JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

等电位测试仪校准规范

Calibration Specification for Equipotential Testers

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 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(陕)XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：陕西省计量科学研究院

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

张　璐（陕西省计量科学研究院）

张黎辉（陕西省计量科学研究院）

王　丽（陕西省计量科学研究院）

参加起草人：

汤元会（陕西省计量科学研究院）

陈怡伶（陕西省计量科学研究院）

贾永国（陕西省计量科学研究院）

何浩源（陕西省计量科学研究院）

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）
5　校准条件……（2）
5.1　环境条件……（2）
5.2　测量标准及配套设备……（2）
6　校准项目和校准方法……（2）
6.1　校准项目……（2）
6.2　校准方法……（3）
7　校准结果的表达……（5）
8　复校时间间隔……（5）
附录 A 校准原始记录（推荐）格式样式……（6）
附录 B 校准证书结果页（推荐）格式样式……（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 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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

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 0.001Ω～50kΩ的等电位测试仪的校准。

本规范也适用于直流电压测量范围为 0.01V～1000V 和（或）交流电压测量范围为 0.01V～750V 的等电位测试仪（以下简称测试仪）的校准。过渡电阻测试仪可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规程引用了下列文件：

JJG 837-2004 直流低电阻表检定规程

JJF 1587-2016 数字多用表校准规范

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

等电位测试仪是一种具有直流电阻、直流电压和（或）交流电压测量功能的测量仪器，常用于等电位连接导体间电阻测量，该测试仪可附带交流电压测量功能。等电位测试仪主要由直流恒流源、电压测量单元以及显示装置等组成。直流电阻测量原理为：直流恒流源施加于被测等电位连接导体两端，测量连接导体两端电压降，通过电压与电流的比值得到等电位电阻值。

4 计量特性

4.1 最大允许误差

测试仪的最大允许误差按式（1）表示：

$$\gamma = \pm(a\%R_x + b\%R_m) \qquad (1)$$

式中：

γ——最大允许误差；

R_x——被校测试仪的显示值；

R_m——被校测试仪量程满度值显示值；

a——与被校测试仪等级有关的系数；

b——与被校测试仪量程满度值有关的系数。

4.2 准确度等级与系数 a 关系

测试仪的准确度等级根据系数 *a* 的大小来划分，分为 0.05 级、0.1 级、0.2 级、0.5 级、1 级、2 级、5 级。测试仪的准确度等级与系数 *a* 对应如下表 1：

表 1 测试仪准确度等级和系数 *a* 关系

准确度等级	±0.05%	±0.1%	±0.2%	±0.5%	±1%	±2%	±3%
系数 *a*	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5

每个准确度等级的系数 *a* 和系数 *b* 应满足 a/b≥4 的要求。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

a）环境温度：（20±2）℃；

b）相对湿度：≤75%；

c）供电电源：电压（220±22）V，频率（50±1）Hz；

5.2 测量标准及其他设备

校准各项目所用标准设备见表 2。

表 2 测量标准及其他设备

校准项目	标准源法	标准表法
直流电阻示值误差	直流标准电阻器	
直流电压示值误差	直流标准电压源	直流电压源、数字多用表
交流电压示值误差	交流标准电压源	交流电压源、数字多用表

注：除以上标准设备外，也可以使用其他符合上述要求的计量器具作为标准设备。

校准装置的扩展不确定度（*k*=2）应小于被校测试仪最大允许误差绝对值的 1/3。校准装置的测量范围应完全覆盖被校测试仪的测量范围。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 3。

表 3 校准项目

序号	校准项目	校准方法条款
1	直流电阻示值误差	6.2.3
2	直流电压示值误差	6.2.4
3	交流电压示值误差	6.2.4

6.2　校准方法

等电位测试仪在校准前应在校准环境条件下放置不少于 8h，并按产品说明书规定开机预热。

6.2.1　校准前检查

被校测试仪通电后应清晰显示所测数据，按说明书要求进行预热并能正常工作；根据功能和量程，设置好校准装置对应功能和量程。

6.2.2　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。

6.2.2.1　直流电阻校准点

在基本量程上均匀的选取不少于 8 个点进行校准，其中应包含量程的起始点、中间点和接近满度点。

在非基本量程上应至少取 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。

6.2.2.2　电压校准点

各电压量程选取 3～5 个校准点，一般包括量程的 10%、量程值接近点。

6.2.3　直流电阻示值误差

用标准电阻器法，校准时，将被校测试仪与标准电阻器按照图 1 进行连接。

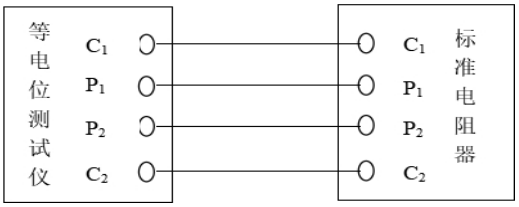


图 1 标准电阻器法校准示意图

标准电阻器的输出值为R_x，记录被校测试仪的示值R_n，被校测试仪的电阻示值误差ΔR按公式（2）计算：

$$\Delta R = R_x - R_n \qquad (2)$$

式中：

ΔR——电阻示值误差，Ω；

R_x——被校测试仪电阻值，Ω；

R_n——标准电阻器值，Ω。

电阻的相对示值误差按式（3）计算：

$$\gamma_R = \frac{R_x - R_n}{R_n} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

γ_R——电阻的相对示值误差。

6.2.4 交直流电压示值误差

6.2.4.1 标准源法

按图 2 连接，根据校准点设定交直流标准电压源的输出值U_n，记录被校测试仪的电压示值U_x。

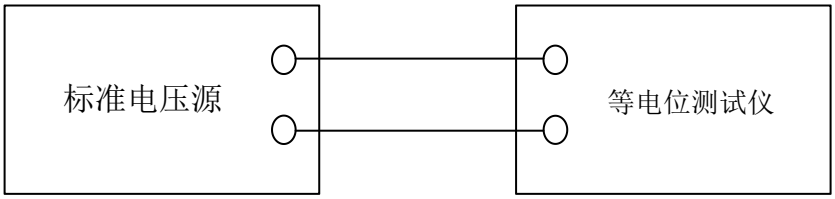


图 2 标准源法接线示意图

测试仪的电压示值误差按式（4）计算：

$$\Delta U = U_x - U_n \quad (4)$$

式中：

ΔU——电压示值误差，V；

U_x——等电位测试仪电压显示值，V；

U_n——电压实际值，V。

相对示值误差按式（5）计算：

$$\gamma_U = \frac{U_x - U_n}{U_n} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

γ_U——电压相对示值误差。

6.2.4.2 标准表法

按图 3 连接，调节电压源的输出电压值使标准电压表示值为校准点U_n，记录被校测试仪的电压示值U_x，被校等电位测试仪电压示值误差按式（4）计算。

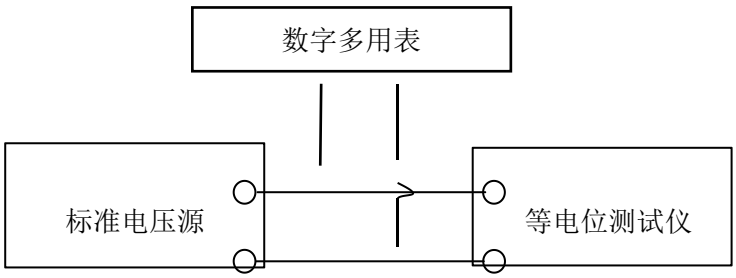


图 3 标准表法接线示意图

7 校准结果的表达

经校准的测试仪发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录 B。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

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。

附录 A　校准原始记录（推荐）格式

等电位测试仪校准原始记录

委托单位：_____　　原始记录编号：_____

仪器名称：_____　　制造单位：_____

型号规格：_____准确度等级：_____出厂编号：_____

校准技术依据：_____环境温度：_____℃　相对湿度：_____%

校准地点：_____　校准日期：_____

校准用主要计量测量设备：

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

1. 外观检查

2. 通电检查：

3. 直流电阻示值

量程	标准值(Ω)	示值(Ω)	示值误差(　)	U_r (k=2)

4．直流电压示值

量程	标准值(V)	示值(V)	示值误差(　)	U_r (k=2)

5．交流电压示值

量程	标准值(V)	示值(V)	示值误差(　)	U_r (k=2)

以下空白

校准：_____　　核验：_____　　校准日期：_____

附录 B

校准证书内容及内页格式（参考）格式

B.1 **校准证书内容应至少包括以下信息：**

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。

B.2 **校准证书内页格式（参考）：**

1．外观检查：

2．通电检查：

3．等电位测试仪校准值：

a．直流电阻示值误差

量程	标准值(Ω)	示值(Ω)	示值误差	U (k=2)

b．直流电压示值误差

量程	标准值(V)	示值(V)	示值误差	U (k=2)

c．交流电压示值误差

量程	标准值(V)	示值(V)	示值误差	U (k=2)

以下空白

校准：_____ 核验：_____ 校准日期：_____

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

环境条件：温度：21.5℃，相对湿度：40%；

测量标准：直流标准电阻器；

被测对象：等电位测试仪；

测量方法：以直流电阻为例，采用直接测量法，用直流标准电阻器输出1Ω标准电阻值，记录被校等电位测试仪示值，计算示值误差。

C. 2　测量模型

测量模型为：

$$\Delta = R_{\mathrm{x}} - R_{\mathrm{n}} + \delta R_{\mathrm{x}} \qquad \text{（C.1）}$$

式中：

△——被校测试仪的直流电阻示值误差，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　测量重复性引入的不确定度 u_1

等电位测试仪示值的测量重复性引入的不确定度，重复测量 10 次。数据如下表 1：

表 1 等电位测试仪 10 次重复测量数据

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

由上表 1 数据计算得出实验标准差为 $S=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{10}(x_i-\bar{x})^2}=0.0011\Omega$，则测量重复性引入的不确定度 $u_1 = S = 0.0011\Omega$ 。

C.3.2　标准器误差引入的标准不确定度 u_2

R_N 引入的标准不确定度 u_1 主要由直流电阻器误差所引起，直流电阻器在 1Ω的最大允许误差为±(0.01%×1 Ω)=±0.0001Ω，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 $k=\sqrt{3}$，则有：

$$u_2=\frac{0.0001}{\sqrt{3}}=5.8\times10^{-5}\Omega \qquad (C.2)$$

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±0.00005Ω区间内认为为均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$，则有：

$$u_3=\frac{0.00005}{\sqrt{3}}\Omega=2.89\times10^{-5}\Omega \qquad (C.3)$$

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

C.4.1 标准不确定度分析一览表

输入量 X_i	不确定度来源	标准不确定度	灵敏度系数	不确定度分量
R_X	测量重复性 u_1	$1.1\times10^{-3}\Omega$	$c_1=1$	$1.1\times10^{-3}\Omega$
R_N	标准器 u_2	$5.8\times10^{-5}\Omega$	$c_2=-1$	$5.8\times10^{-5}\Omega$

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，所以合成标准不确定度为：

$$u_c=\sqrt{c_1^2u_1^{\ 2}+c_2^2u_2^{\ 2}}=1.2\times10^{-3}\Omega \qquad (C.4)$$

C.5 扩展不确定度

$$U=ku_c=0.0024\approx0.003\Omega\ (k=2) \qquad (C.5)$$

相对扩展不确定度

$$U_r=\frac{U}{R_N}\times100\%=0.24\% \qquad (C.6)$$

注：其他参量校准结果不确定度可参考本评定示例进行。