

# 第一章 概 述

感谢您购买和使用我公司产品，在您使用本仪器前首先请根据说明书最后一章“成套和保修”的事项进行确认，若有不符请尽快与我公司联系，以维护您的权益。

## 1.1 引言

TH2817A 型精密 LCR 数字电桥是一种高精度、高稳定性、宽测试范围的由十六位微处理器控制的阻抗测量仪器。可以选择 50Hz ~ 100kHz 之间的十六个典型测试频率，并可选择 0.01V ~ 2.00V 之间以 0.01V 步进的测试信号电平，可以测量电感 L、电容 C、电阻 R 等多种参数。本仪器功能强大、性能优越，并且采用液晶屏显示，显示明了，操作菜单化，快捷方便，能很好的适应生产现场快速检验的需要以及实验室高精度高稳定度的测量需要，同时仪器所提供的 HANDLER 接口、IEEE488（选件）接口及 RS232C 接口为仪器使用于自动分选系统和计算机远程操作提供了条件。

仪器提供了多种可变的测试条件，典型的有：

- 测试频率：纯正弦波 50Hz、60Hz、100Hz、120Hz、200Hz、400Hz、500Hz、1kHz、2kHz、4kHz、5kHz、10kHz、20kHz、40kHz、50kHz、100kHz 十六个典型频率；
- 测试信号电平：从 0.01V ~ 2.00V 以 0.01V 步进；
- 测试速度：可以选择快速、中速、慢速三种速度，同时可进行 1 ~ 255 次可编程的平均次数来提高读数稳定性；
- 偏置电流：可控制外部偏置电流源（如 TH1773）进行偏流扫描叠加测试；
- 清“0”：仪器可对测试端进行开路或短路的点频或扫频清“0”，将存在于仪器测试端的杂散电容和引线电阻消除以进一步提高测量精度；
- 测试信号监视：实际施加于被测件上的测试信号也许由于被测阻抗与源阻抗之间的失配而与编程设置不一致，仪器可将施加于被测件上的电压与实际流过被测件上的电流在显示器上显示出来；
- 列表扫描：可最多对 4 点频率或 4 点电压进行列表扫描，当与外部偏置电流源（如 TH1773）连接并启动后，可进行 4 点偏流下的参数扫描测试。

仪器提供三种数据显示方式和两种数据分选方式：

- 直接读数：直接显示被测件的参数；  
绝对偏差  $\Delta$ ABS：测量值与参考值之差；  
相对偏差  $\Delta$  %：测量值与参考值的百分比偏差。
- 元件分选：可使用绝对公差、相对公差两种比较方式，共 5 挡，其中 3 档主参数合格，1 档副参数不合格，1 档附属档。

多种方便的通讯接口为仪器的测量结果输出至外部设备（如计算机）或组成自动测试系统提供了极大的方便：

- 串行接口：RS-232C 为仪器与外设的串行通讯提供了极大方便，外设可通过该接口对

仪器进行各项功能和参数的设定，基本可取代键盘的功能；

串行接口也可用于外部偏置电流源的控制口；

用户可选购基于 WINDOWS 的操作界面，以组成元件的自动检测分析系统。

- IEEE-488 接口(选项)：该通用接口为仪器与计算机和其他测量仪器共同组成自动测试系统提供了方便。

RS-232C 和 IEEE-488 接口命令使用国际惯用的**可编程仪器标准命令(SCPI)**格式编写，极大地方便了用户编程。

- HANDLE 接口：该接口可使仪器与元件的机械处理设备相同步并检测分选元件，将分档结果输出至机械处理设备；

## 1.2 使用条件

### 1.2.1 电源

电源电压：220V(1 ± 10%)

电源频率：50Hz/60Hz(1 ± 5%)

功耗：80VA

### 1.2.2 环境温度与湿度

工作温度：0 ° - 40 ° 湿度：< 90%RH

满足准确度温度：23 ° ± 5 ° 湿度：< 80%RH

### 1.2.3 预热

开机后预热时间： 20 分钟

### 1.2.4 几点注意问题

请不要在多尘、震动、日光直射、有腐蚀性气体等不良环境下使用。

仪器长期不使用，请将其放在原始包装箱或相似箱子中储存在温度为 5 ~ 40 °C，相对湿度不大于 85%RH 的通风室内，空气中不应含有腐蚀测量仪的有害杂质，且应避免日光直射。

本仪器已经经过仔细设计以减少因 AC 电源端输入带来的杂波干扰，然而仍应尽量使其在低杂讯的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。

## 1.3 体积与重量

体积(W\*H\*D)： 350mm\*110mm\*340mm

重量：约 4kg

## 第二章 基本技术指标

### 2.1 测量功能

#### 2.1.1 测量参数

L: 电感            C: 电容            R: 电阻  
 Z: 阻抗           Y: 导纳            X: 电抗  
 B: 电纳            G: 电导  
 D: 损耗           θ: 相位角          Q: 品质因数

#### 2.1.2 测量参数组合

主参数	Z	L	C	R	G
付参数	$\theta^\circ$ (角度), $\theta_r$ (弧度)	$Q, R_s, R_p$	$D, R_s, R_p$	X	B

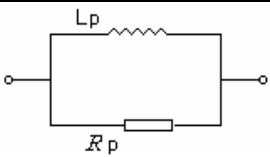
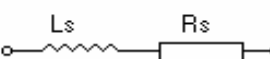
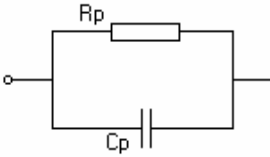
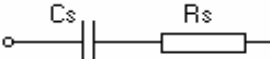
注：元件参数中，下标 s 表示串联等效，p 表示并联等效

#### 2.1.3 等效方式

串联，并联。

实际电感、电容、电阻并非理想的纯电抗或电阻元件，而是以串联或并联形式呈现为一个复阻抗元件，本仪器根据串联或并联等效电路来计算其所需值，不同等效电路将得到不同的结果。其不同性取决于不同的元件。

两种等效电路可通过一定的公式进行转换，如下表所示。而对于 Q 和 D 则无论何种方式均是相同的。

	电路形式	损耗 D	等效方式转换
L		$D=2\pi FL_p/R_p=1/Q$	$L_s=L_p/(1+D^2)$ $R_s=R_p D^2/(1+D^2)$
		$D=R_s/2\pi FL_s=1/Q$	$L_p=(1+D^2)L_s$ $R_p=(1+D^2)R_s/D^2$
C		$D=1/2\pi FC_p R_p=1/Q$	$C_s=(1+D^2)C_p$ $R_s=R_p D^2/(1+D^2)$
		$D=2\pi FC_s R_s=1/Q$	$C_p=C_s/(1+D^2)$ $R_p=R_s(1+D^2)/D^2$

Q、D、Xs 的定义为： $Q=X_s/R_s$ ， $D=R_s/X_s$ ， $X_s=1/2 \pi FC_s=2 \pi FL_s$

注：元件参数中，下标 s 表示串联等效，p 表示并联等效

一般地,对于低值阻抗元件(基本是高值电容和低值电感)使用串联等效电路,反之,对于高值阻抗元件(基本是低值电容和高值电感)使用并联等效电路。

同时,也须根据元件的实际使用情况而决定其等效电路,如对电容器,用于电源滤波时使用串联等效电路,而用于 LC 振荡电路时使用并联等效电路。

#### 2.1.4 量程

自动与手动( AUTO-HOLD/UP/DOWN )

#### 2.1.5 触发方式

内部、外部、总线、手动

内部:连续不断的对被测件进行测量,并将结果输出显示。

手动:按下面板 **TRIGGER** 键仪器进行一次测量并将结果输出显示,平时处于等待状态。

外部:仪器 HANDLER 接口板从外部接收到“启动”信号后,进行一次测量并输出测量结果,而后再次进入等待状态。

总线:仪器接收到总线触发命令后进行一次测量。

#### 2.1.6 延时

触发一次测量到开始测量的时间,0—60 秒以 1mS 步进

#### 2.1.7 测试端方式

四端对

HD : 电流高端            LD : 电流低端

HS : 电压高端            LS : 电压低端

#### 2.1.8 测量速度

测试频率、积分时间、元件值大小、显示方式、测试方式、量程方式、平均次数等均会影响测量速度

快速:大约 25 次/秒

中速:大约 10 次/秒

慢速:大约 1.5 次/秒

#### 2.1.9 平均次数

1~255 次,可编程

#### 2.1.10 基本精度

0.05%

## 2.2 测试信号

### 2.2.1 测试信号频率

纯正弦波 50Hz、60Hz、100Hz、120Hz、200Hz、400Hz、500Hz、1kHz、2kHz、4kHz、5kHz、10kHz、20kHz、40kHz、50kHz、100kHz 十六个典型频率，频率准确度：0.02%

### 2.2.2 测试信号电平

0.01V ~ 2.00V 以 0.01V 步进，准确度： $\pm (10\% \times \text{设定值} + 2\text{mV})$

### 2.2.3 输出阻抗

$30\Omega \pm 5\%$  (默认值)、 $100\Omega \pm 5\%$

### 2.2.4 测试信号电平监视

模式	范围	准确度
电压	$10\text{mV}_{\text{RMS}} \text{—} 2.00\text{V}_{\text{RMS}}$	$\pm (3\% \times \text{读数} + 0.5\text{mV})$
	$0.01\text{mV}_{\text{RMS}} \text{—} 10\text{mV}_{\text{RMS}}$	$\pm (12\% \times \text{读数} + 0.1\text{mV})$
电流	$100 \mu\text{A}_{\text{RMS}} \text{—} 66\text{mA}_{\text{RMS}}$	$\pm (3\% \times \text{读数} + 5 \mu\text{A})$
	$0.001 \mu\text{A}_{\text{RMS}} \text{—} 100 \mu\text{A}_{\text{RMS}}$	$\pm (12\% \times \text{读数} + 1 \mu\text{A})$

### 2.2.5 测量显示范围

参数	测量显示范围
L	0.01nH ~ 9999.99H
C	0.00001pF ~ 999.999mF
R、X、Z	0.01m ~ 99.9999M
B、G	0.01nS ~ 999.999S
D	0.00001 ~ 9.99999
Q	0.01 ~ 99999.9
	Deg -179.999° ~ 179.999°
	Rad -3.14159 ~ 3.14159

## 2.3 功能

### 2.3.1 校正功能

- 开路清“0”：消除测试端或仪器内部杂散电抗的影响。  
仪器可进行单点、三点点频开路清“0”或扫频(全部频率)开路清“0”。
- 短路清“0”：消除引线串联电阻和电感的影响。  
仪器可进行单点、三点点频短路清“0”或扫频(全部频率)短路清“0”。

- 负载校正：使用工作标准器（已校准的器件）改善测量准确度。  
仪器可同时进行三点频率负载校正。

### 2.3.2 比较器功能

仪器可进行 5 档分选。1-3 档为主参数、副参数均合格，AUX(附属)档为主参数合格、副参数不合格（附属 AUX 档打开时），OUT(超差)档为主参数不合格或者主参数合格但副参数不合格（附属 AUX 档关闭时）。

- 分选方式：  
绝对值公差  $\pm TOL$  分选：测量值与设定的标称值的绝对偏差与各档极限进行比较。  
百分比公差  $\%TOL$  分选：测量值与设定的标称值的百分比偏差与各档极限进行比较。

**注意：**分档极限设定应与分选方式相对应。即绝对值公差  $\pm TOL$  分选时设定的是绝对公差极限，百分比公差  $\%TOL$  分选时设定的是百分比公差极限。

**注意：**比较器与设定的显示方式（直读、 $\Delta ABS$ 、 $\Delta \%$ ）无关，**仪器始终以实际测量值进行比较**，为避免偏差显示方式与比较器之间的混乱，最好关闭偏差显示以进行分选；如果偏差显示方式是打开的，在进入极限设置页时，仪器将提示警告信息。

- 档计数：各档对应一个档计数器，计数范围：0—999999。
- 显示：具有档号显示页面（BinNo. Disp）及档计数显示页面（Bin Count）。

### 2.3.3 列表扫描

- 可最多对 4 点频率或 4 点电压进行列表扫描。
- 当与外部电感偏流源连接并启动后，可进行 4 点偏流下的参数扫描测试。
- 列表扫描比较器：每一列表扫描点均可输出 HI / IN / LOW(高/合格/低)判别。  
**注意：**列表扫描比较器是与显示方式（直读、 $\Delta ABS$ 、 $\Delta \%$ ）有关的，仪器以经过偏差处理后的值（显示值）进行比较，这是由于列表扫描极限设置中不提供标称值的缘故。

### 2.3.4 参数显示

- 可选用大字符、小字符参数显示格式。
- 显示方式：
  1. 直读(元件的实际测量值)；
  2. ABS(测量值与参考值的绝对偏差)；
  3.  $\%$ (测量值与参考值的百分比偏差)；
- 主参数、副参数显示分辨率：六位。
- 可以改变主参数、副参数的有效位数，以此得到自己所需数值精度。

### 2.3.5 文件功能

仪器控制设置、比较器极限、列表扫描数据等可以文件形式存入仪器内部非易失性存储器内，在需要时可以直接从文件菜单中调用，以节省用户重复设定参数的时间。仪器内

共可存入十二组该参数设定文件。

### 2.3.6 其他功能

#### 2.3.6.1 量程保持

仪器开机时处于量程自动状态，当“保持”时，固定在某一量程进行测量。

#### 2.3.6.2 液晶对比度

1~31 可选择

#### 2.3.6.3 讯响

内部讯响器可开、关。

#### 2.3.6.4 比较器报警

IN(合格报警)、OUT(超差报警)、AUX(附属报警)、OFF(关闭)可选

#### 2.3.6.5 键盘锁定

#### 2.3.6.6 密码功能

可选的密码开、关。

开机密码保护功能、键盘开锁密码功能。

## 第三章 面板说明及显示说明

### 3.1 前面板说明

前面板示意图如图 3-1 所示。

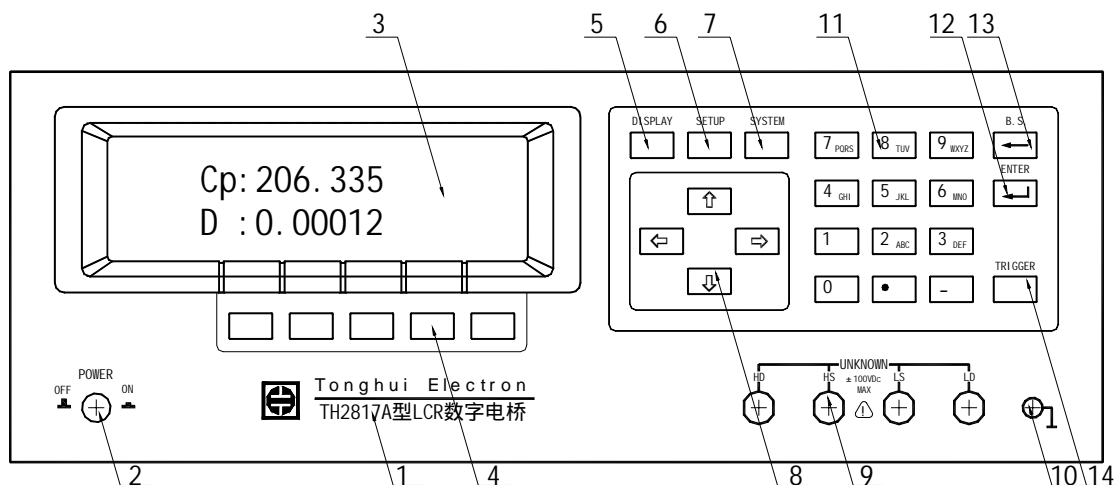


图 3-1

- |   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| 1 | <b>商标及型号</b>             |   |
| 2 | <b>电源开关(POWER)</b>       | 接通或切断 220V 市电，处于按下位置时，接通电源；处于弹出位置时，切断电源。                                      |
| 3 | <b>LCD 液晶显示屏幕</b>        | 240*64 点阵液晶显示器，显示所有的测量参数，状态，测量结果，等等。  |
| 4 | <b>软键 (SOFTKEYS)</b>     | 这部分五个键的功能是“软的”，即它们的功能不是固定的，在不同的菜单有着不同的功能，方便的是，它们的当前功能被相应地显示在液晶显示屏下面的“软键”显示区域。 |
| 5 | <b>DISPLAY 主菜单按键</b>     | 用于进入元件测量显示页面。   |
| 6 | <b>SETUP 主菜单按键</b>       | 用于进入元件测量设置页面。   |
| 7 | <b>SYSTEM 主菜单按键</b>      | 用于进入系统设置页面。   |
| 8 | <b>方向键(CURSORS)</b>      | 用于控制反白条的在液晶显示器上控制参数区域之间移动，被选中的控制参数在液晶显示器上呈反白显示。                               |
| 9 | <b>测试端<br/>(UNKNOWN)</b> | 四端对测试端<br>HD：电流激励高端；<br>HS：电压取样高端；<br>LS：电压取样低端；<br>LD：电流激励低端。                |

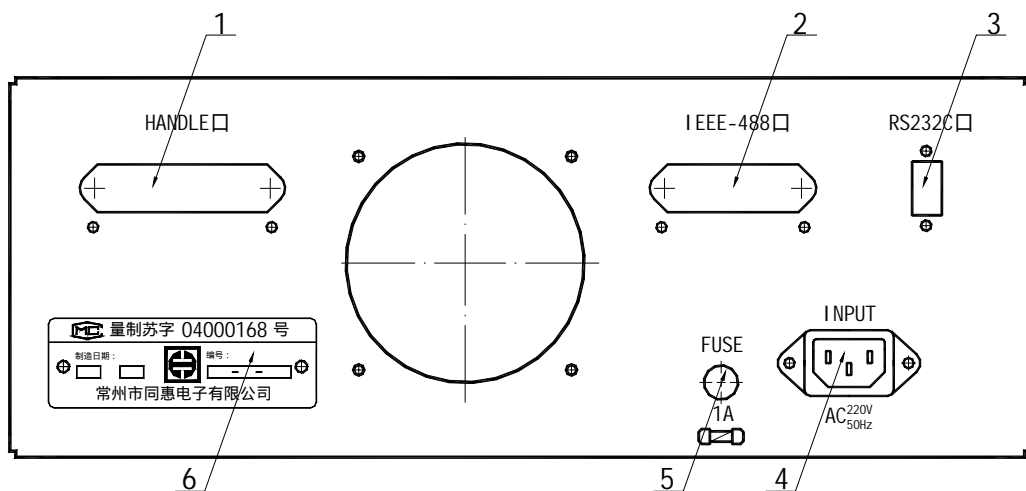


10	<b>接地端</b>	可以与被测器件之屏蔽层连接，以隔离外界电磁干扰，提高测量的精度和稳定性。
11	<b>数字键盘</b>	用于输入数字或需要时输入字符（文件名）。
12	<b>回车键(ENTER)</b>	确认输入的数字。
13	<b>退格键 (BACKSPACE)</b>	用于删除误输入的数字或字母。
14	<b>触发键(TRIGGER)</b>	当仪器被设定为手动触发状态时，按动此键，用于触发仪器测量。

表 3-1

## 3.2 后面板说明

后面板示意图如图 3-2 所示。



1	<b>HANDLER 口</b>	仪器通过该接口输出档比较结果等，同时通过分选接口获得“启动”信号。
2	<b>IEEE488 口(选件)</b>	提供仪器与外部设备的通用并行通讯接口，所有参数设置，命令等均可由计算机设定和获得，以实现无仪器面板的远程控制。
3	<b>RS232C 串行接口</b>	串行通讯接口，功能同 2
4	<b>三线电源插座</b>	用于连接 220V/50HZ 交流电源
5	<b>保险丝</b>	用于保护仪器，220V/1A
6	<b>铭牌</b>	记录生产日期、型号、批号、生产厂家等

表 3-2

### 3.3 基本显示区域说明

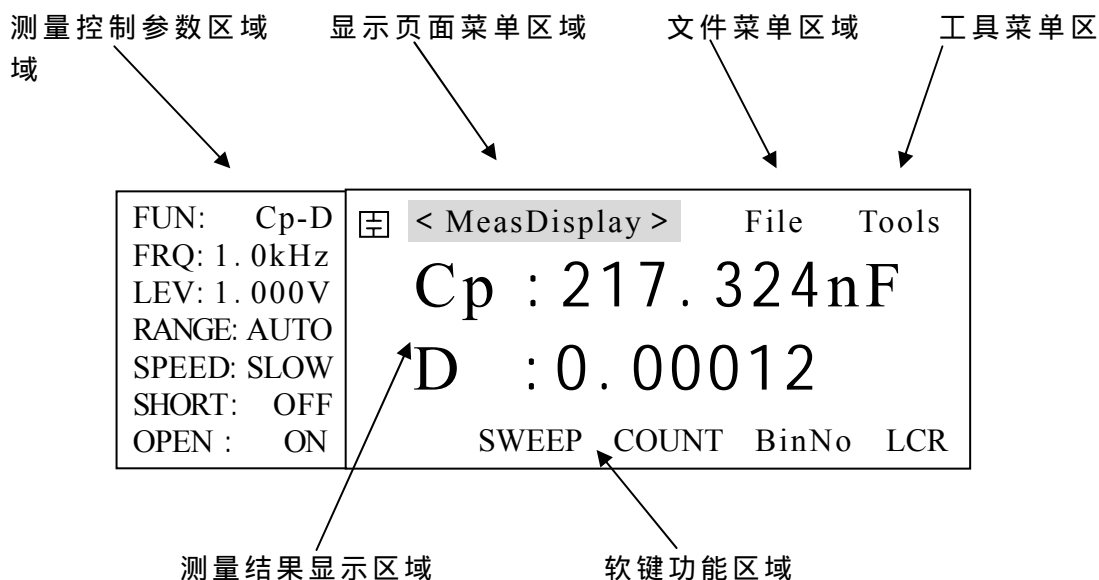


图 3-3 显示区域说明

#### 显示页面菜单区域

这个区域显示了当前显示页面的名称。

#### 测量参数区域

显示了测量所用的一些参数设置。

#### 文件菜单区域

反白条移到文件菜单可以进行文件的调用或储存。

#### 工具菜单区域

某些显示页面的特殊功能，通过这个菜单执行。

#### 测量结果显示区域

显示当前被测件的测量结果。

#### 软键功能区域

用于显示对应于软键的相应功能或参数。

### 3.4 主菜单按键

TH2187A 有三个主菜单按键用来选择液晶屏的显示页面，每个菜单下还有几个可选的显示页面。

#### 1. DISPLAY 菜单按键

这个菜单按键包括以下 4 个显示页面：

- MeasDisplay (元件测量显示页面)
- BinNo. Disp (档号显示页面)

- Bin Count(档计数显示页面)
- List Sweep(列表扫描显示页面)

这些页面用来显示测量结果和分选结果。当按下 **DISPLAY** 菜单按键时, LCD 显示屏显示 Meas Display 页面, 使用软键来选择其他页面, 反白条位于显示页面菜单区域。开机时默认的显示页面是元件测量显示页面(Meas Display)。

### 2. **SETUP** 菜单按键

这个菜单按键包括以下 4 个显示页面:

- Meas Setup(测量设置页面)
- User Correction(用户校正页面)
- Limit Table(极限列表设置页面)
- List Setup(列表扫描设置页面)

这些页面用来设置各种测量参数(包括用户校正功能)和设置档比较器极限参数。当按下 **SETUP** 菜单按键时, LCD 显示屏显示 Meas Setup 页面, 使用软键来选择其他页面, 反白条位于显示页面菜单区域。

### 3. **SYSTEM** 菜单按键

这个菜单按键包括以下 3 个显示页面:

- System Config(系统配置页面)
- Files List(文件列表页面)
- Self Test(自测试页面)
- System Debug(系统诊断与调试页面)

这些页面主要用来设置一些系统状态信息和接口信息。当按下 **SYSTEM** 菜单按键时, LCD 显示屏显示 System List 页面, 使用软键来选择其他页面, 反白条位于显示页面菜单区域。

注意: 自测试与系统调试两个页面功能未向用户开放。

## 3.5 显示页面概要

### ● Meas Display(元件测量显示页面)

这个页面显示了测量结果和一些可以设置的状态参数。测量的主副参数结果可以选用大字符或小字符显示。这个页面是开机默认页面。

### ● Bin No. Disp(档号显示页面)

这个页面显示档比较结果, 一些测量状态参数, 测量结果和档比较器的开关设定信息。档号以大字符显示, 测量结果以小字符显示。

### ● Bin Count(档计数显示页面)

这个页面显示列表状态参数和比较器的档计数结果。只有在打开比较器和计数器才能进行档比较和挡计数, 这个页面不显示测量结果。

- **List Sweep(列表扫描显示页面)**

这个页面显示列表扫描测量的结果和选择扫描的模式(STEP/SEQ)以及一部分测量状态参数。TH2817A 根据设定好的列表扫描状态参数进行测量，使用反白条来突出显示当前测量的列表扫描点。列表扫描状态参数和扫描点不能在这个页面设置，必须在 List Setup 页面设置。

- **Meas Setup(测量设置页面)**

这个页面显示了所有可以设定的测量状态参数。在这个页面不进行测量，如果要使用设置好的参数进行测量，请按 **DISPLAY** 菜单按键。

- **User Correction(用户校正页面)**

这个页面主要显示用户校正信息，包括开路、短路、负载校正信息。通过用户校正可以提高测量的准确度。

- **Limit Table(极限列表设置页面)**

这个页面显示档比较器的列表设置信息，包括档极限值，标称值等参数。该页面不能显示比较结果，请到 BinNo. Disp 页面或 Bin Count 页面察看。

- **List Setup(列表扫描设置页面)**

这个页面显示列表扫描设置的各种控制信息，包括扫描的模式，扫描点的参数等。该页面不能显示比较结果，请到 List Sweep 页面察看。

- **System Config(系统配置页面)**

这个页面显示一些系统状态信息和接口状态信息，如 LCD 对比度，讯响等。

- **Files List(文件列表页面)**

这个页面显示文件列表信息，如文件名，最大文件数，已使用文件数等。可以在这个页面进行文件加载、改名及删除等操作。

- **Self Test(自检页面)**

此页面功能未向用户开放。

- **System Debug(系统诊断与调试)**

此页面功能未向用户开放。

### 3.6 各页面流程图

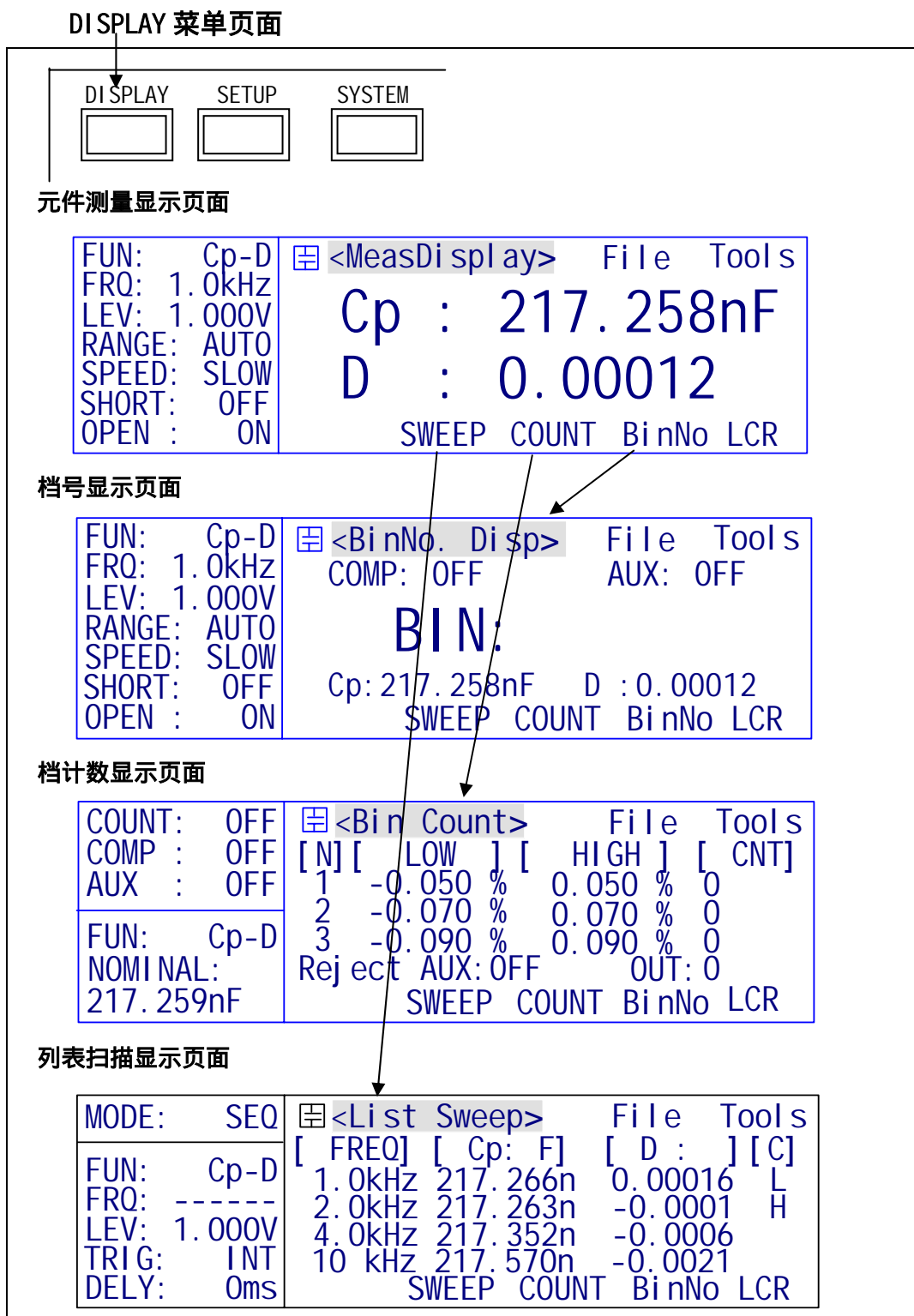


图 3-4 显示页面(1/3)

## SETUP 菜单页面

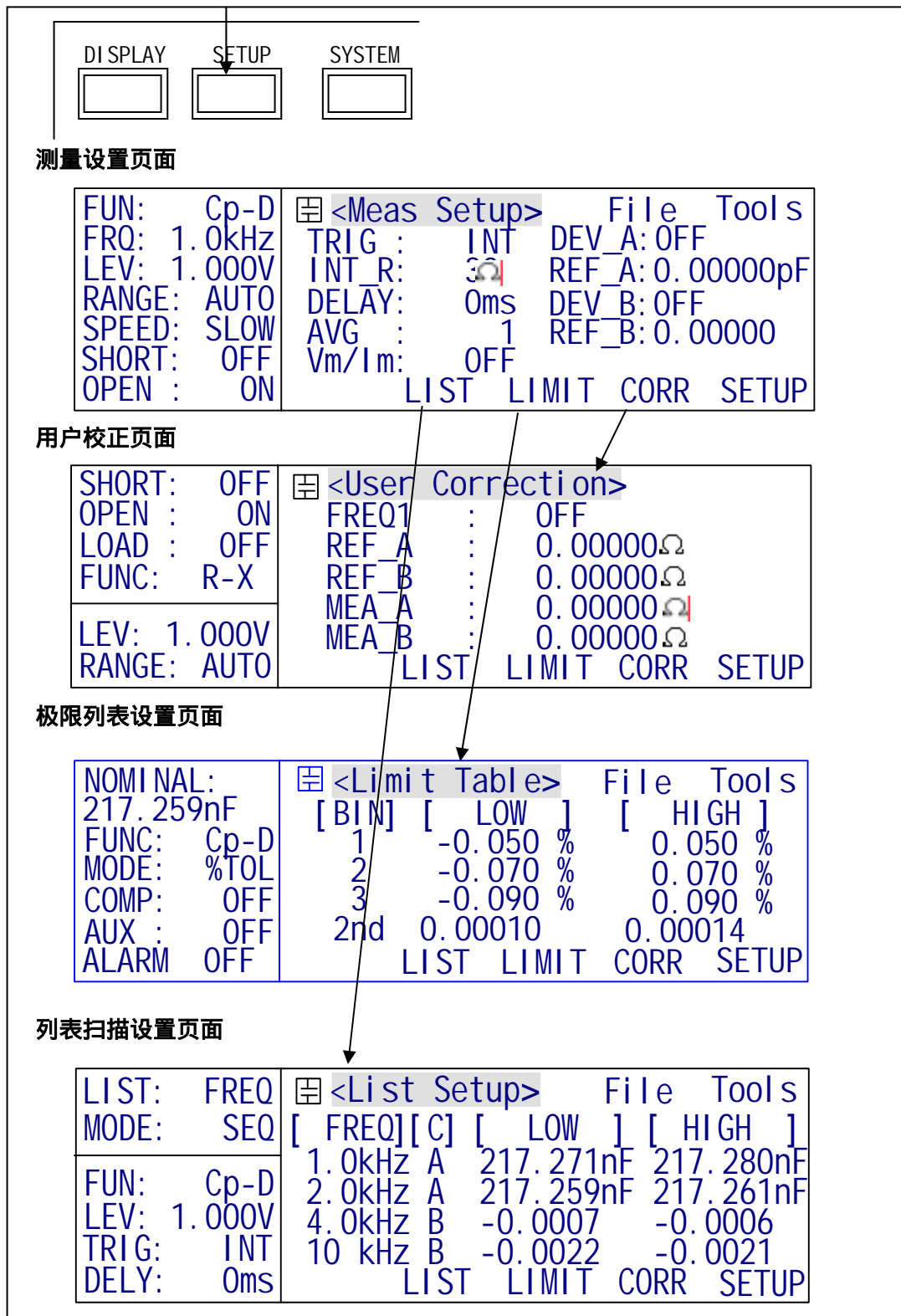


图 3-4 显示页面(2/3)

**SYSTEM 菜单页面**

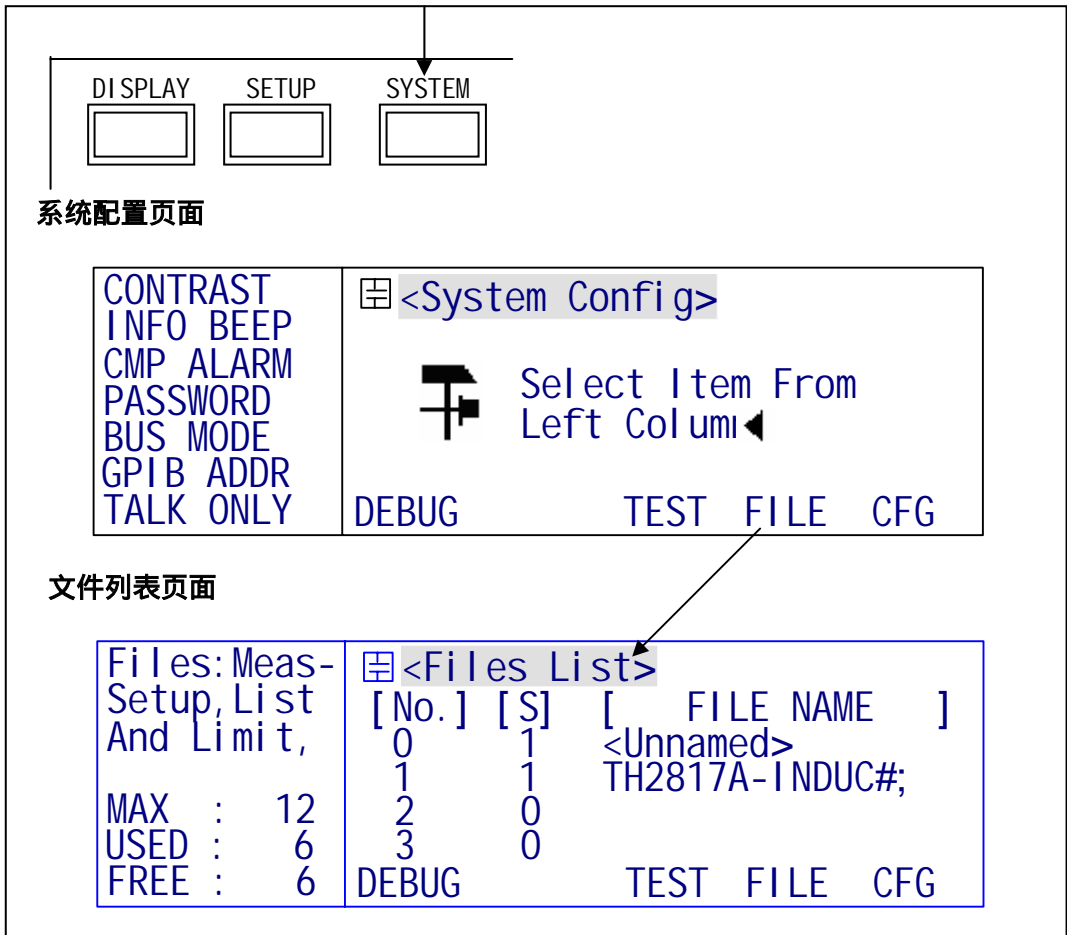


图 3-4 显示页面(3/3)

## 第四章 使用说明

### 4.1 基本操作

TH2817A 的基本操作如下的图表所述。

- 组合使用主菜单按键和软键来显示所需的页面。(参考图 3-4)
- 使用方向键把反白条移到需要设置的区域。(如图 3-5)  
如图 4-1, 经过两次按键操作后, 反白条将在 1.0kHz 上。

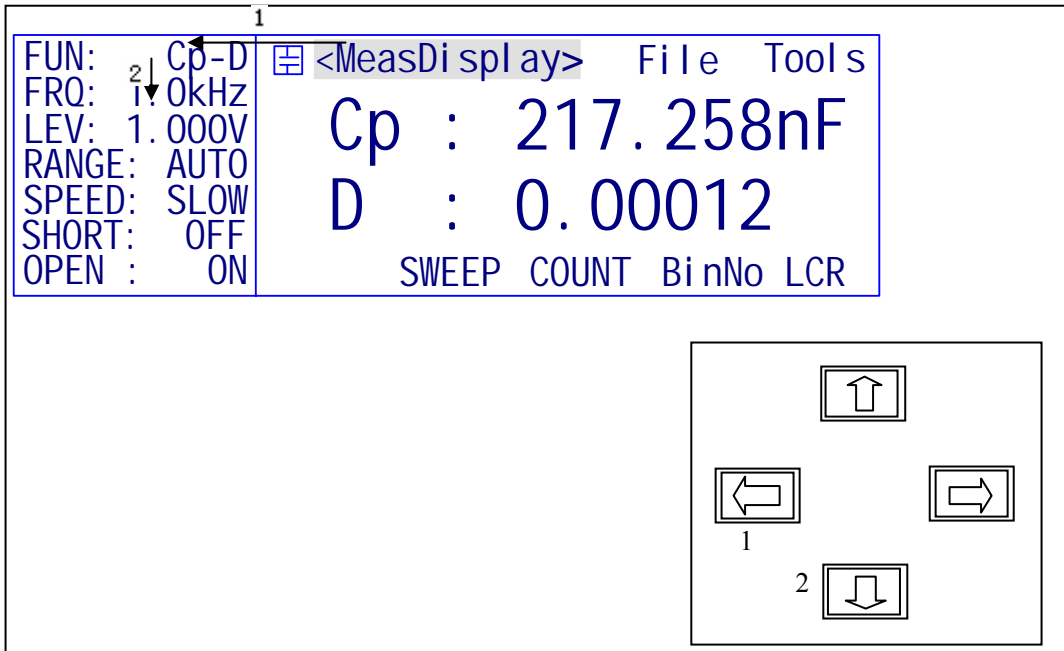


图 4-1 方向键操作示例

- 选择和按下一个软键, 那么对应于这个软键的显示区域的内容将在反白条所在处显示, 如图 4-2 所示, 如果按下 S 软键, 那么箭头 1 所指的区域将显示 Cs-D。如果反白区域可支持数字输入, 则可以用数字键和 **ENTER** 来输入数据。

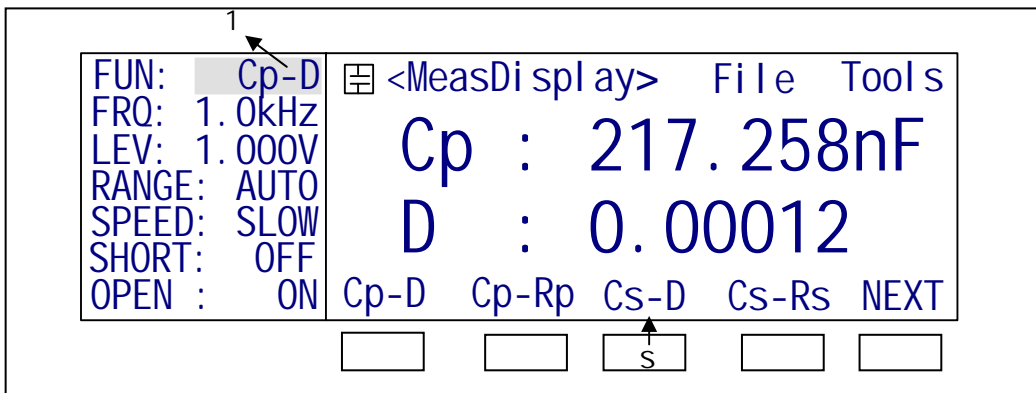


图 4-2 软键选择示例



■ 当有一个数字键按下时，软件显示区域变成一些可用的单位软键，使用这些单位软键可以代替 **ENTER**。当使用 **ENTER** 时，数据将以默认的单位输入，如  $\Omega$ ，V，H 等。

## 4.2 显示画面说明

### 4.2.1 开机画面

接通电源，按下电源开关后即进入开机画面。



图 4-3

如果用户设置了开机密码保护，那么在该页面会提示输入密码(如图 4-4)，输入正确的密码后就可进入元件测量显示页面。如果连续三次输错密码，仪器将被锁定而不可用，关机后重新开机，继续尝试其他密码。请务必记住密码，以防带来不必要的麻烦！



图 4-4

### 4.2.2 元件测量显示页面

按下 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面(MeasDi spl ay)，该页面可以以大字符或小字符方式显示测量结果，同时显示一些可以设置的测量控制参数，这些参数是：测量参数(FUN)、测试频率(FRQ)、测试电平(LEV)、量程(RANGE)、测量速度(SPEED)、短路校正(SHORT)、开路校正(OPEN)、文件(File)、工具(Tools)。如果用户打开了监视功能，那么将在监视区域显示被测元件上的电压(Vm)和电流(I<sub>m</sub>)。

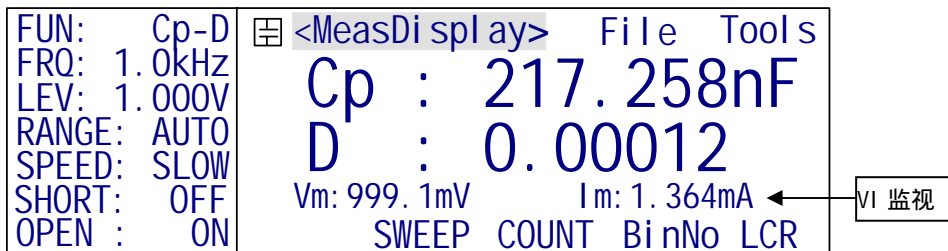


图 4-5 打开了监视功能的元件测量显示页面

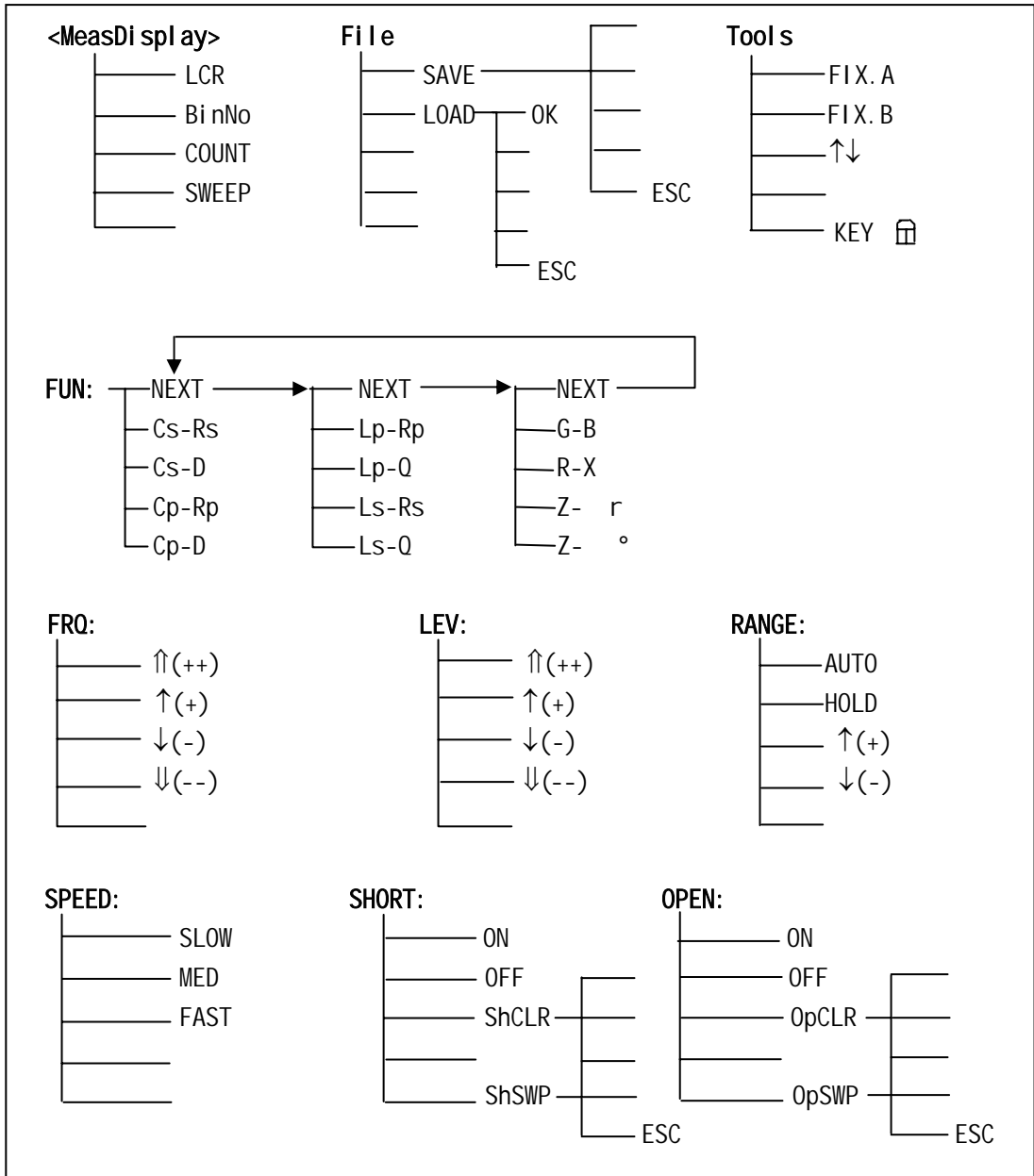


图 4-6 元件测量显示页面的可用软键

4.2.2.1 <MeasDisplay>

该区域显示了当前页面的名称。使用软键切换页面，可以切换的页面有 MeasDisplay(元件测量显示页面)、BinNo. Disp(档号显示页面)、Bin Count(档计数显示页面)、List Sweep(列表扫描显示页面)。

4.2.2.2 FUN(测试参数)

TH2817A 一次完成元件的主、副参数测试，以 Cp-D 所示, Cp 为主参数，D 为副参数。

TH2817A 支持的测试参数有：Cp-D、Cp-Rp、Cs-D、Cs-Rs、Ls-Q、Ls-Rs、Lp-Q、Lp-Rp、Z- $\omega$ 、Z-r、R-X、G-B(s 表示等效串联方式，p 表示等效并联方式)，一共有十二个，分为三组，一次显示一组。使用软键选择需要的测试参数，如果你所需的测试参数没有显示，按 NEXT 选择另外一组测试参数直到该参数已显示。

#### 4.2.2.3 FRQ(测试频率)

TH2817A 测试频率从 50Hz 到 100kHz，共十六个频率点，分别为：50Hz、60Hz、100Hz、120Hz、200Hz、400Hz、500Hz、1kHz、2kHz、4kHz、5kHz、10kHz、20kHz、40kHz、50kHz、100kHz。

把反白条移到 FRQ 区域，然后就能使用下面几个软键选择所需的频率点。

- $\uparrow(++)$ 、 $\downarrow(--)$  频率快调软键，使用这两个软键可以方便的选择以下频率：50Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz。
- $\uparrow(+)$ 、 $\downarrow(-)$  频率全调软键，使用这两个软键就可以按顺序从所有的 16 个测试频率点中选择所需的频率。

**注意：**TH2817A 不支持频率的数字输入。

#### 4.2.2.4 LEV(测试电平)

测试电平设置了内部振荡器产生的测试正弦波的有效值，可以设置从 0.01V ~ 2.00V 之间以 0.01V 步进的所有电平。

把反白条移到 LEV 区域进行测试电平的选择。

- $\uparrow(++)$ 、 $\downarrow(--)$  电平快调软键，使用这两个软键可以上下快速调节到 0.01V ~ 2.00V 之间以 0.01V 步进的所有电平。
- $\uparrow(+)$ 、 $\downarrow(-)$  电平全调软键，所有 0.01V ~ 2.00V 之间以 0.01V 步进的电平都可以通过这两个软键进行选择。

**提示：**可以使用数字键直接输入所需电平。

#### 4.2.2.5 RANGE(量程)

TH2817A 有九个量程：10、31.6、100、316、1k、3.16k、10k、31.6k、100k。根据被测件(包括电容和电感)的阻抗进行量程选择。

使用方向键移动反白条到 RANGE 区域，将会出现以下的软键：

- **AUTO** 这个软键用来设置为自动量程方式。
- **HOLD** 使用这个软键把自动量程方式转化为锁定量程方式，在锁定量程方式下，量程是固定的，在量程显示区域显示当前的固定量程。
- $\uparrow(+)$  这个软键用来在锁定量程方式下递增选择量程。
- $\downarrow(-)$  这个软键用来在锁定量程方式下递减选择量程。

#### 4.2.2.5 SPEED(测量速度)

TH2817A 有三种测试速度可选：SLOW(慢速)、MED(中速)、FAST(快速)。

使用方向键移动反白条到 SPEED 区域，出现 SLOW、MED、FAST 三个软键，按下软键选择需要的测量速度。

## 4.2.2.6 SHORT(短路校正)、OPEN(开路校正)

可以打开或关闭开路、短路校正，进行当前测试频率的点频开路、短路清零（OpCLR、ShCLR），或对所有频率进行扫频开路、短路清零（OpSWP、ShSWP），详细内容见用户校正页面。

## 4.2.2.7 Tools(工具)

反白条移到 Tools 区域，出现以下软键：

- **FIX.A** 用于锁定主参数的小数位数。重复按此软键，可以看到主参数显示的小数位数递减改变，小数位数递减到最后一位后，自动取消小数点锁定模式。
- **FIX.B** 用于锁定副参数的小数位数。  
**注意：**小数位数锁定后，小数点及单位将不随被测件大小而改变。锁定后，将在 MeasDisplay 页面的大字符显示的小数点下显示一下划线标记。  
**注意：**小数点锁定后对于其它测量页面同样有效。  
**提示：**改变测试参数时，小数位数锁定模式被自动取消。  
**提示：**同产品同规格的批量测试时，使用小数点锁定功能可以减少不必要的无用的小数位数，从而减少数字跳动，方便读数；并可减少数据处理时间，提高测试速度。
- **↑↓** 用于改变测量结果的显示字体，在大字符与小字符之间切换。小字符显示页面如图 4-7。小字符刷新显示时间大约为 3mS，而大字符刷新显示时间大约为 50mS，因此，若要体现快速测量，应设置为小字符显示。



图 4-7 以小字符显示的元件测量显示页面

- **KEY** 键盘锁功能软键。按下软键，键盘将被锁定，页面上同时显示键盘被锁定的信息“KeyLocked!”，页面显示如图 4-8。

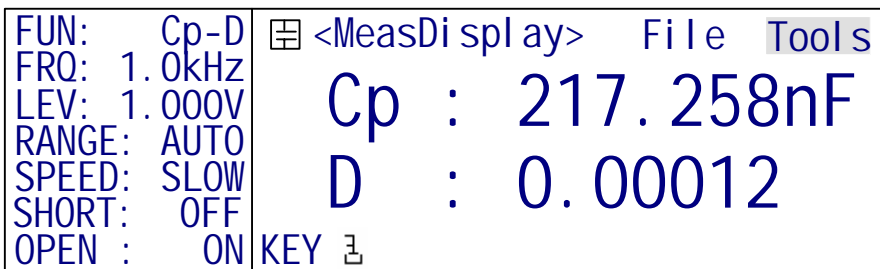



图 4-8 键盘锁定后的软键显示

键盘锁定后，除解锁软键外其它键都不能使用，如果要解锁，按下解锁软键 **KEY** ，键盘就能恢复使用，如果设定了密码，那么还会显示密码输入框，输入正确的密码后才能解锁，或者可以按 **ESC** 软键退出解锁。

#### 4.2.2.8 File(文件)

用户可以将设定的参数以文件的形式存入仪器内部非易失性存储器。当需要使用同样的设定时，用户无需重新设定这些参数，只需加载相应的文件，就可以得到上次设定的参数，从而大大节省了用户重复设定参数的时间。TH2817A 一共可以设定 12 组文件，相关内容参考文件列表页面。

移动反白条到文件区域，相应显示有两个软键：

- **SAVE** 保存当前设置为一个文件。显示屏上提示输入文件号(0~11)，输入文件号后按 **ENTER** 键提示输入文件名，输入文件名后按 **ENTER** 即完成文件的保存。如果未输入文件名直接按 **ENTER** 键，文件以<Unnamed>为缺省名。如果中途放弃操作，按下 **ESC** 软键退出保存文件。文件名以大写字母 A~Z、数字 0~9、特殊字符 % ^ & \* , ; ? + = ( ) ! @ # \$等组成。

**输入规则：**当按某一数字键时，如果该键对应的字母（或特殊字符）已经显示在软键区，则输入该数字，否则切换软键功能而不输入数字；按软键时，将输入软键对应的大写字母或特殊字符。

- **LOAD** 用来加载一个文件，即从内部非易失性存储器调用一组参数设置。按下软键后出现一个文件列表框，如图 4-9 所示。列表框显示了所有存在文件的文件名，使用上下方向键选择文件，同时框内第一行显示相应文件的文件号，选中需要的文件，按下 **OK** 软键加载此文件，如果想退出加载文件，按 **ESC** 软键。

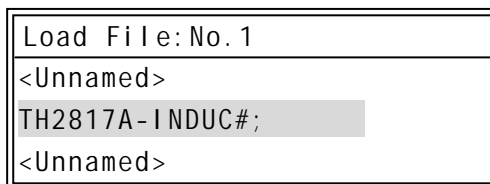


图 4-9 文件加载列表框

#### 4.2.3 档号显示页面

按 **DISPLAY** 菜单按键，然后按软键 **BinNo**，进入档号显示页面。在这个页面上以大字符显示档分选结果，以小字符显示测量结果，可以设定的测量控制参数有：比较器开关 ON/OFF (COMP)、超差档开关 ON/OFF (AUX)、文件(File)、工具(Tools)。还有一些参数不可设定，但可以在测量设置页面或元件测量显示页面上设置，这些参数有：测量参数(FUN)、测试频率(FRQ)、测试电平(LEV)、量程(RANGE)、测量速度(SPEED)、短路校正(SHORT)、开路校正(OPEN)。图 4-10 与图 4-11 是档号显示页面及该页面上的可用软键。



不可设定的参数

档分选显示区域

测量结果显示区域

图 4-10 档号显示页面

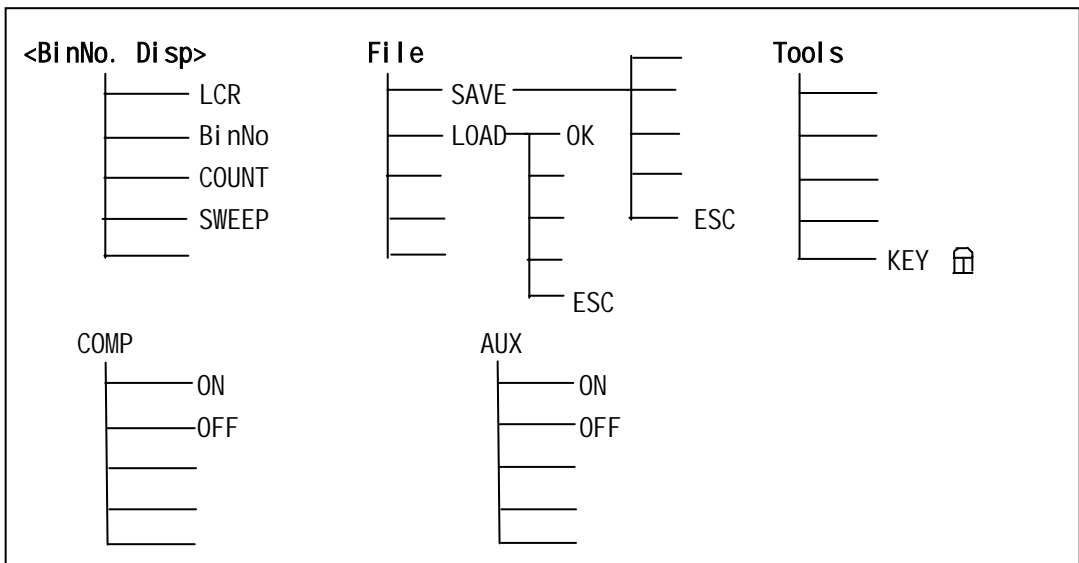


图 4-11 档号显示页面的可用软键

#### 4.2.3.1 COMP(比较器开关)

TH2817A 分为 5 档分选，其中 3 档主、副参数均合格(BIN1 ~ BIN3)，1 档副参数不合格(AUX)，1 档超差档(OUT)。档比较的极限列表只能在 Limit Table(极限列表设置页面)上设置，档号显示页面只能设置比较器(COMP)和附属档(AUX)的开/关。

移动反白条到 COMP 区域，显示有两个软键：ON、OFF，通过选择软键来设置档比较器(COMP)的开(ON)或关(OFF)。

#### 4.2.3.2 AUX(附属档开关)

主参数满足极限列表而副参数不满足归类为附属档。



移动反白条到 AUX 区域，显示有两个软键：ON、OFF，通过选择软键来设置附属档(AUX)的开(ON)或关(OFF)。

当附属档(AUX)关闭后，则一旦副参数不合格，即归为不合格档(OUT)。

### 4.2.3.3 File(文件)

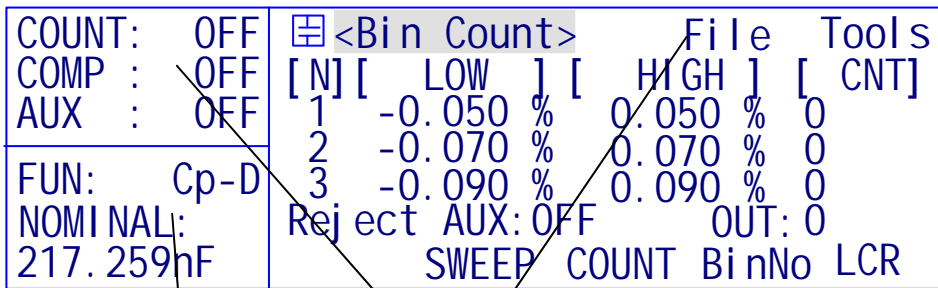
移动反白条到文件区域，显示 LOAD、SAVE 两个软键。设定好各项测量控制参数，按下 LOAD 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件，按下 SAVE 软键，从弹出的文件列表框中选择需要的文件，按下 OK 软键即可。

### 4.2.3.4 Tools(工具)

工具区域下只有一个软键 KEY ，按下软键，键盘将被锁定，键盘锁定后，除解锁软键外其它键都不能使用，如果要解锁，按下解锁软键 KEY ，键盘就能恢复使用，如果设定了密码，那么还会显示密码输入框，输入正确的密码后才能解锁，或者可以按 ESC 软键退出解锁。

### 4.2.4 档计数显示页面

按 DISPLAY 菜单按键，然后按软键 COUNT，进入档计数显示页面。可以设置的控制参数有：比较器开关 ON/OFF (COMP)、超差档开关 ON/OFF (AUX)、计数器开关 ON/OFF (COUNT)、文件(File)、工具(Tools)。不可设定的参数有：测量参数(FUN)、标称值(NOMINAL)。下面是档计数显示页面和该页面上的可用软键。



不可设定的控制参数

可以设定的控制参数

图 4-12 档计数显示页面

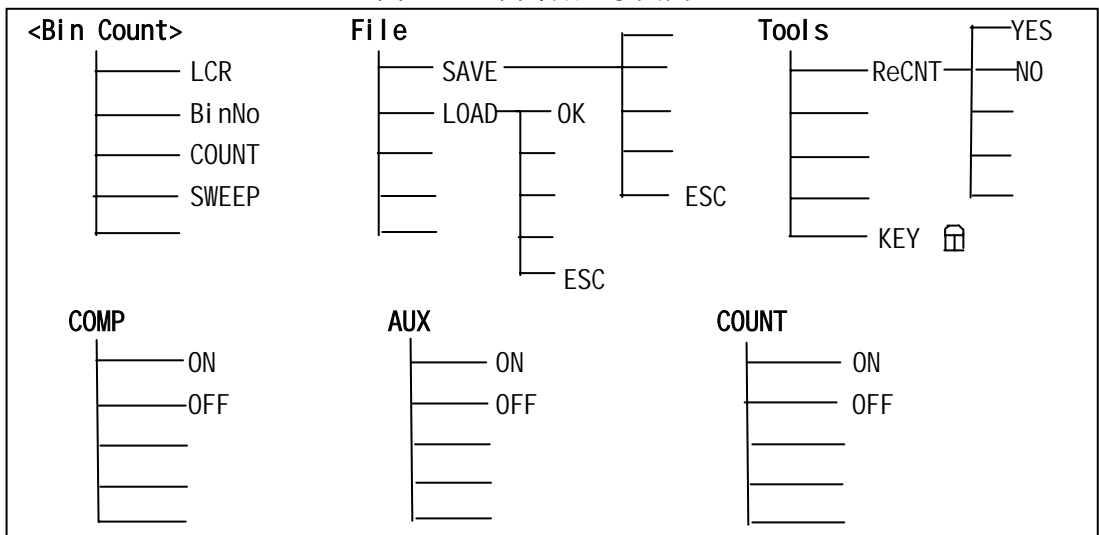


图 4-13 档计数显示页面的可用软键

#### 4.2.4.1 COMP(比较器开关)

移动反白条到 COMP 区域,显示有两个软键:ON、OFF,通过选择软键来设置档比较器(COMP)的开(ON)或关(OFF),也可以在档号显示页面或极限列表设置页面设定比较器的开关。

#### 4.2.4.2 AUX(附属档开关)

移动反白条到 AUX 区域,显示有两个软键:ON、OFF,通过选择软键来设置附属档(AUX)的开(ON)或关(OFF),也可以在档号显示页面或极限列表设置页面设定附属档的开关。

#### 4.2.4.3 COUNT(计数器开关)

TH2817A 具有档计数功能,可以将被测件分选进不同的档,每个档对满足自身条件的被测件进行计数。仪器可以显示计数器的最大值是 999999,超过了最大值就显示溢出信息“-----”,计数器依然计数,可以通过 TH2817A 提供的接口读出计数值。



移动反白条到 COUNT 区域,显示有两个软键:ON、OFF,通过选择软键来设置档计数器的开(ON)或关(OFF)。如果打开了计数器,CNT 左边会出现一个箭头,表示处于计数状态,如果关闭计数器,箭头消失。

#### 4.2.4.4 File(文件)

移动反白条到文件区域,显示 LOAD、SAVE 两个软键。设定好各项测量控制参数,按下 LOAD 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件,按下 SAVE 软键,从弹出的文件列表框中选择需要的文件,按下 OK 软键即可。

#### 4.2.4.5 Tools(工具)

移动反白条到工具区域,有以下两个软键可选择:

- KEY  键盘锁功能软键。按下软键,键盘将被锁定,键盘锁定后,除解锁软键外其它键都不能使用,如果要解锁,按下解锁软键 KEY ,键盘就能恢复使用,如果设定了密码,那么还会显示密码输入框,输入正确的密码后才能解锁,或者可以按 ESC 软键退出解锁。
- ReCNT 按下这个软键对所有计数器清零,显示屏显示信息“Reset BinCount?”,并显示两个软键 YES 和 NO,按下 YES 确认清零操作,NO 退出清零操作。

#### 4.2.5 列表扫描显示页面

TH2817A 的列表扫描功能提供最多对 4 点频率或电平进行列表扫描,当与外部可编程偏置电流源(如 TH1773)连接并启动后,可进行 4 点偏流下的参数扫描测试(参见远程控制一章)。在列表扫描设置页面设置扫描点和测量极限数据。在列表扫描显示页面下自动扫描设定好的扫描点,并将测量结果与设定好的测量极限进行比较,显示测量结果和比较结果(“L”表示小于下限,“H”表示大于上限,“ ”表示在设定极限之内)。按 **DISPLAY** 菜单按键,然后按软键 SWEEP,进入列表扫描显示页面。如果还没设定列表扫描点,将会提示信息“No Data In Sweep List”,如果设定了扫描点,仪器自动进行列表扫描,并且反白条将停留在当前测试的扫描点上。在该页面可以设置的控制参数有:列表扫描模式(MODE)、



文件(File)、工具(Tools)。不可设定参数有：测量参数(FUN)、测试频率(FRQ)、测试电平(LEV)、触发方式(TRIG)、延时(DLAY), 这些参数可以在测量设置页面进行设置。下面是列表扫描显示页面和该页面下的可用软键。

MODE: SEQ	<List Sweep>	File	Tools
FUN: Cp-D	[ FREQ] [ Cp: F]	[ D: ] [C]	
FRQ: -----	1.0kHz 217.266n	0.00016	L
LEV: 1.000V	2.0kHz 217.263n	-0.0001	H
TRIG: INT	4.0kHz 217.352n	-0.0006	
DELY: 0ms	10 kHz 217.570n	-0.0021	
	SWEEP COUNT	Bi nNo	LCR

不可设定的控制参数

可以设定的控制参数

列表扫描显示区域(虚线框内)

图 4-14 列表扫描显示页面

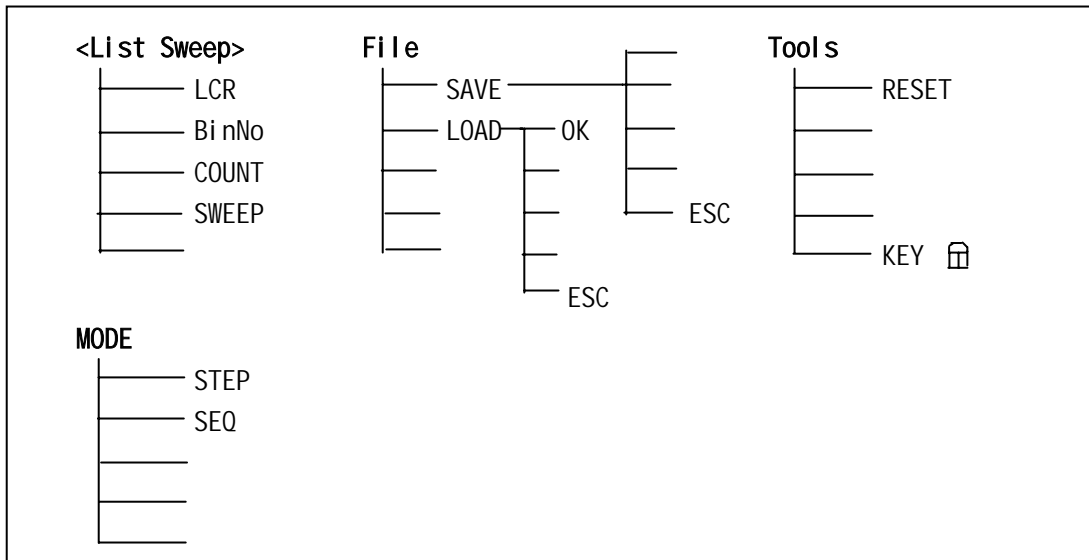


图 4-15 列表扫描显示页面的可用软键

#### 4.2.5.1 MODE(列表扫描模式)

在列表扫描测量中有两种列表扫描模式：连续(SEQ)、单步(STEP)。在 SEQ 模式，仪器处于外部触发方式或手动触发方式时，触发一次，仪器自动测量整个扫描列表一次；在 STEP 模式，仪器处于外部触发方式或手动触发方式时，触发一次，仪器自动测量下一个扫描点。如果处于内部触发方式，列表扫描将连续进行。

移动反白条到 MODE 区域，选择所需的列表扫描模式，按下相应的软键：STEP、SEQ。

#### 4.2.5.2 File(文件)

移动反白条到文件区域，显示 LOAD、SAVE 两个软键。设定好各项测量控制参数，按下 LOAD 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件，按下 SAVE 软键，从弹出的文件列表框中选择需要的文件，按下 OK 软键即可。

4.2.4.3 Tools(工具)

移动反白条到工具区域，有以下两个软键可选择：

- **KEY** 键盘锁功能软键。按下软键，键盘将被锁定，键盘锁定后，除解锁软键外其它键都不能使用，如果要解锁，按下解锁软键 **KEY** ，键盘就能恢复使用，如果设定了密码，那么还会显示密码输入框，输入正确的密码后才能解锁，或者可以按 **ESC** 软键退出解锁。
- **RESET** 按下这个软键，将清除测量结果和比较结果，重新开始列表扫描。

4.2.6 测量设置页面

按 **SETUP** 菜单按键，进入测量显示页面。这个页面可以设置的控制参数有：测量参数 (FUN)、测试频率 (FRQ)、测试电平 (LEV)、量程 (RANGE)、测量速度 (SPEED)、短路校正 (SHORT)、开路校正 (OPEN)、触发方式 (TRIG)、输出内阻 (INT\_R)、延时 (DELAY)、平均次数 (AVG)、监视电压和电流 (Vm/Im)、主参数偏差显示模式 (DEV\_A)、副参数偏差显示模式 (DEV\_B)、主参数偏差参考值 (REF\_A)、副参数偏差参考值 (REF\_B)。下面是测量设置页面和该页面下的可用软键。

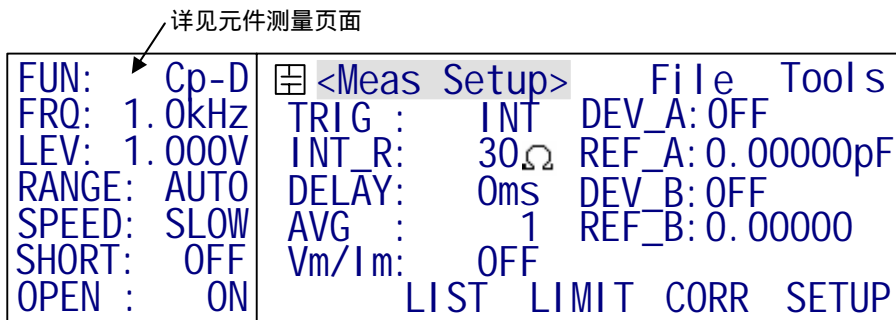
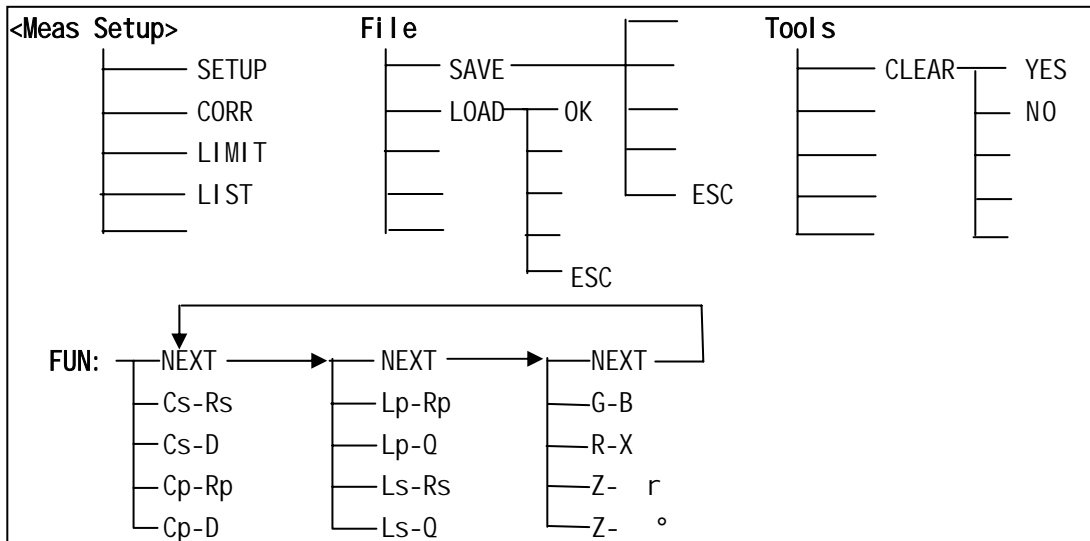


图 4-16 测量设置页面

图 4-16 中箭头指向区域的控制参数与元件测量显示页面的一些参数完全相同，在这节就不再描述这些参数。



接下图

接上图

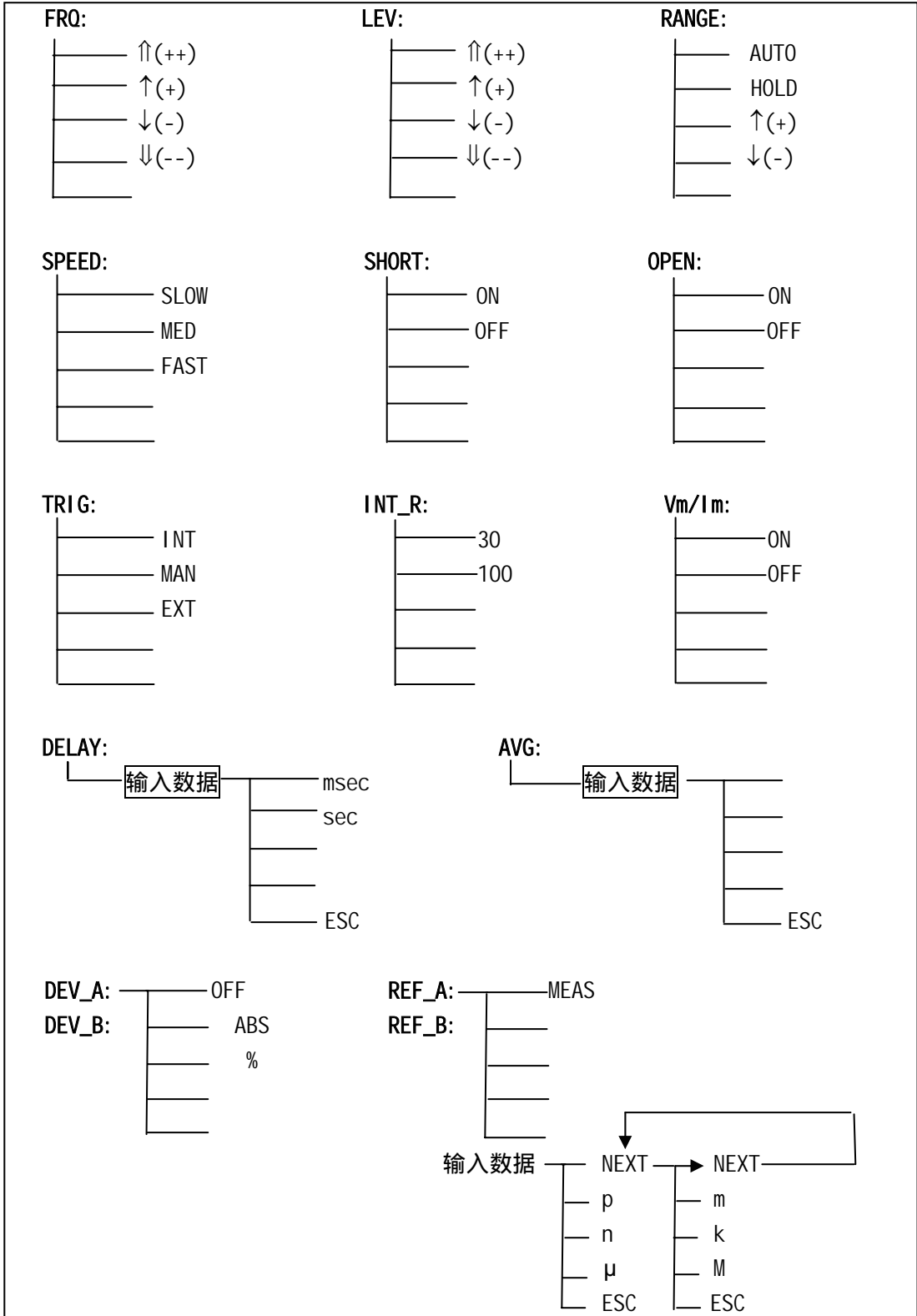


图 4-17 测量设置页面的可用软键

#### 4.2.6.1 TRIG(触发方式)

TH2817A 有四种触发方式：INT(内部)、EXT(外部)、MAN(手动)、BUS(总线)。在内部触发方式，仪器在 **DISPLAY** 菜单下各个页面下连续的重复测量。在手动触发方式，按下面板上的 **TRIGGER** 键，仪器在 **DISPLAY** 菜单下各个页面下进行一次测量。在外部触发方式，由外部输入一个 TTL 脉冲，在 **DISPLAY** 菜单下各个页面下触发一次测量，使用 HANDLER 接口时选择外部触发。在总线触发方式，通过 RS-232C 或 GPIB 接口发送 TRIGGER 命令给 TH2817A 来触发一次测量，面板上不能设定总线触发方式。

**注意：**在一次测量未结束前，TH2817A 忽略其他触发，只有测量结束后才能再次触发。

移动反白条到 TRIGGER 区域，有 3 个软键可以选择：**INT**、**MAN**、**EXT**。如果要设定为总线触发模式，必须通过 RS-232C 或 GPIB 接口发送总线命令给仪器。

#### 4.2.6.2 INT\_R(输出内阻)

仪器提供两种内阻选择，100 和 30 。移动反白条到 INT\_R 区域，显示 100 和 30 两个软键，选择所需的内阻。

由于有些电感的值会因流过电流大小不同而不同，所以在同样电平的情况下，不同的内阻必然会导致不同的测量结果，输出内阻可选择功能是为了便于让测量电感的用户得到一个可以统一的测量结果。本仪器默认内阻为 30 。美国 HP4284A 的内阻是 100 ，所以那些用 HP4284A 作为标准的测量电感的用户可能需要改变本仪器的内阻以获得数据统一。同惠有些 LCR 产品内阻为 30 且市场上现有产品大部分内阻为 20-30 ，这样可与使用这些产品的客户的测量数据的统一提供方便。

#### 4.2.6.3 DELAY(延时)

TH2817A 允许你设定一个触发延时使仪器被触发后延时一段时间后再开始测量。如果是执行列表扫描测量，仪器将对每一个列表扫描点进行延时再测量。触发延时的范围是 0s ~ 60ms 以 1ms 步进。

移动反白条到 DELAY 区域，使用数字键输入延时的时间。当键入第一个数字时，软键显示区域显示下面三个软键：

- **ESC** 退出设定延时的时间。
- **msec** 和 **sec** 选择输入数据的单位，可以代替 **ENTER** 使用。

#### 4.2.6.4 AVG(平均次数)

平均次数就是进行多次测量，取平均结果为当前测量值，这样可以提高测量结果的可靠性。平均次数的范围为 1 ~ 255 以 1 步进，从数字键输入。

移动反白条到 AVG 区域，使用数字键输入平均次数。当键入第一个数字时，显示一个 **ESC** 软键，按下这个软键退出设定平均次数。输入所需的平均次数，按下 **ENTER** 键。

#### 4.2.6.5 Vm/Im(监视电平和电流)

监视电平和电流功能提供对当前测试条件下加在被测件上的电平和流过被测件的电流

的监视。监视电平和电流只能在元件测量显示页面显示。

移动反白条到 Vm/Im 区域，显示以下两个软键：

- **ON** 打开监视。
- **OFF** 关闭监视。

#### 4.2.6.6 DEV\_A、DEV\_B(偏差模式)

偏差功能可以显示测量结果的偏差值而代替测量的真实结果。通过计算测量结果和先前设定好的参考值的差异得到偏差值，主副参数都能以偏差值显示。有两种偏差方式可选：

- **ABS** (绝对偏差显示) 计算公式是： $ABS = X - Y$  其中 X 是被测件的测量值，Y 是设定好的参考值。
- **%** (百分比偏差显示) 计算公式是： $\% = (X - Y) / Y * 100 \%$  其中 X 是被测件的测量值，Y 是设定好的参考值。

**注意：**档比较器与偏差运算无关，但列表扫描比较器是与偏差运算有关的。

移动反白条到 DEV\_A(主参数偏差模式)区域，将显示下面三个软键：

- **OFF** 直接显示测量结果。
- **ABS** 以绝对值偏差显示测量结果。
- **%** 以百分比偏差显示测量结果。

移动反白条到 DEV\_B(副参数偏差模式)区域，和 DEV\_A 一样选择偏差模式。

#### 4.2.6.7 REF\_A、REF\_B(参考值)

移动反白条到 REF\_A 区域来设定主参数的偏差参考值 软键显示区域有一个软键 **MEAS**，按下 **MEAS** 软键，进行一次测量，并把测量结果的主参数作为参考值，也可以自己通过键盘来输入数据。输入一个数字后，软键区域就显示单位(μ、n、p、M、k、m)，按下相应软键选择单位，按 **ESC** 退出设定标称值。副参数参考值的设定和主参数一样。

#### 4.2.6.8 File(文件)

移动反白条到文件区域，显示 **LOAD**、**SAVE** 两个软键。设定好各项测量控制参数，按下 **LOAD** 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件，按下 **SAVE** 软键，从弹出的文件列表框中选择需要的文件，按下 **OK** 软键即可。

#### 4.2.6.9 Tools(工具)

移动反白条到工具区域，显示一个 **CLEAR** 软键，使用这个软键可以把测量设置页面上的所有控制参数设定成开机默认时的设置。按下 **CLEAR** 软键，屏幕上会显示信息“Confirm: Clear All?”，并且显示两个软键：**YES** 和 **NO**，按下 **YES**，把测量设置页面上的所有控制参数设定成开机默认时的设置。

#### 4.2.7 用户校正页面

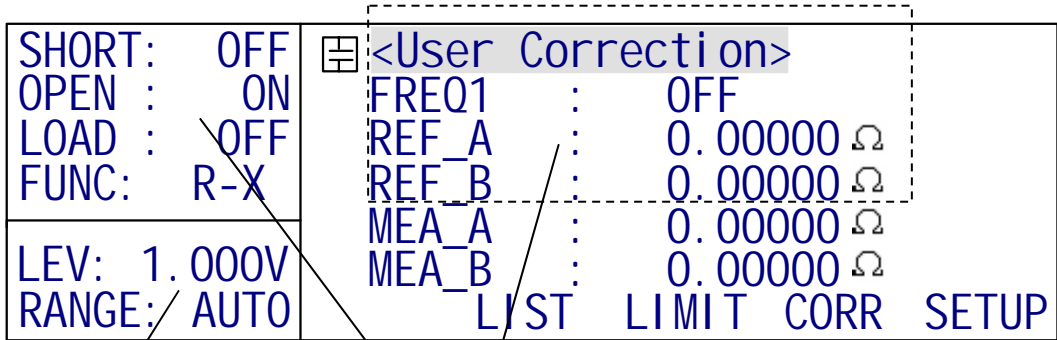
按 **SETUP** 菜单按键，然后按软键 **CORR**，进入用户校正页面。校正功能有两种校正方式，一种是扫频清零，就是对所有的频率点进行开路或短路校正；另外一种单频校正，就是对选定的频率点进行开路、短路和负载校正。使用开路或短路的点频或扫频清“0”，可以

将存在于仪器测试端的杂散电容和引线电阻消除以进一步提高测量精度。

以下是该页上可以执行的操作或参数：短路校正 (OPEN)、开路校正 (SHORT)、负载校正 (LOAD)、负载校正的测量参数 (FUNC)、短路, 开路和负载校正的三个频率点 (FREQ1、FREQ2、FREQ3)、每个频率点上的参考值 (REF\_A、REF\_B)。

不可设定的参数有：测试电平 (LEV)、量程 (RANGE)、负载校正的测量值 (MEA\_A、MEA\_B)。测试电平和量程可以在测量设置页面或元件测量显示页面上设定。负载校正的测量值通过每个频率下的 LOAD 区域进行测量而得。

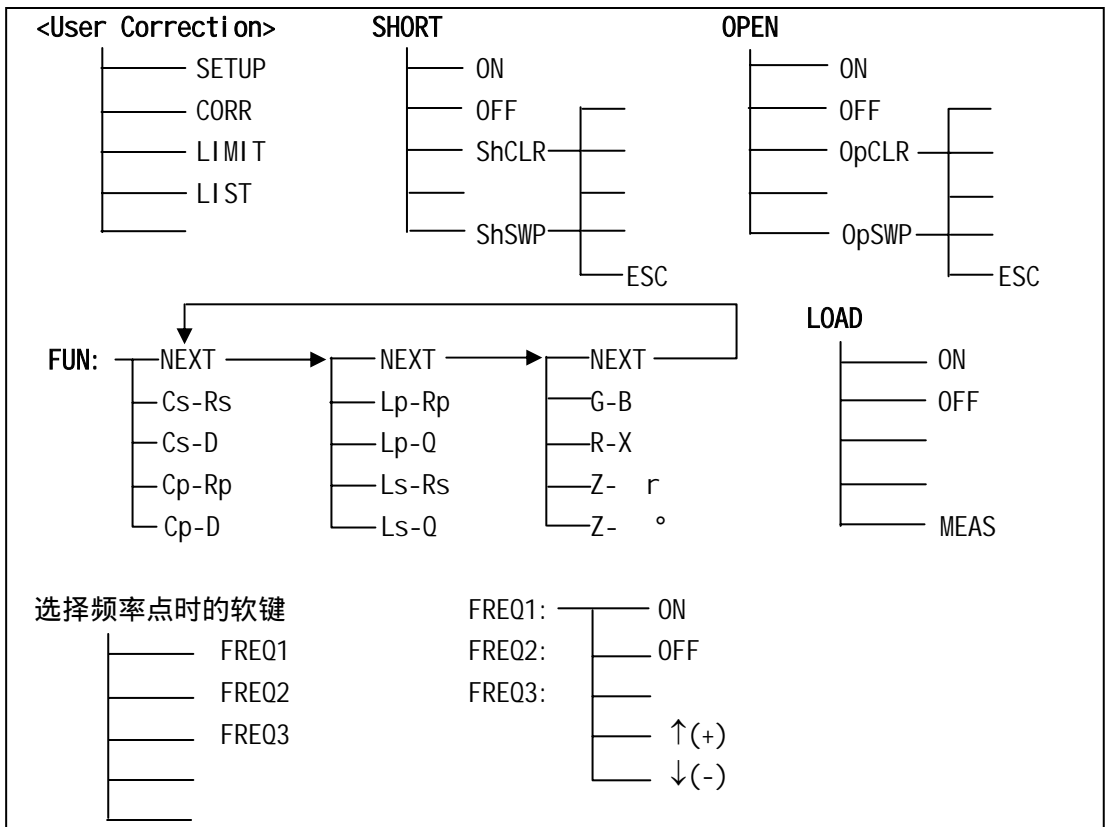
下面是用户校正页面和该页面上的可用软键。



不可设定的控制参数

可以设定的控制参数

图 4-18 用户校正页面



接下图

接上图

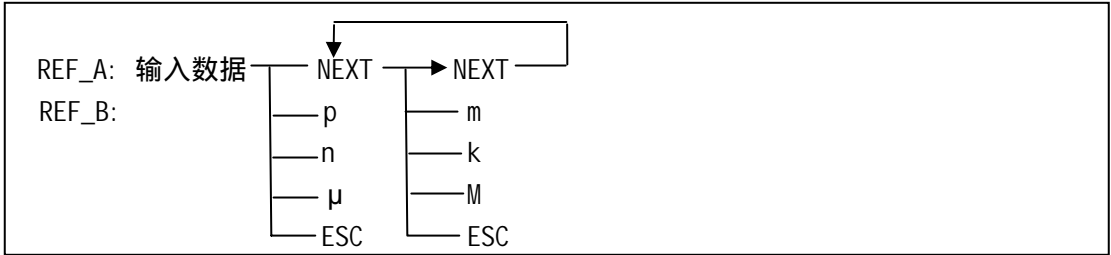


图 4-19 用户校正页面的可用软键

#### 4.2.7.1 OPEN(开路校正)

开路校正用于清除用户测试夹具或测试电缆内部杂散阻抗的影响。TH2817A 有两种开路校正方法，一是对所有 16 个频率点进行扫频开路校正(不管是处于量程锁定还是自动状态,仪器将以自动量程进行扫频开路校正),另一是对 FREQ1, FREQ2, FREQ3 中的一个频率点进行单频开路校正。在元件测量显示页面,移动反白条到 OPEN 区域,选择 OpCLR 软键,可以对当前测试频率点进行开路校正。校正之前保证测试夹具可靠开路。

移动反白条到 OPEN 区域,显示下面四个软键:

- ON 按下这个软键,打开开路校正,表示在以后的测量中使用开路校正。
- OFF 按下这个软键,关闭开路校正,表示在以后的测量中不使用开路校正。
- OpCLR 按下软键,对 FREQ1, FREQ2, FREQ3 中在当前页面上显示的频率点进行一次单频开路校正,按 ESC 可中止进程。

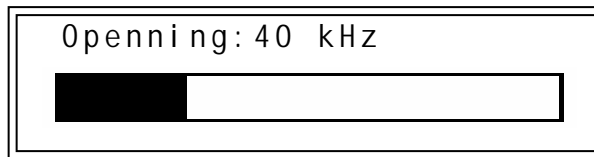


图 4-20

- OpSWP 按下软键,对所有频率进行扫频开路校正,并显示如图 4-20 所示的校正进程框。在校正过程中,ESC 软键可用,用来结束扫频开路校正,仪器存储的依然是以前的开路校正数据。

#### 4.2.7.2 SHORT(短路校正)

短路校正用于清除用户测试夹具或测试电缆引线串联阻抗的影响。TH2817A 有两种短路校正方法,一是对所有 16 个频率点进行扫频短路校正(不管是处于量程锁定还是自动状态,仪器将以自动量程进行扫频短路校正),另一是对 FREQ1, FREQ2, FREQ3 中的一个频率点进行单频短路校正。在元件测量显示页面,移动反白条到 SHORT 区域,选择 ShCLR 软键,可以对当前测试频率点进行短路校正。校正之前保证测试夹具可靠短路(使用仪器附带的短路片)。

移动反白条到 SHORT 区域,显示下面四个软键:

- ON 按下这个软键,打开短路校正,表示在以后的测量中使用短路校正。

- **OFF** 按下这个软键，关闭短路校正，表示在以后的测量中不使用短路校正。
- **ShCLR** 按下软键，对 FREQ1, FREQ2, FREQ3 中在当前页面上显示的频率点进行一次单频短路校正，按 **ESC** 可中止进程。

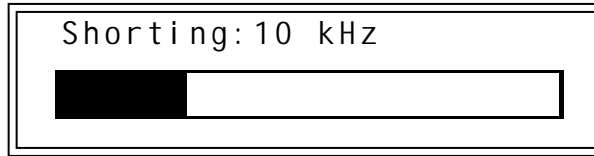


图 4-21

- **ShSWP** 按下软键，对所有频率进行扫频短路校正，并显示如图 4-21 所示的校正进程框。在校正过程中，**ESC** 软键可用，用来结束扫频短路校正，仪器存储的依然是以前的短路校正数据。

#### 4.2.7.3 LOAD(负载校正)

TH2817A 的负载校正就是使用预设定的参考值和指定频率下的实际测量值(最多有三点)之间的系数关系来修正其他一些误差，以得到用户认为正确的结果，一般来说不要打开这个开关，以避免不必要的修正。负载校正只能在你指定的频率上进行，这三个频率在 FREQ1、FREQ2、FREQ3 区域设定。参考值在 REF\_A、REF\_B 区域设定，在设定参考值之前，先在 FUN 区域设定相应的测量参数。

按照下面的步骤进行负载校正：

移动反白条到 FUN 区域，选择负载校正所需的测量参数，操作方法与元件测量显示页面的 FUN 选择相同。

选择频率点(FREQ1、FREQ2、FREQ3)，如图 4-22 所示，使用软键选择频率点，然后把反白条移到相应频率的设置区域，会显示下面四个软键：

- **ON** 打开这个频率点的负载校正，即负载校正开关打开情况下，如果测试频率与这个频率点上的频率相同，那么将进行负载校正。按下软键，显示已设置的频率值。
- **OFF** 关闭这个频率点的负载校正，即使负载校正开关打开，测试频率与这个频率点上的频率相同情况下，也不进行负载校正。
- **↓ (-) ↑ (+)** 从 16 个频率中选取所需频率，只有这个频率点的校正开关打开时才能使用这两个软键。

SHORT: OFF	<User Correction>
OPEN : ON	FREQ1 : OFF
LOAD : OFF	REF_A : 2.26000 $\Omega$
FUNC: R-X	REF_B : 0.04000 $\Omega$
	MEA_A : 2.26774 $\Omega$
	MEA_B : 0.04064 $\Omega$
LEV: 1.000V	FREQ3 FREQ2 FREQ1
RANGE: AUTO	

图 4-22



移动反白条到 REF\_A 区域，使用数字键和单位软键输入主参数参考值。

移动反白条到 REF\_B 区域，使用数字键和单位软键输入主参数参考值。

移动反白条到 LOAD 区域，显示三个软键：

- **MEAS** 按下软键，进行一次测量，测量结果在 MEA\_A 和 MEA\_B 区域显示，仪器自动获得参考值与测量值之间的系数，并将系数存储，以供在以后的测量中使用。  
注意：测量前应进行过可靠的开路短路清零，并提供相应的标准；  
注意：测量前选择好量程方式和测试电平；
- **ON** 按下软键，打开负载校正，在以后的测量中使用负载校正。
- **OFF** 按下软键，关闭负载校正。

**注意：**如果你指定了两个相同校正点频率，TH2817A 总是优先使用前一个频率点的校正数据。例如：

1. 测试频率 = FREQ1 = FREQ2 时的校正数据：FREQ1 的数据；
2. 测试频率 = FREQ2 = FREQ3 时的校正数据：FREQ2 的数据；

#### 4.2.8 极限列表设置页面

按 **SETUP** 菜单按键，然后按软键 **LIMIT**，进入极限列表设置页面。这个页面上可以设定的参数有：标称值(NOMINAL)、测量参数(FUNC)、比较器极限列表模式(MODE)、比较器开关 ON/OFF (COMP)、附属档开关 ON/OFF (AUX)、文件(File)、工具(Tools)。不可设定的参数是档比较器报警方式，这个参数在系统配置页面设置。下面是极限列表设置页面和该页面上的可用软键。

NOMINAL: 217.259nF	<b>&lt;Limit Table&gt;</b>	File	Tools
FUNC: Cp-D	[ BIN ]	[ LOW ]	[ HIGH ]
MODE: %TOL	1	-0.050 %	0.050 %
COMP: OFF	2	-0.070 %	0.070 %
AUX: OFF	3	-0.090 %	0.090 %
ALARM OFF	2nd	0.00010	0.00014
	LIST	LIMIT	CORR SETUP

极限列表数据设置区域

图 4-23 极限列表设置页面

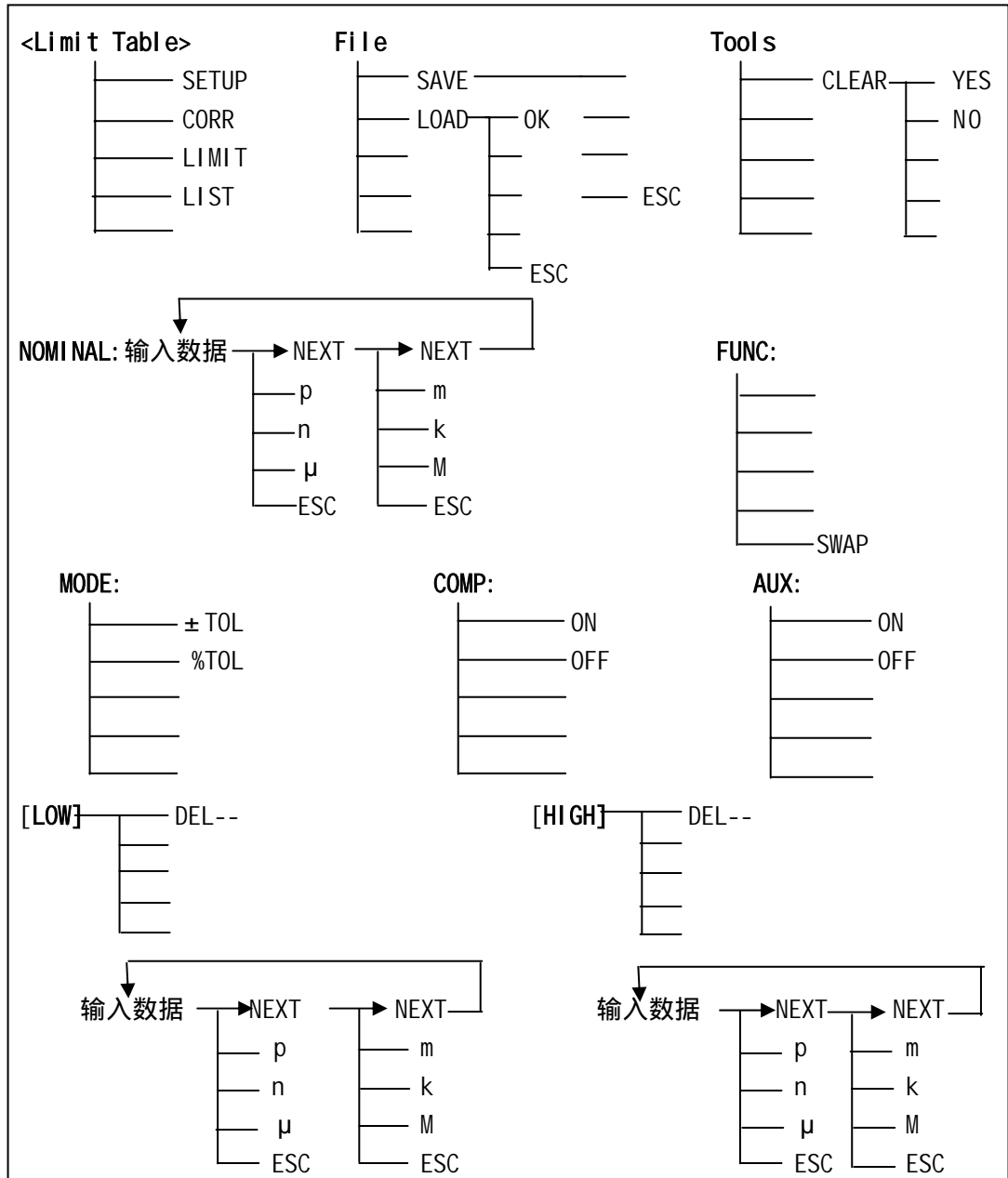


图 4-24 极限列表设置页面的可用软键

## 4.2.8.1 NOMINAL (标称值)

移动反白条到 NOMINAL 区域，使用数字键和单位软键输入标称值。使用档比较功能时必须设置好标称值。一般要求在档比较时关闭偏差显示功能，以避免混淆。如果在测量设置页面打开了偏差模式 (DEV\_A 或 DEV\_B)，进入极限列表设置页面时，会显示提示信息“CAUTION: DevMode ON”，TH2817A 对偏差显示与档比较器的处理方法是：在档比较时使用 NOMINAL 值进行计算；在显示测量结果时使用偏差值 (REF\_A 或 REF\_B) 进行计算，即档比较与偏差显示无关。

#### 4.2.8.2 FUNC(测量参数)

移动反白条到 FUNC 区域，显示一个 SWAP 软键，这个软键用来将 FUNC 区域显示的主副参数调换，例如，原先测量参数是 Cp-D，按下 SWAP，测量参数变为 D-Cp，这样档分选时就以 D 参数为主，而 Cp 参数为副。这个功能仅在档比较中有用。

#### 4.2.8.3 COMP(比较器开关)

移动反白条到 COMP 区域，显示有两个软键：ON、OFF，通过选择软键来设置档比较器 (COMP) 的开 (ON) 或关 (OFF)，也可以在档号显示页面或档计数显示页面设定比较器的开关。

#### 4.2.8.4 AUX(附属档开关)

主参数合格而副参数不合格时归类为附属档，但要求打开附属档开关。

移动反白条到 AUX 区域，显示有两个软键：ON、OFF，通过选择软键来设置附属档 (AUX) 的开 (ON) 或关 (OFF)，也可以在档号显示页面或档计数显示页面设定附属档的开关。

当附属档 (AUX) 关闭后，则一旦副参数不合格，即归为不合格档 (OUT)。

#### 4.2.8.5 MODE(主参数极限公差模式)

移动反白条到 MODE 区域，显示两个软键  $\pm$ TOL 和 %TOL。按下  $\pm$ TOL，极限列表中的数值是绝对值公差形式；按下 %TOL，则为百分比公差形式。

#### 4.2.8.6 LOW/HIGH(上,下极限)

极限列表的上下限设置如图 4-25 所示。

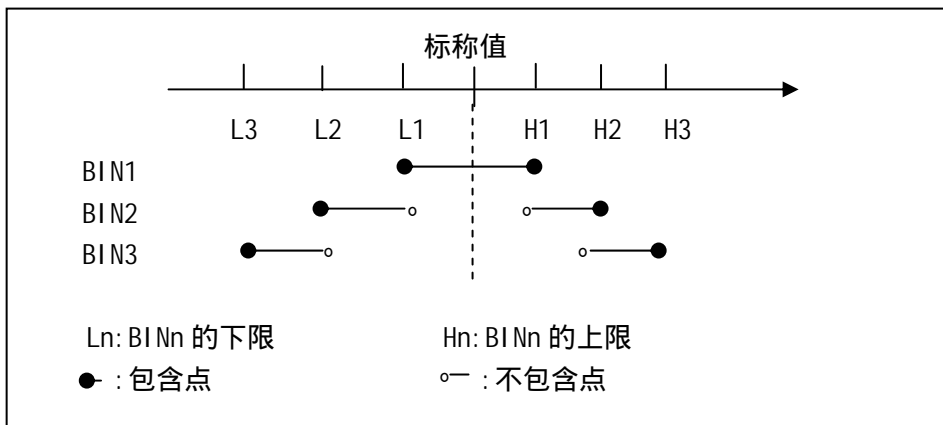


图 4-25

极限设置即公差设置，它包括上极限设置和下极限设置。

在设置极限列表时，要注意从较窄范围到较宽范围依次设置各档的极限列表，如果 BIN1 具有最宽范围的极限，那么所有合格的被测件将被分选进 BIN1。在极限列表中，列表下限可以大于标称值，上限也可以小于标称值，要注意设置时，下限要小于等于上限，如果下限大于上限，将会显示警告信息“Warning: Low > High”，这样仪器不会把被测件分选进这个档。

移动反白条到 BIN1 LOW 区域，使用数字键输入数据，当输入一个数字时，以下单位软

键可用：p、n、 $\mu$ 、m、k、M。完成输入后，如果原先内容为空，TH2817A 将自动填充上极限（或下极限），原则是下限为负，上限为正，若需修改，移动反白条到需要修改的位置后输入新的数据即可。如上依次输入其它极限数据。此外，值得注意的是，2nd（副参数）上下限设置的数据只能是绝对极值形式，而不是任何基于标称值的公差形式，因为副参数没有标称值。

#### 4.2.8.7 File(文件)

移动反白条到文件区域，显示 LOAD、SAVE 两个软键。设定好各项测量控制参数，按下 LOAD 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件，按下 SAVE 软键，从弹出的文件列表框中选择需要的文件，按下 OK 软键即可。

#### 4.2.8.8 Tools(工具)

移动反白条到工具区域，显示一个 CLEAR 软键，使用这个软键可以清除极限列表。按下 CLEAR 软键，屏幕上会显示信息“Confirm: CLR Table?”，并且显示两个软键：YES 和 NO，按下 YES，清除极限列表。

#### 4.2.9 列表扫描设置页面

按 [SETUP] 菜单按键，然后按软键 LIST，进入列表扫描设置页面。TH2817A 可最多对 4 点频率或 4 点电压进行列表扫描，当与外部可编程偏置电流源（如 TH1773）连接并启动后，可进行 4 点偏流下的参数扫描测试（参见远程控制一章）。这个页面上可以设定的参数有：列表扫描模式(MODE)、列表扫描参数(LIST)、列表扫描点、列表比较器参数选择(C)、上下限列表数据(LOW/HIGH)。不可设定的参数有：测量参数(FUN)、测试电平(LEV)、触发模式(TRIG)、延时(DLAY)，这些参数可以在测量设置页面上设定。下面是列表扫描设置页面和该页面上的可用软键。



图 4-26 列表扫描设置页面

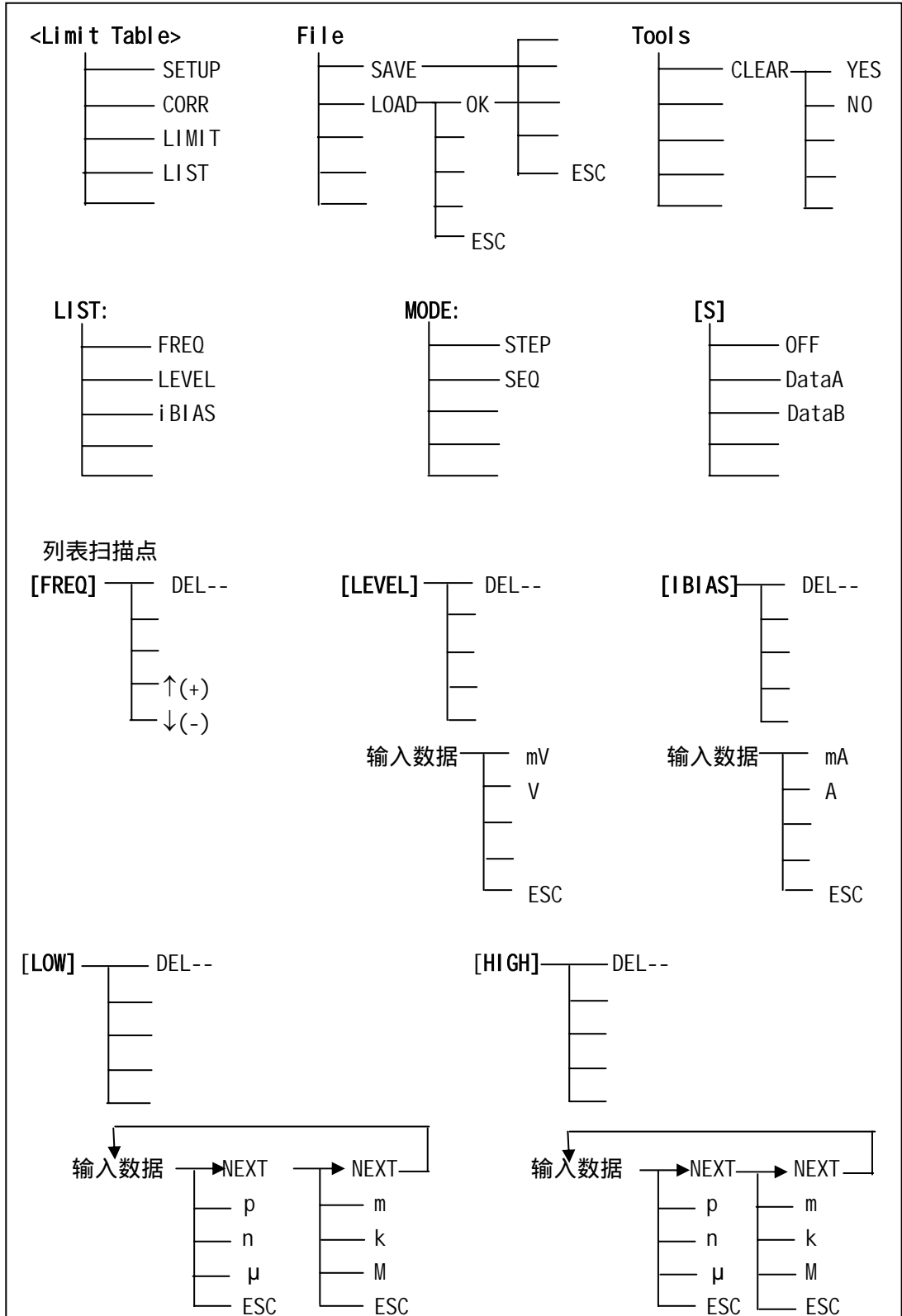


图 4-27 列表扫描设置页面上的可用软键

#### 4.2.9.1 LIST(列表扫描参数)

仪器的列表扫描参数可以设置为测试频率、测试电平和直流偏置。移动反白条到 LIST 区域，显示三个软键：FREQ、LEVEL、IBIAS，按下所需软键选择相应的列表扫描参数。如果已设置了列表扫描数据，切换列表扫描参数时，会显示提示信息“Clear List First! ”，提示先清除列表数据。

#### 4.2.9.2 MODE(列表扫描模式)

移动反白条到 MODE 区域，显示两个软键：STEP 和 SEQ。MODE 也可以在列表扫描显示页面设置，详细内容见列表扫描显示页面。

#### 4.2.9.3 列表扫描数据的设置

仪器最多可设置 4 组列表扫描点和极限数据，如图 4-26 虚线框内所示，可以设置列表扫描点，极限比较参数，上下极限数据。按照下面的步骤设置列表扫描数据：

移动反白条到 LIST 区域设置列表扫描参数。

移动反白条到列表扫描点区域，如果当前扫描参数是 FREQ，使用↑(+)、↓(-)软键选择扫描频率点；如果是 LEVEL，使用数字键，当输入一个数字时，显示 V、mV 软键，按下软键代替 ENTER 结束数据输入，ESC 软键退出设置；如果是 IBIAS，同 LEVEL，显示软键 A、mA。

设置完列表扫描点，C 区域自动设置为 A(比较主参数)，你可以移动反白条到 C 区域，按下软键重新选择。

- OFF 按下软键表示不对这个扫描点的测量结果进行比较，同时你将不能输入这个点上的上下极限数据。

- DataA 表示设置测量参数的主参数为极限比较参数。

- DataB 表示设置测量参数的副参数为极限比较参数。

移动反白条到 LOW 区域，输入下限数据。

移动反白条到 HIGH 区域，输入上限数据。

重复步骤 - ，完成列表扫描数据的设置。

#### 注意：

1. 如果只设置了下限，那么所选比较参数的测量结果等于或大于下限的分选结果为 IN；如果只设置了上限，那么所选比较参数的测量结果等于或小于上限的分选结果为 IN。
2. 如果比较参数不是设定为 OFF，但没设置上下限，那么比较结果永远是 IN。
3. 如果设置的下限大于上限，会提示警告信息“Warning: Low > High”，比较结果如下：测量结果<下限时，结果是 LOW；测量结果 上限时，结果是 HIGH；比较结果不可能是 IN。
4. 如果设置了百分比偏差显示，则输入的极限数据也是百分比数据，并以百分比显示。

#### 4.2.9.4 File(文件)

移动反白条到文件区域，显示 LOAD、SAVE 两个软键。设定好各项测量控制参数，按下 LOAD 软键保存这些参数为一个文件存入仪器内部非易失性存储器。如果想加载一个文件，按下 SAVE 软键，从弹出的文件列表框中选择需要的文件，按下 OK 软键即可。

4.2.8.8 Tools(工具)

移动反白条到工具区域，显示一个 CLEAR 软键，使用这个软键可以清除扫描列表。按下 CLEAR 软键，屏幕上会显示信息“Confirm: CLR Table?”，并且显示两个软键：YES 和 NO，按下 YES，清除扫描列表。

4.2.10 系统配置页面

按 [SYSTEM] 菜单按键，进入系统配置页面。这个页面上可以设置的控制参数有：液晶对比度(CONTRAST)、讯响(INFO BEEP)、比较器报警方式(CMP ALARM)、密码方式(PASSWORD)、总线模式(BUS MODE)、并口地址(GPIB ADDR)、只讲方式(TALK ONLY)。下面是系统配置页面和该页面下的可用软键。

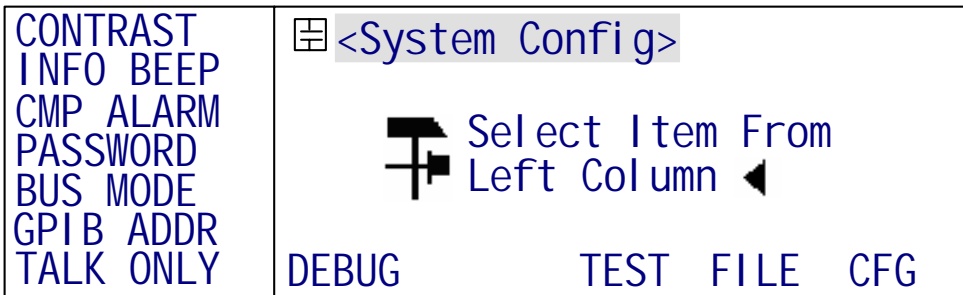


图 4-28 系统配置页面

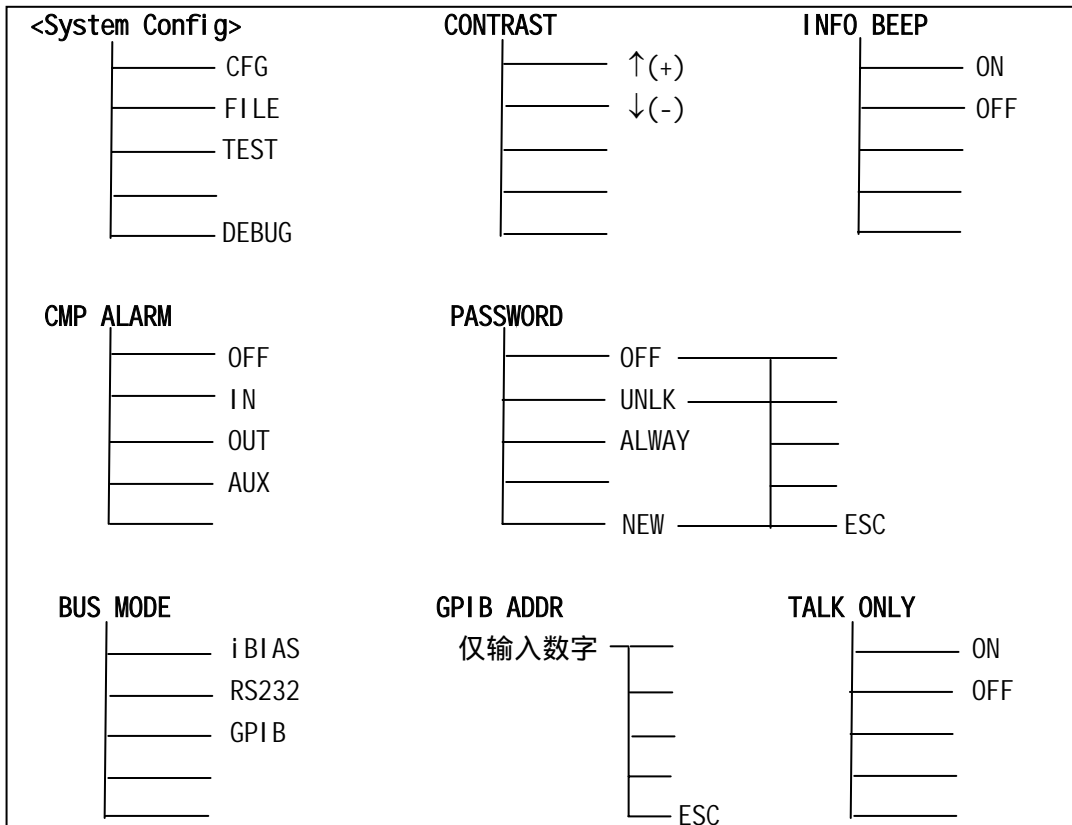


图 4-29 系统配置页面上的可用软键

#### 4.2.10.1 CONTRAST(液晶对比度)

液晶对比度在 1-31 之间可调,移动反白条到 CONTRAST 区域,显示软键 **↑(+)**、**↓(-)**,使用这两个软键调节对比度。

#### 4.2.10.2 INFO BEEP(讯响)

显示出错信息,警告信息等的同时都会引起讯响。移动反白条到 INFO BEEP 区域,显示软键 ON、OFF,使用这两个软键设置讯响的开或关。

#### 4.2.10.3 CMP ALARM(比较报警方式)

用户可以设定比较器比较结果的报警方式,移动反白条到 CMP ALARM 区域,显示以下软键:

- **OFF** 关闭比较器报警开关;
- **IN** 合格时报警;
- **OUT** 不合格时报警;
- **AUX** 超差时报警。

报警方式对档比较器与列表扫描比较器都有效,但要注意列表扫描比较器没有 AUX 档。

#### 4.2.10.4 PASSWORD(密码方式)

移动反白条到 PASSWORD 区域,显示以下软键:

- **OFF** 关闭密码保护,开机和解锁时不提示输入密码。
- **UNLK** 即 UNLOCK,只设置解锁密码保护,开机无密码保护。
- **ALWAY** 即 ALWAYS,开机和解锁都设置密码保护。
- **NEW** 按下软键,修改密码,仪器提示先输入旧密码,然后输入新密码,再确认输入一次即可。

**注意:**当由高级别向低级别设置密码方式时,要求首先输入密码,而由低级别向高级别设置时,则不要求输入密码。密码方式的级别由高到低为:ALWAYS→UNLOCK→OFF。

#### 4.2.10.5 BUS MODE(总线模式)

仪器提供三种总线模式: GPIB(并口总线)、RS232(串口总线)、iBIAS(与外部可编程偏流源如 TH1773 相连时使用)。移动反白条到 BUS MODE 区域,从显示的三个软键 **iBIAS**、**RS232**、**GPIB** 中选择所需的总线模式。

#### 4.2.10.6 GPIB ADDR(并口地址)

并口地址范围为 0-30,移动反白条到 GPIB ADDR 区域,使用数字键输入所需的地址,按 **ENTER** 即可,输入地址不在 0-30 之内,仪器会提示出错信息“Data Out!”,并保持当前地址不变。

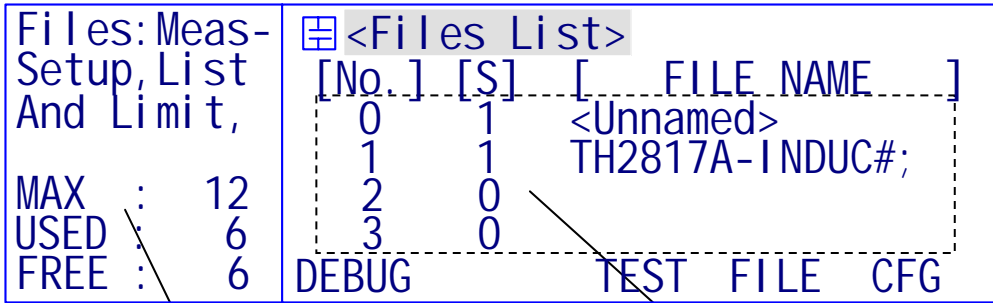
#### 4.2.10.7 TALK ONLY(只讲方式)

在 TALK ONLY 方式下,仪器只发送测量结果而不接收命令。移动反白条到 TALK ONLY 区域,显示软键 **ON** 和 **OFF**,使用软键选择只讲方式的开或关。



### 4.2.11 文件列表页面

按 **SYSTEM** 菜单按键，然后按软键 **FILE**，进入文件列表页面。TH2817A 最多可存储 12 个文件，每个文件都包括测量设置信息、列表扫描设置信息和极限列表设置信息，文件存在仪器内部非易失性存储器。当需要使用同样的设定时，用户无需重新设定这些参数，只需加载相应的文件，就可以得到上次设定的参数，从而大大节省了用户重复设定参数的时间。下面是文件列表页面和该页面上的可用软键。



文件信息区域

文件列表区域

图 4-30 文件列表页面

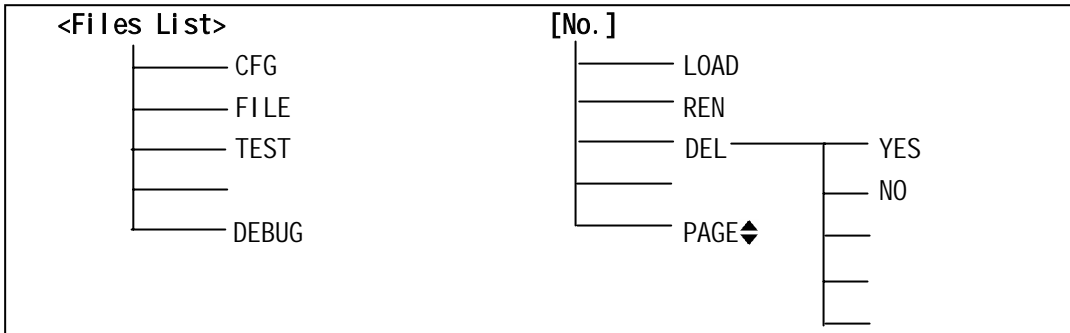


图 4-31 文件列表页面的可用软键

如图 4-30 所示，文件信息区域显示了仪器最大的文件数目 (MAX)，已经使用的文件数 (USED)，以及空闲的文件数 (FREE)。文件列表区域显示了文件的具体信息，[No.] 区域显示了文件的存储号；[S] 区域显示了文件的状态，1 表示已存在文件，用户可以调用，0 表示不存在文件，处于空闲状态；[FILE NAME] 显示文件的名称，如果未设定名称，以 <Unnamed> 命名。

移动反白条到 [No.] 区域，显示下面的软键 (图 4-32)：

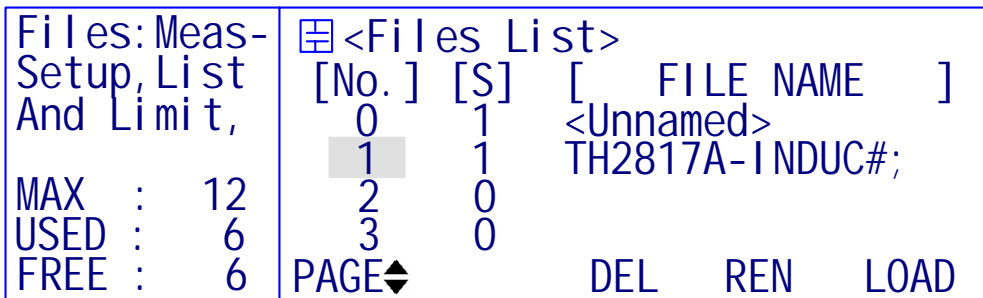



图 4-32

- **LOAD** 按下软键，反白条所在处的文件将被加载，加载后自动转至保存该文件的页面中。如果文件不存在，显示信息“Record Not Existent!”。
- **REN** 按下软键，可以对文件重新命名，命名规则参照 4.2.2.8。如果文件不存在，显示信息“Record Not Existent!”。
- **DEL** 使用这个软键来删除反白条所在处的文件。
- **PAGE**  仪器一共可以存储 12 个文件，在文件列表页面上一次只能显示 4 个文件，因此使用这个软键来翻页，显示其他文件。

## 第五章 元件的正确测量

### 5.1 常用元件测量

1. 正确使用电源，按下电源开关。
2. 选择需要的测量参数，必要的话选择合适的等效方式，特别是 0 或 D 接近 1 时，否则测量显示值将出现极大的偏差。
3. 选择需要的测试频率和合适的测试电平。
4. 设定其他需要改变的控制参数。
5. 连接合适的测试夹具或测试电缆。仪器随机配备 TH26005 测试夹具和 TH26004 四端开尔文测试电缆，可以选配 TH26006 轴向夹具芯和 TH26005 配套测量轴向引线元件，还可选配 TH27009 SMD 贴片元件测试钳。
6. 预热 20 分钟以上。
7. 连接随机提供的镀金短路板 TH26001 与测试夹具或测试电缆，对仪器执行短路清“0”。
8. 去掉短路片，对仪器执行开路清“0”。
9. 将被测件连接于测试端上，仪器开始测量。

**警告：**请勿向测试端施加电压或电流，以免损坏测试仪器！

**警告：**测量带电器件（如电容器）前，请先放电后测试！

### 5.2 被测件的正确连接

#### 5.2.1 被测件连接

仪器具有电流驱动高端 HD、电流驱动低端 LD、电压检测高端 HS、电压检测低端 LS 和对应于每测试端的屏蔽端一共四对测试端。**每个测试端屏蔽层在仪器内部互不相连，外接测试夹具或开尔文测试电缆时应保证各屏蔽端可靠连接，否则，仪器不能正确测量。**测量时，每个测试端与其屏蔽端流过大小相等方向相反的电流，保证可靠地消除测试线之间的相互电磁耦合，可以大大提高小阻抗（小电感、大电容）时的测试准确度，这是本仪器使用四端对测试代替传统的五端测试的最大特点。

屏蔽端的使用目的在于减小对地杂散电容的影响和降低电磁干扰。测量时 HD、HS 和 LD、LS 应在被测元件引线上连接，形成完整的四端测量，以减小引线及连接点对测试结果的影响（尤其是损耗测量）。特别是在对低阻抗元件进行检测时，应将检测端 HS、LS 连接至元件的引线端，以防止引线电阻加入被测阻抗，其连接的原则为 HS、LS 所检测的应为被测件上实际存在的电压。

换言之，最好 HD、HS 和 LS、LD 直接与被测元件引线端相连接，否则将增加测试误差。

如果接触点及引线电阻  $R_{\text{lead}}$  远小于被测阻抗（例如： $R_{\text{lead}} < Z \times / 1000$ ，要求误差影响小于 0.1%）时则 HD、HS 及 LD、LS 可连接在一起后再连至被测元件两端（两端测量）。

在进行一些精度要求较高的测量时，使用测量夹具比使用测试导线（仪器附配的开尔文夹具）要好的多。开尔文测试线在 10kHz 下频率测试时，可以有较好的测量结果，但超过 10kHz 频率时，开尔文测试线很难满足测试要求。因为在高频时，导线之间间隙的变化直接改变了测试端杂散电容和电感，而测试导线总是难以加以固定的；测试导线也容易引起其它的测试误差。

因此，在较高频率进行测量时应尽可能使用测试夹具，如果由于条件所限，则仪器清零时测试线的状态应尽可能与测试时保持一致；并使用用户负载校正补偿测试线带来的附加误差。

无论使用仪器提供的测试夹具或开尔文测试电缆或者用户自制夹具，应满足以下几方面的要求：

1. 分布阻抗必须降至最小，尤其测量高阻抗元件时。
2. 接触电阻必须降至最小。
3. 应使测试端形成完整的四端对测量。
4. 触点之间必须可以短路和开路。短路和开路清“0”可以轻易地减少测试夹具的分布阻抗对测量的影响。对于开路清“0”，测试端应该与被测件连接时一样，以相同的距离隔开。对于短路清“0”，低阻抗的短路片应该连接在测试端之间，或使 HD、LD 直接连接，HS、LS 直接连接，而后再将两者连接一起。

**注意：**当被测元件为有极性器件时，在测试前须注意“高电位端”请接于前面板标为 HD、HS 的端子，而“低电位端”请接于前面板标为 LD、LS 的端子。**测量有极性元件时请先放电以免损坏仪器。**

### 5.2.2 消除杂散阻抗的影响

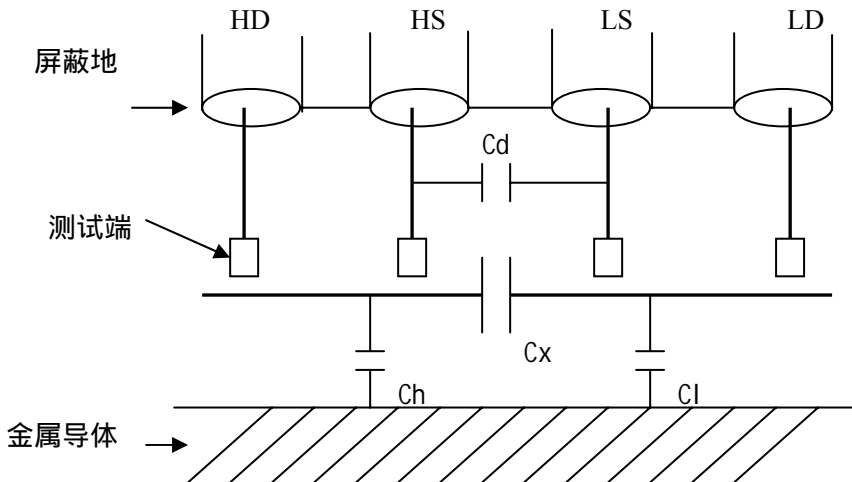


图 5-1 杂散电容的影响示意图

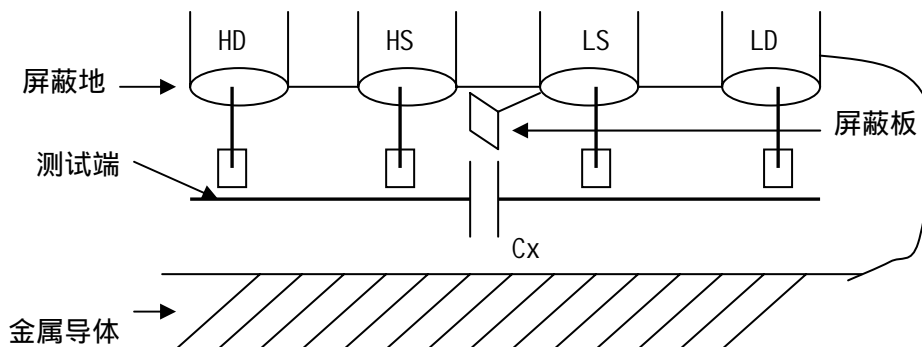


图 5-2 消除杂散电容影响方法示意图

当被测件为高阻抗时(如小电容),杂散电容的影响不能忽略,图 1 表示使用四端测量被测件的例子,图中,  $C_d$  与  $C_x$  并联,当有导体板位于被测件之下时,电容  $C_h$  与  $C_l$  串联后也和  $C_x$  并联,这样会对测量结果产生误差。将一块接地导体放在测试高端和低端,  $C_d$  可以降至最小,同时若把接地端子接至下面导体板,  $C_h$ 、 $C_l$  的影响将会消除。

当被测件为低阻抗时(如小电感、大电容),由于测量线 HD、LD 上有较大电流流过,除了测试端接触电阻的影响外, **测试线之间的电磁耦合成了测量误差的主要来源**,未很好地消除耦合会对测试结果产生意想不到的影响。一般地,接触电阻影响测试阻抗的电阻部分,电磁耦合则影响测试阻抗的电抗部分。本仪器采用**四端对**测试端连接方法,使 HD、LD 中流过的电流与其各屏蔽端流过了大小相等而方向相反的电流,使其产生的磁场相互抵消,更好地消除了相互耦合对测试结果产生的影响。

### 5.3 电感器和变压器的测量

*为对电感器或变压器进行准确可靠的测量,请务必仔细阅读本节内容。*

#### 5.3.1 电感器的正确测量

电感器是由电线环绕一个磁芯所组成,其特性依据使用的磁芯材料而定。要制作电感器,空气可说是最简单的磁芯材料,但由于电感量与所用磁芯的磁导率成正比,空气磁导率极小,由于体积效率的关系,不利于制造电感器,通常使用磁性材料,如铁氧体、高导磁合金、或纯铁体等。

大部分电感器的电感量在使用不同的测量频率和测试信号电平时会有很大的变化。有磁芯的电感器的电感量受磁性材料的磁导率  $\mu$  的影响,磁芯的磁感应强度随流过电感线圈的电流所产生的磁场强度的变化而变化,其变化关系由磁化曲线描述,图 5-3 为一个电感线圈的典型的磁化曲线。

当对磁性材料施加一个静态磁场时,其磁感应强度随着磁场强度(流过电流的大小)的增加而增加, **电感量  $L$  磁导率  $\mu$ ,  $B = \mu H$** ,图 5-4 为  $B$ 、 $H$ 、 $L$  的关系曲线。

在接近坐标原点的初始磁导率区域,磁感应强度缓慢增加,电感器工作在此区域时电感量较小,随后电感量随着流过电感器电流的增加而增加, **当电感器磁芯超过饱和点时,电感量随着电流的增加而急剧减小,在此情况下,测试信号可能已产生失真,仪器的显示读数的稳定性变差,跳动数字增加**。另一方面,磁芯损耗在某点频率上的高频区域将会明显增加,这主要取决于电感器磁芯的材料和结构。

综上所述,电感器的测量结果随测试信号和测量频率的不同将有很大的变化。

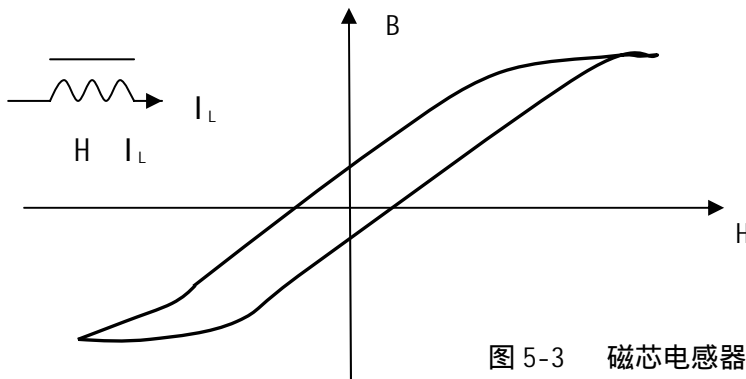


图 5-3 磁芯电感器磁化曲线

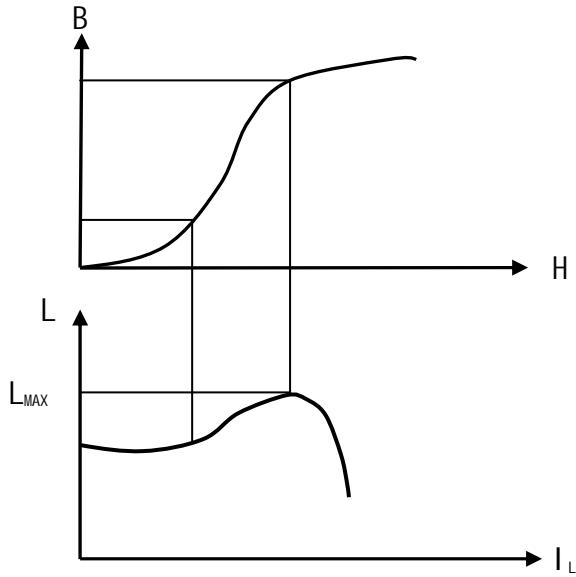


图 5-4 磁场强度、电感量的相互关系图

准确地讲，电感器的测量应尽可能使用小测试电流（即较小的测试电平）。由于不同仪器的测试信号电流的不同，则使用不同测试仪器时可能会得到不同的测试结果，这主要取决于仪器的信号源输出电压和信号源内阻

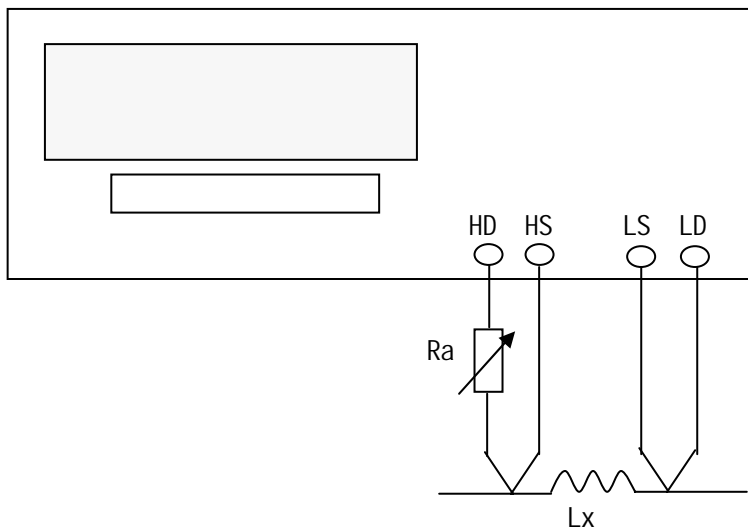


图 5-5 信号源内阻调节示意图

TH2817A 提供  $10\text{mV}_{\text{rms}}-2\text{V}_{\text{rms}}$  以  $10\text{mV}_{\text{rms}}$  步进的测试电平，信号源内阻为 30 和 100 可选。测试电流调节方法如下：

1. 将被测电感器连接于仪器测试端，打开  $V_m/I_m$  开关，设置好测试电平及内阻使电流满足要求。
2. 使用图 5-5 所示的方法用户可自行调整信号源内阻以满足测试电流的要求，以达到不同仪器测试结果的一致性。上图中调节电位器  $R_a$ ，使电流为需要值，此时可将  $R_a$  更换为一固定电阻。用此方法可调节不同仪器测量的一致性。

当向被测电感器施加一高测试信号时，在某些特定的频率上可能无法准确的测量。这是因为铁心材料的非线性，而导致测试信号电流的失真。为了降低铁心材料的非线性而引起的效应，应降低测试信号电平。

### 测试夹具的正确使用。

当金属材料与电感器靠得很近时，来自电感器的漏磁通会在此金属材料内产生涡流。产生涡流的大小与测试夹具的大小和形状均有关系，涡流大小不同，则测量结果也将不同。同时，金属体也会使电感器中的磁通量发生变化，从而使电感量发生变化。**因此，在测量电感器时，应尽可能使被测件远离金属件。**

### Q 值测量的准确度。

一般说来，采用 V/I（电压/电流）法的 LCR 测量仪器的 Q 值测量准确度并不太高，尤其在测量高 Q 值时。仪器 Q 值是以计算来得到的，如  $Q=X/R=1/D$ ，若 Q 值为 100 时，R 值在器件阻抗所占比例较小，则 R 的细微变化将引起 Q 的较大变化，如 R 变化 0.1% 即 D 变化 0.001，则 Q 值将从 100 变化至 91 或 111。

#### 5.3.2 变压器的正确测量

变压器的测量除涉及 5.3.1 所述的电感测试的注意方面外，还需注意下述方面。

TH2817A 没有提供专门的变压器测试功能，但可以根据下述测量得到变压器的一些主要参数。变压器是一种电感量的应用，下图是变压器的主要参数简图。

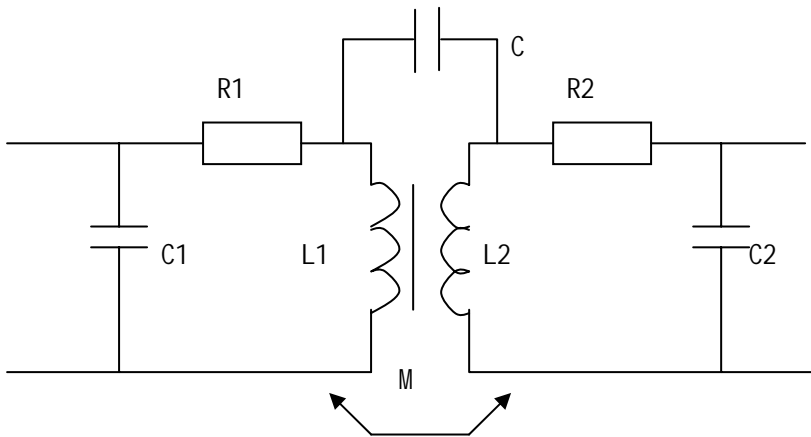


图 5-6 变压器参数

- |             |            |
|-------------|------------|
| 上图中，L1：初级电感 | L2：次级电感    |
| R1：初级磁损与铜损  | R2：次级磁损与铜损 |
| C1：初级极间电容   | C2：次级极间电容  |
| M：初、次级互感    |            |
| C：初、次级电容    |            |

**初、次级电感量的测量：**使用图 5-7 的方法，可直接测量初级电感量 ( $L_1$ ) 和次级电感量 ( $L_2$ )，注意测量时应使其他绕组开路，测量结果包括电容  $C$  的影响。

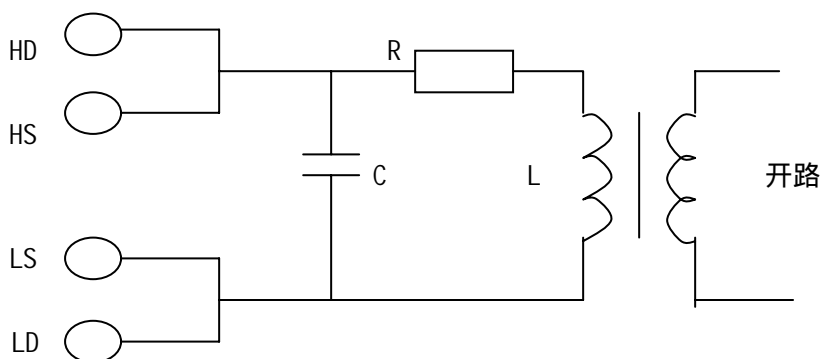


图 5-7 初、次级电感测量

**漏电感的测量：**将次级短路测量初级电感量，可测量得到漏感量。见图 5-8。

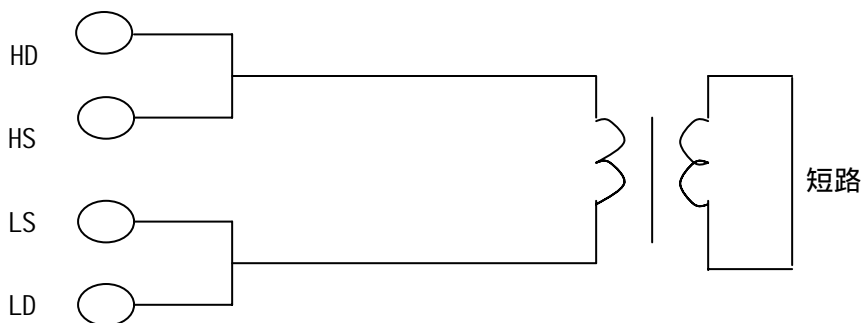


图 5-8 漏电感的测量

**初、次级电容量测量：**按图 5-9 所示连接，可测量初、次级电容量。

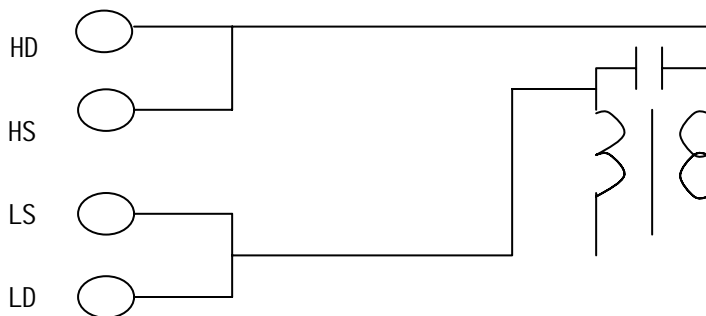


图 5-9 初、次级电容量测量



**互感量的测量：**将变压器如图 5-10 连接，可直接测量互感量，测量时注意同名端的连接。

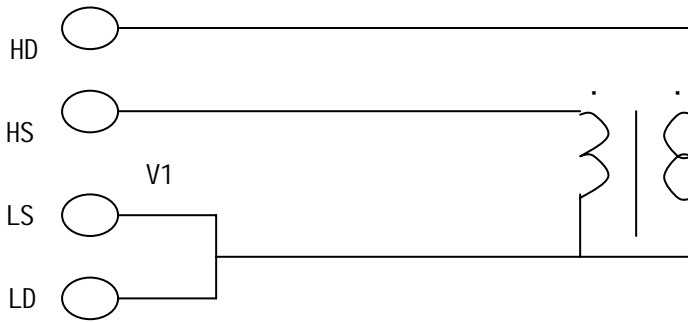


图 5-10 互感量的测量

**匝比的测量：**TH2817A 不能直接进行匝比的测量，需要通过两步来得到匝比。测量时打开电压、电流监视 (Vm/Im)，使显示器显示电压和电流值，首先按照图 5-7 测量初级电压，记录下电压读数 V1，然后 HD 与 LD 不动，将 HS 和 LS 接至次级测量，见图 5-11，记下电压读数 V2，根据  $N = V1/V2$ ，可计算出匝比 N。

测量时，V1、V2 接近时可以使用任何测试电平；当  $V1 > V2$  时，应使用高测试电平；当  $V1 < V2$  时，应使用低测试电平。

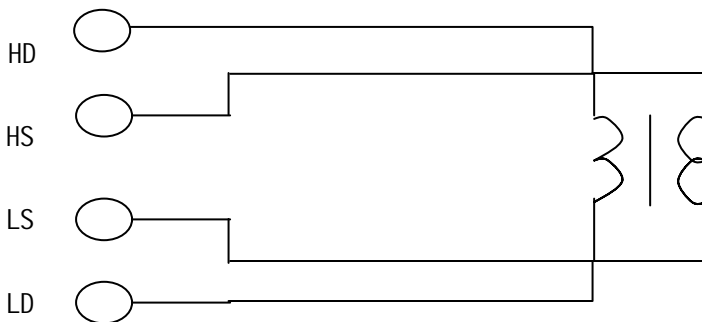


图 5-8 次级电压测量

## 5.4 电容器的正确测量

电容器无论从种类或数量来说均是使用频繁的电子元件，随着电子材料、工艺和使用等方面的发展，一方面电容器朝着大容量、高频率的方向发展，另一方面，由于设备小型化发展的要求，贴片电容器 (SMD 器件) 的使用越来越广，这就要求测量仪器能适应这种不断发展的需要，而如何正确地操作使用测量仪器同样变的越来越重要。

### 5.4.1 电容器的频率依赖性

所有元件都具有频率依赖性，有些电容器的频率依赖较小，而且稳定度好，损耗也小，通常这种电容器可以用来做标准电容器，如空气电容器。而有些电容器随频率的改变其参数会发生急剧的变化，如铝电解电容器。

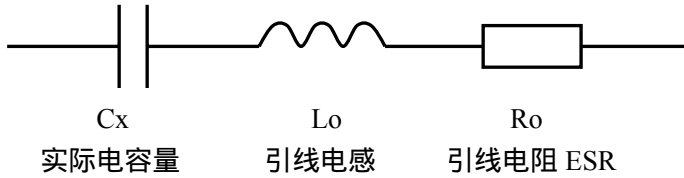


图 5-11 某些电容器的等效电路

图 5-11 表示的为某些电容器的实际等效电路图, 根据此图可得出其阻抗随频率的变化曲线图 5-12。

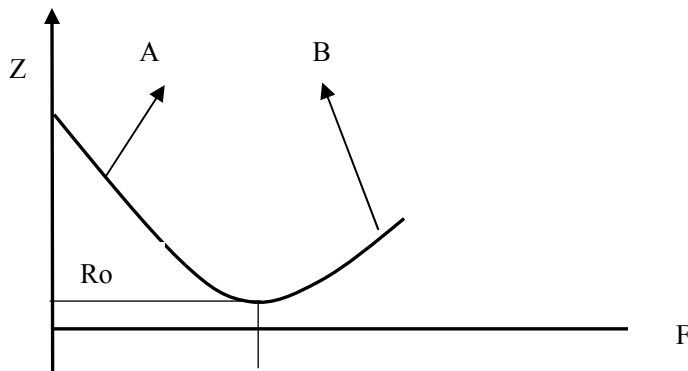


图 5-12 电容器 Z-F 变化曲线

图 5-12 中, 曲线 A 主要由  $C_x$  决定,  $R_o$  为谐振点, 对应的频率  $f_o$  称为电容器的自谐振频率; 曲线 B 主要由  $L_o$  决定, 由此可见, 电容器随着频率的增加, 由容性转化为感性。

所有电容器在高频测量 (如 100kHz) 时由于测试方法的不当, 可能会产生截然不同的结果。因此对电容器进行高频测量时应注意以下几方面的问题:

- A. 使用合适的测量夹具 (如同惠的 TH26001 或 TH26005 和 TH26006), 最好不使用测试电缆;
- B. 稳定 20 分钟后进行短路和开路清“0”, 短路清“0”时应使用随机提供的 TH26010 镀金短路板;
- C. 测量环境条件变化后应重新进行清“0”;
- D. 电容器插入测试夹具时其引脚应插至根部;

#### 5.4.2 关于小损耗 (如云母电容器) 的精确测量

理论上,  $D$  值应恒为正, 当仪器测量损耗  $D$  时,  $D$  值可能会出现负值 (在仪器所允许的测量范围内), 如  $D$  会显示出 -0.00001, 对如此低的损耗可用下述方法进行准确测量。

使用一个损耗已知且阻抗与被测元件接近的器件作为参考, 最好其实际损耗极小, 则正确的被测损耗可计算如下:

$$D_X = D_2 - (D_1 - D_S)$$

式中,  $D_x$  为测试元件的实际值

$D_2$  为测试元件的显示值

$D_1$  为参考元件的显示值

$D_s$  为参考元件的实际值(当该值极小时,可认为 0)

#### 5.4.3 电容器的电平依赖性

正如前文所述的电感器对测试信号的大小有影响,某些电容器的参数也会随着测试电平的变化而变化。测试电平对测试结果影响最大的是陶瓷电容器特别是高 K 的陶瓷电容器,因此对此类电容器测量时应确定该电容器应在何测试电平的条件下进行测量。

#### 5.4.4 SMD 电容器的测量

随着设备小型化要求的增强, SMD 电容器被广泛的得到应用。本公司可以提供适用于 SMD 器件测量的专用测量夹具 TH26009,该夹具是目前国内测量 SMD 元件的最好夹具。

由于 SMD 元件无引线,因此其 ESR(串联等效电阻很小),一般地,对该测量应采用并联等效方式,对超过 1 $\mu$ F 的电容器(如片式电解电容器)仍推荐使用串联等效方式。

对微小电容量的 SMD 器件测量时,对夹具开路清“0”时应特别注意,开路时应将夹具在开路清“0”时的间距调整为与 SMD 器件的宽度相同,否则会引入不合适的清“0”误差。如间距差 1mm,其分布电容可能会有约 0.02pF 的误差。

## 第六章 性能测试

### 6.1 测量准确度

测量准确度包含了测量稳定性、温度系数、线形度、测量重复性等误差。

对仪器测量准确度进行检查时必须在下述条件下进行：

- A. 开机预热时间：20 分钟。
- B. 预热后正确地进行开路、短路清“0”。
- C. 仪器量程工作在“ AUTO ”，以选择正确的测量范围。

#### 6.1.1 Z , Y , L , C , R , X , G , B 的准确度

Z , Y , L , C , R , X , G , B 的准确度  $A_e$  由下式表示：

$$A_e = \pm [A + (K_a + K_b) \times 100] \times K_c \quad [\%]$$

A：基本测量准确度(见图 6-1)

$K_a$ ：阻抗比例因子(见表 6-1)

$K_b$ ：阻抗比例因子(见表 6-1)

$K_c$ ：温度因子(见表 6-2)

L , C , X , B 准确度使用条件： $D_x$  (D 测量值) 0.1

R , G 准确度使用条件： $Q_x$  (Q 测量值) 0.1

当  $D_x > 0.1$ ，对 L , C , X , B 准确度因子  $A_e$  应乘以  $\sqrt{1 + D_x^2}$

当  $Q_x > 0.1$ ，对 R , G 准确度因子  $A_e$  应乘以  $\sqrt{1 + Q_x^2}$

G 的准确度只能在 G-B 测量组合时使用。

#### 6.1.2 D 准确度

D 准确度  $D_e$  由下式给定：

$$D_e = \pm \frac{A_e}{100}$$

上式仅当  $D_x > 0.1$  使用。

当  $D_x > 0.1$ ， $D_e$  应乘以  $(1 + D_x)$

#### 6.1.3 Q 准确度

Q 准确度由下式给定：

$$Q_e = \pm \frac{Q_x \times D_e}{1 \mp Q_x \times D_e}$$

这里， $Q_x$  是被测  $Q$  的值。

$D_e$  是  $D$  的准确度

上式使用条件  $Q_x \times D_e < 1$

#### 6.1.4 准确度

准确度由下式给定：

$$e = \frac{180}{\pi} \times \frac{A_e}{100} \quad [\text{deg}]$$

#### 6.1.5 $R_p$ 准确度

当  $D_x$  (被测  $D$  值)  $> 0.1$  时

$R_p$  准确度由下式给定：

$$R_p = \pm \frac{R_{px} \times D_e}{D_x \mp D_e} \quad [ \quad ]$$

这里， $R_{px}$  是被测  $R_p$  的值[S]。

$D_x$  是被测  $D$  的值[F]。

$D_e$  是  $D$  的准确度。

#### 6.1.6 $R_s$ 准确度

当  $D_x$  (被测  $D$  值)  $> 0.1$  时

$R_s$  准确度由下式给定：

$$R_{se} = X_x \times D_e \quad [ \quad ]$$

$$X_x = 2 \quad fL_x = \frac{1}{2\pi f C_x}$$

这里， $X_x$  是被测  $X$  的值[S]。

$C_x$  是被测  $C$  的值[F]。

$L_x$  是被测  $L$  的值[H]。

$D_e$  是  $D$  的准确度

$F$  是测试频率

## 6.1.7 准确度因子

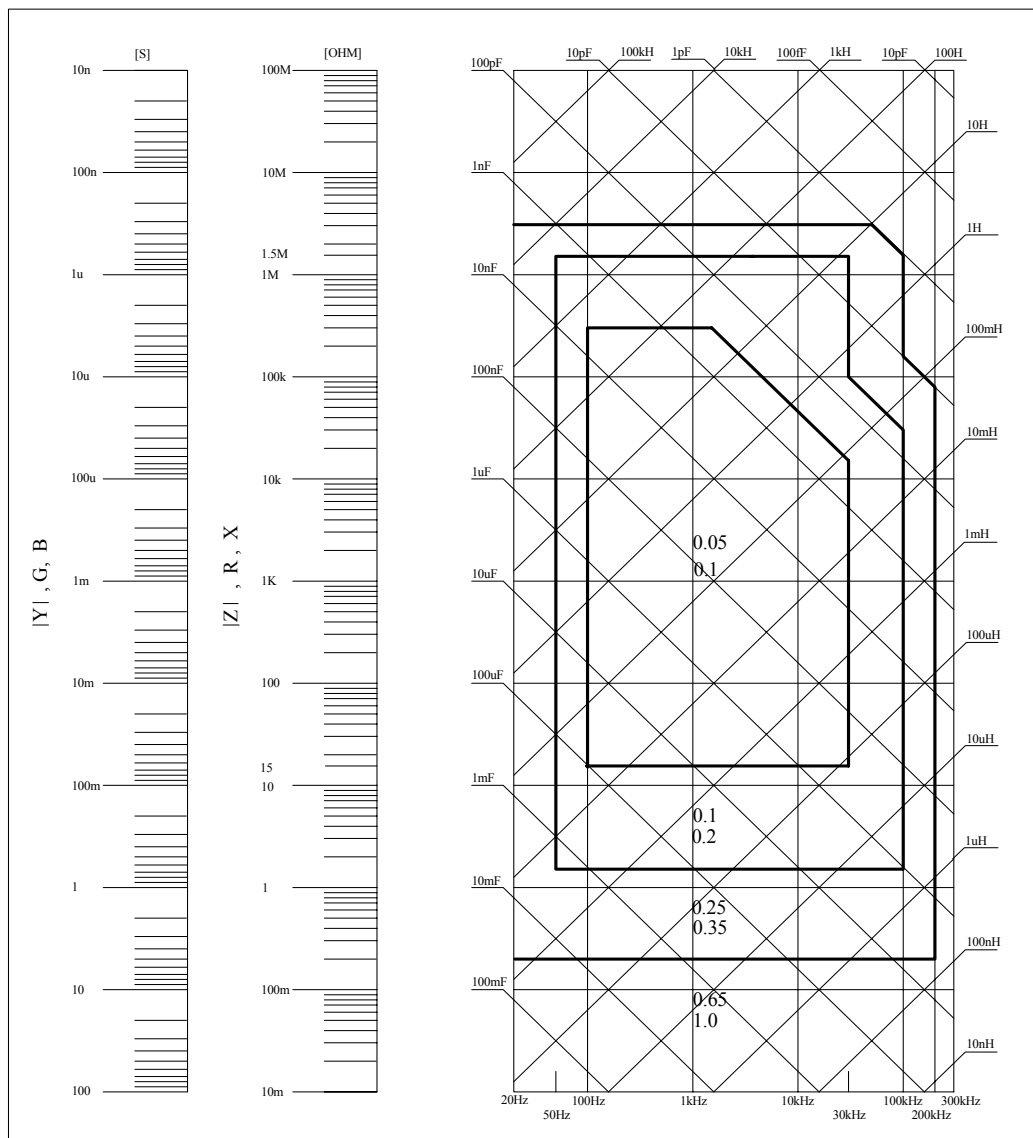


图 6-1 基本测量准确度 A

图 6-1 中，在边界线上，选择较小的值

图 6-1 中，基本准确度 A 值选择方法如下：

0.05 ---- 当  $0.4V_{rms} < V_s < 1.2V_{rms}$ ，测量速度为中速、慢速的 A 值。

0.1 ---- 当  $0.4V_{rms} < V_s < 1.2V_{rms}$ ，测量速度为快速的 A 值。

当  $V_s < 0.4V_{rms}$  或  $V_s > 1.2V_{rms}$  时的 A 值计算方法为：根据当前测量速度选择的 A，然后根据当前测试信号电压选择准确度修正系数  $A_r$ （见图 6-2），A 乘以  $A_r$  得到当前基本测量准确度 A。这里， $V_s$  为测试信号电压。

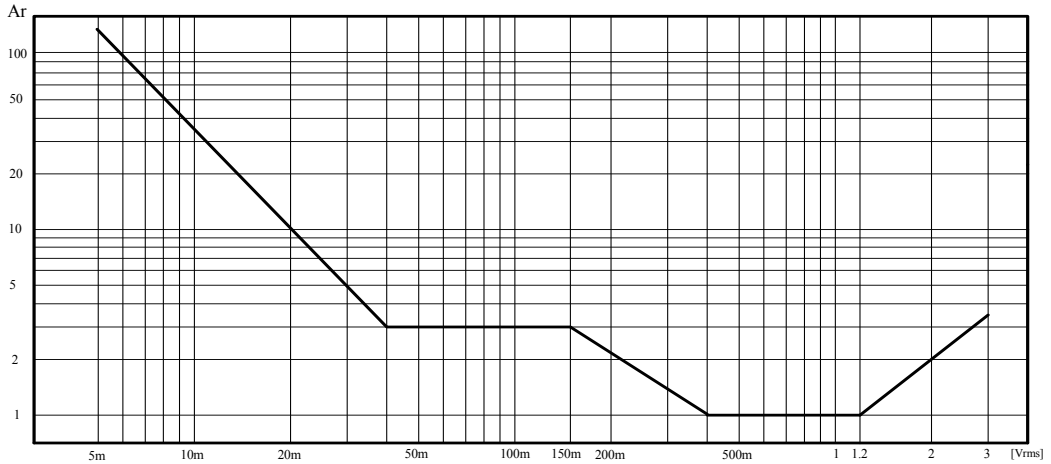


图 6-2 基本准确度修正曲线

表 6-1 阻抗比例因子  $K_a$ 、 $K_b$

速度	频率	$K_a$	$K_b$
中速 慢速	$f_m < 100\text{Hz}$	$(\frac{1 \times 10^{-3}}{ Z_m })(1 + \frac{200}{V_s})(1 + \sqrt{\frac{100}{f_m}})$	$ Z_m (1 \times 10^{-9})(1 + \frac{70}{V_s})(1 + \sqrt{\frac{100}{f_m}})$
	$100\text{Hz} \leq f_m$ $100\text{kHz}$	$(\frac{1 \times 10^{-3}}{ Z_m })(1 + \frac{200}{V_s})$	$ Z_m (1 \times 10^{-9})(1 + \frac{70}{V_s})$
快速	$f_m < 100\text{Hz}$	$(\frac{2.5 \times 10^{-3}}{ Z_m })(1 + \frac{400}{V_s})(1 + \sqrt{\frac{100}{f_m}})$	$ Z_m (2 \times 10^{-9})(1 + \frac{100}{V_s})(1 + \sqrt{\frac{100}{f_m}})$
	$100\text{Hz} \leq f_m$ $100\text{kHz}$	$(\frac{2.5 \times 10^{-3}}{ Z_m })(1 + \frac{400}{V_s})$	$ Z_m (2 \times 10^{-9})(1 + \frac{100}{V_s})$

$f_m$  : 测试频率 [Hz]

被测件阻抗 [ ]

测试信号电压 [ $\text{mV}_{\text{rms}}$ ]

当阻抗小于 500 时使用  $K_a$ ， $K_b$  无效。

当阻抗大于 500 时使用  $K_b$ ， $K_a$  无效。

表 6-2 温度因子  $K_c$

温度 ( )	5	8	18	28	38	
$K_c$	6	4	2	1	2	4

## 6.2 性能测试

各项测试应在 1.2 所述工作条件下进行。本测试只列入仪器主要部分指标的测试，其它部分未列入的参数，用户可根据本手册所列指标在规定条件下进行测试。若发现测试结果超出指标范围，请送至专门的维修部门或制造厂维修。

### 6.2.1 性能测试所用器件及设备

序号	仪器设备名称		技术要求
1	标准电容器	100pF	0.02% 损耗 D 已知
		1000pF	
		10000pF	
		10nF	
		0.1uF	
		1uF	
2	交流 标准电阻器	10Ω	0.02%
		100Ω	
		1kΩ	
		10kΩ	
		100kΩ	
3	标准电感器	100 μ H	0.02%
		1mH	
		10mH	
		100mH	
4	频率计		(0 ~ 1000) MHz
5	数字万用表		0.5%

### 6.2.2 功能检查

仪器各功能键、显示器、端子等应能正常工作，各项功能正确无误。

### 6.2.3 测试信号电平精度测试

将数字万用表置于 AC 电压量程，其中一根测试棒连接到测量仪的 HD 端，另一根测试棒连接到接地端。改变电平为：10mV、20mV、100mV、200mV、1V、2V，读数应符合 2.2.2 的要求。

### 6.2.4 频率精度测试

将频率计接地端与仪器的接地端相连，频率计测试端与仪器测试端 HD 端相连。改变频率为：20Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz，频率计的读数应符合 2.2.1 的要求。



## 6.2.5 电容量 C、损耗 D 精度测试

功能	C <sub>p</sub> -D				
测试频率	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	分别测试
电平	1V				
量程	AUTO				
偏置	无				
速度	慢				

测试前应进行短路和开路清零。接入标准电容器 100pF、1000pF、10000pF、10nF、0.1uF、1uF，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差电容量 C 应在 6.1.1 规定的允许误差范围内，损耗 D 应在 6.1.2 规定的允许误差范围内。

## 6.2.6 电感量 L 精度测试

功能	L <sub>s</sub> -Q				
测试频率	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	分别测试
电平	1V				
量程	AUTO				
偏置	无				
速度	慢				

测试前应进行短路和开路清零。接入标准电感器 100 μH、1mH、10mH、100mH，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差应在 6.1.1 规定的允许误差范围内。

## 6.2.7 阻抗 Z 精度测试

功能	Z-				
测试频率	100Hz	1kHz	10kHz	100kHz	分别测试
电平	1V				
量程	AUTO				
偏置	0V				
速度	慢				

测试前应进行短路和开路清零。接入交流标准电阻器 10Ω、100Ω、1kΩ、10kΩ、100kΩ，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差应在 6.1.1 规定的允许误差范围内。

## 第七章 远程控制

TH2817A 可使用 RS232C 串行接口（标配）或 GPIB 并行接口（选件）进行数据通讯和无仪器面板的远程控制，但二者不可同时使用；它们具有相同的程控命令，但使用不同的硬件配置和通讯协议。本章介绍接口的使用方法，接口命令的使用详见第八章。

### 7.1 RS232C 接口说明

#### 7.1.1 RS232C 接口简介

目前广泛采用的串行通讯标准是 RS-232 标准，也可以叫作异步串行通讯标准，用于实现计算机与计算机之间、计算机与外设之间的数据通讯。RS 为“Recommended Standard”（推荐标准）的英文缩写，232 是标准号，该标准是美国电子工业协会(EIA)1969 年正式公布的标准，它规定每次一位地经一条数据线传送。

大多数串行口的配置通常不是严格基于 RS-232 标准 在每个端口使用 25 芯连接器( IMB AT 使用 9 芯连接器 )的。最常用的 RS-232 信号如表所示：

信号	符号	25 芯连接器引脚号	9 芯连接器引脚号
请求发送	RTS	4	7
清除发送	CTS	5	8
数据设置准备	DSR	6	6
数据载波探测	DCD	8	1
数据终端准备	DTR	20	4
发送数据	TXD	2	3
接收数据	RXD	3	2
接地	GND	7	5

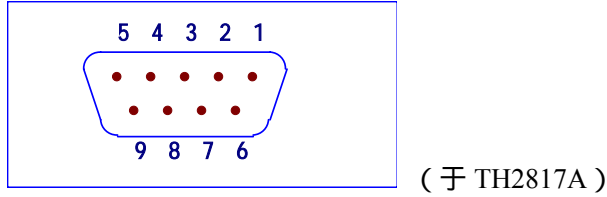
同世界上大多数串行口一样，TH2817A 仪器的串行接口不是严格基于 RS-232 标准的，而是只提供一个最小的子集。如下表：

信号	符号	连接器引脚号
发送数据	TXD	2
接收数据	RXD	3
接地	GND	5

其原因是三条线的运作比五条线或六条的运作要便宜而简单的多，这是使用串行口通讯的最大优点。

注意 TH2817A 的串行口引脚定义与标准 9 芯连接器的引脚定义有所不同。

TH2817A 的 RS232C 连接器使用 9 芯孔式 DB 型插座，引脚顺序如下图所示：



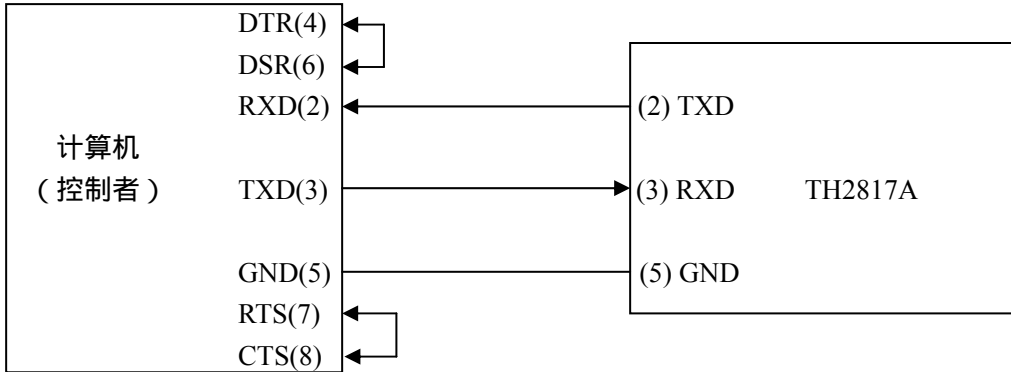
使用标准的 DB 型 9 芯针式插头可以与之直接相连。

**注意：**为避免电气冲击，插拔连接器时，应先关掉电源；

**注意：**请勿随意短接输出端子，或与机壳短接，以免损坏器件。

### 7.1.2 与计算机通讯

- 仪器与计算机连接如图所示：



由上图可以看到，TH2817A 的引脚定义与 IMB AT 兼容机使用的 9 芯连接器串行接口引脚定义有所不同。用户可使用双芯屏蔽线按图示自行制做三线连接电缆（长度应小于 1.5m）或从同惠电子有限公司购买到计算机与 TH2817A 的串行接口电缆线。

自制连接电缆时，注意计算机侧应将 4、6 脚短接，7、8 脚短接。

- 通过串行口使 TH2817A 与计算机通讯时，应首先设置 TH2817A 的总线方式，操作顺序如下：

按 **SYSTEM** 菜单键 → ( **CFG** 软键 ) → 移反白条到 BusMode → **RS232** 软键。

- 串行口主要参数

传输方式	含起始位和停止位的全双工异步通讯
波特率	9600 bps
数据位	8 BIT
停止位	1 BIT
校验	无
结束符	NL (换行符, ASCII 代码 10)
联络方式	软件联络
连接器	DB9 芯

## ■ 软件协议

由于 TH2817A 不使用硬件通讯联络,而 RS232C 串行通讯本身相对较为简单,因此,为减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象,应严格按以下协议编制计算机通讯软件:

命令串语法及格式在“TH2817A 命令参考”中叙述。

主机发送的命令串须以 NL 为结束符,TH2817A 在收到结束符后才开始执行命令串。

TH2817A 每接受到一个字符后,立即将该字符回送给主机,主机只有接收到这个回送字符后才能继续发下一个字符。如接受不到回送字符,可能因素有:

串行口连接故障。

检查仪器是否已打开 RS232 口功能,且 TALK ONLY 未打开。

仪器正在执行总线命令,暂时不能响应串行接受。此时,上一发送字符被仪器忽略,如果要保证命令串的完整,主机应该重发未回送的字符。

TH2817A 仅在下面两种情况下向主机发送信息:

正常接收到主机的命令字符,以该字符回送。

执行查询命令,向主机发送查询结果。

TH2817A 一旦执行到查询命令,将立即发送查询结果,而不管当前命令串是否已全部执行完毕。因此,一个命令串中可以有多次查询,但主机要有相应次数的读结果操作。本协议推荐一个命令串中仅包含一次查询。

查询结果以 ASCII 码字串送出,以 NL (即换行符,ASCII 代码 10) 为结束符。

TH2817A 发送查询结果时,是连续发送的(间隔 1ms),主机应始终处于准备接受的状态,否则可能造成数据的丢失。

主机产生查询后,要保证读空查询结果(接受到 NL 表示结束),以避免查询与回送间的冲突。

对于一些需长时间才能完成的总线命令,如清零等,主机应主动等待,或以响应用户键盘输入确认的方式来同步上一命令的执行,以避免在命令执行过程中下一个命令被忽略或出错。

以 DOS 应用软件编制的通讯软件,则应在支持串行口的纯 DOS 环境下运行,而不应在 WINDOWS 环境下运行。

## ■ 串行接口程序例

以下范例是以 C 语言编制的在纯 DOS 环境下运行的通讯程序,其中的 main 函数可以由用户任意扩展通讯功能,而其它子函数则示例了如何使用串行口进行字串的输入输出。

```
#define PORT 0
#include "dos.h"
#include "stdio.h"
#include "stdlib.h"
#include "ctype.h"
#include "conio.h"
```

```

void port_init( int port,unsigned char code );
int check_stat( int port );          /* read serial port state(16bit) */
void send_port( int port,char c );  /* send a character to serial port */
char read_port( int port );         /* receive a character form serial port */

void string_wr( char *ps );         /* write a string to serial port */
void string_rd( char *ps );        /* read a string from serial port */
char input[256];                   /* query receive bufer */

main()
{ port_init( PORT,0xe3 );/* initialize serial port:baud = 9600,no verify,1 bit stop,8 bit data */

  string_wr( "trig:sour bus;*trg" );
  string_rd( input );
  printf( "\n%s",input );

  string_wr( "freq 10khz" );
  string_wr( "func:imp:type rx::func:smon on" );
  string_wr( "voltage:level 500mv" );
}

/* write string to serial port */
void string_wr( char *ps )
{ char c;
  int m,n;
  while( check_stat(PORT) & 256 ) read_port( PORT );/* read data until null */
  for( ;*ps; )
  { c = 0;
    for( m = 100;m;m-- )
    { send_port( PORT,*ps );
      for( n = 1000;n;n-- )
      { delay( 2 ); /* wait about 2ms, use dos.h libray funtion */
        if( kbhit() && ( getch() == 27 ) ) /* if escape key keypress */
        { printf( "\nE20:Write Canceled!" );
          exit(1);
        }
      }
    }
  }
  if( check_stat(PORT) & 256 )
  { c = read_port( PORT );
    break;
  }
}

```

```

    }
    }
    if( n ) break;
}
if( c == *ps ) ps++;
else
{ printf( "\nE10:Write Echo Error!" );
  exit(1);
}
}
send_port( PORT,'\n' );/* send command end symbol */
delay( 2 );
while( !(check_stat(PORT) & 256) );
read_port( PORT );
}

/* read string from serial port */
void string_rd( char *ps )
{ unsigned char c,i;
  for( i = 0;i < 255;i++ ) /* max read 256 characters */
  { while( !(check_stat(PORT) & 256) ) /* wait serial recieve ready */
    if( kbhit() && (getch() == 27) ) /* if escape key keypress */
    { printf( "\nE21:Read Canceled!" );
      exit(1);
    }
  }

  c = read_port( PORT );
  if( c == '\n' ) break;
  *ps = c;
  ps++;
}
*ps = 0;
}

/* send a character to serial port */
void send_port( int port,char c )
{
  union REGS r;
  r.x.dx = port; /* serial port */
  r.h.ah = 1; /* int14 function1:send character */

```

```

r.h.al = c;          /* character to be sent */
int86( 0x14,&r,&r );
if( r.h.ah & 128 )   /* check ah.7,if set by int86( 0x14,&r,&r ),mean trans error */
{ printf( "\nE00:Serial port send error!" );
  exit(1);
}
}

```

```

/* read a character from serial port */
char read_port( int port )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;    /* serial port */
  r.h.ah = 2;       /* int14 function2:read character */
  int86( 0x14,&r,&r );
  if( r.h.ah & 128 ) /* if ah.7 be set,mean trans error */
  { printf( "\nE01:Serial port read error!" );
    exit(1);
  }
  return r.h.al;
}

```

```

/* check the status of serial port */
int check_stat( int port )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;    /* serial port */
  r.h.ah = 3;       /* int14 function3:read status */
  int86( 0x14,&r,&r );
  return r.x.ax;    /* ax.7 show serial operation, ax.8 show serial recive ready */
}

```

```

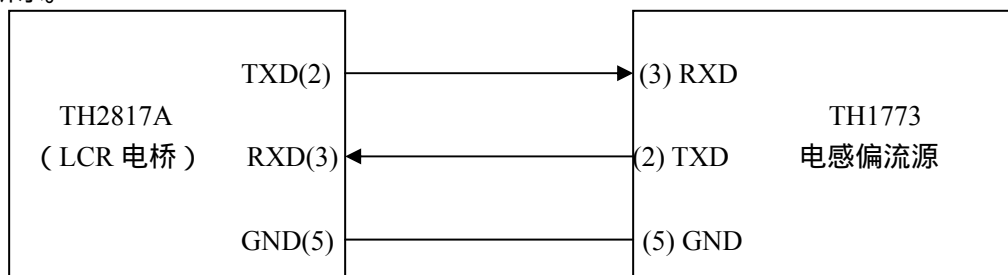
/* initialize the serial port */
void port_init( int port,unsigned char code )
{ union REGS r;
  r.x.dx = port;    /* serial port */
  r.h.ah = 0;       /* int14 function0:initial serial port */
  r.h.al = code;    /* initialization code */
  int86( 0x14,&r,&r );
}

```

### 7.1.3 与电感偏流源通讯

当使用外部可编程偏流源（如 TH1773），可以进行偏流叠加扫描测试，TH2817A 使用 RS232C 接口与偏流源的 RS232C 接口连接，从而实现 LCR 电桥直接控制偏置电流源。

本公司生产的可编程电感偏流源的 RS232C 接口与 TH2817A 一样，也是使用 9 芯 DB 型孔式插座，其引脚定义也是完全一样的，因此连接时要注意 2 脚与 3 脚相互交叉连接。如下图所示。



用户可使用双芯屏蔽线按图示自行制做三线连接电缆（长度应小于 1.5m）或从同惠电子有限公司定制此特殊串行接口电缆线。

注意连接电缆两端均是使用 9 芯 DB 型针式插头。

使用步骤：

TH2817A 只有工作在列表扫描页时，才可以对偏流源进行控制，其它测量页不具备该项控制功能。

用上述电缆将 TH2817A 与偏流源的串行口连接在一起。

将 TH2817A 的总线方式设置到 iBIAS 模式：

按 **SYSTEM** 菜单键 → (CFG 软键) → 移反白条到 BusMode → **iBIAS** 软键。

将偏流源（如 TH1773）的串行口功能设置到 ByLCR 功能（详见具体说明书）。

在列表扫描设置中设置 iBIAS 扫描功能和相应数据，回到列表扫描测量页，就可以进行偏流扫描测试了。

**注意：**应设定好适当的延时，触发方式和扫描方式，以利于实际操作。



## 7.2 GPIB 接口说明

### 7.2.1 GPIB 总线

IEEE488 ( GPIB ) 通用并行总线接口是国际通用的智能仪器总线接口标准。IEEE 为电气与电子工程师学会的英文缩写，488 为标准号。通过该接口可以与计算机或其它智能化设备连接通讯，可以方便地与其它测试仪器一起组成自动测试系统。在同一总线上可以同时连接多台测试仪器。在本仪器中，仪器采用 IEEE488.2 标准，接口板由用户选购。控制指令系统是开放的，用户可以使用产品提供的计算机操作界面，也可自己根据该控制指令系统编程以达到目的。控制指令系统支持仪器绝大多数功能，也就是说，在控制计算机上可以达到仪器几乎所有功能的操作，以实现仪器的远程控制。

使用本仪器 GPIB 系统时，应注意以下几点：

1. 一个总线系统的电缆总长度不应超过 2 米和连接的测试仪器总数的乘积，并且电缆总长不超过 20 米。
2. 同一总线上最多可同时连接 15 台测试仪器。
3. 电缆怎样连接在一起并无限制,但推荐在任一测试仪器上仅叠加 4 个背式接插件。

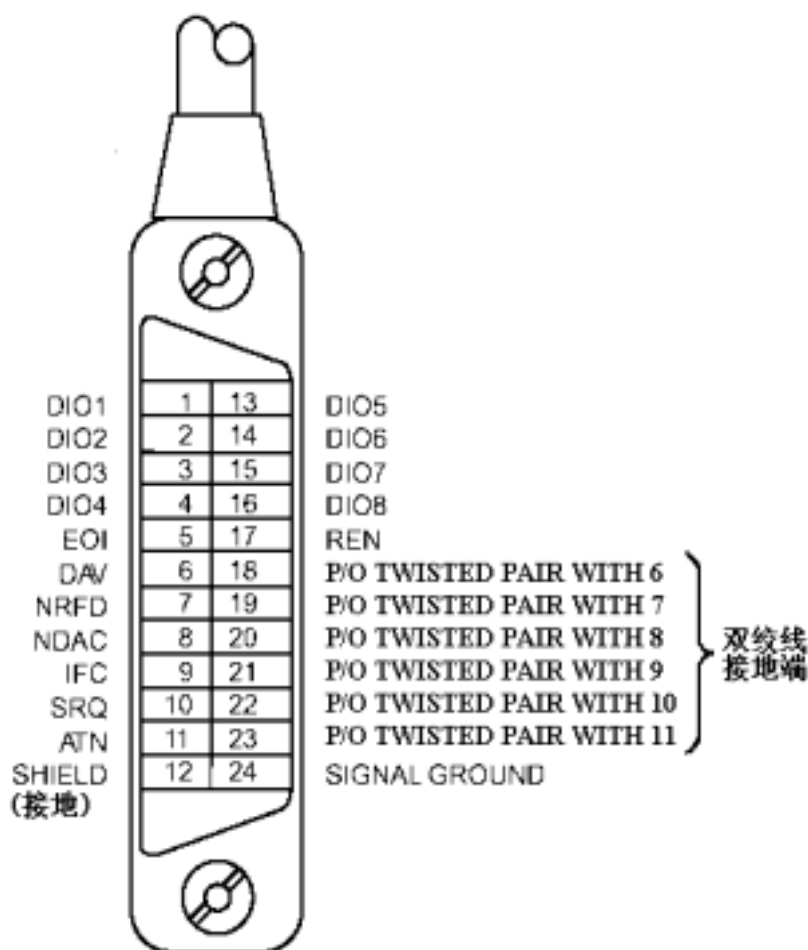


图 7-1 GPIB 接插件/管脚结构图

GPIB 电缆连接法之一：

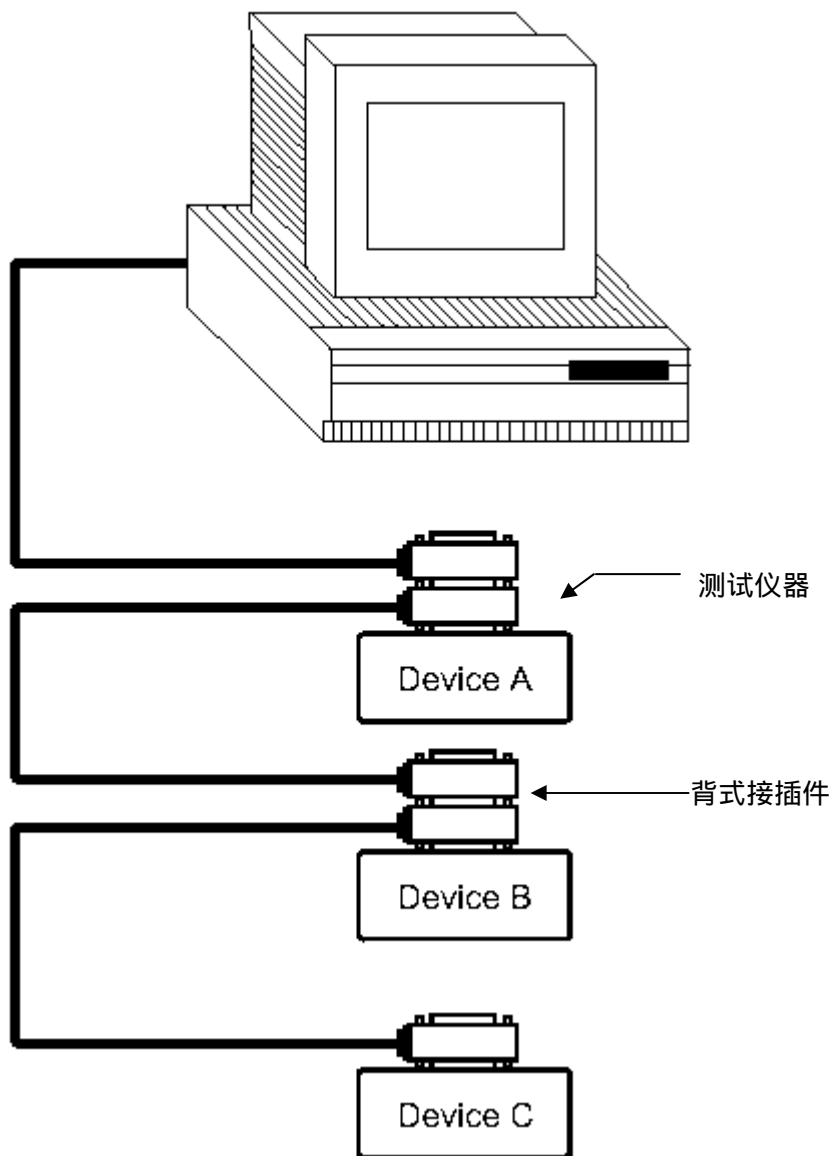


图 7-2 双背式接插件叠加

GPIB 电缆连接法之二：

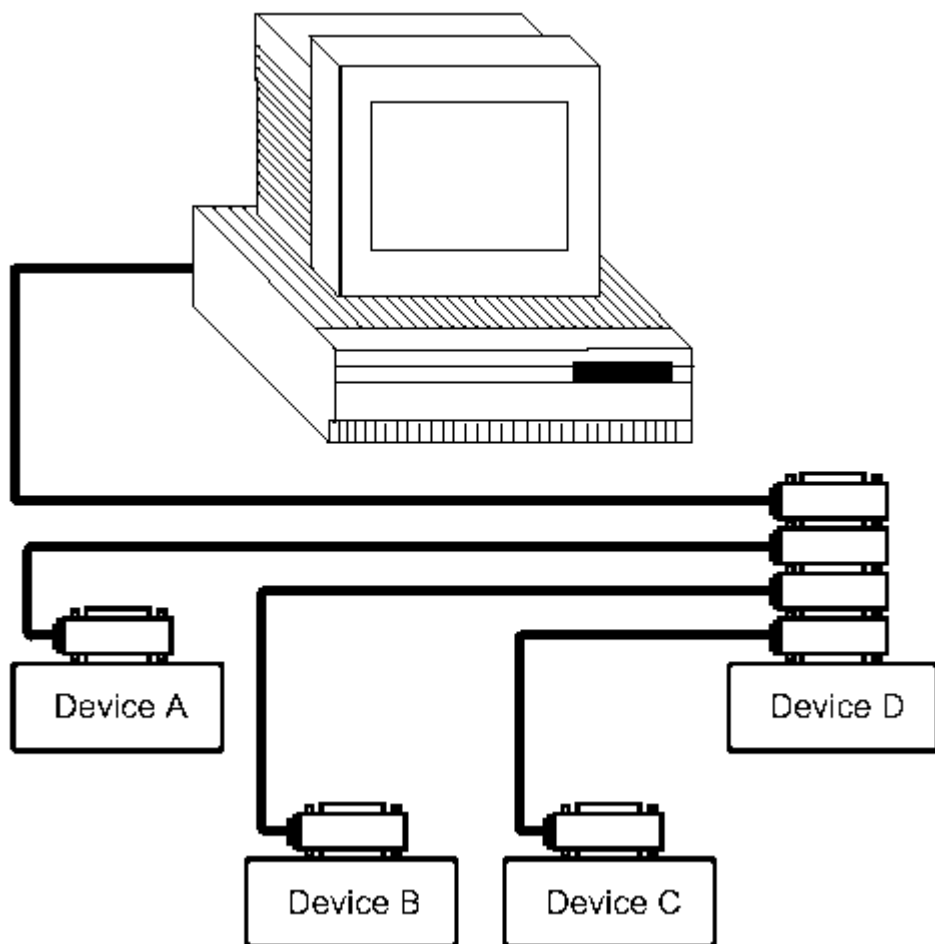


图 7-3 四背式接插件叠加

### 7.2.2 GPIB 功能

TH2817A 提供了除控者外的绝大多数 GPIB 通用功能，参见下表：

代号	功能
SH1	支持全部数据源联络功能
AH1	支持全部受信器联络功能
T5	基本讲功能；只讲功能；MLA 时讲取消；不支持串行点名
L4	基本听功能；MTA 时听取消；无只听功能
RL1	远控/本地功能
DC1	设备清除功能
DT1	设备触发功能
C0	无控者功能
E1	开集电极驱动

### 7.2.3 GPIB 地址

TH2817A 的 GPIB 以单地址方式寻址，没有副地址，可使用 0-30 作为 GPIB 地址，出厂时默认地址为 8，地址值可自动被保存在非易失性存储器中，地址的设置详见第四章中 GPIB ADDR 一节。

### 7.2.4 GPIB 总线功能

TH2817A 可响应以下 GPIB 总线命令：

- 接口清除 (IFC)
- 清除设备 (SDC 或 DCL)

TH2817A 在受到此命令后将清除输入输出缓冲器，GPIB 接口处于准备状态。

- 本地控制 (GTL)

此命令使 TH2817A 返回本地控制，面板上按键处于有效状态。

- 本地封锁 (LLO)

此命令使面板上包括 LOCAL 软键在内的所有按键均不可操作。

执行“本地控制”命令后可解除本地封锁。

- 远程控制 (RMT)

此命令使 TH2817A 进入远控方式，TH2817A 将在面板上显示 LOCAL 软键，按此键可使仪器返回本地，而其它按键在远控状态下均不可操作。

- 触发 (GET)

此命令将产生一次触发，TH2817A 在测量后将测量结果送入输出缓冲器中。

即等同于 SCPI 的 TRIG+FETCh?命令。

可编程仪器标准命令 (SCPI) 的详情参见下一章：命令参考。

## 7.3 数据格式

TH2817A 从接口总线输出测量结果时，以 ASCII 字串的格式传送。在 MeasDisplay 页、BinNo. Disp 页、Bin Count 页的数据格式完全相同（以下称格式 1），而在 List Sweep 页的数据格式（以下称格式 2）与前三个测量页面则略有不同。下面分别予以叙述。

### 7.3.1 格式 1

MeasDisplay 页、BinNo. Disp 页、Bin Count 页的数据格式如图 7-4：

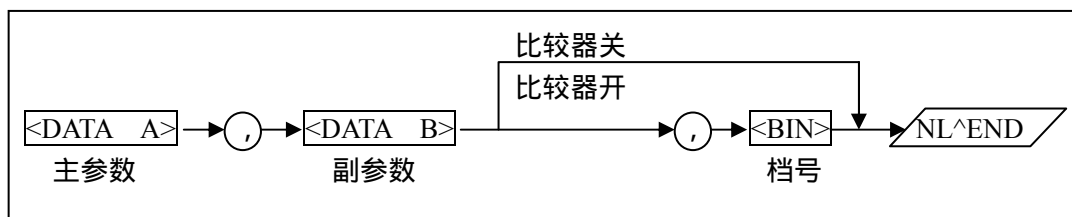


图 7-4 数据格式 1

上图中，“，”号为数据间的分隔符，NL 为换行符，其 ASCII 码为 10，表示字串结束，^END 为 IEEE-488 总线的 EOI（结束）信号，<DATA A>，<DATA B>，<BIN>的格式分述如下：

■ <DATA A>及<DATA B>格式：

<DATA A>为主参数测量值，<DATA B>为副参数测量值，为指数格式的浮点数，用 12 位 ASCII 字符表示，即：

SN.NNNNNESNN (S：+/-，N：0 到 9，E：指数符号；尾数的“+”号省略)

■ <BIN>格式：

<BIN>用以输出分选结果（如果比较器打开的话），是以 ASCII 码表示的整数形式，其意义如下：

数值	分选结果
1	档 1
2	档 2
3	档 3
4	附属档
5	不合格
其它	非法输出

### 7.3.2 格式 2

在 List Sweep 页的数据格式如图 7-5：

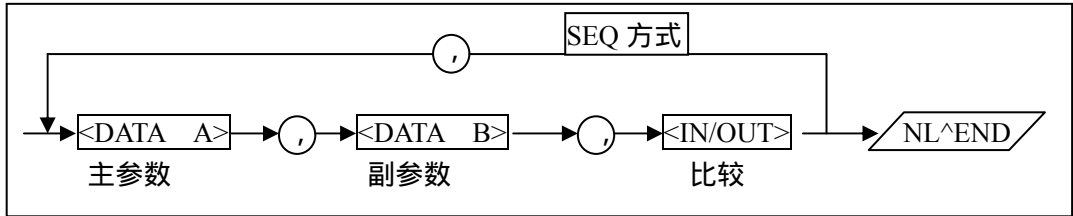


图 7-5 数据格式 2

格式 2 与格式 1 略有区别，其中<DATA A>与<DATA B>的具体细节请参见格式 1，这里对<IN/OUT>即列表扫描的比较结果的输出介绍如下：

■ <IN/OUT>格式：

<IN/OUT>是以 ASCII 表示的整数形式，其意义为：

数值	比较结果
-1	低 (OUT)
0	合格 (IN)
1	高 (OUT)
其它	非法

如果未设置比较，<IN/OUT>的结果为 0 (即合格)；

**注意：**格式 2 中数据重复次数设置的列表扫描点数，TH2817A 的最大扫描点数为 4。

**注意：**如果扫描方式是“STEP”，则没有格式的重复。

## 第八章 命令参考

### 8.1 命令结构

TH2817A 命令分为两种类型： GPIB 公用命令和 SCPI(可编程仪器标准命令)命令。 GPIB 公用命令由 IEEE488.2-1987 标准定义，这些命令适用于所有仪器装置，但 TH2817A 并不支持全部公用命令。 SCPI 命令是树状结构的，最多可以有三层，在这里最高层称为子系统命令。只有选择了子系统命令，该命令下的层才能有效，使用冒号来分隔高层命令和底层命令。例图 1-1。

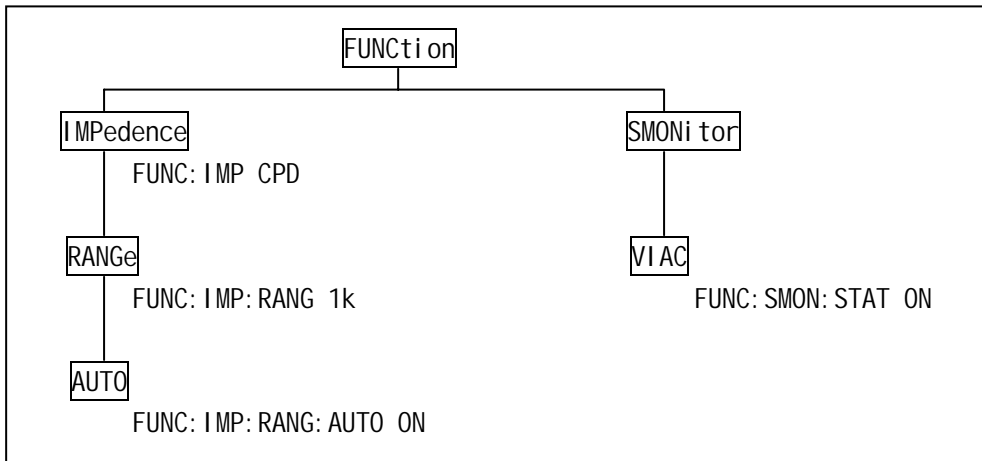


图 8-1 命令树例子

命令结构基本规则：

- 忽略大小写。  
例：FUNC: IMP CPD = func: imp cpd = Func: Imp CpD
- 空格( \_表示空格)不能放在冒号的前后。  
例：☒ FUNC\_: \_IMP CPD → ☑ FUNC: IMP CPD
- 命令可以缩写，也可以全部拼写(在以后的命令叙述中，缩写以大写字母给出)。  
例：FUNCTION: IMPEDANCE CPD = FUNC: IMP CPD
- 命令后紧跟一个问号(?)执行一次对应于该命令的查询。  
例：FUNC: IMP?

分号(;)用来分隔同一命令行上的多重命令，下面是多重命令规则：

- 在一个多重命令行上，使用分号(;)来分隔同一子系统命令下的同层命令。  
例：CORR: SPOT1: STAT ON; FREQ 1KHZ
- 分号(;)作为分隔符，后面紧跟一个冒号(:)，表示从命令树的最高层重新开始命令。  
例：FUNC: IMP CPD; : FUNC: SMON: STAT ON

### 8.2 符号约定与定义

TH2817A 一律以 ASCII 字串在总线上交换数据，包括接收命令及发送查询结果。

NR1 : 整数, 例如: 123

NR2 : 定点数, 例如: 12.3

NR3 : 浮点数, 例如: 12.3E+5

NL : 换行符, 整数 10, 是 TH2817A 字串输入输出的结束符

^END : IEEE-488 总线的 EOI (结束) 信号

< > 尖括号包含的字符表示程序代码参数。

[ ] 方括号表示包含的项目是可选的。方括号加上星号(例如, [, <value>]\*)表示重复包含的项目(<value>)直到最大数。

{ } 当大括号包含几个项目时, 表示只能从中选择一个项目。

## 8.3 命令参考

TH2817A 共有如下子系统命令:

DISPI ay	FREQuency	VOLTage	FUNCTion
LI ST	APER ture	TRIGger	FETCh?
ABORT	CORRection	COMParator	Mass MEMory

TH2817A 共有如下 GPIB 公用命令:

*RST	*TRG	*IDN
------	------	------

### 8.3.1 DISPI ay 子系统命令

DISPI ay 子系统命令主要用于设定仪器的显示页面。图 8-2 是 DISPI ay 子系统命令的命令树结构。

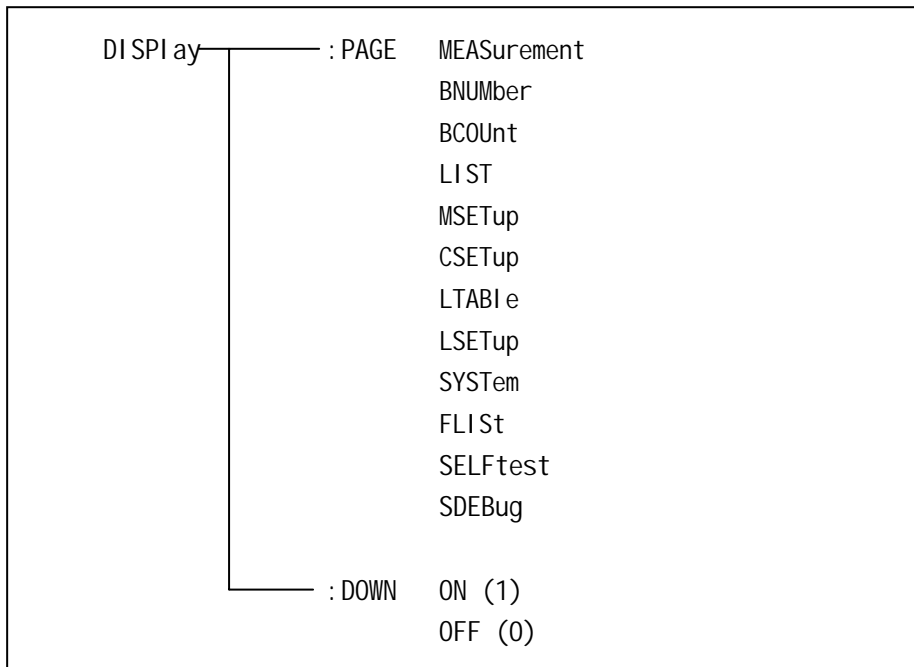


图 8-2 DISPI ay 子系统命令树



:PAGE 设定仪器的显示页面，:PAGE? 可以查询当前 LCD 屏上显示的页面。

命令语法：DISPlay:PAGE <page name>

<page name>具体如下：

MEASurement	设定显示页面至：元件测量显示页面
BNUmber	设定显示页面至：档号显示页面
BCOUnt	设定显示页面至：档计数显示页面
LISt	设定显示页面至：列表扫描显示页面
MSEtup	设定显示页面至：测量设置页面
CSEtup	设定显示页面至：用户校正页面
LTABle	设定显示页面至：极限列表设置页面
LSEtup	设定显示页面至：列表扫描设置页面
SYSTem	设定显示页面至：系统设置页面
FLISt	设定显示页面至：文件列表页面
SELftest	设定显示页面至：自检页面
SDEBug	设定显示页面至：系统调试页面

例如：WrtCmd(“DISP:PAGE MEAS”)，设定显示页面至：元件测量显示页面。

查询语法：DISPlay:PAGE?

查询返回：<page name><NL^END>

<page name>具体如下：

<LcrMeasurement >	表示当前页面为：元件测量显示页面
<Bi nNumber>	表示当前页面为：档号显示页面
<Bi nCount>	表示当前页面为：档计数显示页面
<Li stSweep>	表示当前页面为：列表扫描显示页面
<MeasSetup>	表示当前页面为：测量设置页面
<UserCorrection>	表示当前页面为：用户校正页面
<Li mi tTable>	表示当前页面为：极限列表设置页面
<Li stSetup>	表示当前页面为：列表扫描设置页面
<SystemConfi g>	表示当前页面为：系统设置页面
<Fi leLi st>	表示当前页面为：文件列表页面
<Sel fTest>	表示当前页面为：自检页面
<SystemDebug>	表示当前页面为：系统调试页面

:DOWN 设定元件测量显示页面测量结果的显示字体，:DOWN? 用于返回元件测量显示页面测量结果的显示字体状态。

命令语法：

DISPlay:DOWN  $\left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$

这里：

字符 1 ( 整数 49 ) 与 ON 等价，表示以小字符显示。

字符 0 ( 整数 48 ) 与 OFF 等价，表示以大字符显示。

例如：WrtCmd( “ DISP: DOWN 1 ” )，设定元件测量显示页面测量结果以小字符显示。

查询语法：DISPlay: DOWN?

查询返回：<NR1><NL^END>

### 8.3.2 FREQuency 子系统命令

FREQuency 子系统命令主要用于设定仪器的测试频率，FREQuency? 可以查询当前的测试频率。

命令语法：

$$\text{FREQuency} \left\{ \begin{array}{l} \langle \text{value} \rangle \\ \text{MIN} \\ \text{MAX} \end{array} \right.$$

具体如下：

<value> 可以是 NR1 数据格式或再加 Hz, kHz 后缀的参数，设定的频率应在 TH2817A 支持的 16 个频率点中选择。

MIN 设定测量频率为 50Hz

MAX 设定测量频率为 100kHz

例如：WrtCmd( “ FREQ 1KHZ ” )，设定频率为 1000Hz。

**注意：**如果在列表扫描页，而扫描项又是频率，则不能对频率进行设置。否则将产生 “ 命令不可执行 ” ( Cannot Executed ) 的错误信息。

查询语法： FREQuency ?

查询返回： <NR1><NL^END>

### 8.3.3 VOLTage 子系统命令

VOLTage 子系统命令主要用于设定仪器的测试电平电压和输出内阻，VOLTage? 可以查询当前的测试电平电压。图 8-3 是 VOLTage 子系统命令树。

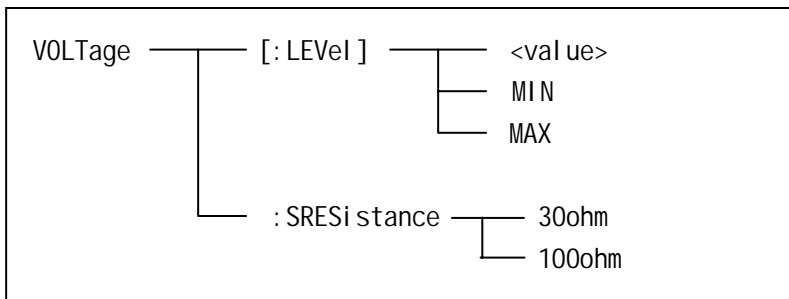


图 8-3 VOLTage 子系统命令树

命令语法：

$$\text{VOLTage[:LEVel]} \left\{ \begin{array}{l} \langle \text{value} \rangle \\ \text{MIN} \\ \text{MAX} \end{array} \right\}$$

具体如下：

$\langle \text{value} \rangle$  可以是 NR1, NR2, NR3 数据格式或再加 V, mV 后缀的参数，设定的电平应 10mV-2V 之间。

MIN 设定测量电平电压为 10mV

MAX 设定测量电平电压为 2V

例如：WrtCmd(“ VOLT 1V ”)；设定电平电压为 1V。

**注意：**如果在列表扫描页，而扫描项又是电平，则不能对电平进行设置。否则将产生“命令不可执行”(Cannot Executed)的错误信息。

查询语法：VOLTage?或 VOLTage:LEVel?

查询返回：<NR3><NL^END>

**:SRESistance** 用于设定仪器的源内阻 (Source Resistance)

命令语法：

$$\text{VOLTage:SRESistance} \left\{ \begin{array}{l} 30\text{ohm} \\ 100\text{ohm} \end{array} \right\}$$

例如：WrtCmd(“ VOLT:SRES 30ohm ”)，设定仪器的输出内阻为 30 OHM  
源内阻无查询功能。

### 8.3.4 FUNCTION 子系统命令

FUNCTION 子系统命令主要用于设定测量参数，量程，监视器开关，和偏差显示的模式选择、标称设定等。图 8-4 是 FUNCTION 子系统命令树。

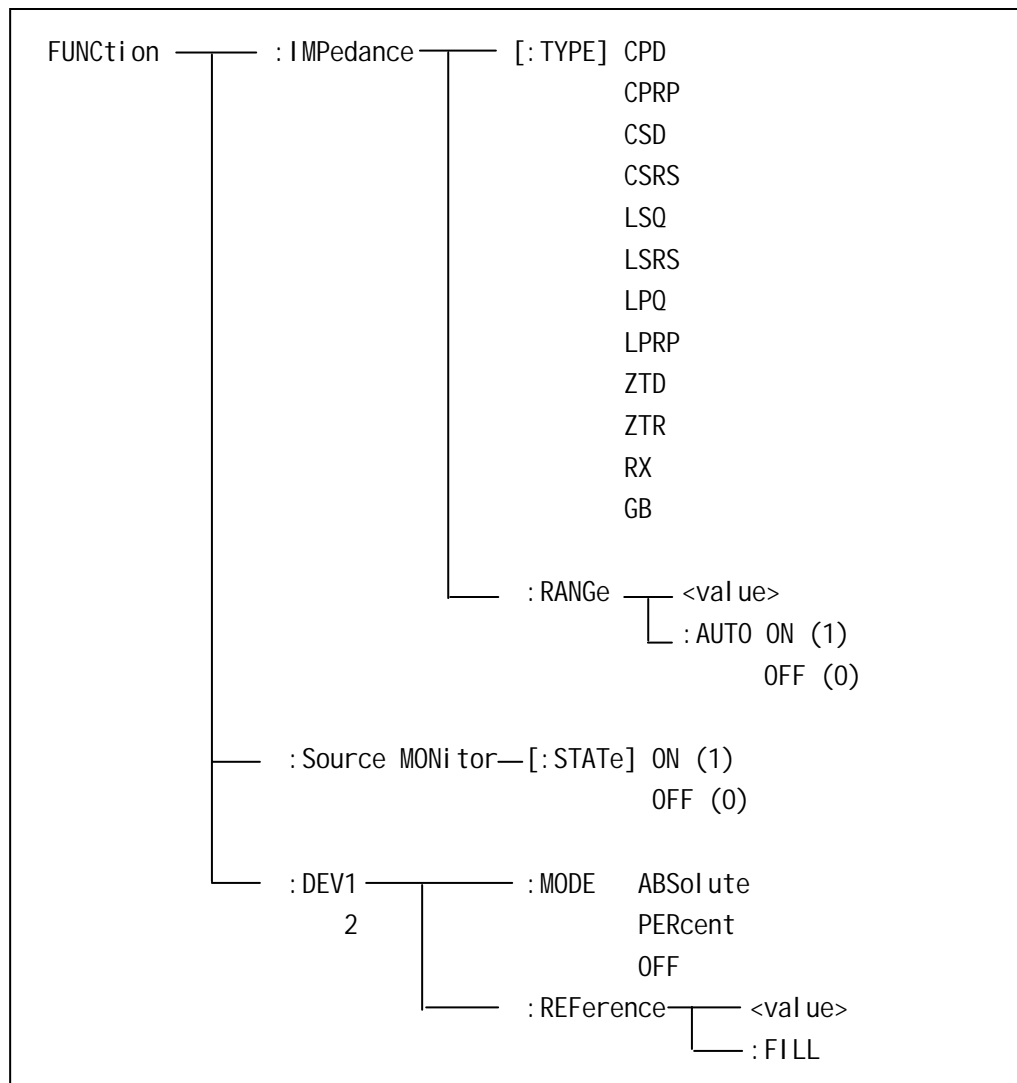


图 8-4 FUNCTION 子系统命令树

**: IMPedance** 用于设定仪器的测量参数，**: IMPedance ?** 查询当前的测量参数。

命令语法：**FUNCTION:IMPedance <function>**

**<function>**具体如下：

CPD	设定测量参数为 Cp-D	LPQ	设定测量参数为 Lp-Q
CPRP	设定测量参数为 Cp-Rp	LPRP	设定测量参数为 Lp-Rp
CSD	设定测量参数为 Cs-D	ZTD	设定测量参数为 Z- °
CSRS	设定测量参数为 Cs-Rs	RX	设定测量参数为 R-X
LSQ	设定测量参数为 Ls-Q	ZTR	设定测量参数为 Z- r
LSRS	设定测量参数为 Ls-Rs	GB	设定测量参数为 G-B

例如：**WrtCmd(" FUNC: IMP RX ")**；用于设定仪器的“功能”参数为 R-X。

查询语法：FUNction:IMPedance?

查询返回：<function><NL^END>

:IMPedance:RANGe 用于设定仪器的量程，:IMPedance:RANGe? 查询当前的量程参数。

命令语法：FUNction:IMPedance:RANGe <value>

这里，<value>可以是 NR1 数据格式或再加 OHM, KOHM 后缀的参数，只能用如下几种：

10 30 100 300 1000 3000 10000 30000 100000

或 10ohm 30ohm 100ohm 300ohm 1kohm 3kohm 10kohm 30kohm 100kohm

其它为非法量程设定，将产生“错误参数”(Error Parameter)信息。

注意：设定量程后，量程即进入锁定 (HOLD) 方式，直至再次改变量程。

例如：WrtCmd(“FUNC:IMP:RANG 1KOHM”)，用于设定仪器的量程为 1kOHM。

查询语法：FUNction:IMPedance:RANGe?

查询返回：<value><NL^END>

这里，<value>是：

10 30 100 300 1000 3000 10000 30000 100000

:IMPedance:RANGe:AUTO 用于设定仪器的量程自动选择方式，:IMPedance:RANGe:AUTO? 查询当前的量程状态。

命令语法：

$$\text{FUNction:IMPedance:RANGe:AUTO} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

字符 1 (整数 49) 与 ON 等价

字符 0 (整数 48) 与 OFF 等价

例如：WrtCmd(“FUNC:IMP:RANG:AUTO ON”)；用于设定仪器的量程为自动。

查询语法：FUNction:IMPedance:RANGe:AUTO?

查询返回：<NR1><NL^END>

:Source MONi tor 用于设定仪器的电压电流监视开关，:Source MONi tor? 可以查询当前的电压电流监视开关状态。

命令语法：

$$\text{FUNction:SMONi tor[:STATe]} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

字符 1 (整数 49) 与 ON 等价

字符 0 (整数 48) 与 OFF 等价

例如：WrtCmd(“ FUNC: SMON ON ”)，用于设定仪器的电压电流监视开关“开”。

查询语法：FUNcti on: SMONi tor ?

查询返回：<NR1><NL^END>

: DEV<n>: MODE 用于设定仪器的偏差测量模式，: DEV<n>: MODE ? 用于返回仪器的偏差测量模式参数。

命令语法：

FUNcti on: DEV<n>: MODE { ABSol ute  
PERCent  
OFF }

这里：

ABSol ute 表示绝对值偏差显示

PERCent 表示百分比偏差显示

OFF 表示 实际测量值直接显示

<n>是：

字符 1(整数 49) 设定主参数的偏差模式

字符 2(整数 50) 设定副参数的偏差模式

例如：WrtCmd(“ FUNC: DEV1: MODE ABS ”)，设定主参数为绝对值偏差模式。

查询语法：FUNcti on: DEV<n>: MODE?

查询返回：{ ABS  
PER  
OFF } <NL^END>

: DEV<n>: REFerence 用于设定仪器的偏差标称值，: DEV<n>: REFerence ? 可以查询当前的偏差标称值。

命令语法：FUNcti on: DEV<n>: REFerence<val ue>

这里：

<val ue>可以是 NR1, NR2, NR3 数据格式或再加 Ma, K, m,  $\mu$ , n, p 后缀的参数。

<n>是：

字符 1(整数 49) 设定主参数的偏差参考值

字符 2(整数 50) 设定副参数的偏差参考值

例如：WrtCmd(“ FUNC: DEV1: REF 10 ”)

查询语法：FUNcti on: DEV<n>: REFerence?

查询返回：<NR3><NL^END>

:DEV<n>:REFerence:FILL 用于设定仪器的偏差参考值,它控制仪器测量一次,然后把主副参数结果复制成偏差参考值。

命令语法: FUNCtion:DEV<n>:REFerence:FILL

这里:

<n>是: 字符 1(整数 49)或字符 2(整数 50)分别设定主参数和副参数的偏差参考值

例如: WrtCmd(“ FUNC:DEV1:REF:FILL ”)

### 8.3.5 LIST 子系统命令

LIST 子系统命令主要用于设定列表扫描测量功能,扫描点的设定,扫描模式的设定,扫描比较极限的设定。图 8-5 是 LIST 子系统命令树。

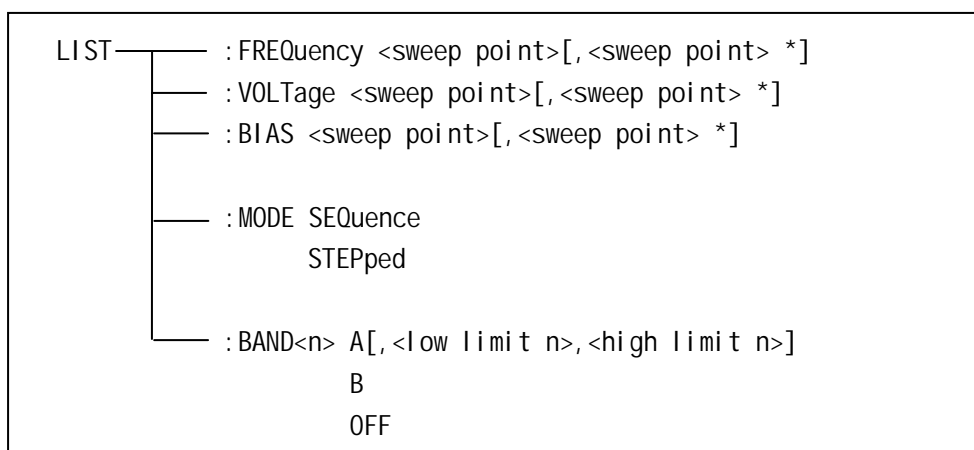


图 8-5 LIST 子系统命令树

:FREQUENCY 用于清除原来的列表扫描并设置扫描项为频率和频率扫描数据。:FREQUENCY? 查询当前各频率扫描点频率。

命令语法: LIST:FREQUENCY <value> [, <value> \*]

**注意: \*部分表示最多 4 个扫描点。**

这里 :<value>为 NR1 数据格式或再加 Hz, kHz 后缀的参数,设定的频率应在 TH2817A 支持的 16 个频率点中选择。

例如: WrtCmd(“ LIST:FREQ 100, 500Hz, 1kHz, 10000 ”) 设扫描点 1 为 100Hz ;  
 设扫描点 2 为 500Hz ;  
 设扫描点 3 为 1KHz ;  
 设扫描点 4 为 10KHz。

查询语法: LIST:FREQUENCY?

查询返回: <NR1>[, <NR1> \*]<NL^END>

**注意：**如果列表扫描中未设定数据，则返回值是“9.9E37”；如果当前扫描参数不是频率，返回结果为错误信息“Data corrupt”（数据混乱）。

:VOLTage 用于清除原来的列表扫描并设定扫描项为电平和电平扫描数据。:VOLTage? 查询当前仪器列表各扫描点测试电平。

命令语法：LIST:VOLTage <value>[, <value> \*]

**注意：**\*部分表示最多 4 个扫描点。

这里：

<value> 为 NR1, NR2 或 NR3 数据格式或再加 mV, V 后缀的参数。

例如：WrtCmd(“LIST:VOLT 1.5”) 设定扫描点 1 为 1.5V 电平

WrtCmd(“LIST:VOLT 1E-2, 2E-2, 3E-2, 4E-2”) 分别设定扫描点 1, 2, 3, 4 电平为 10mV, 20mV, 30mV, 40mV

查询语法：LIST:VOLTage?

查询返回：<NR3>[, <NR3> \*]<NL^END>

**注意：**如果列表扫描中未设定数据，则返回值是“9.9E37”；如果当前扫描参数不是电平，返回结果为错误信息“Data corrupt”（数据混乱）。

:BIAS 用于清除原来的列表扫描并设定扫描项为偏流和偏流扫描数据。:BIAS? 查询当前仪器各扫描点直流偏置电流。

命令语法：LIST:BIAS <value>[, <value> \*]

**注意：**\*部分表示最多 4 个扫描点。

这里：<value>为 NR1, NR2 或 NR3 数据格式或再加 A, mA, uA 后缀的参数，可设定的最大电流为 10A。

例如：WrtCmd(“LIST:BIAS 100mA”) 设扫描点 1 的直流偏置电流为 100mA

WrtCmd(“LIST:BIAS 1E-2, 2E-2, 3E-2, 4E-2”) 分别设扫描点 1, 2, 3, 4 的直流偏置电流为 10mA, 20mA, 30mA, 40mA

查询语法：LIST:BIAS?

查询返回：<NR3>[, <NR3> \*]<NL^END>

**注意：**如果列表扫描中未设定数据，则返回值是“9.9E37”；如果扫描参数项不是偏流，返回结果为错误信息“Data corrupt”（数据混乱）。

**注意：**TH2817A 没有内偏置直流电流源提供，需外接直流偏置电流源。仪器可以和 TH1773 电感偏流源（提供 0-10A 直流电流，需另购）配套使用。

:MODE 用于设定仪器列表扫描模式。:MODE? 用以查询当前仪器列表扫描模式。

命令语法：

LIST:MODE { SEQuence }  
                  { STEPped }



这里：

SEquence	连续模式
STEPped	单步模式

例如：WrtCmd(“LIST:MODE SEQ”)，设定列表扫描模式为连续模式。

查询语法：LIST:MODE?

查询返回：{ SEQ }  
{ STEP } <NL^END>

:BAND<n>用于设定仪器列表扫描点上的极限数据。:BAND<n>? 查询当前的极限数据。

命令语法：LIST:BAND<n><parameter>[,<low limit n>,<high limit n>]

这里：

<n> 1 到 4 (NR1 格式)：第 n 个扫描点

<parameter>: A 用测量结果的主参数与上下限进行比较  
B 用测量结果的副参数与上下限进行比较  
OFF 不进行比较

<low limit n> NR1, NR2 或 NR3 数据格式，第 n 个扫描点下限数据

<high limit n> NR1, NR2 或 NR3 数据格式，第 n 个扫描点上限数据

**注意：如果测量结果是以百分比偏差显示的，则设定的极限数据也是百分比数据！**

例如：WrtCmd(“LIST:BAND1 A, 10, 20”)

WrtCmd(“LIST:BAND3 OFF”)

查询语法：LIST:BAND<n>?

查询返回：<parameter>,<low limit n>,<high limit n>

**注意：如果查询返回的数据是“9.9E37”，表示未设置数据或无实际意义。**

### 8.3.6 APERTure 子系统命令

APERTure 子系统命令主要用于设定测量的速度，测量中使用的平均次数。APERTure? 查询当前的测量速度，测量中使用的平均次数。

命令语法：  
APERTure { SHORT 或 FAST }  
          { MEDi um }  
          { LONG 或 SLOW } [, <value>]

这里：SHORT 或 FAST：快速 25 次/秒。

MEDi um：中速 10 次/秒

LONG 或 SLOW：慢速 2 次/秒

<value> 1 至 256 (NR1) 平均次数。

例如：WrtCmd(“APER MED, 55”)

查询语法：APERture?

查询返回：  $\left. \begin{array}{l} \text{FAST} \\ \text{MED} \\ \text{SLOW} \end{array} \right\}, \langle \text{NR1} \rangle \langle \text{NL} \wedge \text{END} \rangle$

### 8.3.7 TRIGger 子系统命令

TRIGger 子系统命令用于设定仪器的触发模式，触发后的延时，和触发一次测量或列表扫描测量。图 8-6 是 TRIGger 子系统命令树。

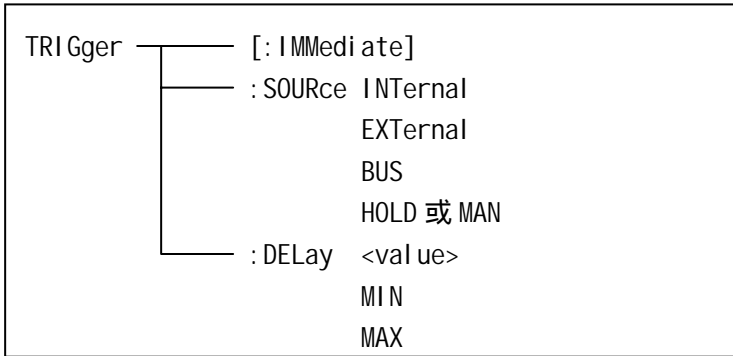


图 8-6 TRIGger 子系统命令树

: IMMEDIATE 用于仪器触发一次测量或一次列表扫描测量。

命令语法：TRIGger[: IMMEDIATE]

例如：WrtCmd(“TRIG”)

**注意：该命令只在测量页面(元件测量显示页面，档号显示页面，档计数页面和列表扫描显示页面)有效。在其他页面上该命令将被忽略。**

: SOURCE 用于设定仪器的触发模式，: SOURCE? 查询当前的触发模式。

命令语法：

TRIGger: SOURCE  $\left\{ \begin{array}{l} \text{INTERNAL} \\ \text{EXTERNAL} \\ \text{BUS} \\ \text{HOLD 或 MAN} \end{array} \right\}$

这里：

INTERNAL 被仪器自动触发，是仪器的默认设置。

EXTERNAL 被 HANDLER 接口触发。

BUS 被 RS232 接口或 GPIB 接口触发。

HOLD 或 MAN 在面板按 TRIGGER 键触发，但按键在远程控制时失效，因此实际无法触发。

例如：WrtCmd(“TRIG: SOUR BUS”)，设定为总线触发。

查询语法：TRIGger: SOURce?

查询返回：

$$\left. \begin{array}{l} \text{INT} \\ \text{EXT} \\ \text{BUS} \\ \text{HOLD} \end{array} \right\} \langle \text{NL}^{\wedge} \text{END} \rangle$$

:DELay 命令用于设定仪器触发后的延时时间，:DELay? 查询当前的延时时间。

命令语法：

$$\text{TRIGger: DELay} \left\{ \begin{array}{l} \langle \text{val ue} \rangle \\ \text{MIN} \\ \text{MAX} \end{array} \right.$$

具体如下：

$\langle \text{val ue} \rangle$  可以是 NR1, NR2, NR3 数据格式或再加 m, ms 后缀的参数，以 1mS 为分辨率的 0—60 秒时间。

MIN 设定延时参数为 0 秒。

MAX 设定延时参数为 60 秒。

例如：WrtCmd(“ TRIG: DEL 5S ”)，设定延时参数为 5 秒。

WrtCmd(“ TRIG: DEL MIN ”)，设定延时参数为 0 秒。

查询语法：TRIGger: DELay?

查询返回：<NR3><NL^END>

### 8.3.8 FETCh?子系统命令

FETCh?子系统命令用于仪器被触发后输出测量结果。图 8-7 是 FETCh? 子系统命令树。

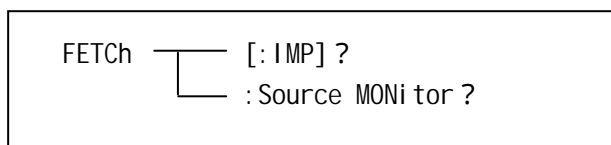


图 8-7 FETCh? 子系统命令树

[:IMP]?命令用于输出仪器最近一次测量的结果。

查询语法：FETCh[:IMP]?

例如：WrtCmd(“ TRIG: SOUR BUS ”)

WrtCmd(“ TRIG ”)

WrtCmd(“ FETC? ”)

查询结果详见第七章“数据格式”一节。

**注意：**该命令只在测量页面(元件测量显示页面，档号显示页面，档计数页面和列表扫描显示页面)有效；在非测量页面，查询结果是“9.9E37,9.9E37”。

**注意：**在列表扫描显示页面，如果扫描方式是“STEP”，则每一个FETC?对应于每一步扫描结果；如果扫描方式是“SEQ”，则一个FETC?对应于一次扫描的全部结果；如果未设定列表扫描数据，查询结果是“9.9E37,9.9E37”。

:Source MONitor? 命令输出最近一次测量的电压电流监视结果。

查询语法：FETCh:SMONitor?

查询返回：<NR3><NL^END>

**注意：**该命令只在测量页面且已打开电压电流监视时有效，否则返回“9.9E37,9.9E37”。

### 8.3.9 ABORt 子系统命令

ABORt?子系统命令用于仪器放弃仪器当前正在进行的一次测量。

命令语法：ABORt

例如：WrtCmd(“ABOR”)

### 8.3.10 CORRecti on 子系统命令

CORRecti on 子系统命令用于设定用户校正参数，包括开路，短路，负载校正的设定。图8-8是CORRecti on 子系统命令树。

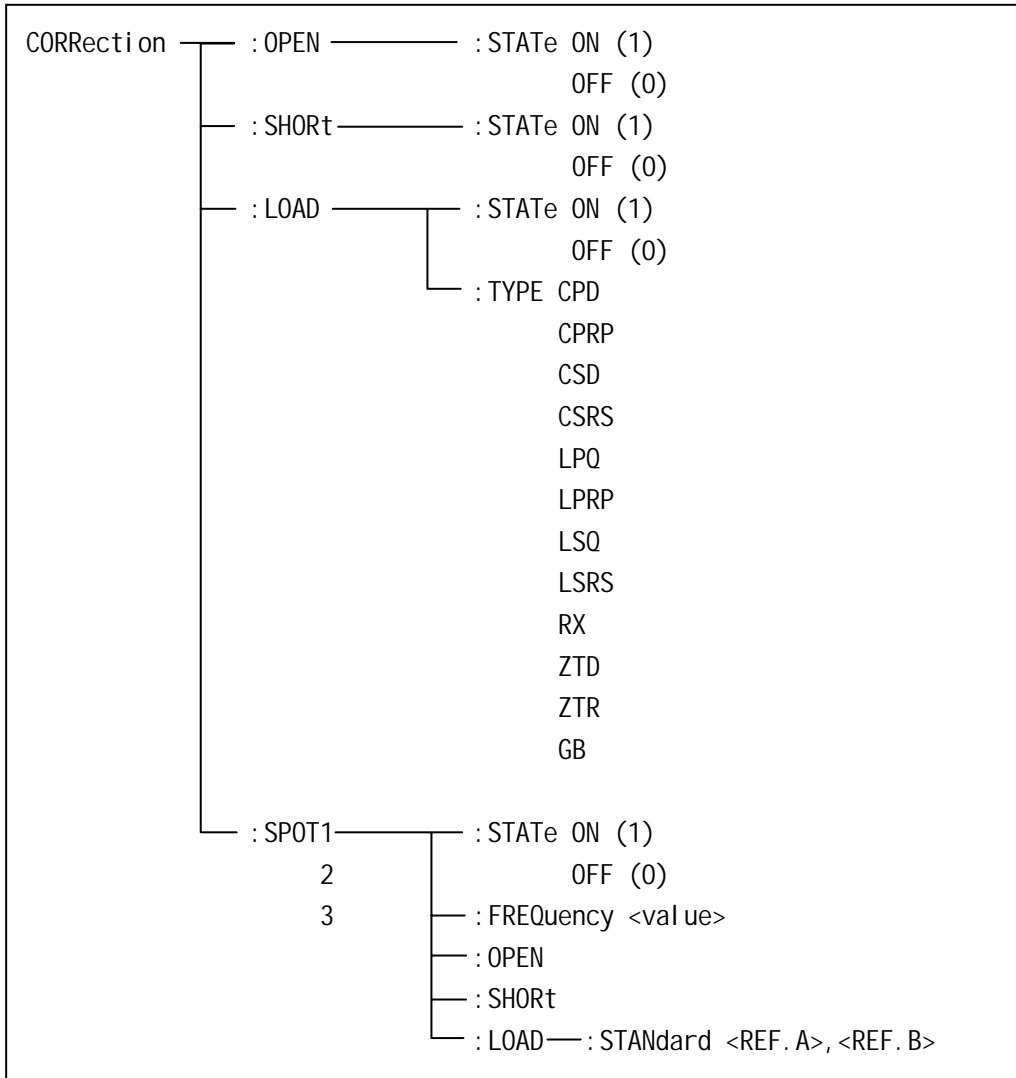


图 8-8 CORRection 子系统命令树

: OPEN 命令对所有 16 个频率点进行开路扫频清零。

命令语法：CORRection: OPEN

例如：WrtCmd(“ CORR: OPEN ”)

**注意：**TH2817A 在执行诸如开路、短路清零等需较长时间才能完成的总线命令时，计算机应暂停向 TH2817A 发送下一命令。在 GPIB 总线上，TH2817A 通过锁定 RFD 可达到在命令完成之前占有总线的目的，但在 RS232C 总线上，在当前命令完成之前，计算机发送的下一命令的首字符将可能被 TH2817A 忽略。详情参见第七章串行协议。

**:OPEN: STATE** 用于设定仪器的开路校正功能，**:OPEN: STATE?** 查询当前仪器的开路校正功能状态。

命令语法：

$$\text{CORRection: OPEN: STATe} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

1 ( 整数 49 ) 允许开路校正，等价 ON

0 ( 整数 48 ) 禁止开路校正，等价 OFF

例如：WrtCmd( " CORR: OPEN: STAT ON " )

查询语法：CORRection: OPEN: STATe?

查询返回：<NR1><NL^END>

**:SHORT** 命令对所有 16 个频率点进行短路扫频清零。

命令语法：CORRection: SHORT

例如：WrtCmd( " CORR: SHOR " )

**:SHORT: STATE** 用于设定仪器短路校正功能，**:SHORT: STATE?** 查询当前的仪器的短路校正状态。

命令语法：

$$\text{CORRection: SHORT: STATe} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

1 ( 整数 49 ) 允许短路校正，等价 ON

0 ( 整数 48 ) 禁止短路校正，等价 OFF

例如：WrtCmd( " CORR: SHOR: STAT ON " )

查询语法：CORRection: SHORT: STATe?

查询返回：<NR1><NL^END>

**:LOAD: STATE** 用于设定仪器负载校正功能，**:LOAD: STATE?** 查询当前的负载校正功能状态。

命令语法：

$$\text{CORRection: LOAD: STATe} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

1 ( 整数 49 ) 允许负载校正，等价 ON

0 ( 整数 48 ) 禁止负载校正, 等价 OFF

例如: WrtCmd( " CORR: LOAD: STAT ON " )

查询语法: CORRection: LOAD: STATE?

查询返回: <NR1><NL^END>

:LOAD: TYPE 用于设定仪器负载校正标称值的测量参数, :LOAD: TYPE? 查询当前标称值的测量参数。

命令语法: CORRection: LOAD: TYPE <function>

<function>具体如下:

CPD	设定测量参数为 Cp-D	LPQ	设定测量参数为 Lp-Q
CPRP	设定测量参数为 Cp-Rp	LPRP	设定测量参数为 Lp-Rp
CSD	设定测量参数为 Cs-D	ZTD	设定测量参数为 Z- $\theta$
CSRS	设定测量参数为 Cs-Rs	RX	设定测量参数为 R-X
LSQ	设定测量参数为 Ls-Q	ZTR	设定测量参数为 Z- $r$
LSRS	设定测量参数为 Ls-Rs	GB	设定测量参数为 G-B

例如: WrtCmd( " CORR: LOAD: TYPE CPD " )

查询语法: CORRection: LOAD: TYPE?

查询返回: <function><NL^END>

:SPOT<n>: STATE 用于设定频率点状态, :SPOT<n>: STATE? 查询当前各频率点( FREQ1、FREQ2 或 FREQ3 ) 的状态。

命令语法:

CORRection: SPOT<n>: STATE  $\left. \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$

这里:

1 ( 整数 49 ) 等价 ON

0 ( 整数 48 ) 等价 OFF

<n>:

1 频率点 1

2 频率点 2

3 频率点 3

例如: WrtCmd( " CORR: SPOT1: STAT ON " )

查询语法: CORRection: SPOT<n>: STATE?

查询返回: <NR1><NL^END>

**: SPOT<n>: FREQuency** 用于设定特定频率点 1, 2, 3 的频率, : SPOT<n>: FREQuency? 查询当前特定频率点的频率。

命令语法: CORRection: SPOT<n>: FREQuency <value>

这里:

<value> 可以是 NR1, NR2 或 NR3 数据格式或再加 HZ、KHZ 后缀的参数

<n>

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 频率点 1 |
| 2 | 频率点 2 |
| 3 | 频率点 3 |

例如: WrtCmd(“ CORR: SPOT1: FREQ 2KHZ ”), 设置频率点 1 为 2KHZ

查询语法: CORRection: SPOT<n>: FREQuency?

查询返回: <frequency><NL^END>

<frequency>如下:

50.0Hz	60.0Hz	100Hz	120Hz
200Hz	400Hz	500Hz	1.0kHz
2.0kHz	4.0kHz	5.0kHz	10kHz
20kHz	40kHz	50kHz	100kHz

**注意: 如果频率点负载校正没打开, 返回值为“ OFF ”。**

**: SPOT<n>: OPEN** 用于对仪器指定频率点 (FREQ1、FREQ2 和 FREQ3) 执行开路校正。

命令语法: CORRection: SPOT<n>: OPEN

这里:

<n>

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 频率点 1 |
| 2 | 频率点 2 |
| 3 | 频率点 3 |

例如: WrtCmd(“ CORR: SPOT1: OPEN ”), 对频率点 1 进行开路校正

**: SPOT<n>: SHORt** 用于对仪器指定频率点 (FREQ1、FREQ2 和 FREQ3) 执行短路校正。

命令语法: CORRection: SPOT<n>: SHORt

这里:

<n>

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 频率点 1 |
| 2 | 频率点 2 |
| 3 | 频率点 3 |

例如: WrtCmd(“ CORR: SPOT1: SHOR ”), 对频率点 1 进行短路校正



**: SPOT<n>: LOAD** 用于对仪器指定频率点 ( FREQ1、FREQ2 和 FREQ3 ) 执行负载测量, 供计算负载校正因子用。

命令语法: CORRection: SPOT<n>: LOAD

这里:

<n>

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 频率点 1 |
| 2 | 频率点 2 |
| 3 | 频率点 3 |

例如: WrtCmd( " CORR: SPOT1: LOAD " ), 对频率点 1 进行负载测量, 并计算负载校正因子。

**: SPOT<n>: LOAD: STANdard** 用于设定指定频率点 ( FREQ1、FREQ2 和 FREQ3 ) 下负载校正的标准参考量。**: SPOT<n>: LOAD: STANdard?** 查询仪器当前指定频率点负载校正的标准参考量。

TH2817A 根据对标准器的测量值和其标准参考值计算校正因子。

命令语法: CORRection: SPOT<n>: LOAD: STANdard <REF. A>, <REF. B>

这里:

<n>

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 频率点 1 |
| 2 | 频率点 2 |
| 3 | 频率点 3 |

<REF. A> 可以是 NR1, NR2 或 NR3 的数据格式, 为主参数的标准参考量

<REF. B> 可以是 NR1, NR2 或 NR3 的数据格式, 为副参数的标准参考量

例如: WrtCmd( " CORR: SPOT1: LAOD: STAN 100. 7, 0. 0002 " )

查询语法: CORRection: SPOT<n>: LOAD: STANdard?

查询返回: <NR3>, <NR3><NL^END>

### 8.3.11 COMParator 子系统命令

COMParator 子系统命令用于设定档比较器参数, 包括比较开关的设定, 极限列表的设定。

图 8-9 是 COMParator 子系统命令树。

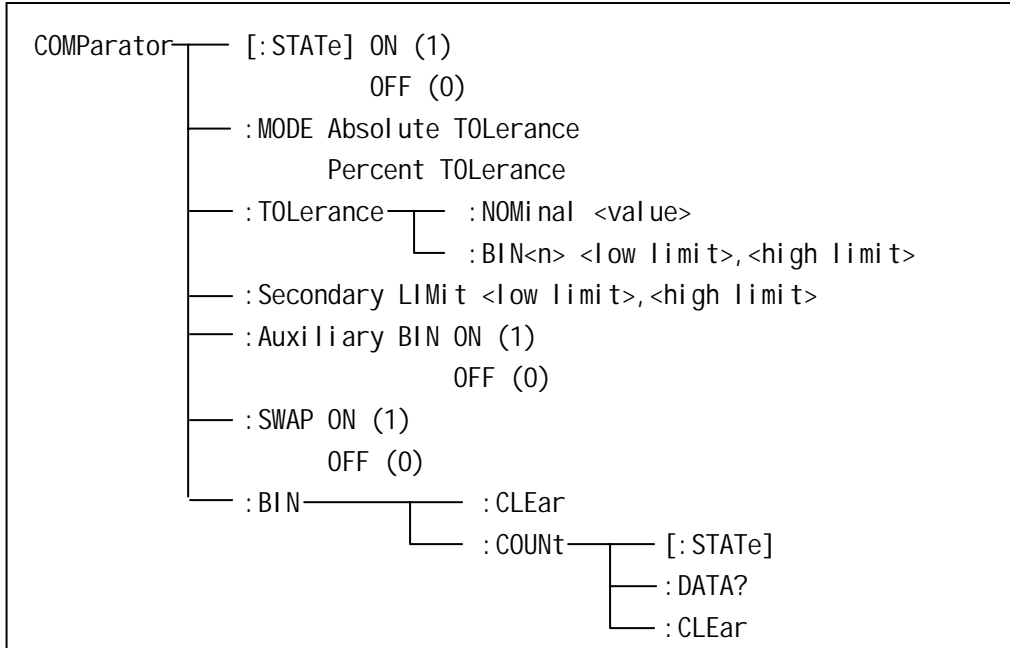


图 8-9 COMParator 子系统命令树

**[:STATe]**用于设定仪器比较功能开启或关闭。**[:STATe]**查询当前比较功能状态。

命令语法：

$$\text{COMParator[:STATe]} \left\{ \begin{array}{l} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

1 (整数 49) 等价 ON

0 (整数 48) 等价 OFF

例如：WrtCmd(“ COMP ON ”)

查询语法：COMParator[:STATe]?

查询返回：<NR1><NL^END>

**:MODE** 用于设定仪器比较功能极限方式，**:MODE?** 查询当前设定的极限方式。

命令语法：

$$\text{COMParator:MODE} \left\{ \begin{array}{l} \text{ATOLerance} \\ \text{PTOLerance} \end{array} \right\}$$

这里：

ATOLerance 设置绝对公差方式

PTOLerance 设置百分比公差方式

例如：WrtCmd(“ COMP:MODE ATOL ”)

查询语法：COMParator:MODE?

查询返回： $\left. \begin{array}{l} \text{ATOL} \\ \text{PTOL} \end{array} \right\} \langle \text{NL}^{\wedge} \text{END} \rangle$

:TOLerance: NOMi nal 用于设定比较器的标称量。:TOLerance: NOMi nal ? 查询当前仪器设定的标称量。

命令语法：COMParator:TOLerance: NOMi nal <val ue>

这里 val ue>为 NR1, NR2 或 NR3 数据格式的标称量。

例如：WrtCmd(“ COMP:TOL:NOM 100E-12 ”)

查询语法：COMParator:TOLerance: NOMi nal ?

查询返回：<NR3><NL^END>

:TOLerance: BIN<n> 用于设定比较器各档上下限极限数值。:TOLerance: BIN<n> ? 查询当前仪器设定各档上下极限数值。

命令语法：COMParator:TOLerance: BIN<n><low limi t>,<high limi t>

这里：

<n> 1 到 4 ( NR1 ): 档号数

<low limi t> NR1, NR2 或 NR3 格式数据：下限数据

<high limi t> NR1, NR2 或 NR3 格式数据：上限数据

**注：下限数据应小于上限数据，否则提示警告信息。**

例如：WrtCmd(“ COMP:TOL:BIN1 -5,5 ”)

WrtCmd(“ COMP:TOL:BIN2 -10,10 ”)

查询语法：COMParator:TOLerance: BIN<n>?

查询返回：<low limi t>,<high limi t><NL^END>

low limi t, high limi t 是 NR3 数据格式。

**注意：如果未设定上下极限数据，返回“ 9.9E37,9.9E37 ”。**

:Secondary LIMi t 用于设定仪器比较功能副参数上下限数值。:Secondary LIMi t ? 查询仪器当前副参数上下限数值。

命令语法：COMParator:SLIMi t <low limi t>,<high limi t>

这里：

<low limi t> 为 NR1, NR2 或 NR3 格式数据，为下限数值

<high limi t> 为 NR1, NR2 或 NR3 格式数据，为上限数值

**注：上限应大于下限，否则提示警告信息。**

例如：WrtCmd(“COMP:SLIM 0.001,0.002”)

查询语法：COMParator:SLIMit?

查询返回：<NR3>, <NR3><NL^END>

**注意：如果有一极限数据未设定，返回“9.9E37”。**

**:Auxiliary BIN** 用于设定档计数附属档开关。:Auxiliary BIN? 查询仪器当前附属档开关情况。

命令语法：

$$\text{COMParator:Auxiliary BIN} \left\{ \begin{array}{c} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

0(整数 48) 等价 OFF

1(整数 49) 等价 ON

例如：WrtCmd(“COMP:ABIN ON”)

查询语法：COMParator:Auxiliary BIN?

查询返回：<NR1><NL^END>

**:SWAP** 用于设定主副参数对调比较模式开关，例如：测量参数：Cp-D, 选择 SWAP 模式为 ON, 则测量参数变为 D-Cp, 此时 1-3 档参数极限设置变为设定 D 的上下限, 2nd 档设置 Cp 极限。亦即选择 ON, 则主副参数进行对调比较; 反之, 选择 OFF, 按原顺序比较。:SWAP? 查询当前仪器设定主副参数对调比较模式开关情况。

命令语法：

$$\text{COMParator:SWAP} \left\{ \begin{array}{c} \text{ON} \\ \text{OFF} \\ 1 \\ 0 \end{array} \right\}$$

这里：

0(整数 48) 等价 ON

1(整数 49) 等价 OFF

例如：WrtCmd(“COMP:SWAP ON”)

查询语法：COMParator:SWAP?

查询返回：<NR1><NL^END>

**:BIN:CLEar** 用于清除极限列表中设置的各档极限数据。

命令语法：COMParator:BIN:CLEar

例如：WrtCmd(“COMP:BIN:CLE”)

**: BIN: COUNT[: STATE]**用于设定档计数功能开关 ( ON/OFF ), **: BIN: COUNT[: STATE] ?** 查询当前仪器设定档计数开关情况。

命令语法 :

```

COMParator: BIN: COUNT[: STATE] { ON
                                   OFF
                                   1
                                   0 }
    
```

这里 :

0 ( 整数 48 )      等价 OFF

1 ( 整数 49 )      等价 ON

例如 : WrtCmd( " COMP: BIN: COUN ON " )

查询语法 : COMParator: BIN: COUNT[STATE]?

查询返回 : <NR1><NL^END>

**: BIN: COUNT: DATA?**查询档计数比较结果。

查询语法 : COMParator: BIN: COUNT: DATA?

查询返回 : <BIN1 count>, <BIN2 count> , <BIN3 count>, <AUX BIN count>,  
 < OUT OF BIN count><NL^END>

这里 :

<BIN1-3 count>      NR1 数据格式 , 为 1-9 档的计数结果

<AUX BIN count>      NR1 数据格式 , 为附属档的计数结果

<OUT OF BIN count> NR1 数据格式 , 为超差档的计数结果

**: BIN COUNT: CLEAr** 用于清除所有档计数结果。

命令语法 : COMParator: BIN: COUNT: CLEAr

例如 : WrtCmd( " COMP: BIN: COUN: CLE " )

### 8.3.12 Mass MEMOrY 子系统命令

Mass MEMOrY 子系统命令集用于文件的保存与加载。图 8-10 是 Mass MEMOrY 子系统命令树。

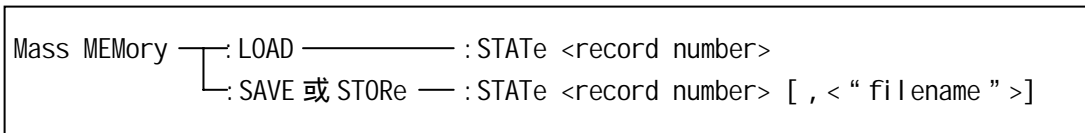


图 8-10 Mass MEMOrY 子系统命令树

**: LOAD: STATE** 命令用于加载已保存的文件。

命令语法 : MMEOrY: LOAD: STATE <val ue>

这里：

<value> 0 到 11 (NR1) 的文件序号。

例如：WrtCmd(“MMEM:LOAD:STAT 1”)

**:SAVE:STATE 或 STORE:STATE** 命令用于保存当前仪器的设置到一个文件。

命令语法：MMEMory:STOR:STATe <value> [,<“filename”>]

这里：

<value> 0 到 11 (NR1) 的文件序号。

<“filename”> 要保存的文件名，可用 18 个以内的 ASCII 字符表示，注意要用引号将文件名括起来。

例如：WrtCmd(“MMEM:STOR:STAT 1,“#TH2817A\*””)

### 8.3.13 公用命令

**\*RST** 命令用于复位仪器。

命令语法：\*RST

例如：WrtCmd(“\*RST”)

**\*TRG** 命令用于触发仪器测量，并将测量结果写入输出缓冲器中。即等同于 TRIG+FETCh?命令。

命令语法：\*TRG

在非测量页面，触发被忽略，同时 TH2817A 返回的测量结果是“9.9E37,9.9E37”。

例如：WrtCmd(“\*TRG”)

**\*IDN?** 命令用于查询返回仪器信息。

查询语法：\*IDN?

查询返回：<product>,<version><NL^END>

这里：

<product> TH2817A Precision LCR Meter

<version> 软件版本号

## 第九章 分选接口使用说明

### 9.1 基本信息

TH2817A 向用户提供了功能强大的 Handler 接口，该接口主要用于仪器分选结果的输出。当仪器使用于自动元件分选测试系统中时，该接口提供与系统的联络信号和分选结果输出信号。联络信号包括 TRIG（测试启动）、EOM（测试结束）、IDX（模拟测量完成）三种信号，分选结果输出对应比较器的 3 档输出，不合格时还有更详尽的主参数偏高（PHI）、主参数偏低（PLO）和副参数不合格（SREJ）信号输出。使用这些信号，TH2817A 可以方便的和系统控制器组成自动测试系统，进行元器件的测试、分选和质量控制，从而提高生产效率。

#### 技术说明

表 9-1 显示了 TH2817A HANDLER 接口技术说明。

<p>输出信号：内置上拉电阻的集电极输出，低电平有效，光电隔离</p> <p>输出判别：</p> <p>    比较功能：档号，超差和不合格信号</p> <p>    列表扫描比较功能：各扫描点的 IN/OUT 和一次扫描后的 PASS/FAIL 信号</p> <p>    IDX：模拟测量完成，即 A/D 转换结束</p> <p>    EOM：全部测量完成，档比较不包含显示时间，列表扫描含显示时间</p> <p>输入信号：光电隔离</p> <p>    外部触发：脉宽 1 <math>\mu</math>S，低电平有效，驱动电流 10mA</p>
--

表 9-1 技术说明

### 9.2 操作说明

这一节介绍一些信息，包括接口信号线及电气特征描述以及使用 Handler 接口的必要性。

#### 9.2.1 信号线定义

HANDLER 接口使用三种信号：比较输出、控制输入及控制输出。比较功能和列表扫描比较功能信号线分别被定义成不同的比较输出信号和控制输入信号。以下为当使用档比较功能和列表扫描比较功能时 HANDLER 接口信号定义。

##### 9.2.1.1 档比较功能信号线

档比较功能信号定义如下：

- 比较输出信号：

/BIN1 - /BIN3（三档合格），/AUX（附属档），/OUT（不合格档），/PHI（主参数偏高），/PLO（主参数偏低），/SREJ（副参数不合格）。见图 9-1。

- 控制输出信号：  
/IDX (模拟测量完成信号), /EOM (测量结束及比较数据有效信号)。
- 控制输出信号：  
/TRIG(外部触发信号)。

以上各接点分配及简要描述见表 9-2 和图 9-2。时序图见图 9-3。

表 9-2 档比较功能信号接点分配一览表(1/2)：

管脚号	信号名	描述
1	/BIN1	分档结果 (其中/BIN4-/BIN9 在 TH2817A 中未使用) 所有输出都是内置上拉电阻的集电极输出。
2	/BIN2	
3	/BIN3	
4	/BIN4	
5	/BIN5	
6	/BIN6	
7	/BIN7	
8	/BIN8	
9	/BIN9	
10	/OUT	
11	/AUX	
12	/TRIG	外部触发： 当触发模式设为 EXT (外部触发) 时，该管脚使用上升沿脉冲触发 TH2817A。
13	/TRIG	
14	EXV2	外部直流电压 2： 为控制信号 (/TRIG、/IDX、/EOM)提供直流电压，通过跳线可以使用内部电压。
15	EXV2	
16	VCC	内部提供直流电压
17	VCC	
18	VCC	
19	/PHI	主参数偏高： 测量结果比 BIN1 到 BIN3 中上限数值大。(见图 9-1)
20	/PLO	主参数偏低： 测量结果比 BIN1 到 BIN3 中下限数值小。(见图 9-1)
21	/SREJ	副参数不合格： 测量结果不在副参数上下限范围内。(见图 9-1)
22	NC	未连接
23	NC	未连接
24	NC	未连接

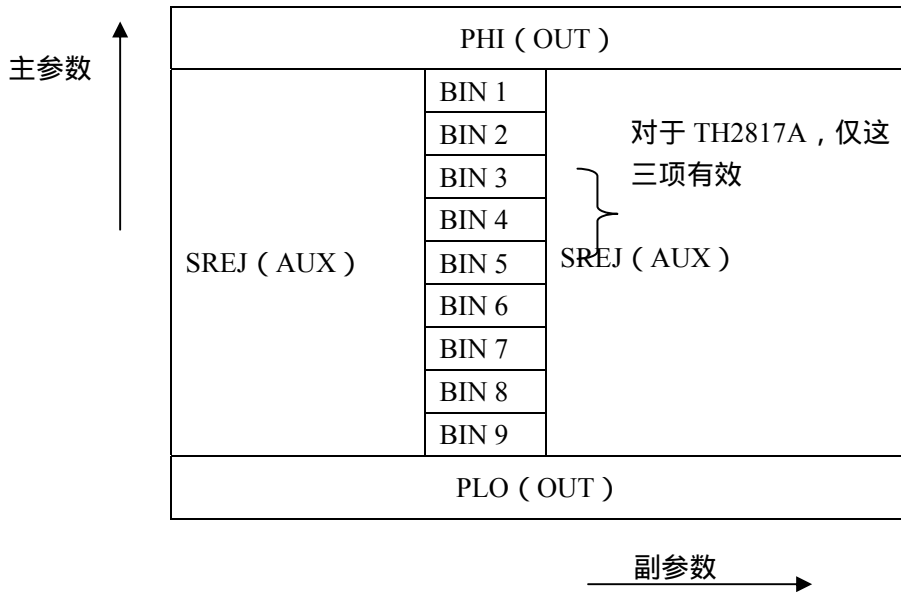


表 9-2 档比较功能信号接点分配一览表(2/2) :

管脚号	信号名	描述
25	NC	未连接
26	NC	未连接
27	EXV1	外部直流电压： 为输出信号/BIN1-/BIN3, /AUX, /OUT, /PHI, /PLO, /SREJ 提供直流电压。可以通过跳线使用内部电压。
28	EXV1	
29	NC	未连接
30	/IDX	模拟测量完成时即 A/D 转换结束后/IDX 信号有效，此信号可用于驱动下一元件进入待测位置，然而，测量数据等到/EOM 有效时才是有效的。（见图 9-3）
31	/EOM	测量结束（End Of Measurement）： 当测量数据和比较结果有效时该信号有效。（见图 9-3）
32	COM2	与 EXV2 公用的参考地。
33	COM2	
34	COM1	与 EXV1 公用的参考地。
35	COM1	
36	COM1	

在表中，“/”表示信号低电平有效

图 9-1 档比较功能/PHI, /PLO, /SREJ 信号区域示例



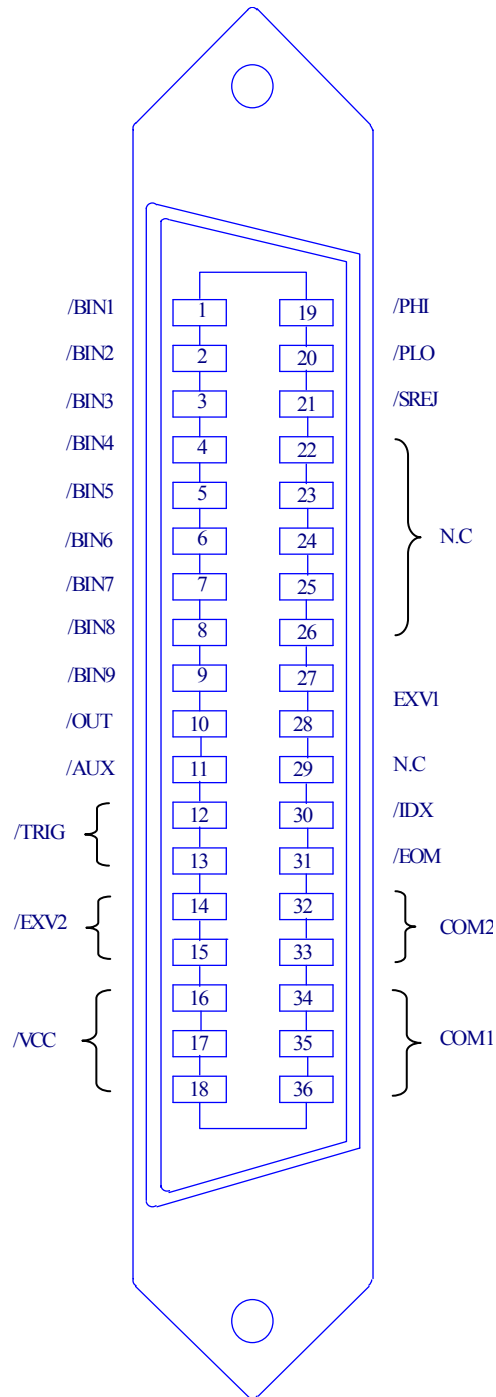


图 9-2 HANDLER 连接接口管脚定义

图 9-2 中，/BIN1 - /BIN9，/OUT，/AUX，/PHI，/PLO 及/SREJ 对应信号情况在列表扫描比较功能和档比较功能中不相同（其中/BIN4-/BIN9 为预留）。

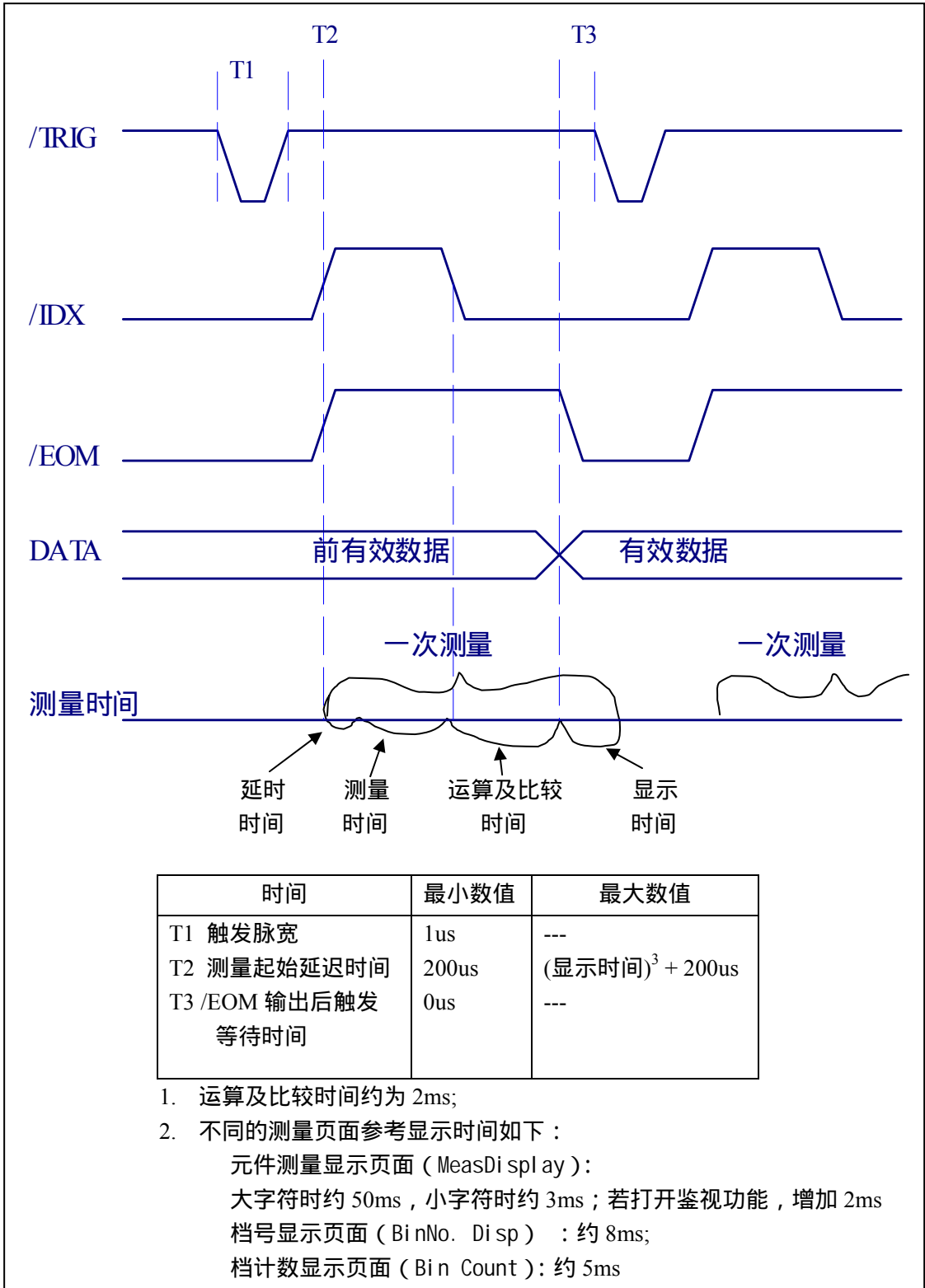


图 9-3 档比较功能时序图

### 9.2.1.2 列表扫描比较功能信号线

列表扫描比较功能信号定义与档比较功能中的定义不同。其定义如下所示：

- 比较输出信号：

/BIN1 - /BIN3 和 /OUT 各档表示各扫描点为 IN/OUT (合格或超限)。参见图 9-4。/AUX 表示 PASS/FAIL (通过或不通过) (在一次单独扫描期间发生一次或更多不合格时, 输出 FAIL 信号)。

当扫描测量完成时, 这些信号将被输出。

- 控制输出信号

/IDX (模拟测量完成信号) 和 /EOM (测量结束信号)

/IDX 和 /EOM 的输出时序确定如下: (和档比较功能中不同)

- 持续扫描模式 (SEQ sweep mode):

当一次扫描中最后一步模拟测量完成时 /IDX 被声明有效。扫描测量后, 当所有比较结果都有效时, /EOM 被声明有效, 同时信号被输出。

- 单步扫描模式 (STEP sweep mode):

在一次扫描中每步模拟测量完成后, /IDX 均被声明有效。测量运算、比较并显示后, /EOM 被声明有效, 但信号要等到一次扫描完成后才被输出。

列表扫描比较功能中信号接点分配和简要描述可参见表 9-3 及图 9-2 (列表扫描比较功能管脚定义和比较功能之定义相同)。列表扫描比较功能时序图见图 9-5。

表 9-3 列表扫描比较功能接点分配表(1/2)

管脚号	信号名	描述
1	/BIN1	扫描点 1 超出极限时声明有效
2	/BIN2	扫描点 2 超出极限时声明有效
3	/BIN3	扫描点 3 超出极限时声明有效
4	/BIN4	未使用
5	/BIN5	未使用
6	/BIN6	未使用
7	/BIN7	未使用
8	/BIN8	未使用
9	/BIN9	未使用
10	/OUT	扫描点 4 超出极限时声明有效
11	/AUX	当在一次扫描中任一点超限时/AUX 被声明有效
19-21	N.U.	未使用 (关状态, 高电平)
30	/IDX	<b>持续扫描模式 (SEQ):</b> 当一次扫描中最后一步模拟测量完成时 /IDX 被声明有效, 此时可在 UNKNOWN 测试端可以连接下一个被测件。然而必须到 /EOM 被声明有效时测量数据才有效。(见图 9-5) <b>单步扫描模式 (STEP):</b> 在一次扫描中每步模拟测量完成后, /IDX 均被声明有效, TH2817A 可以准备进行下一步扫描, 当然, 测量数据只有到 /EOM 被声明有效时才有效。(见图 9-5)

表 9-3 列表扫描比较功能接点分配表(2/2)

管脚号	信号名	描述
31	/EOM	测量结束： <b>持续扫描模式 (SEQ)</b> : 当最后一步测量完成，测量数据及比较结果有效时，/EOM 被声明有效。(见图 9-5) <b>单步扫描模式 (STEP)</b> : 当每一步测量包括比较和显示完成后 /EOM 被声明有效。在最后一步扫描/EOM 信号被声明有效时，比较结果被输出。(见图 9-5)
12-18 22-29 32-36		定义与档比较功能相同。可参见表 9-2

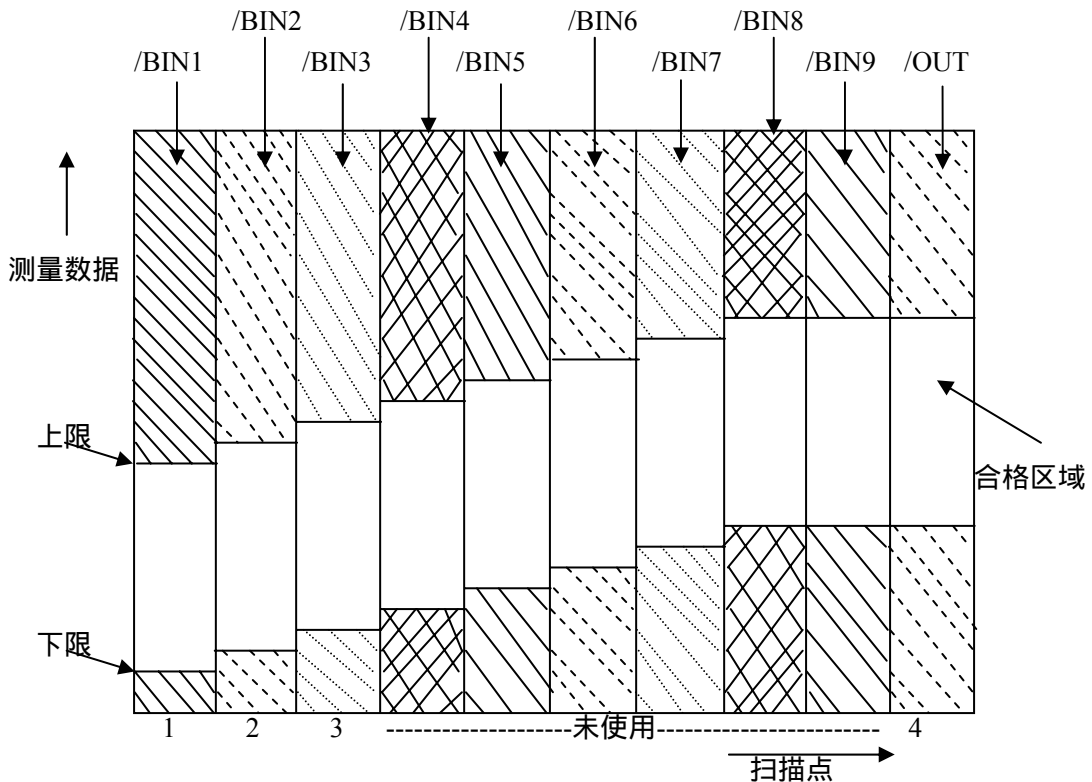
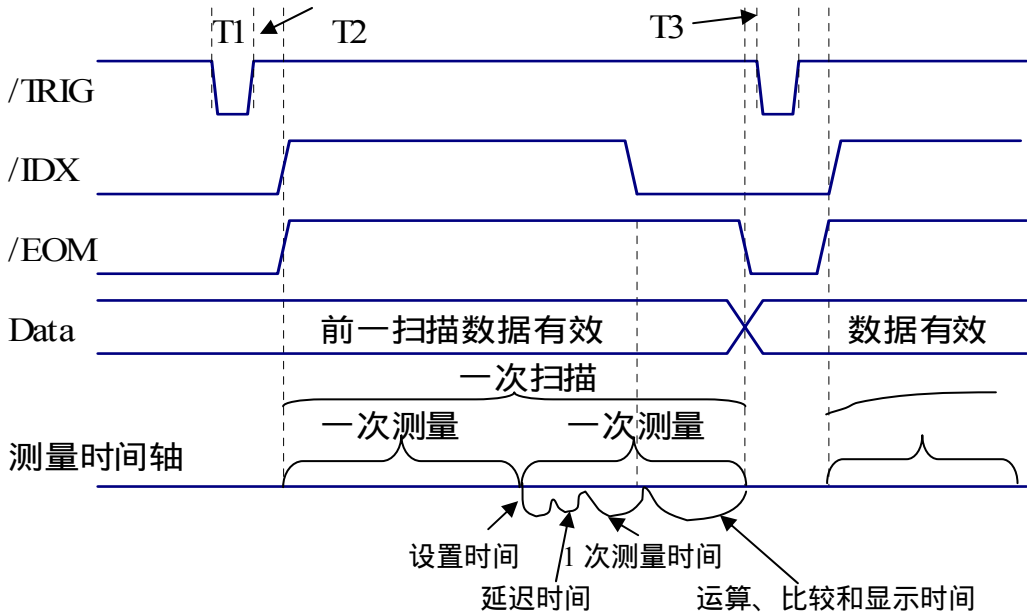


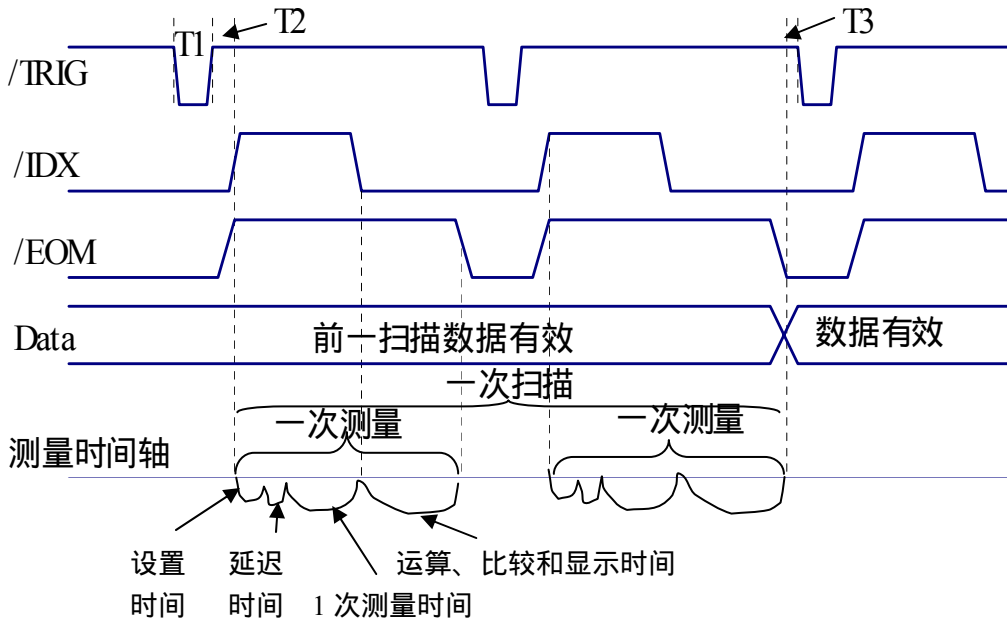
图 9-4 列表扫描比较功能信号区域示例

对于 TH2817A，最多可对四点进行列表扫描，因此，在图 9-4 中，对应的四点输出分别为 /BIN1，/BIN2，/BIN3，和 /OUT 的信号示例。

持续扫描模式 (SEQ SWEEP MODE):



单步扫描模式 (STEP SWEEP MODE):



注意:

1. 设置时间包括校正数据切换时间;
2. 运算、比较和显示时间约为 5ms; T1,T2,T3 参见图 9-3。

图 9-5 列表扫描比较功能时序图

## 9.3 电气特征

如前所述，档比较功能和列表扫描比较功能中一些信号的含义不同。但是，在这两种操作中这些信号的电气特征是相同的，因而下面的描述同样适合于档比较功能和列表扫描比较功能。

### 9.3.1 直流隔离输出

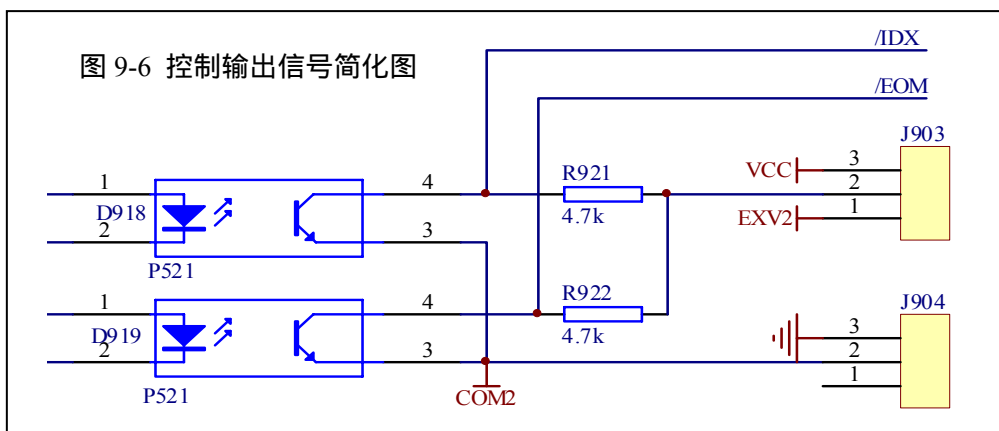
每个直流输出信号（管脚 1-11，19-21，30，31）都是光电耦合器隔离的内置上拉电阻的集电极输出。每根信号线上的输出电压由 HANDLER 接口板上的上拉电压设定。上拉电压可以通过设置跳线由内部电压（+5V）提供，或由外部电压（EXV：+5~+24V）提供。

直流隔离输出的电气特征分为比较信号和控制信号两个类型，见表 9-4。

表 9-4 直流隔离输出电气特征

输出信号	输出额定电压		最大电流	电路参考地
	低电平	高电平		
比较信号 /BIN1 - /BIN9 /OUT /AUX /PHI /PLO /SREJ	0.5V	+5V ~ +24V	6mA	内部上拉电压： TH2817A 地  外部电压（EXV1）： COM1
控制信号 /IDX /EOM	0.5V	+5V ~ +24V	6mA	内部上拉电压： TH2817A 地  外部电压（EXV2）： COM2

输出信号的简化图如图 9-6（控制信号）和图 9-7（比较信号）。



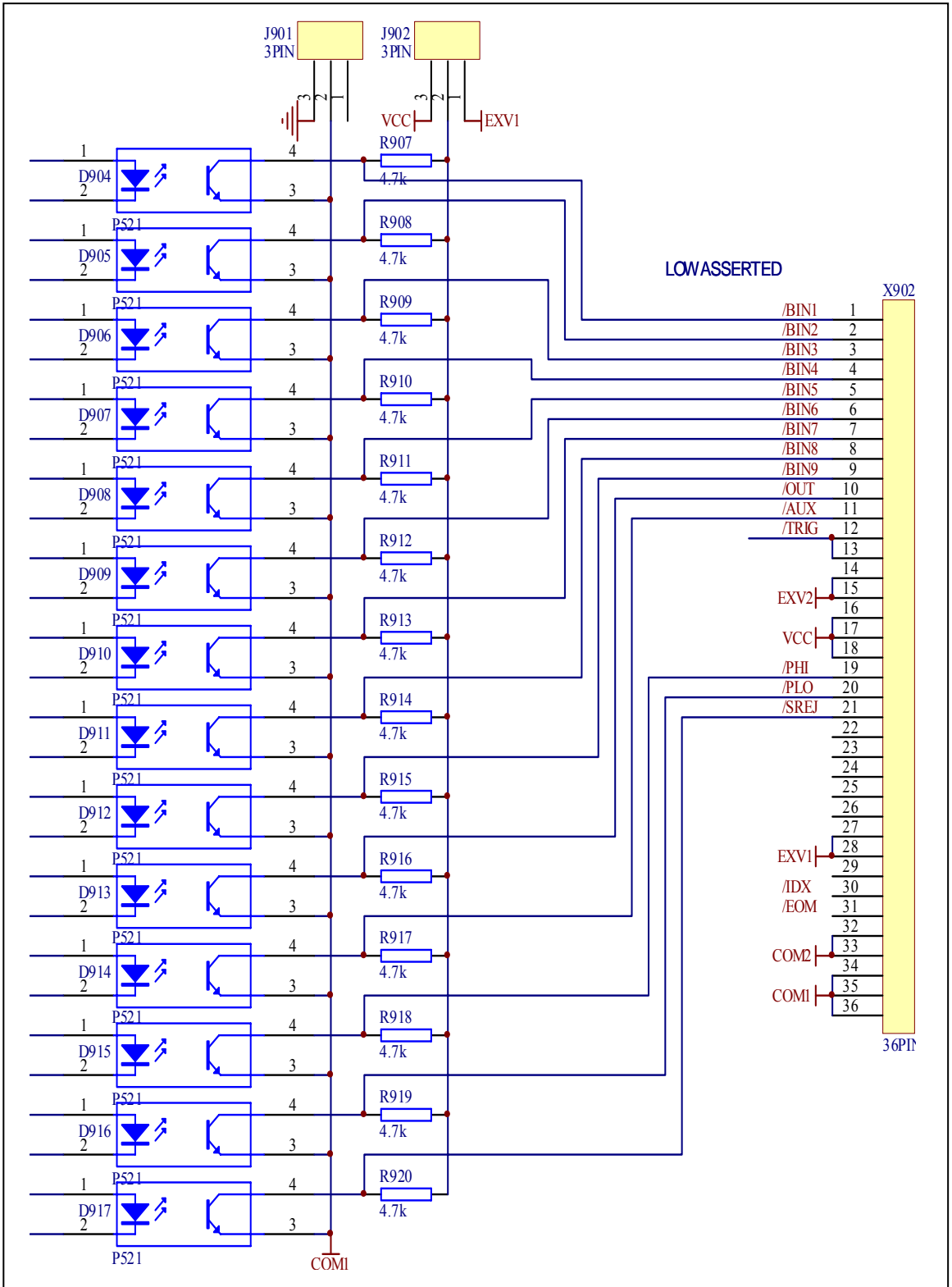


图 9-7 比较输出信号简化图



### 9.3.2 直流隔离输入

/TRIG 信号 (12, 13 脚) 连接到光耦中 LED 的阴极, TH2817A 在/TRIG 信号的上升沿被触发。LED 阳极可以由内部 5V 直流电压驱动, 也可以由外部直流电压 EXV2 驱动 (和控制输出信号使用同一电源)。

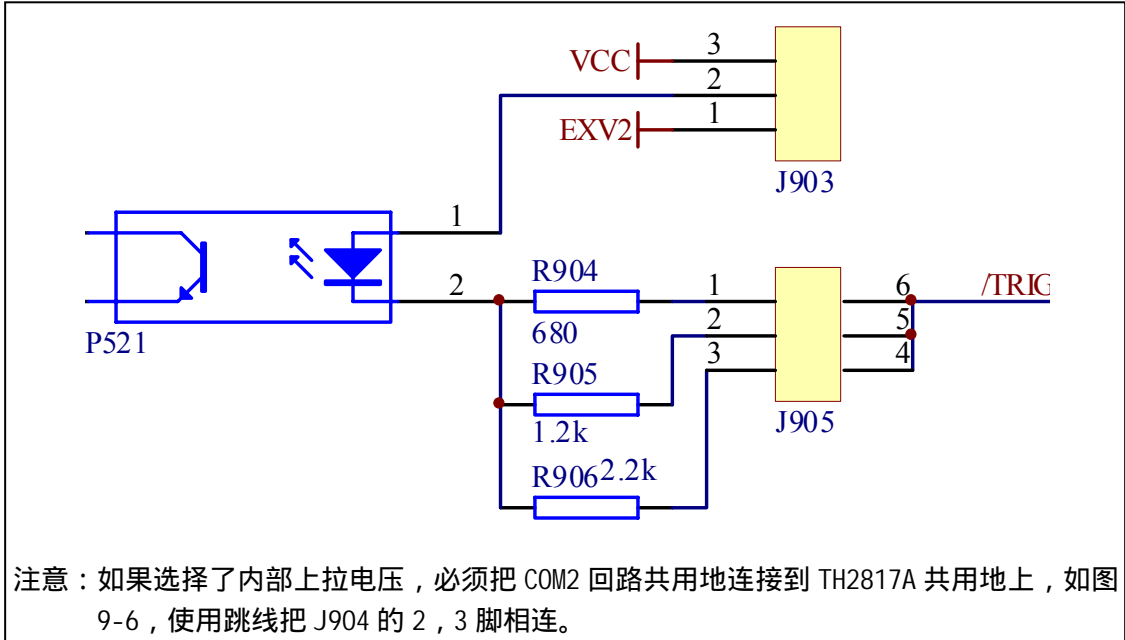


图 9-8 Handler 口输入信号简图

**注意：**考虑到加在光耦上的控制电压的不同，为了限制触发信号的电流，使用 J905 选择不同的限流电阻。参考表 9-5，内部跳线设置。

## 9.4 Handler 接口板跳线设置

Handler 接口板上的跳线用来选择输出信号的上拉电压或输入控制 (TRIG) 的限流电阻。表 9-5 是对每个跳线 (J901-J905) 的描述，它们的位置如图 9-9 种所示。

表 9-5 内部跳线设置 (1/2)

跳线		描述	信号
号码	位置		
J901	左边	分选信号的直流输出是非隔离的, COM1 被连接到 TH2817A 的共用地上。	/BIN1-/BIN9 /AUX
	右边(N)	分选信号的直流输出是隔离的。	/OUT
J902	左边	分选信号的输出被上拉至内部直流电压源 VCC(+5V)上, 应同时设置 J901 到左边, 使参考地从 COM1 输出。	/PHI /PLO /SREJ
	右边(N)	分选信号的输出被上拉至外部直流电压 EXV1(5V-24V)上。	

表 9-5 内部跳线设置 (2/2)

跳线		描述	信号
号码	位置		
J903	左边	控制信号使用内部直流电压 VCC(+5V), 应同时设置 J904 到左边, 使参考地从 COM2 输出。	/IDX /EOM /TRIG
	右边(N)	控制信号使用外部直流电压 EXV2 (5V-24V)。	
J904	左边	控制信号的直流输入输出是非隔离的, COM2 被连接到 TH2817A 的共用地上。	
	右边(N)	控制信号的直流输入输出是隔离的。	
J905	左边(N)	触发限流电阻是 680Ω。 当 EXV2 在 5V-8V 间或控制信号使用内部直流电压时 (J903、J904 在左边), 设置跳线在这个位置。	/TRIG
	中间	触发限流电阻是 1.2kΩ。 EXV2 在 8V-15V 间时, 在这里设置跳线。	
	右边	触发限流电阻是 2.2kΩ。 EXV2 在 15V-24V 间时, 在这里设置跳线。	

在表中, “N” 表示出厂时默认的跳线设置。

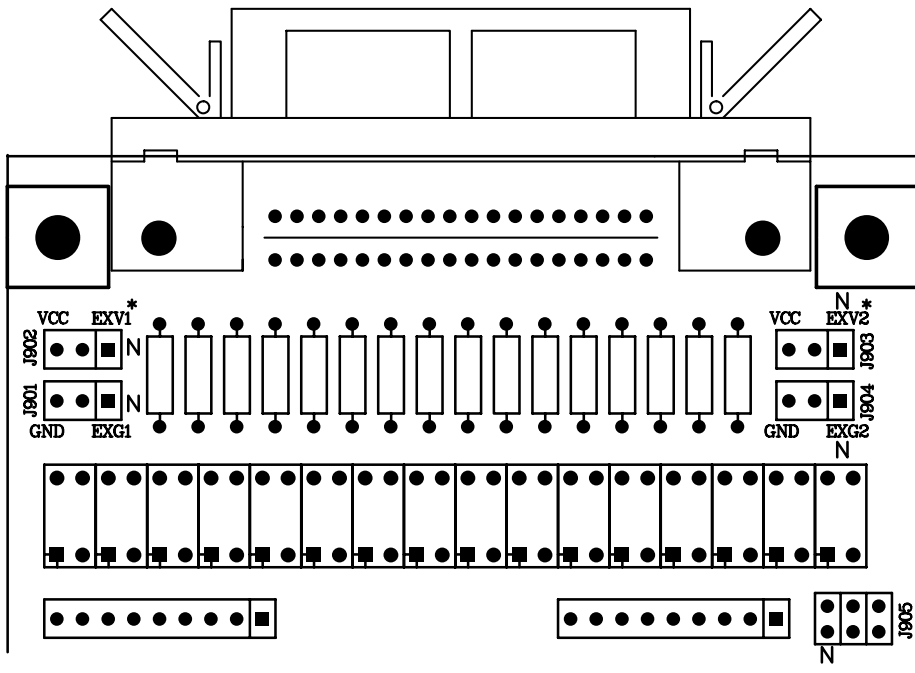


图 9-9 跳线在 Handler 板上的位置

**注意：**如果从 Handler 口使用内部+5V（脚 16-18）直流电压（不推荐使用），J901 及 J904 的跳线设到左边位置，使相应的 COM1 或 COM2 连接到 TH2817A 内部共用地上。

**注意：**从 Handler 口使用内部+5V 电压时，允许使用最大电流为 100mA。

**警告：**打开机箱更改跳线设置前，确保已关机并拔去电源插头，待数分钟内部电容放完电后再进行操作。

## 9.5 Handler 口操作

建立好 HANDLER 接口板后，就可以使用 HANDLER 接口了。在操作前，先设置极限列表用以档比较功能或设置列表扫描数据用以列表扫描比较功能。下面的操作过程即为使用 HANDLER 接口进行档比较功能或列表扫描比较功能的步骤。

### 9.5.1 档比较功能设置步骤

下面是使用 HANDLER 接口档比较功能的操作步骤：

1. 按 **SETUP** 菜单按键，然后按软键 **LIMIT**，进入极限列表设置页面。
2. 设置用以分选的极限列表数据，参考第四章使用说明。
3. 使用方向键移动反白条到 COMP 区域，显示有两个软键：**ON**、**OFF**。
4. 选择“ON”软键，开启档比较功能。
5. 按下 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面(MeasDi splay)。为了进行测量，请选择 **LCR**，**Bi nNo** 或 **COUNT** 软键。参考第四章使用说明。

**注意：**档比较功能 ON/OFF（开/关）也可以在档计数显示页面设置。

### 9.5.2 列表扫描比较功能设置步骤

下面是使用 HANDLER 接口列表扫描比较功能的操作步骤：

1. 按 **SETUP** 菜单按键，然后按软键 **LIST**，进入列表扫描设置页面。
2. 设置列表扫描数据，包括扫描方式，上下限等。详情参考第四章使用说明。
3. 按下 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面(MeasDi splay)。为了进行测量，请选择 **SWEEP** 软键。参考第四章使用说明。

## 第十章 成套与保修

### 10.1 成套

仪器出厂时应具备以下几项内容：

序号	名称	数量
1	TH2817A 型 LCR 数字电桥	1 台
2	TH26011 开尔文测试电缆	1 付
3	TH26005 测试夹具	1 台
4	TH26010 镀金短路板	1 片
5	三线电源线	1 根
6	1A 保险丝	2 只
7	使用说明书	1 份
8	产品合格证	1 张
9	测试报告	1 份
10	保修卡	1 张

用户收到仪器后，开箱检查应核对以上内容，若发生遗缺，请立即与本公司或经营部门联系。

本仪器 IEEE-488 接口为选件，需另行购买。

### 10.2 保修

保修期：使用单位从本公司购买仪器者，自公司发运日期计算，自经营部门购买者，自经营部门发运日期计算，保修期二年。保修应出具该仪器保修卡。保修期内，由于使用者操作不当而损坏仪器者，维修费用由用户承担。仪器由本公司负责终生维修。

本仪器维修需专业技术人员进行维修；维修时请不要擅自更换仪器内部各器件；对仪器维修后，需重新计量校准，以免影响测试精度。由于用户盲目维修，更换仪器部件造成仪器损坏不属保修范围，用户应承担维修费用。

仪器应防晒、防湿，应在 1.2 所述的环境中正确使用仪器。

长期不使用仪器，应将仪器用出厂时包装箱包装封存。