注意

被测线路一般有感应电压，达数 kV；请务必保证安全操作！

测试接线和拆线操作请按下述步骤进行：

1. 将被测试线路的引下线可靠接地；
2. 将仪器保护地用裸铜线可靠接入大地；
3. 将电源输出信号地 N 可靠接入大地；
4. 各接地端子应分别接地，不能在面板上将各端子短接后接地！
5. 将仪器测试线连接至被测试线路的引下线；
6. 开始测试前打开线路引下线的接地；
7. 所有测试完成后，将线路引下线可靠接地；
8. 拆除仪器测试线；
9. 拆除电源信号地 N 和裸铜地线；
10. 恢复被测线路状态。

操作原则

1. 在进行接线或拆线操作时，确保线路引下线可靠接地！
2. 任何不按操作程序的行为，都有可能造成设备损坏或操作人员人身安全！

目录

一、概述.....3
二、仪器特点.....3
三、技术指标.....3
四、仪器原理.....4
五、仪器外观.....5
六、测试接线.....5
1. 测试开始前的准备.....5
2. 感应电压测量.....8
3. 正序电容测试接线及对端操作.....8
4. 正序阻抗测试接线及对端操作.....9
5. 零序电容测试接线及对端操作.....9
6. 零序阻抗测试接线及对端操作.....9
7. 互感测试接线及对端操作.....10
七、操作步骤.....11
八、仪器成套性.....16

MS-110A 输电线路工频参数测试仪

一、概述

在传统的输电线路工频参数测试中，采用三相自耦变和大容量隔离变压器提供测试电源，通过电力计量用的 CT 和 PT 作电信号变换，最后用指针式的高精度电压表、电流表、功率表测量各个电参数，最后计算得到输电线路工频参数测试结果。使整套试验设备体积大，重量大，需要吊车配合工作，十分不利于现场测量。

本仪器能够准确测量各种高压输电线线路(架空、电缆、架空电缆混合、同杆多回架设的工频参数（正序电容、正序阻抗、零序电容、零序阻抗、互感和耦合电容等)。

本仪器完全满足《110 千伏及以上送变电基本建设工程启动验收规程》、DL/T559-94《220-500kV 电网继电保护装置运行整定规程》、《GB50150-2006》的规定要求。

二、仪器特点

（1）准确测量线路的正序电容、零序电容、正序阻抗、零序阻抗等参数。

（2）准确测量线路间的互感电抗和耦合电容测量；

（3）仪器以高速单片机为内核，实现测试、仪表、计算模型一体化。

（4）仪器采用 320×240 大屏幕点阵液晶显示，美国进口旋转鼠标操作，嵌入式汉字微型打印机打印结果，操作十分简便；

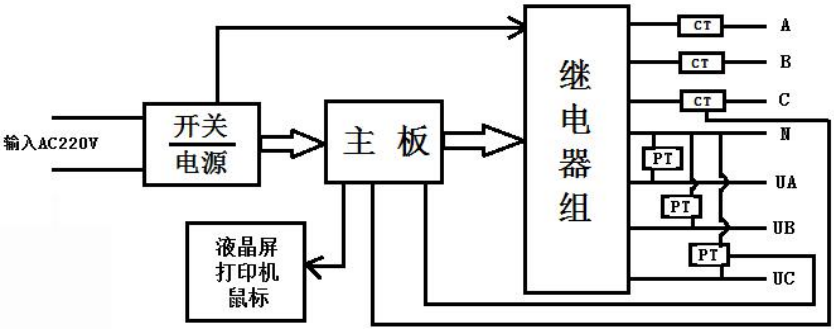
（5）仪器测试过程快捷，并打印测量结果。

（6）试验时间缩短，工作量大大减少，30 分钟内可完成传统方法两个小时的工作量；

三、技术指标

仪器工作电源	AC 220V ± 10% ，1A ，50Hz		
仪器信号电源	信号电压 ，三相，AC 0 ～ 300V ，50Hz(由选配的三相调压器提供)		
	信号电流 ，三相，AC 0 ～ 40A（有效值）(由选配的三相调压器提供)		
测量范围	正序电容 零序电容 耦合电容	正序阻抗 零序阻抗 互感电抗	阻抗角
	50μF	0.1～400Ω	0° ～360°
测量分辨率	0.1μF	0.01Ω	0.01°
测量准确度	≥1μF 时，±1%读数，±0.01μF ＜1μF 时，±2%读数，±0.01μF	≥1Ω时，±1%读数，±0.01Ω ＜1Ω时，±2%读数，±0.01Ω	电压＞10V 时，±0.2° 电压 0.2 V ～10V 时，±0.3°
尺寸及重量	313mm×261mm×237mm;重量：12 kg		
仪器使用环境	环境温度：-15℃—＋40℃ 相对湿度：＜90%		

四、仪器原理



五、仪器外观

六、测试接线

1. 测试开始前的准备（**将本端地刀打开**）

图 6-1：拆掉接地棒地线　　图 6-2：测试线通过绝缘棒

(1).如果试验现场有接地棒，操作步骤如下：

a.拆掉接地棒上的地线，以便接上仪器测试线，需拆 3 根接地棒，如图 6-1；

b.将仪器面板左上角的接地端子可靠接入大地；

c.将信号地 N 可靠接入大地；

d.将黄色测试线较粗的接面板上的 A 端子，较细接 UA 端子，黄色夹子夹在接地棒前端的金属上；

e.将绿色测试线较粗的接面板上的 B 端子，较细接 UB 端子，黄色夹子夹在接地棒前端的金属上；

f.将红色测试线较粗的接面板上的 C 端子，较细接 UC 端子，黄色夹子夹在接地棒前端的金属上；

g.将夹有黄、绿、红测试线的接地棒分别钩到被测线路的 A、B、C 相上，如图 6-2。

(2)如果试验现场没有接地棒，操作步骤如下：

a.将被测线路的测量端引下线可靠接入大地，如图 6-3；

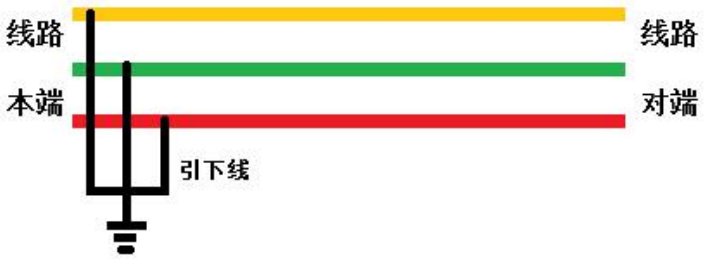


图 6-3 将被测线路测量端引下线接地

b. 将仪器面板左上角的接地端子可靠接入大地；

c. 将信号地 N 可靠接入大地；

d. 将黄色测试线较粗的接面板上的 A 端子，较细的接 UA 端子；

e. 将绿色测试线较粗的接面板上的 B 端子，较细的接 UB 端子；

f. 将红色测试线较粗的接面板上的 C 端子，较细的接 UC 端子；

g. 将黄、绿、红夹子分别夹到 A、B、C 线路的引下线上，如图 6-4；

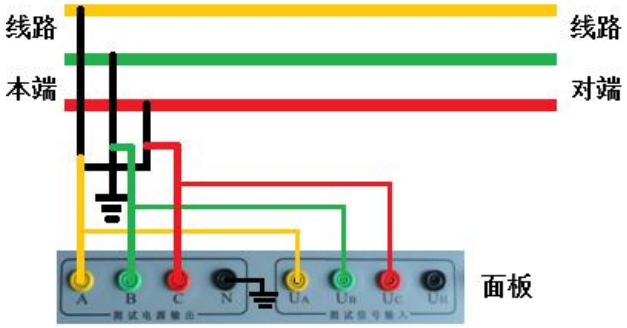


图 6-4 将黄、绿、红夹子分别夹到 A、B、C 线路的引下线上

(3) 脱开引下线的接地线，如图 6-5。

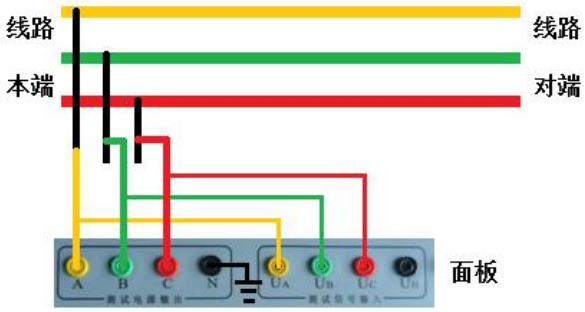


图 6-5 脱开引下线的接地线

如果测试引下线只引出 3 个端子，尽量用截面积足够大的导线，并保证与线路测量端可靠连接，避免引入较大的接线误差。

仪器测试接线极为简捷，只需一次接入上述测试线，通过仪器自动控制测量方式和被测线路对端接线方式配合，即可完成所有序参数测量，大大提高测试效率和操作安全性。

2. 感应电压测量

感应电压的测量，在测量选项的第一行，选中后垂直按下鼠标，仪器自动测量三相感应电压。接线如图 6-5 所示。

3. 正序电容测试接线及对端操作

在正序电容（正序开路）测试中，被测线路对端（相对于测量端）开路，将仪器电源输出至被测线路测量端外侧电流引下线，电压测量输入端接至电压引下线，如图 6-6。

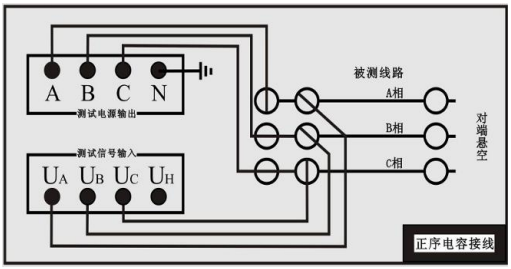


图 6-6 正序电容测试接线及对端操作示意图

4. 正序阻抗测试接线及对端操作

进行正序阻抗测试时，将对端短接后接地，如图 6-7。

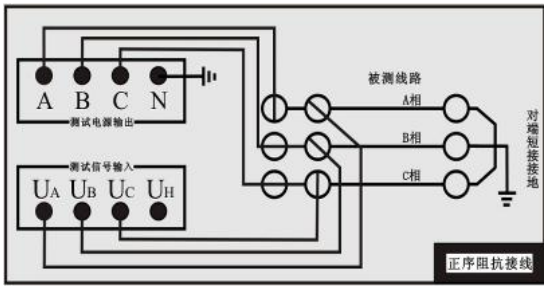


图 6-7 正序阻抗测试接线及对端操作示意图

5. 零序电容测试接线及对端操作

在零序电容（零序开路）测试中，仪器信号引线与正序阻抗测试接线一致，通过仪器内部的控制回路切换测试信号连接方式，实际的测试接线如图 6-8 所示。

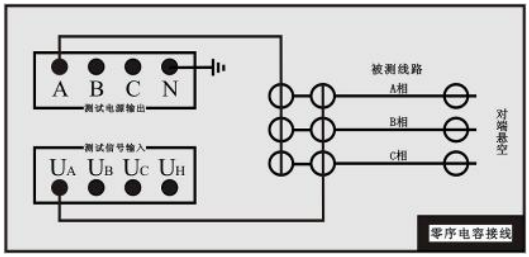


图 6-8 零序电容测试接线示意图

6. 零序阻抗测试接线及对端操作

零序阻抗（零序短路）测试时，将对端线路短接，并可靠接至大地，如图 6-9 所示。

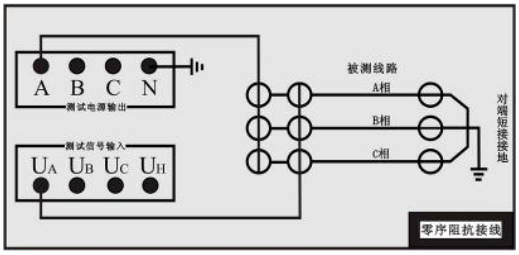


图 6-9 零序阻抗测试接线示意图

7. 互感测试接线及对端操作

测试两条输电线路间的互感时，被测线路测量端和对端三相分别短接，对端接大地，将仪器输出 A 和电压测量端子 U_A 分别接入被测线路 1 和被测线路 2 的测试引下线，如图 6-10 所示。

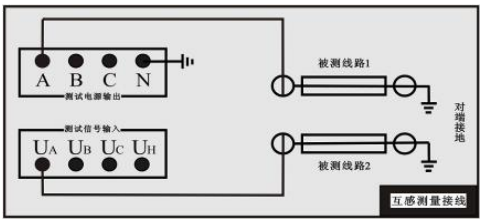


图 6-10 互感测试接线示意图

8. 耦合电容测试接线及对端操作

测试两条线路间的耦合电容时，被测线路 1、2 的测量端和对端三相分别短接，对端不接地，被测线路 1 的电流引下线 A 接至仪器输出端，电压引下线 U_A 接至电压测量端，被测线路 2 的首端接至 U_H，N 端接大地，如图 6-11。

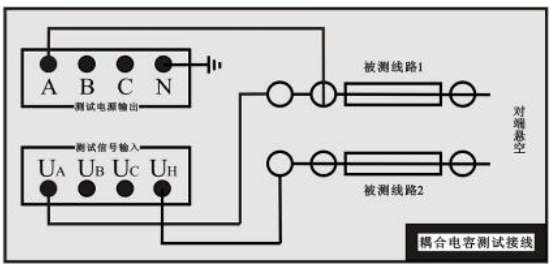


图 6-11 耦合电容测试接线示意图

图 6-11 的电路实际测量的是线路 1、2 间的耦合电容和被测线路 1 的零序

电容之和，所以进行耦合电容测试前应先测量被测线路 1 的零序电容。

七、操作步骤

1.仪器开机界面

图 7-1　开机界面

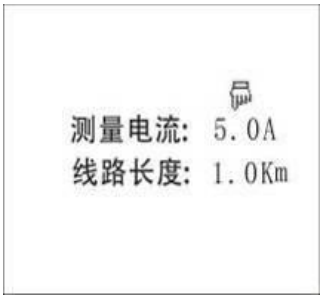


图 7-2　设置界面

2.设置界面

测量电流：1A-40A 内任意设置，每 1A 为一步长,是指在测试过程中仪器一旦检测到测试电流大于设置值就提示降压，当降压降到电流值小于设置值后仪器就开始正常测量。

线路长度：1.0Km-999.9 Km 内任意设置，每 0.1 Km 为一步长，线路长度设置好后，仪器自动计算出每公里的数值。

3. 测量界面

图 7-3 测量项目选择界面

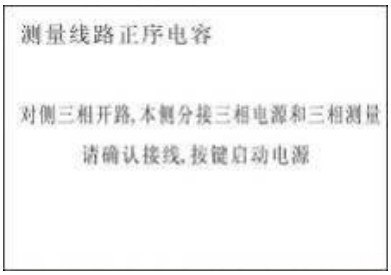


图 7-4 接线说明界面

当选中测量菜单后，出现如图 7-3 界面，我们以正序电容为例介绍操作步骤：选中正序电容选项，出现如图 7-4 接线说明界面。垂直按下鼠标出现如图 7-5 界面，此时调节调压器至合适电压，垂直或旋转鼠标，仪

器开始自动测量，如图 7-6 至图 7-10 界面，仪器对每一相测量两次。图 7-11 为显示结果界面。

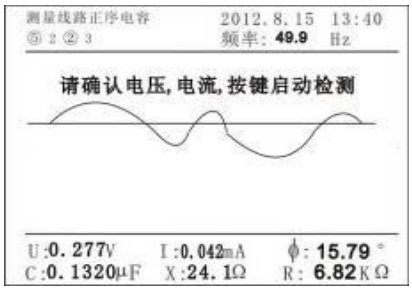


图 7-5 调压前的界面

图 7-6 测试过程 1

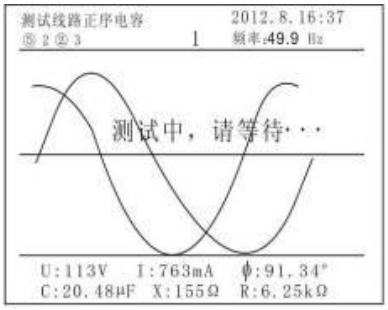


图 7-7 测试过程 2

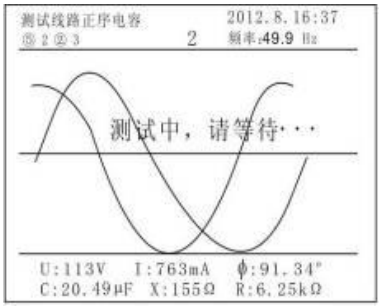


图 7-8 测试过程 3

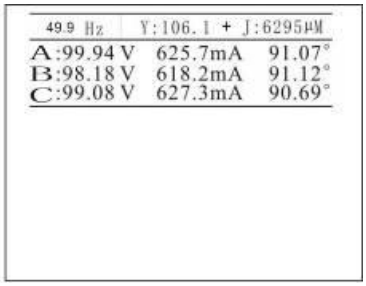


图 7-9 测试过程 4

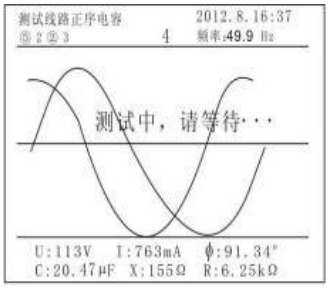


图 7-10 测试过程 5

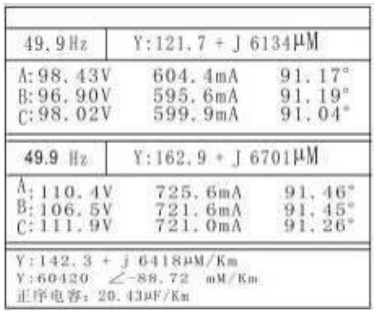


图 7-11 测量完成后的界面

图 7-12 显示结果下子菜单界面

(1)在图 7-11 界面下，左旋或右旋鼠标，出现图 7-12 下的四个子菜单。

(2)在图 7-12 界面下，

选中退出，出现图 7-13 界面；

选中重测，则仪器在此界面下重新测量；

选中存入，则出现图 7-14 界面；

选中打印，仪器自动打印此界面下的内容。

图 7-13 退出界面

图 7-14 存入界面

(3)在图 7-13 界面中，选中确认，则退至开机界面；选中否认，则停留在 7-11 界面。

(4)在图 7-14 界面中，选中退出，则出现 7-13 的界面；减一和加一是通过加减数把此次测量数据存入想存的组里。如果仪器里已经存了第 1 组数据，此时选中存入第 1 组记录，仪器自动将数据存入第二组，依此类推。仪器可存储 200 组数据。

4. 查询界面

在开机界面下选中查询，出现如图 7-15 界面。

图 7-15 查询界面

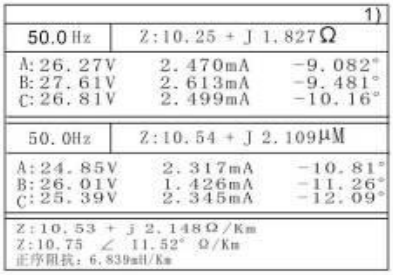


图 7-16 第一组数据查询界面

选中退出，则退回至开机界面；减一和加一是通过加减数找到想要查询的数据组，图 7-16 的右上角显示有 1）字样，表示查询此界面下的数据为第一组。在 7-16 界面下，左旋或右旋鼠标，出现如图 7-17 界面。

图 7-17 查询界面下的子菜单

图 7-18 校时界面

如果仪器里存了 10 组数据，而 7-17 界面中的数据为第一组，选中下页，则显示第二组数据；选中上页，则显示第十组数据；选中退出，则直接退至开机界面。

5. 校时界面

如图 7-18 所示，左旋鼠标为减数值，右旋则为加，垂直按下鼠标则为换项。

6. 正序阻抗测试数据说明（零序同正序）

50 Hz	Z:0.1606+j0.7121Ω		
A:	3.494V	5.380A	-79.28°
B:	4.043V	5.466A	-82.86°
C:	4.375V	5.446A	-70.36°

50 Hz	Z:0.1650+j0.8786Ω		
A:	3.705V	4.788A	-81.64°
B:	4.430V	4.843A	-86.64°
C:	4.808V	4.846A	-70.72°

Z: 0.0417+j0.2036Ω/km
Z: 0.2078∠78.41° Ω/km
正序阻抗：0.64819mH/km 3.9km

图 7-19：正序阻抗测试数据

7. 测试数据说明

正序阻抗：0.64819mH/km

将正序阻抗的虚部换算成电感值

计算公式及过程如下：

$L=Z/\omega=Z/2\pi f=0.2036/2*3.14*50=0.648mH$

8. 相量法说明

模

实部=0.2078*cos78.41°
=0.2078*0.2009
=0.0417

虚部=0.2078*sin78.41°
=0.2078*0.9796
=0.2036

$$模 = \sqrt{实部^2 + 虚部^2}$$

$$= \sqrt{(0.0417)^2 + (0.2036)^2}$$

$$=0.2078$$

八、仪器成套性

序号	名称	数量	单位
1	测试仪主机	1	台
2	双测试线（黄、绿、红）	各 1	根
3	单测试线（黄）	1	根
4	单测试线（黑）	1	根
5	接地线	1	根
6	AC220V 电源线	1	根
7	除锈锉刀	1	把
8	热敏打印纸	2	卷
9	产品合格证	1	枚
10	产品使用说明书	2	本
11	出厂检测报告	1	份