重庆市工程建设标准

玻璃幕墙工程技术标准

Technical standard of glass curtain wall engineering

DBJ50/T-453-2023

主编单位：四川省建筑设计研究院有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2023 年 12 月 01 日

2023 重 庆

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2023〕33 号

重庆市住房和城乡建设委员会
关于发布《玻璃幕墙工程技术标准》
的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

根据《川渝两地工程建设地方标准互认管理办法》有关规定,《四川省玻璃幕墙工程技术标准》DBJ51/T139-2020 通过川渝互认审查并修改完善。现批准《玻璃幕墙工程技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-453-2023,自 2023 年 12 月 1 日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,四川省建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2023 年 9 月 1 日

前　言

本标准根据四川省住房和城乡建设厅和重庆市住房和城乡建设委员会文件《川渝两地工程建设地方标准互认管理办法》的通知(川建标发[2021]298 号)的要求,由四川省建筑设计研究院有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司会同有关单位,对玻璃幕墙工程进行了广泛的调查研究,认真总结了相关实践经验,并参照《四川省玻璃幕墙工程技术标准》DBJ51/T139-2020 以及有关国家和其他省(市)的先进标准,经过反复讨论、修改,共同编制完成。

本标准共分 13 章和 5 个附录,主要内容包括:总则;术语和符号;基本规定;材料;建筑设计;结构设计;框支承玻璃幕墙设计;全玻幕墙设计;点支承玻璃幕墙设计;加工制作;安装施工;工程验收;维护保养;附录等。

本次标准调整的主要内容是:

1、标准名称由《四川省玻璃幕墙工程技术标准》变更为重庆市《玻璃幕墙工程技术标准》,对原标准实施三年来应国家标准的变化和适应重庆市地方标准的特殊性进行了相应的调整;

2、对中空玻璃气体层厚度、玻璃可见光反射比、幕墙清洗设施设置高度、屋面压顶的排水坡度等内容进行了相应的调整;

3、对幕墙工程检验批的大小、材料进场复检比例等内容依据《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 进行了相应的调整;

4、增加附录 C 冷弯薄壁型钢设计用强度指标;

5、增加附录 D 耐候钢设计用强度指标;

6、增加附录 E 玻璃幕墙粘结性能现场检测方法。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由四川省

建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准的实施、应用过程中，希望各单位注意收集资料，总结经验，并将需要修改、补充的意见和有关资料反馈至四川省建筑设计研究院有限公司（地址：成都市高新区天府大道中段 688 号；邮编：610093；E-mail：363126553@qq.com；电话：028-86933790），以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人员：

主 编 单 位：四川省建筑设计研究院有限公司
中国建筑西南设计研究院有限公司

参 编 单 位：成都市建筑科学研究院有限公司
基准方中建筑设计股份有限公司
启迪设计集团股份有限公司
洲宇设计集团股份有限公司
中建八局西南建设工程有限公司
众置建工集团有限公司
西部水电建设有限公司
重庆耀皮工程玻璃有限公司
杭州之江有机硅化工有限公司
广州市白云化工实业有限公司
浙江斯泰新材料科技股份有限公司
四川博立菲尔科技有限公司
四川双花科技发展有限公司
乐卡丹(成都)新材料科技有限公司
重庆新西亚铝业(集团)股份有限公司
成都倍特建筑安装工程有限公司
中国建筑西南勘察设计研究院有限公司
四川省建筑幕墙装饰协会

主要起草人员：王 勤 柴铁锋 董 彪 姚广顺 赵庆旭
殷兵利 吴智勇 贺 刚 胡 斌 谢容成
闫广伟 唐海兵 张冠琦 唐元丽 宋学兵
刘 斌 黄 辉 任 亮 郭 琼 徐洁媛
郭 瑞 刘 明 袁 萍 张传保 贾 毅
兰 元 汪相宇 文利民 徐 波 傅明华

赵　琼　马林军　姚树杰　陈　航

主要审查人员：张智强　张陆润　王永超　张京街　于海祥

张　意　谷　军

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　基本规定 …… 7
4　材料 …… 8
4.1　一般规定 …… 8
4.2　铝合金 …… 8
4.3　钢材、钢制品 …… 10
4.4　玻璃 …… 11
4.5　硅酮密封胶及密封材料 …… 13
4.6　其他材料 …… 14
5　建筑设计 …… 15
5.1　一般规定 …… 15
5.2　性能设计及其检测要求 …… 15
5.3　构造设计 …… 17
5.4　防火设计 …… 19
5.5　防雷设计 …… 20
5.6　热工设计 …… 21
5.7　幕墙开启窗设计 …… 22
5.8　安全规定 …… 23
6　结构设计 …… 25
6.1　一般规定 …… 25
6.2　材料力学性能 …… 26
6.3　荷载和地震作用 …… 28

6.4 作用组合 …… 30
6.5 连接设计 …… 31
6.6 硅酮结构密封胶设计 …… 33
7 框支承玻璃幕墙设计 …… 36
7.1 一般规定 …… 36
7.2 玻璃 …… 36
7.3 横梁 …… 40
7.4 立柱 …… 42
8 全玻幕墙设计 …… 46
8.1 一般规定 …… 46
8.2 面板 …… 46
8.3 玻璃肋 …… 47
8.4 胶缝 …… 49
9 点支承玻璃幕墙设计 …… 50
9.1 面板 …… 50
9.2 支承装置 …… 52
9.3 支承结构 …… 53
10 加工制作 …… 57
10.1 一般规定 …… 57
10.2 铝型材构件 …… 57
10.3 钢构件 …… 60
10.4 玻璃 …… 62
10.5 明框玻璃幕墙组件 …… 64
10.6 隐框、半隐框玻璃幕墙组件 …… 66
10.7 单元式玻璃幕墙组件 …… 68
10.8 玻璃幕墙构件检验 …… 71
10.9 包装、储存 …… 71
11 安装施工 …… 72
11.1 一般规定 …… 72

11.2 安装施工准备 …… 73
11.3 预埋件、后锚固连接件 …… 74
11.4 框支承玻璃幕墙 …… 75
11.5 单元式玻璃幕墙 …… 78
11.6 全玻幕墙 …… 81
11.7 点支承玻璃幕墙 …… 82
11.8 张拉索杆支承结构 …… 83
11.9 安全规定 …… 84
12 工程验收 …… 86
12.1 一般规定 …… 86
12.2 材料进场验收 …… 86
12.3 隐蔽工程验收 …… 87
12.4 工程竣工验收 …… 89
13 维护保养 …… 92
13.1 一般规定 …… 92
13.2 检查与维护 …… 93
13.3 保养和清洗 …… 95
附录A 钢材设计用强度指标 …… 96
附录B 螺栓、铆钉、焊缝连接强度指标 …… 98
附录C 冷弯薄壁型钢设计用强度指标 …… 102
附录D 耐候钢设计用强度指标 …… 103
附录E 玻璃幕墙粘结性能现场检测方法 …… 105
本标准用词说明 …… 107
引用标准名录 …… 108
条文说明 …… 113

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 Basic requirements ····· 7
4 Materials ····· 8
4.1 General requirements ····· 8
4.2 Aluminum ····· 8
4.3 Steel and steel products ····· 10
4.4 Glass ····· 11
4.5 Sealants ····· 13
4.6 Others ····· 14
5 Architectural design ····· 15
5.1 General requirements ····· 15
5.2 Performance-based design and testing requirements ····· 15
5.3 Detailing ····· 17
5.4 Fireproofing design ····· 19
5.5 Lightning protection design ····· 20
5.6 Thermal design ····· 21
5.7 Openable windows of curtain wall design ····· 22
5.8 Safety requirements ····· 23
6 Structural design ····· 25
6.1 General requirements ····· 25
6.2 Mechanical properties ····· 26

6.3 Loads and earthquake action ····· 28
6.4 Load combinations ····· 30
6.5 Connection design ····· 31
6.6 Design for structural silicone sealant ····· 33
7 Frame supported glass curtain wall design ····· 36
7.1 General requirements ····· 36
7.2 Glass panel ····· 36
7.3 Transom ····· 40
7.4 Mullion ····· 42
8 Full glass curtain wall design ····· 46
8.1 General requirements ····· 46
8.2 Glass panel ····· 46
8.3 Glass rib ····· 47
8.4 Sealant joint ····· 49
9 Point supported glass curtain wall design ····· 50
9.1 Glass panel ····· 50
9.2 Supporting device ····· 52
9.3 Supporting structure ····· 53
10 Manufacture and fabrication ····· 57
10.1 General requirements ····· 57
10.2 Aluminum components ····· 57
10.3 Steel components ····· 60
10.4 Glass ····· 62
10.5 Exposed framing glass curtain wall components ··· 64
10.6 Hidden and semi-exposed framing glass curtain wall components ····· 66
10.7 Unitized curtain wall components ····· 68
10.8 Inspection of glass curtain wall components ····· 71
10.9 Packaging and storage ····· 71

11 Erection and construction ····· 72
11.1 General requirements ····· 72
11.2 Installation and construction preparation ····· 73
11.3 Embedded parts and rear anchoring connectors ··· 74
11.4 Frame supported glass curtain wall ····· 75
11.5 Unitized curtain wall ····· 78
11.6 Full glass curtain wall ····· 81
11.7 Point supported glass curtain wall ····· 82
11.8 Supporting structure of tension cable rod ····· 83
11.9 Safety requirements ····· 84
12 Acceptance inspection ····· 86
12.1 General requirements ····· 86
12.2 Material mobilization acceptance ····· 86
12.3 Acceptance of concealed works ····· 87
12.4 Project completion acceptance ····· 89
13 Maintenance, repair and overhaul ····· 92
13.1 General requirements ····· 92
13.2 Investigation and repairing ····· 93
13.3 Maintenance and cleaning ····· 95
Appendix A Strength index for steel design ····· 96
Appendix B Strength index of bolt, rivet and weld join ··· 98
Appendix C Strength index for design of cold formed thin-walled steel sections ····· 102
Appendix D Strength index for design of weathering steel ····· 103
Appendix E Field testing method for adhesive performance of glass curtain walls ····· 105
Explanation of Wording in this standard ····· 107
List of quoted standards ····· 108
Explanation of provisions ····· 113

1 总 则

1.0.1 为规范重庆市玻璃幕墙的设计、施工、验收及维护，做到安全可靠、适用耐久、技术先进、经济合理、方便施工、保证质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市抗震设防烈度7度及7度以下民用与工业建筑玻璃幕墙工程的设计、加工制作、安装施工、工程验收及维护保养。

1.0.3 玻璃幕墙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维修后应仍可使用；在预估的罕遇地震作用下幕墙支承结构体系不应脱落。

1.0.4 玻璃幕墙工程除应符合本标准外，尚应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 玻璃幕墙 glass curtain wall

由玻璃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结构或装饰性结构。

2.1.2 斜玻璃幕墙 inclined glass curtain wall

与水平面夹角大于等于75°且小于90°的玻璃幕墙。

2.1.3 框支承玻璃幕墙 frame supporting glass curtain wall

面板由立柱、横梁连接构成的框架支承的玻璃幕墙。框支承玻璃幕墙按照幕墙形式分类主要包括明框玻璃幕墙、隐框玻璃幕墙和半隐框玻璃幕墙；框支承玻璃幕墙按照安装施工方法分类主要包括单元式玻璃幕墙和构件式玻璃幕墙。

2.1.4 明框玻璃幕墙 exposed framing glass curtain wall

横向和竖向框架构件显露于面板室外侧的框支承玻璃幕墙。

2.1.5 隐框玻璃幕墙 hidden framing glass curtain wall

横向和竖向框架构件不显露于面板室外侧的框支承玻璃幕墙。

2.1.6 半隐框玻璃幕墙 semi-exposed framing glass curtain wall

横向或竖向框架构件不显露于室外侧的框支承玻璃幕墙。

2.1.7 单元式玻璃幕墙 unitized glass curtain wall

面板和支承框架在工厂组装为幕墙单元，以幕墙单元形式在现场完成安装施工的框支承玻璃幕墙。

2.1.8 构件式玻璃幕墙 stick glass curtain wall

在现场依次安装立柱、横梁和玻璃面板的框支承玻璃幕墙。

2.1.9 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。

2.1.10 点支承玻璃幕墙 point supported glass curtain wall

由玻璃面板、点支承装置和支承结构构成的建筑幕墙。

2.1.11 点支承装置 point supporting device

以点连接方式直接承托和固定玻璃面板，并传递玻璃面板所承受的荷载或作用的组件。

2.1.12 支承结构 supporting structure

玻璃幕墙中，直接支承或通过点支承装置支承玻璃面板的结构系统。

2.1.13 硅酮结构密封胶 structural silicone sealant

玻璃幕墙中用于面板与面板、面板与金属构架、面板与玻璃肋之间的结构用硅酮粘结材料。

2.1.14 硅酮耐候密封胶 weather proofing silicone sealant

玻璃幕墙嵌缝或接缝密封用、非定形硅酮密封材料。

2.1.15 相容性 compatibility

粘结密封材料之间或粘结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。

2.1.16 中置遮阳 center sunshade

将百叶、蜂巢帘、卷帘、百褶帘、组合帘等遮阳系统整合到中空玻璃中间的制品，即“内置遮阳中空玻璃制品”。

2.2 符 号

2.2.1 材料力学性能

E——材料弹性模量；

f——材料强度设计值；

f_a——铝合金强度设计值；

f_g——玻璃强度设计值；

f_s——钢材强度设计值；

f_t——混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_y——钢筋抗拉强度设计值；

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；

f_2——硅酮结构密封胶永久荷载作用下的强度设计值；

γ_g——材料重力密度。

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；

u_s——硅酮结构密封胶沿厚度方向产生的剪切位移值；

G_k——重力荷载标准值；

M——弯矩设计值；

N——轴力设计值；

N_E——临界轴压力；

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——幕墙玻璃单位面积重力荷载设计值；

q_{GZ}——垂直于幕墙面的自重分力；

R——构件抗力设计值；

S——作用效应组合设计值；

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}——风荷载作用下幕墙玻璃最大应力标准值；

σ_{Ek}——地震作用下幕墙玻璃最大应力标准值。

2.2.3 几何参数

D——玻璃的刚度；

E——弹性模量；

a——矩形玻璃板材短边边长；

A——构件截面面积、毛截面面积或玻璃幕墙平面面积；

A_n——立柱净截面面积；

b——矩形玻璃板材长边边长；

c_s——硅酮结构密封胶的粘结宽度；

l——跨度；

l_1、l_2——矩形玻璃板块竖向边长、横向边长；

c_1、c_2——玻璃与左右、上下边框的平均间隙；

t——玻璃面板厚度；

t_s——硅酮结构密封胶粘结厚度；

h_r——玻璃肋截面高度；

h_g——玻璃面板高度；

h——玻璃肋上、下支点的距离(即计算跨度)；

W——毛截面抵抗矩；

W_n——净截面抵抗矩。

2.2.4 系数

m——弯矩系数；

μ——挠度系数；

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；

φ——稳定系数；

γ——塑性发展系数；

γ_0——结构构件重要性系数；

γ_E——地震作用分项系数；

γ_G——永久荷载分项系数；

γ_E——地震作用分项系数；

γ_W——风荷载分项系数；

γ_T——温度作用分项系数；

η ——折减系数、剪切位移影响系数；

μ_s——风荷载体型系数；

μ_z——风压高度变化系数；

ψ_E——地震作用的组合值系数；

ψ_w——风荷载作用的组合值系数；

ψ_T——温度作用的组合值系数。

2.2.5 其他

u_{lim}——变形限值；

$[\theta]$——楼层弹性层间位移角限值；

d_f——构件挠度限值；

λ ——长细比；

δ ——伸长率；

υ ——材料泊松比。

3 基本规定

3.0.1 玻璃幕墙的工程设计、加工制作、安装施工应进行全过程质量控制。

3.0.2 玻璃幕墙用材料应满足结构安全、耐久、环境保护和防火要求，宜采用绿色环保及可循环利用的材料，符合国家和重庆市现行有关标准的规定，并应具有出厂合格证书。

3.0.3 玻璃幕墙的立面设计应根据建筑物的使用功能，综合考虑主体结构条件、施工技术及工程造价等因素，选择玻璃幕墙的类型和材料等。

3.0.4 玻璃幕墙应按围护结构设计，幕墙结构设计工作年限不应低于 25 年。

3.0.5 玻璃幕墙应具有抵抗风荷载、地震作用和适应所处环境及气候变化的能力。

3.0.6 玻璃幕墙应具有规定的承载能力、刚度、稳定性和适应主体结构的变位能力。

3.0.7 硅酮结构密封胶和耐候密封胶应在有效期内使用，严禁密封材料作为结构粘结材料使用。

3.0.8 安装玻璃幕墙的主体结构的质量应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

3.0.9 玻璃幕墙的性能设计应根据建筑物的类别、高度、体型以及所在地的地理、气候和环境等条件进行。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 玻璃幕墙用材料应符合国家和重庆市现行有关标准的规定，采用尚无相应标准的材料时应符合设计要求，并经专项技术论证。

4.1.2 玻璃幕墙应选用耐气候性材料。除不锈钢外，钢材的外表面应进行表面热浸镀锌处理、无机富锌涂料处理或采取其他有效的防腐措施；铝合金材料宜进行表面阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂或氟碳漆喷涂处理。

4.1.3 玻璃幕墙材料宜采用不燃或难燃材料，其燃烧性能应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。

4.1.4 密封材料与金属、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部位应采用中性耐候密封胶。

4.1.5 玻璃幕墙材料应具有产品合格证、质量保证书、相关性能检测报告，并满足供需双方约定的技术要求。进口材料还应符合国家商检规定。

4.2 铝合金

4.2.1 铝合金牌号所对应材料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。

4.2.2 铝合金型材质量应符合国家现行标准《铝合金建筑型材 第 1 部分：基材》GB/T 5237.1、《铝合金建筑型材 第 2 部分：阳极氧化型材》GB/T 5237.2、《铝合金建筑型材 第 3 部分：电泳涂漆型材》GB/T 5237.3、《铝合金建筑型材 第 4 部分：喷粉型材》GB/

T 5237.4、《铝合金建筑型材 第 5 部分:喷漆型材》GB/T 5237.5、《铝合金建筑型材 第 6 部分:隔热型材》GB/T 5237.6、《建筑用隔热铝合金型材》JG/T 175 等的有关规定,其截面尺寸允许偏差不应低于高精级的要求。当采用经表面处理的铝型材时,其表面处理层厚度最小值应满足表 4.2.2-1 和表 4.2.2-2 的要求。

表 4.2.2-1 铝合金型材表面处理层厚度要求 单位:μm

表面处理方法		膜层级别	厚度		检测标准
			平均膜厚	局部膜厚	
阳极氧化		AA15	≥15	≥12	现行国家标准《铝合金建筑型材 第 2 部分:阳极氧化型材》GB/T 5237.2
		AA20	≥20	≥16	
		AA25	≥25	≥20	
粉末喷涂		—	≥60	≥40	现行国家标准《铝合金建筑型材 第 4 部分:喷粉型材》GB/T 5237.4
氟碳喷涂	三涂	—	≥40	≥34	现行国家标准《铝合金建筑型材 第 5 部分:喷漆型材》GB/T 5237.5
	四涂	—	≥65	≥55	

表 4.2.2-2 铝合金型材表面电泳涂漆处理局部膜厚要求单位:μm

膜层级别	阳极氧化膜	漆膜	复合膜	检测标准
A	≥9	≥12	≥21	现行国家标准《铝合金建筑型材 第 3 部分:电泳涂漆型材》GB/T 5237.3
B	≥9	≥7	≥16	
S	≥6	≥15	≥21	

4.2.3 用穿条工艺生产的隔热铝型材宜采用 6063-T5 材质,其隔热材料应符合国家现行标准《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《建筑铝合金型材用聚酰胺隔热条》JG/T 174 的有关规定。

4.2.4 用浇注工艺生产的隔热铝型材，其隔热材料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的有关规定。

4.2.5 与幕墙配套使用的铝合金门窗型材的安装质量、性能要求应符合现行国家标准《铝合金门窗》GB/T 8478的有关规定。

4.3 钢材、钢制品

4.3.1 幕墙用碳素结构钢和低合金高强度结构钢的钢种、牌号和质量等级应符合国家 现行标准《碳素结构钢》GB/T 700、《优质碳素结构钢》GB/T 699、《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带》GB/T 3524、《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、《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389、《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518等的有关规定。幕墙用钢构件应选用材质性能不低于Q235。

4.3.2 钢材、钢制品不得有可见裂纹、气泡、结疤、泛锈、夹渣等表观缺陷。

4.3.3 对耐腐蚀有特殊要求或腐蚀性环境中用的玻璃幕墙结构钢材，宜选择不锈钢材质。不锈钢材宜采用奥氏体型不锈钢、奥氏体-铁素体型不锈钢，镍铬总含量不宜小于26%。不锈钢材应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

4.3.4 玻璃幕墙用耐候钢应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171的有关规定。

4.3.5 玻璃幕墙用碳素结构钢和低合金结构钢应采取有效的防腐处理措施，当采用热浸镀锌防腐蚀处理时，锌膜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的有关规定。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。当采用聚硅氧烷硅橡胶涂料时，钢型材表面除锈等级不应低于 St2，涂膜厚度不宜小于 100um。

4.3.6 玻璃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《不锈钢拉索》YB/T 4294 的有关规定，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 的有关规定；

2 不锈钢拉杆应符合《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389 的有关规定。

4.3.7 点支承玻璃幕墙用的支承装置、全玻幕墙用的吊夹装置、焊接材料等应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

4.3.8 埋件、连接件、紧固件宜优先使用抗腐蚀性较高的优质碳素钢和合金钢、不锈钢、耐候钢、超高性能耐蚀钢材料；埋件可根据需要选用平板预埋件、槽式预埋件、免焊装配式板槽埋件和后置埋件。

4.3.9 防火钢型材应采用冷弯工艺制造的合金钢，其焊缝位置应在不可视面，防火钢型材应满足设计要求。

4.4 玻 璃

4.4.1 幕墙玻璃的外观质量和性能应符合国家和重庆市现行有关标准的规定。

4.4.2 幕墙玻璃应进行机械磨边处理，磨轮的目数不应小于 180 目。有装饰要求的玻璃边，宜采用抛光磨边。点支承幕墙玻璃的孔、板边缘均应进行磨边和倒棱，倒棱宽度不宜小于 1mm。

4.4.3 玻璃幕墙采用镀膜玻璃时，离线法生产的镀膜玻璃应采用真空磁控溅射法生产工艺；在线法生产的镀膜玻璃应采用热喷涂法生产工艺。

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

1　中空玻璃气体层厚度不应小于 12mm；

2　中空玻璃应采用双道密封。第一道密封应采用丁基热熔密封胶，其性能应符合现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914 的有关规定。除明框玻璃幕墙外的中空玻璃二道密封应采用硅酮结构密封胶，其性能应符合现行国家标准《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266 的有关规定。二道密封应采用专用打胶机进行混合、打胶；

3　中空玻璃的间隔框可采用金属间隔框或金属与高分子材料复合间隔框，间隔框应连续折弯成型，不得使用热熔型间隔胶条。间隔框中的干燥剂严禁使用氯化钙、氧化钙类干燥剂；

4　中空玻璃的单片玻璃厚度不应小于 6mm，两片玻璃等效厚度差不应大于 3mm；

5　点支承中空玻璃的对应的两片玻璃孔边叠差应满足支承装置的安装要求；

6　中空玻璃宜采用立式合片防止玻璃产生凹凸变形。

4.4.5　玻璃幕墙采用夹层玻璃时，除应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第 3 部分：夹层玻璃》GB 15763.3 的有关规定外，尚应符合下列规定：

1　幕墙玻璃应采用干法加工合成，其胶片宜采用聚乙烯醇缩丁醛胶片或离子性中间层胶片；外露的聚乙烯醇缩丁醛夹层玻璃边缘应进行封边处理；

2　夹层玻璃单片玻璃厚度不宜小于 6mm，两片玻璃厚度差不应大于 3mm；

3　夹层玻璃胶片厚度应大于等于 0.76mm，胶片厚度偏差不应大于 0.1mm，总厚度小于等于 20mm 的夹层玻璃，其总厚度偏差不应大于±0.5mm，总厚度大于 20mm 的夹层玻璃，其总厚度偏差由供需双方商定；

4　打孔夹层玻璃，其孔边叠差应符合构造要求。

4.4.6　玻璃幕墙上的钢化玻璃应进行均质处理，宜采用超白玻

璃、夹层玻璃。

4.4.7 玻璃幕墙采用单片低辐射镀膜玻璃时，应使用在线热喷涂低辐射镀膜玻璃。离线镀膜的低辐射镀膜玻璃宜加工成中空玻璃使用，且镀膜面应朝向中空气体层。

4.4.8 幕墙玻璃有防火功能要求时，应根据防火等级采用符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB15763.1要求的防火玻璃及其制品。

4.5 硅酮密封胶及密封材料

4.5.1 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的有关规定。

4.5.2 玻璃幕墙的接缝密封应采用硅酮耐候密封胶，其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中Gw类。

4.5.3 相接触的硅酮结构密封胶与硅酮耐候密封胶宜选用同一品牌。

4.5.4 硅酮结构密封胶和硅酮耐候密封胶使用前，应经有资质的专业检测机构进行与其相接触的有机材料的相容性试验以及与其相粘结材料的粘结性试验；对硅酮结构密封胶，尚应进行邵氏硬度、标准条件下拉伸粘结性能试验。

4.5.5 隐框和半隐框玻璃幕墙，其玻璃与铝型材粘结应采用中性硅酮结构密封胶；当全玻璃幕墙和点支承玻璃幕墙采用镀膜玻璃和夹层玻璃时，不应采用酸性硅酮结构密封胶粘结。

4.5.6 硅酮结构密封胶采用底漆时，必须有相应资质的检测机构出具的粘结性能满足要求的试验报告。

4.5.7 玻璃幕墙用橡胶材料应符合现行国家标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498和《工业用橡胶板》GB/T 5574的有关规定，宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶。

4.5.8 组角胶应具有耐酸碱腐蚀性能，其性能应符合现行行业

标准《建筑门窗用组角结构密封胶》JC/T 2560 的有关规定。

4.6 其他材料

4.6.1 玻璃幕墙的防火、防烟封堵材料应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《防火封堵材料》GB 23864 和《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267 的有关规定，并具备产品合格证和耐火测试报告。

4.6.2 玻璃幕墙钢结构用防火涂料的技术性能应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 的有关规定。

4.6.3 玻璃幕墙的保温材料不应采用含石棉产品，宜采用岩棉等不燃或难燃材料，并符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037 和《建筑外墙外保温用岩棉制品》GB/T 25975 的有关规定，其燃烧性能分级应符合现行国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624 的有关规定。

4.6.4 与硅酮结构密封胶配合使用的低发泡间隔双面胶带，应具有透气性。

4.6.5 与玻璃幕墙配套的连接件、紧固件、附件等材料应符合国家和重庆市现行标准的有关规定。

4.6.6 不同金属材料接触面设置的绝缘隔离垫片，应考虑垫片的耐久性。

4.6.7 玻璃幕墙接缝处宜采用聚乙烯泡沫棒作填充材料，其密度不宜大于 $37kg/m^3$。

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

4.6.9 用于玻璃与金属构件粘结的环氧树脂等胶粘剂或其他胶粘剂的设计，应满足温度变化下不同材质间的变位要求。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 玻璃幕墙设计应符合建筑使用功能要求，应与建筑整体设计相协调，应与周边环境相适应，其分格应不妨碍室内功能、有利于室内空间组合，满足使用需求。

5.1.2 玻璃面板的分格尺寸划分应适应钢化、镀膜、夹层、中空合片等生产设备的加工能力。

5.1.3 玻璃幕墙宜根据所处环境、幕墙类型、热工性能及节能要求，在东、西向及南向的玻璃幕墙可采取外遮阳、内遮阳和中置遮阳等遮阳措施。

5.1.4 外倾的斜玻璃幕墙不宜采用全隐框玻璃幕墙。

5.1.5 玻璃幕墙应便于维护和清洁，高度超过 40m 的幕墙工程宜设置清洗设施。

5.2 性能设计及其检测要求

5.2.1 玻璃幕墙的抗风压、水密、气密、层间变形、热工、隔声、耐撞击等性能分级，应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定。

5.2.2 玻璃幕墙抗风压性能应符合下列规定：

1 抗风压性能分级指标值应根据幕墙所受的风荷载标准值 w_0 确定。风荷载标准值的计算应符合本标准第 6.3 节的规定；

2 在抗风压性能指标值作用下，玻璃幕墙的变形不超过规定值，且不发生任何损坏。

5.2.3 玻璃幕墙的水密性能可按下列方法设计：

1　水密性设计值按下式计算：

$$P = 750\mu_z\mu_s w_0 \tag{5.2.3}$$

式中：P——水密性能设计取值(Pa)；

w_0——基本风压(kN/m²)；

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

μ_s——体型系数，可取 1.2。

2　水密性分级指标值按本条第 1 款设计值进行取值，且固定部分取值不宜低于 700Pa；

3　可开启部分水密性等级宜与固定部分相同。

5.2.4　有采暖、通风、空气调节要求时，玻璃幕墙的气密性能不应低于 3 级。

5.2.5　玻璃幕墙层间变形性能应按主体结构弹性层间位移角限值的 3 倍进行设计。

5.2.6　玻璃幕墙的热工性能应符合建筑功能要求，传热系数、太阳得热系数应符合建筑节能设计要求，可按现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 和重庆市现行有关标准《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052、《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 及《居住建筑节能 50%设计标准》DBJ50-102 的规定进行计算。保温隔热玻璃光热比应符合现行行业标准《建筑用保温隔热玻璃技术条件》JC/T 2304 的有关规定。玻璃幕墙的传热系数应满足现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的分级要求。

5.2.7　玻璃幕墙的隔声性能以计权隔声量作为分级指标，应满足室内声环境的需要。幕墙整体隔声性能不宜低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中第 5.1.5 条规定的 2 级。

5.2.8　玻璃幕墙的耐撞击性能应满足设计要求，不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中第 5.1.7 条规定的 2 级。

5.2.9 玻璃幕墙应选用可见光反射比不大于 0.20 的玻璃面板，在要求可见光反射比低的部位宜采用可见光反射比不大于 0.16 的玻璃面板；其可见光透射比应符合建筑采光设计的要求。

5.2.10 玻璃幕墙性能检测项目，应包括抗风压性能、气密性能、水密性能和层间变形性能，必要时可增加其他性能检测项目。

5.2.11 玻璃幕墙性能检测应由有相应资质的检测机构实施，检测试件的材质、构造、安装方式应与现场实际安装一致。

5.3 构造设计

5.3.1 玻璃幕墙的构造设计应满足安全、适用、美观的要求，且应便于制作安装、维护保养及更换。

5.3.2 幕墙玻璃之间的接缝设计，应保证在平面内变位最大时，玻璃板块之间不发生挤压碰撞，且保持其密封性。

5.3.3 单元式玻璃幕墙的单元板块采用对插式组合构件，纵横缝相交处应采取有效的防渗漏构造设计，其单元组件间的对插部位以及幕墙开启部位，应设计导、排水构造措施。

5.3.4 幕墙玻璃之间的胶缝宽度，应根据硅酮耐候密封胶的位移能力和板块之间产生的最大位移进行确定，且不宜小于 10mm。硅酮耐候密封胶的施工厚度最薄处不应小于 5mm。

5.3.5 玻璃幕墙的胶缝应采用硅酮耐候密封胶，其位移能力不宜低于现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 规定的 25 级。应用于大位移幕墙部位的硅酮耐候密封胶，其位移能力应符合设计要求且不宜低于 50 级。

5.3.6 有雨篷、压顶以及其它突出部分时，应完善其结合部位的防水、排水、防污的构造设计；屋面压顶的排水坡度不应小于 5%；屋面压顶、横向线条等部位宜设置滴水措施。

5.3.7 保温材料层的热阻应符合热工设计的要求。玻璃面板背面的保温材料与面板内表面的间隙不宜小于 50mm，且宜设置透

气孔。

5.3.8 玻璃幕墙的连接部位，应采取有效措施防止产生摩擦噪声。

5.3.9 除不锈钢外，玻璃幕墙中不同金属材料的接触部位应设置绝缘垫片或采取其他防腐蚀措施。

5.3.10 明框玻璃幕墙的玻璃板块下边缘与框料的槽底之间应设置硬质橡胶垫块，数量不应少于2块，厚度不应小于5mm，每块长度不应小于100mm，垫块邵氏硬度宜为85～90。

5.3.11 明框玻璃幕墙的玻璃板块边缘至框料槽底的间隙应满足下式要求：

$$2c_1(1+(l_1/l_2)\times(c_2/c_1))\geqslant u_{lim} \qquad (5.3.11)$$

式中：u_{lim}——主体结构层间位移引起框料的变位限值(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：u_{lim}应根据主体结构弹性层间位移角的3倍确定。

5.3.12 中空玻璃内片与支承框架结构粘结时，其硅酮结构密封胶胶缝至少应有一对边与中空玻璃二道结构密封胶胶缝重合。

5.3.13 玻璃板块及其支承结构不应跨越主体结构的变形缝。在与主体结构变形缝相对应部位设计的幕墙构造缝，应能适应主体结构变形的要求。

5.3.14 构件的内侧表面与主体结构的外缘之间应予留空隙，且不宜小于35mm。

5.3.15 内侧衬板、窗帘、百叶窗、保温材料及其他遮蔽物与玻璃内侧面板之间的距离不应小于50mm。

5.3.16 外露于玻璃幕墙墙面的装饰性构件应与幕墙支承结构

或主体结构可靠连接。

5.3.17 遮阳构造措施应根据当地地理位置、气候特征、建筑类型、建筑功能、建筑造型、玻璃幕墙的朝向等因素综合确定。

5.4 防火设计

5.4.1 玻璃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、《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。

5.4.2 玻璃幕墙的层间封堵应符合下列规定：

1 幕墙与建筑窗槛墙之间的空腔应在建筑缝隙上、下沿处分别采用容重不小于 110kg/m^{3}的矿物棉等背衬材料填塞且填塞高度均不应小于 200mm；在矿物棉等背衬材料的上面应覆盖具有弹性的防火封堵材料，在矿物棉下面应设置承托板；

2 幕墙与防火墙或防火隔墙之间的空腔应采用矿物棉等背衬材料填塞，填塞厚度不应小于防火墙或防火隔墙的厚度，两侧的背衬材料的表面均应覆盖具有弹性的防火封堵材料；

3 承托板应采用钢质承托板，且承托板的厚度不应小于 1.5mm；承托板与幕墙、建筑外墙之间及承托板之间的缝隙，应采用具有弹性的防火封堵材料封堵；

4 防火封堵的构造应具有自承重和适应缝隙变形的性能。

5.4.3 位于防火分区防火墙两侧的玻璃幕墙应设置满足防火分区要求的防火措施，符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 防火墙的相关要求。

5.4.4 玻璃幕墙上设置的消防救援窗，其设置位置、数量、尺寸、标志等设计应满足《建筑设计防火规范》GB50016 和《建筑防火通用规范》GB 55037 的要求。

5.4.5 玻璃幕墙的玻璃板块不应跨越两个相邻的防火分区。

5.4.6 防火玻璃幕墙面材应采用防火玻璃，防火玻璃幕墙构造

系统应满足相应的建筑

设计耐火极限及耐火性能要求，防火玻璃幕墙面材耐火性能及质量要求应满足《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB 15763.1的相关要求。

5.5 防雷设计

5.5.1 玻璃幕墙的防雷设计应符合国家现行标准《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024、《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，玻璃幕墙防雷措施应根据建筑物的防雷类别确定。

5.5.2 突出屋面的玻璃幕墙应根据其顶端构造、材料类别、截面及厚度等条件确定防雷接闪措施。

5.5.3 玻璃幕墙的每根金属立柱应在其顶端和底端与就近的建筑物防雷装置做可靠电气连接，并应在建筑物圈梁结构钢筋连成闭环回路的楼层与结构圈梁钢筋连接。连接方式可为直接连接或通过预埋件连接。

5.5.4 玻璃幕墙的横梁两端应与金属立柱形成可靠的电气连接。玻璃幕墙上通风排烟窗和消防救援窗的金属构件、幕墙外露的金属构件应与支承结构（立柱、横梁）进行电气贯通。

5.5.5 玻璃幕墙防雷的设计与构造应符合下列规定：

1 构件式玻璃幕墙防雷构造应符合下列规定：

1） 隔热断桥内外侧的金属型材应采用金属导体连接成电气通路；

2） 幕墙立柱套芯上下、幕墙与建筑物主体结构之间，应按导体连接材料截面的规定连接或跨接；

3） 构件连接处有绝缘层材料覆盖的部位，应采取措施形成有效的防雷电气通路；

4） 利用自身金属材料作为防雷接闪器的幕墙，其幕墙压

顶板宜选用厚度不少于 3mm 的铝合金单板，截面积应不小于 $70mm^2$。

2 单元式玻璃幕墙防雷构造应符合下列规定：

1）有断桥隔热功能的幕墙型材应对其内外侧金属材料采用金属导体连接，每一单元板块的连接不少于一处，宜采用等电位金属材料连接成良好的电气通路；

2）幕墙单元板块插口拼装连接和与主体结构连接处应形成防雷电气通路。对幕墙横、竖两方向单元板块之间橡胶接缝密封连接处，应采用等电位金属材料跨接，形成良好的电气通路。

5.6 热工设计

5.6.1 有热工性能要求的玻璃幕墙应采用中空 low-e 玻璃、真空玻璃等光学性能和热工性能符合相关技术标准规定的面板材料。

5.6.2 玻璃幕墙的传热系数应根据面板玻璃和幕墙框材的传热系数，按照面积加权的方法计算。

5.6.3 明框玻璃幕墙金属型材应采用隔热型材或采取隔热构造措施。采用垫块隔热时，垫块宜为连续条形。隔热材料的性能应符合现行国家和行业的标准。

5.6.4 玻璃幕墙热工性能应满足建筑节能设计要求并符合下列规定：

1 热系数应包括结构性热桥在内的平均传热系数；

2 当设置外遮阳构件时，幕墙的太阳得热系数应为幕墙本身的太阳得热系数与外遮阳构件的遮阳系数的乘积；

3 当采用中置遮阳时，应符合现行行业标准《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T 255 的有关规定，充分考虑其与隐框玻璃幕墙、开启窗边框的配套性；

4 当采用室内可拆卸中置遮阳时，其性能应满足《中空玻

璃》GB/T 11944 的相关要求；

5 传热系数和太阳得热系数应符合第 5.2.6 条的规定。

5.7 幕墙开启窗设计

5.7.1 玻璃幕墙开启窗布置和面积应按建筑使用功能和性能要求确定，开启窗面积不满足消防排烟或通风面积要求时，可采用机械排烟、新风系统或通风换气装置。不应在玻璃幕墙上大面积布置开启窗。

5.7.2 玻璃幕墙上设置的开启窗或通风换气装置应安全可靠、启闭方便，满足建筑立面效果、节能和使用功能的要求，避免设置在梁、柱、墙体等位置。

5.7.3 玻璃幕墙开启窗的单扇面积不宜大于 1.8m^2，向外开启方式宜采用上悬方式，开启角度不宜大于 30°，开启距离不宜大于 300mm。当采用上悬挂钩式开启窗时，应考虑安装方便和设置有效防止脱钩的构造措施。

5.7.4 外平开窗、外倒下悬窗应有窗扇加强和可靠的窗扇防脱落措施。高层建筑 7 层及以上不应采用外平开窗、外倒下悬窗。

5.7.5 超高层玻璃幕墙 200m 以上的部分不宜设置向外开启窗。

5.7.6 玻璃幕墙开启窗配套用五金件应符合相关规范的规定。

5.7.7 开启窗周边缝隙应采用三元乙丙橡胶或硅橡胶密封条密封，胶条邵氏硬度宜不大于 50。

5.7.8 玻璃幕墙开启窗采用电动开启时，电动开启器应有自锁功能。有消防排烟功能的开启窗，应满足消防联动的要求。

5.7.9 开启窗应符合下列规定：

1 开启窗设计宜考虑构造排水及足够的挡水高度；

2 开启窗的边框和窗扇组角部位应采取有效的连接及密封措施；

3 幕墙开启窗连接件采用螺钉固定时，螺纹需进行验算；连

接处铝型材的局部厚度不应小于螺钉的公称直径。不满足上述条件时，应采用垫片加厚等有效措施。外露螺钉头与型材的结合应有密封措施；

4 幕墙开启窗的滑撑应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 滑撑》JG/T 127 的相关规定，并满足承载力要求；

5 上悬窗采用挂钩式连接时，被悬挂的上横梁应单独进行自重作用下的挠度校核，挠度不应大于跨度的 1/500 且不大于 3mm；

6 开启窗较大时宜设置多点锁。多点锁应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 多点锁闭器》JG/T 215 的相关规定，锁点应根据计算确定；

7 开启窗玻璃采用隐框形式安装时，结构胶宽度经计算确定，并设置玻璃下托板；

8 与水平面夹角小于等于 75°的外倾开启窗，不应采用全隐框式构造。

5.8 安全规定

5.8.1 玻璃幕墙高度大于 100m 时，不宜采用全隐框玻璃幕墙。当采用全隐框玻璃幕墙时，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的构造措施。

5.8.2 幕墙设计文件中应注明玻璃幕墙安装属于危险性较大的分部分项工程，要求施工单位编制专项方案。

5.8.3 有防爆设计要求的玻璃幕墙，面板应选用防爆玻璃，其性能应符合国家现行标准《防爆炸透明材料》GA 667 的相关规定。

5.8.4 幕墙玻璃应采用安全玻璃。采用钢化玻璃时，最大许用面积等应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的相关规定。

5.8.5 全玻幕墙面板的玻璃肋、开孔玻璃肋应采用夹层钢化玻

璃，且夹层玻璃应进行封边处理。

5.8.6 人员流动密度大、青少年或幼儿活动的公共场所，使用中易受到冲击的玻璃幕墙，在无其他防护措施时，易受冲击一侧的玻璃应采用夹层玻璃。若采用单片钢化玻璃，应进行抗冲击验算。并应设置明显的警示标志。

5.8.7 楼层外缘无实体墙部位的玻璃，若无其他防护措施，易受冲击部位的玻璃应采用钢化夹层玻璃。当中空玻璃室外侧采用半钢化夹层玻璃，室内侧采用单片钢化玻璃或半钢化夹层玻璃时，室内侧的玻璃应进行抗冲击专项验算。

5.8.8 斜幕墙的玻璃面板的下侧玻璃应采用夹层玻璃。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.1 玻璃幕墙结构设计包括支承结构设计、面板结构设计、连接设计及锚固设计。

6.1.2 玻璃幕墙结构设计应考虑重力荷载、风荷载和地震作用效应，变形受到约束的支承结构尚应考虑温度作用效应。

6.1.3 玻璃幕墙结构设计，可按弹性方法分别计算施工阶段和正常使用阶段的作用效应，并应按本标准第 6.4 节的规定进行作用的组合。计算模型应与实际情况相符合。

6.1.4 对于索结构玻璃幕墙，作用效应计算时应考虑几何非线性影响。

6.1.5 玻璃幕墙构件应按各效应组合中的最不利组合进行设计。

6.1.6 玻璃幕墙结构构件应按下列规定进行承载力计算和挠度验算：

1 持久设计状况、短暂设计状况应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leqslant R \tag{6.1.6-1}$$

式中：S ——作用效应组合设计值；

R ——构件抗力设计值；

γ_0——结构构件重要性系数，应取不小于 1.0。

2 地震设计状况应符合下式要求：

$$S_E \leqslant R/\gamma_{RE} \tag{6.1.6-2}$$

式中：S_E ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

R ——构件抗力设计值；

γ_{RE}——结构构件承载力抗震调整系数，应取 1.0。

3 挠度应符合下式要求：

$$d_f \leqslant d_{f,lim} \tag{6.1.6-3}$$

式中：d_f ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值；

$d_{f,lim}$ ——构件挠度限值。

4 双向受弯的杆件，两个方向的挠度均应符合本条第 3 款的规定。

6.1.7 当面板相对于支承结构有偏心时，支承结构设计应考虑偏心产生的不利影响。

6.2 材料力学性能

6.2.1 玻璃的强度设计值应按表 6.2.1 的规定采用。

表 6.2.1 玻璃的强度设计值 f_g 单位：N/mm²

种类	厚度(mm)	大面	侧面
浮法玻璃	5～12	28.0	19.5
	15～19	24.0	17.0
	≥20	20.0	14.0
钢化玻璃	5～12	84.0	58.8
	15～19	72.0	50.4
	≥20	59.0	41.3

注：1 夹层玻璃和中空玻璃的强度设计值可按所采用的玻璃类型确定；

2 半钢化玻璃强度设计值可取浮法玻璃强度设计值的 2 倍；

3 侧面指玻璃切割后的断面，其宽度为玻璃厚度。

6.2.2 铝合金型材的强度设计值应按现行国家规范《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定采用。

6.2.3 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 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定采用。

6.2.4 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应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应按其极限抗拉承载力标准值除以系数 2.0 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 采用。

6.2.5　玻璃幕墙材料的弹性模量应按表 6.2.5 的规定采用。

表 6.2.5　材料的弹性模量 E　　**单位：N/mm²**

序号	材　料	E
1	玻璃	0.72×10^5
2	铝合金	0.70×10^5
3	钢、不锈钢	2.06×10^5
4	消除应力的高强钢丝	2.05×10^5
5	不锈钢绞线	$1.20\times10^5\sim1.50\times10^5$
6	高强钢绞线	1.95×10^5
7	钢丝绳	$0.80\times10^5\sim1.00\times10^5$

注：钢绞线弹性模量可按实测值采用，且应满足表 6.2.5 的要求。

6.2.6　玻璃幕墙材料的泊松比应按表 6.2.6 的规定采用。

表 6.2.6　材料的泊松比 υ

序号	材　料	υ
1	玻璃	0.20
2	铝合金	0.30
3	钢、不锈钢	0.30
4	高强钢丝、钢绞线	0.30

6.2.7　玻璃幕墙材料的线膨胀系数应按表 6.2.7 的规定采用。

表 6.2.7　材料的线膨胀系数 α　　单位：$\times 10^{-5}$/℃

序号	材　料	α
1	玻璃	0.80～1.00
2	铝合金	2.35
3	钢材	1.20
4	奥氏体不锈钢	1.60～1.80
5	混凝土	1.00
6	砖砌体	0.50

6.3　荷载和地震作用

6.3.1　玻璃幕墙材料的重力密度标准值应按表 6.3.1 的规定采用。

表 6.3.1　材料的重力密度 γ_g　　单位：kN/m³

序号	材　料	γ_g
1	玻璃	25.6
2	钢材	78.5
3	铝合金	28.0
4	不锈钢	78.5～80.0

6.3.2　玻璃幕墙的风荷载标准值应符合下列规定：

1　按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构通用规范》GB 55001 的有关规定确定；

2　计算张拉索杆支承结构、自振周期大于 1.0s 的大跨钢结构上作用的风荷载值标准值时，宜考虑风振效应的影响；

3　玻璃幕墙计算用风荷载标准值不应小于 1.0kN/m²。

6.3.3　建筑高度大于 200m、体型复杂、群集的高层建筑、风荷载

环境复杂等类型的玻璃幕墙宜进行风洞试验，并参照风洞试验结果及荷载规范的规定确定风荷载。

6.3.4 垂直于玻璃幕墙平面上作用的分布水平地震作用标准值也可按下式计算：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k / A \tag{6.3.4}$$

式中：q_{Ek} ——垂直于玻璃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 5.0；

α_{max} ——水平地震影响系数最大值，应按表 6.3.4 采用；（竖向地震影响系数最大值，可按表 6.3.4 乘 0.7 后采用）；

G_k ——玻璃幕墙构件（包括玻璃面板和铝框）的重力荷载标准值（kN）；

A ——玻璃幕墙平面面积（m^2）。

表 6.3.4 水平地震影响系数最大值 α_{max}

抗震设防烈度	6 度	7 度
α_{max}	0.04	0.08(0.12)

6.3.5 平行于玻璃幕墙平面的集中水平地震作用标准值可按下式计算，β_E 按本标准第 6.3.4 条的规定取值：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k \tag{6.3.5}$$

式中：P_{Ek} ——平行于玻璃幕墙平面的集中水平地震作用标准值（kN）。

6.3.6 玻璃幕墙的主要受力构件以及连接件、锚固件所承受的地震作用标准值，应包括所支承的玻璃幕墙构件及自身重力荷载标准值产生的地震作用标准值。幕墙横梁和立柱重力荷载标准值产生的地震作用标准值，可按本标准第 6.3.4 条、6.3.5 条的规定计算。

6.4 作用组合

6.4.1 当作用和作用效应可按线性关系考虑时，玻璃幕墙构件承载力极限状态设计的作用效应组合应符合下列规定：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_T \gamma_T S_{Tk} \qquad (6.4.1\text{-}1)$$

2 地震设计状况：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \qquad (6.4.1\text{-}2)$$

对张拉索杆体系，效应组合的设计值尚应包含预加应力产生的效应。预应力效应分项系数：当预应力作用对结构有利时取1.0；对结构不利时应取1.3。

式中：S ——作用效应组合设计值；

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。

6.4.2 进行玻璃幕墙构件的承载力设计时，作用分项系数应按下列规定取值：

1 一般情况下，永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用的分项系数 γ_G 、γ_w 、γ_E 、γ_T 应分别取1.3、1.5、1.4和1.5；

2 当永久荷载的效应起控制作用时，其分项系数 γ_G 应取 1.35；

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

6.4.3 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 持久设计状况、短暂设计状况且永久荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 和温度荷载组合值系数 ψ_T 均应取 0.6；

4 地震设计状况时，地震作用的组合值系数 ψ_E 应取 1.0，风荷载组合值系数 ψ_w 应取 0.6。

6.4.4 玻璃幕墙构件的挠度验算时，仅考虑永久荷载、风荷载、温度荷载作用。风荷载分项系数 γ_w 、永久荷载分项系数 γ_G 、温度荷载分项系数 γ_T 、张拉索杆结构中的预应力分项系数均应取 1.0，且可不考虑作用组合。

6.5 连接设计

6.5.1 玻璃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。

6.5.2 采用螺栓连接的玻璃幕墙构件，应有可靠的防松、防滑措施；采用挂接或插接的玻璃幕墙构件，应有可靠的防脱、防滑措施。

6.5.3 玻璃幕墙构件的连接件、焊缝、螺栓、铆钉、销钉设计，应

符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99 的有关规定。连接处的受力螺栓、铆钉或销钉应进行承载力计算，满足国家和重庆市现行有关标准的规定。

6.5.4 横梁通过角码与立柱连接时，角码应能承受横梁产生的剪力，其厚度不应小于 3mm；角码与立柱之间的连接螺钉或螺栓应满足抗剪和抗扭承载力要求。

6.5.5 立柱与主体结构之间采用螺栓连接时，连接螺栓应经过计算确定，且直径不宜小于 10mm。

6.5.6 横梁与立柱采用焊缝连接时，铝合金型材的焊接应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定；钢型材的焊接应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的有关规定。

6.5.7 框支承玻璃幕墙的立柱宜悬挂在主体结构上，与主体结构连接部位应满足承载力要求。

6.5.8 玻璃幕墙立柱与混凝土主体结构宜通过预埋件连接。当采用后锚固措施时，应满足现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定，并通过现场拉拔试验验证其承载力。

6.5.9 自攻螺钉不宜承受长期拉力。

6.5.10 平板预埋件的计算方法按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定执行。

6.5.11 槽式预埋件、免焊装配式板槽埋件及其他连接措施，应按照现行国家标准《建筑幕墙用槽式预埋组件》GB/T 38525、《钢结构设计标准》GB 50017 和《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定进行设计，并应通过现场拉拔试验，验证其承载力。

6.5.12 玻璃幕墙与主体结构采用后置锚栓连接时，应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定，且应符合下列要求：

1　后置埋件用锚栓埋置深度无法满足时优先采用对穿螺栓，可选用自扩底锚栓、模扩底锚栓和化学锚栓；

2　锚栓直径和数量应经计算确定，锚栓直径不小于 10 mm，每个后置埋件上不得少于 2 个锚栓；

3　需焊接作业的后置埋件宜使用机械扩底锚栓；如采用化学锚栓，焊接时应采取 措施防止化学锚栓受热失效，应进行焊接后承载力实验；

4　倒置安装的锚栓不宜采用化学锚栓。

6.5.13　玻璃幕墙支承结构与砌体结构连接时，应在连接部位的主体结构上增设钢筋混凝土或钢结构梁、柱。

6.6　硅酮结构密封胶设计

6.6.1　硅酮结构密封胶应进行承载力极限状态验算。在风荷载、水平地震作用下，硅酮结构密封胶的拉应力或剪应力设计值不应大于其强度设计值 f_1，f_1 应取为 0.2N/mm^2；在永久荷载作用下，硅酮结构密封胶的拉应力或剪应力设计值不应大于其强度设计值 f_2，f_2 应取为 0.01N/mm^2。

6.6.2　四边支承的隐框、半隐框玻璃幕墙中玻璃和铝框之间硅酮结构密封胶的粘结宽度 c_s，应按根据受力情况分别按下列规定计算。抗震设计时，可取本条第 2、3 款计算的最大值。

1　在风荷载作用下，粘结宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{wa}{2000 f_1} \tag{6.6.2-1}$$

式中：c_s ——硅酮结构密封胶的粘结宽度(mm)；

w ——作用在计算单元上的风荷载设计值(kN/m^2)；

a ——矩形玻璃板的短边长度(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/mm^2。

2　在风荷载和水平地震作用下，粘结宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{(w + 0.5q_E)a}{2000f_1} \qquad (6.6.2\text{-}2)$$

式中：q_E ——作用在计算单元上的地震作用设计值(kN/m²)。

3 在玻璃永久荷载作用下，粘结宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{q_G a b}{2000(a+b)f_2} \qquad (6.6.2\text{-}3)$$

式中：q_G ——幕墙玻璃单位面积重力荷载设计值(kN/m²)；

a、b ——分别为矩形玻璃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 0.01N/mm²。

6.6.3 斜幕墙的隐框、半隐框玻璃幕墙玻璃和铝框之间硅酮结构密封胶的粘结宽度 c_s 应按下式计算：

$$c_s = \frac{wa}{2000f_1} + \frac{q_{GZ}a}{2000f_2} \qquad (6.6.3)$$

式中：q_{GZ} ——垂直于幕墙面的自重分力。

6.6.4 硅酮结构密封胶的粘结厚度 t_s（图 6.6.4）应符合公式(6.6.4-1)的要求：

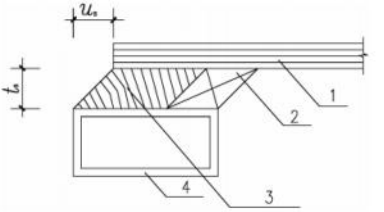


图 6.6.4 结构硅酮密封胶变形示意

1—玻璃；2—双面胶条；3—结构硅酮密封胶；4—铝合金龙骨

$$t_s \geqslant \frac{u_s}{\sqrt{\delta(2+\delta)}} \qquad (6.6.4\text{-}1)$$

$$u_s \geqslant \theta h_g \qquad (6.6.4\text{-}2)$$

式中：t_s ——硅酮结构密封胶的粘结厚度(mm)；

u_s ——幕墙玻璃面板相对于铝合金龙骨的位移(mm)，由主体结构侧移产生的相对位移可按(6.6.4-2)式计算，

必要时还应考虑温度变化产生的相对位移；

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形承受能力，取对应于其受拉应力为 0.14 N/mm^2时的伸长率。

6.6.5 硅酮结构密封胶的粘结宽度应符合本标准第 6.6.2 或 6.6.3条的规定，且不应小于 7mm；粘结厚度应符合本标准第 6.6.4条的规定，并不应小于 6mm，且不宜大于 12mm。硅酮结构密封胶的粘结宽度宜大于厚度，当宽度大于厚度的 2 倍时应采取措施保证结构胶充分固化。

6.6.6 全隐框或横向隐框玻璃幕墙，每块玻璃的下端应设置不少于 2 个足够强度的托板，托板和玻璃面板水平支承构件之间应可靠连接。托板应能承受该分格玻璃的重力荷载设计值。托板长度不应小于 100mm、厚度不应小于 2mm。托板上宜设置衬垫。中空玻璃的托板应托住外片玻璃。

6.6.7 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 6.6.2 条、6.6.3 条的原则计算确定，且不应小于 7mm。

7 框支承玻璃幕墙设计

7.1 一般规定

7.1.1 采用隔热条断桥的铝合金横梁应设置托板将玻璃面板的自重直接传递到横梁截面的主要受力部位。

7.1.2 钢型材与铝型材组合形成的横梁、立柱，当两者能达到变形协调时，荷载和地震作用可按两者的弯曲刚度比例分配后分别进行计算和设计。

7.1.3 当无横梁或无立柱设计时，面板可作为单向简支板设计。

7.2 玻 璃

7.2.1 单片玻璃的厚度不应小于 6mm，夹层玻璃、中空玻璃的单片玻璃厚度相差不宜大于 3mm。

7.2.2 单片玻璃在垂直于玻璃幕墙平面的风荷载和地震力作用下，玻璃截面最大应力应符合下列规定：

1 最大应力标准值可考虑几何非线性的有限元方法计算，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m w_k a^2}{t^2}\eta \qquad (7.2.2\text{-}1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6m q_{Ek} a^2}{t^2}\eta \qquad (7.2.2\text{-}2)$$

$$\theta = \frac{w_k a^4}{Et^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(w_k + 0.5 q_{Ek}) a^4}{Et^4} \qquad (7.2.2\text{-}3)$$

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/mm²)；

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/mm²)；

m ——弯矩系数，可由玻璃板短边与长边边长之比 a/b 按表 7.2.2-1 采用；

η ——折减系数，可由参数 θ 按表 7.2.2-2 采用。

表 7.2.2-1 四边支承玻璃板的弯矩系数 *m*

a/b	0.00	0.25	0.33	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65
m	0.1250	0.1230	0.1180	0.1115	0.1000	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 7.2.2-2 折减系数 η

θ	≤5.0	10.0	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
η	1.00	0.96	0.92	0.84	0.78	0.73	0.68
θ	120.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	≥400.0
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第 6.4.1 条的规定进行组合；

3 最大应力设计值不应超过玻璃大面强度设计值 f_g。

7.2.3 单片玻璃在风荷载作用下的跨中挠度，应符合下列规定：

1 单片玻璃的刚度 D 可按下式计算：

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\upsilon^2)} \tag{7.2.3-1}$$

式中：D ——玻璃的刚度(Nmm)；

t ——玻璃的厚度(mm)；

υ ——泊松比，可按本标准第 6.2.6 条采用。

2 玻璃跨中挠度可按有限元方法计算，也可按下式计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k \alpha^4}{D}\eta \qquad (7.2.3\text{-}2)$$

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/mm^2)；

μ ——挠度系数，可由玻璃板短边与长边边长之比 a/b 按本标准表 7.2.3 采用；

η ——折减系数，可按本标准表 7.2.2-2 采用。

表 7.2.3 四边支承板的挠度系数 μ

a/b	0.00	0.20	0.25	0.33	0.50
μ	0.01302	0.01297	0.01282	0.01223	0.01013
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，四边支承玻璃的最大挠度不宜大于其短边边长的 1/60。

7.2.4 夹层玻璃采用聚乙烯醇缩丁醛胶片即 PVB 胶片时，夹层玻璃可按下列规定进行计算：

1 作用于夹层玻璃上的风荷载和地震作用可按下列公式分配到两片玻璃上：

$$w_{k1} = w_k \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3} \qquad (7.2.4\text{-}1)$$

$$w_{k2} = w_k \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3} \qquad (7.2.4\text{-}2)$$

$$q_{Ek1} = q_{Ek} \frac{t_1^3}{t_1^3 + t_2^3} \qquad (7.2.4\text{-}3)$$

$$q_{Ek2} = q_{Ek} \frac{t_2^3}{t_1^3 + t_2^3} \qquad (7.2.4\text{-}4)$$

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} ——分别为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} ——分别为分配到各单片玻璃的地震作用标准值（N/mm^2）；

t_1、t_2——分别为各单片玻璃的厚度（mm）。

2 两片玻璃可分别按本标准第 7.2.2 条的规定进行应力计算；

3 夹层玻璃的挠度可按本标准第 7.2.3 条的规定进行计算，但在计算玻璃刚度 D 时，应采用等效厚度 t_e，t_e 可按下式计算：

$$t_e = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \tag{7.2.4-5}$$

7.2.5 中空玻璃可按下列规定进行计算：

1 作用于中空玻璃上的风荷载标准值可按下列公式分配到两片玻璃上：

1）直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k1} = 1.1 w_k \frac{t_1^{\ 3}}{t_1^{\ 3} + t_2^{\ 3}} \tag{7.2.5-1}$$

2）不直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k2} = w_k \frac{t_2^{\ 3}}{t_1^{\ 3} + t_2^{\ 3}} \tag{7.2.5-2}$$

2 作用于中空玻璃上的地震作用标准值 q_{Ek1}、q_{Ek2}，可根据各单片玻璃的自重，按照本标准第 6.3.4 条的规定计算；

3 两片玻璃可分别按本标准第 7.2.2 条的规定进行应力计算；

4 中空玻璃的挠度可按本标准第 7.2.3 条的规定进行计算，但计算玻璃刚度 D 时，应采用等效厚度 t_e，t_e 可按下式计算：

$$t_e = 0.95 \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3} \tag{7.2.5-3}$$

式中：t_e ——中空玻璃的等效厚度（mm）。

7.2.6 隐框玻璃面板副框与横梁、立柱固定的压块，其间距和长度应由面板所承受的荷载和作用计算确定。

7.2.7 明框玻璃的外压板宜通长设置，应能承受玻璃面板的荷载，截面受力部分的厚度不应小于 3.0mm，且不宜小于压板宽度的 1/20。

7.2.8 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。

7.2.9 玻璃幕墙转角处悬挑单片玻璃不宜超过 150mm，中空玻璃和夹层玻璃悬挑不宜超过 300mm。

7.3 横 梁

7.3.1 横梁截面主要受力部位的厚度，应符合下列要求：

1 截面自由挑出部位(图 7.3.1*a*)和双侧加劲部位(图 7.3.1b)的宽厚比 b_0/t 应符合表 7.3.1 的要求，且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《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定；

表 7.3.1 横梁截面宽厚比 b_0/t 限值

截面部位	铝型材				钢型材	
	6063-T5 6061-T4	6063A-T5	6063-T6 6063A-T6	6061-T6	Q235	Q355
自由挑出	17	15	13	12	15	12
双侧加劲	50	45	40	35	40	33

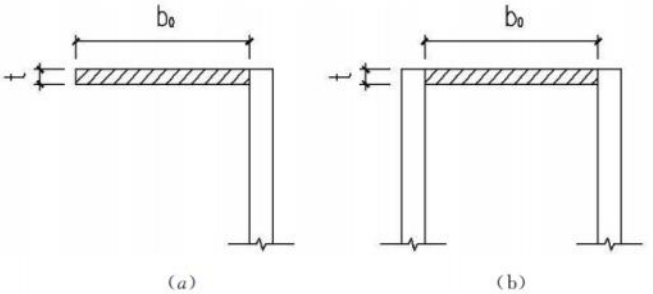


图 7.3.1　横梁的截面部位示意

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。采用螺纹受拉、压连接时，应进行螺纹受力计算。螺纹连接处，型材局部厚度不应小于螺钉的公称直径，宽度不应小于螺纹公称直径的 2.5 倍；

3　钢型材截面受力部位的有效厚度不应小于 2.5mm。在采用螺纹进行受拉、受压连接时，应进行螺纹受力计算。且应预留腐蚀厚度。

7.3.2　应根据玻璃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。当采用大跨度开口截面横梁时，宜考虑约束扭转产生的双力矩。单元式幕墙采用组合横梁时，横梁上、下两部分应按各自承担的荷载和作用分别进行计算。

7.3.3　横梁截面受弯承载力和受剪承载力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《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

7.3.4　玻璃在横梁上偏置使横梁产生扭矩较大时，应采取相应的抗扭构造措施。

7.3.5　横梁在风荷载或自重荷载标准值作用下产生的挠度 d_f 应符合下列规定：

钢型材：$d_f \leqslant l/250$（风荷载）

铝合金型材：$d_f \leqslant l/180$（风荷载）

钢型材、铝合金型材：在自重标准值作用下，水平受力横梁在单块面板跨距内的局部最大相对挠度不应超过单块面板跨距的1/500，且该局部最大相对挠度不应超过3mm。

式中：l——横梁的跨度(mm)，悬臂构件可取挑出长度的2倍。

7.4 立 柱

7.4.1 立柱截面主要受力部位的厚度，应符合下列要求：

1 当立柱采用开腔铝型材时，主受力部位为铝型材截面开口部位的公称厚度不应小于3.0mm，闭腔铝型材主受力部位为铝型材截面闭口部位的公称厚度不应小于2.5mm；

2 钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于3.0mm，且应预留腐蚀厚度；采用螺纹进行受拉连接时，应进行螺纹受力计算；

3 对偏心受压立柱和偏心受拉立柱的杆件，其有效截面宽厚比应符合本标准第7.3.1条第1款的相应规定；

4 采用螺纹受拉、压连接时，应进行螺纹受力计算，其螺纹连接处，铝型材局部厚度不应小于螺钉的公称直径，宽度不应小于螺纹公称直径的2.5倍。

7.4.2 上、下立柱之间互相连接时，应符合下列要求：

1 采用铝合金闭口截面型材的立柱，宜设置芯柱连接。芯柱一端与立柱应紧密滑动配合，搭接长度不宜小于150mm，另一端与立柱宜采用机械连接方式固定并满足计算要求，配合长度不宜小于芯柱截面短边长度；

2 采用开口截面型材的立柱，可采用型材或板材连接。连接件一端应与立柱固定连接，另一端的连接方式不应限制立柱的轴向位移，配合长度应符合本条第1款的规定；

3 采用闭口截面钢型材的立柱，可采用本条第1款或第2款的连接方式；

4 两立柱接头部位应留空隙，空隙宽度应根据计算确定并

不宜小于 15mm。

7.4.3 多层或高层建筑中跨层通长布置立柱时，立柱与主体结构的连接支承点每层不宜少于一个。按铰接多跨梁设计的立柱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。

7.4.4 在楼层内单独布置立柱时，其上、下端均宜与主体结构铰接，宜采用上端悬挂方式；当立柱支承点可能产生较大位移时，应采用与位移相适应的支承装置。

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：

$$\frac{N}{A_n}+\frac{M}{\gamma W_n}\leqslant f \tag{7.4.5}$$

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抵抗矩(mm^3)；

γ ——截面塑性发展系数，铝型材取 1.0，钢型材取 1.05；

f ——型材的抗弯强度设计值 f_a 或 f_s(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：

$$\frac{N}{\varphi A}+\frac{M}{\gamma W(1-0.8N/N_E)}\leqslant f \tag{7.4.6-1}$$

$$N_E=\frac{\pi^2 EA}{1.1\lambda^2}\quad(\text{用于钢构件}) \tag{7.4.6-2}$$

$$N_E=\frac{\pi^2 EA}{1.2\lambda^2}\quad(\text{用于铝构件}) \tag{7.4.6-3}$$

$$\lambda=\frac{1}{i} \tag{7.4.6-4}$$

$$i=\sqrt{\frac{I}{A}} \tag{7.4.6-5}$$

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的稳定系数，可按表 7.4.6 采用；

A ——立柱的毛截面面积(mm^2)；

W ——在弯矩作用方向上较大受压边的毛截面抵抗矩(mm^3)；

λ ——长细比；承受轴压力和弯矩作用的立柱，其长细比 λ 不宜大于 150；

l ——计算长度(mm)，两端简支 l=L，一端简支一端固结 l=0.7L，两端固结 l=0.5L，悬臂式立柱 l=2L，L 为立柱支承长度；

i ——截面回转半径(mm)；

γ ——截面塑性发展系数，可取 1.05；

f ——型材的抗弯强度设计值 f_a 或 f_s(N/mm^2)；

I ——受弯平面内的截面惯性矩(mm^4)。

表 7.4.6 轴心受压柱的稳定系数

长细比或特征值	铝型材		钢型材	
钢：长细比 λ 铝：$\lambda\sqrt{\frac{f_{0.2}}{240}}$	6060－T5 6063－T5 6063A－T5	6061－T6 6063－T6 6063A－T6	Q235	Q355
20	0.90	0.95	0.97	0.96
40	0.73	0.82	0.90	0.88
60	0.51	0.58	0.81	0.73
80	0.34	0.38	0.69	0.58
90	0.28	0.31	0.62	0.50
100	0.23	0.25	0.56	0.43
110	0.20	0.21	0.49	0.37
120	0.17	0.18	0.44	0.32

续表 7.4.6

长细比或特征值	铝型材		钢型材	
钢：长细比 λ 铝：$\lambda\sqrt{\frac{f_{0.2}}{240}}$	6060－T5 6063－T5 6063A－T5	6061－T6 6063－T6 6063A－T6	Q235	Q355
130	0.15	0.16	0.39	0.28
140	0.13	0.14	0.35	0.25
150	0.11	0.12	0.31	0.21

7.4.7 立柱由风荷载标准值产生的挠度 d_f 应符合以下要求：

钢型材：$d_f \leqq l/250$

铝合金型材：$d_f \leqq l/180$

式中：l——支点间的距离(mm)，悬臂构件应取挑出长度的 2 倍。

8 全玻幕墙设计

8.1 一般规定

8.1.1 玻璃高度大于表 8.1.1 限值的全玻幕墙应悬挂在主体结构上。

表 8.1.1 下端支承全玻幕墙的最大高度

玻璃厚度(mm)	10、12	15	19
最大高度(m)	4	5	6

8.1.2 全玻幕墙的周边收口槽壁与玻璃面板或玻璃肋的空隙均不宜小于 8mm,吊挂玻璃下端与下槽底的空隙应满足玻璃伸长变形的要求。

8.1.3 吊挂全玻幕墙的主体结构或结构构件应有足够的刚度,采用钢桁架或钢梁作为受力构件时,其挠度不应大于跨度的 1/250。

8.1.4 吊挂式全玻璃幕墙的吊夹不应承受水平力作用,玻璃上部与主体结构间应另设水平传力结构。

8.1.5 全玻幕墙不应由结构胶缝承受玻璃自重。

8.1.6 吊夹应符合现行行业标准《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》JG/T 139 的有关规定。

8.2 面 板

8.2.1 非夹层玻璃的面板单片厚度不应小于 10mm;夹层玻璃单片厚度不应小于 8mm。

8.2.2 面板玻璃通过胶缝与玻璃肋相连结时,面板可作为支承

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7.2.2条和第7.2.3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；面板为夹层玻璃或中空玻璃时，可按本标准第7.2.4条或7.2.5条的规定计算。

8.2.3 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。

8.2.4 无肋支承的全玻幕墙面板上下与结构应可靠连接，当采用金属构件夹持时，其夹持深度不宜小于玻璃厚度的3倍。

8.3 玻璃肋

8.3.1 全玻幕墙玻璃肋的截面厚度不应小于12mm，截面高度不应小于100mm。玻璃肋上下应与结构可靠连接，当采用金属构件夹持时，其夹持深度不宜小于玻璃肋厚度的3倍。

8.3.2 全玻幕墙玻璃肋的截面高度 h_r（图8.3.2）可按下列公式计算：

$$h_r = \sqrt{\frac{3qlh^2}{8f_g t}}\text{（双肋）} \tag{8.3.2-1}$$

$$h_r = \sqrt{\frac{3qlh^2}{4f_g t}}\text{（单肋）} \tag{8.3.2-2}$$

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 ——玻璃侧面强度设计值（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）。

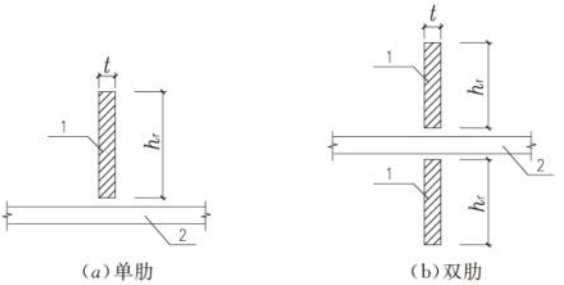


图 8.3.2　全玻幕墙玻璃肋截面尺寸示意

1—玻璃肋；2—玻璃面板

8.3.3　全玻幕墙玻璃肋在风荷载标准值作用下的挠度 d_f 可按下式计算：

$$d_f = \frac{5}{32} \times \frac{w_k l h^4}{E t h_r^3}\text{（单肋）} \tag{8.3.3-1}$$

$$d_f = \frac{5}{64} \times \frac{w_k l h^4}{E t h_r^3}\text{（双肋）} \tag{8.3.3-2}$$

式中：w_k ——风荷载标准值（N/mm^2）；

E ——玻璃弹性模量（N/mm^2）。

8.3.4　在风荷载标准值作用下，玻璃肋的挠度不应大于其计算跨度的 1/200。

8.3.5　采用金属件连接的玻璃肋，其连接金属件的厚度不应小于 6mm。连接螺栓应采用不锈钢螺栓，其公称直径不应小于 8mm。连接处应能承受截面的弯矩、剪力和轴力设计值。

8.3.6　玻璃肋平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。

8.3.7　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，必要时应采取防止侧向失稳的构造措施。

8.4 胶 缝

8.4.1 全玻幕墙面板玻璃与玻璃肋相连结的胶缝必须采用硅酮结构密封胶。

8.4.2 全玻幕墙面板玻璃与玻璃肋相连结的胶缝承载力应符合下列要求：

1 与玻璃面板平齐或突出的玻璃肋：

$$\frac{ql}{2t_1} \leqslant f_1 \tag{8.4.2-1}$$

2 后置或骑缝的玻璃肋：

$$\frac{ql}{t_2} \leqslant f_1 \tag{8.4.2-2}$$

式中：q ——垂直于玻璃面板的分布荷载设计值(N/mm^2)；

l ——两肋之间的玻璃面板跨度(mm)；

t_1 ——粘结宽度，取玻璃面板截面厚度(mm)；

t_2 ——粘结宽度，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 $0.2N/mm^2$。

3 粘结厚度不应小于 6mm。

8.4.3 当粘结宽度不满足本标准第 8.4.2 条第 1、2 款的要求时，可采取附加构造措施，加大粘结宽度。

9 点支承玻璃幕墙设计

9.1 面 板

9.1.1 四边形玻璃面板宜采用四点支承，必要时也可采用六点支承；三角形玻璃面板可采用三点支承。玻璃面板支承孔边与板边的距离不宜小于 70mm。

9.1.2 点支承玻璃幕墙中，单片玻璃厚度不应小于 6mm，采用沉头式驳接头的单片玻璃厚度不应小于 8mm。

9.1.3 玻璃面板间的接缝宽度不应小于 10mm，有密封要求时应采用硅酮耐候密封胶嵌缝。

9.1.4 点支承玻璃幕墙中，应考虑支承装置对玻璃开孔位置集中应力的影响。

9.1.5 点支承玻璃支承孔周边应进行可靠的密封。当点支承玻璃为中空玻璃时，其支承孔周边应采取多道密封措施。

9.1.6 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的有限元方法计算，也可按下列公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6m\mathrm{w_k}b^2}{t^2}\eta \qquad (9.1.6\text{-}1)$$

$$\sigma_{Ek} = \frac{6mq_{Ek}b^2}{t^2}\eta \qquad (9.1.6\text{-}2)$$

$$d_f = \frac{\mu \mathrm{w_k} b^4}{D}\eta \qquad (9.1.6\text{-}3)$$

$$\theta = \frac{\mathrm{w_k b^4}}{E\mathrm{t}^4} \text{ 或 } \theta = \frac{(\mathrm{w_k} + 0.5\mathrm{q_{Ek}})\mathrm{b}^4}{E\mathrm{t}^4} \qquad (9.1.6\text{-}4)$$

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/mm²)；

d_f——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/mm²)；

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 a/b 按表 9.1.6-1 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 a/b 按表 9.1.6-2 采用；

η——折减系数，可由参数 θ 按表 7.2.2-2 采用；

D——玻璃面板的刚度，可按公式(7.2.3-1)计算(Nmm)。

表 9.1.6-1　四点支承玻璃板的弯矩系数 m

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 9.1.6-2　四点支承玻璃板的挠度系数 μ

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 6.4.1 条的规定

计算，并不应超过玻璃大面强度设计值 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_f 不宜大于其支承点间长边边长的 1/60。

9.1.7 四点支承的矩形夹层玻璃的挠度和应力应符合本标准第 9.1.6 条的规定，其中夹层玻璃的厚度应取本标准第 7.2.4 条规定计算的等效厚度。

9.1.8 四点支承的矩形中空玻璃，应按下列规定进行计算：

1 作用于中空玻璃两片玻璃上的风荷载标准值 w_{k1}、w_{k2}，可按照本标准第 7.2.5 条的规定进行计算；

2 作用于中空玻璃上的地震作用标准值 q_{Ek1}、q_{Ek2}，可按照各单片玻璃的自重，按照本标准第 6.3.4 条的规定进行计算并符合其规定；

3 两片玻璃所承受的最大应力标准值应符合本标准第 9.1.6 条的规定；

4 中空玻璃的挠度应符合本标准第 9.1.6 条的规定，计算玻璃刚度 D 时，应采用等效厚度 t_e，t_e 可按照本标准第 7.2.5 条的规定确定；

5 采用夹层玻璃作为前后玻璃时，其厚度可按照本标准第 7.2.4 条和 7.2.5 条的规定计算其等效厚度确定。

9.1.9 三点支承、多点支承、异形板块玻璃计算可采用有限元计算。

9.2 支承装置

9.2.1 支承装置应符合现行国家标准《建筑幕墙用点支承装置》GB/T 37266 的规定。

9.2.2 支承装置的选用应经过承载能力计算确定，并满足结构受力要求。

9.2.3 驳接头应能适应玻璃面板在支承点处的转动变形。

9.2.4 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。衬垫或衬套的耐久性应满足玻璃幕墙的设计工作年限要求，当耐久性不能满足时，应明确更换时间。

9.2.5 除承受玻璃面板所传递的荷载或作用外，支承装置不宜兼做其他用途。

9.2.6 玻璃面板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 夹板与玻璃之间宜设置弹性材料的衬垫。

9.3 支承结构

9.3.1 计算支承结构时，玻璃面板不应兼做支承结构的一部分；复杂的支承结构宜采用有限元方法进行分析。

9.3.2 玻璃肋可按本标准第 8.3 节的规定进行设计。

9.3.3 支承钢结构的设计应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《索结构技术规程》JGJ 257 的有关规定。

9.3.4 型钢或钢管作为支承结构时，应符合下列规定：

1 与主体结构的连接构造应能适应主体结构的位移；

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

3 受压杆件的长细比 λ 不应大于 150；

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

9.3.5 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，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 当采用空腹桁架时，需对桁架进行稳定性验算，必要时应设置平面外的稳定支撑；

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

9.3.6 玻璃幕墙张拉索杆支承结构体系可采用索桁架、自平衡索桁架、单层平面索网、单层曲面索网、单向竖索等结构形式。

9.3.7 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和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 与主体结构的连接部位应能适应主体结构的位移，主体结构应能承受拉杆体系或拉索体系的预拉力和荷载作用；

4 自平衡体系、索杆体系的受压杆件的长细比不应大于 150。

9.3.8 张拉索杆体系结构分析应符合下列规定：

1 结构力学分析时应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。

9.3.9 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 1/10～1/20；

4 索桁架的挠度不应大于其跨度的 1/200。

9.3.10 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 1/10～1/20；

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，索初始张拉力不宜过大；

5 自平衡索桁架挠度不应大于其跨度的 1/200；

6 当水平支撑杆与中心压杆材质不同时，宜采用螺纹连接；

7 当端部索中心线与中心压杆中心线不能交汇于端支座位置时，应考虑此偏心的影响。

9.3.11 单层平面索网挠度不宜大于其短向跨度的 1/45。

9.3.12 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　单层曲面索网的挠度不宜大于其短向跨度的 1/200。

9.3.13　单向竖索设计应符合下列规定：

1　玻璃面板采用单向竖索支承时，竖索跨度不宜大于 15m；

2　玻璃面板宜采用夹层玻璃；

3　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；

4　单向竖索的挠度不应大于其跨度的 1/45。

10 加工制作

10.1 一般规定

10.1.1 加工幕墙构件的设备、机具应满足幕墙构件加工精度的要求，且应按相关规定进行计量检定和校准。

10.1.2 单元式幕墙的构件、组件和配件宜在工厂内加工和组装完成；成品或者半成品出厂时，均应附有合格证书。

10.1.3 采用硅酮结构密封胶粘结固定幕墙构件时，应在洁净、通风的室内环境进行，且环境温度、湿度条件应符合相应硅酮结构密封胶产品的规定，胶缝的宽度、厚度应符合相关规定和设计要求。

10.1.4 预埋件外露面应进行防腐处理。

10.2 铝型材构件

10.2.1 幕墙的铝型材构件加工，按照工序划分为截料，制孔，槽、豁、榫加工，弯加工等。构件加工质量应满足设计要求。

10.2.2 铝型材构件的截料应符合下列要求：

1 铝合金型材截料之前应检查弯曲度、扭拧度、直线度，不应使用超差的铝型材；

2 横梁长度允许偏差为±0.5mm，立柱长度允许偏差为±1.0mm，端头斜度的允许偏差为-15′(图 10.2.2-1、图 10.2.2-2)；

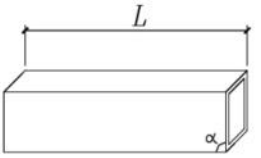


图 10.2.2-1　直角截料

L—长度；α—角度

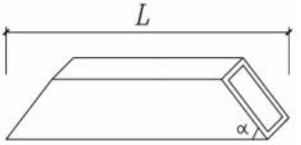


图 10.2.2-2　斜角截料

L—长度；α—角度

3　截料端头不应有加工变形，并应去除毛刺。

10.2.3　铝型材构件的制孔应符合下列要求：

1　孔位的允许偏差为±0.5mm，孔距的允许偏差为±0.5mm，累计偏差为±1.0mm；其他特殊要求的孔位应符合设计要求；

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 沉头螺钉用沉孔》GB 152.2 的规定；

4　圆柱头的沉孔尺寸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　螺纹的加工应符合相关规范和设计要求，螺丝孔的加工应符合设计要求。

10.2.4　铝型材构件的槽、豁、榫的加工应符合下列要求：

1　铝型材构件槽口尺寸（图 10.2.4-1）允许偏差应符合表 10.2.4-1 的要求；

表 10.2.4-1　槽口尺寸允许偏差　　单位:mm

项目	*a*	b	c
允许偏差	+0.5	+0.5	±0.5

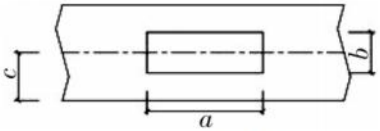


图 10.2.4-1　槽口示意图

2　铝型材构件豁口尺寸(图 10.2.4-2)允许偏差应符合表 10.2.4-2 的要求;

表 10.2.4-2　豁口尺寸允许偏差　　单位:mm

项目	*a*	b	c
允许偏差	+0.5	+0.5	±0.5

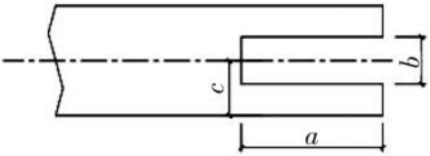


图 10.2.4-2　豁口示意图

3　铝型材构件榫头尺寸(图 10.2.4-3)允许偏差应符合表 10.2.4-3 的要求。

表 10.2.4-3　榫头尺寸允许偏差　　单位:mm

项目	*a*	b	c
允许偏差	-0.5	-0.5	±0.5

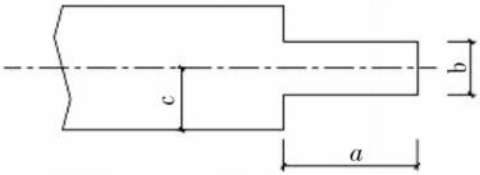


图 10.2.4-3　榫头示意图

10.2.5 铝型材构件弯加工应符合下列要求：

1 铝合金构件宜采用拉弯设备进行弯加工；

2 外露构件弯加工后的表面应光滑，不得有皱折、凹凸、裂纹；

3 非外露构件加工后应表面平整，不得有影响其性能的缺陷。

10.3 钢构件

10.3.1 钢构件主要包括幕墙的立柱、横梁、埋件、连接件和支承件等，钢构件的加工质量应满足设计要求。

10.3.2 钢构件的加工、表面涂装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

10.3.3 钢构件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符合设计要求；

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 钢构件连接焊缝应连续、均匀、饱满、平滑、无气泡和夹渣；

6 对复杂的钢构件，宜进行预拼装。

10.3.4 平板型预埋件锚板和锚筋的焊接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关要求。

10.3.5 平板预埋件加工精度应符合下列要求：

1 锚板边长允许偏差为±5mm；

2 一般锚筋长度的允许偏差为＋10mm；两面为整块锚板的穿透式预埋件的锚筋长度的允许偏差为－5mm；

3 圆锚筋的中心线允许偏差为±5mm；

4 锚筋与锚板面的垂直度允许偏差为 $l_s/30$(l_s为锚固钢筋长度,单位为 mm);

5 锚筋采用折弯时,折弯半径符合相关规范要求。

10.3.6 槽型预埋件加工精度应符合下列要求:

1 预埋件长度、宽度和厚度允许偏差分别为+10mm、+5mm和+3mm;

2 槽口的允许偏差为+1.5mm;

3 锚筋长度允许偏差为+5mm;

4 锚筋中心线允许偏差为±1.5mm;

5 锚筋与槽板的垂直允许偏差为 $l_s/30$(l_s 为锚固钢筋长度,单位为 mm)。

10.3.7 幕墙的连接件、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 10.3.7)允许偏差应符合表 10.3.7 的要求。

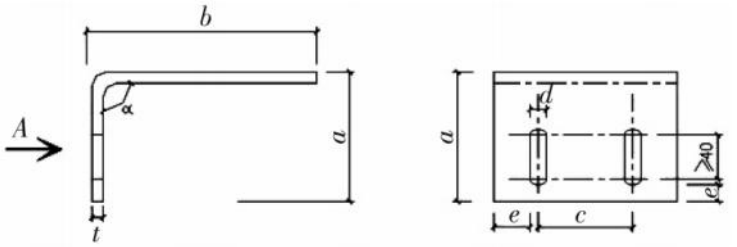


图 10.3.7 连接件、支撑件尺寸示意图

表 10.3.7 连接件、支撑件尺寸允许偏差

序号	项目	允许偏差
1	连接件高 a	+5mm,-2mm
2	连接件长 b	+5mm,-2mm
3	孔距 c	±1.0mm

续表 10.3.7

序号	项目	允许偏差
4	孔宽 d	+0.5mm
5	边距 e	+1.0mm
6	壁厚 t（计算值）	+1mm
7	弯曲角度 α	±2°

10.3.8 索杆结构玻璃幕墙的钢拉杆、拉索加工除应符合国家现行标准《索结构技术规程》JGJ 257、《钢拉杆》GB/T 20934 和《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 自平衡索桁架宜在工作台上进行拼装，并应防止表面损伤。

10.4 玻 璃

10.4.1 玻璃的加工和深加工应由玻璃生产厂家根据工艺图完成并满足设计要求。

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

1 单片玻璃的尺寸允许偏差应符合表 10.4.2-1 的要求；

表 10.4.2-1 单片玻璃尺寸允许偏差 单位：mm

序号	项目	玻璃厚度	玻璃边长 L≤2000	玻璃边长 L＞2000
1	边长	6，8，10，12	±1.5	±2.0
2		15，19	±2.0	±3.0
3	对角线差	6，8，10，12	≤2.0	≤3.0
4		15，19	≤3.0	≤3.5

2 中空玻璃的尺寸允许偏差应符合表 10.4.2-2 的要求；

表 10.4.2-2　中空玻璃尺寸允许偏差　　**单位:mm**

序号	项目		允许偏差
1	边长	L< 1000	±2.0
2		1000≤L < 2000	+2.0,-3.0
3		L ≥2000	±3.0
4	对角线差	L ≤2000	≤2.5
5		L >2000	≤3.5
6	厚度	t< 17	±1.0
7		17≤t < 22	±1.5
8		t≥22	±2.0
9	叠差	L < 1000	±2.0
10		1000≤L < 2000	±3.0
11		2000≤L < 4000	±4.0
12		L ≥4000	±6.0

3　夹层玻璃的尺寸允许偏差应符合表 10.4.2-3 的要求。

表 10.4.2-3　夹层玻璃尺寸允许偏差　　**单位:mm**

序号	项目		允许偏差
1	边长	L ≤2000	±2.0
2		L>2000	±2.5
3	对角线差	L ≤2000	≤2.5
4		L >2000	≤3.5
5	叠差	L < 1000	±2.0
6		1000≤L < 2000	±3.0
7		2000≤L < 4000	±4.0
8		L ≥4000	±6.0

10.4.3　玻璃弯弧加工后,其每米弦长内拱高的允许偏差为

±3.0mm，且玻璃的曲边应顺滑一致；玻璃直边的弯曲度，拱形时不应超过直边长度的0.5%，波形时不应超过直边长度的0.3%。

10.4.4 全玻幕墙的玻璃加工应符合下列要求：

1 玻璃边缘应倒棱并细磨，外露玻璃的边缘应抛光磨；

2 采用钻孔安装时，孔边缘应进行磨边和倒角处理，并不应出现崩边。

10.4.5 点支承玻璃加工应符合下列要求：

1 玻璃面板及其孔洞边缘均应倒棱和磨边，倒棱宽度不宜小于1mm，磨边宜细磨；

2 玻璃切角、钻孔、磨边应在钢化前进行；

3 玻璃加工的允许偏差应符合表10.4.5的规定；

表10.4.5 点支承玻璃加工允许偏差

项目	边长尺寸	对角线差	钻孔位置	孔距	孔轴与玻璃平面垂直度
允许偏差	±1.0mm	≤2.0mm	±0.8mm	±1.0mm	±12′

4 中空玻璃开孔后，开孔处应采取双道密封措施；

5 夹层玻璃、中空玻璃的钻孔可采用大、小孔相对的方式。

10.4.6 中空玻璃合片加工时，应考虑制作地和安装地不同气压的影响，当制作地和安装地海拔差较大时，应采取措施平衡气压，且中空层不宜充惰性气体。

10.5 明框玻璃幕墙组件

10.5.1 明框玻璃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10.5.1-1的要求；

表 10.5.1-1　组件装配尺寸允许偏差　　单位:mm

序号	项目	构件长度	允许偏差
1	型材槽口尺寸	≤2000	±2.0
2		>2000	±2.5
3	组件对边尺寸差	≤2000	≤2.0
4		>2000	≤3.0
5	组件对角线尺寸差	≤2000	≤3.0
6		>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10.5.1-2的要求。

表 10.5.1-2　相邻构件装配间隙及同一平面度的允许偏差　单位:mm

项目	允许偏差
装配间隙	≤0.5
同一平面度差	≤0.5

10.5.2　单层玻璃与槽口的配合尺寸(图 10.5.2)应符合表10.5.2的要求。

表 10.5.2　单层玻璃与槽口的配合尺寸　　单位:mm

玻璃厚度	*a*	b	c
5～6	≥3.5	≥15	≥5
8～10	≥4.5	≥16	≥5
≥12	≥5.5	≥18	≥5

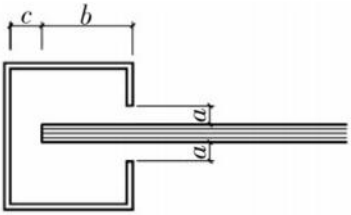


图 10.5.2　单层玻璃与槽口的配合示意

10.5.3 中空玻璃与槽口的配合尺寸(图 10.5.3)应符合表 10.5.3 的要求。

表 10.5.3 中空玻璃与槽口的配合尺寸 **单位:mm**

中空玻璃厚度	a	b	c		
			下边	上边	侧边
$6+d_a+6$	≥5	≥17	≥7	≥5	≥5
$8+d_a+8$ 及以上	≥6	≥18	≥7	≥5	≥5

注:d_a 为气体层厚度,不应小于 12mm。

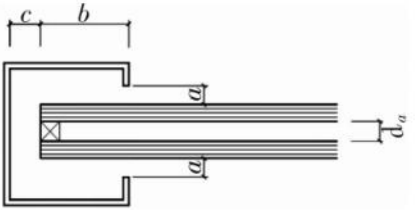


图 10.5.3 中空玻璃与槽口的配合示意

10.6 隐框、半隐框玻璃幕墙组件

10.6.1 隐框、半隐框玻璃幕墙加工制作中,使用硅酮结构胶粘结时,对玻璃面板及铝框粘结位置的尘埃、油渍和其他污物进行彻底清洁。清洁后一小时内进行注胶;注胶前再度污染时,应重新清洁。

10.6.2 使用溶剂清洁时,应符合下列规定:

1 不应将擦布浸泡在溶剂里,应将溶剂倾倒在擦布上;

2 使用和贮存溶剂,应采用干净的容器;

3 使用溶剂的场所严禁烟火;

4 应遵守所用溶剂标签或包装上标明的注意事项。

10.6.3 玻璃面板注胶作业应在洁净通风的室内操作,其室内温度、湿度条件应符合硅酮结构胶产品的使用要求和规定。注胶宽度和厚度应符合设计要求。

10.6.4 当粘结构件间不相容时，应采取措施保证粘结质量。

10.6.5 组件采用硅酮结构胶粘结加工组装时，应避免结构胶承受永久荷载。

10.6.6 硅酮结构密封胶注胶前，与其相接触的有机材料必须取得合格的相容性试验、剥离粘结性试验报告，必要时应加涂底漆。双组份硅酮结构密封胶应通过蝴蝶试验检查混合均匀性，通过拉断试验检查混合后的固化速度。

10.6.7 硅酮结构密封胶组件在达到足够承载力前移动时，粘结构件间不得相对错动。

10.6.8 硅酮结构密封胶注胶必须饱满，不得出现气泡，胶缝表面应平整光滑。收胶缝的余胶不得重复使用。

10.6.9 硅酮结构密封胶完全固化后，隐框玻璃幕墙装配组件的尺寸偏差应符合表 10.6.9 的规定。

表 10.6.9 结构胶完全固化后隐框玻璃幕墙组件的尺寸允许偏差 单位:mm

序号	项目	尺寸范围	允许偏差
1	框长宽尺寸	—	±1.0
2	组件长宽尺寸	—	±2.5
3	框接缝高度差	—	≤0.5
4	框内侧对角线差及组件对角线差	当长边≤2000 时 当长边>2000 时	≤2.5 ≤3.5
5	框组装间隙		≤0.5
6	胶缝宽度	—	+2.0
7	胶缝厚度	—	+0.5
8	组件周边玻璃与铝框位置差		±1.0
9	结构组件平面度	—	≤3.0
10	组件厚度	—	±1.0

10.7 单元式玻璃幕墙组件

10.7.1 单元式玻璃幕墙在加工前应对各板块编号，并宜注明加工、运输、安装方向的顺序。

10.7.2 单元板块的构件连接应可靠，缝隙需密封处宜采用硅酮耐候密封胶密封。

10.7.3 单元板块的硅酮结构密封胶不应暴露在空气中。

10.7.4 明框单元板块在搬动、运输、吊装过程中，应采取措施防止玻璃滑动或变形。

10.7.5 单元板块组装完成后，工艺孔宜封堵，通气孔及排水孔应畅通。

10.7.6 单元横、竖框之间采用螺钉连接时，每处不应少于 3 个，螺钉公称直径和拧入深度应根据计算确定。当采用不锈钢自攻螺钉时，公称直径不应小于 4.2 mm。当采用机制螺钉时，螺钉直径不应小于 M4。螺钉拧入深度不应小于 25mm。螺钉连接部位应采用硅酮耐候密封胶密封处理。

10.7.7 单元组件框加工制作允许偏差应符合表 10.7.7 的规定。

表 10.7.7 单元组件框加工制作允许尺寸偏差 **单位:mm**

序号	项目		允许偏差	检查方法
1	框长(宽)度	≤2000	±1.5	钢尺或板尺
		>2000	±2.0	
2	分格长(宽)度	≤2000	±1.5	钢尺或板尺
		>2000	±2.0	
3	对角线长度差	≤2000	≤2.5	钢尺或板尺
		>2000	≤3.5	
4	接缝高低差		≤0.5	游标深度尺

续表 10.7.7

序号	项　目	允许偏差	检查方法
5	接缝间隙	≤0.5	塞片
6	框面划伤	≤3 处且总长≤100	—
7	框料擦伤	≤3 处且总面积≤200mm²	—

10.7.8　单元组件组装允许偏差应符合表 10.7.8 的规定。

表 10.7.8　单元组件组装允许偏差　　**单位:mm**

序号	项　目		允许偏差	检查方法
1	组件长度、宽度	≤2000	±1.5	钢尺
		>2000	±2.0	
2	组件对角线长度差	≤2000	≤2.5	钢尺
		>2000	≤3.5	
3	胶缝宽度		+1.0	卡尺或钢板尺
4	胶缝厚度		+0.5	卡尺或钢板尺
5	各搭接量(与设计值比)		+1.0	钢板尺
6	组件平面度		≤1.5	1m 靠尺
7	组件内镶板间接缝宽度(与设计值比)		±1.0	塞尺
8	连接构件竖向中轴线距组件外表面(与设计值比)		±1.0	钢尺
9	连接构件水平轴线距组件水平对插中心线		±1.0 (可上、下调节时±2.0)	钢尺
10	连接构件竖向轴线距组件竖向对插中心线		±1.0	钢尺
11	两连接构件中心线水平距离		±1.0	钢尺
12	两连接构件上、下端水平距离差		±0.5	钢尺
13	两连接构件上、下端对角线差		±1.0	钢尺

10.7.9　开启窗组装应符合下列规定:

1　开启窗的框、扇,宜采用挤角方式组装;

2 开启窗上端与固定玻璃的缝隙处，宜设置披水胶条；

3 开启窗下端与固定玻璃的缝隙处，宜设置排水措施；

4 开启窗至少采用双道胶条密封，设计时应考虑合理的排水路线；

5 开启窗安装附件处的型材壁厚小于螺钉的公称直径时，扇框内壁宜加衬板，螺钉应有防松脱措施；

6 采用带挂钩的开启窗，必须设置防坠限位装置和限左右滑动装置，限位装置应安全可靠；

7 采用铰链传动的开启窗，扇和框之间的间隙允许偏差为±0.5mm，铰链选型应符合设计要求，与开启窗大小匹配；

8 五金件宜在车间组装完成；

9 开启窗四周的橡胶条应采用穿条式，不应为压入式。橡胶条的材质、型号应符合设计要求，其长度宜比边框内槽口长1.5%～2%。橡胶条转角和接头部位应采用粘结剂粘结牢固，镶嵌平整；

10 开启窗的组件加工尺寸应符合表10.7.9的规定。

表10.7.9 开启窗的组件加工尺寸允许偏差 单位：mm

序号	项目		允许偏差
1	框、扇型材长度		±1.0
2	框、扇组件长度		±2.5
3	框、扇接缝高低差		≤0.5
4	对角线差	当长边≤2000	≤2.5
		当长边＞2000	≤3.5
5	框、扇组装间隙		≤0.5
6	硅酮结构密封胶宽度		+2
7	硅酮结构密封胶厚度		+0.5
8	组件平面度		≤3.0

10.8 玻璃幕墙构件检验

10.8.1 玻璃幕墙构件应按构件的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；仍有不合格构件时，应全数检查。

10.8.2 产品出厂时，应附有构件合格证书。

10.9 包装、储存

10.9.1 包装应满足装卸和运输的要求。

10.9.2 玻璃幕墙材料及加工完成的构件、组件不宜露天存放。对存放环境有要求时，应采取相应的措施。

11 安装施工

11.1 一般规定

11.1.1 玻璃幕墙施工过程中应及时建立技术资料档案。

11.1.2 玻璃幕墙支承钢结构安装应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定。

11.1.3 进场安装的玻璃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。玻璃幕墙构件安装前应进行构件进场验收。

11.1.4 幕墙施工单位应编制专项施工方案。超过一定规模时，专项施工方案必须经过专家论证。

11.1.5 单元式玻璃幕墙的安装应根据单元幕墙的特点编制专项施工方案，且应包括下列内容：

1 单元板块的运输及装卸方案；

2 对主体结构的垂直度和楼层外轮廓的测量，超高层主体沉降的监控方案；

3 吊具的类型和吊具的移动方法，吊具的安装位置和对主体结构的荷载影响，单元组件起吊地点、垂直运输与楼层内水平运输方法和机具；

4 收口单元位置和吊装方案，收口闭口工艺及操作方法；

5 单元组件吊装顺序及吊装、调整、定位固定等方法和措施；

6 幕墙专项方案应与主体工程专项方案相互衔接，单元幕墙收口部位应与总施工平面图中施工机具的布置协调。

11.1.6 点支承玻璃幕墙的安装应根据点支承幕墙的特点编制专项方案。

11.1.7 隐框、半隐框玻璃幕墙组件严禁在施工安装过程中打注

硅酮结构密封胶。

11.1.8 玻璃幕墙的施工测量应符合下列规定：

1 幕墙分格轴线的测量应与主体结构测量相配合，及时调整、分配、消化主体结构偏差，不得积累；

2 幕墙施工前，应对主体结构施工过程中的垂直度和楼层外廓进行测量、监控；

3 应定期对幕墙的安装定位基准进行校核；

4 对高层建筑幕墙的测量，应考虑风力的影响。

11.1.9 玻璃幕墙安装过程中，应及时对半成品、成品进行保护；在构件存放、搬运、吊装时应轻拿轻放，不得碰撞、损坏和污染构件。

11.1.10 安装镀膜玻璃时，镀膜面的朝向应符合设计要求。

11.1.11 焊接作业时，应采取保护措施防止焊渣溅落损伤构配件、组件和玻璃表面。

11.1.12 现场施工的硅酮耐候密封胶不宜在夜晚、雨天打胶，打胶温度应符合设计要求和产品要求，打胶前应使打胶面清洁、干燥。

11.2 安装施工准备

11.2.1 安装施工之前，幕墙施工单位应会同土建承包单位检查现场作业面情况、运输路线、临时堆放场地、脚手架和起重运输设备，确认是否具备幕墙施工条件。

11.2.2 材料储存时应依照安装顺序排列，储存架应有足够的承载能力和刚度。在室外储存时应采取保护措施。

11.2.3 单元式幕墙的吊装准备应符合下列要求：

1 应根据单元板块的规格、重量及安装方法选择适当的吊装机具，吊装机具应与主体结构可靠连接；

2 应对吊装机具进行全面的质量和安全检验；

3　应校核吊装机具安装位置的主体结构承载能力；

4　宜通过合理的吊具设计使单元板块在吊装过程中不承受水平方向分力，并减小摆动；

5　吊装机具运行速度应可控制，并有安全保护措施。

11.3　预埋件、后锚固连接件

11.3.1　玻璃幕墙与主体结构连接的预埋件，应在主体结构施工时按设计要求埋设。预埋件的形状、尺寸应符合设计要求，预埋件的焊接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。预埋件的施工尚应符合下列规定：

1　预埋件安装前应按照幕墙的设计分格尺寸用测量仪器定位；

2　埋设时，应采取措施防止混凝土浇筑和振捣时埋件发生移位，保持埋件位置准确；

3　预埋件的位置偏差应满足设计要求。设计无要求时，预埋件的标高偏差应不大于±10mm，水平偏差应不大于±20mm，表面进出偏差应不大于±10mm；

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有效连接，其搭接长度应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定；

5　安装连接件前应清理预埋件。

11.3.2　采用后置埋件时，锚栓孔的位置应符合设计要求。锚栓孔的直径、孔深和形状应符合锚栓产品和设计要求的规定，并不得损伤主体结构的钢筋。

11.3.3　扩孔型锚栓安装孔应清理干净，并采取有效措施，防止损坏锚栓头部螺纹。

11.3.4　化学锚栓的安装应符合下列规定：

1　化学锚栓的表面应干燥、洁净无油污。锚栓孔应采用毛

刷和压缩空气等方法将孔壁的粉尘清理干净；

2 锚固胶容器无破损、药剂凝固等异常现象。放置方向和位置应符合产品要求；

3 螺杆安装时，应采用专用工具，将螺杆旋转插入孔底。螺杆到达孔底后，应及时停止旋转；

4 螺杆安装完成后，应采取有效措施固定螺杆，防止螺杆松动、移位，并随时检查锚固胶固化是否正常。待锚固胶完全固化后，方可施加荷载。

11.3.5 后置锚板的安装允许偏差应符合表 11.3.5 的规定。

表 11.3.5 后置锚板的安装允许偏差 **单位：mm**

项　目	允许偏差
标高	±10
平面位置	±20

11.3.6 后置锚栓安装完成后，应进行现场承载力试验并符合设计要求。

11.4 框支承玻璃幕墙

11.4.1 玻璃幕墙立柱的安装应符合下列规定：

1 立柱安装轴线的允许偏差为 2mm；

2 相邻两根立柱安装标高差不应大于 3mm，同层立柱最大标高差不应大于 5mm，相邻两根立柱距离的允许偏差为±1mm；

3 立柱安装就位、调整后应及时紧固。

11.4.2 玻璃幕墙横梁安装应符合下列规定：

1 横梁应安装牢固、贴缝严密。横梁与立柱间留有伸缩间隙时，其尺寸应满足设计要求；采用密封胶时，胶缝施工应均匀、密实、连续；

2 同一根横梁两端或相邻两根横梁端部的水平标高差不应大于 1mm。同层横梁最大标高偏差：当一幅幕墙宽度不大于 35m

时，不应大于5mm；当一幅幕墙宽度大于35m时，不应大于7mm；

3 安装完成一层后，应及时进行检查、校正和固定。

11.4.3 玻璃幕墙其他主要附件安装应符合下列规定：

1 隔热层及防火、保温材料应铺设平整、可靠固定，拼接处不应留缝隙；

2 通气槽、孔及雨水排出口等应按设计要求施工，不得遗漏；

3 封口处的处理应按设计要求施工；

4 安装施工采用的临时措施，应在幕墙固定后及时拆除；

5 采用现场焊接或高强螺栓紧固的构件，应及时进行防锈处理。

11.4.4 幕墙玻璃安装应符合下列规定：

1 玻璃安装前应进行表面清洁，镀膜面应符合设计要求；

2 玻璃四周的橡胶条，应安装到位，胶条镶嵌应连续、平整；

3 玻璃幕墙安装固定后的偏差应符合表11.4.4-1和表11.4.4-2的要求。

表11.4.4-1 明框玻璃幕墙安装允许偏差 单位：mm

序号	项目		允许偏差	可选用工具
1	幕墙垂直度	垂直高度 H≤30m	≤10	激光仪或经纬仪
		30m<H≤60m	≤15	
		60m<H≤90m	≤20	
		90m<H≤150m	≤25	
		H>150m	≤30	
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≤2000mm	≤2.0	水平仪
		长度>2000mm	≤3.0	
4	同高度相邻两根横向构件高度、错位偏差		≤1.0	钢板尺、塞尺

续表 11.4.4-1

序号	项目		允许偏差	可选用工具
5	幕墙横向构件水平度	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≤2000mm	≤3.0	对角线尺或钢卷尺
		对角线长度>2000mm	≤3.5	

表 11.4.4-2 隐框玻璃幕墙安装允许偏差 单位:mm

序号	项目		允许偏差	可选用工具
1	竖缝及墙面垂直度	垂直高度 H≤30m	≤10	激光仪或经纬仪
		30m<H≤60m	≤15	
		60m<H≤90m	≤20	
		90m<H≤150m	≤25	
		H>150m	≤30	
2	幕墙的平面度		≤2.5	2m 靠尺、塞尺
3	竖、横缝直线度		≤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	板材立面垂直度		±2.0	垂直检测尺
6	板材上沿水平度		±2.0	1m 水平尺、钢板尺
7	相邻板材板角错位		±1.0	钢板尺
8	接缝高低差		±1.0	塞尺、钢板尺

11.4.5 铝合金装饰扣板的安装,应表面平整、色彩一致,接缝处的处理应按设计要求施工。

11.4.6 框支承玻璃幕墙中硅酮耐候密封胶在接缝内应两对面粘结,不应三面粘结。

11.5 单元式玻璃幕墙

11.5.1 单元式玻璃幕墙的吊装机具准备应符合下列规定：

1 安装单元板块的吊装机具应根据单元板块特点进行选型或专门设计，宜选用定型机具。吊装机具的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。吊装机具应可靠固定，并有限位，防止脱轨、防倾覆措施；

3 应采取有效措施，控制板块在垂直运输和吊装过程中的摆动量，防止碰撞；

4 吊装连接处应安全可靠；

5 吊装机具运行速度应可控制；

6 吊装前，应对吊装机具进行全面的质量、安全检验，并进行空载试运行和试吊合格后之后才能进行吊装；

7 定期对吊装用和辅助用钢丝绳进行检查，发现隐患应及时更换；

8 定期对吊装机具进行检查、保养，发现问题立即停工修理，严禁吊装机具带病作业；

9 吊装机具操作人员应经培训并考核合格；

10 做好吊装机具的防雨、防潮、防尘和防雷措施；

11 横滑式单元式幕墙，每安装完一层应按规定进行盛水实验，宜每层进行，及时处理渗漏问题。实验结束后排水口应及时恢复；

12 单元板块严禁超重吊装。雨、雪、雾和风力 5 级及以上天气不得吊装；

13 板块就位后，应及时校正固定。板块未固定前，吊具不得拆卸；

14 施工中暂停安装时，对插槽口等部位应采取保护措施。

11.5.2 单元组件运输应符合下列规定：

1 做好成品保护，板块的摆放方向应符合板块规定的运输方向；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、相互挤压和串动；

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 楼层上设置的接料平台应进行专门设计，接料平台的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，并应有足够的安全系数。接料平台的周边应设置防护栏杆。

11.5.3 在场内堆放单元板块时，宜符合下列规定：

1 设置专用堆放场地，并有安全保护措施；

2 依照安装顺序先出后进的原则按编号排列放置；

3 不直接叠层堆放；

4 不频繁装卸。

11.5.4 板块起吊和就位应符合下列规定：

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 进行试吊装；

3 起吊单元板块时，使各吊点均匀受力，起吊过程应保持单元板块平稳，不撞击其他物体；

4 吊装过程采取措施保证装饰面不受磨损和挤压。

11.5.5 固定于主体结构上的连接件安装，应符合下列要求：

1 连接件调整完毕后，采用焊接连接时，焊接处应及时进行防腐处理；

2 连接件安装允许偏差应符合表 11.5.5 的规定。

表 11.5.5　连接件安装允许偏差　　单位:mm

序号	项　　目	允许偏差	可选用工具
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
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	相邻连接件(上下、左右)偏差	±1.0	钢卷尺

11.5.6　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 1/2000;

4　单元板块就位后,应及时调整、校正;

5　单元板块校正后,应及时安装防松脱、防双向滑移和防倾覆装置;

6　单元板块固定完成后,宜及时对单元板块上部型材槽口进行保护,并按设计要求完成板块接口之间的防水密封处理;

7　及时安装防雷装置、保温层、防火层等功能性构造;

8　单元式幕墙安装固定后的偏差应符合表 11.5.6 的要求。

表 11.5.6　单元式玻璃幕墙安装允许偏差　　单位:mm

序号	项目		允许偏差	可选用工具
1	竖缝及墙面垂直度	垂直高度 H≤30m	≤10	激光仪或经纬仪
		30m<H≤60m	≤15	
		60m<H≤90m	≤20	
		90m<H≤150m	≤25	
		H>150m	≤30	
2	幕墙的平面度		≤2.5	2m 靠尺、塞尺
3	竖、横缝直线度		≤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	两相邻面板之间接缝高低差		≤1.0	塞尺、钢板尺
6	同层单元组件标高	宽度不大于 35m	≤3.0	激光仪或经纬仪
		宽度大于 35m	≤5.0	
7	两组件对插件接缝搭接长度(与设计值比)		±1.0	钢板尺
8	两组件对插件距槽底距离(与设计值比)		±1.0	塞尺

11.5.7　施工中如果暂停安装,应将板块对插槽口等部位进行保护;施工过程中应对安装完毕的单元板块及时进行成品保护。

11.6　全玻幕墙

11.6.1　全玻幕墙安装前,应清洁镶嵌槽;中途暂停施工时,应对槽口采取保护措施。

11.6.2　全玻幕墙安装过程中,应随时检测和调整面板、玻璃肋的水平度和垂直度,使墙面安装平整。

11.6.3　采用吊夹时,每块玻璃的吊夹应位于同一平面,吊夹的受力应均匀。

11.6.4　全玻幕墙玻璃两边嵌入槽口深度及预留空隙应符合设

计要求，左右空隙尺寸宜相同。

11.6.5 全玻幕墙的玻璃采用吸盘安装时，应采取必要的安全措施。

11.6.6 全玻幕墙施工质量应符合表 11.6.6 的要求。

表 11.6.6 全玻幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差	可选用工具
1	幕墙平面的垂直度	垂直高度 H≤30m	≤10mm	激光仪或经纬仪
		H>30m	≤15mm	
2	幕墙的平面度		≤2.5mm	2m 靠尺、塞尺
3	竖、横缝的直线度		≤2.5mm	2m 靠尺、塞尺、钢板尺
4	线缝宽度(与设计值比)		±2.0mm	钢板尺
5	相邻面板之间的高低差		1.0mm	塞尺、钢板尺
6	玻璃面板与肋板夹角偏差(与设计值比)		≤1°	量角器

11.7 点支承玻璃幕墙

11.7.1 点支承玻璃幕墙结构构件安装的安装质量应符合表 11.7.1的要求。

表 11.7.1 点支承玻璃幕墙结构构件安装允许偏差 单位:mm

序号	项目	允许偏差(mm)	可选用工具
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 且≤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,用钢板尺检查
4	相邻两爪座水平间距和竖向间距	±1.5	钢卷尺
5	相邻两爪座水平高低差	≤1.5	水平仪
6	爪座水平度	≤2.0	水平尺

续表 11.7.1

序号	项目		允许偏差(mm)	可选用工具
7	同层高度内爪座高低差	间距≤35m	≤5.0	水平仪
		间距>35m	≤7.0	水平仪
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		≤4.0	钢卷尺

11.7.2 点支承玻璃幕墙面板安装质量应符合表 11.7.2 的要求。

表 11.7.2 点支承玻璃幕墙面板安装允许偏差 单位:mm

序号	项目		允许偏差	可选用工具
1	竖缝及墙面垂直度	高度 H≤30m	≤10	激光仪或经纬仪
		30m<H≤50m	≤15	
		H>50m	≤20	
2	平面度		≤2.5	2m 靠尺、塞尺
3	胶缝直线度		≤2.5	2m 靠尺、塞尺、钢板尺
4	拼缝宽度		≤2.0	钢板尺
5	相邻玻璃平面高低差		≤1.0	塞尺、钢板尺

11.8 张拉索杆支承结构

11.8.1 幕墙张拉索杆支承结构的安装施工应符合国家现行标准《钢结构工程施工规范》GB 50755 和《索结构技术规程》JGJ 257 的有关规定。

11.8.2 张拉索杆支承结构中拉杆和拉索预拉力的施加应符合下列规定:

1 钢拉杆和钢拉索宜设置预拉力调节装置,安装时应按设

计要求施加预拉力；

2 钢拉索和钢拉杆采用液压千斤顶张拉时，预拉力应采用油压表控制，张拉前油压表需进行计量检测机构校表。分级张拉结束后，宜采用测力计进行拉力复核；

3 钢拉杆采用扭力扳手施加预拉力时，应事先进行标定；

4 张拉前应评估索体张拉对相邻索位移变形及其张拉力的影响，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；

5 施加预应力宜以张拉力为控制量，张拉力允许偏差不宜大于设计值的 10%。对重要部位宜进行张拉力和位移双控；

6 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；

7 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；

8 应建立张拉记录；

9 拉杆、拉索实际施加的预拉力值应考虑施工环境温度的影响；

10 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、顶推或扭矩扳手等方法中选择合适的张拉方法。

11.9 安全规定

11.9.1 玻璃幕墙的安装施工应符合现行国家及行业标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210、《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 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等的有关规定。

11.9.2 安装施工机具在使用前，应进行全面检查、检修；使用中，应定期进行安全检查。手持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。开工前，编制施工安全应急预案并应进行试运转。

11.9.3 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。

11.9.4 采用吊篮施工时，除应符合现行国家标准《高处作业吊篮安装、拆卸、使用技术规程》JB/T 11699 外，尚应符合下列规定：

1 吊篮的布置应根据幕墙安装位置进行设计，使用前应进行安全检查；

2 吊篮不应作为竖向运输工具，并不得超载；

3 不应在空中进行吊篮检修；

4 吊篮上的施工人员必须配系安全带。

11.9.5 现场焊接作业时，应采取可靠的防火措施。

11.9.6 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。

11.9.7 施工前应编制符合玻璃幕墙工程情况的施工安全应急预案。

12　工程验收

12.1　一般规定

12.1.1　玻璃幕墙工程验收包括材料进场验收、隐蔽工程验收和工程竣工验收，并应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 的有关规定。

12.1.2　幕墙工程检验批应按下列规定划分：

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　同一单位工程的不连续的幕墙工程应单独划分检验批；

3　对于异型或有特殊要求的幕墙，检验批的划分应根据幕墙的结构、工艺特点及幕墙工程的规模，宜由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

12.2　材料进场验收

12.2.1　玻璃幕墙工程材料进场验收包括各类原材料、半成品和构配件验收，应按质量要求进行验收并做好验收记录。

12.2.2　玻璃幕墙工程原材料、半成品和构配件进场验收应检查下列文件资料：

1　玻璃幕墙工程所用各种材料、五金配件、构配件及组件的产品合格证书、性能检测报告及复验报告等；

2　玻璃幕墙工程所用硅酮结构密封胶的邵氏硬度、标准条件拉伸粘结强度以及认定证书和抽查合格证明；进口硅酮胶的商检证；有相应资质的检测机构出具的硅酮结构密封胶相容性和粘

结性试验报告；双组分硅酮结构密封胶的混匀性试验、拉断试验记录、粘结性试验；打胶养护环境温度、湿度记录。

12.2.3 材料现场复检，应将同一厂家生产的同一型号、规格、批号的材料作为一个检验批，每批应随机抽取3%且不得少于5件。当有一个构件不符合要求时，应加倍复检；仍有不合格构件时，应全数复检。

12.2.4 玻璃幕墙工程使用的铝合金型材，应进行材质、壁厚、膜厚、硬度和表面质量复检。

12.2.5 玻璃幕墙使用的钢材，应进行材质、膜厚和表面质量复检。

12.2.6 玻璃幕墙使用的玻璃，应进行玻璃规格、安装质量、磨边处理、孔叠差复检，必要时对表面应力、Low-E膜层、惰性气体含量、传热系数K、太阳得热系数SHGC及可见光透射比等复检。

12.2.7 玻璃幕墙使用的硅酮结构密封胶和耐候密封胶，应进行注胶宽度、厚度、均匀性、表观质量等复检。

12.2.8 五金件及其他配件，应进行规格、尺寸、表观状态及适用性能等复检。

12.2.9 玻璃幕墙的新材料新技术，应按相关规定进行幕墙性能复检，并提交相应的复检报告。

12.3 隐蔽工程验收

12.3.1 玻璃幕墙施工过程中应按照检验批进行隐蔽工程验收，并填写验收记录。玻璃幕墙的隐蔽工程验收项目及部位按表12.3.1的规定采用。

表 12.3.1　玻璃幕墙的隐蔽工程验收项目及部位

类　　型	验收项目及部位
框支承玻璃幕墙	1、预埋件(或后置埋件)
	2、幕墙构件与主体结构的连接、构件连接节点
	3、幕墙四周、幕墙内表面与结构之间的封堵
	4、幕墙变形缝及与墙面转角构造节点
	5、隐框玻璃板块托条及板块固定连接
	6、明框玻璃安装托块
	7、幕墙防雷连接构造节点
	8、幕墙的防水、隔热保温构造节点
	9、幕墙防火、隔烟构造节点
	10、单元板挂钩件与连接件的安装节点
	11、单元板块间的连接插芯安装及密封
全玻璃幕墙、点支承玻璃幕墙	1、预埋件(或后置埋件)
	2、全玻璃幕墙的吊夹具、索杆件与结构的连接
	3、玻璃的安装节点
	4、幕墙支承的钢结构框架等现场施工安装(被隐蔽)部位
	5、索的张拉力

12.3.2　玻璃幕墙应按表 12.3.1 中各验收项目及部位总数的 5%抽样检查，且每类节点不少于 3 个；锚栓外观应按 5%抽样检查，且每类锚栓不得少于 10 套；锚栓现场荷载试验应按 5000 个为一个检验批，不足 5000 个按一个检验批计算，每批抽检 3 根。对于已完工的玻璃幕墙，应提供其隐蔽工程检查验收记录，当隐蔽工程检查记录不完整时，应对幕墙工程的节点拆开进行检查。

12.3.3　锚栓锚固连接应检查锚栓类型、规格、数量、布置位置和锚固深度。

12.3.4　玻璃幕墙顶部连接女儿墙压顶坡度应满足设计要求，罩

板应安装牢固，罩板与女儿墙之间应严密密封并满足设计要求，必要时可进行淋雨试验。

12.3.5 玻璃幕墙不同材质之间连接应有绝缘垫片，立柱、横梁及幕墙板块与主体结构之间应有伸缩间隙，间隙宽度应满足设计要求。

12.3.6 上下立柱连接插芯材质、规格、插入深度以及上下立柱间的间隙宽度应满足设计要求。

12.3.7 横梁、立柱连接应满足相关规范及设计要求。横梁两端应设置弹性橡胶垫片或密封胶密封。

12.3.8 玻璃幕墙变形缝构造、施工处理应符合设计要求，罩面应平整、宽窄一致。

12.3.9 玻璃幕墙排水设施应符合设计要求，排水槽、孔应畅通，接缝应严密。

12.3.10 全玻幕墙的玻璃与吊夹具连接节点应满足设计要求。

12.3.11 点支承玻璃幕墙的点支承装置和衬垫材料应满足设计要求。

12.3.12 玻璃幕墙与楼板、墙、柱之间应按设计要求设置横向、竖向连续的防火隔断。防火棉铺设宽度和厚度、防火层与幕墙和主体结构之间的间隙应满足相关规范及设计要求。

12.3.13 玻璃幕墙防雷构造、防雷接地电阻，应满足设计和相关规范要求。

12.3.14 光伏幕墙、太阳能幕墙除满足本节相关规定外，还应对电气管线敷设等进行隐蔽工程验收。

12.4 工程竣工验收

12.4.1 工程竣工验收时，除检查本标准第 12.2 节和 12.3 节规定的技术资料外，还应提供下列技术资料：

1 通过审查的施工图、结构计算书、设计变更和建筑设计单

位对幕墙工程设计的确认意见等设计文件；

2 隐蔽工程验收记录；

3 防雷装置测试记录；

4 幕墙的抗风压性能、气密性能、水密性能、层间变形性能检测报告及其他要求的性能检测报告；

5 后置埋件的现场拉拔检测报告；

6 幕墙构件和组件的加工制作记录，幕墙安装施工记录；

7 张拉索杆体系预拉力张拉记录；

8 现场淋水试验记录；

9 硅酮结构密封胶的质量保证年限；

10 其他技术资料和管理资料。

12.4.2 幕墙观感检查应按不同构造抽查5%，且总数不少于10个；竖向构件或拼缝、横向构件或拼缝各抽查5%，且不应少于3条；开启部位应按种类各抽查5%，且每一种类不应少于3樘。

12.4.3 玻璃幕墙工程观感检查要求应符合下列规定：

1 幕墙外露型材、装饰条及遮阳装置的规格、造型符合设计要求，横平竖直，无毛刺、伤痕和污垢；

2 幕墙的胶缝、接缝均匀，横平竖直。密封胶灌注密实、连续，表面光滑无污染。橡胶条镶嵌密实平整；

3 幕墙型材、面板镀膜无脱落现象，颜色均匀；

4 幕墙无渗漏现象；

5 变形缝处理外观效果一致，符合设计要求；

6 开启窗配件应齐全，安装牢固，关闭严密，启闭灵活。开启形式、方向、角度、距离应符合设计要求和规范规定；

7 应急救援窗应设永久性明显标志；

8 光伏幕墙应设置醒目的带电警示标识和永久性清洗设施。

12.4.4 明框玻璃幕墙安装质量应符合表11.4.4-1的要求。

12.4.5 隐框玻璃幕墙安装质量应符合表11.4.4-2的要求。

12.4.6 单元式玻璃幕墙可按下列内容进行抽查验收：

1 明框单元玻璃幕墙安装质量应符合表 11.4.4-1 的要求，隐框单元玻璃幕墙安装质量应符合表 11.4.4-2 的要求；

2 单元式玻璃幕墙安装质量应符合表 11.5.5 和表 11.5.6 的要求。

12.4.7 全玻幕墙安装质量应符合表 11.6.6 的要求。

12.4.8 点支承玻璃幕墙安装质量应符合表 11.7.1 和表 11.7.2 的要求。

12.4.9 拉索幕墙可按下列内容进行抽查验收：

1 拉索幕墙安装质量应符合表 11.7.1 和表 11.7.2 的要求；

2 拉索拉力和拱度、挠度应满足设计要求；

3 拉索和其他结构构件连接的节点应满足设计要求；

4 所有锚具和其他连接件应满足设计要求；

5 索体表面应圆整、光洁、无损伤、无污垢、护套无破损；

6 锚具、销轴及其他连接件无损伤；

7 结构变形应符合设计要求。

12.4.10 玻璃幕墙节能子分部工程验收应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的有关规定执行。

13 维护保养

13.1 一般规定

13.1.1 玻璃幕墙工程竣工验收后，玻璃幕墙施工企业应向安全维护责任人提供《幕墙使用维护说明书》，说明书应包括下列内容：

1 幕墙的设计依据、主要性能参数及设计工作年限；

2 建筑施工企业的保修责任；

3 使用注意事项；

4 环境条件变化对幕墙的影响；

5 日常维护、定期检查、维修、保养的要求；

6 幕墙的主要结构特点及易损零件部件更换方法；

7 备品、备件清单及主要易损件的名称、规格。

13.1.2 玻璃幕墙维护管理应实行业主负责制，业主应执行安全维护责任人制度，安全维护责任人制度的确定应符合下列规定：

1 建筑物为单一业主所有的，该业主为其玻璃幕墙的安全维护责任人；

2 建筑物为多个业主共同所有的，各业主应共同协商确定一个安全维护责任人，牵头负责玻璃幕墙的维护管理。

13.1.3 玻璃幕墙交付使用后，安全维护责任人应根据《幕墙使用维护说明书》的相关要求，委托具有相应资质的建筑施工企业对玻璃幕墙进行定期检查、制定幕墙的维修保养计划与方案。

13.1.4 玻璃幕墙安全性检测应委托具有相应资质的第三方检测机构承担，用于检测的设备、仪器等应经过检定或校准；安全性鉴定应由具备专业能力的鉴定机构进行。

13.1.5 玻璃幕墙的维修应由具有相应资质的施工企业实施，且

原则上不能改变原有幕墙结构和功能。

13.1.6 雨天或4级以上风力的天气不宜使用开启窗；6级及以上风力时，应全部关闭开启窗。

13.1.7 玻璃幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护工作不应在4级以上风力和雨雪天进行。

13.1.8 玻璃幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护工作的作业机具设备应安全可靠、保养良好、功能正常、操作方便。每次使用前应检查安全装置，确保设备和人员安全。

13.1.9 玻璃幕墙外表面检查、清洗、保养与维护的高空作业，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。

13.2 检查与维护

13.2.1 定期检查和维护应符合下列规定：

1 玻璃幕墙工程竣工验收后交付使用一年时，应对玻璃幕墙进行一次全面检查，此后每五年检查一次。玻璃幕墙工程使用十年后应对隐框玻璃幕墙不同部位的硅酮结构密封胶进行粘结性能的抽样检查，此后每三年检查一次，隐框玻璃幕墙硅酮结构密封胶粘结性能检查方法参考附录E。拉杆或拉索玻璃幕墙在工程竣工验收后六个月时，必须进行一次全面的拉力检查和调整，以后应每三年检查一次。玻璃幕墙工程超过设计使用年限需继续使用的，安全维护责任人应当委托具有相应专业资质的单位对幕墙进行安全性鉴定并且宜每年检查一次。对于检查不符合要求的项目应及时维修或更换，维修与更换应符合原设计和本标准规定，并按规定项目检测验收。需要实施改造、加固或者拆除的，应当委托具有相应资质的建筑施工企业实施；

2 检查项目应包括下列内容：

1）玻璃幕墙有无变形、错位、松动。如发现上述异常情

况，应进一步检查该部位对应的隐蔽构造；

2）玻璃幕墙的主要承力构件、连接件和连接螺栓等是否损坏、连接是否可靠、有无锈蚀等；

3）面板、外露构件有无松动和损坏；

4）硅酮密封胶有无脱胶、开裂、起泡，胶条有无脱落、老化等异常现象；

5）开启部分是否启闭灵活，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）玻璃幕墙有无渗漏，排水系统是否通畅。

13.2.2 连续高温、连续低温以及气温突变的情况下，玻璃幕墙应加强巡查，采取有效防护措施。

13.2.3 灾后检查和维修应符合下列规定：

1 遭遇强风袭击或遭遇地震、火灾等灾害后，安全维护责任人（玻璃幕墙维保单位）应及时邀请具有相应资质的第三方检测机构对玻璃幕墙进行全面检查鉴定；

2 根据损坏程度（检测鉴定建议）制定维修方案及时处置。

13.2.4 对玻璃幕墙容易受到撞击的部位，应设置明显的警示标志，采取防护措施。

13.2.5 光伏幕墙系统在人员有可能接触或接近的带电设备位置，应设置明显的防电击警示标识。

13.2.6 玻璃幕墙日常维护应符合下列规定：

1 玻璃幕墙表面应保持整洁，避免锐器及腐蚀性气体和液体与幕墙表面接触；

2 玻璃幕墙排水系统应保持畅通，如有堵塞应及时疏导；

3 幕墙的门、窗构件启闭应保持灵活，附件应完整、不缺失；

4 密封胶或密封胶条应密封良好；

5 幕墙构件和附件的螺栓、螺钉应保持拧紧状态，不可出现松动或缺失；

6 及时对锈蚀的玻璃幕墙构件进行除锈、补漆等，并采取防

腐、防锈措施；

7 玻璃幕墙渗漏应及时维修；

8 玻璃面板破损应及时采取排危及防护措施并更换。

13.3 保养和清洗

13.3.1 玻璃幕墙表面根据保洁需要确定清洗次数，每年不少于一次。

13.3.2 玻璃幕墙清洗应符合下列规定：

1 选用清洗剂时，应选用质量合格产品，宜优先选用对幕墙表面有保护功能的清洗剂；

2 在幕墙清洗前应做好幕墙周边围挡措施，设专人看管；

3 采用蜘蛛人清洗幕墙时，在绳索与女儿墙压顶接触部位采取防护措施，不损伤、不撞击幕墙；

4 按先室内后室外、自上而下顺序进行幕墙清洗；

5 玻璃幕墙应使用毛刷、棉布、清水洗刷，不应使用强腐蚀性清洗剂清洗。当污染严重采用弱酸、弱碱性清洗剂时，应先进行小样试洗。清洗使用柔软材料和工具，不得使用尖锐的工具铲刮。当使用溶剂清洗后，应及时用清水冲洗，幕墙表面不应残留清洗剂。

13.3.3 玻璃幕墙维修过程中采取的临时加固措施，待维修完毕后应及时拆除，临时拆卸的构件、配件应恢复原状。

13.3.4 当玻璃幕墙增设光伏幕墙系统时，光伏幕墙系统设计及安装施工应满足建筑结构和电气安全的相关规定。

附录 A　钢材设计用强度指标

A.0.1　钢材设计用强度指标可按表 A.0.1 采用。

表 A.0.1　钢材设计用强度指标　　**单位:N/mm²**

钢材牌号		厚度或直径(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≤16	215	125	320	235	370
		16<d≤40	205	120		225	
		40<d≤100	200	115		215	
低合金高强度结构钢	Q355	d≤16	305	175	400	345	470
		16<d≤40	295	170		335	
		40<d≤63	290	165		325	
		63<d≤80	280	160		315	
		80<d≤100	270	155		305	
	Q390	d≤16	345	200	415	390	490
		16<d≤40	330	190		370	
		40<d≤63	310	180		350	
		63<d≤100	295	170		330	
	Q420	d≤16	375	215	440	420	520
		16<d≤40	355	205		400	
		40<d≤63	320	185		380	
		63<d≤100	305	175		360	

续表 A.0.1

钢材牌号		厚度或直径（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}		
低合金高强度结构钢	Q460	d≤16	410	235	470	460	550
		16＜d≤40	390	225		440	
		40＜d≤63	355	205		420	
		63＜d≤100	340	195		400	

注：1　表中直径指实芯棒材直径，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，其强度设计值应按国家现行有关标准的规定采用。

附录 B　螺栓、铆钉、焊缝连接强度指标

B.0.1　螺栓连接的强度指标应按表 B.0.1 采用。

表 B.0.1　螺栓连接的强度设计值　　**单位：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	承压型连接高强度螺栓		
		C 级螺栓			A 级、B 级螺栓						
		抗拉	抗剪	承压	抗拉	抗剪	承压	抗拉	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	300	-	-	-	-	-
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 级、B 级螺栓孔的精度和孔壁表面粗糙度，C 级螺栓孔的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。

B.0.2　铆钉连接的强度设计值应按表 B.0.2 采用。

表 B.0.2　铆钉连接的强度设计值　　单位：N/mm²

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
	Q355 钢	-	-		565	460
	Q390 钢	-	-		590	480

注：1　铆钉连接的强度设计值应按下列规定乘以相应的折减系数，当下列情况同时存在时，其折减系数应连乘：

1）施工条件较差的铆钉应乘以系数 0.9；

2）沉头和半沉头铆钉连接应乘以系数 0.8。

2　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。

3　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。

B.0.3　焊缝的强度指标应按表 B.0.3 采用。

表 B.0.3　焊缝的强度设计值　　单位：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（mm）	抗压 f_c^w	抗拉和抗弯受拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗压和抗剪 f_f^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≤16	215	215	185	125	160
		16<d≤40	205	205	175	120	
		40<d≤60	200	200	170	115	
自动焊、半自动焊和 E50 型焊条的手工焊	Q355	d≤16	310	310	265	180	200
		16<d≤35	295	295	250	170	
		35<d≤50	265	265	225	155	

续表 B.0.3

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(mm)	抗压 f_c^w	抗拉和抗弯受拉 f_t^w		抗剪 f_v^w	抗拉、抗压和抗剪 f_f^w
				一级、二级	三级		
自动焊、半自动焊和 E55 型焊条的手工焊	Q390	d≤16	350	350	300	205	220
		16<d≤35	335	335	285	190	
		35<d≤50	315	315	270	180	
	Q420	d≤16	380	380	320	220	220
		16<d≤35	360	360	305	210	
		35<d≤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《钢结构施工质量验收标准》GB 50205 的规定。厚度小于 6 mm 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；

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。

B.0.4 不锈钢螺栓强度设计值应按表 B.0.4 采用。

表 B.0.4 不锈钢螺栓连接的强度设计值 单位：N/mm²

类别	组别	性能等级	屈服强度 σ_b	抗拉强度 f_s	抗剪强度 f_v
A（奥氏体）	A1、A2 A3、A4 A5	50	500	230	175
		70	700	320	245
		80	800	370	280
C（马氏体）	C1	50	500	230	175
		70	700	320	245
		100	1000	460	350
	C3	80	800	370	280
	C4	50	500	230	175
		70	700	320	245

续表 B.0.4

类别	组别	性能等级	屈服强度 σ_b	抗拉强度 f_s	抗剪强度 f_v
F（铁素体）	F1	45	450	210	160
		60	600	275	210

附录 C　冷弯薄壁型钢设计用强度指标

C.0.1　冷弯薄壁型钢设计用强度指标可按表 C.0.1 采用。

表 C.0.1　冷弯薄壁型钢设计用强度指标　　单位：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

附录 D　耐候钢设计用强度指标

D.0.1　耐候钢设计用强度指标可按表 D.0.1 采用。

表 D.0.1　耐候钢设计用强度指标　　**单位：N/mm²**

钢号	厚度(mm)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f	抗剪强度 f_v	承压强度 f_{ce}
Q235NH	d≤16	235	216	125	295
	16<d≤40	225	207	120	295
	40<d≤60	215	198	115	295
	d>60	215	198	115	295
Q295NH	d≤16	295	271	157	344
	16<d≤40	285	262	152	344
	40<d≤60	275	253	147	344
	d>60	255	235	136	344
Q355NH	d≤16	355	327	189	402
	16<d≤40	345	317	184	402
	40<d≤60	335	308	179	402
	d>60	325	299	173	402
Q460NH	d≤16	460	414	240	451
	16<d≤40	450	405	235	451
	40<d≤60	440	396	230	451
	d>60	430	387	224	451
Q295GNH（热轧）	d≤6	295	271	157	320
	d>6	295	271	157	320
Q295GNHL（热轧）	d≤6	295	271	157	353
	d>6	295	271	157	353

续表 D.0.1

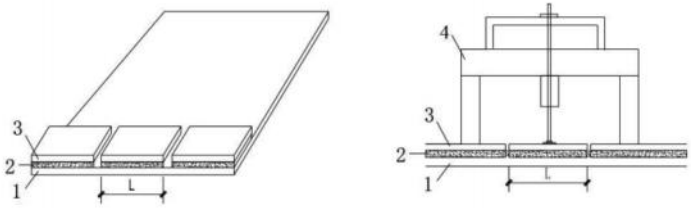
钢号	厚度(mm)	屈服强度 $\sigma_{0.2}$	抗拉强度 f	抗剪强度 f_v	承压强度 f_{ce}
Q355GNH（热轧）	d≤6	345	317	184	361
	d>6	345	317	184	361
Q355GNHL（热轧）	d≤6	345	317	184	394
	d>6	345	317	184	394
Q390GNH（热轧）	d≤6	390	359	208	402
	d>6	390	359	208	402
Q295GNH（冷轧）	d≤2.5	260	239	139	320
Q295GNHL（冷轧）	d≤2.5	260	239	139	320
Q355GNHL（冷轧）	d≤2.5	320	294	171	369

附录 E　玻璃幕墙粘结性能现场检测方法

E.0.1　玻璃幕墙粘结性能现场检测方法采用切割拉拔法，该方法适用于检测隐框玻璃幕墙玻璃面板与铝合金副框粘结用结构胶的拉伸粘结强度和粘结破坏面积。

E.0.2　切割拉拔法检测结构胶的拉伸粘结强度和粘结破坏面积，应按下列步骤进行：

1　选定幕墙玻璃单元，沿副框及结构胶的横向进行切割（图 E.0.2），切割长度（L）宜为 50mm，且每个玻璃板块最多可取 3 个位置进行切割；



（a）试件　　（b）加载示意图

图 E.0.2　拉伸粘结强度现场检测试件

1—玻璃；2—结构胶；3—铝合金副框；4—拉拔仪

2　测量并记录结构胶的宽度、厚度和长度；

3　将拉拔仪通过夹具或强力胶与铝合金副框连接牢固，且拉拔仪的精度不应大于 1N，并应配有拉力机位移的记录装置；

4　使用拉拔仪对被切开的铝合金副框拉伸加载，拉伸速度宜为 5～6mm/min，记录结构胶破坏时的状态和最终的拉力值 P；

5　结构胶发生粘结面破坏时，采用分度为 1mm 的透明网格统计剥离粘结破坏面积；

6　结构胶发生内聚性破坏时，其拉伸粘结强度应按下式计算：

$$\sigma_{si} = \frac{P_i}{L \times W} \qquad (E.0.2)$$

式中：σ_{si} ——单个试件的受拉强度(MPa)；

P_i ——单点拉力值(N)；

L ——切割长度(mm)；

W ——结构胶的宽度(mm)。

7 取3个试件检测结果的平均值作为结构胶拉伸粘结强度的检测值；

8 实验完成后，采用强度及弹性模量高于被检试样的结构胶复原，同时在被切割部位补装长度大于100mm的压板。

本标准用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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

1 《紧固件 铆钉用通孔》GB 152.1
2 《紧固件 沉头螺钉用沉孔》GB 152.2
3 《紧固件 圆柱头用沉孔》GB 152.3
4 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
5 《钢结构防火涂料》GB 14907
6 《建筑用安全玻璃 第1部分:防火玻璃》GB15763.1
7 《建筑用安全玻璃 第2部分:钢化玻璃》GB 15763.2
8 《建筑用安全玻璃 第3部分:夹层玻璃》GB 15763.3
9 《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
10 《防火封堵材料》GB 23864
11 《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266
12 《建筑结构荷载规范》GB 50009
13 《混凝土结构设计规范》GB 50010
14 《建筑抗震设计规范》GB 50011
15 《建筑设计防火规范》GB 50016
16 《钢结构设计标准》GB 50017
17 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
18 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
19 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
20 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
21 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
22 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
23 《屋面工程技术规范》GB 50345
24 《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411
25 《铝合金结构设计规范》GB 50429

26 《钢结构工程施工规范》GB 50755

27 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210

28 《民用建筑电气设计标准》GB 51348

29 《工程结构通用规范》GB 55001

30 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

31 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024

32 《民用建筑通用规范》GB 55031

33 《建筑防火通用规范》GB 55037

34 《优质碳素结构钢》GB/T 699

35 《碳素结构钢》GB/T 700

36 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

37 《连续热镀锌和锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 2518

38 《合金结构钢》GB/T 3077

39 《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190

40 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》GB/T 3274

41 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带》GB/T 3524

42 《耐候结构钢》GB/T 4171

43 《铝合金建筑型材 第1部分:基材》GB/T 5237.1

44 《铝合金建筑型材 第2部分:阳极氧化型材》GB/T 5237.2

45 《铝合金建筑型材 第3部分:电泳涂漆型材》GB/T 5237.3

46 《铝合金建筑型材 第4部分:喷粉型材》GB/T 5237.4

47 《铝合金建筑型材 第5部分:喷漆型材》GB/T 5237.5

48 《铝合金建筑型材 第6部分:隔热型材》GB/T 5237.6

49 《工业用橡胶板》GB/T 5574

50 《结构用无缝钢管》GB/T 8162

51 《铝合金门窗》GB/T 8478

52 《中空玻璃》GB/T 11944

53 《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

54 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683

55 《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227

56 《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091

57 《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250

58 《钢拉杆》GB/T 20934

59 《建筑幕墙》GB/T 21086

60 《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

61 《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

62 《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267

63 《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498

64 《建筑物清洗维护质量要求》GB/T 25030

65 《建筑外墙外保温用岩棉制品》GB/T 25975

66 《玻璃缺陷检测方法 光弹扫描法》GB/T 30020

67 《建筑结构用高强度钢绞线》GB/T 33026

68 《建筑幕墙用点支承装置》GB/T 37266

69 《建筑幕墙用槽式预埋组件》GB/T 38525

70 《玻璃幕墙面板牢固度检测方法》GB/T 39525

71 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410

72 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

73 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

74 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

75 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

76 《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99

77 《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113
78 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
79 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
80 《索结构技术规程》JGJ 257
81 《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139
82 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
83 《建筑门窗五金件 滑撑》JG/T 127
84 《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》JG/T 139
85 《建筑铝合金型材用聚酰胺隔热条》JG/T 174
86 《建筑用隔热铝合金型材》JG/T 175
87 《建筑门窗五金件 多点锁闭器》JG/T 215
88 《内置遮阳中空玻璃制品》JG/T 255
89 《建筑用钢质拉杆构件》JG/T 389
90 《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914
91 《建筑用保温隔热玻璃技术条件》JC/T 2304
92 《建筑门窗用组角结构密封胶》JC/T 2560
93 《高处作业吊篮安装、拆卸、使用技术规程》JB/T 11699
94 《不锈钢拉索》YB/T 4294
95 《防爆炸透明材料》GA 667
96 《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052
97 《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071
98 《居住建筑节能 50%设计标准》DBJ50-102

重庆市工程建设标准

玻璃幕墙工程技术标准

DBJ50/T-453-2023

条文说明

2023 重 庆

目　次

1　总则 …… 119
3　基本规定 …… 120
4　材料 …… 121
4.1　一般规定 …… 121
4.2　铝合金 …… 121
4.3　钢材、钢制品 …… 121
4.4　玻璃 …… 123
4.5　硅酮密封胶及密封材料 …… 123
5　建筑设计 …… 124
5.1　一般规定 …… 124
5.2　性能设计及其检测要求 …… 124
5.3　构造设计 …… 125
5.4　防火设计 …… 126
5.5　防雷设计 …… 127
5.6　热工设计 …… 127
5.7　幕墙开启窗设计 …… 128
5.8　安全规定 …… 129
6　结构设计 …… 131
6.1　一般规定 …… 131
6.2　材料力学性能 …… 132
6.3　荷载和地震作用 …… 133
6.4　作用组合 …… 135
6.5　连接设计 …… 136

6.6 硅酮结构密封胶设计 …… 138
7 框支承玻璃幕墙设计 …… 142
7.1 一般规定 …… 142
7.3 横梁 …… 142
7.4 立柱 …… 142
8 全玻幕墙设计 …… 143
8.1 一般规定 …… 143
8.3 玻璃肋 …… 143
9 点支承玻璃幕墙设计 …… 144
9.1 面板 …… 144
9.2 支承装置 …… 145
9.3 支承结构 …… 145
10 加工制作 …… 153
10.1 一般规定 …… 153
10.2 铝型材构件 …… 153
10.3 钢构件 …… 154
10.4 玻璃 …… 154
10.6 隐框、半隐框玻璃幕墙组件 …… 155
10.7 单元式玻璃幕墙组件 …… 156
11 安装施工 …… 157
11.1 一般规定 …… 157
11.2 安装施工准备 …… 158
11.3 预埋件、后锚固连接件 …… 158
11.4 框支承玻璃幕墙 …… 159
11.5 单元式玻璃幕墙 …… 160
11.6 全玻幕墙 …… 161
11.7 点支承玻璃幕墙 …… 161
11.8 张拉索杆支承结构 …… 161

11.9 安全规定 …… 162
12 工程验收 …… 163
12.1 一般规定 …… 163
12.2 材料进场验收 …… 163
12.3 隐蔽工程验收 …… 164
12.4 工程竣工验收 …… 164
13 维护保养 …… 165
13.1 一般规定 …… 165
13.2 检查与维护 …… 165
13.3 保养和清洗 …… 166

1 总 则

1.0.2 由于幕墙材料的发展和施工技术的进步，玻璃幕墙广泛应用于高层和超高层建筑，故不对玻璃幕墙使用高度进行限制。抗震设防烈度 7 度以上的玻璃幕墙工程设计，应进行玻璃幕墙超限专项论证。

3 基本规定

3.0.4 玻璃幕墙按照围护结构设计，属于易于替换的结构构件，设计工作年限不应低于 25 年。达到工作年限以后，可经过检测鉴定，确定是否满足国家和重庆市现行有关标准的规定，能否继续使用。

3.0.9 玻璃幕墙性能设计与建筑物的使用功能、经济性等有关。在概念设计阶段，应从建筑高度、建筑外型、地理气候环境等因素出发，合理选择适合该玻璃幕墙建筑的各项物理性能指标，保障正常使用，保持舒适的室内环境。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.4 酸性硅酮密封胶固化时释放出酸性物质，对金属材料、镀膜玻璃和夹层玻璃有一定的腐蚀性，并可能与中性的硅酮结构胶中的碳酸钙起反应，使其性能下降，使用时必须注意。

4.2 铝合金

4.2.1 铝合金型材有普通级、高精级和超高精级之分，为保证幕墙承载力、变形和耐久性要求，应采用高精级或超高精级的铝合金型材。

4.3 钢材、钢制品

4.3.1 建筑幕墙工程中涉及较多钢构件焊接作业，由于 Q235B 材质具有良好伸长率、强度和焊接性能，因此建筑幕墙工程中常用 Q235B 材质的钢材。

4.3.5 随着玻璃幕墙工程中钢材用量迅速增加，钢构件腐蚀问题日益突出。设计、加工及安装过程中应选择适当的防腐蚀技术，合理的设计、科学的施工、适度的维护管理，是确保建筑工程中钢构件安全、耐久的重要措施。闭口钢型材应采取有效措施防止使用过程中其内表面进一步腐蚀。

4.3.8 免焊装配式板槽埋件设计应根据拉伸板增加强度的变形控制和有限元比对的理论基础，以锚板与转接件通过转接螺栓组合后变形量控制的设计方法、承载力变形分项系数等设计表达式

进行设计。免焊装配式板槽埋件应满足构造要求，且应符合以下规定：1、免焊装配式板槽埋件可采用 Q355 钢、不锈钢、高耐候钢（Q355 GNH 级）和优质合金钢（40 铬钼级）材料制作，锚板厚度不宜小于 8mm。2、预埋件用锚板锚脚设计宜采用优质铬钼合金钢或者耐候钢（Q355 GHN 级），锚脚不宜少于 4 根，且不宜多于 4 排，直径不宜小于 11mm。3、后置埋件用于混凝土强度低于 C30、既有建筑改造、开裂混凝土等工程时，宜优先选用自切底（三曲面旋切）机械 + 植筋胶的偏调锁固锚栓。4、侧向偏心受力连接用转接件与埋件连接应设置不少于两道不同高度的连接螺栓。5、埋件厚度和拉伸高度应根据其受力情况、锚筋中心至埋件边缘的距离，按由产品型式检验报告或认证报告提供确定。

免焊装配式板槽埋件种类较多，如免焊装配式板槽预埋件（图 4.3.8-1）、免焊装配式板槽后置埋件（图 4.3.8-2）等。

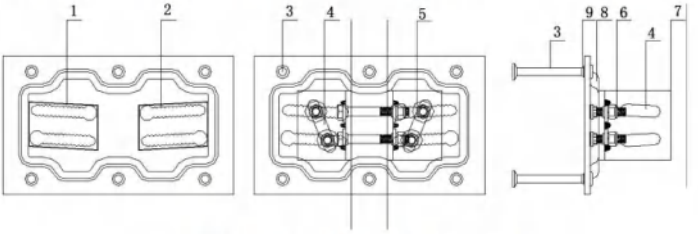


图 4.3.8-1　免焊装配式板槽预埋件

1—封闭盒；2—倒榫齿槽孔；3—锚脚；4—倒榫槽孔；5—偏芯垫片；6—转接雷峰螺栓副；7—转接件；8—拉伸埋件；9—限位冷铆接

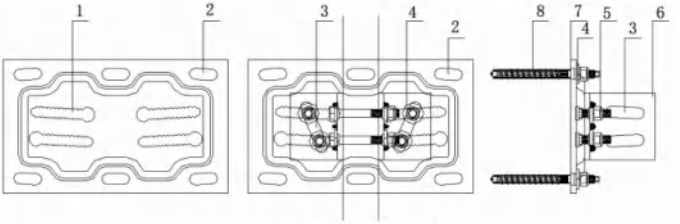


图 4.3.8-2　免焊装配式板槽后置埋件

1—倒榫齿槽孔；2—倒榫槽锚栓孔；3—倒榫槽孔；4—偏芯垫片；5—转接雷峰螺栓副；6—转接件；7—拉伸埋件；8—后置雷峰锚栓

4.4 玻 璃

4.4.4 考虑到重庆地区的特殊气候，为确保玻璃幕墙的保温节能效果，根据重庆市特殊情况规定了中空玻璃气体层厚度不应小于 12mm。

4.4.6 进行均质处理后的玻璃，可以降低玻璃自爆率，提高玻璃的安全性。钢化玻璃如未进行均质处理，在使用离地面高度超过 100m 时，宜按国标《玻璃缺陷检测方法 光弹扫描法》GB/T 30020 进行玻璃缺陷检测。

4.5 硅酮密封胶及密封材料

4.5.2 玻璃幕墙的耐候密封应采用硅酮类耐候密封胶，因为硅酮密封胶耐紫外线性能良好。

4.5.5 酸性胶会腐蚀镀膜玻璃的膜层，酸性胶也会导致夹层玻璃开胶，所以不应采用酸性胶粘结。

5 建筑设计

5.1 一般规定

5.1.1 幕墙施工单位应根据审查通过的幕墙施工图，按顺序进行加工制作和施工安装，形成外围护体系，满足建筑的使用需求。

5.1.3 透明幕墙设置遮阳措施，可有效减少太阳辐射热的影响，对降低空调能耗有显著的作用。

5.1.4 外倾的斜玻璃幕墙若采用全隐框构造其结构胶承受永久荷载，从提高安全性角度出发，此类玻璃幕墙不宜采用全隐框构造。

5.1.5 《建筑物清洗维护质量要求》GB/T 25030 第 5.5.3 条规定：对新建建筑，在高度超过 40m 时，应优先设置擦窗机。高度超过 40m 的大型玻璃幕墙，定期清洁与维护工作难以借助消防升降梯或其他设施。在幕墙设计阶段，应确定外墙清洗方式及设备类型，设计幕墙骨架时，要考虑设备的固定与连接构造，保障使用安全。

5.2 性能设计及其检测要求

5.2.5 受风荷载或地震作用后，建筑物各层发生相对位移时，玻璃幕墙产生随动变形，这种变形可能造成对幕墙的损害。层间变形性能，有地震作用地区，近似取主体结构在多遇地震作用下弹性层间位移角限值的 3 倍为指标值。在风荷载或多遇地震作用下，主体结构楼层最大弹性层间位移角限值可根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的规定确定。

5.2.9 现行国家标准《玻璃幕墙光热性能》GB/T 18091，对玻璃幕墙的有害光反射及相关光学性能指标、技术要求、试验方法和检验规则进行了具体规定。为减小和消除玻璃对周边建筑和交通的影响，不对周围环境产生有害反射光影响，应采用可见光反射比不大于 0.2 的玻璃，在城市快速路、主干道、立交桥、高架桥两侧的建筑 20m 以下及一般路段 10m 以下的玻璃幕墙采用可见光反射比不大于 0.16 的玻璃，在 T 形路口针对直线路段设置玻璃幕墙时，采用可见光发射比不大于 0.16 的玻璃。

5.2.10 玻璃幕墙性能可参考《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 等有关规定进行幕墙性能检测。

5.3 构造设计

5.3.1 安全、适用、美观是玻璃幕墙设计的出发点，在这原则与前提指导下，构造设计应满足制作、安装、保养维修与局部更换的技术要求。

5.3.3 玻璃幕墙的整体密封与否直接关系到幕墙的使用功能和耐久性。设计不能忽视构造排水途径，就近且便捷，及时导排可能渗入的少量雨水或冷凝水；对板块安装时形成幕墙立面上十字缝的相交部位，构造设计应能有效防止雨水倒灌。

5.3.5 对屋面防水要求较高和单索等变形、位移较大的立面幕墙，宜采用大位移密封胶，防止密封胶拉裂造成幕墙渗水。

5.3.6 《屋面工程技术规范》GB 50345-2012 第 4.11.14 条第 1 款规定：压顶向内排水坡度不应小于 5%，压顶内侧下端应作滴水处理。

5.3.7 使用保温材料的部位，应避免紧贴面板玻璃，保持距离，防止热量散发影响玻璃的内应力变化。

5.3.8 构件式玻璃幕墙的立柱与横梁连接处采用螺栓连接，应

给予足够活动余地，适应热胀冷缩和防止相对摩擦发出噪声；采用挂钩式连接与固定玻璃组件时，在挂钩接触面应避免构件间刚性接触产生磨擦噪声，设置柔性垫片还能起弹性缓冲作用。

5.3.9 不同金属相互接触容易发生双金属腐蚀，可设置绝缘垫片或采取其他防腐蚀措施。在正常使用条件下，不锈钢材料不易出现双金属腐蚀现象，一般可不要求设置绝缘垫片。

5.3.10 明框玻璃幕墙玻璃下边缘与框底之间硬橡胶垫块的承托面积太小，压应力会使橡胶垫块逐渐失效；规定其厚度是为保持垫块有足够的可压缩量，长期有效。

5.3.12 隐框、半隐框玻璃幕墙和隐框开启窗采用中空玻璃时，若硅酮结构密封胶胶缝与中空玻璃二道结构密封胶胶缝没有一边重合，当内片玻璃自爆，硅酮结构密封胶无法传力给中空玻璃二道结构密封胶，外片有脱落的危险。

5.3.13 主体结构在变形缝两侧会发生相对位移（沉降或者伸缩），若玻璃面板跨越主体结构变形缝，该部位的玻璃面板会因主体结构变形对玻璃面板产生挤压或拉伸而破损，存在较大的安全隐患。可采用柔性或金属材料在变形缝处封修。变形缝两侧对应部位的幕墙，采取的构造方式，应能适应各自主体结构的位移。

5.4 防火设计

5.4.2 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410—2020 第4.0.3条，规定了玻璃幕墙与各层楼板、窗台墙、结构梁的间隙的防火封堵措施应该满足要求。防火构造支承连接要可靠，还要有一定的变形能力。为防止下层建筑失火后烟气蹿升至上层，应对层间位置的缝隙进行烟气封堵，缝隙处可采用防火密封胶、防火密封漆、专用缝隙封堵阻火模块等方式进行封堵。当采用防火密封漆时，其涂覆厚度不宜小于 3mm，干厚度不应小于 2mm。

5.4.3 位于防火分区处的玻璃幕墙，应沿防火墙外沿设置水平

宽度不小于 2.0m 且耐火极限不低于 1.0h 的实体墙，或者对该部位幕墙采用防火玻璃墙，水平宽度不小于 2.0m 且耐火极限不低于 1.0h，阻止相邻防火分区之间的火势蔓延。

5.4.5　玻璃板块不应跨越两个相邻的防火分区，是为了避免发生火灾时，相邻防火分区之间因玻璃爆裂而相通，导致火势和高温烟气迅速扩散和蔓延。

5.5　防雷设计

5.5.1　作为建筑外围护体系的玻璃幕墙，其金属框架可与建筑本身的防雷设计相结合，与主体结构防雷系统可靠连接，并符合连接导体间接触面积的规定，保持真实有效的电气通路。

5.6　热工设计

5.6.1　幕墙玻璃的光学性能和热工性能技术参数包括传热系数、太阳得热系数、可见光透射率、可见光反射率等。

5.6.2　透明幕墙中玻璃和框材的传热系数是不同的，应按照其面积比例进行加权计算，得出透明幕墙的整体平均传热系数，不能单以玻璃自身的传热系数替代透明幕墙的传热系数。

5.6.4　玻璃幕墙传热系数和太阳得热系数既要符合国家现行有关标准的规定，也应符合重庆市现行有关标准的要求。中置遮阳当直接用到幕墙上时，磁控手柄易被隐框边框和悬窗边框遮挡，导致中置遮阳无法正常使用。一般情况下，中置遮阳采用增加第二道密封胶绕开隐框边框和悬窗边框粘结面时，较宽的中空玻璃黑边不但会影响外立面效果，也会造成结构胶不易固化和成本上升。采用活动边框替代结构胶填充位置是较好的处理方式，但活动边框需设置在铝隔条与中置遮阳边框之间，以保证第二道密封胶可以与玻璃和铝隔条有正常的粘结面。

当采用内置百叶中空玻璃时，宜配置可从室内直接充气的充气阀门，以解决内置百叶中空玻璃夹片问题；或者在保证达到幕墙中空玻璃密封性能要求的前提下采用室内可拆卸维修的内置百叶中空玻璃。室内可拆卸中置遮阳便于从室内进行维修和更换，但需要保证可拆卸的中置遮阳产品满足中空玻璃的相关性能，以确保其具备良好的隔热和遮阳性能。

5.7 幕墙开启窗设计

5.7.2 对玻璃幕墙开启窗开启方式的选择，应综合考虑建筑效果、使用功能、安全可靠、经济性等因素，布置位置应避开土建梁、柱和墙体，保证安全可靠和启闭方便。

5.7.3 玻璃幕墙开启窗不宜过大。开启窗过大会造成扇框变形较大，启闭困难，给使用带来不便，影响开启窗的密封性和安全性。同时，开启窗过大，五金件难以满足要求，存在较大的安全隐患。采用挂钩式上悬窗，应考虑安装方便和设置有效防止脱钩的构造措施。

5.7.4 为保证外平开窗在开启和关闭时操作便捷，同时避免开启窗“掉角”，外平开窗窗扇宽度不宜大于 0.6m，窗扇高度不宜大于 1.4m。

5.7.5 200m 以上部分由于开启窗所处的高度较高、风荷载较复杂多变，为确保公共安全避免开启窗脱落伤人，玻璃幕墙 200m 以上的部分不宜设置向外开启窗。

5.7.9 开启窗边框下槛应留有足够的内外高差，保证对进入第一道腔体的少量雨水起到阻挡作用，同时应设置排水孔。为确保开启窗的力学性能和正常使用，开启窗型材截面的厚度不应小于 2.0mm。锁点数量的合理选择，是保障开启窗满足气密性、水密性和抗风压性能要求的重要因素。

5.8 安全规定

5.8.1 隐框玻璃幕墙的板块是用结构胶将玻璃面板与副框相粘结而成。设计与制作时，应选用性能稳定可靠、符合质量规定的结构胶。对于高层建筑，尤其是建筑高度超过 100 米时，一旦有结构胶发生意外的粘结失效，其脱落产生的危害非常巨大。因此，从提高安全性角度出发，对离地高度在 100m 上方的玻璃幕墙不推荐选用隐框构造方式。确有使用需求时，也应从安全使用角度出发，增设除硅酮结构胶以外的合理可靠的连接构造措施，作为强化构造安全性的辅助措施。当玻璃幕墙的钢化玻璃使用高度超过 100m 时，宜按国标《玻璃缺陷检测方法 光弹扫描法》GB/T 30020 进行玻璃缺陷检测。

5.8.4 安全玻璃包含夹层玻璃、钢化玻璃或超白钢化玻璃，钢化玻璃宜进行均质处理。

5.8.5 夹层玻璃的玻璃可选用浮法玻璃、半钢化玻璃、钢化玻璃、均质钢化玻璃等多种玻璃材料形式。

全玻幕墙中玻璃肋采用单片钢化玻璃或单片半钢化玻璃时，一旦受到意外撞击或特殊荷载作用，钢化玻璃会迅速破碎、并成颗粒状散落，从而使得玻璃肋支承结构的承载能力丧失为零，进而导致所支承的玻璃面板发生失效，发生大范围玻璃面板垮塌风险。采用夹层玻璃可以大幅降低钢化玻璃破碎成颗粒状、玻璃面板突然垮塌的风险；而单片浮法玻璃应力超限时，玻璃会出现裂纹，但出现裂纹的玻璃仍具有一定的残余承载力，降低了所支承面板立即发生大面积垮塌的风险。因此对于全玻幕墙中的玻璃肋，不建议采用单片钢化玻璃或者单片半钢化玻璃。

由于全玻幕墙玻璃肋粘结时多采用酸性硅酮结构密封胶，若采用夹层玻璃，会对胶片产生影响，因此在采用夹层玻璃作为玻璃肋时，应进行封边处理。

5.8.6 人员流动密度大的场所包括医院、展览馆、博物馆、宾馆、商场、学校等建筑。玻璃幕墙由于玻璃面板的通透性，易发生人员或物体冲撞、挤压，可能造成人员伤害和财产损失。因此在易受冲击一侧规定采用夹层玻璃，并应设置明显的警示标志。当采用单片钢化玻璃时，应能证明其抗冲击能力。

5.8.7 本条规定的钢化夹层玻璃是指钢化夹层玻璃制品，钢化夹层玻璃位于中空玻璃的室内侧或室外侧均可。钢化夹层玻璃放到室内侧，直接起到了防护栏杆的作用；放到室外侧，可防止室内物体冲出室外，起到防护作用，又可防止玻璃因自爆等原因破损后坠落，起到保护公共安全的作用。半钢化夹层玻璃也是安全玻璃，破损后不会坠落危害公共安全，平整度又高，建筑效果优于钢化玻璃，所以经常被用到玻璃幕墙上，但其防撞能力不如同等条件下的钢化夹层玻璃，所以当易受冲击部位的中空玻璃室外侧用半钢化夹层玻璃时，可以起到二次防护作用，但需对室内侧的玻璃提出防护要求，若室内侧采用单片钢化玻璃或半钢化夹层玻璃时，室内侧的玻璃应进行抗冲击专项验算。

5.8.8 《民用建筑通用规范》GB 55031—2022 第 6.2.8 条第 5 款规定“斜幕墙的玻璃面板应采用夹层玻璃”，本条明确了夹层玻璃位于斜幕墙玻璃面板的下侧。

6 结构设计

6.1 一般规定

6.1.2 未采用滑动构造连接做法的幕墙支承结构(如索结构、大跨索桁架结构),均会因为温度作用产生附加内力及变形,此时,应考虑温度作用的影响。温度作用取值可按下列方法进行:

应以结构合拢或形成约束的时间确定其初始温度,所承受的最高(或最低)温度与初始温度的差值作为温度作用取值;

因幕墙通常与外界环境直接相邻,幕墙结构温度波动幅度要比主体结构大、温度变化速度相对主体结构要快。幕墙结构初始温度、所承受的最高(或最低)气温宜由小时平均气温确定;最高气温计算时尚宜依据结构朝向和表面吸热性质考虑太阳辐射的影响。幕墙结构最高(最低)温度可在《建筑结构荷载规范》GB 50009 中最高(最低)基本气温的基础上适当增大(降低)后确定。考虑结构朝向和表面吸热性质后,太阳辐射引起的温度变化情况可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 条文说明的相关内容确定。

6.1.3 结构抗震设计的标准是小震下保持弹性,基本不产生损坏。在这种情况下,幕墙也应基本处于弹性工作状态,因此,本标准中有关内力和变形计算均可采用弹性方法进行。

6.1.6 玻璃幕墙承受永久荷载(自重荷载)、风荷载、地震作用和温度作用,会产生多种内力(应力)和变形,情况比较复杂。本标准要求分别进行永久荷载、风荷载、地震作用效应计算;温度作用的影响,通过构造设计或计算分析予以考虑。承载能力极限状态设计时,应考虑作用效应的基本组合;正常使用极限状态设计时,作用的分项系数均取 1.0。本条给出的承载力设计表达式具有通

用意义，作用效应设计值 S 或 S_E 可以是内力或应力，抗力设计值 R 可以是构件的承载力设计值或材料强度设计值。

幕墙构件的结构重要性系数 γ_0，与设计使用年限和安全等级有关。除预埋件之外，其余幕墙构件的安全等级不会超过二级，设计工作年限一般为 25 年。同时，幕墙大多用于大型公共建筑，正常使用中不允许发生破坏。因此，结构重要性系数 γ_0 取不小于 1.0。

幕墙结构计算中，地震效应相对风荷载效应是比较小的，通常不会超过 20%，如果采用小于 1.0 的系数 γ_{RE} 予以放大，对幕墙结构设计是偏于不安全的。所以，幕墙构件承载力抗震调整系数 γ_{RE} 取 1.0。

幕墙面板玻璃及金属构件（如横梁、立柱）不便于采用内力设计表达式，所以在本标准的相关条文中直接采用与钢结构相似的应力表达形式；预埋件设计时，则采用内力表达形式。采用应力设计表达式时，计算应力所采用的内力（如弯矩、轴力、剪力等），应采用作用效应的基本组合。

6.1.7 当玻璃面板偏离横梁截面形心时，面板的重力偏心会使横梁产生扭转变形。当采用中空玻璃、夹层玻璃等自重较大的面板和偏心距较大时，要考虑其不利影响，必要时进行横梁的抗扭承载力验算。

6.2 材料力学性能

6.2.5 高强钢丝和钢绞线的弹性模量按《混凝土结构设计规范》GB 50010 取用。钢绞线和钢丝绳是由钢丝加工而成的，其弹性模量与普通钢丝相比会发生一定变化（实际上为等效变形模量），实际工程中宜通过具体试验确定。

6.3 荷载和地震作用

6.3.2 阵风影响和风振影响在幕墙结构中是同时存在的。一般来说，幕墙面板及其横梁和立柱由于跨度较小，刚性较大，阵风的影响比较明显，在结构效应中可不必考虑其共振分量，此时可仅在平均风压的基础上，近似考虑脉动风瞬间的增大因素，采用阵风系数 β_{gz} 的考虑方法。

而对玻璃幕墙中的张拉杆索体系、或大跨度支承钢结构（如跨度大于 25m 以上、风荷载方向的自振周期超过 1s）时，风荷载对结构的作用表现为平均风压的不均匀分布作用和脉动风压的动力作用，风振动的影响较为敏感，宜采用风振系数的方式考虑风动力效应的影响。

对于玻璃面板、框支承幕墙中的横梁和立柱、全玻幕墙中的玻璃肋、跨度不超过 6m 的支承结构，其刚性相对较大，宜按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构通用规范》GB 55001 确定风荷载标准值。

为更合理的考虑阵风或风振的影响，对于跨越多块玻璃面板的支承结构，应综合风荷载作用方向的结构刚度、跨度以及自振周期等因素，区分为主要承重结构或围护结构后，再按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《工程结构通用规范》GB 55001 确定风荷载标准值。

由于张拉杆索支承结构的响应与荷载可能呈非线性关系，所以定义索结构的荷载风振系数在理论上是不严密的，应该定义结构响应风振系数。在这方面，国内学者已开展了一定数量的研究工作。但是由于响应风振系数在实际使用中不甚方便，特别是考虑不同荷载的组合效应时；此外，响应风振系数也与现行荷载规范规定的荷载风振系数不相协调，在实际使用中易出现混淆问题，因此本规程仍采用了荷载风振系数的概念。对于风振系数取

值，国内研究结果不完全统一。风振系数宜通过风振响应时程分析的方法确定。张拉索杆支承结构的风振系数也可取 1.6～2.0，其中，结构跨度较大且刚度较小者取大值。

风荷载标准值不应小于 1.0kN/m^{2}的规定维持不变。

6.3.3 对建筑高度大于 200m 或体型、风荷载环境比较复杂的幕墙工程，风荷载取值宜更加准确，因此在没有可靠参照依据时，宜采用风洞试验确定其风荷载取值。建筑高度 200m 的要求与现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 的要求一致。

近年来，由于城市景观和建筑艺术的要求，建筑的平面形状和竖向体型日趋复杂，墙面线条、凹凸、开洞也采用较多，风荷载在这种复杂多变的墙面上的分布，往往与一般墙面有较大差别。这种墙面的风荷载体型系数难以统一给定。当主体结构通过风洞试验决定体型系数时，幕墙计算亦可采用该体型系数。

此外，本标准对群集的高层建筑也参考《建筑结构荷载规范》GB 50009 的相关内容做了规定。《建筑结构荷载规范》GB 50009 中已明确"当多个建筑物，特别是群集的高层建筑，相互间距较近时，宜考虑风力相互干扰的群体效应；一般可将单独建筑物的体型系数 μ_s 乘以相互干扰系数。相互干扰系数可按下列规定确定：

对矩形平面高层建筑，当单个施扰建筑与受扰建筑高度相近时，根据施扰建筑的位置，对顺风向风荷载可在 1.00～1.10 范围内选取，对横风向风荷载可在 1.00～1.20 范围内选取；

其它情况可比照类似条件的风洞试验资料确定，必要时宜通过风洞试验确定。

6.3.4 -6.3.5 多遇地震作用下，作为围护结构的幕墙面板的地震作用可采用简化的等效静力方法计算，地震影响系数最大值按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定采用。

由于玻璃面板是不容易发展成塑性变形的脆性材料，为使设防烈度下不产生破损伤人，考虑动力放大系数 β_E。按照《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关非结构构件的地震作用计算规定，

玻璃幕墙结构的地震作用动力放大系数可表示为：

$$\beta_E = \gamma\eta\xi_1\xi_2 \tag{6.3.5}$$

式中：γ——非结构构件功能系数，可取 1.4；

η——非结构构件类别系数，可取 0.9；

ξ_1——体系或构件的状态系数，可取 2.0；

ξ_2——位置系数，可取 2.0。

按照(6.3.5)式计算，幕墙结构地震作用动力放大系数 β_E 约为 5.0。

6.4 作用组合

6.4.1-6.4.3 在重力荷载、风荷载、地震作用、温度作用下，幕墙构件产生的内力(应力)应按基本组合进行承载力极限状态设计，求得内力(应力)的设计值，以最不利的组合作为设计的依据。作用效应组合时的分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定采用。

地震作用时，在现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 中规定，当地震参与组合时，地震作用的组合值系数取 1.0、风荷载起主导作用的建筑风荷载的组合值系数 ψ_w 取 0.2。但幕墙作为围护结构，一般情况下风荷载效应比地震作用产生的效应大。按照最不利原则，本标准规定：地震设计状况时，风荷载组合值系数取 0.6，与《建筑结构荷载规范》GB 50009 保持一致。

结构的自重是经常作用的永久荷载，所有的基本组合工况中都必须包括这一项。当永久荷载(重力荷载)的效应起控制作用时，其分项系数 γ_G 应取 1.35，同时所有可变作用均应考虑相应的组合值系数。当永久荷载作用对结构设计有利时，其分项系数 γ_G 应取不大于 1.0。

对于竖向幕墙和与水平面夹角大于等于 75 度、小于 90 度的

斜玻璃幕墙，可不考虑竖向地震作用效应的计算和组合。对于大悬挑幕墙，大跨度玻璃雨篷、通廊、采光顶等结构设计，应符合国家现行有关标准的规定或进行专门研究，同时应考虑竖向地震作用影响。

按照以上说明，幕墙结构构件承载力设计中，理论上可考虑下列典型组合工况：

(1)1.35G +0.6×1.5W +0.6×1.5T

(2)1.3G +1.0×1.5W +0.6×1.5T

(3)1.3G +0.6×1.5W +1.0×1.5T

(4)1.3G +0.6×1.5W +1.0×1.4E

以上组合工况中，G、W、E、T 分别代表重力荷载、风荷载、地震作用、温度作用标准值产生的应力或内力。风荷载、地震、温度作用均可正可负，作用效应组合时，应考虑使得荷载效应向不利方向发展来确定荷载作用的正负号值。

6.4.4 根据幕墙构件的受力和变形特征，正常使用状态下，其构件的变形或挠度验算时，一般不考虑不同作用效应的组合。因地震作用效应相对风荷载作用效应较小，不必单独进行地震作用下结构的变形验算。在风荷载或永久荷载作用下，幕墙构件的挠度应符合挠度限值要求，且计算挠度时，作用分项系数应取 1.0。

6.5 连接设计

6.5.1 幕墙是建筑外围护结构或装饰结构，必须可靠地固定在主体结构上。幕墙与主体结构通常通过预埋件或后置埋件进行结构性连接。锚固连接破坏通常属于脆性破坏，一旦发生，会产生十分严重的后果。因此，幕墙与主体结构的锚固连接必须牢固、可靠；连接件与主体结构的锚固承载力应通过计算或试验确认，并要留有余地，任何情况下不允许发生锚固破坏。支承幕墙的结构连接件、锚固件以及主体结构、结构构件，设计时应当以幕

墙传递的荷载、地震作用为基本依据，避免发生承载力破坏或过大的变形，影响幕墙的质量或安全。当幕墙与主体钢结构连接时，应在主体钢结构加工前提出连接的设计要求，并在加工时完成连接构造。未经主体结构设计单位同意，现场不得在钢结构柱及主梁上焊接各种转接件。

6.5.3 幕墙横梁与立柱的连接，立柱与锚固件或主体结构钢梁、钢材的连接，通常通过螺栓、焊缝或铆钉等实现。现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 对上述连接均作了规定，应参照执行。同时受拉、受剪的螺栓应进行螺栓的抗拉、抗剪设计；螺纹连接的公差配合及构造，应符合有关标准的规定。为防止偶然因素的影响而使连接破坏，每个连接部位的受力螺栓、铆钉等，宜布置 2 个，否则应预留安全储备。

6.5.4 角码与立柱之间的连接螺钉或螺栓不应少于 2 个，当开口横梁连接时不宜少于 3 个，螺钉或螺栓直径不应小于 6mm。横梁立柱采用销钉连接时，销钉的直径不应小于 6mm。

6.5.5 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133-2001 第 5.7.11 条的规定：立柱应采用螺栓与角码连接，并再通过角码与预埋件或钢构件连接，螺栓直径不应小于 10mm。规定立柱与主体结构之间采用螺栓连接时，连接螺栓直径不小于 10mm 是安全合理的。

6.5.7 框支承幕墙立柱截面较小，处于受压工作状态时受力不利，因此宜将其设计成轴心受拉或偏心受拉构件。立柱宜采用圆孔铰接接点在上端悬挂，采用长圆孔或椭圆孔与下端连接，形成吊挂受力状态。

6.5.9 自攻螺钉长期受拉，其连接的安全可靠性受螺纹与型材之间的螺牙影响较大，并易松动滑出，因此不宜承受长期拉力。

6.5.12 土建施工漏设预埋件、预埋件偏位、设计变更、旧建筑幕墙改造时，往往需使用后锚固螺栓连接。采用后加锚栓（机械锚栓或化学螺栓）连接时，应采取多种措施，保证连结的可靠性。

幕墙用锚栓一般适用现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 中非结构构件连接的规定。重要工程适用现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 中结构构件连接的规定。

化学锚栓的粘结锚固剂对热影响比较敏感，焊接时应采取措施防止化学锚栓受热失效，并应进行焊接后承载力实验。

化学锚栓倒置安装时，锚固胶、药剂易流出锚孔导致锚固性能差，因此倒置安装的锚栓不宜采用化学锚栓。

6.5.13 砌体结构平面外承载能力低，难以直接进行连接，所以宜增设混凝土结构或钢结构连接构件。轻质隔墙承载力和变形能力低，不应作为幕墙的支承结构考虑。

6.6 硅酮结构密封胶设计

6.6.1 硅酮结构密封胶缝应进行受拉和受剪承载能力极限状态验算，习惯上采用应力表达式。计算应力设计值时，应根据受力状态，考虑作用效应的基本组合。具体的计算方法应符合本标准的有关规定。

现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 中，规定了硅酮结构密封胶的拉伸强度值不低于 0.6N/mm^2。在风荷载或地震作用下，套用多系数表达式的概率极限状态设计方法，风荷载分项系数取 1.5，地震作用分项系数取 1.4，硅酮结构密封胶的总安全系数取不小于 4，则其强度设计值 f_1 约为 0.21 N/mm^2～0.195N/mm^2，本标准取为 0.2N/mm^2，此时材料分项系数约为 3.0。如果按照容许应力设计方法，本标准的取值相当于 0.14N/mm^2，与国际上绝大多数国家标准的取值基本一致。实际上，符合国家标准要求的硅酮结构密封胶的强度标准值均大于 0.6N/mm^2，所以实际的设计安全度要大于上述假设。

在永久荷载（重力荷载）作用下，硅酮结构密封胶的强度设计

值 f_2 取为风荷载作用下强度设计值的 1/20，即 0.01N/mm²。

6.6.2 幕墙玻璃在风荷载作用下的受力状态相当于承受均布荷载的双向板，在支承边缘的最大线均布拉力为 aw/2，由结构胶的粘结力承受，即：

$$f_1 c_s = \frac{a\mathrm{w}}{2} \tag{6.6.2-1}$$

$$c_s = \frac{a\mathrm{w}}{2f_1} \tag{6.6.2-2}$$

式中：f_1 ——硅酮结构密封胶在风荷载或地震作用下的强度设计值，取 0.2 N/mm²。

w ——作用在计算单元上的风荷载设计值(N/m²)。

当采用 kN/m² 为单位时，须除以 1000 予以换算。

抗震设计时，上述公式中的 w 应替换为(w+0.5q_E)，q_E 为作用在计算单元上的地震作用设计值(kN/m²)。

在重力荷载设计值作用下，竖向玻璃幕墙的硅酮结构胶缝承受长期剪应力，平均剪应力 τ 可表示为：

$$\tau = \frac{q_G ab}{2(a+b)c_s} \tag{6.6.2-3}$$

剪应力 τ 不应超过结构胶在永久荷载作用下的强度设计值 f_2 。

6.6.3 斜玻璃的风吸力和垂直于幕墙面的自重分力均使结构胶处于受拉状态，但是风荷载为可变荷载，自重为永久荷载。因此，结构胶粘结宽度应分别采用其在风荷载和永久荷载作用下的强度设计值分别计算并叠加。

6.6.4 当幕墙玻璃面板相对于铝合金龙骨的位移完全依靠结构胶的变形实现时，结构胶的粘结厚度 t_s 由承受的相对位移 u_s 决定。在发生相对位移时，结构胶和双面胶带的尺寸 t_s 变为 t_s'，伸长了(t_s-t_s')。这一长度应在硅酮结构密封胶和双面胶带延伸率允许的范围之内。结构胶的变位承受能力 $\delta = (t_s'-t_s)/t_s$，取对应于其受拉应力为 0.14 N/mm² 时的伸长率，不同牌号胶的取值会稍

有不同，应由结构胶生产厂家提供。

由直角三角关系，$t_s^2+u_s^2=t'^2_s$，$t'^2_s=(1+\delta)^2t_s^2$，$(\delta^2+2\delta)t_s^2=u_s^2$。所以要求胶厚度 t_s 满足以下要求：$t_s\geqslant\frac{u_s}{\sqrt{\delta(2+\delta)}}$，例如，若胶的变位承受能力为 12%，相对位移 u_s 为 3mm，则 $t_s\geqslant\frac{3}{\sqrt{0.12(2+0.12)}}=5.9\text{mm}$，可取为 6mm。

楼层弹性层间位移角的限值，可以参考《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。

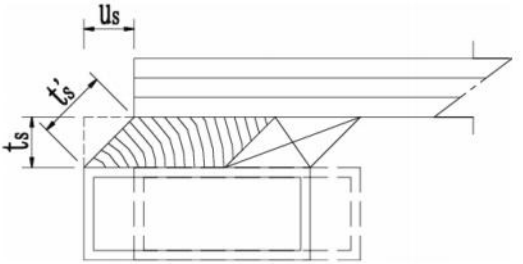


图 6.6.4　硅酮结构密封胶和双面胶带的拉伸变形示意图

6.6.5　硅酮结构密封胶承受荷载和作用产生的应力大小，关系到幕墙构件的安全，对结构胶必须进行承载力验算，而且保证最小的粘结宽度和厚度。

隐框幕墙玻璃面板的结构胶粘结宽度一般应大于其厚度；全玻幕墙结构胶的粘结厚度由计算确定，有可能大于其宽度。当结构胶宽度大于厚度的 2 倍时应采取措施保证结构胶充分固化。

6.6.6　硅酮结构密封胶承受永久荷载的能力很低，不仅强度设计值 f_2 仅为 0.01N/m^2，而且有明显的变形，所以长期受力部位应设金属件支承。

6.6.7　隐框中空玻璃二道密封硅酮结构胶宽度计算时，外侧面板传递的荷载作用主要包括重力、风荷载、地震作用。其中，重力仅指中空玻璃外侧面板的重量；风荷载标准值宜按本标准正文第 7.2.5 条第 1 款中直接承受风荷载作用的单片玻璃的计算公式确

定；地震作用应仅考虑外侧面板重量按本标准正文第 6.3.4 条计算确定。结构胶有效宽度 c_s 如图 6.6.7 所示。

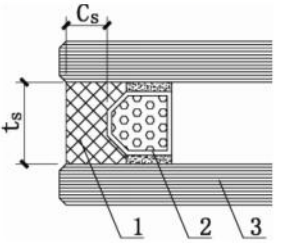


图 6.6.7　二道硅酮结构密封胶有效宽度示意

1—硅酮结构密封胶；2—间隔条；3—玻璃

7 框支承玻璃幕墙设计

7.1 一般规定

7.1.2 变形协调指两者间通过调整垫块实现紧密贴合，达到变形同步，荷载可以均匀传递。

7.3 横 梁

7.3.1 铝型材螺纹连接处可局部加厚，加厚位置的宽度不小于螺纹公称直径的 2.5 倍。

7.4 立 柱

7.4.8 对于跨度为 10m 及以上的幕墙立柱宜按照现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 来控制。

8 全玻幕墙设计

8.1 一般规定

8.1.2 吊挂玻璃幕墙下端空隙尺寸应根据计算确定，深度应满足玻璃的伸缩变形要求，深度方向缝隙内不得有任何障碍物。吊挂全玻幕墙下端空隙尚应考虑主体结构变形影响。

8.3 玻璃肋

8.3.7 目前国内工程中，单片玻璃肋的跨度已达 8m，钢板连接玻璃肋的跨度甚至达到 16m。由于玻璃肋在平面外的刚度较小，有发生横向屈曲的可能性。当正向风压作用使玻璃肋产生弯曲时，玻璃肋的受压部位有面板作为平面外的支承；当反向风压作用时，受压部位在玻璃肋的自由边，就可能产生平面外屈曲。所以，跨度大的玻璃肋在设计时应考虑其侧向稳定性要求，必要时应采用有限元软件进行稳定性模拟验算，并采取横向支承或拉结等措施。

9 点支承玻璃幕墙设计

9.1 面 板

9.1.1 相邻两块四点支承板改为一块六点支承板后，最大弯矩由四点支承板的跨中转移至六点支承板的支座且数值相近，承载力没有显著提高，但跨中挠度可大大减小。所以，一般情况下可采用单块四点支承玻璃；当挠度过大时，可将相邻两块四点支承板改为一块六点支承板。

点支承幕墙面板采用开孔支承装置时，玻璃板在孔边会产生较高的应力集中。为防止破坏，孔洞距板边不宜太近。此距离应视面板尺寸、板厚和荷载大小而定，一般情况下孔边到板边的距离有两种限制方法：一种即是本条的规定；另一种是按板厚的倍数规定，当板厚不大于 12mm 时，取 6 倍板厚，当板厚不小于 15mm 时，取 4 倍板厚。这两种方法的限值是大致相当的。孔边距为 70mm 时，可以采用爪长较小的 200 系列钢爪支承装置。

9.1.3 玻璃之间的缝宽要满足幕墙在温度变化和主体结构侧移时玻璃互不相碰的要求；同时在胶缝受拉时，其自身拉伸变形也要满足温度变化和主体结构侧向位移使胶缝变宽的要求。因此胶缝宽度不宜过小。

有气密和水密要求的点支承幕墙的板缝，应采用硅酮耐候密封胶加以密封。无密封要求的装饰性点支承玻璃，可以不打密封胶。

9.1.4 点支承幕墙面板采用开孔支承装置时，需考虑玻璃在孔边会产生较高的应力集中，必要时应采用有限元软件进行玻璃孔边应力模拟验算。

9.1.5 为便于装配和安装时调整位置，玻璃板开孔的直径稍大

于穿孔而过的金属轴，除轴上加封尼龙套管外，还应采用密封胶将空隙密封。

中空玻璃的干燥气体层要求更严格的密封条件，防止漏气后中空内壁结露，为此常采用多道密封措施。也可采用穿缝金属夹板夹持中空玻璃的方法，避免在中空玻璃上穿孔。

9.2 支承装置

9.2.1 《建筑幕墙用点支承装置》GB/T 37266 给出了点支承装置的技术要求，但点支承玻璃幕墙并不局限于采用钢爪式支承装置，还可以采用夹板式或其他形式的支承装置。

9.2.3 点支承面板受弯后，板的角部产生转动，如果转动被约束，则会在支承处产生较大的弯矩。因此支承装置应能适应板角部的转动变形。当面板尺寸较小、荷载较小、角部转动较小时，可以采用夹板式和固定式支承装置；当面板尺寸大、荷载大、面板转动变形较大时，则宜采用带转动球铰的活动式支承装置。

9.2.4 根据清华大学的试验资料，垫片厚度超过 1mm 后，加厚垫片并不能明显减少支承头处玻璃的应力集中；而垫片厚度小于 1mm 时，垫片厚度减薄会使支承处玻璃应力迅速增大。所以垫片最小厚度取为 1mm。

9.2.5 点支承幕墙的支承装置只用来支承幕墙玻璃和玻璃承受的风荷载或地震作用，不应在支承装置上附加其他设备和重物。

9.2.6 点式玻璃幕墙中夹板点支承方式应用得越来越多，为保证该类夹板形式玻璃面板的安全性，对夹板的设计及构造提出了要求。

9.3 支承结构

9.3.1 点支承玻璃幕墙的支承结构可有玻璃肋和各种钢结构。

面板承受直接作用于其上的荷载作用，并通过支承装置传递给支承结构。幕墙设计时，支承结构单独进行结构分析，一般不考虑玻璃面板作为支承结构的一部分共同工作。这是因为玻璃面板带有胶缝，其平面内受力的结构性能还缺少足够的研究成果和工程经验，所以本标准暂不考虑其对支承结构的有利影响。

9.3.4 单根型钢或钢管作为竖向支承结构时，是偏心受拉或偏心受压杆件，上、下端宜铰支承于主体结构上。当屋盖或楼盖有较大位移时，支承构造应能与之相适应，如采用长圆孔、设置双铰摆臂连接机构等。

构件的长细 λ 可按下式计算：

$$\lambda = \frac{1}{i} \tag{9.3.4-1}$$

$$i = \sqrt{\frac{i}{A}} \tag{9.3.4-2}$$

式中：l ——支承点之间的距离(mm)；

i ——截面回转半径(mm)；

I ——截面惯性矩(mm^4)；

A ——截面面积(mm^2)。

9.3.5 钢管桁架可采用圆管或方管，目前以圆管居多。本条有关钢管桁架节点的构造规定是参照《钢结构设计标准》GB 50017和国内的工程经验制定的，以保证节点连接质量和承载力。在节点处主管应连续，支管端部应按相贯线加工成形后直接焊接在主管的外壁上，不得将支管穿入主管壁内。

美国 API 规范规定 d/t 大于 60 时，应进行局部稳定计算。结合目前国内实际采用的钢管规格，本标准要求 d/t 不宜大于 50。此处，d 为钢管外径，t 为钢管壁厚。

主管和支管或两支管轴线的夹角不宜小于 30°，以保证施焊条件和焊接质量。

钢管的连接应尽量对中，避免偏心。当管径较大时，连接处刚度也较大，如果偏心距不大于主管管径的 1/4，可不考虑偏心的

影响。

钢管桁架由于采用直接焊接接头，实际上杆端都是刚性连接的。在采用计算机软件进行内力分析时，均可直接采用刚接杆件单元。铰接普通桁架是静定结构，可以采用手算方法计算。因此，对于管接普通桁架，也允许按铰接桁架采用近似的手算方法分析。

桁架杆件长细比 λ 的限值，按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用。

钢管桁架在平面内有较大刚度，但在平面外刚度较差。当跨度较大时，杆件在平面外自由长度过大则有失稳的可能。因此，跨度较大的桁架应按长细比 λ 的要求设置平面外正交方向的稳定支撑或稳定桁架。作为估算，平面外支撑最大距离可取为 50D，D 为钢管直径。

9.3.7 张拉索杆体系的拉杆和拉索只承受拉力，不承受压力，而风荷载和地震作用是正反两个不同方向的。所以，张拉索杆系统应在两个正交方向都形成稳定的结构体系，除主要受力方向外，其正交方向亦应布置平衡或稳定拉索或拉杆，或者采用双向受力体系。

钢绞线是由若干根直径较大的光圆钢丝绞捻而成的螺旋钢丝束，通常由 7 根、19 根或 37 根直径大于 1mm 的钢丝绞成。钢绞线比采用细钢丝、多束再盘卷的钢丝绳拉伸变形量小，弹性模量高，钢丝受力均匀，不易断丝，更适合于拉索结构。

拉索常常采用不锈钢绞线，不必另行防腐处理，也比较美观。当拉索受力较大时，往往需要采用强度更高的高强钢绞线，高强钢丝不具备自身防腐能力，必须采取防腐措施，常采用聚氨脂漆喷涂等方法。热镀锌防腐层在施工过程中容易损坏，不推荐使用。铝包钢铰线是在高强钢丝外层被覆 0.2mm 厚的铝层，兼有高强和防腐双重功能，工程应用效果良好。

张拉索杆体系所用的拉索和拉杆截面较小、内力较大，这类

结构的位移较大，在采用计算机软件进行内力位移分析时，宜考虑其几何非线性的影响。

张拉索杆体系只有施加预应力后，才能形成形状不变的受力体系。因此，一般张拉索杆体系都会使主体结构承受附加的作用力，在主体结构设计时必须加以考虑。索杆体系与主体结构的屋盖和楼盖连接时，既要保证索杆体系承受的荷载能可靠地传递到主体结构上，也要考虑主体结构变形时不会使幕墙产生破损。因而幕墙支承结构的上部支承点要视主体结构的位移方向和变形量，设置单向（通常为竖向）或多向（竖向和一个或两个水平方向）的可动铰支座。

拉索和拉杆都通过端部螺纹连接件与节点相连，螺纹连接件也用于施加预拉力。螺纹连接件通常在拉杆端部直接制作，或通过冷挤压锚具与钢绞线拉索连接。焊接会破坏拉杆和拉索的受力性能，而且焊接质量也难以保证，故不宜采用。

夹片式锚具按夹片形式可分为二片式和三片式；按齿形可分为粗齿和细齿两大类。夹片式锚具主要适用于多根高强钢丝组合而成的预应力钢绞线张拉。

9.3.8 用于幕墙的索杆体系常常对称布置，施加预拉力主要是为了形成稳定不变的结构体系。为避免索体松弛导致结构失效和玻璃面板破损，要求在设计值作用下索杆还存在一定的拉力。

张拉索杆体系在施加预拉力过程中和在使用阶段，预拉力会因为产生可能的损失而下降。但是，索杆体系不同于预应力混凝土，它的杆件全部外露，便于调整，而且无混凝土等外部材料的约束。所以，锚具滑动损失可通过在张拉过程中控制张拉力得到补偿；由支承结构的弹性位移造成的预拉力损失可以通过分批、多次张拉而抵消；由于预拉力水平较低，钢材的松弛影响可以不考虑。因此，只要在施工过程中做到分批、多次、对称张拉，并随时检查、调整预拉力数值，预拉力的损失是可以补偿的，最终达到控制拉力的数值。因此，幕墙结构中一般不专门计算预拉力的

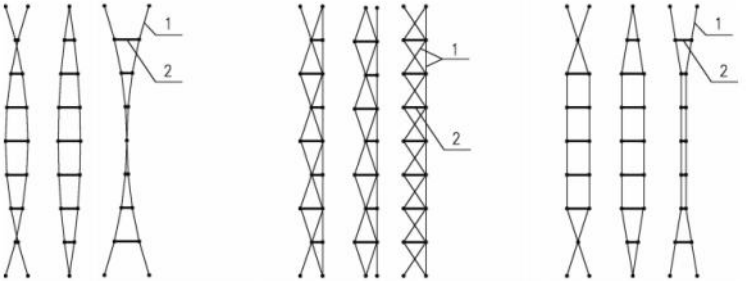
损失。

由于通透性高、可以跨越较大角度的特点，张拉杆索支承的玻璃幕墙在近年来得到了广泛的应用，但是张拉杆索支承结构分析有其自身的特殊性，如需考虑初始预应力状态、拉索索力作用下主体支承结构的变形等因素。

索结构张拉力容易引起支承结构产生变形，因此，分析模型中应计入索端支承结构变形的影响。可采用对张拉杆索结构的支座增设线弹簧的方法进行考虑，也可采用对支座施加强制约束位移的方法在有限元分析模型中加以考虑。必要时，应建立玻璃幕墙张拉杆索支承结构与相连主体结构的整体模型进行协同分析。

9.3.9 索桁架有弧线型、多折线型、三折线型等形式(见图 9.3.9)。不同索桁架的抗风能力是不同的，应结合建筑要求、抗风能力要求、支承结构刚度等因素综合确定。建筑造型不受限时，宜优先选用弧线型索桁架中的第 1 种形式，其抗风能力和材料用量相对最优；设置直线弦索的多折线型索桁架抗风能力比不含弦索的多折线型索桁架的抗风能力要强很多，因此要求多折线型索桁架宜增设直线弦索；三折线索桁架的抗风能力比弧线型、多折线型要弱，宜在分段数较少时采用。

经理论推导和有限元分析，常见矢高的弧线型索桁架具有几何非线性特征不显著、初始张拉应力增加对抗风能力提高影响较小、索桁架跨矢比与挠度近似呈线性关系、索桁架索截面与跨中变形乘积值相对恒定等特点。在抗风能力不足的情况下，不宜通过增大初始应力来实现，而应增大索截面、增大索桁架矢高来实现。

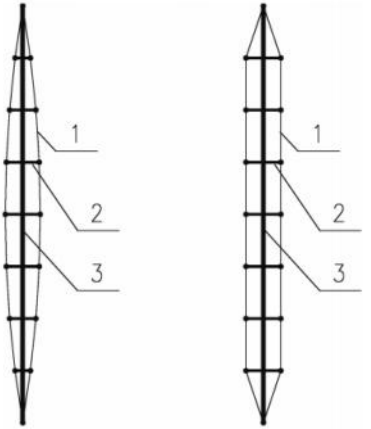


(a)弧线型　　(b)多折线型　　(c)三折线型

图 9.3.9　索桁架示意

1—拉索或拉杆;2—撑杆

9.3.10　常见的自平衡索桁架有两种形式,见图 9.3.10。通常优选图 9.3.10 中(a)形式。



(a)　　(b)

图 9.3.10　自平衡索桁架示意

1—拉索或拉杆;2—撑杆;3—中心压杆

9.3.11　单层平面索网为目前国内常见的一种支承结构形式,平面索网设计时索网挠度控制是关键点,目前国内通常习惯做法是按短跨长度的 1/40～1/50 进行控制。对众多工程项目调查后,发现单层平面索网幕墙使用性能良好,因此,将单层平面索网变形控制限值取短跨长度的 1/45。

9.3.12 单层曲面索网国内应用相对较少，由于其曲面特性，会造成索网张拉时出现不同索之间索力相互干扰、同一根索不同索段之间存在索力偏差等情况，因此对于单层曲面必须进行找形、施工张拉模拟分析。同时，应尽量通过合理找形方法提高索力分布的均匀性，减小同一节点相连纵横索的索力偏差值，降低对索夹设计要求过高、以及索夹预紧力过大对索损伤的不利影响。

《索结构技术规程》JGJ 257 中规定"曲面索网及双层索系玻璃幕墙自初始预应力状态之后的最大挠度与跨度之比不宜大于1/200"。为保持两本标准的协调性，本标准也采用了变形限值取短跨跨度 1/200 的规定。单层曲面索网幕墙和单层曲面索网屋面两者之间有一定的差别：曲面索网屋面周边通常有刚度较大的环形混凝土梁，而曲面索网幕墙可能仅采用刚度较小的钢结构作为周边支承；曲面索网屋盖的曲面度通常比立面幕墙的曲面度要大。因此，单层索网曲面幕墙的变形控制难度通常比曲面屋面要大。当变形限值无法满足时，可通过增大周边支承结构刚度、增大曲面索网曲度等方法予以改善。

9.3.13 单向竖索支承结构是单层平面索网支承结构的一种简化形式，在国内也有一些工程在加以应用，玻璃表面的风荷载和重力荷载均通过索夹以点荷载的形式作用在竖索上。单向竖向的变形限值和索端设置弹簧缓冲装置的设计要求均和单层平面索网相同。但由于单索无侧向约束，其体系相对单层平面索网而言要弱，因此，对其玻璃面板和最大适用高度提出了限制。

单索幕墙中竖索挠度限值按跨度的 1/45 控制，而竖向支承框的挠度限值通常按跨度的 1/250～1/200 进行控制。风荷载作用下，单向竖索幕墙（图中 A1、A6 及上方横粗线为主体支承结构，A2～A5 为单向竖索示意）中边跨索（A2 和 A5 索）与刚性良好的竖向支承框之间存在较大大的变形差。为保证玻璃面板的安全性以及避免面板与支承框交界部位的雨水渗漏情况，本条对其连接构造提出了要求。当有特殊要求需在竖索中串联弹簧装

置时，弹簧刚度宜取索线刚度的 1/4～1/8。

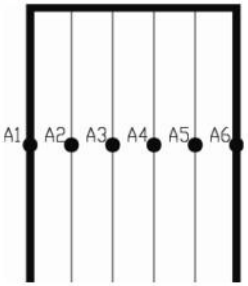


图 9.3.13　单索幕墙与周边支承结构立面示意图

10　加工制作

10.1　一般规定

10.1.1　加工幕墙构件的设备和量具，都应符合有关要求，并定期进行检查和计量认证，以保证加工产品的质量。如设备的加工精度、光洁度，量具的精度等，均应及时进行检查、维护或计量认证。

10.1.2　非受力的装饰构件在受到运输等因素制约时，可在现场完成组装。零星功能性能改错，可在现场进行。

10.1.3　硅酮结构密封胶应在洁净、通风的室内进行注胶，以保证注胶质量。全玻幕墙的大玻璃板块，由于必须在现场装配，因此当玻璃与玻璃之间采用硅酮结构胶受力时，允许在现场注胶，但现场应保持通风无尘，且注胶前要特别注意清洁注胶面，并避免二次污染。

10.2　铝型材构件

10.2.2　铝型材的加工精度是影响幕墙质量的关键问题。玻璃幕墙铝合金构件在截料前应检查其弯曲度、扭拧度是否符合相关规范和设计要求，超偏的须使用适当机械方法进行校直调整直到符合相关规范和设计要求。

10.2.4　槽口长度和宽度只允许正偏差不允许负偏差，以防出现装配受阻；中心离边部距离可以是正偏差或负偏差；豁口的长度、宽度只允许正偏差不允许负偏差；榫头的长度和宽度允许负偏差不允许正偏差。因为幕墙用型材的几何形状是热加工或冷加工或冲压成型，不是机械加工成型的，所以，配合尺寸难以十分准确

地控制，只能控制主要方面，以便配合安装施工。

10.2.5 采用设备进行铝合金构件的弯弧加工，是防止构件产生皱折、凹凸、裂纹的有效方法。

10.3 钢构件

10.3.6 预埋件长度、宽度和厚度在计算时应按最大负偏差进行取值。

10.4 玻 璃

10.4.2 单片玻璃、中空玻璃、夹层玻璃应分别符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2、《中空玻璃》GB/T 11944、《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3的要求。此外，对于玻璃的外观尺寸、允许偏差作了更严的要求，加工时应以此为准。

10.4.3 对玻璃进行弯曲加工后，反射的影像会变得扭曲、变形，特别是镀膜玻璃的这种变形会很明显。因此对弧形玻璃的加工除几何尺寸要求外，特别规定了其拱高及弯曲度的允许偏差。

10.4.5 因为玻璃钢化后不能再进行机械加工，因此玻璃的裁切、磨边、钻孔等都必须在钢化前完成。玻璃板块钻孔的允许偏差是根据机械加工原理、公差理论、玻璃钻孔设备及刀具的加工精度而定的。

当玻璃板块由两片单层玻璃组合而成时，在制作过程中必须单片分别加工后再合片。如果两片玻璃孔径大小一致，则所有的孔都要对位准确，实际操作非常困难，主要是因为单片玻璃制作时存在形状、尺寸、孔位、孔径等允许偏差。常用的方法是两片单层玻璃钻大小不同的孔，以使多孔完全对位。

中空玻璃开孔后，开孔处胶层应双道密封，内层密封可采用

丁基密封腻子，外层密封应采用硅酮结构密封胶，打胶应均匀、饱满、无空隙。

10.4.6 当制作地和安装地海拔差超过500米，宜采取毛细管平衡气压，防止玻璃变形、腔内进水和起雾。采用立式注胶法进行中空玻璃加工时，玻璃内的气压与大气压是平衡的，但当安装所在地与加工所在地的气压相差较大时，中空玻璃受到气压差的影响会产生不可恢复的变形，因此应采取适当措施来消除气压差。

10.6 隐框、半隐框玻璃幕墙组件

10.6.1 隐框、半隐框幕墙制作中，对玻璃和支承框的清洁工作，是关系到幕墙构件加工成败的关键步骤之一，要十分重视和认真按规范规定进行操作。如清洗不干净，将对构件的质量与安全留下隐患。

应分别使用带溶剂的擦布和干擦布清除干净；每清洁一个构件或一块玻璃，应更换清洁的擦布。一定要坚持二块布清洗的方法，一块布只用一次，不许重复使用；在溶剂完全挥发之前，用第二块干净的布将表面擦干；应将用过的布洗净晾干后再行使用；要坚持把用于清洗的溶剂倒在干净的布上，不允许将布浸入溶剂中；玻璃槽口可用干净的布包裹油灰刀进行清洗。清洗工作最好二人一组进行，一个用溶剂清洗玻璃及其支承构件，另一人用干净的布在溶剂未完全干燥前，将表面的溶剂、松散物、尘埃、油渍和其他污物清除干净。

10.6.4 针对镀膜玻璃和喷涂型材，根据其镀膜和涂层材料的粘结性能和技术要求，确定加工制作工艺。

10.6.5 硅酮结构密封胶在长期重力荷载作用下承载力很低（强度设计值仅为0.01MPa），固化前强度更低，而且硅酮结构密封胶在重力作用下会产生明显的变形。若使硅酮结构密封胶在固化期间处于受力较大的状态，会造成幕墙的安全隐患。因此，在加

工组装过程中应采取措施减小结构胶所承受的应力。注胶后(完全固化前)的玻璃板块应分块安置,不宜直接叠放。

10.7 单元式玻璃幕墙组件

10.7.1 由于单元幕墙板块在主体结构上的安装方式特殊,通常都采用插接方式,安装后不容易更换,所以必须在加工前对各板块编号。根据单元幕墙对安装次序要求严格的特点,宜将主体工程和幕墙工程作为一个系统工程考虑,对整个建筑工程施工机具设置的地点和时间,要进行总平面布置。

单元式幕墙板块应在工厂内组装,组装后运往施工现场安装,运输工作量往往较大,这样单元板块的配送管理就显得十分重要。考虑施工现场堆放场地有限,单元板块应依照安装顺序的配送进场。

10.7.2 由于单元板块自重较大,且在工厂内组装,其连接构造应牢固可靠,以免在运输及吊装中存在安全隐患。单元式幕墙一般采用结构构造防水,其横梁、立柱常作为集水槽或排水通道,且安装后不容易发现渗漏部位,因此构件连接处的缝隙应作好密封,以防渗漏。

10.7.3 单元式玻璃采用构造防水时,板块间的缝隙一般为空缝,若结构胶处于板块外侧直接受到紫外线照射会影响其性能,因此应采取措施使结构胶不外露,而且结构胶也不能作为防水密封材料使用。

10.7.4 明框单元板块中玻璃是靠压板固定的,而且玻璃与槽口要按规定保留间隙,因此在搬运、吊装过程中应采取措施防止玻璃滑动或变形。

10.7.5 工艺孔宜封堵主要是考虑幕墙的美观性,并保证幕墙的气密性和水密性。

11　安装施工

11.1　一般规定

11.1.4　根据住房城乡建设部办公厅关于实施《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》有关问题的通知(建办质〔2018〕31号)的规定,施工高度50 m及以上的建筑幕墙安装工程为超过一定规模的危险性较大的分部分项工程。幕墙施工单位应编制专项施工方案,专项施工方案应包括下列内容:

1　工程概况:工程概况和特点、施工平面布置、施工要求和技术保证条件;

2　编制依据:相关法律、法规、规范性文件、标准、规范及施工图设计文件、施工组织设计等;

3　施工计划:施工进度计划、材料与设备计划;

4　施工工艺技术:技术参数、工艺流程、施工方法、操作要求、检查要求等;

5　施工安全保证措施:组织保障措施、技术措施、监测监控措施等;

6　施工管理及作业人员配备和分工:施工管理人员、专职安全生产管理人员、特种作业人员、其他作业人员等;

7　验收要求:验收标准、验收程序、验收内容、验收人员等;

8　应急处置措施;

9　计算书及相关施工图纸。

11.1.8　玻璃幕墙的施工测量,主要强调:玻璃幕墙分格轴线的测量应与主体结构的测量配合,主体结构出现偏差时,玻璃幕墙分格应根据主体结构偏差及时进行调整,不得积累;定期对玻璃幕墙安装定位基准进行校核,以保证安装基准的正确性,避免因

此产生安装误差；对高层建筑，风力大于 4 级时容易产生不安全或测量不准确问题。

11.1.9 安装过程中的半成品容易被损坏、污染，应引起重视，采取保护措施。

11.1.10 镀膜玻璃膜面有方向性，向内、向外效果不同；如果方向不正确，还会影响镀膜的寿命。

11.2 安装施工准备

11.2.2 对于已加工好的幕墙构件，在运输、储存过程中，应特别注意防止碰撞、污染、锈蚀、潮湿等，在室外储存时更要采取有效保护措施。

11.3 预埋件、后锚固连接件

11.3.1 幕墙工程中，常用的预埋件有平板型预埋件和槽型预埋件两大类。预埋件的制作质量和安装质量，直接关系到玻璃幕墙的安全；预埋件位置的准确性，是幕墙支承构件安装施工质量的基础。实际工程中，可采用铁丝将锚筋或锚爪绑扎在构件钢筋上，防止捣制混凝土时造成预埋件位置偏移等缺陷。预埋件的埋设位置应符合设计规定。预埋件的位置应使锚筋或锚爪位于构件的外层主筋的内侧。锚筋或锚爪至构件边缘的距离应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。预埋件安装到位后，应采取有效措施，对预埋件进行固定，并进行隐蔽工程验收。

11.3.2 根据重庆市住房和城乡建设委员会关于发布《重庆市建设领域禁止、限制使用落后技术通告(2019 年版)》的通知的规定，膨胀螺丝施工质量难以保证，存在安全隐患，不得用于幕墙主框架与主体结构连接。

11.3.4 安装化学锚栓的锚栓孔孔壁和螺杆表面潮湿不干净时，会降低锚固胶与孔壁和螺杆的粘结强度，安装化学锚栓时，应保持孔壁和螺杆表面干燥、洁净、无油污。安装化学锚栓螺杆时，采用冲击电钻和专用夹具。冲击电钻可采用低转速，一方面便于螺杆击碎锚固胶容器（玻璃管），另一方面可对锚固胶进行搅拌，有利于锚固胶与孔壁和螺杆粘结。过于旋转、搅拌，会造成锚固胶溢出，减少粘结面，降低粘结承载力，所以条文规定：螺杆到达孔底后，应及时停止旋转。

锚固胶的固化需要一定的时间，在锚固胶完全固化前，应采取有效措施固定螺杆，防止螺杆松动、移位，并随时检查锚固胶固化是否正常。

11.4 框支承玻璃幕墙

11.4.1 立柱安装的准确性和质量，影响整个幕墙的安装质量，是幕墙安装施工的关键之一。通过连接件的幕墙平面轴线与建筑物的外平面轴线距离的允许偏差应控制在 2mm 以内，特别是建筑平面呈弧形、圆形和四周封闭的幕墙，其内外轴线距离影响到幕墙的周长，影响玻璃板的封闭，应认真对待。

立柱一般根据建筑要求、受力情况、施工及运输条件确定其长度，通常一层楼高为一整根，铝型材立柱接缝处宜采用配套插芯进行连接，接头应有一定空隙，以适应和消除建筑受力变形及温差变形的影响。立柱接头处应采用硅酮耐候密封胶密封。

11.4.2 横梁一般通过插芯与立柱连接，横梁两端与立柱连接处应留出空隙（也可以采用弹性橡胶垫，橡胶垫应有足够的压缩变形能力）以适应和消除横向温度变形的影响。空隙处宜用硅酮耐候密封胶密封。

11.4.4 幕墙玻璃安装采用机械或人工吸盘，故要求玻璃表面擦拭干净，以避免发生漏气，保证施工安全。玻璃镀膜层位置应符

合设计要求。

11.4.6 硅酮耐候密封胶的施工必须严格遵照施工工艺进行。夜晚光照不足，雨天缝内潮湿，均不宜打胶；打胶温度应在指定的温度范围，打胶前应使打胶面干燥、清洁无尘。

较深的密封槽口底部可用聚乙烯发泡垫杆填塞，以保证硅酮耐候密封胶的设计施工位置。

硅酮耐候密封胶在接缝内要形成两面粘结，不应三面粘结，否则，胶在反复拉压时，容易被撕裂，失去密封和防渗漏作用。

11.5 单元式玻璃幕墙

11.5.1 选择适当吊装机具将板块可靠地安装到主体结构上，是保证单元吊装的前提条件；强调吊具与单元板块之间，在起吊中不应产生水平方向分力，是为防止产生过大挤压力或拉力，使单元内构件受损。

11.5.3 单元板块宜设置专用堆放场地，并应有安全保护措施。周转架方便运输、装卸和存放，对保证单元板块质量作用很大，单元板块存放时应依照安装顺序先出后进的原则排列放置，防止多次搬运对单元板块造成损坏、变形，保证幕墙质量；单元板块应避免直接叠层堆放，防止单元板块因重力作用造成变形或损坏。

11.5.4 起吊和就位时，检查吊具、吊点和主体结构上的挂点，是安全需要。对吊点数量、位置进行复核，保证单元吊装的准确性、可靠性。如果吊点处没有足够强度和刚度，单元板块容易损坏，产生危险，因此，必要时可对吊装点进行必要加固和试吊。采用吊具起吊单元板块时，应使各吊装点的受力均匀，起吊过程应保持单元板块平稳，以减小动能和冲量。吊装就位时，应先把单元板块挂到主体结构的挂点上；板块未固定前，吊具不得拆除，防止意外坠落。

11.6 全玻幕墙

11.6.1 全玻幕墙的镶嵌槽口是否清洁，直接关系到安装质量，同时也影响其美观性，必须清理干净。

11.6.2 全玻幕墙安装过程中，面板和玻璃肋安装的水平度和垂直度，直接影响立面效果和安全，准确安装还可避免面板和玻璃肋因受力不均而破损。

11.6.4 全玻幕墙玻璃两边嵌入槽口深度及预留空隙应符合设计要求，主要考虑到：玻璃发生弯曲变形后不会从槽内拔出；玻璃在平面内伸长时不致触及槽壁，以免变形受限；玻璃表面与槽口侧壁留有足够空隙，防止玻璃被嵌固，造成破损。

11.6.5 全玻幕墙玻璃的尺寸一般较大，自重也较大，应采用合适的吊装机具和绑扎措施，采用吸盘安装时，应根据玻璃强度、外形尺寸和重量合理的选型，并计算模拟固定位置，并应采取必要的安全措施，防止玻璃倾覆、坠落或破碎。

11.7 点支承玻璃幕墙

11.7.1 爪件的安装精度，关系到点支承玻璃幕墙的美观性和安全性。通过爪件三维调整，使玻璃面板位置准确，保证爪件表面与玻璃面平行。

11.8 张拉索杆支承结构

11.8.2 不同的索结构对预应力变化的敏感程度不同。因此，在张拉前应由设计单位和施工单位共同确定张拉的控制原则，即是控制索力还是控制位移，或两者兼控，并确定索力及位移的允许偏差值。一般索的张拉力允许偏差不宜大于设计值的10%。

11.9 安全规定

11.9.1 玻璃幕墙安装施工应根据国家有关劳动安全、卫生法规和技术标准的规定，结合工程实际情况，制定详细的安全操作守则，确保施工安全。采用外脚手架进行玻璃幕墙的安装施工时，脚手架应经过设计和必要的计算，在适当部位与主体结构应可靠连接，保证其足够的承载力、刚度和稳定性。

12　工程验收

12.1　一般规定

12.1.1　玻璃幕墙工程的材料进场验收包括玻璃幕墙原材料、半成品和构配件。材料进场验收是对进场材料(原材料、半成品和构配件)是否满足设计及相关规范规定进行检查,把好材料(原材料、半成品和构配件)质量关。隐蔽工程验收是施工过程中的抽样检查和隐蔽工程验收,把好施工过程质量关。工程竣工验收是对玻璃幕墙工程的过程及结果进行全面复核,把好玻璃幕墙工程总体质量关。这是质量控制全过程必须要做好的工作,并要及时做好记录,建立完整的技术资料档案,缺一不可。

12.1.2　根据《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210-2018第11.1.5条第1款的规定: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。当一幢建筑有一幅以上的幕墙时,考虑到幕墙质量的重要性,要求以一幅幕墙作为独立检查单元,对每幅幕墙均要求进行检验验收。对异形或有特殊要求的幕墙,检验批的划分可由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

12.2　材料进场验收

12.2.2　对所有进场的材料要分别检查有关质量保证资料,这是为了保证使用的材料符合玻璃幕墙工程的要求。

12.3 隐蔽工程验收

12.3.2 锚栓宜按设计值进行现场拉拔试验，有特殊要求时可进行极限承载力拉拔，但拉拔位置不应在使用位置。

12.4 工程竣工验收

12.4.1 本条主要规定各类型幕墙竣工验收时应具备的技术资料以及应达到的安装质量要求，其他质量保证资料是本条中未提及的与工程质量相关的资料，如经业主或监理签字的技术变更单等。

12.4.3 应急救援窗涉及应急救援，因此其标志应明显并具有永久性。光伏幕墙积累的灰尘、沙子、叶片等杂质，不仅会降低光伏板的发电效率，还会导致光伏板短路或损坏。因此，光伏幕墙应设置永久性清洗设施对光伏幕墙进行定期清洗。

13 维护保养

13.1 一般规定

13.1.1 为了使玻璃幕墙在使用过程中达到和保持设计要求的功能，确保安全，规定玻璃幕墙施工方应向业主提供《玻璃幕墙使用维护说明书》，作为工程竣工交付内容的组成部分，指导玻璃幕墙的使用和维护。玻璃幕墙日常维护可由物业工程部进行日常巡查，玻璃幕墙定期检查可由物业工程部、第三方检测鉴定机构或施工单位进行定期检查，玻璃幕墙安全性检测鉴定应由相应资质的第三方检测鉴定机构进行，玻璃幕墙维修应由具有幕墙专业资质的施工单位进行维修和更换施工，玻璃幕墙维护应由具有外墙清洗服务资质的单位进行保养和清洗作业。

针对玻璃幕墙维护保养、改造、加固或者拆除的施工单位目前没有专项资质的规定，需要具有建筑幕墙工程专业承包资质的施工单位进行。

13.2 检查与维护

13.2.1 玻璃幕墙在使用过程中定期检查和维护很重要，本条对此作了明确的规定，特别是玻璃幕墙使用十年后，隐框玻璃幕墙硅酮结构密封胶是粘结玻璃与铝合金副框的胶粘剂，具有承受和传递荷载的重要作用，因此需要每三年检查一次。

玻璃幕墙面板有无松动的检查，可参照《玻璃幕墙面板牢固度检测方法》GB/T 39525 检测玻璃幕墙松动和预测坠落风险。

拉杆或拉索结构的玻璃幕墙工程随时间推移会产生拉力损失。为了保证这类玻璃幕墙的性能稳定和使用安全，拉杆或拉索

玻璃幕墙在工程竣工验收后六个月时，必须进行一次全面的拉力检查和调整，以后每三年检查一次。

玻璃幕墙实施改造、加固或者拆除的内容和建议，应根据具有相应专业资质的单位出具的检测鉴定报告建议内容实施，玻璃幕墙完成改造、加固或者拆除后，应委托具有相应专业资质的单位进行完工后的验收检测鉴定。

13.3 保养和清洗

13.3.1 玻璃幕墙在使用过程中外表面易被灰尘等污染，需进行定期清洗。