**** T/CECSxxx-2022

**中国工程建设标准化协会标准**

**琉璃复合板幕墙工程技术规程**

Technical regulation for glaze composite panel curtain wall

（**征求意见稿**）

XXX出版社

中国工程建设标准化协会标准

**琉璃复合板幕墙工程技术规程**

Technical regulation for glaze composite panel curtain wall

**T/CECS xxx－2022**

主编单位：杭州市运河综合保护开发建设集团有限责任公司

浙江省建筑设计研究院

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2022年XX月XX日

XXX出版社

2022年 XX月

**前 言**

本标准共分9章和3个附录，主要技术内容是：总则，术语和符号，材料，建筑设计，结构设计，加工制作，安装施工，工程验收，保养和维修等。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

**主 编 单 位**：杭州市运河综合保护开发建设集团有限责任公司

 浙江省建筑设计研究院

**参 编 单 位：**杭州运河辰和博物院有限公司

中国建筑第四工程局有限公司

浙江省建设工程质量检验站有限公司

上海江河幕墙系统工程有限公司

浙江亚厦幕墙有限公司

浙江大学材料科学与工程学院

浙江泛华工程咨询有限公司

江西志涛玻璃制品有限公司

上海合硕水晶艺术品发展有限公司

上海康渊企业发展有限公司

东莞南玻晶玉新材料有限公司

江苏琉璃庄严艺术品有限公司

上海海优威新材料股份有限公司

**主要起草人：**

**主要审查人：**

**目 次**

[1 总 则 1](#_Toc28168)

[2 术语和符号 2](#_Toc31610)

[2.1 术 语 2](#_Toc13779)

[2.2 符 号 2](#_Toc8495)

[3 材 料 5](#_Toc2199)

[3.1 一般规定 5](#_Toc11226)

[3.2 琉璃板材 5](#_Toc29651)

[3.3 玻璃 6](#_Toc3086)

[3.4 琉璃复合板制品 7](#_Toc8853)

[3.5 铝合金材料 8](#_Toc29259)

[3.6 钢材 9](#_Toc30331)

[3.7 连接件与紧固件 10](#_Toc18530)

[3.8 建筑密封材料 10](#_Toc19962)

[3.9 粘结材料 11](#_Toc18233)

[3.10 其他材料 11](#_Toc2459)

[4 建筑设计 12](#_Toc4997)

[4.1 一般规定 12](#_Toc12359)

[4.2 性能和检测要求 12](#_Toc24942)

[4.3 构造设计 14](#_Toc21218)

[4.4 防火、防雷设计 14](#_Toc24124)

[4.5 其他安全规定 15](#_Toc4541)

[5 结 构 设 计 16](#_Toc22651)

[5.1 一般规定 16](#_Toc31406)

[5.2 荷载作用及荷载效应组合 16](#_Toc8764)

[5.3 琉璃复合面板设计 18](#_Toc27853)

[5.4 边框及连接设计要求 20](#_Toc18010)

[6 加工制作 23](#_Toc22307)

[6.1 一般规定 23](#_Toc12525)

[6.2 铝型材构件 23](#_Toc4561)

[6.3 钢构件 25](#_Toc11345)

[6.4 玻璃 26](#_Toc19835)

[6.5 琉璃复合板 27](#_Toc24429)

[6.6 构件组装 28](#_Toc13049)

[6.7 构件检验 28](#_Toc7961)

[6.8 存放、装运及防护 29](#_Toc23964)

[7 安装施工 30](#_Toc13272)

[7.1 一般规定 30](#_Toc27784)

[7.2 施工准备 30](#_Toc32320)

[7.3 施工安装工艺 31](#_Toc3056)

[7.4 安全规定 33](#_Toc30663)

[8 工程验收 34](#_Toc7488)

[8.1 一般规定 34](#_Toc15052)

[8.2 主控项目 35](#_Toc7537)

[8.3 一般项目 36](#_Toc21526)

[9 保养和维修 37](#_Toc8986)

[9.1 一般规定 37](#_Toc28961)

[9.2 检查与维修 37](#_Toc23043)

[9.3 清洗 38](#_Toc23019)

[本标准用词说明 39](#_Toc20539)

[引用标准名录 40](#_Toc23077)

附：[条文说明 43](#_Toc18695)

Contents

[1 General provisions 1](#_Toc28168)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc31610)

[2.1 Terms 2](#_Toc13779)

[2.2 Symbols 2](#_Toc8495)

[3 Materials 5](#_Toc2199)

[3.1 General provisions 5](#_Toc11226)

[3.2 Glaze Panel 5](#_Toc29651)

[3.3 Glass 6](#_Toc3086)

[3.4 Glaze composite Panel products 7](#_Toc8853)

[3.5 Aluminum alloy 8](#_Toc29259)

[3.6 Steel 9](#_Toc30331)

[3.7 Connections and fixings 10](#_Toc18530)

[3.8 Building sealing materials 10](#_Toc19962)

[3.9 Binding materials 11](#_Toc18233)

[3.10 Other materials 1](#_Toc2459)1

[4 Arichitecturtal design 1](#_Toc4997)1

[4.1 General requirements 12](#_Toc12359)

[4.2 Performance and inspection requirements 12](#_Toc24942)

[4.3 Detailing design 14](#_Toc21218)

[4.4 Fire and lightning protection design 14](#_Toc24124)

[4.5 Other safety requirements 15](#_Toc4541)

[5 Structural design 16](#_Toc22651)

[5.1 General requirements 16](#_Toc31406)

[5.2 Load action and load effect combination 16](#_Toc8764)

[5.3 Glaze composite panel design 18](#_Toc27853)

[5.4 Border and connection design requirements 2](#_Toc18010)0

[6 Processing and manufacturing 23](#_Toc22307)

[6.1 General requirements 23](#_Toc12525)

[6.2 Aluminum profile 23](#_Toc4561)

[6.3 Steel member 25](#_Toc11345)

[6.4 Glass 26](#_Toc19835)

[6.5 Glaze composite Panel 27](#_Toc24429)

[6.6 Assembling 28](#_Toc13049)

[6.7 Components inspection 28](#_Toc7961)

[6.8 Storage shipping and protection 29](#_Toc23964)

[7 Installation and construction 30](#_Toc13272)

[7.1 General requirements 3](#_Toc27784)0

[7.2 Construction preparation 3](#_Toc32320)0

[7.3 Construction and installation process 3](#_Toc3056)1

[7.4 Safety requirements 3](#_Toc30663)3

[8 Acceptance inspection 34](#_Toc7488)

[8.1 General requirements 34](#_Toc15052)

[8.2 Dominant items 35](#_Toc7537)

[8.3 General items 36](#_Toc21526)

[9 Maintenance 37](#_Toc8986)

[9.1 General requirements 37](#_Toc28961)

[9.2 Investigation and repairing 37](#_Toc23043)

[9.3 Cleaning 38](#_Toc23019)

[Explanation of wording in this specification 39](#_Toc20539)

[List of quoted standards 4](#_Toc23077)0

[Addition: Explanation of provisions 43](#_Toc23077)

1. **总 则**
	* 1. 为使琉璃复合板幕墙工程做到安全可靠、美观适用、技术先进、节能环保，制定本标准。
		2. 建筑幕墙工程设计、制作、施工及维护保养应实行全过程质量控制。
		3. 本标准适用于抗震设防烈度不大于8度的民用建筑琉璃复合板幕墙工程。琉璃复合板幕墙的应用高度不宜大于50m。
		4. 在正常使用状态下，琉璃复合板幕墙应具有良好的工作性能。在多遇地震作用下应能正常使用；在设防烈度地震作用下经修理后应仍可使用；在罕遇地震作用下幕墙骨架不应脱落。
		5. 琉璃复合板幕墙工程**除应符合本标准外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。**
2. **术语和符号**
	1. **术 语**
		1. 琉璃复合板幕墙 glaze composite panel curtain wall

以琉璃复合板为面板材料的建筑幕墙。

* + 1. 琉璃复合板 glaze composite panel

琉璃与玻璃或其他板材通过离子性中间层胶片（SGP）或聚乙烯醇缩丁醛（PVB）胶片或高强型乙烯-醋酸乙烯共聚物（PVE）胶片等粘结而成的适用于建筑幕墙的板材。

* + 1. 封闭式幕墙板缝 panel joint of sealed curtain wall

幕墙板块之间缝隙采取密封措施，具有气密和水密性能的建筑幕墙，包括注胶封闭式幕墙板缝和胶条封闭式幕墙板缝。

* + 1. 开放式幕墙板缝 panel joint of unsealed curtain wall

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

* + 1. 建筑密封胶 weather proofing silicone sealant

幕墙中嵌缝用的密封材料。

* 1. **符 号**
		1. 材料力学性能

E——材料弹性模量；

f——材料抗拉、抗压和抗弯强度设计值；

fo——材料强度标准差；

fk——材料抗拉、抗压和抗弯强度标准值；

fm——材料强度平均值；

*f*1——硅酮结构密封胶在短期作用下的强度设计值；

*f*2——硅酮结构密封胶在长期作用下的强度设计值；

* + 1. 作用和作用效应

PEk——平行于幕墙平面的集中地震作用标准值；

qEk——垂直于幕墙平面的水平地震作用标准值；

Q——琉璃复合板均布静态荷载弯曲试验的最小破坏荷载；

q——琉璃复合板承受的风荷载和地震作用组合的荷载设计值；

qk——垂直于面板板面方向的风荷载或地震作用标准值；

qE——垂直于幕墙平面的水平地震作用设计值；

qG——幕墙单位面积重力荷载设计值；

*qv*——垂直于面板方向的短期或者长期荷载组合设计值；

*qs*——平行于面板方向的短期或者长期荷载组合设计值；

Rd——结构构件抗力设计值；

S——作用效应组合的设计值；

Sd——无地震作用效应组合的效应设计值；

SE——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

SEK——地震作用效应标准值；

SGk——永久荷载效应标准值；

Swk——风荷载效应标准值；

——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；

Wo——基本风压；

Wk——风荷载标准值；

ρ——名义密度；

△P——水密性能风压力差值；

$∆u$——主结构结构层间位移引起的相应面板高度范围内边框允许相对变形量。

* + 1. 参数

a——矩形面板的短边边长；

b——矩形面板的长边边长；

*cs*——硅酮结构密封胶的粘接宽度；

$D$——琉璃复合板的等效弯曲刚度；

$C\_{1}$——面板与左右边框平均间隙；

$C\_{2}$——面板与上边框间隙；

l：四边简支板取短边边长，对边支撑板取非支撑边长；

$t\_{i1}$，$t\_{i2}$——琉璃复合板合片厚度；

$y\_{1}$，$y\_{2}$——琉璃复合板中琉璃及内片玻璃中间片玻璃之间距离；

*ts*——硅酮结构密封胶的粘接厚度；

*us*——幕墙玻璃相对于铝合金框的位移；

$C\_{1}^{`}、C\_{2}^{`}$——面板与左右边框及与上边框的设计间隙；

$S\_{tol}$——施工安装偏差；

$S\_{temw}$——面板与横向边框的相对温差变形；

$S\_{temh}$——面板与竖向边框的相对温差变形；

$H\_{g}$——面板高度尺寸；

$W\_{g}$——面板宽度尺寸。

* + 1. 系数

m——弯矩系数；

γ0——结构构件重要性系数，应取不小于1.0；

——永久荷载分项系数；

——风荷载分项系数；

——地震作用分项系数；

——温度作用分项系数；

——温度作用分项系数；

γRE——结构构件承载力抗震调整系数，应取1.0；

——风荷载的组合值系数；

——地震作用的组合值系数；

——温度作用的组合值系数；

μ——挠度系数；

μS1——局部风压体型系数；

μZ——风压高度变化系数。

* + 1. 其他

df，lim——构件的挠度限值；

df——幕墙构件在荷载标准组合作用下的挠度限值；

θ——参数；

[θe]——主体结构的楼层弹性层间位移角限值。

1. **材 料**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃复合板幕墙所用材料应符合国家现行标准的有关规定，尚无相应标准的材料应符合当地政府的相关规定及设计要求。
		2. 琉璃复合板幕墙材料应满足安全性、耐久性、环境保护和防火要求。
		3. 琉璃复合板幕墙使用的面板、支承结构、连接件和保温材料应采用不燃材料。
		4. 琉璃复合板幕墙材料尚应具有产品合格证、质量保证书及相关性能检测报告。
	2. **琉璃板材**
		1. 琉璃复合板幕墙采用的琉璃板材厚度不应小于25mm，其外观质量应符合表3.2.1要求。

**表3.2.1 外观质量 单位：mm**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 裂纹 | 不允许 |
| 缺口 | 长≤5mm，宽≤5mm（长≤5mm宽≤1mm忽略不计）数量不多于每米2处，且不密集。 |
| 缺角 | 长≤10mm，宽≤5mm（长≤5mm宽≤2mm忽略不计）数量不多于每米2处，且不密集 |
| 结碱异物 | 直径1mm（直经<0.5mm忽略不计），数量≤每平方米2个。 |
| 气泡 | 直径<1.5mm（直经<0.5mm忽略不计），数量≤每平方米15个，边长200mm内的数量≤1个。 |

注**：**密集是指4个或者更多且彼此之间的距离不大于200mm；

* + 1. 琉璃复合板幕墙的琉璃板材尺寸允许偏差应符合表3.2.2要求。

**表3.2.2 尺寸允许偏差 单位：mm**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 |
| 边长 | L＜600 | ±1 |
| 600≤L<1200 | ±3 |
| 1200≤L<2400 | -5~+3 |
| L≥2400 | -7~+5 |
| 厚度 | 20≤H<50 | ±1 |
| 50≤H＜100 | ±2 |
| H≥100 | ±3 |
| 对角线偏差 | L<2400 | ＜5 |
| L≥2400 | ＜7 |

注**：**对于不等厚制品边长应符合表3.2.2规定，厚度尺寸要求由供需双方协商。

* + 1. 琉璃复合板幕墙用琉璃板材的力学性能应符合表3.2.3要求：

**表3.2.3 性能要求**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 要求 |
| 重力密度$γ\_{g}$（KN/m3） | 2.5±10% |
| 抗急冷急热性能 | 试验后试样不允许出现裂纹或其他破损现象 |
| 莫氏硬度 | 不低于5度 |
| 色差 | 不明显，仲裁测量时，透射色差不大于3.0 |
| 可见光反射比 | ≤10% |
| 吸水率E（%） | ≤0.05% |
| 耐水性 | 不低于2级 |
| 弯曲强度/MPa | 不低于18 |
| 压缩强度/MPa | 不低于100 |
| 线膨胀系数α（1/℃） | （0.6±10%）×10-5 |
| 弹性模量E（N/mm2） | （0.6~0.75）×105 |
| 泊松比ⅴ | 0.2~0.23 |

* 1. **玻璃**
		1. 琉璃复合板幕墙用玻璃的外观质量和性能指标应符合国家现行标准规定。
		2. 平板玻璃应符合《平板玻璃》GB 11614规定；超白浮法玻璃应符合《超白浮法玻璃》JC/T 2128规定；防火玻璃应符合《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB 15763.1规定；钢化玻璃应符合《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2规定；夹层玻璃应符合《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3规定；均质钢化玻璃应符合《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》GB 15763.4规定；半钢化玻璃应符合《半钢化玻璃》GB/T 17841规定。
		3. 琉璃复合板幕墙采用夹层玻璃的玻璃厚度应经过强度和刚度验算后确定，夹层玻璃的单片玻璃厚度不应小于6mm，两片玻璃厚度差不应大于3mm。中间层胶片宜采用聚乙烯醇缩丁醛 （PVB）、高强度型乙烯及醋酸乙烯共聚物（PVE）或离子型中间层 胶片（SGP）干法加工合成技术，其中：琉璃板材与玻璃之间中间层胶片厚度不应小于 1.52mm， 夹层玻璃之间中间层胶片 厚度不应小于 0.76mm， 离子型中间层胶片（SGP）厚度不应小于0.89mm，外露的高强度型乙烯及醋酸乙烯共聚物（PVE）中间层夹层玻璃无需封边处理， 外露的聚乙烯醇缩丁醛（PVB） 中间层夹层玻璃应封边处理。
		4. 琉璃复合板幕墙用中空玻璃应满足《中空玻璃》GB/T 11944规定，并满足下列要求：
1. 中空玻璃选用的主要原材料应满足现行国家标准的要求：干燥剂应符合《中空玻璃用干燥剂》JC/T 2072规定：硅酮结构密封胶应满足《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266的；丁基热熔胶应符合《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914规定；中空玻璃间隔条应符合《中空玻璃间隔条 第1部分铝间隔条》JC/T 2069规定；
2. 中空玻璃的单片玻璃厚度不应于6mm，单腔中空玻璃气体层厚度不应小于12mm，中空玻璃应采用双道密封，由专用注胶机混合注胶，第一道密封应采用丁基热熔密封胶，第二道密封应采用硅酮结构密封胶，结构胶宽度应经计算确定；
3. 中空玻璃的间隔铝框应采用连续折弯型，不应使用热熔型间隔胶条，间隔铝框的干燥剂由专用设备装填；
4. 中空玻璃合片加工时，应采取措施防止玻璃表面产生凹凸变形；
5. 阳光控制膜中空玻璃应提供中空结构密封胶和镀膜材料的相容性检测报告；离线低辐射镀膜玻璃应采用热熔丁基密封胶将膜层材料与外界完全隔绝；
6. 阳光控制镀膜玻璃应符合《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1规定，低辐射镀膜玻璃应符合《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2规定；
7. 琉璃复合板幕墙用钢化玻璃及半钢化玻璃必须经机械磨边处理，其倒棱的棱宽不应小于1mm，不应有裂痕和缺角；
8. 有防火功能的琉璃复合板幕墙玻璃，应根据防火等级采用防火玻璃。
	1. **琉璃复合板制品**
		1. 琉璃复合板制品的外观质量包括琉璃制品和复合层的外观质量，其中琉璃板材外观质量应符合表3.2.1的要求，复合层外观质量应符合《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3的要求。
		2. 琉璃复合板制品的长度和宽度允许偏差值应符合表3.4.2的规定。

**表3.4.2 长度和宽度允许偏差 单位：mm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称尺寸 | 公称厚度≤8 | 公称厚度>8 |
| （边长L） | 每块玻璃公称厚度＜10 | 至少一块玻璃公称厚度≥10 |
| L＜600 | +1.0-1.0 | +1.0-1.0 | +1.0-1.0 |
| 600＜L≤1200 | +2.0-3.0 | +2.0-3.0 | +3.0-3.0 |
| 1200＜L≤2400 | +3.0-4.0 | +3.0-4.5 | +3.0-5.0 |
| L＞2400 | +4.0-4.0 | +4.5-5.0 | +5.0-7.0 |

* + 1. 叠差如图3.4.3所示，琉璃复合板的最大允许叠差应符合表3.4.3的规定。



**图3.4.3 叠差**

|  |  |
| --- | --- |
| 长度或宽度L | 最大允许叠差 |
| L≤1000 | 2.0 |
| 1000＜L≤2000 | 2.5 |
| 2000＜L≤4000 | 3.0 |
| L＞4000 | 5.0 |

**表3.4.3 最大允许叠差 单位：mm**

* + 1. 琉璃复合板制品的厚度允许偏差应符合表3.4.4的规定。

**表3.4.4 厚度允许公差 单位：mm**

|  |  |
| --- | --- |
| 总厚度 | 要求 |
| H<50 | ±1.5 |
| 50≤H＜100 | ±2.5 |
| H≥100 | ±3.5 |

* + 1. 对矩形琉璃复合板制品长边长度不大于2400mm时，对角线差不得大于4mm，长边长度大于2400mm时，对角线差由供需双方商定。
		2. 平面琉璃复合板的弯曲度，弓形时应不超过0.3%，波形时应不超过0.2%。
		3. 按GB15763进行检验可见光反射比，琉璃复合板制品的可见光反射比由供需双方商定。
		4. 应由供需双商定是否有必要进行琉璃复合板抗风压性能试验，以便合理选择给定风荷载条件下适用的琉璃复合板的材料结构和规格尺寸等，或验证所选定的琉璃复合板制品的材料、结构和规格尺寸等是否满足设计风压值的要求。
		5. 按GB15763进行检验琉璃复合板耐热性，试验后允许试样存在裂口，超出边部或裂口13mm部分不能产生气泡或其它缺陷。
		6. 按GB15763进行检验琉璃复合板耐湿性，试验后试样超出原始边15mm、切割边25mm、裂口10mm部分不能产生气泡或其它缺陷。
		7. 按GB15763进行检验琉璃复合板耐辐照性，试验后试样不可产生显著变色气泡及浑浊现象，且试验前后试样可见光透射比变化率T应不大于3%。
		8. 按GB15763进行检验琉璃复合板落球冲击剥离性能，试验后中间层不得断裂，不得因碎片剥离而暴露。
		9. 按GB15763进行检验琉璃复合板霰弹袋冲击性能，在每一冲击高度试验后试样均应未破坏和或安全破坏。
		10. 按《夹层结构平拉强度试验方法》GB/T 1452进行平拉粘结强度检测，数据记录在表格中。
		11. 按《夹层结构或芯子剪切性能试验方法》GB/T 1455进行检测平面剪切强度，数据记录在表格中。
	1. **铝合金材料**
		1. 琉璃复合板幕墙采用铝合金材料的牌号所对应的化学成分应符合现行国家标准《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190的有关规定，铝合金型材质量应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237的规定，型材尺寸允许偏差应达到高精级或超高精级。
		2. 铝合金型材采用阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂进行表面处理时，应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237规定的质量要求。
		3. 用穿条工艺生产的隔热铝型材，其隔热材料应使用PA66GF25（聚酰胺66+25玻璃纤维）材料，不得采用PVC材料。用浇注工艺生产的隔热铝型材，其隔热材料应使用PUR（聚氨基甲酸乙酯）材料。连接部位的抗剪强度必须满足设计要求。
		4. 与琉璃复合板幕墙配套用的铝合金材料强度应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB/T 5237的相关规定。
	2. **钢材**
		1. 琉璃复合板幕墙用碳素结构钢和低合金结构钢的强度、钢种、牌号和质量等级应符合下列现行国家标准和行业标准的规定：《耐候结构钢》GB/T 4171、《建筑结构用钢板》GB/T 19879、《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878、《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。
		2. 琉璃复合板幕墙用不锈钢材宜采用奥氏体不锈钢，且含镍量不应小于8％。不锈钢材应符合下列现行国家标准、行业标准的规定：《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226、《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280、《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237。
		3. 琉璃复合板幕墙用耐候钢应符合现行国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171及《焊接结构用耐候钢》GB/T 4172的规定。
		4. 琉璃复合板幕墙用碳素结构钢和低合金高强度结构钢应采取有效的防腐处理。
		5. 钢材之间进行焊接时，应符合现行国家标准《建筑钢结构焊接规程》GB/T 8162的规定。
	3. **连接件与紧固件**
		1. 幕墙常用紧固件应符合下列规定：
1. 螺钉、螺栓的材质和机械性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1、《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2、《紧固件机械性能 自攻螺钉》GB/T 3098.5、《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6、《紧固件机械性能 自钻自攻螺钉》GB/T 3098.11、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15等的规定；螺钉、螺栓的品种、规格应符合现行国家标准《Ⅰ型六角螺母 C级》GB/T 41、《平垫圈 C级》GB95、《平垫圈 A级》GB 97.1、《十字槽盘头螺钉》GB/T 818、《十字槽盘头自攻螺钉》GB 845、《轻型弹簧垫圈》GB 859、《六角头螺栓 C级》GB/T 5780、《六角头螺栓全螺纹 C级》GB/T 5781、《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1～GB/T 15856.5等的规定；
2. 抽芯铆钉的材质、机械性能和品种、规格，应符合现行国家标准《紧固件机械性能 抽芯铆钉》GB/T 3098.19和《开口型平圆头抽芯铆钉51级》GB/T 12618.4等的规定；
3. 后锚固连接用机械锚栓应符合现行行业标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160的规定。后锚固连接用化学锚栓符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的规定。
	* 1. 幕墙与建筑主体结构或支承结构之间，宜采用钢连接件或铝合金连接件。钢连接件的材质和表面防腐处理应分别符合本规范第3.6节的规定。铝合金型材连接件的材质和表面处理应符合本规范第3.5节的有关规定。
		2. 幕墙面板用不锈钢挂件，宜采用经固溶处理的奥氏体型不锈钢制品。
		3. 幕墙面板铝合金型材挂件，表面应进行防腐蚀处理并符合设计要求。
		4. 幕墙防雷连接件的材质、截面尺寸和防腐处理，应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057的有关规定。
		5. 背栓应采用奥氏体型不锈钢制作。其组别和性能等级不宜低于现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6的规定。背栓的直径不宜小于6mm，不应小于4mm，螺纹配合应灵活可靠，具备良好的互换性。螺纹公差等级不宜低于现行国家标准《普通螺纹公差》GB/T 197中的7H/6g。
	1. **建筑密封材料**
		1. 琉璃复合板幕墙的橡胶制品，宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶。
		2. 密封胶条应符合国家现行标准《建筑橡胶密封垫—预成型实心硫化的结构密封垫用材料规范》HG/T 3099及《工业用橡胶板》GB/T 5574的规定。
		3. 中空玻璃第一道密封用丁基热熔密封胶，应符合现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914的规定。不承受荷载的第二道密封胶应符合《中空玻璃用弹性密封胶》GB/T29755的规定；隐框或半隐框玻璃幕墙用中空玻璃的第二道密封胶应符合《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266的规定外，尚应符合本规范第3.3节的有关规定。琉璃复合板幕墙的橡胶制品，宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶及硅橡胶。
	2. **粘结材料**
		1. 幕墙用中性硅酮结构密封胶及酸性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的规定。
		2. 硅酮结构密封胶使用前，应经国家认可的检测机构进行与其相接触材料的相容性和剥离粘结性试验，并应对邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能进行复验。检验不合格的产晶不得使用。进口硅酮结构密封胶应具有商检报告。
		3. 硅酮结构密封胶生产商应提供其结构胶的变位承受能力数据和质量保证书。
	3. **其他材料**
		1. 与单组份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。
		2. 琉璃复合板幕墙宜采用聚乙烯泡沫棒作填充材料，其密度不应大于37kg/m³。
		3. 琉璃复合板幕墙的隔热保温材料，宜采用岩棉、矿棉、玻璃棉、防火板等不燃或难燃材料。
4. **建筑设计**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃复合板幕墙的建筑设计，应根据建筑物的建筑美学和使用功能，进行立面分格、材料选择和性能与构造设计。
		2. 琉璃复合板幕墙的热工设计应符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的规定。
		3. 琉璃复合板幕墙的性能设计应根据建筑物所在地的地理、气候、环境，建筑物的类别、体型、高度，使用功能以及设计使用年限等条件进行，性能指标符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定。
		4. 琉璃复合板幕墙的立面分格设计应考虑面板材料适宜的规格尺寸。琉璃复合板幕墙单块面板的面积不宜大于2.5m2。
		5. 琉璃复合板幕墙与主体结构的连接部位应能承受幕墙荷载的传递作用。主体结构变形缝两侧应设置独立的幕墙支承结构，与主体结构变形缝相对应的幕墙构造应能够适应主体结构的变形要求。
		6. 幕墙开启窗的大小、数量、位置及外观应满足立面效果和使用功能要求。
		7. 琉璃复合板幕墙的面板应可拆卸、更换，并不得破坏相邻周边构造。高层的琉璃复合板幕墙宜设置清洗、维修装置，并便于操作。
		8. 泛光照明设备应可靠安装在幕墙构件上，线路及灯具的布置和安装不得影响建筑外立面效果，泛光照明系统的安装和布置应考虑维修和更换措施。
	2. **性能和检测要求**
		1. 琉璃复合板幕墙的性能设计应根据建筑物的类别、高度、体型以及建筑物所在地的地理、气候、环境等条件进行。
		2. 琉璃复合板幕墙的抗风压、气密、水密、保温、隔声等性能分级，应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定。
		3. 琉璃复合板幕墙的抗风压性能设计应符合下列要求：
5. 幕墙的抗风压性能指标值，应按不低于现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009中规定的围护结构风荷载标准值Wk确定；
6. 开放式琉璃复合板幕墙的风荷载标准值计算时，也可通过风洞模型试验确定风荷载折减效应；
7. 在风荷载标准值Wk的作用下，琉璃复合板幕墙结构的变形不应大于规定值，并且不应发生损坏。
	* 1. 琉璃复合板幕墙的水密性能设计应符合下列规定：
8. 易受热带风暴和台风袭击的地区，水密性能设计取值应按下式计算，且固定部分的取值不应低于1000Pa：

△P=1000μS1μzwo （4.2.4）

式中：△P——水密性能设计取值（风压力差值）（Pa）；

wo——基本风压（kN/m2），应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009规定采用；

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

μS1-局部风压体型系数，可取1.2；

1. 其他地区水密性能可按第1款计算值的75%进行设计，且固定部分的取值不宜低于700Pa；
2. 可开启部分的水密性能等级宜与固定部分相对应。
	* 1. 琉璃复合板幕墙的气密性能应符合建筑节能设计，可开启部分和幕墙整体的气密性指标分级应不低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086中规定的3级。开放式建筑幕墙的气密性能不作要求。
		2. 琉璃复合板幕墙平面内变形性能应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定，平面外变形性能及垂直方向变形性能应满足设计要求，并应符合现行国家标准《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250的规定。在计算是应满足下列要求：
3. 主体结构楼层弹性层间位移角控制值应按层间高度内弹性层间位移量计算，其值由主体设计计算并提供。主体设计未提供时，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3的规定采用；
4. 建筑幕墙层间变形性能指标值不应小于主体结构小震时弹性层间位移角控制值[θe]的3倍；
5. 层间变形性能指标值仅供模拟测试判定使用。测试不满足时，应调整幕墙连接构造设计。
	* 1. 琉璃复合板幕墙的传热系数，应符合下列规定：
6. 琉璃复合板幕墙背后无其他墙体时，幕墙本身的保温隔热构造系统应符合建筑物建筑节能设计对外墙的传热系数要求；
7. 琉璃复合板幕墙背后有其他墙体时，幕墙与该墙体共同组成的外围护结构，应符合建筑物建筑节能设计对外墙的传热系数要求。
	* 1. 琉璃复合板幕墙的空气声隔声性能应满足建筑物室内声环境设计要求。满足《民用建筑隔声设计规范》GB 50118的要求。性能指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433的规定。
		2. 琉璃复合板幕墙耐撞击性能指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086和《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433耐撞击性能分级的规定。琉璃复合板幕墙室内侧耐撞击性能指标不应低于1级。人员流动密度大或青少年、幼儿活动的公共建筑的建筑幕墙。耐撞击性能指标不应低于2级。
		3. 琉璃复合板幕墙性能检测试件的材质、构造、安装施工方法应与实际工程相对应。
		4. 琉璃复合板幕墙的性能检测过程中，当安装缺陷使得某项性能未能达到设计要求时，可在修补缺陷或改进安装工艺后重新检测，检测报告应记载所做的修改或工艺改进，幕墙施工时，应按报告记载的修改内容，修改相应施工工艺文件并予以实施；当设计或材料的原因导致幕墙性能未达到规定要求时，则应停止本次检测，并修改设计文件或更换材料后重新制作试件，另行检测。
	1. **构造设计**
		1. 琉璃复合板幕墙的构造设计，应满足安全、实用、美观的原则，并应便于制作、安装、维修保养和局部更换。
		2. 琉璃复合板幕墙的面板接缝应能够适应由于风荷载、地震作用和温度变化以及自重作用而产生的面板相对位移。
		3. 琉璃复合板幕墙面板接缝设计应根据建筑装饰效果和面板材料特性确定，琉璃复合板幕墙可采用封闭式或开放式板缝。
		4. 采用封闭式板缝设计的琉璃复合板幕墙，板缝密封采用注胶封闭时宜设水蒸气透气孔，采用胶条封闭时应有渗漏雨水的排水措施；采用开放式板缝设计的幕墙，面板后部应设计防水层。
		5. 开放式琉璃复合板幕墙应在面板的背面空间设置防水构造或在建筑主体墙面上设置防水层，并应设置可靠的导排水系统。
		6. 密封胶应采用硅酮建筑密封胶或改性硅烷聚醚胶（MS胶）。当采用硅酮建筑密封胶时，其厚度不应小于3.5mm，胶缝宽度不宜小于10mm。当采用改性硅烷聚醚胶（MS胶）时，其厚度不小于10mm。较深密封槽口的底部应采用聚乙烯发泡材料填塞。
		7. 胶条封闭式琉璃复合板幕墙板缝可采用三元乙丙、氯丁橡胶或硅橡胶密封条密封，纵横密封条交叉处应有防水密封措施。当与硅酮胶接触时，应采用橡胶密封条密封。
	2. **防火、防雷设计**
		1. 琉璃复合板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的有关规定。
		2. 琉璃复合板幕墙的耐火极限应符合下列规定：
8. 背后有其他围护墙体时，该围护墙体应为不燃烧体，耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016关于外墙耐火极限的有关规定；
9. 背后无其他围护墙体时，幕墙的耐火极限不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016关于外墙耐火极限的有关规定。
	* 1. 琉璃复合板幕墙的防火封堵构造系统，应具有伸缩能力、密封性和耐久性；遇火时，在规定的耐火极限内应保持完整性、隔热性和稳定性。防火封堵系统所使用的材料应满足现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864有关缝隙封堵材料的要求。
		2. 琉璃复合板幕墙与楼板、防火分区隔墙间的缝隙采用岩棉或矿渣棉封堵时，其填充厚度不应小于100mm；其支撑材料应采用厚度不低于1.5mm的镀锌钢板或其他符合现行国家标准《不燃无机复合板》GB 25970中规定的、且名义密度ρ不小于1.5g/cm3、厚度不小于10mm的不燃无机复合板；承托板与幕墙结构和主体结构以及承托板之间的缝隙，应采用符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864规定的缝隙封堵材料、防火密封胶或现行国家标准《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267规定的建筑用阻燃密封胶进行有效的密封。
		3. 同一琉璃复合板块，不应跨越建筑物的两个防火分区。
		4. 琉璃复合板幕墙的防雷设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《民用建筑电气设计标准》GB 51348的有关规定。幕墙的金属框架应与主体结构的防雷装置可靠连接，并保持导电通畅。
	1. **其他安全规定**
		1. 处于人员流动密度大或青少年、幼儿活动等场所，容易发生物体和人体冲击处，应有防撞措施。
		2. 琉璃复合面板幕墙，宜采取偶然破裂后的安全保障措施。
10. **结构设计**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃复合板幕墙应按外围护结构设计。
		2. 琉璃复合板幕墙结构设计应根据受力模型对琉璃复合板、支承结构、连接件和锚固件等进行承载力计算，以确保幕墙的安全适用性。琉璃复合板与其支承结构、支承结构与主体结构之间均应具有足够的相对位移能力。
		3. 琉璃复合板幕墙结构设计应采用以概率理论为基础，以分项系数表达的极限状态设计方法，分别按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行结构设计：
11. 承载能力极限状态
12. 持久设计状况、短暂设计状况：

** （5.1.3-1）

1. 地震设计状况：

 ** （5.1.3-2）

1. 正常使用极限状态

  （5.1.3-3）

* + 1. 采用螺栓连接、挂接或插接的幕墙构件，应采取可靠的防松动、防滑移、防脱落措施。
		2. 琉璃复合板幕墙构件应根据实际结构形式计算各设计状况下的弯矩、剪力和轴力。
		3. 琉璃复合板幕墙结构，其计算模型应与构件连接的实际情况相符合，计算假定应与结构的实际工作性能相符合。规则构件可按解析或近似公式计算作用效应，复杂边界或荷载的构件，可采用有限元方法计算作用效应。
	1. **荷载作用及荷载效应组合**
		1. 琉璃复合板幕墙风荷载标准值应根据《建筑结构荷载规范》GB 50009中对维护结构的规定确定，同时满足《工程结构通用规范》GB 55001有关条款规定，并且不应小于1.0kN/m2。
		2. 体型不规则或风环境复杂的建筑幕墙，风荷载标准值除按本规程第5.2.1条规定的计算以外，宜结合风洞试验或数值风洞方法确定。
		3. 琉璃复合板幕墙构件同时承受两个正交方向的风荷载作用时，强度应按1.0X+0.6Y和1.0Y+0.6X两种组合方式确定。其中X为构件横截面主轴方向最大风荷载设计值，Y是与X正交方向的最大风荷载设计值。
		4. 琉璃复合板幕墙结构的地震作用标准值可根据《建筑抗震设计规范》GB50011中非结构构件规定确定或按下式计算：

$$q\_{Ek}=β\_{e}α\_{max}q\_{Gk}$$

$β\_{e}$：动力放大系数，取5.0；

$α\_{max}$：地震影响系数最大值；

$q\_{Gk}$：幕墙自重荷载标准值。

* + 1. 计算琉璃复合板幕墙构件承载力极限状态时，其作用或效应的组合应符合下列规定：
1. 持久设计状况、短暂设计状况：

$S=γ\_{G}S\_{GK}+ψ\_{w}γ\_{w}S\_{wk}+ψ\_{T}γ\_{T}S\_{Tk}$ （5.2.5-1）

1. 地震设计状况：

$S=γ\_{G}S\_{GK}+ψ\_{E}γ\_{E}S\_{Ek}+ψ\_{w}γ\_{w}S\_{wk}$ （5.2.5-2）

式中：S——作用组合的效应设计值；

——永久荷载效应标准值；

——风荷载效应标准值；

——地震作用效应标准值；

——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；

——永久荷载分项系数；

——风荷载分项系数；

——地震作用分项系数；

——温度作用分项系数；

——风荷载的组合值系数；

——地震作用的组合值系数；

——温度作用的组合值系数。

* + 1. 计算琉璃复合板幕墙构件的承载力设计时，作用分项系数及组合系数应符合现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068的规定及《建筑结构荷载规范》GB 50009。
		2. 当琉璃复合板幕墙结构采用非线性分析时，应先进行荷载与作用的组合，再计算组合荷载与作用的效应。当琉璃复合板幕墙结构采用线性分析时，可先计算各荷载与作用的效应，再进行荷载与作用效应的组合。
	1. **琉璃复合面板设计**
		1. 琉璃复合板设计应能承受自重、风荷载、雪荷载、地震、温度、位移变形等作用，并应满足幕墙平面内和幕墙平面外的强度及变形要求。同时应考虑琉璃面材破损后，剩余部分能够继续承担全部外荷载。
		2. 琉璃与玻璃面板之间连接除了合片胶片之外，还应有其他防坠落安全措施。
		3. 琉璃复合板应通过定位承托胶垫或托条将其重量传递给支承构件。当采用胶垫直接承受面板自重时，数量不少于2块，厚度不小于5mm，长度不小于100mm，宽度与琉璃复合板厚度相等，满足承载力要求。当采用托条承受琉璃复合板自重时，每块面板的下端应设置两个铝合金或不锈钢托条，托条与面板水平支承构件之间应可靠连接。托条应通过计算确定，承受所托面板的重力荷载，并应与框架可靠连接。托条长度不应小于100mm，厚度不应小于3mm。托条上宜设置衬垫，并应托住最外片琉璃。
		4. 对于一般琉璃复合板宜采用有限元进行验算，对于琉璃及玻璃复合成的琉璃复合板可采用公式计算。当采用有限元分析时，应采用3D实体单元进行模拟分析，其中琉璃，玻璃及胶片的材料属性均按照本规范中规定的参数采用。其复合胶片剪切模量在抗风验算时，可按如下进行取值， SGP取26MPa，PVE取3.0MPa，PVB取0.44MPa。由琉璃及非玻璃复合成的琉璃复合板宜采用有限元计算。
		5. 当琉璃及两片玻璃复合成琉璃复合板，其承载力可按如下进行验算，其琉璃部分强度标准值为xxx，其材料分项系数为2.0。



内外片材料到中间片之间距离：

 $y\_{1}=0.5t\_{2}+0.5t\_{1}+t\_{i1}$ （5.3.5-1）

 $ y\_{2}=0.5t\_{2}+0.5t\_{3}+t\_{i2}$ （5.3.5-2）

其每片材料到中性轴距离如下：

 $d\_{1}=\frac{E\_{2}t\_{2}y\_{1}+E\_{2}t\_{3}\left(y\_{1}+y\_{2}\right)}{E\_{1}t\_{1}+E\_{2}t\_{2}+E\_{2}t\_{3}}$ （5.3.5-3）

 $d\_{2}=\frac{E\_{1}t\_{1}y\_{1}−E\_{2}t\_{3}y\_{2}}{E\_{1}t\_{1}+E\_{2}t\_{2}+E\_{2}t\_{3}}$ （5.3.5-4）

 $d\_{3}=\frac{E\_{2}t\_{2}y\_{2}+E\_{1}t\_{1}\left(y\_{1}+y\_{2}\right)}{E\_{1}t\_{1}+E\_{2}t\_{2}+E\_{2}t\_{3}}$ （5.3.5-5）

琉璃复合板用于计算变形等效刚度按照如下：

 $D\_{i}=\frac{E\_{1}t\_{1}^{3}}{12}+\frac{E\_{2}t\_{2}^{3}}{12}+\frac{E\_{2}t\_{3}^{3}}{12} $ （5.3.5-6）

 $D\_{o}=E\_{1}t\_{1}d\_{1}^{2}+E\_{2}t\_{2}d\_{2}^{2}+E\_{2}t\_{3}d\_{3}^{2}$ （5.3.5-7）

 $D\_{tot}=D\_{o}+D\_{i}$ （5.3.5-8）

 $η=\frac{1}{1+\frac{168}{17} \frac{D\_{i}D\_{o}}{G D\_{tot}\left(\frac{y\_{1 }^{2}}{t\_{i1}}+\frac{y\_{2 }^{2}}{t\_{i2}}\right)l^{2}}}$ （5.3.5-9）

 $D=\frac{1}{\frac{η}{D\_{tot}}+\frac{1−η}{D\_{i}}}$ （5.3.5-10）

计算琉璃复合板中琉璃应力时抗弯抵抗距如下：

 $W\_{σ}=\frac{1}{\left(\frac{t\_{1}}{2D}+\frac{ηd\_{1}}{D\_{tot}}\right)E\_{1}}$ （5.3.5-11）

$t\_{1}$，$t\_{2}$，$t\_{3}$：分别为琉璃复合板中外片琉璃，中间玻璃及内片玻璃的厚度；

$d\_{1}$，$d\_{2}$，$d\_{3}$：分别为琉璃复合板中外片琉璃，中间玻璃及内片玻璃距中性轴距离；

$E\_{1}，E\_{2}$：分别为琉璃复合板中琉璃及玻璃的弹性模量；

$y\_{1}$，$y\_{2}$：分别为相邻板材之间距离；

$t\_{i1}$，$t\_{i2}$：琉璃复合板合片厚度；

$D$：琉璃复合板弯曲刚度；

$W\_{σ}$：计算琉璃复合板中琉璃应力板材抗弯抵抗距；

$G$：合成胶片剪切模量，按照5.3.4条取；

$l：$计算跨度，四边简支板取短边，对边简支取跨度，四点支撑取长边；

其中琉璃材料的应力按如下计算：

 $σ=\frac{ m q l^{2}}{W\_{ef.σ}}$ （5.3.5-12）

m：弯矩系数，四边支撑板根据长短边之比（a/b）按照表5.3.5-1采用，对边支撑边去0.125，四点支撑玻璃根据长短边之比（a/b）按照表5.3.5-2采用；

q：面板荷载组合设计值；

l：四边简支板取短边边长，对边支撑板取非支撑边长。

**表5.3.5-1 四边支承板的弯矩系数m**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.01 | 0.25 | 0.33 | 0.40 | 0.50 | 0.55 | 0.60 | 0.65 |
|  | 0.1250 | 0.1230 | 0.1180 | 0.1115 | 0.0100 | 0.0934 | 0.0868 | 0.0804 |
|  | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.0 | — |
|  | 0.0742 | 0.0683 | 0.0628 | 0.0576 | 0.0528 | 0.0483 | 0**.**0442 | — |

**表5.3.5-2 四点支承板的弯矩系数m**

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

* + 1. 对于组成结构为一片琉璃及两片玻璃复合而成矩形琉璃复合板变形可以按如下进行验算，其变形限值为1/120。

 $ d\_{f}=\frac{ μ q\_{k} l^{4}}{D}$ （5.3.6）

qk：琉璃复合板荷载组合标准值；

l：四边简支板取短边边长，对边支撑板取非支撑边长，四点支撑取长边；

μ：挠度系数，四边支撑板根据长短边之比（a/b）按照表5.3.6-1采用，对边支撑边去0.01302，四点支撑玻璃根据长短边之比（a/b）按照表5.3.6-2采用。

**表5.3.6-1 四边支承板的挠度系数**μ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 0.01 | 0.20 | 0.25 | 0.33 | 0.50 |
|  | 0.01302 | 0.01297 | 0.01282 | 0.01223 | 0.01013 |
|  | 0.55 | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 |
|  | 0.00940 | 0.00867 | 0.00796 | 0.00727 | 0.00663 |
|  | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.00 |
|  | 0.00603 | 0.00547 | 0.00496 | 0.00449 | 0.00406 |

**表5.3.6-2 四点支承板的挠度系数**μ

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

* 1. **边框及连接设计要求**
		1. 其边框及连接设计应满足《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336及《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102有关要求，同时应满足幕墙平面外及平面外的刚度，强度要求，同时能适应平面内变形需求。
		2. 其边框变形应除了符合《建筑幕墙》GB/T 21086，对于四边支撑或对边支撑琉璃复合板，其琉璃复合板的每条支撑边的边框在垂直于面板平面方向的弯曲刚度应满足如下条件。

$EI\_{x}\geq 5 D l$ （5.4.2）

E：边框的弹性模量；

$I\_{x}$：边框的垂直于面板方向的惯性矩；

$D$：琉璃复合板弯曲刚度；

$l：$琉璃复合板支撑边长。

对于不能满足以上条件时，应将琉璃复合板和边框组合建模或者琉璃复合板的支撑边计入边框的变形影响。

* + 1. 琉璃复合板与框之间的间隙应能满足平面内变形性能及竖向位移性能。

 $2C\_{1}+C\_{2}\frac{H\_{g}}{W\_{g}}\geq ∆u$ （5.4.3-1）

 $C\_{1}=C\_{1}^{`}−S\_{tol}−ψS\_{temw}$/2 （5.4.3-2）

 $C\_{2}=C\_{2}^{`}−S\_{tol}−ψS\_{temh}$ （5.4.3-3）

$∆u：$主结构结构层间位移引起的相应面板高度范围内边框允许相对变形量。应根据主体结构提供的层间位移角来确定。其中抗震时，应取3倍位移角；

$C\_{1}$：面板与左右边框平均间隙；$C\_{2}$：面板与上边框间隙。其应扣除考虑施工偏差，面板与边框温差作用下相对影响；

$C\_{1}^{`}， C\_{2}^{`}:$面板与左右边框及与上边框的设计间隙；

$S\_{tol}：$施工安装偏差；

$S\_{temw}：$面板与横向边框的相对温差变形；

$S\_{temh}：$面板与竖向边框的相对温差变形；

$Ψ$：温度效应组合系数，取0.6；

$H\_{g}，W\_{g}：$面板高度及宽度尺寸。

* + 1. 隔热型材用隔热材料不应独立承受或传递荷载。
		2. 边框截面主要受力部位的厚度，应符合下列要求：
1. 截面宽厚比应符合现行《铝合金结构设计规范》GB 50429，《钢结构设计标准》GB 50017，《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018等标准有关规定；
2. 铝合金横梁型材截面有效受力部位的厚度不应小于2.0mm；
3. 铝合金立柱截面中开口部位的厚度不应小于3.0mm，闭口部位的厚度不应小于2.5mm；
4. 采用螺栓连接时，钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于3.0mm，采用焊接连接时，钢型材截面主要受力部位厚度不应小于4.0mm。采用螺纹连接时，当螺纹受拉时，应进行螺纹受力分析并有防松措施。
	* 1. 琉璃复合板幕墙应与主体结构可靠连接。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。与主体结构或埋件直接连接的连接件厚度应经计算确定，钢质连接件厚度应大于等于5mm，铝合金连接件厚度应大于等于6mm，同时连接件应能适应主体结构与琉璃复合板幕墙系统相对变形需求。
		2. 琉璃复合板幕墙构件之间连接应符合相应的结构分析假定。应考虑面板重力偏心和其他连接偏心产生的影响。
		3. 轻质填充墙不应作为幕墙的支承结构。幕墙与砌体结构确需连接时，应在连接部位的主体结构上增加钢筋混凝土或钢结构梁、柱，不得在砌体结构采用对穿螺栓连接。
		4. 幕墙与主体钢结构连接的不宜直接连接，应有二次转换连接件，该二次转换连接件宜由钢构厂加工。
		5. 硅酮结构密封胶的粘接宽度和粘接厚度应经计算确定。粘接厚 度不应小于6mm，不宜大于12mm。粘接宽度不应小于7mm，不应大于厚度的3倍。
		6. 硅酮结构密封胶应根据不同的受力情况进行承载力极限状态验算。严禁硅酮结构密封胶单独承受长期荷载。
		7. 琉璃复合板和铝框之间硅酮结构密封胶的粘接宽度$c\_{S}$，应根据受力情况分别按下列规定计算。

 $σ=\frac{q a}{C\_{s}}\leq f$ （5.4.12）

式中：$c\_{s}$——硅酮结构密封胶的粘接宽度（mm）；

$q\_{v}$——垂直于面板方向的短期荷载组合设计值（kN**/**m2）；

*a*、*b*——分别为矩形面板的短边和长边长度（mm）；

*f*——硅酮结构密封胶在短期作用下的强度设计值；应取0.2MPa。

* + 1. 硅酮结构密封胶的粘接厚度ts应按下式计算确定：



1—玻璃；2—垫条；3—硅酮结构密封胶；4—铝合金框

**图5.4.13 结构硅酮密封胶变形示意**

$t\_{s}=\frac{μ\_{s}}{3δ}$ （5.4.13-1）

$μ\_{s}=η\left[θ\right]H$ （5.4.13-2）

式中：*ts***——**硅酮结构密封胶的粘接厚度（mm）；

*us***——**幕墙玻璃相对于铝合金框的位移（mm），必要时应考虑温度变化产生的相对位移；

——硅酮结构胶厚度方向剪切位移影响系数；当玻璃面板宽度大于高度时取0.5，当玻璃面板宽度小于高度时取0.4；

**——**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——玻璃面板高度（mm）；

δ——硅酮结构密封胶的变位承受能力，取对应于其受拉应力为0.14N**/**mm2时的伸长率。根据硅酮结构密封胶生产商提供的结构胶年检报告中拉伸模量来确定。

1. **加工制作**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃复合板幕墙在加工制作前，应与建筑、结构施工图进行核对，对已建主体结构进行复测，并应按实测结果对幕墙设计进行调整。
		2. 琉璃复合板幕墙构件应在工厂加工，其环境条件应满足杆件、组件的制作要求。
		3. 加工幕墙构件所采用的设备、机具应满足幕墙构件加工精度要求。计量器具应定期进行计量认证，并应在认证有效期内使用。
		4. 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结构密封胶产品的规定，胶缝的宽度、厚度应符合设计要求。
		5. 构件加工前应进行表面保护处理，加工完成后应作相应编号标识，贴于方便查看位置，并做好成品保护。
	2. **铝型材构件**
		1. 琉璃复合板幕墙铝合金构件的加工应符合下列要求：
2. 铝合金型材加工前应对外观、表面处理和几何尺寸等参数进行检查，并应符合设计图纸要求；
3. 型材加工过程中，应及时去除飞边毛刺；
4. 型材加工后，应进行检验，并做好成品保护和标识。
	* 1. 型材切割应符合下列要求：
5. 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0~-15′（图6.2.2-1、6.2.2-2）；

** **

L—长度；α—角度； L—长度；α—角度

**图6.2.2-1 直角截料 图6.2.2-2 斜角截料**

1. 截料端头不应有加工变形，并应去除毛刺。
	* 1. 型材钻孔加工应符合下列要求：
2. 孔位允许偏差为±0.5mm，孔距允许偏差为±0.5mm，累计偏差为±1.0mm；
3. 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；
4. 沉头螺钉的沉孔尺寸偏差应符合现行国家标准《紧固件沉头用沉孔》GB 152.2的规定；
5. 圆柱头螺栓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；
6. 螺纹孔的加工应符合现行国家标准《普通螺纹基本尺寸》GB/T 196、《普通螺纹公差》GB/T 197的规定。
	* 1. 型材构件中槽、豁、榫的加工应符合下列要求：
7. 铝合金构件槽口尺寸（图6.2.4-1）允许偏差应符合表6.2.4-1的要求；

**表6.2.4-1 槽口尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | a | b | c |
| 允许偏差 | +0.50.0 | +0.50.0 | ±0.5 |



**图6.2.4-1 槽口示意图**

1. 铝合金构件豁口尺寸（图6.2.4-2）允许偏差应符合表6.2.4-2的要求；

**表6.2.4-2 豁口尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | a | b | c |
| 允许偏差 | +0.50.0 | +0.50.0 | ±0.5 |

**图6.2.4-2 豁口示意图**

1. 铝合金构件榫头尺寸（图6.2.4-3）允许偏差应符合表6.2.4-3的要求。

**表6.2.4-3 榫头尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | a | b | c |
| 允许偏差 | +0.5-0.5 | +0.5-0.5 | ±0.5 |



**图6.2.4-3 榫头示意图**

* 1. **钢构件**
		1. 平板型预埋件加工精度应符合下列要求：
1. 锚板边长允许偏差为±5mm，锚筋长度不允许负偏差；
2. 锚筋中心线允许偏差为±5mm，锚筋和锚板面垂直度允许偏差为Ls/30（Ls为锚筋长度）；
3. 锚筋与锚板的焊接应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定；
4. 当锚筋直径≤20mm时，锚筋与锚板可用压力埋弧焊；当锚筋直径＞20mm时，锚筋与锚板应采用穿孔塞焊。焊缝应符合现行国家标准和设计要求，焊接后应除焊渣，不允许出现裂缝、夹渣、气孔、焊瘤等缺陷。
	* 1. 槽式埋件的加工精度应符合下列要求：
5. 长度允许偏差为-2mm~+5mm，宽度、高度允许偏差为±1mm，锚筋长度不允许负偏差；
6. 锚筋中心线允许偏差±1.5mm，槽口宽度允许偏差0~+1.5mm；
7. 锚筋与槽体垂直度允许偏差为Ls/30（Ls为锚筋长度）；
8. 除不锈钢外，槽式埋件表面及槽内应进行防腐处理。
	* 1. 连接件、支承件的加工精度应符合下列要求：
9. 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；
10. 连接件、支承件加工尺寸（图6.3.3）允许偏差应符合表6.3.3的要求。



1. 平面图； （b）A视图

**图6.3.3 连接件、支撑件尺寸示意图**

**表6.3.3 连接件、支撑件尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 |
| 连接件高a | +5，-2 |
| 50≤H＜100 | ±2.5 |
| H≥100 | ±3.5 |
| 连接件长b | +5，-2 |
| 孔距c | ±1.0 |
| 孔宽d | +1.0，0 |
| 边距e | +1.0，0 |
| 壁厚t | +0.5，-0.2 |
| 弯曲角度 | ±2° |

* + 1. 钢构件的加工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。
		2. 钢构件焊接、螺栓连接应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和《钢结构焊接规范》GB 50661规定。
		3. 钢构件表面处理应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的有关规定。
	1. **玻璃**
		1. 琉璃复合板幕墙用玻璃品种、规格应符合设计要求，边缘应经过处理。
		2. 琉璃复合板幕墙的单片玻璃、中空玻璃、夹层玻璃的加工精度应符合下列要求：
1. 单片玻璃尺寸允许偏差应符合表6.4.2-1的要求：

**表6.4.2-1 单片玻璃尺寸允许偏差（mm）**

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

1. 中空玻璃尺寸允许偏差应符合表6.4.2-2的要求：

**表6.4.2-2 中空玻璃尺寸允许偏差（mm）**

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

**续表6.4.2-2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 叠差 | L＜1000 | ±2.0 |
| 1000≤L＜2000 | ±3.0 |
| 2000≤L＜4000 | ±4.0 |
| L≥4000 | ±6.0 |

1. 夹层玻璃尺寸允许偏差应符合表6.4.2-3的要求：

**表6.4.2-3 夹层玻璃尺寸允许偏差（mm）**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差 |
| 边长 | L≤2000 | ±2.0 |
| L＞2000 | ±2.5 |
| 对角线差 | L≤2000 | ≤2.5 |
| L＞2000 | ≤3.5 |
| 叠差 | L＜1000 | ±2.0 |
| 1000≤L＜2000 | ±3.0 |
| 2000≤L＜4000 | ±4.0 |
| L≥4000 | ±6.0 |

* 1. **琉璃复合板**
		1. 琉璃复合板幕墙用的琉璃板品种、规格、外形尺寸、色泽等应符合设计要求。边缘应经过处理。
		2. 琉璃复合板用琉璃板材的允许偏差应符合本规程3.2.2条的规定；整体形变率应控制，避免二次加工而损伤板材。
		3. 琉璃复合板的端面角度、尺寸应符合设计要求，与金属挂件适配。粗糙度Ra应小于50μm。
		4. 琉璃复合板制品的长度和宽度允许偏差应符合本规程3.4.2条的规定。琉璃复合板制品的叠差、厚度、对角线差及弯曲度应分别符合本规程3.4.3、3.4.4、3.4.5、3.4.6条的规定。
		5. 琉璃板的槽口宜浇筑成型，槽口加工应符合下列规定：
1. 槽口的宽度、长度、深度及位置应符合设计要求；
2. 槽口边缘均应倒棱磨边，倒棱宽度不宜小于2mm，磨边宜细磨，不得有不规则面；
3. 槽内应光滑、洁净，粗糙度Ra应小于50μm；
4. 槽口加工允许偏差应符合表6.5.5的规定；

**表6.5.5 琉璃板槽口加工允许偏差（mm）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 宽度 | 长度 | 深度 | 槽端到板端边距离 | 槽边到板面距离 |
| 允许偏差 | 1 | +3.00 | 1.00 | +5.00 | +0.50 |

* + 1. 琉璃复合板不得出现胶片开裂、气泡等缺陷。PVB胶片不应暴露在室外空气中。胶片不宜接触硅酮密封胶。
		2. 加工好的琉璃面板宜立放于通风良好的仓库内，与水平面夹角不宜小于85°；夹胶后的琉璃复合板禁止堆叠。
	1. **构件组装**
		1. 琉璃复合板幕墙组装应符合下列要求：
1. 幕墙组件应按加工图和工艺要求加工组装，组装的组件应编号，并应注明安装方向和安装顺序；
2. 幕墙组件应拼装严密；设计要求密封时，应采用硅酮建筑密封胶进行密封；
3. 硅酮建筑密封胶注胶前，接缝被粘结材料表面应干净、干燥；与相接触的衬垫、泡沫棒等有机材料应做相容性检验，与多孔性材料应做污染性检验，与被粘面板材料等无机材料应做粘结性检验；接缝边宜粘贴遮蔽胶带；
4. 硅酮结构密封胶注胶前，应取得合格的相容性检验报告；双组分硅酮结构密封胶尚应进行混匀性蝴蝶试验和拉断试验；
5. 采用硅酮结构密封胶粘结板块时，不应使结构密封胶长时间处于单独受力状态。硅酮结构密封胶组件在初步固化并达到足够承载力前不应搬动；
6. 注胶应饱满，不得出现气泡，表面应平整光滑，收胶缝的余胶不得重复使用；
7. 琉璃复合板连接应牢固，在组装和安装过程中不得变形及松动；
8. 琉璃复合板幕墙的构件连接和螺纹连接处，应采取有效的防松措施；
9. 琉璃复合板板在搬动、运输、吊装过程中，应采取措施防止面板滑动或变形。
	* 1. 琉璃复合板幕墙组件尺寸允许偏差应满足表6.6.2的要求：

**表6.6.2 琉璃复合板幕墙组件尺寸允许偏差（mm）**

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

* 1. **构件检验**
		1. 琉璃复合板幕墙的琉璃板出厂前应全数进行外观检验，且满足《室外建筑装饰用琉璃板材》相关条文要求后方可出厂。
		2. 琉璃复合板幕墙其他构件或组件应按构5％进行随机抽样检查，且每种构件或组件不得小于5件。当有一个构件或组件不符合要求时，应加倍进行复验，检验合格后方可出厂。复验时，发现有一件不合格，则对该批构件或组件进行100％检验，合格件允许出厂。
		3. 产品出厂时，应附有构件或组件合格证书，各构件或组件可张贴二维码保存信息。
	2. **存放、装运及防护**
		1. 琉璃复合板幕墙构件及组件存放应符合下列规定：
1. 宜设置专用存放场地，并应有安全保护措施，短期露天存放时应采取防水和遮阳措施；
2. 宜存放在专用周转架上；
3. 应依照安装编号顺序先后排列放置；
4. 禁止直接叠层堆放；
5. 不宜频繁搬动。
	* 1. 琉璃复合板幕墙构件及组件运输及防护应符合下列规定：
6. 构件及组件宜外包保护层，宜按照安装顺序号装车，应摆放平稳，固定牢固；
7. 装卸及运输过程中应采用周转架、衬垫或弹性垫，应使构件及组件之间隔开并相对固定；
8. 异形板块和超大尺寸的单元板块，应采取特殊装运措施；
9. 运输过程中，应采取减小颠簸和防雨、防大风措施。
10. **安装施工**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃幕墙施工前应编制专项施工方案，并应符合现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336中9.1.3要求。
		2. 琉璃幕墙安装应在主体结构（钢结构或混凝土结构）验收完成或分区段验收合格且具备幕墙施工条件后方可进行。
		3. 琉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。幕墙构件应进行进场验收，不合格的构件不得安装使用。
		4. 琉璃复合板组件注打双组份结构胶须在室内的打胶房内完成，保证在标准的环境温度、空气湿度下进行作业，严禁在施工现场注打双组份结构胶。
		5. 琉璃幕墙安装过程中，应及时对半成品、成品进行保护；在幕墙龙骨构件与琉璃复合板单元板块存放、搬动、吊装时不得碰撞、损坏和污染。
		6. 琉璃复合板组件挂接前须对连接件精度进行二次复核，转接件宜采用不锈钢螺栓机械连接，构件加工准确、三维可调、限位牢固。
		7. 琉璃复合板组件安装过程中吊装设备、临时支撑、调节机具要求安全可靠、施工便利。
		8. 琉璃复合板组件宜采用装配式安装工艺，在工厂内加工组装、分批运输、整体吊装。
	2. **施工准备**
		1. 测量放线要求
11. 测量放线前，应先复核主体结构的标高控制线、轴网控制线及首层的基准控制点。对于弧形、曲面、渐变等异型建筑的测量，考虑其测量的复杂性与精确性，宜采用自动追踪全站仪、3D扫描仪等测量设备进行放样定位；
12. 测量放线采用分级布网、逐级控制方式进行，对测量结果进行平差、纠偏；琉璃复合板分格线应与主体结构测量相配合，及时调整、分配、消化安装偏差，不得累积；
13. 分格线确定后，应在其垂直方向和水平方向设置控制线；垂直方向不大于20m设置一条控制线；
14. 测量放线应在风力不大于4级时进行，避免外部作业条件（如光照、温度、沉降、焊接等）对测量数据产生较大影响；
15. 施工过程中，应定期对安装定位基准进行校核。
	* 1. 琉璃复合板组件吊具要求
16. 应根据琉璃复合板组件的荷载进行专门设计，承载能力应大于板块吊装施工中各种荷载和作用组合的设计值；
17. 应对吊装机具安装位置的主体结构承载能力进行校核；吊装机具应具有限位、防滑、防倾覆设施；
18. 应采取有效措施，使板块在垂直运输和吊装过程中减小摆动；
19. 吊装机具运行速度应可控制，并应设置防止板块坠落的保护设施、行程开关等安全保护措施；
20. 吊装前应对吊装机具进行全面的质量、安全检验，并进行空载试运转之后才能进行吊装；
21. 定期对吊挂用钢丝绳进行检查，发现断股应及时更换；
22. 定期对吊装机具进行检查、保养，发现问题立即停工修理；
23. 操作人员应经专业培训并考核合格。
	* 1. 琉璃复合板组件现场存放要求
24. 宜设置专用堆放场地，并应有安全保护措施。露天存放时应采取防雨、防潮和防尘等措施；
25. 应依照安装顺序先出后进的原则按编号排列放置；
26. 宜存放在周转架上，不应直接叠层堆放。
	* 1. 现场条件准备
27. 在安装层面检查楼体有无突出物影响琉璃幕墙正常安装，如发现应及时切除或剔凿掉；
28. 安装区域禁止垂直交叉作业，防止坠物伤人；吊装区设置警戒线，非作业人员禁止入内。
	1. **施工安装工艺**
		1. 立柱安装要求
29. 钢转接件与主体钢结构或混凝土结构埋件应连接可靠。转接件的规格、数量、与钢结构或埋件的焊缝尺寸应符合设计要求，焊接后应去除焊渣并及时进行防腐处理；
30. 立柱与转接件的连接应符合设计要求；
31. 芯柱规格尺寸及长度应符合设计要求，并与立柱可靠连接；
32. 立柱安装轴线偏差：不应大于±2mm，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；
33. 立柱安装就位、调整后应及时紧固，并采取防止位移措施。
	* 1. 连接件安装要求
34. 连接件应符合设计要求、出厂证明资料齐全并验收合格、方可使用；
35. 安装在立柱上的连接件应进行防腐处理；连接件安装允许偏差应符合JGJ102-2003中10.4.5的规定。
	* 1. 封修处理要求
36. 安装在幕墙系统中的保温材料铺设应平整、密实、牢固，拼装处不应留有缝隙，且应有加固防脱措施；
37. 保温材料应在晴天进行安装，并应即时封闭，以免雨水淋湿；
38. 防水铝板间的拼接缝应进行叠合处理，打胶密封；安装螺钉带胶拧入，钉帽处盖涂密封胶；
39. 幕墙与主体结构的封口处理应符合设计要求；
40. 采用现场焊接的构件，应在焊接后及时进行防腐处理；
41. 当管线、预留孔洞穿越幕墙时，应在设计图纸中明确封堵要求和施工工艺。
	* 1. 琉璃复合组件安装要求
42. 施工前应编制专项吊装施工方案，按相关规定完成审批手续后，交底并实施；
43. 琉璃复合板组件安装前层间防火层、保温层、防水层等隐蔽工程验收完成，琉璃表面清理干净，板块验收合格；
44. 琉璃复合板组件连接件或承托板不少于两处，且强度满足结构受力要求，连接部位安全可靠，限位装置与受力杆件牢固连接且不少于两处；
45. 琉璃复合板组件如采用挂件方式固定，挂件精度、强度应符合设计要求，刚性连接部位设置柔性垫片，降低噪音和温差变化导致的伸缩变形；
46. 琉璃复合板组件的吊装宜采用环形轨道+电动葫芦、小型蜘蛛吊、自制卷扬机+滑轮组等设备进行安装作业，其中非定型吊装设备应经检测机构检测合格后方可使用；
47. 琉璃装饰面在吊装过程中应采取保护措施，保证琉璃面不受磨损和挤压；
48. 严禁超重吊装。雨、雪、雾和风力4级及以上天气不得吊装。吊装应有防碰撞、防坠落措施；
49. 琉璃复合板组件的安装允许偏差应符合《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102中10.4.6的规定。
50. 硅酮密封胶施工要求

硅酮密封胶不宜在夜晚、雨天或高温中午打胶，打胶环境条件应符合产品要求，打胶前应确保打胶面清洁、干燥；

1. 胶缝尺寸、密封胶规格应符合设计要求。密封胶厚度应大于3.5mm，宽度不宜小于厚度的2倍；槽口较深时，应先填塞聚乙烯发泡材料，材料规格尺寸应适当，防止发泡材料回弹或收缩；
2. 硅酮密封胶在接缝内应对面粘结，不应三面粘结；
3. 胶缝应饱满、光滑顺直，不得有气泡、气孔、间断等缺陷。
	1. **安全规定**
		1. 幕墙安装施工应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46；吊装机具应符合《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336中9.5.3中要求和其他有关规定。
		2. 幕墙施工作业人员应经过安全技术培训并考试合格，上岗前应进行安全技术交底并有书面记录。特种作业人员应持证上岗。
		3. 安装施工机具在使用前应严格检查。电动工具应进行绝缘电压试验。
		4. 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，且不得随意抛掷物品。
		5. 现场焊接安全要求
4. 现场焊接作业时，应有动火证；动火操作人员应具有相应资格；
5. 在每一个动火点下方都应配备专职的安全员，并配备灭火器；
6. 遇有雨、雾或4级及以上的强风等天气，影响施工安全时停止室外焊接作业；
7. 施工作业安排时，宜将动火作业安排在使用可燃建筑材料的施工作业前进行。确需在使用可燃建筑材料的施工作业之后进行动火作业时，应采取可靠的防火措施；
8. 动火作业后，应对现场进行检查，并应在确认无火灾危险后，安全监管人员方可离开。
	* 1. 吊装作业安全要求
9. 琉璃复合板组件吊装宜选用定型机具设备，非定型吊装机具应经检测机构检测合格后方可使用；
10. 起重作业必须严格遵守“十不吊”原则；
11. 所使用的吊具做到每天检查，如发现吊具钢丝有断股或相关的紧固螺丝有松动的现象，应及时解决；
12. 所使用的吊具确定专门的安全检查人员，做到定期安全检查。
	* 1. 施工作业人员安全要求：
13. 特种作业人员必须获得《特种作业人员操作资格证》，持证上岗；危险作业人员经考核合格后方可作业；
14. 高空作业人员必须系好安全带。高空不得抛掷物件，随身所带工具必须用绳索系牢，不得随意向下扔掷工具、料头等物；
15. 高空作业的人员必须体检合格，禁止患高血压、心脏病、恐高症等不适于高处作业的人员从事高处作业；
16. 作业人员严禁酒后上岗，严格遵守操作规程。
17. **工程验收**
	1. **一般规定**
		1. 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300规定，幕墙作为装饰装修分部工程之一的子分部工程验收。
		2. 除符合本标准规定外，尚应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210、《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411等相关规定。
		3. 幕墙工程验收时，应根据工程实际情况检查下列文件和记录：
18. 竣工图、结构计算书、热工性能计算书、设计变更文件及其他设计文件；
19. 所用材料、构件及组件、紧固件及其它附件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录，进口材料应有（提供）商检证明；
20. 按本标准第3.4条规定的材料复验报告；
21. 琉璃幕墙工程所用硅酮结构胶等黏胶的认定证书和抽查合格证明，国家认可的检测机构出具的硅酮结构胶相容性和剥离粘结性试验报告；
22. 幕墙抗风压性能、气密性能、水密性能、平面内变形性能检测报告及有其它规定的性能检测报告；
23. 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；
24. 幕墙与主体结构防雷接地点之间的电阻检测记录；
25. 隐蔽工程验收文件；
26. 幕墙构件、组件和面板的加工制作检验记录；
27. 幕墙安装施工质量检查记录；
28. 现场淋水试验记录；
29. 幕墙使用维护说明书；
30. 其他质量保证资料。
	* 1. 幕墙工程应在安装施工过程中对下列隐蔽工程项目进行验收，应有详细的文字记录和图文及影像资料，隐蔽工程验收记录按《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210的规定。
31. 预埋件或后置埋件及锚栓；
32. 构件与主体结构的连接节点；
33. 幕墙四周、幕墙内表面与主体结构之间的封堵；
34. 幕墙伸缩缝、变形缝、沉降缝及墙面转角处的构造节点；
35. 幕墙面板与支撑结构的连接节点；
36. 幕墙防雷连接节点；
37. 幕墙防火、隔烟节点。
	* 1. 幕墙工程质量检验应进行观感检验和抽样检验，并按下列规定划分检验批，每幅幕墙均应检验：
38. 相同设计、材料、工艺和施工条件的幕墙工程每1000m2应划分为一个检验批，不足1000m2也应划分为一个检验批。每个检验批每100m2应至少抽查一处，每处不得小于10m2；
39. 同一单位工程不连续的幕墙应单独划分检验批；
40. 对于异型或特殊要求的幕墙，检验批的划分应根据幕墙的结构、工艺特点及幕墙工程规模，可由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。
	1. **主控项目**

琉璃复合幕墙工程主控项目应包括下列项目：

* + 1. 琉璃复合幕墙工程所使用的各种材料、构件和组件的质量，应符合现行国家标准及设计要求。

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

* + 1. 琉璃复合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；

* + 1. 主体结构的预埋件和后置埋件的位置、数量、规格尺寸及槽式预埋件、后置埋件的拉拔力应符合设计要求。

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

* + 1. 琉璃复合幕墙框架与主体结构预埋件或后置埋件的连接、幕墙构件之间的连接、面板与幕墙构架的连接、安装应可靠并应符合设计要求。

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

* + 1. 琉璃复合幕墙周边、内表面与主体结构之间的连接节点、各种变形缝、墙角、压顶的连接节点应符合设计要求。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

* + 1. 琉璃复合幕墙防火、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。

* + 1. 有水密性要求的琉璃复合幕墙应无渗漏。板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，宽度和厚度应符合设计要求。密封胶的施工厚度不应小于3.5mm。

检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录，在易渗漏部位进行淋水试验。

* + 1. 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。

* + 1. 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。

* 1. **一般项目**
		1. 琉璃复合幕墙工程一般项目应包括下列项目：

琉璃复合板表面应平整、洁净；整幅琉璃、玻璃的色泽均匀；不得有污染和镀膜损坏。

检验方法：

1. 紫光灯投影法（可以检测出因颜色干扰视线不能识辨出潜在的裂痕/杂质/影响强度的气泡等）。无片状杂质/1mm气泡/气泡群/气泡带等。
2. 强光照射琉璃内部无冷纹（夹胶前检测）。
	* 1. 琉璃的表面质量和检验应符合表8.3.1-1和的规定：

**表8.3.1 每个板块块琉璃的表面质量和检验方法**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 质量要求 | 检验方法 |
| 1 | 明显划伤和长度＞100mm的轻微划伤 | 不允许 | 观察 |
| 2 | 长度≤100mm的轻微划伤 | ≤8条 | 用钢板尺检查 |
| 3 | 擦伤总面积 | ≤500mm2 | 用钢板尺检查 |

* + 1. 外露框料或装饰条应光滑顺直，颜色、规格应符合设计要求，安装应牢固。

检验方法：观察；手扳检查。

* + 1. 琉璃板块之间的拼缝应均匀，顺直。

检验方法：观察；钢板尺。

* + 1. 密封胶缝应饱满、光滑顺直、宽窄均匀，不得有气泡、气孔；开放式板缝宽度均匀，符合设计规定。

检验方法：观察；手摸检查。

* + 1. 隐蔽节点的遮封装修牢固、整齐、美观。

检验方法：观察；手扳检查。

1. **保养和维修**
	1. **一般规定**
		1. 琉璃复合板幕墙工程竣工验收时，承包商应向建设单位提供《琉璃复合板幕墙使用维修说明书》。
		2. 承包商在琉璃复合板幕墙交付使用前应为业主日常使用、保养和维修作培训。
		3. 琉璃复合板幕墙交付使用后，业主应根据《琉璃复合板幕墙使用维修说明书》的相关要求制定琉璃复合板幕墙的维修、保养计划与制度。
		4. 琉璃复合板幕墙外表面的检查、清洗、保养与维修工作不应在4级以上风力和雨雪天进行。
		5. 琉璃复合板幕墙外表面的检查、清洗、保养与维修使用的作业机具设备应安全可靠、保养良好、功能正常、操作方便。每次使用前都应进行安全装置的检查，确保设备和人员安全。
		6. 琉璃复合板幕墙外表面的检查、清洗、保养与维修应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168的相关规定；高空作业应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的相关规定。
		7. 琉璃复合板幕墙质量保修期为2年，其中防渗漏保修期为5年。
	2. **检查与维修**
		1. 在琉璃复合板幕墙工程竣工验收后，琉璃复合板幕墙的业主应按下列规定委托有相应工程设计和检测资质的机构进行定期安全隐患检查。
		2. 建筑琉璃复合板幕墙工程应当设置满足面板清洗、更换和维修要求的装置。
		3. 定期检查和维修规定：
2. 在琉璃复合板幕墙工程竣工验收后一年时，应对琉璃复合板幕墙进行一次全面的检查，此后每三年检查一次；
3. 琉璃复合板幕墙工程使用10年后应对工程不同部位的结构硅硐密封胶进行粘结性能的抽样检查，此后每三年检查一次。
	* 1. 在台风预警发布后应对琉璃复合板幕墙进行防台风检查。连续高温、连续低温天气情况下，应对琉璃复合板幕墙加强巡查，采取防护措施。
		2. 遭受冰雹、台风、雷击、地震等自然灾害或发生火灾、爆炸等突发事件后，安全维修责任人或其委托的具有相应资质的技术单位，要及时对可能受损建筑的琉璃复合板幕墙进行全面检查。
		3. 对超过设计使用年限仍继续使用的琉璃复合板幕墙，应进行安全评估。
	1. **清洗**
		1. 应根据琉璃复合板幕墙表面的积灰污染程度，确定其清洗次数，但每年不应少于一次。
		2. 清洗琉璃复合板幕墙应按《琉璃复合板幕墙使用维修说明书》要求选用清洗液，严禁使用有腐蚀性的清洗液。
		3. 清洗过程中应做好安全防护，不得撞击和损伤琉璃复合板幕墙。

**用词说明**

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

1. 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”；

1. 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”；

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**引用标准名录**

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《工程结构通用规范》GB 55001

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205

《钢结构焊接规范》GB 50661

《钢结构设计标准》GB 50017

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068

《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《建筑设计防火规范》GB 50016

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210

《铝合金结构设计规范》GB 50429

《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

《民用建筑电气设计标准》GB 51348

《民用建筑隔声设计规范》GB 50118

《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502

《建筑钢结构焊接规程》GB/T 8162

《建筑幕墙》GB/T 21086

《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方法》GB/T 18250

《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433

《不燃无机复合板》GB 25970

《防火封堵材料》GB 23864

《紧固件铆钉用通孔》GB 152.1

《紧固件沉头用沉孔》GB 152.2

《建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃》GB 15763.1

《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB 15763.2

《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3

《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》GB 15763.4

《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776

《轻型弹簧垫圈》GB 859

《平板玻璃》GB 11614

《平垫圈 A级》GB 97.1

《平垫圈 C级》GB 95

《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266

《半钢化玻璃》GB/T 17841

《不锈钢棒》GB/T 1220

《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》 GB/T 20878

《不锈钢冷加工钢棒》GB/T 4226

《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237

《变形铝及铝合金化学成分》GB/T 3190

《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1

《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2

《工业用橡胶板》GB/T 5574

《合金结构钢》GB/T 3077

《焊接结构用耐候钢》GB/T 4172

《夹层结构平拉强度试验方法》GB/T 1452

《夹层结构或芯子剪切性能试验方法》GB/T 1455

《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1

《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2

《紧固件机械性能 自攻螺钉》GB/T 3098.5

《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6

《紧固件机械性能 自钻自攻螺钉》GB/T 3098.11

《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15

《紧固件机械性能 抽芯铆钉》GB/T 3098.19

《结构用无缝钢管》GB/T 8162

《建筑结构用钢板》GB/T 19879

《建筑用阻燃密封胶》GB/T 24267

《开口型平圆头抽芯铆钉51级》GB/T 12618.4

《铝合金建筑型材》GB/T 5237

《六角头螺栓 C级》GB/T 5780

《六角头螺栓全螺纹 C级》GB/T 5781

《耐候结构钢》GB/T 4171

《碳素结构钢》GB/T 700

《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

《普通螺纹公差》GB/T 197

《十字槽盘头螺钉》GB/T 818

《十字槽盘头自攻螺钉》GB 845

《优质碳素结构钢》GB/T 699

《中空玻璃》GB/T 11944

《中空玻璃用弹性密封胶》GB/T 29755

《自钻自攻螺钉》GB/T 15856.1～GB/T 15856.5

《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102

《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3

《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145

《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160

《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

《建筑外墙清洗维护技术规程》JGJ 168

《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《超白浮法玻璃》JC/T 2128

《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914

《中空玻璃间隔条 第1部分铝间隔条》JC/T 2069

《中空玻璃用干燥剂》JC/T 2072

《建筑橡胶密封垫—预成型实心硫化的结构密封垫用材料规范》HG/T 3099

中国工程建设标准化协会标准

琉璃复合板幕墙工程技术规程

**T/CECSxxx－2022**

条文说明

**目 次**

[1 总 则 4](#_Toc28168)5

[3 材 料 4](#_Toc2199)6

[3.1 一般规定 4](#_Toc11226)6

[3.2 琉璃板材 4](#_Toc29651)6

[3.3 玻璃 4](#_Toc3086)6

[3.4 琉璃复合板制品 4](#_Toc8853)7

[3.5 铝合金材料 4](#_Toc29259)7

[3.6 钢材 4](#_Toc30331)7

[3.7 连接件与紧固件 4](#_Toc18530)7

[3.8 建筑密封材料 4](#_Toc19962)8

[3.9 粘结材料 11](#_Toc18233)

[3.10 其他材料 4](#_Toc2459)9

[4 建筑设计 5](#_Toc4997)0

[4.1 一般规定 5](#_Toc12359)0

[4.2 性能和检测要求 5](#_Toc24942)1

[4.3 构造设计 5](#_Toc21218)4

[4.4 防火、防雷设计 5](#_Toc24124)4

[4.5 其他安全规定 15](#_Toc4541)

[5 结 构 设 计 5](#_Toc22651)6

[5.2 荷载作用及荷载效应组合 5](#_Toc8764)6

[5.3 琉璃复合面板设计 5](#_Toc27853)6

[5.4 边框及连接设计要求 5](#_Toc18010)6

[6 加工制作 5](#_Toc22307)8

[6.1 一般规定 5](#_Toc12525)8

[6.2 铝型材构件 5](#_Toc4561)8

[6.3 钢构件 5](#_Toc11345)8

[6.4 玻璃 5](#_Toc19835)8

[6.5 琉璃复合板 5](#_Toc24429)8

[6.6 构件组装 28](#_Toc13049)

[6.7 构件检验 5](#_Toc7961)9

[7 安装施工 6](#_Toc13272)0

[7.1 一般规定 30](#_Toc27784)

[7.2 施工准备 30](#_Toc32320)

[7.3 施工安装工艺 31](#_Toc3056)

[7.4 安全规定 6](#_Toc30663)1

1. **总 则**

**1.0.1** 近年来，由于琉璃晶莹剔透、流光溢彩的独特艺术效果，很受到建筑师的推崇，逐渐地被应用于建筑幕墙。随着琉璃新材料的研制与生产，将琉璃与其他板材复合而成，作为外墙装饰面板，琉璃复合板的出现使传统的琉璃发生了革命性的变化。制定本规程的目的，就是为琉璃复合板幕墙工程的设计、加工制作、安装施工、工程验收以及保养和维护提供一套科学实用的依据，以规范工程实践，保证工程质量。

**1.0.4** 根据我国国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011规定的“小震不坏、中震可修、大震不倒”的建筑抗震设防基本原则，本规程规定的琉璃复合板幕墙抗震设防的目标内容。

**1.0.5** 进行琉璃复合板幕墙工程的设计、材料选择、加工制作、安装施工和维修保养时，还有许多密切相关的标准和规范，本规程中没有规定的内容，应按照相关标准和规范的规定执行。

1. **材料**

**3.1 一般规定**

**3.1.1** 琉璃复合板幕墙所用材料是保证琉璃复合板幕墙可靠性的物质基础，为了保证琉璃复合板幕墙安全和性能，琉璃复合板幕墙材料必须满足设计要求并符合相关现行国家标准和行业标准的质量规定，当工程所在地有特殊要求时，还应符合相应地方标准规定。

**3.1.2** 琉璃复合板幕墙处于建筑物的外表面，在不同的自然环境下，会承受如日晒、雨淋、风沙、冷冻、腐蚀、温度激变等不利因素的影响。因此，根据设计要求，琉璃复合板幕墙材料应具有足够的耐候性、耐久性和环境保护等功能。

**3.1.3** 琉璃复合板幕墙所用材料应具有一定的防火功能以防止建筑物火灾延，减少火灾造成的损失。但琉璃复合板幕墙作为非承重的建筑外墙围护结构，又必须具有一定的热工性能，以达到建筑外墙的保温隔热要求，所以，琉璃复合板幕墙用的材料不可能都是不燃材料，在琉璃复合板幕墙工程的加工制作、安装施工和使用中可能会存在火灾隐患，因此，根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，考虑到材料燃烧性能和国内消防设备的可救援高度，本条对琉璃复合板幕墙用主要材料的燃烧性能等级进行了规定。

**3.1.4** 琉璃复合板幕墙材料出厂时，必须有产品出厂合格证、质量保证书和相关性能检测报告，进口材料还应提供商检报关和原产地证明。

**3.2 琉璃板材**

**3.2.3** 琉璃板材是以矿物、化工产品等为原料，经熔融、烧成等工艺制成的无机玻璃质装饰性材料，琉璃复合板幕墙表面在夏季气温较高和吸收太阳辐射热的情况下，琉璃板材的表面温度会远远高于环境温度，暴雨时，表面温度又会急剧下降，在急冷急热状态下，容易产生微小裂纹。在使用过程中，这些微小裂纹不仅容易产生污染影响装饰效果，甚至会造成面板开裂。因此，本条规定，对试样应采用墨水渗透法对试样表面进行检查，确保琉璃板材具有良好的耐候性，保证使用要求。

**3.3 玻璃**

**3.3.3** 目前国内外加工夹层玻璃的方法有干法和湿法两种，干法生产的夹层玻璃质量稳定可靠，湿法生产的夹层玻璃质量不如干法，不可用作幕墙玻璃。本条特别指明，琉璃复合板幕墙玻璃中间层应采用PVB（聚乙烯醇缩丁醛）、SGP（离子性中间层胶片）和PVE（高强度型乙烯及醋酸乙烯共聚物）干法加工合成技术，其中PVE（高强度型乙烯及醋酸乙烯共聚物）是根据《玻璃结构工程技术规程》T/CECS 1099（自2022年11月1日起施行）相关内容而增加的中间层材料。

**3.4 琉璃复合板材**

**3.4.2** 为了防止采用琉璃板材幕墙发生琉璃板材偶然破裂后发生坠落现象，本规程采用琉璃板材与玻璃复合的形式来保证幕墙使用的安全性。

**3.4.14** 在夹层玻璃性能要求的基础上，琉璃复合板性能要求增加了平拉粘结强度，按《夹层结构平拉强度试验方法》GB/T 1452进行检测，记录数据作为评判抗拉强度的依据。

**3.4.15** 在夹层玻璃性能要求的基础上，琉璃复合板性能要求增加了平面剪切强度，按《夹层结构或芯子剪切性能试验方法》GB/T 1455进行检测，记录数据作作为剪切性能的依据。

**3.5 铝合金型材**

**3.5.1** 由于铝合金重量轻、强度较高，便于挤压成型为各种复杂截面，尺寸精度高，表面处理种类方式多，在建筑幕墙工程中得到了广泛应用。琉璃复合板幕墙用铝合金型材的质量应符合相关现行国家标准的规定。

**3.5.2** 为防止大气中的酸性物质腐蚀铝合金型材表面，影响型材的美观和使用寿命，幕墙用铝合金型材应进行表面防护处理。常用的处理方法有阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂和氟碳漆喷涂四种，不同的表面处理方法具有不同的耐腐蚀性能。在进行幕墙工程设计时，应根据幕墙的使用环境、腐蚀介质、浸蚀性作用和使用年限进行选用。

**3.6 钢材**

**3.6.2** 不锈钢材的防锈能力与其铬、镍含量有关。琉璃复合板幕墙工程中，常用的奥氏体不锈钢有统一数字代号为S304××和S316××两大系列。其中，数字代号为S304××系列不锈钢中的镍含量约9％～10％，含镍铬总量为27％～29％；数字代号为S316××系列不锈钢中的镍含量约12％～14％，含镍铬总量29％～31％，并增加了2％～3％的合金元素Mo。由于镍铬含量和合金元素的不同，其防腐蚀性能和适用的环境也不相同。在进行幕墙工程设计时，应根据工程所在地的环境条件、腐蚀介质和浸蚀性作用适当选用。

**3.6.4** 碳素钢和低合金结构钢的表面宜热浸镀锌处理，钢构件过长不便于浸锌或构件外露且建筑有美观要求时，可采用氟碳涂层或聚氨酯涂层。焊缝可采用富锌防锈漆涂层。闭口型材（空心型材），宜采用端部封口措施，防止型材内部腐蚀，提高型材耐久性。采用氟碳漆或聚氨酯漆面漆时，面漆的涂膜厚度，应根据钢构件所处的大气腐蚀性确定，大气腐蚀环境类别得确定，见国家标准《大气环境腐蚀性分类》GB/T 15957。

**3.6.5** 焊接工艺、焊接材料是钢材之间焊接质量的基本保证。工程中采用的焊接工艺和焊接材料，应符合设计文件和现行国家标准的规定。

**3.7 连接件与紧固件**

**3.7.1** 设琉璃复合板幕墙设计应尽量选用标准紧固件。采用非标准紧固件时，产品质量应符合设计要求，并有出厂合格证。

**3.7.2** 幕墙与建筑主体结构之间的连接件，传统上采用碳素结构钢、合金结构钢、低合金高强度结构钢或不锈钢制作。铝合金支承构件之间的连接件，一般采用铝合金型材制作。由于铝合金型材尺寸精度高，近年来，采用铝合金型材作为幕墙与建筑主体结构之间的连接件，在单元式幕墙中也得到了广泛使用。在进行幕墙与建筑主体结构或支承结构之间的连接件设计时，要综合考虑连接件的最小承载能力、截面局部稳定、耐久性（耐腐蚀性能）要求，选用适宜的材质、厚度和表面处理方法。采用其他材质连接件（如铸钢件）时，材质和表面处理则应符合相关现行标准的规定。

**3.7.3** 本规范所规定的不锈钢材料的强度设计值，是在现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280和《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237规定相应钢种的规定非比例延伸强度（Rbp0.2）基础上确定的，是奥氏体型不锈钢进行固溶处理后的力学性能。锈钢进行固溶处理后，可以使其成分和组织均匀一致，消除内应力，恢复不锈钢的耐蚀性能。不仅有利于挂件的折弯成形，同时也保证了挂件的耐久性。

**3.7.4** 为提高铝合金型材挂件的耐久性，表面应进行防腐蚀处理。

**3.7.5** 由于背栓连接面板不仅安全、可靠，能够同时满足开放式和封闭式幕墙的要求，而且便于幕墙面板更换，近年来，在石材幕墙和人造板材幕墙工程中得到了广泛应用。但是，至今为止，尚无背栓产品的国家标准行业标准。为保证背栓连接安全可靠和耐久性，本规范对背栓的材质和性能等级进行了规定。现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15中规定的不锈钢组别为A4组（奥氏体）的不锈钢螺栓或螺母。A4表示螺栓、螺母用不锈钢的组别，其化学成分中Cr、Ni、Mo钼的含量，分别与统一数字代号为S316××的奥氏体型不锈钢相当。其性能等级分别为：50、70、80（表示材料的抗拉强度分别为500N/mm2、700N/mm2、800N/mm2）。

**3.8 建筑密封材料**

**3.8.1** 琉璃复合板幕墙用胶条，应当具有耐紫外线、耐老化、耐污染、弹性好、永久变形小等特性。如果采用耐候性较差的胶条，会出现老化开裂甚至脱落等严重问题，影响幕墙的气密性能和水密性能。

**3.8.2** 采用三元乙丙橡胶和硅橡胶制品时，要采取适当措施，保证胶条的连续性，以免接头位置脱开，降低幕墙的气密性能和水密性能。

**3.9 粘接材料**

**3.9.3** 琉璃复合板面板挂件与安装槽口之间一般都存在间隙，为防止挂件与槽口刚性接触而造成面板损坏，为防止面板滑移，挂槽和挂件之间的空隙要灌注胶粘剂进行填充。填充用胶粘剂应根据面板材料和挂装结构形式以及胶粘剂的许用范围选用。为防止胶粘剂对琉璃复合板面板材料造成污染，使用前宜进行污染性试验。

**3.10 其他材料**

**3.10.2** 为了提高幕墙的热工性能，必须采取措施，避免形成沟通室内外的“热桥”。除了采用铝合金隔热型材之外，也可采用隔热衬垫将内外型材隔开的断热构造措施。这种断热构造措施不仅适用于内外均是同一材质的型材，而且还适用于内外是不同材质的型材。隔热衬垫的形状和尺寸，尤其是隔热衬垫的高度，应根据设计计算确定，确保幕墙的热工性能符合建筑节能设计要求。在选用未增塑聚氯乙烯作为衬垫材料时，为保证幕墙构件的耐久性，宜选用老化时间分类为S类的未增塑聚氯乙烯（PVC-U）材料。

1. **建筑设计**
	1. **一般规定**

**4.1.1** 幕墙设计可分为幕墙建筑设计和幕墙施工图设计两个阶段。幕墙建筑设计的主要任务是根据建筑物的使用功能和装饰要求，对幕墙进行选型，确定幕墙的性能、构造设计和材料选择要求，确定幕墙的立面线条、色调、构图和虚实组合，协调幕墙与建筑主体、幕墙与周边环境的关系，提出幕墙的总体设计意图或要求。

进行幕墙选型时，不仅要考虑幕墙的形态、构造、色调，还要考虑建筑物的寿命、使用功能、造价、能耗和施工技术条件。确定幕墙的立面线条和立面分格时，要充分考虑面板产品的规格、尺寸，兼顾建筑物结构柱、梁的位置以及板块排列美观，合理确定单块面板外形及尺寸，尽量提高面板材料的综合利用率。确定幕墙外轮廓线在建筑平面图上的位置时，要充分考虑主体结构的施工误差和幕墙构造尺寸，为幕墙构件安装调整，留出充分的余量。

幕墙施工图设计的主要任务是按照建筑师提出的总体设计意图或要求，根据施工技术条件，完成幕墙工程的细化和深化设计，保证幕墙的各项性能和装饰效果满足建筑设计要求。进行幕墙施工设计时，除了应充分考虑幕墙的安全性和可操作性外，还应根据自然环境和气候条件，考虑排水、除尘、清洗等问题。

**4.1.2** 琉璃复合板幕墙的热工设计，应贯彻执行国家节约能源的方针政策，采取适当措施，对建筑物的体型系数和窗墙面积比进行控制，提高能源利用效率，改善建筑室内环境。幕墙属于建筑围护结构，其热工性能指标，应根据建筑物所处的建筑气候分区确定，并符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189等现行国家标准、行业标准的规定，当工程所在地另有要求时，尚应符合相关地方标准的规定。

**4.1.3** 幕墙的性能等级和指标值，应根据现行国家标准和行业标准以及工程所在地的地方标准（如有关的建筑节能设计标准）的规定进行设计计算合理确定。性能等级和指标值应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定。

**4.1.4** 琉璃板材是指以特定组成的玻璃或琉璃坯料为原料，加热到软化、熔融状态，借助模具成型而获得至少一面为平面的制品;或直接以特定矿物原料或化工原料等组成配合料，经熔融、冷却、成型等工艺，制备获得至少一面为平面的制品。琉璃板材的制造工艺既可以采用铸造方式，也可以采用浇筑工艺。由于琉璃的成型工艺特殊，所以它不能进行钢化，板材的强度较低，所以在外墙上使用，板块尺寸不宜多大，目前实际工程案例中琉璃复合板的上墙最大面积为2.5 m2，所以本规程规定琉璃复合板的单块面积就不宜大于2.5 m2。

**4.1.5** 有些项目因建筑构造要求需设置变形缝，为确保立面效果幕墙面板不会在该位置断开，为满足变形要求，应在变形缝两侧设置独立不连续或可吸收变形的幕墙支承结构，变形缝对应位置的幕墙面板材料或构造应满足变形量的要求，也可根据建筑效果的需要错开设置，交接处应做好防水构造措施。

**4.1.6** 琉璃复合板幕墙设置开启窗时， 开启扇的数量、大小和位置，应根据立面效果，并兼顾建筑使用功能、节能、环保等要求确定，开启窗的质感、色彩应与琉璃复合板幕墙立面外观效果相协调。开启窗应启闭方便，使用安全。开启扇的开启角度或距离应按照各种窗型构造特点及其功能要求合理确定，避免开启角度或开启距离过大导致启闭不方便，甚至增加使用中的不安全因素。幕墙开启窗的位置、方向、方式和开启面积应满足现行国家和地方相关标准的要求。

**4.1.7** 幕墙面板在使用过程中，可能会因意外破损或其他原因，而需要定期清洗或更换面板。因此，幕墙设计应能满足维护和清洗的需要。一般情况下，高度不大于30m的幕墙，清洁和维护工作可以借助升降梯或其他通用设备进行，高度大于30m时，宜设置安全、方便的专用清洗设备配套装置，如设置擦窗机轨道或擦窗机固定销座等。进行清洗设备或配套设施设计时，要考虑这些设备或设施对建筑立面的影响，尽可能不影响幕墙的建筑装饰效果。

* 1. **性能和检测要求**

**4.2.3** 幕墙的抗风压性能指标值应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定，根据幕墙所在位置（墙面或墙角边）计算确定，抗风压性能等级应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定。有关试验证明，与封闭式建筑幕墙比较，开放式幕墙承受的风荷载较低。但是，由于受到立面形状、板缝构造形式（对接、搭接）、开缝宽度尺寸、单位面积上缝长，以及试验数据较少等各种因素的影响，目前尚无法给定统一的折减系数。在进行幕墙设计时，可根据工程实际情况，通过风洞模型试验确定折减系数。近年来，国内外开展了数值风洞模拟计算研究并在工程设计中得到了应用，也可用于确定开放式幕墙的风荷载折减系数。当无法确定风荷载折减系数时，开放式幕墙的抗风压性能指标值应按照本条第1款的规定确定。

幕墙结构构件的抗风压性能要求，本规范有关章节中已经做出了明确规定，按照现行国家标准《建筑幕墙气密、水密、抗风压性能检测方法》GB/T 15227的规定进行工程检测时，幕墙构件的变形不得大于规定值，并且不应发生损坏。幕墙的实际抗风压性能，不应小于所承受的风荷载标准值Wk。

**4.2.4** 封闭式幕墙应进行水密性能设计，开放式幕墙不要求水密性能。幕墙的水密性能与建筑物的重要性、使用功能、建筑物所在地的气候条件以及幕墙的使用寿命和功能直接有关。公式中的系数1000为kN/m2和Pa的换算系数。由于雨水渗漏与幕墙所受的正风压有关，所以局部风压体型系数取值为1.2，（外表面+1.0，内表面-0.2），墙角边的负风压不予考虑。

在沿海受热带风暴和台风袭击的地区，即国家标准《建筑气候区划标准》GB 50178-93中的IA区和IVA区，易有大风暴雨天气，并具有风雨同时性，幕墙的水密性能指标值，应按照本条的公式计算确定。其他地区刮大风时很少下雨，或下雨时很少刮风，因此，本规范提出其他地区可按照本条公式计算值的75%进行设计。水密性能等级见国家标准《建筑幕墙》GB/ T21086表13，该表中某一水密性能等级下规定了幕墙固定部分和可开启部分的水密性能等级。

**4.2.5** 封闭式幕墙应进行气密性能设计，开放式幕墙不要求气密性能。幕墙的气密性能与幕墙的热工性能直接有关，但在国家标准《公共建筑节能设计标准》GB50189仅规定了透明幕墙的气密性要求。对于有采暖、空气调节要求的建筑，本条根据国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086关于气密性能设计指标的一般规定，提出了幕墙整体气密性能等级的最低要求。进行幕墙设计时，除了满足本条的规定外，还应符合现行相关的国家标准、行业标准和地方标准的要求。

**4.2.6** 在地震作用下，主体结构会产生一定的变形，支承在主体结构之上的幕墙，也会随之变形，因此，要求幕墙必须具有适应主体结构变形的能力。

建筑幕墙属于非结构构件（非建筑主体结构构件）。按照现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011的规定，幕墙水平地震作用标准值可按等效侧力法计算，计算方法见本标准第5.2.4条。

层间位移角值应由主体设计提供，无特殊要求时可按结构设计规范取用。

根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011表5.5.1的规定和现行行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 2的规定，抗震设计幕墙的平面内变形性能，可按表1规定的主体结构楼层最大弹性层间位移角的3倍作为控制指标值。

**表1 幕墙的平面内变形性能**

|  |  |
| --- | --- |
| 结构类型 | 建筑高度H/m |
| H≤150 | 150＜H≤250 | H＞250 |
| 钢筋混凝土结构 | 框架 | 1/550 | — | — |
| 板柱-剪力墙 | 1/800 | — | — |
| 框架-剪力墙、框架-核心筒 | 1/800 | 线性插值 | — |
| 筒中筒 | 1/1000 | 线性插值 | 1/500 |
| 剪力墙 | 1/1000 | 线性插值 | — |
| 框支层 | 1/1000 | — | — |
| 多、高层钢结构 | 1/250 |

注1表中弹性层间位移角=△/h，△为最大弹性层间位移量，h为层高；

2钢管混凝土、钢骨混凝土、型钢混凝士等其他结构应按照相关的结构设计规范取值。

钢管混凝土、钢骨混凝土、型钢混凝土等其他结构的最大弹性层间位移量，可按照现行行业标准《矩形钢管混凝土结构技术规程》CECS 159、《钢骨混凝土结构技术规程》YB 9082、《组合结构设计规范》JGJ 138等相关的结构设计规范取值，并经主体结构设计认可。

层间变形性能分级及检测方法按现行国家标准《建筑幕墙层间变形性能分级及检测方

法》GB/T 18250的规定，对幕墙层间变形提出了三个方向的要求，而现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086规定的平面内变形性能仅对平面内X方向的变形提出要求，两者不相矛盾，对异形幕墙应考虑层间变形性能。

**4.2.7** 建筑幕墙作为非承重的建筑外墙围护结构，应符合建筑物整体节能设计对幕墙的要求。现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189对围护结构外墙（包括非透明幕墙）的传热系数限值规定是强制性要求，必须执行。建筑物建筑节能设计所要执行的标准除现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189外，还包括各地方制定的公共建筑节能设计地方标准。

国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189的条文说明中指出：“对于非透明幕墙，如金属幕墙、石材幕墙等幕墙，没有透明玻璃幕墙所要求的自然采光、视觉通透等功能要求，从节能的角度考虑，应该作为实墙对待。此类幕墙采取保温措施也较容易实现”。可见，《公共建筑节能设计标准》GB 50189是对“包括非透明幕墙的外墙”的传热系数要求，而并非是对非透明幕墙的单独要求。

如果琉璃复合板幕墙背后无其他围护墙体，其本身不可能达到实体墙的建筑热工性能，必须增加保温隔热构造措施才能达到外墙热工设计要求。对于琉璃复合板幕墙中透明的固定部分和可开启部分，应按照外窗或透明幕墙进行设计，并符合现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189等相关节能设计标准的规定。

**4.2.8** 幕墙的空气声隔声性能应根据建筑的使用功能和环境条件进行设计。不同功能的建筑所允许的噪声等级可根据现行国家标准《民用建筑隔声设计规范》GB50118的规定确定，空气声隔声性能分级指标应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T21086的规定。

**4.2.10** 由于幕墙的性能检测是对幕墙工程设计的验证，因此，检测试件的结构、材质、构造、安装施工方法应与实际工程一致。有时，受到实验条件的限制，试件无法完全符合实际情况时，应由建设单位、设计人员、监理人员、实验人员共同论证确定。必要时，可邀请行业内的专家参加论证。

**4.2.11** 幕墙性能检测中，由于种种原因，某项性能不能达到设计要求的情况时有发生。如果这些缺陷是由于试件安装施工工艺不当造成的，允许对安装施工工艺进行改进，对试件存在的缺陷进行修补之后重新试验，检测报告中应记载所做的修改和工艺改进措施，幕墙施工单位应按检测报告的记载，对工程施工组织设计中的施工工艺进行相应修改并予以实施，确保工程施工质量；由于材料或设计缺陷造成幕墙性能达不到要求时，必须更换材料或修改设计后，重新制作试件进行检测，工程设计和工程用材料，必须与重新检测合格的试件一致。

* 1. **构造设计**

**4.3.4** 要求冬季保温的严寒和寒冷地区的琉璃复合板幕墙，多数采用封闭式板缝；冬季无保温要求的琉璃复合板幕墙或根据建筑装饰特殊要求，可采用开放式板缝。封闭式幕墙板缝采用注密封胶或镶嵌密封胶条密封幕墙面板之间的缝隙，阻断了室外环境空气，也阻断了幕墙背面的水蒸气或渗人的雨水向室外的散发、排放，为防止保温材料受潮降低保温性能，宜设置水蒸气透气孔或增加排水措施，透气孔和排水孔应适当，并保证幕墙气密性能合格。开放式板缝后部，宜设置防水层，防止雨水大量渗人幕墙后部，污染或腐蚀幕墙背部。

**4.3.5** 开放式幕墙没有水密性能要求，其中开缝式幕墙板缝不做防水密封，雨水可能会进入面板背部空间；遮挡式幕墙板缝，潮湿气流和少量被风带人或渗人的雨水，都会造成幕墙面板后部的潮湿空间。为了保证幕墙的耐久性，防止雨水浸蚀幕墙构件、主体结构和保温层，应设置可靠的导排水系统（如分层导排水系统等），并加强面板后部空间的通风除湿能力。可采用铝板、镀锌钢板或其他耐候防水材料进行隔离，防止雨水浸蚀，降低保温性能；内部支承金属结构，应加强防腐措施，保证其耐久性。

* 1. **防火、防雷设计**

**4.4.1** 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016对建筑幕墙的防火有强制性条文规定，幕墙设计必须严格执行。

**4.4.2** 琉璃复合板幕墙背后有其他围护墙体，如承重或非承重基层墙体等，则该围护墙体应为采用不燃材料做成的不燃烧体，其耐火极限应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016规定的承重或非承重外墙的耐火极限规定。琉璃复合板幕墙背后无其他围护墙体时，幕墙本身要承担建筑外墙的防火功能，则必须采取一定的防火构造措施进行专门门的防火设计，使幕墙系统达到现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016规定的建筑非承重外墙的防火设计要求。

**4.4.5** 在现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057中尚没有很具体、明确的幕墙防雷系统的规定，但幕墙防雷系统的设计原则应符合该标准的要求。幕墙是附属于主体建筑的围护结构，幕墙的金属框架一般不单独作防雷接地，而是利用主体结构的防雷体系，与建筑本身的防雷设计相结合，因此要求与主体结构的防雷体系可靠连接，并保持导电通畅。

通常，幕墙的立柱宜采用柔性导线上、下连通。在主体建筑有水平均压环的楼层，立柱的预埋件或固定件可采用圆钢或扁钢与水平均压环焊接连通，形成导电通路，焊缝和连线应涂防锈漆。

兼有防雷功能的幕墙压顶板应采用金属板制作，压项板体系与主体结构屋顶的防雷系统应有效的连通。

* 1. **其他安全规定**

**4.5.2** 琉璃复合板属于脆性材料，容易受到物体和人体冲击而破碎，作为幕墙的面板材料，应安全且具有抗撞击的性能。进行幕墙设计时，要充分考虑由于面板的脆性而引起的安全问题，除了必须具备抗撞击的性能外，还要采取必要的措施保证偶然破裂后的安全性。

1. **结构设计**

**5.2 荷载作用及荷载效应组合**

**5.2.1** 对于某一风向的风载，作用在建筑物表面风压是不均匀分布，特别是拐角位置两个面，故考虑风压的折减。

**5.3 琉璃复合面板设计**

**5.3.1** 琉璃复合板中琉璃自身抗拉强度较低，容易开裂。故必须验算琉璃破损后，剩余部分必须能承担全部外荷载。

**5.3.4** 对于琉璃和玻璃复合而成三层结构琉璃复合板可按照本规范给定公式进行验算，对于其他不等厚琉璃复合板或者琉璃与其他材料复合的琉璃复合板需要借助有限元软件进行验算，由于需要考虑复合胶片剪切影响一般需要用3D实体单元才能模拟其受力性能。另外对于复合胶片的剪切模量，应该根据主要荷载作用时距及使用温度来确定。

**5.3.5** 琉璃复合板的弯曲刚度及等效抗弯抵抗矩公式参考Laura Galuppi Gianni Royer-Carfagni的《Enhanced effective Thickness of Multi- Laminated Glass》中有关多层夹胶玻璃面板刚度公式及应力计算公式，并且考虑不同材料的影响。其琉璃的抗拉强度标准值可根据一组试件测试得出，采用具有75%置信度的5%分位值，并且应考虑冻融，浸水、紫外照射等老化试验影响，其试件数量不得低于3个。其强度标准值可按照下式确定。

$$f\_{k}=f\_{mean}−kσ$$

$f\_{k}$：强度标准值，$f\_{mean}$：一组数据的平均值，$σ$：一组测试数据标准偏差，k：置信相关系数。

**表1 幕墙的平面内变形性能**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 试件数 | 3 | 5 | 10 | ∞ |
| k | 3.15 | 2.46 | 2.1 | 1.645 |

**5.4 边框及连接设计要求**

**5.4.2** 琉璃复合板本身厚度很厚，其弯曲刚度比普通玻璃面板要大的多，同时琉璃材料抗拉强度较低，所以对支撑四边简直复合板或对边简支的复合板的边框（横梁、立柱）的弯曲刚度必须要大于琉璃复合板本身的刚度，才能保证琉璃复合板的受力安全。当受制于边框截面尺寸的限制，可按如下两种进行设计，一是将琉璃复合板与边框共同建模分析验算，二是忽略边框的刚度，将琉璃复合板按照四点支撑板进行验算。

**5.4.3** 琉璃复合板四周与边框的缝隙留有足够间隙，适应主体层间位移角变形及琉璃复合板与边框对的温差变形影响，注意琉璃复合板下端支撑托条或者垫块都是设置靠近立柱位置，这样琉璃复合板下端缝隙对适应变形没有帮助，故编写公式时去掉下面缝隙的影响。

**5.4.12** 对于琉璃复合板本身厚度较厚，自重较大，自重必须设置专门承托或者其他措施，故去掉结构胶的长期受力校核计算公式。

**5.4.13** 根据结构厂家提供结构胶年检报告中一组拉伸模量数据，推算处结构胶变位承受能力一般位于5%~9%之间，是偏小的。同时对于高度大于宽度面板，在立柱横梁放生侧移时会拉动面板旋转，对于高宽比越大的面板其倾斜角度越大。这个剪切位移影响系数参考《装配式幕墙工程技术规程》T/CECS745-2020有关条文，对于高宽边过大的情况，也可按照如下公式计算剪切位移影响系数η：

$$η=\frac{\sqrt{\left（\left（1−k\right）H^{2}\right）+（kB）^{2}}}{2H}$$

$$x=\frac{H^{2}（H+3B）}{（B+H）^{3}}$$

其中，H，B分别为面板高度和宽度尺寸。

1. **加工制作**

**6.1 一般规定**

* + 1. 琉璃幕墙在施工前要绘制零部件加工图，绘制加工图不能直接依据施工图。 因为建筑施工有误差，所以幕墙构件的加工图应以施工图和现场测量的主体结构尺寸为依据。
		2. 加工设备、计量器具的精度，直接决定幕墙构件的精度。设备、计量器具应按要求定期检验和计量认证。
		3. 硅酮结构密封胶的使用对场所要求较严格，除要求清洁、无尘外，对室内温度湿度都有一定要求，幕墙组件应在工厂制作完成，胶缝的宽度、厚度必须严格按照设计要求进行加工，确保使用安全。幕墙组件、构件不应在现场加工，应提供加工记录或生产日志。

**6.3 钢构件**

**6.3.1~6.3.2** 预埋件是建筑幕墙重要的构件之一，其加工精度直接影响预埋件的加工质量，应严格要求。预埋件加工应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010。平板预埋件的锚板及槽式预埋件的槽口与空气接触，其表面及槽内应进行防腐处理，预埋件的锚筋植入混凝土厚不与空气接触，锚筋可不做防腐处理。

**6.5 琉璃复合板**

**6.5.3** 琉璃复合板通过周边金属挂件固定，金属挂件与琉璃复合板端面的配合尺寸及配合精度直接影响连接安全。所以琉璃复合板端面的角度、尺寸必须符合设计要求，粗糙度也要满足要求。

**6.5.5** 琉璃板应尽量避免二次加工，琉璃板槽口尽量浇筑成型。

确需加工槽口时，槽口的加工质量关系到琉璃板的承载力。槽口的宽度、长度和位置偏差太大，面板的承载力也会偏离设计计算的结果。槽体内壁太粗糙或存在缺陷，也会降低板的承载力。

**6.5.6** PVB胶片暴露在空气中容易引起胶片氧化而失效，造成安全隐患。胶片厚度应根据板块大小、厚度等情况选用，胶片过薄容易出现气泡等缺陷。

**6.6 构件组装**

**6.6.1** 琉璃复合板幕墙组件的制作最关键的是对玻璃和副框的清洁工作，粘结基层是否干净决定硅酮结构胶的粘结质量，如清洁不干净，将对组件的质量与安全留下隐患。必须用有机溶剂采用二块布清洁的方法：把有机溶剂倒在干净的第一块布上，清洗玻璃及副框的涂胶部位，再用第二块干净的布将表面擦干。清洁工作最好二人一组进行，一个用有机溶剂清洗玻璃及副框，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、油渍和其他污物清除干净。使用时应把有机溶剂倒在干净的布上，不允许将布浸入溶剂中；一块布只用一次，不允许重复使用。

玻璃面板注胶时对环境要求较高，注胶场所要求清洁、无尘，室内温度不宜低于15℃、不高于27℃，相对湿度不宜低于50%。

硅酮结构密封胶有一定的固化时间，固化期间如受到荷载震动，对粘结性和固化质量有很大影响。由硅酮结构密封胶粘接固定的板块必须静置养护。未达到承载力要求前不可搬动，以免影响结构胶的粘结力。

**6.7 构件检验**

**6.7.1** 琉璃板外观质量不仅影响建筑效果，而且也直接影响琉璃性能。所以要求琉璃板出厂前应全数进行外观检验，其缺口、缺角、结石或异物、气泡等需满足《室外建筑装饰用琉璃板材》相关条文要求。

1. **安装施工**

**7.1 一般规定**

**7.1.3** 琉璃幕墙构件及附件验收，琉璃幕墙组件进场时，按批次提供相关质保资料，应遵循以下原则：

1. 琉璃板材、玻璃、胶片的厂家资质、质保书或合格证、性能检测报告、检验批质量验收记录表；
2. 复合板材的厂家资质、质保书或合格证、性能检测报告、检验批质量验收记录表；
3. 琉璃幕墙组件的厂家资质、质保书或合格证、性能检测报告、检验批质量验收记录表；
4. 琉璃复合板组件进场验收，除提供上述资料外，还应针对板材是否破损、构件焊接或连接质量进行外观全数检查。

**7.2 施工准备**

**7.2.1** 测量放线是琉璃复合板组件连接件安装质量符合要求的基础。本条内容强调了进行测量放线时，应注意下列事项：

1. 幕墙分格轴线、控制线的测量应与主体结构测量相配合，并应及时将发现的主体结构施工误差反映给幕墙设计人员，对幕墙的分格进行调整；
2. 琉璃复合板组件幕墙施工，一般是在主体结构尚未完全完成时开始。幕墙施工单位应对琉璃幕墙施工开始后进行的主体结构的垂直度和结构楼层的外轮廓位置进行监控，发现误差超过幕墙安装允许的范围时，应及时反映给总包单位，便于主体结构施工单位进行修改、调整；
3. 为确保幕墙的安装质量，应定期对幕墙的安装定位基准进行校核；
4. 风力超过4级时，主体结构的位移会影响测量放线的精确度，也容易发生安全问题，不宜进行测量放线。

**7.2.3** 琉璃复合板组件加工制作完，在加工厂或施工现场进行临时堆放，组件重量大，对堆放场地地基承载力要求比较高，堆放场地必须进行混凝土硬化处理，厚度不小于100mm，具体厚度和承载力应根据场地地耐力进行计算确定；同时，应根据堆放或取货要求编制场地平面布置图，留出取货车行道路。堆放时，可采取琉璃面向上单层平放方式；亦可采取立放方式，当采取立放时，宜放置在周转架上，且设置有效放倾倒措施。

**7.3 施工安装工艺**

**7.3.4** 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，组件容易损坏，产生危险，因此，必要时可对吊装点进行必要加固和试吊。采用吊具起吊组件时，应使各吊装点的受力均匀，起吊过程应保持琉璃复合板组件平稳，以减小动能和冲量。吊装就位时，应先把组件挂到主体结构的挂点上；组件未固定前，吊具不得拆除，防止意外坠落。雨、雪、雾和风力超过4级时，受环境影响，吊装宜发生碰撞或滑脱，也容易发生安全问题，不应进行吊装作业。

**7.3.5** 建筑密封胶是确保幕墙面板不渗漏水的关键措施。夜晚光照不足，不适合细部作业，打胶质量得不到保证，雨天板缝内表面潮湿，硅酮密封胶与注胶面不能有效粘结，均不宜打胶。打胶时环境温度应符合设计要求和产品要求并应在产品指定的温度范围内，打胶前应使打胶面干燥、清洁，在打胶面的两侧粘贴美纹纸，保护面板不受污染。由于石材自身的特点，石材幕墙的密封应采用专用密封胶。框支承幕墙板材间的硅酮建筑密封胶的施工厚度，一般应控制在3.5～4.5mm，太薄对保证密封质量和防止雨水渗漏不利，同时对承受铝合金框热胀冷缩产生的变形也不利。当承受拉应力时，胶缝太厚也容易被拉断或破坏，失去密封和防渗漏作用。硅酮建筑密封胶的施工宽度不宜小于厚度的两倍或根据实际计算宽度决定。较深的密封槽口底部应采用聚乙烯发泡材料填塞，以保证硅酮建筑密封胶的设计施工位置。有些建筑要求板缝小或无缝，无法满足温差变形的要求，不应使用。对满足变形要求的窄缝石材幕墙，密封胶的施工厚度和施工宽度应符合设计要求。硅酮建筑密封胶在接缝内应两对面粘结，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。为防止形成三面粘结，可在硅酮建筑密封胶施工前，用无粘结胶带置于胶缝的底部（槽口底部），将缝底与胶分开。

**7.4 安全规定**

**7.4.6** 琉璃复合板组件，规格尺寸大、重量重，起吊和就位时，检查吊具、吊点是否满足安全要求，是安全需要。起吊前对机具进行选择，对吊点数量、位置进行复核，保证组件吊装的安全性、可靠性。同时，遵循吊装作业“十不吊”原则，杜绝安全事故发生。