# 陕西省地方计量技术规范

JJF（陕）XXX—2019

# 数字温湿度计校准规范

Calibration Specification of Digital Temperatue- hygrometers

（报批稿）

2019－××－××发布　　20199－××－××实施

陕西省市场监督管理局发　布

# 数字温湿度计校准规范

Calibration Specification of Digital Temperatue- hygrometers

JJF(陕)XXX－2019

**归 口 单 位：**陕西省市场监督管理局

**主要起草单位：**陕西力源仪器设备检测有限公司

陕西省计量科学研究院

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

**本规范主要起草人：**

刘　隽（陕西省计量科学研究院）

张　豪（陕西力源仪器设备检测有限公司）

寇恒星（陕西力源仪器设备检测有限公司）

**参加起草人：**

马　峰（陕西力源仪器设备检测有限公司）

周　苑（陕西省计量科学研究院）

# 目　　录

引　言.....（Ⅱ）
1　范围.....（1）
2　引用文件.....（1）
3　术语和计量单位.....（1）
3.1　数字湿度计.....（1）
3.2　数字温湿度计.....（1）
3.3　计量单位.....（1）
4　概述.....（1）
5　计量特性.....（1）
5.1　温度示值误差.....（1）
5.2　湿度示值误差.....（1）
6　校准条件.....（2）
6.1　环境条件.....（2）
6.2　校准标准器及主要配套设备.....（2）
7　校准项目和校准方法.....（2）
7.1　校准项目.....（2）
7.2　校准前准备.....（3）
7.3　校准方法.....（3）
8　校准结果.....（4）
9　复校时间间隔.....（5）
附录 A 数字温湿度计校准原始记录.....（6）
附录 B 校准证书内页格式.....（7）
附录 C 数字温湿度计温度和湿度示值误差的测量不确定度评定示例.....（8）
附录 D 露点与相对湿度的换算.....（15）

# 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的要求进行编写。在技术参数上参考了 JJF 1076-2001《湿度传感器校准规范》和 JJG 205-2005《机械式温湿度计》的相关条款。

本规范为首次发布。

# 数字温湿度计校准规范

## 1 范围

本规范适用于温度范围在 5℃～50℃、湿度范围在 10%RH～90%RH 的数字温湿度计的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1076-2001 湿度传感器校准规范

JJG 205-2005 机械式温湿度计

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

3.1 数字湿度计

数字湿度计是由感湿元件、电路部分、显示系统等部分组成，以数字形式直接显示出相对湿度值的仪器。

3.2 数字温湿度计

数字温湿度计是由感温元件、感湿元件、电路部分、显示系统等部分组成，以数字形式直接显示出温度值和相对湿度值的仪器。

3.3 计量单位：摄氏度（℃）、湿度（％RH）

## 4 概述

数字温湿度计是指由感温元件、感湿元件组成的、能直接显示温度和相对湿度量值的温湿度计，或者是将温湿度量值存储在仪器内部的温湿度记录仪或存储器。数字温湿度计主要应用于实验室、仓库、厂房等室内环境温湿度测量。

## 5 计量特性

5.1 温度示值误差

测量范围：5℃～50℃；

最大允许误差：土 (0.3～2.0)℃。

5.2 湿度示值误差

测量范围：10%RH～90%RH；

最大允许误差：土 (2%～7%)RH。

注：校准不判断合格与否，上述计量特性仅供参考。

## 6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：15℃～25℃，温度波动应不超过±3℃/6h；

6.1.2 湿度：≤75%RH；

6.1.3 环境条件还应满足所用标准器和其它配套设备正常使用的其他要求。

6.2 校准标准器及主要配套设备

6.2.1 校准用标准器：精密露点仪

应选用配铂电阻温度计的精密露点仪，能同时显示露点、相对湿度和温度，其技术指标应满足表 1 的要求。

**表 1 精密露点仪**

| 项　目 | 测量范围 | 最大允许误差 |
|---|---|---|
| 温度 | 5℃ ～ 50℃ | ±0.10℃ |
| 露点 | -10℃ ～ +20℃ | ±0.20℃ |

6.2.2 校准用主要配套设备见表 2。

**表 2 主要配套设备**

| 名称 | 技术要求 |
|---|---|
| 标准湿度发生器 | 温度范围：0℃～50℃，最大允许误差：±0.2℃<br>湿度范围：5%RH～95%RH，最大允许误差：±2.0%RH |
| 温湿度标准箱 | 温度范围：5℃～50℃，湿度范围：20%RH～90%RH（20℃时）<br>温度均匀度：0.3℃，温度波动度：±0.2℃，温度变化率：0.2℃/min<br>湿度均匀度：1.0%RH（20℃时），湿度波动度：±0.8%RH（20℃时），<br>湿度变化率:0.8%RH/min（20℃时） |

校准用测量标准及配套设备构成的校准装置的扩展不确定度应不大于被校数字温湿度计温度最大允许误差绝对值的 1/3 ，相对湿度最大允许误差绝对值的 1/2。在此条件下，允许采用满足该要求的其它测量设备。

## 7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 温度示值误差；

7.1.2 湿度示值误差。

7.2 校准前准备

7.2.1 外观

数字温湿度计的外观应完好，外壳上应标有名称、规格型号、出厂编号、制造厂名或商标。数字指示面板、外部传感器、连接件等不应有影响测量功能的外观缺陷。

7.2.2 通电检查

通电后数字温湿度计数字指示面板应显示正常，显示笔划应完整无缺，数字显示不应出现跳动。所有开关及按钮应能正常工作，外接传感器引线应接触良好。

7.3 校准方法

7.3.1 温度示值误差

7.3.1.1 首先选取 15℃、20℃和 30℃作为温度校准点，用户需要时可在此基础上增加校准点。将精密露点仪的温度传感器置于温湿度标准箱工作室或湿度发生器工作腔的几何中心位置，数字温湿度计置于温湿度标准箱工作室或湿度发生器工作腔的有效工作区，放置的方式和数量以不影响箱内或腔内空气循环为宜。

7.3.1.2 按照从低温到高温的顺序依次设定校准点。当温湿度标准箱内或湿度发生器工作腔温湿度达到设定点后，稳定 30 min 后开始读数。分别读取精密露点仪和数字温湿度计的温度示值，隔 2 min 后再次记录精密露点仪和数字温湿度计的示值，取各自两次读数的算术平均值分别为精密露点仪的温度示值 $T_{标}$和数字温湿度计的温度示值 $T_{示}$。按公式（1）计算各校准点的温度示值误差：

$$\Delta T = T_{示} - \left(T_{标} + T_{修}\right) \qquad (1)$$

式中：

$\Delta T$——被校数字温湿度计温度示值误差，℃；

$T_{示}$——被校数字温湿度计温度示值，℃；

$T_{标}$——精密露点仪的温度示值，℃；

$T_{修}$——精密露点仪的温度修正值，℃。

7.3.2 湿度示值误差

7.3.2.1 对于湿度最大允许误差绝对值不小于 3%RH 的数字温湿度计，选取 40%RH、60%RH 和 80%RH 作为湿度校准点，用户需要时可在此基础上增加校

准点，相邻校准点间隔不超过 20%RH。对于湿度最大允许误差绝对值小于 3%RH 的数字温湿度计，选取 10%RH～90%RH，间隔 10%RH 的九个点作为校准点。

7.3.2.2 将精密露点仪的湿度传感器置于温湿度标准箱工作室或湿度发生器工作腔的几何中心位置，数字温湿度计放置于温湿度标准箱工作室或湿度发生器工作腔的有效空间内，放置的方式和数量以不影响箱内或腔内空气循环为宜，温湿度标准箱的工作室或湿度发生器工作腔应保持气密性，且不应放置潮湿或吸湿性材料。

7.3.2.3 将温湿度标准箱或湿度发生器温度设定在 20℃,并按照从低湿到高湿的顺序依次设定湿度校准点。当温湿度标准箱内或湿度发生器腔内温湿度达到设定点后，稳定 30 min 后开始读数，分别读取精密露点仪和数字温湿度计的湿度示值，隔 2min 后再次读取精密露点仪和数字温湿度计的示值，取各自两次读数的算术平均值分别为精密露点仪的湿度示值 $H_{标}$和数字温湿度计的湿度示值 $H_{示}$。按公式(2)计算各校准点的湿度示值误差：

$$\Delta H = H_{示} - \left(H_{标} + H_{修}\right) \qquad (2)$$

式中：

Δ $T$——被校数字温湿度计湿度示值误差，%RH；

$H_{示}$——被校数字温湿度计湿度示值，%RH；

$H_{标}$——精密露点仪湿度示值，%RH；

$H_{修}$——精密露点仪湿度修正值，%RH。

## 8 校准结果

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应包括以下信息：

a）标题: “校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点；

d）校准证书编号、页码及总页数的标识；

e）客户名称和地址；

f）被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；

g）校准单位校准专用章；

h）校准日期；

i）校准所依据的技术规范名称及代号；

j）本次校准所用主要测量设备名称、型号、准确度等级或不确定度或最大允许误差、仪器编号、证书编号及有效期；

k）校准时的环境温度、湿度；

l）校准结果及其测量不确定度；

m）复校时间间隔的建议；

n）“校准证书”的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；

o）校准结果仅对被校仪器本次测量有效的声明；

P）未经实验室书面批准，部分复制证书或报告无效的声明。

## 9 复校时间间隔

数字温湿度计的复校时间间隔建议为 1 年。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。

# 附录 A　　数字温湿度计校准原始记录

| 委托单位 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 被校仪器 | | | 标准器 | |
| 仪器名称 | | | 仪器名称 | |
| 制造单位 | | | 测量范围 | |
| 型号规格 | | | 出厂编号 | |
| 出厂编号 | | | 最大允许误差 | |
| 温度：　　℃ | 湿度：　　%RH | | 证书编号 | |
| 校准地点 | | | 证书有效期 | |
| 校准依据 | | | | |
| 外　观 | | | | |

温度示值误差：

| 标准值/℃ | | | | | 被校仪器示值/℃ | | | 示值误差/℃ | 扩展不确定度 $U$ / ℃ ( $k=2$ ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 平均值 | 标准器修正值 | 实际值 | 1 | 2 | 平均值 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

湿度示值误差（20℃时）：

| 标准值/%RH | | | | | 被校仪器示值/%RH | | | 示值误差/%RH | 扩展不确定度 $U$ / %RH ( $k=2$ ) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 平均值 | 标准器修正值 | 实际值 | 1 | 2 | 平均值 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

校准员：　　核验员：　　校准日期：　　年　月　日

## 附录 B

# 校准证书内页格式（供参考）

1、 外观:

2、 温度示值误差：

| 标准值/℃ | 示值/℃ | 示值误差/℃ | 扩展不确定度 $U$/℃($k$=2) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

3、湿度示值误差:

| 标准值/%RH | 示值/%RH | 示值误差/%RH | 扩展不确定度 $U$/%RH($k$=2) |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

以下空白

# 附录 C

## 数字温湿度计温度和湿度示值误差的测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 环境条件：温度 15℃～25℃，湿度≤ 75% RH

C.1.2 校准用标准器，精密露点仪，温度范围：5℃～50℃，温度最大允许误差：±0.10℃；

露点温度范围：-10℃～+20℃，露点温度最大允许误差：±0.20℃，向上级溯源给出的露点温度不确定度，$U$=0.16℃，$k$=2。

C.1.3 校准用配套设备，温湿度标准箱，温度范围：5℃～50℃，温度均匀度：0.3℃，温度波动度：±0.2℃，温度变化率：0.2℃/min；湿度范围：20%RH～90%RH（20 ℃时），湿度均匀度：1.0%RH（20 ℃时），湿度波动度：±0.8%RH （20 ℃时），湿度变化率：0.8%RH/min。

C.1.4 被测对象：数字温湿度计，其温度、湿度分辨力分别为 0.1℃和 1%RH。

C.1.5 校准过程：依据本规范的校准方法，将精密露点仪的露点和温度探头及被校数字温湿度计一起置于温湿度标准箱中，采用比较法进行校准。校准点为：15℃、20℃、30℃，湿度检定点为：20℃时，40%RH、60%RH、80%RH。校准点在温湿度达到设定值并稳定后开始读数，先读标准器，后读被校准仪器。依据规范中的有关公式计算被校准数字温湿度计的温度和湿度示值误差，并对其进行不确定度评定。

C.2 数字温湿度计温度示值误差的不确定度评定

C.3.1 测量模型

$$\Delta T = T_{示} - \left(T_{标} + T_{修}\right)$$

式中：

$\Delta T$——被校数字温湿度计温度示值误差，℃；

$T_{示}$——被校数字温湿度计温度示值，℃；

$T_{标}$——精密露点仪的温度示值，℃；

$T_{修}$——精密露点仪的温度修正值，℃。

C.3.2 测量不确定度来源

标准不确定度主要由以下 5 个分量组成：

a）被校数字温湿度计与精密露点仪温度示值差值的重复性引入的标准不确定度 $u_1(T)$；

b）被校数字温湿度计温度分辨力引入的标准不确定度 $u_2(T)$；

c）温湿度标准箱温度不均匀引入的标准不确定度 $u_1(T_{标})$；

d）温湿度标准箱温度波动引入的标准不确定度 $u_2(T_{标})$；

e）精密露点仪温度修正后使用引入的标准不确定度分量 $u_3(T_{修})$。

C.3.3 标准不确定度评定

a）被校数字温湿度计与精密露点仪温度示值差值重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(T)$

采用 A 类评定方法。对被校数字温湿度计与精密露点仪温度在重复性条件下进行 10 次测量，得到 10 次差值，用贝塞尔公式计算实验标准差，得到 $s_{15℃}$= 0.063℃，$s_{20℃}$=0.048℃，$s_{30℃}$= 0.052℃。

实际校准中取两次测量值的平均值作为测量结果，故测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1(T,15℃)=\frac{s_{15℃}}{\sqrt{2}}=0.045℃$$

$$u_1(T,20℃)=\frac{s_{20℃}}{\sqrt{2}}=0.034℃$$

$$u_1(T,30℃)=\frac{s_{30℃}}{\sqrt{2}}=0.037℃$$

b）被校数字温湿度计温度分辨力引入的标准不确定度

被校数字温湿度计温度示值分辨力为 0.1 ℃,采用 B 类评定方法，其区间半宽度为 0.05℃，服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$，则被校数字温湿度计温度示值分辨力引入的标准不确定度为：

$$u_2(T)=\frac{0.05℃}{\sqrt{2}}=0.029℃$$

被校数字温湿度计温度分辨力引入的标准不确定度分量小于重复性引入的标准不

确定度分量，可忽略。

c）温湿度标准箱温度不均匀引入的标准不确定度分量 $u_1(T_{标})$

温湿度标准箱温度均匀度要求不大于 0.3 ℃,采用 B 类评定方法，服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$,则温湿度标准箱温度均匀度引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(T_{标})=\frac{0.3℃}{\sqrt{3}}=0.173℃$$

d）温湿度标准箱温度波动引入的标准不确定度分量 $u_2(T_{标})$

温湿度标准箱温度变化率要求不大于 0.2℃/min,校准过程中精密露点仪与被校数字温湿度计温度读数间隔不超过 1min,温度变化不超过 0.2℃,区间半宽为 0.1℃,采 用 B 类评定方法，服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$，标准不确定度为：

$$u_2(T_{标})=\frac{0.1℃}{\sqrt{3}}=0.058℃$$

e）精密露点仪温度修正引入的标准不确定度 $u_3(T_{修})$

精密露点仪在 5 ℃～50 ℃范围，温度最大允许误差为±0.10℃,采用 B 类评定方法，服 从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$,则精密露点仪温度不准引入的标准不确定度分量为:

$$u_3(T_{修})=\frac{0.1℃}{\sqrt{3}}=0.058℃$$

C.3.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量一览表 C. 1

表 C. 1

| 标准不确定度分量 $u_i$ | 不确定度的来源 | 标准不确定度 $u_i$ 值/℃ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 15 | 20 | 30 |
| $u_1(T)$ | 被校数字温湿度计与精密露点仪温度示值差值重复性引入 | 0.045 | 0.034 | 0.037 |
| $u_1(T_{标})$ | 温湿度标准箱温度不均匀引入 | 0.173 | 0.173 | 0.173 |
| $u_2(T_{标})$ | 温湿度标准箱温度波动引入 | 0.058 | 0.058 | 0.058 |
| $u_3(T_{修})$ | 精密露点仪温度修正值引入 | 0.058 | 0.058 | 0.058 |

各输入量彼此之间相互独立，则合成标准不确定度为:

$$u_c(\Delta T,15℃)=\sqrt{u_1^2(T,15℃)+u_1^2(T_{标})+u_2^2(T_{标})+u_3^2(T_{修})}=0.20℃$$

$$u_c(\Delta T,20℃)=\sqrt{u_1^2(T,20℃)+u_1^2(T_{标})+u_2^2(T_{标})+u_3^2(T_{修})}=0.19℃$$

$$u_c(\Delta T,30℃)=\sqrt{u_1^2(T,30℃)+u_1^2(T_{标})+u_2^2(T_{标})+u_3^2(T_{修})}=0.20℃$$

C.3.5 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$,则扩展不确定度为：

$$U(\Delta T)=k\times u_c(\Delta T),k=2$$

对温度 15 ℃、20 ℃和 30 ℃校准点，扩展不确定度为 0.4 ℃。

C.4 数字温湿度计湿度示值误差的不确定度评定

C.4.1 测量模型

$$\Delta H=H_{示}-(H_{标}+H_{修}) \quad (C.2)$$

式中：

$\Delta H$ ——被校数字温湿度计湿度示值误差，%RH；

$H_{示}$ ——被校数字温湿度计湿度示值，%RH；

$H_{标}$ ——精密露点仪湿度示值，%RH；

$H_{修}$ ——精密露点仪湿度修正值，%RH。

C.4.2 测量不确定度来源

标准不确定度主要由以下 5 个分量组成:

a） 被校数字温湿度计与精密露点仪湿度示值差值重复性引入的标准不确定度分量 $u_1$（$H$）；

b） 被校数字温湿度计湿度分辨力引入的标准不确定度 $u_2$（$H$）；

c） 温湿度标准箱湿度不均匀引入的标准不确定度 $u_1$（$H_{标}$）；

d） 温湿度标准箱湿度波动引入的标准不确定度 $u_2$（$H_{标}$）；

e） 精密露点仪露点温度修正后使用引入的标准不确定度分量 $u_3$（$H_{修}$）

C.4.3 标准不确定度评定

a）被校数字温湿度计与精密露点仪湿度示值差值重复性引入的标准不确定度 $u_1$（$H$）

被校数字温湿度计与精密露点仪湿度示值之差的不重复，采用 A 类评定方法。对被校数字温湿度计与精密露点仪湿度在重复性条件下进行 10 次测量，得到 10 次差值， 用贝塞尔公式计算实验标准差，得到 $s_{40\%}$=0.516%RH， $s_{60\%}$= 0.483%RH，$s_{80\%}$=0.516%RH。

实际校准中取两次测量值的平均值作为测量结果，故测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(H,40\%)=\frac{s_{40\%}}{\sqrt{2}}=0.365\%\mathrm{RH}$$

$$u_1(H,60\%)=\frac{s_{60\%}}{\sqrt{2}}=0.342\%\mathrm{RH}$$

$$u_1(H,80\%)=\frac{s_{80\%}}{\sqrt{2}}=0.365\%\mathrm{RH}$$

b） 被校数字温湿度计湿度分辨力引入的标准不确定度 $u_2$（$H$）

被校数字温湿度计湿度示值分辨力为 1%RH,采用 B 类评定方法，其区间半宽度为 0.5%RH,服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ 则被校数字温湿度计湿度示值分辨力引入的标准不确定度分量为：

$$u_2(H)=\frac{0.5\%}{\sqrt{3}}=0.289\%\mathrm{RH}$$

被校数字温湿度计湿度分辨力引入的标准不确定度分量小于重复性引入的标准不确定度分量，可忽略。

c） 温湿度标准箱湿度不均匀引入的标准不确定度分量 $u_1$（$H_{标}$）

温湿度标准箱湿度均匀度（含绝对值）要求不大于 1.0%,采用 B 类评定方法, 服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ,则温湿度标准箱湿度均匀度引入的标准不确定度 分量为:

$$u_1(H_{标})=\frac{1.0\%}{\sqrt{3}}=0.577\%\mathrm{RH}$$

d） 温湿度标准箱湿度波动引入的标准不确定度 $u_2$（$H_{标}$）

温湿度标准箱湿度变化率要求不大于 0.8%RH/min,校准过程中精密露点仪与被校数字温湿度计湿度读数间隔不超过 1min,湿度变化不超过 0.8%RH,区间半宽为 0.4%RH,采用 B 类评定方法，服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$，标准不确定度为：

$$u_2(H_{标})=\frac{0.4\%}{\sqrt{3}}=0.231\%\mathrm{RH}$$

e） 精密露点仪露点使用引入的标准不确定度分量 $u_3$（$H_{修}$）

采用精密露点仪作标准器，检定时通过对标准器相对湿度显示值进行修正得到标准值，标准器相对湿度修正值由标准器的露点修正值和温度修正值按本规范附录 D 的方法计算得到。

根据标准器的溯源证书，露点修正值的扩展不确定度为：$U=0.16$℃，$k=2$；温度修正值的扩展不确定度为：$U=0.05$℃，$k=2$。换算成相对湿度不确定度见表 C.2。

表 C.2

| 校准点 | 20℃、40%RH | 20℃、60%RH | 20℃、80%RH |
|---|---|---|---|
| 温度扩展不确定度 $k=2$ | 0.05℃ | 0.05℃ | 0.05℃ |
| 由温度测量带来的相对湿度不确定度 $u_1(H_{修})$ | 0.12%RH | 0.19%RH | 0.25%RH |
| 露点扩展不确定度 $k=2$ | 0. 16℃DP | 0. 16℃DP | 0. 16℃DP |
| 由露点测量带来的相对湿度不确定度 $u_2(H_{修})$ | 0.22%RH | 0.32%RH | 0.41%RH |
| $u(H_{修})=\sqrt{(u_1(H_{修}))^2+(u_2(H_{修}))^2}$ | 0.252%RH | 0.366%RH | 0.477%RH |

C.4.4 合成标准不确定度

标准不确定度分量一览表 C. 3.

表 C. 3

| 标准不确定度分量 $u_i$ | 不确定度的来源 | 标准不确定度 $u_i$ 值 /%RH | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 40 | 60 | 80 |
| $u_1(H)$ | 被校数字温湿度计与精密露点仪湿度示值差值重复性引入 | 0. 365 | 0. 342 | 0. 365 |
| $u_1(H_{标})$ | 温湿度标准箱湿度不均匀引入 | 0. 577 | 0. 577 | 0. 577 |
| $u_2(H_{标})$ | 温湿度标准箱湿度波动引入 | 0. 231 | 0. 231 | 0. 231 |
| $u(H_{修})$ | 精密露点仪露点使用引入的标准不确定度分量 $u(H_{修})$ | 0. 252 | 0. 366 | 0. 477 |

各输入量彼此之间相互独立,则合成标准不度为:

$$u_c(\Delta H,40\%)=\sqrt{u_1^2(H,40\%)+u_1^2(H_{标})+u_2^2(H_{标})+u^2(H_{修},40\%)}=0.763\%\mathrm{RH}$$

$$u_c(\Delta H,60\%)=\sqrt{u_1^2(H,60\%)+u_1^2(H_{标})+u_2^2(H_{标})+u^2(H_{修},60\%)}=0.798\%\mathrm{RH}$$

$$u_c(\Delta H,80\%)=\sqrt{u_1^2(H,80\%)+u_1^2(H_{标})+u_2^2(H_{标})+u^2(H_{修},80\%)}=0.864\%\mathrm{RH}$$

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子 $k$ = 2,则扩展不确定度为：

$$U(\Delta H)=k\times u_c(\Delta H),\ k=2$$

在 20℃，对湿度 40%RH、60%RH 和 80%RH 三个校准点，扩展不确定度分别为：1.5%RH、 1.6%RH 和 1.7%RH。

# 附录 D

## 露点与相对湿度的换算

D.1 露点与相对湿度换算

露点与相对湿度按式 D.1 换算：

$$H_s = \frac{f(p,T_d)\times e_s(T_d)}{f(p,T_s)\times e_s(T_s)}\times 100\% \qquad (D.1)$$

式中：

$H_s$ ——被测气体湿度，%RH；

$f$ ——被测气体增值系数，为被测气体温度与压力的函数；

$T_d$ ——被测气体露点，℃DP；

$T_s$ ——被测气体温度，℃；

$p$ ——被测气体压力，Pa；

$e_s$ —— 纯水面饱和水蒸汽压，为温度的函数，Pa；

D.2 饱和水蒸汽压

纯水面饱和水蒸汽压按式 D.2 计算：

$$e_s(T) = e^{-6096.9385/T+21.2409642-0.02711193T-0.00001673952T^2-2.433501\ln(T)} \qquad (D.2)$$

式中：

$T$ —— 绝对温度，K；

$e_s(T)$ ——温度 $T$ 时纯水面饱和水蒸汽压，Pa；

D.3 增值系数

湿空气的增值系数按 D.3 计算：

$$f(p,t) = e^{\alpha(1-e_s/p)+\beta(p/e_s-1)} \qquad (D.3)$$

其中，

$$\alpha = 0.000353624 + 0.000029328363t + 0.00000026168979t^2 + 0.0000000085813609t^3$$

$$\beta = e^{-10.7588+0.06326813t-0.000253689t^2+0.000000634528t^3}$$

式中：

$t$ —— 湿空气温度，℃；

$e_s$ ——纯水面饱和水蒸汽压，Pa；

$p$ —— 湿空气压力，Pa。