

## 目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和定义	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 温度偏差	(2)
5.2 干体炉其他温度特性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 温度计及配套电测设备	(2)
6.2 配合衬套	(2)
6.3 环境条件	(3)
7 校准项目和方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果的表达	(5)
8.1 校准报告信息	(5)
8.2 校准结果及测量不确定度的说明	(6)
附录 A 干体炉温度偏差的不确定度评估	(7)
附录 B 轴向温场分布影响因素的测量方法	(10)
附录 C 干体炉推荐的使用方法	(11)

## 干体式温度校准器校准方法

### 1 范围

本规范中规定的校准方法适用于温度范围 $-80\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+1\,300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的干体式温度校准器（以下简称干体炉）的校准。校准温度不应超出干体炉生产厂家给出的温度范围。

### 2 引用文献

JJF 1071—2000 国家计量校准规范编写规则

EURAMET/cg-13/v.01 Calibration of Temperature Block Calibrators（干体式温度校准器校准）

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本

### 3 术语和定义

#### 3.1 干体炉 temperature block calibrator

干体炉是利用内置均温块的均温作用来保证插入均温块的被校准温度计与参考标准温度保持一致。

#### 3.2 配合衬套 adapter bushing

在干体炉测温孔与温度计之间放置的金属衬套，其目的是为了使得温度计与测温孔间有良好的热传导。金属衬套应使用干体炉生产厂家推荐的材料。

#### 3.3 测量区 measurement zone

干体炉测温孔内用于校准温度计的区域。其位置是固定的，通常位于测温孔的底部。如果测量区处于其他位置，应明确说明。

### 4 概述

干体炉主要应用于温度计的校准，它至少由下面几部分构成：固体均温块、控制均温块温度的调节装置、用于测量均温块温度的传感器和温度显示器（亦可通过温度控制表来显示）。这些部件可以是一个组合单元，或者是各个部件有明确分工的独立单元。干体炉具有体积小便于携带，升降温速度快的特点，是一种带有温度显示的较为稳定的温度源，能为现场校准提供参考温度。

干体炉为被校温度计提供较为稳定、均匀的温度测量区，测量区应具有至少40 mm长的均匀温区。当前的温度量值可以通过其温度显示器显示。干体炉显示的温度值通常为控温传感器测量的温度值，控温传感器的准确度和放置的位置将影响测量区温度的准确性。

由于干体炉自身结构的特点，使用干体炉校准温度计时，校准结果易受到校验温度计的数量、形状尺寸、测温孔的选配、校准环境以及干体炉自身温度特性等因素的影响。在使用干体炉校准温度计时，校准结果的使用要考虑上述因素的影响。为了减小校



准结果的测量不确定度应正确使用干体炉，附录 C 提供了推荐的使用方法。

## 5 计量特性

### 5.1 温度偏差

温度偏差是指干体炉显示温度与测量区温度之差。干体炉的校准结果中应给出温度偏差及测量不确定度。

### 5.2 干体炉其他温度特性

校准结果的不确定度评估时需要考虑这些重要因素。

#### 5.2.1 温度波动度

干体炉温度应具有良好的随时间的稳定性。

#### 5.2.2 孔间温差

干体炉均温块不同测温孔之间的最大的温度差。

#### 5.2.3 轴向温场均匀性

干体炉均温块测量区内沿测温孔轴向温度分布的均匀性。

#### 5.2.4 负载特性

干体炉在插入不同负载对测量区温度的影响。对于测量不确定度要求较高的测量，负载对测量区温度的影响应该进行必要的测量。

## 6 校准条件

### 6.1 温度计及配套电测设备

温度计及与其配合使用的电测设备引入的扩展不确定度与被校准干体炉的技术指标相比应尽可能小。

#### 6.1.1 温度计尺寸的要求

除非客户特殊要求，应该遵循下列测量条件：

a) 校准所用的温度计（含外保护套管）的外径不应大于 6 mm，插入深度至少为其外径的 15 倍。

b) 在  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  温度范围，用于校准的温度计的外径与测温孔或是衬套的内径的差最大为 0.5 mm；在  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $1\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  温度范围，这个值最大为 1.0 mm。紧密的尺寸配合和热传导手段有利于良好的传热。

#### 6.1.2 温度计计量性能

在进行温度偏差测量和负载特性时应该使用校准过的参考温度计，且其应溯源到国家温度基准。

在进行干体炉其他温度特性测量时，温度计只用于测量温差，可使用其他已知灵敏度和稳定性好的温度计，其测量值可不必校准，但其稳定性应该进行测试。

### 6.2 配合衬套

如果使用配合衬套，应该使用生产厂家规定的材料进行制造。干体炉如有一个或多个孔使用配合衬套，它们应该符合生产厂家的技术要求。配合衬套的孔应和干体炉上没有衬套的孔用同样的方法进行测量。配合衬套应有明显的标记。

### 6.3 环境条件

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

湿度： $\leq 85\% \text{RH}$

## 7 校准项目和方法

### 7.1 校准项目

#### 7.1.1 温度偏差

#### 7.1.2 其他温度特性

##### 7.1.2.1 温度波动度

##### 7.1.2.2 孔间温差

##### 7.1.2.3 轴向温场均匀性

##### 7.1.2.4 负载特性

注：

1. 对于不确定度要求较高的测量，负载对测量区温度的影响应该考虑。
2. 校准时如果不能满足 6.1.1 温度计尺寸的要求，在进行测量结果的不确定度评估时，还应考虑由于热传导引起的温度偏差。用户在使用干体炉进行校准时应当对热传导引起的温度偏差进行估算。

### 7.2 校准方法

在对干体炉进行校准时请注意：

- a) 如果对用于测量均温块温度的传感器和显示表需进行单独校准，应使其满足相应的技术指标。
- b) 对设备所做的任何调整应该在校准之前进行。
- c) 除了轴向温场测量以外所有的测量，温度计都应放在干体炉的测温孔的底部。

#### 7.2.1 温度偏差

7.2.1.1 使用参考标准温度计进行温度偏差的测量。

7.2.1.2 校准温度点可根据客户要求进行选择，通常应不少于三个温度点，校准点应该尽可能的选取干体炉温度范围上、下限附近，进行均匀分布。

7.2.1.3 测温孔应该选中心孔或者特别指定的孔。

7.2.1.4 将参考标准温度计插入测温孔，设定校准点温度，待温度达到稳定后，分别记录干体炉的显示值和参考温度计的测量值，记录时间不少于 10 min，测量速度为每分钟一次。取干体炉显示值与参考温度计测量值的差值的平均值作为一次测量结果。在每一个校准点上进行两次测量：在改变校准点设定时，应该在设定温度上升时测量一次，另一次测量应该在设定温度下降时进行。

如果此前测量干体炉随时间的稳定性时使用了参考标准温度计，则可以不用重复测量，而直接采用其数据。如果测量点选择在生产厂家给定的温度最高和最低点则可以不要要求在最高或最低点进行上升或下降设定温度的测量，然而需改变设定温度，至少进行两次测量。

##### 7.2.1.5 计算



每次测量温度偏差按公式 (1) 计算:

$$\Delta t = \frac{\sum_{i=1}^n (t_{ci} - t_{si})}{n} \quad (1)$$

式中:  $\Delta t$ ——在此校准温度点此次测量的干体炉温度显示值与测量温区温度的差;

$t_{ci}$ ——第  $i$  次测量时, 干体炉显示的温度值;

$t_{si}$ ——第  $i$  次测量时, 参考温度计测得的温度值;

$n$ ——测量记录次数。

将校准点在上升测量值  $\Delta t_1$  和下降测量值  $\Delta t_2$  的平均值作为此校准点的测量结果  $\Delta t_x$ , 按式 (2) 计算:

$$\Delta t_x = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} \quad (2)$$

测量结果应该以数字、图解的方式或表格的形式给出。

### 7.2.2 温度波动度

将温度计插入干体炉测温孔中, 当干体炉温度达到热平衡时 (在厂家没有特别规定的条件下, 以达到设定点温度后一个半波动周期为平衡判定), 记录的 30 min 内 (每 2 min 测量一次) 温度计指示的温度值, 取其最大值和最小值的差值的一半, 冠以“±”作为干体炉的温度波动度。

测量应该选在三个不同的温度点进行, 即最高温度点、最低温度点和室温附近。如果最高温度或最低温度点为室温, 则第三个温度点应该选择在此温度区间的中间。

### 7.2.3 孔间温差

测量不同测温孔之间的最大温度差。为了减少温度随时间的漂移的影响, 可以在校验时增加一支温度计以消除温度漂移带来的影响。应选相对距离最远的两孔进行孔间的温度差值的测量。

参考方法: 将两支温度计 A、B 分别插入两个测量孔 # a、# b 中。温度稳定后, 第一次分别读取两支温度计的示值  $t_{Aa1}$  和  $t_{Bb1}$ 。将温度计交换测量孔, 即温度计 A 插入 # b 孔, 温度计 B 插入 # a 孔。温度再次稳定后, 第二次分别读取两支温度计的示值  $t_{Ab2}$  和  $t_{Ba2}$ 。重复上述测量, 共测量 4 次:

$$\begin{matrix} t_{Aa1} & t_{Ab2} & t_{Aa3} & t_{Ab4} \\ t_{Bb1} & t_{Ba2} & t_{Bb3} & t_{Ba4} \end{matrix}$$

孔间温度差值  $\Delta t_{ab}$  为

$$\Delta t_{ab} = [(t_{Aa1} + t_{Ba2} + t_{Aa3} + t_{Ba4}) - (t_{Bb1} + t_{Ab2} + t_{Bb3} + t_{Ab4})] / 4 \quad (3)$$

### 7.2.4 轴向温场均匀性

7.2.4.1 在校准结果的测量不确定度中, 测温孔内测量区内的温度分布 (轴向温场) 作为测量不确定度一项来源考虑, 其在校准结果测量不确定度中往往起主要作用。以前的有关同类型校准器的温度分布的研究报告可以在不确定度评估中使用。测量使用的某类温度计可能影响轴向温场的测量结果, 应与客户进行协商。

7.2.4.2 测量应该在中心孔进行或是在特别标注的孔进行。



7.2.4.3 测量温度点应选定在偏离环境温度最大的温度点上进行。对于干体炉测量区可以既加热又制冷，测量应该在最高的和最低的温度点上进行。温度的分布对其他温度点的影响可以通过线性内插得到。（见附录 A.3.2 例）

#### 7.2.4.4 使用小尺寸感温元件进行三点温度测量

使用感温元件最大长度为 5 mm 的温度计，在测量区的底部、中部和顶部进行温度测量。温度计（含外保护管）的外径应不大于 6 mm。在测量温度范围为  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，建议使用铂电阻温度计，在  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $1\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  时建议使用热电偶（包括 Pt-Pd 热电偶）。

从底部向上 40 mm 长度测量区的温场测量，应该按照下面的过程进行：

- (1) 温度计放到底部；
- (2) 温度计向上提至 20 mm；
- (3) 温度计向上提至 40 mm；
- (4) 温度计放到底部。

#### 7.2.4.5 其他几种可行的方法见附录 B。

#### 7.2.5 负载对测量区温度的影响

对于不确定度要求较高的测量，负载对测量区温度的影响应该进行必要的测量。推荐的方法是在某一温度点下，测得装载一支测试温度计和所有孔都装载温度计的测量结果的差值，作为负载对测量区温度的影响量。可以使用金属棒和陶瓷棒来模拟装载。测量温度点选取最远离室温的温度点。

## 8 校准结果的表达

### 8.1 校准报告信息

校准报告至少包含下列信息：

- a) 题目，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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接受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术文件的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量参考标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

## 8.2 校准结果及测量不确定度的说明

- 1) 干体炉设定值、显示值和温度偏差及测量不确定度；
- 2) 温度波动度；
- 3) 孔间温差；
- 4) 轴向温场均匀性；
- 5) 负载特性；

6) 有关测量的附加说明。应标明温度稳定性的判定条件；在孔间温差和轴向温场均匀性中使用的温度计种类、感温元件的尺寸和使用的测试方法。如果给出的校准证书中采用了以前的与本次被校准设备同型号的测量数据和不确定度分量，在出具校准证书时应该注明；

7) 将附录 C 《干体炉推荐的使用方法》的内容放在校准证书中；

8) 为了检查干体炉，推荐使用校准温度计进行定期的测量检查。如果没有对使用校准温度计进行测量检查，建议每年对干体炉重新进行校准。



## 附录 A

## 干体炉温度偏差的不确定度评估

## A.1 测量的数学模型

$$\Delta t = t_c - t_s + \delta t_x$$

其中： $\Delta t$ ——干体炉温度偏差；

$t_c$ ——干体炉显示温度；

$t_s$ ——通过参考温度计获得的测量区温度；

$\delta t_x$ ——测量方法、手段和过程带来的偏差。

在评估测量偏差  $\delta t_x$  时，与校准温度计类似。可按测量的过程分析不确定度来源。主要来自于所使用的参考温度计校准值、参考温度计测量值、配套电测设备的分辨率、测量时温度上升和下降时的差值（迟滞），以及干体炉其他温度特性在测量过程中引入的不确定度。

## A.2 干体炉的温度波动性引入的不确定度

测量不确定度分量可以用 7.2.2 的测量结果来估算。

## A.3 干体炉均温块的温度分布引入的不确定度

A.3.1 不能准确地知道干体炉的温度分布，负载不同，稳定的时间不同，造成干体炉的温度控制表显示的温度与测量区产生出一个温度附加偏差。客户使用的区域与校准的区域（测量区）可能是不同的。因此这个附加的偏差无法修正。测量不确定度分量可以用 7.2.3 和 7.2.4 的测量结果来估算。

A.3.2 在校准点的测量不确定度分量可通过测量值线性化内差来得到。在室温范围附近的不确定度的分量可设定为固定值。

例如：校准干体炉，它的温度范围是  $-30\text{ }^{\circ}\text{C} < t < 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。校准的环境温度为  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，在温区的校准点  $t = -30\text{ }^{\circ}\text{C}$  时最大温差为  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； $t = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$  时最大温差为  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在温度范围  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  即在  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  到  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围，最大的温差应给定为  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；在温度范围  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  范围，应该对应线性内差  $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

## A.4 干体炉的负载影响引入的不确定度

测量不确定度分量可以用 7.2.5 的测量结果来估算。

## A.5 由于导热造成的温度偏差的不确定度

在被校准的温度计的外径  $d \leq 6\text{ mm}$  时，由于导热造成的温度偏差的测量不确定度分量可以忽略。如果被校准的温度计的外径  $d > 6\text{ mm}$  时，测量不确定度应该单独分析。

如果被校准温度计导热造成的温度偏差可以被忽略，则使用这台干体炉在按照其操作手册和校准证书的规定方法去校准温度计的测量不确定度时，应该可以引用干体炉校准证书给出的测量不确定度。

## A.6 测量不确定度计算的实例

以下是对一台带有内置式温度显示的干体炉进行校准，设定温度为  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.6.1 干体炉稳定显示  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  时，使用一支校准过的铂电阻温度计作为参考标准插入



干体炉的其中一个孔中。实际温度是通过使用交流电桥测量电阻得到的。

A. 6.2 当内置式温度显示为 180 °C 时，孔中温度偏差  $\Delta t$  测量的数学模型：

$$\Delta t = t_c - t_s + \delta t_s + \delta t_D + \delta t_i + \delta t_R + \delta t_H + \delta t_B + \delta t_L + \delta t_V$$

式中， $\Delta t$  为温度示值偏差， $t_c$  为干体炉显示温度， $t_s$  为干体炉测温孔温度， $\delta t_s$ 、 $\delta t_D$ 、 $\delta t_i$ 、 $\delta t_R$ 、 $\delta t_H$ 、 $\delta t_B$ 、 $\delta t_L$ 、 $\delta t_V$  为各项偏差。

A. 6.3 在校准中，使用的参考电阻温度计的外径  $d \leq 6$  mm，由温度计杆导热带来的影响不考虑。以前的研究表明，在这样的测量条件下杆的导热造成的影响应该忽略。

A. 6.4 实际温度 ( $t_s$ )：通过查参考标准电阻温度计的校准证书，得到测量的温度值为 180.10 °C。测量的扩展不确定度为  $U = 0.03$  °C (包含因子  $k = 2$ )。

A. 6.5 电阻的测量影响 ( $\delta t_s$ )：作为参考标准的电阻温度计测量的温度为 180.10 °C。由电测设备带来的误差转换成温度的标准不确定度  $u(\delta t_s) = 0.01$  °C。

A. 6.6 参考标准的漂移 ( $\delta t_D$ )：从以往的经验估算，作为参考标准的铂电阻温度计随使用的老化而引起的温度变化应该在  $\pm 0.04$  °C 之内，均匀分布。

A. 6.7 干体炉控温器显示分辨率 ( $\delta t_i$ )：温度控制器温度显示表的分辨力为 0.1 °C，干体炉均温块的温度设定给出的温度分辨力引起的误差为  $\pm 0.05$  °C，均匀分布。

注：如果温度控制器没有按照温度的单位给出，分辨力引起的误差应该通过使用相关的系数计算得到相对应的温度。

A. 6.8 孔间温度差 ( $\delta t_R$ )：校准器有 6 个孔。在 180 °C 时，测温孔间的温度差最大为 0.14 °C，得到孔间的温度分布差应该在  $\pm 0.07$  °C 范围，均匀分布。

A. 6.9 迟滞效应 ( $\delta t_H$ )：在温度上升和下降测量循环中，由于迟滞效应带来温度表显示的偏差估计为  $\pm 0.05$  °C，均匀分布。

A. 6.10 温度轴向均匀性 ( $\delta t_B$ )：干体炉孔轴向温度不均匀引起的不同插入深度带来的读数差估计在  $\pm 0.25$  °C 内，均匀分布。

A. 6.11 均温块负载 ( $\delta t_L$ )：中心孔的最大负载的影响为 0.05 °C，均匀分布。

A. 6.12 温度的不稳定性 ( $\delta t_V$ )：在一个测量循环约 30 min 内由温度不稳定引起的温度变化为  $\pm 0.03$  °C，均匀分布。

A. 6.13 相关性：在这个分析中各个输入量都不相关。

A. 6.14 测量的重复性：由于控温表的分辨力的限制，没有看到测量数据的分散性。

A. 6.15 不确定度汇总见表 A.1。

表 A.1

名称 $X_i$	估计值 $x_i / ^\circ\text{C}$	标准不确定度 $u(x_i) / ^\circ\text{C}$	概率分布	灵敏系数 $ c_i $	不确定度分量 $u_i(y) / ^\circ\text{C}$
$t_s$	180.10	0.015	正态	1.0	0.015
$\delta t_s$	0.0	0.01	正态	1.0	0.010
$\delta t_D$	0.0	0.023	均匀	1.0	0.023
$\delta t_i$	0.0	0.029	均匀	1.0	0.029
$\delta t_R$	0.0	0.040	均匀	1.0	0.040

表 A.1 (续)

名称 $X_i$	估计值 $x_i/^\circ\text{C}$	标准不确定度 $u(x_i)/^\circ\text{C}$	概率 分布	灵敏系数 $ c_i $	不确定度分量 $u_i(y)/^\circ\text{C}$
$\delta t_H$	0.0	0.029	均匀	1.0	0.029
$\delta t_B$	0.0	0.144	均匀	1.0	0.144
$\delta t_L$	0.0	0.029	均匀	1.0	0.029
$\delta t_V$	0.0	0.017	均匀	1.0	0.017

## A.6.16 合成不确定度

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{\sum u_i^2(y)} = \sqrt{\sum c_i^2 u^2(t_i)} = 0.161\text{ }^\circ\text{C}$$

## A.6.17 扩展不确定度

从不确定度汇总中观察到, 不确定度的主要来源是轴向温场均匀性 ( $\delta t_B$ ), 它在合成不确定度中占有主导地位, 故我们认为合成不确定度应该遵从轴向温场均匀性的分布, 为保险起见我们按照正态分布取。

在取置信概率  $p=95\%$  时, 包含因子  $k=2$ , 干体炉测量的扩展不确定度为

$$U_{95} = k_{95} \times u_c(\Delta t) = 2 \times 0.161\text{ }^\circ\text{C} = 0.32\text{ }^\circ\text{C}$$

## A.6.18 校准结果

$$\Delta t = t_c - t_s = 180\text{ }^\circ\text{C} - 180.10\text{ }^\circ\text{C} = -0.10\text{ }^\circ\text{C}$$

当内置式温度计显示温度为  $180\text{ }^\circ\text{C}$  时, 测量区的温度偏差为  $-0.10\text{ }^\circ\text{C}$ , 不确定度为  $U_{95} = 0.32\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $k_{95} = 2$ 。



## 附录 B

### 轴向温场分布影响因素的测量方法

使用干体炉校准温度计通常具有不同配置，不同长度的温度计感温元件在测量区所处的位置也不同，因此测量区内沿着测温孔轴向温场分布是校准不确定度分量的一个重要分量，这个分量通常在所有不确定度分量中处于主要地位。测量区轴向温场分布的测量是困难的，因为使用的温度计本身会影响温场的分布，这种影响是复杂的，例如温度计插入不同深度产生不同的热导，这仅仅是干体炉外在表现。这就是为什么要尽可能按照客户的要求选择轴向温场分布测量方法的原因。以下是除了正文中给出的使用小尺寸感温元件三点测量方法以外的其他方法。

#### B.1 通过差分热电偶直接测量温差

这种方法是通过差分热电偶直接测量测温孔底部向上一个或几个温度点的温度差。为了实现此目的，应该使用完全具备条件的热电偶，例如，热电偶的测量点应留出 25 mm 空间。热电偶应在检定槽或在热管中进行等间隔距离的检查，看看温差是否被修正为 0 K。

也可以使用两支直径较小的铠装热电偶。将它们同时插入干体炉测温孔中，保持一支偶在孔底部，另一支放在需要测量的位置（例如 20 mm 和 40 mm），计算两支偶的温差可得到温度分布。如果两支偶插入同样深度，可以核查它们的温度差值是否被修正为 0 K。

#### B.2 两点测温

如果使用一支具有较长尺寸的感温元件的温度计，通过移动温度计 40 mm 来测得温度分布，这种方法是不合理的。对于一些干体炉，在两个不同的插入深度（底部，上提至 20 mm）进行测量，能给出足够的有关温度分度对测量不确定度的影响的信息。

#### B.3 用不同长度的感温元件的温度计测量温度

使用干体炉对温度计进行校准时，通过观察不同类型的温度计校准结果，可以直接获得轴向温场分布的影响。为此，对不同的温度计进行测量，如果没有温度计的信息，应选择两个不同种类的温度计进行测量。

请注意上述测量所有使用的温度计都应是被校准过的。

## 附录 C

## 干体炉推荐的使用方法

- C.1 在校准器使用时下面几点应该考虑。
- C.2 对于干体炉的校准主要是对均温块的测温孔的温度进行的。被校准的温度计的温度可能偏离这个温度。当被校准的温度计与校准干体炉时使用的温度计为同样类型时，与校准过程具有相同测量条件，则可以认为在校准理想的温度计的测量误差不会大于校准证书所给出的测量不确定度。除非校准证书有其他说明，被校准温度计应该保证：
- a) 测量感温元件应该处在均匀的温区中；
  - b) 用以校准的测温孔的内径（可以是内衬）在  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  应该不超过温度计外径  $0.5\text{ mm}$ ，在  $660\text{ }^{\circ}\text{C}$  至  $1\ 300\text{ }^{\circ}\text{C}$  应该不超过温度计外径  $1.0\text{ mm}$ ；
  - c) 被校准温度计的插入深度至少要为其直径的 15 倍；被校准温度计的外径  $d \leq 6\text{ mm}$ 。
- C.3 在使用干体炉时，请特别检查有无热传输物质（如油）。如果有，则只有使用相同热传输物质校准才有效。
- C.4 当校准温度计的外径  $d > 6\text{ mm}$  时，应该考虑由于导热引起的附加误差。如果要进行这样的测量，你的校准实验室可能帮助你测量这样的温度计导热带来的附加误差值。对于导热可能造成的偏差值，可以通过将温度计向上提高  $20\text{ mm}$ ，看温度计的显示值是否变化而得到。被校准温度计的测量不确定度分量（例如，热电偶的不均匀性），同样也不包含在干体炉的测量不确定度中。
- C.5 校准证书给出的数据对于本次校准是有效的，它不是生产厂家的技术指标。在使用干体炉前，应该就校准手段和操作条件与你的校准实验室进行讨论。
- C.6 对于测量准确度要求较高时，应该另外配备标准温度计以准确地测量干体炉均热块的温度。
- C.7 除非校准报告中提到，应该保证（独立于生产厂的技术指标）：
- 干体炉应该在垂直状态下使用；
  - 没有使用附加的绝热材料；
  - 环境温度应该在  $(15 \sim 35)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- C.8 为了检查干体炉，推荐使用校准温度计进行定期的测量检查。如果没有使用校准温度计进行测量检查，强烈建议每年对于干体炉重新进行校准。