

ZSML360 三相钳形电力参数向量 仪

使用 说明 书



武汉中试高测电气有限公司

前 言

感谢您购买 ZSML360 三相钳形电力参数向量仪。ZSML360 将为您测量工频电力参数、检测电能计费系统及继电保护系统等的接线提供可靠的服务，而且所需维护极少，值得您的信赖。

本说明书介绍 ZSML360 的功能、特性及使用方法，概要介绍了与仪器配套的数据库管理软件的功能及操作应用。由于技术日新月异，ZSML360 亦处于不断改进完善之中。因此本说明书的内容，可以预先不通知、也不受任何约束而随时加以修改，并将变更内容另编成册，与仪器一齐交付用户。

本说明书版权属天水中电电子科技有限公司所有，受《中华人民共和国著作权法》的保护。未经本公司书面许可，任何单位不得利用书中的内容开展生产、销售经营活动，损害用户及本公司的利益。否则本公司将依法追究侵权者的法律责任。



目 录

第一章 产品介绍.....	1
1.1 概述.....	1

1.2	功能特点.....	1
1.3	附件.....	2
1.4	随机文件.....	2
1.5	随机备件.....	2
第二章	一般性使用说明.....	3
2.1	仪表验收.....	3
2.2	电源开关.....	3
2.3	液晶背光源开关.....	4
2.4	液晶对比度.....	4
2.5	液晶保护.....	4
2.6	电池充电.....	4
2.7	钳形电流互感器使用注意事项.....	4
2.8	仪表背带的使用.....	5
第三章	测量操作及显示界面.....	5
3.1	面板布局（见图3）.....	5
3.2	基本参数测量界面【AUTO】.....	6
3.3	基本参数保持界面【HOLD】.....	8
3.4	基本参数查阅界面【READ】.....	8
3.5	存储基本参数测量值.....	9
3.6	显示被测系统向量图.....	9
3.7	相序表.....	10
3.8	电流钳规格选择.....	10
3.9	电流互感器变比，极性测试.....	11
3.10	通信.....	11
3.11	选择被测系统.....	11
3.12	复位.....	12
第四章	校准操作及显示界面.....	12
4.1	进入校准程序.....	12
4.2	校准密码.....	13
4.3	校准电压.....	13
4.3.1	电压通道零位初校.....	14
4.3.2	电压通道量限校准.....	15
4.3.3	电压通道零位再校.....	15
4.4	校准电流.....	15
4.4.1	电流通道零位初校.....	16
4.4.2	电流通道量限校准.....	16
4.4.3	电流通道零位再校.....	17
4.5	校准电压、电流之间相位.....	17

4.6	退出校准程序.....	18
第五章	应用举例.....	19
5.1	测量单相、三相四线配电系统电压、电流、功率因数角.....	19
5.2	测量三相三线配电系统电压、电流、功率因数角.....	20
5.3	测量三相四线配电系统的相序	20
5.4	测量三相三线配电系统的相序.....	23
5.5	测量电流互感器的变比、极性.....	23
5.6	单相、三相四线配电系统感性、容性负载的判断.....	23
5.7	三相三线配电系统感性、容性负载的判断.....	23
5.8	电能计费系统接线检查.....	23
5.9	继电保护系统接线检查.....	24
5.10	测量漏电流.....	24
第六章	技术指标.....	25
6.1	基本误差.....	25
6.2	工作误差	26
6.3	测量通道特性.....	26
6.3.1	电压通道、浮置输入	26
6.3.2	电流通道、钳形电流互感器.....	27
6.4	安全特性.....	27
6.4.1	耐压.....	27
6.4.2	绝缘电阻.....	27
6.5	充电电源规格.....	27
6.6	内置充电电池特性.....	27
6.6.1	关机充电时间.....	27
6.6.2	开机放电时间.....	28
6.6.3	充放电循环次数.....	28
6.6.4	自然放电.....	28
6.7	外形尺寸、重量.....	28
第七章	测量数据管理系统	28
7.1	系统简介.....	28
7.2	系统安装.....	28
7.3	系统使用方法.....	28
7.4	按钮功能介绍.....	29
7.4.1	系统界面按钮功能.....	29
7.4.2	数据库界面按钮功能.....	29
7.4.3	预览打印报告界面按钮功能.....	29
第八章	仪表维护和修理.....	30
8.1	日常维护.....	30

8.2 简单故障处理.....	30
8.2.1 无法正常充电.....	30
8.2.2 无法开机.....	30
8.2.3 液晶屏显示不清.....	30
8.2.4 不能正常测量.....	30
8.2.5 电流输入插孔更换.....	31
第九章 产品质量及服务承诺.....	31

第一章 产品介绍

1.1 概述

ZSML360 三相钳形电力参数向量仪以我公司开发研制钳形表系列产品之技术为基础采用多通道信号同步测量技术及大屏幕点阵液晶显示器件,使得三相四线所有 16 个参数可被同时测量、同屏显示。该表三路电压输入通道相互绝缘隔离,三路电流采用钳形电流互感器方式输入,因此使用操作安全可靠。ZSML360 适用于检测单相、三相三线、三相四线配电系统的电压、电流、相位、相序、频率、电流互感器的变比及极性,尤其适用于检查电能计费系统及继电保护系统的接线状况。

1.2 功能特点

1. 采用大屏幕点阵液晶显示器,可同时测量、同屏显示 $U_1、I_1、\varphi_1、U_2、I_2、\varphi_2、U_3、I_3、\varphi_3、\varphi_{U1U2}、\varphi_{U2U3}、\varphi_{U3U1}、\varphi_{I1I2}、\varphi_{I2I3}、\varphi_{I3I1}$ 及 $U1F$ 共 16 个参数。
2. 电压、电流真有效值测量,电压五位数字显示,电流四位半数字显示。电压测量分辨率为 10 mV,电流测量最高分辨率达 0.1 mA。电压、电流过量程“OVER”符号指示。
3. 在 45.00 ~ 65.00 Hz 范围测量电压频率,分辨率 0.01 Hz。
4. 在 0.0 ~ 360.0°范围测量 U-U、U-I、I-I 之间的相位,分辨率 0.1°。测相时要求输入电压范围 10~500V,输入电流范围 10 mA~120A。无效相位测量值用符号“……”指示,使操作者避免通常情况下将没有信号输入时的相位值“0.0°”视为有效测量值。
5. 模拟相序表转轮指示相序,汉字提示当前被测系统及相序的正、负。
6. 可直接动态或静态显示系统向量图。
7. 检测电流互感器的变化、极性,直接显示 $I_1、I_2$ 之间的比率 $R (R=I_1/I_2)$ 及反映 $I_1、I_2$ 极性关系的相位 φ_{I1I2} 。
8. 内置存储器,能保存 50 组(屏)测量数据。可通过面板上的操作按键查阅已保存的历史数据组及向量图。
9. 外配 RS-232 接口,可将仪表测量数据成组上传至 PC 机,由配套的 PC 机管理软件转换成数据库予以保存,或形成打印报告存档。
10. 表内安装充电电池,一次充足电后连续工作时间在关闭液晶背光灯时达 15 小时以上,在开启液晶背光灯时达 11 小时以上。智能充电监控电路无需人工干预,自动监控、转换充电状态,不会造成电池过充电。
11. 采用软件校准技术,操作简单,数据可靠,长期稳定性好。

1.3 附件

1. 电压测试线：1套（6条）
2. ML10型钳形电流互感器：3把
ML50型钳形电流互感器：3把
3. 两芯充电电源线：1条
4. RS232通信线：1条
5. 管理软件光盘：1张
6. 仪表背带：1条
7. 手提式仪表箱包：1个

1.4 随机文件

1. 使用说明书：1本
2. 产品合格证：1张
3. 装箱单：1张

1.5 随机备件

1. 保险丝： $\phi 5 \times 20 / 1A$ 、3只
2. 电流输入插孔：3只

第二章 一般性使用说明

2.1 仪表验收

用户收到货后，请仔细拆开外包装纸箱，取出仪表。打开手提式仪表箱包，按本说明书 1.3 项所列检查仪表附件是否齐全，按 1.4 项、1.5 项所列检查仪表随机文件、随机备件是否齐全，检查仪表外观是否完好。如有缺项或损坏，请用户与供货单位及时联系解决。

手提式仪表箱包配备密码锁，出厂时密码缺省设置为 000。建议用户不要更改此密码，以免遗忘。

请保存好外包装纸箱及箱内防振材料，以备退回或返修仪表时使用。

2.2 电源开关

将电源开关“ I ”端按下打开仪表，将“ O ”端按下关闭仪表。电源开关位于仪表面板右上角位置。

当仪表内置充电电池剩余电量不足时，仪表面板上的“ 欠电 ”指示灯将会闪烁，此时仪表处于自动关机状态。欠电时，除非对仪表进行充电，否则无法打开仪表。

仪表开机或按(复位)键后，液晶屏上首先显示研发生产企业“天水中长电子科技有限公司”单位名称、电话、传真（见图 1），之后显示仪表型号、表内软件版本号、鉴定日期、出厂编号（见图 2），再后显示本公司商标模拟图案，随后自动进入参数测量〔 AUTO 〕状态（见图 4）。

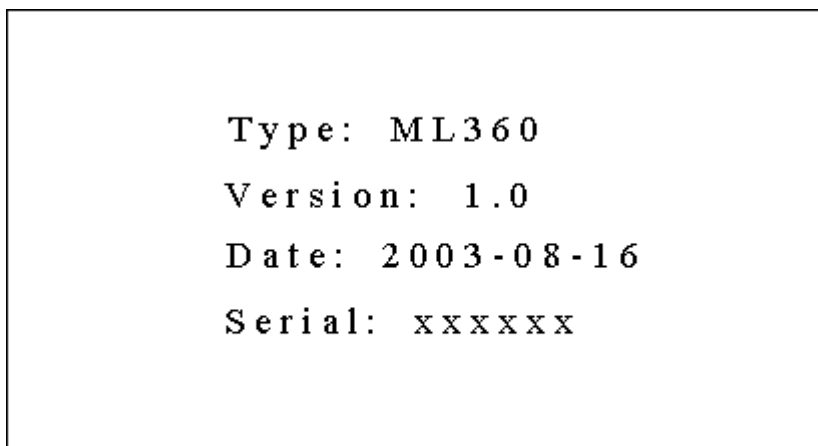


图 2 产品信息

2.3 液晶背光源开关

在环境光线较暗的地方，必须打开液晶显示器背光源开关，否则无法看清液晶屏上显示的信息。环境光线较亮时，请关闭背光源开关，以节省电池电量，延长电池供电时间。背光源开关位于电源开关左侧。

2.4 液晶对比度

调节仪表面板上“对比度”孔中的电位器，可调节液晶显示器的对比度。液晶太亮、太暗、均无法正常显示信息。

2.5 液晶保护

点阵液晶显示器是一种价格昂贵又易摔碎的器件，因此务请用户注意保护。使用时，应避免将测量钳从高处掉下砸在液晶屏上；使用后，应按厂家在手提式仪表箱内设计的位置摆放仪表及各附件。仪表液晶屏上禁止放置任何器物！

2.6 电池充电

将工频市电 220V 接在仪表后面电源插座上即可对表内充电电池进行充电。充电时，仪表应处于关闭状态，否则充电过程将持续较长时间。正常充电时，仪表面板上红色的“快充”指示灯亮，指示电池处于大电流快速充电状态；充满电后，绿色的“涓充”指示灯亮，指示电池处于小电流慢速充电状态。电池进入“涓充”状态表明已充好电，此时断开市电即可。

2.7 钳形电流互感器使用注意事项

1. 使用前应将钳口铁芯端面上的脏物擦去；
2. 将被测载流导线置于近似钳口几何中心位置，可使电流幅值测量误差达到最小，但对相位测量没有影响；
3. 现场测量时，尤其在被测电流很小时，除被测导线外，应远离其它载流导体及磁场干扰源，如电源变压器；
4. 测相位时应注意电流进入的方向；有红色“ ”的一侧与电压输入红色插孔为相位同名端；
5. 测量前应先将钳形电流互感器与仪表连接好，打开仪表电源开关，然后将钳口卡在被测载流导线上进行测量，以确保测量数据稳定准确；
6. 用 100A 钳测量大电流时，请务必先接好钳形电流互感器与仪表之间的连线，然后将钳口卡在被测载流线上进行测量。否则，钳形电流互感器付边开路时感应产生的高压可

能会电击操作者！

2.8 仪表背带的使用

ZSML360 既可放在台面上使用，也可利用仪表两侧的挂环，用背带将仪表挂在作者胸前进行测量。不使用仪表背带时，请放在手提式仪表箱内妥善保管以备后用。

第三章 测量操作及显示界面

3.1 面板布局（见图 3）

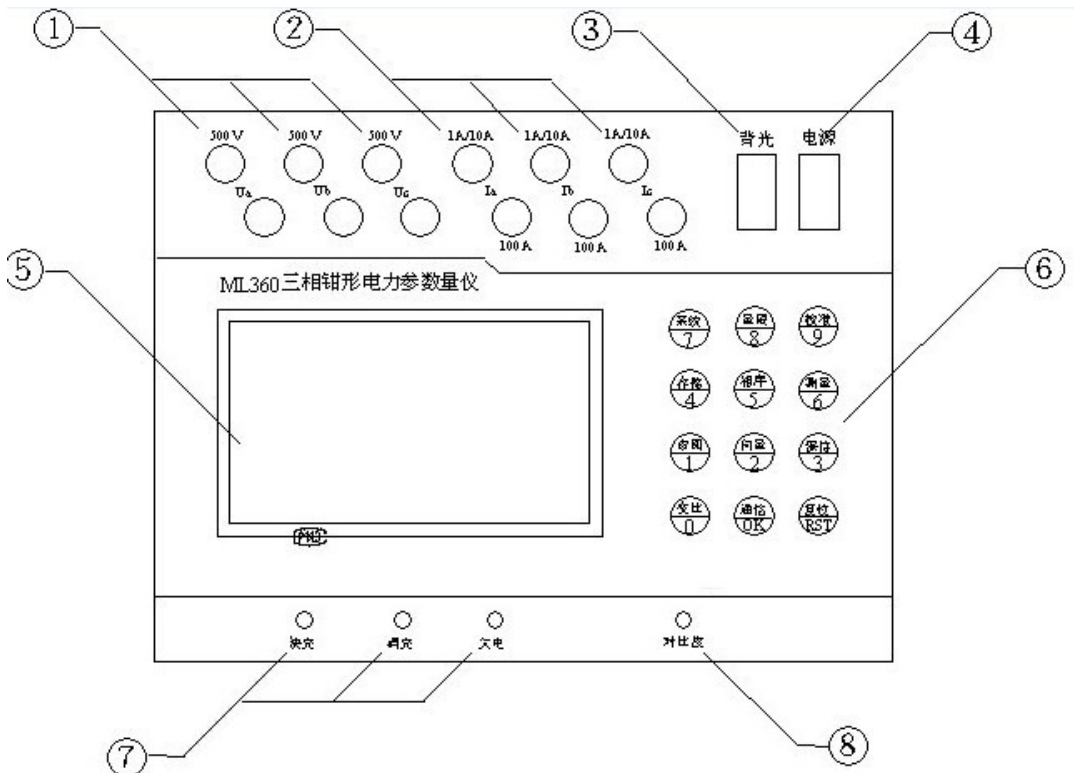


图 3 面板布局

1. 电压输入端
2. 电流输入端
3. 背光源开关
4. 电源开关
5. 液晶显示屏
6. 操作键
7. 电池状态指示灯
8. 液晶对比度调节孔

3.2 基本参数测量界面【AUTO】

电压、电流、相位、频率是 ZSML360 测量显示的四种基本参数。开机或按〔RST〕键、或在其他操作界面下按〔测量〕键后，ZSML360 进入基本参数自动测量界面，此时液晶屏显示界面如图 4 所示，该界面上各参数表示的意义如下：

1. 1F：被测频率参数指示符，表示 U1 通道输入电压的频率值；
2. 10A：电流量限指示符，表示当前电流量程为 10A。根据用户所选电流量程不同，此处亦可能显示 1A 或 100A；
3. AUTO：界面指示符，表示当前仪表处于基本参数测量状态。根据用户所选功能不同，此处亦可能显示 HOLD 或 READ；
4. V：系统指示符，表示当前被测系统为三相三线配电系统。初次开机或按〔复位〕键、或当选择被测系统为三相四线时，此处显示符号“ ”；
5. 00：数据组序号，表示下一个将要存储的数据组编号；
6. L1：线路 1 代号，通常表示 A 相电路。L1 右边的参数值从左到右依次为 A 相电压、A 相电流及 A 相电流滞后 A 相电压的相位值。A 相电压对应的电压输入端为 U_a，A 相电流对应的电流输入端为 I_a；
7. L2：线路 2 代号，通常表示 B 相电路。L2 右边的参数值从左到右依次为 B 相电压、B 相电流及 B 相电流滞后 B 相电压的相位值。B 相电压对应的电压输入端为 U_b，B 相电流对应的电流输入端为 I_b；
8. L3：线路 3 代号，通常表示 C 相电路。L3 右边的参数值从左到右依次为 C 相电压、C 相电流及 C 相电流滞后 C 相电压的相位值。C 相电压对应的电压输入端为 U_c，C 相电流对应的电流输入端为 I_c；
9. φ_{U1U2} ：U1-U2 相位符号，表示 U2 滞后 U1 的相位角；
10. φ_{U2U3} ：U2-U3 相位符号，表示 U3 滞后 U2 的相位角；
11. φ_{U3U1} ：U3-U1 相位符号，表示 U1 滞后 U3 的相位角；
12. $\varphi_{I1 I2}$ ：I1- I2 相位符号，表示 I2 滞后 I1 的相位角；
13. $\varphi_{I2 I3}$ ：I2- I3 相位符号，表示 I3 滞后 I2 的相位角；
14. $\varphi_{I3 I1}$ ：I3- I1 相位符号，表示 I1 滞后 I3 的相位角。

在【AUTO】界面上，若参数值表格中显示五个小数点或其它符号，表示该参数值为空或无意义。

当屏幕显示[AUTO]界面时，用户可按照图 5 所示的按键功能流程图进行操作，实现其他操作功能。图中内有汉字的圆圈代表操作键，汉字方框表示仪表显示界面或功能。当被测电压小于 10V、被测电流小于 4mA 时，ML360 将不进行频率、相位测量。

U1F: Hz		10A	AUTO	V00
L1	0. 0 0 V	0. 0 0 0 A °	
L2	0. 0 0 V	0. 0 0 0 A °	
L3	0. 0 0 V	0. 0 0 0 A °	
φU1U2 °	φ I1 I2 °	
φU2U3 °	φ I2 I3 °	
φU3U1 °	φ I3 I1 °	

图4 【AUTO】界面

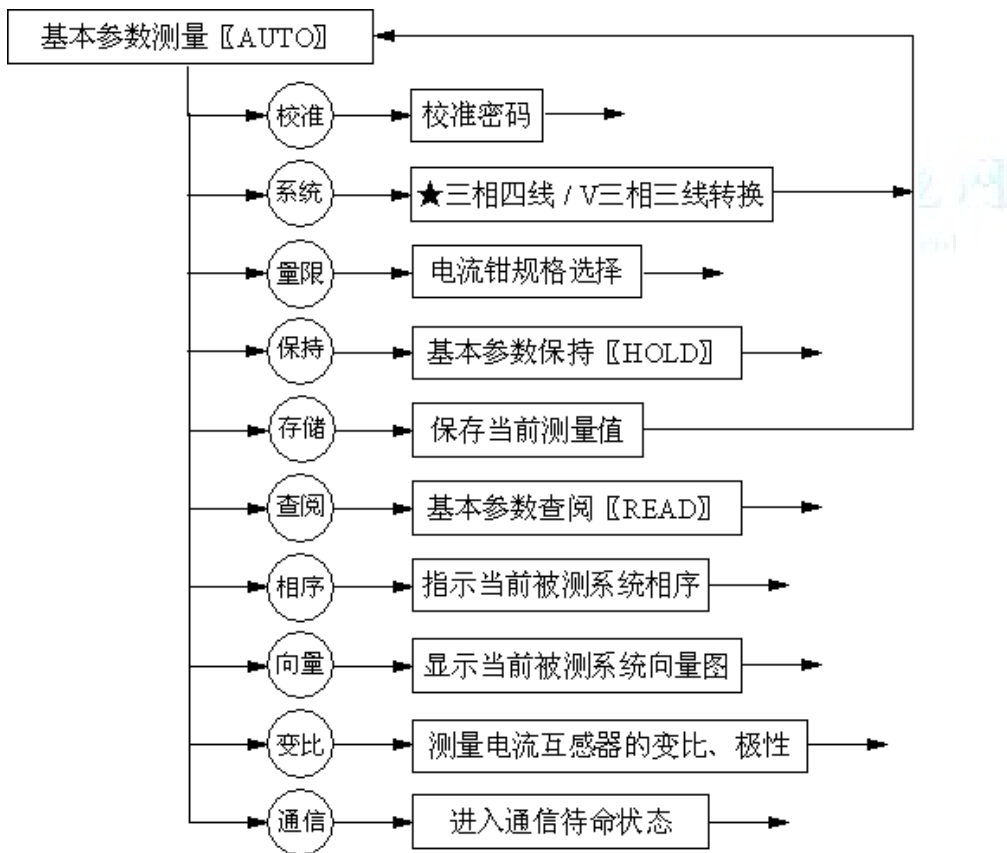


图5 【AUTO】按键功能流程图

3.3 基本参数保持界面【HOLD】

在【AUTO】界面下，按一次（保持）键，液晶显示屏上界面指示符将由【AUTO】转为【HOLD】。【HOLD】指示当前显示的是基本参数保持界面，此时屏幕上显示的测量数据不再随输入信号变化。

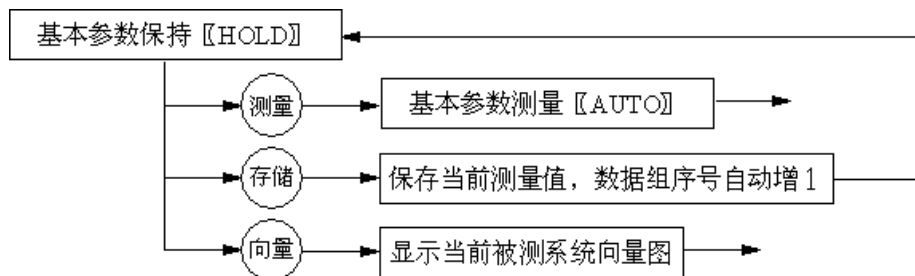


图6 【HOLD】按键功能流程图

【HOLD】界面下的按键功能流程图见图6。

3.4 基本参数查阅界面【READ】

在【AUTO】界面下，按一次（查阅）键，液晶显示屏上界面指示符将由【AUTO】转为【READ】。【READ】指示当前显示的是基本参数查阅界面，此时屏幕上显示的所有参数值为最近一次存储的测量值。

复按一次（查阅）键，屏幕上将显示上上次存储的测量值，依次类推。

【READ】界面下的按键功能流程图见图7。

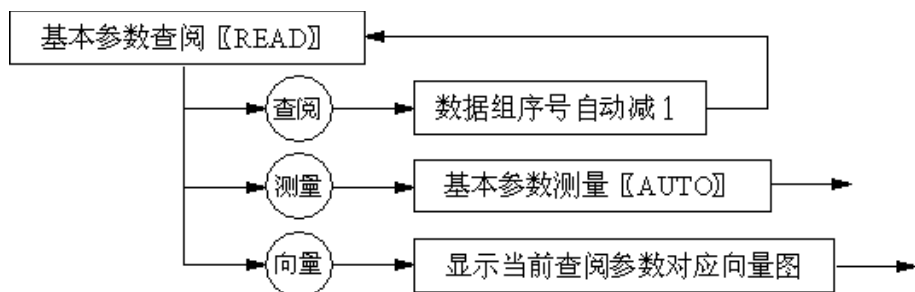


图7 【READ】按键功能流程图

3.5 存储基本参数测量值

在[AUTO]或[HOLD]界面下，按一次〔存储〕键，仪器将自动完成保存当前屏幕上测量数据的工作，参见图 5。每一组（屏）存储的数据组都有一个相应的数据组序号，以便区别。每按一次〔存储〕键，数据组序号自动增 1。

ZSML360 最多可保存 50 组测量数据。若当前数据组序号为 49，则按〔存储〕键后，下一个数据组号将为 00，这意味着若将当前序号为 00 的数据组进行存储操作，原先保存的序号为 00 的数据组将丢失。

ZSML360 保存的数据即使关机后也不会丢失。使用 RS232 通讯口可将仪器存储的测量数据上传至 PC 机，利用 PC 机对测量数据进行管理或形成打印报告存档。

3.6 显示被测系统向量图

在[AUTO]界面下，按〔向量〕键后，仪器将显示与当前屏幕上的相位值对应的动态向量图，这时屏幕上的向量图将随被测相位的变化而不断刷新；在[HOLD]或[READ]界面下，按〔向量〕键后，仪器将显示与当前屏幕上的相位值对应的静态向量图。相关操作参见图 5、图 6、图 7。

ZSML360 绘制向量图时，将 U1 电压作为基准参考向量。当 U1 的测量值小于 10V 时，U1 将不能作为基准参考向量。无 U1 基准参考向量时，ML360 将不绘制向量图；无 I1 向量时，ML360 将不绘制 I2、I3 向量。

〔向量图〕显示界面下的按键功能流程图见图 8a。

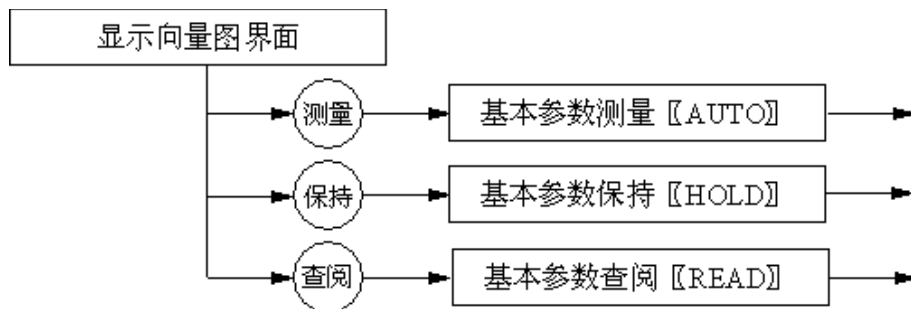
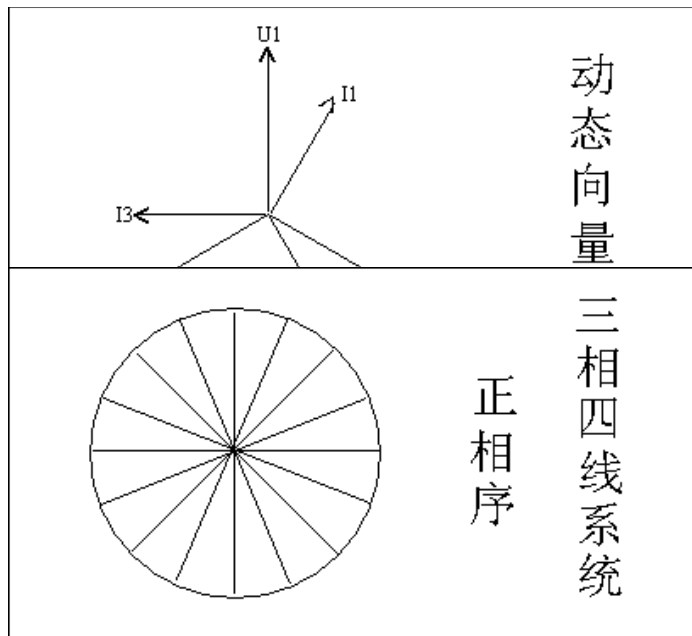


图 8a 〔向量图〕按键功能流程图

三相四线系统、 $\text{COS}\varphi=0.866$ 时的动态向量图参见图 8b。如果用户想观察当前被测系统的静态向量图，请先在[AUTO]界面下按〔保持〕键，然后按〔向量〕键即可。在[AUTO]界面下按〔查阅〕键，然后按〔向量〕键，可察看仪器存储的历史测量数据的向量图。



3.7 相序

图9 【相序表】指示界面

表

在【AUTO】界面下，按一次（相序）键，液晶显示屏上将出现模拟机械式相序表指示当前相序的动态转轮，同时附以汉字指示当前被测系统及相序，见图9。若在【AUTO】界面下预先按动（系统）键选择被测系统为V形，则图9中将显示“三相三线系统”。

在【相序表】指示界面下，按任意一个数字键均返回【AUTO】界面。

当被测电压小于10V时，ZSML360将不能正常显示相序。

3.8 电流钳规格选择

在【AUTO】界面下，按一次（量限）键，液晶屏显示如图10所示。选择电流钳规格时，按键功能流程图见图11。

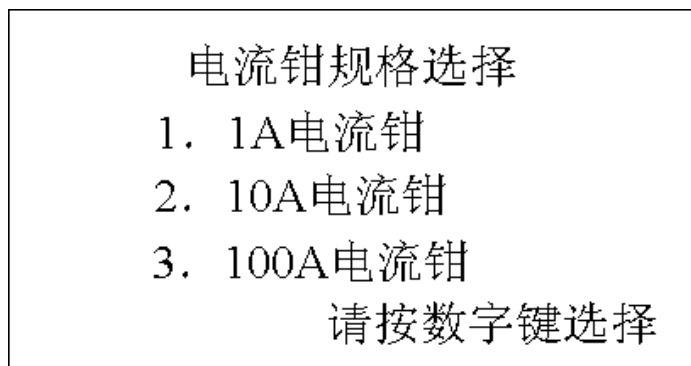


图10 【电流钳规格选择】界面

ZSML360 仪表 1A、10A 电流钳共用同一个 ML10 型钳形电流互感器及输入插孔。100A 电流钳用 ML50 型钳形电流互感器，用另外一个电流输入插孔。

用户应根据被测电流的大小，选择合适的电流钳型号，以获取较高精度的测量数据。当用户通过按键选择的电流钳型号与实际使用的电流钳型号不一致时，将无法得到正确的测量数据！

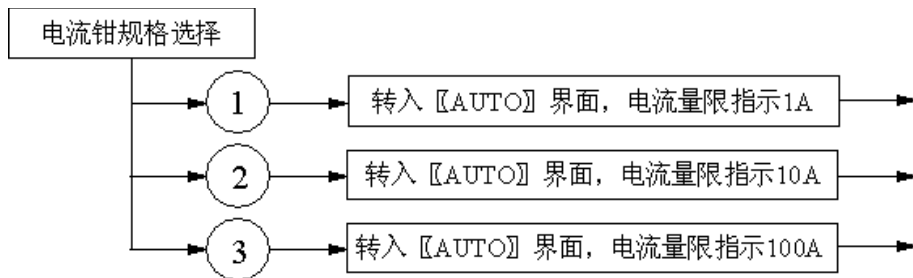


图11 【电流钳规格选择】按键功能流程图

3.9 电流互感器变比，极性测试

在【AUTO】界面下，按一次〔变比〕键，液晶屏显示如图12所示。

在【电流互感器变比、极性检查】界面，R 代表电流变比，即 I_1 / I_2 ， φ_{I1I2} 代表电流 I_2 滞后 I_1 的相位角。用户可通过 R、 φ_{I1I2} 检查电流互感器变比、极性。

在【电流互感器变比、极性检查】界面下，按任意一个数字键均返回基本参数测量【AUTO】界面。

3.10 通信

在【AUTO】界面下，按一次〔通信〕键，仪表进入通信待命状态，见图13。

通信待命时，ML360 等候 PC 机发布命令。当 ML360 接收到 PC 机发来的传送数据命令时，将表内存储的测量数据上传至 PC 机，由 PC 机进行数据处理。相关的操作参见第七章。欲退出【通信待命】状态，请按〔复位〕键。

3.11 选择被测系统

在【AUTO】界面下，按动〔系统〕键，屏幕上系统指示符将在【 】形三相

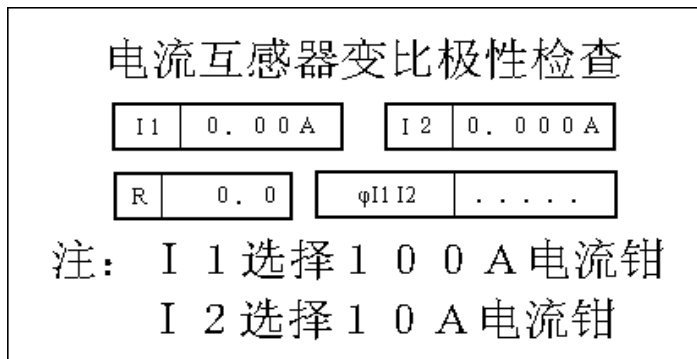


图12 【电流互感器变比、极性检查】界面

四线与【V】形三相三线之间转换。当选择系统为【V】形三相三线时，线路 L2 的电压、电流、相位及其余四个与线路 L2 相关的参数 $\varphi U1U2$ 、 $\varphi U2U3$ 、 $\varphi I1I2$ 、 $\varphi I2I3$ 均不予测量，这样可减少屏幕上显示的测量参数数量，区别被测系统类型，避免分析判断出现差错。

3.12 复位

任何时候，如果屏幕上显示混乱或仪表死机，请按〔复位〕键。

第四章 校准操作及显示界面

4.1 进入校准程序

在〔AUTO〕界面下，按一次〔校准〕键，屏幕上显示〔校准密码〕界面，见图 14。这时操作者必须输入六位正确的校准密码，方可进入下一步校准程序。否则，仪表将自动退回〔AUTO〕界面。

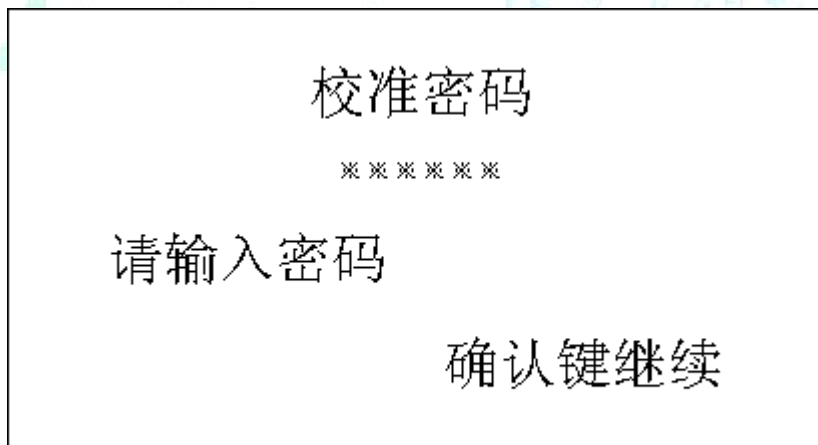


图 14 〔校准密码〕界面

4.2 校准密码

ML360 每台仪表都有一个校准密码，该密码可在本说明书“图2 产品信息中”查到，即 Serial 右边显示的六位数字，这也是该表的出厂编号。输入六位密码后，请按(OK)键。若密码正确，仪表显示【校准选择菜单】界面，见图15。

4.3 校准电压

在图15【校准选择菜单】上，按数字键(1)、(4)、(7)，分别选择校准电压 U1、U2、或 U3，这时屏幕上显示【校准电压 Ux】子菜单，见图16。图中 x 的值取决于校准选择操作。校准电压 U1 时，x 显示 1；校准电压 U2 时，x 显示 2；校准电压 U3 时，x 显示 3。



图15 【校准选择菜单】界面

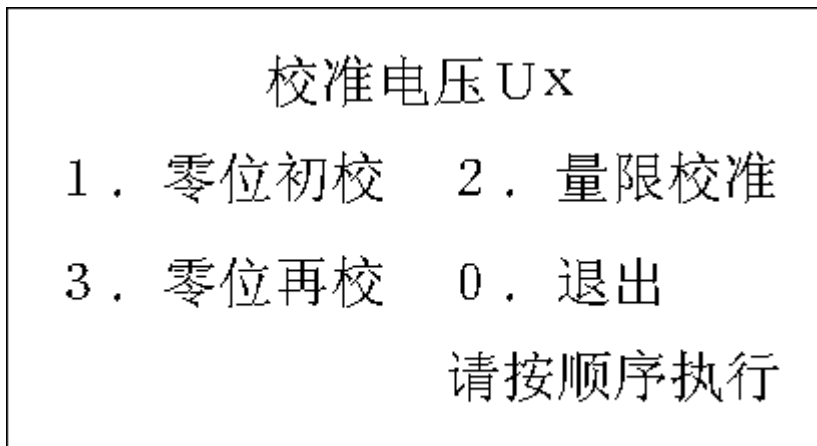


图16 【校准电压 U_x 】

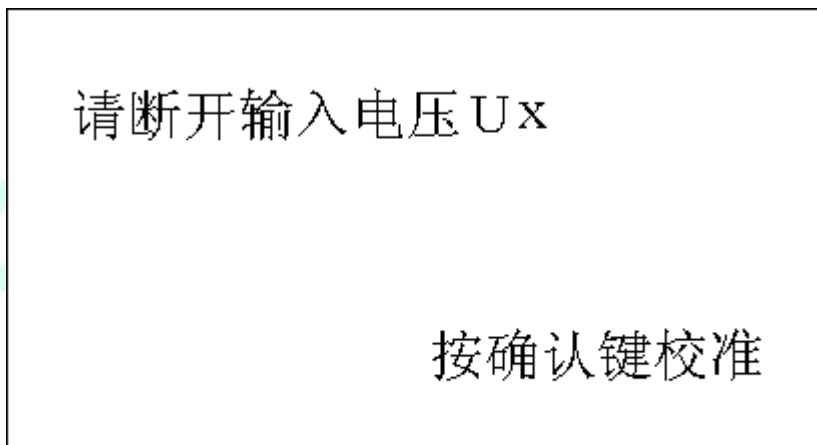


图17 【请断开输入电压 U_x 】界面

4.3.1 电压通道零位初校

在图16【校准电压 U_x 】界面下，按数字键(1)，进行电压通道零位初校。屏幕显示【请

断开输入电压 U_x 〕界面，如图 17 所示。这时，必须断开当前校准通道的输入电压，按（OK）键进行零位初校。

4.3.2 电压通道量限校准

在图 16〔校准电压 U_x 〕界面下，按数字键(2)，进行电压通道量限校准。屏幕显示〔请输入标准电压 U_x 〕界面，如图 18 所示。

这时，请在当前校准通道输入标准电压 400.00V，按（OK）键进行量限校准。

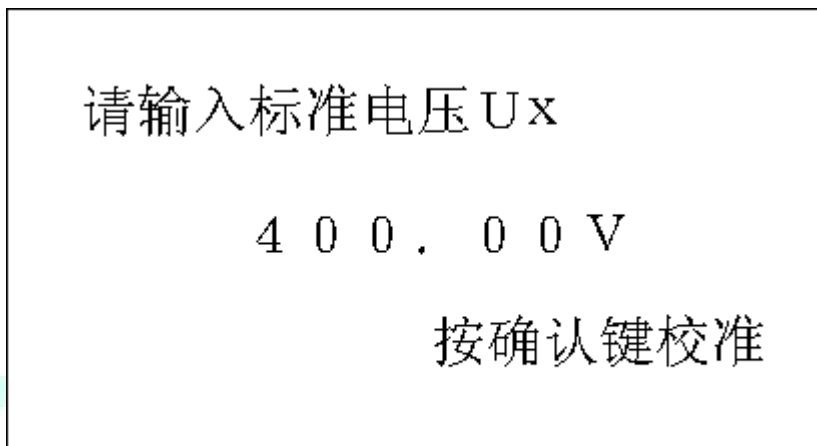


图 18 〔请输入标准电压 U_x 〕界面

4.3.3 电压通道零位再校

在图 16〔校准电压 U_x 〕界面下，按数字键(3)，进行电压通道零位再校。屏幕显示〔请断开输入电压 U_x 〕界面，参见图 17 所示。

同理，这时必须断开当前校准通道的输入电压，按（OK）键进行零位再校。

在上述校准电压过程中，必须按照图 16〔校准电压 U_x 〕子菜单上的顺序依次参照屏幕上的提示信息进行操作，校准完毕后按数字键（0），退出校准电压程序。

4.4 校准电流

在图 15〔校准选择菜单〕上，按数字键(2)、(5)、(8)，分别选择校准电流 I_1 、 I_2 、或 I_3 ，这时屏幕上显示〔校准电流 I_x 〕子菜单，见图 19。

图中 x 的值取决于校准选择操作。校准电流 I_1 时， x 显示 1；校准电流 I_2 时， x 显示 2；校准电流 I_3 时， x 显示 3。

4.4.1 电流通道零位初校

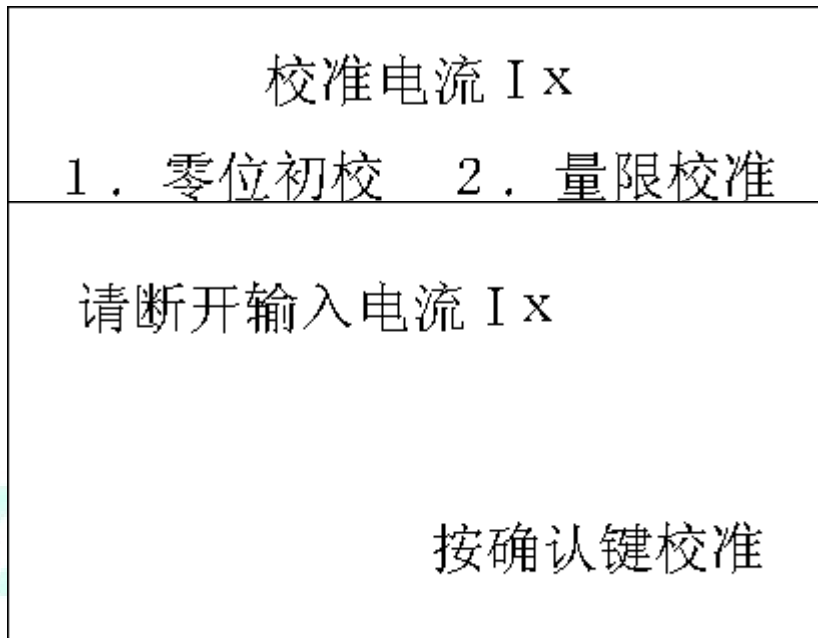


图20 【请断开输入电流 Ix】界面

在图19【校准电流 Ix】界面下，按数字键（1），进行电流通道零位初校。屏幕显示【请断开输入电流 Ix】界面，如图20所示。

这时，必须断开当前校准通道的输入电流（移去钳形电流互感器窗口中的载流导线），按〔OK〕键进行零位初校。

4.4.2 电流通道量限校准

ZSML360 每个电流通道都有三个电流量限，即 1A、10A、100A。其中，1A、10A 共用同一个电流输入插孔及 ML10 钳，100A 另用一个独立的电流输入插孔及 ML50 钳。

进入校准程序之前，若当前电流量限设置为 1A，则在图21【请输入标准电流 Ix】界面中，标准电流值将显示“1. 0000A”；若当前电流量限设置为 10A，则在图21中标准电流值将显示“10. 000A”；若当前电流量限设置为 100A，则标准电流值将显示“100. 00A”。

下面以电流量限设置为10A为例，说明电流量限校准过程。

在图19【校准电流 I_x】界面下，按数字键(2)，进行电流量限校准。屏幕显示【请输入标准电流 I_x】界面，如图21所示。

这时，请在当前校准通道输入标准电流 10.000A（载流导线置于钳形电流互感器窗口中央位置，流过导线的电流为10.000A），按〔OK〕键进行量限校准。

ZSML360 每个电流通道的每个量限，均应参照上述过程进行电流量限校准。

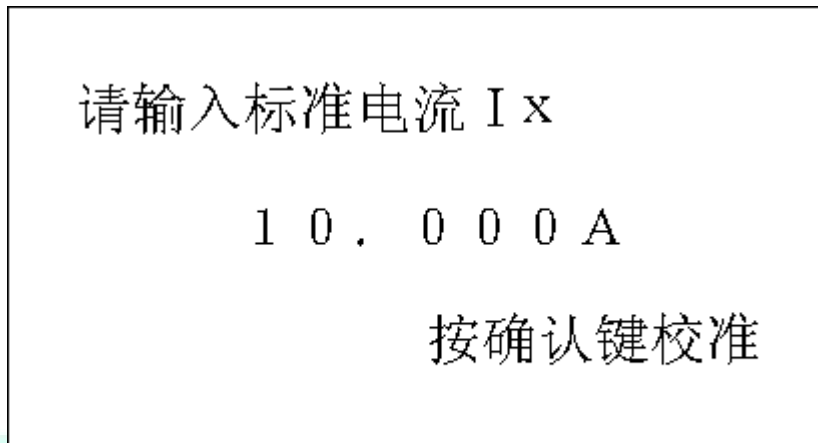


图21 【请输入标准电流 I_x】界面

4.4.3 电流通道零位再校

在图19【校准电流 I_x】界面下，按数字键(3)，进行电流通道零位再校。屏幕显示【请断开输入电流 I_x】界面，参见图20所示。

同理，这时必须断开当前校准通道的输入电流（移去钳形电流互感器窗口中的载流导线），按〔OK〕键进行零位再校。

在上述校准电流过程中，必须按照图19【校准电流 I_x】子菜单上的顺序依次参照屏幕上的提示信息进行操作，校准完毕后按数字键〔0〕，退出校准电流量程序。

4.5 校准电压、电流之间相位

在图15【校准选择菜单】上，按数字键(3)、(6)、(9)，分别选择校准相位 φ_1 、 φ_2 、或 φ_3 ，这时屏幕上显示【请输入相位校准信号】子菜单，见图22。图中 x 的值取决于校准选择操作。校准相位 φ_1 时，x 显示 1；校准相位 φ_2 时，x 显示 2；校准相位 φ_3 时，x 显示 3。相位 φ_x 为线路 L_x 中电流滞后电压的角度。

同校准电流一样，在进入相位校准程序之前，若电流量限设置为1A，则在图22【请输入相位校准信号】界面中，电流 I_x 将显示“1.0A”；若电流量限设置为10A，电流

I_x 将显示“10.0A”；若电流量限设置为100A，电流 I_x 将显示“100A”。

ZSML360 每个通道的每个电流量限，均应参照上述过程进行相位校准。

对于相位校准输入信号，电压与电流之间的相位差必须为标准相位 0.0° 。否则，会产生人为校准方法误差。

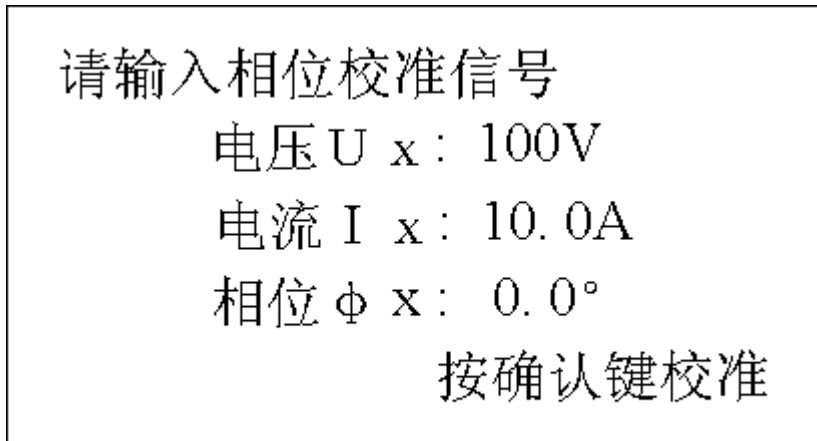


图22 【请输入相位校准信号】界面

4.6 退出校准程序

在图 15【校准选择菜单】上，按数字键(0)退出校准程序，返回基本参数测量【AUTO】状态。

第五章 应用举例

5.1 测量单相、三相四线配电系统电压、电流、功率因数角

在【AUTO】界面下，按动〔系统〕键，选择被测系统为【】形三相四线。

测量单相配电系统电压、电流、功率因数角时，参见图 23 进行接线。在该图及后续各图中，符号 表示配电线路的负载。

将火线 L 接入 ML360 电压输入 U_a 的红色端孔，零线 N 接入 ML360 电压输入 U_a 的

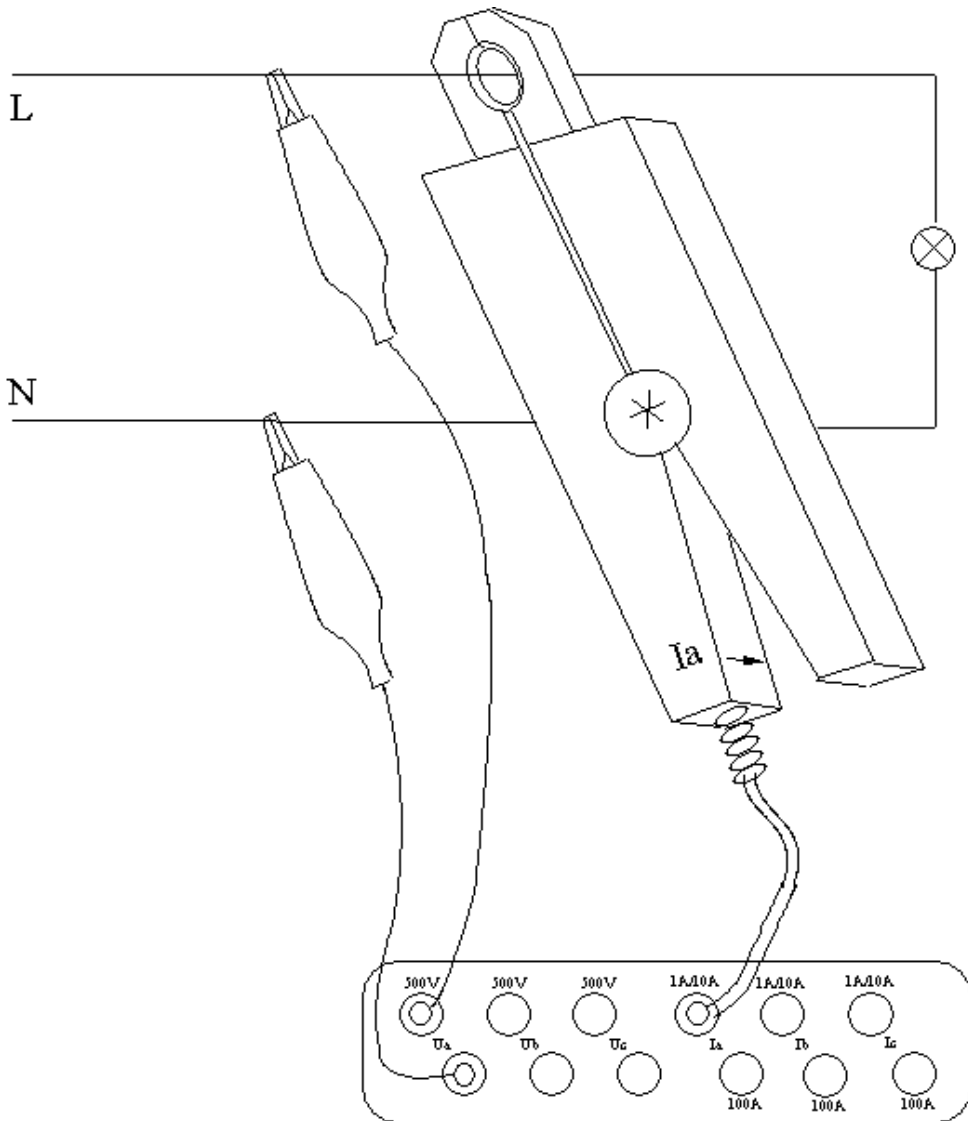


图 23 测量单相配电系统电压、电流、功率因数角接线图

黑色端孔；将 ML10 型钳形电流互感器卡在线路 L 上，其付边绕组引出屏蔽线插头插入 ZSML360 电流输入 Ia 的 1A/10A 端孔（若选择当前电流量限为 100A、使用 ML50 型钳形电流互感器，则付边绕组引出屏蔽线插头应插入 Ia 的 100A 端孔）。注意线路中的负载电流应由互感器带红色“※”的一侧进入，否则相位测量值将反转 180°。

在上述接线方式下，屏幕上参数 L1 右侧的表格中，依次显示被测线路的电压、电流、功率因数角。

如果被测电压、电流由 Ub、Ib 端孔输入（注意：此时应使用标记为 Ib 的钳形电流互感器），则屏幕上参数 L2 右侧的表格中将依次显示被测线路的电压、电流、功率因数角；同理，如果被测电压、电流由 Uc、Ic 端孔输入（注意：此时应使用标记为 Ic 的钳形电流互感器），则屏幕上参数 L3 右侧的表格中将依次显示被测线路的电压、电流、功率因数角。

测量三相四线配电系统电压、电流、功率因数角时，每相测量接线方式均同图 23。为避免出现读数错误，被测线路应按 A 相、B 相、C 相顺序依次接入 ZSML360，在屏幕上对应参数 L1、L2、L3 右侧的表格中读取相应的被测参数值。

5.2 测量三相三线配电系统电压、电流、功率因数角

在【AUTO】界面下，按动（系统）键，选择被测系统为【V】形三相三线。

测量三相三线配电系统电压、电流、功率因数角时，参见图 24 进行接线。注意将 ZSML360 电压输入 Ua 的黑色端孔、Uc 的黑色端孔短路连接。

将火线 A（L1）接入 ZSML360 电压输入 Ua 的红色端孔，火线 B（L2）接入 ML360 电压输入 Ua、Uc 的黑色端孔，火线 C（L3）接入 ML360 电压输入 Uc 的红色端孔。将标号为 Ia 的 ML10 型钳形电流互感器卡在线路 A 上，标号为 Ic 的 ML10 型钳形电流互感器卡在线路 B 上，其付边绕组引出屏蔽线插头分别插入 ZSML360 电流输入 Ia 的 1A/10A 端孔及 Ic 的 1A/10A 端孔。

在上述接线方式下，屏幕上参数 L1 右侧的表格中，依次显示被测线路的线电压 Uab、线电流 Ia 及线电流 Ia 滞后线电压 Uab 的相位角。请注意，这个相位角减去 30°，方为功率因数角。

同样，屏幕上参数 L3 右侧的表格中，依次显示被测线路的线电压 Ucb、线电流 Ic 及线电流 Ic 滞后线电压 Ucb 的相位角。与上面有所不同，该相位角加上 30°，方为功率因数角。

5.3 测量三相四线配电系统的相序

测量三相四线配电系统的相序时，火线 L1、L2、L3 依次接入 ML360 Ua、Ub、Uc 的红色端孔，零线 N 接入 Ua、Ub、Uc 的黑色端孔，参见图 23、图 25。

在【AUTO】界面下，按（相序）键，液晶显示屏上将直观显示当前相序。

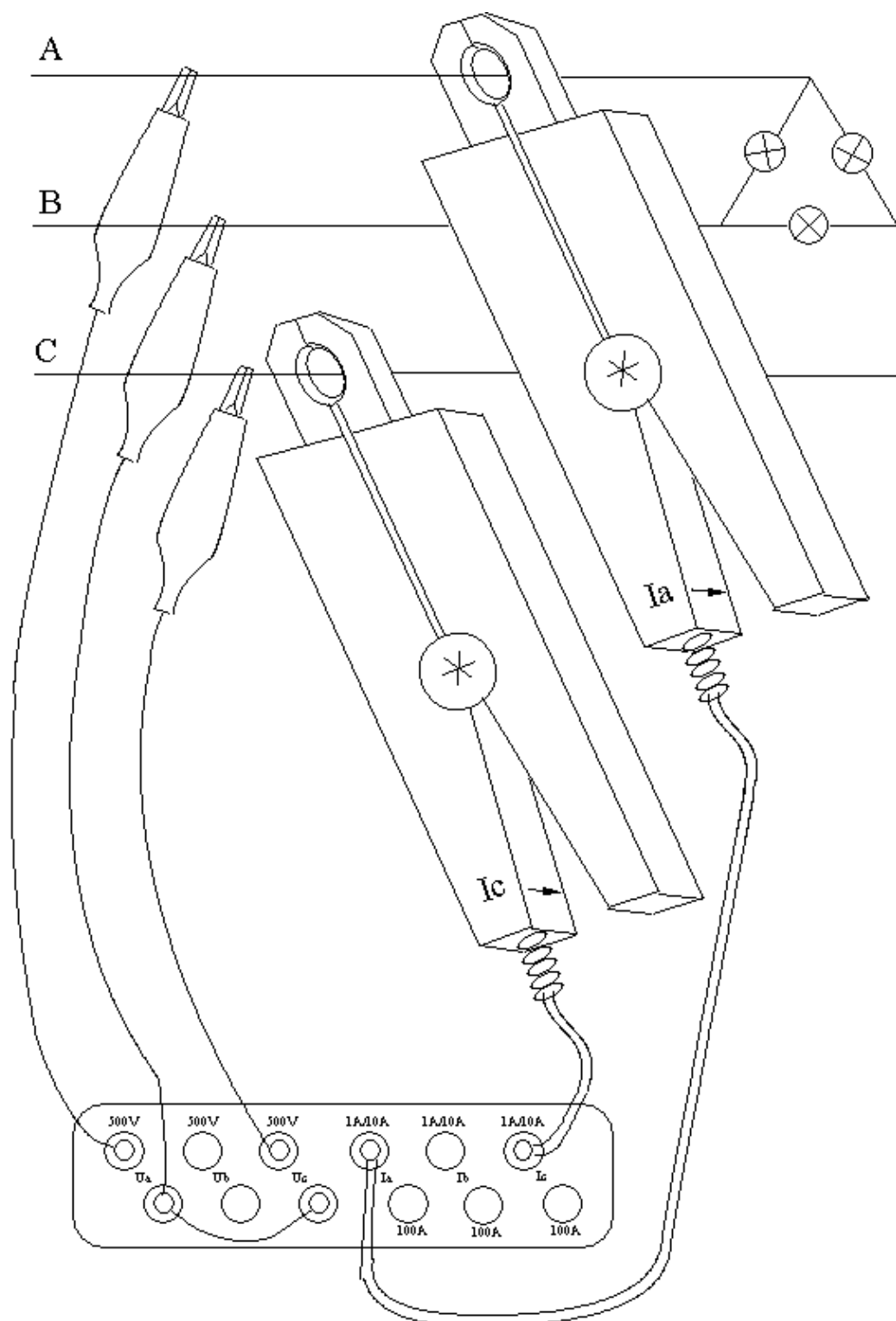


图24 测量三相三线配电系统电压、电流、功率因数角接线图

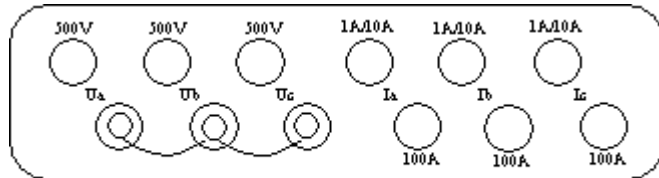


图25 三相四线时将Ua、Ub、Uc的黑色端孔短路

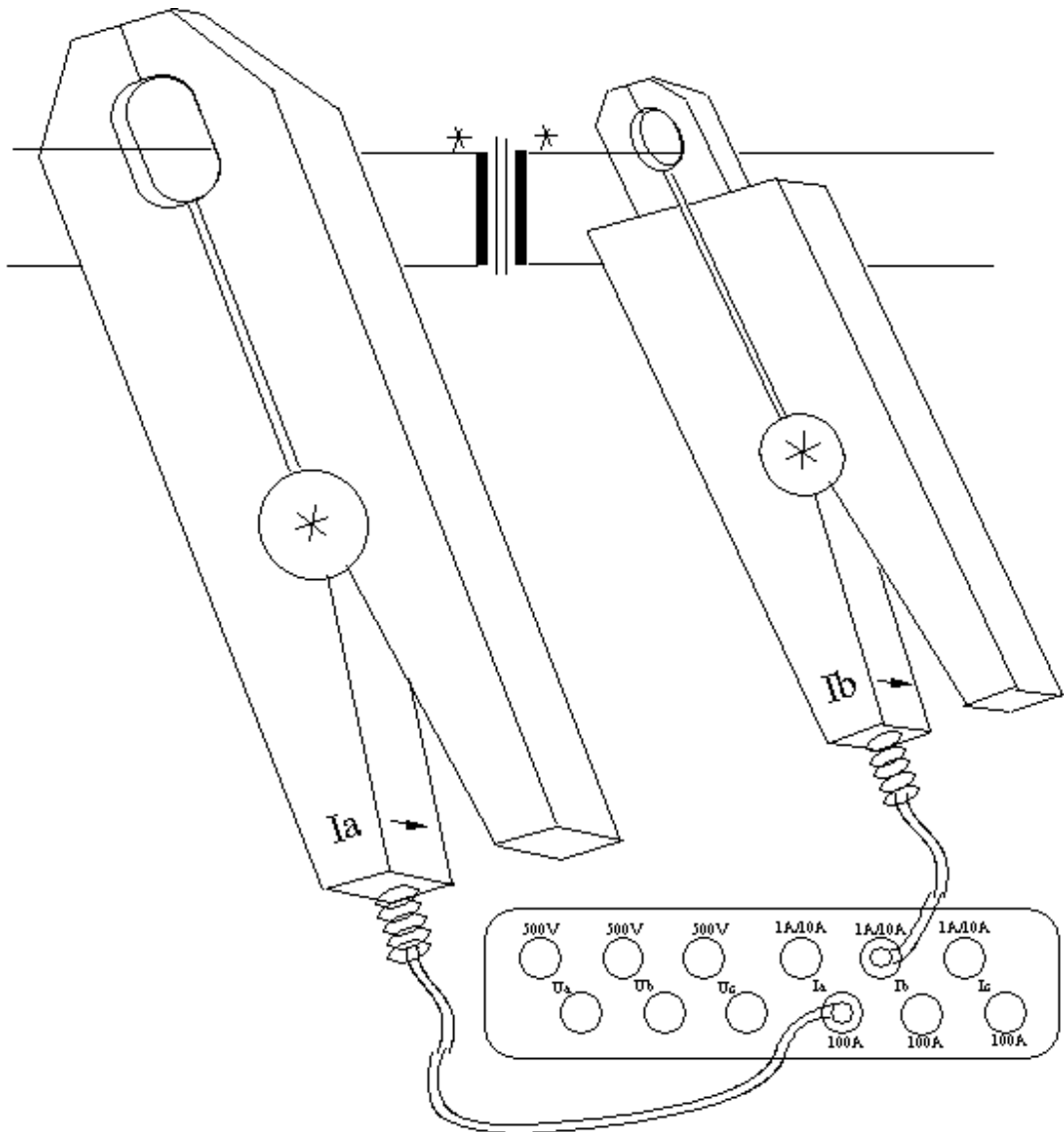


图26 电流互感器的变比、极性测试接线方式

5.4 测量三相三线配电系统的相序

测量三相三线配电系统的相序时，请参照图 24 的接线方式输入 A 相、B 相、C 相电压，按（相序）键即可。

5.5 测量电流互感器的变比、极性

按照现行管理规程，对电流互感器在交接时和更换绕组后，应进行现场变比检查试验。这种试验属于检查性质，其重点是检查电流互感器匝数比及极性。

测量电流互感器的变比、极性时，请参照图 26 的接线方式输入电流互感器原边、付边电流。请注意，输入原边电流时，使用标号为 I_a 的 ML50 型钳形电流互感器；输入付边电流时，使用标号为 I_b 的 ML10 型钳形电流互感器。

在【AUTO】界面下，按（变比）键，液晶屏显示参见图 12 所示（Page 11）。在该界面图中，用户可直接读取变比值 R 。

φ_{I1I2} 的值表明了电流互感器的极性。若该值接近 0.0° 或 360° ，表明图 26 中电流互感器标记符号“※”的两端为同相端；若该值接近 180° ，表明电流互感器标记符号“※”的两端为反相端。用户根据 φ_{I1I2} 的值可判断电流互感器的极性。

5.6 单相、三相四线配电系统感性、容性负载的判断

在图 23 所示的接线方式下，若功率因数角在 $0.0^\circ \sim 90^\circ$ 范围，说明负载为感性；若功率因数角在 $270^\circ \sim 360^\circ$ 范围，说明负载为容性。

5.7 三相三线配电系统感性、容性负载的判断

在图 24 所示的接线方式下，若参数 $L1$ 对应的相位角在 $30^\circ \sim 120^\circ$ 范围，说明负载为感性；若 $L1$ 对应的相位角在 $0.0^\circ \sim 30^\circ$ 或 $300^\circ \sim 360^\circ$ 范围，说明负载为容性。

用户也可用参数 $L3$ 对应的相位角判断三相三线配电系统负载的感性、容性。若参数 $L3$ 对应的相位角在 $330^\circ \sim 360^\circ$ 或 $0.0^\circ \sim 60^\circ$ 范围，说明负载为感性；若参数 $L3$ 对应的相位角在 $240^\circ \sim 330^\circ$ 范围，说明负载为容性。

5.8 电能计费系统接线检查

供电管理部门所属线路上的所有电能计费系统，主要由电度表、电流互感器和连接线组成，可能会存在下列情况：

1. 由于电度表电压线圈接错、电流线圈接反、电流互感器相序交叉接线等接线错误造成计量不准；
2. 由于电流互感器实际变比与资料不符造成电量损失；

3. 计量表计超过校验日期、性能发生变化，造成计量不准；
4. 计费系统连线表面氧化、端头接触不良或断线；
5. 用户偷电行为造成计费系统工作元件损坏，或者使连线短路、开路、断路。

上述情况的存在，必然会导致电度表出现停转、反转和缓转等现象，造成线损的偏高和电费的流失，而用肉眼又难以查觉这些问题。使用 ZSML360 可以有效地检查出上述情况并予以排除，从而提高供电管理部门用电管理水平，提高经济效益。

用 ZSML360 对计量装置整体（电能表、电流互感器、连接线路）现场进行带电测试。在保证计费系统整体不动的情况下（保持计费系统原始状态，不拆表，不接线），确定接线是否正确、工作元件和连线是否存在短路、断路，电流和电压是否取自同相，电流互感器是否反接，电流互感器实际变比是否与资料相符等。

单相电度表、三相电度表、直接式电度表和电流互感器式电度表测试方法大体相同。有关测试过程中的接线方式，请参考图 23、图 24、图 25、图 26。

5.9 继电保护系统接线检查

在继电保护系统中，通常电流互感器的二次绕组有两种接线形式，即和电流接线形式、差电流接线形式。差电流接线的特点是一组电流互感器二次绕组反极性与另一组相接，即所谓循环电流法接线。检查电流互感器接线是否正确是继保工作者经常从事的工作。

例如，变压器纵差保护是利用比较变压器两侧电流的幅值和相位的原理构成的。把变压器两侧的电流互感器按差接法接线，在正常运行和外部故障时，流入继电器的电流为两侧电流之差，其值接近为零，继电器不动作；在内部故障时，流入继电器的电流为两侧电流之和，其值为短路电流，继电器动作。由此可见，变压器两侧电流互感器的接线正确与否，直接影响到纵差保护的動作可靠性。

如同检查电度表的接线一样，使用 ZSML360 可以很方便地检查继电保护系统中各种接线方式的正确性。

5.10 测量漏电流

ZSML360 所配的 ML10 型钳形电流互感器采用特殊的优质磁性材料加工而成，具有钳头小巧、测试数据稳定、测量精度高、抗干扰能力强的特点。选择 ZSML360 在 1A 电流量限时，电流测量分辨率达 0.1mA，测量范围在 0.1mA~1.2000A 之间。因此，使用 ZSML360 测量漏电流也很方便。

第六章 技术指标

6.1 基本误差

在表 1 规定的参比工作条件下，开机预热五分钟后，各测量参数基本误差极限见表 2。

表1 参比工作条件

影响量	参比值或范围	允许偏差
环境温度	23℃	±5℃
环境湿度	(45~75) %RH	—
工作电源见注*	内置电池供电、无欠电指示	—
外部电磁场干扰	应避免	—
工作位置	见注**	—
被测信号波形	正弦波	$\beta = 0.01$
被测信号频率	50Hz	1 %
被测信号范围	电压测量：10V~500V 电流测量：各量限范围见表 2 相位测量：100V~220V、50.0~120.0 % 电流量限 频率测量：U1 在 50V~500V 范围	—

* 注：不能边充电边测试，否则测量数据稳定性差。

** 注：工作位置仅对钳形电流互感器有要求，即被测载流导线应置于钳口近似几何中心位置。

表2 基本误差极限

参数	量程或范围	分辨率	误差极限 (1Year)
U	10.0V~500.0V	0.01V	± (0.5 %读数+40)
I	1.0A 量限、0.0~120.0 % 量限	0.1mA	± (0.5 %读数+20)
	10A 量限、10.0~120.0 % 量限	1mA	
	100A 量限、10.0~120.0 % 量限	10mA	
ϕ	360.0 °	0.1 °	±1.0 °
F	45.00Hz ~ 65.00Hz	0.01Hz	±0.02Hz

6.2 工作误差

在表 3 规定的额定工作条件下，各测量参数工作误差极限见表 4。

表3 额定工作条件

影响量	参比值或范围	允许偏差
环境温度	0~40 ℃	—
环境湿度	(20~85) %RH	—
工作电源见注*	内置电池供电、无欠电指示	—
外部电磁场干扰	应避免	—
工作位置	被测载流导线可在钳口内任意位置	—
被测信号波形	正弦波	$\beta = 0.05$
被测信号频率	50Hz	2 %
被测信号范围	电压测量：10V~500V 电流测量：各量程范围见表 4 相位测量：10V~500V、10.0~120.0 % 电流量程 频率测量：U1 在 10V~500V 范围	—

* 注：当电流范围在 1.0~10.0 % 量程时，相位测量误差为 $\pm 3.0^\circ$ 。

表4 工作误差极限

参 数	量程或范围	分辨率	误差极限 (1Year)
U	10.0V~500.0V	0.01V	$\pm (0.6 \% \text{ 读数} + 50)$
I	1.0A 量程、0.0~120.0 % 量程	0.1mA	$\pm (0.6 \% \text{ 读数} + 30)$
	10A 量程、10.0~120.0 % 量程	1mA	
	100A 量程、10.0~120.0 % 量程	10mA	
ϕ	360.0°	0.1°	$\pm 2.0^\circ$ 注*
F	45.00Hz ~ 65.00Hz	0.01Hz	$\pm 0.03\text{Hz}$

6.3 测量通道特性

6.3.1 电压通道、浮置输入

电压量程：400V

输入方式：浮置输入

测量范围：10.00V~500.00V

显示位数：五位

测量速率：1次/秒

最大输入：500V

输入阻抗：200K Ω

响应方式：真有效值响应

分辨率：0.01V

6.3.2 电流通道、钳形电流互感器

输入方式：钳形电流互感器转换输入 响应方式：真有效值响应
显示位数：四位半 测量速率：1次/秒
电流通道其它特性：请看表 5

表5 电流通道其它特性

量 限	使用电流 互感器型号	测量范围	分辨率	窗口尺寸	钳口尺寸
1.0 A	ML10	0.0 A~1.2 A	0.1 mA	8×7	12 mm
10.0 A	ML10	1A~12 A	1 mA	8×7	12 mm
100.0A	ML50	10 A~120 A	10 mA	20×14	20 mm

6.4 安全特性

6.4.1 耐压

电压输入端、交流充电电源输入端与仪表外壳之间，钳形电流互感器铁芯与付边绕组引出线及钳柄之间能承受 2K / 50Hz 正弦波交流电压历时 1min 的试验。

6.4.2 绝缘电阻

在 6.4.1 所述试验点之间的绝缘电阻大于 10MΩ。

6.5 充电电源规格

充电电源：160V~250V、50 Hz

6.6 内置充电电池特性

内置镍氢充电电池无记忆效应，可随充随用。

6.6.1 关机充电时间

在关机状态下，电池充电时间最长 3 小时。

6.6.2 开机放电时间

电池充满电后，在关闭背光灯时开机连续工作时间可达 15 小时以上，在打开背光灯时达 11 小时以上。

6.6.3 充放电循环次数

电池循环充放电次数为 500 次。

6.6.4 自然放电

常温 20℃ 下充满电一个月后，电池剩余容量为初始容量的 70%。

6.7 外形尺寸、重量

1. ZSML360 主机外形尺寸：长 248×宽 188×高 72 重量：1.5Kg
2. ML10 型钳形电流互感器外形尺寸：长 140×宽 40×厚 19 重量：160g / 把
3. ML50 型钳形电流互感器外形尺寸：长 160×宽 50×厚 22 重量：280g / 把



第七章 测量数据管理系统

7.1 系统简介

ZSML360 测量数据管理系统是专为 ZSML360 钳形电力参数向量仪配套开发的数据库管理系统，利用该系统可通过 RS—232 口读取存储在仪器中的测量数据，并将测量数据按一定格式存入数据库，或整理成表格打印存档。该系统适于在 windows98 版本操作系统上运行。

7.2 系统安装

安装盘上包含全部系统软件。执行安装盘上的 Setup 应用程序即可启动 ZSML360 安装向导，按其引导操作即可。

7.3 系统使用方法

在关机状态下，用配套的 RS232 通讯线将仪器与 PC 电脑串行口 COM1 联接起来。打开 ZSML360 电源开关后，按动〔通信〕键即可使 ML360 仪器进入通信待命状态。

在 PC 机上执行名称为 ZSML360 的应用程序即可启动该系统。

7.4 按钮功能介绍

7.4.1 系统界面按钮功能

【接收数据】：读取仪器特定的数据组，数据组序号在该按钮上方的数据组编号设置框中设定，编号有效范围为 00~49。

【存入数据库】：将当前屏幕上的测量数据存入数据库。

【查阅数据库】：打开 ZSML360 数据库界面，查阅、编辑数据库历史记录。

【生成报告】：将当前测量数据生成打印报告，打开【预览打印报告】界面。

【退出】：退出 ZSML360 测量数据管理系统。

另外，主界面上“测量地点”、“测量人员”及“备注”中的内容可通过 PC 机键盘人工输入。

7.4.2 数据库界面按钮功能

【手动添加记录】：用鼠标点击该按钮后可通过键盘人工输入一条记录。

【保存当前记录】：点击该按钮保存当前人工输入的记录。

【删除当前记录】：删除当前显示的记录。

【编辑当前记录】：对当前显示的记录进行修改、编辑。

【读出当前记录】：将当前显示的记录读至主界面上。

【返回】：返回主界面。

【首条记录】：显示数据库中的第一条记录。

【上一条】：显示当前记录的上一条记录。

【下一条】：显示当前记录的下一条记录。

【尾条记录】：显示数据库中最后即最近存储的一条记录。

7.4.3 预览打印报告界面按钮功能

【打印】：通过 PC 机并行口打印“ZSML360 测量结果报告”，该报告包含一组（屏）仪器测量数据及对应的向量图，报告中各参数代表的意义与 3.2 条所述相同。

【返回】：返回主界面。

第八章 仪表维护和修理

8.1 日常维护

请用户每次使用 ZSML360 之后，将仪表及其附件按厂方设计的位置整齐、有序地摆放在手提式仪表箱内。对于钳形电流互感器，长期不用时，最好在钳头张合处涂上硅脂，以免生锈。如果使用环境灰尘较大，用完表后请用湿抹布擦去表面尘埃，保持整套仪器洁净，不留污垢。

8.2 简单故障处理

8.2.1 无法正常充电

接上 220V 充电电源后，正常情况下仪表面板上红色“快充”指示灯应亮，指示仪表处于快速充电状态。若仪表长期放置未用，则接上 220V 电源充电时，可能需要等待几分钟后“快充”红灯才会亮，这是正常现象。

若仪表不能正常充电（即红灯不亮），首先检查电源插头、插座是否接触良好。若没问题，请断开充电电源，取下仪表机箱底部四个螺丝，将仪表芯体从箱内取出。在仪表芯体最底层印制电路板的左侧，有一个保险丝架，其上装有一个规格为 $\phi 5 \times 20 / 1A$ 保险丝。保险丝作为随机备件装在手提式仪表箱内，已由厂方与仪表一齐供给用户。若该保险丝已熔断，请用户自己予以更换。若仍不能解决问题，请联系生产厂予以解决。

8.2.2 无法开机

这种情况下，请先尝试充电。充好电后，如仍不能开机，请取出仪表芯体，检查最底层印制电路板前边中间地方规格为 $\phi 5 \times 20 / 1A$ 保险丝是否已熔断。

8.2.3 液晶屏显示不清

请打开仪表电源开关，将一字形小螺丝刀伸进“对比度”调节孔内对准电位器进行调节，使液晶屏显示清晰即可。

8.2.4 不能正常测量

仪表能正常开机显示，但不能正常测量各参数。请参照第四章说明，对各参数予以校准后再进行测量。

8.2.5 电流输入插孔更换

本机配备了 3 个电流输入插孔。如果 ML360 面板上电流输入插孔损坏，用户可打开机箱很方便地予以更换。注意更换时请勿接错线。

第九章 产品质量及服务承诺

我公司一贯认为我们的产品永远都不是最好的。我们坚持“做最好的产品，让用户称心”这样一种生产经营理念，我们追求产品质量的目标永无止境。

关于产品质量，我公司对用户郑重承诺如下：

用户购买 ZSML360 后，若因产品本身质量问题，在叁个月内可以退货，一年之内可以换货，叁年之内享受免费维修服务，十年内予以维护。若因用户未按厂方要求保管、使用，造成仪表损坏，本公司维修时仅收取材料费用。

用户返修或退回仪表时，请务必将仪表按厂方设计的位置整齐、有序地摆放在手提式仪表箱内，并将仪表箱装在外包装纸箱内，以确保运输途中不被摔坏。

附表1

功率因数角 ϕ / 功率因数 $\cos \phi$ 对照表

ϕ	$\cos \phi$	ϕ	$\cos \phi$	ϕ	$\cos \phi$
0°	1.000	30°	0.866	60°	0.500
1°	0.999	31°	0.857	61°	0.485
2°	0.999	32°	0.848	62°	0.469
3°	0.999	33°	0.839	63°	0.454
4°	0.998	34°	0.829	64°	0.438
5°	0.996	35°	0.819	65°	0.423
6°	0.995	36°	0.809	66°	0.407
7°	0.993	37°	0.799	67°	0.391
8°	0.990	38°	0.788	68°	0.375
9°	0.988	39°	0.777	69°	0.358
10°	0.985	40°	0.766	70°	0.342
11°	0.982	41°	0.755	71°	0.326
12°	0.978	42°	0.743	72°	0.309
13°	0.974	43°	0.731	73°	0.292
14°	0.970	44°	0.719	74°	0.276
15°	0.966	45°	0.707	75°	0.259
16°	0.961	46°	0.695	76°	0.242
17°	0.956	47°	0.682	77°	0.225
18°	0.951	48°	0.669	78°	0.208
19°	0.946	49°	0.656	79°	0.191
20°	0.940	50°	0.643	80°	0.174
21°	0.934	51°	0.629	81°	0.156
22°	0.927	52°	0.616	82°	0.139
23°	0.921	53°	0.602	83°	0.122
24°	0.914	54°	0.588	84°	0.105
25°	0.906	55°	0.574	85°	0.087
26°	0.899	56°	0.559	86°	0.070
27°	0.891	57°	0.545	87°	0.052
28°	0.883	58°	0.530	88°	0.035
29°	0.875	59°	0.515	89°	0.017