

团体标准

T/GDCKCJH 093—2024

温湿度计现场校准装置检测方法

Testing methods for humidity and temperature meter on-site
calibration devices

2024-09-02 发布

2024-09-05 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 组成与原理.....	1
5 要求.....	1
6 检测方法.....	3
7 温湿度计现场校准方法.....	9
8 检测结果的表达.....	11
附录 A（资料性） 温湿度箱检测记录表.....	12
附录 B（资料性） 精密露点仪检测记录表.....	13
附录 C（资料性） 温湿度计现场校准记录表.....	14

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：深圳天溯计量检测股份有限公司、广州天溯检测科技有限公司、江苏天溯检测技术有限公司、深圳市中测计量检测技术有限公司、海南天中计量检测技术有限公司。

本文件主要起草人：龚天保、郝洋洋、曾宏勋、石霞、邓军、张志坚、杨元金、陈亮、曾盼、肖建华。

本文件为首次发布。

温湿度计现场校准装置检测方法

1 范围

本文件规定了温湿度计现场校准装置的术语和定义、组成与工作原理、要求、检测方法，以及采用温湿度计现场校准装置对温湿度计现场校准方法。

本文件适用于温湿度计现场校准装置的制造及检验，以及对温湿度计现场校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 24343 工业机械电气设备 绝缘电阻试验规范

GB/T 24344 工业机械电气设备 耐压试验规范

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1012-2007 湿度与水分计量名词术语及定义

JJF 1564-2016 温湿度标准箱校准规范

3 术语和定义

JJF 1001-2011、JJF 1012-2007 界定的适用于本文件。

4 组成与原理

温湿度计现场校准装置主要由便携式温湿度检定箱(以下简称温湿度箱)、精密露点仪组成。

测量原理采用比较测量法，在温湿度箱提供的稳定温湿度环境下，通过比较便携式精密露点仪的标准温湿度与被测仪器显示的温湿度值，实现温湿度量值溯源。

5 要求

5.1 环境条件

温湿度计现场校准装置应在下列环境条件中正常工作：

- a) 环境温度：(10~30)℃；
- b) 相对湿度：≤80%；
- c) 大气压力：(80~106)kPa；
- d) 电源电压：(220±22)V；
- e) 无明显的机械振动。

5.2 外观

温湿度计现场校准装置上的文字、符号和标注及数字显示部分应清晰可辨，表面无机械损失，涂镀件的表面应平整光滑、色泽均匀，不得有露底、起泡、起层或锈蚀等痕迹，预留口及对应塞子应气密性良好，开关、按钮等功能及接(插)件应完好牢固。

5.3 保温性能

温湿度箱的保温材料应具有阻燃性能，且保温层应能保证温湿度箱外壁易触及部位的温度在最高工作温度时不大于 50℃，低温时无凝露现象。

5.4 安全性能

温湿度计现场校准装置的绝缘电阻应大于 20 MΩ [500 V(DC)]，且应能承受 50 Hz 交流电压 1500 V、施压时间为 5 s 的耐压试验，符合 GB 5226.1 的相关要求，无击穿和飞弧现象。

5.5 温湿度箱要求

5.5.1 温度要求

温度要求如下：

- a) 温度均匀度不大于 0.3℃；
- b) 温度波动度不超过±0.2℃；
- c) 温度变化率不大于 0.2℃/min。

5.5.2 湿度要求

湿度要求如下：

- a) 湿度均匀度不大于 1.0%RH；
- b) 湿度波动度不超过±0.8%RH；
- c) 湿度变化率不大于 0.8%RH/min。

5.6 精密露点仪要求

精密露点仪参数要求如下：

- a) 温度：5℃~50℃，最大允许误差：±0.1℃；

b) 露点温度： $-0^{\circ}\text{CDP}\sim 40^{\circ}\text{CDP}$ ，最大允许误差： $\pm 0.2^{\circ}\text{CDP}$ 。

6 检测方法

6.1 检测仪器

检测仪器包括：

- a) 多路温湿度测量装置(应符合表 1 要求)；
- b) 基准湿度发生器或一级标准湿度发生器(应满足检定一级或二级露点仪要求)；
- c) 气压计(测量范围应满足当地大气压要求，最大允许误差： $\pm 100\text{ Pa}$)；
- d) 表面温度计(最大允许误差： $\pm 2^{\circ}\text{C}$)；
- e) 耐电压测试仪(大于 1.5 kV ，准确度等级 2.0 级及以上)；
- f) 直流兆欧表(500 V ，准确度等级 5.0 级及以上)。

表 1 多路温湿度测量装置

项目	测量范围	分辨力	最大允许误差	重复性	响应时间
温度	$(5^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C})$	不低于 0.01°C	$\pm 0.20^{\circ}\text{C}$	$\leq 0.01^{\circ}\text{C}$	$\leq 15\text{ s}$
湿度	$10\%\text{RH}\sim 90\%\text{RH}(20^{\circ}\text{C}\text{时})$	不低于 $0.1\%\text{RH}$	$\pm 2.0\%\text{RH}$	$\leq 0.05\%\text{RH}$	$\leq 15\text{ s}$

注：缺省内容可参照 JJF 1564-2016 表 1 执行。

6.2 检测条件

所有检测均应在下列条件下进行：

- 环境温度： $20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ ；
- 环境湿度： $10\%\sim 85\%\text{RH}$ ；
- 大气压力：环境大气压力波动度不超过 200 Pa/h 。

6.3 外观检查

用手动、目视或通电方法进行检查，应符合 5.2 的要求。

6.4 保温性能检测

温湿度箱在最高工作温度点稳定 1 h ，用表面温度计检查温湿度箱外壁的温度；在最低工作温度点稳定 2 h 后观察外表面的情况。结果应符合 5.3 的要求。

6.5 安全性能检查

温湿度计现场校准装置不接通电源处于非工作状态下，按 GB/T 24343 规定的方法，用 500 V 直流兆欧表检查电源接线端子与金属外壳之间的绝缘电阻值。

按 GB 24344 规定的方法，用耐电压测试仪对电源接线端子与金属外壳之间进行耐压试验。

6.6 温湿度箱检测

6.6.1 多路温湿度测量装置布点

检测前，应按照温湿度箱的使用说明书或用户要求确定有效工作区。采用多路温湿度测量装置测量箱内温湿度，装置中的温度传感器和湿度传感器采用水平分布点方式，各布点位置距温湿度箱有效工作区侧面的距离为 8 cm，布点位置位于有效工作区高度 $1/2h$ 处，见图 1(本温湿度箱有效工作区高度 $h < 50$ cm，布 5 点)。

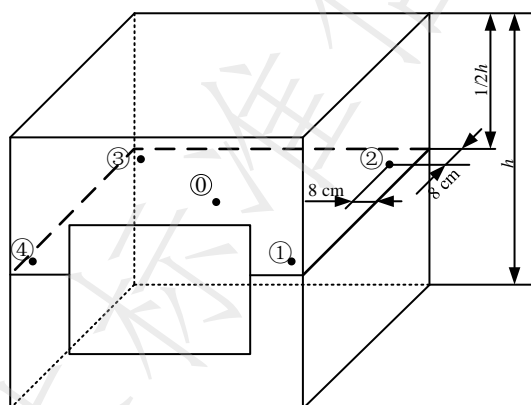


图 1 $h < 50$ cm 的布点图

对于工作室内有投入式冷镜露点探头的温湿度箱，应适当调整传感器的布点位置，使在箱内气流中处于露点探头上游的传感器与露点探头之间距离不小于 5 cm，处于露点探头下游的传感器与露点探头之间的距离不小于 20 cm。

6.6.2 温度检测

6.6.2.1 概述

温度检测点一般为 15℃、20℃、30℃，也可以根据用户要求选择其他检测点。检测时，温度按由低到高的顺序进行，各检测点的温度偏离应在 ± 0.5 ℃ 以内(以中心点温度为准)。如果开启湿度功能，湿度设定值一般为 60%RH 左右。各检测点项目一般在空载条件下进行。

温湿度箱达到规定的稳定时间后，开始记录各布点温度，中心点记录时间间隔为 20 s，其他各布点记录时间间隔为 2 min。中心点记录 91 组数据，其他点记录 16 组数据。中心点数据以 T_{i0} ($i=0$ 代表中心点； $i=1, 2, \dots, 91$ 为数据序号，时间间隔为 20 s) 表示，四周布点数据以 T_{jm} (j 代表四周布

点位置序号； $m=1, 2, \dots, 16$ 为数据序号，时间间隔为 2 min)。如果在规定的稳定时间之前能够确定箱内温湿度已经达到表 2 检测点要求，也可以提前记录。

温度稳定时间以说明书为准，说明书中没有给出的，则一般按以下原则执行：温度改变量不超过 10℃ 的，从温湿度设定至开始记录数据所等待的稳定时间为 90 min；温度改变量不超过 5℃ 的，稳定时间为 60 min。各检测点的稳定时间参见表 2。

表 2 稳定时间

检测点	15℃	20℃, 40%RH	20℃, 60%RH	20℃, 80%RH	30℃
稳定时间	90 min	60 min			90 min

6.6.2.2 温度均匀度

第 n 时刻中心点位置与其他各布点位置的温差之差的绝对值最大值 ΔT_n 可用式(1)计算：

$$\Delta T_n = \max(|T_{n0} - T_{nj}|) \quad (j = 1, 2, \dots, 4) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔT_n ——第 n 时刻中心点位置与其他各布点位置的温差之差的绝对值最大值，℃；

T_{n0} ——第 n 时刻中心点位置的温数值，℃；

T_{nj} ——第 n 时刻、第 j 布点位置的温数值，℃。

温湿度箱的温度均匀度 ΔT_u 可用式(2)计算：

$$\Delta T_u = \max(\Delta T_n) \quad (n = 1, 2, \dots, 16) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ΔT_u ——温湿度箱的温度均匀度，℃。

6.6.2.3 温度波动度

采用中心点温度测量结果计算温度波动度，温湿度箱的波动度 ΔT_f 可用式(3)计算：

$$\Delta T_f = \pm \frac{1}{2} [\max(T_{n0}) - \min(T_{n0})] \quad (n = 1, 2, \dots, 16) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

ΔT_f ——温湿度箱的温度波动度，℃；

T_{n0} ——第 n 时刻中心点位置的温度值，℃。

6.6.2.4 温度变化率

采用中心点温度测量结果 $T'_{i0}(n=1,2,\dots,91)$ 计算温度变化率，先计算 30 min 之内每 1 min 内的温度极差，再求其中的最大值。

第 k min 内的温度极差可用式(4)计算，即计算第 k min 内间隔 20 s 的 4 次测量结果的最大值与最小值之差。

$$\Delta T_{vk} = \max(T'_{i0}) - \min(T'_{i0}) \quad (i = 3k - 2, 3k - 1, 3k, 3k + 1) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

ΔT_{vk} ——第 k min 内的温度极差，℃。

温湿度箱的温度变化率 ΔT_v 可用式(5)计算：

$$\Delta T_v = \max(T_{vk}) \quad (k = 1, 2, \dots, 30) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

ΔT_v ——温湿度箱的温度变化率，℃。

6.6.3 湿度检测

6.6.3.1 概述

湿度在 20℃ 时进行校准，校准点为 40%RH、60%RH、80%RH，也可根据用户要求选择其他检测点。检测时，湿度由低湿至高湿进行，各检测点上的湿度偏离不超过 $\pm 2.0\%$ RH (以中心点湿度为准)，湿度检测可以和温度检测同时进行。

温湿度箱达到规定的稳定时间后，开始记录各布点湿度，中心点记录时间间隔为 20 s，其他各布点记录时间间隔为 2 min。中心点记录 91 组数据，其他点记录 16 组数据。中心点数据以 T_{0i} (0 代表中心点； $i=1, 2, \dots, 91$ 为数据序号，时间间隔为 20 s) 表示，四周布点数据以 T_{jm} (j 代表四周布点位置序号； $m=1, 2, \dots, 16$ 为数据序号，时间间隔为 2 min)。如果在规定的稳定时间之前能够确定箱内温湿度已经达到表 2 检测点要求，也可以提前记录。

湿度稳定时间以说明书为准，说明书中没有给出的，则一般按以下原则执行：温度箱内温度恒定的情况下，湿度改变量不超过 20%RH 的，从设定至开始记录数据所等待的稳定时间为 60 min；湿度改变量若超过 20%RH 的，稳定时间为 90 min。各检测点的稳定时间详见表 2。

6.6.3.2 湿度均匀度

第 n 时刻中心点位置与其他各布点位置的湿度之差的绝对值最大值 ΔH_n 可用式(6)计算:

$$\Delta H_n = \max(|H_{n0} - H_{nj}|) \quad (j = 1, 2, \dots, m-1) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

ΔH_n ——第 n 时刻中心点位置与其他各布点位置的湿度之差的绝对值最大值, %RH;

H_{n0} ——第 n 时刻中心点位置的湿度值, %RH;

H_{nj} ——第 n 时刻、第 j 布点位置的湿度值, %RH。

温湿度箱的湿度均匀度 ΔH_u 可用式(7)计算:

$$\Delta H_u = \max(\Delta H_n) \quad (n = 1, 2, \dots, 16) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

ΔH_u ——温湿度箱的湿度均匀度, %RH。

6.6.3.3 湿度波动度

采用中心点湿度测量结果计算湿度波动度, 温湿度箱的波动度 ΔH_f 可用式(8)计算:

$$\Delta H_f = \pm \frac{1}{2} [\max(H_{n0}) - \min(H_{n0})] \quad (n = 1, 2, \dots, 16) \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

ΔH_f ——温湿度箱的湿度波动度, %RH;

H_{n0} ——第 n 时刻中心点位置的湿度值, %RH。

6.6.3.4 湿度变化率

采用中心点湿度测量结果 H'_{i0} ($i = 1, 2, \dots, 91$) 计算湿度变化率, 先计算 30 min 之内每 1 min 内的湿度极差, 再求其中的最大值。

第 k min 内的湿度极差可用式(9)计算, 即计算第 k min 内间隔 20 s 的 4 次测量结果的最大值与最小值之差。

$$\Delta H_{vk} = \max(H'_{i0}) - \min(H'_{i0}) \quad (i = 3k - 2, 3k - 1, 3k, 3k + 1) \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

ΔH_{vk} ——第 k min 内的湿度极差, %RH。

温湿度箱的湿度变化率 ΔH_v 可用式 (10) 计算:

$$\Delta H_v = \max(H_{vk}) \quad (k = 1, 2, \dots, 30) \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

ΔH_v ——温湿度箱的湿度变化率, %RH。

6.7 精密露点仪检测

使用基准湿度发生器或一级标准湿度发生器作为测量标准时, 直接检测精密露点仪的连接方式如图 2。当精密露点仪的测量室出口放空大气时, 一级标准湿度发生器的露点值也应换算到大气压下的露点值。当精密露点仪的测量室出口接抽气泵时, 应使用气压计测量其压力, 并将标准器露点值修正到精密露点仪测量压力下的露点值。

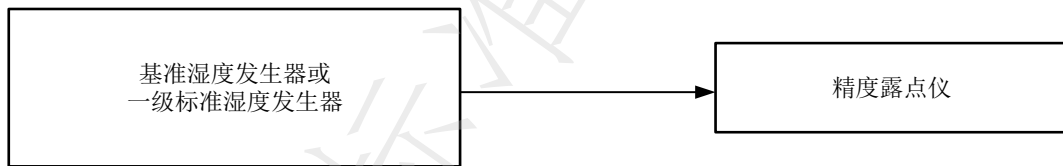


图 2 基准、一级标准湿度发生器作为测量标准的连接方式

检测用载气一般为干燥氮气、干燥洁净空气或其他纯净惰性气体。检测前先用载气吹扫管路, 吹扫时间根据使用的管材和测量的露点温度从 30 min 至 12 h 不等, 露点越低吹扫时间应越长。

露点的检测顺序一般为从低到高, 检测点间隔不超过 10℃, 设定露点值偏离检测点应在 ±2℃ 以内 (以标准器为准)。记录时, 湿度发生器和露点仪显示值应相对稳定, 其波动值应满足表 3 的要求。

表 3 计量标准器技术要求

标准器		
名称	露点测量范围	技术要求
一级标准湿度发生器	-90℃~+90℃	一级或露点仪: $U/MPEV \leq 1/3$
一级精密露点仪	-90℃~+90℃	一级或露点仪: $U/MPEV \leq 1/3$

采用定时记录的方法, 待标准器示值稳定 30 min 后, 每隔 2 min 记录一次标准器和精密露点仪的示值, 累计记录 6 次, 同时记录大气压的数值。对每一检测点取算术平均值。精密露点仪的示值平均值与标准器平均值之差为该精密露点仪的示值误差, 按式 (11) 计算。

$$\Delta T_d = T_d - T_d' \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中：

ΔT_d ——精密露点仪的示值误差，℃；

T_d ——精密露点仪的示值平均值，℃；

T_d' ——标准器露点平均值，℃。

重复性计算：对每一检测点，将精密露点仪记录 6 次的露点示值，按式 (12) 计算示值的实验标准偏差作为其重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - T_d)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

s ——示值的实验标准偏差，℃；

T_i ——精密露点仪第 i 次的示值，℃；

T_d ——精密露点仪的示值平均值，℃；

n ——重复测量次数，此处 $n=6$ 。

7 温湿度计现场校准方法

7.1 温湿度计性能要求

采用温湿度计现场校准装置校准温湿度计，被校温湿度计的主要性能指标见表 4。

表 4 温湿度计主要性能指标

温湿度计名称	校准项目的技术要求	
	温度示值误差	湿度示值误差
机械式温湿度计	±2.0℃	±5%RH(40%RH~70%RH, 20℃)，±7%RH(<40%RH 或 >70%RH, 20℃)
数字式温湿度计	±1.0℃	±5%RH(30%RH~90%RH, 20℃)
温湿度记录仪	±0.5℃	±3%RH(30%RH~90%RH, 20℃)

7.2 温湿度计校准

7.2.1 校准环境条件

校准环境条件如下：

- a) 环境温度 $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；
- b) 相对湿度 $< 85\%$ ；
- c) 大气压力 $(80 \sim 106) \text{kPa}$ ；
- d) 电源电压 $(220 \pm 22) \text{V}$ 。

7.2.2 校准用标准器

校准用标准器为温湿度计现场校准装置。

使用的温湿度计现场校准装置必须经计量部门校准或检定，并在校准或检定有效期内。

7.2.3 校准前准备

将被校的温湿度计放入温湿度标准箱的中心位置，同时放入精密露点仪的露点传感器和温度传感器。按照校准要求设置温湿度箱的温度和湿度。

7.2.4 校准步骤

7.2.4.1 温度示值误差校准

温度校准点为：15、20、30℃。温湿度箱的温度达到设定值后，应再稳定 30 min 后开始读数，先读标准器，后读被测仪器，间隔一段时间后重复读数 1 次，共测量 3 次。取 3 次读数的算术平均值为标准器和被测仪器的温度示值 (T_B 和 T)。被测仪器是机械式温湿度计的间隔时间为 5 min，数字式温湿度计或温湿度记录仪的间隔时间为 2 min。被测温湿度计的温度示值误差，按式(13)计算。

$$\Delta T = T - T_B \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

ΔT —— 被测温湿度计的温度示值误差；

T —— 被测温湿度计的温度示值；

T_B —— 标准器的温度示值。

当被测样品较多时，每次重新放入标准器，需等待 10 min 后才开始。

7.2.4.2 湿度示值误差校准

湿度依照从低湿到高湿的顺序进行校准，校准点依次为：40%RH，60%RH，80%RH。湿度校准时，箱内温度调定在 20℃。温湿度箱的湿度达到设定值后，应再稳定 30 min 后开始读数，先读标准器，后读被测仪器，间隔一段时间后重复读数 1 次，共测量 3 次。取 3 次读数的算术平均值为标准器和

被测仪器的湿度示值 (H_B 和 H)。被测仪器是机械式温湿度计的间隔时间为 5 min, 数字式温湿度计或温湿度记录仪的间隔时间为 2 min。被测温湿度计湿度示值误差, 按式(14)计算。

$$\Delta H = H - H_B \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

ΔH —— 被测温湿度计的湿度示值误差;

H —— 被测温湿度计的湿度示值;

H_B —— 标准器的湿度示值。

当被测样品较多时, 每次重新放入标准器, 需等待 10 min 后才开始。

8 检测结果的表达

8.1 检测结果至少应包含以下信息:

- a) 标题: “检测报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行检测的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 报告的唯一性标识(如编号), 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被测对象的描述和明确标识;
- g) 进行检测的日期, 如果与检测结果的有效性和应用有关时, 应说明被测对象的接收日期;
- h) 如果与检测结果的有效性和应用有关时, 应对被测样品的抽样程序进行说明;
- i) 检测所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次检测所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 检测环境的描述;
- l) 对检测规范偏离的说明;
- m) 检测报告及检测报告签发人的签名、职务或等效标识;
- n) 检测结果仅对被测对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制报告的声明。

8.2 温湿度箱检测记录表格式参见附录 A; 精密露点仪检测记录表格式参见附录 B; 温湿度计现场校准记录表格式参见附录 C。

附录 A
(资料性)
温湿度箱检测记录表

A.1 温湿度布点图见图 1。

A.2 检测结果/数据见表 A.1。

表 A.1 检测值

序号	检测项目	检测值														扩展不确定度 (k=2)	技术要求	结论	
1	温度波动度	℃																	
2	温度变化率	℃/min																	
3	湿度波动度	%RH																	
4	湿度变化率	%RH/min																	
5	温度均匀度	设定值 ℃	温 度 分 布 ℃												均匀 度 ℃				
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					12
6	湿度均匀度	设定 值 %RH	湿 度 分 布 %RH												均匀 度 %RH				
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					12

附录 B

(资料性)

精密露点仪检测记录表

记录编号: _____ 报告编号: _____

客户名称: _____ 客户地址: _____

设备名称: _____ 规格型号: _____ 制造厂商: _____ 管理编号: _____

检测日期: _____ 检测地点: _____ 环境条件: _____

检测依据的技术文件: _____

检测所用主要器具: _____ 编号: _____ 溯源机构: _____ 有效期: _____

示值误差和重复性的检测

时间	露点标准值/°C	被检露点仪示值/°C							示值误差/°C	重复性/°C
		1	2	3	4	5	6	平均值		

附录 C

(资料性)

温湿度计现场校准记录表

记录编号: _____ 报告编号: _____

客户名称: _____ 客户地址: _____

设备名称: _____ 规格型号: _____ 制造厂商: _____ 管理编号: _____

校准日期: _____ 校准地点: _____ 环境条件: _____

校准依据的技术文件: _____

校准所用主要器具: _____ 编号: _____ 溯源机构: _____ 有效期: _____

1 温度示值误差

单位: °C

校准点	标准器读数			被测仪器读数			标准值	示值	示值误差
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次			
15									
20									
30									

2 湿度示值误差(20°C)

单位: %RH

校准点	标准器读数			被测仪器读数			标准值	示值	示值误差
	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 1 次	第 2 次	第 3 次			
40									
60									
80									