

2 SS7804/7810 型示波器简介

SS7804 型示波器是由日本岩崎公司生产的带有 CRT 读出功能的 40MHz 带宽模拟双踪示波器。由于带有 CRT 读出功能，所以能够方便、准确地进行电压幅度、频率、相位和时间间隔等的测量。示波器的面板上的波段开关大多使用电子开关（不是机械开关），从而免除了由于操作不当造成的机械损坏。除了电源开关为自锁式机械开关外，面板上其他开关均为触点开关，其所处状态均显示于示波器的屏幕上。

2.1 SS7804 型示波器的主要性能指标

一、Y 轴偏转系统

(1) **显示方式：**显示方式有 1 通道 (CH1) 或 2 通道 (CH2) 的单踪显示；1 通道 (CH1) 和 2 通道 (CH2) 的双踪显示；两通道相加 (ADD) 的波形显示（这时 1 通道的波形不显示）。双踪显示时有交替 (ALT) 和断续 (CHOP) 两种显示模式 (CHOP 模式时，转换速率为 555KHz)。

(2) **耦合方式：**有交流耦合 (AC) 和直流耦合 (DC) 两种。

(3) **灵敏度：**范围从 2mV/DIV 到 5V/DIV，按 1—2—5 步进分 11 档，在每一档内可连续调节。

(4) **精度：** $\pm 2\%$ 。

(5) **频带宽度：**直流耦合时 0~40MHz；交流耦合时 10Hz~40MHz。

(6) **上升时间：** $t_r \approx 8.75\text{ns}$

(7) **输入阻抗：**输入电阻为 $1\text{M}\Omega$ ，输入电容为 25pF。

使用仪器配备的探头×10 挡时输入电阻为 $10\text{M}\Omega$ ，输入电容为 22pF。

(8) **Y 轴允许最大输入电压：** $\pm 400\text{V}$ 。

二、X 轴偏转系统

(1) **扫描速率：**100ns/DIV 到 500ms/DIV，按 1—2—5 步进分档，每一档内可连续调节。

(2) **扫描精度：** $< 5\%$ 。

(3) **扫描扩展：**10 倍。

2.2 SS7804 型示波器面板各部件的作用及使用方法

SS7804 型示波器的前面板如图 2.1 所示。大体上分为屏幕显示调整、Y 轴偏转系统和 X 轴偏转系统三大部分。

一、屏幕显示调整部分

屏幕显示调整部分如图 2.2 所示。各开关与旋钮的名称，作用如下：

①电源开关 (POWER)：此开关为自锁开关，按下此开关，接通仪器的总电源，再次按

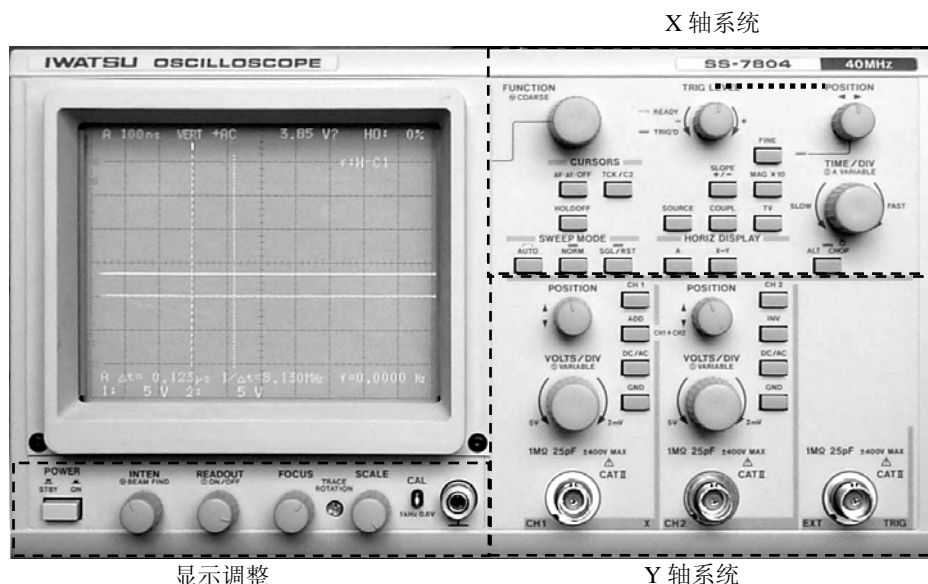


图 2.1 SS7804 型示波器的前面板

下总电源关断。

②亮度调节旋钮/寻迹开关 (INTEN/BEAM)：此旋钮为一双功能旋钮。旋转此旋钮，可调节屏幕上扫描线的亮度。亮度调节旋钮的第二个功能为“寻迹”，当扫描线偏离屏幕中心位置太远，超出了显示区域时，为判断扫描线偏移的方向，可将此旋钮按下，这时，扫描线便回到屏幕中心附近，之后再再将扫描线调到显示区域内。

③屏幕读出亮度调节旋钮/开关 (READOUT/ON/OFF)：此旋钮为一双功能旋钮。旋转此旋钮，可调节屏幕上显示的文字、游标线的亮度。另外还作屏幕读出的开关，按动此旋钮可以切换屏幕读出功能（“开”或“关”）。

④聚焦旋钮 (FOCUS)：用此旋钮调节示波管的聚焦状态，提高显示波形、文字和游标的清晰度。

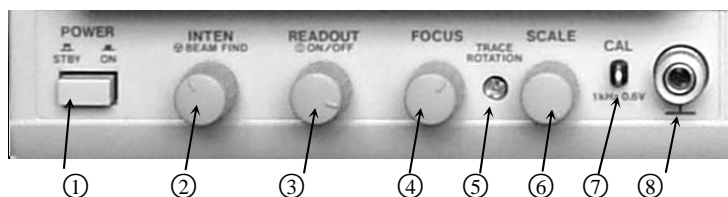


图 2.2 屏幕显示调整部分

⑤扫描线旋转调节 (TRACE ROTATION)：调节扫描线的水平程度。

⑥“标尺”亮度 (SCALE)：用于调节屏幕上坐标刻度线的亮度。

⑦校准信号输出 (CAL)：此接线座输出幅度为 $0.6V_{PP}$ ，频率为 1kHz 的标准方波信号，用以校验 Y 轴灵敏度和 X 轴的扫描速度。

⑧接地端子：本接线柱接到示波器机壳。

二、Y 轴偏转部分

①信号输入端 (CH1 或 CH2): 被测信号由此端口输入, 端口的输入电阻为 $1\text{M}\Omega$, 输入电容为 25pF 。

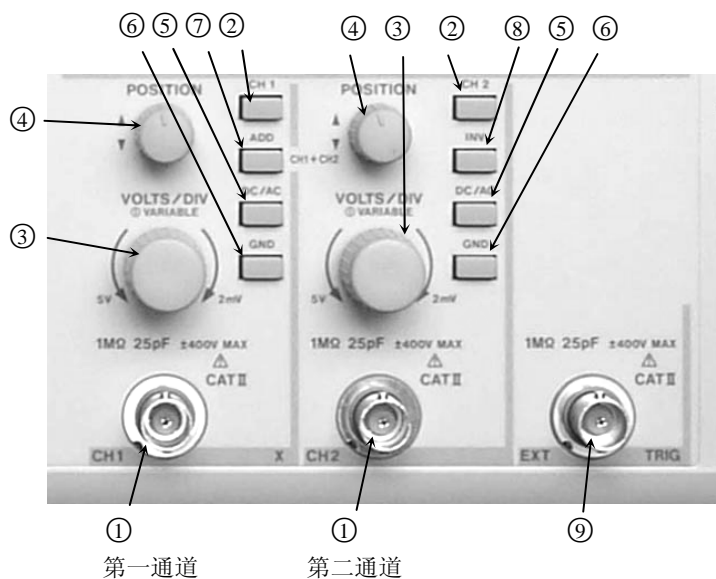



图 2.3 Y 轴偏转部分

②通道选择按钮 (CH1 或 CH2): 此按钮可以选择所要观察的信号通道, 可以设置为通道 1/通道 2 单踪显示方式及双踪显示方式, 被选中的通道号在示波器屏幕的下端以 “1:” 或 “2:” 的形式显示出来。

③灵敏度调节旋钮 (VOLT/DIV VARIABLE): 该旋钮是一个双功能的旋钮, 旋转此旋钮, 可进行 Y 轴灵敏度的粗调, 按 1—2—5 的档次步进, 灵敏度的值在屏幕上显示出来。按动一下此按钮, 在屏幕上通道标号后显示出 “>” 符号, 表明该通道的 Y 轴电路处于微调状态, 再调节该旋钮, 就可以连续改变 Y 轴放大电路的增益。注意, 此时 Y 轴的灵敏度刻度已不准确, 不能做定量测量。

④Y 轴位移旋钮 (POSITION): 此按钮可改变扫描线在屏幕垂直方向上的位置, 顺时针旋转使扫描线向上移动, 逆时针旋转使扫描线向下移动。

⑤输入耦合方式选择 (DC/AC): 用于选择交流耦合或直流耦合方式。当选择直流耦合时, 屏幕上的通道灵敏度指示的电压单位符号为 “V”, 当选择交流耦合时, 屏幕上的通道灵敏度指示的电压单位符号为 “v”。

⑥通道接地按钮 (GND): 将此按钮按下, 即将相应通道的衰减器的输入端接地, 以观察该通道的水平扫描基线, 确定零电平的位置。输入端接地时, 屏幕上电压符号 “V” 的后面出现 “” 符号。再按一次此符号消失。

⑦显示信号相加按钮 (ADD): 按动此按钮后, 屏幕上显示出 “1: 500 mV +2: 200 mV” 的字样, 这时屏幕上在 1 通道和 2 通道的波形的基础上, 又显示出 1 通道+2 通道的波形。

⑧倒相按钮 (INV): 按动此按钮后, 屏幕上显示出 “1: 500 mV +2: ↓ 200 mV” 的字样, 这时 2 通道的显示波形是输入信号波形的倒相。如果同时也按动了 “相加” 按钮, 则

看到的相加波形就是“通道 1” — “通道 2”的波形。

⑨外触发输入口 (EXT TRIG): 外触发信号由此口输入。

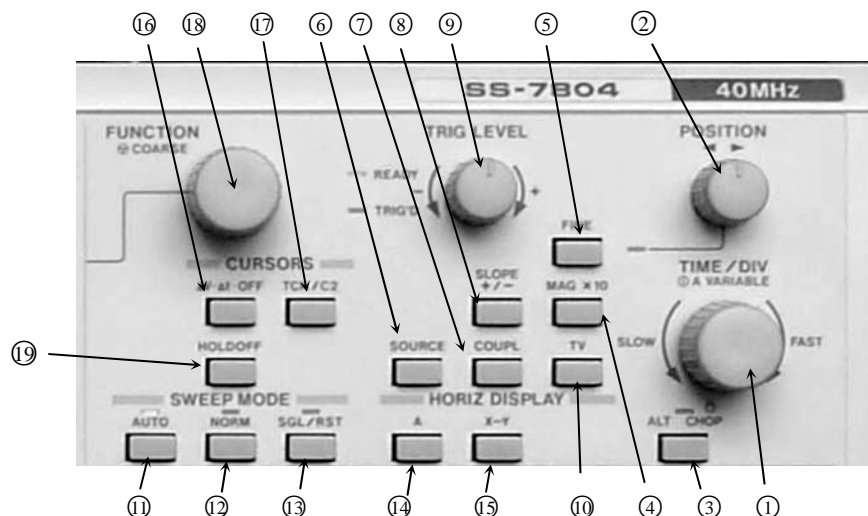


图 2.4 X 轴偏转系统

三、X 轴偏转系统

①扫描时间选择旋钮 (TIME/DIV VARIABLE): 该旋钮为一双功能旋钮。用该旋钮粗调扫描时间, 按 1—2—5 的分档步进, 屏幕上每格所代表的扫描时间显示于屏幕的左上角, 例如 “A 10 μ s”。若按动一下此按钮, 在字符 “A” 的后面显示出 “>” 符号, 表示 X 轴电路处于微调状态, 再调节该旋钮, 就可以连续调节 X 轴的扫描时间。此时 X 扫描时间刻度已不准确, 不能做定量测量。

②X 轴位移旋钮 (POSITION): 调节此旋钮可改变扫描线的左右位置, 顺时针旋使扫描线向右移动, 逆时针旋转使扫描线向左移动。

③扫描切换选择按钮 (ALT CHOP): 用以选择两通道的显示方式, 即是交替扫描还是断续扫描。当按钮上方的指示灯灭时是处于交替 (ALT) 工作方式, 指示灯亮时处于断续 (CHOP) 工作方式。一般, 被观测信号的频率高时用交替 (ALT) 工作方式, 被观测信号的频率低时用断续 (CHOP) 工作方式。

④扫描扩展按钮 (MAG $\times 10$): 当此按钮按下时, 在示波器屏幕的右下角出现 “MAG”, 此时光标在屏幕水平方向的扫描速度增大 10 倍, 即每格代表的时间为原来的十分之一。

⑤水平位置微调按钮 (FINE): 按动 FINE 后指示灯亮, 可微调扫描线的水平位置。将位移旋钮调到头, 扫描线就按一个方向缓慢移动, 在扫描线移到合适位置后再将此旋钮往反方向微调一点扫描线即停住不动。

⑥触发源选择按钮 (SOURCE): 选择触发信号的来源。根据所观察信号的情况, 可分别选择 1 通道 (CH1)、2 通道 (CH2)、50Hz 交流电网 (LINE) 或外触发 (EXT) 作为触

发信号的来源。触发源符号显示于屏幕上方。

⑦ 触发信号耦合方式选择按钮 (COUPL): 选择触发的耦合方式, 共有 AC、DC、HF—R (高频抑制)、LF—R (低频抑制) 四种耦合方式。其中后两种耦合方式是在触发信号形成电路之前插入一个滤波电路, 以抑制高频或低频成分。例如被观察的信号是一个叠加有高频干扰信号的低频信号, 就可选高频抑制 (HF—R) 耦合方式抑制掉高频干扰成分。

⑧ 触发沿选择按钮 (SLOPE): 选择触发沿为 “+” (上升沿), 或 “-” (下降沿)。

⑨ 触发电平调节旋钮 (LEVEL): 用来调节触发信号形成电路的触发电平 (即阈值电平), 从而决定电路是否能产生触发信号以及触发信号的起始相位, 触发电平合适可以使波形稳定。

⑩ 全电视信号触发模式 (TV): 触发信号取自包含有行同步信号和场同步信号的全电视信号, 触发信号由被测信号中的同步信号产生。共有不分奇偶场触发 (BOTH)、奇数场触发 (ODD)、偶数场触发 (EVEN)、行同步触发 (H) 等方式, 根据被观察的信号和观察的目的而定。

⑪ 自动扫描方式按钮 (AUTO): 该按钮按下, 进入自动扫描方式, 即不管有无触发信号均会显示出扫描线。这种扫描方式适合于测量频率在 50Hz 以上信号。

⑫ 常态扫描方式按钮 (NORM): 该按钮按下, 进入常态扫描方式。这种扫描方式是没有触发信号时就没有扫描线, 适合于观察频率低于 50Hz 的信号。

⑬ 单次扫描方式按钮 (SGL/RST): 按下该按钮后示波器处于单次扫描等待状态, 这时 “等待” (READY) 指示灯亮, 触发信号来到后开始一次扫描, 扫描过后 “等待” (READY) 指示灯灭。

⑭ 正常扫描显示按钮 (A): 此按钮按下时, 由示波器内部电路产生线性扫描信号。应注意, 当由 “X—Y” 显示方式返回到正常扫描时必须按此按钮。

⑮ X—Y 显示按钮 (X—Y): 按下此按钮后, 1 通道 (CH1) 的输入信号加到 X 轴, CH1 或 CH2 或 CH1+CH2 的输入信号加到 Y 轴。用此功能, 可方便地观测电路的滞回特性、转移特性曲线等。

⑯ 游标切换按钮 ($\Delta V - \Delta t - \text{off}$): 在利用游标测量电压幅度、时间间隔、相位等参量时, 使用此按钮来选择测量对象, 按动此按钮可依次选定测量电压 (ΔV) (水平线游标)、测量时间间隔 (Δt) (垂直线游标) 和关闭游标。

⑰ 游标线选择按钮 (TCK/C2): 选择两条游标线中的一条或两条, 依次为 V—C1、V—C2、V—TRACK 或 H—C1、H—C2、H—TRACK。其中的 “V” 表示测量垂直方向的物理量, “H” 表示测量水平方向物理量。“C1”、“C2” 分别为第一条游标、第二条游标, “TRACK” 为跟踪状态, 即两条游标一起移动。被选中的游标线端部有一段短亮线, 作指示用。

⑱ 功能/游标位移旋钮 (FUNCTION COARSE): 用于移动游标的位置。此旋钮有两种

调节方式，一种是旋转方式，较精细地调整游标的位置，另一种是按动，进行步进调节（快速移动游标）。

⑩ 释抑调节按钮（HOLD OFF）：按动此按钮后，即可通过调节功能旋钮调节释抑比。其值在示波器屏幕的右上角显示出来。

2.3 SS7810 型示波器简介

SS7810 型示波器与 SS7804 示波器是属同一系列的示波器，其基本功能和使用方法与 SS7804 型示波器类似，不再赘述。这里只对不同于 SS7804 型示波器之处加以简单的说明。

1. SS7810 型示波器是带有 CRT 读出功能的 100MHz 带宽模拟示波器。

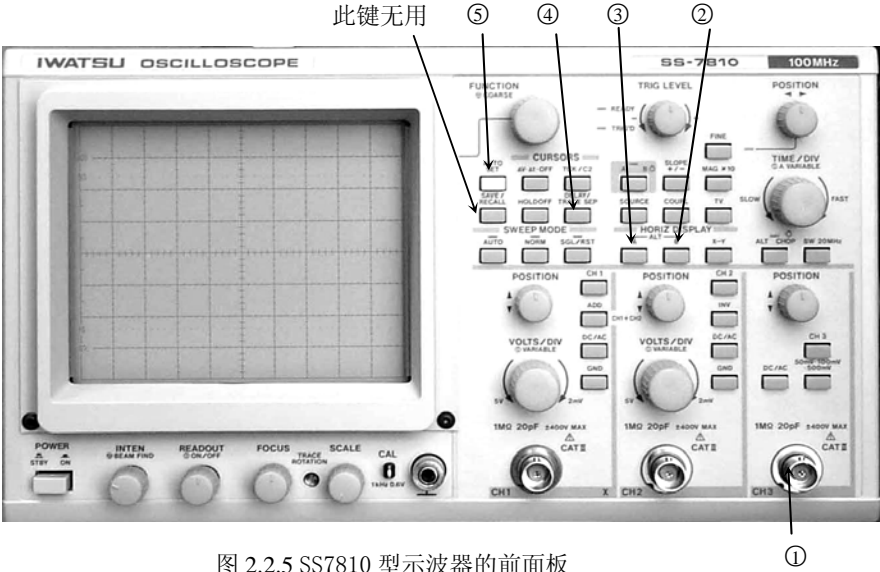


图 2.2.5 SS7810 型示波器的前面板

2. SS7810 型示波器具有第三个信号通道(见图 2.5 中的①)。此通道的灵敏度只有 50mV、100mV、500mV 三档。

3. SS7810 示波器增加了一些实用功能，例如：

(1) 具有局部加亮扩展功能。可以通过 A、B 开关②、③进行选择，使屏幕上一个波形被局部加亮，另一个波形是上述波形加亮部分的展宽图形。A、B 两开关，可以单独按动，也可以同时按下。单独按下 A 键或 B 键，相当于两个不同扫描速度的单独波形。如两个按钮一起按下就会出现加亮展宽的功能。

(2) 具有延时可调功能。在进行加亮展宽观察时，为了观看波形的不同位置的细部，可以通过延时调节，使加亮位置变化，只要按动 DELAY/TRACE SEP 按钮④，即可通过调整 FUNCTION 旋钮改变延时量。

(3) 具有屏幕自动设置功能。该功能对于初学使用示波器者有很重要的实际意义。当屏幕上无波形显示时，只要按一下示波器上的“AUTO SET”按钮⑤，示波器就启动自动设置功能，使示波器处于最佳的测量状态。

2.4 SS7804/7810 型示波器的屏幕字符显示

SS7804/7810 型示波器具有较强的屏幕显示功能, 各种测量数据和示波器的工作状态均可显示于屏幕上, 清晰美观。常见的屏幕显示如图 2.6 所示, 各显示字符的意义如下。

- ① 1 通道的通道号。
- ② “>” 表示 1 通道的 Y 轴灵敏度处于微调状态。
- ③ 1 通道的 Y 轴偏转灵敏度。
- ④ 1 通道的 Y 轴灵敏度单位及耦合方式 (V 为直流耦合, \tilde{v} 为交流耦合)。
- ⑤ 1 通道的输入接地符号。
- ⑥ “+” 号表示处于两通道信号相加的显示方式。
- ⑦ 2 通道的通道号。

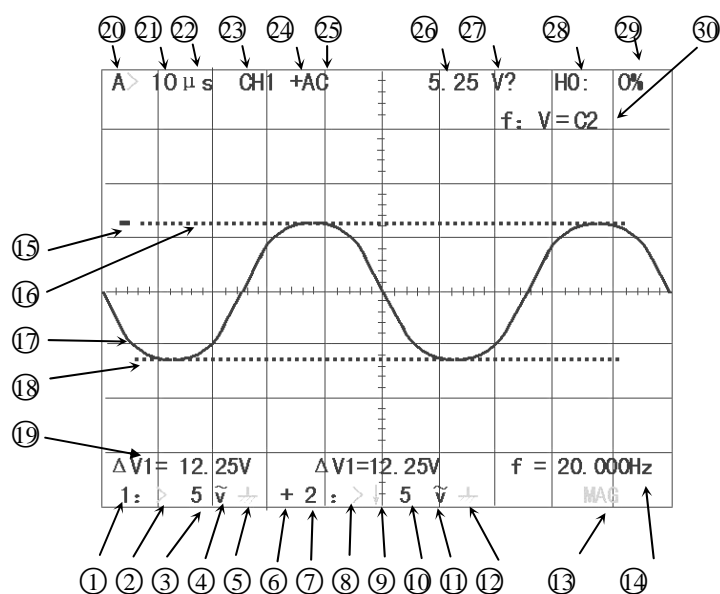


图 2.6 屏幕显示字符

- ⑧ “>” 表示 2 通道的 Y 轴灵敏度处于微调状态。
- ⑨ “↓” 符号表示 2 通道为倒相显示。
- ⑩ 2 通道的 Y 轴偏转灵敏度。
- ⑪ 2 通道的 Y 轴灵敏度单位及耦合方式。
- ⑫ 2 通道的输入接地的符号。
- ⑬ 扩展显示标记。
- ⑭ 输入信号频率。
- ⑮ 被选中的游标标记。
- ⑯ 上游标线。
- ⑰ 被测信号波形。

- ⑮ 下游标线。
- ⑯ 电压或时间间隔显示。
- ⑰ 常态显示标记。
- ⑱ X 轴扫描速度（每单位长度所代表的时间）。
- ⑳ 扫描时间的单位。
- ㉑ 触发源显示。
- ㉒ 触发沿显示。
- ㉓ 触发耦合方式显示。
- ㉔ 触发电平值。
- ㉕ 触发电平的单位。交流耦合或 Y 轴灵敏度处于微调状态时，V 后显示“？”号。
- ㉖ 释抑标记。
- ㉗ 释抑比。
- ㉘ 游标选择状态。

2.5 示波器的校准方法

由于示波器的设置是由示波器内部的 CPU 控制完成的，每次开机时，示波器的初始值不尽相同，可能会出现一些偏差。例如按下示波器面板上的接地按钮时扫描线所处的位置与输入探头的输入端对地短路时的位置不同，这就会给测量带来误差。为提高测量的准确性，要及时对示波器进行校准。校准方法如下：

- （1）将输入探头的输入端对地短路，使输入信号为零。
- （2）按动游标切换按钮（ $\Delta V - \Delta t - off$ ），使屏幕上的游标线消失。
- （3）按动屏幕读出亮度调节旋钮/开关（READOUT/ON/OFF），关闭屏幕读出显示。
- （4）按下功能/游标位移旋钮（FUNCTION COARSE）约 3 秒钟后，屏幕上将显示出系统菜单。
- （5）按动自动扫描方式按钮（AUTO），执行自动校准，直至校准完毕。

2.6 使用 SS7804/7810 型示波器测量电压、相位、时间和频率

使用 SS7804/7810 型示波器测量电压、相位、时间和频率的一般方法和 1.4 节所介绍的方法相同，这里不再赘述。下面补充介绍如何使用 SS7804/7810 型示波器的 CRT 读出功能进行测量。

采用游标测量，屏幕上以数字直接显示出测量结果，简单清晰，且测量精度高，因此受到普遍的欢迎。

一、 电压的测量

(1) 直流电压的测量

获得基线与被测电压所对应的扫描线后，按动游标切换按钮 ($\Delta V - \Delta t - \text{off}$)，使屏幕上出现两条水平的虚线，即处于 ΔV 测量状态；再按动游标线选择按钮 (TCK/C2)，选择屏幕右上角出现的“V-C1”，即两条虚线中的一条的端部有一亮点，旋转游标位移旋钮 (COARSE) 移动游标，使其移到基线位置；再按动游标线选择按钮 (TCK/C2)，选择屏幕右上角出现的“V-C2”，即另一条虚线的端部有一亮点，移动此游标到被测电压所对应的扫描线上，屏幕下部显示出“ $\Delta V1 = ***V$ ”的字样，这就是被测的直流电压值。用此方法测得的电压值具有 4 位有效数字，因此具有较高的测量精度。

(2) 交流电压的测量

在屏幕上显示出稳定的波形之后，按动游标切换按钮，使屏幕上出现两条水平的虚线，即进入 ΔV (电压测量) 状态。再按动游标线选择按钮，选择屏幕右上角出现“V-C1”，即两条虚线中的一条的端部有一亮点，旋转游标位移旋钮 (COARSE) 移动游标，使其与被测波形的下沿相切；再按动游标线选择按钮 (TCK/C2)，选择屏幕的右上角出现的“V-C2”，即另一条虚线的端部有一亮点，移动此游标与被测波形的上沿相切，则屏幕的下部会显示出 $\Delta V1 = ***V$ 的字样，这就是被测的交流电压的峰峰值。

二、相位的测量

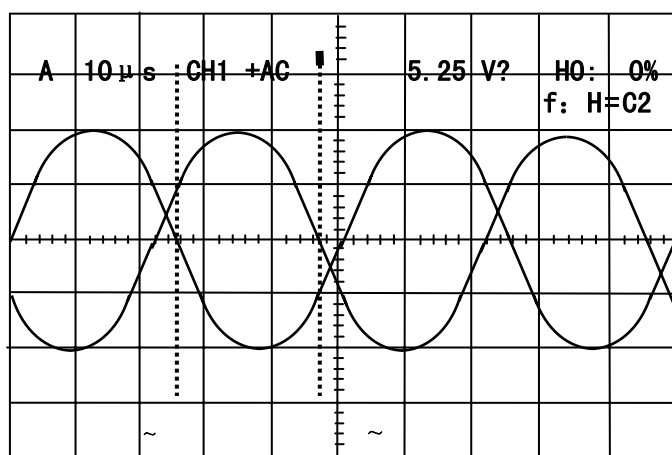


图 2.7 测量两信号的相位差

用双踪示波器测量两个信号之间的相位差是很方便的。测量时，要选定其中一个输入通道的信号作为触发源，调整触发电平，使显示的两个波形稳定。调整两个通道的垂直位移旋钮，使波形的中心大体通过屏幕的中心线。按动游标切换按钮，使屏幕上出现两条垂直的虚线 (参见图 2.2.7)，即进入 Δt 测量状态。再按动游标线选择按钮，选择屏幕右上角出现的“H-C1”，即两条虚线中的一条的端部有一亮点，旋转游标位移旋钮 (COARSE)，移动游标至被测波形 1 的过“零”点处；再按动游标线选择按钮 (TCK/C2)，选择屏幕右上角出现的“H-C2”，即另一条虚线的端部有一亮点，将其移到被测波形 2 的过“零”点处，则在

示波器屏幕的下部便显示出两条游标线之间的时间差 Δt 。将此时间差按 (2.1) 式转换成相位差即可。

$$\phi = \frac{\Delta t}{T} 360^\circ \quad (2.1)$$

式中 ϕ 为相位差, Δt 为所测的时间差, T 为被测信号的周期。

三、 时间的测量

测量时间间隔 (如周期、脉冲宽度、上升时间、下降时间等) 即是测量两点间的时间差, 测量方法与上面测量相位差的方法类似, 不再赘述。

四、 频率的测量

用 SS7804/7810 型示波器测量信号的频率, 有如下两种方法:

(1) 用 CRT 读出功能测量。与上述方法相同, 测量信号的周期 T 时, 会在屏幕上同时显示出时间差 Δt (即周期 T) 与其倒数 $1/\Delta t$, 这个 $1/\Delta t$ 就是被测信号的频率。

(2) 利用频率测试功能测量。用示波器进行测量过程中, 当示波器正确同步后, 在屏幕右下角会显示出作为触发源通道的信号频率, 用此功能便可快速测出信号的频率。值得注意的是, 当作为触发源的被测信号中含有较大的高频噪声或干扰时, 所显示的频率值可能是错误的, 此时可将触发耦合方式选择为高频抑制方式, 保证所显示的频率值是正确的。