

JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF(民航) 0014—2020

代替 JJG(民航) 014—95

角度位置指示器

Angle Position Indicator

2020-07-20 发布

2020-10-01 实施

中国民用航空局 发布

角度位置指示器 校准规范

Calibration Specification for

Angle Position Indicator

JJF (民航) 0014—2020

代替 JJG (民航) 014—95

本规范经中国民用航空局2020年07月20日批准, 并自2020年10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

起草单位: 北京飞机维修工程有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规范起草人：

殷晓玲（北京飞机维修工程有限公司）

甘翊红（北京飞机维修工程有限公司）

王 辉（北京飞机维修工程有限公司）

周 博（北京飞机维修工程有限公司）

丁 政（北京飞机维修工程有限公司）

张咏梅（中国民航科学技术研究院）

目 录

引言	(I)
1 范围	(1)
2 概述	(1)
2.1 用途	(1)
2.2 组成	(1)
2.3 工作原理	(1)
3 计量特性	(1)
4 校准条件	(1)
4.1 环境条件	(1)
4.2 测量标准及其他设备	(2)
5 校准项目	(2)
6 校准方法	(2)
6.1 通用技术要求检查	(2)
6.2 校准点的选择	(2)
6.3 同步器准确度校准	(2)
6.4 解算器准确度校准	(3)
7 校准结果	(3)
8 复校时间间隔	(3)
附录 A 校准证书格式	(4)
附录 B 校准证书内容	(7)
附录 C 不确定度评定方法	(8)
附录 D 不确定度评定示例	(10)

引 言

本规范参考 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制，其主要内容依据如下技术资料：

- 8810A 型角度位置指示器手册 NORTH ATLANTIC Model 8810A Angle Position Indicator Rev. D Mar 14, 2005;
- 8810 型角度位置指示器手册 NORTH ATLANTIC Model 8810 Angle Position Indicator Rev. June 8, 1989 ; March 1, 1991 ; Aug 10, 1999;
- 8500 型角度位置指示器手册 NORTH ATLANTIC Model 8500 Angle Position Indicator Rev. Original;
- API6810A 型角度位置指示器手册;
- API-01 型角度位置指示器手册;
- API8600 型角度位置指示器手册;
- ATC-Z-001 型角度位置指示器手册;
- GSC-3616(X) 型角度位置指示器手册;
- JWZ541(X) 型角度位置指示器手册;
- JWZ548A 型角度位置指示器手册;
- SR103 型角度位置指示器手册;
- STA-P-003R 型角度位置指示器手册。

本规范代替 JJG (民航) 014-95《8810 型角度位置指示器检定规程》。除编辑性修改外主要变化如下：

- 将 8810 型角度位置指示器检定规程更改为角度位置指示器校准规范;
- 增加引言部分、范围部分;
- 概述部分分别以用途、组成、工作原理描述;
- 技术要求、检定条件、检定项目分别改为计量特性、校准条件、校准项目;
- 检定方法改为校准方法，按各型号通行方法描述;

- 检定结果处理、检定周期分别改为校准结果、复校时间间隔；
- 增加附录 A 校准证书记录格式、附录 B 校准证书内容；
- 增加附录 C 不确定度评定方法和附录 D 不确定度评定示例。

本规范历次发布的版本 JJG（民航）014-95。

角度位置指示器校准规范

1 范围

本规范适用于民用航空系统飞机维修使用中和修理后的角度位置指示器(以下简称指示器)的校准,对于技术手册为其他版本的指示器,如果本规范能够满足其技术要求,可参照本规范进行校准。

2 概述

2.1 用途

指示器广泛应用于民用航空维修领域中同步及解算信号的测量及显示。

2.2 组成

指示器一般包括以下几个部分:电源系统、模数转换电路、指示与控制电路、IEEE-488 及 USB 接口。根据其规格和用途,可以采用不同的组合形式。

2.3 工作原理

指示器是一个精确的随动系统,它可以将输入的任意标准电平模拟信号,转换为同步或解算的数据,从前面板的数码管显示或从后面的接口输出。

3 计量特性

同步和解算方式:

角度范围: $0\sim 360^\circ$

允差不优于: $\pm 0.004^\circ$

4 校准条件

4.1 环境条件

环境温度: $(23\pm 5)^\circ\text{C}$

相对湿度: 不大于 85%

电源电压: $(110\pm 5)\text{V}$ 或 $(220\pm 10)\text{V}$; $(50\pm 2)\text{Hz}$ 或 $(400\pm 20)\text{Hz}$

周围应无影响正常工作的机械振动和电磁场干扰。

4.2 测量标准及其他设备

4.2.1 同步和解算标准模拟器

范围：0~360°

允差：应优于被校指示器最大允许误差的四分之一

4.2.2 交流电源

电压：(26±0.5) V 或 (115±2) V

频率：(400±8) Hz

5 校准项目

校准项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 同步器示值的校准；
- c) 解算器示值的校准。

6 校准方法

6.1 外观检查

指示器应无影响正常工作的机械损伤，各开关旋钮应操作灵活、接触可靠、定位准确，通电后指示器显示应清晰、无叠字断划。

被校指示器的附件及文件应齐全。

6.2 校准点的选择

同步和解算标准模拟器输出电压为11.8V情况下，以0.01°、0.1°、1°、10°为步进单位，分别在0.01°~0.09°、0.1°~0.9°、1°~9°、10°~360°范围内对指示器进行校准。

6.3 同步器示值的校准

6.3.1 将同步和解算标准模拟器与指示器信号端连接。

6.3.2 按要求调节交流电源输出的基准电压，分别与同步和解算标准模拟器和指示器基准电压输入端连接。

6.3.3 选择同步器方式，按6.2依次设置同步和解算标准模拟器的角度值，对同步器的示值进行校准。读取指示器的指示值，将结果填入附录A表A.1中。

6.4 解算器示值的校准

选择解算器方式，按6.2依次设置同步和解算标准模拟器的角度值，对解算器的示值进行校准。读取指示器的指示值，将结果填入附录A表A.1中。

7 校准结果

经校准的指示器出具校准证书，校准证书的内容见附录 B，测量不确定度评定方法见附录 C，不确定度评定示例见附录 D。

8 复校时间间隔

指示器的复校时间间隔一般不超过 12 个月，必要时可随时校准。

附录 A

校准证书记录格式

计量器具名称 _____ 型号规格 _____
 制造厂 _____ 设备编号 _____
 出厂编号 _____ 送校单位 _____
 环境温度 _____ 相对湿度 _____
 校准结果 _____

校准员 _____ 核验员 _____ 校准日期 _____

外观检查: _____

A.1 同步器/解算器准确度校准

表 A.1

标准值	实测值		允差
	同步器	解算器	
000.0000			
000.0100			
000.0200			
000.0300			
000.0400			
000.0500			
000.0600			
000.0700			
000.0800			
000.0900			
000.1000			
000.2000			
000.3000			
000.4000			
000.5000			
000.6000			
000.7000			
000.8000			
000.9000			

表 A. 1 (续)

标准值	实测值		允差
	同步器	解算器	
001.0000			
002.0000			
003.0000			
004.0000			
005.0000			
006.0000			
007.0000			
008.0000			
009.0000			
010.0000			
020.0000			
030.0000			
040.0000			
050.0000			
060.0000			
070.0000			
080.0000			
090.0000			
100.0000			
110.0000			
120.0000			
130.0000			
140.0000			
150.0000			
160.0000			
170.0000			
180.0000			
190.0000			
200.0000			
210.0000			
220.0000			
230.0000			
240.0000			
250.0000			
260.0000			
270.0000			

表 A. 1 (续)

。

标准值	实测值		允差
	同步器	解算器	
280.0000			
290.0000			
300.0000			
310.0000			
320.0000			
330.0000			
340.0000			
350.0000			

附录 B

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，一般应包括下列内容：

- 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) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- 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；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 C

不确定度评定方法

C.1 评定依据

JJF1059.1 测量不确定度评定与表示

C.2 角度位置指示器不确定度评定种类

对角度位置指示器的测量结果进行不确定评定。

C.3 产生不确定度的来源

不确定度的来源有：

- 在重复性条件下被测量在 n 次观测中的变化；
- 标准装置本身带来的不确定度；
- 测量过程中由环境变化带来的不确定度，如温度、相对湿度、电源电压不稳定等；
- 仪表的分辨力带来的不确定度。

C.4 测量不确定的评定方法

C.4.1 测量不确定度 A 类评定

对角度位置指示器在某一点进行 n 次重复性测量。 n 一般不少于 10。用公式(C.1) (贝塞尔公式) 计算试验标准差。

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

式中： $s(x_i)$ ——实验标准差；

n ——测量次数；

x_i ——第 n 次的测量结果；

\bar{x} —— n 次测量结果的算术平均值。

用公式(C.2)计算测量结果的标准不确定度 $u(\bar{x})$ ：

$$u(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n}} \quad (\text{C.2})$$

式中： $u(\bar{x})$ ——标准不确定度；

$s(x_i)$ —— 实验标准差;
 n —— 测量次数。

C. 4. 2 测量不确定度 B 类评

C. 4. 2. 1 标准装置引入的不确定度

若标准器检定或校准证书上出具了不确定度,可直接引用在测量点上的标准不确定度,需注意的是应为合成标准不确定度;若标准器检定或校准证书上未出具不确定度,可引用标准器在此测量点上通过准确度或允差计算得到的不确定度。

C. 4. 2. 2 测量过程中环境的变化带来的不确定度

由温度、相对湿度、电源电压不稳定等带来的影响,若环境条件为标准条件,此影响可忽略不计。

C. 4. 3 合成标准不确定度 u_c 的评定

在各输入量彼此独立的条件下,用公式(C.3)计算合成标准不确定度 u_c 。

$$u_c = \sqrt{\sum_{k=1}^n u_k^2} \quad (\text{C.3})$$

式中: u_c —— 合成标准不确定度;
 n —— 标准不确定度来源个数;
 u_k —— 第 k 个来源的不确定度。

C. 4. 4 扩展不确定度 U 的评定

用公式(C.4)计算扩展不确定度 U 。

$$U = k u_c \quad (\text{C.4})$$

式中: k 为包含因子,一般取 2。

附录 D

不确定度评定示例

D.1 标准器和指示器技术指标

D.1.1 DSRS-5DA 型同步和解算标准模拟器的技术指标

项目	技术指标(1 年)
校准点允差	$\pm 0.0006^\circ$

D.1.2 8810 角度位置指示器的技术指标

项目	校准点	允差
角度	90°	$\pm 0.004^\circ$

D.2 角度位置指示器 A 类标准不确定度评定

指示器在 90° 校准点的十次测量结果： 90.000° 、 90.001° 、 90.000° 、 90.000° 、 90.001° 、 90.001° 、 90.000° 、 90.001° 、 90.001° 、 90.000° 。

用公式 (C.1) 计算试验标准差，得到：

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 5.270 \times 10^{-4} (^\circ)$$

用公式 (C.2) 计算测量结果的标准不确定度，得到：

$$u_a = s(x_i) / \sqrt{10} \approx 1.667 \times 10^{-4} (^\circ)$$

D.3 角度位置指示器 B 类标准不确定度评定

D.3.1 标准装置的不确定度

按照在 1 年有效期内的指标得到： $a = \pm 0.0006^\circ$

DSRS-5DA 型同步和解算标准模拟器的技术指标来源可靠，具有较高的自由度。该型标准模拟器符合均匀分布，具有 95% 包含概率，查均匀分布在不同包含概率下的包含因子表得 $k = \sqrt{3}$ ，因此，技术指标引入的标准不确定度分量 $u_{b1} = a/k = 0.0006/1.732 = 3.464 \times 10^{-4} (^\circ)$

D.3.2 测量过程中由环境变化带来的不确定度

由温度、相对湿度、电源电压不稳定等带来的影响，因为环境条件为标准条

件，顾此影响可忽略不计。

D.3.3 仪表的分辨力带来的不确定度

在由仪表分辨力导致的标准不确定度中，输入量的分布为均匀分布，8810型角度位置指示器的分辨力 0.001° ，因此得到标准不确定度：

$$u_{b2} = \frac{1}{2\sqrt{3}} LSD = 2.887 \times 10^{-4} (^\circ)$$

不确定度分量一览表见表 D.1。

表 D.1

	不确定度来源	类型	a_i	分布	k_i	u_i
1	测量结果重复性	A	—	—	—	$1.667 \times 10^{-4} (^\circ)$
2	标准装置	B	0.0006°	均匀分布	$\sqrt{3}$	$3.464 \times 10^{-4} (^\circ)$
3	角度位置指示器分辨力	B	$\frac{1}{2} LSD$	均匀分布	$\sqrt{3}$	$2.887 \times 10^{-4} (^\circ)$

D.4 合成标准不确定度 u_c 的评定

输入量相互间彼此独立。用公式(C.3)计算 90° 测量点时的合成标准不确定度 u_c ，得到：

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2} = \sqrt{u_a^2 + u_{b1}^2 + u_{b2}^2} = \sqrt{(1.667 \times 10^{-4})^2 + (3.464 \times 10^{-4})^2 + (2.887 \times 10^{-4})^2} \\ &= 4.8 \times 10^{-4} \\ &\approx 0.0005 (^\circ) \end{aligned}$$

D.5 扩展不确定度 U 的评定

用公式(C.4)计算扩展不确定度。

一般情况下，包含概率为 95%，包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = 0.0005 \times 2 = 0.001 (^\circ)$

由于作为 B 类不确定度分量的值在整个 $0^\circ \sim 360^\circ$ 内不随被测角度而变化，所以 $0^\circ \sim 360^\circ$ 内任意角度的扩展不确定度均为 0.001° 。