

# 山东省建设科技与教育协会

---

## 建筑透光围护结构热工性能现场检测方法

Test method for thermal insulating performance  
for building exterior doors and windows

(初稿 20251014)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东省建设科技与教育协会 发布

目 次

前 言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 检测原理和方法 ..... 2

5 检测装置 ..... 3

6 检测条件 ..... 5

7 检测 ..... 5

8 检测报告 ..... 6

## 前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由山东省建设科技与教育协会提出。

本标准由山东省建设科技与教育协会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

# 建筑透光围护结构热工性能现场检测方法

## 1 范围

本标准规定了建筑透光围护结构热工性能现场检测原理、检测装置、试件及安装要求、检测及检测报告。

本标准适用于建筑透光围护结构热工性能的现场检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5823 建筑门窗术语

JG/T 519 建筑用热流计

## 3 术语和定义

GB/T 5823和GB/T 4132界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**透光围护结构** transparent envelope

太阳光可直接透入室内的建筑外围护结构件，如建筑外窗、透明幕墙、外门及玻璃砖砌体等结构。

### 3.2

**保温性能** thermal insulating performance of transparent envelope

透光围护结构阻止热量从高温侧向低温侧传递的能力，用传热系数K表征。

### 3.3

**隔热性能** heat-shielding performance of transparent envelope

透光围护结构阻隔太阳辐射得热的能力，用太阳得热系数SHGC（太阳能总透射比g）表征。

注：透光围护结构隔热性能还包括其阻止室外高温产生的温差得热部分，但因其温差得热远小于太阳辐射得热，故透光围护结构隔热性能以太阳得热系数表征。

### 3.4

**传热系数** thermal transmittance

稳态传热条件下，透光围护结构两侧空气温差为1 K时单位时间内通过单位面积的传热量。

## 3.5

太阳得热系数 solar heat gain coefficient

通过透光围护结构成为室内得热量的太阳辐射部分与投射到其外表面上的太阳辐射照度的比值,包含太阳辐射直接透射得热量和被构件吸收后再传入室内的得热量两部分,也称为太阳能总透射比。

## 4 检测原理和方法

建筑透光围护结构热工性能现场检测包括传热系数检测和太阳得热系数检测。

## 4.1 传热系数现场检测

传热系数检测基于近稳态原理,采用热流计测试玻璃中心、玻璃边缘、框的传热系数,通过面积加权平均方法按公式(1)得到整体传热系数。

$$K_t = \frac{\Sigma A_g K_g + \Sigma A_f K_f + \Sigma A_e K_e}{A_t} \quad (1)$$

其中:

- $K_t$ ——试件整体传热系数,  $W/(m^2 \cdot K)$ ;
- $A_t$ ——试件总面积,  $m^2$ ;
- $K_g$ ——透光构件传热系数,  $W/(m^2 \cdot K)$ ;
- $K_f$ ——非透光构件传热系数,  $W/(m^2 \cdot K)$ ;
- $K_e$ ——透光构件边缘传热系数,  $W/(m^2 \cdot K)$ ;
- $A_g$ ——透光构件面积,  $m^2$ ;
- $A_f$ ——非透光构件面积,  $m^2$ ;
- $A_e$ ——透光构件边缘面积,  $m^2$ 。

公式(1)中透光构件中心、透光构件边缘、非透光构件传热系数,可通过测试内外表面温度 $\theta_{li}$ 、 $\theta_{2i}$ 和热流密度 $q_i$ 按公式(2)计算各构件热阻 $R_i$ 后,再由公式(3)计算得到,即:

$$R_i = \frac{\theta_{li} - \theta_{2i}}{q_i} \quad (2)$$

$$K_i = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + R_i + \frac{1}{h_2}} \quad (3)$$

其中,内外表面换热系数 $h_1$ 可取为 $8W/(m^2 \cdot K)$ ,外表面换热系数 $h_2$ 可取为 $23W/(m^2 \cdot K)$ 。

## 4.2 太阳得热系数现场检测

太阳得热系数检测包括透光构件和非透光构件检测,并采用面积加权平均方法按公式(4)计算得到整体太阳得热系数。

$$SHGC_t = \frac{\Sigma SHGC_g \times A_g + \Sigma SHGC_f \times A_f}{A_t} \quad (4)$$

其中:

- $SHGC_t$ ——试件整体太阳得热系数;

$A_t$ ——试件总面积， $m^2$ ；

$SHGC_g$ ——透光构件太阳得热系数；

$SHGC_f$ ——非透光构件太阳得热系数；

$A_g$ ——透光构件面积， $m^2$ ；

$A_f$ ——非透光构件面积， $m^2$ 。

公式（4）中透光构件太阳得热系数可通过室内得热量和室外太阳辐射照度比值得到，室内得热量包括室内侧太阳辐射照度、二次传热和温差引起的室内外热量传递，可按公式（5）计算得到。

$$SHGC = \frac{I_{in} + q_{in} - K(T_{out} - T_{in})}{I_{out}} \quad (5)$$

其中：

$I_{in}$ ——透明构件室内太阳辐射照度， $W/m^2$ ；

$q_{in}$ ——透明构件室内表面热流， $W/m^2$ ；

$K$ ——透明构件传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；

$T_{out}$ ——室外空气温度， $^{\circ}C$ ；

$T_{in}$ ——室内空气温度， $^{\circ}C$ 。

公式（4）中非透光构件太阳得热系数，可通过检测二次传热量减去室内外温差引起热流量，所得差值和室外太阳辐射照度比值得到，可按公式（6）计算得到。

$$SHGC_i = \frac{q_{in} - K(T_{out} - T_{in})}{I_{out}} \quad (6)$$

其中：

$q_{in}$ ——非透明构件室内表面热流， $W/m^2$ ；

$K$ ——非透明构件传热系数， $W/(m^2 \cdot K)$ ；

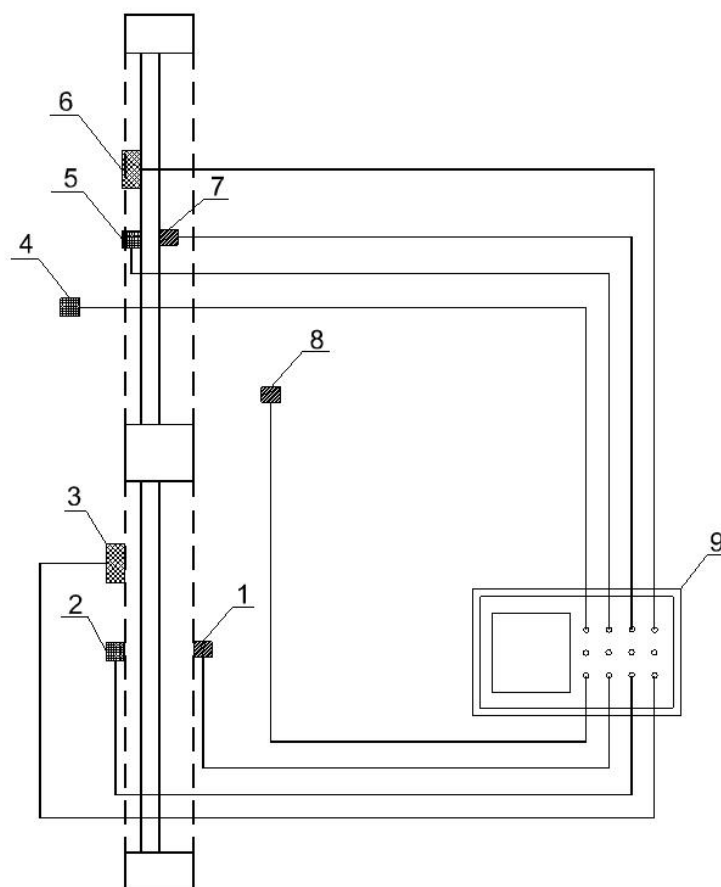
$T_{out}$ ——室外空气温度， $^{\circ}C$ ；

$T_{in}$ ——室内空气温度， $^{\circ}C$ 。

## 5 检测装置

### 5.1 检测装置组成

检测装置主要由温度传感器、热流计、太阳能总辐射表、数据采集仪组成，见图1。



说明：

- 1 —— 室内框表面温度传感器；
- 2 —— 室外框表面温度传感器；
- 3 —— 框表面热流计；
- 4 —— 室外空气温度传感器；
- 5 —— 室外玻璃表面温度传感器；
- 6 —— 玻璃热流计；
- 7 —— 室内玻璃表面温度传感器；
- 8 —— 室内空气温度传感器；
- 9 —— 数据采集仪。

图 1 检测装置组成

## 5.2 温度传感器

5.2.1 温度传感器测量不确定度不应大于 0.25 K。

5.2.2 温度传感器粘贴材料的半球辐射率应与被测表面相近。

## 5.3 热流计

5.3.1 热流计应符合 JG/T 519 的规定。

5.3.2 热流计测温范围至少应包含 $-50\sim+100^{\circ}\text{C}$ ，热流范围至少应包括 $0\sim500\text{W}/\text{m}^2$ ；测量准确度应小于 $\pm 1\text{W}/\text{m}^2$ 。

#### 5.4 太阳能总辐射表

5.4.1 太阳能总辐射表测量太阳光谱范围不应低于 $300\text{nm}\sim 2500\text{nm}$ ，辐照度测试范围不应小于 $0\sim 2000\text{W}/\text{m}^2$ ，响应时间不应大于 $15\text{s}(95\%)$ ；

5.4.2 太阳能总辐射表测试精度应小于 $5\%$ ；工作环境温度应覆盖 $-50^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.5 数据采集仪

5.5.1 数据采集仪应可采集温度、热流、太阳能总辐射照度等参数，其中温度采集不少于16通道，热流采集不少于4通道，太阳能总辐射照度采集不少于2通道；

5.5.2 数据采集仪采集间隔不应大于 $2\text{min}$ 。

### 6 检测条件

6.1.1 传热系数测试时，需要有一个带透光围护结构的可封闭房间，带开启扇；太阳得热系数测试时，需要1个可封闭的西向（冬季可选南向）房间，带开启扇；

6.1.2 房间应有供电；封闭测试期间，不应有人频繁进出；

6.1.3 太阳得热系数测试需要时房间需要有太阳直接照射时段。

### 7 检测

#### 7.1 试件选取

传热系数测试时，现场试件选取可不考虑朝向；太阳得热系数测试时，应选取东、西向试件，冬季时也可选取南向试件。测试试件应有典型性，框和玻璃配置、分格尺寸应能满足测试需求。

#### 7.2 测试步骤

7.2.1 测量选取试件的分格尺寸，含整体宽高尺寸、各玻璃板块尺寸、框长宽尺寸，精确到 $\text{mm}$ ；

7.2.2 布置空气和表面温度传感器、热流计、太阳能总辐射表，应符合以下要求：

（1）室内、室外侧空气温度传感器应距离试件表面 $100\sim 300\text{mm}$ 范围内，室内侧空气温度传感器应避免太阳直接照射，室外侧空气温度传感器应采用气象百叶箱进行屏蔽。玻璃中心温度传感器应距玻璃边缘不少于 $65\text{mm}$ 布置，玻璃边缘温度传感器应布置于距离玻璃边缘 $65\text{mm}$ 范围内，框温度传感器应避免位于把手附近。

（2）热流计布置应包括玻璃中心、玻璃边缘、窗框（或幕墙立柱、横梁）至少4个。

（3）室外太阳能总辐射表应位于透光围护结构外表面 $500\text{mm}$ 以内，不应有遮挡；室内太阳能总辐射表应位于距离透光围护结构内表面 $500\text{mm}$ 以内，且应注意安装位置不应受到室外相关传感器的遮挡。

7.2.3 在布置完仪器设备后，应对开启扇采用胶带密封处理。

7.2.4 启动数据采集仪，检查采集数据是否有异常；无异常时正常采集即可，数据采集间隔不应大于 $5\text{min}$ ，且应至少包含连续 $24\text{h}$ 。

7.2.5 检测结束，读取数据，收回设备。



### 7.3 数据处理

7.3.1 试件几何信息处理。由测得的几何尺寸信息，处理得到各玻璃板块、窗框（幕墙需区分立柱和横梁）面积；

7.3.2 按 4.1 的公式（2）和公式（3）计算得到玻璃中心、玻璃边缘、框的传热系数，再按公式（1）计算得到整体传热系数；传热系数数据处理时，应选取晚上 10:00 以后至次日凌晨 6:00 间至少 6 组数据，每组数据间隔为 30 min。

7.3.3 按 4.2 的公式（5）和公式（6）计算得到透光构件和非透光构件的太阳得热系数，再按公式（4）计算得到整体的太阳得热系数；应选取太阳接近垂直入射时至少 1h 的数据，每组数据间隔为 5min，且应排除因白云偶尔遮挡导致的太阳辐照数据异常偏低情况。

## 8 检测报告

检测报告应至少包括下列内容：

- a) 项目信息；
  - b) 检测依据；
  - c) 试件描述：试件位置；试件名称、系列、规格、开启方式、材质；玻璃构造、玻璃间隔条；型材构造；窗型分格，几何尺寸和面积信息；
  - d) 检测设备：检测设备名称；主要传感器名称及参数；测点布置；
  - e) 检测条件；
  - f) 数据处理：主要原始数据；透光构件和非透光构件处理后的热工性能数据；试件整体的热工性能数据；
  - g) 测试人、审核人及负责人签名；
  - h) 检测单位。
-