

# JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF (民航) 0115—2024

## 民用航空自动气象观测系统温度传感器 校准规范

Calibration specifications for temperature 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

## 温度传感器校准规范

JJF(民航) 0115-2024

Calibration specifications for temperature 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：中国民航科学技术研究院

邦盟检测集团有限公司

中国民用航空华北地区空中交通管理局

民航西藏自治区空中交通管理中心

青岛国际机场集团有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

## 本规范主要起草人：

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）

张阿里布米（中国民航科学技术研究院）

## 参加起草人：

胡 浩（中国民用航空总局第二研究所）

刘星辉（中国民用航空总局第二研究所）

沈长江（邦盟检测集团有限公司）

吴恩来（中国民用航空华北地区空中交通管理局）

方祥聪（民航西藏自治区空中交通管理中心）

曹 伟（青岛国际机场集团有限公司）

李艾棠（中国民用航空总局第二研究所）

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）

邹 杰（中国民用航空总局第二研究所）

彭笑非（中国民用航空总局第二研究所）

曹孝文（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)
4. 计量特性 .....	(1)
4.1 温度 .....	(1)
5. 校准条件 .....	(2)
5.1 环境条件 .....	(2)
5.2 校准标准及其他设备 .....	(2)
6. 校准项目和校准方法 .....	(3)
6.1 校准项目 .....	(3)
6.2 校准方法 .....	(3)
7. 校准结果表达 .....	(4)
8. 复校时间间隔 .....	(4)
附录 A .....	(6)
附录 B .....	(6)
附录 C .....	(9)

## 引言

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温度传感器校准规范

## 1 范围

本规范适用于民用航空自动气象观测系统温度传感器的校准。

## 2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG（气象）002 自动气象站铂电阻温度传感器检定规程

AP-117-TM-2018-03R1 民用航空自动气象观测系统技术规范

AP-117-TM-2018-03R1 民用航空自动气象观测系统技术规范

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

民用航空自动气象观测系统温度传感器是由金属电阻部分和信号产生输出部分组成，转换电路的作用是将随温度变化的电阻值转换为电压信号输出，温度传感器测量原理如图 1 所示。

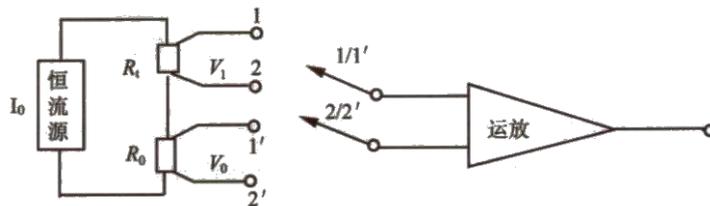


图 1 温度传感器测量原理图

## 4 计量特性

### 4.1 温度

温度范围：（-60~+80）℃；

最大允许误差： $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

温度： $(20\sim 30)^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 85\%RH$ 。

### 5.2 校准用测量标准及配套设备

#### 5.2.1 标准数字式铂电阻温度计

测量范围： $(-60\sim +80)^{\circ}\text{C}$ ；

分辨力： $0.01^{\circ}\text{C}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.06^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.2.2 高精度温度测量表

测量范围： $(-60\sim +80)^{\circ}\text{C}$ ；

分辨力： $0.001^{\circ}\text{C}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 。

#### 5.2.3 其他设备

##### a) 恒温液体校准槽

工作温度范围： $(-60\sim +95)^{\circ}\text{C}$ ；

温度场波动度： $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ （每 30min）；

温度场均匀度： $(0.005\sim 0.01)^{\circ}\text{C}$ 。

##### b) 数据采集器

测量范围： $(0.0\sim 10.0)\text{V}$ ；

分辨力： $1.0\mu\text{V}$ ；

最大允许误差： $\pm 35\text{ppm}$ 。

## 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

将被校温度传感器、标准数字式铂电阻温度计，置入到恒温液体校准槽中，所有传感器超出液面长度的部分应低于传感器总长度的三分之一。高精度温度测量表应预热 30min。

#### 6.2.2 温度校准点的选择

a) 温度校准点可选择为：-50℃、-30℃、-10℃、0℃、+10℃、+30℃、+50℃，间隔不应大于 30℃，不应低于四个校准点，0℃为必校点；

b) 机场所在地温度极值；

c) 可根据特殊需求适当增加校准点。

#### 6.2.3 示值误差校准

按照 6.2.2 a) 中的压力校准点顺序，依次调节恒温液体校准槽的温度。恒温液体校准槽达到设定温度，稳定 5min 后进行校准。每隔 30s 读取一次高精度温度测量表示值和被校温度传感器的输出值，连续读取 3 次，重复以上操作，至所有校准点校准结束，并记录至《温度传感器校准记录表》中。《温度传感器校准记录表》参见附录 A。

#### 6.2.4 示值误差计算

用高精度温度测量表的 3 次示值平均值，作为温度标准值的平均值，被校温度传感器的 3 次读数值的平均值，作为被校温度传感器示值的平均值，示值误差计算公式见式 (3)。

$$\Delta T_i = \overline{T}_3 - \overline{T}_{s3} \quad (3)$$

式中：

$\Delta T_i$ —温度传感器在各温度点的示值误差，℃；

$\bar{T}_3$ —温度传感器各温度点上 3 次测量值平均值，℃；

$\bar{T}_{s3}$ —标准器在各温度点上 3 次示值平均值，℃。

## 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（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，应提前送校：

- a) 民用航空自动气象观测系统温度传感器经过维修或调整后；

b) 当发现温度测量值异常时。

## 附录 A

## 温度传感器校准记录表

校准记录流水号:

第 页 共 页

校 准 环 境	项 目	环境条件	备注
		空气温度 (°C)	
	相对湿度 (%RH)		
校 准 点 ℃	标准器		被校温度传感器
	名 称:		名 称:
	型号/规格:		型号/规格:
	生产厂家:		编 号:
	编 号:		生产厂家:
准确度等级/最大允差/不确定度:		送校单位:	
	标准值 (加平均值)	示值 (加平均值)	示值误差
校准依据			

校准人:

复核人:

校准日期: 年 月 日

## 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

## B.2 校准证书结果页

证书编号: ×××××-××××

校 准 结 果				
序号	标准值 (°C)	测量值 (°C)	示值误差 (°C)	不确定度 ( $k=2$ ) (°C)
1				
2				
3				
4				
...				

其它说明:

## 附录 C

## 测量不确定度评定示例

## C.1 测量模型

民用航空自动气象观测系统温度传感器作为被校对象，不确定度评定模型。

$$\Delta T = T_{\text{标}} - T_{\text{示}} \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\Delta T$ —被校准温湿度计温度修正值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{标}}$ —被校准温湿度计温度示值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$T_{\text{示}}$ —标准器温度示值， $^{\circ}\text{C}$ 。

不确定度分量考虑被校准仪器示值、温度的标准值、温度发生器的温度均匀度及波动度对它的影响。

## C.2 不确定度评定

## C.2.1 温度示值不确定度评定

对（C.1）求偏导，各分量灵敏系数如下：

$$C_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_{\text{标}}} = 1, \quad C_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_{\text{示}}} = -1 \quad (\text{C.2})$$

因此温度值的合成标准不确定度可由（C.3）计算

$$u_c(\Delta T) = \sqrt{u^2(T_{\text{标}}) + u^2(T_{\text{示}})} \quad (\text{C.3})$$

式中：

$u_c(\Delta T)$ —温度示值的合成标准不确定度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$u(T_{\text{标}})$ —温度标准值的不确定度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$u(T_{\text{示}})$ —仪器温度示值的不确定度， $^{\circ}\text{C}$ 。

### C.2.2 仪器温度示值引入的标准不确定度分量 $u(T_{\text{示}})$

被校温度传感器温度分辨率为  $0.01^{\circ}\text{C}$ ，不确定度区间半宽为  $0.005^{\circ}\text{C}$ ，服从均匀分布，则标准不确定度分量为：

$$u(T_{\text{示}}) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

### C.2.3 温度标准值 $T_{\text{标}}$ 引入的标准不确定度 $u(T_{\text{标}})$

标准温度计的最大允许误差为  $\pm 0.005^{\circ}\text{C}$ ，所以其引入的不确定度为：

$$\frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

采用恒温水槽作为温度源时，根据实验测量结果，估计恒温水槽均匀度为  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，波动度为  $\pm 0.1$  摄氏度，假设为均匀分布，则由温度均匀度和波动度引入的不确定度分量  $u(T_2)$  和  $u(T_3)$  分别为：

$$u(T_2) = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$u(T_3) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

因此，采用恒温水槽作为温度源时，扩展不确定度  $U$  由合成标准不确定度乘以包含因子  $k$  得到，包含因子取  $k=2$ ， $U = k \times u_c$ ，因此扩展不确定度计算为：

$$U=0.12 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$