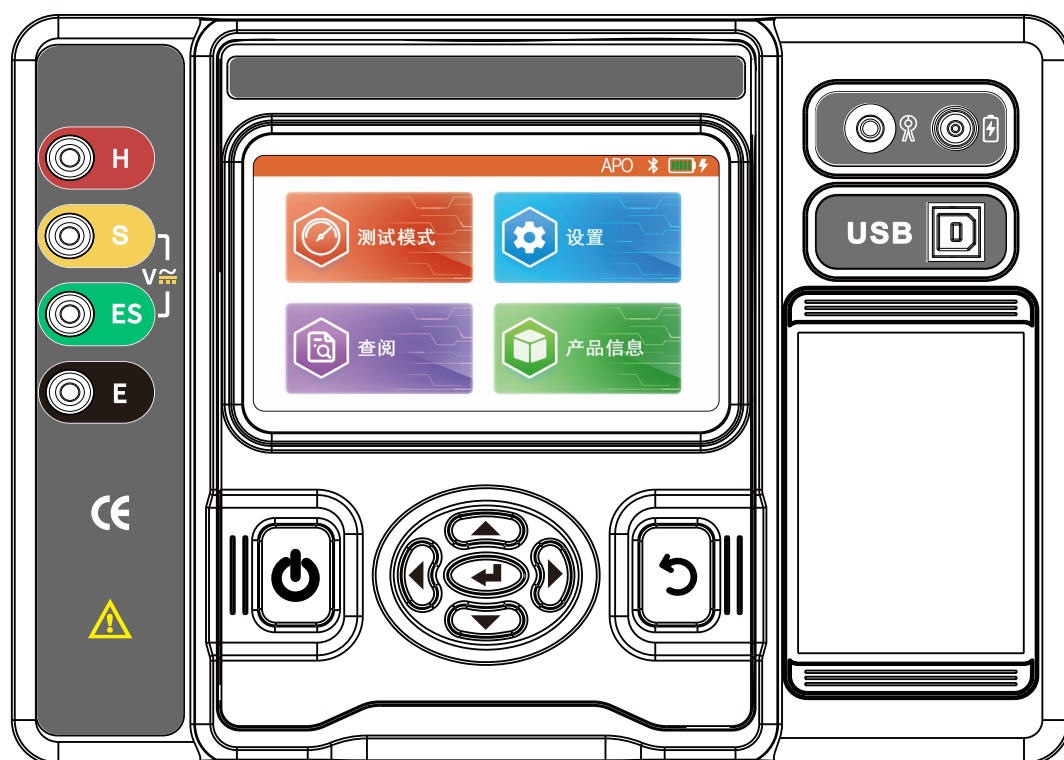


多功能接地电阻测试仪



ES3002E 使用手册

广州征能电子科技有限公司

目录

一. 安全规则及注意事项	1
二. 简介	2
三. 量程及精度	3
1. 各模式量程、精度、分辨率表	3
2. 一般规格	4
四. 仪表结构	7
五. 测量原理	8
六. 操作方法	11
1. 开关机	11
2. 电池电压检查	11
3. 界面介绍	11
4. 按键图标说明	18
5. 四线精密测试接地电阻	18
6. 三线测试接地电阻	20
7. 二线简易测试接地电阻	20
8. 四线选择法测试接地电阻	22
9. 三线选择法测试接地电阻	24
10. 双钳法测试接地电阻	24
11. 土壤电阻率测试	25
12. 直流电阻测试	27
13. 交流电流测试	27
14. 接地电压测试/ACV	28
15. 直流电压测试/DCV	29
16. 数据上传	30
七. 维护和服务	30
1. 电池	30
2. 修理、检查与清洁	31
八. 装箱单	32

一. 安全规则及注意事项

感谢您购买了本公司多功能接地电阻测试仪，在你初次使用该仪器前，为避免发生可能的触电或人身伤害，请一定：详细阅读并严格遵守本手册所列出的安全规则及注意事项。

任何情况下，使用本仪表应特别注意安全。

- ◆ 本仪表根据 IEC61010 安全规格进行设计、生产、检验。
- ◆ 任何情况下，使用本仪表应特别注意安全。
- ◆ 测量时，移动电话等高频信号发生器请勿在仪表旁使用，以免引起误差。
- ◆ 注意本仪表机身的标贴文字及符号。
- ◆ 使用前应确认仪表及附件完好，仪表、测试线绝缘层无破损、无裸露、无断线才能使用。
- ◆ 测量过程中，严禁接触裸露导体及正在测量的回路。
- ◆ 确认导线的连接插头已紧密地插入仪表接口内。
- ◆ 请勿在测试端与接口之间施加超过 100V 的交流电压或直流电压，否则可能损坏仪表。
- ◆ 请勿在易燃性场所测量，火花可能引起爆炸。
- ◆ 仪表在使用中，机壳或测试线发生断裂而造成金属外露时，请停止使用。
- ◆ 请勿于高温潮湿，有结露的场所及日光直射下长时间放置和存放仪表。
- ◆ 给电池充电时，请确认测试线已移离仪表，仪表处于关机状态。
- ◆ 仪表显示电池电压低符号“”，应及时充电。
- ◆ 注意本仪表所规定的测量范围及使用环境。
- ◆ 使用、拆卸、校准、维修本仪表，必须由有授权资格的人员操作。
- ◆ 由于本仪表原因，继续使用会带来危险时，应立即停止使用，并马上封存，由有授权资格的机构处理。
- ◆ 仪表及手册中的“”安全警告标志，使用者必须严格依照本手册内容进行安全操作。

二. 简介

系列多功能接地电阻测试仪又叫**接地电阻测试仪**。其集合多种测量方法于一体的高级接地电阻测试仪，该仪表除了具有传统打辅助地极测接地电阻的功能外，还具备了无辅助地极测量的独特功能。通过微处理器控制精密 4 线法、3 线法和简易 2 线法、选择法、双钳法测量接地电阻测试。采用大口径电流钳设计，利用双钳测量技术，无需打辅助地极、无需将接地体与设备隔离，实现了在线测量。广泛应用于电信、电力、气象、机房、油田、电力配电线路、铁塔输电线路、加油站、工厂接地网、避雷针等。仪表具有测试精准、快速、简捷、稳定可靠等特点。

多功能接地电阻测试仪由微处理器控制，可精准检测接地电阻、土壤电阻率、接地电压、直流电压、直流电阻和交流电流。其使用了快速滤波技术可将干扰减至最小。同屏显示辅助电极的电阻值，方便判断由于环境因素带来的测量误差，便于更准确测量接地真实阻值。同时存储 500 组数据，通过蓝牙连接手机 APP，或通过 USB 连接电脑上位机，实现无线或有线远程测量、读取历史数据、导出报表分析等功能。具有数值保持及智能报警提示等独特功能。

多功能接地电阻测试仪由主机、PC 上位机软件、手机 APP 软件、测试线、USB 线、充电器、接地针组成。

系列型号区别

型号	功能	其它主要区别
ES3000P	二三线交流接地电阻、交流电压、 直流电压	段码屏、无打印功能
ES3001P	二三四线交流接地电阻、土壤电阻率、 交流电压、直流电压	段码屏、无打印功能
ES3002E	二三四线交流接地电阻、土壤电阻率、 三/四线选择法、双钳电阻、直流电阻、 交流电压、直流电压、交流电流	彩色屏、带打印功能

三. 量程及精度

1. 各模式量程、精度、分辨率表

测量功能	测量范围	精度	分辨率
二三四线法 测量接地电 阻 (Re)	0.000 Ω ~ 19.999 Ω	$\pm 1.5\%rdg \pm 70dgt$	0.001 Ω
	20.00 Ω ~ 199.99 Ω		0.01 Ω
	200.0 Ω ~ 1999.0 Ω		0.1 Ω
	2.000k Ω ~ 19.999k Ω		1 Ω
	20.00k Ω ~ 200.00k Ω		10 Ω
直流电阻 (R —)	0.000 Ω ~ 19.999 Ω	$\pm 1.5\%rdg \pm 70dgt$	0.001 Ω
	20.00 Ω ~ 199.99 Ω		0.01 Ω
	200.0 Ω ~ 1999.9 Ω		0.1 Ω
	2.000k Ω ~ 19.999k Ω		1 Ω
	20.00k Ω ~ 200.00k Ω		10 Ω
选择法测量 接地电阻 (Re)	0.00 Ω ~ 20.00 Ω	$\pm 2\%rdg \pm 30dgt$	0.01 Ω
	20.0 Ω ~ 200.0 Ω		0.1 Ω
	0.200k Ω ~ 3.000k Ω		1 Ω
双钳法测量 接地电阻 (Re)	0.00 Ω ~ 9.99 Ω	$\pm 10\%rdg \pm 10dgt$	0.01 Ω
	10.0 Ω ~ 99.9 Ω		0.1 Ω
	100 Ω ~ 200 Ω	$\pm 15\%rdg \pm 10dgt$	1 Ω
土壤电阻率 (ρ)	0.00 Ωm ~ 99.99 Ωm	$\rho = 2 \pi aR$ (注 2)	0.01 Ωm
	100.0 Ωm ~ 999.9 Ωm		0.1 Ωm
	1000 Ωm ~ 9999 Ωm		1 Ωm
	10.00k Ωm ~ 99.99k Ωm		10 Ωm
	100.0k Ωm ~ 999.9k Ωm		100 Ωm
	1000k Ωm ~ 9999k Ωm		1k Ωm
交流电压	0.000 ~ 9.999V	$\pm 1.5\%rdg \pm 50dgt$	0.001V
	10.00 ~ 99.99V		0.01V
	100.0 ~ 750.0V		0.1V
交流电流	0.00mA ~ 9.99mA	$\pm 2\%rdg \pm 50dgt$	0.01mA
	10.00mA ~ 99.99mA		0.01mA
	100.0mA ~ 999.9mA		0.1mA

	1. 000A～9. 999A		1mA
	10. 00A～99. 99A		10mA
	100. 0A～999. 9A		0. 1A
直流电压	0. 000～9. 999V	±1. 5%rdg±50dgt	0. 001V
	10. 00～99. 99V		0. 01V
	100. 0～999. 9V		0. 1V
温度特性	温度特性： 使用温度范围内加上测试精度×0. 1/℃。（18℃到28℃以外） 例如 8℃时： ±0. 2%rdg±10dgt（基本精度）+0. 1×10（温差）×（0. 2%rdg+10dgt） = ±0. 4%rdg±20dgt		

注：1. 基准条件：Rh Rs<100 Ω 时的精度。

工作条件：Rh max=3k Ω +100R<50k Ω ；Rs max=3k Ω +100R<50k Ω

2. 取决于 R 的测量精度而定， $\pi = 3.14$ ，a:0.1 m~100.0m；

2. 一般规格

环境温度湿度	23 $^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ ，75%rh 以下
干扰电压	<20V (应避免)
干扰电流	<2A (应避免)
测 R 时电极间距	a>5d
测 ρ 时电极间距	a>20h
电 源	11.1V 锂电池 (内置) 满电在交流电阻模式下可以连续测量 1000 以上次
屏幕亮度	可控，用户可以根据场景调节
测量方式	精密四线、三线法测量、简易二线、选择法、双钳法测量接地电阻
测量方法	二三四线法测量：变极法，测量电流 42.0mA Max 土壤电阻率：四极法 选择法测量：变极法，测量电流 42.0mA Max 双钳法：非接触互感测量法，测试电流 40mA Max 直流电阻：变极法 交流电流：平均值整流 (钳形) 接地电压：平均值整流 (S-ES 接口间) 直流电压：平均值整流 (S-ES 接口间)
测试电压波形	正弦波

测试频率	128Hz
开路测试电压	AC 30.0V Max DC 30.0V Max
电极间距范围	0.1m~100.0m
显示模式	彩色显示屏
仪表尺寸	长宽高：277.2mm×227.5mm×153mm
电流钳尺寸	长厚高：101mm×27mm×214mm
测 试 线	4 条：红色 15m，黑色 15m，黄色 10m，绿色 10m 各 1 条
简易测试线	2 条：黄色 1.5m，绿色 1.5m 各 1 条
辅助接地棒	4 根： ϕ 10mm×200mm
电 流 钳	香蕉插头*1、音频插头*1
电流钳口径	ϕ 50mm
电流钳引线	长 2m
测量时间	交流电流：约 3 次/秒 对地电压：约 3 次/秒 接地电阻、土壤电阻率：约 10 秒/次
USB 接口	具有 USB 接口，存储数据可以通过软件上传电脑
蓝牙连接	有，可以进行手机实时监控，数据读取等功能
通 讯 线	USB 通讯线 1 条，长 1.5m
数据存储	500 组，显示“FULL”符号表示存储已满
溢出显示	超量程溢出时“OL”符号指示
辅助接地测试	具有辅助接地电阻值测试功能，0.00k Ω ~200.00k Ω
报警功能	测量值超过报警设定值时发出报警提示
自动关机	“APO”指示，开机 15 分钟（默认）后自动关机
功耗	屏幕亮度：190mA Max(亮度最大) 140mA Min(亮度最小)
	测量：200mA Max(亮度最大) 150mA Min(亮度最小)
质 量	仪表：1975g(含电池)
	电流钳：940g(2 把)
	测试线：1300g(含简易测试线)
	辅助接地棒：850g(4 根)
工作温湿度	-10℃~40℃；80%rh 以下
存放温湿度	-20℃~60℃；70%rh 以下
过载保护	测量接地电阻：H-E、S-ES 各端口间 AC 280V/3 秒
绝缘电阻	20M Ω 以上(电路与外壳之间 500V)
耐 压	AC 3700V/rms(电路与外壳之间)
电磁特性	IEC61326(EMC)
适合安规	IEC61010-1(CAT III 300V、CAT IV 150V、污染度 2)；

	IEC61010-031; IEC61557-1 (接地电阻); IEC61557-5 (土壤电阻率); JJG 366-2004 (接地电阻表); JJG 1054-2009 (钳形接地电阻仪)。
--	---

四. 仪表结构

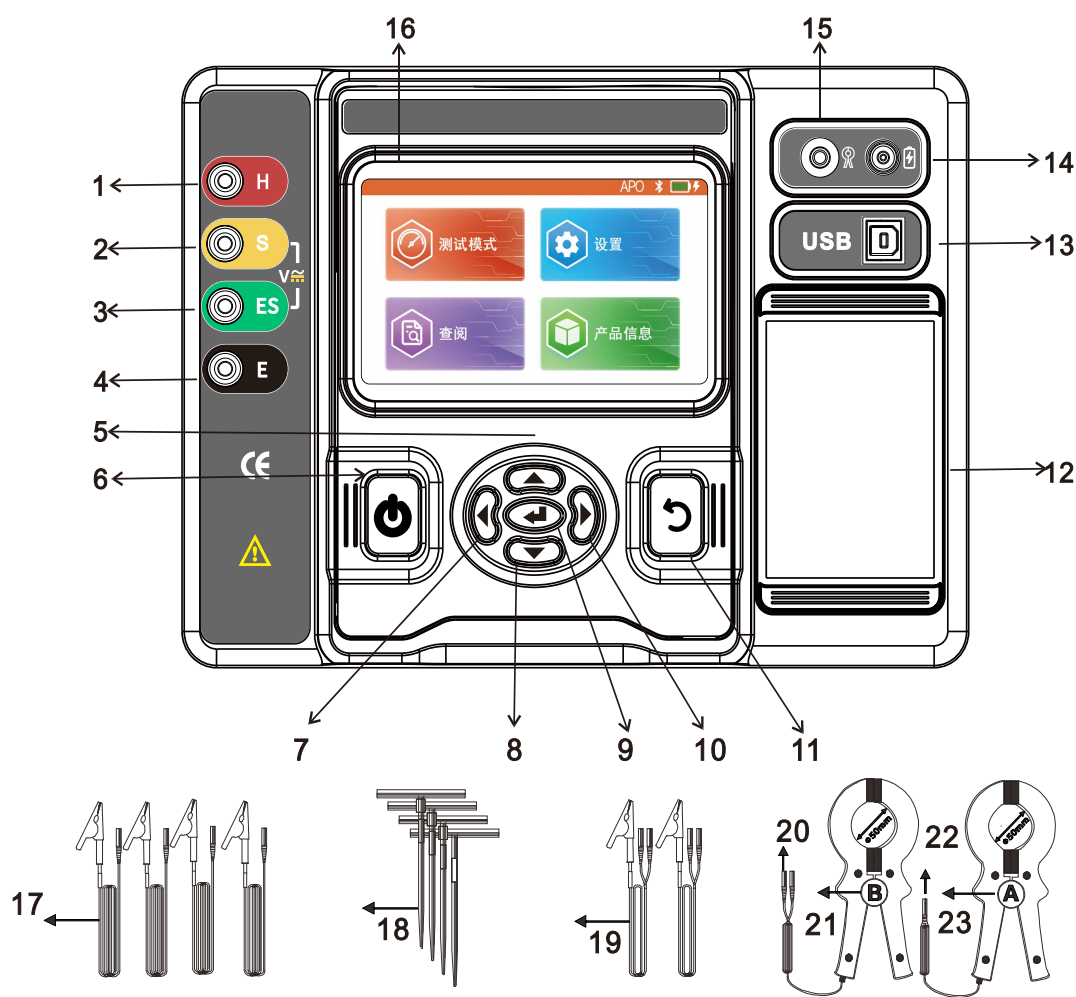


图 4.1

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|
| 1. H 接口 (电流极) | 2. S 接口 (电压极) | 3. ES 接口 (辅助地极) |
| 4. E 接口 (接地极) | 5. 上按键 | 6. 电源按键 (开关机) |
| 7. 左按键 | 8. 下按键 | 9. 确定按键 |
| 10. 右按键 | 11. 测试按键 | 12. 打印机 |
| 13. USB 接口 | 14. DC 充电插座 | 15. 接收电流钳 A 接口 |
| 16. LCD | 17. 测试线 | 18. 辅助接地棒 |
| 19. 简易测试线 | 21. 激励电流钳 B | 23. 接收电流钳 A |
| 20. 激励电流钳 B 连接端口，红色香蕉头为同名端，黑色为公共端 | | |
| 22. 接收电流钳 A 连接端口 | | |

五. 测量原理

1. 三线法四线法测量接地电阻值测量采用额定电流变极法(适合准确测量单点接地系统)，即在测量对象 E 接地极和 H 电流极之间流动交流额定电流 I，求取 E 接地极和 S 电压极的电位差 V，并根据公式 $R=V/I$ 计算接地电阻值 R。为了保证测试的精度，采用 4 线法，增加 ES 辅助地极，实际测试时 ES 与 E 夹在接地体的同一点上。

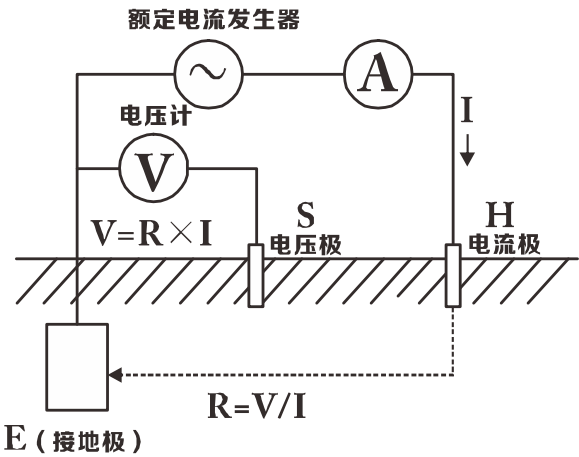


图 5. 1. 1

2. 选择法测量接地电阻值测量采用电流变极法(适用于不解扣测量并联接地系统的其中一个地网接地阻值)，在 Re1 Re2 Re3 接地极和 H 电流极之间施加交流电流 I，通过电流钳 A 测量出流经 Re3 的电流 I3, 同时测出 Re3 接地极和 S 电压极的电位差 V，并根据公式 $Re3=V/I3$ 计算接地电阻值 Re3。为了保证测试的精度，采用 4 线法，增加 ES 辅助地极，实际测试时 ES 与 E 夹在接地体的同一点上。

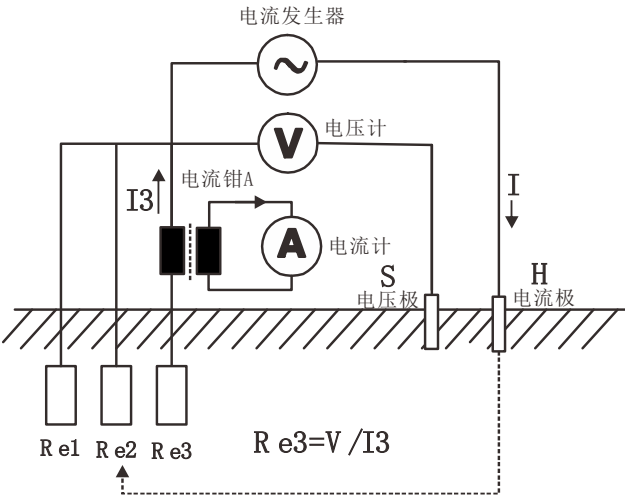


图 5. 2. 1

3. 双钳法测量接地电阻值(适用于多独立点并联接地系统不打辅助地桩测量)，通过激励钳 B 产生一个交流电动势 V ，在交流电动势 V 的作用下在回路中产生电流 I ，再通过电流钳 A 检测到反馈的电流 I ，并根据公式 $R=V/I$ 计算出电阻值，图中 $R=R_e+R_1//R_2//R_3//\cdots R_{n-1}//R_n$ ，当 $R_1//R_2//R_3//\cdots R_{n-1}//R_n$ (多个接地点并联后的阻值)远小于 R_e ，有 $R\approx R_e$ 。

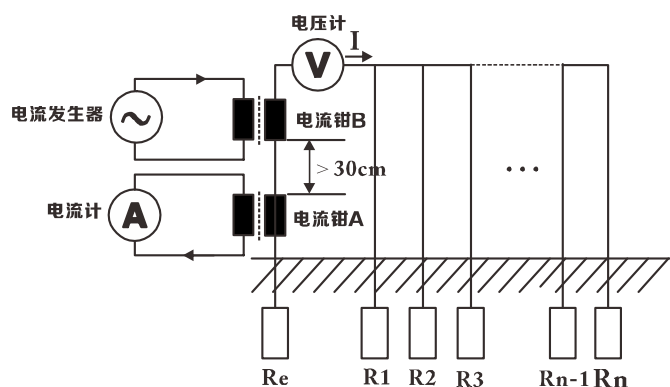


图 5. 3. 1

4. 土壤电阻率(ρ)测量采用 4 极法(温纳法)：E 接地极与 H 电流极间流动交流电流 I ，求 S 电压极与 ES 辅助地极间的电位差 V ，电位差 V 除以交流电流 I 得到中间两点电阻值 R ，电极间隔距离为 a (m)，根据公式 $\rho = 2 \pi a R (\Omega m)$ 得出土壤电阻率的值，H-S 的间距与 S-ES 的间距相等时(都为 a)即为温纳法。为了计算方便，请让电极间距 a 远大于埋设深度 h ，一般应满足 $a > 20h$ ，见下图。

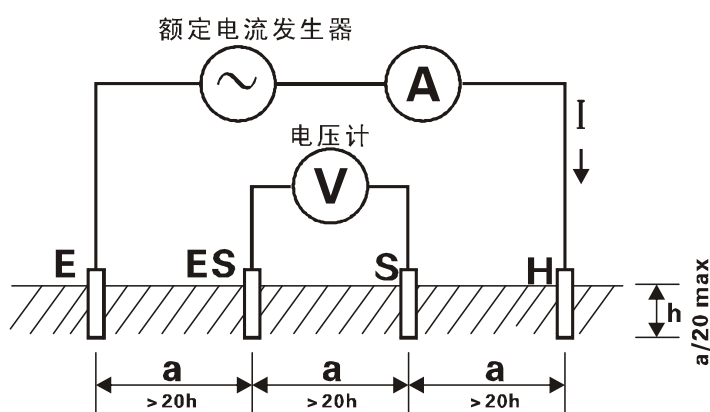


图 5. 4. 1

5. 二三四线直流电阻测试采用额定电流变极法(适合测量等电位连接电阻测试),即在测量对象R之间流动直流额定电流I,求取R两端的电位差V,并根据公式 $R=V/I$ 计算接地电阻值R。为了保证测试的精度,采用4线法,增加ES辅助地极,实际测试时ES与E夹在被测物的同一点上。

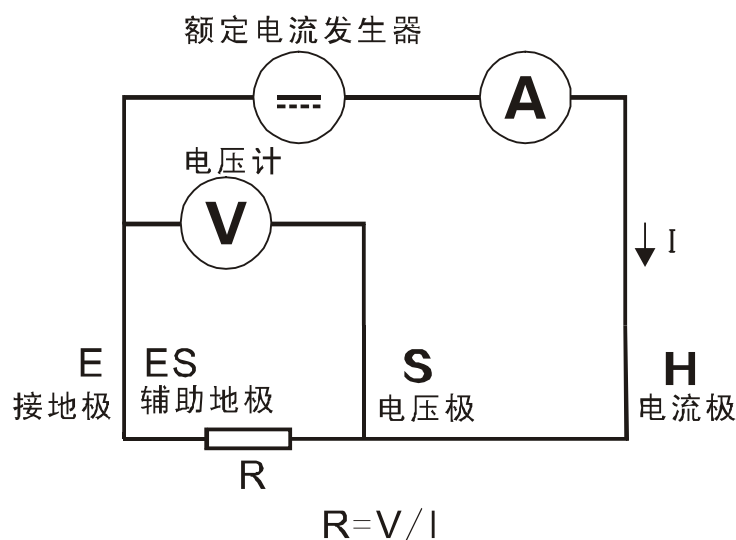


图 5. 5. 1

6. 以上几种方法中其工作误差(B)是额定工作条件内所得误差,由使用仪表存在的固有误差(A)和变动误差(Ei)计算得出。

$$B=\pm (|A|+1.15\times\sqrt{E_2^2+E_3^2+E_4^2+E_5^2})$$

A: 固有误差

E2: 电源电压变化产生的变动

E3: 温度变化产生的变动

E4: 干扰电压变化产生的变动

E5: 接触电极电阻产生的变动

7. 接地电压测量采用平均值整流法。
8. 交流电流漏电流测量采用平均值整流法。
9. 直流电压测量采用平均值整流法。

六. 操作方法

1. 开关机

在关机状态下按下“开关机”键即可开机，在开机状态下按下“开关机”键即可关机。

2. 电池电压检查

1、开机后，如果屏幕右上角显示电池电压低符号“”，表示电池电量不足，请及时充电。电池电力充足才能保证测量的精度。

2、测试过程中功耗比待机高，如果测试过程中屏幕显示电池电压低符号“”，表示电池电量即将不足，请及时充满电量。才能保证测试时的精度。

3、电量不足以支持测试时将自动关机，请充电后再进行测试。

3. 界面介绍

3.1、主界面

在主界面可以通过点击对应的图标进入相对应的模式：



图 6.3.1

3.2、设置界面

通过点击主界面的“设置”图标即可进入。在该模式下可以通过拖拽“”图标进行设置合适的背光亮度。

点击关机时间右边的“”“”这两个图标，可以设置自动定时关机时间，可设置的范围为0~30分钟，其中的0代表的是关闭自动定时关机功能，同时“APO”图标隐藏，其它数字代表开启自动定时关机功能，“APO”图标会显示出来。

点击电极间距右边的“”“”这两个图标，可以设置电极的间距，用于测量土壤电阻率，可设置的范围0.1~100.0米。为了可以快速设置电极间距和关机时间可以点击“”图标，可以切换操作数据的个位或十位。

点击“”“”按键可以切换需要操作的设置（“背光亮度”、“关机时间”、“电极间距”）。点击“”“”按键可以修改当前的选择项的设置数据。

点击“”图标可以切换中文和英文。

点击“”图标开启或关闭蓝牙，开启右上角显示“”图标，关闭则隐藏。

点击“”图标可以进入告警界面，设置告警值。

点击“”图标或“”按键可以返回主界面。



图 6.3.2

3.3、告警界面

通过点击主界面的“设置”图标进入设置界面，再点击设置界面下的“告警”图标即可进入告警设置界面。

点击测试模式右边的“◀”“▶”这两个图标，可以切换要设置告警的模式。

点击告警阈值右边的“◀”“▶”这两个图标，设置告警值，当测量值大于设置的告警值，则蜂鸣器会发出“嘟--嘟--嘟--”报警声。点击“ $\times 1$ ”图标，可以切换操作数据的个位、十位、百位、千位。

点击“▲”“▼”按键可以切换需要操作的测试模式。点击“◀”“▶”按键可以修改当前的选择项的设置数据。

点击“🔊”图标，可以关闭整个告警模式，即测量值大于告警值蜂鸣器也不会鸣叫。再次点击“🔊”即可开启告警模式。

点击“↶”图标或“↷”按键可以返回主界面。



图 6.3.3

3.4、测试界面

通过点击主界面的“测试模式”图标即可进入测试界面。

点击“**Re**”图标或“▲”/“▼”按键可以切换测试模式。

点击“**保存**”图标或“◀”按键可以保存当前测量的一组数据。

点击“**TEST**”图标或“◀┐”按键可以开启测试。

点击“**打印**”图标或“▶”按键可以打印当前测量的一组数据。

点击“**?**”图标可以进入当前模式的接线图提示。

点击界面的中间可以快速进入告警界面，设置告警值。

在“交流接地电阻测试模式”、“三/四线选择法”、“直流电阻”模式下长按“▲”可以消除测试线的阻值。

点击“**↶**”图标或“↶”按键可以返回主界面。



图 6.3.4

3.5、查阅界面

通过点击主界面的“阅读”图标即可进入阅读界面。

点击“”图标或“”按钮会在当前所在组的基础上+10，如：当前所在组为 1，则点击了该按钮会阅读第 11 组的数据。

点击“”图标或“”按钮会在当前所在组的基础上-10，如：当前所在组为 11，则点击了该按钮会阅读第 1 组的数据。

点击“”图标或“”按钮会在当前所在组的基础上+1，如：当前所在组为 1，则点击了该按钮会阅读第 2 组的数据。

点击“”图标或“”按钮会在当前所在组的基础上-1，如：当前所在组为 11，则点击了该按钮会阅读第 10 组的数据。

点击“”图标进入历史数据删除界面。

点击“”图标或“”按钮打印当前界面显示的数据。

点击“”图标或“”按钮可以返回主界面。

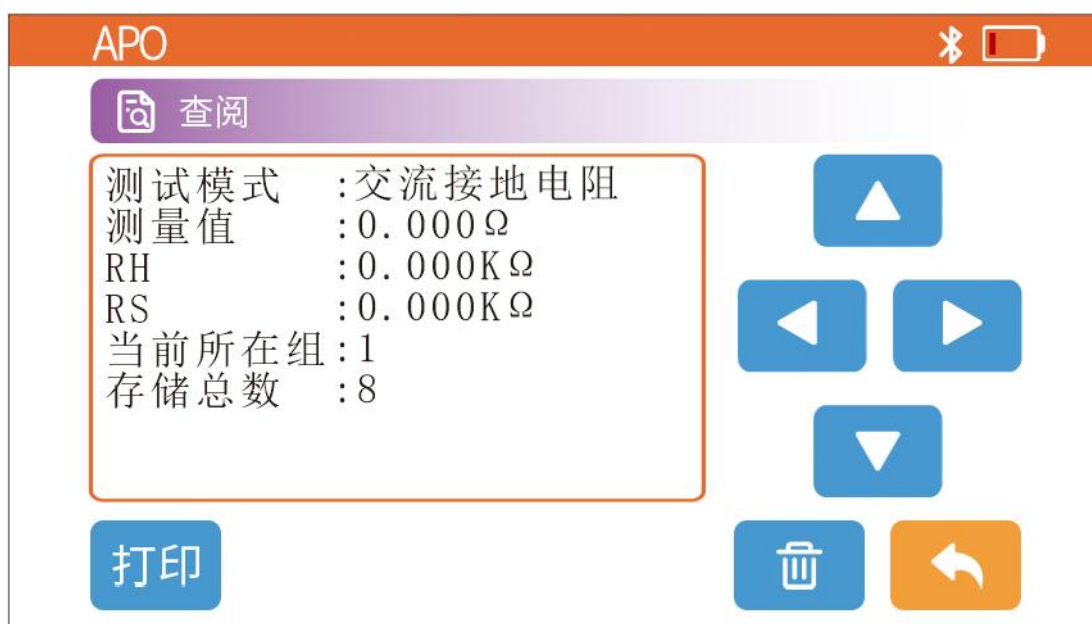


图 6.3.5

3.6、历史数据删除界面

通过点击主界面的“阅读”图标，进入阅读界面，再点击“”图标进入历史数据删除界面。

点击“”图标代表确认删除历史缓存的全部数据，并返回阅读界面。

点击“”图标代表放弃删除历史缓存的数据，并返回阅读界面。



图 6. 3. 6

3.7、产品信息界面

通过点击主界面的“产品信息”图标即可进入产品信息界面。

点击“”图标或“”按键可以返回主界面。

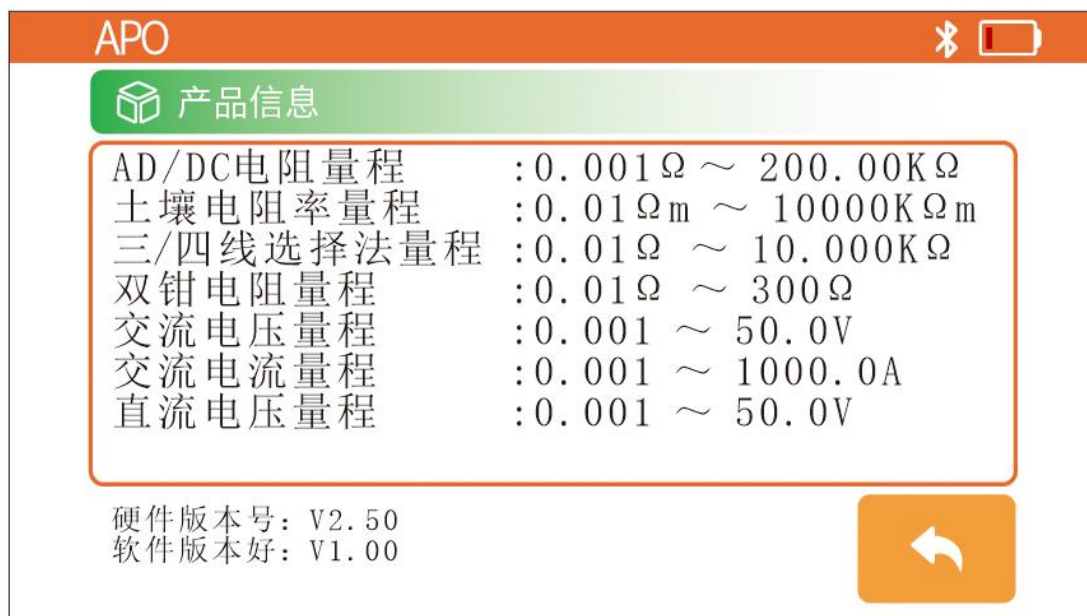


图 6.3.7

3.8、测量模式接线提示界面

任意点击屏幕可以返回进入该模式的界面。

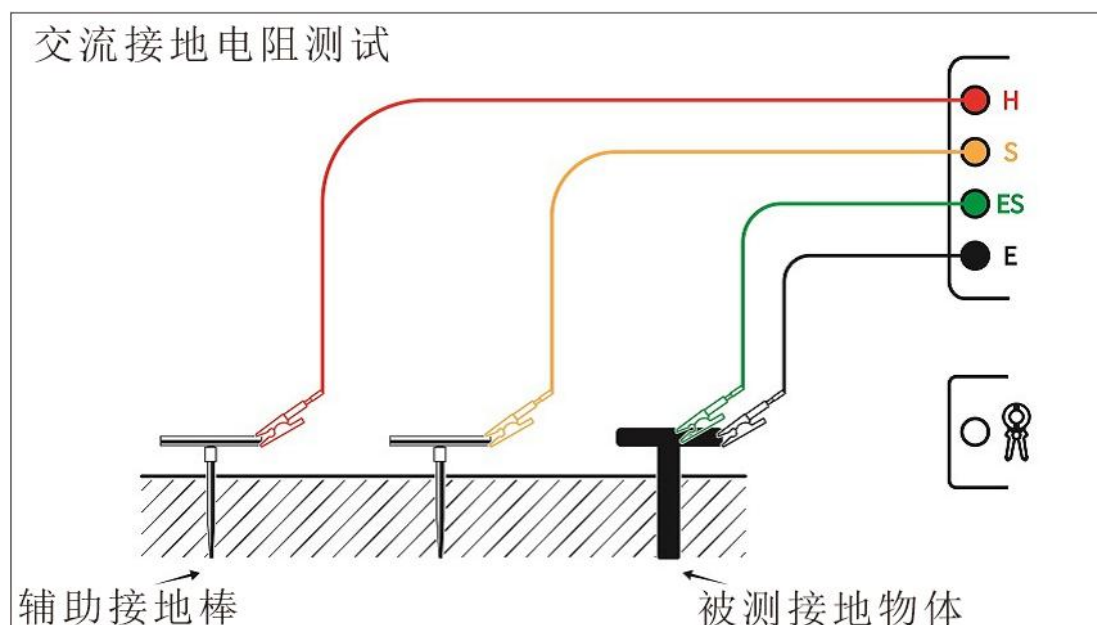


图 6.3.8

4. 按键图标说明

	交流接地电阻按键		电阻率按键
	三/四线选择法按键		双钳接地电阻按键
	直流电阻按键		交流电压按键
	交流电流按键		直流电压按键
	测试开/关按键		数据保存按键
	数据打印按键		返回按键
	接线提示按键		中英文切换按键
	蓝牙开关按键		进入告警界面按键
	告警开/关按键		操作倍数按键
	删除历史数据按键		+10 按键
	-10 按键		+1 按键
	-1 按键		

每个按键图标都有相对应的功能, 具体功能需要用户点击体验。

5. 四线精密测试接地电阻

四线测试：四线法测试能消除被测接地体、辅助接地棒、测试夹、仪表输入接口(通常有污垢或生锈)表面之间的接触电阻对测量的影响, 能消除线阻变化对测量的影响, 优于三线测试。

如下图：从被测物体起，分别将 S、H 辅助接地棒呈一条直线深埋入大地，将接地测试线(黑、绿、黄、红)从仪表的 E、ES、S、H 接口对应连接到被测接地极 E、辅助电压极 S、辅助电流极 H 上。

	被测接地体 E 到电流极 H 之间的距离，应至少是被测接地体埋入地下深度(h) 的 5 倍，或者是被测接地体埋入地下电极长度(d) 的 5 倍。
	测量复杂接地系统的总接地电阻，其 d 的距离为该接地系统最大对角线的距离。
	测试时，测试线不能相互缠绕在一起，否则可能影响测试精度。

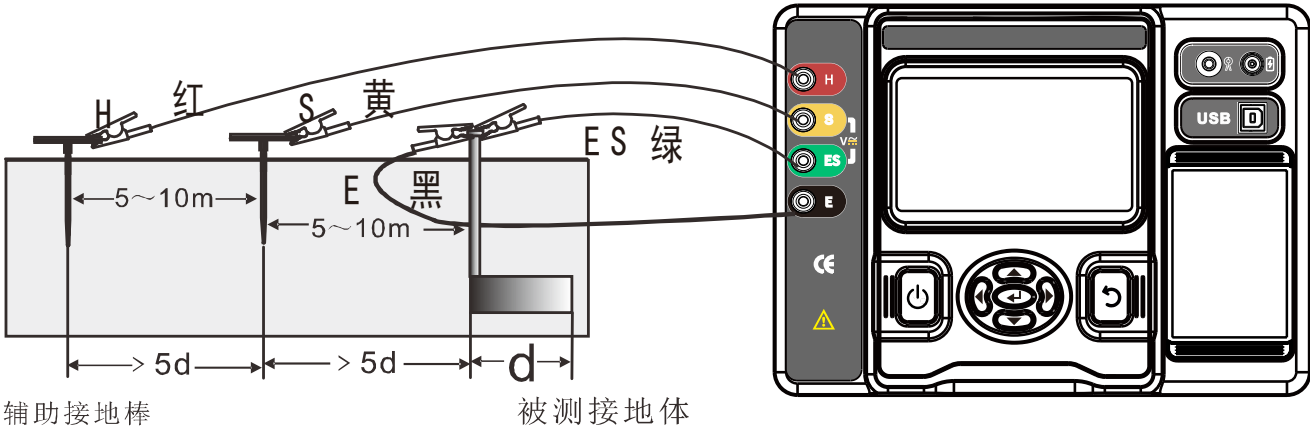


图 6.5.1

对于多点独立接地系统或较大型的地网，可以选配 50m 或更长的测试线进行测试，如下图：

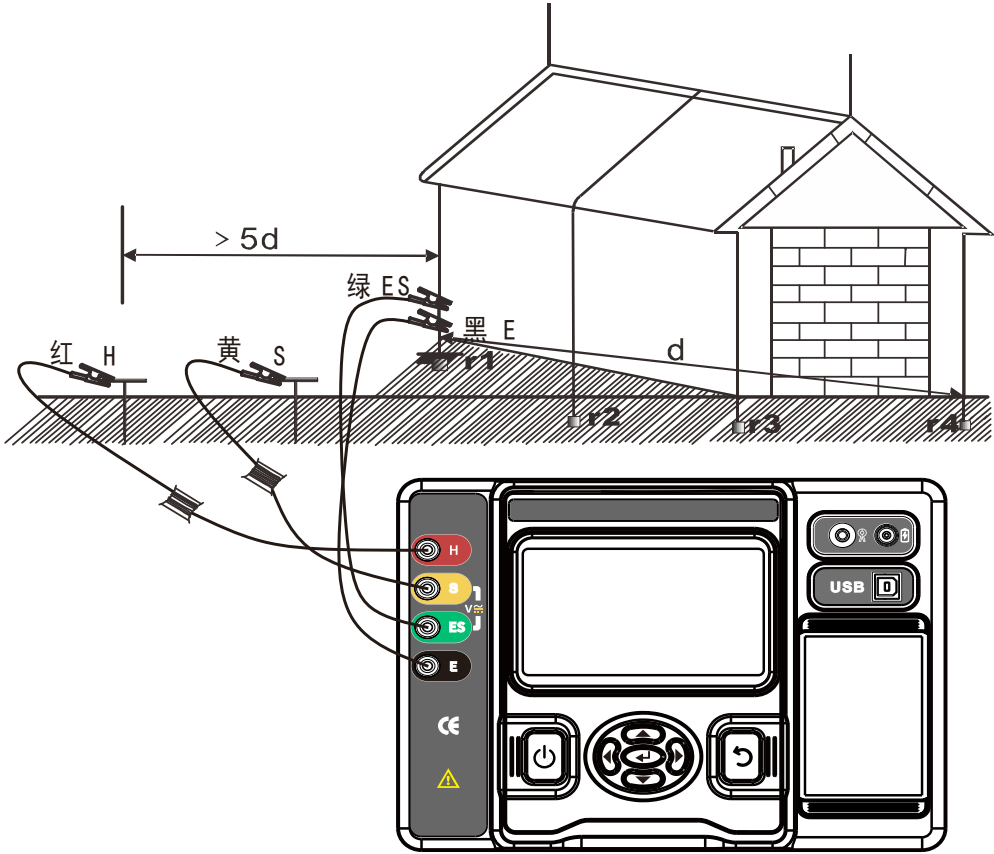


图 6.5.2

$R=r_1//r_2//r_3//r_4//r_5//r_6//\cdots//r_n$ ($r_1\cdots r_n$ 都是独立接地点)

R ——仪表读数

$r_1\cdots r_n$ ——都是独立接地点

r_H ——辅助电流极 H 的对地电阻

r_S ——辅助电压极 S 的对地电阻

连接好测试线后，进入“交流接地电阻测试”模式，按一下“**TEST**”键开始测试，测试时，蜂鸣器“嘀嘀嘀”响，图标“**TEST**”与“**TEST**”交替闪烁，测试过程中有倒计时指示指示，测试完毕后显示稳定的数据，即被测接地体的接地电阻值 R 和辅助电流极 H 与辅助电压极 S 的接地电阻值 R_H 、 R_S 。

6. 三线测试接地电阻

三线测试：如下图，短接仪表的 **ES**、**E** 接口，即为三线测试，仪表操作与四线测试相同。三线测试不能消除线阻变化对测量的影响，也不能消除仪表与测试线间、测试线与辅助接地棒间接触电阻变化对测量的影响，测量时还需去除被测接地体表面的氧化层。

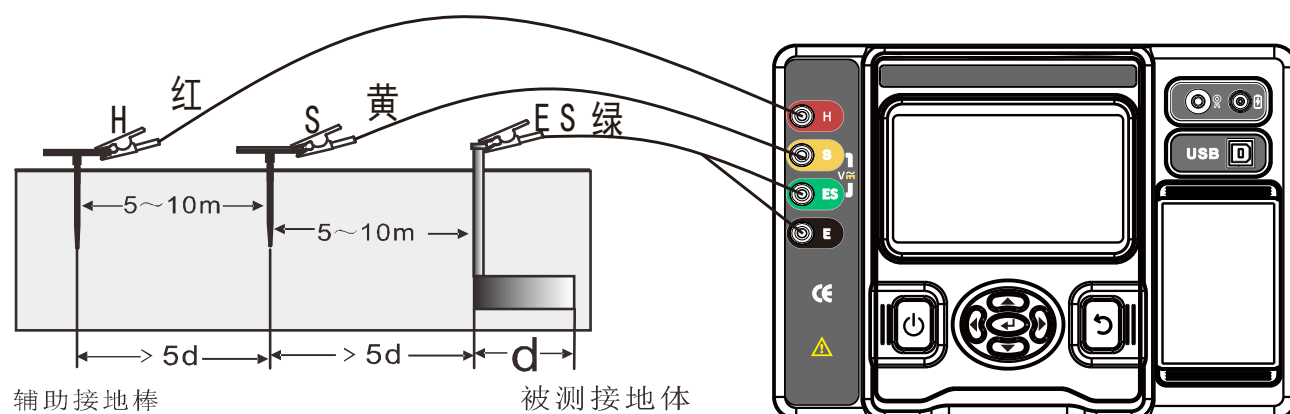


图 6.6.1

7. 二线简易测试接地电阻

二线测试：此方法是不使用辅助接地棒的简易测量法，利用现有的接地电阻值最小的接地极作为辅助接地极，使用 2 条简易测试线连接(即 H - S 接口短接、 E - ES 接口短接)。可以利用金属水管、消防栓等金属埋设物、商用电力系统的共同接地或建筑物的防雷接地极等来代替辅助接地棒 H 、 S ，测量时注意去除所选金属辅助接地体连接点的氧化层。接线如下图，仪表操作同四线测试。



选用商用电源系统接地作为辅助接地极测量时，必须先确认是商用电源系统的接地极，否则断路器可能启动，有危险。

采用简易二线法测量接地电阻，尽量选择 r_e 值小的接地体作为辅助接地极，这样仪表读数才更接近真实值。测量时请优先选择金属水管、金属消防栓做为辅助接地极。

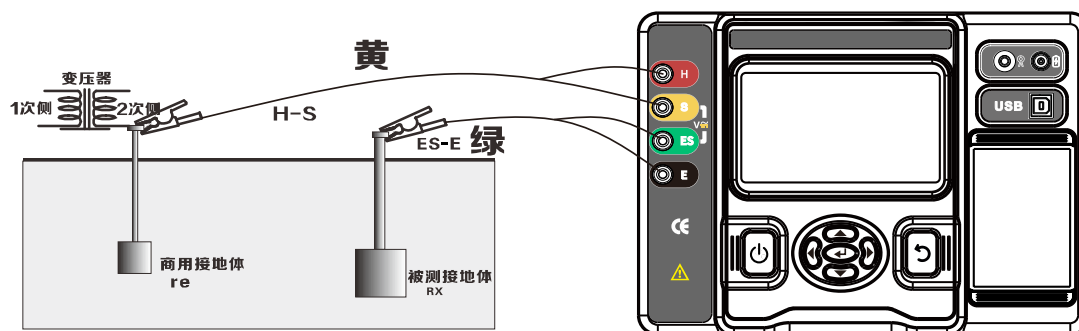


图 6.7.1

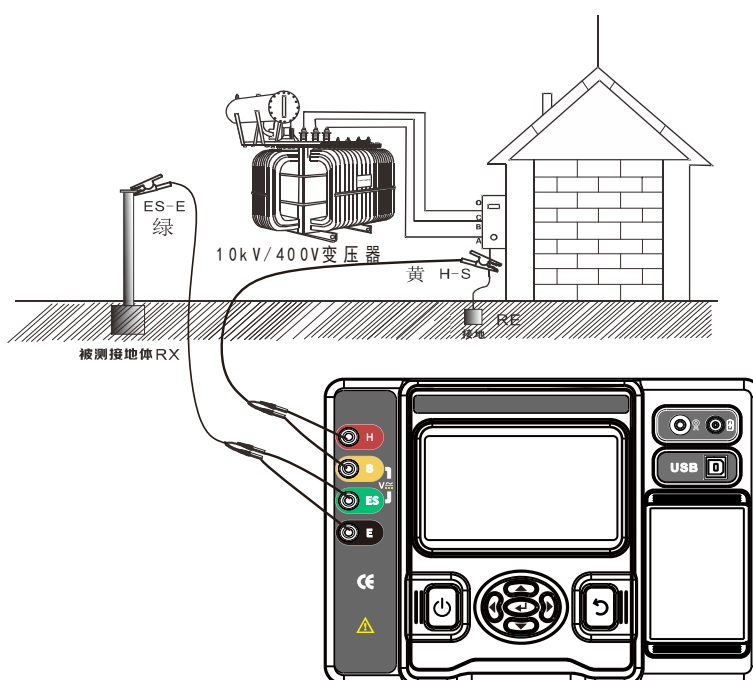


图 6.7.2

简易法测量接地电阻，其仪表读数为被测接地体的接地电阻值与商用接地体的接地电阻值之和，即：

$$R = R_X + r_e$$

其中： R ——为仪表读数；

R_X ——为被测接地体的接地电阻值；

r_e ——为商用电力系统等共同接地体的接地电阻值。

那么，被测接地体的接地电阻值为：

$$R_X = R - r_e$$

8. 四线选择法测试接地电阻

四线选择法能在不解扣的情况下准确测量出其中一个接地体的接地电阻值，四线法测试能消除被测接地体、辅助接地棒、测试夹、仪表输入接口(通常有污垢或生锈)表面之间的接触电阻对测量的影响，能消除线阻变化对测量的影响，优于三线测试。

参见下图：从被测物体开始，分别将 S、H 辅助接地棒呈一条直线深埋入大地，将接地测试线(黑、绿、黄、红)从仪表的 E、ES、S、H 接口开始对应连接到被测接地极 E、辅助电压极 S、辅助电流极 H 上，将电流钳 A 的音频插头插入仪表电流钳接口，电流钳钳入被测接地体的引下线中，注意电流钳的方向，电流必须从电流钳正面流入才能保证测量准确性。

	在测试接地电阻时，先确认接地线的漏电流大小，接地线电流在 2A 以下，接地线电流大于 100mA, 则接地电阻的测量值可能会产生误差，此时先将被测接地体的设备断电，使接地线的漏电流下降后再进行接地电阻测试。同时保证选择法测试时电流必须由电流钳正面流入电流钳, 否则无法正常测试接地电阻值。 电流钳 A 接收的电流信号方向是从地下往地面上流的，电流钳 A 正面为电流流入方向，即有电流钳 A 标识的一面对地钳住地线。
--	---

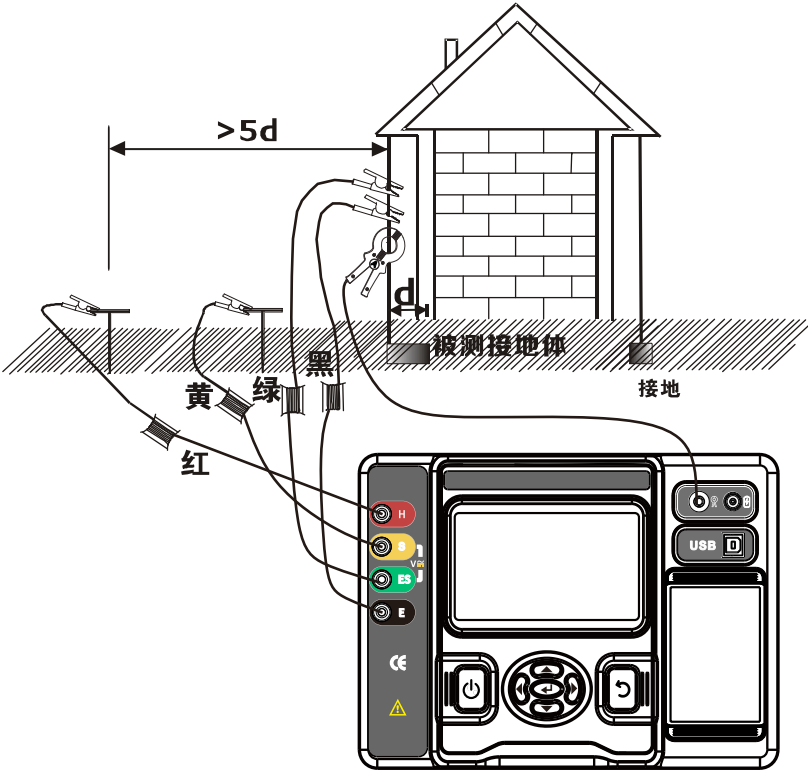


图 6. 8. 1

连接好测试线后,进入“三/四线选择法测试”模式,按一下“**TEST**”键开始测试,测试过程中有倒计时指示,测试完毕后显示稳定的数据,即上图中左边被测接地体的接地电阻值 R 。

对于多点独立接地系统或较大型的地网,可以选配 50m 或更长的测试线进行测试,如下图:测量结果为 r_1 的接地电阻值,不受 r_2 、 r_3 、 r_4 、 r_5 ...接地电阻值的影响。

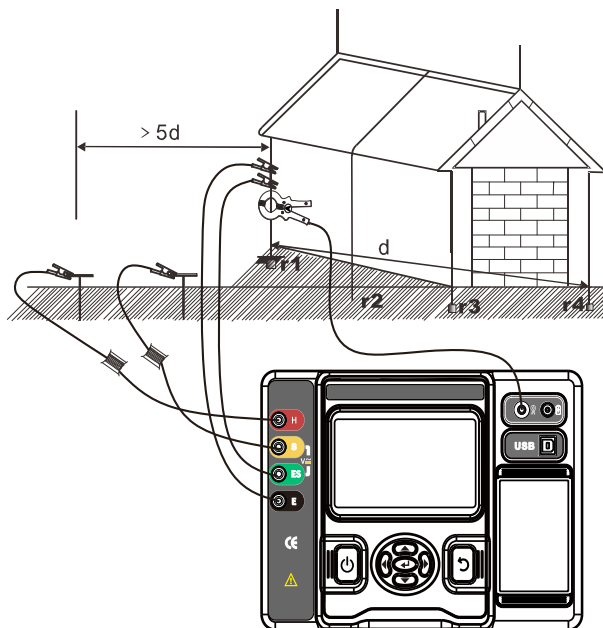


图 6.8.2

如下图:测量杆塔接地电阻时在不解扣的情况下用四线选择法能准确测被测杆塔的接地电阻值 R_e , 用传统的三线四线法在不解扣的情况下测出来是阻值为 R_e 与 R_1 、 R_2 、 R_3 并联后的阻值, 如果 R_e 存在故障, 并且 R_1 、 R_2 、 R_3 并联后阻值较小的情况下用传统的三线四线法就难于找出 R_e 故障点所在, 容易被忽略。

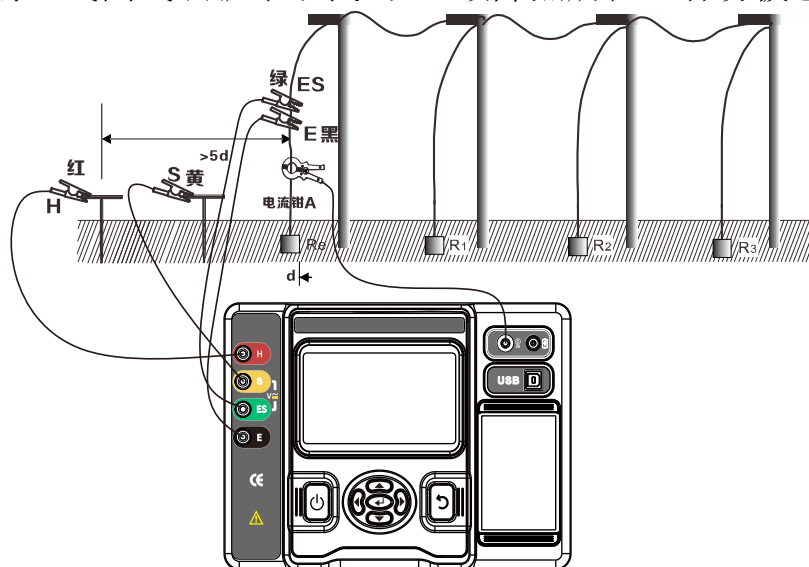


图 6.8.3

9. 三线选择法测试接地电阻

三线选法法测试：如下图，短接仪表的 ES、E 接口，即为三线选择法测试，仪表操作与四线选择法测试相同。三线选择法测试不能消除线阻变化对测量的影响，也不能消除仪表与测试线间、测试线与辅助接地棒间接触电阻变化对测量的影响，测量时还需去除被测接地体表面的氧化层。

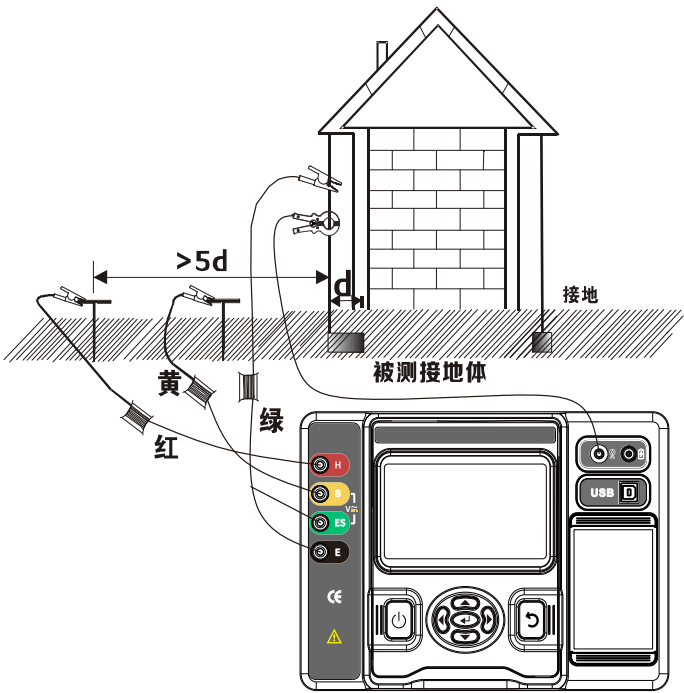


图 6. 9. 1

10. 双钳法测试接地电阻

双钳法适合测量独立多点接地系统的情况，如下图，在多点接地系统无需打地桩测量接地电阻值，将电流钳 B 的一端红色插头插入仪表 H 接口，黑色插头插入仪表 E 接口，将电流钳 A 的音频插头插入仪表电流钳接口，将两个电流钳钳入被测回路中，注意两个电流钳方向要一致并且保持间距大于 0.5m。

	在测试接地电阻时，先确认接地线的漏电流大小，接地线电流大于 100mA，则接地电阻的测量值可能会产生误差，此时先将被测接地体的设备断电，使接地线的漏电流下降后再进行接地电阻测试。同时保证双钳法测试时电流必须由电流钳正面流入电流钳，否则无法正常测试接地电阻值。保证电流钳间距大于 0.5m，否则会产生误差。
--	---

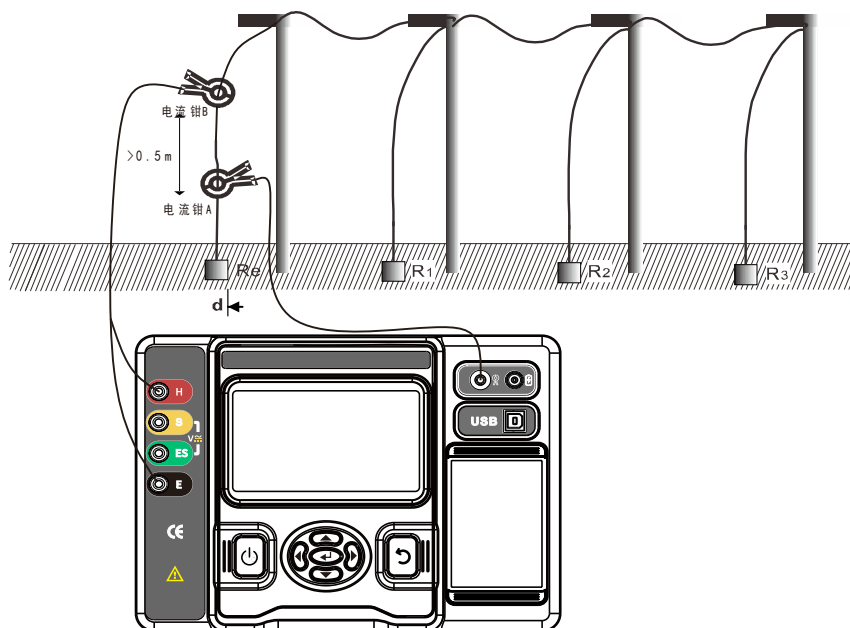


图 6.10.1

连接好测试线后，进入“双钳法测试”模式，按一下“**TEST**”键开始测试，测试过程中有倒计时指示及测试进度棒图指示，测试完毕后显示稳定的数据，即被测接地体的接地电阻值 $R=R_e+R_1//R_2//R_3$ ，当 $R_1//R_2//R_3 \ll R_e$ 时，可近似为 $R \approx R_e$ 。

11. 土壤电阻率测试

土壤电阻率 ρ 是决定接地体接地电阻的重要因数。不同性质的土壤，固然有不同的土壤电阻率，就是同一种土壤，由于温度和含水量等不同，土壤电阻率也会随之发生显著的变化。因此，为了在进行接地装置设计时有正确的依据，使所设计的接地装置更能符合实际工作的需要，必须进行土壤电阻率的测量。

土壤电阻率用四极法(温纳法)进行测量。

根据公式 $\rho = 2 \pi a R (\Omega m)$ 计算土壤电阻率 ρ ，单位为 Ωm ，其中：

a ——电极间距

R ——**S-ES** 电极间土壤的电阻

四极法(温纳法)：按下图连接测试线，注意辅助接地棒间的间距及埋入深度，分别将 **H**、**S**、**ES**、**E** 辅助接地棒呈一条直线深埋入大地，将接地测试线(红、黄、绿、黑)从仪表的 **H**、**S**、**ES**、**E** 接口开始对应连接到被测 **H**、**S**、**ES**、**E** 辅助接地棒上。

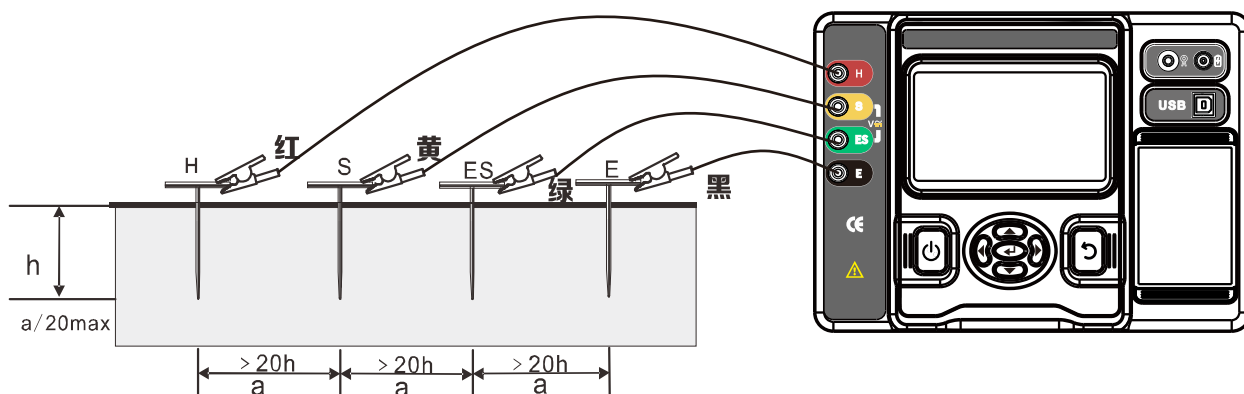


图 6.11.1

根据温纳法确定测量土壤电阻率的值约为两个接地棒间的距离 a 深度处的土壤电阻率, 可通过改变 a 值来检查土壤均质性, 从而设计合适的接地电极。

辅助接地棒的间距设置: 连接好测试线后, 进入设置界面, 如图:



图 6.11.2

通过点击 “ $\times 1$ ” 键可以快速操作电极间距的个位和百位。

通过点击 “ $\triangleleft \triangle$ ” 键进行接地棒的间距设置, 设置完成后。

在“土壤电阻率测试”模式下, 按 “**TEST**” 键开始测试, 并倒计数显示测试进度, 完成测试后显示稳定的土壤电阻率值。

12. 直流电阻测试

直流电阻测试用于等电位联结电阻、金属构件之间电阻等测试， 四线法测试能消除测试夹、仪表输入接口(通常有污垢或生锈)表面之间的接触电阻对测量的影响，能消除线阻变化对测量的影响，优于两线法测试。

如下图：测量设备与接地体之间连接电阻值，将测试线一端(黑、绿、黄、红)分别插仪表的 **E**、**ES**、**S**、**H** 接口，测试线 **E**、**ES** 夹住设备接地线引出端， **S**、**H** 夹住接地引下线靠近地一端。

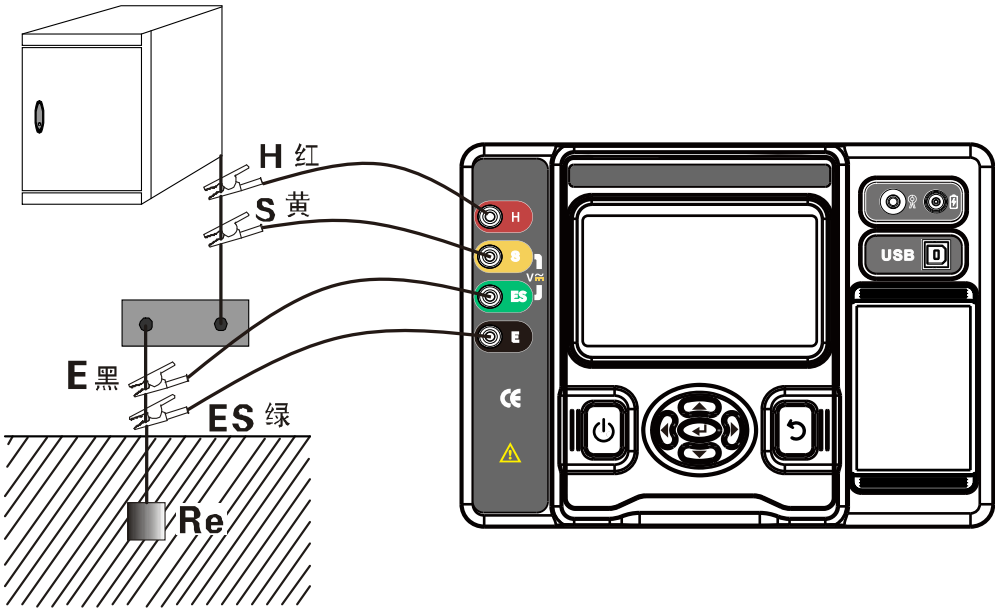


图 6.12.1

连接好测试线后，进入“直流电阻测试”模式，按一下“**TEST**”键开始测试，测试过程中有倒计时指示，测试完毕后显示稳定的数据，即被测设备与接地体等电位的联结电阻值 **R**。

13. 交流电流测试

如图，将电流钳 A 的音频插头插入仪表电流钳接口，将电流钳钳入被测导线中。

	被测线路电流不要超过 1000A，只能用电流钳（音频插头）进行测试。不得将 H、E 端信号激励钳用于测量电流，否则可能会损坏仪表。
	测量电流时，要使用电流钳 A，交换电流钳会产生误差。
	测量负荷电流时，电流钳钳住火线(单根)，测量漏电电流时火线零线一起钳住(两根)或者钳住地线。
	测量漏电流时应避开周边电磁场干扰。

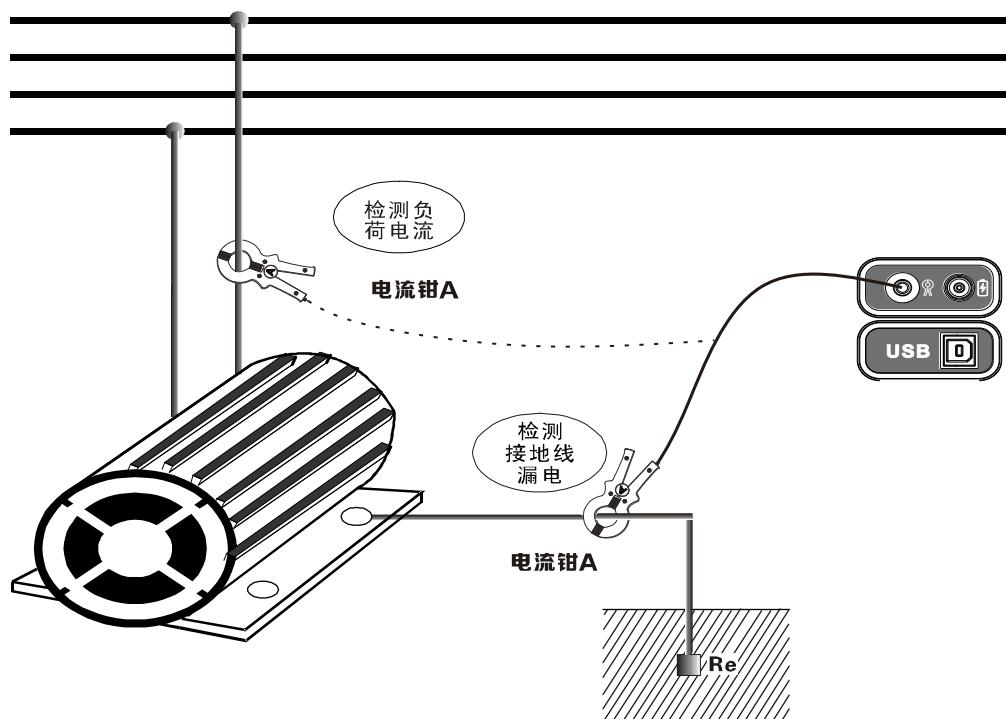


图 6.13.1

连接好电流钳后，进入“交流电流测试”模式，显示屏直接显示电流有效值。

14. 接地电压测试/ACV

	接地电压测试时需要使用 1 根辅助接地棒。
	仪表只要通过测试线和辅助接地棒与大地有连接，仪表接口的其他测试线就不能接入商用电源的 L、N 线中，否则引起漏电，断路器可能启动，有危险。
	接地电压测试不能超过 750V。

接地电压：即电气设备发生接地故障时，接地设备的外壳、接地线、接地体等与零电位点之间的电位差，接地电压就是以大地为参考点，与大地的电位差，大地为零电位点。

接地电压测试时需要使用一根辅助接地棒。参见下图：仪表、辅助接地棒、测试线都连接好后，进入“交流电压测试”模式，显示屏直接显示电压有效值。

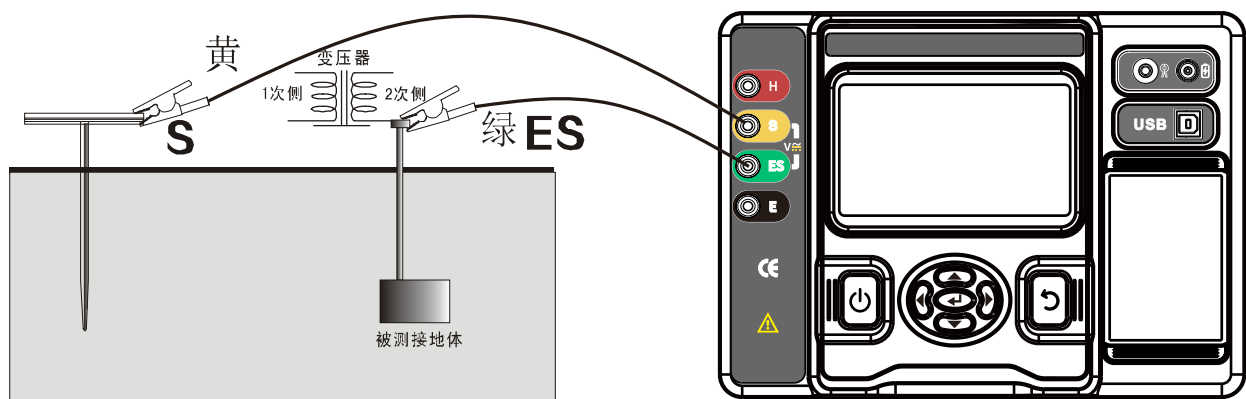


图 6.14.1

15. 直流电压测试/DCV

	“直流电压测试”可作为“接地电压测试”的补充来测量直流分量 仪表只要通过测试线和辅助接地棒与大地有连接，仪表接口的其他测试线就不能接入商用电源的 L、N 线中，否则引起漏电，断路器可能启动，有危险。
	直流电压测试不能超过 1000V。

直流电压：即电气设备发生接地故障时，接地设备的外壳、接地线、接地体等与零电位点之间的电位差，可测量以大地为参考点的直流分量电位差，大地为零电位点。

直流接地电压测试接线方法与“交流接地电压测试”相同，参见下图：仪表、辅助接地棒、测试线都连接好后，进入“直流电压测试”模式，显示屏直接显示电压有效值。

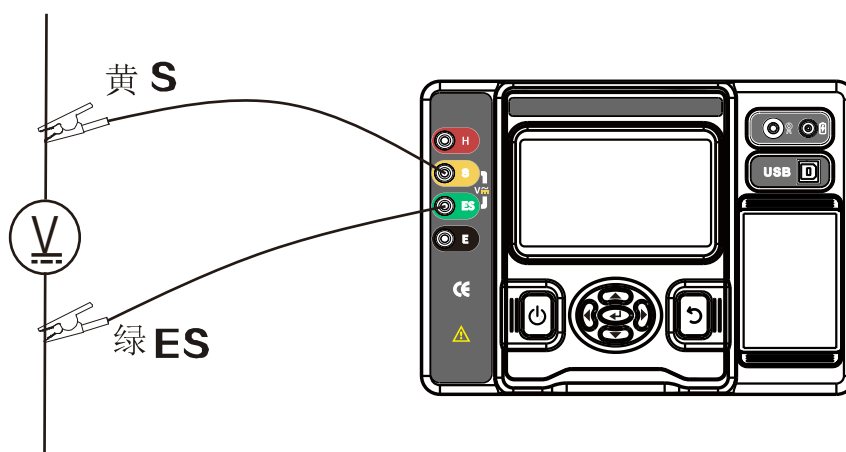


图 6.15.1

16. 数据上传



正在进行各种测试时禁止连接电脑读取数据，否则接地电压可能损坏电脑或仪表。

（注意：连接前需要安装好驱动和上位机）

上位机：连接好电脑与仪表的 USB 通讯线，仪表开机，运行监控软件，若 USB 连接成功后，有切换模式测试功能，保存测量数据，即可以读取存储的历史数据，又上传电脑并保存等。

（注意：连接前需要安装好 APP）

蓝牙 APP：仪表开机，在主界面，点击“设置”图标可以进入设置界面，点击“ 蓝牙”按键，开启蓝牙。打开手机已安装好的 APP，在界面找到“RSS”名称的蓝牙设备，点击该名称即可连接该设备了。

七. 维护和服务

1. 电池

- 1、当电池电压过低时，电池符号显示 “”，此时应该及时充电以确保测量的准确度。
- 2、充电从空格电充到满格大约 4 小时，电池是否充满以充电器 DC 指示灯为准，红灯表示充电中，绿灯表示已充满。
- 3、电池满电状态下在交流接地电阻模式下可连续测量 1000 以上，屏幕亮度和不同的负载功耗也不同；
- 4、开机屏幕一闪就黑屏，可能是电池电量不足以开机，请充满电再进行开机测量。
- 5、新仪表的电池寿命可充放电约 500 次，当电池不耐用时可联系仪表经销商更换，切勿自行更换。

2. 修理、检查与清洁



请客户不要进行改造、拆卸或修理。负责可能会引起火灾、触电事故或人员受伤。如有自行拆卸或改造，视用户放弃一年免费质保服务。

1、校正

校正周期因客户的使用状况或环境等而异。建议根据客户的使用状况或环境确定校正周期，并委托本公司定期进行校正。

2、清洁

清除仪表脏污时，请用柔软的布沾少量的水或中性洗涤剂之后，轻轻擦拭。请用干燥的软布轻轻擦拭显示区。请不要使用汽油、酒精、丙酮、乙醚、甲酮、稀释剂以及含有汽油类的洗涤剂。否则会引起仪表变形变色等等。

3、运输

为避免运输时的撞击导致二次伤害，请务必进行双重包装。对于运输所造成的破坏我们不加以保证。返修时，请用纸写明故障内容及寄回地址和联系人、电话等必要信息附在仪表一同寄回我们。

八. 装箱单

名称	规格	数量
仪表	*	1 台(内置电池)
仪表袋	*	1 个
辅助接地棒	*	4 根
电流钳	香蕉插头*1、音频插头*1	2 把
监控软件光盘	*	1 份
USB 通讯线	1.5 米	1 条
测试线	红*15 米、黄*10 米、绿*10 米、黑*15 米	4 条
简易测试线	(黄*1.5 米、绿*1.5 米)	2 条
充电器	12.6V/1A/线长 1.1m	1 个
用户手册 保用证	*	1 套

本用户手册的内容不能作为将产品用做特殊用途的理由。

本公司不负责由于使用时引起的其他损失。

本公司保留对用户手册内容修改的权利。若有修改，将不再另行通知。



广州征能电子科技有限公司

地址：广州市白云区钟落潭镇白沙村兴
善中路弘捷产业园 6 栋 4 楼

电话：020-37319325

传真：020-37319075

邮编：510540

公司网站：www.znele.com