

## 目 录

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 1. 概述              | 3-4   |
| 1.1 引言             | 3     |
| 1.2 使用条件           | 3-4   |
| 1.2.1 环境温度、湿度      | 3-4   |
| 1.2.2 电源           | 4     |
| 1.3 体积与重量          | 4     |
| 1.4 仪器开箱及上电        | 4     |
| 2. 基本技术指标          | 4-5   |
| 2.1 测量功能           | 4     |
| 2.1.1 测量参数         | 4     |
| 2.1.2 测量参数组合       | 4     |
| 2.1.3 等效方式         | 4     |
| 2.1.4 量程           | 4     |
| 2.1.5 测量方式         | 4     |
| 2.1.6 显示方式         | 4     |
| 2.1.7 测量速度         | 4     |
| 2.1.8 基本精度         | 4     |
| 2.2 测试信号           | 5     |
| 2.2.1 测试信号频率       | 5     |
| 2.2.2 测试信号电平       | 5     |
| 2.2.3 输出阻抗         | 5     |
| 2.3 功能介绍           | 5     |
| 2.3.1 校正功能         | 5     |
| 2.3.2 分选功能         | 5     |
| 2.3.3 键盘锁定功能       | 5     |
| 2.3.4 RS-232 串行接口  | 5     |
| 2.3.5 HANDLER 分选接口 | 5     |
| 3. 外形结构            | 5-7   |
| 3.1 仪器前面板说明        | 5-7   |
| 3.2 仪器后面板说明        | 7     |
| 4. 操作说明            | 8-20  |
| 4.1 LCD 显示说明       | 8     |
| 4.2 按键及其说明         | 8-10  |
| 4.3 仪器快捷功能键使用方法    | 10-14 |
| 4.3.1 测量参数选择       | 11    |
| 4.3.2 串、并联等效电路选择   | 11    |
| 4.3.3 显示方式选择       | 12    |
| 4.3.4 测量模式选择       | 12    |
| 4.3.5 测量速度选择       | 12    |
| 4.3.6 测试频率选择       | 12    |
| 4.3.7 测量电平选择       | 12    |
| 4.3.8 量程保持选择       | 12-13 |

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 4.3.9 分选状态选择            | 13    |
| 4.3.10 恒阻方式选择           | 13    |
| 4.4 仪器功能菜单操作说明          | 13-19 |
| 4.4.1 清“0”操作            | 15    |
| 4.4.2 键盘锁定设置            | 15-16 |
| 4.4.3 RS232 串行接口设置      | 16    |
| 4.4.4 1 档/3 档分选设置讯响模式设置 | 16-17 |
| 4.4.5 讯响模式设置            | 17    |
| 4.4.6 标称值设置             | 17-18 |
| 4.4.7 副参数设置             | 18    |
| 4.4.8 分选极值设置            | 18-19 |
| 5. 测量说明                 | 19-22 |
| 5.1 测量夹具的连接             | 19    |
| 5.2 常规测量                | 19-20 |
| 5.3 偏差测量                | 21    |
| 5.3.1 标称值               | 21    |
| 5.3.2 绝对偏差测量方式          | 21    |
| 5.3.3 百分比偏差测量方式         | 21    |
| 5.4 元件分选测量              | 21    |
| 5.5 测量准确度               | 21-22 |
| 6. HANDLER 接口使用说明       | 22-28 |
| 6.1 简要介绍                | 22    |
| 6.2 操作说明                | 23-28 |
| 6.2.1 信号线定义             | 23-26 |
| 6.2.2 电气特性              | 26-28 |
| 7. RS232C 串行接口说明        | 28-30 |
| 7.1 RS232C 接口简介         | 28    |
| 7.2 ZC2810D 系列串行接口      | 28    |
| 7.3 连接计算机               | 28    |
| 7.4 串行口参数               | 29    |
| 7.5 编程要点                | 29    |
| 8. 命令参考                 | 30-39 |
| 8.1 简介                  | 30    |
| 8.2 符号约定和定义             | 30    |
| 8.3 命令结构                | 30    |
| 8.4 命令缩写规则              | 31    |
| 8.5 命令题头和参数             | 31    |
| 8.6 命令参考                | 32    |
| 9. 成套及保修                | 39    |
| 9.1 成套                  | 39    |
| 9.2 保修                  | 39    |

## 1. 概 述

感谢您购买和使用我们公司的产品，在您使用本仪器前请仔细阅读本说明书。

### 1.1 引言

ZC2810D 系列元件参数测试仪是本公司最新研制的高性能价格比的测量仪器，能自动测量电感量 L、电容量 C、电阻值 R、复阻抗 Z、相位角  $\theta$ 、品质因数 Q 和损耗角正切值 D 等元件参数，仪器将强大的功能、优越的性能及简单的操作结合在一起，既能适应生产现场高速测量的需要，又能满足质检、计量、科研实验等部门精密检测的需要。

与公司原先的通用元件参数测试仪相比，ZC2810D 系列仪器在如下几个方面做了改进和提高。

为提高仪器测量的直观性和可读性，我们为 ZC2810D 系列专门设计了一块大型的 LCD 专用显示屏，将仪器的测量条件和测量结果同时显示出来，并设计了方便实用的人机界面。

为满足不同使用场合的需求，仪器设有两套分选程序，参数设定位数多、分辨率高，仪器可以通过分选接口与自动测试机连接，从而实现自动化测试。

本仪器提供了 RS-232C 接口，有效实现了与计算机的通讯，为远程控制以及数据采集提供了可能。

本仪器采用了恒定信号源内阻的设计方法，这就保证了加在同一被测件上的电压或电流信号不随量程的调整而改变，从而避免了仪器对处于量程边缘的被测试件难以选定量程的现象。

仪器提供按键锁定以及状态保持功能，可以减少一线人员对仪器的误操作，同时为个性定制仪器的开机默认状态提供了可能。

仪器提供了多种可变的测试条件，其典型的有：

- 测量频率：100Hz，120Hz，1kHz，10kHz 共计 4 个可选择的测量频率；
- 测试信号电平：可选择 0.1V，0.3V，1.0V 三种测试信号电平；
- 测量速度：可选择快速、中速、慢速三种速度；
- 清“0”：仪器可对测试端在开路和短路时进行扫频清“0”，将存在于仪器测试端的杂散电容和引线电阻消除，进一步提高测量精度；

仪器提供三种数据读出方式和两种分选方式：

- 直接读数：直接显示被测件的参数；
- 绝对偏差：读出值与标称值之差；
- 相对偏差：读出值与标称值的百分比偏差。
- 元件分选：测量仪提供了两种分选方式：三档（三档主参数和一档副参数分选）状态，一档（一档主参数和一档副参数分选）状态。

仪器提供两种通讯接口

- 串行接口：RS-232C 为仪器与外设的串行通讯提供了极大的方便，仪器向外发送数据，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；
- HANDLER 接口：该接口可使仪器与元件的机械处理设备相同步并检测分选元件，将分档结果输出至机械处理设备；

ZC2810D 系列元件参数测试仪包括 ZC2810D 型 LCR 数字电桥、ZC2618D 型电容测量仪和 ZC2775D 型电感测量仪三种仪器，它们的区别只是测试参数的不同（参见 § 2.1.2 节测量参数组合表）。即 ZC2618D 和 ZC2775D 仅仅完成了 ZC2810D 的部分功能，在本说明书中，*所有的内容对 ZC2810D 皆适用，仅适用于 ZC2618D 或 ZC2775D 的内容另外加有标注。*

### 1.2 使用条件

#### 1.2.1 环境温度、湿度

温度：10℃～30℃、湿度 ≤ 70%RH 时，满足测量准确度要求；

温度：0℃～40℃、湿度 ≤ 90%RH 时，仪器可操作、测量。

#### 1.2.2 电源

电源电压：220V（1±10%）；

电源频率：50Hz（1±5%）；

功率：≤ 20W。

#### 1.3 体积与重量

体积：330×150×400mm（宽×高×深）。

重量：约 3.5 kg。

#### 1.4 仪器开箱及上电

1、仪器开箱后，按照仪器的装箱单，检查是否相符。

2、对仪器进行操作前。应详细阅读说明书有关注意事项。或在对本仪器熟悉的人员指导下进行操作。

3、本仪器应使用 220V±10%/50Hz±5% 的电源进行操作。在合上电源开关之前，应仔细检查是否使用了合适的电源及电源接线是否正常，零线 N、相线 L 和地线 E 应正确连接。

地线 E 应有可靠正确的接法，否则仪器表面可能会有麻电现象，甚至会产生触电危及生命安全，此点切记！

电源插座不能与大功率电气设备共用一个插座，以免干扰仪器工作或电冲击损坏仪器。

4、仪器应在技术指标规定的环境中使用，特别是连接测试元件的测试端应远离电磁场，以免对测量结果产生影响。

5、仪器测试完毕或排除故障时需打开仪器外壳时，应关掉电源开关并拔下电源插头。

6、仪器打开电源后，预热时间为十分钟。

## 2 基本技术指标

### 2.1 测量功能

#### 2.1.1 测量参数

L：电感      C：电容      R：电阻      Z：阻抗

D：损耗      Q：品质因素      θ：相位角

#### 2.1.2 测量参数组合

| 型号      | 参数                      |
|---------|-------------------------|
| ZC2810D | C-D、L-Q、R-Q、Z-Q、C-R、L-R |
| ZC2618D | C-D、C-R、Z-Q             |
| ZC2775D | L-Q、L-R、Z-Q             |

#### 2.1.3 等效方式

串联等效，并联等效。

#### 2.1.4 量程

量程自动，量程保持。

#### 2.1.5 测量方式

连续，单次。

#### 2.1.6 显示方式

直读，绝对偏差，百分比偏差。

#### 2.1.7 测量速度

快速，中速，慢速。

#### 2.1.8 基本精度

0.1%。

## 2.2 测试信号

### 2.2.1 测试信号频率

100Hz, 120Hz, 1kHz, 10kHz 4 个可选测试频率。

频率准确度: 0.02%。

### 2.2.2 测试信号电平

0.1V $\pm$ 10%, 0.3V $\pm$ 10%, 1.0V $\pm$ 10%。

### 2.2.3 输出阻抗

30 $\Omega$  $\pm$ 5%或 100 $\Omega$  $\pm$ 5%。

## 2.3 功能介绍

### 2.3.1 校正功能

开路清“0”：消除测试端或仪器内部杂散电抗的影响。

短路清“0”：消除引线串联电阻和电感的影响。

### 2.3.2 分选功能

测量仪提供了两种分选方式：开机后，分选处于关（OFF）状态，选择分选开（ON）以后，初始化为 3P（三档主参数和一档副参数分选）方式，可以选择 1P（一档主参数和一档副参数分选）。在直读，绝对偏差（DELTA）和百分比误差（DELTA%）状态时，分选功能皆有效。并在 LCD 显示器上显示 P1, P2, P3, NG 和 AUX 信息。

### 2.3.3 键盘锁定功能

锁定键盘 保护所有面板功能指示状态。

在键盘锁定时，除【FUNC】键外其余按键均处于锁定状态，使键盘不能使用，该方法的使用，使得在参数设定完成后不致因键盘操作的错误而影响内部参数。

### 2.3.4 RS-232 串行接口

仪器可以从 RS-232C 串行接口得到与从仪器面板上相同的操作命令，并可将测量结果传输至外部接受设备（如计算机）。

### 2.3.5 HANDLER 分选接口

当仪器使用分选功能时，可通过 HANDLER 接口将 P1、P2、P3、NG、AYX、A/D 转换结束信号/IDX 及测量结束信号/EOM 输出，并可以从外部获得“开始”信号。

## 3. 外形结构

### 3.1 仪器前面板说明

前面板示意图如图 3-1 所示。

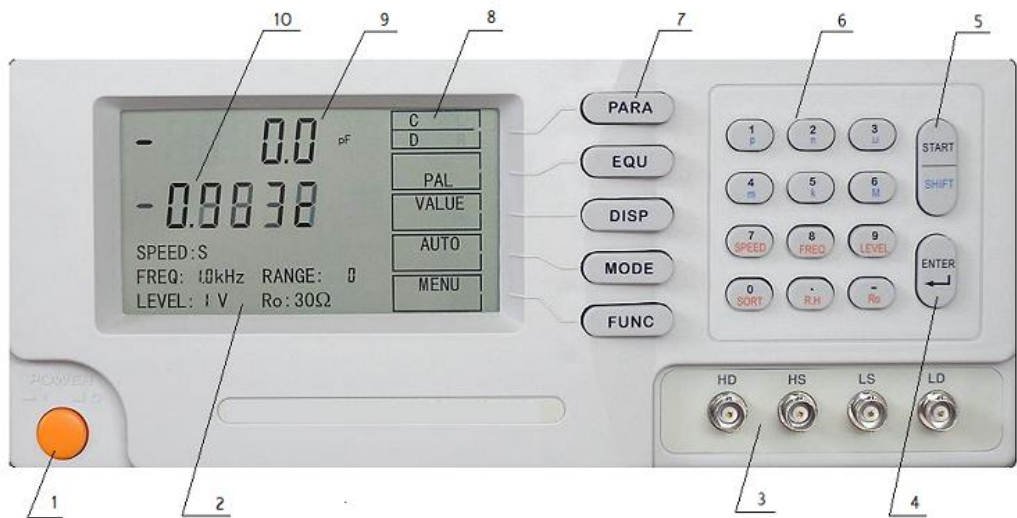


图 3-1 前面板示意图

前面板说明：仪器前面板说明如表 1-1 所示。

表 1-1

| 序号 | 名称            | 功能说明                                                                                                                                                                                                                             |
|----|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 电源开关          | 接通或断开仪器 220V 电源，在“ ”状态，电源接通，“o”状态，电源断开。                                                                                                                                                                                          |
| 2  | 测量参数指示区       | 在此区域显示:当前测量频率、测试电平、测量速度、恒阻、量程状况、分选状况等内容。                                                                                                                                                                                         |
| 3  | 测试端           | 为被测件测试时提供完整的四端测量。<br>HD: 电流激励高端，测试信号从该端输出，在该端可使用相应仪器（如电压表，频率计、示波器等）检测测试信号源电压及频率、波形。<br>HS: 电压取样高端，检测加于被测件的高端测试电压。<br>LS: 电压取样低端，检测加于被测件的低端测试电压。<br>LD: 电流激励低端，流过被测件的电流从该端送至仪器内部电流测量部件。<br>HD、HS 应被接至被测件的一个引脚端：LD、LS 接至被测件的另一引脚端。 |
| 4  | 回车键（ENTER）    | 确认输入的数字或命令                                                                                                                                                                                                                       |
| 5  | START/SHIFT 键 | 当仪器被设定为手动触发方式时，按动此键用于触发一次仪器测量；当仪器在设定分选值时，按动此键表示启用数字按键区的 SHIFT 功能，此时数字键盘区域的 6 个具有 SHIFT 功能按键被启用。                                                                                                                                  |
| 6  | 键盘及功能指示       | 详见 4.2                                                                                                                                                                                                                           |
| 7  | 功能键           | 为 5 个直接功能键，相应的功能标示在键上,它们的当前功能被相应的显示在液晶显示屏右边的“功能”显示区域。                                                                                                                                                                            |
| 8  | 直接功能显示区       | 显示当前状况下 5 个功能键所选定的功能。                                                                                                                                                                                                            |
| 9  | 主参数及单位指示      | 主参数为最大为五位数字显示，用于显示主参数测量结果，可以直读、绝对偏差△、相对偏差△%三种方式进行显示，以及主参数测量结果的单位                                                                                                                                                                 |

|    |          |                                        |
|----|----------|----------------------------------------|
| 10 | 副参数及单位指示 | 副参数为最大为五位数字显示，用于显示副参数测量结果，以及副参数测量结果的单位 |
|----|----------|----------------------------------------|

3.2 仪器后面板说明

后面板示意图如图 3-2 所示：

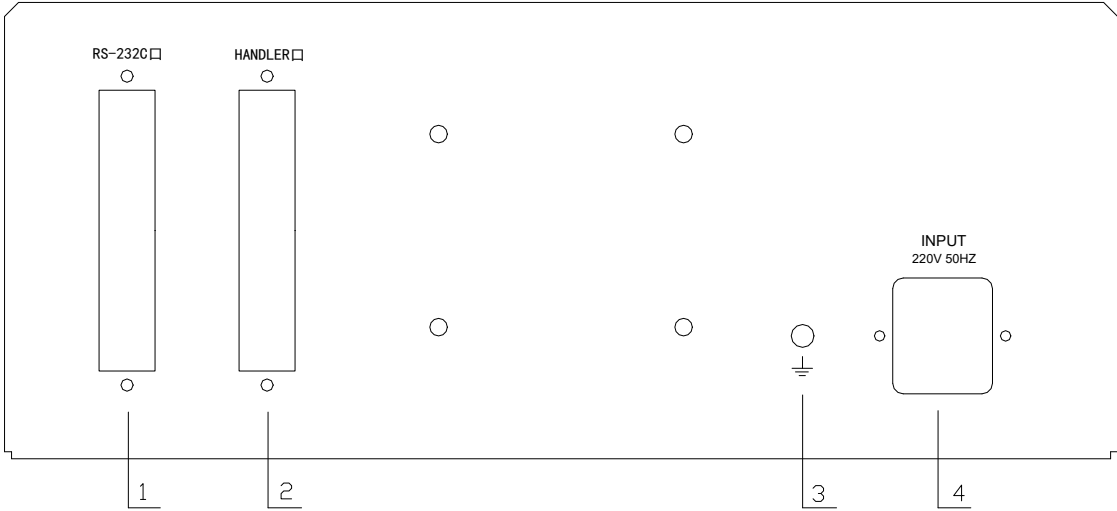


图 3-2 后面板示意图

后面板说明：仪器后面板说明如表 2 所示。

表 2

| 序号 | 名称           | 功能说明                                                                    |
|----|--------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1  | RS-232C 串行接口 | 提供仪器与外部设备的串行通讯接口，所有参数设置，命令，结果输出均可由外部控制设备通过该接口完成。9 芯孔式插座。                |
| 2  | HANDLER 接口   | 36 芯插座                                                                  |
| 3  | 接地端          | 用于性能检测或测量时与仪器接地。接地端与仪器外壳金属部分直接相连，即仪器金属部分与该接地端等电位，仪器 220V 输入端保护地与该接地端相连。 |
| 4  | 三线电源插座       | 用于连接 220V，50Hz 交流电源。（内含保险丝）                                             |

## 4. 操作说明

### 4.1 LCD 显示说明

液晶屏幕显示部分说明：如图 4-1 所示

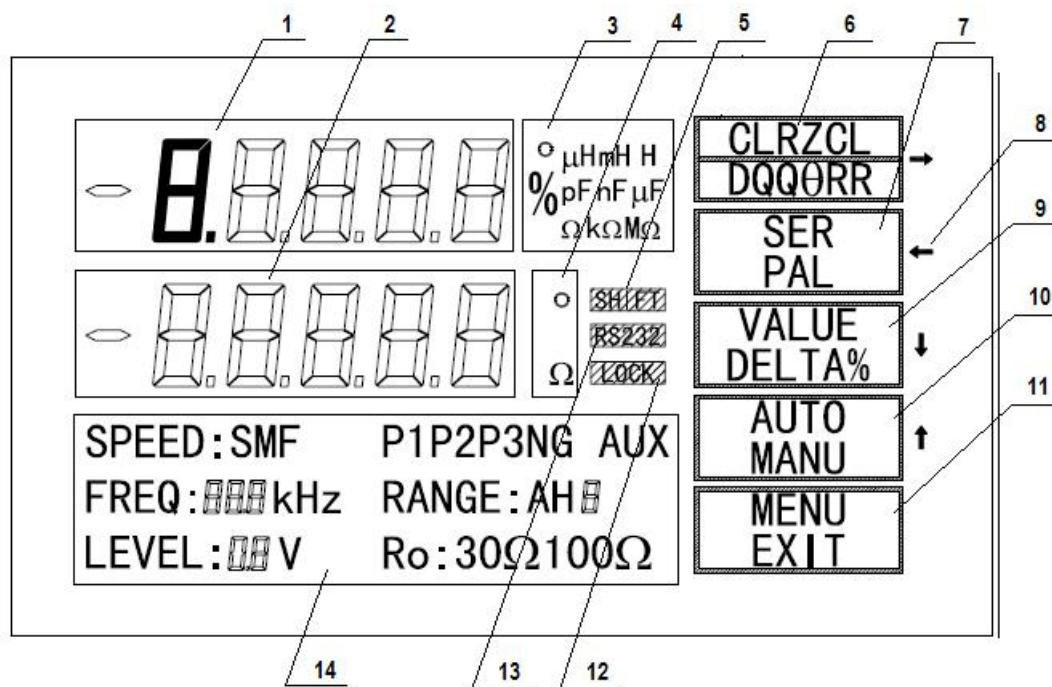


图 4-1 ZC2810D 系列显示示意图

- (1). 主参数显示区域;
- (2). 副参数显示区域;
- (3). 主参数单位显示区域;
- (4). 副参数单位显示区域;
- (5). **SHIFT** 键使能标记;
- (6). 当前主、副参数名称显示区域;
- (7). 当前等效方式显示区域, 有两种方式: 串联方式 (SER), 并联方式 (PAL);
- (8). 方向复用键指示, 共上、下、左、右 4 个, (在功能菜单时才显示);
- (9). 当前显示方式显示区域, 有三种方式: 直读 (VALUE), 偏差 (DELTA), 百分比偏差 (DELTA%);
- (10). 当前测量模式显示区域, 有两种模式: 自动连续测量 (AUTO), 手动单次测量 (MANU);
- (11). 功能菜单状态指示, 显示 “MENU” 时表示按 **FUNC** 键进入功能菜单, 显示 “EXIT” 时表示按 **FUNC** 键退出功能菜单;
- (12). 键锁指示标记, 表明此时键盘为锁定状态, 此时仅 **FUNC** 键可以进入功能菜单;
- (13). RS232 接口指示标记, 表明此时仪器的 RS232 串行接口使能, 可进行联机双向操作; 不显示时, 表示仪器处于接收命令状态 (单向);
- (14). 仪器当前测量条件和测量状态显示区域, 分别显示了测量速度 (SPEED), 测量信号频率 (FREQ), 测量信号电平 (LEVEL), 信号源内阻大小 (R0), 量程状态和分选结果 (P1~P3、NG、AUX)。

### 4.2 按键及其说明

仪器有英文和中文两种键盘, 分别如下图所示, 本说明书以英文键盘进行说明。

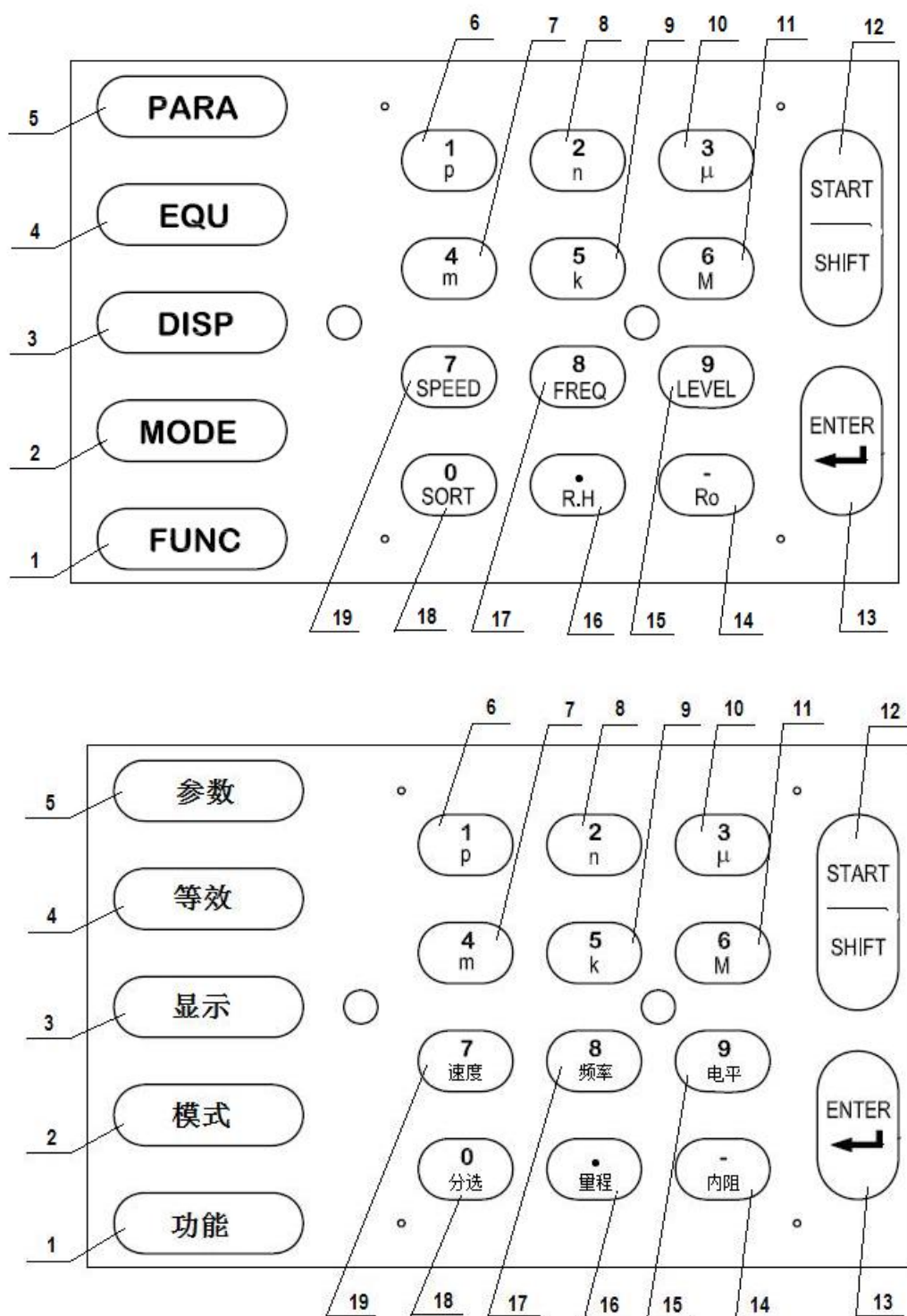


图 4-2 ZC2810D 系列键盘示意图

ZC2810D 系列元件参数测试仪共有 19 个按键，如图 4-2 所示。仪器的所有功能均在键盘的控制下完成。5 个直接功能键 PARA、EQU、DISP、MODE、FUNC 所对应的功能可直接获取，12 个数字（0~9，-）/单位倍率及功能复用键中的 6 个功能键亦可直接按键获得；6 个单位倍率键需在“SHIFT”状态下获得；12 个数字键在输入数字时使用。以下为各按键及按键序列所表示的功能。

(1). 【FUNC】键 功能菜单键，按此键进入仪器的功能菜单设置界面。

- (2). **【MODE】** 键 模式键, 按键选择测量模式, 按此键后, 可改变仪器的测量方式为手动(单次)还是自动(连续), 当前选定的测量模式显示在液晶屏幕的右侧区域。
- (3). **【DISP】** 键 显示键, 按键选择显示方式, 当前选定的显示方式显示在液晶屏幕的右侧区域。
- (4). **【EQU】** 键 等效键, 按键选择等效方式, 当前选定的等效状态显示在液晶屏幕的右侧区域。
- (5). **【PARA】** 键 参数键, 按键选择测量参数, 当前选定的测量参数显示在液晶屏幕的右侧区域。
- (6). **【1/p】** 键 在输入数字时为“1”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“p”。
- (7). **【4/m】** 键 在输入数字时为“4”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“m”。
- (8). **【2/n】** 键 在输入数字时为“2”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“n”。
- (9). **【5/k】** 键 在输入数字时为“5”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“k”。
- (10). **【3/ $\mu$ 】** 键 在输入数字时为“3”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“ $\mu$ ”。
- (11). **【6/M】** 键 在输入数字时为“6”; 在(SHIFT)状态时, 为单位倍率符号“M”。
- (12). **【START/SHIFT】** 在单次方式时为启动测量键, 在输入分选值单位倍率时, 为 SHIFT 键。
- (13). **【ENTER】** 键 确认输入的数字或命令。
- (14). **【-/R0】** 键 在输入数字时为“-”; 在仪器处于测量状态时, 为信号源内阻设置键, 按此键后, 可选择信号源内阻。
- (15). **【9/LEVEL】** 键 在输入数字时为“9”; 在仪器处于测量状态时, 为测量信号电平键, 按此键后, 可改变仪器的测量电平。
- (16). **【·/R.H】** 键 在输入数字时为“·”; 在仪器处于测量状态时, 为量程状态开关键, 按此键后, 可改变仪器的量程状态为自动或是锁定, 当前量程的位置在屏幕上相应位置显示出来。
- (17). **【8/FREQ】** 键 在输入数字时为“8”; 在仪器处于测量状态时, 为测量频率键, 按此键后, 可改变仪器的测量频率。
- (18). **【0/SORT】** 键 在输入数字时为“0”; 在仪器处于测量状态时, 为分选状态键, 按此键后, 可将仪器的分选结果在屏幕上相应位置显示出来。
- (19). **【7/SPEED】** 键 在输入数字时为“7”; 在仪器处于测量状态时, 为测量速键, 按此键后, 可改变仪器的测量速度。

#### 4.3 仪器快捷功能键使用方法

仪器开机后, 会出现图 4-3 的测量界面(以 ZC2810D 为例), 通过快捷功能键的使用, 我们可方便地对仪器进行测量所需的设置。下面, 我们就对照图 4-3, 对仪器的设置进行说明。

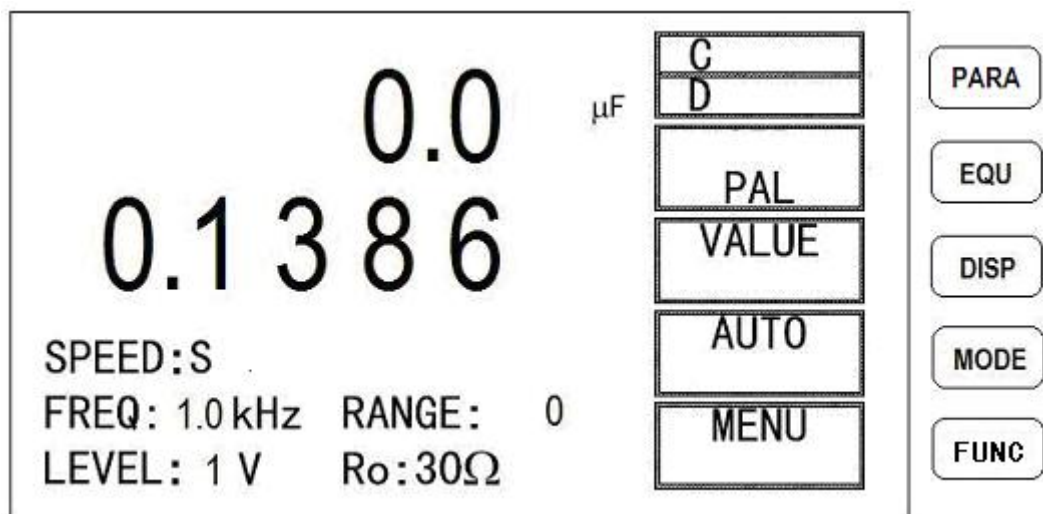


图 4-3 ZC2810D 测量界面

#### 4.3.1 测量参数选择

ZC2810D 可选择测量 C/D、L/Q、R/Q、Z/θ、C/R、L/R 共六种测量参数组合（ZC2618D 可选择测量 C/D、Z/θ、C/R 共三种测量参数组合，ZC2775D 可选择测量 L/Q、Z/θ、L/R 共三种测量参数组合），用户可通过 **PARA** 快捷功能键来选择参数，当前选择的参数组合将显示在 LCD 屏右边的参数框中。

#### 4.3.2 串、并联等效电路选择

ZC2810D 系列可选择串联(SER)或并联(PAL)两种等效电路来测量 L、C 或 R。用户可通过 **EQU** 快捷功能键来选择串联(SER)或并联(PAL)。

仪器开机时，初始化为“并联”，按 **EQU** 快捷功能键，可选择“串联”，实际电容、电感和电阻都不是理想的纯电阻或纯电抗元件，一般电阻和电抗成份同时存在，一个实际的阻抗元件均可用理想的电阻器和电抗器（理想电感或理想电容）的串联或并联形式来模拟。ZC2810D 系列可以检测出一个阻抗元件以串联或并联形式组成的电阻成分和电抗成分。

##### ● 等效电路的选择

小容量对应高阻抗值，此时并联电阻的影响比串联电阻的影响大。此时串联电阻与电容的阻抗相比很小，可以忽略不计。因此应该选择并联等效方式进行测量。

相反，大电容对应低阻抗值，并联电阻与电容的阻抗相比很大，可忽略不计，而串联电阻对电容阻抗的影响更大一些。因此应该选择串联等效方式进行测量。

大电感对应高阻抗值，此时并联电阻的影响比串联电阻的影响大。因此选择并联等效方式进行测量更加合理。

相反，小电感对应低阻抗值，串联电阻对电感的影响更重要。因此串联等效方式进行测量更加合适。

一般来说等效电路可根据以下规则选择：

阻抗大于10kΩ时，选择并联方式；

阻抗小与10Ω时，选择串联方式；

介于上述阻抗之间时，根据元件制造商的推荐采用合适的等效电路，或可根据实际使用状况选择合适的等效方式。

#### 4.3.3 显示方式选择

用户可通过 **DISP** 快捷功能键来选择显示方式，测量值有 3 种不同的显示方式：**VALUE**、**DELTA**或**DELTA%**。

**VALUE**：直接显示待测元件的数值。

**DELTA**：显示被测元件与已输入的标称值的偏差值。DELTA=测量值-标称值。

**DELTA%**：显示被测元件值与输入的标称值相差的正负百分比误差。

$$\text{DELTA}\% = \frac{\text{测量值} - \text{标称值}}{\text{标称值}} \%$$

注：在 **DELTA**或**DELTA%**时请先输入标称值，标称值的输入请参阅 4.4.6

#### 4.3.4 测量模式选择

ZC2810D 提供 2 种测试模式：自动连续测试（显示为“**AUTO**”）和单次测试（显示为“**MANU**”）；在测试状态下，按快捷功能键 **MODE** 选择“**AUTO**”或“**MANU**”。

连续测试：仪器不断地测量，每次测量后将结果输出显示；

单次测试：仪器一般处于等待状态，当从键盘或接口获得一个“开始”信号后，进行一次测量

并输出结果，而后再等待下一次“开始”。

#### 4.3.5 测量速度选择

用户可通过【7/SPEED】复用功能键来选择测量速度。

共有三种测量速度可供选择：SLOW（慢速）、MEDIUM（中速）以及FAST（快速）。一般情况下测量速度越慢，仪器的测试结果越稳定，越准确。

SLOW：每秒约 2.5 次测量。

MEDIUM：每秒约 5.1 次测量。

FAST：每秒约 12 次测量。

#### 4.3.6 测量频率选择

用户可通过复用功能键【8/FREQ】来选择测试频率，ZC2810D 系列有 4 个可设置频率点，分别是：100Hz、120Hz、1kHz、10kHz。频率准确度为 0.02%。

#### 4.3.7 测试电平选择

用户可通过复用功能键【9/LEVEL】来选择测试电平，ZC2810D 系列提供 3 种测试电平选择：0.1V、0.3V、1.0V。

#### 4.3.8 量程保持选择

本仪器共有 6 个量程，相互量程的测量范围是互相衔接的。

ZC2810D 系列在 100Ω 源内阻时，共使用 5 个量程 30Ω、100Ω、1kΩ、10kΩ 和 100kΩ。各量程的有效测量范围如表 4-1 所示。

ZC2810D 系列在 30Ω 源内阻时，共使用 6 个量程 10Ω、30Ω、100Ω、1kΩ、10kΩ 和 100kΩ。各量程的有效测量范围如表 4-2 所示。

表 4-1

| 序号 | 量程电阻  | 有效测量范围        |
|----|-------|---------------|
| 0  | 100kΩ | 100kΩ ~ 100MΩ |
| 1  | 10kΩ  | 10kΩ ~ 100kΩ  |
| 2  | 1kΩ   | 1kΩ ~ 10kΩ    |
| 3  | 100Ω  | 50Ω ~ 1kΩ     |
| 4  | 30Ω   | 0Ω ~ 50Ω      |

表 4-2

| 序号 | 量程电阻  | 有效测量范围        |
|----|-------|---------------|
| 0  | 100kΩ | 100kΩ ~ 100MΩ |
| 1  | 10kΩ  | 10kΩ ~ 100kΩ  |
| 2  | 1kΩ   | 1kΩ ~ 10kΩ    |
| 3  | 100Ω  | 100Ω ~ 1kΩ    |
| 4  | 30Ω   | 15Ω ~ 100Ω    |
| 5  | 10Ω   | 0Ω ~ 15Ω      |

用户可通过复用功能键【•/R.H】将量程变换到锁定方式。

在批量同规格的元件测试时，需要提高测试速度，而不使仪器量程频繁转换，可使用量程保持功能，使仪器测量固定在某一量程上，这样便节省了量程预测及量程选择后的稳定时间。固定量程的方法如下：选择一只待测元件进行测量，先使量程为自动方式，待其读数稳定后，按复合功能键【•/R.H】。

如若当前指示为“RANGE: X”（X 可为 0~5），则表示是在量程自动(AUTO)，如若当前指示为“RANGE: H X”（X 可为 0~6），则表示是在量程保持(HOLD)，其中 X 的数值是指明在 6 个量程

中的某一个。

需要量程保持时的选择方法如下:当显示 RANGE: X 时,按  $\boxed{\bullet / R.H}$  键,显示 RANGE:H X,表示量程处于保持在”X”状态,再按  $\boxed{\bullet / R.H}$  键,显示 RANGE:H X,其中 X 为闪烁状态,此时用输入 0~5,该输入值被显示并闪烁,按【ENTER】键确认输入正确,闪烁停止,仪器即处于所选的量程保持测量状态。

当显示 RANGE:H X,且 X 为闪烁状态时,按  $\boxed{\bullet / R.H}$  键则显示 RANGE: X,表示量程转为自动状态。

例:量程位置的计算方法

电容量为  $C=210\text{nF}$ ,  $D=0.0010$ , 测量频率  $f=1\text{kHz}$  时,

$$Z_x = R_x + \frac{1}{j2\pi f C_x}$$

$$Z_x \approx \frac{1}{2\pi f C_x} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 1000 \times 210 \times 10^{-9}} \approx 757.9\Omega$$

由上述表可知,该电容正确测量量程为 3。

#### 4.3.9 分选状态选择

在测试状态下,按复用功能键【0/SORT】可将当前的分选结果显示在屏幕上,有关分选时的具体设置方法见 4.4.4~4.4.8 分选指标设置。

ZC2810D 系列可以将被测元件分成 5 档(NG, P1, P2, P3 和 AUX)。当被测件的主参数在设定的极限范围之内,但是其副参数超出设定的极限范围,此时被测件属于 AUX 附属档。

#### 4.3.10 恒阻方式选择

ZC2810D 系列提供恒阻方式以便得到更精确的测量,由复用功能键【-/R0】来选择测量端的输出阻抗恒定为 30 欧姆或 100 欧姆。当前恒阻状况在液晶屏状态区显示。

### 4.4 仪器功能菜单操作说明

仪器在测量状态时,按  $\boxed{\text{FUNC}}$  键进入功能设置菜单,功能菜单中依次包含如下项目:

- 清“0”操作
- 键盘锁定设置
- RS232C 接口设置
- 1 档/3 档分选设置
- 讯响开关及设置
- 标称值设置
- 副参数设置
- 分选极值设置

注:功能菜单显示时,可用  $\boxed{\downarrow}$  键按此顺序选择,用  $\boxed{\uparrow}$  键按相反方向选择。

在按  $\boxed{\text{FUNC}}$  键进入功能菜单时首先进入第一项清“0”操作,显示界面如图 4-4 所示。(测量端开路时)



图 4-4 功能菜单第一项示意图

菜单中第二行“CLEAR”表示为清“0”选项,第一行闪烁字“OPEN”表示为当前检测到仪器的清零方式为开路清零,如按键时测量端为短接,闪烁字为“SHORT”,表示为当前检测到仪器的清零方式为短路清零。

在功能设置菜单时,屏幕右边的四个快捷功能键分别对应屏幕边沿的“→”、“←”、“↓”、“↑”四个方向键,其中“↓”、“↑”键用来选择功能菜单的各个选项,具体内容对应显示在第二行;“→”、“←”键用来对当前项目下的设置进行更改,除清零操作外,对应显示在第一行。再次按 **FUNC** 键将退出功能菜单设置。下面分别对功能菜单的各个项目进行说明。

注:因 8 段字符不能显示所有的英文字母,所以显示的是类似符号,而非显示故障。说明书示意图中为方便阅读,使用了标准的英文字母,下图是标准字符和实际显示符号的对照表。

AbCc dEFgh iJL Nn0oPq rStUvZ  
AbCc dEFgh iJL Nn0oPq rSTUXZ

#### 4.4.1 清“0”操作

为保证仪器的测量准确度,清除测量夹具或测量导线及仪器内部的杂散电容、电感及引线电阻、电感对测量准确度的影响,必须对仪器进行清“0”,ZC2810D 系列清零包括开路和短路两种清“0”过程。

在测量界面时,按下 **FUNC** 键,进入图 4-4 所示的清“0”界面,菜单中第二行“CLEAR”表示为清“0”选项,第一行闪烁字“OPEN”表示为当前检测到仪器的清零方式为开路清零,此时如短接测量端,闪烁字将变为“SHORT”,表示为当前检测到仪器的清零方式为短路清零。此时可通过改变测量端的开路或短路状态来选择开路清零或短路清零,并按 **ENTER** 键启动扫频清零进程。完成清零过程会显示 PASS(通过)或 FAIL(失败)。

当测量夹具上有被测元件时,第一行闪烁字符为“QUIT”,表示不满足正常清零条件,需检查测试端。

按下 **FUNC** 键，可退出本菜单。(以下类同)

为保证可靠的清零和校准测量，请遵守以下规则：

- 1、在清“0”完成后应保持测试导线的形态与清“0”时一致。
- 2、短路清“0”时应使用随机提供的镀金短路板或低阻导线（如长约 5~8mm 的裸铜丝，镀铝线或镀金线）使测量端短接，注意不要使 HD、HS 和 LD、LS 直接连在一起，使用夹具短路时在短路板或低阻导线插入后应保持 HD、HS 和 LD、LS 本身未直接连在一起。
- 3、改变电压或输出阻抗后，需重新清零。

#### 4.4.2 键盘锁定设置

在图 4-4 所示清零界面时，按“↓”键可进入键盘锁定设置界面，如图 4-5 所示。

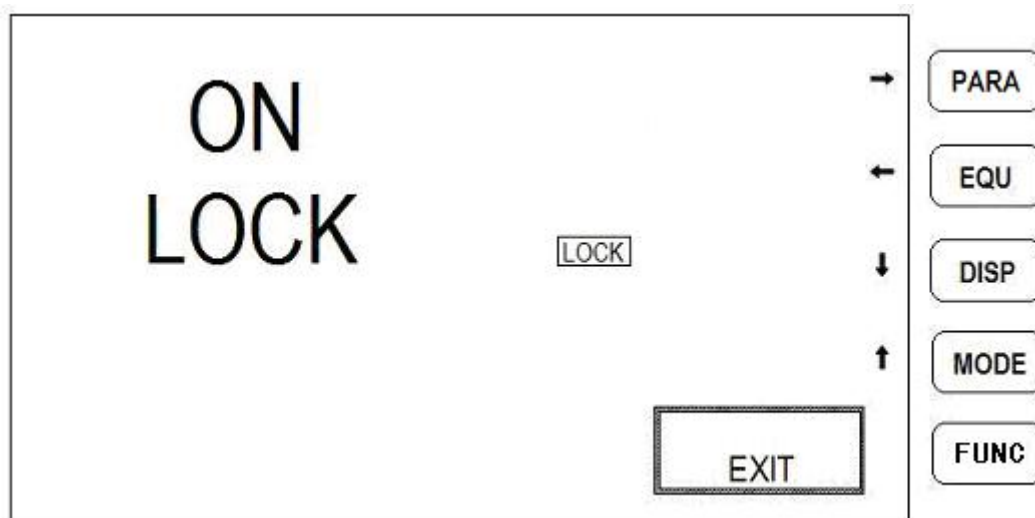


图 4-5 功能菜单第二项示意图

其中第二行“LOCK”表示为键盘锁定设置界面，第一行闪烁字“ON”和 **LOCK** 表示当前键盘锁定状态为“ON”，此时可用“→”、“←”键来关闭键盘锁定，关闭后屏幕上第一行闪烁字改变为“OFF”，**LOCK** 标识消失。

说明：ON 时，锁定键盘 保护所有面板功能指示状态，在键盘锁定时，除 **FUNC** 键外其余按键均处于锁定状态，使键盘不能使用，该方法的使用使得在参数设定完后不致因键盘操作的错误而影响内部参数；常用于生产线工作模式。

OFF 时，取消锁定。

在图 4-5 所示界面时，按“↑”键，可退回到上一个选项，如图 4-4 所示。(以下类同)

#### 4.4.3 RS-232C 串行接口设置

在图 4-5 所示键盘锁定设置时，按“↓”键可进入 RS232 接口设置界面，如图 4-6 所示。

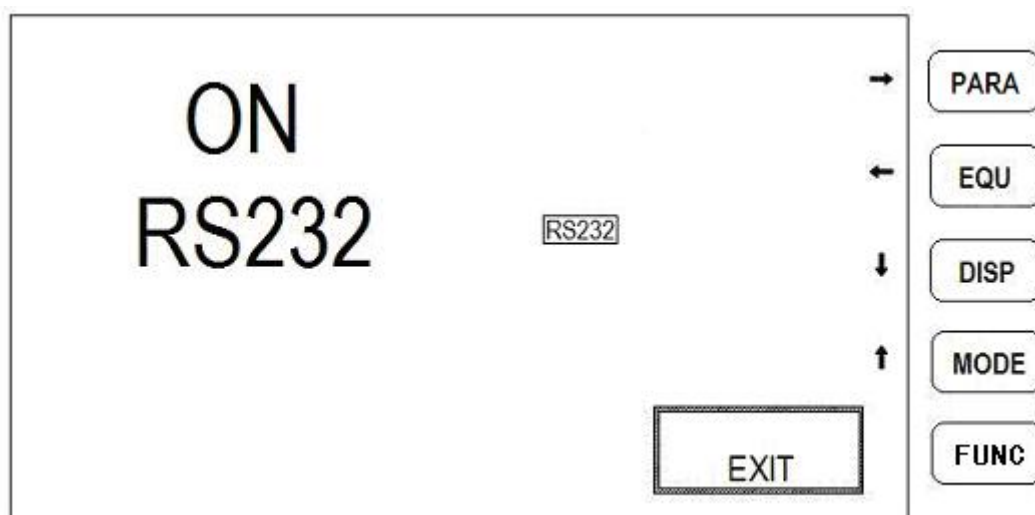


图 4-6 功能菜单第三项示意图

其中第二行“RS232”表示为 RS232 设置界面, 第一行闪烁字“ON”和 RS232 表示当前 RS232 接口状态为“ON”, 此时可用“→”、“←”键来关闭 RS232 接口, 关闭后屏幕上第一行闪烁字改变为“OFF”, RS232 标识消失。

说明: RS232 = “ON”, 仪器可以从外部设备得到与仪器面板上相同的操作命令, 并将测量结果传输至外部设备(允许发送/接受);

RS232 = “OFF”, 仪器可以从外部设备得到与仪器面板上相同的操作命令(只接受)。

#### 4.4.4 1 档/3 档分选设置

在图 4-6 所示 RS232 接口设置界面时, 按“↓”键可进入 1 档/3 档分选设置界面, 如图 4-7 所示。

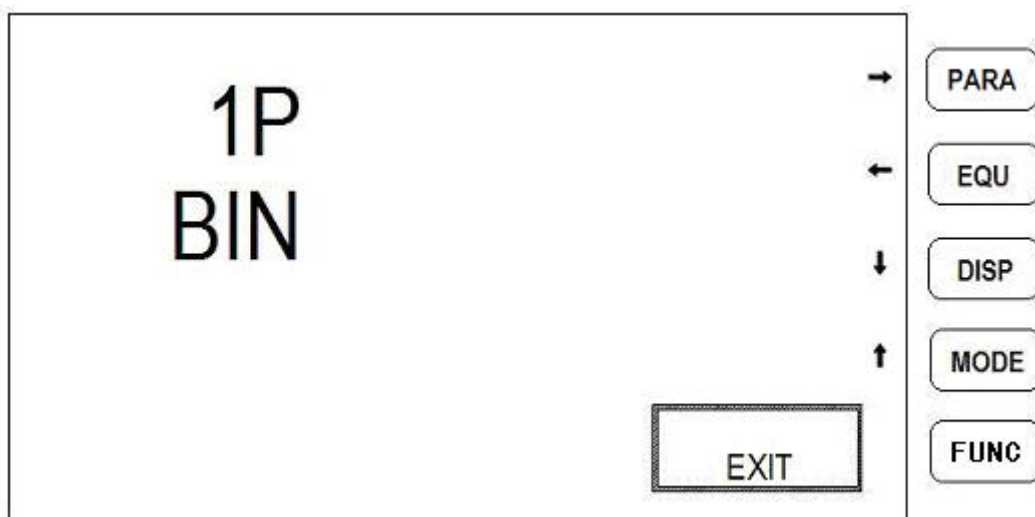


图 4-7 功能菜单第四项示意图

其中第二行“BIN”表示为 1 档/3 档分选设置界面, 第一行闪烁字“1P”表示当前分选状态为 1 档分选, 此时可用“→”、“←”键来改变分选状态为 3 档(3P)。

按 FUNC 键可直接退出功能菜单。

#### 4.4.5 讯响模式设置

在图 4-7 所示 1 档/3 档分选设置界面时, 按“↓”键可进入讯响模式设置界面, 如图 4-8 所

示.



图 4-8 功能菜单第五项示意图

其中第二行“BEEP”表示为讯响设置界面, 第一行闪烁字“OFF”表示当前讯响状态为“OFF”, 此时可用“→”、“←”键来选择设置讯响开关为“NG”、“P1”、“P2”、“P3”或“AUX”; 分别表示在分选不合格(NG), 一档(P1), 二档(P2), 三档(P3)或附属档(AUX)上打开讯响开关。

4. 4. 6 标称值设置

在图 4-8 所示讯响模式设置界面时, 按“↓”键可进入标称值设置界面, 如图 4-9 所示。

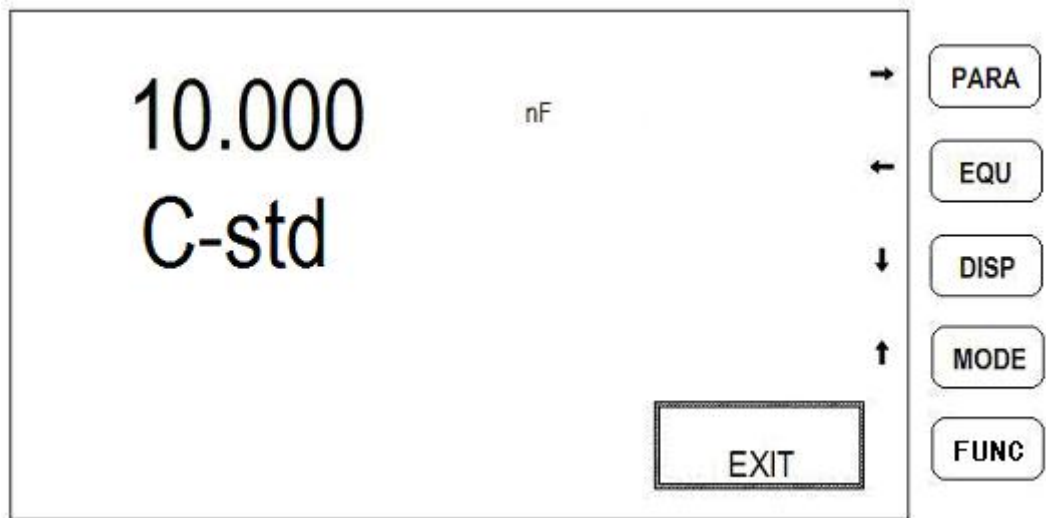


图 4-9 功能菜单第六项示意图

其中第二行“C-std”表示当前为电容标称值设置, 其对应于测量界面时测量参数的选择, 分别可能为电感标称值(L-std), 电阻标称值(R-std), 阻抗标称值(Z-std); 第一行为原来设定的标称值数值和单位, 此时可用“→”、“←”键来选择要改变的数值的位置(闪烁位), 用右边键盘上的 0~9 数字键和小数点键来输入新的标称值数值, 用 **SHIFT** 键+数字/单位复用键来输入相应的单位, 最后用 **ENTER** 键确认输入。

例:输入标称值 23. 450nF 时, 操作过程如下:

首先用“←”键将光标(闪烁字)定位在第一位上, 再进行如下按键: **2/p** + **→** + **3/u** + **./R.H** + **→** + **4/m** + **→** + **5/k** + **→** + **0/sort** + **SHIFT** + **2/n** + **ENTER**

输入电感标称值(L-std), 电阻标称值(R-std), 阻抗标称值(Z-std)的方法过程与电容标称值

(C-std) 同样, 只需先在测量界面选择好相应的参数。L、C、R、Z 的标称值可分别设定并保存, (对应的副参数及极限值同样可分别设定并保存)。

#### 4.4.7 副参数设置

在图 4-9 所示标称值设置界面时, 按 “↓” 键可进入副参数设置界面, 如图 4-10 所示。

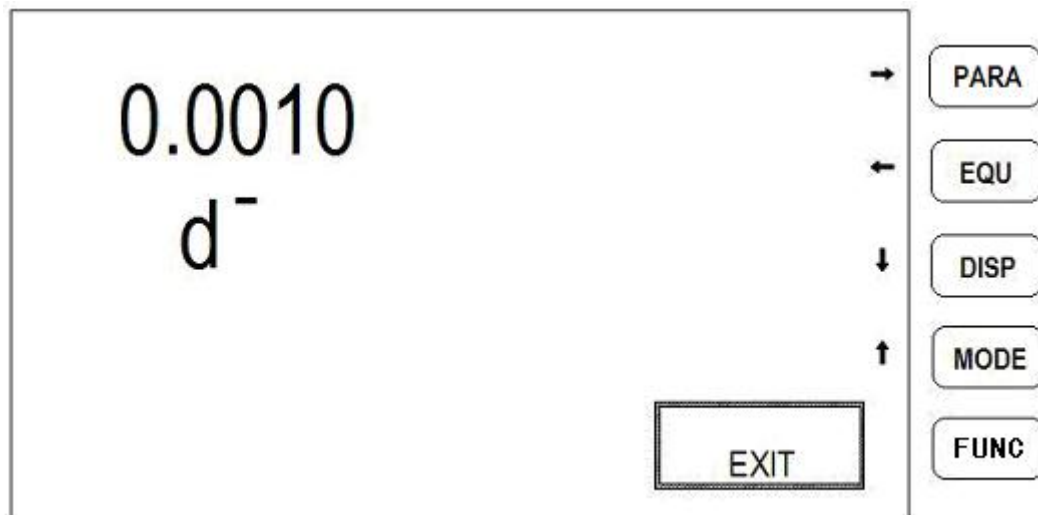


图 4-10 功能菜单副参数设置示意图

其中第二行 “d” 表示当前为电容损耗值上限设置, 其对应于测量界面时测量参数的选择, 分别可能为品质因数(Q<sub>L</sub>), 阻抗相位角(deg)和电容电感等效电阻(R); 第一行为原来设定的数值和单位, 此时可用 “→”、“←” 键来选择要改变的数值的位置(闪烁位), 用右边键盘上的 0~9 数字键和小数点键来输入新的数值, 用 [SHIFT] 键+数字/单位复用键来输入相应的单位, 最后用 [ENTER] 键确认输入。对于相位角, 等效电阻有上下限, 先设定上限值, 再用 “↓” 键进入下限值设定。

例: 输入损耗值(D): 0.0010, 按键过程如下:

首先用 “←” 键将光标(闪烁字)定位在第一位上, 再进行如下按键: [0/sort] + [./R.H] + [→] + [0/sort] + [→] + [0/sort] + [→] + [1/p] + [→] + [0/sort] + [ENTER]

注: 当输入相位角 deg 时, 应有正负号输入, 请参见 4.4.8 中正负号的输入方法。

#### 4.4.8 分选极值设置

图 4-10 所示副参数设置界面 d<sup>-</sup>(Q<sub>L</sub>, deg<sub>L</sub>, R<sub>L</sub>) 时, 按 “↓” 键可进入分选极值设置界面, 如图 4-11 所示。

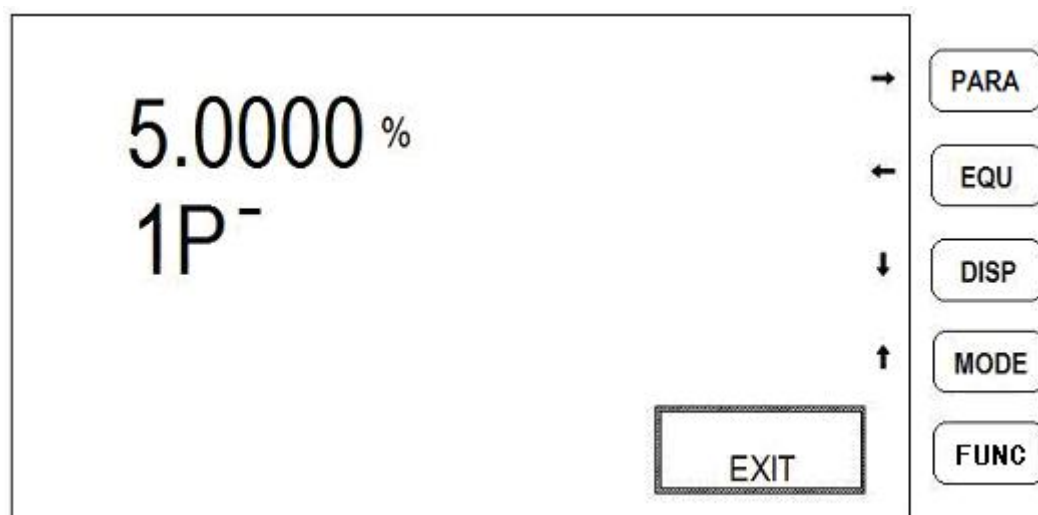


图 4-11 功能菜单极值设置示意图

其中第二行“1P<sup>-</sup>”表示当前为一档分选上限极值设置,用“↓”键可进入一档分选下限极值(1P<sub>-</sub>)的设置;如果 4.4.5 中设定的 3P 分选,则共有 6 个极值数据需进行设置,分别是:(1P<sup>-</sup>), (1P<sub>-</sub>), (2P<sup>-</sup>), (2P<sub>-</sub>), (3P<sup>-</sup>), (3P<sub>-</sub>)。

第一行为原来设定的极值数值,此时可用“→”、“←”键来选择要改变的数值的位置(闪烁位),用右边键盘上的 0~9 数字键和小数点键来输入新的极值数值,用  $\pm/\text{R0}$  键改变数值的正负号,最后用  $\text{ENTER}$  键确认输入。

例:输入-10.000%,按键过程如下:

首先用“←”键将光标(闪烁字)定位在第一位上,再进行如下按键:  $\boxed{1/\text{p}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{./\text{R.H}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\pm/\text{R0}}$  +  $\boxed{\text{ENTER}}$

例:输入 10.000%,按键过程如下:

首先用“←”键将光标(闪烁字)定位在第一位上,再进行如下按键:  $\boxed{1/\text{p}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{./\text{R.H}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\rightarrow}$  +  $\boxed{0/\text{sort}}$  +  $\boxed{\text{ENTER}}$

注:负号可以在  $\text{ENTER}$  之前的任何时候输入,无负号时按  $\pm/\text{R0}$  键将显示负号,反之则负号消失。

## 5. 测量说明

### 5.1 测量夹具的连接

用户可使用随仪器配置的两种测量夹具 LCR001 或 LCR005 连接仪器测量端进行元件测量。当使用 LCR001 测量线时,应注意将单个测量夹上两个一组的 BNC 连接头连到仪器面板上相应的高端(HD、HS)或低端(LD、LS)的插座上。

### 5.2 常规测量

在仔细阅读了上述说明书后,你可以使用仪器进行一般的常规测量了,请参考以下步骤进行:

开启仪器电源,仪器在显示型号后进入测量显示页面。如图 5-1 所示。

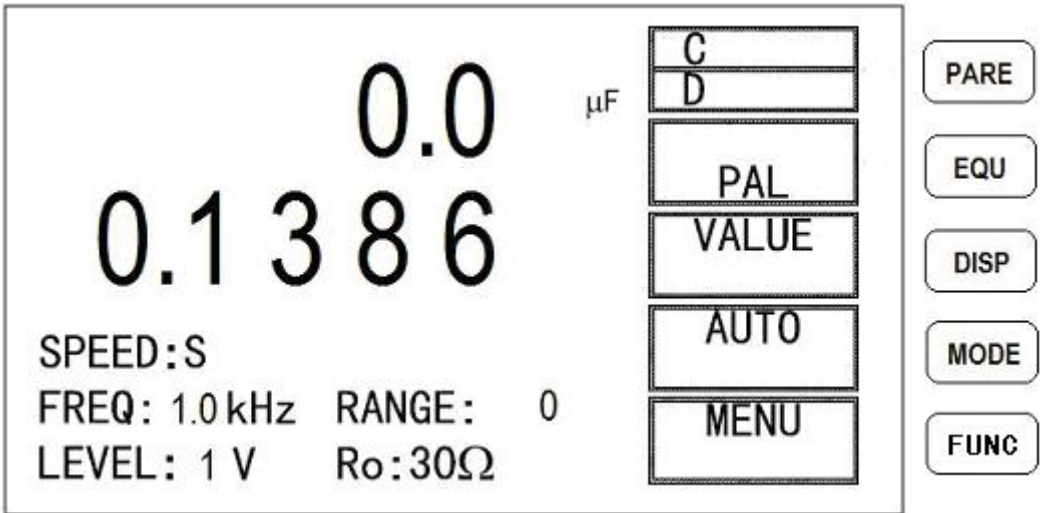


图 5-1

用【PARA】、【EQU】、【DISP】、【MODE】键依次选择测量参数、等效方式、显示方式及测量方式。

- 1、用数字键盘下方的六个复合功能键【7/SPEED】、【8/FREQ】、【9/LEVEL】、【0/SORT】、【·/R.H】及【-/R0】中的【8/FREQ】和【9/LEVEL】键设定测试信号的频率和电平，设定方法参见 4.3。其它的 4 个键在一般测量时为开机值即可。
- 2、装上测试夹具或测量线，选择合适的清“0”方式，进行清“0”。
- 3、接上被测元件，在屏幕上应有确定的测量结果显示出来。
- 4、测量显示范围

| 参数  | 频率          | 测量范围                  |
|-----|-------------|-----------------------|
| L   | 100Hz、120Hz | 1μH~9999H             |
|     | 1kHz        | 0.1μH~999.9H          |
|     | 10kHz       | 0.01μH~99.99H         |
| C   | 100Hz、120Hz | 1pF~19999μF           |
|     | 1kHz        | 0.1pF~1999.9μF        |
|     | 10kHz       | 0.01pF~19.99μF        |
| R/Z |             | 0.0001Ω~99.99MΩ       |
| D   |             | 0.0001~9.999          |
| Q   |             | 0.0001~9999           |
| θ   |             | Deg -179.99°~179.999° |

注：z 恒为正，其余若为负时，由数值显示区首位指示为“-”。

5、显示单位：

显示屏上所显示的基本均为有单位的参数，ZC2810D 系列以如下的单位和倍率来显示被测参数：

表 5

|     |        |        |         |
|-----|--------|--------|---------|
| C   | pF（皮法） | nF（纳法） | μF（微法）； |
| L   | μH（微亨） | mH（毫亨） | H（亨）；   |
| R/Z | Ω（欧姆）  | kΩ（千欧） | MΩ（兆欧）； |
| θ   | °（度）   |        |         |
| D、Q | 无单位    |        |         |

### 5.3 偏差测量

ZC2810D 系列可进行两种方式的偏差测量，即与标称值的绝对误差（以 DELTA 表示）和与标称值的相对偏差（以 DELTA%表示），测量时由于偏差计算需一些时间完成，因此测量速度将稍有降低。

#### 5.3.1 标称值

在进行 DELTA 或 DELTA%测量时均需设置标称值，即偏差的获得是实测值与标称值之间的偏差。标称值在任何时候均可设置。标称值设置在 4.4.6 中阐述

#### 5.3.2 绝对偏差测量方式

绝对偏差测量方式原理为测量值与标称值进行相减后送显示屏显示，

使用绝对偏差测量，仅需在测量页面时按【DISP】键选择至 DELTA 即可，在“DELTA”方式时，会出现“+/-”值。

#### 5.3.3 百分比偏差测量方式

百分比偏差测量方式为绝对偏差除以标称值，

使用百分比偏差测量，仅需在测量页面时按【DISP】键选择至 DELTA%即可，“DELTA%”方式显示的总是%值。

### 5.4 元件分选测量

在元器件生产和进货检验时，常常需对大量同规格的元器件进行测试，以判定该批次的质量情况。这种情况无需知道元件的具体数值，而仅需得知其参数是否存在于某一特定范围，即分选。对于仪器的要求便是能快速简便地获得所需结果。ZC2810D 系列测量仪提供了两种分选方式：3P（三档主参数和一档副参数分选）状态，1P（一档主参数和一档副参数分选）状态。在直读，绝对偏差（DELTA）和百分比误差（DELTA%）状态时，分选功能皆有效。

启动分选工作操作步骤：

为了对元件进行合适的分选，测试参数应尽可能按技术要求的规定，或元件实际工作情况设置。在进行分选之前，将测试条件（功能、频率、电平、速度等），设置为最佳条件。

- 1、根据被测件情况设定测试条件如：参数、频率、电平、速度、单次或连续等；
- 2、设定分选方式(4.4.4)
- 3、设定讯响模式(4.4.5)
- 4、设定标称值(4.4.6)
- 5、设定副参数极值(4.4.7)
- 6、设定档极限(4.4.8)
- 7、按【0/SORT】选定分选结果显示

再次按【0/SORT】键关闭分选结果显示，退出分选状态。

### 5.5 测量准确度

C:  $0.1\% (1+C_x/C_{\max}+C_{\min}/C_x) (1+D_x) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

L:  $0.1\% (1+L_x/L_{\max}+L_{\min}/L_x) (1+1/Q_x) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

Z:  $0.1\% (1+Z_x/Z_{\max}+Z_{\min}/Z_x) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

R:  $0.1\% (1+R_x/R_{\max}+R_{\min}/R_x) (1+Q_x) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

D:  $\pm 0.0010 (1+Z_x/Z_{\max}+Z_{\min}/Z_x) (1+D_x+D_x^2) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

Q:  $\pm 0.0015 (1+Z_x/Z_{\max}+Z_{\min}/Z_x) (Q_x+1/Q_x) (1+k_s+k_v+k_f)$ ;

$\theta$ :  $\pm 0.010 (1+Z_x/Z_{\max}+Z_{\min}/Z_x) (1+k_s+k_v+k_f) \cdot 180^\circ / \pi$ ;

注：1、D，Q， $\theta$ 为绝对误差，其余均为相对误差；

2、下标为 x 者为该参数测量值，下标为 max 的为最大值，min 为最小值；

3、 $k_s$  为速度因子， $k_v$  为电压因子， $k_f$  为频率因子；

4、为保证测量精度，在准确度校准时应在当前测量条件、测量夹具的情况下进行可靠的开

路短路清“0”。

1 测量速度误差因子  $k_s$

| 速度    | 快速 | 中速 | 慢速 |
|-------|----|----|----|
| $k_s$ | 10 | 0  | 0  |

2 影响准确度的测量参数最大值、最小值(见表 5)

表 5

| 参数                                     | 频率     |        |        |         |
|----------------------------------------|--------|--------|--------|---------|
|                                        | 100Hz  | 120Hz  | 1kHz   | 10kHz   |
| <b>C<sub>max</sub></b>                 | 800μF  | 667μF  | 80μF   | 8μF     |
| <b>C<sub>min</sub></b>                 | 1500pF | 1250pF | 150pF  | 15pF    |
| <b>L<sub>max</sub></b>                 | 1590H  | 1325H  | 159H   | 15.9H   |
| <b>L<sub>min</sub></b>                 | 3.2mH  | 2.6mH  | 0.32mH | 0.032mH |
| <b>Z<sub>max</sub>/R<sub>max</sub></b> | 1MΩ    |        |        |         |
| <b>Z<sub>min</sub>/R<sub>min</sub></b> | 1.59Ω  |        |        |         |

3 测试电平误差因子  $k_v$

| V     | 0.1V | 0.3V | 1.0V |
|-------|------|------|------|
| $k_v$ | 4    | 1    | 0    |

4 测试频率误差因子  $k_f$

| f     | 100Hz | 120Hz | 1kHz | 10kHz |
|-------|-------|-------|------|-------|
| $k_f$ | 0     | 0     | 0    | 0.5   |

6. HANDLER 接口使用说明

6.1 简要介绍:

ZC2810D 系列提供了 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。如表 6-1 所示,联络信号包括/TRIG(启动信号),/IDX(AD 转换结束),/EOM(全部测量结束);分选结果输出包括合格档/P1, /P2, /P3,附属档/AUX, 和不合格档/NG。使用这些信号,仪器可以方便地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6-1 Handler 接口信号说明

| 名称                | 信号说明    | 电路特点说明                                 |
|-------------------|---------|----------------------------------------|
| /P1<br>/P2<br>/P3 | 合格档信号   | 内置上拉电阻。<br>集电极输出。<br>低电平有效。<br>光电耦合隔离。 |
| /NG               | 不合格档信号  |                                        |
| /AUX              | 附属档信号   |                                        |
| /IDX              | AD 转换结束 |                                        |
| /EOM              | 全部测量结束  |                                        |
| /TRIG             | 启动信号    |                                        |
|                   |         | 脉宽≥1μs, 上升沿触发, 低电平驱动电流约5-10mA。         |

6.2 操作说明

6.2.1 信号线定义

HANDLER接口使用三种信号：比较输出、控制输入及控制输出。

- 比较输出信号：  
/P1, /P2, /P3, /NG, /AUX。比较输出信号发生见图6-1。
- 控制输出信号：  
/IDX (AD 转换结束信号),  
/EOM (测量结束及比较数据有效信号)。
- 控制输入信号：  
/TRIG (外部触发信号)。

注意：信号名称前的斜杠“/”表示该信号在低电平时有效。

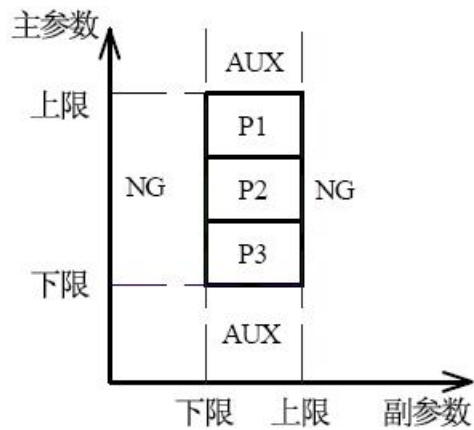


图6-1 比较功能的区域示例

信号的引脚分配及简要说明见表6-2 和图6-2，时序详见图6-3。

表6-2 Handler 接口的引脚定义表

| 管脚号                                | 信号名   | 描 述                                                                                                         |
|------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                  | /P1   | 档分选判别结果输出。所有信号都是内置上拉电阻的集电极输出。<br>上拉电源可选择内部+5V 电源，或外部电源EXTV 。<br>仪器出厂默认使用外部上拉电源。<br>内置上拉电阻阻值为4.7k $\Omega$ 。 |
| 2                                  | /P2   |                                                                                                             |
| 3                                  | /P3   |                                                                                                             |
| 4, 5, 6                            | NC    |                                                                                                             |
| 7, 8, 9                            | NC    |                                                                                                             |
| 10                                 | /NG   |                                                                                                             |
| 11                                 | /AUX  |                                                                                                             |
| 12, 13                             | /TRIG | 此信号的上升沿触发仪器测量。                                                                                              |
| 14, 15                             | NC    | 未使用                                                                                                         |
| 16, 17, 18                         | +5V   | 内部+5V 电源输出：<br>一般不推荐用户使用仪器内部的电源，如果一定要使用时，请确保使用的电流小于0.3A，且使信号线远离干扰源。                                         |
| 19, 20, 21<br>22, 23, 24<br>25, 26 | NC    | 未使用。                                                                                                        |
| 27, 28                             | EXTV  | 为分选接口信号提供的外部直流电源从这里接入。若要使用内部+5V 电源，需要改变内部跳线设置。                                                              |
| 29                                 | NC    | 未使用。                                                                                                        |
| 30                                 | /IDX  | A/D 转换结束后/IDX 有效。<br>当该信号有效后，允许自动测试机将下一个元件移入待测位置。<br>然而当前测量结果要等到/EOM 有效时才输出。                                |
| 31                                 | /EOM  | 测量结束（End Of Measurement）：当测量数据和比较结果有效时该信号有效。                                                                |
| 32, 33                             | NC    | 未使用。                                                                                                        |
| 34, 35, 36                         | COM   | 外部电源EXTV 的参考地。<br>当Handler 接口输出信号使用内部电源时，仪器的参考地将与COM 相连。                                                    |

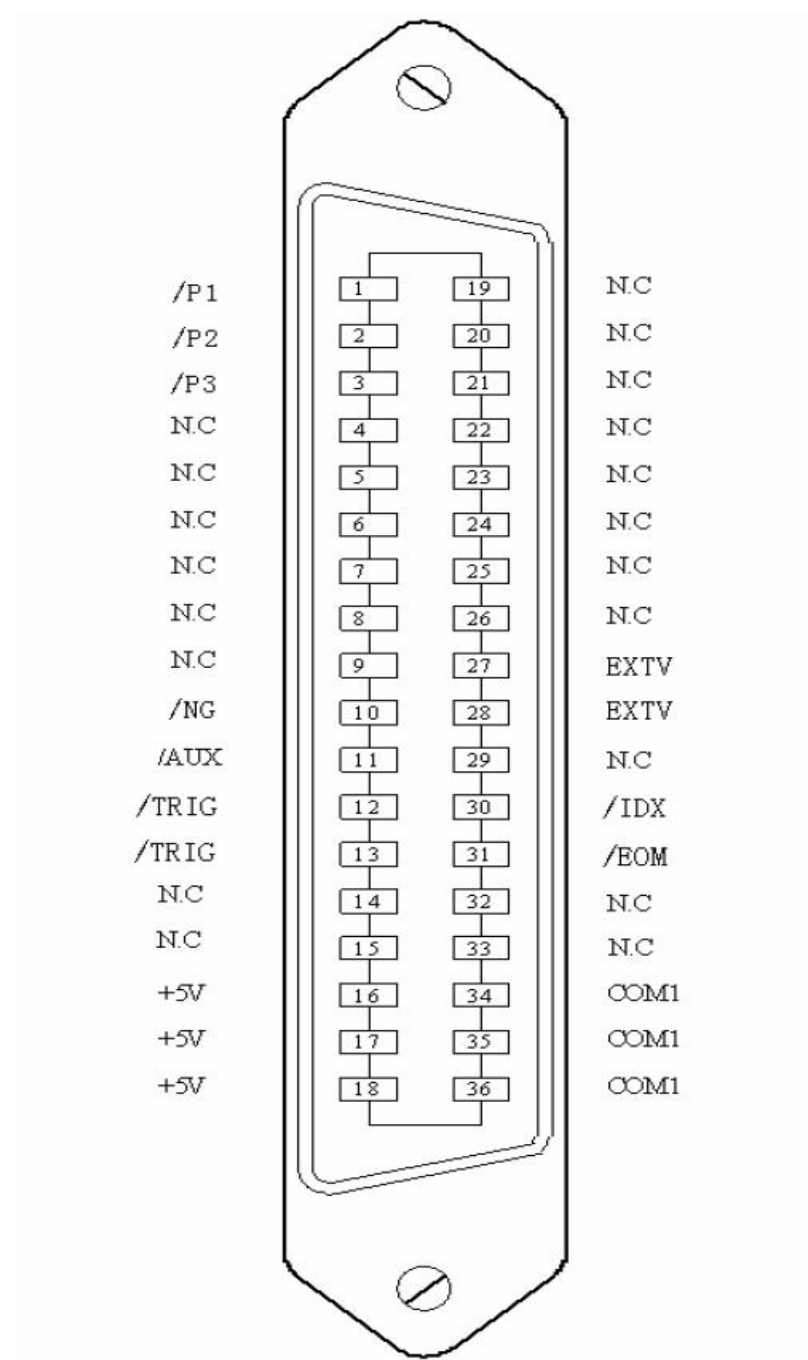


图 6-2 Handler 接口管脚定义

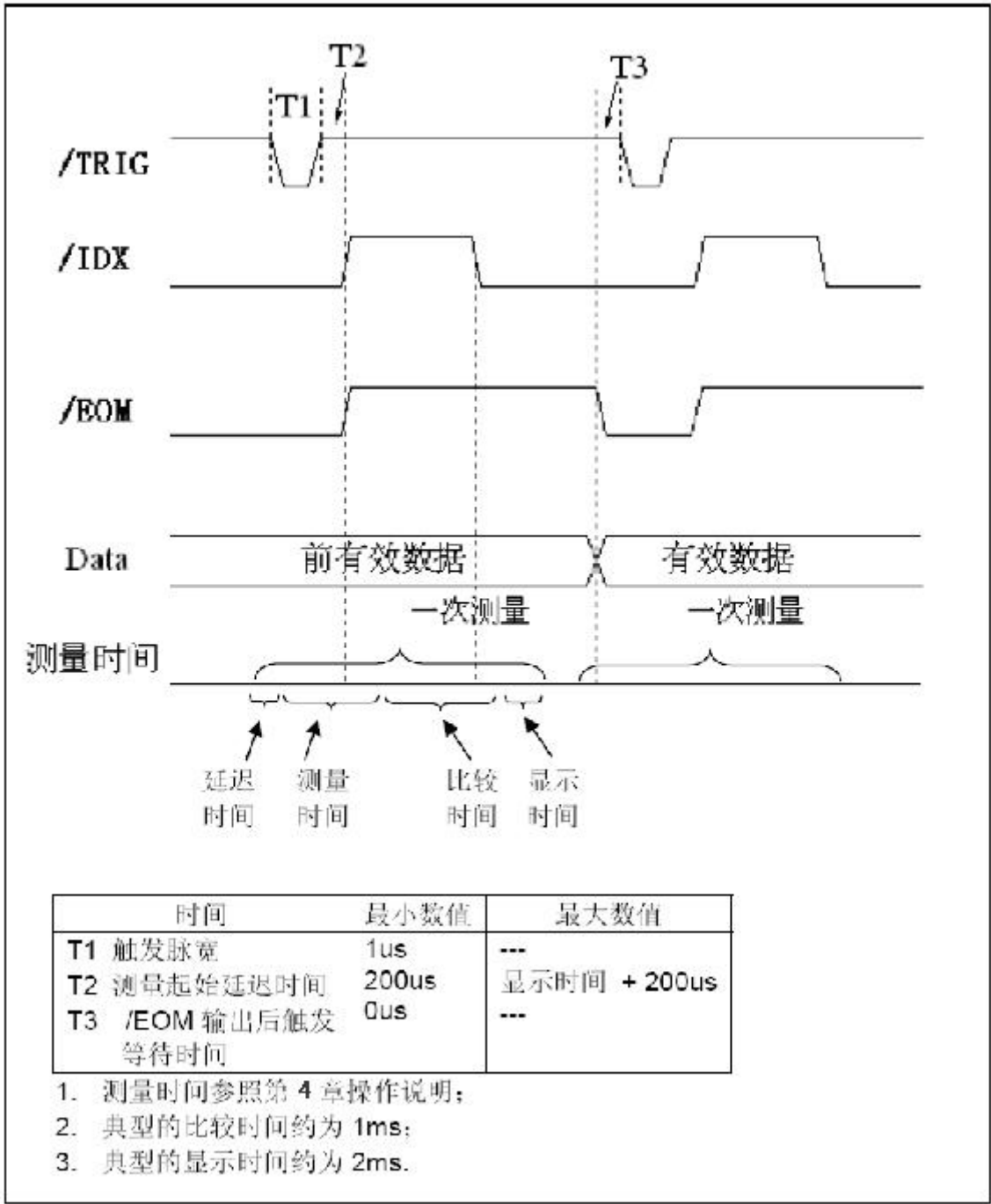


图6-3 Handler 接口时序图

6.2.2 电气特征

每个直流输出（管脚 1-3，10-13，30，31）都是经集电极开路光电耦合器输出隔离的。每根线输出电压由 Handler 接口上拉电压决定。上拉电压可以通过跳线设置由内部电源（+5V）提供，或由外部电压（EXTV：+5V~+24V）提供。  
直流隔离输出的电气特征见表 6-3。

表6-3 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          |      |                                |
| /P1 - /P3<br>/AUX<br>/NG<br>/IDX<br>/EOM | ≤0.5V  | +5V~<br>+24V | 6mA  | 内部上拉电压：仪器参考地<br>外部电压（EXTV）：COM |

分选信号的简化示意图见图6-4。

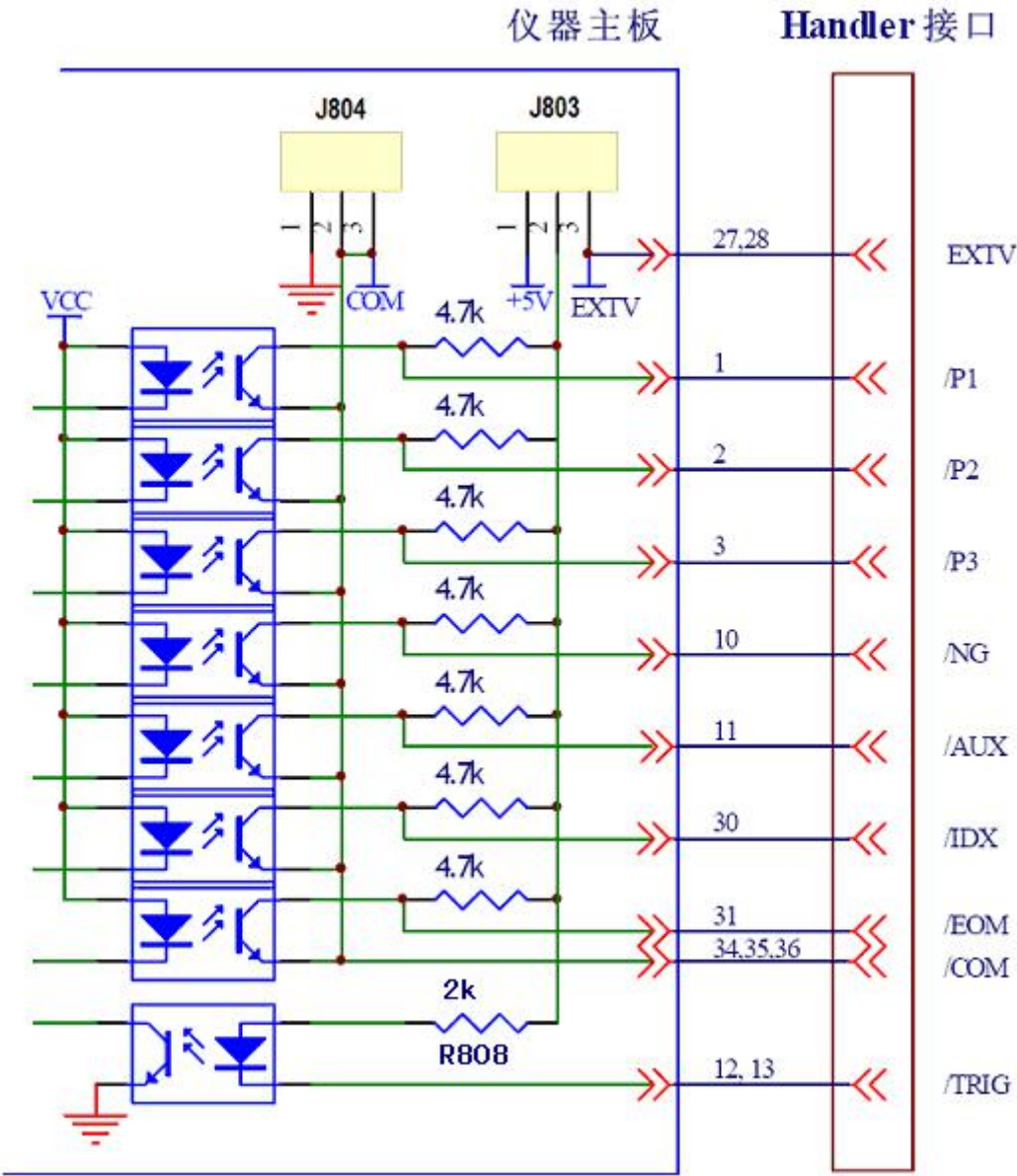


图6-4 分选信号的简化示意图

\*使用内部电源： J803 的1 和2 相连；J804 的 1 和 2 相连

**\*\*使用外部电源（出厂默认为24V配置）：** J803 的2 和3 相连；J804 的 2 和 3 相连。（外部电源为12V时，R808改为1k，5V时改为470Ω。）

7. RS232C 串行接口说明

7.1 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，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(IEA)在 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。最常用的 RS-232 信号如表 7-1 所示：  
表7-1 RS-232 常用信号

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

7.2 ZC2810D系列串行接口

ZC2810D 系列的串行接口不是严格基于上述 RS-232 标准的，而是只提供一个最小简化的子集。如表 7-2 所示：

表7-2 ZC2810D 串口信号

| 信号   | 缩写  | 9 芯连接器引脚号 |
|------|-----|-----------|
| 发送数据 | TXD | 2         |
| 接收数据 | RXD | 3         |
| 接地   | GND | 5         |

RS232C 连接器使用9 芯孔式DB 型插座，引脚顺序如图7-1 所示：

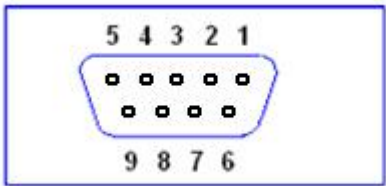


图 7-1 RS232C 连接器后视图

使用标准的 DB 型 9 芯针式插头可以与之直接相连。

注意：为避免电气冲击，插拔连接器时，应先关掉电源；

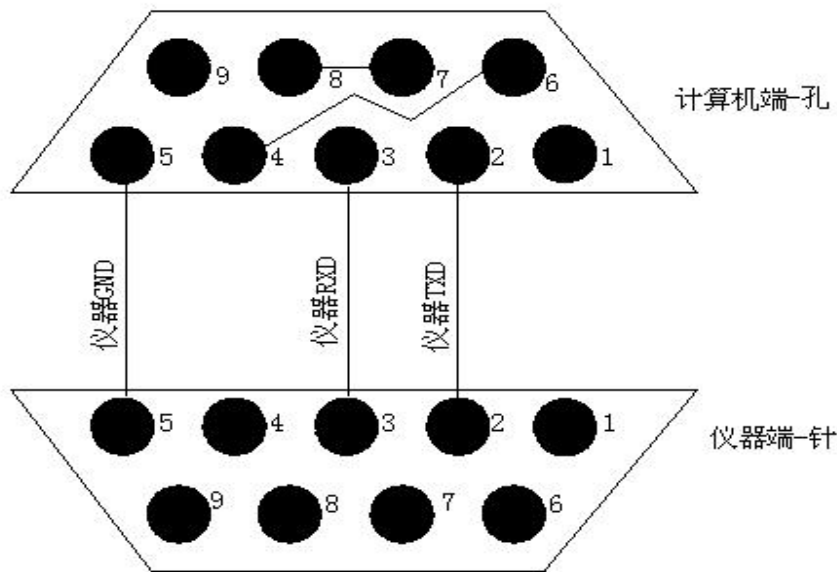
注意：请勿随意短接输出端子，或与机壳短接，以免损坏器件。

7.3 连接计算机

由图 7-2 可以看到，ZC2810D 系列的引脚定义与计算机使用的 9 芯连接器串行接口引脚定义有所不同。用户可购买对应的针孔连接线，或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)。

自制连接电缆时，注意计算机侧应将 4、6 脚短接，7、8 脚短接。



引脚 2：发送端                      引脚 3：接受端                      引脚 5：地（GND）

图 7-2    RS-232C 串行口连接电缆的制作图。

仪器开机时,初始化为(ON),即 ZC2810D 系列仪器串行口处于使能状态，可以通过 RS-232 向仪器发送命令或从仪器接收数据。

7.4 串行口参数

ZC2810D系列的串行接口参数如表7-3 所示：

表7-3 串行接口参数

|      |                    |
|------|--------------------|
| 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） |
| 连接器  | DB9芯               |

7.5 编程要点

由于ZC2810D系列不使用硬件通讯联络，而RS232C 串行通讯本身相对较为简单，因此，为减小通讯中可能的数据丢失或数据错误的现象，应严格按以下要求编制计算机通讯软件：

- 1) 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，ZC2810D 系列在收到结束符后才开始执行命令。
- 2) ZC2810D系列一旦执行到查询命令，将立即发送查询结果本协议推荐一个命令串中仅包含一次查询。
- 3) 查询结果以ASCII 码字串送出，以NL（即换行符，ASCII 代码10）为结束符。
- 4) ZC2810D系列发送查询结果时，是连续发送的（间隔1ms），主机应始终处于准备接受的状态，

否则可能造成数据的丢失。

5) 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。

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

## 8. 命令参考

### 8.1 简介

本节将对所有的ZC2810D系列RS232C 命令进行详细介绍。这些命令均符合SCPI 标准命令集。每个命令的介绍将包含如下内容：

命令名称： SCPI 命令的名称。

命令语法： 命令的格式包括所有必需的和可选的参数。

查询语法： 查询的格式包括所有必须的和可选的参数。

查询返回： ZC2810D系列的返回数据格式。

### 8.2 符号约定和定义

本章RS232C 命令的描述采用如下的符号约定和定义。

< > 尖括号中的内容用于表示命令的参数。

[ ] 方括号中的内容是可选的，可以省略。

{ } 通常花括号中包含几个可选参数，只能选择其中的一个参数。

在命令中将会用到的下列符号定义：

<NL> 换行符(十进制10)。

空格 ASCII 字符(十进制32)。

### 8.3 命令结构

ZC2810D系列命令分为两种类型：公用命令和SCPI 命令。 公用命令由IEEE 标准定义适用于所有的仪器设备。 SCPI 命令采用三层的树状结构，最高层称为子系统命令。只有选择了子系统命令后，该子系统命令的下层命令才有效。冒号（：）用于分隔高层命令和低层命令。

树状命令基本规则如下：

- 忽略大小写。

例如，

**LIMIT:NOMINAL <value> = limit:nominal <value> = LiMiT:NoMiNaL <value>**

- 空格(␣ 表示一个空格) 不能位于冒号的前后。

例如，

错误： **LIMIT␣:␣NOMINAL <value>**

正确： **LIMIT:NOMINAL <value>**

- 命令可以是单词的缩写，也可以是完整拼写的单词。

例如，

**LIMIT:NOMINAL <value> = LIM:NOM <value>**

- 命令后面加一个问号（？）构成该命令的查询命令。

例如,

**LIMIT:NOMINAL ?**

逗号(,)用于分隔同一命令行上的多个参数:

- 例如,

**<high limit>,<low limit>**

#### 8.4 命令缩写规则

每个命令和特性参数至少拥有两种拼写形式,缩写形式和全拼形式。有些时候两种拼写方式完全相同。遵守以下规则进行缩写。

- 如果单词的长度为四个字母或少于四个字母,则缩写形式和全拼形式相同。
- 如果单词的长度大于四个字母,  
如果第四个字母是个元音字母,那么缩写形式为该单词的前三个字母。  
如果第四个字母是个辅音字母,那么缩写形式为该单词的前四个字母。

例如:

**LIMIT** 可缩写成**LIM**。

**RANGE** 可缩写成**RANG**。

**FREQUENCY** 可缩写成**FREQ**。

- 如果要缩写的不是一个单词而是一个短语,那么全拼形式为前面单词的首个字母加上最后一个单词的完整拼写。在全拼形式的基础上利用上述规则进行缩写,可得到其缩写形式。

例如,

短语**Source RESistor**的全拼形式为**SRESISTOR**,根据上述规则可缩写为**SRES**。

#### 8.5 命令题头和参数

ZC2810D系列控制命令包含命令题头和相关参数。命令题头可以是全拼或缩写形式。使用全拼方式便于理解命令的意思,而使用缩写方式可以提高计算机输入效率。参数可以为如下两种形式之一。用空格来分隔命令和命令的参数。

- 字符数据和字符串数据  
字符数据由ASCII 字母构成。缩写规则与命令题头相同。
- 数值数据  
整数(NR1), 定点数(NR2), 或浮点数(NR3)。数值范围为 $\pm 9.9E37$ 。

NR1 举例如下:

123  
+123  
-123

NR2 举例如下:

12.3  
+1.234  
-123.4

NR3 举例如下:

12.3E+5

123.4E-5

## 8.6 命令参考

### 8.6.1 SPEED 命令

SPEED 命令用于设定ZC2810D系列的测试速度。SPEED? 查询返回当前的测试速度设置。

命令语法：

$$\text{SPEED} \left\{ \begin{array}{l} \text{FAST} \\ \text{MEDium} \\ \text{SLOW} \end{array} \right\}$$

其中，

FAST 快速测量，约10 次/秒。

MEDium 中速测量，约4 次/秒。

SLOW 慢速测量，约2.5 次/秒。

查询语法：

SPEED?

查询返回：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{FAST} \\ \text{MED} \\ \text{SLOW} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

### 8.6.2 DISPlay 命令

DISPlay 命令用于设定测试结果的显示方式。DISPlay?查询返回当前的测试结果显示方式的设置。

命令语法：

$$\text{DISPlay} \left\{ \begin{array}{l} \text{DIRect} \\ \text{PERcent} \\ \text{ABSolute} \end{array} \right\}$$

其中，

DIRect 直读显示方式。

PERcent 百分比误差显示方式。

ABSolute 绝对误差显示方式。

查询语法：

DISPlay?

查询返回：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{DIRECT} \\ \text{PERCENT} \\ \text{ABSOLUTE} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

### 8.6.3 FREQuency 命令

FREQuency 命令用于设定测试信号源的频率。FREQuency? 查询返回当前的测试信号源频率。  
命令语法:

$$\text{FREQuency} \left\{ \begin{array}{l} 100 \\ 120 \\ 1\text{k} \\ 10\text{k} \end{array} \right\}$$

其中,

100 设定测试频率为100Hz。

120 设定测试频率为120Hz。

1k 设定测试频率为1kHz。

10k 设定测试频率为10kHz。

查询语法:

FREQuency?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{l} 100 \\ 120 \\ 1\text{k} \\ 10\text{k} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.4 PARAMeter 命令

PARAMeter 命令用于设定主副被测参数的组合。PARAMeter?查询返回当前的主副被测参数的组合。

命令语法:

$$\text{PARAMeter} \left\{ \begin{array}{l} \text{CD} \\ \text{LQ} \\ \text{RQ} \\ \text{ZDEG} \\ \text{CR} \\ \text{LR} \end{array} \right\}$$

其中,

CD 设定被测参数组合为 C-D。

LQ 设定被测参数组合为 L-Q。

RQ 设定被测参数组合为 R-Q。

ZDEG 设定被测参数组合为 Z-θ。

CR 设定被测参数组合为 C-R。

LR 设定被测参数组合为 L-R。

查询语法:

PARAMeter?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{CD} \\ \text{LQ} \\ \text{RQ} \\ \text{ZDEG} \\ \text{CR} \\ \text{LR} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.5 LLeVl 命令

LLeVl命令设定测试信号源的输出电压。LLeVl? 查询返回当前测试信号源的输出电压。

命令语法:

$$\text{LLeVl} \left\{ \begin{array}{c} 1.0\text{V} \\ 0.3\text{V} \\ 0.1\text{V} \end{array} \right\}$$

其中,

1.0V 设定信号源的输出电压为1.0V。

0.3V 设定信号源的输出电压为0.3V。

0.1V 设定信号源的输出电压为0.1V。

查询语法:

LLeVl?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{c} 1.0\text{V} \\ 0.3\text{V} \\ 0.1\text{V} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.6 SRESistor 命令

SRESistor 命令设定信号源的输出电阻。SRESistor? 查询返回当前的信号源输出电阻设置。

命令语法:

$$\text{SRESistor} \left\{ \begin{array}{c} 30 \\ 100 \end{array} \right\}$$

其中,

30 设定信号源的输出电阻为30Ω。

100 设定信号源的输出电阻为100Ω。

查询语法:

SRESistor?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{c} 30 \\ 100 \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.7 TRIGger 命令

TRIGger 命令用于触发一次测量或设定触发方式。TRIGger? 查询返回当前设置的触发方式。  
命令语法:

$$\text{TRIGger} \left\{ \begin{array}{l} \text{INTernal} \\ \text{EXTernal} \\ \text{IMMediate} \end{array} \right\}$$

其中,

INTernal 设定为内部触发方式。

EXTernal 设定为外部触发方式。

IMMediate 立即触发一次测量。

查询语法:

TRIGger?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{INTERNAL} \\ \text{EXTERNAL1} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.8 CORRection 命令

CORRection 命令对不同的测试电压和信号源内阻下执行OPEN 或SHORT 清零操作。

命令语法:

$$\text{CORRection} \left\{ \begin{array}{l} \text{OPEN} \\ \text{OPEN\_ALL} \\ \text{SHORT} \\ \text{SHORT\_ALL} \end{array} \right\}$$

其中,

OPEN 在当前测试电压和信号源内阻下对所有测试频率进行OPEN 清零。

OPEN\_ALL 在所有信号源内阻下对所有测试电压和频率进行OPEN 清零。

SHORT 在当前测试电压和信号源内阻下对所有测试频率进行SHORT 清零。

SHORT\_ALL 在所有信号源内阻下对所有测试电压和频率进行SHORT 清零。

清零结束后, 送出PASS或FAIL信息。

#### 8.6.9 COMParator 命令

COMParator 命令用于打开或关闭比较功能。COMParator? 查询返回当前比较功能的状态。

命令语法:

$$\text{COMParator} \left\{ \begin{array}{l} \text{OFF} \\ \text{1BIN} \\ \text{3BIN} \end{array} \right\}$$

其中,

OFF 关闭比较器功能。

1BIN 打开一档合格比较器功能。

3BIN 打开三档合格比较器功能。

查询语法:

COMParator?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{OFF} \\ \text{1BIN} \\ \text{3BIN} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.10 EQUIvalent 命令

EQUIvalent 命令用于设定被测件的等效电路方式。EQUIvalent? 查询返回当前等效电路方式的设置。

命令语法:

$$\text{EQUIvalent} \left\{ \begin{array}{l} \text{SERial} \\ \text{PARallel} \end{array} \right\}$$

其中,

SERial 设定串联等效电路方式。

PARallel 设定并联等效电路方式。

查询语法:

EQUIvalent?

查询返回:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{SERIAL} \\ \text{PARALLELI} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.11 RANGe 命令

RANGe 命令用于设定量程选择方式或设定当前测试量程, RANGe? 查询返回当前量程及量程选择方式。

命令语法:

$$\text{RANGe} \left\{ \begin{array}{l} \text{AUTO} \\ \text{HOLD} \\ 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \right\}$$

其中,

AUTO 设定为AUTO 量程方式。

HOLD 设定为HOLD 量程方式。

0-5分别为设定到相应的量程。

查询语法：

RANGe?

查询返回：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{AUTO-} \langle n \rangle \\ \text{HOLD-} \langle n \rangle \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

其中<n>为当前量程号（0-5）。

#### 8.6.12 ALARm 命令

ALARm 命令用于设定蜂鸣器的讯响状态，ALARm? 查询返回当前蜂鸣器的讯响状态。

命令语法：

$$\text{ALARm} \left\{ \begin{array}{l} \text{OFF} \\ \text{AUX} \\ \text{P3} \\ \text{P2} \\ \text{P1} \\ \text{NG} \end{array} \right\}$$

其中，

OFF 关闭讯响功能。

AUX 分选结果为AUX 档时讯响。

P3 分选结果为P3 档时讯响。

P2 分选结果为P2 档时讯响。

P1 分选结果为P1 档时讯响。

NG 分选结果为NG 档时讯响。

查询语法：

ALARm?

查询返回：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{OFF} \\ \text{AUX} \\ \text{P3} \\ \text{P2} \\ \text{P1} \\ \text{NG} \end{array} \right\} \langle \text{NL} \rangle$$

#### 8.6.13 LIMit 子系统命令（仅对当前测试参数有效）

##### LIMit:NOMinal 命令

LIMit:NOMinal 命令用于设定标称值，比较器功能利用该标称值来计算绝对偏差及百分比偏差。

LIMit:NOMinal? 查询返回当前用于偏差计算所设置的标称值。

命令语法：

LIMit:NOMinal <value>

其中，

<value> 为NR1, NR2 或NR3 形式的标称值。

查询语法:

LIMit:NOMinal ?

查询返回:

<NR3> <NL>

#### **LIMit:BIN<n> 命令**

LIMit:BIN <n>命令用于设定比较功能各档的上下极限值。LIMit:BIN <n>? 查询返回当前各档的上限和下限值。

命令语法:

LIMit:BIN <n> <high limit>,<low limit>

其中:

<n> 1 to 3 (NR1), 档号

<high limit> NR1, NR2 或NR3 形式上限值。

<low limit> NR1, NR2 或NR3 形式下限值。

查询语法:

LIMit:BIN <n>?

查询返回:

<high limit> ,<low limit ><NL>

#### **LIMit:SECondary 命令**

LIMit:SECondary 命令用于设定比较功能副参数的上限和下限值。LIMit:SECondary? 查询返回当前副参数的上限和下限值。

命令语法:

LIMit:SECondary <high limit>,<low limit>

其中,

<high limit> NR1, NR2 或NR3 形式的上限值。

<low limit> NR1, NR2 或NR3 形式的下限值。

查询语法:

LIMit:SECondary?

查询返回:

<high limit>,<low limit > <NL>

#### **8.6.14 FETCh? 查询**

FETCh? 查询返回最近一次主副参数的测试结果。

查询语法:

FETCh?

查询返回:

<primary>,<secondary> <NL>

### 8.6.15 公用命令

本仪器目前仅提供以下几种公用命令：

\*RST命令用于复位仪器。

命令语法：\*RST

例如：WrtCmd（“\*RST”）

\*IDN? 命令用于查询仪器信息。

查询语法：\*IDN?

查询返回：<product>,<version><NL^END>

这里：

<product>        ZC2810D LCR Meter

<version>        软件版本号

## 9. 成套及保修

### 9.1 成套

仪器出厂时应具备以下几项内容：

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 1) ZC2810D/ZC2618D/ZC2775D 型仪器 | 1 台 |
| 2) LCR001 开尔文测试电缆              | 1 付 |
| 3) LCR005 测量夹具                 | 1 只 |
| 4) 三线电源线                       | 1 根 |
| 5) 1A 保险丝                      | 2 只 |
| 6) 使用说明书                       | 1 份 |
| 7) 产品合格证                       | 1 张 |
| 8) 测试报告                        | 1 份 |

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

### 9.2 保修

保修期：使用单位从本公司购买仪器者，自公司发运日期起计算，从经营部门购买者，自经营部门发运日期起计算，保修期二年。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。