



# 中华人民共和国工业和信息化部 兵工民品计量技术规范

JJF（兵工民品） 0043—2024

## 恒温干燥箱校准规范

Calibration Specification for Constant Temperature Drying oven

（报批稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 恒温干燥箱 校准规范

JJF（兵工民品） 0043—2024

Calibration Specification for Constant  
Temperature Drying oven

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：西安北方惠安化学工业有限公司

参与起草单位：国营第八四五厂

本规范技术条文委托起草单位负责解释

**本规范主要起草人：**

何亚荣（西安北方惠安化学工业有限公司）

潘阿娟（西安北方惠安化学工业有限公司）

贺红力（西安北方惠安化学工业有限公司）

**参加起草人：**

何文海（国营第八四五厂）

陈江波（国营第八四五厂）

常 军（国营第八四五厂）

袁 丽（国营第八四五厂）

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)

6.1 环境条件 ..... (2)

6.2 测量标准及其他设备 ..... (3)

7 校准项目和校准方法 ..... (3)

7.1 校准项目 ..... (3)

7.2 校准前准备 ..... (4)

7.3 校准方法 ..... (5)

8 校准结果表达 ..... (6)

9 复校时间间隔 ..... (7)

附录 A 原始记录格式 ..... (8)

附录 B 校准证书内页格式 ..... (9)

附录 C 测量不确定度评定示例 ..... (10)

# 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》编写。

本规范为首次发布。

# 恒温干燥箱校准规范

## 1 范围

本规范适用于温度测量范围常温至 200℃，设备容积在 (10~90) m<sup>3</sup> 内的步入式干燥箱、固化干燥箱、防爆干燥箱的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定评定与表示

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）适用本规范。

## 3 术语和计量单位

JJF 1001-2011界定的及以下术语和定义适用于本规范。

### 3.1

温度指示误差 temperature indicator error

干燥箱在稳定状态下，在规定时间间隔内，干燥箱的各测试点温度平均值与温度显示控制仪表平均值之差。

## 4 概述

### 4.1 用途

恒温干燥箱是一种专门用于干燥、加热、恒温处理样品的设备，由密闭箱体、加热元件、通风循环系统以及温度控制系统组成，给予稳定的温度环境，实现产品快速干燥。

### 4.2 原理

恒温干燥箱的工作原理是通过加热元件产生热能，让箱内温度升高，并通过温度控制系统设定既定的温度来保存样品，达到固定温度后，自动控制加热元件持续工作保持箱体内恒温状态，通风系统主要用来循环空气，加速样品干燥过程。在此过程中，温度控制器和温度传感器会监测和控制箱体内的温度，保证干燥过程的稳定性和安全性。

### 4.3 结构

恒温干燥箱的结构主要由工作室、加热装置，循环风机、现场温度显示板、温度控制器、泄爆门等组成。恒温干燥箱结构示意图见图 1。

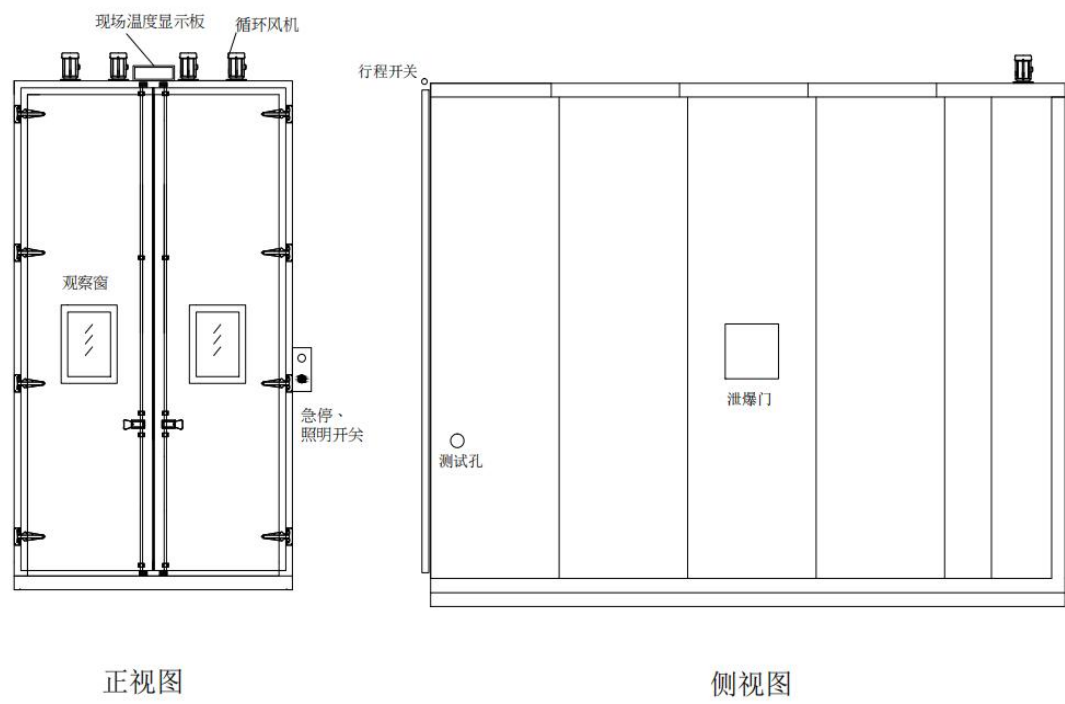


图 1 恒温干燥箱结构示意图

5 计量特性

计量特性及相关技术要求见表 1。恒温干燥箱的温度偏差、温度均匀度、温度波动度、温度指示误差、升温速率、风速技术要求应依据设备出厂的技术指标，必要时依据用户在生产工艺技术中对该干燥箱的专项技术条件要求而确定。

表 1 计量特性相关技术要求

主要计量特性	相关技术要求		
	$10\text{ m}^3 \leq \text{设备容积} < 30\text{ m}^3$	$30\text{ m}^3 \leq \text{设备容积} < 50\text{ m}^3$	$50\text{ m}^3 \leq \text{设备容积} \leq 90\text{ m}^3$
温度偏差	$\pm 2.0^\circ\text{C}$	$\pm 3.0^\circ\text{C}$	$\pm 5.0^\circ\text{C}$
温度均匀度	$3.0^\circ\text{C}$	$4.0^\circ\text{C}$	$5.0^\circ\text{C}$
温度波动度	$\pm 1.0^\circ\text{C}$	$\pm 2.0^\circ\text{C}$	$\pm 2.0^\circ\text{C}$
温度指示误差	$\pm 3.0^\circ\text{C}$	$\pm 3.0^\circ\text{C}$	$\pm 3.0^\circ\text{C}$
升温速率	$\geq 1.5^\circ\text{C}/\text{min}$		
风速	$\leq 1.7\text{ m/s}$		

注：以上技术指标仅供参考，不用于合格性判断。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度： $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 湿度：不大于 85%RH。

- 6.1.3 大气压：80 kPa～106 kPa。
- 6.1.4 无阳光直接照射或其他热源直接辐射。
- 6.1.5 周围无爆炸性气体、高浓度粉尘或腐蚀性气体。
- 6.1.6 周围无强烈振动和气流存在。

6.2 测量标准及其他设备

校准标准一般应选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置，传感器宜选用四线制铂电阻温度计，通道传感器数量不少于 15 个，并能满足校准工作需求。技术要求见表 2。校准时可选用表 2 的测量标准，也可选用不确定度符合要求的其他测量标准。

表 2 校准标准技术要求

名称	技术要求
温度校准标准装置	a) 四线制铂电阻温度计范围：-80℃～300℃； b) 最大允许误差：± (0.15℃+0.002   t   )
	a) 温度巡检仪通道数≥15 个； b) 分辨力：不低于 0.01℃
数字风速仪	(0.1～20) m/s
秒表	0.2s ～ 3600s
注： 1、标准器温度测量范围为一般要求，使用中以能覆盖被校恒温干燥箱设备实际校准范围为准； 2、校准标准技术指标为包含传感器和采集设备的整体指标； 3、各通道的测量结果应包含修正值。	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表3。

表 3 校准项目一览表

序号	校准项目	校准所用标准
1	外观	/
2	工作正常性	/
3	温度偏差	温度校准标准装置
4	温度均匀度	
5	温度波动度	
6	温度指示误差	
7	升温速率	秒表
8	风速	数字风速仪
注：校准项目升温速率、风速用户有要求时进行。		

7.2 校准前准备

7.2.1 外观检查

目测检查恒温干燥箱，其外观应完好；名称、型号、生产厂、设备编号、制造年月均应有明确标记；控制仪表、指示仪表等均不应有明显影响性能的外观缺陷。

7.2.2 工作正常性

通电后设备的开关按钮、工作室超温保护、接地装置、防爆控温系统、声光报警器及各种其他安全报警保护装置等应工作正常。

7.2.3 温度点的选择

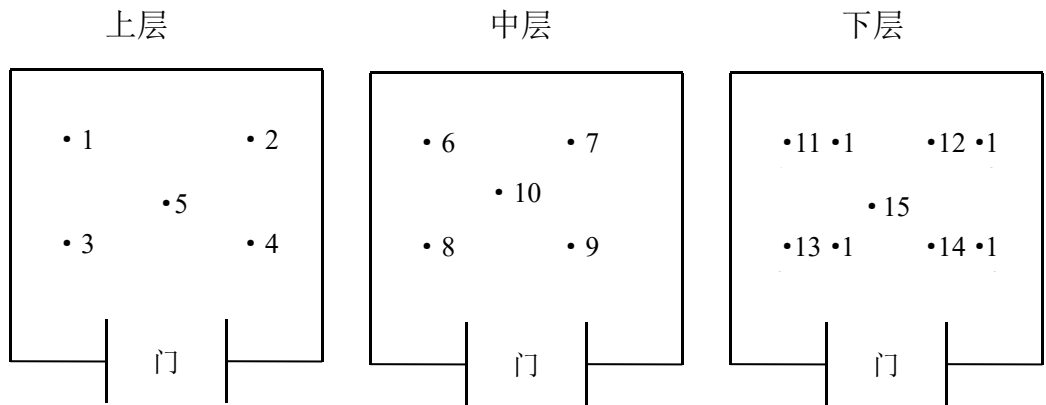
温度点一般选择恒温干燥箱使用范围的下限、上限及中间点，或根据用户需要选择常用的温度点进行。

7.2.4 校准点位置

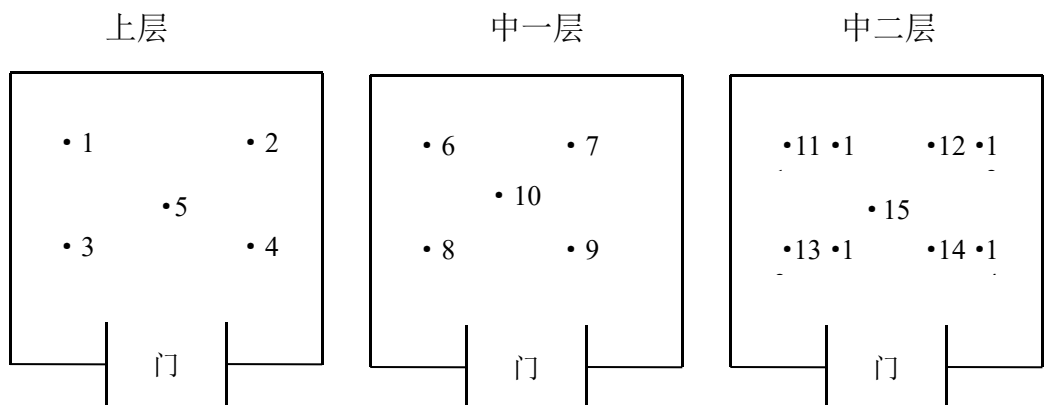
校准点的位置应布放在设备工作室内的各校准面上，简称上、中、下三层，中层为通过工作室几何中心的平行于底面的校准工作面，校准点与工作室内壁的距离不小于各边长的 1/10, 传感器校准点布放位置也可根据用户实际工作需要布置。

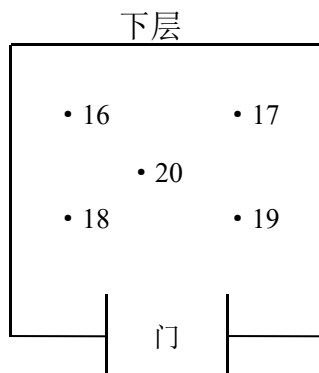
7.2.5 校准点数量

7.2.5.1 当设备容积大于等于  $10\text{m}^3$  小于  $50\text{m}^3$  时，温度测试点为 15 个，三个层面均匀分布，5、10、15 点位于上、中、下层的几何中心。温度校准点用 1, 2, 3, 4, 5... 数字表示。



7.2.5.2 当设备容积大于等于  $50\text{m}^3$  小于等于  $90\text{m}^3$  时，温度测试点为 21 个，四个层面均匀分布，5、10、15、20 点位于各层面的中心，21 点为设备容积的几何中心。





注：可根据实际需要或用户需求减少/增加校准点数量并图示说明。

### 7.3 校准方法

#### 7.3.1 温度的校准

利用温度校准标准装置，按 7.2.4 和 7.2.5 规定布放铂电阻温度传感器，将恒温干燥箱设定到校准温度，开始运行。当箱体工作温度达到设定温度稳定 30min 后，开始记录各测量点温度，记录时间间隔为 1min，30min 内共记录 30 组数据，记录在原始记录中，其格式见附录 A。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。

#### 7.3.2 温度偏差

恒温干燥箱在稳定状态下，箱体各测量点在 30min 内实测最高温度和最低温度与设备设定温度的上下偏差。

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

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

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，℃；

$t_s$ ——设备的设定温度，℃。

#### 7.3.3 温度均匀度

恒温干燥箱在稳定状态下，工作空间各测量点 30min 内实测最高温度与最低温度之差的算术平均值。

$$\Delta t_u = \sum_{i=1}^n (t_{i\max} - t_{i\min}) / n \quad (3)$$

式中：

$\Delta t_u$ ——温度均匀度, °C;

$n$ ——测量次数;

$t_{i\max}$ ——各测试点在第  $i$  次测得的最高温度, °C;

$t_{i\min}$ ——各测试点在第  $i$  次测得的最低温度, °C。

#### 7.3.4 温度波动度

恒温干燥箱在稳定状态下, 箱体各测量点 30min 内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。

$$\Delta t_f = \pm(t_{i\max} - t_{i\min})/2 \quad (4)$$

式中:

$\Delta t_f$ ——温度波动度, °C;

$t_{i\max}$ ——中心点  $n$  次测量中的最高温度, °C;

$t_{i\min}$ ——中心点  $n$  次测量中的最低温度, °C。

#### 7.3.5 温度指示误差

恒温干燥箱在稳定状态下, 温度显示控制仪表 30min 内的平均值与各测量点温度的平均值之差, 即温度指示误差, 其结果符合表 1 温度指示误差的规定。

$$\Delta t_e = \overline{t_d} - \overline{t_o} \quad (5)$$

式中:

$\Delta t_e$ ——温度指示误差, °C;

$\overline{t_d}$ ——温控仪温度指示平均值, °C;

$\overline{t_o}$ ——各测试点温度值平均值, °C。

#### 7.3.6 升温速率的校准

保持恒温干燥箱升温状态, 记录箱体从室温升至工作温度过程中温度随时间的变化量, 其结果应符合表 1 中升温速率的规定。

$$v_c = (T_2 - T_1) / t \quad (6)$$

式中:

$v_c$ ——干燥箱的升温速率, °C/min;

$T_2$ ——箱体最终温度, °C;

$T_1$ ——箱体起始温度, °C;

$t$ ——升温持续时间, s。

#### 7.3.7 风速的校准

风速测量点布设采用矩形网格的方式, 将测量区域按照 3m 的边长划分为若干个正方形, 在每个正方形网格中心位置布设测量点。测量每一点的风速, 每 2min 读取一次各测量点数据, 共读取 3 次, 取所有测量点的最大值作为最终结果, 其应符合表 1 风速

的规定。

## 8 校准结果表达

校准结束后出具校准证书,推荐原始记录格式见附录A,校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出,并按JJF1059.1-2012给出测量不确定度评定,评定示例见附录C。校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题:“校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校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,应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时,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有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准,不得部分复制证书的声明。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定,建议不超过12个月。

## 附录 A

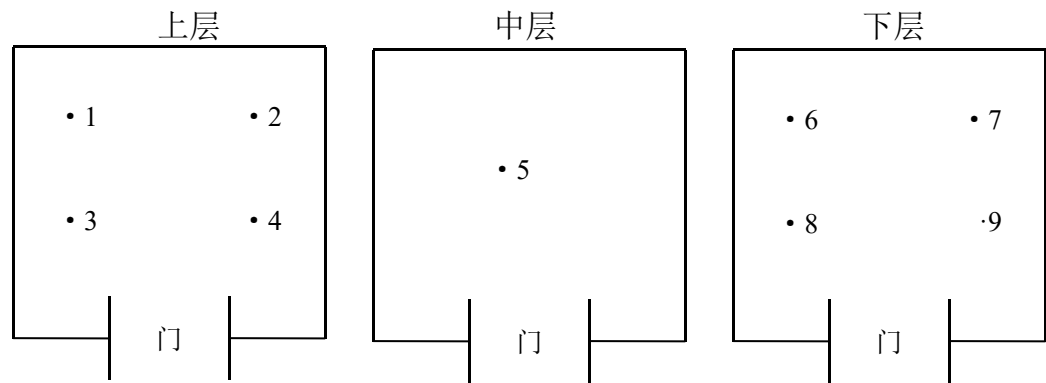
## 原始记录格式

委托单位				标准器名称						
设备名称				标准器型号/规格						
制造厂				标准器编号						
型号规格				标准器准确度等级						
出厂编号				标准器证书编号						
校准地点				标准器有效期						
环境温度				环境湿度						
温度设定值	℃									
校准点与壁距离 (mm)	前	后	左	右	上	下				
次数	实测温度值   ℃									
.....										
最大值										
最小值										
校准结果	1) 温度波动度:   ℃; 2) 温度均匀度:   ℃; 3) 温度上偏差:   ℃; 4) 温度下偏差:   ℃; 5) 温度指示误差:   ℃; 6) 升温速率:   ℃/min; 7) 风速:   m/s。									
不确定度										

附录 B

校准证书内页格式

1 校准点分布示意图（根据实际点可调整）



2 校准点与壁距离（mm）

前	后	左	右	上	下

3 校准结果

外观检查	
温度偏差	
温度均匀度	
温度波动度	
温度指示误差	
升温速率	
风速	
校准不确定度（ $k=2$ ）	

## 附录 C

### 恒温干燥箱温度偏差测量结果不确定度评定示例

#### C.1 概述

C.1.1 测量环境条件：温度 24℃，湿度 50%RH。

C.1.2 主要标准器

温度场巡检仪，温度指示分辨力为 0.01℃，测量时带修正值使用，温度不确定度  $U=0.07^{\circ}\text{C}$ ， $k=2$ 。

C.1.3 被校对象：大型干燥箱，温度设定分辨力为 0.1℃，校准点：100℃

C.1.4 校准方法

按照本规范对温度偏差的校准要求，将标准器温度场巡检仪温度传感器按 7.3.3 测试点要求布置。干燥箱设定值：100℃，开启运行。干燥箱达到设定值并稳定后开始记录设备的温度示值及各布点温度记录时间间隔为 1min，30 min 内共记录 30 组数据，选取 16 组连续数据进行计算。对其温度偏差进行不确定度评定。计算各温度测试点 30min 内测量的最高温度与设定温度的差值，即为温度上偏差；各测试点 30min 内测量的最低温度与设定温度的差值，即为温度下偏差。

#### C.2 测量模型

测量模型见公式 (C.1)。

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

式中：

$\Delta t_{\max}$  ——温度上偏差，℃；

$t_{\max}$  ——各测量点规定时间内测量的最高温度，℃；

$t_s$  ——干燥箱设定温度，℃。

#### C.3 标准不确定度评定

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；标准器稳定性引入的标准不确定度分量；被测干燥箱分辨力引入的标准不确定度分量。由于上偏差与下偏差不确定来源的数值相同，因此本规范仅以温度上偏差为例进行不确定度评定。

C.3.1 温度测量重复性引入的标准不确定度  $u_1$

在 100℃校准点重复性条件下测量 10 次，标准偏差  $S$  用下式计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.22\text{ }^{\circ}\text{C}$$

则温度测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = S = 0.22\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2$

标准器温度分辨力为  $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，不确定度区间半宽  $0.005\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} \approx 0.00$$

#### C.3.3 标准器修正值引入的标准不确定度分量 $u_3$

标准器修正值不确定度  $U=0.07\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $k=2$ ，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = \frac{U}{k} = \frac{0.07}{2} = 0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.4 标准器稳定性引入的标准不确定度分量 $u_4$

标准器相邻两次校准温度修正温度值最大变化  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.057\text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.5 被测干燥箱分辨力引入的标准不确定度分量 $u_5$

被测干燥箱设定值分辨力为  $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，不确定度区间半宽度  $0.05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，则分辨力引入的不确定度分量：

$$u_5 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} \approx 0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$$

### C.4 标准不确定度分量汇总

标准不确定度分量汇总表见表 C.1。

表 C.1 温度上偏差校准标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
$u_1$	测量重复性	$0.22\text{ }^{\circ}\text{C}$
$u_2$	标准器分辨力	$0.00\text{ }^{\circ}\text{C}$
$u_3$	标准器修正值	$0.04\text{ }^{\circ}\text{C}$
$u_4$	标准器稳定性	$0.06\text{ }^{\circ}\text{C}$
$u_5$	被测干燥箱设定值分辨力	$0.03\text{ }^{\circ}\text{C}$

C.5 合成标准不确定度

温度上偏差校准合成标准不确定度  $u_c$  计算，由  $u_1$ 、 $u_2$ 、 $u_3$ 、 $u_4$  相互独立，则合成标准不确定度  $u_c$  按下式计算：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.24^{\circ}\text{C}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，温度上偏差扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 0.48(^{\circ}\text{C}) \approx 0.5^{\circ}\text{C}$$

C.7 不确定度报告

不确定度报告见表 C.2。

表 C.2 恒温干燥箱温度上偏差校准标准不确定度报告

校准温度/ $^{\circ}\text{C}$	100
温度上偏差扩展不确定度 $U/^{\circ}\text{C}$ ( $k=2$ )	0.5

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

**恒温干燥箱校准规范**

JJF（兵工民品）0043—2024

版权所有 不得翻印