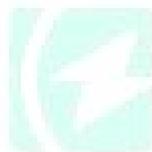


# ZSJB-703 微机继电保护测试仪

## ( 工控机 / 精度 0 . 5 )

### 三相

# 使用说明书



中试高测

服务智能电网  
Serving Smart Grid

## 武汉中试高测电气有限公司

### 尊敬的顾客

感谢您购买本公司的 ZSJB-703 微机继电保护测试仪（工控机）。在您初次使用该产品前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。

我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的产品可能与使用说明



书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。

**警告！**

由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！

**安全要求**

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

**一防止火灾或人身伤害！**

使用适当的电源线：只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开：当测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线。

产品接地：本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值：为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作：如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。

使用适当的保险丝：只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属：产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作：如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易暴环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

**一安全术语**

**警告：**警告字句指出可能造成人身伤亡的状况和做法。

**小心：**小心字句指出可能造成本产品或其他财产损坏的状况和做法。

**说明：**说明字句指出存在着疑义或特别值得关注的状况和做法。

**提示：**提示字句指出可能忽略但不会影响正常操作的状况和做法。

# 目 录

第一章 继电保护测试仪说明 .....	5
主要技术特点 .....	5
1.1 主要技术指标 .....	6
1.2 面板说明 .....	8
1.3 硬件结构 .....	9
1.4 仪器的操作使用 .....	10
第二章 软件使用方法 .....	12
递变试验 .....	12
状态序列 .....	16
2.1 谐波 .....	21
2.2 频率滑差 .....	26
2.3 电流时间特性 .....	29
2.4 电压时间特性 .....	33
附 录一：配置清单 .....	36
附 录二：售后服务 .....	37

# 第一章 继电保护测试仪说明

## 1.1 主要技术特点

微机型继电保护测试仪其主要特点表现为：

- 经典的 Windows 操作界面，人机界面友好，操作简便快捷，为了方便用户使用，定义了大量键盘快捷键，使得操作“一键到位”；
- 高性能的嵌入式工业控制计算机和液晶显示屏，可以提供丰富直观的信息，包括设备当前的工作状态、下一步工作提示及各种帮助信息等；
- 配备有超薄型工业键盘和光电鼠标，可以象操作普通 PC 机一样通过键盘或鼠标完成各种操作；
- 配备有外接 USB 接口，可以方便地进行数据存取和软件维护；
- 无需外接其它设备即可以完成所有项目的测试，自动显示、记录测试数据，完成矢量图和特性曲线的描绘；
- 采用高性能 D/A 转换器，产生的波形精度高、线性好，并且具备良好的瞬态响应和幅频特性。在整个测量范围内都能保证波形精度等指标要求；
- 采用独特的算法，产生的波形精确，完全不同于曲线拟和的波形产生方法，保证信号为纯正的正弦波；
- 可直接输出交流电压、交流电流、直流电压、直流电流，可变幅值、相位、频率， $2 \sim 20$  次谐波；
- 功率放大部分采用新型大功率高保真线性功放电路，输出功率大、纹波干扰小，每相电压可输出 120V、电流可输出 40A。在输出电流达到 40A 时，波形仍能保证不失真、不削峰；
- 能提供传统的  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  外，还有第四路电压  $U_x$  输出。 $U_x$  可用于多种功能如用于输出各种  $3U_0$ 、做线路保护试验时输出线路的同期电压等；
- 具有 8 个开入量输入和 4 对空接点开入量输出接口。开入量输入接口能自动适应无源（空接点）、有源，并能自动适应有源输入的极性，在输入电压  $\pm 250V$  范围内能正常工作；
- 提供各种自动测试软件模块；
- 可以完成各种复杂的校验工作，能方便地测试及扫描各种保护定值，可以实时存储

测试数据，显示矢量图，打印报表等；

- 采用精心设计的机箱结构，体积小，散热良好，重量轻，易携带，流动试验方便；
- 仪器具有自我保护功能，采用合理设计的散热结构，并具有可靠完善的多种保护措施及电源软启动，和一定的故障自诊断及闭锁功能。

## 1.2 主要技术指标

### 1.2.1 交流电流源

- 单相输出：3×40A
- 三相并联：120A
- 最大输出功率：≥400VA/相
- 各相输出电流幅度、频率和相位可以独立调节
- 输出精度：
  - 0.5A~40A：±0.5%
- 分辨力：10mA
- 单相连续输出时间：
  - 在 0~10A 范围内，能连续输出
  - 在 10A~20A 范围内，连续输出时间 ≥40 秒
  - 在 20A~30A 范围内，连续输出时间 ≥7 秒
  - 在 30A~40A 范围内，连续输出时间 ≥5 秒

### 1.2.2 交流电压源

- 单相输出：4×120V
- 最大输出功率：≥60VA/相
- 四相有共用中性点的电压源；第四路电压可设置为零序电压或任意设置
- 各相输出幅度、频率、相位可以独立调节
- 输出精度：
  - 5V~120V：±0.5%
- 分辨力：10mV

### 1.2.3 直流电流源

- 单相输出：-10A~+10A

- 最大输出功率：200VA
- 输出精度：  
±1A~±10A：±0.5%
- 分辨力：10mA

#### 1.2.4 直流电压源

- 单相输出：-150V~+150V
- 最大输出功率：100VA
- 输出精度：  
±5V~±150V：±0.5%
- 分辨力：10mV

#### 1.2.5 交流电压、电流源角度

- 相角范围：0° ~ 360°
- 相角精度：±0.5°
- 相角分辨力：0.1°

#### 1.2.6 交流电压、电流源频率

- 频率范围：10~1000Hz
- 频率精度：≤±0.01Hz
- 频率分辨力：10mHz
- 能输出2~20次任意幅值的谐波

#### 1.2.7 同步性

电压电流同步性 ≤10 μS

#### 1.2.8 开入量

- 8路独立开关接点输入
- 兼容空接点与15V~250V有源接点
- 能够自动识别有源接点的极性
- 计时精度：在小于1S时 ≤1mS

#### 1.2.9 开出量

- 4对可编程开关空接点输出
- 接点容量：
  - 250VDC, 0.5A
  - 250VAC, 0.5A

### 1.2.10 供电电源

- 交流输入电压
  - 额定值: 220V  $\pm$  10%
  - 基准值: 220V  $\pm$  2%
- 交流供电频率:
  - 额定值: 50Hz  $\pm$  10%
  - 基准值: 50Hz  $\pm$  2%

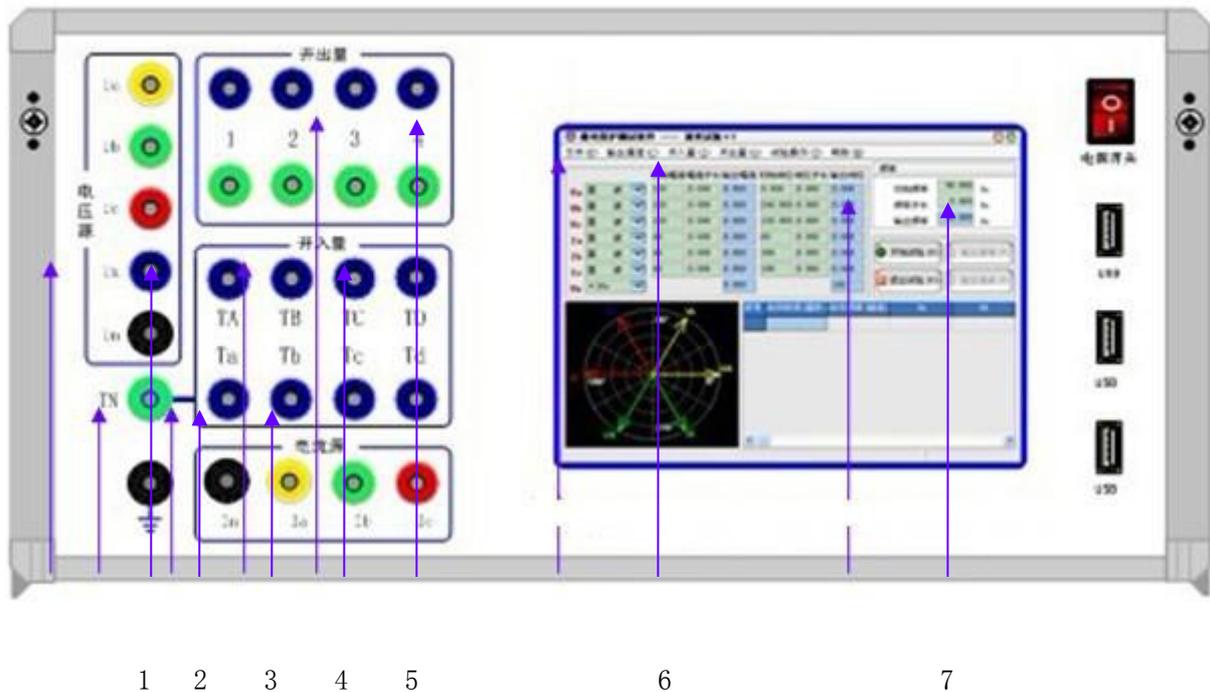
### 1.2.11 箱体尺寸与重量

- 箱体尺寸: 380mm $\times$ 190mm $\times$ 420mm (W $\times$ H $\times$ D)
- 重量: 约 20kg

### 1.2.12 使用环境条件

- 环境温度:  $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$
- 相对湿度:  $\leq 90\%$
- 大气压强: 80 $\sim$ 110kPa

## 1.3 面板说明



- 1 电压源输出端口  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_x$  和共用中性点  $U_n$ ，其中  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  分别对应 a、b、c 三相电压， $U_x$  可设置为零序电压或任意设置；
- 2 机壳接地端口 在测试时应可靠接地，可以提高测试数据的准确性和测试的安全性；
- 3 电流源输出端口  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  和共用中性点  $I_n$ ，其中  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  分别对应 a、b、c 三相电流；
- 4 开关量输入端口  $T_A$ 、 $T_B$ 、 $T_C$ 、 $T_D$ 、 $T_E$ 、 $T_F$ 、 $T_G$ 、 $T_H$  共 8 路独立输入，兼容空接点与 15V~250V 有源接点，能自动识别有源接点的极性， $T_N$  为公共端；
- 5 开关量输出端口 4 对空接点输出；
- 6 液晶显示屏 6.4" 大屏幕高分辨力彩色 TFT 液晶显示屏；
- 7 USB 接口 可以通过 USB 接口将测试数据存储到 U 盘中；

## 1.4 硬件结构

### 1.4.1. 高性能工业控制计算机

本装置采用高性能工控机作为控制微机，直接运行 Window 操作系统，装置面板带有大屏幕液晶显示器、外接 PC 鼠标和内嵌式键盘。装置前面板设有 USB 口可方便地进行数据存取、数据通信和进行软件升级等。

试验的全过程及试验结果均在液晶显示屏上显示，全套汉字化操作界面，清晰亮丽，直观方便。操作控制由鼠标和内嵌式键盘进行。操作简单方便，只需简单的计算机知识，极易掌握。

#### 1.4.2. 数字信号处理器微机

装置采用高速数字控制处理器作为输出核心，软件上应用双精度算法产生各相任意的高精度波形。由于点数高，波形保真度高，谐波分量小，对低通滤波器的要求很低，从而具有很好的暂态特性、相频特性、幅频特性，易于实现精确移相、谐波叠加，高频率时亦可保证高的精度。

#### 1.4.3. D/A转换和低通滤波

采用真16位D/A转换器。16位分辨率保证了全范围内电流、电压的精度和线性度。由于D/A分辨率高和波形点数高，D/A转换输出的阶梯波已具有相当好的波形质量，后级仅需较简单的低通滤波器即可滤除高频分量，还原出高质量、高稳定的正弦波，很好地克服了幅值和相位漂移等问题，

#### 1.4.4. 电压、电流放大器

相电流、电压不采用升流、升压器，而采用直接输出方式，使电流、电压源可直接输出从直流到含各种频率成份的波形，如各次谐波叠加的组合波形，可以较好地模拟各种短路故障时的电流、电压特征。

功放电路采用进口大功率高保真模块式功率器件作功率输出级，结合精心、合理设计的散热结构，具有足够大的功率冗余和热容量。功放电路具有完备的过热、过流、过压及短路保护。当电流回路出现过流，电压回路出现过载或短路时，自动限制输出功率，关断整个功放电路，并给出告警信号显示。为防止大电流下长期工作引起功放电路过热，装置设置了大电流下软件限时。10A及以下输出时装置可长期工作，当电流超过10A时，软件限时启动，限时时间到，软件自动关闭功率输出并给出告警指示。输出电流越大，限时越短。

## 1.5 仪器的操作使用

### 1.5.1 开机步骤

1. 将测试仪电源线插入AC220电源插座上。
2. 检查接线（需外接键盘或鼠标），确认无误后分别打开测试仪电源及外接计算机电源，稍等片刻后将进入选择启动方式界面。
3. 启动 Windows 操作系统后将进入软件功能试验的主界面，进行各种试验工作。

### 1.5.2 关机步骤

使用鼠标单击界面左下角处的“开始”→“关机”，在弹出的对话框中选择“确定”即可关闭计算机，在确认计算机关闭后，再关闭面板电源开关。关机时请勿直接关闭面板电源开关，请先关闭计算机的Windows操作系统，然后再关电源开关。

### 1.5.3 键盘快捷键

**F2 开始/停止试验** 在测试仪未输出信号时按下 F2 键后，测试仪开始输出信号；在试验过程中，按下 F2 键可停止试验，测试仪停止输出信号；

**F3 退出试验** 关闭当前试验模块；

**F5 手动递增** 在试验中每按下一次 F5 键，输出信号就按照设定的步长增加一次；

**F6 手动递减** 在试验中每按下一次 F6 键，输出信号就按照设定的步长减小一次；

**Ctrl+1 — Ctrl+7 打开/关闭输出通道** Ctrl+1 ~ Ctrl+3 对应 Ua、Ub、Uc，  
Ctrl+4 ~ Ctrl+6 对应 Ia、Ib、Ic，  
Ctrl+7 对应 Ux；

**F7 读取设置文件** 从保存的参数设置文件中导入试验参数；

**F8 保存设置文件** 将当前设定的试验参数保存到文件中，以免重复设置；

**Tab** 将输入焦点移动至下一个输入框；

**Shift + Tab** 将输入焦点移动至上一个输入框。

#### 1.5.4 交流电流源提高输出电流

当使用电流超过测试仪每相输出的最大电流时，可将测试仪电流源并联使用。并联使用时，应将并联电流通道的输出相位设为相同，此时输出的电流就是并联电流通道输出幅值之和。

#### 1.5.5 交流电流源提高输出功率

当要求电流源的输出功率大于每相电流的最大输出功率时，可将测试仪电流源串联使用。例如，将IA、IB串联，两相的幅值设为相等，相位差 $180^\circ$ ，输出功率能提高一倍。

#### 1.5.6 交流电压源提高输出电压

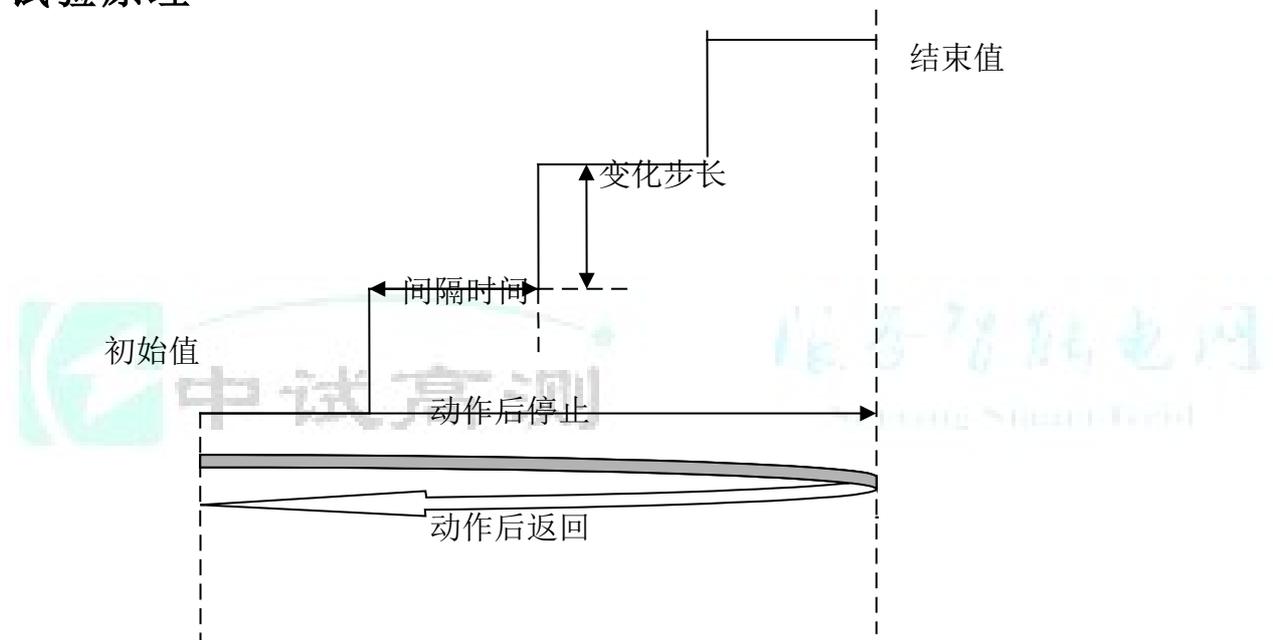
当使用电压超过测试仪每相输出的最大电压时，可将两相电压的相位设为相差 $180^\circ$ ，此时输出的电压就是两相电压通道输出幅值之和。测试仪最大只能支持240V的交流电压。

## 第二章 软件使用方法

### 2.1 递变试验 × 7

递变试验可以测试电压、电流、功率方向等各类交流型继电器的动作值、返回值、灵敏角、动作时间，以及阻抗继电器的记忆时间等。测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器等各类直流型继电器的动作值和返回值。测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器以及时间继电器等各类直流型继电器的动作时间。测试单个常规继电器的动作值、返回值以及动作时间。

#### 试验原理



#### 试验步骤

试验步骤 1：选择输出通道和开入量



## 试验步骤 2：设定输出参数

- 设置输出相为直流或交流基波 ~ 20 次谐波：



- 各输出相的幅值、相位初始值及其变化步长设定：

当需要使用的输出相被选择后，可以设定各输出相的起始参数，比如幅值、相位，接着可以设定幅值的变化步长和相位的变化步长。一旦通道的输出达到最大值或最小值后，如果

试验还没有停止，通道继续保持最大或最小输出，不再递增或递减。

在试验过程中，“初始幅值”、“幅值步长”、“初始相位”和“相位步长”均可在线编辑，极大地提高了试验的灵活性和系统的适用性。

● 关于  $U_x$  设置的说明

$U_x$  为第四路电压通道，在绝大多数试验模块中作为同期电压信号。只有在  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$  都被选中，且都为交流基波输出时， $U_x$  才能被选中。 $U_x$  只能输出交流信号。 $U_x$  共有五种输出模式：

- +3 $U_o$       三相交流电压的矢量和。
- 3 $U_o$       三相交流电压矢量和的反相输出。
- + $\sqrt{3} \times 3U_o$      $\sqrt{3}$  倍的三相交流电压的矢量和。
- $\sqrt{3} \times 3U_o$      $\sqrt{3}$  倍的三相交流电压矢量和的反相输出。

自定义      用户可设定  $U_x$  的幅值和相位但不能改变，因此没有幅值和相位的步长设置。



● 交流输出的频率

只有当用户设置的输出通道中至少有一路不为直流时，用户才可以设置输出频率，频率设置只对交流通道有效。

### 试验步骤 3：试验设置

在菜单“试验操作”→“试验设置”中可进入试验设置对话框。

**试验设置**

<div style="margin-bottom: 5px;"> <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">自动递增</span> </div> <div style="margin-bottom: 5px;">                 间隔时间 <input style="width: 50px;" type="text" value="500"/> ms             </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>UA 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="120"/> <b>V</b> </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>UB 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="120"/> <b>V</b> </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>UC 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="120"/> <b>V</b> </div>	<div style="margin-bottom: 5px;"> <span style="border: 1px solid gray; padding: 2px;">动作后返回</span> </div> <div style="margin-bottom: 5px;">                 防抖动时间 <input style="width: 50px;" type="text" value="20"/> ms             </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>IA 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> <b>A</b> </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>IB 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> <b>A</b> </div> <div style="margin-bottom: 5px;"> <b>IC 结束值</b> <input style="width: 50px;" type="text" value="10"/> <b>A</b> </div>
---	---

确定 (O)
取消 (C)

- 手动控制：试验运行时完全由操作人员来进行手动控制。
- 自动递增：试验运行时软件将根据用户设置的步长自动递增。
- 自动递减：试验运行时软件将根据用户设置的步长自动递减。
- 动作后停止：开入量接收到动作信号后立即停止试验。
- 动作后返回：开入量接收到动作信号后向初始值进行递变。
- 动作后继续：开入量接收到动作信号后不采取任何动作继续进行试验。
- 间隔时间：自动变化时，每次变化之间的时间。
- 防抖动时间：当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间，则接点动作不被确认。

### 试验步骤 4：开始试验

确认连线无误后，单击“开始试验”按钮或键盘上的 F2 快捷键，开始试验。

试验过程中，如果设置的是“手动控制”，则在试验中可用鼠标单击“输出递增”按钮或键盘上的 F5 快捷键，各使用通道的幅值、相位和输出频率均按照用户设置的变化步长同时递增。单击“输出递减”按钮或键盘上的 F6 快捷键，各使用通道的幅值、相位和输出频率均按照用户设置的变化步长同时递减。

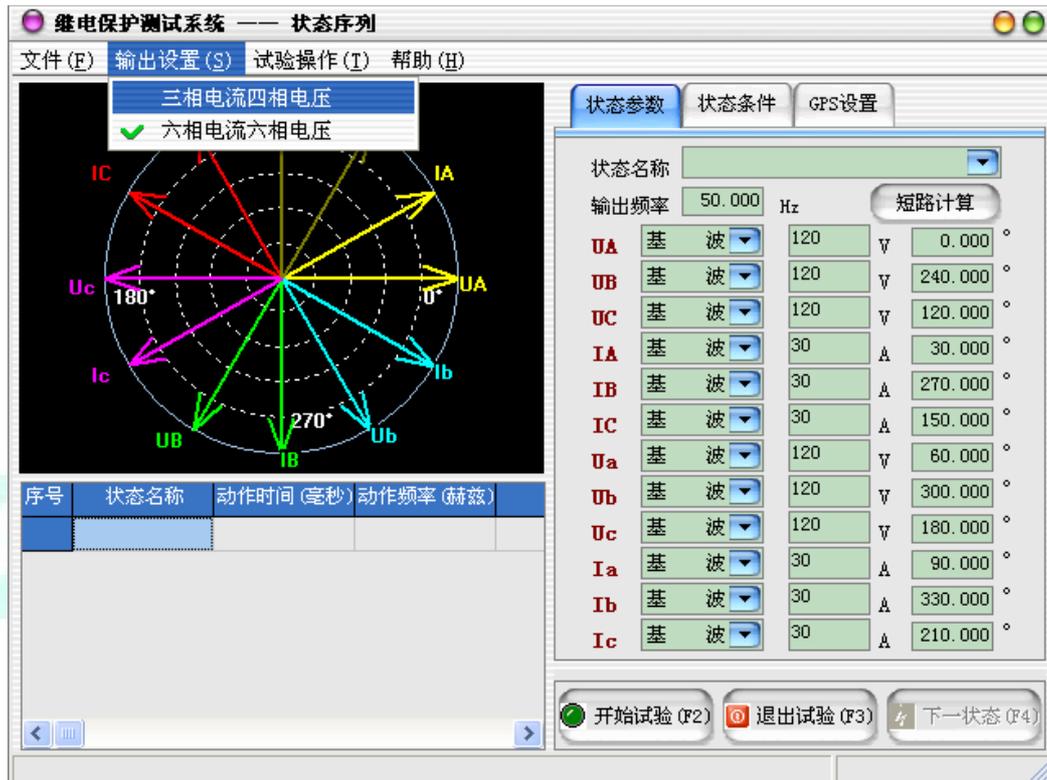
若有开入量接点状态改变，则程序将在信息栏中显示动作时间、动作时的频率、所使用的输出通道动作时的幅值和相位。

## 2.2 状态序列

由用户定义多个试验状态，可对重合闸、多次重合闸、备自投、纵联保护等进行测试。

### 试验步骤

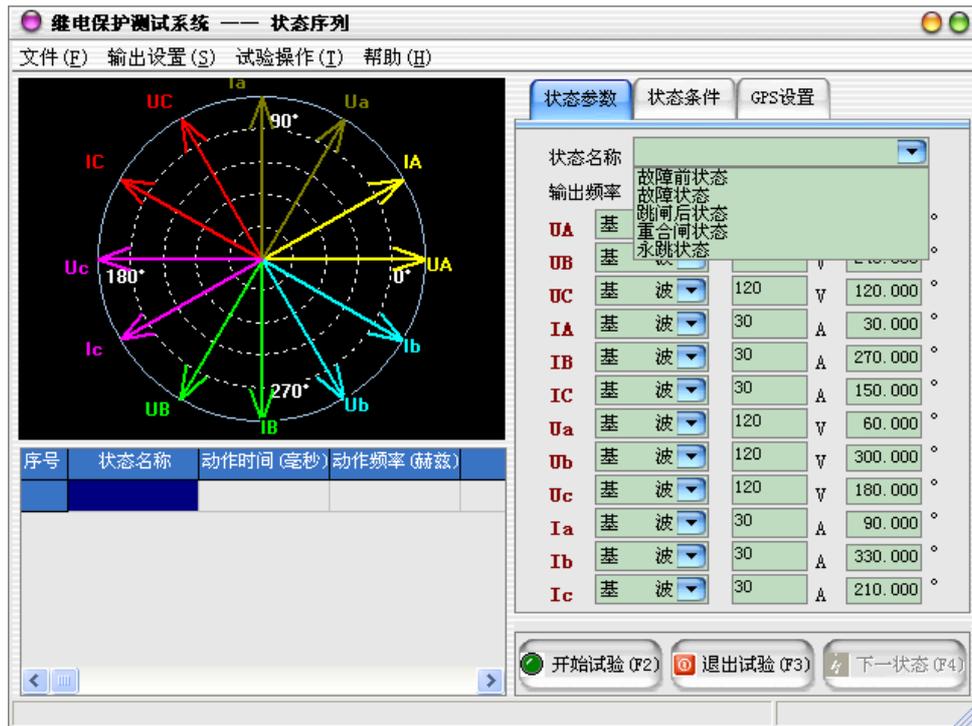
#### 试验步骤 1：输出设置



三相电流四相电压的测试仪只能使用“三相电流四相电压”的输出方式，六相电流六相电压的测试仪则既可使用“三相电流四相电压”的输出方式，也可使用“六相电流六相电压”的输出方式。

#### 试验步骤 2：设置状态参数

在界面右边的“状态参数”属性页中设置当前状态的状态名称、输出频率和各通道的输出类型、幅值、相位。



单击“短路计算”，可进入短路计算公式的参数设置对话框：



- Z：极坐标形式的幅值。
- $\Phi$ ：极坐标形式的角度。
- R：直角坐标形式的电阻。
- X：直角坐标形式的电抗。
- $K_r$ 、 $K_x$ ：用于计算零序补偿系数（ $K_r / K_x$ ），如果定值所给的参数形式与此不同，可按如下公式进行转换：

$$K_r = (R_0 / R_1 - 1) / 3$$

$$K_x = (X_0 / X_1 - 1) / 3$$

如果定值单中不是给出电阻和电抗的值，而是正序和零序阻抗，以及正序和零序灵敏角，则应将它们转换成电阻和电抗，再代入上述公式进行计算。对某些保护以  $K_0$ 、 $\Phi$  方式计算的，如果  $\Phi(Z_1) = \Phi(Z_0)$ ，即  $PS_1 = PS_0$ ，则  $K_0$  为一实数，此时需设置  $K_r = K_x = K_0$ 。

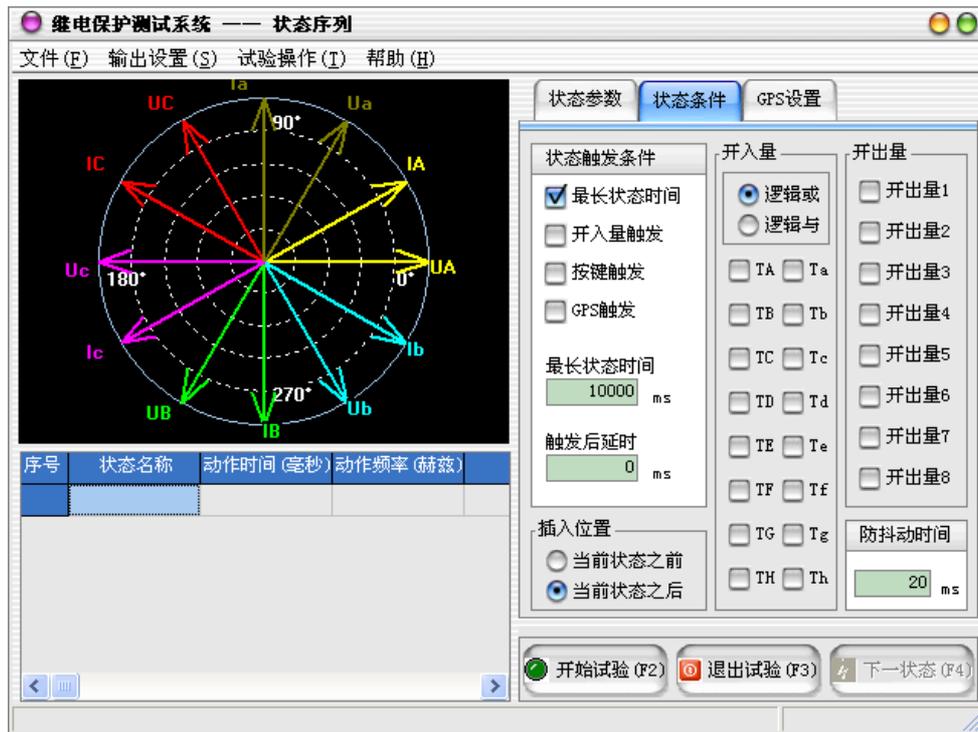
- 负荷电流：在额定状态时输出的电流值。
- 负荷电流相位：以电压为参照，负荷电流相对于电压的角度偏移。
- 额定电压：在额定状态时输出的电压值，一般为57.740V。
- 短路电流：短路故障时，流经保护安装处的故障相电流。
- 故障类型：程序提供了11种故障类型，包括A、B、C接地，AB、BC、CA相间短路，AB、BC、CA两相接地，三相短路。
- 故障方向：可设置为正向故障或反向故障。
- 短路阻抗倍数：为  $n \times$  “整定阻抗”，以此值作为短路点阻抗进行模拟。一般按0.95或1.05倍整定值进行检查。如果不满足，也可以0.8或1.2倍整定值进行检查。

### 试验步骤3：设置状态触发条件

在“状态条件”属性页中设置当前状态的触发条件。最长状态时间和开入量触发可同时选择作为一种触发条件。两者为“或”的关系，只要其中一个条件满足，试验将进入到下一状态。在故障前状态最长状态时间的设定时，一般要大于保护装置的整组复归或重合闸的充电时间。当满足所设置的触发条件后，试验自动进入到下一状态。触发条件满足后，测试仪的对该状态的输出要在触发后延时结束后(设置了触发后延时时间)，方进入到下一试验状态。在“状态条件”属性页中还可以设置开入量、开出量和状态插入的位置。

- 最长状态时间：测试仪输出某一状态量的最长状态时间，结束后进入下一状态。
- 开入量触发：测试仪接收到保护动作信号，并满足设置的逻辑关系后，自动进入下一状态。
- 按键触发：单击“下一状态”按键或F4快捷键进入下一状态。
- GPS触发：将GPS同步时钟装置与主机相连，当下一个整点分钟到时，软件自动输出下一状态。
- 开入量：通过选择开入接点之间的逻辑关系，可以同时记录多接点的保护动作情况。
- 开出量：进入状态后，测试仪各开出量的状态是断开还是闭合。
- 防抖动时间：当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间，则接点动作不被

确认。



#### 试验步骤 4：状态设置

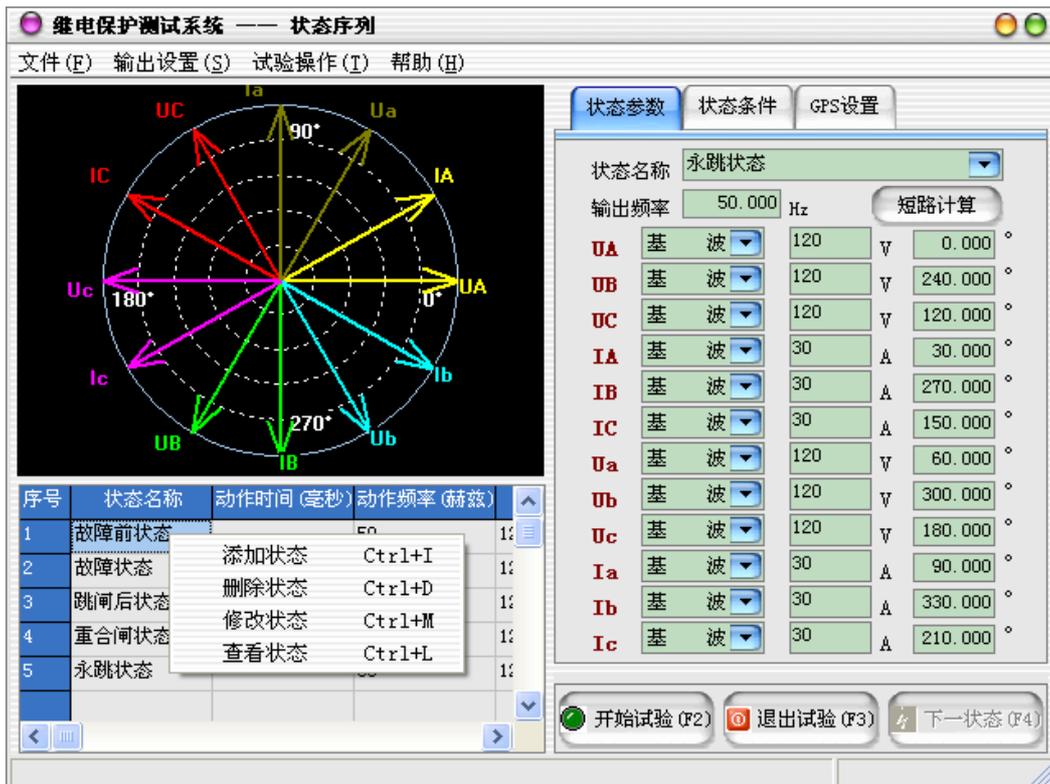
状态设置完毕后，可以使用 Ctrl+I 快捷键或在菜单上“试验操作”->“添加状态”在当前状态之前或之后添加新状态。

如果想删除某个已添加的状态，则可先使用鼠标或键盘在左下的状态列表中选择该状态，再使用 Ctrl+D 快捷键或在菜单上“试验操作”->“删除状态”完成。

在状态列表中选择一个状态，使用 Ctrl+M 快捷键或在菜单上“试验操作”->“修改状态”，可以将选中状态的参数重新修改为右边属性页中的各个参数。

在状态列表中选择一个状态，使用 Ctrl+L 快捷键或在菜单上“试验操作”->“查看状态”，可以把选中状态的各个参数显示在右边的属性页中。

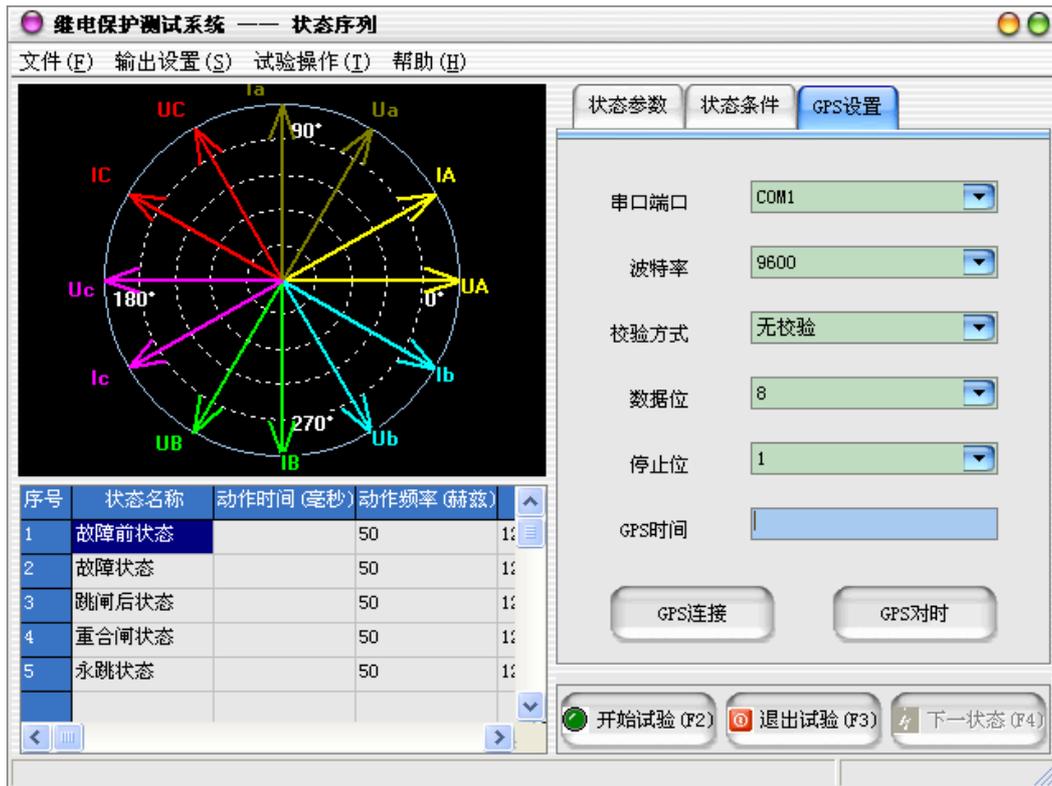
将鼠标移至状态列表，单击鼠标右键会弹出如下图所示的菜单，以上操作也可以通过点击这个弹出菜单来进行操作。



## 试验步骤5：GPS设置

当“触发方式”选择了“GPS触发”时，可进行GPS参数设置。

- 串口端口：可根据测试仪的不同，选择“COM1”～“COM4”中的任一串口端口作为GPS同步时钟装置的接口。
- 波特率：可在300、600、1200、2400、4800、9600、19200之间选择一个与GPS同步时钟装置相同的波特率。
- 检验方式：有“无校验”、“奇校验”、“偶校验”三种校验方式可供选择。
- 数据位：可选择8位数据位或7位数据位。
- 停止位：可选择是1位停止位还是2位停止位。
- GPS连接：当以上参数设置完毕，测试仪同GPS同步时钟装置连接完毕后，测试仪同GPS同步时钟装置进行连接，连接成功后，在“GPS时间”信息栏里将显示从GPS同步时钟装置发出的时间信息。
- GPS对时：将测试仪的系统时间同GPS卫星时间保持同步，该功能必须在完成GPS连接后才能实现。



当选择“GPS触发”时，点击“开始试验”，测试仪并不会立即输出电压、电流，只有当下一分钟的0秒到时，测试仪才会开始输出下一状态的电压、电流，在该状态设置的“最长状态时间”到后，将进入下一状态。

GPS同步时钟装置应至少保证每秒发送一次数据，数据为ASCII码，格式为：

GPS 同步时钟装置应至少保证每秒发送一次数据，数据为 ASCII 码，格式为：

<S>	<T>	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	<A>	
帧头	帧头	时十位	时个位	分十位	分个位	秒十位	秒个位	日十位	日个位	月十位	月个位	年千位	年百位	年十位	年个位	校验字节	标准时结束

例如：现在是2002年6月13日18点45分36秒，则GPS同步时钟装置发送的信息格式应为：ST18453613062002<F8h>A。

### 试验步骤 6：开始试验

确认连线无误后，单击“开始试验”按钮或键盘上的 F2 快捷键，开始试验。

## 2.3 谐波

谐波试验单元可以测试谐波继电器的动作值、返回值，变压器差动谐波制动特性等。各路电流和各路电压均可以输出基波及谐波（2 ~ 20 次），并可叠加直流分量。选择自动试验方式时，自动记录被测保护装置的动作值（返回值）及动作时间。如果不选择自动方式，输出是以手动方式，按设定的步长增加或减小。

### 试验步骤

#### 试验步骤1：选择输出通道



#### 试验步骤2：在界面左部选择当前通道输出的谐波类型

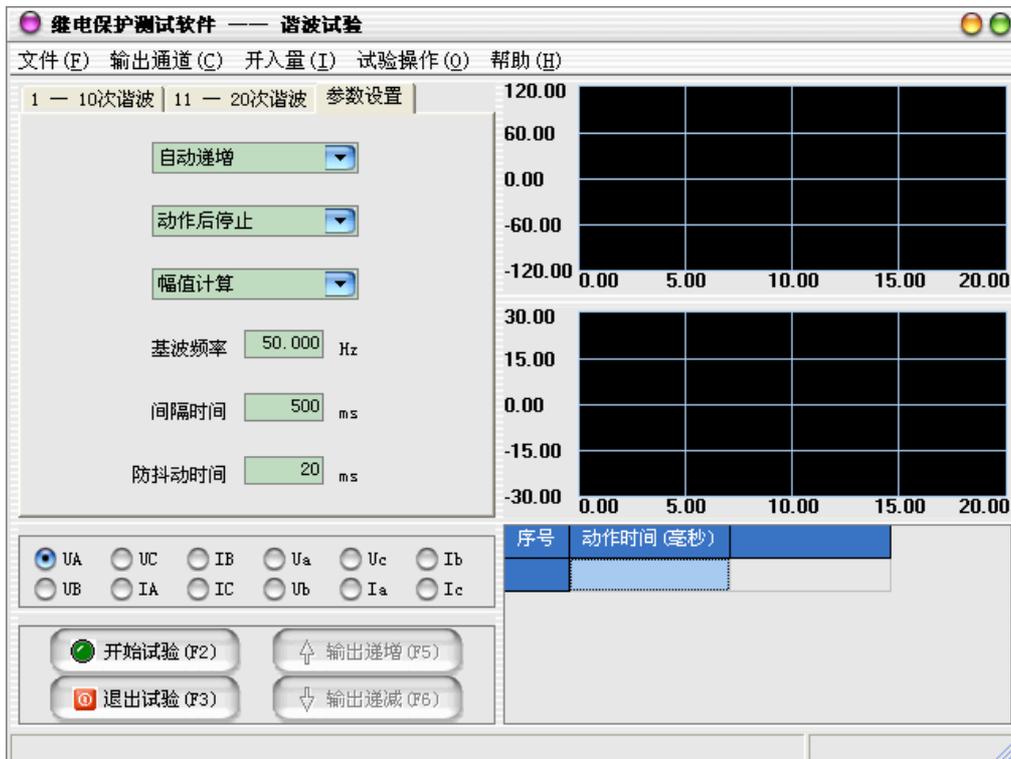
- 直流：幅值（可“+”可“-”）。
- 基波：50.0Hz，幅值、相角。
- 2次谐波：100.0Hz，幅值、相角。
- 3次谐波：150.0Hz，幅值、相角。
- 4次谐波：200.0Hz，幅值、相角。
- 5次谐波：250.0Hz，幅值、相角。
- 6次谐波：300.0Hz，幅值、相角。

- 7次谐波：350.0Hz，幅值、相角。
- 8次谐波：400.0Hz，幅值、相角。
- 9次谐波：450.0Hz，幅值、相角。
- 10次谐波：500.0Hz，幅值、相角。
- 11次谐波：550.0Hz，幅值、相角。
- 12次谐波：600.0Hz，幅值、相角。
- 13次谐波：650.0Hz，幅值、相角。
- 14次谐波：700.0Hz，幅值、相角。
- 15次谐波：750.0Hz，幅值、相角。
- 16次谐波：800.0Hz，幅值、相角。
- 17次谐波：850.0Hz，幅值、相角。
- 18次谐波：900.0Hz，幅值、相角。
- 19次谐波：950.0Hz，幅值、相角。
- 20次谐波：1000.0Hz，幅值、相角。



在中部的输入框中设置“输出幅值”、“幅值步长”、“输出相位”、“相位步长”，各电压、电流的各次谐波幅值在界面上以“伏特”或“安培”为单位显示其值，测试仪输出的值为界面上实际显示的电压电流大小。变量的变化步长应根据测试的要求选择合适的大小，一般地，步长越小，测试精度越高。

### 试验步骤3：设置谐波计算方式



在“参数设置”属性页中可以选择谐波计算的方式。

- 幅值计算：各电压、电流的各次谐波在界面上以“伏特”或“安培”为单位显示其值。测试仪输出的值为界面上实际显示的电压电流大小。
- 基波百分比计算：各电压、电流的各次谐波在界面上的“输出幅值”和“幅值步长”等于该相谐波值相对于该相基波值的百分数。比如，假设当前 IA 通道中基波电流为 2A，其二次谐波为 20。则折算成以“安培”为单位的幅值为： $2 \times 20\% = 0.4(A)$ 。变量的幅值步长也以基波的百分比表示。**注意，基波的幅值仍为以“伏特”或“安培”为单位输出的电压、电流数值。**
- 在“参数设置”属性页中设置试验操作方式，可选择“手动控制”、“自动递增”和“自动递减”三种方式。
- 如果在试验操作方式中选择了后两种操作方式，则可在测试方式中设置保护装置动作后的操作方式，可选择“动作后停止”和“动作后返回”两种方式。“动作后返回”时，输出量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电器动作，则改变变化方向，向起点返回。“动作后停止”时，输出量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电器动作，则结束试验。
- 如果在试验操作方式中选择了后两种操作方式，则可在“参数设置”属性页中设置

两次变化之间的“间隔时间”。一般地，间隔时间的设置应大于继电器的动作（或返回）时间。

- 防抖动时间：当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间，则接点动作不被确认。

#### 试验步骤4：开始试验

- 确认连线无误后，单击“开始试验”按钮或键盘上的F2快捷键，开始试验。
- 如果在试验操作方式中选择了“手动控制”方式，则可以使用“输出递增”和“输出递减”两键。
- 试验前设置好的试验数据，在试验期间某些量的幅值和相位可能有变化。试验结束后选择菜单上的“试验操作”→“恢复设置值”，可以使数据还原到试验前的初始值，这极大地方便了重复性试验。
- 单击“退出试验”按钮或键盘上的F3快捷键可退出试验。

## □ 测试举例

### 谐波制动系数校验（变压器差动保护部分）

#### 试验接线

**接线方法 1**（高、低压侧同时加电流）：

测试仪 IA 接高压侧 A 相，IB 接低压侧 a 相，高、低压侧的中性线短接后接测试仪 IN。

**接线方法 2**（仅高压侧加电流）：

测试仪 IA 接高压侧 A 相，高压侧的中性线接测试仪 IN。

#### 试验方法

下面以**接线方法 2**为例：

假设某变压器的二次谐波制动系数为 20%。

先选择“以基波百分比计算”。然后选中 IA，设置基波幅值为 2A（注意：该值必须大于差动保护的動作閾值），并在谐波参数表格中设置 2 次谐波为 25%（大于谐波制动系数 20%，使保护在开始试验时不动作），再设幅值步长为 1%，选择“手动控制”方式。

开始试验，保护应处于闭锁状态。按步长缓慢减小变量至保护动作。将动作时 IA 的二次谐波值与整定的制动系数对照。

#### 试验提示

采用**接线方法 1**进行试验时，不能选择“以基波百分比计算”。

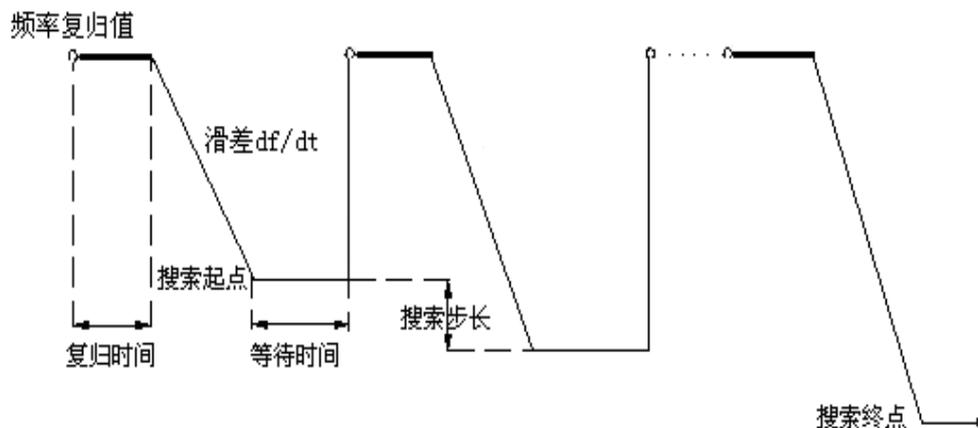
## 2.4 频率滑差

频率试验单元测试频率继电器、低周减载装置等的动作值、动作时间，以及滑差闭锁特性。

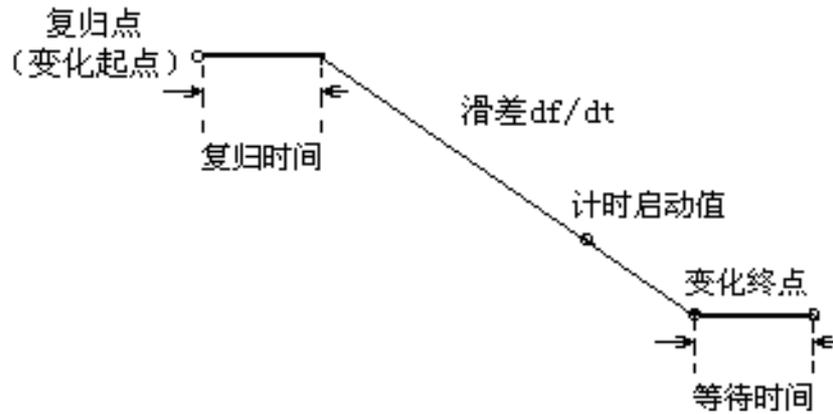


### 试验原理

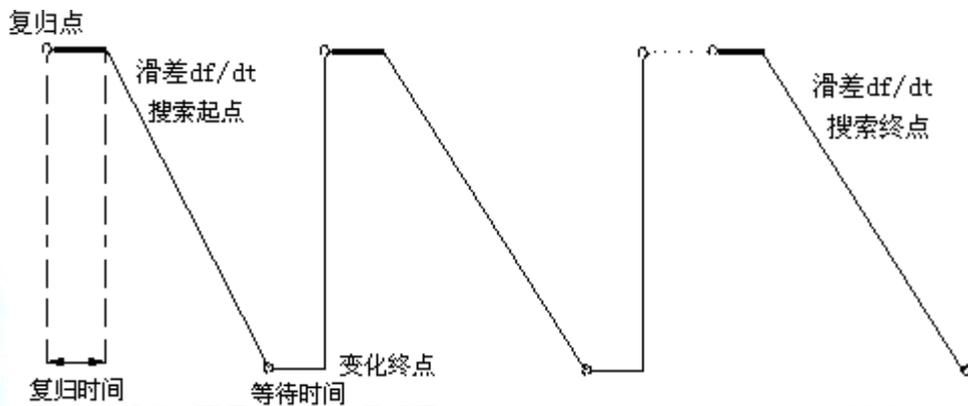
#### 一、动作值测试



#### 二、动作时间测试



### 三、滑差闭锁测试



## 试验步骤

### 试验步骤1：选择输出通道，设置输出幅值和相位

在菜单的“输出通道”子菜单中可分别选择 $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 六个输出通道，在界面左上部的“输出幅值”和“输出相位”的输入框中输入交流电压和电流的输出值。

### 试验步骤2：设置频率参数

#### 1、动作值测试

- 搜索起点：频率的搜索起点。
- 搜索终点：频率的搜索终点。
- 搜索步长：搜索频率的变化步长。一般地，根据测试要求选择合适的步长，步长越

小，动作值的测试精度越高。

- 等待时间：设置每一步搜索过程结束后保持当前输出，等待保护动作的时间，一般地，等待时间的设置应大于保护的動作时间。
- 复归频率：保证在复归时间内使保护装置可靠复归的频率。
- 复归时间：考虑到保护可能需要一定时间的复归过程，所以在试验前首先输出由变化起点所确定的电压电流状态，以保证试验前保护可靠复归。
- 频率滑差：频率的变化速度。

## 2、动作时间测试

- 初始频率：频率变化的起点。
- 结束频率：频率变化的终点。
- 复归时间：考虑到保护可能需要一定时间的复归过程，所以在试验前首先输出由变化起点所确定的电压电流状态，以保证试验前保护可靠复归。
- 终点等待时间：搜索结束后保持当前输出，等待保护动作的时间，一般地，等待时间的设置应大于保护的動作时间。
- 计时启动频率：试验过程中，所选择变量按设定的滑差变化到计时启动值时，计时启动，开始进行时间测量，直到保护动作计时结束。
- 频率滑差：频率的变化速度。

## 3、滑差闭锁测试

- 初始频率：频率变化的起点。
- 结束频率：频率变化的终点。
- 复归时间：考虑到保护可能需要一定时间的复归过程，所以在试验前首先输出由变化起点所确定的电压电流状态，以保证试验前保护可靠复归。
- 等待时间：设置每一步搜索过程结束后保持当前输出，等待保护动作的时间，一般地，等待时间的设置应大于保护的動作时间。
- 滑差起点：滑差搜索值的起点。
- 滑差终点：滑差搜索值的终点。
- 滑差步长：滑差的变化步长。

## 试验步骤3：设置其它参数

- 变化间隔时间：进行频率变化时，两次频率变化之间的间隔时间，如果保护装置的采样速率或精度较低，可以适当放大间隔时间。

- 防抖动时间：当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间，则接点动作不被确认。
- 开入量：在菜单的“开入量”上选择接入保护装置的开入量。

## 试验步骤4：开始试验

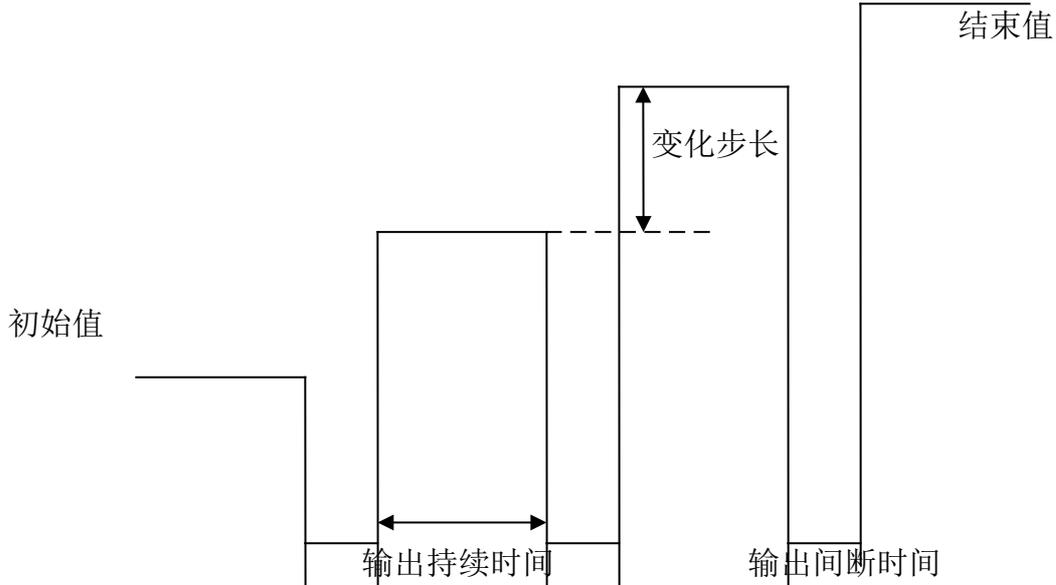
- 确认连线无误后，单击“开始试验”按钮或键盘上的F2快捷键，开始试验。
- 单击“退出试验”按钮或键盘上的F3快捷键可退出试验。

## 2.5 电流时间特性

电流时间特性试验主要用于测试方向电流或过流继电器的单相接地短路、两相短路和三相短路时过流保护的動作时间特性，以及应用在发电机、电动机保护单元中的零序和负序过流保护的動作时间特性。



## 试验原理



## 试验步骤

### 试验步骤1：设置输出值



- 电流初始值：故障电流的起始值。
- 电流结束值：故障电流的终止值。
- 电流变化步长：故障电流的变化步长值，故障相电流将从起始值按步长逐步变化直至终止值结束测试。
- 电流相位角：对于各种故障类型，电流相位角的定义为故障类型的第一相电流的相

位角。

- 额定电压：正常相电压的输出值。
- 故障电压：故障相电压的输出值。
- 额定频率：电压、电流运行的频率。

当保护装置不带方向时，在“试验设置”选择“无方向”，测试仪在试验时不会输出电压；当保护装置带方向时，在“试验设置”选择“有方向”，测试仪在试验时会根据故障类型输出故障电压。

用户使用的是三相电流输出的测试仪，则只能选择“前三相电流”进行试验；用户使用的是六相电流输出的测试仪，则可根据使用者的需要选择“前三相电流”（只有IA、IB、IC输出）或“后三相电流”（只有Ia、Ib、Ic输出）进行试验。

## 试验步骤2：设置故障类型

- 故障类型：可选择A相接地、B相接地、C相接地、AB相短路、BC相短路、CA相短路、三相短路、负序电流、零序电流、三相并联。

1、单相接地：故障相电流幅值等于测试电流，其它两相电流幅值等于0，A相电流相位等于设置的电流相位角，三相电流的相位各相差 $120^\circ$ ；故障相电压幅值等于设定的故障电压，其它两相幅值为额定电压，A相电压相位等于 $0^\circ$ ，三相电压的相位各相差 $120^\circ$ 。

2、两相短路：故障两相的电流幅值均等于测试电流，非故障相电流幅值等于0，两相电流相位互差 $180^\circ$ ；三相电压幅值均为额定电压，A相电压相位等于 $0^\circ$ ，三相电压的相位各相差 $120^\circ$ 。

3、三相短路：UA幅值 = 故障电压，UA相位 =  $0^\circ$ ；  
UB幅值 = 故障电压，UB相位 =  $-120^\circ$ ；  
UC幅值 = 故障电压，UC相位 =  $120^\circ$ ；  
IA幅值 = 测试电流，IA相位 = 电流相位角；  
IB幅值 = 测试电流，IB相位 =  $-120^\circ +$  电流相位角；  
IC幅值 = 测试电流，IC相位 =  $120^\circ +$  电流相位角。

4、负序电流：UA幅值 = 故障电压，UA相位 =  $0^\circ$ ；  
UB幅值 = 故障电压，UB相位 =  $120^\circ$ ；  
UC幅值 = 故障电压，UC相位 =  $-120^\circ$ ；  
IA幅值 = 测试电流，IA相位 = 电流相位角；

IB 幅值 = 测试电流, IB 相位 =  $120^\circ +$  电流相位角;

IC 幅值 = 测试电流, IC 相位 =  $-120^\circ +$  电流相位角。

5、零序电流: UA 幅值 = 故障电压, UA 相位 =  $0^\circ$  ;

UB 幅值 = 故障电压, UB 相位 =  $0^\circ$  ;

UC 幅值 = 故障电压, UC 相位 =  $0^\circ$  ;

IA 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IA 相位 = 电流相位角;

IB 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IB 相位 = 电流相位角;

IC 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IC 相位 = 电流相位角。

6、三相并联: 对于单相故障, 如果需要增大电流输出范围, 可以选择三相并联输出, 测试电流最大可达90A。

UA 幅值 = 故障电压, UA 相位 =  $0^\circ$  ;

UB 幅值 = 故障电压, UB 相位 =  $-120^\circ$  ;

UC 幅值 = 故障电压, UC 相位 =  $120^\circ$  ;

IA 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IA 相位 = 电流相位角;

IB 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IB 相位 = 电流相位角;

IC 幅值 = 测试电流  $\div 3$ , IC 相位 = 电流相位角。

### 试验步骤3: 设置试验时间

- 输出持续时间: 对于每一个故障电流输出, 测试装置所输出的最长时间。如果接收到保护继电器动作信号, 则立即停止本轮试验, 准备进入下一轮。一般地, “输出持续时间”应大于继电器电流特性中所可能出现的最大动作时间。
- 输出间断时间: 在两轮故障试验之间, 可设置一段不输出的休止时间以使继电器接点复归和测试装置散热, 在间断时间内测试系统没有电压电流输出。
- 防抖动时间: 当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间, 则接点动作不被确认。

### 试验步骤4: 开始试验

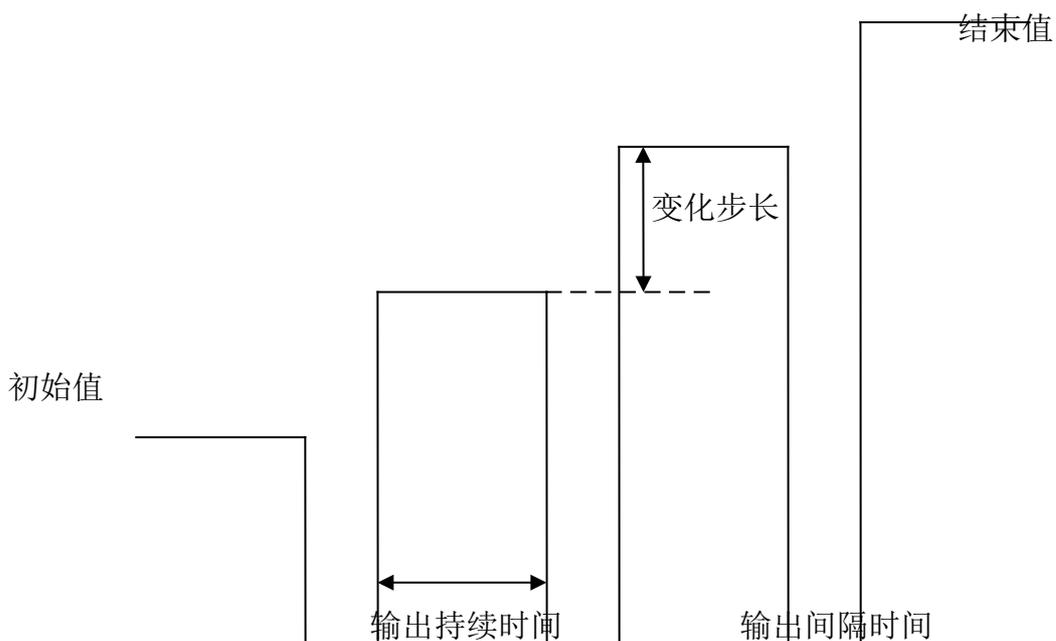
- 确认连线无误后, 单击“开始试验”按钮或键盘上的F2快捷键, 开始试验。
- 单击“退出试验”按钮或键盘上的F3快捷键可退出试验。

## 2.6 电压时间特性

电压特性试验主要用于测试反时限电压继电器的 $U(t)$ 动作特性。



### 试验原理



## 试验步骤

### 试验步骤1：设置输出值

- 电压初始值：试验电压的起始值。
- 电压结束值：试验电压的终止值。
- 电压变化步长：试验电压的变化步长值，输出相电压将从起始值按步长逐步变化直至终止值结束测试。
- 电压相位角：参考相的相位角。
- 额定频率：输出电压的运行频率。

用户使用的是三相电压输出的测试仪，则只能选择“前三相电压”进行试验；  
 用户使用的是六相电压输出的测试仪，则可根据使用者的需要选择“前三相电压”（只有UA、UB、UC输出）或“后三相电压”（只有Ua、Ub、Uc输出）进行试验。



### 试验步骤2：中设置“电压输出方式”

- 电压输出方式：可选Ua、Ub、Uc、Uab、Ubc、Uca、Uabc等七种电压输出方式。  
 单相输出：其余两相电压均不输出。  
 两相输出：两相相差180°，另一相不输出。

三相输出：三相相差 $120^{\circ}$ 。

如果电压试验时的电压较大，建议选择AB、BC或CA线电压方式输出，试验过程中，两相的电压相位自动调整为互差 $180^{\circ}$ 。

### 试验步骤3：设置试验时间

- 输出持续时间：对于每一个故障电压输出，测试装置所输出的最长时间。如果接收到保护继电器动作信号，则立即停止本轮试验，准备进入下一轮。一般地，“输出持续时间”应大于继电器电压特性中所可能出现的最大动作时间。
- 输出间断时间：在两轮故障试验之间，可设置一段不输出的休止时间以使继电器接点复归和测试装置散热，在间断时间内测试系统没有电压电流输出。
- 防抖动时间：当保护装置的动作接点闭合或打开时间小于该时间，则接点动作不被确认。

### 试验步骤4：开始试验

- 确认连线无误后，单击“开始试验”按钮或键盘上的F2快捷键，开始试验。
- 单击“退出试验”按钮或键盘上的F3快捷键可退出试验。

# 附录一：配置清单

## 1. 标准配置

继电保护测试仪主机	一台
高强度铝合金主机包装箱	一只
测试导线	一包
电源线	一根

## 附录二：售后服务

1. 本公司对售出的产品两年质保。用户要求维修请与本公司售后服务部联系，售后服务专线电话为：400-046-1993
2. 保修期内出现下列情况之一时，维修应收成本费：
  - 1) 用户使用或搬运过程中因摔落而造成的故障或损坏。
  - 2) 用户自行委托其它单位维修而引起的故障或损坏。
  - 3) 用户因接线错误导致设备故障或损坏。
  - 4) 如出现不可抗力（如火灾、水灾、天灾等）而引起的故障或损坏。
  - 5) 不按本使用说明书要求随意连接其它设备而引起的故障或损坏。
  - 6) 无产品保修卡且又无法确认该仪器处于保修期内的故障产品。