

一、 概述:

ZC-90 系列绝缘电阻测量仪是便携式数字显示高阻测量仪表,该仪表全面符合国家标准 BG/T3048.5 电线电缆电性能试验方法 绝缘电阻试验 中对检测仪器的各项要求,是测试电线电缆以及其他电工制品绝缘电阻的理想设备。多年来已有数千台仪表用于国内外电线电缆厂、防静电产品生产厂、标准计量部门、电力部门以及军工、科研单位,并被国家电线电缆检测中心及国家防静电检测中心选用,作为产品型式试验专用设备。与同类产品相比有以下几个特点:

- (1) 采 3 1/2 位数字显示,桥式测量电路,测量准确度高,读数方便、准确。
- (2) 采便携式结构,体积小重量轻使用方便。
- (3) 由电池供电,仪表可以工作于对地悬浮状态,彻底解决了电线电缆测试中水箱接地引起的高压短路问题,既提高了抗干扰能力又免去了电源线牵挂,适合生产现场测量成盘电缆,在固定场合也可用外接稳压电源供电。
- (4) 内置定时器,自动读数锁定,在测试电线电缆绝缘电阻等规定测量时间的情况下,使用尤其方便。

二、 技术参数

电阻测量基本误差

测量电压 100V, 250V, 500V, 1000V		测量电压 10V, 25V, 50V	
测量范围	基本误差	测量范围	基本误差
0— $10^9 \Omega$	$\pm(1\% R_x + 2 \text{字})$	0— $10^8 \Omega$	$\pm(1\% R_x + 2 \text{字})$
$>10^9$ — $10^{10} \Omega$	$\pm(2\% R_x + 2 \text{字})$	$>10^8$ — $10^9 \Omega$	$\pm(2\% R_x + 2 \text{字})$
$>10^{10}$ — $10^{12} \Omega$	$\pm(3\% R_x + 2 \text{字})$	$>10^9$ — $10^{11} \Omega$	$\pm(3\% R_x + 2 \text{字})$
$>10^{12}$ — $10^{13} \Omega$	$\pm(5\% R_x + 3 \text{字})$	$>10^{11}$ — $10^{12} \Omega$	$\pm(5\% R_x + 3 \text{字})$
$>10^{13}$ — $10^{14} \Omega$	$\pm(10\% R_x + 5 \text{字})$	$>10^{12}$ — $10^{13} \Omega$	$\pm(10\% R_x + 5 \text{字})$
$>10^{14} \Omega$	$\pm(20\% R_x + 10 \text{字})$	$>10^{13} \Omega$	$\pm(20\% R_x + 10 \text{字})$

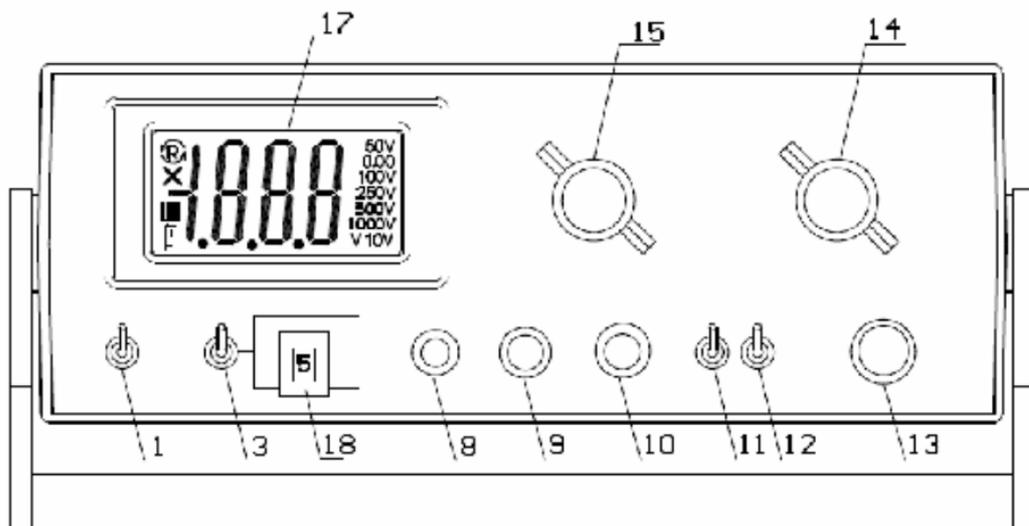
电流测量基本误差

测量范围	基本误差
$\geq 10^{-7} \text{A}$	$\pm(1\% I_x + 2 \text{字})$
$<10^{-7} \text{A} \rightarrow 10^{-8}$	$\pm(2\% I_x + 2 \text{字})$
$<10^{-8} \text{A} \rightarrow 10^{-10}$	$\pm(3\% I_x + 2 \text{字})$
$<10^{-10} \text{A} \rightarrow 10^{-11}$	$\pm(5\% I_x + 3 \text{字})$
$<10^{-11} \text{A} \rightarrow 10^{-12}$	$\pm(10\% I_x + 5 \text{字})$
$<10^{-12} \text{A}$	$\pm(20\% I_x + 10 \text{字})$

其中 IX: 仪表读数值(电流示值)

注: 由于仪表采用了高准确度、高稳定度的桥式测量电路(数量电压的准确度无关,仪表实际上的测量误差,仅为规定值的要是考虑到仪表检定工作的可行性,因为仪表可以标明的准确准电流源的准确度的限制(标准器的准确度必须比被检仪表高领域里高准确度标准器的实现难度远大于被检的测量仪表。)

三、仪表控制面板



其中

- | | |
|----------------------|-----------------|
| (1) 电源开关 | (13) 校零旋钮 |
| (3) 读数保持开关 | (14) 倍率（量程）选择开关 |
| (8) 外接（充电）电源插座 | (15) 高压（校零）选择开关 |
| (9) 高压输出端 | (17) 液晶显示屏 |
| (10) 测量输入端（红）与屏蔽端（黑） | (18) 定时输入码盘 |
| (11) 滤波器 1 开关 | |
| (12) 滤波器 2 开关 | |

四、使用操作规程

将高压（校零）选择开关（15）拨至“放电校零”（.000）档位，调节校零旋钮（13）使仪表示值为 .000。注意：面板上有几个“放电校零”（.000）档位，应选择与所选测量电压相邻的那个“放电校零”（.000）档位，以便一步进入测量位置。

4.1 绝缘电阻测量

4.1.1 仪表与被测器件的连接 在开始操作前，仪表电源应处于关闭位置，在第一次测量结束后，应经过 30 秒左右的内部放电时间，以确保操作人员免受高压电击。

4.1.1.1 将被测器件的两端分别与仪表的高压输出端与测量输入端（黑线红夹子）相连，保护环与屏蔽端（黑线黑夹子）相连，如被测器件无保护环则屏蔽端空置。注意：测量输入端（黑线红夹子）除了与被测器件连接外，必须完全悬空，与其他任何物体的接触将会严重影响高阻测量的准确性。

4.1.1.2 单芯电线绝缘电阻测量：将被测电线放入恒温水箱中（电线两头放在水箱外），仪表高压输出端通过金属导体与水接通，测量输入端（红）与芯线相连，屏蔽端（黑）空置不用，见图 7。

4.1.1.3 多芯及有金属外套的电缆绝缘电阻测量：测量输入端（红）与被测芯线相连，将其它芯线与外套（电缆屏蔽层）连在一起后与仪表的高压端连接，屏蔽端（黑）空置不用，见图 8。

4.1.1.4 防静电工程表面电阻测量：与防静电工程电阻测量标准电极配套使用（选购件），将仪表的高压输出端与测量输入端分别与两个电极相连接（屏蔽端空置不

用），剥去电极下表面导电膜上的保护膜(黄色)后，将两个电极相隔一定距离置于被测物体表面（如测量防静电地板，相隔距离一般为 30cm），见图 9。注意：测量过程中不得接触电极的金属面，以免受到高压电击。注意保证导电膜表面清洁平整，测量完毕应将保护膜贴上，然后放在光滑平整的表面上，如有脏污，切忌利器擦刮，可以用普通封箱胶带在导电膜表面粘吸，将脏物粘去。

如果被测物体的表面不是平面，则可用导电胶在被测物体表面的相应位置涂上两行平行的胶条，然后将仪表的高压输出端与测量输入端分别与两个导电胶条相连接（屏蔽端空置不用）。

4.1.2 打开电源开关。

4.1.3 将倍率（量程）开关置于最低档位，仪表校零（见 4.3.3 节）。

电阻测量必须从最低量程开始，这是因为被测物体可能有很大的分布电容，由此导致的充电电流可能会在开始测量的瞬间对仪表高灵敏的输入端造成危害。

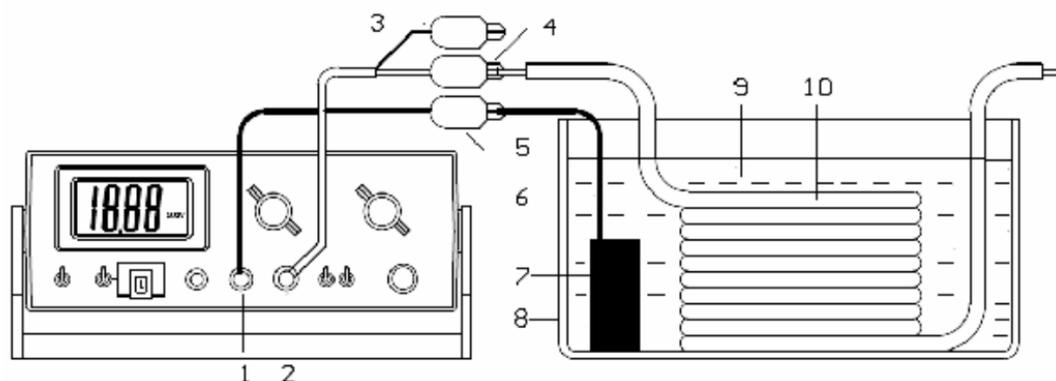


图 7 单芯电缆测量

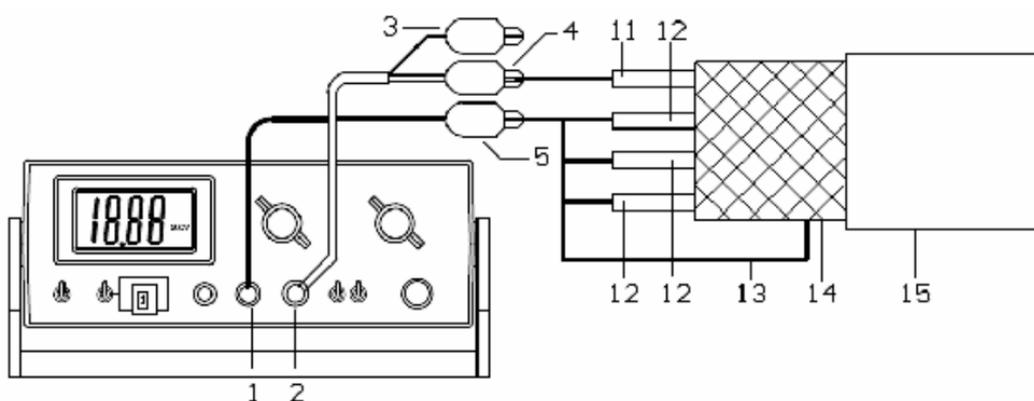


图 8 多芯电缆测量

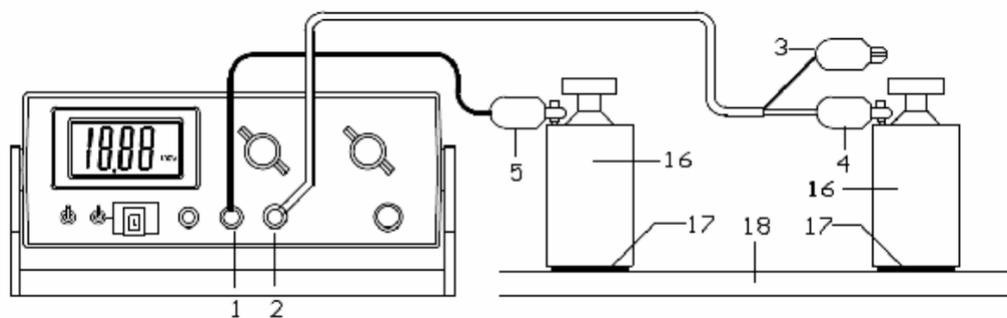


图 9 防静电工程表面电阻测量

其中：

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| 1. 仪表高压输出端 | 10. 被测单芯电缆 |
| 2. 仪表测量输入端 | 11. 被测芯线 |
| 3. 屏蔽端夹子（黑线黑夹子） | 12. 其他芯线 |
| 4. 输入端夹子（黑线红夹子） | 13. 连接线 |
| 5. 高压端夹子（红线红夹子，90G 为黑色屏蔽线） | 14. 电缆屏蔽层（或金属外套） |
| 6. 连接线 | 15. 被测多芯电缆 |
| 7. 金属导体 | 16. 防静电工程电阻测量标准电极 |
| 8. 恒温水浴箱（图中未包括恒温部分） | 17. 导电膜 |
| 9. 水 | 18. 被测材料 |

4.1.4 选择合适的测量电压

测量电压的选择是由被测物体的特性以及测量本身的技术规范而确定的，不同的测量电压可能导致不同的测量结果，这是因为绝缘体的导电机理与金属的导电机理有本质上的不同，因此，除了特制的标准电阻外，一般的被测对象都有较高的负电压系数，即测量电压越高，电阻读数越小。将高压选择开关拨至相应的电压档位就可以获得所需的测量电压。注意：由于仪表内部高压电容的储能较大，内部放电时间要 30 秒左右，因此从一种测量电压时改变为另一种测量电压时，功能开关必须先放在“放电调零”档位，30 秒后才能开始新选择的电压的测量，否则测量电压可能大幅度高于额定值，损坏被测器件，在电压未到达额定值之前，仪表读数也不正确。

4.1.5 倍率（量程）选择

将高压（校零）选择开关（15）由“放电校零”档经“充电”档拨至所选的电压档位，测量电压施加在被测对象上，电阻测量开始；

注意观察仪表示值，如显示屏出现“1—”（单独一个“1”字后面没读数）说明仪表量程过小。逐步将倍率（量程）开关按顺时针方向旋转，当仪表出现读数后应立即停止转动。通常，仪表示值应在 100 个字至 1999 个字之间（忽略小数点），如果示值小于 100 个字，可以将倍率（量程）开关按逆时针方向旋转一档，以求得最佳的准确度与分辨力。如显示屏上出现“×”符号，说明仪表处于量程过大状态，应迅速将量程（倍率）开关逆时针方向旋转，如在最低倍率档仍出现“：”或“×”符号，说明被测器件短路，请速将开关拨至“校零”“放电校零”或“.000”档位，断开电阻测量回路。注意：出现“：”或“×”符号时，仪表读数无效。仪表输入端受到过电流的冲击，零位可能暂时偏移，通常放置一段时间可以恢复。

$$\text{被测对象的绝缘电阻} = \text{仪表示值} \times \text{倍率}$$

4.1.6 被测器件放电

测量结束后，将开关（15）拨至“.000”档位，断开测量电压，并接通放电回路，经过15—20秒，被测器件充分放电后，操作人员方可接触高压端与测量端。

4.1.7 电线电缆每公里长度绝缘电阻按下式换算

$$RL = RX L$$

式中：RL—每公里长度绝缘电阻， $M\Omega \cdot km$ ； RX—试样绝缘电阻， $M\Omega$ ； L—试样长度，km

4.2 电阻测量各量程有效测量范围

各量程范围除了与倍率有关以外还与不同测量电压时小数点的位置有关，如小数点在最高位，最佳测量范围为 $(0.100-1.999) \times$ 倍率，例：被测电阻在 $1.5 \times 10^9 \Omega$ 左右，倍率应选 $10^9 \Omega$ ，电阻在 $3 \times 10^9 \Omega$ ，倍率应选 $10^{10} \Omega$ ，仪表示值为 $0.300 \times 10^{10} \Omega$ ；如小数点在第2位，最佳测量范围为 $(1.00-19.99) \times$ 倍率；如小数点在第3位，最佳测量范围为 $(10.0-199.9) \times$ 倍率，例：被测电阻在 $1.5 \times 10^9 \Omega$ ，倍率可选 $10^8 \Omega$ ，仪表示值为 $15.0 \times 10^8 \Omega$ ，倍率也可选 $10^7 \Omega$ ，仪表示值为 $150.0 \times 10^7 \Omega$ ，分辨率更高；除了最低量程外，仪表的其他量程并非从0开始，下列各表规定了各量程的有效测量范围，及各测量电压下的最高分辨力，注意：当仪表读数小于表中所列数值时，只要显示屏上不出现“：”或“×”符号，读数仍然有效。

4.3 绝缘材料体积电阻率与表面电阻率测量

测量绝缘材料体积电阻率与表面电阻率应与选购件：“绝缘电阻率测试电极箱”配套使用，该测试电极是标准的三电极结构，见图10：

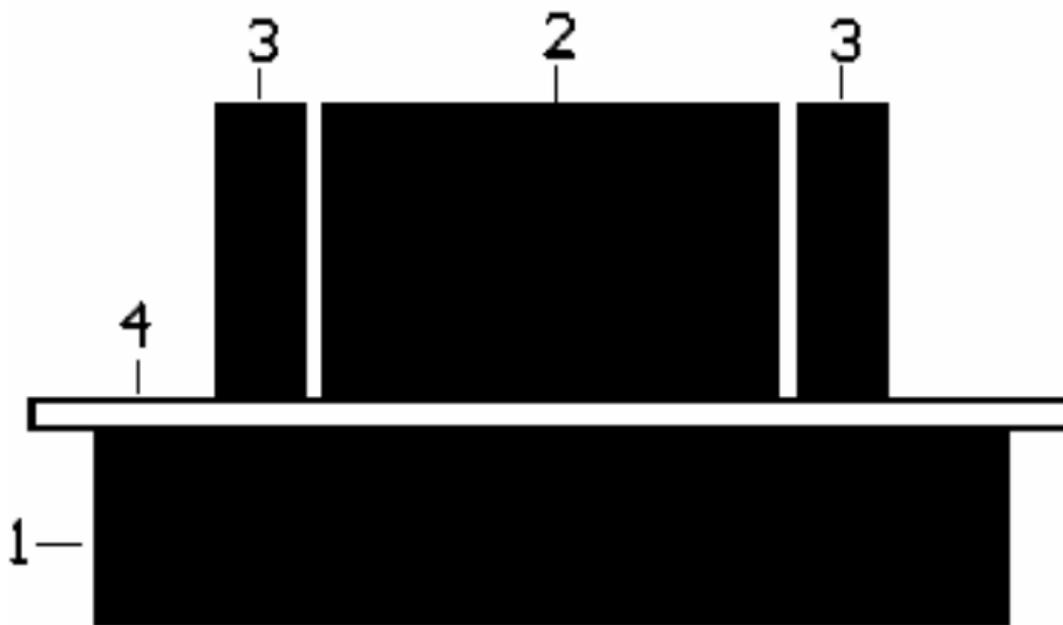


图 10

其中：（1）背电极（2）内电极（3）环形电极（外电极）（4）被测材料试样

4.3.1 绝缘材料体积电阻率测量

4.3.1.1 用仪表所附的测试线连接仪表与电极箱，将被测材料试样放在背电极与环形电极、内电极之间（如上图），将电极箱上的选择开关拨至“RV”位置，红、黑两个夹子分别夹在红、黑两个接线柱上，此时仪表与电极的实际连接方式为：

背电极接高压输出端；内电极接测量输入端；环形电极接屏蔽端。

4.3.1.2 打开仪表电源，测量绝缘电阻。

4.3.1.3 绝缘材料体积电阻率按下式计算：

$$\rho V = RX \times S / t$$

其中 ρV ：被测材料体积电阻率（ Ω -cm）

RX：绝缘电阻测量结果（ Ω ）

S：内电极圆柱面面积（ cm^2 ）本厂电极 $S = 19.63 \text{ cm}^2$ （直径 $D = 5\text{cm}$ ）

t：被测材料试样的平均厚度（cm）

4.3.2 绝缘材料表面电阻率测量

4.3.2.1 将电极箱上的选择开关拨至“RS”位置，红、黑两个夹子分别夹在红、黑两个接线柱上，

此时仪表与电极的实际连接方式为：背电极接屏蔽端；内电极接测量输入端；环形电极接高压输出端。

4.3.2.2 打开仪表电源，测量绝缘电阻值。

4.3.2.3 绝缘材料表面电阻率按下式计算：

$$\rho S = RX \times KS$$

其中 ρS ：被测材料表面电阻率（ Ω ）

RX：绝缘电阻测量结果（ Ω ）

KS：表面电阻率电极系数 本厂电极 $KS = 81.68$

4.4 “保护—测量”选择按钮用法

在测试大电容器件(如大型电缆)时,为了防止电容电流对仪表的冲击,在 ZC-90G 中设置了“保护—测量”选择按钮(22),其用法如下:在测量开始之前,按一下“保护—测量”选择按钮,“保护”状态指示灯(23)亮,仪表进入输入端短路的保护状态,然后再接通测量回路,在测量开始后十秒左右,大电流充电已基本完成,再按一下“保护—测量”选择按钮,“保护”状态指示灯灭,仪表进入正常测量状态。

4.5 滤波器用法

在环境干扰严重的地方测量 $10^{12} \Omega$ 以上电阻时,可以配合选用滤波器 1、滤波器 2 开关,使仪表读数保持稳定。滤波器 2 的作用比滤波器 1 稍强,如果两个开关同时打开(向上)则滤波功能最强。在一般情况下滤波器 1、滤波器 2 开关宜放在关(向下)的位置,使仪表具有较快的响应速度。

五、可能影响测量结果的各种因数

5.1 测量时间对测量结果的影响

在测量电线电缆、大型电机、变压器等大容量电器时,由于被测器件中存在较大的分布电容以及绝缘材料的介质吸收与极化现象,其充电时间常数可能高达数十分钟,在测量开始时,电容性电流占主导地位,电阻示值很小,随着电容电流逐渐衰减,仪表电阻示值呈缓慢上升,这是正常现象(如果电阻示值很快稳定,反而说明在测量开始时电导性泄漏电流就在在测量电流占主导地位,这是被测对象因受潮而导致绝缘不良的一个主要特征)。为了取得一个比较确定的测量结果,通常对被测器件规定一个特定的测量时间(如电线电缆规定为 1 分钟),可以通过设置仪器的定时器获得所需的定时时间。

5.2 重复测量对测量结果的影响

在测量电线电缆、大型电机、变压器等大容量电器的绝缘电阻时,如在短时

间内进行重复测量，则二次测量示值将明显比第一次测量示值高，这是由于被测器件中存在第一次测量所施加的残余电荷的缘故。这些器件充电时间很长，同样，放电时间也很长，在没有充分放电的情况下重复测量，充电效果是叠加的，其等效作用是延长了后一次测量实际上的测量时间，电阻示值自然较高。因此，测量结果应以第一次测量为准，如要进行第二次测量则必须对被测器件进行充分放电后（一般为数十分钟至数小时）才能进行。

5.3 测量电压对测量结果的影响

不同的测量电压可能会导致不同的测量结果，通常是测量电压越高，漏电流越大，电阻值越小。

5.4 环境温度对测量结果的影响

电线电缆、电力器件、半导体元件等被测对象的绝缘电阻（或漏电流）有很大的温度系数，如硅二极管，环境温度每增加 8-10 °C，其反向漏电流就要增加一倍，绝缘电阻值降低一倍。为了取得一个比较确定的测量结果，通常对被测器件规定一个特定的测量环境温度，在其他温度下的测量结果，可以通过一定的公式换算到特定温度下的绝缘电阻。在超高阻及微电流测量中还必须保证环境温度的稳定性，我厂在研发实践中发现，在变化的温度场中（如普通空调开启与停止之间有 1-2°C 的温度变化），测试导线（聚乙烯介质的同轴电缆）会产生 10-13A - 10-12A 数量级的干扰电流（由于材料的热释电效应引起），试验室建议采用连续送风的中央空调或变频式空调。

5.5 环境湿度对测量结果的影响

环境湿度对超高阻 ($>10^{13}\Omega$) 测量、绝缘材料表面电阻率测量、防静电工程表面电阻测量影响很大，这是由于绝缘材料表面吸湿效应所致。虽然 3.1.1.2 节中规定了仪表的正常工作条件为相对湿度不大于 80%（无凝露），但这仅对仪表本身而言，在超高阻测量的情况下，被测对象（包括检定仪表用的高值标准电阻器）对环境湿度的敏感程度要远远高于仪表本身。因此在进行上述测量时环境湿度应不大于 60% RH，进行高绝缘电阻试验的试验室通常应备有空气抽湿装置。

5.6 环境干扰对测量结果的影响

环境干扰对超高阻 ($>10^{12}\Omega$)、微弱电流 ($<10^{-11}A$) 测量结果的稳定性影响较大，用户应设法避免的环境干扰包括：

a) 电磁场干扰：高压交流输电线，大型电机、变压器、电磁铁、中频及高频加热装置以及产生电脉冲、电火花的干扰源包括手电钻、电吹风、电焊机、以及大功率电器的启动与停止，都可能造成测量结果不稳定。

b) 机械振动：仪表及被测对象应保持静止，机械振动会在电路中产生压电效应、摩擦生电效应以及被测物与仪表之间分布电容的变化，影响测量结果的稳定性，尤其要保证被测对象及测量导线的绝对静止，在进行超高阻 ($>10^{13}\Omega$)、极微弱电流 ($<10^{-12}A$) 测量时，建议采用带有双重屏蔽层的低噪声电缆作测量导线，最好采用以空气为绝缘介质的金属硬管空气电缆。

c) 人体感应：因为人体与仪表及被测对象存在分布电容，且不可避免带有电荷，操作人员的走动、肢体移动都会引起周围电场的变化，导致仪表读数上下跳动。

d) 空气中正负离子的干扰：在测试现场，某些能造成空气电离的装置如正、负离子发生器，空气净化器等会对测量结果造成较大影响，实验表明，在进行超高阻 ($>10^{13}\Omega$)、极微弱电流 ($<10^{-12}A$) 测量时，由空调、去湿机的压缩机，或电风扇引起的空气流动、摩擦所产生的微弱电荷都会给测量结果带来明显影响。

使用本仪表中的滤波器可以在一定程度上提高仪表读数的稳定性，杜绝环境干扰的最好办法是将被测对象整体静置在金属屏蔽盒内，并保持与屏蔽盒绝缘良好，屏蔽盒与仪表的屏蔽端连接。

六、注意事项

6.1 本仪表采用了很多新技术，并具有一些其他数字式高阻计所不具备的性能和特点，为了能够安全、正确地操作本仪表，使得测量工作顺利进行，用户在使用前务必仔细阅读本使用说明书。

6.2 仪表不用时请放置在干燥通风的场所。

6.3 非专业维修人员不得打开仪表机盖，以防止受到机内高压的电击。随意打开机盖，自行拆装、变动仪表内部的元器件有可能失去仪表的保修资格或增加返修费用。严禁用盐酸、焊膏等有腐蚀性的助焊剂焊接测量导线、接插件或仪表内部元件，以免造成不可修复的漏电故障。