



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1376—2012

箱式电阻炉校准规范

Calibration Specification for Box-type Resistance Furnace

2012-12-12 发布

2013-03-12 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

箱式电阻炉校准规范
Calibration Specification for Box-type
Resistance Furnace

JJF 1376—2012

归口单位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：沈阳计量测试院

浙江省计量科学研究院

国家电炉质量监督检验中心

本规范主要起草人：

侯素兰（辽宁省计量科学研究院）

王 浩（辽宁省计量科学研究院）

董 亮（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

罗 涛（沈阳计量测试院）

沈才忠（浙江省计量科学研究院）

李 琨（国家电炉质量监督检验中心）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 工作温度	(1)
3.2 标称温度	(1)
3.3 工作区	(1)
3.4 炉温均匀度	(1)
3.5 炉温稳定度	(1)
3.6 炉温偏差	(1)
3.7 炉内最大温差	(2)
4 概述	(2)
4.1 原理与结构	(2)
4.2 用途	(2)
5 计量特性	(2)
5.1 炉温均匀度	(2)
5.2 炉温稳定度	(2)
5.3 炉温偏差	(2)
5.4 炉内最大温差	(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	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 外观检查	(3)
7.3 校准方法	(3)
7.4 数据处理	(5)
8 校准结果的表达	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 箱式电阻炉校准记录参考格式	(7)
附录 B 箱式电阻炉校准结果参考格式	(8)
附录 C 箱式电阻炉的计算示例	(9)
附录 D 箱式电阻炉炉温均匀度的测量不确定度评定实例	(10)

引 言

本规范是依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》进行编制的。GB/T 10066.4—2004《电热设备的试验方法 第4部分：间接电阻炉》、JB/T 8195.7—2007《间接电阻炉 第7部分：SX系列实验用箱式炉》，是起草工作的技术基础。

本规范的主要技术内容如下：

——测温区的选择采用了 GB/T 10066.4—2004《电热设备的试验方法 第4部分：间接电阻炉》中的方法（见规范 7.3.2）；

——测温点的分布采用了 GB/T 10066.4—2004 中的规定（见规范 7.3.3）；

——炉温均匀度的测量和计算公式采用了 GB/T 10066.4—2004 中的方法（见规范 7.4.1），在计算公式中增加了修正量；

——炉温稳定度的测量方法与 GB/T 10066.4—2004 相同，但计算公式不相同（见规范 7.4.2）；

——增加了炉温偏差的校准方法和计算公式（见规范 7.4.3）；

——增加了炉内最大温差校准方法和计算公式（见规范 7.4.4）；

——容积大于 0.15 m³ 箱式电阻炉的校准，采用了 GB/T 10066.4—2004 中的方法（见规范 7.3.3 b）；

——炉温均匀度和炉温稳定度的参考要求引用了 JB/T 8195.7—2007《间接电阻炉 第7部分：SX系列实验用箱式炉》和 JB/T 8195.1—1999《间接电阻炉 RX系列箱式电阻炉》中的技术要求（见表1）；

——炉温均匀度的测量不确定度评定，依据 JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》（见附录 D）。

本规范为首次发布。

箱式电阻炉校准规范

1 范围

本规范适用于工作温度不高于 1 300 °C 箱式电阻炉(以下简称箱式炉)的校准。
其他类似的电阻炉也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

GB/T 10066.4 电热设备的试验方法 第 4 部分:间接电阻炉

JB/T 8195.1 间接电阻炉 RX 系列箱式电阻炉

JB/T 8195.7 间接电阻炉 第 7 部分: SX 系列实验用箱式炉

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

GB/T 10066.4—2004《电热设备的试验方法 第 4 部分:间接电阻炉》界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 工作温度 working temperature

箱式炉设计时规定的正常使用温度,通常是一个温度范围。在此温度范围内箱式炉应能满足所规定的炉温均匀度等要求,此温度范围的上、下限分别称最高、最低工作温度。
[GB/T 10066.4—2004,3.5]

3.2 标称温度 nominal temperature

按试验方法要求所规定的温度值或按需要预先确定的温度值。[部分引用 GB/T 5170.1—2008,3.1.5]

3.3 工作区 working zone

箱式炉设计时规定并在图样上标明,满足炉温均匀度等要求,允许放置炉料的炉内空间。[GB/T 10066.4—2004,3.7]

3.4 炉温均匀度 furnace temperature uniformity

箱式炉在校准温度下,达到热稳定状态时,测温区内各测温点上,测得的最高、最低实际温度分别与中心点实际温度之差。[GB/T 10066.4—2004,3.15]

3.5 炉温稳定度 furnace temperature stability

箱式炉在校准温度下,达到热稳定状态时,中心(监控)点上测得温度的最大、最小值分别与平均值之差。[GB/T 10066.4—2004,3.16]

3.6 炉温偏差 furnace temperature deviation

箱式炉达到热稳定状态时,测温区内各个测温点在规定时间内,测得的最高、最低实际温度分别与标称温度的上、下偏差。[部分引用 GB/T 5170.1—2008,3.2.4]

3.7 炉内最大温差 maximum furnace temperature difference

箱式炉在校准温度下,达到热稳定状态时,测温区各测温点在每个校准周期内,测得的最大值、最小值(读数+修正值)之差的极大值。

4 概述

4.1 原理与结构

箱式炉是以电为能源,在某一规定的时间内,电流通过加热元件产生热量,其传热方式为辐射、传导、对流等。主要由炉体和控制器组成,两者既可自成独立,也可组合为一体。炉体一般为台式,由加热元件、炉衬(包括耐火层和保温层)以及炉壳等组成。

4.2 用途

箱式炉是使炉料间接地得到加热的设备。

5 计量特性

5.1 炉温均匀度

炉温均匀度应符合表 1 的规定或满足用户的要求。

5.2 炉温稳定度

炉温稳定度应符合表 1 的规定或满足用户的要求。

5.3 炉温偏差

炉温偏差应满足用户的要求。

5.4 炉内最大温差

炉内最大温差应满足用户的要求。

表 1 炉温均匀度和炉温稳定度

单位:℃

工作温度	A 级		B 级		C 级	
	炉温均匀度	炉温稳定度	炉温均匀度	炉温稳定度	炉温均匀度	炉温稳定度
300~750	±10	±10	±7	±4	±4	±1
750~1 200	±15		±10		±6	
1 150~1 300	±18		±13		±8	

注:以上所有指标不是用于合格性判别,仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度:(15~35)℃;

相对湿度:不大于 85%。

无影响箱式炉正常校准的外磁场、周围无强烈振动、无强烈气流直接吹到炉体上、无高浓度粉尘及腐蚀性物质。

如果校准用仪器设备规定了正常使用的环境条件,应符合其规定。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。

表 2 温度校准装置

序号	名称	测量范围	技术要求	备注
1	测温仪器	(0~1 300)℃	不低于 0.02 级	也可使用准确度或扩展不确定度不大于技术要求的其他测量系统
2	热电偶	(0~1 300)℃	廉金属热电偶不低于 1 级	
			贵金属热电偶不低于 2 级	
3	转换开关	—	寄生电势不大于 1 μV	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

外观检查、炉温均匀度、炉温稳定度、炉温偏差及炉内最大温差。

7.2 外观检查

箱式炉的外形结构应完好,标牌内容(名称、规格型号、使用温度范围、制造厂及出厂编号)应齐全,所配温控器的外形结构应完好,说明功能的文字符号、数字和物理量代号等应符合相应的标准,控温系统应工作正常。

用目测的方法进行检查。接通电源,检查箱式炉各部分的运行情况是否正常。

7.3 校准方法

炉温均匀度、炉温稳定度、炉温偏差和炉内最大温差可以同时进行校准。

7.3.1 标称温度的选择

根据客户要求选择实际的常用温度,也可选择箱式炉的最低工作温度和最高工作温度。

7.3.2 测温区的选择

a) 如果箱式炉以“工作区尺寸”作为设计参数,测温区即为生产厂或客户提供的工作区尺寸;

b) 如果箱式炉以“炉膛尺寸”作为设计参数,测温区可参照图 2(实线部分)所示长方体。

7.3.3 测温点的布置

a) 容积不大于 0.15 m³ 箱式炉测温点的布置

根据箱式炉测温区的尺寸,设计测温架(可用耐高温合金材料)的大小和形状,确定 5 个测温点。将 5 个测温点分别置于测温区的中心点(作为监控点)和前下左、前上右及后上左、后下右四个端角上(如图 1:1、2、3、4、5 点)。

注:中心点是指测温区的几何中心。

b) 容积大于 0.15 m³ 箱式炉测温点的布置

根据箱式炉测温区的尺寸,设计测温架的大小和形状,确定 9 个测温点。将 8 个测温点分别置于测温区的八个端角上(如图 2:1、2、3、4、5、6、7、8 点),另一个测温点(作为监控点)置于距控温热电偶测量端延伸方向不超过 150 mm 处的测温区内(如图 2:9 点)。

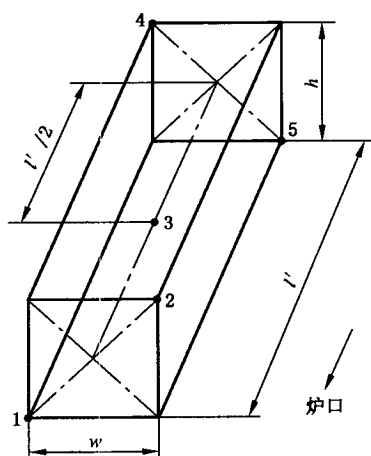


图1 箱式炉测温区和测温点位置示意图
 w —工作区宽度; h —工作区高度; l' —工作区长度

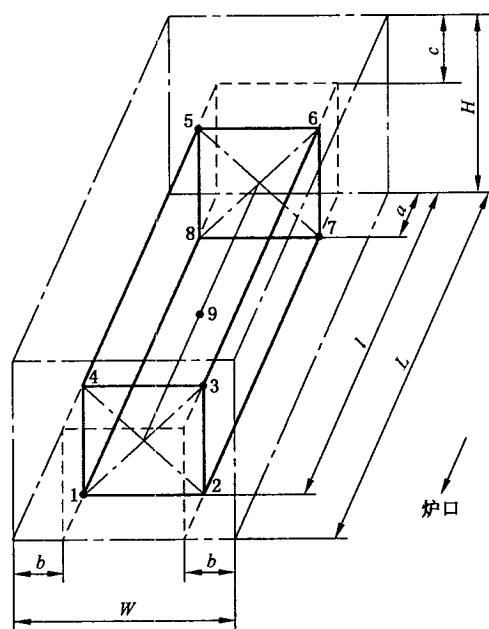


图2 箱式炉的炉膛尺寸、测温区和测温点位置示意图
 $a=5\%L+20\text{ mm}$; $b=5\%W+20\text{ mm}$; $c=5\%H+20\text{ mm}$; $l=90\%L-30\text{ mm}$;
 L —炉膛长度; W —炉膛宽度; H —炉膛高度

7.3.4 校准步骤

校准通常在空载状态下进行。校准前将检测热电偶测量端固定在测温架的各个测温点位置上,做好标记。然后,将测温架装入炉内,热电偶参考端引出炉外,依标记序号分别通过转换开关与测量仪器连接。关闭炉门,通电升温,将箱式炉的控温仪表按需要设定温度值。

当炉温达到校准温度,并处于热稳定状态后开始读数。在 60 min 内,每隔 3 min 记录各个测温点的温度 1 次,至少测量 20 次。每一次记录各个测温点的温度应在 1 min 内完成。

7.4 数据处理

7.4.1 炉温均匀度

按照 7.3.4 的操作过程,按式(1)计算,求得测温仪器在测温区规定的各个测温点上测得的最高、最低实际温度和中心(监控)点实际温度,按式(2)、式(3)计算,求得炉温均匀度。

$$t_{pm} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{ij} + t_{xj} \quad (1)$$

$$\Delta\theta_+ = t_{pmax} - t_p \quad (2)$$

$$\Delta\theta_- = t_{pmin} - t_p \quad (3)$$

式中:

$\Delta\theta_+, \Delta\theta_-$ ——炉温均匀度,℃;

t_{pm} ——测温仪器测得各个测温点的实际温度(实际温度=测温仪器读数平均值+修正值),℃;

m ——测量次数;

t_{ij} ——第 j 个测温点的瞬时温度值,℃;

t_{xj} ——温度校准装置第 j 个测温点的修正值,℃;

t_{pmax} ——式(1)求得的各测温点实际温度的最大值,℃;

t_{pmin} ——式(1)求得的各测温点实际温度的最小值,℃;

t_p ——式(1)求得的中心(监控)点的实际温度,℃。

7.4.2 炉温稳定度

按照 7.3.4 的操作过程,经校准取测温仪器在中心(监控)点上测得温度的最大、最小值和平均值,按式(4)、式(5)计算,求炉温稳定度。

$$\delta_+ = t_h - t_{p'} \quad (4)$$

$$\delta_- = t_l - t_{p'} \quad (5)$$

式中:

δ_+, δ_- ——炉温稳定度,℃;

$t_{p'}$ ——中心(监控)点温度读数的算术平均值,℃;

t_h ——中心(监控)点测得的大于 $t_{p'}$ 的最大值,℃;

t_l ——中心(监控)点测得的小于 $t_{p'}$ 的最小值,℃。

7.4.3 炉温偏差

按照 7.3.4 的操作过程,经校准取测温仪器在测温区规定的各个测温点上,测得的最高、最低实际温度和标称温度,按式(6)、式(7)计算,求炉温偏差。

$$\Delta t_+ = t_{pmax} - t_b \quad (6)$$

$$\Delta t_- = t_{pmin} - t_b \quad (7)$$

式中:

$\Delta t_+, \Delta t_-$ ——炉温上、下偏差,℃;

t_b ——标称温度,℃。

7.4.4 炉内最大温差

按照 7.3.4 的操作过程,经校准取测温仪器在每个测量周期内,各测温点测得的最

大、最小值,按公式(8)计算,取其最大的差值为炉内最大温差。

$$\Delta t_s = \max\{(t_{s\max} - t_{s\min})_i\} \quad i=(1,2,3,\dots,20) \quad (8)$$

式中:

Δt_s ——炉内最大温差,℃;

$t_{s\max}$ ——在每个测量周期内,各测温点测得的最大值(读数+修正值),℃;

$t_{s\min}$ ——在每个测量周期内,各测温点测得的最小值(读数+修正值),℃。

8 校准结果的表达

校准证书应给出炉温均匀度、炉温稳定度、炉温偏差、炉内最大温差和测量结果不确定度。校准证书格式见附录 B。

9 复校时间间隔

箱式炉复校时间间隔可根据实际使用情况由送校单位自主确定。

附录 A

箱式电阻炉校准记录参考格式

____ 校准记录

委托单位：									
型号/规格：			出厂编号：			证书编号：			
制造厂：			校准地点：			流水号：			
测量范围：			环境温度：			相对湿度： %			
校准用标准设备： 型号： 编号： 证书有效日期：									
技术依据：									
外观检查：									
标称温度：									
次数 \ 测温点	校准结果/℃								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
⋮									
19									
20									
平均值									
修正值									
实际温度									
炉温均匀度	$\Delta\theta_+ =$		$\Delta\theta_- =$						
炉温稳定度	$\delta_+ =$		$\delta_- =$						
炉温偏差	$\Delta t_+ =$		$\Delta t_- =$						
炉内最大温差	$\Delta t_s =$								
尺寸	炉膛	$L =$ mm; $W =$ mm; $H =$ mm							
	测温区	$l' =$ mm; $w =$ mm; $h =$ mm							
炉温均匀度($\Delta\theta_+$)测量结果的扩展不确定度: $U =$ °C; $k = 2$									
炉温均匀度($\Delta\theta_-$)测量结果的扩展不确定度: $U =$ °C; $k = 2$									

校准员： 核验员： 校准日期： 年 月 日 第 页 共 页

附录 B

箱式电阻炉校准结果参考格式

校准记录

1	外观检查:		
2	炉温均匀度	$\Delta\theta_+$	℃
		$\Delta\theta_-$	℃
3	炉温稳定度	δ_+	℃
		δ_-	℃
4	炉温偏差	Δt_+	℃
		Δt_-	℃
5	炉内最大温差	Δt_s	℃
6	炉温均匀度($\Delta\theta_+$)测量结果的扩展不确定度: $U=$ ℃; $k=2$ 炉温均匀度($\Delta\theta_-$)测量结果的扩展不确定度: $U=$ ℃; $k=2$		

(以下空白)

附录 C

箱式电阻炉的计算示例

校准温度 800 °C, 在被校箱式炉温区内各测温点测得的最高实际温度($t_{p\max}$)为 805.57 °C, 最低的实际温度($t_{p\min}$)为 799.42 °C。中心点的实际温度(t_p)为 802.82 °C, 中心点温度读数的算术平均值($t_{p'}$)为 802.50 °C, 中心点测得的大于 $t_{p'}$ 的最大值(t_h)为 803.53 °C, 小于 $t_{p'}$ 的最小值(t_l)为 801.45 °C。从温差最大的校准周期中, 取测温点测得的最大值(读数+修正值) $t_{s\max}$ = 807.56 °C, 最小值(读数+修正值) $t_{s\min}$ = 801.72 °C。标称温度为 800 °C。

C.1 炉温均匀度的计算公式见规范 7.4.1 的内容。

在 800 °C 时, 箱式炉的炉温均匀度为:

$$\begin{aligned}\Delta\theta_+ &= t_{p\max} - t_p \\ &= (805.57 - 802.82)^\circ\text{C} \approx 2.8^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\theta_- &= t_{p\min} - t_p \\ &= (799.42 - 802.82)^\circ\text{C} \approx -3.4^\circ\text{C}\end{aligned}$$

C.2 炉温稳定度的计算公式见规范 7.4.2 的内容。

在 800 °C 时, 箱式炉的炉温稳定度为:

$$\begin{aligned}\delta_+ &= t_h - t_{p'} \\ &= (803.53 - 802.50)^\circ\text{C} \approx 1.0^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_- &= t_l - t_{p'} \\ &= (801.45 - 802.50)^\circ\text{C} \approx -1.0^\circ\text{C}\end{aligned}$$

C.3 炉温偏差的计算公式见规范 7.4.3 的内容。

在 800 °C 时, 箱式炉的炉温偏差为:

$$\begin{aligned}\Delta t_+ &= t_{p\max} - t_b \\ &= (805.57 - 800)^\circ\text{C} \approx 5.6^\circ\text{C}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta t_- &= t_{p\min} - t_b \\ &= (799.42 - 800)^\circ\text{C} \approx -0.6^\circ\text{C}\end{aligned}$$

C.4 炉内最大温差的计算公式见规范 7.4.4 的内容。

$$\begin{aligned}\Delta t_s &= t_{s\max} - t_{s\min} \\ &= (807.56 - 801.72)^\circ\text{C} \approx 5.8^\circ\text{C}\end{aligned}$$

附录 D

箱式电阻炉炉温均匀度的测量不确定度评定实例

D.1 校准方法

以容积不大于 0.15 m³ 的箱式炉为例。将温度校准装置中热电偶的测量端按照图 1 捆扎在金属测温架上。然后,将金属测温架放置到炉内测温区内,升温测量。炉温均匀度是在各测温点上测得的最高、最低实际温度分别与中心点实际温度之差,下面对炉温均匀度测量结果分别进行不确定度评定。

D.2 测量模型

$$\Delta\theta_+ = t_{p\max} - t_p \quad (\text{D.1})$$

$$\Delta\theta_- = t_{p\min} - t_p \quad (\text{D.2})$$

式中:

$\Delta\theta_+, \Delta\theta_-$ ——炉温均匀度, °C;

$t_{p\max}$ ——式(1)求得的各测温点实际温度的最大值, °C;

$t_{p\min}$ ——式(1)求得的各测温点实际温度的最小值, °C;

t_p ——式(1)求得的中心点的实际温度, °C。

D.3 合成方差和灵敏系数

$$u_c^2 = [c_1 u(t_{p\max})]^2 + [c_2 u(t_p)]^2 \quad (\text{D.3})$$

$$u_c^2 = [c_1 u(t_{p\min})]^2 + [c_2 u(t_p)]^2 \quad (\text{D.4})$$

在式(D.1)、式(D.2)中 $t_{p\max}$ 、 t_p 、 $t_{p\min}$ 互为独立,因而得:

$$c_1 = \frac{\partial\Delta\theta_+}{\partial t_{p\max}} = \frac{\partial\Delta\theta_-}{\partial t_{p\min}} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial\Delta\theta_+}{\partial t_p} = \frac{\partial\Delta\theta_-}{\partial t_p} = -1$$

故:
$$u_c^2 = u^2(t_{p\max}) + u^2(t_p) \quad (\text{D.5})$$

$$u_c^2 = u^2(t_{p\min}) + u^2(t_p) \quad (\text{D.6})$$

D.4 计算在各测温点测得的最高实际温度与中心点实际温度之差的不确定度

D.4.1 输入量 $t_{p\max}$ 引入的不确定度 $u(t_{p\max})$ D.4.1.1 输入量 $t_{p\max}$ 重复测量引入的不确定度 $u(t_{p\max1})$

在箱式炉校准温度为 800 °C 时,测温仪器在得到最高平均值的测温点读取温度值,共计 20 次,分别为 $t_{pm1}, t_{pm2}, \dots, t_{pm20}$, 其平均值记为 \bar{t}_{pm} 。测量值及计算结果见表 D.1,属 A 类不确定度分量,服从正态分布。

表 D.1 测量值及计算结果

单位: °C

组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	803.62	803.99	804.14	804.42	804.74	804.98	805.16	805.40	805.72	806.01

表 D.1 (续)

单位: °C

组数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
测量值	806.28	806.51	806.70	806.90	807.19	807.00	806.71	806.27	805.93	805.51
$\bar{t}_{pm} = 805.66 \text{ } ^\circ\text{C}$										
$s(\bar{t}_{pm}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{pmi} - \bar{t}_{pm})^2}{n-1}} = 1.08 \text{ } ^\circ\text{C}$										

平均值的标准不确定度:

$$u(t_{pmax1}) = s(\bar{t}_{pm}) \div \sqrt{20} = 0.24 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D.4.1.2 温度校准装置修正值引入的不确定度 $u(t_{x1})$

校准证书中可知,温度校准装置修正值的扩展不确定度 $0.84 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$),标准不确定度为:

$$u(t_{x1}) = 0.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

输入量 t_{pmax} 的合成不确定度 $u(t_{pmax})$ 为:

$$\begin{aligned} u(t_{pmax}) &= \sqrt{u^2(t_{pmax1}) + u^2(t_{x1})} \\ &= 0.48 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

D.4.2 输入量 t_p 引入的不确定度 $u(t_p)$

D.4.2.1 输入量 t_p 的重复测量引入的不确定度 $u(t_{pk})$

在箱式炉校准温度为 $800 \text{ } ^\circ\text{C}$ 时,从中心点读取温度值,共计 20 次,分别为 $t_{pk1}, t_{pk2}, \dots, t_{pk20}$,其平均值记为 \bar{t}_{pk} 。测量值及计算结果见表 D.2,属 A 类不确定度分量,服从正态分布。

表 D.2 测量值及计算结果

单位: °C

组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	802.65	802.77	802.81	802.90	803.08	803.24	803.40	803.61	803.70	803.91
组数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
测量值	804.18	804.38	804.55	804.60	804.45	804.22	804.10	803.70	803.41	803.13
$\bar{t}_{pk} = 803.64 \text{ } ^\circ\text{C}$										
$s(\bar{t}_{pk}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{pki} - \bar{t}_{pk})^2}{n-1}} = 0.64 \text{ } ^\circ\text{C}$										

平均值的标准不确定度:

$$u(t_{pk}) = s(\bar{t}_{pk}) \div \sqrt{20} = 0.14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D.4.2.2 温度校准装置修正值引入的不确定度 $u(t_{pd})$

校准证书中可知,温度校准装置修正值的扩展不确定度 $0.84 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$),标准不确定度为:

$$u(t_{pd}) = 0.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

输入量 t_p 的合成不确定度 $u(t_p)$ 为:

$$u(t_p) = \sqrt{u^2(t_{pk}) + u^2(t_{pd})}$$

$$\approx 0.44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D.4.3 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u^2(t_{pmax}) + u^2(t_p)}$$

$$= \sqrt{0.48^2 + 0.44^2} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\approx 0.65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D.4.4 炉温均匀度($\Delta\theta_+$)测量结果的扩展不确定度

取 $k=2$, 则

$$U = k u_c$$

$$= 2 \times 0.65 \text{ } ^\circ\text{C} = 1.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D.4.5 标准不确定度分量汇总表

箱式炉校准温度 $800 \text{ } ^\circ\text{C}$, 标准不确定度分量汇总见表 D.3。

表 D.3 标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度的来源		类别	标准不确定度/ $^\circ\text{C}$	灵敏系数 c_i
1	$u(t_{pmax})$	输入量 t_{pmax} 引入的不确定度 $u(t_{pmax})$		0.48	1
1.1	$u(t_{pmax1})$	输入量 t_{pmax} 重复测量引入的不确定度	A	0.24	
1.2	$u(t_{x1})$	温度校准装置修正值引入的不确定度	B	0.42	
2	$u(t_p)$	输入量 t_p 引入的不确定度 $u(t_p)$		0.44	-1
1.1	$u(t_{pk})$	输入量 t_p 引入的不确定度	A	0.14	
1.2	$u(t_{pd})$	温度校准装置修正值引入的不确定度	B	0.42	

D.5 计算在各测温点测得的最低实际温度与中心点实际温度之差的不确定度

D.5.1 输入量 t_{pmin} 引入的不确定度 $u(t_{pmin})$

D.5.1.1 输入量 t_{pmin} 重复测量引入的不确定度 $u(t_{pmin1})$

在箱式炉校准温度为 $800 \text{ } ^\circ\text{C}$ 时, 测温仪器在得到最小平均值的测温点上读取温度值, 共计 20 次, 分别为 $t'_{pm1}, t'_{pm2}, \dots, t'_{pm20}$, 其平均值记为 \bar{t}'_{pm} 。测量值及计算结果见表 D.4, 属 A 类不确定度分量, 服从正态分布。

表 D.4 测量值及计算结果

$^\circ\text{C}$

组数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	797.42	798.00	798.40	798.83	799.32	799.71	800.04	800.16	800.79	801.68
组数	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
测量值	801.93	802.32	802.51	802.02	801.51	801.11	799.82	798.91	797.82	797.11
$\bar{t}'_{pm} = 799.97 \text{ } ^\circ\text{C}$										
$s(\bar{t}'_{pm}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t'_{pmi} - \bar{t}'_{pm})^2}{n-1}} = 1.72 \text{ } ^\circ\text{C}$										

平均值的标准不确定度：

$$u(t_{pmin1}) = s(\bar{t}'_{pm}) \div \sqrt{20} = 0.38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D. 5. 1. 2 温度校准装置修正值引入的不确定度 $u(t_{x2})$

校准证书中可知,温度校准装置修正值的扩展不确定度 $0.84 \text{ } ^\circ\text{C}$ ($k=2$),标准不确定度为:

$$u(t_{x2}) = 0.42 \text{ } ^\circ\text{C}$$

输入量 t_{pmin} 的合成不确定度 $u(t_{pmin})$ 为:

$$\begin{aligned} u(t_{pmin}) &= \sqrt{u^2(t_{pmin1}) + u^2(t_{x2})} \\ &= 0.57 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

D. 5. 2 输入量 t_p 引入的不确定度 $u(t_p)$

输入量 t_p 引入的不确定度 $u(t_p)$ 与 D. 4. 2 的相同:

$$u(t_p) = 0.44 \text{ } ^\circ\text{C}$$

D. 5. 3 合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u^2(t_{pmin}) + u^2(t_p)} \\ &= \sqrt{0.57^2 + 0.44^2} \\ &\approx 0.72 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

D. 5. 4 炉温均匀度($\Delta\theta_-$)测量结果的扩展不确定度

取 $k=2$, 则

$$\begin{aligned} U &= ku_c \\ &= 2 \times 0.72 \text{ } ^\circ\text{C} = 1.5 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

D. 5. 5 标准不确定度分量汇总表

箱式炉校准温度 $800 \text{ } ^\circ\text{C}$, 标准不确定度分量汇总见表 D. 5。

表 D. 5 标准不确定度分量汇总表

序号	不确定度的来源		类别	标准不确定度/ $^\circ\text{C}$	灵敏系数 c_i
1	$u(t_{pmin})$	输入量 t_{pmin} 引入的不确定度		0.57	1
1.1	$u(t_{pmin1})$	输入量 t_{pmin} 重复测量引入的不确定度	A	0.38	
1.2	$u(t_{x2})$	温度校准装置修正值引入的不确定度	B	0.42	
2	$u(t_p)$	输入量 t_p 引入的不确定度 $u(t_p)$		0.44	-1

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 技 术 规 范
箱 式 电 阻 炉 校 准 规 范

JJF 1376—2012

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

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 32 千字
2013年2月第一版 2013年2月第一次印刷

*

书号: 155026·J-2756 定价 21.00 元

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)68510107



JJF 1376-2012