

**T/CECS XXX—2021**

**中国工程建设标准化协会标准**

断热钢型材玻璃幕墙工程技术规程

Technical specification for glass curtain wall with heat cut steel profiles

**（征求意见稿）**

**中国计划出版社****前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发2019年第一批协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字〔2019〕12号）的要求，规程编制组在广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分为10章，主要内容包括：总则、术语和符号、材料、建筑设计、结构设计、系统设计、加工制作、安装施工、工程验收、维护保养。

请注意本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有需要修改和补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际5号楼7层，邮政编码：100048），以供修订时参考。

主编单位：中国建筑标准设计研究院有限公司

湖南省金为新材料科技有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc83911857)

[2 术语和符号 3](#_Toc83911858)

[2.1 术语 3](#_Toc83911859)

[2.2 符号 4](#_Toc83911860)

[3 材料 5](#_Toc83911861)

[3.1 一般规定 5](#_Toc83911862)

[3.2 钢材 5](#_Toc83911863)

[3.3 玻璃 6](#_Toc83911864)

[3.4 结构胶与密封材料 8](#_Toc83911865)

[3.5 其它材料 9](#_Toc83911866)

[4 建筑设计 11](#_Toc83911867)

[4.1 一般规定 11](#_Toc83911868)

[4.2 性能设计 12](#_Toc83911869)

[4.3 构造设计 13](#_Toc83911870)

[5 结构设计的基本规定 15](#_Toc83911871)

[5.1 一般规定 15](#_Toc83911872)

[5.2 材料力学性能与物理性能 16](#_Toc83911873)

[5.3 荷载与作用 17](#_Toc83911874)

[5.4 荷载及作用效应组合 19](#_Toc83911875)

[6 系统设计 22](#_Toc83911876)

[6.1 一般规定 22](#_Toc83911877)

[6.2 玻璃面板设计 23](#_Toc83911878)

[6.3 横梁设计 27](#_Toc83911879)

[6.4 立柱设计 29](#_Toc83911880)

[6.5 转接件及埋件 30](#_Toc83911881)

[7 加工制作 34](#_Toc83911882)

[7.1 一般规定 34](#_Toc83911883)

[7.2 钢构件 34](#_Toc83911884)

[7.3 玻璃面板 36](#_Toc83911885)

[7.4 构件检验 37](#_Toc83911886)

[8 安装施工 38](#_Toc83911887)

[8.1 一般规定 38](#_Toc83911888)

[8.2 施工准备 39](#_Toc83911889)

[8.3 幕墙安装 40](#_Toc83911890)

[8.5 安全规定 42](#_Toc83911891)

[9 工程验收 44](#_Toc83911892)

[9.1 一般规定 44](#_Toc83911893)

[9.2 主控项目 45](#_Toc83911894)

[9.3 一般项目 46](#_Toc83911895)

[10 维护保养 48](#_Toc83911896)

[10.1 一般规定 49](#_Toc83911897)

[10.2 检查与维护 50](#_Toc83911898)

[10.3 清洗 51](#_Toc83911899)

[本规程用词说明 52](#_Toc83911900)

[引用标准名录 53](#_Toc83911901)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc460853768)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc460853769)

[2.1 Terms 2](#_Toc83911859)

[2.2 Symbols 2](#_Toc83911860)

[3 Materials 3](#_Toc460853771)

[3.1 General requirements 3](#_Toc83911862)

[3.2 Steel 3](#_Toc83911863)

[3.3 Glass 4](#_Toc83911864)

[3.4 Structural and weather sealant 5](#_Toc83911865)

[3.5 Other materials 6](#_Toc83911866)

[4 Architectural design 7](#_Toc460853774)

[4.1 General requirements 7](#_Toc460853775)

[4.2 Perforanance design 7](#_Toc460853776)

[4.3 Structure design 7](#_Toc460853776)

[5 Basic requirements of structural design 9](#_Toc83911871)

[5.1 General requirements 9](#_Toc83911872)

[5.2 Mechanical and physical properties of materials 10](#_Toc83911873)

[5.3 Loads and actions 11](#_Toc83911874)

[5.4 Loads and combination of action effects 11](#_Toc83911875)

[6 System design 13](#_Toc83911876)

[6.1 General requirements 13](#_Toc83911877)

[6.2 Glass panels design 13](#_Toc83911878)

[6.3 Design of transom 17](#_Toc83911879)

[6.4 Design of mullion 18](#_Toc83911880)

[6.5 Connector and embedded parts 19](#_Toc83911881)

[7 Manufacture and fabrication 21](#_Toc83911882)

[7.1 General requirements 21](#_Toc83911883)

[7.2 Steel components 21](#_Toc83911884)

[7.3 Glass panels 22](#_Toc83911885)

[7.4 Components inspection 23](#_Toc83911886)

[8 Installation and construction 24](#_Toc460853777)

[8.1 General requirements 24](#_Toc460853778)

[8.2 Installation preparation 24](#_Toc460853780)

[8.3 Installation of curtain wall 25](#_Toc460853780)

[8.4 Safety requirements 26](#_Toc83911891)

[9 Quality acceptance 28](#_Toc460853782)

[9.1 General requirements 28](#_Toc460853783)

[9.2 Key Items 29](#_Toc460853784)

[9.3 General Items 30](#_Toc460853785)

[10 Maintenance 32](#_Toc83911896)

[10.1 General requirements 32](#_Toc83911897)

[10.2 Investigation and repairing 33](#_Toc83911898)

[10.3 Cleaning 34](#_Toc83911899)

[Explanation of wording in this specification 35](#_Toc460853786)

[List of quoted standards 36](#_Toc460853787)

Addition:Explanation [of provisions 38](#_Toc460853787)

**1 总 则**

**1.0.1** 为促进断热钢型材玻璃幕墙工程的应用，做到安全可靠、技术先进、经济合理、美观适用，制定本规范。

【条文说明】随着我国经济的快速发展和城市化进程的推进，建筑幕墙行业实现了从无到有、从外资一统天下到国内企业主导、从模仿引进到自主创新的跨越式发展，到21世纪初我国已发展成为幕墙行业世界第一生产大国和使用大国。目前，我国建筑幕墙门窗的需求量占全球需求总量2/3以上，其中玻璃幕墙占到全部幕墙的60%以上。

玻璃幕墙多采用铝合金型材，可满足气密性、水密性、抗风压、保温性、隔声等基本功能，但防火安全性较差，同时，由于铝合金型材强度问题，铝合金型材玻璃幕墙很难实现大跨度结构系统。随着科技的进步和环保意识的提高，钢型材玻璃幕墙得到了很大的发展。

幕墙用钢型材是采用精密冷弯成型工艺制成的具有断热几何截面的钢制构件，既延续了钢的先天优势，又具备与铝合金型材相媲美的精致外观。与铝合金型材相比具有如下优点：

（1）弹性模量是铝合金的3倍,具有更大的静态弹力：在相同的型材断面下,钢材的基点距离是铝合金的3倍；在相同的风荷载和基点距离上,钢材断面可以更小；在相同的型材断面下,钢材可做到更大的跨度。

（2）膨胀系数是铝合金的一半，且钢材、玻璃和混凝土的组合体具有几乎相同的伸缩量，因此钢型材玻璃幕墙系统内部无需采取措施来吸收因材料产生的膨胀变量，具有隔音效果好、密封性能优、节省安装费用、节省材料费用，且因为没有伸缩缝,外立面视觉更为美观等优势。

（3）导热系数是铝合金的1/4，冷流变钢型材玻璃幕墙具有更好的保温性能，可节约能源，改善结露现象。

（4）高环保，钢材是一种低碳建筑材料，可循环利用，是循环经济社会最佳的绿色建材之一，符合国家节能减排的政策导向，具有巨大的社会价值。

为规范钢型材玻璃幕墙的工程应用和使用安全，保证工程质量，应对钢型材玻璃幕墙的设计、施工安装和工程验收做出明确规定。

**1.0.2** 本规程适用于抗震设防烈度不大于8度（含8度）的构件式断热钢型材玻璃幕墙工程的设计、加工制作、安装施工、工程验收及维护和保养。

【条文说明】本规程适用的断热钢型材应符合现行协会标准《建筑幕墙用钢型材》的有关规定，不适用于刨槽冷弯工艺的钢型材。其他适用规定与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102协调一致。

**1.0.3** 在正常使用和正常维护下，断热钢型材玻璃幕墙在规定的设计使用年限内应具有良好的工作性能、安全性和耐久性。抗震设计的断热钢型材玻璃幕墙，当遭受低于本地区抗震设防烈度的多遇地震影响时，一般不需修理即可继续使用；当遭受相当于本地区抗震设防烈度的设防地震影响时，可能发生损坏，但经一般修理仍可继续使用；当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时，幕墙支承结构构件不得脱落。

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336的要求协调一致。

**1.0.4** 断热钢型材玻璃幕墙工程的应用，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2 术语和符号**

2.1 术语

**2.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙 glass curtain wall with thermal insulation steel profiles

由玻璃面板与钢型材支承结构体系组成的、具有规定的承载能力和变形能力、不分担主体结构所受作用的建筑外围护墙或装饰墙。

**2.1.2** 断热钢型材 thermal insulation steel profiles

采用标准化、规模化生产方式，使用冷轧钢板等材料制作，具有结构断热特定几何截面，专用于幕墙工程制作的钢质构件。

【条文说明】断热钢型材采用精密冷弯成型工艺制成，精度高、尺寸偏差小，外观平整度高、直线度高，可达铝合金幕墙装饰效果。同时，钢型材选型丰富、截面复杂，同一截面可根据需要定制不同板厚，不规则形状的截面型材。

**2.1.3** 框支承玻璃幕墙 frame supported glass curtain wall

玻璃面板周边由断热钢型材框架支承的玻璃幕墙。

**2.1.4** 明框玻璃幕墙 exposed frame supported glass curtain wall

钢框架的构件显露于面板外表面的框支承玻璃幕墙。

**2.1.5** 半隐框玻璃幕墙 semi-hidden frame supported glass curtain wall

钢框架的竖向或横向构件显露于面板外表面的框支承玻璃幕墙。

**2.1.6** 隐框玻璃幕墙 hidden-frame supported glass curtain wall

金属框架的构件完全不显露于面板外表面的框支承玻瑞幕墙。

**2.1.8** 构件式玻璃幕墙 frame supported glass curtain wall assembled in elements

在主体结构上依次安装支承框架和玻璃面板的框支承玻璃幕墙。

【2.1.3～2.1.8说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102协调一致。

2.2 符号

**2.2.1** 材料力学性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *E* | —— | 材料弹性模量； |
| *f* | —— | 材料抗拉、抗压和抗弯强度设计值； |
| *f*v | —— | 材料抗剪强度设计值； |

**2.2.2** 作用和作用效应

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Gk* | —— | 重力荷载标准值； |
| *P*Ek | —— | 平行于幕墙平面的集中地震作用标准值； |
| *q*Ek | —— | 垂直于幕墙平面的水平地震作用标准值 |
| *R* | —— | 构件截面承载力设计值； |
| *S* | —— | 作用效应组合的设计值； |
| *S*E | —— | 地震作用效应设计值； |
| *S*Ek | —— | 地震作用效应标准值； |
| *S*Gk | —— | 永久荷载效应标准值； |
| *S*Wk | —— | 风荷载效应标准值； |
| *S*Tk | —— | 温度作用效应标准值； |
| *γ*gk | —— | 材料重力密度标准值； |
| *ω*k | —— | 风荷载标准值； |
| *ω*0 | —— | 基本风压 |

**2.2.3** 参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *A* | —— | 幕墙平面面积； |
| *L* | —— | 跨度； |
| *ν* | —— | 材料的泊松比； |

**2.2.4** 系数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *α* | —— | 材料线膨胀系数； |
| *α*max | —— | 水平地震影响系数最大值； |
| *β*E | —— | 地震作用动力放大系数； |
| *β*gz | —— | 阵风系数； |
| *γ*0 | —— | 结构构件重要性系数； |
| *γ*E | —— | 地震作用分项系数； |
| *γ*G | —— | 永久荷载分项系数； |
| *γ*RE | —— | 结构构件承载力抗震调整系数； |
| *γ*w | —— | 风荷载分项系数； |
| *γ*T | —— | 温度作用分项系数； |
| *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； |
| *Ψ*T | —— | 温度作用的组合值系数。 |
| *μ*sl | —— | 局部风压体型系数 |
| *μ*2 | —— | 风压高度变化系数 |

**2.2.5** 其他

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *d*f | —— | 构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值； |
| *d*f,lim | —— | 构件的挠度限值； |

**3 材 料**

3.1 一般规定

**3.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙材料应满足安全性、耐久性、环境保护和防火要求。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙处于建筑物的表面，需经受自然环境如日晒、雨淋、风沙等的作用，故幕墙材料要有足够的耐候性和耐久性，具备使用安全性。

**3.1.2** 断热钢型材玻璃幕墙不应采用在燃烧或高温环境下产生有毒有害气体的材料。

【条文说明】统计结果表明，造成火灾中人员伤亡的主要原因之一是烟雾中的有毒有害气体。因此，断热钢型材玻璃幕墙应避免使用燃烧后或者高温环境下产生有毒有害气体的材料。

**3.1.3** 幕墙材料应具有出厂合格证书、质量保证书及相关性能检测报告。

3.2 钢材

**3.2.1** 碳素结构钢和低合金高强度结构钢的钢种、牌号和质量等级应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《优质碳素结构钢》GB/T 699、《合金结构钢》GB/T 3077、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢带》GB/T 3524、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带》GB/T 912、《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带》GB/T 3274等的有关规定。

**3.2.2** 钢型材应符合现行团体标准《建筑幕墙用钢型材》T/CECS XXX的有关规定。

**3.2.3** 与空气接触的碳素结构钢和低合金高强度结构钢应采取有效的表面防腐处理，并宜符合下列要求：

**1** 当采用热浸镀锌进行表面处理时，锌膜质量和厚度应符合现行国家标准《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求》GB/T 13912的有关规定；

**2** 当采用防腐涂料进行表面处理时，除密闭的闭口型材的内表面外，涂层应完全覆盖钢材表面，厚度应符合防腐要求；

**3** 当采用氟碳漆喷涂或聚氨酯漆喷涂时，漆膜厚度不宜小于60μm；空气污染严重及海滨地区，涂膜厚度不宜小于80μm；

**4** 当采用PVF 100%全氟碳喷涂时，漆膜厚度不宜小于30μm，且不应含有亚克力（丙烯酸酯）等增塑剂，应保证钢型材耐用年限不宜低于50年；

**5** 耐候结构钢的质量和性能应符合国家现行标准《耐候结构钢》GB/T 4171的有关规定。

**3.2.4** 焊接材料应符合国家现行标准《碳钢焊条》GB/T 5117、《低合金钢焊条》GB/T 5118、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81的有关规定。

**3.2.5** 不锈钢宜采用奥氏体型不锈钢材，其中铬、镍总含量不宜低于25%，镍含量不宜低于8%，且应符合现行国家标准《不锈钢及耐热钢 牌号及化学成份》GB/T 20878、《不锈钢棒》GB/T 1220、《不锈钢热轧钢板》GB/T 4237、《结构用不锈钢无缝钢管》GB/T 14975的有关规定。

3.3 玻璃

**3.3.1** 玻璃原片应符合国家现行标准《平板玻璃》GB 11614、《超白浮法玻璃》JC/T 2128等的有关规定。

3.3.2 钢化玻璃应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第2部分 钢化玻璃》GB 15763.2、《建筑用安全玻璃 第4部分 均质钢化玻璃》GB 15763.4、《半钢化玻璃》GB 17841和《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JG/T 455的有关规定。

3.3.3 镀膜玻璃除应符合现行国家标准《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1、《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2的有关规定。当采用单片或夹层低辐射镀膜玻璃时，应使用在线化学气相沉积法低辐射镀膜玻璃；离线镀膜低辐射玻璃宜加工成中空玻璃，镀膜面应朝向气体层。

【条文说明】在线法生产的低辐射镀膜玻璃，膜层牢固度、耐久性好，可单片使用。离线法生产的低辐射镀膜玻璃，膜层牢固度、耐久性差，不能单片使用，可加工成中空玻璃，且膜层应朝向中空气体层。当低辐射镀膜玻璃加工成夹层玻璃时，膜层不宜与胶片结合，以免导致传热系数升高，保温效果变差。

3.3.4 中空玻璃除应符合现行国家标准《中空玻璃》GB/T 11944的有关规定外，还应符合下列规定：

1 中空玻璃用干燥剂应符合现行行业标准《中空玻璃用干燥剂》JC/T 2072的有关规定；硅酮结构密封胶应符合现行行业标准《建筑门窗幕墙用中空玻璃弹性密封胶》JG/T 471的有关规定；丁基热熔密封胶应符合现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914的有关规定；

2 中空层中空玻璃气体层厚度不应小于9mm；

3 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。隐框、半隐框及幕墙开启窗用中空玻璃的第二道密封应采用硅酮结构密封胶，结构胶宽度经计算确定。明框玻璃幕墙用中空玻璃的第二道密封宜采用聚硫类中空玻璃密封胶，也可采用硅酮密封胶；

4 中空玻璃钻孔应采用大、小孔相对的方式，孔边倒角应细磨，合片时孔位应采取多道密封措施。玻璃面积超过5m2时，应采取措施保证两片玻璃同时受力；

5 中空玻璃的间隔铝框可采用连续折弯型或插角型，不得使用热熔型间隔胶条。间隔铝框中的干燥剂宜采用专用设备装填；

6 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；

7 中空玻璃的单片玻璃厚度不应小于6mm，两片玻璃厚度差不应大于3mm；

8 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。

【条文说明】单道密封的中空玻璃气密性差，水气容易进人中空层，影响使用效果，不适用在幕墙上使用，因此，幕墙用中空玻璃应采用双道密封，用丁基热熔密封胶做第一道密封确保气密性，用硅酮密封胶或聚硫类中空玻璃密封胶做第二道密封，确保高的粘结强度。由于聚硫类密封胶耐紫外线性能较差，且与硅酮结构胶不相容，故隐框、半隐框及幕墙开启窗用等密封胶承受荷载作用的中空玻璃，第二道道密封必须采用硅酮结构密封胶。

中空玻璃受到风压和温度变化时会发生变形，规定两片玻璃厚度差是保证内外片受力基本一致，不致出现因内外片厚度相差太大、受力不一致导致变形相差过大而出现玻璃受损的问题。

**3.3.5** 夹层玻璃除应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第3 部分：夹层玻璃》GB 15763. 3 的有关规定外，还应符合下列规定：

1 单片玻璃厚度不应小于5mm，两片玻璃厚度差不应大于3mm；

2 应采用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）或离子性中间层胶片干法加工合成技术，PVB胶片厚度不应小于0.76mm，离子性中间层胶片厚度不应小于0.89mm；

3 夹层玻璃钻孔时应采用大、小孔相对的方式，合片时两层玻璃间不得出现气泡；

4 采用PVB中间膜的夹层玻璃应封边处理。

**3.3.6** 真空玻璃应符合现行行业标准《真空玻璃》JC/T 1079 的有关规定。

**3.5.7** 防火玻璃应根据设计要求和防火等级采用单片防火玻璃或中空、夹层防火玻璃。防火玻璃的耐火性能应符合《建筑用安全玻璃 第1 部分：防火玻璃》GB 15763.1 的规定。

**3.3.8** 玻璃贴膜应符合现行国家标准《建筑玻璃用功能膜》GB/T 29061的有关规定，且厚度应符合设计要求。

【条文说明】幕墙玻璃贴膜是改善既有建筑幕墙安全性、隔热性的方法之一，本条给出有关玻璃贴膜材料性能、质量要求和安全使用的现行国家及行业标准。

3.4 结构胶与密封材料

**3.4.1** 硅酮结构密封胶应符合现行行业标准《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475的有关规定。

**3.4.2**  幕墙耐候密封应采用中性硅酮建筑密封胶，并应符合现行国家标准《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683的有关规定，不应使用添加矿物油或者其他有害增塑剂的硅酮建筑密封胶。

**3.4.3** 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶应具备产品合格证书、有保质年限的质量保证书及相关性能检测报告。

**3.4.4** 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶应在有效期内使用，使用前应取得与其接触材料的相容性试验合格报告，报告应由有相应资质的检测机构出具。硅酮结构密封胶还应进行剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。

【条文说明】硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶与幕墙的安全性、水密性和气密性相关。产品必须做相容性试验，硅酮结构密封胶还要做剥离粘结性试验和邵氏硬度试验。不得使用未经试验的产品、超过有效期的产品及相容性或其他指标不满足要求产品。

硅酮建筑密封胶和硅酮结构密封胶在使用前，对与其相接触的材料（如间隔条、密封垫、定位块及其他有机材料）应做相容性试验。一旦使用了与密封胶不相容的材料，会导致密封胶的粘结性能下降或丧失，留下质量或安全隐患。由于硅酮结构密封胶是结构连接用材料，关乎建筑幕墙结构安全，应进行与面板、金属框架等接触材料的剥离粘结性试验以及拉伸粘接性试验、邵氏硬度试验，以保证结构粘接质量和安全性。

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

【条文说明】橡胶密封材料应有良好的弹性和抗老化性能，低温时能保持弹性，不发生脆性断裂。

3.5 其它材料

**3.5.1** 防火材料应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016的有关规定，具备产品合格证书和耐火检验报告。

**3.5.2** 幕墙防火封堵材料应符合《防火封堵材料》GB 23864的有关规定，发生火灾时，在规定时限内不应发生移位、脱落现象，不应产生有毒有害气体。防火封堵的承托板应采用厚度不小于1.5mm的镀锌钢板。密封材料应采用防火密封胶，并应具备法定检测机构出具的防火检验报告。

【条文说明】在火灾高温作用下，防火封堵材料必须能保持整体稳定，不产生移位、脱落等现象，才能保证正常防火功能。

**3.5.3** 幕墙保温材料应符合下列规定：

1 应采用不燃材料，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016和《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624的有关规定；

2 岩棉制品应符合现行国家标准《建筑用岩棉绝热制品》GB/T 19686的有关规定；

3 玻璃棉制品应符合现行国家标准《建筑绝热用玻璃棉制品》GBT 17795的有关规定；

4 粘结、固定保温层的材料应满足防火设计要求。

【条文说明】常用的保温材料按燃烧性能等级分为不燃、难燃和可燃，用于幕墙工程的应为不燃材料，通常选用岩棉或玻璃棉制品。

**3.5.4** 玻璃支承垫块宜采用邵氏硬度为（85±5）的氯丁橡胶、硅橡胶等材料，不得使用硫化再生橡胶、木片或其他吸水性材料。

【条文说明】硫化再生橡胶长期承压易变形，木片或其它吸水性材料易于受潮膨胀变形，因此均不得用作支承垫块。

**3.5.5** 聚氨基甲酸乙酯低发泡间隔双面胶带或聚乙烯树脂低发泡双面胶带的厚度应比结构胶厚度大1mm。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。

**3.5.6** 幕墙宜采用聚乙烯泡沫棒作填充材料，密度不应大于37kg/m2。

**4 建筑设计**

4.1 一般规定

**4.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙应根据建筑物的建筑美学、使用功能、所处环境、立面设计和热工要求等条件，并经技术经济综合分析确定其类型、构造和材料。

**4.1.2** 断热钢型材玻璃幕墙应与建筑物整体及周围环境相协调。幕墙立面分格宜与室内空间组合相适应，不应影响室内使用功能。

【4.1.1、4.1.2说明】断热钢型材玻璃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。

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。

**4.1.3** 断热钢型材玻璃幕墙开启扇的设置，应满足使用功能和立面效果要求，并应启闭方便，避免设置在梁、柱、隔墙等位置。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙设置开启扇时，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。开启扇应启闭方便，使用安全。开启扇的开启角度或距离应按照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。幕墙开启扇的位置、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。

**4.1.4** 断热钢型材玻璃幕墙应便于维护和清洁。高度超过40m的幕墙工程应设置清洗装置。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙在使用过程中，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，高度不超过40m的幕墙，清洁和维护工作可借助升降梯或其他通用设备进行，高度超过40m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。

4.2 性能设计

**4.2.1** 断热钢型材玻璃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，使用功能及设计使用年限等条件进行。

**4.2.2** 断热钢型材玻璃幕墙的抗风压性能、抗震性能、层间变形性能、水密性能、气密性能、热工性能、空气声隔声性能、光学性能及耐撞击性能等分级与设计应符合国家现行标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433的有关规定。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙的性能等级和指标值，应根据现行国家标准、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、《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433的规定。

**4.2.3** 断热钢型材玻璃幕墙的防火设计应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙作为建筑的外围护结构，是建筑整体中的一部分，应与建筑的整体防火要求相适应，防火设计应符合国家现行标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定。

**4.2.4** 断热钢型材玻璃幕墙的防雷设计应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057和《民用建筑电气设计规范》JGJ/T 16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。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙是附属于主体建筑的外围护结构，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，因此要求应与主体结构的防雷体系可靠连接，并保持导电通畅。

**4.2.5** 断热钢型材玻璃幕墙其他安全设计应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

4.3 构造设计

**4.3.1** 断热钢型材玻璃幕墙的构造设计应符合安全、适用与美观的原则，且应便于制作、安装、维护保养及局部更换。

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的要求协调一致。

**4.3.2** 断热钢型材玻璃幕墙与主体结构间的连接构造应具有足够强度、刚度和相对位移能力。

**4.3.3** 断热钢型材玻璃幕墙开启部位及明框玻璃幕墙的接缝部位，宜按雨幕原理进行构造设计。对可能渗入雨水和形成冷凝水的部位，应采取导排构造措施。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙的水密性能直接关系到到幕墙的使用功能和耐久性。采用雨幕原理构造，使幕墙接缝位置空腔内的气压与室外气压相等或接近，防止室外空气压力大于空腔内空气压力，将雨水压入腔内，提高幕墙的水密性能，是经过工程实践考验，行之有效的措施。对可能渗入雨水或形成冷凝水的部位，应设计导排水的装置或构造措施，防止雨水渗进室内，对室内造成污染，破坏室内环境。

幕墙上的可开启部位，最容易产生渗漏，因此，对幕墙可开启部位，必须进行专门设计，防止雨水渗漏。

**4.3.4** 断热钢型材玻璃幕墙非结构受力接缝应采用硅酮建筑密封胶密封。开启扇的周边缝隙宜采用三元乙丙橡胶、氯丁橡胶或硅橡胶密封条制品密封。

**4.3.5** 有雨篷、压顶及其他突出断热钢型材玻璃幕墙墙面的建筑构造时，应完善其结合部位的防、排水构造设计。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙立面与雨篷、压顶以及其它凸出结构的结合部位，是最容易发生雨水渗漏的位置，一旦发生渗漏，也难于寻找渗漏源头，所以应注意完善其结合部位的防水构造设计。

**4.3.6** 断热钢型材玻璃幕墙应选用具有防潮性能的保温材料或采取隔汽、防潮构造措施。

【条文说明】保温材料受潮后保温性能会明显降低，所以保温材料应具有防潮性能，否则应采取有效的防潮措施。

**4.3.7** 断热钢型材玻璃幕墙的连接部位应采取措施防止产生摩擦噪声。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙构件由于工作荷载、主体结构变形影响和热胀冷缩效果，会造成构件之间的相对位移，这一方面会造成构件连接装配间隙的变化和影响其密封效果，另一方面会造成构件连接处材料之间的挤压和摩擦而产生噪声。因此，幕墙金属构件连接处应采取有效措施，避免构件材料的刚性接触，并预留适当的装配间隙和采取有效的密封措施。

**4.3.8**  不同金属材料接触部位应设置绝缘垫片或采取防电化学腐蚀隔离措施。

【条文说明】不同金属相互接触处容易产生双金属腐蚀，降低幕墙的耐久性或污染幕墙表面。因此，要求设置绝缘垫片或采取其他措施防止两种不同金属直接接触。在正常使用条件下，不锈钢材料不易发生双金属腐蚀，可不要求设置绝缘垫片。

**4.3.9** 玻璃面板分格设计及接缝设计，应能在产生平面内最大位移时，板块之间不发生挤压碰撞，且保持其密封性。

**4.3.10** 断热钢型材玻璃幕墙与主体结构变形缝相对应的构造缝，应能够适应主体结构的变形要求，构造缝可采用柔性连接装置或设计易修复的构造。玻璃面板不宜跨越主体结构的变形缝。

【条文说明】主体结构变形缝两侧会发生较大的相对位移，跨越变形缝并同时连接固定在变形缝两侧主体结构上的玻璃面板很容易破坏。因此，玻璃面板不宜直接跨越变形缝，而应当采用与主体结构变形相适应的构造措施。实在不能避免时，可采用面板的一端与主体结构连接固定，另一端为柔性连接装置或设计易修复的构造。

**4.3.11** 擦窗机不得设置在幕墙构件上。采用擦窗机进行维修清洗作业的幕墙部位，应设置安全插座，其构造设计应与擦窗机的安全插销形式相吻合，并能即时锁紧。

**5 结构设计的基本规定**

5.1 一般规定

**5.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙应按附属于主体结构的外围护结构设计，设计使用年限不应小于25年。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙作为建筑外围护结构，主要承受自重以及直接作用于其上的风荷载、地震作用、温度作用等，不分担主体结构承受的荷载和（或）地震作用。现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153规定，工程结构设计时，应规定结构的设计使用年限。现行国家标准《建筑结构可靠度统一设计标准》GB 50068规定，易于替换的结构构件（此处是指承重结构构件）的设计使用年限为25年。建筑幕墙是非承重且易于替换的非结构构件，但考虑其是重要的外围护构件，因此规定其设计使用年限应不小于25年。

**5.1.2** 断热钢型材玻璃幕墙结构设计应考虑永久荷载、风荷载、地震作用和施工、维护荷载，大跨度空间结构还应考虑温度作用，复杂的幕墙结构体系应对施工阶段的安全进行验算。

【条文说明】在幕墙工程中，温度变化引起的面板、胶缝、支承结构的作用效应是存在的，温度作用的影响一般可通过建筑或结构构造措施解决，而不一一进行计算。对于温度变化剧烈的幕墙工程，有关构件在设计计算和构造处理上应采取必要的措施，避免因温度作用而引起幕墙破坏。

**5.1.3** 断热钢型材玻璃幕墙结构应根据传力途径对玻璃面板、支承结构、连接件与锚固件等依次设计和验算。玻璃面板与其支承结构、幕墙支承结构与主体结构之间均应具有足够的相对位移能力。

**5.1.4** 断热钢型材玻璃幕墙结构设计应涵盖最不利构件和节点在最不利工况条件下极限状态的验算。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙构件的作用效应，应按本规程的规定进行组合，并按最不利的组合效应进行设计。

**5.1.6** 断热钢型材玻璃幕墙结构构件及连接应按下列规定进行承载力计算和挠度验算：

**1** 无地震作用组合时，承载力应符合下式的规定：

*γ0S*≤*R* （5.1.6-1）

**2** 有地震作用组合时，承载力应符合下式的规定：

*SE*≤*R*/*γRE* （5.1.6-2）

式中：*S*——荷载效应按基本组合的设计值；

*SE*——地震作用效应和其他荷载效应按基本组合的设计值；

*R*——构件抗力设计值；

*γ0*——结构构件重要性系数；

*γ*RE——构件承载力抗震调整系数，取1.0。

**3** 挠度验算应符合下式的规定：

*d*f≤*d*f，lim

式中： *d*f ——构件在风荷载标准值或永久荷载标准值作用下产生的挠度值(mm) ；

*d*f，lim——构件挠度限值(mm)。

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的要求协调一致。

5.2 材料力学性能与物理性能

**5.2.2** 常用的热轧钢材、冷弯薄壁型钢和铝合金型材的强度设计值应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018和《铝合金结构设计规范》GB 50429的有关规定。

【条文说明】幕墙中钢材主要用于连接件和支承钢结构，其计算和设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的有关规定

**5.2.2** 钢型材的强度设计值可按表5.2.1的规定采用。

**5.2.3** 螺栓、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，不锈钢螺栓强度设计值可按表5.2.3的规定采用。

**表5.2.3 不锈钢螺栓连接的强度设计值（N/mm2）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | 组别 | 性能等级 | *σ*b | 抗拉强度*f* | 抗剪强度*fv* |
| A（奥氏体型） | A4、A5 | 50 | 500 | 190 | 155 |
| 70 | 700 | 295 | 245 |
| 80 | 800 | 335 | 280 |

【条文说明】与现行协会标准《不锈钢结构技术规范》CECS 410：2015的取值保持一致。

**5.2.4** 断热钢型材玻璃幕墙材料的物理力学性能可按表5.2.4的规定采用。

**表5.2.4 材料的物理性能**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 材 料 | 弹性模量*E*（N/mm2） | 泊松比 *ν* | 线膨胀系数*α*（1/℃） |
| 玻璃 | 0.72×105 | 0.20 | 0.80×10-5～1.00×10-5 |
| 钢材 | 2.06×105 | 0.30 | 1.20×10-5 |
| 不锈钢 | 1.80×10-5 |
| 铝合金型材 | 0.70×105 | 0.30 | 2.35×10-5 |

【条文说明】材料的物理性能与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336的取值保持一致。

5.3 荷载与作用

**5.3.1** 断热钢型材玻璃幕墙材料的重力密度标准值可按表5.3.1的规定采用。

**表5.3.1 断热钢型材玻璃幕墙材料的重力密度γgk( kN/m3)**

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | γgk |
| 普通玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃、半钢化玻璃 | 25.6 |
| 钢材 | 78.5 |
| 铝合金 | 28.0 |

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的取值保持一致。

**5.3.2** 断热钢型材玻璃幕墙及其与主体结构的连接，风荷载标准值*ω*k应按下式计算，且不应小于1.0 kN/m2。

（5.3.2）



式中：*ω*k——风荷载标准值（kN/m2）；

*β*gz——阵风系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定采用；

*μ*sl——局部风压体型系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定采用；

*μ*2——风压高度变化系数，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定采用；

*ω*0——基本风压（kN/m2），应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的有关规定。

【条文说明】风荷载标准值*ω*k的计算方法与现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009中围护结构风荷载标准值的计算方法一致。

**5.3.3** 断热钢型材玻璃幕墙的风荷载可根据风洞试验结果确定；体形复杂、风荷载环境复杂的幕墙宜进行风洞试验，并宜按照风洞试验结果确定风荷载值。

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

**5.3.4** 地震作用标准值应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定进行计算。

**5.3.4** 断热钢型材玻璃幕墙结构的地震作用标准值计算应符合下列规定：

**1** 垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值可按下式计算：

*q*Ek=*β*E*α*max*G*k/*A*  （5.3.4-1）

式中 *q*Ek——垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值（kN/m2）；

*β*E ——动力放大系数，可取不小于5.0；

*α*max——水平地震影响系数最大值，按表5.3.4采用；

*G*K——幕墙构件（包括面板、构件和连接件）的重力荷载标准值（kN）；

*A* ——幕墙平面面积（m2）。

**表5.3.4 水平地震影响系数最大值*α*max**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 抗震设防烈度 | 6度 | 7度 | 8度 |
| *α*max | 0.04 | 0.08（0.12） | 0.16（0.24） |

注：7度、8度时括号内数值分别用于设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区。

**2** 平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值可按下式计算：

*P*Ek =*β*E*α*max*G*k （5.3.4-2）

式中 *P*Ek——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值（kN）。

**5.3.5** 断热钢型材玻璃幕墙的支承结构以及连接件、锚固件所承受的地震作用，应包括幕墙构件传递的地震作用和幕墙自身重力荷载产生的地震作用。

【5.3.4、5.3.5说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定协调一致。

5.4 荷载及作用效应组合

**5.4.1** 断热钢型材玻璃幕墙构件承载力设计时，其荷载与作用效应的组合应符合下列规定：

**1** 持久设计状况、短暂设计状况的效应组合应按下式计算：

*S* =*γ*G*S*Gk+*ψ*w*γ*w*S*wk+*ψ*T*γ*T*S*Tk （5.4.1-1）

**2** 地震设计状况的效应组合应按下式计算：

*S* =*γ*G*S*Gk+*ψ*w*γ*w*S*wk+*ψ*E*γ*E*S*Ek （5.4.1-2）

式中：*S*——荷载及作用效应组合的设计值；

*S*Gk——重力荷载（永久荷载）效应标准值；

*S*wk——风荷载效应标准值；

*S*Ek——地震作用效应标准值；

*S*Tk——温度作用效应标准值，对变形不受约束的支承结构及构件，可取0；

*γ*G——重力荷载（永久荷载）分项系数；

*γ*w——风荷载分项系数；

*γ*E——地震作用分项系数；

*γ*T——温度作用分项系数；

*ψ*w——风荷载的组合值系数；

*ψ*E——地震作用的组合值系数。

**5.4.2** 进行幕墙构件的承载力设计时，作用分项系数应按下列规定取值：

**1** 一般情况下，重力荷载（永久荷载）、风荷载、地震作用、温度作用的分项系数*γ*G、*γ*W、*γ*E和*γ*T应分别取1.2、1.4、1.3和1.4；

**2** 当重力荷载（永久荷载）的效应起控制作用时，其分项系数*γ*G应取1.35，且参与组合的可变荷载效应仅限于竖向荷载效应；

**3** 当重力荷载（永久荷载）的效应对构件有利时，其分项系数*γ*G的取值不应大于1.0。

**5.4.3** 可变作用的组合值系数应按下列规定采用：

**1** 持久设计状况、短暂设计状况且风荷载效应起控制作用时，风荷载的组合值系数*ψ*w应取1.0，温度作用的组合值系数*ψ*T取0.6；

**2** 持久设计状况、短暂设计状况且温度作用效应起控制作用时，风荷载的组合值系数*ψ*w应取0.6，温度作用的组合值系数*ψ*T取1.0；

**3** 持久设计状况﹑短暂设计状况且重力荷载（永久荷载）效应起控制作用时，风荷载的组合值系数*ψ*w和温度作用的组合值系数*ψ*T均应取0.6；

**4** 地震设计状况时，地震作用的组合值系数*ψ*E应取1.0，风荷载的组合值系数*ψ*w取0.2。

【5.4.1～5.4.3说明】作用在幕墙上的风荷载、地震作用都是可变作用，同时达到最大值的可能性很小。因此，在进行效应组合时，第一个可变作用的效应按100%考虑，组合值系数取1.0，第二个可变作用的效应可进行适当折减，乘以小于1.0的组合值系数。

在重力荷载、风荷载、地震作用下，幕墙构件产生的应力应按基本组合进行承载力极限状态设计，求得应力的设计值，以最不利的组合作为设计的依据。作用效应组合时的分项系数按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50011和《建筑抗震设计规范》GB 50009的规定采用。

在现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011中规定，当地震作用与风荷载同时考虑时，风的组合值系数取为0.2。

结构自重是永久作用，所有的基本组合工况中都必须包括这一项。当重力荷载的效应起控制作用时，其分项系数*γ*G应取1.35，但参与组合的可变作用仅限于竖向荷载，且应考虑相应的组合值系数。对一般幕墙构件，当重力荷载的效应起控制作用时，可不考虑风荷载和地震作用；对水平倒挂面板及其框架，风荷载是主要竖向可变荷载，此时，风荷载的组合值系数取0.6，与《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定一致。当重力荷载作用对结构设计有利时，其分项系数*γ*G应取不大于1.0。

我国是多地震国家，对于有抗震要求的幕墙，风荷载和地震作用都应考虑。

本规程仅考虑竖向幕墙和与水平面夹角大于75度、小于90度的斜建筑幕墙，且其抗震设防烈度不大于8度，所以，可不考虑竖向地震作用效应的计算和组合。

按照以上说明，幕墙结构构件承载力设计中，理论上可考虑下列典型组合工况：

无地震作用设计状况：

1．1.2*G*+1.0+1.4*W*

2．1.0*G*+1.0+1.4*W*

3．1.35*G*+0.6+1.4*W* (风荷载与重力作用同向)

4．1.0*G*+1.0+1.4*W*（风荷载向与重力作用反向）

5．1.35*G*

有地震作用设计状况：

1．1.2*G*+1.0+1.3*E*+0.2×1.4*W*

2．1.0*G*+1.0+1.3*E*+0.2×1.4*W*

以上组合工况中，、、、*T*分别代表重力荷载、风荷载、地震作用和温度作用标准值产生的应力或内力。对不同的幕墙构件应采用不同的组合工况，如无地震作用设计状况第3、4项一般仅用于水平倒挂幕墙的设计。另外，作用效应组合时，应注意各种作用效应的方向，不同方向的作用效应一般不进行组合。

**5.4.4** 幕墙构件的挠度验算时，仅应考虑永久荷载、风荷载、温度荷载作用。风荷载分项系数*γ*W、永久荷载分项系数*γ*G、温度荷载分项系数*γ*T均应取1.0，且可不考虑作用组合。

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

**6 系统设计**

6.1 一般规定

**6.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙强度计算和构造设计，应能满足幕墙各部位的荷载变化要求。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙幕墙平面或立面变化部位的强度和构造设计，应特别注意该部位外荷载的变化。强度和构造设计要按实际状况合理修正荷载强度。

**6.1.2** 玻璃面板与横梁、立柱的连接，应满足面板平面和支承结构间相对位移的要求。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙设计时，横梁、立柱的轴向可变形能力和转角可变形能力应大于主体结构的变形要求，且应有一定的余量。玻璃面板和幕墙梁柱的连接构造消化变形的能力，应大于幕墙平面由于主体结构的变形产生的跟随变形。

构件式幕墙的明框构造采用由明框压板、密封胶条、面板同梁柱间设定的间隙和连接面的贴合实现密封和支承荷载力。间隙和密封胶条与面板间的可滑移，保证幕墙梁柱随主体结构侧向位移时面板不被挤坏。隐框构造采用面板结构胶与面板副框粘结，副框与幕墙框架梁、柱固结连接。副框与幕墙梁柱间、副框与压块间均留有设定的间隙，当面板副框随幕墙梁、柱变形时，设定的间隙及结构胶的设计可剪变量用以消化此时副框所承受的剪变量，保证面板不被挤坏。

**6.1.3** 断热钢型材玻璃幕墙立柱和主体结构的连接应有满足平面内和平面外的调整措施，并应有防松、防滑措施。

【条文说明】幕墙构件的制作精度和安装精度高于主体结构的建造精度。为确保幕墙安装后的质量，幕墙立柱和主体结构连接应有消除主体结构施工允许偏差的调整措施。在构造上应有相应的防松、防滑动的措施。

**6.1.4** 扣合在玻璃面板压板上的装饰扣盖等部件，扣合连接应紧密可靠，必要时可采用机械连接方式加固。

**6.1.5** 断热钢型材玻璃幕墙钢结构防腐蚀设计应符合下列规定：

**1** 不同金属材料接触部位应采取防电化学腐蚀隔离措施；

**2** 暴露在室外的焊缝、螺栓、垫圈、节点板等连接构件的耐腐蚀性能，不应低于主材材料的耐腐蚀性能；

**3** 避免出现难于检查、清理和涂漆之处，避免出现滞留湿气和大量灰尘的死角或凹槽。闭口截面构件端部应焊接封闭。

【条文说明】不同金属材料之间存在电位差，直接接触时会发生电偶腐蚀，电位低的金属会被腐蚀。如铁与铜直接接触时，由于铁的电位低于铜，铁会发生电偶腐蚀。弹簧垫圈存在缝隙，水气和电解质易积留，产生缝隙腐蚀。避免采用双角钢组成的T型截面。型材材质及防锈措施要与其防腐蚀设计年限相匹配。

**6.1.6** 钢质压板、幕墙钢结构防腐蚀设计可根据需要选择下列防腐蚀方案，工艺和涂层厚度应满足国家现行涂料和覆层有关标准的规定：

**1** 当采用防腐蚀涂料时，无侵蚀性或弱侵蚀性条件下，宜采用油性漆、酚醛漆或醇酸漆；中等侵蚀性条件下，宜采用环氧漆、环氧脂漆、过氧乙烯漆或氯醋漆；防腐蚀涂料的底漆和面漆应配套；

**2** 金属保护壳（表面合金化镀锌、镀铝锌等）；

**3** 阴极保护措施；

**4** 采用耐候钢。

**6.1.7** 断热钢型材玻璃幕墙外挑构件或装饰部件的外挑尺寸，当与玻璃面板距离不小于200mm时，应考虑对幕墙整体构架的影响。宜采用连接件、转接件与幕墙支承构件紧固连接，不得采用自攻螺钉连接，必要时应采用螺栓连接。开口截面型材不宜设置外挑构件。

【条文说明】开口截面横梁由于抗扭特性差，其幕墙面板外侧不宜设置外挑构件。

**6.1.8** 构件式断热钢型材玻璃幕墙可采用立柱式或横梁式的构造。

【条文说明】根据不同情况，构件式断热钢型材玻璃幕墙也可以设计成仅有立柱或仅有横梁（大横梁）与主体结构连接的支承结构。

6.2 玻璃面板设计

**6.2.1** 断热钢型材玻璃幕墙所用玻璃面板可选用夹层玻璃、钢化玻璃、半钢化玻璃等。

**6.2.2** 玻璃厚度应经强度和刚度计算确定。

**6.2.3** 玻璃类型选用应满足国家和地方规范规定要求。

**6.2.4** 明框玻璃面板应采用支承垫块将玻璃重量传递给支承构件，多层玻璃的各单片均应与垫块接触。垫块应满足承载要求，且数量不应少于2块，厚度不应小于5mm，长度不应小于100mm。

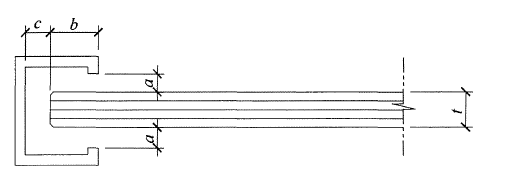
【条文说明】幕墙玻璃下边缘与槽底间采用硬橡胶垫块承托，比全长承托效果好，但承托面积不能太小，以免压应力太大使橡胶垫块失效。垫块也不能太薄，否则可被压缩的量太小，玻璃位移将受到限制，甚至可导致玻璃开裂。

**6.2.5** 明框单层玻璃、夹层玻璃面板与型材槽口的配合尺寸（图6.2.5）应符合表6.2.5的规定，其中尺寸*c*应满足玻璃面板温度变化和幕墙平面内变形量。玻璃面板与槽口之间应可靠密封。

**表6.2.5 单层玻璃、夹层玻璃面板与型材槽口的配合尺寸（mm）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 面板厚度*t*（mm） | *a*（mm） | *b*（mm） | *c*（mm） | 检测方法 |
| 6 | ≥3.5 | ≥15 | ≥5 | 卡尺 |
| 8~10 | ≥4.5 | ≥16 | ≥5 | 卡尺 |
| ≥12 | ≥5.5 | ≥18 | ≥5 | 卡尺 |

注：夹层玻璃按总厚度计算。

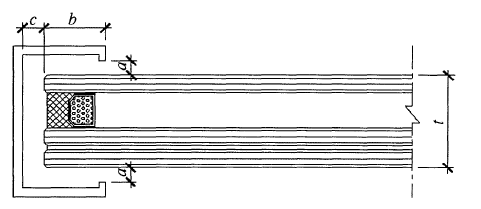


**图6.2.5 单层玻璃、夹层玻璃面板与型材槽口配合尺寸示意图**

**6.2.6** 明框幕墙中空玻璃面板、中空夹层玻璃面板与型材槽口的配合尺寸（图6.2.6）应符合表6.2.6的规定，其中，尺寸*c*应满足玻璃面板温度变化和幕墙平面内变形量。玻璃面板与槽口之间应可靠密封。

**表6.2.6 中空玻璃面板、中空夹层玻璃面板与型材槽口的配合尺寸**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 面板总厚度*t*（mm）  （含空气层及胶片厚度） | *a*  （mm） | *b*  （mm） | *c*（mm） | | | 检测方法 |
| 下边 | 上边 | 侧边 |
| ≤24 | ≥5 | ≥17 | ≥7 | ≥5 | ≥5 | 卡尺 |
| ≤28 | ≥6 | ≥18 | ≥7 | ≥5 | ≥5 | 卡尺 |
| ≤32 | ≥6 | ≥19 | ≥7 | ≥5 | ≥5 | 卡尺 |
| ≤36 | ≥6 | ≥20 | ≥7 | ≥5 | ≥5 | 卡尺 |
| ≤44 | ≥7 | ≥22 | ≥8 | ≥6 | ≥6 | 卡尺 |
| ＞44 | ≥7 | ≥25 | ≥8 | ≥6 | ≥6 | 卡尺 |



**图6.2.6 中空玻璃面板、夹胶中空玻璃面板与型材槽口的配合尺寸示意图**

**6.2.7** 隐框或横隐半隐框断热钢型材玻璃幕墙，每块玻璃的下端应设置不少于2个铝合金或不锈钢材料承托件。承托件与幕墙支承构件应采用机械连接，承托件截面应经计算确定，并应验算强度、挠度以及支承处的连接强度。

【条文说明】硅酮结构密封胶承受永久荷载的能力很低，且有明显的变形。为避免结构胶长期处于受力状态，规定在玻璃面板底部的支承垫块部位设置金属承托件。承托件应确保强度和刚度。隐框幕墙的承托件不能固定在副框上，且要与横梁机械连接固定。由于玻璃大小不一，应对金属承托件的强度、挠度和连接构造的抗弯、抗剪进行验算。当不满足时，应加长支承垫块和承托件及加强连接构造。

**6.2.8** 隐框幕墙玻璃面板周边应以硅酮结构密封胶与副框粘结，应用压块将副框固定在支承框架上，且应符合下列规定：

**1** 硅酮结构密封胶的粘结厚度和宽度应经计算确定，且应根据不同受力情况进行承载力极限状态验算；

**2** 压块宜采用铝合金挤压型材，长度和布置间距应经计算确定，最小处的截面厚度不宜小于5mm，且压块距玻璃上下边缘不应大于100mm；

**3** 压块与支承框架的连接应采用不锈钢螺钉，螺钉直径不应小于5mm，间距不应大于350mm，数量应经计算确定。

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

**6.2.9** 构件式明框幕墙钢质压板的设计应符合下列规定：

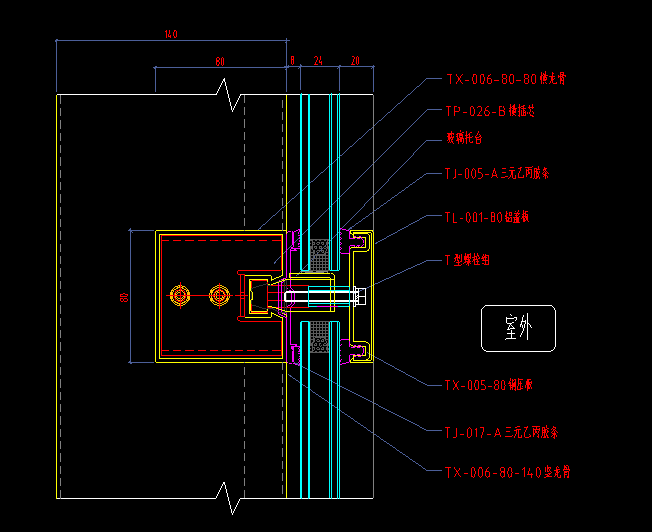
**1** 宜采用耐候结构钢制作；

**2** 厚度应经计算确定，且最小厚度不应低于1.5mm；

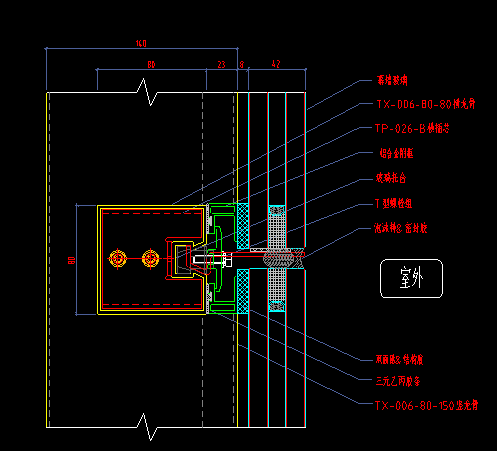
**3** 固定玻璃的压板应连续条形配置，压板不得单边悬空。压板胶条外注密封胶时，密封胶应与胶条相容，密封胶厚度不应小于3.5mm。采用压板内胶条密封时，应在面板周边与型材槽口侧边缝隙内注胶密封或设置引排水构造；

**4** 压板与幕墙框架宜采用不锈钢材质的螺钉或螺栓连接，并应按计算确定螺钉或螺栓直径及数量，且螺钉或螺栓直径不应小于5mm，间距不应大于400mm。

**6.2.10** 玻璃面板和横梁连接可分为明框和隐框两种做法（图6.2.10-1和6.2.10-2）。

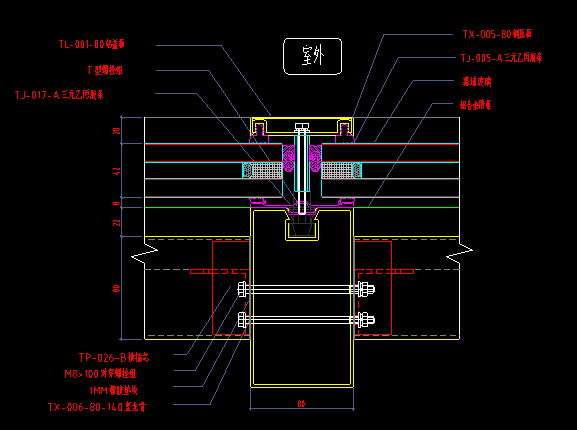


**6.2.10-1 玻璃面板和横梁连接的明框做法**

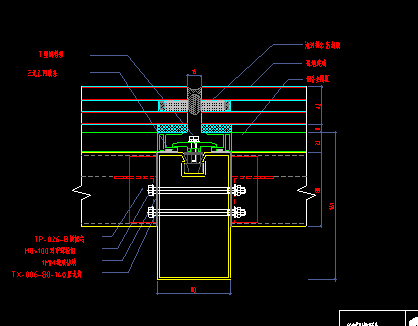


**6.2.10-2 玻璃面板和横梁连接的隐框做法**

**6.2.11** 玻璃面板和立柱连接可分为明框和隐框两种做法（图6.2.11-1和6.2.11-2）。



**6.2.11-1 玻璃面板和立柱连接的明框做法**



**6.2.11-2 玻璃面板和立柱连接的隐框做法**

6.3 横梁设计

**6.3.1** 横梁截面可根据建筑造型的需要，按照面板作用于横梁上的荷载和横梁不同支承状况产生的弯矩、剪力和扭矩计算确定。横梁承受轴向力时，还应验算轴向力影响。

**6.3.2** 钢横梁主要受力部位的厚度应符合下列规定：

**1** 截面自由挑出部位和双侧加劲部位的宽厚比*b*0/*t*应符合表6.3.1的规定，且应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的有关规定；

**表6.3.1 横梁界面宽厚比*b*0/*t*限值**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 截面部位 | Q235 | Q345 |
| 自由挑出 | 15 | 12 |
| 双侧加肋 | 40 | 33 |

注：表中数值为上限。

**2** 钢型材截面有效受力部位的厚度不应小于2.0mm。在采用螺纹进行受拉、受压连接时，应进行螺纹受力计算，且钢型材厚度不应小于3.0mm；

**3** 主型材附件焊接部位厚度不应小于4.0mm。

【条文说明】钢质薄壁构件在受弯时，截面中弯压部分，有发生局部届曲的问题。控制薄壁构件的宽厚比，使构件截面在整体强度丧失之前不会发生局部屈曲，保证截面整体强度。亦可按现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017及《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018相应条款计算检验。

**6.3.3** 在风荷载或重力荷载作用下，钢型材横梁的挠度限值*d*f,lim宜符合下列规定：

*d*f,lim=*l*/250 （6.3.3）

式中 *l*——横梁的跨度（mm）。

当有扭矩作用时还应考虑扭转作用产生的变形。在自重标准值作用下，局部相对挠度尚应满足国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086-2007中规定的*d*f,lim不应大于*l*/500且不应大于3mm的要求。

【条文说明】横梁挠度计算时，风荷载与重力荷载可以分别计算满足限值而不叠加。幕墙面板对横梁的偏心距较大，如弧形横梁尚要考虑凸弧或凹弧矢高对扭矩的影响，在安装阶段曾有横梁向下扭转而面板下垂的情形。横梁挠度计算应考虑扭矩的附加影响。横梁跨度较大时要严格控制挠度。

**6.3.4**  钢横梁和立柱连接应符合下列规定：

**1** 钢横梁与立柱的连接构造应能承受垂直于幕墙平面的水平力、幕墙平面内的垂直力及绕横梁水平轴的扭转力，其连接构造、紧固件尺寸、数量应由计算确定；

**2** 钢横梁与立柱间应有1.0mm～1.5mm间隙，应采用柔性橡胶垫片并用硅酮密封胶封闭；

**3** 钢横梁及立柱连接为焊接时，每间隔12mm应设一处水平向滑移铰接端，应能可控滑动并满足强度要求。同一区段内横梁和立柱的连接构造应一致。

【条文说明】幕墙横梁主要承受水平力和垂直力，由于垂直力主要为玻璃面板自重和外表装饰物的长期作用荷载，而玻璃面板常以偏心载荷形式作用于横梁上，由此产生的扭矩应予重视。横梁和立柱的连接宜采用柔性固接的连接构造。横梁采用两端轴向自由式连接构造时，应特别重视绕横梁轴的扭转力。

**6.4 立柱设计**

**6.4.1** 幕墙立柱及其支座除传递荷载外，还应能适应主体结构的变形。

【条文说明】幕墙结构的立柱相对于横梁截面较大，但较主体结构构件还是很小的，立柱安装时主体结构的各种变形还未完成或未发生。因此，立柱和主体结构的连接必须能适应主体结构在施工阶段和施工完成后的应力和各种变形，如伸缩、扭转和应力等。

**6.4.2** 钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于2.5mm。采用螺纹进行受拉连接时，应进行螺纹受力计算；采用焊接进行连接时，焊接部位厚度不应小于4.0mm，

【条文说明】立柱是幕墙的主要受力部件，关系幕墙的结构安全，本条规定了钢型材立柱的壁厚要求，该值是由构造要求和经验确定。

**6.4.3** 幕墙上、下立柱的连接构造应结合紧密，且应满足荷载传递、节间变形要求。上下立柱间宜设置不小于15mm的缝隙，立柱接缝宜封闭防水。幕墙立柱上终端外露型材腔口应封闭，下端应设泄水口。

【条文说明】幕墙在平面内应有一定的活动能力，以适应主体结构的侧移。立柱每层设置活动接头后，使立往有上、下活动的可能，从而使幕墙在自身平面内能有变形能力。活动接头的间隙还要满足立柱温度变形、立柱安装施工的误差、主体结构承受竖向荷载后的轴向压缩变形等的要求，综合以上考虑，上、下柱接头空隙不宜小于15mm。

**6.4.4** 幕墙上、下立柱的连接插芯可采用与立柱相同的材质。插芯一端与立柱固定连接，另一端应能滑动伸缩。插芯单端与立柱的结合长度不应小于型材长边边长，且不应小于120mm。插芯应有足够的刚度，壁厚不应小于立柱的壁厚。

**6.4.5** 幕墙立柱应根据实际受力和支承条件，按单跨梁、双跨梁或多跨梁计算由自重、风荷载或地震作用产生的弯矩、扭矩和剪力，并按支承条件计算轴向力。

【条文说明】幕墙立柱的计算模型应根据实际支承条件和连接方式确定，常用的立柱计算模型如下：

1 每层1个支点，立柱上端悬挑一小段，按单跨铰支梁（简支梁）模型进行计算；

2 每层2个支点，立柱上端悬挑一小段，按双跨铰支梁模型进行计算；

3 每层1个支点，立柱上端悬挑一大段，按单支点多跨铰接梁模型进行计算；

4 每层2个支点，立柱上端悬挑一大段，按双支点多跨铰接梁模型进行计算。

目前，已有专门的计算软件，可按照自下而上各层的层高、支撑状况和水平荷载的不同数值，计算立柱各截面的弯矩、内力和挠度。各项参数的选取符合工程实际情况，计算结果比较准确，可作为幕墙立柱设计的工具。

**6.4.6** 在风荷载标准值作用下，钢型材立柱相对挠度限值*d*f,lim应符合下列规定：

**1** 当计算跨度不大于15000mm时，*d*f,lim应按下式计算，且绝对值不应大于30mm：

*d*f,lim=*l*/250 （6.4.5）

式中：*l*\_——支点间距离（mm），悬臂构件可取挑出长度的2倍。

**2** 当计算跨度大于15000mm时，*d*f,lim不应大于*l*/500。

**6.5 转接件及埋件**

**6.5.1** 断热钢型材玻璃幕墙应与主体结构可靠连接。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙是依附于主体结构的维护结构，与主体的连接锚固点是幕墙支承就的固定支座。除满足幕墙自重、风荷载和温度作用的承载能力要求，还有留有余地，防止地震作用或其它偶然因素作用产生突然破坏。连接件与主体结构的锚固承载力应大于连接件本身的承载力，任何情况下不允许发生锚固破坏。

**6.5.2** 断热钢型材玻璃幕墙结构连接节点处的连接件、焊缝、螺栓、螺钉等设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018的有关规定。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙构件之间的连接，一般通过连接件、焊缝、螺栓、螺钉等实现。现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《冷弯薄壁型钢技术规程》GB 50018中，对上述连接均做出了相应规定，应遵照执行。同时受拉、受剪的螺栓、螺钉应进行螺栓和螺钉的受拉、受剪进行验算；螺纹连接的公差配合及构造，应符合有关标准的要求。

**6.5.3** 与主体结构或埋板直接连接的钢质连接件厚度不应小于6mm。采用螺栓连接时，每一连接处的螺栓不应少于2个，螺栓直径不应小于10mm。采用焊接时，应计算焊缝尺寸并标注焊接要求。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙与主体结构的钢质连接件及连接方式是将幕墙承受的荷载和作用传递到主体结构上的关键构件。钢质连接件与主体结构上的预埋件或锚固件可采用螺栓连接或焊接连接，应具备相应的承载能力和耐久性，应进行设计计算并对连接件的截面厚度、螺栓规格和数量、焊缝尺寸和焊接要求应加以控制。

**6.5.4** 当建筑主体为混凝土结构时，断热钢型材玻璃幕墙的主要受力构件应通过预埋件与主体结构连接，预埋件应在主体结构混凝土施工时埋入，预埋件的位置应准确。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙构件与混凝土结构的连接，正常情况下，应该通过预埋件实现。预埋件的锚固钢筋、锚爪与周边混凝土的结合程度（粘结力）决定了预埋件的锚固力。为了保证预埋件的锚固力，除了要重视预埋件的设计之外，还应严格控制预埋件的施工质量。埋设时，应采取有效的定位措施，防止振捣时位置错移，偏离设计位置无法使用；同时，还要注意预埋件周边混凝土的振捣质量，避免由于锚筋的阻挡，造成锚筋周边的混凝土振捣不实甚至出现气孔、空洞，降低预埋件的锚固力。

当没有条件采用预埋件连接时（如原来埋设的预埋件位置偏差太大不能用），可采用后置埋件，但应通过试验验证其连接承载能力。

**6.5.5** 由锚板和对称配置的锚固钢筋所组成的受力预埋件，应按国家现行标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定设计。

**6.5.6** 板槽式和槽式预埋件的设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017和《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定。槽式预埋件的中心线与混凝土构件边缘的距离应根据构件的受力状态确定，且不宜小于100mm，且锚筋（锚爪）应位于主筋内侧。

【条文说明】板槽式预埋件是指锚板表面开孔、背面焊接槽钢限制螺栓头旋转，带有对称性锚筋的预埋件；槽式预埋件是指采用铸造或折边工艺生产的槽形锚板、背面带有单排锚筋（锚爪）的预埋件。这两种预埋件应按照现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017、《混凝土结构设计规范》GB 50010等的规定进行锚固力设计。槽式预埋件的锚固承载力应通过现场试验确认。进行槽式预埋件现场承载力实验时，对于可变荷载作用，锚固承载力分项系数不应小于2.15，对于永久荷载作用，锚固承载力分项系数不应小于2.50。

**6.5.7**  断热钢型材玻璃幕墙结构与主体混凝土结构采用后锚固连接时，应采取措施保证连接的可靠性，并应符合下列规定：

**1** 混凝土基材、锚栓的材质和性能应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定；

**2** 锚栓直径和数量应经计算确定。锚栓直径不应小于10mm，每个连接节点不应少于2个锚栓；

**3** 在与化学锚栓（化学植筋）接触的连接件上，不宜进行连续焊缝的焊接；

**4** 锚栓连接应符合现行行业标准《混凝结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关规定。锚栓连接的承载能力应进行设计验算，并进行现场检验。

【条文说明】土建施工漏设预埋件、预埋件偏位、设计变更、建筑改造加装幕墙时，往往需要采用后锚固螺栓连接。幕墙后锚固连接设计应按照现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的规定，按照抗震设计状况和非抗震设计状况，所要控制的后锚固连接破坏模式进行后锚固连接承载力设计计算，并对后置锚栓的抗拔承载力应进行现场检验。

化学锚栓（化学植筋）的化学胶粘剂（锚固胶）对热影响比较敏感，因此，应避免在与化学锚栓（化学植筋）接触的连接件上连续焊接，防止锚栓升温超出允许的热影响范围，降低锚栓的承载能力。当不可避免时，应采用构造措施改善。

**6.5.8** 断热钢型材玻璃幕墙与砌体结构连接时，应采取有效措施，保证连接可靠性和耐久性。轻质填充墙不应作为断热钢型材玻璃幕墙的支承结构。

【条文说明】砌体结构平面外承载能力低，不能直接承受幕墙传递的荷载和作用，应增设混凝土结构或钢结构梁、柱作为幕墙与主体结构的连接构件，确保幕墙连接可靠、耐久。轻质隔墙承载力和变形能力低，不应作为幕墙的支承结构。

**6.5.9** 旧建筑改造需要增设断热钢型材玻璃幕墙时，主体结构的混凝土强度等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010规定的钢筋混凝土强度等级的最低要求，并经现场实测确定。

【条文说明】国家现行标准《混凝结构设计规范》GB50010、《混凝结构后锚固技术规程》JGJ 145均要求混凝土的强度等级不应低于C20。因此，当旧有建筑增设幕墙时，主体结构的混凝土强度等级应不低于C20，实际的混凝土强度等级要去必须满足幕墙与主体结构的连接强度要求，确保安全。

**7 加工制作**

7.1 一般规定

**7.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙构件应依据加工图制作。加工图绘制应以设计施工图及工程现场复测数据为依据。

【条文说明】断热钢型材玻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，故，幕墙构件的加工图应以施工图和现组复测的主体结构尺寸为依据。

**7.1.2** 构件加工所采用的设备、机具应满足加工精度要求，量具应定期计量认证。

【条文说明】加工设备、机具、量具的精度与构件的加工质量和尺寸精度直接有关，应经常检查、维修并做好定期保养，使加工设备始终保持良好的工作状态。

**7.1.3** 幕墙构件、组件和配件应按工艺要求在工厂完成加工组装，不应在现场加工。

7.2 钢构件

**7.2.1**  预埋件的加工应符合下列规定：

1 锚板及锚筋的材质应符合设计要求；

2 锚板应按照加工工序依次完成；

3 剪板和冲孔工序完成后，应对半成品除去毛刺；

4 预埋件的锚筋与锚板宜采用塞焊，焊缝应符合设计要求；

5 预埋件的锚筋不应做防腐蚀处理。

**7.2.2** 平板型预埋件加工精度应符合下列规定：

1 锚板边长允许偏差应为±5mm；

2 锚筋长度不应出现负偏差。两面为整块锚板的穿透式预埋件的锚筋长度允许偏差宜为+5mm，不应凸出锚板；

3 锚筋的中心线允许偏差宜为±5mm；

4 锚筋与锚板面的垂直度允许偏差宜为*l*s/30（*l*s为锚筋长度）。

**7.2.3** 槽式预埋件及板槽式预埋件加工精度应符合下列规定：

1 预埋件长度、宽度、厚度和锚筋长度不应出现负偏差；

2 锚筋中心线允许偏差宜为±2.0mm，槽口允许偏差宜为±0.5mm；

3 锚筋与槽板的垂直度允许偏差宜为*l*s/30（*l*s为锚筋长度）。

【7.2.1～7.2.3条说明】预埋件是断热钢型材玻璃幕墙的重要构件之一．其加工工艺直接影响预埋件的加工质量，必须规范操作。预埋件加工的要求参照了现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的有关规定。锚筋、锚板只要控制负偏差即可，一般可不控制正偏差。为保证锚筋与混凝土的握裹力，预埋件的锚筋不应做防腐蚀处理。

**7.2.4** 连接件、支承件的加工精度应符合下列规定：

1 连接件、支承件外观应平整，不得有裂纹、毛刺、凹坑、变形等缺陷；

2 连接件、支承件加工允许偏差应符合表7.2.4的规定。

表7.2.4 连接件、支承件加工允许偏差

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 允许偏差（mm） |
| 外形尺寸 | +5，-2 |
| 孔（槽）距 | ±1.0 |
| 孔（槽）宽 | ±0.5 |
| 孔边距 | +1.0，0 |
| 壁厚 | +0.5，-0.2 |
| 弯曲角度 | ±2° |

**7.2.5** 钢型材加工应符合下列规定：

1 型材下料时应防止型材产生变形。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、就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，机加工后应及时除油、除锈，并在加工厂内完成底漆涂装。

**7.2.6** 钢型材加工精度应符合现行团体标准《建筑幕墙用钢型材》T/CECS XXX的有关规定。

【7.2.5、7.2.6条说明】钢型材的加工精度是影响幕墙质量的关键因素，必须控制型材加工精度。

7.3 玻璃

**7.3.1** 断热钢型材玻璃幕墙用玻璃应进行边缘处理。机械磨边处理时，磨轮数应不小于180目。

**7.3.2** 单片玻璃、夹层玻璃、中空玻璃的加工精度应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

**7.3.3** 镀膜玻璃应根据其镀膜材料的粘结性能和技术要求，确定加工制作工艺。当镀膜与硅酮结构密封胶不相容时，应除去镀膜层。

**7.****3.4** 弯曲加工成型后的玻璃应符合下列规定：

1 曲边顺滑一致，每米弦长内拱高的允许偏差为±3.0mm。

2 直边弯曲度，拱形时不大于0.5%，波形时不大于0.3%。

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

**7.3.5** 硅酮结构密封胶的注胶工艺应符合下列规定：

1 注胶工艺应在洁净、通风的室内环境进行，室内温度、湿度条件应符合硅酮结构密封胶产品的规定，胶缝的宽度、厚度应符合设计要求；

2 注胶前，硅酮结构密封胶必须取得合格的剥离强度和相容性检验报告，必要时应加涂底漆；双组份硅酮结构密封胶还应进行混匀性试验和拉断试验。

3 注胶前，应将被粘结部位材料表面的灰尘、油渍和其他污物应分别使用带溶剂的擦布和干擦布清除干净，并应在清洁后1h内注胶；注胶前再度污染时，应重新清洁；

4 注胶应饱满，不得出现气泡，表面应平整光滑，余胶不得重复使用；

5 采用硅酮结构密封胶粘结固定的玻璃面板必须经静置养护，养护时间根据结构胶的固化程度确定。固化未达到足够承载力之前，不应搬动玻璃面板。

【条文说明】硅酮结构密封胶在使用前，应进行与其接触材料的相容性试验，相容性试验合格才能使用。如果使用了与结构胶不相容的材料，将会导致结构胶的粘结强度和其他粘结性能的下降或丧失，留下安全隐患。

双组分硅酮结构密封胶应在打胶机注胶前进行混匀性试验和拉断试验。混匀性试验可测试双组分硅酮结构密封胶是否充分混合；拉断试验可测试双组分硅酮结构密封胶的基剂与固化剂的配合比是否符合设计要求。这两项测试指标非常重要，决定着注胶的质量。

玻璃面板注胶时，粘结基层是否净化及施工场所是否符合要求将决定硅酮结构胶的粘结质量。注胶场所要求清洁、无尘，室内温度不宜低于15℃、不高于27℃，相对温度不宜低于50%。

硅酮结构密封胶有一定的固化时间，固化期间如受到震动，对粘结性和固化质量有很大影响。因此，硅酮结构密封胶粘结固定的玻璃面板必须经静置养护，未达到承载力要求前不可搬动，以免影响结构胶的粘结力。

7.4 构件检验

**7.4.1** 幕墙构件生产过程中应建立自检、互检、专职检验制度。每种构件、配件、组件必须首件检验合格后方可批量投产。

**7.4.2** 建筑幕墙构件应按构件的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，复验合格后方可出厂。

**7.4.3** 产品应附检验合格证书。

**8 安装施工**

8.1 一般规定

**8.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙安装前，主体结构应验收合格。

【条文说明】主体结构应当满足断热钢型材玻璃幕墙安装的基本要求，幕墙安装前，应对主体结构的施工质量进行了解、验收。尤其是外立面很复杂或平面形状比较特殊的建筑，主体结构必须与建筑结构设计相符，并满足相应验收规范的要求。

常用的现行主体结构验收规范有：《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205等。当幕墙立面造型或平面形状特别复杂、特殊，需要对主体结构的施工质量加严控制时，幕墙施工承包单位应提前与主体结构施工单位协商。

**8.1.2** 断热钢型材玻璃幕墙的安装施工应单独编制施工组织设计，并应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙的施工安装过程，是一项系统工程。对内，需要协调多个部门；对外，需要与业主、总包、监理以及其他工种协调配合。施工组织设计是项目管理和工程施工的指导性文件，应符合现场实际并满足设计要求。断热钢型材玻璃幕墙工程施工组织设计时应包含的内容应符合符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的有关规定。

**8.1.3** 进场的断热钢型材玻璃幕墙构件及附件的材料品种、规格和性能，应符合设计要求。幕墙构件安装前应进行检验，不合格的构件不得安装使用。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙施工图中应明确规定幕墙构件及附件的材料品种、规格、色泽和性能。构件的尺寸、形状不符合设计要求时，会严重影响幕墙的安装质量，不得使用。

**8.1.4** 断热钢型材玻璃幕墙工程的施工测量应符合下列规定：

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

2 应定期对幕墙的安装定位基准进行校核；

3 对高层建筑幕墙的测量，应在风力不大于4级时进行。

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定协调一致。

**8.1.5** 断热钢型材玻璃幕墙安装过程中，应及时对半成品、成品进行保护；在构件存放、搬动、吊装时应轻拿轻放，不得碰撞、损坏和污染构件；对型材、面板的表面应采取保护措施。

【条文说明】由于多工种交叉作业和施工环境本身就比较差，容易污染或损坏幕墙成品、半成品，应严格执行施工组织设计中规定的有关的操作要求和成品、半成品保护措施。

**8.1.6** 钢幕墙的主型材不得现场焊接作业。部分连接件进行现场焊接作业时，应采取保护措施防止烧伤型材及面板表面。施焊后，应对钢材表面及时进行处理。

【条文说明】焊接施工时，掉落的焊渣温度很容易烧伤型材型材表面的涂层及面板保护膜，应采取措施进行防护。

烧焊后，应对钢型材表面进行检查。发现钢型材表面有灼伤时，应清理干净并进行防腐蚀处理；发现不锈钢型材表面有灼伤时，及时清理，防止熔渣中的铁生锈，产生绣点、锈斑，影响表面质量。

8.2 施工准备

**8.2.1** 安装施工之前，幕墙安装施工厂商应会同土建承包商检查现场确认是否具备幕墙安装施工条件。

**8.2.2** 构件储存时应依照幕墙安装顺序排列放置，储存架应有足够的承载力和刚度。在室外储存时应采取防护措施。

**8.2.3** 断热钢型材玻璃幕墙与主体结构连接的预埋件，应在主体结构施工时按设计要求埋设；预埋件应牢固，位置正确，位置偏差应符合设计要求。当设计无明确要求时，预埋件的位置偏差不应大于20 mm。

**8.2.4** 当预埋件位置偏差过大或主体结构未埋设预埋件时，应制订补救措施或可靠连接方案，经与业主、土建设计单位洽商后方可实施。

**8.2.5** 由于主体结构施工偏差过大而妨碍断热钢型材玻璃幕墙施工安装时，应会同业主、土建承建商洽商相应措施，并在幕墙安装施工前实施。

【8.2.1～8.2.5说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定协调一致。

8.3 幕墙安装

**8.3.1** 幕墙立柱的安装应符合下列规定：

1 立柱安装轴线偏差不应大于2 mm；

2 相邻两根立柱安装标高偏差不应大于3 mm，同层立柱最大标高偏差不应大于5 mm；相邻两根立柱固定点的距离偏差不应大于2 mm；

3 立柱安装就位、调整后应及时紧固。

【条文说明】立柱安装位置的准确性，决定了整个幕墙的安装质量。立柱轴线与建筑物轴线距离的允许偏差，关系到安装后的立面效果、竖向装饰线条的垂直度。对于呈弧形、圆形、四周封闭以及凹凸不平的建筑平面，尤其重要。立柱的轴线位置偏差过大，会导致立面视觉不舒服、增加材料损耗，并造成后续安装施工的困难，应认真对待。

一般情况下，一条立柱的长度与一个层高相当，上下两条立柱接头之间采用芯柱或连接件连接，以适应和消除主体变形和温差变形的影响。

**8.3.2** 幕墙横梁的安装应符合下列规定：

1 横梁应安装牢固，伸缩间隙宽度应满足设计要求，采用密封胶对伸缩间隙进行填充时，密封胶填缝应均匀、密实、连续；

2 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1 mm。同层横梁的标高偏差应符合下列规定：

1）当一幅幕墙宽度不大于35m时，不应大于5 mm；

2）当一幅幕墙宽度大于35 m时，不应大于7 mm；

3 横梁安装完成一层高度时，应及时进行检查、校正和固定。

【条文说明】横梁通过连接件、螺钉、螺栓等与立柱连接。横梁的安装质量决定了幕墙水平线条的水平度和板缝接缝的质量。一般情况下，横梁分段与立柱连接，横梁之间应留有足够的间隙，或采用有足够压缩变形能力（一般不低于20%～35%）的弹性橡胶垫，以适应结构可能的变形或横梁因温度变化而产生的伸缩变形。

**8.3.3** 幕墙主要附件安装应符合下列规定：

1 防火、保温材料应铺设平整且可靠固定，拼接处不应留缝隙；

2 冷凝水排出管及其附件与水平构件预留孔连接应严密，与内衬板出水孔连接处应采取密封措施；

3 其他通气槽、孔及雨水排出口等应按设计要求施工，不得遗漏；

4 封口应按设计要求进行封闭处理；

5 幕墙安装采用的临时衬垫、固定材料，应在紧固后拆除；

6 采用现场焊接或高强螺栓紧固的构件，应对焊接或紧固部位进行防锈处理。

【条文说明】幕墙的防火、保温材料应铺设平整且固定牢靠，拼接处不应留缝隙，并应符合设计要求。如果冷凝水排出管及其附件与水平构件预留孔连接不严密、与内衬板排水孔连接处不密封，则冷凝水可能会侵入幕墙内部，造成内部浸水和腐蚀，影响幕墙性能和使用寿命。

**8.3.4**  幕墙玻璃安装应符合下列规定：

1 玻璃安装前应进行表面清洁。除设计另有要求外，应将单片阳光控制镀膜玻璃的镀膜面朝向室内，非镀膜面朝向室外；

2 应按规定型号选用玻璃四周的橡胶条，其长度宜比边框内槽口长1.5%～2%；橡胶条斜面断开后应拼成预定的设计角度，并应采用粘结剂粘结牢固；镶嵌应平整。

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定协调一致。

**8.3.5** 钢质压板的安装，应表面平整、色彩一致。接缝应均匀严密。

**8.3.6** 硅酮建筑密封胶施工应符合下列规定：

1 打胶温度应符合设计要求和产品要求，打胶前应使打胶面清洁、干燥。不得在雨天打胶，不宜在夜晚打胶；

2 密封胶厚度应大于3.5mm，宽度宜不小于厚度的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；

3 接缝内的硅酮密封胶应与接缝两侧边缘粘结，不应与接缝底面粘结。

【条文说明】硅酮建筑密封胶的施工应严格按照施工工艺进行。夜晚光照不足，注胶质量得不到保证；雨天板缝内表面潮湿，硅酮建筑密封胶与注胶面不能有效粘接，容易造成日后渗漏。

试验发现，注胶温度过高，基体接触部位会形成较薄的快速固化层，后期固化的胶体与快速固化层的内聚力非常低，进行剥离试验时，出现“剥香蕉皮”的现象，因此，注胶温度应符合设计要求和产品要求。夏季高温季节施工，面板表面温度偏高，要引起重视。

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。

8.5 安全规定

**8.5.1** 断热钢型材玻璃幕墙的安装施工除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的有关规定外，还应遵守施工组织设计中确定的各项要求。

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

**8.5.3** 吊装机具应符合下列规定：

1 吊装机具运行速度应可控制，并有安全保护措施，

2 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；

3 定期对吊挂用钢丝绳进行检查，发现断股应及时更换；

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

5 吊装机具操作人员应经培训并考核合格。

**8.5.4** 采用外脚手架施工时，脚手架应经过设计，并应与主体结构可靠连接。悬挂式脚手架宜为3层层高；落地式脚手架应为双排布置。

**8.5.5** 当幕墙安装与主体结构施工交叉作业时，在主体结构的施工层下方应设置防护网；在距离地面约3m高度处，应设置挑出宽度不小于6m的水平防护网。

**8.5.6**  采用吊篮施工时，应符合下列规定：

1 施工吊篮应进行设计，使用前应进行严格的安全检查，符合要求方可使用；

2 安装吊篮的场地应平整，并能承受吊篮自重和各种施工荷载的组合设计值；

3 吊篮用配重与吊篮应可靠连接；

4 每次使用前应进行空载运转并检查安全锁是否有效。进行安全锁试验时，吊篮离地面高度不得超过2米，并只能进行单侧试验；

5 施工人员应经过培训，熟练操作施工吊蓝；

6 施工吊篮不应作为竖向运输工具，并不得超载；

7 不应在空中进行施工吊篮检修；

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

9 吊篮上不得放置电焊机，也不得将吊篮和钢丝绳作为焊接地线，收工后，吊篮应降至地面，并切断吊篮电源；

10 收工后，吊篮及吊篮钢丝绳应固定牢靠，并做好电器防雨、防潮和防尘措施。长期停用，应对钢丝绳的采取有效的防锈措施。

**8.5.7** 现场焊接作业时，应采取可靠的防火措施。

**8.5.8** 施工过程中，不得在窗台、栏杆上放置施工工具，每完成一道施工工序后，应及时清理施工现场遗留的杂物。

【8.5.1～8.5.8说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《人造板幕墙工程技术规范》JGJ 336的规定协调一致。

**9 工程验收**

9.1 一般规定

**9.1.1**  工程验收前，断热钢型材玻璃幕墙表面应清洗干净。

**9.1.2** 断热钢型材玻璃幕墙工程验收时，应根据工程实际情况检查下列文件：

1 幕墙工程的竣工图或施工图、结构计算书、热工性能计算书、设计变更文件及其他设计文件；

2 建筑设计单位对幕墙工程设计的确认；

3 幕墙工程所用材料、构件、紧固件及其他附件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录和复验报告；

4 幕墙工程所用硅酮结构胶的抽查合格证明，具有资质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；

5 后置埋件的现场抗拉拔性能检测报告；

6 幕墙的气密性能、水密性能、抗风压性能、层间变形性能检验报告及其他设计要求的性能检验报告；

7 打胶、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；

8 幕墙与主体结构防雷接地点之间的电阻检测记录；

9 隐蔽工程验收记录；

10 幕墙构件、组件和玻璃面板的加工制作记录；

11 幕墙安装施工记录；

12 现场淋水试验记录；

13 其他质量保证资料。

【条文说明】工程验收分为资料验收和工程现场验收。断热钢型材玻璃幕墙工程验收资料应符合现行相关国家标准、行业标准和工程所在地的地方标准的规定。本条列出了断热钢型材玻璃幕墙工程验收时，应提交的基本验收资料范围。对于具体的工程而言，除了设计文件和隐蔽工程验收记录必须提交之外，其他资料，应根据工程实际涉及的部分，提交相应部分的验收资料。

**9.1.3** 断热钢型材玻璃幕墙工程验收前，应在安装施工过程中完成下列隐蔽项目的现场验收；

1 预埋件或后置锚栓连接件；

2 幕墙构件与主体结构的连接节点；

3 幕墙四周、幕墙内表面与主体结构之间的封堵；

4 幕墙伸缩缝、沉降缝、防震缝及墙面转角节点；

5 隐框玻璃板块的固定；

6 幕墙防雷连接节点；

7 幕墙防火、隔烟节点。

【条文说明】断热钢型材玻璃幕墙完工之后，不少部位或节点已被装饰材料遮封隐蔽，在工程验收时无法观察和检测，而这些部位或节点的施工质量至关重要，甚至与幕墙的安全性能直接有关，必须在安装施工过程中完成隐蔽验收。工程验收时，应对隐蔽工程验收文件进行审核、检查。

**9.1.4** 各分项工程检验批的划分应符合下列规定：

1 设计、材料、工艺和施工条件相同的断热钢型材玻璃幕墙工程，每500~1000m2为一个检验批，不足500m2应划分为一个独立检验批。每个检验批每100m2应至少查一处，每处不得少于10m2；

2 同一单位工程中不连续的幕墙工程应单独划分检验批；

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

9.2 主控项目

**9.2.1** 断热钢型材玻璃幕墙工程所用材料、构件和组件的质量，应符合设计要求。

检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、进场验收记录和复验报告。

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

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

**9.2.3** 立柱与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接、玻璃面板的安装应符合设计要求，安装应可靠。

检验方法：手扳检查；检查隐蔽工程验收记录。

**9.2.4** 钢结构焊接连接焊缝均匀、无气泡、无焊渣，表面后加防腐涂层符合设计要求。焊缝长度符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查；设计有规定时进行超声探伤。

**9.2.5** 断热钢型材玻璃幕墙的防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接，并符合设计要求。

检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

**9.2.6** 断热钢型材玻璃幕墙的防火、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。

**9.2.7** 幕墙应无渗漏。

检验方法：检查现场淋水记录。

**9.2.8** 框架及连接件的防腐处理应符合设计要求。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录。

**9.2.9** 各种变形缝、墙角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。

【9.2.1～9.2.9条说明】条文中规定的各项质量要求，直接关系到断热钢型材玻璃幕墙的使用安全和装饰效果，应严加控制。

9.3 一般项目

**9.3.1** 断热钢型材玻璃幕墙工程的造型、立面分格、颜色和光泽等应符合设计要求。钢型材表面不应有脱膜现象；玻璃的品种、规格与色彩应符合设计要求，整幅幕墙玻璃的色泽应均匀，并不应有析碱、发霉和镀膜脱落等现象。

检验方法：观察；尺量检查。

**9.3.2** 明框幕墙框料应横平竖直；隐框幕墙分格玻璃接缝应横平竖直，缝宽应均匀，并符合设计要求。

检验方法：观察。

**9.3.3** 装饰压板表面应平整、洁净、结构严密、安装牢固，不应有肉眼可察觉的变形、波纹或局部压砸等缺陷。

检验方法：观察；手板检查。

**9.3.4** 断热钢型材玻璃幕墙的密封胶缝应横平竖直、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直。

检验方法：观察。

**9.3.5** 断热钢型材玻璃幕墙隐蔽节点的遮封装修应整齐美观。

检验方法：观察。

**9.3.6** 明框幕墙钢型材框架的安装允许偏差和检验方法应符合表9.3.6的规定。

**表9.3.6 明框幕墙钢型材框架安装允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | | 尺寸范围 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 竖向构件垂直度 | | 幕墙总高度≤30m | 15 | 激光仪或经纬仪 |
| 幕墙总高度≤60m | 20 |
| 幕墙总高度≤90m | 25 |
| 幕墙总高度≤150m | 30 |
| 幕墙总高度＞150m | 35 |
| 2 | 竖向构件直线度 | | | 4.0 | 2m靠尺、塞尺 |
| 3 | 竖向构件外表面平面度 | 相邻三立柱 | | 3 | 经纬仪 |
| 宽度≤20m | | 7 |
| 宽度≤40m | | 10 |
| 宽度≤60m | | 12 |
| 宽度＞60m | | 15 |
| 4 | 相邻两竖向构件间距尺寸（固定端头） | | | ±3.0 | 钢卷尺 |
| 5 | 横向构件水平度 | | 长度≤2000 | 3.0 | 水平仪 |
| 长度＞2000 | 4.0 |
| 6 | 相邻两横向构件的水平高差 | | | 2.0 | 钢直尺、塞尺 |
| 7 | 同高度内横向构件高度差 | | 长度≤35m | 7 | 水平仪 |
| 长度＞35m | 9 |
| 8 | 相邻两横向构件间距尺寸 | | 间距≤2000mm | ±2.5 | 钢卷尺 |
| 幅宽＞2000mm | ±3.0 |
| 9 | 分格对角线差 | | 对角线长度≤2000mm | 4.0 | 对角线尺或钢卷尺 |
| 对角线长度＞2000mm | 5.0 |

注：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；竖向直线度包括幕堵平面内及平面外的检查。

【条文说明】与现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086的规定协调一致。

**9.3.7** 隐框断热钢型材玻璃幕墙的安装允许偏差和检验方法应符合表9.3.7的规定。

**表9.3.7 隐框断热钢型材玻璃幕墙安装允许偏差和检验方法**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项目 | 尺寸范围 | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
| 1 | 幕墙垂直度 | 幕墙总高度≤30m | 10 | 激光仪或经纬仪 |
| 幕墙总高度≤60m | 15 |
| 幕墙总高度≤90m | 20 |
| 幕墙总高度≤150m | 25 |
| 幕墙总高度＞150m | 30 |
| 2 | 幕墙平面度 | | 2.5 | 2.0m靠尺、钢直尺 |
| 3 | 竖缝直线度 | | 2.5 | 2.0m靠尺、钢直尺 |
| 4 | 横缝直线度 | | 2.5 | 2.0m靠尺、钢直尺 |
| 5 | 拼缝宽度（与设计值比） | | 2 | 卡尺 |

【条文说明】与现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的规定协调一致。

**10 维护保养**

10.1 一般规定

**10.1.1** 断热钢型材玻璃幕墙工程竣工验收时，承建方应向业主提供《幕墙使用维护说明书》，说明书应包括下列内容：

1 幕墙的设计依据、主要特点和性能参数，以及幕墙结构的设计使用年限；

2 使用注意事项；

3 特殊开启形式窗的使用与维护要求。必要时，在开启窗明显部位设置使用警示标志和说明；

4 环境条件变化可能对幕墙使用产生的影响；

5 日常与定期的维护、保养及清洁要求；

6 幕墙的主要结构特点及易损零部件更换方法；

7 备品、备料清单及主要易损件的名称、规格；

8 承包商的保修责任、保修年限。

**10.1.2** 承建方在幕墙交付使用前，应为业主日常维护使用作培训。

**10.1.3** 断热钢型材玻璃幕墙交付使用后，应及时制定幕墙的检查、维修、保养计划与制度。断热钢型材玻璃幕墙的保养和维护应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护规程》JGJ 168的有关规定，并应做好周边环境的安全保护措施。

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

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

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

**10.1.7** 幕墙外表面检查、清洗、保养与维护的高空作业，应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的相关规定。

10.2 检查与维护

**10.2.1** 日常维护和保养应符合下列规定：

1 保持幕墙表面整洁，避免锐器及腐蚀性气体和液体与幕墙表面接触；

2 保持幕墙排水系统的畅通，发现堵塞及时疏通；

3 发现门、窗启闭不灵或附件损坏等现象时，应及时修理或更换；

4 发现密封胶或密封胶条脱落或损坏时，应及时进行修补与更换；

5 发现幕墙构件或附件的螺栓、螺钉松动或锈蚀时，应及时拧紧或更换；

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；

7 对破损的玻璃面板应及时进行更换。

**10.2.2** 定期检查和维护应符合下列规定：

1 在幕墙工程竣工验收后一年时，应对幕墙工程进行一次全面的检查，此后每五年应检查一次。定期检查和维护项目应包括：

1）幕墙整体有无变形、错位、松动，一旦发现上述情况，则应对该部位对应的隐蔽结构进行进一步检查；

2）幕墙的主要承力件、连接件和连接螺栓等有无锈蚀、损坏，连接是否可靠；

3）玻璃面板有无松动和损坏；

4）密封胶有无脱胶、开裂、起泡，密封胶条有无脱落、老化等损坏现象；

5）幕墙排水系统是否通畅；

6）开启部分是否启闭灵活，五金附件是否有功能障碍或损坏，安装螺栓或螺钉是否松动和失效；

2 应对第1款检查项目中不符合要求者进行维修或更换;

3 幕墙竣工十年后，宜委托专业机构对幕墙进行可靠性鉴定；此后每三年宜检查一次。

**10.2.3** 灾后检查和维修应符合下列规定：

1 当幕墙遭遇强风袭击后，应及时对幕墙进行全面检查，修复或更换损坏的构件；发现损坏情况较严重时，应及时通知有关单位，制定切实可行的维修方案，进行维修；

2 当幕墙遭遇地震、火灾等灾害后，应由专业技术人员对幕墙进行全面的检查，并根据损坏程度制定处理方案和维修方案，进行维修。

10.3 清洗

**10.3.1** 业主应根据幕墙表面的积灰污染程度，确定其清洗次数，但每年不应少于一次。

**10.3.2** 清洗幕墙时，应符合现行行业标准《建筑外墙清洗维护规程》JGJ 168的规定，并应符合下列规定：

1 宜采用专用清洗设备进行清洗；

2 清洗方法和清洗工具不得污染、腐蚀和损伤玻璃面板、幕墙构件、密封材料或嵌缝材料；

3 清洗材料宜选用清水。幕墙局部污染严重，可采用pH值为6.0～8.0的中性清洗剂或其他对幕墙面板、构件无污染、无损害的措施进行局部清洗，并及时采用清水冲洗；

4 清洗应至上而下进行，喷水嘴与幕墙立面宜成60°斜角，并对水压进行控制；

5 幕墙的清洗应由经过培训合格的人员或具有相关资质的单位进行；

6 雨天、雾天、气温超过35℃或低于5℃时，不得进行幕墙清洗；风力超过5级时，不得进行高空作业；

7 作业面下方地面，应进行围挡并做好警戒、警示标志，派专人监护。

**本规程用词说明**

**1** 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指定应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

《建筑结构荷载规范》GB 50009

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑抗震设计规范》GB 50011

《建筑设计防火规范》GB 50016

《钢结构设计规范》GB 50017

《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018

《建筑物防雷设计规范》GB 50057

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205

《紧固件 外螺纹零件的末端》GB/T 2

《紧固件 圆柱头用沉孔》GB 152.3

《碳素结构钢》GB/T 700

《碳素结构钢和低合金结构钢热轧薄钢板及钢带》GB/T 912

《不锈钢焊条》GB/T 983

《不锈钢棒》GB/T 1220

《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

《一般用途耐蚀钢铸件》GB/T 2100

《合金结构钢》GB/T 3077

《碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板及钢带》GB/T 3274

《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280

《耐候结构钢》GB/T 4171

《不锈钢冷加工棒》GB/T 4226

《不锈钢热轧钢板和钢带》GB/T 4237

《不锈钢和耐热钢冷轧钢带》GB/T 4239

《碳钢焊条》GB/T 5117

《低合金钢焊条》GB/T 5118

《结构用无缝钢管》GB 8162

《一般工程用铸造碳钢件》GB/T 11352

《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求》GB/T 13912

《建筑幕墙》GB/T 21086

《防火封堵材料》GB 23864

《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498

《民用建筑电气设计规范》JGJ/T 16

《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

《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80

《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81

《高层民用建筑钢结构技术规程》JGJ 99

《混凝结构后锚固技术规程》JGJ 145

《建筑外墙清洗维护规程》JGJ 168

《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160

《幕墙玻璃接缝用密封胶》JC/T 882