

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 29043—2023

代替 GB/T 29043—2012



## 建筑幕墙保温性能检测方法

Test method for thermal insulating performance of curtain walls

2023-12-28 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测原理 .....	1
5 检测装置 .....	2
6 性能试验 .....	4
7 检测报告 .....	7
附录 A（规范性） 热流系数标定 .....	9
附录 B（规范性） 透光幕墙试件安装方法 .....	11
附录 C（资料性） 建筑幕墙保温性能分级 .....	19
附录 D（规范性） 抗结露因子试验测点设置 .....	20

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 29043—2012《建筑幕墙保温性能分级及检测方法》，与 GB/T 29043—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了“幕墙传热系数”术语和定义(见 2012 年版的 3.1)；
- 增加了“建筑幕墙”术语和定义(见 3.1)；
- 更改了“抗结露因子”的定义(见 3.2, 2012 年版的 3.2)；
- 更改了“传热系数检测原理”(见 4.1, 2012 年版的 5.1.1)；
- 更改了“建筑幕墙传热系数与抗结露因子检测装置示意图”(见图 1, 2012 年版的图 1)；
- 更改了“检测装置内相关设备配置的内容”(见 5.2、5.3、5.4、5.6、5.7、5.8, 2012 年版的 5.2.2、5.2.3、5.2.4、5.2.5、5.2.6)；
- 更改了“稳定状态判定方法”(见 6.2.3, 2012 年版的 5.3.1.3)；
- 更改了“幕墙传热系数计算公式”(见 6.2.4, 2012 年版的 5.3.1.4)；
- 增加了“热流系数标定”(见附录 A)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国建筑幕墙门窗标准化技术委员会(SAC/TC 448)归口。

本文件起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、福建省建筑科学研究院有限责任公司、中森(深圳)建筑幕墙咨询有限公司、宝业集团浙江建设产业研究院有限公司、北京建筑大学、江苏省建筑工程质量检测中心有限公司、清华大学、华南理工大学、北京科技大学、河南理工大学、山东省建筑科学研究院有限公司、浙江省建筑科学设计研究院有限公司、四川省建筑科学研究院有限公司、陕西省建筑科学研究院有限公司、建科环能科技有限公司、上海建科检验有限公司、河北奥润顺达窗业有限公司、中亿丰罗普斯金属材料科技股份有限公司、深圳广晟幕墙科技有限公司、北京丽贝亚幕墙工程有限公司、泰石节能材料股份有限公司、河北绿色建筑科技有限公司、广州广检建设工程检测中心有限公司、新疆庚建建筑集团有限公司、安徽省安泰建筑装饰工程有限公司。

本文件主要起草人：刘月莉、袁涛、赵士怀、曾晓武、董宏、孙立新、林波荣、孟庆林、许国东、张舸、赵勇、刘靖、裘水富、许红升、闫鑫、张群力、陈东平、范振发、黄沛增、黄同裕、段胜、陈洪根、岑培兴、徐勤、李学国、余亚超、刘加根、曾昱、曹玉龙、罗卓琳、谭定权、陈永章、王立峰、高彩凤、杜争、游晓静、陈海波、李泽奇、唐冬芬、王俊洋、王营、黄雨函、牛璞、古亚萍、徐扬、王岩、席夫建。

本文件于 2012 年首次发布，本次为第一次修订。

# 建筑幕墙保温性能检测方法

## 1 范围

本文件规定了建筑幕墙保温性能的分级、检测原理、检测装置、性能试验和检测报告。  
本文件适用于建筑幕墙保温性能检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 4132 绝热材料及相关术语
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- GB/T 13475 绝热 稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法
- GB/T 16839.1—2018 热电偶 第1部分:电动势规范和允差
- GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件
- GB/T 34327—2017 建筑幕墙术语
- GB/T 34336—2017 纳米孔气凝胶复合绝热制品
- GB 50736—2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

## 3 术语和定义

GB/T 4132 和 GB/T 34327—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **建筑幕墙 curtain wall**

由面板与支承结构体系组成,具有规定的承载能力、变形能力和适应主体结构位移能力,不分担主体结构所受作用的建筑外围护结构。

[来源:GB/T 34327—2017,2.1,有修改]

### 3.2

#### **抗结露因子 condensation resistance factor**

表征透光幕墙阻抗表面结露能力的参数。

注:即在稳定传热状态下,试件透光面板(或试件框)热侧表面平均温度与冷箱空气平均温度差和热箱空气平均温度与冷箱空气平均温度差的百分比值,用 CRF 表示。

## 4 检测原理

### 4.1 传热系数检测

4.1.1 基于稳态传热原理,采用标定热箱法检测建筑幕墙传热系数。

4.1.2 将标定热箱检测装置(以下简称“检测装置”)放置在可控温度的环境中。建筑幕墙试件安装在

检测装置的热箱与冷箱之间,并对试件缝隙进行密封处理。试件两侧分别模拟建筑物冬季室内、室外的空气温度和气流速度。在稳定传热状态下测量出空气温度和热量等各项参数,通过计算得到建筑幕墙传热系数  $K$  值。

## 4.2 抗结露因子检测

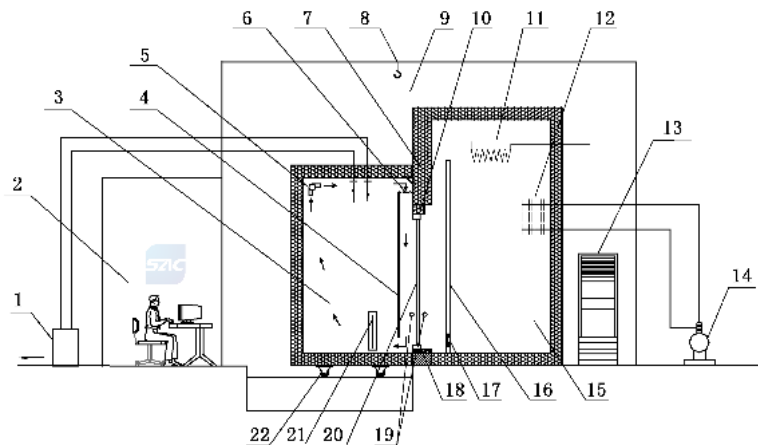
4.2.1 基于稳态传热原理,采用标定热箱法检测透光幕墙抗结露因子。

4.2.2 将透光幕墙试件安装在可控温度环境的检测装置上,检测装置除应具备 4.1 规定的室内、外环境条件外,还应能够控制热箱内的空气相对湿度。在试件两侧保持稳定的空气温度、气流速度和热侧空气相对湿度条件下,测量试件透光面板热侧表面温度、试件框热侧表面温度、热箱和冷箱空气温度等参数,通过计算得到透光幕墙试件的抗结露因子 CRF 值。

## 5 检测装置

### 5.1 检测装置组成

检测装置主要由热箱、试件框、冷箱、湿度处理系统和环境空间 5 部分组成,见图 1。



标引序号说明:

- |               |                |
|---------------|----------------|
| 1 —— 湿度处理系统;  | 12 —— 制冷系统蒸发器; |
| 2 —— 控制室;     | 13 —— 环境空间空调器; |
| 3 —— 热箱;      | 14 —— 制冷冷凝机组;  |
| 4 —— 热箱导流板;   | 15 —— 冷箱;      |
| 5 —— 热箱循环风机;  | 16 —— 冷箱导流板;   |
| 6 —— 格栅整流装置;  | 17 —— 冷箱风机;    |
| 7 —— 试件框;     | 18 —— 纳米气凝胶毡;  |
| 8 —— 吊装设备;    | 19 —— 微差压测试仪;  |
| 9 —— 环境空间;    | 20 —— 试件;      |
| 10 —— 填充板;    | 21 —— 热箱加热设备;  |
| 11 —— 冷箱加热设备; | 22 —— 滑轮。      |

图 1 建筑幕墙传热系数与抗结露因子检测装置示意图

### 5.2 热箱

5.2.1 热箱应可灵活水平移动。其开口尺寸不宜小于  $4\ 600\ \text{mm} \times 4\ 700\ \text{mm}$  (宽  $\times$  高),进深尺寸宜大

于或等于 2 000 mm。热箱壁与实验室周边壁面宜留有不小于 800 mm 的空间,热箱底面架空高度不应小于 500 mm。

5.2.2 热箱壁应采用均质材料制作,其热阻值不宜小于  $5.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ,并保证接缝处的密闭性。

5.2.3 热箱加热设备应采用稳压电源供电,且功率可自动调节。用功率采集仪测量加热设备输入功率,功率采集仪测量精度不应大于  $\pm 0.5\% \text{FS}$ 。通过通信线将实测数据传输到数据采集与处理系统中。

5.2.4 热箱内应设置由循环风机和导流板组成的空气循环系统。循环风机宜安装在与试件框相对侧的热箱顶面下方,其输入功率应可测量,并将检测过程中循环风机的输入功率计入热箱内的热量;循环风机风速宜可调节。

5.2.5 在热箱内距试件框热侧表面 300 mm 处设竖向导流板,其宽度不宜小于 3 800 mm;导流板的下边缘距热箱底部不宜小于 300 mm。导流板宜采用可伸缩、热阻值不小于  $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  的材料制作,其表面半球发射率  $\epsilon$  应大于 0.85。

5.2.6 热箱壁内侧、外侧表面分别对应设置 40 个表面温度测点,并设有不少于 35 个可移动的表面温度测点供抗结露因子试验时布置在透光面板和试件框热侧表面。

5.2.7 热箱内应沿竖向设置不少于四层空气温度测点,每层不少于 3 个空气温度测点,且宜均匀分布。

5.2.8 热箱内风速传感器的设置如下:

- a) 热箱内设置风速传感器,供循环风机系统调试阶段进行风速测量;
- b) 风速传感器沿试件框宽度方向均匀设置 3 个风速测点,其风速探头位置距试件框热侧表面  $(150 \pm 50) \text{ mm}$ 、距热箱底面高度方向  $1\ 500 \text{ mm} \sim 1\ 600 \text{ mm}$ ,应符合 GB 50736—2012 的 3.0.2 中第 1 项的规定;
- c) 当循环风机型号、安装位置、数量和导流板位置发生变化时,应重新进行风速测量。

5.2.9 热箱内设置温湿度计,用于记录试验结束时箱内空气相对湿度。

5.2.10 热箱内设置除湿系统,控制箱内的空气相对湿度。保证在抗结露因子测试过程中,热箱内相对湿度不大于 40%。湿度仪的测量精度为  $\pm 5\% \text{FS}$ 。

### 5.3 试件框

5.3.1 试件框洞口尺寸不宜小于  $3\ 600 \text{ mm} \times 4\ 200 \text{ mm}$ (宽 $\times$ 高)。

5.3.2 安装试件的洞口下部平台宽度不宜小于 300 mm,平台应采用吸水率小且导热系数不大于  $0.25 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$  的材料制作。

5.3.3 试件框洞口周边的面板应采用吸水率小的材料制作。

5.3.4 试件框的上部、左侧和右侧三部分应采用均质保温材料制作,其热阻值不应小于  $7.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。试件框的下部保温材料宜采用 50 mm 厚的纳米气凝胶毡,其压缩强度应符合 GB/T 34336—2017 中 5.5.4 的规定。

5.3.5 试件框热侧、冷侧表面分别对应设置 20 个表面温度测点,且宜根据试件框尺寸均匀布置。

### 5.4 冷箱

5.4.1 冷箱开口外边缘尺寸应与试件框外边缘尺寸相同,冷箱进深以能容纳制冷、加热及气流组织设备为宜。

5.4.2 冷箱壁的材料和热阻值应与热箱壁的要求相近,其热阻值不宜小于  $5.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ 。

5.4.3 冷箱内设置制冷系统进行空气降温,其制冷能力应满足空气温度设定要求;冷箱加热设备调节箱内空气温度达到设定要求。箱内蒸发器下部应设置积水盘和排水孔。

5.4.4 冷箱内导流板应采用热阻值不小于  $1.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  的复合板制作,其宽度根据冷箱内净宽度确

定。导流板面向试件侧表面总半球发射率 $\epsilon$ 应大于0.85。

5.4.5 冷箱内应在距试件框冷侧表面 $(150\pm 50)$  mm处沿竖向设置不少于四层空气温度测点,且每层3个空气温度测点宜与热箱内空气温度测点相对应。

5.4.6 利用导流板和风机组织空气强迫对流,沿试件表面形成自上而下的均匀气流;导流板与试件框冷侧表面距离应可调节。

5.4.7 冷箱内风速传感器的设置:

- a) 冷箱内设置风速传感器,在风机调试阶段进行风速测量;
- b) 冷箱内应沿试件框宽度方向均匀设置3个风速测点,其位置与箱内空气温度测点位置一致;
- c) 当风机型号、安装位置、数量和导流板位置发生变化时,应重新进行风速测量。

## 5.5 环境空间

5.5.1 检测装置应设置在装有空调设备的实验室内,以保证热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差小于1.0 K。

5.5.2 实验室围护结构应有良好的保温性能和热稳定性,墙体及屋顶应进行绝热处理,并应避免阳光直射入室内。

5.5.3 环境空间共设置不少于10个空气温度测点,测点应分布在热箱各壁面外附近空间。

## 5.6 温度传感器

5.6.1 表面温度传感器应符合GB/T 16839.1—2018中表12的T型热电偶1级要求。T型热电偶感应探头应连同不少于100 mm长的引线,紧贴在被测表面。粘贴材料总的半球发射率 $\epsilon$ 值应与被测表面的 $\epsilon$ 值相近。

5.6.2 空气温度传感器的测量精度应小于 $\pm 0.2$  °C。测量空气温度的感应探头,均应进行热辐射屏蔽。

## 5.7 风速传感器

5.7.1 热箱内风速传感器的测量精度不应大于 $\pm 0.02$  m/s。

5.7.2 冷箱内风速传感器的测量精度不应大于 $\pm 0.3$  m/s。



## 5.8 微差压测试仪

5.8.1 热箱与冷箱之间设置微差压测试仪。

5.8.2 微差压测试仪应具备通信功能,通过通信线与数据采集系统相连接,其测量精度不应大于 $\pm 2\%$ FS。

## 6 性能试验

### 6.1 检测装置的标定

6.1.1 检测装置宜每年进行一次热流系数的标定。

6.1.2 热箱壁、试件框的热流系数 $M_1$ 和 $M_2$ 的标定试验应符合附录A的规定。

### 6.2 传热系数试验

#### 6.2.1 试验条件

6.2.1.1 热箱空气平均温度应稳定在 $(20\pm 0.5)$  °C的范围内。

6.2.1.2 冷箱空气平均温度应稳定在 $(-20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 的范围内。

6.2.1.3 热箱内风速应保证距试件框热侧表面 $(150 \pm 50)$  mm、距热箱底面 $1\ 500$  mm~ $1\ 600$  mm 范围内,平均风速不大于 $0.2$  m/s。

6.2.1.4 冷箱内风速应符合 GB/T 13475 规定的平面内平均风速满足 $(3.0 \pm 0.2)$  m/s。

## 6.2.2 试件安装

6.2.2.1 试件尺寸及构造应符合产品设计或实际工程的要求,不宜附加任何多余配件或特殊组装工艺。

6.2.2.2 试件宽度不宜少于两个标准水平分格,试件高度应包括一个层高,试件组装工艺应和产品或实际工程应用相符,且能代表典型部分的性能特征。

6.2.2.3 当待测试件高度超过 $4.3$  m 时,可采用包含 $1\sim 2$  个典型竖向分隔来代表一个完整层高。

6.2.2.4 待测试件安装应符合设计要求,包括典型的接缝和可开启部分,试件可开启部分占试件总面积的比例应与产品或实际工程相符。

6.2.2.5 待测试件安装时,其热侧表面应与试件框热侧表面平齐,且安装方向与产品或实际工程应用一致,立面节点索引应符合附录 B 的规定。试件的可开启缝应采用透明胶带双面密封。

6.2.2.6 构件式幕墙试件安装时,其单根边部立柱和单根边部横梁应采用导热系数小于或等于 $0.2$  W/(m·K) 且满足幕墙试件支承强度要求的木料(或其他同类材料)制作,木料的物理性能满足试验要求;采用螺钉将幕墙构件与木料进行固定,其他部位按设计要求进行安装。安装节点应符合附录 B 的规定。

6.2.2.7 单元式幕墙试件安装时,其安装节点应符合附录 B 的规定。

6.2.2.8 待测试件安装到位后,用 $200$  mm 厚的聚苯乙烯泡沫塑料板(以下简称“EPS 板”)将幕墙试件与箱体洞口间空隙填实。EPS 板的导热系数应小于或等于 $0.037$  W/(m·K)、密度不小于 $20$  kg/m<sup>3</sup>,试件与试件框洞口周边之间的缝隙采用 EPS 条填塞,并密封。

6.2.2.9 当待测试件面积小于试件框洞口面积时,宜采用与试件厚度相近、已知导热系数的 EPS 板填塞后密封,并在 EPS 板冷、热侧表面各粘贴不少于 $9$  个 T 型热电偶,测量两表面的平均温度差,以计算通过 EPS 板的传热量。

## 6.2.3 试验步骤

6.2.3.1 检查测试仪器是否正常。

6.2.3.2 启动检测系统,设定热箱、冷箱和环境空气平均温度分别为 $20^\circ\text{C}$ 、 $-20^\circ\text{C}$ 和 $20^\circ\text{C}$ 。

6.2.3.3 当冷箱温度达到 $0^\circ\text{C}$ 以下,进入热箱内,采用红外热成像仪检查试件与填充板之间、试件安装的十字缝处是否存在热工缺陷,若存在热桥则应及时进行处理。

6.2.3.4 监测各控温点温度,使热箱、冷箱和环境空气温度达到设定值。当温度达到设定值后,如果测量得到热箱和冷箱的空气平均温度 $t_h$ 和 $t_c$ 每小时变化的绝对值均不大于 $0.3^\circ\text{C}$ ,热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差 $\Delta\theta_1$ 和试件框热侧、冷侧表面加权平均温度之差 $\Delta\theta_2$ 每小时变化的绝对值均不大于 $0.3$  K,且上述温度非单向变化,热箱加热设备的功率变化小于或等于 $6\%$ ,则表明传热已达到稳定状态。

6.2.3.5 传热过程稳定后,每 $30$  min 采集参数:热箱空气平均温度 $t_h$ ,冷箱空气平均温度 $t_c$ ,热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差 $\Delta\theta_1$ ,试件框热侧、冷侧表面加权平均温度之差 $\Delta\theta_2$ ,填充板热侧、冷侧表面的平均温度之差 $\Delta\theta_3$ ,热箱加热设备输入功率 $Q$ 和循环风机输入功率 $Q_f$ ,共记录 $6$ 次。

6.2.3.6 测量结束之后,记录热箱内空气相对湿度 $\varphi$ 以及试件热侧表面是否存在结露、结霜状况。



## 6.2.4 数据处理

6.2.4.1 将 6 次采集数据进行平均作为相关参数计算值。

6.2.4.2 幕墙传热系数  $K$  按式(1)计算：

$$K = \frac{Q + Q_f - M_1 \cdot \Delta\theta_1 - M_2 \cdot \Delta\theta_2 - S \cdot \Lambda \cdot \Delta\theta_3}{A \cdot \Delta t} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$K$  ——幕墙传热系数,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$Q$  ——热箱加热设备输入功率,单位为瓦(W);

$Q_f$  ——热箱循环风机输入功率,单位为瓦(W);

$M_1$  ——通过标定试验确定的热箱壁热流系数,单位为瓦每开尔文(W/K);

$M_2$  ——通过标定试验确定的试件框热流系数,单位为瓦每开尔文(W/K);

$\Delta\theta_1$  ——热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差,单位为开尔文(K);

$\Delta\theta_2$  ——试件框热侧、冷侧表面加权平均温度之差,单位为开尔文(K);

$\Delta\theta_3$  ——填充板热侧、冷侧表面的平均温度之差,单位为开尔文(K);

$S$  ——填充板的面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);

$\Lambda$  ——填充板的热导,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)];

$A$  ——试件面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);

$\Delta t$  ——热箱空气平均温度  $t_h$  与冷箱空气平均温度  $t_c$  之差,单位为开尔文(K)。

6.2.4.3 建筑幕墙传热系数试验结果  $K$  值取小数点后两位有效数字。

6.2.4.4 建筑幕墙传热系数分级见附录 C。

## 6.3 抗结露因子试验

### 6.3.1 试验条件

6.3.1.1 热箱空气平均温度稳定在(20±0.5)℃的范围内。

6.3.1.2 冷箱空气平均温度稳定在(-20±0.5)℃的范围内。

6.3.1.3 热箱内平均风速要求同 6.2.1.3。

6.3.1.4 冷箱内平均风速要求同 6.2.1.4。

6.3.1.5 热箱内空气相对湿度不应大于 40%。

6.3.1.6 热箱侧压力与冷箱侧压力的差值在(0±10)Pa 范围内。

### 6.3.2 试件安装

6.3.2.1 透光幕墙试件安装位置、安装方法应符合 6.2.2 的规定。当待测试件同时进行传热系数和抗结露因子试验时,不需要重新进行试件安装。

6.3.2.2 应在试件透光面板和试件框热侧表面共设置不少于 32 个热电偶,温度测点布置应符合附录 D 的规定。

### 6.3.3 试验步骤

6.3.3.1 检查测试仪器是否正常。

6.3.3.2 启动湿度处理系统,保证热箱内的最大相对湿度  $\varphi$  不大于 40%。

6.3.3.3 启动检测系统,设定热箱、冷箱和环境空气平均温度分别为 20℃、-20℃和 20℃。

6.3.3.4 当热箱、冷箱空气温度达到 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 和 $(-20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 后,每隔 30 min 测量各控温点温度,检查是否稳定。

6.3.3.5 当监测热箱和冷箱的空气平均温度  $t_h$  和  $t_c$  每小时变化的绝对值与标准条件相比不超过  $\pm 0.3^\circ\text{C}$ ,且热箱加热设备输入的总功率变化不超过  $\pm 6\%$ 时,则表明抗结露因子检测过程达到稳定状态。

6.3.3.6 抗结露因子检测过程稳定后,每隔 5 min 测量参数  $t_h, t_c, t_1, t_2, \dots, t_{32}, \varphi$  的平均值,共记录 10 次。

6.3.3.7 测量结束之后,记录试件热侧表面及透光面板夹层结露、结霜状况。

### 6.3.4 数据处理

6.3.4.1 将 10 次测量数据进行平均作为参数计算值。

6.3.4.2 试件抗结露因子 CRF 值应按式(2)和式(3)计算:

$$\text{CRF}_g = \frac{t_g - t_c}{t_h - t_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{CRF}_f = \frac{t_f - t_c}{t_h - t_c} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$\text{CRF}_g$  ——试件透光面板的抗结露因子;

$\text{CRF}_f$  ——试件框的抗结露因子;

$t_g$  ——试件的玻璃热侧表面平均温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );

$t_c$  ——冷箱空气平均温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );

$t_h$  ——热箱空气平均温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );

$t_f$  ——试件框热侧表面平均温度的加权值,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ )。

6.3.4.3 试件框热侧表面平均温度的加权值  $t_f$  可通过式(4)计算:

$$t_f = t_{fp}(1 - W) + W \cdot t_{fr} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

$t_{fp}$  ——试件框热侧表面 22 个温度测点的平均值,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ );

$t_{fr}$  ——试件框热侧表面 22 个温度测点中温度相对较低的 6 个温度的平均值,单位摄氏度( $^\circ\text{C}$ );

$W$  ——加权系数,它给出了  $t_{fp}$  和  $t_{fr}$  之间的比例关系,按式(5)计算:

$$W = \frac{t_{fp} - t_{fr}}{t_{fp} - (t_c + 10)} \times 0.4 \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$t_c$  ——冷箱空气平均温度,单位为摄氏度( $^\circ\text{C}$ )。

6.3.4.4 透光幕墙抗结露因子 CRF 值取  $\text{CRF}_g$  与  $\text{CRF}_f$  中的较低值,保留 2 位有效数字。

6.3.4.5 透光幕墙抗结露因子 CRF 值分级见附录 C。

## 7 检测报告



检测报告应包括下列内容:

a) 委托单位和生产单位;

b) 试件名称、编号、规格、面板、试件框、试件框面积与试件面积之比、透光面板构造、玻璃间隔条、型材规格、开启方式、保温材料类型及厚度、硅酮耐候密封胶型号、型材隔热条类型(穿条式、浇注式)及规格等与样品保温性能相关的信息;

GB/T 29043—2023

- c) 检测依据、检测设备、检测项目、检测类别和检测时间,以及报告日期;
- d) 试验条件:热箱和冷箱空气平均温度、空气相对湿度和气流速度等;
- e) 试验结果,包括下列内容:
  - 传热系数:幕墙试件传热系数  $K$  值和等级、试件热侧表面温度、结露、结霜情况;
  - 抗结露因子:透光幕墙试件的 CRF 值和等级、试件透光面板(或试件框)的抗结露因子  $CRF_g$ (或  $CRF_f$ )值,以及  $t_i$ 、 $t_{fp}$ 、 $t_{fr}$ 、 $W$ 、 $t_g$  的值、试件热侧玻璃表面和试件框表面的温度、结露、结霜情况;
- f) 试件图纸(包括立面图和节点图)及其他应说明的事项;
- g) 测试人、审核人及批准人签名;
- h) 检测单位。

**附 录 A**  
(规范性)  
**热流系数标定**

**A.1 标定内容**

通过厚度为(200±5) mm 的标准板进行热流系数标定试验,得到热箱壁热流系数  $M_1$  和试件框热流系数  $M_2$ 。

**A.2 标准板**

**A.2.1** 标准板应采用材质均匀、内部无空气层、热性能稳定,且经过不少于 28 d 存放的保温材料制作,其尺寸应与试件框洞口尺寸相同。标准板的导热系数不应大于 0.037 W/(m·K),密度不小于 20 kg/m<sup>3</sup>。

**A.2.2** 标准板热导  $\Lambda$  值应在与标定试验温度相近的温差条件下,采用防护热板法测定,并应符合 GB/T 10294 中的相关规定。

**A.3 标定条件**

**A.3.1** 标定试验应在与保温性能试验相同的冷箱、热箱空气温度和风速等条件下,改变环境温度,进行两种不同工况的试验。

**A.3.2** 两次试验热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差  $\Delta\theta_1$  和  $\Delta\theta'_1$  的绝对值不应小于 4.5 K,且  $|\Delta\theta_1 - \Delta\theta'_1|$  应大于 9.0 K,两次试验试件框冷侧、热侧表面加权平均温度之差  $\Delta\theta_2$ 、 $\Delta\theta'_2$  应相同或相近。

**A.4 标定方法**

**A.4.1** 标准板安装时,热侧表面应与试件框热侧表面齐平,周边密封处理。标准板两表面应分别均匀设置至少 16 个表面温度传感器。

**A.4.2** 当传热过程达到稳定状态后,每隔 30 min 测量一次有关参数,记录 6 次,取各测量参数的平均值,按式(A.1)和式(A.2)联立求解得出热流系数  $M_1$  和  $M_2$ 。

$$Q + Q_f - M_1 \cdot \Delta\theta_1 - M_2 \cdot \Delta\theta_2 = S_c \cdot \Lambda_c \cdot \Delta\theta_3 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$Q' + Q'_f - M_1 \cdot \Delta\theta'_1 - M_2 \cdot \Delta\theta'_2 = S_c \cdot \Lambda_c \cdot \Delta\theta'_3 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$Q$ 、 $Q'$  ——分别为两次标定试验的热箱加热设备输入功率,单位为瓦(W);

$Q_f$ 、 $Q'_f$  ——分别为两次标定试验的热箱循环风机输入功率,单位为瓦(W);

$\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta'_1$  ——分别为两次标定试验的热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差,单位为开尔文(K);

$\Delta\theta_2$ 、 $\Delta\theta'_2$  ——分别为两次标定试验的试件框热侧、冷侧表面加权平均温度之差,单位为开尔文(K);

$\Delta\theta_3$ 、 $\Delta\theta'_3$  ——分别为两次标定试验的标准板两表面之间平均温度之差,单位为开尔文(K);

$S_c$  ——标准板面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);

$\Lambda_c$  ——标准板的热导,单位为瓦每平方米开尔文[W/(m<sup>2</sup>·K)]。

$Q$ 、 $Q_f$ 、 $\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta_2$ 、 $\Delta\theta_3$  为第一次标定试验测量的参数,右上角标有“'”的参数为第二次标定试验测量的参数。

**A.5 加权平均温度的计算**

热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度之差  $\Delta\theta_1$  和试件框热侧、冷侧表面加权平均温度之差  $\Delta\theta_2$ ,按

式(A.3)~式(A.8)进行计算:

$$\Delta \theta_1 = \tau_i - \tau_o \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\Delta \theta_2 = \tau_h - \tau_c \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

$$\tau_i = \frac{\tau_{i1} \cdot S_1 + \tau_{i2} \cdot S_2 + \tau_{i3} \cdot S_3 + \tau_{i4} \cdot S_4 + \tau_{i5} \cdot S_5}{S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

$$\tau_o = \frac{\tau_{o1} \cdot S_6 + \tau_{o2} \cdot S_7 + \tau_{o3} \cdot S_8 + \tau_{o4} \cdot S_9 + \tau_{o5} \cdot S_{10}}{S_6 + S_7 + S_8 + S_9 + S_{10}} \quad \dots\dots\dots (A.6)$$

$$\tau_h = \frac{\tau_{h1} \cdot S_{11} + \tau_{h2} \cdot S_{12} + \tau_{h3} \cdot S_{13}}{S_{11} + S_{12} + S_{13}} \quad \dots\dots\dots (A.7)$$

$$\tau_c = \frac{\tau_{c1} \cdot S_{11} + \tau_{c2} \cdot S_{12} + \tau_{c3} \cdot S_{13}}{S_{11} + S_{12} + S_{13}} \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

- $\tau_i, \tau_o$  ——热箱壁内侧、外侧表面加权平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $\tau_h, \tau_c$  ——试件框热侧、冷侧表面加权平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $\tau_{i1}, \tau_{i2}, \tau_{i3}, \tau_{i4}, \tau_{i5}$  ——分别为热箱五个箱壁的内侧表面平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$  ——分别为热箱五个箱壁的内侧表面面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);
- $\tau_{o1}, \tau_{o2}, \tau_{o3}, \tau_{o4}, \tau_{o5}$  ——分别为热箱五个箱壁的外侧表面平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$  ——分别为热箱五个箱壁的外侧表面面积,单位为平方米(m<sup>2</sup>);
- $\tau_{h1}, \tau_{h2}, \tau_{h3}$  ——分别为试件框热侧表面平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $\tau_{c1}, \tau_{c2}, \tau_{c3}$  ——分别为试件框冷侧表面平均温度,单位为摄氏度(°C);
- $S_{11}, S_{12}, S_{13}$  ——垂直于热流方向划分的试件框面积(见图 A.1),单位为平方米(m<sup>2</sup>)。

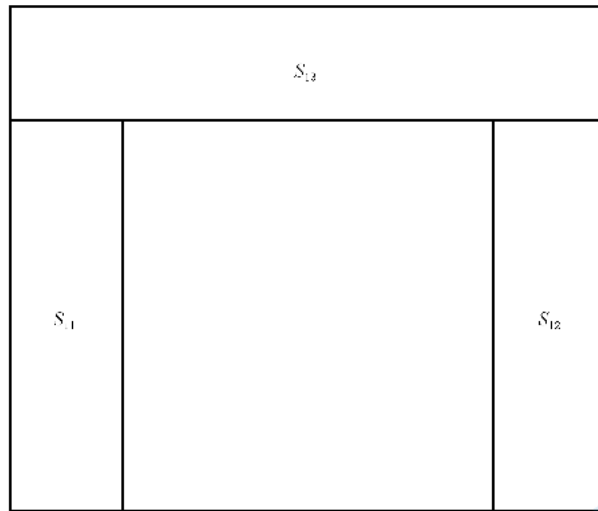


图 A.1 试件框面积划分示意图

**附录 B**  
(规范性)  
**透光幕墙试件安装方法**

**B.1 构件式幕墙**

**B.1.1 构件式幕墙试件安装要求**

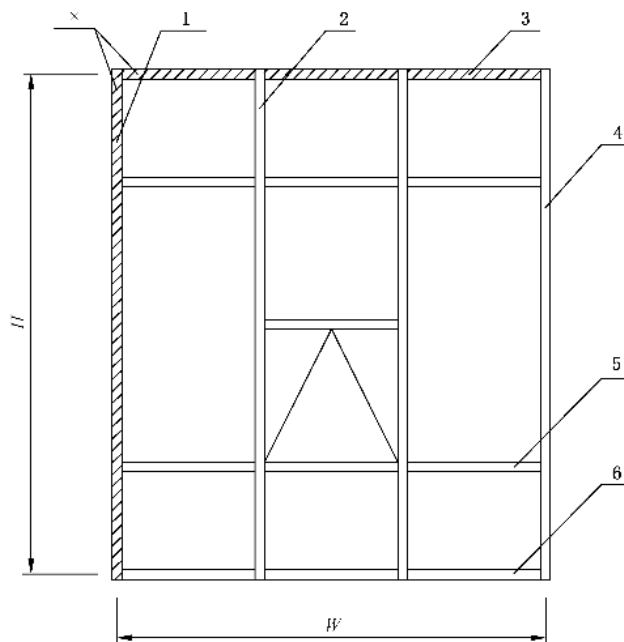
**B.1.1.1** 构件式幕墙采用木料和幕墙支承结构对试件进行安装固定,其中木料仅用于构件式幕墙单根边部立柱和单根边部横梁,其导热系数应小于或等于  $0.2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ,且满足构件式幕墙试件支承强度,也可采用其他同类材料替代,木料位置见图 B.1。

**B.1.1.2** 使用螺钉将构件式幕墙构件与木料固定,构件式幕墙其他构件按构件式幕墙设计要求进行安装。

**B.1.1.3** 构件式幕墙试件安装到位后,用填充板将构件式幕墙试件与试件框洞口间空隙填实并密封。

**B.1.2 构件式幕墙试件安装节点索引**

构件式幕墙试件立面节点索引见图 B.1。



标引序号说明:

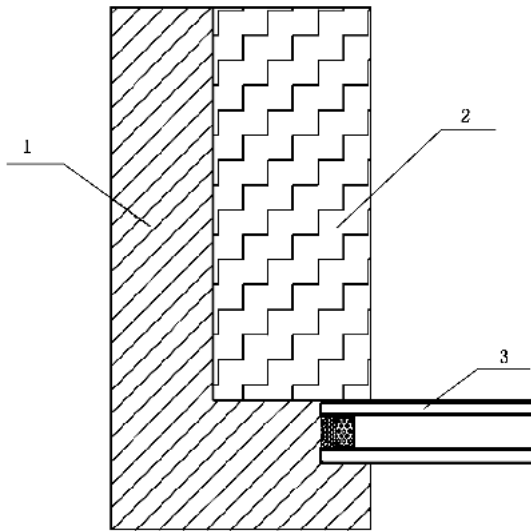
- 1 —— 构件式幕墙封边节点(左);
- 2 —— 构件式幕墙横剖节点;
- 3 —— 构件式幕墙顶部节点;
- 4 —— 构件式幕墙封边节点(右);
- 5 —— 构件式幕墙竖剖节点;
- 6 —— 构件式幕墙底部节点;
- × —— 木料;
- W —— 幕墙试件宽度,单位为米(m);
- H —— 幕墙试件高度,单位为米(m)。

注:此图所示为立面节点索引。

图 B.1 构件式幕墙试件立面节点索引图

B.1.3 明框构件式幕墙

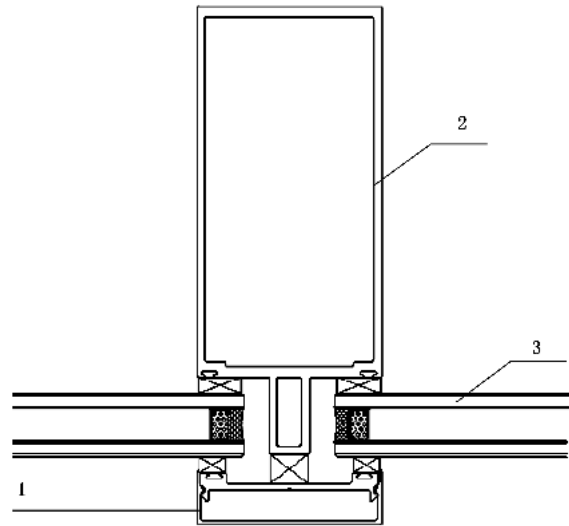
明框构件式幕墙安装节点见图 B.2~图 B.7,具体节点构造以产品或实际工程为准。



标引序号说明:

- 1——填充板;
- 2——木料立柱;
- 3——中空玻璃。

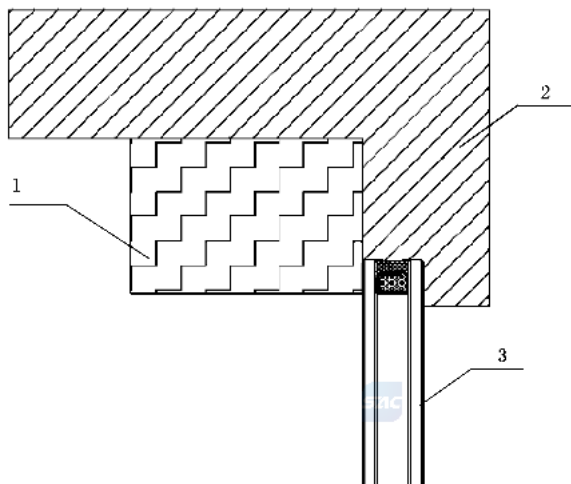
图 B.2 明框构件式幕墙封边节点(左)示意图



标引序号说明:

- 1——铝合金明框;
- 2——铝合金立柱;
- 3——中空玻璃。

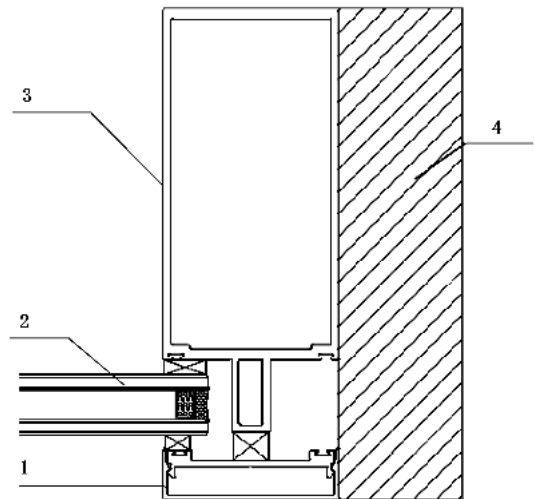
图 B.3 明框构件式幕墙横剖节点示意图



标引序号说明:

- 1——木料横梁;
- 2——填充板;
- 3——中空玻璃。

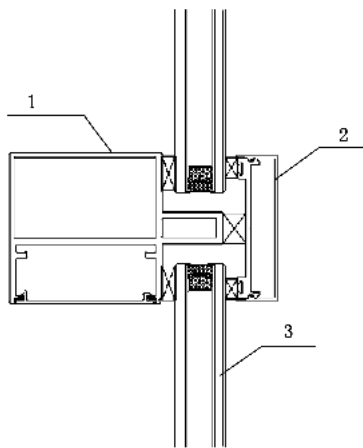
图 B.4 明框构件式幕墙顶部节点示意图



标引序号说明:

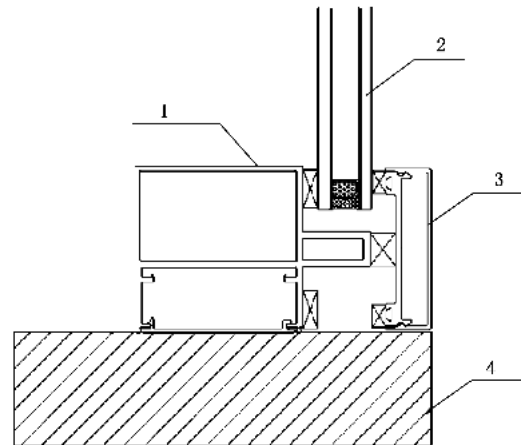
- 1——铝合金明框;
- 2——中空玻璃;
- 3——铝合金立柱;
- 4——填充板。

图 B.5 明框构件式幕墙封边节点(右)示意图



- 标引序号说明：  
 1——铝合金横梁；  
 2——铝合金明框；  
 3——中空玻璃。

图 B.6 明框构件式幕墙竖剖节点示意图

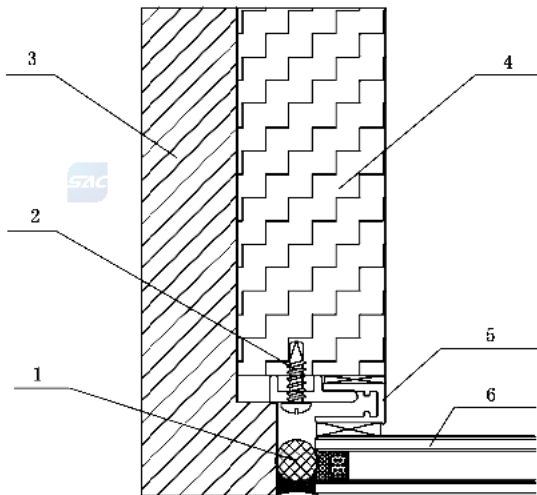


- 标引序号说明：  
 1——铝合金横梁；  
 2——中空玻璃；  
 3——铝合金明框；  
 4——填充板。

图 B.7 明框构件式幕墙底部节点示意图

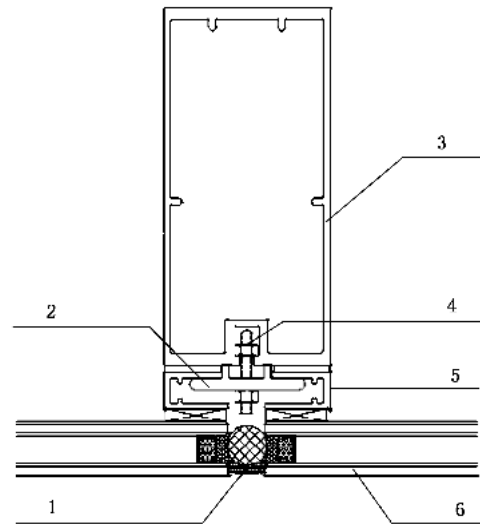
#### B.1.4 隐框构件式幕墙

隐框构件式幕墙安装节点见图 B.8~图 B.13,具体节点构造以产品或实际工程为准。



- 标引序号说明：  
 1——硅酮密封胶内衬泡沫条；  
 2——自攻自钻钉；  
 3——填充板；  
 4——木料立柱；  
 5——铝合金玻璃框；  
 6——中空玻璃。

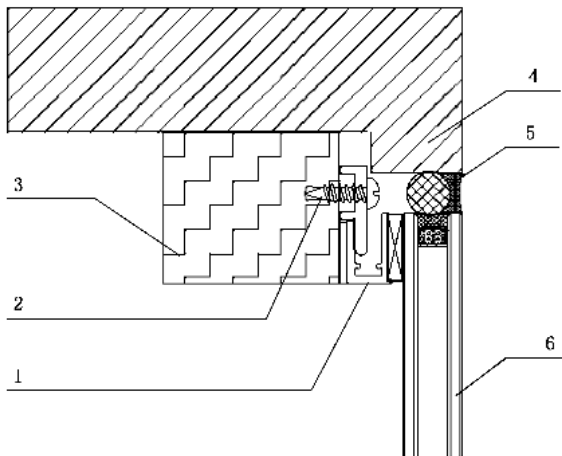
图 B.8 隐框构件式幕墙封边节点(左)示意图



- 标引序号说明：  
 1——硅酮密封胶内衬泡沫条；  
 2——铝合金压块；  
 3——铝合金立柱；  
 4——螺栓；  
 5——铝合金玻璃框；  
 6——中空玻璃。

图 B.9 隐框构件式幕墙横剖节点示意图

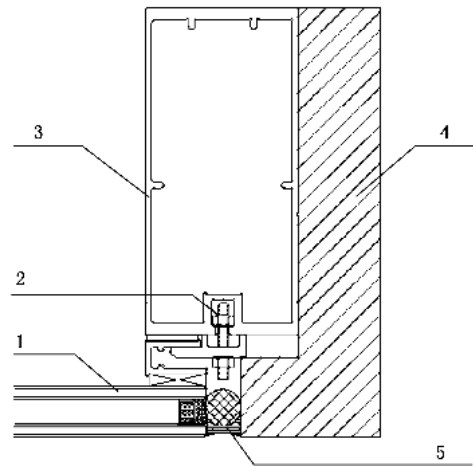




标引序号说明：

- 1——铝合金玻璃框；
- 2——自攻自钻钉；
- 3——木料横梁；
- 4——填充板；
- 5——硅酮密封胶内衬泡沫条；
- 6——中空玻璃。

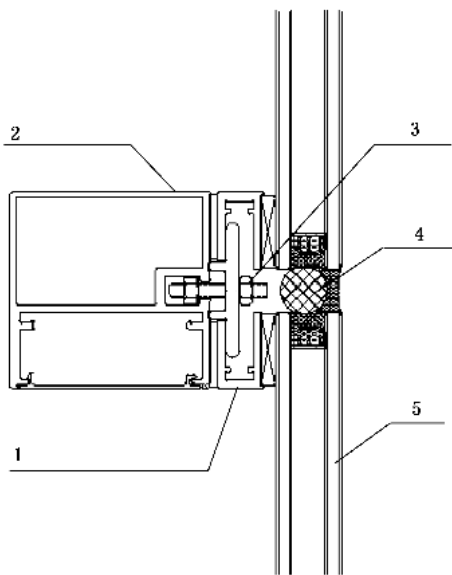
图 B.10 隐框构件式幕墙顶部节点示意图



标引序号说明：

- 1——中空玻璃；
- 2——螺栓；
- 3——铝合金立柱；
- 4——填充板；
- 5——硅酮密封胶内衬泡沫条。

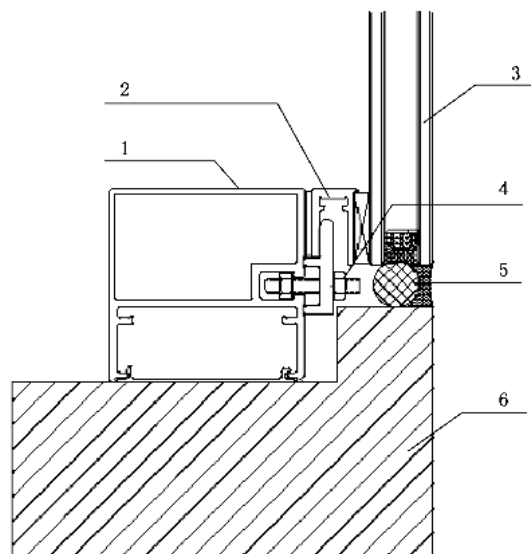
图 B.11 隐框构件式幕墙封边节点(右)示意图



标引序号说明：

- 1——铝合金玻璃框；
- 2——铝合金横梁；
- 3——螺栓；
- 4——硅酮密封胶内衬泡沫条；
- 5——中空玻璃。

图 B.12 隐框构件式幕墙竖剖节点示意图



标引序号说明：

- 1——铝合金下横梁；
- 2——铝合金玻璃框；
- 3——中空玻璃；
- 4——螺栓；
- 5——硅酮密封胶内衬泡沫条；
- 6——填充板。

图 B.13 隐框构件式幕墙底部节点示意图

### B.1.5 其他构件式幕墙

半隐框构件式幕墙为明框构件式幕墙和隐框构件式幕墙的组合,安装节点见图 B.2~图 B.13,具体节点构造以产品或实际工程为准。

幕墙支承结构为钢材或拉索(杆)等其他构件或其他幕墙类型可参照执行。

## B.2 单元式幕墙

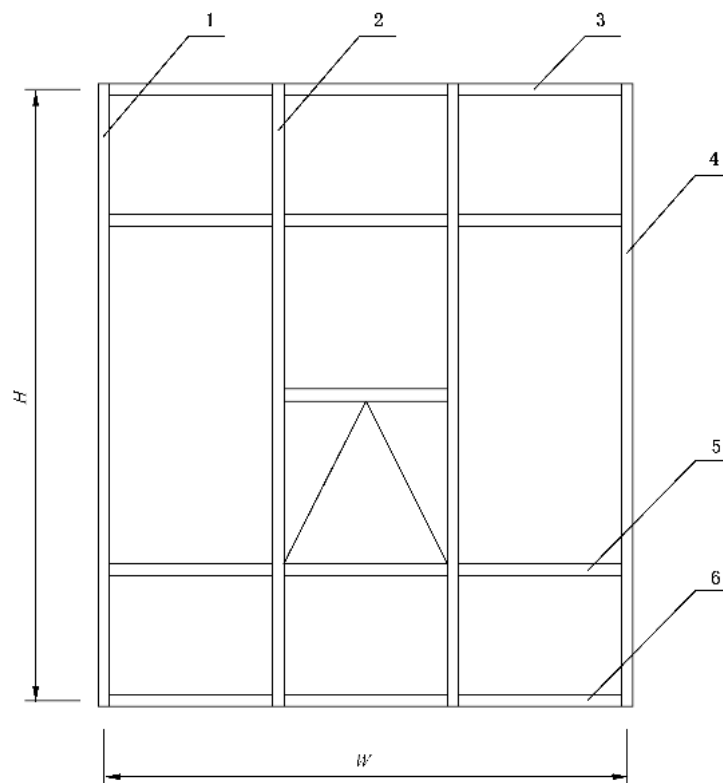
### B.2.1 单元式幕墙试件安装要求

B.2.1.1 单元式幕墙板块按设计要求进行安装。

B.2.1.2 单元式幕墙试件安装就位后,用填充板将单元式幕墙试件与试件框洞口间空隙填实并密封。

### B.2.2 单元式幕墙试件安装节点索引

单元式幕墙试件立面节点索引见图 B.14。



标引序号说明:

1 ——单元式幕墙封边节点(左);

2 ——单元式幕墙横剖节点;

3 ——单元式幕墙顶部节点;

4 ——单元式幕墙封边节点(右);

5 ——单元式幕墙竖剖节点;

6 ——单元式幕墙底部节点;

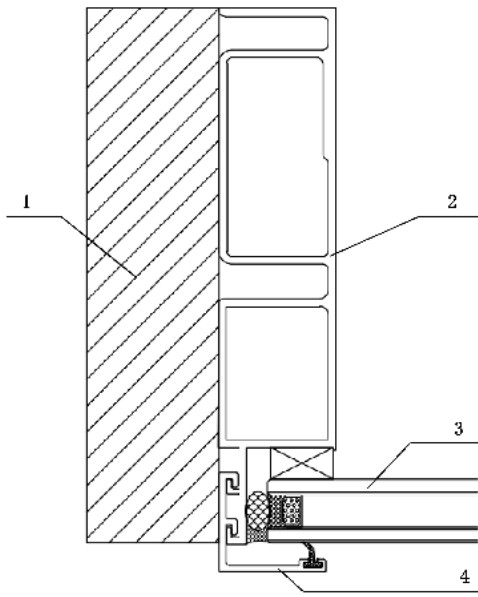
W ——幕墙试件宽度,单位为米(m);

H ——幕墙试件高度,单位为米(m)。

图 B.14 单元式幕墙试件立面节点索引图

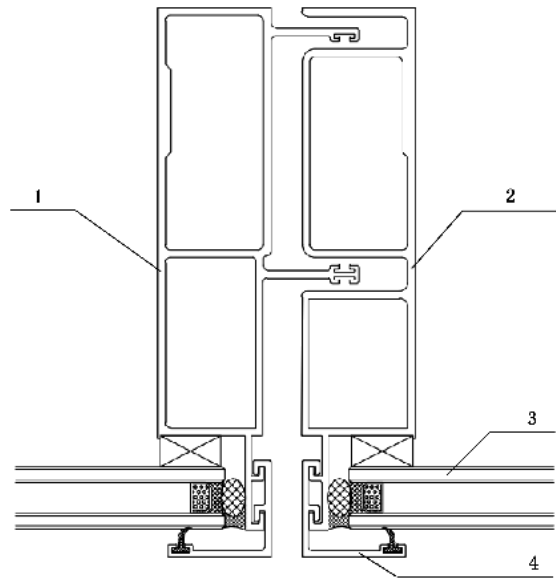
### B.2.3 明框单元式幕墙

明框单元式幕墙安装节点示意见图 B.15~图 B.20,具体节点构造以产品或实际工程为准。



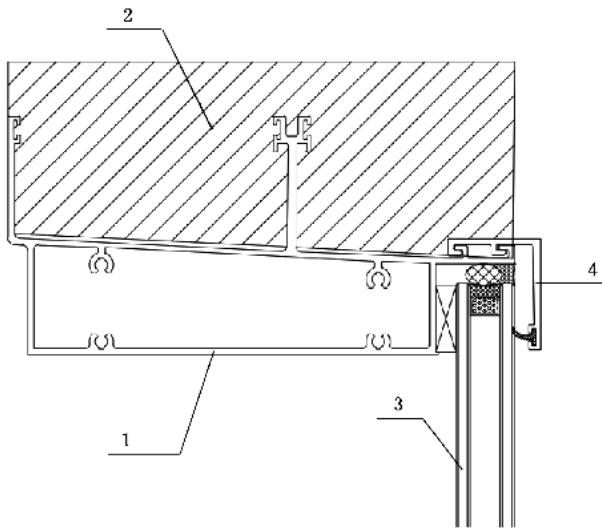
- 标引序号说明：  
 1——填充板；  
 2——铝合金立柱；  
 3——中空玻璃；  
 4——铝合金明框。

图 B.15 明框单元式幕墙封边节点(左)示意图



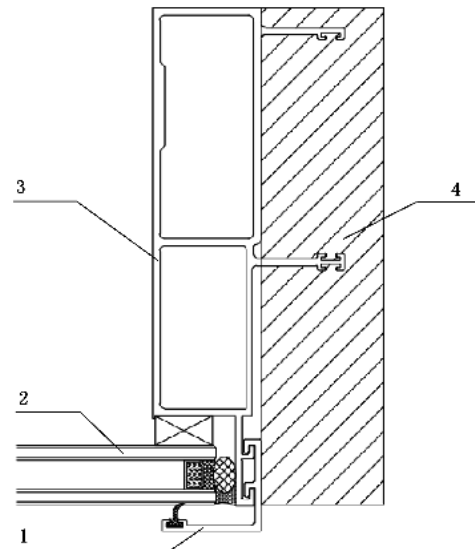
- 标引序号说明：  
 1——铝合金阳立柱；  
 2——铝合金阴立柱；  
 3——中空玻璃；  
 4——铝合金明框。

图 B.16 明框单元式幕墙横剖节点示意图



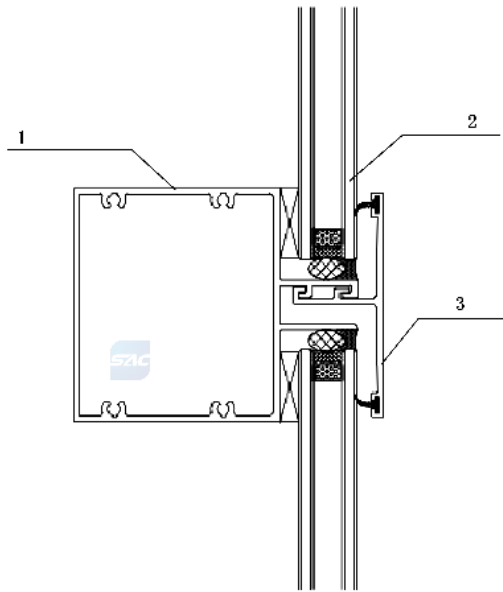
- 标引序号说明：  
 1——铝合金上横梁；  
 2——填充板；  
 3——中空玻璃；  
 4——铝合金明框。

图 B.17 明框单元式幕墙顶部节点示意图



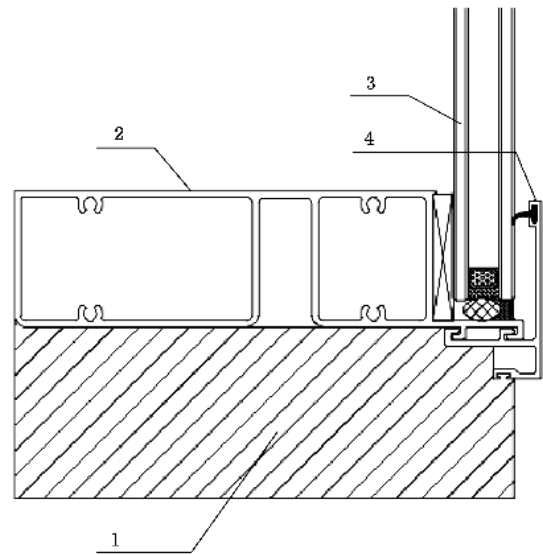
- 标引序号说明：  
 1——铝合金明框；  
 2——中空玻璃；  
 3——铝合金立柱；  
 4——填充板。

图 B.18 明框单元式幕墙封边节点(右)示意图



- 标引序号说明：  
 1——铝合金中横梁；  
 2——中空玻璃；  
 3——铝合金明框。

图 B.19 明框单元式幕墙竖剖节点示意图

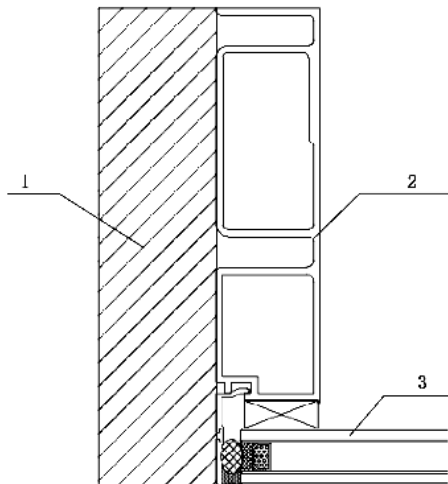


- 标引序号说明：  
 1——填充板；  
 2——铝合金下横梁；  
 3——中空玻璃；  
 4——铝合金明框。

图 B.20 明框单元式幕墙底部节点示意图

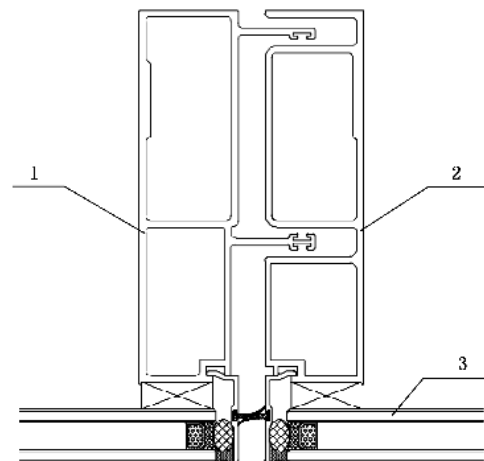
#### B.2.4 隐框单元式幕墙

隐框单元式幕墙安装节点示意图 B.21~图 B.26, 具体节点构造以产品或实际工程为准。



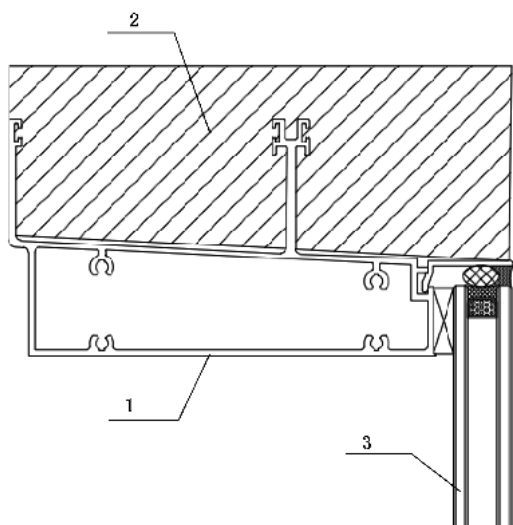
- 标引序号说明：  
 1——填充板；  
 2——铝合金立柱；  
 3——中空玻璃。

图 B.21 隐框单元式幕墙封边节点(左)示意图



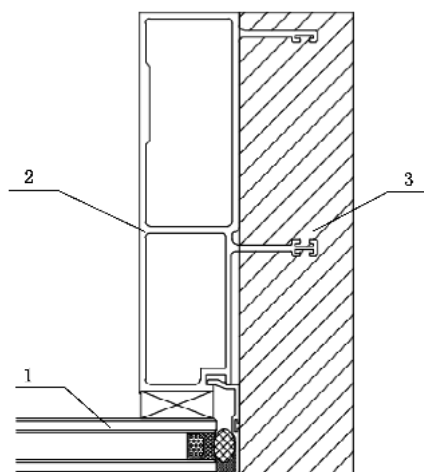
- 标引序号说明：  
 1——铝合金阳立柱；  
 2——铝合金阴立柱；  
 3——中空玻璃。

图 B.22 隐框单元式幕墙横剖节点示意图



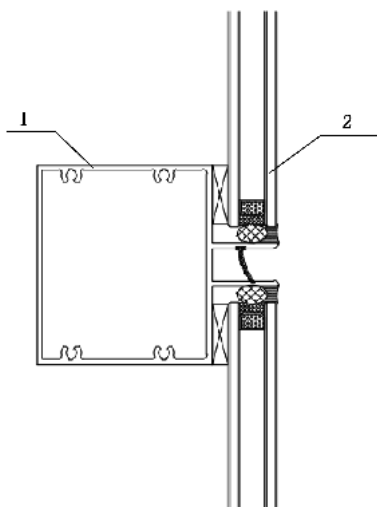
标引序号说明：  
1——铝合金上横梁；  
2——填充板；  
3——中空玻璃。

图 B.23 隐框单元式幕墙顶部节点示意图



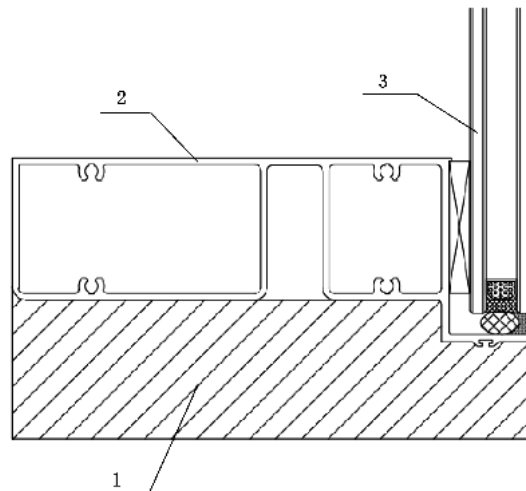
标引序号说明：  
1——中空玻璃；  
2——铝合金立柱；  
3——填充板。

图 B.24 隐框单元式幕墙封边节点(右)示意图



标引序号说明：  
1——铝合金中横梁；  
2——中空玻璃。

图 B.25 隐框单元式幕墙竖剖节点示意图



标引序号说明：  
1——填充板；  
2——铝合金下横梁；  
3——中空玻璃。

图 B.26 隐框单元式幕墙底部节点示意图

### B.2.5 其他单元式幕墙

半隐框单元式幕墙为明框单元式幕墙和隐框单元式幕墙的组合，安装节点见图 B.15～图 B.26，具体节点构造以产品或实际工程为准。

幕墙支承结构为钢材等其他构件或其他幕墙类型可参照执行。

**附录 C**  
(资料性)  
**建筑幕墙保温性能分级**

**C.1 传热系数分级**

建筑幕墙传热系数  $K$  值分为 8 级,见表 C.1。

**表 C.1 建筑幕墙传热系数分级**

单位为瓦每平方米开尔文

分级	1 级	2 级		3 级		4 级	
						A	B
分级指标值 $K$	$K \geq 5.0$	$5.0 > K \geq 4.0$		$4.0 > K \geq 3.0$		$3.0 > K \geq 2.8$	$2.8 > K \geq 2.5$
分级	5 级		6 级		7 级		8 级
	A	B	A	B	A	B	
分级指标值 $K$	$2.5 > K \geq 2.2$	$2.2 > K \geq 2.0$	$2.0 > K \geq 1.8$	$1.8 > K \geq 1.5$	$1.5 > K \geq 1.2$	$1.2 > K \geq 1.0$	$K < 1.0$
注 1: $K$ 值达到 8 级,需标明 $K$ 值的具体数值。 注 2: 为与 GB/T 31433 相协调,方便设计人员使用,分级级别仍为 8 级。							

**C.2 抗结露因子分级**

透光幕墙抗结露因子 CRF 值分为 8 级,见表 C.2。

**表 C.2 光幕墙抗结露因子分级**

分级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级	7 级	8 级
分级指标值 CRF	$CRF \leq 40$	$40 < CRF \leq 45$	$45 < CRF \leq 50$	$50 < CRF \leq 55$	$55 < CRF \leq 60$	$60 < CRF \leq 65$	$65 < CRF \leq 75$	$CRF > 75$



## 附录 D

(规范性)

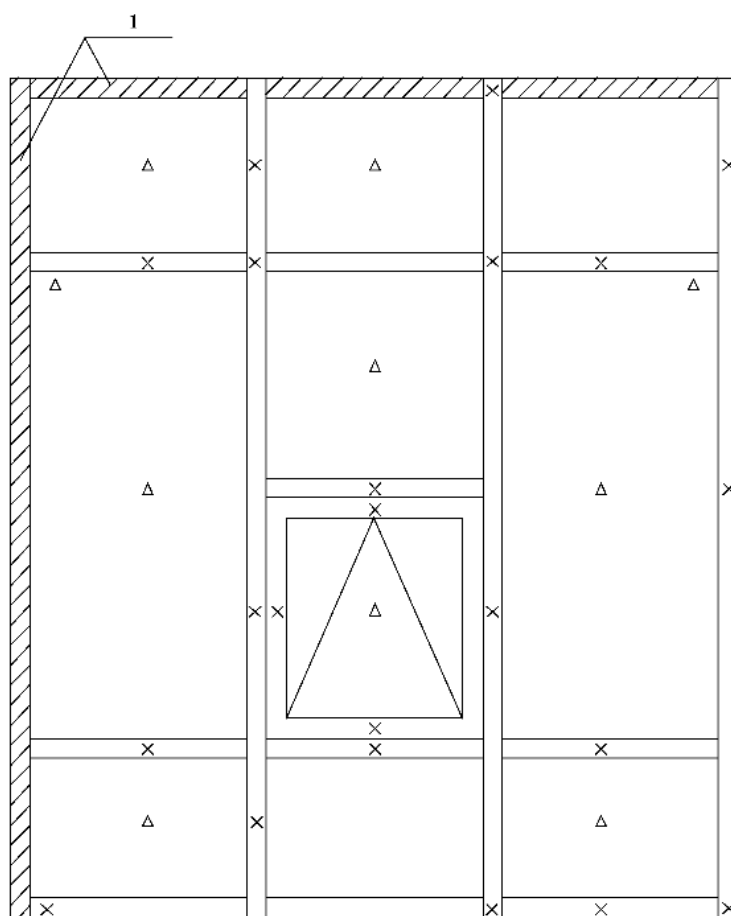
## 抗结露因子试验测点设置

D.1 透光幕墙抗结露因子试验中,待测试件热侧表面温度测点设置不应少于 32 个。其中,试件框热侧表面和透光面板热侧表面分别设置不少于 22 个温度测点和 10 个温度测点。

D.2 应根据试件构造的不同进行分格,以确定温度测点设置的位置(见图 D.1 和图 D.2)。

D.3 试件的固定框和开启扇框架上均应设置温度测点。温度测点设置根据边框的尺寸确定,边框转角处测点宜距上、下边框为 150 mm。

D.4 试件透光面板上温度测点设置应考虑玻璃中心及转角部位。透光面板角部测点宜距边框 15 mm。



标引序号说明:

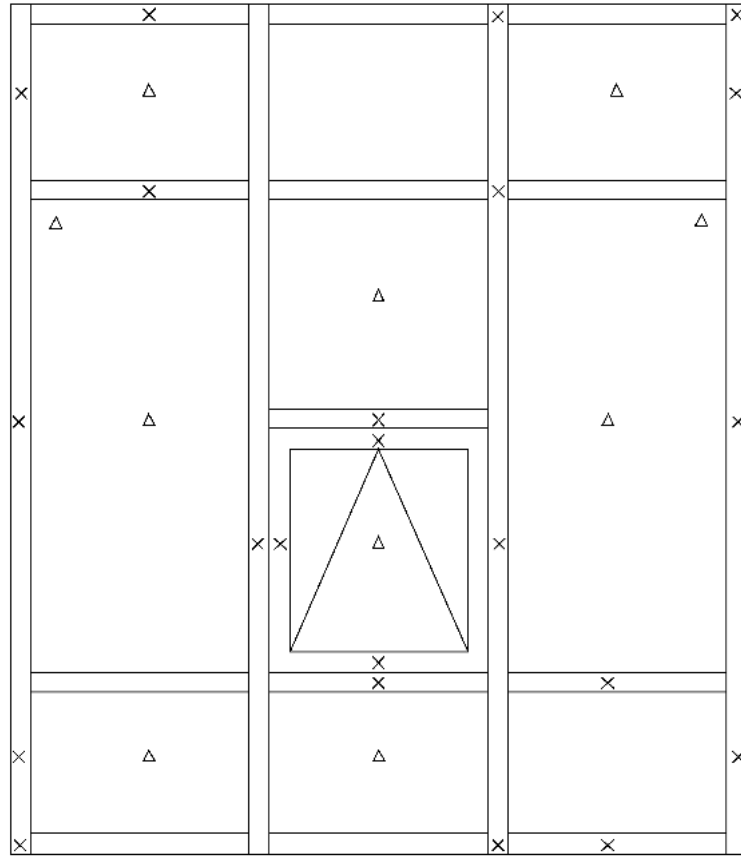
1 ——木料或其他同类材料;

×——试件框表面温度测点;

Δ——透光面板表面温度测点。

注:此图所示为温度测点设置。

图 D.1 构件式幕墙温度测点设置示意图



标引序号说明：

×——试件框表面温度测点；

Δ——透光面板表面温度测点。

注：此图所示为温度测点设置。

图 D.2 单元式幕墙测点设置示意图