



中华人民共和国工业和信息化部  
石油和化工计量技术规范

JJF（石化）xxx—xxxx

粉尘层最低着火温度测定仪  
校准规范

Calibration Specification of Minimum Ignition Temperature of Dust  
Layer Test Devices

（报批稿）

××××-××-××发布

2024-12-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 粉尘层最低着火温度测定仪 校准规范

Calibration Specification of  
Minimum Ignition Temperature  
of Dust Layer Test Devices

JJF（石化）xxx—xxxx

归 口 单 位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：浙江省化工产品质量检验站有限公司

参加起草单位：宁波海关技术中心

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

任 斌（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

许丹红（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

方 路（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

吴燕芳（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

宋志杨（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

陈佳怡（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

罗渊文（浙江省化工产品质量检验站有限公司）

**参加起草人：**

俞雄飞（宁波海关技术中心）

目 录

引 言..... II

1 范围..... 1

2 引用文件..... 1

3 概述..... 1

4 计量特性..... 2

5 校准条件..... 3

5.1 环境条件..... 3

5.2 测量标准及其他设备..... 3

6 校准项目和方法..... 3

6.1 校准项目 ..... 3

6.2 校准方法..... 3

7 校准结果..... 5

7.1 校准记录..... 5

7.2 校准证书..... 6

7.3 不确定度 ..... 6

8 复校时间间隔..... 6

附录 A 粉尘层最低着火温度测定仪校准记录格式 ..... 7

附录 B 粉尘层最低着火温度测定仪校准证书的内页格式 ..... 9

附录 C 热表面温度偏差测量结果不确定度的评定示例 ..... 10

附录 D 热表面温度均匀度测量结果不确定度的评定示例 ..... 13

# 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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范进行编制。

本规范参考了 GB/T 16430-2018《粉尘层最低着火温度测定方法》中的部分技术要求。

本规范为首次发布。

# 粉尘层最低着火温度测定仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围为(室温~400℃)的粉尘层最低着火温度测定仪(以下简称测定仪)的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1637-2017 廉金属热电偶校准规范

GB/T 16430-2018 粉尘层最低着火温度测定方法

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 概述

测定仪主要由加热器、热表面、粉尘层热电偶、热表面记录热电偶、热表面控制热电偶和金属环等组成,该测定仪主要是测定在热表面上规定厚度的粉尘层着火时热表面的最低温度,即为粉尘层最低着火温度。测定仪结构示意图按 GB/T 16430-2018 中 5.1 的规定,见图 1。

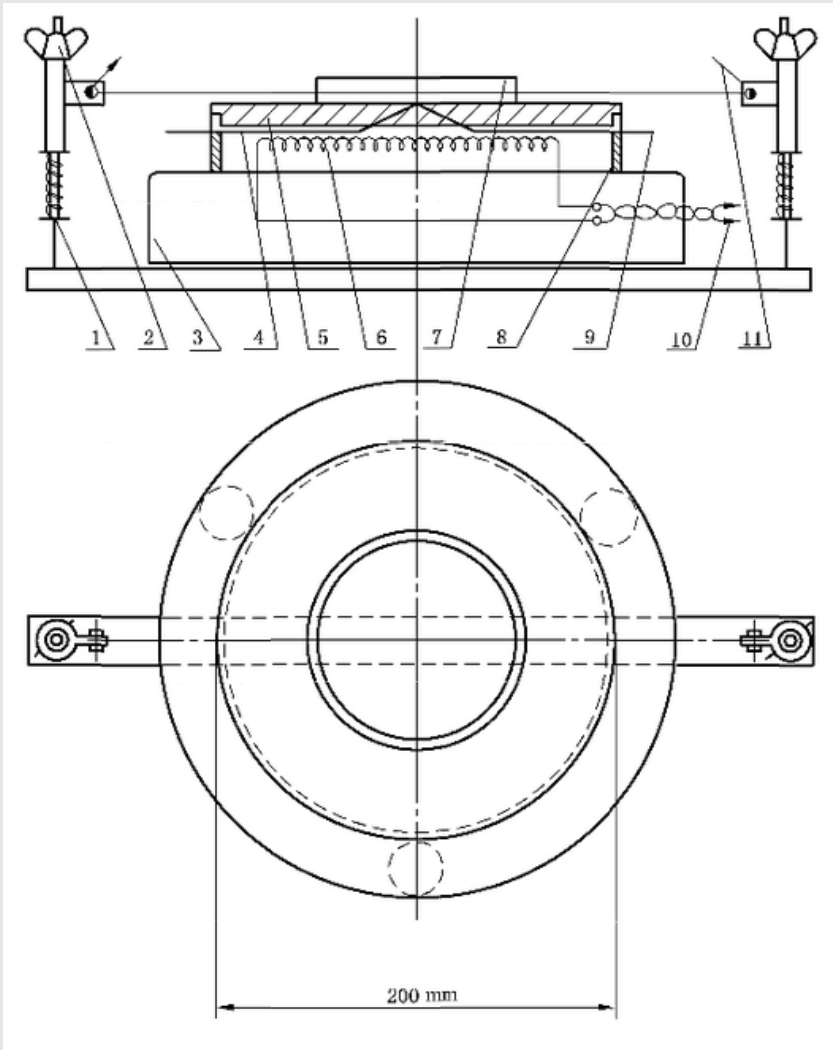


图 1 粉尘层最低着火温度测定仪结构示意图

1-弹簧；2-热电偶高度调节旋钮；3-加热器底座；4-热表面记录热电偶；5-热表面；6-加热器；  
7-金属环；8-裙边；9-热表面控制热电偶；10-加热器引出线；11-粉尘层热电偶。

4 计量特性

具体计量特性见表 1。

表 1 测定仪计量特性一览表

序号	项目		技术要求
1	热表面温度示值误差/℃	100	MPE:±5.0
		200	
		300	
		400	
2	热表面温度均匀度/℃	200	≤5.0
		350	

3	粉尘层热电偶 温度示值误差/℃	100	MPE:±3.0
		200	
		300	
		400	
		450	
注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。			

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

#### 5.1.1 温度条件

环境温度：(15~35)℃。

#### 5.1.2 湿度条件

相对湿度：不大于 85%。

#### 5.1.3 其它要求

测定仪应安装在无空气流的房间内。

### 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。

表 2 粉尘层最低着火温度校准项目和测量标准

序号	校准项目	测量标准名称及技术要求
1	热表面温度示值误差	多点数字测温仪：测量范围 (0~500)℃，分辨力不低于 0.01℃，MPE:±(0.15℃+0.002 T )。
2	热表面温度均匀度	
3	粉尘层热电偶 温度示值误差	按 JJF 1637-2017 中 6.2.1 测量标准。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

测定仪的校准项目见表 2。

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 校准前准备

##### 6.2.1.1 仪器和设备

数显卡尺：量程为 (0~300) mm，分辨力 0.01 mm。

秒表：量程为 (0~15) min，分辨力 0.1 s。

按 JJF 1637-2017 中 6.2.2 的电测仪器和恒温设备。

上述所有仪器和设备应通过检定或校准符合要求。

#### 6.2.1.1 外观检查

检查测定仪, 控制器件和各连接部件应配套齐全、完好, 能正常运转。测定仪的热电偶与电源线等不应有明显的折痕、破损或其他影响校准工作正常进行的缺陷。

被校热电偶电极不应有严重的腐蚀, 明显缩径、粗细不均匀等缺陷; 被校热电偶测量端焊接应牢固, 圆滑、无气孔和夹灰等。

#### 6.2.1.2 热表面平板检查

热表面应为圆形金属平板, 直径不小于 200mm、厚度不小于 20mm。

#### 6.2.1.3 温度控制装置检查

测定仪应能保证热表面温度在放置粉尘期间的变化不超过  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ , 从放置粉尘开始 5 min 内应恢复到初始温度值的  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  范围内。

#### 6.2.2 热表面温度示值误差

将多点数字测温仪探头放置于测定仪热表面中心并紧贴热表面, 升温到校准点, 温度稳定 30min 后, 同时分别记录校准用多点数字测温仪温度示值  $T_1$  和测定仪的热表面温度示值  $T_2$ , 重复测量 3 次, 约 2 min 测量 1 次, 分别计算出 3 次测量结果的平均值  $\overline{T_1}$  和  $\overline{T_2}$ 。

测定仪热表面温度示值误差:

$$\Delta T_a = \overline{T_2} - \overline{T_1} \quad (1)$$

式中:

$\Delta T_a$  ——热表面温度示值误差,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\overline{T_1}$  ——多点数字测温仪温度示值平均值,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\overline{T_2}$  ——测定仪的热表面温度示值平均值,  $^{\circ}\text{C}$ 。

结果保留到 0.1  $^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.2.3 热表面温度均匀度

升温到校准点, 温度稳定 30min 后, 在以圆形热表面的圆心为起点, 在圆形热表面两条正交的直径上设置温度测量点, 各测量点相距 20 mm, 测量点数量为 17 个, 如图 2 所示。

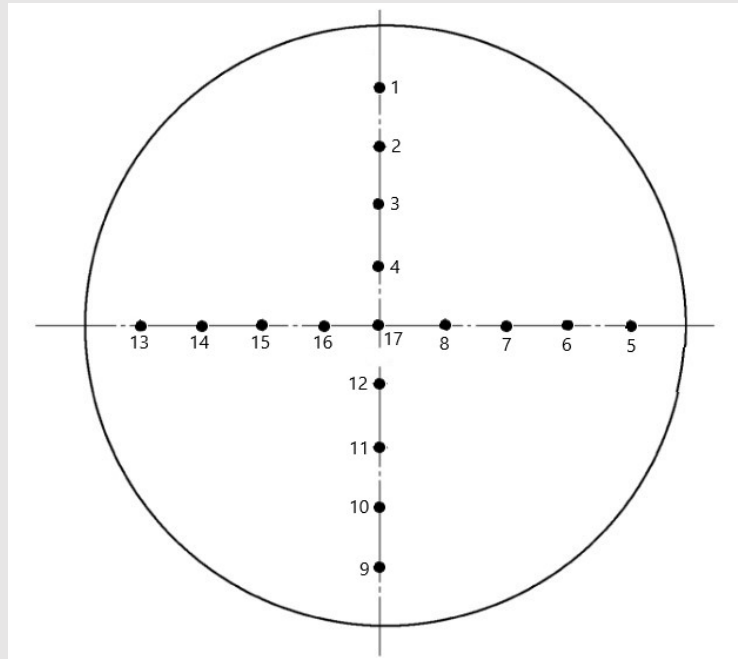


图 2 热表面温度测量点分布示意图

将多点数字测温仪探头放置于温度测量点并紧贴热表面，各校准点每次测试的实测最高温度与最低温度之差的算数平均值：

$$\Delta T_u = \sum_{i=1}^n (T_{i\max} - T_{i\min}) / n \quad (2)$$

式中：

$\Delta T_u$ ——热表面温度均匀度，℃；

$n$ ——测量次数；

$T_{i\max}$ ——各校准点在第  $i$  次测得的最高温度，℃；

$T_{i\min}$ ——各校准点在第  $i$  次测得的最低温度，℃。

重复测量 3 次，约 2 min 测量 1 次，计算出 3 次测量结果的平均值，结果保留到 0.1 ℃。

#### 6.2.4 粉尘层热电偶温度示值误差

按 JJF 1637-2017 中 7.3 校准方法的规定进行。

### 7 校准结果

#### 7.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。推荐的校准记录格式见附录 A。

## 7.2 校准证书

经校准的测定仪应出具校准证书, 校准结果应在校准证书上反映。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071-2010 中 5.12 的要求, 推荐的校准证书的内页格式见附录 B。

## 7.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度, 评定示例见附录 C 和附录 D, 其中粉尘层热电偶温度示值误差的扩展不确定评定示例见 JJF 1637-2017 附录 I。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由测定仪的使用情况、使用者、测定仪本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间间隔, 建议一般不超过 1 年。如果对仪器的检测数据有疑义或仪器更换主要部件及修理后, 应对仪器重新校准。

## 附录 A

## 粉尘层最低着火温度测定仪校准记录格式

基本信息							
委托单位			原始记录号			校准证书号	
仪器名称			规格型号			设备编号	
制造厂商			环境温度	℃		相对湿度	%
校准前检查							
1. 外观无锈蚀						是□	否□
2. 控制器件和连接部件齐全、完好						是□	否□
3. 热表面为圆形金属平板, 直径不小于 200mm、厚度不小于 20mm						是□	否□
4. 放置粉尘期间的变化 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 内						是□	否□
5. 从放置粉尘开始 5 min 内恢复到初始温度值的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内						是□	否□
校准结果							
项目			1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	平均值	扩展不确定度
1. 热表面温度示值误差/ $^{\circ}\text{C}$	100 $^{\circ}\text{C}$	$T_1$					
		$T_2$					
		$\Delta T$					
	200 $^{\circ}\text{C}$	$T_1$					
		$T_2$					
		$\Delta T$					
	300 $^{\circ}\text{C}$	$T_1$					
		$T_2$					
		$\Delta T$					
	400 $^{\circ}\text{C}$	$T_1$					
		$T_2$					
		$\Delta T$					
2. 热表面温度均匀度/ $^{\circ}\text{C}$	200 $^{\circ}\text{C}$	$T_{imax}$					
		$T_{imin}$					
		$\Delta T$					
	350 $^{\circ}\text{C}$	$T_{imax}$					
		$T_{imin}$					
		$\Delta T$					

(续)

	读数顺序	标准热电偶 读数/mV	被较热电偶电动势/mV					
			标准热电偶证书值 $e_{\text{标证}} =$ mV		校准温度点: °C			
3. 粉尘 层热电偶 温度示值 误差/°C	1							
	2							
	3							
	4							
	平均值							
	差 值	$\Delta t_{\text{较}}$						
		$S_{\text{被}} \cdot \Delta t_{\text{较}}$						
	$e_{\text{被}}(t)$							
	$\Delta e_{\text{被}}$							
	$\Delta t_{\text{被}}$							
	扩展不确定度 $U/^\circ\text{C}$							
	∴		∴	∴	∴	∴	∴	
	1							
	2							
	3							
	4							
	平均值							
	差 值	$\Delta t_{\text{较}}$						
		$S_{\text{被}} \cdot \Delta t_{\text{较}}$						
	$e_{\text{被}}(t)$							
	$\Delta e_{\text{被}}$							
	$\Delta t_{\text{被}}$							
	扩展不确定度 $U/^\circ\text{C}$							
	标准器							
	名称	编号	证书号	测量范围	有效期	不确定度或准确度等级 或最大允许误差		
技术依据								
校准地点				校准日期	年	月	日	
备注								

校准员:

核验员:

## 附录 B

## 粉尘层最低着火温度测定仪校准证书的内页格式

证书编号××××××—××××							
校准机构授权说明							
校准的技术依据 JJF (石化) XXX—XXXX 《粉尘层最低着火温度测定仪校准规范》							
校准环境条件及地点							
地点							
环境温度		℃	相对湿度		%	其他	
校准使用的计量（基）标准装置							
名称		测量范围		不确定度/准确度等级/最大允许误差		计量（基）标准证书编号	
						有效期至	
校准结果							
序号	项目		技术要求	校准结果			
				实际值	测量值	示值误差	扩展不确定度
1	热表面温度示值误差	100	MPE: $\pm 5.0$				
		200					
		300					
		400					
2	热表面温度均匀度	200	$\leq 5.0$				
		350					
3	粉尘层热电偶温度示值误差	100	MPE: $\pm 3.0$				
		200					
		300					
		400					
		450					
备注							

## 附录 C

## 热表面温度偏差测量结果不确定度的评定示例

## C.1 校准方法

校准方法如本规范的 6.2.2。

## C.2 测量模型

热表面温度偏差的测量模型如式 (C.1)：

$$\Delta T_a = \overline{T_2} - \overline{T_1} \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\Delta T_a$  ——测定仪温度示值误差，℃；

$\overline{T_1}$  ——多点数字测温仪温度示值平均值，℃；

$\overline{T_2}$  ——测定仪热表面温度示值平均值，℃。

方差和灵敏系数：

由式 (C.1) 得方差传播公式：

$$u^2(\Delta T_a) = c_1^2 u^2(\overline{T_1}) + c_2^2 u^2(\overline{T_2}) \quad (\text{C.2})$$

式中：

$u(\Delta T_a)$  ——示值误差的测量不确定度；

$u(\overline{T_1})$  ——由多点数字测温仪引入的不确定度；

$u(\overline{T_2})$  ——由测定仪温度测量装置引入的不确定度。

$$\text{因为 } c_1 = \frac{\partial \Delta T_a}{\partial \overline{T_1}} = -1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T_a}{\partial \overline{T_2}} = 1,$$

所以式 (C.2) 简化为：

$$u_c^2(\Delta T_a) = u_1^2(\overline{T_1}) + u_2^2(\overline{T_2}) \quad (\text{C.3})$$

$$\text{令 } u_c = u(\Delta T_a), \quad u_1 = u(\overline{T_1}), \quad u_2 = u(\overline{T_2}),$$

则式 (C.3) 简化为：

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

式中:

$u_c$ ——示值误差的测量不确定度;

$u_1$ ——由多点数字测温仪引入的不确定度分量;

$u_2$ ——由测定仪温度测量装置引入的不确定度分量。

### C.3 温度示值误差测量结果不确定度评定

#### C.3.1 不确定度的来源

测定仪温度示值误差不确定度的来源主要有多点数字测温仪最大允许误差引入的不确定度分量 $u_1$ 和测定仪温度测量装置引入的不确定度分量 $u_2$ 。

#### C.3.2 多点数字测温仪最大允许误差引入的不确定度分量 $u_1$

多点数字测温仪给出的最大允许误差为 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ ，区间半宽度为 $0.2^\circ\text{C}$ ，估计为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，故：

$$u_1 = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12^\circ\text{C} \quad (\text{C.5})$$

#### C.3.3 测定仪温度测量装置引入的不确定度分量 $u_2$

##### C.3.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u_{21}$

将多点数字测温仪探头放置于测定仪热表面中心并紧贴热表面，同时记录校准用多点数字测温仪温度示值 $T_1$ 和测定仪温度记录装置的温度示值 $T_2$ ，重复测量3次，计算出3次测量结果的平均值，该平均值作为一次的测量结果，10次测量结果如表C.1。

表 C.1 重复 10 次测量结果

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测定仪温度示值 $T_2/^\circ\text{C}$	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
多点数字测温仪温度示值 $T_1/^\circ\text{C}$	100.10	100.21	100.09	99.89	100.05	99.80	99.85	99.88	99.78	99.90
示值误差 $\Delta T_i/^\circ\text{C}$	-0.10	-0.21	-0.09	0.11	-0.05	-0.20	0.15	0.12	0.22	0.10

计算示值误差的算术平均值：

$$\overline{\Delta T_a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta T_i = 0.005 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.6})$$

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差  $s(\Delta T_i)$ ：

$$s(\Delta T_{ai}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta T_{ai} - \overline{\Delta T_a})^2}{n-1}} = 0.15 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.7})$$

式中：

$\Delta T_{ai}$ ——第  $i$  次测量结果， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{\Delta T_a}$ ——10 次测量结果的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$n$  ——测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果，故标准不确定度：

$$u_{21} = \frac{s(\Delta T_{ai})}{\sqrt{3}} = 0.09 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.8})$$

#### C.3.3.2 分辨力引入的标准不确定度 $u_{22}$

测定仪的分辨力为  $0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，区间半宽度为  $0.05 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，估计为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，

故：

$$u_{22} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.03^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.9})$$

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = 0.09^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.10})$$

#### C.3.3.3 不确定度分量见表

不确定度分量见表 D.2.

表 C.2 不确定度分量一览表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/ $^{\circ}\text{C}$
$u_1$	由多点数字测温仪最大允许误差引入的不确定度	0.09
$u_2$	由测定仪温度测量装置引入的不确定度	0.11

#### C.3.4 合成标准不确定度

各不确定度分量相互独立，合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned}u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \\&= \sqrt{0.09^2 + 0.11^2} \\&= 0.14^\circ\text{C}\end{aligned}\tag{C.11}$$

### C.3.5 扩展不确定度

扩展不确定度  $U = ku_c$ ，取包含因子  $k=2$ ，测量结果的扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2 \times 0.14^\circ\text{C} \approx 0.3^\circ\text{C}\tag{C.12}$$

## 附录 D

## 热表面温度均匀度测量结果不确定度的评定示例

## D.1 校准方法

校准方法如本规范的 6.2.3。

## D.2 测量模型

热表面温度均匀度的测量模型如式 (D.1)：

$$\Delta T_u = \sum_{i=1}^n (T_{i\max} - T_{i\min}) / n \quad (\text{D.1})$$

式中：

$\Delta T_u$  ——热表面温度均匀度，℃；

$n$  —— 测量次数；

$T_{i\max}$  ——各校准点在第  $i$  次测得的最高温度，℃；

$T_{i\min}$  ——各校准点在第  $i$  次测得的最低温度，℃。

为便于测量不确定度评定，式 (D.1) 可变形为：

$$\Delta T_u = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{i\max} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{i\min} \quad (\text{D.2})$$

即温度均匀度为 3 次测量中，每次测得最高温度的平均值与最低温度的平均值之差。可见其计算公式形式上与温度偏差相似，故可采用如下测量模型评定不确定度。

$$\Delta T_u = T_{\max} - T_{\min} \quad (\text{D.3})$$

式中：

$T_{\max}$  ——各次测量中最高温度的平均值，℃；

$T_{\min}$  ——各次测量中最低温度的平均值，℃。

方差和灵敏系数：

式中  $T_{\max}$  和  $T_{\min}$  互为独立，且：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T_u}{\partial T_{\max}} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T_u}{\partial T_{\min}} = -1,$$

$$\text{故} \quad u_c^2(\Delta T_u) = u^2(T_{\max}) + u^2(T_{\min}) \quad (\text{D. 4})$$

### D.3 测量结果不确定度的评定

#### D.3.1 不确定度的来源

热表面温度测量的标准不确定度来源主要有用数字测温仪对热表面温场进行测量时, 每次测量中最高及最低温度测量重复性引入的标准不确定度  $u_1(T_{\max})$  及  $u_1(T_{\min})$ ; 数字测温仪量传误差引入的标准不确定度  $u_2(T_{\max})$  及  $u_2(T_{\min})$ 。

#### D.3.2 最高温度测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(T_{\max})$

用数字测温仪对热表面作 10 次重复测量, 从温度校准装置上读取 10 次最高温度显示值, 记为  $T_{1\max}$ ,  $T_{2\max}$ ,  $T_{3\max}$  .....  $T_{10\max}$ , 平均值记为  $T_{\max}$ , 其测量列如表 D.1 所示:

表 D.1 重复 10 次测量结果

次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$	次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$	次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$
1	100.12	5	100.01	9	100.12
2	100.05	6	100.01	10	100.10
3	100.10	7	100.00	/	/
4	100.20	8	100.13	/	/

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差:

$$S(T_{\max}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{i\max} - T_{\max})^2}{n-1}} = 0.06^{\circ}\text{C} \quad (\text{D. 5})$$

式中:

$T_{i\max}$  ——各校准点在第  $i$  次测得的最高温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\max}$  ——各次测量中最高温度的平均值,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  ——测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 故标准不确定度:

$$u_1(T_{\max}) = \frac{S(T_{\max})}{\sqrt{3}} = 0.03^{\circ}\text{C} \quad (\text{D. 6})$$

#### D.3.3 数字测温仪量传误差引入的标准不确定度 $u_2(T_{\max})$

数字测温仪经整体校准, 且利用温场测量记录仪的传感器单独修正的功能, 实现了较理想的修正。上级校准测量不确定度

$$U=0.06^{\circ}\text{C}, k=2。$$

$$u_{2(T_{\max})}=0.03^{\circ}\text{C}$$

#### D. 3. 4 最低温度测量重复性引入的标准不确定度 $u_{1(T_{\min})}$

用数字测温仪对热表面作 10 次重复测量, 从温度校准装置上读取 10 次最低温度显示值, 记为  $T_{1\min}$ ,  $T_{2\min}$ ,  $T_{3\min}$  .....  $T_{10\min}$ , 平均值记为  $T_{\min}$ , 其测量列如表 D. 2 所示:

表 D. 2 重复 16 次测量结果

次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$	次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$	次数	$T_{oi}/^{\circ}\text{C}$
1	100.02	5	99.91	9	100.02
2	99.95	6	99.95	10	100.01
3	99.90	7	99.92	/	/
4	100.05	8	100.03	/	/

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差:

$$S(T_{\min}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_{i\min} - T_{\min})^2}{n-1}} = 0.05^{\circ}\text{C} \quad (\text{D. 7})$$

式中:

$T_{i\min}$  ——各校准点在第  $i$  次测得的最高温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$T_{\min}$  ——各次测量中最高温度的平均值,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$n$  ——测量次数。

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 故标准不确定度:

$$u_{1(T_{\min})} = \frac{S(T_{\min})}{\sqrt{3}} = 0.03^{\circ}\text{C} \quad (\text{D. 8})$$

#### D. 3. 5 数字测温仪量传误差引入的标准不确定度 $u_{2(T_{\min})}$

数字测温仪经整体校准, 且利用温场测量记录仪的传感器单独修正的功能, 实现了

较理想的修正。上级校准测量不确定度

$$U=0.06^{\circ}\text{C}, k=2。$$

$$u_{2(T_{\min})}=0.03^{\circ}\text{C}$$

#### D.3.6 不确定度分量见表

不确定度分量见表 D.3.

表 D.3 不确定度分量表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值/ $^{\circ}\text{C}$
$u_{1(T_{\max})}$	最高温度测量重复性	0.03
$u_{2(T_{\max})}$	最高温度量传误差	0.03
$u_{1(T_{\min})}$	最低温度测量重复性	0.03
$u_{2(T_{\min})}$	最低温度量传误差	0.03

#### D.3.4 合成标准不确定度

各不确定度分量相互独立，合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned}
 u_c &= \sqrt{u_{1(T_{\max})}^2 + u_{2(T_{\max})}^2 + u_{1(T_{\min})}^2 + u_{2(T_{\min})}^2} \\
 &= \sqrt{0.03^2 + 0.03^2 + 0.03^2 + 0.03^2}^{\circ}\text{C} \\
 &= 0.06^{\circ}\text{C}
 \end{aligned} \tag{D.9}$$

#### D.3.5 扩展不确定度

扩展不确定度  $U = ku_c$ ，取包含因子  $k=2$ ，测量结果的扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2 \times 0.06^{\circ}\text{C} \approx 0.1^{\circ}\text{C} \tag{D.10}$$