

## 如何用示波器进行安全的市电测量？

Copyright © 2019 Siglent Technologies, All Rights Reserved

访问 [www.siglent.com](http://www.siglent.com) 获得更多鼎阳仪器信息

联系鼎阳: [market@siglent.com](mailto:market@siglent.com) 或 拨打免费电话 400-878-0807

在我们使用示波器的过程中，市电测量是许多朋友都会遇到的一个测试项目，但很多朋友在测量中就产生了不少疑问，示波器能测市电吗？示波器如何测量市电？怎么测量才安全呢？等等诸多问题，本篇文章中为大家一一解答。

那么示波器能测量市电吗

**示波器在合理的操作下是能够测量市电的。**

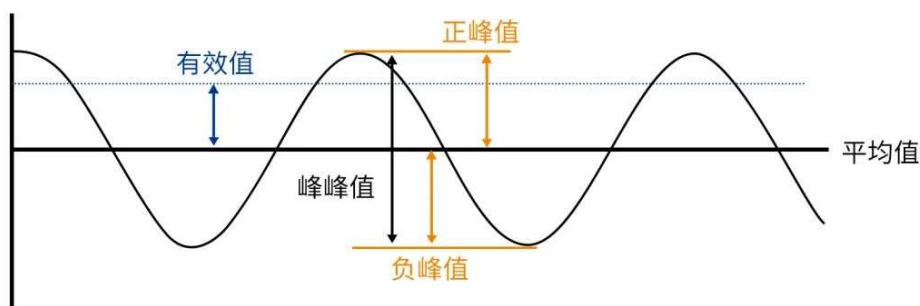
市电就是我们所说的工频交流电（AC），有 50Hz 和 60Hz 两种，世界上不同的国家电压标准也不同，常见的是欧盟 230V，日本 100V，美国 120V，我国使用的是 220V，50Hz 的标准。我们以鼎阳科技 SDS1000X-C 示波器为例，在示波器通道接口处有明确标识，输入 400Vpk。



那这是不是说明示波器可输入电压 400V 远远大于市电 220V 的电压呢？

这里有一个重要的细节要搞清楚。

我们常说的市电 220V 这个电压是指有效值，完整的单位应该是 220Vrms，而示波器接口的输入电压是 400Vpk，Vpk 指的是峰值电压。



在这里我们需要进行一下换算：

### 有效值

交变电流的有效值是根据电流的热效应来定义的，让一个交流电流和一个直流电流分别通过阻值相同的电阻，如果在相同时间内产生的热量相等，那么就把这一直流电的数值叫做这一交流电的有效值。

那么我们假设，交流电流  $i$  通过电阻  $R$  在一个周期内所产生的热量和直流电流  $I$  通过同一电阻  $R$  在相同时间内所产生的热量相等，则这个直流电流  $I$  的数值叫做交流电流  $i$  的有效值，用大写字母  $U$ 、 $I$

表示,最大值用  $U_m$ 、 $I_m$  表示。

一个周期内直流电通过电阻  $R$  所产生的热量为:

$$Q = I^2 RT$$

交流电通过同样的电阻  $R$ , 在一个周期内所产生热量:

$$Q = \int_0^T i^2 R dt$$

那么

$$I^2 RT = \int_0^T i^2 R dt \Rightarrow I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 R dt}$$

由于

$$i = I_m \sin \omega t$$

经过推导我们可得

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t dt} = \sqrt{\frac{I_m^2}{T} \int_0^T \frac{1 - \cos 2\omega t}{2} dt} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2T} \left( \int_0^T dt - \int_0^T \cos 2\omega t dt \right)} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2T} T} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0.707 I_m$$

即

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \approx 0.707 U_m$$

那么我们的示波器可测量的有效值为:

$$U = \frac{400V_{pk}}{\sqrt{2}} \approx 282.84V_{rms}$$

现在我们才可以真正拿两个数值来比较, 示波器允许输入的电压  $282.84V_{rms}$  是要大于我们市电  $220V_{rms}$  的。

在这里可能有朋友要提出疑问了, 示波器测量并不是直接测量, 难道不是要接入探头吗?

没错, 以上主要是讲解了示波器上标称电压和我们常说市电的关系, **但是真正能不能测, 还是要看探头。**

同样以 SDS1000X-C 为例, 我们标配的探头是无源探头, 型号是 PP510, 有 1X 和 10X 两个档位, 在不同的档位下, 他们可允许测试的电压等级不同, 分别是

1X: 150V RMS CAT II

10X: 300V RMS CAT II

由数据可知, PP510 在 10X 档位下允许测试最大的电压有效值为 300V, 这个是满足我们测量需求的,

所以说，普通标配的无源探头是可以测量市电的，但是需要在正确的档位下即 10X。

了解了示波器及探头在理论上可以测量市电，那么怎么操作呢？

市电线路由火线、零线和地线组成。

### 火线 (L)

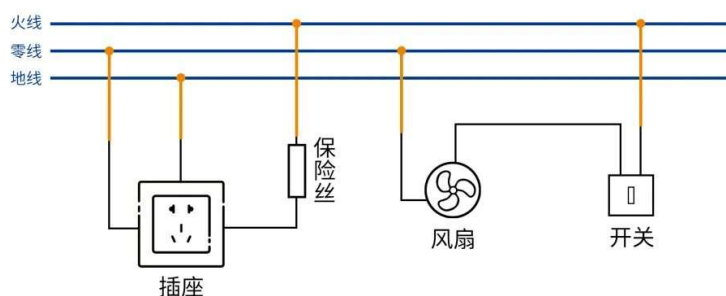
也被称之为相线，一般为红、黄、绿色，为由发电站或变电站提供，电压 220V，人体接触会发生危险。

### 零线 (N)

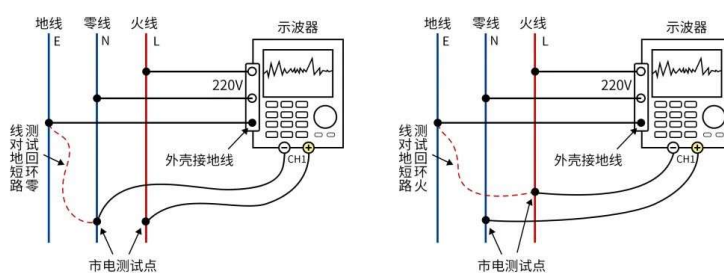
为火线提供回路，一般为黑、蓝色，在发电站或变电站端接地；由于是远端接地，所以在居民楼用户端电位不一定为零，可能带弱电，对比于火线较为安全。

### 地线 (E)

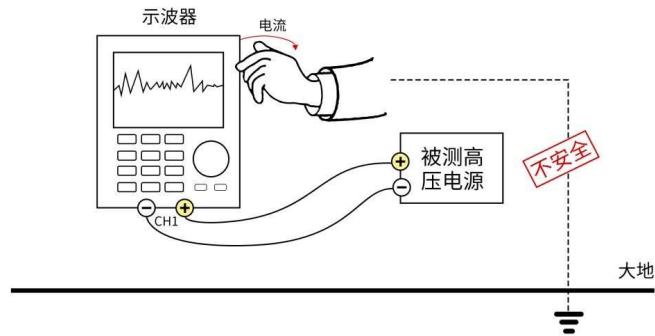
零电势参考点，一般为黄绿双色线，在居民楼用户端接大地，零电压，绝对安全。



一般的示波器都是不带隔离的，外壳、通道外金属还有探头地线都是直接与市电地线相连接，在测试中非常容易犯的一个错误就是直接把示波器探头的信号线接火线，地线接零线，这是**绝对不允许的**，因为火线与地线短路或者是零线和地线短路，都**非常危险**！



在民间，也有一些偏方，可能有些朋友也想到了，地线会短路，那我把示波器的地线去掉不就行了。在这里明确地告诉大家，**这种做法也不可取**！因为这样会导致测量时示波器外壳和探头地线可能带有 220V 电压，**非常危险**！为了大家的生命安全，也千万不要这样尝试！



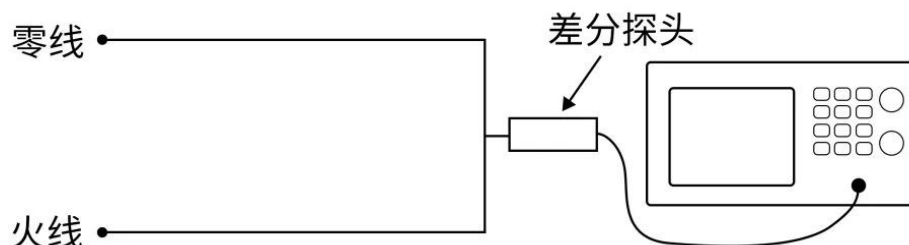
那么我们该怎么测量呢？

普通的探头我们可以使用示波器先测火线-地线，再测零线-地线，得出市电电压，也就是我们常说的A-B法当然，现在我们示波器已经不用我们自己算了，我们可以打开示波器的运算功能，同时使用通道1测火线-地线，通道2测零线-地线，然后通道1减去通道2即可得到正确的市电电压。

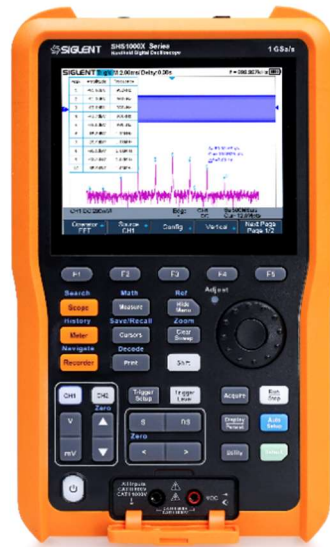
如果朋友们还是觉得这样测量太过繁琐，也有一个又安全又快速的方法，那就是使用高压差分探头。



高压差分探头因为两个输入端都不存在接地的问题，两路输入信号的差分运算在探头前端放大器完成，传输到示波器通道的信号是已差分后的电压，示波器无需去掉三线插头的接地端即可实现安全的浮地测量。这样无论你怎么接，都是非常安全的。



还有一个就是使用隔离示波器或示波表，像 SHS1000X 这样的带隔离的示波表测量也会非常的安全。



不过这样的方式也是有缺点的，那就是价格比较昂贵。

以上就是本期全部内容，虽然比较繁琐，但是电路中的一些基础知识希望能让大家了解清楚、能从原理上理解问题，希望在测试测量中能对大家有所帮助！

## 关于鼎阳硬件智库

鼎阳硬件设计与测试智库（简称鼎阳硬件智库）由深圳市鼎阳科技有限公司领衔创办，是中国第一家“智力众筹”模式的硬件智库。

鼎阳硬件智库顺势顺势，倡导“连接-分享-协作-创造”的理念，高举志愿者服务的大旗，相信互联网是“爱”的大本营，相信人们都有发自内心分享的愿望。

鼎阳硬件智库选择硬件领域最普遍的七类问题：电源，时钟，DDR，低速总线，高速总线，EMC，测试测量进行聚焦。寻找“最针尖”的问题进行研讨，针对“最针尖”的问题组织专家答疑，将硬件大师积累的宝贵知识和经验变成公众财富，惠及更多硬件人。鼎阳硬件智库的运作载体包括“线上”的微信公众号分享，微信群，网站，网络社区论坛，博客，邮件群等多种互联网工具和“线下”的专家论坛和专家把脉。“线上”的分享坚持原创，坚持干货，保持专注和深耕。“线下”专家论坛邀请硬件相关的一线实战派专家分享“最干货”的硬件设计与测试知识与经验，面对面相互研讨；“线下”的专家把脉，通过大数据连接，促使具体问题和最熟悉这个具体问题的专家“精准匹配”，远程问诊和现场解决问题相结合。

鼎阳硬件智库，群策群力，连接所有硬件人。

有硬件问题，找鼎阳硬件智库。



扫码关注鼎阳硬件智库，为您提供更多硬件干货