

JJF (浙)

# 浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1181—2021

---

## 建筑门窗保温性能检测装置校准规范

Calibration Specification for Building Doors and Windows Thermal  
Insulation Performance Testing Device

2021-08-03 发布

2021-11-03 实施

---

浙江省市场监督管理局 发布

# 建筑门窗保温性能 检测装置校准规范

JJF (浙) 1181—2021

Calibration Specification for Building Doors and Windows Thermal  
Insulation Performance Testing Device

---

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：台州市计量技术研究院

台州市建设工程质量检测中心

参加起草单位：台州市计量设备技术校准中心

本规范委托台州市计量技术研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

徐欣（台州市计量技术研究院）

梁林（台州市计量技术研究院）

陈传飞（台州市建设工程质量检测中心）

**参加起草人：**

陈 岚（台州市计量设备技术校准中心）

张 锋（台州市计量技术研究院）

朱妙根（台州市计量设备技术校准中心）

葛伟能（台州市建设工程质量检测中心）

# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 术语 .....	( 1 )
4 概述 .....	( 1 )
5 计量特性 .....	( 2 )
6 校准条件 .....	( 2 )
6.1 环境条件 .....	( 2 )
6.2 标准器及其他设备 .....	( 3 )
7 校准项目和校准方法 .....	( 3 )
7.1 校准项目 .....	( 3 )
7.2 校准方法 .....	( 3 )
7.2.1 温度传感器示值误差 .....	( 3 )
7.2.2 热箱、冷箱温度偏差及波动度 .....	( 4 )
7.2.3 湿度 .....	( 6 )
7.2.4 功率表示值误差 .....	( 6 )
8 校准结果表达 .....	( 7 )
9 复校时间间隔 .....	( 8 )
附录 A 建筑门窗保温性能检测装置校准记录参考格式 .....	( 9 )
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	( 11 )
附录 C 热箱温度偏差测量结果的不确定度评定示例 .....	( 12 )
附录 D 温度传感器示值误差测量结果的不确定度评定示例 .....	( 15 )
附录 E 功率表示值误差测量结果的不确定度评定示例 .....	( 19 )

# 引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制。

本规范为首次制定。

# 建筑门窗保温性能检测装置校准规范

## 1 范围

本规范适用于基于标定热箱法原理的建筑门窗保温性能检测装置的计量性能的校准，建筑墙体保温性能检测装置的计量性能的校准可参照本规范。

## 2 引用文件

JJG 780-1992 交流数字功率表检定规程

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JJF 1171-2007 温度巡回检测仪校准规范

GB/T 8484-2020 建筑外门窗保温性能检测方法

GB/T 13475-2008 绝热稳态传热性质的测定 标定和防护热箱法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 术语

JJF 1001-2011和上述引用文件界定的以及以下术语和定义适用于本规范。

本规范使用下列术语。

### 3.1 建筑门窗保温性能检测装置 building doors and windows thermal insulation performance testing device

建筑门窗保温性能检测装置是检测建筑门窗阻止热量由室内向室外传递能力的设备。

### 3.2 门窗传热系数 doors and windows thermal transmittance

稳态传热条件下，门窗两侧空气温差为1℃时单位时间内通过单位面积的传热量。

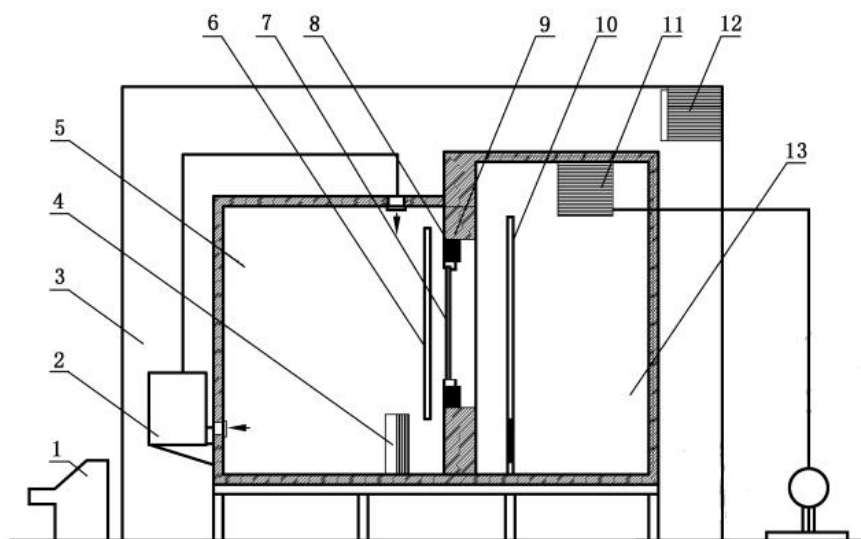
### 3.3 温度偏差 temperature deviation

检测装置稳定状态下，工作空间各测量点在规定时间内实测最高温度和最低温度与设定温度的上下偏差，温度偏差包含温度上偏差和温度下偏差。

## 4 概述

基于标定热箱法的建筑门窗保温性能检测装置(以下简称检测装置)主要由热箱、冷箱、试件框、填充板和环境空间五部分组成，见图1所示。检测装置是基于稳态传热原理来检测建筑门窗传热系数。试件一侧为热箱，模拟供暖建筑冬季室内气温条件；另一侧为冷箱，模拟冬季室外气温和气流速度。在对试件缝隙进行密封处理，试件两侧各自保持稳定的空气温度、气流速度和热辐射条件下，测量热箱中加热装置单位时间内的发热量，减去通过热箱壁、试件框、填充板、试件和填充板边缘的热损失，除以试件面积与两侧空气温差的

乘积，即可得到试件的传热系数。



注：1 ——控制系统    2 ——控湿系统    3 ——环境空间    4 ——加热装置    5 ——热箱  
6 ——热箱导流板    7 ——试件    8 ——填充板    9 ——试件框    10 ——冷箱导流板  
11 ——制冷装置    12 ——空调装置    13 ——冷箱

图1 检测装置的组成

## 5 计量特性

### 5.1 温度传感器示值误差

温度传感器的最大允许误差： $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.2 热箱、冷箱温度偏差及波动度

热箱温度偏差： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，温度波动度： $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ；

冷箱温度偏差： $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，温度波动度： $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.3 湿度

在抗结露因子检测时热箱内相对湿度的实测值：不大于 25%。

### 5.4 功率表示值误差

热箱计量用功率表的最大允许误差： $\pm 0.5\%$ 。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度： $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 85\%RH$ ；

气压： $(86 \sim 106)\text{kPa}$ ；

检测装置周围环境应无强振动和强电磁干扰存在。

## 6.2 标准器及其他设备

测量设备的扩展不确定度( $k=2$ )应不大于被校对象相应参数最大允许误差绝对值的1/3, 测量范围应覆盖被校对象各功能的测量范围。推荐选择以下测量设备, 如表1所示。

表1 测量设备

序号	仪器设备名称	技术要求	用途
1	温度测量标准	一般选用高精度数字测温仪与便携式恒温设备作为测量标准器。 高精度数字测温仪: 测量范围应覆盖 $(-30\sim 30)^{\circ}\text{C}$ ; 分辨力不低于 $0.01^{\circ}\text{C}$ ; 最大允许误差 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ 。 便携式恒温设备: 测量范围应覆盖 $(-30\sim 30)^{\circ}\text{C}$ ; 水平温场温差 $0.05^{\circ}\text{C}$ ; 温度波动度 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}/10\text{min}$ 。	用于温度传感器的校准
		一般选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置。通道传感器数量不少于9个。 测量范围应覆盖 $(-30\sim 30)^{\circ}\text{C}$ ; 分辨力: $0.01^{\circ}\text{C}$ ; 最大允许误差: $\pm (0.15^{\circ}\text{C} + 0.002 t )$ , 其中, $ t $ 为温度的绝对值, 单位为 $^{\circ}\text{C}$ 。	用于热箱、冷箱温度偏差及波动度的校准
2	湿度测量标准	测量范围: $(10\sim 100)\%RH$ ; 分辨力: $0.1\%RH$ ; 最大允许误差: $\pm 2.0\%RH$ 。	用于湿度的测量
3	功率测量标准	测量范围 $50\text{mW}\sim 1200\text{W}$ ; 分辨力: $0.1\text{W}$ ; 最大允许误差: $\pm 0.1\%$ 。	用于功率的校准

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

序号	校准项目
1	温度传感器示值误差
2	热箱、冷箱温度偏差及波动度
3	湿度
4	功率表示值误差

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 温度传感器示值误差

温度传感器未安装到检测装置前, 或已经安装到检测装置后, 都可采取以下方法进行校准。温度传感器的校准点一般按照表2进行选取, 也可根据用户需要选择校准点进行温度传感器的校准。



表2 温度校准点的选取

温度传感器的位置	选取的校准点 (°C)
冷侧	-20
热侧	20

温度传感器应连接在检测装置中进行整体校准。将高精度数字测温仪和温度传感器同时放入便携式恒温设备，插入深度不少于 100mm；开启便携式恒温设备，设置温度设定点，待便携式恒温设备温度显示值稳定后，读取高精度数字测温仪的标准温度值，当标准温度值偏离温度校准点不超过  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  时（如果超过  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，需再次设置温度设定点），分别读取高精度数字测温仪和温度传感器的测量值，读数顺序如下：

标准 → 被校 1 → 被校 2……被校 n → 标准

每个温度传感器读取两次测量值，两次测量值的平均值与标准温度值的平均值的差值为传感器的示值误差。

#### 7.2.2 热箱、冷箱温度偏差及波动度：

##### 7.2.2.1 热箱、冷箱温度偏差

将温度测量标准的传感器布置在检测装置热箱或冷箱的三个不同层面上，称为上、中、下三层，中层为通过热箱或冷箱几何中心的平行于底面的校准工作面，各测量点位置与设备内壁的距离为各边长的 1/10，遇风道时，避开风道。

传感器测量点布放位置也可根据用户实际工作进行布置。

热箱的容积大于  $2\text{m}^3$ ，温度测量点为 15 个，湿度测量点为 1 个，布点如图 2 所示；冷箱的容积小于  $2\text{m}^3$ ，温度测量点为 9 个，布点如图 3 所示。

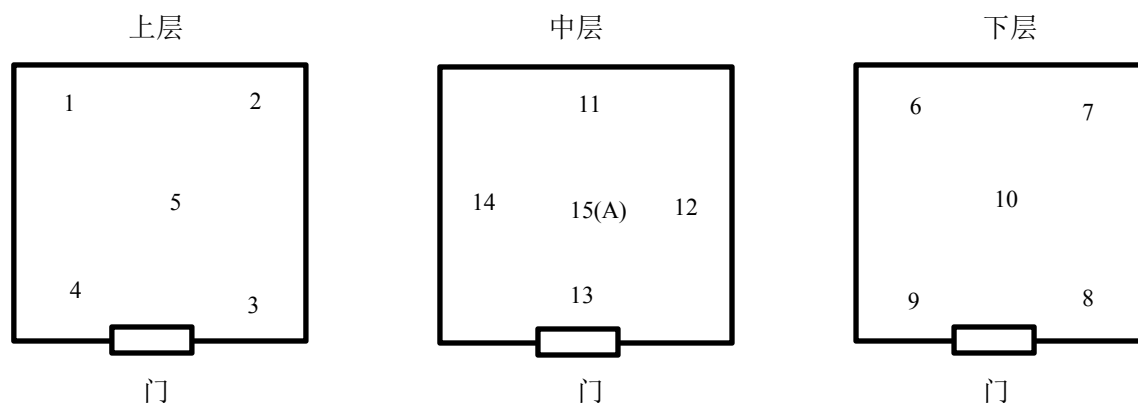


图 2 热箱中温度、湿度传感器布点示意图(1~15 为温度测量点，A 为湿度测量点)

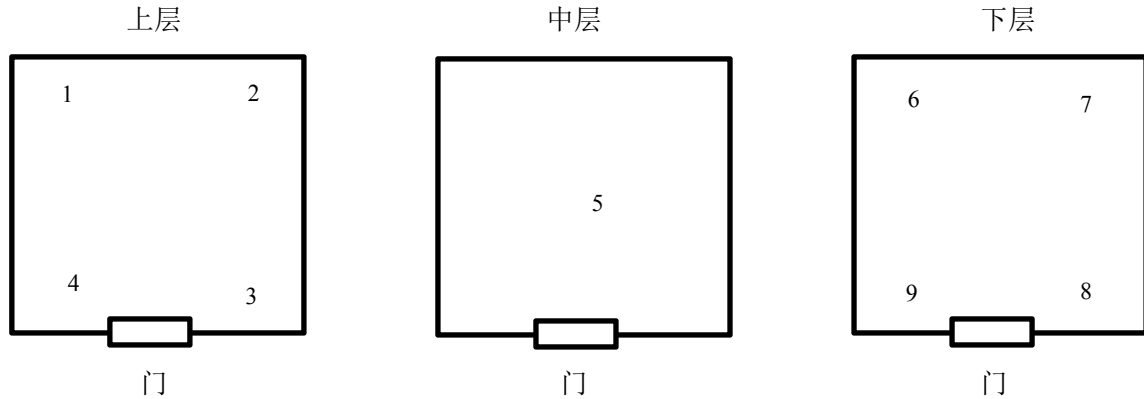


图3 冷箱中温度传感器布点示意图(1~9为温度测量点)

各温度测量标准的传感器布置完成后，密封热箱和冷箱，开启运行检测装置，检测装置达到稳定状态后开始记录各测温点温度，记录时间间隔为2 min，30 min内共记录16组数据，或根据设备运行状况和用户校准需求确定时间间隔和数据记录次数，并在原始记录和校准证书中进行说明。

温度稳定时间可以以说明书为依据，说明书中没有给出的，一般按以下原则执行：温度达到设定值，30 min后可以开始记录数据，如箱内温度仍未稳定，可按实际情况延长30 min，温度达到设定值至开始记录数据所等待的时间不超过60 min。

如果在规定的稳定时间之前能够确定箱内温度已经达到稳定，也可以提前记录。稳定时间需以检测装置达到稳定状态为主要判断标准，应在检测装置达到稳定状态后才开始校准。冷箱或热箱的设定温度偏差如式(1)、式(2)表示：

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (1)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (2)$$

式中： $\Delta t_{\max}$  -----温度上偏差，℃；

$\Delta t_{\min}$  -----温度下偏差，℃；

$t_{\max}$  -----各测量点规定时间内测量的最高温度，℃；

$t_{\min}$  -----各测量点规定时间内测量的最低温度，℃；

$t_s$  -----检测装置的设定温度，℃。

#### 7.2.2.2 波动度

检测装置在稳定状态下，工作空间各测量点30 min内（每2 min测试一次）实测最高温度与最低温度之差的一半，冠以“±”号，取全部测量点中变化量的最大值作为温度波

动度校准结果。

$$\Delta t_f = \max \left[ (t_{j\max} - t_{j\min}) / 2 \right] \quad (3)$$

式中： $\Delta t_f$ -----温度波动度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\max}$ -----测量点j在n次测量中的最高温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$t_{j\min}$ -----测量点j在n次测量中的最低温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

### 7.2.3 湿度

将湿度测量标准的传感器布置在图2所示的A点。检测装置运行抗结露因子试验，待检测装置达到稳定状态后开始读取测量值，记录时间间隔为2 min，30 min内共记录16组数据，取最大值作为测量结果。

### 7.2.4 功率表示值误差

检测装置的功率测量原理主要分为两种：一种是分流器法(加热电流通过分流器分流后接入功率显示仪表)，一种是功率传感器法(加热电压、电流通过功率传感器接入功率显示仪表)，针对这两种情况，校准方法都可采取标准功率源法和标准表法。

功率表校准点的选取应在被测对象的功率范围内，并均匀地选取不少于5个，也可以按照实际使用者的要求选取校准点。

#### 7.2.4.1 标准功率源法

先确定检测装置的功率测量原理，采用分流器法的按照图4进行线路连接，采用功率传感器法的按照图5进行线路连接，校准时一般采用定压调流法，功率源根据校准点选择输出相应的标准功率(工频50Hz)。检测装置功率表示值误差计算如下：

$$\Delta P = P_x - P_s \quad (4)$$

式中： $\Delta P$ -----功率表示值误差，W

$P_x$ -----功率表示值，W

$P_s$ -----标准功率源示值，W

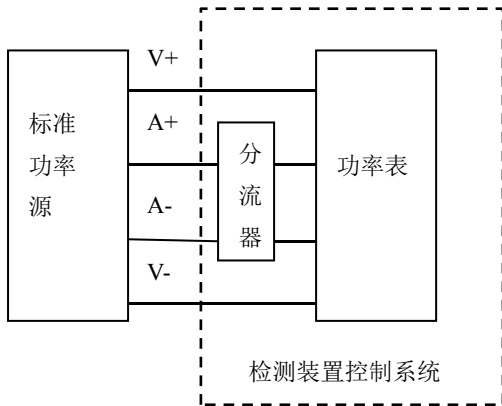


图4 分流器法

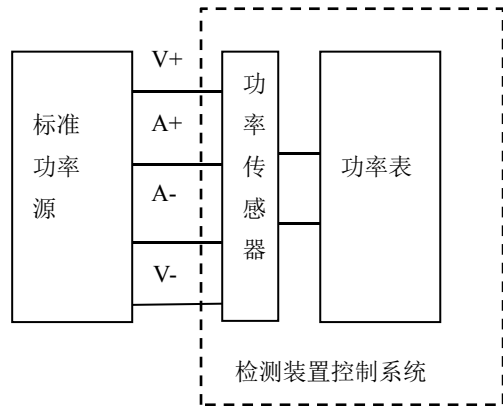


图5 功率传感器法

#### 7.2.4.2 标准表法

把标准功率表接入到检测装置的功率测量电路中，检测装置的功率示值与标准功率表的示值差即为检测装置的功率示值误差。测量线路见图6。

$$\Delta P = P_x - P_N \quad (5)$$

式中： $\Delta P$ ——功率表示值误差，W

$P_x$ ——功率表示值，W

$P_N$ ——标准功率表示值，W

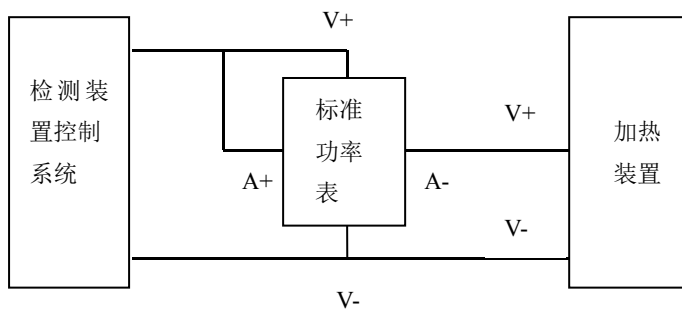


图6 标准表法

## 8 校准结果表达

校准结果应在校准证书(报告)上反映，校准证书(报告)应至少包含以下信息：

- 标题：“校准证书”；
- 实验室名称和地址；
- 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- 客户的名称和地址；

- f) 被校准对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期, 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应说明被校准对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象的有效性的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书或报告的声明。

## 9 复校时间间隔

建议复校间隔时间为一年, 使用特别频繁时应适当缩短。在使用过程中经过修理、更换重要器件等的一般需要重新校准。

由于复校时间间隔的长短是由检测装置的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定的, 因此, 用户可根据实际使用情况确定复校时间间隔。

## 附录 A

## 建筑门窗保温性能检测装置校准记录参考格式

记录编号:

委托单位:	地址:
器具名称:	型号/规格:
出厂编号:	制造厂:
准确度:	

校准所使用的技术依据:

技术依据	
------	--

校准所使用的主要计量器具:

名称	测量范围	出厂编号	最大允许误差/不确定度/准确度等级	证书编号	有效期

校准地点、环境条件

地点:	温度:	℃	相对湿度:	%
-----	-----	---	-------	---

## A.1 温度传感器示值误差

温度点 ( )	标准值 (℃)	热侧温度传感器(℃)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...
读数 1																	
读数 2																	
平均值																	
误差																	
温度点 ( )	标准值 (℃)	冷侧温度传感器(℃)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...
读数 1																	
读数 2																	
平均值																	
误差																	

## A.2 热箱、冷箱温度偏差及波动度

次数	设定值 (°C)	热箱各测量点实测值(°C)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1																
...																
16																
最大值																
最小值																
上偏差:		下偏差:			波动度:											
次数	设定值 (°C)	冷箱各测量点实测值(°C)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1																
...																
16																
最大值																
最小值																
上偏差:		下偏差:			波动度:											

温度上偏差的扩展不确定度 $U=$  ,  $k=2$ , 温度下偏差的扩展不确定度 $U=$  ,  $k=2$ 。

A.3 湿度 (技术要求:  $< 25\%RH$  )

测量点	热箱湿度实测值(%RH)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
中心点																
最大值																

湿度测量结果的扩展不确定度 $U=$  %RH,  $k=2$ 。

## A.4 功率表示值误差

输入电压(V)	输入电流(A)	标准值(W)	示值(W)	扩展不确定度

校准员:

核验员:

校准日期:

## 附录 B

## 校准证书内页参考格式

## B.1 温度传感器示值误差

温度点	标准值 (°C)	热侧温度传感器示值误差(°C)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...
温度点	标准值 (°C)	冷侧温度传感器示值误差(°C)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	...

温度传感器校准结果的扩展不确定度为 $U=^{\circ}\text{C}$ ,  $k=2$

## B.2 热箱、冷箱温度偏差及波动度

温度偏差		热箱	冷箱
热箱设定值为 $^{\circ}\text{C}$	上偏差		
冷箱设定值为 $^{\circ}\text{C}$	下偏差		
波动度			

温度上偏差的扩展不确定度 $U=^{\circ}\text{C}$ ,  $k=2$ , 温度下偏差的扩展不确定度 $U=^{\circ}\text{C}$ ,  $k=2$ 。

## B.3 湿度

项目	测量值(%RH)	扩展不确定度
湿度		

## B.4 功率表示值误差

输入电压(V)	输入电流(A)	标准值(W)	示值(W)	扩展不确定度



## 附录 C

## 热箱温度偏差测量结果的不确定度评定示例

## C.1 概述

C.1.1 测量依据 JJF (浙) XX—XXXX 建筑门窗保温性能检测装置校准规范

C.1.2 环境条件:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , 相对湿度:  $\leq 85\%$ 。

C.1.3 测量标准: 温度测量标准, 测量时带修正值使用, 扩展不确定度  $U=0.1 ^\circ\text{C}$ ,  $k=2$  分辨力  $0.01^\circ\text{C}$ 。

C.1.4 被测对象: 建筑门窗保温性能检测装置热箱温度偏差

C.1.5 测量方法: 采取直接测量法, 将标准器——数据采集器温度探头按照要求布置。开启运行检测装置。试验设备达到设定值并稳定后开始记录设备的温度示值及各布点相对温度, 记录时间间隔为 2 min, 30 min 内共记录 16 组数据。

C.1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量, 一般可直接使用本不确定度的评定方法。

## C.2 测量模型

C.2.1 温度上偏差公式:

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s$$

式中:  $\Delta t_{\max}$  ——温度上偏差,  $^\circ\text{C}$

$t_{\max}$  ——各测量点规定时间内测量的最高温度,  $^\circ\text{C}$

$t_s$  ——设备设定温度,  $^\circ\text{C}$

C.2.2 温度下偏差公式:

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s$$

式中:  $\Delta t_{\min}$  ——温度下偏差,  $^\circ\text{C}$

$t_{\min}$  ——各测量点规定时间内测量的最低温度,  $^\circ\text{C}$

$t_s$  ——设备设定温度,  $^\circ\text{C}$

## C.3 不确定度来源分析

不确定度来源: 被校对象测量重复性引入的标准不确定度分量, 标准器分辨力引入的标准不确定度分量, 标准器修正值引入的标准不确定度分量, 标准器的稳定性引入的标准

不确定度分量。

由于上偏差与下偏差不确定度来源和数值相同，因此接下去仅以温度上偏差进行不确定度评定。

### C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1$

温度 20 °C 校准点重复测量 10 次，标准偏差  $s$  用下列公式计算可得：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = 0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$$

而又考虑到计算时取的是最大值进行计算，则有  $u_1 = s = 0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

### C.3.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2$

标准器的分辨力为 0.01 °C，不确定度区间半宽为 0.005 °C，服从均匀分布，则标准器分辨力引入的标准不确定度分量： $u_2 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

### C.3.3 标准器修正值引入的标准不确定度分量 $u_3$

标准器温度修正值的不确定度  $U=0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$   $k=2$ ，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量： $u_3=U/k=0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

### C.3.4 标准器稳定性引入的标准不确定度分量 $u_4$

本标准器相邻两次校准温度修正值最大变化 0.1 °C，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量： $u_4 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

## C.4 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量如下表所示

标准不确定符号	不确定度来源	标准不确定度
$u_1$	温度测量重复性引入	0.05 °C
$u_2$	标准器温度分辨力引入	0.003 °C
$u_3$	标准器温度修正值引入	0.05 °C
$u_4$	标准器温度稳定性引入	0.06 °C

C.5 合成标准不确定度  $u_c$ 

由于各标准不确定度分量相互独立，则温度上偏差合成标准不确定度  $u_c$  的计算如下：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

同理可得温度下偏差合成标准不确定度  $u_c = 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$

## C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，温度上偏差校准不确定度为： $U = ku_c = 0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$

取包含因子  $k=2$ ，温度下偏差校准不确定度为： $U = ku_c = 0.2 \text{ } ^\circ\text{C}$

## 附录 D

## 温度传感器示值误差测量结果的不确定度评定示例

## D.1 概述

D.1.1 测量依据 JJF (浙) XX—XXXX 建筑门窗保温性能检测装置校准规范。

D.1.2 环境条件:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , 相对湿度:  $\leq 85\%$ 。

D.1.3 测量标准: 温度测量装置, 温度标准测量范围为  $(-30 \sim 30) ^\circ\text{C}$ , 最大允许误差:  $\pm 0.05 ^\circ\text{C}$ ; 恒温装置, 稳定度  $0.05 ^\circ\text{C}/10\text{min}$ 。

D.1.4 被测对象: 建筑门窗保温性能检测装置温度传感器。

D.1.5 测量方法: 采用比较法, 即用温度标准与被检测对象 (检测装置温度传感器) 同时插入恒温装置。恒温装置稳定后, 被测温度传感器与温度标准的读数差值就是温度传感器的示值误差。

D.1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量, 一般可直接使用本不确定度的评定方法。

## D.2 测量模型

$$\Delta t = t_x - t_s$$

式中:  $\Delta t$ ——检测装置温度传感器示值误差,  $^\circ\text{C}$

$t_x$ ——检测装置温度传感器读数的平均值,  $^\circ\text{C}$

$t_s$ ——温度测量标准读数的平均值,  $^\circ\text{C}$

## D.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial x}{\partial t_x} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial x}{\partial t_s} = -1$$

## D.4 标准不确定度分量的评定

D.4.1 输入量  $t_x$  引入的标准不确定度  $u(t_x)$  的评定

输入量  $t_x$  的标准不确定度  $u(t_x)$ , 其来源被温度传感器测量重复性、温度传感器显示值的分辨力。

D.4.1.1 被校温度传感器测量重复性引入的不确定度  $u(t_{x1})$ 

对被检温度传感器在重复性条件下作 10 次测量, 得到测量列为:  $20.04 ^\circ\text{C}$ 、 $20.08 ^\circ\text{C}$ 、 $20.00 ^\circ\text{C}$ 、 $20.10 ^\circ\text{C}$ 、 $20.06 ^\circ\text{C}$ 、 $20.07 ^\circ\text{C}$ 、 $20.15 ^\circ\text{C}$ 、 $20.05 ^\circ\text{C}$ 、 $20.12 ^\circ\text{C}$ 、 $20.03 ^\circ\text{C}$ 。用

下式计算计算标准偏差得:

$$s(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} = 0.044^\circ\text{C}$$

实际过程中取两次测量结果的平均值作为测量结果, 则有:

$$u(t_{x1}) = \frac{0.044}{\sqrt{2}} = 0.030^\circ\text{C}$$

#### D. 4. 1. 2 被校温度传感器的分辨力引入的不确定度 $u(t_{x2})$

该项不确定度由被检温度传感器的显示值分辨力引入。因被检温度传感器显示值分辨力为  $0.01^\circ\text{C}$ , 则  $a=0.005^\circ\text{C}$ , 该分布服从均匀分布, 故:

$$u(t_{x2}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.0029^\circ\text{C}$$

#### D. 4. 1. 3 $u(t_x)$ 的计算

上述两个分量相互之间独立, 则可得:

$$u(t_x) = \sqrt{u(t_{x1})^2 + u(t_{x2})^2} = 0.030^\circ\text{C}$$

#### D. 4. 2 输入量 $t_s$ 引入的标准不确定度 $u(t_s)$ 的评定

输入量  $t_s$  的标准不确定度  $u(t_s)$ , 其来源有温度测量标准的误差、分辨力、恒温装置温度场不均匀和波动等。

##### D. 4. 2. 1 温度测量标准的误差引入的不确定度 $u(t_{s1})$

使用的温度测量标准的最大允许误差为  $\pm 0.05^\circ\text{C}$ , 半宽区间  $0.05$ , 在区间内可认为均匀分布, 包含因子  $k$  取  $\sqrt{3}$ , 标准不确定度为:

$$u(t_{s1}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^\circ\text{C}$$

##### D. 4. 2. 2 温度测量标准分辨力引入的不确定度 $u(t_{s2})$

该项不确定度由温度测量标准的显示值分辨力引入。因温度测量标准显示值分辨力为  $0.01^\circ\text{C}$ , 则  $a=0.005^\circ\text{C}$ , 该分布服从均匀分布, 故:

$$u(t_{s2}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.0029^\circ\text{C}$$

##### D. 4. 2. 3 恒温装置温度场不均匀引起的不确定度 $u(t_{s3})$

恒温装置使用范围, 均匀性为  $0.05^{\circ}\text{C}$ , 均匀分布, 标准不确定度为:

$$u(t_{s3}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

#### D. 4. 2. 4 恒温装置波动引起的不确定度 $u(t_{s4})$

恒温装置波动性为  $\pm 0.05^{\circ}\text{C}/10\text{min}$ , 取半宽变化即  $0.05^{\circ}\text{C}$ , 均匀分布, 标准不确定度为:

$$u(t_{s4}) = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

#### D. 4. 2. 5 $u(t_s)$ 的计算

由于上述 4 个不确定度分量相互之间独立, 因此可得:

$$u(t_s) = \sqrt{u(t_{s1})^2 + u(t_{s2})^2 + u(t_{s3})^2 + u(t_{s4})^2}$$

由此可得如下:

$$u(t_s) = 0.050^{\circ}\text{C}$$

### D. 5 合成标准不确定度

#### D. 5. 1 标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	灵敏度系数 $c_i$	标准不确定度分量 $ c_i u(x_i)$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
$u(t_x)$		0.030	1	0.030
$u(t_{x1})$	被校温度传感器测量重复性引入	0.030	/	/
$u(t_{x2})$	被校温度传感器分辨力引入	0.0029	/	/
$u(t_s)$		0.050	-1	0.050
$u(t_{s1})$	温度测量标准误差引入	0.029	/	/
$u(t_{s2})$	温度测量标准示值分辨力引入	0.0029	/	/
$u(t_{s3})$	恒温装置温度场不均匀引入	0.029	/	/
$u(t_{s4})$	恒温装置波动引入	0.029	/	/

## D.5.2 合成标准不确定度计算

以上所分析的各项标准不确定度分量是互不相关的，所以其合成标准不确定度为：

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{|c_1|^2 u^2(\bar{t}_x) + |c_2|^2 u^2(\bar{t}_s)} = 0.058^\circ\text{C}$$

## D.6 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，在  $20^\circ\text{C}$  的检定点上的示值误差的扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c(\Delta t) = 0.12^\circ\text{C}$$

## D.7 测量不确定度的报告与表示

校准温度点  $20^\circ\text{C}$  时其示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 0.12^\circ\text{C}, k=2$$

## 附录 E

## 功率表示值误差测量结果的不确定度评定示例

## E.1 概述

E.1.1 测量依据 JJF (浙) XX—XXXX 建筑门窗保温性能检测装置校准规范。

E.1.2 环境条件:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , 相对湿度:  $\leq 85\%$ 。

E.1.3 测量标准: 标准功率源, 测量范围  $100\text{V} \times (0 \sim 5)\text{A}$ , 最大允许误差:  $\pm 0.1\%$ 。

E.1.4 被测对象: 建筑门窗保温性能检测装置的功率表, 最大允许误差:  $\pm 0.5\%$ 。

E.1.5 测量方法: 采取标准功率源法, 标准器在量限的额定电压下, 改变电流示值的方法使不同输入值直接同被校功率表的读数比较, 以确定功率表的示值误差。

E.1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量, 一般可直接使用本不确定度的评定方法, 功率值为  $300\text{W}$  (额定电压  $100\text{V}$  输入电流  $3\text{A}$ ) 的示值误差测量结果的不确定度可直接使用本不确定度的评定结果。

## E.2 数学模型

$$\Delta P = P_x - P_s$$

式中:  $\Delta P$ ——功率示值误差, W

$P_x$ ——功率表示值, W

$P_s$ ——标准器输入值, W

## E.3 输入量的标准不确定度评定

E.3.1 输入量  $P_x$  的标准不确定度  $u(P_x)$  主要是功率表的测量不重复, 可以通过连续测量得到测量列, 采用 A 类方法进行评定。对检测装置的功率表测量  $300\text{W}$  功率值, 进行连续独立测量 10 次, 获得一组测量值  $300.2\text{W}$ 、 $300.1\text{W}$ 、 $300.1\text{W}$ 、 $300.2\text{W}$ 、 $300.2\text{W}$ 、 $300.1\text{W}$ 、 $300.1\text{W}$ 、 $300.2\text{W}$ 、 $300.1\text{W}$ 、 $300.2\text{W}$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} x_i = 300.15 \text{ W}$$

$$\text{单次实验标准差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.053 \text{ W}$$

$$\text{标准不确定度: } u(p_x) = s_p = 0.053 \text{ W}$$



E.3.2 输入量  $P_N$  的标准不确定度  $u(P_s)$  的评定

输入量  $P_s$  的不确定度主要由标准功率源误差引起的标准不确定度  $u(P_s)$ ，采用 B 类方法进行评定。标准功率源经上级传递，符合其技术指标要求，最大允许误差： $\pm 0.1\%$ 。在输入 300W，频率为 55Hz 时其允许误差为  $\pm 0.30$  W，即半宽区间 0.30 W，在区间内可认为均匀分布，包含因子  $k(P_s)$  取  $\sqrt{3}$ ，标准不确定度为

$$u(P_s) = 0.30 / \sqrt{3} = 0.17 \text{ W}$$

## E.4 合成标准不确定度的评定

## E.4.1 灵敏系数

$$\text{数学模型} \quad \Delta P = P_x - P_N$$

$$\text{灵敏系数} \quad c_1 = \partial \Delta P / \partial P_x = 1,$$

$$c_2 = \partial \Delta P / \partial P_N = -1$$

## E.4.2 标准不确定度汇总

输入量的标准不确定度如下：

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	$ c_i  \cdot u(x_i)$
$u(P_x)$	被检表的测量不重复	0.053 W	1	0.053 W
$u(P_s)$	标准器引入	0.17 W	-1	0.17 W

E.4.3 合成标准不确定度  $u_c(\Delta P)$  的计算

输入量  $P_x$  与  $P_N$  彼此独立不相关，所以合成标准不确定度按下式得到：

$$u_c^2(\Delta P) = \left[ \frac{\partial \Delta P}{\partial P_x} \cdot u(P_x) \right]^2 + \left[ \frac{\partial \Delta P}{\partial P_s} \cdot u(P_s) \right]^2 = [c_1 u(P_x)]^2 + [c_2 u(P_s)]^2$$

$$u_c(\Delta P) = \sqrt{0.053^2 + 0.17^2} = 0.18 \text{ W}$$

## E.5 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，扩展不确定度  $U = k \cdot u_c(\Delta P) = 2 \times 0.18 \text{ W} \approx 0.4 \text{ W}$

## E.6 测量不确定度的报告与表示

测量功率值为 300W 时其示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 0.4 \text{ W}, k = 2$$