



中华人民共和国国家标准

GB/T 22476—2008

中空玻璃稳态 U 值 (传热系数)的计算及测定

Calculation and determination of steady-
state U values(thermal transmittance) of multiple glazing

[ISO 10291:1994, Glass in building—Determination of
steady-state U values(thermal transmittance) of multiple glazing—
Guarded hot plate method; ISO 10292:1994, Glass in building—
Calculation of steady-state U values(thermal transmittance) of
multiple glazing; ISO 10293:1997, Glass in building—Determination of
steady-state U values(thermal transmittance) of multiple glazing—
Heat flow meter method, MOD]

2008-11-04 发布

2009-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
中空玻璃稳态 U 值
(传热系数)的计算及测定
GB/T 22476—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 33 千字

2009年3月第一版 2009年3月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-35687

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

前 言

本标准修改采用 ISO 10291《建筑玻璃——中空玻璃稳定状态下 U 值(传热系数)的测定——防护热板法》、ISO 10292《建筑玻璃——中空玻璃稳定状态下 U 值(传热系数)的计算》、ISO 10293《建筑玻璃——中空玻璃稳定状态下 U 值(传热系数)的测定——热流计法》。

本标准根据 ISO 10291、ISO 10292、ISO 10293 重新起草。

在附录 C 中列出了本标准章条编号与 ISO 10291、ISO 10292、ISO 10293 章条编号的对照一览表。

考虑到我国国情,在采用 ISO 10291、ISO 10292、ISO 10293 时,本标准做了一些修改。有关技术差异已编入正文中并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 D 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

为便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- “本国际标准”一词改为“本标准”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- 删除国际标准的前言。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录,附录 C、附录 D 为资料性附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国建筑用玻璃标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:国家玻璃质量监督检验中心。

本标准参加起草单位:广东金刚玻璃科技股份有限公司、浙江中力控股集团有限公司、信义玻璃工程(东莞)有限公司、中国南玻集团、成都通达工艺玻璃有限责任公司、东营胜明玻璃有限公司、江苏省建筑科学研究院有限公司、上海皓晶玻璃有限公司。

本标准主要起草人:李勇、嵇书伟、黄建斌、王立祥、王铁华、李新达、姜美琴、吴从真。

引 言

中空玻璃 U 值(传热系数)是用于表征中空玻璃热的传递性能, U 值的确定可以由测试热阻获得,也可以通过测试玻璃辐射率后计算得出。

本标准包含了三个 ISO 标准关于 U 值测定和计算的三种方法。测试者可选用本标准的任一方法进行中空玻璃 U 值测定。但使用不同的方法所得出的 U 值可能会存在一定的差异,这是由于测试系统误差的存在造成的,因此在测试结果中应标注所采用的方法。

中空玻璃稳态 U 值
(传热系数)的计算及测定

1 范围

本标准规定了中空玻璃稳定状态下 U 值(传热系数)计算及测定的三种方法。

本标准适用于由平板玻璃(包括压花、浇注玻璃)、镀膜玻璃或其他材料构成的平型双层或多层中空玻璃,不适用于外片是透过远红外材料构成的中空玻璃。本标准规定的测试方法只测定中空玻璃中央区域的 U 值(传热系数),不考虑边部效应和太阳辐射影响。曲面中空玻璃的 U 值可用相同结构的平型中空玻璃计算和测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 8170 数值修约规则
- 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 10295 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

中空玻璃 U 值(传热系数) U values(thermal transmittance of glazing)

中空玻璃 U 值(传热系数)是指在稳态条件下,中空玻璃中央区域,不考虑边缘效应,玻璃两外表面在单位时间、单位温差,通过单位面积的热量,单位为 $W/(m^2 \cdot K)$ 。

4 符号

本标准引用的符号见表 1、表 2。

表 1

符 号	名 称	单 位
A	常数	—
c	气体比热容	$J/(kg \cdot K)$
d	玻璃厚度(或玻璃的替代材料)	m
Gr	格拉晓夫准数	无量纲
h_e, h_i	表面换热系数	$W/(m^2 \cdot K)$
h	热传导系数	$W/(m^2 \cdot K)$
N	间隔层数	—
Nu	努赛尔准数	无量纲
Pr	普朗特准数	无量纲
r	玻璃(或玻璃的替代材料)的热阻系数	$m \cdot K/W$
R_n	标准反射率	—
S	气体间隔层厚度	m

表 1 (续)

符 号	名 称	单 位
T	绝对温度	K
ΔT	温差	K
U	中空玻璃传热系数	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
v	风速	m/s
Φ	热流仪表加热功率	W
R	热阻	$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$
V	电位差	V
$C_1、C_2$	常量	W/m^2
q	热流量密度	W/m^2
ε	校正辐射率	—
ε_n	标准辐射率(与表面垂直)	—
η	气体的导热系数	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
λ	波长	μm
μ	气体的动态粘度	$\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$
ρ	气体密度	kg/m^3
σ	斯蒂芬-波尔兹曼常数($=5.67 \times 10^{-8}$)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$

表 2

脚 标	名 称
c	对流
g	气体
e	外部
i	内部
m	平均
n	标准
r	辐射
s	间隔层
t	全部

5 中空玻璃稳定状态下 U 值的计算方法

5.1 基本公式

5.1.1 概述

本方法是以式(1)为计算基础的:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_t} + \frac{1}{h_i} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

h_e ——玻璃的室外表面换热系数;

h_i ——玻璃的室内表面换热系数;

h_t ——多层玻璃系统内部热传导系数。

多层玻璃系统内部传热系数按式(2)、式(3)计算:

$$\frac{1}{h_t} = \sum_{s=1}^N \frac{1}{h_s} + \sum_{m=1}^M d_m r_m \dots\dots\dots(2)$$

式中:

h_s ——气体间隔层热传导系数;

N ——气体间隔层数;

M ——材料层数;

d_m ——每种材料层的厚度;

r_m ——每种材料的热阻系数。

$$h_s = h_g + h_r \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

h_r ——辐射换热系数;

h_g ——气体换热系数(包括传导和对流)。

5.1.2 辐射换热系数 h_r

辐射换热系数 h_r 由式(4)给出:

$$h_r = 4\sigma\left(\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1\right)^{-1} \cdot T_m^3 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

σ ——斯蒂芬-波尔兹曼常数;

T_m ——气体间隔层的平均绝对温度;

ϵ_1, ϵ_2 ——间隔层中两玻璃表面在平均温度 T_m 下的校正辐射率。

5.1.3 气体换热系数 h_g

气体换热系数 h_g 由式(5)给出:

$$h_g = Nu \frac{\eta}{S} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

S ——气体间隔层的厚度;

η ——气体导热系数。

Nu 是努赛尔准数,由式(6)给出:

$$Nu = A(Gr \cdot Pr)^n \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

A ——常数;

Gr ——格拉晓夫准数;

Pr ——普朗特准数;

n ——幂指数。

$$Gr = \frac{9.81s^3 \Delta T \rho^2}{T_m \mu^2} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$Pr = \frac{\mu c}{\eta} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

ΔT ——气体间隔层两侧玻璃表面的温度差;

ρ ——气体密度;

μ ——气体的动态黏度;

c ——气体比热容;

努赛尔准数根据式(6)计算,对于垂直使用的中空玻璃: $A=0.035, n=0.38$;水平使用的中空玻璃: $A=0.16, n=0.28$;45°倾斜使用的中空玻璃: $A=0.10, n=0.31$ 。

如果 Nu 不大于 1,对应于 $Gr \cdot Pr$ 小于 6 800,表示热传递仅由传导完成,则将 Nu 数值取为 1。如

果 Nu 大于 1, 表示中空玻璃间隔层内存在对流传热, 直接将值代入式(5)计算。

5.2 材料基本性能

5.2.1 辐射率

间隔层内玻璃表面校正辐射率 ϵ 用于计算辐射换热系数 h_r 。对于普通玻璃表面, 校正辐射率值选用 0.837。对镀膜玻璃表面, 标准辐射率 ϵ_n 由红外光谱仪测得。校正辐射率根据附录 A 中的表 A.2 计算获得。

5.2.2 气体特性

本计算方法需要间隔层内气体的如下特性:

- a) 导热系数 $\eta, \text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
- b) 密度 $\rho, \text{kg}/\text{m}^3$;
- c) 动态黏度 $\mu, \text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s})$;
- d) 比热容 $c, \text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

将中空玻璃间隔层内气体特性代入式(7)和式(8)中, 求出格拉晓夫准数和普朗特准数, 再根据式(6)求出努赛尔准数。代入式(5)得出气体的换热系数 h_g 。

附录 A 的表 A.3 给出中空玻璃间隔层所充气体的上述气体特性。

对混合气体, 气体特性与各种气体的体积百分比成正比。

如果使用的混合气体中:

——气体 1 所占体积百分比为 R_1 ;

——气体 2 所占体积百分比为 R_2 , 等等, 那么有式(9):

$$F = F_1 R_1 + F_2 R_2 + \dots \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

F ——相关的特性, 如: 导热系数、密度、动态黏度或比热容。

5.2.3 吸收红外线的气体

有些气体吸收波长在 $5 \mu\text{m}$ 至 $50 \mu\text{m}$ 范围的红外辐射。当这种气体与低辐射镀膜($\epsilon < 0.2$)组合使用时, 其作用可忽略不计。其他情况下, 如果气体的红外吸收对 U 值改善有益, 应测量 U 值。

5.3 内部和外部的换热系数

5.3.1 室外表面换热系数

室外表面的换热系数 h_e 是玻璃附近风速的函数, 可用式(10)近似表达:

$$h_e = 10.0 + 4.1v \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

v ——风速, m/s 。

在比较中空玻璃 U 值时, 可选用 h_e 等于 $23 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

该计算过程不考虑玻璃外侧具有校正辐射率镀膜表面而对 U 值改善的影响。

如果选用其他的 h_e 值以满足特殊的试验条件, 则必须在检测报告中注明。

5.3.2 室内表面换热系数

室内表面换热系数 h_i 可用式(11)表达:

$$h_i = h_r + h_c \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

h_r ——辐射换热系数;

h_c ——对流换热系数。

普通玻璃表面的辐射换热系数是 $4.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。镀膜玻璃表面辐射换热系数由式(12)给出:

$$h_r = 4.4\epsilon/0.837 \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中：

ϵ 是镀膜表面的校正辐射率(0.837 是清洁的、未镀膜玻璃的校正辐射率)。镀膜表面的校正辐射率与标准辐射率之间的关系见附录 A 的表 A.2。

对于自然对流状态, h_e 的值是 $3.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。对于非自然对流状态, 这个值会增大。

自由对流状态下, 垂直使用的普通中空玻璃：

$$h_i = 4.4 + 3.6 = 8.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

其可作为比较中空玻璃 U 值的标准值。

对于非垂直表面, 热流向上这个系数会变大, 热流向下这个系数会变小。

如果选用其他的 h_i 值以满足特殊的试验条件, 则必须在检测报告中注明。

5.4 参考值

用于中空玻璃 U 值计算的基本参考值如下：

玻璃的热阻系数 $r=1 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}$ ；

普通玻璃表面的校正辐射率 $\epsilon=0.837$ ；

中空玻璃内外表面的温差 $\Delta T=15 \text{ K}$ ；

中空玻璃的平均温度 $T_m=283 \text{ K}$ ；

斯蒂芬-波尔兹曼常数 $\sigma=5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ；

室外表面换热系数 $h_e=23.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

室内表面换热系数 $h_i=8.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

气体特性在附录 A 的表 A.3 中给出。

对于气体间隔层多于一个的多层中空玻璃, 每一单元的平均温度和平均温差应通过迭代计算步骤得出, 计算过程见附录 B。

U 值单位为 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 数值按 GB/T 8170 修约至小数点后一位。

6 防护热板法测量稳态中空玻璃 U 值

6.1 原理和基本公式

用防护热板装置测定流过计量单元的恒定热流量 Φ , 并根据计量单元的面积 A 以及中空玻璃冷、热表面的温度差 ΔT , 计算中空玻璃的热阻 R 。

中空玻璃的 U 值根据式(13)得出：

$$\frac{1}{U} = R + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} \dots\dots\dots(13)$$

式中：

R ——中空玻璃的热阻, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ；

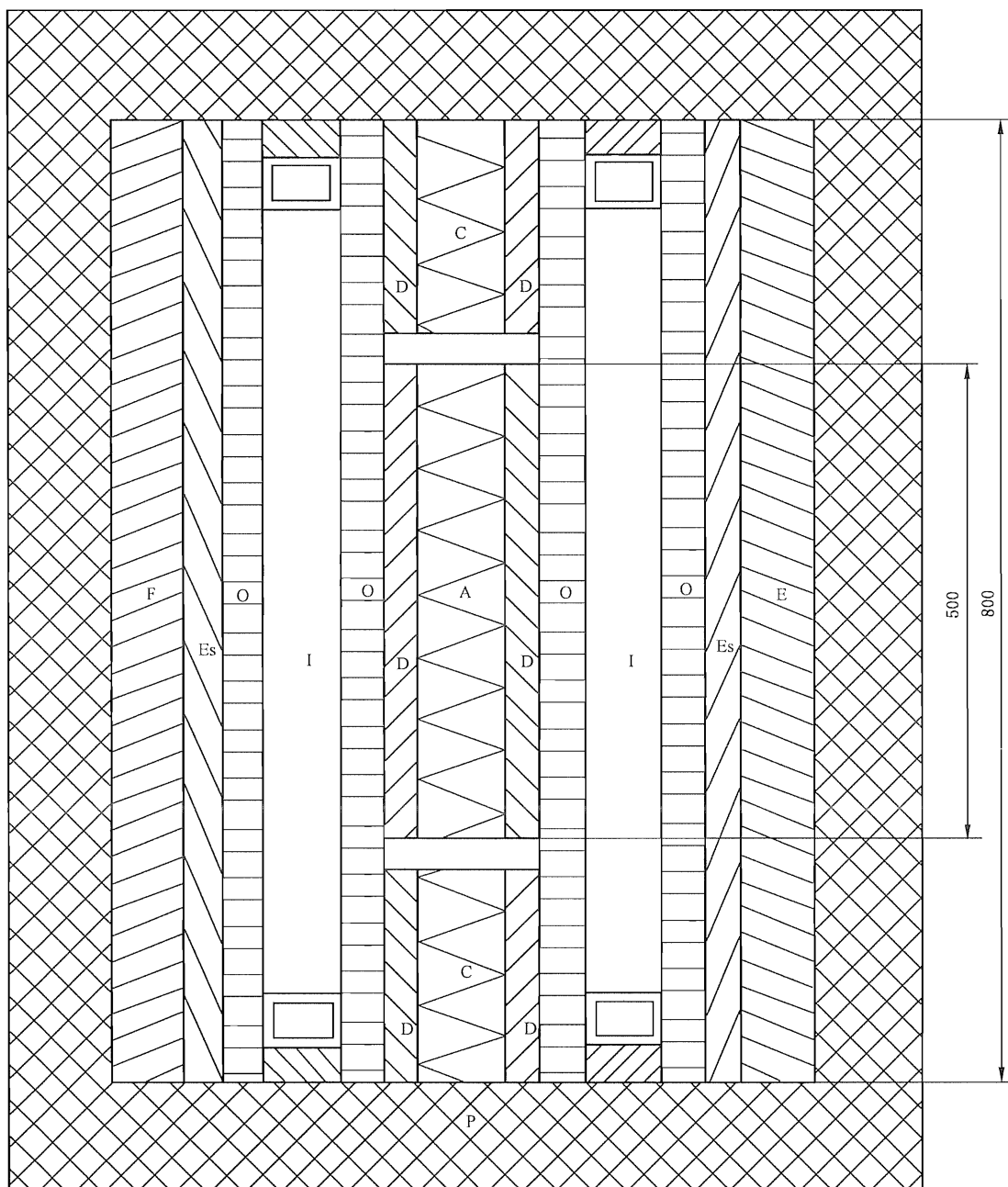
h_e ——室外表面换热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；

h_i ——室内表面换热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

6.2 测量装置

测量装置为符合 GB/T 10294 的防护热板双试样装置, 如图 1 所示。计量面板尺寸为 $500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$ 。

单位为毫米



- | | |
|-------------|---------|
| A——计量加热器； | } 计量单元； |
| B——计量面板； | |
| C——防护区； | } 防护单元； |
| D——防护面板； | |
| E——冷却设备； | |
| Es——冷却设备面板； | |
| I——测试样品； | |
| O——橡胶海绵； | |
| P——保温材料。 | |

图 1 防护热板测量装置示意图

两块相同的试样分别放在加热单元的两侧,热流量通过试样到达冷却单元。加热单元由中央计量单元和防护单元组成,通过狭窄的缝隙将计量区和防护区隔开。冷却单元表面尺寸不小于加热单元尺寸,试样应全部覆盖加热单元表面。

6.3 试样

试样为两块尽可能相同的边长 800 mm 的正方形平型中空玻璃。两块试样的厚度差在边部测量应不大于 2%,两表面应平行。试样外表面中央区的向内或向外的挠度在 283 K 时应不大于 0.5 mm。

6.4 试验程序

6.4.1 将试样冷却到 283 K 并达到等温平衡后,立即测量中空玻璃外表面中央区的挠度,如果向外的挠度太大,可以通过降低中空玻璃内部压力进行试样中央区厚度校正。如果试样为向内的挠度,且需要的校正不大于 0.5 mm 时可充空气校正。

6.4.2 将试样垂直放置在试验装置中,并确保试样与相邻的面板间充分接触。

6.4.3 将试样的平均温度控制在 $283\text{ K} \pm 0.5\text{ K}$,并使试样冷热表面的平均温差保持在 $15\text{ K} \pm 1\text{ K}$ 。

6.5 计算与结果表达

6.5.1 多层中空玻璃的热阻

多层中空玻璃的热阻由式(14)得出:

$$R = 2A(T_1 - T_2)/\Phi \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

A ——计量面积, m^2 ;

T_1 ——试样热表面的平均温度, K ;

T_2 ——试样冷表面的平均温度, K ;

Φ ——施加于计量面积的加热平均功率, W 。

数值按 GB/T 8170 修约至小数点后两位。

6.5.2 U 值的计算

U 值按式(13)计算,内外表面的换热系数按 5.3 得出。数值按 GB/T 8170 修约至小数点后一位。

镀膜表面朝向对 U 值的影响不作考虑。

如果为了满足特定的条件使用了其他的 h_e 和 h_i 值,应在检测报告中注明。

7 热流计法测量稳态中空玻璃 U 值

7.1 原理和基本公式

通过已知热阻的校正试样标定的热流计测量装置,测量被测试样的热流量,计算被测试样的热阻。

中空玻璃的 U 值根据式(13)得出。

7.2 测量装置

热流计测量装置为符合 GB/T 10295 的对称布置的单一试样装置或双试样装置,如图 2 所示。

单一试样测量装置由一个加热单元和一个冷却单元构成,分别位于试样的两侧,冷却单元的表面与加热单元的表面尺寸相同。热流计分别位于被测试样或校正试样冷热表面的中央。

双试样测量装置由一个加热单元和两个冷却单元构成。加热单元置于被测试样和对照试样之间,标定时,校正试样应放在被测试样位置,将热流计放在被测试样或校正试样和对照试样的每一侧。

试样应全部覆盖两种类型的测量装置的加热单元的表面,边部采用绝热的方式来控制热流计外部边缘的热损失,热流计的测量截面应不小于 $7\,500\text{ mm}^2$ 但不应超过 $500\text{ mm} \times 500\text{ mm}$,应成圆形或方形。

至少应使用 3 对热电偶成对安装在每块试样的两个表面且与表面接触。一对热电偶定位在热流计截面的中央。另外两对点中心对称安装在与测量截面中心到周边的 $2/3$ 处。

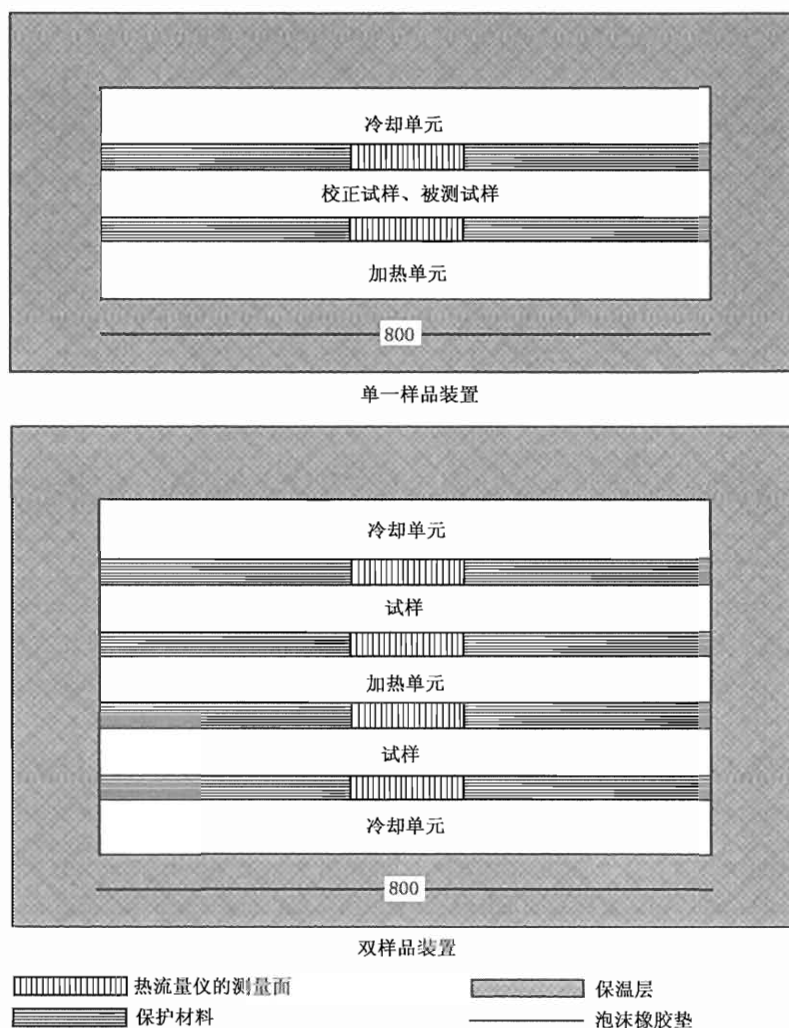


图 2 热流计测量装置示意图

7.3 测量装置的校准

热流计法是一种相对的测量方法,被测试样的热阻是通过与已知热阻的校正试样的比值来估算。校正试样的热阻用防护热板法测定。校正试样应为具有平坦平行表面的均质非吸湿材料,且与被测试样具有类似的热性能。

通过热流计的热流量密度根据式(15)由产生的电位差和热流计测量截面的平均温度计算得出:

$$q = (C_1 + C_2 T_m)V \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

q ——热流量密度;

C_1 ——常量;

C_2 ——常量;

T_m ——热流计测量截面的平均温度;

V ——电位差。

常量 C_1 和 C_2 是通过用校正试样按 GB/T 10295 的标定方法来确定。

对于单一样品装置,应定期用校正试样对单一样品装置和防护热板装置进行校准。

对于双试样装置,当出现设备校准偏差时,用控制试样进行及时调整。

7.4 试样

试样为边长 800 mm 正方形的平型中空玻璃。试样的表面应平坦平行。试样外表面中央区的内外

挠度在 283 K 时应不大于 0.5 mm。

7.5 试验程序

7.5.1 将试样冷却到 283 K 并达到等温平衡后,立即测量中空玻璃外表面中央区的挠度,如果向外的挠度太大,可以通过降低中空玻璃内部压力进行试样中央区厚度校正。如果试样向内的挠度太大,且需要的校正不大于 0.5 mm 时可充空气校正。

7.5.2 将试样垂直或按使用时的安装角度放置在试验装置中,并确保试样与热流计充分接触。

7.5.3 将试样的平均温度控制在 $283\text{ K} \pm 0.5\text{ K}$,并使试样冷热表面的平均温差保持在 $15\text{ K} \pm 1\text{ K}$ 。

7.6 计算与结果表达

7.6.1 中空玻璃的热阻

中空玻璃的热阻由式(16)得出:

$$R = 2(T_1 - T_2)/(q_1 + q_2) \dots\dots\dots (16)$$

式中:

- q_1 ——被测试样热侧热流量密度;
- q_2 ——被测试样冷侧热流量密度;
- T_1 ——被测试样热表面平均温度;
- T_2 ——被测试样冷表面平均温度。

7.6.2 U 值(传热系数)的计算

按 6.5.2 规定计算和表达。

8 检测报告

检测报告应包含以下内容:

- a) 样品的描述:
 - 试样的规格尺寸;
 - 边部测量的中空玻璃厚度;
 - 玻璃片厚度;
 - 气体间隔层厚度;
 - 填充气体的种类;
 - 充气浓度;
 - 红外反射膜的位置;
 - 挠曲变形量。
- b) 测量结果
 - 采用的测试方法;
 - 试样热表面的平均温度;
 - 试样冷表面的平均温度;
 - 试样冷热表面的平均温差;
 - 试样的平均温度;
 - 热阻;
 - h_e 和 h_i 值(使用了非标准化值时);
 - 被测试样的倾角;
 - U 值(传热系数)。

附 录 A
(规范性附录)
辐射率和气体性能的确定

A.1 标准辐射率 ϵ_n 的确定

镀膜玻璃表面的标准辐射率 ϵ_n 是在接近正常入射状况下,利用红外光谱仪测出其谱线的反射曲线,按照下列步骤计算:

按照表 A.1 给出的 30 个波长值,在 283 K $\pm$ 0.5 K 温度下测定相应的反射率 $R_n(\lambda_i)$ 曲线,并取其算术平均值,得到 283 K 温度下的常规反射率。

$$R_n = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} R_n(\lambda_i)$$

283 K 的标准辐射率按下式求出:

$$\epsilon_n = 1 - R_n$$

表 A.1 用于测定 283 K 温度下常规反射率 R_n 的波长 单位为微米

序 号	波长 λ_i	序 号	波长 λ_i
1	5.5	16	14.8
2	6.7	17	15.6
3	7.4	18	16.3
4	8.1	19	17.2
5	8.6	20	18.1
6	9.2	21	19.2
7	9.7	22	20.3
8	10.2	23	21.7
9	10.7	24	23.3
10	11.3	25	25.2
11	11.8	26	27.7
12	12.4	27	30.9
13	12.9	28	35.1
14	13.5	29	43.9
15	14.2	30	50.0 ^{a,b}
^a 选择 50 μm 是因为这是普通商用红外光谱仪的极限波长,这一近似值对计算精度的影响可以忽略不计。 ^b 如果无法取得 25 μm 以上波长的光谱反射率数值,可以用得到的最高波长点代替。只有反射率响应曲线合理恒定时才有效。采用这种做法应在报告中说明。			

A.2 校正辐射率 ϵ 的确定

校正辐射率 ϵ 是由标准辐射率 ϵ_n 乘以表 A.2 给出的系数得出。

表 A.2 校正辐射率与标准辐射率之间的关系

标准辐射率	系数 ^a
0.03	1.22
0.05	1.18
0.1	1.14
0.2	1.10
0.3	1.06
0.4	1.03
0.5	1.00
0.6	0.98
0.7	0.96
0.8	0.95
0.89	0.94
^a 其他值可以通过线性插值或外推计算获得。	

A.3 气体特性

中空玻璃间隔层内有关气体参数见表 A.3。

表 A.3 气体特性

气 体	温度 T/K	密度 $\rho/(kg/m^3)$	动态黏度 $\mu/$ [$10^{-5} kg/(m \cdot s)$]	导热系数 $\eta/$ [$10^{-2} W/(m \cdot K)$]	比热容 $c/$ [$10^3 J/(kg \cdot K)$]
空气	263	1.326	1.661	2.336	1.008
	273	1.277	1.711	2.416	
	283	1.232	1.761	2.496	
	293	1.189	1.811	2.576	
氩气	263	1.829	2.038	1.584	0.519
	273	1.762	2.101	1.634	
	283	1.699	2.164	1.684	
	293	1.640	2.228	1.734	
SF ₆	263	6.844	1.383	1.119	0.614
	273	6.602	1.421	1.197	
	283	6.360	1.459	1.275	
	293	6.118	1.497	1.354	
氮气	263	3.832	2.260	0.842	0.245
	273	3.690	2.330	0.870	
	283	3.560	2.400	0.900	
	293	3.430	2.470	0.926	

附录 B

(规范性附录)

多个间隔层中空玻璃 U 值的计算方法

在间隔层一个以上时,中空玻璃 U 值的计算可用迭代法(见表 B.1 例子),每个间隔层的气体间隔层热传导系数 h_s 的测定平均温度为 283 K。

迭代法步骤:首先,将气体间隔层两侧玻璃表面温差 $\Delta T=15/N(K)$ 代入式(7),再根据 5.1.2 和 5.1.3 计算出每个间隔层的热传导系数 h_s 。

然后,将得出的气体间隔层热传导系数 h_s 代入式(B.1)可计算出每个间隔层的新的 ΔT_s :

$$\Delta T_s = 15 \frac{1/h_s}{\sum_{s=1}^N 1/h_s} \dots\dots\dots (B.1)$$

将得出的 ΔT_s 再代入公式进行迭次计算,直到每个间隔层 h_s 均计算得出,并根据公式(2),计算多层玻璃系统内部热传导系数 h_i 。一般情况下,迭代计算法不超过 3 次,特殊情况为 4 次。

当所有气体间隔层的热传导系数 h_s 值相等时,对应的温差可由 $\Delta T=15/N(K)$ 给出,则没有必要使用迭代法。

表 B.1 三玻中空玻璃的迭代计算示例

迭代数	1	2	3	4
$1/h_s$ (间隔层 1) $[m^2 \cdot K/W]$	0.145 5	0.171 7	0.171 3	0.171 4
$1/h_s$ (间隔层 2) $[m^2 \cdot K/W]$	0.272 0	0.312 5	0.313 5	0.313 3
$\sum_{s=1}^2 1/h_s$ $[m^2 \cdot K/W]$	0.417 5	0.484 2	0.484 8	0.484 7
ΔT (间隔层 1) $[K]$	5.23	5.13	5.30	5.30
ΔT (间隔层 2) $[K]$	9.77	9.68	9.70	9.70
U 值 $[W/(m^2 \cdot K)]$	1.67	1.51	1.50	1.50
注:示例的玻璃配置:4+12+4+12+4(mm),一片膜层在第 2 个间隔层, $\epsilon=0.1$,两个间隔层内均充 SF_6 。				

附 录 C

(资料性附录)

本标准章条编号与 ISO 10291:1994、ISO 10292:1994、ISO 10293:1997 章条编号对照

表 C.1 给出了本标准章条编号与 ISO 10291:1994、ISO 10292:1994、ISO 10293:1997 章条编号对照一览表。

表 C.1

本部分章条编号	对应的国际标准章条号
1	ISO 10291/ISO 10292/ISO 10293 1、3
2	ISO 10291 ISO 10293 2
3	ISO 10292 2
4	ISO 10292 3
5.1	ISO 10292 4
5.1.1	ISO 10292 4.1
5.1.2	ISO 10292 4.2
5.1.3	ISO 10292 4.3/5.4
5.2.1	ISO 10292 5.1
5.2.2	ISO 10292 5.2
5.2.3	ISO 10292 5.3
5.3.1	ISO 10292 6.1
5.3.2	ISO 10292 6.2
5.4	ISO 10292 7
6.1	ISO 10291 4
6.2	ISO 10291 5/6
6.3	ISO 10291 7/8
6.4.1	ISO 10291 8
6.4.2	ISO 10291 9 第一段
6.4.3	ISO 10291 9 第二段
6.5.1	ISO 10291 10.1
6.5.2	ISO 10291 10.2
6.6	ISO 10291 11
7.1	ISO 10293 3/4
7.2	ISO 10293 5
7.3	ISO 10293 6
7.4	ISO 10293 7/8 第一句
7.5.1	ISO 10293 8
7.5.2	ISO 10293 9 第一段、第二段

表 C. 1 (续)

本部分章条编号	对应的国际标准章条号
7. 5. 3	ISO 10293 9 第三段
7. 6. 1	ISO 10293 10. 1
7. 6. 2	ISO 10293 10. 2
8	ISO 10293 11
附录 A	ISO 10292 附录 A
附录 B	—

附 录 D

(资料性附录)

本标准与 ISO 10291、ISO 10292、ISO 10293 技术差异及其原因

表 D.1 给出了本标准与 ISO 10291、ISO 10292、ISO 10293 技术差异及其原因的一览表。

表 D.1

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
1	删除了 ISO 10292 范围中关于 U 值确定的意义和间接作用的描述。	在我国标准中,范围不用描述这些作用。
2	引用了采用国际标准的我国标准,而非国际标准。增加引用了 GB/T 8170。	以适合我国国情。在标准中需要用到修约规则。
4	增加了符号: R ——热阻、 $C_1 C_2$ ——测量装置常量、 V ——电位差、 q ——热流量密度、 Φ ——加热功率。用符号 η 代替 λ 表示气体导热系数。	这些符号均在标准中需要用到。
5.1.3	将 ISO 10292 标准 5.4 水平和倾斜中空玻璃取值情况移至本条。	这条内容与本条内容一致,放在这里便于使用。
5.2.1	删除了 ISO 10292 标准中的注释 1。	符合中国标准规定,注释不在正文中出现。
5.3.1	删除了 ISO 10292 标准中的注释 2。	符合中国标准规定,注释不在正文中出现。且保留几位小数已在修约规则中规定。
5.3.2	删除了 ISO 10292 标准中的注释 3、将注释 4 的内容写入标准正文。	同上。
5.4	将注释 5 的内容写入标准正文。	在实际操作中需要。
6.1	删除了中空玻璃 U 值的定义。 增加了测量装置的基本原理。	该定义已经在标准的第 4 章术语和定义中给出,这里就不再重复。 符合我国标准要求。
6.3	将 ISO 10291 标准 8 中对试样内外挠曲的要求移到此条。	这样对测量试样的要求更完整,便于操作。
6.4	将 ISO 10291 标准 8 中对试样内外挠曲测量放在试验程序中,并将内容用二级条目表述。 删除了“使用 3 mm 厚的天然海绵橡胶”	试样挠曲检测是测量过程的一部分。 符合我国标准要求。 引用的 GB/T 10294 标准中对测量设备有详细说明,这里就不必重复。
6.5.1	增加了数值修约规定。	便于数据处理。

表 D.1 (续)

本标准的章条编号	技术性差异	原 因
6.5.2	删除了内外表面换热系数的导出和取值,规定按本标准的 5.3 得出。	在本标准的 5.3 中已经给出了该两换热系数的取值和导出公式,在本条中就不再重复,直接引用。
6.6	删除 b) 的内容。	a) 的样品描述已经包含 b) 的内容。
7.1	删除了中空玻璃 U 值的定义。 增加了测量装置的基本原理。	该定义已经在标准的第 4 章术语和定义中给出,这里就不再重复。 符合我国标准要求。
7.4	将 ISO 10293 标准 8 中对试样内外挠度的要求移到此条中。	这样对测量试样的要求更完整,便于操作。
7.5	将 ISO 10291 标准 8 中对试样内外挠度测量放在试验程序中,并将内容用二级条表述。	试样挠度检测是测量过程的一部分。 符合我国标准要求。
7.6.2	删除本条的具体规定,引用 6.5.2 规定。	ISO 10291 和 ISO 10293 对本条的 U 值的计算和表达是完全一致的,在本条中引用 6.5.2 的规定。
8	删除 b) 的内容。	a) 的样品描述已经包含 b) 的内容。
公式编号	按先后顺序重新排列公式编号。	将三个标准内容合并为一个后,公式编号有不唯一性。
附录 A 表 A.3	用绝对温度替换摄氏温度。	与标准其他温度统一。
附录	删除了 ISO 10292 中的附录 B。	作为我国标准,ISO 标准中的参考书目不必列出。
附录 B	增加了附录 B。	采用 EN673 标准的附录 B,使大家更清楚多于一个间隔层的中空玻璃的计算方法。



GB/T 22476-2008

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-35687