

# 圖解示波器入門



## ■ 內容簡介

本書循序漸進介紹典型示波器的操作技術與觀念，層次上由光跡、單波道、雙波道、放大到延遲示波器，內容完整、解析簡潔易領會。能讓讀者迅速熟練示波器的操作技術，並且擁有完整的觀念。本書適合初階入門者、電子、電機科系一、二年級學生實習輔修。

## ■ 目錄

### 第 1 章 波形與電壓的關係 12

#### 1.1 直流電壓與交流電壓 12

#### 1.2 常見主要波形 13

##### 1.2.1 正弦波 13

##### 1.2.2 鋸齒波 13

##### 1.2.3 方波 14

##### 1.2.4 脈波 14

#### 1.3 交流電壓表的測量範圍 14

### 第 2 章 陰極射線管的基本認識 16

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

- 2.1 陰極射線管的種類 16
  - 2.1.1 電磁偏向式 CRT16
  - 2.1.2 靜電偏向式 CRT16
- 2.2 靜電偏向式 CRT 的構造 17
  - 2.2.1 電子槍 (Gun)18
  - 2.2.2 偏向(Yoke)20
  - 2.2.3 螢幕(Screen)26
- 第 3 章 示波器工作原理 28
  - 3.1 基本工作原理 28
  - 3.2 同步方式 31
    - 3.2.1 同步掃描方式 31
    - 3.2.2 觸發掃描方式 32
  - 3.3 觸發掃描式示波器的電路結構 33
    - 3.3.1 輸入衰減器 33
    - 3.3.2 垂直前置放大器 (Preamp) 34
    - 3.3.3 延遲電路 (Delay line) 34
    - 3.3.4 垂直主放大器 34
    - 3.3.5 觸發產生器 34
    - 3.3.6 掃描閘電路 35
    - 3.3.7 掃描產生器 35
    - 3.3.8 脫步電路 (Holdoff circuit) 35
    - 3.3.9 水平放大器 35
    - 3.3.10 無遮加亮電路 (Unblanking) 35
    - 3.3.11 電源/高壓電路 35
    - 3.3.12 校正用電壓電路 35
    - 3.3.13 CRT35
  - 3.4 雙波道示波器的電路結構 36
    - 3.4.1 雙波道顯示的切換方式 36

#### 第 4 章 旋鈕與切換開關的說明 38

- 1.SCREEN (螢光面、刻度面) 38
- 2.POWER (電源開關) 39
- 3.SCALE ILLUM : 刻度照明 39
- 4.INTENSITY : 亮度調整 39
- 5.FOCUS : 聚焦調整 40
- 6.TRACE ROTA : (掃描線傾斜修正)40
- 7.VERTICAL POSITION : (垂直位置調整)41
- 8.CH1 INPUT/CH2 INPUT (雙信號輸入端子)42
- 9.AC-GND-DC (輸入耦合切換開關)43
- 10.VERTICAL MODE (垂直測試模式, V 模式)43
- 11.CH2 INV (CH2 反相) 45
- 12.X-Y (李沙育模式開關)45
- 13.VOLTS/DIV (垂直衰減調整, 垂直靈敏度調整)46
- 14.VARIABLE (垂直微調旋鈕)51
- 15.背板的相關操作功能 52
- CH1 OUT (CH1 的輸出端)52
- Z AXIS INPUT (亮度調變輸入)52
- 16.SWEEP TIME/DIV (掃描時間、時基切換開關)53
- 17.VARIABLE (掃描時間微調旋鈕)56
- 18.HORIZONTAL POSITION (水平位置調整)57
19. 10MAG (10 倍掃描寬度)58
- 20.CAL (校正電壓)59
- 21.EXT. TRIG (外加觸發, 由外部接入的觸發端子)60
- 22.GND (接地、接大地)60
- 23.TRIGGERING MODE (觸發模式, 觸發模式選擇)60
- 24.TRIGGERING SOURCE (觸發來源選擇)61
- 25.TRIGGERING SLOP (觸發點斜率選擇)62

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

## 26. TRIGGERING LEVEL (觸發位準調整) 63

### 第 5 章 示波器的操作方法 64

#### 5.1 電源"ON"前應先作基本定位 64

#### 5.2 將旋鈕與開關先定位再啓動電源 (ON) 66

#### 5.3 將旋鈕與開關先定位再接入信號 68

#### 5.4 認識示波器的主要旋鈕與開關 76

### 第 6 章 雙波道示波器的操作方法 82

#### 6.1 電源 ON 前先作基本定位 82

#### 6.2 同時觀測兩個信號波形 82

#### 6.3 AUTO (自動) 與 NORM (常模) 的切換效果 84

#### 6.4 VERT MODE/CH1/CH2 的切換波形 84

#### 6.5 SLOPE 的 "+" 與 "-" 之切換 86

#### 6.6 由切換開關來確認輸入信號所顯示的波形 88

### 第 7 章 示波器的基本量測 90

#### 7.1 電壓的基本量測 92

##### 7.1.1 交流電壓的量測 92

##### 7.1.2 直流電壓的量測 96

##### 7.1.3 含交流成分的直流電壓之量測 100

#### 7.2 時間的基本量測 104

##### 7.2.1 時間的量測 104

##### 7.2.2 頻率的量測 106

#### 7.3 李沙育圖形的基本量測 108

##### 7.3.1 振幅的比較 110

##### 7.3.2 相位差的計算 112

##### 7.3.3 頻率的比較 114

### 第 8 章 李沙育圖形的應用 118

#### 8.1 由相同頻率組成的李沙育圖形 118

##### 8.1.1 "李沙育" 名稱的緣由 120

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

8.1-2 李沙育圖形的主要例子 121

## 第 9 章 測試棒 122

9.1 測試棒的種類 122

9.2 測試棒的組成 123

9.3 測試棒的規格 123

9.4 測試棒的校正 124

## 第 10 章 量測誤差 126

10.1 降低讀取誤差 (用於電壓量測)126

10.2 降低讀取值的誤差 (週期的量測)128

10.3 因頻率特性引起的量測誤差 129

10.4 脈波上升時間的量測誤差 130

10.5 決定額定值的容許誤差 131

## 第 11 章 更熟練的操作技術 132

11.1 在電源啓動前預先做好基本定位 132

11.2 完成基本定位再啓動電源 (ON) 134

11.3 觸發來源的選擇方法 136

11.3.1 “VERT MODE” 時會自動選擇觸發信號 136

11.3.2 “LINE” 是與電源同步(50Hz 或 60Hz)的專用來源 139

11.3.3 “EXT” 爲外部觸發信號來源的方式 139

11.4 10MAG 的量測 140

11.4.1 10MAG 與 SWEEP TIME/DIV 的量測目同嗎? 140

11.4.2 10MAG 與 SWEEP TIME/DIV 的運作有何差異? 142

11.5 以方波或脈波作量測 144

11.5.1 方波、脈波的各部份定義 145

11.5.2 螢幕的刻度 145

11.5.3 上升時間的量測 146

11.5.4 下降時間的量測 148

11.5.5 脈波寬度的量測 150

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

11.6 兩個信號的時間差與相位差的量測 152

11.6.1 兩信號的時間差的量測 152

11.6.2 兩個信號的相位差的量測 154

11.7 兩個信號之和與差的量測 158

11.7.1 兩個信號之和的量測 158

11.7.2 兩個信號之差的量測 160

11.8 視訊信號 (Video 信號) 的觀測 164

第 12 章 示波器的 Q&A (簡易問答)166

1. 移到他處後示波器的水平掃描線呈現傾斜。166
2. 整段波形都很暗。166
3. 電源開關啟動為“ON”後，螢幕上看不見光跡。166
4. 在波形較暗的處所看見斜線 (或只呈現一小段圓弧線) 166
5. 波形未中斷亮度不足，其左右側內容逸出螢幕之外。167
6. 亮線模糊。167
7. 當 TRIGGERING MODE 開關切在“NORM”時不到亮線。167
8. TRIGGERING MODE 開關已切換在“AUTO”，還是看不到亮線。167
9. 輸入信號後看不到亮線。167
10. CH1 輸入信號仍看不到波形。167
11. 在 CH1 與 CH2 同時加信號，卻看不到 CH2 的波形。167
12. 電源開關壓入“ON”後看不見亮點。168
13. 在 CH1 加信號後只看到一根垂直亮線。168
14. 李沙育圖型中無法使 HORIZONTAL POSITION 作橫向移動。168
15. 李沙育圖型操作時，發現垂直與水平方向相反的情況。168
16. CH2 的信號與 TRIGGERING SLOP (斜率) 的設定相反。168
17. 當垂直模式 (VERTICAL MODE) 置於“ADD”位置時，顯示波形卻與預期的不同。168
18. 旋轉 HORIZONTAL POSITION 時，水平掃描線無法移出螢幕之外。169
19. TRIGGERING LEVEL 旋鈕置於中央附近，波形無法穩定靜止。169
20. 振幅低的波形無法穩定。169

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

21. 振幅小於一格的波形無法穩定。169
22. TRIGGERING MODE 開關置於“NORM”時波形無法靜止。169
23. 要觀看波形的上升部份，卻看到下降部份。169
24. 低頻 (50Hz 以下) 的波形有不穩定的趨勢。169
25. 視頻 (Video) 信號無法穩定。170
26. 當 10MAG 開關切在“ON”時波形會向左、右動搖。170
27. 低頻雙波道顯示時波形以閃爍方式出現。170
28. 雙波道顯示時呈現虛線狀波形。170
29. 加上直流電壓的信號掃描線都沒有反應(無上、下移動)。170
30. 欲測量直流成分中所含有極微小的交流電壓，卻看不到波形。170
31. 相同的信號源兩次測得的值不相等。171
32. 測到的波形夾雜交流雜訊。171
33. 對高頻信號所測得的電壓誤差太大。171
34. 測量上升時間所得到的值太大。171
35. 使用測試棒，測得少一個位數的值(即剩下 10%)。171

### 第 13 章 示波器規格的認識 172

- 13.1 CRT (布朗管，陰極射線管) 172
- 13.1.1 型式 172
- 13.1.2 加速電壓 172
- 13.1.3 有效螢光面 172
- 13.2 垂直軸 172
- 13.2.1 工作模式 (CH1 與 CH2 相同) 172
- 13.2.2 靈敏度，衰減器 (CH1 與 CH2 結構一樣) 173
- 13.2.3 頻率特性 (CH1 與 CH2 是一樣的) 174
- 13.2.4 輸入阻抗 (CH1、CH2 特性相同) 174
- 13.2.5 最高輸入電壓 (CH1、CH2 規格相同) 175
- 13.2.6 CHOP 頻率 (CH1、CH2 特性相同) 175
- 13.3 水平軸 (CH2 輸入) 175

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)

13.1.1	工作模式	175
13.3.2	靈敏度	175
13.3.3	輸入阻抗	175
13.3.4	頻率特性	175
13.3.5	X-Y 間之相位特性	176
13.4	掃描	176
13.4.1	掃描時間	176
13.4.2	掃描放大	176
13.4.3	直線性	177
13.5	同步	177
13.5.1	觸發來源	177
13.5.2	觸發模式	177
13.5.3	觸發靈敏度	177
13.6	其他	178
13.6.1	校正電壓	178
13.6.2	外部亮度調變	178
13.6.3	CH1 信號輸出	178
13.7	本書引用的規格	178
第 14 章	示波器常用術語、名詞解釋	182
	符號	182
	A 字頭	182
	C 字頭	183
	D 字首	184
	F、G、I、P、S 字首	184
	T、U、V 字首	185
	X、Y、Z 字首	186
	其他術語	186
附 錄	延遲掃描 (Delayed Sweep) 式示波器	198

勝特力材料 886-3-5753170  
勝特力电子(上海) 86-21-34970699  
勝特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)



- A.1 調整 SWEEP TIME/DIV 開關所做的波形放大 198
- A.2 由 10MAG 開關所操作的波形放大 200
- A.3 延遲掃描的作用 201
  - A.3.1 延遲掃描的特質 201
  - A.3.2 主掃描與延遲掃描 201
  - A.3.3 A 與 B 掃描速度(SWEEP TIME/DIV)或掃描時間切換器 202
  - A.3.4 延遲時間 203
  - A.3.5 放大部份的設定 204
  - A.3.6 與 “ 10MAG ” 的差別 204
- A.4 連續延遲與同步延遲 204
  - A.4.1 連續延遲 (Starts After Delay) 205
  - A.4.2 同步延遲 (Triggerable After Delay) 205

勝特力材料 886-3-5753170  
胜特力电子(上海) 86-21-34970699  
胜特力电子(深圳) 86-755-83298787  
[Http://www.100y.com.tw](http://www.100y.com.tw)