

天津市地方计量技术规范

JJF(津)96-2023

灼热丝试验仪校准规范

Calibration Specification for Glow-wire Apparatus

2023-06-30 发布

2023-09-30 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

灼热丝试验仪校准规范

Calibration Specification for Glow-wire
Apparatus

JJF(津) 96-2023

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

王晓丹（天津市计量监督检测科学研究院）

王 喆（天津市计量监督检测科学研究院）

余松林（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

张 涛（天津市计量监督检测科学研究院）

李元耀（天津市计量监督检测科学研究院）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(2)
7 校准结果表达	(5)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A 校准记录参考格式	(7)
附录 B 校准证书内页参考格式	(9)
附录 C 灼热丝直径示值误差测量不确定度评定示例	(10)
附录 D 温度显示仪示值误差测量不确定度评定示例	(11)
附录 E 银箔熔点示值误差测量不确定度评定示例	(13)
附录 F (试验压力)砝码示值误差测量不确定度评定示例	(15)
附录 G 加热电流示值误差测量不确定度评定示例	(16)

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》起草，其中测量不确定度的评定按照 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行。

本规范为首次发布。

灼热丝试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于电工电子产品着火危险试验的灼热丝试验仪计量性能的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1664-2017 温度显示仪校准规范

GB/T 5169.10 电工电子产品着火危险试验 第10部分：灼热丝/热丝基本试验方法
灼热丝装置和通用试验方法

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

灼热丝试验模拟灼热元件或过载的电阻之类的热源或点火源在短时间所造成的热应力，用模拟技术评定着火危险性，适用于电工电子产品、家用电器部件用的塑料及其非金属绝缘材料零件的燃烧试验，测试和评价产品的阻燃性。

灼热丝试验仪通常由试验箱、灼热丝加热装置、温度控制系统、计时装置以及压力发生装置等组成。

4 计量特性

表1 校准项目的最大允许误差

项目	标称值	最大允许误差
灼热丝直径	4.00mm	$\pm 0.07\text{mm}$
灼热丝顶部弯宽度	10mm	$(-1\sim 0)\text{mm}$
温度测量系统	960℃	$\pm 10\text{℃}$
试验压力	0.95N	$\pm 0.10\text{N}$
加热电流	(50~150) A	$\pm 1\%$

注：以上所有指标不用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：(15~35)℃；相对湿度：≤85%；

供电电源：(220±11)V，(50±1)Hz；

灼热丝试验仪应在无通风环境下运行，周围应保持整洁，无影响正常工作的机械振动及电磁干扰。

5.2 测量标准及其他设备

表2 标准器及配套设备

序号	设备名称	技术要求	用途
1	多功能校准仪	测量范围：(300~1000)℃ 准确度等级：不低于0.05级	模拟热电偶的输出，作为校准配热电偶仪表的标准信号源
2	标准银箔	纯度99.8%以上，面积约2mm ² ， 厚度约0.06mm	用于银箔熔点温度的测量
3	千分尺	测量范围：(0~25)mm， MPE：±4μm	用于灼热丝尺寸的测量
4	电子天平	测量范围：(0~200)g， 准确度等级：III级	用于砝码的测量
5	钳形电流表	测量范围：ACI：(0.1~200)A(50Hz) 准确度等级：1.0级	用于加热电流的测量
注：也可以选择使用符合相关技术要求的其他设备。			

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目为灼热丝基本尺寸误差、温度测量系统示值误差、试验压力示值误差和加热电流的误差。

6.2 校准方法

6.2.1 灼热丝基本尺寸误差的校准

灼热丝基本尺寸误差的校准包括灼热丝的直径、顶部弯宽度。灼热丝和热电偶的位置如图1所示。

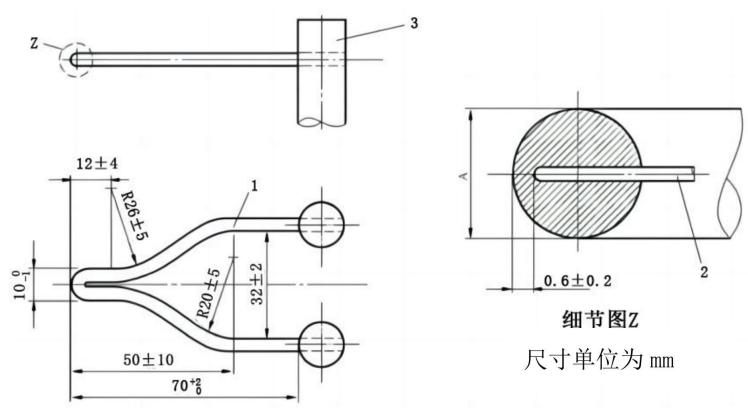


图1 灼热丝和热电偶的位置

1-灼热丝；2-热电偶；3-螺栓

在仪器校准前，用千分尺按照图1所示对灼热丝的直径、顶部弯宽度进行测量，并记录数据。重复测量3次，取其平均值作为测量结果。

灼热丝基本尺寸误差为：

$$\Delta L = L_s - \bar{L}_0 \quad (1)$$

式中：

ΔL ——灼热丝基本尺寸示值误差，mm；

L_s ——灼热丝基本尺寸的标称值，mm；

\bar{L}_0 ——千分尺3次测量数据的平均值，mm。

6.2.2 温度测量系统示值误差的校准

温度测量系统示值误差的校准分为两部分，包括温度显示仪示值误差和银箔熔点示值误差。

6.2.2.1 温度显示仪示值误差

校准前仪表应通电预热，预热时间按制造厂说明书中的规定确定，一般不少于15min。

校准点一般不少于6个，通常选择500℃，600℃，700℃，800℃，900℃，960℃，也可根据客户的要求选择校准点。

预热后，将被校灼热丝试验仪的温度表头连接到多功能校准仪上，启动多功能校准仪。首先输入下限温度，读取仪表的温度示值；然后分别输入各校准温度点（上行程时），并读取仪表的示值，直至上限；再输入上限温度并读取仪表示值后（下行程时），分别输入各校准点温度，并读取仪表的示值，直至下限。用同样的方法重复测量一次。取两个循环读数的平均值计算示值误差。

6.2.2.2 银箔熔点示值误差

将标准银箔放置在灼热丝顶部的上表面中心位置，如图 2 (a) 所示，启动灼热丝试验仪加热功能，灼热丝的起始温度应设定为略低于银箔熔点，并使其达到稳定，当灼热丝即将到达 960℃ 时，调节加热电流，以合适的低加热速率进行加热，以便能准确地观察到熔点，如图 2 (b) 所示，在银箔熔化迅速凝聚成明亮的液体银珠瞬间，读取灼热丝试验仪温度仪表的显示值，如图 2 (c) 所示。重复进行 3 次试验，取 3 次平均值作为灼热丝试验仪的实际温度显示值。

校准程序完成后，应立即清除灼热丝上的所有银残余物，以减少其熔成合金的可能性。

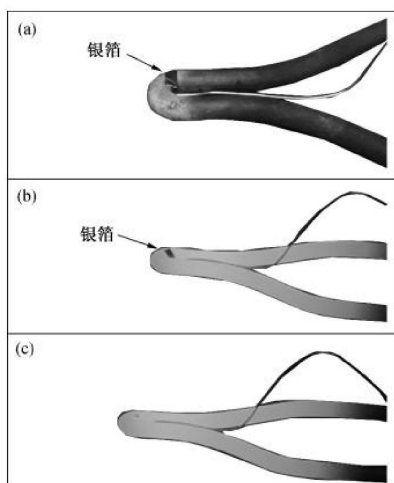


图 2 银箔熔化过程示意图

6.2.2.3 数据处理

(1) 温度显示仪示值误差

$$\Delta T_1 = \bar{T}_a - T_d \quad (2)$$

式中：

ΔT_1 ——各被校点的示值误差，℃；

\bar{T}_a ——仪表示值的平均值，℃；

T_d ——被校点温度值，℃。

(2) 银箔熔点示值误差

$$\Delta T_2 = \bar{T}_b - T_{Ag} \quad (3)$$

式中：

ΔT_2 ——银箔熔点示值误差，℃；

\bar{T}_b ——仪表示值的平均值，℃；

T_{Ag} ——960℃，银箔的熔点。

6.2.3 试验压力示值误差的校准

灼热丝试验压力是由悬挂于试验仪末端的砝码通过滑轮系统产生，用电子天平直接测量砝码质量，记录电子天平显示值，重复测量3次，取其平均值作为测量结果，再根据公式(4)转换为力值。

试验压力示值误差为：

$$\Delta F = F_d - \bar{m}_i g \quad (4)$$

式中：

ΔF ——试验压力示值误差，N；

F_d ——规定的试验压力值，N；

\bar{m}_i ——电子天平3次测量数据的平均值，kg；

g ——重力加速度，取9.8m/s²。

6.2.4 加热电流误差的校准

启动试验仪加热功能，调节加热电流，设定需要校准的电流值点，用钳形夹夹住灼热丝柱并读取钳形电流表的示值。

加热电流引用误差为：

$$r = \frac{I - I_0}{I_N} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

r ——加热电流的引用误差；

I ——电流表示值，A；

I_0 ——测得的电流实际值，A；

I_N ——量程，A。

7 校准结果表达

经校准的灼热丝试验仪出具校准证书，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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- n) 校准人和核验人的签名；
- 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。

8 复校时间间隔

复校时间间隔可由用户根据实际使用情况自主决定，但为了确保灼热丝试验仪在其规定的技术性能下使用，建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

附录 A

校准记录参考格式

委托单位：_____ 型号规格：_____ 证书编号：_____

制造厂：_____ 环境温度：_____ °C 环境湿度：_____ %

校准依据：_____ 校准地点：_____

标准器名称	出厂编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	有效期至

一、灼热丝基本尺寸误差的校准

项目	实测值/mm	平均值/mm	示值误差/mm	测量不确定度 $U/\text{mm} (k=2)$
灼热丝直径	第一次：			
	第二次：			
	第三次：			
灼热丝顶部弯 宽度	第一次：			
	第二次：			
	第三次：			

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____年____月____日

二、温度测量系统示值误差的校准

1. 温度显示仪示值误差

校准温度 /°C	行程	仪表显示值/°C			示值误差 /°C	测量不确定度 $U/°C (k=2)$
		第一次	第二次	平均值		
	上					
	下					
	上					
	下					

2. 银箔熔点示值误差

银箔熔点温度	仪表温度示值 /°C	平均值/°C	示值误差/°C	测量不确定度 $U/°C$ ($k=2$)
960°C	第一次:			
	第二次:			
	第三次:			

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____年____月____日

三、试验压力示值误差的校准

标称值/N	砝码实测值 /g	平均值/kg	拉力计算值 /N	示值误差/N	测量不确定度 U/N ($k=2$)
	第一次:				
	第二次:				
	第三次:				

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____年____月____日

四、加热电流示值误差的校准

加热电流 /A	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0	140.0	150.0
加热电流 实际值/A											
引用误差											

测量不确定度: $U=$ _____ ($k=2$)

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____年____月____日

附录 B

校准证书内页参考格式

校准结果如下：

1. 灼热丝基本尺寸误差

校准项目	示值误差/mm	测量不确定度 U/mm ($k=2$)
灼热丝直径		
灼热丝顶部弯宽度		

2. 温度测量系统的示值误差

(1) 温度显示仪示值误差

校准温度/ $^{\circ}\text{C}$	示值误差/ $^{\circ}\text{C}$	测量不确定度 $U/^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)

(2) 银箔熔点示值误差

银箔熔点温度	示值误差/ $^{\circ}\text{C}$	测量不确定度 $U/^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)
960 $^{\circ}\text{C}$		

3. 试验压力的示值误差

校准压力/N	示值误差/N	测量不确定度 U/N ($k=2$)

4. 加热电流的误差

校准电流/A	引用误差	测量不确定度 U/A ($k=2$)
50.0		
60.0		
80.0		
...		
...		

附录 C

灼热丝直径示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被测对象

被校灼热丝直径范围为 (4.00 ± 0.07) mm，以校准点 4.00mm 时灼热丝试验仪灼热丝直径示值误差测量结果的不确定度为例进行评定。

C.1.2 测量仪器

千分尺，(0~25) mm，MPE: ± 0.004 mm。

C.2 不确定度来源及分量

C.2.1 测量重复性引入的标准不确定度

使用千分尺对灼热丝的直径重复测量 10 次，用贝塞尔公式计算其实验标准偏差 $s=5.27 \mu\text{m}$ ，校准时取 3 次测量的平均值作为测得值，则 $u_1 = \frac{5.27}{\sqrt{3}} = 3.04 \mu\text{m}$ 。

C.2.2 千分尺显示分辨力引入的不确定度

千分尺的分度值为 0.01mm，估读误差为 $1 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \mu\text{m}$ 。

C.2.3 千分尺准确度引入的不确定度

根据 JJG 21 《千分尺》检定规程，测量范围为 (0~25) mm 的千分尺的最大允差不超过 $\pm 4 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_3 = \frac{4}{\sqrt{3}} = 2.31 \mu\text{m}$ 。

由于重复性分量包含读数引入的不确定度分量，为避免重复计算，只计最大影响量 u_1 ，舍弃 u_2 。

C.3 不确定度分量及来源一览表

不确定度来源	u_i	灵敏系数 $ C_i $	$ C_i u_i$
测量重复性引入的不确定度	3.04 μm	1	3.04 μm
千分尺准确度引入的不确定度	2.31 μm	1	2.31 μm
合成不确定度	3.82 μm		

C.4 扩展不确定度

在校准点为 4.00mm 时的灼热丝直径示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 3.82 \mu\text{m} \approx 0.01\text{mm} \quad (k=2)$$

附录 D

温度显示仪示值误差测量不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 被测对象

灼热丝试验仪温度显示仪。

D.1.2 测量仪器

0.05 级多功能校准仪。

D.1.3 校准方法

以 800℃ 为例，将被校灼热丝试验仪的温度表头连接到多功能校准仪上，启动多功能校准仪，输入 800℃，记录灼热丝试验仪的温度表示值。进行上行和下行 2 次校准，取两个循环读数的平均值作为示值误差。

D.2 不确定度来源及分量

D.2.1 测量重复性引入的标准不确定度

使用多功能校准仪重复测量 10 次，用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差 $s = 0.6^\circ\text{C}$ ，校准时仪表示值由两个循环共 4 次读数的算术平均值得到，则由重复性引起的测量不确定度分量为： $u_1 = \frac{s}{\sqrt{4}} = 0.3^\circ\text{C}$ 。

D.2.2 灼热丝试验仪温度仪表的分辨力引入的不确定度

灼热丝试验仪温度仪表的显示分辨力为 1°C ，区间半宽为 0.5°C ，服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29^\circ\text{C}$ 。

由于重复性分量包含读数引入的不确定度分量，为避免重复计算，只计最大影响量 u_1 ，舍弃 u_2 。

D.2.3 多功能校准仪准确度偏差引入的不确定度

以 800℃ 为例，标准器多功能校准仪的允许误差为 $\pm 0.14^\circ\text{C}$ ，按均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.14}{\sqrt{3}} = 0.09^\circ\text{C}$ 。

D.3 不确定度来源及分量一览表

不确定度来源	u_i	灵敏系数 $ C_i $	$ C_i u_i$
测量重复性引入的不确定度	0.3℃	1	0.3℃
多功能校准仪准确度偏差引入的不确定度	0.09℃	1	0.09℃
合成不确定度	0.32℃		

D.4 扩展不确定度

800℃时，灼热丝试验仪温度显示仪示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.32 \approx 1^\circ\text{C} \quad (k=2)$$



附录 E

银箔熔点示值误差测量不确定度评定示例

E.1 概述

E.1.1 被测对象

以校准点为 960℃ 时试验仪温度示值误差测量结果的不确定度评定为例。

E.1.2 测量仪器

标准银箔，纯度 99.8% 以上，面积约 2mm²，厚度约 0.06mm。

E.1.3 校准方法

将标准银箔放置在灼热丝顶部的上表面中心位置，启动试验仪加热功能，即将到达 960℃ 时，调节加热电流，低加热速率进行加热，使得灼热丝能够缓慢到达 960℃，在银箔熔化迅速凝聚成明亮的液体银珠瞬间读取温度仪表的显示值。

E.2 不确定度来源及分量

E.2.1 测量重复性引入的标准不确定度

使用银箔重复测量 10 次，计算实验标准偏差 $s = 0.66\text{℃}$ ，校准时取 3 次测量的平均值作为测得值， $u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{0.66}{\sqrt{3}} = 0.38\text{℃}$ 。

E.2.2 试验仪温度显示分辨力引入的不确定度

灼热丝试验仪温度仪表的显示分辨力为 1℃，区间半宽 $a=0.5\text{℃}$ ，服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\text{℃}$ 。

E.2.3 标准银箔熔点温度准确度引入的不确定度

银箔熔点温度最大允许误差为 $\pm 0.2\text{℃}$ ，按均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_3 = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\text{℃}$ 。

重复性分量包含读数引入的不确定度分量，只计最大影响量 u_1 ，舍弃 u_2 。

E.3 不确定度来源及分量一览表

不确定度来源	u_i	灵敏系数 $ C_i $	$ C_i u_i$
重复性引入的不确定度	0.38℃	1	0.38℃
银箔熔点温度准确度引入的不确定度	0.12℃	1	0.12℃
合成不确定度	0.4℃		

E.4 扩展不确定度

银箔熔点示值误差测量结果的扩展不确定度为： $U = 2 \times 0.4^{\circ}\text{C} \approx 1^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

附录 F

(试验压力) 砝码示值误差测量不确定度评定示例

F.1 概述

F.1.1 被测对象

以 100g 砝码示值误差测量结果的不确定度评定为例。

F.1.2 测量仪器

电子天平, (0~200) g, MPE: $\pm 0.01\text{g}$, 分度值 10mg。

F.1.3 测量方法

采用直接比较法进行测量。用电子天平直接测量砝码质量, 读取并记录电子天平显示值, 重复测量 3 次, 取其平均值作为测量结果, 并将砝码的理论值与测量结果进行比较, 其结果即为 (试验压力) 砝码的示值误差。

F.2 不确定度来源及分量

F.2.1 测量重复性引入的标准不确定度

用电子天平对砝码进行 10 次重复测量, 计算实验标准偏差 $s = 0.08\text{g}$, 校准时取 3 次测量的平均值作为测得值, $u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{0.08}{\sqrt{3}} = 0.05\text{g}$, 故重复性引入的不确定度分量 $u_1 = 0.05\text{g}$ 。

F.2.2 标准器引入的不确定度

电子天平最大允许误差为 $\pm 0.5\text{g}$, 半宽区间为 0.5g, $u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\text{g}$ 。

F.3 不确定度来源及分量一览表

不确定度来源	u_i	灵敏系数 $ C_i $	$ C_i u_i$
测量重复性引入的标准不确定度	0.05g	1	0.05g
标准器引入的不确定度	0.29g	1	0.29g
合成不确定度	0.3g		

F.4 扩展不确定度

砝码示值误差测量结果的扩展不确定度为:

$$U = 0.6\text{g} \quad (k=2)$$

附录 G

加热电流示值误差测量不确定度评定示例

G.1 被测对象

G.1.1 灼热丝试验仪加热电流

以设定加热电流为 100A 的加热电流示值误差测量结果的不确定为例进行评定。

G.1.2 测量仪器

钳形电流表，测量范围：(0.1~200) A，准确度等级：0.5 级。

G.1.3 测量方法

启动试验仪加热功能，调节加热电流，设定需要校准的电流值点，用钳形夹夹住灼热丝柱并读取钳形电流表的示值。

G.2 不确定度来源及分量

G.2.1 测量重复性引入的标准不确定度

重复测量 10 次，用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差 $s=0.2\text{A}$ ，重复性引入的不确定度分量 $u_1 = s = 0.2\text{A}$ ，电流显示分辨力引起的不确定度较小，不予考虑。

G.2.2 标准器引入的不确定度

100A 时，钳形电流表的绝对误差为 0.5A，按均匀分布， $u_2=0.5/\sqrt{3}=0.29\text{A}$ 。

G.3 不确定度来源及分量一览表

不确定度来源	u_i	灵敏系数 $ C_i $	$ C_i u_i$
测量重复性引入的标准不确定度	0.2A	1	0.2A
标准器引入的不确定度	0.29A	1	0.29A
合成不确定度	0.35A		

G.4 扩展不确定度

试验仪在校准加热电流为 100A 时的加热电流示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = 0.7\text{A} \quad (k=2)$$

