

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1184—2007

---

## 热电偶检定炉温度场测试技术规范

Testing Specification of Temperature Uniformity

in Thermocouple Calibration Furnaces

2007-11-21 发布

2008-02-21 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

**热电偶检定炉温度场测试  
技术规范**

**Testing Specification of Temperature Uniformity  
in Thermocouple Calibration Furnaces**



JJF 1184—2007

---

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2007 年 11 月 21 日批准，并自 2008 年 2 月 21 日起施行。

**归口单位：**全国温度计量技术委员会

**主要起草单位：**湖北省计量测试技术研究院

**参加起草单位：**北京康斯特仪表科技有限公司

泰安磐然测控科技有限公司

本规范由全国温度计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

李洪卫（湖北省计量测试技术研究院）

刘大木（湖北省计量测试技术研究院）

王 阳（湖北省计量测试技术研究院）

**参加起草人：**

何 欣（北京康斯特仪表科技有限公司）

徐 军（泰安磐然测控科技有限公司）

安文霞（湖北省计量测试技术研究院）

李志庆（湖北省计量测试技术研究院）

# 目 录

1 范围	(1)
2 名词术语	(1)
3 概述	(1)
4 测试项目	(1)
5 测试条件	(1)
5.1 环境条件	(1)
5.2 标准器及配套设备	(1)
5.3 定位装置	(2)
6 测试方法	(2)
6.1 测试前的准备工作	(2)
6.2 测试温度点的选择	(4)
6.3 恒温时间	(4)
6.4 温度场的测试	(5)
7 数据处理	(6)
8 测试结果的表达	(7)
9 复测时间间隔	(7)
附录 A 贵金属偶和廉金属偶检定炉的技术要求	(8)
附录 B 温度场测试记录	(9)
附录 C 温度场测试结果整理表	(10)
附录 D 检定炉温度场测试报告(背面)格式	(11)
附录 E 标准铂铑 10-铂热电偶检定炉温度场测量结果不确定度评定实例	(12)

## 热电偶检定炉温度场测试技术规范

### 1 范围

本规范适用于(300~1 500)℃范围内包括带温控器和不带温控器的卧式管式热电偶检定炉(以下简称检定炉)温度场的测试。对于立式管式检定炉、退火炉的温度场测试,可参照本规范执行。

### 2 名词术语

#### 2.1 轴向温度场 axial temperature field

指检定炉沿炉管中心轴的温度分布。

#### 2.2 径向温度场 radial temperature field

指检定炉沿炉膛横截面的温度分布。

#### 2.3 固定标准偶 fixed standards for thermocouple

指在轴向或径向规定位置固定不动,用于测量检定炉炉温变化的标准热电偶。

#### 2.4 移动标准偶 moving standards for thermocouple

指在轴向或径向规定位置移动,用于测量检定炉温度场分布的标准热电偶。

### 3 概述

检定炉是一种为热电偶检定提供热源的电加热设备,它主要由炉膛、加热元件、保温层、外壳等部分组成。检定炉按结构形式分为立式炉和卧式炉;按外观形状分为短型炉和长型炉;按使用温度范围分为中温炉和高温炉;按用途分为贵金属偶炉(S型标准偶炉,B型标准偶炉,S型工作偶炉,B型工作偶炉,S型工作偶短炉)和廉金属偶炉。

### 4 测试项目

测试项目包括轴向温度场测试和径向温度场测试。

### 5 测试条件

#### 5.1 环境条件

环境温度:(23±5)℃;

相对湿度:≤80%;

其他条件应满足所用仪器设备的各项要求。

#### 5.2 标准器及配套设备

标准器及配套设备见表1。

表 1 测试标准及配套设备

技术要求 测试设备	名称	S型标准 偶炉	B型标准 偶炉	S型工作 偶炉	B型工作 偶炉	S型工作 偶短炉	廉金属 偶炉
标准器		标准铂 铑 10-铂 热电偶	标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶	标准铂 铑 10-铂 热电偶	标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶	标准铂 铑 10-铂 热电偶	标准铂 铑 10-铂 热电偶
转换开关 寄生电势		$\leq 0.4\mu\text{V}$					
电测仪器		0.02 级电测仪器或相同准确度等级的其他电测设备 (分辨力 $0.1\mu\text{V}$ )					
绝缘电阻 测试仪		500V 兆欧表, 准确度 10%					
测时仪器		秒表					
测长仪器		直尺或卷尺					

### 5.3 定位装置

贵金属偶炉的定位装置由测试定位管、支架组成, 廉金属偶炉的定位装置由测试定位管、定位块组成。

B型偶炉的测试定位管用刚玉管或高铝管, 其他类型检定炉的测试定位管用石英管。

测试定位管长度应大于检定炉的长度, 露出检定炉两端口的长度应相等, 且不大于 100mm; 测试定位管壁厚  $(1 \pm 0.5)\text{mm}$ , 外径  $(6 \sim 8)\text{mm}$ , 内径  $(4 \sim 6)\text{mm}$ ; 热电偶放入测试定位管后的间隙应不大于 2mm。

支架采用金属材料制成, 也可采用满足要求的其他材料制成, 支架应牢固、可靠。

定位块由耐火材料压制成型, 定位块上的测试孔径应不小于测试定位管的直径, 一般不大于 8mm; 中心孔与径向孔的中心间距为 14mm。

## 6 测试方法

### 6.1 测试前的准备工作

6.1.1 测试前应采用目测法检查检定炉炉膛内管, 不应有裂缝和明显变形。

6.1.2 用 500V 兆欧表测量检定炉电源输入端对炉外壳的绝缘电阻应不小于  $20\text{M}\Omega$ 。

6.1.3 检定炉在接上电源之前, 用数字多用表测量加热丝在常温下的电阻值, 一般在 (零点几~几十) 欧姆, 具体可参照使用说明书或铭牌上的有关参数。

6.1.4 对新购置或长期放置未使用的检定炉, 必要时应提前进行烘炉处理, 处理程序

按生产厂家的使用说明书进行。

6.1.5 石英管、刚玉管、定位块等应保持清洁干净、无污染。在廉金属偶炉中使用过的石英管和耐火材料，严禁在贵金属偶炉中使用。定位块用耐火材料，应选用对人体无毒无害、对环境无污染的耐火材料。

6.1.6 用直尺或卷尺测量检定炉两端口的距离，计算检定炉中心点，在标准偶绝缘管上从工作端起测量出中心点，并用陶瓷铅笔标记为“0”点，从此点分别向工作端和参考端每隔 10mm 做一记号，标出  $-5 \sim +5$  坐标位置，如图 1 所示。

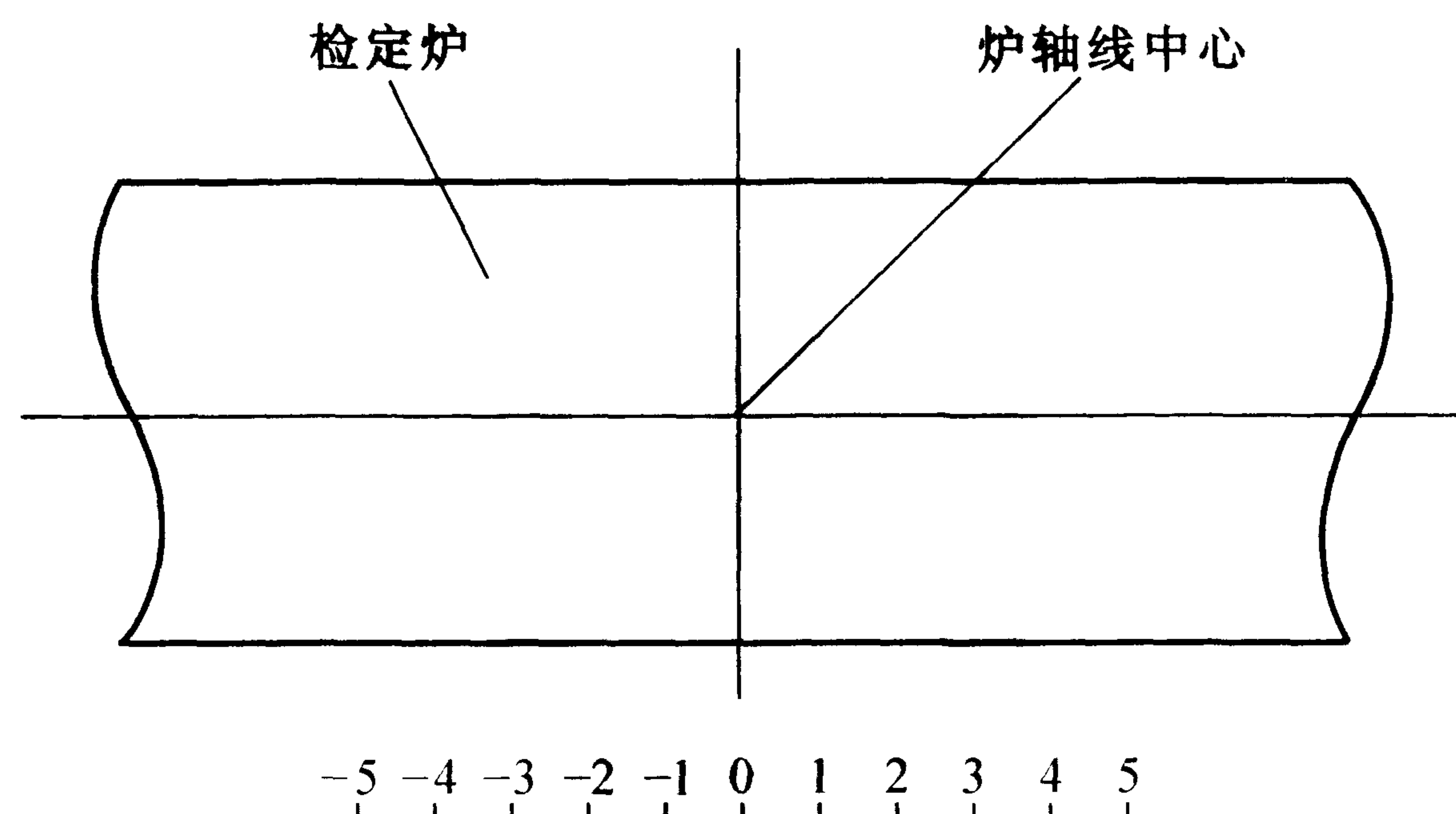


图 1 检定炉坐标示意图

### 6.1.7 检定炉定位装置的安装

#### 6.1.7.1 贵金属偶炉

贵金属偶炉的温度场测试，应在检定炉炉膛内同轴装有一支清洁管(瓷管或刚玉管)的状态下进行。

a) 对于只能在清洁管中插入一支测试定位管的检定炉，将固定标准偶测量端捆绑在测试定位管外轴向中点处，整体插入检定炉中，使测试定位管的几何中心尽量接近检定炉的几何中心，测试定位管敞开的的一端，根据移动标准偶在测试定位管中的间隙，用软质的保温材料封堵约 10mm 厚，并保持相同的间隙。检定炉两端口，不应封堵，如图 2 所示。

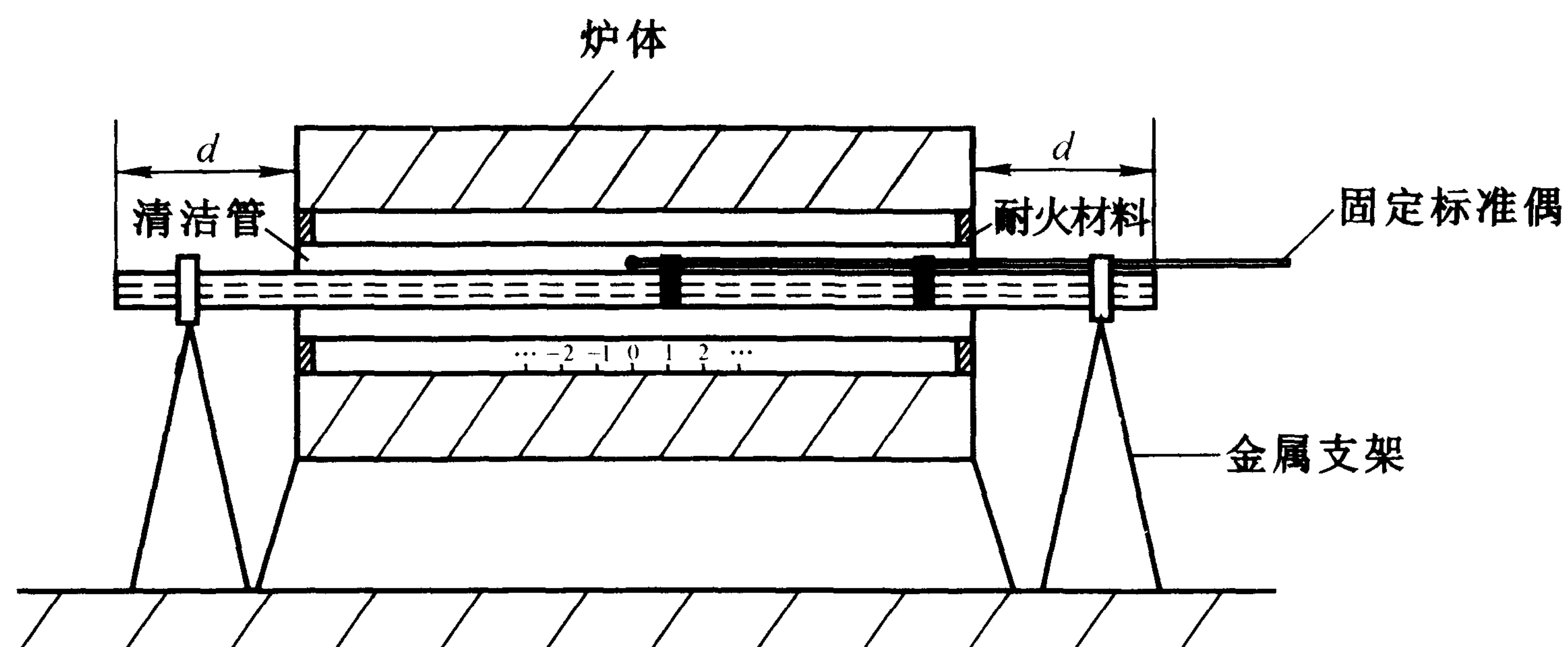


图 2 贵金属偶炉定位装置安装示意图

b) 对于能在清洁管中放置两支测试定位管的检定炉，将两支测试定位管用纯铂丝或铂铑丝捆绑在一起或直接插入清洁管中，固定标准偶插入一支测试定位管中，并使固定标准偶测量端处于测试定位管轴向中点处，移动标准偶插入另一支测试定位管中，其具体安装和封堵，可参照 6.1.7.1 a) 进行。

#### 6.1.7.2 廉金属偶炉

将定位块装入检定炉两端，使其紧贴炉端面，穿好测试定位管，如图 3 所示。固定标准偶测量端插入径向测试定位管轴向中点处，移动标准偶插入中心测试定位管，测试定位管封堵情况同 6.1.7.1。

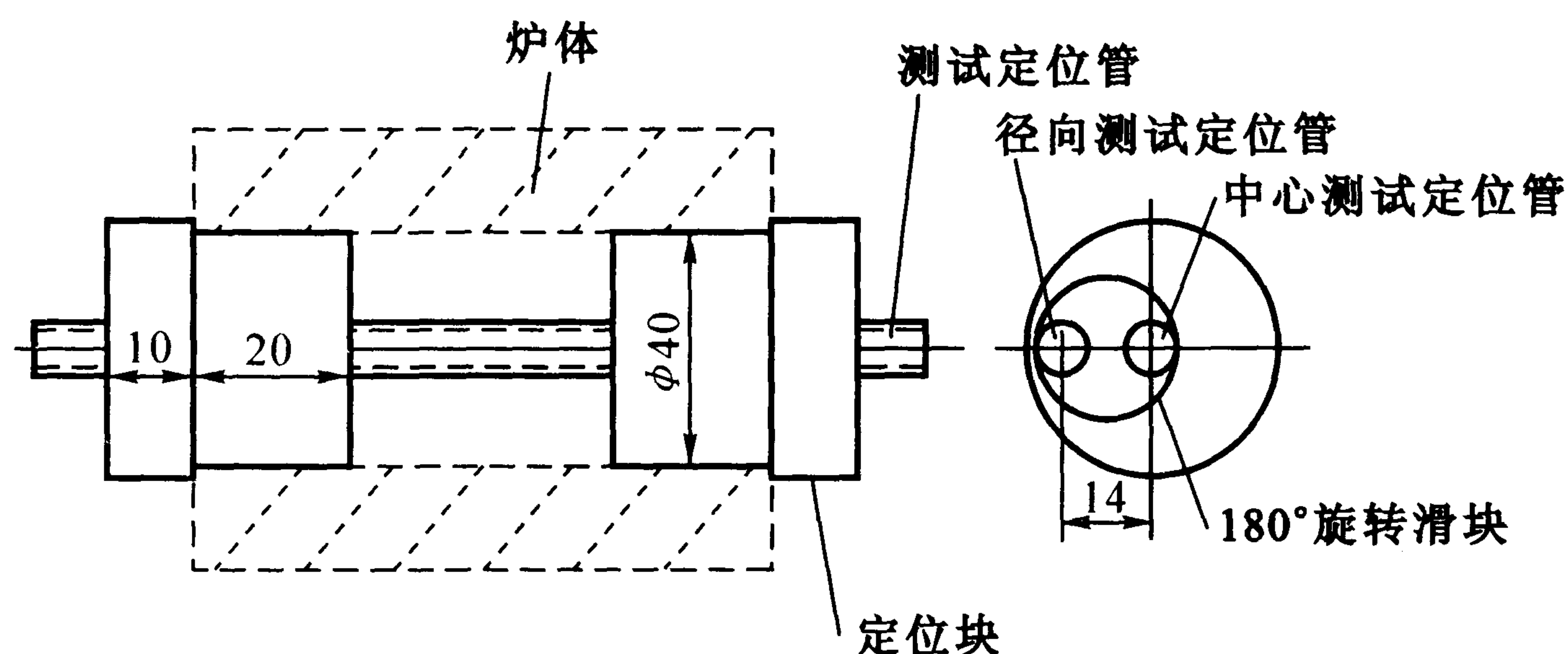


图 3 廉金属偶炉定位装置安装示意图

#### 6.1.8 参考端的处理

S 型热电偶的参考端应插入同一冰点恒温器的玻璃试管中，插入深度应保持一致，约为 (100~150)mm，并用脱脂棉堵好玻璃试管口，防止参考端被拉出试管，恒温器同一水平面上任意两参考端间的最大温差 $\leq 0.05^{\circ}\text{C}$ ；B 型热电偶的参考端可置于 (0~40) $^{\circ}\text{C}$  的同一恒温器内。

#### 6.2 测试温度点的选择

测试温度点见表 2。

表 2 测试温度点

检定炉类型	测试温度点/ $^{\circ}\text{C}$
S 型偶	1 000
廉金属偶	1 000
B 型偶	1 300

#### 6.3 恒温时间

##### 6.3.1 测量前

将炉温控制在测试温度点附近，炉温偏离测试温度点不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，一般情况下 S 型偶、B 型偶检定炉恒温时间应不低于 30min，廉金属偶检定炉恒温时间应不低于 40min。当达到炉温变化不超过 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的稳定性要求后，即可开始测量。



### 6.3.2 移动位置后

将移动标准偶从一位置移到另一位置后的恒温时间应不小于 2min。

### 6.4 温度场的测试

温度场的测试采用微差法(其他能满足规定要求的方法也可使用), 温度场的测试接线图如图 4 所示。测量时把移动标准偶和固定标准偶的负极在参考端短接, 并与一根单芯铜导线连接, 移动标准偶正极接测量仪器“+”, 固定标准偶正极接测量仪器“-”, 转换开关转向 1 通道, 监测炉温变化, 转换开关转向 2 通道, 用于温度场的测试。测量时读数应不少于 2 次。

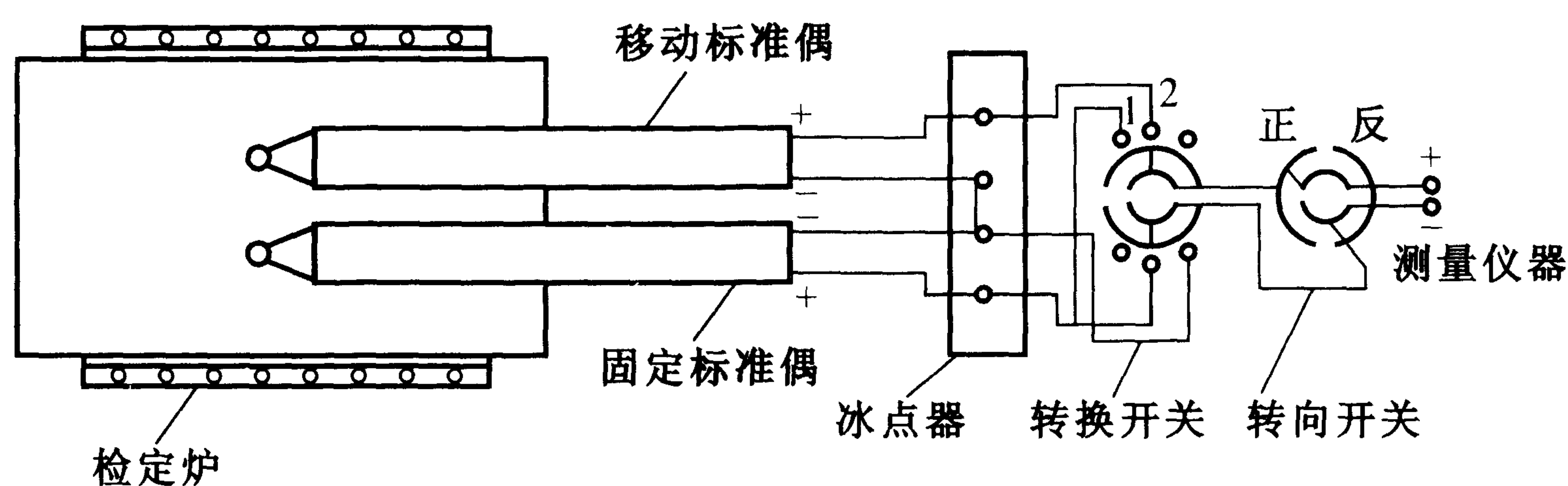


图 4 温度场测试接线示意图

#### 6.4.1 轴向温度场的测试

将转换开关调至 2 通道, 极性换向开关调至“正”, 进行轴向温度场的测试。

不同类型的检定炉, 按照 6.1.7 中的规定, 将固定标准偶测量端固定于检定炉轴向“0”点不动, 移动标准偶插入中心测试定位管中, 在  $-5 \sim +5$  各点移动, 当炉温设定在测试温度点, 待炉温稳定性满足规定要求后, 测量两支标准偶(移动标准偶和固定标准偶)在  $-5 \sim +5$  各点的热电动势差值  $\Delta E_{(t)i}$  和“0”点的热电动势差值  $\Delta E_{(t)0}$ , 测量顺序为  $-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5$ , 以此类推, 往返一个循环。反之亦可。

将移动标准偶与固定标准偶在任一点测得两次热电动势差值的算术平均值  $\Delta \bar{E}_{(t)i}$  减去在“0”点测得的两次热电动势差值的算术平均值  $\Delta \bar{E}_{(t)0}$ , 得到移动标准偶在任一点相对于“0”点的差值  $\Delta E_{(t)i0}$ , 换算成温度, 即为轴向温度场分布。轴向温度场测试示意图如图 5 所示。

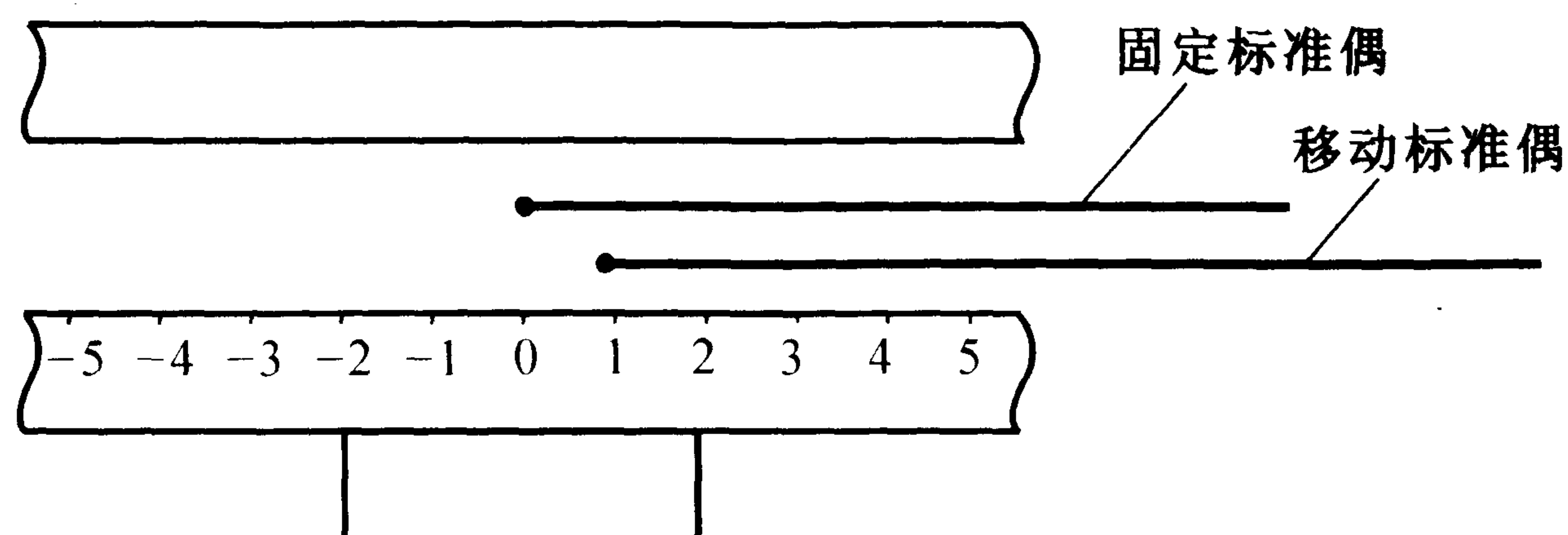


图 5 轴向温度场测试示意图

### 6.4.2 径向温度场的测试

廉金属偶炉轴向温度场测试完毕后，将极性换向开关调至“反”，进行径向温度场的测试。用中心测试定位管中的标准偶作为固定标准偶，径向测试定位管中标准偶作为移动标准偶，两标准偶的测量端均处于检定炉轴向中心横截面上，此时固定标准偶置于检定炉轴线上不动，分别将移动标准偶转至中心截面的上、右、下、左位置上，测得热电动势差值  $\Delta E_{(t)i}$ 。

转动旋转滑块  $180^\circ$ ，交换两标准偶的位置即中心测试定位管中的固定标准偶转至径向位置，径向测试定位管中的移动标准偶转至中心位置，以中心位置为“0”点，同理可得到“0”点热电动势差值  $\Delta E_{(t)0}$ ，测量顺序为上、右、下、左、0，以此类推，往返一个循环。反之亦可。

将移动标准偶与固定标准偶在任一点测得的两次热电动势差值的算术平均值  $\Delta \bar{E}_{(t)i}$  减去在“0”点测得的两次热电动势差值的算术平均值  $\Delta \bar{E}_{(t)0}$  得到移动标准偶在上、右、下、左任一点相对于“0”点的热电动势值差值  $\Delta E_{(t)i0}$ ，换算成温度，即为该截面的径向温度场分布。径向温度场测试位置示意图如图 6 所示。

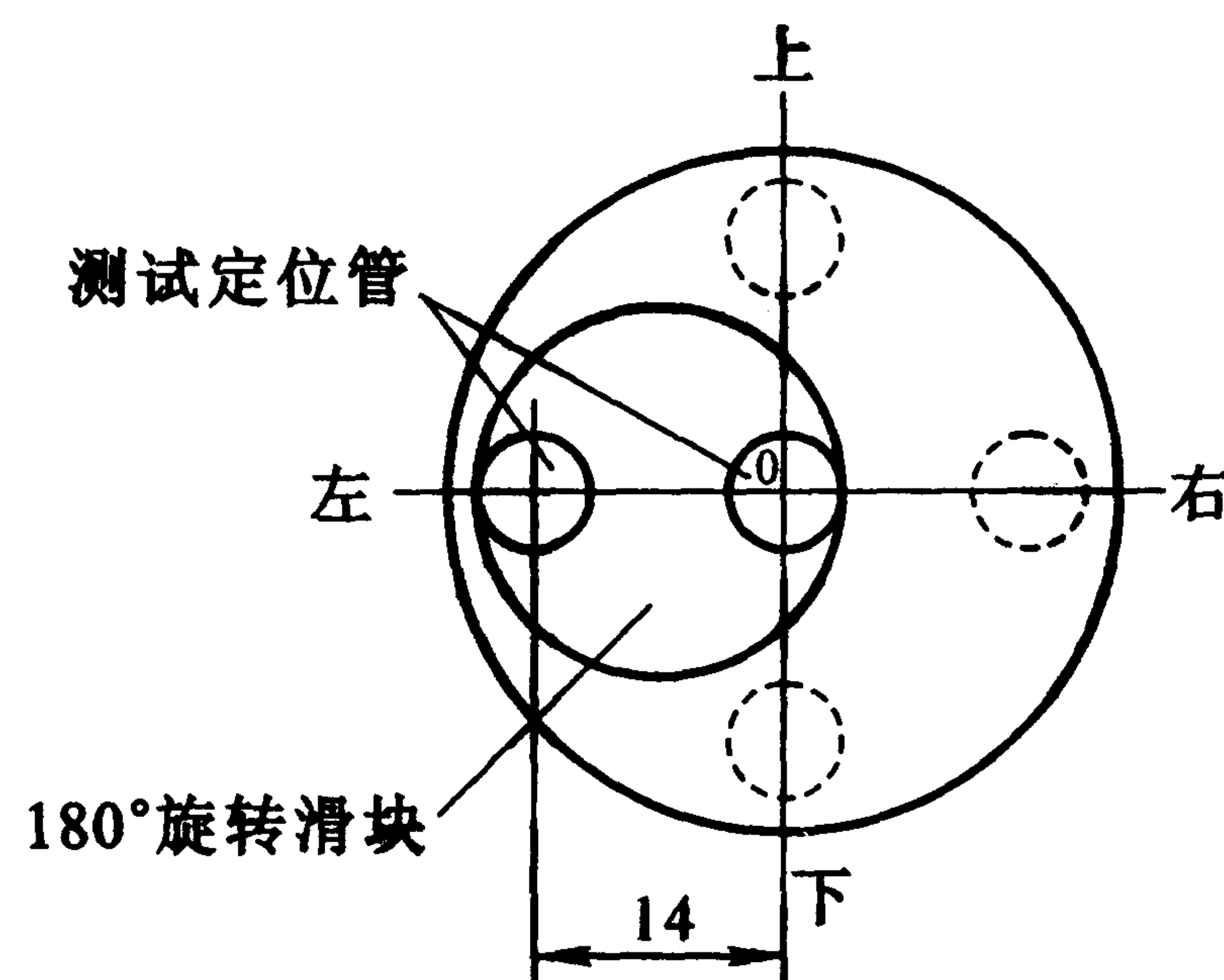


图 6 径向温度场测试位置示意图

## 7 数据处理

移动标准偶在任一点相对于“0”点的温度差值，用下式计算：

$$\Delta t_{(t)i0} = \Delta E_{(t)i0} / S_{(t)} \quad (1)$$

式中： $\Delta t_{(t)i0}$ ——移动标准偶在任一点相对于“0”点的温度差值， $^\circ\text{C}$ ；

$S_{(t)}$ ——标准偶在测试点的微分热电动势值（标准铂铑 10-铂热电偶在  $1\ 000^\circ\text{C}$  的微分热电动势为  $11.54\ \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ；标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶在  $1\ 300^\circ\text{C}$  的微分热电动势为  $10.87\ \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ ）。

$$\Delta E_{(t)i0} = \Delta \bar{E}_{(t)i} - \Delta \bar{E}_{(t)0} \quad (2)$$

式中： $\Delta E_{(t)i0}$ ——移动标准偶在任一点相对于“0”点的热电动势值差值， $\mu\text{V}$ ；

$\Delta \bar{E}_{(t)i}$ ——移动标准偶与固定标准偶在任一点的热电动势差值的算术平均值，

$\mu\text{V}$ ;  
 $\Delta\bar{E}_{(t)0}$ ——移动标准偶与固定标准偶在“0”点的热电动势值差值的算术平均值,  
 $\mu\text{V}$ 。

## 8 测试结果的表达

测试报告给出检定炉轴向温度场分布、径向温度场分布和测试结果不确定度及恒温时间，并在检定炉上标记温度场的中心位置和测试端。测试报告格式见附录 D。

## 9 复测时间间隔

检定炉的复测时间间隔可根据实际使用情况自行决定。建议复测时间间隔最长不超过 1 年。

## 附录 A

## 贵金属偶和廉金属偶检定炉的技术要求

技术要求 名称 测试项目	S型标准 偶炉	B型标准 偶炉	S型工作 偶炉	B型工作 偶炉	S型工作 偶短炉	廉金属 偶炉
轴向温度场	最高温度 点偏离炉几 何中心距离 $\leq 20\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 40mm 温度梯度 $\leq 0.4^\circ\text{C}/$ 10mm	最高温度 点偏离炉几 何中心距离 $\leq 20\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 40mm 温度梯度 $\leq 0.5^\circ\text{C}/$ 10mm	最高均匀 温度场中心 与炉几何中 心沿轴线偏 离 $\leq 20\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 20mm 均匀温度 场 $\pm 1^\circ\text{C}$	最高均匀 温度场中心 与炉几何中 心沿轴线偏 离 $\leq 20\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 20mm 均匀温度 场 $\pm 1^\circ\text{C}$	最高温度 点偏离炉几 何中心距离 $\leq 10\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 40mm 轴向温度 梯度 $\leq 0.4^\circ\text{C}/$ 10mm	最高均匀 温度场中心 与炉几何中 心沿轴线偏 离 $\leq 10\text{mm}$ 均匀温度 场长度为 60mm 任意两点 间温差 $\leq 1^\circ\text{C}$
径向温度场	—	—	—	—	—	半径 $R \leq$ 14mm 任意两点 间温差 $\leq 1^\circ\text{C}$
注：“—”为不测试项目。						

## 附录 B

## 温度场测试记录

委托方						标准器名称					
设备名称						型号及编号					
型号及编号						电测仪器					
制造厂						型号及编号					
测试依据						温度/湿度	℃	%RH			
测试温度	℃					恒温时间	min				
I	轴向温度场测试										
	读数/ $\mu\text{V}$										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
1											
2											
平均											
II	读数/ $\mu\text{V}$										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
	1										
2											
平均											
I	径向温度场测试										
	读数/ $\mu\text{V}$										
	上		右		下		左		0		
1											
2											
平均											
II	读数/ $\mu\text{V}$										
	上		右		下		左		0		
	1										
2											
平均											

测试人员

核验人员

年 月 日

## 附录 C

温度场测试结果整理表

结果 次数	轴向温度场/ $\mu\text{V}$										
	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
第一次											
第二次											
平均值											
$\Delta E_{(t);0}$						0					
结果 次数	径向温度场/ $\mu\text{V}$										
	上	右	下	左	0						
第一次											
第二次											
平均值											
$\Delta E_{(t);0}$					0						

测试人员

核验人员

年 月 日

## 附录 D

## 检定炉温度场测试报告（背面）格式

## 温度场测试结果

轴 向 温 度 场											
位置 (10mm)	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
温度场分布 /℃											
温差/℃	— ~										
温度梯度 /℃· (10mm) <sup>-1</sup>											
径 向 温 度 场											
位置	上	右	下	左	0						
温度场分布 /℃											
温差/℃	$R \leq 14\text{mm}$										

说明：1. 测试结果不确定度  $U = \underline{\hspace{2cm}}$  °C,  $k = 2$ ;

2. 恒温时间  $\underline{\hspace{2cm}}$  min。

## 附录 E

## 标准铂铑 10-铂热电偶检定炉温度场测量结果不确定度评定实例

## E.1 测量方法

选用两支二等标准铂铑 10-铂热电偶，一支作移动标准偶，在检定炉轴向或径向规定位置移动，另一支作固定标准偶(参考标准偶)，固定于轴向或径向规定位置不动，用微差法测量移动标准偶在任意一点相对于固定“0”点位置的温度差值。

## E.2 数学模型

移动标准偶在任一点相对于“0”点的温度差值为

$$\Delta t_{(t)i0} = [\Delta E_{(t)i} - \Delta E_{(t)0}] / S_{(t)} \quad (\text{E.1})$$

式中： $\Delta t_{(t)i0}$ ——移动标准偶在任一点相对于“0”点的温度差值，℃；

$\Delta E_{(t)i}$ ——移动标准偶与固定标准偶在任一点的热电动势差值的算术平均值， $\mu\text{V}$ ；

$\Delta E_{(t)0}$ ——移动标准偶与固定标准偶在“0”点的热电动势值差值的算术平均值， $\mu\text{V}$ ；

$S_{(t)}$ ——标准偶在测试点的微分热电动势值(标准铂铑 10-铂热电偶在 1 000℃ 的微分热电动势为  $11.54\mu\text{V}/\text{℃}$ )。

将电势值转化成温度值，式(E.1)可写为

$$\Delta t_{(t)i0} = \Delta t_{(t)i} - \Delta t_{(t)0} \quad (\text{E.2})$$

式中： $\Delta t_{(t)i}$ ——移动标准偶与固定标准偶在任一位置点的温度差值，℃；

$\Delta t_{(t)0}$ ——移动标准偶与固定标准偶在固定点“0”点的温度差值，℃。

式(E.2)为本次分析的数学模型。

## E.3 方差和灵敏度系数

对式(E.2)各变量求全微分，则得

$$d[\Delta t_{(t)i0}] = d[\Delta t_{(t)i}] - d[\Delta t_{(t)0}] \quad (\text{E.3})$$

式(E.3)中的各微小变量代之以误差源的不确定度合成，可得方差公式为

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (\text{E.4})$$

对式(E.2)各变量求偏导数，得  $c_1 = 1$ ， $c_2 = -1$ 。

## E.4 输入量标准不确定度的评定

E.4.1 输入量  $\Delta t_{(t)i}$ (任一位置)的标准不确定度  $u_1$ 

## a) 标准偶重复性引入的标准不确定度

测量时，由于热电偶的短期不稳定性引起的测量结果具有分散性，选用一支二等标准铂铑 10-铂热电偶，在 1 000℃ 等精度测量 10 次，用下式计算：



$$s_{\text{单}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / (n - 1)} = 0.015^{\circ}\text{C}$$

由于测量结果取两次测量的平均值，故  $m = 2$ ，则

$$u_{1.1} = s_{\text{单}} / \sqrt{2} = 0.015 / \sqrt{2} = 0.011^{\circ}\text{C}$$

其自由度  $\nu_{1.1} = 9$ ，属 A 类分量。

b) 电测设备测量标准偶引入的标准不确定度

由于是用同一台数字电压表测量两支标准偶的差值，在极短的时间内，其主要影响来自于数字电压表的短期稳定性。本规范选用分辨力为  $0.1\mu\text{V}$ ，K2000 型  $6\frac{1}{2}$  数字电压表，其短期稳定性影响估计值为  $0.3\mu\text{V}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{1.2} = 0.3 / (11.54 \times 1.732) = 0.015^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 10%，则其自由度  $\nu_{1.2} = 50$ ，属 B 类分量。

c) 参考端温度影响引入的标准不确定度

标准热电偶参考端置于同一冰点器中，各接点之间最大温差不大于  $0.05^{\circ}\text{C}$ ，取半宽区间为  $0.025^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{1.3} = 0.025 / 1.732 = 0.014^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 50%，即自由度  $\nu_{1.3} = 2$ ，属 B 类分量。

d) 转换开关寄生电势引入的标准不确定度

测量时，转换开关寄生电势  $\leq 0.4\mu\text{V}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{1.4} = 0.4 / (11.54 \times 1.732) = 0.020^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 25%，即自由度  $\nu_{1.4} = 8$ ，属 B 类分量。

e) 两次测量位置的一致性引入的标准不确定度

移动偶来回移动测量，第 1 次和第 2 次测量时位置的不一致会引起两次测量结果有差异，最大差值估计值不大于  $2\mu\text{V}$ ，取半宽区间为  $1\mu\text{V}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{1.5} = 1 / (11.54 \times 1.732) = 0.050^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 10%，即自由度  $\nu_{1.5} = 50$ ，属 B 类分量。

f) 热电偶电极不均匀性引入的标准不确定度

由于热电偶测量时处于有温度梯度的温场中，电极不均匀会产生一很小的附加电势，其值估计为  $1\mu\text{V}$ ，按均匀分布处理，则

$$u_{1.6} = 1 / (11.54 \times 1.732) = 0.050^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 30%，即自由度  $\nu_{1.6} = 6$ ，属 B 类分量。

g) 炉温波动引入的标准不确定

S 型标准热电偶检定炉规程规定，炉温变化不大于  $0.1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，以炉温单向变化为极端情况，每支 4 个读数后对测量结果可能有  $0.05^{\circ}\text{C}$  的影响，取半宽区间为  $0.025^{\circ}\text{C}$ ，按反正弦分布处理，即

$$u_{1.7} = 0.025/1.414 = 0.018^{\circ}\text{C}$$

其相对不确定度为 50%，即自由度  $\nu_{1.7}=2$ ，属 B 类分量。

#### E.4.2 输入量 $\Delta t_{(t)0}$ (固定“0”点位置) 的标准不确定度 $u_2$

##### a) 电测设备测量标准偶引入的标准不确定度

电测设备测量两标准偶的影响与 E.4.1b) 情况相同，则

$$u_{2.1} = u_{1.2} = 0.015^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.1} = \nu_{1.2} = 50$$

属 B 类分量。

##### b) 参考端温度影响引入的标准不确定度

参考端温度影响与 E.4.1 c) 的情况相同，故

$$u_{2.2} = u_{1.3} = 0.014^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.2} = \nu_{1.3} = 2$$

属 B 类分量。

##### c) 转换开关寄生电势引入的标准不确定度

转换开关寄生电势影响与 E.4.1 d) 的情况相同，故

$$u_{2.3} = u_{1.4} = 0.020^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.3} = \nu_{1.4} = 8$$

属 B 类分量。

##### d) 两次测量位置的一致性引入的标准不确定度

两次测量位置的一致性影响与 E.4.1 e) 的情况相同，故

$$u_{2.4} = u_{1.5} = 0.050^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.4} = \nu_{1.5} = 50$$

属 B 类分量。

##### e) 热电偶电极不均匀性引入的标准不确定度

热电偶电极不均匀性影响与 E.4.1 f) 的情况相同，故

$$u_{2.5} = u_{1.6} = 0.050^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.5} = \nu_{1.6} = 6$$

属 B 类分量。

##### f) 炉温波动引入的标准不确定度

炉温波动影响与 E.4.1 g) 的情况相同，故

$$u_{2.6} = u_{1.7} = 0.018^{\circ}\text{C}$$

$$\nu_{2.6} = \nu_{1.7} = 2$$

属 B 类分量。

#### E.5 标准不确定度分量一览表

表 E.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量		标准不确定度来源	标准不确定度值/℃	灵敏系数 $c_i$	类别	分布	自由度
1	$u_{1.1}$	重复性	0.011		A	$t$	9
2	$u_{1.2}$	电测设备影响	0.015		B	均匀	50
3	$u_{1.3}$	参考端温度影响	0.014		B	均匀	2
4	$u_{1.4}$	转换开关影响	0.020	1	B	均匀	8
5	$u_{1.5}$	测量位置影响	0.050		B	均匀	50
6	$u_{1.6}$	热电偶不均匀性	0.050		B	均匀	6
7	$u_{1.7}$	炉温波动	0.018		B	反正弦	2
8	$u_{2.1}$	电测设备影响	0.015		B	均匀	50
9	$u_{2.2}$	参考端温度影响	0.014		B	均匀	2
10	$u_{2.3}$	转换开关影响	0.020	-1	B	均匀	8
11	$u_{2.4}$	测量位置影响	0.050		B	均匀	50
12	$u_{2.5}$	热电偶不均匀性	0.050		B	均匀	6
13	$u_{2.6}$	炉温波动	0.018		B	反正弦	2

## E.6 合成标准不确定度

输入量  $\Delta t_{(t)i}$ 、 $\Delta t_{(t)0}$  互不相关、彼此独立，则

$$\begin{aligned}
 u_c^2 &= u_1^2 + u_2^2 \\
 &= (u_{1.1}^2 + u_{1.2}^2 + u_{1.3}^2 + u_{1.4}^2 + u_{1.5}^2 + u_{1.6}^2 + u_{1.7}^2) + \\
 &\quad (u_{2.1}^2 + u_{2.2}^2 + u_{2.3}^2 + u_{2.4}^2 + u_{2.5}^2 + u_{2.6}^2) \\
 &= (0.011^2 + 0.015^2 + 0.014^2 + 0.020^2 + 0.050^2 + 0.050^2 + 0.018^2) + \\
 &\quad (0.015^2 + 0.014^2 + 0.020^2 + 0.050^2 + 0.050^2 + 0.018^2) \\
 &= 0.012\ 411 \\
 u_c &= 0.111^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

## E.7 有效自由度

根据韦尔奇萨特思韦特公式： $\nu_{\text{eff}} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^{13} \frac{u_i^4}{\nu_i}}$ ，可得

$$\begin{aligned}
 \nu_{\text{eff}} &= 0.111^4 / (0.011^4/9 + 0.015^4/50 + 0.014^4/2 + 0.020^4/8 + 0.050^4/50 + 0.050^4/6 + \\
 &\quad 0.018^4/2 + 0.015^4/50 + 0.014^4/2 + 0.020^4/8 + 0.050^4/50 + 0.050^4/6 + 0.018^4/2) \\
 \nu_{\text{eff}} &= 60.3 \approx 50
 \end{aligned}$$

## E.8 标准铂铑 10-铂热电偶检定炉温度场测量结果的扩展不确定度

当有效自由度  $\nu_{\text{eff}} = 50$  时，取置信概率为  $p = 95\%$ ，查  $t$  分布表，得到包含因子  $k$  为 2.01，为了简化，取  $k = 2$ ，则

$$U = 2 \times 0.111 = 0.23^\circ\text{C}$$

中华人民共和国  
国家计量技术规范  
热电偶检定炉温度场测试技术规范  
JJF 1184—2007  
国家质量监督检验检疫总局发布

\*

中国计量出版社出版  
北京和平里西街甲2号  
邮政编码 100013  
电话 (010)64275360  
<http://www.zgjl.com.cn>  
北京市迪鑫印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行  
版权所有 不得翻印

\*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.25 字数22千字  
2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷  
印数1—2 000  
统一书号155026-2302 定价:26.00元