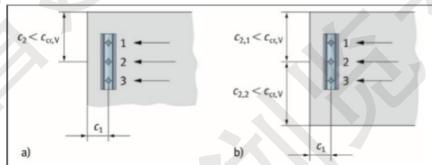


图 B.4.6 槽式预埋件锚筋受边角影响示意图
a) 受一个角影响；b) 受 2 个角影响

B.4.7 混凝土基材厚度影响系数的计算：

- 1 当构件厚度 $h \geq h_{er,V}$ 时，可直接取为 1.0；
- 2 当 $h < h_{er,V}$ 时，应按下式进行计算：

$$\Psi_{ch,h,V} = \left(\frac{h}{h_{cr,V}} \right)^{0.5} \leq 1.0 \quad (B.4.7)$$

式中： $h_{cr,V}$ ——基材临界厚度（mm）；当槽式预埋件 $h_{ch}/h_{ef} \leq 0.4$ ，且 $b_{ch}/h_{ef} \leq 0.7$ 时（见图 B.1.6），可取 $h_{cr,V} = 2c_1 + 2h_{ch}$ ，其中 h_{ch} 为槽式预埋件的高度（mm），见图 B.4.7；上述条件不满足时， $h_{cr,V}$ 应由相关认证报告或测试报告提供，且不小于 $2c_1 + 2h_{ch}$ ；
 h ——混凝土构件厚度。

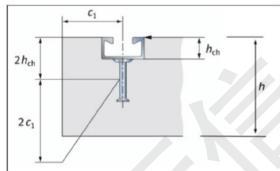


图 B.4.7 槽式预埋件锚筋受构件厚度影响示意图

B.4.8 在平行于钢槽长度方向的剪力作用下，混凝土边缘破坏受剪承载力标准值，分别按 B.4.8-1（图 B.4.8-1）和 B.4.8-2（图 B.4.8-2）进行计算：

$$V_{Rk,c,x} = V_{0,Rk,c,x} \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{re,V} \quad (B.4.8-1)$$

$$V_{Rk,c,x} = 2 \cdot V_{0,Rk,c,x}^0 \cdot (A_{c,V}/A_{c,V}^0) \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{re,V}/n_a \quad (B.4.8-2)$$

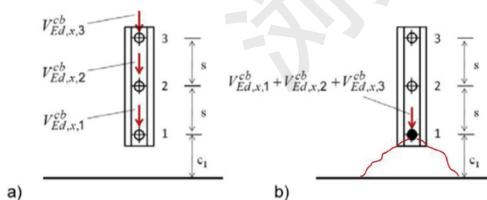


图 B.4.8-1 端部混凝土的边缘破坏示意图

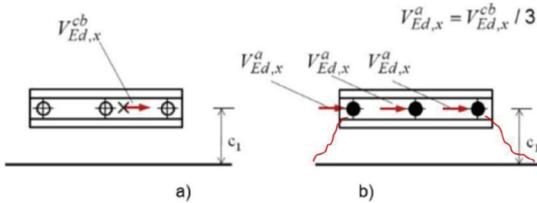


图 B. 4. 8 - 2 侧面混凝土的边缘破坏示意图

式中: n_a ——预埋槽的锚腿数量;

其他参数——均按照行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 - 2013 的第 6.1.15 条计算。

B. 5 拉剪复合承载能力极限状态计算

B. 5. 1 槽式预埋件在承受拉力和剪力的复合力时, 应分成四种情况来验算, 即 1) T 型螺栓钢材破坏; 2) 卷边破坏和钢槽受弯破坏; 3) 锚筋破坏和锚筋与钢槽连接破坏; 4) 混凝土破坏等, 并应满足本条的相关要求。

1 槽式预埋件在承受拉剪复合力时, 其 T 型螺栓的钢材破坏模式验算, 应满足下列公式的要求。当螺栓承受的剪力存在有杠杆力臂的情况时, 则不需要进行本验算;

$$\left(\frac{N_{Ed}^{cb}}{N_{Rd,x}} \right)^2 + \left(\frac{V_{Ed}^{cb}}{V_{Rd,x}} \right)^2 \leq 1.0 \quad (\text{B. 5. 1 - 1})$$

式中: N_{Ed}^{cb} ——分配到槽式预埋件 T 型螺栓的拉力 (N);

$N_{Rd,x}$ ——槽式预埋件 T 型螺栓受拉破坏承载力设计值 (N);

V_{Ed}^{cb} ——槽式预埋件 T 型螺栓上所分配到的剪切力 (N), 即 T 型螺栓上所受的垂直于钢槽轴向和平行于钢槽轴向的剪力设计值的合力;

$V_{Rd,x}$ ——槽式预埋件 T 型螺栓受剪破坏承载力设计值 (N)。

2 槽式预埋件承受拉剪复合力时, 其卷边破坏、钢槽受弯

破坏模式的验算，应满足下列公式的要求：

$$\left(\frac{N_{Ed}^{cb}}{N_{Rd,s,l}}\right)^{k_{13}} + \left(\frac{V_{Ed,y}^{cb}}{V_{Rd,s,l,y}}\right)^{k_{13}} \leq \left[1 - \left(\frac{V_{Ed,x}^{cb}}{V_{Rd,s,ls,x}}\right)\right]^{k_{13}} \quad (\text{卷边验算})$$
(B. 5. 1 - 2)

$$\left(\frac{M_{Ed}^{cb}}{M_{Rd,s,flex}}\right)^{k_{13}} + \left(\frac{V_{Ed,y}^{cb}}{V_{Rd,s,l,y}}\right)^{k_{13}} \leq \left[1 - \left(\frac{V_{Ed,x}^{cb}}{V_{Rd,s,ls,x}}\right)\right]^{k_{13}} \quad (\text{受弯验算})$$
(B. 5. 1 - 3)

式中： k_{13} ——当 $V_{Rd,s,l,y} \leq N_{Rd,s,l}$ 时，取 $k_{13} = 2.0$ ；当 $V_{Rd,s,l,y} > N_{Rd,s,l}$ 时，应按相关认证报告取值，如果无认证报告，可取 $k_{13} = 1.0$ ；当考虑了抗震的相关计算时，可取 $k_{13} = 1.0$ ；

N_{Ed}^{cb} ——分配到槽式预埋件螺栓的拉力 (N)；

$N_{Rd,s,l}$ ——槽式预埋件钢槽卷边受拉破坏承载力设计值 (N)；

$V_{Ed,y}^{cb}$ ——分配到槽式预埋件螺栓上垂直于槽式预埋件轴向的剪力 (N)；

$V_{Ed,x}^{cb}$ ——分配到槽式预埋件螺栓上平行于槽式预埋件轴向的剪力 (N)；

$V_{Rd,s,l}$ ——槽式预埋件的钢槽卷边受剪破坏承载力设计值 (N)；

M_{Ed}^{ch} ——拉力作用下钢槽整体受弯的弯矩设计值 ($N \cdot m$)，见附录 B. 2. 1 条；

$M_{Rd,s,flex}$ ——钢槽整体受拉弯曲的承载力设计值 ($N \cdot m$)。

3 槽式预埋件承受拉剪复合力时，其锚筋破坏、锚筋与钢槽连接破坏模式的验算，应满足下列公式的要求：

$$\max\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd,s,a}} \cdot \frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd,s,c}}\right)^{k_{14}} + \max\left(\frac{V_{Ed,y}^a}{V_{Rd,s,a,y}} \cdot \frac{V_{Ed,y}^a}{V_{Rd,s,c,y}}\right)^{k_{14}} \leq \left[1 - \max\left(\frac{V_{Ed,x}^a}{V_{Rd,s,a,x}} \cdot \frac{V_{Ed,x}^a}{V_{Rd,s,c,x}}\right)\right]^{k_{14}} \quad (\text{B. 5. 1 - 4})$$

式中： k_{14} ——当 $\max(V_{Rd,s,a,y} : V_{Rd,s,c,y}) \leq \min(N_{Rd,s,a} : N_{Rd,s,c})$ 时，取 $k_{14} = 2.0$ ；当 $\max(V_{Rd,s,a,y} : V_{Rd,s,c,y}) > \min(N_{Rd,s,a} : N_{Rd,s,c})$ 时，应参照相关认证报告，或取 $k_{14} = 1.0$ ；当考虑了抗震的相关计算时，可取 $k_{14} = 1.0$ ；

N_{Ed}^a ——分配到槽式预埋件锚筋的拉力 (N)；

$N_{Rd,s,a}$ ——槽式预埋件锚筋的抗拉承载力设计值 (N)；

$N_{Rd,s,c}$ ——钢槽与锚筋连接处的抗拉承载力设计值 (N)；

V_{Ed}^a ——分配到锚筋上的剪力 (N)；

$V_{Ed,y}^a$ ——分配到锚筋上垂直于槽式预埋件轴向的剪力 (N)；

$V_{Ed,x}^a$ ——分配到锚筋上平行于槽式预埋件轴向的剪力 (N)；

$V_{Rd,s,a}$ ——锚筋的抗剪承载力设计值 (N)；

$V_{Rd,s,c}$ ——钢槽与锚筋连接处的抗剪承载力设计值 (N)。

4 槽式预埋件承受拉剪复合力时，其混凝土破坏模式的验算，应满足下列公式的要求。

$$\left(\frac{N_{Ed}^a}{N_{Rd,i}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{V_{Ed,y}^a}{V_{Rd,i,y}}\right)^{\alpha} + \left(\frac{V_{Ed,x}^a}{V_{Rd,i,x}}\right)^{\alpha} \leq 1.0 \quad (\text{B.5.1-5})$$

式中： α ——当考虑了抗震的相关计算时，可取 1.0；当布置了附加钢筋承担拉力和剪力时，可取 1.0；当没有附加辅助钢筋承担拉力和剪力时，可取 1.5；

$N_{Rd,i}$ ——锥体破坏受拉承载力设计值 $N_{Rd,c}$ ，锚筋受拉拔出破坏承载力设计值 $N_{Rd,p}$ ，劈裂破坏 $N_{Rd,sp}$ 或受拉边缘剥落破坏 $N_{Rd,cb}$ 等 4 个模式，取比值的较大值；

$V_{Rd,i,y}$ ——应分别验算垂直于钢槽受剪情况下，混凝土边缘破坏、剪撬破坏等 2 个模式，采用其中 $\left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd,i,y}}\right)$ 的较大值；

$V_{Rd,i,x}$ ——应分别验算平行于钢槽受剪情况下，混凝土边缘破坏、剪撬破坏等 2 个模式，采用其中 $\left(\frac{V_{Ed}^a}{V_{Rd,i,x}}\right)$ 的较大值。

B. 6 构造措施

B. 6. 1 槽式预埋件的钢槽、锚筋和 T 型螺栓的原材料应采用热轧钢材或铸钢，焊接式槽式预埋件不应采用冷加工钢槽和锚筋。钢槽壁厚不应小于 3mm。槽体与锚筋应采用焊接式、铸造式或机械咬合式连接。

B. 6. 2 除不锈钢制品外，槽式预埋件的表面应进行热浸镀锌处理，镀锌厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》GB/T 13912 的规定。

B. 6. 3 槽式预埋件的密封条应填充密实，宜采用聚乙烯材料，浇注混凝土时不得漏浆，易于拆除。

B. 6. 4 混凝土基材应坚实能承担被连接件的锚固和全部附加荷载。基材混凝土强度等级不应低于 C20，且不得高于 C60。

B. 6. 5 槽式预埋件的有效锚固深度 h_{ef} 不小于 90mm，锚筋数量不应少于 3 个，锚筋间距 s 不应小于 100mm，不应大于 250mm。矩形横截面的锚筋厚度不应小于 4mm，圆形横截面的锚筋直径不应小于 10mm。混凝土基材厚度不应小于 200mm，锚筋与混凝土构件边缘的最小边距 c 和 c_1 均不应小于 50mm。

B. 6. 6 幕墙立柱的连接件在槽式预埋件上每侧用一个螺栓时，该螺栓实际的净截面积按规定的计算面积至少应增加 50%，并使用双螺帽固定。

B. 6. 7 槽式预埋件承受沿着槽体长度方向的抗剪承载力时，其抗剪承载力设计值应大于剪力设计值，且抗剪承载力不应由 T 型螺栓和槽体卷边间的摩擦力提供：

1 通过 T 型螺栓副的齿与槽体卷边咬合提供抗剪承载力时，

应提供产品承载力测试或认证报告，并明确 T 型螺栓的预紧力标准值；

2 通过 T 型螺栓副的齿与槽体卷边的齿咬合提供抗剪承载力时，应提供产品承载力测试或认证报告，或通过计算确定。

B. 6.8 槽式预埋件的动载性能和遇火时的承载力设计，应通过相关的认证测试。

附录 C 弹性板的弯矩系数和挠度系数

C.1 四边简支板和四边简支加肋板

C.1.1 不同加肋方式的面板类型如图 C.1.1 所示。图中，(a) 为四边简支板，(b)、(c)、(d)、(e) 为不同加肋方式的四边简支板，字母 A、B、C、D、E、F 代表不同边界条件的区格。

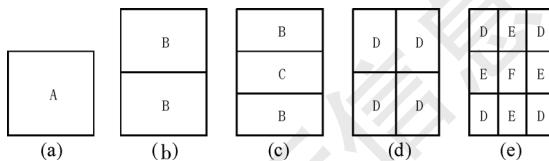


图 C.1.1 板块类型

C.1.2 不同区格均承受垂直于板面的均布荷载作用，其量值为 q 。不同区格的边界条件应按表 C.1.2 采用。计算边长 l 取 l_x 与 l_y 中的较小边长。

表 C.1.2 不同区格的边界条件

区格类型	A	B	C
边界条件			
区格类型	D	E	F
边界条件			

C. 1.3 不同区格的跨中弯矩系数 m 和固端弯矩系数 m_x^0 或 m_y^0 可依据其类型和泊松比 v , 分别按照表 C. 1.3-1 ~ C. 1.3-6 采用。

表 C. 1.3-1 区格 A

v		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333
l_x/l_y	μ	m				
0.50	0.01013	0.09868	0.09998	0.10085	0.10172	0.10224
0.55	0.00940	0.09183	0.09340	0.09445	0.09550	0.09613
0.60	0.00867	0.08503	0.08684	0.08805	0.08926	0.08999
0.65	0.00796	0.07839	0.08042	0.08178	0.08313	0.08394
0.70	0.00727	0.07200	0.07422	0.07570	0.07718	0.07807
0.75	0.00663	0.06596	0.06834	0.06993	0.07151	0.07246
0.80	0.00603	0.06028	0.06278	0.0644	0.06612	0.06712
0.85	0.00547	0.05495	0.05756	0.05930	0.06104	0.06208
0.90	0.00496	0.05008	0.05276	0.05455	0.05634	0.05741
0.95	0.00449	0.04555	0.04828	0.05010	0.05192	0.05301
1.00	0.00406	0.04140	0.04416	0.04600	0.04784	0.04894

表 C. 1.3-2 区格 B

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—
l_x/l_y	μ	m					m_x^0
0.50	0.00504	0.08203	0.08292	0.08351	0.08411	0.08446	-0.1212
0.55	0.00492	0.07736	0.07847	0.07921	0.07996	0.08040	-0.1187
0.60	0.00472	0.07266	0.07398	0.07486	0.07575	0.07627	-0.1158
0.65	0.00448	0.06798	0.06949	0.07050	0.07151	0.07212	-0.1124
0.70	0.00422	0.06341	0.06510	0.06623	0.06735	0.06803	-0.1087
0.75	0.00399	0.05887	0.06071	0.06194	0.06317	0.06390	-0.1048
0.80	0.00376	0.05449	0.05647	0.0577	0.05911	0.05990	-0.1007
0.85	0.00352	0.05034	0.05244	0.05384	0.05524	0.05607	-0.0965
0.90	0.00329	0.04645	0.04864	0.05010	0.05156	0.05244	-0.0922
0.95	0.00306	0.04272	0.04498	0.04649	0.04800	0.04890	-0.0880
1.00	0.00285	0.03926	0.04157	0.04311	0.04466	0.04558	-0.0839

续表 C. 1.3 -2

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—
l_x/l_y	μ	m					m_x^0
1.00	0.00285	0.03926	0.04157	0.04311	0.04466	0.04558	-0.0839
0.95	0.00324	0.04182	0.04426	0.04589	0.04752	0.04849	-0.0882
0.90	0.00368	0.04445	0.04703	0.04875	0.05047	0.05150	-0.0926
0.85	0.00417	0.04719	0.04991	0.05173	0.05354	0.05643	-0.0970
0.80	0.00473	0.04999	0.05287	0.05479	0.05671	0.05786	-0.1014
0.75	0.00536	0.05282	0.05586	0.05789	0.05992	0.06113	-0.1056
0.70	0.00605	0.05566	0.05888	0.06103	0.06317	0.06446	-0.1096
0.65	0.00680	0.05848	0.06188	0.06415	0.06642	0.06778	-0.1133
0.60	0.00762	0.06144	0.06504	0.06744	0.06984	0.07172	-0.1166
0.55	0.00848	0.06447	0.06826	0.07079	0.07332	0.07483	-0.1193
0.50	0.00935	0.06734	0.07132	0.07398	0.07663	0.07822	-0.1215

表 C. 1.3 -3 区格 C

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—
l_x/l_y	μ	m					m_x^0
0.50	0.00261	0.07024	0.07096	0.07144	0.07192	0.07220	-0.0843
0.55	0.00259	0.06659	0.06748	0.06808	0.06867	0.06903	-0.0840
0.60	0.00255	0.06288	0.06394	0.06465	0.06536	0.06579	0.0834
0.65	0.00250	0.05915	0.06083	0.06120	0.06202	0.06251	-0.0826
0.70	0.00243	0.05540	0.05678	0.05770	0.05862	0. , 05917	-0.0814
0.75	0.00236	0.05183	0.05335	0.05436	0.05538	0.05598	-0.0799
0.80	0.00228	0.04833	0.04997	0.05106	0.05216	0.05281	-0.0782
0.85	0.00220	0.04496	0.04671	0.04788	0.04904	0.04974	-0.0763
0.90	0.00211	0.04182	0.04366	0.04489	0.04612	0.04685	-0.0743
0.95	0.00201.	0.03879	0.04070	0.04198	0.04325	0.04402	-0.0721
1.00	0.00192	0.03594	0.03791	0.03923	0.04054	0.04133	-0.0698

续表 C. 1.3 - 3

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—
l_x/l_y	μ	m					m_x^0
1.00	0.00912	0.03594	0.03791	0.03923	0.04054	0.04133	-0.0698
0.95	0.00223	0.03876	0.04083	0.04221	0.04360	0.04442	-0.0746
0.90	0.00260	0.04174	0.04392	0.04538	0.04683	0.04770	-0.0797
0.85	0.00303	0.04484	0.04714	0.04868	0.05021	0.05113	-0.0850
0.80	0.00354	0.04806	0.05050	0.05213	0.05375	0.05473	-0.0904
0.75	0.00413	0.05137	0.05396	0.05569	0.05742	0.05845	-0.0959
0.70	0.00482	0.05466	0.05742	0.05926	0.06111	0.06221	-0.1013
0.65	0.00560	0.05783	0.06079	0.06276	0.06474	0.06592	-0.1066
0.60	0.00647	0.06089	0.06406	0.06618	0.06829	0.06956	-0.1114
0.55	0.00743	0.06363	0.06703	0.06930	0.07157	0.07293	-0.1156
0.50	0.00844	0.06603	0.06967	0.07210	0.07453	0.07599	-0.1191

表 C. 1.3 - 4 区格 D

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—	
l_x/l_y	μ	m					m_x^0	m_y^0
0.50	0.00471	0.07828	0.07944	0.08021	0.08099	0.08145	-0.1179	-0.0786
0.55	0.00454	0.07337	0.07473	0.07564	0.07655	0.07709	-0.1140	-0.0785
0.60	0.00429	0.06847	0.07001	0.07104	0.07027	0.07268	-0.1095	-0.0782
0.65	0.00399	0.06359	0.06529	0.06643	0.06756	0.06824	-0.1045	-0.0777
0.70	0.00368	0.05882	0.06066	0.06189	0.06312	0.06385	-0.0992	-0.0770
0.75	0.00340	0.05407	0.05603	0.05734	0.05865	0.05943	-0.0938	-0.0760
0.80	0.00313	0.04955	0.05162	0.05300	0.05438	0.05521	-0.0883	-0.0748
0.85	0.00286	0.04531	0.04747	0.04891	0.05036	0.05122	-0.0829	-0.0733
0.90	0.00261	0.04138	0.04361	0.04510	0.04659	0.04748	-0.0776	-0.0716
0.95	0.00237	0.03765	0.03993	0.04145	0.04297	0.04388	-0.0726	-0.0698
1.00	0.00215	0.03426	0.03657	0.03811	0.03966	0.04058	-0.0677	-0.0677

表 C. 1.3-5 区格 E

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—	
l_x/l_y	μ	m					m_x^0	m_y^0
0.50	0.0258	0.07034	0.07133	0.07199	0.07265	0.07304	-0.0836	-0.0569
0.55	0.0255	0.06644	0.06758	0.06834	0.06910	0.06955	-0.0827	-0.0570
0.60	0.0249	0.06247	0.06377	0.06464	0.06551	0.06603	-0.0814	-0.0571
0.65	0.0240	0.05847	0.05992	0.06089	0.06186	0.06244	-0.0796	-0.0572
0.70	0.0229	0.05449	0.05608	0.05714	0.05820	0.05883	-0.0774	-0.0572
0.75	0.0219	0.05059	0.05229	0.05343	0.05456	0.05524	-0.0750	-0.0572
0.80	0.0208	0.04676	0.04856	0.04976	0.05097	0.05169	-0.0722	-0.0570
0.85	0.0196	0.04309	0.04498	0.04624	0.04750	0.04825	-0.0693	-0.0567
0.90	0.0184	0.03971	0.04166	0.04296	0.04427	0.04505	-0.0663	-0.0563
0.95	0.0172	0.03645	0.03846	0.03980	0.04114	0.04194	-0.0631	-0.0558
1.00	0.0160	0.03338	0.03543	0.03680	0.03817	0.03899	-0.0600	-0.0550
l_x/l_y	μ	m					m_x^0	m_y^0
1.00	0.00160	0.03338	0.03543	0.03680	0.03817	0.03899	-0.0600	-0.0550
0.95	0.00182	0.03577	0.03791	0.03934	0.04077	0.04162	-0.0629	-0.0599
0.90	0.00206	0.03823	0.04046	0.04195	0.04344	0.04433	-0.0656	-0.0653
0.85	0.00233	0.04073	0.04306	0.04461	0.04617	0.04710	-0.0683	-0.0711
0.80	0.00262	0.04328	0.04570	0.04731	0.04893	0.04989	-0.0707	-0.0772
0.75	0.00294	0.04589	0.04841	0.05009	0.05177	0.05277	-0.0729	-0.0837
0.70	0.00327	0.04850	0.05111	0.05285	0.05459	0.05563	-0.0748	-0.0903
0.65	0.00365	0.05108	0.05377	0.05556	0.05736	0.05843	-0.0762	-0.0970
0.60	0.00403	0.05359	0.05635	0.05819	0.06003	0.06113	-0.0773	-0.1033
0.55	0.00437	0.05594	0.05876	0.06064	0.06252	0.06364	-0.0780	-0.1093
0.50	0.00463	0.05816	0.06102	0.06293	0.06483	0.06597	-0.0784	-0.1146

表 C. 1.3-6 区格 F

V		0.125	0.200	0.250	0.300	0.333	—	
l_x/l_y	μ	m					m_x^0	m_y^0
0.50	0.00253	0.06958	0.07037	0.07090	0.07143	0.07175	-0.0829	-0.0570
0.55	0.00246	0.06551	0.06651	0.06718	0.06784	0.06824	-0.0814	-0.0571
0.60	0.00236	0.06134	0.06253	0.06333	0.06412	0.06460	-0.0793	-0.0571
0.65	0.00224	0.05704	0.05841	0.05933	0.06024	0.06079	-0.0766	-0.0571
0.70	0.00211	0.05276	0.05429	0.05531	0.05634	0.05695	-0.0735	-0.0569
0.75	0.00197	0.04859	0.05027	0.05139	0.05251	0.05318	-0.0701	-0.0565
0.80	0.00182	0.04459	0.04638	0.04758	0.04877	0.04949	-0.0664	-0.0559
0.85	0.00168	0.04075	0.04264	0.04390	0.04516	0.04592	-0.0626	-0.0551
0.90	0.00153	0.03712	0.03908	0.04039	0.04170	0.04248	-0.0588	-0.0541
0.95	0.00140	0.03375	0.03576	0.03710	0.03844	0.03924	-0.0550	-0.0528
1.00	0.00127	0.03060	0.03264	0.03400	0.03536	0.03618	-0.0513	-0.0513

C. 2 四角支承板

C. 2.1 四角支承板的计算简图可按图 C. 2.1 采用，其计算跨度应取长边边长。

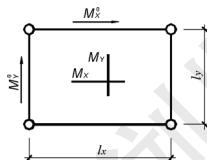


图 C. 2.1 四角支承板的计算简图

C. 2.2 四角支承板的跨中弯矩系数 m_x 、 m_y 以及自由边中点弯矩系数 m_x^0 、 m_y^0 ，可依据其泊松比 v ，按照表 C. 2.2 采用。

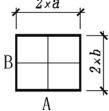
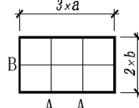
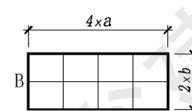
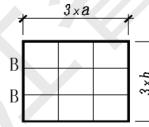
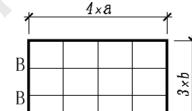
表 C.2.2 四角支承板的弯矩系数

$\frac{l_x}{l_y}$	m_x					m_y				
	$v = 0$	$v = 1/8$	$v = 1/6$	$v = 1/5$	$v = 0.3$	$v = 0$	$v = 1/8$	$v = 1/6$	$v = 1/5$	$v = 0.3$
0.50	0.0153	0.0180	0.0189	0.0196	0.0214	0.1221	0.1221	0.1221	0.1221	0.1223
0.55	0.0209	0.0236	0.0245	0.0252	0.0271	0.1210	0.1211	0.1212	0.1213	0.1216
0.60	0.0272	0.0301	0.0310	0.0317	0.0337	0.1198	0.1202	0.1203	0.1204	0.1208
0.65	0.0344	0.0373	0.0382	0.0389	0.0410	0.1184	0.1189	0.1191	0.1193	0.1199
0.70	0.0424	0.0453	0.0462	0.0469	0.0490	0.1169	0.1176	0.1179	0.1181	0.1189
0.75	0.0512	0.0540	0.0549	0.0556	0.0577	0.1153	0.1163	0.1166	0.1169	0.1178
0.80	0.0607	0.0634	0.0643	0.0650	0.0671	0.1136	0.1149	0.1153	0.1156	0.1167
0.85	0.0709	0.0736	0.0745	0.0752	0.0772	0.1118	0.1133	0.1138	0.1142	0.1155
0.90	0.0818	0.0845	0.0880	0.0861	0.0881	0.1099	0.1117	0.1123	0.1128	0.1143
0.95	0.0935	0.0961	0.0969	0.0976	0.0996	0.1079	0.1100	0.1107	0.1113	0.1130
1.00	0.1058	0.1083	0.1091	0.1098	0.1117	0.1058	0.1083	0.1091	0.1098	0.1117
$\frac{l_x}{l_y}$	m_x					m_y				
	$v = 0$	$v = 1/8$	$v = 1/6$	$v = 1/5$	$v = 0.3$	$v = 0$	$v = 1/8$	$v = 1/6$	$v = 1/5$	$v = 0.3$
0.50	0.0654	0.0607	0.0592	0.0580	0.0544	0.1302	0.1304	0.1304	0.1304	0.1301
0.55	0.0728	0.0681	0.0666	0.0654	0.0618	0.1321	0.1320	0.1319	0.1318	0.1314
0.60	0.0805	0.0759	0.0744	0.0732	0.0695	0.1342	0.1339	0.1337	0.1336	0.1330
0.65	0.0887	0.0841	0.0826	0.0814	0.0778	0.1366	0.1361	0.1358	0.1356	0.1347
0.70	0.0973	0.0928	0.0913	0.0901	0.0865	0.1393	0.1384	0.1380	0.1377	0.1365
0.75	0.1063	0.1021	0.1006	0.0994	0.0958	0.1421	0.1408	0.1403	0.1399	0.1385
0.80	0.1159	0.1117	0.1103	0.1091	0.1056	0.1452	0.1435	0.1429	0.1424	0.1407
0.85	0.1260	0.1220	0.1206	0.1195	0.1160	0.1485	0.1464	0.1456	0.1450	0.1429
0.90	0.1366	0.1327	0.1314	0.1303	0.1269	0.1520	0.1494	0.1485	0.1477	0.1453
0.95	0.1478	0.1440	0.1427	0.1416	0.1384	0.1557	0.1526	0.1515	0.1506	0.1479
1.00	0.1595	0.1559	0.1547	0.1537	0.1505	0.1595	0.1559	0.1547	0.1537	0.1505

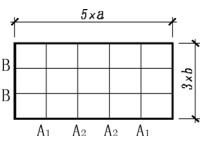
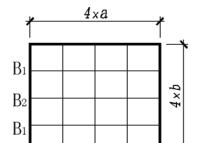
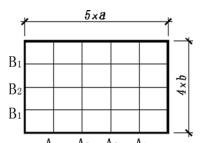
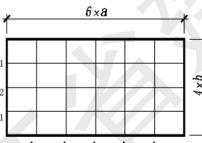
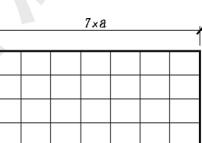
附录 D 交叉肋的弯矩系数和剪力系数

D. 0.1 金属板加劲肋的弯矩、剪力和挠度可按下表计算。

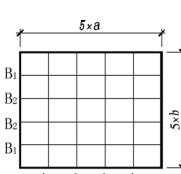
表 D. 0.1 交叉肋的计算系数表

简图 梁号	b/a	0. 8		1. 0		1. 2	
		M	V	M	V	M	V
 A	A	0.33	0.58	0.25	0.50	0.19	0.44
	B	0.17	0.42	0.25	0.50	0.32	0.57
	μ	0.057		0.084		0.107	
 A A	A	0.46	0.71	0.42	0.67	0.37	0.62
	B	0.09	0.34	0.16	0.41	0.26	0.51
	μ	0.08		0.15		0.23	
 A ₁ A ₂ A ₃	A ₁	0.44	0.69	0.42	0.67	0.40	0.65
	A ₂	0.56	0.81	0.55	0.80	0.53	0.78
	B	0.08	0.33	0.12	0.37	0.18	0.43
	μ	0.10		0.19		0.31	
 A A	A	0.66	0.91	0.50	0.75	0.37	0.62
	B	0.34	0.59	0.50	0.75	0.63	0.88
	μ	0.31		0.44		0.55	
 A ₁ A ₂ A ₃	A ₁	0.75	1.00	0.66	0.91	0.55	0.80
	A ₂	1.02	1.27	0.91	1.16	0.78	1.03
	B	0.24	0.49	0.43	0.64	0.67	0.81
	μ	0.44		0.76		1.12	

续表 D. 0.1

简图	b/a 梁号	0. 8		1. 0		1. 2	
		M	V	M	V	M	V
	A ₁	0.72	0.97	0.66	0.91	0.60	0.85
	A ₂	1.07	1.32	1.02	1.27	0.95	1.20
	B	0.21	0.46	0.32	0.57	0.50	0.70
	μ	0.48		0.87		1.38	
	A ₁	1.11	1.12	0.83	0.92	0.59	0.75
	A ₂	1.58	1.46	1.17	1.17	0.84	0.94
	B ₁	0.54	0.71	0.83	0.92	1.06	1.08
	B ₂	0.77	0.89	1.17	1.17	1.51	1.41
	μ	1.29		1.90		2.41	
	A ₁	1.21	1.19	1.02	1.05	0.83	0.91
	A ₂	1.91	1.69	1.64	1.50	1.34	1.29
	B ₁	0.40	0.62	0.71	0.81	1.03	1.02
	B ₂	0.57	0.76	1.00	1.03	1.46	1.31
	μ	1.57		2.63		3.75	
	A ₁	1.18	1.17	1.06	1.08	0.93	0.98
	A ₂	1.95	1.72	1.79	1.60	1.59	1.46
	A ₃	2.20	1.89	2.04	1.78	1.83	1.63
	B ₁	0.26	0.57	0.54	0.73	0.89	0.91
	B ₂	0.36	0.70	0.76	0.91	1.26	1.16
	μ	1.76		3.23		5.02	
	A ₁	1.14	1.14	1.03	1.06	0.94	0.99
	A ₂	1.90	1.68	1.79	1.60	1.66	1.51
	A ₃	2.22	1.91	2.15	1.86	2.03	1.77
	B ₁	0.16	0.56	0.38	0.68	0.69	0.83
	B ₂	0.23	0.68	0.54	0.84	0.98	1.05
	μ	1.82		3.43		5.57	

续表 D.0.1

简图	b/a 梁号	0. 8		1. 0		1. 2	
		M	V	M	V	M	V
	A ₁	1. 42	1. 26	1. 06	1. 03	0. 76	0. 84
	A ₂	2. 29	1. 82	1. 72	1. 47	1. 25	1. 18
	B ₁	0. 70	0. 80	1. 06	1. 03	1. 36	1. 22
	B ₂	1. 15	1. 12	1. 72	1. 47	2. 19	1. 76
	μ	3. 02		4. 41		5. 58	

注：1 跨中最大弯矩用表中 M 栏的系数，弯矩分别按下式采用：

$$M_A, M_{A1}, M_{A2}, M_{A3} = (\text{表中系数}) \times qab^2$$

$$M_B, M_{B1}, M_{B2} = (\text{表中系数}) \times qa^2b$$

其中， a 为 A 肋的中心间距， b 为 B 肋的中心间距， q 为板单位面积上的风荷载或地震作用标准值，在计算中近似假定集中在肋交点处 ($F = qab$)；

- 2 肋端剪力用表中 V 栏的系数，乘数为 qab ，即 V_A 或 $V_B = (\text{表中系数}) \times qab$ ；
- 3 肋的最大挠度 u_{\max} 用表中 μ 栏的系数，乘数为 qa^4b/EI ，即 $u_{\max} = (\text{表中系数}) \times qa^4b/EI$ ；
- 4 交叉肋四周假定为简支。

附录 E 双层幕墙热工计算

E. 1 一般规定

E. 1.1 双层幕墙的热工性能按本标准附录 E 的规定进行计算，也可采用专业的热工计算软件计算。

E. 1.2 双层幕墙的热工性能指标应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的相关规定。

E. 1.3 按本标准计算时过程计算结果四舍五入保留小数点后两位，最终结果四舍五入保留小数点后三位。

E. 2 传热系数计算

E. 2.1 单幅幕墙的传热系数 K_{cw} 应按下式计算：

$$K_{cw} = \frac{\sum K_g A_g + \sum K_p A_p + \sum K_f A_f + \sum \psi_g l_g + \sum \psi_p l_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f} \quad (\text{E. 2. 1})$$

式中： K_{cw} ——单幅幕墙的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]；

K_g ——玻璃或透明面板的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]，应按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定计算；

A_g ——玻璃或透明面板的面积 (m^2)；

ψ_g ——玻璃或透明面板边缘的线传热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]，应按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定计算；

l_g ——玻璃或透明面板边缘长度 (m)；

K_p ——非透明面板传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]；

A_p ——非透明面板的投影面积 (m^2)；

ψ_p ——非透明面板边缘的线传热系数 [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]，
应按现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算
规程》JGJ/T 151 的规定计算；

l_p ——非透明面板边缘长度 (m)；

K_f ——框的传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]，应按现行行业标
准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
的规定计算；

A_f ——框的投影面积 (m^2)。

E. 2.2 双层幕墙的传热系数应根据空气间层的通风情况按非通
风状态、微通风状态或强通风状态进行计算。通风状态的标准值
 A_v 按下式计算 (图 E. 0.3)：

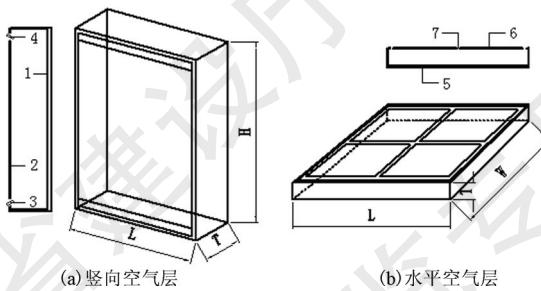


图 E. 0.3 空气层示意图

1—主立面幕墙；2—次立面幕墙；3—进风口；4—出风口；

5—主平面采光顶；6—次平面采光顶；7—进出风口

对于竖向空气层：
$$A_v = \frac{A_o}{L} \quad (\text{E. 2. 2 - 1})$$

对于水平空气层：
$$A_v = \frac{A_o}{LW} \quad (\text{E. 2. 2 - 2})$$

式中： A_o ——进出风口面积 (mm^2)；

L ——空气层的水平长度 (m);

W ——水平空气层的宽度 (m)。

E. 2.3 非通风状态:

1 非通风状态是指空气间层内空气处于静止状态或空气间层与外部环境间连通敞开面积不足以使外部环境的空气在空气间层内流通，其连通敞开面积应满足：

1) 对于竖向空气间层, $A_v \leq 500 \text{ mm}^2/\text{m}$;

2) 对于水平空气间层, $A_v \leq 500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ 。

2 非通风双层幕墙传热系数 $K_{ew,u}$ 应按下式计算：

$$K_{ew,u} = \frac{1}{R_{ew,u}} \quad (\text{E. 2. 3 - 1})$$

$$R_{ew,u} = \frac{1}{K_{ew,1}} - R_{si} + R_{air} - R_{se} + \frac{1}{K_{ew,2}} \quad (\text{E. 2. 3 - 2})$$

式中： $R_{ew,u}$ ——非通风双层幕墙热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

$K_{ew,1}$ ——计算单元主立面幕墙或主平面采光顶传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]，应按附录 E. 2.1 条计算；

R_{si} ——幕墙上表面热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)，可按表 E. 2.3 - 1 采用，也可按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 或现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定采用；

R_{air} ——空气间层热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)，可按表 E. 2.3 - 2 采用，也可按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定采用；

R_{se} ——幕墙外表面热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)，可按表 E. 2.3 - 1 采用，也可按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 或现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 的规定采用；

$K_{ew,2}$ ——计算单元次立面幕墙或次平面采光顶传热系数 [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]，应按附录 E. 2.1 条计算。

表 E. 2. 3 - 1 表面热阻 R_s ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

表面热阻 R_s ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	热流方向		
	向上	水平	向下
R_{si}	0.1	0.13	0.17
R_{se}	0.04	0.04	0.04

注：1 表面热阻适用于与空气接触的表面；

2 内表面热阻是在表面发射率 $\varepsilon = 0.9$ 和温度为 20°C 的表面辐射换热系数 h_r 计算得出。外表面热阻是在表面发射率 $\varepsilon = 0.9$ 和温度为 10°C 的表面辐射换热系数 h_r ，并且气流速度 $v = 4\text{m}/\text{s}$ 计算得出。

表 E. 2. 3 - 2 空气间层热阻 R_{air} ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)

空气层厚度 T (mm)	热流方向		
	向上	水平	向下
5	0.11	0.11	0.11
7	0.13	0.13	0.13
10	0.15	0.15	0.15
15	0.16	0.17	0.17
25	0.16	0.18	0.19
50	0.16	0.18	0.21
100	0.16	0.18	0.22
300	0.16	0.18	0.23
500	0.16	0.18	0.23
1000	0.16	0.18	0.23

注：1 “水平”下的数值适用于与水平面 $\pm 30^\circ$ 区间的热流方向；

2 中间数值可采用线性插值的方法计算得出；

3 本表引自 BS EN13947: 2006 和 ISO 6946: 2017 (E)，空气层被两个平行且与热流方向垂直的界面约束，约束界面的表面发射率不低于 0.8，空气层的厚度（热流方向）小于另外两个方向特征尺寸的 0.1 倍，空气层内的空气与外部环境间没有气流交换。

E. 2. 4 微通风状态：

1 微通风状态是指空气间层与外部环境间连通敞开面积应满足：

- 1) 对于竖向空气间层, $500\text{mm}^2/\text{m} < A_v \leq 1500\text{mm}^2/\text{m}$;
- 2) 对于水平空气层, $500\text{mm}^2/\text{m}^2 < A_v \leq 1500\text{mm}^2/\text{m}^2$ 。

2 微通风双层幕墙传热系数 $K_{ew,s}$ 应按下式计算：

$$K_{ew,s} = \frac{1}{R_{ew,s}} \quad (\text{E. 2. 4 - 1})$$

$$R_{ew,s} = \frac{1500 - A_v}{1000} R_{ew,u} + \frac{A_v - 500}{1000} R_{ew,v} \quad (\text{E. 2. 4 - 2})$$

式中: $R_{ew,s}$ ——微通风双层幕墙热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

$R_{ew,u}$ ——非通风双层幕墙热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), 应按公式 E. 2. 3 - 2 计算;

$R_{ew,v}$ ——强通风双层幕墙热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$), 外通风双层幕墙应按公式 E. 2. 5 - 2 计算, 内通风双层幕墙应按公式 E. 2. 5 - 3 计算。

E. 2. 5 强通风状态:

1 强通风状态是指空气间层与外部环境间连通敞开面积应满足：

- 1) 对于竖向空气层, $1500\text{mm}^2/\text{m} < A_v$;
- 2) 对于水平空气层, $1500\text{mm}^2/\text{m}^2 < A_v$ 。

2 强通风双层幕墙传热系数 $K_{ew,v}$ 应按下式计算:

$$K_{ew,v} = \frac{1}{R_{ew,v}} \quad (\text{E. 2. 5 - 1})$$

$$\text{外通风双层幕墙: } R_{ew,v} = \frac{1}{K_{ew,1}} + R_{si} - R_{se} \quad (\text{E. 2. 5 - 2})$$

$$\text{内通风双层幕墙: } R_{ew,v} = \frac{1}{K_{ew,1}} \quad (\text{E. 2. 5 - 3})$$

式中: $R_{ew,v}$ ——强通风双层幕墙热阻 ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)。

E. 3 得热系数计算

E. 3.1 单幅幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{cw}$ 应按下式计算：

$$SHGC_{cw} = \frac{\sum g_g A_g + \sum g_p A_p + \sum g_f A_f}{A} \quad (\text{E. 3. 1 - 1})$$

$$g_p = \alpha_p \frac{K_p}{\frac{A_{ps,e}}{A_p} h_e} \quad (\text{E. 3. 1 - 2})$$

$$g_f = \alpha_f \frac{K_f}{\frac{A_{fs,e}}{A_f} h_e} \quad (\text{E. 3. 1 - 3})$$

式中： $SHGC_{cw}$ ——单幅幕墙的太阳得热系数；

g_g ——玻璃或透明面板的太阳光总透射比；

A_g ——玻璃或透明面板的面积 (m^2)；

g_p ——非透明面板的太阳光总透射比；

A_p ——非透明面板的投影面积 (m^2)；

g_f ——框的太阳光总透射比；

A_f ——框投影面积 (m^2)；

A ——幕墙计算单元面积 (m^2)；

K_p ——非透明面板的传热系数 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

K_f ——框的传热系数 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

h_e ——室外表面换热系数 [$W / (m^2 \cdot K)$]，可取 23 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

α_p ——非透明面板的太阳辐射吸收系数 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

α_f ——框表面的太阳辐射吸收系数 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

$A_{ps,e}$ ——非透明面板的外表面面积 (m^2)；

$A_{fs,e}$ ——框的外表面面积 (m^2)。

E. 3.2 双层幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{ew,d}$ 应按下式计算：

$$SHGC_{ew,d} = SHGC_{ew,i} \cdot SHGC_{ew,e} \quad (\text{E. 3. 2 - 1})$$

1 外循环双层幕墙内层幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{ew,i}$ 应按公式 E. 3.1-1 计算，外层幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{ew,e}$ 应按下式计算：

$$SHGC_{ew,e} = \frac{\sum g_g A_g + \sum g_p A_p + \sum g_f A_f + \sum A_{o,e}}{A} \quad (\text{E. 3. 2 - 2})$$

式中： $A_{o,e}$ ——外层幕墙太阳辐射直射通过的开口部位的面积 (m^2)。

2 内循环双层幕墙外层幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{ew,e}$ 应按公式 E. 3.1-1 计算，内层幕墙的太阳得热系数 $SHGC_{ew,i}$ 应按下式计算：

$$SHGC_{ew,i} = \frac{\sum g_g A_g + \sum g_p A_p + \sum g_f A_f + \sum A_{o,i}}{A} \quad (\text{E. 3. 2 - 3})$$

式中： $A_{o,i}$ ——内层幕墙太阳辐射直射通过的开口部位的面积 (m^2)。

E. 3.3 设置固定外遮阳构件时，幕墙的太阳得热系数应为幕墙本身的太阳得热系数与固定外遮阳构件的遮阳系数乘积，固定外遮阳构件的遮阳系数应按公式 E. 4.3 计算。

E. 4 遮阳系数计算

E. 4.1 单幅幕墙的遮阳系数 SC_{ew} 应按下式计算：

$$SC_{ew} = \frac{SHGC_{ew}}{0.87} \quad (\text{E. 4. 1 - 1})$$

式中： $SHGC_{ew}$ ——单层玻璃幕墙的得热系数。

E. 4.2 双层幕墙的遮阳系数 $SC_{ew,d}$ 应按下式计算：

$$SC_{ew,d} = \frac{SHGC_{ew,d}}{0.87} \quad (\text{E. 4. 2 - 2})$$

E. 4.3 设置外遮阳构件或中间遮阳百叶时，可以外将遮阳构件或中间遮阳百叶的遮阳系数 SC_s 与幕墙本身的遮阳系数相乘。

$$SC_s = \frac{E_\tau}{I_0} \quad (\text{E. 4. 3})$$

式中： E_τ ——通过百叶系统的太阳辐射 (W/m^2)，应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定计算；

I_0 ——幕墙朝向的太阳总辐射 (W/m^2)。

E. 4.4 活动遮阳全部收起时的遮阳系数可取 1.0，全部放下时应按不同遮阳形式进行计算。

附录 F 建筑幕墙隐蔽工程验收记录表

编号：03—09—X—隐 XX

工程名称		施工单位	
装饰工程名称	幕墙子分部	项目经理	
分项工程名称	_____幕墙	专业工长	
施工标准 名称及代号	国家标准《建筑装饰装修工程 质量验收标准》GB 50210 – 2018、 浙江省标准《建筑幕墙工程 技术标准》DB33/T 1240 – 2021	施工图名 称及图号	
隐蔽项目		隐蔽部位	
检查内容			
施工单位 自查记录	质量要求	检查记录	监理单位验收意见
	附构造图及影像资料：		
施工单位 自查结论	专业工长： (单位盖章) 年 月 日	质量检查员： 年 月 日	
监理单位 (建设单位) 验收结论	<input type="checkbox"/> 同意隐蔽 <input type="checkbox"/> 不同意， 整改后复查 专业监理工程师或建设单位专业工程师： (单位盖章) 年 月 日		

注：1 隐蔽项目应根据本标准第 18.1.4 的规定，逐条填写；

2 编号应根据浙江省标准《建筑工程施工质量验收检查用表统一标准》DB33/T 1192 – 2020 的第 4.0.9 条规定统一编写。

建筑幕墙隐蔽工程图像资料粘贴表

编号：03—09—X—隐 XX

粘贴处 图名_____	
粘贴处 图名_____	
施工单位 项目专业质量检查员： 年 月 日	专业监理工程师或建设单位专业工程师： 年 月 日

注：所附图片应清晰反映所对应的隐蔽部位及材料。

附录 G 隔热型材（资料性附录）

G.1 幕墙隔热构造设计

G.1.1 幕墙用隔热铝合金型材中的隔热材料宜放置在靠近幕墙玻璃厚度中心线区域（见图 G.1.1）。

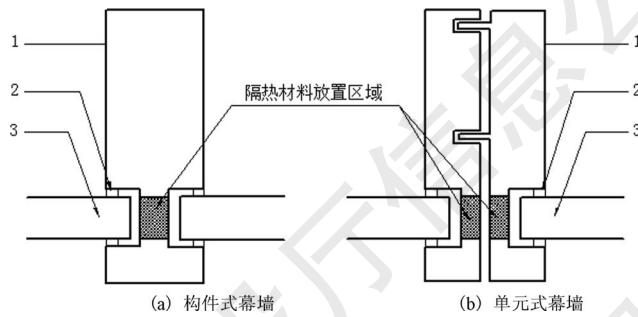


图 G.1.1 典型幕墙隔热区域

G.1.2 明框构件式幕墙可采用隔热铝合金型材或卡接式隔热材料（见图 G.1.2）的隔热构造方式，隔热材料应为连续通长。采用卡接式隔热条时，有效截面隔热高度不小于 8mm。

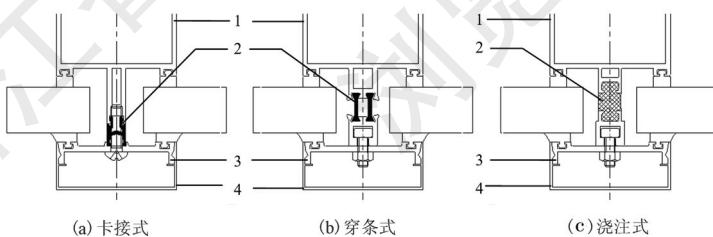
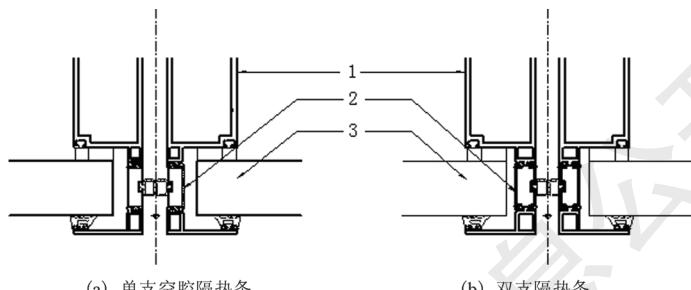


图 G.1.2 明框构件式幕墙隔热方式

G. 1.3 明框单元式幕墙宜采用隔热铝合金型材的隔热构造方式，当采用穿条式隔热铝合金型材时，可根据系统要求选用单支空腔隔热条或两支隔热条的隔热构造（见图 G. 1.3）。



1—铝合金型材; 2—隔热条; 3—玻璃

图 G.1.3 明框单元式幕墙隔热方式

Journal of Nonlinear Science and Applications (JNSA) 2020; 13(10): 1833-1848. doi:10.22436/jnsa.013.10102

G.1.4 隐框单元式幕墙玻璃侧面的护边宜采用隔热构造，可采用聚酰胺隔热护边（见图 G.1.4）或隔热铝合金型材等隔热构造。



图 G.1.4 聚酰胺隔热护边

G.1.5 明框幕墙开启窗及开启窗与幕墙框架之间的过渡型材宜根据热工需要采用隔热铝合金型材或做隔热构造处理。

G. 1.6 隐框幕墙开启窗在玻璃侧面使用护边时，宜根据热工需要采用隔热构造，可采用聚酰胺隔热护边或隔热铝合金型材等隔热构造。

G.1.7 幕墙框架两侧玻璃不在同一个平面时，型材隔热构造设计宜可实现与两侧玻璃形成连续隔热。

G. 1.8 幕墙玻璃下端采用隔热型材时，应单独设置避免隔热条承力或传力的金属托条（图 G. 1.8），托条应和幕墙框架可靠连接，并能承受玻璃自重，托条与玻璃间应设置柔性垫。

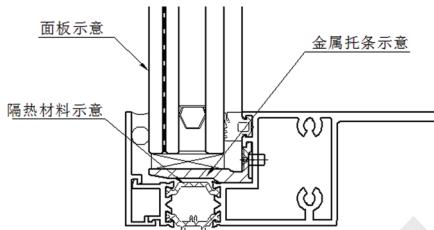


图 G. 1.8 金属托条

G. 1.9 大尺寸外装饰条应通过可靠的机械连接固定在隔热型材内侧的幕墙框架上。

G. 2 隔热铝合金型材的强度

G. 2.1 隔热铝合金型材应根据荷载组合及与特征值有关的环境温度，对铝合金型材与隔热材料组合界面进行承载力验算，在荷载组合中应考虑冬季及夏季环境温差，取最不利条件作为验算依据。

条件 1：冬季，取全部风荷载和温差 $\Delta T = 25^{\circ}\text{C}$ ；

条件 2：夏季，取 60% 风荷载和温差 $\Delta T = 35^{\circ}\text{C}$ 。

G. 2.2 隔热铝合金型材的横向抗拉抗剪强度测试检验值应满足本标准第 3. 2. 3 条的要求。

幕墙用隔热铝合金型材的横向抗拉强度应满足下列公式要求：

$$S_0 \leq Q_c / K_c \quad (\text{G. 2.2})$$

式中： S_0 ——拉伸荷载效应（重力荷载、风荷载、地震作用和温度作用）组合的设计值（N/mm）；

Q_c ——隔热型材横向抗拉性能（N/mm）；

K_c ——材料强度安全系数，取 2.0。

G. 2.3 铝合金型材的抗弯强度，针对金属型材实际应用中的受

力情况，确定金属型材的任何部分在受到可能的最不利荷载组合时，应满足本标准第5、7、8章的要求。

G.2.4 隔热铝合金型材隔热条在承受风荷载及温度变化引起的剪切力时应满足下列要求：

$$S_Q \leq T_c / K_c \quad (\text{G. 2.4})$$

式中： S_Q ——最不利组合时的剪切力设计值（N/mm）；

T_c ——隔热型材纵向抗剪强度性能（N/mm）；

K_c ——材料强度安全系数，取2.0。

G.3 隔热铝合金型材的挠度

G.3.1 应根据外部荷载和隔热铝合金型材的截面特性验算隔热铝合金型材的挠度。

G.3.2 穿条式隔热铝合金型材的铝合金与隔热条复合后的组合弹性值 c ，应依据铝合金型材与隔热条的断面组合，通过实际检测获得。

G.3.3 隔热型材的抗弯截面模量 W 、隔热型材的等效惯性矩 I_{ef} 等截面参数可参照现行行业标准《铝合金型材截面几何参数算法及计算机程序要求》YS/T 437的计算方法计算得出。

G.3.4 隔热铝合金型材挠度按本标准相关章节规定，应满足下列要求：

$$d_f \leq d_{t,lin} \quad (\text{G. 3.4})$$

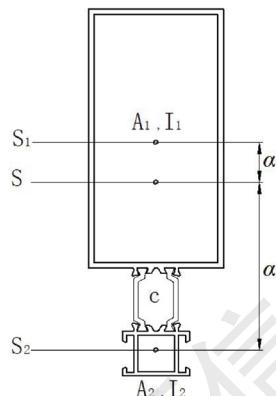
式中： d_f ——隔热铝合金型材在各种荷载标准值作用下产生的挠度值（mm）；

$d_{t,lin}$ ——构件挠度限值（mm）。

G.4 穿条式隔热铝合金型材截面几何参数及强度计算方法

G.4.1 根据铝合金型材（如图G.4.1所示的穿条式隔热铝合金型材1区、2区）与隔热材料的组合形式计算穿条式隔热铝合金

型材的截面几何参数，并参照现行行业标准《铝合金型材截面几何参数算法及计算机程序要求》YS/T 437 的计算方法计算其他组合截面的几何参数。



A_1 —铝型材 1 区的截面积（主截面）； A_2 —铝型材 2 区的截面积（次截面）；
 S_1 —铝型材 1 区的形心； S_2 —铝型材 2 区的形心； S —隔热铝合金型材的形心；
 I_1 —1 区型材惯性矩； I_2 —2 区型材惯性矩； α_1 —1 区形心到隔热铝合金型材形心的距离； α_2 —2 区形心到隔热铝合金型材形心的距离

图 G. 4. 1 穿条式隔热铝合金型材截面

G. 4. 2 穿条式隔热铝合金型材的等效惯性矩 I_{ef} 按下列公式计算：

$$I_{\text{ef}} = \frac{I_s (1 - v)}{1 - v\beta} \quad (\text{G. 4. 2 - 1})$$

$$I_s = I_1 + I_2 + A_1 a_1^2 + A_2 a_2^2 \quad (\text{G. 4. 2 - 2})$$

$$v = \frac{(A_1 a_1^2 + A_2 a_2^2)}{I_s} \quad (\text{G. 4. 2 - 3})$$

$$\beta = \frac{\lambda^2}{\pi^2 + \lambda^2} \quad (\text{G. 4. 2 - 4})$$

$$\lambda^2 = \frac{ca^2 L^2}{(EI_s) v (1 - v)} \quad (\text{G. 4. 2 - 5})$$

式中： I_s ——刚性惯性矩；

v ——作用参数；

β ——组合参数；

λ ——几何形状参数；

L ——隔热型材的承载间距（横梁或立柱的计算跨度，单位 mm）；

a ——1 区形心与 2 区形心间距（mm）；

E ——铝合金的弹性模量，取 $E = 70000 \text{ N/mm}^2$ ；

c ——组合弹性值。

G. 4.3 隔热铝合金型材的抗弯截面模量 W 是等效惯性矩 I_{ef} 与隔热铝合金型材的形心到两侧距离中较大值的比值。

G. 4.4 穿条式隔热铝合金型材等效惯性矩 I_{ef} 的简易计算方法见公式 G. 4.4。

$$I_{ef} = \mu \cdot I_s \quad (\text{G. 4.4})$$

式中： μ ——等效惯性矩相对于刚性惯性矩的折减系数；

I_s ——刚性惯性矩。

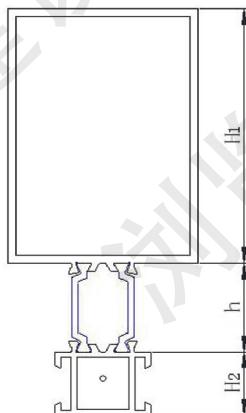


图 G. 4.4 穿条式隔热带材截面参数

折减系数 μ 根据隔热铝合金型材的截面形状、承载间距 L 、组合弹性值 c 、隔热铝合金型材 h 、 H_1 和 H_2 等参数（见图 G. 4.4），查表 G. 4.4-1 和表 G. 4.4-2 取值。当选取的组合弹性值 c 与表 G. 4.4-1 和表 G. 4.4-2 取值不一致时，可使用插补法进行修正。

表 G. 4.4-1 惯性矩折减系数 μ 取值表（组合弹性值 $c = 50\text{N/mm}^2$ ）

隔热材料 截面高度 h	隔热型材 承载间距 L	大铝材与小铝材截面高度比值 $H_1:H_2$						
		1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1
$h = H_2$	1.5m	0.62	0.67	0.72	0.75	0.77	0.79	0.80
	2m	0.74	0.77	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86
	2.5m	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89	0.89
	3m	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92
	3.5m	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.93	0.94
	4m	0.91	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95
	4.5m	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96
$h = 1.5H_2$	1.5m	0.60	0.64	0.69	0.72	0.74	0.77	0.78
	2m	0.72	0.75	0.78	0.80	0.82	0.83	0.84
	2.5m	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.88	0.88
	3m	0.85	0.86	0.88	0.89	0.90	0.91	0.91
	3.5m	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.93
	4m	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95
	4.5m	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96
$h = 2H_2$	1.5m	0.58	0.61	0.65	0.68	0.71	0.74	0.76
	2m	0.71	0.73	0.75	0.77	0.79	0.81	0.82
	2.5m	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87
	3m	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90
	3.5m	0.88	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.92
	4m	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94
	4.5m	0.92	0.93	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95

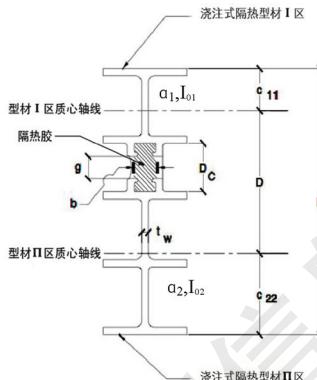
表 G. 4.4-2 惯性矩折减系数 μ 取值表 (组合弹性值 $c = 80\text{N/mm}^2$)

隔热材料 截面高度 h	隔热带型材 承载间距 L	大铝材与小铝材截面高度比值 $H_1 : H_2$						
		1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1
$h = H_2$	1.5m	0.72	0.75	0.78	0.81	0.82	0.84	0.85
	2m	0.81	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89	0.90
	2.5m	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93
	3m	0.90	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95
	3.5m	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96
	4m	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97
	4.5m	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97
$h = 1.5H_2$	1.5m	0.70	0.73	0.76	0.78	0.80	0.82	0.83
	2m	0.80	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88	0.89
	2.5m	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92
	3m	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94
	3.5m	0.92	0.93	0.94	0.94	0.95	0.95	0.95
	4m	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96
	4.5m	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97
$h = 2H_2$	1.5m	0.68	0.71	0.73	0.76	0.78	0.80	0.81
	2m	0.79	0.80	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87
	2.5m	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91
	3m	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.93	0.93
	3.5m	0.92	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95
	4m	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96
	4.5m	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.97	0.97

G. 5 浇注式隔热铝合金型材截面几何参数及强度计算方法

G. 5.1 根据如图 G. 5.1 所示的浇注式隔热铝合金型材 I 区、II 区与隔热胶的组合形式，计算浇注式隔热铝合金型材的截面几何

参数，并参照现行行业标准《铝合金型材截面几何参数算法及计算机程序要求》YS/T 437 的计算方法计算其他组合截面的几何参数。



- c_{11} —铝型材 I 区的质心轴线与表面的距离； g —隔热槽两个凸点的间距；
 b —隔热胶的平均厚度； D_c —隔热胶的最大高度； t_w —铝型材加强轴边的厚度；
 D —两区质心轴线之间的距离； G —铝型材截面的宽度； a_1 —铝型材 I 区的截面积；
 a_2 —铝型材 II 区的截面积； I_{01} —铝型材 I 区的惯性矩； I_{02} —铝型材 II 区的惯性矩；
 c_{22} —铝型材 II 区的质心轴线与表面的距离

图 G. 5. 1 浇注式隔热铝合金型材截面

G. 5. 2 浇注式隔热铝合金型材的等效惯性矩按现行行业标准《建筑用隔热铝合金型材》JG 175 附录 B 的规定。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 《混凝土工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB 50210
- 《屋面工程技术规范》 GB 50345
- 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352
- 《混凝土结构加固设计规范》 GB 50367
- 《建筑工程施工质量验收标准》 GB 50411
- 《铝合金结构设计规范》 GB 50429
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《不锈钢和耐热钢冷轧钢带》 GB/T 4239
- 《建筑材料及制品燃烧性能分级》 GB 8624
- 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》 GB/T 14683
- 《建筑用硅酮结构密封胶》 GB 16776

- 《中空玻璃用硅酮结构密封胶》 GB 24266
《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》 GB 15763. 1
《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》 GB 15763. 2
《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》 GB 15763. 3
《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》 GB 15763. 4
《1型六角螺母 C级》 GB/T 41
《开槽圆柱头螺钉》 GB/T 65
《平垫圈 C级》 GB/T 95
《平垫圈 A级》 GB/T 97. 1
《十字槽盘头螺钉》 GB/T 818
《十字槽沉头螺钉 第1部分：4. 8级》 GB/T 819. 1
《轻型弹簧垫圈》 GB/T 859
《六角头螺栓 C级》 GB/T 5780
《六角头螺栓 全螺纹 C级》 GB/T 5781
《1型六角螺母》 GB/T 6170
《六角薄螺母》 GB/T 6172. 1
《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 螺母细牙螺纹》 GB/T 3098. 4
《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 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
《紧固件机械性能 不锈钢紧定螺钉》 GB/T 3098. 16
《铝合金建筑型材》 GB/T 5237. 1 ~ GB/T 5237. 6
《变形铝及铝合金化学成分》 GB/T 3190
《一般工业用铝及铝合金板、带材》 GB/T 3880. 1 ~ GB/T 3880. 3

- 《变形铝及铝合金牌号表示方法》 GB/T 16474
《变形铝及铝合金状态代号》 GB/T 16475
《优质碳素结构钢》 GB/T 699
《碳素结构钢》 GB/T 700
《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》 GB/T 3274
《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
《不锈钢棒》 GB/T 1220
《低合金高强度结构钢》 GB/T 1591
《通用耐蚀钢铸件》 GB/T 2100
《合金结构钢》 GB/T 3077
《不锈钢冷轧钢板和钢带》 GB/T 3280
《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带》 GB/T 3524
《耐候结构钢》 GB/T 4171
《不锈钢冷加工钢棒》 GB/T 4226
《不锈钢热轧钢板和钢带》 GB/T 4237
《一般工程用铸造碳钢件》 GB/T 11352
《彩色涂层钢板及钢带》 GB/T 12754
《彩色涂层钢板及钢带试验方法》 GB/T 13448
《结构用无缝钢管》 GB/T 8162
《结构用不锈钢无缝钢管》 GB/T 14975
《金属覆盖层 钢铁制件热浸镀锌层 技术要求及试验方法》 GB/T 13912
《不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分》 GB/T 20878
《铝合金门窗》 GB/T 8478
《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》 GB/T 15227
《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法》 GB/T 7106

- 《天然石材试验方法》 GB/T 9966.1 ~ GB/T 9966.8
《建筑密封材料试验方法》 GB/T 13477
《建筑幕墙用铝塑复合板》 GB/T 17748
《中空玻璃》 GB/T 11944
《平板玻璃》 GB 11614
《半钢化玻璃》 GB/T 17841
《镀膜玻璃》 GB/T 18915
《建筑幕墙》 GB/T 21086
《建筑幕墙术语》 GB/T 34327
《建筑幕墙、门窗通用技术条件》 GB/T 31433
《玻璃幕墙光热性能》 GB/T 18091
《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》 GB/T 18250
《建筑幕墙抗震性能振动台试验方法》 GB/T 18575
《天然花岗石建筑板材》 GB/T 18601
《天然大理石建筑板材》 GB/T 19766
《天然砂岩建筑板材》 GB/T 23452
《天然石灰石建筑板材》 GB/T 23453
《石材用建筑密封胶》 GB/T 23261
《建筑装饰用铝单板》 GB/T 23443
《钛及钛合金板材》 GB/T 3621
《铜及铜合金板材》 GB/T 2040
《建筑门窗、幕墙用密封胶条》 GB/T 24498
《中空玻璃用弹性密封胶》 GB/T 29755
《干挂饰面石材》 GB/T 32834
《干挂石材用金属挂件》 GB/T 32839
《建筑结构用高强度钢绞线》 GB/T 33026
《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》 GB/T 34472
《空间网格结构技术规程》 JGJ 7
《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33

- 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
《网壳结构技术规程》 JGJ 61
《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
《玻璃幕墙工程技术规范》 JGJ 102
《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ 133
《人造板材幕墙工程技术规范》 JGJ 336
《采光顶与金属屋面技术规程》 JGJ 255
《建筑玻璃应用技术规程》 JGJ 113
《铝合金门窗工程技术规范》 JGJ 214
《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 134
《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
《建筑用隔热铝合金型材》 JG 175
《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203
《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》 JG/T 151
《索结构技术规程》 JGJ 257
《玻璃幕墙工程质量检验标准》 JGJ/T 139
《太阳能光伏玻璃幕墙电气设计规范》 JGJ/T 365
《玻璃纤维增强水泥（GRC）建筑应用技术标准》 JGJ/

T 423

- 《建筑防护栏杆技术标准》 JGJ/T 470
《建筑玻璃采光顶技术要求》 JG/T 231
《建筑门窗五金件 传动机构用执手》 JG/T 124
《建筑门窗五金件 合页（铰链）》 JG/T 125
《建筑门窗五金件 传动锁闭器》 JG/T 126
《建筑门窗五金件 滑撑》 JG/T 127
《建筑门窗五金件 撑挡》 JG/T 128
《建筑门窗五金件 单点锁闭器》 JG/T 130
《建筑玻璃点支承装置》 JG/T 138
《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》 JG/T 139

- 《建筑结构用冷弯矩形钢管》 JG/T 178
《建筑门窗五金件 旋压执手》 JG/T 213
《建筑门窗五金件 插销》 JG/T 214
《建筑门窗五金件 多点锁闭器》 JG/T 215
《建筑幕墙用瓷板》 JG/T 217
《建筑幕墙用陶板》 JG/T 324
《建筑装饰用搪瓷钢板》 JG/T 234
《建筑装饰用石材蜂窝复合板》 JG/T 328
《建筑幕墙用氟碳铝单板制品》 JG/T 331
《建筑用钛锌合金饰面复合板》 JG/T 339
《建筑外墙用铝蜂窝复合板》 JG/T 334
《建筑玻璃用隔热涂料》 JG/T 338
《建筑门窗及幕墙用玻璃术语》 JG/T 354
《建筑结构用冷弯薄壁型钢》 JG/T 380
《建筑门窗复合密封条》 JG/T 386
《建筑用钢质拉杆构件》 JG/T 389
《外墙用非承重纤维增强水泥板》 JG/T 396
《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》 JG/T 455
《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》 JG/T 475
《建筑用槽式预埋组件》 JG/T 560
《干挂饰面石材及其金属挂件》 JC 830.1 ~ JC 830.2
《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》 JC 887
《天然大理石荒料》 JC/T 202
《天然花岗石荒料》 JC/T 204
《建筑窗用弹性密封胶》 JC/T 485
《建筑装饰用微晶玻璃》 JC/T 872
《幕墙玻璃接缝用密封胶》 JC/T 882
《中空玻璃用丁基热熔密封胶》 JC/T 914
《玻璃纤维增强水泥（GRC）装饰制品》 JC/T 940

- 《建筑装饰用天然石材防护剂》 JC/T 973
《釉面钢化及釉面半钢化玻璃》 JC/T 1006
《超薄天然石材型复合板》 JC/T 1049
《玻璃纤维增强水泥外墙板》 JC/T 1057
《真空玻璃》 JC/T 1079
《纤维增强水泥外墙装饰挂板》 JC/T 2085
《超白浮法玻璃》 JC/T 2128
《铝波纹芯复合铝板》 JC/T 2187
《铝幕墙板》 YS/T 429. 1 ~ YS/T 429. 2
《不锈钢拉索》 YB/T 4294
《不锈钢热轧钢带》 YB/T 5090
浙江省标准 《居住建筑节能设计标准》 DB 33/1015
浙江省标准 《公共建筑节能设计标准》 DB 33/1038
浙江省标准 《建筑施工安全管理规范》 DB 33/1116
浙江省标准 《铝合金建筑外窗应用技术规程》 DB 33/
T 1064
浙江省标准 《建筑工程施工质量验收检查用表统一标准》
DB 33/T 1192