

尊敬的顾客

感谢您使用本公司 YTC2830F 大地网接地电阻测试仪。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。如有合同约定的除外。

安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

一防止火灾或人身伤害

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行

检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。

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 YTC2830F 大地网接地电阻测试仪。
- 三、当您在使⤵用本产品前，请仔细阅读本使用说明书，并妥善保存以备查考。
- 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惑，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。
- 9、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	7
二、功能特点	7
三、技术指标	8
四、仪器原理	10
五、面板介绍	11
六、测量接线	11
七、操作步骤	12
八、外接电源使用	23
九、测量接地导通	23
十、测量土壤电阻率	24
十一、夹角法测量地网电阻	25
十二、测量地表电位梯度	25
十三、测量接触电压和接触电势	26
十四、测量跨步电压和跨步电势	27
十五、地网仪主机无线跨步电压测试操作说明	29
十六、随机配件	31
十七、快速了解仪器接线图	32

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 YTC2830F 大地网接地电阻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。

YTC2830F 大地网接地电阻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 Ω ,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。
14. 主机可以无需选频表就能够测试跨步电压, 接触电压, 转移电位, 电场梯度等项目。
15. 配合专用选频电压电流测试能够测试跨步电压, 接触电压, 转移电位, 电位梯度等项目。
16. 测试跨步电压, 接触电压, 转移电位, 电位梯度等项目时候能够实现无线传输测试。
17. 符合国网电气设备数字化测试仪器数据与通信技术规范。内置蓝牙通讯。(选配)

三、技术指标

1、主机技术参数

- 1、测量范围: $0 \sim 5000 \Omega$ (含电流桩阻抗)
- 2、分辨率: $0.001 \text{ m}\Omega$
- 3、测量误差: $\pm (\text{读数} \times 2\% + 0.005 \Omega)$
4. 抗工频 50Hz 电压干扰能力: 10V 干扰抑制比: $\geq 60 \text{ dB}$
- 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: $50 \pm 0.1 \text{ Hz}$ 到 $50 \pm 10.0 \text{ Hz}$ 随意设置
 $60 \pm 0.1 \text{ Hz}$ 到 $60 \pm 10.0 \text{ Hz}$ 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 $\geq 1.5\text{mm}^2$

电压线铜芯截面积 $\geq 1.0\text{mm}^2$

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 $\pm 10\%$ ， 50Hz

12、外形尺寸： 500mm*377mm*330mm 仪器重量： 20kg

2、选频表技术参数

选频表只能配合大地网接地电阻仪，用于地表电位梯度、跨步电压和接触电位差的抗干扰测量。测量时，大地网接地电阻仪向接地装置输出一个恒定的变频电流，选频表针对该频率进行检测，从而滤除工频干扰。具有电压测量功能，用于地表电位梯度测量。外置人体模拟电阻，用于跨步电压和接触电压测量。配有可充电电池。能够无线传输数据。

2.1、主要功能特点

2.1.1、按照《DL/T475-2006 接地装置特性参数测量导则》的要求，为了减小地网工频电流干扰的影响，用工频电流测量时，测试电流应达到50A以上，这样的大电流电源和电缆十分笨重，给试验造成很大的不便。而变频测量的优点是，利用变频技术对工频干扰的抑制能力，使用较小的试验电流便可以达到或超过工频大电流的抗干扰效果。因此导则规定，用变频方式测试电流可以减小到3A。使用选频电压表和我们生产的大地网接地电阻仪就可以满足导则规定的全部试验要求。仪器十分轻便，能大大减轻现场测量的工作强度。

2.1.2、实现抗干扰测量的关键是要抑制干扰信号。选频电压表采用的高精度自适应数字陷波技术，能够自动跟踪并抑制干扰频率。该算法的理论抑制能力接近百万分之一。与一些进口选频电压表几百分之一的抑制能力相比，选频电压表基本可以忽略干扰的存在。

2.2、主要技术指标

2.2.1、测量范围： 0~200V 准确 度： $\pm (\text{读数} \times 1\% + 0.1\text{mV})$ 最大分辨率： 0.001mV

2.2.2、输入阻抗： $>500\text{k}\Omega$ 人体模拟电阻： $1500\Omega \pm 5\%$

- 2.2.3、测量频率：与大地网接地电阻仪对应 干扰抑制比： $\geq 60\text{dB}$
- 2.2.4、电池工作时间：约8小时 充电时间：约3小时. 充电电源： $220\text{V} \pm 10\%$,
50Hz / 60Hz
- 2.2.5、重量：3kg
- 2.3、使用方法：选频表上的 P1.P2 使用连接线连接主机上的 P1.P2，开机测量即可。

四、仪器原理

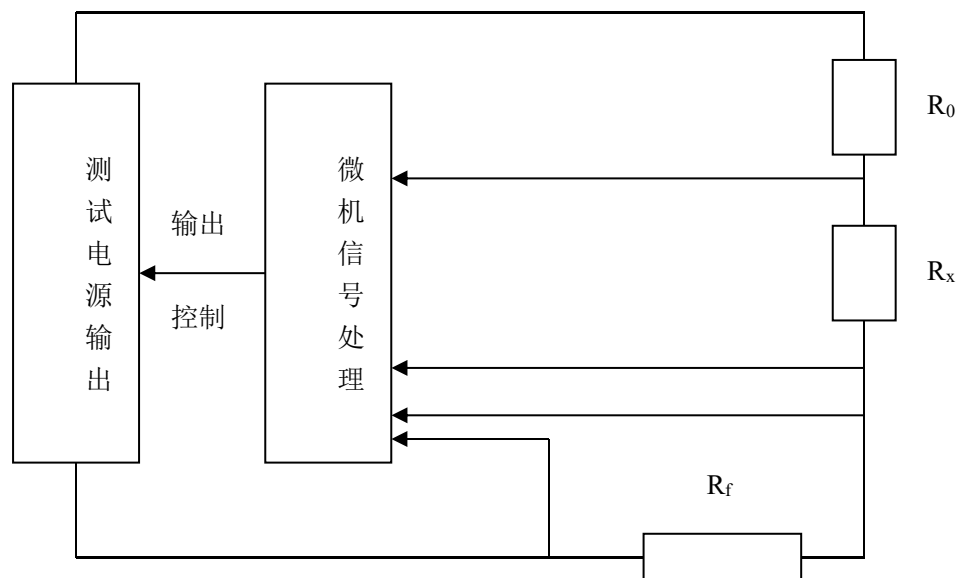


图 1 测量原理示意图

- 1、 R_0 回路电阻大约 $5 \sim 200 \Omega$
- 2、 R_x 测试电阻大约 $0 \sim 200 \Omega$
- 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 $3 \sim 5$ 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

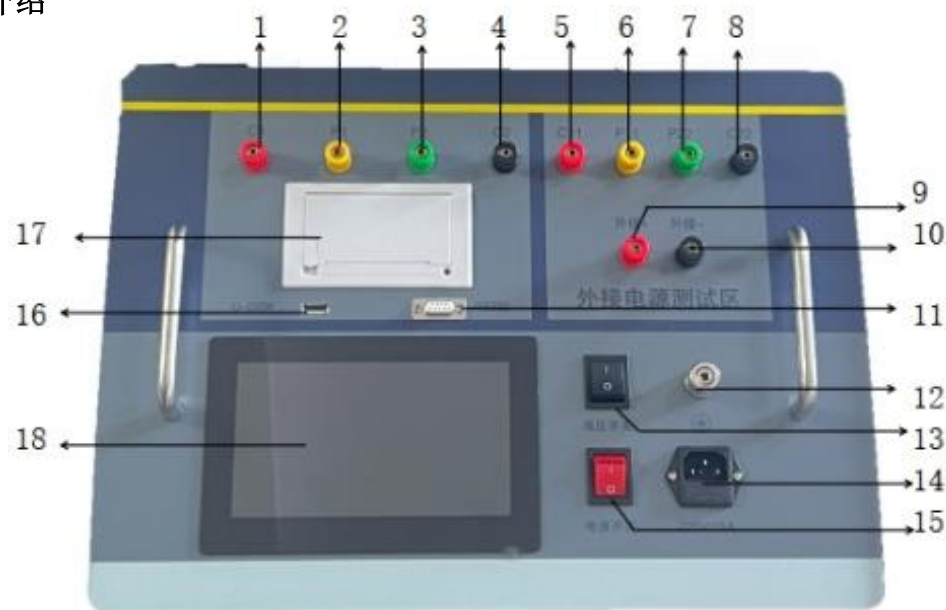
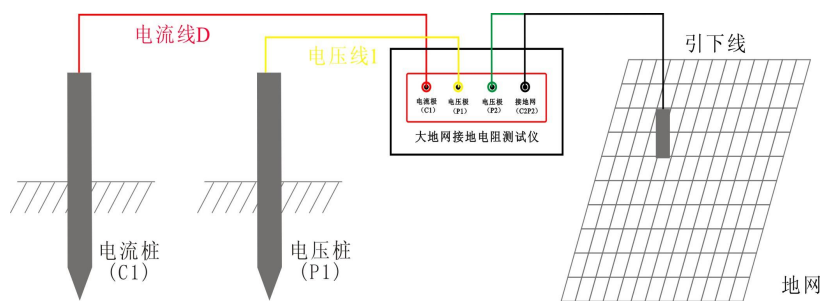


图 2 面板示意图

- 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
- 11:232 串口 12:接地柱 13:急停按钮 14:220V 电源插座
- 15:电源开关 16:U 盘插口 17: 打印机 18:液晶屏
- 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。

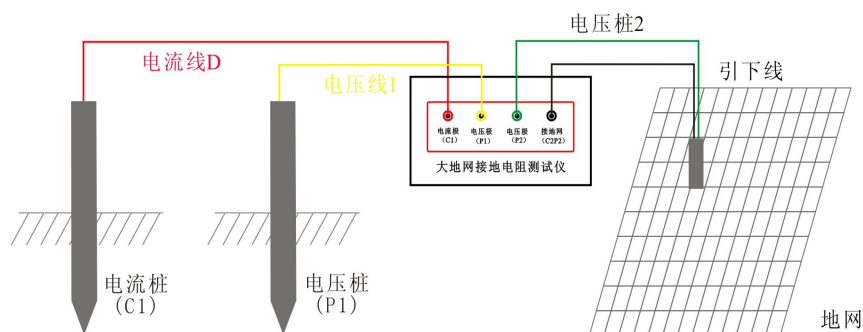


图 4 四极法测量接线图

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。

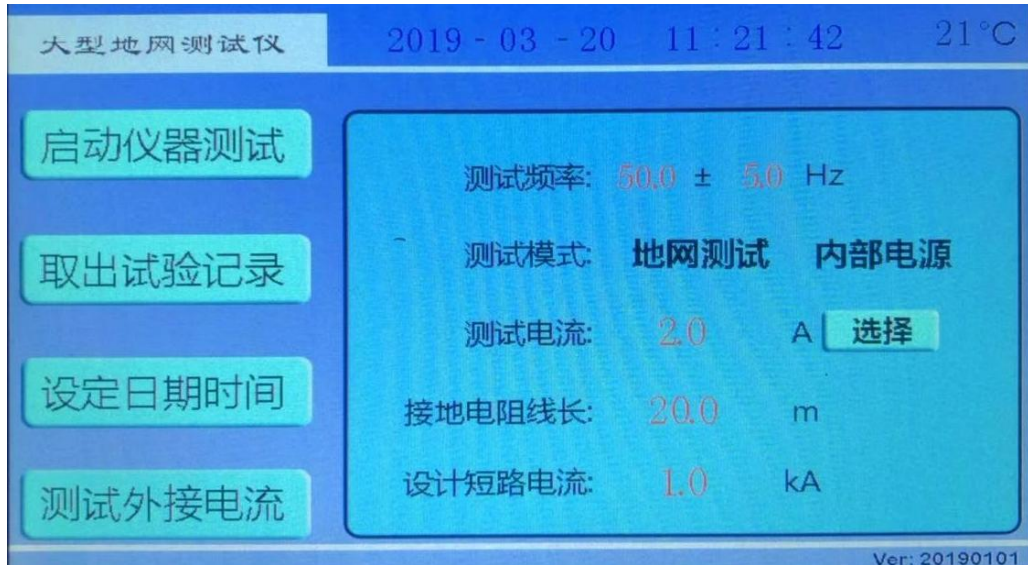


图 5 开机界面

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）

可选择 地网测试 接地电阻 跨步电压 恒流测试 无线跨步电压测试。

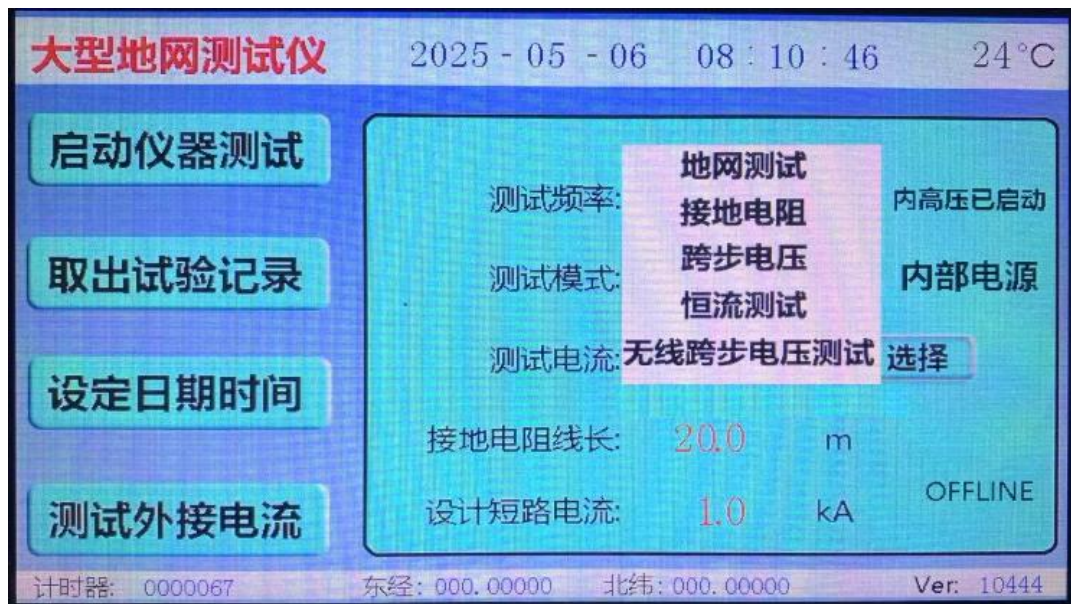


图 6 测试模式选择

3) 内部电源：内部电源与外部电源的选择通过面板上的急停按钮来切换。

按下急停按钮，仪器自动转为外部电源。

松开急停按钮，仪器自动转为内部电源

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）

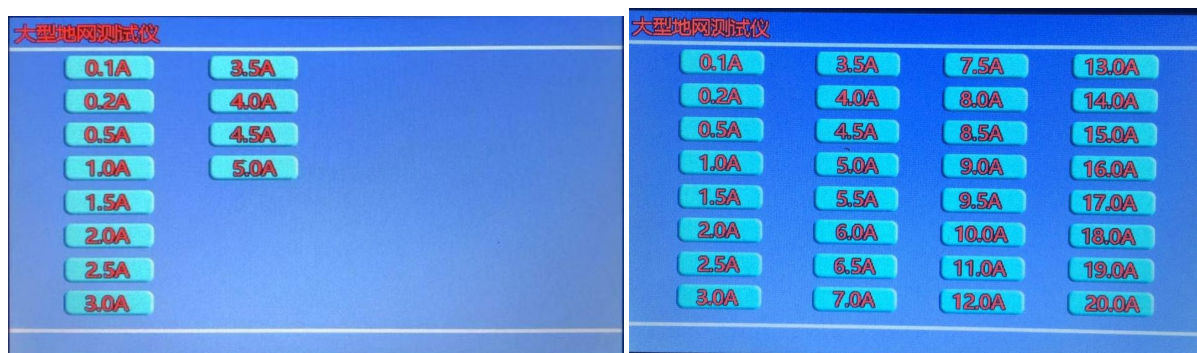


图 8 测试电流选择（常规仅到 5A，20A 的需要定制）

- 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）

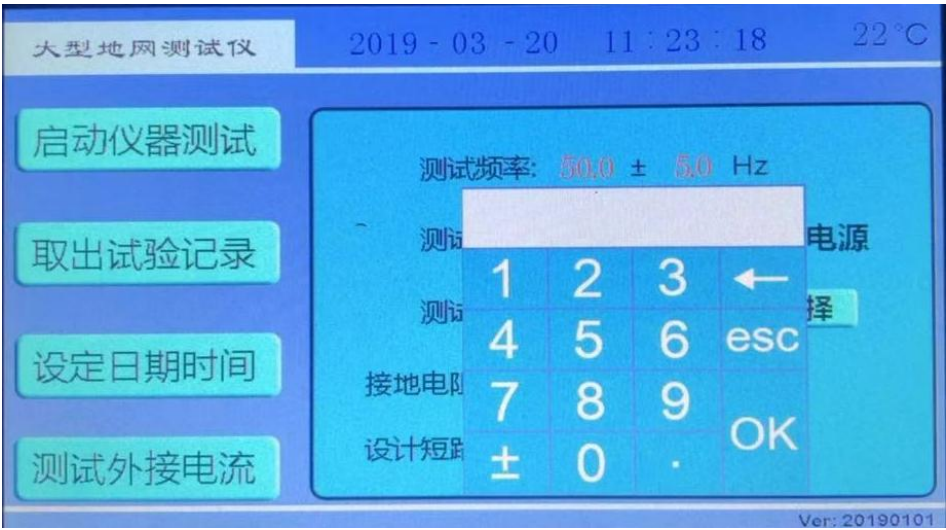


图 9 红色数字参数修改界面

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）：

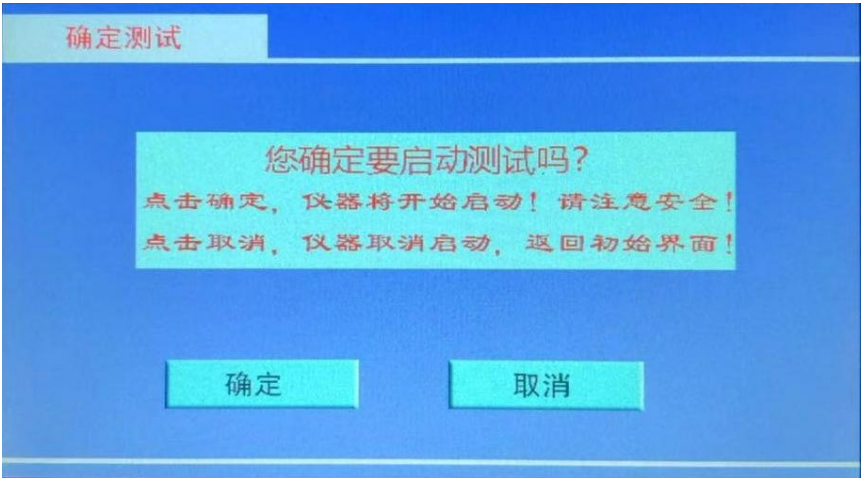


图 10 测试确认界面

点击**确定**, 将开始升流测试。**请确认已经接好测试**。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
 $X = 0.001 \Omega$: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。

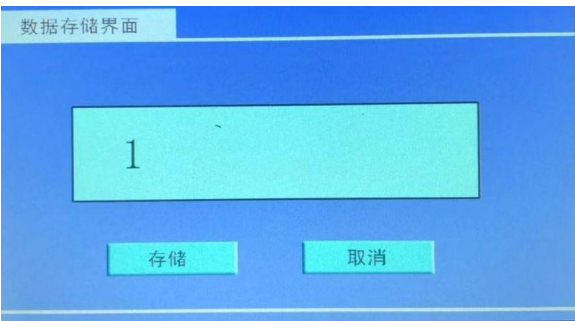


图 13 数据存储界面

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) :

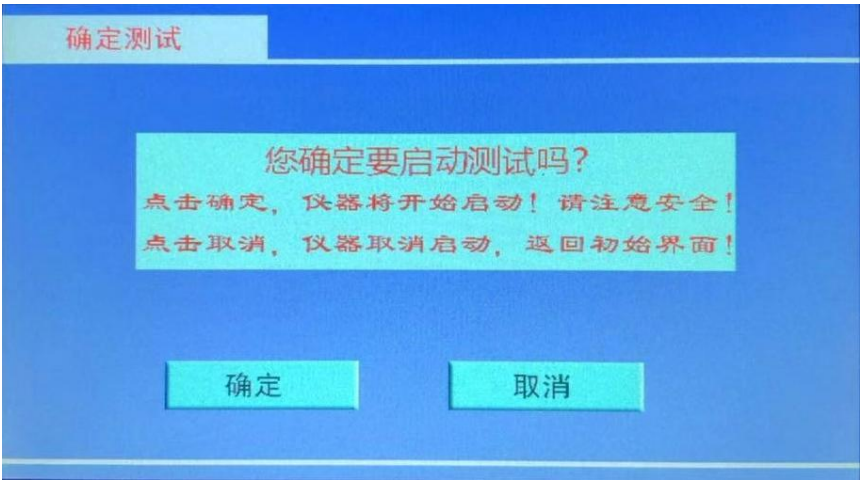


图 14 测试确认界面

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：

$R = 76.138\text{m}\Omega$:接地电阻数值

$\rho = 9.567\text{ }\Omega\cdot\text{m}$:土壤电阻率数值

$I = 2.000\text{A}$:测试电流数值

$U = 0.152\text{V}$: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。

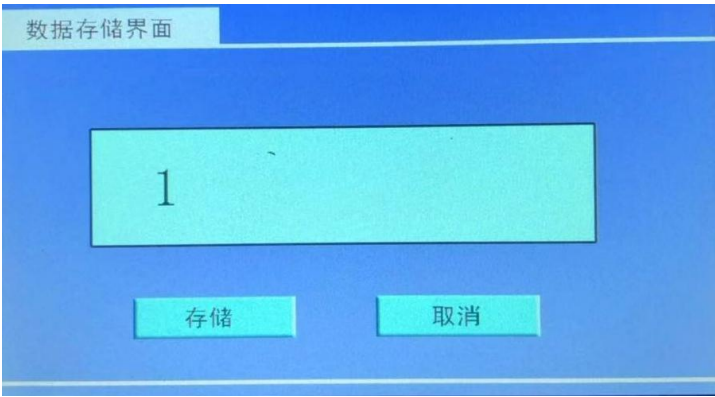


图 17 数据存储界面

7.5 恒流测试（此功能仅在没有无线选频表的时候使用）

在开机界面(图 5)下，测试模式选择**恒流测试**，（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）：

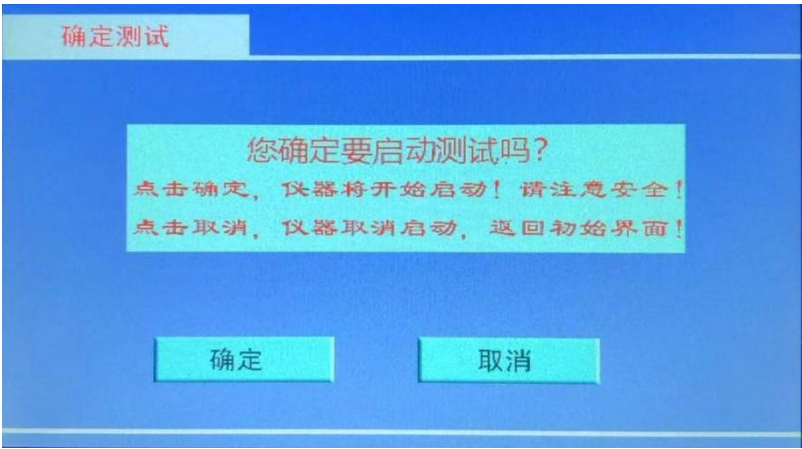


图 18 测试确认界面

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**恒流测试**界面(图 19)。点击**取消**，仪器将返回开机界面(图 5)。



图 19 恒流测试界面

I=1.999A 测试过程瞬时电流。

F=47.50Hz 恒流源频率。

T=0 m 14 s 代表恒流输出时间 14s（默认最长 5 分钟）

进度：4% 代表测试到 4%了，等到 100%测试完毕。

测试完毕之后出现 恒流测试结果界面（图 20）

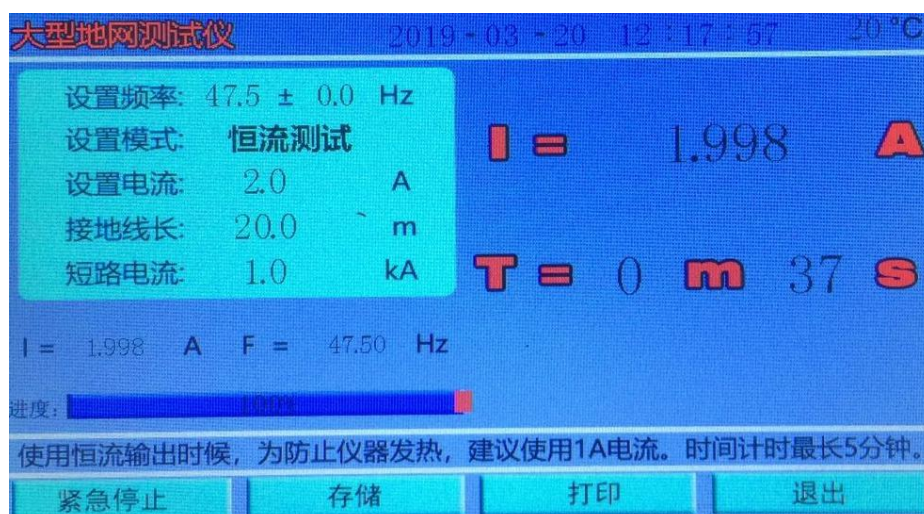


图 20 恒流测试结果界面

测量结果的意义如下：

I=1.998A 测试过程瞬时电流。

F=47.50Hz 恒流源频率。

T=0 m 37 s 代表恒流输出时间 37s（默认最长 5 分钟）

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。

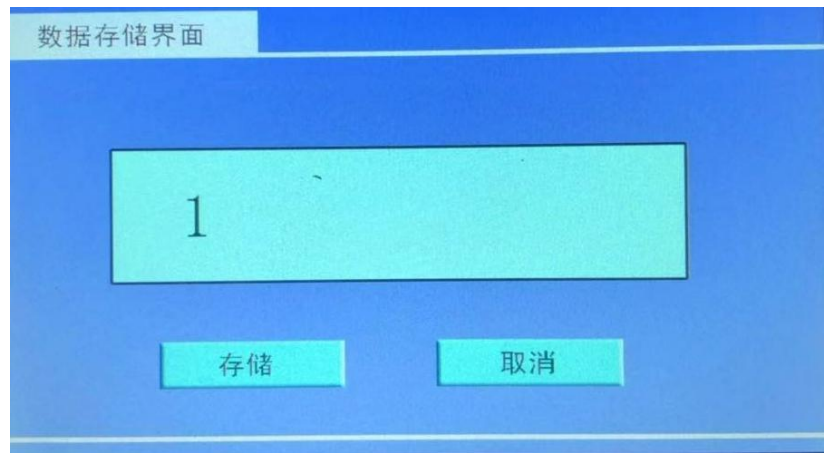
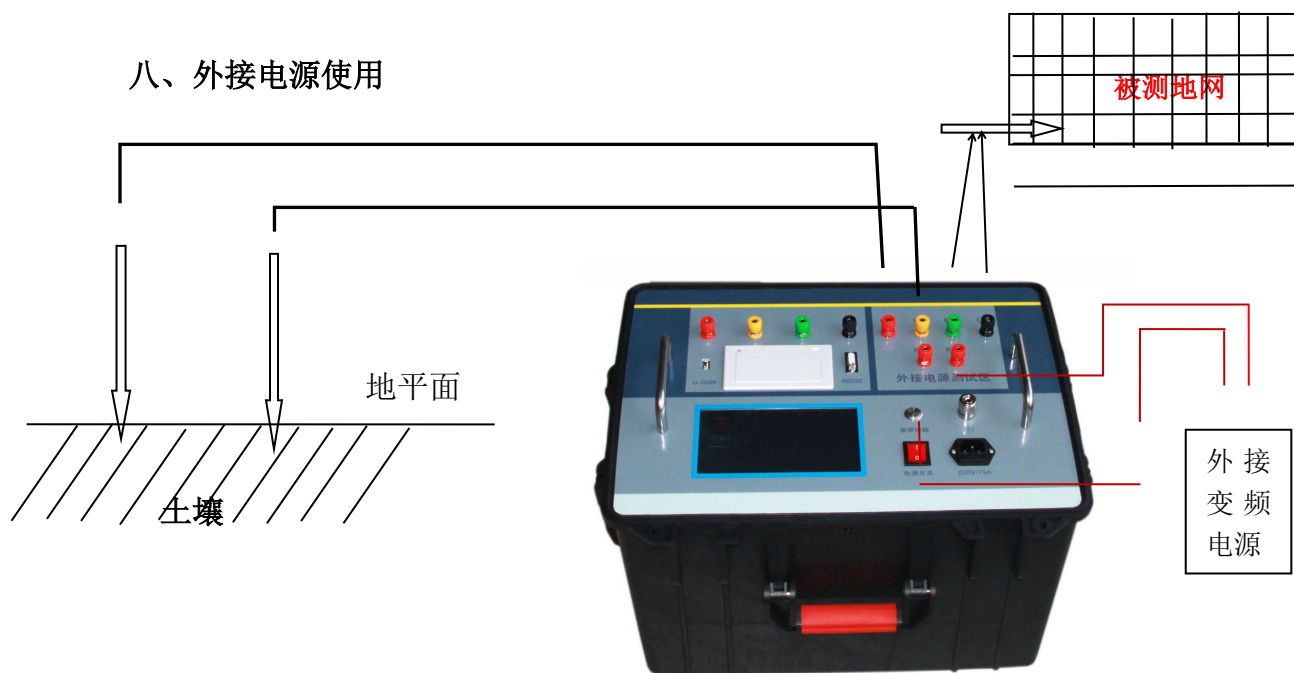


图 21 数据存储界面

7.7、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。
- 9 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。

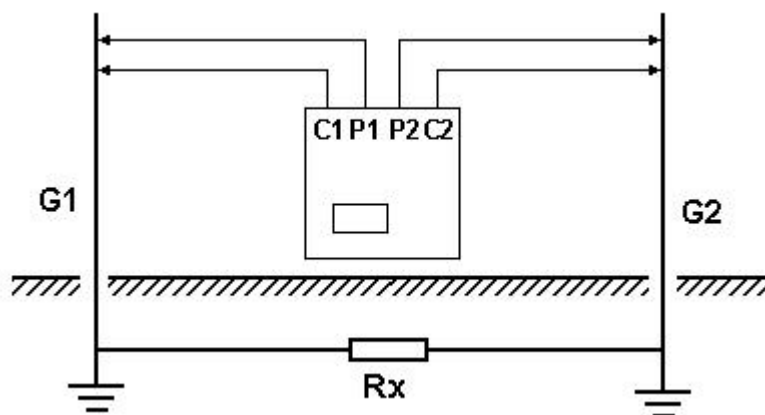
九、测量接地导通

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。

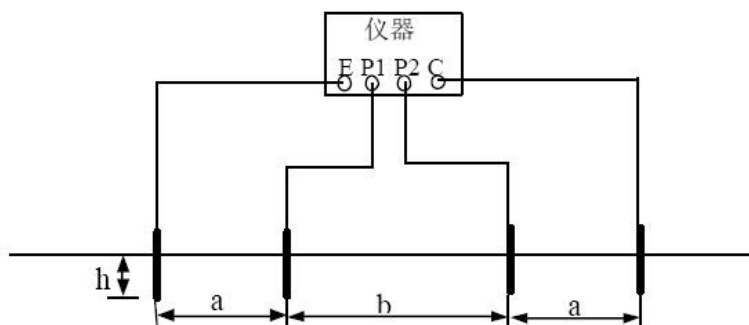


图12 四极法测量土壤电阻率接线图

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 $a \gg h$ ， $b \gg h$ 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。

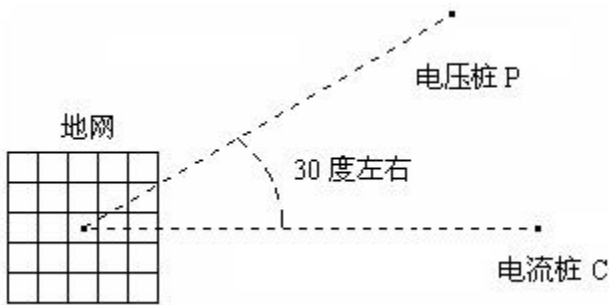
$$Z = \frac{Z'}{1 - \frac{D}{2} \left[\frac{1}{d_{PG}} + \frac{1}{d_{CG}} - \frac{1}{\sqrt{d_{PG}^2 + d_{CG}^2 - 2d_{PG}d_{CG}\cos\theta}} \right]}$$

公式 (1)

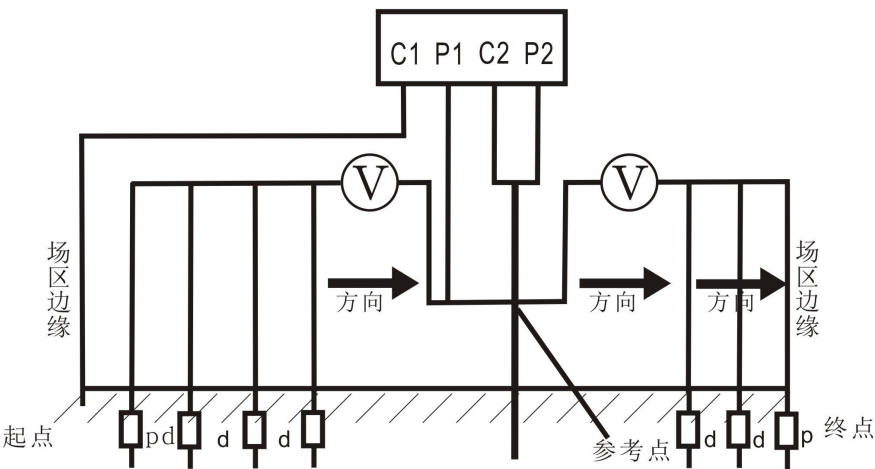
式中： θ —电流线和电压线的夹角；
Z' —接地阻抗的测试值。

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

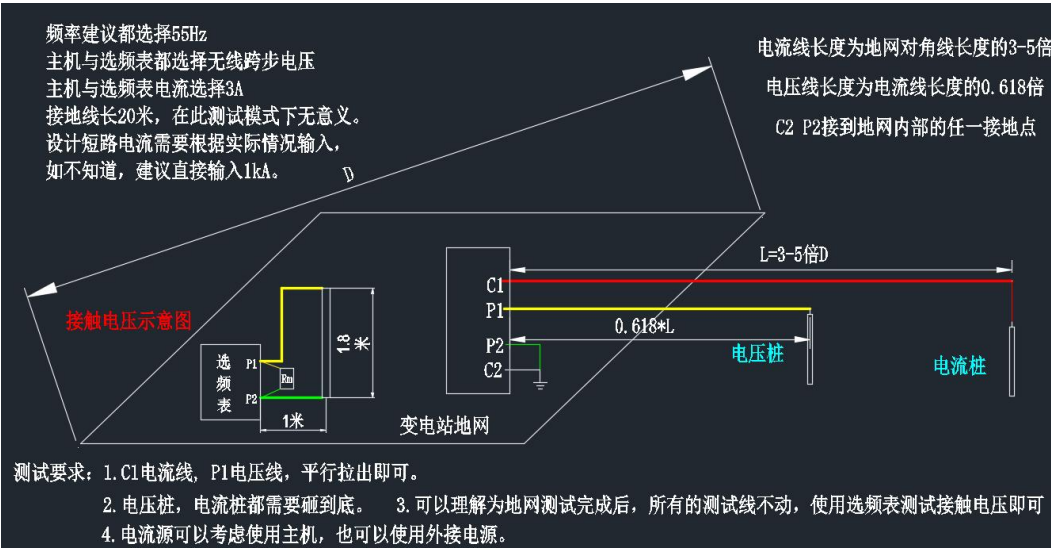


十二、测量地表电位梯度



十三、测量接触电压和接触电势

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C1 端子与电流极可靠连接。再用导线将仪器的C2 端子接至被试设备设备的接地引下线上（接地）。

选频电压表的P1 端子接至设备架构上的顶点，顶点距地面高度为1.8 米。仪器的P2 端子接至设备与大地相连部分的脚架向外1米处的电极上。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。

选频电压表P1与P2端子间并联等效人体电阻R_m小盒，当测试跨步电压和接触电压是需要接上。如果测试跨步电势和接触电势时候不能接上。

检测接线无误，接通电源，选择“无线跨步电压”，设置好测试电流，一般情况选择电流为3A。仪器进入多点测试界面，参考第16项地网仪主机无线跨步电压测试操作说明。

此时，选频表选择**无线跨步电压**，并启动测试。选频表处于等待主机命令状态。

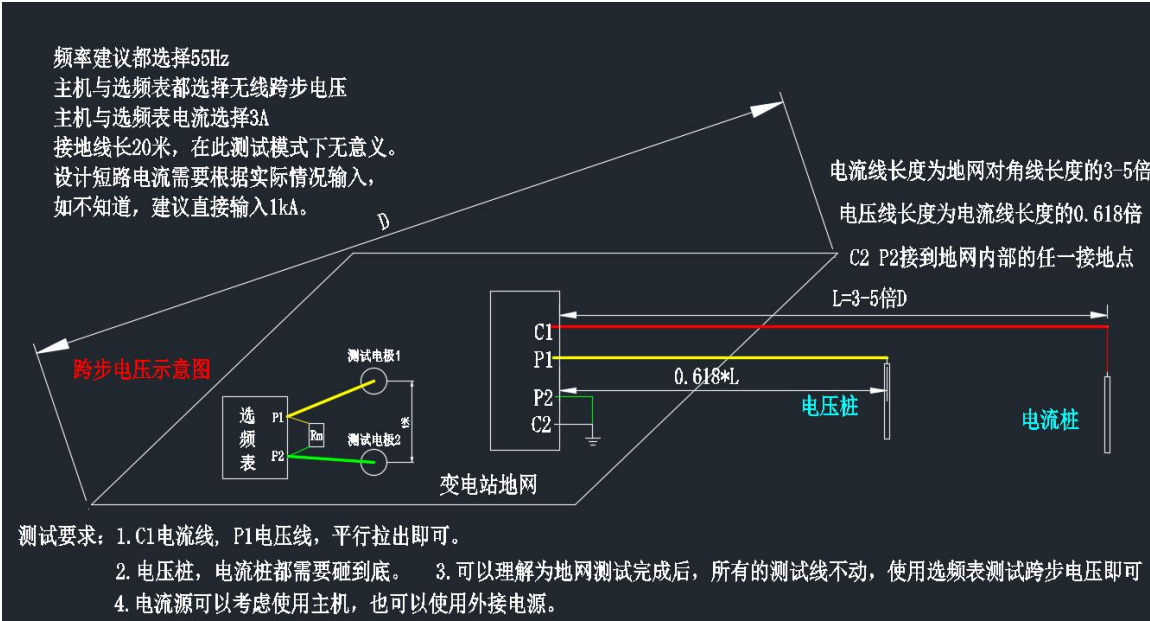
主机点击**点测试**按钮，开始测试。选频表也开始测试。测试完毕，主机自动从选频表接受 U' S，并根据实际电流与设计短路电流计算 U_S 。

U' S为实际测试电压。 U_S 为换算之后的跨步电压， $U_S=U' S \times \text{设计短路电流} / \text{实际电流}$ 。

式中设计短路电流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势。

十四、测量跨步电压和跨步电势

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 $C1$ 端子与电流极可靠连接。再用导线将仪器的 $C2$ 端子接至设备的接地引下线。

选频电压表的 $P1$ 、 $P2$ 端子分别接至模拟人脚的测试电极1、测试电极2, 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。

选频电压表P1与P2端子间并联等效人体电阻 R_m 小盒，当测试跨步电压和接触电压是需要接上。如果测试跨步电势和接触电势时候不能接上。

检测接线无误，接通电源，选择“无线跨步电压”，设置好测试电流，一般情况选择电流为3A。仪器进入多点测试界面，参考第16项地网仪主机无线跨步电压测试操作说明。

此时，选频表选择**无线跨步电压**，并启动测试。选频表处于等待主机命令状态。

主机点击**点测试**按钮，开始测试。选频表也开始测试。测试完毕，主机自动从选频表接受 $U'S$ ，并根据实际电流与设计短路电流计算 U_S 。

$U'S$ 为实际测试电压。 U_S 为换算之后的跨步电压， $U_S = U'S * \text{设计短路电流} / \text{实际电流}$ 。

式中设计短路电流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 小盒，则所得结果为跨步电势。

十五、地网仪主机无线跨步电压测试操作说明

做无线跨步电压测试时候，点击地网仪主机测试模式右边的菜单，选择**无线跨步电压测试**（图 25）。点击选择完毕之后，显示开机主界面如图 26

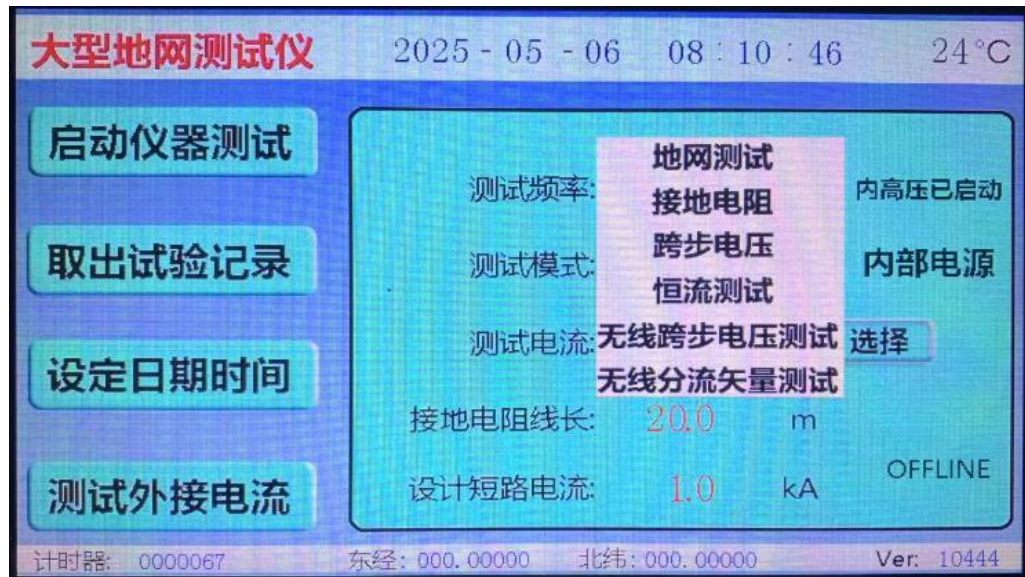


图 25 无线跨步电压测试选择图

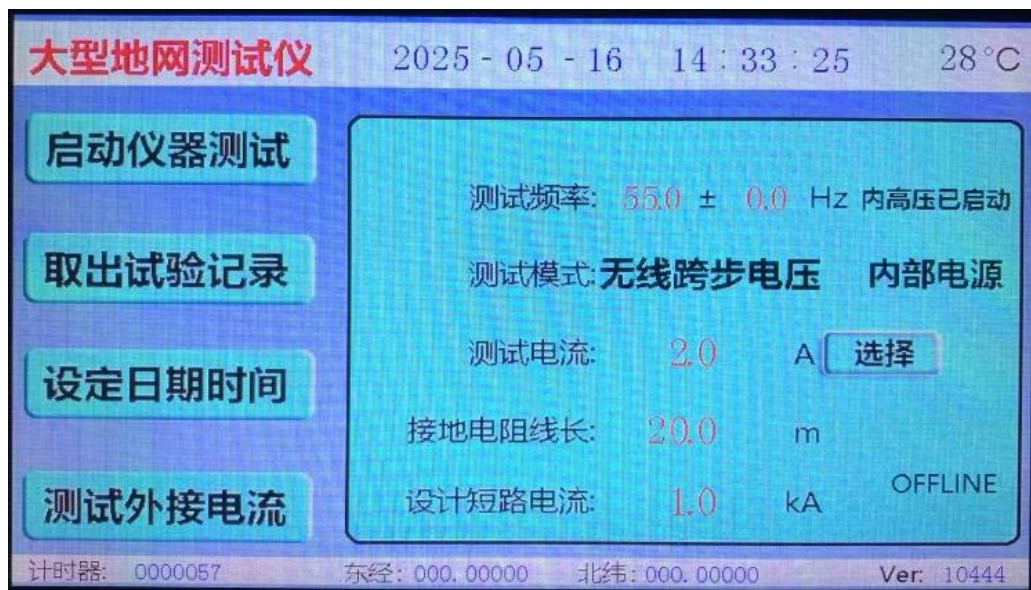


图 26 开机主界面

1. 测试频率选择：使用触屏笔或手指点击频率右边的数字，上图为 55.0+/-0.0Hz。55.0 与 0.0 数字均可以修改。但是考虑到使用外接电源做大电流试验时候的统一性。我们建议选择 55.0+/-0.0Hz。如果太靠近 50Hz，测试误

差有可能增大。

- 2. 测试电流选择：使用本机内部电源作为恒流源时候，可以直接选择 1-5A 都可以。考虑到现场的土壤条件，我们建议选择 5A。
- 3. 接地电阻线长：此参数仅在做接地电阻试验，计算土壤电阻率时候起作用，别的试验项目可以不考虑。
- 4. 设计短路电流：此参数在做跨步电压，接触电压，转移电位，电场梯度时候用来计算实际电压值。数值要根据变电站的设计值相同。如果不知此数值，建议选择 1kA。
- 5. 仪器参数选择完毕之后点击**启动仪器测试**。出现测试与存储界面(图 27)

编号	US (V)	编号	US (V)	编号	US(V)	编号	US(V)	
00	8.599	12	0.000000	24	0.000000	36	0.000000	
01	0.000	13	0.000000	25	0.000000	37	0.000000	
02	0.000	14	0.000000	26	0.000000	38	0.000000	
03	0.000	15	0.000000	27	0.000000	39	0.000000	
04	0.000	16	0.000000	28	0.000000	40	0.000000	
05	0.000	17	0.000000	29	0.000000	41	0.000000	
06	0.000	18	0.000000	30	0.000000	42	0.000000	
07	0.000	19	0.000000	31	0.000000	43	0.000000	
08	0.000	20	0.000000	32	0.000000	44	0.000000	
09	0.000	21	0.000000	33	0.000000	45	0.000000	
10	0.000	22	0.000000	34	0.000000	46	0.000000	
11	0.000	23	0.000000	35	0.000000	47	0.000000	
设置电流: 1.0 A 设置频率: 55.0 Hz				Ux = 0.007 V				
主机电流: 0.982 A 测试频率: 55.00 Hz				U'S= 0.008 V				
进度: 100%				U S= 8.599 V				
点测试	点存储	1	点删除	页存储	1	页删除	页打印	退出

图 27 无线跨步电压测试与存储界面

- 1. 图 20 界面下，有两个数据输入框，分别为点存储序号 1 与页存储序号 1。
- 2. 在**点存储**按钮与**点删除**按钮之间的 1 为点存储序号。代表此变电站的第 1 个跨步电压点。最多能够存储 48 个跨步电压点。序号为 00-47。
- 3. 在**页存储**按钮与**页删除**按钮之间的 1 为页存储序号。代表第 1 个变电站。最多能够存储 99 个变电站。
- 4. 测试时候首先让无线选频表模式选择**无线跨步电压测试**，并启动测试。让无线选频表处于等待测试状态。

5. 使用触屏笔点击按钮**点测试**，仪器自动测试，无线选频表会通过无线传输把数据送回到本机。屏幕右下方 $U_x=0.007V$ 代表实时的无线选频表发送过来的跨步电压。
6. $U'_s=0.008V$ 代表第 1 个跨步电压测试点的跨步电压测试值。
7. $U_s=8.599V$ 代表第 1 个跨步电压测试点的跨步电压计算值，也就是实际跨步电压值。
8. **点存储**按钮与**点删除**按钮操作对象均为点序号。操作时候先确认序号。
9. **页存储**按钮与**页删除**按钮操作对象均为页序号。操作时候先确认序号。
10. 测试完毕，无论点存储或叶存储，请一定要点击一下存储按钮。
11. 打印数据也是从 0 打印到点序号为止。

十六、随机配件

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。

1、主机	一台
2、选频表	一套
3、电源线	一根
4、接地桩	两根
5、圆形电极	两个
6、接地线	一根
7、电压线	两根
8、电流线	两根
9、保险管（内置）	两只
10、打印纸	两卷
11、使用说明书	一份
12、出厂试验报告	一份
13、合格证	一张

十七、快速了解仪器接线图

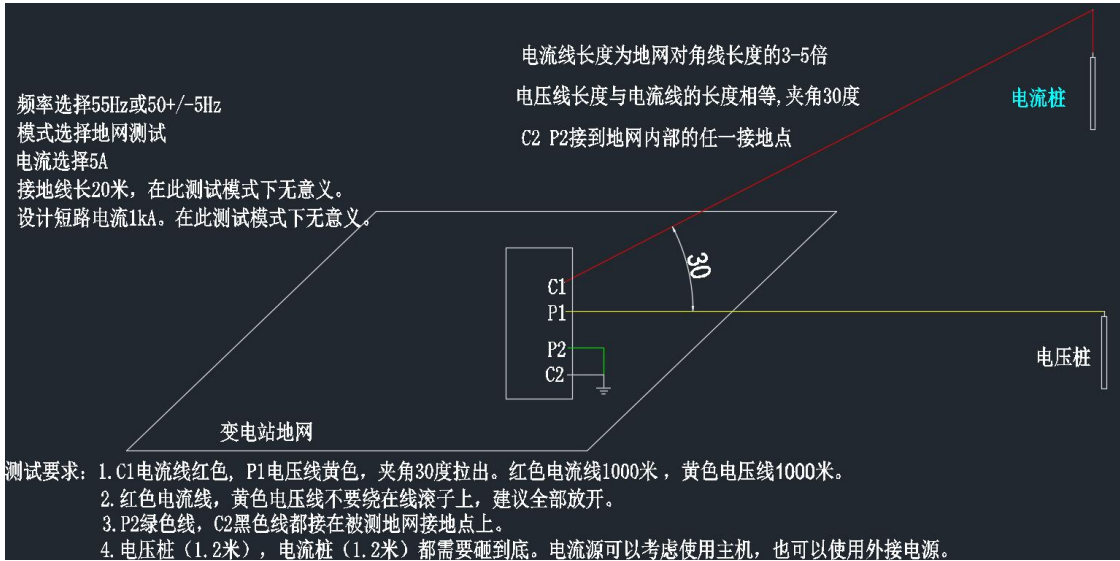


图50 夹角法测试地网阻抗测量接线图

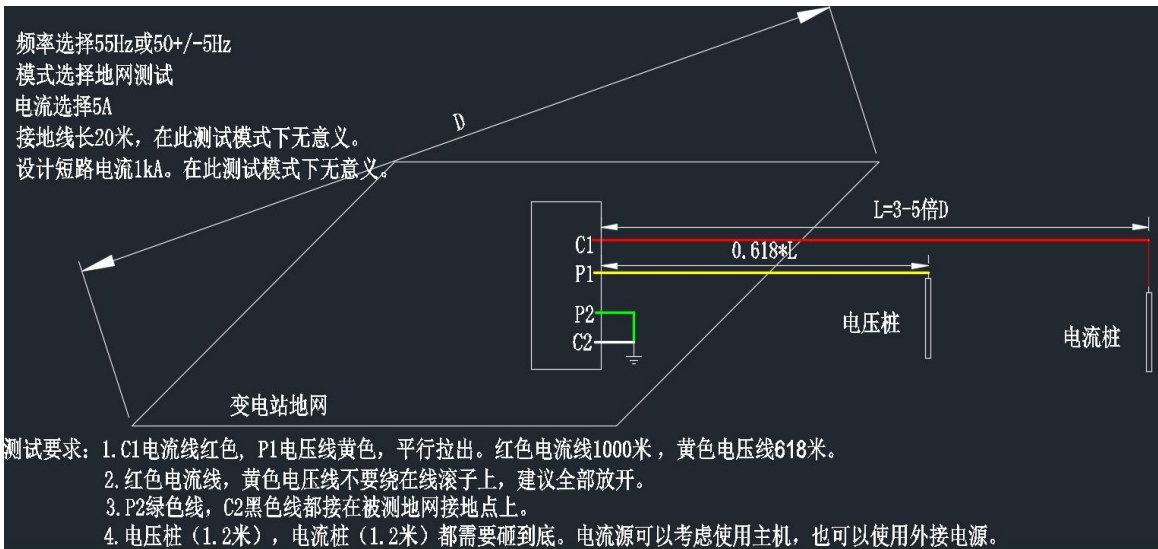


图51 平行法地网阻抗测量接线图

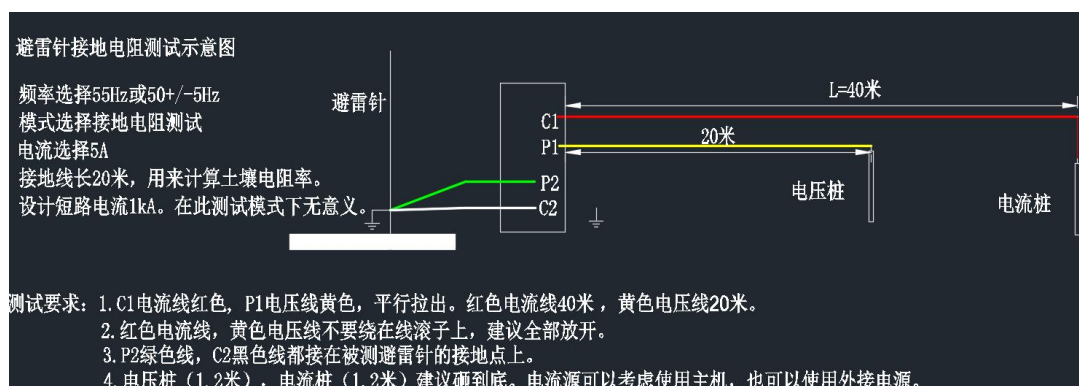


图52 避雷针接地电阻测量接线图

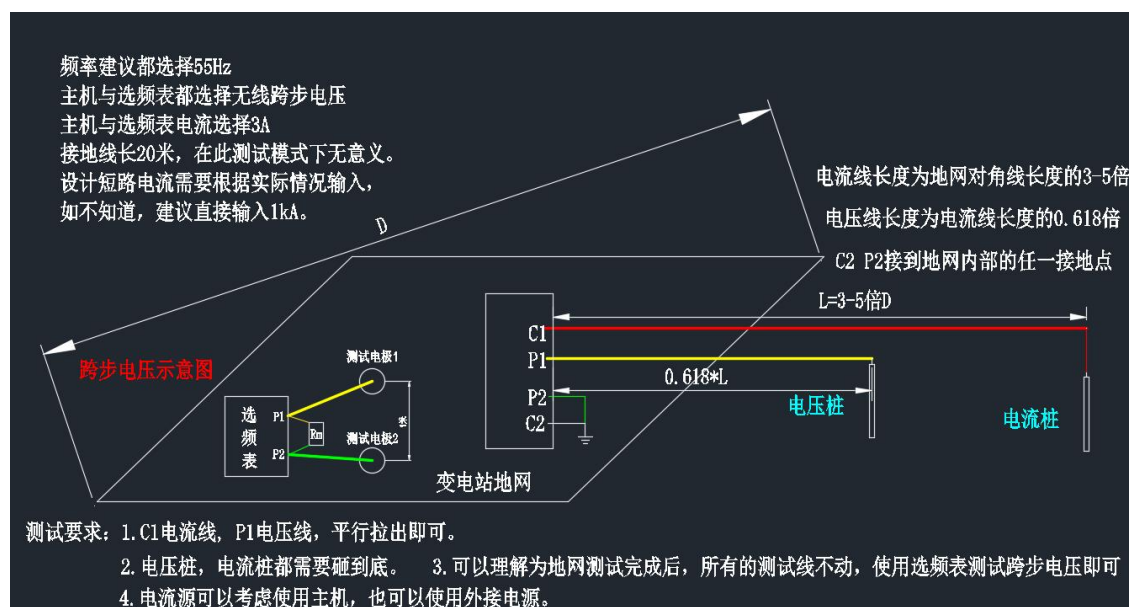


图53 无线跨步电压测量接线图

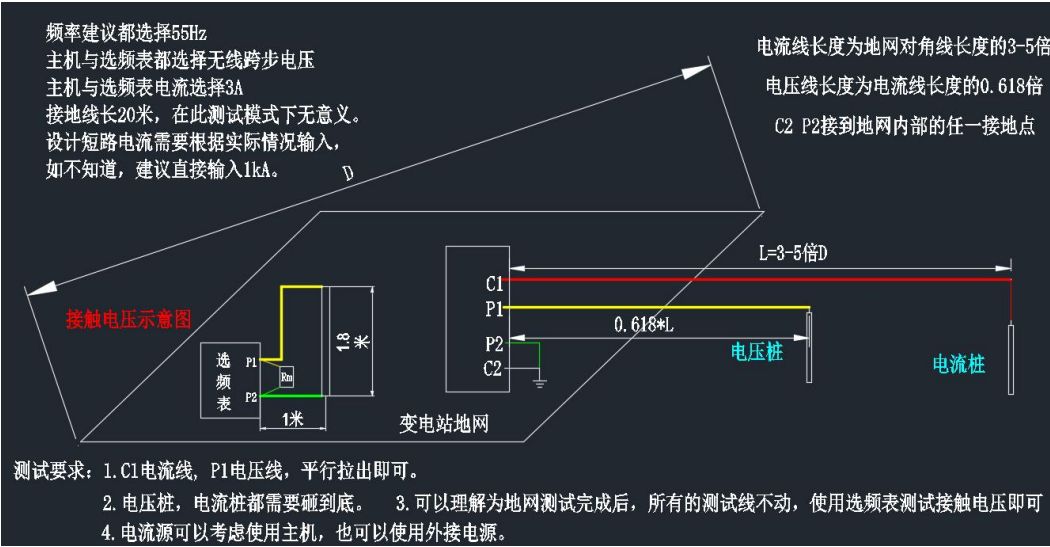


图54 无线接触电压测量接线图

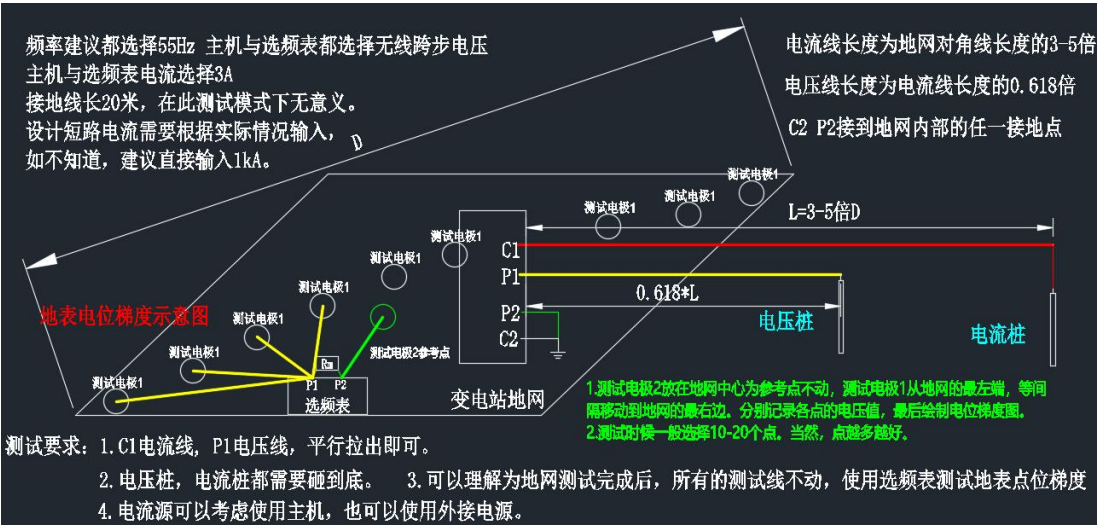


图54 无线地表点位梯度测量接线图

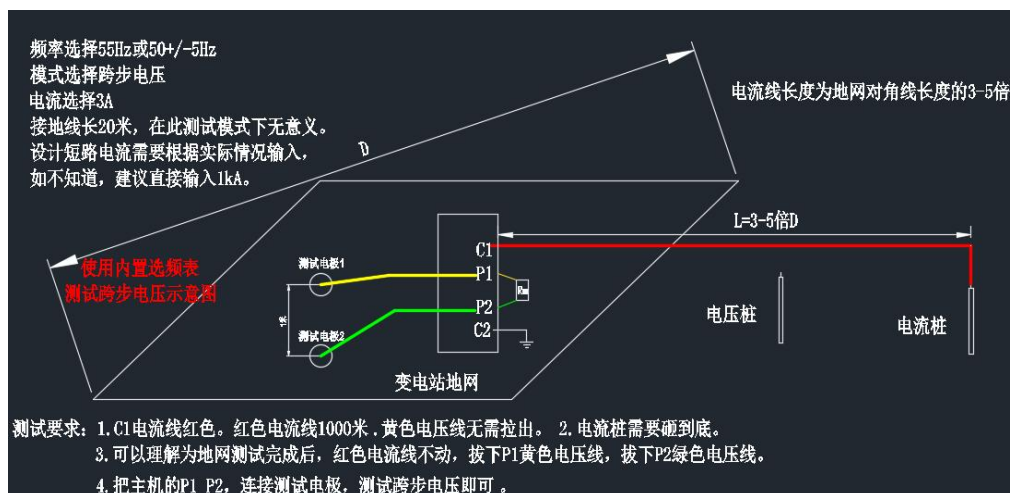


图55 使用内置选频表测试跨步电压接线图

使用内置选频表测试跨步电压的方法，是在没有选频表或者选频表丢失的情况下使用。

缺点：P1 P2 两根线比较长，需要在变电站内拖动，当变电站不停电时候，不符合安全规程。

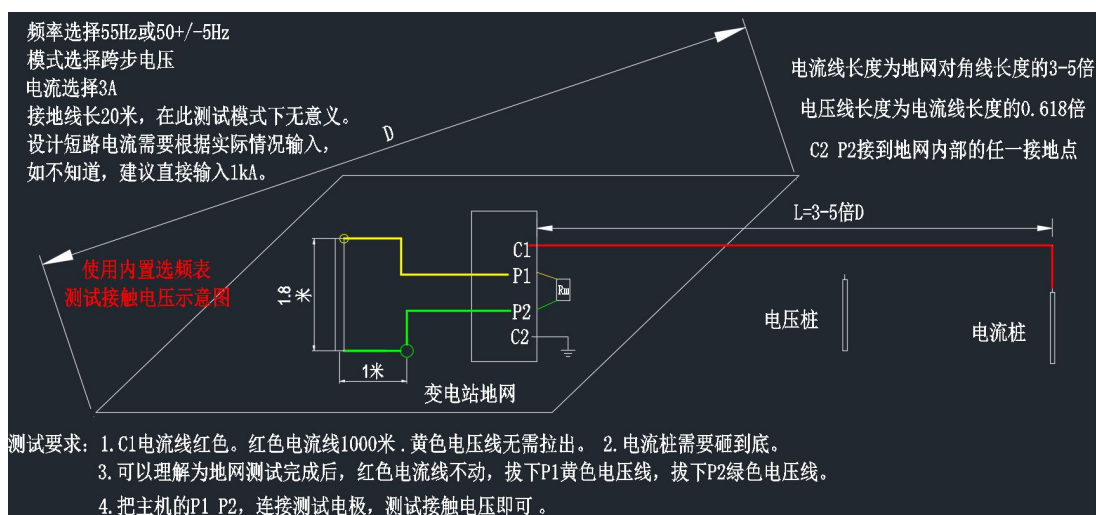


图56 使用内置选频表测试接触电压接线图

使用内置选频表测试接触电压的方法，是在没有选频表或者选频表丢失的情况下使用。

缺点：P1 P2 两根线比较长，需要在变电站内拖动，当变电站不停电时候，不符合安全规程。

关于**恒流测试**功能的说明以及优缺点：

1. 恒流测试时时候，仪器仅作为一个恒流源，输出设定的电流，比如 5A。
2. 选频表在指定的地点测试跨步电压，接触电压，电位梯度等。
3. 可以使用别的厂家的选频表配合使用。

缺点：

1. 主机处于长期大功率输出状态，仪器容易发热保护。
2. 主机输出时候，如果测试人员不在仪器旁边，仪器一直处于高压输出状态，容易造成安全隐患。

而采用无线跨步电压的方法有如下优点：

1. 主机为间歇式工作，测试完一个点的跨步电压后，自动停止高压输出。仪器发热小，不会高温保护。
2. 主机与选频表都有工作人员操作。测试一个点后，自动停止高压输出。不会造成安全隐患。

综上所述：建议使用我们的无线主机配合无线选频表，采用无线跨步电压的方法测试。

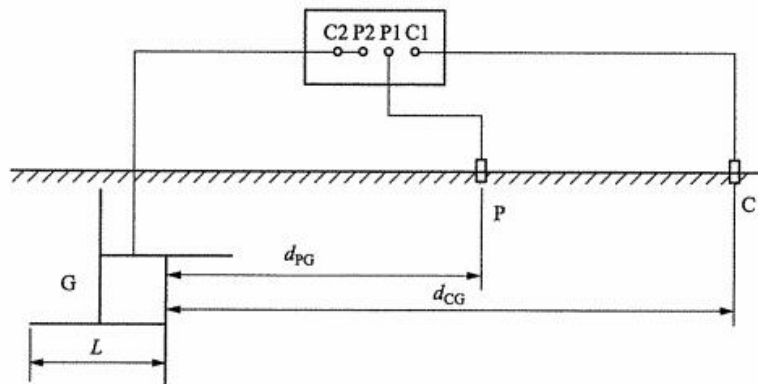
7 输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试

输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试的一般要求如下：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 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—被试杆塔接地装置；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。

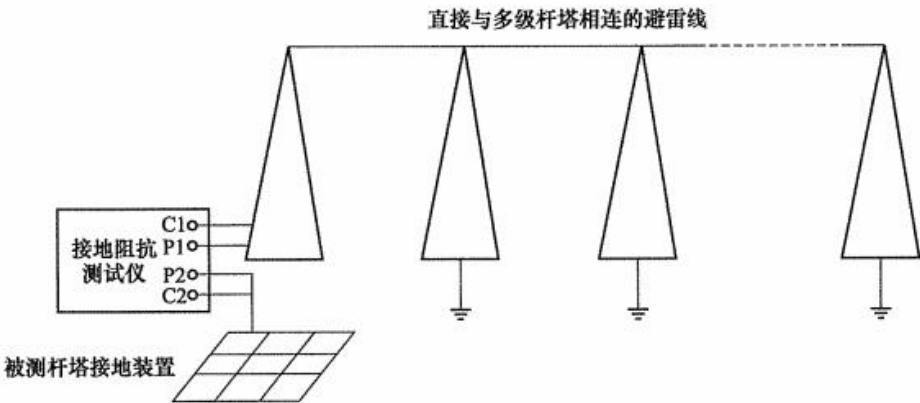


图 8 回路阻抗法测试杆塔接地阻抗示意图

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。