

AT828/827

手持式 LCR 数字电桥



用户手册

扫码观看
操作视频



目录

目录	2
插图目录	5
表格目录	6
1. 安装和设置向导	7
1.1 装箱清单	7
1.2 电源要求	7
1.3 操作环境	7
1.4 清洗	7
1.5 更换电池	8
2. 概述	9
2.1 引言	9
2.2 测量功能	9
2.2.1 测量参数	9
2.2.2 等效方式	10
2.2.3 量程	10
2.2.4 测试速度	10
2.2.5 基本准确度	11
2.2.6 测量显示范围	11
2.3 信号源	12
2.3.1 测试频率	12
2.3.2 测试电平	12
2.3.3 源内阻	12
2.4 主要功能	12
2.4.1 校准功能	12
2.4.2 比较器功能	12
2.4.3 系统设置	12
2.4.4 接口	12
3. 开始	13
3.1 前面板	13
3.2 接口	14
3.2.1 电池充电功能	14
3.3 开机	15
3.4 测试端的连接	15
4. [MEAS DISPLAY] 测量页面	16
4.1 [MEAS DISPLAY] - 测量显示页	16
4.1.1 FUNC - 测量功能	16
4.1.2 FREQ - 测试频率	17
4.1.3 LEVEL - 测试电平	17
4.1.4 RANGE - 测试量程	17

4.1.5	SPEED - 测试速度	18
4.1.6	EQU - 等效方式	18
4.1.7	HOLD - 数据保持	19
5.	[SETUP] 设置页面	20
5.1	[SETUP] 设置页	20
5.1.1	AUTO LCZ - 自动 LCZ 选择	20
5.1.2	COMP - 比较器开关	21
5.1.3	BEEP - 讯响设置	21
5.1.4	NOMINAL - 输入[标称值]	22
5.1.5	TOL - 输入百分比偏差	23
6.	[OPEN SHORT] 清零页面	24
6.1	[OPEN SHORT] 清零页	24
6.2	[OPEN TEST]-开路校准	24
6.3	[短路]校准	25
7.	[SYST]系统配置页面	27
7.1	[SYSTEM CONFIG] 系统配置页	27
7.1.1	KEY BEEP - 按键音开关	27
7.1.2	BRIGHTNESS - LCD 背光亮度调整	28
7.1.3	TOUCH PANEL - 触摸屏设置	28
7.1.4	DIM DISPLAY - 降低背光亮度时间设置	30
7.1.5	APO - 自动关机时间设置	30
7.1.6	VCOM ENDMARK - USB 虚拟串口结束符	31
7.1.7	USB-HID PID - 产品 ID 设置	32
7.1.8	DEFAULT SET - 恢复出厂设置	32
7.2	[SYSTEM INFORMATION] 系统信息页	32
8.	测量步骤及示例	34
8.1	测量示例	34
9.	远程控制及指令集	36
9.1	USB-HID 设备类	36
9.2	USB-HID 编程指南	36
9.3	USB-VCOM 虚拟串口	38
9.4	指令集	39
9.4.1	USB-HID 命令包	39
9.4.2	说明符	40
9.4.3	数据类型	40
9.5	命令参考	41
9.5.1	DISP 显示子系统	41
9.5.2	FUNC 功能子系统	42
9.5.3	FREQ 频率子系统	44
9.5.4	APER 速度子系统	44
9.5.5	FETC? 查询结果子系统	44
9.5.6	COMP 比较器子系统	45

9.5.7	CORR 校准子系统.....	46
9.5.8	SYST 系统设置子系统.....	48
9.5.9	IDN? 子系统.....	48
9.5.10	ERR 错误子系统.....	49
9.6	命令汇总.....	49
10.	规格.....	51
10.1	一般规格.....	51
10.2	准确度.....	52
10.3	准确度.....	52
10.3.1	电容 C 及损耗 D.....	52
10.3.2	电感 L 和品质因数.....	54
10.3.3	阻抗 Z 与相位角 θ	55
10.3.4	ESR.....	55
10.3.5	DCR.....	55
10.4	外形尺寸.....	56

插图目录

图 1-1	更换电池	8
图 3-1	前面板	13
图 3-2	接口挡板	14
图 3-3	充电指示灯, 充电时显示为橙色	14
图 3-4	测试端的连接	15
图 4-1	[MEAS DISPLAY]页	16
图 4-2	[HOLD]数据保存功能	19
图 5-1	[SETUP] 页	20
图 5-2	键盘输入框	22
图 6-1	[OPEN SHORT] 页	24
图 6-2	杂散导纳	24
图 6-3	剩余阻抗	25
图 7-1	<系统配置>页	27
图 7-2	亮度调节键	28
图 7-3	<系统配置>页	32
图 8-1	电容器的测试结果	34
图 9-1	在计算机上, 仪器被识别为 GW Intek HID	36
图 9-2	在仪器上, 在底部提示行显示 USB Attached	36
图 9-3	Windows 主机访问 USB-HID 设备流程图	37

表格目录

表 2-1	串并联等效电路	10
表 2-2	AT827 测量显示范围	11
表 2-3	AT828 测量显示范围	11
表 3-1	前面板功能描述	14
表 3-2	接口挡板描述	14
表 4-1	测试量程说明	17
表 4-2	量程与对应的测试范围	18
表 9-1	一个指令发送包数据	39
表 9-2	说明符	40
表 9-3	数据格式列表	40
表 9-4	倍率	40
表 9-5	错误代码及信息	49
表 9-6	所有 USB 命令汇总	49

1. 安装和设置向导

感谢您购买我公司的产品！使用前请仔细阅读本章。

在本章您将了解到以下内容：

- 主要功能装箱清单
- 电源要求
- 操作环境
- 清洗

1.1 装箱清单

正式使用仪器前请首先：

1. 检查产品的外观是否有破损、刮伤等不良现象；
2. 对照仪器装箱清单检查仪器附件是否有遗失。

如有破损或附件不足，请立即与我公司销售部或授权销售商联系。

1.2 电源要求

仪器可以使用 USB TypeC 充电器对仪器进行充电。

USB 电源适配器：

最小输出：5VDC, 3A

1.3 操作环境

AT827/828 必须在下列环境条件下使用：

温度：0°C ~ 55°C,

湿度：在 23°C 小于 70%RH

海拔高度：0~2000 米

1.4 清洗

不可清洁仪器内部。



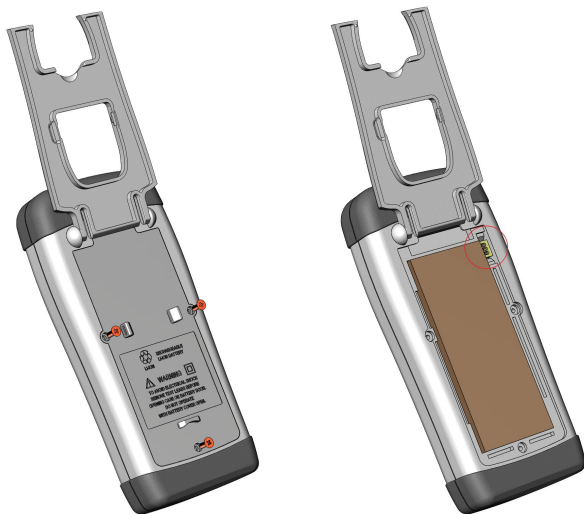
注意：不能使用溶剂（酒精或汽油等）对仪器进行清洗。

请使用干净布蘸少许清水对外壳和面板进行清洗。

1.5 更换电池

仪器内置可充电锂电池，电池在出厂时已经安装在仪器的电池仓里。如果更换电池，请按照以下步骤进行

图 1-1 更换电池



1. 将使用螺丝刀松开电池盖上的 3 颗螺丝，取下电池盖。
2. 将旧电池上的插头取下，插上新电池的插头，注意插头方向。
3. 将新电池装入电池仓，插上盖上电池盖，旋紧螺丝即可。

2. 概述

本章您将了解到以下内容：

- 引言
- 测量功能
- 信号源
- 主要功能

2.1 引言

感谢您购买 AT827/828 LCR Meter。

AT827/828 数字电桥，采用高性能微处理器控制的全自动实时检测的手持式精密测试仪器。仪器使用真彩 TFT-LCD，使用键盘和触摸屏操作，高精度测量和简单易用带给用户全新的测试体验。

仪器可以提供最高 100kHz (AT828) 的测试频率，并提供 0.3/0.7/1.0Vrms 信号电平，自动测量电感量 L、电容量 C、电阻值 R、复阻抗 Z、品质因数 Q、损耗角正切值 D、相位，并且可以同时测量 DCR。

主副参数 50000 数显示，准确度 0.2%，使本仪器可满足各元件厂家、学校、研究所和计量质检部门进行精确测试，同时满足批量生产的要求。

仪器提供公差模式的分选功能，提供 1 组主参数百分比分选。

仪器全系标配 USB-HID 和 USB-VCOM 接口，通过对用户开放的计算机远程控制指令兼容 SCPI (Standard Command for Programmable Instrument 可编程仪器标准命令集)，用户可以自主编写计算机软件，高效完成远程控制和数据采集功能。



参见

完整的技术规格参见第 10 章

2.2 测量功能

2.2.1 测量参数

C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z- θ r, Z- θ d

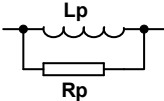
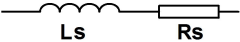
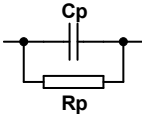
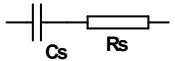
2.2.2 等效方式

串联（下标 s），并联（下标 p）。

实际电容、电感和电阻都不是理想的纯电抗和纯电阻的元件，它们通常电阻和电抗成分同时存在。一个实际的阻抗元件均可由理想的电阻器与理想的电抗器（电感或电容）用串联或并联形式来模拟。

可以在数学上用公式来转换，但两种形式是不同的，其不一致性取决于品质因数 Q（或损耗 D）。

表 2-1 串并联等效电路

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

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

建议

通常，对于阻抗值 Z 较低的元件（例如高值电容和低值电感）使用串联等效电路，反之，对于阻抗值 Z 较大的元件（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。

2.2.3 量程

使用 8 量程测试。量程自动、锁定。

2.2.4 测试速度

仪器分 2 档速度：慢速和快速。

测试条件：

测试频率：1kHz，量程：AUTO

快速： 8 次/秒
慢速： 2.3 次/秒

测试频率： 1kHz， 量程： HOLD
快速： 10 次/秒
慢速： 2.5 次/秒

2.2.5 基本准确度

0.2%

2.2.6 测量显示范围

表 2-2 AT827 测量显示范围

参数	测量显示范围
L	0.01μH ~ 999.9H
C	0.01pF ~ 999.9mF
R、X、Z、Rdc	0.0001Ω ~ 99.99MΩ
D	0.0001 ~ 9.999
Q	0.0001 ~ 999.9
θd	-179.99° ~ 179.99°
θr	-3.1416 ~ 3.1416
%	-999.9% ~ 999.9%

表 2-3 AT828 测量显示范围

参数	测量显示范围
L	0.001μH ~ 999.9H
C	0.001pF ~ 999.9mF
R、X、Z、Rdc	0.0001Ω ~ 99.99MΩ
D	0.0001 ~ 9.999
Q	0.0001 ~ 999.9
θd	-179.99° ~ 179.99°
θr	-3.1416 ~ 3.1416
%	-999.9% ~ 999.9%



参见

详细的量程显示范围请参见规格一章

2.3 信号源

2.3.1 测试频率

AT827: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz

AT828: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz, 50kHz 和 100kHz

频率准确度: 0.02%

2.3.2 测试电平

0.3V, 0.7V 和 1.0Vrms 准确度: 10%

2.3.3 源内阻

100Ω, 准确度: 5%

2.4 主要功能

2.4.1 校准功能

开路清 “0” : 消除测试端和仪器内部杂散阻抗的影响。

仪器可进行全频开路清 “0”。

短路清 “0” : 消除引线串联电阻和电感的影响。

仪器可进行全频短路清 “0”。

2.4.2 比较器功能

仪器可进行 1 组主参数百分比分选, 副参数不参与分选。

2.4.3 系统设置

- 数据保持功能
- 触摸屏设置
- 省电模式设置

2.4.4 接口

仪器支持 USB 通讯接口, 可设置为 HID 和虚拟串口 (VCOM) 两种接口。

USB-HID 远程控制:

支持 USB 高速模式 48MHz, ASCII 传输。

USB-VCOM 远程控制

虚拟串口通讯, 波特率自适应, 最大波特率 115200, ASCII 传输。

3. 开始

本章您将了解到以下内容：

- 认识前面板
- LCD 显示屏
- 接口——介绍电源和接口信息。
- 测试端的连接

3.1 前面板

图 3-1 前面板

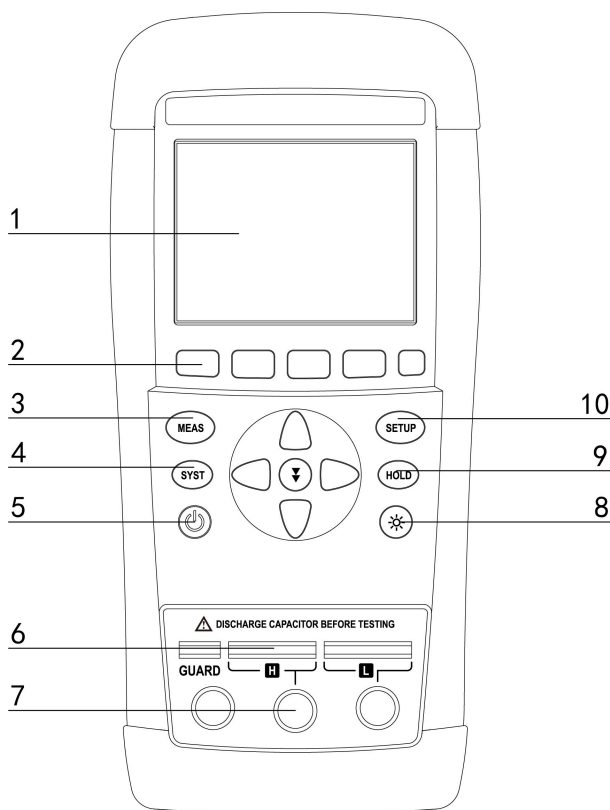


表 3-1 前面板功能描述

序号	功能
1	TFT-LCD 显示屏
2	功能软键
3	MEAS 测量主功能键——进入测量页面 (第 16 页: 4 [MEAS DISPLAY] 测量页面)
4	SYST 系统键——进入系统页面 (第 27 页: 7 [SYST] 系统配置页面)
5	电源开关键——开关仪器电源, 内置电池充电指示灯
6	五端测试插槽
7	三端测试插孔
8	 背光亮度调节——2 档背光显示, 50%和 100% 在键盘锁定后, 此键也用做解锁键。
9	HOLD 数据保持键——在显示屏上显示 DH 时表示显示值被冻结。
10	SETUP 设置键——进入设置页面。(第 20 页: 5 [SETUP] 设置页面)

3.2 接口

图 3-2 接口挡板

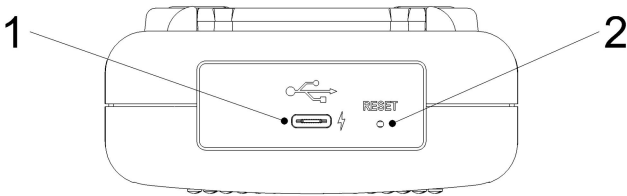


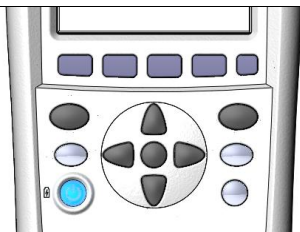
表 3-2 接口挡板描述

序号	功能
1	USB TypeC 接口, 用于对锂电池充电或与 PC 通讯。
2	复位按键孔。当仪器意外无法关机或死机时, 对仪器进行复位重启。

3.2.1 电池充电功能

如果电池电量未滿, 插入 USB 电缆后, 仪器的充电电路自动启动为内部锂电池进行充电, 仪器电源开关键内置指示灯将点亮, 提示正在充电。此指示灯即使在仪器关机后仍会点亮, 直至电池电量充满后熄灭。

图 3-3 充电指示灯, 充电时显示为橙色



注意!

电源开关键里内置的充电指示灯，如果电池正在充电，此指示灯点亮，即使仪器已经关机。

3.3 开机

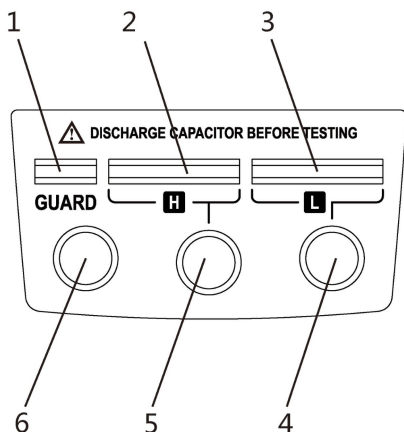
按键为轻触按键，按住电源开关键约 2s 后，仪器将启动或关闭。

3.4 测试端的连接

仪器具有两种测试端口：五端和三端测试端口。

由于三端测试的准确度较低，要达到仪器的规定指标都必须在五端测试端口里实现。

图 3-4 测试端的连接



警告：不要加直流电压或电流到测试端，否则会损坏仪器。

警告：测试带电荷器件请确保其电荷放净后再测量。

4. [MEAS DISPLAY] 测量页面

本章您将了解到所有的测量显示功能。

任何时候，您都可以通过按[MEAS]键进入测试页面。

4.1 [MEAS DISPLAY] - 测量显示页

按[MEAS]键，进入[测量显示]页。

[MEAS DISPLAY] 页面显示测量结果同时可以对 6 个常用功能进行设置，它们包括：

- FUNC – 测量功能
- FREQ - 测试频率
- LEVEL – 测试电平
- RANGE – 测试量程
- SPEED – 测试速度
- EQU – 等效方式

这些设置在[设置]页面也可以设置。

主副测试结果以大字符的形式显示在这个区域。

图 4-1 [MEAS DISPLAY] 页



4.1.1 FUNC - 测量功能

C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z- θ r, Z- θ d 其中:

L: 电感 C: 电容 R: 电阻 Z: 阻抗 X: 电抗
 B: 电纳 G: 电导 D: 损耗 θ : 相位角 Q: 品质因数
 Rdc: 直流电阻

- 设置测量功能的步骤
 - 第 1 步 按[MEAS]进入测量页面;
 - 第 2 步 使用光标键选择[FUNC]字段;
 - 第 3 步 使用功能软键选择主副参数

4.1.2 FREQ - 测试频率

AT827: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz
AT828: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz, 50kHz 和 100kHz
频率准确度: 0.02%

- 设置测试频率的步骤:

第 1 步	按[MEAS]进入测量页面;
第 2 步	使用光标键选择[FREQ]字段;
第 3 步	使用功能键选择频率;

4.1.3 LEVEL - 测试电平

仪器提供 3 个测试电平: 0.3Vrms, 0.7Vrms 和 1.0Vrms
电平准确度: 10%

- 设置测试电平的步骤:

第 1 步	按[MEAS]进入测量页面;
第 2 步	使用光标键选择[LEVEL]字段;
第 3 步	使用功能键选择电平;
	功能键
	0.3V
	0.7V
	1.0V

4.1.4 RANGE - 测试量程

表 4-1 测试量程说明

量程方式	描述	优点	缺点
AUTO	仪器根据阻抗值自动选择最佳的测试量程, 量程字段里量程号会自动设置。	用户不需要任何参与	自动量程需要预测量程, 测试速度将低于手动量程方式, 这在低频 (100Hz 和 120Hz) 尤为明显。
HOLD	仪器将始终使用用户指定的量程进行测试	测试速度达到最快。	用户需要参与量程的选择

- 参数描述:
仪器具有 8 个量程, 包括: 10Ω, 100Ω, 300Ω, 1kΩ, 3kΩ, 10kΩ, 30kΩ, 100kΩ。
测试时, 仪器会根据被测件的阻抗(|Z|)选择合适的量程。

表 4-2 量程与对应的测试范围

量程号	量程定义	阻抗测量范围
7	10Ω	0Ω ~ 10.5Ω
6	100Ω	10.2Ω ~ 320Ω
5	300Ω	300Ω ~ 990Ω
4	1kΩ	950Ω ~ 3.2kΩ
3	3kΩ	3kΩ ~ 9.9kΩ
2	10kΩ	9.5kΩ ~ 32kΩ
1	30kΩ	3kΩ ~ 99kΩ
0	100kΩ	95kΩ ~ ∞

■ 设置测试量程的步骤：

第 1 步	按[MEAS]进入测量主页面；	
第 2 步	使用光标键选择[RANGE]字段；	
第 3 步	使用功能键选择量程自动、手动或选择量程	
	功能键	功能
	AUTO	仪器将自动选择量程
	HOLD	仪器被锁定在当前量程上
	INCR +	增加量程号，同时量程更改为锁定
	DECL -	减小量程号，同时量程更改为锁定

4.1.5 SPEED - 测试速度

仪器提供 2 种测试速度（慢速和快速）。速度越慢测试结果越准确，也越稳定。

■ 设置测试速度的步骤：

第 1 步	按[MEAS]进入测量主页面；	
第 2 步	使用光标键选择[速度]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	慢速	2.5 次/秒
	快速	10 次/秒

4.1.6 EQU - 等效方式

仪器提供 2 种等效方式：串联和并联等效。

■ 设置等效方式的步骤：

第 1 步	按[MEAS]进入测量主页面；	
第 2 步	使用光标键选择[EQU]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	

	功能键	功能
	并联	并联等效
	串联	串联等效

4.1.7 HOLD – 数据保持

AT827/828 前面板上有[HOLD] 数据保持按键，可以让屏幕测量数据保持，以便于记录当前数据。

图 4-2 [HOLD]数据保存功能



数据保持启用后，在屏幕右上角会有[H]标志显示。再按[HOLD]按键数据保持功能关闭。

5. [SETUP] 设置页面

本章您将了解到所有的设置功能。

任何时候，您都可以通过按[SETUP]键进入设置页面。

5.1 [SETUP] 设置页

所有与测量有关的设置都在[SETUP] 页面里操作。

这些设置包括以下参数：

- FUNC - 测量功能
- FREQ - 测试频率
- LEVEL - 测试电平
- RANGE - 测试量程
- SPEED - 测试速度
- EQU - 等效方式
- AUTO LCZ - 自动 LCZ 选择
- COMP - 比较器开关
- BEEP - 讯响设置
- NOMINAL - 标称值设置
- TOL(±) - 主参数百分比偏差

最常用的前六个设置，用户还可以在<测量显示>页设置。

设置方法请参考 4.1[MEAS DISPLAY] - 测量显示页。

图 5-1 [SETUP] 页



FUNC		C-D	RANGE	AUTO [0]
FREQ		1 kHz	EQU	SER
LEVEL		1.0V	SPEED	SLOW
AUTO LCZ		OFF		
COMP		OFF	BEEP	OFF
NOMINAL		0.0000 pF	TOL(±)	0.0 %

MEAS DISPLAY	SYSTEM CONFIG			
-----------------	------------------	--	--	--

5.1.1 AUTO LCZ – 自动 LCZ 选择

自动参数选择功能可以自动帮助选择最佳参数，最佳等效电路方式，如果配合量程设置

为自动，则仪器完全处于全自动测试状态。
AUTO-LCZ 打开后，FUNC 字段将显示[AUTO-LCZ]，同时 EQU 字段显示[AUTO]。

■ 设置自动参数的步骤：

- 第 1 步 按[SETUP]键进入设置主页面；
- 第 2 步 使用光标键选择[AUTO LCZ]字段；
- 第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
关闭	自动参数被关闭。 设置 FUNC 或 EQU，AUTO-LCZ 功能也将关闭。
打开	自动参数功能打开，此时在[FUNC]字段会显示 "AUTO-LCZ"，[EQU] 字段显示"AUTO"。

注 自动参数打开后，用户在重新设置[FUNC]或[EQU]，自动参数功能会关闭。

5.1.2 COMP - 比较器开关

仪器内置简单的比较器功能，可以对主参数进行比较，并在测量显示页面显示出相对偏差。

比较器的公式如下：

$$Tol = \frac{Rx - Nom}{Nom} \cdot 100\%$$

其中，

Rx：当前测量值

Nom：输入的标称值

为了能使用仪器的比较器功能，需要将[比较器]字段设置为打开。

■ 打开比较器的步骤：

第 1 步	按[SETUP]键进入设置主页面；	
第 2 步	使用光标键选择[COMP]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	OFF	关闭比较器功能
	ON	打开比较器功能

5.1.3 BEEP - 讯响设置

仪器提供 2 种讯响功能：合格和不良讯响，用于提示测试结果状态。

■ 设置讯响的步骤：

第 1 步	按[SETUP]键进入设置主页面;	
第 2 步	使用光标键选择[BEEP]字段;	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	关闭	讯响关闭
	合格	合格时蜂鸣器鸣叫
	不良	不合格时蜂鸣器鸣叫

注

在外部电源供电时，讯响将长鸣，直至状态改变。
在电池供电时，讯响将短鸣，直至状态改变。
通常，如果要启用讯响功能，应该将讯响设置为[合格]。

5.1.4 NOMINAL - 输入[标称值]

输入标称值：

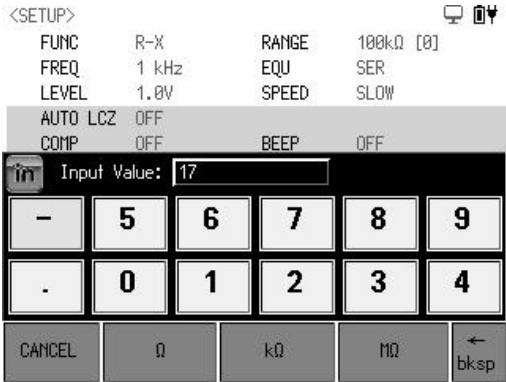
- 1. [KEYPAD INPUT]: 使用触摸屏键盘输入
- 2. [MEAS INPUT]: 测量标准器输入

■ 设置自动参数的步骤：

第 1 步	按[SETUP]键进入设置主页面;	
第 2 步	使用光标键选择[NOMINAL]字段;	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	KEYPAD INPUT	使用触摸屏虚拟键盘输入
	MEAS INPUT	测量标准器件输入

■ 使用触摸屏[键盘输入]标称值

图 5-2 键盘输入框



第 1 步	按[KEYPAD INPUT]键，键盘输入框界面将显示
第 2 步	使用手指轻触液晶屏相应数字按键输入数据; 或方向键选择数字，按  键输入

第 3 步	按[单位键]完成输入，数据将显示在标称值字段中。
-------	--------------------------

注

如果系统配置中的触摸屏是关闭状态，那么启动输入框时，触摸屏会被强制启用，以完成触摸屏输入。

■ [测量输入]标称值的步骤

第 1 步	按[测量输入]准备测量标准器件
第 2 步	插入标准器件
第 3 步	按[确认]键，开始测量标准器件，数据被显示在标称值字段中。

5.1.5 TOL - 输入百分比偏差

仪器可以使用触摸屏键盘输入相应的相对偏差（百分比偏差），同时还提供 4 个常用值：1%，5%，10%和 20%。

■ 输入[相对偏差]的步骤

第 1 步	按[SETUP]键进入设置主页面	
第 2 步	使用光标键选择[相对偏差]字段	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	KEYPAD INPUT	使用触摸屏虚拟键盘输入框输入
	±1%	设置为±1%
	±5%	设置为±5%
	±10%	设置为±10%
	±20%	设置为±20%

6. [OPEN SHORT] 清零页面

本章您将了解如何对仪器进行用户清零校准。

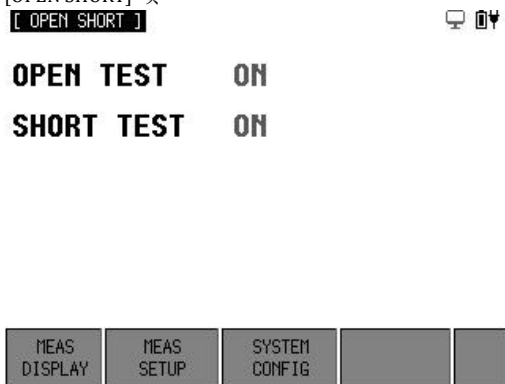
为了达到技术指标所规定的准确度，开路清零和短路清零是必须的。

更换测试夹具或测试电缆，请重新开路和短路清零。

温度变化很大时，请及时执行开路和短路清零。

6.1 [OPEN SHORT] 清零页

图 6-1 [OPEN SHORT] 页



在[MEAS DISPLAY] 页，按[OPEN SHORT]键，进入 [OPEN SHORT]页。该页提供两个选项：

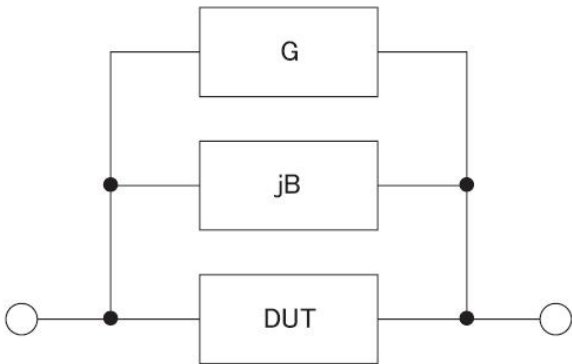
OPEN TEST - 开路清零

SHORT TEST - 短路清零

6.2 [OPEN TEST]-开路校准

仪器开路校准功能对从由测试电缆的长度决定的校点面到被测件连接点之间可能存在的任何杂散导纳（G,B）进行补偿。

图 6-2 杂散导纳



[开路]校准将对仪器的所有频率进行清零。这些频率点根据仪器版本不同而不同。

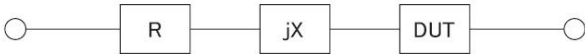
■ 开路校准的方法

第 1 步	按[OPEN SHORT]键进入[OPEN SHORT] 清零页面	
第 2 步	方向键选择[OPEN TEST] 字段	
	功能键	功能
	ON/OFF	启用或关闭开路校准功能
	LCR OPEN	仅对 LCR 进行开路清零校准
	DCR OPEN	仅对 DCR 进行开路校准
第 3 步	选择[MEAS OPEN] 或 [DCR OPEN] 准备开始开路清零： 仪器提示：Open-circuit the test terminals 此时请将测试夹具或测试电缆保持开路，不要放置任何被测件，也不要与任何物体接触。	
第 5 步	按[OK]键开始清零校准。 校准时，页面底部会有进程条提示，请等待校准完成。 校准中，用户可以随时按[CANCEL]键取消此次校准。	

6.3 [短路]校准

仪器短路校准功能对从由测试电缆的长度决定的校点面到被测件连接点（参见下图）之间可能存在的任何剩余阻抗（R,X）进行补偿。

图 6-3 剩余阻抗



■ 短路校准的方法

第 1 步	按[OPEN SHORT]键进入[OPEN SHORT] 清零页面	
第 2 步	方向键选择[SHORT TEST] 字段	
	功能键	功能

	ON/OFF	启用或关闭短路校准功能
	LCR SHORT	仅对 LCR 进行短路清零校准
	DCR SHORT	仅对 DCR 进行短路校准
第 3 步	选择[MEAS SHORT] 或 [DCR SHORT] 准备开始开路清零： 仪器提示：Short-circuit the test terminals 请将将短路片插入测试端，或测试电缆夹在一起。	
第 5 步	按[OK]键短路清零校准。 校准时，页面底部会有进程条提示，请等待校准完成。 校准中，用户可以随时按[CANCEL]键取消此次校准。	

7. [SYST]系统配置页面

本章您将了解到仪器系统信息和如何配置系统。

在任何时候，您只要按[SYST]键，即可切换到[系统配置]页

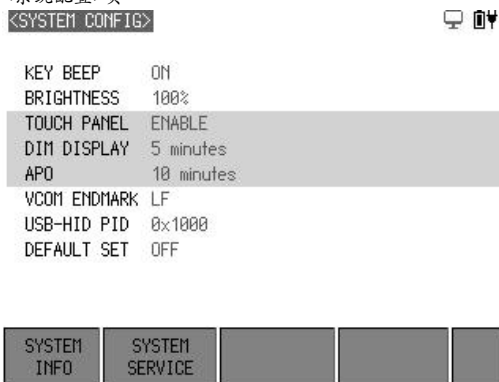
7.1 [SYSTEM CONFIG] 系统配置页

系统配置页包括以下信息和设置：

- KEY BEEP – 按键音开关
- BRIGHTNESS – LCD 背光亮度调整
- TOUCH PANEL – 触摸屏开关
- DIM DISPLAY - 降低背光亮度时间设置
- APO – 自动关机时间设置
- VCOM ENDMARK – USB 虚拟串口结束符
- USB-HID PID – USB-HID PID 选择
- DEFAULT SET – 恢复出厂设置

系统配置页的所有设置将在关机时自动保存在系统里，在下次开机时自动载入。

图 7-1 <系统配置>页



7.1.1 KEY BEEP - 按键音开关

[KEY BEEP] 允许打开或关闭按键音和触屏提示音。

■ 设置按键音开关

- 第 1 步 按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面
- 第 2 步 使用光标键选择 [KEY BEEP]字段;
- 第 3 步 使用功能键选择

功能键	功能
OFF	按键音和触屏音关闭
ON	按键音和触屏音打开

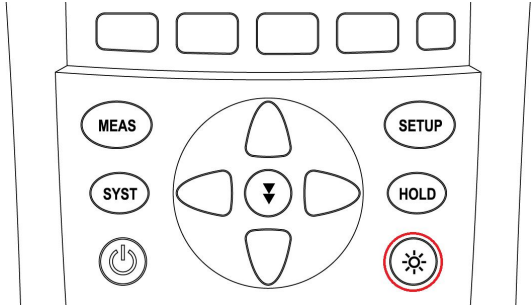
7.1.2 BRIGHTNESS – LCD 背光亮度调整

仪器有两种液晶屏幕亮度可供调节：50%，100%

注 屏幕在外部电源供电时，亮度将自动调节为 100%
屏幕亮度影响仪器整体功耗，在电池供电时，使用 50%亮度将有效降低仪器功耗，电池充满电，将能连续工作更长的时间。

亮度调节还可以通过键盘按键 [☀]

图 7-2 亮度调节键



■ 亮度调节步骤

第 1 步	按[SYST]键，进入[SYSTEM CONFIG]页面	
第 2 步	使用光标键选择[BRIGHTNESS]字段;	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	50%	50%亮度，有效降低仪器整体功耗
	100%	最高亮度

仪器内置触摸屏，通过触摸屏可以更方便的操作仪器。

7.1.3 TOUCH PANEL – 触摸屏设置

通常，仪器不需要触摸屏也可以很好的操作。但如果需要输入数值时，触摸屏是必须使用的。即使触摸屏是关闭状态，在输入框打开时，触摸屏也将强制启用。

■ 触摸屏设置步骤

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面
-------	-------------------------------

第 2 步	使用光标键选择[TOUCH PANEL]字段;	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	ENABLE	触摸屏功能将启用
	DISABLE	关闭触摸屏功能
	CALIBRATE	校正触摸屏。
	RESET	复位触摸屏坐标为仪器出厂值。

■ 触摸屏校准步骤

触摸屏校准需要一支手机触摸笔。

注

仪器**没有**标配触摸笔，您可以用手机触摸笔完成触摸屏校准。
不要使用手指校准触摸屏。

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面
第 2 步	使用光标键选择[触摸屏]字段;
第 3 步	使用功能键选择[校准]键 触摸屏校准页面显示如下: Touch Panel Calibrate Please touch the screen to start... CANCEL
第 4 步	使用触摸笔轻触屏幕，进入校准页面，校准开始。 ⦿ Tap the middle of the circle with a pen. Touch Panel Calibration Running... CANCEL 校准第一点：轻触左上角十字

	Touch Panel Calibration Running... CANCEL Tap the middle of the circle with a pen.  校准第二点：轻触右下角十字
第 5 步	校准完成 X0: 3311 (0xDEF) Y0: 3401 (0xD49) X1: 578 (0x242) Y1: 327 (0x39F) Touch Panel Calibration Complete Please touch to continue... CANCEL
第 6 步	轻触屏幕退出校准过程。

7.1.4 DIM DISPLAY - 降低背光亮度时间设置

仪器可以在电池供电时，可以选择在指定时间内未进行任何按键和触摸屏操作，主动降低屏幕背光时间来节省电池电量。

■ 降低亮度的设置步骤：

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面	
第 2 步	使用光标键选择[DIM DISPLAY]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	5 minutes	5 分钟后屏幕亮度将降低到 30%
	10 minutes	10 分钟后屏幕亮度将降低到 30%
	20 minutes	20 分钟后屏幕亮度将降低到 30%
	30 minutes	30 分钟后屏幕亮度将降低到 30%
	OFF	降低亮度功能将关闭

注：

此功能仅在电池供电时有效。
在仪器检测到按键或触摸屏有操作，DIM DISPLAY 计时器将重置。

7.1.5 APO – 自动关机时间设置

仪器可以在电池供电时选择自动关机的时间。

■ 自动关机的设置步骤:

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面	
第 2 步	使用光标键选择[APO]字段;	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	5 分钟	5 分钟后仪器将关机
	10 分钟	10 分钟后仪器将关机
	20 分钟	20 分钟后仪器将关机
	30 分钟	30 分钟后仪器将关机
	关闭	自动关机功能将关闭

注: 此功能仅在电池供电时有效。
在仪器检测到按键或触摸屏有操作, APO 计时器将重置。

7.1.6 VCOM ENDMARK – USB 虚拟串口结束符

AT827/828 系列内置 USB-VCOM 虚拟串口, 用于与上位机进行通讯。

USB-VCOM 支持以下配置:

- 数据位: 8 位
- 停止位: 自适应, 1 位或 2 位
- 奇偶校验: 无
- 波特率: 自适应, 最高支持 115200bps。

AT827/828 通讯协议使用简单的 SCPI 协议, 该协议只支持单行指令, 不支持指令级联。

注意:

1. 上位机发送指令末尾都必须添加结束符, 否则仪器不会响应。
2. 上位机发送的结束符不受 [VCOM ENDMARK] 的限制, 但必须是其中之一:
NUL(0x00), LF(0x0A), CR(0x0D), CR+LF(0x0D0A)
3. 仪器返回的数据末尾将添加设置的 VCOM ENDMARK。

■ VCOM 结束符的设置步骤：

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面	
第 2 步	使用光标键选择[VCOM ENDMARK]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	NUL	HEX 0x00
	LF	HEX 0x0A
	CR	HEX 0x0D
	CR+LF	HEX 0x0D0A

7.1.7 USB-HID PID – 产品 ID 设置

AT827/828 系列内置标准的 USB-HID 通讯接口，用于与上位机进行高速通讯。
通过设置 USB-HID 的 PID，上位机可以与多达 8 台 AT827/828 建立通讯。
多机通讯前，务必将每台仪器的 PID 设置为不同的 PID。

■ USB-HID PID 设置步骤：

第 1 步	按 [SYST] 进入[SYSTEM CONFIG] 页面	
第 2 步	使用光标键选择[USB-HID PID]字段；	
第 3 步	使用功能键选择	
	功能键	功能
	1000	HEX 0x1000
	1001	HEX 0x1001
	1002	HEX 0x1002
	1003	HEX 0x1003
	1004	HEX 0x1004
	1005	HEX 0x1005
	1006	HEX 0x1006
	1007	HEX 0x1007

7.1.8 DEFAULT SET – 恢复出厂设置

[DEFAULT SET] 选项，允许将用户设置恢复为出厂设置。

7.2 [SYSTEM INFORMATION] 系统信息页

系统信息页显示了仪器的序列号和软硬件版本号。
系统信息页面没有用户可以配置的选项。

图 7-3 <系统配置>页

[SYSTEM INFORMATION]



MODEL	LCR-1100 LCR METER
SERIAL NO.	0
FW VERSION	REV A1.02
HW VERSION	REV A0
USB I/F	REV.A0
USB VID/PID	2184/1000

SYSTEM INFO	SYSTEM SERVICE			
----------------	-------------------	--	--	--

8. 测量步骤及示例

本章将描述一个操作实例。



- 警告：不要加直流电压或电流到测试端，否则会损坏仪器。
- 警告：测试电容器前，确保电容器已放电，否则会损坏仪器。
- 警告：仪器不防水，不可在潮湿环境使用。
- 警告：不可在多粉尘的环境使用。

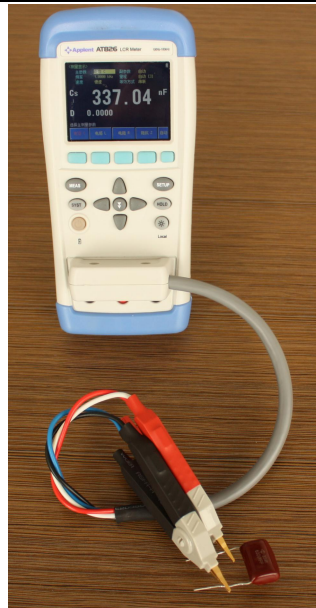
8.1 测量示例

本节我们以测量一个薄膜陶瓷电容器为例，说明如何测量出电容值。
在此实例中，陶瓷电容器在以下条件下进行测量。

- 被测件：薄膜电容器
- 主参数：电容 C
- 副参数：损耗 D
- 测试频率：1kHz

第 1 步	按电源键启动仪器，仪器将进入<测量显示>页
第 2 步	使用光标键选择 [FUNC]：按功能键选择[C-D] [FREQ]：选择[1.0000 kHz] [RANGE]：选择[自动] [SPEED]：选择[慢速] [EQU]：选择[SERIAL]
第 3 步	如果在仪器上直接测试，请将电容器插入仪器自带测试端插槽。 如果使用测试夹测量，请将测试线插入仪器测试端。
第 4 步	为了能更准确的测试，在更换了测试线后需要重新清零校准。 请先按照 6 安装和设置向导 ，进行开路和短路清零校准
第 5 步	将电容器与测试夹连接，或直接插入仪器被测试端
第 6 步	查看测试结果

图 8-1 电容器的测试结果



9. 远程控制及指令集

本章您将了解如何将仪器与计算机通讯及相关指令集。

9.1 USB-HID 设备类

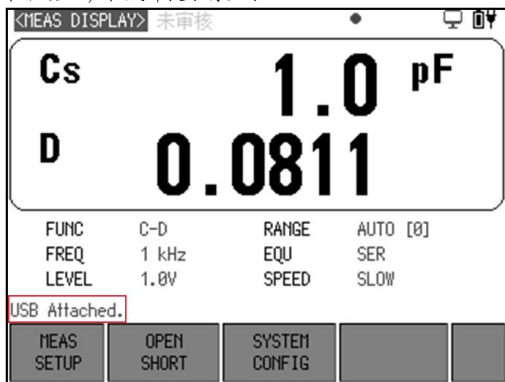
仪器配备标准 USB 接口，使用 USB-HID 类。由于使用了 HID 类，因此用户不必安装驱动程序，在 Windows 操作系统平台上可以自动发现仪器(下图)，而且用户无需自行开发驱动程序，直接调用 Windows 内部 API 函数即可完成对仪器的控制。

注： AT827/828 仅支持 Windows7 以上的操作系统。

图 9-1 在计算机上，仪器被识别为 GW Instek HID



图 9-2 在仪器上，在底部提示行显示 USB Attached

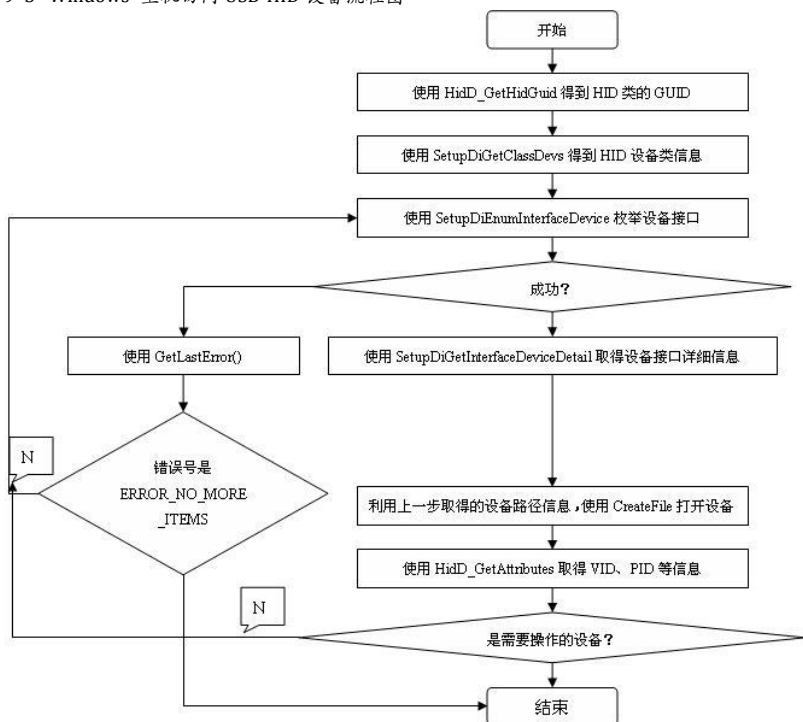


9.2 USB-HID 编程指南

仪器提供了免费的数据通讯示例给用户参考，示例代码随说明书一起发行。

注： 如果用户需要自己编写软件，一些 USB 和 USB-HID 类的相关知识必须首先了解，这些基础知识不在说明书上描述，您自行到 www.usb.org 网站获取。

图 9-3 Windows 主机访问 USB-HID 设备流程图



使用的基本 API 函数如下:

- ```

 CreateFile(
 devDetail->DevicePath, // 设备路径
 GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, // 访问方式
 FILE_SHARE_READ | FILE_SHARE_WRITE, // 共享模式
 NULL,
 OPEN_EXISTING, // 文件不存在时，返回失败
 FILE_FLAG_OVERLAPPED, // 以重叠（异步）模式打开
 NULL);

```

在这里，CreateFile 用于打开 HID 设备，其中设备路径通过函数 SetupDiGetInterfaceDeviceDetail 取得。

- ```
ReadFile(  
    hDev,                // 设备句柄, 即 CreateFile 的返回值  
    recvBuffer,          // 用于接收数据的 buffer  
    IN_REPORT_LEN,       // 要读取数据的长度  
    &recvBytes,           // 实际收到的数据的字节数  
    0);                  // 异步模式
```

在这里，ReadFile 用于读取 HID 设备通过中断 IN 传输发来的输入报告。

- ```

 WriteFile(
 hDev, // 设备句柄, 即 CreateFile 的返回值
 reportBuf, // 存有待发送数据的 buffer

```

```
OUT_REPORT_LEN, // 待发送数据的长度
&sendBytes, // 实际收到的数据的字节数
&ol); // 异步模式
```

在这里，WriteFile 用于传输一个输出报告 给 HID 设备。

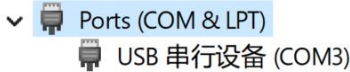
● **仪器通讯参数:**

VIP: 2184 (HEX)  
PID: 1000~1007 (HEX)  
包: 64 字节

**注:** 仪器 USB 始终开启，除了设置 PID 外，不需要另外设置任何参数。

### 9.3 USB-VCOM 虚拟串口

为了更简单的与仪器通讯，AT827/828 还会同时在 PC 上虚拟一个串口。  
串口号需要在设备管理器（Device Manger）中查看：



**注:** 旧版本的 Windows 操作系统可能需要安装驱动程序

USB-VCOM 将遵循标准的串口协议进行通讯。

USB-VCOM 使用以下参数进行通讯：

- 1. 数据位：8 位
- 2. 停止位：自适应，1 位或 2 位
- 3. 奇偶校验：无
- 4. 波特率：自适应，最高支持 115200bps。

**注:** 仪器 USB-VCOM 始终开启，不需要另外设置任何参数。

使用 USB-VCOM 与 AT827/828 通讯，将遵循精简的 SCPI 协议，该协议每次只能发送一条指令，不能多条指令级联。

例如：

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| SEND> FUNC C-D<结束符>         | 正确         |
| SEND> FUNC C-D;FREQ 1K<结束符> | 错误，不正常指令级联 |



|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |
| 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 |
| 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 88 | 80 | 55 | 50 | 00 | 00 | 2B | C1 |

仪器响应的包大小也是 64 字节，不足以 0x00 填充（注：不是 ASCII 数字 0）。

一个接收包（仪器端）如下：

ASCII 格式：GwINSTEK,AT828,0,REV A1.03

9.4.2 说明符

在描述指令时，我们使用了一些说明符，这些说明符不是指令的一部分，只是便于解释，在传递指令时请不要包括在内。

表 9-2 说明符

| 说明符 | 描述          |
|-----|-------------|
| <>  | 尖括号表示参数名    |
| [ ] | 方括号表示其中内容可选 |
|     | 表示多选一       |

9.4.3 数据类型

仪器支持多种数据类型：

表 9-3 数据格式列表

| 格式    | 描述     | 示例                                 |
|-------|--------|------------------------------------|
| <NR1> | 整数     | 100, +100, -100                    |
| <NR2> | 实数     | 1.23, +1.23, -1.23                 |
| <NR3> | 浮点数    | 1.23E4, +1.23E4, -1.23E4, -1.23e-4 |
| <NR4> | 带倍率浮点数 | 1.23K, 1.23N, 1.23U （倍率参见下表）       |

表 9-4 倍率

| 定义            | 后缀 |
|---------------|----|
| 1E18 (EXA)    | EX |
| 1E15 (PETA)   | PE |
| 1E12 (TERA)   | T  |
| 1E9 (GIGA)    | G  |
| 1E6 (MEGA)    | MA |
| 1E3 (KILO)    | K  |
| 1E-3 (MILLI)  | M  |
| 1E-6 (MICRO)  | U  |
| 1E-9 (NANO)   | N  |
| 1E-12 (PICO)  | P  |
| 1E-15 (PEMTO) | F  |
| 1E-18 (ATTO)  | A  |

## 9.5 命令参考

仪器包含以下几个子系统：

- DISP 显示子系统
- FUNC 功能子系统
- FREQ 频率子系统
- APER 速度子系统
- FETC? 查询结果子系统
- COMP 比较器子系统
- CORR 校准子系统
- SYST 系统设置子系统
- IDN? 查询版本子系统
- RST 热启动子系统
- ERR 错误子系统

### 9.5.1 DISP 显示子系统

#### ■ DISP:PAGE <meas|setup|system>

|                |                                                                                                           |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来切换仪器显示页面                                                                                             |
| 命令字<br>sHeader | DISP:PAGE                                                                                                 |
| 参数<br>sPara    | <MEAS SETUP SYSTem CSET SINF><br>其中：<br>MEAS：测量显示页<br>SETUP：设置页<br>SYSTem：系统页<br>CSET：用户校准页<br>SINF：系统信息页 |

#### ■ DISP:PAGE?

|                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前仪器显示页面               |
| 命令字<br>sHeader | DISP:PAGE?                    |
| 参数<br>sPara    | 空                             |
| 响应             | <meas setup cset sinf system> |

#### ■ DISP:LINE <string>

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| 说明             | 此命令用来在仪器帮助提示栏显示指定的字符串 |
| 命令字<br>sHeader | DISP:LINE             |

|             |                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|
| 参数<br>sPara | <string> 要显示的字符串内容, 由于 sPara 字段长度限制(最大 28 字节), 超过 sPara 长度的字符串将被忽略。 |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|

### 9.5.2 FUNC 功能子系统

FUNC <C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z- $\theta$ r, Z- $\theta$ d>

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来设置主参数                                                            |
| 命令字<br>sHeader | FUNC                                                                  |
| 参数<br>sPara    | <C-D C-Q C-R L-D L-Q L-R L-Rdc R-Q R-X R-Rdc Rdc Z-D Z-Q Z-thr Z-thd> |
| 注意             | 在 AUTO-LCZ 为 ON 时, 发送 FUNC 指令后, AUTO-LCZ 将关闭                          |

#### ■ FUNC?

|                |                                                                       |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前主参数                                                          |
| 命令字<br>sHeader | FUNC?                                                                 |
| 参数<br>sPara    | 空                                                                     |
| 响应             | <C-D C-Q C-R L-D L-Q L-R L-Rdc R-Q R-X R-Rdc Rdc Z-D Z-Q Z-thr Z-thd> |

#### ■ FUNC:EQU <SERIAL|PARALLEL >

|                |                                                  |
|----------------|--------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来设置等效方式                                      |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:EQU                                         |
| 参数<br>sPara    | <SERIAL PARALLEL><br>SERIAL: 串联<br>PARALLEL: 并联  |
| 注意             | 在 AUTO-LCZ 为 ON 时, 发送 FUNC:EQU 指令后, AUTO-LCZ 将关闭 |

#### ■ FUNC:EQU?

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| 说明             | 此命令用来设置等效方式       |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:EQU?         |
| 参数<br>sPara    | 空                 |
| 响应             | <SERIAL PARALLEL> |

#### ■ FUNC:LCR:RANG <0|1|2|3|4|5|6|7>

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| 说明             | 此命令用来设置 LCR 量程                    |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:LCR:RANG                     |
| 参数<br>sPara    | <0 1 2 3 4 5 6 7><br>其中：0~7 代表量程号 |

■ FUNC:LCR:RANG?

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前 LCR 量程号 |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:LCR:RANG?    |
| 参数<br>sPara    | 空                 |
| 响应             | <0~7>             |

■ FUNC:DCR:RANG <0|1|2|3|4|5|6|7>

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| 说明             | 此命令用来设置 LCR 量程                    |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:LCR:RANG                     |
| 参数<br>sPara    | <0 1 2 3 4 5 6 7><br>其中：0~7 代表量程号 |

■ FUNC:DCR:RANG?

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前 DCR 量程号 |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:DCR:RANG?    |
| 参数<br>sPara    | 空                 |
| 响应             | <0~7>             |

■ FUNC:RANG:AUTO <ON|OFF|1|0>

|                |                |
|----------------|----------------|
| 说明             | 此命令用来设置量程方式    |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:RANG:AUTO |
| 参数 sPara       | <ON OFF 1 0>   |

■ FUNC:RANG:AUTO?

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前量程方式   |
| 命令字<br>sHeader | FUNC:RANG:AUTO? |
| 参数 sPara       | 空               |
| 响应             | <on off>        |

9.5.3 FREQ 频率子系统

■ FREQ <50|100|120|1k|2k|10k|50k|100k>

|                |                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来设置测试频率                                                                                                                                                                         |
| 命令字<br>sHeader | FREQ                                                                                                                                                                                |
| 参数<br>sPara    | <50 100 120 1k 2k 10k 50k 100k><br>其中：<br>频率值可以接受任意一种数值格式，但是数据必须是仪器的频率值，非法的频率值将被接近的值代替。<br>每个版本的频率值如下：<br><50 100 120 1k 2k 10k> (AT827)<br><50 100 120 1k 2k 10k 50k 100k> (AT828) |

■ FREQ?

|                |                                           |
|----------------|-------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前频率值                              |
| 命令字<br>sHeader | FREQ?                                     |
| 参数<br>sPara    | 空                                         |
| 响应             | <50 100 120 1000 2000 10000 50000 100000> |

9.5.4 APER 速度子系统

■ APER <SLOW|FAST>

|                |             |
|----------------|-------------|
| 说明             | 此命令用来设置测试速度 |
| 命令字<br>sHeader | APER        |
| 参数<br>sPara    | <SLOW FAST> |

■ APER?

|                |             |
|----------------|-------------|
| 说明             | 此命令用来查询测试速度 |
| 命令字<br>sHeader | APER?       |
| 参数<br>sPara    | 空           |
| 响应             | <SLOW FAST> |

9.5.5 FETC? 查询结果子系统

■ FETC?

|    |             |
|----|-------------|
| 说明 | 此命令用来查询测试结果 |
|----|-------------|

|                |                                                                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|
| 命令字<br>sHeader | FETC?                                                               |
| 参数<br>sPara    | 空                                                                   |
| 响应             | <主参数结果，副参数结果><br>仪器返回主副参数 NR3 类型的测试结果<br>如果副参数关闭，将返回数据+0.000000e+00 |
| 举例             | +7.929158e-15,+0.000000e+00                                         |

### 9.5.6 COMP 比较器子系统

#### ■ COMP <ON | OFF | 0 | 1>

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| 说明             | 此命令用来打开或关闭比较器      |
| 命令字<br>sHeader | COMP               |
| 参数<br>sPara    | <ON   OFF   0   1> |

#### ■ COMP?

|                |              |
|----------------|--------------|
| 说明             | 此命令用来查询比较器状态 |
| 命令字<br>sHeader | COMP?        |
| 参数<br>sPara    | 空            |
| 响应             | <on off>     |

#### ■ COMP:BEEP <OFF | PASS | FAIL>

|                |                                                      |
|----------------|------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来打开或关闭讯响                                         |
| 命令字<br>sHeader | COMP:BEEP                                            |
| 参数<br>sPara    | <OFF   PASS   FAIL><br>其中，<br>PASS 合格讯响<br>FAIL 不良讯响 |

#### ■ COMP:BEEP?

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| 说明             | 此命令用来查询讯响开关状态       |
| 命令字<br>sHeader | COMP:BEEP?          |
| 参数<br>sPara    | 空                   |
| 响应             | <OFF   PASS   FAIL> |

#### ■ COMP:NOM <NR1|NR2|NR3|NR4>

|                |                              |
|----------------|------------------------------|
| 说明             | 此命令用来输入当前参数下的标称值数据           |
| 命令字<br>sHeader | COMP:NOM                     |
| 参数<br>sPara    | <NR1 NR2 NR3 NR4><br>任意形式的数据 |

■ COMP:NOM?

|                |                  |
|----------------|------------------|
| 说明             | 此命令用来查询当前参数下的标称值 |
| 命令字<br>sHeader | COMP:NOM?        |
| 参数<br>sPara    | 空                |
| 响应             | <NR3>            |
| 举例             | 1.000000e-09     |

■ COMP:TOL <NR1|NR2|NR3>

|                |                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------|
| 说明             | 此命令用来输入百分比偏差                                                |
| 命令字<br>sHeader | COMP:TOL                                                    |
| 参数<br>sPara    | <NR1 NR2 NR3><br>任意形式的数据，输入的数据是百分比数据（不需要除以 100）<br>百分号%不要输入 |
| 举例             | COMP:NOM 2          //代表 2%                                 |

■ COMP:TOL?

|                |              |
|----------------|--------------|
| 说明             | 此命令用来查询百分比偏差 |
| 命令字<br>sHeader | COMP:TOL?    |
| 参数<br>sPara    | 空            |
| 响应             | <NR2>        |
| 举例             | 10.0         |

### 9.5.7 CORR 校准子系统

■ CORR:OPEN:STAT

|                |                  |
|----------------|------------------|
| 说明             | 此命令用来打开/关闭开路清零功能 |
| 命令字<br>sHeader | CORR:OPEN:STAT   |
| 参数<br>sPara    | <ON OFF 1 0>     |

■ CORR:OPEN:STAT?

|    |          |
|----|----------|
| 说明 | 查询开路清零状态 |
|----|----------|

|   |                 |                                           |
|---|-----------------|-------------------------------------------|
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR:OPEN:STAT?                           |
|   | 参数<br>sPara     | 无                                         |
| ■ | CORR:SHOR:STAT  |                                           |
|   | 说明              | 此命令用来打开/关闭短路清零功能                          |
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR: SHOR:STAT                           |
|   | 参数<br>sPara     | <ON OFF 1 0>                              |
| ■ | CORR:SHOR:STAT? |                                           |
|   | 说明              | 查询短路清零状态                                  |
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR:SHOR:STAT?                           |
|   | 参数<br>sPara     | 无                                         |
| ■ | CORR:OPEN:LCR   |                                           |
|   | 说明              | 此命令用来执行 LCR 开路清零                          |
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR:OPEN:LCR                             |
|   | 参数<br>sPara     | 空                                         |
|   | 注意              | 校准开始时会提示 LCR open<br>校准结束后提示 pass 或 fail  |
| ■ | CORR:SHOR:LCR   |                                           |
|   | 说明              |                                           |
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR:SHOR:LCR                             |
|   | 参数<br>sPara     | 空                                         |
|   | 注意              | 校准开始时会提示 LCR short<br>校准结束后提示 pass 或 fail |
| ■ | CORR:OPEN:DCR   |                                           |
|   | 说明              | 此命令用来执行 DCR 开路清零                          |
|   | 命令字<br>sHeader  | CORR:OPEN:DCR                             |
|   | 参数<br>sPara     | 空                                         |
|   | 注意              | 校准开始时会提示 DCR open<br>校准结束后提示 pass 或 fail  |
| ■ | CORR:SHOR:DCR   |                                           |
|   | 说明              |                                           |

|                |                                          |
|----------------|------------------------------------------|
| 命令字<br>sHeader | CORR:SHOR:DCR                            |
| 参数<br>sPara    | 空                                        |
| 注意             | 校准开始时提示 DCR short<br>校准结束后提示 pass 或 fail |

9.5.8 SYST 系统设置子系统

■ SYST:KEYL <ON | OFF | 1 | 0>

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| 说明             | 此命令用来锁定键盘和触摸屏      |
| 命令字<br>sHeader | SYST:KEYL          |
| 参数<br>sPara    | <ON   OFF   1   0> |

注：

当按键和触摸屏被锁定后，用户可以按键解锁！  
电源按键始终有效。  
尽管按键和触摸屏被锁定，按键音仍旧有效。

■ SYST:HOLD <ON | OFF | 1 | 0>

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| 说明             | 此命令用来冻结当前屏幕数据      |
| 命令字<br>sHeader | SYST:HOLD          |
| 参数<br>sPara    | <ON   OFF   1   0> |

注：

当屏幕被冻结后，一个红色的标志 **DH** 将显示在屏幕右上角。  
此命令只有在《测量显示》页面才有效。

■ SYST:HOLD <ON | OFF | 1 | 0>

|                |                    |
|----------------|--------------------|
| 说明             | 此命令用来冻结当前屏幕数据      |
| 命令字<br>sHeader | SYST:HOLD          |
| 参数<br>sPara    | <ON   OFF   1   0> |

9.5.9 IDN? 子系统

■ IDN?

|                |               |
|----------------|---------------|
| 说明             | 此命令用来查询仪器版本信息 |
| 命令字<br>sHeader | IDN?          |
| 参数<br>sPara    | 空             |

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 响应 | GwINSTEK,AT828,<SN>,REV A1.03 |
|----|-------------------------------|

### 9.5.10 ERR 错误子系统

用户可以使用 ERR 子系统来查询之前发送的命令是否错误。

■ ERR?

|                |               |
|----------------|---------------|
| 说明             | 查询之前发送的命令是否错误 |
| 命令字<br>sHeader | ERR?          |
| 参数<br>sPara    | 空             |
| 响应             | 错误信息（参考下表）    |

表 9-5 错误代码及信息

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| 0, No error           | 无错误                |
| 1, Bad command        | 命令错误               |
| 2, Parameter error    | 参数错误               |
| 3, Missing parameter  | 缺少参数               |
| 4, Invalid multiplier | 倍率错误               |
| 5, Numeric data error | 数值错误               |
| 6, Value too long     | 数值太长               |
| 7, Invalid command    | 无效命令，表示该命令在当前状态下无效 |

## 9.6 命令汇总

表 9-6 所有 USB 命令汇总

| 命令 (sHeader)   | 参数 (sPara)                                                          | 描述          |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| DISP:PAGE      | MEAS SETUP SYSTEM CSET SINF                                         | 切换显示页面      |
| DISP:PAGE?     |                                                                     | 查询当前显示页面名称  |
| DISP:LINE      | 字符串(最大 28 字符)                                                       | 在底部提示栏显示字符串 |
| FUNC           | C-D C-Q C-R L-D L-Q L-R L-Rdc R-Q R-X R-Rdc Rdc Z-D Z-Q Z-thr Z-thd | 设置测量功能      |
| FUNC?          |                                                                     | 查询主参数选项     |
| FUNC:EQU       | SERIAL PARALLEL AUTO                                                | 设置等效方式选项    |
| FUNC:EQU?      |                                                                     | 查询等效方式选项    |
| FUNC:LCR:RANG  | 0~7                                                                 | 设置 LCR 量程   |
| FUNC:LCR:RANG? |                                                                     | 查询 LCR 量程号  |
| FUNC:DLCR:RANG | 0~7                                                                 | 设置 DCR 量程   |

|                 |                               |             |
|-----------------|-------------------------------|-------------|
| FUNC:DCR:RANG?  |                               | 查询 DCR 量程号  |
| FUNC:RANG:AUTO  | ON OFF 1 0                    | 设置量程自动      |
| FUNC:RANG:AUTO? |                               | 查询量程自动状态    |
| FREQ            | 50 100 120 1k 2k 10k 50k 100k | 设置频率值       |
| FREQ?           |                               | 查询频率值       |
| APER            | SLOW   FAST                   | 设置测试速度      |
| APER?           |                               | 查询测试速度      |
| FETC?           |                               | 查询测试结果      |
| COMP            | ON   OFF   1   0              | 打开/关闭比较器    |
| COMP:BEEP       | OFF   PASS   FAIL             | 打开/关闭讯响     |
| COMP:NOM        | <浮点数>                         | 输入标称值       |
| COMP:NOM?       |                               | 查询标称值       |
| COMP:TOL        | <浮点数>                         | 输入百分比值      |
| COMP:TOL?       |                               | 查询百分比值      |
| CORR:OPEN:STAT  | ON OFF 1 0                    | 开路清零开关      |
| CORR:OPEN:STAT? |                               | 查询开路清零开关    |
| CORR:SHOR:STAT  | ON OFF 1 0                    | 短路清零开关      |
| CORR:SHOR:STAT? |                               | 开路清零开关      |
| CORR:OPEN:LCR   |                               | 执行 LCR 开路清零 |
| CORR:SHOR:LCR   |                               | 执行 LCR 短路清零 |
| CORR:OPEN:DCR   |                               | 执行 DCR 开路清零 |
| CORR:SHOR:DCR   |                               | 执行 DCR 短路清零 |
| SYST:KEYL       | ON OFF 1 0                    | 键锁开关        |
|                 |                               |             |
| IDN?            |                               | 查询版本号       |
| RST             |                               | 执行热启动       |
| ERR?            |                               | 查询错误代码和信息   |

## 10. 规格

您将了解到以下内容：

- 技术指标。
- 一般规格。
- 外形尺寸。

### 10.1 一般规格

| 技术指标     |                                                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 功能       | C-D, C-Q, C-R, L-D, L-Q, L-R, L-Rdc, R-Q, R-X, R-Rdc, Rdc, Z-D, Z-Q, Z- $\theta$ r, Z- $\theta$ d            |
| 读数       | 50000 数                                                                                                      |
| 基本准确度    | 0.2%                                                                                                         |
| 等效方式     | 串联, 并联                                                                                                       |
| 量程方式     | 自动和手动                                                                                                        |
| 测试速度     | 慢速 2.5 次/秒, 快速 10 次/秒                                                                                        |
| 测试频率     | AT827: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz<br>AT828: 50Hz, 100Hz, 120Hz, 1kHz, 2kHz, 10kHz, 50kHz 和 100kHz |
| 测试信号电平   | 0.3V, 0.7V 和 1.0Vrms 准确度: 10%                                                                                |
| 信号源内阻    | 100 $\Omega$                                                                                                 |
| 校准       | 开路和短路校准                                                                                                      |
| 比较器      | 主参数百分比比较方式, 支持讯响                                                                                             |
| 测试端配置    | 5 端和 3 端                                                                                                     |
| 接口       | USB 接口, HID 设备类, VCOM 虚拟串口                                                                                   |
| 功能       |                                                                                                              |
| 显示器      | TFT-LCD 真彩液晶显示屏, 2.8 英寸, 带触摸屏                                                                                |
| 背光       | 可调节                                                                                                          |
| 省电配置     | 电池供电可配置降低亮度时间和关机时间                                                                                           |
| 电源       |                                                                                                              |
| 电池       | 可充电锂电池型号: ATL805                                                                                             |
| 充电电流     | USB 充电器输出: 5VDC, 3A                                                                                          |
| 最大功率     | 1W                                                                                                           |
| 电池持续工作时间 | 100%背光: 7 小时                                                                                                 |
|          | 50%背光: 9 小时                                                                                                  |
| 电池充电时间   | 大约 3 小时                                                                                                      |

|          |                                         |
|----------|-----------------------------------------|
| 电池充电功率   | 5V,2A 最大 10VA                           |
| 降低显示亮度时间 | 5 分钟/10 分钟/20 分钟/30 分钟/关闭<br>*只在电池供电下有效 |
| 自动关机时间   | 5 分钟/10 分钟/20 分钟/30 分钟/关闭<br>*只在电池供电下有效 |
| 通用       |                                         |
| 工作温度     | 0°C~40°C                                |
| 工作湿度     | ≤ 90%RH                                 |
| 海拔       | 2000 米                                  |
| 储存温度     | -10°C~70°C                              |
| 重量       | 350g                                    |
| 安全与电磁兼容  | IEC 61010-1:2001<br>IEC 61326-2-1:2005  |

## 10.2 准确度

下列数据在以下条件下测得：

温度条件：23°C±5°C

湿度条件：≤65% R.H.

零值调整：测试前开路和短路清零

测试端：仪器自身测试端口

等效方式：自动

预热时间：>30 分钟

校准时间：12 个月

|              |                |
|--------------|----------------|
| 测试电平准确度：     | 10%            |
| 测试频率准确度*1：   | 0.02%          |
| 参数测试基本准确度*2： | 0.2% (指在仪器量程内) |

## 10.3 准确度

### 10.3.1 电容 C 及损耗 D

■ 50Hz/60Hz/100Hz/120Hz

| 量程    | 显示范围                | 准确度 Ce   | 准确度 De |
|-------|---------------------|----------|--------|
| 20mF  | 5.0000mF - 50.000mF | 2.0%+5 字 | 0.0200 |
| 5mF   | 500.0μF - 4.9999mF  | 1.0%+3 字 | 0.0100 |
| 500μF | 50.00μF - 499.99μF  | 0.3%+2 字 | 0.0030 |
| 50μF  | 5.000μF – 49.999μF  | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 5μF   | 500.0nF – 4.9999μF  | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 500nF | 50.00nF – 499.99nF  | 0.2%+2 字 | 0.0020 |

|      |                    |          |        |
|------|--------------------|----------|--------|
| 50nF | 5.000nF – 49.999nF | 0.3%+3 字 | 0.0030 |
| 5nF  | 500pF – 4.9999nF   | 2.0%+5 字 |        |

■

1kHz/2kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce    | 准确度 De |
|-------|--------------------|-----------|--------|
| 1mF   | 500.0μF – 4.9999mF | 1.0%+5 字  | 0.0200 |
| 500μF | 50.00μF – 499.99μF | 0.3%+3 字  | 0.0300 |
| 50μF  | 5.000μF – 49.999μF | 0.2%+2 字  | 0.0030 |
| 5μF   | 500.0nF – 4.9999μF | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 500nF | 50.00nF – 499.99nF | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 50nF  | 5.000nF – 49.999nF | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 5nF   | 500.0pF – 4.9999nF | 0.3%+3 字  | 0.0030 |
| 500pF | 50.0pF – 499.9pF   | 0.65%+5 字 |        |

■

10kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce   | 准确度 De |
|-------|--------------------|----------|--------|
| 50μF  | 5.000μF – 49.999μF | 1.0%+3 字 | 0.0100 |
| 5μF   | 500.0nF – 4.9999μF | 0.3%+2 字 | 0.0030 |
| 500nF | 50.00nF – 499.99nF | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 50nF  | 5.000nF – 49.999nF | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 5nF   | 500.0pF – 4.9999nF | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 500pF | 50.00pF – 499.9pF  | 0.3%+3 字 | 0.0030 |
| 50pF  | 0.00pF – 49.99pF   | 1.2%+5 字 |        |

■

50kHz/100kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce    | 准确度 De |
|-------|--------------------|-----------|--------|
| 5μF   | 500.0nF – 4.9999μF | 3.0%+10 字 | 0.0300 |
| 500nF | 50.00nF – 499.99nF | 0.3%+5 字  | 0.0030 |
| 50nF  | 5.000nF – 49.999nF | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 5nF   | 500.0pF – 4.9999nF | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 500pF | 50.00pF – 499.99pF | 0.3%+2 字  | 0.0020 |
| 50pF  | 5.000pF – 49.999pF | 1.0%+5 字  | 0.0100 |
| 5pF   | 0.000pF – 4.999pF  | 3%+10 字   |        |

10.3.2 电感 L 和品质因数

■ 50Hz/60Hz/100Hz/120Hz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce   | 准确度 Qe *1 |
|-------|--------------------|----------|-----------|
| 1000H | 500.0H – 1000.0H   | 1.0%+3 字 | 0.0100    |
| 500H  | 50.00H - 499.99H   | 0.3%+2 字 | 0.0030    |
| 50H   | 5.000H – 49.999H   | 0.2%+2 字 | 0.0020    |
| 5H    | 500.0mH – 4.9999H  | 0.2%+2 字 | 0.0020    |
| 500mH | 50.00mH – 499.99mH | 0.2%+2 字 | 0.0020    |
| 50mH  | 5.000mH – 49.999mH | 0.3%+3 字 | 0.0030    |
| 5mH   | 0μF – 4.999mH      | 1.4%+5 字 |           |

■ 1kHz/2kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce   | 准确度 Qe |
|-------|--------------------|----------|--------|
| 100H  | 50.00H – 99.99H    | 1.0%+3 字 | 0.0100 |
| 50H   | 5.000H – 49.999H   | 0.3%+2 字 | 0.0030 |
| 5H    | 500.0mH – 4.9999H  | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 500mH | 50.00mH – 499.99mH | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 50mH  | 5.000mH – 49.999mH | 0.2%+2 字 | 0.0020 |
| 5mH   | 500.0μH – 4.9999mH | 0.3%+3 字 | 0.0030 |
| 500μH | 50.0μH – 499.9μH   | 1.4%+5 字 |        |

■ 10kHz

| 量程     | 显示范围                | 准确度 Ce    | 准确度 Qe |
|--------|---------------------|-----------|--------|
| 1000mH | 500.0mH – 999.9mH   | 1.0%+3 字  | 0.0100 |
| 500mH  | 50.00mH – 499.99mH  | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 50mH   | 5.000mH – 49.999mH  | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 5mH    | 500.00μH – 4.9999mH | 0.2%+2 字  | 0.0020 |
| 500μH  | 50.00μH – 499.9μH   | 0.65%+3 字 | 0.0040 |
| 50μH   | 5.00μH – 49.99μH    | 1.4%+5 字  |        |

■ 50kHz/100kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ce    | 准确度 Qe |
|-------|--------------------|-----------|--------|
| 100mH | 50.00mH – 99.99mH  | 1.2%+5 字  | 0.0120 |
| 50mH  | 5.000mH – 49.999mH | 1%+2 字    | 0.0100 |
| 5mH   | 500.0μH – 4.9999mH | 0.65%+2 字 | 0.0065 |
| 500μH | 50.00μH – 499.99μH | 0.65%+2 字 | 0.0065 |
| 50μH  | 5.000μH – 49.999μH | 1%+5 字    | 0.0100 |
| 5μH   | 0.000μH – 4.999μH  | 2.5%+10 字 |        |

注\*1： 品质因数 Qe 按以下公式计算

当  $Q_x \cdot D_e \leq 1$  时， $Q_e = \pm \frac{Q_x^2 \cdot D_e}{1 \mp Q_x \cdot D_e}$

其中，Q<sub>x</sub>为被测值

10.3.3 阻抗 Z 与相位角θ

■

<=10kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ze    | 准确度θe |
|-------|--------------------|-----------|-------|
| 10MΩ  | 5.000MΩ - 10.000MΩ | 3.0%+5 字  | 1.7°  |
| 5MΩ   | 500.0kΩ - 4.9999MΩ | 1.2%+3 字  | 0.7°  |
| 500kΩ | 50.00kΩ - 499.99kΩ | 0.3%+3 字  | 0.2°  |
| 50kΩ  | 5.000kΩ - 49.999kΩ | 0.2%+2 字  | 0.2°  |
| 5kΩ   | 500.0Ω - 4.999kΩ   | 0.2%+2 字  | 0.2°  |
| 500Ω  | 50.00 - 499.99Ω    | 0.2%+2 字  | 0.2°  |
| 50Ω   | 5.000Ω - 49.999Ω   | 0.3%+3 字  | 0.2°  |
| 5Ω    | 0.5000Ω - 4.9999Ω  | 0.65%+3 字 | 0.6°  |
| 0.5Ω  | 0.0500Ω - 0.4999Ω  | 3.0%+3 字  |       |

■

>10kHz

| 量程    | 显示范围               | 准确度 Ze    | 准确度θe |
|-------|--------------------|-----------|-------|
| 5MΩ   | 500.0kΩ - 4.9999MΩ | 3.0%+10 字 | 1.7°  |
| 500kΩ | 50.00kΩ - 499.99kΩ | 1.2%+5 字  | 0.7°  |
| 50kΩ  | 5.000kΩ - 49.999kΩ | 0.3%+2 字  | 0.3°  |
| 5kΩ   | 500.0Ω - 4.999kΩ   | 0.2%+2 字  | 0.2°  |
| 500Ω  | 50.00 - 499.99Ω    | 0.2%+2 字  | 0.2°  |
| 50Ω   | 5.000Ω - 49.999Ω   | 0.3%+5 字  | 0.3°  |
| 5Ω    | 0.5000Ω - 4.9999Ω  | 1%+10 字   | 1.0°  |
| 0.5Ω  | 0.0500Ω - 0.4999Ω  | 3.0%+20 字 |       |

10.3.4 ESR

ESR 是串联等效电阻 (=Rs)

ESR 的准确度公式:

$$R_{S_e} = \pm X_x \cdot \phi_e$$

其中, X<sub>x</sub> 为实测电抗值

$$X_x = 2\pi fL_x \text{ 或 } X_x = \frac{1}{2\pi fC_x}$$

$$\text{相位角准确度 } \phi_e = \theta_e \cdot \frac{\pi}{180}$$

并联等效电阻准确度公式:

$$R_{p_e} = \pm \frac{R_{p_x} \cdot \phi_e}{D_x \mp \phi_e}$$

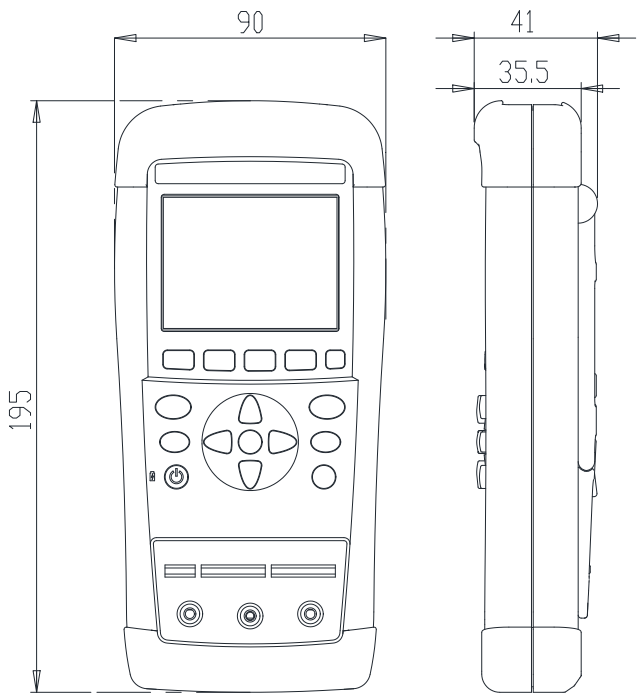
10.3.5 DCR

■

| DCR   |                    |          |
|-------|--------------------|----------|
| 量程    | 显示范围               | 准确度      |
| 10MΩ  | 5.000MΩ - 10.000MΩ | 3.0%+5 字 |
| 5MΩ   | 500.0kΩ - 4.9999MΩ | 1.2%+3 字 |
| 500kΩ | 50.00kΩ - 499.99kΩ | 0.3%+3 字 |

|      |                    |           |
|------|--------------------|-----------|
| 50kΩ | 5.000kΩ - 49.999kΩ | 0.2%+2 字  |
| 5kΩ  | 500.0Ω - 4.999kΩ   | 0.2%+2 字  |
| 500Ω | 50.00 - 499.99Ω    | 0.2%+2 字  |
| 50Ω  | 5.000Ω - 49.999Ω   | 0.3%+3 字  |
| 5Ω   | 0.5000Ω - 4.9999Ω  | 0.65%+3 字 |
| 0.5Ω | 0.0500Ω - 0.4999Ω  | 3.0%+3 字  |

10.4 外形尺寸





常州安柏精密仪器有限公司

江苏省常州市武进区漕溪路 9 号联东 U 谷 14 栋

**400-600-1217**

电话: 0519-88805550

**<https://www.onmeas.com>**

销售服务电子邮件: [sales@applent.com](mailto:sales@applent.com)

技术支持电子邮件: [tech@applent.com](mailto:tech@applent.com)

©2005-2026 Onmeas Ltd.

---

规格如有变更, 恕不另行通知。



均为常州安柏精密仪器有限公司的商标或注册商标。

---