

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) XXXX-2020

数字温湿度计校准规范

Calibration Specification of Digital Thermo-hygrometers

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

数字温湿度计校准规范

Calibration Specification of Digital

Thermo-hygrometers

JJF(黔) XXXX—2020

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：贵州省大气探测技术与保障中心

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

倪雪飞（贵州省计量测试院）

王 宁（贵州省计量测试院）

肖小庭（贵州省计量测试院）

参加起草人：

凌政珺（贵州新长征实业发展有限责任公司）

杨 震（贵州省大气探测技术与保障中心）

目 录

引言	IV
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和计量单位	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 温度示值误差	2
5.2 相对湿度示值误差	2
5.3 温度回差/相对湿度滞误差	2
5.4 重复性	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其他设备	3
7 校准项目和校准方法	4
7.1 校准项目	4
7.2 校准方法	4
8 校准结果表达	6
8.1 校准记录	6
8.2 校准结果的处理	6
附录 A 温度示值误差测量结果的不确定度评定示例	8
附录 B 相对湿度示值误差测量结果的不确定度评定示例	12
附录 C 校准原始记录格式	16
附录 D 校准证书内页格式	18

引 言

本规范依据 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》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编制。

数字温湿度计校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围为(5~50)℃、(30~95)%RH的工作级数字温湿度计(以下简称温湿度计)的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 205-2005 机械式温湿度计检定规程

JJF 1012-2007 湿度与水分计量名词术语及定义

JJF 1076-2001 湿度传感器校准规范

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 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 温度回差 temperature hysteresis error

同一校准点正反行程的温度差值。

3.2 湿度回差 humidity hysteresis error

同一校准点正反行程的湿度差值。

3.3 露点温度 dew-point temperature

在等压的条件下将气体冷却，当气体中的水蒸气冷凝成水并达到相平衡状态时的气体温度。

3.4 湿滞 humidity hysteresis

湿敏元件、湿度传感器(变送器)以及湿度计在升湿过程中心响应曲线和降湿过程的响应曲线在同湿度下的最大不重合程度。

4 概述

温湿度计主要由感温元件、湿敏元件、测量电路和显示部分组成，其原理是利用温湿度敏感元件随温度、湿度的变化而产生不同电量特性，经过信号处理，以数字形式直接显示出温度值和相对湿度值的仪器。

温湿度计工作原理如图 1 所示。

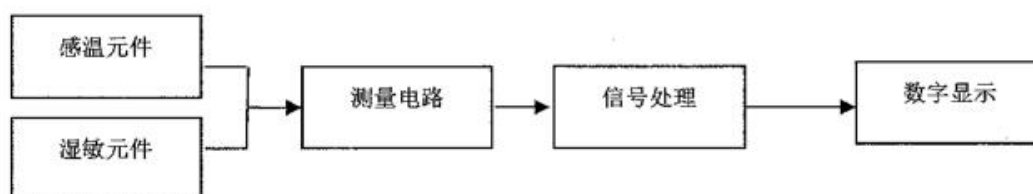


图 1 温湿度计工作原理图

5 计量特性

5.1 温度示值误差

温度示值误差： $\pm 2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 相对湿度示值误差

5.2.1 相对湿度示值误差： $\pm 5\%$ (相对湿度在 40%~70%，20 $^{\circ}\text{C}$ 时)。

5.2.2 相对湿度示值误差： $\pm 7\%$ (相对湿度在 40%以下或 70%以上，20 $^{\circ}\text{C}$ 时)。

5.3 温度回差/相对湿滞误差

5.3.1 温度回差： $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3.2 相对湿滞误差： $\pm 3\%$ 。

5.4 重复性

5.4.1 温度重复性：0.5 $^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.2 相对湿度重复性：2%。

注：以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(15~25) $^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准器

校准数字温湿度的标准器可选用以下两种设备之一：

a) 精密露点仪

精密露点仪技术指标见表 1。

表 1 精密露点仪技术指标

项目	测量范围	最大允许误差
温度	(5~50) °C	±0.1 °C
露点温度	(-20~+40) °C	±0.2 °C
相对湿度	(10~95) %, 20 °C时	±1.0%

b) 数字式干湿表

数字式干湿表技术指标见表 2。

表 2 数字式干湿表技术指标

项目	测量范围	最大允许误差
温度	(5~50) °C	±0.1 °C
相对湿度	(10~95) %, 20 °C时	±2.0%

6.2.2 其他设备

温湿度试验箱应具有自动调温调湿功能，配有开门和大面积透明观察窗，技术指标见表 3。

表 3 温湿度试验箱技术指标

项目	技术指标
温度范围	(5~50) °C
温度均匀度	0.3 °C
温度波动度	±0.2 °C
相对湿度范围	(30~95) % (20 °C时)
相对湿度均匀度	1.0% (20 °C时)
相对湿度波动度	±0.8% (20 °C时)

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表 4。

表 4 校准项目一览表

序号	校准项目
1	温度示值误差
2	相对湿度示值误差
3	温度回差/相对湿度滞误差
4	重复性

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 外观检查

7.2.1.1.1 温湿度计的名称、型号规格、测量范围、制造厂名或商标、出厂编号等应有明确的标记。

7.2.1.1.2 温湿度计外露部件（端钮、面板等）不应松动、破损；数字指示面板不应有影响读数的缺陷。

7.2.1.1.3 外接传感器引线应接触良好。

7.2.1.1.4 温湿度计显示值应清晰、无叠字、亮度均匀，不应有不亮、缺笔划等现象；数字显示不应出现间隔跳动的现象；小数点、极性和过载的状态应显示正确。

7.2.1.2 设备安装

将标准器探头置于温湿度试验箱工作室的中心位置，被校温湿度计置于试验箱工作室的有效空间内，放置的方式与数量应不影响箱内空气循环。试验箱的工作室应保证气密性，且不应放置潮湿或强吸湿性材料。

7.2.2 温度示值误差的校准

温度校准点为：15℃、20℃、30℃。试验箱的温度达到设定值后，应稳定 30 min 开始读数，先读标准器，再读被校温湿度计，间隔 5 min 后重复读数一次。取两次读数的算术平均值作为标准器的温度示值和被校温湿度计的温度示值。

被校温湿度的温度示值误差按公式（1）计算。

$$\Delta T = T - T_B \quad (1)$$

式中：

ΔT ——被校温湿度的温度示值误差，℃；

T ——被校温湿度的温度示值，℃；

T_B ——标准器的温度示值，℃。

7.2.3 相对湿度示值误差的校准

按照从低湿到高湿的顺序进行校准，校准点依次为：40%、60%、80%、90%。试验箱的温度设定为 20℃。达到设定值后，应稳定 30 min 开始读数，先读标准器，再读被校温湿度计，间隔 5 min 后重复读数一次。取两次读数的算术平均值作为标准器的相对湿度示值和被校温湿度计的相对湿度示值。

被校温湿度计的相对湿度示值误差按公式（2）计算。

$$\Delta H = H - H_B \quad (2)$$

式中：

ΔH ——被校温湿度计的相对湿度示值误差，%；

H ——被校温湿度计的相对湿度示值，%；

H_B ——标准器的相对湿度示值，%。

7.2.4 温度回差/相对湿度滞误差的校准

7.2.4.1 温度回差的校准

依次按照：15℃、20℃、30℃、20℃、15℃的顺序进行温度回差校准。在同一校准点上正、反行程温度示值的差值，即为温度回差。

7.2.4.2 相对湿度滞误差的校准

在 20℃下，依次按照：40%、60%、80%、90%、80%、60%、40%的顺序进行相对湿度滞误差校准。在同一校准点上正、反行程相对湿度示值的差值，即为相对湿度滞误差。

7.2.5 重复性的校准

7.2.5.1 温度重复性的校准

依次按照：15℃、20℃、30℃的顺序进行温度重复性校准，每个温度点连续重复测量 3 次。计算出在各校准点上 3 次测量示值之间的最大差值，即为温度重复性。

7.2.5.2 相对湿度重复性的校准

依次按照：40%、60%、80%、90%的顺序进行相对湿度重复性校准。每个湿度点连续重复测量 3 次。计算出在各校准点上 3 次测量示值之间的最大差值，即为相对湿度重复性。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录格式参见附录 C。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式参见附录 D。校准结果应在校准证书上反映，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) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- j) 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) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- 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

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

温度示值误差测量结果的不确定度评定示例

A.1 评定依据

JJF(黔) XXXX—XXXX《数字温湿度计》。

A.2 测量条件

A.2.1 环境条件

温度：21.0℃；相对湿度：75%。

A.2.2 测量标准

精密露点仪：测量范围为(−35~85)℃，最大允许误差为±0.1℃。

A.2.3 被校对象

数字温湿度计：测量范围为(5~50)℃，最大允许误差为±2.0℃。

A.3 校准方法

将精密露点仪探头置于温湿度试验箱工作室的中心位置，被校数字温湿度计置于试验箱工作室的有效空间内。对温湿度试验箱进行温度设定开启运行。试验箱的温度达到设定值后，应再稳定 30 min 后开始读数，每间隔 5 min 重复读数一次，取两次读数的算术平均值作为精密露点仪和被校数字温湿度计的温度示值。

A.4 测量模型

依据测量方法，测量模型如公式(A.1)。

$$\Delta T = T - T_B \quad (\text{A.1})$$

式中：

ΔT ——被校数字温湿度计的温度示值误差，℃；

T ——被校数字温湿度计的温度示值，℃；

T_B ——精密露点仪的温度示值，℃。

A.5 测量不确定度来源

由测量模型可知，不确定度来源主要有：

——被校温湿度计测量重复性引入的标准不确定度；

——标准器引入的标准不确定度，包括精密露点仪准确度引入的标准不确定度 u_{TB1} 、温湿度试验箱的温场不均匀性引入的标准不确定度 u_{TB2} 和温湿度试验箱的温度波动度引入的标准不确定度 u_{TB3} 。

A.6 各输入量引入的标准不确定度评定

A.6.1 被校温湿度计测量重复性引入的标准不确定度 u_T

测量重复性引入的不确定度，采用 A 类方法进行评定。选取校准点温度 20 °C，重复测量 10 次，测量数据见表 A.1。

表 A.1 测量数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果/°C	19.9	20.2	20.0	20.2	20.3	20.6	19.9	20.3	20.4	20.5

用贝塞尔公式计算其单次实验标准差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.24 \text{ °C}$$

实际测量时以 2 次测量平均值作为最终结果，取平均值标准差作为测量重复性引入的标准不确定度，则：

$$u_T = \frac{s}{\sqrt{2}} = 0.169 \text{ °C}$$

A.6.2 标准器引入的标准不确定度 u_{TB}

A.6.2.1 精密露点仪准确度引入的标准不确定度 u_{TB1}

精密露点仪的温度测量最大允许误差为 $\pm 0.1 \text{ °C}$ ，即半宽为 0.1 °C，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{TB1} = \frac{0.1 \text{ °C}}{\sqrt{3}} = 0.0577 \text{ °C}$$

A.6.2.2 温湿度试验箱的温场不均匀性引入的标准不确定度 u_{TB2}

温湿度试验箱的温场不均匀性为 0.3 °C，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{TB2} = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A.6.2.3 温湿度试验箱的温度波动度引入的标准不确定度 u_{TB3}

在校准过程中，温湿度试验箱的温度波动度为 $\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，即半宽为 $0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{TB3} = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.116 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A.6.2.4 标准不确定度 u_{TB} 的合成

温度测量时，标准不确定度 u_{TB1} 、标准不确定度 u_{TB2} 和标准不确定度 u_{TB3} 互不相关，则：

$$u_{TB} = \sqrt{u_{TB1}^2 + u_{TB2}^2 + u_{TB3}^2} = \sqrt{0.0577^2 + 0.17^2 + 0.116^2} = 0.214 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

A.7 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T} = 1 \qquad c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_B} = -1$$

A.8 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 A.2。

表 A.2 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	灵敏系数	标准不确定度
u_T	被校温湿度计的测量重复性	1	$0.169 \text{ }^{\circ}\text{C}$
u_{TB}	标准器引入的不确定度	-1	$0.214 \text{ }^{\circ}\text{C}$
u_{TB1}	精密露点仪准确度		$0.0577 \text{ }^{\circ}\text{C}$
u_{TB2}	温湿度试验箱温度不均匀性		$0.17 \text{ }^{\circ}\text{C}$
u_{TB3}	温湿度试验箱温度波动度		$0.116 \text{ }^{\circ}\text{C}$

A.9 合成标准不确定度

各输入量间标准不确定度近似不相关，则其合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_T^2 + c_2^2 u_{TB}^2} = \sqrt{0.169^2 + 0.214^2} = 0.28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A.10 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，温度示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 0.56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

附录 B

相对湿度示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 评定依据

JJF(黔) XXXX—XXXX《数字温湿度计》。

B.2 测量条件

B.2.1 环境条件

温度：21.0℃；相对湿度：75%。

B.2.2 测量标准

精密露点仪：测量范围为(10~95)%，最大允许误差为±1.0%。

B.2.3 被校对象

数字温湿度计：测量范围为(30~95)%；最大允许误差为±5%(相对湿度在40%~70%，20℃时)，±7%(相对湿度在40%以下或70%以上，20℃时)。

B.3 校准方法

将精密露点仪探头置于温湿度试验箱工作室的中心位置，被校数字温湿度计置于试验箱工作室的有效空间内。对温湿度试验箱的进行温湿度设定，开启运行。试验箱的温湿度达到设定值后，应稳定30min后开始读数，每间隔5min重复读数一次，取两次读数的算术平均值作为精密露点仪和被校数字温湿度计的湿度示值。

B.4 测量模型

依据测量方法，测量模型如公式(B.1)。

$$\Delta H = H - H_B \quad (\text{B.1})$$

式中：

ΔH ——被校数字温湿度计的相对湿度示值误差，%；

H ——被校数字温湿度计的相对湿度的显示值，%；

H_B ——精密露点仪的相对湿度标准值，%；

B.5 测量不确定度来源

由测量模型可知，不确定度来源主要有：

——被校温湿度计测量重复性引入的标准不确定度 u_H ；

——标准器引入的标准不确定度 u_{HB} ，包括精密露点仪准确度引入的标准不确定度 u_{HB1} 、温湿度试验箱的湿度场不均匀性引入的标准不确定度 u_{HB2} 和和温湿度试验箱的湿度波动度引入的标准不确定度 u_{HB3} 。

B.6 各输入量引入的标准不确定度评定

B.6.1 被校数字温湿度计的测量重复性引入的标准不确定度 u_H

测量重复性引入的不确定度，采用 A 类方法进行评定。选取校准点相对湿度 60%，重复测量 10 次，测量数据见表 B.1。

表 B.1 测量数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果/%	61	61	62	61	61	61	61	61	61	62

用贝塞尔公式计算其单次实验标准差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.42\%$$

实际测量时以 2 次测量平均值作为最终结果，取平均值标准差作为测量重复性引入的标准不确定度，则：

$$u_H = \frac{s}{\sqrt{2}} = 0.297\%$$

B.6.2 标准器引入的标准不确定度 u_{HB}

B.6.2.1 精密露点仪准确度引入的标准不确定度 u_{HB1}

精密露点仪的相对湿度测量最大允许误差为 $\pm 1.0\%$ ，即半宽为 1.0%，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{HB1} = \frac{1.0\%}{\sqrt{3}} = 0.577\%$$

B.6.2.2 温湿度试验箱的湿度场不均匀性引入的标准不确定度 u_{HB2}

温湿度箱的湿度场在 20℃时不均匀性为 1.0%，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{HB2} = \frac{1.0}{\sqrt{3}} = 0.577\%$$

B.6.2.3 温湿度试验箱的湿度波动度引入的标准不确定度 u_{HB3}

在校准过程中，温湿度试验箱的湿度波动度为 $\pm 0.8\%$ ，即半宽为 0.8% ，按均匀分布处理，取 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u_{HB3} = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{0.8}{\sqrt{3}} = 0.462\%$$

B.6.2.4 标准不确定度 u_{HB} 的合成

相对湿度测量时，标准不确定度 u_{HB1} 、标准不确定度 u_{HB2} 和标准不确定度 u_{HB3} 互不相关，则：

$$u_{HB} = \sqrt{u_{HB1}^2 + u_{HB2}^2 + u_{HB3}^2} = \sqrt{0.577^2 + 0.577^2 + 0.462^2} = 0.94\%$$

B.7 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta H}{\partial H} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \Delta H}{\partial H_B} = -1$$

B.8 标准不确定度分量汇总表

相对湿度校准的不确定度分量汇总表见表 B.2。

表 B.2 相对湿度校准的不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	灵敏系数	标准不确定度
u_H	被校温湿度计的测量重复性	1	0.297%
u_{HB}	标准器引入的不确定度	-1	0.94%
u_{HB1}	精密露点仪准确度		0.577%
u_{HB2}	温湿度箱湿度不均匀性		0.577%
u_{HB3}	温湿度试验箱湿度波动度		0.232%

B.9 合成标准不确定度

各输入量间标准不确定度近似不相关，则其合成标准不确定度为：

$$u_c' = \sqrt{c_1^2 u_H^2 + c_2^2 u_{HB}^2} = \sqrt{0.297^2 + 0.94^2} = 0.99\%$$

B.10 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，相对湿度示值误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U' = k \times u_c' = 2\%$$

附录 C

校准原始记录格式

第 页 共 页

委托单位：		原始记录编号：	
委托单位地址：		校准依据：	
仪器名称：	型号规格：	出厂编号：	
制造单位：		仪器状况：	
校准地点：		环境温度：℃	相对湿度：%

校准用主要计量标准器具

名 称	型号规格	不确定度或准确度等级或最大允许误差	出厂编号	证书编号	有效期

一、外观检查及温度、相对湿度示值误差

外观检查：							
标准器 温度示值 (℃)	被检 温度示值 (℃)	温度 示值误差 (℃)	不确定度 (℃) $k=2$	标准器 相对湿度 示值 (%) (20℃时)	被检 相对湿度 示值 (%)	相对湿度 示值误差 (%)	不确定度 (%) $k=2$

二、温度回差及温度重复性

校准点 (℃)	正行程 (℃)	反行程 (℃)	温度回差 (℃)	测量值 (℃)			重复性 (℃)

三、相对湿滞误差及相对湿度重复性

校准点 (%)	正行程 (%)	反行程 (%)	相对湿滞 误差 (%)	测量值 (%)			重复性 (%)

校准员：

核验员：

日期：

附录 D

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/准确 度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

校 准 结 果

外 观					
项 目	标准器 示 值	被校仪器 示 值	示值误差	温度回差/ 相对湿滞 误 差	重复性
温 度 (℃)					
相对湿度 (%) (20℃时)					

说明：
根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下_____年校准一次。

声明：
1. 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

