

Keithley 2400 Source Meter



- 電壓源、電流源、電壓錶、電流錶四合一新型儀器，適用於快速直流測試
- 可選高電壓型 (1100V)、大電流型 (3A) 或大電流脈衝型 (10A) 電源／測量
- 最大功率：20W (2400 和 2410)，60W (2420)，100W (2425/2430 直流模式)，1kW (2430 脈衝模式)
- 五位半數字電錶, 0.012%準確度
- 可作六線式歐姆測量
- 程式控制電流／電壓，並可設定箝制準位
- 最快速度可達 1000 點／秒(GPIB 介面)
- 內建快速「通過／失效」比較器，適用於自動化品質管制
- 數位 I/O 可直接與其他儀器溝通
- IEEE-488 和 RS-232 介面
- 除量測電壓、電流外，並可直接量測電阻、功率、百分率、補償電阻 (Offset Compensated Ω)、變阻器 α 值 (Varistor α)、電壓係數，如需做接觸檢測 (Contact Check)，可選用 2400C 系列

Keithley 2400 系列

(2400,2410,2420,2430)

多功能電源電錶簡易操作手冊

一、功能：

- 電壓源、電流源、電壓錶、電流錶四合一新型儀器，適用於快速直流測試
- 可選高電壓型 (1100V)、大電流型 (3A) 或大電流脈衝型 (10A) 電源／測量
- 最大功率：20W (2400 和 2410)，60W (2420)，100W (2430 直流模式)，1kW (2430 脈衝模式)
- 五位半電錶，0.012%準確度
- 可作六線式歐姆測量
- 程式控制電流／電壓，並可設定箝制準位
- 最快速度可達 1000 點／秒(GPIB 介面)
- 內建快速「通過／失效」比較器，適用於自動化品質管制
- 數位 I/O 可直接與其他儀器溝通
- IEEE-488 和 RS-232 介面
- 除量測電壓、電流外，並可直接量測電阻、功率、百分率、補償電阻 (Offset Compensated Ω)、變阻器 α 值 (Varistor α)、電壓係數 (Voltage Coefficient)

二、面板簡介：



圖 2-1 2400 螢幕顯示圖

螢幕顯示：如圖 2-1 所示，螢幕左上方所顯示為「量測值」，右上方為「輸出開/關」顯示，左下方為「電源輸出值」，右下方為「箝位值」顯示。

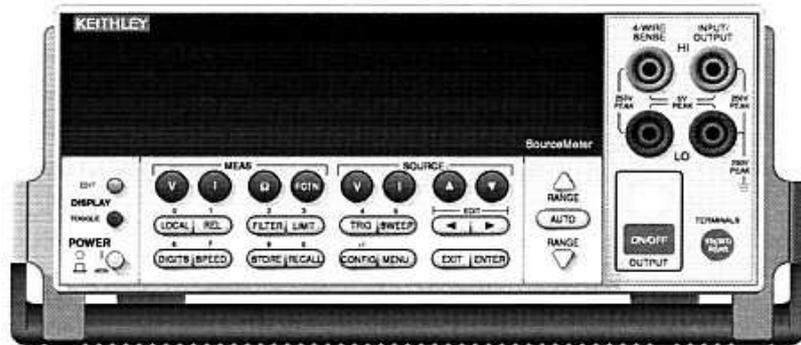


圖 2-2 2400 正面圖

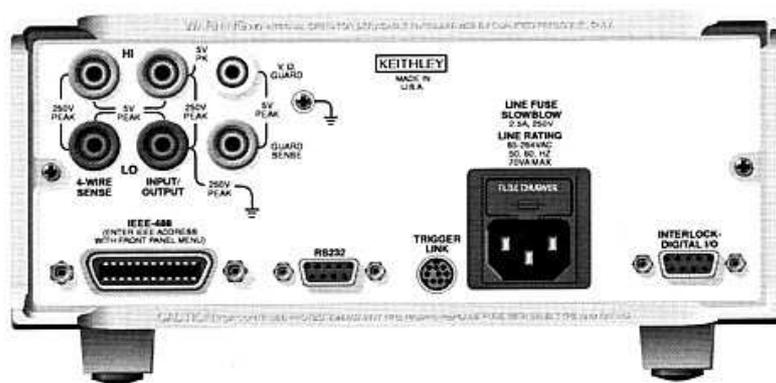


圖 2-3 2400 背面圖

Power：電源開關

MEAS 選擇鍵：選擇所欲量測的訊號

- (1) V 量測電壓
- (2) I 量測電流
- (3) Ω 量測電阻
- (4) FCTN 量測功率，補償電阻，電壓係數，變電阻 ALPHA 值，百分率 (初始設定為功率)

SOURCE 選擇鍵：選擇電源輸出型式

- (1) **V** 輸出電壓
- (2) **I** 輸出電流
- (3) **▲**和**▼** 增加或減少輸出值或箝位值 (Cmpl)

操作鍵：

- (1) **EDIT** 選擇設定電源輸出值或箝位值
- (2) **TOGGLE** 切換輸出值與量測值位置
- (3) **LOCAL** 取消遠端電腦控制,回到儀器面板控制
- (4) **REL** 開啓/取消參考數值比較
- (5) **FILTER** 開啓/取消數位濾波
- (6) **LIMIT** 開啓/取消限制值測試
- (7) **TRIG** 從面板觸發開始量測
- (8) **SWEEP** 開始輸出設定好的掃描電壓或電流
- (9) **DIGITS** 改變量測顯示數位
- (10) **SPEED** 改變量測速度及精準度
- (11) **STORE** 設定記憶數量並開始儲存
- (12) **RECALL** 顯示儲存的量測數值
- (13) **CONFIG** 設定（加上其他按鍵，如 CONFIG + SWEEP 可設定掃描輸出）
- (14) **MENU** 進入可儲存設定值,更改通訊方式(IEEE-488 or RS232),或校正
- (15) **EXIT** 跳出
- (16) **ENTER** 確認

RANGE：範圍選擇

- (1) **▲** 更改為較大的範圍
- (2) **▼** 更改為較小的範圍
- (3) **AUTO** 自動切換至最佳範圍

OUTPUT：

- (1) **ON/OFF** 開啓/取消電源輸出

三、操作入門

A.輸出電壓,量測電流

- 1.接線如圖 3-1。
 - 2.按 SOURCE V ,設定輸出電壓(由”EDIT” 左、右鍵來更改游標位置，並經由 ”SOURCE” ▲ , ▼ 及各數字鍵來設定數值)。
 - 3.按 MEAS I (量測電流)。
 - 4.按 OUTPUT ON/OFF 輸出。(燈亮代表輸出)
- ※若單純量測電流,可將電壓設為 0V 做電流錶用。
- 5.自面板讀取量測值。

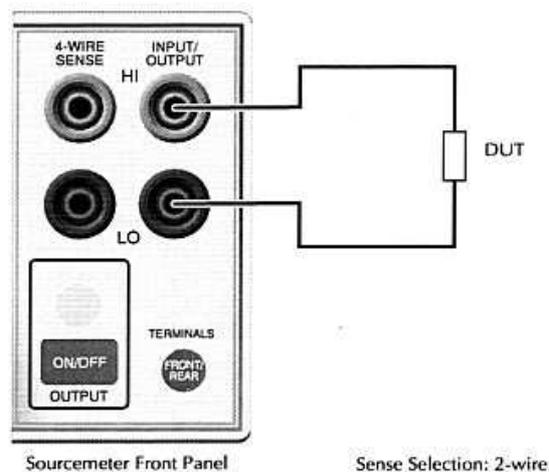


圖 3-1 二線式接線圖

B.輸出電流,量測電壓

1. 接線如圖 3-1。
- 2.按 SOURCE I ,設定輸出電流(由”EDIT” 左、右鍵來更改游標位置，並經由 ”SOURCE” ▲ , ▼ 及各數字鍵來設定數值)
- 3.按 MEAS V (量測電壓)。

- 4.按 OUTPUT ON/OFF 輸出。(燈亮代表輸出)
- ※若單純量測電壓,可將電流設為 0A 做電壓錶用。
- 5.自面板讀取量測值。

C.量測電阻

- 1.做兩線式量測接線如圖 3-1；若做四線式量測接線如圖 3-2。
- 2.先按「CONFIG」再按「 Ω 」,做電阻量測設定,進入「SENSE-MODE」,選擇兩線式量測或四線式量測。
- 3.按 SOURCE I。
- 4.按 MEAS Ω 。
- 5.按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
- 6.自面板讀取量測值。

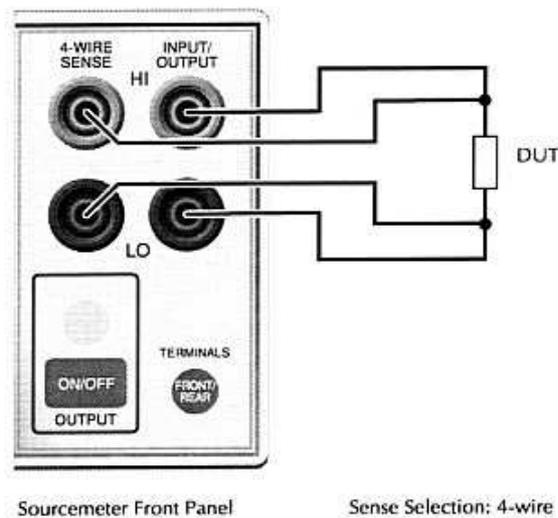


圖 3-2 四線式接線圖

D.量測功率

1. 接線如圖 3-1。
- 2.先按「CONFIG」,然後按「FCTN」,選擇「POWER」然後按「ENTER」。

- 3.按 SOURCE I 或 V。
- 4.按 MEAS 「FCTN」。
- 5.按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
- 6.自面板讀取量測值。

E. 補償電阻 (Offset Compensated Ω)

$$\text{補償電阻}\Omega = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$

1. 接線如圖 3-1。
- 2.先按「CONFIG」，然後按「FCTN」，選擇「OFF-COMP-OHMS」然後按「ENTER」。
- 3.設定 I1，I2。
- 4.按 SOURCE I。
- 5 按「FCTN」。
- 6.按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
- 7.自面板讀取量測值。

F.量測變阻器 α 值 (Varistor α)

$$\alpha = \frac{\log(I_2/I_1)}{\log(V_2/V_1)}$$

- 1.接線如圖 3-1。
- 2.先按「CONFIG」，然後按「FCTN」，選擇「VAR-ALPHA」然後按「ENTER」。
3. 設定 I1，I2。
- 4.按 SOURCE I。
- 5.按「FCTN」。
- 6.按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
- 7.自面板讀取量測值。

G. 量測電壓係數

$$\text{電壓係數}\% = \frac{R_2 - R_1}{R_2 \times (V_2 - V_1)} \times 100\%$$

1. 接線如圖 3-1。
2. 先按「CONFIG」，然後按「FCTN」，選擇「VOLT-COEFF」然後按「ENTER」。
3. 設定 V_1 ， V_2 。
4. 按 SOURCE V。
5. 按 MEAS 「FCTN」。
6. 按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
7. 自面板讀取量測值。

H. 量測百分比

$$\% = \frac{\text{儀器讀值} - \text{參考值}}{\text{參考值}} \times 100$$

1. 接線如圖 3-1。
2. 先按「CONFIG」，然後按「FCTN」，選擇「%DEV」然後按「ENTER」。
3. 設定參考值「REF」。
4. 設定參考高低容許範圍「HI TOL」、「LO TOL」。
5. 按 SOURCE I 或 V。
6. 按 MEAS 「FCTN」。
7. 按 OUTPUT ON/OFF 輸出電源。
8. 自面板讀取量測值。

四、電源掃描(sweep)設定

2400 共有四種掃描模式：線性階梯波掃描（linear staircase）、對數階梯波掃描（logarithmic staircase）、自訂波型掃描（custom）、記憶體掃描（source memory）。這四種模式簡述如下：

線性階梯波掃描（linear staircase）

如圖 4-1 所示，必須設定起始準位 (START)、結束準位 (STOP)、位階大小 (STEP)、延遲時間 (DELAY)。

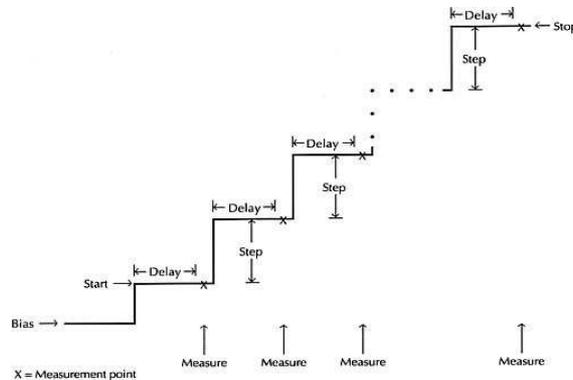


圖 4-1 線性階梯波

對數階梯波掃描 (logarithmic staircase)

如圖 4-2 所示，必須設定起始準位 (START)、結束準位 (STOP)、掃描點數 (NO OF POINTS)、延遲時間 (DELAY)。

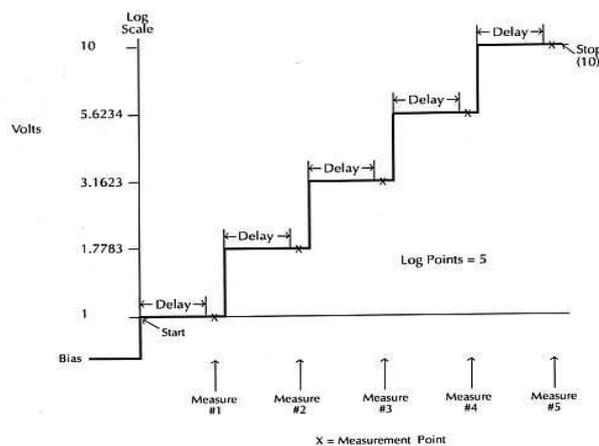


圖 4-2 對數階梯波

自訂波型掃描 (custom)

如圖 4-3 所示，必須設定掃描點數 (#-POINTS)、各點的準位 (ADJUST-POINTS)、延遲時間 (DELAY)。

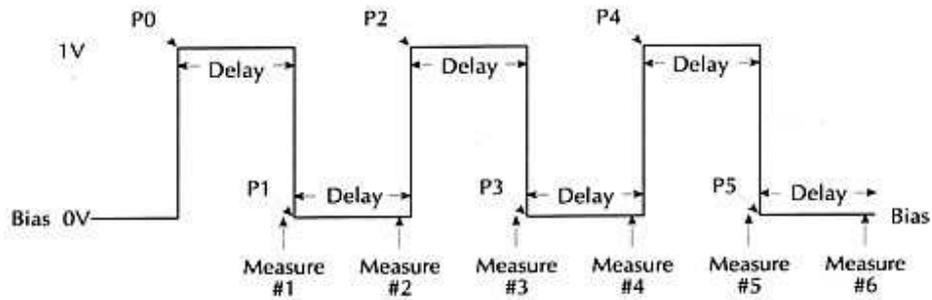


圖 4-3 對數階梯波

記憶體掃描 (source memory)

我們可以把不同的量測組態存在記憶體中，然後透過記憶掃描來做不同組態的測試，最多可以設定 100 組不同的量測組態。舉例而言，對一待測元件，我想先送電壓量電流，然後再送電流量電壓，最後測它的電阻值，那麼我可以先把送電流量電壓的設定存入記憶體中，再存入送電流量電壓的設定，最後存入電阻量測的設定，完成以上設定之後做記憶掃描即可循序完成以上三種測試。

操作：

A. 線性階梯波掃描 (linear staircase)

1. 選擇送電壓 (按「V」) 或送電流 (按「I」)。
2. 按「CONFIG」然後按「SWEEP」，進入「TYPE」選項，選擇「STAIR」。
3. 進入起始準位 (START) 設定，按 EDIT 左、右鍵來改變游標位置，可直接按各鍵來設定數值 (如按「LOCAL」即「0」，「REL」即「1」...)，或按▲和▼來循序改變數值，確定之後按「ENTER」。
4. 同步驟三，依序設定結束準位 (STOP)、位階大小 (STEP) 後，回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)。
5. 選擇「SWEEP COUNT」，選擇掃描迴圈數，「FINITE」可設定有限迴圈數，「INFINITE」

則可無限制進行掃描。

6. 回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)，進入「SOURCE-RANGING」，設定電源範圍模式設定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三種電源範圍模式詳細說明可參考「User's Manual」10-10 頁。

7. 做完以上設定之後，按「EXIT」鍵回到主畫面，按「CONFIG」鍵後按「TRIG」鍵，進入「TRIG-LAYER」，再進入「DELAY」選項，設定延遲時間 (DELAY)。

8. 回到主畫面，按「ON/OFF」輸出電源，然後按「SWEEP」則自動進行掃描量測。

9. 掃描完畢之後，再按一次「ON/OFF」關閉電源，按「RECALL」鍵可顯示記憶體中儲存的各量測值，如圖 4-4。可按▲和▼改變記憶體位置，選擇不同掃描準位下的量測值，右下角並顯示時間 (以開始量測的時間為基準時間)。



圖 4-4 記憶體資料顯示

B. 對數階梯波掃描 (logarithmic staircase)

1. 選擇送電壓 (按「V」) 或送電流 (按「I」)。

2. 按「CONFIG」然後按「SWEEP」，進入「TYPE」選項，選擇「LOG」。

3. 進入起始準位 (START) 設定，按 EDIT 左、右鍵來改變游標位置，可直接按各鍵來設定數值 (如按「LOCAL」即「0」，「REL」即「1」...)，或按▲和▼來循序改變數值，確定之後按「ENTER」。

4. 同步驟三，依序設定結束準位 (STOP)、掃描點數 (NO OF POINTS) 後，回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)。

5. 選擇「SWEEP COUNT」，選擇掃描迴圈數，「FINITE」可設定有限迴圈數，「INFINITE」則可無限制進行掃描。

6.回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)，進入「SOURCE-RANGING」，設定電源範圍模式設定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三種電源範圍模式詳細說明可參考「User's Manual」10-10 頁。

7.做完以上設定之後，按「EXIT」鍵回到主畫面，按「CONFIG」鍵後按「TRIG」鍵，進入「TRIG-LAYER」，再進入「DELAY」選項，設定延遲時間 (DELAY)。

8.回到主畫面，按「ON/OFF」輸出電源，然後按「SWEEP」則自動進行掃描量測。

9.掃描完畢之後，再按一次「ON/OFF」關閉電源，按「RECALL」鍵可顯示記憶體中儲存的各量測值，如圖 4-4。可按▲和▼改變記憶體位置，選擇不同掃描準位下的量測值，右下角並顯示時間 (以開始量測的時間為基準時間)。

C. 自訂波型掃描 (custom)

1.選擇送電壓 (按「V」) 或送電流 (按「I」)。

2.按「CONFIG」然後按「SWEEP」，進入「TYPE」選項，選擇「CUSTOM」。

3.進入點數 (#-POINTS) 設定，按 EDIT 左、右鍵來改變游標位置，可直接按各鍵來設定數值 (如按「LOCAL」即"0"，「REL」即"1" ...)，或按▲和▼來循序改變數值，確定之後按「ENTER」。

4.回到自訂波型掃描畫面 (CUSTOM SWEEP)，進入各點設定 (ADJUST-POINTS)，左邊代表第幾點，右邊代表該點的準位，"P0010 : +5.000000 _V"代表第十一點 (第一點為 P0000) 準位為"+5.000000V"，按 EDIT 左、右鍵改變游標位置，直接按各鍵來設定數值 (如按「LOCAL」即"0"，「REL」即"1" ...)，或按▲和▼來循序改變數值，確定之後按「ENTER」。

5.如果連續數點準位相同，如第六點到第十一點準位皆為"+3V"，則可進入自訂波型掃描畫面 (CUSTOM SWEEP) 下的「INIT」，設定準位值 (VALUE) 及起始點 (START PT) 和結束點 (STOP PT)。

6.選擇「SWEEP COUNT」，選擇掃描迴圈數，「FINITE」可設定有限迴圈數，「INFINITE」

則可無限制進行掃描。

7.回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)，進入「SOURCE-RANGING」，設定電源範圍模式設定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三種電源範圍模式詳細說明可參考「User's Manual」10-10 頁。

8.做完以上設定之後，按「EXIT」鍵回到主畫面，按「CONFIG」鍵後按「TRIG」鍵，進入「TRIG-LAYER」，再進入「DELAY」選項，設定延遲時間 (DELAY)。

9.回到主畫面，按「ON/OFF」輸出電源，然後按「SWEEP」則自動進行掃描量測。

10. 掃描完畢之後，再按一次「ON/OFF」關閉電源，按「RECALL」鍵可顯示記憶體中儲存的各量測值，如圖 3-3。可按▲和▼改變記憶體位置，選擇不同掃描準位下的量測值，右下角並顯示時間 (以開始量測的時間為基準時間)。

D. 記憶體掃描 (source memory sweep)

1.設定第一組所欲量測的測試組態，包括：電源、量值、位數、速度...等。

2.按「MENU」鍵，選擇「SAVESETUP/SOURCE MEMORY/SAVE」，並選擇所欲儲存的記憶體位置，按「ENTER」確定。

3.重覆步驟 1~2，將各組測試狀態儲存於不同記憶體中。

4.按「CONFIG」然後按「SWEEP」，進入「TYPE」選項，選擇「SRC MEMORY」。

5.選擇你所要掃描的起始記憶體位置，以及所欲掃描的點數。

6.回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)，進入「SWEEP COUNT」，選擇掃描迴圈數，「FINITE」可設定有限迴圈數，「INFINITE」則可無限制進行掃描。

7.回到掃描設定選單 (CINFIGURE SWEEPS)，進入「SOURCE-RANGING」，設定電源範圍模式設定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三種電源範圍模式詳細說明可參考「User's Manual」10-10 頁。

8.做完以上設定之後，按「EXIT」鍵回到主畫面，按「CONFIG」鍵後按「TRIG」鍵，進入「TRIG-LAYER」，再進入「DELAY」選項，設定延遲時間 (DELAY)。

9.回到主畫面，按「ON/OFF」輸出電源，然後按「SWEEP」則自動進行掃描量測。

10.掃描完畢之後，再按一次「ON/OFF」關閉電源，按「RECALL」鍵可顯示記憶體中儲存的各量值，如圖 4-4。可按▲和▼改變記憶體位置，選擇不同掃描準位下的量測值，右下角並顯示時間（以開始量測的時間為基準時間）。

五、常見問題集

1.如何設定輸出電源值？

答：先選擇所要輸出的電源類型，電壓輸出或電流輸出，然後按「EDIT」，游標將停在左下方「電源輸出值」(Isrc 或是 Vsrc)，可按 EDIT 左、右鍵來改變游標位置，並可直接按各按鍵來設定數值（如按「LOCAL」即”0”，「REL」即”1” ...），或按▲和▼來改變數值。

2.何謂箝位值（compliance）？如何設定箝位值？

答：為保護儀器本身及待測元件，避免因輸出電路短路造成元件及儀器損壞，所以必須設定一箝制準位，若量測值大於箝制準位則自動被限制於箝制準位，以保護元件及儀器安全（若量測值大於箝制準位則螢幕右下方「Cmpl」會閃爍，並限制於所設定的箝位值）。因此如果是輸出電壓，我們必須設定量測電流的箝位值；反之如果是輸出電流，我們必須設定量測電壓的箝位值。設定方式如下：

先選擇所要輸出的電源類型，電壓輸出或電流輸出，然後按「EDIT」兩下，游標將停在右下方「箝位值」(Cmpl)，可按 EDIT 左、右鍵來改變游標位置，並可直接按各按鍵來設定數值（如按「LOCAL」即”0”，「REL」即”1” ...），或按▲和▼來改變數值。