

操作手册 *Operation Manual*



重锤式电阻测试套件

Digital Surface Resistance Meter Kit

☆自动选择测试电压 ☆固定/快速测试时间 ☆测试环境温湿度

☆OLED 屏幕数显+LED 灯指示 ☆100 组数据储存

型号: 19290

品牌: DESCO

产地: 美国

1. 仪器配置

19290 套件标配件



① 测试表：1 台
 ② 测试线：银色/红色各 1 条，线长 1.5 米
 ③ 距离标线：10 英寸/36 英寸各 1 条
 ④ 点到点重锤电极：2 个，单锤重 2.3 公斤
 ⑤ 标签纸：25 张
 ⑥ 接地夹：1 个
 ⑦ 接地插头，1 个，美规插头
 ⑧ 手提箱：以上所有物品放置在该箱中

货号 19290
 货号 19300
 货号 19293
 货号 50003
 货号 19296
 货号 09750
 货号 09838
 货号 19292

选配件



① 单点笔形电极：1 支测试小件材料接地电阻，2 支测试任意两点之间电阻
 ② 两点笔形电极：1 支，测试小件材料固定两点之间电阻
 ③ 同心点笔形电极：1 支，测试小件材料表面电阻/电阻率
 ④ 同心圆重锤电极：1 个，测试中/大件材料表面电阻/电阻率
 ⑤ 握柄电极：1 个，测试人体+鞋+地板系统电阻
 ⑥ 钳形电极：1 对，测试管状材料电阻
 ⑦ 悬挂电极：1 套（电极+手环+绕线），测试手套和指套电阻
 ⑧ 手腕带测试架：1 个（测试手腕带整体电阻和内/外侧面电阻）
 ⑨ 校准电阻：1 套（1KΩ ~ 1TΩ，10 粒标准电阻）

货号 SPP1
 货号 SPP2
 货号 SPP3
 货号 REM005
 货号 19295
 货号 832
 货号 19298
 货号 S11
 货号 HR10

2. 静电电阻测量方式

在静电控制区（EPA）内需要对所用的材料、物品或工具（以下统称为材料）的电阻进行测试，以评估是否具有消散静电的功能，通常在 EPA 区域内的材料静电电阻要求在 $1\text{M}\Omega(10^6)\sim 100\text{G}\Omega(10^{11})$ 之间。静电电阻是静电控制领域的专属概念，是用各种电极模拟静电敏感器件放置在防静电材料上所形成的通道电阻，静电电阻是结合了测试电极所形成的电阻，所以静电电阻不是一个固定值，不同电极和材料接触压力不同，接触面积不同，所得到的测试结果也不同。之所以要用不同重量和尺寸的电极来进行测试，就是为了模拟需要静电保护的物品或器件放置在材料上的实际效果。

选用合适的电极进行测试

对于大型材料，通常采用重锤电极进行测试（模拟人体或设备等较重的物品置于该类材料上所形成的电阻）；对于小型材料采用笔形电极测试（模拟静电敏感器件置于该类材料上所形成的电阻）。

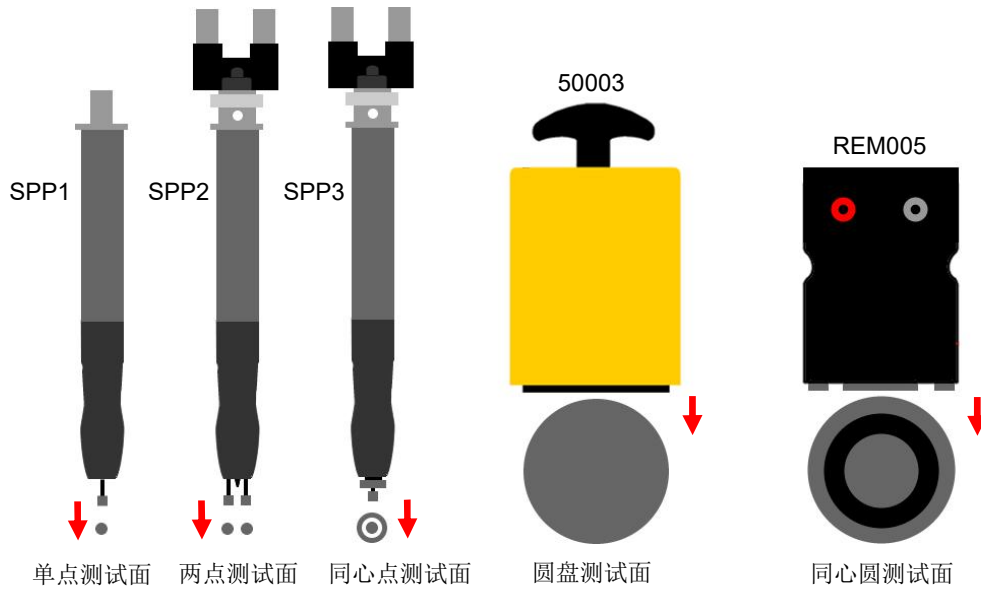
主要测试项目

- ◇ **点到点电阻：**测试防静电材料任意两点之间的电阻。大型材料采用 2 个点点到点重锤电极进行测试。对于小型材料或异形材料采用 2 支单点笔形电极测试点到点电阻。
- ◇ **两点电阻：**两点电阻本质就是点到点电阻，对于小型材料可以用 2 支单点笔形电极测试，为了方便高效，也可用 1 支两点笔形电极测试（注：两点笔形电极的两点距离是固定的，通常用于测试较小材料）。
- ◇ **接地电阻：**防静电材料只有接地才能把静电荷导走，因此对接地的材料需要验证从材料到接地点之间的通道是否合格。采用 1 个点点到点重锤电极测试大型材料任意位置到接地点的电阻；采用 1 支单点笔形电极测试小型材料任意一点到接地点的电阻
- ◇ **表面电阻/体积电阻：**对于常见的防静电物品和材料都要测试表面电阻和体积电阻，以验证这些材料自身具备静电消散能力，可以作为静电防护使用。对于面积远大于厚度的片状材料只需测试表面电阻即可，对于有一定厚度的材料需要测试体积电阻。表面电阻和体积电阻都是测试材料固定面积/体积的电阻，因此可以根据电极尺寸换算为电阻率，这样就可以方便地比较不同材料或不同批次的性能。大型材料采用 1 个同心圆重锤电极测试，小型材料采用 1 支同心点笔形电极测试
- ◇ **特定物品或材料的电阻：**对于一些特定物品例如管状材料、手套/指套、手腕带等需要特别的电极进行测试

注意事项

- ◇ 确保被测材料本身不带电
- ◇ 通常取以下测试点可以更好地评估材料是否合格
 - 最常用位置
 - 磨损严重的位置
 - 中心位置
 - 距离接地点较远的位置
- ◇ 如果被测材料是有接缝的，例如块状地板，衣服等，测试电极应分别放置在不同的拼接区块

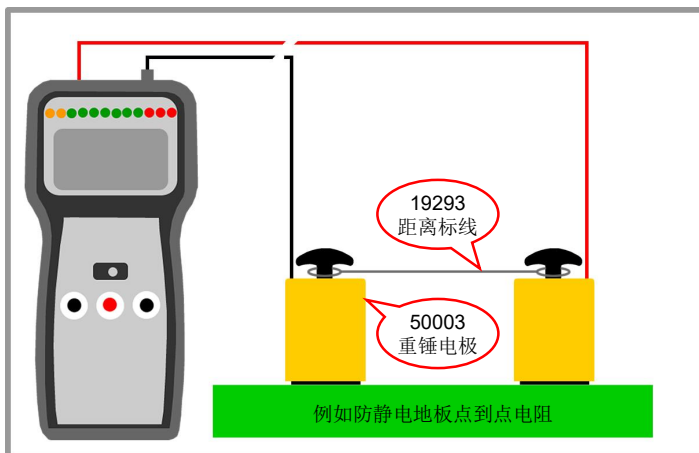
常规电极 SPP1、SPP2、SPP3、50003、REM005 的结构及用途



- ◇ SPP1: 测试小型或异形材料任意点到点电阻和接地电阻（测试点到点电阻需要 2 支 SPP1）
- ◇ SPP2: 测试小型材料固定两点之间电阻，适用较小材料或狭窄空间
- ◇ SPP3: 测试小型材料的表面电阻和体积电阻
- ◇ 50003: 测试大型材料点到点电阻和接地电阻（测试点到点电阻需要 2 个 50003）
- ◇ REM005: 测试大型材料表面电阻和体积电阻

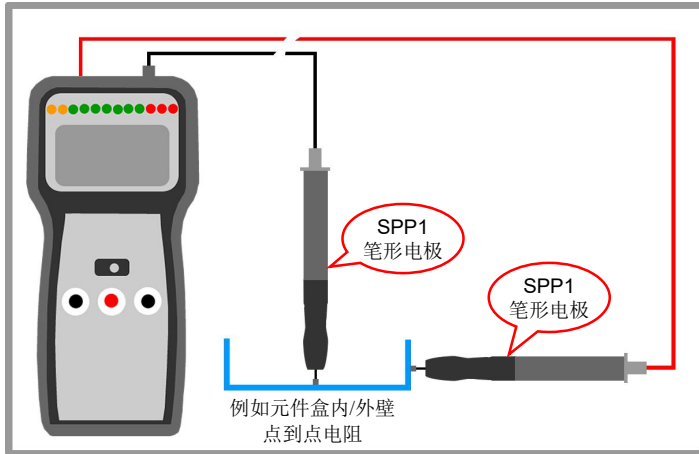
测试示意图

测试大型材料点到点电阻（采用 2 个 50003 点到点重锤电极, ANSI/ESD TR53 规范）



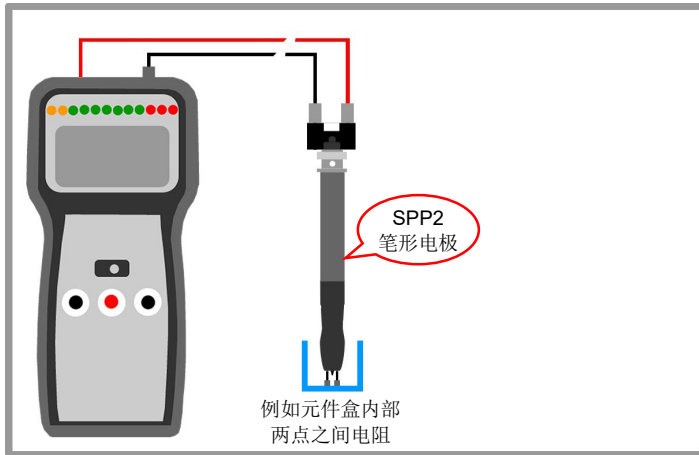
- ◇ 把 2 个 50003 重锤电极放置在被测材料上
- ◇ 把距离标线套在重锤电极上，测试台垫等较小面积材料采用 10 英寸距离标线，测试地板等大面积材料采用 36 英寸距离标线
- ◇ 连接测试仪和 2 个重锤电极
- ◇ 按测试表中间的红色键测试

测试小型材料点到点电阻（采用 2 支 SPP1 单点笔形电极, ANSI/ESD TR53 规范）



- ◇ 连接测试表和 2 支 SPP1 单点笔形电极
- ◇ SPP1 电极分别压在被测材料上面两个位置，把探针垂直压倒底即可
- ◇ 按测试表中间的红色键测试

测试小型材料固定两点之间电阻（采用 1 支 SPP2 两点笔形电极, ANSI/ESD STM11.13 规范）

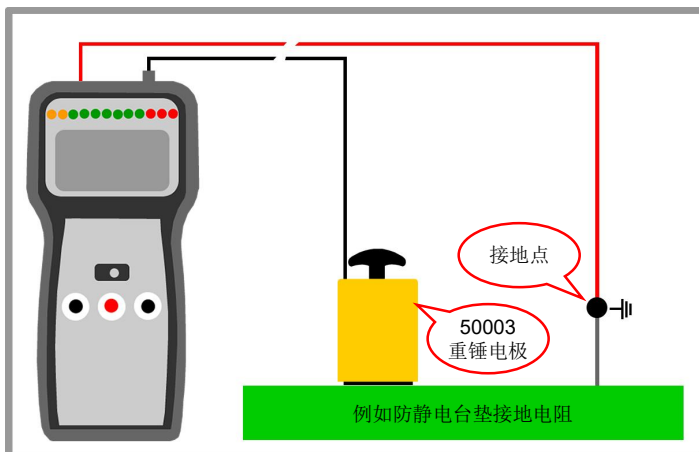


- ◇ 连接测试表和 SPP2 两点笔形电极
- ◇ 把电极垂直压在被测材料上，探针压到止位点即可
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 备注：两点电阻本质是点到点电阻，对于较小材料或狭窄空间，采用 1 支 SPP2 测试更为方便



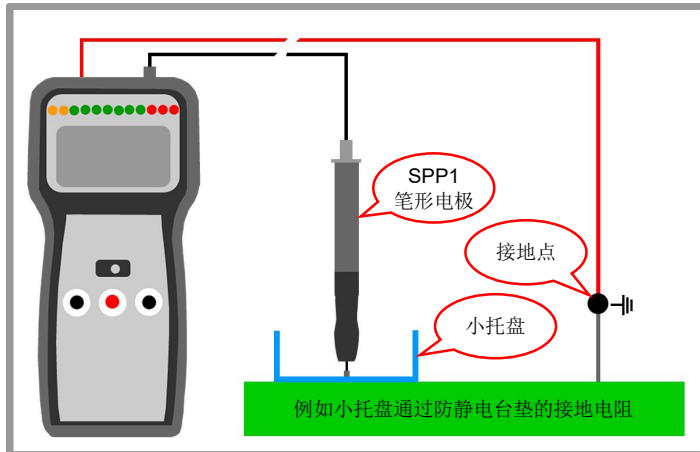
一直压到止位点触碰到被测材料即可

测试大型材料接地电阻（采用 1 个 50003 点到点重锤电极, ANSI/ESD TR53 规范）



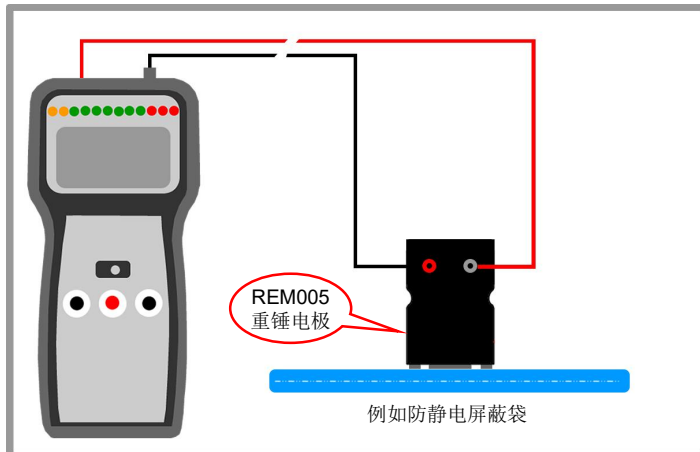
- ◇ 把 1 个 50003 重锤电极放在被测材料上，连接重锤电极和测试表
- ◇ 测试表另一条线插上配套的接地夹，然后夹住被测材料的接地点，如果被测材料是通过设备接地点接地，可采用配套的接地插头插入电源插座。
- ◇ 按测试表中间的红色键测试

测试小型材料接地电阻（采用 1 支 SPP1 单点笔形电极, ANSI/ESD TR53 规范）



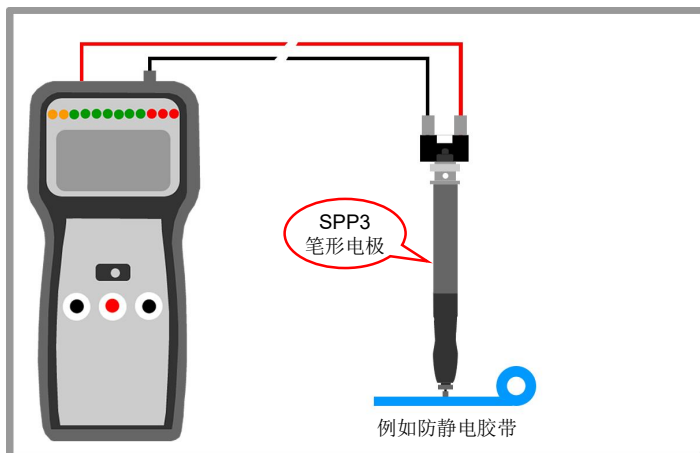
- ◇ 连接测试表和 SPP1 单点笔形电极
- ◇ 测试表另一条线插上配套的接地夹，并夹住接地点，如果被测材料是通过设备地接地，可采用配套的接地插头插入电源插座
- ◇ 把 SPP1 电极压在被测材料上，垂直压到底即可
- ◇ 按测试表中间的红色键测试

测试大型材料表面电阻/电阻率（采用 REM005 同心圆重锤电极, ANSI/ESD STM11.11 规范）



- ◇ 把 REM005 同心圆重锤电极放在被测材料上，连接重锤的 2 个插孔到测试表（无需区分插孔，任意接线即可）
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 测试表的读数为表面电阻，该读数 $\times 10$ 就是表面电阻率

测试小型材料表面电阻/电阻率（采用 SPP3 同心点笔形电极, ANSI/ESD STM11.11 规范）

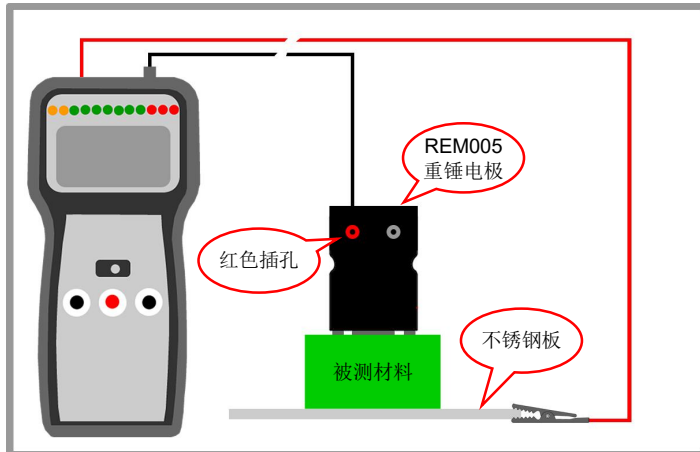


- ◇ 连接测试表和 SPP3 同心点笔形电极
- ◇ 把 SPP3 垂直压到底，中间探针到底后，继续下压使外环胶套的弹针全部缩进直至外环胶套上部无空隙
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 测试表的读数为表面电阻，该读数 $\times 10$ 就是表面电阻率



一直压到外环胶套和电极上部无空隙为止

测试大型材料体积电阻/电阻率（采用 REM005 同心圆重锤电极, ANSI/ESD STM11.12 规范）



- ✧ 把被测材料放在一块不锈钢板上
- ✧ 把 REM005 同心圆重锤电极放在被测材料上，测试表一条线插入同心圆电极的红色插孔
- ✧ 测试表另一条测试线插入一个鳄鱼夹，然后夹住不锈钢板
- ✧ 按测试表中间的红色键测试

体积电阻转换体积电阻率公式

$$P=R \times \pi d^2/4h$$

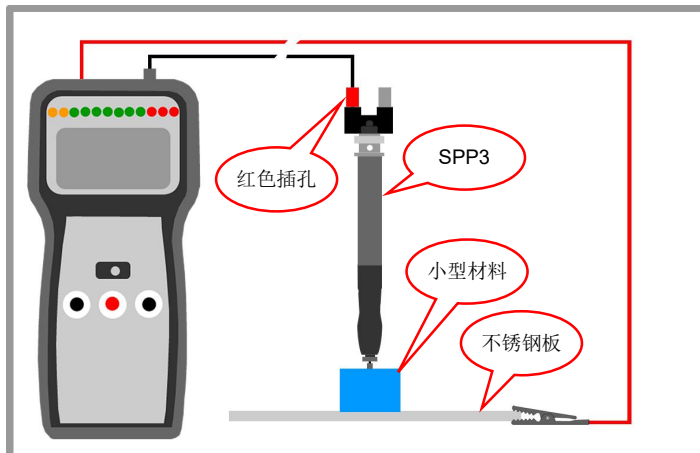
P: 体积电阻率

R: 体积电阻（测试表读数）

d: REM005 电极同心圆面内圆胶垫直径（30mm）

h: 被测材料的厚度

测试小型材料体积电阻/电阻率（采用 SPP3 同心点笔形电极, ANSI/ESD STM11.12 规范）



- ✧ 把被测材料放在一块不锈钢板上
- ✧ 测试表一条测试线插入一个鳄鱼夹，然后夹住不锈钢板
- ✧ 测试表另一条线插入 SPP3 电极的红色插孔
- ✧ 把 SPP3 垂直压到底，中间探针到底后，继续下压使外环胶套的弹针全部缩进直至外环胶套上部无空隙
- ✧ 按测试表中间的红色键测试
- ✧ 测试表的读数为体积电阻

体积电阻转换体积电阻率公式

$$P=R \times \pi d^2/4h$$

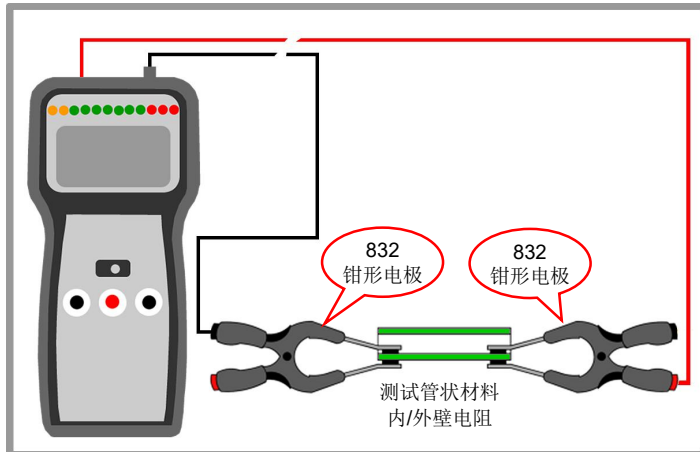
P: 体积电阻率

R: 体积电阻（测试表读数）

d: SPP3 中间探针的胶垫直径（3mm）

h: 被测材料的厚度

测试管状材料内/外壁电阻（采用 2 个 832 钳形电极, SAE J1645 规范）

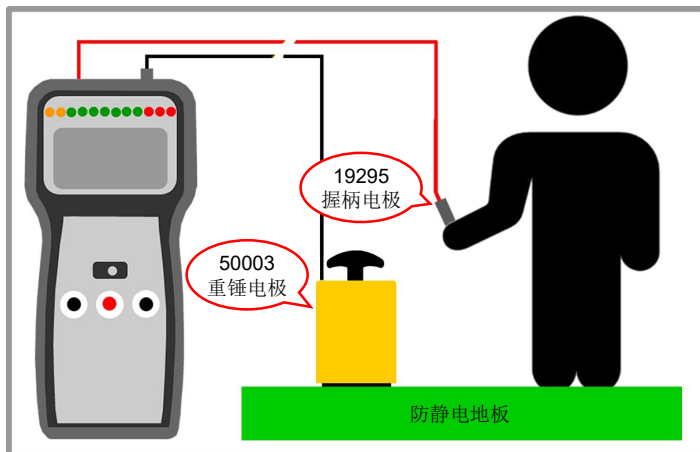


- ◇ 用 832 钳形电极夹住管子两端
- ◇ 测试表 1 条线连接一个钳子的黑孔, 另 1 条线连接另一个钳子的红孔
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 如果钳形电极不悬空, 需要放置在阻值大于 $10^{12}\Omega$ 的支撑板上进行测试

832 钳形电极参数

- ◇ 红色端夹钳胶垫: 6mm x 6mm (大管径可把该头伸入管内)
- ◇ 黑色端夹钳胶垫: 6mm x 3mm (小管径可把该头伸入管内)
- ◇ 胶垫电阻率: 0.08 Ω -cm
- ◇ 钳夹咬合力: 4.5kg

测试人体+鞋+地板系统电阻（采用 1 个 19295 握柄电极+1 个 50003 重锤电极, ANSI/ESD STM97.1 规范）



- ◇ 把 1 个 50003 重锤电极放在防静电地板上, 连接重锤电极和测试表
- ◇ 连接握柄电极和测试表
- ◇ 站在防静电地板上, 手持握柄
- ◇ 按测试表中间的红色键测试

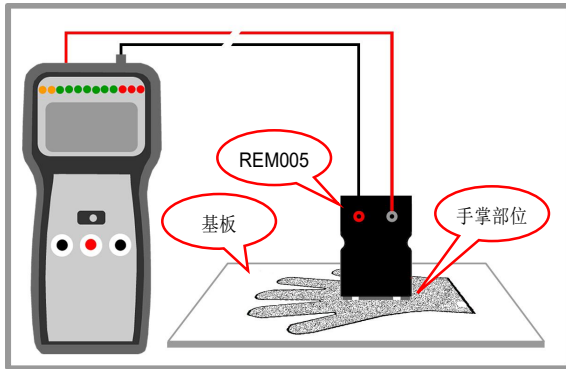
测试手套/指套电阻: 根据 ANSI/ESD SP15.1 规范, 测试手套和指套全流程如下:

测试手套全流程

- ◇ 先用 REM005 同心圆重锤电极测试手套掌部的表面电阻
- ◇ 然后用 SPP3 同心点笔形电极测试手套指尖部位的表面电阻
- ◇ 最后戴上手套, 采用 19298 悬挂电极测试系统电阻
- ◇ 分别记录以上 3 项测试值, 均要求在合格范围内 (阻值在 $10M\Omega$ ~ $1G\Omega$ 之间最佳)

测试指套全流程

- ◇ 先用 SPP3 同心点笔形电极测试指套表面电阻
- ◇ 然后戴上指套, 采用 19298 悬挂电极测试系统电阻
- ◇ 分别记录以上 2 项测试值, 均要求在合格范围内 (阻值在 $10M\Omega$ ~ $1G\Omega$ 之间最佳)

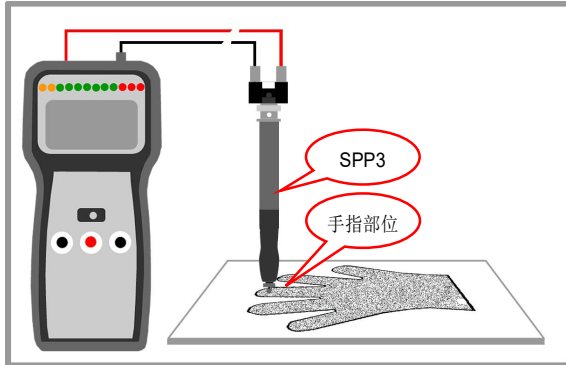


测试手套步骤一:

- ◇ 把手套放置在大于 $1T\Omega$ 的基板上
- ◇ 用 REM005 同心圆重锤电极测试手套掌部表面电阻
- ◇ 测试并记录读数

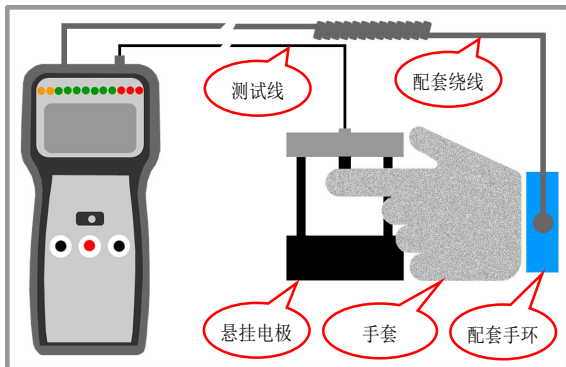
测试手套步骤二:

- ◇ 用 SPP3 同心点笔形电极测试手套指部表面电阻
- ◇ 测试并记录读数

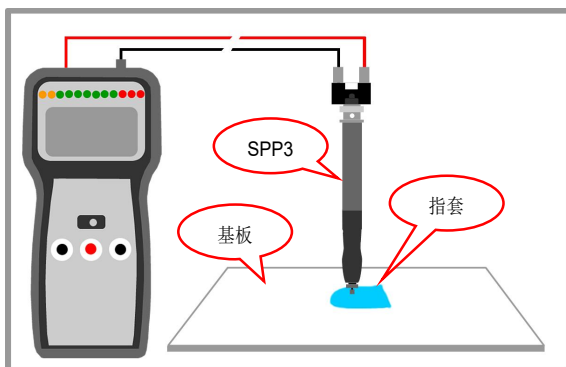


测试手套步骤三:

- ◇ 戴上手套
- ◇ 戴上配套手环
- ◇ 用配套绕线连接手环和测试表灯笼插孔
- ◇ 银色测试线连接悬挂电极的上端插孔和测试表
- ◇ 用手指接触悬挂电极下端触点, 拎起整个电极
- ◇ 测试并记录读数



最终评定: 以上 3 项测试值均要求在合格范围内, 阻值在 $10M\Omega\sim 1G\Omega$ 之间最佳

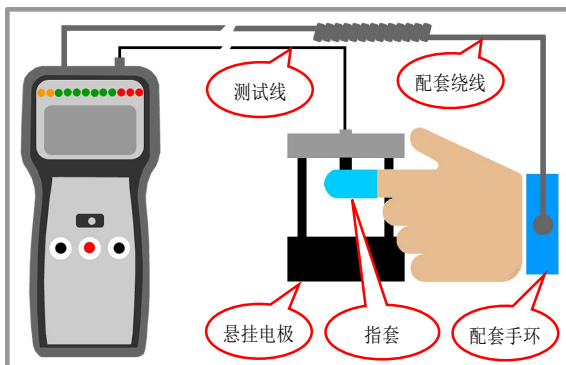


测试指套步骤一:

- ◇ 把指套放置在大于 $1T\Omega$ 的基板上
- ◇ 用 SPP3 同心点笔形电极测试指尖表面电阻
- ◇ 测试并记录读数

测试指套步骤二:

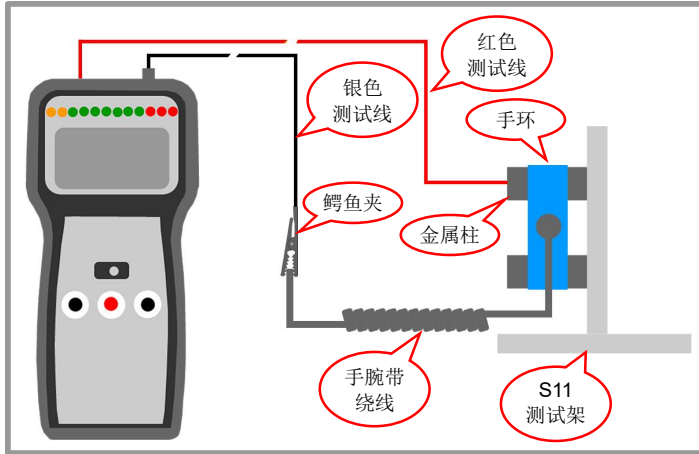
- ◇ 戴上指套
- ◇ 戴上配套手环
- ◇ 用配套绕线连接手环和测试表灯笼插孔
- ◇ 银色测试线连接悬挂电极的上端插孔和测试表
- ◇ 用手指接触悬挂电极下端触点, 拎起整个电极
- ◇ 测试并记录读数



最终评定: 以上 2 项测试值均要求在合格范围内, 阻值在 $10M\Omega\sim 1G\Omega$ 之间最佳

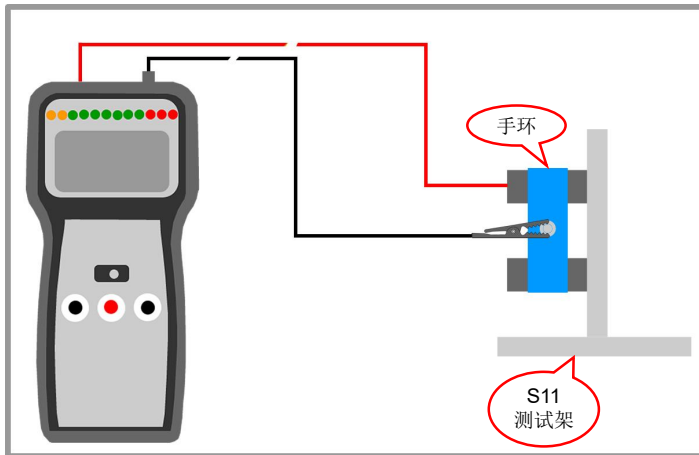
根据 ANSI/ESD S1.1 规范，测试手腕带是否合格全流程如下：

步骤一：测试手腕带整体电阻（手环+连接线）



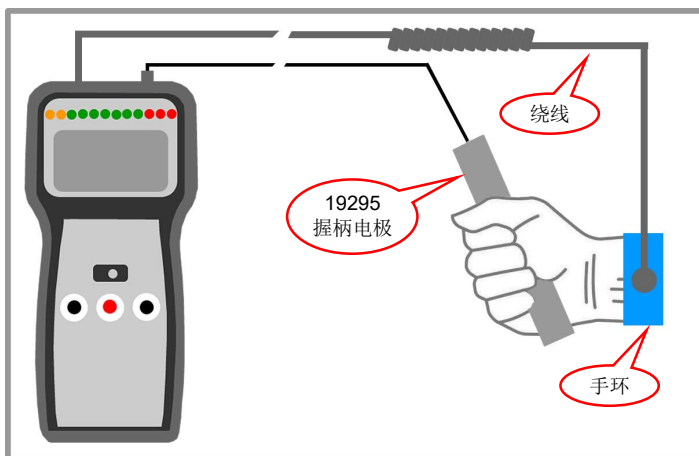
- ◇ 把手环套在 S11 测试架的上下金属柱上
- ◇ 测试表红色测试线插入上面的金属柱子
- ◇ 把手腕带绕线一端扣在手环上
- ◇ 测试表银色测试线插入一个鳄鱼夹，然后夹住手腕带绕线的灯笼头
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 测试结果在 $0.8\text{M}\Omega\sim 1.2\text{M}\Omega$ 之间合格

步骤二：测试手环内/外侧面电阻



- ◇ 把手环内侧面套在 S11 测试架的上下金属柱上
- ◇ 测试表红色测试线插入上面的金属柱子
- ◇ 测试表银色测试线插入一个鳄鱼夹，然后夹住手环上的软扣端子
- ◇ 进行测试，测试结果 $<100\text{K}\Omega$ 合格
- ◇ 把手环翻过来，外侧面套在 S11 测试架的上下金属柱上，按以上同样方法接线进行测试，测试结果 $>10\text{M}\Omega$ 合格

步骤三：测试手腕带系统电阻（手环+连接绕线+人体）



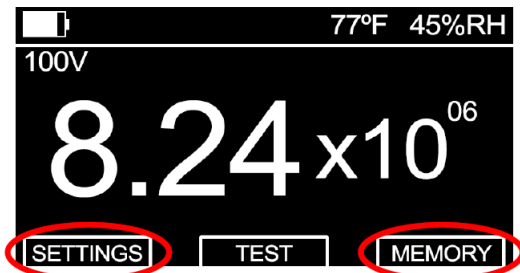
- ◇ 把手环戴在手上
- ◇ 把手腕带绕线一端扣在手环上，另一端插入测试表灯笼插孔
- ◇ 把测试表银色测试线插入 19295 握柄电极，握住握柄电极
- ◇ 按测试表中间的红色键测试
- ◇ 测试结果 $<35\text{M}\Omega$ 合格

3. 仪器面板及功能



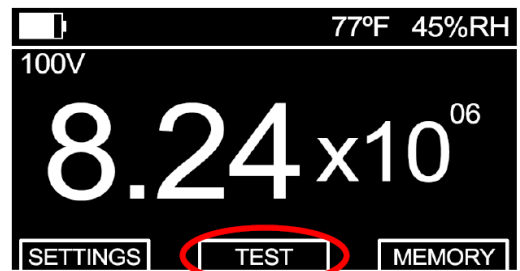
- ◇ A: 测试线插孔，银色线插入右边 SMA 端子并拧紧，红色线插入左边 4mm 插孔
- ◇ B: 指数 LED 灯，表示量级，和显示屏上数值的指数相对应
 - <3, 3: 黄色
 - 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10: 绿色
 - 11, 12, >12: 红色
- ◇ C: 显示屏，显示电量、温度、湿度、测试电压、阻值读数、相关操作指示

- ◇ D: 开/关机键，右拨开机，左拨关机。
- ◇ E: 黑色按键，对应屏幕左边和右边的操作指示。



- 左键(SETTINGS): 按 1 次进入设置界面
- 右键(MEMORY): 按 1 次进入查看界面

- ◇ F: 红色按键: 对应屏幕中间的操作指示。



- 待机界面(TEST), 按 1 次开始测试
- 设置和查看界面(BACK), 长按退出

- ◇ G: 电池舱: 4 节 AA 电池, 电池符号显示空时更换电池。

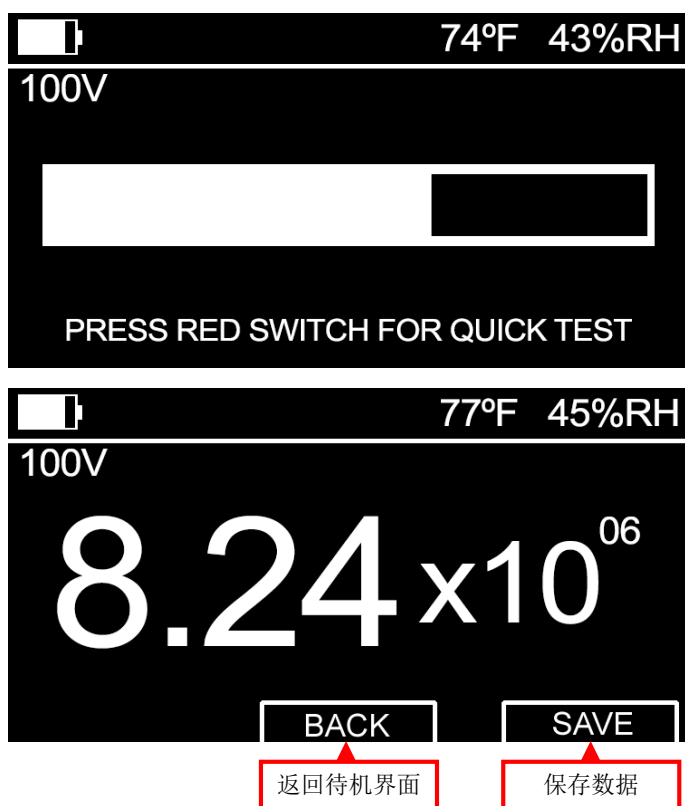
备注: 仪器记录值和标签纸可用于材料合格性/符合性记录

对新购入或新安装的材料进行合格性测试，并保存每个测试数据（仪器可保存 100 组数据），把每组测试数据的记录编号写在标签纸上，然后贴到合适位置。以后定期对这些材料进行符合性检测，可和最初保存在仪器内的合格性测试的数据对比，以了解材料的耗损及性能衰减状况。



测试操作：注意先连接好测试表和电极，并把电极放置在材料上后再开始测试。待机时尽量关机以节电。开机后，进入待机界面，按 1 次<中间红键>开始测试，开始测试后显示进度条，这时可以有以下选择：

- ◇ 等待进度条结束，完成测试
- ◇ 再按 1 次<中间红键>，跳过等待，快速获取测试结果



测试结束后，按<中间红键>返回待机界面，如果要保存该次测试数据，按<右侧黑键>保存。

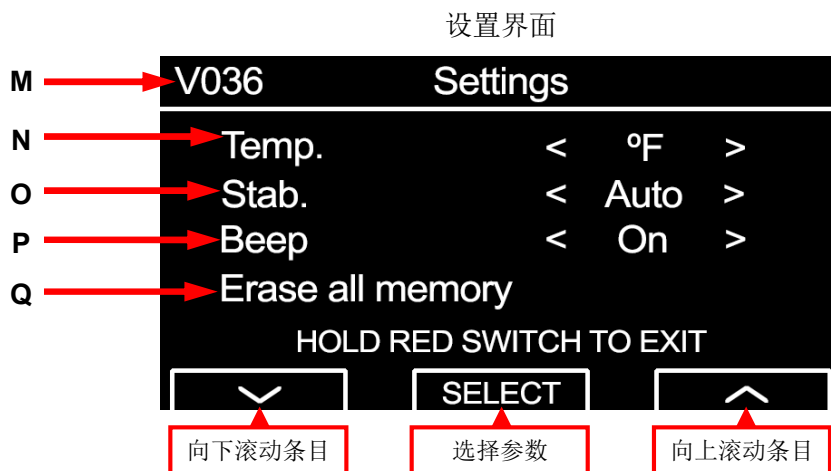
待机界面显示上一次的测试结果，按<中间红键>开始新的测试。按<左侧黑键>进入设置界面，按<右侧黑键>进入查看界面。



- ◇ H: 环境湿度，开机后保持在后台测试，一直显示在屏幕右上角
- ◇ I: 环境温度，开机后保持在后台测试，一直显示在屏幕右上角
- ◇ J: 测试电压，该次测试所采用的测试电压
- ◇ K: 电阻读数，单位欧姆 (Ω)， 8.24×10^06 表示 8240000 欧姆 (8.24 兆欧)
- ◇ L: 读数指数，上排相对应的 LED 灯 6 亮，表示该阻值的量级为 10 的 6 次方

仪器设置

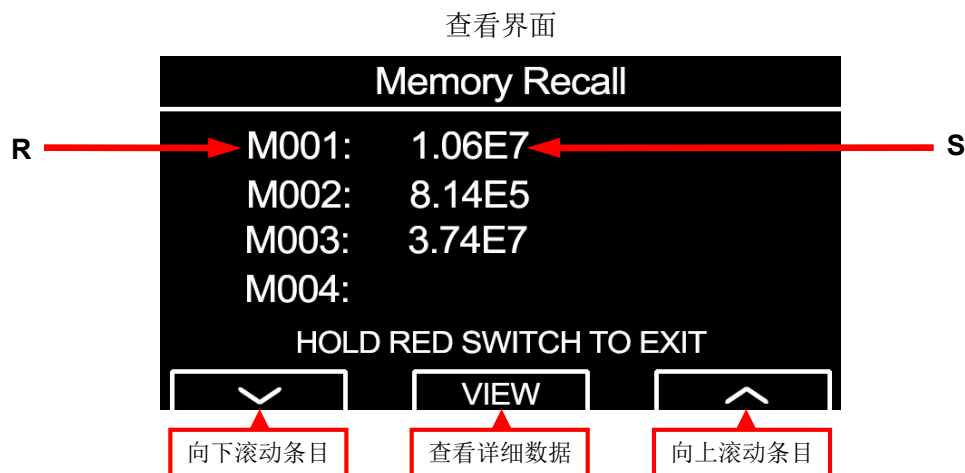
进入设置界面后，按<左右黑键>上下滚动条目，按<中间红键>选择参数，完成设置后长按<中间红键>退出。



- ◇ M: 仪器固件版本号
- ◇ N: 温度单位，按<中间红键>切换华氏温度(°F)和摄氏温度(°C)
- ◇ O: 测试时间，按<中间红键>切换 Auto 和 Fixed
 - Auto: 只有阻值大于等于 10^{10} 欧姆时，才采取 15 秒测试时间
 - Fixed: 只要阻值大于等于 10^6 欧姆，都采取 15 秒测试时间
 - 注：小于 10^6 欧姆的阻值，无论设置为 Auto 或 Fixed 都采取快速测试
- ◇ P: 按键声，按<中间红键>切换 On 和 Off
 - On: 开启按键声
 - Off: 关闭按键声
- ◇ Q: 删除数据，按<中间红键>删除保存在仪器内存中的所有测试数据

查看记录

进入查看界面后，按<左右黑键>上下滚动记录编号，按<中间红键>查看该编号的具体数据。查看结束，长按<中间红键>退出。



- ◇ R: 记录编号，每次保存测试结果时，按排序生成新的编号，总共可保存 100 组
- ◇ S: 电阻读数，该记录编号的电阻读数，例如 1.06E7 表示 $1.06 \times 10^7 \Omega$
- ◇ 按 VIEW 查看该编号的具体测试数据，长按<中间红键>可删除该条的记录值

4. 仪器参数、维护及校准

仪器参数

- ◇ 测试量程 : $1 \times 10^3 \Omega \sim 1 \times 10^{12} \Omega$
- ◇ 测试电压 : 10/100V \pm 5% (自动, 小于 $10^6 \Omega$ 采用 10V, 大于等于 $10^6 \Omega$ 采用 100V)
- ◇ 测试精度 : \pm 10%, \pm 20% (小于等于 $5 \times 10^3 \Omega$ 和大于等于 $5 \times 10^{11} \Omega$)
- ◇ 测试时间 : 15 秒/快速 (可选)
- ◇ 读数单位 : 欧姆 (Ω)
- ◇ 环境温度 : 测试精度 \pm 10%
- ◇ 相对湿度 : 测试精度 \pm 10 字
- ◇ 数据储存 : 100 组 (保存在仪器内存中, 不能导出)
- ◇ 屏幕规格 : 2.7 英寸 OLED 显示屏, 128 x 64 像素
- ◇ 电池 : 4 节 AA 碱性电池
- ◇ 仪器规格 : 100mm(宽) x 210mm(高) x 32mm(深), 0.4 公斤重
- ◇ 重锤电极 : 2.3 公斤
- ◇ 测试线 : 1.5 米长, 红色线 (灯笼插头-灯笼插头), 银色线 (SMA 端子-灯笼插头)

仪器维护

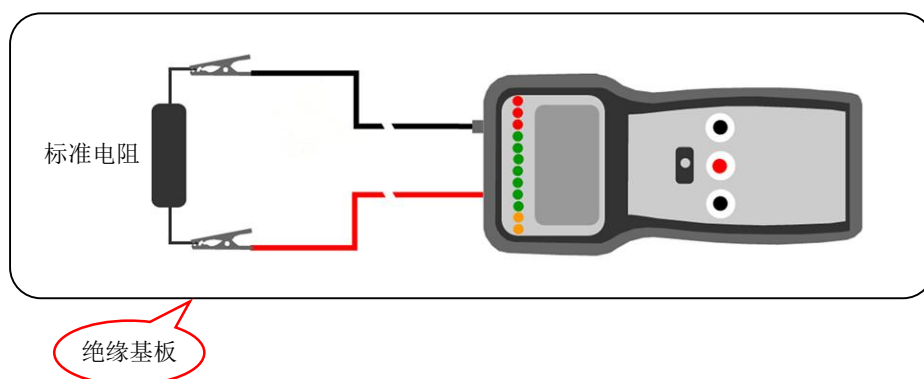
- ◇ 一旦电池符号显示空, 及时更换电池。长期不使用仪器, 取出电池存放
- ◇ 油污或湿气可能会导致仪器顶侧插孔短路, 定期用异丙醇清洁
- ◇ 定期用异丙醇清洁重锤电极, 测量前确保电极的橡胶垫已经晾干
- ◇ 仪器保修期 1 年, 不包括连接线、重锤电极和其他配件
- ◇ 不得拆开仪器外壳, 一旦拆开外壳, 失去保修权力
- ◇ 妥善保护仪器上的产品序列号标签, 遗失标签或序列号磨损不清, 失去保修权力
- ◇ 人为或错误操作所造成的损坏不在保修范围

仪器校准

- ◇ 校准环境要求: 温度 $23.9 \pm 1.7^\circ \text{C}$, 相对湿度 40%~60%
- ◇ 仪器需要裸露在校准环境 1 小时以上
- ◇ 确保仪器电池有充足的电量
- ◇ 用异丙醇清洁仪器测试线插孔, 清洁后手指不要触碰插孔
- ◇ 把原配的测试线插入仪器

- ◇ 把测试线另一端插入万用表(精度达到 $\pm 1.25\%$),万用表调到直流电压挡,万用表显示电压 $10V \pm 5\%$, 按测试仪中间红色测试键,电压上升到 $100V \pm 5\%$,表示测试电压正确
- ◇ 然后把测试线连接到单个标准电阻或电阻盒
- ◇ 用于校准的标准电阻在 10^{10} 欧姆以内精度达到 $\pm 2\%$, 10^{10} 欧姆及以上精度达到 $\pm 5\%$
- ◇ 小于等于 $5 \times 10^3 \Omega$ 的阻值在标准电阻的 $\pm 20\%$ 范围内合格;大于 $5 \times 10^3 \Omega$ 到小于 $5 \times 10^{11} \Omega$ 之间的阻值在标准电阻的 $\pm 10\%$ 范围内合格;大于等于 $5 \times 10^{11} \Omega$ 的阻值在标准电阻的 $\pm 20\%$ 范围内合格

校准示意图

**HR10: 有以下 10 粒标准电阻:**

阻值	精度	数量 (粒)
1K Ω (10^3)	$\pm 1\%$	1
10K Ω (10^4)	$\pm 1\%$	1
100K Ω (10^5)	$\pm 1\%$	1
1M Ω (10^6)	$\pm 1\%$	1
10M Ω (10^7)	$\pm 1\%$	1
100M Ω (10^8)	$\pm 1\%$	1
1G Ω (10^9)	$\pm 1\%$	1
10G Ω (10^{10})	$\pm 5\%$	1
100G Ω (10^{11})	$\pm 5\%$	1
1T Ω (10^{12})	$\pm 5\%$	1