

East Tester[®]

ET4501/4502/4510 台式 LCR 数字电桥 操作手册



杭州中创电子有限公司

目录

1 安装.....	1
2 简介.....	2
2.1 一般技术规格.....	2
3 快速参考.....	3
3.1 前面板.....	3
3.2 按键介绍.....	3
3.2.1 开关机键.....	3
3.2.2 方向键.....	3
3.2.3 基本功能键.....	3
3.3 后面板介绍.....	5
3.4 用户界面.....	5
3.4.1 测量显示界面.....	5
3.4.2 测量设置界面.....	6
3.4.3 列表扫描界面.....	6
3.4.4 系统设置界面.....	6
4 基本功能操作.....	6
4.1 开关机.....	6
4.2 参数选择.....	6
4.2.1 频率选择.....	6
4.2.2 电平选择.....	7
4.2.3 偏置选择.....	7
4.2.4 量程选择.....	8
4.2.5 输出阻抗选择.....	8
4.2.6 测量显示速度选择.....	8
4.2.7 主参数选择.....	8
4.2.8 副参数选择.....	8
4.2.9 等效方式选择.....	8
4.2.10 比较器设置.....	8
4.2.11 列表扫描功能.....	10
4.2.12 DCR 模式.....	10
4.2.13 电解电容模式.....	11
4.2.14 相对功能.....	11
4.2.15 数据保持功能.....	11
4.2.16 数据记录功能（最大值、最小值、平均值）.....	12
4.2.17 校正功能.....	12
4.2.18 背光亮度设置.....	12
4.2.19 开机参数设置.....	13
4.2.20 蜂鸣器开关设置.....	13
5 基本性能指标.....	14
5.1 测量参数.....	14
5.2 等效方式.....	14
5.3 基本准确度.....	15
5.4 DCR 测量准确度.....	16
5.5 测试信号频率.....	16
5.6 测试信号电平.....	17
5.7 输出阻抗.....	17
5.8 测量显示范围.....	17
6 外部接口使用说明.....	17
6.1 USB 接口.....	17
6.2 RS232 接口.....	17
7 SCPI 命令参考.....	17
8 注意事项和保修.....	17

1 安装

本章讲述当您收到仪器后必须进行的一些检查，并且在安装使用仪器之前必须了解和具备的条件。

1.1 开箱检查

感谢您购买和使用我公司产品，在您使用本仪器前请首先根据说明书最后一章“保修”的事项进行确认，若有不符可尽快与我公司联系，以维护您的利益。确认电桥随附下列物品，其中可选附件只有订购才随附与产品。如果有任何物品缺失，请联系距您最近的销售办事处。

标配附件：

- 四端对开尔文测试电缆(35A51)。
- 三芯电源线(30A51)。
- 用户手册一份。

可选附件：

- RS232 串口线/USB 数据线。
- Handle 电缆。
- 四端对开尔文测试夹具(含短路块)
- SMD 贴片元件测试夹具(含短路块)

1.2 电源连接

- (1) 供电电压范围：220V AC \pm 10%，或 110V AC \pm 10%。
- (2) 供电频率范围：45-65Hz。
- (3) 电源输入相线 L、零线 N、地线 E 应与本仪器电源插头相同。
- (4) 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噪声的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。

警告：为了防止漏电对仪器或人造成伤害，用户必须保证供电电源的地线可靠接到大地上。

1.3 保险丝

仪器出厂已配备了保险丝，用户应使用本公司配备的保险丝。

1.4 周围环境

- (1) 请不要在多尘、多震动、日光直射、有腐蚀气体下使用。
- (2) 仪器正常工作温度 0 $^{\circ}$ C~40 $^{\circ}$ C,湿度 15%至 85%，因此请尽量在此条件下使用仪器，以保证测量的准确度。
- (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噪声的环境下使用，如果无法避免，请安装电源滤波器。
- (4) 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 0 $^{\circ}$ C~40 $^{\circ}$ 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。
- (5) 仪器特别是连接被测件的测试导线应远离强电磁场，以免对测量产生干扰。

1.5 使用测试夹具

请使用本公司配备的测试夹具或测试电缆，用户自制或其他公司的测试夹具或测试电缆可能会导致不正确的测量结果。仪器测试夹具或测试电缆应保持清洁，被测试器件引脚保持清洁，以保证被测器件与夹具接触良好。

将测试夹具或测试电缆连接于本仪器前面板的 Hforce、Hsense、Lsense、Lforce 四个测试端上。对具有屏蔽外壳的被测件，可以把屏蔽层与仪器地相连。

注：没有安装测试夹具或测试电缆时，仪器将显示一个不稳定的测量结果。

1.6 预热和连续工作时间

- (1)为保证仪器精确测量，开机预热时间应不少于 30 分钟；持续工作时间应小于 16 小时。
- (2)请勿频繁开关仪器，以引起内部数据混乱。

1.7 仪器的其它特性

- (1)功耗：小于 20W。
- (2)外形尺寸：265mm*105mm*305mm(宽*高*长)。

2 简介

ET45 系列台式电桥集 3.5 寸 TFT 显示、友好的用户交互界面、多种测量参数组合于一身。USB 与 RS232 可以方便用户进行远程操作，并且可以使用 Handle 进行元器件的分选。在功能上不仅输出频率及测试电平连续可调，而且还可以在测量的过程中记录元器件的值。在性能参数上，基本准确度达到 0.2%。本手册以 ET4510 为例。

- 测量频率最高 100kHz
- 测试电平 10~2000mV
- 支持直流电阻、电解电容测量
- 内部偏置电压输出（1mV-1500mV）
- 元件测量自动识别
- 3.5 寸 TFT 显示，5 位半显示
- USB、RS232 通讯接口、Handle 分选
- 数据记录功能（最大最小值、平均值）
- 支持 SCPI 通讯协议
- 提供系统设置，可根据自己要求配置语言、蜂鸣器、屏幕亮度等
- 基本准确度 0.2%
- 手动和自动量程
- 具有开路短路校正
- 比较器分选、报警功能
- 提供多种测试端口

型号	ET4501	ET4502	ET4510
显示位数	主参数：5 位；副参数：5 位		
测量参数	主参数：L/C/R/Z；副参数：X/D/Q/θ/ESR		
测量范围(L)	0.01μH - 9999H		
测量范围(C)	0.01pF - 99999μF		
测量范围(R)	0.0001Ω - 99.99MΩ		
基本准确度	0.2%		
测试频率(Hz)	10~10kHz 连续可调， 1Hz 步进	10~20kHz 连续可调， 1Hz 步进	10~100kHz 连续可调， 1Hz 步进
测量显示速度	2 次/秒(慢速)、4 次/秒(中速)、8 次/秒(快速)		
内部偏置	0-1500mV 可调，1mV 步进		
测试电平	0.1~2V 电平连续可调，1mV 步进		
校正功能	开路校正、短路校正		
筛选功能	筛选极限范围可设定-50%~+50%，其中固定点为 1%，5%，10%，20%		
比较器分选	五档分选,三档合格,一档不合格,一个附属档		
通讯接口	标配：USB、RS232(或 485)、Handle 接口；选配：GPIB、USB Host		
其它	支持 DCR、电解电容测量模式、背光亮度可调、中英文可选		

2.1 一般技术规格

- 电源电压：220V AC±10%，或 110V AC ±10%，45-65Hz。
- 工作环境：0~40℃，相对湿度<80%。
- 储存环境：-10~50℃，相对湿度<80%。

- 外形尺寸：265mm*105mm*305mm(宽*高*深)。
- 质量：2.3kg。
- 功耗：<10W

3 快速参考

3.1 前面板

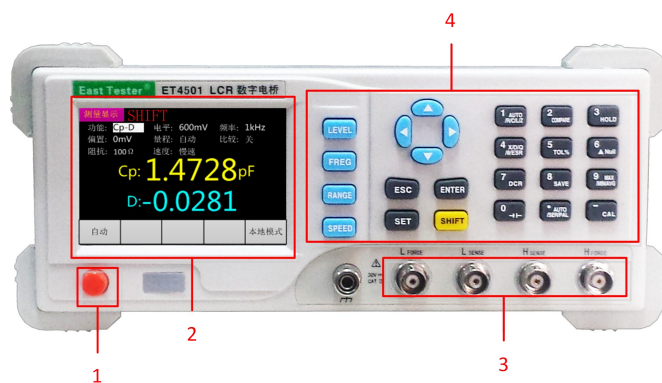


图 3-1 前面板示意图

序号	说明
1	电源按键
2	3.5 寸显示屏。
3	测试夹插孔。
4	基本功能键。

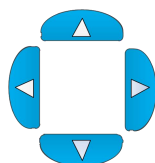
3.2 按键介绍

3.2.1 开关机键



开机/关机键：接上电源后，按下为开机，弹起为关机。

3.2.2 方向键



在测量显示界面左右方向键控制光标移动，上下方向键选择参数。
在系统设置界面上下方向键控制光标移动，左右方向键选择参数。

3.2.3 基本功能键



快速切换固定点电平。



快速切换固定点频率。



快速切换测试量程。



快速切换测试速度。



取消输入。

SET 快速在“测量显示”、“系统设置”两个界面之间切换。

ENTER 按下使得测量条件（电平/频率/偏置等）进入输入状态，再次按下退出输入状态。

SHIFT 在输入状态下，按下此键，界面显示 SHIFT，数字键生效。

1 AUTO/R /C/L/Z 快速切换主参数，在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 1。

2 COMPARE 快速切换比较器设置和测量显示界面，在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 2

3 HOLD 开启数据保持功能。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 3。

4 X/D/Q/θ /ESR 快速切换副参数。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 4。

5 TOL% 快速设置容限的值（仅在比较器界面有效）。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 4。

6 ▲Null 快速切换正常显示和相对显示。（仅在比较器界面有效，掉电部丢失）。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 6。

7 DCR 快速切换 DCR 直流电阻测试功能。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 7。

8 SAVE 快速保存当前设置的比较器参数。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 8。

9 MAX /MIN/AVG 记录该段时间测量的最大值/最小值/平均值。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 9。

0 -|(- 快速切换点解电容模式。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表数字 0。

. AUTO/ SER/PAL 快速切换等效方式。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表小数点。

- CAL 按下进入开路短路校准模式，再次按下则进入校准状态，校准完成后，再次按下，退出校准模式，回到正常模式下。在输入模式下，界面显示 SHIFT 时，代表符号 ‘-’

3.3 后面板介绍

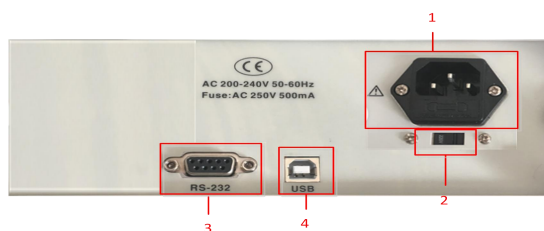


图 3-2 后面板

序列	说明
1	电源插孔：交流 220V/50Hz 供电电源输入插座。
2	电压选择器：110V/60Hz VAC 或 220V/50Hz VAC。
3	RS232 接口。
4	USB Device 接口。

3.4 用户界面

3.4.1 测量显示界面



图 3-3 测量显示界面

1 页标题：用于标识显示的页面。分别有测量显示/测量设置/系统设置三个页面。
SHIFT 显示时，在输入模式下，数字键有效。

- 2 测量参数设置
- 3 主/副参数显示
- 4 消息栏

- 4.1 数据自动/保持。
- 4.2 相对显示
- 4.3 MAX/MIN/AVG 标签显示。
- 4.4 MAX/MIN/AVG 值显示。

4.5 本地模式/远程模式。注意：在远程模式下，键盘无法使用，进入远程模式后，需手动发指令回到本地模式(仪器启动默认状态为本地模式)。

3.4.2 测量设置界面



图 3-4 测量显示界面

3.4.3 列表扫描界面



图 3-5 列表扫描界面

3.4.4 系统设置界面



图 3-6 系统设置界面

4 基本功能操作

4.1 开关机

接上电源线，按下电源键，仪器开机，进入测量界面（默认），电源键弹起，机器关机。

4.2 参数选择

4.2.1 频率选择

第一步：开机即进入测量显示界面，界面显示如图 4-1。

第二步：通过左右方向键将光标切换至频率显示区域，或者通过按 **FREQ** 切换至下一个频率点。（常用的频率列表为：100Hz、120Hz、200Hz、400Hz、800Hz、1k、2k、

4k、8k、10k、15k、20k、40K、50K、80K、100K)

第三步：您可以：

1. 通过按下上下方向键增加或者减少频率（常用频率列表如上所示）。界面显示如图 4-2。
2. 按 **ENTER** 键，进入频率设置。在输入状态下，可通过左右方向键选择所需改变的数字位，被选择位反显，通过上下方向键改变该位的数值（上方向键表示+，数值+1，下方向键表示-，数值-1）。选择完之后按 **ENTER** 键确定。当 **SHIFT** 键按下时，数字键有效。通过左右方向键选择所需要改变的数字位，直接按下数字键，即可改变其值。



图 4-1



图 4-2

4.2.2 电平选择

第一步：开机即进入测量显示界面，通过左右方向键将光标移至电平处。

第二步：通过左右方向键将光标切换至电平显示区域，或者可以直接按 **LEVEL** 切换至下一个测试电平（常用的测试电平列表为 100mV、300mV、600mV、1V、1.5V、2V）。

第三步：您可以：

1. 通过上下方向键增加或减小测试电平（常用的测试电平如上所示）。
2. 参考频率设置的方法三。


4.2.3 偏置选择


开机即进入测量显示界面，通过左右方向键将光标移动到偏置处，按 **ENTER** 键进入电平自行设定界面，界面如图 4-3。



图 4-3

显示界面中偏置值为当前偏置值（例如选择前偏置为 1V，则界面中电平为 1000mV），可通过左右方向键选择所需改变的数字位，被选择位反显，通过上下方向键改变该位的数值

（上方向键表示+，数值+1，下方向键表示-，数值-1）。设置完成后按  键退出。当


 键按下时，数字键有效。通过左右方向键选择所需要改变的数字位，直接按下数字键，即可改变其值。键按下时，数字键有效。通过左右方向键选择所需要改变的数字位，直接按下数字键，即可改变其值。

4.2.4 量程选择

方法一：

开机即进入测量显示界面，通过左右方向键将光标移动到量程处，通过上下方向键切换量程（AUTO、30Ω、100Ω、300Ω、1kΩ、3kΩ、10kΩ、30kΩ、100kΩ）。

方法二：

按  键直接切换到下一量程，同时光标移动到量程处。

4.2.5 输出阻抗选择


内阻是测试信号源的输出阻抗，本仪器提供两种内阻选择：30Ω和 100Ω。进入测量显示界面，通过左右方向键将光标移动到阻抗处，通过上下方向键切换输出阻抗（30Ω、100Ω）。在默认状态下，输出阻抗为 100Ω。（注：对于非电流敏感的特别是低阻抗的测试件，推荐使用 30Ω源内阻。）

4.2.6 测量显示速度选择

方法一：

开机即进入测量显示界面，通过左右方向键将光标移动到量程处，通过上下方向键切换速度（快速、中速、慢速）。

方法二：

开机即进入测量显示界面，按  键切换到下一测量速度（快速、中速、慢速）。


4.2.7 主参数选择

开机即进入测量显示界面，按  键切换到下一主参数（AUTO、R、C、L、Z）。当主参数选择 AUTO 时，功能区域有“AUTO”字样显示。

4.2.8 副参数选择

开机即进入测量显示界面，按  键切换到下一副参数（X、D、Q、θ、ESR）。

4.2.9 等效方式选择

按  键切换到下一等效方式（AUTO、SER、PAL）。

4.2.10 比较器设置

（1）标称值选择

第一步：开机即进入测量显示界面，仪器测试夹上放置与需要标称值相近的元件。

第二步：按 **2** **COMPARE** 键打开测量设置界面，此时光标的位置默认在标称值处，标称值即为被测元件的值，且标称保留小数点后一位的值，但是不得小于最小单位（例如，被测元件值为 1.0694kΩ，则标称为 1.1kΩ；例如，被测元件值为 330.92Ω，则标称为 330.9Ω）。

若此时标称值并不是所需的标称值，则通过左右方向键将光标移至标称处，按 **ENTER** 键进入标称值修改界面。界面如图 4-4。注意：每次进入测量设置界面，都会主动根据当前的测量值更新标称值。



图 4-4

(2) 比较器开关

方法一：

在测量显示界面，通过左右方向键，将光标移至比较器处，再通过上下方向键来打开/关闭比较器。

方法二：

在比较器设置界面，通过上下方向键，将光标移至比较器处，再通过左右方向键来打开/关闭比较器。

(3) 容限选择

方法一：

第一步：开机即进入测量显示界面，按 **2** **COMPARE** 键进入测量设置界面，界面如图 4-5。

第二步：通过方向键，将光标移至设置档位的上下限位置处，按下 **5** **TOL%** 键切换到下一个容限值（1%、5%、10%、20%）。如图 4-6

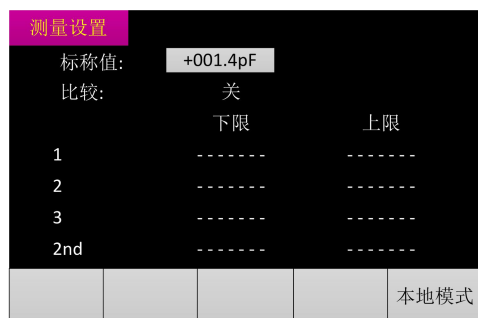


图 4-5



图 4-6

方法二：

第一步：同方法一。

第二步：通过左右方向键将光标移至容限值处，短按 **ENTER** 键进入自定义容限值界面 (-50.00%~+50%，分辨率 0.01%)。设置方法可参考频率的自定义设置。

(4) 分选机制

P1,P2,P3 用来指示主参数合格与否,如果不合格则 OUT 标识显示在测量显示界面上(在比较器打开的情况下),分选结束。合格则 P1~P3 在测量显示里显示 1/2/3,继续执行副参数比较,如果副参数进行了设置,并且副参不在范围内,则显示 AUX。

AUX 用来指示副参数合格与否,如果主参合格,副参不合格在显示 AUX 显示。

NG 主副其中一项不合格则 OUT 显示。如图 4-7

比较流程如图 4-8 所示:



图 4-7

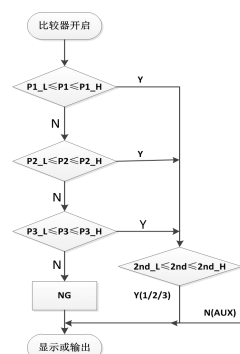


图 4-8

注意: 若想保存当前设置的容限值时,按下 **8 SAVE** 键,即可保存。保存后,关机后设置的数据不丢失。

4.2.11 列表扫描功能

开机即进入测量显示界面,通过左右方向键将光标移动到列表开关处,通过上下方向键切换开关进入列表扫描界面。如图 4-9、4-10 所示。列表扫描功能可对 7 组频率进行循环扫描,并与标称值进行比较,得出比较结果。扫描模式分为步进和顺序扫描。将频率和上下限容限值设好,再把扫描显示打开,则可得到测量值和比较结果。比较结果“H”: 大于上限,“L”: 小于下限,“I”: 在两者范围内。



图 4-9



图 4-10

4.2.12 DCR 模式

按 **7 DCR** 进入 DCR 直流电阻测量模式。界面如图 4-11。



图 4-11

4.2.13 电解电容模式


按  进入电解电容模式。界面如图 4-12。



图 4-12

4.2.14 相对功能


短按  键打开并以当前数值为参考值，副参数显示参考值，主参数显示相对值，界面如图 4-13。



图 4-13

4.2.15 数据保持功能

按  键打开数据保持功能；再次按  键关闭该功能。界面如图 4-14



图 4-15

4.2.16 数据记录功能（最大值、最小值、平均值）

按 **9 MAX /MIN/AVG** 键可切换选择显示最大值、最小值、平均值。按键周期为 4 次一循环。即按下第一次显示最大值，按下第二次显示最小值，按下第三次显示平均值，按下第四次，退出记录模式。界面如图 4-16。



图 4-16

4.2.17 校正功能

校正功能	描述	典型用法	模型
开路校正	补偿测试夹具引起的杂散导纳	高阻抗测量	
短路校正	补偿测试夹具引起的剩余阻抗	低阻抗测量	
开路/短路校正	补偿测试夹具引起的杂散导纳和剩余阻抗	精密测量	----

第一步：按 **CAL** 键进入校正界面，界面如图 4-17，此刻如果不想进行校正，则通过按主参数功能键 **1 AUTO/R /C/L/Z** 键进行退出，在该模式下，仅 **CAL** 键和主参数功能键 **1 AUTO/R /C/L/Z** 键有效。（开路：OPEN，短路 SHORT，两者都不是：ERROR）。将测试夹具接镀金短路板(短路)或夹具外部不接（开路）。



图 4-17

第二步：再按 **CAL** 键进行开路或者短路校正（自动识别开路、短路，开路 OPEN，短路 SHORT），界面如图 4-18（伴随着校正进度，数字会加 1）。若校正成功，在原来显示“数字”的位置显示“success”，如图 4-19 所示，再次按 **CAL** 键回到测量显示界面。



图 4-18



图 4-19

4.2.18 背光亮度设置

第一步：开机即进入测量显示界面，按 **SET** 键进入系统设置界面。

第二步：通过上下方向键将光标移至“亮度调节”处，再通过左右方向键切换背光亮度（30%、50%、70%、100%）。

4.2.19 开机参数设置

第一步：开机即进入测量显示界面，按 **SET** 键进入系统设置界面。

第二步：通过上下方向键将光标移至“开机设置”处，再通过左右方向键切换开机设置（默认值、上次值）。

4.2.20 蜂鸣器开关设置

第一步：开机即进入测量显示界面，按 **SET** 键进入系统设置界面。

第二步：通过左右方向键将光标移至“蜂鸣器”处，再通过上下方向键切换蜂鸣器开关（打开、关闭）。

系统设置参数可选范围见下表。

系统语言	中文、英文
亮度调节	30%、50%、70%、100%
开机设置	默认值、上次值
蜂鸣器	关闭、打开

5 基本性能指标

5.1 测量参数

- (1) 主参数：L：电感；C：电容；R：电阻；Z：阻抗。
 (2) 副参数：X：电抗；D：损耗；Q：品质因数； θ ：阻抗角 ESR：串联等效电阻。
 (3) 测量参数组合：主参和任意副参组合


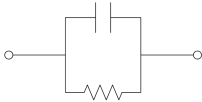

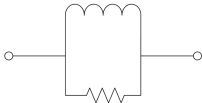

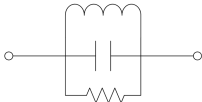
5.2 等效方式

SER：串联； PAR：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。两种等效电路可通过表等效电路转换所列公式进行转换。对于 Q 和 D 无论何种等效方式均是相同的。

串联/并联电路模型

如下描述了 6 种串联和并联等效电路的电路模型和公式：电容、电感和电阻。公式包含所有的首测量和次测量类型。

电容 (C)	串联原理图	并联原理图
		
	串联公式	并联公式
	$C_s = C_p(1 + D^2)$	$C_p = \frac{C_s}{(1 + D^2)}$
电感 (L)	串联原理图	并联原理图
		
	串联公式	并联公式
	$L_s = \frac{L_p}{(1 + \frac{1}{Q^2})}$	$L_p = L_s(1 + \frac{1}{Q^2})$
电阻 (R)	串联原理图	并联原理图
		
	串联公式	并联公式

$$R_s = \frac{R_p}{(1+Q^2)} \quad R_p = R_s(1+Q^2)$$

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。

5.3 基本准确度

下列数据在以下条件下测得：

- 温度条件：23℃±5℃
- 湿度条件：≤65% R.H.
- 零值调整：测试前开路和短路清零
- 预热时间：>30 分钟
- 校准时间：12 个月

C: $0.20\% * (1 + C_x/C_{max} + C_{min}/C_x)(1+D_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

L: $0.20\% * (1 + L_x/L_{max} + L_{min}/L_x)(1+1/Q_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

Z: $0.20\% * (1 + Z_x/Z_{max} + Z_{min}/Z_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

R: $0.20\% * (1 + R_x/R_{max} + R_{min}/R_x)(1+Q_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

D: $0.20\% * (1 + Z_x/Z_{max} + Z_{min}/Z_x)(1+D_x+D_x * D_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

Q: $0.20\% * (1 + Z_x/Z_{max} + Z_{min}/Z_x)(Q_x+1/Q_x)(1+k_s+k_v+k_f)$;

其中：

1. L, C, R, Z 为相对误差；D, Q, θ 为绝对误差
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

影响准确度的测量参数最大值、最小值

频率(Hz)	100	120	200	400	800	1K	2K	4K	8K	10K
Cmax	800	667	400	200	100	80	40	20	10	8
Cmin	1500	1250	750	375	187	150	75	37.5	18.7	15
Lmax	1590	1325	795	397.5	198.8	159	79.5	39.8	19.9	15.9
Lmin	3.2	2.6	1.6	0.8	0.4	0.32	0.16	0.08	0.04	0.032
Z/Rmax	1									
Z/Rmin	1.59									

频率(Hz)	15K	20K	40K	50K	80K	100K
Cmax	5.3	4	2	1.6	1	0.8
Cmin	10	7.5	3.75	3	1.87	1.5
Lmax	10.6	7.95	3.98	3.18	1.99	1.59
Lmin	0.021	0.016	0.008	0.0064	0.004	0.0032
Z/Rmax	1					
Z/Rmin	1.59					

其中：Cmax 的单位为 uF；Cmin 的单位为 pF；Lmax 的单位为 H；Lmin 的单位为 mH；Zmax/Rmax 单位为 M Ω ；Zmin/Rmin 单位为 Ω ；

测量速度误差因子 k_s ：

速度模式	慢速	中速	快速
k_s	0	1	8

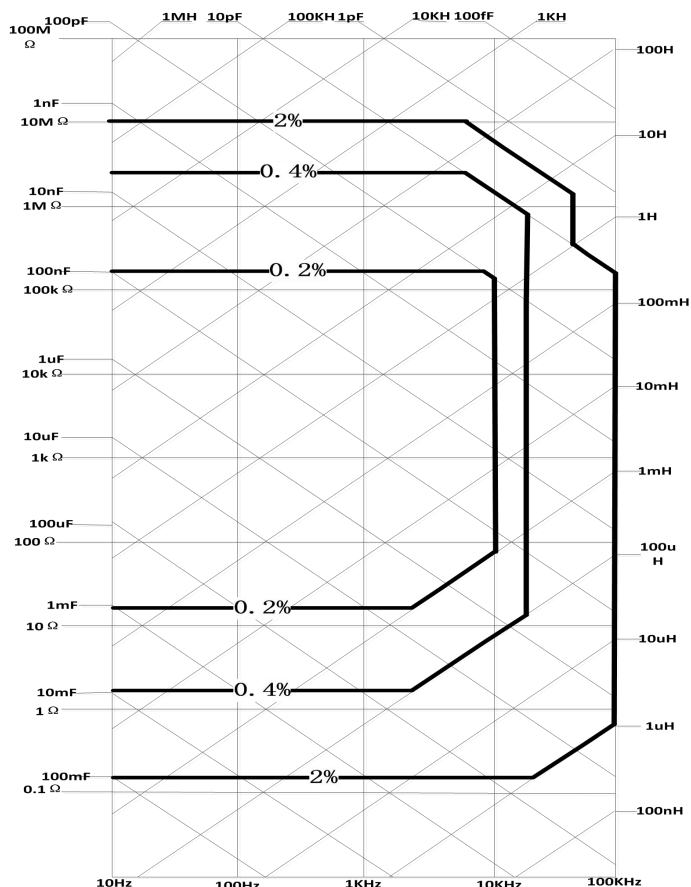
测量频率误差因子 kf:

频率 (Hz)	100~1K	2K~10K	15K	20K	40K	50K	80K	100K
kf	0	0.5	1	2	2	3	3	3

测量电平误差因子 kv:

电平 (mV)	100	300	600	1000	1500	2000
kv	10	3	1	0	1	2

1V 测试电平,慢速时,使用开尔文夹量准确度如下:



5.4 DCR 测量准确度

量程	显示范围	准确度 Re
100MΩ	20.00MΩ~99.99MΩ	10.0%+20 字
20MΩ	10.00MΩ~20.00MΩ	5.0%+10 字
10MΩ	4.000MΩ~9.999MΩ	2.0%+5 字
4MΩ	400.0kΩ~3.9999MΩ	1.2%+3 字
400kΩ	40.00kΩ~399.99kΩ	0.3%+3 字
40kΩ	4.000kΩ~39.999kΩ	0.2%+2 字
4kΩ	400.0Ω~3.9999kΩ	0.2%+2 字
400Ω	40.00Ω~399.99Ω	0.2%+2 字
40Ω	4.000Ω~39.999Ω	0.3%+3 字
4Ω	0.400Ω~3.999Ω	1.0%+5 字
0.4Ω	0.000Ω~0.399Ω	3.0%+10 字

5.5 测试信号频率

频率准确度: 0.02%

5.6 测试信号电平

测试电平准确度：10%。

5.7 输出阻抗

输出阻抗准确度：5%。

5.8 测量显示范围

参数		显示范围
L	100Hz~1KHz	1 μ H~9999H
	1KHz~10KHz	0.1 μ H~999.9H
	10KHz~100KHz	0.01 μ H~99.99H
C	100Hz~1KHz	0.1pF~99.999mF
	1KHz~10KHz	0.1pF~1000 μ F
	10KHz~100KHz	0.01pF~100 μ F
R/Z/X		0.0001 Ω ~99.99M Ω
D		0.0001~99999
Q		0.0001~99999
θ		-180.000deg~180.000deg
ESR		0.0001 Ω ~99.99M Ω

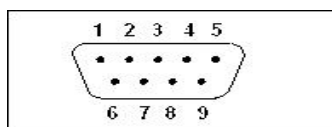
6 外部接口使用说明

6.1 USB 接口

USB 通讯接口，实现与电脑的联机通讯。（通讯协议参考 SCPI 部分）

6.2 RS232 接口

RS232 连接器使用9 芯针式DB 型插座，引脚顺序如下图所示：



引脚定义：2脚：RXD（接收数据）、3脚：TXD（发送数据）、5脚：GND（接地）

7 SCPI 命令参考

略。（如有需要，请联系厂家索要。）

8 注意事项和保修

8.1 包装

测量仪器一般应用塑料袋连同附件、备件、使用说明书和产品合格证等装在防尘、防震和防潮的坚固包装箱中。

8.2 运输

测量仪器在运输过程中应小心轻放、防潮、防淋。

8.3 贮存

测量仪器贮存在环境温度为 5 $^{\circ}$ C~40 $^{\circ}$ C，相对湿度 15%至 85%的通风室内，空气中不应含有腐蚀测量仪的有害杂质。

8.4 保修

本仪器维修须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，须重新计量校准，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。