

JJF

中华人民共和国民用航空部门计量技术规范

JJF(民航) 0118—2013

PSD747-2 型燃油油量测试仪

PSD747-2 FUEL QUANTITY TEST SET

2013—08—26 发布

2013—11—01 实施

中国民用航空局 发布

PSD747-2型燃油油量 测试仪校准规范

Calibration Specification for

PSD747-2 Fuel Quantity Test Set

JJF(民航) 0118—2013

本规范经中国民用航空局于2013年8月26日批准，并自 2013年11月1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：厦门航空有限公司

厦门太古飞机工程有限公司

本规范技术条文由起草单位负责解释。

本规范起草人：

庄利平 (厦门航空有限公司)

苏宏山 (厦门航空有限公司)

陈征宇 (厦门太古飞机工程有限公司)

沈长江 (厦门太古飞机工程有限公司)

目 录

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 电压指示状态输入直流电压	(1)
4.2 密度开关位置输出交流电压	(1)
5 校准条件	(2)
5.1 校准环境条件	(2)
5.2 校准设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准方法	(3)
7 校准结果的处理	(6)
8 复校时间间隔	(7)
附录A 校准记录格式	(8)
附录B 校准证书的内容	(11)
附录C 不确定度评定	(12)
附录D 不确定度评定实例	(15)

引 言

本规范参考《JJF 1071 国家计量校准规范编写规则》和《JJF 1059.1 测量不确定评定与表示》的相关要求进行编制。其主要内容依据JcAIR 公司2001年第20版, 编号为06-0772-00的《PSD747-2型燃油油量测试仪维护手册》(PSD747-2 FUEL QUANTITY TEST SET MAINTENANCE MANUAL)中的相关内容编写。

PSD747-2型燃油油量测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于民用航空系统飞机维修中应用的技术手册为《MAINTENANCE MANUAL PSD747-2 FUEL QUANTITY TEST SET JcAIR公司 DECEMBER 26, 2001, 第20版, 编号为06-0772-00英文版》的PSD747-2型燃油油量测试仪(以下简称测试仪)的校准。

对于技术手册为其他版本的测试仪, 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 引用文件

本规范引用了下列文件:

DECEMBER 26, 2001 《PSD747-2型燃油油量测试仪维护手册》, 第20版, 编号为06-0772-00 (PSD747-2 FUEL QUANTITY TEST SET MAINTENANCE MANUAL)

凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本规范; 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

测试仪即可与PSD60型燃油油量测试仪配套使用对飞机燃油油量系统进行测试, 亦可单独用于对飞机燃油油箱中的密度传感器进行测试或故障隔离。该测试仪主要由微处理系统、测量电路和内部电源组件等组成。

4 计量特性

4.1 电源指示状态输入直流电压

电压值: 12.65 V

允差: ± 0.50 V

4.2 密度开关位置输出交流电压

电压值: 3.5 V(峰-峰值)

允差: ± 1.5 V

5 校准条件

5.1 校准环境条件

环境温度: $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$

相对湿度: 45%RH~75%RH

周围无影响正常工作的电磁场干扰和振动。

5.2 校准设备

5.2.1 数字多用表

直流电压范围: 0 V~30 V

允差: $\pm 0.3\%$ 读数

5.2.2 信号发生器

频率范围: 0 Hz~100 kHz

允差: ± 50 Hz

输出电平: 5 mV~10 V

允差: $\pm 1\%$ 读数

5.2.3 数字存储示波器

交流电压范围: 1 mV/格~10 V/格

允差: $\pm 2\%$

5.2.4 辅助设备

TE747-2 测试盒(以下简称测试盒)

直流稳压电源, 范围: 0 V~30 V

计时器

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目如下：

- a) 外观检查；
- b) 线路通断检查；
- c) 开关功能检查；
- d) 电源指示状态输入直流电压的校准；
- e) 密度开关输出交流电压的校准；
- f) 密度计指示灯状态的检查；
- g) R1~R8 指示灯及电源指示灯状态的检查。

6.2 校准方法

6.2.1 外观检查

测试仪的外形结构应完好，无影响正常工作的机械损伤，各旋钮开关应操作灵活、接触可靠、定位准确、显示应清晰。

6.2.2 线路通断检查

用数字多用表逐一对表1中两测试点之间的线路进行通断检查，将结果填入附录A的表A.1中。

表1 线路通断检查

测试连接点1	测试连接点2	要求
“HIZ” 外壳	机盒	断路
“HIZ” 中心针	“SINGAL” (信号) 中心针	通路
“HIZ” 外壳	“SINGAL” 外壳	
“VTO POT HI” (容量完成 电位器 高)	J1-S	
“VTO POT WIPER” (弧刷)	J1-T	
“VTO POT LO” (低)	J1-U	
“DISCRETES +” (离散信号 +)	J1-V	
“DISCRETES -”	J1-W	
“DISCRETES LB/KG” (磅/千克)	J1-X	
“DISCRETES W/D” (湿/干)	J1-Y	
“DISCRETES WOW1” (重量在机轮上)	J1-Z	
“DISCRETES WOW2”	J1-a	
绿色 “SIGNAL” 插孔	机盒	

6.2.3 开关功能检查

按表2设置测试仪的“PROBE SELECT”（探头选择）开关位置，用数字多用表逐一对表2中两测试点之间的线路进行通断检查，将结果记录在附录A的表A.2中。

表2 开关功能检查

开关位置	测试连接点1	测试连接点2	要求
A	绿色“SIGNAL”插孔	J1- B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R	通路
A		J1-A	
B		J1-B	
C		J1-C	
D		J1-D	
E		J1-E	
F		J1-F	
G		J1-G	
H	“LOZ”中心针	J1-H	通路
I		J1-J	
J		J1-K	
K		J1-L	
L		J1-M	
M		J1-N	
N		J1-P	
O		J1-R	

6.2.4 电源指示状态输入直流电压的校准

6.2.4.1 将电池从电池盒中取出。

6.2.4.2 按图1连接仪器。

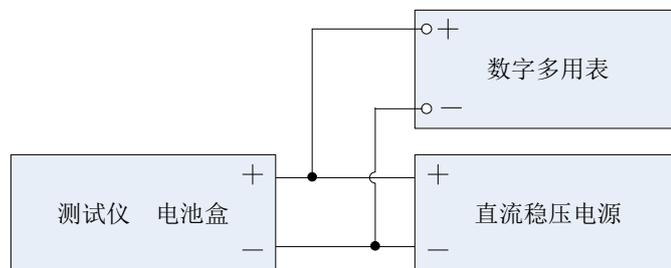


图1 电源指示状态输入直流电压校准的接线图

6.2.4.3 调节直流稳压电源输出为18 V。

6.2.4.4 将密度计开关设置在“DENSITY”（密度）位置，“BATT”（电池）指示灯应不亮。

6.2.4.5 逐渐降低直流稳压电源输出，当“BATT”指示灯完全点亮时读取数字多表示值，将结果填入附录A的表A.3中。

6.2.5 密度开关输出交流电压的校准

6.2.5.1 按图2连接仪器。

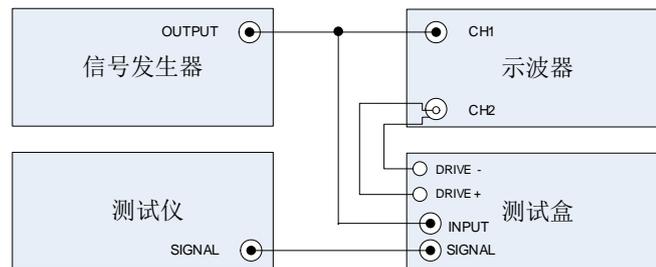


图2 密度开关输出交流电压的校准接线图

6.2.5.2 将测试仪的“DENSITOMETER”（密度计）开关设置在“DENSITY”位置。

6.2.5.3 调节信号发生器输出15 mV（峰-峰值）、15 kHz的正弦波信号，并用示波器观测其波形正常。

6.2.5.4 将测试盒的“DENSITY/R1-R8”开关设置在“DENSITY”位置；用示波器测量测试盒的驱动输出，将结果填入附录A的表A.4中。

6.2.5.5 将信号发生器输出电压幅值调整为30 mV（峰-峰值），用示波器测量测试盒的驱动输出，将结果填入附录A的表A.4中。

6.2.5.6 将信号发生器输出电压幅值调整为100 mV（峰-峰值），保持至少30 s后迅速降至10 mV，用示波器测量测试盒的驱动输出，将结果填入附录A的表A.4中。

6.2.5.7 将信号发生器的输出电压幅值调整为5 mV（峰-峰值），用示波器测量测试盒的驱动输出，将结果填入附录A的表A.4中。

6.2.6 密度计指示灯状态的检查

6.2.6.1 将信号发生器输出电压幅值调整为5 mV（峰-峰值），按表3调整输出频率，检查在不同频率范围内测试仪上密度计指示灯的状态应符合表3的要求，将结果填入附录A的表A.5中。

表3 信号发生器输出频率范围及密度计指示灯状态检查

信号发生器输出频率范围	密度计指示灯状态
4.5 kHz~5.5 kHz	GOOD(灭)/BAD(亮)
8.5 kHz~9.5 kHz	GOOD(亮)/BAD(灭)
21.5 kHz~22.5 kHz	GOOD(亮)/BAD(灭)
27.5 kHz~28.5 kHz	GOOD(灭)/BAD(亮)

6.2.6.2 断开信号发生器的连接,检查测试仪密度计“BAD”(坏)指示灯应亮,将结果填入附录A的表A.5中,断开示波器与测试盒的连接。

6.2.6.3 将测试盒的“DENSITY/R1-R8”开关设置在“R1-R8”位置。

6.2.7 R1~R8 指示灯及电源指示灯状态的检查

6.2.7.1 按表4依次设置测试仪密度计R1~R8开关位置,依次检查测试盒以及R1~R8按钮在正常位置和按下位置时测试仪指示灯两种不同的状态,将结果填入附录A的表A.6中。

表4 R1~R8 指示灯状态检查

测试仪“DENSITOMETER” 开关位置	测试盒对应按钮正常位置	测试盒对应按钮按下位置
	测试仪指示灯状态	
R1	绿灯(亮)/红灯(灭)	红灯(亮)/绿灯(灭)
R2		
R3		
R4		
R5		
R6		
R7		
R8		

6.2.7.2 拆除所有连接线并安装电池。

6.2.7.3 将测试仪的密度计开关置于“DENSITY”位置,“BATT”指示灯应不亮,将结果填入附录A表A.6中。将密度计开关置于“OFF”(关闭)位置。

7 校准结果的处理

经校准的测试仪出具校准证书，校准证书的内容详见附录B，不确定度评定见附录C，不确定度评定实例参见附录D。

8 复校时间间隔

测试仪的复校时间间隔一般不超过12个月，必要时可随时送校。

附录 A

PSD747-2型燃油油量测试仪校准记录格式

设备名称	_____	型号规格	_____
制造厂	_____	设备编号	_____
送校单位	_____	相对湿度	_____
环境温度	_____	校准结果	_____

校准员 _____ 核验员 _____ 校准日期 _____

外观检查: _____

表A.1 线路通断检查

测试连接点1	测试连接点2	要求	结果
“HIZ”外壳	机盒	断路	
“HIZ”中心针	“SINGAL”（信号）中心针	通路	
“HIZ”外壳	“SINGAL”外壳		
“VTO POT HI”（容量完成 电位器高）	J1-S		
“VTO POT WIPER”（弧刷）	J1-T		
“VTO POT LO”（低）	J1-U		
“DISCRETES +”（离散信号 +）	J1-V		
“DISCRETES -”	J1-W		
“DISCRETES LB/KG”（磅/千克）	J1-X		
“DISCRETES W/D”（湿/干）	J1-Y		
“DISCRETES WOW1”（重量在机轮上）	J1-Z		
“DISCRETES WOW2”	J1-a		
绿色“SIGNAL”插孔	机盒		

表A.2 开关功能检查

开关位置	测试连接点1	测试连接点2	要求	结果
A	绿色“SIGNAL”插孔	J1- B, C, D, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P, R	通路	
A	“LOZ”中心针	J1-A		
B		J1-B		
C		J1-C		
D		J1-D		
E		J1-E		
F		J1-F		
G		J1-G		
H		J1-H		
I		J1-J		
J		J1-K		
K		J1-L		
L		J1-M		
M		J1-N		
N		J1-P		
O		J1-R		

表A.3 电源指示状态输入直流电压校准

“BATT”指示灯	被测量	实测值	允差
亮	12.65 V		± 0.50 V

表A.4 密度开关输出交流电压校准

函数信号发生器输出	被测量 (峰-峰值)	实测值	允差
15 mV/15 kHz	3.5 V		± 1.5 V
30 mV/15 kHz	3.5 V		± 1.5 V
10 mV/15 kHz	3.5 V		± 1.5 V
5 mV/15 kHz	3.5 V		± 1.5 V

表A.5 密度计指示灯状态检查

信号发生器输出频率范围	密度计指示灯状态	结果
4.5 kHz~5.5 kHz	GOOD(灭)/BAD(亮)	
8.5 kHz~9.5 kHz	GOOD(亮)/BAD(灭)	
21.5 kHz~22.5 kHz	GOOD(亮)/BAD(灭)	
27.5 kHz~28.5 kHz	GOOD(灭)/BAD(亮)	
断开	BAD(亮)	

表A.6 R1~R8 指示灯及电源指示灯状态的检查

测试仪“DENSITOMETER” 开关位置	测试盒对应按钮 正常位置	测试盒对应按钮 按下位置	结果
	测试仪指示灯状态		
R1	绿灯(亮)/红灯(灭)	红灯(亮)/绿灯(灭)	
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			
R7			
R8			
DENSITY	“BATT” 指示灯(灭)		

附录 B

校准证书的内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，一般包括下列内容：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 证书或报告的唯一性标识（如编号），页码及总页的标识；
- d) 送校单位的名称和地址；
- e) 被校测试仪的描述和明确标识；
- f) 校准日期；
- g) 采用本校准规范的说明，包括名称、代号以及对本规范的任何偏离、增加或减少的说明；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果：数据及测量不确定度的说明；
- k) 校准证书或校准报告签发人的签名或等效标识，以及签发日期；
- l) 复校时间间隔的建议；
- m) 校准实验室签章；
- 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，不得局部复制校准证书的声明。

附录 C

不确定度评定

C.1 评定依据

JJF1059.1 测量不确定度评定与表示
常用测量不确定度评定方法及应用实例

C.2 测试仪测量不确定度评定种类

应对燃油油量的测量结果进行不确定评定。

C.3 产生不确定度的来源

不确定度的来源如下：

- 在重复性条件下被测量在n次观测中的变化；
- 标准装置自身准确度带来的不确定度；
- 测量过程中因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；
- 数字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 数学模型

按公式(C.1)建立数学模型：

$$\Delta X = X_0 - X \quad (\text{C.1})$$

式中： ΔX ——测试仪器在校准点的标称值误差；

X_0 ——校准点的标称值；

X ——校准仪器在校准点的读数。

C.4.2 测量不确定度A类的评定方法

测量在某一点进行 n 次重复性测量。 n 一般不少于10次。用公式(C.2)计算实验标准差。

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

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。

测量结果A类的标准不确定度 $u(x)$ 等于 $s(x_i)$ 。

C.4.3 测量不确定度B类评定

C.4.3.1 标准装置的不确定度

对标准器的不确定度若标准器校准证书上出具了不确定度的可直接引用在测量点上的标准不确定度；若标准器校准证书上未出具不确定度，则可引用标准器在此测量点上的准确度或允差，根据公式(C.3)计算得出不确定度。

$$u_i = \frac{|\Delta|}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.3})$$

C.4.3.2 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.4.3.3 数字仪表的分辨力带来的不确定度

由于标准器为数字显示性的仪表，其分辨力带来的不确定度计算采用最小分辨力的半宽除以包含因子，此处为均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

C.4.4 合成标准不确定度的评定

按公式(C.4)计算合成标准不确定度 u_c ：

$$u_c = \sqrt{\sum_{k=1}^N u_k^2} \quad (\text{C.4})$$

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^2 ——第 k 个来源的不确定度。

C.4.5 扩展不确定度的评定

按公式(C.5)计算扩展不确定度 U ：

$$U = k u_c \quad (\text{C.5})$$

式中： k ——包含因子，一般取2。

附录 D

不确定度评定实例

D.1 电源指示状态输入直流电压的校准不确定度 $u(V_x)$ 的评定D.1.1 测量重复性导致的不确定度 $u(V_{x1})$

用直流稳压电源和数字多用表HP3458A对PSD747-2仪器电源指示状态进行10次连续测量,得到如表D.1所示的一组测量列,采用A类方法进行评定。

表D.1 测量数据

V

次数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682	12.682

用公式(C.2)计算,得到:

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0 \quad (\text{V})$$

$$u(V_{x1}) = s(x_i) = 0 \quad (\text{V})$$

D.1.2 数字多用表的分辨力导致的不确定度 $u(V_{x2})$

$u(V_{x2})$ 采用B类方法评定。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,示值误差区间半宽度 $a = \text{分辨力}/2 = 0.001/2 = 0.0005\text{V}$,包含因子 $k = \sqrt{3}$,用公式(C.3)计算标准不确定度:

因此得到:

$$u(V_{x2}) = 0.0005/\sqrt{3} = 0.29 \text{ (mV)}$$

D.1.3 数字多用表的误差引入的不确定度 $u(V_{x3})$

HP 3458A数字万用表经上级传递合格,校准报告上给出在12.65 V时的不确定度为0.052 mV,包含因子 $k=2$,采用B类方法进行评定,故其标准不确定度为:

$$u(V_{x3}) = 0.052/2 = 0.026 \text{ (mV)}$$

D. 1.4 测量过程中环境的变化带来的不确定度 $u(V_{x4})$

由于采用直接测量法，在受控的实验室环境条件下，由温度系数带来的误差可以忽略。

D. 1.5 合成标准不确定度的计算

输入量 $u(V_{x1})$ 、 $u(V_{x2})$ 、 $u(V_{x3})$ 彼此独立，用公式(C.4)计算标称指示电压时的合成标准不确定度 $u(V_x)$ ，得到：

$$u(V_x) = \sqrt{[u(V_{x1})]^2 + [u(V_{x2})]^2 + [u(V_{x3})]^2} \approx 0.29 \text{ (mV)}$$

D. 1.6 扩展不确定度的评定

用公式(C.5)计算扩展不确定度 U ，得到：

$$U = 0.29 \times 2 = 0.58 \text{ (mV)}, k=2$$

D. 2 密度开关输出交流电压的校准不确定度 $u(V_N)$ 的评定D. 2.1 测量重复性导致的不确定度 $u(V_{N1})$

在相同温湿度下，用TDS3032数字存储示波器测量被测仪器的输出，连续独立测量10次，获得表D.2所示一组测量列，采用A类方法进行评定。

表D.2 测量数据

V(峰-峰值)

次数 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52

用公式(C.2)计算，得到：

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0 \text{ (V)}$$

$$u(V_{N1}) = s(x_i) = 0 \text{ (V)}$$

D. 2. 2 由TDS3032数字存储示波器的分辨力引入的不确定度 $u(V_{N2})$

$u(V_{N2})$ 采用B类方法评定。TDS3032数字存储示波器在3.5 V时的分辨力为20 mV，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，用公式(C. 3)计算标准不确定度，因此得到：

$$u(V_{N2}) = 20 / \sqrt{3} = 11.55 \text{ (mV)}$$

D. 2. 3 由TDS3032数字存储示波器的准确度引入的不确定度 $u(V_{N3})$

TDS3032数字存储示波器经上级传递合格，厂家说明书给出在3.5 V时的准确度为 ± 70 mV，在(-70~70) mV区间内可认为它符合均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故标准器准确度引入的不确定度为：

$$u(V_{N3}) = 70 / \sqrt{3} = 40.5 \text{ (mV)}$$

D. 2. 4 测量过程中环境的变化带来的不确定度 $u(V_{N4})$

由于采用直接测量法，在受控的实验室环境条件下，由温度系数带来的误差可以忽略。

D. 2. 5 合成标准不确定度的计算

输入量 $u(V_{N1})$ 、 $u(V_{N2})$ 、 $u(V_{N3})$ 彼此独立，用公式(C4)计算标称指示电压时的合成标准不确定度 $u(V_N)$ ，得到：

$$u(V_N) = \sqrt{[u(V_{N1})]^2 + [u(V_{N2})]^2 + [u(V_{N3})]^2} \approx 40.9 \text{ (mV)}$$

D. 2. 6 扩展不确定度的评定

用公式(C. 5)计算扩展不确定度 U ，得到：

$$U = 40.9 \times 2 = 82 \text{ (mV)}, k=2$$