

广西壮族自治区地方计量技术规范

JJF(桂)156—2025

中空玻璃露点仪校准规范

Calibration Specification for Insulating Glass Dew Point Analyzer

广西壮族自治区市场监督管理局

2025-03-14 发布

2025-05-15 实施

广西壮族自治区市场监督管理局 发布

中空玻璃露点仪校准规范

Calibration Specification for
Insulating Glass Dew Point Analyzer

JJF(桂)156—2025

归口单位：广西壮族自治区市场监督管理局

起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

本规范委托广西壮族自治区计量检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

蔡燕强（广西壮族自治区计量检测研究院）

郭众奇（广西壮族自治区计量检测研究院）

许 诚（广西壮族自治区计量检测研究院）

梁 正（广西壮族自治区计量检测研究院）

参加起草人：

尹晓艺（广西壮族自治区计量检测研究院）

李广武（广西壮族自治区计量检测研究院）

广西市场监督局

目 录

| | |
|---------------------------------|--------|
| 引言 | (II) |
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 术语 | (1) |
| 4 概述 | (1) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 6 校准条件 | (2) |
| 6.1 环境条件 | (2) |
| 6.2 负载条件 | (2) |
| 6.3 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 | (3) |
| 8 校准结果表达 | (4) |
| 9 复校时间间隔 | (5) |
| 附录 A 中空玻璃露点仪校准结果记录参考格式 | (6) |
| 附录 B 校准证书内页格式示例 | (7) |
| 附录 C 中空玻璃露点仪温度示值误差测量结果的不确定度评定示例 | (8) |
| 附录 D 中空玻璃露点仪温度波动度测量结果的不确定度评定示例 | (11) |

引言

本规范是依据JJF1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1094—2002《测量仪器特性评定》中规定的相关术语、定义和编写规则进行制定。

本规范为首次制定。

广西市场监管局

中空玻璃露点仪校准规范

1 范围

本规范适用于-60℃~-40℃的半导体制冷式中空玻璃露点仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 11944—2012《中空玻璃》

凡是注明日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于本规范。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

中空玻璃 insulating glass unit

两片或多片玻璃以有效支撑均匀隔开并周边粘接密封，使玻璃层间形成有干燥气体空间的玻璃制品。[GB/T 11944—2012, 3.1]

温度波动度 temperature fluctuation

中空玻璃露点仪在稳定状态下，规定时间间隔内铜质测量面测量点温度变化的最大值。

4 概述

半导体制冷式中空玻璃露点仪（以下简称中空玻璃露点仪）是一种用特种半导体材料制成的制冷器件在短时间内使温度降到设定温度，从而测定中空玻璃在出现露点状态下中空玻璃内气体露点温度的仪器。露点是在固定气压之下，空气中所含的气态水达到饱和而凝结成液态水所需要降至的温度。这在中空玻璃中就是指玻璃内部出现水汽凝结的情况下测得的温度。

中空玻璃露点仪主要由铜质测量面、半导体制冷模块、机械制冷模块、温控系统模块组成（中空玻璃露点仪结构图见图1），其工作原理是通过温控系统模块设定相应的温度值后控制半导体制冷模块使铜质测量面在短时间内降至设定温度并保持稳定状态。

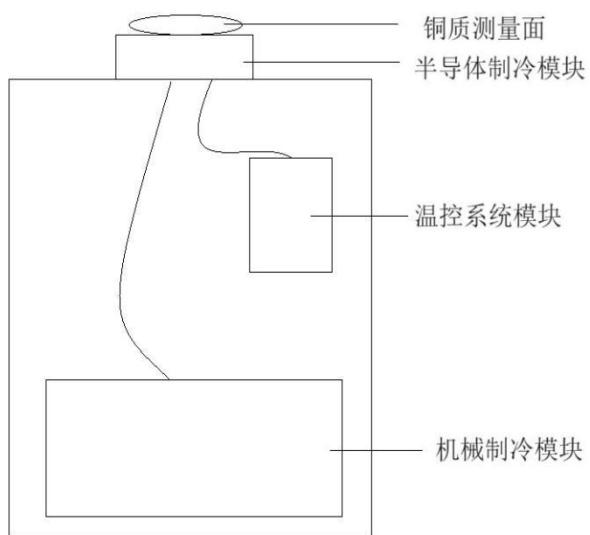


图 1: 中空玻璃露点仪结构图

5 计量特性

中空玻璃露点仪的计量特性要求见表 1。

表 1 中空玻璃露点仪计量特性要求

| 校准项目 | 技术要求 |
|--------|-----------|
| 温度示值误差 | ±1°C |
| 温度波动度 | 1°C/10min |

注: 以上技术要求不用于合格性判别, 仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

温度: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;

相对湿度: 30%~75%。

中空玻璃露点仪周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在, 应避免其他冷、热源影响, 实际工作中, 环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。

6.2 负载条件

校准是在空载条件下进行。

6.3 测量标准及其他设备

测量标准技术指标要求及用途见表 2。

表 2 测量标准技术指标要求及用途

| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | 用途 |
|----|--------|--|-----------------|
| 1 | 温度测量标准 | 测量范围: -80℃~50℃ 分辨力: 不低于 0.01℃ MPE: $\pm (0.15^\circ\text{C} + 0.002 t)$ | 温度示值误差、温度波动度的测量 |

注: 1. 温度测量标准要和铜质测量面紧密接触。
2. 也可选用符合要求的其他测量标准。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目包括温度示值误差和温度波动度。

7.2 外观检查

校准前应采用目测方法对中空玻璃露点仪进行外观检查。中空玻璃露点仪外观应符合以下要求。

- 1) 中空玻璃露点仪的外形结构应完好, 标识清晰, 铭牌上应标明设备的名称、型号、规格、出厂编号、制造厂商、制造年月等。
- 2) 中空玻璃露点仪的温控表显示值应清晰、无叠字、不应有不亮、缺笔划等现象。
- 3) 中空玻璃露点仪开机后应运行正常, 铜质测量面在校准前应进行清洁处理, 保证铜质测量面无其他异物。

7.3 校准方法

7.3.1 校准点的选择

校准点一般选取-60℃、-55℃、-50℃、-45℃、-40℃。

7.3.2 校准步骤

将温度测量标准测量端置于中空玻璃露点仪铜质测量面中心位置, 使温度测量标准测量端与中空玻璃露点仪铜质测量面紧密接触, 保持固定状态, 再用保温材料制成的罩子紧密贴合铜质测量面, 使其与外界空气隔绝。打开中空玻璃露点仪的电源, 设定相应的温度值, 中空玻璃露点仪温度值由低往高逐点校准, 待中空玻璃露点仪达到设定温度并稳定后, 分别记录温度测量标准和中空玻璃露点仪的温度示值。记录时间间隔为 1min, 10min 内共记录 11 组数据。改变中空玻璃露点仪的设定温度, 重复上述操作, 直至所有温度点均校准完毕。

7.4 数据处理

7.4.1 温度示值误差

按公式(1)计算中空玻璃露点仪的温度示值误差:

$$\Delta t = t_1 - t_0 \quad (1)$$

式中:

Δt ——中空玻璃露点仪的示值误差, $^{\circ}\text{C}$;

t_1 ——中空玻璃露点仪温度示值的平均值, $^{\circ}\text{C}$;

t_0 ——温度测量标准(修正后)的温度示值的平均值, $^{\circ}\text{C}$ 。

7.4.2 温度波动度

按公式(2)计算中空玻璃露点仪的温度波动度:

$$\Delta t_f = t_{\max} - t_{\min} \quad (2)$$

式中:

Δt_f ——中空玻璃露点仪的温度波动度, $^{\circ}\text{C}$;

t_{\max} ——11次实测最大值, $^{\circ}\text{C}$;

t_{\min} ——11次实测最小值, $^{\circ}\text{C}$ 。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书至少应包含以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 实施校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- 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规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量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) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书报告签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期;
- 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。

9 复校时间间隔

复校间隔时间为 12 个月, 使用特别频繁时应适当缩短。凡在使用过程中经过修理、更换重要器件等的一般需要重新校准。

由于复校间隔时间的长短是由中空玻璃露点仪的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定,因此,用户可根据实际使用情况确定复校时间间隔。

广西市场监管局

附录 A

校准记录格式

中空玻璃露点仪校准结果记录参考格式

证书编号:

记录编号:

| | | | | | | | |
|-------|-------|----|--------|-------------------|------|--|--|
| 送检单位 | | | 委托单位地址 | | | | |
| 器具名称 | | | 型号规格 | | | | |
| 制造厂 | | | 环境温度 | ℃ | | | |
| 出厂编号 | | | 相对湿度 | %RH | | | |
| 校准依据 | | | | | | | |
| 校准地点 | | | | | | | |
| 标准器信息 | 标准器名称 | 型号 | 范围 | 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | 证书编号 | | |
| | | | | | 有效期至 | | |

1. 外观检查:

2. 温度示值误差和温度波动度

单位: ℃

| 校准点 测量值 次数 | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 被检器示值 | 标准器示值 | 被检器示值 | 标准器示值 | 被检器示值 | 标准器示值 |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | |
| 修正值 | — | | — | | — | |
| 温度示值误差 | | | | | | |
| 温度示值误差扩展不确定度 (k=2) | | | | | | |
| 温度波动度 | | | | | | |
| 温度波动度扩展不确定度 (k=2) | | | | | | |

校准员:

核验员:

校准日期:

共 页 第 页

附录 B

校准证书内页格式

中空玻璃露点仪校准证书内页参考格式

校准结果

| 校准点/°C | 温度示值误差/°C | | 温度波动度/(°C/10min) | |
|--------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|
| | | 扩展不确定度 $U(k=2)$ | | 扩展不确定度 $U(k=2)$ |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

广西市场监督管理局

以下空白

附录 C

中空玻璃露点仪温度示值误差测量结果的不确定度评定示例

C. 1 被测对象

中空玻璃露点仪，温度分辨力为 0.1°C ，以校准温度点 -40.0°C 为例进行评定。

C. 2 测量标准

温度测量标准：全自动中空玻璃露点仪校准装置，温度指示分辨力为 0.01°C ，测量时带修正值使用，不确定度为 $U=0.07^{\circ}\text{C}$ ($k=2$)。

C. 3 校准方法

按照本规范的校准要求，将温度测量标准的测量端按规定放置，中空玻璃露点仪设定为 -40.0°C ，并开启运行。当中空玻璃露点仪达到设定温度并稳定后，分别记录温度测量标准和中空玻璃露点仪的温度值。记录时间间隔为 1min ， 10min 内共记录 11 组数据，被校中空玻璃露点仪温度示值与温度测量标准温度示值平均值的差值为中空玻璃露点仪的示值误差。

C. 4 测量模型

$$\Delta t = t_1 - t_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δt —— 中空玻璃露点仪的示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_1 —— 中空玻璃露点仪温度示值的平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_0 —— 温度测量标准(修正后) 的温度示值的平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

C. 5 不确定度来源

中空玻璃露点仪温控表分辨力引入的标准不确定度分量、中空玻璃露点仪温控表测量重复性引入的标准不确定度分量、温度测量标准的分辨力引入的标准不确定度分量、温度测量标准的重复性引入的标准不确定度分量、温度测量标准温度修正值引入的标准不确定度分量。

C. 6 标准不确定度评定

C. 6. 1 中空玻璃露点仪温控表分辨力引入的标准不确定度 u_1

中空玻璃露点仪温控表分辨力为 0.1°C ，其区间半宽为 0.05°C ，按均匀分布处理，则：

$$u_1 = 0.05 / \sqrt{3} = 0.03 \quad (\text{C.1})$$

C. 6. 2 中空玻璃露点仪温控表测量重复性引入的标准不确定度 u_2

在输入相同的条件下, 重复进行 10 次测量, 得到一组测量值如下:

| 序号 | 显示值(°C) | 残差 v (°C) | $V^2 (\times 10^{-2} \text{°C}^2)$ |
|-----|---------|--------------|------------------------------------|
| 1 | -39.7 | 0.4 | 16 |
| 2 | -40.2 | -0.1 | 1 |
| 3 | -40.6 | -0.5 | 25 |
| 4 | -40.0 | 0.1 | 1 |
| 5 | -40.2 | -0.1 | 1 |
| 6 | -39.8 | 0.3 | 9 |
| 7 | -40.5 | -0.4 | 16 |
| 8 | -40.1 | 0 | 0 |
| 9 | -40.4 | -0.3 | 9 |
| 10 | -39.6 | 0.5 | 25 |
| 平均值 | -40.1 | ΣV^2 | 103 |

根据算术平均值标准偏差计算公式:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n(n-1)}} \approx 0.11 (\text{°C})$$

则有: $u_2 = 0.11 (\text{°C})$

C. 6. 3 温度测量标准的分辨力引入的标准不确定度 u_3

温度测量标准的分辨力为 0.01°C , 其区间半宽为 0.005°C , 按均匀分布处理, 则:

$$u_3 = 0.005 / \sqrt{3} = 0.003 (\text{°C})$$

C. 6. 4 温度测量标准重复性引入的标准不确定度 u_4

对中空玻璃露点仪在 -40°C 进行 10 次独立重复测量, 得到一组测量值如下:

| 序号 | 显示值(°C) | 残差 v (°C) | $V^2 (\times 10^{-4} \text{°C}^2)$ |
|-----|---------|--------------|------------------------------------|
| 1 | -40.31 | -0.13 | 169 |
| 2 | -40.52 | -0.34 | 1156 |
| 3 | -40.12 | 0.06 | 36 |
| 4 | -39.98 | 0.20 | 400 |
| 5 | -40.22 | -0.04 | 16 |
| 6 | -39.89 | 0.29 | 841 |
| 7 | -40.27 | -0.09 | 81 |
| 8 | -40.16 | 0.02 | 4 |
| 9 | -40.41 | -0.23 | 529 |
| 10 | -39.91 | 0.27 | 729 |
| 平均值 | -40.18 | ΣV^2 | 3961 |

根据算术平均值标准偏差计算公式:

$$S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n(n-1)}} \approx 0.07 (\text{°C})$$

则有: $u_4 = 0.07 (\text{°C})$

C. 6.5 温度测量标准温度修正值引入的标准不确定度 u_5

从校准证书可知, 标准器在-40℃时, 修正值扩展不确定度为 0.07℃ ($k=2$), 标准不确定度为:

$$u_5 = 0.07 / 2 = 0.035 (\text{°C})$$

C. 6.6 u_1 与 u_2 取大者, u_3 与 u_4 取大者。

C. 6.7 标准不确定度分量汇总表 (见表C.1)

中空玻璃露点仪温度示值误差标准不确定度分量汇总表见表 C. 1。

表 C.1 标准不确定度分量汇总表

| 标准不确定度分量 u_i | 不确定度来源 | 标准不确定度 | 灵敏系数 c_i | $ c_i \cdot u_i$ |
|----------------|---------------|--------|------------|-------------------|
| u_2 | 中空玻璃露点仪温控表重复性 | 0.11℃ | 1 | 0.11℃ |
| u_4 | 温度测量标准重复性 | 0.07℃ | -1 | 0.07℃ |
| u_5 | 温度测量标准温度修正值 | 0.035℃ | -1 | 0.035℃ |

C. 7 合成标准不确定度 $u_c(\Delta t)$

由于 u_2 、 u_4 、 u_5 相互独立, 因此合成标准不确定度为:

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{u_2^2 + u_4^2 + u_5^2} = 0.14 (\text{°C})$$

C. 8 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$, 则扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(\Delta t) = 0.3 \text{°C}$$

C. 9 测量不确定度报告

$$U=0.3 \text{°C}, \quad k=2$$

附录 D

中空玻璃露点仪温度波动度测量结果的不确定度评定示例

D. 1 被测对象

中空玻璃露点仪，温度分辨力为 0.1°C ，以校准温度点 -40.0°C 为例进行评定。

D. 2 测量标准

温度测量标准：全自动中空玻璃露点仪校准装置，温度指示分辨力为 0.01°C ，测量时带修正值使用，不确定度为 $U=0.07^{\circ}\text{C}(k=2)$ 。

D. 3 校准方法

按照本规范的校准要求，将温度测量标准的测量端按规定放置，中空玻璃露点仪设定为 -40.0°C ，并开启运行。当中空玻璃露点仪达到设定温度并稳定后，记录温度测量标准的温度值。记录时间间隔为 1min ， 10min 内共记录 11 次数据，然后计算出这 11 个数据的极差，即为中空玻璃露点仪的温度波动度。

D. 4 测量模型

$$\Delta t_f = t_{\max} - t_{\min} \quad (\text{D.1})$$

式中：

Δt_f —— 中空玻璃露点仪的温度波动度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{\max} —— 11 次实测最大值， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_{\min} —— 11 次实测最小值， $^{\circ}\text{C}$ 。

D. 5 不确定度来源

温度波动度的测量重复性引入的标准不确定度分量；温度测量标准的分辨力引入的标准不确定度分量。

D. 6 标准不确定度评定

D. 6. 1 温度波动度的测量重复性引入的标准不确定度 u_1

对中空玻璃露点仪进行 10 次重复测量，计算每次测量的温度波动度，得到一组测量列如下，

温度波动度 $\Delta t_f/^\circ\text{C}$: 0.14、0.13、0.17、0.15、0.16、0.14、0.13、0.18、0.10、0.17；用贝塞尔公式计算标准偏差，则由重复测量引入的标准不确定度为：

$$u_1 = s(\Delta t_f) = 0.022 \text{ } (^\circ\text{C})$$

D. 6. 2 温度测量标准分辨力引入的标准不确定度 u_2

温度测量标准分辨力为 0.01°C ，区间半宽 0.005°C ，服从均匀分布，则由温度测量标准分辨力引入的标准不确定度为：

$$u_2 = 0.005 / \sqrt{3} = 0.003(\text{C})$$

D. 6. 3 u_1 与 u_2 取大者，则 $u(t) = u_1 = 0.022(\text{C})$

D. 6. 4 标准不确定度分量汇总表（见表D. 1）

表 D. 1 标准不确定度分量汇总表

| 标准不确定度符号 | 不确定度来源 | 标准不确定度 | 灵敏系数 c | $ c_i \cdot u_i$ |
|----------|-------------|-----------------------|----------|-----------------------|
| u_1 | 温度波动度的测量重复性 | 0.022°C | 1 | 0.022°C |

D. 7 合成标准不确定度 $u_c(\Delta t_f)$

$$u_c(\Delta t_f) = u = 0.022(\text{C})$$

D. 8 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，中空玻璃露点仪温度波动度的扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(\Delta t_f) = 0.05(\text{C})$$

D. 9 不确定度报告

$$U=0.05^\circ\text{C}, \quad k=2$$

JJF(桂)156-2025

广西壮族自治区
地方计量技术规范

中空玻璃露点仪校准规范

JJF(桂)156-2025

广西壮族自治区市场监督管理局颁布