

了解电子信号的意义

在工业领域中，很多设备可以将电能转化为机械能，包括泵、压缩机、电动机、传送装置、机器人等等。控制这些机电设备的电压信号是一种至关重要但却无形的力量。如何才能捕捉并看到这种无形的力量？

示波器以波形形式测试和显示电压信号，而波形是电压随时间变化的直观表示。信号被绘制在图中，显示了信号的变化情况。垂直 (Y) 轴表示电压测量值，水平 (X) 轴表示时间。

当今的大多数示波器均为数字示波器，这类示波器的信号测量值更详细、更准确，计算速度更快，并且具有数据存储功能和自动分析功能。相比台式示波器，手持式数字示波器（如 **Fluke ScopeMeter®** 测试工具）具有以下优点：它们采用电池供电，使用电隔离浮动输入，还提供嵌入式功能，使示波器用法更简单，更方便各种人员使用。

最新一代 **ScopeMeter®** 便携式示波器支持在现场快速而方便地操作，甚至支持通过智能手机应用实时共享读数，从而接收同事或其他专家的咨询建议，或将数据保存到云中，用于进一步分析。

这些设计也使得在 **CAT III 1000 V** 和 **CAT IV 600 V** 环境下进行满足安全认证的测量成为现实，高能应用领域中迫切需要对电气设备进行安全的故障排除。

万用表与示波器

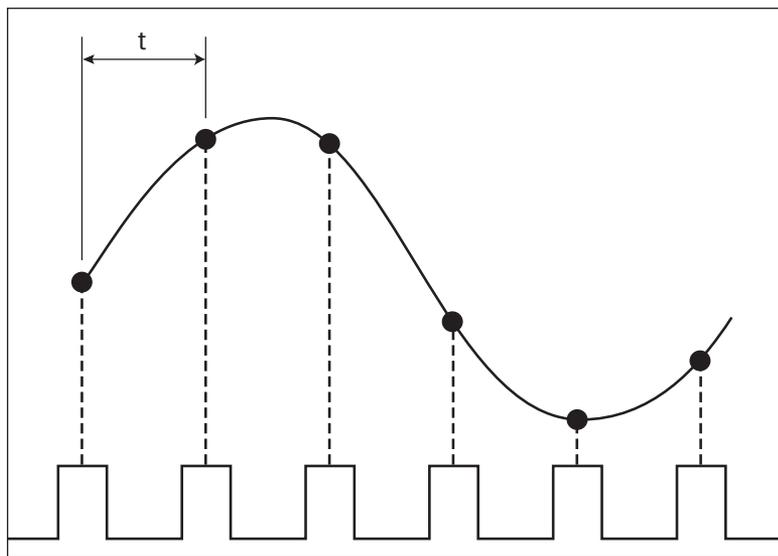
示波器与 **DMM**（数字万用表）之间的差别可以最简单地表述为“图片与数字”。**DMM** 是一种对离散信号进行精确测量的工具，信号电压、电流或频率的读数分辨率最高为八位数。另一方面，它不能直观地描绘波形，因而无法显示信号强度、波形形状或信号的瞬时值。也无法显示可能影响系统运行的瞬态信号或谐波信号。

示波器为 **DMM** 的数字读数增加了丰富的信息。它不仅显示波的瞬时数字值，还显示波的形状，包括波的幅度（电压）和频率。



示波器上的图形可以显示重要的信息：

- 按预期方式工作时的电压和电流信号
- 信号异常
- 计算得出的振荡信号频率以及频率的任何变化
- 信号是否有噪声以及噪声的变化



采样与内插：采样显示为点，内插显示为黑线。

利用这样的直观信息，示波器能够显示、测量和隔离可能对系统造成威胁的瞬态信号。

如果您希望同时进行定量和定性测量，应使用示波器。将 DMM 用于对电压、电流、电阻及其他电气参数的高精度检查。

ScopeMeter® 手持式示波器功能

采样

采样是将输入信号的一部分转化成多个离散的电参数值以供存储、处理和显示的过程。每个采样点的幅值等于输入信号在被取样时的幅度。

输入波形在显示屏上显示为一系列的点。如果点之间的间隔较宽且难以解释为一个波形，便可以使用称为内插的过程进行连接，内插用线段或矢量将点连接起来。

触发

触发控制帮助您稳定和显示一个重复的波形。

边沿触发是最常见的触发形式。在这种模式下，触发电平和斜率控制提供了基本触发点定义。斜率控制确定触发点是否位于信号的上升沿或下降沿，电平控制确定触发点在边沿上的具体位置。

处理复杂信号（比如一系列脉冲）时，可能需要脉冲宽度触发。通过这种方法，信号的触发电平设置和下一个下降沿必须发生在一个特定的时间跨度内。一旦满足这两个条件，便会触发示波器。

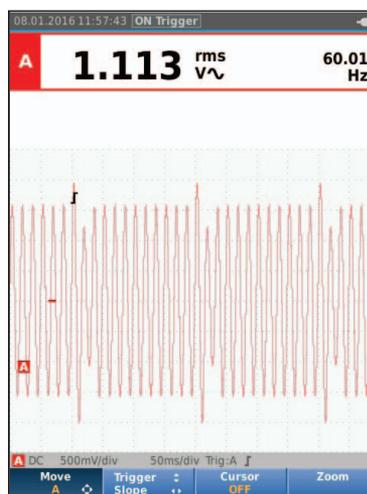
另一种方法是单次触发，通过该方法，示波器只在输入信号满足所设定的触发条件时才显示光迹。一旦满足触发条件，示波器便采集并更新显示波形，然后冻结显示以保持光迹。

在屏幕上显示信号

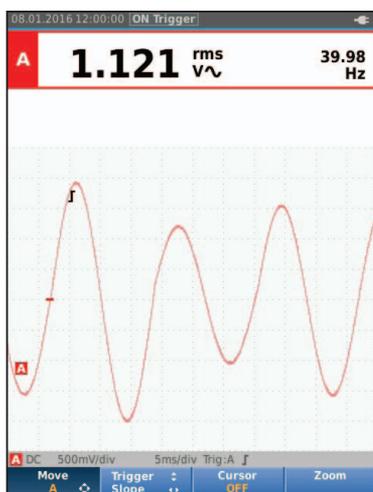
在示波器上捕获并分析未知波形，这可以是示波器使用中的常规任务，也可能像在黑暗中拍摄照片一样困难。在许多情况下，如果采取系统化的方法来设置示波器，就能够捕获到稳定的波形，或帮助您确定需要如何设置示波器的控制功能才能捕获波形。

要在示波器上正确显示信号，传统方法是手动调整三个重要的参数来尝试得到最佳的设定值（通常在不知道正确的变量的情况下）：

- **垂直灵敏度。**调整垂直灵敏度，使垂直幅度跨越约三到六个格。

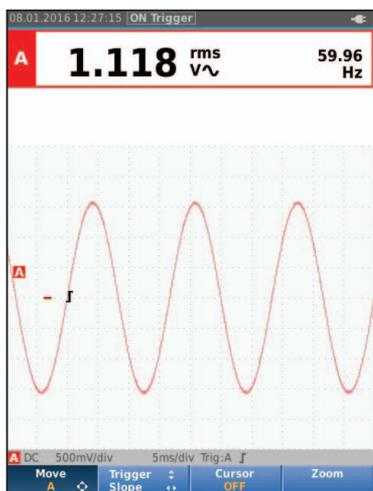


未知光迹调整为 3-6 个竖格。

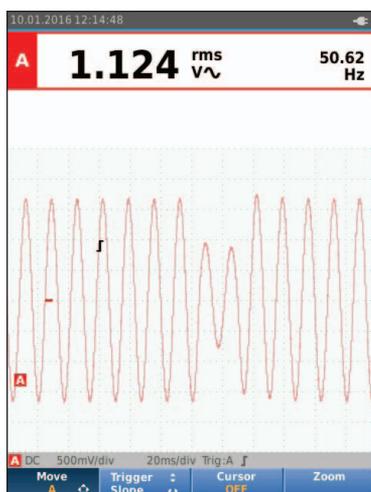


未知光迹调整为水平方向 3-4 个周期。

- **水平定时。** 调整每格的水平定时，以便在显示宽度内可以呈现三到四个波形周期。
- **触发位置。** 将触发位置设定为垂直幅度的一个点。根据信号特征，此操作可能会产生也可能不会产生稳定的显示。



触发电平调整到一个独特的重复位置，位于第二个周期畸变的外部。



触发点设定到一个点，但由于第二个周期内前沿发生畸变，额外的触发导致显示不稳定。

适当调整这三个参数，当显示出一条对称的“光迹”时，连接采样信号的线就创建了波形的直观描述。波形可以有无穷多的变化，包括最常见的在零轴点正负方向理想排布的正弦波，也可能是典型电子脉冲的单向方波，甚至可能是鲨鱼齿形波。

手动设置方法往往需要频繁地调整设置，使波形可读，从而能够进行分析。

自动设置

与此不同，Fluke ScopeMeter® 手持式示波器采用 Connect-and-View™ 技术，该技术可自动执行将模拟波形数字化以便得到信号的清晰图像的过程。Connect-and-View 可为您调整垂直和水平定时以及触发位置，无需手动操作即可显示复杂的未知信号。该功能可优化和稳定几乎所有波形的显示。一旦信号改变，设置会跟踪这些变化。

按下 AUTO 按钮，启用 Connect-and-View。此时您应看到一条光迹，该光迹 1) 位于显示屏的垂直范围内，2) 显示波形的至少三个周期，并且 3) 足够稳定，让您能够确认波形的总体特征。接下来，您可以开始微调设置。

了解和读取波形

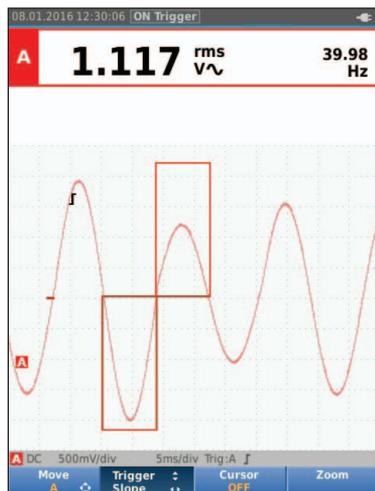
我们遇到的大多数电子波形都是周期性、重复性的，并且它们符合已知的形状。不过，也要考虑一些波形特征，以培养您的眼力，让您看到不同的维度。

某些 Fluke ScopeMeter® 测试工具提供一种名为 IntellaSet™ 的专有板载算法，可以帮助您进行波形分析。一旦波形显示在屏幕上，如果启用新 IntellaSet™ 技术，该技术便会通过将信号与已知波形数据库进行比较，评估信号及相关波形。然后 ScopeMeter® 测试工具会自动显示关键测量值以描述未知信号的特征，从而发现可能存在问题的区域。例如，当测量的波形为线性电压信号时，将自动显示交直流电压和频率读数。

尽管智能程序有助于减少仔细检查波形所需的时间，但了解使用示波器时的关注点更为重要。

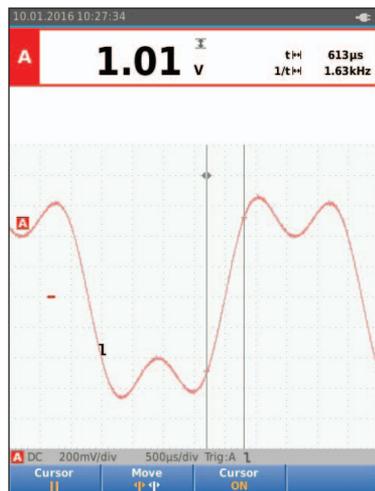
下面是分析波形时要考虑的因素：

形状。重复的波形应是对称的。即，如果您要打印光迹并将光迹分割成相似大小的两块，两侧应该是相同的。有不同点就表示可能有问题。



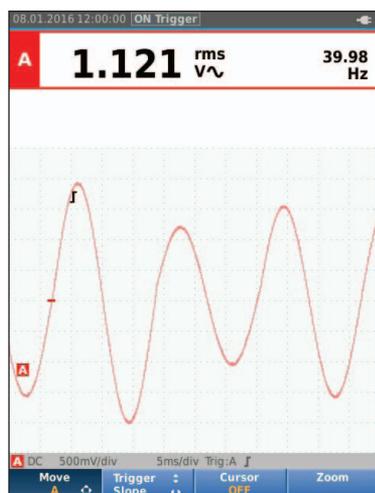
如果波形的这两个分量不对称，则信号可能存在有问题。

上升沿和下降沿。特别是方波和脉冲，波形的上升沿或下降沿会对数字电路的定时产生极大的影响。可能需要减少每格的时间，用更大的分辨率查看边沿。



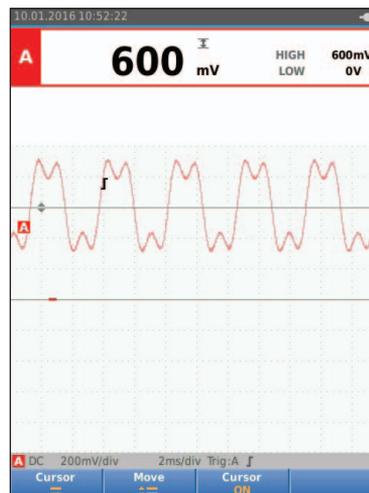
使用光标和网格线来评估波形前沿和后沿的上升及下降时间。

幅度。确认电平处于电路的工作技术指标内。同时检查从一个周期到下一个周期的一致性。长时间监视波形，观察幅度是否有任何变化。



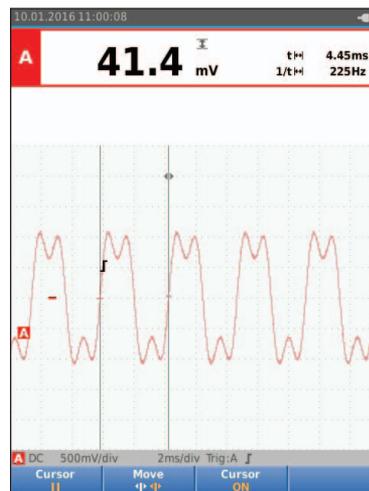
使用水平光标识别幅度的波动。

幅度偏移。直流耦合输入并确定接地参考标记的位置。评估任何直流偏移，观察该偏移是保持稳定还是存在波动。



评估波形直流偏移。

周期性波形形状。振荡器等电路会产生具有恒定重复周期的波形。使用光标评估每个周期并发现不一致性。

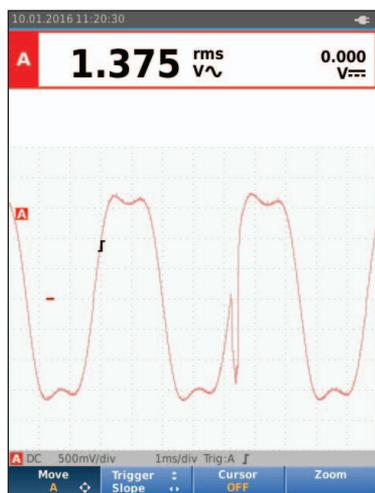


评估周期期间的变化。

波形异常

以下是可能出现在波形上的典型异常，以及这类典型的源。

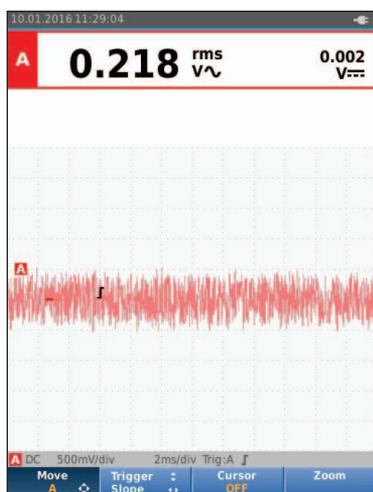
瞬态信号或毛刺。当波形源自有源器件（比如晶体管或开关）时，定时误差、传播延迟、接触不良或其他现象可能导致瞬态信号或其他异常。



在脉冲的上升沿出现瞬态信号。

噪声。故障电源电路、电路过载、串扰或者相邻电缆的干扰可能产生噪声。

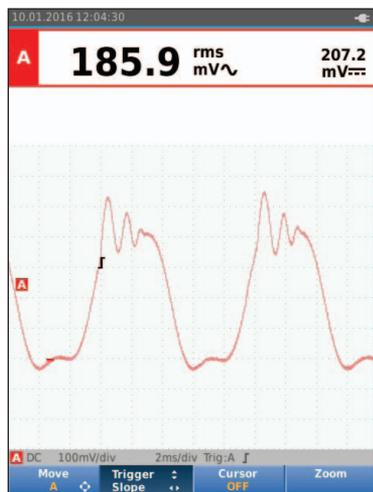
外部源（比如直流-直流转换器、照明系统和高能电子电路）也可能产生噪声。



接地参考点测量显示出现了随机噪声。

振荡。振荡常见于数字电路以及雷达和脉宽调制应用中。从上升沿或下降沿过渡到平坦直流电平时会产生振荡。

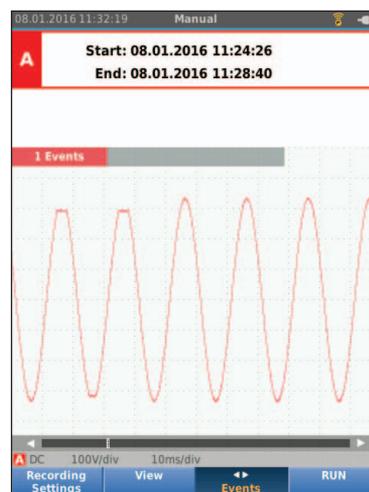
检查过度振荡，调整时基，从而清晰描绘过渡波或脉冲。



方波的顶部出现过度振荡。

瞬时波动

被测信号的瞬时变化通常源于外部影响，比如电源电压的暂降或电涌、启动连接到同一电路的大功率设备或连接松动。利用 ScopeMeter 测试工具的 ScopeRecord 功能和事件捕获模式，长时间监视信号，以检测难以发现的瞬态事件。



正弦波幅度在约 1.5 个周期发生了瞬时变化。

诊断问题和故障排除

尽管成功地排障既是一门艺术也是一门科学，但采用适当的故障排除方法并依靠先进的 ScopeMeter® 手持示波器的强大功能可以大大简化这个过程。

良好的故障排除操作将节省时间并减少挫折感。行之有效的称为 **KGU**（已知良好单元的比较），这种方法可实现这两个目标。**KGU** 基于一个简单的原则：工作正常的电子系统在电路中关键节点的波形可预测，这些波形是可以捕获和存储的。

可以将此参考库存储在 ScopeMeter 测试工具中作为一种资源来使用，也可通过 Fluke Connect® 应用将此参考库传输到智能手机和云。还可以将其打印出来，作为一份硬拷贝参考文件。如果该系统或一个与之完全相同的系统之后出现错误或故障，可以从故障系统（称为被测器件，DUT）捕获波形，并将其与 **KGU** 中的对应波形相比较。因此，可以修复或更换 DUT。

要生成参考库，首先要在 DUT 上确定适当的测试点或节点。

然后，按照 **KGU** 的调步运行 **KGU**，捕获每个节点的波形。根据需要标注每个波形。

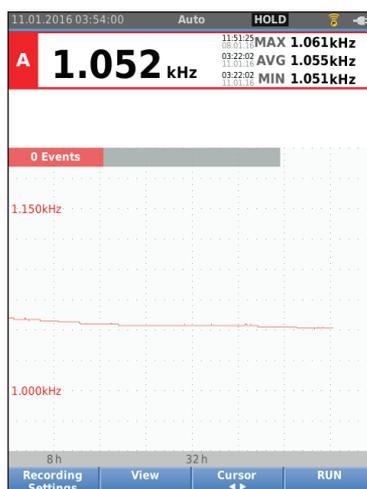
养成始终记录关键波形和测量值的习惯。建立可以用来比较的参考，这在未来故障排除过程中会非常有用。

进行故障排除时，必须检查波形中快速移动的瞬态信号或毛刺，即使抽检没有发现波形异常也需要这样做。

这些事件可能很难发现，但借助当今的高采样率 ScopeMeter 测试工具，结合有效的触发，便能够发现这些事件。此外，最新 ScopeMeter 测试工具的记录功能可以跟踪关键测试点的电信号随时间变化的趋势，确定发生在用户定义的阈值之外、可引起系统关机或重置的变化或随机事件。

漂移。诊断漂移（或者说是信号电压随时间的轻微变化）可能单调乏味。这种变化往往非常缓慢，很难检测到。温度变化和老化可以影响无源电子元器件，比如电阻、电容和晶体振荡器。发生在参考直流电压源或振荡器电路中的漂移是故障诊断中的棘手情况。通常唯一的解决办法是监视测量值（直流电源、频率等）随时间的变化情况。

注意：为了正确、安全地使用电气测试工具，操作人员必须遵守公司和当地安全机构所制定的安全规范。



如果为晶体振荡器绘制了较长的时间内（数天甚至数周）的趋势图，那么在晶体振荡器上执行频率测量可以突出显示由温度变化和老化引起的漂移所带来的影响。

Fluke 让您的工作畅通无阻。

福祿克测试仪器（上海）有限公司 电话：400-810-3435

北京福祿克世祿仪器维修和服务有限公司 电话：400-615-1563
 福祿克测试仪器（上海）有限公司上海维修中心 电话：021-54402301,
 021-54401908分机269
 福祿克测试仪器（上海）有限公司深圳第一特约维修点 电话：0755-86337229

©2016 福祿克公司
 01/2016 6006757a-cnzh
 未经许可，本文档禁止修改