

广西壮族自治区地方计量技术规范

JJF(桂)154—2025

等电位测试仪校准规范

Calibration Specification for Equipotential bonding Testers

广西市场监督管理局

2025-03-14 发布

2025-05-15 实施

广西壮族自治区市场监督管理局 发布

广西市场监管局

等电位测试仪校准规范

Calibration Specification for

Equipotential bonding Testers

JJF(桂)154—2025

归口单位：广西壮族自治区市场监督管理局

主要起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

本规范委托广西壮族自治区计量检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

邓家成（广西壮族自治区计量检测研究院）

刘俏君（广西壮族自治区计量检测研究院）

凌 通（广西壮族自治区计量检测研究院）

覃尚化（广西壮族自治区计量检测研究院）

参加起草人：

黄艳玲（广西壮族自治区计量检测研究院）

蒋 婷（广西壮族自治区计量检测研究院）

广西市场监管局

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语及计量单位	(1)
3.1 等电位	(1)
3.2 等电位连接电阻	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 最大允许误差公式	(2)
5.2 准确度等级	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 不确定度评定示例	(7)
附录 B 校准原始记录格式	(10)
附录 C 校准证书内页格式	(11)

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、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》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。

广西市场监管局

等电位测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于等电位测试仪的校准，其电阻测量范围 $0.1\text{ m}\Omega \sim 100\text{ k}\Omega$ ，直流电压测量范围 $0.1\text{ V} \sim 1000\text{ V}$ ，工频交流电压测量范围 $0.1\text{ V} \sim 750\text{ V}$ 。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 837—2003 直流低电阻表

JJF 1587—2016 数字多用表

GB/T 21431 建筑物防雷装置检测技术规范

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

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 术语及计量单位

3.1 等电位 equipotential bonding

即等电势。在一个带电线路中选定两个测试点，若两点之间无电压差，则这两点即为等电位。

3.2 等电位连接电阻 equipotential connection resistance

等电位连接电阻是指将各个导电物体用等电位连接导体连接时，在其两端形成的过渡电阻。

4 概述

等电位测试仪（以下简称测试仪）用于测量金属构件之间的等电位连接电阻以及各种电气设备与地网地极间连接导体的电阻，其主要由恒流源、电压测量单元、显示单元等组成。工作时，恒流源施加于被测等电位连接导体上，测量连接导体的电压降，通过电压与电流的比值得到等电位连接电阻值。部分测试仪还具有交直流电压测量功能。

5 计量特性

5.1 最大允许误差公式

测试仪的最大允许误差一般可以用公式 (1) 或公式 (2) 表示。测试仪的相对最大允许误差一般可以用公式 (3) 表示。

$$\Delta_{\text{MPE}} = \pm(a\%Y_x + b\%Y_m) \quad (1)$$

$$\Delta_{\text{MPE}} = \pm(a\%Y_x + n \text{ 个字}) \quad (2)$$

式中:

Δ_{MPE} ——最大允许误差;

a ——与读数有关的误差系数;

Y_x ——被测量的读数值 (示值);

b ——与量程值有关的误差系数;

Y_m ——被测量的量程值 (量程上限值);

n ——以数字表示的绝对误差项。

$$\gamma_{\text{MPE}} = \pm(a\% + b\% \frac{Y_m}{Y_x}) \quad (3)$$

式中:

γ_{MPE} ——相对最大允许误差。

5.2 准确度等级

测试仪的准确度等级依据与电阻示值有关的误差系数 a 的大小来确定, 系数 a 和系数 b 应符合 $a/b \geq 4$ 的要求。

测试仪的准确度等级可分为 1.0 级、2.0 级、5.0 级、10.0 级。未标明准确度等级的, 校准时以生产厂家的仪器说明书为准。

注: 上述计量特性要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;

6.1.2 相对湿度: $(25 \sim 75)\%$ 。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准电阻、过渡电阻、电阻箱等电阻标准器

标准电阻、过渡电阻、电阻箱等电阻标准器的测量范围应覆盖测试仪的量限，允许电流应不低于测试仪的工作电流，最大允许误差绝对值应不超过测试仪的最大允许误差绝对值的 $1/5$ 。

6.2.2 交直流电压标准源

交直流电压标准源的最大允许误差绝对值应不超过测试仪电压最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款号
1	电阻示值误差	7.2.2
2	电压示值误差	7.2.3

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

测试仪校准前应在校准环境条件下放置不少于 2h，按照说明书要求进行预热并能工作正常。测试仪外观应完整无破损，铭牌内容包括制造厂名、产品编号、产品名称，通电后应清晰显示所测数据。

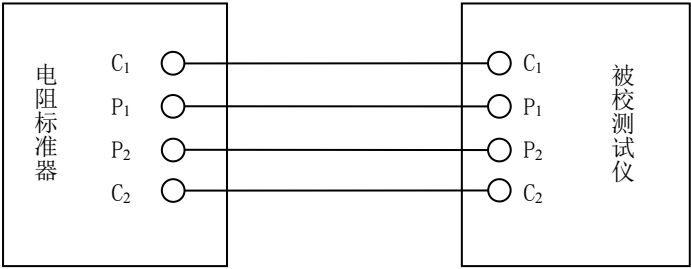
7.2.2 电阻示值误差

7.2.2.1 校准点的选取

校准点应覆盖所有量程并兼顾各量程之间的覆盖性及量程内的均匀性，基本量程校准点选取不少 5 个点，其中应包含量程 10%点、100%点（或 100%附近点），非基本量程校准点选取不少 3 个点。同时可参考测试仪的使用说明书中对校准点的建议，也可根据用户实际需要进行选点。

7.2.2.2 校准方法

采用四端法校准，将测试仪与电阻标准器按照图 1 进行连接。



C₁、C₂—电流端；P₁、P₂—电位端

图 1 四端法接线图

设定电阻标准器的输出值 P_n ，测试仪选择等电位电阻测量功能并开始测量，待读数稳定后记录测试仪的示值 P_x ，测试仪电阻示值误差按公式（4）计算，相对示值误差按公式（5）计算。

$$\Delta = P_x - P_n \tag{4}$$

式中：

Δ ——示值误差；

P_x ——测试仪示值；

P_n ——对应输入量的参考值（标准值）。

$$\gamma = \frac{\Delta}{P_n} \times 100\% \tag{5}$$

式中：

γ ——相对示值误差。

7.2.3 电压示值误差

7.2.3.1 校准点的选取

在电压量程范围内选取 3~5 个校准点，其中应包含量程的 10%、100%点。校准交流电压时频率点一般选择 50Hz。

7.2.3.2 校准方法

采用标准源法，将测试仪与标准电压源按照图 2 进行连接，设定标准电压源的输出值 P_n ，测试仪选择电压测量功能并开始测量，待读数稳定后记录测试仪的示值 P_x ，测试仪电压示值误差按公式（4）计算，示值相对误差按公式（5）计算。

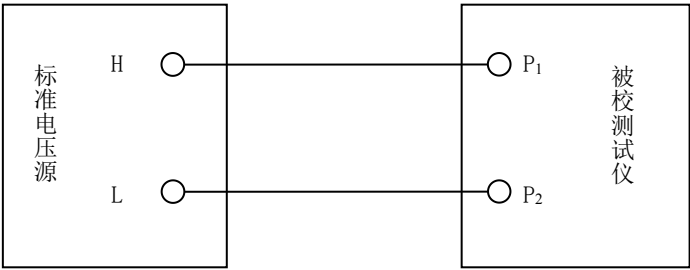


图 2 标准源法接线图

H—电压高端；L—电压低端

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包含以下信息：

- 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），每页及总页数的标识；
- 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) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，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) 校准证书或校准报告签发人的签名、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。

不确定度评定与表示见附录 A，校准原始记录格式见附录 B，校准证书（报告）内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

广西市场监管局

附录 A

等电位测试仪电阻测量不确定度评定示例

A.1 测量方法

A.1.1 环境条件：温度：21℃，相对湿度：60%。

A.1.2 测量标准：直流电阻标准器，0.01 级。

A.1.3 被测对象：等电位测试仪，1 Ω 校准点最大允许误差：±1%。

A.1.4 测量过程：将等电位测试仪与标准器按 7.2.2.2 图 1 连接，以电阻校准点 1 Ω 为例进行评定。

A.2 测量模型

$$\Delta R = R_x - R_n \quad (\text{A. 1})$$

式中：

ΔR ——测试仪电阻示值误差，Ω；

R_x ——测试仪电阻示值，Ω；

R_n ——电阻标准值，Ω。

A.3 方差和灵敏系数

由于 R_x 和 R_n 不相关。由公式 (A. 1) 可以导出示值误差的方差和灵敏系数

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(R_x) + c_2^2 u^2(R_n) \quad (\text{A. 2})$$

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial R_x} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial R_n} = -1 \quad (\text{A. 3})$$

式中：

c_1 为 R_x 的灵敏系数， c_2 为 R_n 的灵敏系数。

A.4 标准不确定度分量的评定

A.4.1 由测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

直流电阻标准器设定值为 1 Ω，在重复性条件下连续独立测量 10 次，用贝塞尔法计算实验标准偏差。重复性测量结果如表 A. 1 所示。

表 A.1 重复性测量结果

测量次数	测试仪示值 (Ω)
1	0.999
2	0.998
3	0.998
4	0.997
5	0.996
6	0.996
7	0.998
8	0.999
9	0.999
10	0.999
平均值	0.9979
标准偏差 s	0.0012

由于在实际工作中取单次测量数据作为最终结果, 所以重复性引入的标准不确定度分量 u_1 为: $u_1=s=0.0012\ \Omega$ (见表 A.1)。

A.4.2 由标准器引入的标准不确定度分量 u_2

标准器最大允许误差为 $\pm 0.01\%$, 区间半宽 0.01% , 服从均匀分布, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则由标准器引入的标准不确定度分量 u_2 为:

$$u_2 = \frac{0.01\% \times 1\Omega}{\sqrt{3}} = 6 \times 10^{-5} \Omega \quad (\text{A.4})$$

A.4.3 由测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_3

测试仪在该量程下的分辨力为 $0.001\ \Omega$, 区间半宽 $0.0005\ \Omega$, 服从均匀分布, 取包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则由分辨力引入的标准不确定度分量 u_3 为:

$$u_3 = \frac{0.0005\Omega}{\sqrt{3}} = 2.9 \times 10^{-4} \Omega \quad (\text{A.5})$$

A.5 合成不确定度

测试仪电阻示值校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总见表 A.2。

表 A.2 电阻示值校准结果的测量不确定度来源及数值汇总

序号	标准不确定度分量	标准不确定度来源	标准不确定度数值
1	u_1	测量重复性	$0.0012\ \Omega$
2	u_2	标准器的准确度	$6 \times 10^{-5}\ \Omega$
3	u_3	测试仪分辨力	$2.9 \times 10^{-4}\ \Omega$

考虑测试仪分辨力引入的标准不确定度小于重复性引入的标准不确定度，取其较大者，且由于各标准不确定度分量相互独立、互不相关，故合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0012\ \Omega \quad (\text{A. 6})$$

A.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 2 \times 0.0012\ \Omega \approx 0.003\ \Omega \quad (\text{A. 7})$$

校准点 $1\ \Omega$ ，故测量结果的相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = \frac{0.003\ \Omega}{1\ \Omega} \times 100\% = 0.3\% \quad (\text{A. 8})$$

附录 B

校准原始记录格式

第×页 共×页

记录/证书报告编号：

委托单位		校准依据	
器具名称		型号规格	
制造厂		环境温度	
出厂编号		相对湿度	
校准日期		校准地点	
校准员		核验员	

标准器名称	型号规格	出厂编号	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	有效期至

校准结果：

1 外观检查及通电检查：_____。

2 电阻示值误差校准：

量程	标准值	显示值	示值误差	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

3 电压示值误差校准：

量程	标准值	显示值	示值误差	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

附录 C

校准证书内页格式

证书编号：××××××—×××××

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
温度		地点		
相对湿度		其他		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	检定/校准 证书编号	证书有效期至

- 注：
- 1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
 - 2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
 - 3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

校准结果

证书编号：××××××—××××

1、外观及通电检查：

2、电阻示值误差校准：

量程	标准值	显示值	示值误差	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

3、电压示值误差校准：

量程	标准值	显示值	示值误差	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

广西市场监管局

校准结果不确定度的评定和表述均符合 JJF1059.1-2012 的要求。

敬告：

1. 被校准仪器修理后，应立即进行校准。

2. 在使用过程中，如对被校准仪器的技术指标产生怀疑，请重新校准。

3. 根据客户要求和校准文件规定，通常情况下 个月校准一次。

校准员：核验员：

第×页 共×页

JJF (桂) 154—2025

广西市场监管局

广西壮族自治区

地方计量技术规范

等电位测试仪校准规范

JJF (桂) 154—2025

广西壮族自治区市场监督管理局颁布