

模拟示波器的使用方法简介

本节介绍示波器的使用方法。示波器种类、型号很多,功能也不同。数字电路实验中使用较多的是 20MHz 或者 40MHz 的双踪示波器。这些示波器用法大同小异。本节不针对某一型号的示波器,只是从概念上介绍示波器在数字电路实验中的常用功能。

2.1 荧光屏

荧光屏是示波管的显示部分。屏上水平方向和垂直方向各有多条刻度线,指示出信号波形的电压和时间之间的关系。水平方向指示时间,垂直方向指示电压。水平方向分为 10 格,垂直方向分为 8 格,每格又分为 5 份。垂直方向标有 0%, 10%, 90%, 100% 等标志,水平方向标有 10%, 90% 标志,供测直流电平、交流信号幅度、延迟时间等参数使用。根据被测信号在屏幕上占的格数乘以适当的比例常数 (V / DIV , $TIME / DIV$) 能得出电压值与时间值。

2.2 示波管和电源系统

1. 电源 (Power)

示波器主电源开关。当此开关按下时,电源指示灯亮,表示电源接通。

2. 辉度 (Intensity)

旋转此旋钮能改变光点和扫描线的亮度。观察低频信号时可小些,高频信号时大些。一般不应太亮,以保护荧光屏。

3. 聚焦 (Focus)

聚焦旋钮调节电子束截面大小,将扫描线聚焦成最清晰状态。

4. 标尺亮度 (Illuminance)

此旋钮调节荧光屏后面的照明灯亮度。正常室内光线下,照明灯暗一些好。室内光线不足的环境中,可适当调亮照明灯。

2.3 垂直偏转因数和水平偏转因数

1. 垂直偏转因数选择 ($VOLTS / DIV$) 和微调

在单位输入信号作用下,光点在屏幕上偏移的距离称为偏移灵敏度,这一定义对 X 轴和 Y 轴都适用。灵敏度的倒数称为偏转因数。垂直灵敏度的单位是为 cm/V , cm / mV 或者 DIV / mV , DIV / V , 垂直偏转因数的单位是 V / cm , mV / cm 或者 V / DIV , mV / DIV 。实际上因习惯用法和测量电压读数的方便,有时也把偏转因数当灵敏度。

踪示波器中每个通道各有一个垂直偏转因数选择波段开关。一般按 1, 2, 5 方式从 $5mV / DIV$ 到 $5V / DIV$ 分为 10 档。波段开关指示的值代表荧光屏上垂直方向一格的电压值。例如波段开关置于 $1V / DIV$ 档时,如果屏幕上信号光点移动一格,则代表输入信号电压变化 $1V$ 。

每个波段开关上往往还有一个小旋钮, 微调每档垂直偏转因数。将它沿顺时针方向旋到底, 处于“校准”位置, 此时垂直偏转因数值与波段开关所指示的值一致。逆时针旋转此旋钮, 能够微调垂直偏转因数。垂直偏转因数微调后, 会造成与波段开关的指示值不一致, 这点应引起注意。许多示波器具有垂直扩展功能, 当微调旋钮被拉出时, 垂直灵敏度扩大若干倍(偏转因数缩小若干倍)。例如, 如果波段开关指示的偏转因数是 $1\text{V}/\text{DIV}$, 采用 $\times 5$ 扩展状态时, 垂直偏转因数是 $0.2\text{V}/\text{DIV}$ 。

在做数字电路实验时, 在屏幕上被测信号的垂直移动距离与 $+5\text{V}$ 信号的垂直移动距离之比常被用于判断被测信号的电压值。

2. 时基选择(TIME / DIV)和微调

时基选择和微调的使用方法与垂直偏转因数选择和微调类似。时基选择也通过一个波段开关实现, 按 1、2、5 方式把时基分为若干档。波段开关的指示值代表光点在水平方向移动一个格的时间值。例如在 $1\mu\text{S}/\text{DIV}$ 档, 光点在屏上移动一格代表时间值 $1\mu\text{S}$ 。

“微调”旋钮用于时基校准和微调。沿顺时针方向旋到底处于校准位置时, 屏幕上显示的时基值与波段开关所示的标称值一致。逆时针旋转旋钮, 则对时基微调。旋钮拔出后处于扫描扩展状态。通常为 $\times 10$ 扩展, 即水平灵敏度扩大 10 倍, 时基缩小到 $1/10$ 。例如在 $2\mu\text{S}/\text{DIV}$ 档, 扫描扩展状态下荧光屏上水平一格代表的时间值等于 $2\mu\text{S} \times (1/10) = 0.2\mu\text{S}$ 。

TDS 实验台上有 10MHz 、 1MHz 、 500kHz 、 100kHz 的时钟信号, 由石英晶体振荡器和分频器产生, 准确度很高, 可用来校准示波器的时基。

示波器的标准信号源 CAL, 专门用于校准示波器的时基和垂直偏转因数。例如 COS5041 型示波器标准信号源提供一个 $\text{VP-P}=2\text{V}$, $f=1\text{kHz}$ 的方波信号。

示波器前面板上的位移(Position)旋钮调节信号波形在荧光屏上的位置。旋转水平位移旋钮(标有水平双向箭头)左右移动信号波形, 旋转垂直位移旋钮(标有垂直双向箭头)上下移动信号波形。

2.4 输入通道和输入耦合选择

1. 输入通道选择

输入通道至少有三种选择方式: 通道 1(CH1)、通道 2(CH2)、双通道(DUAL)。选择通道 1 时, 示波器仅显示通道 1 的信号。选择通道 2 时, 示波器仅显示通道 2 的信号。选择双通道时, 示波器同时显示通道 1 信号和通道 2 信号。测试信号时, 首先要将示波器的地与被测电路的地连接在一起。根据输入通道的选择, 将示波器探头插到相应通道插座上, 示波器探头上的地与被测电路的地连接在一起, 示波器探头接触被测点。示波器探头上有一双位开关。此开关拨到“ $\times 1$ ”位置时, 被测信号无衰减送

到示波器,从荧光屏上读出的电压值是信号的实际电压值。此开关拨到“ $\times 10$ ”位置时,被测信号衰减为 $1/10$,然后送往示波器,从荧光屏上读出的电压值乘以10才是信号的实际电压值。

2. 输入耦合方式

输入耦合方式有三种选择:交流(AC)、地(GND)、直流(DC)。当选择“地”时,扫描线显示出“示波器地”在荧光屏上的位置。直流耦合用于测定信号直流绝对值和观测极低频信号。交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流信号。在数字电路实验中,一般选择“直流”方式,以便观测信号的绝对电压值。

2.5 触发

第一节指出,被测信号从Y轴输入后,一部分送到示波管的Y轴偏转板上,驱动光点在荧光屏上按比例沿垂直方向移动;另一部分分流到x轴偏转系统产生触发脉冲,触发扫描发生器,产生重复的锯齿波电压加到示波管的X偏转板上,使光点沿水平方向移动,两者合一,光点在荧光屏上描绘出的图形就是被测信号图形。由此可知,正确的触发方式直接影响到示波器的有效操作。为了在荧光屏上得到稳定的、清晰的信号波形,掌握基本的触发功能及其操作方法是十分重要的。

1. 触发源(Source)选择

要使屏幕上显示稳定的波形,则需将被测信号本身或者与被测信号有一定时间关系的触发信号加到触发电路。触发源选择确定触发信号由何处供给。通常有三种触发源:内触发(INT)、电源触发(LINE)、外触发EXT)。

内触发使用被测信号作为触发信号,是经常使用的一种触发方式。由于触发信号本身是被测信号的一部分,在屏幕上可以显示出非常稳定的波形。双踪示波器中通道1或者通道2都可以选作触发信号。

电源触发使用交流电源频率信号作为触发信号。这种方法在测量与交流电源频率有关的信号时是有效的。特别在测量音频电路、闸流管的低电平交流噪音时更为有效。

外触发使用外加信号作为触发信号,外加信号从外触发输入端输入。外触发信号与被测信号间应具有周期性的关系。由于被测信号没有用作触发信号,所以何时开始扫描与被测信号无关。

正确选择触发信号对波形显示的稳定、清晰有很大关系。例如在数字电路的测量中,对一个简单的周期信号而言,选择内触发可能好一些,而对于一个具有复杂周期的信号,且存在一个与它有周期关系的信号时,选用外触发可能更好。

2. 触发耦合(Coupling)方式选择

触发信号到触发电路的耦合方式有多种,目的是为了触发信号的稳定、可靠。这里介绍常用的几种。

AC 耦合又称电容耦合。它只允许用触发信号的交流分量触发, 触发信号的直流分量被隔断。通常在不考虑 DC 分量时使用这种耦合方式, 以形成稳定触发。但是如果触发信号的频率小于 10Hz, 会造成触发困难。

直流耦合 (DC) 不隔断触发信号的直流分量。当触发信号的频率较低或者触发信号的占空比很大时, 使用直流耦合较好。

低频抑制 (LFR) 触发时触发信号经过高通滤波器加到触发电路, 触发信号的低频成分被抑制; 高频抑制 (HFR) 触发时, 触发信号通过低通滤波器加到触发电路, 触发信号的高频成分被抑制。此外还有用于电视维修的电视同步 (TV) 触发。这些触发耦合方式各有自己的适用范围, 需在使用中去体会。

3. 触发电平 (Level) 和触发极性 (Slope)

触发电平调节又叫同步调节, 它使得扫描与被测信号同步。电平调节旋钮调节触发信号的触发电平。一旦触发信号超过由旋钮设定的触发电平时, 扫描即被触发。顺时针旋转旋钮, 触发电平上升; 逆时针旋转旋钮, 触发电平下降。当电平旋钮调到电平锁定位置时, 触发电平自动保持在触发信号的幅度之内, 不需要电平调节就能产生一个稳定的触发。当信号波形复杂, 用电平旋钮不能稳定触发时, 用释抑 (Hold Off) 旋钮调节波形的释抑时间 (扫描暂停时间), 能使扫描与波形稳定同步。

极性开关用来选择触发信号的极性。拨在 “+” 位置上时, 在信号增加的方向上, 当触发信号超过触发电平时就产生触发。拨在 “-” 位置上时, 在信号减少的方向上, 当触发信号超过触发电平时就产生触发。触发极性和触发电平共同决定触发信号的触发点。

2.6 扫描方式 (Sweep Mode)

扫描有自动 (Auto)、常态 (Norm) 和单次 (Single) 三种扫描方式。

自动: 当无触发信号输入, 或者触发信号频率低于 50Hz 时, 扫描为自激方式。

常态: 当无触发信号输入时, 扫描处于准备状态, 没有扫描线。触发信号到来后, 触发扫描。

单次: 单次按钮类似复位开关。单次扫描方式下, 按单次按钮时扫描电路复位, 此时准备好 (Ready) 灯亮。触发信号到来后产生一次扫描。单次扫描结束后, 准备灯灭。单次扫描用于观测非周期信号或者单次瞬变信号, 往往需要对波形拍照。

上面扼要介绍了示波器的基本功能及操作。示波器还有一些更复杂的功能, 如延迟扫描、触发延迟、X-Y 工作方式等, 这里就不介绍了。示波器入门操作是容易的, 真正熟练则要在应用中掌握。值得指出的是, 示波器虽然功能较多, 但许多情况下用其他仪器、仪表更好。例如, 在数字电路实验中, 判断一个脉宽较窄的单脉冲是否发生时, 用逻辑笔就简单的多; 测量单脉冲脉宽时, 用逻辑分析仪更好一些