



前 言

- 一、衷心感谢您使用本公司的产品，您因此将获得本公司全面的技术支持和服务保障。
- 二、本使用说明书适用于 NEPRI-6272 大地网接地阻抗测试仪。
- 三、当您在使用本产品前，请仔细阅读本使用说明书，并妥善保管以备查考。
- 四、请严格按说明书要求步骤操作，使用不当可能危及人身安全。
- 五、在阅读本说明书或仪器使用过程中如有疑问，可向我公司咨询。

使用本仪器前，请仔细阅读操作手册，保证安全是用户的责任

本公司保留对此说明书修改的权利。

产品与说明书不符之处，以实际产品为准。

使用安全措施

- 1、使用本仪器前一定要认真阅读本手册。
- 2、测试人员应具备一般电气设备或仪器的使用常识。
- 3、测试人员必须完全严格遵守安全操作规程，必须完全了解高压测试线路，及仪器操作要点。
- 4、非从事测试人员必须远离高压测试区，测试区必须用栅栏或绳索、警视牌等清楚表示出来。
- 5、本仪器只能在停电的设备上使用；必须保证仪器和被试设备的接地端可靠接在地网上。
- 6、保险管损坏时，必须确保更换同样规格的保险管。
- 7、仪器出现故障时，关闭电源开关，等待一分钟之后再检查。
- 8、仪器应避免剧烈振动。
- 10、对仪器的维修、护理和调整应由专业人员进行。

免责声明：

本公司拥有不需要任何声明即可对本产品之软件、硬件及使用手册修改的权利。在编制本手册过程中已经力求内容的正确与完整，但并不保证本说明书没有任何错误或漏失，敬请谅解！

目 录

一、仪器概述 4

二、功能特点 4

三、 技术指标 4

四、仪器原理 5

五、面板介绍 5

六、测量接线 6

七、操作步骤 6

八 外接电源使用 15

九、测量接地导通 16

十、测量土壤电阻率 16

十一、夹角法测量地网电阻 17

十二、测量地表电位梯度 17

十三、测量接触电压和接触电位差 18

十四、测量跨步电压和跨步电位差 19

十五、随机配件 20

NEPRI-6272 大地网接地电阻测试仪

一、仪器概述

目前在电力系统中，大地网的接地电阻的测试目前主要采用工频大电流三极法测量。为了防止电网运行时产生的工频干扰，提高测量结果的准确性，绝缘预防性试验规程规定：工频大电流法的试验电流不得小于 30A。由此，就出现了试验设备笨重，试验过程复杂，试验人员工作强度大，试验时间长等诸多问题。

大地网接地电阻测试仪，采用了新型变频交流电源，并采用了微机处理控制 NEPRI-6272 大地网接地阻抗测试仪和信号处理等措施，很好的解决了测试过程中的抗干扰问题，简化了试验操作过程，提高了测试结果的精度和准确性，大大降低了试验人员的劳动强度和试验成本。

NEPRI-6272 大地网接地阻抗测试仪是测量地网接地电阻和接地点之间的接地导通的专用仪器。仪器采用变频抗干扰技术，不需大电流测量，能在变电站强干扰环境下测得 50Hz 的准确数据，测量结果由大屏幕液晶显示，自带微型打印机可打印输出。仪器能同时测量接地阻抗和接地电阻，更能真实反映地网的实际特性

二、功能特点

1. 测量的工频等效性好。测试电流波形为正弦波，频率与工频相差最小 0.1Hz，最大为 10Hz。可用于 50Hz 或 60Hz 两种频率进行测量。
2. 抗干扰能力强。本仪器采用异频法测量，配合现代软硬件滤波技术，使得仪器具有很高的抗干扰性能，测试数据稳定可靠。
3. 测量精度高。基本误差仅 0.005%，可用来测量接地阻抗很小的大地网。
4. 功能强大。可测量电流桩，电压桩，地网阻抗、接地电阻，接地导通、土壤电阻率，跨步电压，接触电压，电位梯度等。
5. 全触摸液晶显示屏，超大全图形操作界面，每过程都非常清晰明了。操作人员不需要额外的专业培训就能使用。轻轻触摸就能完成整个过程的测试。
6. 内部配备有日历芯片和大容量存储器，能将结果随时保存。随时可以查看历史记录，并可以打印输出。当前时间和存储时间都能显示和打印。
7. 科学先进的数据管理：仪器数据可以通过 U 盘导出，可在任意一台 PC 机上通过专用软件，查看和管理数据。能够生成报表和试验报告
8. 安全可靠。仪器具有接地保护，限流和限压保护，声光报警等功能，以确保试验人员和设备的安全。
9. 具备矢量测试功能，能够测量地网阻抗和地网纯电阻。可以测量出阻抗角。
10. 布线劳动量小，无需大电流线。
11. 一体化机型，内附标准电阻和恒流源，便于现场测试，减少现场接线。
12. 仪器操作简便，测量过程由微处理器控制，只要选择好正确的测量方式，数据的测量就可在微处理器控制下自动完成。
13. 当用户需要大电流测试时候（比如 30A），本仪器可以采用外接电源的方法实现。

三、技术指标

- 1、测量范围：0~5000 Ω （含电流桩阻抗）
- 2、分辨率：0.001m Ω
- 3、测量误差： $\pm$ （读数 $\times$ 2%+0.005 Ω ）
4. 抗工频 50Hz 电压干扰能力：10V
- 5、测试电流波形：正弦波
- 6、测试电流频率：单频：40~70Hz 分辨率 0.1Hz 随意设置

- 双频：50±0.1Hz 到 50±10.0Hz 随意设置
60±0.1Hz 到 60±10.0Hz 随意设置
- 7、输出电流： 5A 或 外接电源30A
- 8、输出电压： 400V 或 外接电源1000V
- 9、测量线要求： 电流线铜芯截面积≥1.5mm²
电压线铜芯截面积≥1.0mm²
- 10、测试电源： 内置2kW变频电源或外接大功率变频电源。
- 11、供电电源： AC220V±10%， 50Hz
- 12、外形尺寸： 500mm*377mm*330mm 仪器重量： 20kg

四、仪器原理

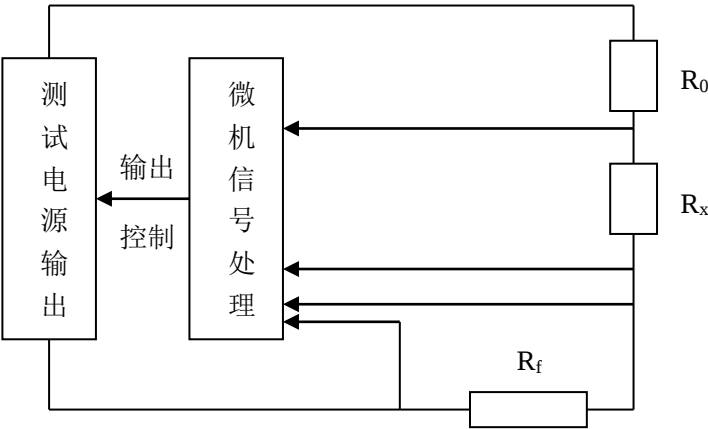


图 1 测量原理示意图

- 1、 R_0 回路电阻大约 5~200 Ω
- 2、 R_x 测试电阻大约 0~200 Ω
- 3、 R_f 标准电阻
- 4、测量电流线 D：长度为地网对角线长度的 3~5 倍；线径： $\geq 1.5\text{mm}^2$
- 5、测量电压线 1：长度为 0.618D；线径： $\geq 1.0\text{mm}^2$
- 6、测量电压线 2：接被测地网
- 7、测量接地线：接地网

五、面板介绍

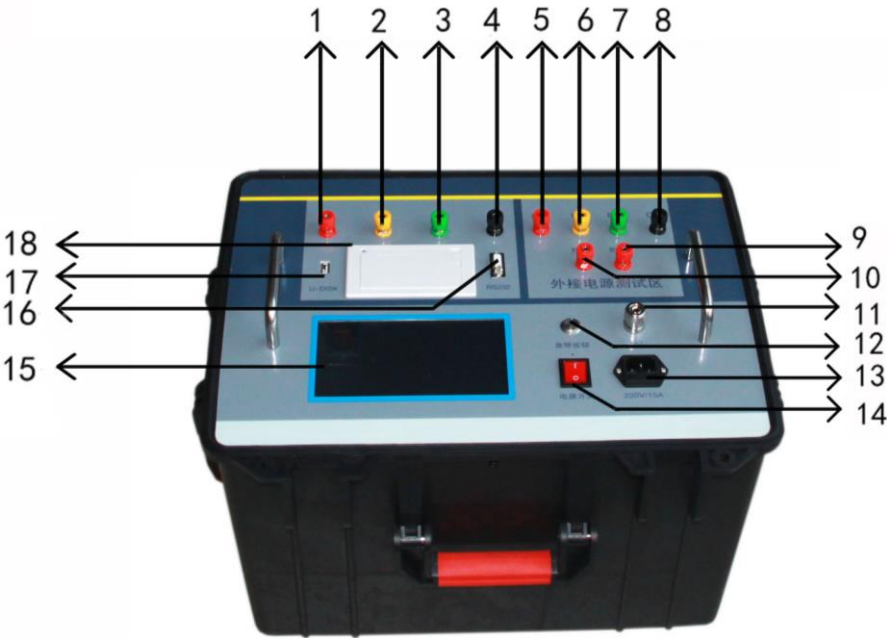
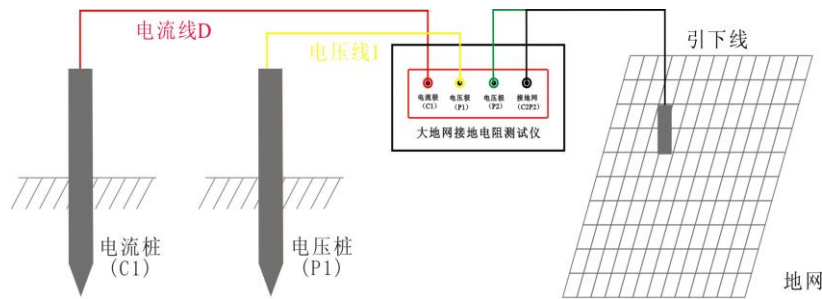


图 2 面板示意图

- 1: 电流极(C1) 2: 电压极(P1) 3: 电压极(P2) 4: 接地网(C2)
- 5: 电流极(C11) 6: 电压极(P11) 7: 电压极(P22) 8: 接地网(C22)
- 9: 外接交流电源 10: 外接交流电源
- 11:接地柱 12:急停按钮 13:220V 电源插座 14:电源开关
- 15:液晶屏 16:232 串口 17:U 盘插口 18:打印机

注意：5, 6, 7, 8, 9, 10 端子，仅在外接电源时候使用。
使用内部电源时候悬空即可。

六、测量接线



三极法测量接线图

图 3 三极法测量接线图

- 1、测量电流线 D：线径 $\geq 1.5\text{mm}^2$ ，长度为地网对角线长度的 3 ~ 5 倍；
- 2、测量电压线 1：线径 $\geq 1.0\text{mm}^2$ ，长度为 0.618 倍的电流线；
- 3、测量电压线 2：接被测地网某一引下线。
- 4、测量接地线：接被测地网某一引下线。

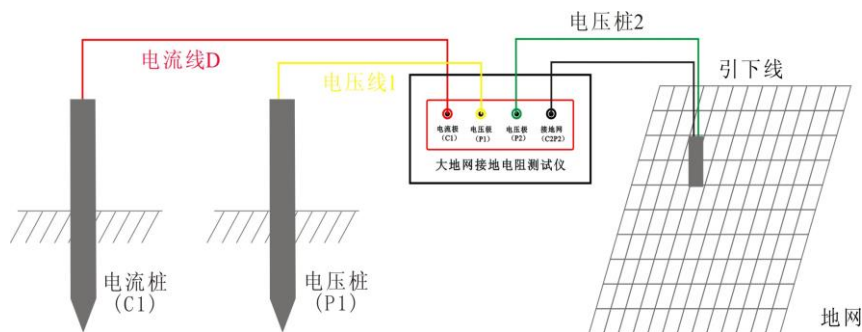


图 4 四极法测量接线图

5、四极法测量时，从地网的地桩上引出二根连接线分别接到仪器的电压极 P2、接地网 C2 两接线柱，然后按测量操作步骤进行测试。

七、操作步骤

7.1、操作前准备工作

- 1、首先检查用于试验的电流线、电压线和地网线是否有断路现象（可以用万用表测量），地桩上的铁锈是否清除干净，其埋进深度是否合适（>0.5 米），同时检查测试线与地桩的连接是否导通，如未导通，请处理后重新连接。
- 2、电流测试线与电压测试线的长度比为 1：0.618，电流测试线的长度应是地网对角线的 3~5 倍。
- 3、电流测试线和电压测试线按规定的长度将一端与仪器相接后平行放出。另一端分别

接在两个地桩上（如图 3 或图 4 所示）。

4、将已放好的测试线检查一遍，将万用表一端接电流线或电压线，另一端接地网线如无阻值显示即为断路，确认完好再进行测试。

5、检查连线无误后，给仪器接 AC 220V/50Hz 电源，对仪器进行通电。

6、按测量键，开始测量。

7、仪器显示测试结束后，记录测试数据（本仪器可多次重复测量）。

8、关掉仪器电源后，拆除连线，测试过程结束。

7.2、操作说明：

1. 打开电源开关，计算机进行自检，几秒钟后，液晶屏显示中文主菜单如图 5 所示，表示自检成功。

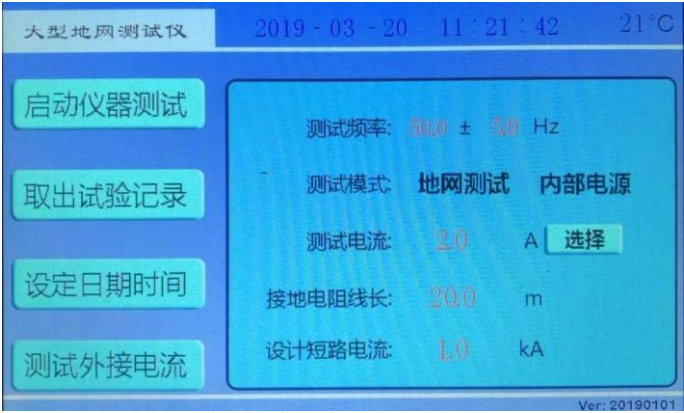


图 5 开机界面

2. 测试参数选择解释

1) 测试频率: $50.0 \pm 5.0\text{Hz}$ 代表使用 45/55Hz 双变频测试。现场测试时候一般选择为 $50 \pm 5\text{Hz}$ 或 $60 \pm 5\text{Hz}$ 。当然也可选择别的。如果想单频比如 50Hz 测试，就可以选择为 $50.0 \pm 0.0\text{Hz}$ 。此处频率数值在 40-70HZ 范围随意设置。

2) 测试模式: **地网测试**。此处为下拉菜单（参考图 6）
可以选择 **地网测试** **接地电阻** **跨步电压**

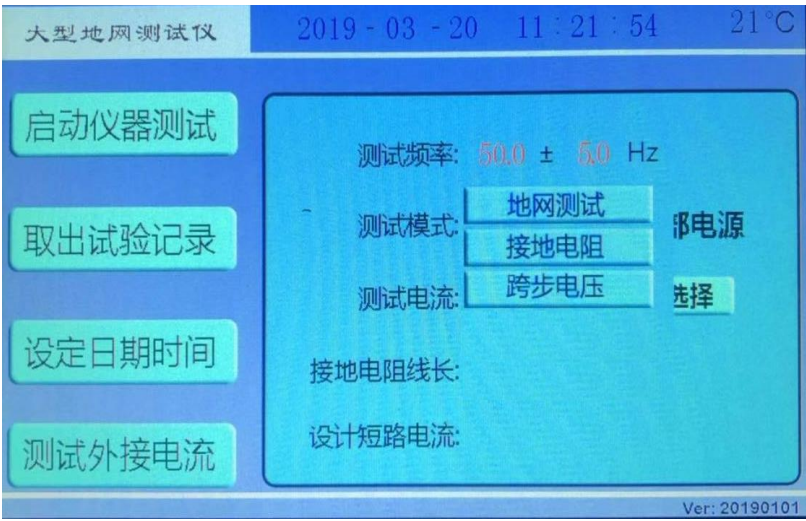


图 6 测试模式选择

3) 内部电源：此处为下拉菜单，可以选择 内部电源，外接电源。（图 7）

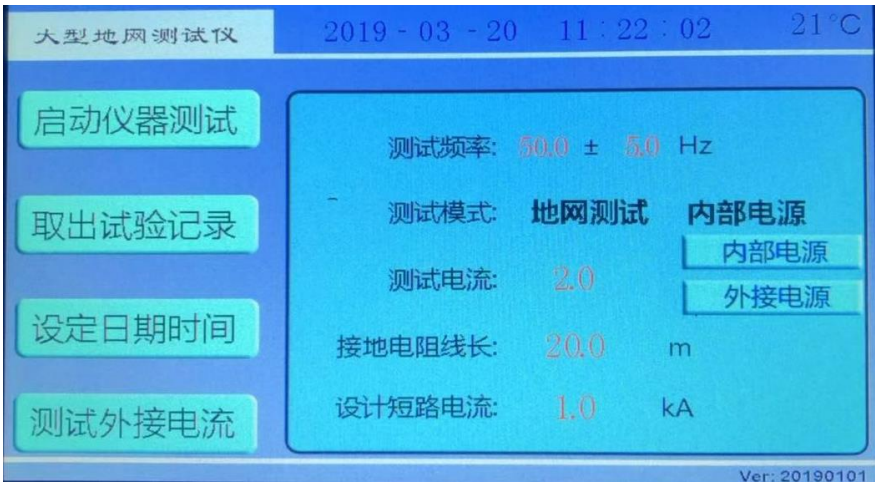


图 7 内外电源选择

4) 测试电流：2.0A 代表测试电流数值。此处电流值可以随意设置，比如 2.2A。
按下**选择**按钮，可以选择电流值。（图 8）

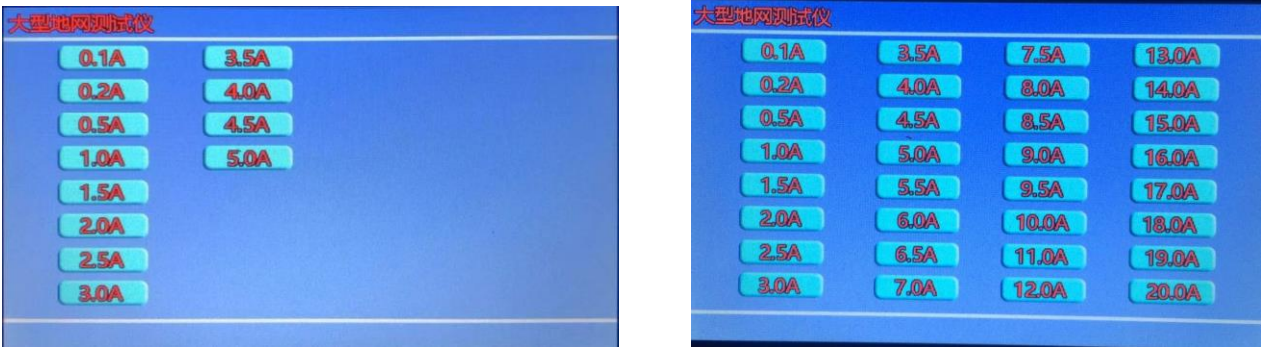


图 8 测试电流选择（常规仅到 5A，20A 的需要定制）

- 5) 接地电阻线长：测试接地电阻时候的线长，一般选择 20 米。
6) 设计短路电流：变电站设计时，发生单相短路时候的电流。一般 1kA。
7) 开机界面(图 5)下，红色数字的修改。如测试频率等项目，只需要使用触屏笔或手指点击，就可弹出数字键盘，然后修改即可。（图 9）

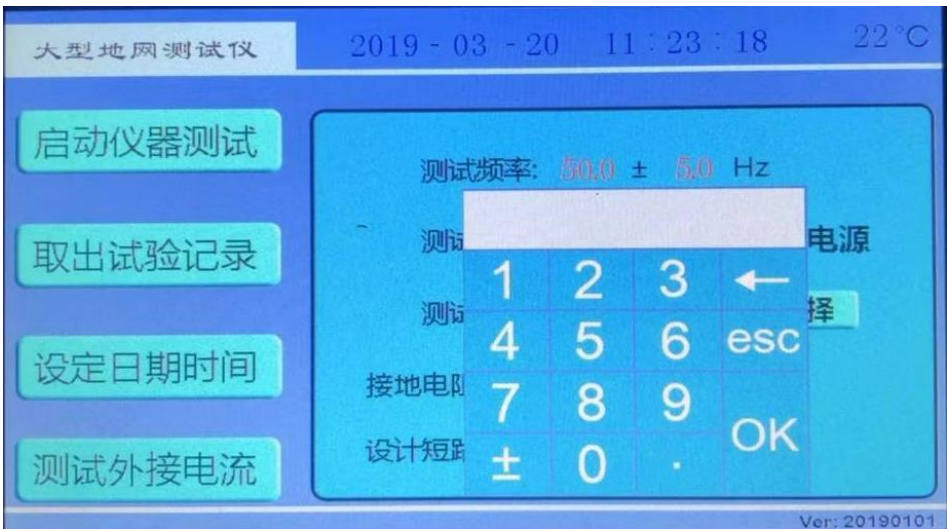


图 9 红色数字参数修改界面

填写完数字，按下 **OK** 键，键盘消失，输入的数据反应在输入框内。
填写完数字，按下 **esc** 键，键盘消失，输入的数据无效。

7.3、地网电阻测试

在开机界面(图 5)下, 测试模式选择**地网测试**，使用触屏笔或手指点击**启动仪器测试**, 出现测试确认界面（图 10）：

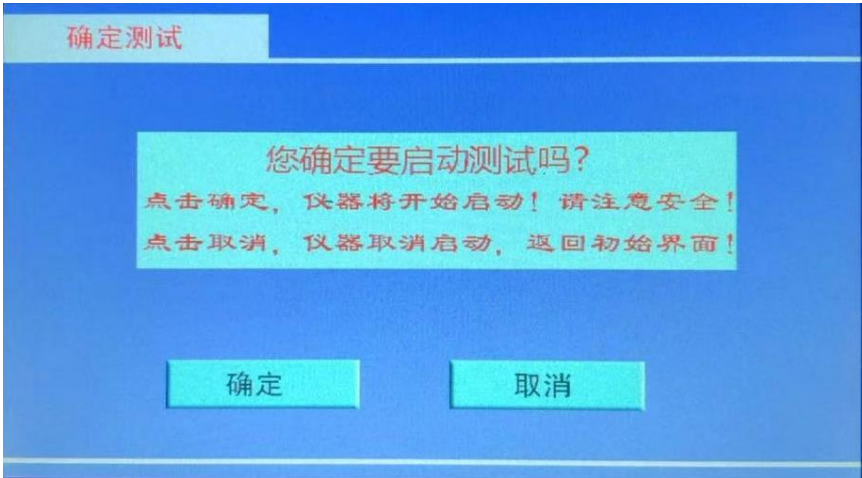


图 10 测试确认界面

点击**确定**, 将开始升流测试. **请确认已经接好测试线**. 此时将出现**地网测试**界面(图 11)。点击**取消**, 仪器将返回开机界面(图 5)。

I=2.000A 测试过程瞬时电流。
U=0.151V 测试过程瞬时电压。
R=0.075 Ω 测试过程瞬时阻抗。
F=55.00Hz 恒流源频率(双变频 F1)
F=45.00Hz 恒流源频率(双变频 F2)

进度：84% 代表测试到 84%了，等到 100%测试完毕。



图 11 地网测试界面

测试完毕之后出现 地网测试结果界面（图 12）



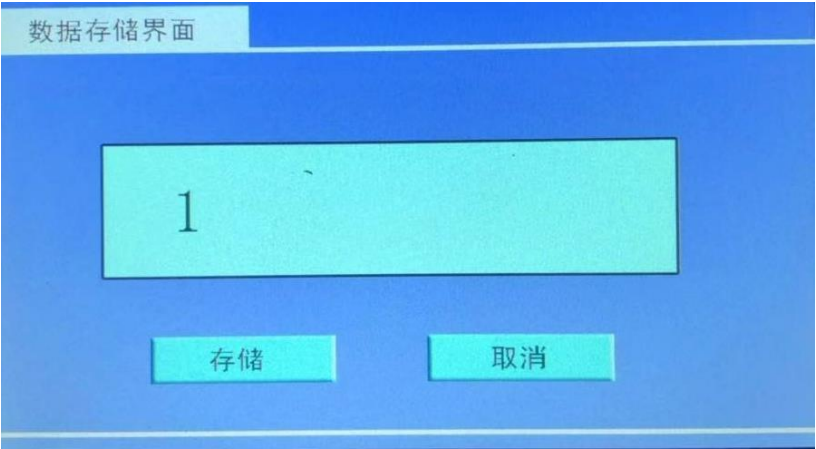
图 12 地网测试结果界面

测量结果的意义如下：

- $Z_x = 75.777 \text{ m}\Omega$:地网阻抗值
- $R_x = 75.770 \text{ m}\Omega$:地网纯电阻
- $\Phi = 0.769^\circ$:矢量角度值
- $X = 0.001 \text{ }\Omega$:地网感抗值
- $L = 0.003 \text{ mH}$:地网电感值

此时按下**退出**，返回到开机界面(图 5)。按下**打印**，打印出结果。
按下**存储**按钮。出现数据存储界面（图 13）。

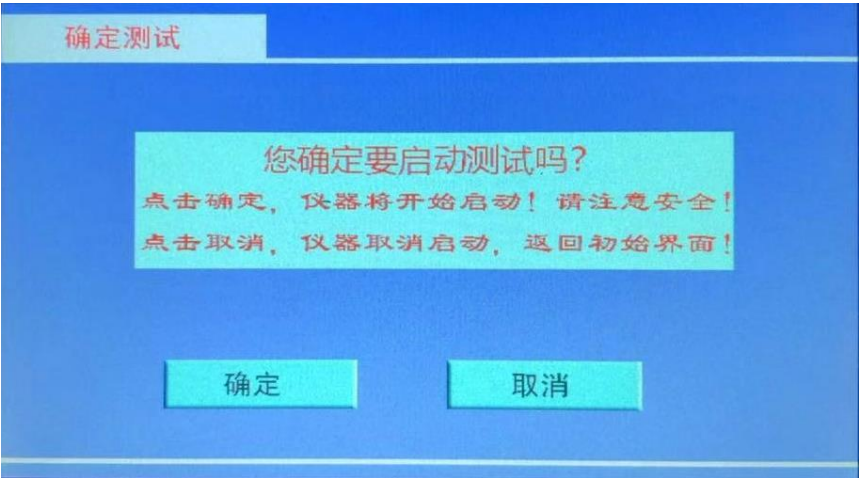
1. 点击数据框，出现小键盘，填入存储序号。
2. 按下**存储**按钮, 数据存储完毕, 自动返回。
3. 按下**取消**按钮, 不存储, 返回。



（图 13）数据存储界面

7.4、接地电阻测试

在开机界面(图 5)下, 测试模式选择**接地电阻**, (线长一般选择 20 米) 使用触屏笔或手指点击**启动仪器测试**, 出现测试确认界面 (图 14) :



(图 14) 测试确认界面

点击**确定**, 将开始升流测试. **请确认已经接好测试线**. 此时将出现**接地电阻**测试界面(图 15)。点击**取消**, 仪器将返回开机界面(图 5)。



I=2.002A 测试过程瞬时电流。

U=0.153V 测试过程瞬时电压。

R=0.076 Ω 测试过程瞬时阻抗。

F=55.00Hz 恒流源频率(双变频 F1)

F=45.00Hz 恒流源频率(双变频 F2)

进度: 84% 代表测试到 84%了, 等到 100%测试完毕。

(图 15) 接地电阻测试界面

测试完毕之后出现 接地电阻测试结果界面（图 16）



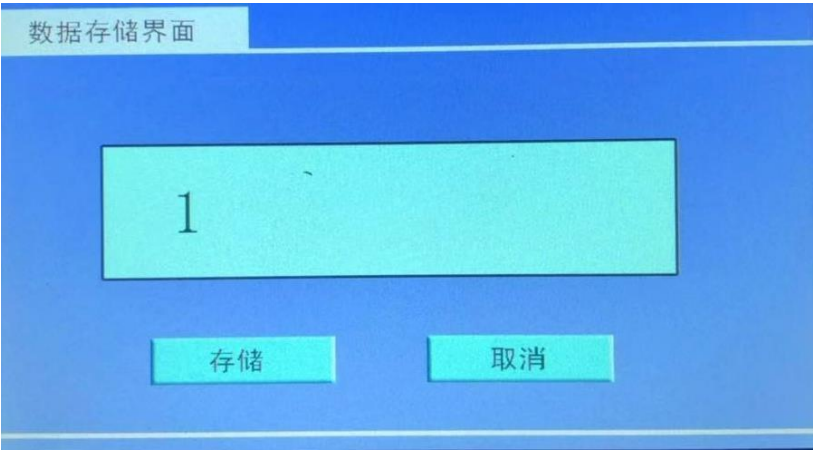
（图 16）接地电阻测试结果界面

测量结果的意义如下：

- R = 76.138mΩ :接地电阻数值
- ρ =9.567 Ω.m :土壤电阻率数值
- I=2.000A :测试电流数值
- U=0.152V :地电压数值

此时按下**退出**，返回到开机界面(图 5)。按下**打印**，打印出结果。
按下**存储**按钮。出现数据存储界面（图 17）。

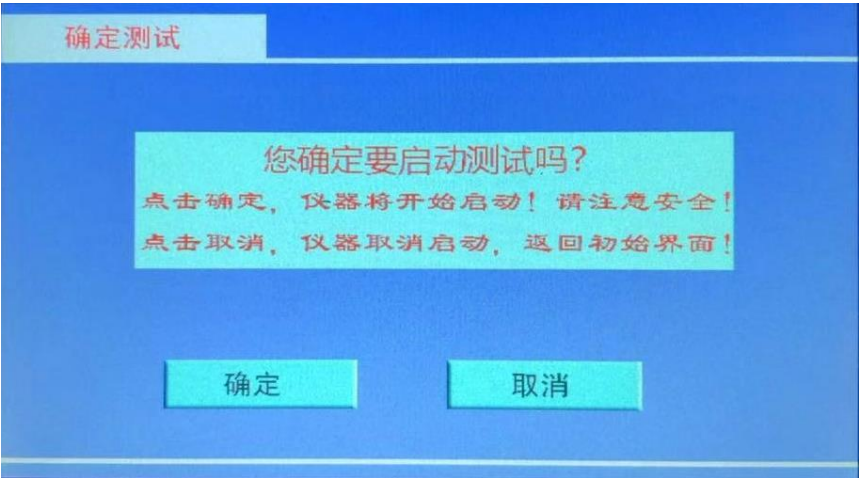
- 1. 点击数据框，出现小键盘，填入存储序号。
- 2. 按下**存储**按钮，数据存储完毕，自动返回。
- 3. 按下**取消**按钮，不存储，返回。



（图 17）数据存储界面

7.5 跨步电压测试

在开机界面(图 5)下, 测试模式选择**跨步电压**, (短路电流一般为 1kA) 使用触屏笔或手指点击**启动仪器测试**, 出现测试确认界面 (图 18):



(图 18) 测试确认界面

点击**确定**, 将开始升流测试. **请确认已经接好测试线**. 此时将出现**跨步电压**测试界面(图 19)。点击**取消**, 仪器将返回开机界面(图 5)。

I=2.002A 测试过程瞬时电流。
U=0.153V 测试过程瞬时电压。
U50=0.000V 工频干扰电压。
F=55.00Hz 恒流源频率(双变频 F1)
F=45.00Hz 恒流源频率(双变频 F2)

进度: 86% 代表测试到 86%了, 等到 100%测试完毕。



(图 19) 跨步电压测试界面

测试完毕之后出现 **跨步电压**测试结果界面（图 20）



（图 20）跨步电压测试结果界面

测量结果的意义如下：

$U's = 153.933\text{mV}$:测试跨步电压值。

$U_s = 76.895\text{V}$:实际跨步电压值。

$U_{50} = 0.0001\text{V}$:工频干扰电压值。

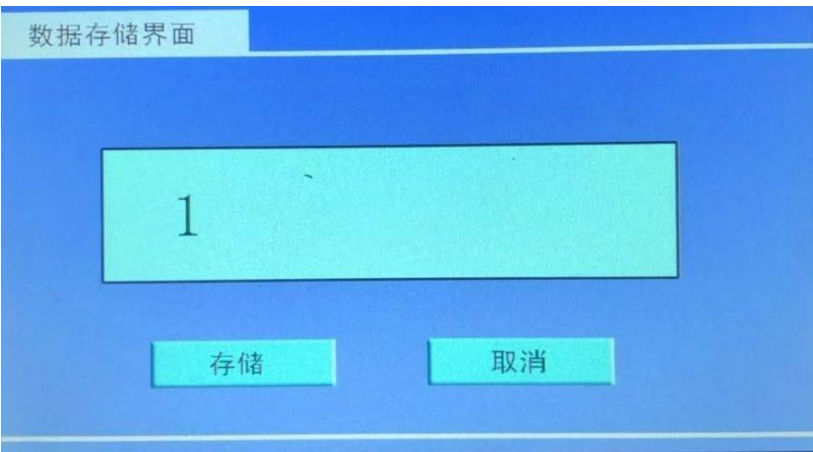
$U = 0.531\text{ V}$:测试过程电压值

$I = 2.001\text{ A}$;测试电流值

此时按下**退出**，返回到开机界面(图 5)。按下**打印**，打印出结果。

按下**存储**按钮。出现数据存储界面（图 21）。

1. 点击数据框，出现小键盘，填入存储序号。
2. 按下**存储**按钮，数据存储完毕，自动返回。
3. 按下**取消**按钮，不存储，返回。

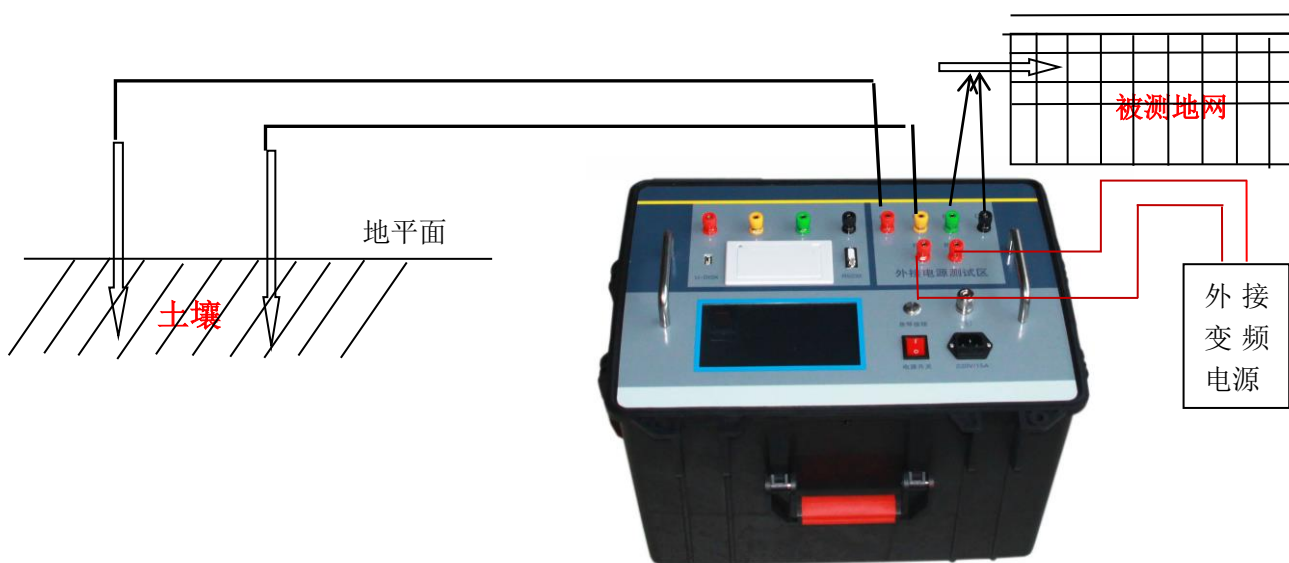


（图 21）数据存储界面

7.6、测试过程中仪器自诊说明

- 1 【请开机重启】时候，可能是仪器内部电源保护，关机重启。
 - 2 【电源模块错误，请联系厂家】时候，如果继续无法测试，请联系厂家。
 - 3 测试电流为 0.0A 时候，可能【电流线】连线与【电流极】地桩接触不良或地桩太少，需增加地桩，减少回路电阻。地桩深度不少于 0.5m。电流桩电阻应该小于 $80\ \Omega$ 。
 - 4 若仪器显示的测量值极低（ $<0.01\ \Omega$ ）则可能是电压线未连接上。
 - 5 仪器检测时候，可以在 C1 输出端串接 20 欧以上的电阻，用来模拟现场电流桩电阻。
 - 6 为使测试顺利进行，测试前请先用万用表检查测试导线与地桩的接触点是否完好，并测量已放好的线是否有断路现象。
 - 7 四极法测量时仪器会自动消除接线误差。
 - 8 仪器如出现其它故障，请直接与本公司售后服务部联系，不要私自拆机。
- 4、测量线根据地网的大小由使用者自配。

八. 外接电源使用



1. 使用外接电源时候，只需要按照上图接线即可。
2. 开机，在初始界面上选择外接电源。
3. 设置频率，使频率等于外接电源的频率。
4. 点击**测试外接电源**按钮，此时屏幕显示外接电流的大小。根据此电流的大小调整外接变频电源，使电流符合试验的要求。返回初始界面。
5. 点击**启动仪器测试**按钮，启动测试。
6. 外接电源的所有测试方法，与内部电源测试完全一样。在此不再赘述。

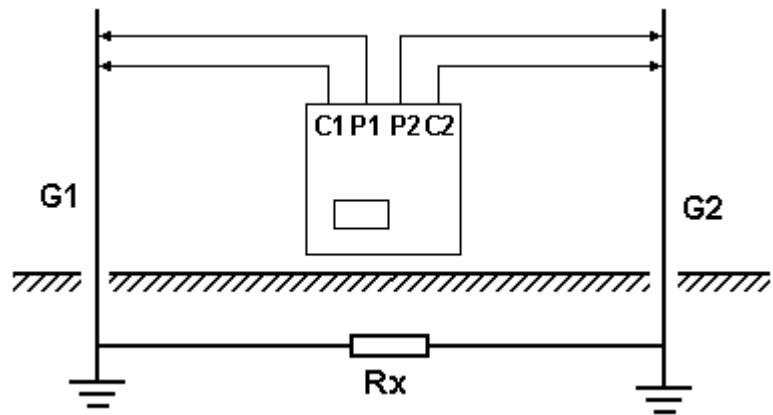
九、测量接地导通

C1/P1 接一个接地装置，C2/P2（测量接地端）接另外一个接地装置。

注意：

- 1、引线不要盘绕。
- 2、电压线尽量远离电流线。
- 3、接地夹两侧都应压紧待测地线，防止油漆锈蚀引起接触不良。
- 4、防止电流保护，要选择电流为 2A。

选择 地网 变频 2A



十、测量土壤电阻率

使用本仪器，可以采用单极法或者四极法来测量土壤电阻率。下面以四极法为例来说明。测量土壤电阻率的接线如图12所示。

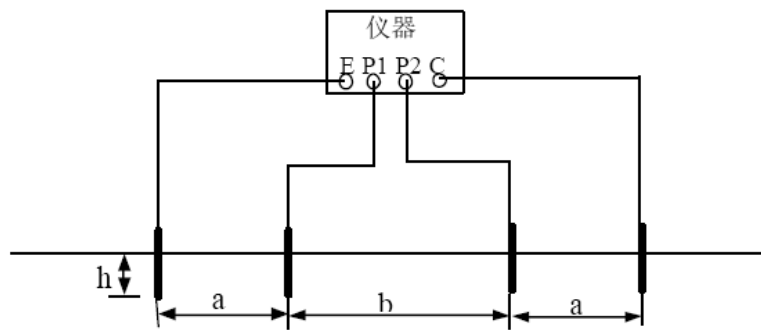


图12 四极法测量土壤电阻率接线图

图中，a 为电流极与电位极的间距，b 为两电位极的间距，h 为电极埋设深度。当a=b 时即为温纳法。为了计算方便，请让电极间距a、b 远大于埋设深度h，一般应满足a、b>10h。

测试电极宜采用直径不小于1.5cm 的圆钢或25mm×25mm×4mm 的角钢，其长度均不小于40cm。

埋设好电极并接好线后即可开始测量。用上述测量接地阻抗的方法测出阻抗Z，则土壤电阻率 ρ 为

$$\rho = \pi a(a+b)Z/b$$

上式在a>>h，b>>h 时成立。

当a=b 时，上式简化为： $\rho =2 \pi aZ$

十一、夹角法测量地网电阻

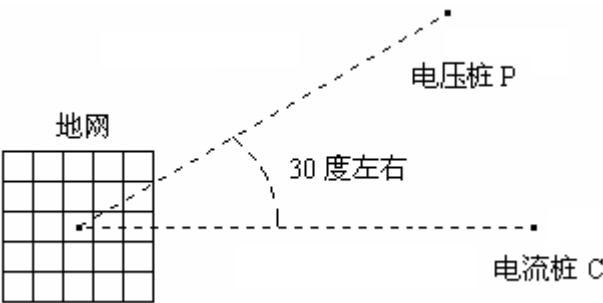
一般情况下，大型接地装置接地阻抗的测试都采用电流电压线夹角布置的方式。通常电流桩 C 与被试接地装置边缘的距离 dCG 应为地网对角线长度的 4~5 倍；dPG 的长度和 dCG 相近。接地阻抗公式可用下式修正。

$$Z = \frac{Z'}{1 - \frac{D}{2} \left[\frac{1}{d_{PG}} + \frac{1}{d_{CG}} - \frac{1}{\sqrt{d_{PG}^2 + d_{CG}^2 - 2d_{PG}d_{CG}\cos\theta}} \right]} \quad \text{公式 (1)}$$

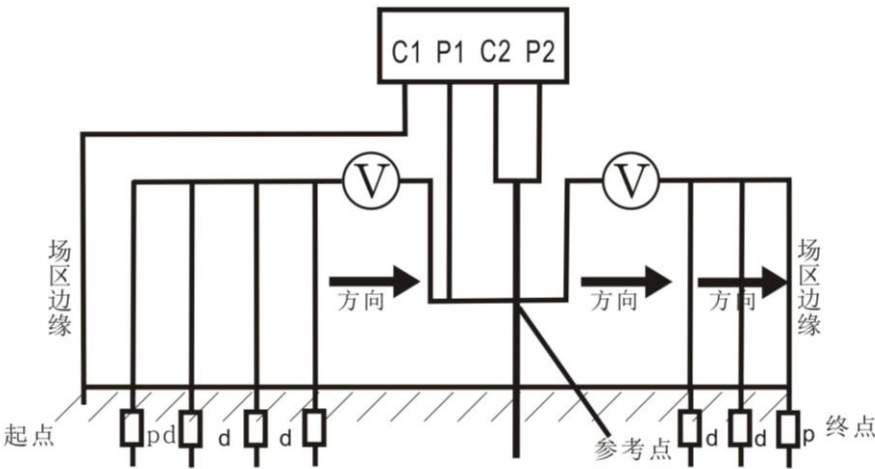
式中： θ — 电流线和电压线的夹角；
Z' — 接地阻抗的测试值。

如果土壤电阻率均匀，可采用 dPG 和 dCG 相等的等腰三角形布线，此时 θ 约为 30°，dPG=dCG=2D 接地阻抗的修正计算公式仍为上式。

界面选择：地网 变频 2A

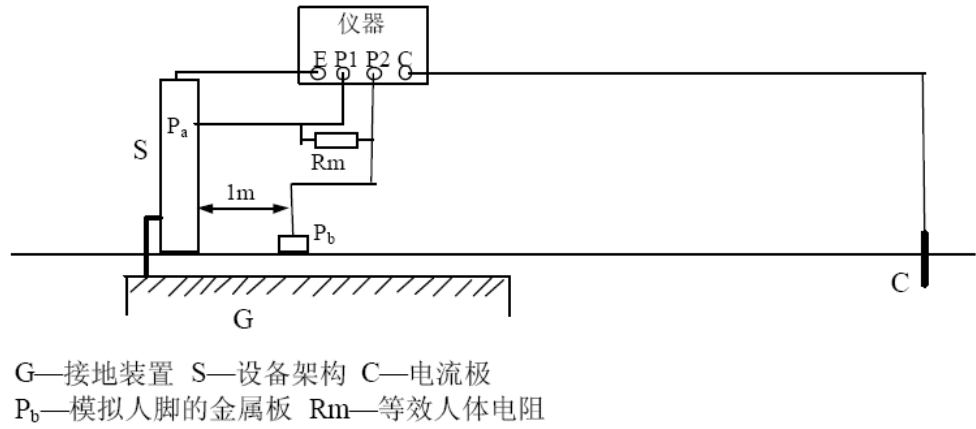


十二、测量地表电位梯度



十三、测量接触电压和接触电位差

接触电压的测量接线图如下图所示。可按下述步骤进行测试。



接触电压测量接线图

在离接地装置较远处打一个地桩作为电流极，该电流极离接地装置边缘的距离仍取为接地装置最大对角线长度D的4倍以上。

用导线将仪器面板的C 端子与电流极可靠连接。再用导线将仪器的E 端子接至被试设备的架构。

仪器的P1 端子接至设备架构上的Pa 点，Pa 距地面高度为1.8 米。仪器的P2 端子接至模拟脚的电极Pb, 该电极可采用包裹湿布的直径为20cm 的金属圆盘，并压上重物。电极中心距设备边缘距离为1 米。

仪器P1 与P2 端子间并联等效人体电阻R_m，一般取R_m=1.5KΩ. 检测接线无误后，接通仪器电源，选择执行“接地阻抗测量”，再设置好测试电流，仪器开始测量，测量完毕，可从液晶屏上读取到阻抗值Z。

最后根据下式计算出接触电压U_j

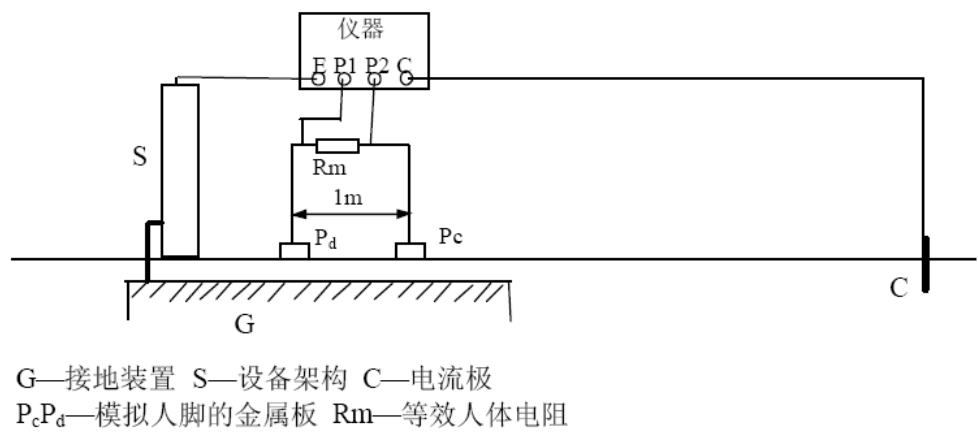
$$U_j = Z * I_s$$

式中I_s 为被测接地装置内系统单相接地故障电流。

上述测量中，若仪器电压输入端不并联等效人体电阻R_m，则所得结果为接触电位差。

十四、测量跨步电压和跨步电位差

跨步电压的测量接线图如图所示。可按下述步骤进行测试。



跨步电压测量接线图

在离接地装置较远处打一个地桩作为电流极，该电流极离接地装置边缘的距离仍取为接地装置最大对角线长度D的4倍以上。

用导线将仪器面板的C 端子与电流极可靠连接。再用导线将仪器的E 端子接至设备的接地引下线。

仪器的P1、P2端子分别接至模拟人脚的电极P_c、P_d, 该电极可采用包裹湿布的直径为20cm的金属圆盘，并压上重物。两电极中心距离为1 米。

仪器P1与P2端子间并联等效人体电阻R_m，一般取R_m=1.5K Ω. 检测接线无误后，接通仪器电源，选择执行“接地阻抗测量”，设置好测试电流，仪器开始测量，测量完毕，可从液晶屏上读取到阻抗值Z。

最后根据下式计算出跨步电压U_k

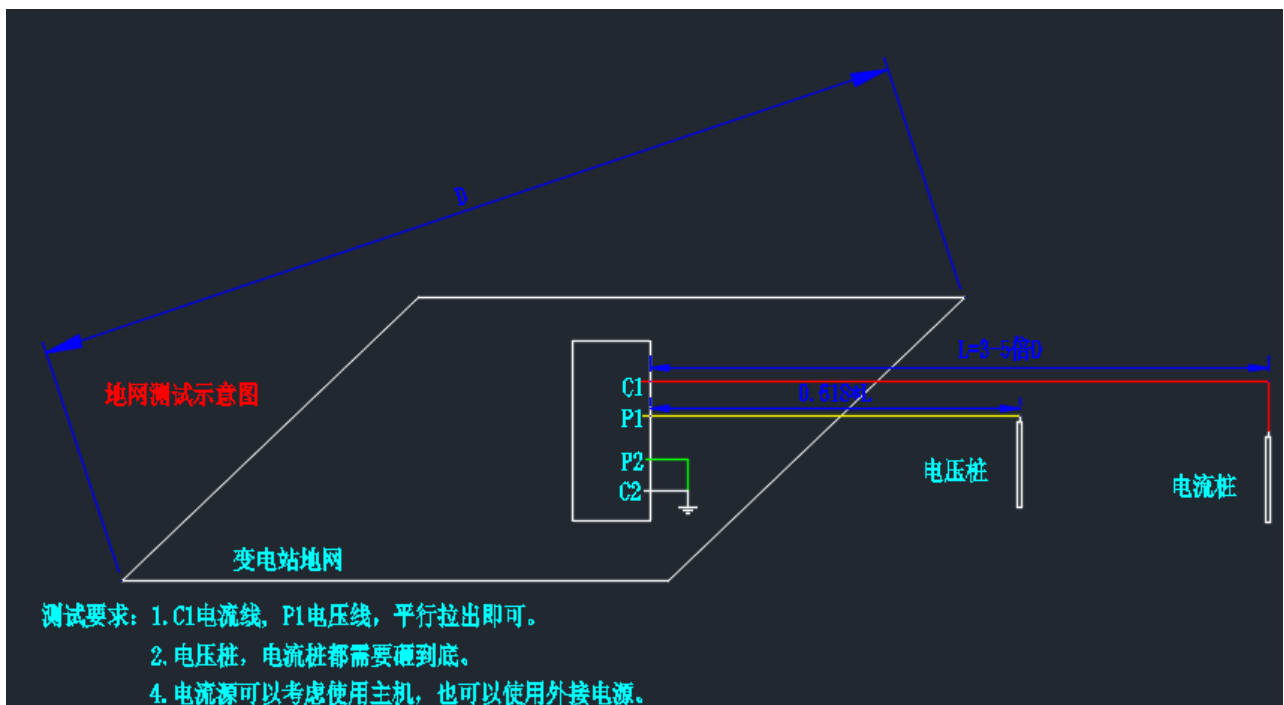
$$U_k=Z* I_s$$

式中I_s 为被测接地装置内系统单相接地故障电流。上述测量中，若仪器电压输入端不并联等效人体电阻R_m，则所得结果为跨步电位差。

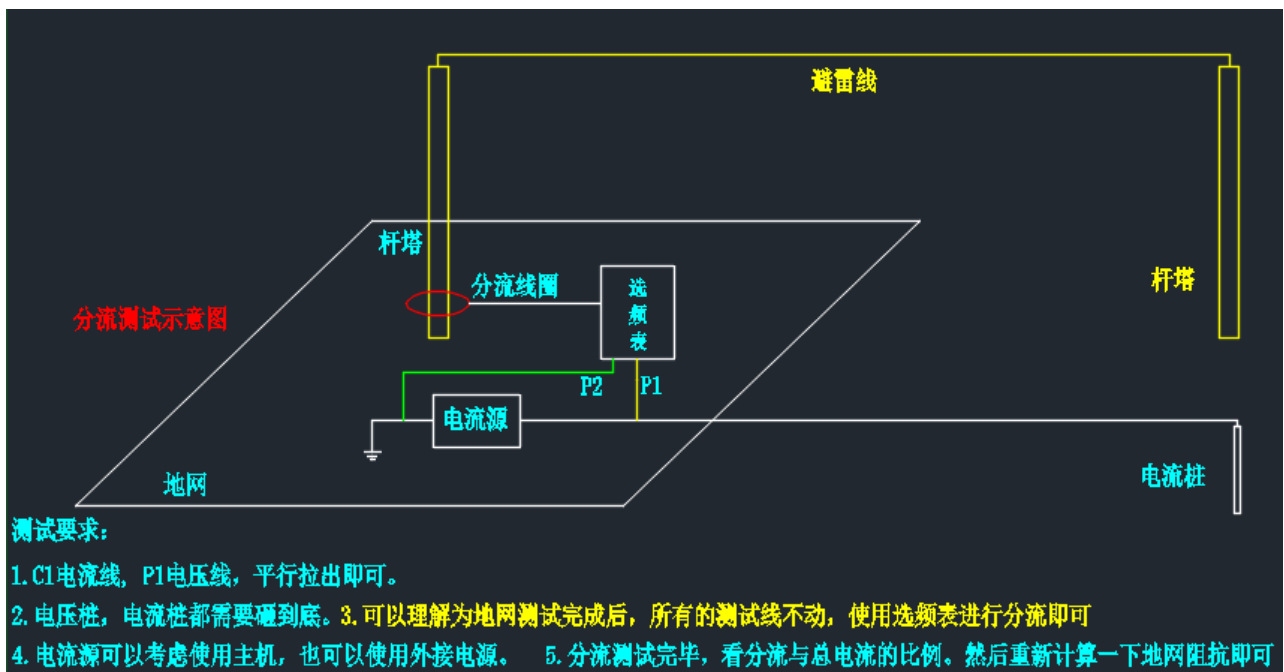
十五、随机配件

1、主机	一台
2、电源线	一根
3、接地桩	两根
4、圆形电极	两个
5、接地线	一根
6、电压线（P1 黄，P2 绿）每根 5m	两根
7、电流线（C1 红，C2 黑）每根 5m	两根
8、保险管(内置)	两只
9、打印纸	一卷
10、使用说明书	一份
11、出厂试验报告	一份
12、合格证	一张

注意：请不要私自拆开仪器，包括面板。因为可能会扯断仪器内部连接线，造成仪器故障。由此情况造成的故障不予保修。



地网阻抗测量接线图



杆塔分流测试接线图

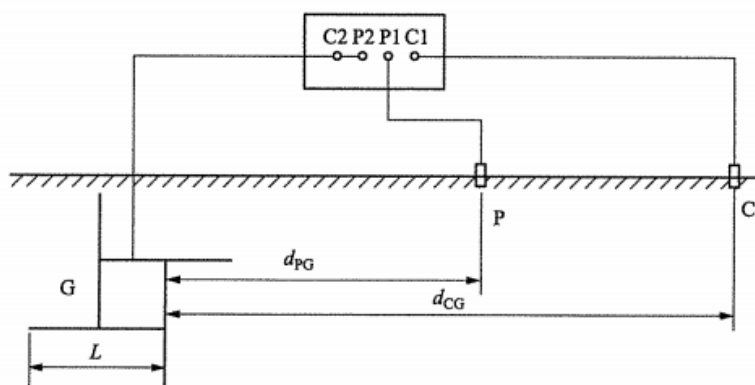
7 输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试

输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试的一般要求如下:

- 杆塔接地阻抗测试宜采用三极法,也可采用回路阻抗法。当对测试结果有疑义时应采用三极法验证。
- 运行输电线路通常存在工频干扰,采用三极法时测试电流宜大于 100mA,采用回路阻抗法时测试电流宜大于 300mA,以保证测试的有效性和准确性。
- 杆塔接地装置的接地阻抗及测试回路存在一定感性分量,测试仪器的输出电流宜为 40Hz~60Hz 的标准正弦波。
- 测试应遵守现场安全规定,雷云在杆塔上方活动时应停止测试,并撤离测试现场。

7.2.1 测试方法

三极法测试输电线路杆塔接地装置接地阻抗的方法和原理与变电站接地装置的基本相同,见图 7。杆塔接地装置的最大对角线长度为 D ,当被测杆塔接地装置有射线时, D 取射线长度 L 。由于杆塔接地测试现场通常没有交流电源,且地网较小,所以测试一般采用便携式的接地阻抗测试仪。



G—被测杆塔接地装置; C—电流极; P—电位极; L —杆塔接地装置的最大射线长度;
 d_{CG} —电流极与杆塔接地装置的距离; d_{PG} —电位极与杆塔接地装置的距离。

图 7 输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试示意图

测试杆塔的接地阻抗前,应拆除被测杆塔所有接地引下线,即把杆塔塔身与接地装置的电气连接全部断开,并将各接地引下线短接。

7.2.2 布线要求及方式

布线要求参照 6.1.2。布线方式参照 6.2.1.2,如果放线路径狭窄,可采用直线法,否则采用夹角法。

- 直线法。通常电流极 C 离杆塔基础边缘的直线距离 d_{CG} 取 $3D \sim 4D$,若接地装置周围土壤较为均匀, d_{CG} 可以取 $2D$ 。电位极 P 离杆塔基础边缘的直线距离 d_{PG} 取 $0.6d_{CG}$ 。
- 夹角法。通常 d_{CG} 取 $3D \sim 4D$, d_{PG} 略小于 d_{CG} , θ 通常为 $30^\circ \sim 45^\circ$;如果接地装置周围的土壤电阻率较均匀, d_{CG} 可以取 $2D$,电流线和电位线 30° 夹角, $d_{CG} = d_{PG}$ 。

7.2.3 注意事项

三极法测试杆塔接地装置接地阻抗的注意事项如下:

- 应避免把测试用的电位极和电流极布置在接地装置的射线上面,且不宜与接地装置的放射延长线同方向布线。
- 当发现接地阻抗的实测值与以往的测试结果相比有明显的增大或减小时,应改变电流极和电位极的布置方向,或增大放线的距离,重新进行测试。
- 采用图 7 所示的三端子接地电阻测试仪测试时,应尽量缩短接地极接线端子 C2 和 P2 与接地装置之间引线的长度。

7.3 回路阻抗法

7.3.1 适用条件

回路阻抗法适用于下列条件：

- a) 杆塔塔身与其接地装置之间没有电气连接。
- b) 远方有多基杆塔并联回路，即输电线路的避雷线与本级杆塔连接良好，且一直贯通与远方多级杆塔及其接地装置连接良好。测试杆塔所在线路区段中要求直接接地的避雷线上并联的杆塔数量见 DL/T 887—2004 中的表 1。

7.3.2 测试方法

将被测杆塔所有接地引下线拆除并用金属短接在一起，作为被测接地装置的测试引线。在由被测接地装置、接地装置杆塔、避雷线、远方多级杆塔及其接地装置和大地形成的回路中接入测试仪器，见图 8，产生测试电流，测得接地阻抗 Z_{TJ} 。由于远方多级杆塔接地装置的接地阻抗的并联效应， Z_{TJ} 大于且近似于被测杆塔接地装置的接地阻抗 Z_{TJ} ，这在杆塔接地阻抗测试中是可以接受的。

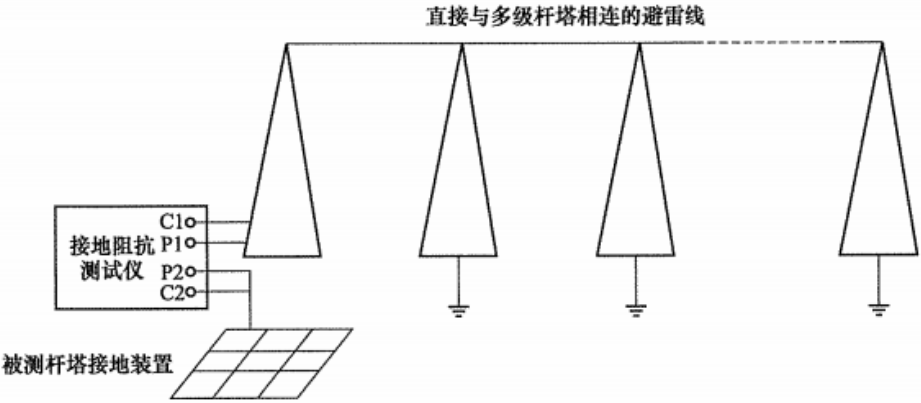


图 8 回路阻抗法测试杆塔接地阻抗示意图

Z_{TJ} 实测值过大或过小（如大于 50Ω 或小于 2Ω ），或者超过经验值，应用三极法验证。