



中华人民共和国纺织行业计量技术规范

JJF(纺织) 011—2023

八篮烘箱校准规范

Calibration Specification for Eight-Basket Ovens

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

八篮烘箱校准规范

Calibration Specification for
Eight-Basket Ovens

JJF（纺织）011—2023
代替 JJF（纺织）011—2010

归口单位：中国纺织工业联合会

起草单位：国家纺织计量站上海分站

江苏省纺织产品质量监督检验研究院

张家港市检验检测中心

济宁市质量计量检验检测研究院

北京市产品质量监督检验研究院

温州市大荣纺织仪器有限公司

纺织工业科学技术发展中心

本规范委托全国纺织计量技术委员会负责解释

本规范起草人：伍海鹏（国家纺织计量站上海分站）

陈佳勇（国家纺织计量站上海分站）

蒋楠（张家港市检验检测中心）

刘滨（江苏省纺织产品质量监督检验研究院）

张玉华（济宁市质量计量检验检测研究院）

司马津京（北京市产品质量监督检验研究院）

田琳琳（纺织工业科学技术发展中心）

张金忠（温州市大荣纺织仪器有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准前准备	(2)
7.2 校准项目	(3)
7.3 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 八篮烘箱校准记录参考格式	(6)
附录 B 八篮烘箱校准证书 (内页) 参考格式	(8)
附录 C 八篮烘箱校准规范不确定度评定 (示例)	(9)

引 言

本规范是以 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》为基础性系列规范进行编写。

本规范修订依据是 GB/T 9995—1997《纺织材料含水率和回潮率的测定 烘箱干燥法》相关设备指标参数。

本规范是对 JJF (纺织) 011—2010《八篮烘箱校准规范》的修订,除结构调整和编辑性改动外,主要技术变化如下:

- 删除 2010 年版范围“新制造、首次使用、使用中和修理后”(见 1);
- 删除 GB/T 9995—1997 和 GB/T 11158—2008 引用文件,补充 JJF 1071—2010、GB/T 5170.1—2016、GB/T 8170 引用文件(见 2);
- 术语删除了温度显示值、温度设定值、温度实测值、温度示值误差、温度示值偏差、温度均匀度,增加了稳定状态、温度偏差,修改温度波动度术语(见 3);
- 增加概述(见 4);
- 计量特性中“结构与外观”和“安全性能”移至校准前准备并添加对配套天平的要求,删除了升温时间和保温性能(见 5、7.1);
- 校准方法修改了测量点数量及位置的选择,增加了温度偏差的计算方法,修改了温度波动度计算方法(见 7)。
- 增加了温度偏差、温度示值误差、温度波动度、烘篮质量极差测量不确定度评定示例(见附录 C)。

本规范历次版本发布情况如下:

JJF (纺织) 010—1985 Y802 型八篮烘箱检定规程;

JJF (纺织) 011—2006 Y802 型八篮烘箱校准规范;

JJF (纺织) 011—2010 八篮烘箱校准规范。

八篮烘箱校准规范

1 范围

本规范适用于自然对流型八篮烘箱（以下简称“烘箱”）的校准，其他原理相同、结构类似的检测仪器校准可参照本规范执行。

2 引用文件

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 5170.1-2016 电工电子产品环境试验设备检验方法 第1部分：总则

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，其最新现行有效版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 稳定状态 **steady state**

烘箱工作空间内任意点的自身变化量达到设备本身性能指标要求时的状态。

3.2 温度偏差（℃） **temperature deviation**

试验箱（室）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。

[来源：GB/T 5170.1-2016，3.2.4]

3.3 温度波动度（℃） **temperature fluctuation**

试验箱（室）稳定状态下，在规定的时间内，工作空间任意一点温度随时间的变化量。

[来源：GB/T 5170.1-2016，3.2.6]

4 概述

烘箱主要用于纺织材料含水率或回潮率测定。烘箱为自然对流型烘箱，由八个烘篮、烘篮旋转装置、加热控制装置、鼓风装置和天平组成。测试原理：将一定量试样置于一定温度烘箱烘篮内烘验，使试样中的水分蒸发，直至试样达到恒量。用烘箱配套天平分别对烘箱内试样称量烘前质量和烘干质量，计算试样含水率或回潮率。

5 计量特性

5.1 温度偏差： $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

5.2 温度示值允许误差： $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

5.3 温度波动度： $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

5.4 烘篮质量极差： $\leq 10\text{ mg}$ 。

注：以上指标不适用于仪器设备的合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：室温。

其他条件：烘箱应置于稳固的水平基础上，校准环境应清洁，周围无腐蚀性介质，无影响使用的震源和气流。

6.2 测量标准及其他设备（见表1）

表1 测量标准及其他设备

序号	标准器名称	测量范围、分度值或分辨力	不确定度或准确度等级或最大允许误差	数量
1	多通道数字测温仪	测量范围： $(0\sim 200)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，分辨力： $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，	MPE： $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$	1
2	电子天平	测量范围： $(0\sim 500)\text{ g}$ ，分度值 $d=1\text{ mg}$ 。	高准确度等级	1

注：校准用标准器可选用本表所列，也可以选用测量范围覆盖被校准量的测量范围，其测量结果扩展不确定度不大于校准量最大允许误差绝对值 $1/3$ 的标准器。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

7.1.1 烘箱电源部分应安全可靠，应有可靠的接地端子，接地可靠。烘箱外观及功能完好正常。

7.1.2 烘箱门密封可靠。烘箱对流循环扇功能正常，烘篮转动正常，无明显卡顿或异常声响。进、排气孔开启、关闭正常。烘篮内壁光滑，烘篮及旋转支架没有勾缠纤维现象。

7.1.3 烘箱加热组件在加热时不能有明显发红现象，对试样无直接辐射。

- 7.1.4 升温时间：烘箱温度自 50 ℃升温至 105 ℃所需时间应不大于 25 min。
- 7.1.5 烘箱超温保护功能正常：当烘箱显示温度达到烘箱设定超温保护温度值±5 ℃范围内时，保护装置应立即自动切断电源停止加热，并发出报警信号。
- 7.1.6 烘箱配套天平按相关检定规程要求检定合格，并在检定有效期内。

7.2 校准项目

八篮烘箱校准项目对应本规范计量特性条款和校准方法条款见表 2。

表 2 烘箱校准项目

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	温度偏差	5.1	7.3.4.1
2	温度示值误差	5.2	7.3.4.2
3	温度波动度	5.3	7.3.4.3
4	烘篮质量极差	5.4	7.3.5

注：可根据被校准烘箱的功能和客户要求选择校准项目。

7.3 校准方法

7.3.1 温度校准点选择

温度校准点一般根据用户需要选择常用的温度点（如 77 ℃、105 ℃、140 ℃）进行，或选择烘箱适用范围的上限。

7.3.2 测量点数量及位置

烘箱内温度测量点数量为 4 个，4 个测量点①、②、③、④分别位于烘箱内四角对应的四个烘篮中心（如图 1 所示），4 个测量点均处于距篮底上方约 5cm 的同一高度。

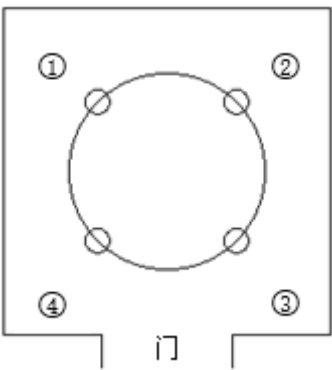


图 1 烘箱温度测量点水平位置示意图

7.3.3 温度校准

关闭烘篮旋转功能，按照图 1 布放温度传感器，将烘箱设定到校准温度，开启运行。

烘箱到达稳定状态后开始记录温度显示值和烘箱内各测量点温度,记录时间间隔为约 2 min,约 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记录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。

7.3.4 温度数据处理

7.3.4.1 温度偏差

$$\Delta t_{\max} = t_{0\max} - t_s \quad (1)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{0\min} - t_s \quad (2)$$

式中:

Δt_{\max} —— 温度上偏差, °C;

Δt_{\min} —— 温度下偏差, °C;

$t_{0\max}$ —— 规定时间内实测最高温度, °C;

$t_{0\min}$ —— 规定时间内实测最低温度, °C;

t_s —— 设定温度, °C。

7.3.4.2 温度示值误差

$$\Delta t_x = \bar{t}_x - \bar{t}_0 \quad (3)$$

式中:

Δt_x —— 温度示值误差, °C;

\bar{t}_x —— 规定时间内温度显示平均值, °C;

\bar{t}_0 —— 规定时间内所有测量点实测温度平均值, °C。

7.3.4.3 温度波动度

取各测量点变化量中的最大值作为温度波动度的校准结果,计算公式如下:

$$\Delta t_b = \max \{t_{i0\max} - t_{i0\min}\} \quad (4)$$

式中:

Δt_b —— 温度波动度, °C;

$t_{i0\max}$ —— 工作空间第 i 点在规定的时间间隔内的实测最高温度, °C;

$t_{i0\min}$ —— 工作空间第 i 点在规定的时间间隔内的实测最低温度, °C。

7.3.5 烘篮质量极差

在室温下使用电子天平逐个冷称烘篮, 每个烘篮重复称量两次, 取两次测量结果的算术平均值为烘箱质量。各烘篮质量最大值与最小值之差为烘篮质量极差。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果, 并按照 GB/T 8170 对数据进行修约至最大允许误差的十分之一。推荐的八篮烘箱校准记录格式见附录 A。

8.2 校准证书

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书格式参考见附录 B。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求。推荐的校准证书内页格式见附录 B。

8.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目测量结果的扩展不确定度, 评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下, 建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

注: 由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

八篮烘箱校准记录参考格式

委托方：设备编号：原始记录号：
型号规格：产品编号：
制造厂：温度：℃湿度：%RH
校准日期：年 月 日校准地点：
校准依据：JJF（纺织）011-202X 八篮烘箱校准规范
测量标准：

名称	型号规格	编号	测量范围	不确定度或准 确度等级或最 大允许误差	证书编号/有效期	溯源 机构

计量特性校准：

次数	温度显示值 (℃)	温度实测值 (℃)			
		①	②	③	④
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

13												
14												
15												
16												
$t_{i0max} - t_{i0min}$	/											
温度设定值 (°C)												
温度上偏差 (°C)				温度下偏差 (°C)								
温度示值误差 (°C)				温度波动度 (°C)								
烘篮编号	1	2	3	4	5	6	7	8				
烘篮质量 (g)												
平均值 (g)												
最大值 (g)			最小值 (g)			极差 (mg)						
扩展不确定度												
备 注												

校准单位:

校准员:

审核员:

附录 B

八篮烘箱校准证书（内页）格式参考

校 准 结 果

证书编号：

原始记录编号：

第×页，共×页

校准项目	技术要求	校准结果	扩展不确定度 $U(k=2)$
温度上偏差（℃）	± 2		
温度下偏差（℃）	± 2		
温度示值误差（℃）	± 2		
温度波动度（℃）	≤ 2		
烘篮质量极差（mg）	≤ 10		

附录 C

八篮烘箱校准规范不确定度评定（示例）

C.1 八篮烘箱温度偏差测量不确定度评定示例

C.1.1 被校对象

八篮烘箱，温度设定值分辨力：0.1 °C，校准点：105.0 °C。

C.1.2 测量标准

多通道数字测温仪，温度指示分辨力：0.1 °C，MPE：±0.4 °C。

C.1.3 校准方法

关闭烘篮旋转功能，按本规范 7.3.2 的要求布放测量标准的温度传感器。烘箱设定温度：105.0 °C，开启运行，烘箱到达稳定状态后开始记录温度显示值和烘箱内各测量点温度，记录时间间隔为约 2 min，约 30 min 内共记录 16 组数据。根据本规范 7.3.4.1 计算温度偏差。由于温度上偏差与温度下偏差不确定度来源和数值相同，本评定示例仅以温度上偏差为例进行测量不确定度评定。

C.1.4 测量模型

$$\Delta t_{\max} = t_{0\max} - t_s \quad (\text{C.1.1})$$

式中：

Δt_{\max} —— 温度上偏差，°C；

$t_{0\max}$ —— 规定时间内实测最高温度，°C；

t_s —— 设定温度，°C。

C.1.5 不确定度来源分析

本次测量不确定度来源于输入量 $t_{0\max}$ 、 t_s ，由于各输入量间不相关，则合成标准不确定度公式为：

$$u_c(\Delta t_{\max}) = \sqrt{c_1^2 u^2(t_{0\max}) + c_2^2 u^2(t_s)} \quad (\text{C.1.2})$$

式中: $c_1 = \frac{\partial \Delta t_{\max}}{\partial t_{0\max}} = 1$, $c_2 = \frac{\partial \Delta t_{\max}}{\partial t_s} = -1$ 。

C.1.6 标准不确定度分量

C.1.6.1 $t_{0\max}$ 引入的标准不确定度分量 $u(t_{0\max})$

$u(t_{0\max})$ 来源于测量重复性引入的 $u_1(t_{0\max})$ 、测量标准分辨力引入的 $u_2(t_{0\max})$ 和测量标准最大允许误差引入的 $u_3(t_{0\max})$ 。

C.1.6.1.1 $u_1(t_{0\max})$ 和 $u_2(t_{0\max})$ 的评定

烘箱稳定后在重复性条件下使用测量标准的一个探头测量 10 次, 得到测量列如下 (°C):

105.6, 105.8, 105.4, 105.3, 105.7, 105.5, 105.3, 105.2, 105.4, 105.7。

则标准偏差 s 计算如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.20 \text{ °C} \quad (\text{C.1.3})$$

则 $u_1(t_{0\max}) = s = 0.20 \text{ °C}$ 。

标准器分辨力为 0.1 °C, 不确定度区间半宽 $a=0.05 \text{ °C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_2(t_{0\max}) = a / \sqrt{3} \approx 0.03 \text{ °C} \quad (\text{C.1.4})$$

由于 $u_2(t_{0\max}) < u_1(t_{0\max})$, 则忽略 $u_2(t_{0\max})$ 对测量不确定度的影响。

C.1.6.1.2 $u_3(t_{0\max})$ 的评定

测量标准最大允许误差为 $\pm 0.4 \text{ °C}$, 不确定度区间半宽 $a=0.4 \text{ °C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_3(t_{0\max}) = a / \sqrt{3} \approx 0.23 \text{ °C} \quad (\text{C.1.5})$$

C.1.6.1.3 $u(t_{0\max})$ 的合成

$$u(t_{0\max}) = \sqrt{u_1^2(t_{0\max}) + u_3^2(t_{0\max})} \approx 0.30 \text{ °C} \quad (\text{C.1.6})$$

C.1.6.2 t_s 引入的标准不确定度分量 $u(t_s)$

$u(t_s)$ 来源于温度设定值的分辨力, 温度设定值分辨力为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 不确定度区间半宽 $a=0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u(t_s) = a / \sqrt{3} \approx 0.03\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.1.7})$$

C.1.7 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 C.1.1。

表 C.1.1 温度上偏差标准不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度($^{\circ}\text{C}$)	灵敏系数
$u_1(t_{0\max})$	温度实测最高值测量重复性	0.20	1
$u_3(t_{0\max})$	温度标准器示值最大允许误差	0.23	1
$u(t_s)$	温度设定值分辨力	0.03	-1

C.1.8 合成标准不确定度

由公式 C.1.2 得:

$$u_c(\Delta t_{\max}) = \sqrt{c_1^2 u^2(t_{0\max}) + c_2^2 u^2(t_s)} \approx 0.31\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.1.8})$$

C.1.9 扩展不确定度评定

取 $k=2$, 则扩展不确定度为:

$$U = k u_c(\Delta t_{\max}) \approx 0.6\text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.1.9})$$

C.1.10 不确定度报告

本次八篮烘箱在 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 校准点的温度上偏差测量结果扩展不确定度为:
 $U=0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

C.2 八篮烘箱温度示值误差测量不确定度评定示例

C.2.1 被校对象

八篮烘箱, 温度显示分辨力: $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, 校准点: $105.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

C.2.2 测量标准

多通道数字测温仪，温度指示分辨力：0.1 °C，MPE：±0.4 °C。

C.2.3 校准方法

关闭烘篮旋转功能，按本规范 7.3.2 的要求布放测量标准的温度传感器。烘箱设定温度：105.0 °C，开启运行，烘箱到达稳定状态后开始记录温度显示值和烘箱内各测量点温度，记录时间间隔为约 2 min，约 30 min 内共记录 16 组数据。根据本规范 7.3.4.2 计算温度示值误差。

C.2.4 测量模型

$$\Delta t_x = \overline{t_x} - \overline{t_0} \quad (\text{C.2.1})$$

式中：

Δt_x —— 温度示值误差，°C；

$\overline{t_x}$ —— 规定时间内温度显示值平均值，°C；

$\overline{t_0}$ —— 规定时间内所有测量点实测温度平均值，°C。

C.2.5 不确定度来源分析

本次测量不确定度来源于输入量 $\overline{t_x}$ 、 $\overline{t_0}$ ，由于各输入量间不相关，则合成标准不确定度公式为：

$$u_c(\Delta t_x) = \sqrt{c_1^2 u^2(\overline{t_x}) + c_2^2 u^2(\overline{t_0})} \quad (\text{C.2.2})$$

式中： $c_1 = \frac{\partial \Delta t_x}{\partial \overline{t_x}} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta t_x}{\partial \overline{t_0}} = -1$ 。

C.2.6 标准不确定度分量

C.2.6.1 $\overline{t_x}$ 引入的标准不确定度分量 $u(\overline{t_x})$

$u(\overline{t_x})$ 来源于温度显示值重复性引入的 $u_1(\overline{t_x})$ 和温度显示值分辨力引入的 $u_2(\overline{t_x})$ 。

烘箱稳定后在重复性条件下记录温度显示值 10 次, 得到显示值列如下(℃):
105.0, 105.0, 105.1, 105.0, 105.1, 105.0, 105.0, 105.0, 105.0, 105.1。

则标准偏差 s 计算如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.05 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.3})$$

实际测量中取 16 次记录平均值为显示值结果, 即 $m=16$, 则:

$$u_1(\bar{t}_x) = s / \sqrt{m} \approx 0.01 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.4})$$

标准器分辨力为 0.1°C , 不确定度区间半宽 $a=0.05^\circ\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_2(\bar{t}_x) = a / \sqrt{3} \approx 0.03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.5})$$

由于 $u_1(\bar{t}_x) < u_2(\bar{t}_x)$, 则忽略 $u_1(\bar{t}_x)$ 对测量不确定度的影响, 即
 $u(\bar{t}_x) = u_2(\bar{t}_x) = 0.03 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

C.2.6.2 \bar{t}_0 引入的标准不确定度分量 $u(\bar{t}_0)$

$u(\bar{t}_0)$ 来源于测量重复性引入的 $u_1(\bar{t}_0)$ 、测量标准分辨力引入的 $u_2(\bar{t}_0)$ 和测量标准最大允许误差引入的 $u_3(\bar{t}_0)$ 。

C.2.6.2.1 $u_1(\bar{t}_0)$ 和 $u_2(\bar{t}_0)$ 的评定

由公式 C.1.3 可知单次测量标准偏差 $s=0.20 \text{ } ^\circ\text{C}$, 每个测量点以 16 次测量平均值为测量结果, 即 $m=16$, 则:

$$u_1(\bar{t}_0) = s / \sqrt{m} = 0.05 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.6})$$

标准器分辨力为 $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$, 不确定度区间半宽 $a=0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_2(\bar{t}_0) = a / \sqrt{3} \approx 0.03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.7})$$

由于 $u_2(\bar{t}_0) < u_1(\bar{t}_0)$, 则忽略 $u_2(\bar{t}_0)$ 对测量不确定度的影响。

C.2.6.2.2 $u_3(\bar{t}_0)$ 的评定

测量标准最大允许误差为 $\pm 0.4 \text{ } ^\circ\text{C}$, 不确定度区间半宽 $a=0.4 \text{ } ^\circ\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_3(\bar{t}_0) = a / \sqrt{3} \approx 0.23 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.8})$$

C.2.6.2.3 $u(\bar{t}_0)$ 的合成

$$u(\bar{t}_0) = \sqrt{u_1^2(\bar{t}_0) + u_3^2(\bar{t}_0)} \approx 0.24 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.9})$$

C.2.7 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 C.2.1。

表 C.2.1 温度示值误差标准不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (°C)	灵敏系数
$u(\bar{t}_x)$	温度显示值分辨力	0.03	1
$u_1(\bar{t}_0)$	温度实测值测量重复性	0.05	-1
$u_3(\bar{t}_0)$	温度标准器示值最大允许误差	0.23	-1

C.2.8 合成标准不确定度

由公式 C.2.2 得：

$$u_c(\Delta t_x) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{t}_x) + c_2^2 u^2(\bar{t}_0)} \approx 0.24 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.10})$$

C.2.9 扩展不确定度评定

取 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k u_c(\Delta t_x) \approx 0.5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.2.11})$$

C.2.10 不确定度报告

本次八篮烘箱在 105 °C 校准点的温度示值误差测量结果扩展不确定度为：
 $U=0.5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$)。

C.3 八篮烘箱温度波动度测量不确定度评定示例

C.3.1 被校对象

八篮烘箱，温度设定值分辨力：0.1 °C，校准点：105.0 °C。

C.3.2 测量标准

多通道数字测温仪，温度指示分辨力：0.1 °C，MPE：±0.4 °C。

C.3.3 校准方法

关闭烘篮旋转功能,按本规范 7.3.2 的要求布放测量标准的温度传感器。烘箱设定温度: 105.0 °C, 开启运行,烘箱到达稳定状态后开始记录温度显示值和烘箱内各测量点温度,记录时间间隔为约 2min,约 30min 内共记录 16 组数据。根据本规范 7.3.4.3 计算温度波动度。温度波动度取各点位温度波动度的最大值为校准结果,本评定示例以测量点①为例进行测量不确定度评定。

C.3.4 测量模型

$$\Delta t_b = t_{0\max} - t_{0\min} \quad (\text{C.3.1})$$

式中:

Δt_b —— 测量点①在规定的時間间隔内的温度波动度, °C;

$t_{0\max}$ —— 测量点①在规定的時間间隔内的实测最高温度, °C;

$t_{0\min}$ —— 测量点①在规定的時間间隔内的实测最低温度, °C。

C.3.5 不确定度来源分析

则本次测量不确定度来源于输入量 $t_{0\max}$ 、 $t_{0\min}$ 。由于各输入量间不相关,则合成标准不确定度公式为:

$$u_c(\Delta t_b) = \sqrt{c_1^2 u^2(t_{0\max}) + c_2^2 u^2(t_{0\min})} \quad (\text{C.3.2})$$

$$\text{式中: } c_1 = \frac{\partial \Delta t_b}{\partial t_{0\max}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta t_b}{\partial t_{0\min}} = -1。$$

由于 $t_{0\max}$ 与 $t_{0\min}$ 为同一测量标准同一探头测得,故 $u(t_{0\max}) = u(t_{0\min})$, 则:

$$u_c(\Delta t_b) = \sqrt{2} u(t_{0\max}) \quad (\text{C.3.3})$$

C.3.6 标准不确定度分量

C.3.6.1 $t_{0\max}$ 引入的标准不确定度分量 $u(t_{0\max})$

$u(t_{0\max})$ 来源于测量重复性引入的 $u_1(t_{0\max})$ 和测量标准分辨力引入的 $u_2(t_{0\max})$ 。

烘箱稳定后在重复性条件下使用测量标准的一个探头测量 10 次, 得到测量列如下 (°C):

105.6, 105.7, 105.4, 105.3, 105.8, 105.5, 105.3, 105.5, 105.2, 105.6。

则标准偏差 s 计算如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.3.4})$$

则 $u_1(t_{0\max}) = s = 0.20 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

标准器分辨力为 $0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$, 不确定度区间半宽 $a=0.05 \text{ } ^\circ\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_2(t_{0\max}) = a/\sqrt{3} \approx 0.03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.3.5})$$

由于 $u_2(t_{0\max}) \ll u_1(t_{0\max})$, 忽略 $u_2(t_{0\max})$ 对测量不确定度的影响, 即

$$u(t_{0\max}) = u_1(t_{0\max}) = 0.20 \text{ } ^\circ\text{C}。$$

C.3.7 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 C.3.1。

表 C.3.1 温度波动度标准不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (°C)	灵敏系数
$u_1(t_{0\max})$	温度实测值重复性	0.20	1

C.3.8 合成标准不确定度

由公式 C.3.3 得:

$$u_c(\Delta t_b) = \sqrt{2}u(t_{0\max}) \approx 0.28 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.3.6})$$

C.3.9 扩展不确定度评定

取 $k=2$, 则扩展不确定度为:

$$U = ku_c(\Delta t_b) \approx 0.6 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{C.3.7})$$

C.3.10 不确定度报告

本次八篮烘箱在 $105 \text{ } ^\circ\text{C}$ 校准点测量点①点的温度波动度测量结果不确定度

为: $U=0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

C.4 八篮烘箱烘篮质量极差测量不确定度评定示例

C.4.1 被校对象

八篮烘箱 1~8 号烘篮质量极差。

C.4.2 测量标准

电子天平, 测量范围: (0~500) g, 分度值 $d=1\text{ mg}$ 。

C.4.3 校准方法

在室温下使用电子天平逐个冷称烘篮, 每个烘篮重复称量两次, 取两次测量结果的算术平均值为烘箱质量的测量结果。各烘篮质量最大值与最小值之差为烘篮质量极差。

C.4.4 测量模型

$$\Delta m = \bar{m}_{\max} - \bar{m}_{\min} \quad (\text{C.4.1})$$

式中:

Δm — 烘篮质量极差, mg;

\bar{m}_{\max} — 烘篮质量算术平均值最大值, g;

\bar{m}_{\min} — 烘篮质量算术平均值最小值, g;

C.4.5 不确定度来源分析

本次测量不确定度来源于输入量 \bar{m}_{\max} 、 \bar{m}_{\min} , 由于各输入量间不相关, 则合成标准不确定度公式为:

$$u_c(\Delta m) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{m}_{\max}) + c_2^2 u^2(\bar{m}_{\min})} \quad (\text{C.4.2})$$

式中: $c_1 = \frac{\partial \Delta m}{\partial \bar{m}_{\max}} = 1$, $c_2 = \frac{\partial \Delta m}{\partial \bar{m}_{\min}} = -1$ 。

由于 \bar{m}_{\max} 与 \bar{m}_{\min} 为同一测量标准测得, 故 $u(\bar{m}_{\max}) = u(\bar{m}_{\min})$, 则:

$$u_c(\Delta m) = \sqrt{2} u(\bar{m}_{\max}) \quad (\text{C.4.3})$$

C.4.6 标准不确定度分量

C.4.6.1 \bar{m}_{\max} 引入的标准不确定度分量 $u(\bar{m}_{\max})$

$u(\bar{m}_{\max})$ 来源于测量重复性引入的 $u_1(\bar{m}_{\max})$ 和测量标准分辨力引入的 $u_2(\bar{m}_{\max})$ 。

在重复性条件下使用电子天平重复测量 1 号烘篮质量 10 次, 得到测量列如下 (g):

112.121, 112.123, 112.121, 112.123, 112.122, 112.120, 112.121, 112.122, 112.121, 112.123。

则标准偏差 s 计算如下:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.0011 \text{ g} \quad (\text{C.4.4})$$

实际测量中取两次测量平均值为烘篮质量测量结果, 即 $m=2$, 则:

$$u_1(\bar{m}_{\max}) = s / \sqrt{m} \approx 0.0008 \text{ g} \quad (\text{C.4.5})$$

标准器分辨力为 0.001 g, 不确定度区间半宽 $a=0.0005$ g, 服从均匀分布, 则:

$$u_2(\bar{m}_{\max}) = a / \sqrt{3} \approx 0.0003 \text{ g} \quad (\text{C.4.6})$$

由于 $u_2(\bar{m}_{\max}) < u_1(\bar{m}_{\max})$, 忽略 $u_2(\bar{m}_{\max})$ 对测量不确定度的影响, 即 $u(\bar{m}_{\max}) = u_1(\bar{m}_{\max}) = 0.0008 \text{ g}$ 。

C.4.7 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 C.4.1。

表 C.4.1 烘篮质量极差标准不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度 (g)	灵敏系数
$u_1(\bar{m}_{\max})$	烘篮质量测量重复性	0.0008	1

C.4.8 合成标准不确定度

由公式 C.4.3 得:

$$u_c(\Delta m) = \sqrt{2}u(\overline{m}_{\max}) = 0.00113 \text{ g} \approx 1.1 \text{ mg} \quad (\text{C.4.7})$$

C.4.9 扩展不确定度评定

取 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c(\Delta m) \approx 3 \text{ mg} \quad (\text{C.4.8})$$

C.4.10 不确定度报告

本次八篮烘箱烘篮质量极差测量不确定度为： $U=3 \text{ mg} (k=2)$ 。
