

n 接地电阻测试仪

C.A 6472



中文版

用户手册

 **CHAUVIN®  
ARNOUX**  
CHAUVIN ARNOUX GROUP

感谢您购买 **C.A 6472 接地电阻测试仪**

为得到最佳服务，请：

§ 仔细阅读操作手册。

§ 遵守使用注意事项。

本手册所使用符号的意义。



**注意 - 危险!** 参阅用户手册



USB 插槽



CE 标识表示遵守欧洲规范或符合 EMC 规格。



设备由双重绝缘或加强绝缘完全保护。



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

## 使用前注意事项

使用仪器时务必遵守以下所列注意事项，违规使用仪器可能导致触电、爆炸或火灾。

- § 请勿在超出最大规定电压、电流及测量范围的情况下使用。
- § 请勿超出技术参数内指定的限制下使用本仪器。
- § 遵守仪器使用条件限制：温度、湿度、海拔高度、污染等级以及使用地区（参见 2.1 和 11.1 章节）。
- § 请仅使用随仪器提供的适配器为内置电池充电。
- § 请交由我们指定的技术人员作技术问题解决或校验。
- § 使用前请经常检查导线、盒子和附件处于最佳状况。任一导线、传感器或附件，如果绝缘受损(甚至只是部分受损)，都必须维修或报废。
- § 若环境需要，请使用个人安全保护设备。

### **警告：**

在电气安装设备有缺陷或在一定气候条件（如雷暴、闪电等）下，不同地桩的电气属性可能不一致。在此情况下，操作人员需自行决定是否继续测量或等条件好转后再进行测量。

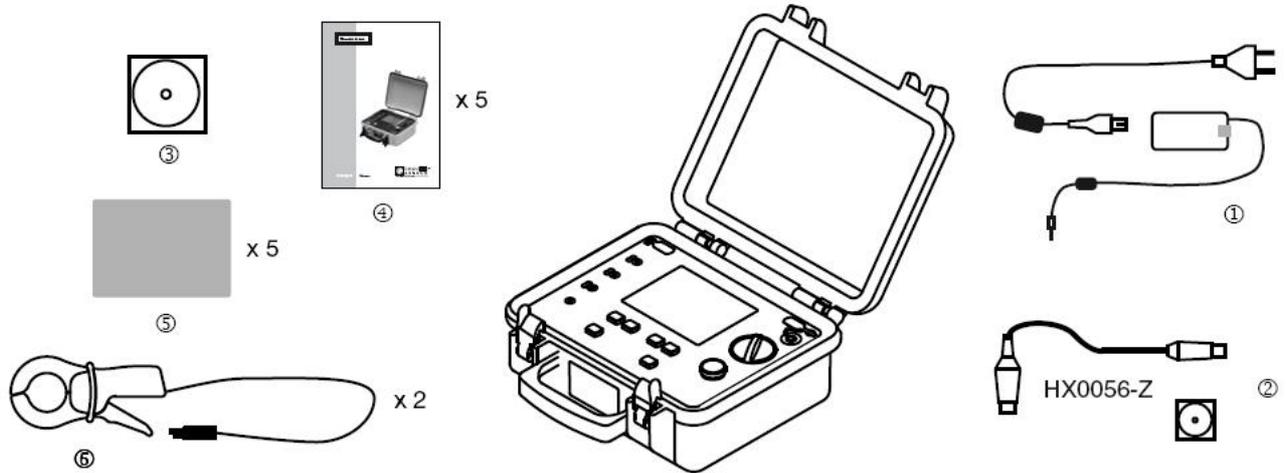
# 目 录

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>1. 开始</b> .....          | <b>5</b>  |
| <b>2. 操作预备</b> .....        | <b>5</b>  |
| 2.1 内件检查.....               | 6         |
| 2.2 附件描述.....               | 6         |
| 2.3 特性标签.....               | 7         |
| <b>3. 使用</b> .....          | <b>7</b>  |
| <b>4. 技术参数</b> .....        | <b>8</b>  |
| 4.1 参考条件.....               | 8         |
| 4.2 环境参数.....               | 8         |
| 4.3 电气特性.....               | 8         |
| 4.4 符合国际标准.....             | 9         |
| 4.5 电气兼容 EMC.....           | 9         |
| 4.6 物理特性.....               | 9         |
| <b>5. 维护和保养</b> .....       | <b>10</b> |
| 5.1 重要建议.....               | 10        |
| 5.2 清洁保护壳.....              | 10        |
| 5.3 校验.....                 | 10        |
| 5.4 维修.....                 | 10        |
| <b>6. 质保</b> .....          | <b>11</b> |
| <b>7. 订购</b> .....          | <b>12</b> |
| 7.1 C.A 6474 电塔接地电阻测量仪..... | 12        |
| 7.2 附件.....                 | 12        |
| 7.3 配件.....                 | 12        |

# 1. 开始

## 1.1. 开箱

检查您所订购产品的配件是否齐全（参见第 14 章节）



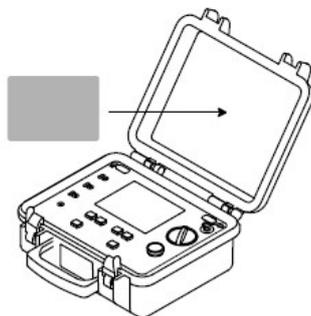
- ① 电源适配器
- ② 数据传输线
- ③ 用户手册光盘
- ④ 五国语言用户手册
- ⑤ 说明标签 (五国语言)
- ⑥ 2 x C182 电流钳

本仪器及其附件在出厂前都进行过全面的机械和电气测试，并采取了所有必要的防护措施以确保用户收货时仪器状态完好。我们建议您拆除包装后进行全面检查以确保运输途中无任何损坏。如有损坏，请及时和您的经销商联系。

使用前请依照第12.3章节的说明给内部电池充电。

## 1.2. 说明标签

从所提供的 5 国语言标签中选取一张本地语言标签，将其粘贴到仪器内部面板上，如下图所示。



## 2. 产品介绍

### 2.1 功能及使用限制

本仪器能检查及测量接地设施的各种电气参数。

仪器由8节1.2V可充电电池供电，带可选的16V或者32V输出，因此对用户不会造成伤害。

在以下条件下，仪器完全符合IEC 61010-1, 61010-2-31 & 32 和IEC61557的安全标准：

- § 最高海拔高度：3,000 m (约 10,000 ft.)
- § 使用场合：室内外均可
- § 最大对地电压：50 V
- § 安装类型：IV
- § 污染等级：2
- § 输入最大微分电压：75 V
- § 最大瞬时电压：250 V (四条输入线任意两条)

在仪器输入 H 端及 E 端之间配有一个快速熔断保险丝(0.63 A, 250 V, 5 x 20 mm, 1.5 kA. )，如输入电压超过42 V，显示屏顶部将会出现⚠告警符

### 2.2 面板

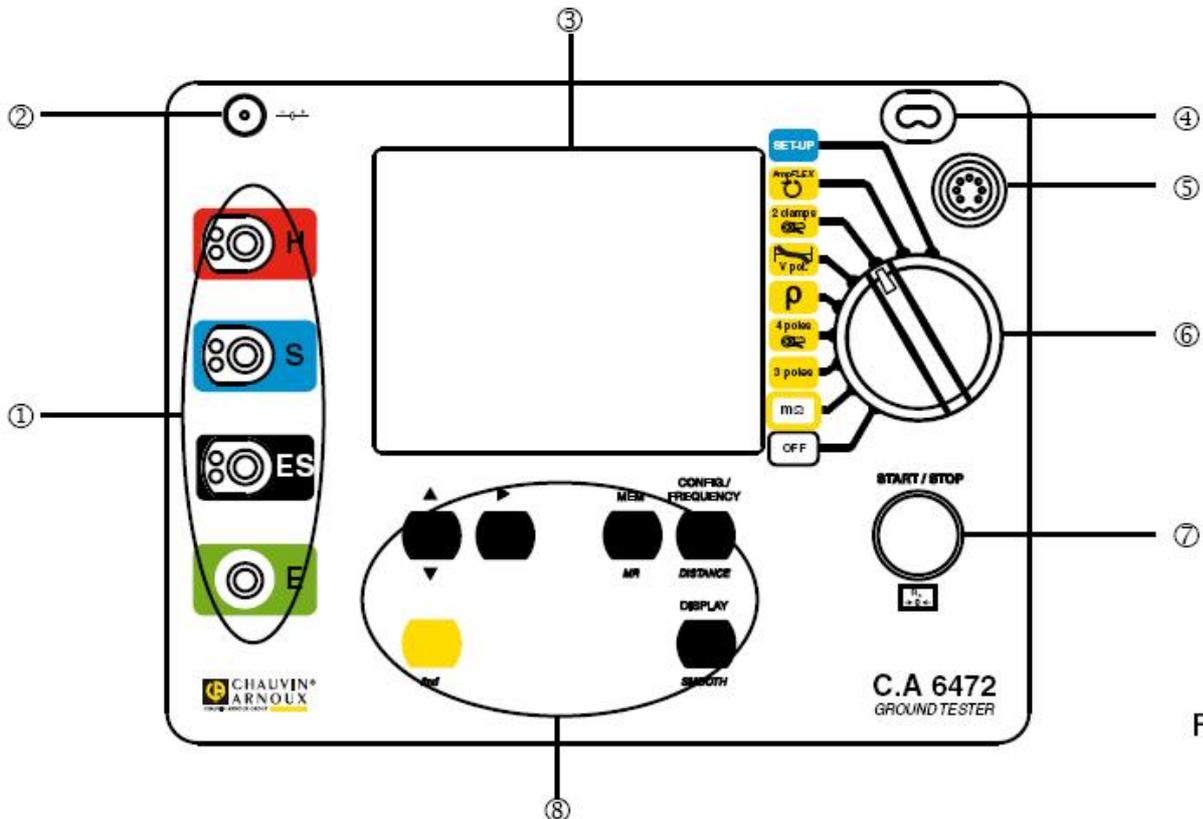


Fig. 1

- ① 四个端口 H（辅助电极）、S（探头）、ES（接地探头）和 E（接地电极）可通过导线连接至测试目标、接地电极或电流钳上，所有端口使用 4mm 直径的香蕉插头；端口 H 和 ES 也可以接电流钳专用插头，端口 S 采用屏蔽导线。
- ② 电源接口（参见第 12.3 章节）
- ③ 显示屏（参见第 2.3 章节）
- ④ 连至 PC 的光学接口，可使用 RS232 或 USB 导线（参见第 10 章节）
- ⑤ 连接端口，采用特殊导线与 C.A 6474 铁塔电阻测试仪连接
- ⑥ 旋钮开关，OFF 挡用于关机，其它 8 个位置用于选择 7 种测量功能（参见第 3、4 章节）和设置功能（参见 2.9 和 7 章节）
- ⑦ **START/STOP** 键用于开始或停止测量。对于一些功能，**START** 键可以保持按下(直到大约两秒后听到第二次哔鸣声)以在屏幕上获取更多的显示信息。测量开始后，显示屏会显示  旋转箭头，直到测量完成（AUTO 模式）或手动按停（MANUAL 模式）。  
在 mΩ 测量功能下 **START/STOP** 键有一项额外功能，即当按下 2nd + **START** 组合键时，测量物体或导线的电阻将补偿到 （参见第 3.1 章节）。
- ⑧ 用于操作仪器的 6 个按键。白色字符显示了每个按键的主要功能，黄色字符则显示其第二功能（需同时按下左下方的 2nd 按键）（参见第 2.5 章节）。

## 2.3 屏幕显示

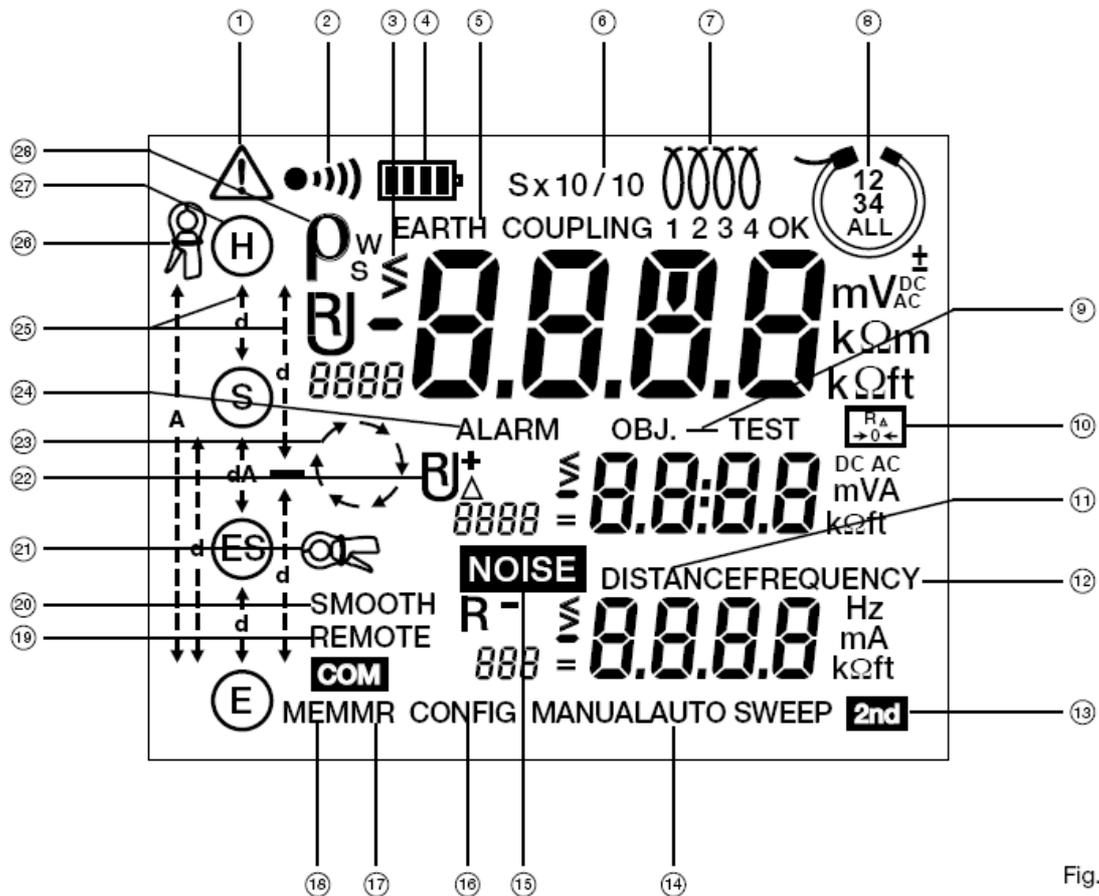


Fig. 2

- 1) 告警符号
  - § 如果在被动测量过程中闪烁, 则表示仪器输入端的电压高于 42V
  - § 如果在主动测量过程中闪烁, 则表示超出了仪器使用范围
  - § 如果在主动测量过程中持续显示, 则表示待测值不稳定 (参考符号 3 所描述)
- 2) 蜂鸣器已开启 (发出哔鸣声)
- 3) > (大于) 或 < (小于) 符号闪烁表示超出了测量范围
  - § 如果此两个符号在被动测量过程中闪烁, 则表示电压、电流值太小超出了仪器使用限制, 因此仪器显示的电阻值 RPASS 非常不可靠。
  - § 如果此两个符号在主动测量过程中闪烁, 则表示待测值变化非常大 (解决办法: 切换到 SMOOTH 模式以测量平滑值)
- 4) 电池电量显示
- 5) 3P 接地测量 (EARTH) 或者表示已选择接地耦合测量
- 6) 铁塔灵敏度显示:  $\times 1/10$ ,  $\times 1$ ,  $\times 10$
- 7) AmpFLEX 柔性电流钳匝数显示 (1 至 4 匝)
- 8) AmpFLEX 电流钳数目 (1 到 4)
  - § 如果 AmpFLEX 电流钳符号闪烁, 表示仪器未连接至铁塔盒或 AmpFLEX 电流钳测量的 ISEL 电流值太小超出了使用限制范围。
- 9) 储存在记忆卡里的 OBJect (目标物) 或 TEST (测量) 序号
- 10) 2P 测量时的导线电阻补偿
- 11) DISTANCE 模式激活, 允许用户输入距离参数
- 12) FREQUENCY 模式用于测试过程中手动配置频率
- 13) 2nd 键激活其它 5 个键以及开始/停止按钮的第二功能
- 14) MANUAL、AUTO 或者 SWEEP 模式已激活
- 15) NOISE 测试中侦测到干扰
- 16) CONFIG 表示设定测量参数模式已激活
- 17) MR (Memory Recall) 表示当前为调出存储的数据模式
- 18) MEM 模式 (存储模式) 激活, 用于保存电流测量结果或提示电流结果已被保存。该符号闪烁时提示用户通过按 MEM 键来保存测量结果
- 19) 仪器处于远程控制模式 (REMOTE)
- 20) SMOOTH 功能
- 21) 电流钳已经或需要连接到 ES。此符号闪烁表示仪器拒绝测量, 因为电流钳没有连接或者所测电流 ISEL 太小超出使用限制范围。
- 22) 测量值 (R、U、I)
- 23)  旋转箭头表示测量正在进行中
- 24) ALARM 报警已激活
- 25) 输入接地极和辅助电极的距离或者接地极之间的距离
- 26) I 钳头应该与 H 端连接。如果此电流钳图标闪烁, 仪器会因为电流钳没有连接好而拒绝测量
- 27) H 端、S 端、ES 端及 E 端符号, 如有一个或多个符号闪烁, 可能是由以下多种原因造成:
  - 接线端未连接或没有正确连接。
  - 如果 H 符号闪烁则可能是电流  $I_{H-E}$  值太小; 如果标志 S 闪烁则可能是电阻 RS 太大以至超过使用限制; 如果 H 和 E 符号一起闪烁 并且仪器中断继续测量, 则有可能是电压和电流太小仪器无法测量, 导致显示连接错误。
- 28) 根据 Wenner 法或者 Schlumberger 法测量到的土壤电阻  $\rho$  ( $\rho W$  或  $\rho S$ )

## 2.4 告警提示

当下列情况发生时将出现告警提示:

- n  $R_H$  值、 $R_S$  值 太高
- n 电流  $I_{H-E}$ ,  $I_{ES}$  或  $I_{SEL}$  太低
- n 测量不稳定性太高

这些测量条件可能导致测量结果不可靠, 将会以如下所示的屏幕显示信息提示操作人员:

| Frequency               | Functions                        | Alarm threshold  | Indication on the display   |
|-------------------------|----------------------------------|--|---|
| $f > 513 \text{ Hz}$    | 3P, 4P, Vpot.                    | $I_{H-E} < 6 \text{ mA}$   |  flashes <sup>(3)</sup>  |
|                         | 4Psel, AmpFLEX                   | $I_{H-E}' < 6 \text{ mA}^{(1)}$  |   |
| $f \leq 513 \text{ Hz}$ | 3P, 4P, $\rho$ , Vpot            | $I_{H-E} < 1 \text{ mA}$   |  flashes   |
|                         | 4Psel, AmpFLEX                   | $I_{H-E}' < 1 \text{ mA}^{(1)}$  |   |
| $f > 513 \text{ Hz}$    | All (except $\rho$ and 2 clamps) | $R_S > 5 \text{ k}\Omega$  |  flashes <sup>(3)</sup>  |
| $f \leq 513 \text{ Hz}$ | All                              | $R_S > 30 \text{ k}\Omega$   |   |
|                         | 4P sel                           | $I_{ES} < 1 \text{ mA}$  |  flashes <sup>(3)</sup><br> flashes   |
|                         | AmpFLEX                          | $I_{SEL} < 10 \text{ mA}$  |  flashes <sup>(3)</sup><br> flashes  |
|                         | All                              | Values measured (U, I, R) unstable, varying by more than 5% of their average value. <sup>(2)</sup> |  fixed <sup>(3)</sup><br> flashes |
|                         | $R_{PASS}$                       | $I_{ES} < 3 \text{ mA}$<br>$I_{SEL} < 30 \text{ mA}$<br>$U_{S-ES} < 10 \text{ mV}$                 |  flashes   |
|                         | $R_{PASS}$                       | $I_{ES} < 0,3 \text{ mA}$<br>$I_{SEL} < 3 \text{ mA}$<br>$U_{S-ES} < 1 \text{ mV}$                 | -.--- (not defined)   |
|                         | All                              | $U_{S-ES}, U_{S-E}, U_{H-E} > 42 \text{ V}$  |  flashes <sup>(3)</sup>  |

- (1)  $I_{H-E}'$ : 电流  $I_{H-E}$  在  $I_{SEL}$  之前测量开始时被测得
- (2) 启用SMOOTH功能时, 此功能将不会激活
- (3)  符号只在主动测量时出现

## 2.5 按键功能

(参见图1)



选择/取消第二功能（在键的下方以斜体字显示）



第一功能: 增加已选参数的数值  
第二功能: 减小已选参数的数值



选择要更改的参数（被选参数闪烁）。在CONFIG组态模式下更改参数



第一功能: 储存测量值（MEM）（参见第5.1章节）  
第二功能: 重读已保存的测量数据（参见第5.2章节）



第一功能: 测量前设置测量参数（CONFIG）或测量过程中设置频率（参见第3和4章节）  
第二功能: 当测量电阻或者电势时，输入距离参数（参见第3.4和3.5章节）



第一功能: 显示进一步结果  
第二功能: 开启/关闭平滑功能（参见第3和4章节）

## 2.6 基本术语

下列为接地测量基本术语的释义：

### 辅助电极 (H)

有测量电流通过的辅助电极。

### 接地导体

连接装置到地极的导体。

### 接地线

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。

### 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。

### 接地电势

参考接地极与接地端之间的电势差。

### 接地探棒 (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（区别于选择性接地电阻）。

### 接地

接地导线的位置（可查阅**参考地极**）。

### 接地系统

所有连接至接地的设备。

### 探棒(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。

### 参考接地

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

### 土壤电阻率( $\rho$ )

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（ $\Omega\text{m}$ ）。

### 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。

### 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。（参考接触电压）

### 辅助电极

一个附加接地电极（地桩，地棒）

### 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（参考跨步电压）

通用的接地电阻测试方法，需要考虑到接地电极、接地连接以及整个接地系统，也取决于所要测试的对象。

## 2.7 专业术语

下列将介绍仪器及屏幕显示所用到的术语及缩写语。

|  |   |
|--|---|
| <b>3 极法:</b>                           | 使用两个辅助地桩来测量接地电阻（三极法）  |
| <b>4 极法:</b>                           | 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）   |
| <b>AmpFLEX:</b>                        | 使用辅助仪器 C.A 6474 和 AmpFLEX（柔性电流钳）进行接地测量（可选）  |
| <b>C<sub>1</sub>:</b>                  | R <sub>A</sub> 与 R <sub>b</sub> 间的接地耦合系数 ( $C_1 = R_C / R_1$ )                    |
| <b>C<sub>2</sub>:</b>                  | R <sub>b</sub> 与 R <sub>A</sub> 间的接地耦合系数 ( $C_2 = R_C / R_2$ )                    |
| <b>d, A:</b>                           | 依据所用测量方法所设置的距离（用于计算电阻）  |
| <b>mΩ:</b>                             | 测量低阻或导通性  |
| <b>E:</b>                              | E端（接地插口；电流测量的返回端）   |
| <b>EARTH:</b>                          | 接地测量（3 或 4 P）   |
| <b>EARTH COUPLING:</b>                 | 两个接地插槽间的耦合性测量   |
| <b>ES:</b>                             | ES 端（测量插槽电势以计算接地电阻）   |
| <b>H:</b>                              | H 端（测量电流输入端口）   |
| <b>I-Act<sup>(1)</sup>:</b>            | 当前仪器端口间的外部电流  |
| <b>I<sub>ES</sub>:</b>                 | 连接到ES端的电流钳测得的电流（使用电流钳进行接地测量（可选））  |
| <b>I<sub>H-E</sub>:</b>                | 在H和E之间测得的电流   |
| <b>I<sub>SEL</sub>:</b>                | 通过 C.A 6474 测得的电流（使用 AmpFLEX进行接地测量（可选））。  |
| <b>NOISE:</b>                          | 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）  |
| <b>R:</b>                              | 由 R+ 和 R- 计算得到的平均电阻   |
| <b>R+:</b>                             | 从H到E的正极电流测得的电阻  |
| <b>R-:</b>                             | 从H到E的负极电流测得的电阻  |
| <b>R-Act<sup>(1)</sup>:</b>            | 当前由 U-Act 和 I-Act 计算得到的电阻值  |
| <b>R<sub>1</sub>:</b>                  | 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） ( $R_1 = R_A + R_C$ )                                 |
| <b>R<sub>2</sub>:</b>                  | 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） ( $R_2 = R_b + R_C$ )                                 |
| <b>R<sub>1-2</sub>:</b>                | 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） ( $R_{1-2} = R_A + R_b$ )                             |
| <b>R<sub>A</sub>:</b>                  | 第一次计算得到的电阻值 ( $R_A = R_1 - R_C$ )   |
| <b>R<sub>b</sub>:</b>                  | 第二次计算得到的电阻值 ( $R_b = R_2 - R_C$ )   |
| <b>R<sub>C</sub>:</b>                  | 接地电阻R <sub>A</sub> 和 R <sub>b</sub> 之间的耦合阻抗 ( $R_C = (R_1 + R_2 - R_{1-2}) / 2$ ) |
| <b>R<sub>E</sub>:</b>                  | 连接至E端的接地电阻  |
| <b>R<sub>H</sub>:</b>                  | 连接至E端的地桩的电阻   |
| <b>R<sub>LOOP</sub>:</b>               | 由“2 clamps”功能测得的接地回路电阻  |
| <b>R<sub>PASS</sub>:</b>               | R-Act的阻抗（PASS代表带有干扰电流的被动测量）   |
| <b>R<sub>S</sub>:</b>                  | 连接至S端的地桩的电阻   |
| <b>R<sub>SEL</sub>:</b>                | 选择性接地电阻（使用电流钳或者AmpFLEX来测量电流）  |
| <b>R<sub>S-ES</sub><sup>(2)</sup>:</b> | 地桩S和ES之间的电阻（用于电阻测量）   |
| <b>R<sub>JO</sub>:</b>                 | 测量导线的补偿电阻   |
| <b>S:</b>                              | S端（用于计算接地电阻的参考电位接口）   |
| <b>U-Act<sup>(1)</sup>:</b>            | 当前仪器端口间的电压值   |
| <b>U<sub>H-E</sub>:</b>                | 端口H和E之间测得的电压  |
| <b>U<sub>OUT</sub>:</b>                | 由仪器产生的端口H和E上的电压（32V 或 16V）  |
| <b>U<sub>S-E</sub>:</b>                | 端口S和E之间测得的电压  |
| <b>U<sub>S-ES</sub>:</b>               | 端口S和ES之间测得的电压   |

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| <b>U<sub>SR</sub>:</b>   | 用户选择频率（出自英文“user”）               |
| <b>U<sub>SrEL</sub>:</b> | （与E比较）S端上的电压是一个相对电压（rEL），数值不带有单位 |
| <b>v pot. :</b>          | 接地电势测量                           |
| <b>P<sub>S</sub>:</b>    | 使用 Schlumberger 方法测得的接地电阻（Ω.m）   |
| <b>P<sub>W</sub>:</b>    | 使用 Wenner 方法测得的接地电阻（Ω.m）         |

（1）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。

（2）此种情况下，用于测量的4个地桩的阻抗显示为R<sub>P-H</sub>, R<sub>P-S</sub>, R<sub>P-ES</sub>, R<sub>P-E</sub>。

## 2.8 操作介绍

### 2.8.1 打开测试仪并检查显示屏

转动旋转开关打开仪器（图1中6所示）。开机检测时，所有的屏幕背光屏幕（图2）都将显示数秒。要执行更全面的检测显示屏情况，可以保持按住DISPLAY键并旋转旋钮至SETUP，此时显示屏将保持全屏显示的状态，直到把旋钮旋至另外其他位置或者按其它按键。

每当选择一项新的测量功能之后，仪器都将自动转到AUTO（自动）模式。

### 2.8.2 按键确认蜂鸣，告警蜂鸣

屏幕上显示标志（默认设置）时，每次按下一个键仪器都将发出短暂的一声蜂鸣声。如果蜂鸣声声音较高且尖，则表示此次按键不允许或无效。这个图标亦表示告警蜂鸣功能已激活。

### 2.8.3 开始测量

当你打开仪器选择一项测量功能，并按下“START”键之后，仪器会自动执行测量（显示AUTO模式）。短时间内仪器将测得并显示一个有效的测量值。如果在开启测量时按住START键多于2秒（以第二声蜂鸣确认），则仪器也会测量辅助电极的电阻（请看3.1章节中有关于不同测量功能的介绍）。

### 2.8.4 检查端口连接

当开启测量时，仪器会自动检查当前的连线状态。如果有连接错误或者没有连接，相应的端口字母符号或者电流钳图标会在屏幕上闪烁，同时你也会听到一声较响的哔鸣声，此时仪器将拒绝测量（参见2.3章节中的标志21、26以及27）。

### 2.8.5 外部干扰

如果仪器测量输入电压时检测到电压值超过 **42V**，屏幕将显示告警符且仪器将不再进行测量。

如果在MANUAL（手动）模式下显示NOISE信息，则表示有外界信号干扰测量。

### 2.8.6 显示测量值

如果测量正确进行，最重要的测量值将以大体字显示，其下显示两个小字体测量数值，并会相应显示测量值名称和对应单元信息。用户可以从左按下DISPLAY键以显示更多测量值。

### 2.8.7 储存测量结果

使用MEM 键可储存测量结果（屏幕显示MEM）。

仪器会自动推荐下一个空闲的存储单元（FrEE），显示存储单元序号和测量序号。用户可使用键在闪烁中的OBJ存储单元序号和TEST序号间选择，使用键来增加或者减小（2nd +）显示数值。OBJ存储单元序号和TEST序号通常分配给当前进行中的测量功能。

已占用的内存位置将以OCC标识。第二次按下MEM键可以存储测量值以及所有相关信息，然后仪器返回至测量模式。

按下MR键（例如，2nd + MEM会显示MR）来查看本测量功能中最近使用的内存单元的内容。这里，用户也可以使用方向键来选择属于该功能OBJ存储单元序号和TEST序号。重复按DISPLAY键可以查看其它已测值。再次按MR键即可退出MR模式（更多内存记忆功能信息请参阅第5章节）。

## 2.9 基本设置

---

按住CONFIG键并将旋转开关旋至SETUP位置主机将显示软件版本号（SOft）以及仪器编号（InSt）。这些信息对校准和维修很重要。



正确的时间和日期对保存测量结果尤为重要，因为仪器保存测量结果的同时也同时保存了测量的时间和日期信息，因此用户需正确设置测量日期。

更多关于SETUP模式的设置描述，请参阅第7章节。

## 3. 自动模式下测量功能

此部分将介绍自动模式下的测量功能，手动测量请参考第4章节，电塔测量请参考第6章节

仪器首先进行可能的干扰检测，如果外部电压超过42 V，屏幕就将显示⚠警告符号。如果测量在AUTO模式下进行且检测到干扰频率，主机将自动寻找与默认128Hz不同的频率。

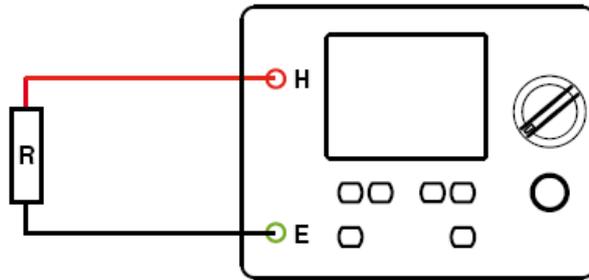
AUTO模式下不可进行SMOOTH测量，必要时仪器会自动平滑测量结果。

对所有测量功能来讲，在长按或者短按START键之后，通过按MEM键可以以OBJ: TEST（存储单元：测量序号）的形式保存显示的测量值。要读取已存的测量结果，在对应测量模式下按2nd+MEM键即可。

### 3.1 直流电流（16V）电阻测量 mΩ

#### 3.1.1 2P 测量法

接线图：



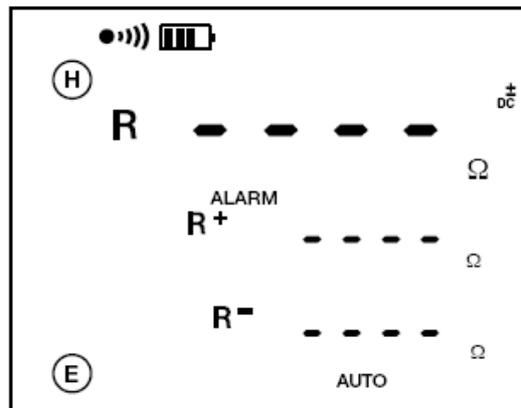
旋转开关： mΩ位置

附件： 2根测量导线

测量范围： 0.12 Ω 到99.9 kΩ，最大测试电压 ± 16 V，最大测试电流 ± 260 mA

测量精度： 10 mΩ

此模式开启后显示画面：



连接测量导线到H端和E端并短按开始键，在自动模式下开始测量。

测量时仪器自动进行极性变换且直流电压不超过 ± 16 V，电阻小于20 Ω 时有一个最小为200mA的测试电流。

测量结束后，总电阻R的平均值会以大字体显示。在此显示数值之下，会显示+DC下测量的R+值和在和-DC下测量的R-值。

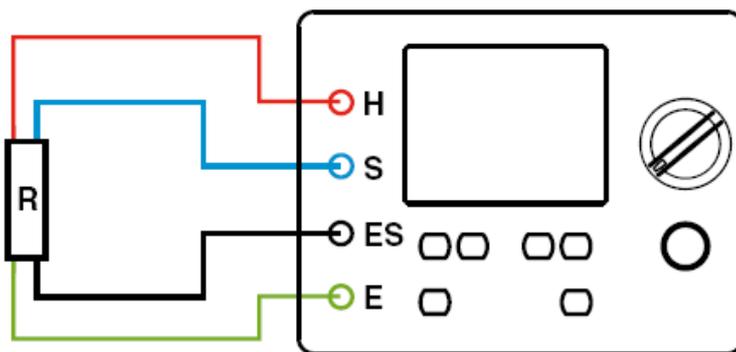
当按下DISPLAY键之后，下面两个显示区将按顺序显示：实际测量的电压、电流值，正极 $U_{H-E}$ 和 $I_{H-E}$ 以及负极 $U_{H-E}$ 和 $I_{H-E}$ 。最后，屏幕将显示H和E端上测得的外部电压U-Act（同时以Hz显示其频率，与 $U_{H-E}$ 类似）。如果R+和R-有明显的不同，用户可以按DISPLAY键来查看在H与E端可能存在的外部电压。

本仪器可以对测量导线电阻或测量设置误差进行补偿，方法如下：短接各个连接点然后按下2nd和START按键（即激活START的第二项功能，）开始测量电阻值。此功能激活时图标将一直在屏幕上在Ω符号下显示。用此方法测得的电阻值被保存在一个特殊的内存区域中，并将它从接下来测得的电阻值中减去。进行电阻测量时，按下DISPLAY按键（此键用于显示多个测量值）后屏幕中央显示的第一个测量值即为已补偿的电阻值（以RΔ0符号标示），然后显示的是正负 $U_{H-E}$ 和 $I_{H-E}$ 值，如前文所述。导线电阻测量补偿最多为5Ω，并且此测量法只在当前用到的2P测量功能中有用。

此测量功能的手动调整详见第4.2和第7章节。

### 3.1.2 4P 测量法

接线图：



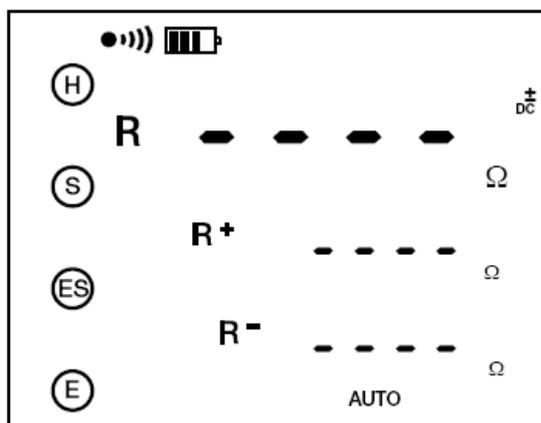
旋转开关： mΩ位置

附件： 4根测量导线

测量范围： 0,020 到 99,99 kΩ，最大测试电压 ± 16 V，最大测试电流 ± 260 mA

测量精度： 1 mΩ

此模式开启后显示画面：



要进行4P测量，请按CONFIG键（此时AUTO字符闪烁），再按一次CONFIG键使H和E字符开始闪烁，然后按下键使H, S, ES和E四个符号一起闪烁，最后再一次按CONFIG键确认选择。

分别连接测量导线至H, S, ES和E端，在自动模式下轻按START键开始测量。测量时仪器自动进行极性变换且直流电压不超过 ± 16 V，电阻小于20Ω时有一个最小为200mA的电流。

测量结束后，总电阻R的平均值会以大字体显示。在此显示数值之下，会显示+DC下测量的R+值和和-D C下测量的R-值。

当按下DISPLAY键之后，下面两个显示区将按顺序显示：实际在钳头上测得的正极电压 $U_{S-ES}$ 值、电流 $I_{H-E}$ 值和负极电压 $U_{S-ES}$ 值、电流 $I_{H-E}$ 值；然后显示U-Act（即在S端和ES端测得的外部电压 $U_{S-ES}$ ）；最后显示在H端和E端测得的外部电压 $U_{H-E}$ 。注意，每种情况中都会以Hz形式显示其频率。如果R+和R-有明显的不同，用户可以按DISPLAY键来查看在S与ES端或H与E端可能存在的外部电压U-Act。

此测量功能的手动调整详见第4.2和第7章节。

### 3.1.3 告警功能

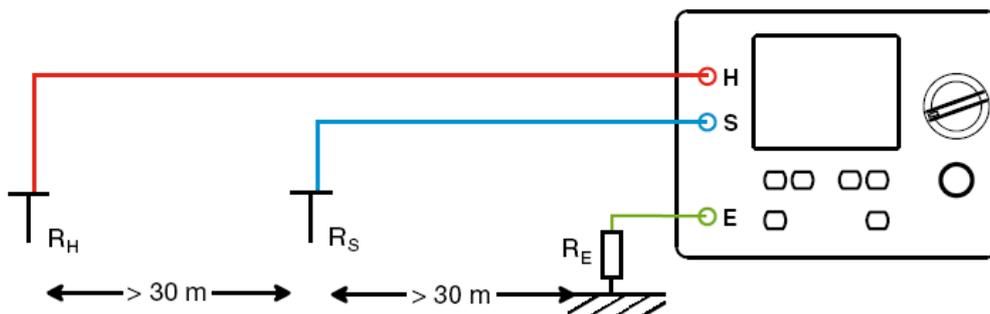
出厂时 2P 法  $m\Omega$  测量功能默认其组态设置（参见第 7.1 章节 SEt dEF）的告警功能已开启（屏幕显示 ALARM 符号），且告警功能只对 2P 法  $m\Omega$  测量功能有效。

电阻测试时如果达到告警条件（默认设置为“ $< 2 \Omega$ ”），ALARM符号将会在屏幕上开始闪烁。并且此时如果蜂鸣器已开启（屏幕显示 图标）仪器就会发出哔鸣声。

告警阈值可以在SETUP功能下设置（参见第7.2章节的ALARM和bEEP）。

## 3.2 交流 3 极法(16/32 v)接地电阻测量

接线图：



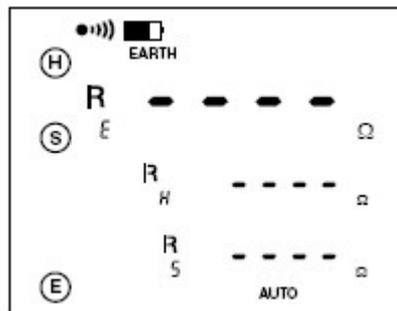
旋转开关：“3 poles”位置

所需附件：3根测量导线，2个辅助地桩

测量范围：0,09 $\Omega$  到99,9 k $\Omega$ ，最大测试电压16V或32V（频率为128Hz）

测量精度：10 m $\Omega$

此模式打开后显示画面：



电极  $R_H$  和  $R_S$  的间隔距离至少为30m（约100 ft.），这样电极周围的电势才不会交叉影响。连接测量导线至H、S及E端口。为避免测量结果受到影响，应始终将导线电缆抽出其卷轴并且保证导线的间距尽量远。

短按START在自动模式下开始测量。预设置下，测量将会在128Hz的交流电流下进行。

测量结束后，接地电阻  $R_E$  值将会以大数据体显示。在这之下分别显示  $U_{S-E}$  和  $I_{H-E}$ 。按DISPLAY键可以查看显示在顶部的U-Act和其下方的  $U_{S-E}$  和  $U_{H-E}$  以及它们的频率。

如果长按START键开始测量（听到第二声哔鸣声以确认），显示屏上在接地电阻  $R_E$  的下方会显示辅助电极  $R_H$  和  $R_S$  的电阻值。按DISPLAY键可以继续查看电压  $U_{H-E}$  及其频率，电压  $U_{S-E}$  和电流  $I_{H-E}$ ，另有外部电压  $U_{S-E}$  和  $U_{H-E}$  以及它们的频率。

如果测量条件不满足要求，或者键START按得太轻，仪器可能拒绝测量，并显示信息“R HIGH PUSH LoNG”。此情况下，你必须长按START以开启测量。

### 转换测量电压

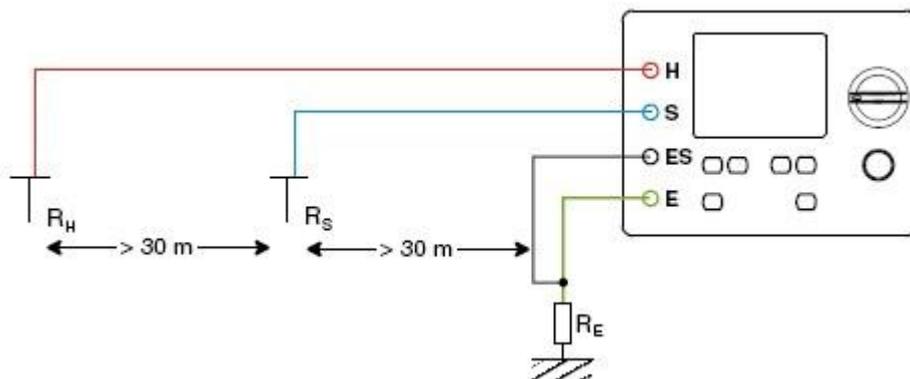
如有需要，可在自动模式下转换电压值32V或16V，操作方式如下：按下CONFIG键自动模式会闪烁，再按一次使测量电压字样开始闪烁。之后按▶键在16或32 V之间转换电压。再按CONFIG键返回开始页面即可使用已选择的电压来自动测量。此设置适用于所有测量功能，输出电压可以改变且该设置被保存在仪器中。

此测量功能的手动调节在第4.3章节（接地耦合），第4.8章节（扫描模式）和第7章节中有详细描述。

### 3.3 4 极法交流电接地测量 (16/32 v)

#### 3.3.1. 无电流钳接地测量

接线图：



旋转开关：旋  
“4P”位置

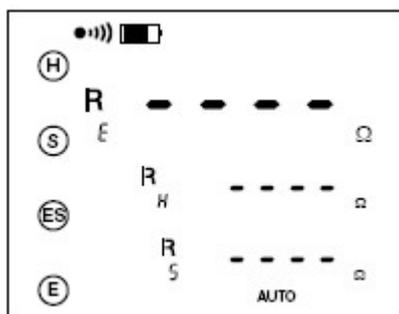
至

所需附件： 4根测量导线， 2个辅助电极

测量范围： 0.011 Ω 到 99.99 kΩ， 最大测试电压16 或 32 V， 128 Hz

测量精度： 1 mΩ

此模式打开后显示画面：



此功能非常适合较小的接地电阻测量。

电极  $R_H$  和  $R_S$  的的间隔距离至少为30m（约100 ft.），这样电极周围电势才不会交叉影响。为避免互感效应和失真，应始终将导线电缆抽出其卷轴并且保证导线的间距尽量远。连接测量导线至端口 H, S, ES 和 E

自动模式下短按START键开始测量。预设置下，测量将会在128Hz的交流电流下进行。

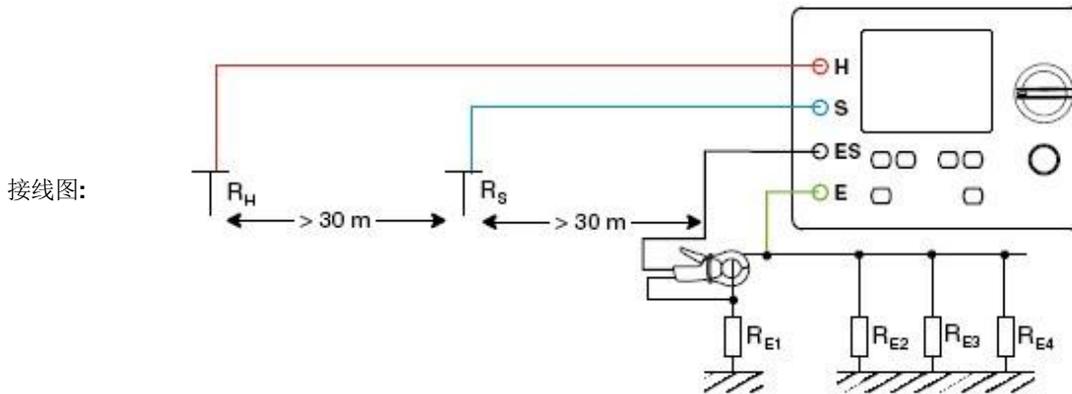
当测量结束后，接地电阻  $R_E$  将会以大数据形式显示，在此之下，会显示  $U_{S-E}$  和  $I_{H-E}$ 。按DISPLAY键能在显示屏上较低位置查看到外部电压  $U_{S-E}$  和  $U_{H-E}$  以及它们的频率

如果长按START键开始测量（听到第二次嘟声以确认）。在接地电阻  $R_E$  的下方，屏幕会显示辅助电极的阻抗  $R_H$  和  $R_S$ 。按下DISPLAY可以查看电压  $U_{H-E}$  及其频率，电压  $U_{S-E}$  和电流  $I_{H-E}$ ，另有外部电压  $U_{S-E}$  和  $U_{H-E}$  以及它们的频率。

如果测量条件不满足，或者键START按的不到位，仪器有可能拒绝测量，显示屏会显示错误信息“R HIGH PUSH LOng”。此情况下，你必须长按START键进行测量。

要改变测量电压，请按第3.2章节的描述步骤操作。测量的手动调节在第4.4章节（接地测量）、第4.8章节（扫描模式）以及第7章节中有详细描述。

### 3.3.2. 有选择性的4P接地测量（单钳法）



旋转开关:

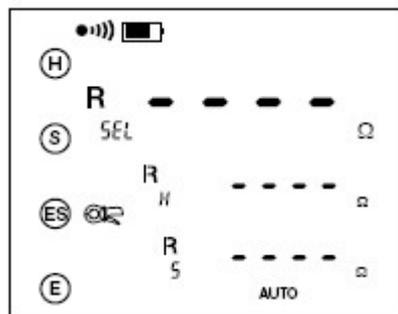
“4P”档（有一个电流钳符号）

旋至

所需附件：4根测量导线，2个辅助电极，C182 或MN82电流钳

测量范围：0.011 Ω 到 99.99 kΩ，最大测试电压16 或 32 V，128 Hz

此模式打开后显示画面:



此类有选择性的接地测量需使用C182 或MN82电流钳， C182电流钳测量较精确（参见第11.2.8章节）且能承受更大的电流（最大40 A），还能连接直径更大的测量对象，而MN82只适用于电流小于10 A 且测量对象直径小于20 mm (约0.78 in.)的测量。请在两个电流钳中选择一种使用。它们的线圈数和测量特性都适用于 C.A 6472。.

将电流钳插入到标有钳夹符号的端口ES中。仪器将会自动识别此连接。电极  $R_H$  和  $R_S$  的间隔距离至少为30m（约100 ft.），这样电极周围的电势才不会交叉影响。为避免影响测量结果，应始终将导线电缆抽出其卷轴并且保证导线的间距尽量远。连接测量导线至端口H、S、以及E，且用电缆和合适的钳夹连接电流钳插口至接地系统。注意到连接至辅助电极H的的导线不应该离电流钳太近，以避免电磁效应的影响（特别在使用MN82型钳时）。

在自动模式下，闭合上测量接地系统支路的钳夹（例如上述连接图中的  $R_{E1}$ ），同时短按START键来开始测量。在预设置下，选择性接地测量同样可在128Hz的交流电流下进行。

测量结束后，选择性电阻  $R_{E1}$  将在屏幕上RSEL位置显示出来。在这之下显示电压  $U_{S-ES}$  和电流  $I_{ES}$ 。按DISPLAY键可以查看显示在顶部的R-Act，而其下方显示的被动测量电阻  $R_{PASS}$  将由  $U_{S-ES}$  和  $I_{ES}$  计算得到。重复按DISPLAY键可以查看显示在顶部的  $U_{S-ES}$  及其频率，跟着是U-Act和其下的  $U_{H-E}$  及频率，最后是I-Act和其下的  $I_{ES}$  及频率。

然后闭合上测量接地系统其它支路的钳夹，  $R_{E2}$ ,  $R_{E3}$  等参数将分别测量得到。

如果你通过长按START键来开始测量（听到第二次嘟声以确认），辅助电极的电阻 $R_H$ 和 $R_S$ 将会在选择性接地电阻 $R_{SEL}$ 下显示。重复按DISPLAY可以查看以下参数：

- n 电压 $U_{H-E}$ 及其频率
- n 电压 $U_{S-ES}$ 及电流 $I_{ES}$
- n 电压 $U_{H-E}$ 及电流 $I_{H-E}$

在下方还显示其他参数：

- n R-Act, 被动测量电阻 $R_{PASS}$
- n U-Act, 外部电压  $U_{S-ES}$  及其频率
- n U-Act, 外部电压  $U_{H-E}$  及其频率
- n I-Act, 外部电流 $I_{ES}$  及其频率

如果测量条件不满足，或者键START按的不到位，仪器有可能拒绝测量，显示屏会显示错误信息“R HIGH PUSH LOnG”。这种情况下，你必须长按START键进行测量。

要改变测量电压，请按3.2章节的描述步骤操作。测量的手动调试在第4.4章节（接地测量）、第4.8（扫描模式）以及7中章节有详细描述。

### 3.4 土壤电阻率测量 $\rho$

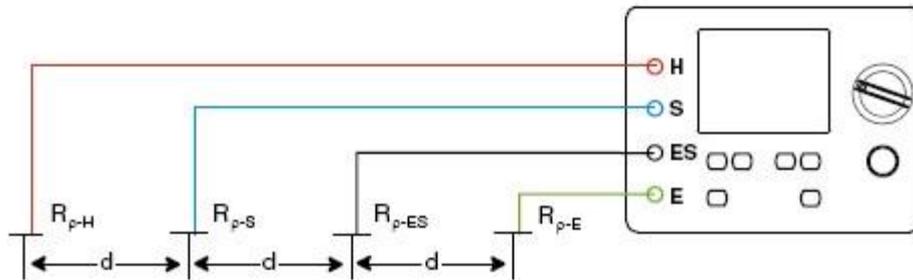
对于突然电阻测量，可在Wenner和Schlumberger两种方法中选择。预设国际上通用的Wenner法（32V，128Hz）。当仪器关闭之后，最近一次选用的测量方法以及测量电压将被保存在内存中以备后用。两种方法的区别仅在于测量电极的位置不同。如果想在测量时改变距离，那么推荐使用Schlumberger法，因为它只需要移动同一直线上的两个电极而已。

通过记录不同距离 $d$ 的电阻，覆盖不同类型的地层，采用16V或者32V电压，频率低于128Hz，那样用户可以得到一个地阻概况，这对于地质研究、矿藏探测、水文学都非常有用。

更多相关信息和手动设置步骤可参见第3.5章节，有关测量存储的信息可参见第5章节。

#### 3.4.1 温奈法(Wenner)

接线图：

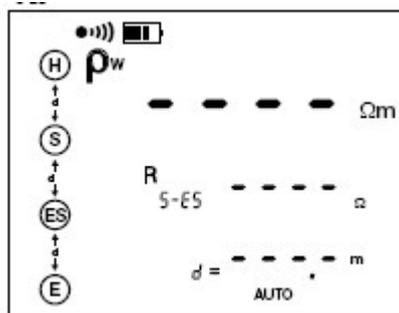


旋转开关：旋至“ $\rho$ ”档（地阻测量）

所需附件：4根测量导线，4个接地极

测量范围：0.011  $\Omega$  到 99.9 k $\Omega$ ，最大测试电压16 或 32 V，128 Hz

此模式打开后显示画面：



将这4个电极插入地下，水平上保持一直线间隔距离为d，地下深度不超过1/3 d，4个电极都连至仪器。为确保地面的阻抗为可靠值，d的数值不小于2米（6.5ft.）。间隔距离越大，电极插入的越深，那么测量得到的值就越好。

对于一般地表，相距d的值超过30米（将近100ft.）所测得的最终结果都不会有明显改变。埋藏在地下的金属物（铁轨、管道等）或者水脉将极大的影响某一方向上的阻抗。鉴于此，在完成第一次测量之后，应该合理的采取改变电极排列形状90°，以检测是否有方向上的影响因素。另外，用户还必须改变距离d来确保地阻测量不受当地环境的影响。

自动模式下短按START开始测量。预设置下，测量将会在128Hz的交流电流下进行。

测量结束后，介于端口S和ES之间的电阻 $R_{S-ES}$ 将在屏幕中央显示，在此之下距离d参数也会显示。按DISPLAY键， $U_{S-ES}$ 将在中间显示，在此之下显示 $I_{H-E}$ 。再一次按DISPLAY查看外部电压 $U_{S-ES}$ 和 $U_{H-E}$ 以及它们的频率。

如果长按START键开始测量（听到第二声嘟声以确认），显示屏将显示电阻r以及其下的电阻 $R_{S-ES}$ 和距离d。按DISPLAY可以依次查看以下参数：

- n 电压  $U_{H-E}$  及其频率
- n 电阻  $R_{F-E}$  和  $R_{F-H}$
- n 电阻 $R_{r-ES}$  和 $R_{r-S}$
- n 电压  $U_{S-ES}$  和电流 $I_{H-E}$

以及在下方和U-Act一起显示的：

- n 外部电压 $U_{S-ES}$  及其频率
- n 外部电压 $U_{H-E}$  及其频率

如果测量条件不满足，或者键START按的不到位，仪器有可能拒绝测量，显示屏会显示错误信息“R HIGH PUSH LOng”。这种情况下，你必须长按START键进行测量。

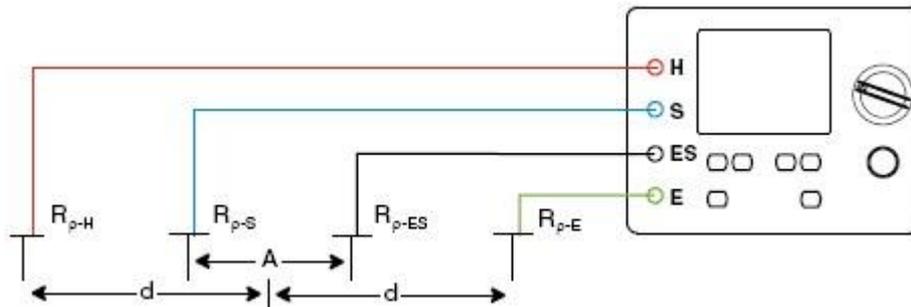
为了获得电阻值，你必须通过组合键2nd + CONFIG来激活第二功能DISTANCE。这可以在测量完成前后设置。首先显示d = ---会开始闪烁。你可以通过按▲▼键，在100m范围内逐步的增加d的大小，也可以通过2nd + ▲▼键来减小它。然后按来选▶中十位数位置并输入一个数值。当再次按下▶键，个位和十位数字都开始闪烁。使用▲▼键可以0.1的倍频（对于d < 100.0 m），或者以1倍频（对于d > 100.0 m）提高或降低这一参数。再次按下DISTANCE（2nd + CONFIG）或者DISPLAY键可以退出输入距离参数的模式。使用SETUP功能可以改变仪器中的距离参数d的单位（从m至ft.）（参见第7章节）。测得的电阻将以 $\Omega ft.$ 的形式显示。

接下来你将会看到显示在顶部位置的被测电阻 $I_W$ 数值（ $\rho_w = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot R_{S-ES}$ ）。在此之下可根据需要，短按或长按START键查看上述的各参数值。

不同距离d下保存一系列测量结果的详细方法可参见第5章节。要改变测量电压，可按照第3.2章节中的描述步骤。测量功能的手动调节在第4.5章节中有详细描述。

### 3.4.2. 施卜兰吉法 (Schlumberger)

接线图:

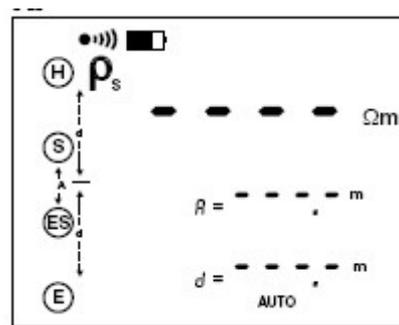


旋转开关: 旋至“ $\rho$ ”档 (地阻率测量)

所需附件: 4根测量导线, 4个接地极

测量范围: 0.011  $\Omega$  到 99.9 k $\Omega$ , 最大测试电压16 或 32 V, 128 Hz

此模式打开后显示画面:



预设置下, 仪器使用温奈排列法 **Wenner**。现在要转换到施卜兰吉排列法 **Schlumberger**, 步骤如下:

按 **CONFIG** 键 (AUTO 模式开始闪烁), 再次按下 **CONFIG** 键  $\rho_w$  开始闪烁。按  $\blacktriangleright$  键转换到  $\rho_s$  下, 再次按下 **CONFIG** 键可以在 32V 和 16V 之间改变测量电压  $U_{OUT}$ 。再次按下 **CONFIG** 键返回至初始界面。采用施卜兰吉排列法, 你可以在 32V 或者 16V 下执行 AUTO 测量。这些设置在仪器关闭后依然保留。

将电极 **S** 和 **ES** 插入到地下, 互相保持一个距离 **A**。将电极 **H** 和 **E** 插入到地下保持一直线, 各自离 **A** 的中央 **d** 的距离。它们应该深入到地下不超过  $1/3d$  处。将它们与仪器相连接。其它方面可参考温奈排列法 **Wenner** 的有关规定和建议 (参见 3.4.1 章节); 两种测量方法的区别在于电极摆放位置和  $\rho$  的计算公式的不同。

在自动模式下, 短按 **START** 键开始测量。预设置下, 测量将会在 128Hz 的交流电流下进行。

当测量结束后, 介于 **S** 和 **ES** 之间的电阻  $R_{S-ES}$  将出现在屏幕的中央, 在这之下是距离 **d**。再次按下 **DISPLAY** 键可以查看  $U_{S-ES}$  以及  $I_{H-E}$ 。紧接着是外部电压  $U_{S-ES}$  和  $U_{H-E}$  以及它们的频率。

如果长按 **START** 键开始测量 (听到第二声嘟声确认), 显示器将显示电阻  $\rho$  和在这之下的电阻  $R_{S-ES}$  以及距离 **d**。按 **DISPLAY** 键可以依次查看对应参数:

- n 距离 **A** 和 **d**
- n 电压  $U_{H-E}$  及其频率
- n 电阻  $R_{r-E}$  和  $R_{r-H}$
- n 电阻  $R_{r-ES}$  和  $R_{r-S}$
- n 电压  $U_{S-ES}$  和 电流  $I_{H-E}$

以及在下方面和 **U-Act** 一起显示:

- n 外部电压  $U_{S-ES}$  及其频率
- n 外部电压  $U_{H-E}$  及其频率

如果测量条件不满足，或者键START按的不到位，仪器有可能拒绝测量，显示屏会显示错误信息“R HIGH PUSH LOnG”。这种情况下，你必须长按START键进行测量。

为了获得电阻值，你必须通过组合键2nd + CONFIG来激活第二功能DISTANCE。这可以在测量完成前后设置。首先显示距离A和其下的d ---开始闪烁。按照温奈排列法的步骤描述输入这些参数值。当你输入完最后一个d的数位后，按▶键跳至A的第一个数位。

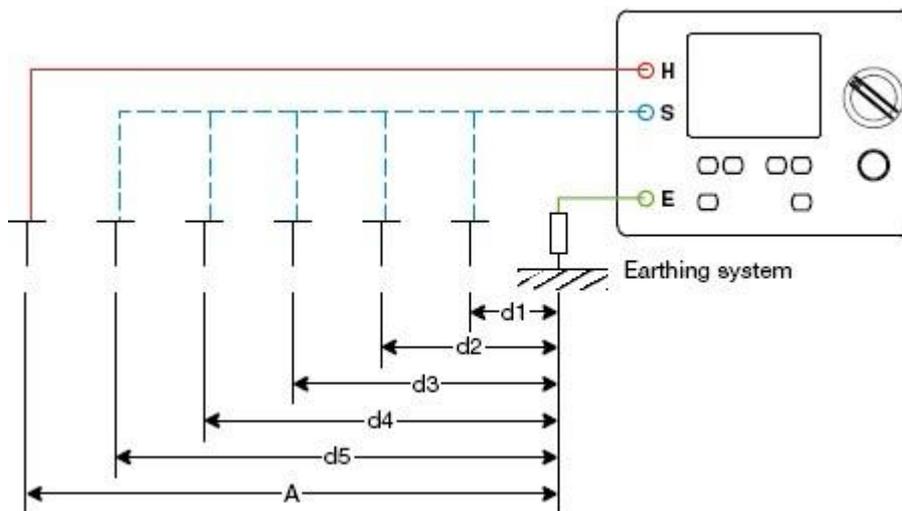
在显示屏顶端你将看到被测参数的  $\rho_s$  数值。在这之下，根据长按或是短按START键，都能查看到之前描述的各参数。

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

不同距离d下保存一系列测量结果的详细方法可参见第5章节。要改变测量电压，可参照第3.2章节中的描述步骤。测量功能的手动调节在第4.5章节中有详细描述。

### 3.5 电位测量 (v POT)

接线图:

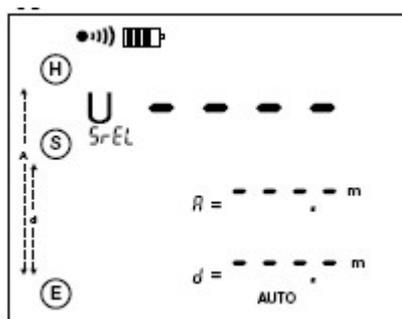


旋转开关: 旋至“V”档（带有电势曲线标示）

所需附件: 3根测量导线，2个辅助电极

测量范围: US-E: 0.01 mV至32 V，最大测试电压16 或 32 V，128 Hz

此模式打开后显示画面:



电位测量的步骤与3极法接地测量类似。不同之处在于关注对象不同，电势测量专注于改变S探头和电极E之间的距离，由此测量得到的是相对电压  $U_{SrEL}$ ，而3极测量专注于电阻。相对电位  $U_{SrEL}$  是电极上的电压  $U_{S-E}$  和总电压  $U_{H-E}$  的比值。因此这个

值是一个在0~1之间的小数。当用户进行了一系列在不同距离d下的测量以后，可以得到邻近电极的电压曲线。在配套软件的帮助下，测量所得数据能被上传至电脑PC并通过处理以图形的方式显示（参见第10章节）。

自动模式下，短按START键可以开始测量。预设置下，测量将在128Hz的交流电流下进行。

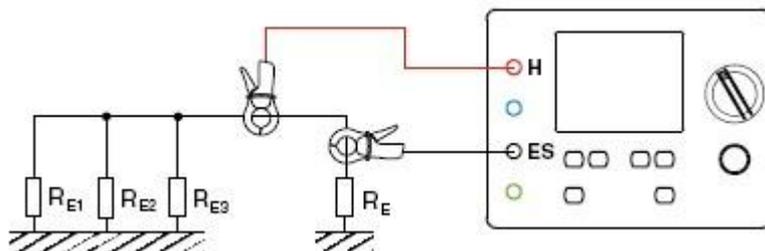
当测量结束后，相对电压 $U_{SrEL}$ 将出现在屏幕上，在这之下是距离A和d。按下DISPLAY键可以查看 $U_{H-E}$ 及其频率。再次按下DISPLAY键可以查看电压 $U_{S-E}$ 以及电阻 $R_E$ 和电流 $I_{H-E}$ 。紧接着是外部电压 $U_{S-E}$ 和 $U_{H-E}$ 及它们的频率。

如果你按住START键不放，在显示外部电压之前会先显示辅助电极RH和RS的电阻值。

更多有关不同距离d下测量存储的操作可参见第5章节。要改变测量电压，可参照3.2章节中描述的步骤。测量功能的手动调节在第4.6章节中有描述。

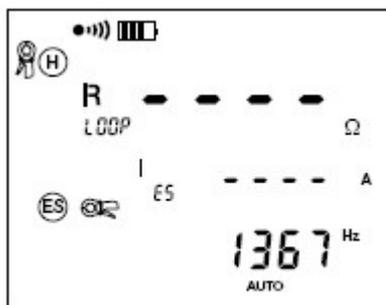
### 3.6 双钳法接地测量

接线图:



- 旋转开关：旋至“2 clamps”档（有钳夹的标志）
- 所需附件：2个电流钳C182或者MN82
- 测量范围： $R_{LOOP}$ :0.20至500  $\Omega$ ，测量电压32 V，1367 Hz

此模式打开后显示画面:



在此无需地桩的电阻测量步骤中，某一频率确定的信号（预设值1367 Hz）通过连接至H的电流钳注入到测量回路中，另一个连接至ES的电流钳则测量回路中的电流。这样就可以通过公式计算回路电阻了 $R_{LOOP} = R_E + (R_{E1} // R_{E2} // R_{E3})$ 。

当实施此测量时，只需用到电流钳C182或者MN82。它们的线圈数和测量特点适用于C.A 6472测试仪（参见第3.3.2章节中的有关钳夹的描述）。另外，在钳夹之间保持以下的最小距离可以避免“发送”和“接受”之间的电磁效应。

| Measured value<br>( $\Omega$ ) | Minimum distance (m (in)) |             |
|--------------------------------|---------------------------|-------------|
|                                | MN82                      | C182        |
| 0 - 1                          | 0,1 (4")                  | 0           |
| 1 - 5                          | 0,4 (15.7")               | 0,1 (4")    |
| 5 - 10                         | 0,5 (19.7")               | 0,2 (7.9")  |
| 10 - 50                        | 0,7 (27.5")               | 0,3 (11.8") |
| 50 - 100                       | 0,9 (35.4")               | 0,5 (19.7") |
| 100 - 500                      | 1,2 (47.2")               | 0,5 (19.7") |

此处长按或者短按START键没有区别。当测量在自动模式下完成时，显示屏会在顶部显示 $R_{LOOP}$ ，在中间显示 $I_{ES}$ 以及在底部显示频率值。按DISPLAY可以查看电流 $I_{Act}$ 及其频率，它是由电流钳ES测得的电流 $I_{ES}$ 和频率。

本测量功能下的手动调节可参见第4.7章节中的描述。

## 4. 手动测量模式

如有需要，第 3.1 至 3.6 章节中所描述的各种测量功能都可以在手动模式下实现。

要实现这样的测量，可按一次 CONFIG 键。“CONFIG”指示符将会出现，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，也可以在 3 极或 4 极接地测量时转为扫描模式（扫描模式在第 4.8 中有描述）。当测试仪在手动模式下时，依据已选的测量功能，重复按 CONFIG 键可以观察并设置各种参数。

如果在手动模式下，“NOISE”指示符出现，表示存在特定频率的信号可能与已选测试频率相干扰。在自动模式下，仪器自动搜寻不同频率；而在手动模式下，用户必须手动操作（参见第 4.1 章节）。在用旋钮选择测量功能和测量过程中，假如存在干扰，“NOISE”指示符将会闪烁不止，直到干扰结束或者用户选择其它频率。在存在干扰的情况下执行测量之后，“NOISE”信息将会伴随着显示结果一直出现。U-Act 或者 I-Act 的当前值将伴随着侦测到的干扰信号闪烁显示。

如果在手动模式下，通过短按或者长按 START/STOP 键开始测量（有旋转箭头显示），则可以再按一次来停止测量。

在手动模式下，组合键 SMOOTH（2nd+DISPLAY）可以平滑测量结果。在显示测量结果之前，可以对它做一个指数平滑处理。当测量结果有很大的波动时，这点很有用。

### 4.1 测量频率的选择和独立频率 USr

通过重复的按 CONFIG 键，您可以使画面中的频率指示符开始闪烁。在所有交流测量功能中，除 2-clamp 测量外，您都可以用  键来设定自己的频率，称为 USr（见下文）。继续按  键，您可以在以下各数值中选择：  
55, 92, 110, 119, 128Hz-然后回到 Usr 频率

当 Usr 频率在画面中显示时，您可以使用   键从以下表格的频率中选择一个（ 增加数值，2nd+ 减小数值）。在地阻测量选择时（Wenner 法和 Schlumberger 法），频率上限为 128Hz。由于这一限制，用户频率的选择或者地阻的测量都受到这一测量功能的限制。其它所有的交流测量功能（除 2—clamp 测量外）使用同样的用户频率。当仪器关闭时，这两个用户频率被记录在内存中。

Table of possible USr frequencies (91 values from 41 Hz to 5078 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  |
| 537  | 549  | 586  | 635  | 659  | 684  | 732  | 781  | 806  | 879  | 952  | 977  | 1025 | 1074 | 1099 | 1172 |
| 1270 | 1318 | 1367 | 1465 | 1563 | 1611 | 1758 | 1904 | 1953 | 2051 | 2148 | 2197 | 2344 | 2539 | 2637 | 2734 |
| 2930 | 3125 | 3223 | 3516 | 3809 | 3906 | 4102 | 4297 | 4395 | 4688 | 5078 |      |      |      |      |      |

The frequencies used in the SWEEP function (see section 4.8) are taken from this table. ↵

### 4.2 mΩ测量功能的手动设置

在手动模式下按 CONFIG 键，可以通过按  键来改变以下参数：  
n 接线端符号 H 和 E 闪烁 → H S E S E 闪烁（四极测试法）  
n H 上的 POS 闪烁 → neg H（接线端 H 极性相反）

在手动模式下，仪器不会在测试过程中自动改变极性。因此您可以决定仪器接线端 H 的电压是+16V、还是-16V。在测量时，可以按 CONFIG 键改变极性。

#### 4.2.1 连续性测量

为了在连续性测量时更快的获得结果，2 极法 mΩ 功能只能测量有一个固定范围。因此电阻测量结果的范围限制为（从 0.5 Ω 到 1.99 kΩ），测试端口限制为接线端 H（测试线必须连接）。这种情况下，即使当前没有测量对象被连接，用户也可以开始测量。

为了执行连续性测量，需要做以下调节：

- n 开启报警功能（报警设置在 SETUP 中，参见第 7.2 章节）
- n 设置报警条件（< 小于）（报警设置在 SETUP，参见第 7.2 章节）
- n 蜂鸣器必须开启（蜂鸣器设置在 SETUP，参见第 7.2 章节）
- n 选择 2 极电阻测量功能
- n 选择手动模式

有关报警功能的描述可以参见第 3.1.3 章节。

## 4.3 3 极接地测量/接地耦合测量的手动设置

### 4.3.1 3 极接地测量

在手动模式下按 CONFIG 键，通过按  $\blacktriangleright$  键可以改变以下参数：

- n EARTH 闪烁  $\rightarrow$  接地耦合
- n 128Hz 闪烁  $\rightarrow$  改变测量频率
- n 测量电压闪烁  $\rightarrow$  在 16V 和 32V 之间变换

在手动模式下您可以选择 3 极接地测量的测量频率和在 16V 和 32V 之间切换测量电压。

### 4.3.2 接地耦合测量

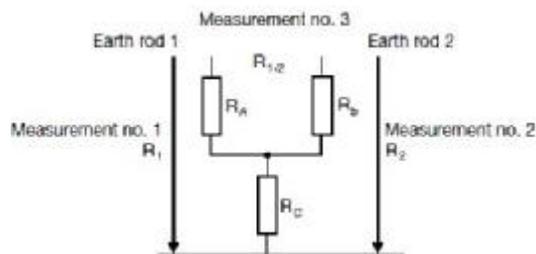
在手动模式下按 CONFIG 键，按  $\blacktriangleright$  键将“接地（EARTH）”功能转换到“接地耦合（EARTH COUPLING）”功能下。步骤如下：

- n 旋转开关选择在 3 poles 档
- n 手动模式下选择一个测量频率以及一个测量电压 16V 或者 32V（参见第 3.2 和 4.1 章节）
- n EARTH COUPLING 1 将会在顶部显示。在第一个接地极进行一个 3P 的测量（ $R_1$  的测量参见下面的接线图）。测量完成后，存储器会闪烁提示保存结果。可按第 2.8.7 章节或者第 5.1 章节中的描述保存结果。步骤一完成。
- n 然后 EARTH COUPLING 2 会在顶部显示。在第二个接地极进行一个 3P 的测量（测量  $R_2$ ）并在同一 OBJ:TEST 中保存结果。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。
- n 然后 EARTH COUPLING 3 会在顶部显示。通过连接 H 和接地极 1，连接 E 和接地极 2，进行一个 2P 的电阻测量。考虑到导线自身电阻影响，在进行实际电阻测量之前，您可以先做一个补偿测量（2nd+START）（参见第 3.1.1 章节）。将 2P 电阻测量值作为第三个量，保存在之前的同一 OBJ:TEST 中。
- n 测量仪器接下来会自动显示 EARTH COUPLING 4，紧跟显示有电阻  $R_C$  和耦合因子  $C_1$  和  $C_2$ 。重复按 DISPLAY 键可以看到电阻  $R_A$  和  $R_b$ ，以及测量电压  $U_{out}$  及其频率。

通过按 2nd+MEM 组合键唤醒存储数据后，首先会看到最近使用的 OBJ:TEST。一般通过按  $\blacktriangleright$  键和  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  键，可以改变它。

在唤醒记忆位置后您会看到一个以 EARTH COUPLING 4 开头的结果 RC。按  $\blacktriangleright$  键选择这个抬头（数字 4 会闪烁），通过按  $\blacktriangle/\blacktriangledown$  键观察其它测量结果（EARTH COUPLING1、2、3）。

接线图：



计算是基于以下公式：

$$\begin{aligned} R_C &= (R_1 + R_2 - R_{1,2})/2 \\ C_1 &= R_C/R_1 \text{ and } C_2 = R_C/R_2 \quad R_A = R_1 - R_C \\ R_b &= R_2 - R_C \end{aligned}$$

键  允许您选择以下频率，比如：Usr, 55, 92, 110, 119, 128Hz 以及 Usr 等等。  
选择用户特定频率参见第 4.1 章节所述。

## 4.4 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：

n128Hz 闪烁       改变测量频率  
n测量电压闪烁    在 16V 和 32V 之间变换

键  允许您选择以下频率，比如：Usr, 55, 92, 110, 119, 128Hz 以及 Usr 等等。  
选择用户特定频率参见第 4.1 章节所述。

## 4.5 电阻测量的手动设置

---

在手动模式下按 CONFIG 键，通过按  键您可以改变以下参数：

n接地闪烁       接地耦合  
n128Hz 闪烁       改变测量频率  
n测量电压闪烁    在 16V 和 32V 之间变换

键  允许您选择以下频率，比如：Usr, 55, 92, 110, 119, 128Hz 以及 Usr 等等。

选择用户特定频率参见第 4.1 章节所述。这测量功能的测量范围为 41Hz~128Hz。

## 4.6 地电位测量的手动设置

---

在手动模式下按 CONFIG 键，通过按  键可以改变以下参数：

n128Hz 闪烁       改变测量频率  
n测量电压闪烁    在 16V 和 32V 之间变换

键  允许您选择以下频率，比如：Usr, 55, 92, 110, 119, 128Hz 以及 Usr 等等。

选择用户特定频率参见第 4.1 章节所述。

## 4.7 2-clamp 测量的手动设置

---

在转至手动模式后（按 CONFIG 键一次，并按  键可从自动模式转换到手动模式），可以改变注入到线路中的电流频率。按 CONFIG 直到 1367Hz 在屏幕较低位置闪烁显示。然后按  键在 3 种频率中选择（1611Hz、1758Hz、1367Hz）。

## 4.8 扫描模式

---

The sweep mode（扫描模式）可用于 3 极和 4 极接地的测量（不使用夹钳或使用选择性钳夹），以及铁塔的测量。可通过按 CONFIG 键，然后再按  键一次来选择进入模式。仪器将为使用固定频率的测量自动建立下一个 OBJ:TEST（参见下表）。按 START 键并按住可开始测量。结果将会自动保存在已选的 OBJ:TEST 中，使用频率作为第三个地址参数。对每个频率来说，一个内存点被存满，这样的记忆存储开销和其他模式下的独立测量是相同的。

当执行扫描测量之后，仪器会转换到手动模式，可通过按 2nd + MEM 唤醒相应频率的各个测量结果。按  键，在显示屏底部选择频率参数一项（数值将会闪烁），并按  键来改变。按 DISPLAY 键可查看在这一频率下的其它测量结果（从 61 Hz 至 5078 Hz，共 14 个数值）。

|    |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |        |
|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 61 | 128 | 220 | 439 | 806 | 1074 | 1758 | 2051 | 2930 | 3516 | 3809 | 4395 | 4688 | 5078.. |
|----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|

这些扫描频率是在工厂中预设的。如有需要，用户可以通过外部配置仪器来改变它们。（参见第 10 章节）

## 5. 存储记忆功能

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。在扫描模式下, 在进行 3 极和 4 极测量, 以及铁塔测量时, 一系列的测量结果被保存在一个 OBJ:TEST 中, 且将它们的频率作为第三个地址参数。

在地电位测量和地阻测量中 (Wenner 和 Schlumberger 两种方法), 手动输入的距离参数  $d$  作为第三个地址参数。在接地耦合测量中, 四个数字 (EARTH COUPLING 1、2、3、4) 作为第三个地址参数。

其它测量都只占用一个 OBJ:TEST, 且无第三个地址参数。

### 5.1 测量的存储

手动或自动模式下, 对于仪器提供的所有七种测量功能来讲, 都可以通过按 MEM 键来保存完整的测量结果。仪器能自动建立一个空闲内存点 (FREE message)。当第二次按 MEM 以后, 测量结果添加上日期和时间并存入测量单元中。如果不打算保存结果, 按 DISPLAY 键离开 MEM 模式。

键  $\blacktriangleright$  和  $\blacktriangle\blacktriangledown$  用于改变 OBJect no. 和 TEST no., 正如第 2.8.7 章节中描述的那样。如果某个记忆位置已被占用, 当选择这一 OBJ:TEST 时, 信息 “OCCupied” 会显示。如果还是按下了 MEM 键, 则记忆位置将被新测量结果覆盖。如果其它所有的测量参数都相同, 那么带有第三个地址  $d$  (距离) 的所有内存点将被覆盖。这些参数包括: 测量功能, 土壤电阻率测试法, 测试电压, 测试频率和距离  $A$  (不包括 Wenner 法)。其他带有第三地址参数的内存位置不能被覆盖。

扫描模式下, 当选择某一测量功能时, 仪器会自动推荐一个 OBJ:TEST 并要求确认它, 或者输入一个不同的空闲地址。只有这样做以后, 才能进入到扫描模式 (参见第 4.8 章节)。测量结果将对应每个频率将被保存在这个 OBJ:TEST 中, 频率作为第三个地址参数。

如果在某一测量系列中地址参数  $d$  变动, 可以使用同一个 OBJ:TEST。对整个系列来说,  $d$  作为第三地址参数。测量前后必须按 DISTANCE 键来输入不同距离  $d$  和  $A$  参数 (如有需要), 在按 MEM 键之前。(也可以以  $d=...$  的形式保存参数值, 但是这样做的话, 当您进行地阻测量时, 参数  $\rho$  的测量结果将无法获得)。只有当您输入距离参数  $d$  作为第三地址参数且使用同一个 OBJ:TEST no. 之后, 才能重写一系列测量中同一距离  $d$  下的存储数据 (如上所述), 或者为新参数  $d$  添加测量结果, 这里同样假定所有其它测量参数都相等 (参见以上部分)。

对接地耦合测量来说 (参见第 4.3.2 章节), 三种必要的测量结果都要保存在同一 OBJ:TESTno. 中 (EARTH COUPLING 1、2、3)。这样仪器就可以用它们来计算结果, 并保存得到 EARTH COUPLING 4。为了保证这一点, 只有在第一次测量结果被保存后, 仪器才允许选择更改下一个要用的 OBJ:TESTno.。当保存下两个测量结果时, 这个序号将无法更改。

### 5.2 测量结果的检索

一旦选择了某项测试功能, 可以使用 MR 键来检索在这一功能下的测量结果。输入存储单元序号和测量序号。按照 2.8.7 中描述按  $\blacktriangleright$  和  $\blacktriangle\blacktriangledown$  键来浏览。当使用键来查看存储单元序号和测量序号时, 只能看到某一特定功能下的测量结果。

如果已经在扫描模式下保存了结果, 那么频率值会以第三地址参数的形式显示在 OBJ:TEST 序号的下方。按  $\blacktriangleright$  和  $\blacktriangle\blacktriangledown$  键可选择不同频率。对于结果依赖于距离的参量, 第三地址参数会是距离参数  $d$ 。接地耦合的测量依赖于接地耦合 1、2、3、4。

一旦选择了一个存储点, 可以按 DISPLAY 键来查看显示在顶部的时间 (Time), 显示在中间的年份 (dAtE), 并以 MM.DD 的形式显示在底部的日期 (月份和天, 各自占两位)。通过重复按 DISPLAY 键, 可以检索跟这一测量相关所有的数据。您将会看到的是一开始测得的  $U$ 、 $I$ 、 $R$  各量, 而非当前外部的  $U$ -Act,  $I$ -Act 和  $R$ -Act。通过再次按 MR 键, 能在任何时候离开检索模式。

不论何种测量功能, SETUP 功能下, 任何已保存在仪器上的测量结果都能被分别检索查看 (参见以下第 5.3 章节和第 7 章节)。

## 5.3 内存清除

---

有两种方式清除内存记忆:

### 5.3.1 完全记忆清除

在SETUP功能下（参见第7章节），当看到以下信息时:



可以按MEM键来查看空闲内存数:



在rAM显示下，将会看到空闲内存点总数。如果重复按MEM键，选项“dEL ALL”将会在闪烁的字符“no”下显示。按▲▼键来把它改成“YES”，按住MEM键（会显示旋转箭头）可清除仪器中的所有512个内存点。

### 5.3.2 部分记忆清除

当上述PUSH信息显示时，不论何种测量功能下，都可以通过按MR键来唤醒所有已被占用的内存点，如前所述。

当某个内存点被显示之后，按MEM键将会导致字符“no”闪烁，然后“dEL”会在OBJ:TEST序号前显示。按▲▼键可以转换到“YES”状态下，按住MEM（显示旋转箭头）来清除这一内存点。

在记忆点带有第三地址参数的情况下，只有带有这一指定参数内存点才会被清除。其它内存点属于这个OBJ:TEST序号的将不受影响，它们必须独立清除。

## 6. 铁塔接地电阻测量

### 6.1 关于 C.A 6474 铁塔测量以及柔性电流钳的描述

#### 6.1.1 前面板描述

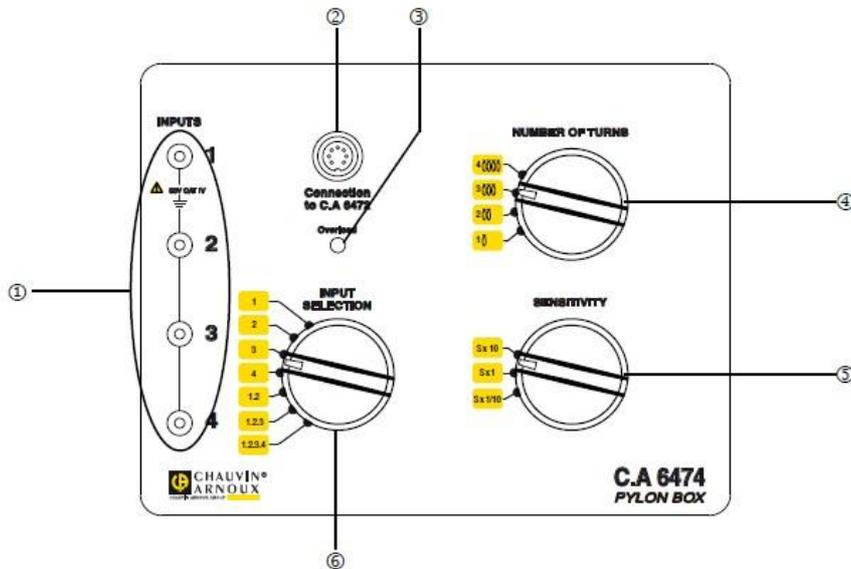


Fig. 3

- 1 输入端口 1 至 4 用于连接 4 个柔性电流钳
- 2 连接端口用于连接 C.A 6472 的适配电缆
- 3 过载提示
- 4 选择开关用于选择电流钳环绕匝数：1、2、3、4
- 5 选择开关用于选择倍频：x1/10, x1 or x10
- 6 输入选择：1、2、3、4、1-2、1-3、1-4

#### 6.1.2 柔性电流钳（AmpFLEX coils）

这些线圈，也即线圈传感器，环绕住被测物并锁环形成一个回路。这些线圈能测量一个闭合回路的电流而不需要与之直接连接。因此它们同一般电流钳类似，但又能测量闭合的、更大的对象。柔性电流钳的长度可以长至 5 米（约 16.4ft），能测量的对象直径（比如铁塔）可至 1.5 米（约 4.9ft）。

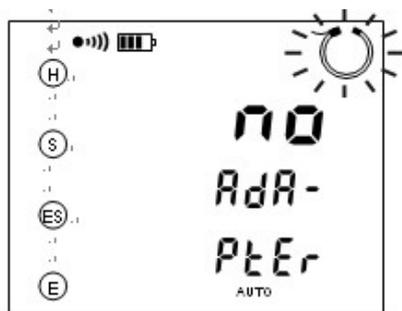
### 6.2 简单操作说明

C.A 6474 铁塔测量仪需与 C.A 6472 测量仪配合使用。通过前面板上适合的接线端（图 1 中的接线端 5 和图 3 中的接线端 2），这两个仪器必须使用一个特殊的适配器来连接。铁塔测试仪没有另设的开关，它通过 C.A 6472 的适配器电缆获得全部的电能。

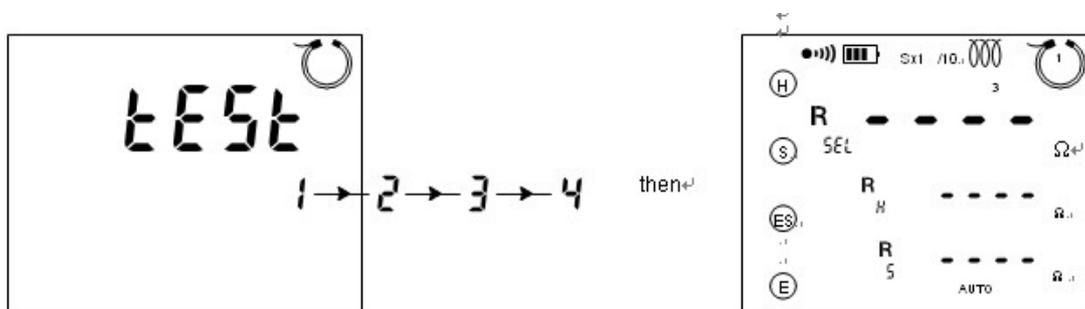
由它的名称可以知道，铁塔测试仪主要用于测量出自高压铁塔塔底的电流。对于大的四脚铁塔来讲，同时连接上四个柔性电流钳，可以分别或者一起测量每个支撑脚上流向大地的电流。

由于柔性电流钳必须独立校准（参见第 6.3 章节），每个钳的校准参数也必须保存在铁塔仪中。钳夹 1、2、3、4 必须连接铁塔仪上各自的输入端 1、2、3、4。在做了一次校准后，必须标注每一个柔性电流钳以确保能够始终连接正确的输入端。

如果把测量仪（C.A6472）转至柔性电流钳模式下，而铁塔测量仪（C.A6474）没有与之连接，则将会得到以下提示信息：

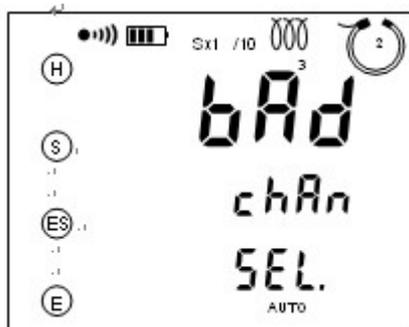


如果接下来连接铁塔测量仪至测试仪（C.A6472），那么测试仪将会自动执行一个铁塔仪的检测。与此同时，铁塔仪上的过载提示灯也会点亮，本测试仪将会显示以下信息：



现在把要用的柔性电流钳连接至铁塔仪的输入 1、2、3、4 端。利用 INPUT SELECTION（图 3 中的选择开关 6）选择需要使用的连接配置：可以 1、2、3、4 各路分别测量或者 1-2、1-3、1-4，同时测量各路电流。

如果尝试开始测量，但是输入选择上与柔性电流钳的实际连接不匹配。则将会得到以下提示信息：



当正确连接柔性电流钳以后，必须要设置“SENSITIVITY”（图 3 中的开关 5）：x1/10, x1 or x10。倍频的选择依赖于预期的电流大小的估计。一开始可以谨慎的使用 x1/10 倍频，如果有需要，可以调至更高的倍频 x1 或者 x10。使用图 3 中的开关 4 来确定具体使用柔性电流钳所环绕铁塔的匝数（可从 1 至 4 选择）。更多的线圈匝数可用于提高倍频。这样，基于被测物的直径和电流大小，就能在倍频和线圈匝数两者之间有一个适当的设置选择。

测量与单个柔性电流钳的环绕方向无关，但是所有的钳都必须使用同一个环绕方向（这样一来，所有的电流钳的感应输出都能是同一个方向），且所有的钳的线圈环绕匝数必须相同。

为了避免不正确的测量结果，在测量过程当中，柔性电流钳不能触碰且不能有位置上的移动。

### 6.3 柔性电流钳的校准

需要一台校准仪器来校准电流钳。校准仪由一根导管（包含一系列导线）组成，将这个校准仪连接上 C.A6474 的 H 端和 E 端（极性没有特别要求）。接着使用电流钳环绕导管（方向没有特别要求），并用旋扣封闭好。然后进行以下参数设置：

- n 开关 4（线圈匝数） 旋至 4 匝位置
- n 开关 5（倍频） 旋至 x1 档
- n 开关 6（输入选择） 可分别旋至 1、2、3、4

连接好铁塔测量仪后，旋转本测试仪（C.A6472）上的旋转开关至 SETUP 模式。当 PUSH 按钮的提示信息显示后，重复按下 CONFIG 键。紧接是“dAtE”，“tIME”，“bAud”以及“SetdEF”（参见第 10 章节）的显示，将会出现“tEst”跟有一个柔性电流钳的图案在右上方显示。然后 C.A 6472 会检测校准的连接以及设置是否正确。

按 START 键开始测试。测量仪将会显示一下信息：



在显示器的中间，将看到由测量仪产生的电流  $I_{int}$ ，在这个下面是柔性电流钳测得的电流  $I_A$ 。

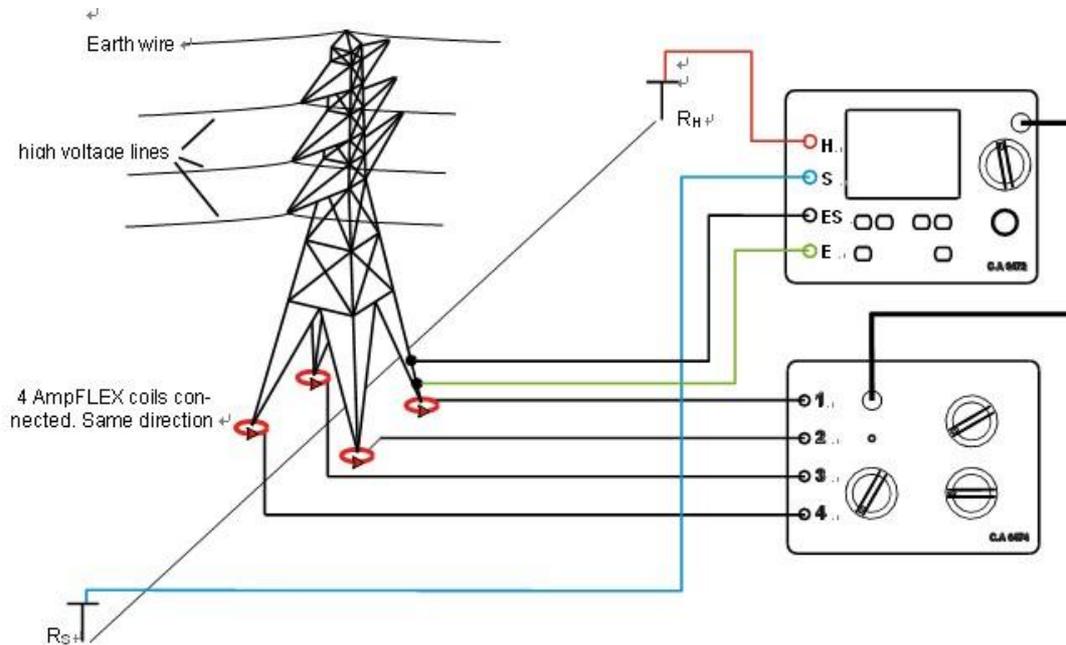
如果这两个量彼此有差异，“CAL”会开始闪烁。要执行新校准，可按“2nd + START”组合键。显示屏会显示以下信息：



对于连接到指定输入端的柔性电流钳，测量仪会计算出一个相应的校准参数并保存在铁塔测试仪中。因此，必须保证每个柔性电流钳要连接到之前它所校准的对应输入端（1、2、3、4）。如果有特殊原因需要设置使用几个不同长度的电流钳，请重新校准。

## 6.4 测量流程

下面的图例是一个高压铁塔测量的典型设置：

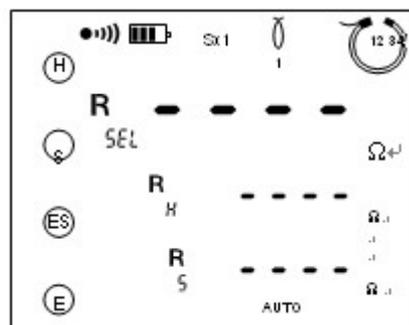


旋转开关：旋至“**AmpFLEX**”档

所需附件：C.A 6474铁塔测量仪，AmpFLEX柔性电流钳（1、2、3、4）

测量：**0.067  $\Omega$  to 99.99 k $\Omega$** ，测量电压**32 V**，**128 Hz**

功能开启后屏幕显示：



警告：如果C.A 6474铁塔测量仪连接到接地测量仪（C.A6472），则连接到端口 E 和 ES的接地电位也会出现在AmpFLEX柔性电流钳的BNC接口和铁塔测试单元6474与测试仪6472的之间连接线上。如果对接地电位的值准确性有怀疑，用户应使用S 和 ES端口进行电压测试。

### 6.4.1 自动模式下测量

连接辅助电极至**H**端，探测棒连接至**S**端。辅助电极和探测棒，它们与铁塔的距离应该相同，且分置电力线两侧。这样一来，整个测量就不会受到电力线作用下感应电势和电流的影响。

将**ES**和**E**端连接到铁塔的金属部分上，且置于柔性电流钳上方。这很重要，因为您要测量的是流向地面的电流（而不是流向上方地线的电流）。

连接需要使用的柔性电流钳至1、2、3、4端，或者4个全部（之前已经做过校准）。将柔性电流钳环绕至铁塔的若干个支撑脚上。绕行方向上没有特别要求，但所有电流钳都必须使用同一个方向，且所有电流钳绕的匝数相同。使用铁塔测量仪上的“INPUT SELECTION”旋转开关（详见图3中开关6），根据要测量的是单个，双个，还是三个或者四个电流钳，来选择正确的测量设置（1, 2, 3, 4, 1-2, 1-3 or 1-4）。使用SENSITIVITY旋钮来选择所需要的倍频（优先选用最低倍频，x1/10），使用NUMBER OF TURNS旋钮（详见图3中的开关4）选择设置的柔性电流钳的环绕匝数。

然后，连接铁塔测量仪和接地测量仪，并设置接地测量仪上的旋钮开关至“AmpFLEX”测量功能。在铁塔测量仪自动检测好之后（参见第6.2章节），可以通过长按或者短按START键开始测量。

至于4极可选择性接地测量，该测量可由短按START键激活，然后在大屏幕上出现一个可选的地阻 $R_{SEL}$ ，紧接着在下面显示电压 $U_{S-ES}$ 和电流 $I_{SEL}$ 。当按下DISPLAY以后，当前的电阻R-Act将会以 $R_{PASS}$ 的形式显示在顶端，这是由当前的 $U_{S-ES}$ 和 $I_{SEL}$ 计算得到的。可以重复按DISPLAY来查看顶部的U-Act和底部的 $U_{S-ES}$ 以及它的频率。跟着显示有 $U_{H-E}$ 及其频率，最后显示I-Act和在其下方的 $I_{ES}$ 及其频率。

如果长按START键来启动测量（听到第二次哔鸣声以确认），辅助电极 $R_H$ 和 $R_S$ 的阻抗将会在选择性接地电阻 $R_{SEL}$ 下显示。重复按DISPLAY键可以查看以下参数：

- n 电压 $U_{H-E}$ 及其频率
- n 电压 $U_{S-ES}$ 和电流 $I_{SEL}$
- n 电压 $U_{H-E}$ 和电流 $I_{H-E}$

在大屏幕下还会显示以下参数：

- n R-Act, 被测电阻  $R_{PASS}$
- n U-Act, 外部电压  $U_{S-ES}$  及其频率
- n U-Act, 外部电压 $U_{H-E}$  及其频率
- n I-Act, 外部电流  $I_{SEL}$  及其频率

如果测量条件不满足，或者START键按的太轻（不到位），测试仪将拒绝执行测量，显示信息“R HIGH PUSH LonG”。这种情况下，必须长按START键来开始测量。

要改变测量电压，操作步骤可以参见第3.2章节中的描述。

#### 6.4.2 手动模式和扫描模式下测量

在手动模式下，通过按CONFIG和➤用一般方式选择，按➤键可以改变以下参数：

- n 128 Hz 闪烁      ⤴ 改变测量频率
- n 测量电压 闪烁    ⤴ 在16 和 32 V之间选择

按键 ➤ 可以使您选择以下一系列频率：

$U_{Sr}$ , 55, 92, 110, 119, 128 Hz 以及  $U_{Sr}$  等等。

根据第4.1章节的描述，选择用户频率。

更多扫描模式下相关信息参见第4.8章节。

## 7. 设置

基本设置请参见2.9

将旋转开关转到SETUP位置（请勿按任何按钮），将会出现下图信息：



根据设置需要来选择以下按钮：

### 7.1 按 CONFIG 键

CONFIG键用于设置日期,时间,波特率及恢复原厂设置。连接电塔箱时也可测试及校准 AmpFLEX 固定环。

- 按组态键一下：  
下一行，闪烁字体为年  
下一行为月，日  
使用▶键来选择，并使用▲▼来改变数值。  
dAtE（日期）  
2007  
07.25
- 按组态键第二下：  
下一行，闪烁字体为时间  
tiME（时间）  
10:38
- 按组态键第三下：  
下一行，闪烁字体为波特率  
bAud（波特率）  
9,6 k （选择9.6 k, 19.2 k 或 38.4 k）
- 按组态键第四下：  
下一行，测试移默认设定  
SEt dEF（默认设置）  
如用 ▲▼ 选择YES并按CONFIG键（或转动旋转开关），系统则会重设默认设定(日期, 时间和内存容量).  
如连接 C.A 6474, 则开始测试(参见 6.2 和 6.3). 如未连接电塔箱, 则完成设置。
- 按 CONFIG 键回到设置主页。

### 7.2 按 DISPLAY 显示键

当 PUSH button 信息出现时按下 DISPLAY 键仪器将显示如下信息：

出现PUSH字样如按DISPLAY 键, 将出现下列一连串信息:

- DISTANCE, 当 m (米) 字样闪烁时. 使用▲▼键 来转到 ft. (英尺).
- ALARM 在 “on”情况下会闪烁. 使用 ▲▼ 键 来关闭 (当2P电阻测量功能中当电阻太大或太小则无预警; 参见 3.1.3 和 4.2.1).
  - 还可使用▶键来选择告警条件. 使用▲▼键来调节 < 和 > (小于 /大于).
  - 也可使用▶键来选择告警ohm（欧姆值）. 使用 ▲▼键设置 数值,
- 哔哔声为(●●●)符号将此功能打开符号闪烁，也可使用此键来关闭(当按键时以及电阻测量时无声; 参见 3.1.3 和 4.2.1).
- bUS Addr（总线地址）伴随闪烁数字1. 使用▲▼从1到247增加测试仪的总线地址，设置好后屏幕显示COM符号（参见第10章节）。

## 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(参见第5章)。

## 7.4 按 MR 键

按下MR键可显示内存位置或删除个别内存, 不管当前选择测量功能(参见第5章)。

# 8. 附加说明

## 8.1 外部干扰

再测量之前仪器将用 S端自动侦测是否有外部电压(除两电流钳测量外). 如电流钳连接到ES 端(可选 4P结合一个或两个电流钳测量)或附有 AmpFLEX 线圈的电塔箱, 所有测试仪侦测到的外部电压都流经此端口。

如有超过42 V的电压, 将显示三角警告标志 $\triangle$ 表示此测试仪拒绝测量。而NOISE指示符号会在外部信号频率强度影响到测量时出现。此外, 再测量之前用户按显示件可以看见 U-Act 或 I-Act, 显示外部电压, 电流及各自频率。用户可更改设置或组态 (例:测试电压频率) 使干扰度达最小化. 此功能的详细说明请参考用户手册个别章节。

## 8.2 使用限制

在主动或被动测量中, 测试仪已超出使用限制, (参见 2.1 章和第 11.1章), 测量结果将有非常大的不准确度. 此测试仪将视情况显示出不同符号(参见第 2.3章, 符号 1, 3, 8, 21和27). 为使测量在使用范围内, 用户需更改测量设置或是组态。

一个常见的问题是测量电流太小所致, 主要原因为辅助接地电极电阻 $R_H$ 太高, 可用辅助电极接地棒H 或尽可能增加测试电压。

有时探头 $R_s$  电阻太高也会干扰到测量。可使用辅助接地棒S效果较佳。

其它减少接地桩瞬时电阻的方法是将地桩打得更深到土壤中去火将接地棒周围弄湿。

## 8.3 辅助电极放置

确保3P及 4P接地测量没有因干扰而遭受损害, 我们建议在不同距离及角度设置设置辅助电极(例:第一次对齐垂直九十度)来反复测量. 如都得到同样结果则可确定结果正确,。 如果结果相差太多则有可能是接地电流或水脉的影响。将辅助电极打得更深, 对测量结果也有帮助。

使用辅助电极来测量时通常需要长度够长的连接线。 特别是测试高频率时, 需将连接线从滚动条中拉开避免影响交流电的流通, 如不需要整个连接线时, 多余的线安放时不要呈线圈状, 否则同样也会造成影响。可以采用Z字形安放, 能避免把连接线杂之间产生的感性影响。

在高频率中可能有串扰现象, 所以需将连接线尽可能互相远离。 禁止地桩连接线靠近或与其它电线, 金属导体材料, 铁路及金属栅栏并联, 另外在高频率测试可能有不可预期期的串扰现象,可能会对测试产生影响。

注意:

镶在地上的辅助接地棒 需与地有电接触。对于某些土壤类型, 简易压紧接地桩周围的土层或在其周围加水湿润。如需要时可将接地棒放置不同位置也可数根串联 串联接地棒需分开至少两米以上(约 6.5英尺)。

## 8.4 电塔箱测量注意特别事项

电塔具有四根固定于地上的脚, INPUT SELECTION (输入选择功能) 可以设置单独测量每一个塔脚, 或者通过电流相位叠加对所有4个塔脚进行测量。

以上都需用AmpFLEX电流前来连接电塔的金属部分及ES端 和 E端, 并确认测量的电流 $I_{SEL}$  f经由电流钳流到地上。

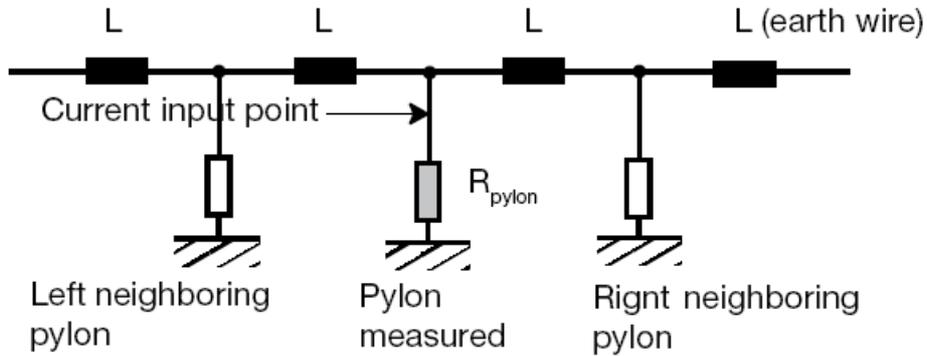
如将 AmpFLEX 电 流 钳 接 到 ES 端 及 E 端 , 可 测 量 流 经 电 塔 顶 架 空 地 线 的 电 流 。

这项功能可帮助用户评估接地电缆的连接质量。你可以改变电流钳绕向来避免改动E和ES连接的麻烦。连接线中的电流及通过电塔脚的电流可相互抵销。

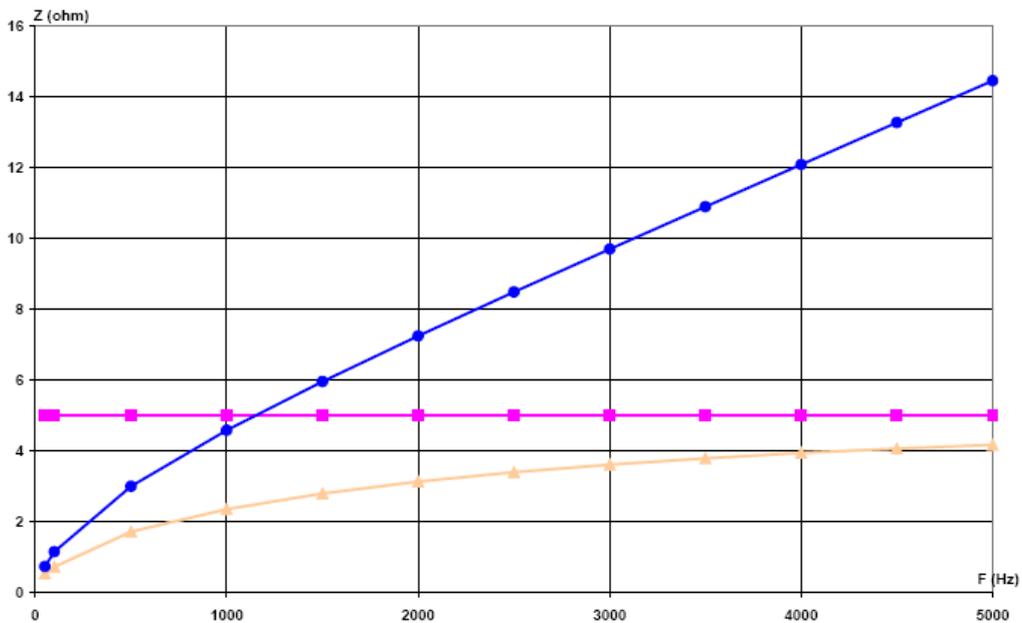
在高压电缆中可通过I-Act you 测量流到每个电塔脚的故障电流。如侦测到不同电塔脚有不同电流 但互相抵销的电流增加了， 就可以推测这些由电线的磁场产生的电流，说明了铁塔的架空地线连接不良。

在扫描模式中测量还可将频率设置在5 kHz以上。低于 5 kHz频率诱导效应不会在个别电塔中，但用高频率测试时，“电流环”通过架空地线到邻近电塔 和回到地面可导致诱导效应。

下列图表显示线路结构：



假设用 SWEEP 模式测试 10 个铁塔的接地电阻,且每个电塔接地连接有线 10  $\Omega$   $R_{Pylon}$  且电感 L 为 550  $\mu$ H, 可得到下列结果:  
铁塔电阻



- 使用 AmpFLEX 电流钳测量铁塔电阻
- ▲ 传统的 4P 测量法
- 到塔顶的电阻（累积铁塔网电阻）

## 9. 错误信息

打开C.A 6472 后，仪器将自动执行检测，如在检测过程中发现到错误信息时，屏幕将出现Err XX字样。

错误信息目录:

- **未受损**      错误 **6, 7, 11** 及**1**  
    此类错误信息指显示一秒来通知用户，如错误信息反复出现则需维修。
  - 错误 6 与 7 常之前自动重设.
  - 错误 11, 测试仪自动回复到原厂设置.
  
- **修正**      错误**5, 9, 14, 15, 18, 19, 30, 31, 32** 和 **33**  
    换不同测量功能时，择错误信息消失。仪器能可使用, 如错误信息反复出现则需维修。
  - 错误 18 显示在仪器中的充电电池不可充电。如错误信息在充电中反复出现, 请拔掉充电器并根据“fatal” 的指示
  - 错误19可在测量仪中删除的整个档案作修正 (参见第 8.3章).
  - 错误 31, 32 和 33显示测量过程中有过度电压或过度电流。检查测量故障设置。
  
- **严重**      错误 **0, 1, 2, 3, 8, 12, 13, 15, 16, 18 (电池充电翁) and 21**  
    机器无法操作. 关闭电源并重启一次。如错误信息仍出现则需维修。

## 10. 链接至 PC,分析软件

---

测试仪连接到 pc 上, 通过 PC 远程控制测试仪,读档案及改变档案数值 (例: 扫描频率请参见第 4.8 章) 并找到文件。

# 11. 技术参数

## 11.1 参比，操作及储存条件

| 参数         | 参考值                          |
|------------|------------------------------|
| 温度         | 20 °C ± 3 K (68 °F ± 5.5 °F) |
| 相关湿度       | 45 to 55 % RH                |
| 电源         | 9 to 11.2 V                  |
| 输入信号的频率范围  | 0 to 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                     |

操作范围: 0 °C to +35 °C (32 °F to 95 °F) at 0% to 75% RH  
 储存范围 (无电池): -40 °C to +70 °C (-40 °F to 158 °F) at 0% to 90% RH

## 11.2 数据

### 11.2.1. 频率测量

测量方法: 采样频率为 4028 Hz, 低通, 傅里叶变换. 显示强光谱分量频率

测量速率: 每秒 约3 displays

|               |             |
|---------------|-------------|
| 测量范围          | 5 to 450 Hz |
| 分辨率           | 1 Hz        |
| 操作误差          | ± 2 Hz      |
| 最小输入电压        | 10 mV       |
| 经由电流钳最小电流     | 0,5 mA      |
| AmpFLEX最小信号强度 | 5 mA        |

### 11.2.2. 电压测量

电压超过 75 Vrms 将显示 «> 65 V»。端口H和E得电压长时间保持在70 V 到 75 V之间，会导致过电压保护器过热。当电压超过 75 Vrms 将出现错误信息 31 (超量外界电压) 或 32 (超出电压测量范围)。H端与 E端连接到主要电压时保险丝 F100 会断掉，而且其它端口则不会。

测量外部电压

测量方法: 采样频率为 4028 Hz, 低通, 傅里叶变换. 显示强光谱分量频率

测量速度: 约每秒 3 displays

信号转换: 使用电流钳或 AmpFLEX 电流钳可选接地测量TRMS或谐波总数 10..450

|   |                    |               |
|---|--------------------|---------------|
| 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 <sub>H-E</sub> , Z <sub>S-E</sub> (Z <sub>S-ES</sub> ) | 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 $U_{HE}$ ,  $U_{S-E}$ ,  $U_{S-ES}$ 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。

|      |                           |                |              |                           |               |
|------|---------------------------|----------------|--------------|---------------------------|---------------|
| 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        |                |              | 537 - 5078 Hz             |               |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 1 \text{ d})$ |                |              | $\pm (4\% + 1 \text{ d})$ |               |
| 操作误差 | $\pm (5\% + 1 \text{ d})$ |                |              | $\pm (7\% + 1 \text{ d})$ |               |

### 11.2.3. 电流测量

#### 工作电流测量

用来测量电阻的 $I_{HE}$  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。

测量方法: digital with a sampling frequency of 4028 Hz, low pass, FFT.

测量速率: approx. 3 displays per s.

信号转换: 从10 to 450 Hz的谐波总合.

|      |                           |                |                           |
|------|---------------------------|----------------|---------------------------|
| 测量值  | 0.00 - 9.99 mA            | 10.0 - 99.9 mA | 100 - 350 mA              |
| 分辨率  | 10 $\mu$ A                | 0.1 mA         | 1 mA                      |
| 频率范围 | DC and 41 - 513 Hz        |                | 537 - 5078 H              |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 1 \text{ d})$ |                | $\pm (4\% + 1 \text{ d})$ |
| 操作误差 | $\pm (5\% + 1 \text{ d})$ |                | $\pm (7\% + 1 \text{ d})$ |

#### 使用C182电流钳

|                   |                            |                |                           |                           |               |
|-------------------|----------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| 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 mA                    | 0.1 mA         | 1 mA                      | 0.01 A                    | 0,1 A         |
| 频率范围              | 16 - 49 Hz                 |                | 537 - 5078 Hz             | 100 - 400 Hz              |               |
| 0.5 到 100 mA 操作误差 | $\pm (10\% + 2 \text{ d})$ |                | $\pm (4\% + 1 \text{ d})$ | $\pm (3\% + 2 \text{ d})$ |               |
| 0.1 到 40.0 A 操作误差 | > 20%                      |                | $\pm (7\% + 1 \text{ d})$ | $\pm (5\% + 2 \text{ d})$ |               |

#### 使用MN82电流钳

|                   |                            |                |                              |                           |               |
|-------------------|----------------------------|----------------|------------------------------|---------------------------|---------------|
| 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 mA                    | 0.1 mA         | 1 mA                         | 0.01 A                    | 0,1 A         |
| 频率范围              | 16 - 49 Hz <sup>(1)</sup>  |                | 537 - 5078 Hz <sup>(1)</sup> | 100 - 400 Hz              |               |
| 0.5 到 100 mA 操作误差 | $\pm (15\% + 2 \text{ d})$ |                | $\pm (7\% + 2 \text{ d})$    | $\pm (5\% + 2 \text{ d})$ |               |
| 0.1 到 40.0 A 操作误差 | > 20%                      |                | $\pm (15\% + 2 \text{ d})$   | $\pm (7\% + 2 \text{ d})$ |               |

(1): C.A 6472 无法侦测到C182 或 MN82 是否连接上。当使用MN82, 电流 > 10 A且频率 < 100 Hz 则仪器部会显示任何警告。用户需参考 MN82的使用限制。

#### 使用C.A 6474 电塔箱

|     |                              |              |               |               |
|-----|------------------------------|--------------|---------------|---------------|
| 测量值 | 0.0 - 99.9 mA <sup>(1)</sup> | 100 - 999 mA | 1.00 - 9.99 A | 10.0 - 99.9 A |
| 分辨率 | 0.1 mA <sup>(1)</sup>        | 1 mA         | 0.01 A        | 0.1A          |

(1): 只有在敏感度设置为x 10有效

测量电流值因匝数而异: 1 A电流流经4 扎的AmpFLEX 电流钳的输入信号与4 A 流经一扎AmpFLEX电流钳相同。操作者在使用MN82夹钳时必须遵守测量的限定。

最小电流 根据下列的敏感度设置不同而改变:

| 敏感度    | $I_{MIN}$ (A.turn) | 数字误差 (de) |
|--------|--------------------|-----------|
| x 10   | 0.01               | 5         |
| x 1    | 0.04               | 2         |
| x 1/10 | 0.16               | 2         |

操作错误

| 电流(A * turn)      | 16 - 49 Hz         | 50 - 99 Hz        | 100 - 400 Hz       |
|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| $I_{MIN}$ - 0,399 | $\pm (20\% + de)$  | $\pm (5\% + de)$  | $\pm (3\% + de)$   |
| 0,4 - 39,9        | $\pm (10\% + 2 d)$ | $\pm (3\% + 2 d)$ | $\pm (3\% + 2 d)$  |
| 40 - 99,9         | $\pm (10\% + 2 d)$ | $\pm (3\% + 2 d)$ | $\pm (20\% + 2 d)$ |

### 11.2.4. 直流电阻测量

测量方法: 电压/电流测量 (DIN VDE 0413 part 1/09.80, EN 61557 part 4).  
 输出电压: 16 V DC (电阻 < 22  $\Omega$ , 输出电压10 V DC)  
 最大输出电流: >200 mAdc 电阻 < 20  $\Omega$   
 最大超载(permanent): 50 Vrms (protection up to 250 V is guaranteed)  
 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: 约五秒  
 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  $\Omega$   
 告警设置: ">" 或 "<" 1 到 999  $\Omega$  (最大. 3 digits)  
 电池可用总测量数: 2000

### 2P电阻测量

| 测量值  | 0.12 - 9.99 $\Omega$ | 10.0 - 99.9 $\Omega$ | 100 - 999 $\Omega$ | 1.00 - 9.99 k $\Omega$ | 10.0 - 99.9 k $\Omega$ |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 分辨率  | 0.01 $\Omega$        | 0.1 $\Omega$         | 1 $\Omega$         | 10 $\Omega$            | 100 $\Omega$           |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 2 d)$    |                      |                    |                        |                        |
| 操作误差 | $\pm (5\% + 3 d)$    |                      |                    |                        |                        |

### 4P电阻测量

| 测量值  | 0.020 - 9.999 $\Omega$ | 10.00 - 99.99 $\Omega$ | 100.0 - 999.9 $\Omega$ | 1.000 - 9.999 k $\Omega$ | 10.00 - 99.99 k $\Omega$ |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 分辨率  | 0.001 $\Omega$         | 0.01 $\Omega$          | 0.1 $\Omega$           | 1 $\Omega$               | 10 $\Omega$              |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 2 d)$      |                        |                        |                          |                          |
| 操作误差 | $\pm (5\% + 5 d)$      |                        |                        |                          |                          |

### 11.2.5. 交流接地电阻测量

测量方法: 电压/电流测量(EN 61557 part 5)  
 开路电压 Vrms) 16 or 32 Vrms 方波电压 voltage (电流 < 240 mA 输出电压减少10)  
 测试频率: 41 to 5078 Hz (参见第 4.1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  $r R_H$  和  $R_S$ : 100 k $\Omega$   
 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。  
 电池可用总测量数: 2150

基本误差的参比条件为 测试电压 32 V, 测试频率 128 Hz,  $R_H$ , 和  $R_S = 1$  k $\Omega$ , 无外部电压.

交流电阻测量的操作误差会比电压及电流小，因在仪器校准中U行渠道的频率性比I行渠道合适。

辅助接地电极的交流电阻测量  $R_H, R_S, R_{ES}, R_E$

|      |                      |                      |                    |                        |                        |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 测量值  | 0.14 - 9.99 $\Omega$ | 10.0 - 99.9 $\Omega$ | 100 - 999 $\Omega$ | 1.00 - 9.99 k $\Omega$ | 10.0 - 99.9 k $\Omega$ |
| 分辨率  | 0.1 $\Omega$         | 0.1 $\Omega$         | 1 $\Omega$         | 10 $\Omega$            | 100 $\Omega$           |
| 操作误差 | $\pm (10\% + 2 d)$   |                      |                    |                        |                        |

”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 (参见第 4.1章)

### 3P 接地电阻测量 $R_E$

|      |                      |                      |                    |                        |                        |
|------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 测量值  | 0.09 - 9.99 $\Omega$ | 10.0 - 99.9 $\Omega$ | 100 - 999 $\Omega$ | 1.00 - 9.99 k $\Omega$ | 10.0 - 99.9 k $\Omega$ |
| 分辨率  | 0,01 $\Omega$        | 0.1 $\Omega$         | 1 $\Omega$         | 10 $\Omega$            | 100 $\Omega$           |
| 操作误差 | $\pm (2\% + 1 d)$    |                      |                    |                        |                        |

| 操作条件: $R_E < 3 \times R_H, U_{OUT} = 32 V$ |   |                | $R_E$ 操作误差         |
|--|---|----------------|--------------------|
| Values for $R_H, R_S$ and $R_E$            |   | Frequency (Hz) | $\pm (3\% + 2 d)$  |
| $(R_H + R_S) / R_E < 3000$                 | $R_H \geq 0 \Omega, R_S \leq 3 k\Omega$ | 41 - 513       | $\pm (3\% + 2 d)$  |
|  |   | 537 - 5078     | $\pm (6\% + 2 d)$  |
|  | $R_H > 3 k\Omega, R_S \leq 30 k\Omega$  | 41 - 513       | $\pm (10\% + 2 d)$ |
| $(R_H + R_S) / R_E < 5000$                 | $R_H > 30 k\Omega, R_S < 100 k\Omega$   | 41 - 128       | $\pm (10\% + 3 d)$ |

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 $\Omega$ | 10.00 - 99.99 $\Omega$ | 00.0 - 999.9 $\Omega$ | 1.000 - 9.999 k $\Omega$ | 10.00 - 99.99 k $\Omega$ |
| 分辨率  | 0.001 $\Omega$         | 0.01 $\Omega$          | 0.1 $\Omega$          | 1 $\Omega$               | 1 0 $\Omega$             |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 1 d)$      |                        |                       |                          |                          |

| 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       | $\pm (3\% + 2 d)$  |
|  |   | 537 - 5078     | $\pm (6\% + 2 d)$  |
|  | $R_H > 3 k\Omega, R_S \leq 30 k\Omega$  | 41 - 513       | $\pm (10\% + 2 d)$ |
| $(R_H + R_S) / R_E < 5000$                 | $R_H > 30 k\Omega, R_S < 100 k\Omega$   | 41 - 128       | $\pm (10\% + 3 d)$ |

注意: 测试电压  $U_{OUT}$  是 16 V 为测试  $R_H$  的一半

### 4P 可选接地测量(使用电流钳)

使用 C182: 技术参数与4P接地电阻测量相同

使用 MN82: 技术参数与4P接地电阻测量相同

附加标准: C182 的  $I_{SEL} > 0.5 mA$  , MN82 的  $I_{SEL} > 2 mA$

在  $R_H + R_E < 20 \Omega$  的情况下, 最大容许  $R_{SEL}/R_E$  比为 C182 电流钳约 .500 或 MN82 电流钳约 120

### 11.2.6. 电阻测量r

测量办法: 电压/电流测量(EN 61557 part 5)  
 开路电压: 16 or 32 Vrms 方波  
 测试频率: 41到128 Hz (参见 4.1 和 4.5)  
 短路电流: > 200 mAac  
 噪音抑制: > 80 dB与测试频率相差大于20%  
 最大负载: 250 Vrms  
 最大  $R_H$ ,  $R_S$ ,  $R_{ES}$ ,  $R_E$  值: 100 k $\Omega$  (误差, 参见 11.2.5)  
 Wenner公式:  $\rho_w = \frac{2\pi R_{rod}}{\ln(d/2r)}$   
 Schlumb.公式:  $r_s = \frac{\rho_s}{\pi(d^2 - (A/2)^2) / A} R_{S-ES}$

最大 r 值: 999 k $\Omega$ m (无法显示 k $\Omega$ 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 $\Omega$ | 10.00 - 99.99 $\Omega$ | 100 - 999 $\Omega$ | 1.00 - 9.99 k $\Omega$ | 10.0 - 99.9 k $\Omega$ |
| 分辨率  | 0.01 $\Omega$        | 0.1 $\Omega$           | 1 $\Omega$         | 1 0 $\Omega$           | 1 00 $\Omega$          |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 1 d)$    |                        |                    |                        |                        |

基本误差的参比条件为 测试电压 32 V, 测试频率 128 Hz,  $R_H$ , 和  $R_S = 1 k\Omega$ , 无外部电压.

| $R_{S-ES} < 3 \times R_{r-H}$ and:                            | $R_{S-ES}$ 操作误差    |
|---|--------------------|
| $R_{rod} \leq 100 k\Omega$<br>$R_{rod} / R_{S-ES} \leq 2 000$ | $\pm (7\% + 2 d)$  |
| $R_{rod} \leq 50 k\Omega$<br>$R_{rod} / R_{S-ES} \leq 10 000$ | $\pm (15\% + 3 d)$ |
| $R_{rod} \leq 10 k\Omega$<br>$R_{rod} / R_{S-ES} \leq 20 000$ | $\pm (20\% + 1 d)$ |

$R_{rod}$  为接地桩的阻值  $R_{-ES}$ ,  $R_{r-E}$ ,  $R_{r-H}$  假设相同

注意: 测试电压  $U_{UT}$  是 16 V 为  $R_{rod}$  的一半.

### 11.2.7. 地电位测量v POT

测量办法: 电压/电流测量  
 开路电压: 16 or 32 Vrms 方波  
 测试频率: 41 到 5078 Hz (参见第4.1章)  
 短路电流: > 200 mAac  
 抗干扰: > 80 dB与测试频率相差大于20%  
 最大负载: 250 Vrms

最大  $R_H$ ,  $R_S$  值: 100 k $\Omega$  (误差, 参见第11.2.5章)

测量时间: 短按 START: 约 7 秒测量  $R_E$  128HZ, 然后每秒做3个数据测量。  
 长按 START: 约15 秒测量  $R_E$  128HZ, 然后每秒做3个数据测量。

|      |                      |                        |                    |                        |                        |
|------|----------------------|------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| 测量值  | 0.00 - 9.99 $\Omega$ | 10.00 - 99.99 $\Omega$ | 100 - 999 $\Omega$ | 1.00 - 9.99 k $\Omega$ | 10.0 - 99.9 k $\Omega$ |
| 分辨率  | 0.01 $\Omega$        | 0.1 $\Omega$           | 1 $\Omega$         | 1 0 $\Omega$           | 1 00 $\Omega$          |
| 基本误差 | $\pm (2\% + 1 d)$    |                        |                    |                        |                        |

基本误差的参比条件为 测试电压 32 V, 测试频率 128 Hz,  $R_H$ , 和  $R_S = 1 k\Omega$ , 无外部电压.

| 操作条件: $R_E < 3 \times R_H$ : |                  |            |           | 操作误差 $U_{S-E}$      |
|------------------------------|------------------|------------|-----------|---------------------|
| $R_H$                        | $R_S$            | Freq. [Hz] | $U_{S-E}$ |                     |
| < 3 k $\Omega$               | $\leq 1 k\Omega$ | 41 - 512   | < 3 mV    | $\pm (10\% + 10 d)$ |

|           |           |           |        |            |
|-----------|-----------|-----------|--------|------------|
|           |           | 41 - 5078 | >3 mV  | (5% + 4 d) |
|           |           | 41- 1025  |        |            |
| 3 - 60 kΩ | 1 - 3 kΩ  | 41 - 512  | >10 mV |            |
|           | 3 - 10 kΩ | 41 - 128  |        |            |

### 11.2.8. 接地测量(使用2个电流钳)

测量办法:电压/电流测量 方波交流信号测量  
 测量电流: < 26 Arms (使用C182) < 5 Arms (使用 MN82)  
 信号频率: 自动: 1367 Hz, 手动: 1367 Hz, 1611 Hz, 1758 H  
 噪音防制: > 80 dB与测试频率相差大于20%  
 最大干扰电流: 20 A<sub>peak</sub>  
 最大 RH, RS值: 100 kΩ (误差, 参见11.2.5)  
 测量时间: 约. 7秒 第一次测量R<sub>Loop</sub>, 然后每1秒测试3个值

|                       |      |                |               |
|-----------------------|------|----------------|---------------|
| 测量值                   |      | 0.20 - 9.99 Ω  | 10.0 - 99.9 Ω |
| 分辨率                   |      | 0.01 Ω         | 0.1 Ω         |
| 基本误差 U <sub>S,E</sub> |      | ± (5% + 1 pt)  |               |
| 操作误差<br>(无干扰电流)       | C182 | ± (10% + 1 pt) |               |
|                       | MN82 | ± (20% + 2 pt) |               |

注意: 两个电流钳最小距离请参见第 3.6章。

### 11.2.9. 使用电塔箱极AMPFLEX固定环测量

测量办法: 电压/电流 测量AC方波信号  
 开路电压: 16 or 32 Vrms 方波  
 测量频率: 41 到 5078 Hz (参见第 4.1章)  
 短路电流: > 200 mA AC  
 Noise suppression: > 80 dB与测试频率相差大于20%  
 最大超载: 250 Vrms  
 对大 RH, RS值: 100 kΩ 误差, 参见11.2.5章)  
 测量时间: 短按 START键: 约 7 秒 for first value of RE at 128 Hz, then 3 measurements per s.  
 长按START键: 约 15秒 for first value of RE at 128 Hz, then 3 measurements per s.

|                       |                 |                 |                 |                  |                  |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 测量值                   | 0.067 - 9.999 Ω | 10.00 - 99.99 Ω | 100.0 - 999.9 Ω | 1.000 - 9.999 kΩ | 10.00 - 99.99 kΩ |
| 分辨率                   | 0.001 Ω         | 0.01 Ω          | 0.1 Ω           | 1 Ω              | 10 Ω             |
| U <sub>S,E</sub> 基本误差 | ± (5% + 1 d)    |                 |                 |                  |                  |

基本误差的参比条件测试为电压 32 V, 测试频率 128 Hz, R<sub>H</sub>, 和 R<sub>S</sub> = 1 kΩ, 无外部电压.  
 R<sub>H</sub>, R<sub>S</sub> 和 R<sub>E</sub> 测量操作误差与4P接地电阻测量相同(参见第 11.2.5章).

交流电阻测量的操作误差会比电压及电流小, 因在仪器校准中U行渠道的频率性比I行渠道合适。

测试频率从 41 到5087 Hz, 1 到 4 圈 AmpFLEX 电流钳和可选1 到 4地流钳线圈在下列操作误差中可适用:

|                        |                          |                        |
|------------------------|--------------------------|------------------------|
| 灵敏度及最小I <sub>SEL</sub> |                          | R <sub>S,ES</sub> 操作误差 |
| S x 1/10               | I <sub>SEL</sub> > 10 mA | ± (10 % + 4 D)         |
| S x 1                  | I <sub>SEL</sub> > 5 mA  | ± (5 % + 4 D)          |
| S x10                  | I <sub>SEL</sub> > 5 mA  | ± (5 % + 4 D)          |

|  |                          |                 |
|--|--------------------------|-----------------|
|  | 5 mA > I<br>SEL > 0.5 mA | ± (15 % + 10 D) |
|--|--------------------------|-----------------|

### 电磁兼容性(EMC)

C.A 6472 符合 EC 指标的 EMC 和 LVD 标准以及 EN 61326-1 标准。

- 符合工业领域标准,
- 符合居住区标准.

## 11.3 机械数据

AmpFLEX 柔性可绕式电流钳：其它不同长度型号可订购，请联系 CHAUVIN ARUOUX 或经销商。

## 11.4 配件

|              |   |                        |
|--------------|---|------------------------|
| C.A 6472测试仪: | 尺寸 (W x D x H): 272 x 250 x 128 mm<br>重量: 约 3.2 kg (7.05 lb.) | 10.7 x 9.84 x 5.04 in. |
| C.A 7474电塔箱: | 尺寸 (W x D x H): 272 x 250 x 128 mm<br>重量: 约2.3 kg (5.07 lb.)  | 10.7 x 9.84 x 5.04 in. |
| 防护等级:        | IP 53 符合 EN 60529 (Ed. 92)<br>IK 04 符合 EN 50102 (Ed. 95)      |                        |
| 落体测试:        | 符合 IEC 61010-1  |                        |
| 震动测试:        | 符合 IEC 61557-1  |                        |

## 12. 维护和保养

维修时只能使用特定的零配件。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。

### 12.1 清洁保护壳

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。

### 12.2 更换保险丝

此仪器附有两个确保超载安全的保险丝：

#### ■ H端保险丝：

如保险丝毁损，则仪器部会产生输出电压，使其不能测量。

测试此保险丝，选择2P电阻测试功能，连接线到端 H 和端 E 并开始测量。如仪器拒绝测量且端H符号闪烁，则保险丝需更换。

#### ■ ES端电流钳保险丝：

如保险丝毁损，仪器无法分辨端ES连接着电流钳，使其4P接地测量不能使用一个或两个电流前来进行操作测量。

测试此保险丝，选择 4P测量功能并连接端 ES到电流钳。如屏幕中电流钳符号没有在ES端符号后出现，则保险丝需更换。

基于安全理由请经常更换相同型号的保险丝：

C.A 的订货号10 保险丝0.63 A F

250 V 5x20 mm 1.5 kA : AT0094

#### 更换保险丝：

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. H端保险丝在仪器背后(在充电口的边上)。
5. 如只需更换H保险丝，请跳到步骤13。如需更换ES端电流钳保险丝，请继续步骤6。
6. 松开盖子上电池箱的两个螺丝并移开盖子。
7. 将电池拉离电池箱一点点，请勿过度伸张连接线，松开电池箱底部的两个螺丝。在将电池放入电池箱中。
8. 确保电池导线无过度伸张且电池无掉落，小心卸载，翻到另一面 将电子组件置到前壁板边。
9. ES端的保险丝 在电路板上 (靠近 E端边上)。在更换保险丝时，尽量避免碰触到电路系统及零件。
10. 转到前壁板这，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。

### 12.3 充电电池

此仪器使用可充电式NiMH电池。镍金数绿化物技术提供大量优点：

■ 高容量，体积小。

■ 快速充电。

■ 少记忆效应：即使电池电力尚未用尽，也可更换电池。

■ 环境保护：NiMH 电池无重金属污染

为确保电池使用良好及延长电池寿命，请遵守以下规则：

■ 使用专门电源是配器及充电器。

■请在 0 °C 到 +40 °C (32 °F 到 104 °F)间充电;

■操作限制请参考用户手册 (参见第 2.1章和 第 11.1章);

■保存环境景参考用户手册 (参见第11.1章).

即使 NiMH电池可充电的次数是有限制的。使用次数与电池使用寿命,依照以下规则:

■操作条件,

■充电条件.

### 12.3.1. 电池充电

此仪器如长时间不使用或自然消耗电力,并在仪器屏幕上定期检查电池能量。在屏幕上会有长条形符号表示电池容量,如无符号显示表示电池需充电。

如仪器长时间不使用,则电池会自然消耗电力。此时需充电几个小时。此外一开始充电时不能使用仪器。

刚开始使用时,电池寿命一般会减少,在约充电五次之后电池容量将会恢复到原本容量。

需要充电时,将充电气置入左上 (图一) 100 到 240 V 交流电连接到充电器上 (适用于欧洲及美国.)。充电中电池符号将闪烁。关机充电速度较快。电池电压在**Ubatt**旁显示大图。

在屏幕中或下方可见下列信息:

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| bAtt CHrG | 充电进行中 (正常状态)    |
| bAtt LOW  | 电池电压太低          |
| bAtt      | 电池电压太高          |
| bAtt HOt  | 电池过热(> 40°C)    |
| bAtt COLd | 因充电电池过热 (< 0°C) |
| bAtt FULL | 电池充饱; 转换成连续充电   |

C.A 6472 可使用专门 12 V DC汽车插座充电。

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。

### 12.3.2. 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,请勿过度伸张连接线,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伸张且电池无掉落,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。 醃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章,“设置 功能”).

## 12.4 校验

---

所有的测量仪与测试仪，定期检查是必需的。  
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。

## 12.5 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。

# 13. 质保

---

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

## 14. 订购信息, SCOPE OF DELIVERY, 附件

|   |             |
|---|-------------|
| <b>C.A 6472</b> 接地电阻测试仪 .....<br>标配<br>■ 电源适配器及充电器电源线,<br>■ Software for data export with optical/USB cable,<br>■ 2 个 C182电流钳,<br>■ 3 国语言用户手册光盘片<br>■ 5 国语言简易手册<br>■ 5 国语言对应语言标签  | P01.1265.04 |
| <b>14.1. 附件</b>   |             |
| <b>100m</b> 接地线和成套工具包 .....<br>内含:<br>■ 4 个地桩 T,<br>■ 4 卷电线卷盘 (红色, 蓝色, 绿色各100 米及黑色30 米),<br>■ 1卷绿色 电线卷盘(10 米),<br>■ 1 个榔头<br>■ 5 adapters with open cable clips / 4 mm dia. banana plugs,<br>■ 1 prestige carrying case with compartment for C.A 6472 Earth Tester.   | P01.1020.24 |
| <b>150m</b> 接地线和成套工具包 .....<br>内含:<br>■ 4个地桩T,<br>■ 4卷电线卷盘 (红色, 蓝色, 绿色各100 米及黑色30 米),<br>■ 1 条绿色电线 (10 米),<br>■ 1个榔头,<br>■ 5 adapters with open cable clips / 4 mm Ø banana plugs,<br>■ 1 prestige carrying case with compartment for C.A 6472 Earth Tester.  | P01.1020.25 |
| <b>C.A647x</b> 导通性测量工具 (mΩ) .....<br>包含:<br>■4条带有4 mm Ø箱交插头的测量导线, 1.5 米<br>■4 鳄鱼夹,<br>■2测试探头.   | P01.1020.37 |
| <b>C.A 6474</b> 电塔箱适用于高电压电塔 .....<br>标配:<br>■ 4个可绕式电流传感器(AmpFLEX), 长 5 m<br>■ 6条BNC / BNC 导线, 长15 m<br>■ 1组12个辨识环, 用于AmpFLEX可绕式传感器<br>■ 1 条连接导线, C.A 6472 Earth Tester - C.A 6474 Pylon Box,<br>■ 2卷带安全接口的电缆 (绿色5米, 黑色5米) 安全香蕉插头,<br>■ 5 adapters with open cable clips / 4 mm dia. banana plugs,<br>■ 3个可调整夹钳,<br>■ 5国语言用户手册 | P01.1265.10 |
| <b>C182</b> 电流钳 (直径 52mm) 适用于 <b>C.A 6472</b> .....<br>标配:<br>■ 1 条ES端插头连接线, 2 米  | P01.1203.33 |
| <b>MN82</b> 电流钳 (直径20mm) 适用于 <b>C.A 6472</b> .....<br>标配:<br>■ 1 条ES端插头连接线, 2 米.  | P01.1204.52 |
| <b>Adapter for 12 v DC car outlet</b> .....<br>■ DC/DC转换器连接线, 5 米, for car outlet.  | P01.1020.36 |
| <b>Dataview</b> 软件 .....<br>■ Software for data export, data analysis and remote control of measuring equipment via PC.   | P01.1020.06 |

连接线, **optical / RS232** ..... P01.2952.52

电源线, **GB** ..... P01.2952.53

各种不同类型配件:

- 可依需要自由选择接地测试配件(参见标配列表). 用户可订购特殊配件 (请洽询经销商).
- **AmpFLEX**电流钳可依需要选择长度 (请洽询经销商).

#### 14.2. 零件

一组十个保险丝 **F 0.63 A - 250 v - 5x20 mm - 1.5 kA** ..... AT0094

电源适配器与充电器 ..... P01.1020.35

AC/DC 电源适配器- 18 V / 1.5 A + 电线

**NiMH** 充电电池- **9.6 v - 3.5 Ah** ..... P01.2960.21

连接线, **C.A 6472** 接地测试仪 - **C.A 6474** 电塔箱 ..... P01.2952.71

**AmpFLEX BNC / BNC** 连接线 **15 m** ..... P01.2952.72

**C.A 6474** 专用 **AmpFLEX** 电流钳, **5 m** ..... P01.1205.50

一套 12 个识别环 (配 **AmpFLEX**) ..... P01.1020.45

一套 3 个夹钳 ..... P01.1020.46

5米绿色导线 (E端) ..... P01.2952.91

5米黑色导线 (ES端) ..... P01.2952.92

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



09 - 2007

Code 692322A02 - Ed. 1

DEUTSCHLAND - Chauvin Arnoux GmbH

Strasburger Str. 34 - 77694 Kehl / Rhein

Tel: (07851) 99 26-0 - Fax: (07851) 99 26-60

ESPANA - Chauvin Arnoux Iberica SA

C/ Roger de Flor N° 293, Planta 1- 08025 Barcelona

Tel: 93 459 08 11 - Fax: 93 459 14 43

ITALIA - Amra SpA

Via Sant'Ambrogio, 23/25 - 20050 Bareggia di Macherio (MI)

Tel: 039 245 75 45 - Fax: 039 481 561

OSTERREICH - 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 Matsystem AB

Box 4501 - SE 18304 TABY

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](mailto:info@chauvin-arnoux.fr)

Export : Tel.: +33 1 44 85 44 86 - Fax: +33 1 46 27 95 59 - [export@chauvin-arnoux.fr](mailto:export@chauvin-arnoux.fr)