

如何使用模擬示波器

Jan. 2017 William Xu

介紹

示波器是一種用于顯示信號電壓的儀器，通常它把一個或多個電壓信號作為時間的函數用一個二維圖形顯示出來。在大多數情況下，示波器用于顯示重複的電信號。本文以 Tektronix 453 示波器為例向初學者解說如何使用示波器。



圖 1：我們在本文中使用的示波器(Tektronix 453)。

I. Tektronix 453 示波器

Tektronix 453 是一種便攜式 50 MHz 雙跡線示波器，圖 2 显示了它的面板按鈕開關圖。附錄 A 解說 Tek 453 的產品詳情。

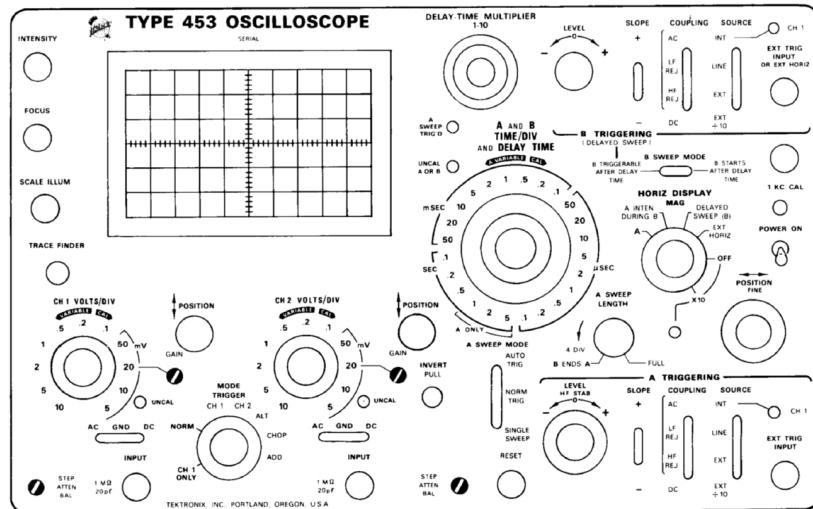


圖 2：我們在本文中使用的示波器(Tektronix 453)。

II. 示波器的校正信號源

453 示波器的校正信號源位于面板右上角, 电源开关上部. 见圖 2. 这是 1 kHz, 1.0 p-p 的方波信號源. 本文用该信號源来解说如何使用示波器.



圖 3 电源开关和校正信號源 (1kHz CAL)

III. 示波器的輸入探头



圖 4 示波器的輸入探头



圖 5 示波器的輸入端

3.1 示波器使用輸入探头的必要性

示波器一般都帶有輸入探头, 如圖 3 所示. 它用于連接信號測試點和示波器的輸入端. 当然你也可只用一根電線簡單地連接被測電路到示波器来測試信號, 那为什要用輸入探头呢?

其 1: 測試桌到示波器可能有一米或更長的距離. 這根一米長電線在空氣中会感應到各種雜波信號, 如 60Hz 交流電波, 高頻無線電電波等. 這些雜波會疊加在被測的信號上使它失真.

其 2: 對於弱小的被測信號, 示波器的輸入阻抗相當於一個不小的負載. 如果示波器的輸入端阻抗不夠大或輸入電容電感不夠小, 那麼示波器顯示的波形會因加了这个大負載而大大偏移原來的信號.

輸入探头能屏蔽外界的雜散信號並且有很高的輸入阻抗及極小的輸入電容所以它能保証最後顯示的波形接近原來的信號.

3.2 使用輸入探頭

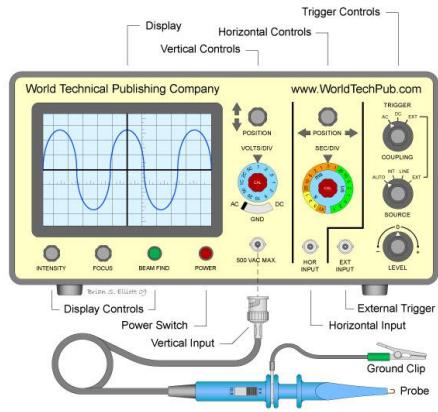


圖 6 探頭地線夾子和信號輸入端



圖 7 探頭帶有 1/10 的衰減率

探頭有一根地線夾子接信號地，另一個即是信號輸入端。信號端一般是個鉤子以便於接到被測電路。另外，很多輸入探頭都帶有 1/10 的衰減率。故而測到的信號強度須 $\times 10$ 才是真實的值。例如用 1/10 探頭測得波形是 10V_{p-p}，那麼實際信號應為 100V_{p-p}。

IV. 用校正信號源學習何使用示波器

4.1 測試校正信號

學習使用示波器的捷徑是用示波器自身提供的校正信號作為信號源來測試。因為校正信號的頻率及電壓都是已知的，如果看到了它的波形我們還能檢驗示波器各部分工作是否正常。

測試校正信號很簡單：

- 1) 打開電源開關。(見圖 3)，示波器需要預熱 30 秒。
- 2) 把探頭輸出插到示波器的信號輸入端(通道 1)，把探頭鉤子接到校正信號輸出端即可。



圖 8 示波器的信號輸入端(通道 1)

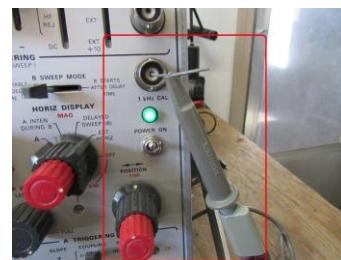


圖 9 校正信號輸出端

4.2 設置面板按鈕開關

按圖 8 和圖 9 聯接好後，示波器屏上可能什麼也看不到。原因很可能是面板開關設置有誤。示波器面板上有數十個按鈕開關，很多初學者都不知道該怎麼來設置。為了方便初學者較快地進入情況，下面提供面板各部的照片。如示波器屏上看不到校正信號，只要按照片設置即可。（請注意，這裡的設置只用於學習測試校正信號；如測試其他信號則設置要作相應改動。）

第一部份是示波管控制部分。它包括亮度(Intensity)，聚焦(Focus)和刻度亮度等(Scale Illum)。參看圖 10。



圖 10 第一部份：示波管控制部分

第二部分是示波器的輸入部分，也就是信號輸入部分。Tek 453 有兩個輸入通道，我們測量校正信號用一個通道(CH1)即可。故通道二(CH2)的設置可以無關緊要；只要把模式控制(MODE)放在通道一就可以了。



圖 11 第二部分：信號輸入部分

第三部分是 B 触发部分. 設置见圖 9.



圖 12 第三部分：B 触发部分

第四部分是水平掃描部分. 這部分的設置比較複雜, 见圖 10.



圖 13 第四部分：水平掃描部分

第五部分是 A 触发部分. 設置见圖 11.



圖 14 第五部分：A 触发部分

4.3 显示校正信号

按 4.2 节各图设好开关, 应能看到图 15 所示校正信号波形。



圖 15 显示校正信号

调节亮度(Intensity), 聚焦(Focus)和刻度亮度等(Scale Illum), 使信号波形清晰易读。如果信号波形不在正中, 可调节垂直位置和水平位置使其居中:

如果信号波形偏高/偏低, 可调节通道 1 Position;

如果信号波形偏右/偏左, 可调节水平位置 Position.



圖 16 调节垂直位置和水平位置

波形的垂直幅度可用调节(伏特/每格)来变动。图 15 顯示的波形是把通道 1 的伏特/每格(CH1 VOLT/DIV)设在 50mV 的情况, 这时垂直方向顯示為 2 格。如果把通道 1 的(伏特/每格)調節到 .1 (图 17), 即可看到图 18 的波形。這時垂直方向顯示為 1 格。



圖 17 調節通道 1 的(伏特/每格)从 50mV 到 .1

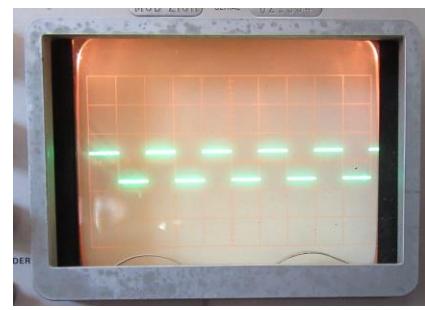


圖 18 垂直方向顯示為 1 格

波形的水平寬度可用調節掃描速度來變動。圖 15 是掃描速度 (DELLAYED SWEE) 設在 .5ms/每格 的結果 (圖 19)。如掃描速度改到 .2ms/每格 則可看到圖 20 的結果。



圖 19 掃描速度設在 .5ms/格

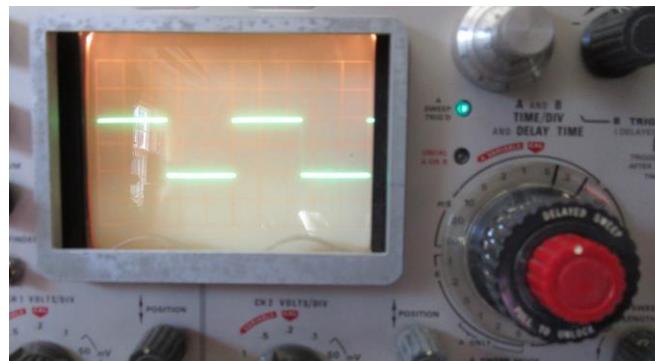


圖 20 掃描速度設在 .2ms/格

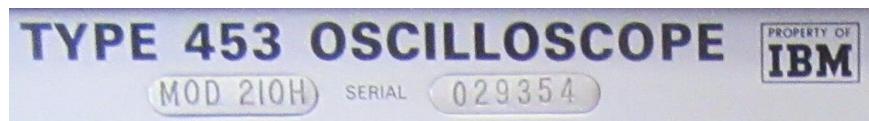
通過上述各項設置，波形已穩定地顯示在屏幕上。現在我們可以觀察和測定輸入的是什麼信號了：

- 1) 這是方波信號。
- 2) 它的幅度是：50mV(伏特/每格) X 2(格) = 100mV = 0.1V
因輸入探頭帶有 1/10 的衰減，故實際幅度是 0.1V X 10 = 1V.
- 3) 它的頻率是(圖 15)：

$$\text{方波信號} .5\text{ms}/\text{格} \times 2(\text{格}) = 1.0\text{ms} = 0.001\text{s}$$

附錄 A Tektronix 453

Tektronix 453 是一種便攜式 50 MHz 雙跡線示波器，於 1966 年推出，生產至 20 世紀 70 年代中期。453 是 Tektronix 公司為 IBM 公司定做的。當年 IBM 公司想要一個大型計算機現場工程師用的便攜式示波器。IBM 還要求該示波器的尺寸和面板必須適合航空公司的座位。如細看 453 面板，人們可以找到“IBM”的标记。



453 也標誌著世上第一次任何示波器（或者任何其他的測試設備）帶有一個可鎖定的雙重傾斜提籃手柄。Tektronix 擁有該功能以及組成 Tek 400 系列的一些其他人體工程學的專利。



圖 A-1: Tektronix 453 的雙重傾斜提籃手柄

特性

帶寬	52.5MHz (20mV / Div 以上), 46.5MHz @ 10mV / Div, 41MHz @ 5mV / Div, 25MHz @ 1mV / Div (A-B 級聯; 交流耦合 LF 限制 1.6 Hz)
上升時間	6.7ns (20mV / Div 以上), 7.5ns @ 10mV / Div, 8.75ns @ 5mV / Div, 14ns @ 1mV / Div (A-B 級聯)
偏差	5mV / Div 至 10V / Div, 11 步 (1-2-5), 可變 $\times 2.5$ (即高達 25V / Div); 1 mV / Div, 級聯通道 A + B, 5 mV / Div 設置
時基	0.1 ms / Div 至 5 s / Div, 24 步 (1-2-5)
輸入阻抗	$1M\Omega // 20 pF$
功率	96-137 V / 192-274 V, 4 個量程, 45-440 Hz, 100 W
重量	13.2 公斤 (29.1 磅)