

广东省标准



DBJ/T 15-270-2024

备案号 J 17686-2024

建筑幕墙工程技术标准

Technical standard for curtain wall engineering

2024-08-15 发布

2025-03-01 实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

广东省标准

建筑幕墙工程技术标准

Technical standard for curtain wall engineering

DBJ/T 15-270-2024

住房和城乡建设部备案号：J 17686-2024

批准部门：广东省住房和城乡建设厅

施行日期：2025年3月1日

中国城市出版社

2024

广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准 《建筑幕墙工程技术标准》的公告

粤建公告〔2024〕38号

经组织专家委员会审查，现批准《建筑幕墙工程技术标准》为广东省地方标准，编号为 DBJ/T 15-270-2024。本标准自 2025 年 3 月 1 日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释，并于出版后在广东省住房和城乡建设厅门户网站（<http://zfcxjst.gd.gov.cn>）公开标准全文。

广东省住房和城乡建设厅
2024 年 8 月 15 日

前 言

根据《广东省住房和城乡建设厅关于发布〈2020年广东省工程建设标准制（修）订计划〉的通知》（粤建科函〔2020〕397号）要求，编制组在认真调查研究总结工程实践经验并广泛征求意见的基础上，完成了本标准的编制。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 幕墙设计；5 幕墙加工制作；6 安装施工；7 检验与检测；8 工程验收；9 使用维护。

本标准不涉及专利。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至广东省建筑科学研究院集团股份有限公司（地址：广州市先烈东路121号；邮政编码：510500；E-mail: gdmqjc@126.com）。

本 标 准 主 编 单 位：广东省建筑科学研究院集团股份有限
公司

广东世纪达建设集团有限公司

本 标 准 参 编 单 位：深圳市方大建科集团有限公司

深圳市三鑫科技发展有限公司

澳门金属结构协会

广东省建设工程质量安全检测总站有
限公司

江门耀皮工程玻璃有限公司

广州市白云化工实业有限公司

广州集泰化工有限公司

广东创高幕墙门窗工程有限公司

广东省建筑设计研究院有限公司

广东坚朗五金制品股份有限公司
广州建筑装饰集团有限公司
深圳市大地幕墙科技有限公司
深圳市中筑科技幕墙设计咨询有限公司

本标准主要起草人员：杨仕超 张士翔 黄庆文 赖燕德
文 林 麦志基 蔡广剑 何志坚
赵光豪 张冠琦 杨翠涓 高新来
黄俊强 廖 拓 李国星 刘 鹏
赵 波 刘建伟 董敬玲 杨丰亮
本标准主要审查人员：杜继予 胡忠明 闭思廉 陈 峻
宋咏明 刘忠伟 李万昌

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
3.1	基本要求	5
3.2	设计工作年限和耐久性	5
4	幕墙设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	安全措施	9
4.3	设计参数及性能指标	10
4.4	材料	12
4.5	性能设计	13
4.6	构造设计	14
4.7	支承结构设计	18
4.8	面板及其连接设计	24
4.9	开启扇设计	28
4.10	幕墙信息化管理规定及信息模型	29
5	幕墙加工制作	31
5.1	一般规定	31
5.2	构件加工	31
5.3	单元板块加工	38
5.4	包装、出厂及运输	40
6	安装施工	42
6.1	一般规定	42

6.2	安装准备	42
6.3	支承结构构件及附件安装	43
6.4	面板安装	44
6.5	单元式幕墙安装	45
6.6	隐蔽工程及收口安装	46
7	检验与检测	47
7.1	一般规定	47
7.2	性能检测	47
7.3	材料复验	48
7.4	现场检测	49
8	工程验收	50
8.1	一般规定	50
8.2	主控项目	51
8.3	一般项目	59
9	使用维护	61
9.1	一般规定	61
9.2	保养和例行安全检查	62
9.3	定期安全检查和安全性鉴定	63
	本标准用词说明	64
	引用标准名录	65
	附：条文说明	69

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Regulations	5
3.1	Basic Requirements	5
3.2	Designed Service Life and Durability	5
4	Design of Curtain Wall	7
4.1	General Regulations	7
4.2	Safety Precautions	9
4.3	Design Parameters and Performance Indicators	10
4.4	Materials	12
4.5	Performance Design	13
4.6	Detailing Design	14
4.7	Design for Supporting Structure	18
4.8	Design for Panel and Its Connection	24
4.9	Design for Operable Leaf	28
4.10	Regulation for Informationalization of Curtain Wall and Information Model	29
5	Manufacturing of Curtain Wall	31
5.1	General Regulations	31
5.2	Manufacturing of Member	31
5.3	Manufacturing of Prefabricated Units	38
5.4	Packaging, Factory-Leaving and Transportation	40

6	Installation	42
6.1	General Regulations	42
6.2	Installation Preparations	42
6.3	Installation for Members of Supporting Structure and Accessories	43
6.4	Panel Installation	44
6.5	Installation for Unitized Curtain Wall	45
6.6	Installation for Concealed Works and Closure	46
7	Inspection and Testing	47
7.1	General Regulations	47
7.2	Performance Test	47
7.3	Material Inspection	48
7.4	Field Inspection	49
8	Project Acceptance	50
8.1	General Regulations	50
8.2	Dominant Items	51
8.3	General Items	59
9	Operation and Maintenance	61
9.1	General Regulations	61
9.2	Maintenance and Routine Safety Inspection	62
9.3	Regular Safety Inspection and Safety Appraisal	63
	Explanation of Wording in This Standard	64
	List of Quoted Standards	65
	Addition: Expalnation of Provisions	69

1 总 则

1.0.1 为使广东省地区的建筑幕墙工程符合适用、经济、绿色、美观的建筑方针，满足可持续发展、技术先进、安全可靠等要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑幕墙新建、改建、扩建工程的设计、加工、施工、检验、验收和使用维护。

1.0.3 本标准适用于高度不大于 500m 的玻璃幕墙和金属幕墙、高度不大于 100m 的花岗岩石材幕墙、高度不大于 50m 的人造板材幕墙和其他板材幕墙工程。

1.0.4 建筑幕墙工程除应符合本标准规定外，尚应符合国家、行业和本省现行有关强制性标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 构件式幕墙 stick curtain wall

在施工现场依次安装支承框架构件和面板的框支承建筑幕墙。

2.1.2 单元式幕墙 unitized curtain wall

由面板与支承框架在工厂组装成基本单元，在现场完成安装的框支承建筑幕墙。

2.1.3 建筑幕墙结构 curtain wall structure

建筑幕墙中承受作用并具有适当刚度的各连接部件有机组合而成的系统。

2.1.4 开放式幕墙 unsealed curtain wall

幕墙板块间接缝不采取密封措施的建筑幕墙。

2.1.5 遮阳装置 shading devices

由部件组成，用以遮挡或调节进入室内的太阳辐射的系统装置。

2.1.6 幕墙信息模型 curtain wall information model

幕墙物理和特性的数字化表达。

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_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

f_g ——玻璃强度设计值；

f_s ——钢材强度设计值。

2.2.2 作用和作用效应

d_f ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值；

$d_{f,lim}$ ——构件挠度限值；

G_k ——重力载荷标准值；

M ——弯矩设计值；

M_x ——绕 x 轴的弯矩设计值；

M_y ——绕 y 轴的弯矩设计值；

N ——轴力设计值；

P_{Ek} ——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值；

q_{Ek} ——垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值；

R ——结构构件抗力设计值；

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；

V ——剪力设计值；

w_0 ——基本风压；

w_k ——风荷载标准值；

σ_{wk} ——风荷载作用下幕墙面板最大应力标准值；

σ_{Ek} ——地震作用下幕墙面板最大应力标准值。

2.2.3 几何参数

a ——矩形面板短边边长、面板区格短边边长；

A ——构件截面面积或毛截面面积、幕墙板块面积；

A_n ——立柱净截面面积；

b ——矩形面板长边边长；

c_s ——硅酮结构密封胶的粘结宽度；

l ——跨度；

t ——面板厚度、型材截面厚度；

t_s ——硅酮结构密封胶粘结厚度；

W ——毛截面抵抗矩；
 W_n ——净截面抵抗矩；
 W_{nx} ——绕 x 轴净截面抵抗矩；
 W_{ny} ——绕 y 轴净截面抵抗矩；
 λ ——长细比。

2.2.4 系数

α ——材料线膨胀系数；
 $\alpha_{\max}$ ——水平地震作用系数最大值；
 β_E ——地震作用动力放大系数；
 β_{gz} ——阵风系数；
 β_z ——风振系数；
 ϕ ——稳定系数；
 γ ——塑性发展系数；
 γ_0 ——结构构件重要性系数；
 γ_g ——材料自重标准值；
 γ_E ——地震作用分项系数；
 γ_G ——永久荷载分项系数；
 γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数；
 γ_w ——风荷载分项系数；
 η ——折减系数；
 μ_s ——风荷载体型系数；
 μ_z ——风压高度变化系数；
 ν ——材料泊松比；
 ψ_E ——地震作用效应的组合值系数；
 ψ_w ——风荷载作用效应的组合值系数。

2.2.5 其他

K ——传热系数；
 SC ——遮阳系数；
 R_w ——空气计权隔声量；
 $SHGC$ ——太阳得热系数。

3 基本规定

3.1 基本要求

3.1.1 建筑幕墙的设计、加工、施工安装、检测检验、验收、使用维护应符合相关建筑、结构、抗震、环境、施工等通用规范及相关幕墙的国家、行业标准的规定。

3.1.2 幕墙设计应综合考虑建筑需求及周边环境因素，合理选择幕墙形式。幕墙性能应满足建筑设计要求。幕墙结构应能承受在施工和使用期间可能出现的各种作用，应能满足安全性、适用性和耐久性要求。

3.1.3 幕墙材料选用应符合国家及行业现行有关材料标准的规定，并满足设计要求。幕墙构件、组件和配件均应按照设计要求在工厂完成加工组装。

3.1.4 幕墙施工全过程应做好产品保护。施工方案应符合施工总承包的安全规定。

3.1.5 幕墙检验与检测应满足设计要求。

3.1.6 幕墙工程竣工验收应按分部工程划分，并符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

3.1.7 幕墙工程使用维护责任主体应制定幕墙使用、保养、检查、鉴定的制度，并组织实施。

3.1.8 建筑幕墙工程设计、加工、施工、检验、使用维护应实行全过程质量控制，宜实行全过程信息化管理。

3.2 设计工作年限和耐久性

3.2.1 建筑幕墙设计应规定建筑幕墙结构设计工作年限。

3.2.2 建筑幕墙应采用安全环保节能材料。

3.2.3 幕墙材料应根据环境条件对耐久性的影响，采取相应的防护措施。幕墙材料防腐蚀设计应合理确定防腐蚀设计年限，对结构构件应加强防护。钢结构构件防腐蚀设计应符合国家标准《钢结构设计标准》GB 50017—2017 第 18.2 节的规定。铝合金结构防腐蚀设计应符合国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429—2007 第 10.5 节的规定。

3.2.4 幕墙材料应具有产品合格证、质量保证书及相关性能检测报告。进口材料应符合国家商品检查规定。

4 幕 墙 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 幕墙设计应根据建筑类别、使用功能、高度、地理气候、环境、立面效果等确定建筑幕墙形式、立面分格和装置措施，满足功能和性能要求。

4.1.2 建筑幕墙对于建筑所处环境的风荷载、地震及气候特征等因素，应具有相应的适应能力与抵抗能力。在正常使用状态下，建筑幕墙应具有良好的工作性能。抗震设计的建筑幕墙，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一般修复后应仍能继续使用；在罕遇地震作用下幕墙支承结构构件不得脱落。

4.1.3 建筑幕墙应采取防构件脱落和防撞破坏措施。

4.1.4 建筑幕墙设计文件应包括设计说明、设计图纸、幕墙结构计算书、幕墙热工计算书。

4.1.5 幕墙施工图设计总说明应包含以下内容：工程概况、设计依据、建筑幕墙结构设计工作年限、幕墙种类及组成、幕墙总面积及各分部分项面积组成、幕墙开启方式及面积、幕墙材料选用、幕墙性能级别、幕墙制作安装技术、幕墙性能模拟测试专项文件、危险性较大的分部分项工程专项文件。

4.1.6 幕墙施工图应由立面图、平面图、剖面图、局部放大图、节点构造详图、防火构造节点详图、防雷构造节点详图、防水构造节点详图、收口构造节点详图、开启扇构造节点详图、变形缝构造节点详图、防坠落构造节点详图、预埋件图、后置埋件图、局部三维图等组成。幕墙性能模拟测试专项文件设计图应与施工图一致。

4.1.7 幕墙设计、加工、施工安装、使用维护全过程宜进行信息化管理。

4.1.8 幕墙结构应按围护结构设计，设计基准期为 50 年。设计荷载应按现行广东省标准《建筑结构荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定取值，应考虑永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用、施工荷载、清洗荷载、维护荷载；斜幕墙还应考虑活荷载、积灰荷载、雪荷载。

4.1.9 幕墙结构应根据传力途径对幕墙面板、支承结构、连接与锚固等依次设计和计算，确保幕墙的安全适用。幕墙结构应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和相对于主体结构的位移能力。主体结构应能够承受幕墙传递的荷载和作用。幕墙与主体结构的连接应牢固可靠，锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

4.1.10 幕墙结构应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式计算，进行承载能力极限状态、正常使用极限状态、耐久性极限状态设计。幕墙结构效应设计值应取各作用组合中的最不利取值。幕墙结构承载能力极限状态设计应使幕墙结构的抗力设计值与结构重要性系数的乘积不小于幕墙结构的作用效应设计值。幕墙结构正常使用极限状态设计应使幕墙结构的挠度不大于其相应限值。幕墙结构耐久性极限状态设计应使幕墙结构构件出现耐久性极限状态标志或限值的年限不小于其设计工作年限。

4.1.11 幕墙钢结构设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定；铝合金结构设计应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定。

4.1.12 幕墙的防火设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《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 的规定。玻璃幕墙的防火设计尚应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规

定；金属与石材幕墙的防火设计尚应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定；人造板材幕墙的防火设计尚应符合现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的规定；铝合金结构耐火及隔热设计尚应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定；钢结构抗火及隔热设计尚应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。供消防救援进出的应急窗口设置应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

4.1.13 幕墙的防雷设计应符合现行国家标准《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、《民用建筑电气设计标准》GB 51348 的规定，应按建筑物的防雷分类采取可靠的电位连接措施。

4.1.14 幕墙防水设计应进行专项设计，应规定防水设计工作年限，应编制专项防水系统说明和防排水构造图，明确材料、构造、加工及安装要求。防水设计应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的规定并按一级防水等级设计，性能指标应与广东省气候特征、幕墙类型及边界条件相适应，材料及构造应满足耐久性要求。

4.1.15 当幕墙跨越主体结构的变形缝时，应在变形缝两侧分别独立设置幕墙支承结构、面板及其连接，相应部位应密封并能适应主体结构的变形。

4.1.16 建筑幕墙应选择合适的维护及清洁方式，应提供专项设计，满足安全性、耐久性要求。安装维护清洗装置（包括擦窗机）应选取专用支承结构与主体结构可靠连接，连接方式应经结构计算确定。宜编制专项维护清洗装置系统说明和构造图，明确材料、构造、加工及安装要求。

4.2 安全措施

4.2.1 建筑幕墙加工、施工安装、检测检验、验收、使用维护时，均应采取防坠落措施。

4.2.2 玻璃幕墙应采用安全玻璃。幕墙用钢化玻璃应经均质处理。玻璃面板应有防坠落的措施。高度 4m 及以上部位不宜采用全隐框玻璃幕墙，外倾式的斜幕墙不得采用全隐框玻璃幕墙。

4.2.3 幕墙外表面与地面夹角小于 75° 时，不得采用石材面板。

4.2.4 玻璃幕墙开启扇不得采用全隐框构造做法。

4.3 设计参数及性能指标

4.3.1 幕墙及其与主体结构的连接，风荷载标准值应按下列式计算：

$$w_k = \beta_{gz} \mu_{s1} \mu_z w_0 \quad (4.3.1)$$

式中： w_k ——风荷载标准值（ kN/m^2 ）；

β_{gz} ——高度 z 处的阵风系数，按现行广东省标准《建筑结构设计荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定采用；

μ_{s1} ——风荷载局部体型系数，按现行广东省标准《建筑结构设计荷载规范》DBJ/T 15-101 中对围护结构的规定采用；

μ_z ——风压高度变化系数，按现行广东省标准《建筑结构设计荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定采用；

w_0 ——基本风压（ kN/m^2 ），按现行广东省标准《建筑结构设计荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定采用。

4.3.2 幕墙抗风压性能指标取值应符合以下规定：

1 应根据幕墙所受风荷载标准值 w_k 确定抗风压性能指标值，其指标值不应小于 w_k ，且不应小于 1.0kN/m^2 。

2 在抗风压性能指标值范围内，幕墙的支承结构和面板的挠度限值应符合本标准相关章节的限值规定。

4.3.3 幕墙结构的地震作用标准值应按下列公式计算：

1 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k / A \quad (4.3.3-1)$$

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

- β_E ——动力放大系数，可取 5.0；
 $\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值；
 G_k ——幕墙面板和框架的重力荷载标准值（kN）；
 A ——幕墙平面面积（m²）。

2 平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad (4.3.3-2)$$

式中： P_{Ek} ——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值（kN）。

4.3.4 幕墙气密性能指标取值分级应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。

4.3.5 幕墙水密性能指标取值应按下式计算：

$$P = 1000 \mu_z \mu_s w_0 \quad (4.3.5)$$

式中： P ——水密性能指标值（N/m²），不应小于 1000N/m²；

μ_z ——风压高度变化系数，按现行广东省标准《建筑结构荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定采用；

μ_s ——风荷载体型系数，取 1.2；

w_0 ——基本风压（kN/m²），按现行广东省标准《建筑结构设计荷载规范》DBJ/T 15-101 的规定采用。

4.3.6 幕墙层间变形性能指标及分级取值应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250 的规定。

4.3.7 幕墙空气隔声性能指标取值应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。

4.3.8 幕墙耐撞击性能指标及分级取值应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙耐撞击性能分级及检测方法》GB/T 38264 的规定。

4.3.9 幕墙热工性能指标取值应符合国家现行标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《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、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75，以及现行广东省标准《广东省公共建筑

节能设计标准》DBJ 15-51 的规定。

4.3.10 幕墙钢构件防腐蚀性能指标取值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。铝合金构件防腐蚀性能指标取值应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定。

4.4 材 料

4.4.1 玻璃的强度设计值应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 及《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的规定采用。铝合金型材的强度设计值应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《铝合金建筑型材》GB/T 5237 系列的规定采用。热轧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 的规定采用。冷弯成型薄壁型钢的强度设计值应按现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定采用。耐候钢的强度设计值应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定采用。索的抗拉强度设计值应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定采用。不锈钢型材和棒材的抗拉、抗压强度设计值 f_{st} 应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定采用。

4.4.2 金属面板与石材的强度设计值应按现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定采用。人造板材板的强度设计值应按现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的规定采用。硅酮结构胶强度设计值应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定采用。螺栓、铆钉、焊缝等连接材料强度设计值应按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定采用。

4.4.3 材料的物理力学性能指标及重力密度标准值应按国家现行标准《铝合金结构设计规范》GB 50429、《钢结构设计标准》GB 50017、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、

《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 及相关材料国家标准的规定采用。

4.4.4 密封胶必须选用处于有效期内且通过粘结性和相容性试验的产品。硅酮结构密封胶还应通过剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。用于隐框及半隐框幕墙玻璃与铝合金附框粘结、全玻璃幕墙玻璃肋与面板粘结的硅酮结构密封胶应满足现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776 的要求。双道密封中空玻璃的一道密封胶应采用性能满足现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914 要求的丁基热熔密封胶，二道密封胶应采用性能满足国家现行标准《中空玻璃用弹性密封胶》GB/T 29755 和《建筑门窗幕墙用中空玻璃弹性密封胶》JG/T 471 的中性硅酮密封胶。

4.4.5 干挂石材幕墙石材面板与金属挂件粘结用环氧胶粘剂性能应满足现行行业标准《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》JC 887 的要求。

4.4.6 玻璃、金属幕墙用接缝密封胶性能应满足现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 中 Gw 类的要求。石材、陶板、瓷板幕墙用接缝密封胶应选用石材专用密封胶，性能应满足现行国家标准《石材用建筑密封胶》GB/T 23261 的要求。硅酮类密封胶不应含烷烃增塑剂。防火封堵用防火密封胶的性能应满足现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 中防火密封胶的要求。

4.4.7 建筑幕墙用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶制品密封胶条性能应满足国家现行标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498 及《建筑用高温硫化硅橡胶密封件》JG/T 488 的要求。

4.4.8 人造板材面板强度设计值应按现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 和《玻璃纤维增强水泥（GRC）建筑应用技术标准》JGJ/T 423 的规定采用。

4.5 性能设计

4.5.1 幕墙的性能设计应依据建筑设计参数及性能指标，并满

足抗风压、抗震、气密、水密、层间变形、保温、隔热、隔声、防火、防雷、耐撞击、光学等性能要求。

4.5.2 幕墙的立面设计应符合幕墙光反射环境评价的相关规定，应合理选择面板材质减少光反射，宜选用外遮阳构件、绿化等遮挡措施。

4.5.3 幕墙热工性能设计应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《公共建筑节能设计标准》GB 50189、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75，以及现行广东省标准《广东省公共建筑节能设计标准》DBJ 15-51 的规定，并应满足建筑设计的热工性能要求。

4.5.4 幕墙的气密性能分级不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中规定的 3 级。

4.5.5 幕墙的水密性能分级不应低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中规定的 3 级。

4.5.6 幕墙开启扇应满足主体建筑设计对室内空间的通风换气要求。

4.5.7 幕墙开启扇的反复启闭性能应根据建筑幕墙结构的设计工作年限确定，设计工作年限不小于 50 年时反复启闭次数应不少于 5 万次，设计工作年限不小于 25 年时反复启闭次数应不少于 2.5 万次。

4.5.8 楼层外缘无实体墙的玻璃部位应采取防护措施，防护措施应按现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 的规定设计。

4.6 构造设计

4.6.1 建筑幕墙的构造设计应符合结构设计计算分析模型的假定，并满足安全美观的原则。幕墙结构与主体结构间的连接构造应牢固可靠，且能适应主体结构和幕墙间的相互变形。

4.6.2 幕墙构造设计应便于制作、安装、维修保养和局部更换。

4.6.3 幕墙结构构件的连接应有可靠的防松、防脱和防滑措施，并进行节点结构分析。连接件、焊缝、螺钉、螺栓、铆钉设计，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定。每一连接处，受力螺栓、螺钉、铆钉不应少于 2 个。

4.6.4 构件式幕墙横梁与立柱连接间隙应适应温度变形，并采用柔性密封。钢横梁及立柱连接为焊接时，幕墙立面宽度超过 50m 时应计算温度作用效应。

4.6.5 构件式幕墙上、下立柱的连接应满足荷载及作用传递并适应层间变形，应经结构计算确定。立柱接缝应封闭，终端外露型材腔口应封闭。插芯壁厚不应小于立柱的壁厚。

4.6.6 构件式幕墙横梁及立柱截面应经结构计算确定尺寸，截面厚度选用尚应符合现行行业标准的相关规定。

4.6.7 幕墙立柱采用钢铝组合型材时，铝型材与钢型材之间应有防腐隔离措施并连接牢固。

4.6.8 幕墙结构构件与主体结构的连接应经结构计算确定，幕墙结构构件与主体混凝土结构应通过预埋件连接。幕墙结构构件与主体钢结构应通过转接件连接，宜在主体钢结构加工厂安装转接件。

4.6.9 幕墙的所有连接部位应采取措施，防止构件之间产生接触噪声。不同金属材料相接触部位，应设置绝缘衬垫或采取有效的防电化学腐蚀隔离措施。

4.6.10 幕墙密封胶的位移能力应符合设计要求，宽度和厚度应满足结构计算要求。

4.6.11 幕墙防排水构造设计应按照工程流体力学原理采用物理导向排水构造，易渗漏部位宜构建第二道防排水构造。外露螺钉应带胶拧紧。面板为开缝或遮挡式板缝构造时，内侧应设封闭式防水构造层。

4.6.12 幕墙防水系统设计中，不同材质面板交接处、不同面交界处应采取专门措施。排水接口部位应有效密封，排水孔应有防

倒灌措施。屋顶女儿墙压顶内侧宜设第二道防水层。

4.6.13 构件式幕墙防水系统构造设计应符合以下规定：

1 明框幕墙面板压板不应单边悬空。采用压板内胶条密封时，应在面板周边与型材槽口侧边的缝隙内注胶密封或设置引排水构造。

2 横向压板及装饰盖板内外泄水孔应交错设置。盖板悬挑大于 100mm 时，宜设排水坡度和滴水线，盖板衔接处应有效密封。压板宜通长布置，螺钉间距不大于 300mm。

3 半隐框幕墙的明框面板边缘与型材槽口侧边的缝隙应注密封胶，并与隐框面板边缘密封胶连续相接。

4 幕墙密封胶缝处内侧填充材料位置应满足密封胶的有效深度要求。

4.6.14 单元式幕墙防水系统设计应符合以下规定：

1 单元板块吊装孔不应损害幕墙单元板块的防水构造，单元式幕墙的收口连接部位及单元式幕墙与其他幕墙的连接部位，应采取可靠的密封措施。

2 单元板块导气孔及排水孔应通畅，分层排水单元组件的上横梁断面应设排水坡，坡度不宜小于 3%；横梁各腔体顶面不应开设导排水孔，室内侧胶条横竖交错处横梁端部缝隙应注胶封堵。

3 单元板块十字相交处周边应注胶密封，横梁胶条板应连续设置，胶条周圈应闭合。

4 单元板块面板及横竖框连接处应采取密封措施，框架连接螺钉宜带胶拧入，螺钉和螺栓部位应有防水与防松退措施，工艺孔应注胶密封或采用橡胶帽封堵。

5 单元式幕墙的插接部位、对接部位以及开启部位防水构造，应按压力平衡原理设计；插接构件宜选用组合后能形成 2 个或以上腔体的型材，组合后板块间对插部位应有导插构造。

4.6.15 单元式幕墙气密性能构造设计应符合以下规定：

1 单元式幕墙的插接接缝设计应使单元部位之间保持适量

的搭接长度，能适应温度、主体结构的层间变形和地震作用下的位移，单元式幕墙玻璃板块与单元框的安装间隙应符合行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 第 4.3.12 条的规定；

2 单元式幕墙的对接接缝密封条弹性应能满足气密性能和水密性能的要求。

4.6.16 单元式幕墙可拆卸构造设计应考虑提供面板拆卸及更换所用的临时固定装置。面板应有足够的刚度，满足在最不利工况拆卸、更换时的要求。

4.6.17 单元式幕墙框架连接应采用不锈钢螺钉并采取密封措施。连接螺钉直径及数量应经计算确定，每个连接点螺钉数量不应少于 3 个，且顶、底横梁与立柱连接的螺钉数量应适当增加。螺钉与型材的连接长度宜不小于 40mm。

4.6.18 转角、弧面、异形单元板块和悬挑尺寸较大的单元板块，横梁与立柱的连接不宜单独采用螺钉承受荷载，可增加刚度较大的连接构件，并经计算确定。

4.6.19 单元板块与主体结构的连接设计应符合下列规定：

1 单元板块与主体结构连接的挂件应可三维调节，应有防止板块滑动、脱落的措施；

2 连接件厚度应经计算确定，钢材厚度不宜小于 8mm，铝合金型材厚度不宜小于 10mm；

3 应采用不锈钢螺栓连接，螺栓公称直径不小于 12mm，每个连接处不少于 2 个螺栓；

4 两个单元板块共用一个连接件与埋件连接时，连接螺栓应经计算确定，且不少于 2 个。

4.6.20 全玻幕墙及点支承玻璃幕墙构造设计应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定；防水尚应符合以下规定：

1 全玻幕墙面板采用槽口固定收边时，各边缝隙应满足有效注胶及安装要求；面板相交收边时，胶缝宽度应经计算确定，且不小于 12mm。

2 点支承装置与玻璃面板连接应采用带胶紧固构造措施；面板的孔隙应加防水垫片密封。

4.6.21 幕墙收口应满足下列基本要求：

- 1 收口应按设计要求进行封闭处理；
- 2 收口不应分担相邻建筑构件所受作用；
- 3 收口与相邻建筑构件间隙应用柔性垫片或密封胶封堵密封处理。

4.7 支承结构设计

4.7.1 幕墙结构应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，用分项系数设计表达式计算，按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计，且应符合下列规定：

1 承载能力极限状态验算应符合下列公式要求：

无地震作用组合时：

$$\gamma_0 S_d \leq R_d \quad (4.7.1-1)$$

有地震作用组合时：

$$S_E \leq R_d / \gamma_{RE} \quad (4.7.1-2)$$

式中： S_d ——无地震作用的作用组合效应设计值；

S_E ——有地震作用的作用组合效应设计值；

R_d ——结构构件抗力设计值；

γ_0 ——结构重要性系数，取不小于 1.0；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，取 1.0。

2 正常使用极限状态下的挠度验算应符合下式要求：

$$d_f \leq d_{f, \lim} \quad (4.7.1-3)$$

式中： d_f ——结构构件的挠度值；

$d_{f, \lim}$ ——结构构件挠度限值。

4.7.2 变形较大的幕墙结构，作用效应计算时应考虑几何非线性影响。对于复杂结构及大跨度结构，应考虑结构的稳定性。

4.7.3 长度超过 50m 的钢结构、大跨度空间结构和预应力结构应计算温度作用，温差采用 60℃。

4.7.4 幕墙构件承载力极限状态作用组合应符合下列规定：

1 无地震作用时，按下式计算：

$$S_d = \gamma_G S_{GK} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_t \gamma_t S_{tk} \quad (4.7.4-1)$$

2 有地震作用时，按下式计算：

$$S_d = \gamma_G S_{GK} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} \quad (4.7.4-2)$$

式中： S_d ——作用组合的效应设计值；

S_{GK} ——永久荷载效应标准值；

S_{wk} ——风荷载效应标准值；

S_{Ek} ——地震作用效应标准值；

S_{tk} ——温度作用效应标准值，对变形不受约束的支承结构及构件，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 ——风荷载组合值系数；

ψ_E ——地震作用组合值系数；

ψ_t ——温度作用组合值系数。

4.7.5 幕墙构件承载力极限状态作用分项系数应按下列规定取值：

1 永久荷载分项系数 γ_G ，当永久荷载效应对承载力不利时取值 1.3；当永久荷载效应对承载力有利时取值不应大于 1.0。

2 风荷载、地震作用、温度作用的分项系数 γ_w 、 γ_E 、 γ_t 分别取 1.5、1.5 和 1.5。

4.7.6 幕墙构件承载力极限状态可变作用组合值系数应按下列规定取值：

1 风荷载效应起控制作用时，风荷载组合值系数 ψ_w 取 1.0，温度作用组合值系数 ψ_t 取 0.6，地震作用组合系数 ψ_E 取 0.5；

2 温度作用效应起控制作用时，温度作用组合值系数 ψ_t 取 1.0，风荷载组合值系数 ψ_w 取 0.6；

3 永久荷载效应起控制作用时,风荷载组合值系数 ψ_w 和温度作用组合值系数 ψ_t 均取 0.6。

4.7.7 构件式幕墙横梁截面应按照作用于横梁上产生的弯矩、剪力和扭矩计算确定;横梁承受轴向力时,尚应验算轴向力影响。开口型材的整体稳定性可采用有限元方法计算,也可根据现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429、《钢结构设计标准》GB 50017 的规定计算。

4.7.8 构件式幕墙横梁截面受弯承载力应符合下式规定:

$$\frac{M_x}{\gamma W_{nx}} + \frac{M_y}{\gamma W_{ny}} \leq f \quad (4.7.8)$$

式中: M_x ——横梁沿 x 轴(平行于幕墙平面方向)的弯矩设计值($N \cdot mm$);

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

W_{nx} ——横梁截面沿 x 轴(幕墙平面内方向)的净截面最小抵抗矩(mm^3);

W_{ny} ——横梁截面沿 y 轴(垂直于幕墙平面方向)的净截面最小抵抗矩(mm^3);

γ ——塑性发展系数,弱硬化铝型材取 1.0,强硬化铝型材和钢型材取 1.05;

f ——型材的强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm^2)。

4.7.9 构件式幕墙横梁截面受剪承载力应符合下列公式规定:

$$\frac{V_y S_x}{I_x t_x} \leq f_v \quad (4.7.9-1)$$

$$\frac{V_x S_y}{I_y t_y} \leq f_v \quad (4.7.9-2)$$

式中: V_x ——横梁水平方向(x 轴)的剪力设计值(N);

V_y ——横梁竖直方向(y 轴)的剪力设计值(N);

S_x ——横梁截面沿 x 轴的毛截面最大面积矩(mm^3);

S_y ——横梁截面沿 y 轴的毛截面最大面积矩(mm^3);

I_x ——横梁截面沿 x 轴的毛截面惯性矩 (mm^4);
 I_y ——横梁截面沿 y 轴的毛截面惯性矩 (mm^4);
 t_x ——横梁截面相应于 x 轴腹板的截面总厚度 (mm);
 t_y ——横梁截面相应于 y 轴腹板的截面总厚度 (mm);
 f_v ——型材的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

4.7.10 在风荷载标准值作用下, 横梁挠度限值 $d_{f, \text{lim}}$ 宜按下列规定采用:

采用铝合金型材横梁时:

$$d_{f, \text{lim}} = l/180 \quad (4.7.10-1)$$

采用钢型材横梁时:

$$d_{f, \text{lim}} = l/250 \quad (4.7.10-2)$$

式中: l ——横梁计算跨度 (mm), 悬臂构件取挑出长度的 2 倍。

当有扭矩作用时还应考虑扭转作用产生的变形。

4.7.11 构件式幕墙横梁与立柱的连接应能承受垂直于幕墙平面的水平力、幕墙平面内的垂直力及绕横梁水平轴的扭转力, 其连接构造、紧固件尺寸、数量应由计算确定。螺栓、螺钉、铆钉与型材连接时尚应验算型材本体的抗剪、局部承压的连接强度, 并满足相应要求。

4.7.12 构件式幕墙横梁与立柱采用角码连接时, 角码应能承受横梁的剪力, 角码壁厚不应小于 3.0mm 。每个连接处的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。

4.7.13 幕墙立柱宜采用上端悬挂方式。立柱下端支承时, 应作为压弯构件设计。承受轴压力和弯矩作用的立柱应验算整体稳定, 并按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 和《钢结构设计标准》GB 50017 的规定验算。梁柱双向滑动连接、销钉连接不得作为立柱的侧向约束。

4.7.14 承受轴向拉力和弯矩作用的立柱, 其承载力应符合下式规定:

$$\frac{N}{A_n} + \frac{M}{\gamma W_n} \leq f \quad (4.7.14)$$

式中: N ——立柱的轴力设计值 (N);

M ——立柱的弯矩设计值 (N · mm);

A_n ——立柱的净截面面积 (mm²);

W_n ——立柱在弯矩作用方向的净截面最小抵抗矩 (mm³);

γ ——截面塑性发展系数, 弱硬化铝型材取 1.0, 强硬化铝型材和钢型材取 1.05;

f ——型材的强度设计值 f_a 或 f_s (N/mm²)。

4.7.15 承受轴压力和弯矩作用的立柱, 长细比 λ 不宜大于 150。

4.7.16 在风荷载标准值作用下, 立柱相对挠度限值 $d_{f, \lim}$ 宜按下列规定采用:

铝合金型材:

$$d_{f, \lim} = l/180 \quad (4.7.16-1)$$

钢型材:

$$d_{f, \lim} = l/250 \quad (4.7.16-2)$$

式中: l ——支点间距离 (mm), 悬臂构件可取挑出长度的 2 倍。

4.7.17 幕墙立柱作用效应计算时应按实际受力状况考虑最不利组合。斜幕墙立柱应考虑倾斜角度的影响。在建筑物平面转角或突变处, 应对立柱截面最小抵抗矩和最小惯性矩方向作补充验算和校核。带装饰构件或遮阳部件的立柱应考虑附加作用。

4.7.18 钢铝组合截面立柱设计应符合下列规定:

1 钢铝组合构造截面中, 不参与组合截面共同工作的部分铝材, 仍应按实际受力状况作局部受力和连接部位的强度计算;

2 钢铝共同工作构件应有可靠的连接措施保障二者变形协同, 组合截面可按刚度分配原理, 分别按下列公式计算其荷载:

$$q_{al} = \frac{I_{al} E_{al}}{I_{al} E_{al} + I_s E_s} \cdot q \cdot \gamma_F \quad (4.7.18-1)$$

$$q_s = \frac{I_s E_s}{I_{al} E_{al} + I_s E_s} \cdot q \quad (4.7.18-2)$$

式中: q ——作用于立柱上的荷载值 (N/mm);

q_{al} ——组合截面上铝材承受的荷载值 (N/mm) ;

q_s ——组合截面上钢材承受的荷载值 (N/mm) ;

E_{al} ——铝材弹性模量 (N/mm²) ;

E_s ——钢材弹性模量 (N/mm²) ;

I_{al} ——组合截面中铝材独立的截面惯性矩 (mm⁴) ;

I_s ——组合截面中钢材独立的截面惯性矩 (mm⁴) ;

γ_F ——调整系数, 取 1.05。

3 应验算两种型材间的剪力传递, 按计算要求设置抗剪螺钉;

4 钢铝组合截面立柱的挠度限值应按钢型材取用。

4.7.19 单元式幕墙结构计算应根据传力途径依次复核各板块及连接的承载能力和刚度, 应满足运输、吊装和使用要求。板块与主体结构的连接不对板块产生初始应力。对吊装孔部位应专门计算设计。复核顶横梁与立柱连接、单元板块与主体结构连接时, 应计入相邻上单元板块传递的作用。

4.7.20 单元式幕墙结构采用对接式组合构件时, 对接处横梁与立柱应分别按其所承受作用计算。

4.7.21 单元式幕墙采用插接式组合构件时, 立柱的荷载计算应符合下列规定:

1 有确保左、右立柱协同变形的构造措施时, 可根据下列公式分配荷载后按各自承担的荷载及作用分别计算。

$$q_{1k} = q_k \frac{I_1}{I_1 + I_2} \quad (4.7.21-1)$$

$$q_{2k} = q_k \frac{I_2}{I_1 + I_2} \quad (4.7.21-2)$$

式中: q_k ——作用于单元组合立柱上的线荷载标准值 (N/mm) ;

q_{1k} 、 q_{2k} ——分配到左、右立柱上的线荷载标准值 (N/mm) ;

I_1 、 I_2 ——左、右立柱沿计算方向的毛截面惯性矩 (mm⁴)。

2 无确保左、右立柱协同变形的构造措施时, 应根据各自承担的荷载及作用计算。

4.7.22 大型、弧面及其他异形单元板块的连接结构设计应采用有限元方法计算分析，可设置板内支撑系统加强整体刚度。

4.7.23 全玻璃幕墙的玻璃结构构件设计应按结构计算确定玻璃规格及连接方式；对于可能遭受偶然作用的主要结构玻璃构件，尚应进行开裂后剩余承载能力设计。高度为 12m 及以上全玻璃幕墙的玻璃肋应进行平面外稳定性验算，转角处应验算整体稳定性。

4.7.24 点支承玻璃幕墙支承结构设计应不计玻璃面板刚度的影响。点支承玻璃幕墙的支承结构体系采用玻璃结构时，应采用空间结构有限元方法进行分析，必要时可开展结构试验验证计算。

4.7.25 幕墙索结构设计应符合现行行业标准《索结构技术规程》JGJ 257 的规定。拉索在任何荷载作用组合下均应保持受拉状态。幕墙索结构计算应考虑几何非线性影响。幕墙索结构与主体结构的连接应能适应主体结构的位移，主体结构应能承受幕墙索结构的支座反力。索结构挠度限值应会同主体结构设计单位共同确定。

4.8 面板及其连接设计

4.8.1 幕墙面板及其连接设计应满足建筑设计要求；应满足承载力极限状态、正常使用极限状态、耐久性极限状态设计的要求，应具有足够的承载能力、刚度、稳定性，应符合性能设计、加工制作、运输安装、维护更换及信息化管理的规定。

4.8.2 面板厚度应经承载能力和刚度计算确定。不规则平面尺寸及弯曲异形面板应按几何非线性有限元方法计算。面板受各种荷载和作用应按本标准的规定组合，最大应力设计值不得超过面板强度设计值。面板挠度值不得大于最大限值。

4.8.3 面板及其连接设计应满足拆卸时不损坏其相邻部位构件和结构的要求。

4.8.4 四边支承玻璃在垂直于玻璃幕墙平面的风荷载和地震作用下的最大应力及挠度计算应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 及《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的规定。

4.8.5 四边支承中空夹层玻璃计算应符合下列规定：

1 作用于中空夹层玻璃上的风荷载标准值可按下列公式分配至三片玻璃：

1) 直接承受风荷载作用的单片玻璃：

$$w_{k1} = 1.1w_k \frac{t_1^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (4.8.5-1)$$

不直接承受风荷载的夹层玻璃中单片玻璃：

$$w_{ki} = w_k \frac{t_i^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (i = 2, 3) \quad (4.8.5-2)$$

式中： t_1 ——单片玻璃的厚度（mm）；

t_2 、 t_3 ——夹层玻璃各单片玻璃的厚度（mm）。

2) 直接承受风荷载作用的夹层玻璃：

$$w_{ki} = 1.1w_k \frac{t_i^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (i = 2, 3) \quad (4.8.5-3)$$

不直接承受风荷载的单片玻璃：

$$w_{k1} = w_k \frac{t_1^3}{\sum_{i=1}^3 t_i^3} \quad (4.8.5-4)$$

式中： t_1 ——单片玻璃的厚度（mm）；

t_2 、 t_3 ——夹层玻璃各单片玻璃的厚度（mm）。

2 地震作用标准值应根据各单片玻璃自重计算。

3 三片玻璃应分别根据各自承受的荷载计算应力。

4 玻璃挠度可采用等效厚度法或根据三片玻璃各自承受的荷载按本标准第 4.8.4 条规定计算。

玻璃的等效厚度 t_e 可按下列公式计算：

$$t_e = 0.95 \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3 + t_3^3} \quad (4.8.5-5)$$

式中： t_e ——单面夹层中空玻璃的等效厚度（mm）。

4.8.6 在垂直于幕墙平面的风荷载和地震作用下，四点支承玻璃面板应力和挠度计算应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定。非四点支承的点支承玻璃面板应力和挠度计算可采用有限单元法分析。

4.8.7 明框玻璃面板应通过定位承托胶垫将玻璃重量传递给支承构件。胶垫数量不应少于 2 块，厚度不应小于 5mm，长度应不小于 100mm，宽度应等于槽口宽度；应经计算确定胶垫数量与尺寸，确保满足承载要求。

4.8.8 明框玻璃面板应嵌装在镶有弹性胶条的立柱、横梁的槽口内，或采用压板方式固定，槽口的配合尺寸应经计算确定，并满足支承要求，且符合行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 第 4.3.12 条的规定。超大板块应采用非线性有限元方法分析计算确定相关配合尺寸。

4.8.9 隐框或横隐竖明框玻璃面板的承托件及其支承连接应验算强度和挠度。每块面板应设置不少于两个承托件，承托件应同时承接组成面板的所有玻璃，局部受弯、受剪的有效长度不应大于其上垫块长度的 2 倍，必要时可加长承托件和垫块。承托件可用铝合金或不锈钢材料。

4.8.10 隐框幕墙玻璃面板，其周边应采用结构密封胶与副框粘结，并用压块将副框固定至支承框架上，其设计应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定。

4.8.11 隐框幕墙硅酮结构密封胶的粘结宽度和粘结厚度应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定，并经计算确定。粘结厚度不应小于 6mm，不宜大于 12mm。粘结宽度应大于粘结厚度且不小于 7mm，不宜大于 20mm。

4.8.12 幕墙中空玻璃的硅酮结构密封胶应能承受外侧面板传递的荷载和作用，有效宽度应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定经计算确定。

4.8.13 点支承装置设计应能适应玻璃面板在支承点处的转动变形及玻璃面板所传递的荷载或作用。

4.8.14 金属面板连接用螺栓、螺钉和铆钉的计算及设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018、《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定。

4.8.15 金属面板应根据受力需要设置加劲肋。面板、加劲肋、固定耳子、连接螺钉尺寸及数量应经结构分析计算确定。铝合金型材框架连接处的局部型材壁厚不应小于连接螺钉公称直径。金属面板加劲肋与面板边缘折边处以及加劲肋纵横交叉处应可靠连接。

4.8.16 金属面板板缝宽度的设置应按结构计算确定。注胶式板缝宜不小于 10mm，板缝内底部应垫嵌聚乙烯泡沫条填充材料，其直径宜大于板缝宽度的 20%；硅酮建筑密封胶注胶前应经相容性试验，注胶厚度不应小于 3.5mm，且宽度不小于厚度的 2 倍；嵌条式板缝不宜小于 20mm，可采用金属嵌条或橡胶嵌条等形式；应有防松脱构造措施，胶条拼缝处及十字交叉拼缝处应有粘结材料粘结，防止雨水渗漏；开放式板缝应设置导排水构造。

4.8.17 石材面板应选用花岗石，石材面板应作六面防护处理。弯曲强度最小值应经法定检测机构检测确定，且不应小于 8.0MPa。面板设计、计算应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定。磨光面板厚度不应小于 25mm，火烧石板厚度应取计算厚度加 3mm；高层建筑及临街建筑，花岗石面板厚度不应小于 30 mm。

4.8.18 水平吊顶、外倾斜幕墙建筑设计选用石材效果时，应采用仿石金属板。

4.8.19 石材面板应有防坠落设计。板块的连接和支承不应采用钢销、T 形连接件、蝴蝶码和角形倾斜连接件。

4.8.20 石材面板计算应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 的规定，采用短槽支承、背栓支承连接时，应按点支承板计算。石材面板采用对边通槽连接时，应按对边简支板计算，面板跨度取两支承边之间的距离。

4.8.21 石材背栓抗拉设计应满足下列规定：

1 在风荷载或垂直于板面方向的地震作用下，单个背栓螺栓所受拉力应按下式计算：

背栓螺栓水平拉力标准值为：

$$F_t = \frac{q_k \cdot a \cdot b \cdot \beta}{n} \quad (4.8.21)$$

式中： F_t ——背栓螺栓所受水平拉力标准值（N）；

q_k ——风荷载或垂直于板面方向地震作用标准值（N/mm²）；

b 、 a ——面板长边、短边边长（mm）；

n ——每块面板上背栓螺栓数量；

β ——应力调整系数，按现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133 采用。

2 各种荷载作用应按本标准的规定组合。

3 受拉时单个背栓螺栓承载力设计值 R_t 应通过荷载试验确定，材料强度安全系数取 2.5~3.0。应满足 R_t 大于等于 F_t 的要求。

4.9 开启扇设计

4.9.1 幕墙开启扇应根据建筑设计要求选型和设置，应满足性能设计要求，开启扇结构及其与幕墙结构的连接应具有足够的承载能力和刚度，并按计算确定相关构件规格尺寸，设计应符合相应建筑门窗产品标准及工程规范的规定。

4.9.2 幕墙开启扇应采取防脱落措施。幕墙开启扇不得采用全隐框构造，应至少两对边采用明框构造。

4.9.3 开启扇面积应不大于 1.8m²，开启间距不宜大于 300mm，应设置安全限位装置。

4.9.4 幕墙开启扇应合理配置五金件，五金件应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 通用要求》GB/T 32223 的规定，满足性能、安装、维护、更换要求。采用自动启闭方式时，应设置安全锁闭装置。

4.9.5 开启部位与固定部位水密性等级应相同，连接处应有防渗漏密封措施。构造宜有导排水功能。构造胶条固定应牢固、严密，应能承受，转角部位宜连续折弯、无断缝。

4.9.6 开启扇框角、扇角的组合连接接缝处应作密封处理，工艺孔应配置堵帽带胶密封。开启扇边框与横竖框间的连接应密封处理。窗框与幕墙构架间隙应内外双道连续密封，并采用螺钉带胶紧固。开启扇顶部可设置压缩型挡水密封胶条或披水板，扇周边可设置挡水胶条。开启窗周边密封条应采用三元乙丙橡胶条或硅橡胶密封条等制品。

4.9.7 开启扇窗框与窗扇铰链采用螺钉连接时，连接处的型材局部壁厚不应小于螺钉公称直径。外露螺钉头与型材结合处应有密封措施。

4.9.8 开启扇采用上悬挂式连接时，应有可靠的防滑和防脱落措施，应验算被悬挂的上横梁及连接的承载能力和刚度，其横梁挠度不应大于跨度的 $1/180$ ，且不应大于 3mm 。

4.9.9 开启扇采用不锈钢滑撑时，其设计应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 滑撑》JG/T 127 的规定，且应设置限位撑挡。

4.9.10 开启扇采用执手、锁闭器时，其设计应符合现行行业标准《建筑门窗五金件 传动机构用执手》JG/T 124、《建筑门窗五金件 多点锁闭器》JG/T 215 的规定。开启扇面积大于 1.0m^2 时，应采用多点锁闭器。锁点规格数量应根据计算确定，锁点间距宜不大于 500mm 。

4.9.11 连接开启扇的幕墙型材局部壁厚不应小于螺钉公称直径。

4.10 幕墙信息化管理规定及信息模型

4.10.1 幕墙信息模型应直观适用；作为建筑信息模型的一个子项，应与建筑信息模型的管理要求相协调，应采用同一信息管理平台。幕墙信息模型设计及使用应符合现行国家标准《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212、《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235、《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269

的规定。幕墙构件应按设计要求编号，并应符合信息化管理规定；对模型中构件应赋予唯一编码与现实构件对应，确保可溯源。

4.10.2 幕墙信息模型应满足工程项目幕墙设计建造合同中约定的模型应用要求。

4.10.3 碰撞检查应确认主体结构与幕墙之间的空间尺寸是否满足要求。

4.10.4 模型算量统计应精确计算幕墙造价，合理安排加工计划，分配分析资金流量。

4.10.5 施工进度模拟应辅助优化施工工艺及工期、合理化施工顺序、协调施工机具及设备设施的综合利用，以节约施工成本、提高施工效率。

4.10.6 施工工艺模拟应辅助合理化施工方法设计，提高设备利用率，保障施工质量，优化重难点部位的施工工艺。

4.10.7 现场问题预判与协调应利用拍摄设备等记录幕墙相关工作面的施工过程与竣工结果，与建筑信息模型做定性对比以发现问题，并应根据实际测量做定量分析，评估相关工作面偏差对幕墙的影响，协调解决问题。

5 幕墙加工制作

5.1 一般规定

5.1.1 幕墙构件加工图绘制应以施工图及工程现场复测数据为依据。复杂体型构件宜采用幕墙信息模型辅助安排加工。

5.1.2 幕墙构件加工所采用的机具、设备应满足加工精度的要求，量具应定期计量认证。

5.1.3 幕墙构件均应按工艺要求在工厂完成加工组装，不应在现场加工。

5.2 构件加工

5.2.1 预埋件的锚板及锚筋、焊条、锚板、焊缝应按照工序依次完成加工。

5.2.2 平板型预埋件加工精度应满足下列要求：

1 锚板边长的允许偏差为 -5mm ；

2 锚筋长度不允许负偏差，一般锚筋允许偏差为 $+10\text{mm}$ ，两面为整块锚板的穿透式预埋件的锚筋长度允许偏差为 $+5\text{mm}$ ，且不应凸出锚板；

3 锚筋中心线的允许偏差为 $\pm 5\text{mm}$ ；

4 锚筋与锚板面垂直度的允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚筋长度)。

5.2.3 槽式预埋件表面及槽内应做防腐蚀处理，加工精度应满足下列要求：

1 预埋件长度、宽度、厚度和锚筋长度的允许偏差分别为 $+10\text{mm}$ 、 $+5\text{mm}$ 、 $+3\text{mm}$ 和 $+5\text{mm}$ ，不允许负偏差；

2 锚筋中心线的允许偏差为 $\pm 1.5\text{mm}$ ，槽口的允许偏差为 $+0.5\text{mm}$ ；

3 锚筋与槽板垂直度的允许偏差为 $l_s/30$ (l_s 为锚筋长度)。

5.2.4 连接件加工精度应满足下列要求：

1 连接件外观应平整，不得有裂纹、毛刺、凹凸、翘曲、变形等缺陷。

2 连接件外形加工尺寸允许偏差为上偏差 +5mm，下偏差 -2mm；连接件的孔（槽）距允许偏差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；孔（槽）宽允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ；孔边距允许偏差为 +1.0mm，不允许负偏差；连接件壁厚允许偏差为上偏差 +0.5mm，下偏差 -0.2mm；连接件弯曲角度允许偏差为 $\pm 2^\circ$ 。

5.2.5 幕墙型材加工应满足下列要求：

1 型材截料前应作校直检验，截料时应防止变形。型材直线度允许偏差：铝合金型材为 1/1000，钢型材为 1/500；加工应按工序依次完成。

2 加工时应保护型材表面，半成品应在明显处贴标识。

3 经冲孔、铣切等工序后的型材切口应平整、光滑。

4 加工工序完成后应进行检验，检验合格后及时对型材表面采取保护措施。

5 钢型材表面需要常温氟碳处理时，机加工后应及时完成底漆涂装。

5.2.6 横梁长度允许偏差应满足下列要求：铝合金为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，钢材为 $-1\text{mm} \sim +0.5\text{mm}$ ；立柱长度允许偏差：铝合金为 $\pm 1\text{mm}$ ，钢材为 $-2\text{mm} \sim +1\text{mm}$ ；端头斜度允许偏差为 $-15'$ ，截料端头不应有加工变形，并应去除毛刺。

5.2.7 型材钻孔应满足下列要求：

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

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

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

4 圆柱头螺栓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 螺孔加工应符合设计要求。

5.2.8 铝合金构件上的槽、豁、榫加工应满足下列要求：

1 槽口的允许偏差为 $+0.5\text{mm}$ ，不允许负偏差；中心线允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

2 豁口的允许偏差为 $+0.5\text{mm}$ ，不允许负偏差；中心线允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

3 榫头截面的长、宽允许偏差为 -0.5mm ，不允许正偏差；中心线允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

5.2.9 铝合金型材构件弯加工应满足下列要求：

1 铝合金构件宜采用拉弯设备加工；

2 弯加工后的构件表面应光滑，不得有皱褶、裂纹；

3 弯加工后，构件表面尺寸允许偏差应符合表 5.2.9 的规定。

表 5.2.9 弯加工构件外形允许偏差（单位：mm）

材料规格	材料状态	允许最小 弯曲半径 r	半径误差	材料 扭曲度	内、外弧 凹陷度
拉弯方向型材 截面最大高度 H					
$H \leq 60$	未时效处理	≥ 300	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 1000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$60 < H \leq 85$	未时效处理	≥ 500	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 1000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$85 < H \leq 110$	未时效处理	≥ 600	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 1000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$110 < H \leq 130$	未时效处理	≥ 600	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 3000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$130 < H \leq 140$	未时效处理	≥ 600	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 3000	≤ 3	≤ 2	≤ 1

续表 5.2.9

材料规格	材料状态	允许最小 弯曲半径 r	半径误差	材料 扭曲度	内、外弧 凹陷度
拉弯方向型材 截面最大高度 H					
$140 < H \leq 150$	未时效处理	≥ 600	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 3000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$150 < H \leq 160$	未时效处理	≥ 800	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 5000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$160 < H \leq 180$	未时效处理	≥ 800	≤ 2	≤ 2	≤ 1
	时效处理	> 5000	≤ 3	≤ 2	≤ 1
$180 < H \leq 200$	未时效处理	≥ 800	≤ 3	≤ 3	≤ 2
	时效处理	> 5000	≤ 5	≤ 3	≤ 2
$200 < H \leq 220$	未时效处理	≥ 800	≤ 4	≤ 3	≤ 2
	时效处理	> 5000	≤ 5	≤ 3	≤ 2
$220 < H \leq 240$	未时效处理	≥ 800	≤ 4	≤ 3	≤ 2
	时效处理	> 5000	≤ 5	≤ 3	≤ 2
$240 < H \leq 260$	未时效处理	≥ 800	≤ 4	≤ 3	≤ 2
	时效处理	> 5000	≤ 6	≤ 3	≤ 2
$260 < H \leq 280$	未时效处理	≥ 800	≤ 4	≤ 3	≤ 2
	时效处理	> 5000	≤ 6	≤ 3	≤ 2

5.2.10 玻璃面板及明框玻璃幕墙组件加工应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的规定。

5.2.11 硅酮结构胶固化后，隐框玻璃幕墙组件尺寸偏差应符合表 5.2.11 的规定。

表 5.2.11 隐框玻璃幕墙组件尺寸允许偏差（单位：mm）

序号	项目		允许偏差
1	框长度尺寸		± 1.0
2	组件长度尺寸		± 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 $\leq 2000\text{mm}$ 时	≤ 2.5
		当长边 $> 2000\text{mm}$ 时	≤ 3.5
5	框组装间隙		≤ 0.5
6	胶缝宽度		$+2.0$ 0
7	胶缝厚度		$+0.5$ 0
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

5.2.12 单层金属板加工应满足下列要求：

1 金属板折弯加工时，折弯外圆弧半径不应小于板厚的 1.5 倍。

2 金属板加强肋的固定应牢固。采用电栓钉时，金属板外表面不应变形、变色。加强肋与金属板折边应机械连接。

3 金属板的固定耳子可采用焊接、铆接或直接冲压在板上；应位置准确、调整方便、固定牢固。

4 金属板构件周边应采用折边或设加边框。边框应与板牢固连接。

5.2.13 金属板幕墙组件组装后的平面度应符合表 5.2.13 的规定。

表 5.2.13 金属板幕墙组件平面度允许偏差

板材厚度 (mm)	允许偏差 (长边, %)	检测方法
≥ 2	≤ 0.2	钢直尺、塞尺
< 2	≤ 0.5	钢直尺、塞尺

5.2.14 石板加工应满足下列要求：

1 石板应无暗裂缺陷，连接部位应无崩裂；外侧不得有崩边、缺角现象；内侧非连接部位崩边不大于 $5\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，缺角不大于 20mm ，应按照缺陷情况修补及增强使用。

2 石板应根据排板要求编号加工。除设计特别要求外，相邻板块不应有明显色差。

3 花岗石石板加工尺寸允许偏差应符合现行国家标准《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601 中一等品的要求。

4 石材表面应采用机械加工，加工后的表面应清理干净，严禁采用溶剂型的化学清洁剂清洗。

5 石板应采取六面防护处理。防护剂应与石材相适应，应涂刷均匀，用量应达到饱和吸收状态，涂刷后养护时长应符合要求。

6 石板的槽口宽度、深度尺寸按设计要求加工。无设计要求时，深度宜取支承五金件的插入尺寸加 3mm 。

5.2.15 通槽式、短槽式安装的石板加工尚应满足下列要求：

1 石材通槽允许位置偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，槽宽偏差为 $+2\text{mm}$ ，槽深偏差为 $+3\text{mm}$ ；

2 石材短槽允许位置偏差，厚度方向为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，长度方向为 $\pm 5\text{mm}$ ；槽宽偏差为 $+2\text{mm}$ ，槽深偏差为 $+3\text{mm}$ ；

3 石材开槽后不得有损坏或崩裂，槽口应 45° 倒角，槽内应光滑、洁净。

5.2.16 背栓孔加工和螺栓埋装应满足下列要求：

1 除背栓产品开孔精度有特殊要求外，石板背栓钻孔精度

应符合表 5.2.16-1 的规定。

表 5.2.16-1 石板背栓钻孔精度（单位：mm）

背栓	直孔孔径允许偏差	底扩孔直径允许偏差	钻孔深度允许偏差
M6/M8	$-0.2 \sim +0.4$	± 0.3	$-0.1 \sim +0.4$

2 陶板、瓷板背栓孔加工尺寸允许偏差应符合表 5.2.16-2 的规定。

表 5.2.16-2 陶板、瓷板背栓孔加工尺寸允许偏差（单位：mm）

项目	孔径	扩孔	孔深	孔中心到端边距离
允许偏差	$0 \sim +0.4$	± 0.3	$0 \sim +0.2$	$-1.0 \sim +5.0$

5.2.17 石板背栓组装应满足下列要求：

- 1 专用螺母应锁紧背栓；
- 2 石板上部背栓应采用挂件承重方式，并应在高度方向可调节；
- 3 石板转角组件应采用壁厚不小于 4.5mm 铝合金连接件或者壁厚不小于 3mm 的不锈钢转接件。

5.2.18 开启扇组装应满足下列要求：

- 1 采用带挂钩的开启扇，应设置防滑和防脱落装置。
- 2 采用铰链传动的开启扇，扇和框之间的间隙允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。
- 3 装配五金件的孔应攻丝，丝孔应符合设计要求；加工应在车间完成，不应现场加工。
- 4 开启扇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。
- 5 开启扇四周的橡胶条宜采用穿条式。橡胶条转角和接头部位应采用粘结剂粘结牢固，并镶嵌平整。
- 6 开启扇的框、扇，宜采用组角方式组装。

7 开启扇的组件加工尺寸允许偏差应符合表 5.2.18 的规定。

表 5.2.18 开启扇组件加工尺寸允许偏差（单位：mm）

序号	项目		允许偏差
1	框或扇长度尺寸		± 1.0
2	框或扇组件长度尺寸		± 2.5
3	框或扇接缝高度差		≤ 0.3
4	框内侧对角线差及 组件对角线差	当长边 $\leq 2000\text{mm}$ 时	≤ 2.5
		当长边 $> 2000\text{mm}$ 时	≤ 3.5
5	框或扇组装间隙		≤ 0.5
6	硅酮结构密封胶宽度		$0 \sim +2.0$
7	硅酮结构密封胶厚度		$0 \sim +0.5$
8	结构组件平面度		≤ 3.0

5.2.19 幕墙构件的生产过程应遵守自检、互检、专职检验制度。每种构件、配件、组件必须在首件检验合格后方可批量投产。

5.2.20 幕墙构件应按构件总数的 5% 随机抽样检查，且每种构件不得少于 5 件。当有一个构件不符合要求时，应加倍抽查，复验合格后方可交付。

5.2.21 幕墙构件产品应附有检验合格证明。

5.3 单元板块加工

5.3.1 幕墙单元板块应在工厂加工制作并完成组装。装饰构件受吊装、运输因素制约时，可在现场组装。

5.3.2 单元板块组装应满足下列要求：

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

2 单元板块构件连接应牢固。连接处的缝隙应采用硅酮密

密封胶密封。

3 单元板块吊挂件及支撑件应可调节，单件用不少于 2 个不锈钢螺栓与单元立柱固定连接。

4 单元板块的硅酮结构密封胶不应外露。

5 面板宜有可更换措施。

6 采用不锈钢自攻螺钉连接单元框时，型材螺钉孔内径和拧入扭矩应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2 螺钉孔内径和扭矩要求

螺钉公称直径 (mm)	孔径 (mm)		扭矩 (N·m)
	最小	最大	
4.2	3.430	3.480	4.4
4.8	4.015	4.065	6.3
5.5	4.735	4.785	10.0
6.3	5.475	5.525	13.6

7 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。

5.3.3 单元板块组装允许偏差应符合表 5.3.3 的规定。

表 5.3.3 单元板块组装允许偏差

序号	项目		允许偏差	检查方法
1	长度、宽度 (mm)	≤ 2000	± 1.5mm	钢尺
		> 2000	± 2.0mm	
2	对角线长度差 (mm)	≤ 2000	≤ 2.5mm	钢尺
		> 2000	≤ 3.5mm	
3	接缝高低差		≤ 0.5mm	游标深度尺
4	接缝间隙		≤ 0.5mm	塞尺
5	框面划伤		不多于 3 处且总长 ≤ 100mm	钢尺

续表 5.3.3

序号	项目	允许偏差	检查方法
6	框面擦伤	不多于 3 处且 总面积 $\leq 200\text{mm}^2$	钢尺
7	胶缝宽度	$+1.0\text{mm}$ 0	卡尺或钢板尺
8	胶缝厚度	$+0.5\text{mm}$ 0	卡尺或钢板尺
9	各搭接量（与设计值比）	$+1.0\text{mm}$ 0	钢板尺
10	平面度	$\leq 1.5\text{mm}$	1m 靠尺
11	内镶板间接缝宽度（与设计值比）	$\pm 1.0\text{mm}$	塞尺
12	连接构件竖向中轴线距组件外表面 （与设计值比）	$\pm 1.0\text{mm}$	钢尺
13	连接构件水平轴线距组件竖向 对插中心线	$\pm 1.0\text{mm}$ （可上、下调节时 $\pm 2.0\text{mm}$ ）	钢尺
14	连接构件竖向轴线距组件竖向 对插中心线	$\pm 1.0\text{mm}$	钢尺
15	两连接构件中心线水平距离	$\pm 1.0\text{mm}$	钢尺
16	两连接构件上、下端水平距离差	$\pm 0.5\text{mm}$	钢尺
17	两连接构件上、下端对角线差	$\pm 1.0\text{mm}$	钢尺

5.3.4 幕墙单元板块的生产过程应遵守自检、互检、专职检验制度。每种板块必须在首件检验合格后方可批量投产。

5.3.5 幕墙单元板块应按产品总数的 5% 随机抽样检查。当有一个板块不符合要求时，应加倍抽查，复验合格后方可交付。

5.3.6 幕墙单元板块产品应附有检验合格证书。

5.4 包装、出厂及运输

5.4.1 幕墙构件的包装、出厂检验、运输应符合现行国家标准

《建筑幕墙》GB/T 21086 的规定。

5.4.2 运输货架应采用有足够承载力和刚度的专用货架，并采取可靠的措施固定构件，防止构件变形及互相摩擦碰撞，并防止构件与货架间相互移动。

5.4.3 运输幕墙构件应符合国家现行交通运输标准的相关要求，严禁超载。

6 安 装 施 工

6.1 一 般 规 定

6.1.1 幕墙安装前，应确认主体结构已满足幕墙安装的基本条件。

6.1.2 幕墙构件及附件的品种、规格、色泽、性能，应在安装前经业主、监理、设计单位认可后方可施工。安装完成后，应及时检查、校正和固定。

6.1.3 幕墙安装应按要求编号，宜输入幕墙信息模型，应符合信息化管理规定，并在幕墙工作年限内可溯源。

6.1.4 幕墙安装施工全过程应做好产品保护。热带风暴或台风来临前，应做好专项保护措施。

6.1.5 幕墙安装应单独编制施工组织设计。

6.1.6 幕墙安装施工前，应制定安全保障措施。安装应符合国家现行标准《施工脚手架通用规范》GB 55023、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关安全规定。

6.2 安 装 准 备

6.2.1 幕墙测量放线应满足下列要求：

- 1 风力大于 4 级时，不宜测量放线；
- 2 测量放线前，应先确定主体结构的水平基准线和标高基准线；
- 3 测量放线时，应结合主体结构的偏差及时调整幕墙偏差，不得积累。

6.2.2 预埋件安装准备应满足下列要求：

1 预埋件安装前应按照幕墙设计分格尺寸用测量仪器定位。

2 应采取措施确保预埋件的位置满足设计要求。预埋件安装到位并固定后，应进行隐蔽工程验收。当设计无要求时，预埋件的标高偏差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ ，水平偏差不应大于 $\pm 20\text{mm}$ ，表面进出偏差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ 。

3 有防雷接地要求的预埋件，其安装应符合防雷设计的规定。

4 安装连接件前应清理预埋件。

6.2.3 幕墙构件现场储存时应按照安装顺序排列，储存架应有足够的承载能力和刚度。室外储存应采取保护措施。易潮材料不应露天存放，不得安装吸潮后的材料。

6.3 支承结构构件及附件安装

6.3.1 立柱安装应满足下列要求：

- 1 立柱安装轴线偏差不应大于 2mm ；
- 2 相邻两根立柱安装标高偏差不应大于 3mm ，同层立柱的最大标高偏差不应大于 5mm ，相邻两根立柱固定点的距离偏差不应大于 2mm ；
- 3 立柱就位及调整后应及时紧固。

6.3.2 横梁安装应满足下列要求：

- 1 横梁与立柱连接有伸缩间隙时，间隙宽度、连接件安装位置应符合设计要求，间隙应用垫片或密封胶封堵。
- 2 横梁应安装牢固。横梁与立柱的连接螺钉或螺栓，每个连接点不应少于 2 个，当横梁为开口型材时不宜少于 3 个。不应采用沉头、半沉头螺钉或螺栓。

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

4 同一层安装完成后，应及时检查、校正和固定。

6.3.3 幕墙主要附件安装应满足下列要求：

- 1 防火、保温材料应铺设平整、连接牢固，拼接处应封堵；
- 2 冷凝水排出管、内衬衣板出水孔、通气槽孔、雨水排出口及其附件应与构件预留孔连接牢固，应作密封处理；
- 3 封口处理应符合设计要求；
- 4 现场焊接或高强度螺栓紧固的构件，焊接或紧固后应及时作防锈处理；

5 幕墙安装时用的临时固定附件，应在构件紧固后拆除。

6.3.4 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 的规定。大型结构构件应有吊装设计，并应试吊。安装调整就位后应及时紧固定位，并对隐蔽工程进行验收。

6.3.5 施加预拉力的索结构安装应满足下列要求：

- 1 拉索应按设计要求施加预拉力，设置预拉力调节装置并测定预拉力；
- 2 张拉前必须全面检查构件、锚具等，并明确具体要求；
- 3 实际施加的预拉力值应计入施工温度对拉索的影响；
- 4 在张拉过程中，应分次、分批对称张拉，随时调整预拉力，并做好张拉记录。

6.4 面 板 安 装

6.4.1 玻璃面板安装应满足下列要求：

安装前玻璃表面应作清洁处理。玻璃四周的橡胶条安装应预留变形长度。镀膜玻璃镀膜面的朝向应符合设计要求。玻璃幕墙面板应平整，胶缝应横平竖直、宽度均匀。

6.4.2 金属板、石板、人造板材面板安装后，上下、左右的偏差不应大于 1.5mm。色差不符合设计要求的板块应更换。

6.4.3 铝合金装饰压板的安装，应顺直、平整，接缝均匀，表面无色差。

6.4.4 硅酮建筑密封胶现场注胶时空气温度及湿度应符合设计要求和产品要求，注胶前应使注胶面清洁、干燥。雨天不应注

胶。注胶应饱满，不得出现气泡，表面应平整、光滑，接缝内的硅酮密封胶应与接缝两侧端面粘结。

6.4.5 明框幕墙组件的透气孔和排水孔在安装时应保持通畅。

6.4.6 全玻璃幕墙安装过程中，宜设置临时支撑固定面板与肋板，待结构胶完全固化后解除临时支撑。应及时检测和调整面板、玻璃肋的水平度和垂直度。

6.4.7 吊挂玻璃安装要求应满足下列要求：

1 玻璃吊夹具与夹板应紧密配合、不松动，夹具不得与玻璃直接接触；

2 吊夹具与主体结构挂点应连接牢固，吊点受力应均衡；

3 吊挂玻璃底部构造应符合间隙的要求。

6.4.8 点支承幕墙玻璃与金属连接件不得直接接触。

6.5 单元式幕墙安装

6.5.1 单元式幕墙连接件安装允许偏差应符合表 6.5.1 的规定。

表 6.5.1 单元式幕墙连接件安装允许偏差

序号	项目	允许偏差（mm）	检查方法
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	相邻三连接件(上下、左右)偏差	± 1.0	钢卷尺

6.5.2 单元板块应按顺序编号。存放、搬运和吊装应有保护措施，防止板块挤压碰撞。

- 6.5.3** 单元板块存放应按编号顺序先出后进，摆放应平稳，不得叠层堆放。
- 6.5.4** 单元板块吊装机具应与主体结构可靠连接固定，宜选用定型机具，非定型吊装机具应经检测机构检测合格。
- 6.5.5** 单元板块在雨、雾和风力为5级及以上时不得吊装。吊装应有防坠落措施。
- 6.5.6** 单元板块就位后，应及时校正固定。固定未完成前，吊具不得拆卸。
- 6.5.7** 同层排水的单元板块安装固定后，应按规定进行浸水试验，并及时处理渗漏现象。
- 6.5.8** 单元板块安装暂停时，对插槽口等部位应采取保护措施。
- 6.5.9** 单元板块安装完毕时，应及时进行成品保护处理。

6.6 隐蔽工程及收口安装

- 6.6.1** 隐蔽工程安装应满足下列要求：
- 1** 预埋件应在主体结构施工时安装；
 - 2** 隐蔽工程，包括但不限于幕墙构件与主体结构的连接节点、幕墙与主体的封堵、幕墙之间的封堵、幕墙转角、隐框玻璃固定、防火节点、防雷节点、隔烟节点，应按设计要求采取可靠连接措施安装牢固；
 - 3** 隐蔽工程现场验收后方可进入下一道工序。
- 6.6.2** 收口安装应采用同一种材料收口并安装牢固。
- 6.6.3** 收口封闭应满足下列要求：
- 1** 幕墙所有端部均应封闭处理；
 - 2** 幕墙与屋顶收口后宜进行现场淋水试验，收口不应发生渗漏；
 - 3** 暴露在防水层之外的钢构件应采取可靠的防腐蚀涂装措施。

7 检验与检测

7.1 一般规定

7.1.1 各种材料和构件的质量证明文件及相关技术资料应齐全，并符合设计和现行国家有关标准的规定。

7.1.2 抽样检测项目的检测批划分应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 的规定。

7.2 性能检测

7.2.1 建筑幕墙的物理性能检测项目应包括气密性能、水密性能、抗风压性能、层间变形性能、耐撞击性能等，以及合同可能规定的热工性能、隔声性能、防火性能等项目。

7.2.2 抽样检测项目的样本容量及检测结果判定应按现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 的规定执行。

7.2.3 幕墙试件应满足现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 及相关标准的要求。

7.2.4 性能检测方法应满足下列要求：

1 气密性能、水密性能以及抗风压性能应按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 的规定检测；

2 动态水密性能应按现行国家标准《建筑幕墙动态风压作用下水密性能检测方法》GB/T 29907 的规定检测；

3 垂直方向变形性能、平面内变形性能以及平面外变形性能应按现行国家标准《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250 的规定检测；

4 热循环检测应按现行国家标准《建筑幕墙热循环和结露检测方法》GB/T 43496 的规定检测；

5 耐撞击性能应按现行国家标准《建筑幕墙耐撞击性能分级及检测方法》GB/T 38264 的规定检测；

6 保温性能应按现行国家标准《建筑幕墙保温性能检测方法》GB/T 29043 的规定检测；

7 隔声性能应按现行国家标准《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T 8485 的规定检测。

7.3 材料复验

7.3.1 材料进场复验时，同一生产厂家的同一品种、同一类型的进场材料应至少抽取一组样品复验，另有约定的应按合同执行。

7.3.2 铝合金型材的检验项目应包括力学性能、壁厚、膜厚、硬度和表面质量等。

7.3.3 钢材的检验项目应包括力学性能、壁厚、表面质量和防腐蚀处理等，必要时尚应检测化学成分。

7.3.4 玻璃的检验项目应包括力学性能、光学性能、热工性能、外观质量、应力和边缘处理情况等。

7.3.5 石材和其他非金属板材的检验项目应包括力学性能、密度、吸水率、放射性（安装于室内侧时）、厚度、表面质量等。

7.3.6 石材面板及人造面板应进行挂装强度检测。

7.3.7 金属板材的检验项目应包括厚度、金属板与夹心层的剥离强度、板材表面涂层质量等。

7.3.8 蜂窝板的检验项目应包括正、背面金属板厚度和剥离强度等。

7.3.9 硅酮结构密封胶的检验项目应包括相容性、剥离粘结性、邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能，硅酮建筑密封胶检验项目应包括相容性及粘结性能。其他密封材料及衬垫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、《工业用橡

胶板》GB/T 5574、《硫化橡胶和热塑性橡胶 建筑用预成型密封条的分类、要求和试验方法》GB/T 23654 的规定。

7.3.10 五金件及其他配件的检验项目应包括力学性能和外观等，必要时尚应检测耐腐蚀性、膜厚度及附着力。

7.3.11 保温材料的检验项目应包括吸水率、密度、导热系数，防火材料的检验项目应包括吸水率、密度、燃烧性能。

7.3.12 槽式预埋件应对锚筋与 C 形槽的连接及 T 形螺栓与 C 形槽的连接的抗拉、抗剪性能进行检测。

7.4 现场检测

7.4.1 幕墙槽式埋件、后置埋件的锚栓应现场检测抗拉拔、抗剪性能，检测方法应按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定执行。不同类型、不同规格和用于不同结构和构件的锚栓、背栓，检测数量应按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定确定。

7.4.2 现场淋水试验应按国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086-2007 附录 D 的规定执行。工程监理应对现场淋水试验作记录。

7.4.3 单元式幕墙在板块安装完成后宜选取代表性区域按静压箱法现场检测水密性能，宜按现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227 规定的稳定加压法检测。检测区域宜包含两个单元板块宽度、一个典型楼层高度。根据检测结果，宜按现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433 的规定定级。

8 工 程 验 收

8.1 一 般 规 定

8.1.1 建筑幕墙工程应按照国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的规定，实行材料进场验收、施工中间验收及竣工验收。施工过程中应及时建立技术档案。

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

8.1.3 幕墙工程竣工验收时，应根据工程实际情况检查下列文件和资料：

1 通过审查的竣工图、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及其他设计文件；

2 所用各种材料、五金配件、构件及组件的产品合格证书、性能检测报告等；

3 幕墙的抗风压性能、气密性能、水密性能、层间变形性能、耐撞击性能检测报告及设计要求的其他性能检测报告；

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

5 石材弯曲强度检测报告；

6 硅酮胶的邵氏硬度、拉伸粘结强度、相容性检测报告，石材用结构胶的粘结强度检测报告，石材用密封胶的污染性检测报告；

7 隐蔽工程验收记录；

8 防雷装置测试记录；

- 9 幕墙构件和组件加工制作记录, 幕墙安装施工记录;
- 10 张拉杆索体系预拉力张拉记录;
- 11 现场淋水、浸水试验记录;
- 12 其他质量保证资料。

8.1.4 现场检验时, 应按下列规定划分检验批, 每幅建筑幕墙的检验均应符合下列要求:

1 相同设计、材料、工艺和施工条件的幕墙工程, 每 $500\text{m}^2 \sim 1000\text{m}^2$ 应划分为一个检验批, 不足 500m^2 的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 同一工程中不连续的幕墙工程应分别划分检验批。

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

8.1.5 竣工验收交付使用前, 施工单位应向建筑幕墙维护责任主体和受其委托管理维护建筑幕墙的单位就《建筑幕墙使用维护说明书》的内容进行详细的技术交底。幕墙的维护责任主体应根据相关要求及时制定日常保养、检查鉴定的计划和制度, 并组织实施。

8.2 主控项目

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

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

8.2.2 幕墙的形式和立面分格应符合设计要求。

检验方法: 观察; 尺量检查。

8.2.3 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求。

检验方法: 检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录; 预埋

件、后置埋件的拉拔检测报告。

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

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

8.2.5 隐框或半隐框玻璃幕墙的每块玻璃下端应设置不少于两个铝合金或不锈钢托条，每个托条长度不应小于 100mm，材料规格应符合设计要求。

检验方法：观察；检查施工记录。

8.2.6 明框玻璃幕墙压板应通长，固定螺钉规格、间距应符合设计要求。

检验方法：观察；检查施工记录。

8.2.7 石材幕墙的石材开孔、开槽的加工质量应符合本标准第 5.2.15、第 5.2.16 条的规定。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和加工记录。

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

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

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

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

8.2.10 封闭式幕墙的板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

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

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

8.2.12 开启窗的配件应齐全，安装应牢固，安装位置和开启方向、角度及开启距离应符合设计要求；开启应灵活，关闭应严密；幕墙开启窗应设置防止玻璃脱落的构造措施。

检验方法：观察；手扳检查；开启和关闭检查。

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

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

8.2.14 隐蔽工程应按表 8.2.14 所列的项目及部位验收。

表 8.2.14 幕墙隐蔽工程验收项目及部位

序号	验收项目及部位
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	幕墙四周的封堵、幕墙与主体结构间的封堵
4	幕墙变形缝及转角构造节点
5	隐框玻璃的板块托条及板块固定连接
6	明框隔热断桥处玻璃托块设置
7	单元板挂件与连接件的安装
8	全玻幕墙的吊夹具、索杆件与主体结构的连接
9	全玻幕墙玻璃与镶嵌槽间的安装构造
10	幕墙防雷连接构造节点
11	幕墙的防水、保温隔热构造
12	幕墙防火构造节点

8.2.15 抽样检验应符合下列要求：

1 明框幕墙铝合金框架安装允许偏差应符合表 8.2.15-1 的规定。

表 8.2.15-1 明框幕墙铝合金框架安装允许偏差

序号	项目		允许偏差（mm）	检查方法
1	幕墙垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	≤ 20	

续表 8.2.15-1

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	幕墙垂直度	$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	≤ 25	激光仪或经纬仪
		$H > 150\text{m}$	≤ 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 $\leq 2\text{m}$	≤ 2.0	水平仪
		长度 $> 2\text{m}$	≤ 3.0	
4	同高度相邻两根横向构件高度偏差及错位偏差		≤ 1.0	钢板尺, 塞尺
5	幕墙横向构件水平度	幅宽 $\leq 35\text{m}$	≤ 5.0	水平仪
		幅宽 $> 35\text{m}$	≤ 7.0	
6	分格框对角线差	对角线长度 $\leq 2\text{m}$	≤ 3.0	对角线尺或钢卷尺
		对角线长度 $> 2\text{m}$	≤ 3.5	

注: 1 表中第 1 项~第 5 项按根数抽样检查, 第 6 项按分格数抽样检查。

2 垂直于地面的幕墙, 竖向构件垂直度包括幕墙平面内及平面外的检查。

3 直线度包括幕墙平面内及平面外的检查。

2 隐框幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-2 的规定。

表 8.2.15-2 隐框幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	竖缝及墙面垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	≤ 20	
		$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	≤ 25	
		$H > 150\text{m}$	≤ 30	
2	幕墙的平面度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺

续表 8.2.15-2

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查方法
3	横、竖缝直线度	≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	拼缝宽度 (与设计值比)	± 2.0	钢板尺
5	板块立面垂直度	± 2.0	垂直检测尺
6	板块上沿水平度	± 2.0	1m 水平尺, 钢板尺
7	相邻板块板角错位	± 1.0	钢板尺
8	接缝高低差	≤ 1.0	塞尺, 钢板尺

3 单元式幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-3 的规定。

表 8.2.15-3 单元式幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	竖缝及墙面垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	≤ 20	
		$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	≤ 25	
		$H > 150\text{m}$	≤ 30	
2	幕墙的平面度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺
3	横、竖缝直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	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	同层单元板块标高	宽度 $\leq 35\text{m}$	≤ 3.0	激光仪或经纬仪
		宽度 $> 35\text{m}$	≤ 5.0	
7	板块对插件接缝搭接长度 (与设计值比)		± 1.0	钢板尺
8	板块对插件凹槽底距离 (与设计值比)		± 1.0	塞尺

4 全玻璃幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-4 的规定。

表 8.2.15-4 全玻璃幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	幕墙平面的垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$H > 30\text{m}$	≤ 15	
2	幕墙的平面度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺
3	横、竖缝的直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	拼缝宽度 (与设计值比)		± 2.0	钢板尺
5	相邻面板间高低差		≤ 1.0	塞尺, 钢板尺
6	玻璃面板与肋板夹角与设计值偏差		$\leq 1^\circ$	量角器

5 点支承结构构件安装允许偏差应符合表 8.2.15-5 的规定。

表 8.2.15-5 点支承结构构件安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	相邻两竖向构件间距		± 2.5	钢卷尺
2	竖向构件垂直度		$L/1000$ 或 ≤ 5.0 (L 为跨度)	激光仪或经纬仪
3	相邻三竖向构件外表面平面度		≤ 5.0	拉通线, 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
7	同层高度内爪座高低差	间距 $\leq 35\text{m}$	≤ 5.0	水平仪
		间距 $> 35\text{m}$	≤ 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

6 点支承玻璃幕墙面板安装允许偏差应符合表 8.2.15-6的规定。

表 8.2.15-6 点支承玻璃幕墙面板安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	竖缝及墙面垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 50\text{m}$	≤ 15	
		$H > 50\text{m}$	≤ 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

7 金属幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-7的规定。

表 8.2.15-7 金属幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	幕墙垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	≤ 20	
		$90\text{m} < H \leq 150\text{m}$	≤ 25	
		$H > 150\text{m}$	≤ 30	
2	幕墙水平度	层高 $\leq 3\text{m}$	≤ 3.0	水平仪
		层高 $> 3\text{m}$	≤ 5.0	
3	幕墙表面平整度		≤ 2.0	2m 靠尺, 塞尺
4	面板立面垂直度		≤ 3.0	垂直检测尺
5	面板上沿水平度		≤ 2.0	1m 水平尺, 钢板尺
6	相邻板材板角错位		≤ 1.0	钢板尺

续表 8.2.15-7

序号	项目	允许偏差（mm）	检查方法
7	阴阳角方正	≤ 2.0	直角检测尺
8	接缝直线度	≤ 3.0	拉 5m 线，不足 5m 拉通线，用钢板尺检查
9	接缝高低差	≤ 1.0	钢板尺，塞尺
10	接缝宽度	≤ 1.0	钢板尺

8 石材幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-8的规定。

表 8.2.15-8 石材幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差（mm）	检查方法
1	幕墙 垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$60\text{m} < H \leq 90\text{m}$	≤ 20	
		$H > 90\text{m}$	≤ 25	
2	幕墙水平度		≤ 3.0	水平仪
3	板块立面垂直度		≤ 3.0	水平仪
4	板块上沿水平度		≤ 2.0	1m 水平尺，钢板尺
5	相邻板块板角错位		≤ 1.0	钢板尺
6	幕墙表面平整度		≤ 2.0 ≤ 3.0	垂直检测尺
7	阴阳角方正		≤ 2.0 ≤ 4.0	直角检测尺
8	接缝直线度		≤ 3.0 ≤ 4.0	拉 5m 线，不足 5m 拉通线，用钢板尺检查
9	接缝高低差		≤ 1.0 —	钢板尺，塞尺
10	接缝宽度		≤ 1.0 ≤ 2.0	钢板尺

9 人造面板幕墙安装允许偏差应符合表 8.2.15-9 和现行行业标准《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 的规定。

表 8.2.15-9 人造面板幕墙安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查方法
1	幕墙垂直度	高度 $H \leq 30\text{m}$	≤ 10	激光仪或经纬仪
		$30\text{m} < H \leq 60\text{m}$	≤ 15	
		$H > 60\text{m}$	≤ 20	
2	幕墙平面度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺
3	竖缝直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
4	横缝直线度		≤ 2.5	2m 靠尺, 塞尺, 钢板尺
5	缝宽度 (与设计值比较)		± 2.0	钢板尺
6	相邻面板接缝高低差		≤ 1.0	塞尺, 钢板尺

8.2.16 建筑幕墙节能工程验收应按现行上海市工程建设规范《建筑节能工程施工质量验收规程》DGJ 08-113 的规定执行。

8.3 一般项目

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

检验方法: 观察。

8.3.2 面板表面应平整、洁净; 不得有污染和严重划伤。

检验方法: 观察。

8.3.3 密封胶缝应饱满、光滑、顺直, 宽窄均匀, 不得有气泡、气孔; 开放式板缝宽度应均匀, 符合设计规定。

检验方法: 观察; 手摸检查。

8.3.4 幕墙的排水方向、排水坡度及滴水构造应符合设计要求;

检验方法: 观察; 手摸检查; 尺量检查。

8.3.5 隐蔽节点的遮封装修应牢固、整齐、美观；

检验方法：观察；手扳检查。

9 使用维护

9.1 一般规定

9.1.1 幕墙工程竣工验收时，施工单位应向建设单位提供《建筑幕墙使用维护说明书》，说明书应包括下列内容：

- 1 幕墙工程的设计依据、主要性能参数、设计使用年限和主要结构特点；
- 2 使用注意事项；
- 3 日常与定期的维护、保养、检修内容和要求；
- 4 幕墙易损部位结构及易损零部件更换方法；
- 5 备品、备件清单及主要易损件的名称、规格和生产厂家；
- 6 施工单位的保修责任；
- 7 其他需要注意的事项。

9.1.2 幕墙保修除合同约定外，幕墙保修期不应少于3年，幕墙防渗漏保修期不应少于5年。

9.1.3 4级及以上风力时，不宜使用开启扇；5级及以上风力时，应确保全部开启扇有效锁闭。

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

9.1.5 幕墙外表面的检查、清洗、保养与维护工作不应在4级及以上风力和雨天进行，并应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168的相关规定。

9.1.6 使用维护宜采用二维码等信息化工具，方便维护人员获取《建筑幕墙使用维护说明书》等技术资料。

9.1.7 有关使用维护相关信息应录入信息化平台。

9.2 保养和例行安全检查

9.2.1 日常保养应符合下列规定：

1 应保持幕墙表面整洁，避免锐器及腐蚀性气体和液体与幕墙表面接触；

2 应保持幕墙防水系统与排水系统的有效性和完整性，发现堵塞应及时疏通，发现幕墙渗漏应及时维修；

3 发现密封胶或密封胶条脱落或损坏时，应及时进行修补或更换；

4 发现开启扇启闭障碍或附件损坏等现象时，应及时修理或更换；

5 发现幕墙构件的紧固件、连接件松动、脱落或锈蚀时，应及时紧固或更换；

6 发现幕墙构件锈蚀时，应及时除锈补漆或采取其他防锈措施。

9.2.2 应根据幕墙表面的积灰污染程度，确定其清洗次数，但每年不应少于1次。

9.2.3 幕墙清洗应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168 的规定。

9.2.4 例行安全检查应符合下列规定：

1 建筑幕墙竣工验收或交付使用后3个月内，应对幕墙进行一次例行安全检查，此后检查周期应不超过12个月；

2 幕墙建筑在室内及外围周边举行重要的大型公众活动前或在强台风、超强台风、每年第一次台风来临前，应进行例行安全检查；

3 当遭遇强风袭击、抗震设防烈度及以上地震、火灾等灾害或突发事故后，应进行例行安全检查；

4 例行安全检查应检查建筑幕墙的外露缺陷、破损和危及安全的异常现象，检查范围应为建筑幕墙外立面及室内可见面；

5 例行安全检查项目应包括幕墙面板、室外构件、开启窗、

支承构件、防雨水渗漏、屋面以上幕墙支承钢结构、使用维护不良行为等；

6 使用维护不良行为包括幕墙构件、连接构造、防火措施、防雷措施等被拆卸、更改，违反设计在幕墙支承构件上打孔或增设附属物，擅自在幕墙上设置霓虹灯、招牌及广告设施，采用强腐蚀性的洗剂清洗幕墙等。

9.3 定期安全检查和安全性鉴定

9.3.1 定期安全检查应符合下列规定：

1 建筑幕墙竣工验收或交付使用满 1 年时，应对幕墙进行 1 次全面安全检查，此后每 5 年应进行 1 次全面安全检查。超过设计使用年限后继续使用的，应每年进行 1 次全面安全检查。检查项目应包括幕墙面板、室外构件、开启窗、密封材料、硅酮结构密封胶、支承构件、连接构造、功能性构造等。

2 预应力索结构幕墙在竣工验收或交付使用满 6 个月时，应进行 1 次预拉力专项安全检查和调整，此后每 3 年应检查 1 次。

3 采用硅酮结构密封胶进行结构粘结装配的建筑幕墙，在竣工验收或交付使用满 10 年时，应进行 1 次硅酮结构密封胶专项安全检查，此后每 3 年应检查 1 次。

9.3.2 建筑幕墙竣工验收或交付使用后，原则上每 10 年应进行 1 次安全性鉴定。有下列情形之一的，应进行安全性鉴定：

1 面板、连接构件、局部墙面等出现异常变形、脱落、爆裂等现象的；

2 遭受台风、雷击、火灾、爆炸等自然灾害或者突发事件而造成损坏的；

3 相关建筑主体结构经日常巡查、定期检查疑似存在安全隐患的；

4 超过设计工作年限或者目标使用年限但需要继续使用的；

5 其他需要进行安全性鉴定的情形。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程序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、规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 2 《钢结构设计标准》GB 50017
- 3 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 4 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 5 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 6 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 7 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
- 8 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
- 9 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 10 《民用建筑设计统一标准》GB 50352
- 11 《铝合金结构设计规范》GB 50429
- 12 《建筑信息模型应用统一标准》GB/T 51212
- 13 《建筑信息模型施工应用标准》GB/T 51235
- 14 《建筑信息模型分类和编码标准》GB/T 51269
- 15 《民用建筑电气设计标准》GB 51348
- 16 《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410
- 17 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015
- 18 《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024
- 19 《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030
- 20 《施工脚手架通用规范》GB 55023
- 21 《建筑防火通用规范》GB 55037
- 22 《紧固件 铆钉用通孔》GB 152.1
- 23 《紧固件 沉头螺钉用沉孔》GB/T 152.2
- 24 《紧固件 圆柱头用沉孔》GB 152.3

- 25 《铝合金建筑型材》GB/T 5237
- 26 《工业用橡胶板》GB/T 5574
- 27 《建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法》GB/T 8485
- 28 《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683
- 29 《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227
- 30 《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
- 31 《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250
- 32 《天然花岗石建筑板材》GB/T 18601
- 33 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 34 《石材用建筑密封胶》GB/T 23261
- 35 《硫化橡胶和热塑性橡胶 建筑用预成型密封条的分类、要求和试验方法》GB/T 23654
- 36 《防火封堵材料》GB 23864
- 37 《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498
- 38 《建筑幕墙保温性能检测方法》GB/T 29043
- 39 《中空玻璃用弹性密封胶》GB/T 29755
- 40 《建筑幕墙动态风压作用下水密性能检测方法》GB/T 29907
- 41 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433
- 42 《建筑门窗五金件 通用要求》GB/T 32223
- 43 《建筑幕墙耐撞击性能分级及检测方法》GB/T 38264
- 44 《建筑幕墙热循环和结露检测方法》GB/T 43496
- 45 《干挂石材幕墙用环氧胶粘剂》JC 887
- 46 《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914
- 47 《建筑门窗五金件 传动机构用执手》JG/T 124
- 48 《建筑门窗五金件 滑撑》JG/T 127
- 49 《建筑门窗五金件 多点锁闭器》JG/T 215
- 50 《建筑门窗幕墙用中空玻璃弹性密封胶》JG/T 471
- 51 《建筑用高温硫化硅橡胶密封件》JG/T 488

- 52 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33
- 53 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 54 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75
- 55 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
- 56 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 57 《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113
- 58 《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ 133
- 59 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
- 60 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
- 61 《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168
- 62 《索结构技术规程》JGJ 257
- 63 《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336
- 64 《玻璃纤维增强水泥（GRC）建筑应用技术标准》JGJ/T
- 423
- 65 《建筑节能工程施工质量验收规程》DGJ 08-113
- 66 《广东省公共建筑节能设计标准》DBJ 15-51
- 67 《建筑结构荷载规范》DBJ/T 15-101

