
使用说明书

OPERATION MANUAL

MODEL TH2812C/TH2811C

L C R 数 字 电 桥

LCR Digital Meter

 常州市同惠电子有限公司

Changzhou Tonghui Electronic Co., Ltd.

地址：江苏省常州市新北区天山路3号

电话：(0519) 5132222, 5113342

传真：(0519) 5109972

邮箱：Sales@tonghuico.com

网址：http://www.tonghui.com.cn

目 录

第一章 概述	1
1.1 引言	1
1.2 主要技术指标	1
1.3 主要功能	3
1.4 仪器结构及安装	4
1.5 工作环境	6
第二章 操作说明	7
2.1 注意事项	7
2.2 操作步骤	7
2.2.1 电源	7
2.2.2 连接被测电容	7
2.2.3 测量条件	8
2.2.3.1 频率	8
2.2.3.2 显示、量程和量程保持	8
2.2.3.3 等效方式	8
2.2.3.4 清“0”功能（校准）	9
第三章 维护	10
3.1 仪器误差概述	10
3.2 用户维修	11
3.2.1 注意事项	11
3.2.2 仪器性能检查	11
3.2.3 故障分析	12
3.2.4 仪器信号检查	13
3.2.5 基准	14
第四章 成套及保修	15
4.1 成套	15
4.2 保修	15

第一章 概述

1.1 引言

TH2812C / TH2811C 型 LCR 数字电桥是一种以微处理技术为基础的自动测量电感量 L、电容量 C、电阻值 R、品质因数 Q、损耗角切值 D 的智能元件参数测量仪器，其 0.25% 的基本精度和高分辨率的显示对于元件测量的质量和可靠性的提高将有莫大的帮助。本仪器可广泛应用于工厂、院校、研究所、计量质检部门等对各类元件的电参数进行较为精确的测量。

本仪器采用先进的测量原理与五端测量技术，可长期精确测量而无需专门调校。为保证仪器的精确测量，可通过仪器的校准功能将存在于测试端上的杂散电抗和引线电阻进行清零“0”。仪器提供有通用测量夹具和五端测试电缆各一付以供用户选择。

本说明书描述了 TH2812C/TH2811C 型 LCR 数字电桥的技术指标、操作、维护等方面的内容。

1.2 主要技术指标

1.2.1 测量参数

电感量 L、电容量 C、电阻值 R;

品质因数 Q、损耗角正切值 D

1.2.2 测量频率

TH2812C: 100Hz、120Hz、1kHz \pm 0.02%

TH2811C: 100Hz、1kHz、10kHz \pm 0.02%

1.2.3 测量显示范围

表 1-1 测量范围

参数	频率	测量范围
L	100Hz、120Hz	1 μ H~9999H
	1kHz	0.1 μ H~999.9H
	10kHz	0.01 μ H~99.99H
C	100Hz、120Hz	1pF~19999 μ F
	1kHz	0.1pF~1999.9 μ F
	10kHz	0.01pF~19.99 μ F
R		0.1m Ω ~99.99M Ω
Q		0.0001 ~9999
D		0.0001~9.999

1.2.4 测量精度

参数	频率	精 度
L	100、120Hz	$\pm[1\mu\text{H}+0.25\%(1+L/2000\text{H}+2\text{mH}/L)] (1+1/Q)$
	1kHz	$\pm[0.1\mu\text{H}+0.25\%(1+L/200\text{H}+0.2\text{mH}/L)] (1+1/Q)$
	10kHz	$\pm[0.01\mu\text{H}+0.25\%(1+L/10\text{H}+0.04\text{mH}/L)] (1+1/Q)$
C	100、120Hz	$\pm[1\text{pF}+0.25\%(1+1000\text{pF}/C_x+C_x/1000\mu\text{F})] (1+D_x)$
	1kHz	$\pm[0.1\text{ pF} +0.25\% (1+100\text{pF}/C_x+C_x/100\mu\text{F})] (1+D_x)$
	10kHz	$\pm[0.01\text{pF}+0.25\% (1+20\text{pF}/C_x+C_x/4\mu\text{F})] (1+D_x)$
R		$\pm[1\text{ m}\Omega+0.25\%(1+R/2\text{M}\Omega+2\Omega/R)] (1+Q)$
Q	100、120、 1kHz	$\pm[0.020+0.25(Q_x+1/Q_x)]\%$
	10kHz	$\pm[0.020+0.3(Q_x+1/Q_x)]\%$
D	100、120、 1kHz	$\pm 0.0010(1+D_x^2)$
	10kHz	$\pm 0.0015(1+D_x^2)$

表 1-2 精度表

1.2.5 测试信号电平0.3V_{rms}±10%（空载）**1.2.6 测试速度**

5 次/秒

1.2.7 温度与湿度

温度：0℃～40℃ 湿度：≤85%RH

1.2.8 电源电压

电压 220V±10% 频率 50Hz±5%

功耗 < 40W

1.2.9 体积和重量

体积：330×100×310

重量：约 3.5kg

1.3 主要功能

1.3.1 显示方式 **LCR**:

主参数直读 L、C 和 R，五位，主参数由 LCR 键选择。

副参数（Q 和 D），四位

对应关系： C — D

L — Q

R — Q

1.3.2 等效方式 **方式**:

串联（SER），并联（PAR）

1.3.3 量程保持 **锁定**:

在此状态下，量程处于锁定状态，适用于元件批量测试，提高测试速度。

1.3.4 清“0” **清零**:

仪器具有短路和开路清“0”功能，将测试线上引线电阻和测试端杂散电抗测量后，在输出结果中自动消除。

1.3.5 带电电容冲击保护

仪器具有专门设计的抗冲击电路，通过将被测电容与信号源测试部分相隔离及吸收回路，使得由于电容带电对仪器的破坏性大大降低。

警告： 从使用角度来讲，使用数字式仪表，应先将被测电容器的余电放干净，再进行测试，以防止意外将仪表损坏。

1.4 仪器前、后面板结构

前面板说明

序号	名称	说明	功 能
1	商标、型号		
2	主参数显示	五位数字显示	显示 L、C、R。
3	主参数选择	三只 LED 指示	指示当前测量的主参数。
4	主参数单位	三只 LED 指示	指示当前测量主参数单位。
5	付参数显示	五位数字显示	显示损耗值 D 或品质因数 Q。
6	付参数选择	两只 LED 指示	指示当前测量付参数。
7	清零键	清“0”键	该状态首先短路校准，然后开路校准。
8	锁定键	量程保持键	该状态仪器量程处于锁定状态时仪器测试速度最高。
9	LCR 键	主副参数选择	将仪器选择至所需参数测量状态。
10	频率键	选择 100、120Hz 或 1kHz、10kHz	设定加于被测元件上之测试信号频率。
11	测试端	HD, HS, LS, LD 测试信号端	HD: 电压激励高端 HS: 电压取样高端 LS: 电压取样低端 LD: 电压激励低端
12	电源开关		按至 ON，电源打开。
13	接地端	接地线端	用于外接被测电容器之屏蔽地线。
14	公司名称		
15	方式键		选择被测件为串联或并联方式。

表 1-3 前面板说明

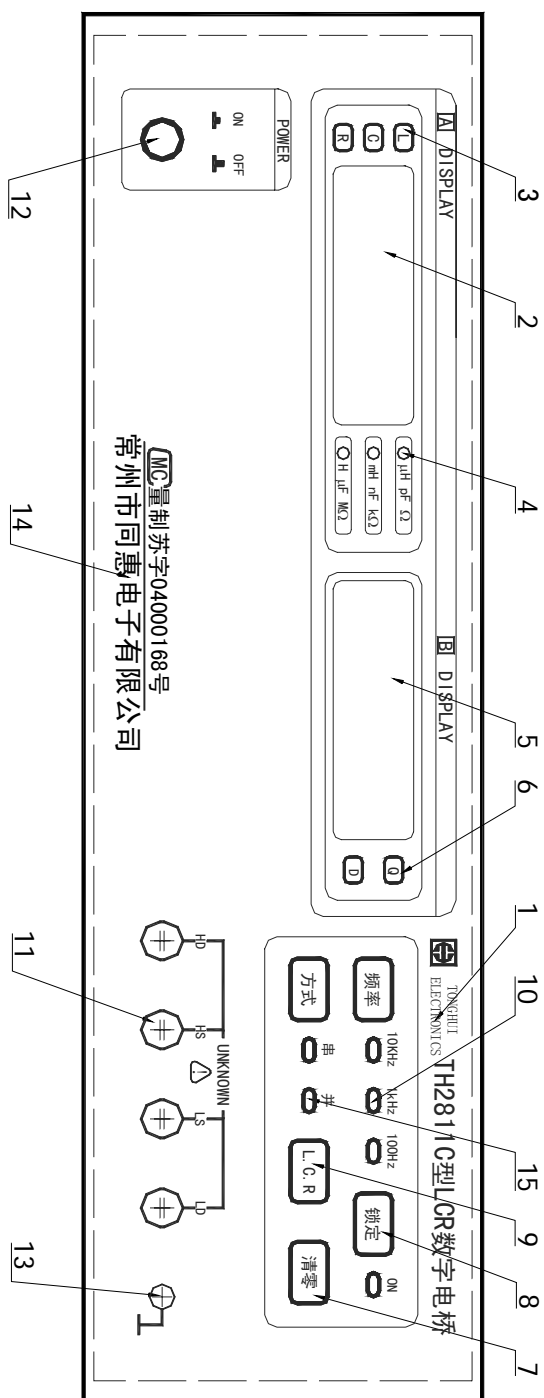


图 1-1 TH2811C/TH2812C 前面板图

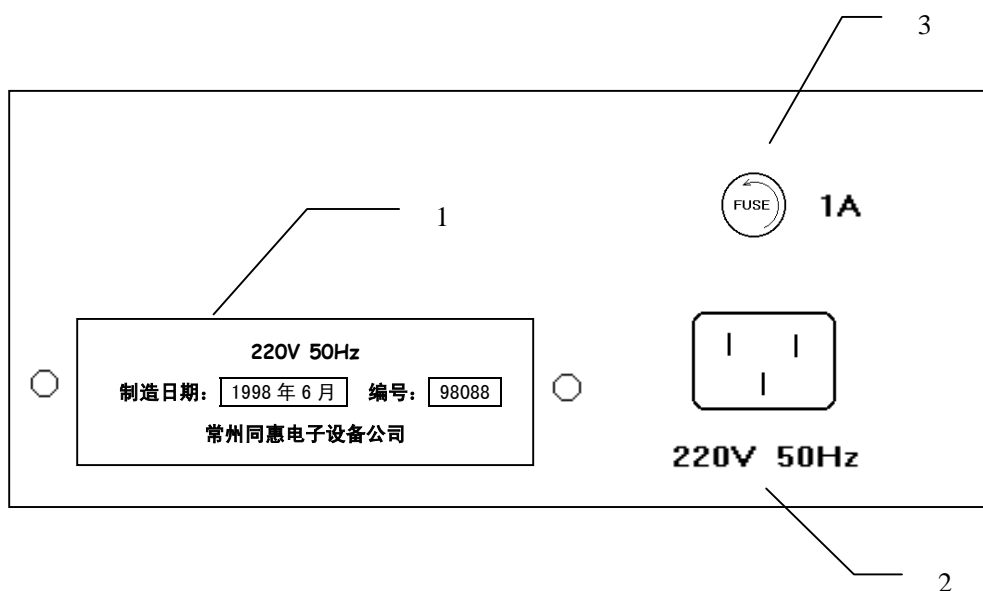


图 1-2 TH2811C/TH2812C 后面板

后面板说明:

序号	名称	说明	功能
1	铭牌		计录生产日期及生产序号。
2	电源插座		220V, 50Hz, 三芯标准插座。
3	保险丝座	1A 保险丝	

表 1-4 后面板说明

1.5 工作环境

仪器基本可适用于任何环境工作，仪器及测试线应远离强电磁场，以免影响正常测量。

第二章 操作说明

2.1 注意事项

- 2.1.1 仪器开箱后，按照仪器装箱单，检查备件是否相符。
- 2.1.2 在对仪器进行操作前，首先应详细阅读该本说明书，或在对本仪器熟悉的人员指导下进行操作，以免产生不必要的疑问。
- 2.1.3 电源输入相线 L，零线 N 应与本仪器电源插头上标志的相线，零线相同。
- 2.1.4 将测试所用夹具或测试电缆连接于本仪器前面板标志为 HD、HS、LS、LD 四个测试端上。使用测试电缆时，应将 HD 与 HS 短接，LD 与 LS 短接。对具有屏蔽外壳的被测件，应把屏蔽层与仪器地“ \perp ”相连。
- 2.1.5 仪器应在技术指标规定的环境中工作，仪器特别是连接试件的测试导线应远离强电磁场，以免对测量产生干扰。
- 2.1.6 仪器测试完毕或排除故障时需打开仪器时，应将电源开关置于 OFF 位置并拔下电源插头。仪器测试夹具或测试电缆应保持清洁，备测试件引脚应保持清洁，以保证试件接触良好，夹具簧片调整至适当的松紧程度。

操作步骤

2.2 操作步骤

2.2.1 电源

插上电源插头，将面板电源开关按至 ON，显示窗口应有不断翻动的数字显示，否则重新启动电源。开机后，仪器功能指示于：

频率	1kHz
方式	串联
锁定	OFF
LCR	C-D

表 2-1 仪器初始状态

预热 10 分钟，待机内达到热平衡后，进行正常测试。

2.2.2 连接被测电容

根据实测试件，选用合适之测试夹具或测试电缆。选用测试电缆应保证 HD、HS、LD、LS 在未端短接。被测试件引线应清洁，与测试端保持良好接触。

2.2.3 测量条件

仪器开机后应根据被测件要求选择相应测量条件。

2.2.3.1 频率

使用者应根据被测件的测试标准或使用要求按**频率**键，选择相应的测量频率，可选择 TH2812C: 100Hz、120Hz、1kHz；TH2811C: 100Hz、1kHz、10kHz。

在本仪器中，采用串联或并联两种等效方式输出测试结果。等效方式由**方式**键转换得到。

在上述两种方式中，品质因数 Q 和损耗 D 是相同的。

2.2.3.2 显示、量程和量程保持

仪器以五位数值显示主参数，使用**LCR**键选择 L、C 和 R，单位如下：

L: μH 、mH、H

C: pF、nF、 μF

R: Ω 、k Ω 、M Ω

本仪器共分三个量程，三个高精密电阻依次对应于各个量程，不同量程决定了不同的测试范围，所有量程构成了仪器完整的测试范围。仪器使用**锁定**键处于 ON 可使量程固定。量程保持推荐在同规格元件批量测试时使用。

锁定处于 OFF 状态，使用者将试件插入后所获得的测量值并不直接送显示，而是首先判断该次测量是否选择了最佳量程，当在最佳量程时才将数据送至显示器显示。在此状态最多可能需两次才能完成一次测量。

当锁定处于 ON 状态时，仪器量程锁定于当前量程，当量程保持时，仪器测试速度为 5 次/秒，仪器不进行量程选择，可提高机内继电器使用寿命，降低仪器故障率。

使用锁定功能时应首先将测试元件中的一个插入测试夹具，待数据稳定后按**锁定**键，此时设定便完成了量程的锁定。

2.2.3.3 等效方式

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。

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。

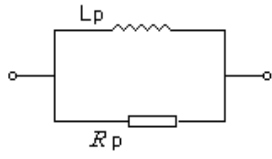
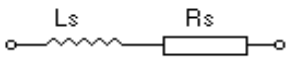
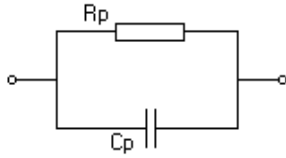
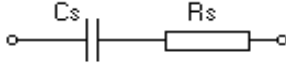
同时，也须根据元件的实际使用情况而决定其等效电路，如对电容器，用于电源滤波时使用串联等效电路，而用于 LC 振荡电路时使用并联等效电路。

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

如下图所示：这里，s 为串联，p 为并联

$$Q = X_s / R_s, \quad D = R_s / X_s, \quad X_s = 1 / 2 \pi F C_s$$

图 2-2 等效方式转换

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

2.2.3.4 清“0”功能（校准）

本仪器通过对存在于测试电缆或测试夹具上的杂散电抗和引线电阻清除以提高仪器测试精度，这些阻抗以串联或并联形式叠加在被测器件上，清“0”功能便是将这些参数测量出来，并将其存储于仪器中，在元件测量时自动将其减掉，从而保证仪器测试的准确性。

仪器清“0”包括两种清“0”校准，短路清“0”和开路清“0”。

本仪器可同时存放两组不同的清“0”参数，即两种频率各一种，相互并不干扰，仪器在不同频率下其分布参数是不同的，因此，在一种频率下清“0”后转换至另一频率时无需重新清“0”。

若使用环境变化较大时（如温度、湿度、电磁场等）应重新清“0”。

为使仪器进行可靠的清“0”，应遵循以下规定：

1. 按[清零]键，仪器显示器 A 显示“CLEAR”，显示器 B 显示“SH”。
2. 使用 TH26010 短路片或低阻导线将测试端可靠短路。
3. 再按[清零]键，仪器短路清“0”，然后 A 显示“CLEAR”，B 显示“OP”。
4. 将仪器测试端开路。
5. 再按[清零]键，仪器开路清“0”后退出清“0”状态。

注：若测试端短路或开路不可靠，按了清零键后，仪器不进

行清“0”操作直接退回测试状态。

第三章 维护

3.1 仪器测试误差概述

3.1.1 仪器测试误差曲线

根据 1.2.4 的技术条件，仪器全范围的测量精度遵循图 3-1 的曲线，满足此曲线均为清“0”后的测量状态。

可以满足基本测试精度的阻抗范围大致如下：

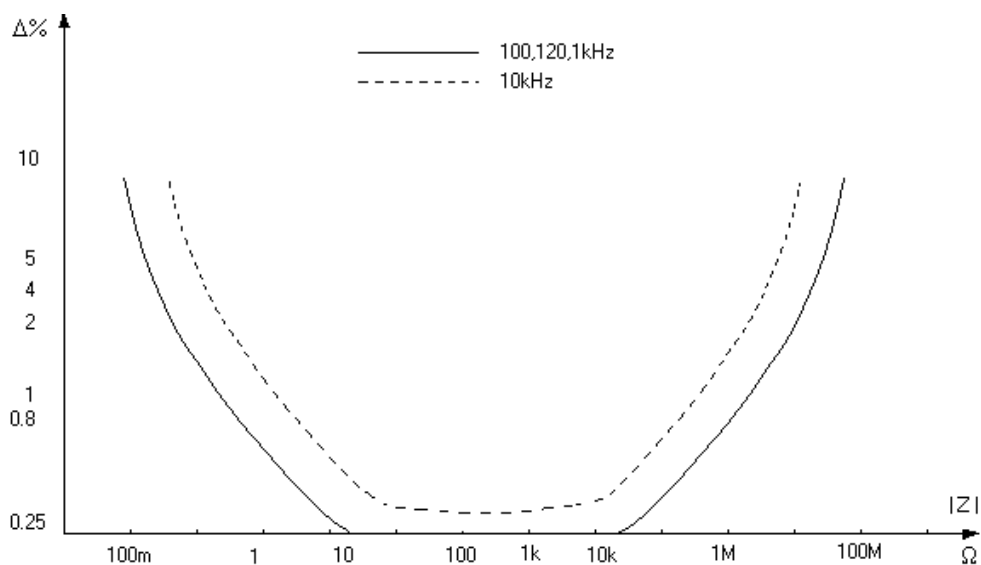


图 3-1 误差曲线

上图中忽略了误差因子 $(1+Dx)$ 或 $(1+1/Q)$ 的影响，实际进行精度计算时应同时考虑其影响。

3.1.2 仪器部件调节

TH2812C/TH2811C 型电桥之固有精度取决于高稳定的晶体振荡器和量程电阻，一般情况下，仪器精度可保持数年不变而无需专门调校。本系列仪器所使用的精度调整器包括三个高频损耗因子 D 相位微调和一个低频 D 相位微调。这些电位器在电路板模拟部分。

损耗线性度调整电位器用于保证各个量程从电容低端到高端损耗的一致性而设定的，仪器在出厂时已调好，若无特殊情况，请不要轻易调整。调整须有生产厂家的授权并在其指导下方可进行。

3.2 用户维修

3.2.1 注意事项

3.2.1.1 本仪器维修需有一定经验的专门人员进行维修；

3.2.1.2 维修时请不要擅自更换仪器内部的标准频率和电阻器件，不能擅自调整可调电位器，对上述部分更动后，仪器需重新对标，以免影响测试精度。

3.2.1.3 由于用户盲目维修，更换仪器部件，造成仪器重大损失者不属保修范围，由用户承担维修费用

3.2.2 仪器性能检查

3.2.2.1 按动各功能键，仪器功能应能准确改变

3.2.2.2 正常运行。仪器已检查了全部工作电路，仪器无需重新调校，因为仪器的频率标准和电阻标准是很稳定的，根据用户实际情况，可用以下器件粗略检查仪器工作情况。

选择以下几只电容器：

名 称	规 格	标准值	电容误差	损耗值
云 母	CY 型	1000pF	0.1%	<.0010
聚苯乙烯	CB 型	10nF	0.1%	<.0010
聚苯乙烯	CB 型	0.1 μ F	0.1%	<.0010
聚丙烯	CBB 型	1 μ F	0.1%	<.0010
聚丙烯	CBB 型	10 μ F	0.1%	<.0010

表 3-1 选择用于调校的电容器

按照上述内容检查仪器误差，上述结果应为容量误差 < 0.3% ，损耗读数 <0.0030 。

3.2.2.3 数据有效性

根据仪器显示数据的跳动情况检查仪器的正常与否是用户经常采用的方法之一。应遵循以下几个原则：

- a. 开机预热十五分钟后进行观察；
- b. 选择测量的电容器应是稳定的，切忌使用电解、瓷介、纸介等类型电容，尽量使用 CB 型、CBB 型、CY 型电容器。使用标准电容器最好。
- c. 跳动数字范围的判定，本仪器尾数跳动范围以其精度的三分之一为允许范围（被测电容器应是稳定的）。例 1kHz 时测 0.1 μ F 电容，其允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，其允许跳动的范围为 $\pm 9 \sim 10$ 个字，其数字可在 99.90 \sim 100.10 间。又如 1kHz 时 1000 μ F 电容器查其精度为 1%，则可跳动的范围为 996.6 \sim 1003.3 μ F。

3.2.3 故障分析

3.2.3.1 注意事项

- a. 需打开仪器进行检查时，首先应断开电源。
- a. 维修前应首先了解仪器的工作原理、框图、电原理图和装配图。
- b. 仪器中，数字信号电平应为低电平，低于 0.5V，高电平高于 3V，或是在这两种状态之间的快速转换脉冲信号。
- c. 某一数字信号源不正常，常会在信号线上产生约为+2V 的电流电平。
- d. 下述故障分析主要针对仪器信号产生、测量、处理等方面故障，若仪器微机部分出现故障，一般请送回当地维修点或本公司维修，以免造成更大的损失。

3.2.3.2 常见故障分析

- a. 开机后死机，此种情况可开、关电源数次，若无法使仪器恢复正常，一般检查数字控制部分 R101、C110 有无损坏，C110 极性是否装反，+5V 电源是否正常。
- b. 由于电容带了较高电压而加于测试端，可能损伤 V205 \sim V208，此时可能仪器读数错误，或数据跳动加剧，一般判断为 R212 (47 Ω 5W) 开路或阻值加大，另继电器 K201 和 K202 可能损坏。除以上现象外，还可能损伤的器件为二极管 V203、V204、V215 \sim V218。
- c. 容量读数正常，损耗 D 明显增大，可能会有两种情况：
 1. 测试端接触不良或夹具不清洁。
 2. N213 (MC4052) 性能变差。
- d. 某一量程测试正常，而某一量程读数出错，可能是 N207 (MC4052) 或继电器 K201 和 K202 可能损坏。
- e. 显示板错误：
 1. 若整个显示板无显示，检查主机。
 2. 某一数码管不亮，检查该数码管对应的公共端有无状态变化，有则数码管坏，无用于驱动的三极管坏。

3. 某一段不亮，则该数码管坏或该段的连线开路。

3.2.4 仪器信号检查

仪器故障根据 3.2.3.2 不能解决或不属以上问题之一，则需对仪器进行更深一步的检查分析。以下检查未指出问题所在，但各点信号检查于本手册不符则在该部分进行检查。

3.2.4.1 电源

在出现任何故障进行检查前，首先应检查电源部分是否正常。

引出脚号	标准	电压	功能
N503-2	+5V	+5V \pm 0.3V	供数字电路
N503-3	DGND	0V	数 字 地
N501-3	+8V	+8V \pm 0.3V	供模拟电路
N501-2	AGND	0V	模 拟 地
N502-3	-8V	-8V \pm 0.4V	供模拟电路

3.2.4.2 测试信号产生

此部分分为两个方面：1) 频率信号；2) 正弦信号产生以下各信号均用示波器进行检查。

a. 检查数字部分

- 1、 D116 (74LS04) 之 8 脚为 7。68MHz 时钟信号
- 2、 D109 (74LS93) 之 3 脚为 2.56MHz (TH2811C)、1.536MHz (TH2812C) 方波信号
- 3、 D110 (74LS93) 之 2 脚为 256kHz (TH2811C)、153.6MHz (TH2812C) 方波信号
- 4、 D112、D113 (74LS163) 之 2 脚为 256kHz 方波信号 (频率选择在 1kHz)
- 5、 以下频率选择在 1kHz，D114 应有如下信号：
 1. 1kHz 2. 2kHz 3. 4kHz 4. 8kHz
 5. 16kHz 16. 32kHz 17. 64kHz 18. 128 kHz

b. 模拟部分电路

- 1、 N202-6 应有 10 Vp~p (峰-峰) 的阶梯正弦波
- 2、 R212-1 应有 0.3Vrms (有效值) 或 0.8V (峰-峰) 的正弦波，此信号经过限流电阻后加至被测电容上。

3.2.4.3 差分放大及鉴相 A/D 信号检查

流过被测件上的电流及电压信号由 N213 切换，经 N214 差分放大后送至鉴相器。

检测 N214 之 8 脚输出, 应有两个幅度不同、不断交替变换的正弦波信号, 这两个信号即为经过差分放大后的电压、电流信号。

当测试端被测件去掉后, 上述电流信号将为 0 电平; 当测试端短路后, 上述电压信号将为 0 电平。

检测 N216 之 1 脚输出, 此为鉴相输出, 此信号交流成分为测试信号的两倍, 且为阶梯形式, 并有一定的直流成分, 每组有八个, 即电流、电压信号在 0° 、 90° 、 180° 、 270° 各进行一次鉴相。信号形式:

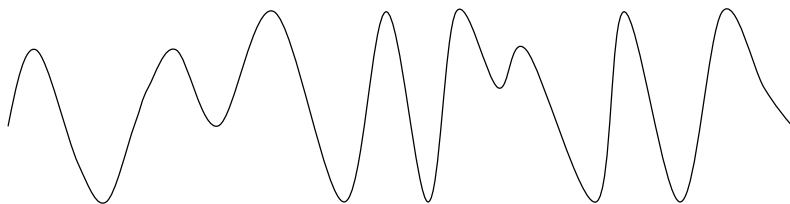


图 3-1 鉴相信号形式

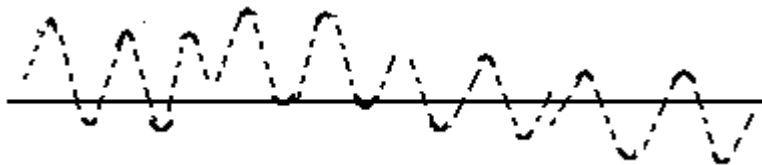


图 3-2 鉴相信号波形

由于 A/D 转换器在微处理器控制下形成一闭环系统, 若 A/D 控制部分微机控制电路发生故障, 一般请送回本公司或当地维修点进行维修, 此处不再详述。

上述信号在检查时若有误, 则可在本级进行排除。

3.2.5 基准

模拟信号的定标、发生及 A/D 转换、比较均与仪器内一基准有密切的关系, 本系列仪器由两片 MC1403 级联而成+5V 基准。用示波器观察 V219 的 3 脚应为 +5V 直流信号或用数字万用表测量应为精确的 +5V 直流电压。

注意

在本系列仪器中, 模拟信号地和数字信号地 (分别标为 AGND 、 DGND) 是绝对开的, 仅在电源进行一点连接, 维修时切忌将此两点连接, 否则将产生意想不到的错误。

第四章 成套及保修

4.1 成套

仪器出厂时应具备以下几项内容：

- | | |
|---------------------------------|-----|
| 1. TH2812C/TH2811C 型 L C R 数字电桥 | 1 台 |
| 2. TH26001 测量夹具 | 1 只 |
| 3. TH26004 五端测试电缆 | 1 付 |
| 4. TH26010 短路片 | 1 只 |
| 5. 三芯电源线 | 1 根 |
| 6. 保险丝 | 2 只 |
| 7. 使用说明书 | 1 份 |
| 8. 产品合格证 | 1 张 |
| 9. 保修卡 | 1 张 |
| 10. 测试报告 | 1 张 |

用户收到仪器后，开箱检查对照装箱单应核对上述内容，若发生遗缺，请立即与本公司或经营部门联系。 若公司对仪器附件有所调整，以装箱单所示内容为准。

4.2 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，保修期十八个月。保修时应出具该仪器的保修卡。本公司对所有发外仪器实行终生维修的服务。

保修期内，由于使用者操作不当而损坏仪器者，维修费由用户承担。

若公司对保修有新规定，以公司通知为准。