



产品用户手册 

PRODUCT USER MANUAL

上海简形电力科技有限公司
Shanghai Jianxing Power Technology Co., Ltd

声 明

版权声明

未经本公司允许和书面同意，不得以任何形式（包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区语言）复制本手册中的任何内容。

版本

Ver1.03。

尊敬的用户：

感谢您选用本公司生产的测试仪。希望本手册对您使用该
产品提供尽可能详细的技术资料及帮助信息。

在正式使用该仪器之前，请仔细阅读本说明书，以确保您
对本产品的安全正确使用。如果您对说明书中所述内容有任何
疑问，或者需要业务咨询和技术支持，欢迎您与我公司销售部
或技术部取得联系，我们将竭诚为您服务。阅读完本说明书后，
请妥善保管，以备后用。

重要提示:

- 1 仪器在不使用的情况下, 请及时关闭电源!
 - 2 充电电池属于消耗部件, 应注意维护。在使用时, 充电电池有效容量会随使用时间的增长而逐渐降低, 从而使有效使用时间缩短。为了尽量提高电池使用寿命, 请注意以下维护措施:
 - 2.1 如果长期不使用仪器, 请定期对电池进行充、放电, 电池应至少每月充、放电一次; 请使用我公司配备的专用充电器对电池充电, 以免损坏电池。
 - 2.2 严禁亏电使用, 电池电量过放将严重缩短电池寿命, 甚至使电池报废; 当仪器提示电池电量低时, 应尽快停止使用仪器, 并对电池进行充电。避免因电池电量过放而导致电池失效。
 - 2.3 充电指示灯: 充电器充电过程中, 指示灯为红色; 充电完成后, 指示灯为绿色。
 - 2.4 充电时, 应先将充电器插入 AC220V 电源, 然后再将充电输出插头插入仪器进行充电, 否则充电器有可能工作不正常。
 - 3 使用前, 仪器必须可靠接地。
 - 4 根据不同的测试方式正确接线。
 - 5 使用无线测试方式时, 仪器主机与电压采集器必须使用相同的无线通讯频道, 否则, 将无法进行无线通讯。
 - 6 使用无线测试方式时, 电压采集器必须正确安装天线, 否则, 容易烧毁电压采集器无线通讯模块; 仪器主机也必须正确安装天线, 否则, 会大大缩短无线通讯距离。
 - 7 使用无线测试方式时, 仪器主机与电压采集器之间距离应大于 1 米以上; 否则, 有时会因为无线信号强度过强导致仪器主机无线信号饱和, 从而造成仪器主机无法收到电压采集器发出的无线电信号。
 - 8 无 PT 测试方式, 不采集电压信号, 而是将电压、电流信号的相位差固定为一个人为设置的固定角度。此测试方式无法真正测试出氧化锌避雷器的真实电压、电流信号相位差及阻性电流、容性电流数值, 请谨慎使用!
-

目 录

1 概述	1
2 功能及特点	1
3 技术指标	2
3.1 参考电压测量	2
3.2 电流测量	2
3.3 使用条件及外形	3
4 测量及补偿原理	3
4.1 测量原理	3
4.2 相间干扰及自动补偿原理	4
5 面板及各部件功能介绍	4
5.1 主机面板	4
5.2 电压采集器前后面板	6
6 操作使用说明	7
6.1 智能电量管理	7
6.2 打印机使用说明	7
6.3 主机操作说明	8
6.4 电压采集器操作说明	14
7 测试接线	15
7.1 注意事项	15
7.2 有线测试方式接线说明	16
7.3 无线测试方式接线说明	16
8 售后服务	17

1 概述

氧化锌避雷器综合测试仪用于检测氧化锌避雷器（MOA）的各相电气性能。该仪器适用于各个电压等级的氧化锌避雷器的现场带电检测以及停电状态下试验室做的出厂和验收试验。通过测量全电流及阻性电流等参数，可以及时发现氧化锌避雷器内部绝缘受潮和阀片老化等危险缺陷。

2 功能及特点

- 2.1 采用带有 DSP 浮点处理单元的高性能、低功耗 ARM 处理器，运算速度更快、运算精度更高、处理数据量更大；从而可以保证测试数据计算的准确性和稳定性。
- 2.2 高精度采样滤波电路及数字滤波技术，可滤除现场干扰信号。
- 2.3 采用浮点快速傅里叶算法，从而实现了对基波、谐波电压、电流信号的高精度分析。
- 2.4 采用工业级 5.7 寸 320×240 点阵单色液晶屏，显示清晰，人机界面友好；对于一些重要的操作及参数设置，显示其提示信息和帮助说明；屏幕顶部状态栏可显示各个外设工作状态及测试状态信息。
- 2.5 可同时测量三相氧化锌避雷器的电气参数，并可自动补偿相间干扰；也可单相测量，支持 B 相接地的 PT 二次电压作为参考电压；当被测相与参考电压相别不同时，可自动计算补偿角度。
- 2.6 提供有线、无线测试方式，无线测试方式操作更加简便、灵活；可大大降低现场测试人员工作强度。
- 2.7 提供无 PT 测试方式，可在某些极其特殊的情况下进行应急测试。
- 2.8 电压采集器集成本地显示（128×64 点阵 OLED 液晶屏）及相序检测功能，可显示三相全电压、电压基波、3 次、5 次、7 次谐波有效值、系统频率值及三相电压相位差；便于现场测试人员快速检查电压采集器与 PT 二次电压输出端子连接情况及三相电压各项参数。
- 2.9 电压采集器采用双重全数字隔离技术，更加安全可靠。
- 2.10 交直流两用：内置锂电池供电或者 220V 交流充电器供电自适应。
- 2.11 仪器主机和电压采集器内置大容量可充电锂电池，一次充电完成，可持续工作 8 小时。

- 2.12 智能电量管理：剩余电量显示、低电量报警、长时间闲置提示、背光自动调节。
- 2.13 内置实时时钟，可实时显示当前时间和日期；自动记录测试日期及时间。
- 2.14 测试数据存储方式分为本机存储和优盘存储，本机存储可存储测试数据 100 条，并且本机存储可转存至优盘；优盘存储可保存测试数据及波形图片，测试数据为 TXT 格式，波形图片为 BMP 格式，可直接在电脑上编辑打印。
- 2.15 内置热敏打印机，可打印测试数据及已保存测试记录；打印内容可选择，从而可以节省打印纸的用量。

3 技术指标

3.1 参考电压测量

- 3.1.1 参考电压输入范围：25V~250V 有效值，50Hz/60Hz
- 3.1.2 参考电压测量准确度： \pm （读数 \times 5%+0.5V）
- 3.1.3 电压谐波测量准确度： \pm （读数 \times 10%）
- 3.1.4 参考电压通道输入电阻： \geq 1500k Ω

3.2 电流测量

- 3.2.1 全电流测量范围：0~20mA 有效值，50Hz/60Hz
- 3.2.2 准确度： \pm （读数 \times 5%+5 μ A）
- 3.2.3 阻性电流基波测量准确度： \pm （读数 \times 5%+5 μ A）
- 3.2.4 电流谐波测量准确度： \pm （读数 \times 10%+10 μ A）
- 3.2.5 电流通道的输入电阻： \leq 2 Ω

3.3 使用条件及外形

- 3.3.1 工作电源： 内置锂电池或外置充电器，充电器输入 100-240VAC，50Hz/60Hz
- 3.3.2 充电时间： 约 4 小时
- 3.3.3 电池工作时间： 主机 8 小时，电压采集器 8 小时
- 3.3.4 主机尺寸： 318mm(长)×280mm(宽)×150mm(高)
- 3.3.5 主机重量： 3.2kg（不含线缆）
- 3.3.6 电压采集器尺寸： 115mm(长)×120mm(宽)×65mm(高)
- 3.3.7 电压采集器重量： 0.6kg（不含线缆）
- 3.3.8 使用温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$
- 3.3.9 相对湿度： $<90\%$ ，不结露

4 测量及补偿原理

4.1 测量原理

本仪器采用如图 1 所示的投影法计算基波及各次谐波的阻性电流。

图中：U1 基波参考电压

Ix1p 基波全电流峰值

Ir1p 基波阻性电流峰值

Ic1p 基波容性电流峰值

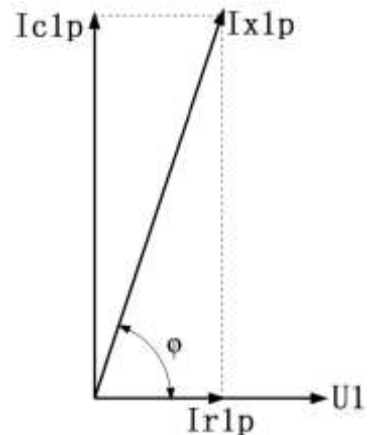
Φ 基波全电流超前基波参考电压的

角度 图 1 投影法

计算公式： $I_{r1p} = I_{x1p} \cdot \cos \Phi$

$I_{c1p} = I_{x1p} \cdot \sin \Phi$

氧化锌避雷器全电流既含有氧化锌避雷器非线性产生的高次谐波，也含有母线电压谐波产生的高次谐波。与 I_{rp} 相比 I_{r1p} 更加稳定真实；因此建议用 I_{r1p} 作为阻性电流指标， Φ 和 I_{r1p} 均能直观衡量氧化锌避雷器的性能。



4.2 相间干扰及自动补偿原理

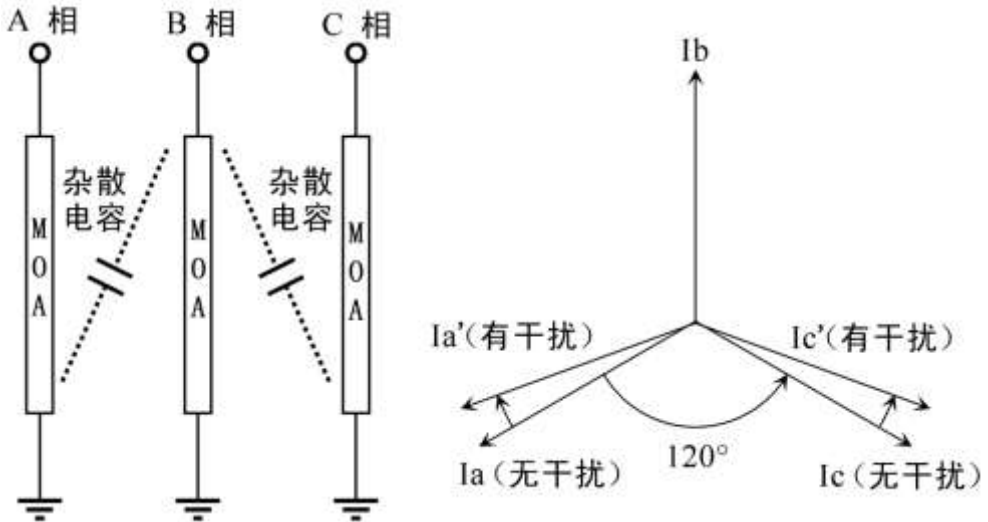


图 2 相间干扰

在现场三相同时测试一字排列的氧化锌避雷器时，如图 2 所示，由于杂散电容的存在，A、C 相电流相位都要向 B 相偏移，一般偏移角度为 $2^{\circ} \sim 4^{\circ}$ 左右；这将使 A 相 ϕ 减小，阻性电流增大，C 相 ϕ 增大，阻性电流减小甚至为负，这种现象称相间干扰。

解决这一问题的方法是采用自动补偿算法，即仪器内置的“自动边补”功能。假设 I_a 、 I_c 无干扰时相位相差为 120° ，假设 B 相对 A、C 相干扰是相同的；测量出 I_c 超前 I_a 的角度 Φ_{ca} ，A 相补偿 $\Phi_{0a} = (\Phi_{ca} - 120^{\circ}) / 2$ ，C 相补偿 $\Phi_{0c} = -(\Phi_{ca} - 120^{\circ}) / 2$ 。这种方法实际上对 A、C 相阻性电流进行了平均，极有可能掩盖存在的问题。因此建议考核没有进行自动补偿的原始数据（即补偿角度为 0° ），并考核其变化趋势。

5 面板及各部件功能介绍

5.1 主机面板

主机面板布置图如图 3 所示。

5.1.1 电流输入：分为 A 相（黄色）、B 相（绿色）、C 相（红色）三个输入通道，单相测量时，无论测试 A 相、B 相或者 C 相电流，都从 A 相通道输入。

5.1.2 **参考信号输入：**有线测试方式时，使用专用通讯电缆，用于连接电压采集器。

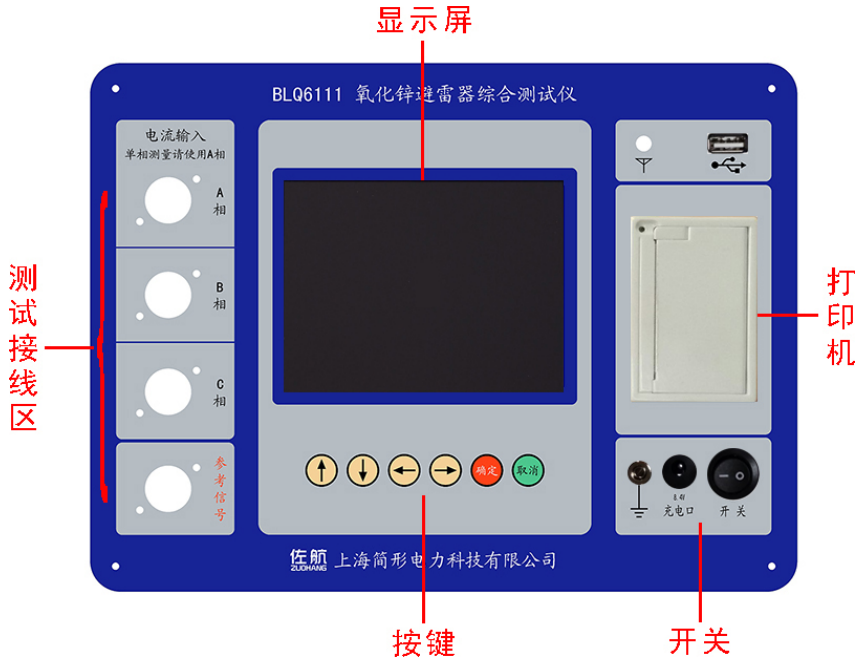


图 3 主机面板

5.1.3 **液晶屏：**工业级 320×240 点阵单色液晶屏，带 LED 背光，显示操作菜单、测试数据、波形等。

5.1.4 **按键：**操作仪器用。“↑↓”为“上下”键，选择移动或修改数据；“←→”为“左右”键，选择移动或修改数据；“确认”键，确认当前操作；“取消”键，放弃当前操作。

5.1.5 **天线：**使用无线测试方式时，请将配套天线安装在天线座上，便于良好的接收信号，不安装天线将大大缩短无线通讯距离。

5.1.6 **优盘接口：**外接优盘用，用来存储测试数据，请使用 FAT 或 FAT32 格式的 U 盘。在存储过程中，严禁拔出优盘。

5.1.7 **打印机：**打印测试结果，打印内容可选择，不关心的数据无需打印，从而节约打印用纸。

5.1.8 **接地柱：**在测试过程中，仪器必须可靠接地。在连接其它测试线之前应先连接接地线；在测试结束后，最后拆除接地线，以保证人身安全。

5.1.9 **充电口：**仪器充电器接口，请使用仪器配套专用充电器。

5.1.10 **开关：** 仪器电源开关，在不使用仪器时，请及时关闭仪器电源，以节省电池电量。

5.2 电压采集器前后面板

电压采集器前后面板如图 4、5 所示；**注意：电压输入黑线与接地端子已由内部电路短接，测试时，电压输入黑线必须接地！**

5.2.1 **通讯接口：** 有线测试方式时，使用专用通讯电缆，用于连接仪器主机参考信号输入。

5.2.2 **天线：** 在使用无线测试方式时，请将配套天线安装在天线座上，以便于电压采集器有效的发射无线信号；**不安装天线将大大缩短无线通讯距离，时间过长有可能烧毁内部无线模块。**



图 4 电压采集器前面板

图 5 电压采集器后面板

5.2.3 **按键：** 操作仪器用。“↑↓”为“上下”键，选择移动或修改数据；“→”为“右”键，选择移动或确认操作；长按“→”键，进入设置菜单界面。

5.2.4 **液晶屏：** 工业级 128×64 点阵 OLED 液晶屏，显示操作菜单、测试数据。

5.2.5 **发送指示灯：** 电压采集器通过无线方式或者有线方式，每发送一次数据指示灯闪烁一次。

5.2.6 **充电口：** 仪器充电器接口，请使用仪器配套专用充电器。

5.2.7 **开关：** 电压采集器电源开关，在不使用时，请及时关闭电源，以节省电池电量。

5.2.8 **电压输入：** 参考电压输入，分为 A 相（黄色线）、B 相（绿色线）、C 相（红色线）、中性点或地线（黑色线）；选择参考相别为单相，且无论是 A 相、B 相、C 相、AB 相、CB 相都从 A 相（黄色线）和黑色线输入。

注意：如果 PT 二次侧是 B 相接地的，A 相（黄色线）接 PT 二次侧 A 相，黑色线接地，仪器主机参考相别选择“A-B”；或者 A 相（黄色线）接 PT 二次侧 C 相，黑色线接地，仪器主机参考相别选择“C-B”。

输入线中串接了 120mA 自恢复保险。

5.2.9 接地柱：在测试过程中，仪器必须可靠接地。在连接其它测试线之前应先连接接地线；在测试结束后，最后拆除接地线，以保证人身安全。

6 操作使用说明

在进行测试前，仪器主机及电压采集器外壳应可靠接地，根据不同的测试方式进行正确的接线，各种测试方式下的接线说明请参照“7 测试接线”。当使用无线测试方式时，电压采集器尽量放置在比较高的位置（例如：PT 端子箱上面），可增加无线通讯距离。

6.1 智能电量管理

仪器在长时间未操作时，将自动关闭液晶背光，以节省电量，并显示提示窗口及发出提示音提示用户关闭仪器电源；仪器带低电量提示功能；仪器电量低时可插充电器进行充电，并可在充电过程中对仪器进行正常操作使用。

6.2 打印机使用说明

打印机按键和打印机指示灯是一体式。打印机上电后，正常时指示灯为常亮，缺纸时指示灯闪烁。按一次按键，打印机走纸。当打印出的打印纸带有粉红边时，表示打印纸即将用完，请及时更换打印纸。

打印机自检：在仪器电源关闭的情况下按住按键不放，同时给仪器上电，即打印出自检条。

打印机换纸：扣出旋转扳手，打开纸仓盖；把打印纸装入，并拉出一截（超出一点撕纸牙齿），注意把纸放整齐，纸的方向为有药液一面（光滑面）向上；合上纸仓盖，打印头走纸轴压齐打印纸后稍用力把打印头走纸轴压回打印头，并把旋转扳手推入复位。

6.3 主机操作说明

打开仪器主机电源开关，仪器初始化后进入开机屏幕（见图 6），显示仪器型号、软件版本号、硬件版本号和仪器编号；随后自动进入“主菜单”。

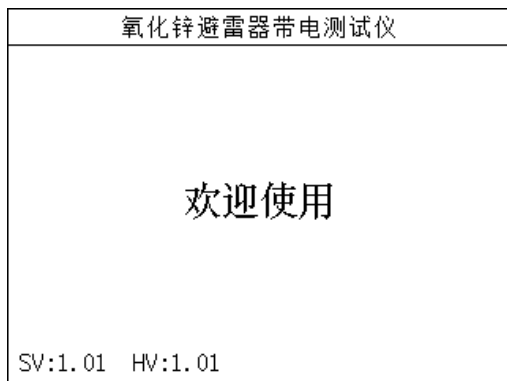


图 6 开机屏幕

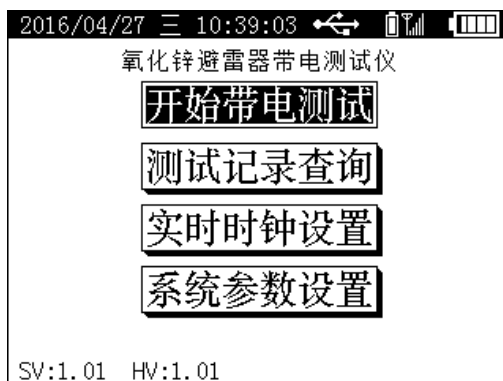







图 7 主菜单

6.3.1 主菜单

“主菜单”屏幕见图 7 所示。顶部状态栏显示当前日期、时间、优盘插入状态、测试方式（及相应附加信息）和仪器主机电池电量；底部显示软件版本号、硬件版本号和装置编号；中间为仪器型号名称以及可选的功能菜单。

按上下键选择相应的功能菜单，按“确认”键进入所选功能菜单；“系统参数设置”菜单为厂内调试用，不对用户开放。

-  无线测试方式，显示电压采集器电池电量及接收到的无线信号强度；电池电量低时， 电池符号闪烁；接收不到无线信号时，无线信号强度显示“？”号，并发出“滴·滴·滴·”报警音。
-  有线测试方式，显示电压采集器电池电量及有线连接状态；电池电量低时， 电池符号闪烁；连接成功显示上下箭头标志，连接失败显示“？”号，并发出“滴·滴·滴·”报警音。
-  显示此图标表示优盘已插入且初始化成功。

6.3.2 测试参数设置

在“主菜单”屏幕中选择“开始带电测试”按“确认”进入“测试参数设置”屏幕，见图 8。

按上下键选择设置项目，按“确认”或右键进入具体数值设置；当光标在具体数值位置时，按上下键调整数值，按“确认”键或左键返回项目选择。

右侧的提示窗口显示相应设置项的操作说明及重要提示。

2016/04/22 五 13:11:07		
开始带电测试 > 测试参数设置		
试验编号	000000	<说明> 请按要求接好测试线， 按确认键开始测试。 <div style="text-align: center;">开始测试</div>
设备名称	000000	
测试方式	无线 0	
参考相别	ABC	
被测相别	ABC	
补偿方式	禁用补偿	
补偿角度	φa: 0.00° φb: 0.00° φc: 0.00°	
P T 变比	自定义值 1.000	

图 8 测试参数设置

- **试验编号：**设置当前的试验编号。
- **设备名称：**即被测设备的编号，可以不设置。
- **测试方式：**测试方式可选择有线、无线两种测试方式；当选择无线测试方式时，“无线”二字右边的数字表示当前无线模块使用的频道数值。
- **参考相别：**可设置为 ABC、A、B、C、A-B、C-B。
 ABC 表示同时使用三相电压作为参考电压。
 A、B、C 表示使用单相电压作为参考电压。
 A-B、C-B 表示针对 PT 的 B 相接地的情况，使用 A 对 B 或 C 对 B 作为参考电压。
 除 ABC 方式外，其它方式下参考电压都由电压采集器 A 相（黄线）通道输入。
- **I-U 角差：**选择无 PT 测试方式时，不显示“参考相别”而是显示“I-U 角差”。此项用于设置人为固定的电流、电压信号的相位差；需设置为更为接近实际相位差的数值，才能测量得到更接近实际值的测试数据。

● **被测相别：**可设置为 ABC、A、B、C

ABC 表示三相同步测量，在 ABC（黄、绿、红）三相电流通道同时输入三相电流。

A、B、C 表示单相测量，都是用 A 相（黄）电流通道输入电流。

● **补偿方式：**可设置为“禁用补偿”、“手动补偿”、“自动边补”三种模式。

“禁用补偿”：即补偿角度为 0° 。当参考相为单相，且被测相别与参考相不同时，仪器自动设置理论补偿角度，如下表所示。

	被测相 A	被测相 B	被测相 C
参考相 ABC	0°	0°	0°
参考相 A	0°	120°	240°
参考相 B	240°	0°	120°
参考相 C	120°	240°	0°
参考相 A-B	30°	150°	270°
参考相 C-B	90°	210°	330°

“手动补偿”：手动设置 A、B、C 三相的补偿角度，设置范围在 $\pm 360.00^\circ$ 之间。**注意：设置的补偿角度一定要有依据，不可随意设置！**

“自动边补”：根据“4.2 相间干扰及自动补偿原理”所述原理，自动进行补偿。

注：补偿的角度总是被加到电流与电压的相位差中；例如：电流电压相位差 80° ，补偿角度 1° ，则经补偿后最终电流电压夹角为 81° 。

● **补偿角度：**在此处可以查看或者设置 A、B、C 三相的补偿角度；单相测量时，只显示被测相别的补偿角度。

● **P T 变比：**在有线、无线测试方式下设置 PT 电压变比值。

PT 变比有两种设置模式，分为“自定义值”和“预置变比”；

“自定义值”模式可随意设置变比值；“预置变比”模式通过选择 PT 一次额定电压和 PT 二次额定电压来自动计算 PT 变比值。

- **开始测试：**参数设置完毕后，光标移动至此，按“确认”键将启动测试过程并进入测试数据显示屏幕；另外，仪器将自动保存此次参数设置，以便于下次使用。

6.3.3 测试数据显示屏幕

2016/04/22 五 14:50:54				
参数	A 相	B 相	C 相	49.99Hz
Ux	57.69V	57.69V	57.70V	ϕ a-b: 120.00°
Ix	4.978mA	4.943mA	4.981mA	ϕ b-c: 120.00°
Irip	0.612mA	1.098mA	1.460mA	ϕ c-a: 119.99°
P1	24.88mW	44.63mW	59.38mW	测试
ϕ	84.99°	80.96°	77.98°	显示
Ir				
结论	优	良	中	

图 9 主要测试数据屏幕

2016/04/22 五 14:57:26				
参数	A 相	B 相	C 相	49.99Hz
Ux	57.69V	57.69V	57.70V	ϕ a-b: 120.00°
U3	4.994%	4.983%	4.984%	ϕ b-c: 120.00°
U5	4.985%	4.956%	4.953%	ϕ c-a: 120.00°
U7	4.972%	4.912%	4.906%	ϕ c-a: 119.99°
Ix	4.979mA	4.943mA	4.980mA	测试
Ixp	6.727mA	6.990mA	6.728mA	显示
Ir	0.464mA	0.771mA	1.085mA	保存
Irip	1.004mA	1.090mA	2.288mA	打印
Irip	0.612mA	1.091mA	1.453mA	
Ic1p	6.988mA	6.906mA	6.864mA	
Ir3p	0.080mA	0.000mA	0.196mA	
Ir5p	0.131mA	0.000mA	0.293mA	
Ir7p	0.179mA	0.000mA	0.344mA	
P1	24.88mW	44.35mW	59.07mW	
Cx	273.6nF	270.4nF	268.7nF	
ϕ	84.99°	81.02°	78.04°	

图 10 详细测试数据屏幕

2016/04/22 五 14:58:24				
参数	A 相	B 相	C 相	49.99Hz
U1	57.48V	57.47V	57.49V	ϕ a-b: 120.00°
U3	2.870V	2.864V	2.865V	ϕ b-c: 120.00°
U5	2.866V	2.849V	2.848V	ϕ c-a: 120.00°
U7	2.858V	2.823V	2.820V	ϕ c-a: 119.99°
I1	4.960mA	4.943mA	4.961mA	测试
I3	0.248mA	0.000mA	0.248mA	显示
I5	0.247mA	0.000mA	0.248mA	保存
I7	0.248mA	0.000mA	0.247mA	打印
ϕ U1	0.00°	239.99°	119.99°	
ϕ U3	359.99°	359.40°	359.37°	
ϕ U5	358.94°	118.98°	238.93°	
ϕ U7	358.49°	238.63°	118.56°	
ϕ I1	84.99°	321.01°	198.04°	
ϕ I3	256.17°	300.69°	235.28°	
ϕ I5	66.90°	351.53°	272.03°	
ϕ I7	237.65°	139.47°	308.82°	

图 11 谐波测试数据屏幕

2016/04/22 五 15:06:34				
	A 相	B 相	C 相	49.99Hz
Ux				ϕ a-b: 120.00°
Ix				ϕ b-c: 120.00°
Ir				ϕ c-a: 120.00°

图 12 波形测试数据屏幕

测试数据显示屏幕分为：主要测试数据、详细测试数据、谐波测试数据、波形测试数据和参数设置查看五个屏幕，光标移动到“显示”按“确定”键进行切换；单相测量时，没有单独的波形测试数据显示屏幕，波形测试数据将显示在所有测试数据屏幕中。

这里的参数设置查看屏幕，主要是用于查看进行此次测试时的参数设置情况，不可进行修改，如需修改参数设置请返回“测试参数设置”屏幕进行修改。

主要测试数据屏幕见图 9 所示；详细测试数据屏幕见图 10 所示；谐波测试数据屏幕见图 11 所示；波形测试数据屏幕见图 12 所示；参数设置查看屏幕见图 13 所示。

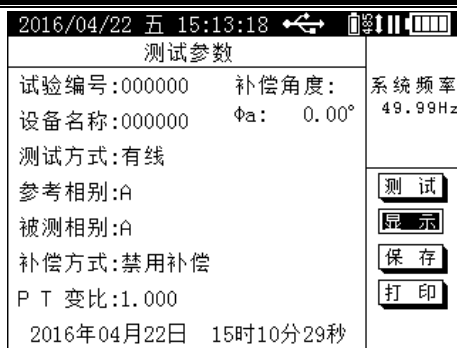




图 13 参数设置查看屏幕

-  测试过程中显示此符号，且闪烁。
-  暂停测试时显示此符号，且闪烁。

点击“测试”按钮进入测试状态；点击“暂停”进入暂停状态；测试状态只能切换显示屏幕不能进行数据保存、打印等操作；暂停状态下，将显示“保存”、“打印”按钮，可以进行保存、打印等操作。

6.3.4 测试数据说明

- **系统频率：**屏幕右上角显示仪器采集到的系统频率值。
- **三相电压夹角：**三相同步测量时，显示三相电压夹角 Φ_{a-b} 、 Φ_{b-c} 、 Φ_{c-a} ；单相测量时，不显示。
- **U_x：**参考电压有效值，仅包含基波和 3、5、7 次谐波，计算公式为：

$$U_x = \sqrt{U_1^2 + U_3^2 + U_5^2 + U_7^2}$$

- **U₁：**基波电压有效值。
- **U₃、U₅、U₇：**3、5、7 次谐波电压有效值及其占基波电压的相对含量。
- **I_x：**全电流有效值，仅包含基波和 3、5、7 次谐波。
- **I_{xp}：**全电流峰值，即 I_x 的峰值。
- **I_r：**阻性电流有效值，仅包含基波和 3、5、7 次谐波阻性电流。
- **I_{rp}：**阻性电流峰值，即 I_r 的峰值。
- **I_{r1p}：**基波阻性电流峰值。
- **I_{c1p}：**基波容性电流峰值。
- **I_{r3p}、I_{r5p}、I_{r7p}：**3、5、7 次谐波阻性电流峰值。

注意：基波电流超前基波电压的角度 Φ 超过 90° 时，I_{r1p} 为负值；超过 180° 时，I_{c1p} 也为负值。如果 I_x 波形是平顶的，I_{c1p} 可大于 I_{xp}。

- **P1**: 基波功耗，即基波阻性电流有效值与基波电压有效值的乘积。
- **Cx**: 氧化锌避雷器电容量，计算公式为：

$$C_x = \frac{I_{c1}}{2\pi f U_1}$$

式中：I_{c1} 基波容性电流有效值

f 系统频率

U₁ 基波电压有效值

- **Φ**: 基波电流超前基波电压的角度，其中已经包含了补偿角度。仪器根据Φ给出结论的判断依据如下表：

结论	劣	差	中	良	优	有干扰
Φ	0~ 74.99°	75~ 76.99°	77~ 79.99°	80~ 82.99°	83~ 87.99°	≥88°

注：本仪器具有波形自动放大功能，因此波形幅度并不能代表相应数据值的大小。

6.3.5 测试记录查询

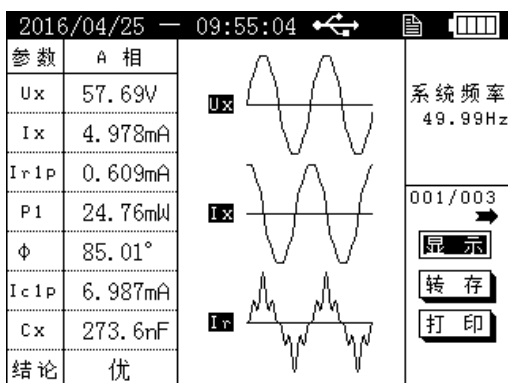


图 14 测试记录查询

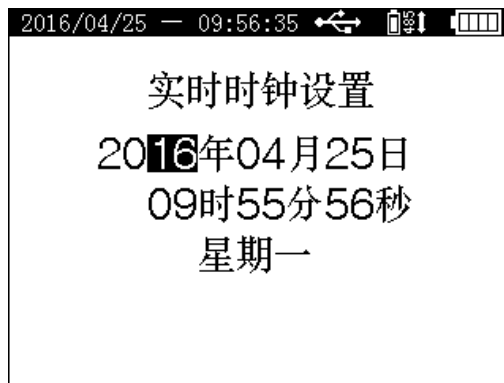


图 15 实时时钟设置

测试记录查询屏幕见图 14 所示。此屏幕可以查看保存在本机的所有测试记录，及所有测试数据、波形及其相应的参数设置；并可对已保存的测试记录进行转存至优盘、打印等操作。“001/003”前面的数字表示当前查看的测试记录的保存编号，后面的数字表示已保存的测试记录数量，本仪器最多可以保存 100 条测试记录；按“←→”键切换要查看的测试记录。

6.3.6 实时时钟设置

实时时钟设置屏幕见图 15 所示。用于设置仪器自带的时钟；按“↑↓”键调整数值，按“←→”键移动光标，按“确认”键保存设置，按“取消”放弃设置。

6.4 电压采集器操作说明

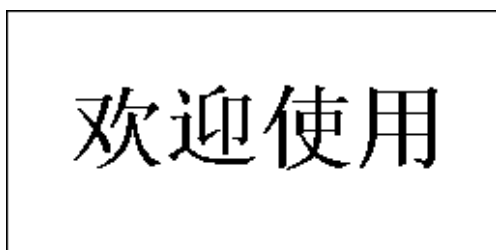


图 16 开机屏幕

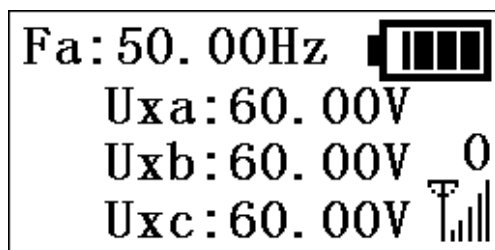


图 17 测试数据屏幕

打开电压采集器电源开关，电压采集器初始化后进入开机屏幕（见图 16），显示电压采集器软件版本号、硬件版本号和仪器编号；随后自动进入“测试数据”屏幕。

6.4.1 测试数据显示屏幕

测试数据显示屏幕见图 17 所示。在此屏幕中显示：

- 电压采集器电池电量。
- 通过 A 相测量的系统频率。
- 电压采集器发送模式： $\overline{\text{T}}$ 为无线发送模式（符号上面显示的数值为无线通讯频道）， $\overline{\text{W}}$ 为有线发送模式；按“→”键进行模式切换。
- 三相参考电压有效值，基波、3 次、5 次、7 次谐波电压有效值。
- 三相基波电压相位差。

按“↑↓”键可切换显示内容；电压采集器具备相序错误报警功能，在参考电压为三相（同时采集三相电压）时，如果三相相序不是正相序，则会显示报警信息并发出报警音。

如果电压采集器开机后没有进行电压测量（电压小于 1V），在一段时间后，电压采集器会发出提示音和提示信息，提示用户关机；如果进行测量，则不会发出提示音和提示信息。

6.4.2 主菜单及无线频道设置

在测试数据显示屏幕下，长按“→”键进入“主菜单”屏幕，“主菜单”屏幕包含“1. 无线频道设置”和“2. 系统参数设置”两个选项，通过“↑↓”键选择，按“→”键确认；“2. 系统参数设置”为厂内调试用，不对用户开放。

选择“1. 无线频道设置”选项并确认后，会进入“密码输入”屏幕，按“→”键移动光标；光标在密码位置时，按“↑↓”键修改密码值；光标在“确定”或“取消”位置时，按“↑↓”键相当于“确认键”。无线频道设置菜单密码为“888888”。

无线频道数值不能随意修改，频道值必须与仪器主机相同。当遇到同频干扰需要修改无线通讯频道时，设置好电压采集器无线频道后，在测试数据显示屏幕下，按“→”键将电压采集器发送模式改为有线模式；用有线通讯电缆连接电压采集器和仪器主机，仪器主机设置为有线测试方式，当通讯成功后，仪器主机的无线通讯频道会自动设置为与电压采集器一致的频道值。之后便可改为无线测试方式进行测试操作。

7 测试接线

7.1 注意事项

7.1.1 仪器主机及电压采集器在测试前必须可靠接地。

7.1.2 电流采样，单相测试时，从仪器主机 A 相（黄色）通道输入；三相测试时，从 A、B、C 相（黄色、绿色、红色）通道分别输入；且仪器只能用于低压小电流信号采样，所以测试线应远离高压。

提示：从氧化锌避雷器计数器取电流，当测试夹连接良好时，计数器电流表指针归零；电流表指针不归零，表示测试夹没有接好，此时用测试夹在连接部位摩擦几下使电流表指针归零即可。

7.1.3 参考电压采样，单相测试时，从电压采集器 A 相（黄色）通道输入；三相测试时，从 A、B、C 相（黄色、绿色、红色）通道分别输入；电压测试线上串联有 120mA 自恢复保险，以防止测试线短

路造成 PT 二次侧短路。

- 7.1.4 无线测试方式，电压采集器应尽量放置在相对较高的位置（例如：PT 端子箱上面），这样可以增加无线发射、接收距离；当无线信号较弱时，可适当调整天线方向，以增强无线信号强度；特殊情况下可使用带延长线的吸盘天线来改善无线信号质量。

7.2 有线测试方式接线说明

有线测试方式需要使用通讯电缆将仪器主机和电压采集器连接起来，通过有线方式进行数据传输和同步，接线示意图见图 18 所示。

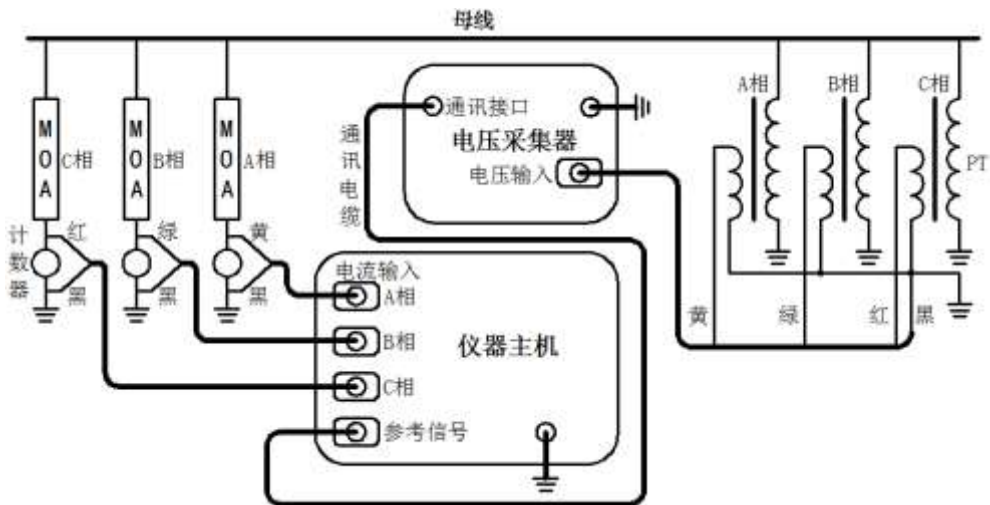


图 18 有线测试方式接线示意图（三相同步测量）

接线时，电流和电压相序一定要按照正确相序连接。仪器主机设置为有线测试方式，电压采集器设置为有线发送方式。

7.3 无线测试方式接线说明

无线测试方式仪器主机和电压采集器通过无线通讯进行数据传输和同步，接线示意图见图 19 所示。

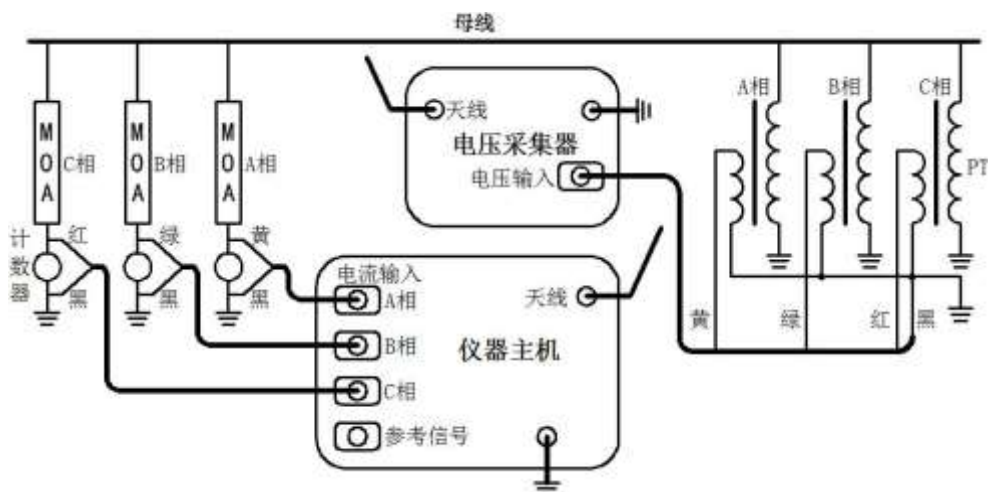


图 19 无线测试方式接线示意图（三相同步测量）

8 售后服务

- 8.1 凡购本公司产品随机携带产品保修单，订购产品交货时，请当场检验并填好保修单。
- 8.2 自购机之日起，在保修期内，维修不收取维修费；保修期外，维修调试收取适当费用。
- 8.3 电池属消耗品，不在保修范围内。
- 8.4 属下列情况之一者不予保修：
 - 8.4.1 用户对仪器有自行拆卸或对仪器工艺结构有人为改变。
 - 8.4.2 因用户保管或使用不当造成仪器的严重损坏。
 - 8.4.3 属于用户其它原因造成的损坏。