

目 录

一. 注意.....	3
二. 简介.....	3
三. 规格.....	3
1. 量限及准确度.....	3
2. 技术规格.....	4
四. 钳表结构.....	4
五. 液晶显示.....	4
1. 液晶显示屏.....	4
2. 特殊符号说明.....	4
3. 显示示例.....	4
六. 操作方法	5
1. 开机	5
2. 关机	5
3. 电阻测量	5
4. 数据锁定/解除.....	6
七. 测量原理.....	6
八. 接地电阻测量方法.....	6
1. 多点接地系统.....	6
2. 有限点接地系统.....	6
3. 单点接地系统	7
九. 现场应用.....	8
1. 电力系统的应用.....	8
2. 电信系统的应用.....	8
3. 建筑物防雷接地系统的应用.....	8
4. 加油站接地系统的应用.....	9
十. 测量接地电阻的注意事项.....	9
十一. 装箱单.....	9

一. 注意

感谢您购买了本公司的单钳口接地电阻测试仪，为了更好地使用本产品，请一定：

- 详细阅读本用户手册。
- 遵守本手册所列出的操作注意事项。

- 任何情况下，使用本钳表应特别注意安全。
- 注意本钳表所规定的测量范围及使用环境。
- 注意本钳表面板及背板的标贴文字。
- 开机前，扣压扳机一两次，确保钳口闭合良好。
- 开机自检过程中，不要扣压扳机，不能钳任何导线。
- 自检过程中显示“CAL6、CAL5、CAL4…CAL0、OL Ω ”。
- 必须自检完成，显示“OL Ω ”符号后，才能钳测被测对象。
- 钳口接触平面必须保持清洁，不能用腐蚀剂和粗糙物擦拭。
- 避免本钳表受冲击，尤其是钳口接合面。
- 危险场合，强烈推荐选用本公司的防爆型单钳口接地电阻测试仪。
- 本钳表在测量时会有蜂鸣声，这是正常的。
- 长时间不用本钳表，请取出电池。
- 拆卸、校准、维修本钳表，必须由有授权资格的人员操作。
- 由于本钳表原因，继续使用会带来危险时，应立即停止使用，并马上封存，由有授权资格的机构处理。

二. 简介

ETGE2000 钳形接地电阻测试仪是传统接地电阻测量技术的重大突破，广泛应用于电力、电信、气象、油田、建筑及工业电气设备的接地电阻测量。

ETGE2000 钳形接地电阻测试仪在测量有回路的接地系统时，不需断开接地引下线，不需辅助电极，安全快速、使用简便。

ETGE2000 钳形接地电阻测试仪能测量出用传统方法无法测量的接地故障，能应用于传统方法无法测量的场合，因为 ETGE2000 钳形接地电阻测试仪测量的是接地体电阻和接地引线电阻的综合值。

ETGE2000 钳形接地电阻测试仪特别适宜于扁钢接地的场合。

三. 规格

1. 量限及准确度

测量范围	分辨力	准确度
0.010-0.099 Ω	0.001 Ω	$\pm(1\%+0.01\Omega)$
0.10-0.99 Ω	0.01 Ω	$\pm(1\%+0.01\Omega)$
1.0-49.9 Ω	0.1 Ω	$\pm(1\%+0.1\Omega)$
50.0-99.5 Ω	0.5 Ω	$\pm(1.5\%+0.5\Omega)$
100-199 Ω	1 Ω	$\pm(2\%+1\Omega)$

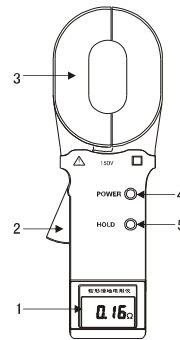
2. 技术规格

电 源： 6VDC (4 节 5 号碱性干电池)
 相对湿度： 10%~90%
 钳口张开尺寸： 28mm
 钳表尺寸： 长 285mm、宽 85mm、厚 56mm
 结构特点： 钳口方式
 外部磁场： <40A/m
 单次测量时间： 1 秒
 电阻测量最高分辨率： 0.001 Ω

工作温度： -10°C~55°C
 液晶显示器： 4 位 LCD 数字显示，长宽 47×28.5mm
 钳表质量(含电池)： 1160g
 保护等级： 双重绝缘
 量程换档： 自动
 外部电场： <1V/m
 电阻测量频率： >1KHz
 电阻测量范围： 0.01~200 Ω

四. 钳表结构

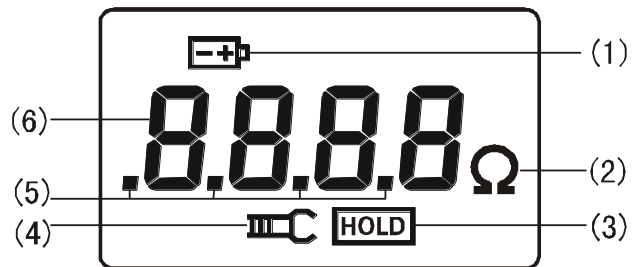
1. 液晶显示屏
2. 扳机：控制钳口张合
3. 钳口： 65×32mm
4. POWER 键： 开机/关机
5. HOLD 键： 锁定/解除显示



五. 液晶显示

1. 液晶显示屏

- (1). 电池电压低符号
- (2). 电阻单位
- (3). 数据锁定符号
- (4). 钳口张开符号
- (5). 十进制小数点
- (6). 4 位 LCD 数字显示



2. 特殊符号说明

(1). 钳口张开符号，钳口处于张开状态时，该符号显示。此时，可能人为扣压扳机；或钳口已严重污染，不能再继续测量。

(2). 电池电压低符号，当电池电压低于 5.3V，此符号显示，此时不能保证测量的准确度，应更换电池。

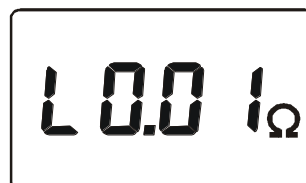
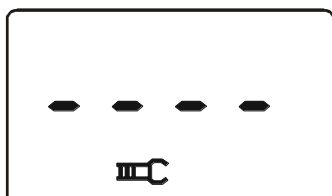
(3). “OL Ω” 符号，表示被测电阻超出了钳表的上量限。

(4). “LO.01 Ω” 符号，表示被测电阻超出了钳表的下量限。

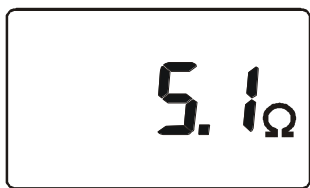
3. 显示示例

(1). 钳口处于张开状态，不能测量

(2). 被测回路电阻小于 0.01 Ω

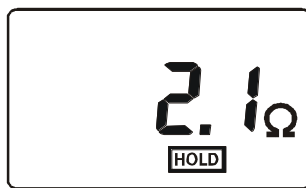


(3). ——被测回路电阻为：5.1Ω



(4). ——被测回路电阻为：2.1Ω

——锁定当前测量值：2.1Ω



六. 操作方法

1. 开机

开机前，扣压扳机一两次，确保钳口闭合良好。

按 **POWER** 键，进入开机状态，首先自动测试液晶显示器，其符号全部显示，见图 1。然后开始自检，自检过程中依次显示“CAL6、CAL5、CAL4---CAL0、0LΩ”，见图 2。当“0LΩ”出现后，自检完成，自动进入电阻测量模式，见图 3。

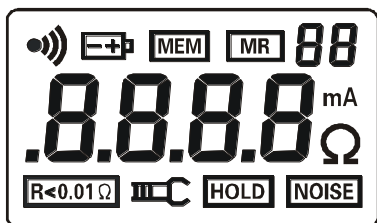


图1. 自测LCD, 全显

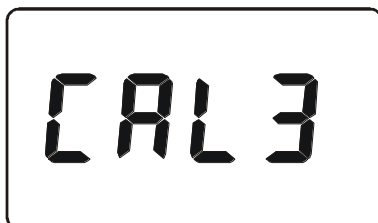


图2. 自检过程中



图3

自检过程中，不要扣压扳机，不能张开钳口，不能钳任何导线。

自检过程中，要保持钳表的自然静止状态，不能翻转钳表，不能对钳口施加外力，否则不能保证测量的准确度。自检过程中，若钳口钳绕了导体回路，测量结果是不准确的，请去除导体回路重新开机。

如果开机自检后未出现“0LΩ”，而是显示一个较大的阻值，见图 4。

但用测试环检测时，仍能给出正确的结果，这说明钳表仅在测大阻值时（如大于 100 欧）有较大误差，而在测小阻值时仍保持原有准确度，用户仍可放心使用。



图4

2. 关机

钳表在开机后，按 **POWER** 键关机。

钳表在开机 5 分钟后，液晶显示屏进入闪烁状态，闪烁状态持续 30 秒后自动关机，以降低电池消耗。在闪烁状态按 **POWER** 键可延时关机，钳表继续工作。

在 **HOLD** 状态下，需先按 **HOLD** 键退出 **HOLD** 状态，再按 **POWER** 键关机。

3. 电阻测量

开机自检完成后，显示“0LΩ”，即可进行电阻测量。此时，扣压扳机，打开钳口，钳住待测回路，读取电阻值。

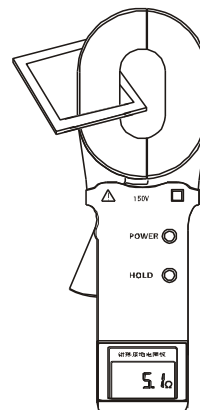
用户认为有必要，可以如右图所示用随机的测试环检验一下。其显示值应该与测试环上的标称值一致（5.1Ω）。

测试环上的标称值是在温度为 20℃ 下的值。

显示值与标称值相差一个字，是正常的。

如：测试环的标称值为 5.1Ω 时，显示 5.0Ω 或 5.2Ω 都是正常的。

显示“0LΩ”，表示被测电阻超出了钳表的上量限，见图 3。



显示“L0.01Ω”，表示被测电阻超出了钳表的下量限，见图6。

在 **HOLD** 状态下，需先按 **HOLD** 键退出 **HOLD** 状态，才能继续测量。

4. 数据锁定/解除

在电阻测量过程中，按 **HOLD** 键锁定当前显示值，显示 **HOLD** 符号，再按 **HOLD** 键取消锁定，**HOLD** 符号消失，可继续测量。

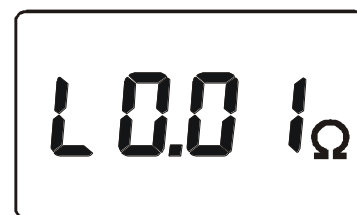
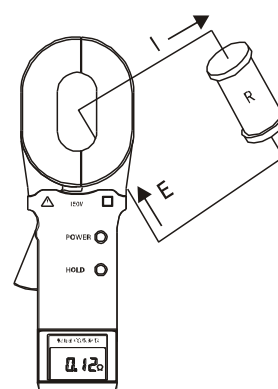


图6

七. 测量原理

ETCR2000 系列单钳口接地电阻测试仪测量接地电阻的基本原理是测量回路电阻。见右图。钳表的钳口部分由电压线圈及电流线圈组成。电压线圈提供激励信号，并在被测回路上感应一个电势 E 。在电势 E 的作用下将在被测回路产生电流 I 。钳表对 E 及 I 进行测量，并通过下面的公式即可得到被测电阻 R 。

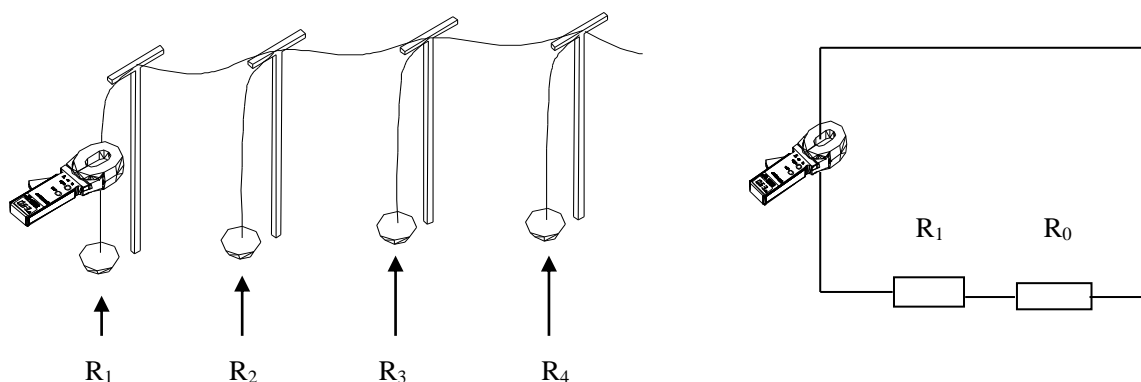
$$R = \frac{E}{I}$$



八. 接地电阻测量方法

1. 多点接地系统

对多点接地系统（例如输电系统杆塔接地、通信电缆接地系统、某些建筑物等），它们通过架空地线（通信电缆的屏蔽层）连接，组成了接地系统。见下左图。其等效电路见下右图。



当用钳表如上图测量时，其等效电路见上右图。

其中： R_1 为预测的接地电阻。 R_0 为所有其它杆塔的接地电阻并联后的等效电阻。

虽然，从严格的接地理论来说，由于有所谓的“互电阻”的存在， R_0 并不是通常的电工学意义上的并联值（它会比电工学意义上的并联值稍大），但是，由于每一个杆塔的接地半球比起杆塔之间的距离要小得多，而且毕竟接地点数量很大， R_0 要比 R_1 小得多。因此，可以从工程角度有理由地假设 $R_0=0$ 。这样，我们所测的电阻就应该是 R_1 了。多次不同环境、不同场合下与传统方法进行对比试验，证明上述假设是完全合理的。

2. 有限点接地系统

这种情况也较普遍。例如有些杆塔是 5 个杆塔通过架空地线彼此相连；再如某些建筑物的接地也不是一个独立的接地网，而是几个接地体通过导线彼此连接。

在这种情况下，如果将上图中的 R_0 视为 0 则会对测量结果带来较大误差。

出于与上述同样的理由，我们忽略互电阻的影响，将接地电阻的并联后的等效电阻按通常意义上的计算方法计

算。这样，对于 N 个（N 较小，但大于 2）接地体的接地系统，就可以列出 N 个方程：

$$R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}} = R_{1T} \quad R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_N}} = R_{2T} \quad \dots \quad R_N + \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{(N-1)}}} = R_{NT}$$

其中：R₁、R₂、……R_N是我们要求得的 N 个接地体的接地电阻。

R_{1T}、R_{2T}、……R_{NT} 分别是用钳表在各接地支路所测得的电阻。

这是一个有 N 个未知数，N 个方程的非线性方程组。它是有确定解的，但是人工解它是十分困难的，当 N 较大时甚至是不可能的。

为此，请选购我公司的有限点接地系统解算程序软件，用户即可使用电脑进行机解。

从原理上来说，除了忽略互电阻以外，这种方法不存在忽略 R₀ 所带来的测量误差。

但是，用户需要注意的是：您的接地系统中，有几个彼此相连接的接地体，就必须测量出同样个数的测试值供程序解算，不能或多或少。而程序也是输出同样个数的接地电阻值。

3. 单点接地系统

从测试原理来说，ETCE2000 系列钳表只能测量回路电阻，对单点接地是测不出来的。但是，用户完全可以利用一根测试线及接地系统附近的接地极，人为地制造一个回路进行测试。下面介绍二种用钳表测量单点接地的方法，此方法可应用于传统的电压-电流法无法测试的场合。

(1). 二点法

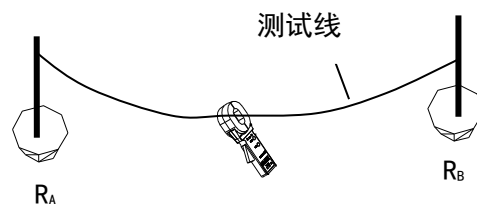
见右图，在被测接地体 R_A 附近找一个独立的接地较好的接地体 R_B（例如临近的自来水管、建筑物等）。将 R_A 和 R_B 用一根测试线连接起来。由于钳表所测的阻值是两个接地电阻和测试线阻值的串联值。

$$R_T = R_A + R_B + R_L$$

其中：R_T 为钳表所测的阻值。 R_L 为测试线的阻值。

将测试线头尾相连即可用钳表测出其阻值 R_L。

所以，如果钳表的测量值小于接地电阻的允许值，那么这两个接地体的接地电阻都是合格的。



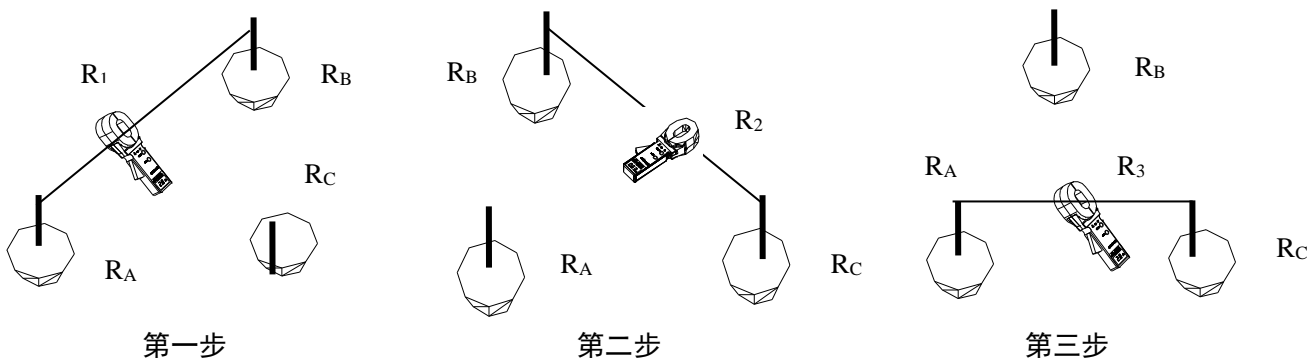
(2). 三点法

如下图，在被测接地体 R_A 附近找二个独立的接地体 R_B 和 R_C。

第一步，将 R_A 和 R_B 用一根测试线连接起来，见下图。用钳表读得第一个数据 R₁。

第二步，将 R_B 和 R_C 连接起来，见下图。用钳表读得第二个数据 R₂。

第三步，将 R_C 和 R_A 连接起来，见下图。用钳表读得第三个数据 R₃。



上面三步中，每一步所测得的读数都是两个接地电阻的串联值。这样，就可以很容易地计算出每一个接地电阻值：

由于： $R_1 = R_A + R_B$

所以：

$$R_2 = R_B + R_C$$

$$R_3 = R_C + R_A$$

$$R_A = \frac{R_1 + R_3 - R_2}{2}$$

这就是接地体 R_A 的接地电阻值。为了便于记忆上述公式，可将三个接地体看作一个三角形，则被测电阻等于邻边电阻相加减对边电阻除 2。

其它两个作为参照物的接地体的接地电阻值为：

$$R_B = R_1 - R_A$$

$$R_C = R_3 - R_A$$

九. 现场应用

1. 电力系统的应用

(1). 输电线路杆塔接地电阻的测量

通常输电线路杆塔接地构成多点接地系统，只需用 ETCE2000 钳表钳住接地引下线，即可测出该支路的接地电阻阻值。

(2). 变压器中性点接地电阻的测量

变压器中性点接地有二种情形：如有重复接地则构成多点接地系统；如无重复接地按单点接地测量。

测量时，如钳表显示“L 0.01Ω”，可能同一个杆塔或变压器有两根以上接地引下线并在地下连接。此时应将其它的接地引下线解开，只保留一根接地引下线。

(3). 发电厂变电所的应用

ETCE2000 钳表可以测试回路的接触情况和连接情况。借助一根测试线，可以测量站内装置与地网的连接情况。接地电阻可按单点接地测量。

2. 电信系统的应用

(1). 楼层机房接地电阻的测量

电信系统的机房往往设在楼房的上层，使用摇表测量非常困难。而用 ETCE2000 系列钳表测试则非常方便，用一根测试线连接消防栓和被测接地极（机房内都设有消防栓），然后用钳表测量测试线。

钳表阻值 = 机房接地电阻 + 测试线阻值 + 消防栓接地电阻

如果消防栓接地电阻很小，则：

机房接地电阻 \approx 钳表阻值 - 测试线阻值

(2). 机房、发射塔接地电阻的测量

机房、发射塔接地通常构成二点接地系统，如右图。如果钳表的测量值小于接地电阻的允许值，那么机房、发射塔的接地电阻都是合格的。如果钳表的测量值大于允许值，请按单点接地进行测量。

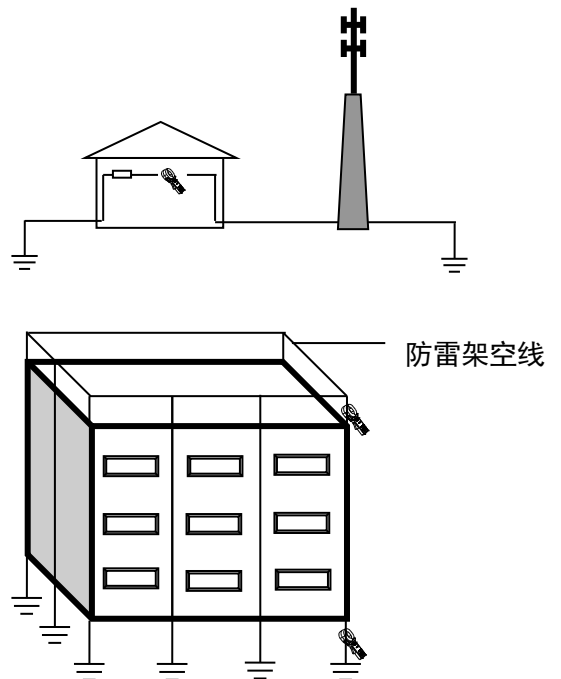
3. 建筑物防雷接地系统的应用

建筑物的接地极如互相独立，各接地极的接地电阻测量见右图。

4. 加油站接地系统的应用

在爆炸性气体环境下，如加油站、油田、油槽等设备必须使用防爆型产品。

根据 JJF2-2003《接地式防静电装置检测规范》，加油站主要需测试如下设施的接地电阻及连接电阻。测试时

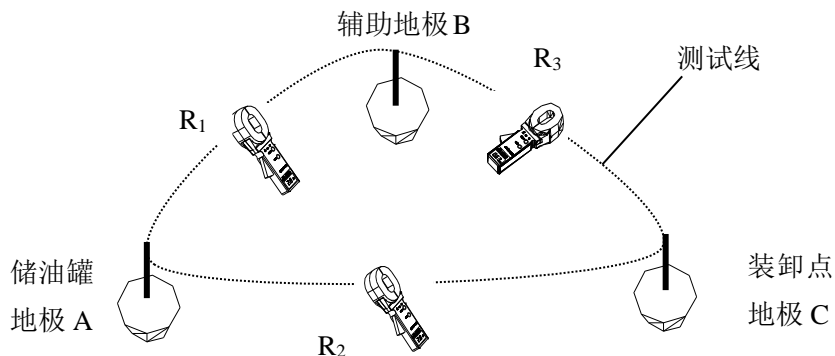


使用的仪器必须满足 GB3836-2000 《爆炸性气体环境用电气设备》的要求。

序号	检测项目	技术要求
1	储油罐接地电阻	$\leq 10 \Omega$
2	装卸点接地电阻	$\leq 10 \Omega$
3	加油机接地电阻	$\leq 4 \Omega$
4	加油机输油软管连接电阻	$\leq 5 \Omega$

(1). 储油罐、装卸点接地电阻的测量

如右图，在加油站接地系统中，储油罐接地极 A 与加油机相连接，装卸点接地极 C 是一个独立的接地极。再找一个独立的接地极作为辅助接地极 B（如自来水管等），按三点法用钳表分别测出 R_1 、 R_2 和 R_3 。



则可计算出：

储油罐接地电阻为：
$$R_A = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2}$$

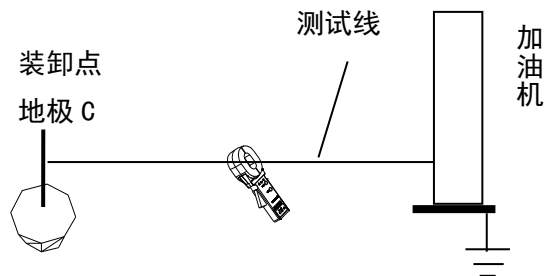
装卸点接地电阻为：
$$R_C = R_2 - R_A$$

辅助地极接地电阻为：
$$R_B = R_1 - R_A$$

注：测 R_1 时 BC、AC 间不能有导线连接。测 R_2 、 R_3 时类推。

(2). 加油机接地电阻的测量

如上图，找一个与加油机接地极互相独立的接地极，如装卸点接地极等。用测试线将两点连接起来，用钳表测出读数 R_T 。则可计算出：



加油机接地电阻为：
$$R = R_T - R_C$$

其中： R_T 为钳表所测阻值。 R_C 为装卸点接地电阻。

(3). 加油机输油软管连接电阻的测量：

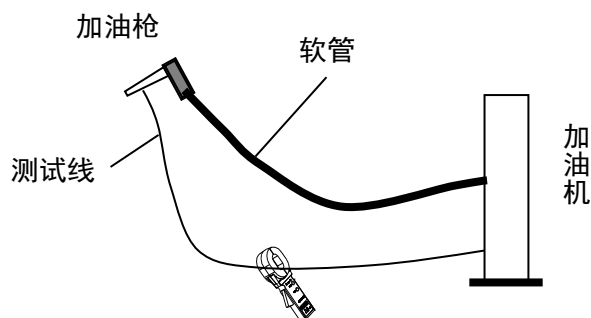
用一根测试线将加油枪和加油机连接起来。

加油机软管连接电阻为：
$$R = R_T - R_L$$

用钳表测出读数 R_T 。则可计算出：

其中： R_T 为钳表所测阻值。

R_L 为测试线的电阻。



十. 测量接地电阻的注意事项

1. 用户有时会用 ETCE2000 和传统的电压电流法进行对比测试，并出现较大的差异，对此，我们敬请用户注意如下问题：

(1). 用传统的电压电流法测试时是否解扣了（即是否把被测接地体从接地系统中分离出来了）。如果未解扣，那么所测量的接地电阻值是所有接地体接地电阻的并联值。

测量所有接地体接地电阻的并联值大概是没有意义的。因为我们测量接地电阻的目的是将它与有关标准所规定的一个允许值进行比较，以判定接地电阻是否合格。

例如：在 GB50061-97 “66KV 及以下架空电力线路设计规范”中所规定的接地电阻允许值是针对所谓“每基杆塔”而规定的。在标准的条文解释中明确指出：“每基杆塔的接地电阻，是指接地体与地线断开电气连接所测得的电阻值。如果接地体未断开与地线的电气连接，则所测得的接地电阻将是多基杆塔并联接地电阻”。

这个规定是相当明确的。

前已述及，用 ETCE2000 钳表测量出的结果是每条支路的接地电阻，在接地线接触良好的情况下，它就是单个接地体的接地电阻。

十分明显，在这种情况下，用传统的电压电流法和 ETCE2000 钳表测试，它们的测量结果根本就没有可比性。被测对象既然不是同一的，测量结果的显著差异就是十分正常的了。

(2). 用 ETCE2000 钳表所测得的接地电阻值是该接地支路的综合电阻。它包括该支路到公共接地线的接触电阻、引线电阻以及接地体电阻。而用传统的电压电流法在解扣的条件下，所测得的值仅仅是接地体电阻。

十分明显，前者的测量值要较后者大。差别的大小就反映了这条支路与公共接地线接触电阻的大小。

应该说明，国家标准中所规定的接地电阻是包括接地引线电阻的。在 DL/T621-1997 “交流电气装置的接地”中的名词术语中有如下规定：“接地极或自然接地极的对地电阻和接地线电阻的总和，称为接地装置的接地电阻”。

这种规定同样十分明确。这是因为引线电阻和接地体接地电阻在防雷安全上来说是等效的。

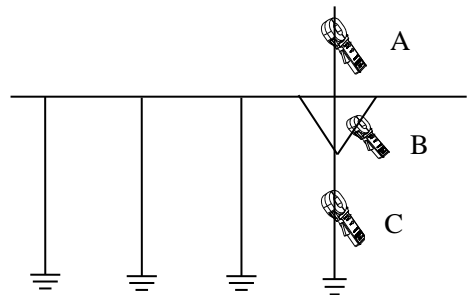
2. 测量点的选择

在某些接地系统中，如下图所示，应选择一个正确的测量点进行测量，否则会得到不同的测量结果。

在 A 点测量时，所测的支路未形成回路，钳表显示“OLΩ”，应更换测量点。

在 B 点测量时，所测的支路是金属导体形成的回路，钳表显示“L 0.01Ω”或金属回路的电阻值，应更换测量点。

在 C 点测量时，所测的是该支路下的接地电阻值。



十一. 装箱单

仪表	一件
测试环	一件
仪表箱	一件

上海来扬电气科技有限公司

电话：021-56774665

网址：www.shlydl.com