

中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

**JJF**(电子) XXXX─2022

飞机雷电抑制器测试仪校准规范

Calibration Specification of Lightning Suppressor Testers for

Aircraft

××××-××-××发布 ××××-××-××实施

**中华人民共和国工业和信息化部** 发 布

飞机雷电抑制器测试仪校准规范

Calibration Specification of Lightning Suppressor Testers for Aircraft

**JJF(电子) XXXX**─**XXXX**

归 口 单 位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：南京紫金计量有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范起草人：

吴融会（南京紫金计量有限公司）

宋 扬（南京紫金计量有限公司）

伍 源（南京紫金计量有限公司）

目 录

[引 言 Ⅱ](#_Toc97761062)

[1 范围 1](#_Toc97761063)

2 引用文件 1

[3 概述 1](#_Toc97761064)

[4 计量特性](#_Toc97761065) [1](#_Toc97761065)

[4.1 标称电压*U*1mA 1](#_Toc97761066)

[4.2 直流电流*I* 1](#_Toc97761067)

[5 校准条件 2](#_Toc97761068)

[5.1 环境条件 2](#_Toc97761069)

[5.2 测量标准及其他设备 2](#_Toc97761070)

[6 校准项目和校准方法 3](#_Toc97761071)

[6.1 校准项目 3](#_Toc97761072)

[6.2 校准方法 3](#_Toc97761073)

[7 校准结果表达 5](#_Toc97761074)

[8 复校时间间隔 6](#_Toc97761075)

[附录A 7](#_Toc97761076)

[附录B 8](#_Toc97761077)

[附录C 9](#_Toc97761078)

引 言

本规范依据JJF 1071−2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001−2011《通用计量术语及定义》及JJF1059.1−2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

飞机雷电抑制器测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于直流型飞机雷电抑制器测试仪的的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GJB 7512-2012 机载雷电抑制器通用规范

JJG (军工) 69-2017 直流标准电流源检定规程

JJF 1638-2017 多功能标准源校准规范

凡是注日期的引用文件，仅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

飞机雷电抑制器测试仪是用来测量飞机雷电抑制器的电压和电流参数的设备。雷电抑制器的核心为氧化锌压敏电阻，飞机雷电抑制器测试仪主要功能是对雷电抑制器的V-I特性进行测试。对直流型雷电抑制器的标称电压*U*1mA的测量是通过飞机雷电抑制器测试仪的控制单元控制电源电路输出电压或电流施加于被检雷电抑制器上，根据《GJB 7512-2012 机载雷电抑制器通用规范》的要求，测量电路中电流为1mA时输出的电压值，最后由显示单元显示测量结果。

电源电路

控制单元

被检雷电抑制器

测量电路

显示单元

图1 飞机雷电抑制器测试仪原理图

4 计量特性

4.1 标称电压*U*1mA

测量范围： ≤1000V

最大允许误差：±1%

4.2 直流电流*I*

测量范围： 0.5mA~20mA

最大允许误差：±1%

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度

15℃~35℃

5.1.2 相对湿度

20%~80%

5.1.3 供电电源

额定电压（1±10%）

5.1.4 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 直流数字电流表

测量范围：（0.1~20）mA

最大允许误差：±0.1%

5.2.2 波形记录仪

测量范围：

直流电压：（1~1000）V

最大允许误差：±0.3%

测量通道：≥2通道

5.2.3 高阻箱

阻值范围：100Ω~1MΩ

最小步进电阻：100Ω

额定功率：≥1W

5.2.4 电阻箱

阻值范围：100Ω~1kΩ

最小步进电阻：0.1Ω

功率：≥0.1W

最大允许误差：±0.2%

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表1：

表1 飞机雷电抑制器测试仪校准项目一览表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 项目名称 |
| 1 | 外观及工作正常性检查 |
| 2 | 标称电压*U*1mA |
| 3 | 直流电流 |
| 注：应根据被校飞机雷电抑制器测试仪的功能选择校准项目。 | |

6.2 校准方法

6.2.1 外观及工作正常性检查

6.2.1.1外观检查

仪器名称、型号、制造商、出厂编号、输出输入标志信息齐全，接线端子、开关、按键、拨盘功能正常，无松动、损伤、脱落。

6.2.1.2工作正常性检查

通电后，开关、按键、显示屏和各种状态指示灯（标志）应工作正常。

6.2.1.3预热

进行校准前，被校仪器及测量标准应按规定先至少预热半个小时以上，或按说明书规定时间预热。

6.2.2 标称电压*U*1mA

6.2.2.1 按图2方式进行接线，波形记录仪的测量通道均设置为电压采集并设置合适量程，选取合适的电阻箱的阻值R作为取样电阻，建议选取1kΩ电阻。可将通道1作为标称电压*U*1mA通道，通道2作为取样电压通道。

U2-

高阻箱

雷电抑制器测试仪

图2 标称电压*U*1mA校准连接图

Us+

Us-

波形记录仪

R

电阻箱

U1+

U1-

U2+

6.2.2.2根据说明书将高阻箱设置为合适电阻值，若无明确要求可将高阻箱设置为50kΩ，启动雷电抑制器测试仪后，两个信号采集通道会同时采集到相应的信号，直到测试结束。结束后，通过波形记录仪的游标定位至测量系统中电流为1mA时取样电压通道采集的电压值*U*0，

(1)

式中：

*U*0——取样电阻两端流过1mA电流时的电压，单位：V；

*I* ——流经取样电阻的电流，此式中为1mA；

*R*——取样电阻的电阻值，单位：Ω。

记录同时间标称电压*U*1mA采集通道采集到的电压值*U*1mA，记录飞机雷电抑制器测试仪显示的电压值*U*x。

6.2.2.3 标称电压*U*1mA示值误差按下式计算：

(2)

式中：

——被校飞机雷电抑制器测试仪的标称电压*U*1mA示值误差相对值；

*U*X——被校飞机雷电抑制器测试仪的标称电压*U*1mA标称值，单位：V；

*U*1mA——测量标准读取的标称电压*U*1mA实测值，单位：V。

6.2.3 直流电流

6.2.3.1 采用直接测量法，按图3方式进行接线，直流数字电流表选择合适电流测试档位。

高阻箱

雷电抑制器测试仪

直流数字电流表

图3 直流电流校准连接图

Is+

Is-

6.2.3.2 校准点的选取

对于连续可调的电流量程，在量程的10%~100%范围内均匀选取不少于3个校准点，其中1mA所在的量程1mA为必须校准点。

对于非连续可调的电流，则每个可选电流点都需选为校准点。

6.2.3.3 根据电流校准点选择相适应的电阻值，一般0.5mA~1mA选择50kΩ~70kΩ的电阻，1mA~5mA选择10kΩ~15kΩ的电阻，5mA~20mA选择5kΩ~7kΩ的电阻。

6.2.3.4 连接好测量电路后打开飞机雷电抑制器测试仪电流输出开关，记录飞机雷电抑制器测试仪的电流标称值*I*x，记录直流数字电流表的实测值*I*N。

6.2.3.5 直流电流示值误差按下式计算：

(3)

式中：

——被校飞机雷电抑制器测试仪的直流电流示值误差相对值

*I*X——被校飞机雷电抑制器测试仪的直流电流标称值，单位：mA；

*I*N——直流数字电流表读取的直流电流实测值，单位：mA。

7 校准结果表达

校准结束后应出具校准证书。校准证书至少包含以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d) 证书的唯一性标识（如编号），每页和总页数的标识；

e) 客户的名称和地址；

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和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i) 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) 对校准规范的偏离的说明；

n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；

o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过12个月。送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。经修理或调整后的飞机雷电抑制器测试仪应校准后再使用。

附录A

原始记录格式

A.1　外观及工作正常性检查

表A.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

A.2　标称电压*U*1mA

表A.2　标称电压*U*1mA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标称值/V | 实测值/V | 不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |

A.3　直流电流

表A.3　直流电流

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程  /mA | 标称值  /mA | 实测值  /mA | 不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录B

校准证书内页格式

B.1　外观及工作正常性检查

表B.1 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 |  |
| 工作正常性检查 |  |

B.2　标称电压*U*1mA

表B.2　标称电压*U*1mA

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标称值/V | 实测值/V | 不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |

B.3　直流电流

表B.3　直流电流

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 量程  /mA | 标称值  /mA | 实测值  /mA | 不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

附录C

**测量不确定度评定示例**

C.1 直流电流测量结果不确定度评定

C.1.1 测量模型

用直流数字电流表测量直流电流的测量模型为：

（C.1）

式中：

*I*N——直流电流标称值，单位：mA；

*I*x——直流电流实测值，单位：mA。

C.1.2 不确定度来源

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 不确定度分量来源 |
| A 类 | 测量结果重复性引入的不确定度*u*1 |
| B 类 | 直流数字电流表允差引入的不确定度*u*2 |
| B 类 | 直流数字电流表分辨力引入的不确定度*u*3 |

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1测量结果重复性引入的标准不确定度*u*1

用数字多用表对被测电流1mA测量点连续测量10次，测量结果如下表所示

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/mA | 1.0013 | 1.0015 | 1.0011 | 1.0014 | 1.0015 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值/ mA | 1.0015 | 1.0018 | 1.0016 | 1.0014 | 1.0012 |

根据表中的数据，可由贝塞尔公式计算出直流电流的实验标准偏差：

C.1.3.2 直流数字电流表允差引入的不确定度*u*2

对于直流电流1mA点，数字多用表的最大允许误差为±（0.05%RD+0.005%RG）=±0.00055mA。按均匀分布，取*k*=，则：

C.1.3.3 直流数字电流表分辨力引入的不确定度*u*3

对于直流电流1mA点，数字多用表的分辨力为0.000001mA。按均匀分布，取*k*=，则：

由分辨力引入不确定度分量与测量结果重复性引入的不确定度分量有重复，根据“不重复、不遗漏”的原则，且*u*3＜*u*1，故不考虑分辨力引入的不确定度分量*u*3。

C.1.4 合成不确定度

不确定度汇总表见表C.2。

表 C. 2直流电流不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定  方法 | 分布  类型 | 值 | 标准不确定度 |
| *u*1 | 测量重复性 | A类 | / | 1 | 0.00020mA |
| *u*2 | 数字多用表最大允许误差 | B类 | 正态 |  | 0.000318mA |

各不确定度分量相互独立不相关，则合成标准不确定度为：

C.1.5 相对扩展不确定度

取包含因子*k*＝2，则扩展不确定度为：

则相对扩展不确定度为：

，*k*=2

C.2 标称电压*U*1mA测量结果不确定度评定

C.2.1 测量模型

用波形记录仪测量电压的测量模型为：

（C.3）

式中：

*U*N——标称电压*U*1mA标称值，单位：V；

*U*x——标称电压*U*1mA实测值，单位：V。

C.2.2 不确定度来源

|  |  |
| --- | --- |
| 分类 | 不确定度分量来源 |
| A 类 | 测量结果重复性引入的不确定度*u*1 |
| B 类 | 波形记录仪允差引入的不确定度*u*2 |
| B 类 | 波形记录仪分辨力引入的不确定度*u*3 |
| B 类 | 电阻箱允差引入的不确定度*u*4 |

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1测量结果重复性引入的标准不确定度*u*1

用波形记录仪对被测标称电压*U*1mA连续测量10次，测量结果如下表所示

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 第*i*次测量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 测量值/V | 50.137 | 50.159 | 50.144 | 50.158 | 50.126 |
| 第*i*次测量 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值/ V | 50.132 | 50.149 | 50.135 | 50.140 | 50.152 |

根据表中的数据，可由贝塞尔公式计算出标称电压*U*1mA的实验标准偏差：

C.2.3.2 波形记录仪允差引入的不确定度*u*2

对于电压50 V点，波形记录仪的最大允许误差为±0.25%RD=±0.125 V。按均匀分布，取*k*=，则：

C.2.3.3 波形记录仪分辨力引入的不确定度*u*3

对于电压50 V点，波形记录仪的分辨力为0.001 V。按均匀分布，取*k*=，则：

C.2.3.4 电阻箱允差引入的不确定度*u*4

对于电压1kΩ点，电阻箱的最大允许误差为±0.01%。按均匀分布，取*k*=，则：

由分辨力引入不确定度分量与测量结果重复性引入的不确定度分量有重复，根据“不重复、不遗漏”的原则，且*u*3＜*u*1，故不考虑分辨力引入的不确定度分量*u*3。

C.2.4 合成不确定度

不确定度汇总表见表C.4。

表 C. 4标称电压*U*1mA不确定度汇总表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 评定  方法 | 分布  类型 | 值 | 标准不确定度 |
| *u*1 | 测量重复性 | A类 | / | 1 | 0.0111 V |
| *u*2 | 波形记录仪最大允许误差 | B类 | 正态 |  | 0.0722 V |
| *u*4 | 电阻箱允差引入的不确定度 | B类 | 正态 |  | 0.00577% |

各不确定度分量相互独立不相关，则合成标准不确定度为：

C.2.5 相对扩展不确定度

取包含因子*k*＝2，则相对扩展不确定度为：

，*k*=2