

目 录

| | |
|------------|----|
| 一、概述 | 1 |
| 二、主要特征 | 1 |
| 三、基本工作特性指标 | 2 |
| 四、面板描述 | 4 |
| 五、操作指南 | 7 |
| 六、工作原理简介 | 8 |
| 七、仪器的维护和保养 | 10 |
| 八、仪器附件 | 11 |

一、概述

ZC4137型低失真度测量仪是一台新型全自动数字化的仪器，是根据当前科研、生产、计量检测、教学和国防等用户实现快速精确测量的迫切需要重新设计的。最小失真测量达到0.005%，它是一台性能/价格比较高的智能型仪器，是中策仪器ZC41系列全数字失真仪家族中的最新成员。

被测信号的电压、失真、频率全部集中在一块LCD液晶屏上自动显示，采用了真有效值检波，电压测量可在输入电压 $300\ \mu\text{V}\sim 300\text{V}$ ，频率 $10\text{Hz}\sim 750\text{kHz}$ 内实现全自动测量；失真度测量可在输入电压 $50\text{mV}\sim 300\text{V}$ ，频率 $10\text{Hz}\sim 150\text{kHz}$ 内全自动测量，失真测量范围为 $100\%\sim 0.005\%$ 。该仪器具有平衡和不平衡输入电压和失真测量的功能，同时还具有测量S/N（信噪比）、SINAD（信杂比）的功能。幅度显示单位可为V、mV、dB，失真度显示单位可选择%或dB，S/N、SINAD显示单位为dB。该仪器内设400Hz高通、30kHz和80kHz低通滤波器，方便用户使用。

该仪器是一台具有全自动测量信号电压、频率和信号失真等多种功能的新一代智能型仪器，也是当前在信号失真测量领域国内较高水平的一种全数字化、全自动、多功能型的智能化仪器。

二、主要特征

1. 具有全自动失真度测试功能，内部自动校准，自动跟踪滤波。
2. 可测量的最小失真度 $\geq 0.005\%$
3. 设置了30kHz，80kHz低通滤波器，降低了宽带非谐波（例如噪声）的影响，使测量低频段信号的谐波失真时更精确。
4. 增加了测量信/杂比（SINAD）和信/噪比（S/N）的功能。
5. 提高了测量信号失真时输入信号的电压范围： $50\ \text{mV}\sim 300\text{V}$ 。
6. 具有测试平衡信号或不平衡信号的功能。
7. 增设了频率计数功能，被测信号频率可直接由LCD液晶屏精确显示。
8. 保留了示波器输出监视插孔，方便使用者观察被测信号的波形，以及小失真信号测量时的整机滤谐状态。
9. 陷波网络滤除特性可达 $90\text{dB}\sim 100\text{dB}$ 。
10. 采用高精度真有效值检波器检波，有效减少检波误差。

三、基本工作特性指标

1. 失真度测量

- 1) 频率范围： 不平衡： 10Hz~150kHz
平 衡： 10Hz~100kHz
- 2) 输入信号电压范围： 50mV~300V
- 3) 失真度测量范围：
输入电压300mV~300V：
100Hz~100kHz： 100%~0.01%， 20Hz~100Hz： 100%~0.03%
100kHz~150kHz： 100%~0.03%
输入电压100mV~300mV： 20Hz~150kHz： 100%~0.05%
- 4) 准确度： 20Hz~20kHz ± 0.5 dB
10Hz~150kHz ± 1 dB
失真在0.03%及以下,输入信号在50-300mV: ± 2 dB
- 5) 残余失真和噪声 (>1V_{rms}输入时)：
20Hz~20kHz: $\leq 0.0055\%$; 10Hz~50kHz: $\leq 0.0092\%$
50kHz~110kHz: $\leq 0.0125\%$; 100kHz~150kHz: $\leq 0.016\%$
- 6) %显示分辨率： 10%~100%: 0.1%
1%~9.99%: 0.01%
0.1%~0.999%: 0.001%
0.1%以下:0.0001%
- 7) dB显示分辨率: 0.01dB

2. SINAD测量:

- 1) 频率范围： 不平衡： 10Hz~150kHz
平 衡： 10Hz~100kHz
- 2) SINAD测量范围： 10dB~80dB (其它指标同失真测量)

3. AC电压测量:

- 1) 电压测量范围： 300 μ V~300V
- 2) 频率范围： 不平衡： 10Hz~750kHz
平 衡： 10Hz~300kHz
- 3) 以1kHz为基准的频响：
不平衡： 20Hz~20kHz $\leq \pm 0.5$ dB
10Hz~100kHz $\leq \pm 1$ dB

100kHz~750kHz $\leq \pm 1.5\text{dB}$

平衡: 10Hz~100kHz $\leq \pm 1\text{dB}$

100kHz~300kHz $\leq \pm 1.5\text{dB}$

4) 电压表准确度: (以1kHz为基准) $\pm 3\%$, 固有噪声 $\leq 50\ \mu\text{V}$

5) 电压表有效值波形误差: $\leq 3\%$ (输入信号波峰因数 ≤ 3 时)

6) 显示分辨率: 100V以上: 100mV 10V以上: 10mV
1V以上: 1mV 100mV以上: 0.1mV
10mV以上: 0.01mV 1mV以上: 0.001mV
1mV以下: 0.0001mV

4. S/N测量:

1) 频率范围: 10Hz ~ 750kHz

2) S/N测量范围: 0 ~ 99.99dB

5. 频率测量:

1) 电压测量时频率范围: 10Hz~750kHz, 输入信号 $\geq 5\text{mV}$

2) 失真测量时频率范围: 10Hz~150kHz, 输入信号 $\geq 50\text{mV}$

3) 准确度: 0.1% ± 2 个字

6, 本仪器定义0dB=1V_{rms} (测量功率时0dBm=0.7745V, 即1mW在600 Ω 上的功率, 所以只需在当前dB读数上加2.22即为dBm值), dB显示分辨率: 0.01dB。

7. 输入阻抗: 100k Ω //100pF (平衡、不平衡)

8. 电源电压: 220V $\pm 10\%$, 50Hz $\pm 2\text{Hz}$

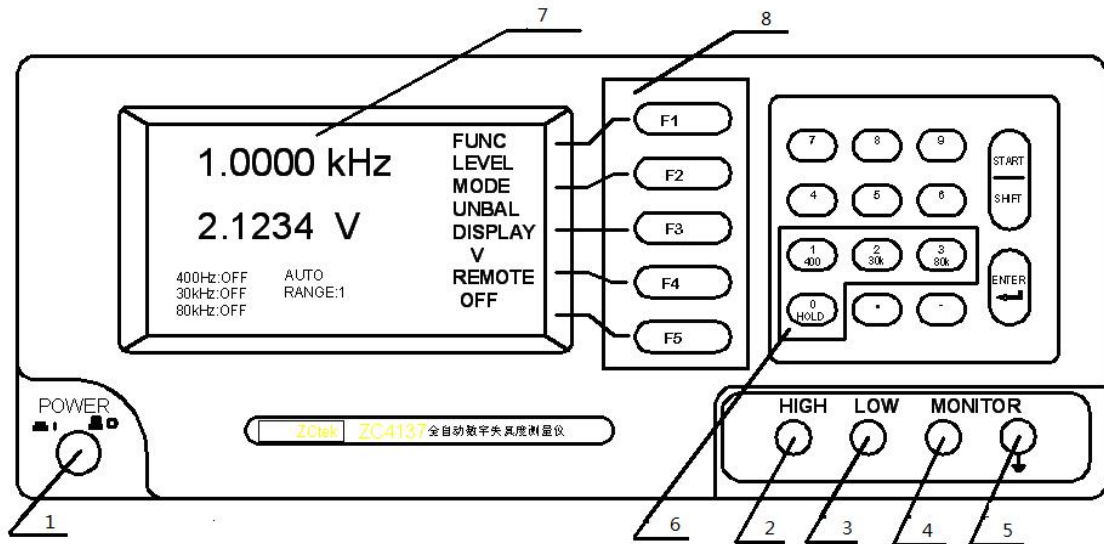
9. 功率消耗: 约20VA

10. 仪器的工作环境条件为II组

11. 体积: 350(W)mm X 120(H)mm X 340(D)mm

12. 重量: 约5kg

四、面板描述



1 仪器前面板布置及其功能说明：

- (1) 电源开关：将仪器电源线插入仪器后面板插座中，另一端接 220V 交流电源，再按下此键即接通仪器电源。
- (2)、(3) 信号输入端“HIGH”和“LOW”插座：“HIGH”和“LOW”是为测量平衡输入信号设置的；当测不平衡信号时，信号接入“HIGH”端，MODE 选择 UNBAL 方式（用“F2”键选择）。当测平衡信号时，先将 MODE 选择 BAL 方式（用“F2”键选择），然后将信号高端接“HIGH”，低端接“LOW”即可。
- (4) 波形监控端子：将示波器输入接到该插孔可直接观看被测信号的波形或滤谐后谐波波形，示波器接入端输出阻抗为 600 Ω 。
- (5) 接地端子：前面板上的接地端子是机壳接地用的，在使用本仪器前，应首先将该接地端子与被测设备接地端子连接，再可靠地接入大地。
- (6) 辅助滤波器选择控制区。
 - 400：为 400Hz 的高通滤波器，供在被测信号大于 400Hz 时，按下此键可基本消除 50Hz 电源干扰，特别在测量小信号失真时按下此键，可提高小失真的测量准确度。
 - 30k、80k：低通滤波器，可根据需要选择，在测量信号谐波失真

时，10kHz 以下的信号要按下 30kHz 低通。20kHz 以下的信号要按下 80kHz 低通以消除高频噪声。

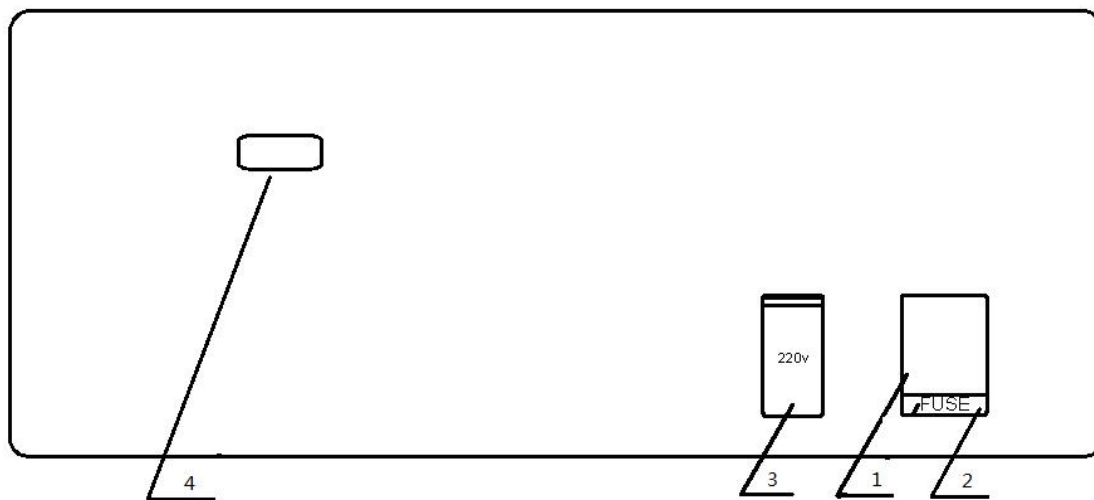
- **HOLD:** 是专门用来锁定滤谐网络的。当对复杂信号失真测量时，频率测量准确度可能变差，为防止网络误动，可按下此键，锁定网络，以便准确滤谐，如果锁定的不是要测量的信号频率，需送入一失真小的信号，然后按该键，锁定该频率，再进行测量。自动跟踪频率时，对应 LCD 显示为 AUTO；锁定时，显示为 HOLD。

(7) 测量显示 LCD 屏

(8) 功能按键选择区：

- **F1 键:** 此键为测量功能选择按键，依次按下，对应显示区分别显示：
 - **DISTN:** 此时仪器进入失真度测量状态，首次进入失真测试状态测试时间一般大于 10 秒，此后再测试，则可较快得出准确结果。一般被测信号频率低，滤谐时间长；频率高滤谐时间就短。当电平显示“LIMIT”时，表示输入信号低于测量幅度要求，增大输入信号幅度即可。
 - **SINAD:** 此时仪器进入信/杂比测量状态，测量方法原理同失真度测量。显示单位为 dB。
 - **S/N:** 此时仪器进入信/噪比测量状态（不平衡或平衡信号的接入法同电压测量），关闭信号源输出或者将被测设备输入短路，此时本仪器显示的 dB 数，即为被测系统的信/噪比。
 - **LEVEL:** 此时仪器进入电压测量状态（本仪器已设定好开机即自动进入电压测量状态）
- **F2 键:** 平衡输入或不平衡输入的切换按键（本仪器开机默认为不平衡输入）。
- **F3 键:** 显示单位切换键。电压测量时，可选择 V、dB 显示；失真度测量时，可选择%、dB 显示。S/N 和 SINAD 测量只用 dB 显示。
- **F4 键:** 串行接口控制键。OFF—串行口关闭；ON—串行口开启。

2 仪器背板布置及其功能说明：



- (1) 交流电源输入插座,
- (2) 保险丝座
- (3) 220V/110V 切换键
- (4) RS232C 串行接口

五、操作指南

(1) 按下面板上的电源开关，仪器自动进入电压测量状态。

(2) 电压测量：

当被测为不平衡电压信号时，只需将信号电缆接入本仪器的“HIGH”端，则被测的信号电压和频率就会自动显示出来。当被测为平衡电压信号时，首先按下 BAL 键，然后将高端接入“HIGH”，低端接入“LOW”，即可实现平衡电压的自动测量。电压显示单位可通过按 F3 键设置。

(3) 失真度测量：

对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。被测信号电压应大于或等于 50mV（否则将显示“LIMIT”），按下 F1 键选择失真度测量方式，系统自动跟踪被测信号的电平和频率，无需任何操作，显示稳定后则可记录数据。失真度显示可选择 dB 或%显示，按失真键时，仪器自动选择%显示。（请按说明书四中（9）选用滤波器，一般选择低通滤波器的上限频率要比被测信号的频率大 3—5 倍，即可不影响测量结果的精度了）。

(4) SINAD 测量：

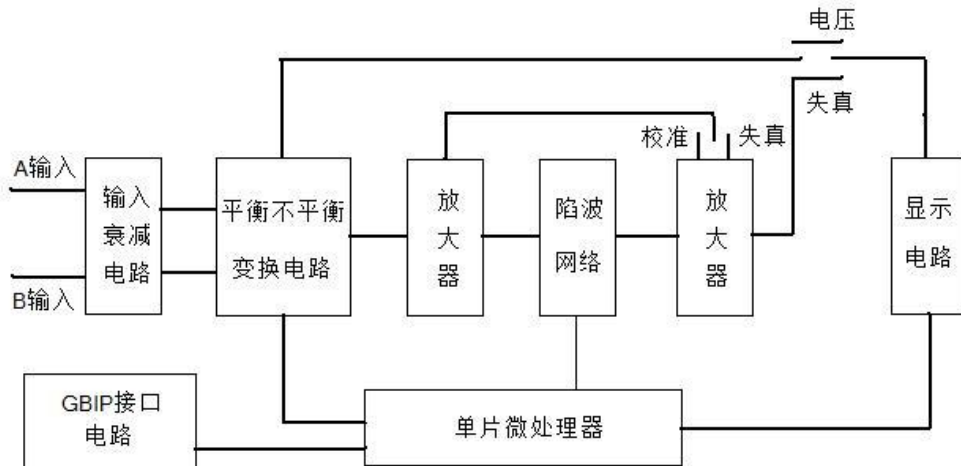
对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。按下 F1 键选择信杂比测量，测量方法原理同失真度测量，显示单位为 dB。

(5) S/N 测量方式：

对不平衡或平衡信号的接入法同电压测量。在电压测量状态下按下 F1 键，选择 S/N 测量方式，本仪器首先显示被测设备输出端的电平，一般用 dB 显示。然后关闭信号源的输出或被测设备输入短路，此时本仪器显示的 dB 数，即为被测系统的信/噪比。

六、工作原理简介

本仪器的工作原理采用基波滤除的方案，如下框图：



设计中对关键电路和器件采用了特殊的设计和制造工艺，并采用了当代计算机技术与之相结合，程控自动跟踪输入信号的频率、幅度，自动滤谐，全部数据由一块 LCD 显示屏集中显示。仪器面板上保留了示波器输出监视插孔，便于使用者直接观察被测信号的波形，特别在失真测量状态，使用者可直接观察到被测信号的失真主要是由哪次谐波形成的及滤谐状态，在小失真信号测量时，可以直接观察到整机的滤谐状态。对平衡信号的测量，本仪器设计时放弃了老式仪器采用平衡变压器转换的方案，因为它制造工艺复杂，造价高，使用频带窄。本仪器设计了特种平衡—不平衡转换电路，扩展了使用频带。

本仪器的陷波网络滤除特性可达 90~100dB，仪器设计了 30kHz、80kHz 和 750kHz 三种低通滤波器，在使用中可根据需要加入适当地滤波器，抑制高频干扰及噪声的影响，提高了测量精度；同时又设计了 400Hz 高通滤波器，当测量高于 400Hz 的信号失真时，按下它可以大大消除 50Hz 的电源干扰。

本仪器采用了高精度的真有效值检波器，使信号的波峰因数在不大于 3 的情况下不会带来像采用平均值或准有效值检波器带来的检波误差。

本仪器关于失真度的测量：

$$D = \frac{\text{noise(噪声)} + \text{distortion(谐波)}}{\text{signal(信号)} + \text{noise} + \text{distortion}}$$

显示单位定义：%单位 = $D * 100\%$ ，dB 单位 = $20\log D$

当失真度大于 10% 时，应按下式加以计算修正（根据计量规程 JJG251-97）：

$$D = \frac{D_0}{\sqrt{1 - D_0^2}}$$

式中：D₀ 为本仪器的显示值，D 为经修正后的真实的失真度量值。

信噪比（S/N）测量：

$$D = \frac{\text{signal} + \text{noise}}{\text{noise}}$$

dB 单位 = $20\log D$

将信号源设定在一定的输出值，然后按动 OFF 键，关闭信号输出，即可读出 S/N 的 dB 值。

信杂比（SINAD）的测量：

$$S = \frac{\text{signal} + \text{noise} + \text{distortion}}{\text{noise} + \text{distortion}}$$

dB 单位 = $20\log S$ 。

七、 串行接口命令列表：

(1) 测量方式

| 命令 | 说明 |
|-------|-------|
| LEVEL | 电平测量 |
| DISTN | 失真度测量 |
| SINAD | 信杂比测量 |
| S/N | 信噪比测量 |
| FREQ | 频率测量 |

(2) 陷波器设置

| 命令 | 说明 |
|-------|---|
| FAUTO | 自动滤谐 |
| FHOLD | 滤谐网络保持 |
| FX | 滤谐网络吸合在经定的频上，其中 X 代表频率值；如 10.000KHZ;800.00HZ |

(3) 滤波器设定

| 命令 | 说明 |
|------|-------------|
| L30K | 选定 30KHZ 低通 |
| N30K | 关闭 30KHZ 低通 |
| L80K | 选定 80KHZ 低通 |
| N80K | 关闭 80KHZ 低通 |
| L400 | 选定 400HZ 高通 |
| N400 | 关闭 400HZ 高通 |

(4) 输出单位设定

| 命令 | 说明 |
|-------|---------------|
| OUTDB | 输出单位对数表示 |
| OUTLN | 线性表示:如 V,MV,% |

(5) 输出内容

| 命令 | 说明 |
|--------|-------|
| RFREG | 读取频率值 |
| RMEAS | 读取测量值 |
| RETURN | 退出串口 |

八、仪器的维护和保养

- 1、仪器出厂时电源电压使用 220V/50Hz
- 2、仪器可连续工作八小时。
- 3、仪器的使用及存放处所的条件：
 - 1) 额定工作环境温度 0-40℃
 - 2) 相对湿度小于 80%

3) 室内有通风设备，无尘酸碱及其它腐蚀性气体，不应有强烈的机
振动冲击影响及强烈的电磁场作用。

4、仪器的维修

本仪器属智能型仪器，且内部一些特制的电路和器件只有在满足特
定的参数条件下，方能保证整机的性能。故只有经过特定培训的人员才
能进行维修。本仪器出厂后免费保修十八个月，终生维护。（如用户自
行拆修责任由用户自负，本公司不予负责）。

八、仪器附件

1. 电源线一条
2. 输入电缆线两条
3. 示波器插口输出电缆一条
4. 使用说明书一本