# NEPRI-R 系列

# 高精度继电保护测试系统

# 使

# 用

# 说

# 明

# 书

NEPRI 国科电研

**版本：V2.01**

## 国科电研（武汉）股份有限公司

# 版权声明：

我们对本文档及其中的内容具有全部的知识产权。除非特别授权，禁止复制或向第三方分发。凡侵犯本公司版权等知识产权的，本公司必依法追究其法律责任。我们定期仔细检查本文档中的内容，在后续版本中会有必要的修正。但不可避免会有一些错误之处，欢迎提出改进的意见。我们保留在不事先通知的情况下进行技术改进的权利。

NEPRI
国科电研

# 目 录

**1、装置基本技术参数 ..... 6**

1.1 产品优势 ..... 6
1.2 主要技术参数 ..... 7
1.3 装置外观说明 ..... 9

**2、软件界面简介 ..... 13**

2.1 界面说明 ..... 13
2.2 试验界面菜单栏中常用功能介绍 ..... 19

**3、交流试验 ..... 22**

3.1 电压电流参数设置 ..... 23
3.2 试验参数设置 ..... 24
3.3 开出量设置 ..... 26
3.4 变化方式设置 ..... 26
3.5 测试结果记录 ..... 28
3.6 变化步长设置 ..... 31
3.7 状态显示栏 ..... 31

**4、状态序列 ..... 32**

**5、谐波试验 ..... 34**

**6、差动保护 ..... 35**

6.1 基本参数设置 ..... 35
6.2 设备参数 ..... 38
6.3 制动参数设置 ..... 39
6.4 电压设置 ..... 42

**7、直流试验 ..... 44**

**8、波形回放 ..... 45**

**9、谐波状态 ..... 48**

**10、整组试验 ..... 49**

10.1 基本参数设置 ..... 49
10.2 故障参数设置 ..... 52
10.3 开关量 ..... 53

**11、距离保护 ..... 54**

11.1 基本参数设置 ..... 54
11.2 距离保护 ..... 57
11.3 零序保护 ..... 59

11.4 工频变化率保护 ..... 59

**12、 功率方向 ..... 61**

12.1 基本参数设置 ..... 61
12.2 边界测试 ..... 62
12.3 电流动作值测试 ..... 63
12.4 电压动作值测试 ..... 64
12.4 动作时间测试 ..... 65
12.5 阻抗测试 ..... 65

**13、备自投 ..... 67**

13.1 试验参数设置 ..... 67
13.2 状态参数 ..... 69
13.3 自投后参数 ..... 70

**14、差动继电器 ..... 72**

**15、快切试验 ..... 73**

**16、频率高低周 ..... 76**

16.1 试验参数设置 ..... 76
16.2 测试原理及逻辑 ..... 77

**17、差动谐波 ..... 81**

17.1 基本参数 ..... 81
17.2 试验参数 ..... 81

**18、阻抗特性 ..... 83**

18.1 基本参数设置 ..... 83
18.2 边界搜索参数设置 ..... 85
18.3 整定参数设置 ..... 86

**19、时间特性 ..... 88**

19.1 基本参数 ..... 88
19.2 试验参数 ..... 88
19.3 特性定义 ..... 89

**20、 同期试验 ..... 91**

20.1 动作值 ..... 92
20.2 闭锁值 ..... 93
20.3 导前角及导前时间 ..... 93
20.4 调压调频脉宽 ..... 94
20.5 调整试验 ..... 94

**21、功率振荡 ..... 96**

21.1 基本参数 ..... 96

21.2 故障参数 ..... 97

**22、反时限 ..... 98**

NEPRI
国科电研

# 1、装置基本技术参数

## 1.1 产品优势

- **电压电流输出灵活组合**:功放采用模块化结构，单机从输出4相电压3相电流，6相电压6相电流到输出9相电压9相电流自由组合，既可兼容传统的各种试验方式，也可方便地进行三卷变压器差动试验和备自投试验。
- **一体化设计**：一体化设计，内置工控机，嵌入式工控机，10.1寸真彩液晶显示，不必外接PC。
- **新型高保真线性功放**：输出采用高保真、高可靠性模块式线性功放，而非开关型功放，性能卓越。不会对试验现场产生高、中频干扰，而且保证输出全程都波形平滑精度优良。
- **高性能主机**： 输出部分采用DSP控制，运算速度快，实时数字信号处理能力强，传输频带宽，控制高分辨率D/A转换。输出波形精度高，失真小，线性好。采用了大量先进技术和精密元器件材料，并进行了专业化的结构设计，因而装置体积小、重量轻、功能全、携带方便，开机即可工作，流动试验非常方便。
- **接口方便**：USB接口、网口、GPS，均集中在装置面板。
  （1）USB接口：外接鼠标、键盘U盘拷贝文件。
  （2）网口，采用两个RJ45网口，连PC操作直接普通网线。
  （3）GPS接口：内置GPS模块，GPS对时只需接GPS天线。
- **内置WIFI**：内置WIFI模块，可直接无线与PC通讯。
- **软件功能强大**：可完成各种自动化程度高的大型复杂校验工作，能方便地测试及扫描各种保护定值，进行故障回放，实时存储测试数据，保存报告等。9相电流可方便进行三相差动保护测试，12相输出可用于厂用电快切、备自投测试。

# 1.2 主要技术参数

NEPRI-R 系列继电保护测试仪具备多种常规型号，也可根据客户需求定制，各型号的技术参数除了电压电流输出相数不同，其他都相同。

| 型号 | NEPRI-R30 | NEPRI-R43 | NEPRI-R66 | NEPRI-R99 |
|---|---|---|---|---|
| 电压电流 | 4U3I | 4U3I | 6U6I | 9U9I |
| 相电流 | 0-10A | 0-30A | 0-30A | 0-30A |
| 重量 | 5KG | 17KG | 18KG | 19.8KG |

- **交流电流输出**

  相电流输出时每相输出（有效值） **0～30A** 输出精度 **0.1级**

  相电流长时间允许工作值（有效值） **10A**

  相电流最大输出功率 **450VA**

  频率范围（基波） **0～2000Hz**

  谐波次数 **1～40 次**

- **直流电流输出**

  电流输出 **0～±10A / 每相** 输出精度 **0.2级**

  最大输出负载电压 **20V**

- **交流电压输出**

  相电压输出（有效值） **0～120V** 输出精度 **0.1 级**

  线电压输出（有效值） **0～240V**

  相电压 / 线电压输出功 **80VA / 100VA**

  频率范围（基波） **0～2000Hz**

  谐波次数 **1～40 次**

- **直流电压输出**

  相电压输出幅值 **0～±160V** 输出精度 **0.2 级**

  线电压输出幅值 **0～±320V**

  相电压/ 线电压输出功率 **70VA / 140VA**

- **开关量**

  **10** 对开关量输入

  空接点　　**“0”：≤10kΩ；　“1”：≥20 kΩ**

  电位接点接入　**“0”：0 ～ +6V；　“1”：+11 V ～ +250 V**

  **8** 对开关量输出

  遮断容量　　**DC：250 V / 0.3 A；AC：250 V / 0.5 A**

  开出响应时间　**常规开出：≤1ms，快速开出：≤0.01ms**

- **时间测量范围**

  **0.1ms ～ 9999s** ，　　测量精度 ≤**0.1ms**

- **体积重量**

  **364mm×200mm×402mm** ，**19.8kg**（根据不同型号，重量略有下降）

NEPRI
国科电研

# 1.3 装置外观说明

◆ **装置前面板**

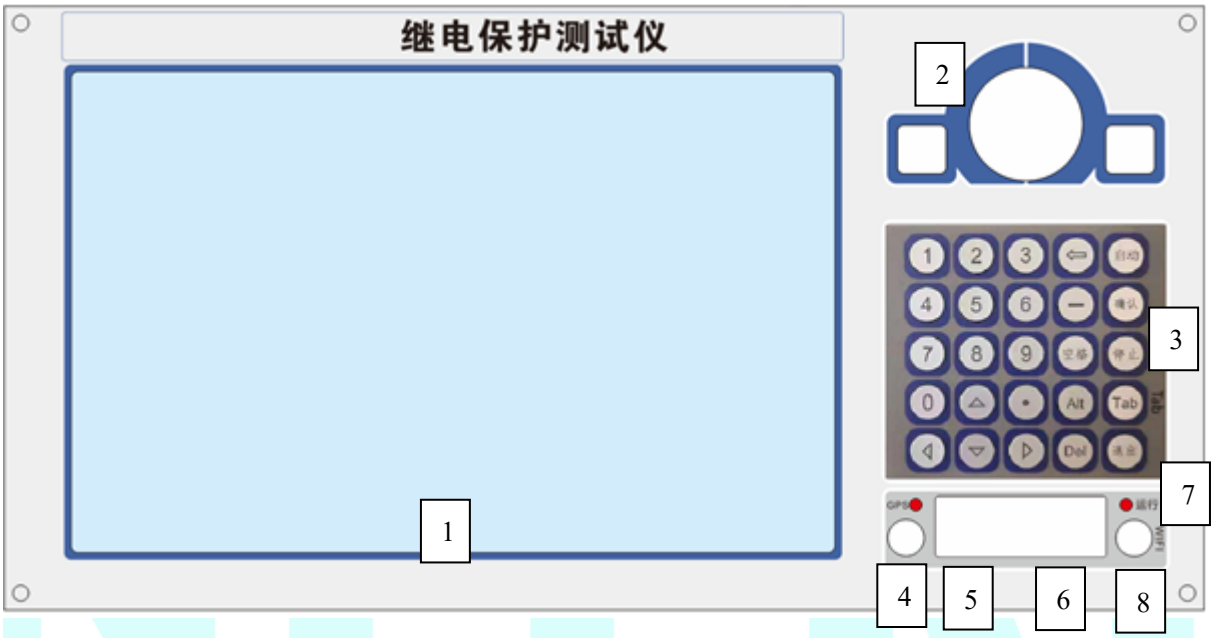



图 1-1 设备面板效果图

**1** TFT 10.1 寸真彩液晶显示屏，默认分辨率为 1280*800。

**2** 轨迹球鼠标，试验时的过程控制均可由其配合面板优化键盘完成。

**3** 面板优化键盘，使用方法：

**1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 . -** ：用于数字输入。

⇦：退格键，用于数字或文字输入时，退格删除前一个数字或字符。

**启动**：进入试验模块后，用于开始试验。

**确认**：回车、确认键。

**停止**：停止键，用于中途停止试验或取消选择等。

**Tab** ：Tab键，在“状态序列”模块中用于“按键触发”切换状态。

**退出**：退出/关机。用于关闭窗口、退出试验、关闭Winds操作系统。

**空格** ：空格键。

**▲ ▼ ◄ ►**：用于上、下、左、右移动光标或增、减参数数据。

**4** GPS 天线接口：接上 GPS 天线后，待卫星连接正常后，GPS 指示灯会按 1s 的频率闪烁。

**5** USB 接口：两个 USB 接口，可插 U 盘或 U 口鼠标、键盘。

**6** 网口：两个 RJ45 网口，可通过网线连接 PC 操作设备。

**7** 运行指示灯：设备输出启动后，该指示灯常亮。

**8** WIFI 天线接口：可通过 WIFI 连接 PC 操作设备。

### ◆ 装置后面板：

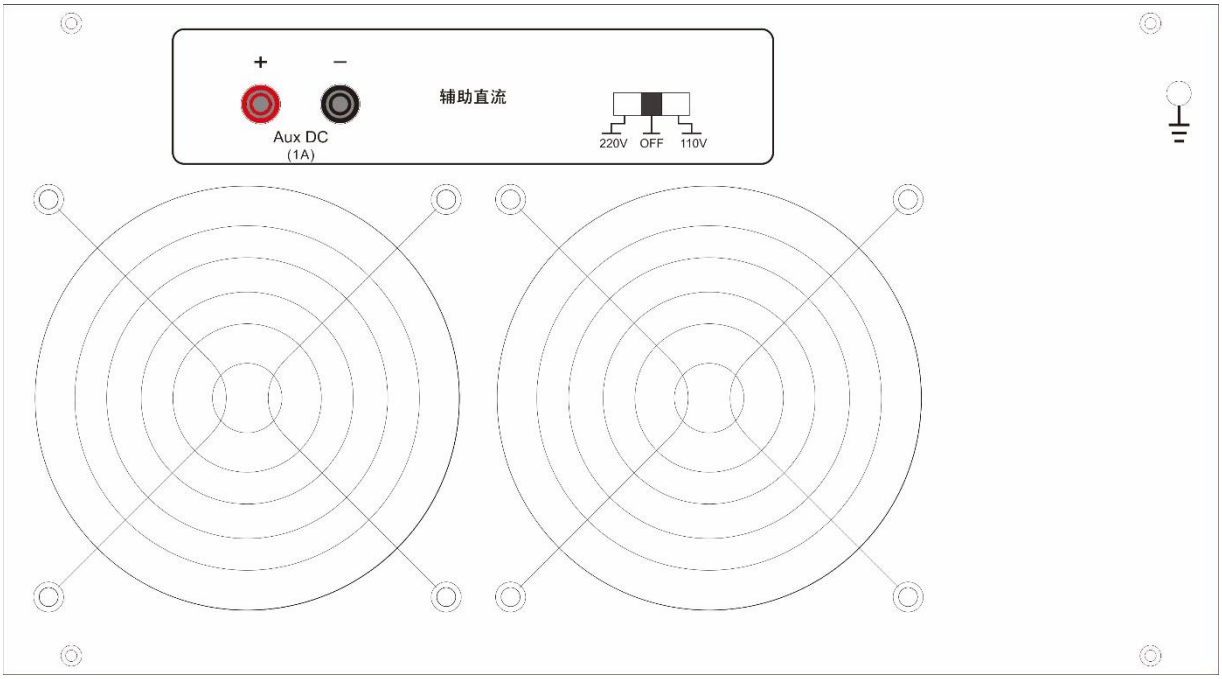



图 1-2 设备底板效果图

**1** 独立直流电源输出，可切换为 110V 或 220V，可作为现场试验电源；

**2** 风扇出风孔；

**3** 出厂时右侧空白处会张贴仪器铭牌。

### ◆ 左侧板

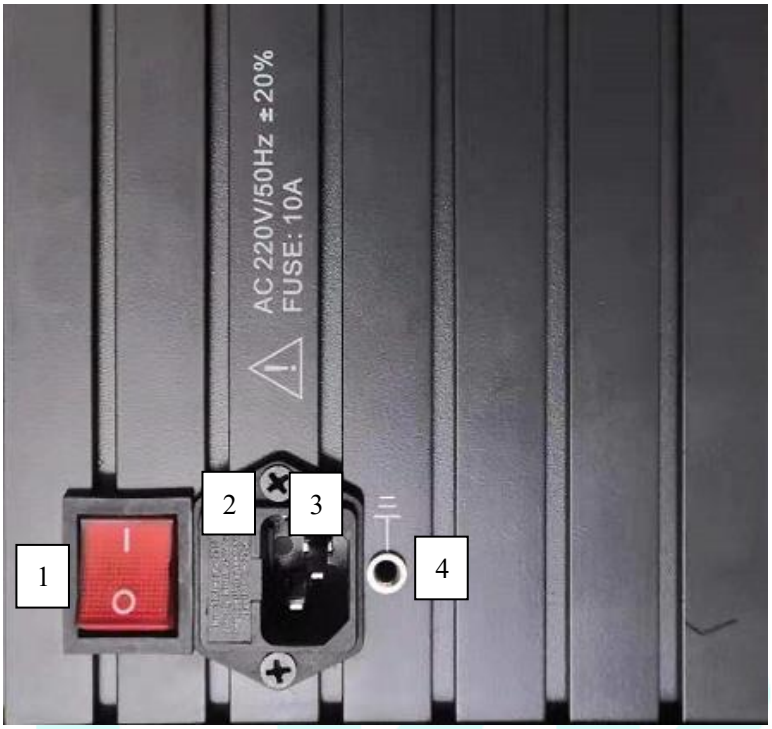



图 1-3 设备左侧板图

**1** 电源开关，上电开关合上后，红色灯亮。

**2** 保险管，内置 10A 保险管。

**3** 三脚电源插座，接 AC220V 电源。

**4** 接地端子。

## ◆ 开关量端子板

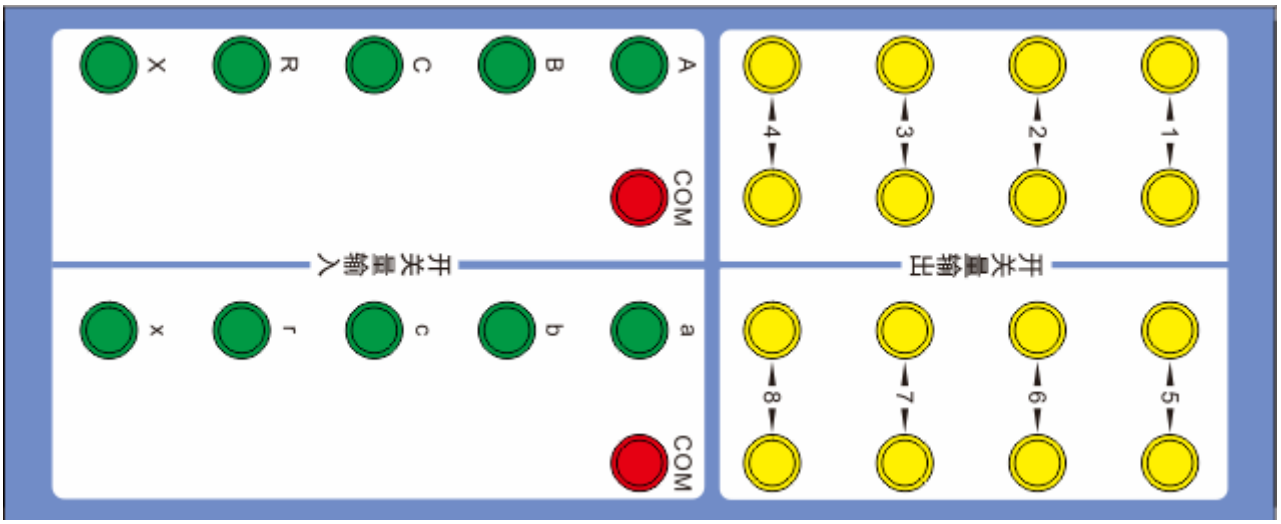



图 1-4 设备开关量端子图

**1** 开关量输出端子，输出为空接点，共 8 对，各开出量相互独立，1、2、3、4 位常规开出接点，5、6、7、8 为快速开出接点。

**2** 开关量输入端子，共 10 路。每 5 路共用一个公共端为 1 组，两组之间相互隔离。空接点和电位接点自适应，接电位接点时，高电平接 COM 端。

## ◆ 电压电流输出端子板

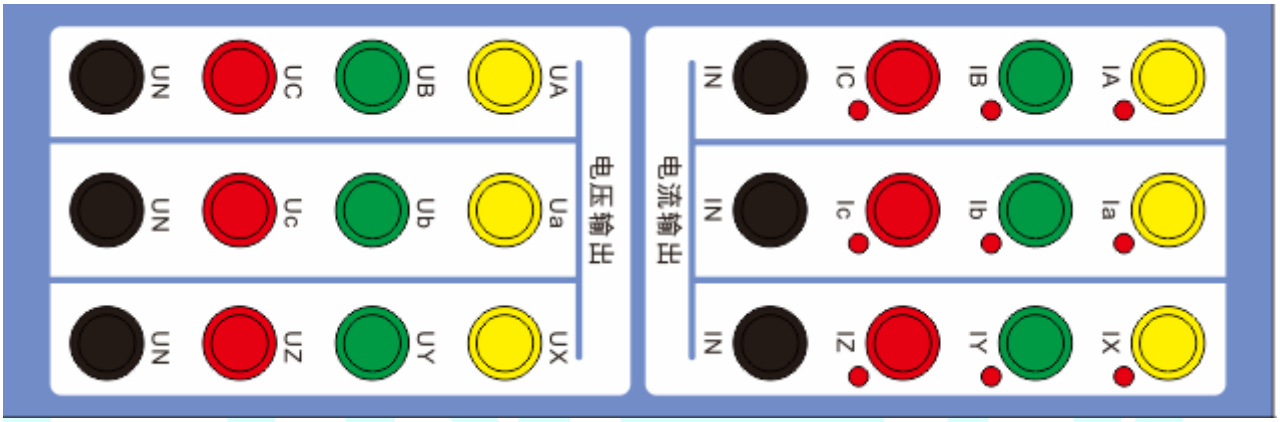



图 1-5 设备输出端子图

**1** 电流输出端子，端子上 3 个 IN 相通。电流输出带开路或过载保护功能，当某相电流输出＜0.3A 且开路时，该相电流输出端子旁的红色告警灯亮。当某相电流输出≥0.3A 且开路或过载时，设备内部会自动切断该相电流输出，需重新启动输出才能输出该相电流。

**2** 电压输出端子，端子上 3 个 UN 相通。电压输出带短路和过载保护功能，当电压输出短路或过载时，设备会自动整体停止输出。

# 2、软件界面简介

RT 系列测试软件界面简洁明晰，各功能区域分块明确。软件功能完备强大，操作简便。

## 2.1 界面说明

图 2-1 软件主界面图

### 2.1.1 菜单栏介绍

菜单栏是使用软件前首先要配置的，特别是安装后第一次使用。目前软件这部分共有 4 项，下面分别介绍。

**1、系统** 点击菜单“系统”选项，便进入系统设置。

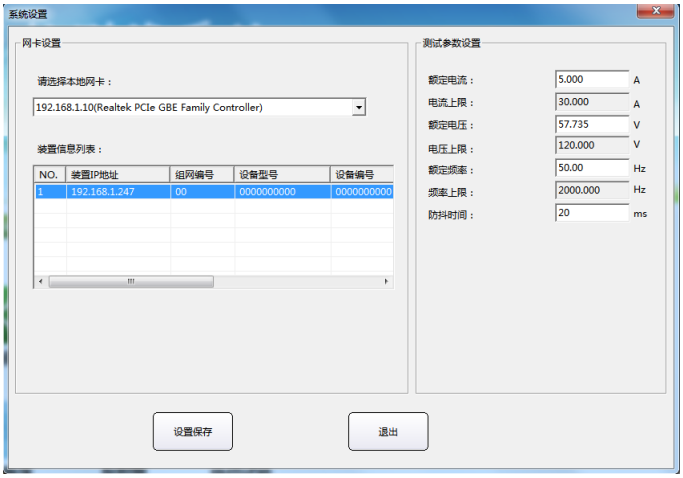



图 2-2 软件系统设置图

（1）首先配置网卡，选择测试仪所接本地网卡，如果通讯无误，则在“装置信息列表”中会找到测试仪的信息如上图的蓝色部分，选中此项。

（2）右侧的测试参数中，规定了额定电压，额定电流，额定频率,及其上限值，还有防抖时间，该参数会影响所有模块内的默认值。

（3）这些参数都配置完毕后，点击“设置保存”，即将界面配置信息保存到本地文件 sysInfo.ini 中，下次重新打开软件时，会按当前设置回显和配置。

（4）最后点击“退出”按钮，或者右上角的关闭键，即可退出此界面。

## 2、升级

点击菜单“升级”选项，便进入升级系统设置，用于下位机升级。

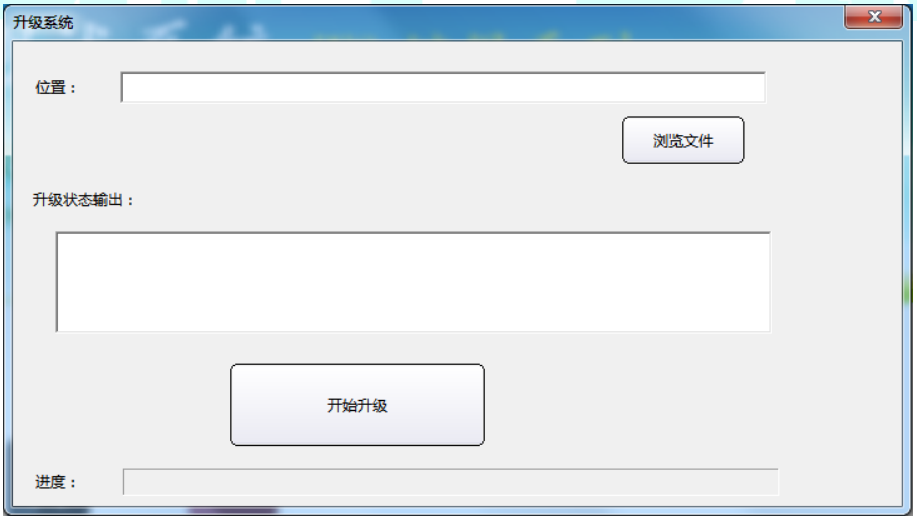



图 2-3 软件升级图

（1）首先点击“浏览文件”选择升级文件。注意下位机升级文件格式是.t00 格式的，找到相应的升

级文件后，单击“打开”即将升级文件载入，此时界面上的“位置”处显示我们的升级文件路径。（2）点击“开始升级”按钮，程序进入升级过程，升级过程的提示显示在“升级状态输出”的编辑框中，最后升级是否成功和结束都会有相应提示，根据提示操作即可。

**3、帮助** 点击菜单“帮助”选项，便可将此软件说明书打开，方便查阅。

**4、 联系** 点击菜单“联系”选项，便弹出公司联系方式。

## 2.1.2 功能模块区介绍

此部分是核心区域，各试验模块均在此，需打开某个试验模块时，鼠标左键单击即可。

## 2.1.3 辅助功能区介绍

为了方便操作，将几个常用功能放在主界面上，直接点击进行相应功能。

### 1、 WiFi 设置

点击进行 WiFi 的使用设置，包括路由器模式和终端模式。每次启动软件时，软件自动恢复运行上次关闭时的状态。如果是路由器模式，则软件启动后自动建立上次的热点，并在最下方提示出模块状态。如果是终端 WiFi 模式，则软件启动后自动去连接上次连接的 WiFi 信号，并在最下方提示出模块状态。如果不成功则有 3 次重发机会，如果重发完依然不成功，则判断失败，需要手动设置了。

终端模式时，为了减少使用过的 WiFi 密码重复输入，程序会自动记录 20 组 WiFi 密码。

**（1）路由器模式**

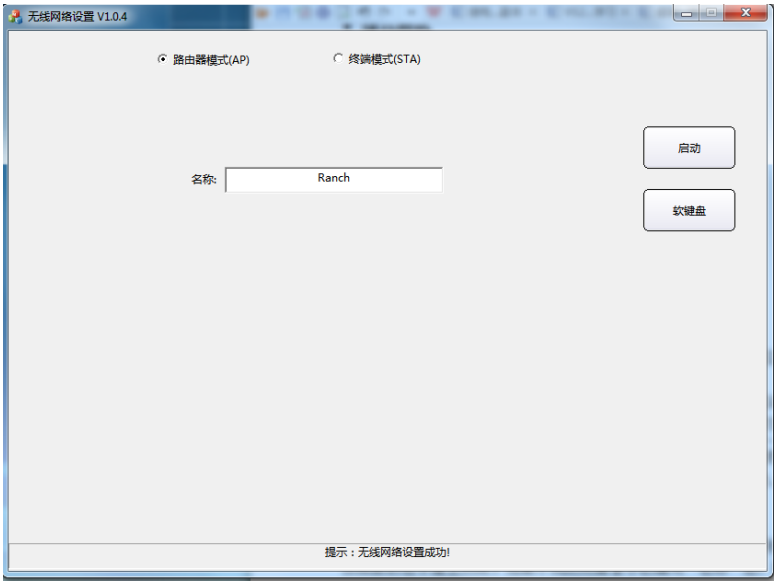



图 2-4 WIFI 设置图

（1）软件启动后自建上次的热点，如果成功则可以使用，如果想修改则修改“名称”，点击“启动”即按照新的名字建立热点。如果不成功则需要手动填写“名称”后，单击“启动”即可根据提示看是否设置成功。

（2）成功建立热点后，不同的终端搜索 WiFi，选择所设置的名称信号，无密码直接连接即可。这样各终端就在此热点所建立的局域网里了。这时可以用笔记本连接此 WiFi，然后通过笔记本进行软件操作，不需要网线，只要与测试仪保持一定距离内就可安全稳定的操作软件控制测试仪输出。

**（2）终端模式**

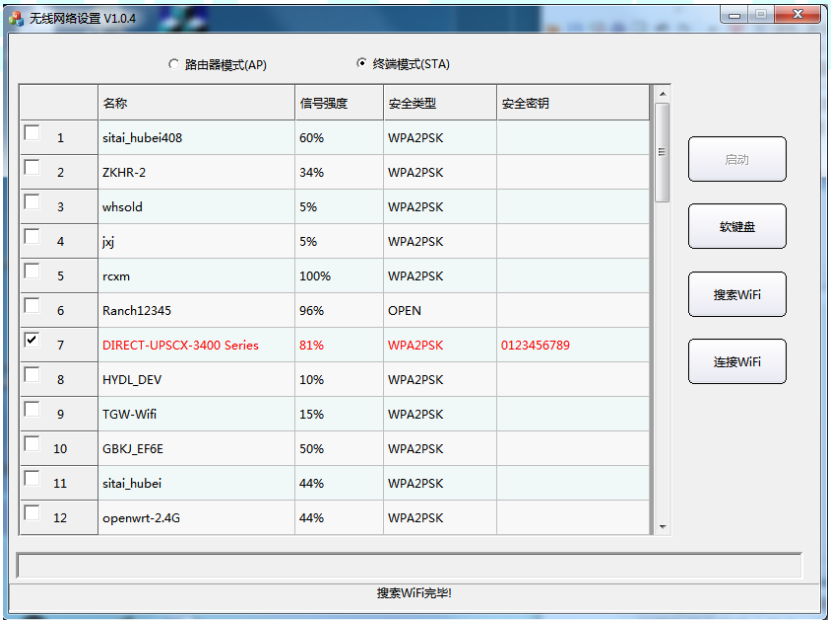



图 2-5 WIFI 搜索图

软件选择“终端模式”时，首先要点击“启动”来搜索附近 WiFi 信号，如果有则会显示到列表中；

选择需要连接的信号，输入相应密码后，回车。则选中项变红色如图所示。再点击“连接 WiFi”按钮，界面最下方有运行提示，连接成功如界面所示，下方提示的还有 WiFi 的名字，被分配的 IP 及其子网掩码。

图 2-6 WIFI 成功连接图

如果此 WiFi 可以上网，则仪器连上此信号后既可以上网传递文件了。

如果要刷新列表，点击“搜索 WiFi”即可将附近信号加入列表。

## 2、网卡配置

功能是弹出“系统”界面，进行相应的网卡选择。

## 3、下位机升级

功能是弹出“升级”界面，进行相应的下未及升级。

## 4、恢复出厂设置

功能是将各模块参数全部恢复成默认设置。

### 2.1.4 状态栏

主要是一些公司信息，包括公司名字、网址、电话、版本号。

NEPRI
国科电研

# 2.2 试验界面菜单栏中常用功能介绍

菜单栏中常用的菜单项，在各个测试模块中其名称或符号相同，定义的意义和功能也基本相同。

- ：打开模板，用于从指定文件夹中调出已保存的试验参数，将参数回显到软件界面上。点击该功能，指向当前模块的试验参数保存的默认路径：Template 文件夹，可以根据需要手动选择要打开的文件名。这个功能的主要作用是，用户将自己专门保存的模板重新导回界面，减少再去重新配置的工作量。
- ：保存模板，用于将软件界面上用户所设定的试验参数保存进某文件中，以便将来可以用“打开模板”功能再次调出使用。点击该功能，指向当前模块的试验参数保存的默认路径：Template\test.st（默认文件名），可以根据需要手动修改自己想命名的名字，如果有相同文件名的会将原来的覆盖掉。这个功能的主要作用是，用户将自己专门设置的参数保存到模板中，以后需要用到此模板，直接导入即可，不用再重新配置。
- ：启动试验，用于启动输出，功能与键盘上的启动键相同。
- ：停止试验，用于停止输出，功能与键盘上的停止键相同。
- ：手动增加，按此键手动增加变量的值一个步长量。其功能与测试仪键盘上的向上方向键相同。
- ：手动减少，按此键手动减少变量的值一个步长量。其功能与测试仪键盘上的向下方向键相同。
- ：生成测试报告，若试验结束后在弹出试验报告时未保存，可以点此功能按钮重新生成报告。
- ：查看测试报告，可以查看保存的历史报告。
- ：故障录波和波形监视，可以打开波形监视窗口，显示实时输出波形，界面如下图，。

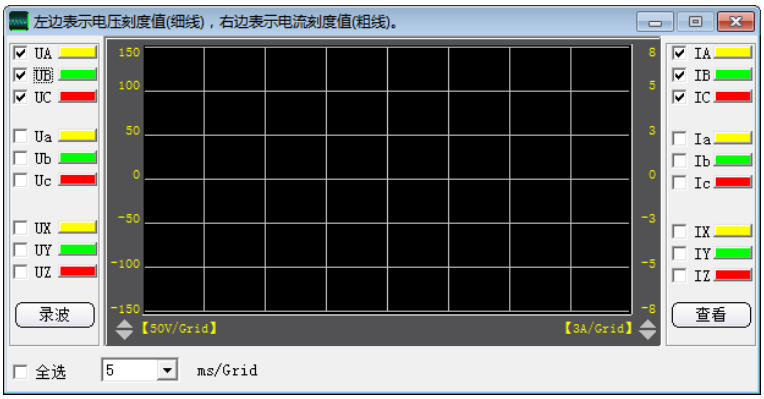



图 2-7 波形监视界面

● ：添加状态，在“状态序列”和“谐波状态”模块中用于增加状态。

● ：删除状态，在“状态序列”和“谐波状态”模块中用于删除指定状态，状态存在个数最少为 1。

● ：短路计算，用于计算短路参数，在“交流试验”和“状态序列”等试验模块均有用到。可以根据故障参数定值设置后点击“确定”按钮，则会自动根据故障参数计算出电压电流的幅值、相位并以此来设置该组参数。

NEPRI 国科电研

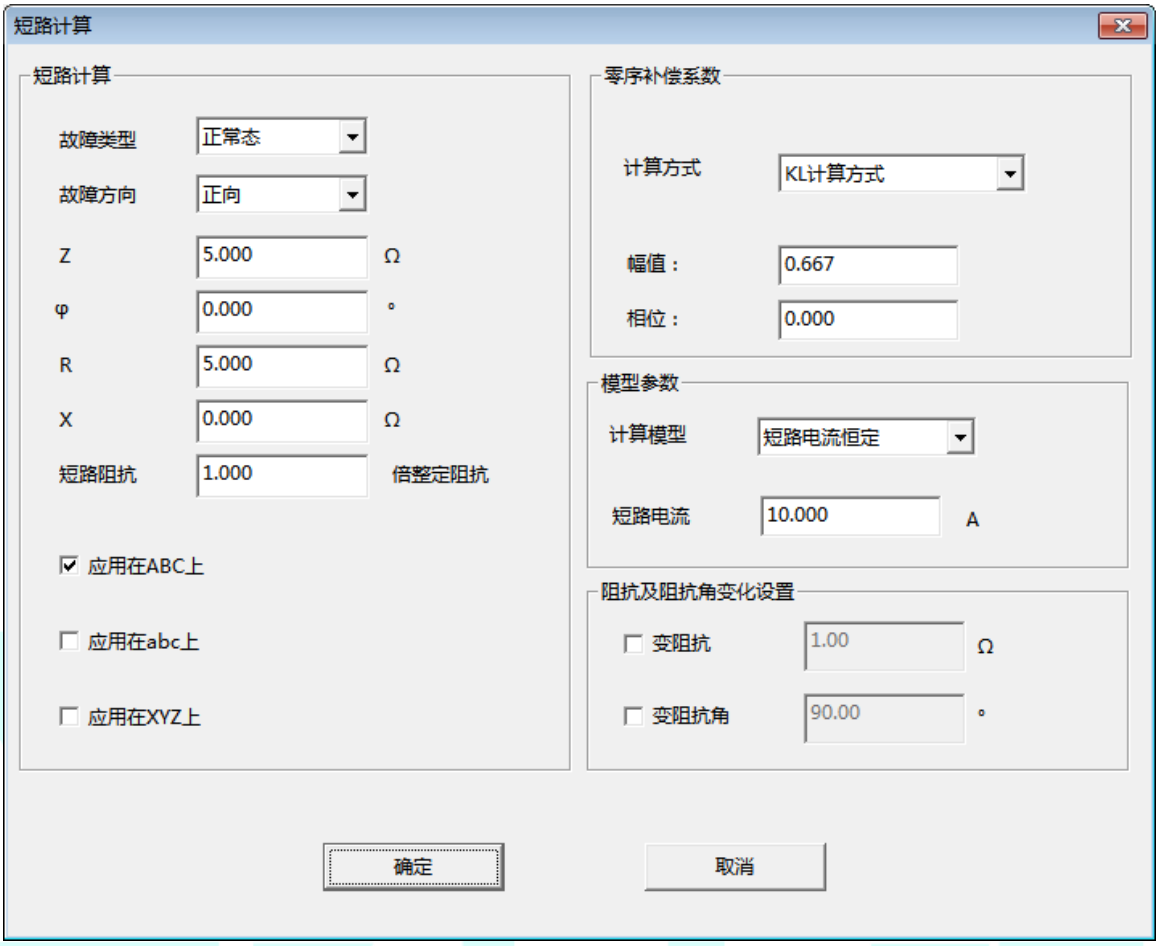



图 2-8 短路计算图

● ：按键触发故障，在有按键触发故障的试验模块中，用此功能按钮手动触发故障，同键盘上的“TAB”键。

● ：恢复供电，在“备自投”模块中用于恢复故障前状态。

# 3、交流试验

本模块是一个通用型测试模块，最多可以灵活控制输出 9 相电压和 9 相电流，能充分满足各种要求下的测试要求。

通过设置相应的电压或电流为变量，赋予变量一定的变化步长，并且选择合适的试验方式（有“手动”、“自动增加”和“自动减少”三种试验方式），方便地测试各种电压电流保护的动作值、返回值，以及动作时间和返回时间等，并自动计算出返回系数。

该试验模块按图 3-1 分为主要分为 7 个区域，下面针对这 7 个区域一一说明。

**PS：后续很多模块的设置内容都与交流试验内的相同或近似，不再一一说明。**

图 3-1 交流试验界面图

# 3.1 电压电流参数设置

在此区域内可直接键入电压、电流的幅值、相位和频率，按“确认”键或将鼠标点至其它位置，被写入的数据将自动保留有效数字位。其中电压的单位默认为“V”，电流的单位默认为“A”，相位单位默认为“°”，频率单位默认为“Hz”。

交流电压单相最大输出 120V。当需要输出更高电压时，可将任意两路电压串联使用。例如：设 UA 输出 120V、0°，UC 输出 120V、180°，则 UAC 输出的有效值为 240V。

交流电流单相最大输出 30A。若要输出更大电流，可将多路电流并联使用，并联使用时各相的相位应相同。采用大电流输出时，应尽量用较粗、较短的导线，并且输出的时间尽可能短。

鼠标右键单击电压或者电流的幅值，会出现等幅值、额定值、最大值、最小值选项，选择等幅值时，该组电压的其他两相会与此相幅值相同。选择额定值、最大值时，会自动将该相幅值设置为主界面上系统设置内的值。选择最小值时，该相幅值会置 0。

鼠标右键单击电压或者电流的幅值，会出现等幅值、额定值、最大值、最小值选项，选择等幅值时，该组另外两相会与此相幅值相同。选择额定值、最大值时，会自动将该相幅值设置为主界面上系统设置内的值。选择最小值时，该相幅值会置 0。

鼠标右键相位值时，会出现正序、负序选项，选择某个选项，该组三相的相位会以此相位为基准置为正序或负序。

鼠标右键单击频率值时，会出现等幅值、额定值、最大值、最小值选项，选择等幅值时，该组另外两相值与此相频率相同。选择额定值、最大值时，会自动将该相频率设置为主界面上系统设置内的值。选择最小值时，该相频率会置 0。

# 3.2 试验参数设置

## 3.2.1 变化方式

当变化模式选择“手动变化”时，各变量的变化完全由手动控制，手动按一下工具条上的上下箭头或者面板键盘上的上下方向键，各变量将加、减一个步长量。也在试验过程中也可以任意设置，输出会即时按设置变化。

保护动作时，测试仪会记录下所需记录的动作时间和动作值。如果还需要测保护的返回值，这时反方向减小或增加变量至保护接点返回，记录下所需记录的返回时间和返回值。

该方式下还有“自动增加”或“自动减少”。开始试验后各变量将自动按步长递增或递减，增减的时间间隔可以在“变化间隔”设定时间。若设置有间断时间，则每持续一个变化间隔后，输出停止一个间断时间。当保护动作时，自动记录所需记录的量。如果选“动作停止”，装置测得动作时间和动作值后将自动停止试验；如果选择“动作返回”，在测得动作时间后，装置将自动转换方向，反向变化各变量，直到装置接点返回，从而测量出返回时间和返回值。

## 3.2.2 动作过程

动作停止，当选择此模式时，试验过程中测试仪开入量收到动作信号后就自动停止试验，此时测试仪记录下接点动作情况。

动作返回，当选择此模式时，试验过程中测试仪开入量收到动作信号记录下动作时间，反向加步长到测试仪开入量收到返回信号后停止试验，此时测试仪记录下接点的动作情况和返回情况。

## 3.2.3 开入逻辑

逻辑或，所有选中的开入量是“或”关系，即只要有一个开入量变化就表示有开入信号。

逻辑与，所有选中的开入量是“与”关系，即必须全部开入量变化进来才表示有开入信号。

### 3.2.4 持续时间

持续时间是指在自动方式时每一步长变化的持续时间，一般做保护动作试验时，持续时间必须比保护动作的时间长，以便保护能够可靠动作。

### 3.2.5 间断时间

间断时间是指在自动方式时每一步长变化的间隔时间，在此时间内设备输出值为 0。

NEPRI
国科电研

# 3.3 开出量设置

开出量设置可以在“分”上直接左击，会自动由“分”变为“合”，对应 8 对开出量的状态。这个操作可以在试验启动前进行，也可以在试验过程中操作。

# 3.4 变化方式设置

此处可以设置按步长变化的方式，有三种，分别为按相分量步长变化、按序分量步长变化、按线分量步长变化。

## 3.4.1 按相分量步长变化

当变化模式方式选择“相分量步长变化”时，下方的变化步长设置区以每相电压、电流作为变化量，变化时直接将电压电流参数设置区的相电压、相电流按照设置步长变化。

## 3.4.2 按序分量步长变化

当变化模式方式选择“相分量步长变化”时，下方的变化步长设置区以每组电压、电流的序分量，包括正序分量、负序分量和零序分量作为变化量。其中，每三相电压或电流为一组（ABC、abc、XYZ 分别为一组）。

此时，在步长变化区变为设置序分量步长，如下图 3-2.

| | 幅值步长 | 相位步长 | 频率步长 |
|---|---|---|---|
| ☑ U+ | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☑ U- | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☑ Uo | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☐ u+ | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ u- | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ uo | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ u+' | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ u-' | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ uo' | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ I+ | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ I- | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ Io | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ i+ | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ i- | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ io | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ i+' | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ i-' | 0.100 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ io' | 0.100 | 0.00 | 0.000 |

图 3-2 按序分量步长变化图

上图中，U+、U-、UU+、U-、U0 为 UA、UB、UC 这一组电压的序分量，u+、u-、u0 为 Ua、Ub、Uc 这一组电压的序分量，u+`、u-`、u0`为 UX、UY、UZ 这一组电压的序分量，其他电流的序分量对应方式与电压一致。

### 3.4.3 按线分量步长变化

当变化模式方式选择“线分量步长变化”时，下方的变化步长设置区以线电压作为变化量。此时，在步长变化区变为设置线电压步长，如下图 3-3。在按线分量步长变化时，只有线电压的变化。

| | 幅值步长 | 相位步长 | 频率步长 |
|---|---|---|---|
| ☐ UAB | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☐ UBC | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☐ UCA | 0.000 | 1.00 | 0.000 |
| ☐ Uab | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ Ubc | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ Uca | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ UXY | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ UYZ | 1.000 | 0.00 | 0.000 |
| ☐ UZX | 1.000 | 0.00 | 0.000 |

图 3-3 按线分量步长变化图

# 3.5 测试结果记录

测试结果记录区分为 4 个页面，可在下方选择。

## 3.5.1 测试结果

在此页面会记录每个开入量的动作时间、返回时间以及每一相电压电流的动作值和返回值，其中动作时间是指在启动输出后，开入量状态有变化的时间，动作值是有开入动作时刻各相电压电流的输出值。返回时间是指开入量恢复为启动输出时初始状态的时间，返回值是有开入动作时刻各相电压电流的输出值。返回系数=返回值/动作值，是一个没有单位的量。在试验过中，所有输出电压、电流的幅值、相位和频率任何有任何变化均会重新开始计时。所有开入量均默认为有效，可通过每个开入量前的勾选框来选择该开入量是否有效。当一次试验过程中，若某个开入量多次动作，此处只记录最后的一次动作。在此记录的时间单位为 ms。

## 3.5.2 序分量显示

在此页面见图 3-4，会根据电压电流参数设置区内的电压电流的幅值和相位来自动计算所有序分量，对应关系见 3.4.2。

| 序号 | 电压序分量 | 幅值(V) | 相位(°) | 电流序分量 | 幅值(A) | 相位(°) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 【正序】U+ | 57.735 | 0.00 | 【正序】I+ | 1.000 | 0.00 |
| 2 | 【负序】U- | 0.000 | 180.00 | 【负序】I- | 0.000 | 180.00 |
| 3 | 【零序】Uo | 0.000 | 0.00 | 【零序】Io | 0.000 | 0.00 |
| 4 | 【正序】u+ | 57.735 | 0.00 | 【正序】i+ | 1.000 | 0.00 |
| 5 | 【负序】u- | 0.000 | 180.00 | 【负序】i- | 0.000 | 180.00 |
| 6 | 【零序】uo | 0.000 | 0.00 | 【零序】io | 0.000 | 0.00 |
| 7 | 【正序】u+' | 57.735 | 0.00 | 【正序】i+' | 1.000 | 0.00 |
| 8 | 【负序】u-' | 0.000 | 180.00 | 【负序】i-' | 0.000 | 180.00 |
| 9 | 【零序】uo' | 0.000 | 0.00 | 【零序】io' | 0.000 | 0.00 |

测试结果 序分量显示 线分量显示 功率显示

图 3-4 序分量显示图

## 3.5.3 线分量显示

在此页面见图 3-5，会根据电压电流参数设置区内的电压的幅值和相位来自动计算所有序

分量，对应关系 3.4.3。

| 序号 | 名称 | 幅值(V) | 相位(°) |
|---|---|---|---|
| 1 | UAB | 100.000 | 30.00 |
| 2 | UBC | 100.000 | -90.00 |
| 3 | UCA | 100.000 | 150.00 |
| 4 | Uab | 100.000 | 30.00 |
| 5 | Ubc | 100.000 | -90.00 |
| 6 | Uca | 100.000 | 150.00 |
| 7 | UXY | 100.000 | 30.00 |
| 8 | UYZ | 100.000 | -90.00 |
| 9 | UZX | 100.000 | 150.00 |

测试结果 | 序分量显示 | 线分量显示 | 功率显示

图 3-5 线分量显示图

## 3.5.4 功率显示

在此页面见图 3-6，会根据电压电流参数设置区内的电压的幅值和相位来自动计算所有 9 相输出的有功功率、无功功率、视在功率、功率因数信息。

| 序号 | 名称 | A相 | B相 | C相 | a相 | b相 | c相 | X相 | Y相 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 功率因数 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 2 | 有功功率(W) | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 |
| 3 | 无功功率(Var) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 视在功率(VA) | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 | 57.735 |

测试结果 | 序分量显示 | 线分量显示 | 功率显示

图 3-6 功率显示图

记录的内容非常丰富，目前有 4 个部分。“动作测试结果”部分包括动作时间和返回时间；“序分量显示”部分包括了 UA/Ua/IA/Ia 的序分量解析，分为赋值和相位；“线分量显示”部分包括 9 路线电压的赋值和相位；“功率显示”部分包括 9 相及其总和的输出。

接入保护的动作接点的时候，一端接测试仪公共端，另外一端接开入 A、B、C、R 等任一个。需要注意的是当接点是带电位的时候，一定要把正电位接入公共端。

开入量 A、B、C、R 等均默认有效，互为“或”的关系，不需要某个开入量时，可选择关闭。试验时，保护的跳、合闸接点可接至任一路开入量中（在线路保护中，软件默认开入 R 为重合闸信

号接入端）。开入公共端（红色端子）在接有源接点时，一般接电源的正极端。只要测试仪接收到某路开入量的变位信号，即在该开入量栏中记录下一个时间。

如果有多路开入量变位，各路中将会记录各自的时间。

NEPRI
国科电研

# 3.6 变化步长设置

在此区域内可选择所有 18 相输出的任意一路或多路的幅值、相位、频率变化，通过每一相符号前的勾选框来选择该相是否变化。在勾选后，变化幅值、相位和频率则用数值来设置，步长设为 0 时，则表示该项不变化，步长设置值不为 0 时，则表示该项变化，被选中变化的这一项会同时在电压电流设置区内以红色显示，如图 3-7。图中，UA 的相位、UB 的幅值、UC 的频率设置了按步长变化，电压电流设置区内的对应位置以红色显示。

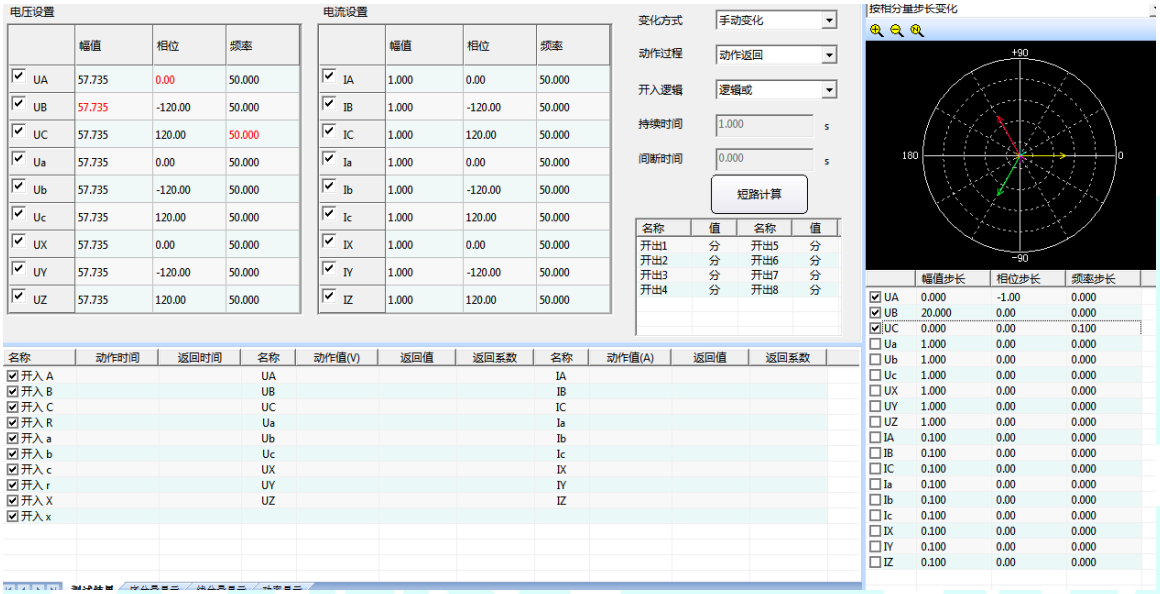



图 3-7 按步长变化示例图

设置步长时还可以利用鼠标右键来进行快捷设置，右键单击任何一个步长，会显示等步长和一些典型步长值的选择。

# 3.7 状态显示栏

在此区域内会显示设备当前的状态，在启动输出后，运行时间会开始计时，直到停止输出，开入量状态会显示开入量动作和返回情况，红色表示动作，蓝色表示动作且已返回。灰色表示无任何动作。如图 3-8 中，开入 C 表示动作，开入 R 表示动作且已返回，其他开入量无动作。

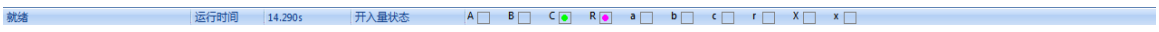



图 3-8 状态显示栏示例图

# 4、状态序列

状态序列可以输出多个连续状态的序列，用于用户自定义测试过程。对于每个单独的状态，允许设置该状态下的幅值、相位、频率和开出量以及相应的触发条件。并指定触发条件来控制每个状态的翻转，每个状态单独测量和记录测试对象的动作时间和返回时间。试验开始后，各独立状态根据触发条件依次输出，用于执行完整的测试过程。

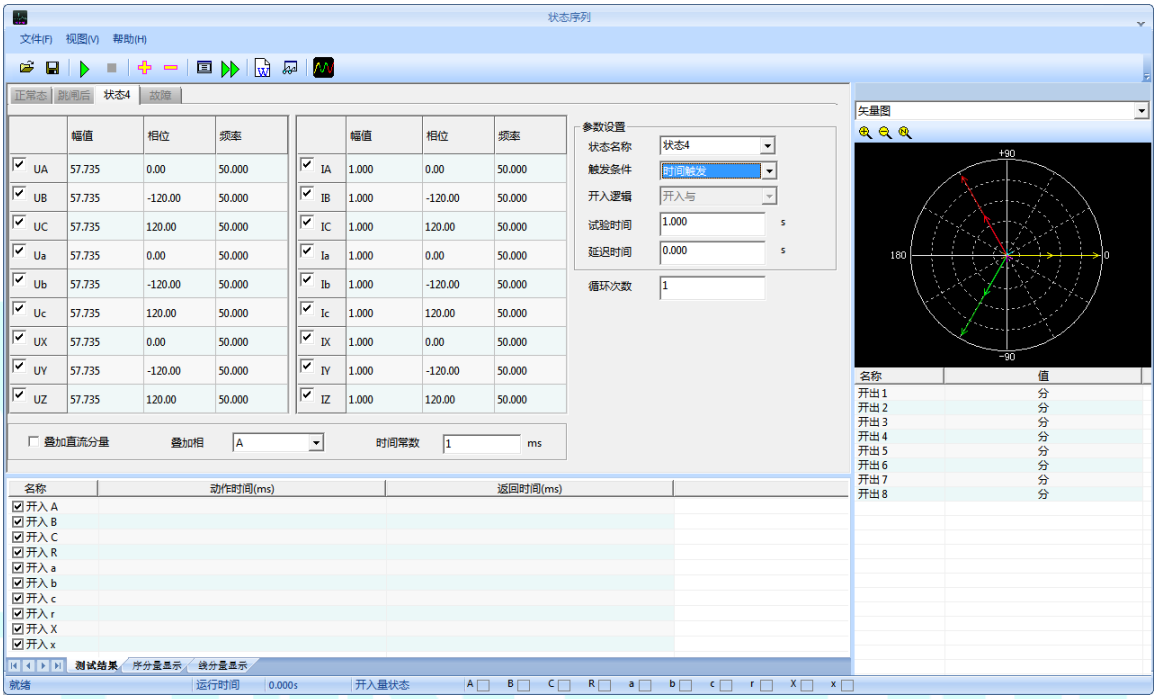



图 4-1 状态序列界面图

按“＋”、“－”按钮可以添加新状态或删除当前状态，添加新状态时，默认添加到选中状态之后。需要删除某状态时，先用鼠标点击该状态，切面切换至此状态，再按“－” 按钮即可。每个状态可以单独设置参数，各参数使用见下面介绍。

## 1、状态名称

因为该测试模块常用来做“重合闸及后加速”试验，在状态名下拉菜单中，软件已定义了 “正常态”、“故障”、 “跳闸后”等 3 个默认的状态名，供试验人员选择。用户也可根据需要，直接在方框内键入自定义的状态名。

## 2、触发条件

此条件为状态翻转条件，它们是由当前状态翻转进入下一个状态的条件。

### （1）时间触发

当选择该触发方式时，可以根据实际需要，在“试验时间”设置一定的时间。试验时，在该状

态持续设置时长后自动进入下一状态。

**（2）开入量触发**

选中该触发方式时，测试仪的所有开入量都将有效。测试仪检测到开入量动作时，即翻转至下一状态，此时开入量返回不触发翻转。

为防止接点“抖动”而影响试验，在该触发方式下一般应设置一定的“延迟时间”。

**（3）按键触发**

选“按键触发”时，试验期间，当状态翻转至该状态时，通过手动点击界面上的 按钮或按测试仪面板上的“Tab”键来实现状态触发翻转。这是手动控制试验进程的一种有效方式。

**（4）GPS 触发**

选择 GPS 触发时，利用 GPS 时钟的秒脉冲触发，实现多台测试仪的同步测试。

### 3、开入逻辑

开入逻辑在选择触发条件为开入量触发时开放设置。选择“开入或”，表示所有的勾选的开入量任意一个动作即翻转至下一个状态。选择“开入与”，表示所有的勾选的开入量全部动作才翻转至下一个状态。

### 4、试验时间

在“时间触发”时，设置此值表示本状态持续时间；在“GPS 触发”时，会自动变为时钟设置，设置 GPS 对时时间，到达此时间时触发。

### 5、延迟时间

“延迟时间”是指触发（包括所有的触发条件）后延时进入下一状态，该时间可用于模拟变位保护开关跳闸或合闸的延时。

### 6、循环次数

循环次数设置为 1 时，表示按照设置的状态输出完成后即结束该次试验。设置为 n 次时，在照设置的状态输出完成后会重新开始从第一个状态开始输出，完成循环，直至完成所有的循环次数。主要用于测试保护装置反复动作情况。

### 7、开出量状态

在每个状态中均可设定所有开出量的输出状态，每个状态下的开出量状态可以单独任意设置。

### 8、结果记录

会在每个状态分别记录该状态下的所有开入量的动作和返回时间，每个状态单独启动计时。

# 5、谐波试验

本模块用于输出在基波基础上叠加任何谐波组合（或谐波组合+直流）的测试信号。允许在 4 路电压通道、3 路电流通道同时定义 2—33 次的谐波(或谐波+直流)输出，每个通道的谐波组合比例可独立设置。可实现测试信号的静态输出、手动或自动对某一输出通道的某次谐波（或基波）幅值递变，同时在谐波输出过程中，可响应开入，并记录动作时间和返回时间。

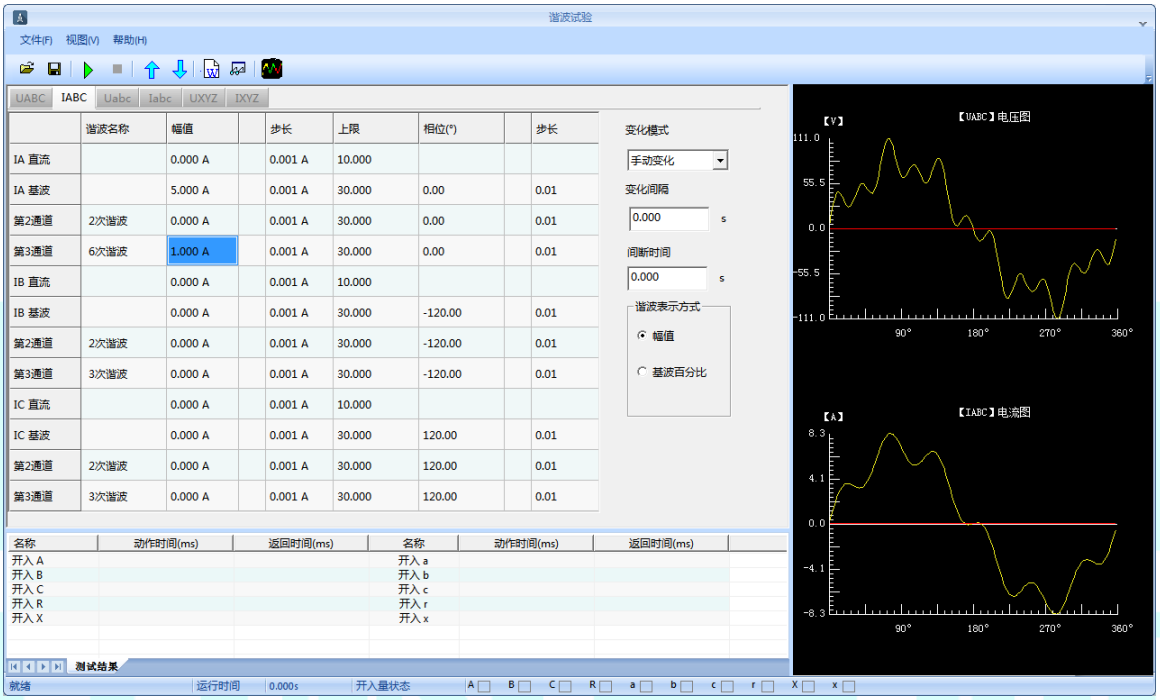



图 5-1 谐波试验界面图

本模块里基波和谐波的频率取决于系统设置内的额定频率，基波默认为 50hz。改变系统设置中的额定频率时，基波频率会随之变化，谐波频率为基波频率的整数倍。

谐波表示方式有两种表示方式，当选择“幅值”时，谐波值直接设置，单位为“V”/“A”。选择“基波百分比”时，设置%比，谐波的幅值=基波幅值*设置%。本模块里每路电压或电流可以叠加任意两个频次的谐波。

各相电压的直流电压输出范围是-160~160V，直流电流基波和谐波的输出范围是 0~120V；各相电流的直流输出范围是-10~10A，基波和谐波的输出范围是 0~30A。

在同一个通道中叠加的波形有效值总和不能超过 120V（30A）。若超出范围，软件将给出超出范围提示，此时请检查输入数值或检查数据变化后总幅值是否已经超过了 120V（30A）。

# 6、差动保护

该模块用于对变压器、发电机、母线等差动保护设备测试，完成差动保护比例制动边界测试、差动保护比例制动定点测试、差动保护谐波制动边界测试、差动保护谐波制动定点测试。该模块由差动保护比例制动边界测试、差动保护比例制动定点测试、差动保护谐波制动边界测试、差动保护谐波制动定点测试四部分组成。

## 6.1 基本参数设置

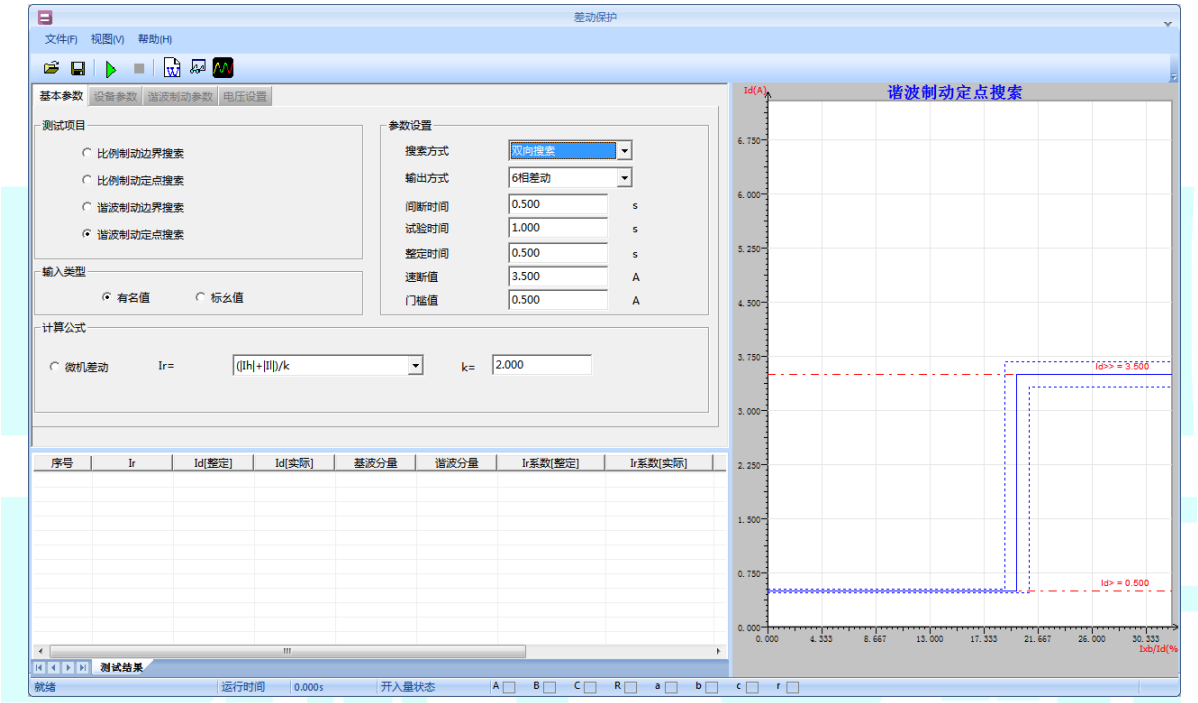



图 6-1 差动保护基本参数设置界面图

### 6.1.1 测试项目

软件提供了“比例制动边界搜索”、“比例制动定点搜索”、“谐波制动边界搜索”、“谐波制动定点搜索”四种测试项目。“比例制动边界搜索”指的是把整个差动保护的动作边界都搜索出来，也就是右边所示的保护的整个动作曲线的搜索；“比例制动定点搜索”是指对用户所关心的某一个点的动作情况进行搜索，看这一点的动作情况是否正确；“谐波制动边界搜索”和“谐波制动定点搜索”的含义和比例制动的含义一样，也就是分别搜索保护的谐波的整个动作边界和某一定点的保护动作情况。

## 6.1.2 输入类型

有有名值、标么值两个选项，选为标么值时，标幺值=有名值/基准值。其中基准值一般为变压器高压侧二次额定电流。

## 6.1.3 参数设置

### 1、搜索方式

可选“单向搜索”和“双向搜索”方式。

**单向搜索：** 从起点开始，按所设置步长从变化初值向变化终值的方向一步一步进行搜索，当搜索至某个点时保护动作，则认为搜索到动作点，打下一个点后结束该条搜索线的搜索并进入下一条搜索线搜索。采用单向搜索可在最大程度上减少保护装置动作次数，但如果测试精度设置高，测试速度较慢，要提高测试速度要以牺牲测试精度为代价，所以采用单步逼近搜索方案需合理设置测试精度。

**双向搜索：**双向搜索也叫二分法。先测试搜索起点（在非动作区）和终点（在动作区）的动作情况之后，取二者的中点进行测试，如果动作，则将该点取代终点，如果不动作，则将该点取代起点，再取起点和终点之中点进行测试，如此不断推进，一直搜索至所取最后两个测试点之间差值在“分辨率”范围之内才认为找到动作边界点。双向搜索可为常用扫描方式，其效率高，能设置极高测试精度，缺点是装置动作次数较多。

### 2、输出方式

可选“3 相差动”“6 相差动”、和“9 相差动”三种方式。

选择“3 相差动”输出 IA,IB,IC 或 6 相差动”IA,IB,IC,Ia,Ib,Ic。分别对应三相差动和六相差动，其中六相差动接线简单，理论清晰，使用范围广。“9 相差动”只适用于 RT-900 型号的测试仪，用于测试三卷变压器，一次接线可自动完成高、中和高低之间的差动保护测试，测试过程和参数设置方法与“6 相差动”完全一样。

三种方式的接线图如下：

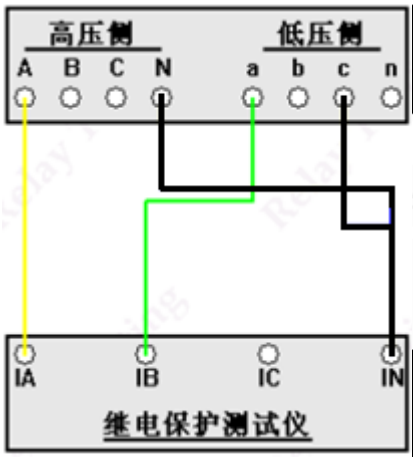
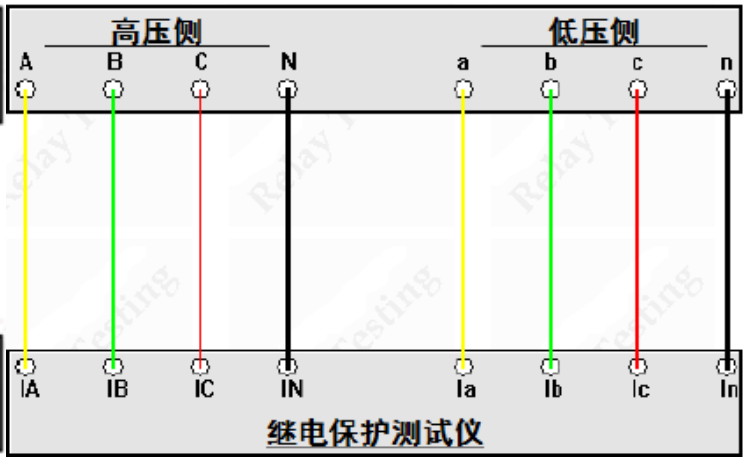
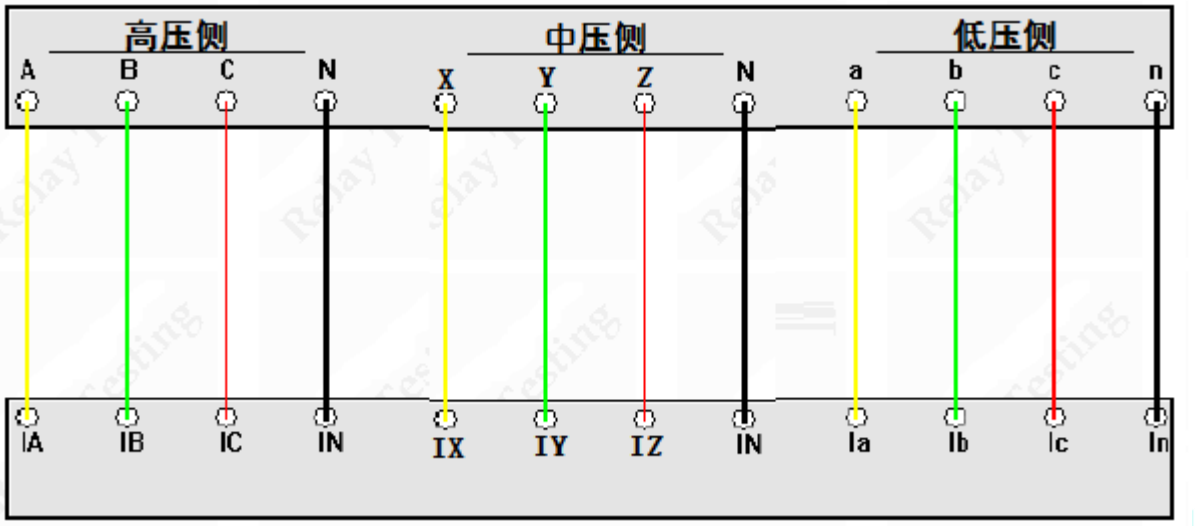



图 6-2　3 相差动接线方式图




6-3　6 相差动接线方式




6-4　9 相差动接线方式

### 3、试验时间设置

**间断时间：**间断时间指的是测试仪输出一个故障到下个一个故障之间的一个时间，在这个时间里测试仪不输出任何状态量。

**保持时间：**指测试仪每步输出的最长的故障时间，这里一般设置为比保护的整定动作时间稍长。

**整定时间：**指保护的整定动作时间。

### 4、电流定值设置

**速断值：**指保护的整定速断动作值。

**门槛值：**指保护的整定门槛值，输出值只有大于门槛值才有效。

### 6.1.4 计算公式

软件提供以下8个可供选择制动方程：

Ir=(|Ih|+|Il|)/k

Ir=(|Ih-Il|)/k

Ir=max{|Ih|,|Il|}

Ir=(|Id|-|Ih|-|Il|)/k

Ir=|Ih-Il|

Ir=|Imax-Σ Ii|/k

Ir=|Il|

Ir=|Ih|+|Il| -|Ih+Il|

其中，Ir为制动电流，Id为差动电流，Ih、Il分别表示高低（或高中）压侧二次电流，k为系数，一般为2。

## 6.2 设备参数

图 6-5 设备参数设置页面

通过设置此界面信息，最终目的是得到平衡系数。此平衡系数参与到差动电流和制动电流的计算中，最后得到我们需要输出的电流大小。

**1、接线方式**

高压测可选 Y 型和 Y0 型，低压测可选△-11、△-1、Y 和 Y0 等四种接线形式。对于三卷变的 9 相差动，中压侧按照低压侧的设置方式设置。

**2、分辨率**

分辨率决定最终的测试精度。值越小，测试精度越高，但相应的会增加测试时间。

**3、相位调整方式**

当变压器接线为 Y/Y 时，两侧本是同相位，TA 接线一般为 Y/Y，选相位不调整。

当变压器接线为 Y/△时，两侧不同相位，对微机保护 TA 接线一般也为 Y/Y。如果保护设计为高压侧内部相位补偿，则选高压侧相位调整；如果保护设计为低压侧内部相位补偿，则选低压侧相位调整。如果保护设计为无内部相位补偿，靠 TA 外部接线补偿，则选不调整。

**4、平衡系数设置方式**

可选四种设置方式：直接设置平衡系数、由额定电压和 CT 变比计算、由一次额定电流计算、由二次额定电流计算。平衡系数设置对于试验的影响较大，具体的设置方式要根据现场的实际来设置，如果保护整定值里给出了保护的平衡系数，那么我们可以选择直接设置平衡系数，分别输入高低压侧的平衡系数就可以了。如果保护定值里没有给出平衡系数的话，我们可以选择其他的 3 种方式进行设置。

# 6.3 制动参数设置

## 6.3.1 比例制动边界搜索

在测试项目中选择比例制动边界搜索时，比例制动参数页面如图 6-6。

图 6-6 比例制动边界搜索参数设置页面

在图6-6的比例制动参数设置页面之内，表格中设置制动电流和差动电流的起始值、终止值、步长参数，即可设置搜索曲线的轨迹。根据测试需要，设置拐点和斜率画出所设置的比例制动曲线图。软件提供最全的三段式的拐点斜率设置曲线，如果是较简单的可选择2个拐点进行设置，将方框打√即可选中。

制动电流的始值、终值、步长决定搜索线的位置，终值一般要求大于保护速动电流。

差动电流的始值、终值决定搜索线的长度，一般要求始值略小于差动电流门槛值，终值略大于差动速断值。差动电流步长仅在单向搜索时起作用，决定单向搜索时的测试精度，在双向搜索方式下不起作用。差动电流步长的设置根据保护的要求精度来设置，如果要求精度高我们就把步长设置小些。

## 6.3.2 比例制动定点搜索

在测试项目中选择比例制动定点搜索时，比例制动参数页面如图 6-7。

图 6-7 比例制动定点搜索参数设置页面

此在上图的表格中，设置一个制动电流和差动电流和点击右侧的“添加”按钮即添加一个测试点，可以重复添加多个不同的测试点。

## 6.3.3 谐波制动边界搜索

在测试项目中选择比例制动边界搜索时，比例制动参数页面如图 6-8。

图 6-8 谐波制动边界搜索参数设置页面

在图 6-8 的谐波制动参数设置页面之内，在表格中设置谐波参数画出谐波制动曲线图。在表格中设置差动电流和 Ixb/Id 的起始值、终止值、步长参数，即可设置搜索曲线的轨迹。

差动电流的始值、终值、步长决定搜索线的位置。Ixb / Id 的始值、终值决定搜索线的长度，一

般要求始值大于谐波制动系数整定值。Ixb / Id 步长仅在单向逼近时起作用，在双向逼近方式不起作用。设置搜索线参数时，一般应使搜索线均匀分布在上下两条水平线之间，并且每条搜索线都要覆盖动作区和非动作区。

设置好谐波制动系数，结合前页的差动电流值和差动速断电流值，即可画出理论谐波制动特性曲线。

### 6.3.4 谐波制动定点搜索

在测试项目中选择谐波制动定点搜索时，比例制动参数页面如图 6-9。

图 6-9 谐波制动定点搜索参数设置页面

此在上图的表格中，设置一个制动电流和差动电流和点击右侧的“添加”按钮即添加一个测试点，可以重复添加多个不同的测试点。

## 6.4 电压设置

图 6-10 电压设置页面图

设置输出电压值，及所允许的误差值，其中误差值会在右侧曲线图中表现出来。

NEPRI 国科电研

# 7、直流试验

直流试验模块提供专门的直流电压和电流输出，直流电压输出范围为±160V，直流电流输出范围为±10A，主要是为了满足做直流电压继电器、时间继电器以及中间继电器等试验的要求。若试验中，需要更大的电压或电流，可以采用电压串联、电流并联的方式。比如UA=160V，UB=-160V，则可以得到UAB=320V。电流则都输出正值，多相并联则可以得到多相设置值相加的直流电流。直流模块的主界面如图7-1所示：

图7-1 直流试验界面

直流试验模块中电压电流设置、参数设置的方式和交流试验一样。

# 8、波形回放

该模块用于现场电网事故分析，也是保护开发过程中测试的得力工具。它导入、浏览、编辑和输出暂态数据文件，这些暂态数据为实际或模拟故障数据文件，一般来源于故障录波器所记录或电力系统暂态计算程序如EMTP等计算软件。

导入的暂态信号要求支持COMTRADE格式。COMTRADE格式一般包含三个文件：

1）CFG：描述故障报告通道（信号名称、采样频率等）配置文件。

2）DAT：记录故障报告各通道采样值的COMTRADE文件。

3）HDR：数据相关文本（该模块不需使用该文件）。

试验前首先找到文件位置，列出后缀是.CFG的文件名，选择一个后导入，则程序自动将.CFG和.DAT文件调入，并将所有电压电流波形及其通道名称等显示在屏幕上。如图8-1.

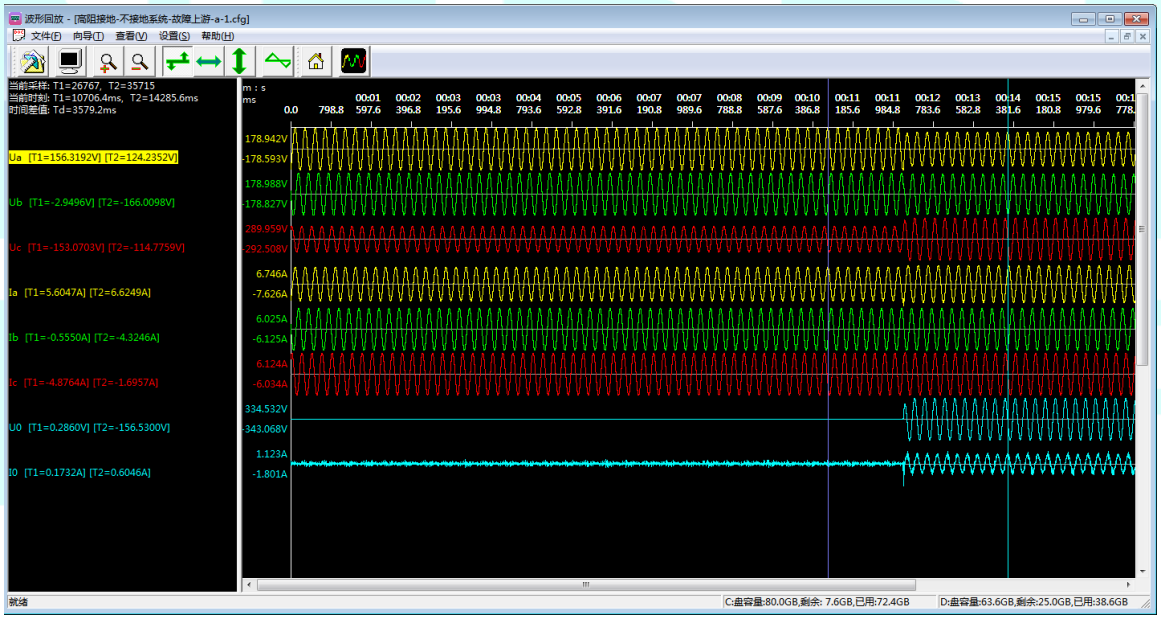



图 8-1 波形回放

打开如图 8-1 的还可以通过工具栏的按钮查看文件属性、波形离散采样点、波形缩放等。

需要对该波形回放时，通过鼠标左右键选择想回放的区域。可以看到左上角的 T1\T2 采样点。再点击“向导”或者 键，按试验向导指示一步步操作。

**向导 1：**见图 8-2，在图中选择电压电流输出对应波形文件的通道。设置完成后，点击下一步进入向导 2。

**向导 2：**见图 8-3，在图中选择回放区间，手动设置回放起始点，以采样点为基准，允许回放波

形点数最多 20000 点。设置完成后，点击下一步进入向导 3。

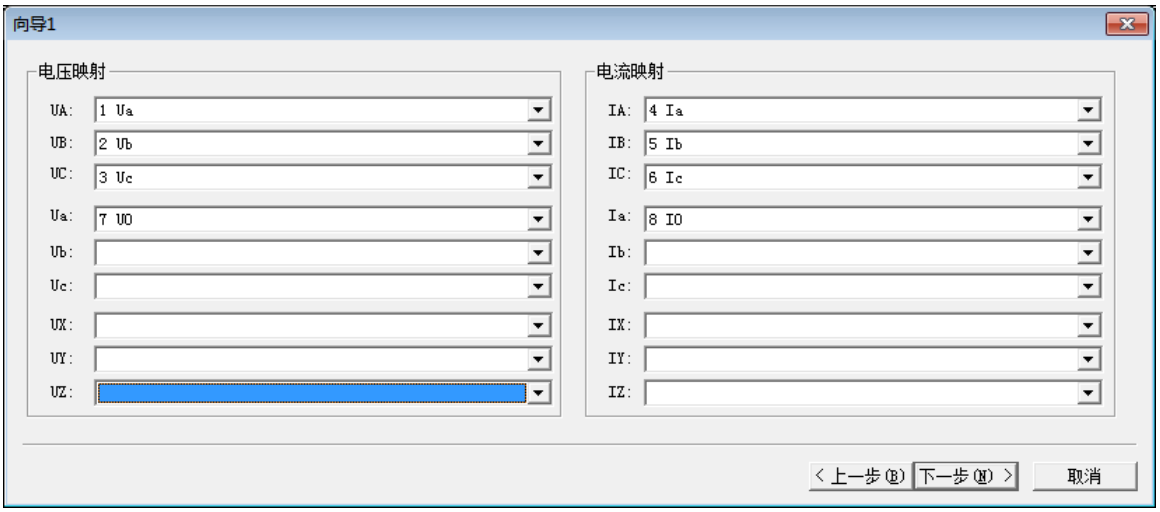



图 8-2 向导 1

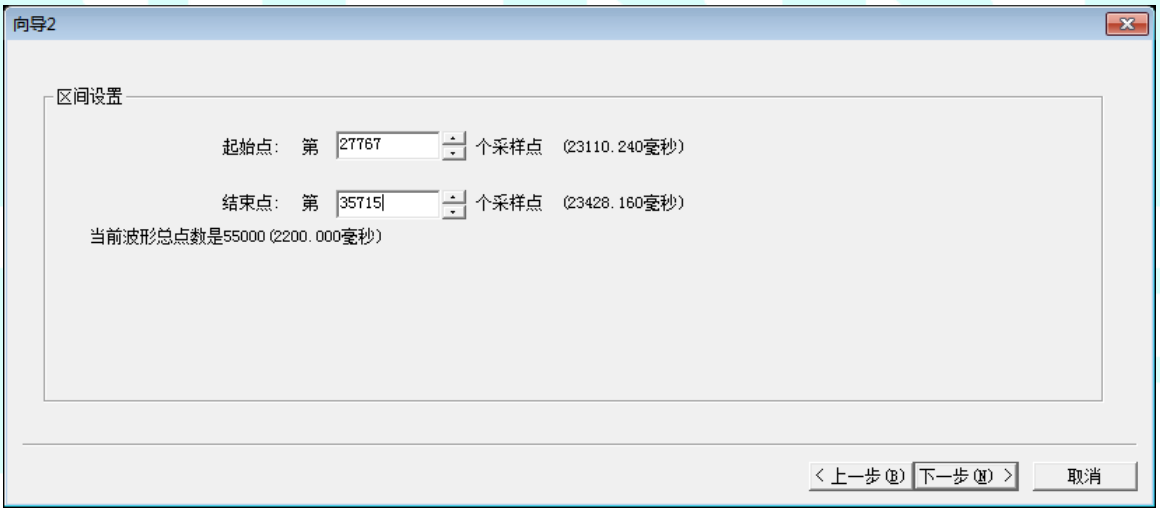



图 8-3 向导 2

**向导 3：**见图 8-4，在图中设置电压电流变比，当波形的电压峰值大于 120V，电流峰值大于 30A 时，需要设置变比以降低设备输出（一般用于波形文件数据为 1 次值），设置完成后点击下一步进入向导 4。

**向导 4：**见图 8-5，进入向导 4 后，会自动传输数据至下位机，待蓝色进度条走完后，可以设置完成触发方式。设置完成后点击下一步进入向导 5。

**向导 5：**见图 8-6，进入向导 5 后，可以设置首周波重复次数，设置完成后点击 测试仪开始回放波形。回放完成后会弹出回放完成的对话框，关闭对话框后可以继续回放。

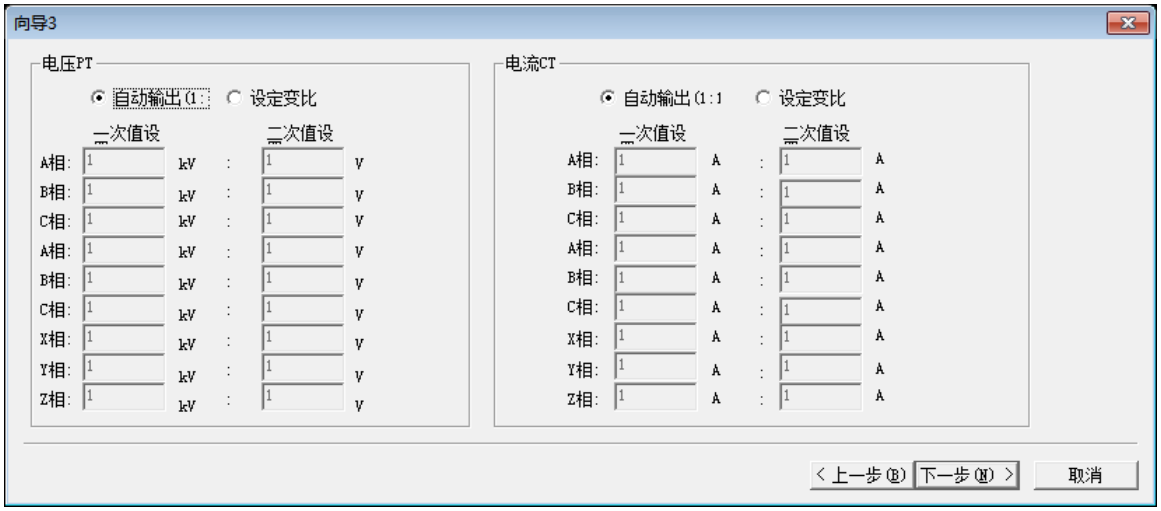



图 8-4 向导 3

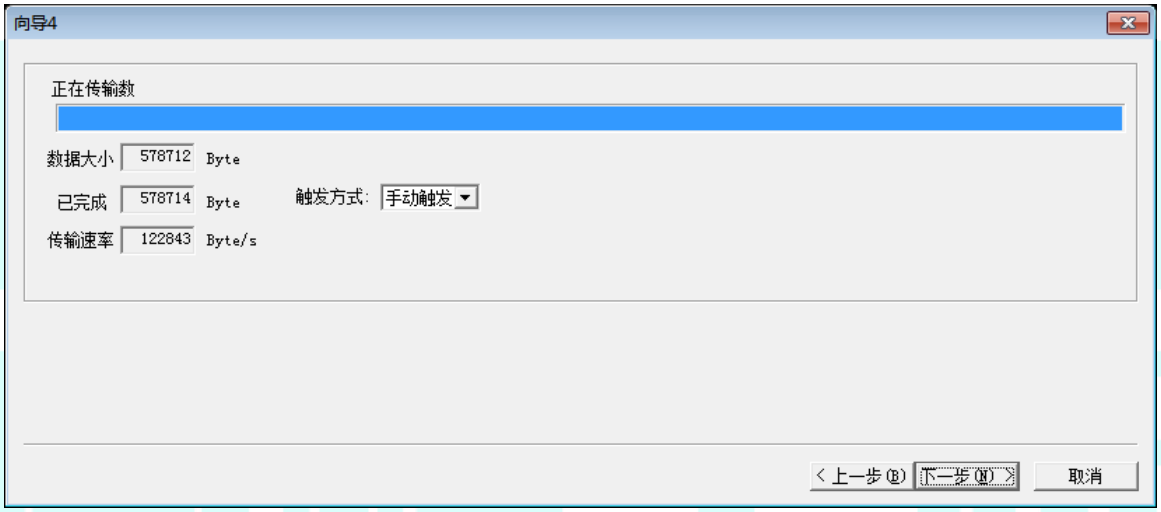



图 8-5 向导 4

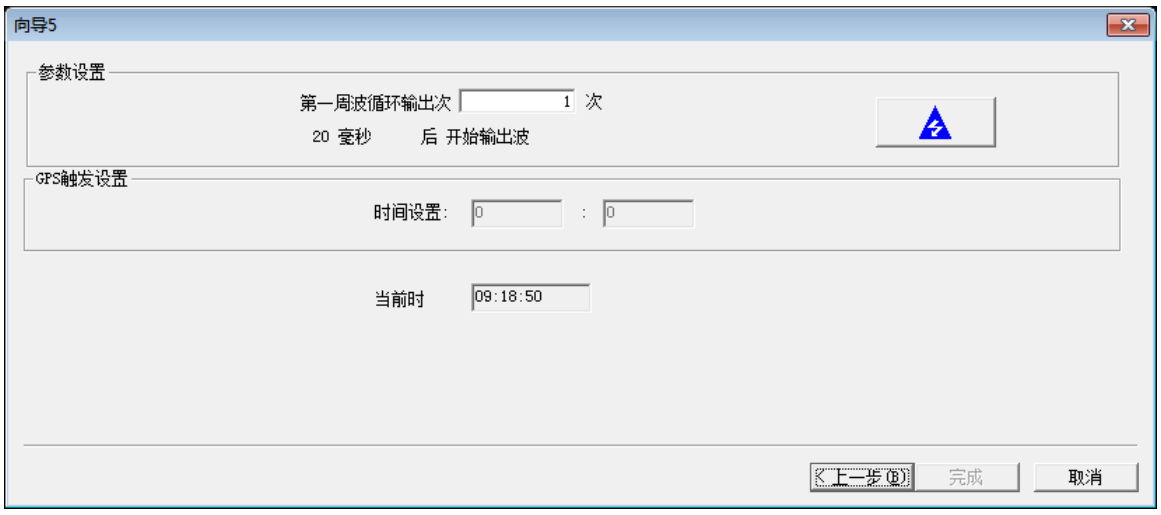
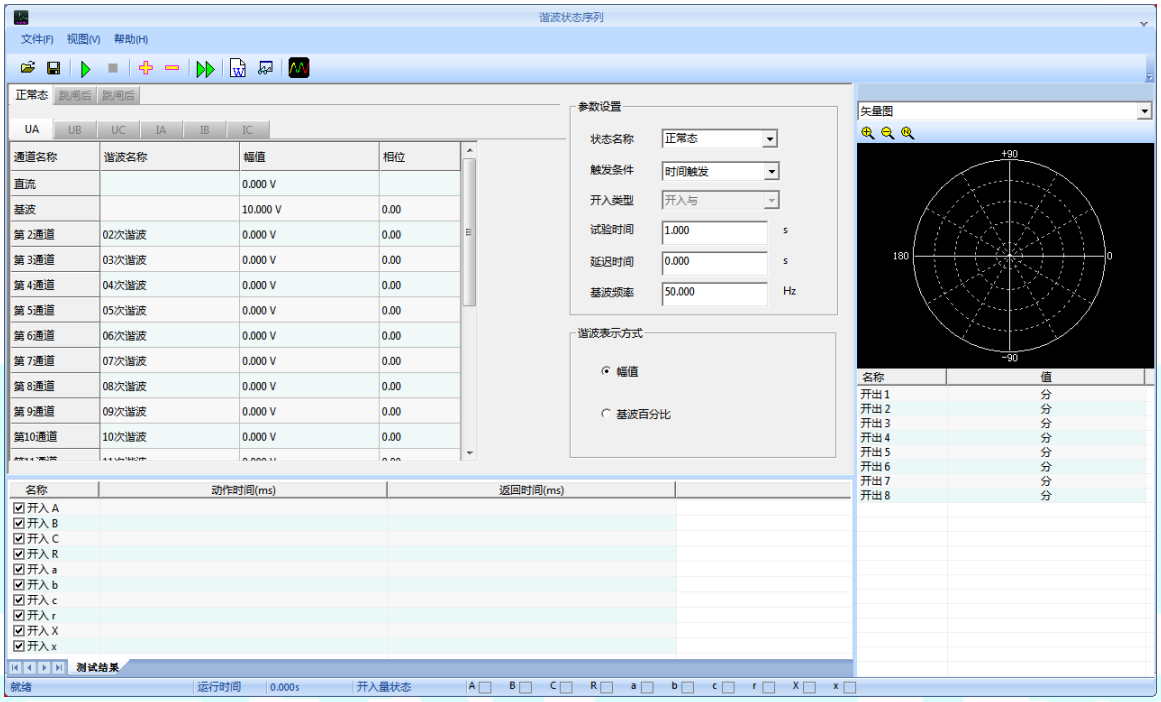



图 8-6 向导 5

# 9、谐波状态

谐波状态模块综合了状态序列和谐波试验的功能，可以和状态序列模块一样输出多个连续状态的序列，用于用户自定义测试过程。和状态序列的区别是本模块内的每个状态中都可以自由的叠加谐波。操作方法参考“5、状态序列”。



# 10、整组试验

整组试验相当于继电保护装置的静模试验，通过设置各试验参数，模拟各种故障类型、故障性质，完成对过流、高频、距离、零序等线路保护装置和重合闸的功能测试及开关传动试验。这个模块分为三个页面设置，包括基本参数、故障参数、开关量

## 10.1 基本参数设置

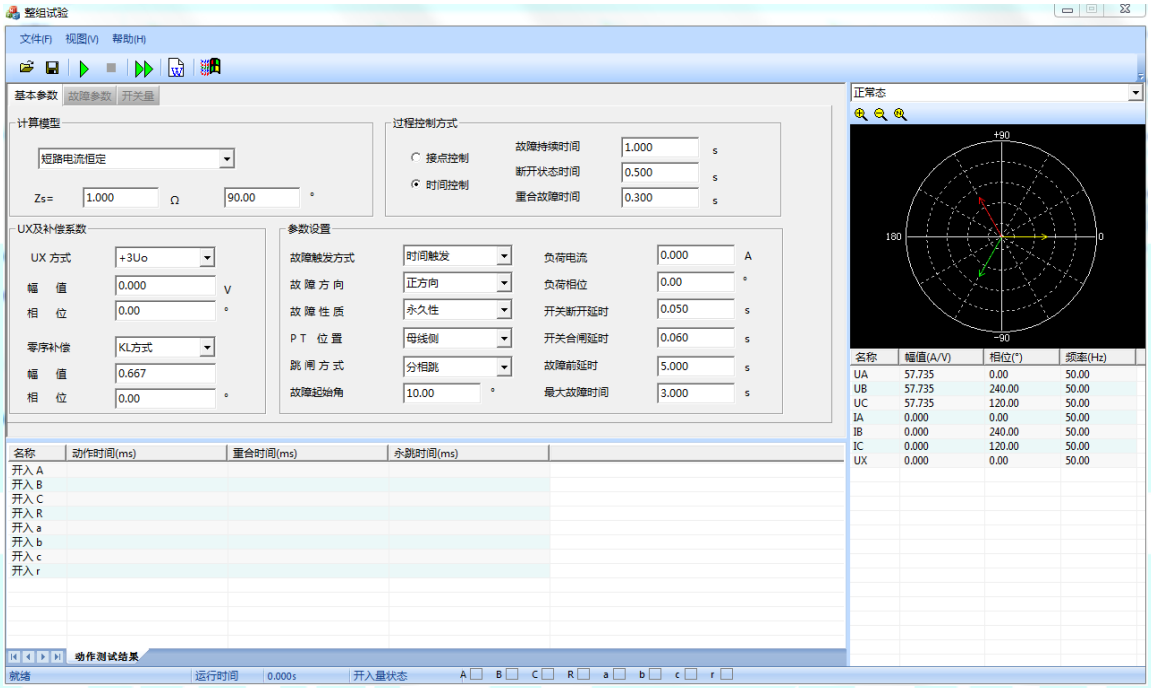



图 10-1 整组试验基本参数设置界面

### 10.1.1 计算模型

**1、短路电流恒定**

由短路电流和短路阻抗计算得到短路电压。当计算的故障相电压大于额定电压时，程序自动降低短路电流值。

**2、短路电压恒定**

由短路电压和短路阻抗计算得到短路电流。当计算的故障相电流大于最大输出电流时，程序自动减小短路电压值。

**3、电源阻抗恒定**

由系统阻抗和短路阻抗计算得到短路电压和短路电流。当所计算出的故障相电压额定电压以及

故障相电流大于最大输出电流时，程序自动增大系统阻抗。

## 10.1.2 过程控制方式

### 1、接点控制

将保护出口动作接点接到测试仪开入接点上，实现保护跳合信号对测试过程控制。

### 2、时间控制

不必接入保护出口接点，试验过程由时间控制。故障触发后输出顺序为:“故障持续时间”+ “断开状态时间”+ “重合故障时间”，可由时间控制实现带开关传动测试完整过程。

“故障持续时间”：略大于保护动作时间+断路器跳闸时间。

“断开状态时间”：略大于保护重合闸时间+断路器合闸时间。

“重合故障时间”：略大于保护后加速动作时间+断路器跳闸时间。

## 10.1.3 Ua/UX 及补偿系数

### 1、UX输出：第四路电压

测试仪为4相电压输出的型号，该路电压由UX相输出，测试仪为6/9相电压输出的型号，该路电压由Ua相输出。

UX输出由两种模式，第一种为以U0为参考，可以设置为±3U0，或±3√3U0；第二种为检同期电压，可以直接设置幅值、相位以及参考相，相位为对参考相的相位差。当Uz输出设置为线路抽取电压时，故障跳闸前Uz的相位、幅值与参考相一致，故障跳闸后Uz相位与参考相的相位差等于所设置的相位差，幅值按设置值输出。

### √2、零序补偿系数：

三种设置方式：KL方式、Kr/Kx方式和Z0/Z1方式。

## 10.1.4 参数设置

### 1、故障触发方式

（1）时间触发：设置故障前延时，结束后自动进入到故障状态，故障前延时一般设为大于重合闸充电时间、整组复归时间及PT断线自检时间。

（2）按键触发：试验开始后，点击按钮或TAB键进入故障状态。

（3）GPS触发：将GPS天线与主机相接，待下方状态栏显示GPS时钟后，设置试验开始时间。GPS时钟到达设置的试验开始时间后，触发故障。通过GPS统一时刻，进行线路两端保护联调。

**2、试验参数**

（1）故障方向：可选择正向、反向；

（2）故障性质：可选择瞬时故障、永久故障；

（3）PT位置：测试仪接到跳闸信号后，PT安装在“母线侧”，跳闸相电压恢复到正常态电压值；PT安装在“线路侧”时，跳闸相无电压输出。

（4）CT极性：“指向线路”时，Ia、Ib和Ic为极性端，In为非极性端；“指向母线”时，In为极性端，Ia、Ib和Ic为非极性端。

（5）跳闸方式：用于定义开入量 A、B、C 三端子是作为“跳 A”、 “跳 B”、 “跳 C”端子还是“三跳”端子。若设为“分相跳”时，则单相故障时可以模拟只跳开故障相。即这种情况下，“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”哪几个信号到，模拟哪几相跳开。若设为“三相跳”时，“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”任意一个信号到，则模拟三相全部跳开。

（6）合闸脚：故障瞬间参考相电压的相角。由于三相电压电流相位不一致，合闸角与故障类型有关，一般以该类型故障的参考相进行计算：单相故障以故障相、两相短路或两相接地以非故障相线电压、三相短路以 A 相进行计算。

（7）负荷电流及负荷相位：模拟因负荷电流引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。

（8）开关断开/合闸延时：模拟断路器的分合闸延时，在过程控制方式选择“接点控制”时，在收到保护跳闸接点动作后，延时开关断开时间后进入下一状态。在收到保护重合闸接点动作后，延时开关合闸时间后进入下一状态。

（9）故障前延时：进入故障状态之前输出额定电压及负荷电流的时间，故障前时间一般设为大于重合闸充电时间、整组复归时间及 PT 断线自检时间。

（10）最大试验时间：输出故障的最大时间，大于保护动作时间即可。保护动作后输出“断开状态时间”，当保护未动作时，最大故障时间结束后试验结束。

# 10.2 故障参数设置

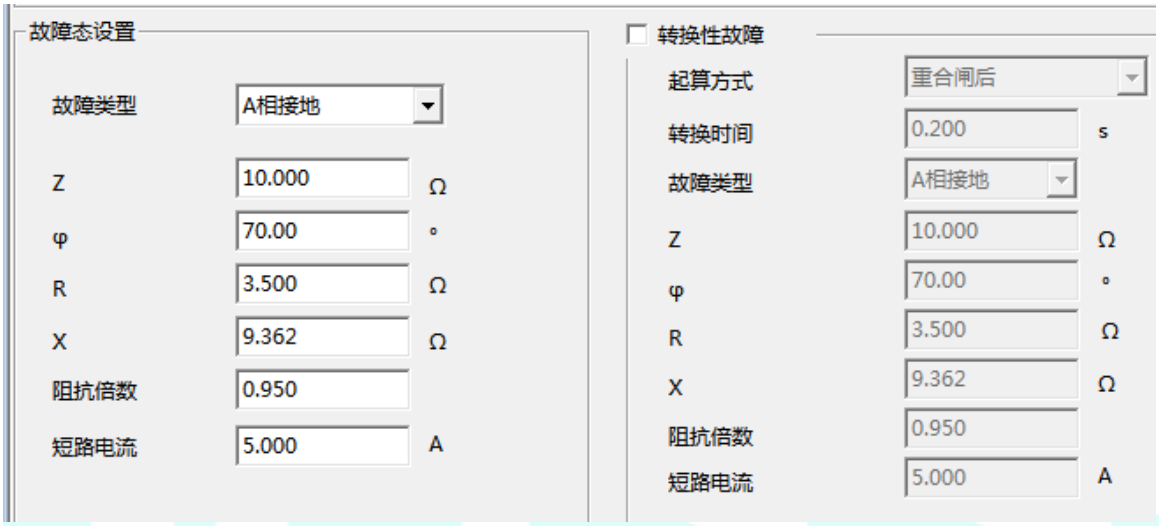



图 10-2 整组试验故障参数设置界面

## 10.2.1 故障态设置

（1）故障类型：可选择单相接地、两相短路、两相接地短路和三相短路；

（2）阻抗整定：按照定值单给定的阻抗设置方式，故障阻抗可以Z、Φ方式输入或R、X方式输入，当以一种方式输入，另一种方式的值软件会自动计算出来。

（3）阻抗倍数：以 n ×“整定阻抗”，作为短路点阻抗进行模拟。一般按 0.95 倍或 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。

## 10.2.2 转换性故障设置

用于设置转换性故障。从故障开始时刻起，当转换时间到，无论保护是否动作，均进入转换后故障状态。但跳开相的电压电流不受转换性故障状态影响，其电压 V＝Un（PT 安装在母线侧）或 0V（PT 安装在线路侧），I=0A。故障转换起始时间可以设定为从第一次开始故障时起算、从保护跳闸后起算和从重合闸后起算等三种方式。

其他设置与10.2.1设置方法一样。

# 10.3 开关量

开出量：软件可以设置多组开出量的开出状态来模拟开关的位置变位，点击可以切换个状态的分/合值。

开入量：保护开出（动作或重合）接点接在测试仪开入端子两端。分相跳闸时开入量A、B、C、R/a、b、c、r分别接保护TA、TB、TC和CH。三相跳闸时保护装置跳闸接点分别接开入量A、B、C或a、b、c任何一个（但需设置为“三相跳闸”方式），重合闸接点接R或r。

NEPRI
国科电研

# 11、距离保护

距离和零序保护测试模块是专门针对距离和零序保护集中在一套保护装置中的测试模组，能一次性自动测试完各种接地距离、相间距离和零序保护的软件。该组件具有测试参数定义简单、一次性完成所有测试等突出优势，可完成距离保护、零序保护可靠动作、可靠不动作校验，并实现测试结果自动评估。

## 11.1 基本参数设置

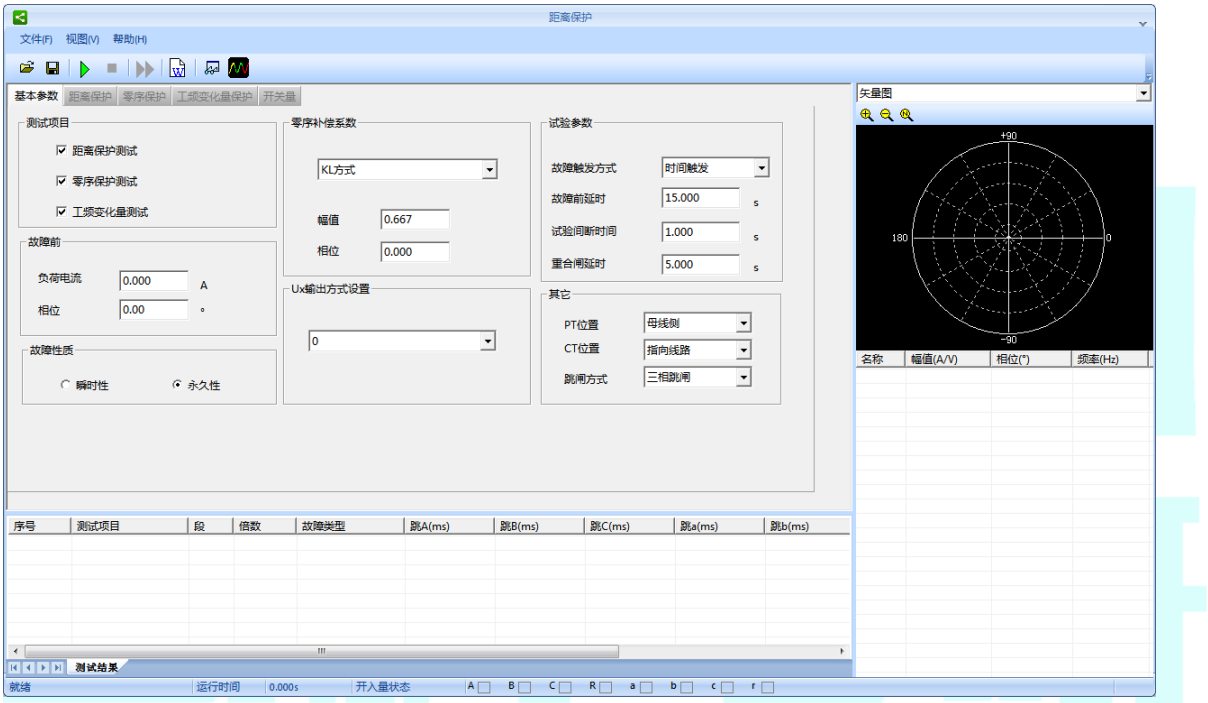



图 11-1 距离保护模块基本参数设置界面

### 11.1.1 测试项目

软件提供了“距离保护测试”、“零序保护测试”和“工频变化量测试”三个试验项目，既可以单选，也可以同时选择多个。

### 11.1.2 故障前

此处用于设置负荷电流及负荷相位，模拟因负荷电流引起的附加阻抗对送电侧或受电侧保护装置的影响。

### 11.1.3 故障性质

选择故障性质是“永久性”或“瞬时性”，需要做重合闸时，选择“永久性”。

### 11.1.3 零序补偿系数

软件提供了三种设置方式：KL方式、Kr/Kx方式和Z0/Z1方式，根据保护提供的定值进行设置。

### 11.1.4 UX 输出

测试仪为4相电压输出的型号，该路电压由UX相输出，测试仪为6/9相电压输出的型号，该路电压由Ua相输出。

UX输出由两种模式，可以直接设置为0，也可以U0为参考，可以设置为±3U0，或±3√3U0。

### 11.1.5 试验参数

**1、故障触发方式**

从故障前状态到故障状态的触发方式有两种：时间控制、按键触发。

（1） 时间控制：在该触发方式下，故障前状态的持续时间由“故障前延时”确定，时间到，自动进入故障状态。时间控制下，完全由测试仪自动试验，试验期间只需要根据提示投切相应的压板即可。

（2） 按键控制：在故障前状态，按面板键盘上 Tab 键，或鼠标点击软件上的触发键即进入故障态。按键触发方式能方便地实现人工控制试验过程。可以方便在试验期间观察保护的报文或打印试验结果。

**2、时间控制**

（1）故障前延时：该时间常用于等待每次动作后保护整组复归，或者“PT 断线”信号消失，或者等待重合闸充电。若仅做保护定值测试而不投入重合闸，这个时间一般设为 2~10s。如果同时做重合闸试验时，则一般设为 15~25s。每进行一次故障测试，测试仪都首先进入“故障前延时”状态，输出三相额定电压，三相电流为 0，然后再进入故障状态，输出所设置的故障量。

（2）测试间断时间：每次故障试验结束后，测试仪停止输出，在该时间状态下等待保护接点复

归，一般设 0.5s 即可，也可设为 0。

（3）重合闸延时：如果投入重合闸，每次故障测试同时做重合闸试验，则在该时间内等待重合闸信号。该时间应大于整定重合闸延时时间。

## 11.1.6 其他设置

### 1、PT 位置

PT位置可以选择“母线侧”和“线路侧”两种。选择PT安装在时，测试仪接到跳闸信号后，跳闸相电压恢复到正常态电压值；选择PT安装在“线路侧”时，测试仪接到跳闸信号后，跳闸相无电压输出。

### 2、CT 位置

CT位置可以选择“指向线路”和“指向母线”两种。 “指向线路”时，Ia、Ib和Ic为极性端，In为非极性端；“指向母线”时，In为极性端，Ia、Ib和Ic为非极性端。

### 3、跳闸方式

用于定义开入量 A、B、C 三端子是作为“跳 A”、 “跳 B”、 “跳 C”端子还是“三跳”端子。若设为“分相跳”时，则单相故障时可以模拟只跳开故障相。即这种情况下，“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”哪几个信号到，模拟哪几相跳开。若设为“三相跳”时，“跳 A”、“跳 B”、“跳 C”任意一个信号到，则模拟三相全部跳开。

# 11.2 距离保护

该页面是选择了“距离保护”测试项目时设置相应参数的。

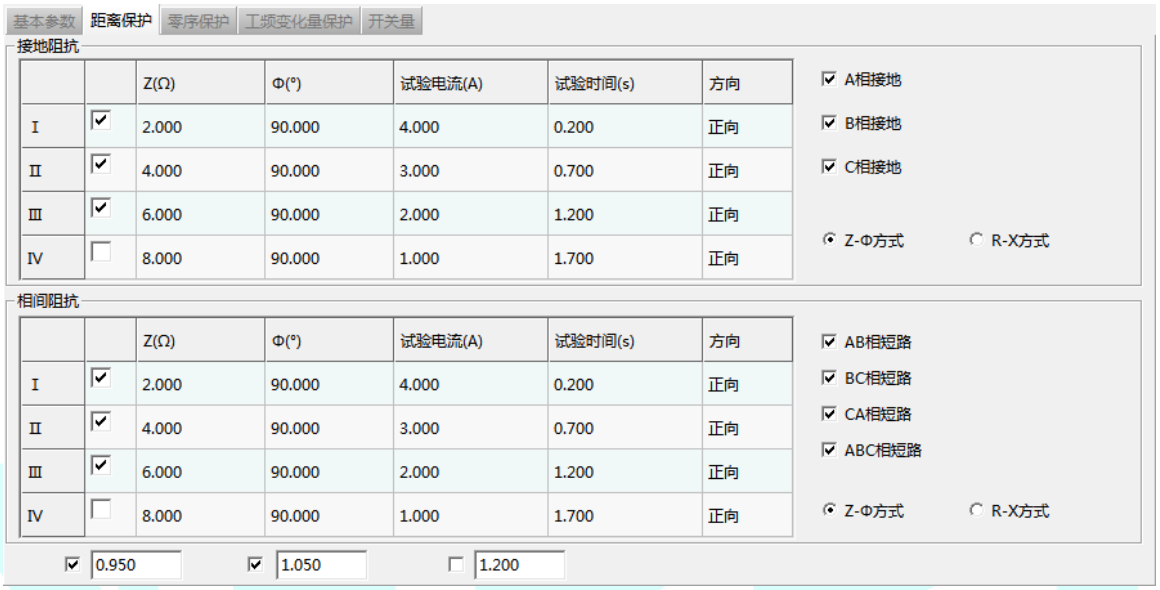



图 11-2 距离保护参数设置页面

## 11.2.1 测试点选择

软件提供了 4 段距离保护，和 3 种单相接地、4 种相间短路的故障选择。试验阻抗倍数可以手动三个系数，全部通过勾选的方式进行选择，可以根据需要自行任意选择。阻抗倍数可以设置 0.8、0.95、1.05 三个点，阻抗倍数为 0.95 时保护可靠动作，为 1.05 时保护可靠不动作，为 0.8 时可用于测试保护动作时间。

## 11.2.2 测试参数设置

### 1、阻抗定值

直接将保护整定值输入阻抗数据框中。定值可以选择按 Z-Φ 方式还是按 R-X 方式输入。

### 2、试验电流

设置的每段试验电流必须大于保护的启动电流。并且相间距离试验中，其阻抗与电流的乘积约为 20－40V 内较好，不能超过额定电压；接地距离试验中，其阻抗*电流*零序补偿系数的乘积约为 20－30V 内较好，不能超过额定电压。

### 3、试验时间

设置的各段“试验时间”必须大于该段的整定动作时间。例如：假设 I 段整定动作时间为 0s，II 段为 0.5s，III 段为 1.0s。考虑到保护本身跳闸有一定的固定延时，可以设 I、II、III 段的试验时间分别为 0.2s、0.7s、1.2s，如图 11-2 所示。这样，测试的理想结果将是：0.95 倍时，本段动作，1.05 倍时，本段不动，下一段时间不够也动作不了。也可以将三段的时间均设置得大于第三段动作时间。这样，测试的理想结果将是：0.95 倍时，本段动作，1.05 倍时，本段不动，下一段动作。

### 3、方向

在“方向”栏中，可以选择 “正向”与“反向”两种，这样能方便测试一些方向性的距离保护。

NEPRI
国科电研

# 11.3 零序保护

零序保护的试验参数设置与距离保护的试验参数设置基本相同，设置时参考章节 11.2 的说明。

图 11-3 零序保护界面图

故障计算模型有电压恒定和阻抗恒定两种方式。选择电压恒定方式时，直接设置故障相电压。在试验时，无论故障电流多大，测试仪输出的故障相电压维持不变。“故障相电压角”指故障时故障电压与故障电流夹角。选择阻抗恒定方式时，由故障电流和故障阻抗计算故障相电压，若故障相电压超过额定值，软件会自动降低电流输出。

短路阻抗倍数为 1.05 时保护可靠动作，为 0.95 时保护可靠不动作，为 1.2 时可用于测试保护动作时间。

# 11.4 工频变化率保护

工频变化量保护可完成工频变化量阻抗元件定值校验及动作时间测试。

该页面中，设置方式与距离保护页面一样，当计算系数 M=1.1 时保护可靠动作，当计算系数 M=0.9 时保护可靠不动作，当计算系数 M=1.2 时，可用于测量动作时间。

| 故障名称 | 故障类型 | 短路电压计算公式 |
|---|---|---|
| 正方向单相接地 | A 相接地、B 相接地、C 相接地 | V=(1+k)IDZset+(1-1.05M)Un |
| 正方向相间短路 | AB 相短路、BC 相短路、CA 相短路 | V=2IDZset+(1-1.05M)*1.732Un |
| 反方向出口短路 | A 相接地、B 相接地、C 相接地、<br>AB 相短路、BC 相短路、CA 相短路 | V=0 |

表 11-1 故障方向、类型与短路电压计算公式关系表

图 11-4 工频变化量距离保护界面图

# 12、 功率方向

该模块可实现复压闭锁功能的完整测试，主要用来测试电力系统中与“方向”有关的保护。该组件可测试：功率方向保护、负序功率方向、零序功率方向、相间功率方向、逆功率方向、相间阻抗和接地阻抗等。功率方向测试模块，例如等，测试它们的动作边界、最大灵敏角，以及电压、电流的动作值和动作时间、动作阻抗等。该模块测试项目为 5 个，分别为“保护动作边界测试”、“保护动作电流测试”、“保护动作电压测试”、“保护动作时间测试”、“保护动作阻抗测试”。

## 12.1 基本参数设置

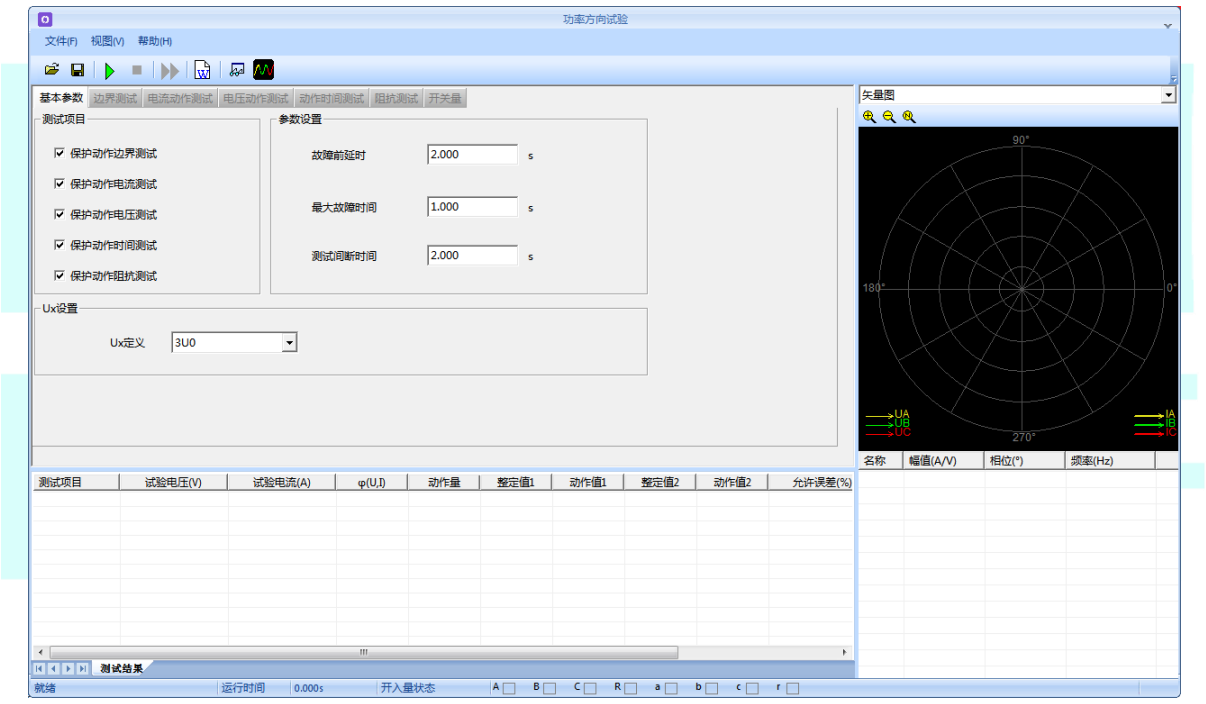



图 12-1 功率方向基本参数设置页面

### 12.1.1 测试项目

测试项目共 5 个，包括“保护动作边界测试”、“保护动作电流测试”、“保护动作电压测试”、“保护动作时间测试”、“保护动作阻抗测试”，可通过每个项目前的勾选框选择，可以任意勾选一个或多个。

## 12.1.2 参数设置

### 1、故障前延时

该时间常用于等待每次动作后保护整组复归，或者“PT 断线”信号消失，或者等待重合闸充电。若仅做保护定值测试而不投入重合闸，这个时间一般设为 2~10s。如果同时做重合闸试验时，则一般设为 15~25s。每进行一次故障测试，测试仪都首先进入“故障前延时”状态，输出三相额定电压，三相电流为 0，然后再进入故障状态，输出所设置的故障量。

### 2、最大试验时间

输出故障的最大时间，大于保护动作时间即可。保护动作后输出“测试间断时间”，当保护未动作时，最大故障时间结束后试验结束

### 3、测试间断时间

每次故障试验结束后，测试仪停止输出，在该时间状态下等待保护接点复归，一般设 0.5s 即可。

# 12.2 边界测试

该测试项目可以自动测试出方向性保护的两个动作边界，并且自动计算出最大灵敏角。在“显示动作角矢量图”的显示方式下，从主界面右侧的图中可以很直观地观察到两条边界线和最大灵敏线。

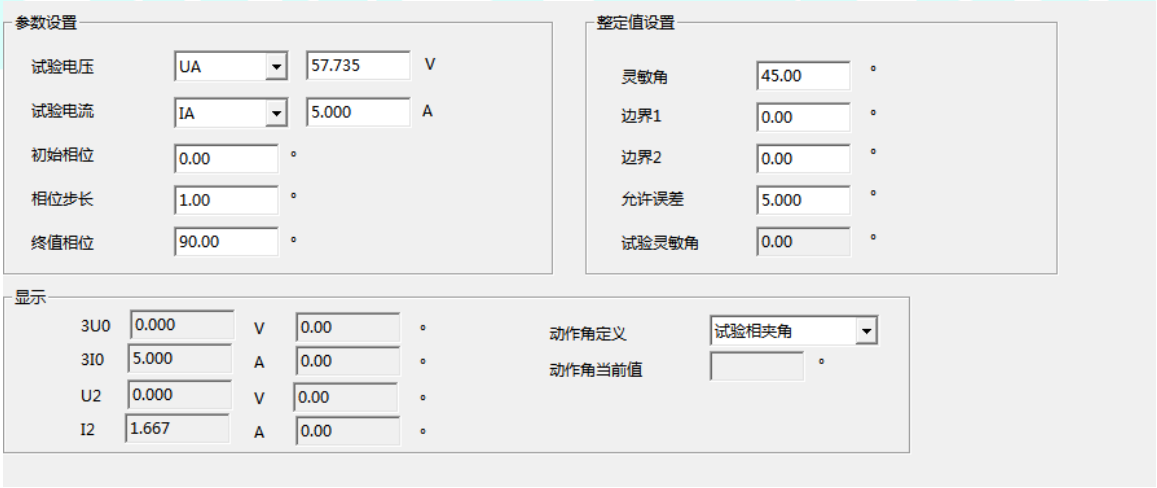



图 12-2 功率方向边界设置页面

### 1、参数设置

选定一个电压和一个电流输出，其夹角 Φ（U，I）在给定范围内变化，测试出左右动作边界。考虑到保护一般采用 90° 接线方式，所以测试时也一般取线电压和第三相的相电流，如取电压

UAB，电流 IC。有时也可以选一相电压和一相电流进行试验，但一般不选线电流。注意，所选电压电流的值可以设定，但未被选择的各相电压值均等于额定电压，角度保持对称，未被选择的各相电流均为 0。

设置 Φ（U，I）的搜索范围时，首先应了解保护装置的“最大灵敏角”的整定值，要保证设置的搜索范围能覆盖保护实际的两个动作边界，即搜索始值和搜索终值均应设置在动作区之外，测试仪从“非动作区”向“动作区”搜索。

搜索开始时保护不动作，当角度变化到某一值时保护动作，即认为找到一个动作边界，并在图中划条线，然后立即转换搜索方向搜索另一个边界角（备注：此时测试仪输出的起始角度就是所设置的“搜索终值”）。当搜索出第二条动作边界时，软件再次划线。在计算出最大灵敏线后，软件自动在图中标出最大灵敏线。

**2、整定值设置**

整定值按保护定值设置，该设置不影响试验过程，只会在试验结果判定时参考此数据。

**3、动作角定义**

根据所测试的保护类型选择动作角是“试验相夹角”、“（U0，I0）”还是“（U2，I2）”。若是普通功率方向或阻抗继电器时选“试验相夹角”，即所选试验电压电流的夹角。若是零序或负序保护时，应选（U0，I0）或（U2，I2）。

# 12.3 电流动作值测试

测动作电流的方法是：电压和夹角固定，电流由小到大按步长递增，直到保护动作，测出动作电流值。试验中 Φ（U，I）夹角一般应设置为保护的最大灵敏角。如图 12-3 所示。

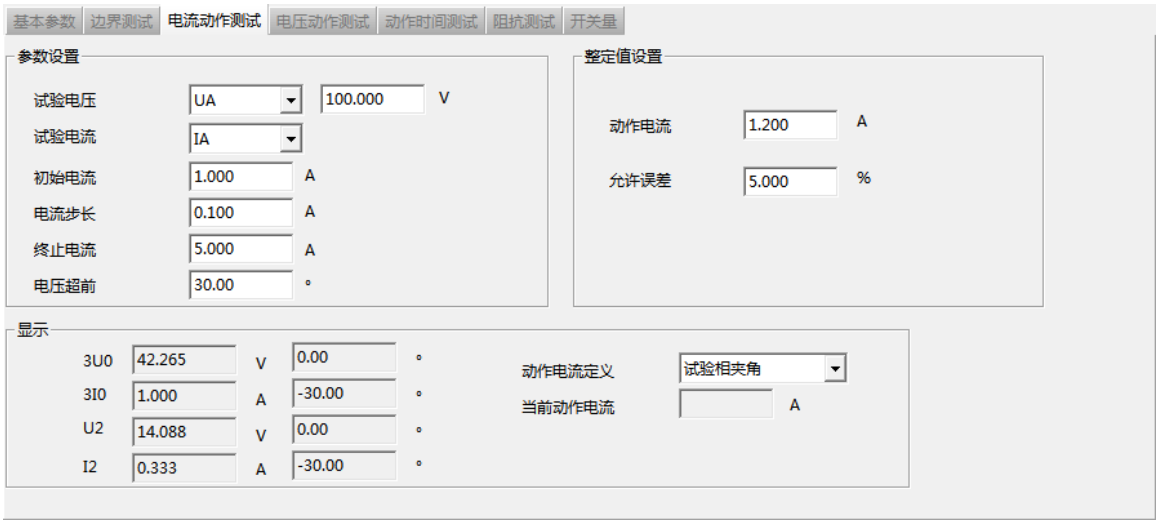



图 12-3 功率方向电流动作值测试界面

试验时，选取一个线电压，为非变量；选取第三相电流，为变量。电流的变化范围应包含保护的整定动作电流。软件对角度的定义是：电压超前电流的角度为正。所以设置角度时应注意正、负角。一般，当角度为最大灵敏角或接近最大灵敏角时，保护动作最灵敏，测出的动作电流也趋于一个定值。当设置的角度接近两个动作边界或稍微超出边界，测出的动作电流可能偏大或不动作。

# 12.4 电压动作值测试

测动作电压方法是：电流和夹角固定，电压由小到大按步长递增，直到保护动作，测出动作电压值。试验中Φ（U，I）夹角一般应设置为保护的最大灵敏角。

图 12-3 功率方向电压动作值测试界面

试验时，选取一相电流，为非变量；选取另外两相的线电压，为变量。电压的变化范围应包含

保护的整定动作电压。软件对角度的定义是：电压超前电流的角度为正。所以设置角度时应注意正、负角。一般，当角度为最大灵敏角或接近最大灵敏角时，保护动作最灵敏，测出的动作电压也趋于一个定值。当设置的角度接近两个动作边界或稍微超出边界，测出的动作电压可能偏大或不动作。

# 12.4 动作时间测试

测动作时间的方法是：直接给保护加一个动作电压和动作电流，并且电压与电流的夹角应设置在动作区内，最好是灵敏角。保护动作即记录下动作时间。

图 12-4 功率方向动作时间测试界面

# 12.5 阻抗测试

测动作阻抗的方法与上面的“测电压”、和“测电流”很相似，也是通过单独改变电压或电流使保护动作。所不同的是，该单元记录的是保护的动作阻抗值，而不是动作电压或动作电流。Φ（U，I）的夹角要保证在保护动作区内，一般取最大灵敏角。

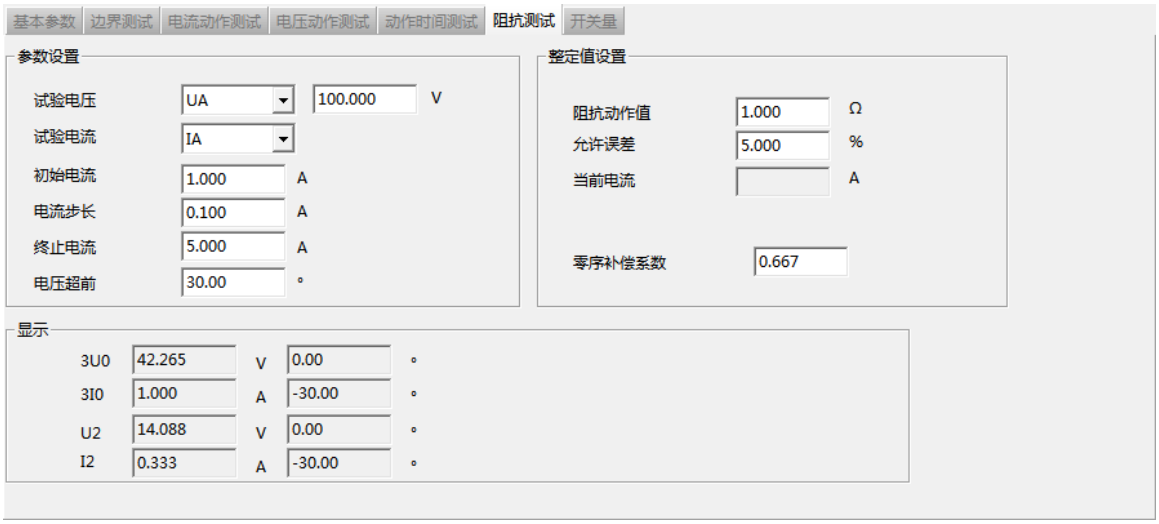



图 12-5 功率方向阻抗测试界面

阻抗值是根据动作时的电压电流值计算得出的，注意如果是接地阻抗时，要考虑零序补偿系数的问题，这种情况必须正确设置零序补偿系数，默认值为 0.667。

NEPRI 国科电研

# 13、备自投

本测试模块专门用于测试备自投装置。预设了 2 种典型接线、2 种备用方式和多种可能的事故原因，模拟各种条件下的备自投测试。接线图显示试验过程中的各种状态及变化，测试仪能根据所接收的保护的动作信号，实时地输出各线路电压电流和各母线电压，并且自动控制测试仪开出量的分合来模拟断路器分合位置。

## 13.1 试验参数设置

在本页面主要设置接线和备用方式、故障原因、过程控制参数等。

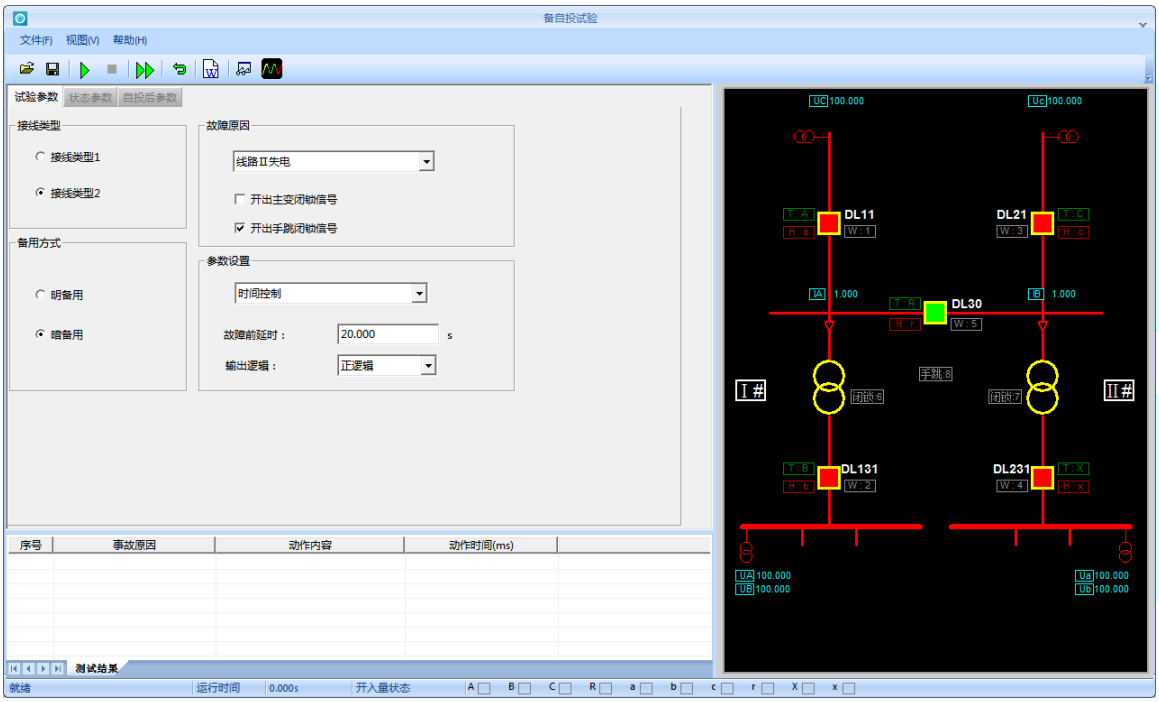



图 13-1 备自投试验参数设置页面

### 13.1.1 接线类型和备用方式

预设了 2 种典型接线，以及这两种接线方式在明备用或暗备用方式下的运行状态。接线类型 1 为低压桥母联，接线类型 2 为高压桥母联。

### 13.1.2 故障原因

软件提供了 4 种共 12 个故障原因选择。主要有线路失电、开关偷跳、主变故障、开关手跳。

开出闭锁信号选择：如果事故原因是“主变故障”，有些情况下是不允许备自投动作的。若备自投误合备用开关，则可能造成事故。这种情况下软件可由测试仪开出量模拟输出主变闭锁备自投信号，接入备自投装置相应的闭锁信号输入端，闭锁备自投功能。

同样，如果事故原因是“开关手跳”，一般是人工主动操作造成，如变电站检修时进行的倒闸操作，工作前一般要退出或闭锁备自投装置。也可由测试仪开出量模拟输出主变闭锁备自投信号，接入备自投装置相应的闭锁信号输入端，闭锁备自投功能。

## 13.1.3 参数设置

设置故障触发方式，分为“时间控制”、“手动控制”、“开入 x 控制”。

当选择“时间控制”时，“故障前延时”开放，试验时先正常运行此时间段后自动进入事故状态，该时间要大于断路器合闸充电时间。

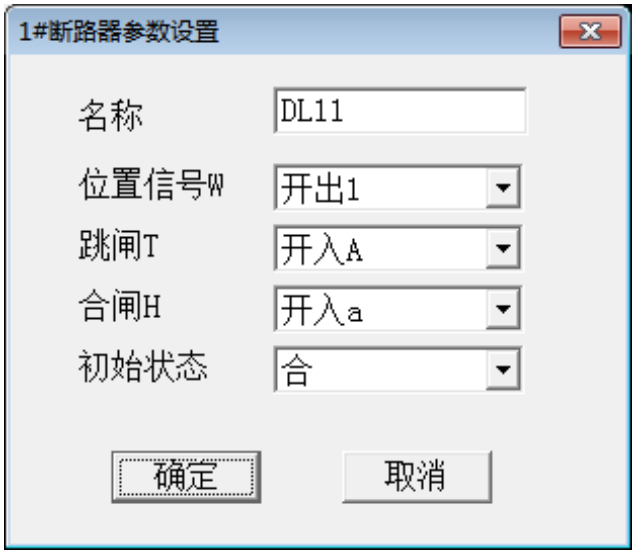
当选择“手动控制”时，开始试验时先输出正常运行状态，点击“ ”按钮或键盘 Tab 键，即进入“事故状态”。

当选择“开入 x 控制”时，只有开入 x 变位才进入事故态。当需要由外部的设备发出接点信号来启动事故时，可在开入 x 接入相应的控制信号。

开关位置信号可以设置“正逻辑”或“负逻辑”输出。“正逻辑”表示开关位置 W 为合闸态时，相应的开出量为合；“负逻辑”表示开关位置 W 为合闸态时，相应的开出量为分。

## 13.1.4 彩图设置

右侧彩图会根据选择的接线方式和备用方式变化初始状态，软件提供了双主变、双线路的典型接线方式，彩图中的所有器件均可以通过右键点击编辑。右侧彩图中可以直观看到开关状态，红色为合闸态，绿色为分闸态。母线和线路红色表示有压和有流，灰色表示无压和无流。变压器黄色为带电，灰色为失电。




**1、断路器编辑**

在非运行状态下，用鼠标右键点击接

线图中任一断路器，会弹出如右侧所示的断路器参数设置页面，我们可以对断路器名称、位置信号对应的测试仪的开出量位置、跳闸/合闸对应测试的开入量位置以及初始状态。设置后，接线图上的显示会随之变化。可以对五个断路器依次设置。接线图上，断路器旁的字母含义：T 表示跳闸接点、H 表位合闸接点、W 表示位置信号。

**2、电压编辑**

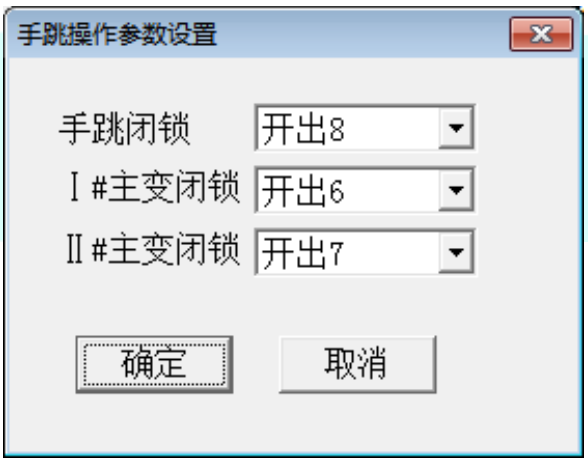
在非运行状态下，用鼠标右键点击接线图中任一电压位置，会弹出如右侧所示的电压设置页面。即可以设置该路电压的初始状态和该处电压对应测试仪的电压输出位置。

**3、电流编辑**

非运行状态下，用鼠标右键点击接线图中任一电流位置，会弹出如和电压设置页面一样的页面。即可以设置该处电流对应测试仪的电流输出位置。

**4、闭锁信号设置**

非运行状态下，用鼠标右键点击接线图中任一闭锁位置，会弹出如右图的页面。即可以设置闭锁信号对应测试仪的开出量输出位置。




# 13.2 状态参数

主要设置各状态时母线电压和线路电流。右侧彩图中上已有默认的参数设置，如果这些设置与实际情况不符合，在试验前要重新定义各个电压、电流通道，然后在此界面上设定输出值。

因试验的接线不同，各相输出值也不同。接线时，一般将 UA/UB 接 I 母线的 UA/UC 相，I 母线的 UB 接测试仪的 UN。

| | 有压(V)/有流(A) | 相位(°) | 无压(V)/无流(A) | 相位(°) |
|---|---|---|---|---|
| UA | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| UB | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| UC | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ua | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ub | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Uc | 100.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| IA | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| IB | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| IC | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ia | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ib | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Ic | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

图 13-2 备自投状态参数设置页面

# 13.3 自投后参数

在暗备用情况下，考虑到母联开关自投后，可能出现一台变压器由原来只带一段母线负荷变成带两段母线负荷情况，所以在自投后变压器的电流增加。自投后电流参数就是为了达到此目的而设置的。

通过设置较大的自投后电流，能用来测试自投后备自投过负荷跳闸，或合闸于故障母线，后加速动作跳闸的情况。

图 13-2 备自投状态参数设置页面

# 14、差动继电器

本测试模块主要是用于差动继电器的校验，包括直流助磁特性的测量和比率制动特性的测量，以及二次和高次谐波制动特性。设置不同，可以分别绘制出相应的制动特性曲线。

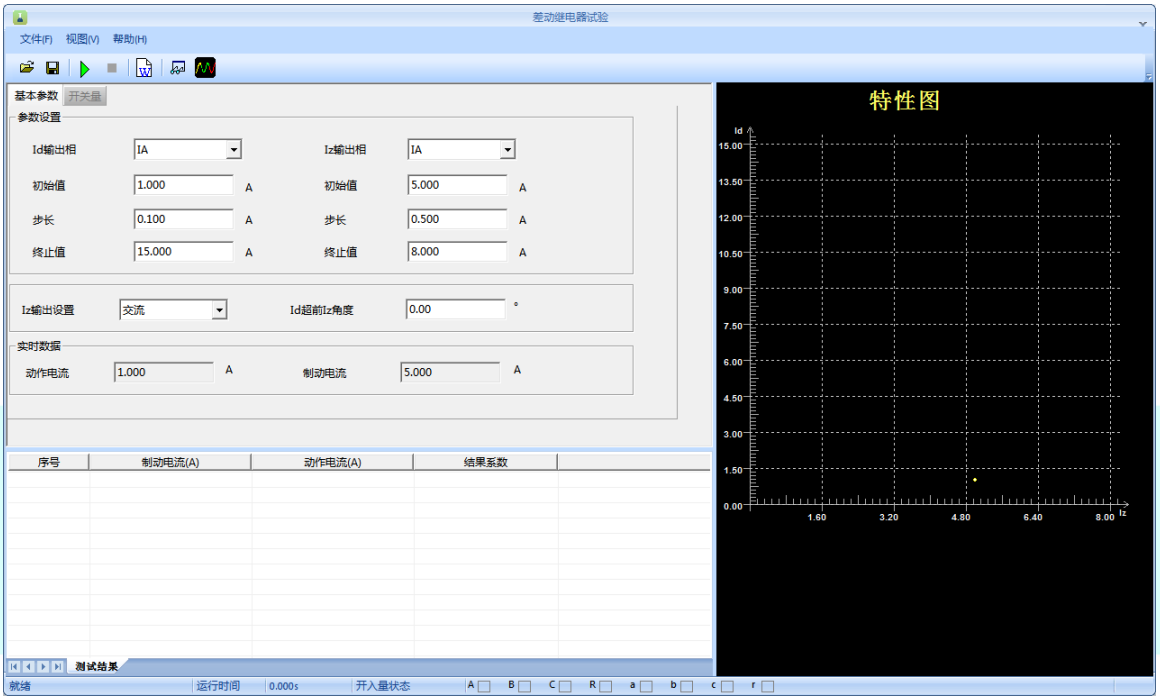



图 14-1 差动继电器模块界面图

## 1、动作电流

用 Id 表示动作电流。通过界面选择其输出相，设置初始值、步长、终止值。

## 2、 制动电流

用 Iz 表示制动电流。通过界面选择其输出相，设置初始值、步长、终止值。

如果试验是做“直流助磁特性”时，就选择 Iz 为“直流”，如果是其他选择 Iz 为“交流”。如果是“二次谐波制动”时设置频率为 2f0,如果是“高次谐波制动”时设置频率为 N*f0。

## 3、结果记录

测试过程中，测试仪收到接点动作，会在开关量界面记录下其动作时间，且自动在曲线区描出动作点。

# 15、快切试验

本测试模块集中了快切试验通用测试项，适用于快切装置保护的测试。常用于厂用电源快切装置的测试，模拟在各种情况下，厂用电源和备用电源间进行的互相切换，测试快切装置的动作行为，记录各种动作值。

## 15.1 试验项目

可以模拟 7 个情况进行快切试验，包括单侧无压切备用分支、单侧无压切工作分支、正常切换至工作分支、正常切换至备用分支、低压切换至备用分支、事故切换至备用分支和误跳工作分支。

测试仪使用 UA/UB/UC 代表厂用母线电压，用 Ua/Ub/Uc 代表分支电压或备用分支电压，使用 Ia 代表工作分支电流或备用分支电流。

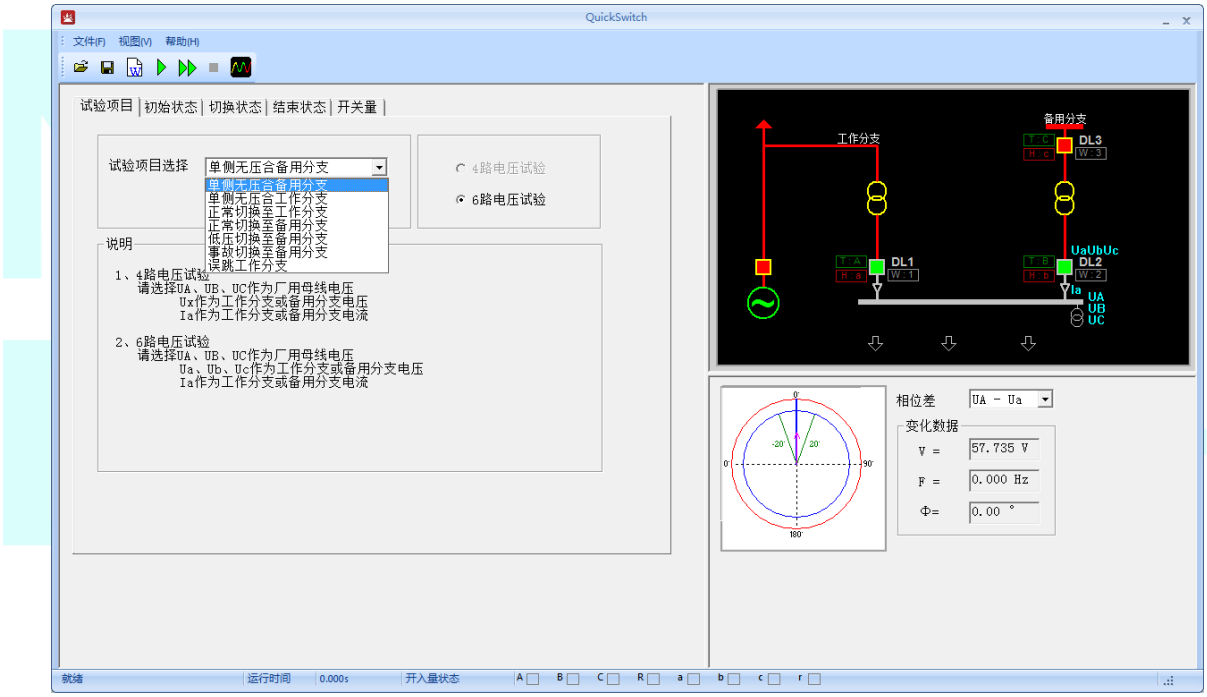



图 15-1 试验项目设置

## 15.2 状态参数

模块用用“初始状态”、“切换状态”、“结束状态”共 3 个状态直观地描述整个快切试验过程。

## 1、初始状态参数

首先选择快切试验项目，然后设置“初始状态”参数。

“初始状态”页面的各相电压、电流的赋值、相位、频率软件会根据试验项目选择自动设置，也可以手动修改。通过在图上单击 DL 来切换其状态，绿色表示合红色表示分。

启动条件共 3 种方式“时间触发”、“开入量触发”、“按键触发”，根据需要选择其中一个。满足该条件后，设备输出由“初始状态”切换至“切换状态”

## 2、切换状态参数

切换状态即为事件发生态，模拟系统在整个事件过程中变化、切换，同时记录切换过程及结果。

“初始状态”页面的各相电压、电流的赋值、相位、频率软件会根据试验项目选择自动设置，也可以手动修改。

在切换状态中，可以设置厂用母线电压和频率变化，之后它们从初始值开始按设置的 dv/dt,df/dt 变化，直到终值。

试验过程中进入切换状态后，测试仪将输出本状态的电压电流，并按给定的速率变化，快切装置将动作切换各 DL，切换过程和动作时间将被记录。

## 3、结束状态参数

结束状态即为切换完成的状态，为切换完毕后的运行状态。

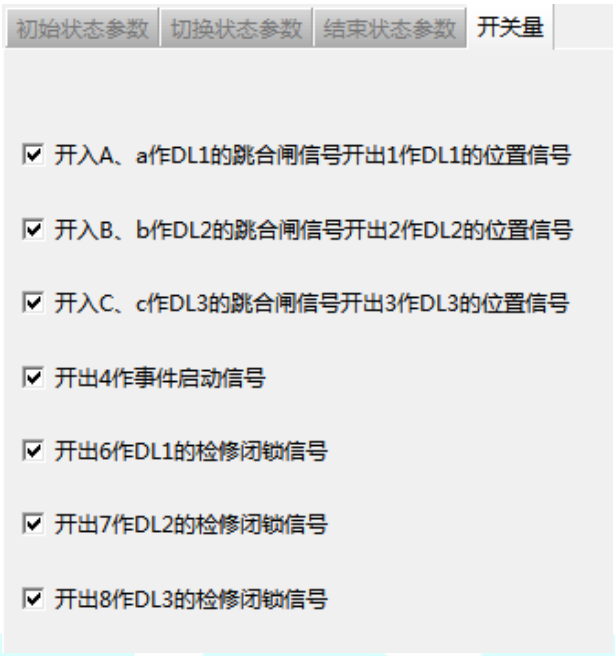
下方可以选择测试结束条件，二选一，按键或时间触发试验完成。

## 4、开关量

显示出各开入量、开出量与各断路器 DL 的接线定义。

测试仪的开出 1/2/3 用于描述主接线上 DL 的位置信号，如 DL1 w:1 表示开出 1 描述 DL1 的位置信号。DL 位置信号可设置为“正逻辑”或“负逻辑”输出。“正逻辑”表示开关位置为合闸态，相应的开出量闭合；“负逻辑”表示开关位置为分闸态，相应开出量打开。测试仪的多个开入量接入各 DL 的跳、合闸命令，即可记录其动作时间。

为做到试验过程的良好控制，各 DL 与各开入开出量的对应关系均已固定设置好，如界面所示。试验时只需根据所述的对应关系接线即可。




界面上有开出 4 设计用于做事件的启动信号，在正常运行状态中，触发后开出 4 延时一个给定时间后闭合，用于启动快切装置的切换进程。

开出 6/7/8 用于模拟 DL1/DL2/DL3 的检修闭锁信号，若闭锁信号为合，则会闭锁快切装置的切换进程。该闭锁信号设置在“初始状态”页面中。

NEPRI 国科电研

# 16、频率高低周

“频率高低周”模块提供低周/低压减载保护全套测试功能，测试内容包括频率/电压动作值、动作时间、df/dt 闭锁值、dv/dt 闭锁值、低电流闭锁值、低电压闭锁值等。

## 16.1 试验参数设置

### 16.1.1 试验项目选择

试验项目包括动作值、动作时间、df/dt 闭锁值、dv/dt 闭锁值、低电压闭锁、低电流闭锁等，可以勾选一个或多个进行测试。其中，动作值、动作时间、低电流闭锁中都包含可针对电压或频率进行测试，测试方法一样。下面参数说明都以频率为例。

### 16.1.2 试验参数设置

参数设置中，各个测试页面中的定义一样，设置方法也一样，下面综合说明。

**1、频率变化前延时**

输出初始频率时间，用于保证保护整组复归。

**2、测试间断时间**

测试项目勾选多个时，每个测试项目完成后的等待时间，该时间内测试仪所有输出均为0.

保持时间：每一步频率变化停留时间，其值大于保护动作出口时间。

**3、开关防抖时间**

开入量动作确认时间，保护动作接点变位持续时间超过设定值，测试仪才认定保护动作。

**4、初始值**

初始值包含初始频率、初始电压、初始df/dt、初始dv/dt、初始电流，为变化前延时时间内的输出值，所有测试项目中的初始值均应设定在动作区域外。

**5、终止值**

终止值包含终止频率、终止电压、终止df/dt、终止dv/dt、终止电流，为变化变化结束时的最终输出值，所有测试项目中的初始值均应设定在动作区域内。

**6、变化步长**

试验过程中，测试项按时间阶梯变化时的递变步长。

### 7、df/dt设置值

频率按滑差变化的值，不以df/dt为测试对象时，此值应小于df/dt闭锁值；对df/dt闭锁值进行测试时，始值大于定值、终值小于定值，将df/dt闭锁值包括在内。当测试项选择为低压减载时，此处为初始电压，定义一样。

### 8、定值设置

定值设置包含动作频率、动作电压、动作时间、df/dt闭锁值、dv/dt闭锁值等，这些值均需按定值设置，会影响试验过程中的输出量。

## 16.2 测试原理及逻辑

### 1、低频减载频率动作值测试

试验开始后，在频率变化前延时内先输出初始频率，输出时间为稳态时间，目的使保护复归。频率从额定值按照 df/dt 设置值先变化到动作频率定值+0.2Hz，持续以该频率输出一个保持时间，保持时间为动作时间定值+0.2s，时间到后如保护不动作，则递减一个频率变化步长，持续保持时间。如此反复，直到保护动作或输出到频率终值。测试过程的频率变量变化见图 16-1 所示。低压减载中的电压动作值测试方法和过程一样，只是把变量由频率换成了电压。

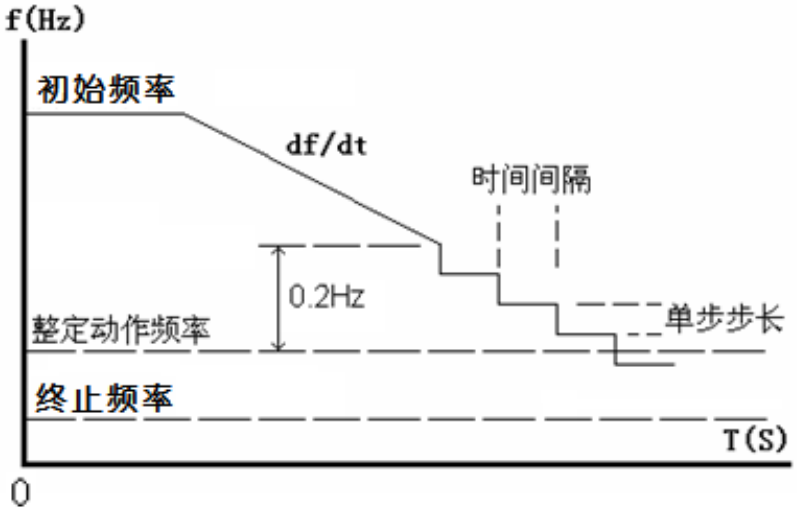



图 16-1 低频减载频率动作值逻辑图

### 2、低频减载频率动作时间测试

测试动作时间时，关键是计时起点选择。软件以整定值中动作频率定值为计时起点，当频率下降到动作频率时启动计时器计时。测试中频率按设定滑差 df/dt 设置值从始到终变化，从计时起点（动作频率定值）到保护接点翻转停时之间的时间为记录的动作时间，见图 16-2 所示。为了测试的动作时间更准确，可以将本测试项目中的频率动作定值设置为实际测试的频率动作值。低压减载中的电压动作时间测试方法和过程一样，只是把变量由频率换成了电压。

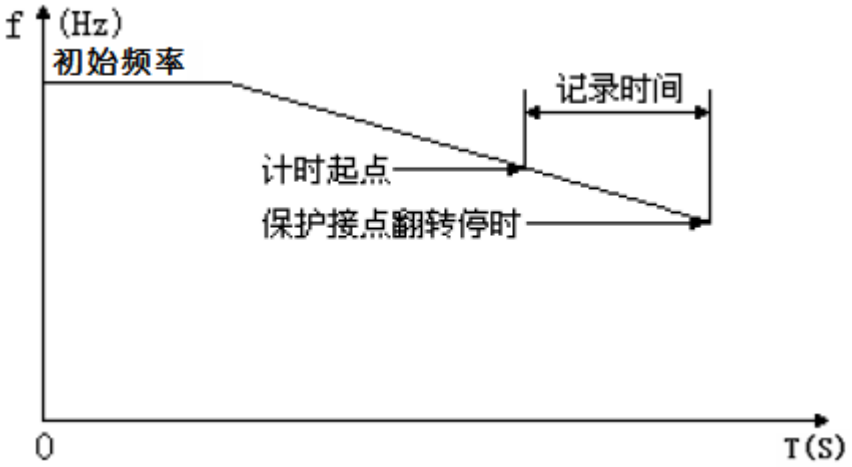



图 16-2 低频减载频率动作时间逻辑图

### 3、df/dt闭锁值测试

以 df/dt 为测试对象。假设 df/dt 滑差闭锁整定值为 df/dtmin，始值可设置为 1.1×df/dtmin、终值可设置为 0.8×df/dtmin，一般步长设置为 0.1×df/dtmin。试验开始后频率按滑差 df/dt 从频率始值变化到频率终值，并保持动作时间定值+0.2s。每一个频率变化过程，df/dt 递减一个变化步长。由于起始时 df/dt 的始值大于 df/dt 闭锁值，所以保护一直不动作。而当 df/dt 减小到小于 df/dt 闭锁值时，保护解除闭锁动作出口，此时的 df/dt 即为频率滑差闭锁值，频率变化见图 16-3 所示。dv/dt 闭锁值测试方法和过程一样，只是把变量由 df/dt 换成了 dv/dt。

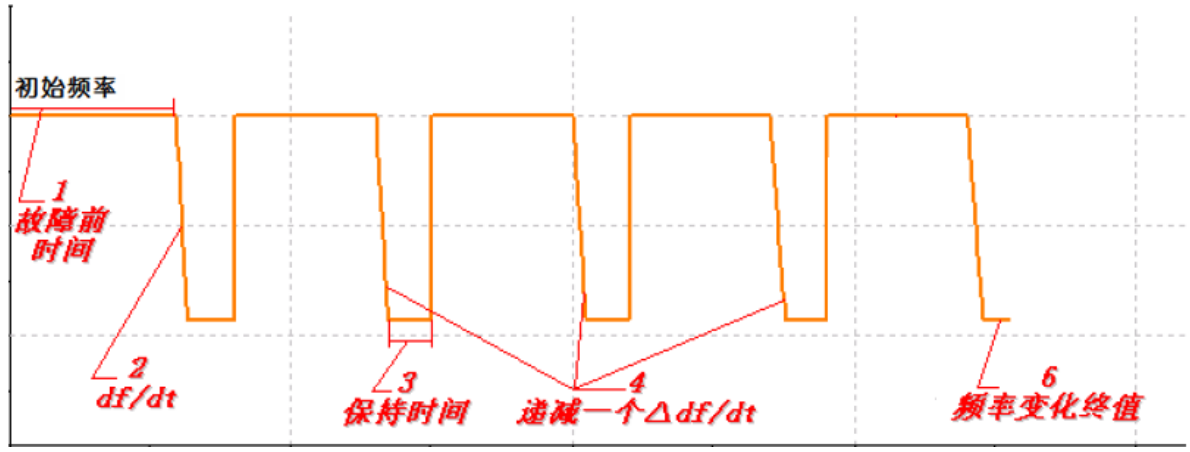



图 16-3 低频减载 df/dt 闭锁测试逻辑图

## 4、低电压闭锁值测试

以电压为测试对象。假设闭锁电压整定值为 Umin，始值可设置为 0.8×Umin、终值可设置为 1.2×Umin，步长一般设置为 1V。试验开始后频率按设定的滑差 df/dt 从始值变化到终值，并保持动作时间定值+0.2s。电压在每一次频率变化过程之后按步长逐步递增，如图 16-4 所示。当电压递增到大于低电压闭锁值时保护解除闭锁动作出口，此时的电压即为闭锁电压。

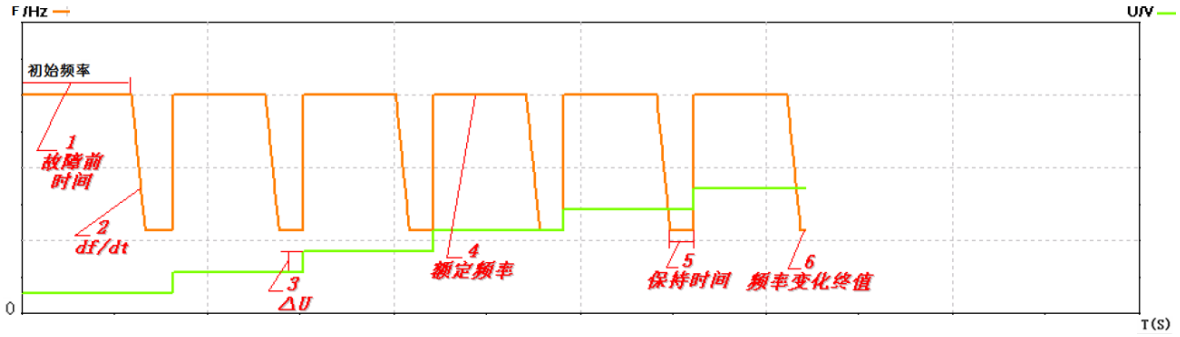



图 16-4 低电压闭锁值测试逻辑图

## 5、低电流闭锁值测试

以电流为测试对象。假设闭锁电流整定值为 Imin，始值可设置为 0.8×Imin、终值可设置为 1.2×Imin，步长据精度要求设置，一般为 0.1A。试验开始后频率按设定的滑差 df/dt 从始值（额定频率）变化到终值（频率变化终值）。电流在每一次频率变化过程之后按步长递增，见图 16-5 所示。当电流递增到大于低电流闭锁值时保护解除闭锁动作出口，此时电流即为闭锁电流。

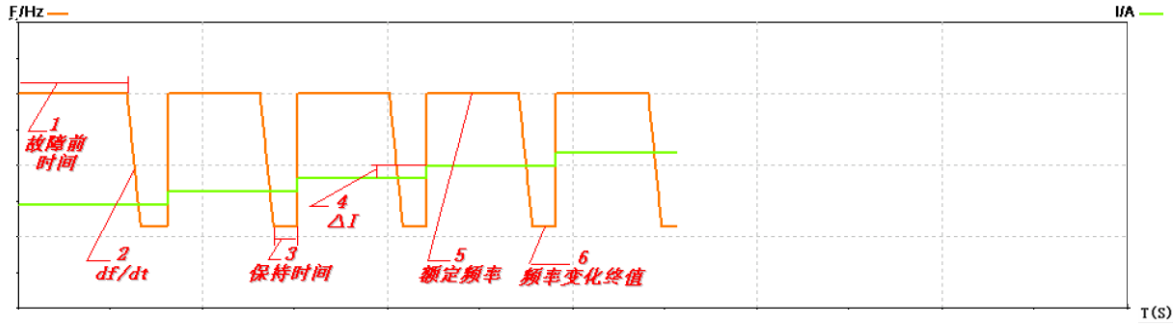



图 16-5 低电流闭锁值测试逻辑图

## 6、误差

可需要自行设定“允许误差”。试验测得的“测试值”与“整定值”进行比较后，得出一个相对误差，从而反映保护的性能。

NEPRI
国科电研

# 17、差动谐波

本模块主要用于测试差动保护的谐波制动特性，也可用于其它谐波保护的测试。本模块可以自由选择输出通道为直流、交流、谐波或多种叠加。

## 17.1 基本参数

首先选择输出相，总共分 2 类，3 个单相的和 ABC 三相输出。试验前，在界面上直接设置各通道的初始值，不需要的谐波分量应设置为 0。界面上有值的通道，试验时就会有输出。所以，若不希望某个电流通道有输出，应将其各次波形的幅值均设置为 0，或者该通道不接线。

一般试验时，基波与谐波的相位同向，比如都设置为 0°，也可以设置为反向。该相位决定了试验开始时，测试输出该次波形的起始角度。若被叠加的各次波形的起始角度不一致或相反，可能会影响试验。

差动谐波制动试验时，即可由 IA 输出谐波给保护高压侧，Ia 输出基波给保护低压侧，也可以将 IA、Ia 颠倒输出，不会影响试验的正常测试。

## 17.2 试验参数

### 1、变化方式

有“手动控制”、“自动增加”和“自动减少”三种方式，若需要在试验期间不停止输出的状态下重新设置变量，可在变化方式栏中选择“手动试验”方式，此时界面上的大部分参数都可以修改。修改完后“回车”键才能将给数据读入，从而使测试仪按新数据输出。

### 2、动作方式

包含“动作停止”和“动作返回”。

动作停止：选择此方式时，测试仪一收到保护的动作信号即停止试验。该方式只能测试保护的动作值。如果进行继电器试验，为减小继电器的“抖动”对试验造成的影响，应设“防抖时间”20ms 及以上，“防抖时间”在主界面的系统参数中设置。

动作返回：选择此方式时，假设当前变量按“自动加”方式变化，一旦测试仪收到保护的动作信号，则自动调转方向，按“自动减”方式变化。该方式即可以测试保护的动作值，也可以自动测试出

返回值。

NEPRI
国科电研

# 18、阻抗特性

本测试模块主要用于对距离保护阻抗特性曲线边界的搜索，特别对于特性曲线形状未知的保护设备，该测试功能更加有效。

## 18.1 基本参数设置

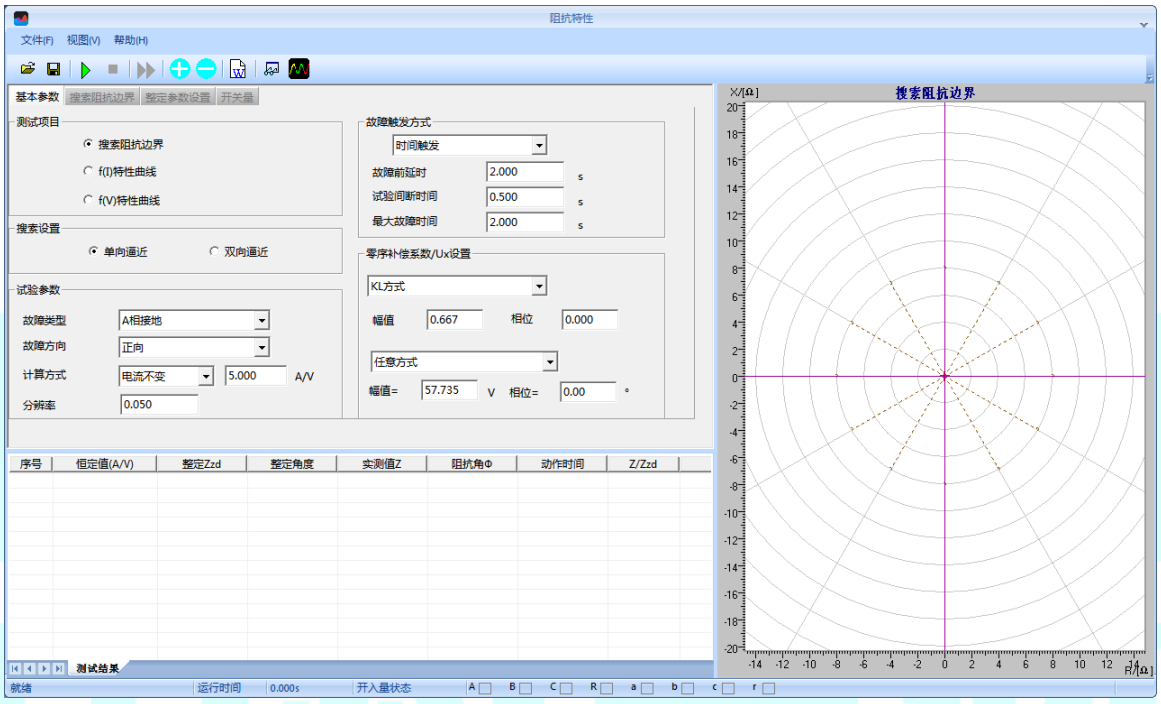



图 18-1 阻抗特性基本参数设置页面

### 1、测试项目

有选择“搜索阻抗边界”、“f(I)特性曲线”和“f(U)特性曲线”三个。

### 2、搜索设置

有“单相逼近”和“双向逼近”两种方法。双向逼近，即在沿搜索线搜索时，下一搜索点的确定是取前两次搜索点的中点，直到搜索精度满足要求，结束搜索；“单向逼近”即在沿搜索线进行搜索时，搜索点沿搜索线单方向逼近，直到保护从不动作到动作或从动作到不动作，结束搜索。

### 3、试验参数

（1）故障类型：按照测试相别进行设置，软件提供了单相接地和相间短路共7种故障模型。

（2）故障方向：依据保护定值菜单进行设置，适用于方向性阻抗保护。

（3）计算方式：有“电流不变”和“电压不变”两种计算模型。选择“电流不变”时，在后面的方框内可以设置短路电流，软件根据短路电流和短路阻抗计算出相应的短路电压，为保证保护

可靠动作为准，一般使用默认值5A；选择“电压不变”时，在后面的方框内可以设置短路电压，软件根据短路电压和短路阻抗计算出相应的短路电流。

（4）分辨率：分辨率决定最终的测试精度。值越小，测试精度越高，但相应的会增加测试时间。

### 4、故障触发方式

从故障前状态到故障状态的触发方式有两种：时间控制、按键触发。

（1） 时间控制：在该触发方式下，故障前状态的持续时间由“故障前延时”确定，时间到，自动进入故障状态。时间控制下，完全由测试仪自动试验，试验期间只需要根据提示投切相应的压板即可。

（2） 按键控制：在故障前状态，按面板键盘上 Tab 键，或鼠标点击软件上的触发键即进入故障态。按键触发方式能方便地实现人工控制试验过程。可以方便在试验期间观察保护的报文或打印试验结果。

### 5、控制时间设置

（1）故障前延时：由于该模块测试时，保护需多次动作，所以该值设置为了有足够时间保证保护复归，所以该值设置必须大于保护复归时间，在每次模拟故障前输出。主要注意的是每次试验的第一个故障前延时时间固定为 20s，用于等待“PT 断线”信号消失，或者等待重合闸充电。

（2）测试间断时间：每次故障试验结束后，测试仪停止输出，在该时间状态下等待保护接点复归，一般设 0.5s 即可，也可设为 0。

（3）最大故障时间：测试仪输出故障态的最大时间。设置此时间目的是在扫描测试时防止下一段保护动作，如在进行距离保护Ⅱ段特性搜索时，防止距离Ⅲ段保护出口，将最大故障时间设为大于距离Ⅱ段出口时间、小于距离Ⅲ段出口时间，这样即使距离Ⅲ段起动也没有足够时间出口。

### 6、零序补偿系数/Ux 设置

若做接地距离继电器的试验，需要根据保护定值正确设置零序补偿系数。

# 18.2 边界搜索参数设置

图18-2 阻抗特性边界搜索参数设置

**1、搜索中心**

搜索中心一般原则尽可能使中心点落在特性曲线中心位置，可以手动设置阻抗和阻抗角，也可以直接在右侧图形立直接选点。

**2、搜索半径**

需满足使定义的各搜索线均跨域被测试段的动作区和非动作区，使各搜索线定义有意义，当完整搜索时，搜索半径可设置稍小一些，以减小测试时间，如设置过大，虽能满足上述要求，但会延长测试时间。

**3、搜索步长**

只对“单向搜索”方式有效，是“单向搜索”时的移动步长，直接影响“单向搜索”方式时的测试精度。

**4、搜索范围**

默认情况下都是按100%的范围扫描。设置适当的扫描范围，往往可以躲过别的段阻抗保护误动作。

**5、搜索角度**

通过设置起始角度、终止角度来确定搜索范围，如需完整搜索，始值设为“0°”，终值设

为“360°”。

**6、角度步长**

通过前面的搜索角度的设置得到实际的搜索线个数，角度步长设置得越小，搜索精度越高，但也会大量增加试验时间，实际测试时请选择适当的角度步长。

# 18.3 整定参数设置

针对“搜索阻抗边界”的测试项目。可以绘制理论曲线，以方便测试完成后与实际曲线形成直观对比。

**1、绘制多边形**

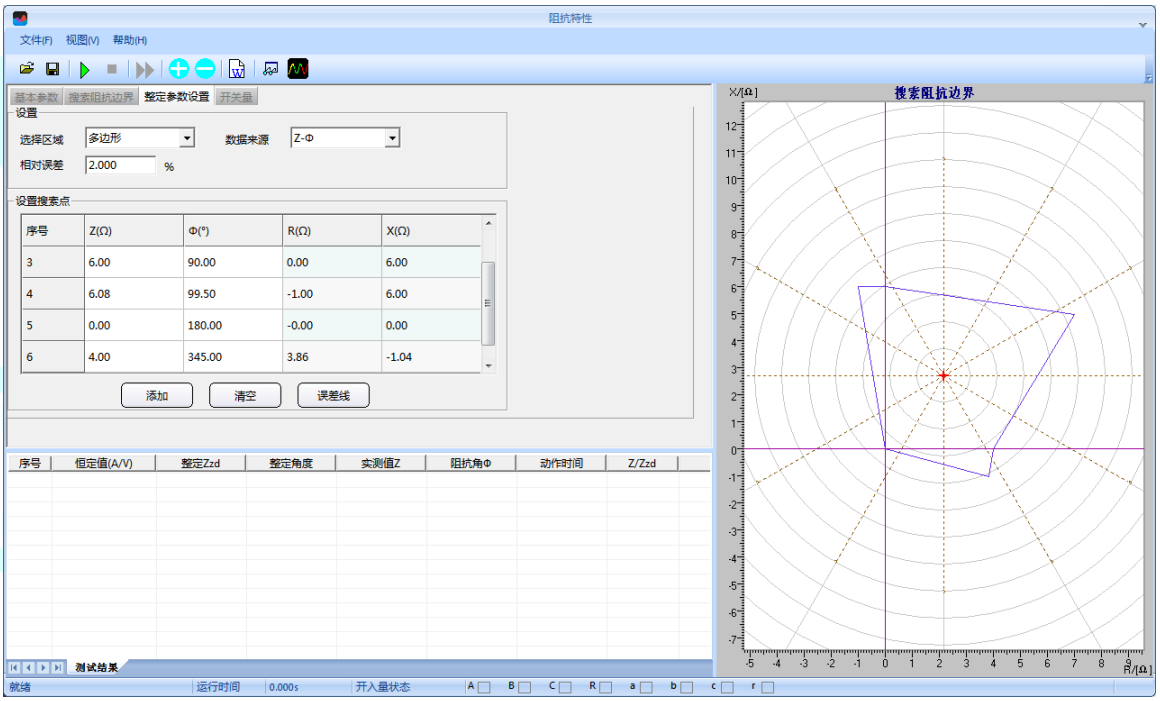



图 18-3 阻抗搜索多边形特性曲线

选择“多边形”特性，单击“添加”按钮，设置理论曲线第一个点，一般以0°为起点。。第一个角点设置完毕，按相同的方法设置第二个角点，此时，可以从右侧的图中看到这两个点构成的一条线。按照保护的相关定值参数，依次添加多个角。添加完后软件即绘出了理论的阻抗边界曲线。此时可用鼠标移至图形的中心位置点击鼠标左键。

**2、绘制圆**

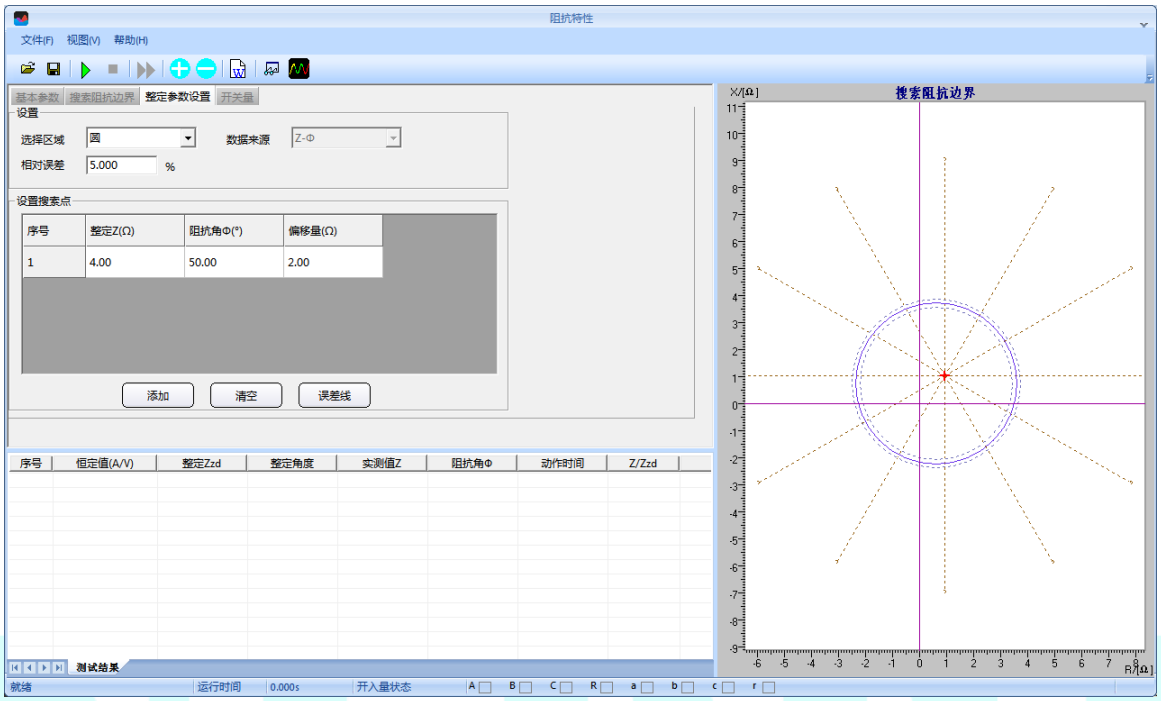



图 18-4 阻抗搜索圆形特性曲线

在上图中选择“圆”特性，在下面的表格中设置“整定阻抗”、“阻抗角度”以及“偏移量”等参数。右图中将实时显示其图形。用鼠标选中图形的中心，并在“搜索阻抗边界”页面中设置足够大的搜索半径及相应步长。

# 19、时间特性

用于测试方向过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动作时间特性，以及应用于发电机、电动机保护单元中的零序和负序过流保护的动作时间特性。

## 19.1 基本参数

### 1、测试项目

包括 4 个项目，“I-t 特性曲线测试”、“U-t 特性曲线测试”、“f-t 特性曲线测试”、“U/f-t 特性曲线测试”。

### 2、基本参数

这里主要是时间参数。

“故障前延时”输出故障前要输出正常态的时间。

“测试间隔时间”当前状态输出完后，停止任何输出的时间为间隔时间，之后输出下一状态值。应考虑到继电器的动作节点或电磁型继电器的转盘有足够的复位时间。

“最大故障时间”应该与最长的整定时间相配合。

## 19.2 试验参数

图 19-1 时间特性试验参数设置页面

### 1、变化量设置

在做“U/f-t 特性曲线测试”时才可用，选择变量是电压或频率，其他测试项目中该设置不开放。

### 2、变化范围

做试验时变量的设置，包括始值、终值、步长。步长决定测试点的数量。

### 3、 故障前电压

试验时“故障前延时”时间段内所加电压的大小及相位。

### 4、I-t 参数设置

在选择测试项目为“I-t 特性曲线测试”时开放，用于设置故障类型。根据故障类型来确定故障电压和故障电流方向。

# 19.3 特性定义

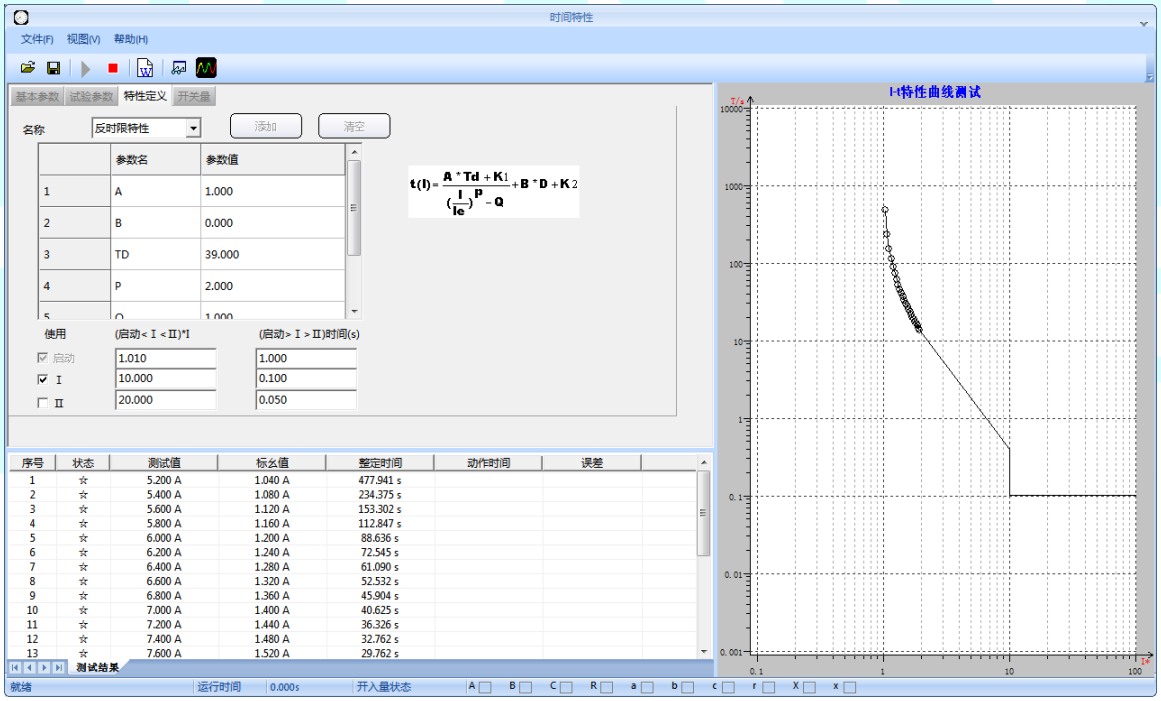



图 19-2 时间特性试验特性定义页面

### 1、类型

特性分 3 种：反时限特性、I2T 特性、自定义特性。

**（1）反时限特性：**由 IEEE 标准导出的特性方程参数 A、B、D、P、Q、K1、K2，由这些参数创建反时限特性曲线。

$$t(i)=\frac{A*Td+K1}{\left(\frac{I}{Ie}\right)^{p}-Q}+B*D+K2$$

（2）I2T **特性：**需要设置参数 p、tsmax.

$$t(i)=\left(\frac{Ie}{I}\right)^{p}*t_{smax}$$

（3）**自定义特性：**点击“添加”按钮增加定义点，输入电流值及其动作时间，直到添加完所有点。

NEPRI 国科电研

# 20、同期试验

本测试模块主要是用于测试自动准同期装置的电压边界动作值、频率边界动作值、导前角及导前时间、调压周期、调频周期以及自动调整试验。同期装置如同期继电器或自动准同期装置用于发电机的并网、电网中两个部分的连接、断路器手动合闸或同期检测。同期装置通过测量两个电压的相角、频率和幅值，以防止两个不同步系统并网操作。

当一台发电机连接入网时，同期装置必须控制发电机的启动并在正确的时间及时将其并网。在并网操作时，同期装置进行相差、压差、频差三方面的检测。当三个电气量降至整定范围内并且在用户预先规定的时间内保持不变时，同期装置向断路器发送合闸信号。当任意一条件不满足，同期装置向发电机的各电气量调节器发送调整命令，以使其满足整定条件。在调节不成功的情况下，同期继电器给出故障信号。

NEPRI
国科电研

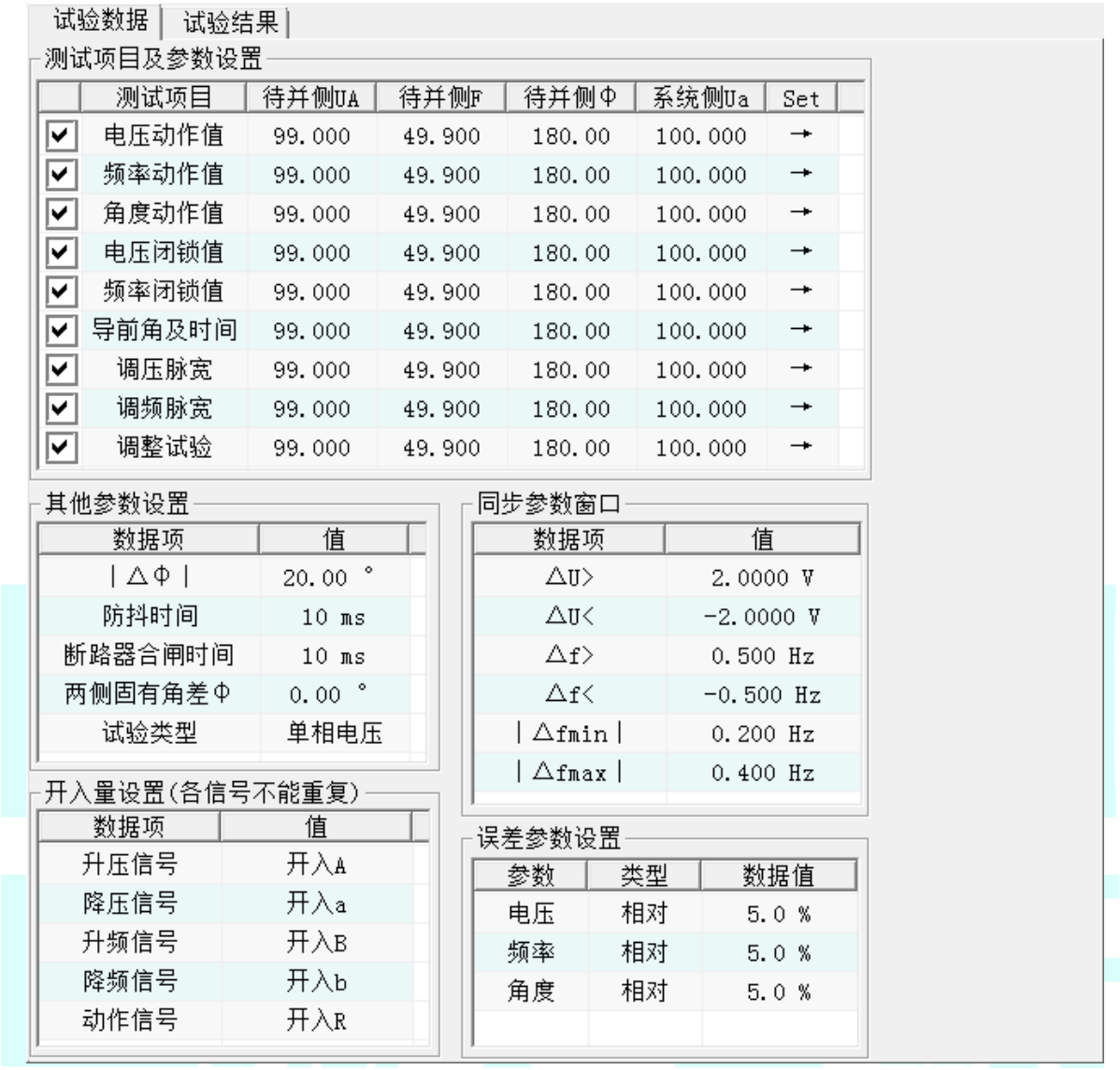



图 20-1 同期试验试验数据设置页面

在测试“动作值”、“调压脉宽”、“调频脉宽”等项目时软件为“手动”调整，其他可选“手动”或“自动”方式。“手动”方式下，要求在试验期间通过键盘上的方向键或软件上的相关按钮来改变变量的输出；“自动”方式下，测试仪是依据同期装置发来的调整信号而自动调整变量的输出。需要将同期装置的各信号按照页面左下角的开入对应表介入对应的测试仪开入量，按照所设置的接线才会做对试验。

# 20.1 动作值

包括同期压差、频差、角差的动作值，可以设置其步长等信息。开始试验后，可按照所设置的

变化步长手动增减相应的量至同期接点动作，即测出相应的同期动作值。测试时，首先要满足电压、频率、角度中的 2 个参数，通过改变被测量的参数值，最终使同期装置完全满足要求而动作。点击各个测试项右侧的“→”可以设置相应的变化步长。

下面以“电压动作值”为例说明。

先设置待并侧电压 U1 为 90V，不满足同期条件。设置待并侧频率 f1 和相位 ψ1 满足同期条件，如设置成语系统侧频率很接近的 49.9Hz、相位任一，同时设置一定的电压步长，开始试验时，手动加改变电压至同期装置动作。

试验期间，如果频率不相等，可以观察到“待并侧”和“差值”栏的角度在不断变化。如果两侧频率相等，待并侧电压矢量不会旋转，仅长度变化。当同期三个条件都满足时，通气装置将会发出口信号，测试仪记录下动作时的压差、频差、角差。

# 20.2 闭锁值

闭锁值测试包括电压闭锁值和频率闭锁值。试验前先设置待并侧的电压和频率满足装置的同期条件，但电压也有一定差值，频率有一定差值，可以使两侧角差能周期性拉开和摆拢。

测试电压闭锁值时，由于两侧电压的幅值和频率满足同期条件，每当角度摆入动作范围内，同期装置发出合闸命令（从装置的动作指示灯中能观察到）。保持该频率，手动或自动增、减待并侧电压至同期装置闭锁（在动作角差内不再动作）。自动变化时测试仪每次都朝电压差增大的方向改变待并侧电压，使压差逐步增大到同期装置不再动作（动作闭锁），即测得电压闭锁值。

测试频率闭锁值时，则保持电压，手动或自动增、减待并侧频率至同期装置闭锁（在动作角差内不再动作）。自动变化时测试仪每次都朝频率差增大的方向改变待并侧频率，使频差逐步增大到同期装置不再动作（动作闭锁），即测得频率闭锁值。

# 20.3 导前角及导前时间

试验前先设置待并侧的电压满足装置的同期条件，但频率不满足同期条件。试验开始后由于频差较大，在角度旋转中，同期装置不发合闸命令。手动或自动增、减待并侧电压的频率。当待并侧频率处于临界允许动作值，且角度摆入动作范围内时，同期装置第一次动作发合闸命令。测试仪将计算并记录下频差刚满足同期条件时的导前角和导前时间。

导前角和导前时间有以下关系：

$$\Delta\Phi = \Delta t/Tw*360^\circ \quad , \quad Tw=|f1-f2|$$

含义：△Φ为导前角；△t 为导前时间；f1 为待并侧电压的频率；f2 为系统侧电压频率。

自动测试时，软件总是在每一个周期内检查同期装置是否有合闸脉冲传来。如果测试仪在一个周期内未收到合闸脉冲，则自动朝频差减小的方向改变待并侧频率。如此每周期进行调整，直到同期装置发出动作信号。软件计算并记录下此时的导前角和导前时间。

# 20.4 调压调频脉宽

自动准同期装置在压差和频差不满足同期条件时，可以自动升、降电压或频率的脉宽信号，该信号的脉宽和周期在此功能中测量。

调压脉宽测试方法。试验前先设置待并侧的电压不满足同期条件，频率满足条件但不相等，可以使两侧角差能周期性来开和摆拢。将同期装置的升降压信号分别接入开入 A 和 a。试验时由于电压不满足同期条件，装置不发合闸信号，但周期性发“升/降压”信号。这时，测试仪将可以测量在这一压差下的调压脉宽和调压周期，调压脉宽一般与压差基本呈现线性关系。

调频脉宽测试方法。试验前先设置两侧电压满足同期条件，但频率不满足同期条件，将同期装置的升/降频率信号分别接入开入 B 和 b，试验时，由于频差装置不发合闸信号，但周期性发“升/降频”信号，这时，测试仪将可以测量在这一频差下的调频脉宽和调频周期，调频脉宽一般与频差保持线性关系。

# 20.5 调整试验

试验前先设置待并侧的电压幅值和频率均与系统侧差值较大，不满足同期条件。试验时，由同期装置给测试仪发“升/降压”或“升/降频”信号，测试仪根据接收到的信号自动地按设置的变化率向“满足同期条件”的方向调整待并侧电压和频率，直到压差、频差、角差均满足同期条件，同期装置发合闸命令为止。测试仪将记录下合闸时的压差、频差、角差。

试验期间，当压差和频差满足同期要求时，同期装置上压差合格灯或频差合格灯亮，若角差也满足条件时，同期装置发合闸信号。这就是同期的三个动作必要条件：待并侧和系统侧的频率基本相等，电压基本相等，相位差小于一定值。

NEPRI
国科电研

# 21、功率振荡

“功率振荡”测试模块主要是用来模拟系统发生振荡时电气量的变化情况的。用于模拟系统振荡过程，用于发电机失步保护、电网振荡解列装置测试。

## 21.1 基本参数

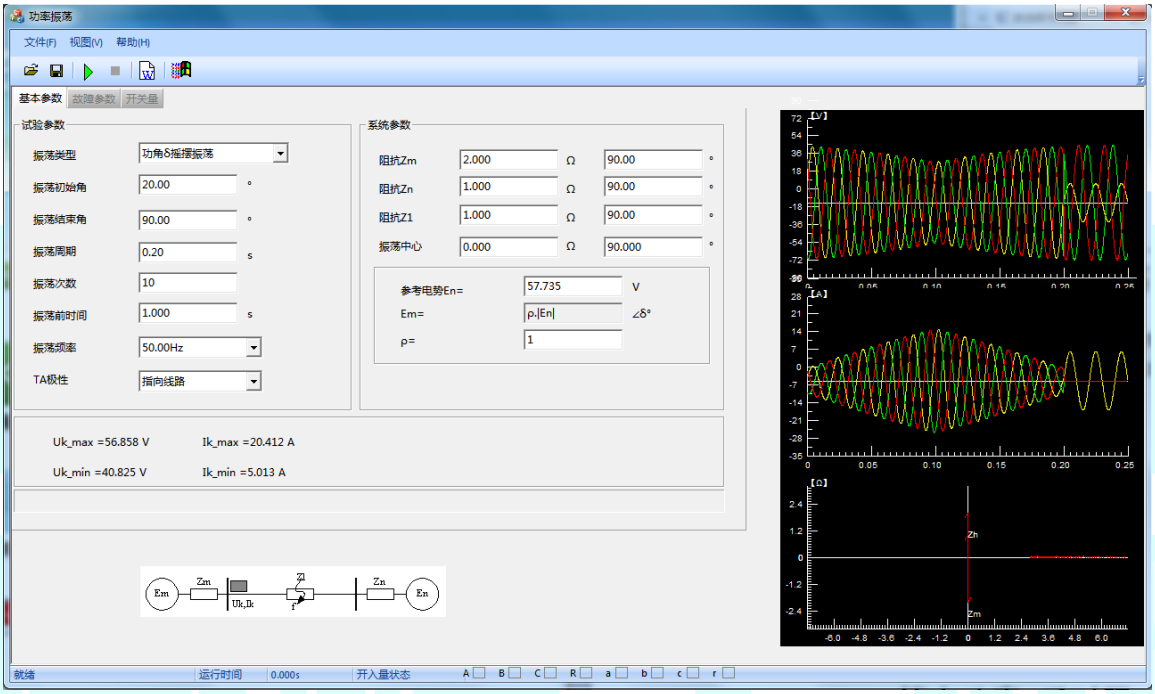



图 21-1 功率振荡基本参数设置页面

### 1、振荡类型

共有2种方式供选择，“功角δ摇摆振荡”和“功角δ旋转振荡”，一般情况选择功角δ摇摆振荡方式，当选择“功角δ摇摆振荡”时，需设置“振荡初始值”和“振荡结束值”，往复震荡将在功角始值和终值之间进行。当选择“功角δ旋转振荡”时，功角从0度到360度做周期旋转，此时“振荡初始值”和“振荡结束值”设置只对振荡开始和结束瞬间的电流相位起作用。

### 2、振荡周期

一个振荡周期所需的时间。

### 3、振荡次数

振荡发生的周期数，在做失步测试时应大于保护的滑极次数。

### 4、系统参数

根据试验参数设置 M 侧电源阻抗 Zm，N 侧电源 Zn 以及线路阻抗 Ll，分别设置 M 侧、N 侧电源电动势，软件自动计算振荡中心。

# 21.2 故障参数

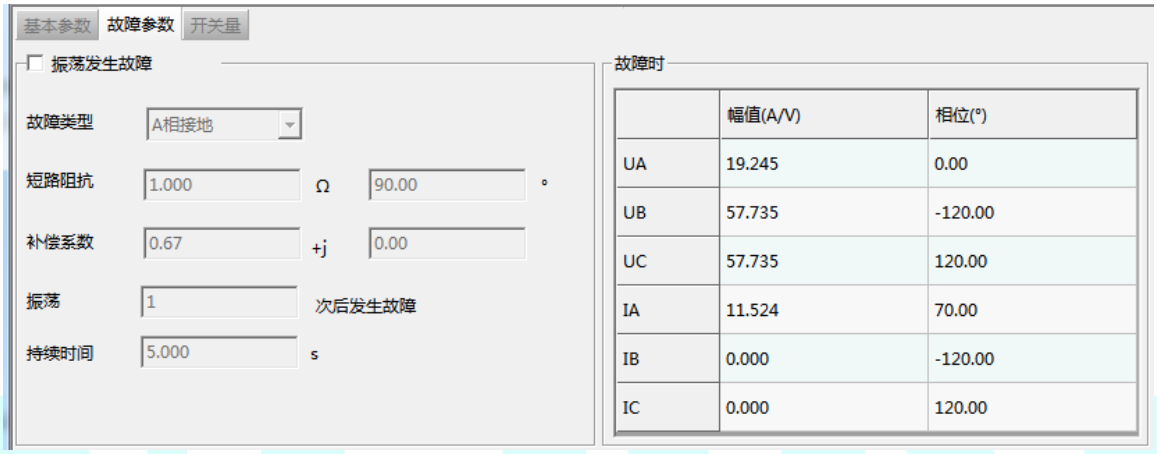
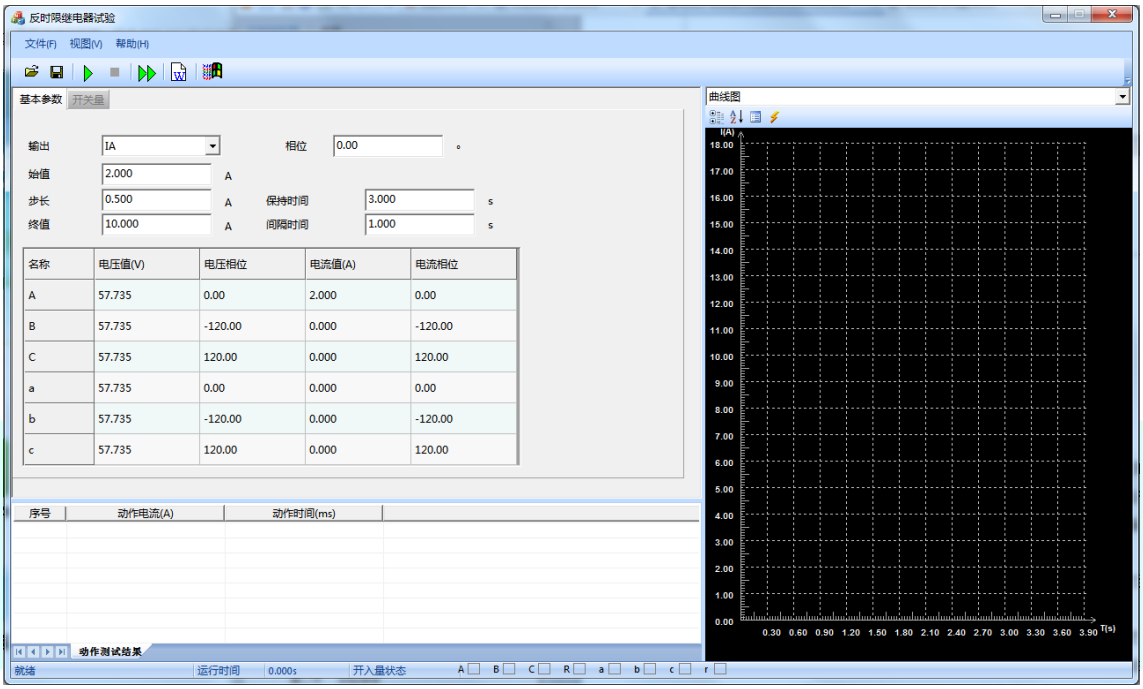



图 21-2 功率振荡故障参数设置页面

选中“振荡发生故障”并设置，可模拟电网振荡中发生故障，用于测试振荡状态下保护设备特性，如：测试距离保护的振荡闭锁功能。可模拟的故障类型有 A 相接地、B 相接地、C 相接地、AB 短路、BC 短路、CA 短路、三相短路。

# 22、反时限

“反时限继电器”测试模块主要是用来测试反时限继电器的动作特性的。在此模块中，不仅可以测试反时限继电器在不同动作电流下的动作时间，而且可以描绘出反时限继电器的动作特性图。




## 1、电流输出

设置测试仪的电流输出通道。新型继保仪型有 10 个电流输出通道，IA、IB、IC、Ia、Ib、Ic 为单独电流通道，6 个电流输出通道彼此独立，互为备用。另外还有 3 个线电流通道及 IA+Ia，IB+Ib，IC+Ic，还有 1 个三相电流并联通道 IA+IB+IC。根据试验需要的电流大小进行选择，如果试验电流较大，可以选择三相并联模式。还可以设置电流输出的初始相位角。此角度为滞后于对应相电压的角度，如 IA 的角度即为滞后于 UA 的角度。

## 2、电流初值

设置电流输出的初始值。

## 3、电流步长

设置电流每次变化的值即 ΔI，输出的电流值在每次的变化中会按照此步长变化。例如步长设置为 1A，则每次输出的电流值的大小会在上次输出的电流值的基础上增加或者减少 1A。

## 4、电流终值

设置电流输出的最大值。在试验过程中，当电流输出达到终值并等待动作后，将停止输出并结束试验。

**5、故障时间**

设置某一设定电流值的最长输出时间。在该时间内，如果继电器动作，则测试仪记录动作时间并跳转至下一状态，如果继电器未动作，则测试仪持续输出当前电流值至最大试验时间后并跳转至下一状态。例如该值设置为 5s，在 5s 之内，若继电器动作，测试仪会结束当前状态，若继电器未动作，测试仪最长输出当前电流值 5s 后结束该状态。

**6、试验间断时间**

设置试验过程中，测试仪暂停输出的时间。在反时限继电器的测试过程中，每次电流变化之前，测试仪会停止输出一段时间，在此时间内，测试仪无任何输出，以便于保护复归，接点返回等。

NEPRI
国科电研