

如果液晶显示不清晰（太亮或太暗），打开仪器的电源后，请执行一下操作：

- 1 同时按右侧的两个按钮，消除记忆，
- 2 等几秒钟使得显示更新，
- 3 如需要调整，参看第 10 页。

目录：	页码
1 应用	4
2 安全特性和注意事项	5
3 术语	6
4 第一次使用	7
4.1 仪器的开、关机	7
4.2 测试电池	7
4.3 安装和更换电池	
4.5 选择菜单和配置基本设置	
5 操作	
5.1 显示功能	

- 5.2 在线帮助
- 5.3 电压测量
- 5.4 一般的接地电阻测量
 - 5.4.1 配置量程 — 量程功能
 - 5.4.2 设置极限值 — LIMIT 功能
- 5.5 测量接地电阻
 - 5.5.1 测量电路设置，测试指令
- 5.6 测量土壤的电阻率
 - 5.6.1 地质测量
 - 5.6.2 计算扩散电阻
- 5.7 测量欧姆电阻
 - 5.7.1 2-线连接
 - 5.7.2 4-线连接

6 数据库功能

- 6.1 创建一个数据记录 — 数据功能
- 6.2 将测量数据存入记忆 — 存储功能
- 6.3 查询数据记录 — 察看功能
 - 6.3.1 从一个存储地址删除数据记录 — 察看功能
 - 6.3.2 删除一个存储地址 — 数据功能
 - 6.3.3 删除全部存储地址 — 数据功能
- 6.4 打印功能

7 性能参数

8 维护

- 8.1 外壳
- 8.2 电池的操作
- 8.3 保险

9 维修、部件更换和服务

10 产品支持

1 应用

GEOHM[®] C 是一台紧凑型的仪器，用于测量电子系统接地电阻，该仪器满足以下规则：

- DIN VDE 0100 标称电压可达 1000V 的电源系统的安装
- DIN VDE 0141 标称电压高于 1000V 的交流电系统的接地
- DIN VDE 0800 通信系统包括数据处理系统的安装和操作：等电位连接和接地
- DIN VDE 0185 闪电保护系统

该仪器可以测量土壤的电导率，用以作为计算接地系统尺寸的基础。因此它具备有提供简单地质测量和设计接地系统的必备能力的优点。

除此之外，固态和液态导体的欧姆电阻可以被测量；并且只要传导部件是电容和无电感的内阻同样可以测量。

测量值可借助红外接口传输给 PC 机。

以下的量可以用 GEOHM[®] C 测量和测试：

- 电压
- 频率
- 接地电阻
- 土壤电导率

改正接地电极的位置

基于确保电子系统的安全并且要完全满足应用的规则，接地电极和接地系统必须总是确保最低的与参考地面相关的电阻

该电阻值受环绕土壤的电导率有关，这取决于土壤湿润的程度和年份。

在放置接地电极或建立接地系统之前，明智的做法是检测土壤的特性。土壤电导率可以使用接地电阻测试仪在土壤的不同层面和深度测量，测量结果可以指示是否加深接地电极或使用较长的接地电极，或是否有必要增加辅助电极。基于此，有各种不同类型的接地电极，例如：接地条、接地柱、网状电极和地极板，各种型式扩散电阻值（参看第 5.6.2 章第 19 页），接地电极最合适的几何形状取决于当地的土壤特性。

接地系统地维护

过去安装的接地电极和接地系统应该被测试，以便确定是否由于系统老化或土壤特性的改变，它的电阻值超过了极限值。

测量方法和功能原理

GEOHM[®] C 测量接地电阻是应用电流表-伏特计的测试原理。

由电池供电的电势保持不变的源（发出电子控制的方波信号），发出持续的电流达 10mA 的频率为 128Hz 的量程。鉴于安全的原因，最大测试电压被限制在对地 50V 以内。

持续的测试电流通过 E 端口到接地电极测量其电阻 R_E ，然后通过辅助电阻器 R_H ，最后到 H 端。由于接地的电阻 R_E 会引起电压下降，并在 ES、E 和 S 端口被测量，先流入一个与发生器同步的电子过滤器，然后一个同步控制的整流器消除极化电压和土壤内的交替偏离电流带来的影响至最大可能的范围。

被测量的接地电阻是与电压降成比例的，它将用液晶显示器以数字形式显示。

至关重要的可能发生的错误操作是被持续监测的。干扰电压的存在和外部电路中附加的接地导体电阻值的超出，会通过灯光形式指示。探头的电阻在每次测量开始时被测量，如果超过允许值灯光会亮起来。低于低电池电压和过量程会在液晶显示中指示。

2 安全特性和注意事项

GEOHM[®] C 是电子测量和测试仪器，它是按照 IEC 61010-1/EN 61010-1/VDE 0411-1 和 EN 61557 的规定而制造和检测的。如果用于某种用途一定要确认操作者和仪器的安全。

在使用一起之前，要仔细阅读操作手册，包括所有的在场的仪器。

不能使用本测量测试仪器的情况

- 如果电池盒盖被打开
- 如果外观受到损坏
- 连接电缆和测量适配器被损坏
- 如果功能出现问题
- 在运输过程中受到超负荷的干扰
- 长时间在恶劣的条件下储存（潮湿、多尘、恶劣的温度等）

仪器上符号的含义



危险警告（注意：察看文档）



保护等级 II 的设备



9V 直流供电插孔



符合 EC 标准

CAT II

符合过电压范畴 II 的设备

3 术语

为了使术语不会引起误会，特此将最重要的名词的定义列出如下：

接地： 用于指定与地球的大地连接

大地参考平面： 在大地上任意两点之间没有明显的电压存在，特别是在接地电极或系统周围的圆内（参看第 6 页图 1）

接地电极： 是一个导体插入并且电力连接到大地，或插入有较大表面积接触大地的混凝土中。

接地电缆： 用于系统部件与接地电极的连接。

接地系统： 指一个电力系统，该系统连接到有特殊要求的接地电极。

接地电阻 R_E ： 接地系统与大地参考面之间的电阻

土壤电阻率 ρ_E ： 特定的土壤电阻，通常定义为：

$\Omega \text{ m}^2/\text{m} = \Omega \text{ m}$ ，土壤电阻率表示一个边长为 1m 的立方体大地相对的两个表面之间的电阻值。

扩散电阻 R_A ： 接地电极与 C 之间的电阻；对于非常紧密的情况， R_A 可视为电阻（等同于 R_E ）。

大地电势 U_E ： 接地系统与大地参考面之间的电阻（参看第 6 页图 1）。

触摸电压 U_B ： 大地电势的一部分，它可引起人体短路（参看第 6 页图 1），从手流向脚（可触及的大约 1 米的水平距离）；或从手到手。

跨步电压 U_S ： 大地电势的一部分，它在约 1 米的跨步间可引起人体短路，从脚流向脚（参看第 6 页图 1）；对于跨步电压没有规定任何允许的极限值。

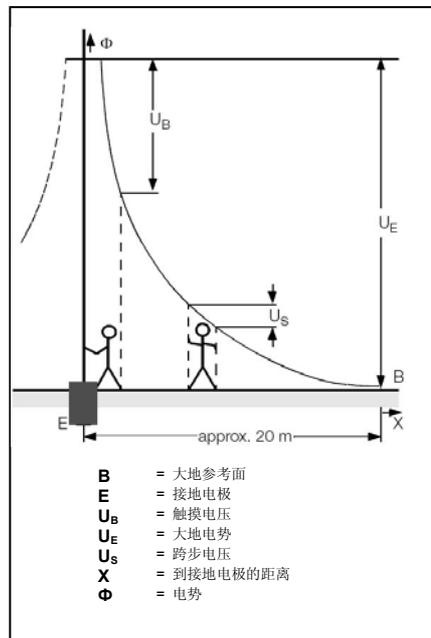
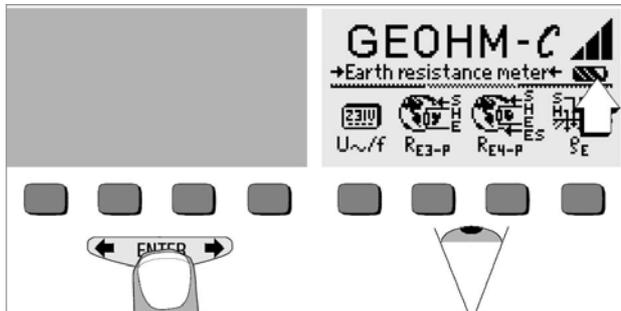


图 1 大地到接地电极的电势和携带电流的大地导体电压

4 初次使用

4.1 仪器的开、关机



可以按任意键开启该仪器；同时按住最外边的两个软键可以关闭该仪器。

4.2 测试电池

主菜单中，五段符号可显示从耗尽到满电量的电池状态。

4.3 安装和更换电池

初次使用时，一定要安装新电池，或至少要保留有一段电池显示符号。



警告！

打开电池盒之前必须断开与仪器连接的测试电路。

GEOHM[®] C 需要使用 4 节 1.5V 的电池（2 号）满足 IEC LR14，只能使用碱性电池。也可以使用镍镉或镍氢充电电池，

一定要参看第 26 页第 8.2 章节有关充电循环和充电适配器的说明。

总是更换全部的电池，要按照环保的要求处理废电池

- ◇ 拧松背面电池盒盖的两个螺丝钉，并开盖
- ◇ 按照盒内的标识放入 1.5V 的电池（2 号）
- ◇ 安全盒盖并拧紧螺钉



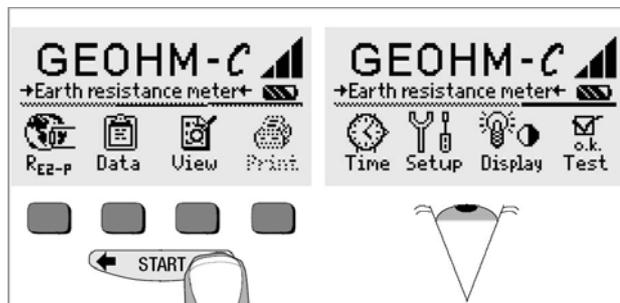
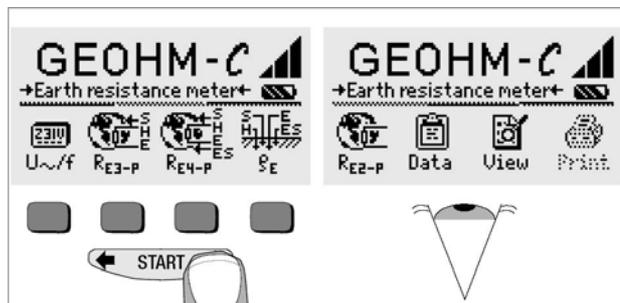
注意！

如果盒盖没有安装或没有拧紧，仪器可能不能操作。

4.4 增加使用界面的语言

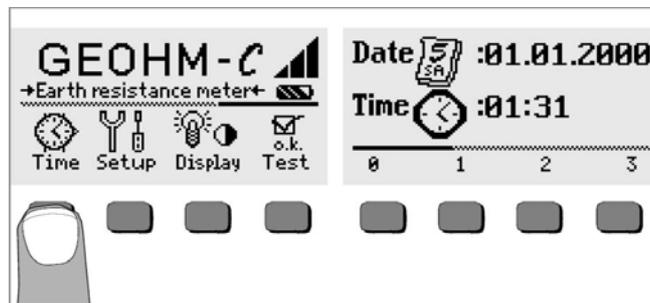
使用者可以借助升级软件上传与仪器预装以外的语言，请咨询现行可提供的语种。

4.5 选择菜单和配置基本设置



按  或  键，可显示所需的测量功能、设备设置或数据库功能。

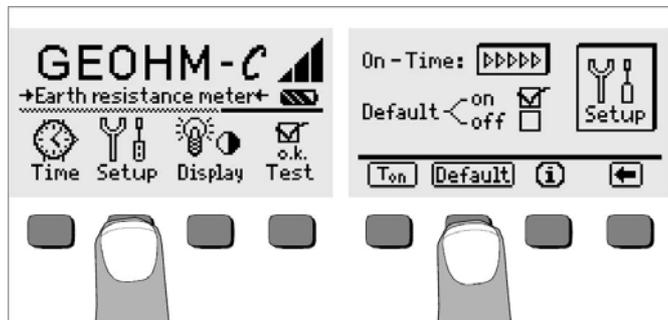
设置时钟



- ◇ 激活时间键
- ◇ 光标会显示在日期的第一位，输入软键所示的数字；如显示的数字不在屏幕上，可按   键找到，一个数字被选择后光标会右移。
- ◇ 当最后一个数字输入完后，日期和时间即被存储
- ◇ 按 **START**（开始）键，退出设置状态，可以进行新的设置。

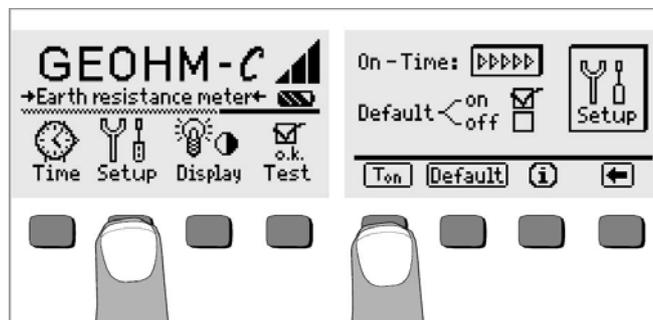
默认设置—最后的设置

设置的选择可以使用菜单中的默认设置，也可以最后一次的设置。



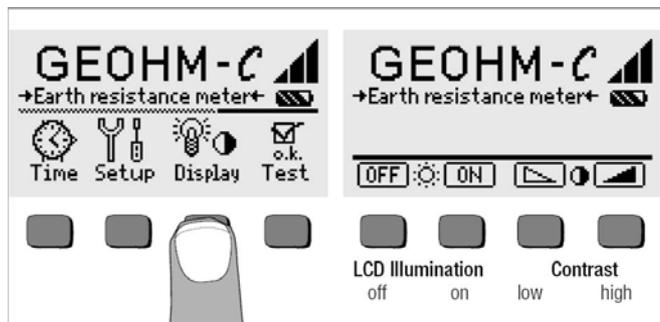
- ◇ 按设置键
- ◇ 如果需要可按默认[Default]键
- on ✓ 将在开机时被更改为默认值，例如 T_{on}（On-Time 自动关机时间:）改为 20 秒
- off ✓ 最后一次的设置在开机时被保留
- ◇ 退出设置菜单可按◀键

设置关机时间，手动关机



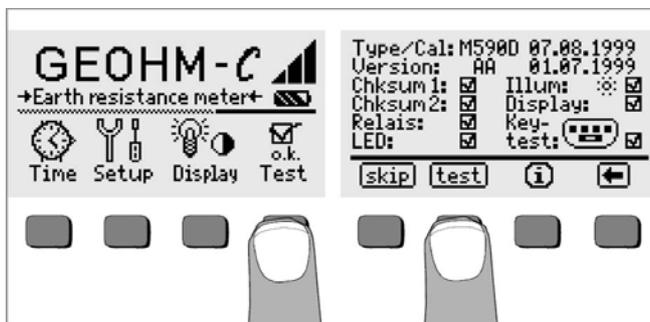
- ◇ 按设置键
- ◇ 按 T_{on} 键可选择 10 秒、20 秒、30 秒或 60 秒，取决于你需要的自动关机时间；如选择“»»»»”则为关闭自动关机功能。
- ◇ 退出设置菜单可按◀键

设置背景光和对比度



- ◇ 按设置键
- ◇ 为了省电，可以完全关闭背景光，按左边对应的软键即可。
如果液晶的背景光被开启，当停止操作几秒钟后，背景光会自动关闭；当再次操作时，背景光会立即开启。
- ◇ 对比度的调整可以按最右边的两个键完成
- ◇ 退出设置菜单可按 **START** 键

自测试



- ◇ 主菜单中按测试（test）键开始自测试，需要进行几分钟。
下面是有关两个标题的说明：

Type/Cal: 仪器的类型/最近的校准（调）日期

Version: 软件的版本和发行日期

自测试是仪器自动完成的，伴随有指示灯的闪烁，并且在方框中标注通过和不通过。

Chksum 1/2: 内部测试的状态显示（每种测试完成后会显示标注）；如果测试每通过该仪器将不能使用，请联系服务中心。

Relays: 继电器；每个继电器将转换两次

LED: RH/RS 和 LIMIT 灯将各闪动两次（红）；
Netz/Mains 灯各闪动两次绿色和红色；
U_{noise} 灯闪动两次红色。

当左侧部分的测试完成后，以下的测试必须手动完成：

- ◇ **Illum:** 按 **Test** 键两次激活和不激活显示背景光
- ◇ **Display:** 在每种模式被显示后，按 **Test** 键以测试显示元素
- ◇ **Keytest:** 操作每一个软键各一次，然后分别按 **START** 键的三个位置各一次，模拟显示图的各个键完成后测试通过。

在进行每个测试之前，可以按 **skip** 键跳过单项的测试，在确认框中显示横线，表示未完成。

5 操作

5.1 显示功能

下面的项目会在液晶显示器上显示：

- 有缩写名称和测量单位显示的测量值
- 选择的功能
- 错误信息

在自动按顺序执行测量期间，测量值将被存储并且以数字形式显示，直到下一个测量步骤开始或自动关机为止。如果测量上限被超过，在上限值之前显示“()”(大于)，说明超量程。



警告！

如果下面指出的错误提示发生，不管是在测量之前或测量值中，或指示显示电池电量不足等，所测量的接地电阻值均无效。

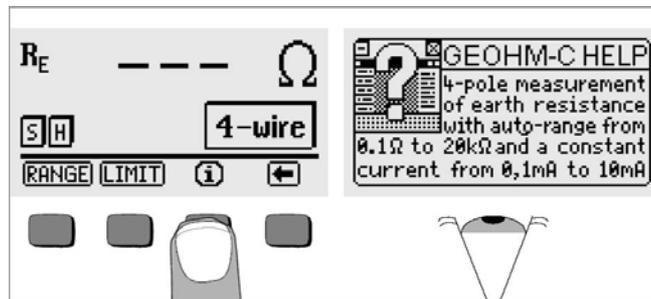
指示灯的功能

红灯亮	测量功能	意义	补救方法
U _{Stör} /U _{noise}	干扰电压	土壤的干扰电压值超过接地测试仪所能补偿的最大值。	等待干扰电压自己消失，或在不同的位置插入测试长钉。
Netz/Mains	电压	存在线电压。	
LIMIT	接地电阻	R _E 大于所选择的极限值。	检查极限值，改善接地
R _S >max	加电时的探针电阻	电阻值超过外部电路，原因：开路、测试电缆同辅助接地电极连接不好或在辅助接地电极附近大地的电阻较高。	-更改插入长钉的位置； -湿润辅助接地电极周围的土壤； -用辅助长钉。
R _H >max	辅助接地电极的电阻		

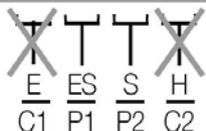
5.2 在线帮助

在液晶显示屏上，可以分别显示主功能和副功能的在线帮助；各自的功能被选择后可在菜单中找到帮助键。

- ◇ 按 **i** 键查询在线帮助；按任意键退出在线帮助。



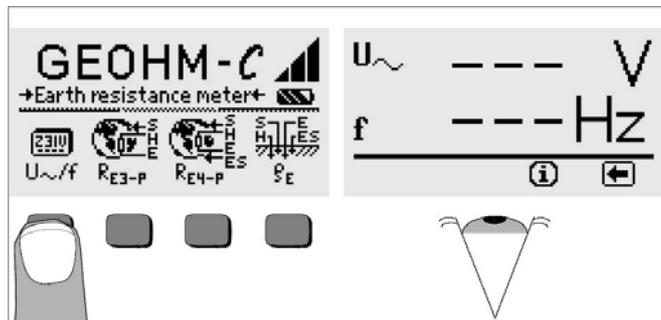
5.3 电压测量



警告!

在测量电压时，端口 E 和 H（或是对应的端口 C1 和 C2）不应该连接任何设备。

当电压测量功能被选择后，电压测量将自动开始。交流 AC 和直流 DC 的转换可自动完成，同样适合于支流电压的极性显示。

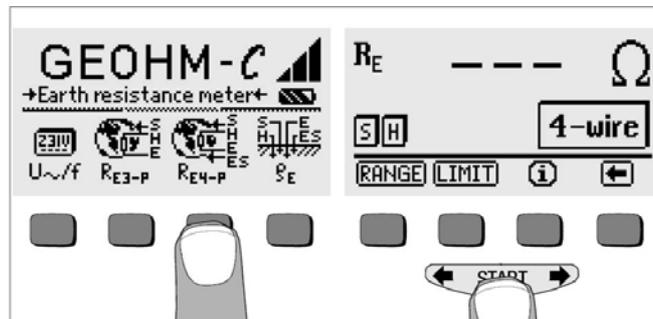


按 键可返回主菜单。

5.4 一般的接地电阻测量

在连接完测量电路之后，按照下面的步骤进行测量：

- 按 R_{E3-P} 键可进行 3-电极测量，按 R_{E4-P} 键可进行 4-电极测量，测量的选择取决于电路连接的设置。



- 按 START 键开始测量。
- 读取测量值。
- 查看是否在显示屏上有错误的指示。
- 取消任何错误指示，然后再次开始测量。

5.4.1 配置量程 — 量程功能

选择自动测量量程

如果选用自动量程，仪器会选择可能的最高电流，已达到足以完成从接地电极到辅助电极的传导能力。

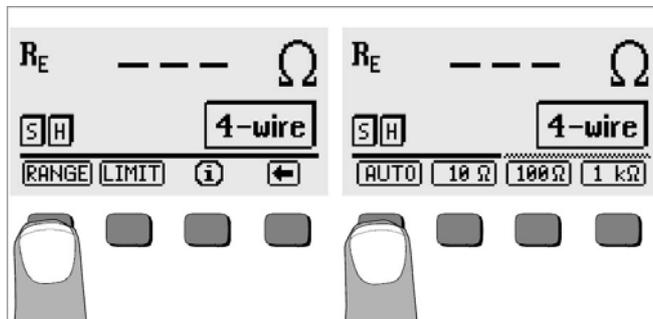
恒定电流	电阻测量量程
10mA	0.01...19.99Ω
1 mA	0.1...199.9Ω
100 μA	1Ω...1.999kΩ
100 μA	10Ω...19.99kΩ

注意！

如果当电阻测量值的分辨率达到 1Ω 时，对于接地电极与辅助电极之间的电阻是很大的，其测量电流可能只有 $100\mu\text{A}$ ；补救措施：将辅助接地电极插入大地深一些，或洒一桶盐水（只适用于干燥的地面）。辅助接地电极的电阻减少，则传导的电流将增大；探针的电阻小于临界，对干燥的地面仍然有帮助；接地电阻值是不会因上面的操作受到影响的，但是接地电极不要人工浇水，因为这将会造成最优化环境的假象。

选择手动测量量程

通常你不需要用手动量程，除非不能显示测量值或用自动量程测量值不波动很大。在超强干扰电压的极限状态时，不能用自动量程寻求一个合适的量程，同时可能会连续显示错误信息。不管怎样，测量接地电阻时如出现非常剧烈的波动，应及时改变测量点和不同的位置。



- ✦ 按 RANGE 键，
- ✦ 选择合适的量程，
- ✦ 按照上面的说明开始测量。

注意！

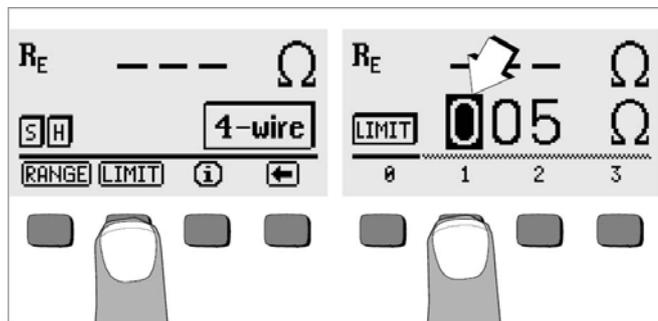
当测量量程成倍手动选择后，要注意仪器所规定的精度只在测量的实际值大于满量程的 5%时才满足（ 10Ω 量程时除外：对较小值由不同的规定）。

用手动选择量程可被设定为最大 $50k\Omega$ 。

5.4.2 设置极限值 — LIMIT（极限）功能

如果需要可按 **LIMIT** 键选择接地电阻的极限值 R_E ：如果测量值超过这个极限值，红色的 **LIMIT** 指示灯会亮。

激活极限值菜单



设置极限值：

显示所需的数值并利用 **←**和**→**键移动小数点，利用相应的软键输入具体数值，光标会逐位右移直到所有的数值选择完成；在最多三位数值被设置还有 Ω 和 $k\Omega$ 的选择完成后，输入窗口会自动退出；按 **→**软键使光标逐位右移或退出输入数据窗口，当输入数据窗口退出时所选择的极限值被自动存储。

5.5 测量接地电阻

5.5.1 测量电路设置，测试指令

3-线连接

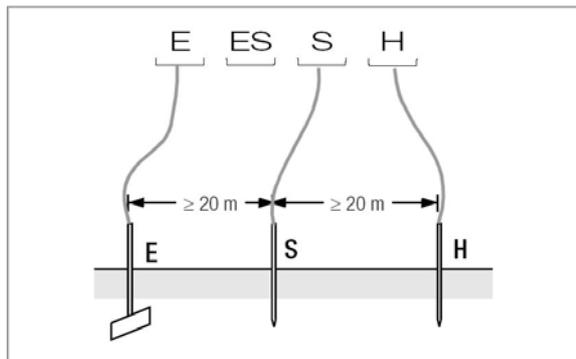


图2 用3-线制测量接地电阻的设置

- ⇨ 放置探针距离接地电极至少 20 米和辅助接地电极距离接地电极至少 40 米的位置（如图 2）；
- ⇨ 确认探针和大地的接触电阻值不要过大；
- ⇨ 如果使用 3-线制测试已被设置妥当，接地电极应用测试电缆连接到仪器上的“**E**”插口，探针应接到“**S**”插口，辅助接地电极应接到“**H**”插口；
- ⇨ 按 **RE3-P** 键选择 3-线制测试连接。

从接地电极到仪器之间连接电缆的电阻会直接影响测量结果。使用 3-线制测试中为了尽可能地减少连接电缆的电阻，在连接接地电极到仪器上的“**E**”插口时，要使用有较大横截面的尽量短的连接电缆；可以用 2-线的方式测量连接电缆的电阻。

👉 注意!

测量电缆一定要被很好的绝缘，以避免电流分流；为了使感应的影​​响减到最小，测量电缆不要互相交叉，也不要相互平行放置较长的距离。

测量的操作在第 12 页第 5.4 节中有所描述。

4-线连接

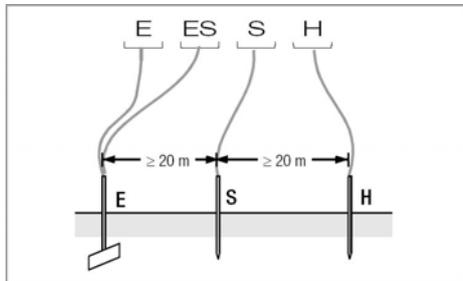


图3 用 4-线制测量接地电阻的设置

4-线制连接用于接地电极与仪器之间连接电缆的电阻值过大的情况。

- 👉 放置探针距离接地电极至少 20 米和辅助接地电极距离接地电极至少 40 米的位置（如图 3）；
- 👉 确认探针和大地的接触电阻值不要过大；
- 👉 使用 4-线制测试时，用测试电缆分别连接接地电极与仪器上的“E”插口和“ES”插口，探针应接到“S”插口，辅助接地电极应接到“H”插口；
- 👉 按 **RE3-P** 键选择 3-线制测试连接。

在 4-线制连接的测量中，接地电极与仪器上的“E”插口之间电缆的电阻，将不包括在测量值中。

👉 注意!

当测量量成倍手动选择后，要注意仪器所规定的精度只在测量的实际值大于满量程的 5%时才满足（10Ω 量程时除外：对较小值由不同的规定）。

测量的操作在第 12 页第 5.4 节中有所描述。

电位梯度

放置探针和辅助接地电极的位置，要根据大地的电压特性和扩散电阻而定。

仪器产生的电流传导经过接地电极和辅助接地电极，会在接地电极和辅助接地电极周围产生电压的分布，电位梯度的描述参看第 16 页的图 5；电阻的分布与电位梯度的分布相似。

接地电极和辅助接地电极的扩散电阻是不同的，所以，两者电位梯度是不对称的。

最小区域内接地电极的扩散电阻

探针和辅助接地电极的位置对正确地确定接地电极的扩散电阻是极其重要的，在所谓的大地参考面上探针必须放置在接地电极和辅助接地电极之间，（参看第 16 页的图 4）。电阻特性曲线是以大地参考面的水平方向；

按照下面的过程以选择合适的探针和辅助接地电极的电阻：

- 👉 放置辅助接地电极距离接地电极大约 40 米远和辅助接地电极距离接地电极至少 40 米的位置（如图 3）；
- 👉 探针的位置放置在接地电极和辅助接地电极的中间，然后测量接地电阻；
- 👉 将探针移近接地电极 2-3 米的位置放置，然后将探针移近辅助接地电极 2-3 米的位置放置，并分别测量每个位置的电阻；

如果三个测量值相同，则获得的接地电阻值正确，并且探针放置在大地参考面内。

如果三个测量值相互不相等，则探针没有放置在大地参考面内，并且电阻特性曲线在这一点没有处于水平，探针应再深一些。

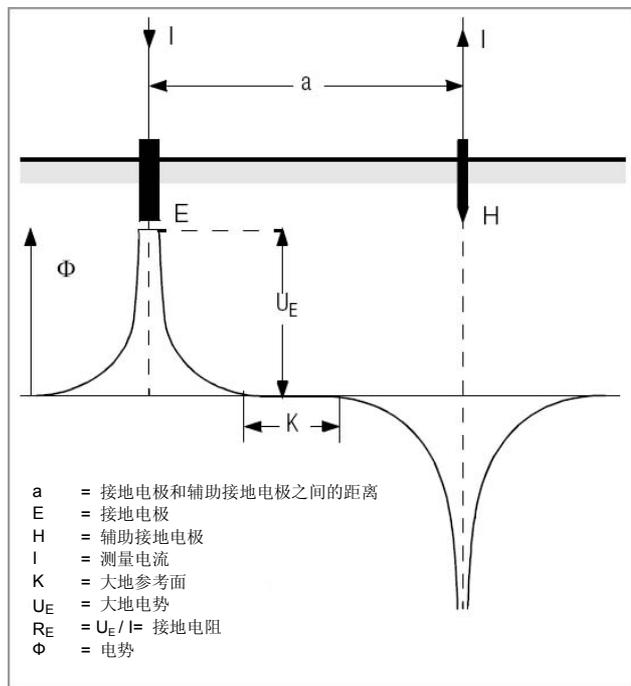


图 4 在同质土壤中接地电极和辅助接地电极之间特有电压曲线

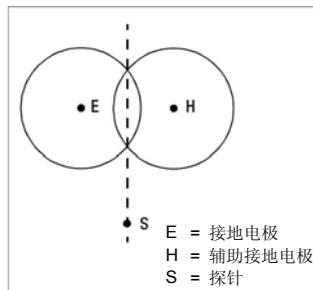


图 4 探针 S 在接地电极 E 和辅助接地电极 H 电位梯度范围的重叠处的垂线外

增加接地电极和辅助接地电极之间的距离，或沿接地电极和辅助接地电极之间的垂直方向移动探针（参看第 16 页的图 5），沿着垂直线移动探针，并移出接地电极和辅助接地电极的影响的范围；在这种情况下可以得到正确的测量结果。

较大区域的接地电极的扩散电阻

值得注意的是在较大的接地系统，到探针和辅助接地电极的距离需要较长，其距离分别要达到接地系统最大的对角线长度的 2.5 倍和 5 倍。

对于大型的接地系统将探针的放置在大地参考面进行测量是非常重要的，因为通常要求此系统的扩散电阻只有几欧姆或更小；对于纵向延长的接地系统探针和辅助接地电极需按正确的角度放置；扩散电阻一定要保持最小值，如有必要可用几个地钎互相连接（相互的距离大约 1~2 米）。

不管怎样，由于障碍物的影响使到探针的距离较长的情况不太多，如果此种情况发生，可参照第 17 页的图 6：

- 辅助接地电极 H 要放置在距离接地系统尽可能远的位置；
- 以等距点测量接地电极和辅助接地电极的之间的区域（步长为大约 5 米）；

将测量的电阻列成表格，然后绘成曲线（参看第 17 页的图 6 中的曲线 1）；

通过拐点 S_1 画一条与横坐标平行的线，将电阻曲线分为两个部分，从纵坐标上可以找到接地电极的扩散电阻 $R_{A/E}$ 的测量结果，从纵坐标的上边可以找到辅助接地电极的扩散电阻 $R_{A/H}$ 的测量结果；在此种测试设置的状态下，辅助接地电极的扩散电阻值应小于 100 倍的接地电极扩散电阻值。

如果电阻特性曲线显示的水平部分不好，则应该变换辅助接地电极的位置后再测量。新的电阻特性曲线要放入同一个坐标图中，两个辅助接地电极的位置的曲线可明确地显示。这样可以通过拐点 S_2 再次验证原始的扩散电阻值（参看第 17 页的图 6）。

在不利的地貌的测量方法

在一个非常差的地貌状况（如：长距离的干燥环境和的沙地），可在辅助接地电极和探针周围泼水的方法减小它们的电阻值。如果泼水不能起作用，可插几个地钎并联起来。

在山地或地面非常坚硬时，很难插入地钎，此时要使用 1 厘米大小网眼的导线网，表面积需大约 2 平方米，导线网必须平铺在地面上并要浸泡苏打水或盐水，最好再同时压上盛满湿土的麻袋。

曲线 I		曲线 II	
m	Ω	m	Ω
5	0.9	10	0.8
10	1.28	20	0.98
15	1.62	40	1.60
20	1.82	60	1.82
25	1.99	80	2.00
30	2.12	100	2.05
40	2.36	120	2.13
60	2.84	140	2.44
80	3.68	160	2.80
100	200	200	100

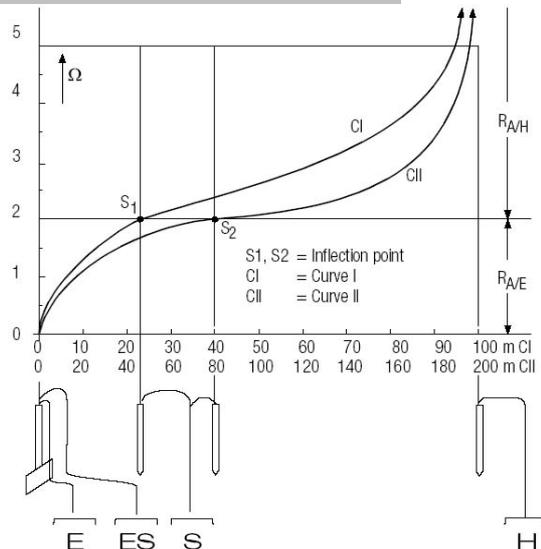


图 6 测量较大接地系统的接地电阻

5.6 测量土壤电阻率

土壤的电导率取决于给定的接地电极的扩散电阻；在接地电阻设计时，必须知道土壤的电导率用以进一步计算扩散电阻。

可按照威纳尔（Wenner）方法使用 GEOHM® C 接地电阻测试仪测量土壤的电阻率 ρ_E （参看第 6 页的第 3 章）。四个地钎应排成直线尽可能深的插入大地，每个相邻的距离为 a ，并且连接到仪器上（参见图 7）。地钎的长度一般是 30 厘米~50 厘米，较长的地钎可用于较差导电性的土壤（如：沙土等），插入土壤的地钎长度不必要超过距离 a 的 1/20。

注意！

如果地下的管道、电缆或其它金属的地下线路与测量电路平行，可能造成错误的测量结果。

测量的操作可参看第 12 页的第 5.4 章节，距离 a 和土壤的电导率都有说明。

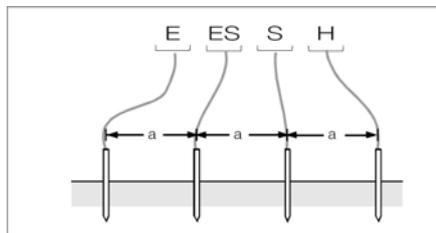
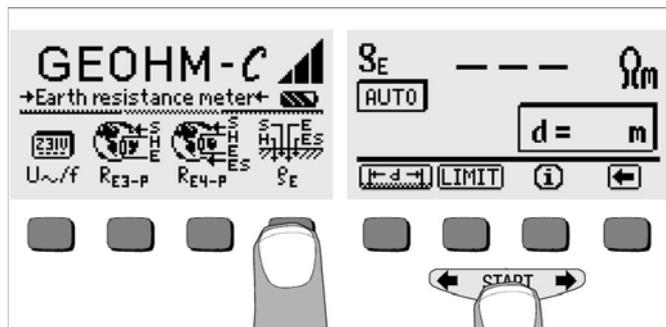


图 7 测量土壤的电阻率

土壤的电阻率是根据下面的公式计算的：

$$\rho_E = 2\pi \times a \times R$$

其中：

$$\pi = 3.1416$$

a = 地钎之间的距离，以米为单位

R = 计算的电阻值 Ω （此值对应于 R_E ，是 4 线制测量的平均值）

5.6.1 地质测量

除了非常特殊的情况，用等距插入土壤一定深度的地钎来测量；考虑到不同的大地层面和不同的地钎距离，可以得出不同的结论；土壤的电阻率会有很大的波动，这是由于各种环境引起的，例如：土壤的多孔性、湿度、地下水中溶解盐的浓度和天气的波动。

土壤电阻率 ρ_E 的特性受季节的影响（大地的温度和大地的负温度系数），非常接近正弦曲线。

5.6.1 计算扩散电阻

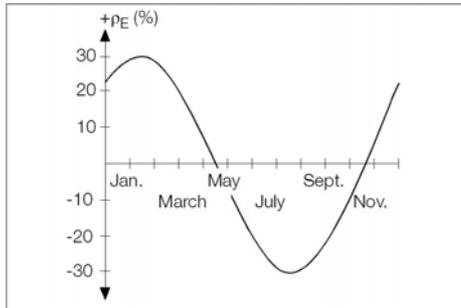


图 8 土壤电阻率 ρ_E 的特性受季节的影响未考虑降雨量（地钎深度 <1.5 米）

下面的表格给出了不同土壤的电阻率：

土壤类型	土壤电阻率 ρ_E (Ωm)
潮湿的沼泽土壤	8...60
可耕种土地、肥土和粘土、湿砂砾	20...300
潮湿、沙质的土壤	200...600
干沙质土壤、干砂砾土壤	200...2000
岩石地面	300...8000
岩床	$10^4 \dots 10^{10}$

表 1 各种土壤的电阻率 ρ_E