

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) 68-2023

等电位测试仪校准规范

Calibration Specification for Equipotential Testers

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局发布

等电位测试仪校准规范

Calibration Specification
for Equipotential Testers

JJF (黔) 68-2023

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

黔东南州质量技术监督检测所

参加起草单位：武汉市康达电气有限公司

贵州省福泉市市场监督管理局

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

杜鸿程（贵州省计量测试院）

杨 鹏（黔东南州质量技术监督检测所）

陈光贵（贵州省计量测试院）

参加起草人：

胡晓辉（武汉市康达电气有限公司）

龚 雪（贵州省计量测试院）

杨跃云（贵州省福泉市市场监督管理局）

杨 丁（贵州省计量测试院）

目录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 测量标准及配套设备	(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 校准结果的表达	(4)
9 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准原始记录格式	(6)
附录 B 校准证书及内页格式	(7)
附录 C 等电位测试仪校准结果测量不确定度评定示例	(9)

引言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行编制。

等电位测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于电阻测量范围为 $0.001\ \Omega \sim 30\text{k}\ \Omega$ 的等电位测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 837-2003 直流低电阻表检定规程

JJF 1587-2016 数字多用表校准规范

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 术语和计量单位

下列术语和定义适应于本规范。

3.1 等电位 equipotential

等电位也称为等电势。在一个带电线路中选定的两个测试点之间没有电压就认定这两个测试点是等电势的。

3.2 等电位连接 equipotential connection

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或电涌保护器连接起来以减小雷电流在它们之间产生的电位差。

4 概述

等电位测试仪（以下简称测试仪）是用于测量中金属构件之间的等电位连接电阻，各种电气设备与地网地极间的连接导体的电阻。基本原理是其内部有一个恒流源，通过输出一个直流电流，施加于被测导体的两个端钮之间，并测量电流流过被测导体所产生的压降，然后通过电压和电流之比得出被测导体的直流电阻值。测试仪工作原理图见图 1。

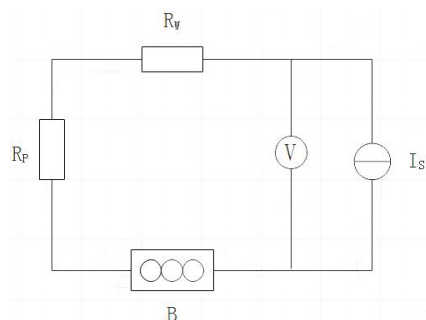


图1 测试仪工作原理图

I_s - 恒流源； V - 电压表； R_v - 连接导线的阻抗； R_p - 被测等电位连部位的阻抗； B - 等电位连接端子板

5 计量特性

5.1 连接电阻最大允许误差公式

用绝对误差的形式表示：

$$\Delta = \pm (a\%R_x + b\%R_m) \quad (1)$$

$$\Delta = \pm (a\%R_x + n) \quad (2)$$

用相对误差的形式表示：

$$\gamma = \pm (a\% + b\% \frac{R_m}{R_x}) \quad (3)$$

式中： Δ ——用绝对误差形式表示的最大允许误差， Ω ；

R_x ——测试仪连接电阻示值， Ω ；

R_m ——测试仪所测量程的满量程值， Ω ；

a ——与测试仪连接电阻示值有关的误差系数；

b ——与测试仪满量程值有关的误差系数；

γ ——用相对误差形式表示的最大允许误差， $\%$ ；

n ——以数字表示的绝对误差项， $a = b\%R_m$ 。

5.2 准确度等级

5.2.1 测试仪准确度等级依据与测试仪连接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。

5.2.2 测试仪的准确度等级分为 1.0 级、2.0 级、5.0 级、10.0 级。未标明等级的，校准时以生产厂家仪器说明书为准。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ；相对湿度： $\leq 75\%$ 。

6.1.2 供电电源：电压 $(220 \pm 22) \text{V}$ ，频率 $(50 \pm 1) \text{Hz}$ 。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准时所需的标准器及配套设备

标准电阻器、标准电阻箱或其他标准器。

6.2.2 标准器的基本要求

校准时由标准电阻器、辅助设备及环境条件所引起的扩展不确定度应不大于被校准测试仪最大允许误差绝对值的 $1/3$ （包含因子 $k=2$ ）。

校准装置的输出量应能覆盖被校测试仪的量程。

校准时的标准器的允许电流应不低于被校测试仪的工作电流。

7 校准项目与校准方法

7.1 校准项目

连接电阻示值误差（校准方法见条款7.2.3）。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 被校测试仪应在校准环境条件下放置不少于 8h。

7.2.1.2 被校测试仪通电后各功能和量程切换正常，显示清晰完整，能正常工作。

7.2.1.3 被校测试仪按使用说明书要求和规定进行预热。

7.2.2 校准点的选取原则

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，同时应参考被校测试仪使用说明书中对校准点的建议，并可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点。

基本量程应均匀选取不少于 3 个校准点，其中应包含量程的起始点、中间点和接近满量程点。非基本量程应至少选取 3 个校准点，应考虑上下量程的连续性及对应于基本量程的最大误差点。

7.2.3 连接电阻示值误差的校准

测试仪的测量端子直接与标准器相接，调节标准器至校准点，接通测试仪连接电阻测量开关，当被校测试仪的工作电流或电压稳定后，读取被校测试仪连接电阻测量值。校准时，将被校测试仪与标准器按照图 2 进行连接。

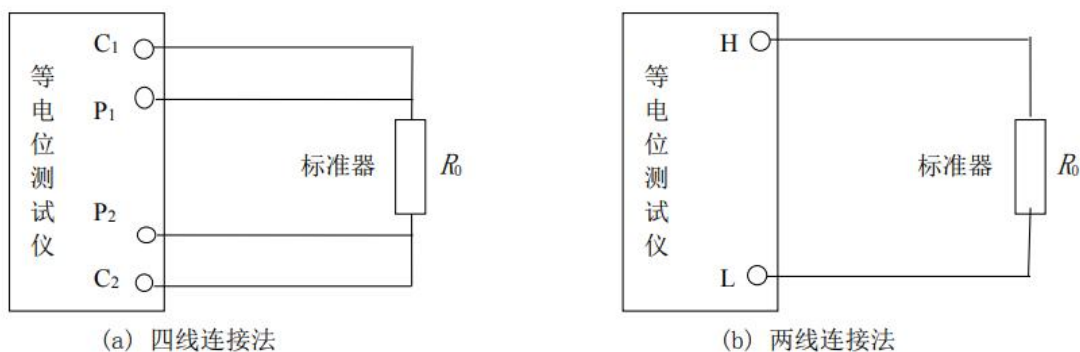


图 2 校准等电位测试仪连接图

测试仪连接电阻示值的绝对误差按式 (4) 计算：

$$\Delta R = R_x - R_0 \quad (4)$$

式中：

ΔR ——测试仪连接电阻示值的绝对误差， Ω ；

R_x ——被校测试仪的电阻值， Ω ；

R_0 ——标准电阻器的电阻值， Ω 。

测试仪连接电阻示值的相对误差按式 (5) 计算：

$$\gamma_R = \left(\frac{R_x - R_0}{R_0} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中：

γ_R ——测试仪连接电阻的相对示值误差， $\%$ 。

8 校准结果的表达

8.1 校准记录

校准原始记录格式见附录 A。

8.2 校准证书

校准证书内页格式见附录 B。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) 实验室的名称和地址；
- 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) 送校单位的名称；
- 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) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

校准原始记录格式

第 页 共 页

委托单位		原始记录编号	
单位地址		仪器名称	
仪器型号		出厂编号	
制造单位		校准依据	
环境温度	℃	相对湿度	%

校准用计量标准

名称	型号规格	扩展不确定度 及最大示值误差	出厂编号	证书编号	有效期

连接电阻示值误差：

量程	标准值(Ω)	显示值(Ω)	示值误差()	$U_r(k=2)$

校准： 核验： 校准日期：

附录 B

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

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		%	其它	
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	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

连接电阻示值误差:

量程	标准值(Ω)	显示值(Ω)	示值误差()	$U_i(k=2)$

以下空白

说明:

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 建议为个月。

声明:

1. 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

第 X 页 共 X 页

附录 C

等电位测试仪校准结果测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量依据：JJF XX-2023 等电位测试仪校准规范

C.1.2 环境条件：温度：21.6℃，相对湿度：46%；

C.1.3 测量标准：直流标准电阻器，准确度 0.01 级，OHM：($10^{-3} \sim 10^5$) Ω

C.1.4 被测对象：等电位测试仪；最大允许误差 $\pm 1\%$ 。

C.1.5 测量方法：将被校等电位测试仪与直流标准电阻器按规定线路连接，用直流标准电阻器输出标准电阻值，记录被校等电位测试仪示值，计算示值误差。下面以 1 Ω 点为例进行示测量结果的不确定评定。

C.2 测量模型

测量模型为公式 (C.1)：

$$\Delta = R_x - R_N + \delta R_x \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δ ——被校测试仪的连接电阻示值误差， Ω ；

R_x ——被校测试仪示值， Ω ；

R_N ——直流标准电阻器电阻值， Ω ；

δR_x ——被校测试仪分辨力对测量结果的影响， Ω 。

在测量过程中，直流标准电阻值（电阻标准值）和测试仪电阻测量值（示值）之间相互独立，互不相关。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 测试仪示值测量重复性引入的不确定度 u_1

测试仪选择示值 1 Ω 点，在相同环境条件下，重复测量 10 次。重复测量数据见表 C.1。

表 C.1 重复测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 误差 / Ω	1.003	1.002	1.004	1.002	1.004	1.005	1.005	1.004	1.002	1.002

由表 1 数据计算得出实验标准差为:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2} = 0.0013\Omega$$

则: 测量重复性引入的不确定度 $u_1 = S = 0.0013\Omega$

C.3.2 标准器误差引入的标准不确定度 u_2

由直流标准电阻器误差所引起, 直流标准电阻器在 1Ω 的最大允许误差为 $\pm(0.01\% \times 1\Omega) = \pm 0.0001\Omega$, 即其半宽 a 为 0.0001Ω , 在此区间可认为服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_2 = \frac{0.0001}{\sqrt{3}} \Omega = 5.8 \times 10^{-5} \Omega$$

C.3.3 由等电位测试仪分辨力引入的不确定度 u_3

测试仪在 1Ω 点的分辨力为 0.0001Ω , 在 $\pm 0.00005\Omega$ 区间内认为服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则:

$$u_3 = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} \Omega = 2.89 \times 10^{-5} \Omega$$

考虑到被校测试仪读数的重复性和分辨力存在重复, 在合成标准不确定度时将二者中较小值舍去, 故由等电位测试仪分辨力引入的不确定度分量舍弃。

C.4 合成标准不确定度

标准不确定度一览表见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度一览表

输入量 X_i	不确定来源	标准不确定度	灵敏度系数	不确定分量
R_X	测量重复性 u_1	$1.3 \times 10^{-3} \Omega$	$c_1 = 1$	$1.3 \times 10^{-3} \Omega$
R_N	标准器 u_2	$5.8 \times 10^{-5} \Omega$	$c_2 = -1$	$5.8 \times 10^{-5} \Omega$

以上各项标准不确定度分量互不相关, 则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = 1.4 \times 10^{-3} \Omega$$

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则绝对误差扩展标准不确定度为：

$$U = ku_c = 0.0028 \approx 0.003\Omega$$

取包含因子 $k=2$ ，则相对误差扩展不确定度为：

$$U_r = \frac{U}{R_N} \times 100\% = 0.3\%$$
