



T/CECS XXX-202X

---

中国工程建设标准化协会标准

## 陶土砖幕墙工程技术规程

Technical specification for ceramic brick curtain wall  
engineering

（征求意见稿）

\*\*\*出版社

中国工程建设标准化协会标准

# 陶土砖幕墙工程技术规程

Technical specification for ceramic brick curtain wall engineering

T/CECS XXX-202X

主编单位：中国建筑第八工程局有限公司

中建八局文旅博览投资发展有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年 X 月 X 日

×××出版社

202XX 北 京

## 前 言

《陶土砖幕墙工程技术规程》（以下简称规程）是根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2023年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字〔2023〕第50号）的要求进行编制的。编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分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、加工制作、安装施工、工程验收、保养维护、维修拆除利用等。

本规程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幕墙门窗专业委员会归口管理，由中国建筑第八工程局有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国建筑第八工程局有限公司（地址：中国（上海）自由贸易试验区世纪大道1568号27层，邮政编码：200122，邮箱：cscec8wbl@cscec.com）。

主编单位：中国建筑第八工程局有限公司

中建八局文旅博览投资发展有限公司

参编单位：

主要起草人：××× ××× × × ××× ××× × ×

主要审查人：××× ××× × × ××× ××× × ×

# 目 次

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| <b>1 总 则 .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2 术语和符号 .....</b> | <b>2</b>  |
| 2.1 术语 .....         | 2         |
| 2.2 符 号 .....        | 3         |
| <b>3 材 料 .....</b>   | <b>7</b>  |
| 3.1 一般规定 .....       | 7         |
| 3.2 陶土砖 .....        | 7         |
| 3.3 金属材料 .....       | 7         |
| 3.4 水泥砂浆 .....       | 9         |
| 3.5 勾缝剂 .....        | 9         |
| 3.6 防火材料 .....       | 9         |
| <b>4 建筑设计 .....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1 一般规定 .....       | 10        |
| 4.2 幕墙性能 .....       | 10        |
| 4.3 幕墙构造 .....       | 11        |
| 4.4 防火、防雷设计 .....    | 12        |
| 4.5 其他安全性设计 .....    | 13        |
| <b>5 结构设计 .....</b>  | <b>14</b> |
| 5.1 一般规定 .....       | 14        |
| 5.2 荷载与作用效应组合 .....  | 15        |
| 5.3 陶土砖面板设计 .....    | 17        |
| 5.4 横梁设计 .....       | 18        |
| 5.5 立柱设计 .....       | 19        |
| 5.6 连接设计 .....       | 21        |
| <b>6 加工制作 .....</b>  | <b>23</b> |
| 6.1 一般规定 .....       | 23        |
| 6.2 金属构件加工 .....     | 23        |
| 6.3 陶土砖加工制作 .....    | 24        |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| 6.4 构件、连接件检验 .....     | 25        |
| <b>7 安装施工 .....</b>    | <b>26</b> |
| 7.1 一般规定 .....         | 26        |
| 7.2 施工准备 .....         | 27        |
| 7.3 预埋件、后锚固连接件 .....   | 27        |
| 7.4 幕墙施工 .....         | 27        |
| 7.5 安全规定 .....         | 29        |
| <b>8 工程验收 .....</b>    | <b>31</b> |
| 8.1 一般规定 .....         | 31        |
| 8.2 工程验收 .....         | 32        |
| <b>9 保养与维护 .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>10 维修拆除利用 .....</b> | <b>36</b> |
| 用词说明 .....             | 37        |
| 引用标准名录 .....           | 38        |
| 条文说明 .....             | 40        |

## Contents

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>General Provisions .....</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Terms and Symbols .....</b>                  | <b>2</b>  |
| 2.1      | Terms .....                                     | 2         |
| 2.2      | Symbols .....                                   | 3         |
| <b>3</b> | <b>Materials .....</b>                          | <b>7</b>  |
| 3.1      | Basic Requirements .....                        | 7         |
| 3.2      | Terracotta Bricks .....                         | 7         |
| 3.3      | Metallic Materials .....                        | 7         |
| 3.4      | Cement Mortar .....                             | 9         |
| 3.5      | Grout .....                                     | 9         |
| 3.6      | Fireproof Materials .....                       | 9         |
| <b>4</b> | <b>Architectural Design .....</b>               | <b>10</b> |
| 4.1      | Basic Requirements .....                        | 10        |
| 4.2      | Curtain Wall Performance .....                  | 10        |
| 4.3      | Curtain Wall Construction .....                 | 11        |
| 4.4      | Fireproof and Lightning Protection Design ..... | 12        |
| 4.5      | Other Security Designs .....                    | 13        |
| <b>5</b> | <b>Structural Design .....</b>                  | <b>14</b> |
| 5.1      | Basic Requirements .....                        | 14        |
| 5.2      | Combination of Load and Action Effects .....    | 15        |
| 5.3      | Terracotta Brick Panel Design .....             | 17        |
| 5.4      | Beam Design .....                               | 18        |
| 5.5      | Column Design .....                             | 19        |
| 5.6      | Connection Design .....                         | 21        |
| <b>6</b> | <b>Processing and Production .....</b>          | <b>23</b> |
| 6.1      | Basic Requirements .....                        | 23        |
| 6.2      | Machining of Metal Components .....             | 23        |
| 6.3      | Clay Brick Processing and Production .....      | 24        |

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| 6.4       | Inspection of Components and Components .....        | 25        |
| <b>7</b>  | <b>Installation and Construction .....</b>           | <b>26</b> |
| 7.1       | Basic Requirements .....                             | 26        |
| 7.2       | Preparation For Construction .....                   | 27        |
| 7.3       | Embedded Parts Rear Anchor Connectors .....          | 27        |
| 7.4       | Curtain Wall Construction .....                      | 27        |
| 7.5       | Safety Requirements .....                            | 29        |
| <b>8</b>  | <b>Acceptance Check of Projects .....</b>            | <b>31</b> |
| 8.1       | Basic Requirements .....                             | 31        |
| 8.2       | Acceptance Check of Projects .....                   | 32        |
| <b>9</b>  | <b>Maintenance and Repair .....</b>                  | <b>35</b> |
| <b>10</b> | <b>Maintenance Dismantling and Utilization .....</b> | <b>36</b> |
|           | <b>Explanation of Wording in This Code .....</b>     | <b>37</b> |
|           | <b>List of Quoted Standards .....</b>                | <b>38</b> |
|           | <b>Addition: Explanation of Provisions .....</b>     | <b>40</b> |

# 1 总 则

**1.0.1** 为了使陶土砖幕墙工程做到技术先进、安全可靠、美观实用、节能环保和经济合理，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于陶土砖幕墙工程的安装施工及验收维护。

**1.0.3** 陶土砖幕墙工程的材料、制作、安装施工、验收维护，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

**1.0.4** 本规程适用于地震区和抗震设防烈度不大于 8 度的陶土砖幕墙工程，应用高度不宜大于 80m。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 陶土砖 Terracotta bricks

以天然陶土为主要原料，经挤出成型，干燥、烧结的块状烧制品。

#### 2.1.2 建筑幕墙 building curtain wall

由金属构架与面材组成的、不承担主体结构荷载与作用的建筑外围护结构。

#### 2.1.3 陶土砖幕墙 Terracotta bricks curtain wall

以陶土砖（吸水率平均值  $6\% < E \leq 10\%$  挤压陶土砖）为面板的建筑幕墙。

#### 2.1.4 串挂陶土砖幕墙 Hanging ceramic tile curtain wall in series

使用钢筋或不锈钢杆件串挂多孔陶土砖形成的建筑幕墙。

#### 2.1.5 边直度 straightness of sides

在陶土砖的平面内，边的中央偏离直线的偏差。

这种测量适用于板的直边（见图 2.1.3），结果用百分比表示。

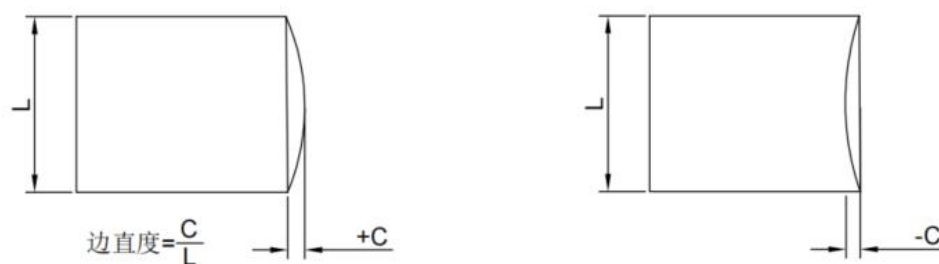


图 2.1.3

#### 2.1.6 直角度 deviation from rectangularity

砖的一个角紧靠着放在用标准板校正过的直角上（图 2.1.4），该角与标准值的偏差。

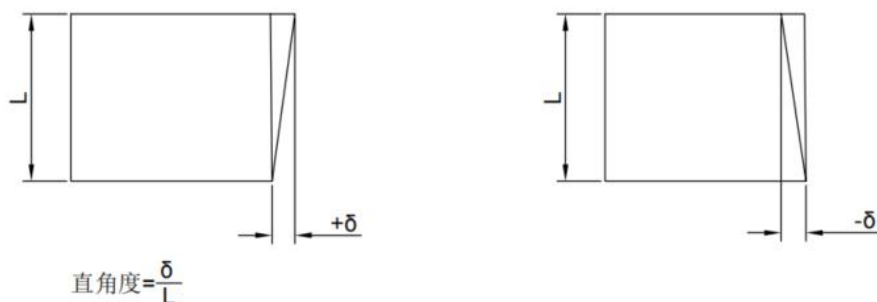


图 2.1.4

### 2.1.7 平面度 flatness

#### 1 表面平整度 surface flatness

由板的正面上的 3 点测量值定义。

#### 2 中心弯曲度 centre curvature

板面的中心点偏离由四个角点中的三点所确定的平面距离（图 2.1.5-1）。

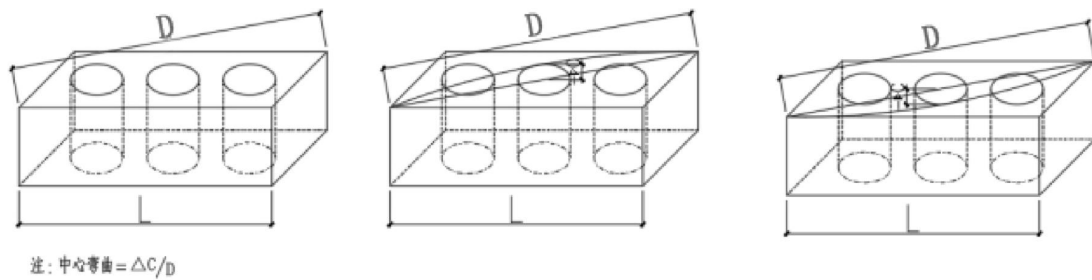


图 2.1.5-1

#### 3 边弯曲度 edge curvature

板一条边的中点偏离由四个角点中的三点所确定的平面距离（图 2.1.5-2）。

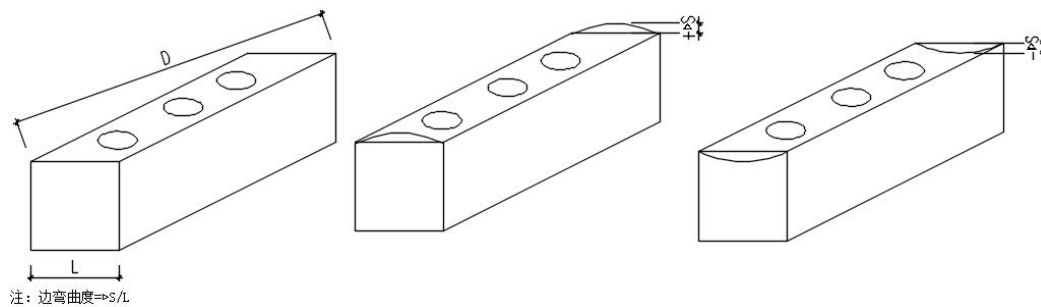


图 2.1.5-2

### 2.1.8 小色差 colour difference

不同批次的原料和烧结温度、时间差异造成的成品颜色差异。

## 2.2 符号

### 2.2.1 材料力学性能

C30——立方体抗压强度标准值为 30N/mm 的混凝土强度等级

E——吸水率

f——材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值

$f_{ce}$ ——钢构件端面承压强度设计值

$f_v$ ——材料抗剪强度设计值

MU——抗压强度

F——破坏荷载

R——断裂模数

$\tau$ ——材料剪应力设计值

$f_{tm}$ ——砌体弯曲抗拉强度设计值

U——横梁水平方向由组合荷载产生的弯曲

### 2.2.2 作用和作用效应

P——水密性能设计取值

Rw——幕墙空气隔声性能指标

S——荷载按基本组合的效应设计值；

$S_E$ ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

R——构件抗力设计值；

w——风荷载设计值；

$w_k$ ——风荷载标准值；

$q_{Ek}$ ——垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值；

$G_k$ ——幕墙构件（包括面板和框架）的重力荷载标准值；

$S_{Gk}$ ——永久荷载效应标准值；

$S_{Wk}$ ——风荷载效应标准值；

$S_{Ek}$ ——地震作用效应标准值；

$S_{Tk}$ ——温度作用效应标准值

N——轴向力设计值；

M——弯矩设计值；

V——剪力设计值；

$M_{hg}$ ——横梁在自重荷载作用下的弯矩；

$G_h$ ——横梁自重荷载线分布均布荷载集度设计值；

$G_{hk}$ ——横梁自重荷载线分布均布荷载集度标准值；

### 2.2.3 参数

$A$  —— 型材截面积

$t$  —— 型材计算校核处抗剪壁厚

$I_x$  —— X 轴惯性矩

$I_y$  —— Y 轴惯性矩

$W_{x1}$  —— X 轴上部抵抗矩

$W_{x2}$  —— X 轴下部抵抗矩

$W_{y1}$  —— Y 轴左部抵抗矩

$W_{y2}$  —— Y 轴右部抵抗矩

$S_{sx}$  —— 型材截面绕 X 轴面积矩

$S_{sy}$  —— 型材截面绕 Y 轴面积矩

$H_h$  —— 幕墙分格高

$B_h$  —— 幕墙分格宽

$B_L$  —— 幕墙左分格宽

$B_R$  —— 幕墙右分格宽

$\beta$  —— 陶土砖幕墙板面高厚比

### 2.2.4 系数

$\mu_z$  —— 风压高度变化系数

$\mu_s$  —— 体型系数

$\gamma_0$  —— 结构构件重要性系数；

$\gamma_{RE}$  —— 结构构件承载力抗震调整系数；

$\gamma$  —— 塑性发展系数；

$\beta_E$  —— 动力放大系数；

$\alpha_{\max}$ ——水平地震影响系数最大值；

$\beta_{gz}$ ——阵风系数；

$\gamma_G$ ——永久荷载分项系数；

$\gamma_W$ ——风荷载分项系数；

$\gamma_E$ ——地震作用分项系数；

$\gamma_T$ ——温度作用分项系数；

$\psi_w$ ——风荷载的组合值系数；

$\psi_E$ ——地震作用的组合值系数；

$\psi_T$ ——温度作用的组合值系数；

### 2.2.5 其他

$d_f$ ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值

$d_{f,\lim}$ ——构件挠度限值；

D——陶土砖对角距离

$\delta$ ——陶土砖直角偏差值

C——陶土砖边的中央偏离直线的值

L——陶土砖短边边长

$\triangle C$ ——陶土砖面的中心点偏离值

$\triangle S$ ——陶土砖边的中点偏离值

t——陶土砖厚度

H——建筑幕墙高度

$[\theta_e]$ ——主体结构的楼层层间位移角限值

## 3 材 料

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 幕墙采用材料应符合现行国家有关标准的规定，并满足设计要求，材料应提供合格证书、型式检验报告。

**3.1.2** 幕墙支承构件、连接件及垫片的燃烧性能应为 A 级。

**3.1.3** 幕墙勾缝剂应选用耐候性材料。材料性能应适应所在区域的气候、环境要求，并应满足设计要求。

**3.1.4** 幕墙用金属材料 and 金属配件除不锈钢、铝合金外，表面均应做防腐处理。

### 3.2 陶土砖

**3.2.1** 陶土砖主要原料为天然陶土。陶土砖应高温烧制，烧成温度不宜低于 1200℃左右。经挤出成型，干燥、烧结、切割等工艺制成。

**3.2.2** 陶土砖应满足现行国家标准《陶瓷砖》GB/T 4100 的规定，力学性能应符合下列要求：抗压强度 $\geq 30\text{MPa}$ ，破坏强度 $\geq 1200\text{N}$ ，断裂模数 $\geq 3.7\text{MPa}$ 。

**3.2.3** 陶土砖面纹机理分为滑面、磨砂面、砂石面、石纹面等，应根据建筑设计的要求进行规格尺寸选择。

### 3.3 金属材料

**3.3.1** 幕墙采用金属材料及配件的技术要求和性能试验方法应符合国家标准《钢铁产品牌号表示方法》GB/T 221、《优质碳素结构钢》GB/T 699、《碳素结构钢》GB/T 700、《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117、《钢分类 第 1 部分：按化学成分分类》GB/T 13304.1、《钢分类 第 2 部分：按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类》GB/T 13304.2、《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912 中的相关规定。热轧钢材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，见表 3.3.1。

表 3.3.1 热轧钢材强度设计值(N/mm<sup>2</sup>)

| 牌号   | 厚度或直径 d (mm)      | 抗拉、抗压、抗弯 $f$ | 抗剪 $f_v$ | 端面承压 $f_{ce}$ (刨平顶紧) |
|------|-------------------|--------------|----------|----------------------|
| Q235 | $d \leq 16$       | 215          | 125      | 320                  |
|      | $16 < d \leq 40$  | 205          | 120      |                      |
|      | $40 < d \leq 100$ | 200          | 115      |                      |
| Q355 | $d \leq 16$       | 305          | 175      | 400                  |

|  |                  |     |     |  |
|--|------------------|-----|-----|--|
|  | $16 < d \leq 40$ | 295 | 170 |  |
|  | $40 < d \leq 63$ | 290 | 165 |  |
|  | $63 < d \leq 80$ | 280 | 160 |  |

注：表中厚度系指计算点的钢材厚度；对轴心受拉和轴心受压构件系指截面中较厚板件的厚度。

**3.3.2** 幕墙采用的锚栓，应采用奥氏体不锈钢材，机械性能以及化学性能应符合现行国家标准《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 和《紧固件机械性能不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的相关规定。

**3.3.3** 幕墙镂空处五金件宜采用氟碳喷涂处理，其余位置应采用热镀锌处理；热镀锌层厚度应符合表 3.3.2 中的相关规定，并满足现行国家标准《金属覆盖层钢铁制品热镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912。

**表 3.3.2 热镀锌层厚度相关要求**

| 制件及其厚度/mm          | 镀层局部厚度/ $\mu\text{m min}$ | 镀层平均厚度/ $\mu\text{m min}$ |
|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| 钢厚度 $\geq 6$       | 70                        | 85                        |
| $3 \leq$ 钢厚度 $< 6$ | 55                        | 70                        |
| $1.5 \leq$ 钢厚度     | 45                        | 55                        |
| 钢铁厚度 $< 1.5$       | 35                        | 45                        |
| 钢铁厚度 $\geq 6$      | 70                        | 80                        |
| 钢铁厚度 $< 6$         | 60                        | 70                        |

**3.3.4** 幕墙用金属构件现场采用焊接时，焊接部位应做好防腐处理。

**3.3.5** 幕墙用预埋件应满足现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB 50010，后置埋件应采用后扩底机械锚栓，并满足现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 相关规定。

**3.3.6** 钢构件宜采用冷弯薄壁型钢，壁厚应按设计验算，且不应小于 3.5mm，并满足现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 有关规定，表面处理应满足现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 有关规定。

**3.3.7** 幕墙用串挂钢筋产品规格应满足现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 的规范要求，连接方式应满足设计要求。不锈钢杆件产品规格应满足现行国家标准《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》GB/T 34472 的规范要求。

**3.3.8** 幕墙用转接件应满足设计要求；表面应镀锌处理，镀锌厚度应满足表 3.3.2 中相关要求。

---

### **3.4 水泥砂浆**

**3.4.1** 幕墙用水泥砂浆强度应满足现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 规范要求不小于 M5，且符合设计要求。

**3.4.2** 水泥砂浆的水泥碱含量应不高于 0.60%，砂浆稠度宜为 60～80mm，外加剂不应含有可溶性盐。

### **3.5 勾缝剂**

**3.5.1** 幕墙用勾缝剂颜色应与设计风格相协调。

**3.5.2** 幕墙用勾缝剂应满足现行行业标准《陶瓷砖填缝剂》JC/T 1004 的相关规定，并具备出厂合格证、型式检验报告。

### **3.6 防火材料**

**3.6.1** 幕墙的防火层应采用经防腐处理且厚度不小于 1.5mm 的耐热钢板，内部填充 A 级防火材料。

**3.6.2** 防火层的密封材料应采用防火密封胶，防火密封胶应有法定检测机构的防火检验报告。

**3.6.3** 幕墙用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。

## 4 建筑设计

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 幕墙的使用年限应不低于 25 年，应根据综合技术经济分析结果选择。
- 4.1.2 幕墙的性能等级应根据建筑物的类别、高度、体型、功能以及建筑物所在的地理、气候和环境条件进行设计，并应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 的有关规定。
- 4.1.3 应根据建筑立面几何造型确定幕墙立面分格及单块陶土砖的外形及尺寸。
- 4.1.4 幕墙的质感、色调、构图和线型等立面构成，应与建筑物整体造型色彩相协调。

### 4.2 幕墙性能

#### 4.2.1 幕墙水密性能设计应符合下列要求：

- 1 易受热带风暴和台风袭击的地区，水密性能设计取值应按式(4.2.1)计算，且取值不应低于 1000Pa：

$$P = 1000 \mu_z \mu_s w_0 \quad (4.2.1)$$

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| 式中：P    | ——水密性能设计取值（Pa）；             |
| $w_k$   | ——基本风压（kN/m <sup>2</sup> ）； |
| $\mu_z$ | ——风压高度变化系数；                 |
| $\mu_s$ | ——体型系数。                     |

- 2 其他地区，水密性能可按上式计算值的 75% 进行设计，且取值不应低于 700Pa。

#### 4.2.2 有采暖、空气调节要求的建筑幕墙，气密性能应不低于现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 中的 3 级。

#### 4.2.3 幕墙的抗风压性能设计应满足下列规定

- 1 幕墙的抗风压性能指标值取正、负风荷载标准值绝对值较大值，风荷载标准值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 条文 8.1.1 进行计算。
- 2 在抗风压性能指标值的作用下，幕墙结构的变形不应超过设计值。

#### 4.2.4 幕墙平面位移及抗震性能设计应符合下列要求：

- 1 幕墙平面内变形性能以建筑幕墙层间位移角为性能指标。
- 2 幕墙应具有承受自身重力产生的水平地震作用力的安全性能。幕墙水平地震作用指标值应按现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 规定的等效侧力法计算。
- 3 幕墙应具有承受地震时主体结构层间相对位移造成的幕墙平面内变形的安全性能。平面内变形性能指标值应按不低于现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 规定的主体结构弹性层间位移角限值 $[0.5]$ 的 3 倍确定。

4.2.5 幕墙传热系数应按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 条文 6.3.5 计算。  
对热工性能要求较高的，应进行现场热工性能试验。

4.2.6 幕墙的隔声性能应满足室内声环境的需要,并符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 的规定。

- 1 空气声隔声性能以计权隔声量作为分级指标。
- 2 空气声隔声性能分级指标  $R_w$  应符合表 4.2.6 的要求。

表 4.2.6 建筑幕墙空气声隔声性能分级

| 分级代号                   | 1                  | 2                  | 3                  | 4                  | 5                  |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 分级指标值 $R_w$ /dB        | $25 \leq R_w < 30$ | $30 \leq R_w < 35$ | $35 \leq R_w < 40$ | $45 \leq R_w < 50$ | $55 \leq R_w < 30$ |
| 注:5 级时需同时标注 $R_w$ 测试值。 |                    |                    |                    |                    |                    |

4.3 幕墙构造

4.3.1 幕墙主体结构的抗震缝、伸缩缝、沉降缝等部位的幕墙设计应保证外墙面的功能性和完整性。

4.3.2 幕墙构件之间的连接构件应满足构件之间的相对位移。

4.3.3 幕墙中不同的金属材料接触处,除不锈钢外均应设置耐热的环氧树脂玻璃纤维或尼龙垫片。

4.3.4 幕墙常用构造方式为钢筋串挂及不锈钢钢管串挂方式；

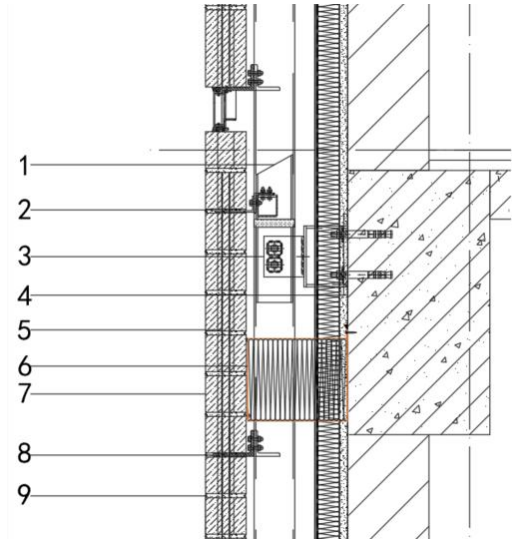


图 4.3.1 陶土砖钢筋串挂构造图

1—立柱；2—镀锌钢筋网架；3—连接件；4—镀锌钢板预埋件或后扩底机械锚栓；5—竖向连接镀锌钢筋；6—防火封堵；7—陶土砖；8—横梁；9—专用防水型勾缝剂；

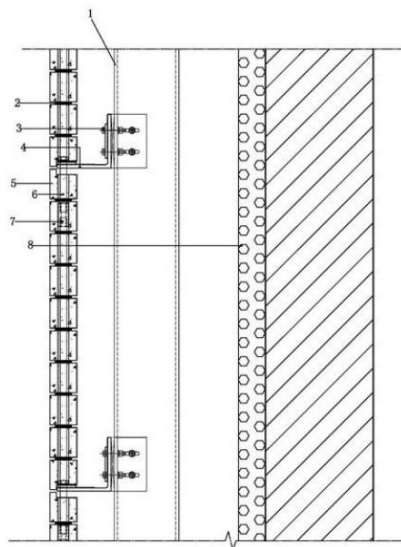


图 4.3.2 陶土砖不锈钢钢管串挂构造图

1—立柱；2—垫片；3—连接螺栓；4—铝合金挂件；5—陶土砖；6—不锈钢钢管；7—不锈钢螺纹套筒；

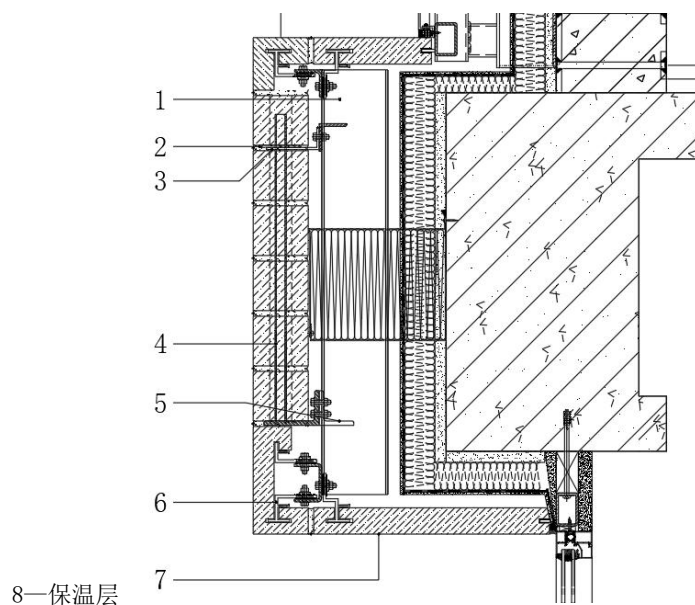


图 4.3.3 陶土砖窗洞口处节点构造图

1—立柱；2—钢挂件；3—横向钢筋网片；4—竖向钢筋；5—横梁；6—铝合金挂件；7—陶土砖

## 4.4 防火、防雷设计

### 4.4.1 幕墙的防火应符合下列规定：

1 幕墙与层间楼板、幕墙与防火墙或者防火隔墙之间的空腔、幕墙与实体墙面洞口边缘间的间隙均应采用防火隔离层封堵,并应符合现行国家标准《建筑防火封堵应用技术标准》GB/T 51410 的规定。

2 防火分区间应采取隔离措施,密封材料应满足防火性能要求,缝隙采用 A 级防火岩棉及镀锌钢板填充密实,层间防火高度应不小于 200mm;

除上述要求外,尚应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

**4.4.2** 幕墙防雷设计除应符合国家现行标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 中规定的防雷建筑物要求,并应符合下列规定:

1 幕墙的金属框架应与主体结构的防雷体系可靠连接,并保持导电畅通;在有水平均压环的楼层,应对导通路立柱的连接件与水平均压环焊接连通,形成通路,焊缝和连线应涂防锈漆。

2 幕墙框架与主体结构连接电阻不应超过 1 欧姆,连接点与主体结构防雷接地柱的最大距离不宜超过 10m 。

3 幕墙的防雷装置应满足设计要求。

## **4.5 其他安全性设计**

**4.5.1** 结构的安全性能应符合下列规定:

1 幕墙竣工验收一年后,应进行一次全面的检查,此后每五年应检查一次;

2 幕墙使用十年后应对不同部位的勾缝剂进行粘接性能的抽样检查;此后每三年应检查一次;

3 超过设计使用年限的幕墙,应当组织专家进行安全评估,并按意见执行;

4 应保障幕墙结构的完整性,确需改变或附加构造,应事先征得原幕墙设计单位认可。

**4.5.2** 灾后检查与修复

1 恶劣天气袭击后,应及时对幕墙进行全面的检查,修复或更换损坏的构件。

2 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,及时处理。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 幕墙结构应满足承载能力极限状态和正常使用极限状态设计要求。

**5.1.2** 非抗震设计的幕墙，应计算重力荷载和风荷载效应；抗震设计的幕墙，应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应。当温度作用不可忽略时，幕墙结构设计应考虑温度效应影响。

**5.1.3** 幕墙结构在施工阶段和正常使用阶段的作用可按弹性方法分别计算，并按本规程第 5.2 节的规定进行作用的组合。幕墙结构应按最不利作用组合进行设计。

**5.1.4** 幕墙结构构件应按下列规定验算承载力和挠度：

1 无地震作用组合时，承载力应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \quad (5.1.4-1)$$

2 有地震作用组合时，承载力应符合下式要求：

$$S_E \leq R / \gamma_{RE} \quad (5.1.4-2)$$

式中：  $S$  ——荷载按基本组合的效应设计值；

$S_E$  ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

$R$  ——构件抗力设计值；

$\gamma_0$  ——结构构件重要性系数，应取不小于 1.0；

$\gamma_{RE}$  ——结构构件承载力抗震调整系数

3 挠度应符合下式要求：

$$d_f \leq d_{f,lim} \quad (5.1.4-3)$$

式中：  $d_f$  ——作用标准值引起的幕墙构件挠度值；

$d_{f,lim}$  ——构件挠度限值。

4 双向受弯杆件，两个方向的挠度应分别符合本条第 3 款的规定。

**5.1.5** 当陶土砖面板相对于横梁有偏心时，横梁和立柱设计时应考虑重力荷载偏心产生的不利影响。

**5.1.6** 结构构件的受拉承载力应按净截面计算；受压承载力应按有效净截面计算；稳定性应按有效截面计算。构件的变形和稳定系数可按毛截面计算。

**5.1.7** 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、防脱离措施。

**5.1.8** 除本规范另有规定外，幕墙的金属支承结构强度、稳定性等设计尚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。

**5.1.9** 幕墙平面内变形性能应符合下列要求：

1 非抗震设计时，应按主体结构弹性层间位移角限值进行设计；

2 抗震设计时，应按主体结构弹性层间位移角限值的 3 倍进行设计。

## 5.2 荷载与作用效应组合

5.2.1 幕墙应能承受自重和设计考虑的各种附加荷载，并能可靠地传递到主体结构。

5.2.2 幕墙计算单元以及直接连接幕墙的支承结构，风荷载标准值应按下式计算，并不应小于  $1.0 \text{ kN/m}^2$ 。

$$w_k = \beta_{gz} \mu_{sl} \mu_z w_0 \quad (5.2.2)$$

式中：

$w_k$  ——风荷载标准值 ( $\text{kN/m}^2$ )；

$\beta_{gz}$  ——阵风系数；

$\mu_{sl}$  ——局部风压体型系数；

$\mu_z$  ——风压高度变化系数；

$w_0$  ——基本风压 ( $\text{kN/m}^2$ )。

5.2.3 不直接连结面板、通过其它支承结构间接承受风荷载的幕墙支承结构，其风荷载标准值应按下式计算，并且不应小于  $1.0 \text{ kN/m}^2$ 。

$$w_k = \beta_z \mu_s \mu_z w_0 \quad (5.2.3)$$

式中：

$\beta_z$  ——风振系数；

$\mu_s$  ——体型系数；

5.2.4 幕墙面板及与其连结的支承结构，垂直于幕墙平面的分布水平地震作用标准值可按下式计算：

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

式中：

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

$\beta_E$  ——动力放大系数，宜取不小于 5.0；

$\alpha_{\max}$  ——水平地震影响系数最大值；

$G_k$  ——幕墙构件（包括面板和框架）的重力荷载标准值 ( $\text{kN}$ )；

$A$  ——幕墙构件平面面积 ( $\text{m}^2$ )。

5.2.5 水平地震影响系数最大值应按表 6.2.5 采用。

表 5.2.5 水平地震影响系数最大值  $\alpha_{\max}$

| 抗震设防烈度          | 6 度  | 7 度            | 8 度            |
|-----------------|------|----------------|----------------|
| $\alpha_{\max}$ | 0.04 | 0.08<br>(0.12) | 0.16<br>(0.24) |

注：7、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。

**5.2.6** 幕墙面板及与其直接连结的支承结构，其平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值应按下列式计算：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{\max} G_k \quad (5.2.6)$$

式中：

$P_{Ek}$ ——平行于幕墙平面的集中水平地震作用标准值（kN）。

**5.2.7** 不直接连结面板、通过其它支承结构间接承受面板地震作用的幕墙支承结构，宜采用结构动力学方法计算其承受的地震作用。

**5.2.8** 幕墙的横梁、立柱、其他支承结构构件以及连接件、锚固件所承受的地震作用，应包括依附于其上的幕墙构件传递的地震作用和其自身重力荷载产生的地震作用。

**5.2.9** 幕墙构件承载力极限状态设计时，其作用效应的组合应符合下列规定：

1 无地震设计状况下，应按下列式进行：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_T \gamma_T S_{Tk} \quad (5.2.9-1)$$

2 地震设计状况下，应按下列式进行：

$$S = \gamma_G S_{Gk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} + \psi_w \gamma_w S_{wk} \quad (5.2.9-2)$$

式中：

$S$  ——作用组合的效应设计值；

$S_{Gk}$  ——永久荷载效应标准值；

$S_{wk}$  ——风荷载效应标准值；

$S_{Ek}$  ——地震作用效应标准值；

$S_{Tk}$  ——温度作用效应标准值，对变形不受约束的支承结构及构件，可取 0；

$\gamma_G$  ——永久荷载分项系数；

$\gamma_w$  ——风荷载分项系数；

$\gamma_E$  ——地震作用分项系数；

$\gamma_T$  ——温度作用分项系数；

$\psi_w$  ——风荷载的组合值系数；

$\psi_E$  ——地震作用的组合值系数；

$\psi_T$  ——温度作用的组合值系数。

**5.2.10** 幕墙构件的挠度验算时，仅考虑永久荷载、风荷载、温度荷载作用。风荷载分项系数  $\gamma_w$ 、永久荷载分项系数  $\gamma_G$ 、温度荷载分项系数  $\gamma_T$ ，且可不考虑作用组合。

### 5.3 陶土砖面板设计

**5.3.1** 陶土砖幕墙面板是由一跨横梁及一跨立柱范围内的矩形陶土砖墙面组成的一个计算单元。面板尺寸应根据设计要求确定。

**5.3.2** 陶土砖面板板块高厚比验算，应满足下式要求；

$$\beta = \frac{H_0}{h} \leq \mu_1 \mu_2 [\beta] \quad (5.3.2)$$

式中：

$H_0$  ——墙柱的计算高度；

$h$  ——墙厚或矩形柱与  $H_0$  相对应的边长；

$\mu_1$  ——自承重墙允许高厚比的修正系数；按照 GB 50003--6.1.3 取值；

$\mu_2$  ——有门窗洞口墙允许高低比的修正系数；按照 GB 50003--6.1.4 取值；

$[\beta]$  ——墙、柱的允许高低比，按照 GB 50003--表 6.1.1 采用；

**5.3.3** 陶土砖面板板块承载力验算，应满足下式要求；

$$N \leq \varphi f A \quad (5.3.3)$$

式中：

$N$  ——轴向力设计值；

$\varphi$  ——高厚比  $\beta$  和轴向力的偏心距  $e$  对受压构件承载力的影响系数；确定  $\varphi$  时，高厚比  $\beta$  应按照 GB50003 公式 5.1.2 计算；

$f$  ——陶土砖的抗压强度设计值；

$A$  ——截面面积；

**5.3.4** 陶土砖面板板块抗风验算，应满足下式要求；

$$M \leq f_{tm} W \quad (5.3.4)$$

式中：

$M$  ——弯矩设计值；

$f_{tm}$  ——砌体弯曲抗拉强度设计值(GB 50003 查表 3.2.2)；

$W$  ——截面抵抗矩；

**5.3.5** 陶土砖面板板块与横梁连接钢筋抗剪验算，应满足下式要求：

$$V \leq f_v A \quad (5.3.5)$$

式中：

V——剪力设计值；

A——水平截面面积；

$f_v$ ——陶土砖抗剪强度设计值，对灌孔的陶土砖砌体取  $f_{vg}$ ；

## 5.4 横梁设计

### 5.4.1 横梁构造要求

1 横梁截面主要受力部位的厚度应符合下列规定：

(1)截面的宽厚比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 的相关规定,尚应满足下表要求：

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

(2) 热轧钢型材截面有效受力部位的厚度不应小于 3.5mm，冷成型薄壁型钢截面有效受力部位的厚度不应小于 3.0mm，焊接部位厚度不应小于 4mm。在采用螺纹进行受拉、受压连接时应进行螺纹受力计算。

2 横梁型材的主要受力截面宜为闭口矩形，当采用开口截面横梁时，应按薄壁弯扭构件设计和计算，考虑约束扭转产生的双力矩。

3 幕墙面板在横梁上偏置使横梁产生较大的扭矩时，应进行横梁抗扭承载力计算，并采取相应的构造措施。

### 5.4.2 横梁的强度计算

横梁的强度应满足下式要求：

$$\frac{M_x}{\gamma \times W_x} + \frac{M_y}{\gamma \times W_y} \leq f_a \quad (5.4.2-1)$$

### 5.4.3 横梁的刚度计算

横梁的刚度应满足下式要求：

$$U_{\max} \leq \frac{L}{250}, \text{ 且满足重力作用下 } U_{g\max} \leq \frac{L}{500}, U_{g\max} \leq 3\text{mm}$$

#### 5.4.4 横梁的抗剪计算

横梁的抗剪强度应满足下式要求:

$$\tau_{\max} \leq [\tau] \quad (5.4.4-1)$$

### 5.5 立柱设计

#### 5.5.1 立柱构造要求:

- 1 幕墙立柱及其支座除传递荷载外, 应能适应主体结构的变形。
- 2 钢型材截面主要受力部位的厚度不应小于 3.5mm, 焊接部位厚度不应小于 4.0mm, 采用螺纹进行受拉连接时, 应进行螺纹受力计算。
- 3 立柱的支点应置于主体结构允许受力的部位, 若需在主体结构非受力构件部位设支点, 应做必要的结构处理并经验算确定。
- 4 对偏心受压立柱和偏心受拉立柱的杆件, 其有效截面宽厚比应符合本标准第 5.4.1-1 条的规定。

#### 5.5.2 立柱荷载计算

(1) 立柱风荷载计算应按下式计算:

$$q_{wk} = W_k \times \frac{B_L + B_R}{2} \quad (5.5.2-1)$$

$$q_w = r_w \times q_{wk} \quad (5.5.2-2)$$

式中:

$q_{wk}$  ——风荷载线分布最大荷载集度标准值 (kN/m)

$q_w$  ——风荷载线分布最大荷载集度设计值 (kN/m)

$r_w$  ——风荷载作用效应的分项系数

$W_k$  ——风荷载标准值 (kN/m<sup>2</sup>)

$B_L$  ——幕墙左分格宽

$B_R$  ——幕墙右分格宽

(2) 分布水平地震作用设计值计算

$G_{Akl}$  ——立柱左边幕墙构件(包括面板和框)的平均自重 (kN/m<sup>2</sup>)

$G_{Akr}$ ——立柱右边幕墙构件(包括面板和框)的平均自重 ( $\text{kN/m}^2$ )

$$q_{EAkl} = \rho_E \times \alpha_{\max} \times G_{Akl} \quad (5.5.2-3)$$

$$q_{EAkr} = \rho_E \times \alpha_{\max} \times G_{Akr} \quad (5.5.2-4)$$

$$q_{ek} = \frac{q_{Ekl} \times B_L + q_{Ekr} \times B_R}{2} \quad (5.5.2-5)$$

$$q_e = 1.3 \times q_{ek} \quad (5.5.2-6)$$

### (3)立柱荷载组合

立柱所受组合荷载标准值为:

$$q_k = q_{wk} \quad (5.5.2-7)$$

立柱所受组合荷载设计值为:

$$q = q_w + \psi_E \times q_e \quad (5.5.2-8)$$

## 5.5.3 立柱强度计算

(1) 立柱强度应满足下式要求:

$$\frac{N}{A} + \frac{M}{\gamma \times W} \leq f_a \quad (5.5.3-1)$$

$$G_k = \frac{G_{Akl} \times B_L + G_{Akr} \times B_R}{2} \quad (5.5.3-2)$$

$$N_k = G_k \times H_v \quad (5.5.3-3)$$

$$N = \gamma_G \times N_k \quad (5.5.3-4)$$

式中:

$\gamma_G$  ——结构自重分项系数

$\gamma$  ——塑性发展系数

$A$  ——立柱型材截面积

$N_k$  ——立柱受力标准值

$N$  ——立柱受力设计值

$G_k$  ——幕墙自重线荷载标准值

$B_L$  ——幕墙左分格宽

$B_R$  ——幕墙右分格宽

$H_v$  ——立柱长度

$M$  ——立柱所受弯矩设计值

$w$  ——立柱截面抵抗矩

#### 5.5.4 立柱的刚度计算

立柱的刚度应满足下式要求:

$$D_{fmax} \leq \frac{L}{250} \quad (5.5.4-1)$$

式中:

$D_{fmax}$  ——立柱最大允许挠度

#### 5.5.5 立柱抗剪计算

立柱的抗剪强度应满足下式要求:

$$\tau_{max} \leq [\tau] = 120 \quad (5.5.4-2)$$

$$\tau = \frac{Q \times S_s \times 100}{I_x \times t} \quad (5.5.4-3)$$

式中:

$\tau$  ——立挺剪应力

$Q$  ——立挺最大剪力

$S_s$  ——立柱型材截面面积矩

$I_x$  ——立柱型材截面惯性矩

$t$  ——立柱抗剪壁厚

### 5.6 连接设计

#### 5.6.1 连接构造要求

- 1 幕墙应与主体结构可靠连接; 支承幕墙的主体结构、结构构件, 应能够承受幕墙荷载。
- 2 幕墙的立柱、横梁与砌体结构连接时, 宜在连接部位的主体结构上增设钢筋混凝土梁、柱或钢结构梁、柱, 混凝土强度等级应不低于 C30。轻质填充墙不得作为幕墙支承结构。
- 3 幕墙立柱与主体结构宜通过预埋件连接; 当采用其他连接措施时, 应通过试验检验其可靠性。
- 4 幕墙构架与主体结构采用预埋件连接时, 设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010 的有关规定。
- 5 幕墙构架与主体结构采用后置锚栓连接时, 应保证连接可靠性, 并应符合下列规定:

(1) 产品应有出厂合格证;

(2) 碳素钢锚栓应经过防腐处理;

(3) 应进行承载力现场检验, 检验方法应满足现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定;

(4) 每个连接节点不应少于 4 个锚栓;

(5) 锚栓直径应通过承载力计算确定, 且不应小于 10mm;

(6) 与化学锚栓接触的连接件, 热影响区范围内不应进行连续焊接操作;

(7) 锚栓承载力设计值应按其极限承载力除以材料性能分项系数后采用。锚栓材料性能分项系数, 对可变作用不应小于 2.15; 对永久作用不应小于 2.50。

6 当连接件与所接触材料, 应采用绝缘垫片或其他有效措施进行隔离, 防止产生电化学腐蚀。

7 幕墙构件的连接件、焊缝、连接螺栓, 应符合国家现行标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

### 5.6.2 连接设计要求

1 幕墙连接件应具有足够的承载力、刚度和相对于主体结构的位移能力。幕墙竖向立柱的连接金属角码与其他连接件应采用螺栓连接, 并应有防松动措施。

2 幕墙横梁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, 横梁与立柱宜采用铰接的连接构造。

3 横梁和立柱的连接设计应符合下列规定:

(1) 横梁和立柱应通过连接件、螺栓、螺钉或销钉连接。

(2) 连接件应能承受横梁传递的剪力和扭矩, 截面厚度应经计算确定, 不宜小于 3.5mm 且不应小于横梁与立柱壁厚的较大值; 角码和横梁采用不同金属材料时, 除不锈钢外, 应采取防止电化学腐蚀。

(3) 横梁与立柱之间的连接螺栓、螺钉或销钉应满足抗拉、抗剪、抗扭承载力的要求。每个连接处的螺钉或螺栓不应少于 2 个, 当开口横梁连接时不宜少于 3 个。螺钉或螺栓直径不应小于 6mm。不应采用沉头、半沉头的螺钉或螺栓。

4 幕墙面板与横梁、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。

## 6 加工制作

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 幕墙材料在加工制作前，应对施工图进行核对，并应对已建的建筑物进行复测，按实测结果调整到幕墙图纸，经设计单位确认后方可生产加工。

**6.1.2** 陶土砖及其构件的加工制作宜采用专用设备在厂房内完成。设备的加工精度应满足幕墙设计要求，所采用的设备、机具应保证加工精度的要求，量具应定期进行计量检定。

### 6.2 金属构件加工

**6.2.1** 铝合金型材构件加工应符合下列规定：

- 1 铝合金型材构件应采用专用设备在工厂进行加工；
- 2 铝合金型材构件表面应光滑，不得有皱折、凹凸、裂纹、表面处理层脱落、裂口、严重擦伤等缺陷。

**6.2.2** 钢构件加工应符合下列规定：

1 预埋件锚板和锚筋的焊接应符合现行国家标准《混凝土结构设计标准》GB/T 50010的规定，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 $\pm 5\text{mm}$ ；
  - 2) 锚筋长度的允许偏差应为 $+10\text{mm}$ ；对穿透式预埋件的锚筋长度的允许偏差应为 $-5\text{mm}$ ；
  - 3) 锚筋的中心线允许偏差应为 $\pm 5\text{mm}$ ；
- 2 连接件，支承件的加工精度应符合下列规定：
- 1) 外观应平整，不得有裂纹、毛刺、凹凸、翘曲、变形等缺陷；
  - 2) 连接件的加工尺寸如图 6.2.2，允许偏差应符合表 6.2.2 的规定：

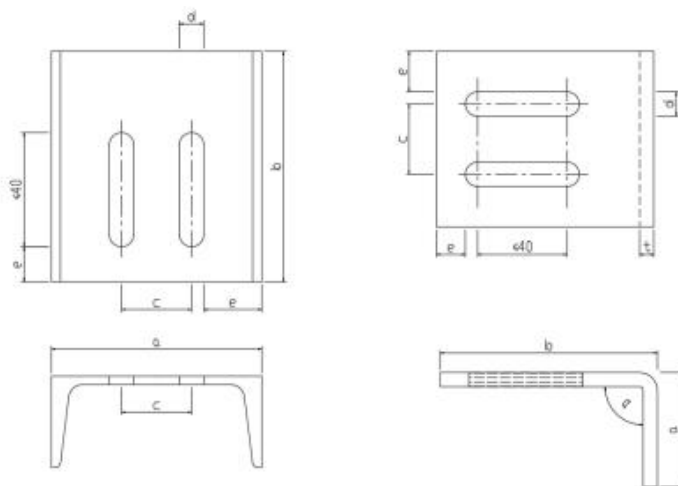


图 6.2.2 连接件、支承件尺寸示意

a-连接件高度；b-连接件长度；c-孔间距；d-孔宽度；e-孔边距；t-壁厚， $\alpha$ -弯曲角度

表 6.2.2 连接件、支承件尺寸允许偏差

| 项目      | 允许偏差             | 项目     | 允许偏差             |
|---------|------------------|--------|------------------|
| 连接件高度 a | +5.0mm<br>-2.0mm | 孔边距 e  | 1.0mm<br>0       |
| 连接件长度 b | +5.0mm<br>-2.0mm | 壁厚 t   | +5.0mm<br>-2.0mm |
| 孔间距 c   | ±1mm             | 弯曲角度 α | ±2°              |
| 孔宽度 d   | 1.0mm<br>0       |        |                  |

3 预埋件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。

4 焊接连接、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 及《钢结构焊接规范》GB 50661 的规定。

### 6.3 陶土砖加工制作

6.3.1 陶土砖应无崩坏、暗裂等缺陷；

6.3.2 陶土砖的长度、宽度、厚度、直角、异型角、造型、外形尺寸均应符合设计要求；

6.3.3 陶土砖外表面的色泽应符合设计要求，不得有明显的色差；

6.3.4 陶土砖加工尺寸允许偏差尚应符合表 6.3.4-1、6.3.4-2、6.3.4-3、6.3.4-4 的规定；

表 6.3.4-1 长度(宽度)、厚度尺寸控制

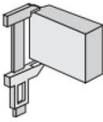
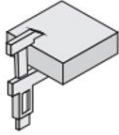
|  | 砖的尺寸(mm)      | 尺寸偏差(mm) |  | 砖的尺寸(mm) | 尺寸偏差(mm) |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                     | 100 以下        | +1.0     |                                                                                     | 室外装饰砖    | ±1.5     |
|                                                                                     | 100 以上 200 以下 | +1.0     |                                                                                     |          |          |
|                                                                                     | 200 以上 300 以下 | +2.0     |                                                                                     |          |          |
|                                                                                     | 300 以上 600 以下 | +2.0     |                                                                                     |          |          |

表 6.3.4-2 翘曲大小头

| 砖的尺寸          | 面翘曲  | 边翘曲  | 侧翘曲  | 大小头  |
|---------------|------|------|------|------|
| 100 以下        | /    | /    | /    | ≤1.0 |
| 100 以上 200 以下 | +0.9 | ±0.9 | +0.8 | ≤1.5 |
| 200 以上 300 以下 | +1.2 | +1.2 | +1.2 | ≤2.0 |
| 300 以上 600 以下 | +1.5 | +1.5 | +1.6 | ≤2.0 |

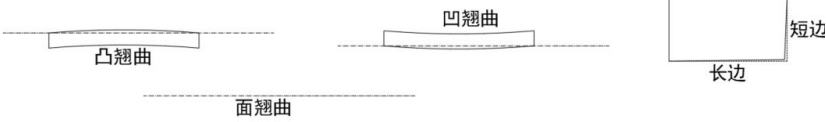
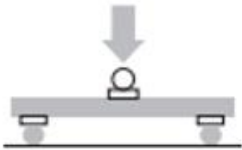


表 6.3.4-3 吸水率检测

|   |                                            |
|---|--------------------------------------------|
| 1 | 自干燥箱内取出后，迅速清扫砖表面，分别称出重量，即干燥重量(M1)；         |
| 2 | 然后将砖放置在真空吸水装置中检测；                          |
| 3 | 真空检测完成后取出砖，以拧干的湿布迅速擦掉砖表面的水，称出重量即吸水后重量(M2)； |

|                                                                                   |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 4                                                                                 | 保水率计算:保水率= (M2-M1) /M1 x100%. |
| 产品检测标准:保水量 10LCM <sup>2</sup> 透水系数:(A)级>2.0x10 <sup>-2</sup> cm/s                 |                               |
|  |                               |

**表 6.3.4-4 破坏强度检测**

|                                                                                   |                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>试验体表面向下，以直径 10mm 的支持棒支撑，跨距中央上方用直径 10mm 加压棒施以 (1±0.2)N/mm 速度施加荷重，</p> <p><math>P(N)=F \times L/B</math></p> <p>F=破坏荷重(N)L=跨距(mm)，B=砖的宽度(mm)</p> |
| <b>按主要用途区分</b>                                                                    | <b>抗折强度(N)</b>                                                                                                                                    |
| 陶土砖                                                                               | 1200                                                                                                                                              |
| 产品检测标准:抗折强度(等级 R,4.5)平均值≥MPa 单块最小值 23.4MPa                                        |                                                                                                                                                   |

**6.3.5** 陶土砖槽口、孔洞加工除应符合本规范表 6.3.4-1、2 的规定外，尚应符合下列规定：

- 1 宽度、长度、位置应符合设计要求；
- 2 侧面不得有损坏或崩裂现象，槽口内壁应光滑、洁净，不得有目视可见的缺陷；
- 3 连接部位应无爆边、裂纹等缺陷；
- 4 加工允许偏差应符合表 6.3.4 的规定：

**表 6.3.4 槽口孔洞加工允许偏差 (mm)**

| 项目   | 宽度  | 长度      | 深度  | 槽端到板端边距离 | 槽中心线到正面的距离 |
|------|-----|---------|-----|----------|------------|
| 允许偏差 | 0.5 | 短槽：10.0 | 1.0 | 短槽：10.0  | 0.5        |
|      | 0   | 0       | 0   | 0        | 0          |

### 6.4 构件、连接件检验

**6.4.1** 幕墙构件及连接件应按 5%进行随机抽样抽查检查且每组构件不少于 5 件，当有一个不符合要求时，应加倍进行复验，检验合格后方可出厂；复验时，发现有件不合格，则对该批构件或组件进行 100%检验。

**6.4.2** 构件、连接件出厂时，应附有合格证书。

## 7 安装施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 幕墙安装施工应在主体结构验收合格后进行施工。

**7.1.2** 幕墙构件及连接件的材料品种、规格、色泽和性能应符合设计要求, 安装前应进行检验。

**7.1.3** 幕墙的安装施工应编制施工应急预案, 其中应包括以下内容:

- 1 工程概况、质量目标;
- 2 编制目的、编制依据;
- 3 施工部署、施工进度计划及控制保证措施;
- 4 项目管理组织机构及有关的职责和制度;
- 5 材料供应计划、设备进场计划;
- 6 劳动力调配计划及劳保措施;
- 7 与业主、总包、监理单位以及其他工种的协调配合方案;
- 8 材料供应计划及搬运、吊装方法及材料现场贮存方案;
- 9 测量放线方法及注意事项;
- 10 构件、组件加工计划及其加工工艺;
- 11 施工工艺、安装方法及允许偏差要求;重点、难点部位的安装方法和质量控制措施;
- 12 项目中采用新材料、新工艺时, 应进行论证和制作样板的计划;
- 13 安装顺序及嵌缝收口要求;
- 14 成品、半成品保护措施;
- 15 质量要求、幕墙物理性能检测及工程验收计划;
- 16 季节施工措施;
- 17 幕墙施工脚手架的验收、改造和拆除方案或施工吊篮的验收、搭设和拆除方案;
- 18 文明施工和安全技术措施;
- 19 施工平面布置图。

**7.1.4** 幕墙工程的施工测量应符合下列规定:

- 1 分格轴线的测量应与主体结构测量相配合, 如有偏差, 应及时调整;
- 2 应定期对安装定位基准进行校核;
- 3 对高层建筑的测量, 应在风力不大于 4 级时进行。

7.1.5 安装过程中，对型材、陶土砖的表面应采取保护措施；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；。

7.1.6 焊接作业时，应防止烧伤型材及面板表面。施焊后，应及时对钢材表面进行处理。

7.2 施工准备

7.2.1 幕墙安装施工前，应检查现场并确认具备幕墙安装施工的条件。

7.2.2 幕墙构件应按照安装顺序排列放置，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。

7.2.3 幕墙预埋件位置偏差过大时，应制定专项处理方案，经原设计单位确认，监理审批后实施。

7.3 预埋件、后锚固连接件

7.3.1 幕墙构件与主体结构宜通过预埋件连接，预埋件应与主体结构可靠固定。

7.3.2 幕墙采用后锚固螺栓(膨胀螺栓或化学螺栓)时，应注意满足下列要求：

- 1 应有检验证书、出厂合格证和质量保证书；
- 2 立柱与主体结构连接的螺栓组应采用不锈钢或热镀锌碳素钢，每处不少于 2 个，直径不小于 10mm，长度不小于 110mm；
- 3 应进行现场拉拔试验，拉拔力满足设计要求；
- 4 后锚固锚栓构造和施工应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145，并宜采取防止锚栓螺母松动和锚板滑移措施。

7.3.3 平板型预埋件和后置锚固连接件锚板的安装允许偏差应符合表 7.3.4 的要求。

表 7.3.4 平板型预埋件和后置锚固连接件锚板的安装允许偏差(mm)

| 项目   | 允许偏差 |
|------|------|
| 标高   | ±10  |
| 平面位置 | ±20  |

7.4 幕墙施工

7.4.1 幕墙立柱的安装：

- 1 立柱主龙骨宜由下往上安装，层间通过转接件与埋板连接，并应符合设计要求；
- 2 立柱与连接件应采用螺栓组连接，连接件与预埋板或后置埋板焊接固定；
- 3 相邻两根立柱安装标高偏差不应大于 3mm，同层立柱端部的标高偏差不应大于 5mm，相邻两根立柱固定点的距离偏差不应大于 2mm。

7.4.2 幕墙横梁安装：

1 横梁应安装牢固。一端与立柱焊接连接，另一端与立柱螺栓连接，伸缩间隙宽度应满足设计要求；

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 1mm;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 5mm；
- 2) 当一幅幕墙宽度大于 35m 时，不应大于 7mm；

**7.4.3 竖向串挂钢筋、不锈钢管安装应符合下列规定：**

- 1 应在横梁上定位竖向串挂钢筋及不锈钢光管位置，将钢筋焊接固定于横梁上。
- 2 串挂钢筋应进行热镀锌处理，串挂钢筋、不锈钢管间距应符合设计图纸要求。
- 3 焊缝应及时采取防腐措施。

**7.4.4 陶土砖安装应符合下列规定：**

1 陶土砖钢筋串挂安装

- 1) 砌筑前基层龙骨应验收合格；
- 2) 钢筋应串挂于陶土砖砖孔内，陶土砖应采用“三一砌筑法”砌筑；
- 3) 横向钢筋网片及钢角码安装间距应满足设计要求，陶土砖砖孔采用砂浆填满后，进行下一层陶土砖安装，砌筑应分段施工，分段检查复核。

4) 窗洞口处陶土砖应采用铝合金挂件干挂安装。

2 陶土砖不锈钢管串挂安装应符合下列规定：

- 1) 不锈钢套固定芯安装间距应满足设计要求；
- 2) 串挂不锈钢管安装高度满足设计要求；
- 3) 不锈钢钢管应串挂陶土砖砖孔内，并应安装限位垫片；
- 4) 窗洞口处陶土砖应采用铝合金挂件干挂安装。

**7.4.5 其他构件安装应符合下列规定：**

- 1 通气槽、孔及雨水排出口等应按设计要求施工，不得遗漏；
- 2 临时构件、临时螺栓应在紧固后及时拆除；
- 3 现场焊接时，应对焊接部位进行防锈处理。

**7.4.6 陶土砖勾缝应符合下列规定：**

- 1 窗洞口干挂陶土砖的挂槽内及挂件表面的灰粉及残渣应清理干净；
- 2 陶土砖幕墙横缝、竖缝不应超过 8mm，缝隙间应采用砂浆填充密实；
- 3 应选用专用耐碱勾缝剂，施工完毕后及时清洗表面。
- 4 不宜在雨天及夜晚施工，温度应符合设计和产品要求。

## 7.5 安全规定

**7.5.1** 除应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ46、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80 中的有关规定外，尚应符合施工组织设计中确定的各项要求。

**7.5.2** 施工机具在进场之前，应全面检查、检修；使用中应定期安全检查，开工前，应试运转，手持电动工具应进行绝缘电压试验。

**7.5.3** 采用外脚手架时，应编制专项施工方案并经过计算，与主体结构应可靠连接。

**7.5.4** 采用吊篮施工时，应符合下列规定：

- 1 编制专项施工方案，非常规吊篮需组织专家论证。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，不能落地的吊篮应有相应的措施；
- 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大于 2m，并只能进行单侧试验；
- 5 施工人员应经过培训，熟练操作施工吊篮；
- 6 吊篮不应作为竖向运输工具，并不应超载；
- 7 不应在空中进行施工吊篮检修；
- 8 吊篮上作业人员必须戴安全帽、配系安全带，安全带必须系在安全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接地线，完工后，吊篮应降至地面，并切断吊篮电源；
- 10 施工完成后，吊篮及吊篮钢丝绳应固定牢靠，并应做好电器防雨、防潮和防尘措施；长期停用，应对钢丝绳采取有效的防锈措施。

**7.5.5** 现场焊接作业前，应清除焊接施工位置下方楼层和地面上的可燃物。焊接施工时，应在焊接点的下方设置接火斗。接火斗应采用镀锌钢板制成，接火斗内部应敷设岩棉毡并喷洒清水，防止焊渣飞溅。

**7.5.6** 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。在脚手架和吊篮上施工时，不得随意抛掷物品。

## 8 工程验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 工程验收时，应根据工程实际情况部分或全部检查下列文件和记录：

- 1 竣工图或施工图、结构计算书、设计变更文件、设计说明及其他设计文件。
- 2 建筑设计单位对工程设计文件的确认。
- 3 工程所用各种材料、五金配件、构件及组件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录和复验报告。
- 4 后置埋件的现场拉拔强度检测报告。
- 5 对于封闭式幕墙，应提供气密性能、水密性能、抗风压性能检测报告；地震设计状况时，尚应提供平面内变形性能检测报告。
- 6 隐蔽工程验收记录。
- 7 施工质量检查记录。
- 8 幕墙构件和组件的加工制作记录；幕墙安装施工记录。
- 9 幕墙框架与主体结构防雷接地点之间的电阻检测记录。
- 10 现场淋水试验记录。

**8.1.2** 幕墙工程应对下列隐蔽工程项目进行验收：

- 1 幕墙预埋件或后置埋件的连接点；
- 2 幕墙构件的连接节点（包括主体、主次龙骨、串挂钢筋及钢筋网片等）；
- 3 幕墙变形缝及墙面转角处构造节点；
- 4 幕墙周边、与相邻幕墙交接部位封边、收口安装；
- 5 钢材端口、钢材焊缝的二次防腐；
- 6 幕墙防火、防雷构造。
- 7 收口节点。

**8.1.3** 各分项工程检验批应按下列规定划分：

- 1 相同设计、材料、工艺和施工条件的幕墙工程每 1000 m<sup>2</sup>应划分为一个检验批，不足 1000 m<sup>2</sup>也应划分为一个检验批。
- 2 同一单位工程的不连续的幕墙工程应单独划分检验批。
- 3 对于异型或有特殊要求的幕墙，检验批的划分应根据陶土砖幕墙的结构、工艺特点及工程规模，由监理单位（或建设单位）和施工单位协商确定。

**8.1.4** 检查数量应符合下列规定：

1 每个检验批应至少抽查一次。

2 对于异型或有特殊要求的幕墙工程，应根据结构和工艺特点，由监理单位（或建设单位）和施工单位协商确定。

**8.1.5** 幕墙立柱和横梁及各种预埋件，数量、规格、位置和防腐处理应符合设计要求。

**8.1.6** 幕墙与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接及陶土砖的安装应符合设计要求。

**8.1.8** 幕墙的抗震缝、伸缩缝、沉降缝等部位的处理应保证使用功能和饰面的完整性。

**8.1.9** 幕墙工程的设计应满足维护和清洁的要求。

## **8.2 工程验收**

### **I 主控项目**

**8.2.1** 幕墙工程所用材料、五金配件、构件及连接件的品种、规格、性能和等级，应符合设计要求及国家现行产品技术规范的规定。

检验的方法：观察；尺量检查；检查产品合格证书、性能检测报告、材料进场验收记录和复验报告。

**8.2.2** 幕墙的造型、立面分格、颜色、光泽、花纹和图案应符合设计要求；

检验方法：观察；尺量检查。

**8.2.3** 陶土砖串挂筋的规格、长度、数量、安装位置应符合设计要求。

检验方法：尺量检查；检查进场验收记录或施工记录。

**8.2.4** 幕墙主体结构上的预埋件和后置埋件的位置、数量及后置埋件的拉拔力必须符合设计要求。

检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录，后置埋件的拉拔试验检测报告。

**8.2.5** 连接件与埋件的连接、立柱与连接件的连接、横梁与立柱的连接、陶土砖与横梁的连接应符合设计要求，安装应牢固。

检验方法：观察；手扳检查、仪器检查；检查隐蔽工程验收记录。

**表 8.2.5 陶土砖幕墙立柱、横梁的安装允许偏差**

| 项目       |                  | 允许偏差（mm）  | 检查方法      |
|----------|------------------|-----------|-----------|
| 竖缝及墙面垂直度 | 幕墙高度（H）（m）       | $\leq 10$ | 激光经纬仪或经纬仪 |
|          | $H \leq 30$      |           |           |
|          | $60 \leq H < 30$ | $\leq 15$ |           |

|              |                  |            |           |
|--------------|------------------|------------|-----------|
|              | $80 \leq H < 60$ | $\leq 20$  |           |
| 幕墙平面度        |                  | $\leq 2$   | 2m 靠尺、钢板尺 |
| 竖缝直线度        |                  | $\leq 2$   | 2m 靠尺、钢板尺 |
| 横缝直线度        |                  | $\leq 2$   | 2m 靠尺、钢板尺 |
| 缝宽度（与设计值比较）  |                  | $\pm 2$    | 卡尺        |
| 两相邻面板之间接缝高低差 |                  | $\leq 1.5$ | 深度尺       |

**8.2.6** 构件和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。

**8.2.7** 各种结构变形缝、墙角的连接节点、收口节点应符合设计要求和技术标准的规定。

检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

**8.2.8** 幕墙的物理性能和热工性能应符合设计要求。

检查方法：检查封闭式幕墙的抗风压性能、气密性能、水密性能、平面位移性能检测实验报告，检查幕墙节能设计计算书。

**8.2.9** 防火、保温材料及构造的设置应符合设计要求。

检查方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

**8.2.10** 幕墙防雷装置应与主体结构的防雷装置可靠连接，且应符合设计要求。

检查方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录、试验记录。

## II 一般项目

**8.2.11** 幕墙表面应平整、洁净，无污染，颜色基本一致。不得有缺角、裂纹、裂缝、斑痕等不允许的缺陷。

检验方法:观察;尺量检查。

**8.2.12** 砖缝应平直，均匀。勾缝应饱满、密实、连续、均匀、无气泡，深浅基本一致、缝宽基本均匀、光滑顺直，缝的宽度应符合设计要求；

检验方法:观察;尺量检查。

**8.2.13** 幕墙构件和面板接缝应横平竖直，宽基本均匀。

检验方法:观察。

**8.2.14** 转角部位砖边缘整齐、合缝顺直，压向符合设计要求；

检验方法:观察

**8.2.15** 滴水线宽窄均匀、光滑顺直，流水坡向符合设计要求；

检验方法:观察。

**8.2.16** 隐蔽节点的遮封，装修应整齐美观；

检验方法:观察。

## 9 保养与维护

**9.1** 幕墙工程竣工验收后，应制定幕墙的保养、维护计划与制度，定期进行幕墙的保养与维护。

**9.2** 幕墙的保养应根据幕墙墙面积灰污染程度，确定清洗幕墙的次数与周期，每 2 年应清洗一次；并不应使用碱性清洗剂。

**9.3** 幕墙应每隔 5 年进行一次全面检查。并对陶土砖面材、转角接缝、构件及连接件等全面检查。

**9.4** 幕墙的检查与维护应按下列规定进行：

**9.4.1** 螺栓松动时，应及时拧紧；连接件锈蚀应除锈补漆或更换。

**9.4.2** 面板松动、破损时，应及时修补与更换，并确保更换后颜色一致。

**9.4.3** 勾缝剂破损时，应及时修补与更换，并确保更换后颜色一致。

**9.4.4** 幕墙构件和连接件损坏，或连接件与主体结构的锚固松动或脱落时，应及时采取措施加固修复或更换。

**9.4.5** 五金件有脱落、损坏或功能障碍时，应进行修复或更换。

**9.4.6** 台风、地震、火灾等自然灾害后，应对幕墙进行全面检查，并视损坏程度进行维护加固。

**9.4.7** 幕墙出现局部或整体形变时，应及时拆除与更换。

**9.4.8** 幕墙出现泛碱时，应使用中性清洗剂清洗表面，并采用防碱涂料涂刷，形成保护层。

**9.5** 幕墙保养与维护应符合以下规定：

**9.5.1** 不应在 4 级以上风力或大雨天气进行检查、保养与维护作业；

**9.5.2** 机具设备应操作方便、安全可靠；

**9.5.3** 高处作业者应遵守现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80 的有关规定。

## **10 维修拆除利用**

**10.1** 幕墙回收利用应在保护环境前提下，节省材料和资源，减少浪费，降低成本，提高建筑可持续性。

**10.2** 幕墙材料拆除后，陶土砖粉碎后宜再利用。

## 用词说明

为了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，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

## 引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》 GB 50003
- 2 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 3 《混凝土结构设计标准》 GB 50010
- 4 《建筑抗震设计标准》 GB/T 50011
- 5 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 6 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 7 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB 50018
- 8 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 9 《建筑结构可靠性设计统一标准》 GB 50068
- 10 《民用建筑隔声设计规范》 GB 50118
- 11 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176
- 12 《建筑气候区划标准》 GB50178
- 13 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 14 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB 50205
- 15 《铝合金结构设计规范》 GB 50429
- 16 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 17 《通用硅酸盐水泥》 GB175
- 18 《钢铁产品牌号表示方法》 GB/T 221
- 19 《优质碳素结构钢》 GB/T 699
- 20 《碳素结构钢》 GB/T 700
- 21 《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499.2
- 22 《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》 GB/T 3098.6
- 23 《紧固件机械性能 不锈钢螺母》 GB/T 3098.15
- 24 《陶瓷砖》 GB/T 4100
- 25 《非合金钢及细晶粒钢焊条》 GB/T 5117
- 26 《钢分类 第1部分：按化学成分分类》 GB/T 13304.1
- 27 《钢分类 第2部分：按主要质量等级和主要性能或使用特性的分类》 GB/T 13304.2

- 28 《金属覆盖层 钢铁制品热镀锌层技术要求及试验方法》 GB/T 13912
- 29 《建筑幕墙》 GB/T 21086
- 30 《防火封堵材料》 GB 23864
- 31 《建筑防火封堵应用技术标准》 GB/T 51410
- 32 《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》 GB/T 34472
- 33 《民用建筑电气设计规范》 JGJ 16
- 34 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
- 35 《施工现场临时用电安全技术规范》 JGJ 46
- 36 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80
- 37 《玻璃幕墙工程质量检验标准》 JGJ/T 139
- 38 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145

中国工程建设标准化协会标准

# 陶土砖幕墙工程技术规程

T/CECS XXX-20XX

条文说明

# 目 次

|                |           |
|----------------|-----------|
| <b>1 总 则</b>   | <b>44</b> |
| <b>2 术语和符号</b> | <b>45</b> |
| 2.1 术语         | 45        |
| <b>3 材 料</b>   | <b>46</b> |
| 3.1 一般规定       | 46        |
| 3.2 陶土砖        | 46        |
| 3.3 金属材料       | 47        |
| 3.4 水泥砂浆       | 48        |
| 3.5 勾缝剂        | 49        |
| 3.6 防火材料       | 49        |
| <b>4 建筑设计</b>  | <b>50</b> |
| 4.1 一般规定       | 50        |
| 4.2 幕墙性能       | 50        |
| 4.3 幕墙构造       | 51        |
| 4.4 防火、防雷设计    | 53        |
| 4.5 其他安全性设计    | 54        |
| <b>5 结构设计</b>  | <b>55</b> |
| 5.1 一般规定       | 55        |
| 5.2 荷载与作用效应组合  | 55        |
| 5.3 陶土砖面板设计    | 57        |
| 5.4 横梁设计       | 58        |
| 5.6 连接设计       | 62        |
| <b>6 加工制作</b>  | <b>63</b> |
| 6.2 金属构件加工     | 63        |
| 6.3 陶土砖加工制作    | 63        |
| <b>7 安装施工</b>  | <b>64</b> |
| 7.1 一般规定       | 64        |
| 7.3 预埋件、后锚固连接件 | 64        |

|          |                  |           |
|----------|------------------|-----------|
| 7.4      | 幕墙施工.....        | 64        |
| 7.5      | 安全规定.....        | 65        |
| <b>8</b> | <b>工程验收.....</b> | <b>66</b> |
| 8.1      | 一般规定.....        | 65        |

## 制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组进行了大量的调查研究，总结了近年来陶土砖幕墙行业设计、施工、检测的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过对陶土砖材料的物理力学性能试验，陶土砖幕墙抗风压性能试验、水密性能试验、气密性能试验和耐撞击性能试验等，取得了相应的重要技术参数。

本规程编制原则为：（1）科学合理、具有可操作性；（2）实事求是，规程使用人应严格遵守规程有关规定；（3）充分考虑产品标准和工程标准的协调性等。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条款规定，《陶土砖幕墙工程技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 1 总 则

**1.0.1** 近几年,随着建筑幕墙行业的飞速发展,一些工程中采用陶土砖幕墙作为建筑外围护结构。但在陶土砖幕墙的设计、加工制作和安装施工中,由于缺乏统一的技术规范,无法对现场质量及后续验收做规范管控。

为了使陶土砖幕墙工程的设计、材料选用、性能要求、加工制作、安装施工和工程验收等有条不紊,做到安全可靠、实用美观和经济合理,本规程的制定,具有重要的意义。

本规程是依照国家和行业标准、规范的有关规定,并在对我国近些年来使用陶土砖幕墙进行调研的基础上,结合陶土砖幕墙的特性和技术要求,同时参考一些关于陶土砖幕墙的文献、资料进行编制。

**1.0.4** 本规程对陶土砖幕墙的适用高度和抗震设防烈度,是根据已建成的幕墙建筑统计数据及《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ 336 中 1.0.2 人造板材幕墙许用建筑最大高度,并结合国家、行业标准的相关规定和工程实践经验确定的。当陶土砖幕墙的应用高度和抗震设防烈度大于本规范所适用的范围时,应根据工程实际进行专项设计。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

**2.1.1** 陶土砖通常采用优质陶土高温烧制，以天然陶土为主要成分，用石英、长石等为骨料，经过挤出成型，干燥、烧结形成的砖体。

**2.1.4** 本条文明确定义了本规范适用的串挂陶土砖幕墙，陶土砖通过自带孔洞利用钢筋或不锈钢杆件，通过立柱、横梁与主体结构连接的建筑幕墙。

**2.1.8** 由于不同批次的原料以及烧结温度、烧结时间差异而导致成品颜色存在差异，在生产过程中较为常见。为减少颜色差异带来的影响，生产过程中应严格控制原料的采购和质量检测，规范烧结工艺参数，加强生产过程中的监控和质量检验。

## 3 材 料

### 3.1 一般规定

**3.1.2** 幕墙所用材料应具有一定的防火功能以防止建筑物火灾蔓延，减少火灾造成的损失。但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，幕墙用的材料不可能都是不燃材料，在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，本条对幕墙用主要材料的燃烧性能等级进行了规定。

**3.1.3** 幕墙所用的勾缝剂应具有与接触材料相适应的粘结性能和耐久性，并具有与主体结构变形相适应能力，确保幕墙设计性能。陶土砖勾缝剂通常采用彩色瓷砖填缝剂，这种勾缝剂通常具有良好的粘结性和耐候性，能够抵抗水分、温度变化等因素的影响，从而保护陶土砖幕墙的完整性和美观性。

在使用填缝剂进行勾缝时，需要注意以下几点：

适应气候和环境要求：填缝剂应能够适应所在地区的气候条件，如温度变化、湿度等，以确保性能不受影响。

良好的粘结性和耐久性：填缝剂应具有良好的粘结性，能够牢固地粘合陶土砖，同时具有耐久性，能够抵抗水分、化学物质的侵蚀。

美观性：填缝剂的颜色和质地应与陶土砖相匹配，以保证整体的美观性。

**3.1.4** 幕墙所用金属构件和金属配件会承受大气环境中各种不利因素的影响。除不锈钢材料外，碳素结构钢、低合金结构钢等金属材料，都应进行热浸镀锌或其他有效的表面防腐处理，保证幕墙的耐久性，防止失效。

### 3.2 陶土砖

**3.2.1** 随着工业的进步，新一代的陶土砖，采用高温烧制，并运用现代化辊道窑或隧道窑的工业制造流程，并将其改为外墙装饰。

陶土砖以天然陶土为主要成分，用石英、长石等为骨料，经过挤出成型，干燥、烧结、切割形成的砖。陶土砖采用高温烧制，烧成温度大概在 1200℃左右，一般吸水率在 6%--10%。

**3.2.2** 陶土砖应满足现行国家标准《陶瓷砖》GB/T 4100 的规定，确保在使用过程中的安全性和耐久性，力学性能应符合以下要求：

破坏强度：陶土砖应满足《陶瓷砖试验方法第 4 部分：断裂模数和破坏强度的测定》GB/T 3810.4 中规定要求。抗冲击性：陶土砖应满足 GB/T 3810.5 中规定要求。

《陶瓷砖》GB/T 4100 标准还涵盖了陶瓷砖的术语和定义、分类、性能、抽样和接收条

件、要求和试验方法、标记和说明等方面的详细规定，为陶土砖的生产和质量控制提供了全面指导。

**3.2.3** 陶土砖面纹机理分为滑面、磨砂面、砂石面、石纹面等，面纹机理的选择应根据建筑设计的要求进行规划。

陶土砖面纹机理的多样性为建筑设计提供了丰富选择。滑面陶土砖以平整光滑的表面特性，适用于需要简洁、现代感的建筑外观设计。磨砂面陶土砖则因具有一定的防滑性能和独特的质感，常用于需要增加安全性和美观性的场所，如室内外墙面。砂石面陶土砖，以自然、质朴的风格，适用于体现自然质感的建筑设计。石纹面陶土砖适用于需要模拟自然石材效果的建筑幕墙。

应根据建筑的功能、风格、视觉效果来选择陶土砖的面纹机理。例如：对于需要强调建筑现代感和科技感的设计，滑面陶土砖是最佳选择；而对于希望营造自然、温馨氛围的住宅或商业空间，磨砂面、砂石面或石纹面陶土砖则更为适合。此外，考虑到施工的便捷和维护的难易程度，选择合适的面纹机理也是非常重要的。

### **3.3 金属材料**

**3.3.2** 幕墙经常受到自然环境的不利因素影响，如日晒、雨淋、风沙等，因此材料的选择至关重要。奥氏体不锈钢因优良的耐腐蚀性和机械性能，被广泛应用于幕墙的构件中。特别是对于暴露于室外或处于高腐蚀环境的不锈钢承重构件，其镍含量应当不小于 12%，而非外露的不锈钢构件的镍含量应当不小于 10%，以确保其耐腐蚀性。此外，紧固件如螺栓、螺钉、螺柱等的机械性能、化学成分应符合国家标准《紧固件机械性能》GB/T 3098 系列的规定，以确保安全性和可靠性。

**3.3.3** 幕墙镂空处五金件经常受到自然环境的不利影响，如日晒、雨淋、风沙等，因此需特别加强耐候性和耐久性。采用热镀锌工艺，可以显著提高五金件的抗腐蚀性能，延长使用寿命。氟碳喷涂处理进一步增强了五金件的耐候性和美观性，能够更好地抵御外界环境的侵蚀，保持长久的美观和功能。

**3.3.4** 幕墙用金属构件现场采用焊接时，为确保焊接部位的耐久性和安全性，需对现场焊接处要进行防腐处理，以保证焊接部位免受腐蚀和氧化，从而延长幕墙的使用寿命，为便于检查每道防腐应使用不同的颜色。

第一道防腐使用富锌底漆。能够有效地保护金属表面，防止其与空气中的氧气和水分接触，从而延缓腐蚀过程。富锌底漆的优点在于锌含量较高，可以在金属表面形成一层保护膜，

阻止腐蚀性物质的侵入。

防锈漆（第二道和第三道）主要为防锈漆，能够确保钢材在长期使用过程中不会因氧化而生锈。

通过这三道防腐处理工艺，可以大大提高陶土砖幕墙用金属构件的耐腐蚀性和使用寿命，确保幕墙的安全性。

**3.3.5** 幕墙预埋件加工制作安装应符合设计要求，满足标准《混凝土结构设计标准》GB 50010 的相关要求。预埋件出现漏埋或偏位时应设置后置埋件，后置埋件连接应进行专项设计；埋件使用年限不低于 50 年，后锚固连接所用锚栓均为“后扩底机械锚栓” 锚杆材质为碳素钢，性能等级为 5.8 级，表面热镀锌处理平均厚度不应小于 45um，同时幕墙后锚固系统使用年限不低于 50 年，后锚固安全等级为二级，厂家应能提供质量证明书。锚栓承载力应进行现场拉拔试验确定，检验方法及抽样规则参照《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

**3.3.6** 幕墙钢构件通常采用冷弯薄壁型钢，其壁厚不得小于 3.5mm，不宜大于 6mm。这一规定能保证钢结构的稳定性和耐久性，应对各种环境因素和外部荷载的影响。

**3.3.7** 陶土砖幕墙的串挂钢筋，必须符合《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2 规范标准要求，以确保质量和性能达到特定的要求。在具体的工程中，钢筋的直径、强度等指标都需要严格按照该规范来确定，从而保证陶土砖幕墙的结构稳固性。

对于不锈钢杆件，产品规格应满足《建筑幕墙用不锈钢通用技术条件》GB/T 34472 规范要求。不锈钢杆件在材质、尺寸、表面处理等方面都要有明确且严格的标准。不锈钢的材质成分、杆件的长度和截面形状等都要符合该规范，以适应建筑幕墙的使用环境和功能需求。

**3.3.8** 转接件在幕墙结构中起到连接和承载的关键作用，如果转接件不能满足设计要求，可能会导致幕墙的整体稳定性和安全性出现问题。钢角码表面镀锌处理增强钢角码的防腐性能。在潮湿的环境中，未经镀锌处理的钢角码容易生锈腐蚀，从而影响其连接强度和使用寿命。镀锌处理能够在钢角码表面形成一层保护膜，有效地阻止氧化和腐蚀的发生。例如，在一些沿海地区或者酸雨较多的区域，如果钢角码没有经过良好的镀锌处理，其腐蚀速度会大大加快，进而影响陶土砖幕墙的结构稳定性。

## 3.4 水泥砂浆

**3.4.2** 采用水泥砂浆砌筑时，应采用低碱水泥砂浆，防止水泥砂浆中存在可溶性盐和碱析出到表面造成泛碱，影响墙面的美观和对结构造成损害。

低碱水泥是一种含碱量较低的水泥，具有良好的抗腐蚀性和耐候性。除了强度等级外，低碱水泥还有其他的一些技术指标，如抗折强度、抗腐蚀性、耐候性等。这些指标也会因水泥的品种、生产工艺和原材料的不同而有所差异。在选择低碱水泥时，需要根据工程的具体要求来确定等级和其他技术指标。

### **3.5 勾缝剂**

**3.5.1** 应根据设计要求，选择合适的勾缝剂颜色，可以增强幕墙的美观性和耐用性。如果设计风格偏向现代简约，可能会选择中性色或浅色调的勾缝剂，以保持整体的简洁和现代感。相反，如果设计风格偏向复古或传统，可能会选择深色或具有特定纹理的勾缝剂，以符合整体的设计主题和氛围。

**3.5.2** 勾缝剂应满足现行行业标准《陶瓷砖填缝剂》JC/T 1004 的相关规定，并具备出厂合格证、型式检验报告，这是为了确保幕墙勾缝剂的质量和性能符合要求，从而保证幕墙的美观、防水、抗渗等功能。根据《陶瓷砖填缝剂》JC/T 1004 标准，幕墙勾缝剂有一系列的技术要求，例如具有良好的粘结力、抗渗防裂柔韧性能、色彩丰富多样、良好的防霉憎水功能等。具体的性能指标包括但不限于：抗折抗压强度、耐磨性、耐水性、收缩值等。

### **3.6 防火材料**

**3.6.1-3.6.3** 本条所提到的对防火层的处理,首先要将保温材料和防火材料严格区分开来。所谓填充指楼层之间有一道防火隔层，隔层的隔板必须用经防腐处理厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢板包起来，不得用铝板,更不允许用铝塑复合板，因以上两种材料的耐火极限太低，起不到防火作用。

## 4 建筑设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1-4.1.3** 陶土砖幕墙的选型是建筑设计的内容，建筑师不仅要考虑立面造型和结构形式，而且要根据建筑物的使用功能、建筑设计立面和使用年限要求，综合技术、经济进行分析选择。在选用陶土砖幕墙时应考虑到地理条件、工程位置、地震状况等，并且在设计时考虑维护修理，对雨水的排出及能否拆装等方面的问题，在选用时要从严控制。陶土砖幕墙的立面分格，应根据建筑立面几何造型的需要，合理确定单块砖外形及尺寸，有效提高陶土砖的原材料利用率，并与其生产加工能力相适应。

**4.1.4** 陶土砖幕墙，宜在楼层间设置凸出或凹进的装饰线条。陶土砖的质感、色调、构图和线型等立面构成，应与建筑物其他部位协调，并考虑构造安全、排水等问题。

### 4.2 幕墙性能

**4.2.1** 封闭式幕墙应进行水密性能设计，开放式幕墙不需进行水密性能设计。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。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 中的 IIIA 区和 A 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/T 21086 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。

**4.2.2** 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》GB 50189 仅规定了透明幕墙的气密性要求，本规范人造板材幕墙为非透明幕墙，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。

**4.2.3** 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》GB 50009 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。框架结构按 1/550，钢结构按 1/300 控制层间位移角。

**4.2.4** 建筑主体结构类型决定了主体结构楼层最大弹性层间位移角。抗震设计的幕墙，平面内变形性能指标值应按照主体结构楼层最大弹性层间位移角的 3 倍确定；非抗震设计的高层建筑，在风荷载作用下也会产生层间位移，其幕墙的平面内变形性能指标值应按照主体结构楼层最大弹性层间位移角限值确定。

**4.2.5** 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。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。

**4.2.6** 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》GB 50118 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/T 21086 的规定。

### 4.3 幕墙构造

**4.3.1** 主体结构变形缝两侧会发生较大的相对位移，跨越变形缝的幕墙面板很容易破坏。因此，跨越变形缝的幕墙面板应当采用与主体结构变形相适应的构造措施。

**4.3.2** 幕墙构件由于工作荷载、主体结构变形和热胀冷缩影响，造成构件之间的相对位移，一方面会造成构件连接处间隙的变化及影响密封效果，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，并预留适当的间隙和采取有效的密封措施。

**4.3.3** 不同金属相互接触处容易产生双金属腐蚀，会降低幕墙的耐久性 or 污染幕墙表面，影响幕墙的安全性和外观。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。当采用绝缘垫片安装比较困难时，宜在接触部位涂氟碳漆或磁漆进行绝缘。

**4.3.4** 本条文阐述的主要是陶土砖与幕墙骨架连接采用的构造方式。

陶土砖采用水泥砂浆砌筑与钢龙骨相结合的方式连接固定；竖向立柱与横向热镀锌角钢构成金属框架，在陶土砖内布置竖向连接钢筋，在热镀锌角钢位置通长布置钢筋，热镀锌钢筋网片与竖向连接钢筋焊接；通过砂浆把钢筋与陶土砖粘接为一个整体，通过金属框架与主体结构连接固定。

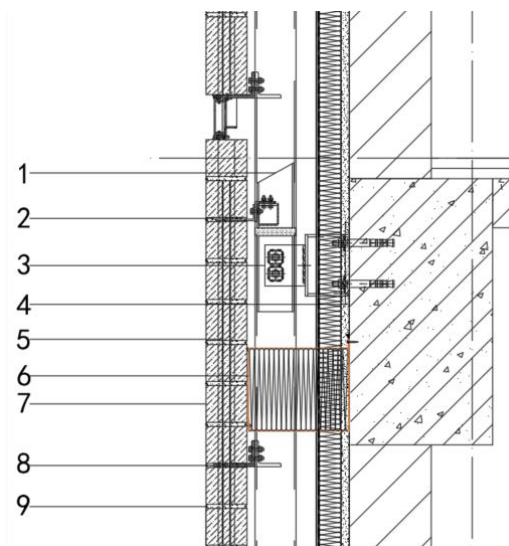


图 4.3.1 陶土砖钢筋串挂构造图

1—立柱；2—镀锌钢筋网片；3—连接件；4—镀锌钢板预埋件或后扩底机械锚栓；5—竖向连接镀锌钢筋；6—防火封堵；7—陶土砖；8—横梁；9—专用防水型勾缝剂；

不锈钢串挂陶土砖幕墙是相邻两块陶土砖交错处设有孔洞，不锈钢杆通过孔洞贯穿陶土砖，上下相邻的陶土砖之间安装垫片，在竖直方向上间隔一定数量的陶土砖设有一个铝合金挂件，铝合金挂件与不锈钢杆连接，铝合金挂件与不锈钢杆连接处相邻的上下两块陶土砖均有缺口，两块陶土砖上的缺口形成的空间用于容纳所述铝合金挂件。

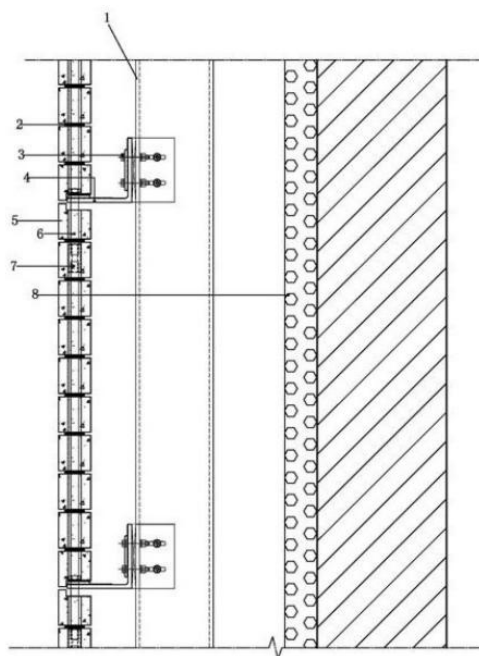


图 4.3.2 陶土砖不锈钢管串挂构造图

1—立柱；2—垫片；3—连接螺栓；4—铝合金挂件；5—陶土砖；6—不锈钢管；7—不锈钢螺纹套筒；8—保温层

将铝合金挂件穿进陶土砖槽口内，用专用紧固件与陶土砖背侧固定，铝合金挂件另一端与钢横梁栓接固定。

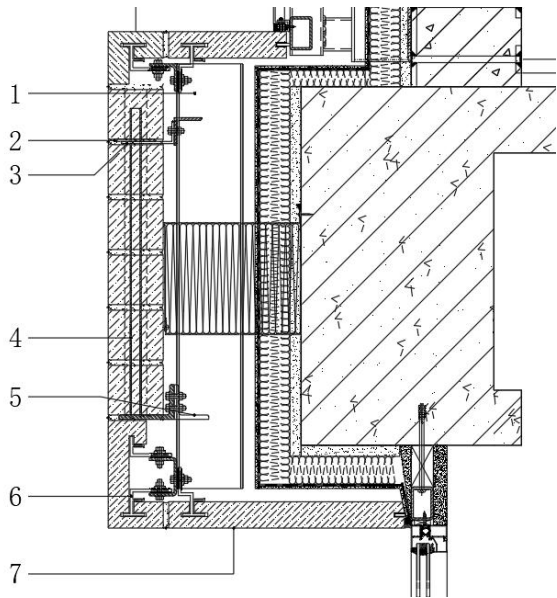


图 4.3.3 陶土砖窗洞口处节点构造图

1—立柱,2—连接件,3—横向钢筋网片,4—竖向钢筋,5—横梁,6—铝合金挂件,7—陶土砖

#### 4.4 防火、防雷设计

**4.4.1** 建筑幕墙与楼板、隔墙等防火分隔构件之间采用防火封堵材料进行封堵，使其在规定的耐火时间内与相应的分隔构件协同工作，以阻止热量、火焰和烟气蔓延，是一种行之有效的技术措施。防火封堵材料的耐火性能应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 的规定，且不应低于现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 对相应的楼板、隔墙的耐火极限要求。岩棉和矿渣棉是建筑幕墙防火封堵构造中常用的填充材料，层间防火最小高度200mm，工程中要视实际封堵部位的耐火极限要求确定具体厚度尺寸，必要时应经国家认可的有关机构进行防火封堵构造系统的耐火试验确定。岩棉或矿渣棉比较松散，因此，采用岩棉或矿渣棉进行防火、防烟封堵时，应加以承托，承托板应采用耐火极限符合要求的板材，并应具有一定的强度和刚度，防止在火焰或高温作用下变形、脱落。一般情况下，工程中宜采用厚度不小于1.5mm的热镀锌钢板，不得采用单层铝板、铝复合板，防止岩棉或矿渣棉飞溅、脱落。

**4.4.2** 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。在有水平均压环的楼层，立柱的预埋件或固定件应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。

## **4.5 其他安全性设计**

**4.5.1** 对于幕墙竣工验收后的维护检查，需要按照一定的周期和规定进行，以确保幕墙的安全性和功能性。幕墙的设计文件和相关的国家标准、行业规范是确定检查周期的重要依据。不同的幕墙类型、材料、构造及使用环境等，都可能对检查周期产生影响。幕墙所处的使用环境也是决定检查周期的重要因素。例如，位于海边、化工厂附近等腐蚀性较强的环境中的幕墙，其检查周期可能需要缩短；而位于环境相对温和、无严重污染地区的幕墙，检查周期则可适当延长。幕墙在使用过程中可能会出现各种问题，如渗水、松动、开裂等。这些问题的出现将直接影响幕墙的安全性和使用寿命。因此，在幕墙使用过程中，如果发现异常情况，应及时进行检查和维护，必要时缩短检查周期。

**4.5.2** 灾后检查与修复是确保建筑幕墙安全性的重要环节，特别是在经历恶劣天气、地震、火灾等自然灾害后，幕墙作为建筑的外围护结构，其受损情况可能直接影响到建筑的整体安全和使用功能。

恶劣天气后的检查与修复,在恶劣天气（如台风、暴雨、冰雹等）袭击后，应立即组织人员对幕墙进行全面的检查。检查内容应包括幕墙构件的完整性、连接件的紧固情况、密封胶条和密封胶的密封性、排水系统的畅通情况等。对于损坏、松动的构件，应及时进行修复或更换。

地震、火灾对幕墙的破坏可能涉及结构性损伤。因此，在灾后应由具备相关资质的专业技术人员对幕墙进行全面的检查。检查内容除了构件完整性和连接件紧固情况外，还应特别关注幕墙结构的稳定性、承重构件的受损度以及防火隔离层的破坏等。专业技术人员应评估幕墙的损坏程度，并制定相应的处理方案。处理方案应综合考虑安全性、经济性和可行性，确保修复后的幕墙能够满足使用要求。

## 5 结构设计

### 5.1 一般规定

**5.1.4** 幕墙作为外围护构件，主要受自重、风荷载、地震作用以及温度作用影响，承载能力极限状态设计时，应考虑作用效应的基本组合；

正常使用极限状态设计时，作用的分项系数均取 1.0。

幕墙构件的结构重要性系数，与设计使用年限和安全等级有关。

幕墙结构计算中，地震效应相对风荷载效应较小，一般不超过风荷载效应 20%，当幕墙构件抗震调整系数小于 1.0 时构件抗力设计值会放大，则幕墙结构设计偏于不安全，综合考虑,调整系数取 1.0。

**5.1.5** 陶土砖面板自重较大，且当陶土砖面板偏离截面形心时，面板的重力偏心导致横梁扭转变形，需考虑不利影响，必要时进行横梁的抗扭承载力验算。

### 5.2 荷载与作用效应组合

**5.2.3** 风荷载计算采用现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。对于主要承重结构，风荷载标准值的表达有两种形式：1、平均风压加上由脉动风引起的结构风振等效风压；2、平均风压乘以风振系数。在结构的风振动计算中，通常是受力方向基本振型起主要作用，基于上述考虑，我国采用风振系数作为表达形式。风振系数综合考虑了结构在风荷载作用下的动力响应，包括风速随时间、空间的变异性 and 结构自身的动力特性等。

基本风压  $\omega_0$  是根据全国各气象台站历年来的最大风速记录，统一换算为离地 10m 高、10min 平均年最大风速(m/s)，根据该风速数据统计分析确定重现期为 50 年的最大风速，作为当地的基本风速  $v_0$ ，再按贝努利公式确定基本风压。

现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 将基本风压的重现期由以往的 30 年改为 50 年，在标准上与国外大部分国家取得一致。经修改后，各地的基本风压并不全是在原有的基础上提高 10%，而是根据风速观测数据，进行统计分析后重新确定。为了能适应不同的设计条件，风荷载计算可采用与基本风压不同的重现期。

风荷载随高度的变化由风压高度变化系数描述，其值应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 采用。对原规范的 A、B 两类，其有关参数保持不变；C 类系指有密集建筑群的城市市区，其粗糙度指数系数由 0.2 提高到 0.22，梯度风高度仍取 400m；新增加的 D 类系指有密集建筑群且有大量高层建筑的大城市市区，其粗糙度指数系数取 0.3，梯度风高度取 450m。

风荷载体型系数是指风荷载作用在幕墙表面上所引起的实际压力(或吸力)与来流风的速度压的比值,它描述的是建筑物表面在稳定风压作用下静态压力的分布规律,主要与建筑物的体型和尺度有关,也与周围环境和地面粗糙度有关。由于它涉及的是关于固体与流体相互作用的流体动力学问题,对于不规则形状的固体,问题尤为复杂,无法给出理论上的结果,一般均应由试验确定。鉴于原型实测的方法对一般工程设计的不现实,目前只能采用相似原理,在边界层风洞内对拟建的建筑物模型进行测试。

建筑物表面风荷载分布不均匀,在檐口附近、边角部位较大,根据风洞试验结果和有关资料,在上述区域风吸力系数可取-1.8,其余墙面可考虑-1.0。考虑围护结构开启的可能性,室内压取-0.2。综上,幕墙风荷载体型系数可分别按-2.0 和-1.2 采用。

阵风系数  $\beta_{gz}$  是瞬时风压峰值与 10min 平均风压(基本风 $\omega_0$ )的比值,取决于场地粗糙度类别和建筑物高度。在计算幕墙面板、横梁、立柱的承载力和变形时应考虑阵风系数,以保证幕墙构件的安全。对于跨度较大的支承结构,其承载面积较大,阵风的瞬时作用影响相对较小,但由于跨度大、刚度小、自振周期相对较长,风力振动的影响成为主要因素,可通过风振系数  $\beta_{gz}$  加以考虑。风振动的影响一般随跨度加大而加大。参照国内支承钢结构的风振系数 B 研究情况,拉杆和拉索结构的风振系数 B 为 1.8~2.2。另外,根据研究建议,当索杆体系跨度为 15m 至 40m 时,风振系数取 2.0~2.7。

阵风影响和风振影响在幕墙结构中是同时存在的。一般来说,幕墙面板及其横梁和立柱由于跨度较小,阵风的影响较大,而风振动的影响在张拉杆索体系和大跨度支承钢结构中较为敏感。由于目前的研究工作和实践经验不多,本规范仍然采用阵风系数的表达方式。阵风系数的取值,除 D 类地面粗糙度、40m 以下的情况外,多在 1.4~2.0 之间,大体上与目前大跨度钢结构风振系数的研究成果相接近,不会过大或过小地估计风荷载的动力作用影响。

**5.2.4** 常遇地震(大约 50 年一遇)作用下,幕墙的地震作用采用简化的等效静力方法计算,地震影响系数最大值按照现行国家标准《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定采用。由于陶土砖面板是不容易发展成塑性变形的脆性材料,为使设防烈度下不产生破损伤人,考虑动力放大系数  $\beta_E$ 。按照《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的有关非结构构件的地震作用计算规定,幕墙结构的地震作用动力放大系数可表示为:

$$\beta_E = \gamma \zeta_1 \zeta_2$$

式中

$\gamma$  ——非结构构件功能系数,可取 1.4;

$\eta$ ——非结构构件类别系数，可取 0.9;

$\zeta_1$ ——体系或构件的状态系数，可取 2.0;

$\zeta_2$ ——位置系数，可取 2.0。

按照上式计算，幕墙结构地震作用动力放大系数  $\beta_E$  约为 5.0。

**5.2.9** 在永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用下，幕墙构件产生的内力(应力)应按基本组合进行承载力极限状态设计，求内力(应力)的设计值，以最不利的组合作为设计依据。作用效应组合时的分项系数按《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的规定采用。

非地震作用时，风荷载、温度荷载均为可变荷载。两种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(组合值系数小于 1.0)。

地震作用时，在《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 中规定当地震参与组合时，地震作用的组合值系数取 1.0，风荷载起主导作用的建筑风荷载的组合值系数如取 0.2。为保持和《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的统一性，本标准规定:有地震作用组合且风荷载参与组合时，风荷载组合值系数取 0.2。

结构的自重是永久荷载，所有的基本组合工况中都应包括这一项。当永久荷载作用对结构设计有利时，其分项系数  $\gamma_G$  应取不大于 1.0。

按照以上说明，幕墙结构构件承载力设计中，理论上可考虑下列典型组合工况:

- (1)  $1.3G+1.0\times 1.5W+0.6\times 1.5T$  (永久荷载不利、风荷载主控)
- (2)  $1.0G+1.0\times 1.5W+0.6\times 1.5T$  (永久荷载有利、风荷载主控)
- (3)  $1.3G+0.6\times 1.5W+1.0\times 1.5T$  (永久荷载不利、温度作用主控)
- (4)  $1.0G+0.6\times 1.5W+1.0\times 1.5T$  (永久荷载有利、温度作用主控)

有地震作用组合时:

- (1)  $1.3G+1.0\times 1.3E+0.2\times 1.5W$  (永久荷载不利)
- (2)  $1.0G+1.0\times 1.3E+0.2\times 1.5W$  (永久荷载有利)

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

### 5.3 陶土砖面板设计

**5.3.2** 在进行幕墙结构设计时，高厚比验算是一个重要的环节，以确保结构的稳定性和安全性。需要严格按照《砌体结构设计规范》GB 50003 要求，对幕墙的高厚比进行准确验算，

确保结构设计的安全性和可靠性。

## 5.4 横梁设计

**5.4.1** 现行国家标准《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 中，对各种截面的宽厚比均作出了具体规定，截面的宽厚比应按此标准进行设计。

### 5.4.2 横梁承受的面板自重计算

横梁在自重作用下的弯矩应考虑横梁上部面板及下部面板自重，并采用下式计算：

$$M_{hg} = \frac{1}{8} \times G_h \times B_h^2 \quad (5.4.2-1)$$

$$G_h = \gamma_G \times G_{hk} \quad (5.4.2-2)$$

$$G_{hk} = \frac{G_{Akh_u} + G_{Akh_d}}{2} \times H_h \quad (5.4.2-3)$$

$$G_{rh} = \frac{1}{2} \times G_h \times B_h \quad (5.4.2-4)$$

式中：

$M_{hg}$  ——横梁在自重荷载作用下的弯矩(kN·m)

$G_h$  ——横梁自重荷载线分布均布荷载集度设计值(kN/m)

$G_{hk}$  ——横梁自重荷载线分布均布荷载集度标准值(kN/m)

$G_{Akh_u}$  ——横梁上部面板自重 (kN/m<sup>2</sup>)

$G_{Akh_d}$  ——横梁下部面板自重 (kN/m<sup>2</sup>)

$G_{rh}$  ——横梁端部承受的重力荷载 (kN)

$H_h$  ——幕墙分格高 (m)

$B_h$  ——幕墙分格宽 (m)

横梁承受的组合作用计算

横梁承受地震作用组合标准值应分别考虑横梁上部及下部地震组合标准值，并采用下式计算：

$$q_{EAku} = \beta_E \times \alpha_{max} \times G_{Akh_u} \quad (5.4.2-5)$$

$$q_{EAkd} = \beta_E \times \alpha_{max} \times G_{Akh_d} \quad (5.4.2-6)$$

式中：

- $q_{EAk}$  ——横梁承受平面外地震荷载组合标准值 (kN/m<sup>2</sup>)
- $q_{EAKu}$  ——横梁上部承受平面外地震荷载组合标准值 (kN/m<sup>2</sup>)
- $q_{EAKd}$  ——横梁下部承受平面外地震荷载组合标准值 (kN/m<sup>2</sup>)
- $\beta_E$  ——动力放大系数
- $\alpha_{max}$  ——地震影响系数最大值

横梁承受风荷载组合标准值按下式计算:

$$q_{AK} = w_K \quad (5.4.2-5)$$

横梁承受面荷载组合设计值应分别计算横梁上部及横梁下部承受面荷载组合设计值,并按下式计算:

$$q_{Au} = \gamma_w \times w_k + \psi_E \times \gamma_E \times q_{EAKu} \quad (5.4.2-6)$$

$$q_{Ad} = \gamma_w \times w_k + \psi_E \times \gamma_E \times q_{EAKd} \quad (5.4.2-7)$$

(3)横梁在组合荷载作用下的弯矩分横梁上下部分别计算

1. 组合荷载作用产生的线荷载设计值为:

$$q_u = q_{Au} \times \frac{B_h}{2} \quad (5.4.2-8)$$

$$q_d = q_{Ad} \times \frac{B_h}{2} \quad (5.4.2-9)$$

式中:

$q_u$  ——横梁上部在组合荷载作用下产生的线荷载设计值

$q_d$  ——横梁下部在组合荷载作用下产生的线荷载设计值

2. 组合荷载作用产生的线荷载标准值为:

$$q_{uk} = q_{Ak} \times \frac{B_h}{2} \quad (5.4.2-10)$$

$$q_{dk} = q_{Ak} \times \frac{B_h}{2} \quad (5.4.2-11)$$

式中:

$q_{uk}$  ——横梁上部在组合荷载作用下产生的线荷载标准值

$q_{dk}$  ——横梁下部在组合荷载作用下产生的线荷载标准值

3 横梁在组合荷载作用下的弯矩应按下式计算:

$$M_h = M_{hu} + M_{hd} \quad (5.4.2-12)$$

$$M_{hu} = \frac{1}{12} \times q_u \times B_h^2 \quad (5.4.2-13)$$

$$M_{hd} = \frac{1}{12} \times q_d \times B_h^2 \quad (5.4.2-14)$$

式中:

$M_h$  ——横梁在组合荷载作用下的弯矩(kN·m)

$M_{hu}$  ——横梁上部在组合荷载作用下的弯矩(kN·m)

$M_{hd}$  ——横梁下部在组合荷载作用下的弯矩(kN·m)

(4)横梁强度应满足下式要求:

$$\sigma = \left[ \frac{M_{hg}}{\gamma \times W_{x2}} + \frac{M_h}{\gamma \times W_{y2}} \right] \times 10^3 \leq f_a \quad (5.4.2-15)$$

式中:

$\sigma$  ——横梁计算强度(N/mm<sup>2</sup>)

$W_{x2}$  ——X 轴抵抗矩

$W_{y2}$  ——y 轴抵抗矩

$\gamma$  ——塑性发展系数

$M_{hg}$  ——横梁在自重荷载作用下的弯矩(kN·m)

$M_h$  ——横梁在组合荷载作用下的弯矩(kN·m)

**5.4.3** 幕墙横梁是双向受弯构件,在水平和竖向均要满足变形要求,以防止横梁变形过大影响幕墙的正常使用功能和外观效果。

$U_{hu}$  ——横梁上部水平方向由组合荷载产生的弯曲 (mm)

$$U_{hu} = \frac{q_{ku} \times B_h^4}{120 \times E \times I_y} \quad (5.4.3-1)$$

$U_{hd}$  ——横梁下部水平方向由组合荷载产生的弯曲 (mm)

$$U_{hd} = \frac{q_{kd} \times B_h^4}{120 \times E \times I_y} \quad (5.4.3-2)$$

式中:

$q_{ku}$ ——横梁上部面板所受组合荷载标准值 (kN/m)

$q_{kd}$ ——横梁下部面板所受组合荷载标准值 (kN/m)

综合产生的弯曲为:

$$U = U_{hu} + U_{hd} \quad (5.4.3-3)$$

$$D_u = \frac{U}{B_h \times 1000} \leq 1/250 \text{ 即满足挠度要求} \quad (5.4.3-4)$$

$$D_g = \frac{U_{hg}}{B_h \times 1000} \leq 1/500 \text{ 即满足挠度要求} \quad (5.4.3-5)$$

$U_{hg}$  : 自重作用产生的弯曲

$$U_{hg} = \frac{5 \times G_{hk} \times B_h^4 \times 108}{384 \times E \times I_x} \leq 3\text{mm} \text{ 即满足挠度要求} \quad (5.4.3-6)$$

**5.4.4** 横梁剪力设计值需要分别计算横梁上下部分面板的组合荷载所产生的剪力设计值:

$$Q = Q_u + Q_d \quad (5.4.4-1)$$

$$\text{横梁上部组合荷载线分布呈三角形分布 } Q_u = q_u \times \frac{B_h}{4} \quad (5.4.4-2)$$

$$\text{横梁下部组合荷载线分布呈三角形分布 } Q_d = q_d \times \frac{B_h}{4} \quad (5.4.4-3)$$

式中:

$Q$  ——组合荷载作用下横梁剪力设计值(kN)

$Q_u$  ——横梁上部面板的组合荷载所产生的剪力设计值(kN)

$Q_d$  ——横梁下部面板的组合荷载所产生的剪力设计值(kN)

$q_u$  ——横梁上部组合荷载线荷载最大值

$q_d$  ——横梁下部组合荷载线荷载最大值

$B_h$  ——幕墙分格宽

横梁剪应力按下式计算:

$$\tau = (\sqrt{\tau_h^2 + \tau_v^2}) \quad (5.4.4-4)$$

$$\tau_h = \frac{Q \times S_{sy} \times 100}{I_y \times t} \quad (\text{JGJ102} \quad 6.2.5-2)$$

$$\tau_v = \frac{G_{rh} \times S_s \times 100}{I_z \times t} \quad (\text{JGJ} \ 102 \quad 6.2.5-2)$$

式中：

$\tau$  ——横梁剪应力

$S_{sy}$  ——横梁型材截面面积矩

$I_y$  ——横梁型材截面惯性矩

$t$  ——横梁抗剪壁厚

除应满足设计要求还应符合《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定。

## 5.6 连接设计

**5.6.2** 幕墙横梁主要承受水平力和垂直力,由于垂直力主要为面板自重和外表装饰物的长期作用荷载,而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一端焊接、另一端螺栓连接构造,并设置可调节长圆孔。

横梁和立柱之间的连接设计应根据构件的材质确定,幕墙设计应对横梁与立柱的连接强度进行验算。横梁一般通过连接件、螺栓、螺钉或焊缝与立柱连接。近年来,采用弹销钉连接横梁与立柱的方式也得到了广泛运用。进行横梁与立柱的构造设计时,应采取有效措施,防止横梁扭转。

横梁和连接件采用不同金属材料时,应采取有效措施防止双金属腐蚀。

横梁连接件是传力的关键,应控制其最小尺寸,保证在安装使用中不变形损坏。宜采用铝合金或不锈钢。连接用螺栓、螺钉应采用 A 类(奥氏体型)不锈钢,材质和机械性能应符合《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。由于单个螺栓连接易扭转松动,规定每一连接处不少于 2 个。

主体结构与幕墙体系,由于荷载、温度、沉降等因素,均会产生纵向和横向变形。这些变形是不协调的,因此在构造上应有相对位移的余地。通常情况下,跨层立柱间的面板只要满足设计构造要求,不会发生因主体变形而导致面板变形破损,但对于多、高层钢结构等主体结构楼层最大位移角较大的建筑,应对此处面板的变形进行校核。

## **6 加工制作**

### **6.2 金属构件加工**

**6.2.1** 陶土砖幕墙在窗台、檐口与其他材料交接收口处通常采用干挂式工艺，因此会使用到配套铝合金挂件，需对铝合金挂件的加工制作质量严格控制。

**6.2.2** 连接件、支承件的要求应满足行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 的有关规定；陶土砖施工常用连接件多为槽钢连接件及角钢支承件，加工质量对幕墙结构安全尤为重要，因应严格控制。

### **6.3 陶土砖加工制作**

**6.3.1 -6.3.5** 在陶土砖的规格尺寸形状，都已符合设计要求的前提下，还应检查陶土砖烧制过程中的裂纹，翘曲。

## 7 安装施工

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 主体结构应当满足幕墙安装的基本要求,安装前,应对主体结构的施工质量进行验收。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。

**7.1.4** 本条内容强调了进行测量放线时,应注意的相关事项:

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 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;

3 风力大于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。

**7.1.6** 焊接施工时,掉落的焊接熔渣(焊渣)温度非常高,很容易烧伤龙骨及陶土砖表面,因此应采取措施进行防护。

焊接后,应进行检查。发现热镀锌碳素钢型材表面有灼伤时,应清理干净并进行防腐处理;

### 7.3 预埋件、后锚固连接件

**7.3.2** 幕墙立柱与混凝土主体结构宜通过预埋件连接,预埋件应在主体结构混凝土施工时埋入,实际工程中,会出现未埋、漏埋、预埋件位置偏离设计位置太远、设计变更造成已埋设预埋件无法使用等原因,需要进行后锚固连接设计。现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145,对幕墙工程中常用的机械锚栓(膨胀型及扩底型锚栓)和化学锚栓的后锚固连接的构造措施和后锚固施工,进行了具体详细的规定。按照该规程进行的设计和施工,能够保证后锚固连接的可靠性。

### 7.4 幕墙施工

**7.4.1** 在一幅幕墙中,立柱安装位置的准确性,影响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,关系到幕墙安装完成之后的立面效果。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。为后续的安装施工带来困难;一般情况下,一根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。芯柱或连接件的安装质量应符合本规定。

**7.4.2** 横梁通过焊接或栓接与立柱连接,横梁是直接承受面板自重和面板所受水平荷载的唯

一构件；横梁应安装牢固，横梁两端应采取措施适应和消除横向变形的影响。因此横梁与立柱连接方式为一端焊接一端栓接。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。因此在本规程中对横梁与立柱的连接方式、安装偏差做了相关要求。

**7.4.4** 串挂形式的陶土砖幕墙目前主要有两种，一种是钢筋串挂，其串挂钢筋为镀锌螺纹钢，另一种为不锈钢串挂，其串挂方式为不锈钢管；陶土砖有专用的收口砖，其安装形式通常为干挂形式，干挂件通常采用铝合金挂件；

**7.4.5** 通气槽孔及雨水排出孔的位置和安装质量，应符合设计要求，防止水流入幕墙侵蚀幕墙内部钢构件，影响幕墙结构安全、寿命、功能；封边、封口安装，要符合设计规定的构造，防止雨水渗入。

**7.4.6** 陶土砖采用砂浆砌筑方式时，勾缝剂常常会返碱污染幕墙表面，影响观感，因此勾缝剂应选用耐碱的专用勾缝剂；陶土砖勾缝应使用美纹纸保证缝顺直、宽窄一致。

## **7.5 安全规定**

**7.5.1-7.5.6** 陶土砖安装施工应根据国家有关劳动安全、卫生法规和现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80，结合工程实际情况，制定详细的安全操作规程，并获得有关部门批准后方可施工。

## 8 工程验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 工程验收分为资料验收和工程现场验收。幕墙工程验收资料应符合现行相关国家标准、行业标准、工程所在地地方标准及本标准的相关规定。

本条列出了陶土砖幕墙工程验收时，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。

陶土砖幕墙验收前应检查以下文件和记录：

1 陶土砖幕墙工程的施工图、结构计算书、设计说明及其他设计文件。检查施工图是否完整，包括所有必要的细节和标注。结构计算书应详细列出计算过程，确保其符合相关标准和规范。设计说明应清晰阐述设计意图、材料选择和特殊要求。其他设计文件，如变更通知、补充图纸等，也应一并检查。

2 建筑设计单位对陶土砖幕墙工程设计的确认文件。确认文件应由具备相应资质的设计单位出具。检查文件是否包含对幕墙设计的认可、签字和盖章。

3 工程所用各种材料、五金配件、构件及组件的产品合格证书、性能检测报告、进场验收记录和复验报告。确保所有材料和构配件都有合格证书，并核对证书的真实性和有效性。性能检测报告应涵盖所有必要的检测项目，且结果应符合相关标准。进场验收记录应详细记录每批材料和配件的到场情况、数量、质量等信息。复验报告应对关键材料和配件进行再次检测，确保其质量稳定。

4 后置埋件的现场拉拔强度检测报告。检查报告是否由具备相应资质的检测机构出具。报告中应包含检测数据、结果分析和结论。确保拉拔强度符合设计要求和相关标准。

5 隐蔽工程验收记录。隐蔽工程验收记录应详细记录施工过程中的关键步骤和节点。检查记录应完整，包含隐蔽验收照片、记录数据和信息。验收时应核对记录与实际施工情况是否一致。

6 构件和组件的加工制作记录，幕墙安装施工记录。加工制作记录应详细记录构件和组件的制作过程、尺寸、数量等信息。幕墙安装施工记录应包含安装顺序、方法、关键节点等详细信息。检查记录应真实反映施工情况，检查是否存在异常或不符合要求的情况。

7 开放式幕墙应在安装前完成外墙淋水试验，并填写现场淋水检验记录；封闭式幕墙应在安装完成后进行外墙淋水试验，并填写现场淋水试验记录。

### 8.1.2 陶土砖幕墙工程应对下列隐蔽工程项目进行验收:

1 预埋件（或后置埋件）。检查预埋件（或后置埋件）的规格、型号、位置是否符合设计要求。核查预埋件（或后置埋件）与主体结构的连接是否牢固，有无松动现象。对于后置埋件，还需检查其现场拉拔强度是否满足规范要求。

2 构件的连接节点（包括主次龙骨、串挂钢筋及钢筋网片等）。检查主次龙骨的规格、尺寸、间距是否符合设计要求。核查连接节点的焊接、螺栓连接等是否牢固，有无虚焊、漏焊或松动现象。对于串挂钢筋及钢筋网片，应检查其布置是否合理，与龙骨的连接是否可靠。

3 变形缝及墙面转角处的构造节点。检查变形缝是否符合设计要求，能否有效吸收结构变形。核查墙面转角处的构造节点是否平滑、美观，有无明显的凹凸不平或错位现象。检查防水节点是否按图施工，对于有特殊要求的节点，检查其处理措施是否得当，能否满足使用要求。

6 幕墙层间防火构造。检查防火材料的种类、厚度是否符合设计要求和相关防火规范。核查防火构造的设置是否完整，有无遗漏。检查防火材料与幕墙构件的连接是否紧密，有无缝隙或孔洞。对于特殊部位的防火处理，如窗口、洞口等，应检查其处理措施是否有效，能否阻止火势蔓延。幕墙防雷构造。检查防雷材料的种类、尺寸是否符合设计要求和相关防雷规范。核查防雷构造的设置是否完整，是否与主体结构有效链接，是否防锈到位，有无遗漏现象。检查防雷设施（接闪器、防雷均压环）与幕墙金属构件的连接，幕墙金属构件与主体结构连接是否贯通有效。防雷隐蔽时应检查接地电阻是否符合设计要求。

### 8.1.3 各分项工程的材料检验应按下列规定划分:

1 幕墙工程的设计、材料、工艺和施工条件均相同时，每 1000 m<sup>2</sup>应作为一个检验批。这种划分方式是基于工程规模和一致性考虑的，使得检验工作更加高效且有针对性。

对于面积不足 1000 m<sup>2</sup>的幕墙工程，也应单独划分为一个检验批。这是为了确保即使是小规模工程也能得到充分检验，确保质量不受影响。

2 在同一单位工程中，如果存在不连续的幕墙工程（如因建筑结构、功能需求等原因导致的分隔），应单独划分检验批。

**8.1.8** 变形缝是为了适应建筑物在地震、温度变化或地基沉降等情况下产生的位移和变形。因此，必须保证它们的使用功能不受影响，同时保持饰面的完整性。