

## Keithley 2400 Source Meter



- 电压源、电流源、电压表、电流表四合一新型仪器，适用于快速直流测试
- 可选高电压型 (1100V)、大电流型 (3A) 或大电流脉冲型 (10A) 电源 / 测量
- 最大功率：20W (2400 和 2410)，60W (2420)，100W (2425/2430 直流模式)，1kW (2430 脉冲模式)
- 五位半数字电表, 0.012%准确度
- 可作六线式欧姆测量
- 程控电流 / 电压，并可设定箝制准位
- 最快速度可达 1000 点 / 秒(GPIB 接口)
- 内建快速「通过 / 失效」比较器，适用于自动化质量管理
- 数字 I/O 可直接与其它仪器沟通
- IEEE-488 和 RS-232 界面
- 除量测电压、电流外，并可直接量测电阻、功率、百分率、补偿电阻 (Offset Compensated  $\Omega$ )、变阻器 $\alpha$ 值 (Varistor  $\alpha$ )、电压系数，如需做接触检测 (Contact Check)，可选用 2400C 系列

**KEITHLEY** 美国吉时利华南营销平台

深圳市金博宇科技有限公司

电话：0755-23107120

传真：0755-23121929 手机：13925278646

网址：<http://www.jboyu.com/>

1.888.KEITHLEY(U.S. only)

[www.keithley.com](http://www.keithley.com)

A GREATER MEASURE OF CONFIDENCE

# Keithley 2400 系列

## (2400,2410,2420,2430)

### 多功能电源电表简易操作手册

#### 一、功能：

- 电压源、电流源、电压表、电流表四合一新型仪器，适用于快速直流测试
- 可选高电压型 (1100V)、大电流型 (3A) 或大电流脉冲型 (10A) 电源 / 测量
- 最大功率: 20W (2400 和 2410), 60W (2420), 100W (2430 直流模式), 1kW (2430 脉冲模式)
- 五位半电表, 0.012%准确度
- 可作六线式欧姆测量
- 程控电流 / 电压, 并可设定箝制准位
- 最快速度可达 1000 点 / 秒(GPIB 接口)
- 内建快速「通过 / 失效」比较器, 适用于自动化质量管理
- 数字 I/O 可直接与其它仪器沟通
- IEEE-488 和 RS-232 界面
- 除量测电压、电流外, 并可直接量测电阻、功率、百分率、补偿电阻 (Offset Compensated  $\Omega$ )、变阻器  $\alpha$  值 (Varistor  $\alpha$ )、电压系数 (Voltage Coefficient)

#### 二、面板简介：

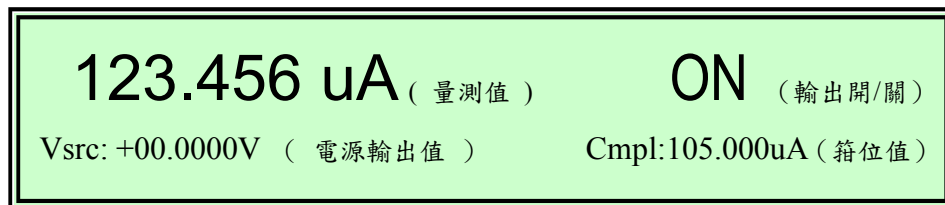


图 2-1 2400 屏幕显示图

屏幕显示：如图 2-1 所示，屏幕左上方所显示为「量测值」，右上方为「输出开/关」显示，左下方为「电源输出值」，右下方为「箝位值」显示。

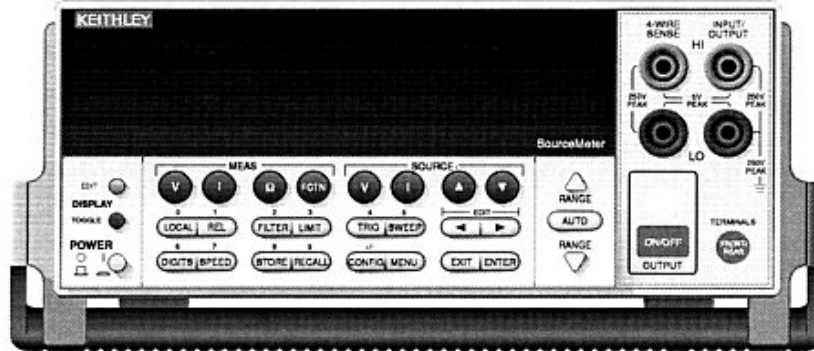


图 2-2 2400 正面图

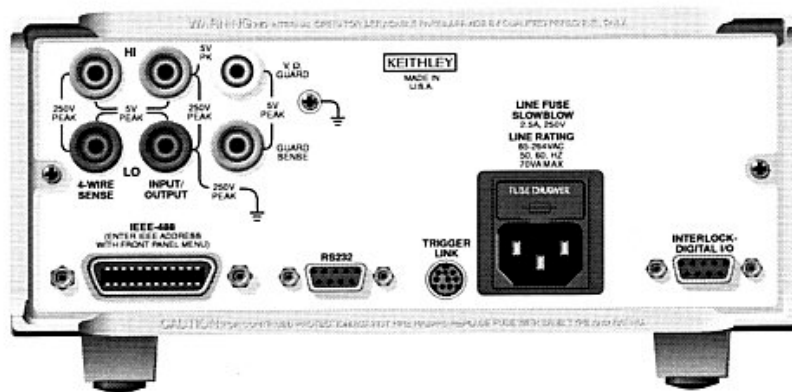


图 2-3 2400 背面图

**Power:** 电源开关

**MEAS** 选择键：选择所欲量测的讯号

- |          |  |
|----------|--|
| (1) V    | 量测电压                                     |
| (2) I    | 量测电流                                     |
| (3) Ω    | 量测电阻                                     |
| (4) FCTN | 量测功率，补偿电阻，电压系数，变电阻 ALPHA 值，百分率 (初始设定为功率) |

**SOURCE** 选择键：选择电源输出型式

- (1) **V**                    输出电压
- (2) **I**                    输出电流
- (3) **▲**和**▼**            增加或减少输出值或箝位值 (Cmpl)

操作键:

- (1) **EDIT**                选择设定电源输出值或箝位值
- (2) **TOGGLE**         切换输出值与量测值位置
- (3) **LOCAL**            取消远程计算机控制,回到仪器面板控制
- (4) **REL**                开启/取消参考数值比较
- (5) **FILTER**            开启/取消数字滤波
- (6) **LIMIT**            开启/取消限制值测试
- (7) **TRIG**             从面板触发开始量测
- (8) **SWEEP**           开始输出设定好的扫描电压或电流
- (9) **DIGITS**           改变量测显示数字
- (10) **SPEED**          改变量测速度及精准度
- (11) **STORE**          设定记忆数量并开始储存
- (12) **RECALL**        显示储存的量测数值
- (13) **CONFIG**        设定 (加上其它按键, 如 CONFIG + SWEEP 可设定扫描输出)
- (14) **MENU**            进入可储存设定值,更改通讯方式(IEEE-488 or RS232),或校正
- (15) **EXIT**            跳出
- (16) **ENTER**          确认

RANGE: 范围选择

- (1) **▲**                更改为较大的范围
- (2) **▼**                更改为较小的范围
- (3) **AUTO**            自动切换至最佳范围

OUTPUT:

- (1) **ON/OFF**          开启/取消电源输出

## 三、操作入门

### A. 输出电压,量测电流

1. 接线如图 3-1。
  2. 按 SOURCE V ,设定输出电压(由"EDIT" 左、右键来更改光标位置, 并经由 "SOURCE" ▲ , ▼ 及各数字键来设定数值)。
  3. 按 MEAS I (量测电流)。
  4. 按 OUTPUT ON/OFF 输出。(灯亮代表输出)
- ※若单纯量测电流,可将电压设为 0V 做电流表用。
5. 自面板读取量测值。

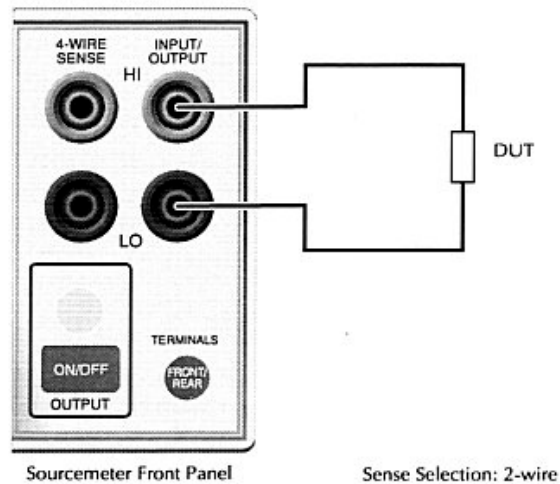


图 3-1 二线式接线图

### B. 输出电流,量测电压

1. 接线如图 3-1。
2. 按 SOURCE I ,设定输出电流(由"EDIT" 左、右键来更改光标位置, 并经由 "SOURCE" ▲ , ▼ 及各数字键来设定数值)
3. 按 MEAS V (量测电压)。

- 4.按 OUTPUT ON/OFF 输出。(灯亮代表输出)
- ※若单纯量测电压,可将电流设为 0A 做电压表用。
- 5.自面板读取量测值。

### C.量测电阻

- 1.做两线式量测接线如图 3-1；若做四线式量测接线如图 3-2。
- 2.先按「CONFIG」再按「 $\Omega$ 」,做电阻量测设定,进入「SENSE-MODE」,选择两线式量测或四线式量测。
- 3.按 SOURCE I。
- 4.按 MEAS  $\Omega$ 。
- 5.按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
- 6.自面板读取量测值。

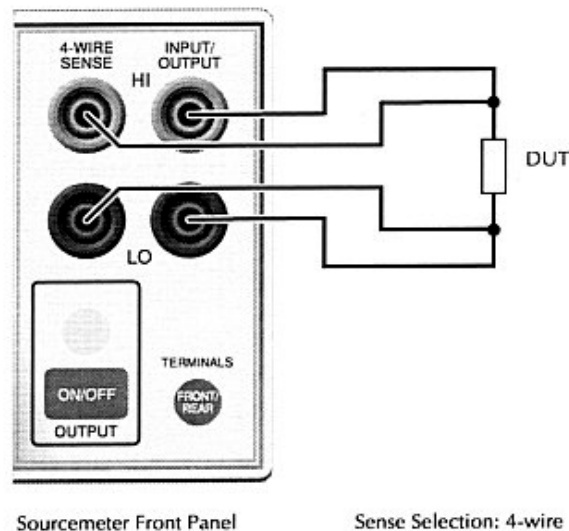


图 3-2 四线式接线图

### D.量测功率

1. 接线如图 3-1。
- 2.先按「CONFIG」,然后按「FCTN」,选择「POWER」然后按「ENTER」。

- 3.按 SOURCE I 或 V。
- 4.按 MEAS 「FCTN」。
- 5.按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
- 6.自面板读取量测值。

## E. 补偿电阻 (Offset Compensated $\Omega$ )

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

1. 接线如图 3-1。
- 2.先按「CONFIG」, 然后按「FCTN」, 选择「OFF-COMP-OHMS」然后按「ENTER」。
- 3.设定 I1, I2。
- 4.按 SOURCE I。
- 5 按「FCTN」。
- 6.按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
- 7.自面板读取量测值。

## F.量测变阻器 $\alpha$ 值 (Varistor $\alpha$ )

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

- 1.接线如图 3-1。
- 2.先按「CONFIG」, 然后按「FCTN」, 选择「VAR-ALPHA」然后按「ENTER」。
3. 设定 I1, I2。
- 4.按 SOURCE I。
- 5.按「FCTN」。
- 6.按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
- 7.自面板读取量测值。

## G.量测电压系数

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

1. 接线如图 3-1。
2. 先按「CONFIG」, 然后按「FCTN」, 选择「VOLT-COEFF」然后按「ENTER」。
3. 设定  $V_1$ ,  $V_2$ 。
4. 按 SOURCE V。
5. 按 MEAS 「FCTN」。
6. 按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
7. 自面板读取量测值。

## H.量测百分比

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

1. 接线如图 3-1。
2. 先按「CONFIG」, 然后按「FCTN」, 选择「%DEV」然后按「ENTER」。
3. 设定参考值「REF」。
4. 设定参考高低容许范围「HI TOL」、「LO TOL」。
5. 按 SOURCE I 或 V。
6. 按 MEAS 「FCTN」。
7. 按 OUTPUT ON/OFF 输出电源。
8. 自面板读取量测值。

## 四、电源扫描(sweep)设定

2400 共有四种扫描模式：线性阶梯波扫描（linear staircase）、对数阶梯波扫描（logarithmic staircase）、自订波型扫描（custom）、内存扫描（source memory）。这四种模式简述如下：

### 线性阶梯波扫描（linear staircase）



如图 4-1 所示，必须设定起始准位 (START)、结束准位 (STOP)、位阶大小 (STEP)、延迟时间 (DELAY)。

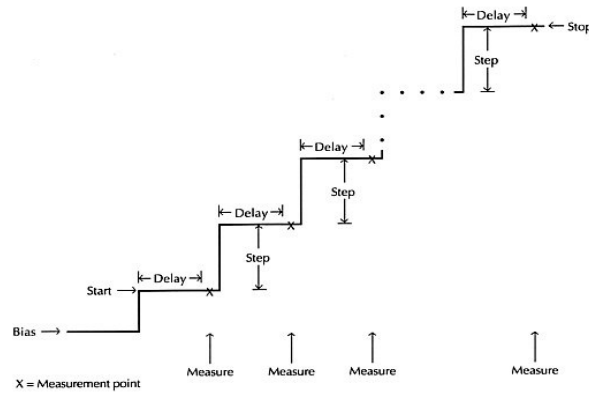


图 4-1 线性阶梯波

### 对数阶梯波扫描 (logarithmic staircase)

如图 4-2 所示，必须设定起始准位 (START)、结束准位 (STOP)、扫描点数 (NO OF POINTS)、延迟时间 (DELAY)。

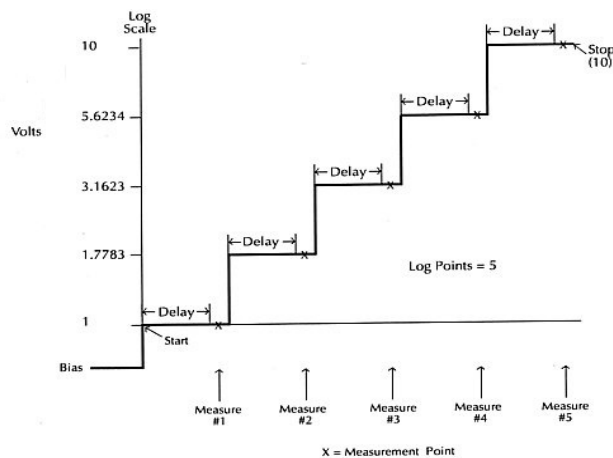


图 4-2 对数阶梯波

### 自订波型扫描 (custom)

如图 4-3 所示，必须设定扫描点数 (#-POINTS)、各点的准位 (ADJUST-POINTS)、延迟时间 (DELAY)。

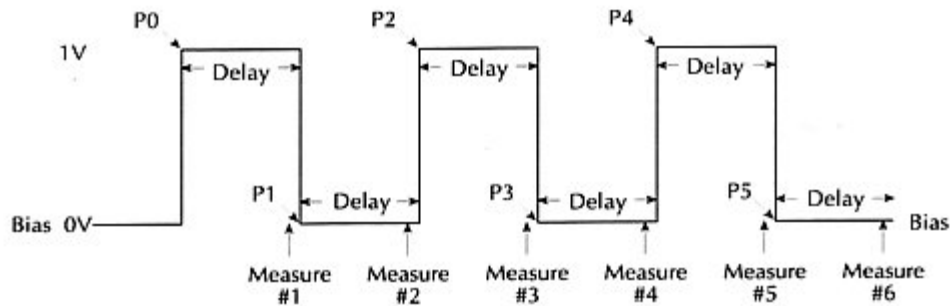


图 4-3 对数阶梯波

## 内存扫描 (source memory)

我们可以把不同的量测组态存在内存中，然后透过记忆扫描来做不同组态的测试，最多可以设定 100 组不同的量测组态。举例而言，对一待测组件，我想先送电压量电流，然后再送电流量电压，最后测它的电阻值，那么我可以先把送电流量电压的设定存入内存中，再存入送电流量电压的设定，最后存入电阻量测的设定，完成以上设定之后做记忆扫描即可循序完成以上三种测试。

### 操作：

#### A. 线性阶梯波扫描 (linear staircase)

1. 选择送电压 (按「V」) 或送电流 (按「I」)。
2. 按「CONFIG」然后按「SWEEP」, 进入「TYPE」选项, 选择「STAIR」。
3. 进入起始准位 (START) 设定, 按 EDIT 左、右键来改变光标位置, 可直接按各键来设定数值 (如按「LOCAL」即「0」, 「REL」即「1」...), 或按▲和▼来循序改变数值, 确定之后按「ENTER」。
4. 同步骤三, 依序设定结束准位 (STOP)、位阶大小 (STEP) 后, 回到扫描设定选单 (CINFIGURE SWEEPS)。
5. 选择「SWEEP COUNT」, 选择扫描循环数, 「FINITE」可设定有限循环数, 「INFINITE」

则可无限制进行扫描。

6. 回到扫描设定选单 (CINFIGURE SWEEPS), 进入「SOURCE-RANGING」, 设定电源范围模式设定, 「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三种电源范围模式详细说明可参考「User's Manual」10-10 页。

7. 做完以上设定之后, 按「EXIT」键回到主画面, 按「CONFIG」键后按「TRIG」键, 进入「TRIG-LAYER」, 再进入「DELAY」选项, 设定延迟时间 (DELAY)。

8. 回到主画面, 按「ON/OFF」输出电源, 然后按「SWEEP」则自动进行扫描量测。

9. 扫描完毕之后, 再按一次「ON/OFF」关闭电源, 按「RECALL」键可显示内存中储存的各量测值, 如图 4-4。可按▲和▼改变内存位置, 选择不同扫描准位下的量测值, 右下角并显示时间 (以开始量测的时间为基准时间)。

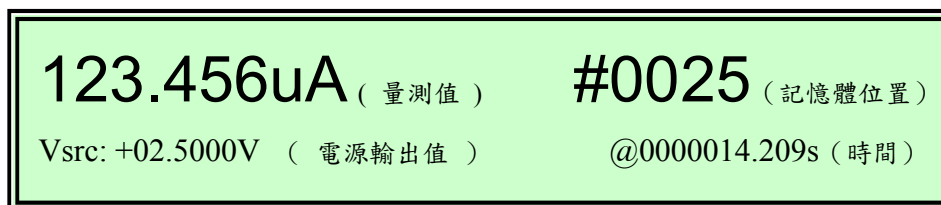


图 4-4 内存数据显示

## B. 对数阶梯波扫描 (logarithmic staircase)

1. 选择送电压 (按「V」) 或送电流 (按「I」)。

2. 按「CONFIG」然后按「SWEEP」, 进入「TYPE」选项, 选择「LOG」。

3. 进入起始准位 (START) 设定, 按 EDIT 左、右键来改变光标位置, 可直接按各键来设定数值 (如按「LOCAL」即「0」, 「REL」即「1」...), 或按▲和▼来循序改变数值, 确定之后按「ENTER」。

4. 同步骤三, 依序设定结束准位 (STOP)、扫描点数 (NO OF POINTS) 后, 回到扫描设定选单 (CINFIGURE SWEEPS)。

5. 选择「SWEEP COUNT」, 选择扫描循环数, 「FINITE」可设定有限循环数, 「INFINITE」则可无限制进行扫描。

6.回到扫描设定选单 (CINFIGURE SWEEPS), 进入「SOURCE-RANGING」, 设定电源范围模式设定, 「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三种电源范围模式详细说明可参考「User's Manual」10-10 页。

7.做完以上设定之后, 按「EXIT」键回到主画面, 按「CONFIG」键后按「TRIG」键, 进入「TRIG-LAYER」, 再进入「DELAY」选项, 设定延迟时间 (DELAY)。

8.回到主画面, 按「ON/OFF」输出电源, 然后按「SWEEP」则自动进行扫描量测。

9.扫描完毕之后, 再按一次「ON/OFF」关闭电源, 按「RECALL」键可显示内存中储存的各量测值, 如图 4-4。可按▲和▼改变内存位置, 选择不同扫描准位下的量测值, 右下角并显示时间 (以开始量测的时间为基准时间)。

### C. 自订波型扫描 (custom)

1.选择送电压 (按「V」) 或送电流 (按「I」)。

2.按「CONFIG」然后按「SWEEP」, 进入「TYPE」选项, 选择「CUSTOM」。

3.进入点数 (#POINTS) 设定, 按 EDIT 左、右键来改变光标位置, 可直接按各键来设定数值 (如按「LOCAL」即“0”, 「REL」即“1”...), 或按▲和▼来循序改变数值, 确定之后按「ENTER」。

4.回到自订波型扫描画面 (CUSTOM SWEEP), 进入各点设定 (ADJUST-POINTS), 左边代表第几点, 右边代表该点的准位, ”P0010 : +5.000000 \_V”代表第十一点 (第一点为 P0000) 准位为”+5.000000V”, 按 EDIT 左、右键改变光标位置, 直接按各键来设定数值 (如按「LOCAL」即“0”, 「REL」即“1”...), 或按▲和▼来循序改变数值, 确定之后按「ENTER」。

5.如果连续数点准位相同, 如第六点到第十一点准位皆为”+3V”, 则可进入自订波型扫描画面 (CUSTOM SWEEP) 下的「INIT」, 设定准位值 (VALUE) 及起始点 (START PT) 和结束点 (STOP PT)。

6.选择「SWEEP COUNT」, 选择扫描循环数, 「FINITE」可设定有限循环数, 「INFINITE」

则可无限制进行扫描。

7.回到扫描设定选单（CINFIGURE SWEEPS），进入「SOURCE-RANGING」，设定电源范围模式设定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三种电源范围模式详细说明可参考「User's Manual」10-10页。

8.做完以上设定之后，按「EXIT」键回到主画面，按「CONFIG」键后按「TRIG」键，进入「TRIG-LAYER」，再进入「DELAY」选项，设定延迟时间（DELAY）。

9.回到主画面，按「ON/OFF」输出电源，然后按「SWEEP」则自动进行扫描量测。

10. 扫描完毕之后，再按一次「ON/OFF」关闭电源，按「RECALL」键可显示内存中储存的各量测值，如图 3-3。可按▲和▼改变内存位置，选择不同扫描准位下的量测值，右下角并显示时间（以开始量测的时间为基准时间）。

#### D. 内存扫描（source memory sweep）

1.设定第一组所欲量测的测试组态，包括：电源、量值、位数、速度...等。

2.按「MENU」键，选择「SAVESETUP/SOURCE MEMORY/SAVE」，并选择所欲储存的内存位置，按「ENTER」确定。

3.重复步骤 1~2，将各组测试状态储存于不同内存中。

4.按「CONFIG」然后按「SWEEP」，进入「TYPE」选项，选择「SRC MEMORY」。

5.选择你所要扫描的起始内存位置，以及所欲扫描的点数。

6.回到扫描设定选单（CINFIGURE SWEEPS），进入「SWEEP COUNT」，选择扫描循环数，「FINITE」可设定有限循环数，「INFINITE」则可无限制进行扫描。

7.回到扫描设定选单（CINFIGURE SWEEPS），进入「SOURCE-RANGING」，设定电源范围模式设定，「BEST-FIXED」、「AUTO-RANGE」或「FIXED」。

※以上三种电源范围模式详细说明可参考「User's Manual」10-10页。

8.做完以上设定之后，按「EXIT」键回到主画面，按「CONFIG」键后按「TRIG」键，进入「TRIG-LAYER」，再进入「DELAY」选项，设定延迟时间（DELAY）。

9.回到主画面，按「ON/OFF」输出电源，然后按「SWEEP」则自动进行扫描量测。

10.扫描完毕之后，再按一次「ON/OFF」关闭电源，按「RECALL」键可显示内存中储存的各量值，如图 4-4。可按▲和▼改变内存位置，选择不同扫描准位下的量测值，右下角并显示时间（以开始量测的时间为基准时间）。

## 五、常见问题集

### 1.如何设定输出电源值？

答：先选择所要输出的电源类型，电压输出或电流输出，然后按「EDIT」，光标将停在左下方「电源输出值」（Isrc 或是 Vsrc），可按 EDIT 左、右键来改变光标位置，并可直接按各按键来设定数值（如按「LOCAL」即”0”，「REL」即”1”...），或按▲和▼来改变数值。

### 2.何谓箝位值（compliance）？如何设定箝位值？

答：为保护仪器本身及待测组件，避免因输出电路短路造成组件及仪器损坏，所以必须设定一箝制准位，若量测值大于箝制准位则自动被限制于箝制准位，以保护组件及仪器安全（若量测值大于箝制准位则屏幕右下方「Cmpl」会闪烁，并限制于所设定的箝位值）。因此如果是输出电压，我们必须设定量测电流的箝位值；反之如果是输出电流，我们必须设定量测电压的箝位值。设定方式如下：

先选择所要输出的电源类型，电压输出或电流输出，然后按「EDIT」两下，光标将停在右下方「箝位值」（Cmpl），可按 EDIT 左、右键来改变光标位置，并可直接按各按键来设定数值（如按「LOCAL」即”0”，「REL」即”1”...），或按▲和▼来改变数值。