
使用说明书

OPERATION MANUAL

TH2825 型 LCR 数字电桥

TH2825A 型 LCR 数字电桥

TH2825 Universal LCR Meter

TH2825A LCR-TRANS Meter

版本历史:

本说明书将不断完善以利于使用。

由于说明书中可能存在的错误或遗漏，仪器功能的改进和完善，技术的更新及软件的升级，说明书将做相应的调整和修订。

请关注所使用的软件版本及说明书版本。

2006 年 9 月.....第一版







第一版

二零零六年九月



声明: 本公司可能对该产品的性能、功能、软件、结构、外观、附件、包装以及说明书等进行完善和提高，恕不另行通知！如造成疑惑，请与本公司联系。

安全警告:

 仪器接地	本仪器为 I 类安全仪器，连接电源时，请确认电源插座含有接地线。如未接地，则机壳上则有带静电或感应电的危险，可能会造成人身伤害！
 触电危险	操作，测试与与仪器维护时谨防触电，非专业人员请勿擅自打开机箱，专业人员如需更换保险丝或进行其它维护，务必先拔去电源插头，并在有人员陪同情况下进行。即使已拔去电源插头，电容上电荷仍可能会有危险电压，应在放电后再行操作。
 输入电源	请按本仪器规定的电源参数要求使用电源，不符合规格的电源输入可能损坏本仪器。
 远离爆炸性气体环境	电子仪器不可以在易燃易爆气体环境中使用，或者在含有腐蚀性气体或烟尘环境中使用，因为这可能会带来危险。
 其它安全事项	请不要向本仪器的测试端子以及偏置源监测端子施加任何电压源或电流源。 使用外部偏置电流源或电压源测试时，必需有隔离措施。
 提示	对所阐述内容的重要补充或提醒

目 录

第一章 概 述	1
1.1 引言	1
1.2 使用条件	2
1.2.1 电源 ⚡.....	2
1.2.2 环境温度与湿度.....	2
1.2.3 预热.....	2
1.2.4 几点注意问题 ⚠.....	3
1.3 体积与重量	3
1.4 安全要求	3
1.4.1 绝缘电阻.....	3
1.4.2 绝缘强度.....	3
1.4.3 泄漏电流.....	4
1.5 电磁兼容性	4
第二章 面板和显示说明	5
2.1 前面板说明.....	5
2.2 后面板说明.....	6
2.3 基本显示说明.....	8
2.4 基本页面概要.....	8
2.5 各页面流程图.....	10
第三章 使用说明	14
3.1 基本操作.....	14
3.2 操作详解.....	15
3.2.1 元件测量显示页面.....	15
3.2.1.1 <MeasDisplay> (测量显示).....	16
3.2.1.2 File (文件存取).....	17
3.2.1.3 Tools (工具).....	17
3.2.1.4 FUN (测试参数).....	19
3.2.1.5 FRQ (测试频率).....	20
3.2.1.6 LEV (测试电平).....	20
3.2.1.7 RANGE (测试量程).....	21
3.2.1.8 SPEED (测试速度).....	22
3.2.1.9 SHORT (短路清零).....	22

3.2.1.10 OPEN (开路清零)	23
3.2.2 档号显示页面	24
3.2.2.1 <BinNo. Disp>页面切换	24
3.2.2.2 Tools (工具)	24
3.2.2.3 BIN (档比较器开关)	24
3.2.3 档计数显示页面	25
3.2.3.1 <Bin Count>页面切换	25
3.2.3.2 Tools (工具)	25
3.2.3.3 COUNT (计数器开关)	25
3.2.4 比较显示页面	26
3.2.4.1 <Comp Count>页面切换	26
3.2.4.2 Comp (比较器开关)	26
3.2.4.3 ResetCNT (清除计数)	27
3.2.5 列表扫描显示页面	27
3.2.5.1 <List Sweep>页面切换	27
3.2.5.2 Mode (扫描模式)	27
3.2.6 测量设置页面	28
3.2.6.1 <Meas Setup>测量设置	28
3.2.6.2 Tools (工具)	29
3.2.6.3 FUN、FRQ、LEV、RANGE、SPEED	29
3.2.6.4 Vm/Im (电压/电流监视)	29
3.2.6.5 FastT (快速测量周期)	30
3.2.6.6 TRIG (触发方式)	30
3.2.6.7 INT_R (信号源输出内阻)	31
3.2.6.8 DELAY (触发延时)	31
3.2.6.9 AVG (平均次数)	32
3.2.6.10 iBIAS (偏压)	33
3.2.6.11 DEV_A/ DEV_B (主/副参数偏差模式)	34
3.2.6.12 REF_A/ REF_B (主/副参数偏差参考)	34
3.2.6.13 Disch (放电设置)	35
3.2.7 用户校正页面	35
3.2.7.1 <User Correction>页面切换	35
3.2.7.2 SHORT、OPEN (短路、开路清零)	35
3.2.7.3 LOAD (负载校正)	36
3.2.7.4 FUN (负载校正参数)	36
3.2.7.5 FREQn (频率点)	37
3.2.7.6 REF_A/ REF_B (主/副参数参考值)	38
3.2.7.7 使用负载修正功能的正确流程	38
3.2.8 档极限列表设置页面	38
3.2.8.1 <Limit Table>页面切换	38
3.2.8.2 NOMINAL (主参数标称值)	38

3.2.8.3 FUN (测量参数)	39
3.2.8.4 MODE (主参数极限公差模式)	39
3.2.8.5 BIN (档比较器开关)	39
3.2.8.6 LOW/HIGH (上、下极限)	39
3.2.8.7 Tools (工具)	41
3.2.9 比较极限设置页面	42
3.2.9.1 <Comp Setup>页面切换	42
3.2.9.2 A/B_NOMINAL (主/副参数标称值)	42
3.2.9.3 LOW/HIGH (上、下极限)	42
3.2.9.4 页面其它设置	43
3.2.10 列表扫描设置页面	43
3.2.10.1 <List Setup>页面切换	43
3.2.10.2 List (扫描参数)	44
3.2.10.3 MODE (扫描模式)	44
3.2.10.4 扫描极限列表参数的设置	44
3.2.10.5 Tools (工具)	45
3.2.11 系统配置页面	45
3.2.11.1 <System Config>页面切换	46
3.2.11.2 CONTRAST (液晶对比度)	46
3.2.11.3 INFO BEEP (按键讯响提示音)	47
3.2.11.4 CMP ALARM (比较讯响信号选择开关)	47
3.2.11.5 ALARMMODE (讯响模式)	48
3.2.11.6 PASSWORD (密码方式)	48
3.2.11.7 BUS MODE (总线模式)	49
3.2.11.8 GPIB ADDR (并口地址)	49
3.2.11.9 EOS CODE (资料结束码)	50
3.2.11.10 HANDLER (分选接口信号模式)	50
3.2.11.11 ENDDelay (测量结束延时)	51
3.2.12 文件列表页面	51
3.2.12.1 <Files List>页面切换	51
3.2.12.2 文件操作	51
第四章 元件的正确测量	53
4.1 常用元件测量	53
4.1.1 等效方式	53
4.2 被测件的正确连接	54
4.2.1 被测件连接	54
4.2.2 消除杂散阻抗的影响	56
4.3 电感器和变压器的测量	56
4.3.1 电感器的正确测量	57

4.3.2 变压器的正确测量	60
4.3.3 测量参数	60
4.4 电容器的正确测量	61
4.4.1 电容器的频率相关性	61
4.4.2 关于小损耗（如云母电容器）的精确测量	62
4.4.3 电容器的电平依赖性	62
4.4.4 SMD 电容器的测量	62
第五章 性能测试	63
5.1 测量范围	63
5.2 测量时间	63
5.3 准确度	64
5.3.1 $ Z $, L, C, R, X 的准确度	64
5.3.2 损失因数 D 准确度	68
5.3.3 品质因数 Q 准确度	68
5.3.4 相位角 θ 准确度	68
5.3.5 R_p 准确度	68
5.3.6 R_s 准确度	69
5.3.7 其它性能参考	69
5.4 性能测试	71
5.4.1 性能测试所用器件及设备	72
5.4.2 功能检查	72
5.4.3 测试信号电平精度测试	72
5.4.4 频率精度测试	72
5.4.5 电容量 C、损耗 D 精度测试	73
5.4.6 电感量 L 精度测试	73
5.4.7 阻抗 Z 精度测试	73
第六章 远程控制	74
6.1 RS232C 接口说明	74
6.1.1 RS232C 接口简介	74
6.1.2 与计算机通讯	75
6.1.3 与电感偏流源通讯	77
6.2 GPIB 接口说明	77
6.2.1 GPIB 总线	77
6.2.2 GPIB 接口功能	80
6.2.3 GPIB 地址	80

第七章 命令参考	81
7.1 公用命令说明.....	81
7.2 SCPI 指令结构.....	82
7.2.1 指令结构说明.....	84
7.3 指令语法.....	85
7.4 SCPI 指令说明.....	85
7.4.1 ABORT 指令系统.....	85
7.4.2 CALCULATE 指令系统.....	86
7.4.3 BINNING 指令系统.....	88
7.4.4 LIST 指令系统.....	89
7.4.5 DATA 指令系统.....	90
7.4.6 DISPLAY 指令系统.....	91
7.4.7 FETCH? 指令系统.....	91
7.4.8 FORMAT 指令系统.....	92
7.4.9 INITIATE 指令系统.....	92
7.4.10 [: SENSE]指令系统.....	92
7.4.11 SOURCE 指令系统.....	95
7.4.12 TRIGGER 指令系统.....	96
7.4.13 SYSTEM 指令系统.....	96
7.5 出错信息.....	98
第八章 分选接口使用说明	99
8.1 基本信息.....	99
8.2 操作说明.....	99
8.2.1 信号线定义.....	100
8.2.1.1 档比较功能 (BIN) 的信号线.....	100
8.2.1.2 比较器功能 (COMP) 的信号线.....	102
8.2.1.3 列表扫描 (SWEEP) 的信号线.....	102
8.3 电气特征.....	105
8.3.1 直流隔离输出.....	105
8.3.2 直流隔离输入.....	107
8.4 HANDLER 接口板跳线设置.....	107
8.5 HANDLER 接口操作.....	109
第九章 主要功能操作举例	110
9.1 使用档比较功能.....	110
9.2 使用比较器功能.....	112

9.3 使用列表扫描功能	113
9.4 使用通讯功能.....	113
9.4.1 选择测量页面	114
9.4.2 选择测量参数	114
9.4.3 选择测量频率	115
9.4.4 选择测量电平	115
9.4.5 选择测量量程及其模式	115
9.4.6 选择测量速度	115
9.4.7 选择触发模式	116
9.4.8 选择内阻模式	116
9.4.9 触发延时的设置	116
9.4.10 测量结束延时的设置	116
9.4.11 平均次数的设置	116
9.4.12 快速测量周期数的设置	116
9.4.13 档比较的设置 (LIMIT)	117
9.4.14 比较器的设置 (COMPSET)	117
9.4.15 列表扫描的设置	117
9.4.16 蜂鸣器在比较输出时的设置	118
第十章 成套及保修	119
10.1 成套	119
10.2 保修	119
附录1 常用功能索引	120
附录2 符号及缩略语	122

第一章 概述

感谢购买和使用我公司产品,在使用本仪器前请首先根据产品装箱单或参考说明书最后一章“成套和保修”的事项进行确认,若有不符之处请尽快与我公司联系,以维护您的权益。

1.1 引言

TH2825/TH2825A 型 LCR 数字电桥是一种高速度、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 10 个典型测试频率, 0.01V~1.00V 之间的测试信号电平,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,并且采用大屏幕液晶屏显示,直观明了,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,同时仪器所提供的 HANDLER 接口(选件)、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。

仪器的基本特点:

- 基本精度: 0.1%
- 测试信号频率: 50Hz~100kHz 间共 10 个典型频率;
- 测试信号电平: 在 0.2V~1.00V 范围内以 10mV 步进,在小信号 0.01V~0.2V 范围内以 1mV 为步进;
- 测试速度: 可以选择快速、中速、慢速三种速度,其高达 15 毫秒每次的超高速测试性能可以有效的提高工作效率;
- 可选的源内阻模式: 100Ω或 25Ω或 100/25Ω或 CV(定电压)。
- 清“0”: 仪器可对测试端进行开路或短路的点频或扫频清零,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准确度;
- 测试信号监视: 实际施加于被测件上的测试信号由于被测阻抗与源阻抗之间的分压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;

仪器提供三种数据显示方式、一种数据分选方式和一种数据比较模式:

- 直接读数: 直接显示被测件的测量参数;
绝对偏差 Δ ABS: 测量值与参考值之间的绝对偏差;
相对偏差 Δ %: 测量值与参考值的百分比偏差。
- 元件分选: 可使用绝对值偏差、百分比偏差两种分选方式。
仪器可设置 8 档主参数极限, 1 档副参数极限, 可以输出 8 个合格档、1 个副参数不合格档、1 个不合格档信号。

- 元件比较：可使用绝对值偏差、百分比偏差两种比较方式。
仪器可设置主参数极限、副参数极限，可以输出主、副参数的合格、不合格信息。
仪器还提供多种方便的通讯接口，这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；
用户还可选购基于 WINDOWS 的操作界面，以便组成元件的自动检测分析系统。
- IEEE-488 接口（选件）：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，
极大地方便了用户的后续扩展编程。
- HANDLER 接口（选件）：通过该接口可使仪器与自动测试系统的机械处理设备相同步并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：<50VA

1.2.2 环境温度与湿度

正常工作温度：0°C~40°C，湿度：< 90%RH
参比工作温度：20°C±8°C，湿度：< 80%RH
运输环境温度：0°C~55°C，湿度：≤ 93%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

- (1) 请不要在多尘、震动、日光直射、有腐蚀气体等不良环境下使用。
- (2) 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 $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$,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。
- (3) 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。
- (4) 本仪器后有散热风扇,左右有散热通风孔,以避免内部温度升高影响精度,请确保仪器处于良好通风状态下。
- (5) 请勿频繁开关仪器,以免造成存储数据的丢失。

1.3 体积与重量

体积(W*H*D): 350mm*110mm*340mm

重量: 约4kg

1.4 安全要求

本仪器为I类安全仪器

1.4.1 绝缘电阻

在参比工作条件下,电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $50\text{M}\Omega$;
在湿热运输条件下,电源端子与外壳之间的绝缘电阻不小于 $2\text{M}\Omega$;

1.4.2 绝缘强度

在参比工作条件下,电源端子与外壳之间能承受额定电压为1.5kV,频率为50Hz的交流电压1分钟,无击穿及飞弧现象。

1.4.3 泄漏电流

泄漏电流不大于 3.5mA。

1.5 电磁兼容性

电源瞬态敏感度按 GB6833.4 的要求。

传导敏感度按 GB6833.6 的要求。

辐射干扰按 GB6833.10 的要求。

第二章 面板和显示说明

2.1 前面板说明

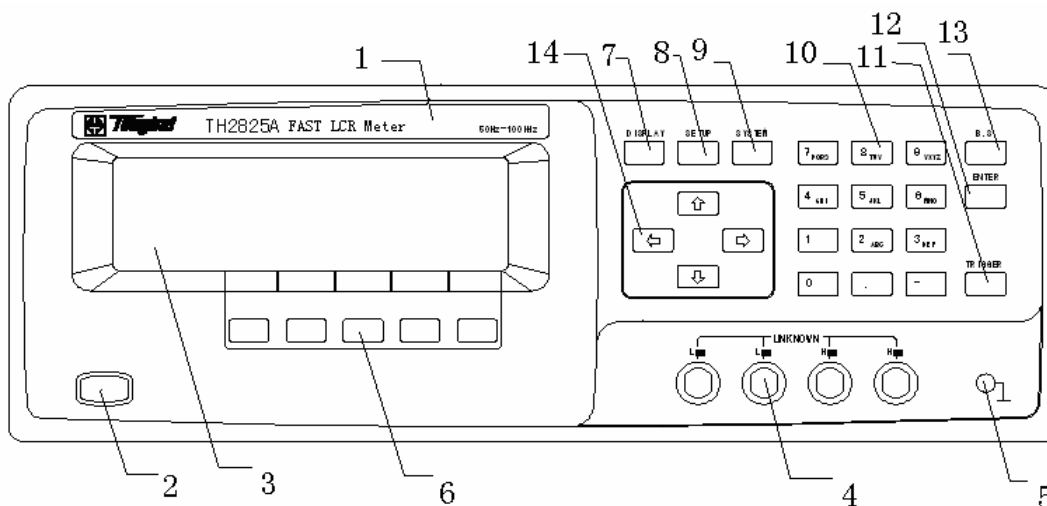


图 2-1 仪器前面板示意图

前面内容如下表所示：

表 2-1 仪器前面板说明

1	商标及型号	仪器商标和型号
2	电源开关 (POWER) ⚡	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	LCD 液晶显示屏幕	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	测试端 (UNKNOW)	HC: 电流激励高端； HP: 电压取样高端； LP: 电压取样低端； LC: 电流激励低端。
5	接地端 ⚠	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。
6	软键 (SOFTKEYS)	这五个键的功能是“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，而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。

7	DISPLAY 主菜单按键	用于进入元件测量显示页面。
8	SETUP 主菜单按键	用于进入元件测量设置页面。
9	SYSTEM 主菜单按键	用于进入系统设置页面。
10	数字/字母键盘	用于输入数字或需要时输入字符（文件名）。
11	触发键（TRIGGER）	当仪器被设定为手动触发状态时，按此键，可以触发仪器测量。
12	回车键（ENTER）	确认输入的数字等。
13	退格键（BACKSPACE）	用于删除误输入的数字或字母。
14	方向键（CURSOR）	用于控制光标（即反白条）在液晶显示器上的移动，被选中的控制参数在液晶显示器上呈反白显示。

2.2 后面板说明

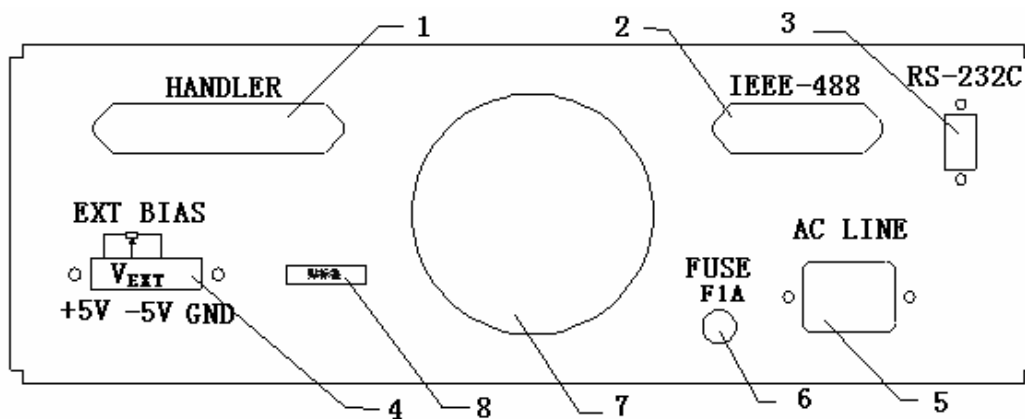


图 2-2 仪器后面板示意图

后面板内容参见下表：

表 2-2 仪器后面板说明

1	HANDLER 口	仪器通过该接口输出档比较结果，同时通过分选接口获得“启动”信号。
2	IEEE488 口(选件)	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，以实现远程对仪器进行控制。
3	RS232C 串行接口	串行通讯接口，功能同 2- IEEE488 口
4	DC Bias 电阻固定盘	在偏压设为外部 (EXT) 状态下，可由该部分外接的两个电阻确定仪器所加偏压的大小 ^{注释} 。(仅限 TH2825A)
5	三线电源插座	用于连接 100V~242V/47.5Hz~63Hz 交流电源。
6	保险丝	用于保护仪器，220V/1A。
7	风扇	用于仪器散热。
8	铭牌	记录仪器编号。

★表 2-2 注释：

偏压大小计算公式如下：

$$V_{DC} = \frac{R2}{R1 + R2} \times 10V - 5V \quad (\text{公式 2-1})$$

V_{DC} ：偏压值；

$R1, R2$ ：外接电阻值（也可以用一个电位器代替）；

$R1$ ：+5V 和 V_{EXT} 之间的电阻；

$R2$ ：-5V 和 V_{EXT} 之间的电阻。

☞提示：用户也可以直接使用万用表、示波器等仪表直接测试 V_{EXT} 脚和 GND 之间的电压值来监视所加的偏压值。

☞提示：TH2825A 提供的外偏压可调节范围为 -5V~+5V。

2.3 基本显示说明



图 2-3 显示区域说明

- 1) 显示页面菜单区域
这个区域显示了当前页面的名称。
- 2) 测量参数区域
显示了测量所用的一些参数设置。
- 3) 文件菜单区域
可以进行文件的调用或存储。
- 4) 工具菜单区域
某些显示页面内的特殊功能，通过这个菜单执行。
- 5) 测量结果显示区域
显示当前被测件的测量结果。
- 6) 软键功能区域
用于显示当前菜单中软键的功能或一些设置状态的参数。

2.4 基本页面概要

本仪器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. 菜单按键

这个菜单按键包括以下 5 个显示页面：

■ MeasDisplay (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，此页面为开机默认页面。

■ BinNo.Disp (档号显示页面)

这个页面显示了档比较结果，一些测量状态参数，测量结果和档比

较器的开关设定

信息。档号以大字符输出，测量结果以小字符输出。

■ 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的状态下才能进行档比较和档计数，这个页面不显示测量结果。

■ Comp Count (比较显示页面)

这个页面显示了比较器的计数结果和一部分测量状态参数。只有在打开比较器开关并且比较极限设置的状态下才进行计数。

■ List Sweep (列表扫描显示页面, 仅限 TH2825A)

这个页面显示列表扫描测量的结果和选择扫描的模式 (SETP/SEQ) 以及一部分测量测量状态参数。仪器根据设定好的列表扫描状态参数进行测量，并突出指示当前测量的列表扫描点。列表扫描状态参数和扫描点必须也只能在 List Setup 页面设置。

2. **SETUP** 菜单按键

这个菜单按键包括以下 5 个显示页面：

■ 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** 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 (档极限列表设置页面)

这个页面显示档比较器的参数设置信息，包括档极限值，主参数标称值等参数，正确设置好相关参数后，到 MeasDisplay 页面、BinNo.Disp 页面或 Bin Count 页面显示比较结果。

■ Comp Setup (比较极限设置页面)

这个页面显示比较器的设置信息，包括极限值，主、副参数的标称值等，正确设置好相关参数后，到 MeasDisplay 页面、Comp Count 页面显示比较结果。

■ List Setup (列表扫描设置页面，仅限 TH2825A)

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。正确设置好相关参数后，到 List Sweep 页面显示扫描结果。

3. **SYSTEM** 菜单按键

这个菜单按键包括以下 4 个显示页面：

■ 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)

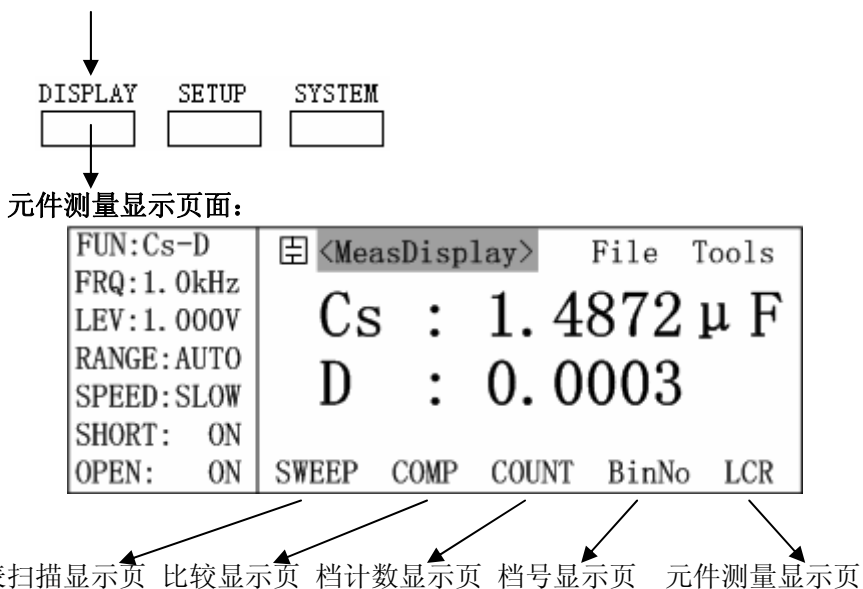
这个页面显示文件列表信息，可以在这页面进行文件加载、改名及删除等操作。

■ Self Test (自测试页面)

- 此页面功能未向用户开放。
- System Debug (系统诊断与调试页面)
此页面功能未向用户开放。

2.5 各页面流程图

1. DISPLAY 菜单页面



提示: 列表扫描显示页面为仅限 TH2825A, TH2825 没有“SWEEP”提示。

档号显示页面:

FUN:Cs-D FRQ:1.0kHz LEV:1.000V RANGE:AUTO SPEED:SLOW SHORT: ON OPEN: ON	<table border="1"> <tr> <td><BinNo. Disp></td> <td>File Tools</td> </tr> <tr> <td>BIN : ON</td> <td></td> </tr> <tr> <td>BIN: 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cs : 1.4872 μF</td> <td>D : 0.0003</td> </tr> <tr> <td>SWEEP</td> <td>COMP COUNT BinNo LCR</td> </tr> </table>	<BinNo. Disp>	File Tools	BIN : ON		BIN: 2		Cs : 1.4872 μF	D : 0.0003	SWEEP	COMP COUNT BinNo LCR
<BinNo. Disp>	File Tools										
BIN : ON											
BIN: 2											
Cs : 1.4872 μF	D : 0.0003										
SWEEP	COMP COUNT BinNo LCR										

档计数显示页面:

COUNT: ON	<Bin Count>	File	Tools
BIN : ON	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]
SPEED:SLOW	1 0 4	0 7	0
	2 58 5	0 8	0
FUN:Cs-D	3 0 6	0	
NOMINAL: 0.0000p	OUT: 0 0-BNG: 0		
	SWEEP COMP COUNT BinNo LCR		

比较显示页面:

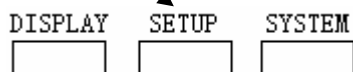
COUNT: ON	<Comp Count>	File	Tools
COMP : ON	TOTAL: 1486		
ResetCNT	[A] [CNT]	[B] [CNT]	
	GO: 0	GO: 1486	
FUN:Cs-D	HI: 1486	HI: 0	
[A]:H	LO: 0	LO: 0	
[B]:G	SWEEP COMP COUNT BinNo LCR		

列表扫描显示页面: (仅限 TH2825A)

MODE: SEQ	<List Sweep>	File	Tools
	[FREQ] [Cs :F] [D :] [C]		
FUN:Cs-D	100 Hz 1.4874 μ	0.0002	G
FRQ:-----	120 Hz 1.4870 μ	0.0002	G
LEV:1.000V	1.0kHz 1.4874 μ	0.0002	G
TRIG:INT	10 kHz 1.4880 μ	0.0005	G
	SWEEP COMP COUNT BinNo LCR		

图 2-4 DISPLAY 菜单页面图

2. SETUP 菜单页面



测量设置页面:

FUN:Cs-D	<Meas Setup>	File	Tools
FRQ:1.0kHz	TRIG :INT	DEV_A: OFF	
LEV:1.000V	INT_R:25 Ω	REF_A: 0.0000p	
RANGE:AUTO	DELAY:0000ms	DEV_B: OFF	
SPEED:SLOW	AVG :001	REF_B: 0.0000p	
Vm/Im: OFF	iBIAS:OFF	Disch: OFF	
FastT: 1	LIST COMPL BinL CORR SETUP		

列表扫描设置页 比较极限设置页 档极限列表设置页 用户校正页 测量设置页

提示：列表扫描设置页面为仅限 TH2825A，TH2825 没有“LIST”提示。

用户校正页面：

SHORT: ON	<input type="checkbox"/> <User Correction>
OPEN : ON	FREQ1 : 1.0kHz
LOAD : OFF	REF_A : 1.0000 μ
FUN:Cs-D	REF_B : 0.0000
	MEA_A : 1.4874 μ
	MEA_B : 0.0003
LEV:1.000V	
RANGE:AUTO	LIST COMPL BinL CORR SETUP

档极限列表设置页面：

NOMINAL:	<input type="checkbox"/> <Limit Table>	File Tools
0.0000p	[BIN] [LOW]	[HIGH]
FUN:Cs-D	2nd 0.0000	10.000
MODE:±TOL	1 -300.00p	300.00p
BIN : OFF	2 -2.0000 μ	2.0000 μ
ALARM OFF	LIST COMPL BinL	CORR SETUP

比较极限设置页面：

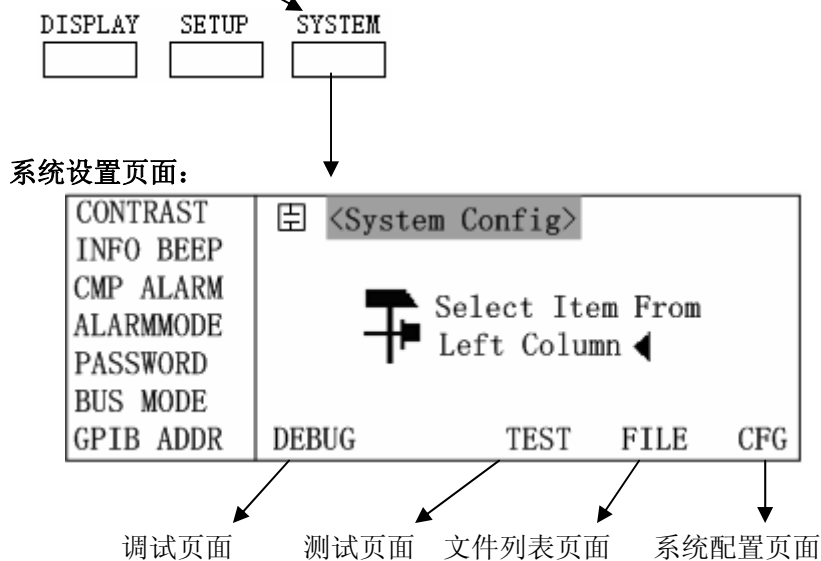
FUN:Cs-D	<input type="checkbox"/> <Comp Setup>	File Tools
	A_NOMINAL: 0.0000p	
TRIG:INT	B_NOMINAL: 0.0000	
RANGE:AUTO	[C] [LOW]	[HIGH]
SPEED:SLOW	A -1.0000 μ	1.0000 μ
COMP: OFF	B 0.0000	10.000
MODE:±TOL	LIST COMPL BinL	CORR SETUP

列表扫描设置页面：（仅限 TH2825A）

MODE: SEQ	<input type="checkbox"/> <List Sweep>	File Tools
	[FREQ] [Cs :F] [D :] [C]	
FUN:Cs-D	100 Hz 1.4874 μ	0.0002 G
FRQ:-----	120 Hz 1.4870 μ	0.0002 G
LEV:1.000V	1.0kHz 1.4874 μ	0.0002 G
TRIG:INT	10 kHz 1.4880 μ	0.0005 G
	SWEEP COMP COUNT BinNo LCR	

图 2-5 SETUP 菜单页面图

3. SYSTEM 菜单页面



文件列表页面:

File:Meas-	☐ <Files List>		
Set, List,	[No.]	[S]	[FILE NAME]
Cmp, Bin.	0	1	default
	1	0	
MAX : 12	2	0	
USED : 1	3	0	
FREE : 12	DEBUG	TEST	FILE CFG

图 2-6 SYSTEM 菜单页面图

测试页面: 不向用户开放;

调试页面: 不向用户开放。

第三章 使用说明

3.1 基本操作

仪器的基本操作如下所述。

- 被测件的连接。

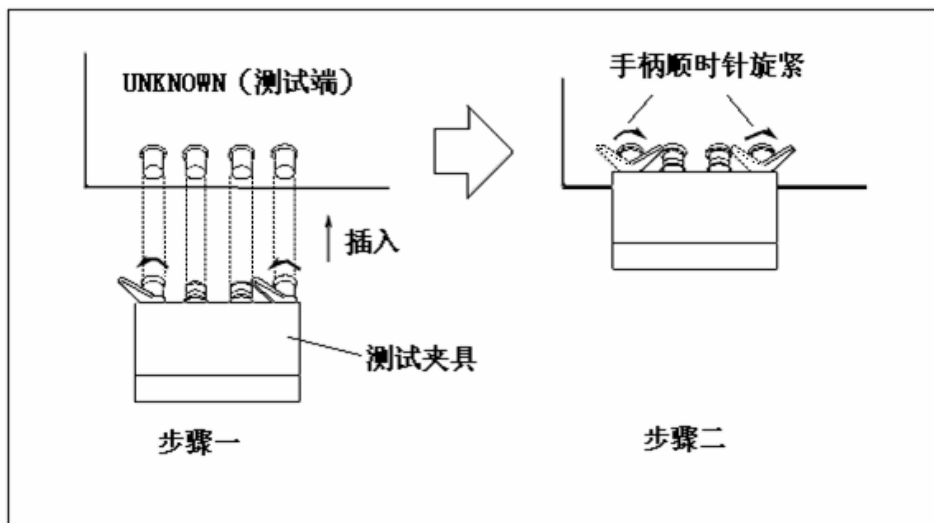


图 3-1 被测件连接图

- 组合使用主菜单按键和软件来显示所需的页面。(参考 §2.5)
- 使用方向键把反白条移动到需要设置的区域。

如下图所示，经过两次方向键操作后，反白条将移动到 1.0kHz 上。

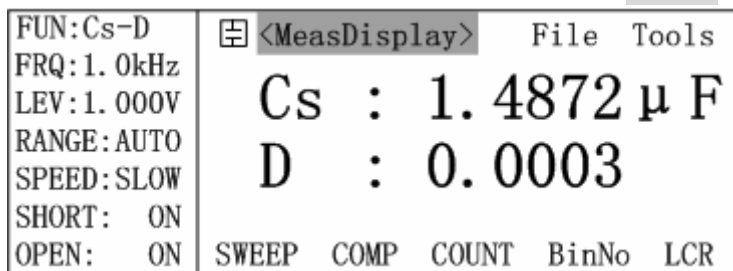


图 3-2(a) 方向键操作示例图

步骤一：按左键 ，反白条从 “<MeasDisplay>” 移动到 “C” 上；

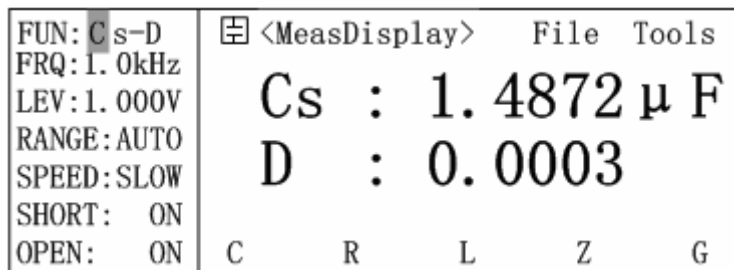



图 3-2(b) 方向键操作示例图

步骤二：按向下键 ，反白条从“C”移动到“1.0kHz”上；

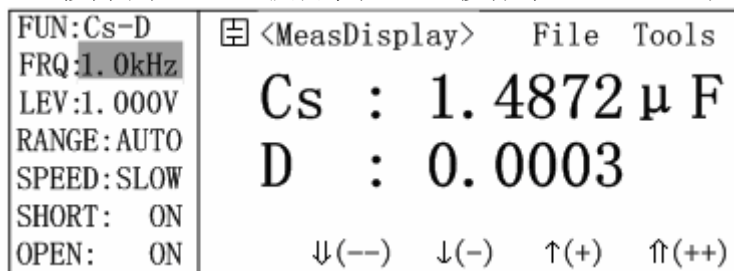



图 3-2(c) 方向键操作示例图

- 当反白条移动到所希望的区域时，可以选择和软件功能区相对应的软键按下来实现位置的更改，如果反白区域支持数字输入，可以通过数字键和  来输入数据。

如图 3-2 (c) 中所示，反白条在 1.0kHz 时，如果按下图 3-3 中“S1”软键，反白条处将显示为 10 kHz。

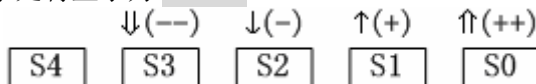




图 3-3 软键示例

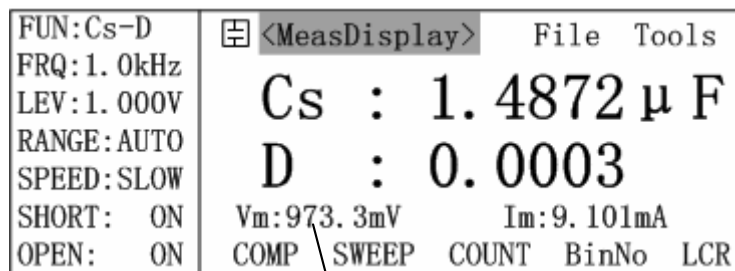
- 当使用数字键时，软键功能显示区域会变成一些可用的单位软键，使用这些软键就等同于输入相应单位后再按了一次  键。当直接使用  时，数据将以默认的单位输入，如 Ω, V, H 等等。

3.2 操作详解

3.2.1 元件测量显示页面

按下仪器面板上的  菜单按键，进入元件测量显示页面 (MeasDisplay)，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)；以及一些功能状态：短路校正 (SHORT)、开路校正 (OPEN)、文件 (File)、工具 (ToolS)。如果打开了监视功能，那么将在监视区域显示被测器件上的电压 (Vm) 和电

流 (Im); 但是如果打开了比较器开关 (COMP) 或档比较开关 (BIN), 将优先显示比较结果, 而不显示电压和电流。



V/I 监视

图 3-4 打开了监视功能的元件测量显示页面

3.2.1.1 <MeasDisplay> (测量显示)

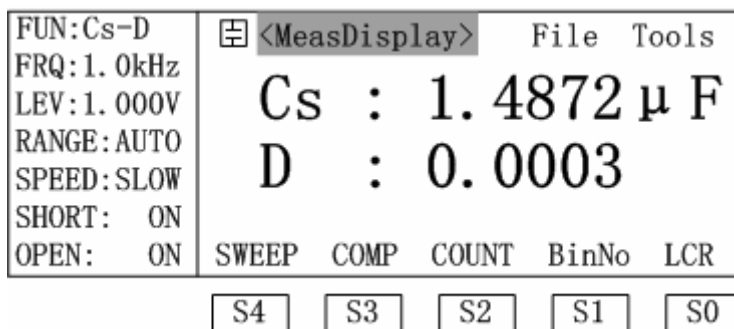


图 3-5 MeasDisplay 元件测量显示页面

反白条处于<MeasDisplay>,可以操作的软键及功能如下表所示:

软键	<p>S0-LCR 切换到元件测量显示页面;</p> <p>S1-BinNo 切换到档号显示页面;</p> <p>S2-COUNT 切换到档计数显示页面;</p> <p>S3-COMP 切换到比较显示页面;</p> <p>S4-SWEEP 切换到列表扫描显示页面 (仅限 TH2825A)。</p>
----	---

3.2.1.2 File (文件存取)

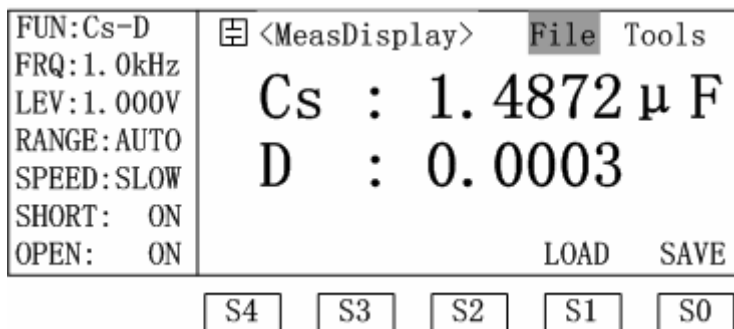


图 3-6 File 显示页面

反白条处于 File,可以操作的键及功能如下表所示:

软键	S0 将当前的状态设置保存为一个文件;
	S1 用来加载一个文件, 可以调用一组已经保存过的参数设置。

此功能也可以在档号显示页面、档计数显示页面、列表扫描显示页面、比较显示页面、测量设置页面、档极限列表设置页面、列表扫描设置页面、比较极限设置页面中进行操作。

3.2.1.3 Tools (工具)

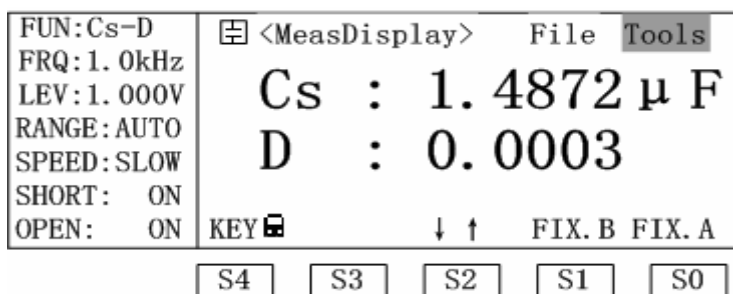


图 3-7 Tools 显示页面

反白条处于 Tools,可以操作的键及功能如下表所示:

软键	<p>S0 用于锁定主参数的小数点, 调整主参数的有效显示位数;</p> <p>S1 用于锁定副参数的小数点, 调整副参数的有效显示位数;</p> <p>S2 用于改变测量结果的显示字体, 小字符的刷新速度比大字符快;</p> <p>S4 将键盘锁定, 按下后, 页面上将显示键盘被锁信息“KeyLocked!”, 批量测试及在机械分选系统中, 通过键盘锁定可以防止已设定好的参数及状态被无意修改。锁定后显示如图 3-8 所示。</p>
----	--

☛提示: 小数点锁定后对于其它测量页面也有效。

☛提示: 改变测试参数时, 小数位数锁定模式被自动取消。

☛提示: 同类产品相同规格的批量测试时, 使用小数点锁定功能可以减少过多的小数显示位数, 从而减少数字跳动, 方便读数。

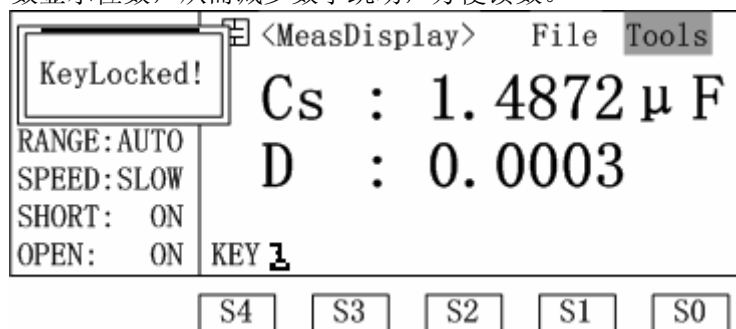


图 3-8 键盘锁定显示示意图

此时除解锁软键外其它键都无法使用, 如果想解锁, 只要按下解锁软键 **S4**, 键盘就能恢复使用, 如果设定了密码解锁, 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。

☛提示: TH2825/TH2825A 出厂时默认密码都为: 2825。

★重要提示: 请谨慎使用密码锁定功能, 对于忘记密码的仪器只有发回原厂方能解锁!!!

3.2.1.4 FUN (测试参数)

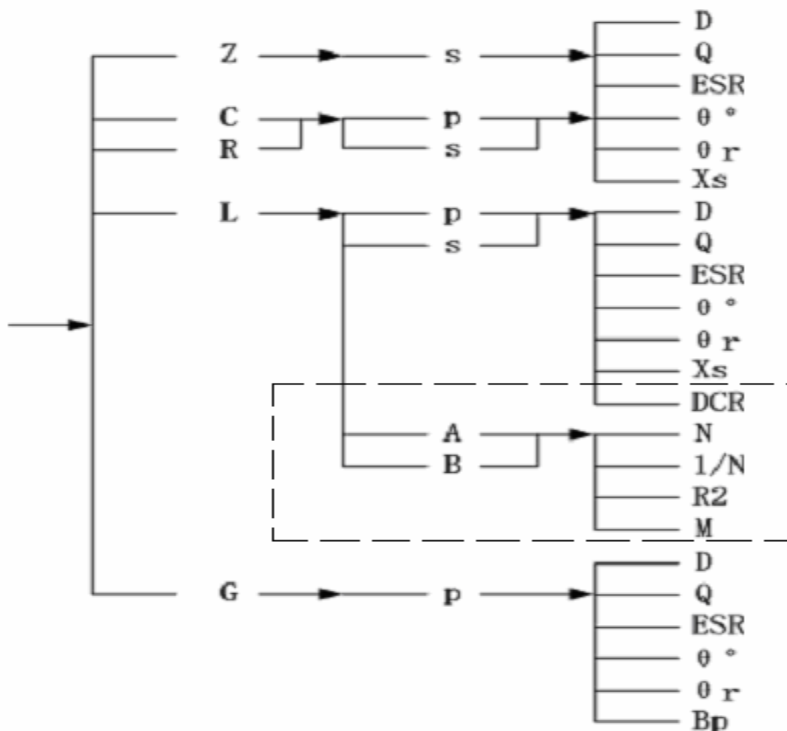


图 3-9 (a) 可以设置的测试参数类型

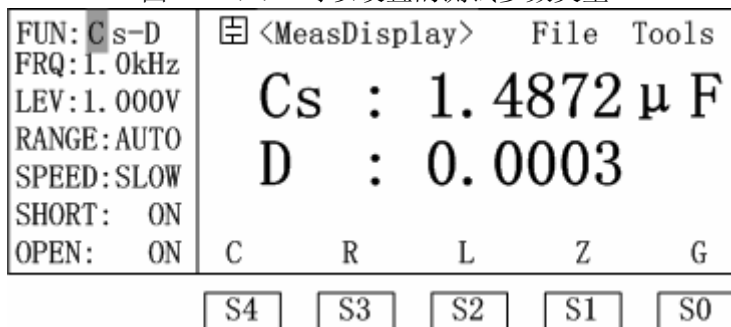


图 3-9 (b) FUN 测试参数设置

软键	S0	测试主参数设置为 G, 参数自动变为 Gp- θ° ;
	S1	测试主参数设置为 Z, 参数自动变为 Zs- θ° ;
	S2	测试主参数设置为 L, 参数自动变为 Ls-Q;
	S3	测试主参数设置为 R, 参数自动变为 Rs-Xs;
	S4	测试主参数设置为 C, 参数自动变为 Cp-D.

提示: 图 3-9 (a) 中虚线框包含的参数为仅限 TH2825A 的;

提示: 完成此功能的设置最多需要三步, 如下以 Cs-D 为例:

1. Cs-D, 主参数 C 的设置
2. Cs-D, 测量等效方式的选择, 有串联(s)和并联(p)两种

3. Cs-D, 副参数 D 的设置

此功能也可以在测量设置页面、档极限列表设置页面中进行设置。

3.2.1.5 FRQ (测试频率)

使用方向键移动反白条到 FRQ (测试频率) 区域, 再利用软键加以修改或选择。

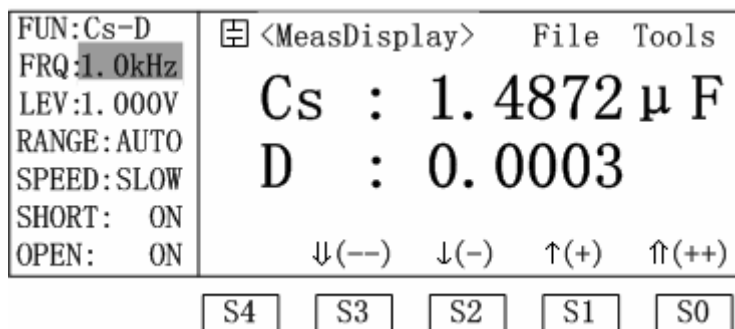


图 3-10 测试频率设置

本仪器共有 10 个频率点: 50Hz、60Hz、100Hz、120Hz、1kHz、10kHz、20kHz、40kHz、50kHz、100kHz。频率的设置只支持软键的修改。

软键	S0	频率的快调, 快速增加;
	S1	频率的细调, 10 个频率点的顺序增加;
	S2	频率的细调, 10 个频率点的顺序递减;
	S3	频率的快调, 快速递减。。

此功能也可以在测量设置页面进行设置。

3.2.1.6 LEV (测试电平)

使用方向键移动反白条到 LEV (测试电平) 区域, 再利用软键或数字键盘加以修改或选择。

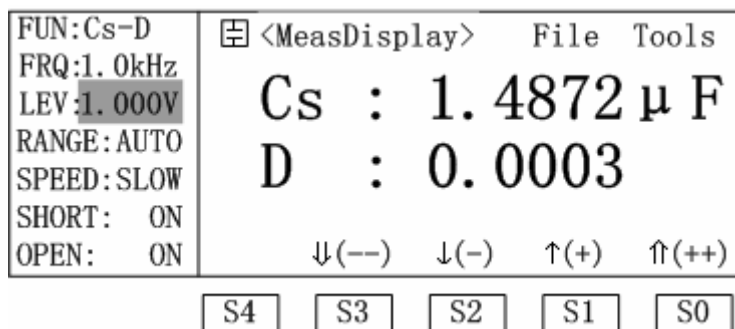


图 3-11 测试电平设置

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~0.2V (以 1mV 为步进) 和 0.2V~1.00V (以 10mV 步进) 的所有电平。

软键	<p>S0 电平的快调, 在 0.2V~1V 范围内以 0.1V 为步进递增, 在 10mV~199mV 范围内以 10mV 为步进递增;</p> <p>S1 电平的细调, 在 0.2V~1V 范围内以 10mV 为步进递增, 在 10mV~199mV 范围内以 1mV 为步进递增;</p> <p>S2 电平的细调, 在 0.2V~1V 范围内以 10mV 为步进递减, 在 10mV~199mV 范围内以 1mV 为步进递减;</p> <p>S3 电平的快调, 在 0.2V~1V 范围内以 0.1V 为步进递减, 在 10mV~199mV 范围内以 10mV 为步进递减。</p>
数字键	<p>通过数字键可以直接输入 0.01V~1V 之间的电平, 当有数字键按下时, 软键功能区会自动显示成单位选择, 如图 3-12 所示。</p> <p>S0 选择 “mV” 为单位;</p> <p>S1 选择 “V” 为单位;</p> <p>S4 取消电平的输入;</p> <p>也可以直接按 ENTER 确认数字的输入, 系统将默认单位为 “V”。</p>

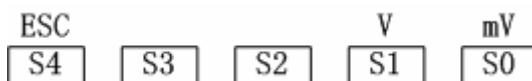


图 3-12 测试电平单位的选择

此功能也可以在测量设置页面中进行设置。

3.2.1.7 RANGE (测试量程)

使用方向键移动反白条到 RANGE (测试量程) 区域, 再利用软键加以修改或选择。

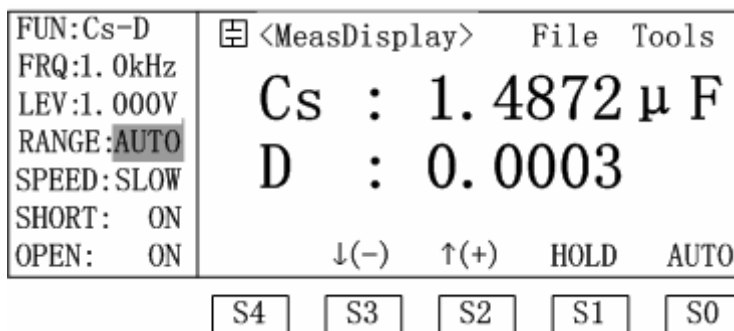


图 3-13 量程的选择

软键	<p>S0 自动选择量程；</p> <p>S1 手动固定量程，此时可以用箭头软键加以调整；</p> <p>S2 量程档位往阻抗大的量程方向依次调整；</p> <p>S3 量程档位往阻抗小的量程方向依次调整。</p> <p>量程档位分为 1MΩ、100kΩ、10kΩ、1kΩ、100Ω、10Ω、1Ω、100mΩ，共 8 档。</p>
----	---

此功能也可以在测量设置页面中进行设置，在比较显示页面、比较极限设置页面也可以进行 **S0**、**S1** 的操作（量程的自动/固定选择）。

提示：50Hz~1kHz 频率下量程最大可选至 1M Ω 档；
10kHz、20kHz 频率下量程最大只能选到 100k Ω 档；
40kHz~100kHz 频率下量程最大只能选到 10k Ω 档。

3.2.1.8 SPEED（测试速度）

使用方向键移动反白条到 SPEED（测试速度）区域，再利用软键加以选择。

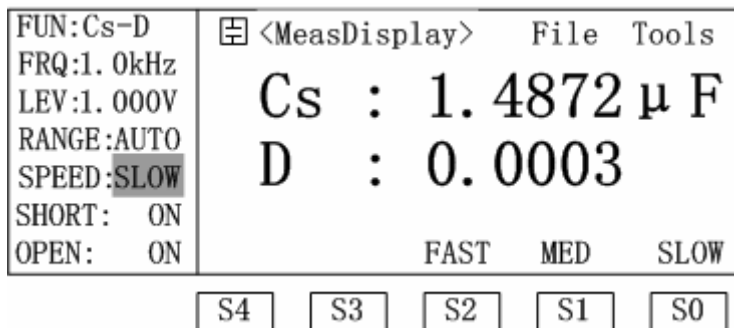


图 3-14 测试速度的选择

软键	<p>S0 选择慢速测量，测试数据稳定；</p> <p>S1 选择中速测量，测试数据较稳定；</p> <p>S2 选择快速测量。</p>
----	---

此功能也可以在比较显示页面、测量设置页面、比较极限设置页面中进行设置。

3.2.1.9 SHORT（短路清零）

使用方向键移动反白条到 SHORT（短路清零）区域，再利用软键操作相应功能。

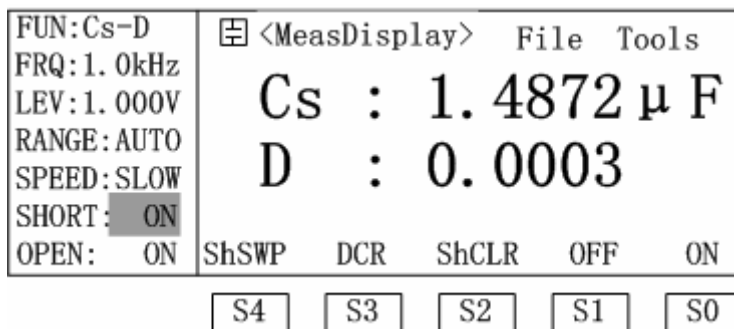


图 3-15 (a) 短路清零的设置

软键	<p>S0 打开短路校正;</p> <p>S1 关闭短路校正;</p> <p>S2 单频短路清零;</p> <p>S3 DCR 直流电阻短路清零; (仅限 TH2825A)</p> <p>S4 全频短路清零 (TH2825A 包含了 DCR 短路清零)。</p>
----	---

在清零过程中,“软键”显示将变为:

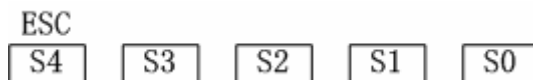


图 3-15 (b) 取消清零操作示意图

此时按下 S4, 清零操作将被中断。

短路清零用于清除用户测试夹具或测试电缆及内部接触阻抗或引线阻抗的影响。

3.2.1.10 OPEN (开路清零)

使用方向键移动反白条到 OPEN (开路清零) 区域, 再利用软键操作相应功能。

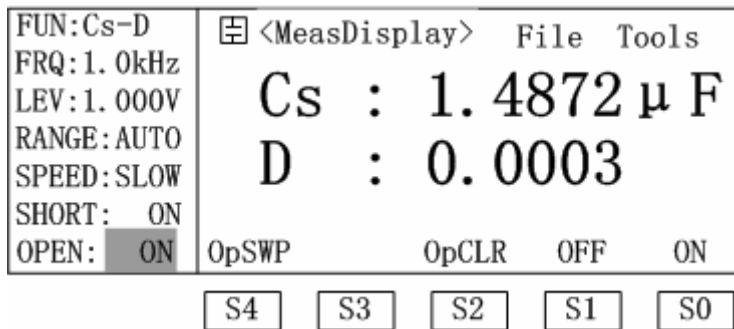


图 3-16 开路清零的设置

软键	<p>S0 打开开路校正;</p> <p>S1 关闭开路校正;</p> <p>S2 单频开路清零;</p> <p>S4 全频开路清零。</p>
----	---

开路清零过程中也可以被中断，参见图 3-15 (b)。

3.2.2 档号显示页面

3.2.2.1 <BinNo. Disp>页面切换

操作仪器面板上的 **DISPLAY** 菜单按键，再按 **S1** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.1.1。

3.2.2.2 Tools (工具)

仅有键盘锁定功能，参见§3.2.1.3 元件测量显示页面的 Tools 菜单介绍。

3.2.2.3 BIN (档比较器开关)

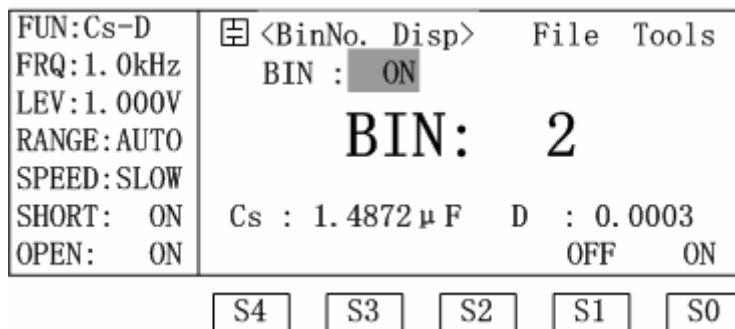


图 3-17 比较器的开关

软键	S0 打开档比较器； S1 关闭档比较器。
----	--

此功能也可以在档计数显示页面、档极限列表设置页面进行设置。

3.2.3 档计数显示页面

3.2.3.1 <Bin Count>页面切换

COUNT: ON	☰ <Bin Count>		File	Tools
BIN : ON	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	
SPEED:SLOW	1 0	4 0	7 0	
	2 58	5 0	8 0	
FUN:Cs-D	3 0	6 0		
NOMINAL:	OUT:	0	0-BNG:	0
0.0000p	SWEEP	COMP	COUNT	BinNo LCR

图 3-18 档计数显示页面

操作仪器面板上的 **DISPLAY** 菜单按键，再按 **S2** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.1.1。

“1”、“2”、“3”、“4”、“5”、“6”、“7”、“8”为8个合格档计数，“OUT”为不合格档计数（主参数、副参数只要有一个不合格就计数），“0-BNG”为副参数不合格档计数。

3.2.3.2 Tools（工具）

COUNT: ON	☰ <Bin Count>		File	Tools
BIN : ON	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	
SPEED:SLOW	1 0	4 0	7 0	
	2 58	5 0	8 0	
FUN:Cs-D	3 0	6 0		
NOMINAL:	OUT:	0	0-BNG:	0
0.0000p	KEY☒			ReCNT

S4
S3
S2
S1
S0

图 3-19 档计数页面工具设置

软键	S0 档计数清零； S4 键盘锁定功能，参见§3.2.1.3 元件测量显示页面的 Tools 菜单介绍。
----	---

3.2.3.3 COUNT（计数器开关）

此功能也可以在比较显示设置页面（<Comp Count>）进行设置。

COUNT: ON	☰ <Bin Count>		File	Tools
BIN : ON	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	[N] [▶CNT]	
SPEED: SLOW	1 0	4 0	7 0	
	2 58	5 0	8 0	
FUN: Cs-D	3 0	6 0		
NOMINAL: 0.0000p	OUT: 0	0-BNG: 0	OFF	ON

S4 S3 S2 S1 S0

图 3-20 计数器开关设置

软键	<p>S0 计数打开，表示允许计数； 当档比较器（BIN）打开时，进行档计数； 当比较器（COMP）打开时，进行比较器计数；</p> <p>S1 计数关闭，不允许计数。</p>
----	--

3.2.4 比较显示页面

3.2.4.1 <Comp Count>页面切换

操作仪器面板上的 **DISPLAY** 菜单按键，再按 **S3** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.1.1。

3.2.4.2 Comp（比较器开关）

此功能也可以在比较极限设置页面§3.2.9.4（<Comp Setup>）中进行设置。

COUNT: ON	☰ <Comp Count>		File	Tools
COMP : ON	TOTAL:	1486		
ResetCNT	[A] [CNT]	[B] [CNT]		
	GO: 0	GO: 1486		
FUN: Cs-D	HI: 1486	HI: 0		
[A]: H	LO: 0	LO: 0		
[B]: G		OFF	ON	

S4 S3 S2 S1 S0

图 3-21 比较器开关设置

软键	<p>S0 比较器打开；</p> <p>S1 比较器关闭。</p>
----	---

3.2.4.3 ResetCNT(清除计数)

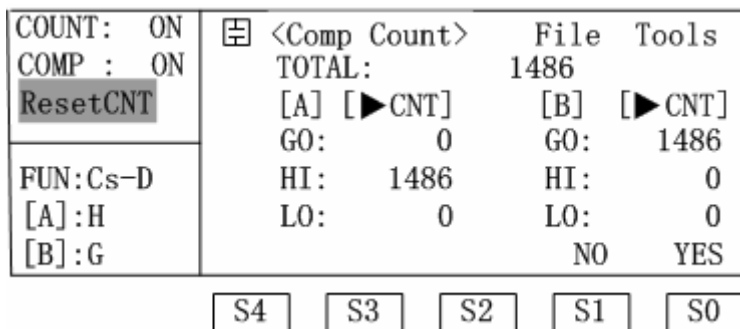


图 3-22 计数器清零设置

软键	S0 使本页面的比较计数器全部清零;
	S1 不进行清零操作。

3.2.5 列表扫描显示页面

本节功能仅限 TH2825A。

3.2.5.1 <List Sweep>页面切换

操作仪器面板上的 **DISPLAY** 菜单按键，再按 **S4** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.1.1。

3.2.5.2 Mode(扫描模式)

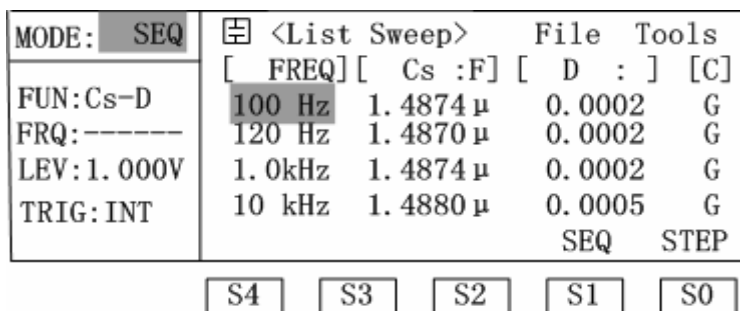


图 3-23 列表扫描模式设置

软键	S0 单步模式,每触发一次,仪器自动测量下一个扫描点;
	S1 连续模式,每触发一次,仪器自动测量一个扫描周期。

注：处于内部触发方式时，列表扫描将连续不断的进行循环测试。

3.2.6 测量设置页面

按下仪器面板上的 **SETUP** 菜单按键，进入元件测量设置页面（Meas Setup），该页面可以设置的测量控制参数是：测量参数（FUN）、测试频率（FRQ）、测试电平（LEV）、量程（RANGE）、测量速度（SPEED）；以及一些功能状态：测试电压/电流监视（Vm/Im）、偏压（iBIAS）、触发方式（TRIG）、信号源内阻（INT_R）、触发延时（DELAY）、测量平均次数（AVG）、快速采样周期（FastT）、放电开关（Disch）、主参数偏差模式（DEV_A）、主参数参考数值（REV_A）、副参数偏差模式（DEV_B）、副参数参考数值（REV_B）。以及通过软键可进行的各项设置功能。

3.2.6.1 <Meas Setup>测量设置

FUN:Cs-D	<Meas Setup>	File Tools
FRQ:1.0kHz	TRIG :INT	DEV_A: OFF
LEV:1.000V	INT_R:25 Ω	REF_A: 0.0000p
RANGE:AUTO	DELAY:0000ms	DEV_B: OFF
SPEED:SLOW	AVG :001	REF_B: 0.0000p
Vm/Im: OFF	<u>iBIAS:OFF</u>	<u>Disch: OFF</u>
FastT: 1	LIST COMPL BinL CORR SETUP	

S4
S3
S2
S1
S0

图 3-24 Meas Setup 测量设置页面图

软键	<p>S0-SETUP 切换到测量设置页面；</p> <p>S1-CORR 切换到用户校正页面；</p> <p>S2-BinL 切换到档极限列表设置页面；</p> <p>S3-COMPL 切换到比较极限设置页面；</p> <p>S4-LIST 切换到列表扫描设置页面（仅限 TH2825A）。</p>
----	---

提示：图 3-24 中虚线框内的设置为仅限 TH2825A，本节中的各图中的虚线框含义相同。

3.2.6.2 Tools (工具)

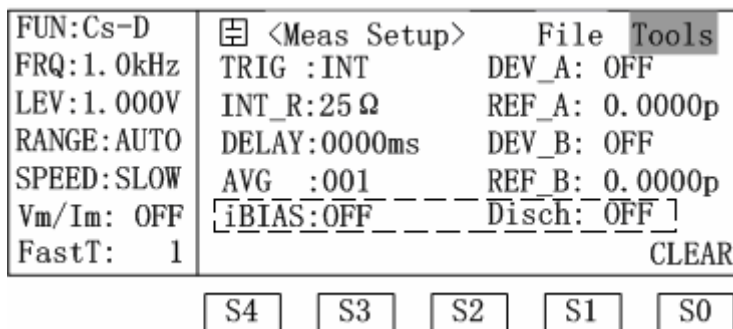


图 3-25 测量设置页面中的工具菜单

软键	<p><input checked="" type="checkbox"/>S0 屏幕上会显示信息“Confirm:Clear All?”，并显示两个选项：<input type="checkbox"/>Yes 和 <input type="checkbox"/>No，按下 <input type="checkbox"/>Yes，把测量设置页面中的所有参数设定恢复成开机默认时的设置。</p>
----	---

3.2.6.3 FUN、FRQ、LEV、RANGE、SPEED

分别参见§3.2.1.4， §3.2.1.5， §3.2.1.6， §3.2.1.7， §3.2.1.8。

3.2.6.4 Vm/Im (电压/电流监视)

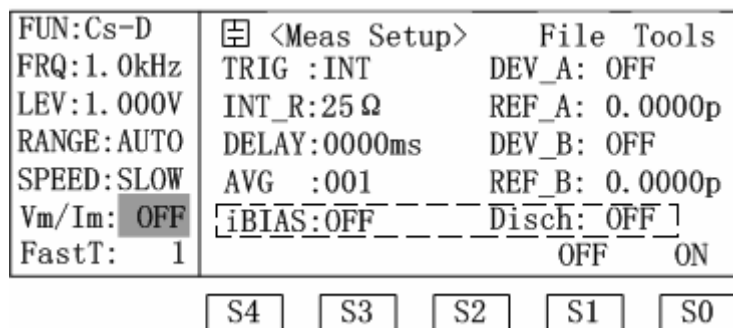


图 3-26 电压电流监视的设置

软键	<p><input checked="" type="checkbox"/>S0 打开电压/电流监视； <input type="checkbox"/>S1 关闭电压/电流监视。</p>
----	--

3.2.6.5 FastT（快速测量周期）

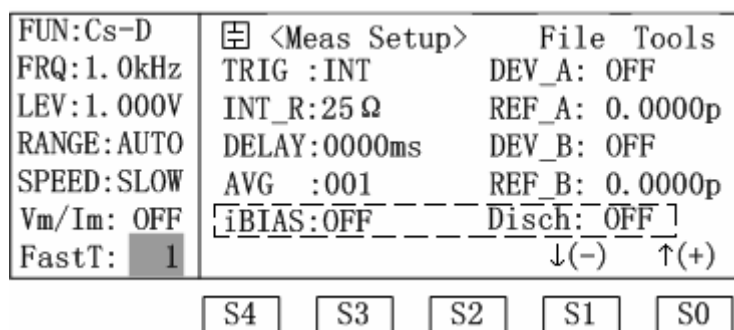


图 3-27 测量周期的设置

软键	<input type="checkbox"/> S0 测量周期数增加，以 1 为步进；
	<input type="checkbox"/> S1 测量周期数减小，以 1 为步进。

提示：此功能仅针对快速测量，用来决定快速测量时每次测量的取样周期，可调范围 1~8，出厂时默认为 1。次数越少测量速度越快，但稳定度降低；反之次数越多测量速度越慢，但稳定度增加。

3.2.6.6 TRIG（触发方式）

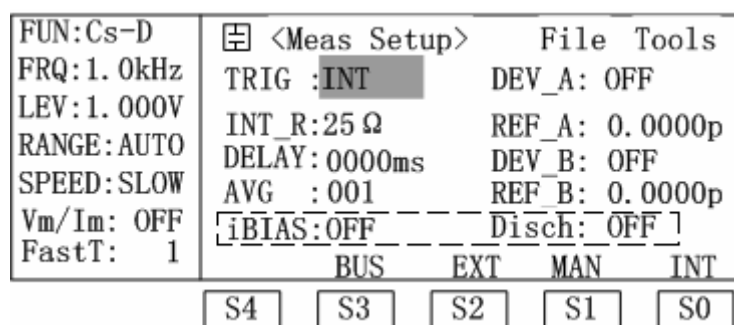


图 3-28 触发方式的设置

软键	<input type="checkbox"/> S0 内部触发，由仪器内部自动生成，因而可以连续不断的测量；
	<input type="checkbox"/> S1 手动触发，当按前面板上的 TRIGGER 键时触发一次测量；
	<input type="checkbox"/> S2 外部触发，由外部经 HANDLER 接口板输入一个宽度大于 1μs 的 TTL 负脉冲，其上升沿形成触发；
	<input type="checkbox"/> S3 总线触发，通过 RS-232C 或 GPIB 接口发送总线触发命令给仪器。

3.2.6.7 INT_R (信号源输出内阻)

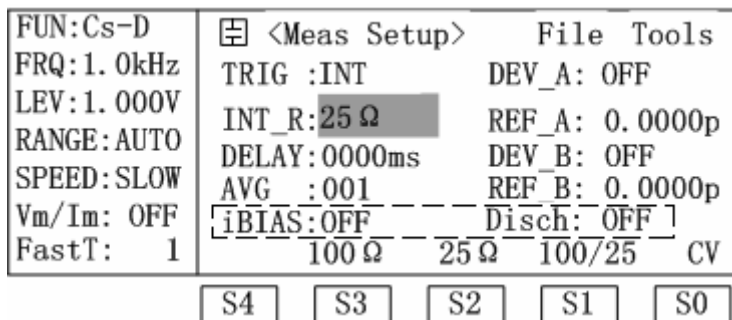


图 3-29 输出内阻的设置

软键	<p>S0 CV 恒压模式；</p> <p>S1 100 Ω /25 Ω 自动调整模式；</p> <p>S2 25 Ω；</p> <p>S3 100 Ω。</p>
----	---

设定了测试电平 LEV 后，在 100 Ω、25 Ω、100 Ω/25 Ω 三种内阻模式下流过被测件（DUT）的测试电流 I_s 由 DUT 的阻抗 $Z_x=R_x+jX_x$ 和源内阻 R_s 共同决定，即：

$$I_s = \frac{LEV}{|R_s + R_x + jX_x|}$$

而在 CV（恒压）模式下，电流 I_s 仅仅和 DUT 本身的阻抗有关，即：

$$I_s = \frac{LEV}{|R_x + jX_x|}$$

提示：恒压模式时负载阻抗不能过小，我们的指标是保证在 1kHz 的频率下对 30μF 的电容能够进行恒压 1V 测量，即 DUT 的阻抗 $|Z_x|$ 必须满足下式：

$$|Z_x| \geq \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \times 1kHz \times 30\mu F} = 5.3\Omega$$

阻抗小于 5.3 欧姆的被测件在 CV 恒压模式下不能进行测试。

3.2.6.8 DELAY (触发延时)

触发延时是指仪器从接受到触发信号到开始测量的一段时间，在列表扫描测量里，延时存在于每一个列表扫描点测量之前。触发延时的范围是 0ms~9999ms，以 1ms 为步进。

延时多用于在测试状态上获得时间的同步以及测试节奏，如在机械分选系统里，当测试件进入待测状态前，触发信号可能已经到达，此时就有必要设置适当的延时。

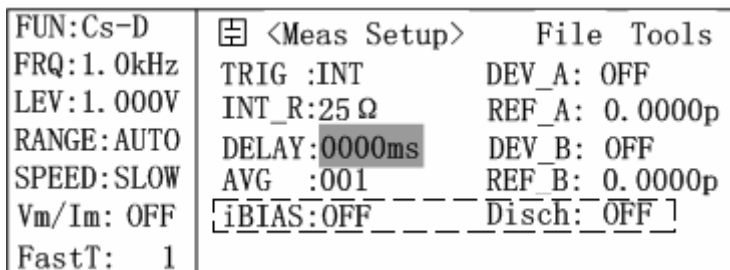


图 3-30 (a) 延时设置

延时是通过数字键输入，如下图所示为按下数字键 **[1]** 后的显示：

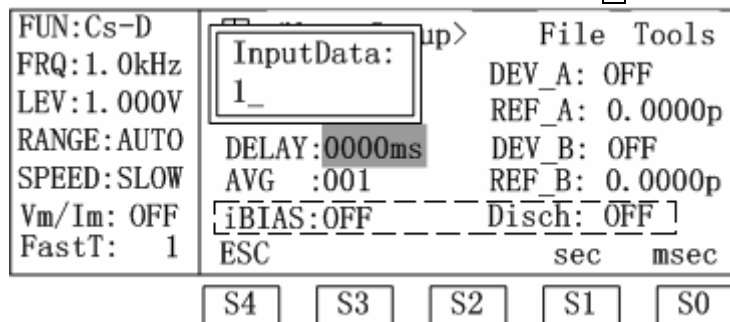


图 3-30 (b) 延时的输入

软键	[S0] 选择输入的时间单位为毫秒；
	[S1] 选择输入的时间单位为秒，也可以按 [ENTER] 键确认数字输入，将直接默认单位为秒；
	[S4] 取消延时的输入。

3.2.6.9 AVG (平均次数)

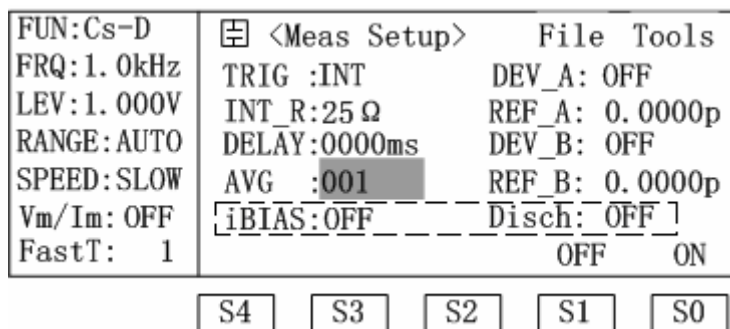


图 3-31 平均次数的设置

软键	[S0] 允许使用平均次数；
	[S1] 禁止平均次数的使用。

求“平均”是数字滤波器的一种，“次数”就是滤波器的深度。其目的是进行多次测量，取平均结果为当前测量值，这样可以提高测量结果的稳定性和可靠性。平均次数的设定范围为 1~255，以 1 为步进，由数字键输入，

通过 **ENTER** 键确认输入，输入数字后仪器自动允许使用平均次数。

3.2.6.10 iBIAS（偏压）

本节功能仅限 TH2825A。

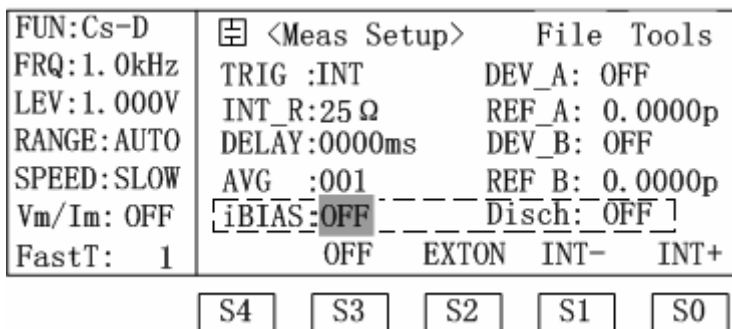


图 3-32 偏压的设置

软键	S0	内部正偏压，由仪器内部提供正 1.75V 的偏压；
	S1	内部负偏压，由仪器内部提供负 1.75V 的偏压；
	S2	外偏压；
	S3	关闭偏压模式。

提示：外偏压模式是由仪器内部提供一个±5V 的偏压源 V_s ，用户通过在后面板上外接电阻 R_1 、 R_2 对 V_s 进行分压处理，所加偏压值计算方法：

$$V_{DC} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 10V - 5V$$

V_{DC} ：偏压值；

R_1 , R_2 ：外接调整电阻值（也可以用一个电位器代替）；

R_1 ：+5V 和 V_{EXT} 之间的电阻；

R_2 ：-5V 和 V_{EXT} 之间的电阻。

详细内容可以参见§2.2。

提示：使用偏压模式时打开放电模式，会提高测量的准确性，但是会增加测量时间。放电模式的设置参见§3.2.6.13。

提示：当测试参数改变或内阻模式更改为 CV 时，偏压模式自动关闭！

提示：当仪器处于以下状态时，禁止使用偏压模式，仪器会弹出信息“BIASV Forbided!!!”。

状态一：仪器内阻模式为 CV，参见§3.2.6.7；

状态二：仪器的测试参数为 DCR 或变压器参数，参见§3.2.1.4

提示：一般情况下偏压模式下最大只能选到 100Ω 量程；只有当测试主参数为电容 C 时，偏压模式下的量程选择才不受该限制。

3.2.6.11 DEV_A/ DEV_B (主/副参数偏差模式)

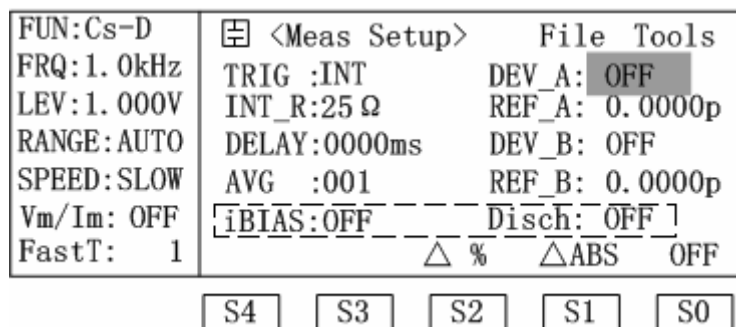


图 3-33 主参数偏差模式设置

软键	<input type="button" value="S0"/> 关闭偏差模式;
	<input type="button" value="S1"/> 绝对偏差显示;
	<input type="button" value="S2"/> 百分比偏差显示。

☛提示：偏差（Deviation）功能是以实际测量值与参考值经过偏差运算后作为结果输出和显示，主副参数可以独自进行偏差处理。

△ABS（绝对偏差显示），计算公式是： $\Delta ABS = X - Y$ ，其中 X 是被测件的测量值，Y 是设定的参考值，参见§3.2.6.12。

△%（百分比偏差显示），计算公式是： $\Delta \% = (X - Y) / Y * 100\%$ ，其中 X 是被测件的测量值，Y 是设定的参考值，参见§3.2.6.12。

☛提示：档比较器和比较器始终是以实际测量值进行比较，即与偏差运算无关。因此当使用档比较器和比较器时，最好关闭偏差显示模式，以避免混淆。

☛提示：TH2825A 的列表扫描比较器是运用了偏差运算结果进行扫描比较的，即与偏差运算有关。

3.2.6.12 REF_A/ REF_B (主/副参数偏差参考)

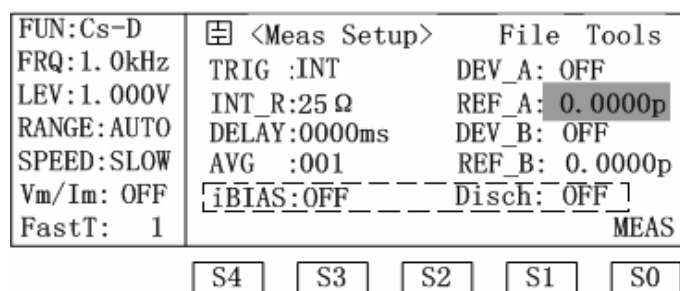


图 3-34 主参数偏差的设置

软键	<input type="button" value="S0"/> 进行一次测量，并把测量结果存为参考值。
----	---

当使用偏差模式时，需要设置偏差参考值，偏差参考值是可以通过数字键输入，也可以通过操作软键进行一次测量，并将测量结果自动设置参考值。

此参考值即为§3.2.6.11 中的 Y。

3.2.6.13 Disch（放电设置）

本节功能仅限 TH2825A。

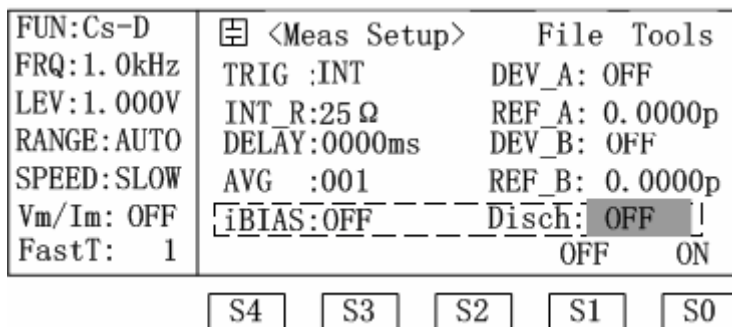


图 3-35 放电的设置

软键	S0	打开放电模式；
	S1	关闭放电模式。

3.2.7 用户校正页面

☛提示：如果要使用本页面功能时，请仔细阅读本节所有内容！

☛提示：本仪器出厂已经过仔细校准，因此如果没有特殊需要，请不要使用和打开负载修正功能。如果确实需要使用此功能，请确认操作的可靠性，防止错误的校正给测量带来不必要的疑惑！

☛提示：如果因为校正错误导致不正确的测量，请尝试逐一关闭各项校正功能。

3.2.7.1 <User Correction>页面切换

操作仪器面板上的 **SETUP** 菜单按键，再按 **S1** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.6.1。

3.2.7.2 SHORT、OPEN（短路、开路清零）

清零操作参见§3.2.1.9、§3.2.1.10。

☛提示：本页面的清零功能：扫频开路及短路清零，三点频率的开路及短路清零。三点频率的设置参见§3.2.7.5。

3.2.7.3 LOAD（负载校正）

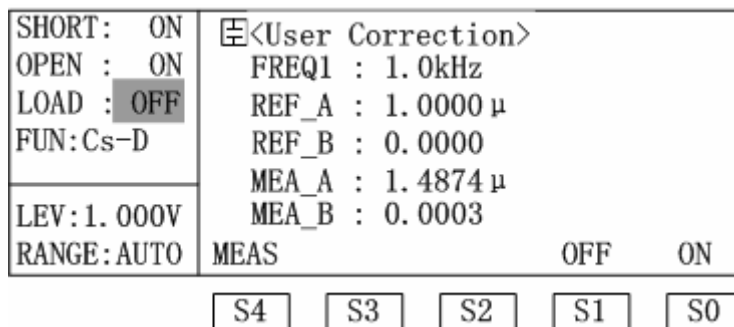


图 3-36 (a) 负载校正的设置

软键	S0	打开负载校正；
	S1	关闭负载校正；
	S4	进行测量，得到测量值 MEA_A, MEA_B。

按 S4 后如下图所示仪器处于测试状态：

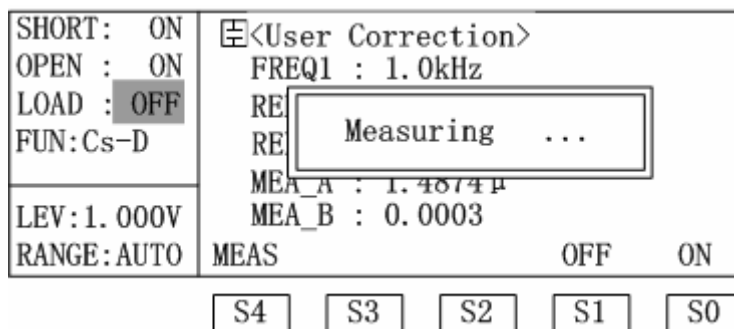


图 3-36 (b) 负载校正的测量

负载校正系数的计算公式如下：

$$Kc = \frac{Zref}{Zmea}$$

Kc : 负载校正系数；

Zref : 由用户输入的 REF_A、REF_B 值计算得到的参考阻抗值；

Zmea: 根据图 3-36 (b) 测量得到的 MEA_A、MEA_B 值计算得到的阻抗测量值。

☛提示：使用负载校正功能务必使正常测试状态下的 OPEN、SHORT 状态和图 3-36 (b) 中测量时的状态一致，否则会导致错误的测量结果。

3.2.7.4 FUN（负载校正参数）

参数设置操作参见§3.2.1.4。

☛提示：本页面的测试参数的两个部分可以确定唯一的阻抗。

3.2.7.5 FREQn (频率点)

三个频率点的设置分为两个步骤。

步骤一：选择要进行设置的频率点；

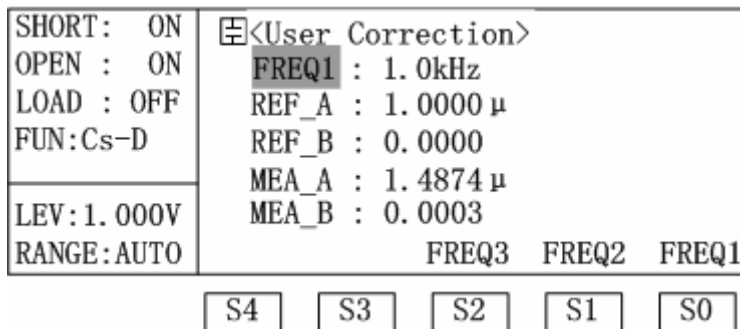


图 3-37 选择频率点

软键	S0 选择频率点 1 (FREQ1);
	S1 选择频率点 2 (FREQ2);
	S2 选择频率点 3 (FREQ3)。

步骤二：对选中的频率点进行设置。

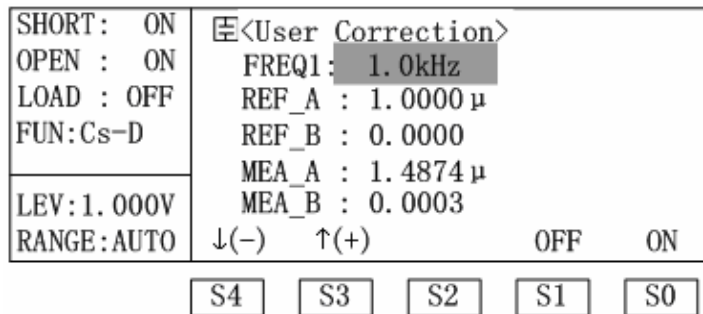


图 3-38 频率点的设置

软键	S0 打开频率点；
	S1 关闭频率点；
	S3 在打开频率点的前提下，使频率增加；
	S4 在打开频率点的前提下，使频率下降。

3.2.7.6 REF_A/ REF_B (主/副参数参考值)

SHORT: ON	☐ <User Correction>
OPEN : ON	FREQ1 : 1.0kHz
LOAD : OFF	REF_A : 1.0000 μ
FUN:Cs-D	REF_B : 0.0000
	MEA_A : 1.4874 μ
LEV:1.000V	MEA_B : 0.0003
RANGE:AUTO	

图 3-39 主参数参考的设置

☞提示：主、副参数参考值都必须“正确”的通过数字键输入。

3.2.7.7 使用负载修正功能的正确流程

步骤一：选择需要的负载校正参数，参见§3.2.7.4。

步骤二：选择需要校正的频率点，参见§3.2.7.5。

步骤三：输入主、副参数的参考值，参见§3.2.7.6。

步骤四：进行用户清零 (SHORT、OPEN)，参见§3.2.7.2。

步骤五：进行测量得到 MEA_A 和 MEA_B 的值，然后打开负载校正开关，参见§3.2.7.3。

3.2.8 档极限列表设置页面

3.2.8.1 <Limit Table>页面切换

操作仪器面板上的 **SETUP** 菜单按键，再按 **S2** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.6.1。

3.2.8.2 NOMINAL (主参数标称值)

NOMINAL:	☐ <Limit Table>	File	Tools
0.0000p	[BIN] [LOW]	[HIGH]	
FUN:Cs-D	2nd	0.0000	10.000
MODE: ±TOL	1	-300.00p	300.00p
BIN : OFF	2	-2.0000 μ	2.0000 μ
ALARM OFF			

图 3-40 主参数标称值的设置

提示：通过数字键可以输入主参数的标称值，请确认主参数标称值是否输入正确，因为其值将直接影响到档比较器的结果。

3.2.8.3 FUN（测量参数）

参见§3.2.1.4。

3.2.8.4 MODE（主参数极限公差模式）

NOMINAL: 0.0000p	<input checked="" type="checkbox"/> <Limit Table>	File	Tools
FUN:Cs-D	[BIN] [LOW]	[HIGH]	
MODE:±TOL	2nd 0.0000	10.000	
BIN : OFF	1 -300.00p	300.00p	
	2 -2.0000 μ	2.0000 μ	
ALARM OFF		%TOL ±TOL	

图 3-41 主参数极限公差模式的设置

软键	<input type="button" value="S0"/> 主参数的极限采用绝对偏差模式；
	<input type="button" value="S1"/> 主参数的极限采用百分比相对偏差模式。

提示：副参数的极限始终采用直接读数偏差模式。

3.2.8.5 BIN（档比较器开关）

参见§3.2.2.3。用此开关可以打开或关闭档比较器。

3.2.8.6 LOW/HIGH（上、下极限）

NOMINAL: 0.0000p	<input checked="" type="checkbox"/> <Limit Table>	File	Tools
FUN:Cs-D	[BIN] [LOW]	[HIGH]	
MODE:±TOL	2nd 0.0000	10.000	
BIN : OFF	1 -300.00p	300.00p	
	2 -2.0000 μ	2.0000 μ	
ALARM OFF	PAGE◆	DEL--	

图 3-42 下极限设置

软键	S0	删除本行设置的极限；
	S4	翻页，以便对其它档极限进行设置。

☞提示：

通过数字键输入极限值。

“2nd”为副参数的设置，**副参数的极限始终采用直接读数偏差模式。**

例：若设定范围为 0~1.5，若副参数的测量值为 1.2（处于上述设定范围内）则合格，若副参数的测量值为 1.55（超出此范围）则不合格。

主参数的设置有 8 档：“1”、“2”、“3”、“4”、“5”、“6”、“7”、“8”，可以通过“PAGE”翻页到达。

☞提示：多档分选的档位与极限表的上下限关系如下图 3-43 所示：

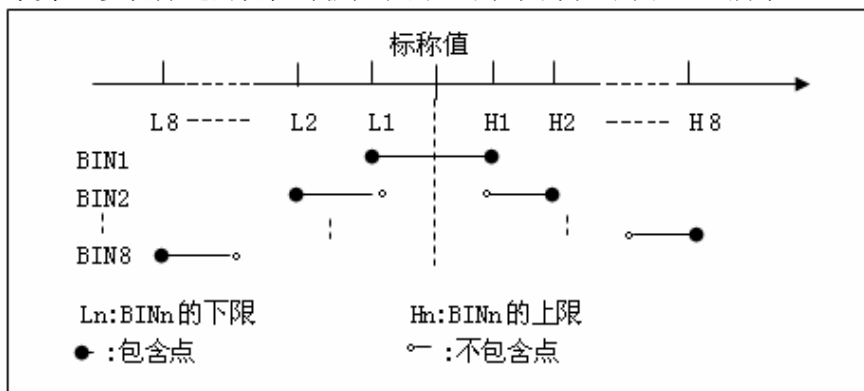


图 3-43 档位与极限

多档分选是对主参数而言，在设置极限列表时，从 BIN1-BIN8 要按照从较窄范围到较宽范围依次增大的原则，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，BIN1 后的设置将失去意义。在极限列表中若下限大于上限，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。

☞提示：比较过程及比较结果的定义可用下图示意：

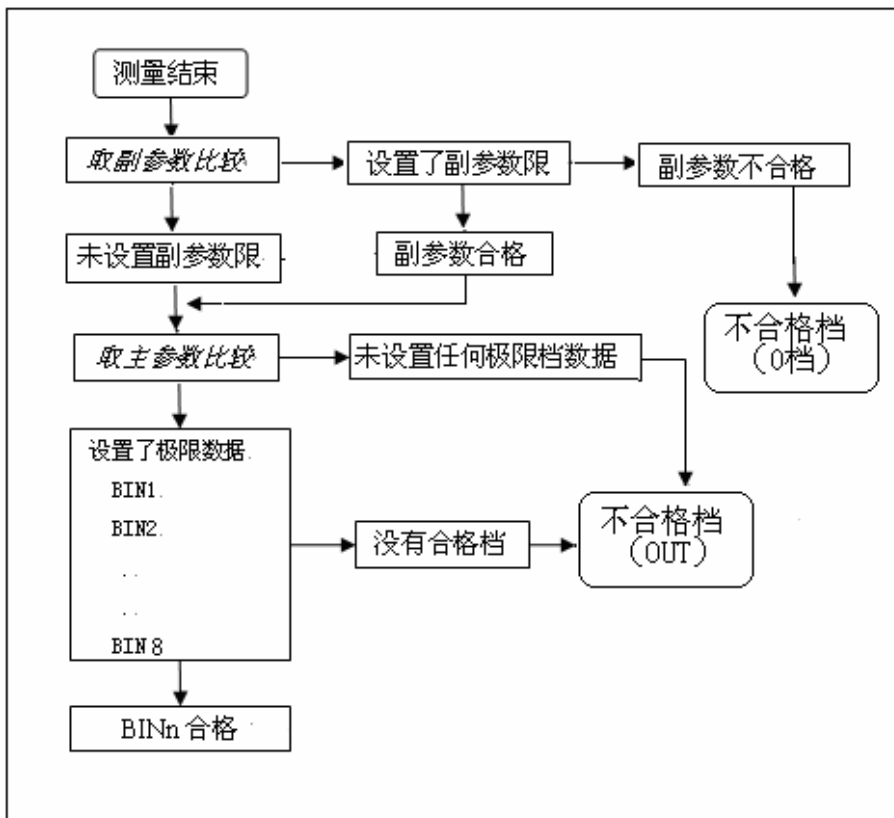


图 3-44 档比较器功能示意

3.2.8.7 Tools (工具)

NOMINAL: 0.0000p	<input checked="" type="checkbox"/> <Limit Table>	File	Tools
FUN:Cs-D	[BIN] [LOW]	[HIGH]	
MODE:±TOL	2nd 0.0000	10.000	
BIN : OFF	1 -300.00p	300.00p	
	2 -2.0000 μ	2.0000 μ	
ALARM OFF			CLEAR

图 3-45 档极限中工具的设置

软键	<input type="button" value="S0"/> 删除设置的所有极限。
----	--

3.2.9 比较极限设置页面

3.2.9.1 <Comp Setup>页面切换

操作仪器面板上的 **SETUP** 菜单按键，再按 **S3** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.6.1。

3.2.9.2 A/B_NOMINAL（主/副参数标称值）

FUN:Cs-D	☐ <Comp Setup> File Tools		
TRIG:INT	A_NOMINAL:	0.0000p	
RANGE:AUTO	B_NOMINAL:	0.0000	
SPEED:SLOW	[C]	[LOW]	[HIGH]
COMP:OFF	A	-1.0000 μ	1.0000 μ
MODE:±TOL	B	0.0000	10.000

图 3-46 比较计数器的主参数标称值设置

☛提示：通过数字键可以输入主参数、副参数的标称值，请确认主、副参数标称值是否输入正确，因为其值将直接影响到比较计数器的结果。

3.2.9.3 LOW/HIGH（上、下极限）

FUN:Cs-D	☐ <Comp Setup> File Tools		
TRIG:INT	A_NOMINAL:	0.0000p	
RANGE:AUTO	B_NOMINAL:	0.0000	
SPEED:SLOW	[C]	[LOW]	[HIGH]
COMP:OFF	A	-1.0000 μ	1.0000 μ
MODE:±TOL	B	0.0000	10.000
			DEL--

☐ S4 ☐ S3 ☐ S2 ☐ S1 ☐ S0

图 3-47 主参数极限设置

软键	☐ S0 删除本行上、下极限的设置。
----	--------------------

☛提示：“A”行为主参数设置，“B”行为副参数设置。极限用数字键输入。主参数可以选择绝对偏差和百分比相对偏差两种方式，而副参数始终以绝对偏差方式输入。

在极限设置中若下限大于上限，将会显示警告信息“Warning: Low>High”，这样被测件分选为L（低）或H（高）。

3.2.9.4 页面其它设置

TRIG（触发方式）参见§3.2.6.6；

RANGE（测试量程）参见§3.2.1.7，这里的 RANGE 只能设置自动/固定量程；

SPEED（测量速度）参见§3.2.1.8；

COMP（比较器开关）参见§3.2.4.2。

MODE（主参数公差模式）参见§3.2.8.4。

3.2.10 列表扫描设置页面

本节功能仅限 TH2825A。

3.2.10.1 <List Setup>页面切换

操作仪器面板上的 **SETUP** 菜单按键，再按 **S4** 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.6.1。

提示：关于列表扫描比较器，请注意以下几点：

- 1) 如果没有设置上下限，那么比较结果永远是 IN（合格）；
- 2) 如果只设置了下限，那么测量结果等于或大于下限的分选结果为 IN；
- 3) 如果只设置了上限，那么测量结果等于或小于上限的分选结果为 IN；
- 4) 如果设置的下限大于上限，会提示警告信息“Warning: Low>High”，比较结果必然是不合格 L（低）或 H（高）；
- 5) 列表扫描比较器与显示方式（直读、 Δ ABS、 Δ %）有关，仪器以经过偏差处理后的显示值进行比较，这是由于列表扫描极限设置中不提供标称值的缘故；
- 6) 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。

提示：在列表扫描测量中，由于测试状态点的频繁切换（尤其是快速测量时），需要设置恰当的延时来使电路稳定，从而得到较稳定的测量值，延时设置参见§3.2.6.8。

3.2.10.2 List (扫描参数)

LIST: FREQ	[FREQ] [C] [LOW] [HIGH]
MODE: SEQ	100 Hz A 1.0000 μ 2.0000 μ
FUN: Cs-D	120 Hz A 1.0000 μ 2.0000 μ
LEV: 1.000V	1.0kHz A 1.0000 μ 2.0000 μ
TRIG: INT	10 kHz A 1.0000 μ 3.0000 μ
	iBIAS LEVEL FREQ

S4 S3 S2 S1 S0

图 3-48 扫描参数的设置

软键	S0	扫描参数设置为 FREQ (频率);
	S2	扫描参数设置为 LEVEL (电平);
	S3	扫描参数设置为 iBIAS (偏流)。

提示: 只有将扫描极限列表中的数据全部清空,才能完成此项设置。清除数据参照§3.2.10.5。

3.2.10.3 MODE (扫描模式)

有单步和连续两种模式,操作参见§3.2.5.2。

3.2.10.4 扫描极限列表参数的设置

首先选定 List (扫描参数),以下按选定为 FREQ 进行举例操作。

步骤一: 设置要扫描的频率点,TH2825A 提供 4 个扫描点;

LIST: FREQ	[FREQ] [C] [LOW] [HIGH]
MODE: SEQ	100 Hz A 1.0000 μ 2.0000 μ
FUN: Cs-D	120 Hz A 1.0000 μ 2.0000 μ
LEV: 1.000V	1.0kHz A 1.0000 μ 2.0000 μ
TRIG: INT	10 kHz A 1.0000 μ 3.0000 μ
	↓(-) ↑(+) DEL--

S4 S3 S2 S1 S0

图 3-49 频率点的设置

软键	S0	删除该频率点,包括该点的所有设置;
	S3	频率点增加;
	S4	频率点减小。

提示: 当 LIST (扫描参数) 选择为 LEVEL (电平) 和 IBIAS (偏流) 时,要扫描的点是通过数字键输入。

步骤二：设定扫描主参数还是副参数；

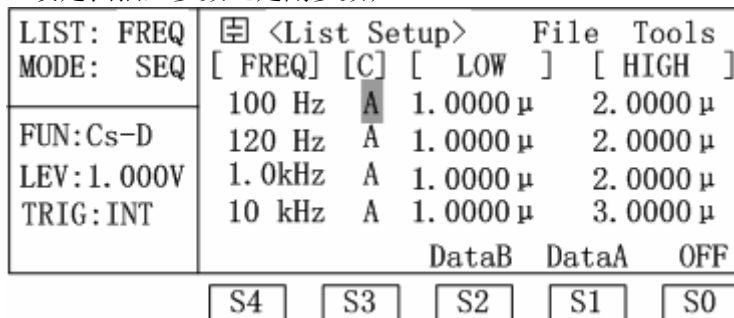


图 3-50 扫描主/副参数的设置

软键	<p>[S0] 不对这个扫描点的测试结果进行比较，同时不能对该扫描点输入上、下极限；</p> <p>[S1] 扫描主参数；</p> <p>[S2] 扫描副参数。</p>
----	--

步骤三：通过数字键设定扫描的上、下极限。

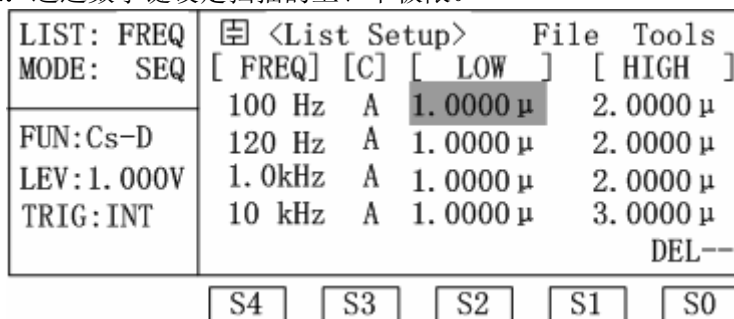


图 3-51 扫描列表的下限设置

软键	[S0] 删除本行扫描点的设置。
----	------------------

3.2.10.5 Tools (工具)

删除本页面所设置的所有极限，操作参见§3.2.8.7。

3.2.11 系统配置页面

按下仪器面板上的 [SYSTEM] 菜单按键，进入系统配置页面 (System Config)，该页面可以设置的系统及量控制参数是：液晶对比度 (CONTRAST)、按键讯响提示音 (INFO BEEP)、比较讯响信号选择 (CMP ALARM)、讯响模式 (ALARM MODE)、机器密码 (PASSWORD)、总线方式 (BUS MODE)、GPIB 接口地址 (GPIB ADDR)、仪器输出资料结束码 (EOS CODE)、分选输出信号模式 (HANDLER)、测量结束延时 (ENDDelay)。以及通过软键可进行的各项设置功能。

3.2.11.1 <System Config>页面切换

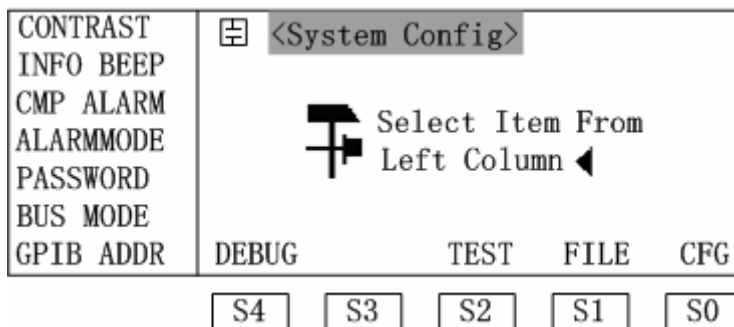


图 3-52 System Config

软键	S0-CFG 系统配置页面； S1-FILE 文件列表页面； S2-TEST 测试页面，此页面功能不向用户开放； S4-DEBUG 调试页面，此页面功能不向用户开放。
----	--

3.2.11.2 CONTRAST（液晶对比度）

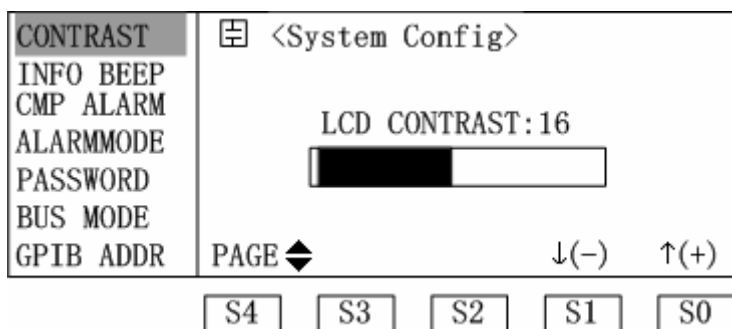


图 3-53 液晶对比度调节

软键	S0 液晶对比度增大，显示变亮； S1 液晶对比度减小，显示变暗； S4 翻页，进行下一页的系统配置。
----	---

3.2.11.3 INFO BEEP (按键讯响提示音)

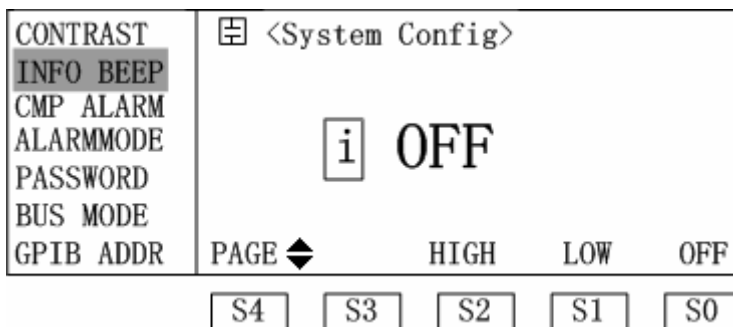


图 3-54 讯响提示音的设置

软键	S0	无声;
	S1	声音低;
	S2	声音高;
	S4	翻页, 进行下一页的系统配置。

3.2.11.4 CMP ALARM (比较讯响信号选择开关)

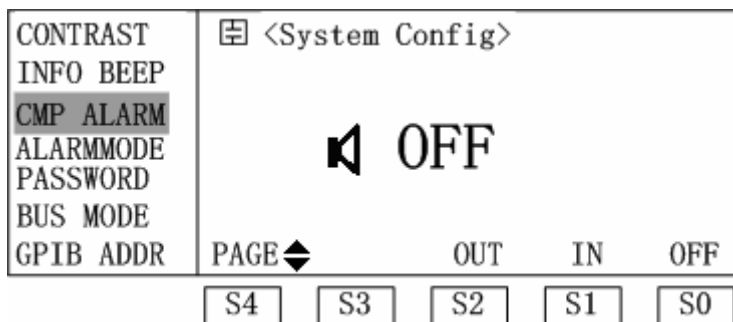


图 3-55 讯响选择设置

软键	S0	关闭比较器报警;
	S1	合格时报警;
	S2	不合格时报警;
	S4	翻页, 进行下一页的系统配置。

3.2.11.5 ALARMMODE (讯响模式)

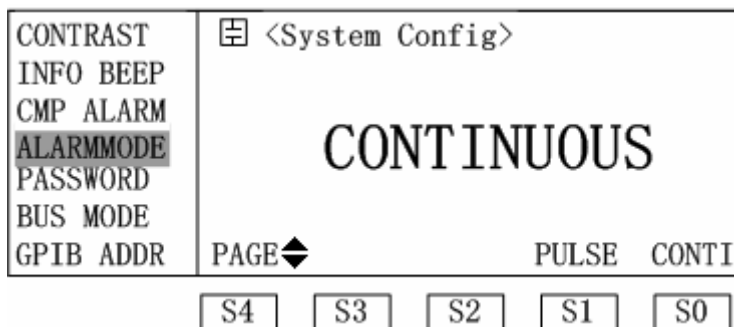


图 3-56 讯响模式设置

软键	S0	连续方式鸣叫;
	S1	脉冲方式鸣叫;
	S4	翻页, 进行下一页的系统配置。

3.2.11.6 PASSWORD (密码方式)

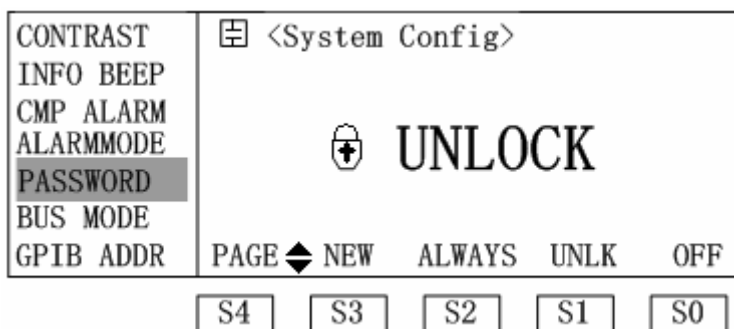


图 3-57 密码方式的设置

软键	S0	关闭密码保护, 开机和解锁时不要求输入密码;
	S1	即 UNLOCK, 只设置解锁密码保护, 开机无密码保护;
	S2	开机和解锁都设置密码保护;
	S3	设置新密码;
	S4	翻页, 进行下一页的系统配置。

提示: TH2825/TH2825A 出厂时的默认密码都为: 2825。

提示: 密码设置的优先级: ALWAYS > UNLK > OFF。

在设置时如果由高级向低级设置, 需要先输入密码, 才可以更改。举个例子, 如果原来的设置为 UNLK, 现在要设置成 OFF, 就会弹出一个密码框要求用户输入密码。反过来向更高级别设置则不需要输入密码。

3.2.11.7 BUS MODE (总线模式)

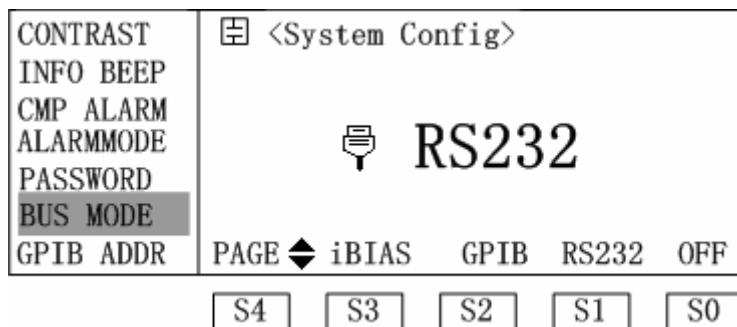


图 3-58 总线模式的设置软键	<p>S0 关闭总线模式；</p> <p>S1 选择标准 RS232C 接口，与计算机通讯时用；</p> <p>S2 当选购并安装了 GPIB 接口卡时才能设置，GPIB 接口使得与计算机的通讯更为快捷和可靠，并可方便组成多仪器测试系统；</p> <p>S3 当串行接口用于控制程控偏流源如 TH1773 时，应选用 iBIAS 方式；</p> <p>S4 翻页，进行下一页的系统配置。</p>
------------------	---

3.2.11.8 GPIB ADDR (并口地址)

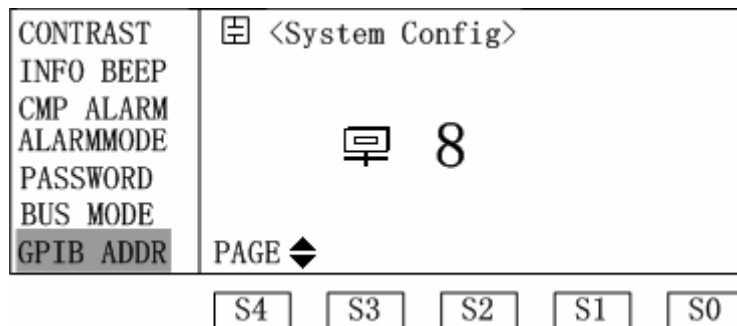


图 3-59 并口地址的设置

软键	S4 翻页，进行下一页的系统配置。
----	-------------------

提示：仪器出厂时默认地址为 8，可以通过数字键输入 0~30 中任一个地址。

3.2.11.9 EOS CODE (资料结束码)

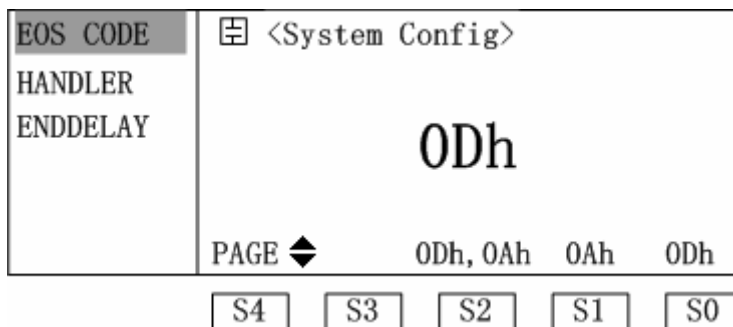


图 3-60 仪器输出资料结束码

软键	<p>S0 选择结束码的 ASCII 代码为 0DH, 即 “\r”;</p> <p>S1 选择结束码的 ASCII 代码为 0AH, 即 “\n”;</p> <p>S2 选择结束码的 ASCII 代码为 0DH+0AH, 即 “\r\n”;</p> <p>S4 翻页, 进行下一页的系统配置。</p>
----	---

3.2.11.10 HANDLER (分选接口信号模式)

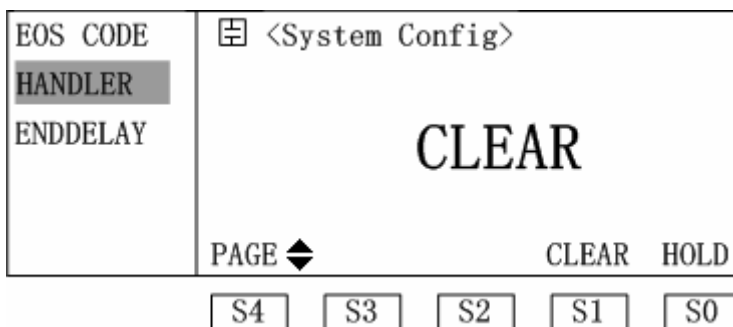


图 3-61 分选接口信号模式的设置

软键	<p>S0 选择 HOLD 模式, 分选输出信号会维持到下次测试结果刷新为止;</p> <p>S1 选择 CLEAR 模式, 每次测量前会先清除上一次测试结果的输出信号;</p> <p>S4 翻页, 进行下一页的系统配置。</p>
----	--

3.2.11.11 ENDDDELAY (测量结束延时)

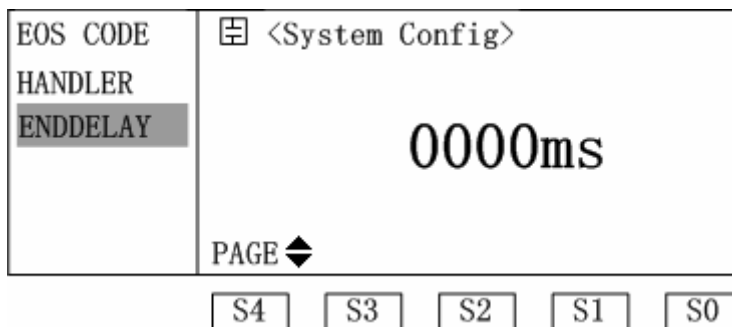


图 3-62 测量结束延时的设置软键

S4 翻页，进行下一页的系统配置。

提示：通过数字键可以设置 0~9999ms 的延时；
本设置主要是针对一次测量完毕，HANDLER 口送出分选结果的脉冲宽度对用户来说如果太窄，就要加适当的延时，使得用户的机械分选能够及时的反应。

3.2.12 文件列表页面

3.2.12.1 <Files List>页面切换

操作仪器面板上的 SYSTEM 菜单按键，再按 S1 软键则会进入本页面。详情参见§3.2.11.1。

3.2.12.2 文件操作

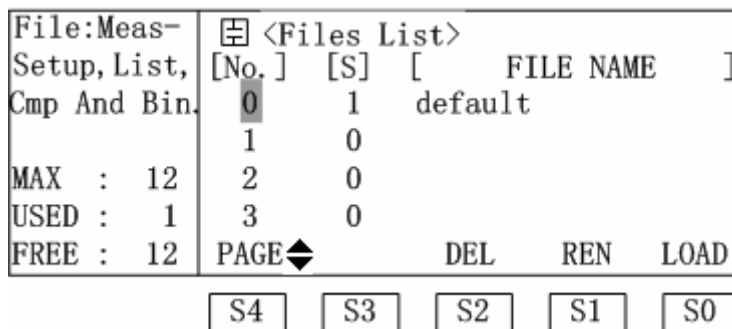


图 3-63 文件操作




软键	S0 加载对应的文件； S1 对文件进行重命名； S2 删除本行的文件； S4 翻页，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，因此用这个功能来翻页，显示其它文件。
----	---

☛ **提示：** 文件列表页面左边显示区域中的“MAX”表示文件的最大存储量，仪器最多支持 12 个文件的存储，“USED”表示已经使用的文件量，“FREE”表示还可以存储几个文件。

☛ **提示：** 本仪器开机自动加载“0”号文件，因此，若用户需要更改或定制仪器的初始开机状态，只需设定好各种状态信息，并存储为‘0’号文件即可。

第四章 元件的正确测量

4.1 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 Q 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，可以选购 TH26006 轴向夹具芯和 TH26005 配套测量轴向引线元件，还可选购 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！**

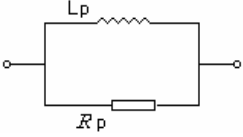
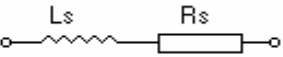
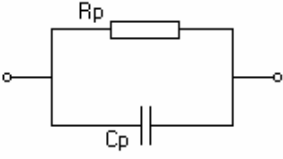
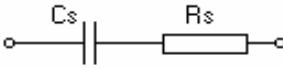
4.1.1 等效方式

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。

表 4-1 L、C 串联、并联型式转换表

电路形式	损耗 D	等效方式转换
L 	$D=2\pi FLp/Rp=1/Q$	$Ls=Lp/(1+D^2)$ $Rs=RpD^2/(1+D^2)$
		$D=Rs/2\pi FLs=1/Q$
C 	$D=1/2\pi FCpRp=1/Q$	$Cs=(1+D^2)Cp$ $Rs=RpD^2/(1+D^2)$
		$D=2\pi FCsRs=1/Q$

Q 、 D 、 Xs 的定义为: $Q=Xs/Rs$, $D=Rs/Xs$, $Xs=1/2\pi FCs=2\pi FLs$

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。

4.2 被测件的正确连接

4.2.1 被测件连接

仪器具有电流驱动高端 HC 、电流驱动低端 LC 、电压检测高端 HP 、电压检测低端 LP 和对应于每测试端的屏蔽端一共四对测试端。

每个测试端都含有屏蔽层, 屏蔽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 HC 、 HP 和 LC 、 LP 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 HP 、 LP 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 HP、LP 所检测的应为被测件上实际存在的电压。

换言之，最好 HC、HP 和 LP、LC 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_{lead} 远小于被测阻抗（例如： $R_{lead} < Z_x / 1000$ ，精度要求不高于 0.1%）时则 HC、HP 及 LC、LP 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 HC、LC 直接连接，HP、LP 直接连接，而后将两者连接一起。

①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 HC、HP 的端子，而“低电位端”请接于前面板标为 LC、LP 的端子。**测量有极性元件时请先放电以免损坏仪器。**

4.2.2 消除杂散阻抗的影响

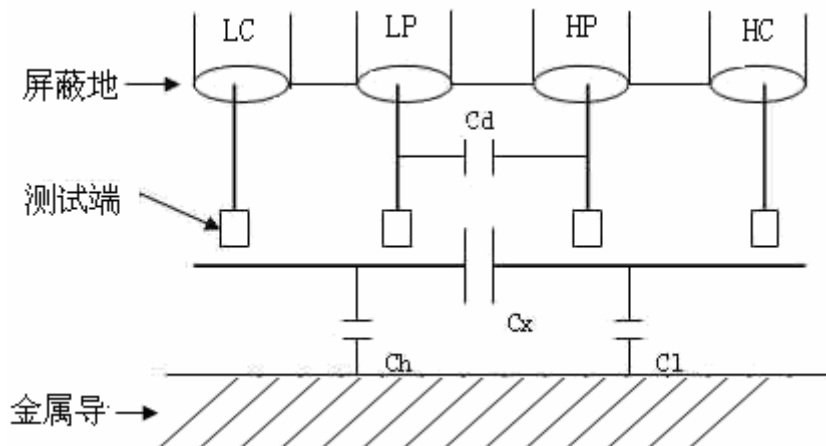


图 4-1 杂散电容的影响示意图

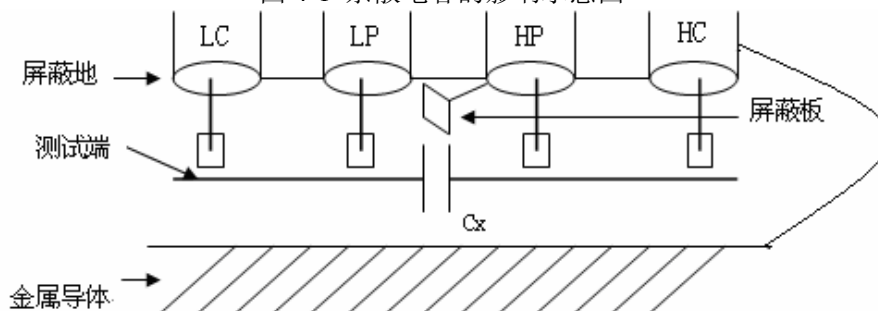


图 4-2 消除杂散电容影响的方法示意图

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 4-1 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_1 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_1 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 HC、LC 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。使 HC、LC 以双绞线的方式引至测试件上，使其产生的磁场相互抵消，有助于减小电磁耦合对测试的影响。

4.3 电感器和变压器的测量

①注意：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。

4.3.1 电感器的正确测量

电感器是由导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 μ 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 4-3 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 B 随着磁场强度 H （与流过电流的大小成正比）的增加而增加，**电感量 $L \propto$ 磁导率 μ ， $B = \mu H$** ，图 4-4 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。

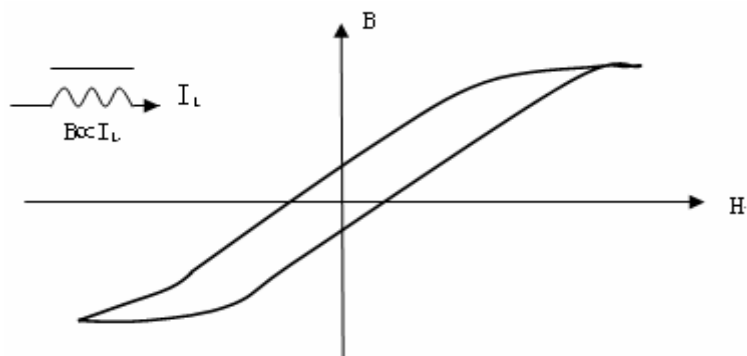


图 4-3 磁芯电感器磁化曲线

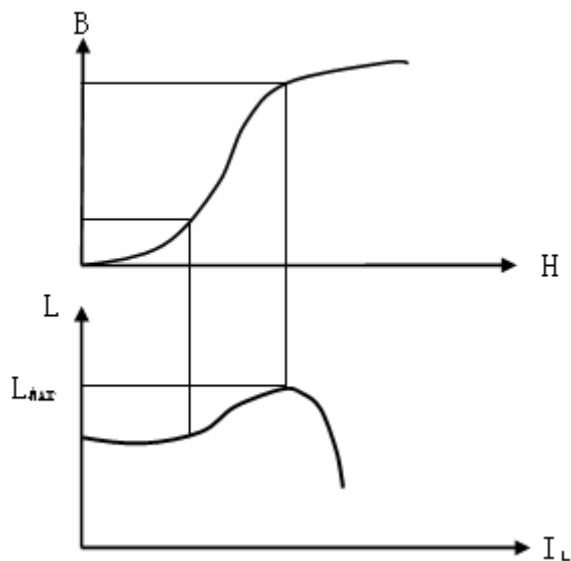


图 4-4 磁场强度、电感量的相互关系图

一般来说，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。

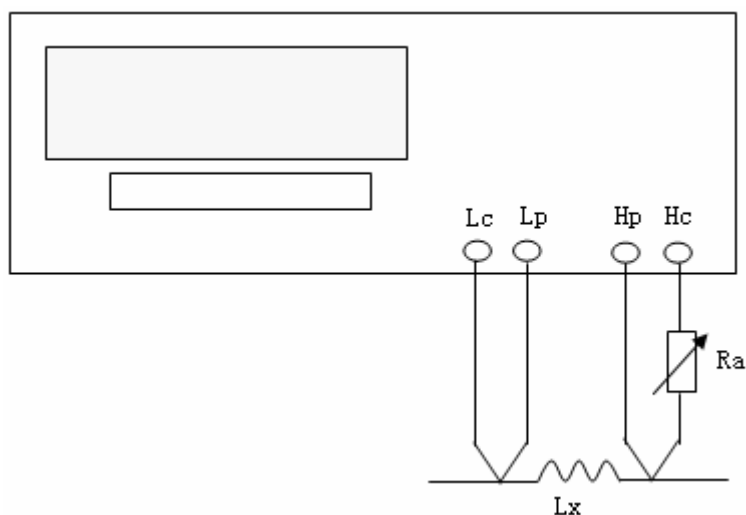


图 4-5 信号源内阻调节示意图

本仪器提供 $10\text{mV}_{\text{RMS}}-1\text{V}_{\text{RMS}}$ 的测试电平，信号源内阻为 25Ω 和 100Ω 可选。测试电流可用两种方法调节：

1. 将被测电感器连接于仪器测试端，打开 V_m/I_m 监控开关，设置好内阻，选择适当的测试电平使测试电流满足要求。
2. 使用图 4-5 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。

关于电感器的直流叠加特性。

磁性电感器(变压器)更多应用于电源电路及滤波电路,纹波、噪声及干扰抑制中,这类应用中电感器中总要流过一定的工作电流,模拟这种应用的测量方法就是**叠加直流测试**,如图 4-6 所示。不同的叠加电流,其所对应的电感量也不一样,这就是电感器的直流叠加特性。高导磁易饱和磁芯电感器具有显著的直流叠加特性。

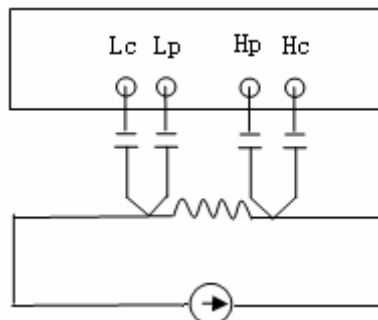


图 4-6 使用外部偏置电流源叠加测试

TH2825/TH2825A 不具有内偏置功能,要叠加测试,应使用外部偏置电流源。电流源应具有尽可能大的交流阻抗,以减小测试误差。图 4-6 中,电流源的等效并联阻抗将直接影响测量精度。

电流源可能会干扰测试信号,隔离电容的充放电也会造成测试信号产生抖动,这将影响到叠加测试的稳定性,并因测试量程易变而降低测试速度。采用**量程锁定**的方式有助于将这种影响减到最小,参考 3.2.1.7 有关量程的介绍。

使用专门的电感叠加测试偏置电流源如 TH1773 可使联接与使用简单化,并提供抗冲击保护措施、隔离措施,有效范围内的精度保证等。

☛**提示:** TH2825A 可以利用提供的列表扫描功能还可以直接对 TH1773 进行控制;

TH2825 不支持对 TH1773 的控制。

注意测试夹具对电感器测量的影响。

测试夹具一般由金属材料组成。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。产生涡流的大小与金属体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。**

关于 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。

4.3.2 变压器的正确测量

本节功能仅限 TH2825A。

变压器测试均需配合本公司提供的变压器测试夹具使用。

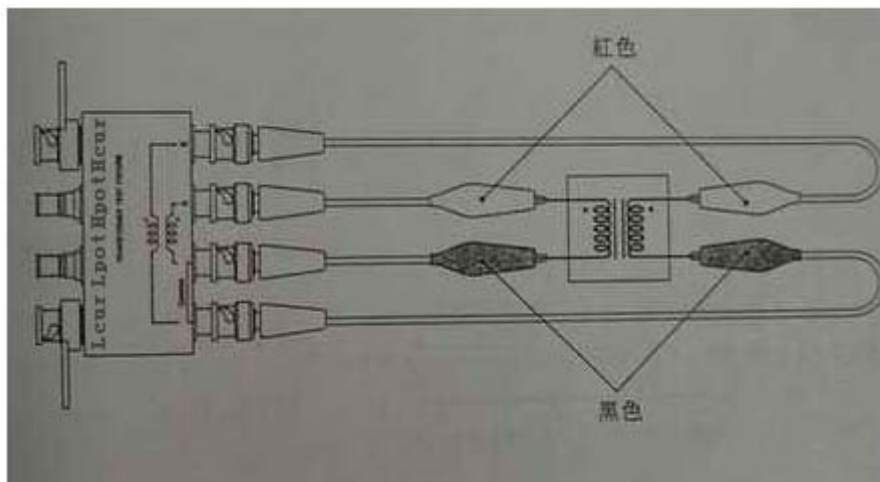


图 4-7 变压器的正确连接示意图

4.3.3 测量参数

主参数：

LA: A 线圈的二端测试电感量。

LB: B 线圈的二端测试电感量。

副参数：

R2: 主参数线圈的直流电阻(DCR)，如 LB-R2，则 R2 指的是 B 线圈的 DCR。

N: 变压器圈数比，如 LB-N，则 N 指的是 $\frac{B \text{ 线圈之圈数}}{A \text{ 线圈之圈数}}$ 的比值；

如 LA-N，则 N 指的是 $\frac{A \text{ 线圈之圈数}}{B \text{ 线圈之圈数}}$ 的比值。

1/N: N 的倒数。

M: 互感。

提示：

1. 在一般情况下做变压器测量，主参数设为 LB；
2. 当变压器圈数不同时，圈数较多的一侧连接至测试夹具的 B 端 (Hcur)，

圈数较少的一侧连接至 A 端 (Hpot)。

4.4 电容器的正确测量

4.4.1 电容器的频率相关性

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。

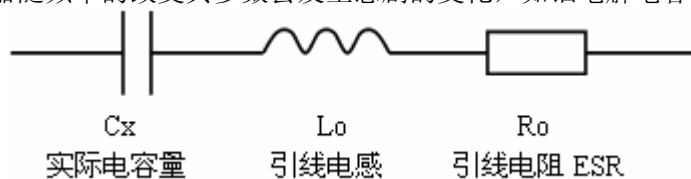


图 4-8 电容器的等效电路

上图表示的为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 4-9。

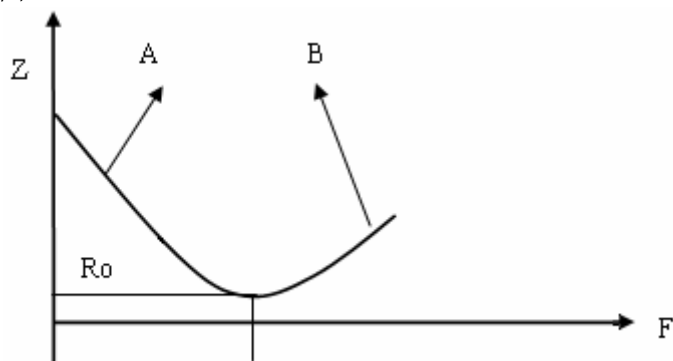


图 4-9 电容器 Z-F 变化曲线

图 4-9 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；

4.4.2 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-0.0001，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）

4.4.3 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什么测试电平的条件下进行测量。

4.4.4 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 μ 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。

第五章 性能测试

5.1 测量范围

表 5-1 各参数的测量范围

参 数	范 围
电容 C	0.001pF ~ 1.9999F
阻抗 Z ; 电阻 R, DCR, R2; 电抗 X	0.01mΩ ~ 99.99MΩ
损耗因子 D	0.0001 ~ 9999
品质因数 Q	0.0001 ~ 9999
电导 G; 电纳 B	0.0001 μS ~ 999.99 S
电感 L, LA, LB; 互感 M	0.001 μH~99.999 kH
相位角 θ	REG: -180.00° ~+180.00° RAD: -π ~+π
圈数比 N, 1/N	0.001~9999.9

5.2 测量时间

从测量开始、类比取样、计算到档比较器 (Bin) 或比较器 (Comp) 信号输出的测量时间, 请参照表 5-2。(FastT 要设为 1, 请参考 3.2.6.5)

表 5-2 测量时间

项目	快速	中速	慢速
四端测量 (不含 DCR)	20mS 30mS(50Hz、60Hz)	60mS	295mS
四端测量 (含 DCR)	180mS	280mS	600mS
二端测量 L2-M	40mS 60mS(50Hz、60Hz)	117mS	560mS
二端测量 L2-N、 L2-1/N	50mS 85mS(50Hz、60Hz)	145mS	550mS 780mS(f<1kHz)
二端测量 L2-R2	180mS	280mS	600mS

提示: L2 指测试参数 FUN 的设置中的 LA 和 LB。

以上时间是在量程保持、小字符显示、电平监视开关为 OFF、内阻不是恒压状态、外偏压开关为 OFF 的情况下所得, 若上述状态有所改变, 则

要增加一定的计算、处理时间。

5.3 准确度

测量准确度包含了测量稳定性、温度系数、线性度、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**”，以选择正确的测量量程范围。

5.3.1 $|Z|$ ，L，C，R，X 的准确度

$|Z|$ ，L，C，R，X，G，B，DCR 的准确度 A_e [%] 由下式表示：

当 $|Z_x| > 100\Omega$ 的时候

$$A_e = \pm [K_A + K_B \times K_V \times |Z_x| / Z_S + K_L / |Z_x| + |Z_x| / K_F] \times K_C \quad [%]$$

(公式 5-1)

当 $|Z_x|$ 或者 DCR $\leq 100\Omega$ 的时候

$$A_e = \pm [K_A + K_B \times K_V \times Z_S / |Z_x| + K_L / |Z_x| + |Z_x| / K_F] \times K_C \quad [%]$$

(公式 5-2)

其中：

K_A 、 K_B ：基本测量准确度因子(见表 5-3)

K_V ：测试电平因子（见表 5-7 和表 5-8）

K_L ：电缆长度因子（见表 5-4）

K_F ：测试频率因子（见表 5-5）

K_C ：温度因子(见表 5-6)

$|Z_x|$ ：被测件的阻抗测试值

Z_S ：当前量程阻抗值，见表 5-3

当测量L，C，R，X，G，B，DCR的时候，将测量值转化为阻抗值 $|Z_x|$ ，参照上述公式执行。

L，C，X，B 准确度使用条件： D_x (D测量值) ≤ 0.1 ；

当 $D_x \geq 0.1$ ，准确度因子 A_e 应乘以 $\sqrt{1 + D_x^2}$

R，G 准确度使用条件： Q_x (Q测量值) ≤ 0.1

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

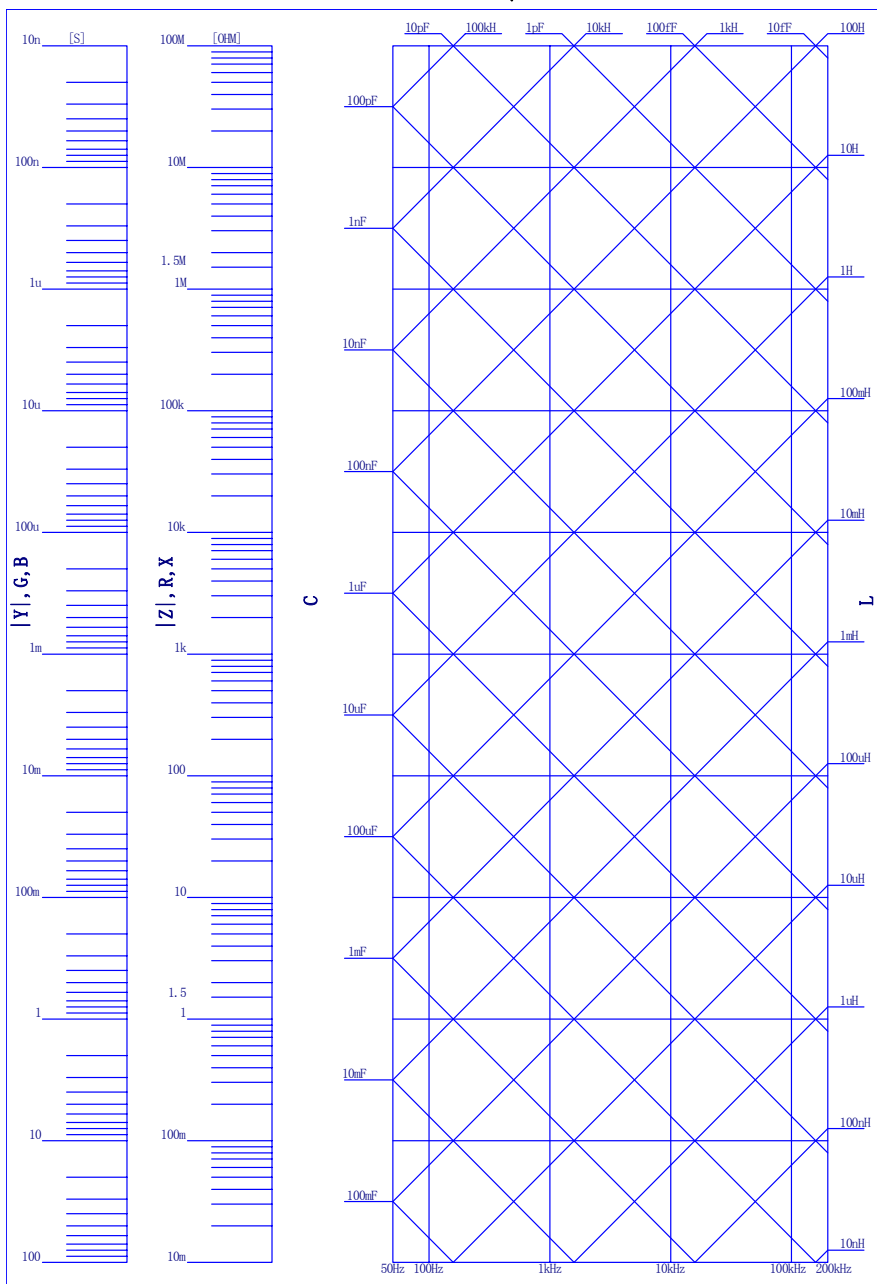


图 5-1 阻抗变换图

表 5-3 测量准确度参数因子 K_A 、 K_B

		测试信号频率								
		K_A [%] (快速/ 中速、慢速)				K_B [%] (快速/ 中速、慢速)				
$ Z_x $	Z_S	DC	50/60Hz	100/120Hz	1 kHz	10 kHz	20 kHz	40 kHz	50 kHz	100 kHz
$1M\Omega \leq Z_x \leq 100M\Omega$	$1M\Omega$	0.85/0.85 0.075/0.025	0.65/0.25 0.075/0.025 ¹	0.48/0.15 0.075/0.025 ¹	0.13/0.1 0.04/0.02	0.48/0.48 0.04 ³ /0.02 ³	1.9/1.9 0.12 ³ /0.06 ³			
$100k\Omega \leq Z_x < 1M\Omega$	$100k\Omega$				0.13/0.095 0.02/0.01	0.36/0.36 0.02 ³ /0.015 ³	1.4/1.4 0.05 ³ /0.03 ³			
$10k\Omega \leq Z_x < 100k\Omega$	$10k\Omega$		0.65/0.25 0.055/0.02 ²	0.48/0.15 0.055/0.02 ²			0.8/0.8 0.05/0.03	$1.15^4/1.15^4$ $0.11^4/0.1^4$	$1.15^4/1.15^4$ $0.11^4/0.1^4$	$1.15^4/1.15^4$ $0.11^4/0.1^4$
$1k\Omega \leq Z_x < 10k\Omega$	$1k\Omega$	0.85/0.85 0.055/0.02			0.11/0.09 0.02/0.01	0.16/0.16 0.02/0.015	0.7/0.7 0.05/0.03	1.12/1.12 0.11/0.1	1.12/1.12 0.11/0.1	1.12/1.12 0.11/0.1
$100\Omega < Z_x < 1k\Omega$	100Ω						0.5/0.5 0.05/0.03	0.83/0.83 0.11/0.1	0.83/0.83 0.11/0.1	0.83/0.83 0.11/0.1
$10\Omega < Z_x \leq 100\Omega$	10Ω		0.7/0.4 0.055/0.02	0.5/0.17 0.055/0.02	0.13/0.12 0.02/0.01	0.2/0.2 0.02/0.15	0.6/0.6 0.05/0.03	0.97/0.97 0.11/0.1	0.97/0.97 0.11/0.1	0.97/0.97 0.11/0.1
$100m\Omega < Z_x \leq 1\Omega$	1Ω	0.85/0.85 0.09/0.02	0.65/0.65 0.09/0.02	0.5/0.4 0.09/0.02	0.4/0.4 0.03/0.01	0.4/0.4 0.03/0.015				
$1m\Omega \leq Z_x \leq 100m\Omega$	$100m\Omega$	0.85/0.85 0.29/0.1	0.65/0.65 0.29/0.1	0.5/0.4 0.29/0.1	0.4/0.4 0.095/0.03	0.4/0.4 0.075/0.03	0.6/0.6 0.14/0.06	0.97/0.97 0.14/0.1	0.97/0.97 0.14/0.1	0.97/0.97 0.14/0.1

表中

注 1: 当外偏压开关 DC Bias 打开时候, 0.075/0.045

注 2: 当外偏压开关 DC Bias 打开时候, 0.055/0.040

注 3: 当测试电缆长度为 1 m 或 2 m 时, 需要乘以下述调整系数

1 m: $\times 2.5$

2 m: $\times 4$

测试频率为 10kHz、20kHz, 当被测件阻抗 $|Z_x| \geq 100k\Omega$ 的时候, Z_s 始终取值 $100k\Omega$ 。

注 4: 测试频率为 40kHz、50kHz、100kHz, 当被测件阻抗 $|Z_x| \geq 10k\Omega$ 的时候, Z_s 始终取值 $10k\Omega$ 。

表 5-4 电缆长度因子 K_L

电缆长度	K_L					
	测试频率					
	DC, $f_m < 1kHz$	1kHz	10kHz	20kHz	40/50kHz	100kHz
0m	0.0002 Ω	0.0045 Ω	0.025 Ω	0.05 Ω	0.15 Ω	0.25 Ω
1m	0.01 Ω	0.0165 Ω	0.075 Ω	0.15 Ω	0.45 Ω	0.75 Ω
2m	0.018 Ω	0.0285 Ω	0.125 Ω	0.25 Ω	—	—
4m	0.034 Ω	0.0525 Ω	—	—	—	—

表中, f_m 为测试信号频率 [kHz]。

表 5-5 测试频率因子 K_F

K_F					
测试频率					
DC, $f_m < 1kHz$	1kHz	10kHz	20kHz	40/50kHz	100kHz
$2.8 \times 10^8 \Omega$	$2.8 \times 10^7 \Omega$	$2.8 \times 10^6 \Omega$	$1.4 \times 10^6 \Omega$	$5.6 \times 10^5 \Omega$	$2.8 \times 10^5 \Omega$

表 5-6 温度因子 K_c

温度 ($^{\circ}C$)	0	8	18	28	38	45
K_c	4	2	1	2	4	

当测试电平 V_{osc} 是 50mV, 100mV, 250mV, 500mV, 1V 的时候, K_V 的数值如下表所示。

表 5-7 基本准确度电平修正系数

$ Z_x $	K_V
$1M\Omega \leq Z_x \leq 100M\Omega$	1 (@1V); 5 (@500mV); 10 (@250mV); 25 (@100mV); 50 (@50mV)
$100k\Omega \leq Z_x < 1M\Omega$	1 (@1V); 2 (@500mV); 4 (@250mV); 8 (@100mV); 15 (@50mV)
$10k\Omega \leq Z_x < 100k\Omega$	
$1k\Omega \leq Z_x < 10k\Omega$	1 (@1V) 1 (@500mV) 2 (@250mV) 5 (@100mV) 10 (@50mV)
$100\Omega < Z_x < 1k\Omega$	
$10\Omega < Z_x \leq 100\Omega$	
$1\Omega < Z_x \leq 10\Omega$	
$100m\Omega < Z_x \leq 1\Omega$	
$1m\Omega \leq Z_x \leq 100m\Omega$	1 (@1V); 2 (@500mV)

当测试电平 V_{osc} 不是 50mV, 100mV, 250mV, 500mV, 1V 的时候, 公式 5-1 的 A_e 还需要乘以下表中的电平修正系数 A_c , K_v 的数值参考表 5-7 相关典型电平下的取值。

表 5-8 非典型电平测试点修正系数

测试信号电压 V_{osc}	K_v 的取值点	准确度修正系数 A_c
$20\text{mV} \leq V_{osc} < 50\text{mV}$	@50mV	$(50 / V_{osc} [\text{mV}])$
$50\text{mV} < V_{osc} < 100\text{mV}$	@100mV	$(100 / V_{osc} [\text{mV}])$
$100\text{mV} < V_{osc} < 250\text{mV}$	@250mV	$(250 / V_{osc} [\text{mV}])$
$250\text{mV} < V_{osc} < 500\text{mV}$	@500mV	$(500 / V_{osc} [\text{mV}])$
$500\text{mV} < V_{osc} < 1\text{V}$	@1V	$(1000 / V_{osc} [\text{mV}])$

5.3.2 损失因数 D 准确度

D 准确度 D_e 由下式给定:

$$D_e = \pm \frac{A_e}{100} \quad (\text{公式 5-3})$$

上式仅当 $D_x \leq 0.1$ 使用。

当 $D_x > 0.1$, D_e 应乘以 $(1 + D_x)$

5.3.3 品质因数 Q 准确度

Q 准确度由下式给定:

$$Q_e = \pm \frac{Q_x \times D_e}{1 \mu Q_x \times D_e} \quad (\text{公式 5-4})$$

这里, Q_x 是被测 Q 的值。

D_e 是 D 的准确度

上式使用条件 $Q_x \times D_e < 1$

5.3.4 相位角 θ 准确度

θ 准确度由下式给定:

$$\theta_e = \frac{180}{\pi} \times \frac{A_e}{100} \quad [\text{deg}] \quad (\text{公式 5-5})$$

5.3.5 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:

$$R_p = \pm \frac{R_{px} \times D_e}{D_x \mu D_e} \quad [\Omega] \quad (\text{公式 5-6})$$

这里， R_{px} 是被测 R_p 的值 $[\Omega]$ 。

D_x 是被测D的值。

D_e 是D的准确度。

5.3.6 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：

$$R_{se} = X_x \times D_e \quad [\Omega] \quad (\text{公式 5-7})$$

$$X_x = 2 \pi f L_x = \frac{1}{2 \pi f C_x} \quad (\text{公式 5-8})$$

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

5.3.7 其它性能参考

- 测试信号频率
0.02%
- 测试电平
 $\pm (10\% \times \text{设定值} + 10 \text{ mV})$
- 信号源内阻
内阻为 25 Ω : 25 $\Omega \pm 10\%$
内阻为 100 Ω : 100 $\Omega \pm 10\%$
内阻为 25 Ω /100 Ω : 25 $\Omega \pm 10\%$ ($\leq 1 \Omega$ 量程)
100 $\Omega \pm 10\%$ ($\geq 10\Omega$ 量程)
恒压 CV: 10 $\Omega \pm 20\%$
- 电平检测
 $\pm [A_e + 1 + (V_{osc} \times 0.1 + 10 \text{ mV}) / V_{osc}] \%$
- L2（指 LA、LB）、M、R2、N 测量准确度
TH2825A的变压器参数是采用两线测量方式测量的，不列为本仪器的准确度测试范畴，可以参照下面的公式估算其准确度。
 1. L2 的准确度 ($L2_e$)

$$L2_e = A_e + (L2_l / L2_x + L2_x / L2_H) \times 100 \quad [\%]$$
 其中 $L2_x$ 为L2 的测试数值[H]。

表 5-9 L2 测量低端拐点值

L2 _L		
电缆长度	测试频率 f	
	f < 1kHz	f ≥ 1kHz
0m	20 μH	2 μH
1m, 2m, 4m	200 μH	20 μH

表 5-10 L2 测量高端拐点值

L2 _H						
f < 1kHz	1kHz	10kHz	20kHz	40kHz	50kHz	100kHz
200 k H	2.5 k H	25 H	6.25 H	0.625H	0.5 H	0.25 H

2. M 的准确度 (M_e)

$$M_e = L2_e + K_B \times (L2_x / M_x - 1) \quad [\%]$$

其中 M_x 为 M 的测试数值 [H];

L2_x 为 L2 的主匝测试值 [H];

K_B 参照表 5-3

3. R2 的准确度 (R2_e)

$$R2_e = A_e + 100 \times R_L / R2_x \quad [\%]$$

其中 R2_x 为 R2 的测试数值 [Ω]。

表 5-11 R2 测量时的电缆长度因子

电缆长度	R _L
0 m	250 mΩ
1 m	500 mΩ
2 m	750 mΩ
4 m	1250 mΩ

4. N 的准确度 (N_e)

$$N_e = K_F + 100 \times L2_L / L2_x + (K_G + 100 \times K_H / L2_x) \times Ar \times N_x \quad [\%]$$

其中 N_x 为 N 的测试数值。

L2_L 参照表 5-9, Ar 参照表 5-15 ;

K_F、K_G、K_H 分别有下列表给出。

表 5-12 N_e 的基本测量准确度因子 1-K_F

K _F							
测试速度	测试频率 f						
	50/60Hz	100/120Hz	1kHz	10kHz	20kHz	40/50kHz	100kHz
快速	1.0%	0.7%	0.3%	0.35%	0.7%	0.9%	1.1%
中速/慢速	0.5%	0.35%	0.3%	0.35%	0.7%	0.9%	1.1%

表 5-13 N_e 的基本测量准确度因子 2- K_G

K_G ^注							
测试速度	测试频率 f						
	50/60Hz	100/120Hz	1kHz	10kHz	20kHz	40/50kHz	100kHz
快速	0.07%	0.055%	0.02%	0.02%	0.05%	0.07%	0.11%
中速/慢速	0.04%	0.02%	0.01%	0.015%	0.03%	0.04%	0.1%

注：当测试电平不是 1V 时， K_G 需要乘以下面系数：

500 mV: ×1; 250 mV: ×2; 100 mV: ×3; 50 mV: ×6

上表中为测量电缆为 0m 的数值，否则电缆每增加 1m， K_G 增加 0.01。

表 5-14 N_e 的基本测量准确度因子 3

K_H ^注							
测试速度	测试频率 f						
	50/60Hz	100/120Hz	1kHz	10kHz	20kHz	40/50kHz	100kHz
快速	0.5 mH	90 μ H	7 μ H	0.7 μ H	0.5 μ H	0.4 μ H	0.2 μ H
中速/慢速	0.25 mH	35 μ H	3.5 μ H	0.5 μ H	0.3 μ H	0.4 μ H	0.2 μ H

注：当测试电平不是 1V 时， K_H 需要乘以下面系数：

500 mV: ×1; 250 mV: ×2; 100 mV: ×3; 50 mV: ×6

表 5-15 非典型电平测试点修正系数

测试信号电压 V_{osc}	准确度修正系数 A_r
$20\text{mV} \leq V_{osc} \leq 50\text{mV}$	$(50 / V_{osc} [\text{mV}]) \times 6$
$50\text{mV} < V_{osc} \leq 100\text{mV}$	$(100 / V_{osc} [\text{mV}]) \times 3$
$100\text{mV} < V_{osc} \leq 250\text{mV}$	$(250 / V_{osc} [\text{mV}]) \times 2$
$250\text{mV} < V_{osc} \leq 500\text{mV}$	$(500 / V_{osc} [\text{mV}])$
$500\text{mV} < V_{osc} \leq 1\text{V}$	$(1000 / V_{osc} [\text{mV}])$

5.4 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本公司维修。

5.4.1 性能测试所用器件及设备

表 5-16 性能测试所需标准器及仪器

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

5.4.2 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。

5.4.3 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：50mV、100mV、250mV、0.5V、1V，读数应符合§5.3.7 的要求。

5.4.4 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 HC 端相连。改变频率为：50Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz，频率计的读数应符合 §5.3.7 的要求。

5.4.5 电容量 C、损耗 D 精度测试

功能	C _p -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、0.1 μ F、1 μ F，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差电容量 C 应在 §5.3.1 规定的允许误差范围内，损耗 D 应在 §5.3.2 规定的允许误差范围内。

5.4.6 电感量 L 精度测试

功能	L _s -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 μ H、1mH、10mH、100mH，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差应在 §5.3.1 规定的允许误差范围内。

5.4.7 阻抗 Z 精度测试

功能	Z- θ r				
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。接入交流标准电阻器 10 Ω 、100 Ω 、1k Ω 、10k Ω 、100k Ω ，改变频率，仪器读数与标准值之间的误差应在 §5.3.1 规定的允许误差范围。

第六章 远程控制

本仪器可使用 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七章。

6.1 RS232C 接口说明

仪器提供的 RS232C 接口既可用于与计算机通讯，也可用于对本公司生产的偏置电流源进行控制。仪器提供丰富的程控命令，通过 RS232C 接口，计算机可实行仪器面板上几乎所有功能操作。

6.1.1 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：

表 6-1 常用 RS232 串行口引脚定义

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，本仪器的串行接口不是严格基于 RS-232 标准的，而是只提供一个小集。如下表：

表 6-2 仪器 RS-232 接口引脚定义

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

这是使用串行口通讯最简单而又便宜的方法。

⚠注意：本仪器的串行口引脚定义与标准 9 芯 RS232C 的连接器的引脚定义基本相同。

本仪器的 RS232C 连接器使用 9 芯针式 DB 型插座，引脚顺序如下图所示：

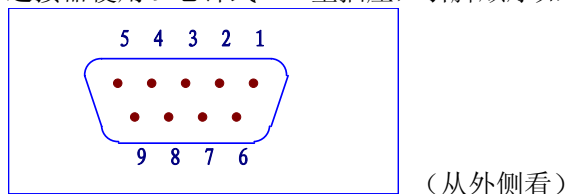


图 6-1 RS232 接口引脚图

使用标准的 DB 型 9 芯孔式插头可以与之直接相连。

⚠警告：为避免电气冲击，插拔连接器时，应先关掉电源；

⚠警告：请勿随意短接输出端子，或与机壳短接，以免损坏器件。

6.1.2 与计算机通讯

■ 仪器与计算机连接如图所示：

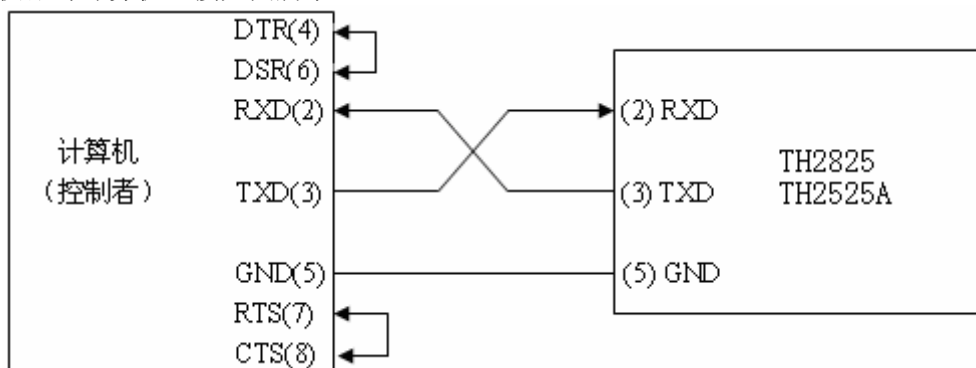


图 6-2 仪器与计算机 RS232 接口连接图

由上图可以看到，本仪器的引脚定义与 IMB AT 兼容机使用的 9 芯连接器串行接口引脚定义相同。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仪器间的串行接口电缆线或直接购买标准的 DB9 芯电缆线。

自制连接电缆时，注意应在计算机连接器上将 4、6 脚短接，7、8 脚短接。

- 通过串行口与计算机通讯时，应首先设置仪器的总线方式，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

表 6-3 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

当只用三条线来连接两个串行口，必然会存在超速错误。即当计算机比仪器运行的快时，如果没有使用硬件数据交换的话，那么仪器从其串行口的输入寄存器中读完信息之前，计算机有可能向仪器发送另一个字节了，导致丢失信息。

由于在 RS232 接口上不使用硬件通讯联络，为减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象，编制计算机通讯软件时请参考下述内容：

- (1) 命令串语法及格式在第七章“命令参考”中叙述。
- (2) 控制方计算机在发送一个命令字串给仪器时，应先发送“AA”（十六进制），然后等待接收到仪器回发的“CC”（十六进制）后，立即开始发送命令字串，这个过程持续到该字串传输完毕。如接受不到回送字符，可能因素有：
 1. 串行口连接故障。
 2. 检查仪器是否已打开 RS232 口功能。
 3. 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“AA”。
- (3) 主机发送的命令以 ASCII 代码传送，以 NL（即换行符，ASCII 代码 10）为结束符，仪器在收到结束符后开始执行命令串。
- (4) 本仪器仅在下面两种情况下向主机发送信息：
 1. 正常接收到主机的命令字符“AA”（十六进制），以“CC”（十六进制）字符回送。
 2. 执行查询命令，向主机发送查询结果。
- (5) 仪器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。
- (6) 查询结果以 ASCII 码字串送出，以 EOS CODE（参见§3.2.11.9）为结束符。
- (7) 仪器发送查询结果时，是连续发送的（间隔约 1ms），主机应处于接受数据状态，否则可能造成数据的丢失。
- (8) 主机产生查询后，要保证读空查询结果（接受到 EOS CODE 表示结束），以避免查询与回送间的冲突。
- (9) 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。
- (10) 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，若在 WINDOWS 下运行，则可能会因对串行口的管理方式不一样而产生错误。

6.1.3 与电感偏流源通讯

本节功能仅限 TH2825A。

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，仪器通过 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 接口与本仪器在硬件和引脚定义上是完全一样的，因此连接时要注意 2 脚与 3 脚相互交叉连接。如下图所示。



图 6-3 TH2825/TH2825A 与偏流源的连接图

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）或向本公司订购电缆线，也可直接购买标准的 DB9 芯电缆线。

Ⓢ注意：连接电缆两端均是使用 9 芯 DB 型孔式插头。

使用步骤：

- (1) 仪器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，因此应首先掌握仪器的偏流扫描测试功能。
- (2) 用上述电缆将本仪器与偏流源的串行口连接在一起。
- (3) 将仪器的总线方式设置到 iBIAS 模式：

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

- (4) 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）。
- (5) 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。

☞提示：偏流扫描测试时一般要设定适当的测量延时，以利于电感量稳定后再测试；

☞提示：可以根据需要设定单步扫描或连续扫描方式。

☞提示：偏流扫描测试时，最好设置为手动触发方式，从仪器面板按 **TRIGGER** 键启动偏流和测试；或者用外触发，将脚控开关接到 HANDLER 接口上以启动测量。

6.2 GPIB 接口说明

6.2.1 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。

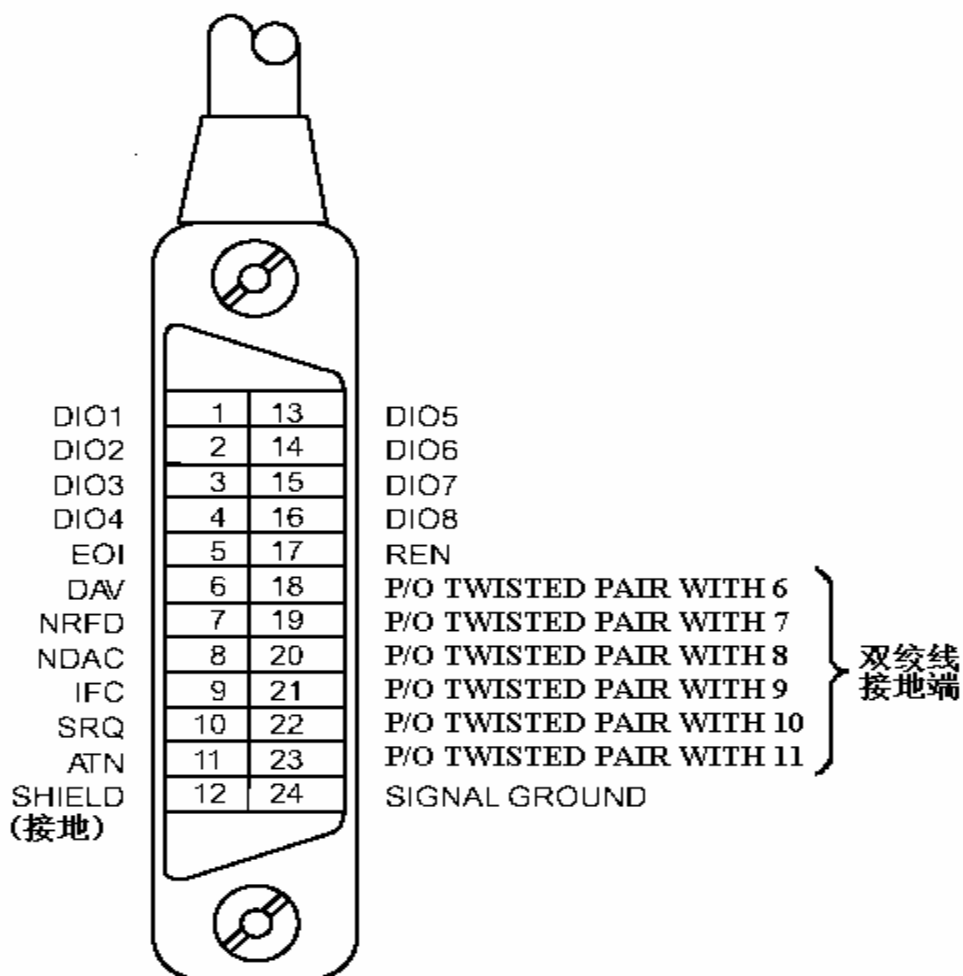


图 6-4 GPIB 接插件/管脚结构图

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。

GPIB 电缆连接法之一：

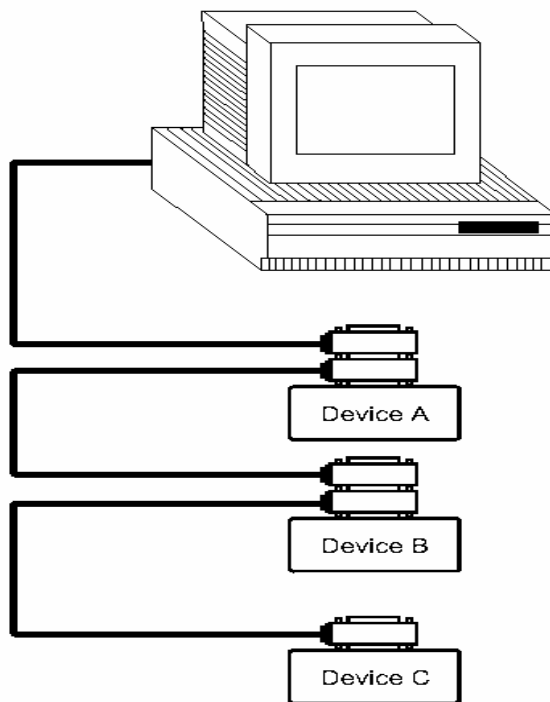


图 6-5 双背式接插件叠加

GPIB 电缆连接法之二:

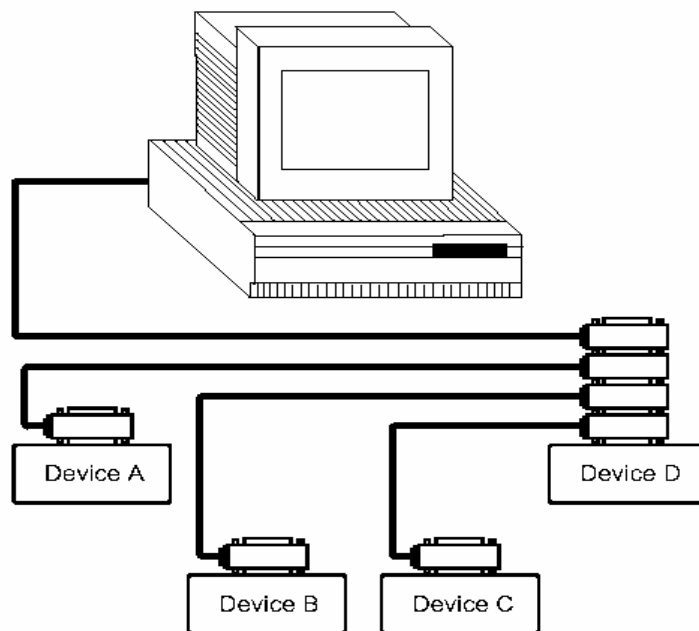


图 6-6 四背式接插件叠加

6.2.2 GPIB 接口功能

本仪器提供了除控者外的绝大多数 GPIB 通用功能，参见下表：

表 6-4 GPIB 通用功能

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
T6	基本讲功能；串接查询功能；MLA 时讲取消；无 TALK ONLY 功能
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

6.2.3 GPIB 地址

本仪器的 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§3.2.11.8（GPIB ADDR）一节。

第七章 命令参考

仪器命令分为两种类型：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 TH2825/TH2825A 并不支持全部公用命令。SCPI 命令是树状结构的。

7.1 公用命令说明

1. *RST

功能：使仪器重起。

2. *IDN?

功能：查询四个栏位的信息（由逗号隔开）。

传回值：公司，仪器型号，功能，版本号

例如： TH2825A 为 “TongHui,2825A, LCR-TURNS, Ver0.1.2006”；

TH2825 为 “TongHui,2825, LCR, Ver0.1.2006”。

3. *TRG

功能：仪器处于总线触发方式下将被触发测量一次，并将测量结果写入输出缓冲器中，传回的结果参见§7.4.7 的 FETCh? 命令。

4. *SAV

参数：<numeric_value>[, ‘filename’]

功能：保存文件

说明：<numeric_value>为 0~11 的文件序号。

‘filename’ 为要保存的文件名，可以用 18 个以内的 ASCII 字符表示，注意要用单引号将文件名括起来。如果未指定文件名，仪器将以缺省的<Unnamed>命名。

例如： : SAV 1, ‘TH2825’

注意：本仪器在覆盖已存在的文件记录时不提示！

5. *RCL

参数：<numeric_value>

功能：调用已有的文件记录

说明：<numeric_value>为 0~11 的文件序号。

例如： : RCL 1

7.2 SCPI 指令结构

TH2825A 所有 SCPI 指令可由下表完全窥视。

表 7-1 SCPI 命令表

命令	参数	注解
:ABORt		不用来进行提问
:CALCulate{1 2}		
:FORMat	{REAL MLINear CP CS LP LS RP IMAGinary PHASe D Q REAL LP INV}	
:LIMit		
:BEEPer		
:CONDition	{FAIL PASS}	
[:STATe]	{0 1}	
:FAIL?		仅用来提问
:LOWer		
[:DATA]	<numeric_value>	
:STATe	{0 1}	
:STATe	{0 1}	
:UPPer		
[:DATA]	<numeric_value>	
:STATe	{0 1}	
:MATH		
:EXPRession		
:CATalog?		仅用来提问
:NAME	{DEV PCNT}	
:PATH?		仅用来提问
:CALCulate{3 4}		
:MATH		
:STATe	{0 1}	
:BINning		
:UPPer		
:BIN{1~8}	{? ,<numeric_value>}	
:AUX	<numeric_value>	
:LOWer		
:BIN{1~8}	{? ,<numeric_value>}	
:AUX	<numeric_value>	
:NOMInal	<numeric_value>	
:STATe	{0 1}	
:RESUlt?		仅用来提问
:LIST		
:FREQuency	<sweep point>[,<sweep point> *]	
:VOLTage	<sweep point>[,<sweep point> *]	
:BIAS	<sweep point>[,<sweep point> *]	
:MODE	{ SEQuence STEPped }	
:BAND{1~4}	A[,<low limit n>,<high limit n>] B OFF	
:FETCh?		

表 7-1 SCPI 命令表 (续)

命令	参数	注解
:DATA		
[:DATA]	{REF1 REF2},<numeric_value>	
[:DATA]?	{REF1 REF2 IMON VMON}	仅用来提问
:DISPlay		
[:WINDow]		
:TEXT1		
:PAGE	<numeric_value>	
:TEXT2		
:PAGE	<numeric_value>	
:INITiate		
:CONTinuous	{0 1}	不用来进行提问
[:IMMediate]		不用来进行提问
[:SENSe]		
:AVERage		
:COUN t	<numeric_value>	
[:STATe]	{0 1}	
:CORRection		
:CKIT		
:STNdard3	<numeric_value>,<numeric_value> ,<numeric_value>,<numeric_value>	
:COLlect		
[:ACQuire]	STANdard{1 2 3}	不用来进行提问
:METHod	{REFL2 REFL3}	
:DATA ?	STANdard{1 2 3}	仅用来提问
[:STATe]	{0 1}	
:FIMPedance		
:APERture	<numeric_value>[MS S]	
:RANGe		
:AUTO	{0 1}	
[:Upper]	<numeric_value>[MOHM OHM KOHM MAOHM]	
:FUNCTion		
:CONCurrent	{0,1}	仅限 TH2825A
:COUNT?		仅用来提问
[:ON]	<sensor_function>	
:SOURce		
:FREQuency		
:CW	<numeric_value>[HZ KHZ]	
:VOLTage		
[:LEVel]		
[:IMMediate]		
[:AMPLitude]	<numeric_value>[MV V]	
:OFFSet	<numeric_value>[MV V]	
:SOURce	{INTernal EXTernal}	
:DISch	{0 1}	
:TRIGger		
:DELay	<numeric_value>[MS S]	
[:IMMediate]		不用来进行提问
:SOURce	{BUS EXTernal MANual INTernal}	

表 7-1 SCPI 命令表 (续)

命令	参数	注解
:FORMat		
[:DATA]	{AScii}	
:SYSTem		
:BEEPer		
[:IMMEDIATE]		不用来进行提问
:KLOCK	{0 1}	
:PRESet		不用来进行提问
:VERsion ?		仅用来提问
:CONSt	{ 100/25 100 25 CV }	
:INTEgration	<numeric_value>	
:ALARm	{ PULSe CONTInuous }	
:HANDler	{ CLEAR HOLD }	
:ENDdelay	<numeric_value>	

7.2.1 指令结构说明

树状结构的指令最顶端为根命令 (root command)，或简称根 (root)。如果要到达低层的指令时，必须按照特定的路径才可以到达。

命令结束符：命令输入的结束符，例如 NL (换行符，ASCII 码为 10)。

冒号 (:)：冒号是命令的层次，表示进入命令的下一层。

分号 (;)：分号表示开始多重命令。

问号 (?)：问号表示查询。

逗号 (,)：逗号是多重参数的分隔符。

空格 ()：空格是命令和参数的分隔符。

引号 (' ')：单引号是被原样引用的内容，命令分析程序不对其做任何加工。

星号 (*)：星号后的命令是公用命令。

下图 7-1 表示了如何通过使用冒号、分号达到低层的指令。

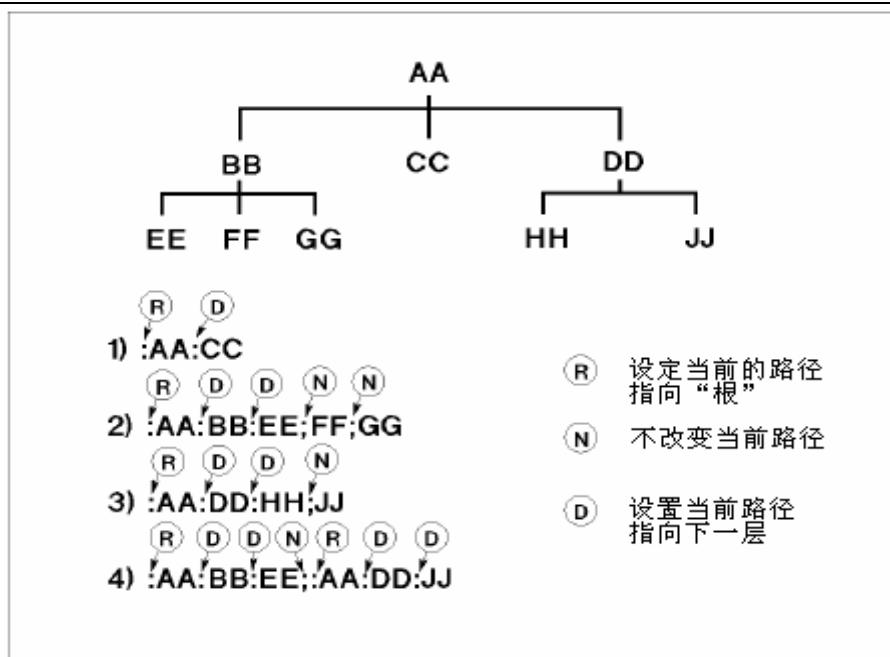


图 7-1 冒号和分号的正确使用

按上图所示，如果发送命令

: AA: BB: EE; FF; GG

相当于发送了下面三条命令

: AA: BB: EE
 : AA: BB: FF
 : AA: BB: GG

7.3 指令语法

- 公用命令语法
公用命令不具有 SCPI 命令的树状式结构，无论在哪个层级下面都可以直接发送。
- 字母不分大小写
- 结束字符
结束字符有三种： [CARRIAGE RETURN] (0Dh)、 [NEW LINE] (0Ah) 和 [CARRIAGE RETURN] (0Dh) +[NEW LINE] (0Ah)。

7.4 SCPI 指令说明

7.4.1 ABORt 指令系统

1. : ABORt

参 数: 无

传回值：无

功 能：立即中断处理中的系统，也就会重设触发系统。

7.4.2 CALCulate 指令系统

1. : CALCulate1: FORMat

参 数：{ REAL | MLINear | CP | CS | LP | LS | RP }

传回值：{ REAL | BP | MLINear | CP | CS | LP | LS | RP }

功 能：设定或查询当前测量的主参数。

说 明：REAL 实数部（串联等效模式下为电阻，并联等效模式下为电导）
 MLIN ear 阻抗的绝对值
 CP 等效并联电容
 CS 等效串联电容
 LP 等效并联电感
 LS 等效串联电感
 RP 等效并联电容

2. : CALCulate2: FORMat

参 数：{ IMAGinary | PHASe | D | Q | REAL | LP | INV }

传回值：{ IMAGinary | PHASe | D | Q | REAL | LP | INV }

功 能：设定或查询当前测量的副参数。

说 明：IMAGinary 虚数部（串联等效模式下为电抗，并联等效模式下为电纳）
 PHASe 相位
 D 损耗因数
 Q 品质因数

表 7-2 测量参数的选择

参数	SENS: FUNC: ON	CALC1: FORM	CALC2: FORM
Z- θ R-X	'FIMPedance'	MLINear REAL	PHASe IMAGinary
Cp-D Cp-Q	'FADMittance'	CP	D Q
Cs-D Cs-Q Cs-Rs	'FIMPedance'	CS	D Q REAL
Lp-D Lp-Q	'FADMittance'	LP	D Q
Ls-D Ls-Q Ls-Rs	'FIMPedance'	LS	D Q REAL
Ls-DCR Lp-DCR	'FIMPedance', 'FRESistance'	LS LP	REAL REAL
LB-N LB-1/N LB-M LB-R2	'IMPedance', 'VOLTage: AC' 'IMPedance', 'VOLTage: AC' 'IMPedance', 'FADMittance' 'IMPedance', 'RESistance'	LS	REAL INV LP REAL

3. : CALCulate{1|2}: LIMit: BEEPer: CONDition

参 数: {FAIL | PASS }

传回值: 无

功 能: 蜂鸣器输出的定义。

说 明: FAIL 当比较结果是 OUT (不合格) 时动作
PASS 当比较结果是 IN (合格) 时动作**4. : CALCulate{1|2}: LIMit: BEEPer[: STATe]**

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功 能: 设定或查询蜂鸣器是否动作。

说 明: OFF (0) 关闭蜂鸣器
ON (1) 启动蜂鸣器 (启动时默认为 PASS 动作)**5. : CALCulate{1|2}: LIMit: FAIL?**

传回值: { 0 | 1 }

功 能: 查询主、副参数由比较器分选的结果是否不合格。

说 明: 0 合格
1 不合格 (包括比较器没动作)**6. : CALCulate{1|2}: LIMit: LOWer[: DATA]**

参 数: { 下限值 | MAXimum | MINimum }

传回值: 下限值, 格式为 <NR1>

功 能: 设定或查询下限值;

说 明: 下限值必须介于-9.9999E14~9.9999E14, 可以直接下达 MAXimum (9.9999E14) 或
MINimum (-9.9999E14)

提 示: 查询主(副)参数下限时, 若比较器的主(副)参数下限没有设置, 则传回值为 9.9e+37。

7. : CALCulate{1|2}: LIMit: STATe

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功能: 设定或查询比较器功能是否动作。

说明: OFF (0) 关闭比较功能

ON (1) 启动比较功能

8. : CALCulate{1|2}: LIMit: UPPer[: DATA]

参数: { 上限值 | MAXimum | MINimum }

传回值: 上限值, 格式为 <NR1>

功能: 设定或查询上限值;

说明: 上限值必须介于-9.9999E14~9.9999E14, 可以直接下达 MAXimum (9.9999E14) 或 MINimum (-9.9999E14)

提示: 查询主(副)参数上限时, 若比较器的主(副)参数上限没有设置, 则传回值为 9.9e+37。

9. : CALCulate{1|2}: MATH: EXPReSSion: CATalog?

参数: 无

传回值: DEV, PCNT (偏差的绝对值, 偏差的百分比)

功能: 传回可以与 CALCulate{1|2}: MATH: EXPReSSion: NAME 指令搭配使用的参数。

10. : CALCulate{1|2}: MATH: EXPReSSion: NAME

参数: { DEV | PCNT }

传回值: { DEV | PCNT }

功能: 设定或查询比较器极限的上下限数值的表示方式, DEV 为绝对偏差, PCNT 为百分比偏差。

提示: 因为副参数始终以绝对偏差的形式进行比较, 所以对副参数的传回值始终为“DEV”。

11. : CALCulate{1|2}: PATH?

参数: 无

传回值: FORM、MATH、LIM

功能: 依照执行 CALCulate 子系统的顺序传回 CALCulate 子系统。

12. : CALCulate{3|4}: MATH: STATe

参数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功能: 设定或查询是否开启 Vm/Im (电压电流监视) 功能。

说明: CALCulate3 设定电流 (Im)

CALCulate4 设定电压 (Vm)

OFF (0) 关闭

ON (1) 开启

7.4.3 BINning 指令系统

1. : BINning: UPPer: BIN{ 1~8 }

参数: { ? | , <numeric_value> }

传回值: { 各 BIN 的上限值 }

功能: 设定各 BIN 的上限值。若要设定 BIN2 上限为 99, 则下达

BINning: UPPer: BIN2, 99;

如果查询时, 则下达

BINning: UPPer: BIN2?

2. : BINning: UPPer: AUX

参 数: { 副参数的上限值 }

传回值: { 副参数的上限值 }

功 能: 设定档极限列表设置页面中 2nd—HIGH 值, 即为副参数上限值。

3. : BINning: LOWer: BIN{ 1~8 }

参 数: { ? | , <numeric_value> }

传回值: { 各 BIN 的下限值 }

功 能: 设定各 BIN 的下限值。

4. : BINning: LOWer: AUX

参 数: { 副参数的下限值 }

传回值: { 副参数的下限值 }

功 能: 设定档极限列表设置页面中 2nd—LOW 值, 即为副参数下限值。

5. : BINning: NOMInal

参 数: { 主参数的标称值 }

传回值: { 主参数的标称值 }

功 能: 设定或查询档比较的 NOMINAL 值, 即主参数的标称值。

6. : BINning: STATE

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功 能: 设定档比较是否开启。

说 明: OFF (0) 档比较器关闭
 ON (1) 档比较器开启

7. : BINning: RESULT?

参 数: 无

传回值: { 档比较器的结果 (+0~+9) }

功 能: 查询档比较的结果。若档比较器关闭或比较的结果为副参数不合格时, 输出+0; 若结果为 OUT 时, 输出+9。

提 示: 档比较只有在元件测量显示页面、档号显示页面和档计数页面中执行, 因此在其它页面执行该指令时, 将取不到返回值。

7.4.4 LIST 指令系统

1. : LIST: FREQuency <sweep point>[, <sweep point>*]

参 数: <sweep point>[, <sweep point>*]

传回值: <sweep point>[, <sweep point>*]

功 能: 设定和查询列表扫描的频率点

说 明: 该命令中<sweep point>为频率值, 其格式参见§7.4.11 SOURce 指令系统中

: SOURce: FREQuency[: CW]命令参数的形式;

*部分表示可重复设置, 本仪器最多可设 4 个扫描点。

提 示: 若列表中某项未设定数据, 则返回值是“9.9e+37”; 若扫描参数项不是频率, 返回结果为错误信息“Data corrupt”(数据混乱)。

2. : LIST: VOLTage <sweep point>[, <sweep point>]

参 数: <sweep point>[, <sweep point>*]

传回值: <sweep point>[, <sweep point>*]

功 能: 设定和查询列表扫描的电平点

说明：该命令中<sweep point>为电平值，其格式参见§7.4.11 SOURce 指令系统中

： SOURce: VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]命令参数的形式；

*部分表示可重复设置，本仪器最多可设 4 个扫描点。

提示：若列表中某项未设定数据，则返回值是“9.9e+37”；若扫描参数项不是电平，返回结果为错误信息“Data corrupt”（数据混乱）。

3. : LIST: BIAS <sweep point >[, <sweep point>]

参数：<sweep point>[, <sweep point>*]

传回值：<sweep point>[, <sweep point>*]

功能：设定和查询列表扫描的外加偏流点

说明：该命令中<sweep point>为偏流值，参数形式如“4e-2”表示 40mA。

*部分表示可重复设置，本仪器最多可设 4 个扫描点。

提示：若列表中某项未设定数据，则返回值是“9.9e+37”；若扫描参数项不是偏流，返回结果为错误信息“Data corrupt”（数据混乱）。

4. : LIST: MODE

参数：{ SEQuence | STEPPed }

传回值：{ SEQuence | STEPPed }

功能：设定或查询仪器列表扫描模式

说明：SEQuence 连续模式
 STEPPed 单步模式

5. : LIST: BAND{1~4}

参数：{ A[,<low limit >,<high limit >] | B[,<low limit >,<high limit >] | OFF }

传回值：{ A[,<low limit >,<high limit >] | B[,<low limit >,<high limit >] | 9.9e+37 }

功能：设定和查询仪器的列表扫描点上的极限数据。

说明：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
 < low limit > NR1, NR2 或 NR3 数据格式或再加 ma, k, m, u, n, p 后缀的
 参数，作为下限数据
 < high limit > NR1, NR2 或 NR3 数据格式或再加 ma, k, m, u, n, p 后缀的
 参数，作为上限数据

7.4.5 DATA 指令系统

1. : DATA [: DATA] REF{1|2}, numeric_value

参数：{ COMPARE 主、副参数的标称值 }

传回值：无

功能：设定主、副参数在 COMPARE 模式中的标称值。若设定主参数的标称值为 10，副参数为 1 时，则下达

 : DATA[: DATA] REF1, 10

 : DATA[: DATA] REF2, 1

2. : DATA [: DATA] ?

参数：{ REF1 | REF2 | IMON | VMON }

传回值：所查询的相对值

功能：查询 REF1（比较极限设置页面中 A_NOMINAL 值，即主参数标称值）
 查询 REF2（比较极限设置页面中 B_NOMINAL 值，即副参数标称值）

查询 IMON (测量时电流的监视值)

查询 VMON (测量时电压的监视值)

例如: : DATA? REF1

提示: 若 Vm/Im 功能 OFF, 即电压/电流监视功能关闭时, VMON、IMON 的传回值为 0。

7.4.6 DISPlay 指令系统

1. : DISPlay[: WINDow]: TEXT1: PAGE

参数: { 1|2|3|4|5 }

传回值: { 1|2|3|4|5 }

功能: 设定或查询测量页面

说明:

1	元件测量显示页面
2	档号显示页面
3	档计数显示页面
4	比较显示页面
5	列表扫描显示页面

2. : DISPlay[: WINDow]: TEXT2: PAGE

参数: { 1|2|3|4|5 }

传回值: { 1|2|3|4|5 }

功能: 设定或查询测量设置页面

说明:

1	测量设置页面
2	用户校正页面
3	档极限列表设置页面
4	比较极限设置页面
5	列表扫描设置页面

7.4.7 FETCh? 指令系统

1. : FETCh?

参数: 无

传回值: <STATE>, <DATA1>, <DATA2>, (<CMP1>, <CMP2>) / (<BIN>)

功能: 取回仪器被触发输出的结果, 在非测量页面, 触发被忽略, 同时仪器返回的测量结果是“3, 9.9E37, 9.9E37”。

说明: <STATE> 测量状态: 0——正常; 1——过载 (选档错误); 2——待测物没有接触
3——非测量页面

<DATA1> 主参数测量值

<DATA2> 副参数测量值

若比较器工作时, 才会有下列输出:

<CMP1> 主参数的比较结果

<CMP2> 副参数的比较结果

0 该参数未进行比较

1 测量值合格

2 测量值过高

4	测量值过低
若档比较器工作时，才会有下列输出	
<BIN>	分选结果
0	副参数 FAIL
1~8	主、副参数 PASS
9	主参数 FAIL

7.4.8 FORMat 指令系统

1. : FORMat[: DATA]

参 数: { ASCii }

传回值: ASK

功 能: 设定或查询传输数值的资料格式

7.4.9 INITiate 指令系统

1. : INITiate: CONTinuous

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功 能: 设定或查询是否连续触发系统。

说 明: 0 不连续触发系统，执行该命令设定后，触发模式将自动变为总线触发

1 连续触发系统

2. : INITiate[: IMMEDIATE]

参 数: 无

传回值: 无

功 能: 使仪器离开闲置状态，完成一次触发测量，完成后回到触发状态。

7.4.10 [: SENSE]指令系统

1. [: SENSE]: AVERage: COUNT

参 数: { 1~255 }

传回值: { 1~255 }

功 能: 设定或查询平均次数。

2. [: SENSE]: AVERage[: STATe]

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功 能: 设定或查询平均次数是否开启。

说 明: 0 不管平均次数的值是多少，都不进行平均测量

1 允许平均测量

3. [: SENSE]: CORRection: CKIT: STNdarD3

参 数: <numeric_value>,<numeric_value>,<numeric_value>,<numeric_value>

传回值: <numeric_value>,<numeric_value>,<numeric_value>

功 能：设定或查询负载校正参考值

说 明：该命令设定和查询略有不同

设定时参数：<numeric_value>,<numeric_value>,<numeric_value>,<numeric_value>

依次代表：主参数参考值，副参数参考值，频率，第 N 点 (N=1, 2, 3);

在查询时，用命令 “[:SENSe]:CORRection:CKIT:STANdard3 ?N”，仪器的传回值依次代表：主参数参考值，副参数参考值，频率。

4. [:SENSe]:CORRection:COLLect[:ACQuire]:STANdard{1~3}

参 数：{ 1 | 2 | 3 }

传回值：无

功 能：执行 OPEN、SHORT、LOAD 修正程序

说 明：1 OPEN（开路清零），只在元件测量显示页面和用户校正页面执行
2 SHORT（短路清零），只在元件测量显示页面和用户校正页面执行
3 LOAD（负载校正），只在用户校正页面执行

5. [:SENSe]:CORRection:COLLect:METhod

参 数：{ REFL2 | REFL3 | OFF (0) }

传回值：{ REFL2 | REFL3 | 0 }

功 能：设定或查询测量误差的修正方式。

说 明：REFL2 OPEN/SHORT 的修正
REFL3 LOAD 的修正
0 不使用修正

6. [:SENSe]:CORRection:DATA?STANdard

参 数：{ 1 | 2 | 3 }

传回值：OPEN | SHORT | LOAD 修正值

功 能：查询修正值

说 明：STANdard1 为 OPEN 修正值，即为 G、B
STANdard2 为 SHORT 修正值，即为 R、X
STANdard3 为 LOAD 修正值，为一复系数，若当前频率没有修正，返回值为
“9.9e+37,9.9e+37”

7. [:SENSe]:CORRection[:STATe]

参 数：{ OFF (0) | ON (1) }

传回值：{ 0 | 1 }

功 能：设定或查询 OPEN 和 SHORT

说 明：0 关闭 OPEN 和 SHORT 修正方式
1 开启 OPEN 和 SHORT 修正方式

8. [:SENSe]:FIMPedance:APERture

参 数：{ 0.025 (fast) (short) | 0.065 (med) (medium) | 0.500 (slow) (long) }

传回值：{ 0.025 | 0.065 | 0.500 }

功 能：设定或查询测量速度

说 明：0.025 (fast) (short) 快速测量
0.065 (med) (medium) 中速测量
0.500 (slow) (long) 慢速测量

9. [:SENSe]:FIMPedance:RANGe:AUTO

参 数：{ OFF (0) | ON (1) }

传回值：{ 0 | 1 }

功 能：设定或查询是否开启量程自动选档模式。

说明: 0 量程固定模式 (HOLD)

1 量程自动模式 (AUTO)

10. [:SENSe]: FIMPedance: RANGe[:UPPer]

参数: { 量程档位值 | UP | DOWN }

单位: { MOHM | OHM | KOHM | MAOHM }

传回值: 量程档位值

功能: 设定或查询测量档位。

说明: UP 量程档位增大

DOWN 量程档位减小

档位值有 1M (1kHz 频率以下)、100k (20kHz 频率以下)、10k、1k、100、10、1 和 0.1ohm 共 8 档

表 7-3 测试量程的选择

档位值	设定参数格式一	设定参数格式二	返回值格式
1Mohm	1MA	1000000	1.000000e+06
100kohm	100K	100000	1.000000e+05
10kohm	10K	10000	1.000000e+04
1kohm	1K	1000	1.000000e+03
100ohm	100	100	1.000000e+02
10ohm	10	10	1.000000e+01
1ohm	1	1	1.000000e+00
0.1ohm	100M	0.1	1.000000e-01

11. [:SENSe]: FUNCtion:CONCurent

此命令仅限 TH2825A。

参数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功能: 设定或查询是否执行变压器的测量。需要与[:SENSe]: FUNCtion[:ON]和 : CALCulate { 1 | 2 } : FORMat 指令一起用。

说明: OFF (0) 不允许两个测试功能, 只允许一个测试功能

ON (1) 允许两个测试功能

12. [:SENSe]: FUNCtion[:ON]

参数: 如下表

传回值: 如下表

功能: 设定或查询电路测量等效模式。

表 7-4 设定或查询电路测量等效模式

当[:SENSe]: FUNCtion: CONCurent 在 OFF 时 (此条件仅限 TH2825A)	
'FIMPedance'	阻抗测量 (等效串联电路)
'FADMittance'	导纳测量 (等效并联电路)
当[:SENSe]: FUNCtion: CONCurent 在 ON 时 (以下功能仅限 TH2825A)	
'FIMPedance', 'FRESistance'	DCR 测量 (等效串联电路)
'FADMittance', 'FRESistance'	DCR 测量 (等效并联电路)
'IMPedance', 'VOLTage: AC'	变压器圈数比测量
'IMPedance', 'FADMittance'	变压器互感比测量
'IMPedance', 'RESistance'	变压器直流电阻测量

7.4.11 SOURce 指令系统

1. : SOURce: FREQuency[: CW]

参 数: 测试频率

单 位: { HZ | KHZ }

传回值: 测试频率

功 能: 设定或查询当前的测试频率。

说 明: 测试频率有 50Hz、60Hz、100Hz、120Hz、1kHz、10kHz、20kHz、40kHz、50kHz、100kHz。

表 7-5 测试频率的选择

频率点	设定格式一	设定格式二	设定格式三	返回值格式
50Hz	5.0e+1	50	50Hz	5.000000e+01
60Hz	6.0e+1	60	60Hz	6.000000e+01
100Hz	1.0e+2	100	100Hz	1.000000e+02
120Hz	1.2e+2	120	120Hz	1.200000e+02
1kHz	1.0e+3	1000	1KHz	1.000000e+03
10kHz	1.0e+4	10000	10KHz	1.000000e+04
20kHz	2.0e+4	20000	20KHz	2.000000e+04
40kHz	4.0e+4	40000	40KHz	4.000000e+04
50kHz	5.0e+4	50000	50KHz	5.000000e+04
100kHz	1.0e+5	100000	100KHz	1.000000e+05

2. : SOURce: VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]

参 数: 测试电压

单 位: { mV | V }, 没写单位则默认为 V。

传回值: 测试电压, 如 1.000000e+00 表示 1V。

功 能: 设定或查询当前的测试电压。

说 明: 测试电压范围为 0.01~1V, 在 0.2~1V 中以 10mV 为步进, 在 0.01~0.2V 中以 1mV 为步进。

3. : SOURce: VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE]: OFFSet

参 数: { -2 | 0 | 2 }

传回值: { -2 | 0 | 2 | EXT }

功 能: 设定或查询所加内部偏压值。

说 明: -2 加内偏压-1.75V, 即 INT-
 0 不加内偏压, 即 OFF
 2 加内偏压 1.75V, 即 INT+
 EXT 仪器已经处于外偏压模式, 所以没有内偏压的值返回

4. : SOURce: VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE]: OFFSet: SOURce

参 数: { INTernal | EXTernal }

传回值: { INTernal | EXTernal }

功 能: 设定和查询加内偏压还是外偏压。

说 明: INTernal 内偏压模式
 EXTernal 外偏压模式

5. : SOURce: VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE]: OFFSet: DISch

参 数: { OFF (0) | ON (1) }

传回值: { 0 | 1 }

功 能：设定和查询是否启动放电开关
 说 明：OFF (0) 关闭放电开关
 ON (1) 打开放电开关

7.4.12 TRIGger 指令系统

1. : TRIGger: DELay

参 数：触发延时时间。
 单 位：{ MS | S }，如果没有单位，则默认为 S。
 传回值：触发延时时间，如 1.000000e+00 表示 1S。
 功 能：设定或查询触发延时时间。
 说 明：触发延时时间的可设定范围为 0~9999MS

2. : TRIGger[: IMMEDIATE]

参 数：无
 传回值：无
 功 能：触发一次测量

3. : TRIGger: SOURce

参 数：{ BUS | EXTernal | MANual | INTernal }
 传回值：{ BUS | EXTernal | MANual | INTernal }
 功 能：设定和查询触发方式
 说 明：BUS 总线触发
 EXTernal 外部触发
 MANual 手动触发
 INTernal 内部触发

7.4.13 SYSTem 指令系统

1. : SYSTem: BEEPer[: IMMEDIATE]

参 数：无
 传回值：无
 功 能：蜂鸣器立即响一次

2. : SYSTem: KLOCK

参 数：{ OFF (0) | ON (1) }
 传回值：{ 0 | 1 }
 功 能：设定和查询按键是否锁住。
 说 明：OFF (0) 按键没锁
 ON (1) 按键锁住

3. : SYSTem: PRESet

参 数：无
 传回值：无
 功 能：仪器复位到默认状态。

4. : SYSTem: VERSion?

参 数：无

传回值：仪器版本号

功 能：查询仪器版本号。

5. : SYSTem: CONST

参 数：{ 100/25 | 100 | 25 | CV }

传回值：{ 100/25 | 100 | 25 | CV }

功 能：设定和查询内阻模式

6. : SYSTem: INTEgration

参 数：{ 1~8 }

传回值：{ 1~8 }

功 能：测量周期选择功能，用来决定快速测量时，每一次的取样周期。范围为 1~8。

7. : SYSTem: ALARm

参 数：{ PULSe | CONTInuous }

传回值：{ PULSe | CONTInuous }

功 能：选择蜂鸣器动作声音为 PULSe（脉波式）或 CONTInuous（连续），用与比较器和档比较器功能。

8. : SYSTem: HANDler

参 数：{ CLEAR | HOLD }

传回值：{ CLEAR | HOLD }

功 能：设定和查询分选的结果是否清除或维持到下次输出结果改变时再变。

9. : SYSTem: ENDDelay

参 数：测量结束延时时间。

单 位：{ MS | S }，如果没有单位，则默认为 S。

传回值：测量结束延时时间，如 1.000000e+00 表示 1S。

功 能：设定或查询测量结束延时时间。

说 明：测量结束延时时间的可设定范围为 0~9999MS

7.5 出错信息

发送给仪器的总线命令中，可能包含错误命令或语法，或不正确的参数。本仪器对命令串是边分析边执行，如果遇到错误，则显示出错信息并中止命令分析，因而在一个命令串中，错误之后的内容将被忽略。

以下是总线上常见错误信息表，错误信息将在显示屏上弹出窗口显示。

错误信息	说明
Unknow Message!	未知消息，即无法识别的命令，主要为命令拼写错误。
Syntax Error!	语法错误，错写、多写或漏写了语法符号。 例如：“:TRIG:IMM”误写成“:TRIG IMM”（IMM 是可选用的触发命令，不是 TRIG 的参数）。
Data Error!	数据错误，数值超限或不支持的数值。例如：“:SOUR:VOLT 1.5V”，1.5V 超出仪器设定范围
Error Parameter.	参数错误，无法识别的命令参数。例如：“*RCL T”，T 不是*RCL 命令的正确参数
Error Suffix.	后缀错误，一般是不匹配的单位，倍率等
DataToo Long!	数据太长，例如数值参数超过 20 个字符，文件名超过 18 个字符。
Cannot Executed!	无法执行，当前状态下无法执行的命令，例如在频率列表扫描测量时发送的频率控制命令
Record Not Exist!	记录不存在，要加载的文件记录并不存在。

总线命令在执行过程中还会出现一些正常的提示信息，这类信息不影响后续命令的运行，主要的有：

提示信息	说明
Save Progress..	表示正在保存当前设置到一个文件。
Query Updated!	在 GPIB 总线上，输出缓冲器的数据尚未读尽，新的查询已产生。

第八章 分选接口使用说明

8.1 基本信息

本仪器向用户提供了强大的 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）、IDX（AD 转换结束）、EOM（全部测量结束）三种信号，分选结果可输出合格、不合格的信号。使用这些信号，仪器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。

表 8-1 HANDLER 接口技术参数

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

输出判别：

档比较功能：合格档（BIN1-8），不合格档信号（主参数偏高、偏低，主参数或副参数不合格，主参数不合格，副参数不合格）

比较器功能：合格、不合格（上超、下超）

IDX：A/D 转换结束

EOM：全部测量完成，不包含显示时间

输入信号：光电隔离

TRIG：外部触发，脉宽 $\geq 1\mu\text{s}$ ，上升沿触发，低电平驱动电流约 5-10mA

8.2 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 接口所应了解的一些必要点。

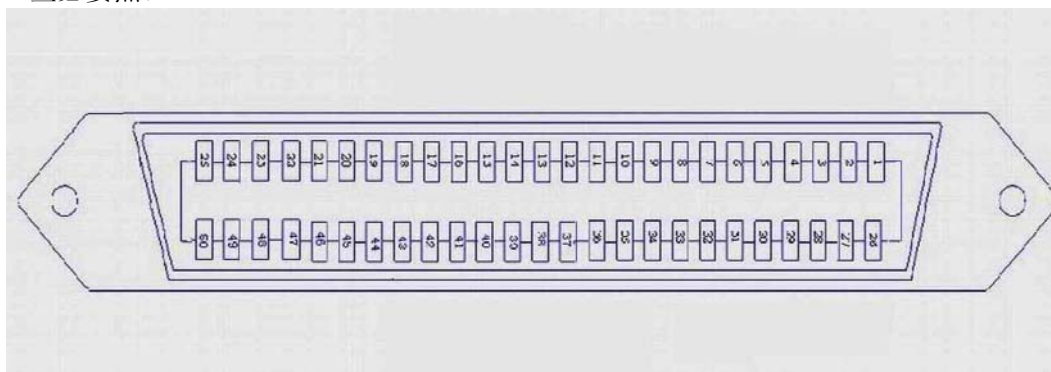


图 8-1 HANDLER 接口引脚示意图

8.2.1 信号线定义

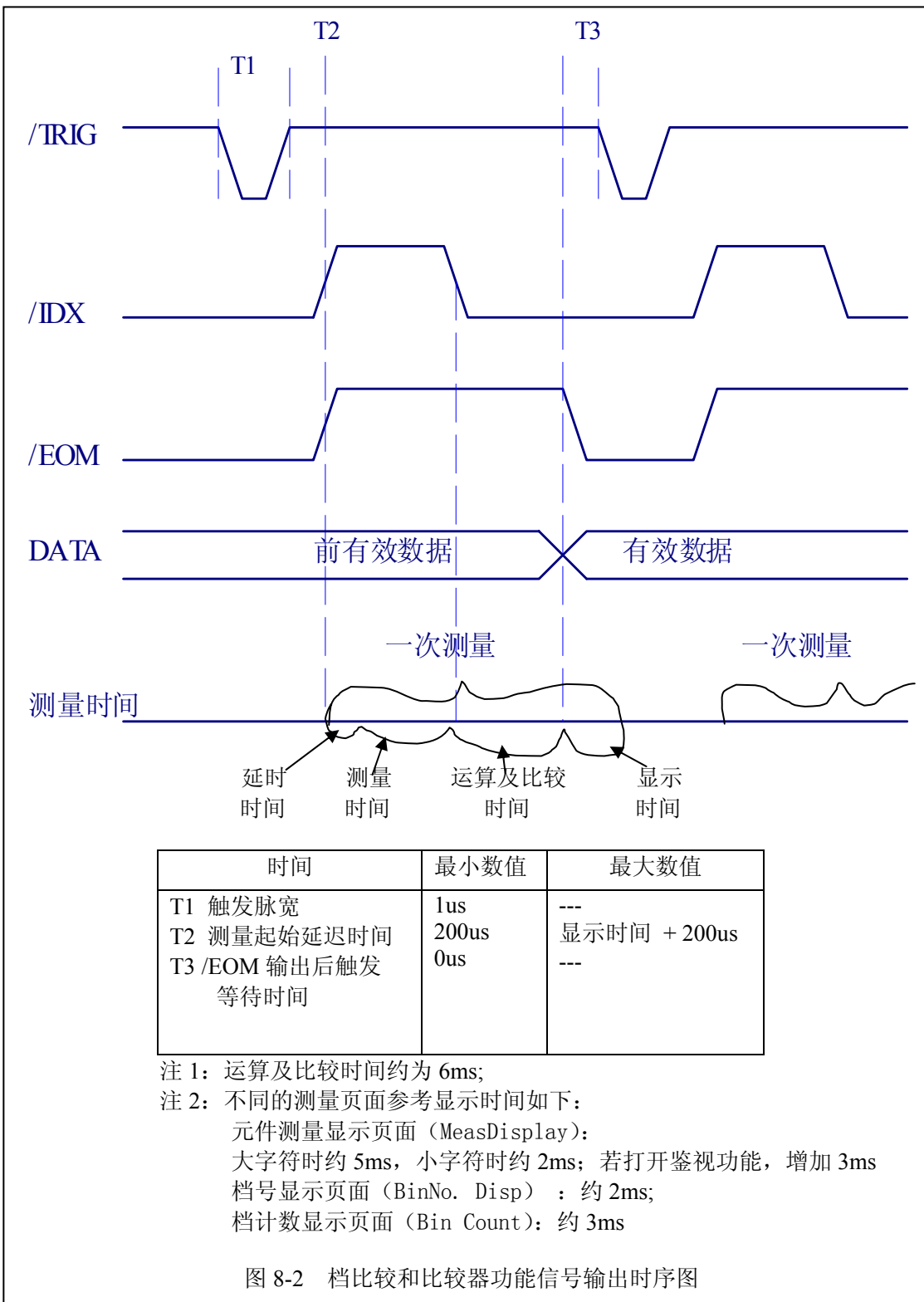
HANDLER 接口使用三种信号：比较输出、控制输入及控制输出。档比较功能、比较器功能以及列表扫描在信号线上具有不同的定义。

8.2.1.1 档比较功能（BIN）的信号线

提示：信号名称前的斜杠“/”表示信号在低电平时有效。
档比较功能信号线定义参见下表。

表 8-2 HANDLER 处于档比较功能时信号线定义

引脚号	信号名	描 述
1-2	EXV1	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
17-18	NC	未使用
19	/TRIG	外部出发信号输入。 当触发方式为外部时（EXT），此信号的上升沿触发仪器测量
20-21	EXV2	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
24-25	VCC	内部直流电压+5V
26-27	COM1	当分选输出信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM1 相连
28(3)	/BIN8	分选第 8 档，主参数测量值在 BIN8 设定范围内
29(4)	/BIN3	分选第 3 档，主参数测量值在 BIN3 设定范围内
30(5)	/BIN7	分选第 7 档，主参数测量值在 BIN7 设定范围内
31(6)	/BIN5	分选第 5 档，主参数测量值在 BIN5 设定范围内
32(7)	/BIN2	分选第 2 档，主参数测量值在 BIN2 设定范围内
33(8)	/BIN6	分选第 6 档，主参数测量值在 BIN6 设定范围内
34(9)	/BIN0	分选第 0 档，副参数测量值超过上、下限设定（副参数超差）
35(10)	/BIN1	分选第 1 档，主参数测量值在 BIN1 设定范围内
36(11)	/BIN4	分选第 4 档，主参数测量值在 BIN4 设定范围内
37(12)	NC	未使用
38(13)	/BOUT	分选 OUT 档，主参数测量值未在所有档的设定范围内（主参数超差）
39(14)	/BPHI	主参数上超差
40(15)	/BPLO	主参数下超差
41(16)	/BPNG	主参数或副参数不合格
42	NC	未使用
43(22)	/IDX	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，测量结果要等到/EOM 有效后才有效。（见图 8-2）
44(23)	/EOM	全部测量结束，显示是在/EOM 有效之后。（见图 8-2）
45-46	COM2	当控制信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM2 相连
47-48	NC	未使用
49-50	GND	与机壳连接



8.2.1.2 比较器功能（COMP）的信号线

☞提示：信号名称前的斜杠“/”表示信号在低电平时有效。
比较功能信号线定义参见下表所示。

表 8-3 HANDLER 处于比较器功能时信号线定义

引脚号	信号名	描 述
1-2	EXV1	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
11 12 14 15 17 18	NC	未使用
19	/TRIG	外部出发信号输入。 当触发方式为外部时（EXT），此信号的上升沿触发仪器测量
20-21	EXV2	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
24-25	VCC	内部直流电压+5V
26-27	COM1	当分选输出信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM1 相连
28(3)	/AHI	主参数测量值偏高（主参数上超差）
29(4)	/AGO	主参数测量值在设定范围内（主参数上合格）
30(5)	/ALO	主参数测量值偏低（主参数下超差）
31(6)	/BHI	副参数测量值偏高（副参数上超差）
32(7)	/BGO	副参数测量值在设定范围内（副参数上合格）
33(8)	/BLO	副参数测量值偏低（副参数下超差）
34(9)	/BNG	副参数不在设定范围内（副参数不合格）
35(10)	/GO	主、副参数测量值都在设定范围内（主、副参数都合格）
36-37	NC	未使用
38(13)	/ANG	主参数不在设定范围内（主参数不合格）
39-40	NC	未使用
41(16)	/NG	主参数或副参数不合格（两种参数只要有一个不合格）
42	NC	未使用
43	/IDX	A/D 转换结束，可将下一个待测元件移到待测位置上
44	/EOM	全部测量结束，显示是在/EOM 有效之后。（见图 8-2）
45-46	COM2	当控制信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM2 相连
47-48	NC	未使用
49-50	GND	与机壳相连

比较器的时序参考档比较器的时序图（见图 8-2）。

8.2.1.3 列表扫描（SWEEP）的信号线

本节功能仅限 TH2825A。

☞提示：信号名称前的斜杠“/”表示信号在低电平时有效。

列表扫描功能信号线定义参见下表所示。

表 8-4 HANDLER 处于列表扫描功能时信号线定义

引脚号	信号名	描 述
1-2	EXV1	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
17-18	NC	未使用
19	/TRIG	外部出发信号输入。 当触发方式为外部时 (EXT)，此信号的上升沿触发仪器测量
20-21	EXV2	外部直流电压，可接受电压的范围为 5V~24V
24-25	VCC	内部直流电压+5V
26-27	COM1	当分选输出信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM1 相连
28(3)	/H3	第 3 个扫描点测试的结果比其设定的范围偏高 — 扫描点 3 上超
29(4)	/G2	第 2 个扫描点测试的结果在其设定的范围内 — 扫描点 2 合格
30(5)	/H2	第 2 个扫描点测试的结果比其设定的范围偏高 — 扫描点 2 上超
31(6)	/G4	第 4 个扫描点测试的结果在其设定的范围内 — 扫描点 4 合格
32(7)	/G1	第 1 个扫描点测试的结果在其设定的范围内 — 扫描点 1 合格
33(8)	/H1	第 1 个扫描点测试的结果比其设定的范围偏高 — 扫描点 1 上超
34(9)	/L4	第 4 个扫描点的测试结果比其设定的范围偏低 — 扫描点 4 下超
35(10)	/GO	所有扫描点测试的结果都在其设定的各自范围内 — 四个扫描点都合格
36(11)	/G3	第 3 个扫描点测试的结果在其设定的范围内 — 扫描点 3 合格
37(12)	/L1	第 1 个扫描点的测试结果比其设定的范围偏低 — 扫描点 1 下超
38(13)	/H4	第 4 个扫描点测试的结果比其设定的范围偏高 — 扫描点 4 上超
39(14)	/L2	第 2 个扫描点的测试结果比其设定的范围偏低 — 扫描点 2 下超
40(15)	/L3	第 3 个扫描点的测试结果比其设定的范围偏低 — 扫描点 3 下超
41(16)	/NG	只要有一个扫描点测试的结果不在其设定的范围内，该信号就会建立
42	NC	未使用
43(22)	/IDX	持续扫描模式 (SEQ)：一个扫描周期中最后一个扫描点的 AD 转换结束时/IDX 被声明有效。此时可在 UNKNOWN 端连接下一个，但测量结果要到/EOM 有效时才被输出。 单步扫描模式 (SETP)：一个扫描周期中每一个扫描点的 AD 转换结束时/IDX 均被声明有效，说明仪器可以准备下一步扫描，即可以接受下步扫描的触发信号。
44(23)	/EOM	测量结束信号 持续扫描模式 (SEQ)：一个扫描周期中，当最后一个扫描点测量完成（包括运算比较和显示）时，/EOM 被声明有效，同时比较结果也被输出。（见图 8-3） 单步扫描模式 (STEP)：一个扫描周期中，每一个扫描点的测量完成后（包括运算比较和显示），/EOM 均被声明有效，但比较结果要在最后一个/EOM 信号有效时才被输出。（见图 8-3）
45-46	COM2	当控制信号使用内部电源时，仪器的参考地将与 COM2 相连
47-48	NC	未使用
49-50	GND	与机壳相连

列表扫描时 HANDLER 接口信号输出时序图：

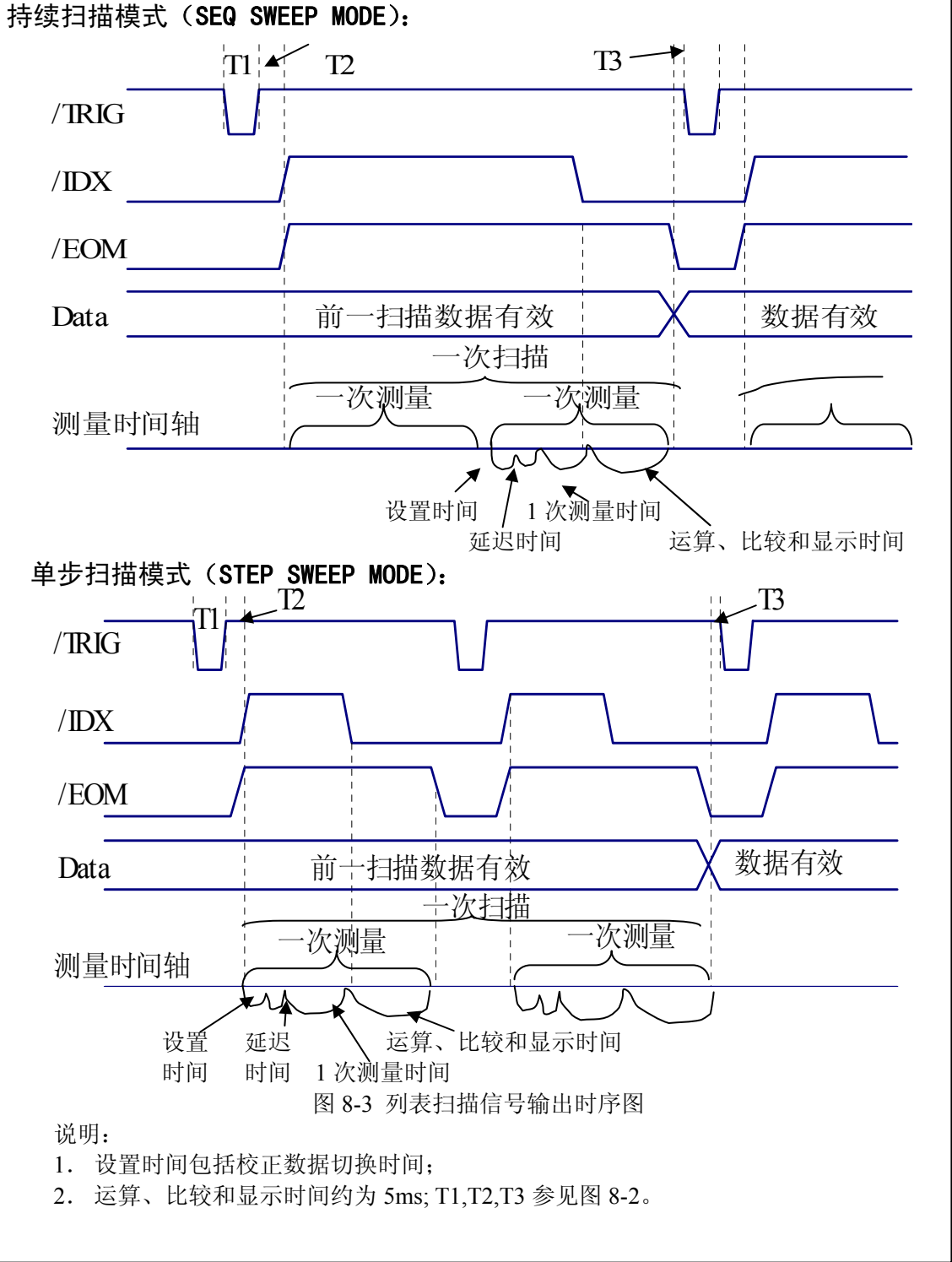


图 8-3 列表扫描信号输出时序图

8.3 电气特征

如前所述，档比较功能和比较器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比较器功能。

8.3.1 直流隔离输出

表 8-5 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		
档比较信号： /BIN1 - /BIN8 /BIN0 /BOUT /BPHI、 /BPLO /BPNG 比较器信号： /AHI、 /ALO /AGO /BHI、 /BLO /BGO /NG、 /ANG、 /BNG	≤0.5V	+5V~ +24V	6mA	内部上拉电压： 仪器参考地（GND） 外部电压（EXV1）： COM1
控制信号 /IDX /EOM	≤0.5V	+5V~ +24V	6mA	内部上拉电压： 仪器参考地（GND） 外部电压（EXV2）： COM2

在使用外部电源时，仪器的控制信号和分选信号可以使用不同的电源，其中 EXV1/COM1 是分选输出信号的电源，EXV2/COM2 是控制信号的电源，当然也可以使用同一电源。更详细了解这些信号的电气特性请参阅图 8-4 和图 8-5。

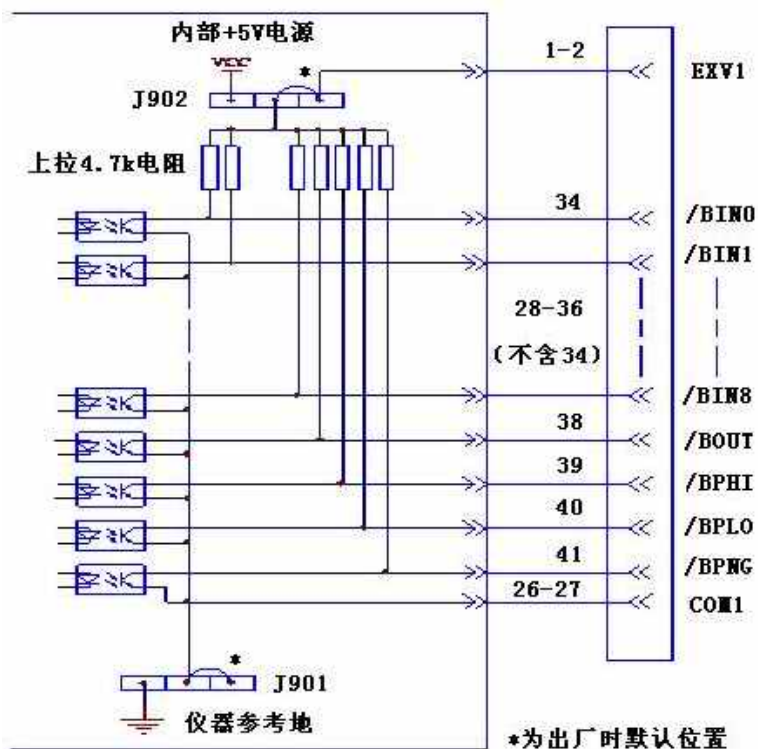


图 8-4 档比较（分选）输出信号简化示意图

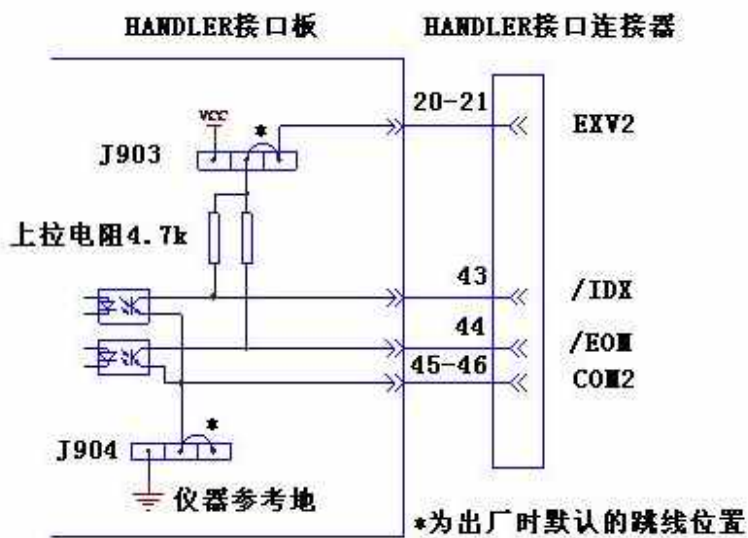


图 8-5 控制信号简化示意图

8.3.2 直流隔离输入

/TRIG 信号（19 脚）连接到光偶中 LED 的阴极，仪器在/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）。

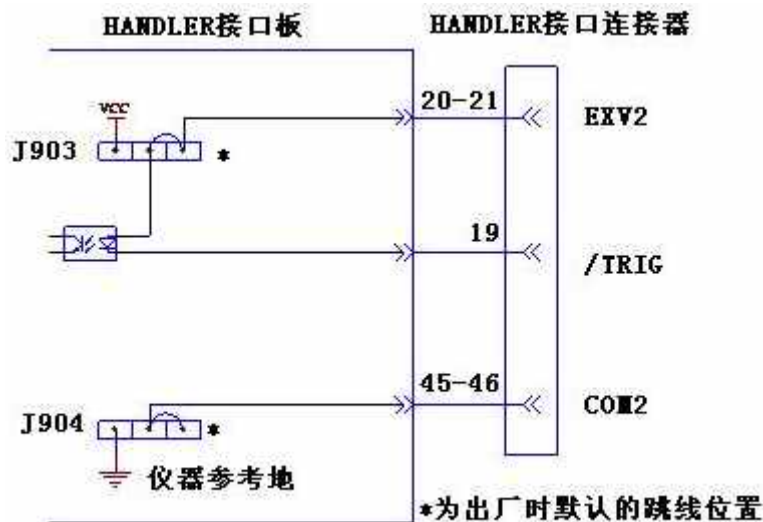


图 8-6 HANDLER 接口触发输入信号简图

- ①注意：为驱动光耦，/TRIG 信号在低电平时应具有 5-10mA 的电流驱动能力；同时要有适当的去抖动处理，以防产生误触发。
- ☞提示：当控制电路使用内部电源时，应该把 COM2 回路的共用地连接到仪器的参考地上，同步设置跳线 J904 就可以将 COM2 与内部地 GND 直接相连。

8.4 HANDLER 接口板跳线设置

HANDLER 接口板上的跳线用来选择分选输出信号及控制信号是使用内部电源还是外部电源，并根据电源电压选择触发信号（TRIG）的限流电阻。表 8-6 是对每个跳线（J901-J904）的描述，它们在接口板上的位置如图 8-6 所示。

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！

- ☞提示：在表 8-6 和图 8-7 中，“N”表示出厂时默认的跳线设置。

表 8-6 HANDLER 接口板上的跳线设置

跳 线 号码	线 位置	描 述	信 号
J901	左边	分选信号的直流输出是非隔离的, COM1 被连接到仪器的参考地上。	档比较信号: /BIN1 - /BIN8, /BIN0, /BOUT, /BPHI, /BPLO, /BPNG 比较器信号: /AHI, /AGO, /ALO, /BHI, /BGO, /BLO, /BNG, /ANG, /NG 列表扫描信号: /G1 - /G4, /H1 - /H4, /L1 - /L4, /GO, /NG
	右边(N)	分选信号的直流输出是隔离的。	
J902	左边	分选输出信号上拉电源为内部直流电压源 VCC(+5V), 应同步设置 J901 到左边, 使参考地从 COM1 输出。	
	右边(N)	分选输出信号上拉电源接外部直流电压 EXV1(5V-24V)。	
J903	左边(N)	控制信号使用外部直流电压 EXV2 (5V-24V)。	控制信号: /IDX /EOM /TRIG
	右边	控制信号使用内部直流电压 VCC(+5V); 应同步设置 J904 到左边, 使参考地从 COM2 输出。	
J904	左边	控制信号的直流输入输出是非隔离的, COM2 被连接到仪器的参考地上。	
	右边(N)	控制信号的直流输入输出是隔离的。	

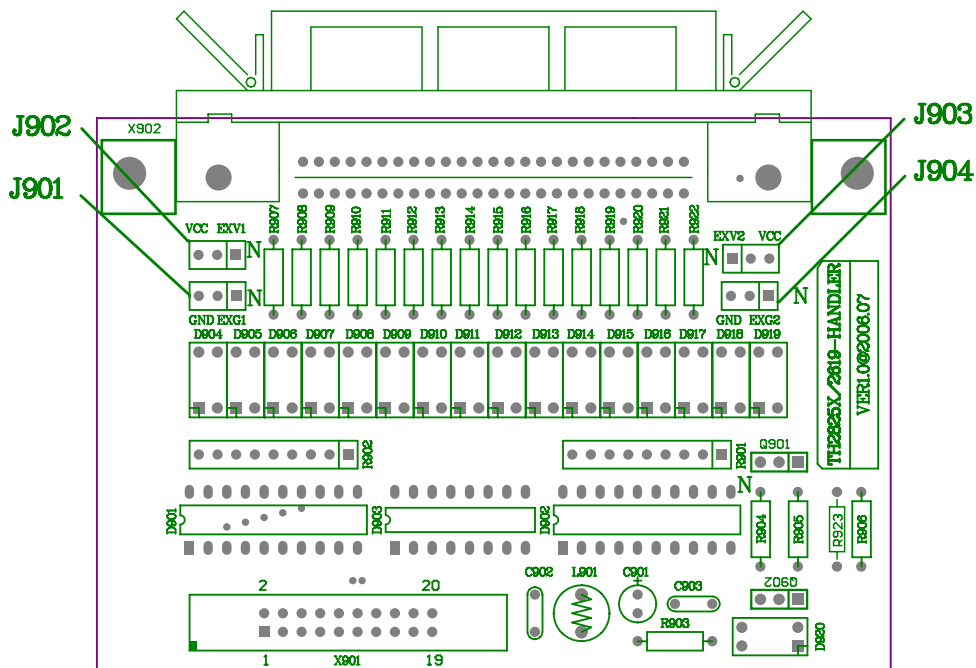


图 8-7 跳线在 HANDLER 板上的位置

8.5 HANDLER 接口操作

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器功能或设置比较极限列表用以比较器功能或设置好列表扫描参数以便使用列表扫描功能。使用步骤请参阅第九章的有关说明。

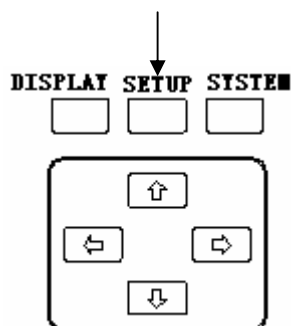
第九章 主要功能操作举例

9.1 使用档比较功能

1. 先设置测试条件如测量参数、频率、电平及速度等。
2. 按 **SETUP** 菜单按键，用 HANDLER 口时一般要使用外部触发，到 TRIG 区域将触发方式设置为“EXT”。同时检查是否关闭了偏差显示（DEV_A, DEV_B）。
3. 光标回到<Meas Setup>处，按软键 LIMIT，进入极限列表设置页面。
4. 设置主参数标称值，主、副参数各档的上、下限。
5. 打开档比较器开关（BIN）
6. 按 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面（MeasDisplay），为了使用档比较功能（分选）可选择合适的测量页面：BinNo 或 COUNT。
7. 档分选均是同产品的批量测试，适宜锁定量程进行测量。
8. 可以将当前设置保存为一个文件，下次进行同产品的测量时可直接调用。
9. 为避免无意识的设置更改，可将仪器键盘进行锁定。

操作流程示意：

步骤一：按下 **SETUP** 菜单按键



步骤二：显示变为测量设置页面，如下图所示，注意 DEV_A, DEV_B 是否 OFF

FUN:Cs-D	<Meas Setup>	File Tools	
FRQ:1.0kHz	TRIG :INT	DEV_A: OFF	← “OFF”
LEV:1.000V	INT_R:25 Ω	REF_A: 0.0000p	← “OFF”
RANGE:AUTO	DELAY:0000ms	DEV_B: OFF	
SPEED:SLOW	AVG :001	REF_B: 0.0000p	
Vm/Im: OFF	iBIAS:OFF	Disch: OFF	
FastT: 1	LIST COMPL BinL	CORR SETUP	

步骤三：

1. 移动光标到 TRIG 区域,按下 **EXT** 软键, 触发模式变为外部触发;

FUN:Cs-D	☰ <Meas Setup>	File Tools
FRQ:1.0kHz	TRIG :INT	DEV_A: OFF
LEV:1.000V	INT_R:25 Ω	REF_A: 0.0000p
RANGE:AUTO	DELAY:0000ms	DEV_B: OFF
SPEED:SLOW	AVG :001	REF_B: 0.0000p
Vm/Im: OFF	iBIAS:OFF	Disch: OFF
FastT: 1	BUS	EXT MAN INT

2. 光标回到<Meas Setup>上, 仪器变为步骤二中的显示。

步骤四: 光标回位后, 按下 **LIMIT** 软键

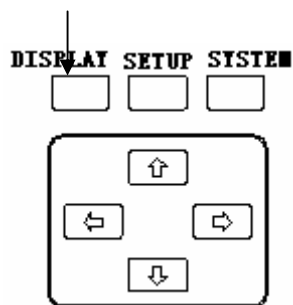
FUN:Cs-D	☰ <Meas Setup>	File Tools
FRQ:1.0kHz	TRIG :INT	DEV_A: OFF
LEV:1.000V	INT_R:25 Ω	REF_A: 0.0000p
RANGE:AUTO	DELAY:0000ms	DEV_B: OFF
SPEED:SLOW	AVG :001	REF_B: 0.0000p
Vm/Im: OFF	iBIAS:OFF	Disch: OFF
FastT: 1	LIST COMPL BinL	CORR SETUP

步骤五: 进入档极限列表设置页面

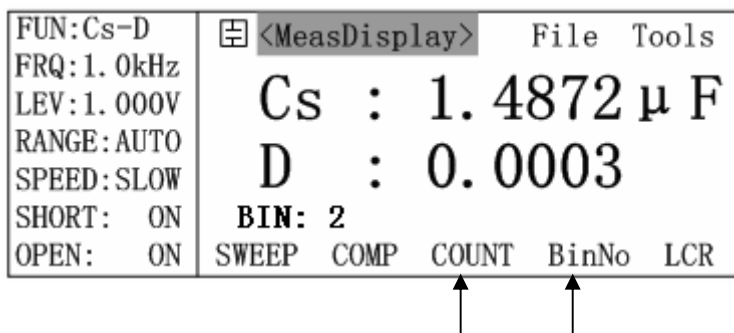
1. 设置主参数标称值 (NOMINAL); (数字键设置);
2. 选择比较模式 (MODE) 为 “±TOL” 或 “%TOL” 状态;
3. 设置主、副参数上、下限 (LOW、HIGH) 设置; (数字键设置);
4. 打开 BIN 到 “ON” 状态。

NOMINAL: 0.0000p	☰ <Limit Table>	File Tools
FUN:Cs-D	[BIN] [LOW]	[HIGH]
MODE: ±TOL	2nd 0.0000	10.000
BIN : OFF	1 -300.00p	300.00p
	2 -2.0000 μ	2.0000 μ
ALARM OFF	LIST COMPL BinL	CORR SETUP

步骤六：按 **DISPLAY** 菜单按键



步骤七：显示变为元件测量显示页面，就开始分选了，也可以再选择 BinNo 或 COUNT。



9.2 使用比较器功能

1. 先设置测试条件如测量参数、频率、电平及速度等。
2. 按 **SETUP** 菜单按键，用 **HANDLER** 口时一般要使用外部触发，到 **TRIG** 区域将触发方式设置为 **“EXT”**。同时检查是否关闭了偏差显示 (**DEV_A**, **DEV_B**)。
3. 光标回到 **<Meas Setup>** 处，按软键 **COMPSET**，进入比较极限列表设置页面。
4. 设置主、副参数标称值，主、副参数各档的上、下限。
5. 打开比较器开关 (**COMP**)
6. 按 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面 (**MeasDisplay**)，为了使用比较器功能可选择的测量页面：**COMP**。
7. 比较器功能均是同产品的批量测试，适宜锁定量程进行测量。
8. 可以将当前设置保存为一个文件，下次进行同产品的测量时可直接调用。
9. 为避免无意识的改变设置，可将仪器键盘进行锁定。

操作流程示意：（与档比较器功能的流程不在重复叙述，直接介绍比较极限设置页面）

1. 进入比较极限设置页面，设置主 (**A_NOMINAL**)、副 (**B_NOMINAL**) 参数标称值；
2. 设置比较模式 **MODE**；
3. 主、副参数上 (**HIGH**)、下限 (**LOW**)，通过数字键修改；
4. 打开 **COMP** 到 **“ON”** 状态。

FUN:Cs-D	<Comp Setup>	File	Tools
TRIG:INT	A_NOMINAL: 0.0000p	← 1	
RANGE:AUTO	B_NOMINAL: 0.0000		
SPEED:SLOW	[C] [LOW] [HIGH]		
COMP: OFF	A -1.0000 μ 1.0000 μ	← 3	
MODE: ±TOL	B 0.0000 10.000	← 2	
	LIST COMPL BinL CORR SETUP		

进入元件测量页面后就开始使用比较器功能了，也可以按 **COMP** 软键，使用此功能。

FUN:Cs-D	<MeasDisplay>	File	Tools
FRQ:1.0kHz	CS : 1.4872 μ F		
LEV:1.000V	D : 0.0003		
RANGE:AUTO	A: H	B: G	
SPEED:SLOW	SWEEP COMP COUNT BinNo LCR		
SHORT: ON	↑		
OPEN: ON			

9.3 使用列表扫描功能

1. 先设置条件如测量参数、频率、电平及速度等。
2. 按 **SETUP** 菜单按键，用 HANDLER 口时一般要使用外部触发，到 TRIG 区域将触发方式设置为“EXT”。同时检查是否关闭了偏差显示（DEV_A，DEV_B）。
3. 光标回到<Meas Setup>处，按软键 LIST，进入比较极限列表设置页面。
4. 设置扫描参数的类型，如果列表中已经有某种扫描参数类型的极限数据，而需要改变扫描参数的类型，必须首先把原有的极限数据全部清空，可以用本页面的 Tools 工具，或者将光标移动到极限所在行使用 **DEL** 软键。
5. 设置扫描点及对应的上、下限。
6. 按 **DISPLAY** 菜单按键，进入元件测量显示页面（MeasDisplay），为了使用列表扫描功能可选择的测量页面：SWEEP。
7. 可以将当前设置保存为一个文件，下次进行同产品的测量时可直接调用。
8. 为避免无意识的改变设置，可将仪器键盘进行锁定。

列表扫描参数的设置参见§3.2.10.4。

9.4 使用通讯功能

本节主要介绍 SCPI 指令中的主要参数设置指令的使用。

9.4.1 选择测量页面

指令: : DISPLAY[: WINDOW]: TEXT1: PAGE

举例: 选择档号显示页面

使用: :DISP:TEXT1:PAGE 2

9.4.2 选择测量参数

指令: [: SENSE]: FUNCTION: CONCURRENT

[: SENSE]: FUNCTION[: ON]

: CALCulate{1 | 2}: FORMat

: sens: func 'fimp';:calc1:form real;:calc2:form imag;

表 9-1 选择测量参数命令

举 例	TH2825A 使用	TH2825 使用
选择测量参数为 Cp-D	:FUNC:CONC OFF :FUNC 'FADM' :CALC1:FORM CP :CALC2:FORM D	:FUNC 'FADM' :CALC1:FORM CP :CALC2:FORM D
选择测量参数为 Rs-Xs	:FUNC:CONC OFF :FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM REAL :CALC2:FORM IMAG	:FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM REAL :CALC2:FORM IMAG
选择测量参数为 Ls-Q	:FUNC:CONC OFF :FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM Ls :CALC2:FORM Q	:FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM Ls :CALC2:FORM Q
选择测量参数为 Zs- θ°	:FUNC:CONC OFF :FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM MLIN :CALC2:FORM PHAS	:FUNC 'FIMP' :CALC1:FORM MLIN :CALC2:FORM PHAS
选择测量参数为 Gp-Bp	:FUNC:CONC OFF :FUNC 'FADM' :CALC1:FORM REAL :CALC2:FORM IMAG	:FUNC 'FADM' :CALC1:FORM REAL :CALC2:FORM IMAG
选择测量参数为 Ls-DCR	:FUNC:CONC ON :FUNC 'FIMP', 'FRES' :CALC1:FORM LS :CALC2:FORM REAL	—
选择测量参数为 LB-1/N	:FUNC:CONC ON :FUNC 'IMP', 'VOLT:AC' :CALC1:FORM LS :CALC2:FORM INV	
选择测量参数为 LB-N	:FUNC:CONC ON :FUNC 'IMP', 'VOLT:AC' :CALC1:FORM LS :CALC2:FORM REAL	

选择测量参数为 LB-M	:FUNC:CONC ON :FUNC 'IMP', 'FADM' :CALC1:FORM LS :CALC2:FORM LP	
选择测量参数为 LB-DCR	:FUNC:CONC ON :FUNC 'IMP', 'RES' :CALC1:FORM LS :CALC2:FORM REAL	

9.4.3 选择测量频率

指令: :SOURce:FREQuency[:CW]

表 9-2 选择测试频率命令

举 例	使 用
选择测量频率为 100Hz	:SOUR:FREQ 100Hz
选择测量频率为 120Hz	:SOUR:FREQ 120Hz
选择测量频率为 1kHz	:SOUR:FREQ 1kHz

9.4.4 选择测量电平

指令: :SOURce:VOLTage[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]

举例: 选择测量电平为 0.5V

使用: :SOUR:VOLT 0.5

9.4.5 选择测量量程及其模式

指令: [:SENSe]:FIMPedance:RANGe:AUTO
[:SENSe]:FIMPedance:RANGe[:UPPer]

举例: 选择 100 Ω 量程

使用: :FIMP:RANG:AUTO OFF

:FIMP:RANG 100

9.4.6 选择测量速度

指令: [:SENSe]:FIMPedance:APERture

举例: 选择快速模式

使用: :FIMP:APER 0.025

9.4.7 选择触发模式

指令: : TRIGger: SOURce
举例: 选择外部触发模式
使用: :TRIG:SOUR EXT

9.4.8 选择内阻模式

指令: : SYSTem: CONST
举例: 选择 25 Ω 内阻
使用: :SYST:CONS 25

9.4.9 触发延时的设置

指令: : TRIGger: DELay
举例: 延时 100ms
使用: :TRIG:DEL 100ms

9.4.10 测量结束延时的设置

指令: : SYSTem: ENDdelay
举例: 延时 10ms
使用: :SYST:END 10ms

9.4.11 平均次数的设置

指令: [: SENSE]: AVERage[: STATe]
[: SENSE]: AVERage: COUNT
举例: 设平均次数 20
使用: :AVER:COUN 20

9.4.12 快速测量周期数的设置

指令: : SYSTem: INTEgration
举例: 设定快速测量周期数为 4
使用: :SYST:INTE 4

9.4.13 档比较的设置 (LIMIT)

指令: : BINning: NOMInal
 : CALCulate{1|2}: MATH: EXPReSSion: NAME
 : BINning: LOWer: AUX
 : BINning: UPPer: AUX
 : BINning: LOWer: BIN{ 1~8 }
 : BINning: UPPer: BIN{ 1~8 }
 : BINning: STATe

举例: 设定主参数标称值为 $1\ \mu\text{F}$; 主参数第二档上、下限 $\pm 10\%$; 副参数下限为 0, 上限为 10; 打开比较开关

使用: :BIN:NOMI 1u
 :CALC1:MATH:EXPR:NAME PCNT
 :BIN:LOW:BIN2,-10
 :BIN:UPP:BIN2,10
 :BIN:LOW:AUX,0
 :BIN:UPP:AUX,10
 :BIN:STAT ON

9.4.14 比较器的设置 (COMPSET)

指令: : DATA [: DATA] REF{1|2}, numeric_value
 : CALCulate{1|2}: MATH: EXPReSSion: NAME
 : CALCulate{1|2}: LIMit: LOWer[: DATA]
 : CALCulate{1|2}: LIMit: UPPer[: DATA]
 : CALCulate{1|2}: LIMit: STATe

举例: 设定主参数标称值为 $1\ \mu\text{F}$, 副参数标称值为 5;
 设定主参数上、下限为 $\pm 10\%$; 副参数下限为 1, 上限为 3;
 打开比较器开关。

使用: :DATA REF1,1u
 :DATA REF2,5
 :CALC1:MATH:EXPR:NAME PCNT
 :CALC1:LIM:LOW -10
 :CALC1:LIM:UPP 10
 :CALC2:LIM:LOW 1
 :CALC2:LIM:UPP 3
 :CALC1:LIM:STAT ON

9.4.15 列表扫描的设置

指令: : LIST: FREQuency <sweep point>[, <sweep point>*]
 : LIST: MODE
 : LIST: BAND{1~4}

举例： 设定扫描参数为频率，持续扫描，4 个扫描点的参数如下：
扫描点 1：100Hz，主参数进行比较，下限 1 μ F，上限 2 μ F；
扫描点 2：120Hz，主参数进行比较，下限 1 μ F，上限 2.1 μ F；
扫描点 3：1KHz，副参数进行比较，下限 0，上限 5；
扫描点 4：10KHz，副参数进行比较，下限 3，上限 9；

使用： :list:mode seq
:list:freq 100hz,120hz,1khz,10khz
:list:band1 a,1u,2u
:list:band2 a,1u,2.1u
:list:band3 b,0,5
:list:band4 b,3,9

9.4.16 蜂鸣器在比较输出时的设置

指令： : CALCulate{1|2}: LIMit: BEEPer[: STATe]
: CALCulate{1|2}: LIMit: BEEPer: CONDition
: SYSTem: ALARm

举例： 设定不合格时蜂鸣器脉冲式鸣叫

使用： :CALC1:LIM:BEEP ON
:CALC1:LIM:BEEP:COND FAIL
:SYST:ALAR PULS

第十章 成套及保修

10.1 成套

仪器出厂时附有装箱单，其**附件、资料配制以装箱单为准**。用户收到仪器后，应对照装箱单进行核对，若发生遗缺，请立即与本公司或经营部门联系。

表 10-1 仪器装箱参考

序号	名称	数量
1	TH2825A 或 TH2825 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 只
4	TH26010 镀金短路板	1 片
5	TH26038 变压器测试夹具(仅配 TH2825A)	1 台
6	三线电源线	1 根
7	1A 保险丝	2 只
8	使用说明书	1 份
9	产品合格证	1 张
10	测试报告	1 份
11	保修卡	1 张

提示：根据需要，用户可以向公司订购以下**选件**：（请登陆公司网站获取更多信息）

TH2825-HANDLER 接口连接电缆

TH2825/A-IEEE-488 接口

TH26005&TH26006 轴向夹具

TH26009 SMD 贴片测试夹钳

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。

附录 1 常用功能索引

类别	名称	显示代号	功能简述	参考章节
测量主设置	测试参数	FUN	用软键选择测量参数及电路形式为串联或并联	§3.2.1.4
	测试频率	FRQ	用软键选择不同的测试频率	§3.2.1.5
	测试电平	LEV	用软键或数字键选择不同的测试电平	§3.2.1.6
	量程方式	RANGE	用软键控制自动选择量程或保持在某一特定的量程测试	§3.2.1.7
	测量速度	SPEED	用软键选择测量速度	§3.2.1.8
	短路清零	SHORT	清除短路分布参数对测量的影响	§3.2.1.9
	开路清零	OPEN	清除开路分布参数对测量的影响	§3.2.1.10
测量辅助设置	电流电压监视	Vm/Im	操作软键打开监视开关, 可以监视被测件上实际的分布电压和流过的电流值	§3.2.6.4
	采样周期	FastT	操作软键选择快速测量的信号采样周期	§3.2.6.5
	触发开关	TRIG	操作软键选择不同的触发方式	§3.2.6.6
	信号源内阻	INT_R	操作软键选择不同的信号源内阻模式	§3.2.6.7
	触发延时	DELAY	使用数字键输入有效触发到开始测量之间的延时	§3.2.6.8
	平均次数	AVG	使用数字键输入用以平均的测量次数	§3.2.6.9
	偏压	iBIAS	操作软键选择不同的偏压方式	§3.2.6.10
	偏差模式	DEV_A DEV_B	操作软键选择主副参数的偏差显示模式, 该偏差模式只决定显示, 跟仪器的比较分选无关	§3.2.6.11
	偏差参考值	REV_A REV_B	操作软键通过测试自动取得偏差参考值, 或者通过操作数字键盘手工输入主副参数的偏差参考值	§3.2.6.12
	放电设置	Disch	操作软键选择打开状态, 在叠加偏置信号时, 可以及时放去测试端的积累电荷, 增加测试稳定性。	§3.2.6.13
极限设置	档极限参数设置	Limit Table	采用方向键选择参数, 采用数字键输入参数, 或用软键删除一组参数。	§3.2.8
	比较器参数设置	Comp Setup	采用方向键选择参数, 采用数字键输入参数, 或用软键删除一组参数。	§3.2.9
	列表扫描参数设置	List Sweep	用软键选择基于列表的参数、扫描方式、测量参数、采用数字键输入测量参数的极限, 或用软键删除一组极限值。	§3.2.10
校正	校正	User Correction	通过操作软键或数字键可以实现仪器的短路清零、开路清零以及负载校正等功能	§3.2.7

类别	名称	显示代号	功能简述	参考章节
系统设置	液晶对比度	CONTRAST	操作软键选择加以选择	§3.2.11.2
	讯响提示音	INFO BEEP	操作软键选择讯响音量以及按键时是否有讯响提示音	§3.2.11.3
	输出讯响信号选择	CMP ALARM	操作软键选择仪器分选输出的讯响方式：合格讯响、不合格讯响、关闭	§3.2.11.4
	讯响模式	ALARM MODE	操作软键可以选择连续和断续方式	§3.2.11.5
	密码方式	PASSWORD	操作软键可以选择密码保护方式，或通过数字键更改密码	§3.2.11.6
	总线模式	BUS MODE	操作软键决定仪器对外通讯的总线模式	§3.2.11.7
	GPIB 地址	GPIB ADDR	通过数字键输入 IEEE488 接口的 GPIB 并行地址	§3.2.11.8
	仪器输出资料结束码	EOS CODE	操作软键选择 IEEE488 接口的 GPIB 和 RS232 接口的输出结束码	§3.2.11.9
	HANDLER 接口信号方式	HANDLER	操作软键选择 HANDLER 接口的分选输出信号方式：保持到下次刷新、清除方式。	§3.2.11.10
	测量结束延时	ENDEDELAY	使用数字键输入测量完毕后所要加的延时，从而起到调整分选结果的脉冲宽度的功效	§3.2.11.11
辅助功能	文件存取	File	操作方向键选择 File 页面，再操作软键可以进行文件的加载和保存。	§3.2.1.2
	文件管理	File List	从 System Config 页面通过软键选择 File List 页面可以进行文件的加载、改名和删除等管理操作。	§3.2.12
	工具	Tools	操作方向键选择 Tools 页面，可以实现相关页面的特殊功能。	§3.2.1.3 §3.2.2.2 §3.2.3.2 §3.2.6.2 §3.2.8.7 §3.2.10.5

附录 2 符号及缩略语

ABS	绝对值 (ABSolute)
ADDR	地址 (ADDRess)
ANG	主参数不合格 (Parameter A is No Good)
ASCII	美国信息交换标准码 (American Standard Code for Information Interchange)
AVG	平均次数 (AVerage)
B	电纳 (Susceptance)
BINn	料号, 档号 (BIN number)
BNG	副参数不合格 (Parameter B is No Good)
BUS	总线
Cs	串联等效电容 (Equivalent Serial Capacitance)
Cp	并联等效电容 (Equivalent Parallel Capacitance)
CFG	设置 (ConFiG)
COMP(CMP)	比较 (COMPare)
CONTI	连续的 (CONTInue)
CORR	校正 (CORRect)
CV	恒定电压 (Continue Voltage)
D	损耗 (Dissipation Factor)
DCR	直流电阻 (Direct Current Resistance in 4-terminal configuration)
DEL--	删除(DELete)
DEV_A(B)	主副参数偏差参考(Deviation)
Disch	放电 (Discharge)
Disp	显示 (Display)
DUT	被测件(Device Undown Testing)
ENDDELAY	结束延时 (END DELAY)
EOM	测量结束 (End Of Measure)
EOS	结束符号 (End Of Simbol)
ESR	串联等效电阻 (Equivalent Serial Resistance)
EXT	外部 (EXTernal)
FastT	快速测试的采样周期 (Fast Time)
Fix.A/B	固定主副参数显示的小数点位置 (Fix the dot of parameter A or B)
FREQ(FRQ)	频率(FREQency)
FUN	测试参数 (FUNction)

GO	分选合格 (GOod)
GPIB	通用接口总线 (General Purpose Interface Bus)
HANDLER	机械分选控制口 (Handler Interface)
HI	分选上超限 (HIgher)
IDX	指示, 索引(Index)
INT	内部 (INTernal)
IN	分选结果在设定范围内 (IN the setting range)
INT_R	信号源内阻 (INTernal Resistance)
INFOBEEP	讯响提示音 (INFOrmation BEEP)
iBIAS	偏压
KeyLocked	锁定按键 (Key Locked)
L2A	两线测量初级电感 (Primary Inductance in 2-terminal configuration)
L2B	两线测量次级电感 (Secondary Inductance in 2-terminal configuration)
LCD	液晶显示屏(Liquid Crystal Display)
LCR	电感、电容及电阻 (Inductance,Capacitance,Resistance)
LCZ	电感、电容及阻抗 (Inductance,Capacitance,Impedance)
LEV	测试信号电平 (LEVel)
LO	分选结果下超限 (Lower)
Lp	并联等效电感 (Equivalent Parallel Inductance)
Ls	串联等效电感 (Equivalent Serial Inductance)
M	互感 (Mutual Inductance)
MAN	手动 (MANual)
MEAS	测试 (MEASure)
MED	中速 (MEDium)
N	变压器匝比 (Turns Ratio)
1/N	变压器匝比的倒数 (Reciprocal of N)
No.	序号 (Number)
NOM	标称值 (NOMinal)
OpSWP	扫频开路清零 (Open zero SWaPe the frequency)
OpCLR	单频开路清零 (Open zero in current frequency)
OUT	不合格档 (OUT of range)
Q	品质因数 (Quality Factor)
R	电阻, 阻抗实部 (Resistance,Real Part of Impedance)
R2	两线测量直流电阻 (Direct Current Resistance in 2-terminal configuration)
REF_A(B)	主副参数的参考值 (REFerence value)
REN	文件换名 (REName)
ResetCNT	清除档计数器 (Reset Counter)
ReCNT	清除档计数器 (Reset Counter)

Rs	串联等效电阻 (Equivalent Serial Resistance)
Rp	并联等效电阻 (Equivalent Parallel Resistance)
SCPI	可编程仪器标准命令 (Standard Command of Programmable Instruments)
SDC	选择设备清除 (Selected Device Clear)
SEC	副参数, 第二参数 (Secondary Parameter)
SEQ	顺序测试 (SEQuence)
ShSWP	扫频短路清零 (Short zero SWaPe the frequency)
ShCLR	单频短路清零 (Short zero in current frequency)
SMD	表面贴装元件 (Surface Mount Devices)
TRIG	触发 (TRIGger)
TOL(Δ ABS)	绝对偏差模式 (absolute deviation mode)
%TOL(Δ %)	百分比相对偏差模式 (percentage deviation mode)
UNLK	解锁 (UNLocK)
X	电抗, 阻抗虚部 (Reactance, Imaginary Part of Imedance)
Z	阻抗 (Impedance)
Z	阻抗的绝对值 (Absolut of impedance)
θ	阻抗角 (Phase Angle)