

JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF(民航)0116—2024

民用航空自动气象观测系统湿度传感器 校准规范

Calibration specifications for humidity sensors of civil aviation
automatic weather observation system

2024-06-28 发布

2024-07-01 实施

中国民用航空局 发布

民用航空自动气象观测系统 湿度传感器校准规范

JJF(民航)0116-2024

**Calibration specifications for humidity sensors of civil aviation automatic
weather observation system**

本规范经中国民用航空局2024年06月28日批准，并自2024年07月01日起
施行。

归口单位：中国民用航空局航空器适航审定司

主要起草单位：中国民用航空总局第二研究所

参加起草单位：新疆大学

中国民航科学技术研究院

中国民用航空华东地区空中交通管理局

云南腾冲驼峰机场开发有限公司

广西机场管理集团玉林福绵机场有限公司

新疆机场集团有限责任公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规范主要起草人：

刘星辉（中国民用航空总局第二研究所）

孙伟中（中国民用航空总局第二研究所）

杨含雪（中国民用航空总局第二研究所）

参加起草人：

刘永强（新疆大学）

张阿里布米（中国民航科学技术研究院）

沈俊（中国民用航空华东地区空中交通管理局）

刘翔卿（云南腾冲驼峰机场开发管理有限公司）

杨含雪（中国民用航空总局第二研究所）

杨东（新疆机场集团有限责任公司）

蒋镇（广西机场管理集团玉林福绵机场有限公司）

杨雨航（中国民用航空总局第二研究所）

张也（中国民用航空总局第二研究所）

张勇（中国民用航空总局第二研究所）

崔铠韬（中国民用航空总局第二研究所）

徐海波（中国民用航空总局第二研究所）

目次

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
3 计量特性	(1)
3.1 相对湿度	(1)
4 校准条件	(2)
4.1 环境条件	(2)
4.2 校准标准及其他设备	(2)
5 校准项目和校准方法	(2)
5.1 校准项目	(2)
5.2 校准方法	(2)
6 校准结果表达	(3)
7 复校时间间隔	(4)
附录 A	(5)
附录 B	(6)
附录 C	(8)

本规范以 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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

民用航空自动气象观测系统湿度传感器校准规范

1 范围

本规范适用于民用航空自动气象观测系统湿敏电容传感器(电压输出型)的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG(气象)003 自动气象站湿度传感器检定规程

JJF 1076 数字式温湿度计校准规范

AP-117-TM-2018-03R1 民用航空自动气象观测系统技术规范

AP-117-TM-2022-06R1 民用航空气象计量器具检定与校准管理办法

凡是注日期的引用文件，仅所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

湿度传感器主要由湿度感应湿敏电容部分和信号产生输出等部分组成当相对湿度由0%~100%变化时，信号变换电路输出0~100mv电压，经放大后得到0~1V的直流电压输出给数据采集器,经转换后在显示终端上显示相对湿度。湿敏电容测湿原理如图1所示。

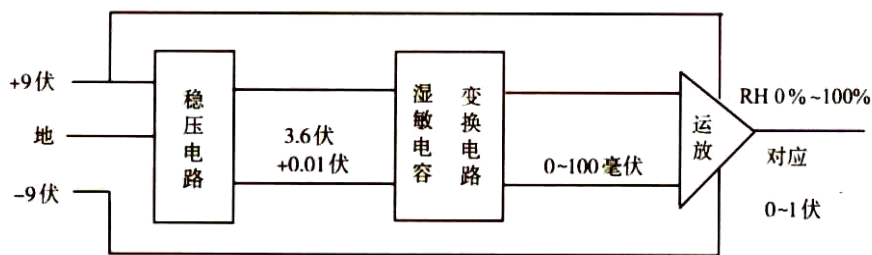


图1 湿敏电容测湿原理图

4 计量特性

4.1 相对湿度

相对湿度范围：(30~95)%RH；

最大允许误差： $\pm 3\%$ RH。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度：(20~30)℃；

相对湿度：≤85%RH。

5.2 校准用测量标准及配套设备

5.2.1 精密露点仪

测量范围：(10~100)%RH；

分辨力：0.1%RH；

最大允许误差：露点温度±0.2℃，湿度±1%RH。

5.2.2 其他设备

a)气候模拟箱

湿度调节范围：(10~95)%RH；

工作温度范围：(-40~+180)℃；

湿度场波动度：±1.5%RH (-10℃以上)；

湿度场均匀度：±1.5%RH。

b)数据采集器

测量范围：(0.0~10.0)V；

分辨力：1.0μV；

最大允许误差：±35ppm。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

示值误差。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

将被校湿度传感器、精密露点仪置入气候模拟箱中，所有传感器头部同高并互不接触，预热30min后开始校准。

6.2.2 湿度校准点的选择

- a) 湿度校准点为：30%RH、40%RH、55%RH、75%RH 和 95%RH；
- b) 可根据特殊需求适当增加校准点。

6.2.3 示值误差校准

设定气候模拟箱温度值为 20℃，按照 6.2.2 a) 中的湿度校准点顺序，先低湿逐点升至高湿，再从高湿逐点降至低湿，调整气候模拟箱内湿度，在调湿过程中，必须保持递增或递减变化趋势。

当气候模拟箱内湿度达到设定值，且湿度波动值小于±1.5%RH 时开始校准，每 30s 读取一次精密露点仪的示值和被校湿度传感器的输出值，连续读取 3 次，重复以上操作，直至所有校准点校准结束，记录至《湿度传感器校准记录表》中，《湿度传感器校准记录表》参见附录 A。

6.2.4 示值误差计算

用精密露点仪的 3 次示值平均值，作为湿度标准值的平均值，被校湿度传感器的 3 次读数值的平均值，作为被校湿度传感器示值的平均值，示值误差计算公式见式 (1)。

$$\Delta h_i = \bar{h}_i - \bar{h}_s \quad (1)$$

式中：

Δh_i —被校湿度传感器在各校准点上的示值误差，%RH；

\bar{h}_i —被校湿度传感器在各校准点上 3 次读数值的平均值，%RH；

\bar{h}_s —精密露点仪在各校准点上 3 次示值的平均值，%RH。

7 校准结果表达

校准证书应包括以下信息（参见附录 B）：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 校准的地点；
- d) 校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 委托方名称和地址；
- f) 被校对象的描述及明确标识；

- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明（参见附录 C）；
- m) 复校时间间隔的建议；
- n) “校准证书”的签发人的签名或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- p) 未经实验室书面批准，部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔由送校单位根据使用情况自行决定，建议为 1 年。但有以下情况之一时，应及时送校：

- a) 民用航空自动气象观测系统湿度传感器经过维修或调整后；
- b) 当发现湿度测量值异常时。

附录 B

校准证书内页格式

B.1 校准证书第 2 页

证书编号: ×××××-××××

校准机构说明				
校准所依据/参照的技术文件(代号、名称)				
校准环境条件及地点:				
温 度:	℃	地 点:		
相对湿度:	%RH	其 他:		
校准使用的计量基(标)准装置(含标准物质)/主要仪器				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	有效期至

第 2 页 共×页

B.2 校准证书结果页

证书编号: ×××××-××××

校 准 结 果				
序号	标准值 (%RH)	测量值 (%RH)	示值误差 (%RH)	不确定度(k=2) (%RH)

其它说明:

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 测量模型

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

式中:

H —被校温湿传感器的相对湿度, %RH;

H_B —精密露点仪的相对湿度, %RH。

C.2 相对湿度示值误差的不确定度评定

C.2.1 被校温湿度传感器测量重复性引入的标准不确定度 u_1

民用航空自动气象观测系统湿度传感器在 40%RH 的相对湿度重复测量 10 次, 用贝塞尔公式计算平均标准偏差为:

$$s(\bar{x}) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}}{\sqrt{10-1}} = 0.21 \text{ \%RH} \quad (\text{C.2})$$

在实际校准过程中取 3 次测量值的平均值作为测量结果, 则测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1 = \frac{0.21\%}{\sqrt{3}} = 0.12 \text{ \%RH} \quad (\text{C.3})$$

C.2.2 被校湿度传感器的分辨力引入的标准不确定度 u_2

被校湿度传感器的分辨力为 1%RH, 其半宽度为 0.5%RH, 按均匀分布, 由被校湿度传感器分辨力引入的不确定度分量为:

$$u_2 = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ \%RH} \quad (\text{C.4})$$

C.2.3 精密露点仪相对湿度的准确度引入的标准不确定度 u_3

精密露点仪准确度的标准不确定度根据上一级的校准证书和查表计算, 可得在温度 20.0 摄氏度、湿度 40%RH 时, 露点仪准确度引起的相对湿度不确定度为 $U = 0.8 \text{ \%RH}$, $k=2$, 则由精密露点仪相对湿度的准确度引入的标准不确定度为:

$$u_3 = 0.4 \text{ \%RH} \quad (\text{C.5})$$

C.2.4 气候模拟箱对湿度的均匀性引入的标准不确定度 u_4

气候模拟箱相对湿度的均匀性为 0.1%RH，其分布为均匀分布，由气候模拟箱相对湿度的均匀性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ \%RH} \quad (\text{C.6})$$

C.2.5 标准不确定度分量一览表（见表 C.1）

表 C.1 相对湿度标准不确定度分量一览表

标准 不确定度	不确定度来源	u_i (%RH)	c_i	$ c_i u_i$ (%RH)
u_1	测量重复性	0.12	-1	0.12
u_2	被校温湿度传感器的分辨力	0.29	-1	0.29
u_3	精密露点仪相对湿度的准确度	0.40	1	0.40
u_4	气候模拟试验箱相对湿度的均匀性	0.06	1	0.06

C.2.6 合成标准不确定度

以上各项不确定度分量是互不相关，因此合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{|c_1|^2 u_1^2 + |c_2|^2 u_2^2 + |c_3|^2 u_3^2 + |c_4|^2 u_4^2} = 0.51 \text{ \%} \quad (\text{C.7})$$

C.2.7 扩展不确定度

被校湿度传感器在温度为 20.0℃时，取 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = 1.0 \text{ \%RH} \quad (\text{C.8})$$