

前 言

使用本试验系统仪器之前，请您详细地阅读使用说明书，为了让您尽快熟练地操作本仪器，我们随机配备了内容详细的使用说明书，这会有助于您更好的使用该产品。从中您可以获取有关产品介绍、使用方法、仪器性能以及安全注意事项等各方面的知识。

在编写本说明书时，我们非常小心和严谨，并认为说明书中所提供的信息是正确可靠的，然而难免会有错误和疏漏之处，请您多加包涵并热切欢迎您的指正。

我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，同时我们保留对仪器使用功能进行改进和升级的权力，如果您发现仪器在使用过程中其功能与说明书介绍的不完全一致，请以仪器的实际功能为准。在产品的使用过程中发现有什么问题，请与我们联系！我们将尽力提供完善的技术支持！

目 录

CTMS-V 模拟化移动试验平台	错误！未定义书签。
1、 功能特点	3
2、 参考标准	3
3、 系统测试项目	3
4、 设备组成	3
5、 平台整体：	4
6、 主要技术参数：	5
平台计算机集控	7
1、测试系统软件	7
2、开机界面	7
3、功能说明	7
4、常见问题	8
试验台测试仪器设备操作	9
一、 FCT-2009 高压开关动特性测试仪	9
二、 FHL-2120 回路电阻测试仪	2 9
三、 FZC-3020 直流电阻测试仪	3 7
四、 FJS-6000 抗干扰精密介质损耗测量仪	46

CTMS-V 模拟化移动试验平台

CTMS-V 模拟化移动试验平台是按照定制需求,参照试验项目配置为基准的一体化集成试验集控设备。模块化测量单元提供多功能一体化集成的选择需要,可灵活配置试验项目开展。采用计算机综合测试集中管理,数据可靠保存,便捷现场试验人员移动及操作。

1、 功能特点

一体化机柜集成设计,前端操作,后开门接线方式,便于现场操作使用;
采用滚轮移动方式,灵活试验接线及场地移动需求;
仪器模块化配置,可根据试验项目需求灵活配置,预留选配槽位;
计算机综合控制管理,便于数据采集和保存;
采用 Windows 系统,兼容各种测试工具及软件;
可分体控制各操作单元,独立操作及试验;
自带 58mm 热敏打印机,可分别进行数据打印;

2、 参考标准

GB 50150-2016 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
DL/T 596-2015 《电力设备预防性试验规程》
DL/T 846-2017 《高电压测试设备通用技术条件》

3、 系统测试项目

- 1) 高压开关动特性测试;
- 2) 回路电阻测试;
- 3) 变压器直流电阻测试
- 4) 变压器、套管等介质损耗因数 ($\tan \delta$) 及电容量测量;
- 5) 预留单元,更多测试项目可选配。

4、 设备组成

- 1) 铁皮机柜: 1040mm (长) × 650mm (宽) × 1130mm (高), 包括脚轮;
- 2) 工控机: Windows 系统, 带上位机测试软件及通讯;
- 3) FCT-2009 高压开关动特性测试仪;
- 4) FHL-2120 回路电阻测试仪;
- 5) FZC-3020 直流电阻测试仪;
- 6) FJS-6000 抗干扰精密介质损耗测量仪;

5、平台整体：



6、 主要技术参数：

1. 平台：

控制电源：AC 220V 50Hz

外形尺寸：1040mm（长）×650mm（宽）×1130mm（高）包括脚轮

重量：约 160kg

2. FCT-2009 高压开关动特性测试仪：

测试通道：时间断口：金属触头 12 路 25V，限流 50mA

位移传感器：1 路

时间测试：范围：0~20s

误差：±0.1%读数±2 个字

分辨率：0.1ms

行程测试：范围：0~1000mm

准确度：±1%读数±1 个字

分辨率：0.1mm

速度特性：范围：0.01~20.00m/s

准确度：±1%读数±1 个字

分辨率：0.01m/s

图形显示：每路 0.1ms 的数值

直流电源：调整范围：15~260V

最大瞬时电流：20A

准确度：±1%读数±1 个字

负载变化率：≤1%

同步触发：电压：15~260V

电流：0.1-20A

传感器：位移变化

断口：信号跳变

外形尺寸：4U 车载箱 450×190×450

仪器重量：4U 车载箱 12kg (不包括测试线)

使用环境：环境温度：-10℃~50℃

相对湿度：≤80% RH

工作电源：电压：AC 220V±10%

频率：50Hz±10%

安全性能：绝缘电阻：>2MΩ

漏电流：<3.5mA

介电强度：AC 1500V 50Hz，1min（电源进线对机壳）

3. FHL-2120 回路电阻测试仪：

工作电源：电压 AC220V±10%，频率 50Hz±10%

电流输出：恒流

环境温度：-20℃~50℃；

相对湿度：≤80%

工作方式：风冷、间歇

测试时间：100A：5-60S；200A：5-30S；

测试范围：0-20000.0 μΩ（100A）、0-10000.0 μΩ（200A）

准确度：0.5%读数±2 字；分辨率：0.1 μΩ

存储数量：200 条

4. FZC-3020 直流电阻测试仪：

工作电源：电压 AC220V±10%，频率 50Hz±10%

测试电压：DC28V

电流输出：恒流 10mA、100mA、1A、5A、10A（10A 机型）、20A 档（20A 机型）

5. FJS-6000 抗干扰精密介质损耗测量仪

额定工作条件：环境温度：-10℃～50℃、相对湿度：<85%

输入电源：180V～270VAC，50Hz/60Hz±1%，市电或发电机供电

准确度： C_x :±(读数×1%+1pF)； $\tan\delta$:±(读数×1%+0.00040)

抗干扰指标：变频抗干扰，在200%干扰下仍能达到上述准确度

电容量范围：内施高压：3pF～60000pF/10kV 60pF～1μF/0.5kV

外施高压：3pF～1.5μF/10kV 60pF～30μF/0.5kV

分辨率：最高0.001pF，4位有效数字

$\tan\delta$ 范围：不限，分辨率0.001%，电容、电感、电阻三种试品自动识别

试验电流范围：10μA～5A

内施高压：设定电压范围：0.5～10kV

最大输出电流：200mA

升降压方式：连续平滑调节

电压精度：±(1.0%×读数+10V)

电压分辨率：0.1V

试验频率：45、50、55、60、65Hz 单频

45/55Hz、55/65Hz、47.5/52.5Hz 自动双变频

频率精度：±0.01Hz

外施高压：正、反接线时最大试验电流5A

CVT自激法测量：输出电压3～50V，输出电流3～30A

C1/C2同时测量，高压连线可拖地

CVT变比测量：变比测量精度：±读数×1% 变比测量范围：10～99999

相位测量精度：±0.02° 相位测量范围：0～359.99°

高电压介损：支持变频和谐振电源高电压介损

测量时间：约30s，与测量方式有关

实时时钟：实时显示时间和日期

内部存储：仪器内部可存储100组测量数据

U盘：支持U盘存储

打印机：微型热敏打印机

计算机接口：标准RS232接口（选配）

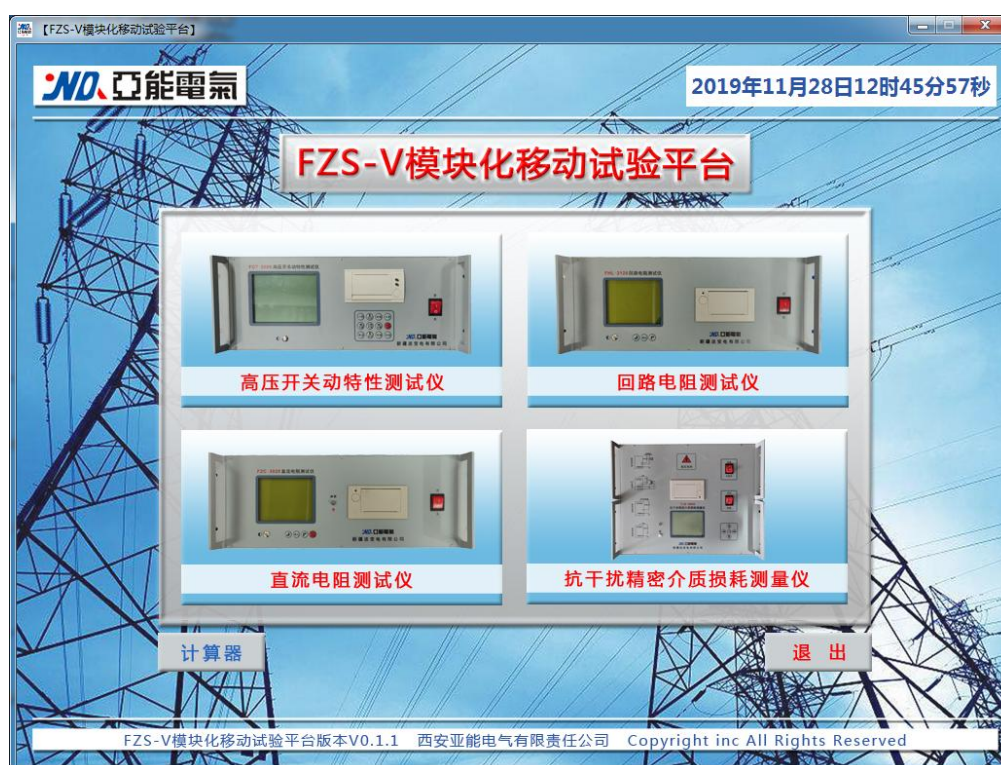
平台计算机集控

1、测试系统软件

CTMS-V 模拟化移动试验平台，是集成了试验设备模块化控制、计算机控制测试软件的综合测试系统。该系统支持各项测试仪器软件的联机、测试及帮助，可根据用户配置，支持扩展或删减部分菜单内容，其主要参数及功能介绍如下。

2、开机界面

（一）、打开电脑，开机后会自动弹出测试系统主界面，如下图：



（二）、界面按钮介绍：

1、测试项目按钮：

试验台集成标配单元的 PC 测试软件，可开放或删减测试项目，配合试验台操作，点击独立模块，可直接打开各测试软件进行联机、测试，支持扩展。

2、功能区按钮：

便捷打开计算器等窗口，支持扩展。

3、退出键按钮：

点击直接退出该系统，双击桌面系统图标即可再次打开，开机默认自启动。

3、功能说明

（一）、点击按钮，即可进入相应测试项目：



以下为标准测试单元配置

- 1、高压开关动特性测试仪：高压开关分合闸时间、同期、分合闸速度、行程等测试内容。
- 2、回路电阻测试仪：高压开关、母排等电气设备的回路电阻测试。
- 3、直流电阻测试：变压器直流电阻检测。
- 4、抗干扰精密介电损耗测量仪：变压器联结组别、变比值（PT 变比）、档位测试、。

其他：更多选配项目可定制！

注：具体操作方法，请参考说明书分项内容的介绍。

4、常见问题

1、电源及自启动：

试验台通电，打开总电源空开后，需打开面板上液晶屏下方的电源按钮，方可开启电脑主机。开机后，自动启动测试系统主界面。

2、系统配置：

该综合试验系统软件，支持 Win XP/7/8/10-32/64 位系统，即开即用，方便安装及卸载，如安装安全卫士等杀毒软件误报误删，可在系统 C 盘下，找出备份 EXE 文件，复制桌面重新打开即可。

3、测试软件联机失败：

点击各测试项目，出现“打开串口失败”的提示，请查看是否同时打开多个测试项目，请关闭与当前测试无关的测试软件，重新打开当前测试软件后，即可正常联机。或关闭当前所有窗口，重新打开桌面测试系统图标，即可恢复正常。如上述情况下，仍出现提示，请参照各分项测试说明书内容下，设置当前测试项目对应的串口号及波特率（一般情况下，请勿自行更改）。再次打开即可。

4、关于扩展：

当前测试单元模块系统软件版本是根据该试验台标配测试单元定制、选配更多测试项目及开放功能，请联系我司。

试验台测试仪器设备操作

一、 FCT-2009 高压开关动特性测试仪



可测试各种国产（进口）真空、六氟化硫、油高压断路器，负荷开关、GIS 接地刀闸开关、接触器、继电器、空气开关等。合、分闸时间、同期、弹跳时间、次数、自动重合闸、行程、速度、电流、动作电压等各项数据、波形。

一、功能特点

测试指标：可测试各种国产（进口）真空、六氟化硫、油高压断路器，负荷开关、GIS 接地刀闸开关、接触器、继电器、空气开关等。合、分闸时间、同期、弹跳时间、次数、自动重合闸、行程、速度、电流、动作电压等各项数据、波形。

抗扰通道：可抵御 550KV 变电所现场静电干扰！

位移通道：1 路位移信号采集，适配耐用的精密电阻线性位移、角位移传感器。亦可适配用户传统自配的滑线电阻传感器。

精细测试：严格按照中华人民共和国电力行业标准高电压测试设备通用技术条件之第 3 部分：高压开关综合测试仪 DL/T846.3—2004 要求研制。10kHz 高速采样，时间分辨率 0.1ms，测试时长高达 20s。

操作电源：内置隔离型数字可调直流电源，带短路保护功能，可设置电压，指令各项分、合、重合闸操作及动作电压试验。

同步触发：可响应电压、电流、传感器、断口变化多种同步触发方式。

速度定义：提供了常用的开关速度定义库和可编辑速度定义库两种模式可供用户自行选择。

录波功能：12 路普通金属触头通断、线圈电流；行程、时间波形。

数据通讯：可采用 RS232 或 USB 通讯，PC 管理软件实现数据、波形图可上传、测试。

SD 卡存储：大容量 SD 卡快速存储、打开记录，满足 100 条测试数据及波形记录。

U 盘存储：可将数据及波形文件快速存储到 U 盘，直接用上位机软件打开。

在线帮助：仪器内置丰富的接线、安装、测试操作帮助。无说明书就能简单使用。

二、面板接线

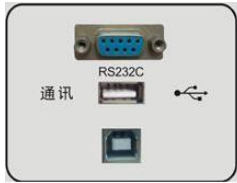


电源开关：仪器交流总电源开关，带灯指示。

接地插座：仪器机壳保护接地，带Φ 4 插空，螺栓紧固。

电源插座：三芯带接地交流 AC220，50Hz 电源输入插口，上部 FUSE 仓盒内置 2 颗 15A 保险丝，方管洞内置保险丝为备用。

通讯组块：



RS232串口通讯

U盘

USB通讯

RS232C：计算机串口通讯，上位机波特率选择为 57600bps。

U 盘：外部插入 U 盘，可将测试数据存储在外部 U 盘里。

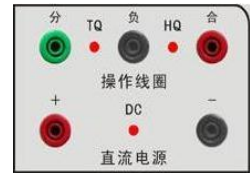
USB 通讯：本机器与计算机以 USB 通讯。

测速端口：



专用三芯航插，也可适配用户自配滑线电阻。仪器默认使用 A1 通道安装传感器。

直流电源：



+、- 为内置直流电源输出；也可作外直流电源输入端，带 LED 灯指示。

分、负、合为可控直流电源输出，分、合为正端，负为公共端；分、负；

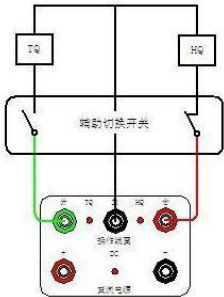
合、负也可用作外同步倒采样，带 LED 灯指示。

典型控制模式：

仪器具备内电源主控、外电源主控；交直流外同步多种送电、触发方式。

1) **内置直流电压电流主控内同步：**

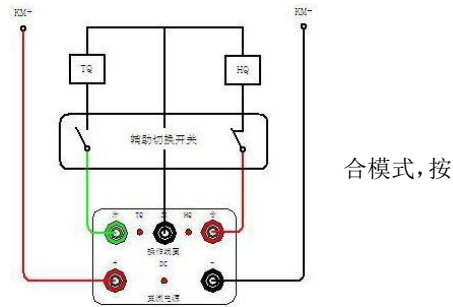
直流电源 +、- 端直接输出电源，可供开关闭锁控制及储能电机使用。



接出分、合、负控制线，虽然仪器内置电源为隔离电源，带短路保护，但仍需断开二次电源，以减少不必要的电源冲突或报警。此时进入菜单，选择内电源操动方式，调整电压，设置分、合模式，按测试送电。

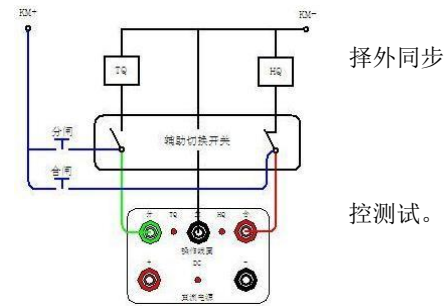
2) 外接直流电压电流主控内同步:

直流电源 +、- 端输入外直流电源，用做分、合控制操动输出。
接出分、合、负控制线，此时进入菜单，选择外电源操控方式，设置分、合模式，按测试送电。



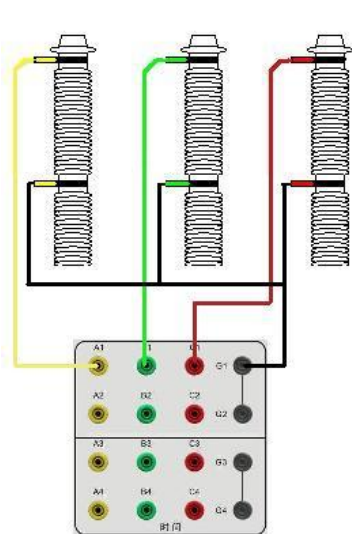
3) 交直流倒采样电压受控外同步:

接出分、合、负控制线，此时此线为倒采样外同步。此时进入菜单，选
操控方式，设置分、合模式，按测试后等待外电压同步。

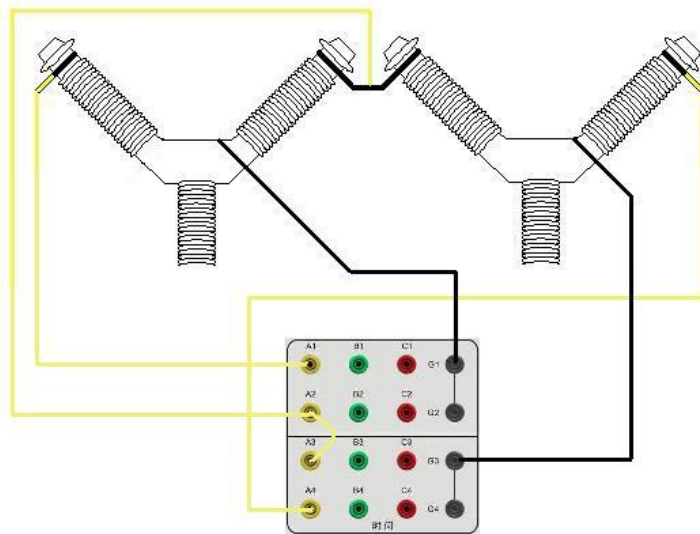


注：当二次电源无法解净或操动控制回路为交流时，特别适合此种方法受

时间端口：用作普通金属触头测试功能。



单断口开关典型接线图（三相）



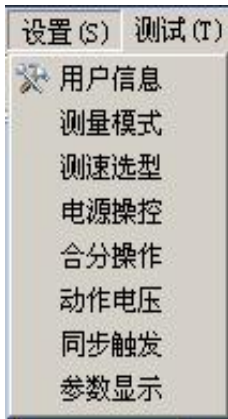
双断口（四断口）典型接线图（A相为例）

三、上位机菜单说明
一、上位机菜单：
1、文件菜单



- 新建:即新建建立一个测试;
- 打开:即打开一个已有的测试记录;
- 存储至 SD 卡: 将当前的测试数据和波图存储在机器的 SD 卡中;
- 保存: 保存当前的测试的测试结果到 PC 机上;
- 另存: 功能类似保存;
- 最近打开的文档: 查看最近打开的测试记录;
- 打印预览: 可以预览当前的测试记录的打印风格;
- 打印: 把当前的测试数据发送到打印机;
- 数据导出: 可以将当前的测试数据导出成 word 或者 excel;
- 历史记录: 此功能可以查看下位机的 SD 卡存储状态并且可以删除操作;
- 系统退出: 退出当前的测试软件;

2、设置菜单



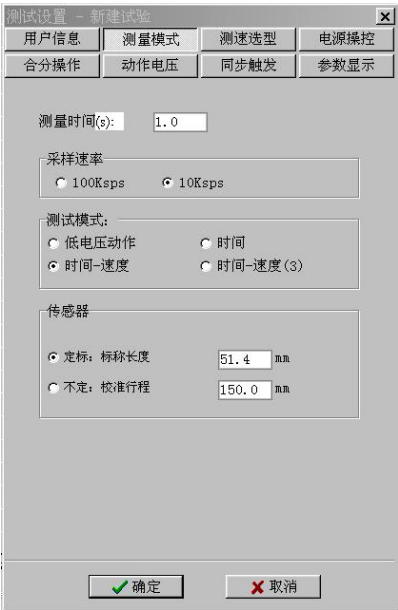
- 用户信息: 可编辑当前的测试的表头信息;
- 测量模式: 可设置“测量时间”“测试模式”“传感器”信息;
- 测速选型: 可设置“断口数”“速度定义”信息;
- 电源操控: 可设置“电源模式”信息;
- 合分操作: 可设置“分”“合”以及重合闸等信息;
- 动作电压: 可设置低电压操作的相关信息;
- 同步触发: 可以选择同步触发的条件;
- 参数显示: 可选择屏蔽某些参数的显示;

2.1 用户信息



可以编辑有关被测对象的相关信息以及实验人员的相关信息，并且能记忆设置的信息；用户也可以通过“表头设置”将此用户信息下发到下位机，可由此省去在下位机设置表头信息的动作；

2.2 测量模式



测量时间: 范围是 0.1 到 20 秒，但是在利用 232 进行上位机操作时建议时长不要超过 1.0 秒，否则传输数据花 的时间会比较长，当然用 USB 通讯不存在这个问题；

采样速率: 建议选择 10Ksps 的时间分辨率，缩短传输时间；

测试模式: 用户可以选择需要进行的测试模式，四选一；

传感器: 可以根据选择所安装的传感器进行设置，如果用直线，可以选择定标并输入所选传感器的长度；如果是角度传感器，则选择不定标并设置校正行程；

2.3 测速选型



断口数: 可以选择在测试时安装的断口数，为保持测试结果的针对性，必须如实的选择；

速度定义: 其中包含了一些不可编辑的速度定义以及可以编辑的速度定义；

2.4 电源操控



电源模式:

内电源: 点击电压指示值处，直接设置输出电压值，电源输入范围必须在 15V 到 260V 之间；

外电源: 选中此项，即自动关闭内电源，此时需从+、-端接入外直流电源；

外同步: 选中此项，即自动关闭内电源，不需接外电源。仅接入分合负交直流外同步控制线即可；

线圈类型:包含了自闭锁的双线圈机构以及电保持的单线圈机构, 二选一, 特别注意被测试的开关或者接触器是不是电保持的机构, 因为电保持的机构是要合闸送电来保持合闸状态的.

2.5 合分操作

测试设置 - 新建试验

用户信息

测量模式

测速选型

电源操控

合分操作

动作电压

同步触发

参数显示

合闸

持续时间

300ms

分闸

持续时间

300ms

合分

合始延时

300ms

分始

分合

分始延时

300ms

合始

分合分

分始延时

300ms

合始

分始

合分合

合始延时

300ms

分始

分始

确定

取消

合闸：合闸送电脉冲时间整定；
分闸：分闸送电脉冲时间整定；
合分：合始延时 xxxms 然后发分闸脉冲；
分合：分始延时 xxxms 然后发合闸脉冲；
分合分：分始延时 xxxms 发合闸脉冲，合始延时 xxxms 发分闸脉冲；
合分合：合始延时 xxxms 发分闸脉冲，分始延时 xxxms 发合闸脉冲；

2.6 动作电压

测试设置 - 新建试验

用户信息

测量模式

测速选型

电源操控

合分操作

动作电压

同步触发

参数显示

低电压动作:

起始电压 (V)

30

终止电压 (V)

110

升压幅度 (V)

5

间隔时间 (S)

5

动作判断

断口分合

辅助开关切换

确定

取消

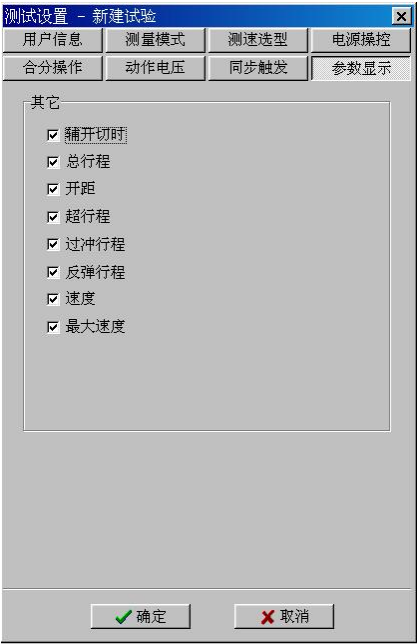
起始电压：设置低电压时的起始脉冲的电压值；
终止电压：低电压测试时的终止电压点；
升压幅度：自动升压的幅度；
间隔时间：升压时的两个脉冲的间隔时间；
动作判断：即终止测试的判断条件是“断口分合”或者“辅助开关切换”。

2.7 同步触发



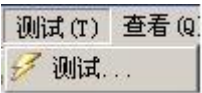
同步触发：根据具体的测试项目选择“触发电压”“触发电流”“行程传感器触发”“断口跳变触发”，具体选择那些触发条件需根据实际的测试进行选取。

2.8 参数显示



显示一些测试完成后计算的指标。

3. 测试菜单



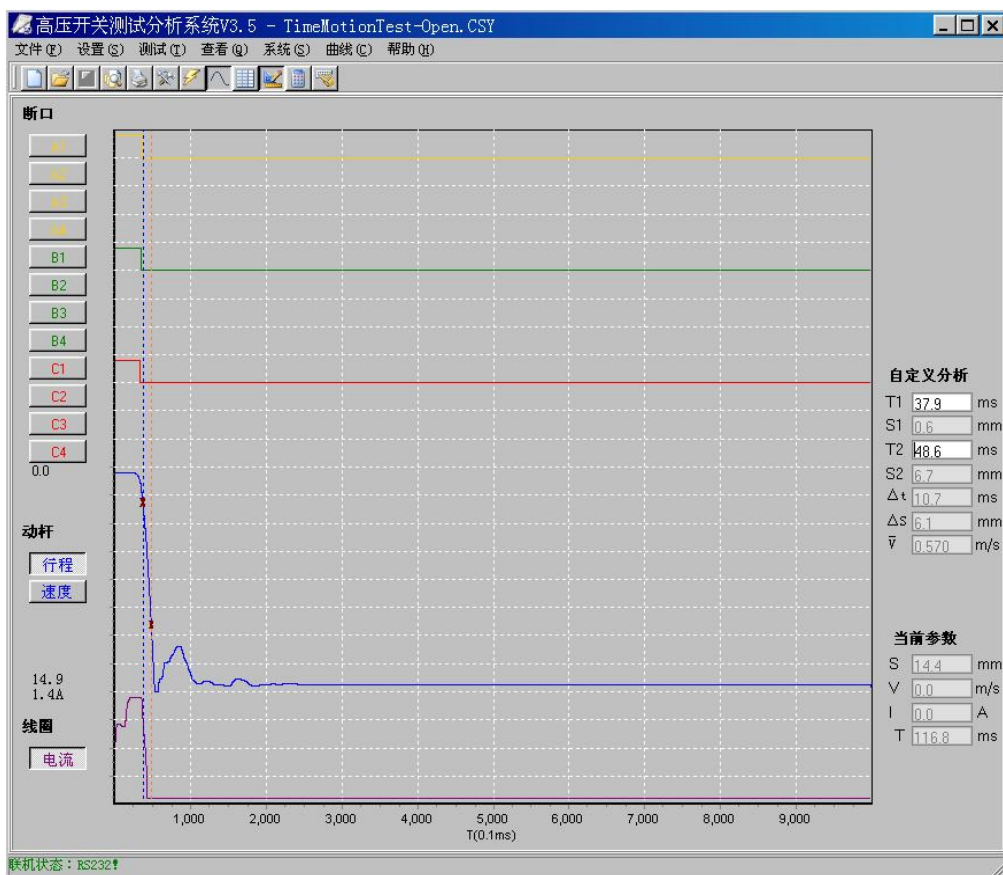
- 开关状态: 指示灯红色表示合闸状态, 反灰表示未选中的断口;
- 试验类型: 仪器默认时间、速度方式测试, 可修改为时间、低电压动作试验;
- 测量时间: 设置—测量模式默认的测量时间范围, 默认 0.5s, 可记忆最新设置值;
- 最大速度: 计算最大速度的时间间隔设置, 为固定的 10ms;
- 断口数: 显示安装了多少个断口, 可点击进入修改;
- 分合操作: 设置分合操作方式, 可点击进入修改;
- 电源操控: 显示选择的电源, 可点击进入修改;
- 状态刷新: 点击此按钮可以刷新开关状态和传感器的位置状态;
- 开启: 点击即开启内部电源;
- 测试: 点击可以启动测试;
- 取消: 点击可以退出开关测试对话框;

4. 查看菜单



- 波形图: 点击可以查看当前测试的断口和行程, 速度以及分合闸电流的波形;
- 数据表: 点击可以查看测试的报表;
- 栅格线: 点击可以出现或者消隐栅格线;

4.1 波形图



鼠标键盘操作:

放大: 在需要放大的区域, 点击鼠标不放, 由左上拖至右下释放即可, 可多次放大。

缩小: 点击鼠标不放, 由右拖至左释放即可缩小并还原。

拖移: 右击鼠标不放拖移即可

标线清除: 在任何状态, 右击鼠标记为退出光标线。

快捷键: 见菜单栏下。

断口: A1~C4 断口波形显示与否, 受参数显示控制, 默认显示 A1、B1、C1 三个断口, 其他断口方灰表示未选中。按下选中的按钮 (如 A1), 波形可纵向展开。

动杆: 默认显示行程—时间波形, 按 **速度** 可切换至速度—时间波形, 按 **行程** 又可切换至行程—时间波形。并在纵坐标上显示行程、速度最大值。

线圈: 显示电流—时间波形, 并在纵坐标上显示电流最大值。

时间单位: 横坐标显示测量时间坐标。单位是 0.1ms。

自定义分析:

移动鼠标或键盘中的 ← → 键, 点击鼠标左键或 ENTER 键确定第一条光标线 (蓝色) 的位置; 再确定第二条光标线 (橙色) 的位置, 点击鼠标左键或 ENTER 键即计算出差值, 常用作自定义两点计算速度。

当前参数:

移动鼠标或键盘中的 ← → 键, 显示当前光标线的行程、速度、电流、时间。

4.2 数据表

高压开关测试分析系统V3.5 - TimeMotionTest-Open.CSY

文件(F) 设置(S) 测试(T) 查看(V) 系统(S) 曲线(C) 帮助(H)

型号规格 实验单位

制造单位 实验人员

出厂编号 实验仪器

出厂日期 1901-01-01 试验日期 2012-6-21 10:40:56

实验地点 备 注

注：时间(ms)，速度(m/s)，行程(mm)。

分闸	分闸时间	弹跳时间	弹跳次数		
A1	36.9	0.0	0	A相同期	0.0
A2				B相同期	0.0
A3				C相同期	0.0
A4				三相同期	2.9
B1	35.2	0.0	0	辅开切时	44.9
B2				总行程	14.4
B3				开距	14.0
B4				超行程	0.4
C1	34.0	0.0	0	过冲行程	0.5
C2				反弹行程	2.6
C3				速度	0.5
C4				最大速度	1.0

联机状态：RS232C

4.3 栅格线

点击可以出现或者消隐栅格线；

5. 系统菜单



系统时间设置：设置以及回读机器的当前时间；

电压校准：校正机器的内部电源；

通讯设置：设置通讯的端口和波特率；

曲线图背景色：设置波图的背景色；

二、快捷键



新测试，同文件-新建菜单



打开测试数据文件，同文件-打开菜单



保存测试数据文件，同文件-保存菜单



预览测试报告，同文件-打印预览菜单



打印测试报告，同文件-打印菜单



设置，同设置菜单



测试，同测试菜单



显示波形图，同查看-波形图菜单



显示数据表，同查看-数据表菜单



曲线图栅格线，同查看-栅格线，菜单，可显示、关闭



打开计算器，可显示、关闭



打开软键盘，方便文字输入，可显示、关闭

四、测速安装

1) 万能支架安装:

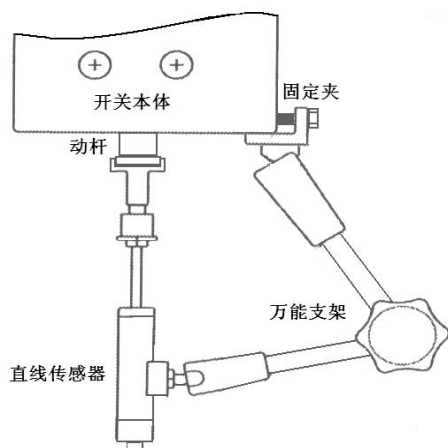
万能支架 M5 螺头固定在直线电阻传感器上的固定块上，或角电阻传感器上的固定片上，万能支架固定夹固定在开关本体上。

2) 直线位移电阻传感器:

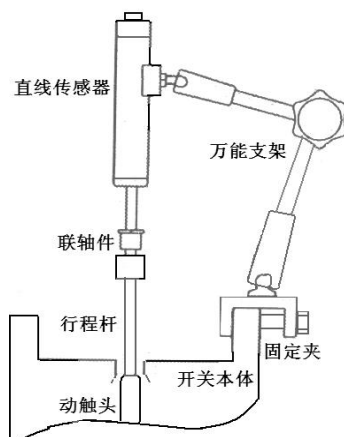
使用时根据测试开关对象、类型的不同，配用相关连接件。

3) 角电阻传感器:

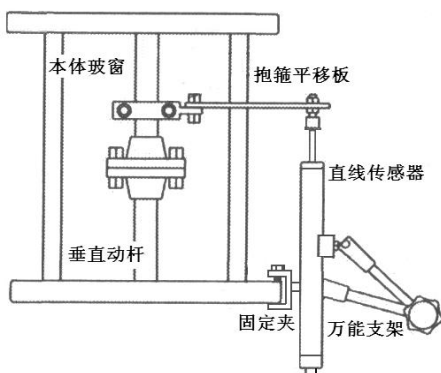
开关在分或合状态安装角电阻传感器时，应注意将转轴箭头对应在大黑点方向，这样运动时可避免进入无效区域。实际可选配 120 度或 345 度角传感器，详见装箱清单。



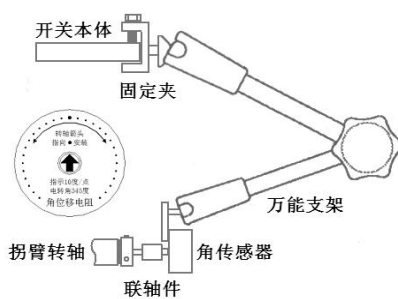
真空开关直线测速安装示意图



油开关直线测速安装示意图



SF6开关直线测速安装示意图



角度测速安装示意图

五、测试方法

时间测试：（以外电源为例，也可用内电源、外同步方式）

请设置试验类型为时间测试；测试范围确定时间长度、断口数；操作电源选择外电源；合分操作选择方式，或测试界面中按分合键，触发设置选择触发条件，按测试键进行。

时间速度测试：（以外同步例，也可用内电源、外电源方式）

请设置试验类型为时间、速度测试；测试范围确定时间长度、最大速度、断口数；传感器选择标尺长度或不定标行程值；速度定义选择类型；操作电源选择外同步；合分操作选择方式，或测试界面中按分合键，触发设置选择触发条件，按测试键进行。

动作电压：（必选内电源方式）

- （1） **自动方式：**设置试验类型为动作电压；测试范围确定断口数；操作电源选择内电源；动作电压选择条件，合分操作选择方式，或测试界面中按分合键，按直流电源键，出现“电源准备中”提示，按测试键自动升压，动作后电压停止。如有必要，此时可按测试键点动送电，按取消退出到数据表，此时可打印、保存动作电压值。

- (2) **手动方式:** 设置试验类型为动作电压; 测试范围确定断口数; 操作电源选择内电源; 动作电压选择条件(升压方式选手动), 合分操作选择方式, 或测试界面中按分合键, 按直流电源键开启内电源, 按“↑”可升压, 按“↓”可降压, 长按快速调整, 按测试键送出电脉冲。

六、参数概念

1. 时间

合闸时间: 合闸线圈受电瞬间起至动静触头第一次电气接通的时间。

分闸时间: 分闸线圈受电瞬间起至动静触头第一次电气分离的时间。

弹跳时间: 指动、静触头第一次电气接通(断开)起至动、静触头稳态接通(断开)的时间段。

弹跳次数: 指动、静触头第一次电气接通(断开)起至动、静触头稳态接通(断开)时间过程中弹跳变化的次数。

相内同期: A、B、C 相内不同期, 指开关相内多断口分(合)闸时间的最大差值。

三相同期: 相间不同期, 指三相中最大时间相与最小时间相的差值。

辅开切时: 即辅助开关切换时间, 指从仪器向控制线圈回路送电至回路被自行切断的时间段。

金短时间: 合分操作中动、静触头接触的时间段。

2. 行程

总行程: 动触头从分闸到合闸或合闸到分闸稳态下的位移差值。

开距行程: 总行程与接触行程的差值。

接触行程: 动、静触头电气接触下的位移行程差。

过冲行程: 动触头运动过程中最大过冲行程幅值。

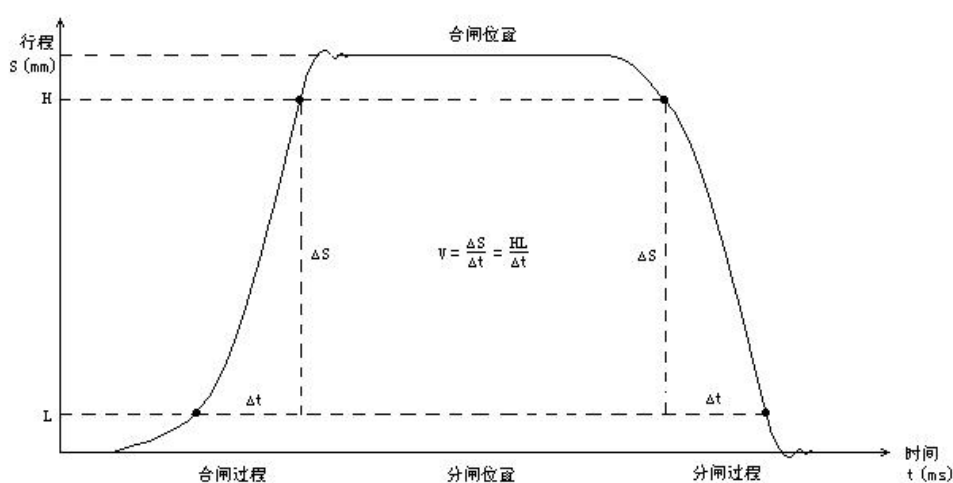
反弹行程: 动触头运动过程中最大反弹(冲)行程幅值。

3. 速度

速度: 根据开关出厂定义而设置的分/合闸速度。或叫刚分/合速度、平均速度。

最大速度: 指定区间(0.1ms 或 1ms 或 10ms)的平均速度中的最大值。

速度定义: 根据开关生产厂家或国标关于速度定义的要求, 在所记录的行程-时间(S-t)运动过程中, 计算指定段的平均速度。 $V = \Delta S / \Delta t = HL / \Delta t$, HL 为指定点段, Δt 为指定点段的运动时差。



七、技术指标

测试通道：时间断口：金属触头 12 路 25V，限流 50mA

位移传感器：1 路

时间测试：范围：0~20s

误差：±0.1%读数±2 个字

分辨率：0.1ms

行程测试：范围：0~1000mm

准确度：±1%读数±1 个字

分辨率：0.1mm

速度特性：范围：0.01~20.00m/s

准确度：±1%读数±1 个字

分辨率：0.01m/s

图形显示：每路 0.1ms 的数值

直流电源：调整范围：15~260V

最大瞬时电流：20A

准确度：±1%读数±1 个字

负载变化率：≤1%

同步触发：电压：15~260V

电流：0.1~20A

传感器：位移变化

断口：信号跳变

外形尺寸：4U 车载箱 450×190×450

仪器重量：4U 车载箱 12kg（不包括测试线）

使用环境：环境温度：-10℃~50℃

相对湿度：≤80% RH

工作电源：电压：AC 220V±10%

频率：50Hz±10%

安全性能：绝缘电阻：>2MΩ

漏电流：<3.5mA

介电强度：AC 1500V 50Hz，1min（电源进线对机壳）

八、售后服务

1. 日常维护

- 1) 仪器应存放温度-20℃~60℃，相对湿度<85%，通风干燥，无腐蚀性气体的环境。
- 2) 运输时置入专用防震外箱，避免强烈运动擦伤、振坏仪器。
- 3) 本仪器长时间不用时，请根据储藏条件，适时开机通电 1 小时。
- 4) 传感器、测试线、安装架等配件用后及时置入包装箱中保管，避免损坏、丢失。

2. 服务支持

- 1) 用户购机后，请及时填写，保管产品包修卡，以便日后维护。
- 2) 本仪器自发货后三年，非人为损坏，本公司将负责三包维修，并负责正常使用寿命内的终身维修。
- 3) 本公司负责仪器的易耗品、配件供应。
- 4) 用户在使用中的一切问题请及时与本公司技术服务部联系。

九、典型开关生产厂家速度定义表(数据仅供参考，以开关厂家为准)

型号	速度定义	行程(mm)	合闸速度 (m/s)	分闸速度 (m/s)
LW25-126	行程 10%至断口	150	1.4-2.4	4.1-4.8
LW25-252 (CYA3 机构)	行程 20%至断口	230	2.8-3.8	6.7-7.4
LW25-252 (CT20 机构)	行程 10%至断口	205	3.2-4.2	7.1-8.1
LW25-363	行程 10%至断口	230	3.2-4.2	7.1-8.1
LW13-550	行程 10%至断口	180	3.2-4.2	7.1-8.1
LW14-252	行程 10%至断口	230	3.2-4.2	7.1-8.1
LW23-252	行程 10%至断口	180	2.9-3.9	7.8-8.7
LW15-550	行程 10%至断口	230	3.6-4.0	9.3-10.3
LW15-252	行程 10%至断口	230	3.8-4.3	9.0-10.0
LW15-363	行程 10%至断口	230	3.6-4.0	9.3-10.3
LW35-126	合前 10ms, 分后 10ms	150±4	2.5-3.5	3.6-4.6
LW35-252 /T4000-50	合前 10ms, 分后 10ms	180±2		
LW10B-252	合前 40mm、分后 90mm	200±1	4.1-5.1	8.0-10.0
LW10B-550	合前 40mm、分后 100mm	200	3.9-4.9	7.4-9.0
LW6-110	合前 36mm、分后 72mm	150±1	3.4-4.6	5.5-7.0
LW8-35	合前 16mm, 分后 32mm	95±2	3.2±0.2	3.4±0.2
LW16	合前、分后 10ms	65±2	≥2	2.2-2.6
LW3-12(I、II)	合前、分后 10ms	58±2	2.6±0.2	2.6±0.2
LW11-126 (31.5KA)	行程 10%至 90%间平均速度	160	1.6-2.8	5.8-7.4
LW11-126	行程 10%至 90%间平均速度	160	1.6-2.8	6.1-8.1
LW11-220	行程 10%至 90%间平均速度	200	2.0-3.0	8.5-10.5
LW33-126	合前 50mm 至合后 20mm 间平均速度 分前 20mm 至分后 50mm 间平均速度	150	2.1-2.9	4.1-5.3
LW12-500	行程 10%至 90%间平均速度	200	1.4-2.6	8.2-9.8
LW40-40.5	合前 16mm, 分后 32mm	95±2	2.7±0.3	3.4±0.2
LW56-550	合闸行程 105mm 至 145mm 间的平均速度 分闸行程 40mm 至 145mm 间的平均速度	200	4.1-5.0	9.0-9.7
OHB	合前、分后 11° 内的平均速度	K=1.066	2.4-3.3	2.0-2.8
LW36-126	合前、分后 10ms	120	3.0±0.5	5.0±0.5
LW36-40.5	合前、分后 10ms	80	2.3±0.2	2.7±0.2

LW29-126	合前 50mm 至合后 20mm 间平均速度 分前 20mm 至分后 50mm 间平均速度	145	1.8-2.8	5.0-6.0
LW9	合前、分后 10ms	150		
LW17A-126	合前、分后 88mm 的平均速度	160		
LW24-252	行程 10%至断口	230	3.0-4.0	7.0-8.0
LW30-126	行程 40%至断口	200	4.0±1.0	8.0±1.0
LW38-126	合前、分后 10ms	150		
LW53-252	合:行程 110mm 至 150mm 间的速度 分:行程 150mm 至 105mm 间的速度	205		
ABB LTB245E1 (分相操作)	合前、分后 10ms	160±3	5.5-6.5	6.0-7.0
ABB LTB245E1 (三相联动)	合前、分后 10ms	160±3	4.0-4.8	7.5-8.2
ABB LTB145D1/B	合前、分后 10ms	120±4	3.2-4.2	4.4-5.0
ABB LTB72.5-245E1	合前、分后 10ms 平均速度	160/210	4.0-5.0	8.0-10.0
3APIFG 3APIFI (245KV)	合前、分后 10ms 平均速度	154.8±5.2	4.4±0.5	9.1±1
3APIFG (72.5; 110; 145KV)	合前、分后 10ms 平均速度	120±4	3.5-4.5	4.0-5.0
3APIFG (252KV)	合前、分后 10ms 平均速度	154.8±5.2	3.7±0.5	5.4±0.5
3AP1DT-FG (252KV)	合前、分后 10ms 平均速度	150	3.0-4.0	5.0-6.0
现代南自 252KV GIS	合前、分后 10ms 平均速度	230	2.4-3.2	10.2-12.8
GL312 (145KV)	合前 7ms, 分后 7ms	150	3.1-4.1	5.9-6.9
GL312F1 (126KV 三相 联动)	合前 8ms, 分后 8ms	150	4.0-5.0	6.0-7.0
GL314F1 (252KV 三相 联动)	合前 8ms, 分后 8ms	180	3.0-4.0	6.5-7.5
GL314 (分相操作)	合前 8ms, 分后 8ms	180	5.0-6.0	7.0-8.0
GL314P	合前 10ms, 分后 10ms	95	2.5-3.0	4.5-5.0

(分相操作)				
GL317	合前 10ms, 分后 10ms	135		
FXT14F	合前 8ms, 分后 8ms	150	3.0-4.0	5.9-6.9
DT2-550F3	合前 10ms, 分后 10ms	205	3.0-4.0	5.5-6.5
阿尔斯通 T155	合前 5ms, 分后 5ms			
HPL 245B1 (三相联动)	合前 10ms, 分后 10ms	210±4	5.3-5.7	7.4-8.1
HPL 245B1 (分相操作)	合前 10ms, 分后 10ms	210±4	5.2-5.6	9.8-10.4
HPL 550B2	合前 10ms, 分后 10ms	210±4	4.8-5.2	8.3-8.7
S1-145F1/3131	合前 10ms, 分后 10ms	150	2.4-3.0	5.7-6.3
ZN12-10	合前、分后 6mm 内平均速度	11±1	0.6-1.1	1.0-1.4
ZN12-12 (I、II、III、 IV、V)	合前、分后 6mm 内平均速度	11±1	0.6-1.1	1.0-1.4
ZN12-12 (VI、VII、VIII、 IX、X、XI)	合前、分后 6mm 内平均速度	11±1	0.8-1.3	1.0-1.8
ZN12-12 (XII、XIII、 XIV、XV)	合前、分后 6mm 内平均速度	11±1	0.5-0.9	0.7-1.3
ZN3-10	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.6±0.1	1.0±0.1
ZN16	合前、分后 6mm 内平均速度	10-11	0.4-0.7	0.7-1.3
ZN18-10	合前、分后 6mm 内平均速度	7.5-8.5	0.4-0.6	0.8-1.2
ZN21-12	合前、分后 6mm 内平均速度	9-11	0.6-1.0	1.3-1.7
ZN65-10	合闸测全程, 分后 6mm 内平均速度	15	0.4-0.8	1.1-1.5
ZN65A-12/T	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.8-1.3	1.0-1.8
3AF	合前、分后 6mm 内平均速度	10-11	0.6-1.3	1.0-1.6
Power/Vac VB2	合闸测全程, 分后 6mm 内平均速度	15	0.5-1.0	1.0-1.3
VBG - 12M	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.6±0.2	1.1±0.2
VS1	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.5-0.8	0.9-1.2
ZW7-40.5	合闸测全程, 分后 12mm 内平均速度	26±2	0.7±0.2	1.5±0.2
VD4	分后、合前 6mm 内的平均速度	15	0.6-1.8	0.9-1.2
ZW8	合. 分测全程	15	0.7±0.15	1.0±0.2
ZN21-10	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.6-1.0	1.0-1.4
ZN23A-35	刚合前、刚分后 20mm 内的平均速度	33±2	0.6-0.9	2.0±0.2
ZN28A-10	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.4-0.8	0.7-1.3

ZN28E-12 ZN28J	合. 分测全程	6 ± 0.5	1.1 ± 0.2	0.6 ± 0.2
ZN63A-12	合前、分后 6mm 内平均速度	15	0.5-0.8	0.9-1.2
ZW32-12	合前、分后 6mm 内平均速度	12.5	0.6 ± 0.2	1.2 ± 0.3
ZN30	合前、分后 6mm 内平均速度	11 ± 1	0.4-0.7	0.7-1.3
ZW30-40.5	合、分测全程	24 ± 3	1.0 ± 0.35	2.0 ± 0.35
ZW39-40.5	合前. 分后 10ms 内平均速度	32 ± 1	0.8 ± 0.2	2.0 ± 0.3
ZN40	合前、分后 6mm 内平均速度	10 ± 1	0.5-1.2	0.8-1.6
SN10	合前. 分后 10ms 内平均速度	145	≥ 3.5	3.0-3.3
SW2-35(1000A)	合前. 分后 10ms 内平均速度	310	2.9-3.5	2.8-3.4
SW2-35 (I、II)	合前. 分后 10ms 内平均速度	310	3.2-4.4	3.5-4.5
SW2-35 (III)	合前. 分后 10ms 内平均速度	315	3.4-4.6	3.5-4.5
SW2-35 (IV、V)	合前. 分后 10ms 内平均速度	315	3.4-4.6	4.0-4.8
SW2-110(I)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	4.5-5.7	6.0-7.0
SW2-110(II)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	2.5-3.5	4.2-5.6
SW2-110(III)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	4.4-5.6	7.0-8.2
SW2-220 (I、II、III)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	4.0-5.6	5.9-7.1
SW2-220(IV)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	4.4-5.6	7.0-8.2
SW3-110	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	≥ 2.9	4.7-5.5
SW4-110 / 220 (II)	合前、分后 10ms 内平均速度	445 ± 10	3.8 ± 0.5	3.5 ± 0.5
SW4-110 / 220 (III)	合前、分后 10ms 内平均速度	400 ± 15	5.7 ± 0.5	6.6 ± 0.4
SW6	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	2.9-4.4	4.9-5.4
SW6-110(I)	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	390	2.9-4.4	7.5-9.0
SW7-110	合前. 分后 10ms 内平均速度	600	5.5-7.5	6.0-8.0
SW7-110Z	合前. 分后 10ms 内平均速度	600	4.5-6.0	10.0-12.0
DW2-35	合闸点前后. 分闸点 前后各 5ms 内速度	168	≥ 2.5	1.9-2.5
DW8-35	合闸点前. 分闸点后 10ms 内速度	197	2.6-3.6	≥ 2.4

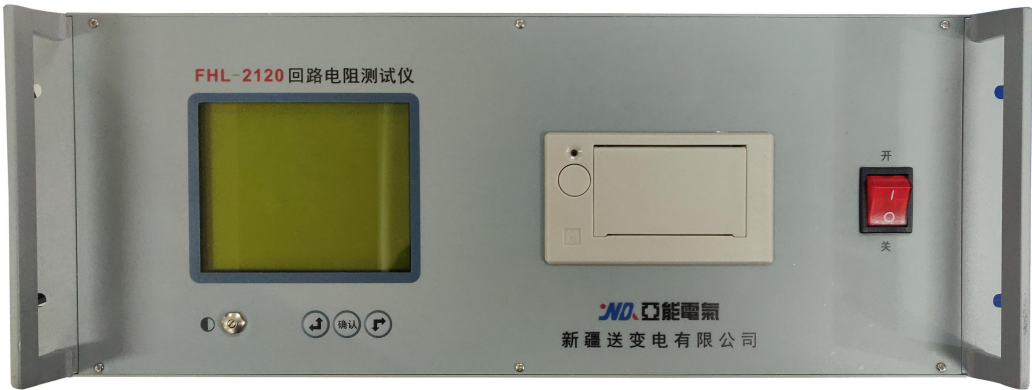
FD4025D	合闸:半程前 10ms 内平均速度; 分闸:半程后 10ms 内平均速度	78-80	≥ 1.5	2.2-2.8
ZF6-72.5, 126, 145	合.分测全程	130	1.8 ± 0.4	5.1 ± 0.5
ZF6-252	合.分测全程	205 ± 2	4.2 ± 0.6 (液压) 2.2 ± 0.6 (气动)	8.3 ± 0.6 (液压) 9.5 ± 0.8 (气动)
ZF10-126 (L)	合前、分后 10ms 内平均速度	120	2.3 ± 0.5	4.8 ± 0.5
ZF11-252 (L)	合前、分后 10ms 内平均速度	220 ± 1	4.6 ± 0.5 (ABB) 5 ± 0.5 (CYT)	10 ± 1

★ 如果以上表格中未提及的，开关型号的速度定义，可以在 S-t 波形图中任意截取计算。

十、简单故障分析与排除

故障现象	原因分析	排除方法	备注
开机无任何显示	1) 电源未接通	接通电源	更换保险丝管应与原型号相同
	2) 保险丝管坏	重新安装保险丝管或更新保险丝管	
无输出	1) 待测设备开路	检查设备排除故障	
	2) 试验回路有开路故障	检查试验回路排除开路故障	
开机光屏无显示	对比度调节电位器有变动	调整面板上对比度电位器的范围	
无法打印	1) 无打印纸	更换打印纸	
	2) 打印纸方向反	更换打印纸方向	
若以上方法仍无法解决，请将仪器发回厂家维修.			

二、 FHL-2120 回路电阻测试仪



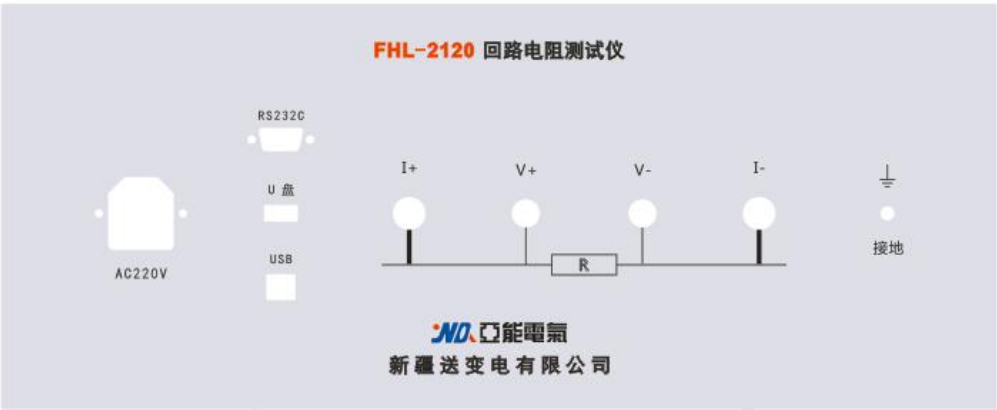
根据电力设备预防性试验规程《 DL/T 596 — 1996 》的要求，各种开关设备的导电回路电阻测试，其测试电流不得小于 100A。由于接触面氧化、接触紧固不良等原因导致接触电阻增大，在大电流流过时，接触点温度升高，这更加速接触面氧化，使接触电阻进一步增大，持续下去将产生严重事故，因此有必要经常或定期对接触电阻进行测量。

本仪器采用顶开式结构或车载式卧式机箱，多种包装款型，体积小、重量轻、功能强、操作简便，专为生产及现场测试人员设计。最高输出电压达 10V（为常规仪器的数倍），因此可采用截面较细的测试线，减轻了现场测试人员的劳动强度。大屏幕中文液晶显示，测试电流可选，测试时间可自行整定，测量过程动态提示，测试数据背光液晶显示，适用于不同的工作环境。可保存多达 200 条测试记录。测试记录可编辑用户信息保存、打印。配用数据管理软件，保存的数据通过 RS232 或 USB 传送到计算机（上位机），进行另存、打印、清空等多项操作，或直接由计算机操作测试。保存的文件格式可选择为 Word 或 Excel 文件格式。

产品选型

产品选型	测试电流
□-100A	100A
□-200A	100A、200A

一、面板



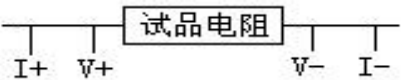
- 1. 接线柱：电流输出 I+、I-接试品电阻外端；电压输入 V+、V-接试品电阻内端。
- 2. 接地柱：仪器保护接地。
- 3. 电源插座：AC220 交流电源输入（内置备用 10A 保险丝）。
- 4. 电源开关：交流电源通断。
- 5. 对比度：旋转孔内一字槽，调整对比度。
- 6. USB 插座：数据通讯。
- 7. 操作键钮： 左上、下右键调整位置、数值，确认键确认。
- 8. 液晶屏：设置、显示、保存测试数据。
- 9. 打印机：打印测试数据。

注意事项：

仪器输出电流测试过程中，切不可拆除测试线，以免发生事故。

二、接线与操作

将仪器可靠接地，连接试品测试线，连接交流电源。开机界面后进入如下菜单。



- 1. 主菜单界面：

数据	测试	系统

测试档位：100A		
载流时间：05S		
测试开始		
返回		
2007-10-23		
13: 30: 30		

阴影区为光标位置，通过方向按键，光标左右循环移动，当按下按钮“确定”后，进入测试菜单项。

- ◇测试档位 选择测试电流。
- ◇载流时间 100A 对应 5S-60S；100A 以上对应 5S-30S
- ◇测试开始光标在其上时，按“确定”后，进入测试界面。

- 2. 主菜单—测试进行菜单：

测试电阻:100.1 uΩ
载流时间:0 分 27 秒
实时电压:10.01 mV
实时电流:100.1 A

测试进行中
或按钮提前结束!

测试电阻：实时测试电阻值。

载流时间：测试已用时间, 与设置时间相等时结束测试。

实时电压：当前回路电阻两端电压值。

实时电流：当前回路中的电流。

若夹线有误自动进入故障提示界面。

若被测电阻超量程进入超量程提示界面。

接线错误

按确认返回

测试电阻超量程，
请减小电流！

当前电流：100A
最大测试电阻：25mΩ

按确认返回

3. 主菜单—测试结果界面

测试电阻：1000.0 uΩ

设备编号：

打印 保存 返回

◇设备编号默认空白，按下“确定”可以进入编辑设备编号，设备会自动显示上次输入的设备编号，方便修改。

◇输入字符只能是英文（大小写）和数字。依次为 A-Z;a-z;(空格)0-9

◇设备可保存 200 条测试数据，按下“保存”后，屏幕显示已保存历史条数和可用保存条数。

4. 数据菜单：

数据 测试 系统

当前
历史
返回

2007-10-23 13: 30: 30

进入数据菜单，可察看当前测试参数，也可察看历史保存记录。

5. 数据—当前菜单：

◇当前数据可以以当前时间打印和更名保存

2007-10-23 13: 30

设备编号：NO

测试人员：MAME

测试地点：SITE

测试档位：100A

载流时间：05S

测试电阻：1000.0 uΩ

打印 保存 返回

◇设备编号可修改

6. 数据—历史菜单：

历史数据 12/36	

2007-07-20	17: 07
00000030	1000.0 uΩ
2007-07-19	14: 10
SITE	1000.1 uΩ
2007-07-18	14: 15
SITE	1000.0 uΩ

- ◇历史菜单显示已保存的测试数据，按日期次序排列。
- ◇屏幕右上角显示总的历史数据数和当前光标所在的历史数据位置
- ◇每条历史数据由保存时间，设备编号和测试电阻组成
- ◇如果需要了解详细的历史数据，可以按下“确定”进入，用户可**打印、删除**。

7. 打印格式：

回路电阻测试报告

=====

测试电阻：1000.0 uΩ

测试档位：100A

=====

设备编号：A1

测试人员：NAME

测试地点：SITE

测试时间：2007-10-23 13: 30

8. 系统菜单：主要用于修改系统的各项参数

数据	测试	系统

		日期时间
		精度校准
		测试人员
		测试地点
		返回
2007-10-23		13: 30: 30

- ◇日期时间：出厂已设置系统日期时。
- ◇精度校准：进入密码 HZHV，可设置修正比例。
- ◇测试人员：出厂设置为空（如设置 NAME），可自行更改。
- ◇测试地点：出厂设置为空（如设置 SITE），可自行更改。
- ◇返回：退回主菜单。

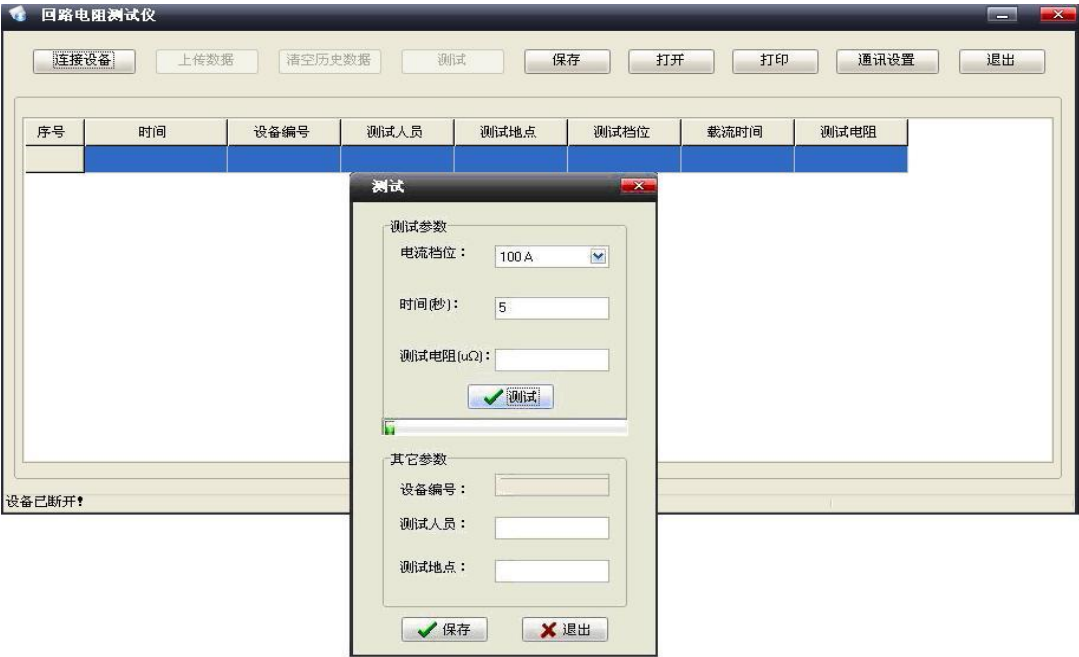
三、数据管理软件

1) 将回路电阻数据管理软件光盘放入光驱，通过 USB 线连接设备和仪器电源，电脑会提示找到 USB API 设备，如右图所示，默认提示自备驱动程序，（驱动程序在随设备带的安装光盘/DRIVER 目录下），通讯，不需安装驱动，再行安装回路电阻数据管理软件，点击 SETUP



电脑，开启
动安装设
如 RS232
安装。

2) 安装完毕后，点击“回路电阻数据管理软件”桌面快捷方式打开：



点击“连接设备”，软件主界面左下角会提示“设备已连接”；如果“提示设备已断开“，请检查连线和设备 USB 驱动是否安装正确。

“上传数据”功能：回路电阻数据管理软件会自动把设备上保存的所有历史数据收上来，会提示收到的数据总条数，主界面显示每天数据的详情。

“清空设备数据”功能：软件会提示“确认删除仪器历史数据”；选择“是”，清空设备数据；选择“否”，不清空设备数据，返回主界面。

点击“通讯设置”选择连接方式为 USB 或 RS232。

“测试”功能：进入上位机测试菜单，选择测试条件，进行测试。

“保存”功能：软件会把收到的数据另保存为 Word 或 Excel 文件格式。

点击“打开”：软件可以打开以前保存的历史数据。

“打印”功能：把收到的数据用上位机电脑连接的打印机（非下位机打印机）打印出来。

“退出”功能：退出回路电阻管理软件。

四、技术指标

1. 分类环境组别：属 GB6587. 1-86《电子测量仪器环境试验总纲》中的III组仪器（即可在野外环境使用）。

2. 结构形式与尺寸

外形尺寸：4U 车载箱 $450 \times 190 \times 450$;

仪器重量：4U 车载箱 10kg（不包括测试线）

3. 使用电源

◇工作电源：电压 $AC220V \pm 10\%$ ，频率 $50Hz \pm 10\%$

◇电流输出：恒流

4. 使用环境

◇环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度： $\leq 80\%$

◇工作方式：风冷、间歇

5. 测试时间：100A：5-60S；200A：5-30S；

6. 测试指标

◇测试范围：0-20000.0 $\mu\Omega$ （100A）

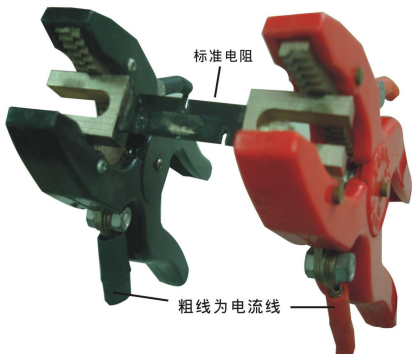
0-10000.0 $\mu\Omega$ （200A）

◇准确度：0.5%读数 ± 2 字；分辨率：0.1 $\mu\Omega$

7. 存储数量：200 条

五、附配件

- 1. 主机 1 台
- 2. 电源线 1 根
- 3. 测试线（8m） 1 套
- 4. 保险丝管 2 只
- 5. 说明书 1 本
- 6. 接地线 1 根
- 7. 接地夹 1 只
- 8. 标准电阻 1 只



其中标准电阻可以用来检测仪器的基本功能。标准电阻和测试线按下图连接。需要注意：测试线的夹子夹住标准电阻时，电流线必须同时向上或向下。

六、简单故障分析与排除

故障现象	原因分析	排除方法	备注
开机无任何显示	1) 电源未接通	接通电源	更换保险丝管应与原型号相同
	2) 保险丝管坏	重新安装保险丝管或更新保险丝管	
无输出	1) 待测设备开路	检查设备排除故障	
	2) 试验回路有开路故障	检查试验回路排除开路故障	
开机光屏无显示	对比度调节电位器有变动	调整面板上对比度电位器的范围	
无法打印	1) 无打印纸	更换打印纸	
	2) 打印纸方向反	更换打印纸方向	
若以上方法仍无法解决，请将仪器发回厂家维修。			

七、售后服务：

本产品自出售之日三年内，若出现质量问题予以免费保修，终身维护。

八、断路器导电回路电阻标准参考值

(摘自电气设备预防性试验规程)

型号	每相回路电阻 ($\mu\Omega$)	型号	每相回路电阻 ($\mu\Omega$)
SN1-10	<95	DW1-60G	200
SN2-10G	75	SW1-110	700
SN4-10	50—60	SW2-110I	180
SN4-20	50—60	SW3-110	160
SN4-10G	20	SW4-110	300
SN4-20G	20	SW6-110	180—220
SN5-10	100	SW2-220	400
SN6-10	80	SW4-220	600
SN10-35	<75	SW6-220	<400
DW1-35	550	SW7-220	<190
DW1-60	500	KW1-220	400
DW3-110	1100—1300	KW2-220	170
DW2-110	800	KW3-220	110
KW1-110	150	KW4-220	130
KW3-110	45	DW2-220	1520
KV4-110A	60	DW3-220	1200
DW3-110G	1600—1800	SW6-330	≥ 600

三、 FZC-3020 直流电阻测试仪



电力设备预防性试验规程《 DL/T 596 — 1996 》的要求，在变压器交接、大修、小修、变更分接头位置、故障检查及预试等，必须测量变压器绕组的直流电阻。

本仪器可以测试变压器、互感器、电抗器、电机等感性负载的直流电阻。仪器体积小、重量轻、功能强、操作简便，专为生产及现场测场测试人员设计。大屏幕中文液晶显示，特别适合多分接点有载开关不断流连续测试，测量过程动态提示，自动消弧指示报警，可编辑用户信息，测试记录可保存、打印。可配置 PC 联机通讯及测试功能。

使用本产品前请仔细阅读本说明书，并妥善保存以备今后使用参考。如果您在使用过程中有疑问，请及时联系本公司。

产品选型	测试电流	测试电压	工作电源
☐ 05	5A	DC28V	交流
☐ 10	10A		
☐ 20	20A		

安全提示

- ☆ 本仪器应由具有经过资格认证的相关专业人员操作，请仔细阅读说明书。
- ☆ 仪器开机状态下，不得触及测量回路、控制输出回路及与之相连接的导体。
在连接本仪器的输入或输出端前，请务必将仪器可靠接地。
- ☆ 尽量使用本仪器提供的专配测试线与配件。
- ☆ 避免在潮湿、易燃、易爆的环境下使用。

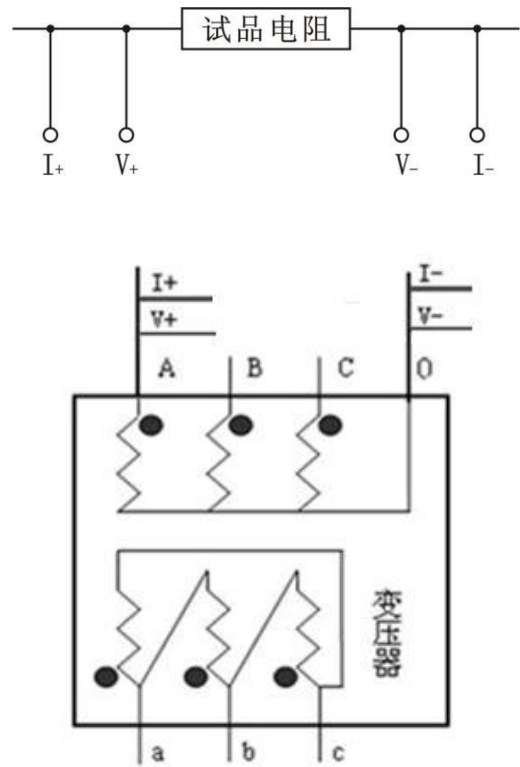
一、面板



1. 接线柱：电流输出 I+、I-接试品电阻外端；电压输入 V+、V-接试品电阻内端。
2. 接地柱：仪器保护接地。
3. 消弧灯：指示消弧状态，显示屏另有消弧电压显示和消弧蜂鸣提示。
4. 电源插座：AC220 交流电源输入（内置备用 10A 保险丝）。
5. 电源开关：交流电源通断。
6. 对比度：旋转孔内一字槽，调整显示屏对比度。
7. 按钮：左键(上键)、右键(下键)、确认键：调整光标位置、数值、确认操作。
8. 急停消弧键：停止测试并消弧退出。
9. 液晶屏：设置、显示、保存测试数据。
10. U 盘接口：存储历史数据。
11. 打印机：打印测试数据。

二、接线说明

1、直接测试法：将仪器可靠接地，连接试品测试线，连接交流电源。



2、助磁法快速测试：如何接线见附录。

三、操作说明

开机界面后进入主菜单界面：按上下键选择项目,按确认键进入项目菜单。



- 直阻测量**: 包括电流档位选择，分接位置选择和开始测试命令。
- 温度折算**: 包括绕组材料选择，测试温度设定，折算温度设定和折算功能的开与关。
- 历史数据**: 最大存放 200 条记录。可以查询、打印和删除历史数据。
- 系统设置**: 编写设备编号、测试人员和测试地点。时间和日期校准。出厂设置。
- 帮助**: 注意事项和电流档位的测试范围。

1.直阻测量界面：



- 按上下键选择电流档位、分接位置和开始测试。
- 电流档位**上按确认键，再用上下键选择电流档。其中自动档按电阻值范围自动选择电流，10mA 档必需用手动档。
- 分接位置**上按确认键，再用上下键选择分接位置，分接位置范围 1---20。
- 开始测试**上按确认键，测试开始并进入实测加载界面：



仪器开始加载电流。
稍后,测试电阻值稳定后，过度到实测界面。
按确认键，消弧退出。
在测试间，按急停消弧键，停止测试并消弧退出。

实测界面：



显示屏上方 10A 为电流档位显示，04 为分接位置显示。

- 实测电阻**: 当前所测的电阻值；
- 实测电压**: 当前所测的电压值；
- 实测电流**: 当前所测的电流值；
- 载流时间**: 当前分接点的连续测试的时间。



实测时，按确认键进入暂停界面。
右上角显示 AL 和 T, 说明温度折算功能已打开。
AL 为绕组材料，T 为温度。
注意：测试前，检查温度折算功能开关，否则会产生不同的结果。

暂停界面：

此状态下：测试电流继续发送。实测电阻显示值是暂停前的测试值。可以用左右键选择消弧退出、复测、保存、打印和分接功能。



- 复测**下按确认键，回到实测状态，分接点自动加 1。
- 消弧**下按确认键，关闭发射电流，进入消弧状态
- 保存**下按确认键，对当前显示值进行保存。
- 打印**下按确认键，对当前显示值进行打印。
- 分接**下按确认键，选择分接位置，从 1---20 循环翻转。

消弧界面：



消弧键：消弧灯亮，蜂鸣器响，消弧电压显示由大到小。消弧干净后，消弧灯灭掉，蜂鸣器不响，消弧电压显示为 0，进入测试结束界面。

测试结束界面：



此状态下：可以用左右键选择测试、保存、打印和返回功能。

- 测试下按确认键，重新测试。
- 保存下按确认键，对当前显示值进行保存。
- 打印下按确认键，对当前显示值进行打印。
- 返回下按确认键，回到直阻测量界面。

2.温度折算界面：此状态下：按上下键选择绕组材料、测试温度、折算温度和折算功能。



- 绕组材料上按确认键，选择铜和铝。
- 测试温度上按确认键，进行当前环境温度调节。用左右键选个位数、十位数或正负号位置；用确认键改变个位数、十位数数字或正负号。
- 折算温度上按确认键，进行折算温度大小调节。用左右键选个位数、十位数或正负号位置；用确认键改变个位数、十位数数字或正负号。
- 折算功能上按确认键，选择温度折算开或关。默认状态为关。

温度折算公式： $R2 = R1 * (T + t2) / (T + t1)$
其中：t1 ---绕组温度；T --- 电阻温度常数，铜:235，铝:225；t2 --- 换算温度（如 75℃）；R1---测量电阻值；R2 --- 换算电阻值。

3.历史数据界面



- 按左右键选择导出、清空、和↑。
- 清空上按确认键，把整个存储空间的数据清空。
 - ↑上按确认键，进入选择历史资料界面。数据信息是:电阻值、测试电流、分接位置、设备编号、测试 人员、测试地点和测试时间。
- 注意：数据存满 200 条后，要及时清除无用数据。否则，不能再存数据。
- 插好 U 盘，在导出上按确认键，把历史数据存储到 U 盘上。
- 存储过程中不许拔出 U 盘，所有的历史数据用一个文件按 TXT 格式存到 U 盘。

选择历史资料界面：



按上下键选择历史资料。光标在编号 000 上按向上键退到历史数据界面；
光标在最后一條有資料的編號上按向下鍵也退到歷史數據界面。
資料按時間順序排列顯示，從最近保存的資料開始到最前保存的資料結束。
在資料對應的編號上按確認鍵，進入歷史資料查詢界面。

历史资料查询界面：



在查詢界面中，可以打印和刪除當前的顯示資料。
[打印]下按確認鍵，對當前顯示信息進行打印。
[刪除]下按確認鍵，刪除當前顯示信息。
[返回]上按確認鍵，回到選擇歷史資料界面。
[退出]上按確認鍵，退出到歷史數據界面。

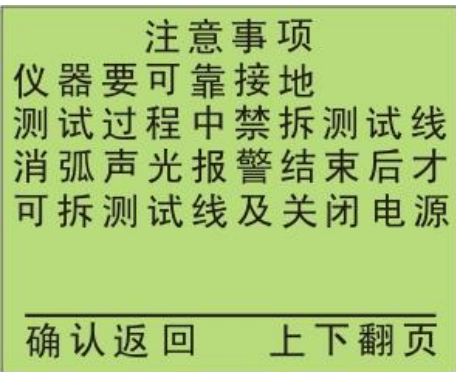
4.系统设置界面

按上下键选择设备编号、测试人员、测试地点、时间校准和出厂设置。
设备编号、测试人员和测试地点由 0,1...9,a,b...z,A,B...Z 任意 8 个组成。在打印时和保存数据时用。



[设备编号]、[测试人员]和[测试地点]各组由 8 位数据组成，按确认键选择位置，按上下键编辑当前位置的内容。
[时间校准]上按确认键，输入和修改：年、月、日和时、分、秒。
按确认键选择位置，按上下键编辑当前位置的内容。
[出厂设置]由厂家设置和修改。
[返回]上按确认键，回到主菜单界面。

5.帮助界面



帮助项目包含：仪器测试的注意事项和电流档位的测试范围。

四、技术指标

1. 分类环境组别：属 GB6587.1-86《电子测量仪器环境试验总纲》中的III组仪器（即可在野外环境使用）。
2. 结构形式与尺寸

◇型式：便携式； ◇外形尺寸及质量：

款型	外形尺寸（mm）		重量（kg）	
	10A 及以下机型	20A 机型	10A 及以下机型	20A 机型
ABS 机箱	415×319×168		6.7	7

3. 使用电源

- ◇工作电源：电压 AC220V±10%，频率 50Hz±10%
 - ◇测试电压：DC28V
 - ◇电流输出：恒流 10mA 、100mA、1A、5A、10A（10A 机型）、20A 档（20A 机型）
- 用户可根据需要，选用不同的型号的仪器。

4. 使用环境

- ◇环境温度：-20℃～50℃，相对湿度：≤80%
- ◇工作方式：连续。

5. 测试指标

◇测试范围：

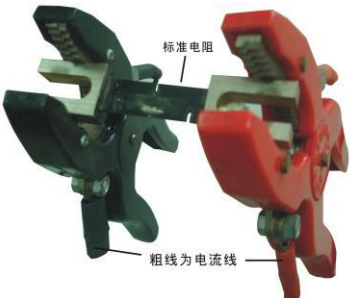
电流档位	测量范围
20A	200 μ Ω --1 Ω
10A	300 μ Ω --2 Ω
5A	1m Ω --4 Ω
1A	100m Ω --20 Ω
100mA	10 Ω --200 Ω
10mA	100 Ω --20k Ω

◇准确度： 0.2%读数±2 字，最高分辨率： 0.1 μ Ω
6. 存储数量： 200 条

五、 附配件

装箱单

1. 主机	1 台
2. 电源线	1 根
3. 测试线	1 套
4. 保险丝管	2 只
5. 说明书	1 本
6. 打印纸	2 卷
7. 标准电阻	1 只



其中标准电阻为 75A, 1m Ω 左右。可以用来检测仪器的基本功能和测试线按下图连接。需要注意：测试线的夹子夹住标准电阻时，电流线必须同时向上或向下。

能。标准电阻

六、简单故障分析与排除

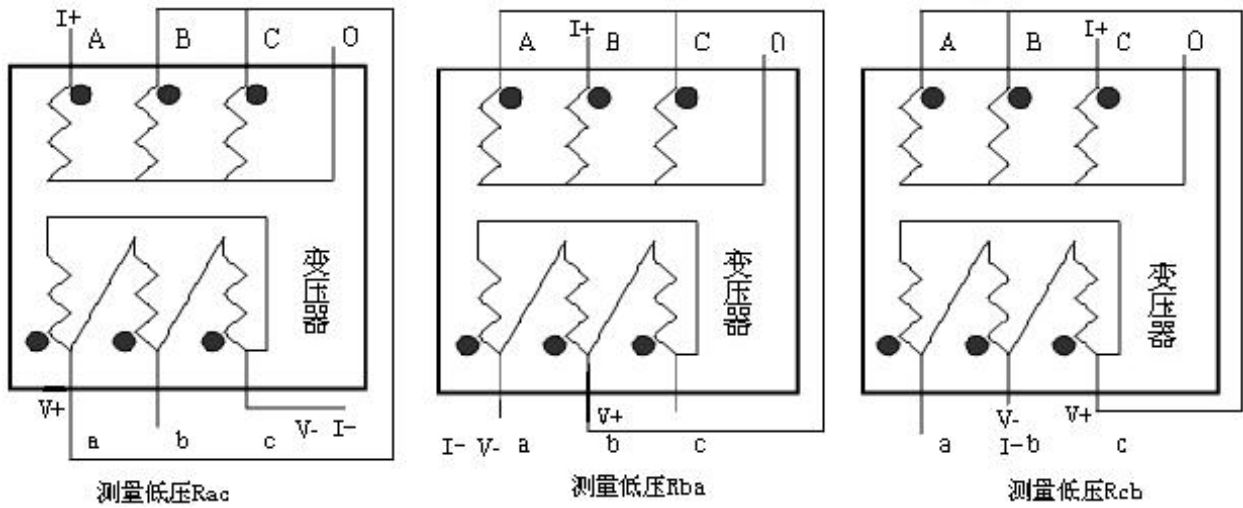
故障现象	原因分析	排除方法	备注
开机无任何显示	1) 电源未接通	接通电源	更换保险丝管应与原型号相同
	2) 保险丝管坏	重新安装保险丝管或更新保险丝管	
无输出	1) 待测设备开路	检查设备排除故障	
	2) 试验回路有开路故障	检查试验回路排除开路故障	
开机光屏无显示	对比度调节电位器有变动	调整面板上对比度电位器的范围	
无法打印	1) 无打印纸	更换打印纸	
	2) 打印纸方向反	更换打印纸方向	
若以上方法仍无法解决，请将仪器发回厂家维修。			

七、售后服务

本产品自出售之日三年内，若出现质量问题予以免费保修，终身维护。

八、附录（助磁法快速测试接线图）

助磁法快速测试接线图：



四、 FJS-6000 抗干扰精密介质损耗测量仪



1.用途特点及性能

介损绝缘试验可以有效地发现电器设备绝缘的整体受潮劣化变质以及局部缺陷等，在电工制造、电气设备安装、交接和预防性试验中都广泛应用。

抗干扰精密介质损耗测量仪用于现场抗干扰介损测量或试验室精密介损测量。仪器为一体化结构，内置介损电桥、变频电源、试验变压器和标准电容器等。仪器采用变频抗干扰和傅立叶变换数字滤波技术，全自动智能化测量，强干扰下测量数据非常稳定。测量结果由大屏幕液晶显示，仪器自带微型打印机可打印输出测试结果。

1.1 主要技术指标

额定工作条件：	环境温度：-10℃～50℃ 相对湿度：<85%
输入电源：	180V～270VAC，50Hz/60Hz±1%，市电或发电机供电
准确度：	Cx：±（读数×1%+1pF） tg δ：±（读数×1%+0.00040）
抗干扰指标：	变频抗干扰，在 200%干扰下仍能达到上述准确度
电容量范围：	内施高压：3pF～60000pF/10kV 60pF～1 μF/0.5kV 外施高压：3pF～1.5 μF/10kV 60pF～30 μF/0.5kV
分辨率：	最高 0.001pF，4 位有效数字
tg δ 范围：	不限，分辨率 0.001%，电容、电感、电阻三种试品自动识别。
试验电流范围：	10 μA～5A
内施高压：	设定电压范围：0.5～10kV
最大输出电流：	200mA
升降压方式：	连续平滑调节
电压精度：	±（1.0%×读数+10V）
电压分辨率：	0.1V
试验频率：	45、50、55、60、65Hz 单频 45/55Hz、55/65Hz、47.5/52.5Hz 自动双变频

	频率精度：±0.01Hz	
外施高压：	正、反接线时最大试验电流 5A	
CVT 自激法测量：	输出电压 3~50V，输出电流 3~30A	
	C1/C2 同时测量，高压连线可拖地	
CVT 变比测量：	变比测量精度：±读数×1%	变比测量范围：10~99999
	相位测量精度：±0.02°	相位测量范围：0~359.99°
高电压介损：	支持变频和谐振电源高电压介损	
测量时间：	约 30s，与测量方式有关	
实时时钟：	实时显示时间和日期	
内部存储：	仪器内部可存储 100 组测量数据	
U 盘：	支持 U 盘存储	
打印机：	微型热敏打印机	
计算机接口：	标准 RS232 接口（选配）	
尺寸重量：	外形尺寸 368mm×288mm×280mm；主机重量 22kg。	

1.2 主要功能特点

1. 具有正/反接线、内/外标准电容、内/外高压、反接线低压屏蔽、CVT 和变比等多种工作模式。能自动分辨电容、电感、电阻型试品。一体化结构，全自动智能化测量，使用携带方便。
2. 变频抗干扰，在 200%干扰下能准确测量，测试数据稳定，适合在现场做抗干扰介损试验。
3. 采用数字波形分析和电桥自校准等技术，使得正/反接线的准确度和稳定性一致，配合高精度三端标准电容器，实现高精度介损测量。
4. 内置串联和并联介损测量模型，并且可模拟西林电桥和电流比较仪工作，方便仪器检定。
5. CVT 自激磁测量时，测量线可拖地，C1/C2 可一次接线同时测出，自动补偿母线接地和标准电容器的分压影响，无须换线和外接任何配件。
6. 具有反接线低压屏蔽功能，在 220kV CVT 母线接地情况下，对 C11 可进行不拆线 10kV 反接线介损测量，并同时测出下端屏蔽部分的电容量和介损值。
7. 具有 CVT 变比测量功能，可测量 CVT 变比、极性和相位误差。
8. 安全措施
 - 高压保护：试品短路、击穿或高压电流波动，能以短路方式高速切断输出。
 - 供电保护：误接 380V、电源波动或突然断电，启动保护，不会引起过电压。
 - 接地保护：具有接地检测功能，未接地时不能升压，若测量过程中仪器接地不良则启动接地保护。
 - CVT 保护：高压侧电压和电流、低压侧电压和电流四个保护限制，不会损坏设备；误选菜单不会输出激磁电压。
 - CVT 测量时无 10kV 高压输出。
 - 防误操作：两级电源开关；电压、电流实时监视；多次按键确认；接线端子高/低压分明；慢速升压，可迅速降压，声光报警。
 - 防“容升”：测量大容量试品时会出现电压抬高的“容升”效应，仪器能自动跟踪输出电压，保持试验电压恒定。
 - 高压电缆：为耐高压绝缘导线，可拖地使用。
 - 抗震性能：仪器采用独特抗震设计，可耐受强烈长途运输震动、颠簸而不会损坏。
9. 打印存储：仪器自带微型打印机，可以将测量结果打印输出，并将测量结果存贮到仪器内（可存储 100 组测量数据）或 U 盘，以便日后查阅。
10. 实时时钟：仪器内带实时时钟，实时显示，并能记录测量的日期和时间。

2. 面板说明

2.1 高压输出插座（100V~10000V，最大 200mA）

位 置：箱体前侧面。

功 能：内高压输出；检测反接线试品电流；内部标准电容器的高压端。

接线方法：插座 1 脚接高压线芯线（红夹子），2、3 脚接高压线屏蔽（黑夹子）。正接线时，高压线芯线（红夹子）和屏蔽（黑夹子）都可以用作加压线；反接线时只能用芯线对试品高压端加压。如果试品高压端有屏蔽极（如高压端的屏蔽环）可接高压屏蔽，无屏蔽时高压屏蔽悬空。配置的高压测试线有接地屏蔽层，需将高压测量线的接地屏蔽层连接至插座侧下方的测量接地处。

注意事项：

- （1）高压插座和高压线有危险电压，绝对禁止碰触高压插座、电缆、夹子和试品带电部位！确认断电后接线，测量时务必远离！
- （2）用标准介损器（或标准电容器）检定反接线精度时，应使用全屏蔽插头连接试品，否则暴露的芯线会引起测量误差。
- （3）应保证高压线与试品高压端零电阻连接，否则可能引起误差或数据波动，也可能引起仪器保护。
- （4）强干扰下拆除接线时，应在保持电缆接地状态下断开连接，以防感应电击。

2.2 低压输出插孔（3~50V，3~30A）

功 能：该插孔和接地柱之间输出 CVT 自激法需要的低压激励电源。

注意事项：

- （1）因低压输出电流大，应采用仪器专用低阻线连接 CVT 二次绕组，接触不良会影响测量。
- （2）视 CVT 容量从菜单选择合适的电压电流保护阈值。
- （3）选择正/反接线时，无低压输出。

2.3 测量接地：

它同外壳和电源插座地线连到一起，在高压面板的左下角也有一个接地插孔，如果仪器配套的高压线带有接地屏蔽插头，可就近插入该插孔。尽管仪器有接地保护，但无论何种测量，仪器都应可靠独立接地以保障使用者的安全及测量结果的准确。

2.4 打印机：微型热敏打印机，用于打印测试数据。

2.5 USB：USB 通信用。

2.6 RS232：与计算机联机使用。

2.7 U 盘：用于外接 U 盘保存数据。

2.8 试品输入 Cx 插座（10 μ A~5A）

功 能：输入正接线试品电流。

注意事项：

- （1）测量中严禁拔下插头，防止试品电流经人体入地！
- （2）用标准介损器（或标准电容器）检测仪器正接线精度时，应使用全屏蔽插头连接试品，否则暴露

的芯线会引起测量误差。

(3) 应保证引线 with 试品低压端 0 电阻连接，否则可能引起误差或数据波动，也可能引起仪器保护。

(4) 强干扰下拆除接线时，应在保持电缆接地状态下断开连接，以防感应电击。

2.9 标准电容输入 Cn 插座 (10 μ A~5A)

功 能：用于输入外标准电容电流

注意事项：

(1) 应使用全屏蔽插头线连接外部标准电容。此方式主要用于外接高压标准电容器，实现高电压介损测量。

(2) 菜单选择“外标准”方式。

(3) 将外接标准电容器的 C 和 tg δ 置入仪器，才能实现 Cx 电容介损的绝对值测量。

从原理上讲，任何容量和介损的电容器，将参数置入仪器后，都可用做标准电容器。不同的是标准电容器能提供更好的精度和长期稳定性。

(4) 不管正接线还是反接线，外部标准电容器始终为正接线连接。

2.10 总电源开关：开关机用，可在发现异常时随时关闭。

2.11 供电电源插座：接 220V 市电，插座内置保险丝座，保险丝规格为 10A / 250V，若损坏应使用相同规格的保险丝替换。若换用备用保险丝后仍烧断，可能仪器有故障，可通知厂家处理。

2.12 内高压开关：内置高压系统或 CVT 自激法低压输出系统的总电源开关。此开关受总电源开关控制。

2.13 按键：按下“ $\uparrow$ ”、“ $\downarrow$ ”、“ $\leftarrow$ ”、“ $\rightarrow$ ”键可移动光标和修改光标处内容，“确认”键用于确认或结束参数修改，在测试界面长按“确认”键可开始测量。

2.14 液晶显示屏：320 $\times$ 240 点阵灰白背光液晶显示屏，显示菜单、测量结果或出错信息。应避免长时间阳光暴晒，避免重压。

2.15 背光调节：液晶显示屏显示较暗或不清晰时可调节该电位器至合适位置使显示明亮清晰。

2.16 指示灯：配合仪器内部蜂鸣器进行测试、报警等声光警示。

3.操作说明

3.1 初始菜单界面

打开总电源开关后，系统进入初始菜单界面。



图 3-1 初始菜单界面

Language: 中英文菜单切换

测试模式: 选择测试模式和设置各项测试参数，

历史记录: 查看保存的历史数据

系统设置: 出厂参数设置及系统时间校准

帮 助: 可查阅软件版本等信息

使用或取消发“发电机供电”模式：

光标停留在“测试模式”处长按“←”键（听到蜂鸣器声音松手）可使用或取消发电机供电模式（左下角显示“Ⓢ”表示当前为发电机供电模式），仪器开机默认为市电供电模式，发电机模式适合使用发电机或移动电源供电环境，发电机模式下仪器将不进行接地检测。

3.2 测试模式

3.2.1 开始测试菜单界面

试品模型	试品模型: <i>RC</i> 并联
接线方式	接线方式:反接线
标准电容	标准电容:内标准
测试频率	测试频率:异频 45/55Hz
测试电压	测试电压:内 10.0kV
测试备忘	设备编号:
开始测试	测试人员:
返 回	测试地点:
	确认无误后长按确认键开始测试
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-2 开始测试菜单界面

在初始菜单界面将光标移动到“测试模式”按确定按钮进入开始测试菜单界面，如图 3-2 所示。

界面左侧为参数设置选项，移动光标到相关参数选项按确定键可设置相关试验参数，右侧显示内容为已设置好试验参数，光标停留在“开始测试”栏长按“确认” 键可开始测试。

界面右侧“测试地点”下一行为信息提示行，若内外高压选择有误则提示“当前为内高压模式，请开启内高压”或“当前为外高压模式，请关闭内高压”；若仪器没有接地则会提示“请检查接地”，当有错误提示时仪器无法正常启动，只有提示“确认无误后长按确认键开始测试”时仪器方可启动测试。

3.2.2 试品模型选择菜单界面

将光标移动到“试品模型”功能选项，界面如图 3-3 所示，按“确认”按钮后移动光标可选择合适的试品模型（光标移动到相应功能后按确认键）。实验室一般使用串联型介损因数标准器检定，校验时应使用 RC 串联模型。

RC 串联(电流比较仪型电桥): 采用电流比较仪型电桥（如 QS30 电桥）校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)，该项在开始测试界面显示"RC 串联"。

RC 串联(西林型电桥): 采用西林型电桥（如 2801、QS1 和 QS37 等电桥）校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)，该项在开始测试界面显示 "RC 串联 **S**"。

RC 并联(现场使用): 一般实际的电容试品可等效为 RC 并联模型，建议现场试验时使用。

采用电流比较仪型电桥和西林型电桥校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)的区别只是电容量不同： $C_s = C(1 + tg^2\delta)$ ， C_s 为西林型电桥标定值， C 为电流比较仪型电桥标定值。

试品模型	☐ RC串联（电流比较仪型电桥）
接线方式	☐ RC串联（西林型电桥）
标准电容	☒ RC并联（现场使用）
测试频率	返 回
测试电压	
测试备忘	
开始测试	
返 回	
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-3 试品模型选择菜单界面

3.2.3 接线方式选择菜单界面

试品模型	☐ 正接线
接线方式	☒ 反接线
标准电容	☐ 反接线低压屏蔽
测试频率	☐ CVT <u>2.5kV</u> <u>200mA</u> <u>50V</u> <u>15A</u>
测试电压	☐ 变比
测试备忘	返 回
开始测试	
返 回	
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-4 接线方式选择菜单界面

将光标移动到“接线方式”功能选项，界面如图 3-4 所示，按“确认”按钮后移动光标可选择合适的接线方式。

接线方式：共 5 种接线方式，分别为：正接线、反接线、反接线低压屏蔽、CVT 自激法和变比。选择 CVT 自激法测量时需同时将相关参数一并设置好。

CVT 自激法测量必须打开内高压允许开关，由机内提供激励电压，由“低压输出”和“测量接地”输出。为安全起见，CVT 自激法还需要设置以下几个保护限：

将光标移动到 xxkV / xxmA / xxV / xxA，按↑↓选择合适值，选择好后按确认键退出。

xxkV：可选 0.5/0.6/0.8/1/1.5/2/2.5/3/3.5/4kV，为高压上限，只能使用 4kV 以下电压。

xxmA：可选 10/15/20/25/30/35/40/45/50/60/70/80/100/120/140/200mA，表示待测试品的高压电流上限。

xxV：可选 3/4/5/6/7/8/9/10/12/15/20/25/30/35/40/50V，表示低压激励电压上限。

xxA：可选 3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/20/30A，表示低压激励电流上限。

注意：

(1) 测量时 4 个保护限同时起作用，因此试验高压可能达不到设定值。如果高压达不到保护限，可适当调整受到限制的保护限。

(2) 通常测量 C₁ 时低压激励电压可达 20V，测量 C₂ 时低压激励电流可达 15A。一般可设高压电压 2~3kV，较少采用高压电流限制，可设为最大 200mA。

变比测量时应选择合适的高压输出使二次侧电压小于 120V，当二次侧电压≥120V 时仪器会发出声光报警并提示“接线错误”。

3.2.4 标准电容选择菜单界面

将光标移动到“标准电容”功能选项，界面如图 3-5 所示，按“确认”按钮后移动光标可选择合适的标准电容。选择外标准电容时需同时将外标准的电容量和介损一并设置好。

试品模型	☒ 内标准电容
接线方式	☐ 外标准电容
标准电容	Cn= <u>5.000e1</u> pF tg δ = <u>+0.000</u> %
测试频率	返 回
测试电压	
测试备忘	
开始测试	
返 回	
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-5 标准电容选择菜单界面

选择外标准电容时将光标移动到 Cn=xxxxx e x pF 和 tg δ =xx.xxx%按↑↓选择合适值，选择好后按确认键退出。

Cn 采用科学计数法，如 5.000e1=5.000×10¹=50.00，1.000e2=1.000×10²=100.0 等，范围 0.000e0~9.999e5 (即 0~999900pF)。tgδ设置范围 0~±9.999%。

内标准电容通常可用于正、反接线测量和 CVT 自激法测量，高电压介损选用外标准方式，需要将外接电容参数置入仪器。

3.2.5 测试频率选择菜单界面

测试频率可选择定频或异频，频率选择菜单界面如图 3-6 所示，频率选择范围如下：

定频：

“50Hz”：为工频测量，此设置不能抗干扰，在试验室内测量或校验时选用。

“45/55/60/65Hz”：为单频率测量，研究不同频率下介损的变化时选用。

频率自适应：外高压测量模式下有效（不能更改），系统自动识别外施高压频率，测试频率无需在测试前设置。

异频：

“45/55Hz”：为自动变频，适合 50Hz 电网工频干扰下测量。

“55/65Hz”：为自动变频，适合 60Hz 电网工频干扰下测量。

“47.5/52.5Hz”：为自动变频，适合 50Hz 电网工频干扰下测量。

试品模型	☒ 定 频 50Hz
接线方式	☐ 异 频 45/55Hz
标准电容	返 回
测试频率	
测试电压	
测试备忘	
开始测试	
返 回	
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-6 测试频率选择菜单界面

3.2.6 测试电压选择菜单界面

试品模型	☒ 内高压 10.0kV
接线方式	☐ 外高压
标准电容	返 回
测试频率	
测试电压	
测试备忘	
开始测试	
返 回	
2015-5-23 星期六 15:21:58	

图 3-7 测试电压选择菜单界面

内高压可选择“0.5 /0.6 /0.8 /1 /1.5 /2 /2.5 /3 /3.5 /4 /4.5 /5 /5.5 /6 /6.5 /7 /7.5 /8 /8.5 /9 /9.5 /10.0kV”（F 型最高输出电压为 12kV），应根据高压试验规程选择合适的试验电压。

注：若选择“CVT 自激法”测试功能，则该选项无效。CVT 自激法功能的相关电压参数需在该功能选项下进行设置。

3.2.7 测试备忘设置菜单界面

设备编号：可设置 8 位字母或数字编号，将光标移动到”设备编号”处，按确认键进入设备编号设置，通过“←”、“→”键移动光标，通过↑↓选择合适值，设置好后按确认键退出。

测试人员：可设置 8 位字母或数字编号，将光标移动到”测试人员”处，按确认键进入测试人员设置，通过“←”、“→”键移动光标，通过↑↓选择合适值，设置好后按确认键退出。

测试地点：可设置 8 位字母或数字编号，将光标移动到”测试地点”处，按确认键进入测试地点设置，通过“←”、“→”键移动光标，通过↑↓选择合适值，设置好后按确认键退出。

试品模型	设备编号:_____
接线方式	测试人员:_____
标准电容	测试地点:_____
测试频率	返 回
测试电压	
测试备忘	
开始测试	
返 回	

2015-5-23 星期六 15:21:58

图 3-8 测试备忘设置菜单界面

3.2.8 测试结果界面

3.2.8.1 反接法测试结果界面

打 印 保 存 返 回	反接 / 内标准 / 异频 / 10.0kV	
	Cx = 7.321nF	
	Tg δ = 0.021%	
	Ux=9.998kV	设备编号:
	Ix=22.99mA	测试人员:
	Φ=89.987°	测试地点:
	f1=45.00Hz	测试时间: 15-05-23
	f2=55.00Hz	08-25-23

2015-5-23 星期六 15:21:58

图 3-9 反接法测试结果界面

测试完成显示结果后，可移动光标选择保存或打印数据。

仪器自动分辨电容、电感、电阻型试品：电容型试品显示 Cx 和 tgδ；电感型试品显示 Lx 和 Q；电阻型试品显示 Rx 和附加 Cx 或 Lx。自动选取显示单位。

试品为电容时：显示数据为 Cx、tgδ、Ux、Ix、Φ、f1、f2, |δ|>1 则显示电容和串/并联电阻

试品为电感时：显示数据为 Lx、Q、Ux、Ix、Φ、f1、f2, |Q|<1 则显示电感和串联电阻

试品为电阻时：显示数据为 Cx(Lx)、Rx、Ux、Ix、Φ、f1、f2

Cx ：试品电容量[1μF=1000nF 纳法 / 1nF=1000pF]，如显示 10.00nF 即 10000pF

Tgδ: 介损因数[1%=0.01]

Lx: 试品电感量[1MH 兆亨=1000kH / 1kH=1000H]

Q：品质因数[无单位]

Rx：试品电阻值[1MΩ=1000kΩ / 1kΩ=1000Ω]

Ux：试验电压[1kV=1000V / 1V=1000mV]

Ix：试品电流[1A=1000mA / 1mA=1000μA]

Φ：试品电流超前试验电压的角度[°度]或测变比时一次电压超前二次电压的角度

K：测量变比时，一次电压比二次电压

f1：频率[Hz]，显示第一次测试频率

f2：频率[Hz]，显示第二次测试频率

显示 over 表示测量数据超量程。

3.2.8.2 反接线低压屏蔽测试结果界面

打印 保存 返回	反接  / 内标准 / 异频 / 10.0kV	
	Cx1 = 1.413nF	Cx2 = 7.305nF
	Tg δ 1 = 0.061%	Tg δ 2 = 0.013%
	Ix1 = 4.440mA	Ix2 = 22.95mA
	Ux=10.00kV	设备编号:
	Φ1=89.964°	测试人员:
	Φ2=89.992°	测试地点:
	f1=45.00Hz	测试时间: 15-05-23
	f2=55.00Hz	08-30-23
2015-5-23 星期六 15:21:58		

图 3-10 反接线低压屏蔽测试结果界面

反接线低压屏蔽测试一次接线可同时测出 C11 和 C 下节(下端屏蔽部分)的电容量和介损值。

3.2.8.3 CVT 自激法测试结果界面

CVT 自激法按测量接线，与试品输入 Cx 插座连接的定义为 C₁，与高压线连接的为 C₂。U₁为测量 C₁时的高压，U₂为测量 C₂时的高压。

打印 保存 返回	CVT / 内标准 / 异频 / 2.5kV	
	Cx1 = 12.41nF	Cx2 = 49.92nF
	Tg δ 1 = 0.106%	Tg δ 2 = 0.108%
	Ix1 = 9.572mA	Ix2 = 39.18mA
	U1=2.500kV	设备编号:
	U2=2.498kV	测试人员:
		测试地点:
	f1=45.00Hz	测试时间: 15-05-23
	f2=55.00Hz	10-34-23
2015-5-25 星期一 15:21:58		

图 3-11 CVT 自激法测试结果界面

3.3 历史数据

>>>>		可存100条数据 已用003条	
清	空	编 号	测 试 时 间
U	盘	001	2015-05-23 08:51:55
返	回	002	2015-05-23 08:55:52
		003	2015-05-23 13:01:47
2015-5-25 星期一 15:21:58			

图 3-12 历史数据

进入历史数据菜单界面如图 3-12 所示。

移动光标到“U 盘”选项按“确定”键可将数据导出到 U 盘，上移到“清空”选项按“确定”键可清空保存的全部数据。将光标移动到“>>>>”选项按下“确定”键进入数据选择界面，光标位置默认停留在最近保存的单条数据上，若要查看其他数据可上下移动光标进行选择，选择好要查看的数据后按“确定”按钮进入单条历史数据显示界面。历史数据选择界面和单条历史数据显示界面如图 3-13 和图 3-14 所示。

进入单条历史数据显示界面后，在左侧功能选项区上下移动光标可选择打印、删除本条数据和退出单条历史数据显示界面。

>>>>		可存100条数据 已用003条	
清	空	编 号	测 试 时 间
U	盘	001	2015-05-23 08:51:55
返	回	002	2015-05-23 08:55:52
		003	2015-05-23 13:01:47
2015-5-25 星期一 15:21:58			

图 3-13 历史数据选择界面

打	印	反接 / 内标准 / 异频 / 10.0kV	
删	除	Cx = 7.321nF	
返	回	Tg δ = 0.021%	
		Ux=9.998kV	设备编号:
		Ix=22.99mA	测试人员:
		Φ=89.987°	测试地点:
		f1=45.00Hz	测试时间: 15-05-23
		f2=55.00Hz	08-25-23
2015-5-25 星期一 15:21:58			

图 3-14 单条历史数据显示界面

3.4 系统设置

进入系统设置菜单可进行系统时间校准，“出厂设置”参数禁止用户修改，只允许生产厂家进行出厂参数设置。

3.5 帮助

可查看仪器的相关操作指导。

3.6 启动测量

进入测试界面设置好各项试验参数后，将光标移动到“开始测试”功能选项上，按住“确认”键 3s 以上启动测量。

启动测量后发出声光报警；在测试过程中会实时显示测试相关参数（电压、电流、频率、电容量等参数）和测量进程(0%~99%)。

测量中按“确认”键可取消测量，遇紧急情况立即关闭总电源。

测量过程结束，仪器自动降压后再显示结果。

3.7 对比度调节

液晶显示屏的对比度已在出厂时校好，如果您感觉不够清晰，调整面板上的电位器使液晶显示屏显示内容清晰为止。

4.参考接线

4.1 正接线

4.1.1 内标准电容、内高压

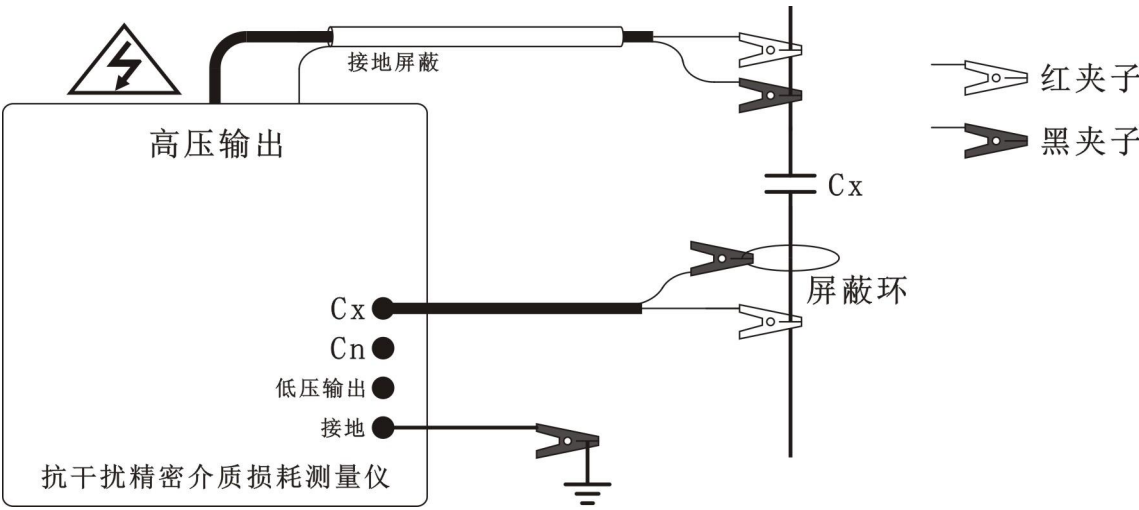


图 4-1 常规正接线参考接线图

Cx 线的黑夹子等同接地，黑夹子可接试品的低压屏蔽环，无屏蔽环时黑夹子可悬空。

正接线施加内高压时，高压线的芯线（红夹子）和屏蔽（黑夹子）都要接试品高压端。如果只用芯线加压，芯线电阻较大，可能引起附加介损。仪器配套高压线为双屏蔽高压线，其接地屏蔽层必须接地。

4.1.2 外标准电容、外高压（高电压介损）

使用外标准电容 Cn 时，**必须使用带屏蔽插头的屏蔽线连接**，并将外标准电容 Cn 的电容值 C 和介损值 $\tan \delta$ 置入仪器。外施高压等级取决于试品 Cx 和外标准电容 Cn 的电压等级，与仪器无关。仪器处于低电位。

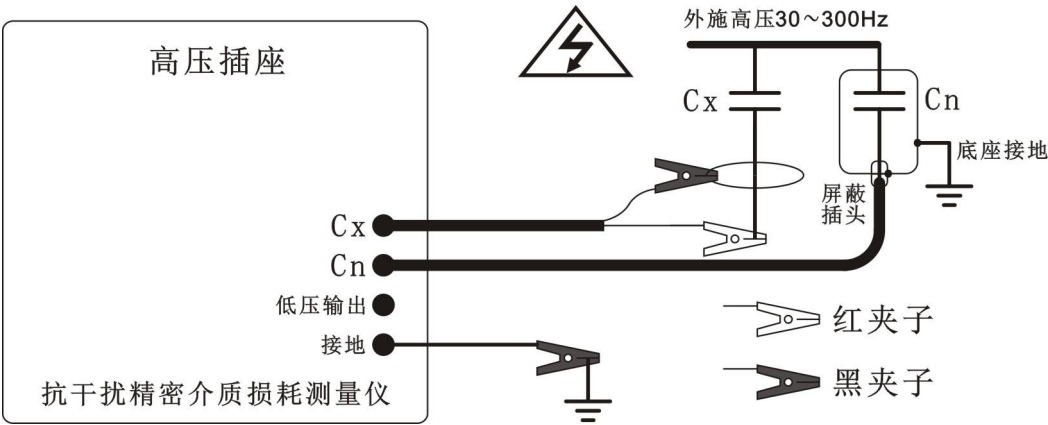


图 4-2 高电压介损正接线参考接线图

4.1.3 内标准电容、外高压（测量大容量试品）

外施高压可以提供更大的试验电流，能够测量更大容量的试品。由于内部标准电容限制，外施高压不能超过仪器最高电压（10kV）。

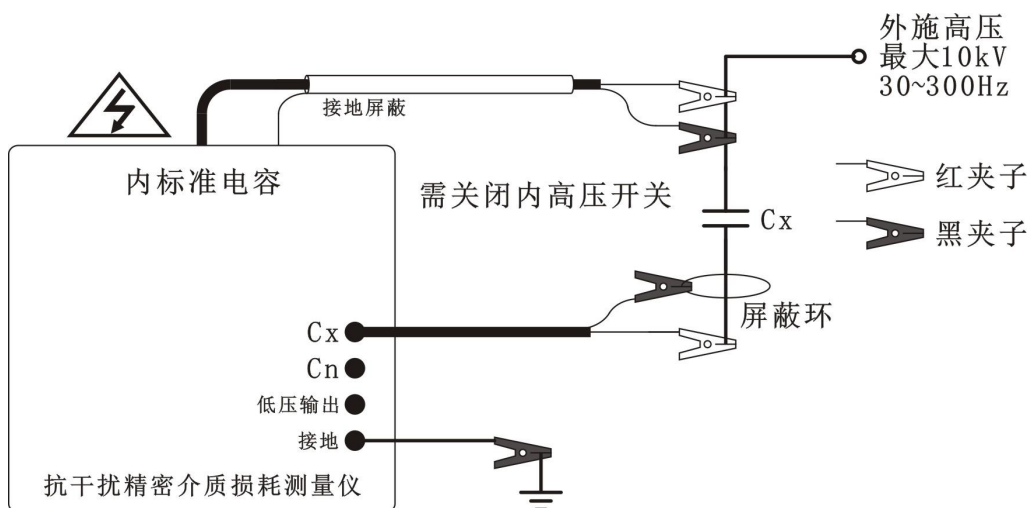


图 4-3 内标准、外高压正接线参考接线图

4.1.4 正接线校准

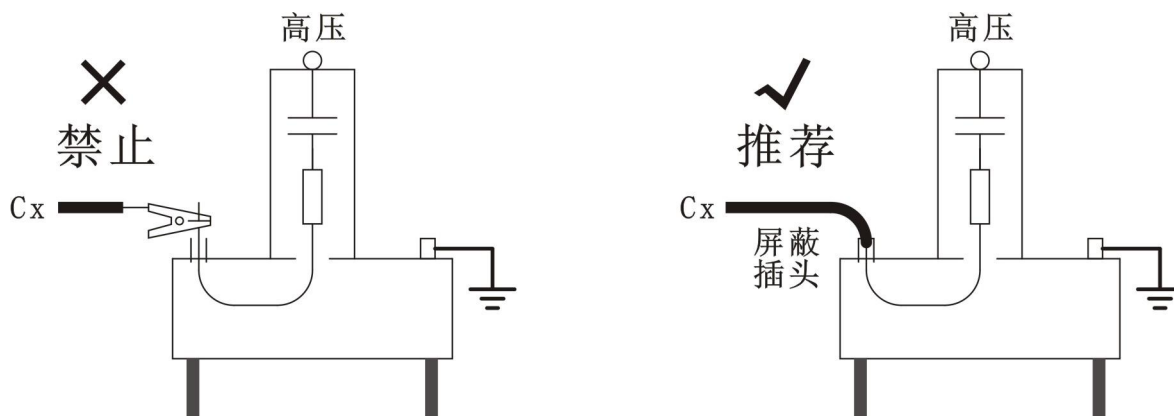


图 4-4 正接线校准参考接线图

用标准损耗器校准时，必须使用带屏蔽插头的屏蔽线连接。建议使用“变频”方式。如果标准损耗器的电容量是按照 RC 串联模型标定的，仪器要选择 RC 串联模型。正接线多通道共用一个测量回路，只需按单通道校准即可。

4.2 反接线

4.2.1 内标准电容、内高压

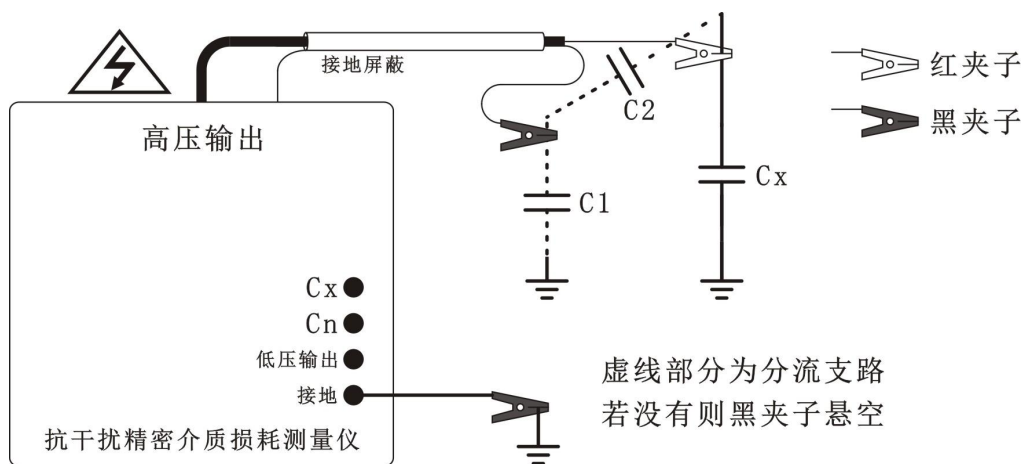


图 4-5 常规反接线参考接线图

用高压线芯线（红夹子）连接试品高压端。高压屏蔽（黑夹子）用于连接高压屏蔽，特别是可以屏蔽掉分流支路，如上图的 C1 和 C2。不需要屏蔽时黑夹子悬空。

4.2.2 内标准电容、外高压（测量大容量试品）

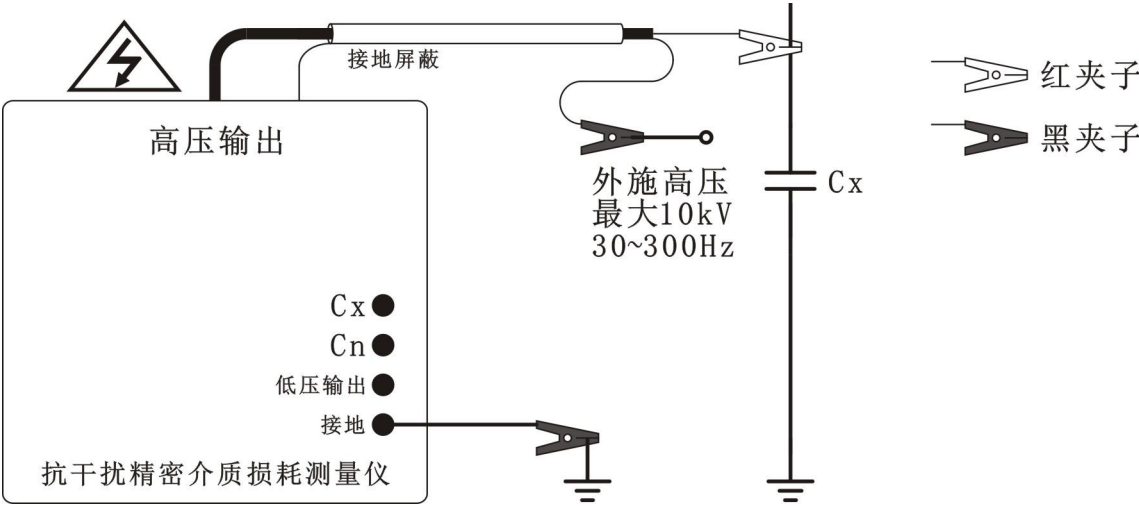


图 4-6 内标准电容、外高压反接线参考接线图

外施高压可以提供更大的试验电流，能够测量更大容量的试品。由于内部标准电容和电流传感器耐压限制，外施高压不能超过仪器最高电压（10kV）。

4.2.3 外标准电容、外高压

外标准电容接到 Cn 插座与高压屏蔽之间，并将 C/tg δ 置入仪器。由于反接线必须使用仪器内部的电流传感器，即便采用外标准电容和外施高压，也不能超过仪器最高电压（10kV）。因此不推荐使用该方式。

4.2.4 反接线校准

用标准损耗器校准时，必须使用带屏蔽插头的屏蔽线连接。标准损耗器倒置使用，其外壳带高压，高压端子接地。标准损耗器的绝缘支脚应能承受 10kV 试验电压。

建议使用“变频”方式。如果标准损耗器的电容量是按照 RC 串联模型标定的，仪器要选择 RC 串联模型。

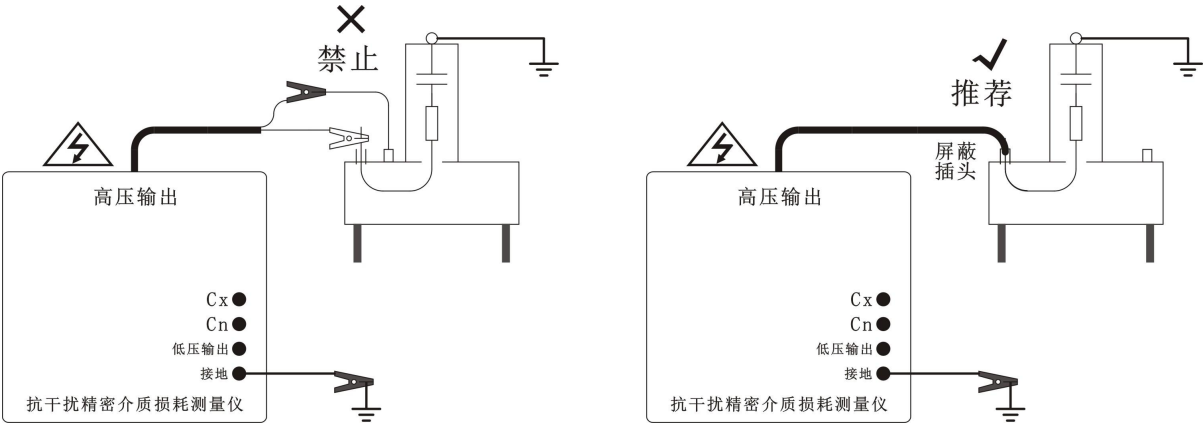


图 4-7 反接线校准参考接线图

4.3 反接线低压屏蔽

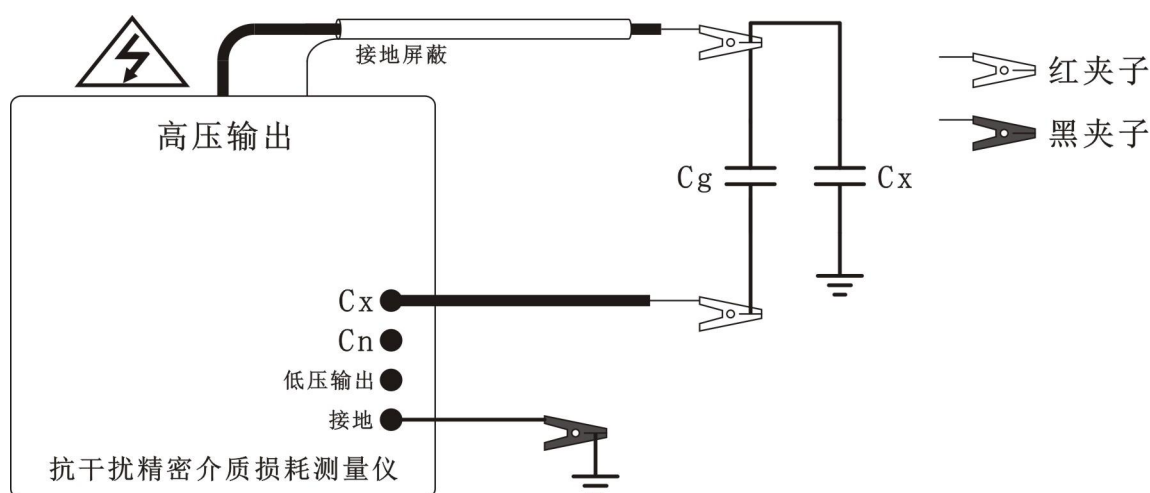


图 4-8 反接线低压屏蔽参考接线图

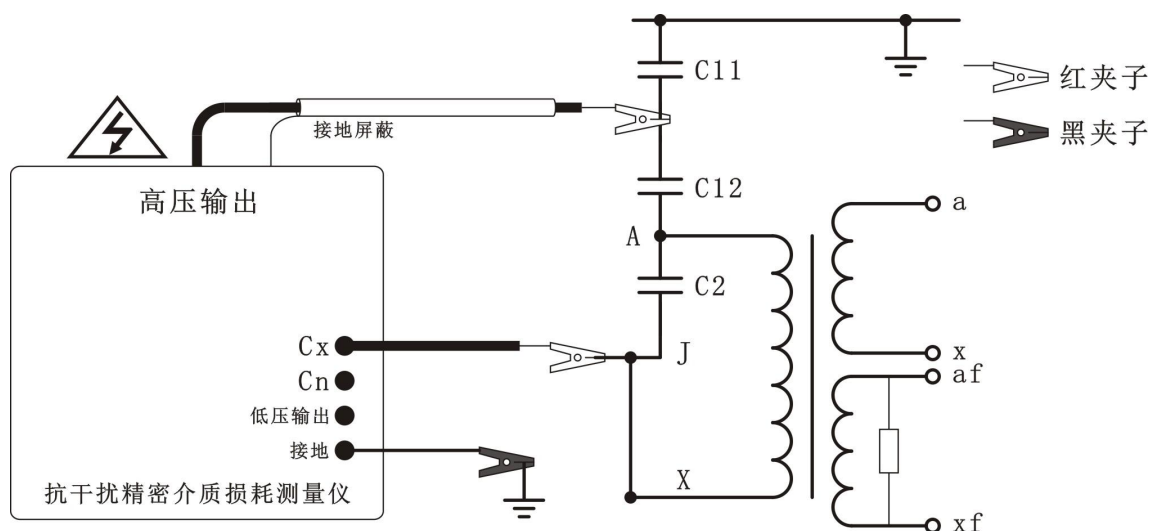


图 4-9 反接线低压屏蔽测量 CVT 上节电容 C11 参考接线图

选择反接线低压屏蔽。需要屏蔽的电容 C_g 的低压端子不能承受高电压，不能用常规反接线的高压屏蔽，因此只能使用反接线低压屏蔽。仪器用反接线测量 C_x 和 C_g 的总电流，同时用正接线测量 C_g 电流，两者之差就是 C_x 电流，由此计算 C_x 和 C_g 。仪器同时显示 C_x 和 C_g 数据。图 4-9 是母线接地测量 CVT 上节电容 C_{11} 的示意图。

4.4 CVT 自激法

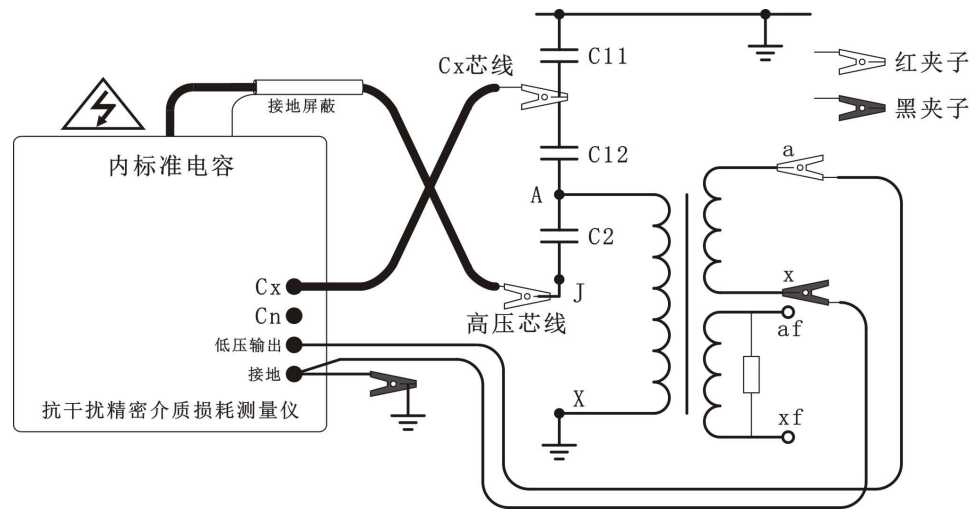


图 4-10 CVT 自激法参考接线图

高压芯线接 C2 尾端，Cx 芯线接 C12 上端。母线是否接地不影响测量。但是当 CVT 上部只有一节 C1 时，母线不能接地，否则 Cx 芯线将对地短路。

低压输出和接地之间输出低压激励电压，它们可以接 CVT 任何一个二次绕组，也无极性要求。保护阀值建议设置低压电压 30V，低压电流 20A，高压电流 200mA

一次测量得到两个结果：C1 即 C12 的数据，C2 即 C2 数据。

4.4 变比

4.4.1 电磁式 PT 变比

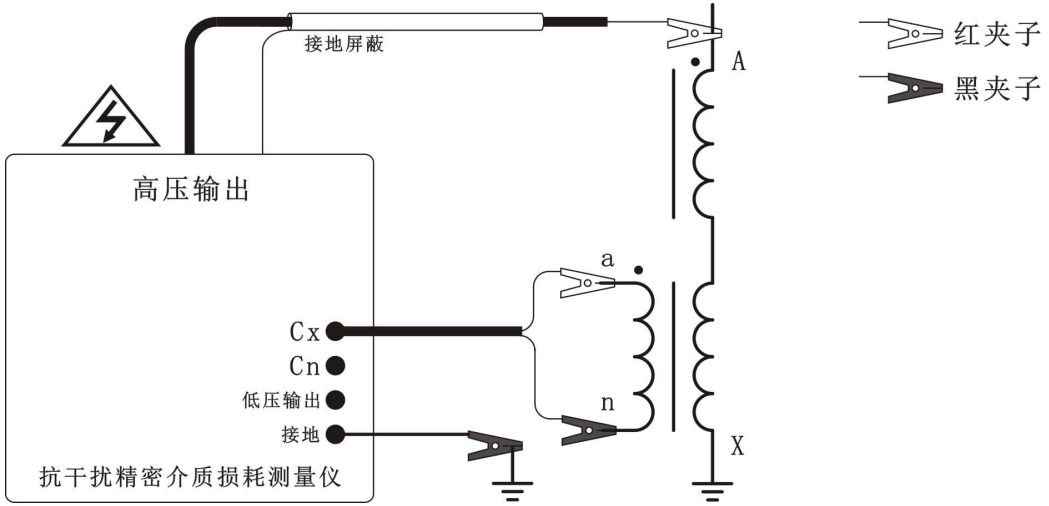


图 4-11 电磁式 PT 变比参考接线图

各种电压互感器（电磁式 PT 或 CVT 等）都可以测量其变比。需要注意：一次电压（A-X 之间）不能超过 PT 允许电压，二次电压（a-n 之间）不能超过 120V。注意 PT 同名端，Cx 的芯线/屏蔽不要接反，否则相位改变 180°。测量数据 K 是一次电压与二次电压之比； Φ 是一次电压超前二次电压的角度。C 和 DF 是反接线介损数据，可以不去关心。

4.4.2 CVT 变比

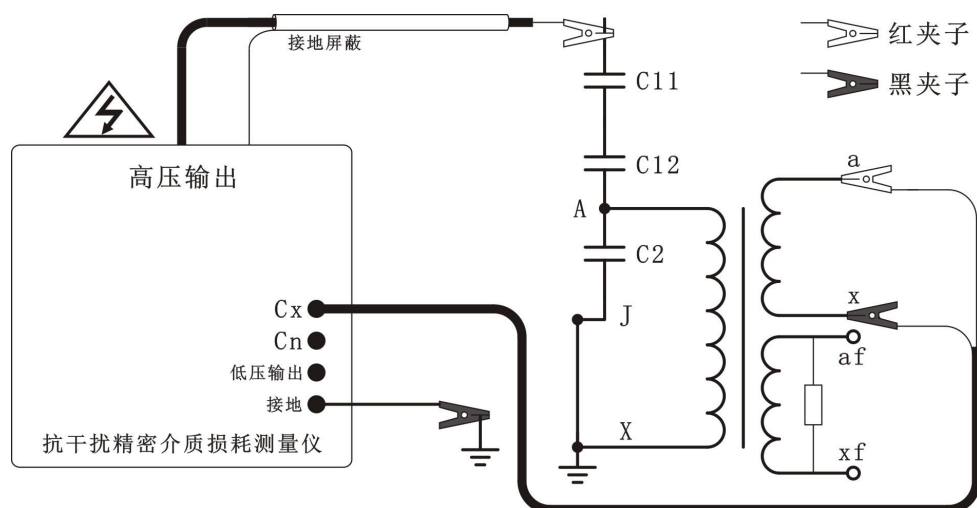


图 4-12 CVT 变比参考接线图

仪器高压线的芯线（红夹子）接 CVT 的上端，母线拆地，CVT 下端接地，低压线红、黑夹子接二次绕组。

5.常见 CVT 的参考测量方法

目前常见的电容式电压互感器可分为 110kV、220kV、500kV 等不同电压等级，一般 110kV 的 CVT 其 C1 就一节，220kV 的 CVT 其 C1 有两节，而 500kV 的 CVT 其 C1 有三节。

5.1 500kV CVT 的测量方法

1) C11 的测量方法

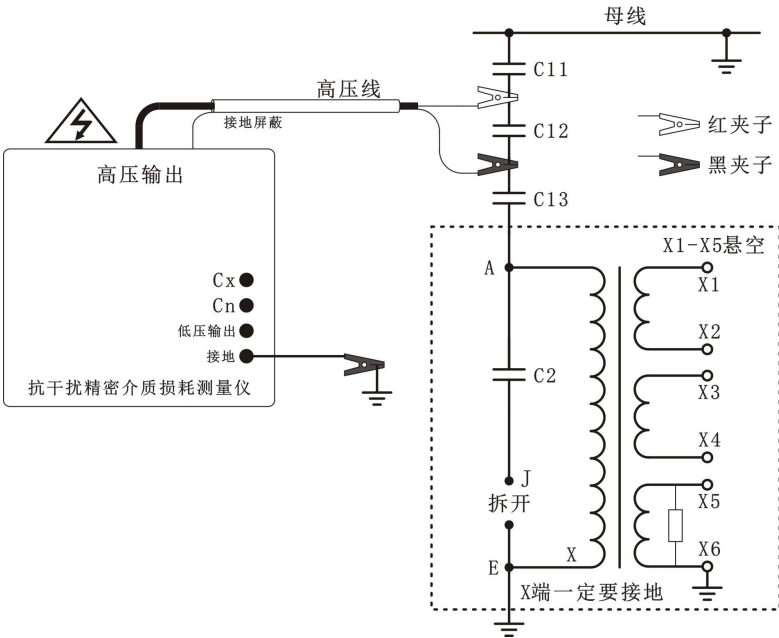


图 5-1 500kV CVT 测量 C11 参考接线

接线方式选择反接线，应特别注意拆开 J 端，X 端一定要接地。

2) C12 的测量方法

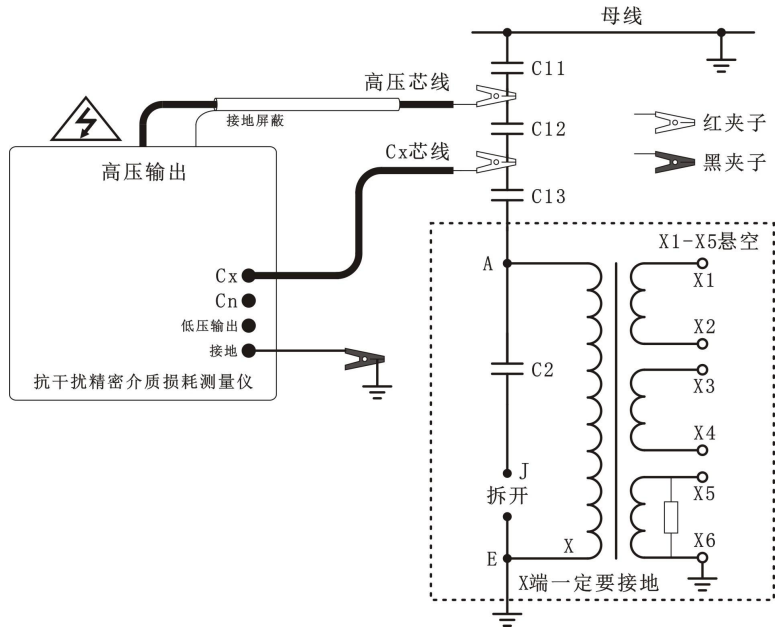
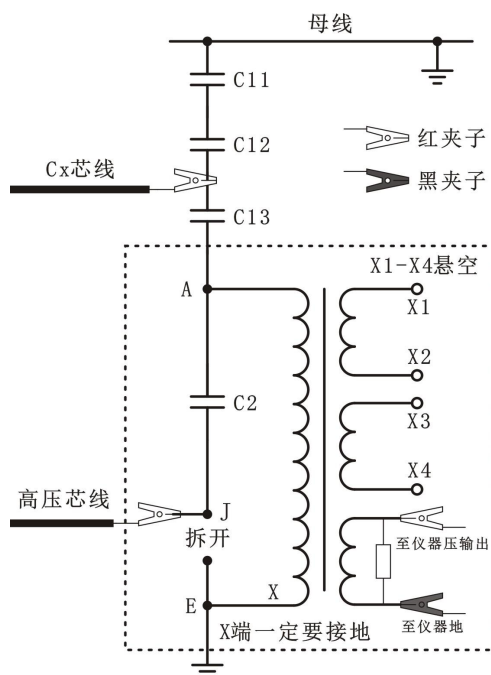


图 5-2 500kV CVT 测量 C12 参考接线

接线方式选择正接线，应特别注意拆开 J 端，X 端一定要接地。

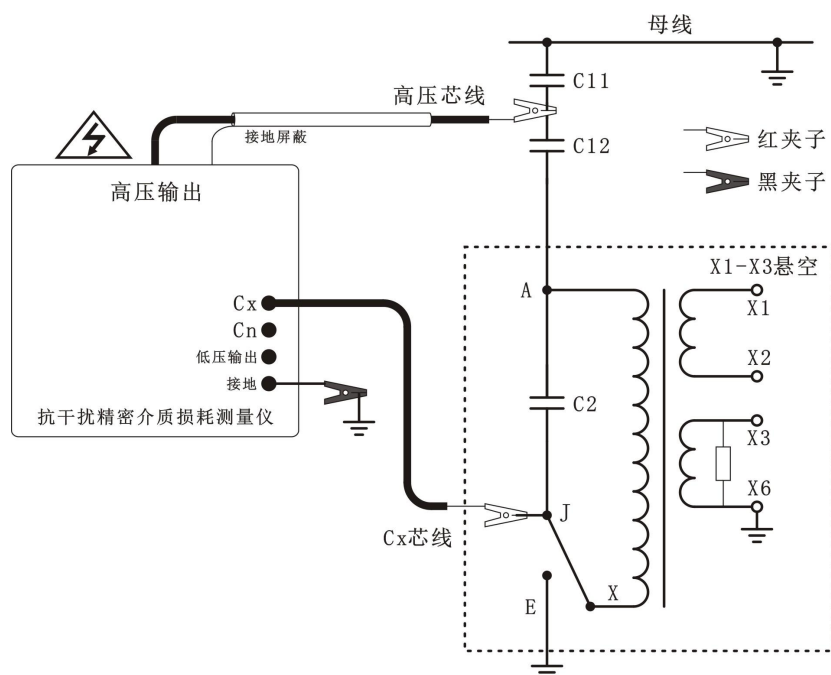
3) C13 和 C2 的测量方法



接线方式选择 CVT 自激法，试验电压可设置为 2kV，CVT 自激法能一次测量 C13 和 C2 两个电容的介损和电容量。

5.2 220kV CVT 的测量方法

1) C11 的测量方法



接线方式选择反接线低压屏蔽，测量 C11 时注意 J 和 X 相连，与接地分开。

2) C12 和 C2 的测量方法

接线方式选择 CVT 自激法，试验电压可设置为 2kV，CVT 自激法能一次测量 C12 和 C2 两个电容的介损和电容量。

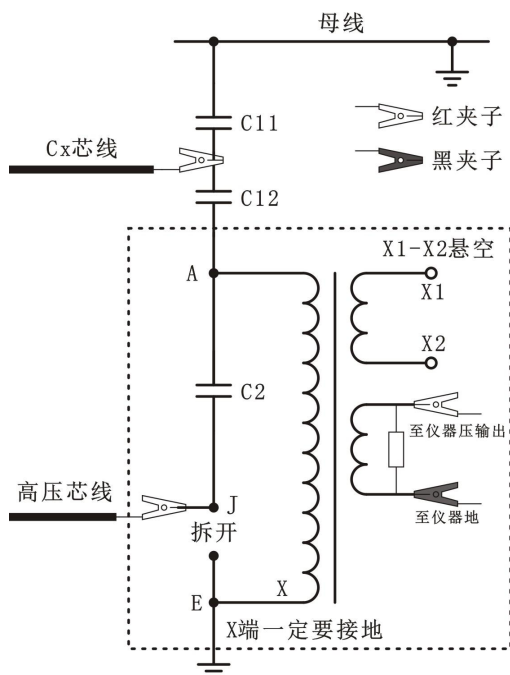


图 5-5 220kV CVT 测量 C12 和 C2 参考接线

5.3 110kV CVT 的测量方法

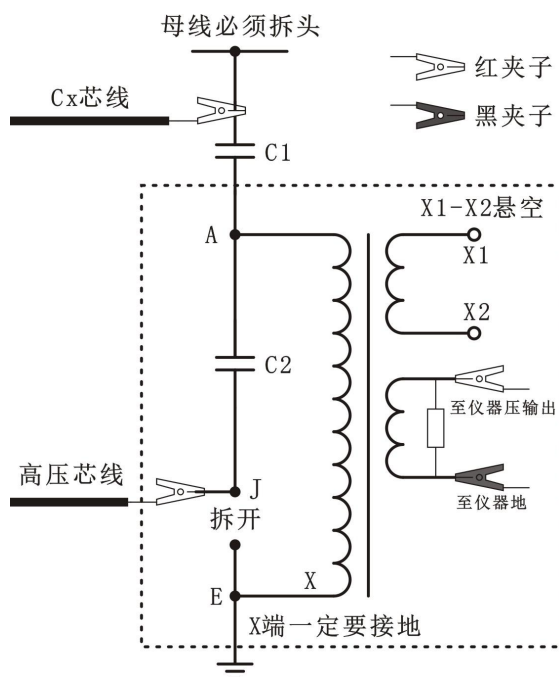


图 5-6 110kV CVT 测量 C1 和 C2 参考接线

接线方式选择 CVT 自激法，试验电压可设置为 2kV，CVT 自激法能一次测量 C1 和 C2 两个电容的介损和电容量。

6.现场试验注意事项

如果使用中出現测试数据明显不合理，請从以下方面查找原因：

6.1 搭钩接触不良

现场测量使用搭钩连接试品时，搭钩務必与试品接触良好，否則接触点放电会引起数据严重波动！尤其是引流线氧化层太厚，或风吹线摆动，易造成接触不良。

6.2 接地接触不良

接地不良会引起仪器保护或数据严重波动。应刮净接地点上的油漆和锈蚀，務必保证 0 电阻接地！

6.3 直接测量 CVT 或末端屏蔽法测量电磁式 PT

直接测量 CVT 的下节耦合电容会出现负介损，消除负介损可采取下述措施或改用 CVT 自激法测量：

- 1) 测试时测量仪器的接地端直接接在被试品的金属底座上，并保证接触良好。
- 2) 条件允许时尽可能将非被试绕组短接，以减小电感和铁心损耗的影响。
- 3) 被试品周围不应有铁架、脚手架、木梯等物体，尽可能减小分布阻抗的影响。
- 4) 试验引线与被试品的夹角应尽可能接近 90° ，以减小线与试品间的分布电容。

用末端屏蔽法测量电磁式 PT 时，由于受潮引起“T 形网络干扰”出现负介损，吹干下面三裙瓷套和接线端子盘即可。也可改用常规法或末端加压法测量。

6.4 空气湿度过大

空气湿度大使介损测量值异常增大（或减小甚至为负）且不稳定，必要时可加屏蔽环。因人为加屏蔽环改变了试品电场分布，此法有争议，可参照有关规程。

6.5 发电机供电

发电机供电时可采用定频 50Hz 模式工作。

6.6 测试线

- 1) 由于长期使用易造成测试线隐性断路，或芯线和屏蔽短路，插头接触不良，用户应经常维护测试线。
- 2) 测试标准电容试品时，应使用全屏蔽插头连接，以消除附加杂散电容影响，否則不能反映仪器精度。

6.7 工作模式选择

接好线后請选择正确的测量工作模式，不可选错。特别是干扰环境下应选用变频抗干扰模式。

6.8 试验方法影响

由于介损测量受试验方法影响较大，应区分是试验方法误差还是仪器误差。出现问题时可首先检查接线，然后检查是否为仪器故障。

6.9 仪器故障

- 1) 用万用表测量一下测试线是否断路，或芯线和屏蔽是否短路；
- 2) 输入电源 220V 过高或过低；接地是否良好；
- 3) 用正、反接线测一下标准电容器或已知容量和介损的电容试品，如果结果正确，即可判断仪器没有问题；
- 4) 拔下所有测试导线，进行空试升压，若不能正常工作，仪器可能有故障。

7. 仪器检定

7.1 检定

用带插头的屏蔽电缆连接标准损耗器。如果不能保证标准损耗器的精度，应使用比对法检定，建议用 2801 电桥或其它精密电桥作比对标准。

1) 介质损耗因数标准器一般为串联模型，因此仪器的试品模型应选择“RC 串联(电流比较仪型电桥)”或“RC 串联(西林型电桥)”。

RC 串联(电流比较仪型电桥)：采用电流比较仪型电桥（如 QS30 电桥）校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)，该项在开始测试界面显示"RC 串联"。

RC 串联(西林型电桥)：采用西林型电桥（如 2801、QS1 和 QS37 等电桥）校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)，该项在开始测试界面显示 "RC 串联 **S**"。

采用电流比较仪型电桥和西林型电桥校准的串联型试品(或介质损耗因数标准器)的区别只是电容量不同：

$$C_s = C(1 + tg^2 \delta), \quad C_s \text{ 为西林型电桥标定值, } C \text{ 为电流比较仪型电桥标定值。}$$

2) 用介质损耗因数标准器（或标准电容器）检定仪器反接线精度时，高压电缆与试品连接必须使用全屏蔽插头，否则暴露的芯线会引起测量误差。

3) 用介质损耗因数标准器（或标准电容器）检定仪器正接线精度时，低压电缆与试品连接必须使用全屏蔽插头，否则暴露的芯线会引起测量误差。

严格按照上述要求检定方能真实反映本仪器的测量精度！

7.2 抗干扰能力

设置一个回路向仪器注入定量的干扰电流。

注意：

1) 应考虑到该回路可能成为试品的一部分。

2) 仪器启动后会使 220V 供电电路带有测量频率分量，如果该频率分量又通过干扰电流进入仪器，则无法检验仪器的抗干扰能力。

3) 不建议用临近高压导体施加干扰，因为这样很容易产生近距离尖端放电，这种放电电阻是非线性的，容易产生同频干扰。