



# 吉林省地方计量技术规范

JJF(吉) XX-2014

---

## 等电位电阻测试仪校准 规范

Calibration Specification of  
Equipotential Resistance Tester

2014-XX-XX 发布

2014-XX-XX 实施

---

吉林省质量技术监督局 发布

# 等电位电阻测试仪校准规范

Calibration Specification of  
Equipotential Resistance Tester

JJF(吉) XX-2014

归口单位：吉林省质量技术监督局

起草单位：长春市计量检定测试技术研究院

本规范委托长春市计量检定测试技术研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

王 磊 （长春市计量检定测试技术研究院）

吴晓淼 （长春市计量检定测试技术研究院）

高晓波 （长春市计量检定测试技术研究院）

**参加起草人：**

莎 菲 （长春市计量检定测试技术研究院）

吴 悦 （长春市计量检定测试技术研究院）

隋来志 （长春市计量检定测试技术研究院）

# 目 录

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 引 言 .....                     | (II) |
| 1 范围 .....                    | (1)  |
| 2 引用文件 .....                  | (1)  |
| 3 术语 .....                    | (1)  |
| 4 概述 .....                    | (1)  |
| 5 计量特性 .....                  | (2)  |
| 5.1 外观及通电检查 .....             | (2)  |
| 5.2 显示能力 .....                | (2)  |
| 5.3 报警预置误差 .....              | (3)  |
| 5.4 绝缘电阻 .....                | (3)  |
| 6 校准条件 .....                  | (3)  |
| 6.1 环境条件 .....                | (3)  |
| 6.2 校准所使用的标准器及其他设备 .....      | (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 校准原始记录格式 .....           | (7)  |
| 附录 B 校准证书的内页格式 .....          | (9)  |
| 附表 C 等电位电阻测量仪测量不确定度评定实例 ..... | (10) |

# 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》编写而成。

本规范为首次发布。

# 等电位电阻测试仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于等电位电阻测试仪的校准。

## 2 引用文件

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| JJG 724-1991    | 直流数字式欧姆表     |
| JJG 837-2003    | 直流低电阻表       |
| JJG 984-2004    | 接地导通电阻测试仪    |
| JJF 1071—2010   | 国家计量校准规范编写规则 |
| JJF 1059.1—2012 | 测量不确定度评定与表示  |
| JJF 1001—2011   | 通用计量术语及定义    |
| GB 50057-2010   | 建筑物防雷设计规范    |

凡是注日期的引用文件，仅注明日期的版本适用于该规范；凡是不注明日期的应用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

## 3 术语

### 3.1 等电位 (Equipotential)

等电位即是等电势。在一个带电线路中如果选定两个测试点，测得它们之间没有电压即没有电势差，则我们就认定这两个测试点是等电势的，它们之间也是没有阻值的。

### 3.2 等电位联结 (Equipotential bonding)

是将建筑物中各电气装置和其它装置外露的金属及可导电部分与人工或自然接地体用导体连接起来，以减少电位差。

### 3.3 等电位电阻测试仪 (Equipotential resistance tester)

等电位电阻测试仪是用于建筑物中金属构件间等电位连接质量的检测、接地质量检查和微电阻（过渡电阻）测量的专用仪表。

## 4 概述

等电位电阻测试仪是检测各种环境或建筑场所（避雷带、地梁、构造、保护、楼板筋、水管、散热器、卫生间、厨房等对象）中防护金属构件之间等电位联结质量的专用仪表。同样，也可以测量各种电气设备与地网地极间的连接导体的电阻，还可以测量开关、插座触点的接触电阻以及其它低值电阻，具有微欧计功能。广泛应用于建筑质检站、监理公司、建筑施工单位、防雷公司、电力部门等。

其工作原理为：如图 1 所示，将仪表测量端子的两个电流输出端子用两根测试线接到被测导体的两个端子，两个电压输入端子也接到被测导体的两个端子。电压端子应位于电流端子的内侧，并尽量靠近被测试品，以减少引线电阻引入的误差。接线完毕后，选择合适的量程，

按下测试键就可以测量被测导通的电阻值。



图1 等电位电阻测试仪工作原理图

## 5 计量特性

### 5.1 基本误差

测量仪器基本误差可用下列形式之一表示：

#### 5.1.1 用绝对误差的形式表示：

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

式中： $\Delta$ —测试仪的绝对误差；

$a$ —与读数有关的误差系数；

$b$ —与量程有关的误差系数；

$R_x$ —测试仪电阻示值；

$R_m$ —测试仪满量程值。

#### 5.1.2 相对误差的形式表示：

$$\gamma = \pm\left(a\% + b\% \times \frac{R_m}{R_x}\right) \quad (2)$$

式中： $\gamma$ —测试仪的绝对误差；

$a$ —与读数有关的误差系数；

$b$ —与量程有关的误差系数；

$R_x$ —测试仪电阻示值；

$R_m$ —测试仪满量程值。

表1 准确度等级的要求

| 准确度等级 | a | b           | 试验电流的允许误差 |
|-------|---|-------------|-----------|
| 1     | 1 | $\leq 0.2a$ | $\pm 5\%$ |
| 3     | 3 | $\leq 0.1a$ | $\pm 5\%$ |
| 5     | 5 | $\leq 0.1a$ | $\pm 5\%$ |

### 5.2 显示能力

测试仪应能按其最高分辨力做连续变化，其基本量程应使  $0.1 \Omega$  在该量程至少有 3 位数的显示。

### 5.3 报警预置误差

具有声光报警功能的测试仪，其等电位联结电阻的报警预置误差应不超过测试仪该点电阻示值的最大允许误差。

#### 5.4 绝缘电阻

测试仪电源输入端对机壳接地端或保护端之间的绝缘电阻在 500V 的电压下应不小于 20MΩ。

### 6 校准条件

#### 6.1 环境条件

环境温度：(20±5)℃；

相对湿度：≤85%；

电源电压：变化不超过电源额定电压的±10%；

电源频率：变化不超过电源额定频率的±3%。

#### 6.2 校准所使用的标准器及其他设备

##### 6.2.1 标准器

根据等电位电阻测试仪的主要技术指标，在实际校准工作中我们选用标准电阻器进行校准。

6.2.1.1 由标准电阻器、辅助设备及环境条件等所引起的扩展不确定度应不超过被校测试仪允许基值误差的 1/3~1/5。

6.2.1.2 标准电阻器的准确度等级应不超过被校测试仪准确度等级指标的 1/5，且其输出量应能覆盖被校测试仪的所有量限，稳定性及调节细度应达到被校测试仪允许基值误差的 1/10。

6.2.1.3 标准电阻器的允许电流应不低于被校测试仪的工作电流。

##### 6.2.2 绝缘电阻表

使用等级不低于 10.0 级，测试电压为 500 的绝缘电阻表进行测量。

### 7 校准项目和校准方法

#### 7.1 校准项目

等电位电阻测试仪校准项目见表 2。

表 2 校准项目一览表

| 序号 | 校准项目    |
|----|---------|
| 1  | 外观及通电检查 |
| 2  | 基本误差    |
| 3  | 显示能力    |
| 4  | 报警预置误差  |
| 5  | 试验电流误差  |
| 6  | 绝缘电阻    |

#### 7.2 校准方法

##### 7.2.1 外观及通电检查

###### 7.2.1.1 外观

测试仪外观完好，面板、机壳或铭牌上应有以下标志和符号：产品名称、型号、制造厂名称或商标、制造许可证标志及编号、制造日期、出厂编号，所有标志应清晰明显，接线端



子完好，无影响仪器性能的损坏。

### 7.2.1.2 通电检查

所有开关、按钮应灵活可靠，测试仪的数字显示应正确、清晰、连续，亮度均匀，且不应有可以引起测量错误和影响准确度的缺陷。

### 7.2.2 示值误差的校准

7.2.2.1 在标准环境条件下，放置不少于 8 小时，按产品说明书规定进行开机预热。

#### 7.2.2.2 校准点的选取

选取最高准确度等级的任意量程作为基本量程，或按客户要求确定基本量程。基本量程均匀选取不少于 5 个校准点，非基本量程取不少于 3 个校准点进行校准。

7.2.2.3 标准电阻器法的接线原理如图 2 所示。

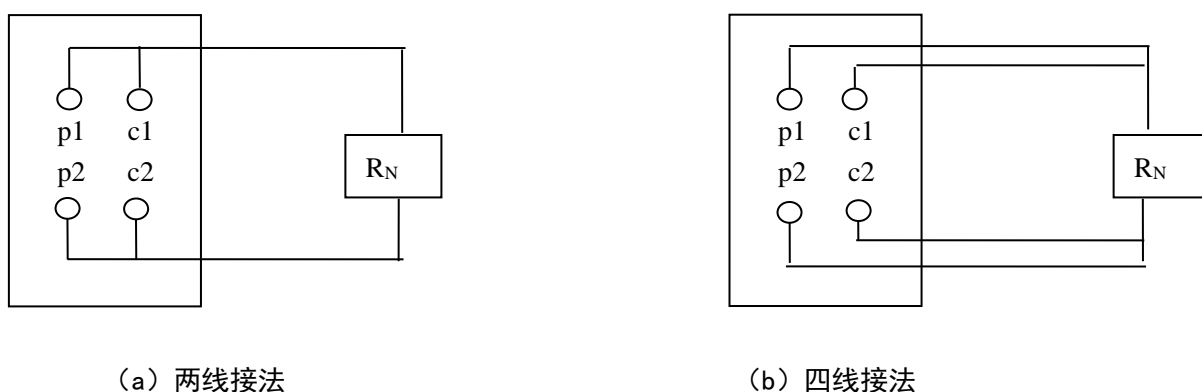


图2 等电位测试仪电阻校准接线方法

校准步骤：

按图 2 方式接线，标准电阻器的电阻值为  $R_N$ ，被校测试仪的显示读数为  $R_X$ ，则被校测试仪的绝对误差按式 (3) 计算：

$$\Delta = R_X - R_N \quad (3)$$

式中： $\Delta$ —测试仪的绝对误差；

$R_X$ —测试仪电阻示值；

$R_N$ —标准电阻器实际值。

被校测试仪的相对误差按式 (4) 计算：

$$\gamma = \left( \frac{R_X - R_N}{R_N} \right) \times 100\% \quad (4)$$

式中： $\gamma$ —测试仪的相对误差；

$R_X$ —测试仪电阻示值；

$R_N$ —标准电阻器实际值。

图 2 (a) 为二线连接法，这种接法由于引线电阻、接线电阻等的影响，在校准低电阻量程时，将会带来不可忽略的测量误差。为了消除引线电阻、接线电阻等的影响，一般在量程范围较小时（如  $0.1 \Omega$  以下时）采用图 2 (b) 的四线连接法。

### 7.2.3 显示能力

在校准基本量程时进行。按图 2 接线，转动标准电阻器相应盘，观察被校测试仪应能按其最高分辨力作连续变化，其变化应符合第 5.2 条的规定。

#### 7.2.4 报警预置误差

按实际情况或客户要求预置报警点，缓慢调节标准电阻器直至测试仪报警装置报警，报警预置误差按式 (5) 计算：

$$\gamma_1 = \left( \frac{R - R_0}{R_0} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中： $\gamma_1$ —报警预置误差；  
 $R$ —报警预置电阻值；  
 $R_0$ —报警时电阻的实际值。

#### 7.2.5 绝缘电阻

用 500V 绝缘电阻测试仪测量被校测试仪的电源端与机箱外壳之间的绝缘电阻，其值应符合规范第 5.6 条要求。

## 8 校准结果表达

8.1 校准数据应按规定的格式和要求做好原始记录。

8.2 校准结果的数据应先计算，后修约。保留的有效位数应使末位数与测量结果的不确定度的有效位数相一致。由于数据修约引起的不确定度应不超过被校测试仪允许误差绝对值的 1/10。

8.3 计算和修约，应按以下规定进行：

计算后的位数应比计算前的位数多保留一位，以待修约处理。出具校准数据的有效位数，一般比被校测试仪的准确度级别所要求多一位。

8.4 按本规范进行校准，出具校准证书，并给了校准结果的测量不确定度，校准证书内页推荐格式参见附录 C，校准证书应至少包含以下内容：

- a) 标题，如“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（如证书编号），每页及总页数的标识；
- d) 受校单位的名称和地址；
- e) 被校参数的描述和明确标识；
- f) 进行校准的日期或校准证书的生效日期；
- g) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- h) 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- k) 校准员及核验员的签名；
- l) 校准证书批准人的签名。

8.5 测量不确定度的评定与表示应符合 JJF 1059.1-2012《测量不确定度的评定与表示》的规定。

## 9 复校时间间隔

建议等电位电阻测试仪的复校时间间隔不超过 1 年。修理后或误差调整后的测试仪在使用前应进行校准。

## 附录 A

## 校准原始记录格式

## 等电位电阻测试仪校准记录格式 (参考)

证书编号: \_\_\_\_\_ 记录编号: \_\_\_\_\_  
 委托单位: \_\_\_\_\_  
 联系地址: \_\_\_\_\_  
 联系方式: \_\_\_\_\_  
 计量器具名称: \_\_\_\_\_  
 型号/规格: \_\_\_\_\_ 编 号: \_\_\_\_\_  
 制造厂: \_\_\_\_\_  
 技术依据: \_\_\_\_\_ 校准日期: \_\_\_\_\_  
 环境温度: \_\_\_\_\_ °C 相对湿度: \_\_\_\_\_ %  
 校准人: \_\_\_\_\_ 核验人: \_\_\_\_\_

校准所使用的主要计量标准器具:

| 名称及编号 | 测量范围 | 不确定度/<br>准确度等级/<br>最大允许误差 | 检定/校准单位<br>及证书号 | 有效期至 |
|-------|------|---------------------------|-----------------|------|
|       |      |                           |                 |      |
|       |      |                           |                 |      |
|       |      |                           |                 |      |
|       |      |                           |                 |      |
|       |      |                           |                 |      |
|       |      |                           |                 |      |

校准项目:

|         |    |       |    |           |
|---------|----|-------|----|-----------|
| 外观及通电检查 |    |       |    |           |
| 基本误差    |    |       |    |           |
| 量程      | 示值 | 实际值   | 误差 | 扩展不确定度    |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |       |    | $U=$ $k=$ |
| 显示能力    |    |       |    |           |
| 报警预置误差  |    |       |    |           |
| 报警预置值   |    | 实际报警值 |    | 报警预置误差    |
|         |    |       |    |           |
| 绝缘电阻    |    |       |    |           |

## 附录 B

## 校准证书内页格式

## 等电位电阻测试仪校准证书内页 (参考)

|         |    |     |    |           |
|---------|----|-----|----|-----------|
| 外观及通电检查 |    |     |    |           |
| 基本误差    |    |     |    |           |
| 量程      | 示值 | 实际值 | 误差 | 扩展不确定度    |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
|         |    |     |    | $U=$ $k=$ |
| 显示能力    |    |     |    |           |
| 报警预置误差  |    |     |    |           |
| 绝缘电阻    |    |     |    |           |

## 附录 C

## 等电位电阻测试仪测量不确定度的评定实例

## C.1 等电位电阻测试仪的测量结果不确定度评定

## C.1.1 测量方法

采用标准电阻器法对等电位电阻测试仪进行测量，对 1 Ω 测量点进行不确定度评定。

## C.1.2 数学模型

$$\Delta = R_x - R_N$$

式中：Δ—测试仪的绝对误差；

$R_x$ —测试仪电阻示值；

$R_N$ —标准电阻器实际值。

## C.1.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial R_x} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial R_N} = -1$$

## C.1.4 标准不确定度分量

对于等电位电阻测试仪测量的不确定度来源主要来自于两个方面：一是等电位电阻测试仪测量重复性引起的；二是标准电阻器的不确定度引起的。其它不确定度的来源可以忽略不计。

C.1.4.1 测量重复性的不确定度 ( $u(R_x)$ ) 评定

对于选定点进行 10 次重复测量，测量仪的示值如下：

| 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 9.985 Ω | 9.993 Ω | 9.987 Ω | 9.989 Ω | 9.995 Ω | 9.981 Ω | 9.992 Ω | 9.995 Ω | 9.985 Ω | 9.987 Ω |

根据贝塞尔公式：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - \overline{R_x})^2}{n-1}} = 0.0047 \text{ } \Omega$$

单次实验标准偏差： $s = 0.0047 \text{ } \Omega$

$$u(R_x) = 0.0047 \text{ } \Omega$$

C.1.4.2 标准电阻器引入的不确定度 ( $u(R_N)$ ):

标准电阻器的准确度等级是 0.1 级, 在  $10\ \Omega$  测量点的最大允许误差为:  $\pm 0.01\ \Omega$ , 则半宽  $a=0.01\ \Omega$ , 在区间范围内可以认为均匀分布, 包含因子  $k = \sqrt{3}$ , 故

$$u(R_N) = \frac{0.01\ \Omega}{\sqrt{3}} = 0.0058\ \Omega$$

## C.1.5 合成标准不确定度

不确定度汇总表

| 不确定度分量   | 不确定度来源 | 标准不确定度 $u(x_i)$ | 灵敏系数 $c_i$ | $ c_i u(x_i)$   |
|----------|--------|-----------------|------------|-----------------|
| $u(R_X)$ | 重复性    | 0.0047 $\Omega$ | 1          | 0.0047 $\Omega$ |
| $u(R_N)$ | 标准器误差  | 0.0058 $\Omega$ | -1         | 0.0058 $\Omega$ |

$$u_c(\Delta) = \sqrt{c_1^2 u(R_X)^2 + c_2^2 u(R_N)^2} = \sqrt{(0.0047\ \Omega)^2 + (0.0058\ \Omega)^2} = 0.0075\ \Omega$$

## C.1.6 扩展不确定度

$$U = k \times u_c(\Delta) = 2 \times 0.0075\ \Omega = 0.015\ \Omega \quad k=2$$



# 吉林省地方计量技术规范

## 等电位电阻测试仪校准规范

JJF(吉)XX—2014

吉林省质量技术监督局发布

\*

版权所有 不得翻印

297 mm×210 mm A4 纸

2014年X月第X版 2014年X月第1次印刷