

天津市地方计量技术规范

JJF (津) 101—2023

静电腕带/脚盘测试仪校准规范

Calibration Specification of Wrist Strap/Foot Plate Testers

2023—08—30 发布

2023—11—30 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

静电腕带/脚盘测试仪 校准规范

Calibration Specification of Wrist
Strap/Foot Plate Testers

JJF(津)101-2023

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所

参加起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所负责解释

本规范主要起草人：

张 珩 (天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所)

李 征 (天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所)

孙 翱 (天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所)

参加起草人：

陈 凯 (天津市计量监督检测科学研究院电子仪表实验所)

张一萌 (天津市计量监督检测科学研究院)

赵新明 (天津市计量监督检测科学研究院)

董 娜 (天津市计量监督检测科学研究院)

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和计量单位.....	(1)
3.1 人体静电.....	(1)
3.2 人体对地电阻.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 腕带电阻.....	(2)
5.2 脚盘电阻.....	(2)
5.3 示值误差.....	(2)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 测量标准及其他设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 校准项目.....	(4)
7.2 校准方法.....	(4)
8 校准结果表达.....	(6)
8.1 测量数据修约.....	(6)
8.2 校准证书.....	(6)
9 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 校准原始记录参考格式.....	(8)
附录 B 校准证书内页格式.....	(11)
附录 C 测量不确定度评定示例.....	(14)

引 言

本规范依据国家计量技术规范 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 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行编制。

本规范的制定目的是解决静电腕带/脚盘电阻测试仪的校准问题。

本规范作为天津市地方计量校准规范，系首次制定。

静电腕带/脚盘测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于各类静电腕带/脚盘测试仪的校准，也适用于人体综合电阻测试仪、具有人体电阻测试功能的门禁系统以及人体静电监测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 15463-2018《静电安全术语》

GB 21148-2020《足部防护 安全鞋》

GJB 3007A-2009《防静电工作区技术要求》

SJ/T 10694-2022《电子产品制造与应用系统防静电测试方法》

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

下列术语和定义适用于本规范：

3.1 人体静电 (static electricity on human body)

人体由于自身行动或与其它带电物体相接近而在人体上产生并积聚的静电。

[GB/T 15463-2018, 基本概念 2.36]

3.2 人体对地电阻 (resistance of human body to earth)

由人体电阻、人体所穿鞋、袜电阻、人体所处环境的地面电阻与接地系统的接地电阻所构成的人体对大地的总电阻。[GB/T 15463-2018, 静电测量与检测 4.18]

4 概述

静电腕带/脚盘测试仪是用于测量人体对地电阻的大小，并直观反映人体静电防护水平是否满足相关防护要求的专用设备。测试仪主要由供电单元、测量单元、比较单元及显示单元四部分组成。测试仪根据供电方式的不同可分为交流电网供电及电池供

电两种，根据显示方式可分为发光二极管 (LED) 显示及数字显示两种类型。

5 计量特性

5.1 腕带电阻

下限设定范围：(100~750) kΩ，最大相对允许误差：±10%；

上限设定范围：(10~35) MΩ，最大相对允许误差：±10%。

5.2 脚盘电阻

下限设定范围：(100~750) kΩ，最大相对允许误差：±10%；

上限设定范围：(35~1000) MΩ，最大相对允许误差：±10%。

注：具体技术指标应参照被校静电腕带/脚盘测试仪的技术指标规定，以上技术指标不作合格性判别。

5.3 示值误差

5.3.1 发光二极管显示的静电腕带/脚盘测试仪示值误差计算公式：

示值绝对误差公式：

$$\Delta_L = R_n - R_m \quad (1)$$

$$\Delta_H = R_N - R_M \quad (2)$$

示值相对误差公式：

$$\delta_L = \frac{R_n - R_m}{R_m} \times 100\% \quad (3)$$

$$\delta_H = \frac{R_N - R_M}{R_M} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

Δ_L ， Δ_H —静电腕带/脚盘测试仪测量下限、上限绝对误差，Ω；

δ_L ， δ_H —静电腕带/脚盘测试仪测量下限、上限相对误差；

R_m ， R_M —测量下限、上限的实际值，Ω；

R_n , R_N --测量下限、上限的标称值, Ω 。

5.3.2 数字显示的静电腕带/脚盘测试仪示值误差计算公式:

示值绝对误差公式:

$$\Delta_L = R_x - R_m \quad (5)$$

$$\Delta_H = R_X - R_M \quad (6)$$

示值相对误差公式:

$$\delta_L = \frac{R_x - R_m}{R_m} \times 100\% \quad (7)$$

$$\delta_H = \frac{R_X - R_M}{R_M} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

Δ_L , Δ_H --静电腕带/脚盘测试仪测量下限、上限绝对误差, Ω ;

δ_L , δ_H --静电腕带/脚盘测试仪测量下限、上限相对误差;

R_m , R_M --测量下限、上限的实际值, Ω ;

R_x , R_X --测量下限、上限的示值, Ω 。

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: $\leq 75\%$;

6.1.3 由交流电网供电的静电腕带/脚盘测试仪:

6.1.3.1 交流电压: $(220 \pm 22) \text{V}$;

6.1.3.2 频率: $(50 \pm 0.5) \text{Hz}$;

6.1.4 由电池供电的静电腕带/脚盘测试仪，应保证电池的电量充足。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 由标准器、辅助设备及环境条件所引起的扩展不确定度 ($k=2$)，应不大于被校测试仪最大允许误差绝对值的 $1/3$ 。

6.2.2 可调高阻箱

6.2.2.1 量程应覆盖被校测量仪的上限值和下限值；

6.2.2.2 所用测量盘的允许误差不超过被校测试仪允许误差的 $1/4$ ；

6.2.2.3 调节细度满足被校测试仪测量限值最大允许误差的 $1/10$ 。

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	项目名称	校准方法条款
1	外观及通电检查	7.2.1
2	腕带电阻校准 ^①	7.2.2
3	脚盘电阻校准 ^②	7.2.3

注：①对于仅具备静电脚盘功能的测试仪，该项目不必进行。
②对于仅具备静电腕带功能的测试仪，该项目不必进行。

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

7.2.1.1 被校测试仪的外壳及铭牌上应清晰明确地标有以下主要信息：

名称、型号、制造厂家或商标、出厂编号及必要的功能标识信息。

7.2.1.2 被校测试仪应保持完整良好的状态，各接线端及按键功能正常，无影响仪器正常工作的损伤。

7.2.1.3 通电后,被校测试仪应能正常开机,功能指示灯或屏幕应能正常显示。具备开机自检功能的仪器应能正常完成自检工作。

7.2.1.4 对于由电池供电的测试仪,具备电池电量提示功能的,当出现电量不足的提示时应更换电池;对于不具备电池电量提示功能的,应确认所用电池的电量充足,不得使用欠压电池作为供电电池。

7.2.2 腕带电阻校准

7.2.2.1 腕带电阻的校准采用直接测量法,接线图如图 1 所示,将测试仪的测试端与可调高阻箱输出端的其中一端连接,腕带接地端与可调高阻箱输出端的另一端连接。

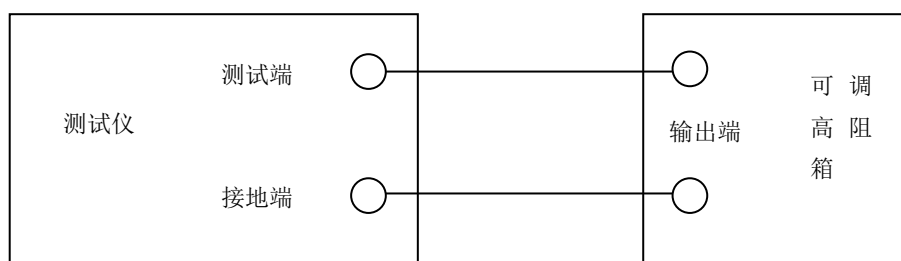


图 1 腕带电阻校准的接线图

7.2.2.2 参考被校测试仪说明书标注的电阻合格下限值,将可调高阻箱的电阻值设定在小于腕带电阻下限值附近,使被校测试仪处于腕带电阻低于合格下限值的报警状态,此时二极管指示灯的状态应为 LOW (LO) 指示灯亮起,其他指示灯熄灭。逐渐增大可调高阻箱的电阻值,使测试仪的工作状态转换为腕带电阻合格的状态,此时二极管指示灯的状态应为 GOOD (PASS) 指示灯亮起,其他指示灯熄灭,记录可调高阻箱的电阻值作为下限值的实际值;对于数字显示的测试仪,还应记录此时测试仪的示值。

7.2.2.3 参考被校测试仪说明书标注的电阻合格上限值,将可调高阻箱的电阻值设定在小于腕带电阻上限值附近,使被校测试仪处于腕带电阻合格的状态,此时二极管指示灯的状态应为 GOOD (PASS) 指示灯亮起,其他指示灯熄灭。逐渐增大可调高阻箱的电阻值,使测试仪的工作状态转换为腕带电阻大于合格上限值的报警状态,此时二极管指示灯的状态应为 HIGH (HI) 指示灯亮起,其他指示灯熄灭,记录可调高阻箱的电阻值作为上限值的实际值;对于数字显示的测试仪,还应记录此时测试仪的示值。

7.2.2.4 发光二极管显示的腕带测试仪的电阻下限值和上限值的示值绝对误差及示值相对误差分别按照公式 (1)、(2) 和 (3)、(4) 计算;数字显示的腕带测试仪

的电阻下限值和上限值的示值绝对误差及示值相对误差分别按照公式 (5)、(6) 和 (7)、(8) 计算。

7.2.3 脚盘电阻校准

7.2.3.1 脚盘电阻校准方法与腕带电阻校准方法相同, 接线方式如图 1 所示, 具体操作步骤可按 7.2.2.1、7.2.2.2 及 7.2.2.3 所述的方法进行。对于具备双脚盘结构的测试仪, 左、右脚盘脚盘电阻均应进行校准。

7.2.3.2 发光二极管显示的脚盘测试仪的电阻下限值和上限值的示值绝对误差及相对示值误差分别按照公式 (1)、(2) 和 (3)、(4) 计算; 数字显示的脚盘测试仪的电阻下限值和上限值的示值绝对误差及示值相对误差分别按照公式 (5)、(6) 和 (7)、(8) 计算。

8 校准结果表达

8.1 校准结果数据处理

校准结果可按照数字修约规则的要求保留到被校测试仪允许误差绝对值的 1/10 位。

8.2 校准证书

静电腕带/脚盘测试仪经校准后应出具校准证书, 校准证书由封面和校准数据内页组成, 封面由校准机构统一格式, 校准数据按附录 B、附录 C 要求, 并可根据测试仪的情况进行填写。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。

9 复校时间间隔

静电腕带/脚盘测试仪的复校时间间隔可根据送校单位的实际使用情况自主决定。
建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

校准原始记录参考格式

第 X 页 共 X 页

仪器/样品信息					
校准证书编号:					
委托单位名称:					
委托单位地址:					
仪器名称:					
型号规格:					
出厂编号:					
制造单位:					
测量信息					
标准器名称	型号规格	编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期至
校准依据:					
校准地点:					
校准日期:					
温度: ℃					
相对湿度: %					
备注:					
校准人员:			核验人员:		

1. 外观及通电检查:

2. 腕带电阻校准:

(1) 发光二极管显示式:

腕带下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
腕带上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

(2) 数字显示式:

腕带下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
腕带上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

3. 脚盘电阻校准:

(1) 发光二极管显示式:

左脚脚盘:

脚盘下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

右脚脚盘:

脚盘下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

(2) 数字显示式:

左脚脚盘:

脚盘下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

右脚脚盘:

脚盘下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

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					
校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059.1 的要求。					
校准所依据的技术文件（代号、名称）：					
校准所使用的主要计量器具：					
名称	型号/规格	编号	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至
校准地点及其环境条件：					
地点：					
温度：		相对湿度：		其他：	

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

校准证书校准结果页格式

证书编号: XXXXXX—XXXX

校准结果

1.外观及通电检查:

2.腕带电阻校准:

(1) 发光二极管显示式:

腕带下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
腕带上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

(2) 数字显示式:

腕带下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
腕带上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

3.脚盘电阻校准:

(1) 发光二极管显示式:

左脚脚盘:

脚盘下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

转下页

校准结果

右脚脚盘：

脚盘下限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

(2) 数字显示式：

左脚脚盘：

脚盘下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

右脚脚盘：

脚盘下限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)
脚盘上限	标称值	被校表示值	实际值	测量误差	测量不确定度 ($k=2$)

以下空白

说明：根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下__个月校准一次。

声明：

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本次所校准的计量器具有效。

校准员：_____

核验员：_____

附录 C

测量不确定度评定示例

静电腕带/脚盘测试仪测量不确定度评定

C.1 引言

静电腕带/脚盘测试仪的主要校准项目包括腕带电阻及脚盘电阻，所涉及的校准参数均为直流电阻，因其工作原理及校准方法相似，故本文以腕带电阻校准结果的不确定度做示例，介绍静电腕带/脚盘测试仪测量不确定度评定的过程。

C.2 测量不确定度评定

C.2.1 测量方法

采用直接测量法，对腕带电阻上限标称值为 $10\text{M}\Omega$ ，相对允许误差为 $\pm 10\%$ 的静电腕带/脚盘测试仪进行校准，逐渐增加可调高阻箱的电阻值，使测试仪的工作状态变为报警状态，记录此时可调高阻箱的电阻值作为腕带电阻上限值的测量实际值。

C.2.2 测量模型

$$\Delta_H = R_N - R_M \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δ_H —腕带电阻测量值示值绝对误差， Ω ；

R_N —腕带电阻测量上限的标称值， Ω ；

R_M —腕带电阻测量上限的实际值， Ω 。

C.2.3 合成标准不确定度计算

$$u_c(\Delta_H) = \sqrt{c_1^2 u^2(R_N) + c_2^2 u^2(R_M)} \quad (\text{C.2})$$

式中：

$u_c(\Delta_H)$ —合成标准不确定度；

$u(R_N)$ —输入量 R_N 引入的标准不确定度分量；

$u(R_M)$ —输入量 R_M 引入的标准不确定度分量；

c_1 、 c_2 —灵敏系数， $c_1 = \frac{\partial \Delta_H}{\partial R_N} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \Delta_H}{\partial R_M} = -1$ 。

C.2.4 标准不确定度来源

C.2.4.1 输入量 R_N 的标准不确定度 $u(R_N)$ 主要来源有:

测量重复性引入的不确定度分量 u_1 。

C.2.4.2 输入量 R_M 的标准不确定度 $u(R_M)$ 的主要来源有:

标准器可调高阻箱引入的标准不确定度分量 u_2 。

C.2.5 标准不确定度的评定

C.2.5.1 测量结果的重复性引入的不确定度分量 u_1 , 采用 A 类不确定度评定:

A 类不确定度主要来源于测量结果的重复性, 依据本规范在相同条件下对测试仪的腕带上限值进行重复测量 10 次, 得到的测量结果如表 C.1。

表 C.1 被校测试仪腕带电阻上限值重复性测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5
实测值/M Ω	10.12	10.25	10.33	10.13	10.37
第 i 次测量	6	7	8	9	10
实测值/M Ω	10.11	10.25	10.08	10.31	10.24

实测结果的算术平均值: $\bar{R}_M = \frac{\sum_{i=1}^{10} R_{M_i}}{10} = 10.219\text{M}\Omega$

依据贝塞尔公式计算单次测量结果的实验标准偏差:

$$s(R_M) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_{M_i} - \bar{R}_M)^2}{n-1}} \quad (\text{C.3})$$

式中:

\bar{R}_M — n 次测量结果的平均值, Ω ;

R_{M_i} — 第 i 次测量可调电阻箱的示值, Ω ;

n — 重复测量次数。

根据表 C.1 的数据, 可由公式 (C.3) 计算单次测量结果的实验标准偏差:

$$s(R_M) = 0.103\text{M}\Omega$$

因实际测量时,取单次测量值作为测量结果,则重复性引入的标准不确定度 u_1 为:

$$u_1 = s(R_M) = 0.103\text{M}\Omega$$

C.2.5.2 标准器可调高阻箱引入的不确定度分量 u_2 ,采用B类不确定度评定

标准器可调高阻箱经上一级检定,10M Ω 的准确度为0.5级,其置信区间的半宽为 $a=0.05\text{M}\Omega$,均匀分布, $k=\sqrt{3}$,则标准不确定度 u_2 为:

$$u_2 = a / k = 0.05\text{M}\Omega / \sqrt{3} \approx 0.029\text{M}\Omega$$

C.2.6 合成不确定度

C.2.6.1 主要标准不确定度见表C.2

表C.2 标准不确定度分量表

标准不确定度	标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度分量值	灵敏系数
$u(R_N)$	u_1	测量重复性	0.103M Ω	1
$u(R_M)$	u_2	标准器可调高阻箱	0.029M Ω	-1

C.2.6.2 由标准不确定度分量的来源可知,各分量相互独立,则由公式(C.2)计算合成标准不确定度为:

$$u_c(\Delta_H) = \sqrt{c_1^2 u^2(R_N) + c_2^2 u^2(R_M)} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \approx 0.107\text{M}\Omega$$

C.2.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$,则扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(\Delta_H) = 2 \times 0.107\text{M}\Omega = 0.214\text{M}\Omega$$

