

■ 接地电阻/土壤电阻率测试仪

C.A 6470N



中文版

用户手册

 **CHAUVIN®
ARNOUX**
CHAUVIN ARNOUX GROUP

符号的意义

注意：使用本仪器前，请阅读本用户手册。

如果未遵守用户手册中，具此“危险”符号的操作指令，可能会导致人员受伤，或损坏仪器、电气设备等事故。

符号的意义

本仪器采用双重绝缘或加固绝缘，具有良好的电气安全性，其机身不需连接保护接地。

符号的意义

回收箱打叉表示该产品遵守欧盟 WEEE2002/96/EC 条例，即必须可以接受选择性电气、电子材料的再循环利用处理。

接地端。

测量类别定义：

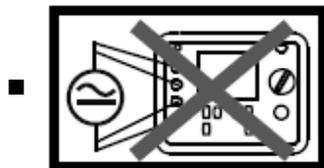
- 测量类别IV符合测量低电压电源设备。
- 测量类别III符合测量建筑设备。
- 测量类别II符合测量直接连接到低电压设备的电路。
- 测量类别I符合测量不直接连接到电网的电路。

感谢您购买了 C.A 6470N 接地电阻 / 土壤电阻率测试仪。为使本机能发挥最佳的效用，请：

- **仔细阅读**本用户手册；
- **遵守** 使用前注意事项的说明。

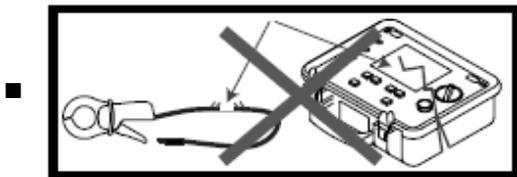
使用前注意事项

本仪器适用于接地测量等级Cat IV（类别 IV），可承受不大于50V的意外电压。如果未按照厂商制定方法操作，仪器保护等级可能降低。



- 不要测量未与电网上或接地导线断开的导体。

- 不要超过额定电压，电流及测量安全等级。
- 不要超过说明书内指出的防护极限。
- 请遵守本机的工作条件要求：温度、湿度、海拔高度、污染等级及使用场所等要求。



仪器或配件损坏时请不要使用。

- 仅使用专用的充电装置给仪器充电。
- 使用过电压类比及使用电压大于或等于测量仪器的连接附件（50V CAT IV）。仅使用遵照安全标准（IEC 61010-2-031 and 32）的附件。



- 如需维修或计量校验服务，务必将本仪器送至合格、具国家认可的服务机构或本公司。

- 穿戴适当的防护装备（绝缘靴子和手套）。

前言：

若在一个工作不良的电气装置周围或当处于恶劣天气情况（雷电天气）时，用于接地测量的各个接地棒的电位可能不同。此时由操作者决定是否继续或延期测量。

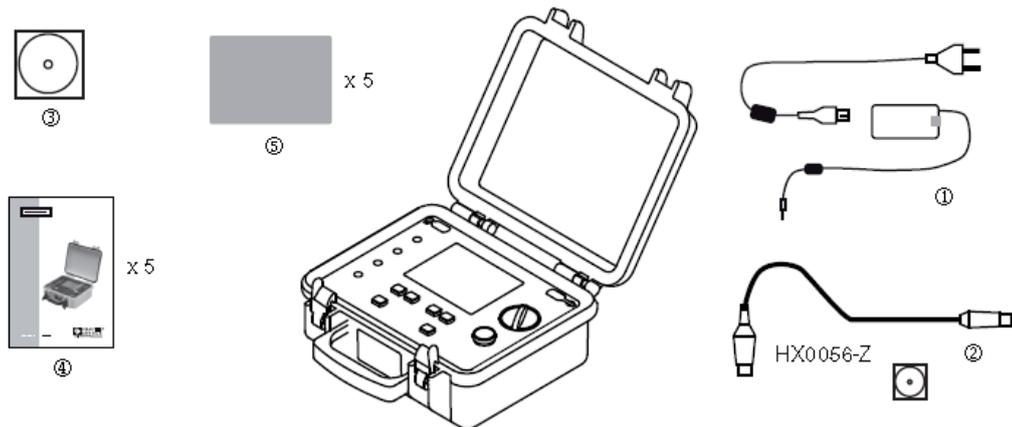
目录

1 产品简介.....	6
1.1 附件.....	6
1.2 说明标签.....	6
1.3 电池充电.....	7
2 操作面板说明.....	8
2.1 仪器功能.....	9
2.2 键盘.....	9
2.4 操作方法.....	11
2.4.1 自动模式.....	11
2.4.2 手动或专家模式.....	11
3 自动模式.....	12
3.1 电阻测量.....	12
3.1.1 2线测量.....	12
3.1.2 测量导线补偿.....	12
3.1.4 4线测量.....	14
3.2 3极法接地测量.....	15
3.4 土壤电阻率测量.....	17
3.4.1 选择测量方法.....	18
3.4.2 距离设定.....	18
3.4.3 Wenner 法.....	19
3.4.4 Schlumberger 法.....	20
4 错误报告.....	22
4.1 电极电阻过高.....	22
4.2 超出量程.....	22
4.3 连接错误.....	22
5 手动模式.....	24
5.1 测量频率的选择.....	24
5.3 手动设置电阻测量.....	24
5.3.1 输出电压极性.....	25
5.3.2 连续性（导通性）检测.....	25
5.4 3极接地测量的手动设置.....	25
5.4.1 3极接地测量.....	25
5.4.2 接地耦合测量.....	25
5.5 4极接地测量的手动设置.....	26
5.6 土壤电阻率测量的手动设置.....	26
5.7 平滑化.....	27
6 记忆功能.....	28
6.1 储存测量结果.....	28
6.2 检索及储存结果.....	29
6.3.1 完全清除.....	30
6.3.2 部分删除.....	30
7 参数设置.....	32
7.1 按 CONFIG 键.....	32

7.2	按 DISPLAY 键	32
7.3	按 MEM 键	33
7.4	按 MR 键	33
7.5	内部参数	33
7.6	显示装置检查	33
8	错误信息	34
9	连接至 PC 及分析软件	35
10	规格及技术参数	36
10.1	测试环境标准	36
10.2	电气参数	36
10.2.1	频率测量	36
10.2.2	电压测量	36
10.2.3	电流测量	37
10.2.4	直流电阻测量	38
10.2.5	交流接地电阻测量	38
10.2.6	土壤电阻率测量 ρ	39
10.3	电源	40
10.4	环境条件	41
10.5	机械特性	41
10.6	国际标准一致性	41
10.7	电磁兼容性	42
11	基本术语	43
12	术语解释	44
13	维护和保养	45
13.1	清洁:	45
13.2	更换保险丝	45
13.3	更换电池	46
13.4	校准	47
13.5	维修	47
14	保修和售后服务	48
15	订购	49
15.1	选购附件	49
15.2	选购备件	50

1 产品简介

1.1 附件

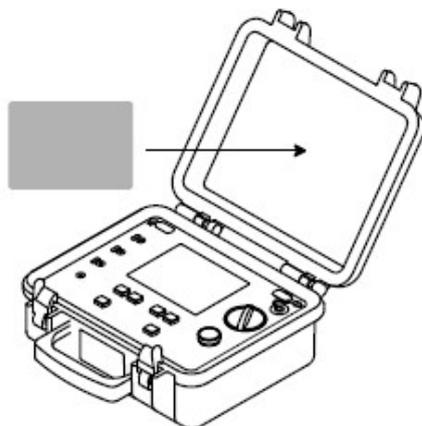


C.A 6470N 测试仪的出厂标准配置:

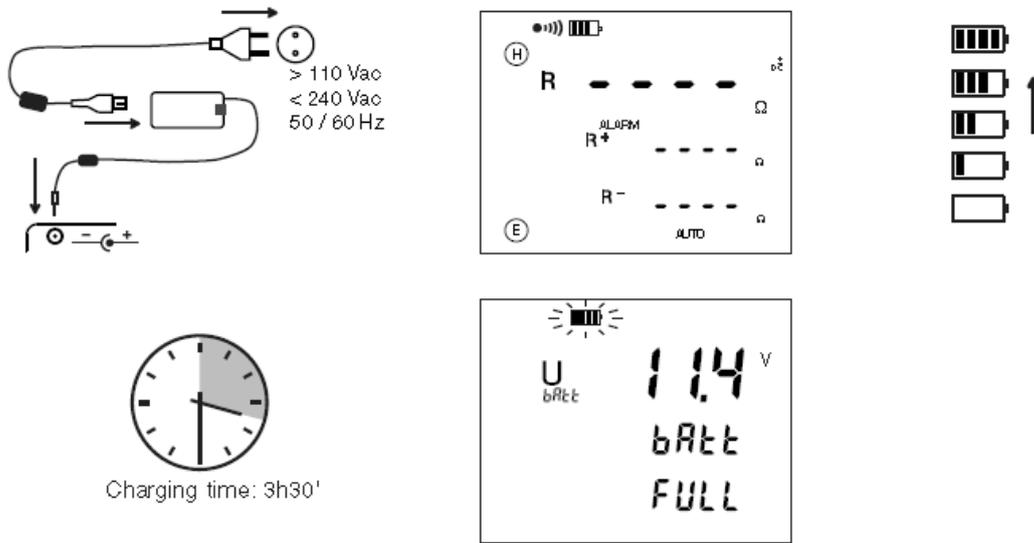
- ① 1 x 电源适配器 (含电源线) - 电池充电使用,
- ② 1 x 数据导出软件 (含 光口/USB通讯线)
- ③ 1 x 用户手册光盘 (五国语言)
- ④ 5 x 快速操作指南 (五国语言各一)
- ⑤ 5 x 说明标签 (五国语言各一)

1.2 说明标签

从所提供的五国语言标签中选取一张, 将其粘贴到仪器内部面板上, 如下图所示。

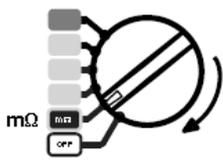


1.3 电池充电

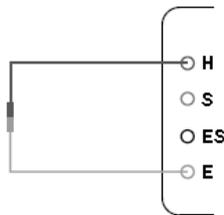


第一次使用前请将电池充满，充电必须在0至40℃间完成。
 在长时间未使用后，电池可能已经完全放电。电池完全放电后的第一次充电可能需要持续数小时。
 为了使电池能够重新获得它的起始容量，我们建议连续充放电3到5次。

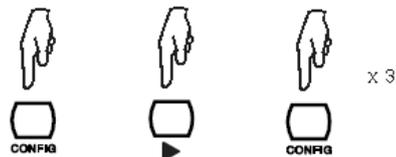
放电时将旋转按钮旋至mΩ档



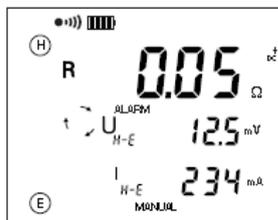
在H端口和E端口之间短路连接1根导线



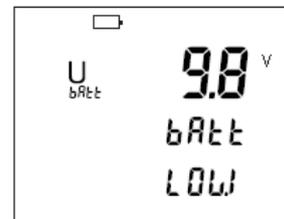
调至手动模式，按下CONFIG键，再按下▶，再按CONFIG键3次。



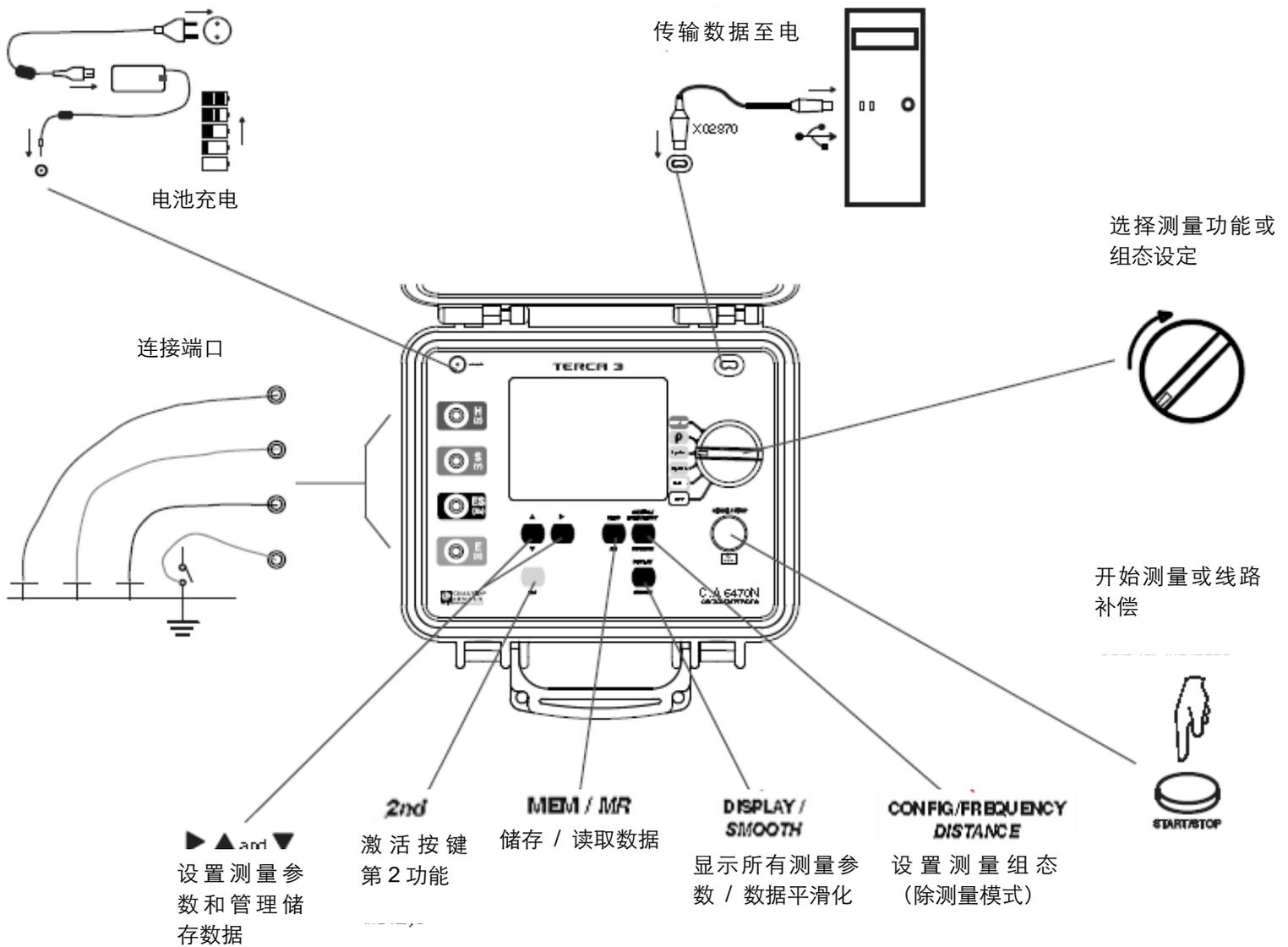
按下START/STOP按钮开始测量



让测量持续到完全放电



2 操作面板说明



2.1 仪器功能

C.A 6470N是一台用于电阻测量和土壤电阻率测量的全功能的便携式测量仪器。该仪器内置有充电电池以及充电器，方便用于现场测量。

测量功能:	电阻测量，2线法或4线法， 接地电阻测量，3极法或4极法 接地耦合测量 土壤电阻率测量
控制方式:	6档位旋转开关，6个按键键盘，START/STOP键（开始/停止 按键）
显示屏:	108×84mm带背光LCD显示屏，3行数字可同时显示。

2.2 键盘

当蜂鸣器激活时时（符号显示），仪器每次按键都会发出哔声。一个高音哔声代表这个按键是不可用的或没作用的。

长按（超过2秒）由1秒的哔声确认。

下面简要描述按键功能:

 除 SET-UP（组态设定）模式外，以下为各功能下的按键说明 

	选择第二功能（按键下方的黄色斜体文字为第二功能）
	第一功能: 切换显示不同画面及测量结果数据； 第二功能: 启动/取消 测量平滑（稳定）显示功能（测量前或测量进行时）。
	第一功能: 组态设定测量参数（见 § 3.1 p9）； 第二功能: 组态设定距离参数----（只在土壤电阻率测量时使用，见 § 3.1 p9）。
	第一功能: 储存测量结果数据及所有的相关信息（见 § 3.2 p10）； 第二功能: 读取已储存的测量数据（见 § 3.2 p10）。
	选择要组态设定的参数（选中的参数会闪烁）
	第一功能: 增加选中参数的数值（数值以滚动模式循环）； 第二功能: 减少选中参数的数值（数值以滚动模式循环）

特殊情况:

要增加选中参数的数值可按  键

要减少选中参数的数值先按  再按 。此时显示屏上  图标会出现，代表第二功能的按键已被激活，这时若要继续减少选中参数的数值只需继续按  即可。如果需要增加选中参数的数值，可

再次按下  按键

需要切换选项或频率，请按  键

2.3 LCD 液晶屏显示

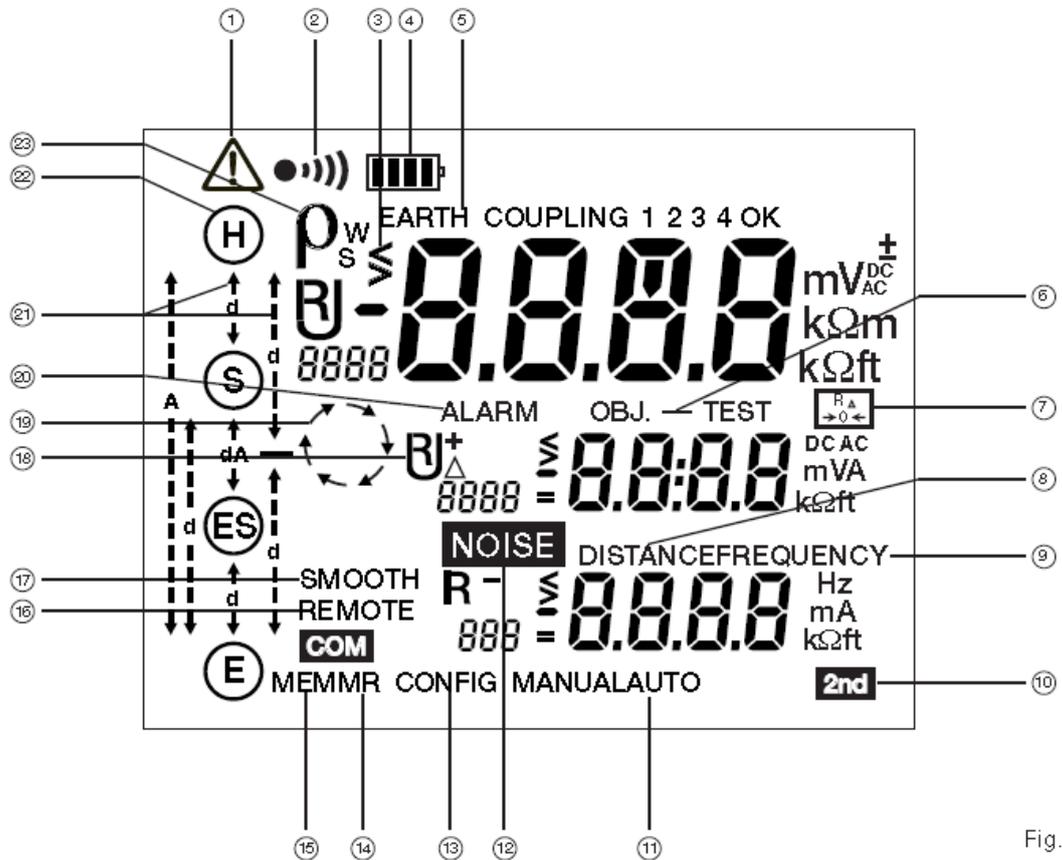


Fig. 1

指示说明:

- 1) 危险符号
- 2) 蜂鸣器开启
- 3) 闪烁的“<”或“>”表示某个数值不在范围内
- 4) 电池电量指示
- 5) 指示已选择3极接地测量或接地耦合测量
- 6) 储存结果的OBJ和TEST编号
- 7) 2线测量的导线补偿功能已开启
- 8) “DISTANCE”距离参数可修改
- 9) 手动测量频率参数可修改
- 10) **2nd** 2nd键已按下。
- 11) 手动或自动模式已激活
- 12) 侦测到外部杂讯干扰测量
- 13) 组态设定模式已激活，允许修改测量参数
- 14) MR模式（读取储存数据模式）已激活，可以显示储存结果
- 15) MEM模式（储存数据模式）已激活
- 16) 仪器处于电脑远端控制中（REMOTE）

- 17) 测量数据平滑化启动
- 18) 显示测量参数 (R, U, I)
- 19) 旋转箭头表示一个测量正在进行中
- 20) 报警功能开启
- 21) 显示 d 或/和 A 的距离
- 22) 表示端口 H, S, ES, E 根据选择的测量功能已连接 (显示) 或未连接 (闪烁)
- 23) 显示土壤电阻率测量使用Wenner法或Schlumberger法 (ρ_w 或 ρ_s)

在使用手册中， 符号表示闪烁。

2.4 操作方法

本仪器有2种操作模式：

- 自动模式：用于一般日常测量
- 手动/专家模式：使用者可以改变测量参数。

2.4.1 自动模式

- 旋转开关置于想要测量的功能档位，
- 完成这个功能的所需的接线连接，
- 按下 START 键，仪器完成测量并自动停止。
- 阅读显示屏上的测量结果，并可使用DISPLAY键查看相关参数。您可以在仪器内存中记录所有的信息。

2.4.2 手动或专家模式

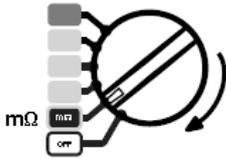
- 旋转开关置于想要测量的功能档位，
- 完成这个功能的接线连接，
- 选择“MANUAL”（手动）模式。
- 使用CONFIG键选择及设置各种测量参数。
- 按下 START 键，测量过程中可以改变测量频率或电流的方向（电阻测量），以观察它们对测量的影响，测量相关参数按DISPLAY键可显示出来。
- 当用户得到满意的测量结果时，按下 STOP 按钮结束测量。
- 按下 DISPLAY 键可以在屏幕上看到测量结果并切换相关参数。您可以保存所有的信息在仪器的内存中。

3 自动模式

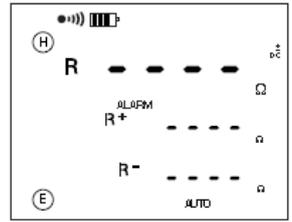
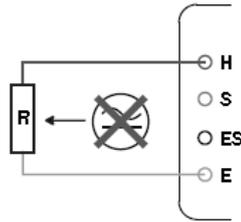
3.1 电阻测量

3.1.1 2线测量

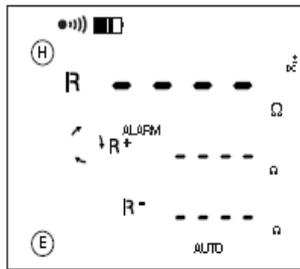
旋转开关至 mΩ 档位



连接被测量电阻至端口 H 和端口 E，电阻必须是不带电的。

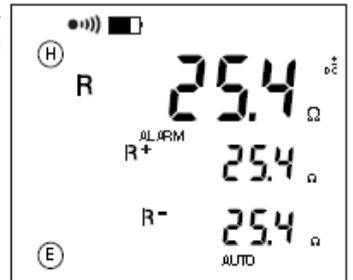


按下 START/STOP 按钮开始测量



仪器使用正向电流完成 1 次测量 (R+) 然后倒转电流方向完成另 1 次测量 (R-)

$$R = \frac{(R+) + (R-)}{2}$$



按数次 DISPLAY 键显示测量参数。

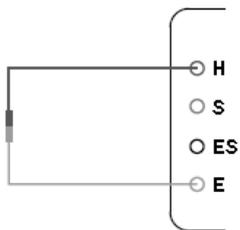
仪器显示下列数值 (见 § 12, 术语列表)

R+, R-, +U_{H-E}, +I_{H-E}, -U_{H-E}, -I_{H-E}, U-Act (U_{H-E} 及其频率), 如果有导线补偿的话还会显示

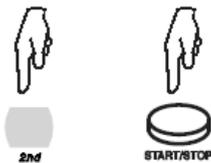
3.1.2 测量导线补偿

导线补偿是从测试结果中将测量导线的电阻减去。

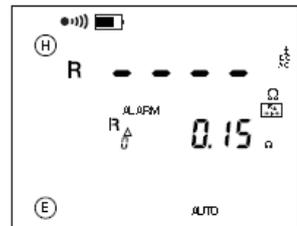
测试导线短接



按下 2nd 按钮，再按下 START/STOP 按钮开始测量



之后这个值将从所有电阻值中减去



当旋转开关旋至其他功能，导线补偿功能失效。

3.1.3 报警功能

这个功能只有在 2 线电阻测量中可用。仪器初始默认当 $R < 2\Omega$ 时会触发报警功能，此时屏幕 ALARM 符号会闪烁且蜂鸣器会发出报警声数秒钟）。用户可通过 SET-UP 设置来改变这个临界值。

旋转开关旋至 SET-UP 档。



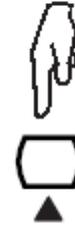
打开或关闭报警功能



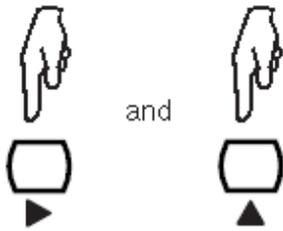
进入报警功能设置



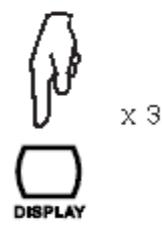
选择大于或小于报警值



设置报警值在 1 至 999Ω之间



完成设置

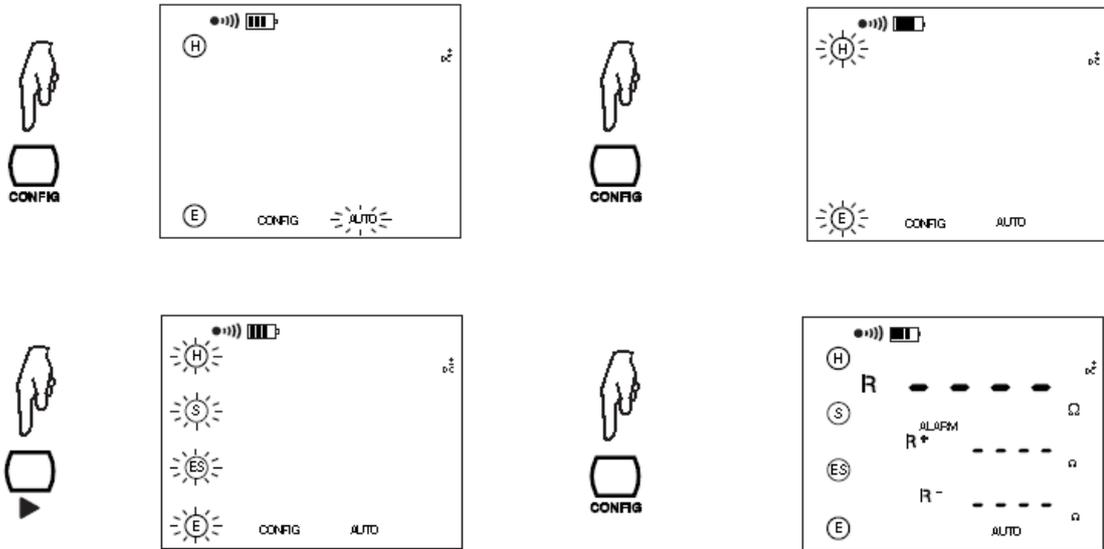


3.1.4 4线测量

这种测量方法提高了测量的分辨率（比2线法高出10倍），适用于测量较小的电阻。此测量方法不需要对导线进行补偿。

仪器必须先设置4线测量。

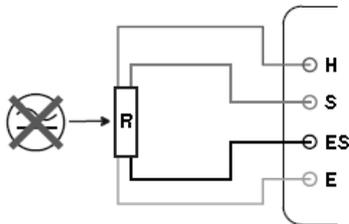
按下 CONFIG 键



若要回到2线测量模式，只需重复以上步骤即可

按四线法测量连接被测的电阻，必须保证该电阻是不带电的。

按下 START/STOP 按钮开始测量



按 DISPLAY 键数次，屏幕上会显示测量参数。

屏幕上会显示下列数值（见 § 12，术语列表）

R^+ , R^- , $+U_{S-ES}$, $+I_{H-E}$, $-U_{S-ES}$, $-I_{H-E}$, $U-Act$ (U_{S-ES} 及其频率, U_{H-E} 及其频率)。

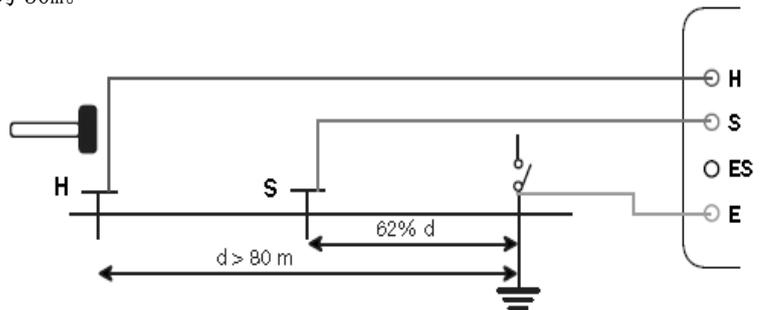
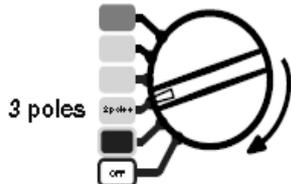
3.2 3极法接地测量

这个功能是使用 2 个辅助电极测量接地电阻。

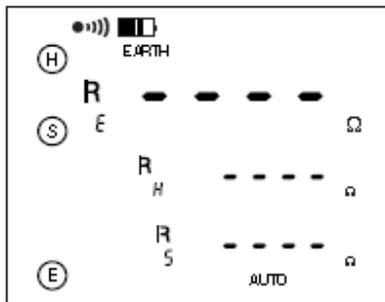
目前测量的方式有好几种，在此 CA 推荐使用“62%”法。

将电极 H 和 S 与接地电极放置在一直线上。电极 S 至接地电极的距离是电极 H 至接地电极距离的 62%；电极 H 和电极 S 之间的距离至少为 30m。

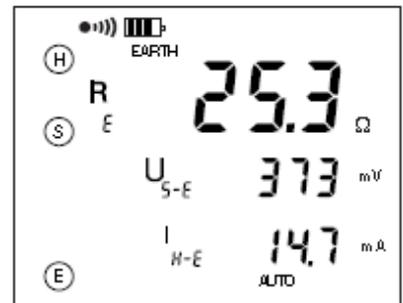
旋转开关旋至“3poles”档



为了避免电磁干扰，最好能将测试导线从卷轴中完全拉出并保证各导线的间距尽量远，注意导线不要绕成线圈，同时，避免导线靠近或平行于金属导体（电缆、铁路、栅栏等）。将导线至测试端口 H 和 S，断开接地连接，然后连接端口 E 至接地电极开始测量。



按下 START/STOP 按钮开始测量

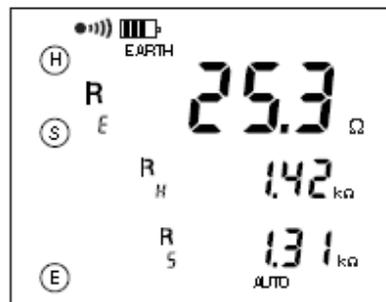
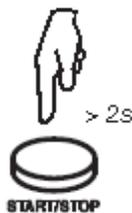


按 DISPLAY 键数次，屏幕上会显示测量参数。



仪器显示下列数值（见 § 12，术语列表）
 R_E , U_{S-E} , I_{H-E} , U_{Act} (U_{H-E} 及其频率, U_{S-E} 及其频率)。
 若长按 START/STOP 按钮启动，屏幕还会显示 R_H , R_S 。

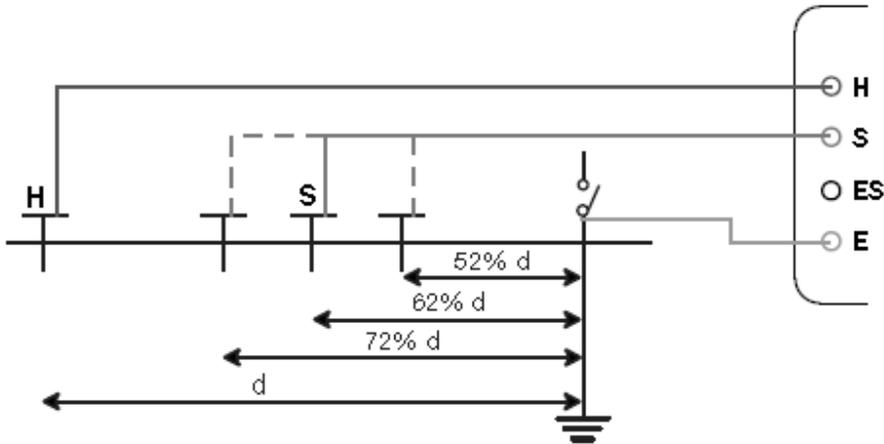
如果要测量电极 H 和 S 的电阻或如果电极电阻太大（见 § 4），长按 START/STOP 按钮启动测量。



3.2.1 推荐的可靠性测量

移动辅助电极

将电极 S 向电极 H 方向移动 10% d 的距离，然后完成另一次测量。然后再将电极 S 向接地电极方向移动 10% d 的距离进行再次测量。



3 次测量的数值应该基本相同，数值差距也仅在百分之几的范围内，此时的测量结果是正确有效的。如果测量结果数值相差较大，说明电极 S 是在接地电极的电磁影响范围之内，此时应增加 d 的距离并且重新测量。

辅助电极的定位

为了确保您实施的接地测量没有受到电磁干扰的影响，我们建议您可将辅助电极置于不同的距离以及不同的方向(例如旋转 90°)进行重复测量



如果您经过多次测量测得了相同的数值，那么您的测量结果是正确可靠的。如果测量数值相差很大，那么可能是辅助电极受到**感应电流**或是地下水路的影响。此时您可以通过将辅助地桩打得更深一些和/或 将地桩周围的土壤弄湿以减小辅助电极和土壤之间的接触电阻，以增加测量的准确可靠性。

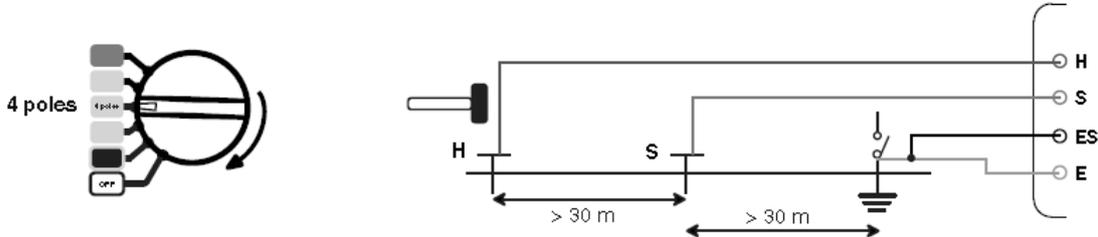
为保证测量的正确性，请避免连接接地电极的测试导线靠近或是平行于其他电缆（如输配电线缆），金属导体，铁轨或栅栏：高测试频率可能导致串扰而影响测量。

3.3 4极法接地测量

这个功能适合于测量非常低的接地电阻。4极法的测量方式能提供更好的分辨率（比3P测量高10倍），同时不需要进行线路补偿。

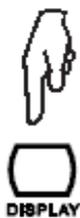
旋转开关旋至“4poles”档

辅助电极H以及S的地桩距离至少30米。



为了避免电磁干扰，最好能将测试导线从卷轴中完全拉出并保证各导线的间距尽量远，注意导线不要绕成线圈，同时，避免导线靠近或平行于金属导体（电缆、铁路、栅栏等）。将导线至测试端口H和S，断开接地连接，然后连接端口E至接地电极开始测量。

按下 START/STOP 按钮开始测量



按 DISPLAY 键数次，屏幕上会显示测量参数。

仪器显示下列数值（见 § 12，术语列表）

R_E , U_{S-E} , I_{H-E} , $U-Act$ (U_{H-E} 及其频率, U_{S-E} 及其频率)。

：若长按 START/STOP 按钮启动，屏幕还会显示 R_H , R_S , U_{H-E} 。

如果要测量电极H和S的电阻或如果电极电阻太大（见 § 4），长按 START/STOP 按钮启动测量。



我们建议将辅助电极置于不同的距离和方向进行重复测量（见 § 3.2.1）。

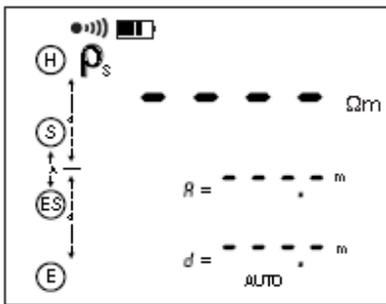
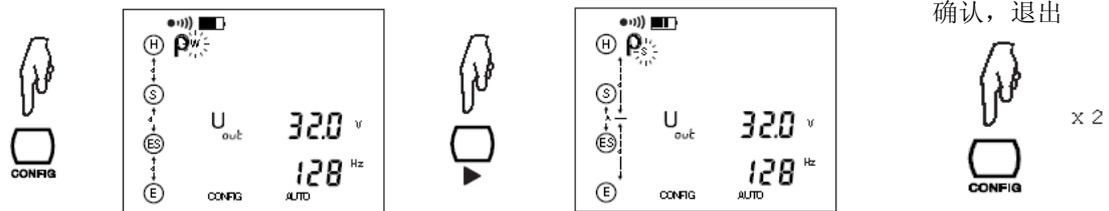
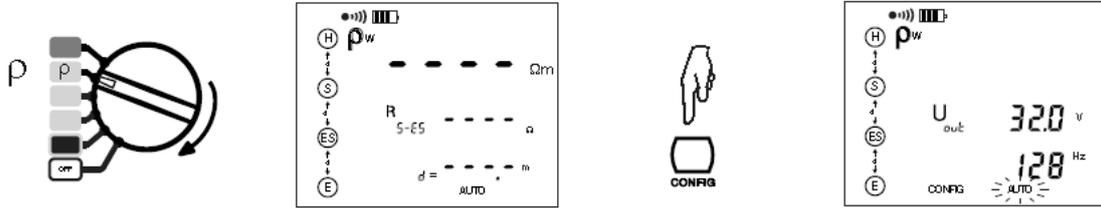
3.4 土壤电阻率测量

测量土壤电阻率，你可以选择 Wenner 法或是 Schlumberger 法。两种方法的不同点在于辅助电极放置的位置。本仪器的默认测量方法为 Wenner 法。但是如果你想要改变辅助电极之间的距离，使用 Schlumberger 法，您只需移动 2 根辅助电极的距离，而使用 Wenner 法的就需要移动 3 根辅助电极的距离。

3.4.1 选择测量方法

本仪器默认的测量方法为 Wenner 法，用户可以通过以下步骤选择 Schlumberger 法：

旋转开关旋至“ ρ ”档



重复以上操作即可选择回 Wenner 法。

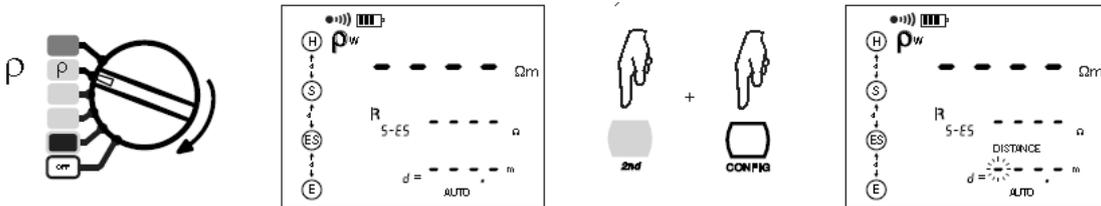
当仪器关闭时，仪器将会自动记忆用户最后一次被选择的测量方法

3.4.2 距离设定

距离可以在测量前或测量后设定。如果用户没有设定距离，屏幕上只会显示 R_{S-ES} 的数值，因为此时 ρ 的数值是不确定的。

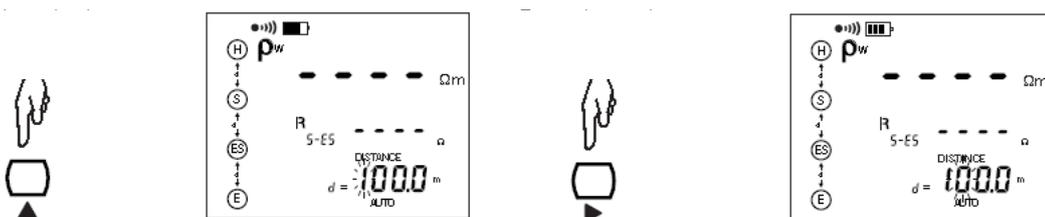
旋转开关旋至“ ρ ”档

按下 DISTANCE 键

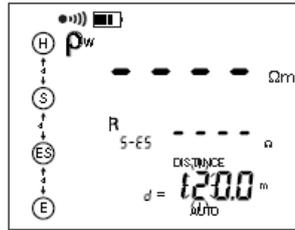


选择距离（百位数）

选择距离（十位数）

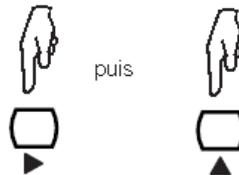


设置距离（十位数）

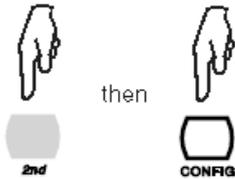


选择及设置距离（个位数及小数）

To
te:



结束距离设置

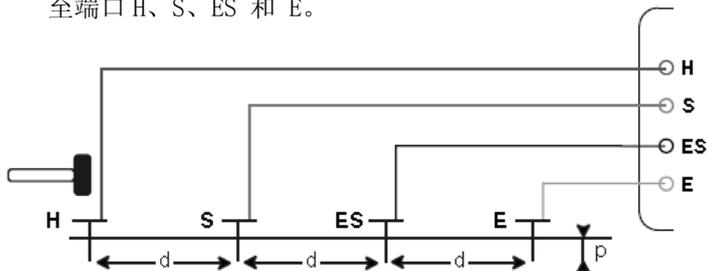
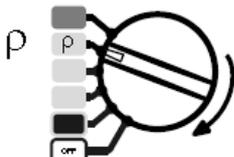


在 Schlumberger 法的测试模式下，距离 A 也需要设置，设置方法与设置距离 d 的步骤相同。

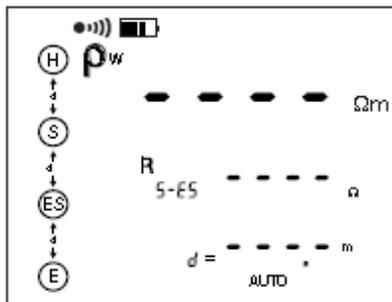
3.4.3 Wenner 法

将 4 根辅助电极打在一直线上，每根之间的距离是 d，深度 $p < 1/3d$ ，距离 d 必须在 2 至 30m 之间，用导线连接各电极至端口 H、S、ES 和 E。

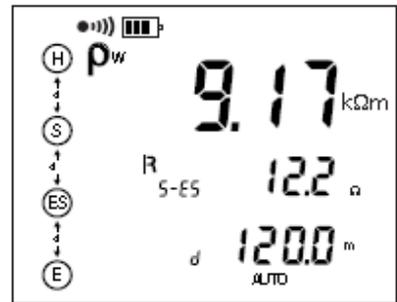
旋转开关旋至“ ρ ”档



为了避免电磁干扰，最好能将测试导线从卷轴中完全拉出并保证各导线的间距尽量远，注意导线不要绕成线圈，同时，避免导线靠近或平行于金属导体（电缆、铁路、栅栏等）。



按下 START/STOP 键
设置距离 d 及开始测量



$$\rho_w = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot R_{S-ES}$$



按 DISPLAY 键数次，屏幕上会显示测量参数。



仪器显示下列数值（见 § 12，术语列表）

ρ_w , R_{S-ES} , d, U_{S-ES} , I_{H-E} , U-Act (U_{S-ES} 及其频率, U_{H-E} 及其频率)。

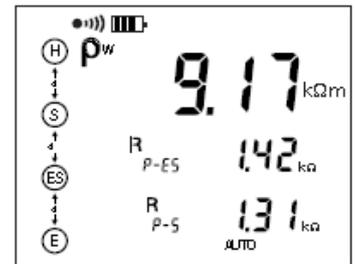
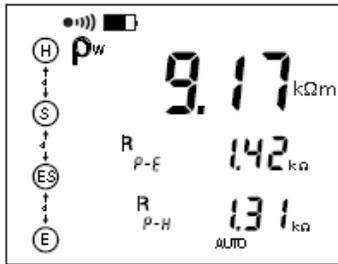


> 2s

如果要测量辅助电极 H、S、ES 及 E 的电阻或者如果电极电阻太大的话（见 § 4）可长按 START/STOP 按钮启动测量。

仪器显示 R_{P-E} 和 R_{P-H} ，接着显示 R_{P-ES} 和 R_{P-S} 。





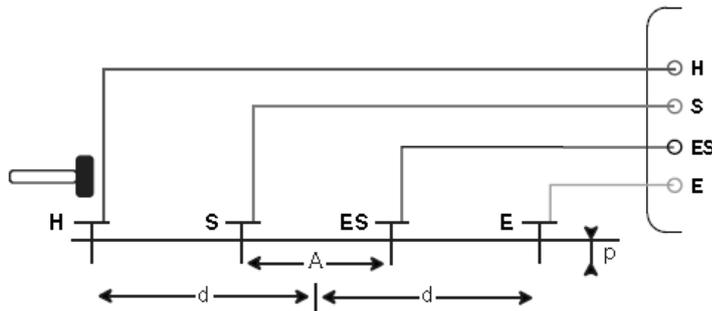
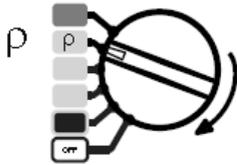
地下的金属物质（地铁线，管道等）或是地下水可能会影响给定方向的土壤电阻率。因此我们建议用户测量完一次之后旋转 90° 再做一次测量。我们同样建议使用不同的距离 d 做数次测量，以排除可能对测量造成干扰的局部作用。

辅助电极间的距离越大，埋的深度越深，测得的结果越准确。

3.4.4 Schlumberger 法

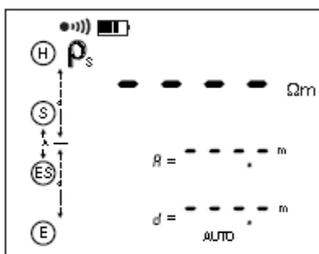
旋转开关旋至“ρ”档

将辅助电极 S 和 ES 放置在相距为距离 A 的位置，然后在同一直线上，距离 A 的中点距离 d 的地方放置辅助电极 H 和 E，距离 d 必须在 2 至 30 米之间，电极深度小于 1/3d，用导线连接电极至端口 H、S、ES 和 E。

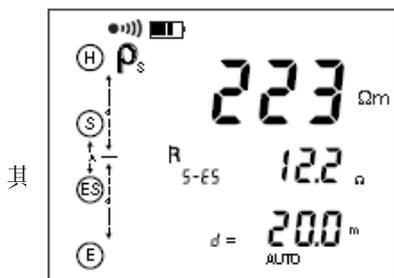
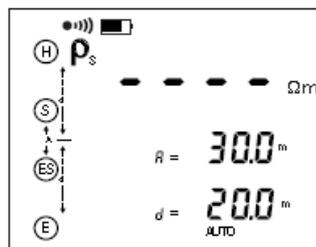


为了避免电磁干扰，最好能将测试导线从卷轴中完全拉出并保证各导线的间距尽量远，注意导线不要绕成线圈，同时，避免导线靠近或平行于金属导体（电缆、铁路、栅栏等）。

按下 START/STOP 键开始测量



设置距离 d 和 A
(见 § 3.4.2)



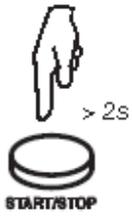
其



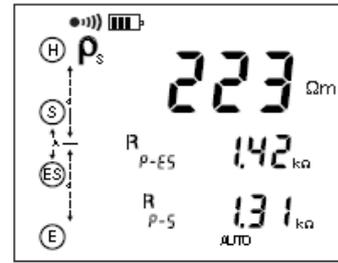
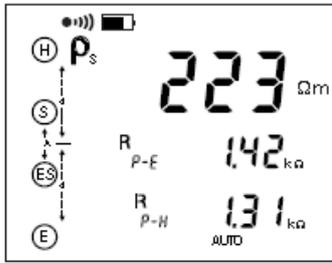
按数次 DISPLAY 键显示测量参数。

仪器显示下列数值（见 § 12，术语列表）
ρ_w, R_{S-ES}, d, A, U_{S-ES}, I_{H-E}, U-Act (U_{S-ES} 及
频率, U_{H-E} 及其频率)。

$$\rho_s = 2 \cdot \pi \cdot \frac{d^2 - \frac{A^2}{4}}{A} \cdot R_{S-ES}$$



如果要测量电极 H、S、ES 及 E 的电阻或者如果电极电阻太大的话（见 § 4），
 长按 START/STOP 按钮启动测量。
 仪器显示 R_{P-E} 和 R_{P-H} ，接着显示 R_{P-ES} 和 R_{P-S} 。



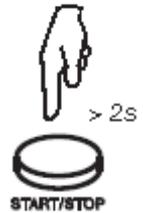
4 错误报告

4.1 电极电阻过高

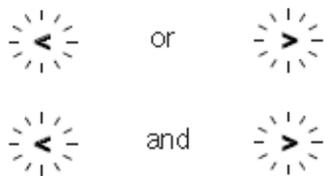
这个情况可能发生在 3 极或 4 极法接地电阻测量，或土壤电阻率测量中。



当测量是由一次短按 START/STOP 键启动的而且此时电极的电阻过高时，这个信息会显示在屏幕上。用户必须再长按 START/STOP 键，仪器将测量电极电阻并且补偿，然后显示正确的结果。



4.2 超出量程



符号>或<闪烁代表测量超出了量程

如果两个符号同时闪烁，表示数值显示的精确度超出了仪器规格，或是有很大的波动。此时可通过启动平滑化功能 (SMOOTH) 来修正这个错误。



4.3 连接错误



这个闪光表示某个端口需要连接或是断开。您必须修正这个连接错误，否则测量将不会进行。

端口 H 闪烁也可能表示电流 I_{H-E} 太小。
端口 S 闪烁也可能表示电阻 R_S 太大。

要减小 R_S 阻值，您可以在辅助电极 H 的周围相隔 2m 增加一个或更多电极，并将增加的电极与电极 H 连接起来或增加测试电压。

要减小 R_H 阻值，您可以在辅助电极 S 的周围相隔 2m 增加一个或更多电极，并将增加的电极与电极 S 连接起来。

要减小电极的阻值，你也可以把它们埋得更深，或者把地面弄湿。

4.4 使用范围指示



被动地闪烁：仪器检测到一个超过 42V 的干扰电压存在，测量无法进行。
主动地闪烁：测量超过了操作范围。



如果这个符号在主动测量时亮起，表明测量数值波动太大，或是连接错误。



NOISE 符号显示表明一个杂讯外部电压干扰了测量。此时您需要转换至手动模式，改变测量电压或是频率，以便能完成一次有效测量。

当测量开始后，下列情况会有指示灯亮：

- R_H 和/或 R_S 值太高，
- 测量电流 I_{H-E} 太小，
- 测量不稳定。

下列测量情况可能导致测量结果不准确，当出现这种情况时，下列指示会显示在屏幕上：

功能	触发条件	屏幕上的指示符号
3P, 4P, ρ	$I_{H-E} < 1 \text{ mA}$	 闪烁 ⁽²⁾  闪烁
所有	$R_S > 30 \text{ k}\Omega$	 闪烁 ⁽²⁾  闪烁
所有	测量结果 (U, I, R) 不稳定 测量结果变化大于平均值的 5% ⁽¹⁾	 显示 ⁽²⁾  闪烁
所有	$U_{S-ES}, U_{S-E}, U_{H-E} > 42 \text{ V}$	 闪烁 ⁽²⁾
所有	杂讯电压的频率和/或大小影响了测量	 ⁽³⁾

(1) 如果选择了 SMOOTH (数据平滑化) 功能则该情况就不会发生。

(2) 如果仪器的端口上有一个大于 42V 的干扰电压， 符号也会出现。

(3) 您需要转换至手动模式，改变测量电压或是频率，当 NOISE 符号消失后才能完成一次有效测量。

5 手动模式

如有需要，第 3 章中所描述的各种测量功能中的参数都可以在手动模式下修改。

要进入手动模式，操作者可按一次 CONFIG 键，此时“CONFIG”指示符将会出现在屏幕上，并且“AUTO”指示符开始闪烁。按  键可以将自动模式转为手动模式（MANUAL 符号会显示在屏幕上）。

在手动模式下，可以连续按 CONFIG 键改变参数（取决于测量功能）。

如果在手动模式下，通过短按或者长按 START/STOP 键开始测量（此时屏幕上出现旋转箭头，表示测量正在进行），再按一次 START/STOP 键可以停止测量。

任何时候选择一个新的测量功能，仪器自动返回自动模式。

5.1 测量频率的选择

除了 $m\Omega$ 功能档位之外的所有功能都将涉及到测量频率的选择。

如果因杂讯信号频率影响而导致仪器无法完成有效测量时，NOISE 符号会显示在屏幕上，同时屏幕上还会显示杂讯信号的频率。接下来您可以改变测试电压的频率，开始另一次测量来获得一个有效的数值。

在自动模式下，仪器将会自动选择另一个频率，在手动模式下，必须由操作者来选择另外一个频率。NOISE 符号将一直闪烁直到杂讯信号消失。

要改变频率，请将档位调至手动模式并且按下 CONFIG 键直到频率闪烁。使用  键选择频率：USr, 55, 92, 110, 119, 128 Hz（128Hz 是默认的）。

要改变使用者频率（USr），按  键（按  键增加数值，按 $2nd+$  键减小数值）。下表为规定的可用数值。

Table of possible user frequencies USr (48 values from 41 Hz to 513 Hz):

41	43	46	49	50	55	60	61	64	67	69	73	79	82	85	92
98	101	110	119	122	128	134	137	146	159	165	171	183	195	201	220
238	244	256	269	275	293	317	330	342	366	391	403	439	476	488	513

进行土壤电阻率测量时，频率限定在 128Hz。

因此仪器内会认定有 2 个使用者频率：1 个为测量土壤电阻率时的及 1 个测量接地电阻时的。即使关机后，这 2 个数值的设定仍会保存在仪器中。

5.2 测量电压的转换

除了 $m\Omega$ 功能档位之外的所有功能都将涉及到测量电压的选择。

当仪器在一个潮湿的环境下使用，我们建议将测试频率降低至 32V 或 16V。要这样做，先调至手动模式，按 CONFIG 键直到输出电压（ U_{out} ）闪烁。使用  键选择电压，32V 或 16V。这个电压设置对所有相关功能及操作模式（手动模式和自动模式）有效。关机后这个设置仍然保存在仪器中。

5.3 手动设置电阻测量

在手动模式下按 CONFIG 键，可以通过按  键来改变以下参数：

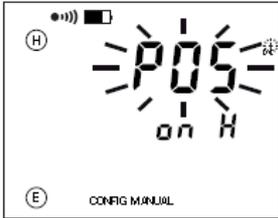
- 接线端符号 H 和 E 闪烁（二线法） → H S ES E 闪烁（四线法）

■ H 端的 POS 以及 DC+ 闪烁

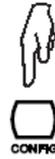
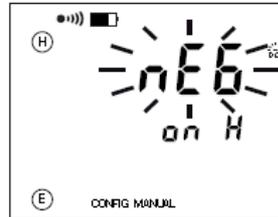
→ H 端的 nEg 以及 DC- 闪烁(接线端 H 极性相反)

5.3.1 输出电压极性

仪器默认输出电压 U_{HE} 是正向



用户也可以改成负向



在手动模式下，仪器不会自动改变极性，但是你可以手动地用 CONFIG 键改变。

5.3.2 连续性（导通性）检测

在连续性检测时，使用 2 线法 $m\Omega$ 测量可以很快测出结果，且测量结束后会有一个警报声。此时屏幕上只显示一个单一的值域 (0.5 Ω 至 1.99k Ω) 同时检测端口是被限定在 H 端口（一根导线必须连接到它），这样仪器就可以在开路的情况下进行测量。

对于连续性检测，下列设置是必须的（见 § 3.1.3 和 7.2）：

- 必须选择 2 线 $m\Omega$ 测量。
- 仪器必须在手动模式。
- 警报功能必须开启。
- 警报阈值必须是小于 (<)。
- 蜂鸣器必须开启。

5.4 3 极接地测量的手动设置

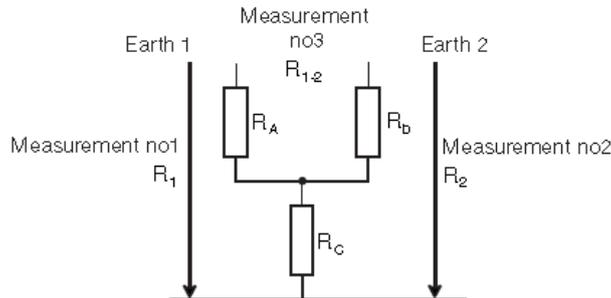
5.4.1 3 极接地测量

在手动模式下按 CONFIG 键，通过按  键可以改变以下参数：

- EARTH 闪烁 → 接地耦合测量
- 128Hz 闪烁 → 改变测量频率
- 测量电压闪烁 → 改变测量电压

5.4.2 接地耦合测量

这个测量需要完成并储存 3 次测量结果（在相同频率下）。只能在手动模式下进行。



在手动模式下按 CONFIG 键，按  键将“接地 (EARTH)”功能转换到“接地耦合 (EARTH COUPLING)”功能下。步骤如下：

- 如果你想要剔除测量导线的电阻，您可以在耦合测量开始前使用导线补偿功能 (2nd + START)。（见 § 3.1.2）
- 旋转开关选择在 3 poles 档
- 您可以选择一个测量频率（见 § 5.1）和一个测量电压（见 § 5.2）。
- EARTH COUPLING 1 将会在屏幕顶部显示。在第一个接地极 R_1 进行一个 3P 的测量（测量参见上

面的接线图)。测量完成后, 存储器会闪烁提示保存结果。按 MEM 键 2 次。如要保存在另一个地址, 参见 § 7。

- 之后 EARTH COUPLING 2 会在屏幕顶部显示。在第二个接地极 R₂ 进行一个 3P 的测量。在第二次接地测量时, 辅助极 H 和探测棒 S 都要保持与第一次接地测量是同一个位置。与之前的操作一样, 按 MEM 键 2 次, 保存结果在同一位置。
- 随后 EARTH COUPLING 3 将会在顶部显示。断开端口 S, 通过连接 H 和接地极 1, 连接 E 和接地极 2, 进行一个 2 线电阻测量。按 MEM 键 2 次保存结果。
- 最后屏幕会显示 EARTH COUPLING 4 以及测量结果。



耦合计算使用下列公式:

$$R_C = (R_1 + R_2 - R_{1,2})/2$$

$$C_1 = R_C/R_1 \text{ et } C_2 = R_C/R_2 \quad R_A = R_1 - R_C$$

$$R_B = R_2 - R_C$$



要显示测量参数, 可按 DISPLAY 键数次。



仪器显示下列数值 (见 § 12, 术语列表)
R_C, C₁, C₂, R_A, R_B, U_{OUT} 及其频率。

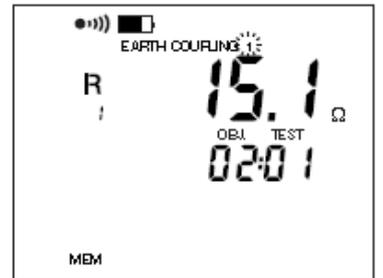
要显示所有的测量参数, 按 MR 键



then



x 4



按数次 DISPLAY 键显示测量参数, 仪器显示下列数值 (见 § 12, 术语列表):



EARTH COUPLING 1: R₁, U_{OUT} 及其频率, U_{S-E}, I_{H-E}, U-In (U_{S-E} 及其频率)
如果长按 START/STOP, 还将显示 R_H 和 R_G。



EARTH COUPLING 2: R₂, U_{OUT} 及其频率, U_{S-E}, I_{H-E}, U-In (U_{S-E} 及其频率)
如果长按 START/STOP, 还将显示 R_H 和 R_G。

EARTH COUPLING 3: R₁₋₂, U_{H-E} 及其频率, I_{H-E}, U-In (U_{H-E} 及其频率)
EARTH COUPLING 4: R_C, C₁, C₂, R_A, R_B, U_{OUT} 及其频率。

5.5 4 极接地测量的手动设置

在手动模式下按 CONFIG 键, 通过按 键可以改变以下参数:

- 128Hz 闪烁 → 改变测量频率
- 测量电压闪烁 → 在 16V 和 32V 之间变换

5.6 土壤电阻率测量的手动设置

在手动模式下按 CONFIG 键, 通过按 键可以改变以下参数:

- ρ_w 闪烁 (Wenner 法) → 调整至 ρ_s (Schlumberger 法)
- 128Hz 闪烁 → 改变测量频率
- 测量电压闪烁 → 在 16V 和 32V 之间变换

5.7 平滑化

在手动模式下，你可以按下 $2^{\text{nd}} + \text{DISPLAY (SMOOTH)}$ 键激活或关闭测量结果的平滑化。平滑化在于显示指数的平均值，对于波动很大的数值有重要的作用。

6 记忆功能

仪器总共可储存 512 组数据点。每个单元中都有一个存储序号 (OBJ) 从 01 到 99 和一个测试序号 (TEST) 从 01 到 99。

在测量电阻率时 (Wenner 法或 Schlumberger 法), 数次测量结果储存在同一地址中, 电极间的距离作为第三个地址参数。

对于接地耦合测量 (EARTH COUPLING 1, 2, 3, 4) 中的 4 个测量值都将被存储在同一个地址中, 其测量的序号 (1, 2, 3, 4) 将作为第三个存储地址的参数。

其它测量都只占用一个 OBJ:TEST, 且无第三个地址参数。

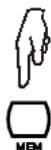
因为每次测量都是注有日期的, 你必须在储存数据前设置日期和时间。(见 § 7.1)

6.1 储存测量结果

每次测量后, ……



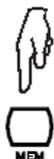
按下 MEM 键后
可储存完整结果



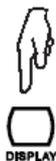
仪器自动储存在第一个空
的地址内 (FrEE OBJ:TEST)



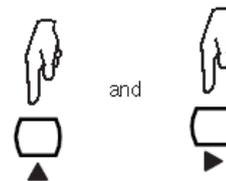
按下 MEM
键 1 秒记录



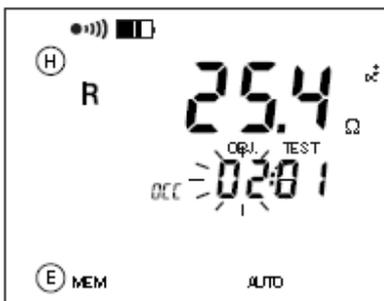
按 DISPLAY 键不
储存并退出记忆模式



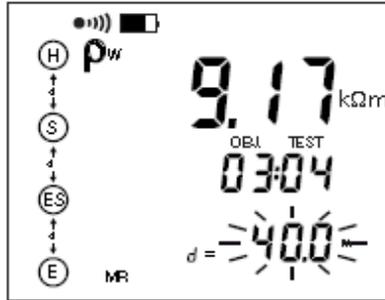
使用 ►键和 ▲▼键
改变储存地址



如果选择的储存地址已经有数据, 你可以通过按 MEM 键对之前储存的数据进行覆盖, 除非该测量数据中包含有第 3 个地址参数。



在土壤电阻率测量和电位测量中，如果你使用了不同距离 d 做了数次测量，你可以将它们保存在相同的地址编号 OBJ: TEST 中，将距离 d 作为第三个地址参数。



在其他参数都是完全相同的情况下，在之后的测量中也有同样距离 d 的数据会覆盖之前已存储的数据，但若距离 d 是不同的，那么仪器内部会自动添加一个新的测量结果。

6.2 检索及储存结果

当旋转开关选择了一个测量功能，MR 键 (2nd + MEM) 只能用来检索这个功能下储存的结果。



按下 DISPLAY 键显示测量时间 (time) 日期 (dAtE)，日期形式是 月.日

显示测量结果及测量参数

任何时候退出记忆检索模式



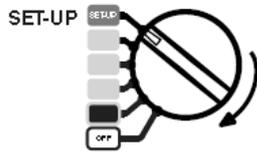
SETUP 功能 (见 § 7) 可以让您一个接一个地读取所有的记忆地址，与选择的测量功能无关。

6.3 内存清除

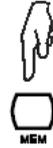
有两种方式清除内存：

6.3.1 完全清除

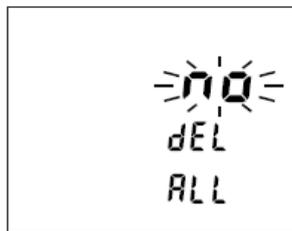
旋转开关置于 SET-UP 档位



按下 MEM 键显示可用存储空间。

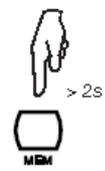
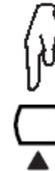


再次按 MEM 键



完全清除内存记录（长按 MEM > 2 秒）

(long press)

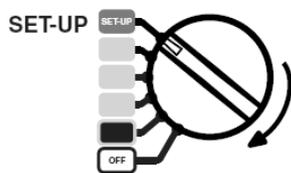


不清除内存记录退出（短按 MEM）

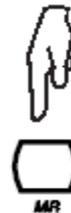


6.3.2 部分删除

旋转开关置于 SET-UP 档位



按 MR 键显示所有已储存地址

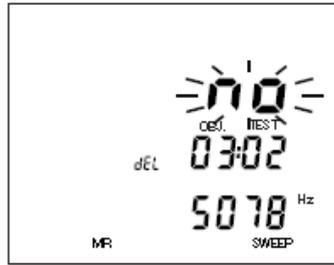


使用 ► 和 ▲▼ 键选择要删除的记录。

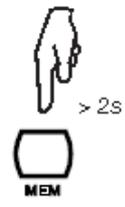
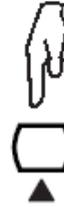
按 MEM 键



删除选择的记录，当记录有第三地址参数的情况下，只有显示在屏幕上的那一个记录会被删除。



(long press)

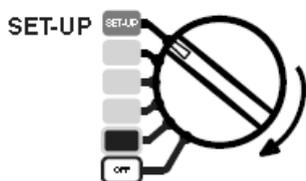


不清除内存记录退出（短按）
(short press).



7 参数设置

旋转开关置于 SET-UP 档位，仪器会出现下图信息提示你按键：

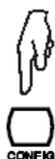


7.1 按 CONFIG 键

CONFIG 键用于设置日期，时间，以及数据传送速率。也同样用于恢复出厂设置，但是所有的时间，日期及储存的测量数据会被保留。

使用 \blacktriangleright 选择要改变的数字，使用 $\blacktriangle/\blacktriangledown$ 键增加或减少。或者根据具体情况，使用 $\blacktriangle/\blacktriangledown$ 键改变显示的单词（比如 ON 或 OFF）。

日期：年，月，日



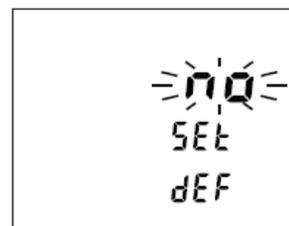
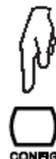
时间



数据传输率：9.6k, 19.2k, 38.4k



重置出厂设置

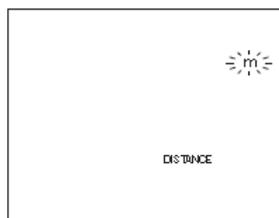
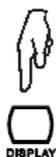


7.2 按 DISPLAY 键

你可以使用 $\blacktriangle/\blacktriangledown$ 键改变闪烁的参数，使用 \blacktriangleright 键选择要改变的参数。警报用于 2 线电阻测量，你可以激活

距离可以使用米 (m)
或英尺 (ft) 表达

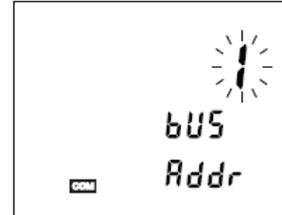
警报是用于 2 线法电阻测量，您可以激活 (ON)、关闭 (OFF) 或选择方向，大 (>) 或小 (<) 及数值 (1-999 Ω)，见 § 3.1.3。



蜂鸣器可以激活 (ON)
或关闭 (OFF)



你可以选择一个总线地址
在 1-247 之间 (用于连接电脑)



7.3 按 MEM 键

按下 MEM 键后屏幕显示当前主机记忆内存的使用率并可删除全部内存记忆 (见 § 6.3.1)。

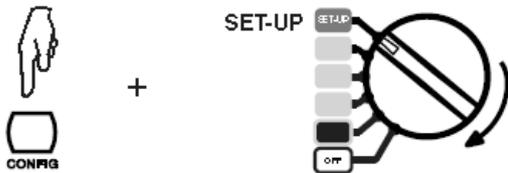
7.4 按 MR 键

按下 MR 键可显示所有内存位置或删除个别内存, 不限制其选择的测量功能 (见 § 6.3.2)。

7.5 内部参数

这个信息对校准和维修是很重要的。

当你旋转开关旋至 SET-UP 档的同时按着 CONFIG 键, ……



……仪器显示它的内部软件版本号 (SOft) 及它的序列号 (InSt)

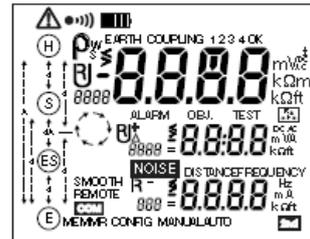


7.6 显示装置检查

当你旋转开关旋至 SET-UP 档的同时按着 DISPLAY 键……



……仪器屏幕将显示所有的符号, 直到你离开 SET-UP 档或按其他按钮



8 错误信息

C.A 6470N 启动时会自动执行自检。如果一个错误在自检时或在测试中出现，屏幕上会显示一个 Err XX 的信息。

错误信息可分为以下 3 种：

- **无害的** **Error 6, 7 and 11**
此类错误信息只会显示 1 秒，如错误信息反复出现用户可考虑送修。
 - 错误 6 和 7 总是在自动重启之后显示
 - 错误 11 出现时，仪器会自动回复到原厂设置

- **可恢复** **Errors 5, 14, 15, 18, 19, 30, 31, 32, and 33**
当仪器在某测试功能中出现以上错误时，若用户切换至其他功能时，错误信息会消失，此时仪器仍可以使用。但如果错误信息反复出现则需送修。
 - 错误 18 表示仪器内的充电电池无法进行正常充电。如果错误 18 在仪器充电时出现，请拔掉充电器并将该错误作为下方“严重错误”处理。
 - 错误 19 出现是，用户可尝试将所有记录删除，有可能错误不会再出现。
 - 错误 31, 32, 33 表示测量时的电压或电流过高。请检查您测量的回路。

- **严重错误** **Errors 0, 1, 2, 3, 8, 12, 13, 15, 16, 18 (电池充电中), and 21**
此时机器无法进行任何操作。请关闭电源并重启一次。如错误信息仍出现则需送修。

9 连接至 PC 及分析软件

连接至 PC 可以得到更多的详细信息、通过 PC 远程控制测试仪, 读取仪器内的测量结果, 配合 DataView 分析软件还可以对仪器储存的数据进行修改及处理。

10 规格及技术参数

10.1 测试环境标准

参数	参考值
温度	20 °C ± 3 °C
相对湿度	45 至 55 % RH
电源	9 至 11.2 V
输入信号的频率范围	0 至 440 Hz
输入阻抗的电容性分量	0 μF
电场强度	< 1 V/m
磁场强度	< 40 A/m

在下文中，固有误差是标准条件下定义的，操作误差是操作条件下定义的，与 IEC 标准 61157 -1, -4, -5 相一致。

10.2 电气参数

10.2.1 频率测量

测量方法：低频采样率为 4087Hz，低通滤波器，FFT。

显示的频率为频谱分量的最大振幅。

测量速率：大约每秒 3 次

测量范围	5 至 450 Hz
分辨率	1 Hz
操作误差	± 2 Hz
最小输入电压	10 mV

10.2.2 电压测量

电压超过 75Vrms 将显示 “>65V”。端口 H 和 E 的电压长时间保持在 70V 到 75V 之间，会导致过电压保护器过热。因此应该避免这种情况。

电压超过 75Vrms 将触发错误信息 31（干扰电压过高）或 32（超出电压测量范围）。

如果使用端口 H 和 E 测量的被测物带电，那么仪器的保险丝会被烧掉。

干扰电压测量

测量方法：低频采样率为 4028Hz，低通滤波器，FFT。

显示的频率为频谱分量的最大振幅。

测量速率：大约每秒 3 次

信号转换：TRMS。

测量值	0.00 – 9.99 V	10.0 – 65.0 V
分辨率	0.01 V	0.1 V
基本误差	± (2 % + 1 d)	
操作失误	± (5 % + 1 d)	
输入阻抗 Z_{H-E} , Z_{S-E} (Z_{S-ES})	1.2 MΩ	
操作频率	DC and 15 – 440 Hz	

工作电压测量

用来测量电阻的 U_{H-E} , U_{S-E} , U_{S-ES} 交流或直流信号，称为“工作电压测试”。

测试信号发出的电压交流基波都在交流功能中测量。

工作电压测量操作的不确定性可能会大于交流电阻测量的显示，因为仪器校准的时候，电压通道的频率特性与电流通道的相匹配。

测量值	0.00– 9.99 mV	10.0 – 99.9 mV	100 – 999 mV	1.00 – 9.99 V	10.0 – 65.0 V
分辨率	0.01 mV	0.1 mV	1 mV	0.01 V	0.1 V
频率范围	DC and 41 – 513 Hz				
基本误差	± (2% + 1 个字)				
操作误差	± (5% + 1 个字)				

10.2.3 电流测量

工作电流测量

用来测量电阻的 I_{H-E} 和 I_{SEL} 交流或直流信号，称为“工作电流测试”。

测试信号发出的电流交流基波都在交流功能中测量。

工作电流测量操作的不确定性可能会大于交流电阻测量的显示，因为仪器校准的时候，电压通道的频率特性与电流通道的相匹配。

测量方法：低频采样率为 4028Hz，低通滤波器，FFT。

测量速率：大约每秒 3 次

测量值	0.00 – 9.99 mA	10.0 – 99.9 mA	100 – 350 mA
分辨率	10 μA	0.1 mA	1 mA
频率范围	DC and 41 – 513 Hz		
基本误差	± (2% + 1 个字)		
操作误差	± (5% + 1 个字)		

10.2.4 直流电阻测量

测量方法:	电压/电流测量 (IEC 61557 part 4).
输出电压:	16 V DC (电阻 < 22 Ω, 输出电压 10 V DC)
最大输出电流:	>200 mAdc 电阻 < 20 Ω
最大超载(permanent):	50 Vrms (确保防护至 250 V)
最大 电感性负载:	2 H
最大干扰电压:	60 V 峰值 > 10 Hz
自动选择范围时间 :	约 5 秒
测量时间:	8 秒自动极性反转
测量速度:	每 3 秒 (手动模式)
超前补偿:	0 到 5 Ω
告警设置:	">" 或 "<" 1 到 999 Ω (最大. 3 digits)

2 线 mΩ 测量

测量值	0.12 - 9.99 Ω	10.0-99.9 Ω	100 - 999 Ω	1.00-9.99 kΩ	10.0-99.9 kΩ
分辨率	0.01 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
基本误差	± (2% + 2 个字)				
操作误差	± (5% + 3 个字)				

4 线 mΩ 测量

测量值	0.020-9.999 Ω	10.00-99.99 Ω	100.0-999.9 Ω	1.000-9.999k Ω	10.00-99.99k Ω
分辨率	0.001 Ω	0.01 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω
基本误差	± (2% + 2 个字)				
操作误差	± (5% + 5 个字)				

10.2.5 交流接地电阻测量

测量方法:	电压/电流测量(IEC 61557 part 5)
开路电压	16 or 32 Vrms 方波电压 (电流 > 240 mA 输出电压减少 10 Vrms)
测试频率:	41 至 513 Hz (参见第 5.1 章)
短路电流:	> 200 mA AC
噪音防护:	> 80 dB 与测试频率相差 大于 20%
最大超载:	250 Vrms
最大 r RH 和 RS:	100 kΩ
测量时间:	短按 START 键: 约 7 秒 测量 RE 128HZ, 然后每秒做 3 个数据测量。 长按 START 键: 约 15 秒测量 RE 128HZ, 然后每秒做 3 个数据测量。

基本误差的参比条件为 测试电压 32 V, 测试频率 128 Hz, RH, 和 RS = 1 kΩ, 无干扰电压。

交流接地电阻测量的操作误差会比电压及电流小, 因在仪器校准中, 电压通道的频率特性比电流通道的合适。

辅助接地电极的电阻测量 R_H, R_S

测量值	0.14 - 9.99 Ω	10.0 - 99.9 Ω	100 - 999 Ω	1.00 - 9.99 kΩ	10.0 - 99.9 kΩ
分辨率	0.1 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
操作误差	± (10% + 2 个字)				

“ START ” 键需按超过两秒. 使用测试频率在 41 Hz 到 256 Hz 之间的辅助接地电极电阻来测量。.
如果有更高的频率, 辅助电极的电阻测量将仍然使用 256 Hz。

3P 接地电阻测量 R_E

测量值	0.09 - 9.99 Ω	10.0 - 99.9 Ω	100 - 999 Ω	1.00 - 9.99 k Ω	10.0 - 99.9 k Ω
分辨率	0.01 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
操作误差	± (2% + 1 个字)				

操作条件: $R_E < 3 \times R_H, U_{OUT} = 32 V$			R_E 操作误差
R_H, R_S 和 R_E 的数值		频率 (Hz)	
$(R_H + R_S) / R_E < 3000$	$R_H \geq 0 \Omega, R_S \leq 3 k\Omega$	41 - 513	± (3% + 2 个字)
	$R_H > 3 k\Omega, R_S \leq 30 k\Omega$	41 - 513	± (10% + 2 个字)
$(R_H + R_S) / R_E < 5000$	$R_H > 30 k\Omega, R_S < 100 k\Omega$	41 - 128	± (10% + 3 个字)

注意: 测试电压 U_{OUT} 是 16 V 为 R_H 的一半

4P 接地电阻测量 R_E

测量值	0.011 - 9,999 Ω	10.00 - 99.99 Ω	00.0 - 999.9 Ω	1.000 - 9.999 k Ω	10.00 - 99.99 k Ω
分辨率	0.001 Ω	0.01 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω
基本误差	± (2% + 1 个字)				

操作条件: $R_E < 3 \times R_H, U_{OUT} = 32 V$			R_E 操作误差
R_H, R_S and R_E		Frequency (Hz)	
$(R_H + R_S) / R_E < 3000$	$R_H \geq 0 \Omega, R_S \leq 3 k\Omega$	41 - 513	± (3% + 2 个字)
	$R_H > 3 k\Omega, R_S \leq 30 k\Omega$	41 - 513	± (10% + 2 个字)
$(R_H + R_S) / R_E < 5000$	$R_H > 30 k\Omega, R_S < 100 k\Omega$	41 - 128	± (10% + 3 个字)

注意: 测试电压 U_{OUT} 是 16 V 为测试 R_H 的一半

10.2.6 土壤电阻率测量 ρ

测量办法:	电压/电流测量 (IEC 61557 part 5)
开路电压:	16 or 32 V _{rms} 方波
测试频率:	41 到 128 Hz (参见 § 5.1)
短路电流:	> 200 mA _{ac}
噪音抑制:	> 80 dB 与测试频率相差大于 20%
最大负载:	250 V _{rms}
最大 R_H, R_S, R_{ES}, R_E 值:	100 k Ω (误差, 参见 § 10.2.5)
Wenner 公式:	$\rho_w = 2 \pi R_{S-ES}$
Schlumb. 公式:	$\rho_s = (\pi (d^2 - (A/2)^2) / A) R_{S-ES}$
最大 ρ 值:	999 k Ω m (无法显示 k Ω ft)
测量时间:	短按开始键: 约 8 秒测量 R_{S-ES} 128HZ, 然后每秒做 3 个数据测量。 长按开始键: 约. 20 秒测量 R_{S-ES} 128HZ, 然后每秒做 3 个数据测量

测量值	0.00 - 9.99 Ω	10.0 - 99.9 Ω	100 - 999 Ω	1.00 - 9.99 k Ω	10.0 - 99.9 k Ω
分辨率	0.01 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
基本误差	± (2% + 1 个字)				

基本误差的参比条件为 测试电压 32 V，测试频率 128 Hz， R_{P-H} ， R_{P-S} ， R_{P-ES} 和 $R_{P-E} = 1 \text{ k}\Omega$ ，无干扰电压。

$R_{S-ES} < 3 \times R_{T-H}$ and:	R_{S-ES} 操作误差
$R_{\text{electrode}} \leq 100 \text{ k}\Omega$ $R_{\text{electrode}} / R_{S-ES} \leq 2000$	$\pm (7\% + 2 \text{ 个字})$
$R_{\text{electrode}} \leq 50 \text{ k}\Omega$ $R_{\text{electrode}} / R_{S-ES} \leq 10000$	$\pm (15\% + 3 \text{ 个字})$
$R_{\text{electrode}} \leq 10 \text{ k}\Omega$ $R_{\text{electrode}} / R_{S-ES} \leq 20000$	$\pm (20\% + 1 \text{ 个字})$

$R_{\text{electrode}}$ 为接地桩的阻值 R_{P-H} ， R_{P-S} ， R_{P-ES} 和 R_{P-E} 假设相同

注意：测试电压 UUT 是 16 V 为 R_{rod} 的一半。

辅助电极电阻测量 R_{P-H} ， R_{P-S} ， R_{P-ES} ， R_{P-E}

量程	0.14–9.99 Ω	10.0–99.9 Ω	100–999 Ω	1.00–9.99 $\text{k}\Omega$	10.0–99.9 $\text{k}\Omega$
分辨率	0.1 Ω	0.1 Ω	1 Ω	10 Ω	100 Ω
操作误差	$\pm (10\% + 2 \text{ 个字})$				

“START”键需按超过两秒。使用测试频率在 41 Hz 到 128 Hz 之间的辅助接地电极电阻来测量。如果有更高的频率，辅助电极的电阻测量将仍然使用 128 Hz。

10.3 电源

本仪器使用一组 9.6 V 3.5 Ah NiMH 可充电电池。

本电池有以下优点：

寿命长，容量大，体积小，重量轻。

快速充电。

记忆效应小：即使电池电量没有用尽也可以充电，而不减少它的容量。

环保：没有铅、镉之类的污染材料。

NiMH 电池允许一个有限的充放电循环次数。这个次数取决于它的使用情况和充电情况。在最佳工况下，大概是 200 次。

本仪器有 2 种充电模式：

快速充电：3 小时内电量恢复 90%；

持续充电：这个模式将在电池电量非常低或快速充电的最后阶段介入。

屏幕中显示下列信息：

bAtt ChrG	充电进行中（正常状态）
bAtt LOW	快速充电电池电压太低→低电流充电
bAtt	快速充电电池电压太高→低电流充电
bAtt HOt	快速充电电池过热 (> 40° C) →低电流充电
bAtt COld	快速充电电池过冷 (< 0° C) →低电流充电
bAtt FULL	电池充饱→转换成连续充电

在您使用仪器的前一天，请检查仪器的充电情况。如果电池符号  显示只有 1 格或者没有，请充电一晚上。（见 § 1.3）

使用一个特别充电器，C.A 6470N 也可使用一个 12Vdc 的车用插座充电。



基于安全考虑当 E 端或是 ES 端电压超过 32 V 时请勿使用仪器。

为了使您更长时间使用电池并延长它的使用寿命：



■ 请使用专用的充电器，使用其他型号的充电器是危险的！

■ 在 0-40°C 间充电。

■ 注意用户手册中的使用和储存条件。

电池使用时间取决于量程：

功能	能量消耗	测量次数 ⁽¹⁾
关机	< 5mW	-
电压测量	1.5W	4500
mΩ ⁽²⁾	4.9W	1500
3 极、4 极 ⁽³⁾	4.9W	1500
ρ ⁽⁴⁾	4.9W	1500

(1)：仪器在自动模式下 25 秒间隔测量

(2)：R = 1 Ω

(3)：R_H + R_E = 100 Ω

(4)：R_H + R_{S-ES} = 100 Ω

10.4 环境条件

室内或户外使用

使用范围：0° C to +45° C and 0% to 90% RH

指定的工作范围⁽⁵⁾：0° C to +35° C and 0% to 75% RH

储存（不带电池）：-40° C to +70° C and 0% to 90% RH

海拔：< 3000 m

污染等级：2

(5)：这个范围符合标准 IEC 61557 的规定，这是由包括许多影响因素的操作误差定义的。当仪器在此范围外工作，将引起 1.5%/10° C 及 1.5% 在 75% 和 90% RH 之间的操作误差。

10.5 机械特性

C.A 6470N 测试仪：尺寸 (L x D x H)：272 x 250 x 128 mm

重量：约 3.2 kg

防护等级：IP 53 符合 IEC 60529 (Ed. 92)

IK 04 符合 IEC 50102 (Ed. 95)

落体测试：符合 IEC 61010-1

震动测试：符合 IEC 61557-1

10.6 国际标准一致性

电气安全符合 IEC 61010-1 (2001 年第 2 版)。

测量标准符合 IEC 61557 (2007 年第 2 版)，第 1、4、5 章。

安全等级分类：测量类别 IV，接地 50V，不同端口间 75V。

10.7 电磁兼容性

本仪器符合 EMC 及 LVD 指示要求，CE 标志及产品标准 IEC 61326-1 (Ed. 97) +A1 (Ed. 98)

- 工业环境抗干扰标准
- 居住环境辐射标准

11 基本术语

接地导线

连接装置到地极的导线。

接地电极 (E)

一个埋在地下的导体并保持与地面有电气连接。

接地测量

这个测量检查一个接地极：可能取决于接地极的位置，包括一个接地极或一个复杂的接地系统。

被动接地测量

测量使用接地系统中的杂讯电流。

主动接地测量

测量使用仪器内部的电压发生器产生的电流，在端口 H 和 E 之间。

接地

本地一些受限部分要与地面有电气连接。也包括设备的金属部分，比如铁塔角、支撑柱、电缆套、接地导体。

辅助电极 (H)

有测量电流通过的辅助电极。

辅助电极 (S)

辅助电极用于测量参考接地电位。其电压（与接地电阻成正比）即为此探棒和接地电极或接地探头间的电压。

辅助电极 (ES)

置于接地极上的连接器 或是用于测量接地极电势。

接地电阻

介于接地线与接地极之间的阻抗。

选择性接地电阻

接地连接或接地系统的并联部分的接地阻值。通过测量相应的接地连接分支的电流得到，选择性接地电阻的值总是大于实际的总接地电阻值。

土壤电阻率 (ρ)

定义为 1 立方米的土壤的一面至对应面之间的的阻抗。这个由欧姆表测量得到 (Ωm)。

接地系统

一套全部设备连接在仪器的接地。

接触电压

此电势差是由人体桥接产生，测得电流受到人体和土壤电阻率的限制。

跨步电压

一个人跨步 1 米时的电压势差，此时将有电流从人的两腿通过身体流过。

接地电压

接地极和参考接地极之间测得的电压

接地极

连接到大地点

参考接地极

接地区域（尤其在地表面）处在接地极和接地系统的区域之外。

12 术语解释

下列将介绍仪器及屏幕显示所用到的术语及缩写语。

3 极法:	使用两个辅助地桩来测量接地电阻 (三极法)
4 极法:	使用两个辅助地桩以四线测量法来测量低接地电阻 (四极法)
C₁:	RA 与 R _b 间的接地耦合系数 ($C_1 = R_C / R_1$)
C₂:	R _b 与 RA 间的接地耦合系数 ($C_2 = R_C / R_2$)
d, A:	依据所用测量方法所设置的距离 (用于计算电阻)
mΩ:	测量低阻或导通性
E:	E 端 (接地插口; 电流测量的返回端)
EARTH:	接地测量 (3 或 4 P)
EARTH COUPLING:	两个接地插槽间的耦合性测量
ES:	ES 端 (测量插槽电势以计算接地电阻)
H:	H 端 (测量电流输入端口)
I_{H-E}:	在 H 和 E 之间测得的电流
NOISE:	指示存在外部干扰 (会导致接地或者阻抗测量值无法正确显示)
R:	由 R ⁺ 和 R ⁻ 计算得到的平均电阻
R⁺:	从 H 到 E 的正极电流测得的电阻
R⁻:	从 H 到 E 的负极电流测得的电阻
R₁:	两个接地插槽之间的第一次测得的电阻值 (用于计算耦合率) ($R_1 = R_A + R_C$)
R₂:	两个接地插槽之间的第二次测得的电阻值 (用于计算耦合率) ($R_2 = R_b + R_C$)
R₁₋₂:	两个接地插槽之间的第三次测得的电阻值 (用于计算耦合率) ($R_{1-2} = R_A + R_b$)
R_A:	第一次计算得到的电阻值 ($R_A = R_1 - R_C$)
R_b:	第二次计算得到的电阻值 ($R_b = R_2 - R_C$)
R_C:	接地电阻 RA 和 R _b 之间的耦合阻抗 ($R_C = (R_1 + R_2 - R_{1-2}) / 2$)
R_E:	连接至 E 端的接地电阻
R_H:	连接至 E 端的地桩的电阻
R_S:	连接至 S 端的地桩的电阻
R_{S-ES}⁽¹⁾:	地桩 S 和 ES 之间的电阻 (用于电阻测量)
R_{Δ0}:	测量导线的补偿电阻
S:	S 端 (用于计算接地电阻的参考电位接口)
U-Act⁽²⁾:	当前仪器端口间的电压值
U_{H-E}:	端口 H 和 E 之间测得的电压
U_{OUT}:	由仪器产生的端口 H 和 E 上的电压 (32V 或 16V)
U_{S-E}:	端口 S 和 E 之间测得的电压
U_{S-ES}:	端口 S 和 ES 之间测得的电压
USr:	用户选择频率 (出自英文 “user”)
ρ_S:	使用 Schlumberger 方法测得的接地电阻 (Ω.m)
ρ_w:	使用 Wenner 方法测得的接地电阻 (Ω.m)

(1) 此种情况下, 用于测量的 4 个地桩的阻抗显示为 R_{P-H}, R_{P-S}, R_{P-ES}, R_{P-E}。

(2) 当此数值为仪器的记录值时此后缀 Act 将变为 In (即 Input) 以区分当前值和记录值; 两种情况下, 显示测量数值的同时也显示其频率。

13 维护和保养

维修时只能使用规定的备件。对于第三方（非本公司售后服务部门或经认可的维修人员）在维修中造成的意外后果，我们概不负责。

13.1 清洁:

进行前，仪器必须断开所有电源。清洁时请用软布蘸取肥皂水擦拭，然后用湿布擦干或吹风机吹干。请勿使用任何化学试剂。

13.2 更换保险丝

仪器在 H 端口有一个保险丝。

如果保险丝烧断，仪器停止产生输出电压，不能进行有效电阻测量。检查保险丝的情况，旋转开关至 2 线 $m\Omega$ 功能，用一根导线连接 H 端口和 E 端，开始一次电阻测量。如果仪器没有任何测量并且 H 端口符号闪烁，则需要更换保险丝。

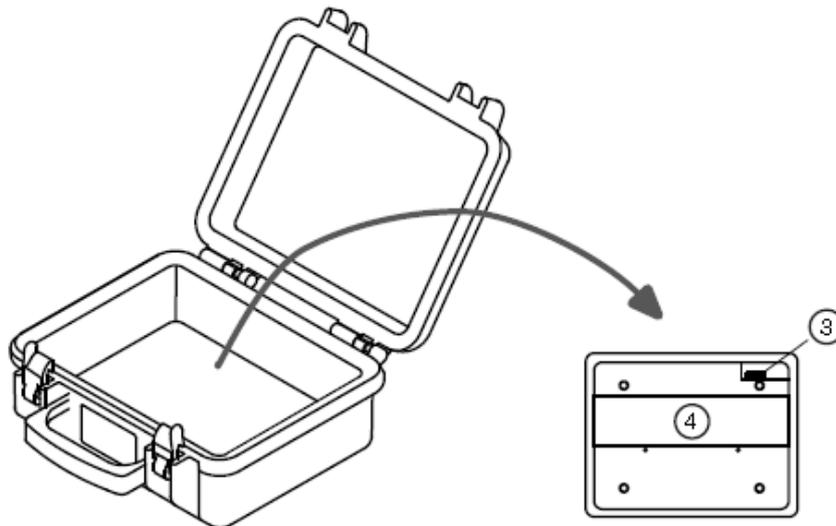


为了保证仪器的安全，请更换完全相同特性的保险丝。

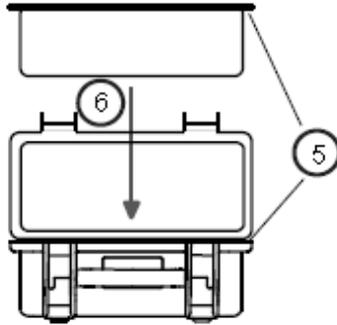
C.A 参考使用：10 F 0.63A - 250V - 5x20mm - 1.5kA fuses: AT0094

更换步骤:

1. 断开任何仪器上的连接，旋转开关置于OFF，关闭盖子。
2. 旋松底部的4个螺丝，但是不要取出它们。
3. 打开盖子；小心地举起仪器，支撑前面板使得仪器不坠落。轻轻地分离机体和外壳。H端口的保险丝可以看见并更换了。



4. 把电池盒放回去并拧紧螺丝。
5. 使用无绒软布把密封面和外壳边缘的污垢擦干净。



6. 把机体放回外壳，盖好后盖，拧紧螺丝。

13.3 更换电池

请使用专门电池。请使用同一种型号的电池。如使用不同型号电池，可能有爆炸的危险，而导致损害或受伤。

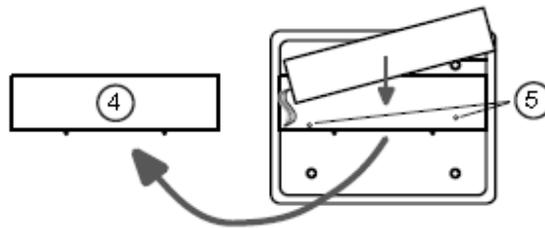


基于安全考虑，请更换同种电池：

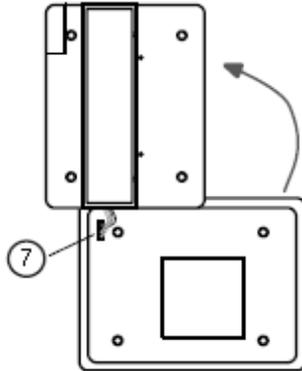
C.A 订购号： NiMH Custom Pack 9.6 V / 3.5 Ah : P01.2960.21

更换电池操作：

1. 与仪器完全断开，关闭电源，并盖上盖子。
2. 松开在仪器底部的四个螺丝，但不移动。
3. 打开盖子并小心打开保护壳，确保前面板不掉落。并小心将前面板与仪器拉出保护壳。
4. 松开盖子上电池箱的两个螺丝并移开盖子。



5. 将电池拉离电池箱一点点，请勿过度拉伸连接线，松开电池箱底部的两个螺丝。在将电池放入电池箱中。
6. 确保电池导线无过度拉伸且电池无掉落，小心卸载，翻到另一面 将电子组件置到前壁板边。



7. 取下夹盖，将电池连同4根导线一起取出(在边上，靠近光学界面)。避免接触电路和构件。
8. 将旧电池从电池箱中取出并放入一个新的，将导线布于电池盒槽中。
9. 置入蓄电池塞子(在边上，靠近光学界面端口)。两个插脚需正对插槽。避免接触电路和构件。
10. 将仪器转过来到前壁板，注意不要拉开电池导线。小心轻放并去确定已校正(在背后有四个圆柱孔需装上安装钉)。并确认没有箍紧电池导线及其它零件导线。
11. 把电池拿出来一点并不要过度拉扯电池导线，在底部将螺丝锁紧，并将电池放进电池箱里。
12. 将盖子盖上并用螺丝锁上
13. 将封口与外壳边缘拭净
14. 将仪器放回后用螺丝锁紧
15. 使用前请将电池充满电
16. 重设日期与时间(参见第7.1章，“设置 功能”)

13.4 校准

所有的测试与测量仪器都必须定期校正，C.A 6470N也不例外。

建议每年至少做一次校准；如要检测和校准，请与我们的分公司或代理商联系。

13.5 维修

保修期内或保修期外的维修

请将仪器送到 C.A 或指定的经销商。

14 保修和售后服务

除非特别说明，自仪器销售日期起，我们提供一年的质保期。（如果法国CA公司确认仪器是因自行改造、非正常操作、接线错误，或因跌落、外力撞击所造成的损坏，用户需承担所有维修费用及相关运输费用）

需维修时请将仪器送到C. A或指定的经销商

15 订购

C. A 6470N 接地电阻 / 土壤电阻率测试仪 P01. 1265. 03

随仪器附:

- 1 x 电源适配器 (含电源线) - 电池充电使用,
- 1 x 数据导出软件 (含 光口/USB通讯线)
- 1 x 用户手册光盘 (五国语言)
- 5 x 快速操作指南 (五国语言各一)
- 5 x 说明标签 (五国语言各一)

15.1 选购附件

■ 100m 接地电阻测试工具包套件 P01. 1020. 24

内含:

- 4 x T型辅助地桩
- 4 x 电线卷盘 (红色, 蓝色, 绿色各100米及黑色30米)
- 1 x 绿色电线卷盘 (10米)
- 1 x 榔头
- 5 x 转接头, 铲形接线片/4mm口径香蕉插头
- 1 x 搭配C. A 6470N使用的便携包

■ 150m 接地电阻测试工具包套件 P01. 1020. 25

内含:

- 4 x T型地桩,
- 4 x 电线卷盘 (红色, 蓝色各150米, 绿色100米及黑色30米)
- 1 x 绿色电线卷盘 (10米)
- 1 x 榔头
- 5 x 转接头, 铲形接线片/4mm口径香蕉插头
- 1 x 搭配C. A 6470N使用的便携包

■ C. A 647x 连续性 (导通性) 测量工具 P01. 1020. 37

内含:

- 4 x 1.5米, 带有4mm口径香蕉插头的测量导线
- 4 x 鳄鱼夹
- 2 x 测试探头

■ 车用充电器 P01. 1020. 36

DC/DC 18V/1.5A 适配器 + 连接线

■ Dataview 软件 P01. 1020. 58

用于储存及远程控制数据的导出及操作

■ 光纤/RS 通讯导线 P01. 2952. 52

■ GB 电源线 P01. 2952. 53

各种不同类型配件:

- 可依需要自由选择接地测试移的配件 (参见标配列表). 用户可订购特殊配件 (请洽询经销商)

15.2 选购备件

- **电源适配器** P01. 1020. 35
AC/DC 18V/1. 5A 适配器 + 连接线
- **可充电电池：9. 6V-3. 5AH (Ni-MH)** P01. 2960. 21
- **保险丝10 F 0. 63A, 250V, 5x20mm, 1. 5kA** AT0094
- **光纤/USB 通讯导线** HX0056-Z
- **背包** P01. 2980. 67

各种不同类型配件：

- 接地测试仪配件组：请参见标配列表或是询问您的经销商



DEUTSCHLAND - Chauvin Arnoux GmbH

Straßburger Str. 34 - 77694 Kehl / Rhein
Tel: (07851) 99 26-0 - Fax : (07851) 99 26-60

ESPAÑA - Chauvin Arnoux Ibérica S.A.

C/ Roger de Flor N° 293, Planta 1- 08025 Barcelona
Tel: 902 20 22 26 - Fax: 934 59 14 43

ITALIA - Amra SpA

Via Sant'Ambrogio, 23/25 - 20050 Bareggia di Macherio (MI)
Tel: 039 245 75 45 - Fax: 039 481 561

ÖSTERREICH - Chauvin Arnoux Ges.m.b.H

Slamastrasse 29/3 - 1230 Wien
Tel: 01 61 61 961-0 - Fax: 01 61 61 961-61

SCANDINAVIA - CA Mätssystem AB

Box 4501 - SE 18304 TÄBY
Tel: +46 8 50 52 68 00 - Fax: +46 8 50 52 68 10

SCHWEIZ - Chauvin Arnoux AG

Einsiedlerstraße 535 - 8810 Horgen
Tel: 044 727 75 55 - Fax: 044 727 75 56

UNITED KINGDOM - Chauvin Arnoux Ltd

Waldeck House - Waldeck Road - Maidenhead SL6 8BR
Tel: 01628 788 888 - Fax: 01628 628 099

MIDDLE EAST - Chauvin Arnoux Middle East

P.O. BOX 60-154 - 1241 2020 JAL EL DIB (Beirut) - LEBANON
Tel: (01) 89 04 25 - Fax: (01) 89 04 24

CHINA - Shanghai Pu-Jiang - Enerdis Instruments Co. Ltd

3 F, 3 rd Building - N° 381 Xiang De Road - 200081 SHANGHAI
Tel: +86 21 65 21 51 96 - Fax: +86 21 65 21 61 07

USA - Chauvin Arnoux Inc - d.b.a AEMC Instruments

200 Foxborough Blvd. - Foxborough - MA 02035
Tel: (508) 698-2115 - Fax: (508) 698-2118

<http://www.chauvin-arnoux.com>

190, rue Championnet - 75876 PARIS Cedex 18 - FRANCE
Tel.: +33 1 44 85 44 85 - Fax: +33 1 46 27 73 89 - info@chauvin-arnoux.fr
Export : Tel.: +33 1 44 85 44 86 - Fax: +33 1 46 27 95 59 - export@chauvin-arnoux.fr