

JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF(民航)0114—2024

民用航空自动气象观测系统气压传感器 校准规范

Calibration specifications for pressure 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 气压传感器校准规范

JJF(民航)0114-2024

Calibration specifications for pressure 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：中国民用航空西南地区空中交通管理局

中国民航科学技术研究院

宜宾机场集团有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规范主要起草人：

杨晓嘉（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）

邹 杰（中国民用航空总局第二研究所）

参加起草人：

张阿里布米（中国民航科学技术研究院）

李 毅（中国民用航空西南地区空中交通管理局）

胡 浩（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）

孙伟中（中国民用航空总局第二研究所）

王 博（中国民用航空总局第二研究所）

叶 开（中国民用航空西南地区空中交通管理局）

吴铠宏(宜宾机场集团有限公司)

彭笑非（中国民用航空总局第二研究所）

班 健(宜宾机场集团有限公司)

目次

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 气压	(2)
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	(2)
6.1 校准项目	(2)
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	(5)
附录 B	(6)
附录 C	(8)

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气压传感器校准规范

1 范围

本规范适用于民用航空自动气象观测系统气压传感器的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG (气象) 001-2015 自动气象站气压传感器检定规程

JJG 1084-2013 数字式气压计检定规程

AP-117-TM-2018-03R1 民用航空自动气象观测系统技术规范

AP-117-TM-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

气压传感器由单晶硅电路板部分和信号产生输出部分组成。硅电容气压传感器的内部结构和工作原理示意图如图 1 和图 2 所示。

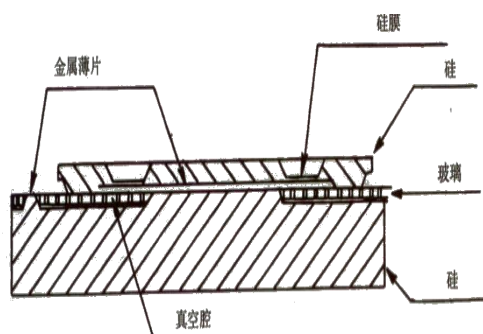


图 1 硅电容气压传感器结构

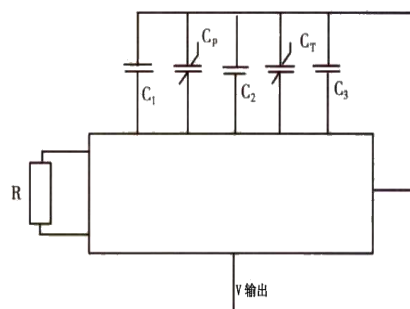


图 2 硅电容气压传感器工作原理

4 计量特性

4.1 气压

气压范围：（500~1100）hPa；

最大允许误差：±0.3hPa。

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 精密绝压计

测量范围：（500~1100）hPa；

分辨力：0.001hPa；

最大允许误差：±0.1hPa。

5.2.2 气压发生器

调压范围：（500~1100）hPa；

波动度：±0.05hPa；

气密性：≤0.3hPa（每10min）。

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

将被校气压传感器，连接至传感器校准工作台的压力输出接嘴上，检查系统气密性，进行气压传感器示值误差校准。

6.2.2 校准点的选择

- a) 压力校准点为：500hPa、600hPa、700hPa、800hPa、900hPa、1000hPa、1100hPa；
- b) 机场所在地气压极值；
- 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调节气压发生器的压力，先低压逐点升至高压，再从高压逐点降至低压，气压发生器达到设定压力后稳定 1 min 后进行校准。每隔 30 s 读取一次精密绝压计示值和被校气压传感器的输出值，连续读取 3 次，重复以上操作，至所有校准点校准结束，记录至《气压传感器校准记录表》中，《气压传感器校准记录表》参见附录 A。

6.2.4 示值误差计算

用精密绝压计的 3 次示值平均值，作为气压标准值的平均值，被校气压传感器的 3 次读数值的平均值，作为被校气压传感器示值的平均值，示值误差计算公式见公式（1）。

$$\Delta P_{Di} = P_{Di} - P_{Dis} \quad (1)$$

式中：

ΔP_{Di} —气压传感器在各压力点上的示值误差，hPa；

P_{Di} —各压力点上气压传感器 3 次输出值的平均值，hPa；

P_{Dis} —各压力点上气压标准器 3 次示值的平均值，hPa。

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，应提前送校：

- a) 民用航空自动气象观测系统气压传感器经过维修或调整后；
- b) 当发现气压测量值异常时。

附录 A

气压传感器校准记录表

校准记录流水号： 单位： hPa 第 页 共 页

校准环境	项 目	环境条件				备注
	空气温度(℃)					
	相对湿度(%RH)					
设定压力	标准器			被校气压传感器		
	名 称：		生产厂家：	名 称：		生产厂家：
	型号/规格：		编 号：	型号/规格：		编 号：
	准确度/最大允差：			送校单位：		
	示 值					
	标准值 (正程)	被测值 (反程)	示值误差	被测值 (反程)	标准值 (正程)	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： ℃ 相对湿度： %RH			地 点： 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 (hPa)	测量值 (hPa)	示值误差 (hPa)	不确定度($k=2$) (hPa)
1				
2				
3				
4				
5				
...				

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气压传感器作为被测量对象，建立校准结果不确定度评定模型：

$$\Delta P = P - P_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔP —为气压传感器示值误差，hPa；

P —为气压传感器示值，hPa；

P_0 —为标准器示值，hPa。

C.2 不确定度评定

C.2.1 不确定度来源

民用航空自动气象观测系统气压传感器测量结果不确定度的来源有：

- a) 示值重复性测量引入的标准不确定度；
- b) 标准器修正值引入的不确定度；
- c) 测量系统引入的不确定度；
- d) 计算机数据处理带来的修约误差。

C.2.2 A 类标准不确定度评定

重复性测量引入的不确定度为 A 类不确定度，在复现性条件下对传感器示值误差重复测量 10 次，由贝塞尔公式单次测量结果的标准不确定度表示为：

$$S_{(x)} = s(R_m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{mi} - \bar{R}_m)^2}{n-1}} \quad (\text{C.2})$$

式中：

$s(R_m)$ —实验标准偏差；

n —测量次数，通常 n 不小于 6 次；

$s(R_m)$ — n 次测量结果的平均值，可依据以前同型号传感器的实验标准偏差代替，故重复性引入的标准不确定度为：

$$u_{(x)} = \frac{S_{(x)}}{\sqrt{n}} \quad (C.3)$$

具体各点不确定度分量见表 C.1。

表C.1 重复性引入的不确定度

正行程（单位：hPa）		反行程（单位：hPa）	
校准点	u_1	校准点	u_1
500	0.009	1100	0.000
600	0.009	1000	0.004
700	0.004	900	0.004
800	0.006	800	0.006
900	0.004	700	0.006
1000	0.009	600	0.009
1100	0.000	500	0.009

C.2.3 B 类不确定度评定

B 类标准不确定度的评定主要考虑标准器修正值引入的不确定度、测量系统引入的不确定度、测量系统引入的不确定度、计算机数据处理修约误差带来的不确定度。

B 类不确定度计算公式为：

$$U_B = \frac{\alpha}{K} \quad (C.4)$$

式中：

α —被测量可能值区间的半宽度；

K —置信因子。

C.2.4 标准器修正值引入的不确定度

精密绝压计最大误差为 ± 0.1 (hPa)，以均匀分布估计， $k_{95} = \sqrt{3}$ ，故：

$$u_2 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ (hPa)}$$

C.2.5 测量系统引入的不确定度

不确定度 $u_3 = 0 \text{ (hPa)}$ 。

C.2.6 计算机数据处理修约误差引入的不确定度

标准气压值由计算机自动采集并处理，最终保留两位小数。此时数据修约误差最大是 0.005，修约误差对各测量点的影响呈均匀分布，包含因子取 $k=1.732$ ，

其标准不确定度为： $u_4 = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ (hPa)}$ 。

C.2.7 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} \quad (\text{C.5})$$

故合成标准不确定度 $u_c = 0.058 \text{ (hPa)}$ 。

C.2.8 扩展不确定度的评定

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：

$$U=0.1 \text{ (hPa)} \quad (\text{C.6})$$