

首先感谢您对我们的信任并选用微机继电保护测试系统！在使用本装置之前，请务必仔细阅读本说明书，确认对其中各项内容已有足够的了解，以免造成不必要的损失或不便。如有任何疑问、意见和建议或需提供相关技术支持，我们将竭诚为您服务。

注 意 事 项

- 1、注意操作安全，防止触电事故。
- 2、主机接地端子可靠接地，以免感应静电，并可减轻电磁干扰。
- 3、禁止带电拔插电缆，拔插电缆前应关闭主机和电脑电源。
- 4、禁止外部电流、电压接入测试仪电流电压端口，否则会损坏测试仪。
- 5、通讯接口应检查确认连接正确。
- 6、启动测试仪后建议预热 2 分钟，关机后应至少等待 1 分钟方可再开机，否则会损坏测试仪或造成仪器工作异常。
- 7、应保证测试仪内置测试程序启动完成，功放、DSP 就绪灯亮，方可开始试验。
- 8、测试时应将被测装置的外回路断开，并使电流、电压的 N 端共地，否则可能会造成测试的不准确。
- 9、测试仪的模拟量输出不能作为电源使用，部分型号有辅助直流电源可以作为保护装置的直流电源，但不能作为操作回路直流电源。
- 10、精密仪器注意防水、防震、防尘，在电厂、电站施工现场应放置在清洁少尘处使用，不用时请小心放置在仪器箱内，清洁仪器表面时应关闭电源并用湿布小心擦拭。
- 11、应保证测试仪的正常通风，不要堵塞仪器下部和尾部的通风孔和风扇，以免引起过热。
- 12、测试仪面板上的液晶屏属精密玻璃制品，应小心使用和搬运，避免重压和碰撞，否则可能造成破损和失灵；仪器和电脑应轻拿轻放，并有专人管理。
- 13、外接 PC 电脑与主机内置工控机不能同时控制输出送量。
- 14、测试时请注意测试软件中测试仪型号、通讯接口是否设置正确，升级软件时请注意查看文件“README.TXT”中的相关事项，确保与您的设备硬件匹配。
- 15、测试仪内测试数据应保存在目录“Hard Disk”或“硬盘”下，否则有可能丢失数据。
- 16、测试仪内置系统及软件更新需要时间较长，请耐心等待，并保证测试仪供电和复制操作不中断。否则，Windows CE 和测试程序将可能无法启动，需要返厂更新。
- 17、在操作接线正确和外部保险管正常的情况下，如有问题请联系厂家，切勿自行维修。

目 录

第一章 概述	7
1.1 技术参数及性能指标.....	8
1.1.1 交直流电流源.....	8
1.1.2 交直流电压源.....	8
1.1.3 相位.....	9
1.1.4 频率.....	9
1.1.5 同步性.....	9
1.1.6 开入量与时间计量要求.....	9
1.1.7 开出量.....	9
1.1.8 独立辅助直流电源 (部分型号配置).....	10
1.1.9 输入电源.....	10
1.1.10 其他 (部分型号配置)	10
1.2 测试软件功能.....	10
1.3 系统设计原理.....	11
1.4 主要特点.....	12
第二章 快速入门	14
2.1 面板说明.....	14
2.1.1 前面板功能.....	14
2.1.2 后面板功能.....	15
2.2 硬件操作入门.....	15
2.3 软件操作入门.....	16
第三章 装置硬件	20
3.1 模拟量输出.....	20
3.1.1 交直流电流源.....	20
3.1.2 交直流电压源.....	21
3.2 开关量输入输出.....	22
3.2.1 开关量输入.....	22
3.2.2 开关量输出.....	22
3.3 触摸键盘.....	23
3.4 指示灯和蜂鸣器.....	23
3.5 通讯接口.....	23
3.6 独立辅助直流电源输出.....	23
3.7 工作电源.....	24
3.8 保护报警.....	24
第四章 测试软件	25

4.1 软件概述	25
4.1.1 软件特点	25
4.2 软件测试功能	26
4.3 软件名词及一般说明	31
4.3.1 厂站、回路、保护和试验项目	31
4.3.2 开入量判接点动作方式	31
4.3.3 变化步长与时间和精度的关系	32
4.3.4 抖动延时	32
4.3.5 线路阻抗角、整定阻抗角、灵敏角、负荷角、合闸角	32
4.3.6 各种时间参数及其设置	32
4.3.7 跳后态、合后态的输出和复归时间的送量	33
4.3.8 短路电流、故障残压、整定阻抗	33
4.3.9 零序系数	33
4.3.10 故障阻抗	34
4.3.11 开关量输出接点	35
第五章 软件操作	36
5.1 软件安装与升级	36
5.1.1 内置 Windows CE 软件	36
5.1.2 笔记本电脑软件	36
5.1.3 网络通讯控制方式的设置	36
5.2 软件界面	39
5.2.1 主菜单	39
5.2.2 工具栏	41
5.2.3 状态栏	41
5.2.4 主视图	42
5.2.5 测试窗口	42
5.2.6 试验数据库	43
5.2.7 系统属性	43
5.2.8 厂站	44
5.2.9 回路	44
5.2.10 保护	44
5.2.11 测试项目	44
5.3 常用操作方法	45
5.3.1 软件启动	45
5.3.2 选择测试项目	46
5.3.3 输入修改测试参数	46
5.3.4 进行测试	46
5.3.5 中断测试	46
5.3.6 增加回路、保护、测试项目	47
5.3.7 关闭测试软件	47
5.3.8 查看试验波形	47
5.3.9 输入修改厂站属性、回路属性、保护属性、项目属性	48
5.3.10 删除回路、保护、测试项目	48

5.3.11 新建试验数据库	48
5.3.12 打开试验数据库	48
5.3.13 保存试验数据库	48
5.3.14 另存试验数据库	49
5.3.15 测试人员名单维护	49
5.3.16 厂站、回路、保护、测试项目名称维护	49
5.3.17 故障模型计算	49
5.3.18 GPS 设置	51
5.4 数据交换与试验报告	52
5.4.1 测试报告的生成与保存	52
5.5 网上冲浪	53

第六章 测试功能55

6.1 继电器	55
6.1.1 电流电压继电器	55
6.1.2 过流继电器	60
6.1.3 阻抗继电器	64
6.1.4 频率继电器	68
6.1.5 中间继电器	76
6.1.6 时间继电器	80
6.1.7 同期继电器	81
6.1.8 功率方向继电器	85
6.2 差动试验	88
6.2.1 差动保护	88
6.2.2 谐波制动	97
6.2.3 直流助磁	100
6.2.4 速断试验	103
6.2.5 比例制动	105
6.3 故障模拟	109
6.3.1 简单故障模拟	109
6.3.2 多态模拟	112
6.3.3 系统振荡	114
6.3.4 故障再现	118
6.3.5 高级仿真	120
6.4 阻抗特性	123
6.4.1 精工电压特性	123
6.4.2 精工电流特性	126
6.4.3 阻抗动作特性	130
6.4.4 阻抗记忆特性	134
6.4.5 阻抗保护	136
6.5 线路保护	143
6.5.1 距离定值	143
6.5.2 零序电流特性	147
6.5.3 整组传动	150

6.5.4 工频变化量	155
6.5.5 线路保护	158
6.5.6 时间特性	165
6.6 程控电源	171
6.6.1 电源发生器	171
6.6.2 谐波发生器	175
6.6.3 三角波发生器	177
6.6.4 方波发生器	178
6.7 自动装置与表计	179
6.7.1 同期装置	180
6.7.2 毫秒计	181
6.7.3 功率表	183
6.7.4 备自投	184
第七章 系统配置	187
7.1 标准配置	187
第八章 维护与服务	188
8.1 维护	188
8.2 服务	188
附录一 三相变压器差动保护的平衡系数计算	190
特别声明	196

第一章 概述

我公司是一家多年专业从事继电保护测试仪和继电保护实验电源柜的研究开发和生产制造的高科技企业。拥有一支高素质、高学历、年轻化的研发、销售和管理队伍，有着丰富的软件、硬件和电力电子高技术仪器产品开发、销售和经营经验。依托自身较强的研发力量，坚持不懈地进行技术创新，产品不断推陈出新，技术始终处于国内领先地位。在社会各界的关心与支持下，本公司全体员工不懈努力，使公司近年来取得了较好的经济效益和社会效益，得到了社会的认可。2007 年被认定为“高新技术企业”，“重合同守信用”企业，先后被评为“A 级纳税信誉单位”、“重点新产品企业”、“武汉市科技进步单位”等。

微机继电保护测试系统是凝结了十多年来在全国数百家用户中取得的丰富经验，采用多种高新技术，进行了全面优化设计，针对 500KV 以上超高压继电保护测试工作的瞬时变化特性和测试精度高以替代进口需求而自主研发的微机继电保护装置测试系统。

该产品用于对发电厂、变电站各种继电保护装置参数的整定和测试，智能化程度高，测试准确。能模拟 12 路电流、电压的调幅、移相、分相独立变频、多态故障模拟、叠加谐波，具有失真告警、录波数据回放输出等功能，是确保发电厂、变电站及线路安全运行的重要测试仪器。

测试软件采用 Windows 界面，功能齐全，界面友好，能完成各种继电保护装置的全面测试，自动生成试验数据库和试验报告，图文并茂，使用方便，是发电厂、供电局、科研院所、相关企业等单位理想的继电保护测试装置。

微机继电保护测试系统 2007 年 7 月经华北电力科学研究院的测试确认各项技术指标完全达到并超过电力部颁发的 DL/T 624—1997《继电保护微机型试验装置技术条件》的标准；2007 年 12 月通过湖北省科技厅组织召开的重点新产品技术鉴定，专家组一致认为该项目技术国内领先，同意通过鉴定并建议推广应用；在湖北省电力公司和云南省电力公司调度通信中心的微机型继电保护测试仪的检测中都被认定为“A 类测试仪”；被国家科技部、湖北省科技厅认定为国家重点新产品和湖北省优秀重点新产品，获湖北省优秀新产品一等奖。

1.1 技术参数及性能指标

1.1.1 交直流电流源

a.交流

输出最大电流 (RMS) : 30A/相或 40A/相, 三相并联: 90A 或 120A。
六相并联: 180A 或 240A。

最大输出功率: $\geq 400\text{VA/相}$ 或 $\geq 600\text{VA/相}$ 。

输出精度: $0.1\%(0.2\text{-Max}), < 1\text{mA} (1\text{-}200\text{mA})$ 。

输出频率: 0-1KHz。

幅频特性: 10-1000Hz 范围幅度变化 $\leq \pm 1.5\%$ 。

b.直流

输出最大电流: 0-15A/相或 0-20A/相, 三相并联: 45A 或 60A。

最大输出功率: 200W 或 250W 连续运行。

输出精度: 0.5%。

c.其他

分辨率: 1mA。

三路或六路有共用中性点的电流源。

各相输出电流幅值、频率、相位独立调节。

电流上升下降时间小于 $100\mu\text{S}$ 。

开路、过热、过载和失真自动检测保护。

1.1.2 交直流电压源

a.交流

输出最大电压 (RMS) : 125V/相, 两相串联: 0-250V。

输出最大功率 (额定电压) : $\geq 75\text{VA/相}$ 。

输出精度: $0.1\% (0.5\text{-}125\text{V})$ 。

输出频率: 0-1KHz。

幅频特性: 10-1000Hz 范围幅度变化 $\leq \pm 1.5\%$ 。

第四路电压可设置为零序电压或任意设置。

b.直流

输出最大电压: 0-150V/相, 两相串联: 0-300V。

输出最大功率: 100W 连续运行。

输出精度：0.5%。

c.其他

分辨率：1mA。

三路或六路有共用中性点的电压源。

各相输出电压幅值、频率、相位独立调节。

电压上升下降时间小于 $100\mu\text{S}$ 。

短路、过热、过载和失真自动检测保护。

1.1.3 相位

相角范围： $0^\circ \sim 360^\circ$ 。

相角分辨率： 0.001° 。

相角精度： $\pm 0.2^\circ$ 。

1.1.4 频率

频率范围：0-1000Hz。

频率精度：绝对偏差 $\leq 2\text{mHz}$ 。

分辨率：1mHz。

能叠加 2-20 次任意幅值的谐波及直流。

1.1.5 同步性

电压电流同步性 $\leq 100\mu\text{S}$ 。

1.1.6 开入量与时间计量要求

8 对独立无极性输入端，空接点或 0-250V 电位。

计时器范围 1mS-9999.999S。

分辨率：1mS。

1.1.7 开出量

4 组可编程辅助空接点。

接点容量：0-250V, 0.5A。

1.1.8 独立辅助直流电源

DC 110V/220V $\pm 10\%$ 独立辅助直流电源。

容量：100W 连续运行。

短路、过载保护。

1.1.9 输入电源

AC220V $\pm 15\%$, 50HZ, 10A (Max)

1.1.10 其他

装置内置工控机，不用外接计算机就能独立实现所有测试功能：

内置 Windows 操作界面的测试软件；

配有大屏幕彩色液晶屏，提供触控板和键盘操作；

提供 USB 接口，可外接键盘、鼠标操作，也可通过 U 盘交换数据和软件升级；

装置配置网络通讯接口，也可外接计算机实现各种测试功能。

1.2 测试软件功能

配置了功能强大的测试软件，能方便地完成所有测试项目，测试功能包括：

1、继电器：测试电压电流、中间、时间、功率方向、同期、频率、阻抗、过流等各类继电器。

2、差动试验：测试比例制动、谐波制动、直流助磁、速断等原理构成的差动保护。

3、故障模拟：简单故障模拟、多态模拟、系统振荡、故障再现、高级仿真。

4、阻抗特性：测试阻抗圆、四边形、精工电压、精工电流、动作、记忆等阻抗特性。

5、线路保护：距离保护定值校验、零序电流定值校验、工频变化量距离定值校验、整组传动试验、成套微机保护定值校验和时间特性。

6、程控电源：电源发生器、谐波发生器、三角波、方波发生器。

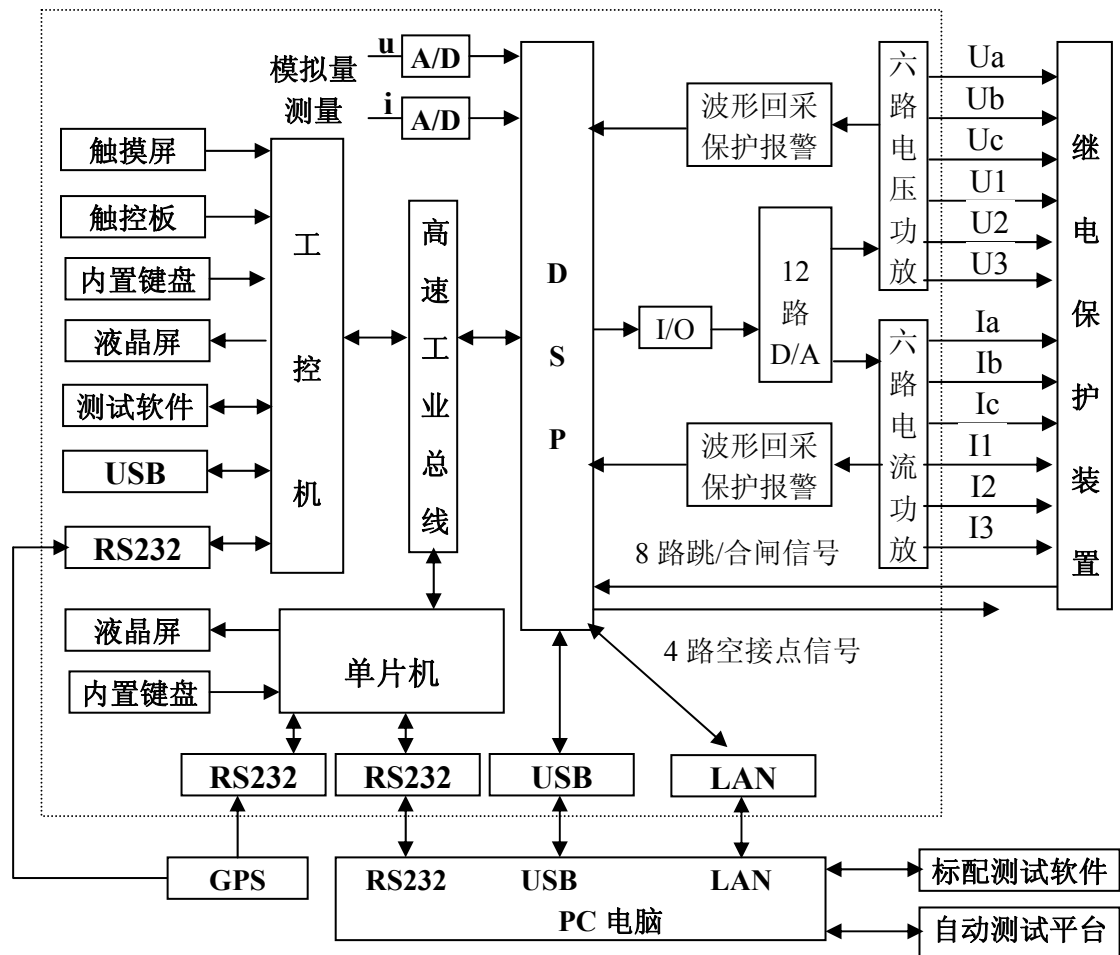
7、自动装置与表计：同期装置、毫秒计、功率表。

电源发生器和多态模拟程序支持六相电流和六相电压输出，差动保护程序支持六相电流输出，还增加了备自投（六相电压）程序。

电源发生器、多态模拟和差动保护程序支持六相电流输出。

1.3 系统设计原理

微机继电保护测试系统核心是由嵌入式高性能工业控制计算机、DSP 和多片 I/O 控制单片机组成的集成化、一体化的独立系统，内部采用高性能工业总线实现统一的数据传输和控制，使用者利用内置触控板、触摸屏和具有专有设计技术的全编码键盘，和基于 WindowsCE 系统的嵌入式应用软件交互输入显示数据。



微机继电保护测试仪原理示意图

根据输入的要求，主机通过智能 I/O 接口电路，向 12 路 24 位数模

变换器 DAC 实时地送出模拟量，再经过平滑处理及功率放大后，可同时送出多达六相电流 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_1 、 I_2 、 I_3 和多达六相电压 U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_1 、 U_2 、 U_3 ；电流回路则可以把三相电流接成回路以获得 $3I_0$ 。12 路功放电源都没有经变压器隔离，它们有一个公共接地点（0V）。

主机通过智能 I/O 接口电路快速精确采集 8 路跳/合闸信号开关量，获得毫秒级的保护动作时间，并可根据输入的要求在超前或落后故障发生时间输出 4 路开关量接点信号。为了测量和自校的方便，还预留有两路模拟输入通道，一路为 10A 档电流，另一路为 250V 档电压。

1.4 主要特点

微机继电保护测试系统采用了包括先进的军用数字信号处理技术和通讯技术在内的多项高新技术，体现了集成化、一体化的新趋势。主要特点如下：

a. 内置高性能工控机，采用嵌入式工业系统 WindowsCE.Net，其简洁的系统内核具有稳定可靠高效的硬件实时性能，集成化、一体化，无需外接电脑即可轻松完成各种复杂的试验功能。还可以杜绝电脑病毒侵犯，即使误操作删除文件也不会破坏操作系统，保证系统安全。

b. 独创动态跟踪技术，采用高性能 DSP、FPGA、24 位 DA 和高精度线性功放技术，输出每周波 1600 点的高精度波形，能快速准确灵活的控制响应模拟输出电力系统故障模型各种瞬时变化的暂态波形，使模拟量输出全量程、从直流到 1kHz 都能全面保证瞬时变化特性和高精度，对超高压继电保护测试工作的准确性具有特别重要的意义。

c. 极具人性化的操作界面设计，提供了亲切熟悉的真正的工业化 Windows 界面，内置触控板和键盘，如同笔记本电脑一样操作方便，内置 USB 接口可用优盘方便升级软件和交换数据或外接鼠标、键盘操作。还可通过网口外接笔记本电脑工作。

d. 新的测试软件基于 Windows 系统，采用嵌入式软件开发工具，功能齐全、界面友好、使用方便，底层硬件控制性能优秀，首创多层树型结构的试验模板数据库组织方式，灵活的 OFFICE 文件格式试验报告，为实现试验数据库和试验报告管理的集成化、系统化提供了数据基础。

e. 既有富有特色、简洁方便的通用测试模拟功能，又有实用有效的各类继电器校验程序，更有提供多种校验和搜索方式的成套微机保护和自动装置的自动试验程序，各类故障模拟程序，能真实模拟和回放现场实

际的各类故障、暂态、振荡、重合闸行为。

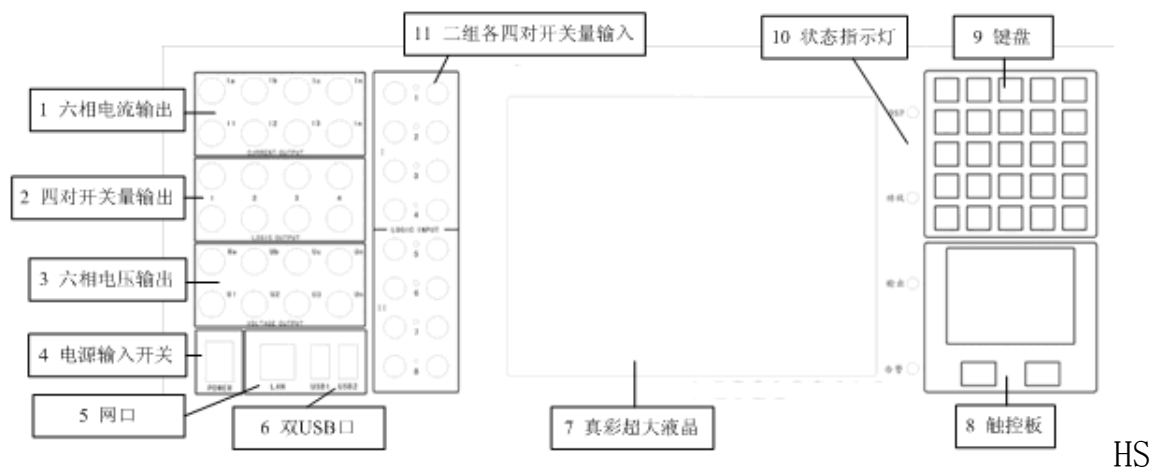
f.无需改变任何软硬兼施件即可 6 相电压、6 相电流同时输出，各相幅值、相位、频率、直流分量均可同时独立变化调整。每周 1600 点的绝对匀速变频，绝无相移和突变，使低周减载试验准确可靠；开入通道独立无极性，能自动适应各种有源无源接点。

g.先进的高精度线性功放技术全面提升了装置的功放系统，更有完善的各种防误操作、短路、外电冲击和温度超限等故障检测和保护功能，保障装置可稳定可靠的持续工作。具有 $110V/220V \pm 10\%$ 独立辅助直流电源。开入通道独立无极性，能自动适应各种有源无源接点。整机模块化设计，进行了大量的优化设计和工艺改进，更加小型化、轻型化，易操作、易维护。

第二章 快速入门

2.1 面板说明

2.1.1 前面板功能



前面板图

- 1、六相电流输出端孔： I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_N 。
- 2、四对开关量输出
- 3、六相电压输出端孔： U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_1 （第四项电压 U_1 通常默认为 U_X 可以有多种输出）、 U_2 、 U_3 、 U_N 。
- 4、工作电源开关
- 5、LAN 口：网口，与电脑网口连接，通过电脑的测试软件进行试验。
- 6、二个 USB 接口：外接 USB 鼠标、键盘或 U 盘。
- 7、液晶屏：8.4 英寸 $800 \times 600 \times 16b$ 真彩。
- 8、触控板：鼠标功能。
- 9、专用功能键盘
- 10、测试仪状态指示灯：功放就绪、DSP 就绪、故障报警、输出送量。
- 11、四对开关量输入

2.1.2 后面板功能

两个散热风机。

RS232: 串口, 可用于联接 GPS 对时装置。

四对开关量输入, 其他: 3A、20A、0.5A 保险座。

2.2 硬件操作入门

1、关闭测试仪电源, 将测试导线分别从面板上电压输出端子和电流输出端子接至被测装置上, 将装置的动作接点接入开入量端子, 如果需要还可以将开出量端子接至相关装置上。

2、如果需要, 可以将外接鼠标、键盘、USB 设备 (如 U 盘、打印机等)、串口和网线接入面板上的相应接口。

3、将 220V/50Hz 交流电源接入测试仪电源插口, 确认接线无误后, 打开测试仪电源。

4、等待测试仪内置工控机启动完成, 功放就绪、DSP 就绪灯亮, Windows CE 和内置测试软件启动完成, 方可开始试验。偶有开机后较长时间 DSP 就绪灯仍未亮甚至蜂鸣器长鸣则表示启动失败, 此时只要关机重启即可。

5、如果用户用 PC 机上的测试软件进行试验, 应该将笔记本电脑用网络接口和主机连接, 启动测试程序。

6、试验前或试验中如果希望消除模拟量输出直流零漂, 可以测量并输入直流零漂值, 由软件进行直流零漂校正 (见 6.2.7 系统属性)。

7、试验中, 如果出现故障和异常, 故障报警灯亮, 蜂鸣器鸣叫, 测试仪停止输出, 测试程序显示报警信息。用户应立即进行检查, 确保解除故障或异常后方可继续试验。

8、试验中送量输出时送量输出灯亮, 停止输出时灯灭。

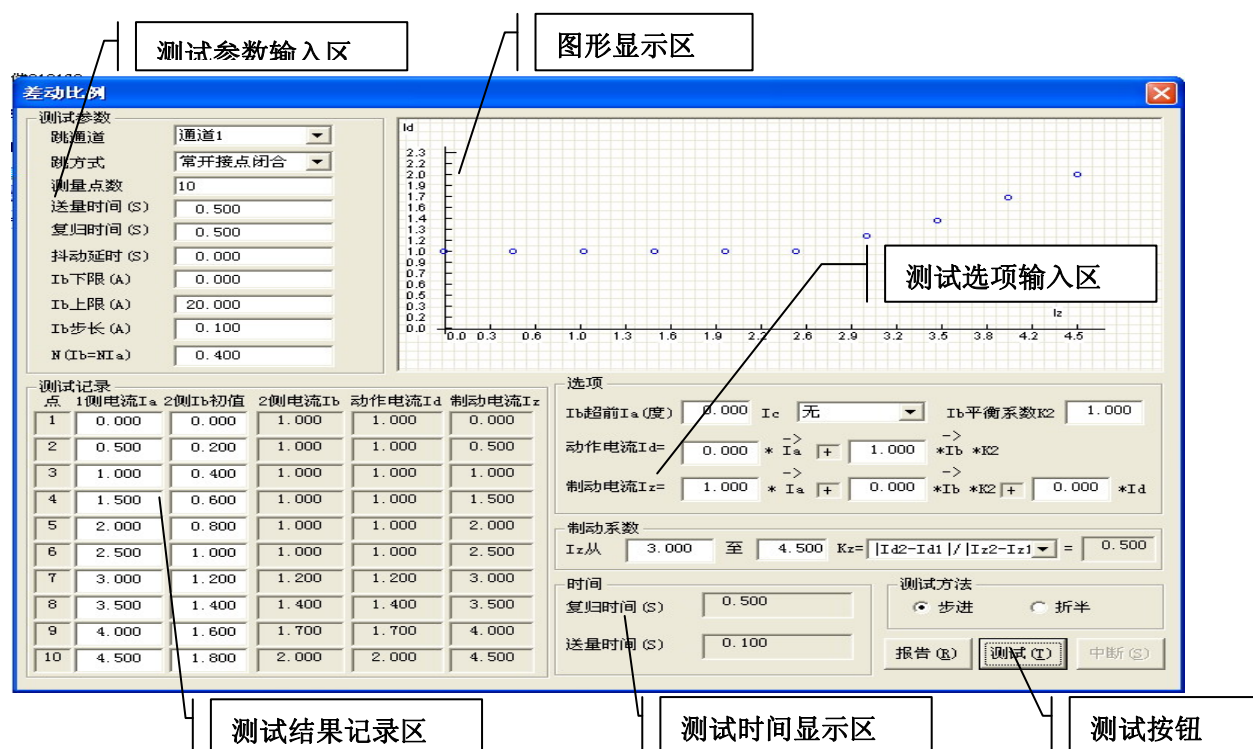
9、试验完毕后, 先关闭测试仪电源, 再拆去试验接线和其他连接缆线。

2.3 软件操作入门



1、测试仪开机启动成功后，会自动启动_DPTS；或在 PC 电脑的操作系统桌面上双击_DPTS 的快捷方式启动_DPTS。

2、_DPTS 启动后，软件会自动新建一个厂站，新增回路、保护和测试项目，再显示测试项目选择窗口，用户在此窗口左侧点击鼠标选择



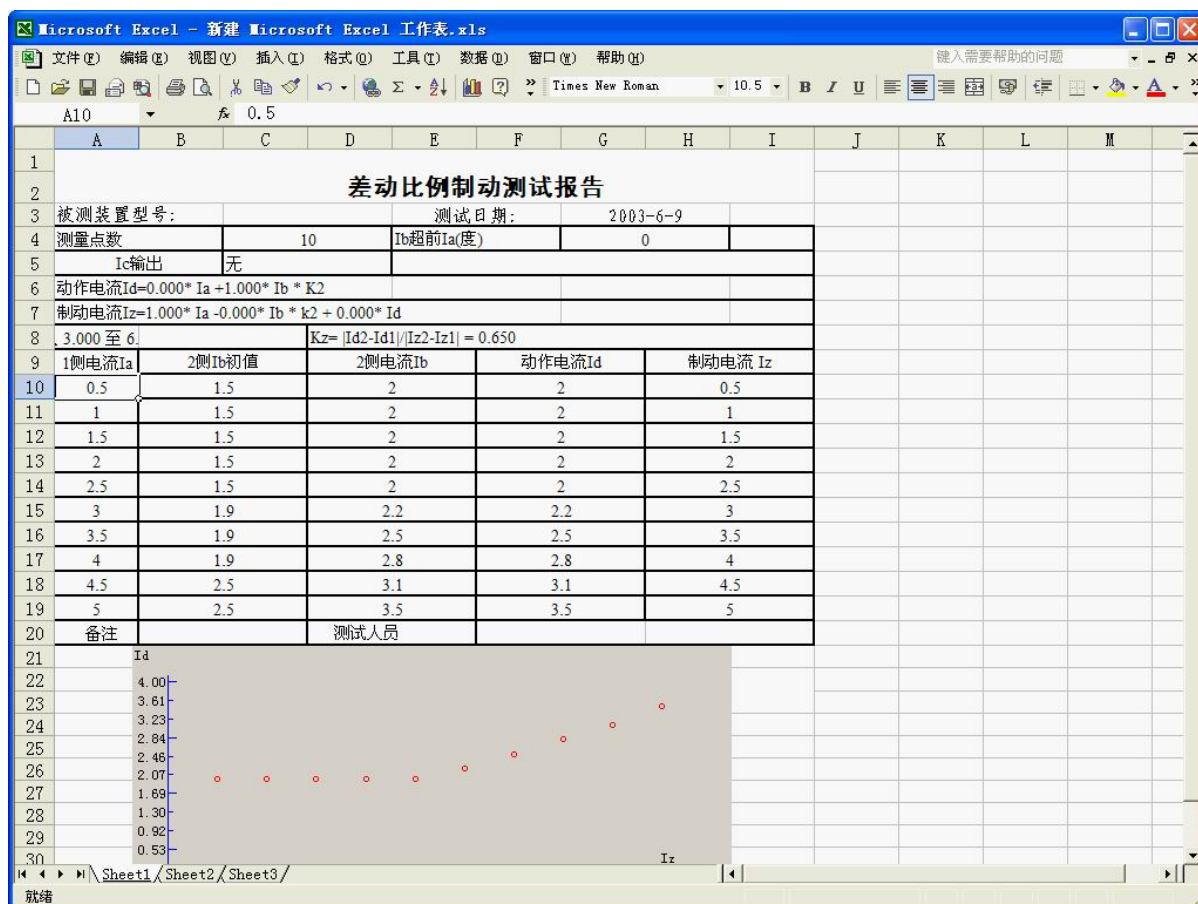
测试功能程序的大类，右侧就会显示该大类下的所有测试功能程序供用户确定测试项目类型。如图就是继电器类的测试功能程序。

3、用户在窗口右侧点击鼠标选择测试功能程序确定测试项目类型后，即可进入软件主界面和测试窗口。如图，用户选择了差动试验类的差动比例制动测试功能程序，即可进入该程序的测试窗口进行测试工作。

4、用户在测试窗口输入修改各项测试参数和选项完毕后，点击测试窗口中的测试按钮或按“Esc”键开始输出指定电流进行试验，自动完成试验后会停止输出并显示相应的测试结果，也可中途点击测试窗口的“中断”按钮或按“Esc”键停止试验。试验结束后可点击测试窗口的“关闭”按钮或测试窗口右上角的“×”按钮关闭该测试窗口。

5、如果此时是在 PC 电脑上工作，就可以点击测试窗口的“报告”按钮启动 Excel，并生成该测试项目的测试报告，用户就可以利用 MS Office 的强大功能编辑、保存和打印所需的测试报告。





6、如下图所示，用户通过相应图标的右击菜单的“增加”项，或点击主菜单的“项目”子菜单中的“增加”项，或工具栏的“增加”项，增加需要的其他回路、保护和测试项目。用户自行新增回路、保护、测试项目后，也会显示测试项目选择窗口。用户还可以通过打开尚未选定测试项目类型的项目，来显示测试项目选择窗口。



7、用户完成全部试验并关闭各试验功能测试窗口后，点击_DPTS程序主菜单中“文件”子菜单中的“保存”项或工具栏的“保存”项，弹出如下窗口提示用户输入一个文件名来保存当前的试验数据库。该数据库就可以用来数据备份存档，用U盘或通过网络传输到其他电脑上生成报告。下次做同样试验时，就能再次打开该数据库作为模板，简单修改调整参数进行试验。

第三章 装置硬件

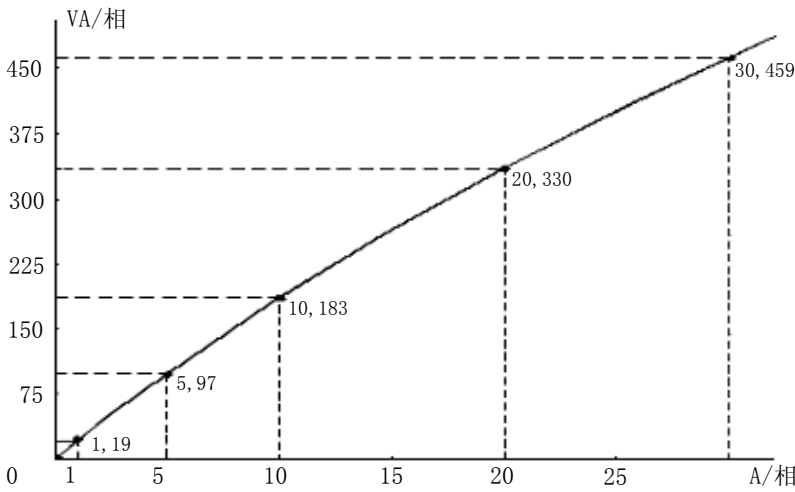
3.1 模拟量输出

微机继电保护测试仪采用高性能线性功放，输出波形光滑真实，高精度大功率，稳定可靠。具有独创的动态跟踪技术，采用 24 位 DA，可输出每周波 1600 点的高精度光滑波形，保证小电流(0-200mA)绝对误差 <1 mA，彻底解决了 500KV 以上超高压继电保护测试工作的小电流精度问题，即使是毫安级的电流继电器也能准确完成试验。

3.1.1 交直流电流源

输出电流 (A)	0.1	1.0	5.0	10.0	20.0	30.0
负载阻抗 (Ω)	168	19	3.88	1.83	0.825	0.51

- 1、三相或六相具有共用中性点的交直流电流源
- 2、输出电流幅值:
30A 微机继电保护测试系统交流 0~30A /相，三相并联可达 0~90A，直流 0~15A /相。40A 微机继电保护测试系统交流 0~40A /相，三相并联可达 0~120A，直流 0~20A /相。



- 3、最大输出功率
(30A): 450VA/相，二相串联可达 900VA。
- 4、幅值、相位、频率可分相独立变化，可交、直流叠加输出
- 5、开路、过载、过热、畸变、失真保护
- 6、输出电流源并联使用：使用电流超过测试仪单相输出的最大电流时，多相电流源可并联使用，并联使用时一般应使各相输出幅值、频率、相位相同。两相并联时总输出为：2×单相电流；三相并联时总输出为：3×单相电流。

7、输出电流源的串联使用：当要求电流放大器的输出功率大于单相电流的最大输出功率时，可将两相电流源串联使用，如 I_a 、 I_b 串联，两相幅值、频率相等且相位相反，输出功率能提高一倍。

3.1.2 交直流电压源

1、四相或六相具有共用中性点的交直流电压源

2、输出电

压幅值：交流
0~125V/相，直
流 0~150V/相。

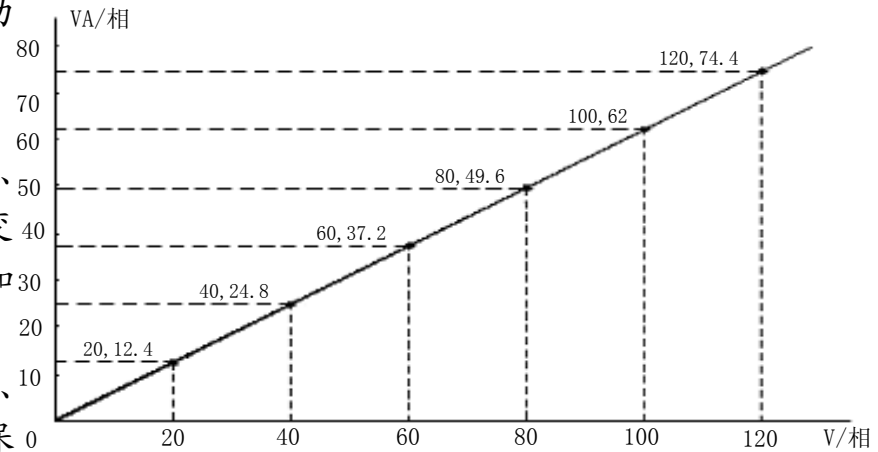
输出电压 (V)	20	40	60	80	100	120
负载阻抗 (Ω)	32.26	64.5	96.77	129	161.3	193.5

3、最大输出功

率：交流 75VA/相，
直流 100W

4、幅值、相位、
频率可分相独立变
化，可交、直流叠加
输出

5、开路、过载、
过热、畸变、失真保
护



电压源输出功率特性曲线

6、第四路电压可设置为零序电压或任意设置

7、输出电压源串联使用：使用电压超过测试仪单相输出的最大电压时，可将两相电压源串联使用，如 U_a 、 U_b 串联，两相幅值、频率相等且相位相反，输出电压能提高一倍。

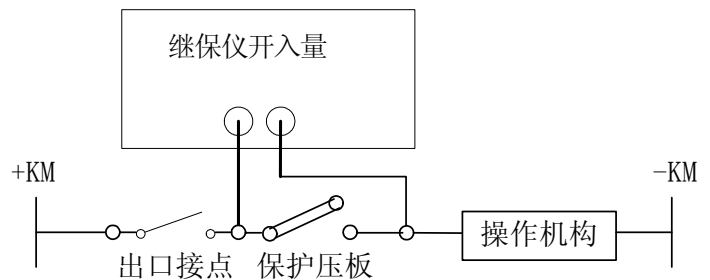
8、输出电压源的并联使用：当要求电压放大器的输出功率大于单相电压的最大输出功率时，多相电压源可并联使用，并联使用时一般应使各相输出幅值、频率、相位相同。两相并联时总输出功率为： $2 \times$ 单相电压功率；三相并联时总输出功率为： $3 \times$ 单相电压功率。

3.2 开关量输入输出

3.2.1 开关量输入

测试仪提供八对开关量输入，可检测直流 3~250V 的带电位接点或空接点。开入量输入为空接点闭合或高电位时，会点亮指示灯。为避免直流系统接地造成保护误动，禁止开入量任意端接地。

测试仪提供 8 对开关量输入通道，各通道独立无极性，可检测直流 3~250V 的带电位接点或空接点。为了满足各种继电保护装置的动作出口接点类型和不同试验方法的需要，使用户动作出口接点选择和接线更加方便，我们将 8 对开入量通道设计成二组各 4 对开入量通道，各组均可通过后板的开关分别独立设置成“电压型”和“电流型”二种类型：

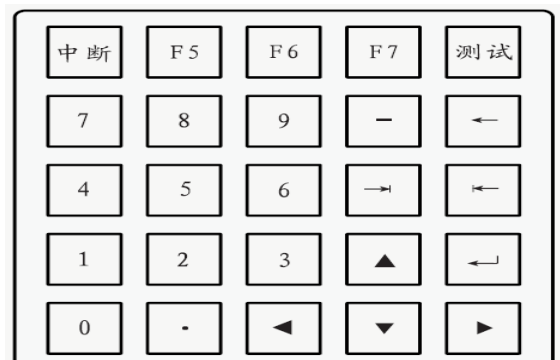


电压型，直接接出口接点两端，取通道两端电位高低作为输入判断，适用于出口接点为通常的 3~250V 的带电位接点或空接点的动作检测，当出口接点闭合时会点亮指示灯；

电流型，取通道流过的电流大小作为输入判断，主要适用于如图所示接线情况下出口接点的动作检测，当出口接点闭合时会点亮指示灯。有时也可直接接出口接点两端，用于出口接点为直流 60~250V 的带电位接点的动作检测，此时当出口接点断开时会点亮指示灯。

3.2.2 开关量输出

装置共有四对独立开关量输出，用于输出故障量的同时、提前或滞后一段时间输出空接点，以启动毫秒计、录波器等其他装置，在备自投试验中也可模拟各开关的状态，接点容量为 DC250V/0.5A。开出量为接点闭合时会点亮指示灯。



3.3 触摸键盘

键盘在键面和工艺方面都进行了重新设计，操作更加方便舒适，美观方便。

其中：“中断”键等同“Esc”键功能，用于停止输出；“F4”、“F5”和“F6”键功能由测试软件定义。

3.4 指示灯和蜂鸣器

微机继电保护测试仪通过指示灯和蜂鸣器向用户提示装置的工作状态和报警。

1、触摸键盘旁边有四个测试仪状态指示灯。

功放：功放就绪时亮灯，功放故障、功放跳闸或功放未合时灯灭。

DSP：DSP 启动就绪时亮灯，DSP 不正常或 DSP 未启时灯灭。

告警：亮灯说明发生了电流开路、电压短路、过载、过热、畸变、失真保护等故障报警。

输出：测试仪输出送量时亮灯，停止输出时灯灭。

测试仪开机启动时会进行自检，此时指示灯会以扫描方式轮流点亮。

2、测试仪开机启动完成自检后，DSP 启动就绪和功放就绪时蜂鸣器会鸣响二声提示。故障报警时伴随故障灯亮，蜂鸣器会发出持续的报警声。测试仪输出和停止送量时蜂鸣器也会鸣响二声提示。另外，在触摸键盘按键有效时，蜂鸣器鸣响一声提示。

3、前面板的 4 对开入量通道还有动作指示灯，测试仪偶有开机启动失败时会发出持续的报警声，此时只要关机重启即可。

3.5 通讯接口

微机继电保护测试系统前面板设有 USB 口，可通过 U 盘交换数据、升级软件，也可外接鼠标、键盘等 USB 设备。RS232 串口可用于与 GPS 装置连接对时（COM1 口）；设有 RJ45 100M 快速网口用于连接 PC 电脑，使用 PC 机上的测试软件试验。

3.6 独立辅助直流电源输出

微机继电保护测试系统特别提供了独立辅助直流电源输出，可以作为保护装置的直流电源，但不能作为操作回路直流电源。有 DC 110V/220V 两组输出，最大输出功率 100W。测试仪通电后，接通 DC 开关，辅助直流电源输出灯亮，即有 DC 110V/220V 电源输出，不需要时请务必断开 DC 开关。

该辅助直流电源输出有完善的过载、短路和外电保护，采用可恢复保险和外置保险管双重保护方式，如果使用中发现无输出，则请稍候几分钟再试，仍无输出则应检查后板上的二个 0.5A 保险管是否完好。

辅助直流电源输出是与继保仪其他功能及其电路无关的独立的电源输出，它是否正常工作不会对继保仪其他功能及其电路产生影响，即使由于严重短路和外电冲击等严重破坏造成损坏，也仅仅是该辅助直流电源不能正常输出，继保仪其他功能及其电路仍将正常工作。

3.7 工作电源

测试仪工作电源应为 AC 220V $\pm$ 15%、50Hz $\pm$ 10%、10A (Max)。电源启动采用智能控制软启动技术，可程序控制依次投入测试仪各部分的电源，可以消除电源启动时的冲击，避免保护装置误动，还提高了测试仪工作电源的可靠性。

测试仪具有外电过压保护，当输入电压超过 260V 后，后面板上的 3A 保险会烧坏，避免输入过高的工作电压而烧毁本设备。

3.8 保护报警

装置具有完善的工况异常自检和保护报警功能，当发生操作不当、电流开路、电压短路、过载、未合功放、过热、波形畸变失真等故障时，故障报警灯亮、蜂鸣器鸣叫并自动停止送量，测试程序会显示详细报警信息，点击报警信息提示框后中止试验，故障报警灯灭，蜂鸣器停止鸣叫，待用户检查解除故障后可继续试验。

第四章 测试软件

4.1 软件概述

本仪器是一个智能化的测试系统，是可编程的。根据被测保护类型和规程对测试项目的要求，编制相应的程序，测试仪就可以输出所需要的电流和电压来检测被测装置的某项性能。

为笔记本电脑配置了功能强大的测试软件，能方便地完成所有测试项目。

测试软件提供两套，一套是用于微机继电保护测试系统内置于工控机里，在 Windows CE 下直接通过高速工业总线控制主机工作；另一套可以安装在笔记本电脑中，在 Win9X/2K/XP 下通过 LAN 口控制主机工作，并具有利用 MS Office 强大功能生成试验报告的功能。两套软件操作界面基本相同，各种试验数据可以不加处理的完全互换。

本仪器软件以配套光盘为载体发放，也可在本公司网站上下载最新版软件自行升级。

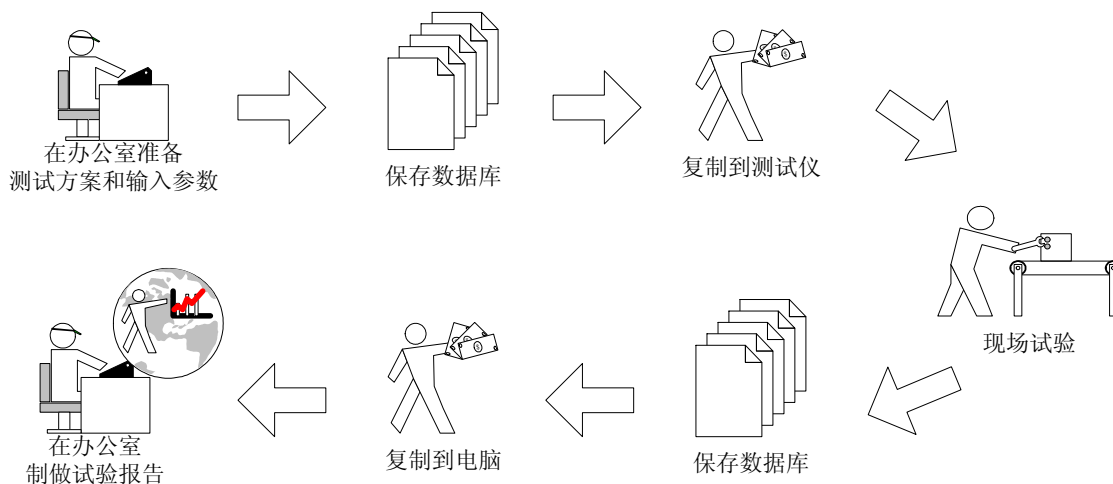
4.1.1 软件特点

微机继电保护测试系统是可编程的智能化测试系统，同时内置和为笔记本电脑配置了功能强大的测试软件。根据测试功能编制相应的程序，测试仪就可以输出所需要的电流和电压来检测被测装置的某项性能。采用 MS VC++ 和 MS eVC 编程，运行于 WindowsCE.Net 和 Win9X/2K/XP 环境，图文并茂，使用方便，能方便地完成所有测试项目。

微机继电保护测试系统可以方便的利用 U 盘或网络接口与电脑进行数据交换，在电脑上可以使用配套的 PC 机软件进行数据输入并利用 MS Office 的强大功能编辑、保存和打印所需的测试报告。用户可以按下图流程轻松完成试验：

可以连接笔记本电脑进行操作，也可以脱机使用；内置双 USB 接口，可用 U 盘方便升级软件、交换数据和存储试验报告、曲线、图形等，也可用接入鼠标或键盘操作。

微机继电保护测试系统包括一整套能满足各种用户需要、适应各种用户习惯的测试软件，富有特色、简洁方便有效、针对性强、操作方便、



准确可靠:

1、既有专门用于传统继电器保护的各类继电器专业校验程序（电压电流、中间、时间、功率方向、同期、频率、阻抗、过流等），又有针对现代化微机保护和自动装置试验的测试程序（微机线路保护、微机差动保护、同期装置、低周减载、备自投等），还有各种通用功能的测试程序让用户自由发挥（各种电源和波形发生器、故障模拟、多态模拟等），其他各种富有特色、简洁方便有效的测试功能还有很多。

2、富有特色、简洁方便有效的测试功能：继电器、故障模拟、多态模拟、电源发生器、波形发生器、低周减载、同期装置等等，应有尽有。

3、各类故障模拟程序及故障录波回放程序，能真实模拟在现场实际的各类短路接地故障、暂态过程、系统振荡、重合闸动作行为，方便地完成保护装置的整组试验。

4、各种电源和波形发生器能根据用户的需要，方便地产生交直流电源、方波、三角波、2-20次谐波，可按步长或速率任意的手动控制或自动控制变化，满足各种试验需要。

5、其他测试程序功能：阻抗保护特性、比例制动、谐波制动、直流助磁、速断、精工电压、精工电流、整组传动试验、毫秒计、功率表等。

4.2 软件测试功能

1、继电器

主要用于传统继电器保护中常用继电器的专业校验程序，富有特

色、简洁方便有效，可测试电压电流、中间、时间、功率方向、同期、频率、阻抗、过流等常用继电器，也可用于和这些继电器相同工作原理的微机型保护装置特性校验。

a. 电流电压继电器

输出幅值可变的 50Hz 交直流电压、电流，用于测试交流或直流电压、电流继电器的动作值\返回值（自动或手动）动作时间及返回时间，也可用于过（欠）压保护、过（电）流保护、过载保护的動作值、时间测试和带低压闭锁或复压闭锁的过流保护的电压闭锁值测试。

b. 过流继电器

输出幅值可变的 50Hz 交流电流，用于测试过流继电器的反时限特性，也可用于过励磁保护、过负荷保护、反时限电流保护的电流时间定值校验。

c. 阻抗继电器

输出故障电流、电压，用于测试阻抗继电器正反方向的临界电压也可用于距离保护、失磁保护、阻抗保护的正反方向边界测试。

d. 频率继电器

输出频率幅值可变的三相交流电压、电流，用于测试低周减载保护、低频保护和频率继电器的频率和时间定值、频率滑差闭锁、电压滑差闭锁、低压闭锁、低电流闭锁等动作行为。

e. 中间继电器

输出 U_{ab} （0~300V， U_a 正、 U_b 负）直流电压， I_a 、 I_b 输出（0~20A）直流电流，可测试中间继电器的动作值、返回值、动作时间和返回时间。

f. 时间继电器

输出幅值可变的 50Hz 交流电压或直流电压，用于测试时间继电器的动作时间。

g. 同期继电器

模拟输出系统侧和待并侧两相交流电压，用于测试重合闸同期、备自投同期捕捉、同期装置和同期继电器的动作行为。

h. 功率方向继电器

输出故障电流、电压，不断改变电压、电流之间的角度以测试功率方向继电器，以及方向保护、距离保护、阻抗保护等的边界角、最大灵敏角。

2、差动试验

主要用于各种继电器或微机型差动保护装置的保护特性校验，包括

比例制动、谐波制动、直流助磁和过流速断试验，既可利用三相电流进行两侧分相差动试验，也能利用六相电流进行两侧三相差动试验。

a. 差动保护

富有特色的全功能微机差动保护试验程序，适用于六相电流输出的机型同时输出六相电流，能根据用户设定输出 1 侧电流和 2 侧电流，并可设置为输出直流、基波或谐波，可在预先绘制的制动曲线上通过定点、定点加偏移、搜索线、偏移搜索线等方式确定校验点或搜索路径，方便直观、高效的实现各类微机差动保护的比例制动、谐波制动和直流制动特性的两侧分相试验或三相试验，自动绘制 I_d/I_r 曲线。

b. 谐波制动

固定 A 相输出谐波制动电流，变化 B 相输出 50Hz 的基波动作电流，用于测试差动继电器或微机差动保护装置的谐波制动特性。

c. 直流助磁

固定 A 相输出直流助磁电流，变化 B 相输出 50Hz 的基波动作电流，用于测试差动继电器或微机差动保护装置的直流助磁特性，绘制 K/ε 曲线。

d. 差动速断

输出 50Hz 三相幅值可变的电流，用于测试变压器微机保护装置高压侧、中压侧、低压侧的动作电流和两倍高压侧动作电流的动作时间。

e. 比例制动

固定 A 相输出 50Hz 的 1 侧电流，变化 B 相输出 50Hz 的 2 侧电流，用于测试差动继电器或微机差动保护装置的比例制动特性，绘制 I_d/I_z 曲线。

5. 故障模拟

一组模拟各种电力系统故障的简洁方便实用的通用程序，包括简单故障模拟、高级仿真、系统振荡、故障再现、多态模拟，可用于各种保护装置反应于各种故障的特性校验。

a. 简单故障模拟

正常态输出 50Hz 三相对称电流电压，故障态输出相间故障或接地故障的电流电压，且残压可任意整定，用于单一故障模拟，是测试各种保护装置反应于故障时动作特性的通用程序，本程序还具有通过 GPS 同步时钟对纵联保护装置两端进行同步试验的功能。

b. 多态模拟

可按故障模型或自行整定输出多达七种状态的电压电流，是用于测

试各种保护装置的各种多状态动作行为（如：整组、重合闸、转换故障、备自投、快切等）的通用程序。

c. 系统振荡

按给定的振荡周期输出振荡电流、电压，并可在振荡中叠加各种故障，考查线路保护装置振荡闭锁的动作行为。

d. 故障再现

可将动模试验或现场实测的 COMTRADE 格式故障录波数据解读并在测试仪中回放输出，再现动模或现场工况以便于故障分析。

e. 高级仿真

正常态输出 50Hz 三相对称电流、电压，故障态输出含非周期分量衰减的暂态过程的相间故障或接地故障电流电压，用于故障暂态过程模拟，是测试各种保护装置反应于故障暂态过程时动作特性的通用程序。

3、阻抗特性

专用于测试线路保护装置距离保护及其他保护装置阻抗保护的阻抗动作边界和动作特性的程序，功能齐全实用。

a. 精工电压特性

测试阻抗保护和阻抗继电器的精工电压特性并自动绘制特性曲线。

b. 精工电流特性

测试阻抗保护和阻抗继电器的精工电流特性并自动绘制特性曲线。

c. 阻抗动作特性

用于测试阻抗保护、距离保护和阻抗继电器的阻抗相位动作特性并自动绘制特性曲线。

d. 阻抗记忆特性

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按两相故障模型输出故障电流、电压，用于测试阻抗继电器不加第三相和加第三相的记忆时间。

e. 阻抗保护

能测试各种不同形状阻抗动作边界的全功能阻抗保护试验程序，可在预先绘制的阻抗特性曲线图上添加校验点或搜索路径，方便直观、高效的实现各类阻抗保护的边界搜索和定点校验。

4、线路保护

专用于线路保护装置保护定值校验和动作特性测试的程序，操作方便，专业实用。

a. 距离定值

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的整定阻抗倍数计算输出故障电流、电压，用于距离保护定值的整组阶梯特性校验。

b. 零序电流

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的零序系数倍数计算输出接地故障电流、电压，用于零序电流保护定值校验。

c. 整组传动

先输出正常态电流、电压，再模拟各种故障（瞬时性故障、永久性故障、转换性故障），用于线路保护中带重合闸的整组传动试验。

d. 工频变化量

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的整定阻抗倍数计算输出故障电流、电压，用于工频变化量距离保护的定值校验。

e. 线路保护

用于成套微机线路保护的定值校验，可以针对通用线路保护装置、南瑞线路保护装置及四方线路保护装置的不同特点和定值设置，一次性全自动批量完成其高频、距离、零序三部分保护的定值校验。

f. 时间特性

分别模拟输出幅值变化不同的电流、电压和频率变化不同的电压，考察保护装置动作时间特性，绘制 $i-t$ 、 $u-t$ 、 $f-t$ 和 $u/f-t$ 特性曲线。

6、程控电源

一组模拟输出各种交、直流电源和特定波形的方便实用的通用程序，包括交、直流电源、谐波、三角波和方波发生器，可用于各种保护装置动作边界和特性的校验。

a. 电源发生器

可输出幅值、频率、相位以自动或手动方式按步长或速率连续可变的三相或六相交直流电压、电流，是用于测试各种保护装置的各种动作行为的通用程序。

b. 谐波发生器

可在三相 50Hz 基波电流、电压上各相叠加不同的多种谐波输出，并可自动/手动调节其中的谐波含量，是用于考察保护装置在叠加谐波情况下的动作行为的通用程序。

c. 三角波发生器

按给定幅值、频率、相位输出三相三角波电流、电压，用作信号发生器。

d.方波发生器

按给定幅值、频率、相位输出三相方波电流、电压，用作信号发生器。

7、自动装置与表计

专用于各种微机自动装置的程序，以及功率表和毫秒计等实用表计。

a.同期装置

模拟输出系统侧和待并侧两相交流电压，用于测试自动准同期装置的动作行为。

b.毫秒计

通过开入量的组合变化控制起表和停表进行精确计时，并可指定不同的模拟量输出。

c.功率表

模拟输出幅值相位均可变的三相交流电流和电压，显示出当前各相的功率因素、视在功率、有功功率和无功功率，用于功率表的输出监视。

d.备自投

模拟进线失压和进线开关跳闸，考察备自投装置动作情况。

4.3 软件名词及一般说明

4.3.1 厂站、回路、保护和试验项目

一个厂站（发电厂或变电站）的一次完整的试验工作，包括多条回路多个保护的试验，每个保护会有多个试验项目，本软件将一个厂站的一次完整的全部试验工作数据保存为一个试验数据库。回路对应一条输电回路的试验，每条输电回路有多个保护，项目对应各保护的一项试验项目的内容。

4.3.2 开入量判接点动作方式

测试软件中开入量判接点动作方式可设定为以下四种之一：

- 1、常开接点闭合：动作前常开，动作时闭合。
- 2、常闭接点断开：动作前闭合，动作时断开。

3、高电位变低电位：动作前为高电位，动作时为低电位。

4、低电位变高电位：动作前为低电位，动作时为高电位。

可选择多个通道的或运算和与运算。

4.3.3 变化步长与时间和精度的关系

模拟量输出的变化步长的大小决定测量结果的精度，步长越小，精度越高。但是，步长越小，试验时间也就会较长。

4.3.4 抖动延时

由于保护装置动作接点有抖动现象，测试仪在判接点动作时应考虑有躲过抖动的延时，延时长短根据继电器的实际情况而定，一般可设为0.01秒。

4.3.5 线路阻抗角、整定阻抗角、灵敏角、负荷角、合闸角

线路阻抗角：是线路在三相对称故障下的正序阻抗角。

整定阻抗角：整定阻抗是距离保护在金属性故障时的最大保护范围，所以整定阻抗角一般就选线路阻抗角。

灵敏角：阻抗保护最灵敏的角度，是临界动作阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。一般的阻抗圆保护的最大灵敏角，应当接近整定阻抗角。但对四边形保护而言，应当从线路阻抗角的方向看最大的电抗保护范围，而此时最大灵敏角的概念是检查最大允许弧阻的范围，且最大灵敏角下的电抗保护范围要小于整定电抗的范围。测试软件中为简化起见，有时都用“灵敏角”来概括线路阻抗角和整定阻抗角。

负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

4.3.6 各种时间参数及其设置

正常态时间：故障发生前输出正常电压、电流的时间。

初值时间：稳定输出初始电压、电流的时间。

复归时间：不输出或输出正常电压、电流使保护装置完成复归的时间。

正常态时间、初值时间和复归时间一般取 15S（继电器校验可以设为 2S），以能保证保护装置完成复归为准。

故障态时间：发生故障输出故障电压、电流的时间。

终值时间：稳定输出终止电压、电流的时间。

每步时间：电压、电流输出按步长变化的间隔时间。

送量时间：持续输出一定的电压、电流的时间。

故障态时间、终值时间、每步时间、送量时间应大于保护装置动作时间，以确保保护装置可靠动作；

跳后态时间：保护装置动作跳闸后至重合闸前的时间，一般取 2S。

合后态时间：保护装置重合闸后至再次进入故障前的时间，一般取 2S。

4.3.7 跳后态、合后态的输出和复归时间的送量

跳后态、合后态：母线侧输出正常态电压；线路侧相间故障输出 0V，单相故障故障相输出 0V、非故障相输出正常态电压。

复归时间：测试仪不输出电流、电压或输出正常电压、电流。

4.3.8 短路电流、故障残压、整定阻抗

短路电流 I_d ：故障时流过故障相的电流。

故障残压：单相或三相故障为故障相相电压，相间故障为故障相相间线电压（用户可选择输入故障残压或故障阻抗）。

整定阻抗：整定阻抗是指被保护线路区段的正序阻抗，有时就是阻抗保护装置灵敏角处的临界阻抗（标称值）。

4.3.9 零序系数

零序系数即接地故障时的零序补偿系数，有以下三种整定方式：

1、RCS 系列线路保护装置

以实数 K 的形式给出，是“ K_L ”的表达方式，幅值为 K （一般为 0.66），角度为 0° ，即直接以阻抗表述：

$$K=(Z_0-Z_1)/3Z_1$$

Z_0 ：零序阻抗 Z_1 ：正序阻抗

2、WXB、CSL、PCL 系列线路保护装置

K_R 为电阻方向的补偿系数, K_X 为电抗方向的补偿系数, 设置“ R_E/R_L ”相当于设置 K_R , 设置“ X_E/X_L ”相当于设置 K_X , 一般情况下如下简化计算:

$$K_R = (R_0 - R_1) / 3R_1 \quad K_X = (X_0 - X_1) / 3X_1$$

$$K = (K_R R_1^2 + K_X X_1^2) / (R_1^2 + X_1^2)$$

R_0 : 零序电阻 R_1 : 正序电阻

X_0 : 零序电抗 X_1 : 正序电抗

3、国外及其他的一些线路保护装置

给出的是零序电阻、电抗和正序电阻、电抗, 或给出 Z_0/Z_1 (“ Z_0/Z_1 ”表达方式) 均可由上述各式计算零序补偿系数 K 。

4.3.10 故障阻抗

故障阻抗: 保护安装处到故障点之间的阻抗(区内故障小于整定阻抗, 区外故障大于整定阻抗)。

如无特别说明, 故障阻抗采用以下公式计算:

1、“Z、 Φ ”方式

单相接地 $Z = U_{\text{相}} / [(1 + K_0) I_d]$

两相接地 $Z = U_{\text{线}} / (2 I_d)$, $U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$

三相接地 $Z = U_{\text{线}} / I_d$, $U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$

两相短路 $Z = U_{\text{线}} / (2 I_d)$, $U_{\text{相}} = \sqrt{(U_{\text{线}}/2)^2 + (U_{\text{正常相}}/2)^2}$

其中: Z 故障阻抗

Φ Z 的角度

$U_{\text{正常相}}$ 正常相相电压

$U_{\text{相}}$ 故障相相电压

$U_{\text{线}}$ 故障相间的线电压

I_d 故障时的短路电流

K_0 接地故障时的零序补偿系数 (“ K_L ”方式)

2、“X、R”方式

单相接地 $X = U_{\text{相}} \sin \Phi / [(1 + K_X) I_d]$, $R = U_{\text{相}} \cos \Phi / [(1 + K_R) I_d]$

两相接地 $X = U_{\text{线}} \sin \Phi / (2 I_d)$, $R = U_{\text{线}} \cos \Phi / (2 I_d)$, $U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$

三相接地 $X = \sin \Phi U_{\text{线}} / I_d$, $R = U_{\text{线}} \cos \Phi / I_d$, $U_{\text{线}} = \sqrt{3} U_{\text{相}}$

两相短路 $X = U_{\text{线}} \sin \Phi / (2 I_d)$, $R = U_{\text{线}} \cos \Phi / (2 I_d)$

$U_{\text{相}} = \sqrt{(U_{\text{线}}/2)^2 + (U_{\text{正常相}}/2)^2}$

其中: R	故障阻抗电阻方向的分量
X	故障阻抗电抗方向的分量
$U_{\text{正常相}}$	正常相相电压
$U_{\text{相}}$	故障相相电压
$U_{\text{线}}$	故障相间的线电压
Φ	故障电压相对 I_d 的角度
I_d	故障时的短路电流
K_R	电阻方向的补偿系数 (“ R_E/R_L ”)
K_X	电抗方向的补偿系数 (“ X_E/X_L ”)

4.3.11 开关量输出接点

开关量输出接点是指装置具有的四对独立开关量输出,用于输出故障量的同时、提前或滞后一段时间输出空接点,以启动毫秒计、录波器等其他装置,在备自投试验中也可模拟断路器的状态。

第五章 软件操作

5.1 软件安装与升级

5.1.1 内置 Windows CE 软件

微机继电保护测试系统采用嵌入式工业操作系统 Windows CE，其操作系统文件和应用软件文件均已内置，无需安装即可直接使用。软件升级时，只要将新的系统文件用 U 盘或网口拷贝覆盖原文件即可。

注意：

1、用户软件升级应由厂家技术人员操作或在厂家技术人员指导下操作。

2、测试时请注意测试软件中测试仪型号、通讯接口是否设置正确，升级软件时请注意查看文件“README.TXT”中的相关事项，确保与您的设备硬件匹配。

3、内置系统及软件更新可能需要时间较长，请耐心等待，并保证测试仪供电和复制操作不中断。否则，Windows CE 和测试程序将可能无法启动，需要返厂更新。

5.1.2 笔记本电脑软件

将配套光盘或下载软件包中目录“XXXXXXX_DPTS”直接复制整个目录到电脑硬盘，启动_DPTS 程序“_DPTS.EXE”即可运行。为了方便起见，可在操作系统桌面上创建程序“_DPTS.EXE”的快捷方式。

5.1.3 网络通讯控制方式的设置

采用网络通讯控制方式时，需用 PC 电脑间直接对联用的 RJ45 跳线直接联接笔记本电脑和测试仪主机；此时，测试仪

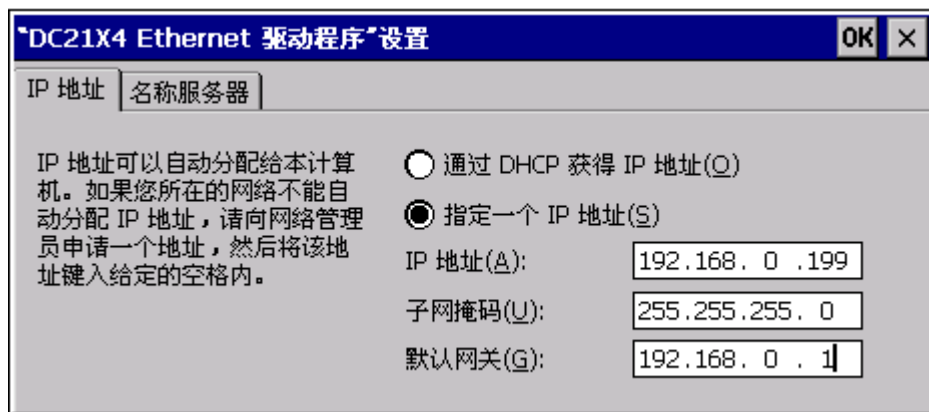


主机为服务器端，笔记本电脑为客户端，通过 TCP/IP 协议联接，实现 TCP 通讯。

a. 测试仪主机 TCP/IP 设置

测试仪主机设置 TCP/IP 地址，可以通过打开 Windows CE 的“控制面板”后进入“网络连接与设置”中进行设置：

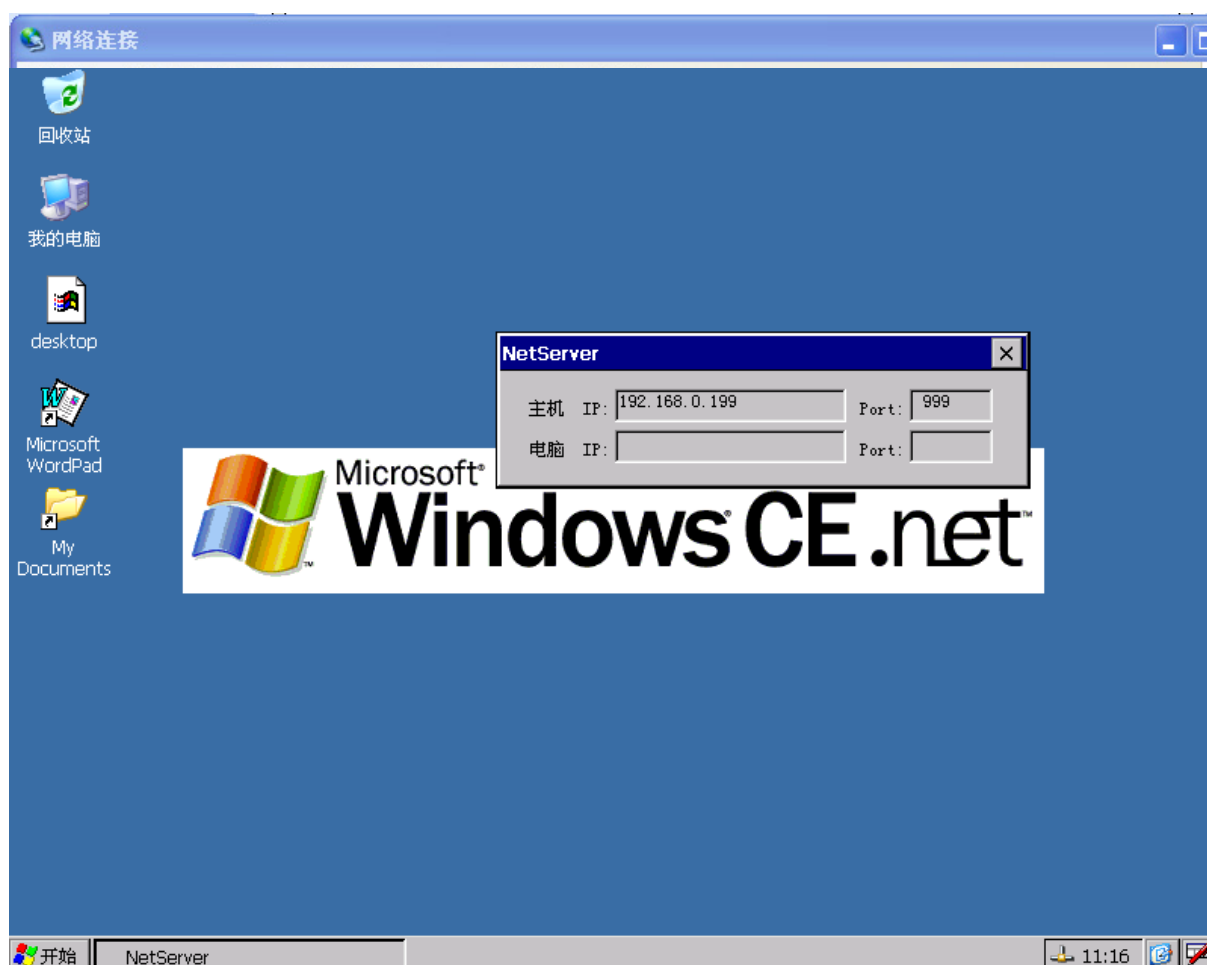
设置好 IP 地址后并点击“OK”关闭 IP 地址设置对话框后，点击 Windows CE “开始”菜单中的“挂起”项，再重新开机即可。



测试仪主机开机启动完毕后，需要点击桌面上程序“NetServer”的快捷方式，就会出现一个“NetServer”网络通讯服务器端窗口，第一行显示测试仪主机的 IP 地址和联接端口，如果笔记本电脑和测试仪主机联接成功就会在第二行显示笔记本电脑的 IP 地址和联接端口。

网络通讯服务器端窗口不断监测并随时响应外置上位机电脑的网络连接服务申请，是后台执行程序，将不会影响到测试仪主机及其测试软件的正常工作。

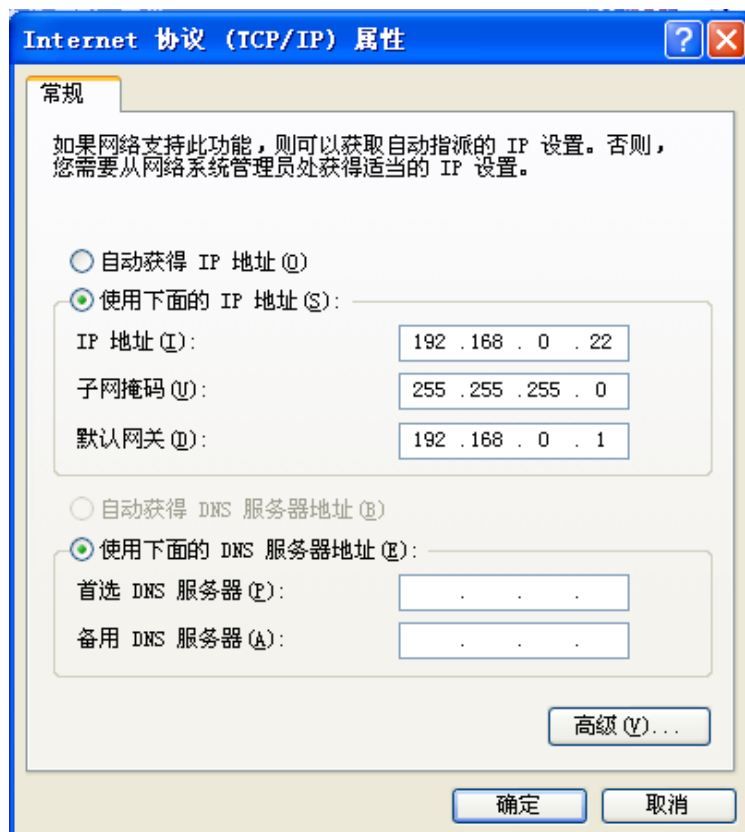
b. 笔记本电脑 TCP/IP 设置



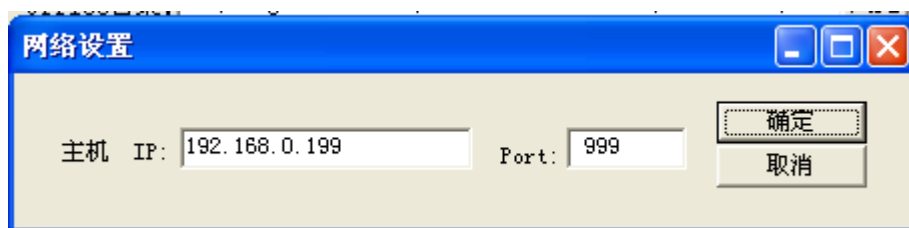
笔记本电脑也需要通过 Windows 的“控制面板”后进入“网络连接”中进行设置，打开“本地连接 属性”，选择“TCP/IP”协议，单击“属性”按钮，在“TCP/IP 属性”对话框中设置好笔记本电脑的子网掩码、默认网关和 IP 地址，单击“确定”就完成了笔记本电脑 TCP/IP 设置。

b. 测试软件通讯控制方式设置

启动测试软件后，打开系统属性设置窗口，在“通



讯端口”设置项选择“LAN”通讯控制方式，点击“网络设置”按钮，在“网络设置”窗口中检查输入测试仪主机的 IP 地址和联接端口，单击“确定”完成测试软件通讯控制方式设置。



c. TCP/IP 设置相关注意事项

笔记本电脑和测试仪主机的 IP 地址要设置在同一个网段，即它们的子网掩码、默认网关和 IP 地址前三组数字要相同。测试仪主机已出厂设置成 IP 地址：192.168.0.199、子网掩码：255.255.255.0、默认网关：192.168.0.1、联接端口：999，笔记本电脑及其测试软件也会做相对应的出厂设置，用户一般无须自行设置 IP 地址等内容，只要在系统属性设置中选择网络通讯控制方式并检查笔记本电脑和测试仪主机的 IP 地址设置是否正确即可。如果用户要将笔记本电脑或测试仪主机联入自己的局域网，则具体的 IP 地址和网关设置，需和您的网络管理员联系。

5.2 软件界面

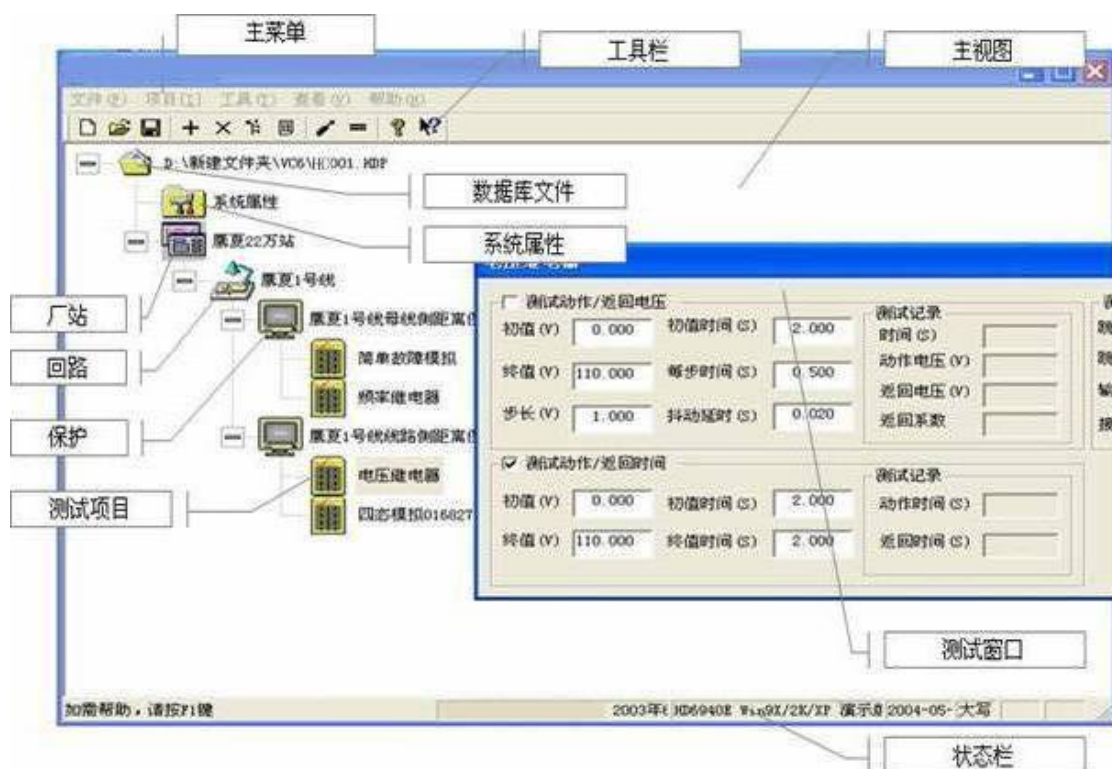
5.2.1 主菜单

1、数据库：试验数据库文件功能菜单。

新建：新建一个试验数据库文件。

打开：调入打开一个已有的试验数据库文件。

保存：保存当前试验数据库文件。



另存：改变文件路径或文件名，另行保存当前试验数据库文件。

退出：退出测试软件

2、项目：项目功能菜单。

新增：增加一个回路、保护或测试项目。

删除：删除一个回路、保护或测试项目。

打开：打开系统属性窗口或测试项目的测试窗口，或展开厂站、回路或保护。

属性：打开系统属性窗口或厂站、回路、保护、测试项目的属性窗口。

3、工具：提供了一些有用的工具。

故障模型计算。

测试人员名单维护。

厂站、回路、保护、测试项目名称维护。

计算器，调用 Windows 自带计算器。

选项，即系统属性设置。

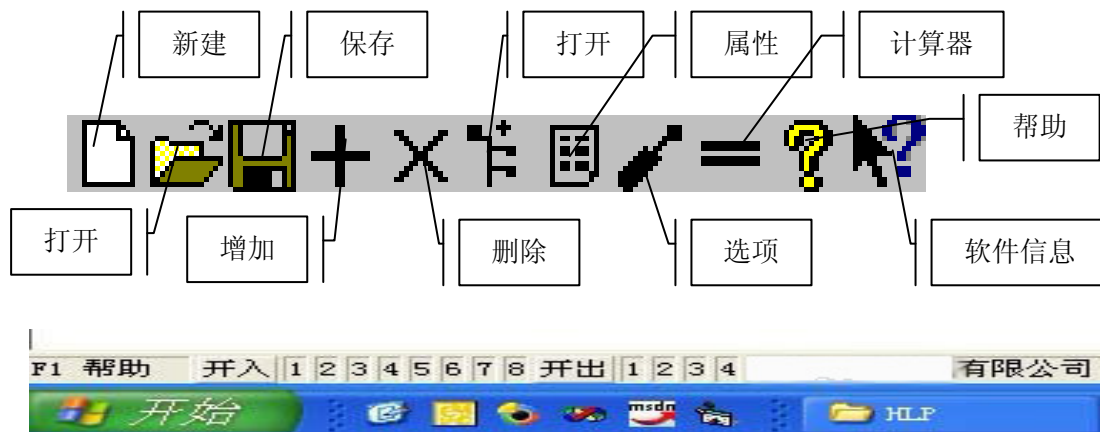
GPS 设置：设置 GPS 的通讯口和波特率等。

4、查看：设置工具栏和状态栏显示或隐藏。

5、帮助：帮助主题和本软件的相关信息。

5.2.2 工具栏

工具栏的各项功能与主菜单相应的菜单项相同。



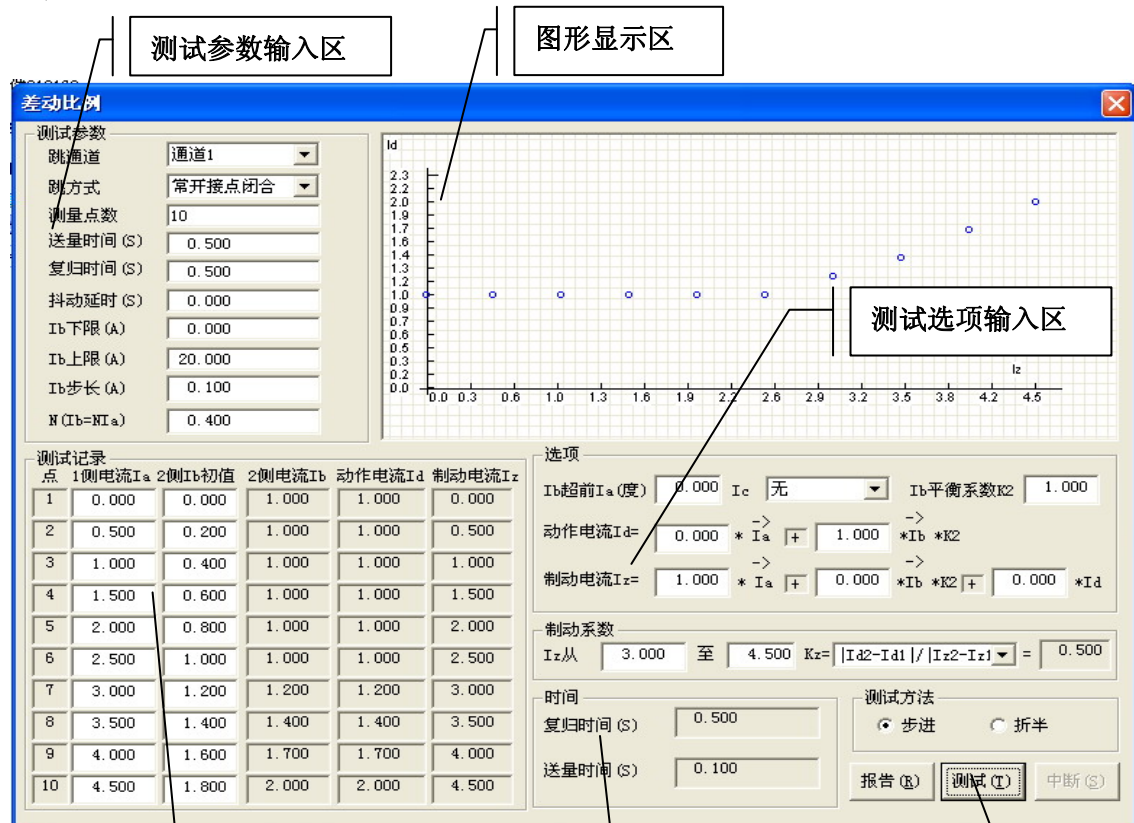
5.2.3 状态栏：状态栏用于显示开入/开出接点状态、软件帮助信息、软件版权信息和软件运行状态等信息。



当某通道开入/开出接点处于“闭合/高电位”状态时，状态栏会以粗体黑字显示相应的开入/开出接点通道号；当处于“断开/低电位”状态时，状态栏将不显示相应的开入/开出接点通道号。

5.2.4 主视图

主视图以树形结构的方式用不同图标直观的显示一个试验数据库所包含的内容，包括一个系统属性、一个厂站（发电厂或变电站）、多个回路、多个保护，每个保护又包含多个测试项目。用户可以通过点击相应图标左边的“+”或“-”符号来展开或收缩该图标的下性子树，点击相应图标进行选择，双击相应图标打开该项。右击相应图标，则会在旁边弹出和主菜单中项目菜单一样的功能菜单，方便用户进行相应的操作。



5.2.5 测试窗口

测试窗口

测试窗口如图所示。

5.2.6 试验数据库

一个试验数据库保存了一个厂站一次完整试验工作的全部数据，包括系统属性、厂站属性、回路属性、保护属性、项目属性、每个测试项目的试验参数和试验结果。试验数据库文件的存储目录和文件名由用户指定，后缀名固定为“.P”，可以用一般的文本编辑器打开修改。软件附带了一个样板试验数据库文件“001.P”，供用户参考。软件启动时，会自动新建一个厂站，其试验数据库文件名由软件随机给出，用户可以在此基础上，完成各项试验后改名另存即可。

5.2.7 系统属性

系统属性包括一些用户可以设置的系统参数。通过双击该图标，或通过项目菜单的属性项，或通过工具菜单的选项，均可进入系统属性窗口。主要是装置型号和 MS Office 程序目录的选择，用户通常不要改变。如果特殊需要，也应在厂家技术人员指导下进行。

模拟输出通道设置						
	通道	倍率	交流上限	直流上限	直流偏移	
Ua	0	255	125	150	0.000	小电流
Ia	6	1024	30	15	0.000	0.000
Ub	1	255	125	150	0.000	
Ib	7	1024	30	15	0.000	0.000
Uc	2	255	125	150	0.000	
Ic	8	1024	30	15	0.000	0.000
U1	3	255	125	150	0.000	
I1	9	1024	30	15	0.000	0.000
U2	4	255	125	150	0.000	
I2	10	1024	30	15	0.000	0.000
U3	5	255	125	150	0.000	
I3	11	1024	30	15	0.000	0.000

经过授权的用户可以在该窗口中改变与软件配套使用的装置型号及其通讯端口设置，必须保证设置正确，否则可能导致软件无法正常工作。由于硬件特性的不同，不同型号装置试验生成的测试数据库可能不

能通用。

在笔记本电脑软件中，用户可以在软件自动搜索的基础上再自行确定 MS Office 的安装目录。

如果试验时发现有模拟量输出的直流零漂较大，则可以在此输入相应的直流偏移量，软件将会给予矫正。如果之后输出时发现仍有直流零漂，还可再次累计调校。例如，你用表计测量出 I_a 有直流零漂 -0.035 A ，则应在 I_a 直流偏移量处输入“ -0.035 ”，然后表计测量出 I_a 还有直流零漂 -0.005 A ，则可再次将此修改为“ -0.040 ”以修正偏移。对于 1.5 A 以下电流的修正需在小电流列专门输入偏移量。



5.2.8 厂站

通过项目菜单的属性项可进入厂站属性窗口。



5.2.9 回路

通过项目菜单的属性项可进入回路属性窗口。



5.2.10 保护

通过项目菜单的属性项可进入保护属性窗口。



5.2.11 测试项目

通过项目菜单的属性项可进入测试项目属性窗口。

5.3 常用操作方法

5.3.1 软件启动

内置 Windows CE 软件启动有两种方式：

1、测试仪开机启动成功后，自动启动 _DPTS。

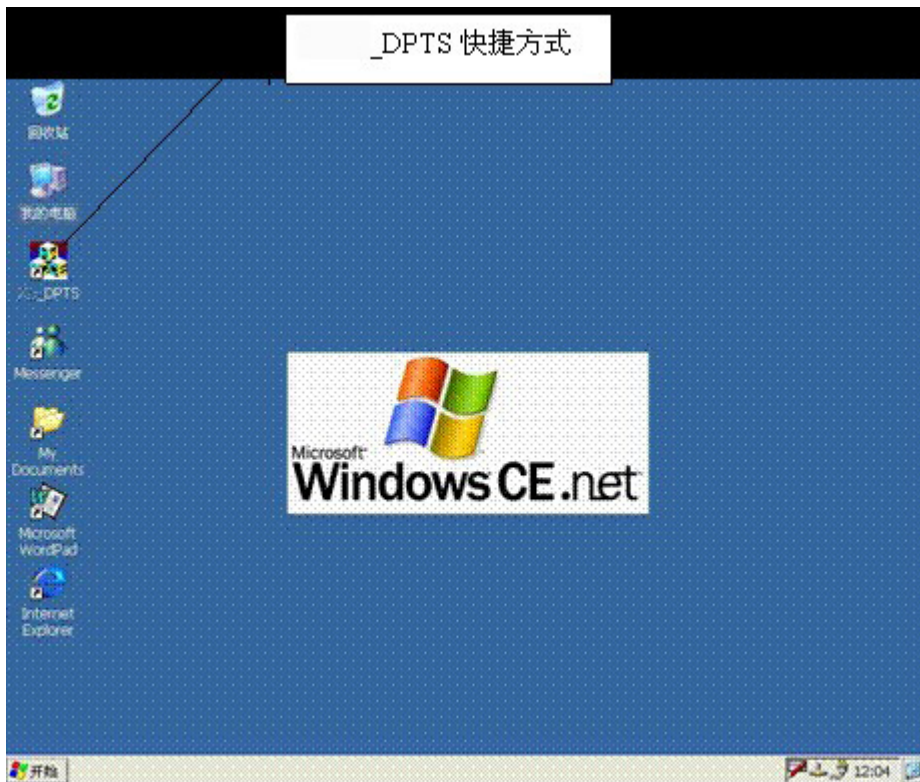
2、在 Windows CE 桌面上，双击 _DPTS 的快捷方式。

笔记本电脑软件启动有两种方式：

1、进入程序目录 “XXXXXX\ _DPTS”，双击程序 “_DPTS.EXE”。

2、在操作系统桌面上双击 _DPTS 的快捷方式。

_DPTS 启动后，软件会自动新建一个厂站，新增回路、保护和测试项目，再显示测试项目选择窗口，用户确定测试项目类型后，即可进入软件主界面和测试窗口，开始进行试验了。



5.3.2 选择测试项目



_DPTS 启动后，或新增回路、保护、测试项目后，会显示测试项目选择窗口。用户也可以通过打开尚未选定测试项目类型的项目，来显示测试项目选择窗口。用户在此窗口左侧点击鼠标选择测试功能程序的大类，右侧就会显示该大类下的所有测试功能程序供用户确定测试项目类型。如图，就是继电器类的测试功能程序。

5.3.3 输入修改测试参数

选择好测试项目类型或打开已选定测试项目类型的项目后，即可进入测试窗口（见 5.2.5），输入修改各项测试参数和选项。

5.3.4 进行测试

点击测试窗口（见 5.2.5）中的“测试按钮”，即可开始进行试验了。

5.3.5 中断测试

点击测试窗口（见 5.2.5）中的“中断”按钮，或按“ESC”键，即

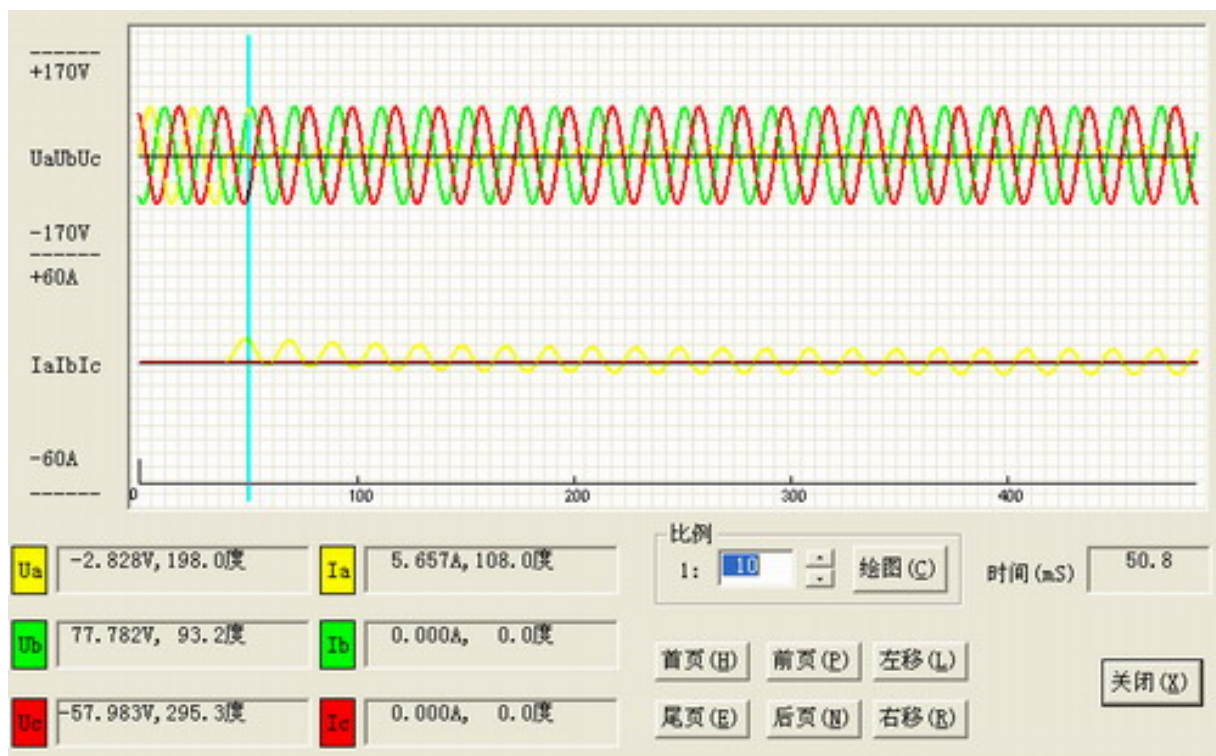
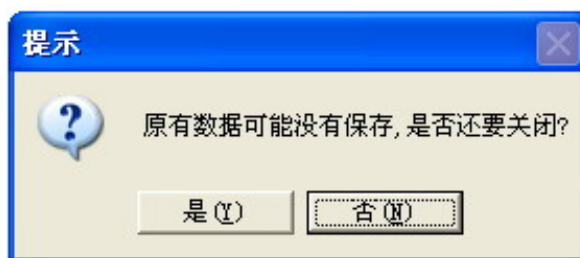
可停止试验。

5.3.6 增加回路、保护、测试项目

如 5.2.4 插图所示，通过相应图标的右击菜单的“新增”项，或主菜单的“项目”子菜单中的“新增”项，或工具栏的“新增”项，可以增加回路、保护、测试项目。

5.3.7 关闭测试软件

试验结束后可点击测试软件主视图（见 5.2.4）右上角的“×”按钮或通过主菜单的“数据库”子菜单中的“退出”项关闭测试软件。



关闭测试软件前会提示当前试验数据未保存。

5.3.8 查看试验波形

某些试验程序提供了试验波形查看功能，可以在试验前预览将要送出的波形，也可以试验后看录制波形，点击测试窗口（见 5.2.5）中的“波形”按钮，即可打开实时波形查看窗口。

其中通过按钮可以翻页，在波形图中点击可以选定波形上某一时刻并显示相应的各相瞬时值和相位，该时刻的光标可以左右移动。如果需要还可以调整相对时间刻度的绘图比例，以压缩或展开图形。

5.3.9 输入修改厂站属性、回路属性、保护属性、项目属性

如 5.2.4 插图所示，通过相应图标的右击菜单的“属性”项，或主菜单的“项目”子菜单中的“属性”项，或工具栏的“属性”项，可以打开厂站、回路、保护、项目属性窗口，方便地修改属性。其中厂站、回路、保护、测试项目名称和人员姓名可预先建立相应的数据库，输入时可以选择，也可以直接输入修改，尽量减少汉字的重复输入量。

5.3.10 删除回路、保护、测试项目

如 5.2.4 插图所示，通过相应图标的右击菜单的“删除”项，或主菜单的“项目”子菜单中的“删除”项，或工具栏的“删除”项，可以删除回路、保护、测试项目。

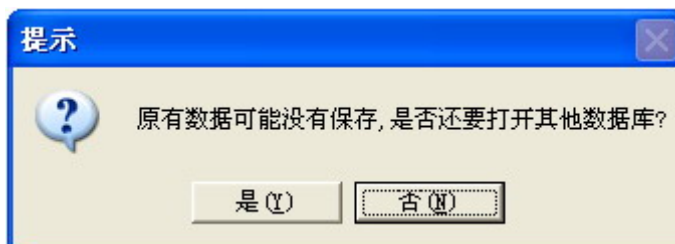
5.3.11 新建试验数据库

点击主菜单“数据库”子菜单中的“新建”项或工具栏的“新建”项，会首先提示未保存当前试验数据。然后，新增回路、保护、测试项目，显示测试项目选择窗口。



5.3.12 打开试验数据库

点击主菜单“数据库”子菜单中的“打开”项或工具栏的“打开”项，会首先提示未保存当前试验数据。然后，显示标准的文件选择对话框，由用户选择确定要打开的试验数据库文件，软件读入相应的数据，并自动刷新主视图。



5.3.13 保存试验数据库

点击主菜单“数据库”子菜单中的“保存”项或工具栏的“保存”项，软件保存当前试验数据。

5.3.14 另存试验数据库

点击主菜单“数据库”子菜单中的“另存”项，会显示标准的文件选择对话框，由用户选择确定要保存的文件目录和文件名，软件自动按已选定的文件目录和文件名保存当前试验数据库的副本，主视图相应的改变文件目录和文件名。



5.3.15 测试人员名单维护

点击主菜单“工具”子菜单中的“测试人员名单维护”项，会显示测试人员名单维护对话框，由用户进行测试人员名单维护工作。



5.3.16 厂站、回路、保护、测试项目名称维护

点击主菜单“工具”子菜单中的“测试项目名称维护”项，会显示厂站、回路、保护、测试项目名称维护对话框，由用户进行项目名称维护工作。



5.3.17 故障模型计算

_DPTS 在主菜单“工具”子菜单中提供了“故障模型计算”辅助计算工具，可以根据用户的输入参数计算出正常及各种故障类型下各相电流、电压的幅值、相位。

故障模型计算

计算参数(P)

数据类型 A相接地

第4相电压 = 3U₀

正常态相电压(V) 57.730

正常态相电流(A) 0.000

合闸角(度) 0

负荷角(度) 30

故障阻抗

故障阻抗Z 1.000

故障阻抗角(度) 45

故障电阻Z_r 0.707

故障电抗Z_x 0.707

零序系数

☒ K 0.660

☐ K_r 0.660

☐ K_x 0.660

☐ Z₀/Z₁ 3.000

状态数据

U _a 幅值(V)	8.300	U _{ab} 幅值(V)	62.296
U _b 幅值(V)	57.730	U _{bc} 幅值(V)	99.991
U _c 幅值(V)	57.730	U _{ca} 幅值(V)	62.296
U _x 幅值(V)	49.430	U _x 相位(度)	180.000
I _a 幅值(A)	5.000	I _{ab} 幅值(A)	5.000
I _b 幅值(A)	0.000	I _{bc} 幅值(A)	0.000
I _c 幅值(A)	0.000	I _{ca} 幅值(A)	5.000
U _a 相位(度)	0.000	U _{ab} 相位(度)	53.374
U _b 相位(度)	240.000	U _{bc} 相位(度)	270.000
U _c 相位(度)	120.000	U _{ca} 相位(度)	126.626
I _a 相位(度)	315.000	I _{ab} 相位(度)	315.000
I _b 相位(度)	210.000	I _{bc} 相位(度)	0.000
I _c 相位(度)	90.000	I _{ca} 相位(度)	135.000

计算模型

☐ 系统阻抗不变 ☒ 短路电流不变 ☐ 故障残压不变

☐ 反方向故障

矢量图

模型参数

短路电流(A) 5.000

故障相电压(V) 5.000

系统阻抗倍数|Z_s/Z| 1.000

关闭

1、测试参数

a.数据类型：选择要计算的数据类型，即按正常态计算数据或按各种故障类型计算数据。

b.第4相电压：选择第4相电压的计算公式，包括自行设定、+3U₀、-3U₀、 $\sqrt{3} \times 3U_0$ 和 $-\sqrt{3} \times 3U_0$ 。

c.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为57.73V。

d.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为0A。

e.合闸角：从正常态进入故障态时刻，U_a的初相角，一般取0°。

f.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取30°。

2、故障阻抗

a.故障阻抗Z：保护安装处到故障点之间的阻抗。

b.故障阻抗角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

c.故障电阻Z_r：故障阻抗电阻方向的分量。

d.故障电抗Z_x：故障阻抗电抗方向的分量

3、零序系数

a. K：接地故障时的零序补偿系数，幅值一般为0.66，角度为0°

b. K_r：电阻方向的补偿系数，一般为0.66。

c. K_x：电抗方向的补偿系数，一般为0.66。

d. Z₀/Z₁：零序阻抗/正序阻抗。

4、计算模型

- a.系统阻抗不变。
- b.短路电流不变。
- c.故障残压不变。
- d.故障方向：勾选测试正方向或反方向故障。

5、模型参数

- a.短路电流：发生故障时的故障电流。
- b.故障电压：发生故障时的故障电压，相间故障时为线电压、其他为相电压。
- c.系统阻抗倍数：发生故障时系统阻抗与故障阻抗的倍数。

6、状态数据

根据用户的输入参数计算出正常及各种故障类型下各相电流、电压的幅值、相位。

7、相量图

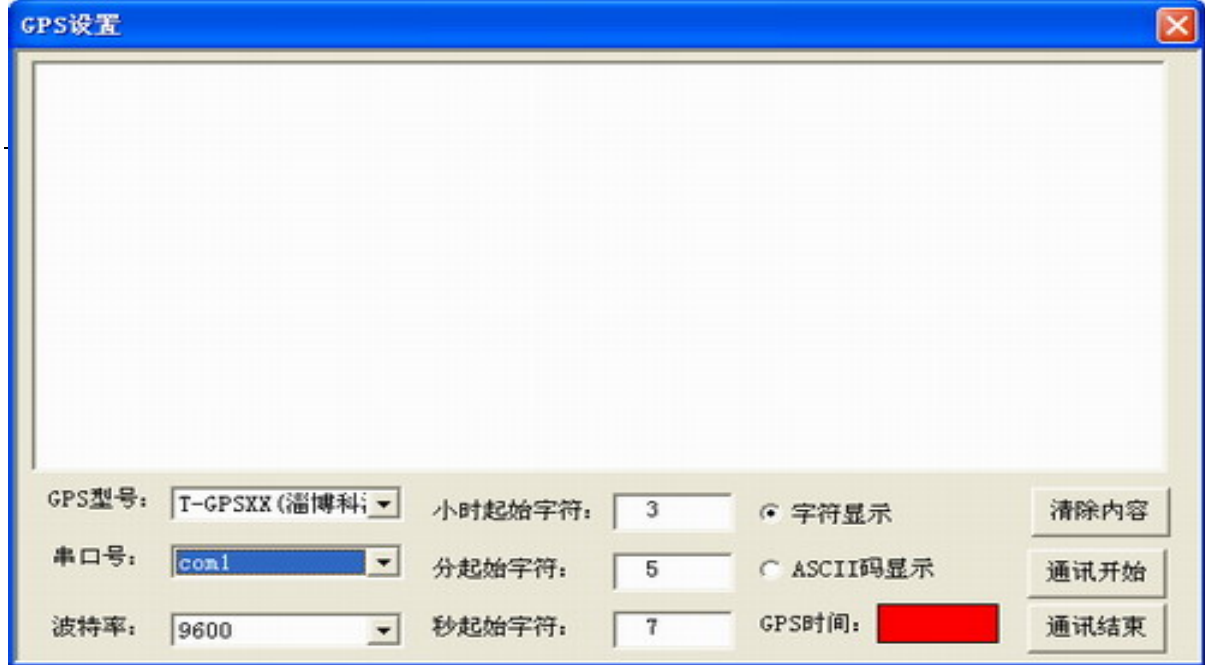
实时显示计算出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

8、传递数据：将计算好的状态数据传递给测试程序（如简单故障模拟、多态模拟等）。

5.3.18 GPS 设置

本系统可以通过 GPS 同步时钟对保护装置进行两端同步试验。试验前，使用测试仪内置程序时可将测试仪串口与卫星同步时钟装置相连，使用笔记本电脑程序则将电脑串口与卫星同步时钟装置相连，再将 GPS 同步时钟的秒脉冲电平信号接入继保仪开关量输入的第四通道，通过主菜单工具子菜单中的 GPS 设置项进行必要的设置和通讯测试，就可用简单故障模拟程序（见 7.3.1）进行同步试验了。

点击主菜单“工具”子菜单中的“GPS 设置”项后，会显示 GPS 设置对话框，用户可以设置 GPS 相连的通讯端口、波特率、GPS 型号或时间格式，然后点击“通讯开始”按钮测试通讯，如能看到正常的 GPS 时间数据串就说明 GPS 连接和设置正确并能正常工作（否则需检查 GPS 连接和设置），再点击“通讯结束”按钮并关闭该对话框后就能用简单故障模拟程序进行同步试验了。具体 GPS 的各项参数设置，请参看所使用 GPS 装置的技术文档资料。



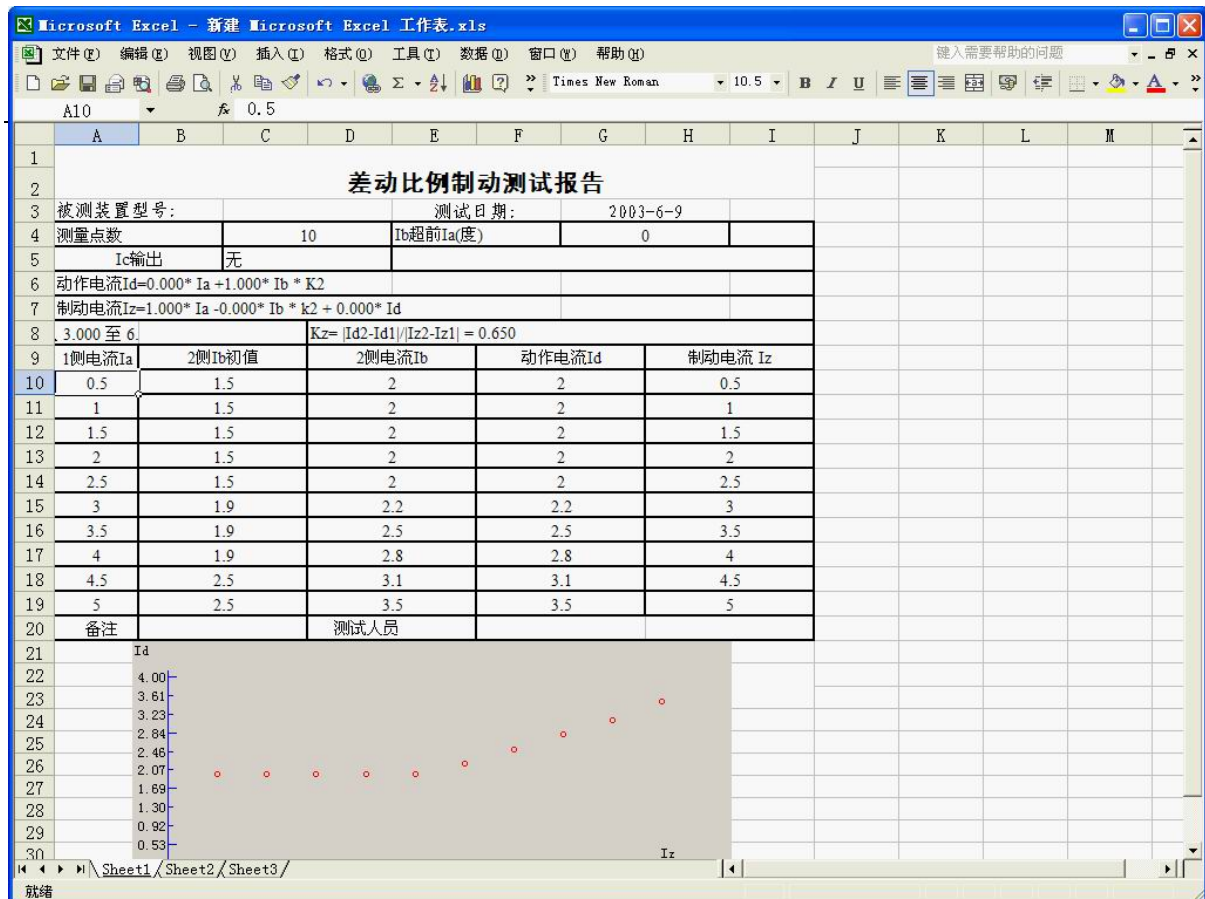
5.4 数据交换与试验报告

微机继电保护测试系统可以方便的利用 U 盘或网络接口与电脑进行试验数据库的文件复制实现数据交换，在电脑上可以使用配套的 PC 机软件进行数据输入和报告生成。配套 PC 机软件具有与微机继电保护测试系统内置测试软件完全一样的操作界面和使用方法，易学易用。

注意：微机继电保护测试系统内测试数据应保存在目录“硬盘”或“Hard Disk”下，否则有可能丢失数据。

5.4.1 测试报告的生成与保存

试验完毕将试验结果保存到试验数据库，回到办公室再复制到电脑中，启动电脑上的配套软件，打开该试验数据库，再打开各测试项目的测试窗口，即可完整的再现各测试项目的测试参数和测试结果，点击测试窗口（见 5.2.5）中的“报告”按钮，就会启动 Excel，并生成该测试项目的测试报告，用户就可以利用 MS Office 的强大功能编辑、保存和打印所需的测试报告。



软件运行后第一次启动 Excel 时，可能会由于启动时间较长，造成 Excel 联接失败的情况，关闭 Excel 后再点击“报告”按钮，就会正常了。如果软件检测不到 MS Office 的安装目录，会报告“没有安装 MS Office !”，或者出现了 Excel、Word 不能正常运行，就需要用户通过系统属性窗口自行确定正确的 MS Office 的安装目录。

5.5 网上冲浪

微机继电保护测试系统提供了可选的 100M 快速以太网 RJ45 接口，在 Windows CE 的强大支持下，用户可以利用超五类双绞线与电脑直接连接或接入计算机网络，实现快速通讯，可以进行方便快捷的数据交换和软件升级。在已连接 Internet 的计算机网络中，可以实现 Internet 的连接共享，从而达到网上冲浪的目的。在有宽带连接的条件下，用户可以在测试仪上轻松上网，实现远程升级、远程维护和远程测试。

微机继电保护测试系统与电脑直接联接或联入计算机网络前，需要相应设置测试仪的 IP 地址和网关。这可以通过打开 Windows CE 的控制面板后进入网络连接与设置中，即可方便操作完成。具体的 IP 地址和网关，请和您的网络管理员联系获得。



第六章 测试功能

6.1 继电器

主要用于传统继电器保护中常用继电器的专业校验程序，富有特色，简洁方便有效，可测试电压、电流、中间、时间、功率方向、同期、频率、阻抗、过流等常用继电器，也可用于和这些继电器相同工作原理的微机型保护装置特性校验。

6.1.1 电流电压继电器

输出幅值可变的 50Hz 交直流电压、电流，用于测试交流或直流电压、电流继电器的动作值\返回值（自动或手动）动作时间及返回时间，也可用于过（欠）压保护、过（电）流保护、过载保护的動作值、时间测试和带低压闭锁或复压闭锁的过流保护的电压闭锁值测试。

电压/电流 继电器

电压

☒ 电压动作/返回值

☐ 电压动作/返回时间

电流

☐ 电流动作/返回值

☐ 电流动作/返回时间

☒ 手动测试

+电压

-电压

+电流

-电流

参数设置

	输出相	初值	终值	步长	动作值	返回值	返回系数
电压 (V)	交流Ua	0.000	50.000	1.000			
电流 (A)	交流Ia	0.000	15.000	0.000			

开入通道

通道1

初值时间 (S)

2.000

每步时间 (S)

0.500

抖动延时 (S)

0.000

开入方式

常开接点闭

终值时间 (S)

2.000

电流相位超前电压 (度)

0.000

报告 (R)

测试 (T)

关闭

一、测试功能及其原理

输出幅值可变的 50Hz 交流电压或直流电压，用于测试交流或直流电压继电器的动作电压\返回电压(自动或手动)、动作时间及返回时间，也可用于过（欠）压保护的电压、时间测试。

输出幅值可变的 50Hz 交流电流或直流电流，用于测试交流或直流电流继电器的动作电流\返回电流(自动或手动)、动作时间及返回时间，也可用于过(电)流保护和过载保护的电流、时间测试。

同时输出幅值可变的 50Hz 交流电压、电流或直流电压、电流，可用于带低压闭锁或复压闭锁的过流保护的电流、时间测试和电压闭锁值测试。

手动测试时，先输出初值电压、电流，使用按键逐步改变电压、电流值，找到动作电压值、电流值后，再使用按键逐步反向改变电压、电流找到返回电压值、电流值。

二、测试接线

1、按所选电压、电流的输出相，将继保仪的电压、电流输出端子接到被测继电器相应的电压、电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

1、电压/电流/手动测试

可选择试验功能：电压动作/返回值、电压动作/返回时间、电流动作/返回值、电流动作/返回时间、手动测试。

2、参数设置

(1). 电压/电流

a.输出相：选择试验电压、电流的输出相。电压：选择电压输出的相，包括交流 U_a 、交流 U_b 、交流 U_c 、交流 U_{ab} 、直流 U_a 、直流 U_b 、直流 U_c 、直流 U_{ab} 、交流 U_{abc} 正序对称和交流 U_{abc} 负序对称十种，当试验电压大于相电压最大输出值时需用两相间的线电压输出；电流：选择电流输出的相，包括交流 I_a 、交流 I_b 、交流 I_c 、交流 I_a+I_b 、交流 $I_a+I_b+I_c$ 、直流 I_a 、直流 I_b 、直流 I_c 、直流 I_a+I_b 、直流 $I_a+I_b+I_c$ 、交流 I_{abc} 正序对称和交流 I_{abc} 负序对称十二种，当试验电流大于相电流最大输出值时需用两相电流或三相电流并联输出。

b.初值：初始输出的电压、电流值，使被测继电器处于复归稳定状态。电压：应低(过电压继电器)/高(欠电压继电器)于被测继电器的动作电压(整定值)，测试动作时间时一般取 0 伏(过电压继电器)/动作电压的 1.2 倍(欠电压继电器)；电流：应低于被测继电器的动作电流(整定值)，测试动作时间时一般取 0 安。

c.终值：输出电压、电流的终止值。电压：应低(欠电压继电器)/高(过电压继电器)于被测继电器的动作电压(整定值)，测试动作时

间时一般取动作电压的 1.2 倍（过电压继电器）/0 伏（欠电压继电器）。
 电流：应高于被测继电器的动作电流（整定值），测试动作时间时一般取动作电流的 1.2 倍。

d.步长：电压、电流每步变化量。

(2).其他

a.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

c.初值时间：输出初值电压、电流的时间，应大于被测继电器的复归时间。

d.终值时间：输出终值电压、电流的时间，应大于被测继电器动作时间（整定值）。

e.每步时间：电压、电流每步变化的间隔时间，应大于被测继电器的动作时间（整定值）。

f.抖动延时：躲避被测继电器接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

g.电流相位超前电压的角度：同时输出电压、电流时，电流与电压的角度，按电流超前电压设置。

四、试验过程和结果显示

a.动作值：试验过程中，测试动作值时显示输出电压、电流的实时值，测试动作时间时显示试验过程中的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时。接点动作时即停止，此时显示的就是电压、电流动作值或动作时间，若未动作显示“未动”。

b.返回值：试验过程中，测试返回值时显示输出电压、电流的实时值，测试返回时间时显示试验过程中的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时。接点返回时即停止，此时显示的就是电压、电流返回值或返回时间，若未返回显示“未动”。

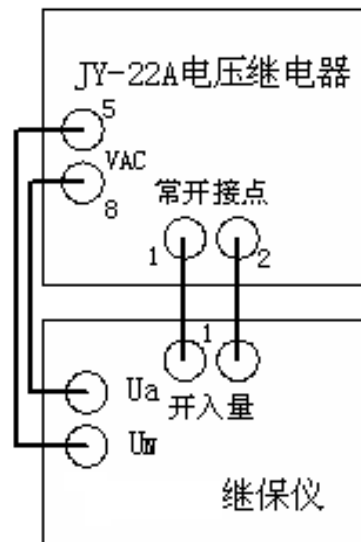
c.返回系数：试验完成后显示返回系数（返回值/动作值），若未动作或未返回均不显示。

d.选择手动测试时可手动控制电压、电流的按步长增加和减少。

五、试验举例

1、JY-22A 集成电路电压继电器的校验
 过电压继电器，动作电压整定值为 60V。

(1).试验接线如图所示，继电器的交流电压输入



接到继保仪的 U_a 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

a.测试动作/返回电压

初值：45V，初值时间：2S，终值：60V，步长：1V，每步时间：0.5S，抖动延时：0.00S。

b.测试动作/返回时间

初值：45V，初值时间：2S，终值：60V，终值时间：2S。

c.测试参数

开入通道：1，开入方式：常开接点闭合，输出相：交流 U_a 。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，最后获得测试结果如下：

a、测试动作/返回电压

动作电压：63.447V，返回电压：59.861V，返回系数：0.943。

b、测试动作/返回时间

测试结果为动作时间：0.024S，返回时间：0.017S。

2、DL-11/100 电流继电器的校验

动作电流整定值为 25A。

(1).试验接线如图所示，继电器的交流电流输入接到继保仪的 I_a 、 I_N ，常开接点接到开入量通道 1，注意其中的端子 4、6 应短接。

(2).参数设定

a.测试动作/返回电流

初值：15A，初值时间：2S，终值：30A，步长：1A，每步时间：0.5S，抖动延时：0.00S。

b.测试动作/返回时间

初值：15A，初值时间：2S，终值：30A (25A×1.2)，终值时间：2S。

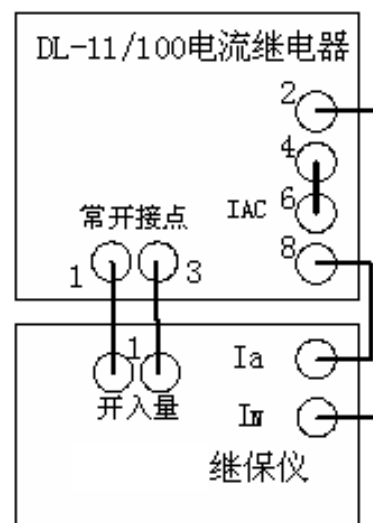
c.测试参数

开入通道：1，开入方式：常开接点闭合，输出相：交流 I_a 。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，最后获得测试结果如下：

a、测试动作/返回电流



动作电流: 24.976A, 返回电流: 22.583A, 返回系数: 0.904。

电流电压继电器测试报告			
被测装置型号:	JY-22A/ DL-11/100	被测装置编号:	
实验项目 1	测试动作值		
动作电压 (V)	63.447	返回电压 (V)	59.861
返回系数	0.943		
动作电流 (A)	24.976	返回电流 (A)	22.583
返回系数	0.904		
实验项目 2	测试动作时间		
电压动作时间 (S)	0.024	返回时间 (S)	0.017
电流动作时间 (S)	0.024	返回时间 (S)	0.015
测试人员		测试日期:	2008-9-23
备 注			

b、测试动作/返回时间

测试结果为动作时间: 0.024S, 返回时间: 0.015S。

六、其他事项

1、过电压继电器的终值和欠电压继电器的初值不应过大, 以防止接点错误而导致电压上升烧坏继电器。

2、测试过程中, 如果在初值就动作说明初值大于动作电压, 应重设初值; 如果到终值继电器仍未动作, 说明终值小于动作电压, 也应重设终值。对于欠电压继电器, 如果在初值就动作说明初值小于动作电压, 应重设初值; 如果到终值继电器仍未动作, 说明终值大于动作电压, 也应重设终值。

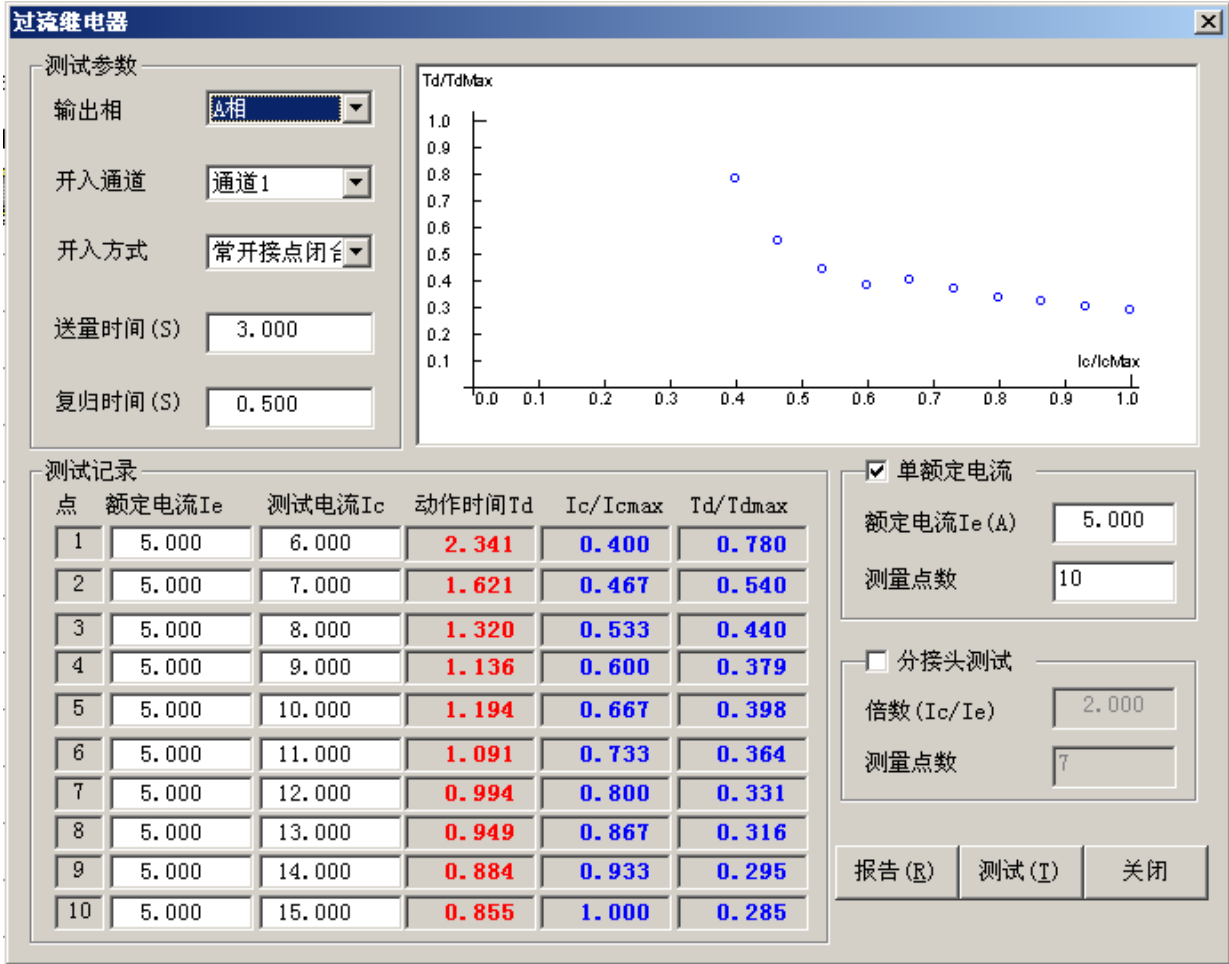
3、电流继电器的终值不应过大, 以防止接点错误而导致电流上升烧坏继电器。

4、测试过程中, 对于电流继电器, 如果在初值就动作说明初值大于动作电流, 应重设初值; 如果到终值继电器仍未动作, 说明终值小于动作电流, 也应重设终值。

5、测试复压闭锁时应将各相电压设置成低压闭锁定值的 0.95 倍、1.0 倍、1.05 倍等不同倍数输出并分别观察保护装置是否动作闭锁。

6.1.2 过流继电器

输出幅值可变的 50Hz 交流电流，用于测试过流继电器的反时限特性，也可用于过励磁保护、过负荷保护、反时限电流保护的电流时间定值校验。



一、测试功能及其原理

1、单额定电流

在单额定电流下，依次输出不同倍数额定电流的测试电流，测出相应的动作时间，绘出 I/t 特性曲线。

2、分接头测试

在不同额定电流下，依次输出相同倍数额定电流的不同测试电流，测出相应的动作时间，绘出 I/t 特性曲线。

以上二个功能可通过相应的勾选框选择分别独立测试。

二、测试接线

1、按接线提示将继保仪的电流输出端子（如单相输出 I_a 、 I_N ，两相

输出 I_a 、 I_b 、 I_N ，三相输出 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N 等）接到被测继电器的电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

1、单额定电流

a. 额定电流 I_e ：被测继电器的额定电流整定值。

b. 测量点数：依次输出不同倍数额定电流的测试电流的个数，也即测试后可绘出 I/t 特性曲线的点数。

2、分接头测试

a. 倍数(I/I_e)：测试电流与被测继电器的额定电流整定值之比。

b. 测量点数：不同额定电流的个数，即分接头个数，也即测试后可绘出 I/t 特性曲线的点数。

3、测试参数

a. 开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

b. 开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

c. 输出相：选择电流输出的相，包括 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_a+I_b 、 I_c+I_b 、 I_a+I_c 和 $I_a+I_b+I_c$ 七种，当试验电流大于相电流最大输出值时需用两相电流或三相电流并联输出。

d. 复归时间：不输出电流使被测继电器复归的时间，应大于被测继电器的复归时间。

e. 送量时间：输出测试电流的时间，应大于被测继电器最大动作时间。

4、测试记录

a. 额定电流 I_e ：单额定电流就是被测继电器的额定电流整定值，分接头测试中应是不同分接头的额定电流整定值。

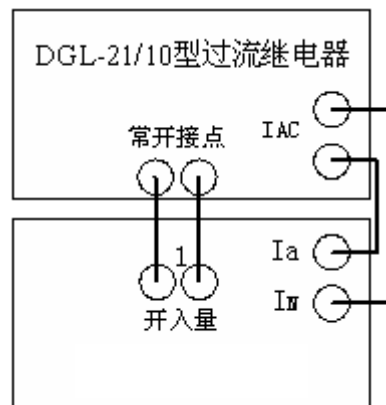
b. 测试电流 I_c ：是测试中应输出的与额定电流成倍数关系的测试电流值。测试电流的倍数关系序列设定要合适，使 I/t 特性曲线上的点分布均匀合理。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

a. 动作时间 T_d ：显示各测试点试验过程中的计时走表，接点动作时即停止走表，此时显示的就是动作时间。

b. I_c/I_{cmax} ：各测试点测试电流 I_c 与所有测



试点 I_c 的最大值之比。

c. T_d/T_{dmax} : 各测试点动作时间 T_d 与所有测试点 T_d 的最大值之比。

2、 I/t 特性曲线图

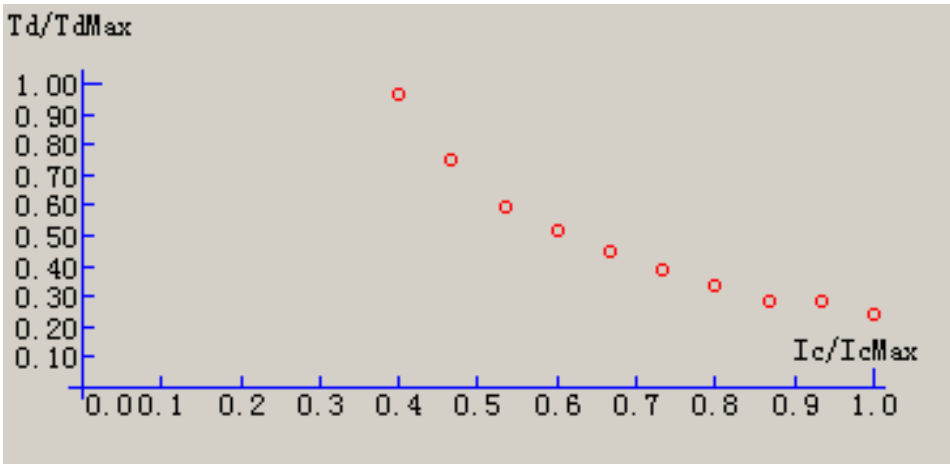
该曲线直观表现出被测继电器测试电流 I_c 与动作时间 T_d 之间的反时限特性关系，为了不同范围 I_c 和 T_d 的曲线坐标轴统一，特以 I_c/I_{cmax} 为横坐标、 T_d/T_{dmax} 为纵坐标。

五、试验举例

1、DGL-21/10 型过流继电器的校验

十倍动作电流的动作时间整定值为 0.1S。

过流继电器测试报告				
被测装置型号: DGL-21/10 型过流继电器		测试日期:	2003-6-9	
测试项目	单额定电流	倍数(I_c/I_e)		
测量点数	10	额定电流	5	
额定电流 $I_e(A)$	测试电流 $I_c(A)$	动作时间 $T_d(S)$	I_c/I_{cmax}	T_d/T_{max}
5	6	0.579	0.4	0.579
5	7	0.452	0.467	0.452
5	8	0.359	0.533	0.359
5	9	0.309	0.6	0.309
5	10	0.268	0.667	0.268
5	11	0.232	0.733	0.232
5	12	0.201	0.8	0.201
5	13	0.169	0.867	0.169
5	14	0.172	0.933	0.172
5	15	0.144	1	0.144
备 注		测试人员		



(1).试验接线如图所示，继电器的交流电流输入接到继保仪的 I_a 、 I_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

a. 单额定电流

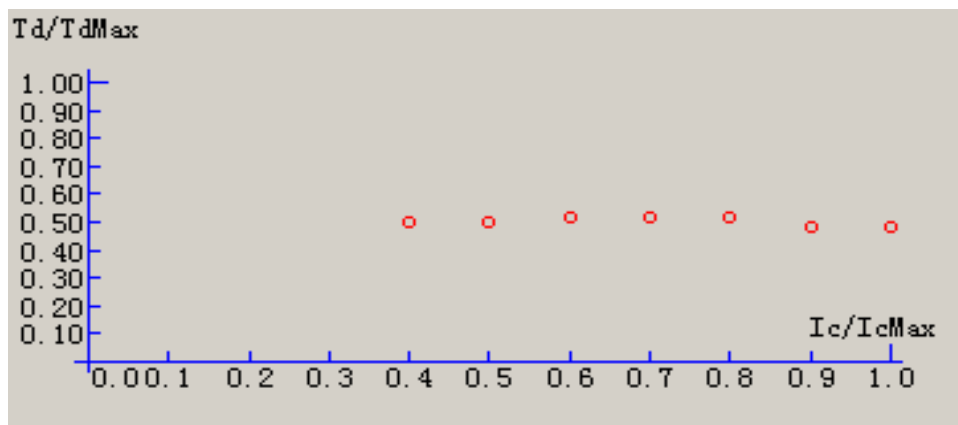
额定电流 I_e : 5A，测量点数: 10。

b. 分接头测试

倍数(I_e/I_e): 2，测量点数: 7。

c.测试参数

过流继电器测试报告				
被测装置型号: DGL-21/10 型过流继电器		测试日期:	2003-6-9	
测试项目	分接头测试	倍数(I_c/I_e)	2	
测量点数	7	额定电流		
额定电流 $I_e(A)$	测试电流 $I_c(A)$	动作时间 $T_d(S)$	I_c/I_{cmax}	T_d/T_{max}
4	8	0.252	0.4	0.252
5	10	0.252	0.5	0.252
6	12	0.26	0.6	0.26
7	14	0.259	0.7	0.259
8	16	0.258	0.8	0.258
9	18	0.241	0.9	0.241
10	20	0.242	1	0.242
备 注		测试人员		



开入通道：1，开入方式：常开接点闭合，输出相：交流 I_a ，复归时间：0.5S，送量时间：5S。

d.测试记录

单额定电流：额定电流 I_e 固定为 5A，测试电流 I_c ：6、7、8、9、10、11、12、13、14、15A。

分接头测试：额定电流 I_e ：4、5、6、7、8、9、10A，测试电流 I_c ：8、10、12、14、16、18、20A。

(3).试验过程和结果

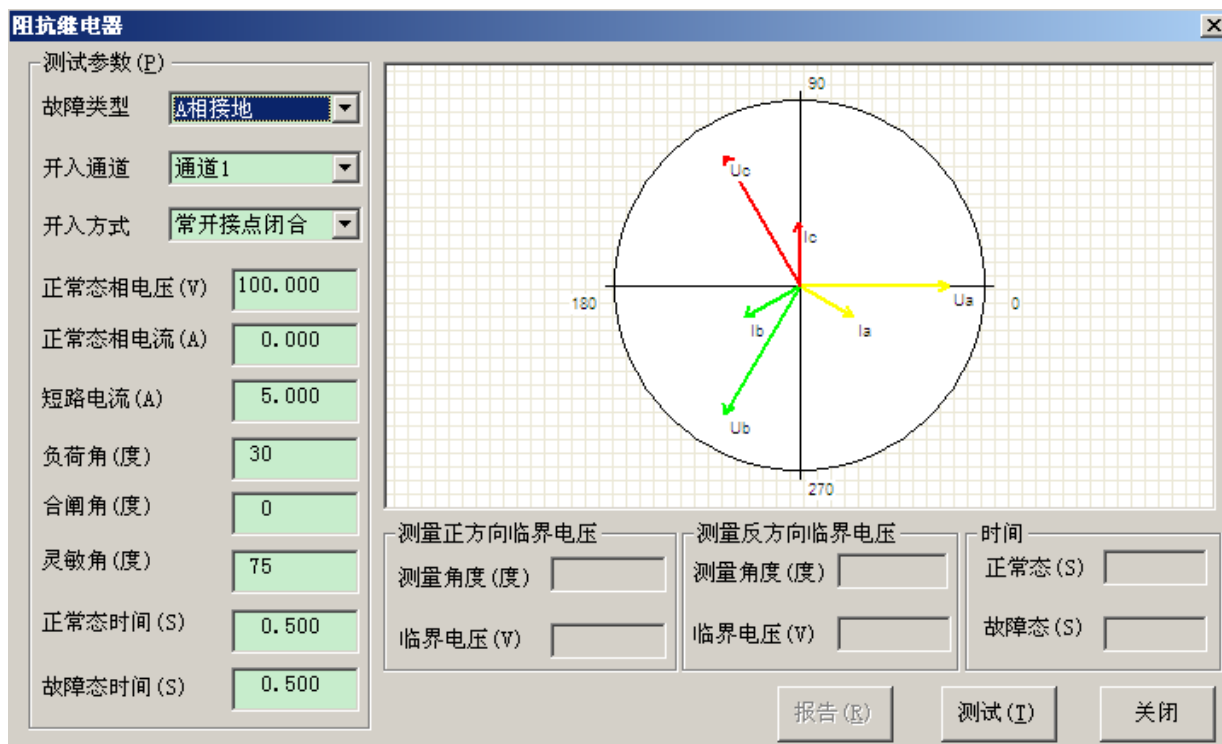
测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示相应的 I_c/I_{cmax} 、 T_d/T_{dmax} 值并在 I/t 特性曲线图打点，相应的测试报告如下表。

六、其他事项

- 1、测试电流应大于额定电流，以确保继电器可靠动作。
- 2、分接头测试时，注意切换额定电流的分接头，以免损伤继电器。

6.1.3 阻抗继电器

输出故障电流、电压，用于测试阻抗继电器正反方向的临界电压，也可用于距离保护、失磁保护、阻抗保护的正反方向边界测试。



一、测试功能及其原理

在灵敏角下，恒定电流不变，用折半法改变电压，逐次进行突发故障试验，找出临界电压；再在灵敏角反向(即灵敏角+180°)下用同样方法找出反向临界电压。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测继电器的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f.短路电流：发生故障时的故障电流。

g.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30°。

h.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0°。

i.灵敏角：阻抗继电器临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

j.正常态时间：送正常量时间，应大于被测继电器的复归时间。

k.故障态时间：送故障量时间，应大于被测继电器的最大动作时间。

四、试验过程和结果显示

1、测量正方向临界电压

a.测量角度：阻抗的灵敏角。

b.临界电压：在灵敏角下测得的临界电压。

2、测量反方向临界电压

a.测量角度：灵敏角反向(即灵敏角+180°)。

b.临界电压：在灵敏角反向下测得的临界电压。

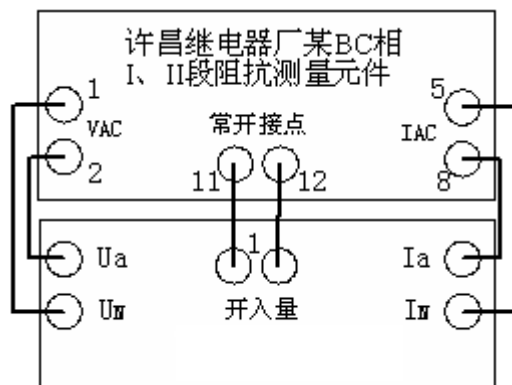
3、时间

a.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时。

b.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时，被测继电器动作时停止走表并重新计时。

4、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。



五、试验举例

1、许昌继电器厂某 BC 相 I、II 段阻抗测量元件的校验

额定电压为 100V，额定电流为 5A，频率为 50Hz。

我们用 A 相故障来模拟 BC 相故障进行 I 段试验。

(1).试验接线如图所示，继电器的交流电压输入接到继保仪的 U_a 、 U_N ，交流电流接到继保仪的 I_a 、 I_N ，常开接点接到继保仪的开入量通道 1。

(2).测试参数

故障类型：A 相接地，开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，正常态相电压：100V，正常态相电流：0A，短路电流：5A，负荷角：30°，合闸角：0°，灵敏角：70°，正常态时间：0.5S，故障态时间：0.05S。

(3). 试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，先测量正方向临界电压，再测量反方向临界电压，最后获得测试结果如下：

a. 测量正方向临界电压：测量角度： 70° ，临界电压：11.234。

b. 测量反方向临界电压：测量角度： 250° ，临界电压：未动。

六、其他事项

1、相间故障时，被测继电器的交流电压及交流电流方向不能接反，否则将不能正常测试。

2、故障态时间应该适当设置，使得仅有被测段对该故障电压动作，避免其他非被测段抢动而影响测试结果。

频率继电器																							
测试参数 开入通道: 通道1 开入方式: 常开接点闭合 变量: Ua Ub Uc 初值时间(S): 5.000 终值时间(S): 5.000																							
电压/电流 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>幅值(V/A)</th> <th>相位(度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ua</td> <td>57.730</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Ub</td> <td>57.730</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Uc</td> <td>57.730</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Ia</td> <td>0.000</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>Ib</td> <td>0.000</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>Ic</td> <td>0.000</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table>				幅值(V/A)	相位(度)	Ua	57.730	0	Ub	57.730	240	Uc	57.730	120	Ia	0.000	330	Ib	0.000	210	Ic	0.000	90
	幅值(V/A)	相位(度)																					
Ua	57.730	0																					
Ub	57.730	240																					
Uc	57.730	120																					
Ia	0.000	330																					
Ib	0.000	210																					
Ic	0.000	90																					
dv/dt闭锁 df/dt闭锁 低压闭锁 动作、返回时间 低电流闭锁 动作、返回频率 <table border="1"> <tbody> <tr> <td>初值频率(Hz)</td> <td>50.000</td> </tr> <tr> <td>终值频率(Hz)</td> <td>45.000</td> </tr> <tr> <td>起始速率(Hz/S)</td> <td>-5.000</td> </tr> <tr> <td>结束速率(Hz/S)</td> <td>-3.000</td> </tr> <tr> <td>速率分辨率(Hz/S)</td> <td>0.100</td> </tr> <tr> <td>时间(S)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>频率(Hz)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>测试速率(Hz/S)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>df/dt闭锁值(Hz/S)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			初值频率(Hz)	50.000	终值频率(Hz)	45.000	起始速率(Hz/S)	-5.000	结束速率(Hz/S)	-3.000	速率分辨率(Hz/S)	0.100	时间(S)		频率(Hz)		测试速率(Hz/S)		df/dt闭锁值(Hz/S)				
初值频率(Hz)	50.000																						
终值频率(Hz)	45.000																						
起始速率(Hz/S)	-5.000																						
结束速率(Hz/S)	-3.000																						
速率分辨率(Hz/S)	0.100																						
时间(S)																							
频率(Hz)																							
测试速率(Hz/S)																							
df/dt闭锁值(Hz/S)																							
报告 测试 关闭																							

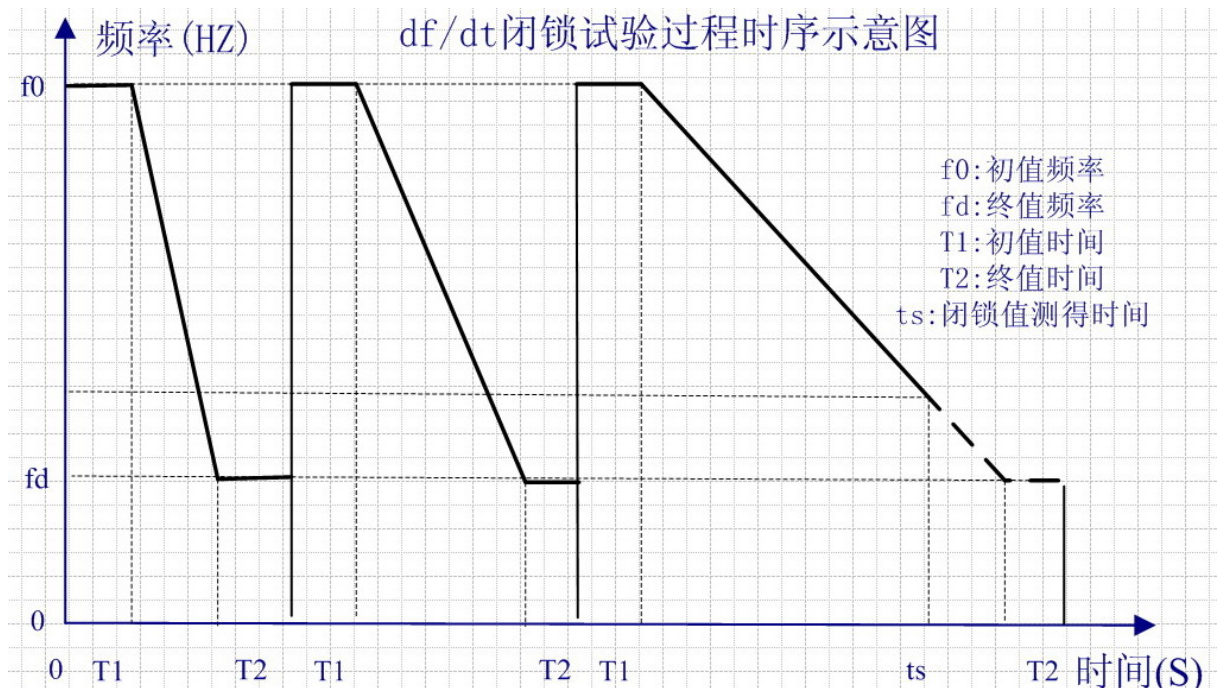
6.1.4 频率继电器

输出频率幅值可变的三相交流电压、电流，用于测试低周减载保护、低频保护和频率继电器的频率和时间定值、频率滑差闭锁、电压滑差闭锁、低压闭锁、低电流闭锁等动作行为。

一、测试功能及其原理

1、测试 df/dt 频率滑差闭锁速率

(1).在初值时间内输出初值频率（一般为 50Hz）的三相交流电流和电压。



(2).按频率的速率分辨率变化滑差速率 f_n ，改变三相交流电流和电压频率至终值频率(第 n 次循环)。

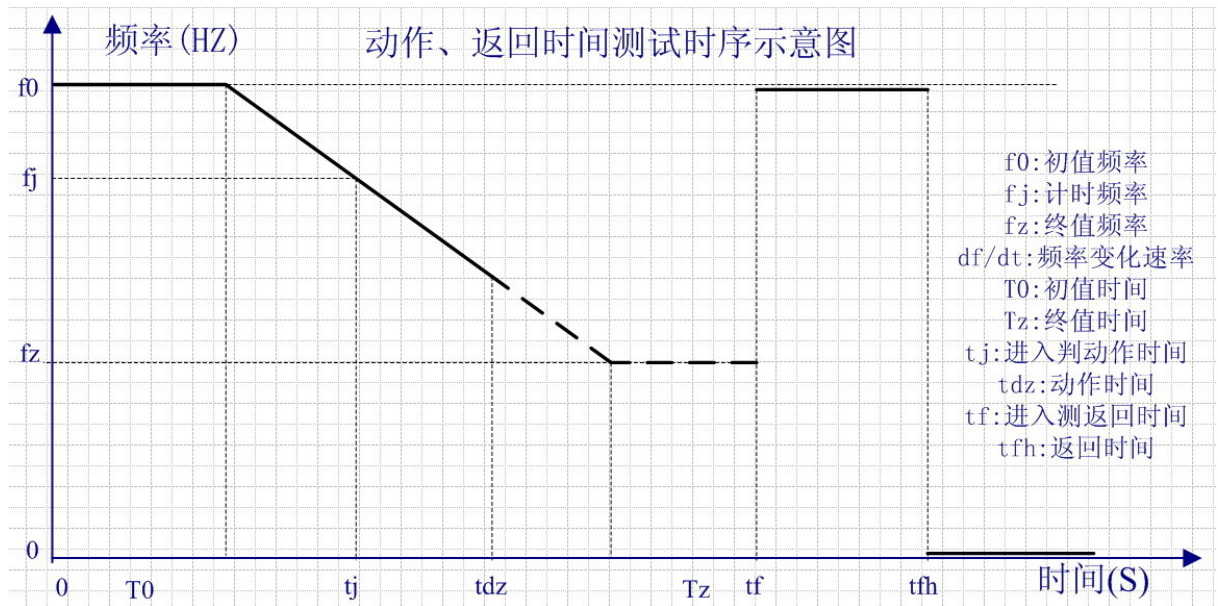
$$f_n = \text{起始速率} + (n-1) \times \text{速率分辨率}$$

如果变化中途收到接点动作信号（动作），而上次滑差结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。如果没有收到接点动作信号，按终值时间保持终值频率输出。

(3).如果在终值时间内收到接点动作信号（动作），而上次滑差结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。如果没有接收到动作信号（闭锁），而上次滑差结果是动作，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。

(4).若速率变化到结束速率后仍未测得“df/dt 闭锁值”，则终止测试，可尝试修改参数重新测试。

2、测试动作、返回时间



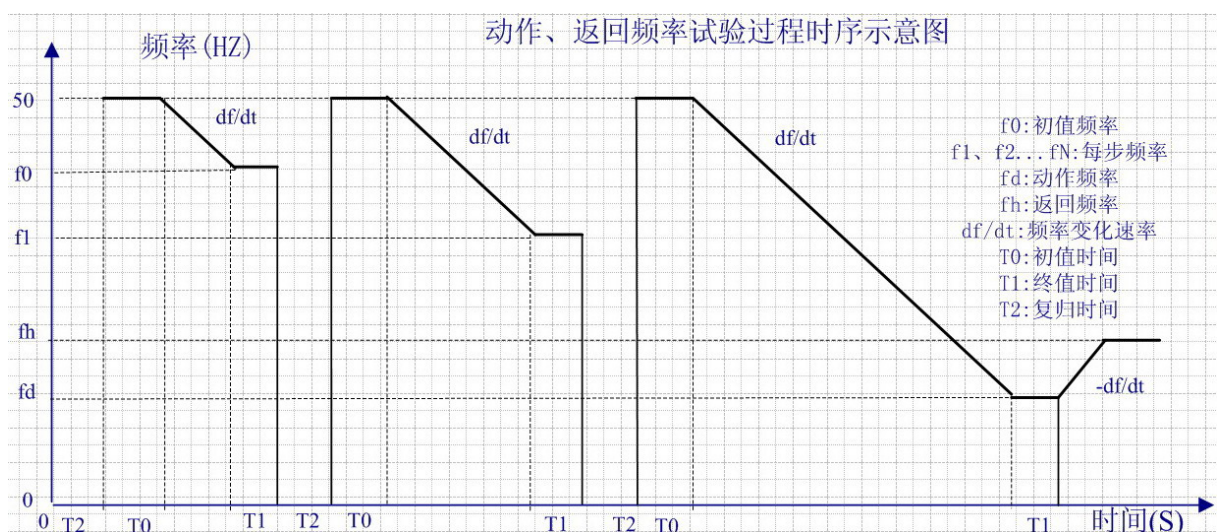
先在初值时间内输出初值频率，再按速率改变频率，以计时频率为计时起点，收到动作信号测出动作时间后，再改变频率为初值频率，测出返回时间后结束试验。

3、测试动作、返回频率

(1).在复归时间内输出三相交流电流和电压值为零，在初值时间内输出 50Hz 的三相交流电流和电压。

(2).按频率的滑差速率改变三相交流电流和电压的频率至 f_n (第 n 次循环)。

$$f_n = \text{初值频率} + (n-1) \times \text{频率步长}$$



如果变化中途收到接点动作信号，记录动作频率，按终值时间保持该动作频率输出，转步骤(4)；否则，按终值时间保持该频率输出。

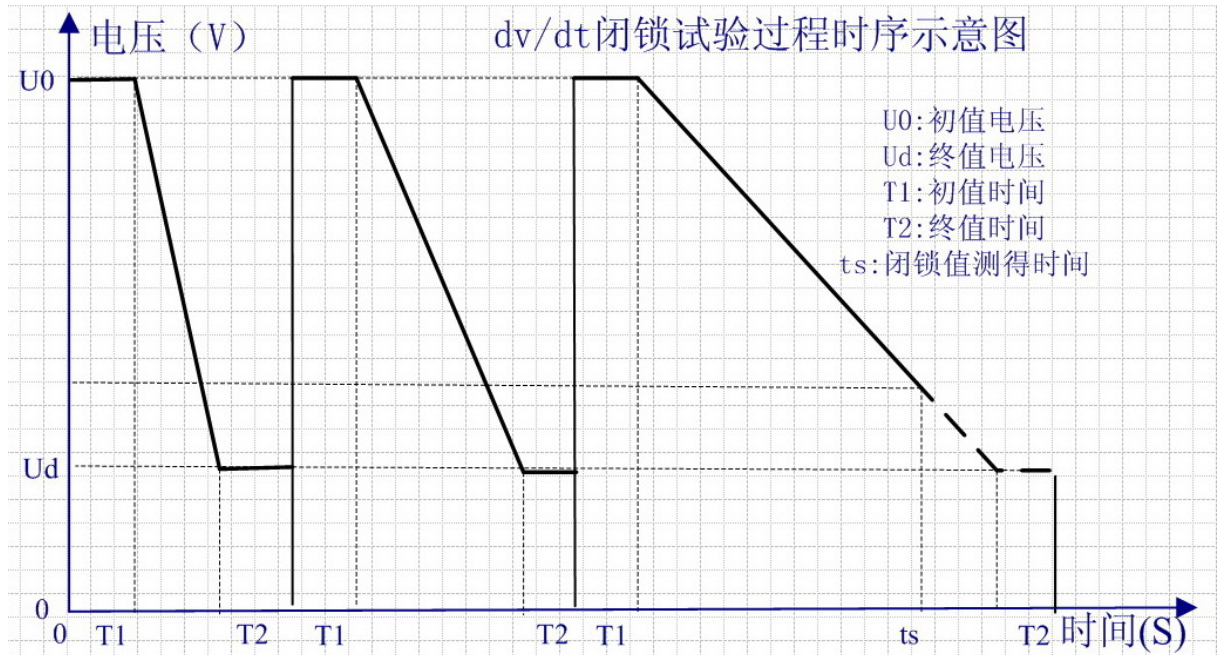
(3).如果在终值时间内收到接点动作信号，记录动作频率的值，继续

保持在终值时间内输出稳定的动作频率，转步骤(4)；否则，再转步骤(1)继续循环，到频率终值仍未找到动作频率则结束试验。

(4).按滑差速率反向改变频率，直到接点返回，找出返回频率值，记录返回频率，结束试验。

4、测试 dv/dt 电压滑差闭锁速率

(1).在初值时间内输出动作频率的三相交流电流和电压。



(2).按电压的速率分辨率变化滑差速率 V_n ，改变三相交流电压至终值电压(第 n 次循环)。

$$V_n = \text{起始速率} + (n-1) \times \text{速率分辨率}$$

如果变化中途收到接点动作信号（动作），而上次滑差结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。如果没有收到接点动作信号，按终值时间保持终值电压输出。

(3).如果在终值时间内收到接点动作信号（动作），而上次滑差结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。如果没有接收到动作信号（闭锁），而上次滑差结果是动作，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则返回执行步骤(2)。

(4).若速率变化到结束速率后仍未测得“dv/dt 闭锁值”，则终止测试，可尝试修改参数重新测试。

5、测试低压闭锁值

(1).在初值时间内输出初值频率的三相交流电流和电压，变化相电压输出“初值电压”，其余输出“电压/电流”设定值。

(2).按频率的变化速率，改变频率至动作频率。如果变化中途收到接

点动作信号（动作），而上次结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则变化相电压变化一个步长，输出一个初值时间，返回执行步骤(2)。如果没有收到接点动作信号，按终值时间保持电压输出。

(3).如果在终值时间内收到接点动作信号（动作），而上次结果是闭锁，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则变化相电压变化一个步长，输出一个初值时间，返回执行步骤(2)。如果没有接受到动作信号（闭锁），而上次滑差结果是动作，则找到闭锁值，记录并结束试验，否则变化被测电压一个步长，输出一个初值时间，返回执行步骤(2)。

(4).若输出电压变化到终值电压后仍未测得“低压闭锁值”，则终止测试，可尝试修改参数重新测试。

6、低电流闭锁

与测试低压闭锁值的方法类同，其中电压不变、电流变化。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（ U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N 和 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ）接到被测继电器相应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

c.变量：选择应变化的量，包括 $U_a U_b U_c$ 、 U_a 、 U_b 、 U_c 、 $I_a I_b I_c$ 、 I_a 、 I_b 、 I_c 、电压电流九项。

d.初值时间：输出初值的时间，应大于被测继电器的复归时间。

e.终值时间：输出终值的时间，应大于被测继电器的动作时间。

2、电压/电流

输出电压电流（ U_a 、 U_b 、 U_c 和 I_a 、 I_b 、 I_c ）的幅值和初相角，电压一般为 57.73V，电流一般为 0A，初相角一般为正序对称。测试 dv/dt 闭锁时为初值电压，测试低压闭锁时为终值电压，均应高于被测继电器的闭锁电压。

3、 df/dt 闭锁

a.初值频率：初始输出的频率值，使被测继电器处于复归稳定状态，应低（过频继电器）/高（欠频继电器）于被测继电器的动作频率，一般为 50Hz。

b.终值频率：输出频率的终止值，应低（欠频继电器）/高（过频继

电器)于被测继电器的动作频率。

- c. 起始速率: 频率起始变化速率, 应低于 df/dt 闭锁速率整定值。
- d. 结束速率: 频率最终变化速率, 应高于 df/dt 闭锁速率整定值。
- e. 速率分辨率: 频率变化速率的变化步长。

4、动作、返回时间

a. 初值频率: 初始输出的频率值, 使被测继电器处于复归稳定状态, 应低(过频继电器)/高(欠频继电器)于被测继电器的动作频率, 一般为 50Hz。

b. 速率: 频率的变化速率, 应低于 df/dt 闭锁速率。

c. 计时频率: 以到达此频率的时刻为测试动作时间的计时起点, 一般应设置为被测继电器的实测动作频率。

d. 终值频率: 输出频率的终止值, 应低(欠频继电器)/高(过频继电器)于被测继电器的动作频率。

5、动作、返回频率

a. 初值频率: 频率变化的起始值, 应低(过频继电器)/高(欠频继电器)于被测继电器的动作频率整定值。

b. 终值频率: 输出频率的终止值, 应低(欠频继电器)/高(过频继电器)于被测继电器的动作频率整定值。

c. 频率步长: 频率的变化步长。

d. 速率: 频率的变化速率, 应低于 df/dt 闭锁速率。

e. 复归时间: 不输出电压电流使被测保护装置复归的时间, 应大于被测保护装置的复归时间。

f. 抖动延时: 躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

6、 dv/dt 闭锁

a. 动作频率: 使被测继电器动作的频率, 应低(欠频继电器)/高(过频继电器)于被测继电器的动作频率。

b. 终值电压: 输出电压的终止值, 应低于被测继电器的闭锁电压。

c. 起始速率: 电压起始变化速率, 应低于 dv/dt 闭锁速率整定值。

d. 结束速率: 电压最终变化速率, 应高于 dv/dt 闭锁速率整定值。

e. 速率分辨率: 电压变化速率的变化步长。

7、低压闭锁

a. 初值频率: 输出电压的初始频率, 应高(欠频继电器)/低(过频继电器)于被测继电器的动作频率值。

b.动作频率：输出电压的终值频率，应低（欠频继电器）/高（过频继电器）于被测继电器的动作频率值，并高于被测继电器的工作频率值。

c.频率变化速率：输出电压频率由初值频率变化到动作频率的速率。

d.初值电压：输出电压的初始值，应低于被测继电器的闭锁电压整定值。

e.终值电压：输出电压的终止值，应高于被测继电器的闭锁电压整定值。

f.电压步长：电压的变化步长。

g.每步时间：电压每步变化的间隔时间，应大于被测继电器的动作时间。

h.抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

8、低电流闭锁

a.初值频率：输出电压的初始频率，应高（欠频继电器）/低（过频继电器）于被测继电器的动作频率值。

b.动作频率：输出电压的终值频率，应低（欠频继电器）/高（过频继电器）于被测继电器的动作频率值，并高于被测继电器的工作频率值。

c.频率变化速率：输出电压频率由初值频率变化到动作频率的速率。

d.初值电流：输出电流的初始值，应低于被测继电器的闭锁电流整定值。

e.终值电流：输出电流的终止值，应高于被测继电器的闭锁电流整定值。

f.电流步长：电流的变化步长。

g.每步时间：电流每步变化的间隔时间，应大于被测继电器的动作时间。

h.抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

四、试验过程和结果显示

1、测试 df/dt 频率滑差闭锁速率

a.时间：显示测试过程中的计时走表，接点动作时停止走表。

b.频率：在测试过程中显示实时频率。

c.测试速率：在测试过程中显示实时测试速率，以及测试结束后显示 df/dt 闭锁值。

d.测试结果：显示测试结束后的测试结果，一般为“动作→闭锁”、

“闭锁→动作”、“闭锁”、“动作”。

2、测试动作、返回时间

a.时间：在测试过程中显示实时时间。

b.频率：在测试过程中显示实时频率。

c.动作时间：完成测试后显示所测动作时间，即从到达计时频率时刻到收到接点动作信号时刻的时间。

d.返回时间：完成测试后显示所测返回时间。

3、测试动作、返回频率

a.时间：在测试过程中显示实时时间。

b.频率：在测试过程中显示实时频率。

c.动作值：完成测试后显示动作频率。

d.返回值：完成测试后显示返回频率。

4、测试 dv/dt 电压滑差闭锁速率

a.时间：在测试过程中显示实时时间。

b.电压：在测试过程中显示实时电压。

c.测试速率：在测试过程中显示实时测试速率，以及测试结束后显示 dv/dt 闭锁值。

d.dv/dt 闭锁值：显示测试结束后的测试结果，一般为““动作→闭锁”、“闭锁→动作”、“闭锁”、“动作”。

5、测试低压闭锁值

a.时间：在测试过程中显示实时时间。

b.电压：在测试过程中显示实时电压。

c.电压闭锁值：显示测试结束后的电压闭锁值。

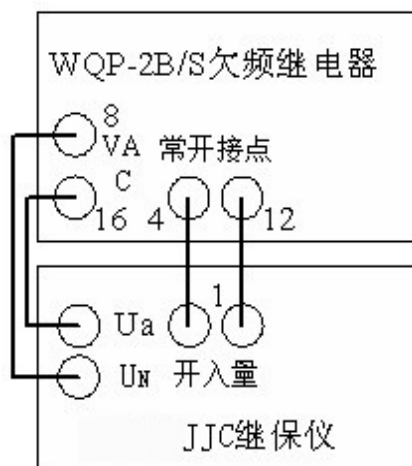
6、低电流闭锁

a.时间：在测试过程中显示实时时间。

b.电流：在测试过程中显示实时电流。

c.电流闭锁值：显示测试结束后的电流闭锁值。

五、试验举例



1、WQP-2B/S 微机欠频继电器的校验

(1).试验接线如图所示，继电器的交流电压输入接到继保仪的 U_a 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

a.测试动作、返回频率

初值频率：50Hz，终值频率：45Hz，频率步长：-0.5Hz，速率：-3.0 Hz/S，复归时间：0.5 S，抖动延时：0S。

b.测试频率滑差闭锁速率

初值频率：50Hz，终值频率：45Hz，起始速率：-5.0 Hz/S，结束速率：-3.0 Hz/S，速率分辨率：0.1Hz/S。

c.测试动作、返回时间

初值频率：50 Hz，速率：-3.5 Hz/S，计时频率：47 Hz，终值频率：45 Hz。

d.测试低压闭锁

初值频率：50Hz，终值频率：44Hz，频率变化速率：-3Hz/S，初值电压：60V，终值电压：50V，电压步长：-0.5V，抖动延时：0S。

e.测试参数

开入通道：1，开入方式：常开接点闭合，初值时间：5S，终值时间：5S。

f.电压/电流

电压为 57.73V，电流为 0A，初相角按正序对称设置。

(3).试验过程和结果

1、测试动作频率

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，最后获得测试结果如下：

动作值：46.001Hz，返回值：46.061 Hz。

2、测试频率滑差闭锁速率

实际测得滑差速率 ≥ 4.1 Hz/S 时闭锁，低于此速率动作。

3、测试动作、返回时间

动作时间：0.846S，返回时间：0.041S。

4、测试低压闭锁

实际测得电压 ≤ 53 V 时闭锁，高于此值动作。

频率继电器测试报告			
被测装置型号:		测试日期:	2009-4-14
动作频率 (Hz)	46.001	返回频率 (Hz)	46.061
动作时间 (S)	0.846	返回时间 (S)	0.041
df/dt 闭锁值(Hz/S)	-4.1	dv/dt 闭锁值 (V/S)	
低电压闭锁值 (V)	53	低电流闭锁值 (A)	
备 注		测试人员	

六、其他事项

1、测试过程中，对于过频继电器，如果在初值就动作说明初值大于动作频率，应重设初值；如果到终值继电器仍未动作，说明终值小于动作频率，也应重设终值。对于欠频继电器，如果在初值就动作说明初值小于动作频率，应重设初值；如果到终值继电器仍未动作，说明终值大于动作频率，也应重设终值。

2、如果频率继电器不能自动复归，需要人工复归。

3、闭锁/动作：当频率变化太快时，继电器进行闭锁，以避免继电器错误的发出动作信号；闭锁解除后，继电器方可发出动作信号。

6.1.5 中间继电器

输出 U_{ab} (0~300V, U_a 正、 U_b 负) 直流电压, I_a 、 I_b 输出 (0~20A) 直流电流, 可测试中间继电器的动作值、返回值、动作时间和返回时间。

中间继电器	
测试参数 跳通道 通道1 跳方式 常开接点闭合 继电器类型 Uab启动, Ia保持 起始时间(S) 2.000 每步时间(S) 0.500 抖动延时(S) 0.010 起始电压Uab(V) 140.000 额定电压Uab(V) 220.000 电压步长Uab(V) 0.100 保持电流Ia(A) 4.000 电流步长Ia(A) 0.100	
测试记录 动作值(V) 158.007 返回值(A) 1.500 动作时间(S) 0.033 返回时间(S) 0.029 测量时间(S) 0.417 接点状态 测量电压Uab(V) 测量电流Ia(A) 1.500	
报告(R) 测试(T) 中断(S)	

一、测试功能及其原理

1、电压 U_{ab} 启动，电流 I_a 保持： U_{ab} 先按起始电压输出，再按步长增加，找出最小动作电压后 U_{ab} 输出额定电压；随后 I_a 输出保持电流，再切断 U_{ab} ，此时 I_a 将继电器保持住；最后按步长降低 I_a 使继电器返回，找到返回电流。

2、电流 I_a 启动，电压 U_{ab} 保持： I_a 先按起始电流输出，再按步长增加，找出最小动作电流后 I_a 输出额定电流；随后 U_{ab} 输出保持电压，再切断 I_a ，此时 U_{ab} 将继电器保持住；最后按步长降低 U_{ab} ，使继电器返回，找到返回电压。

3、电流 I_a 启动，电流 I_b 保持： I_a 先按起始电流输出，再按步长增加，找出最小动作流后 I_a 输出额定电流；随后 I_b 输出保持电流，再切断 I_a ，此时 I_b 将继电器保持住；最后按步长降低 I_b ，使继电器返回，找到返回电流。

4、电压 U_{ab} 启动，电压 U_{ab} 返回： U_{ab} 先按起始电压输出，再按步长增加，找出动作电压后按步长降低 U_{ab} ，使继电器返回，找到返回电压。

5、电流 I_a 启动，电流 I_a 返回： I_a 先按起始电流输出，再按步长增加，

找出动作电流后再按步长降低 I_a ，使继电器返回，得到返回电流。

以上功能可通过相应的继电器类型选择框选择，相应的测试参数输入项也会相应改变。

其中动作时间/返回时间的测试方法：电压启动的继电器从 0V 突变到额定电压，测出动作时间；再由额定电压突变到 0V，测出返回时间。电流启动的继电器从 0A 突变到额定电流，测出动作时间；再由额定电流突变到 0A，测出返回时间。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子 (U_{a+} 、 U_{b-} 、 I_{a+} 、 I_{N-} 和 I_{b+} 、 I_{N-}) 接到被测继电器相应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

a.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

c.继电器类型：选择被测继电器类型，包括：电压启动，电流保持；电流启动，电压保持；电流启动，电流保持；电压启动，电压返回；电流启动，电流返回五种。

d.起始时间：输出起始电压/电流的时间，应大于被测继电器的复归时间。

e.每步时间：电压/电流每步变化的间隔时间，应大于被测继电器的动作时间整定值。

f.抖动延时：躲避被测继电器接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

g.起始电压/电流：输出的起始电压/电流值，使被测继电器处于复归稳定状态，应低于被测继电器的动作电压/电流整定值。

h.额定电压/电流：被测继电器的额定电压/电流整定值。

i.电压/电流步长：电压/电流每步变化量。

j.保持电压/电流：输出的保持电压/电流值，使被测继电器保持动作状态，应高于被测继电器的动作电压/电流整定值。

四、试验过程和结果显示

a.动作值：显示实测的电压/电流动作值。

b.返回值：显示实测的电压/电流返回值。

c.动作时间：显示实测的动作时间。

d.返回时间：显示实测的返回时间。

e.测量时间：显示试验过程中的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时，接点动作或返回时即停止走表。

f.接点状态：显示开入量的实时状态，“| |”断开，“|—|”闭合。

g.测量电压：显示电压输出的实时值。

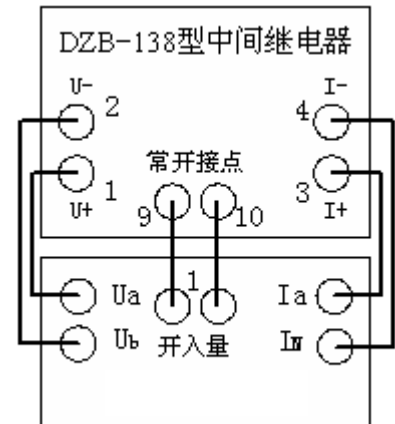
h.测量电流：显示电流输出的实时值。

五、试验举例

1、DZB-138 型中间继电器的校验

额定电压：220V，保持电流：4A

(1).试验接线如图所示，继电器的直流电压输入接到继保仪的 U_a 、 U_b ，直流电流输入接到继保仪的 I_a 、 I_N ，常开接点接到开入量通道 1。



(2).参数设定

开入通道：1，开入方式：常开接点闭合，继电器类型： U_{ab} 启动 I_a 保持，起始时间：2S，每步时间：0.5S，抖动延时：0.01S，起始电压：140V，额定电压：220V，电压步长：0.1V，电流步长：0.1A，保持电流：4A。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，最后获得测试结果如下：

动作值：158V，返回值：1.5A，动作时间：0.033S，返回时间：0.029S。

中间继电器测试报告			
被测装置型号：		测试日期：	2008-9-23
继电器类型	U_{ab} 启动, I_a 保持		
动作值 (V)	158	返回值 (A)	1.5
动作时间 (S)	0.033	返回时间 (S)	0.029
备注		测试人员	

六、其他事项

起始电压/电流应略小于继电器动作电压/电流，以提高测试速度；测试过程中，如果起始值动作说明起始值大于最小动作值，应重设起始值。

6.1.6 时间继电器

输出幅值可变的直流电压、电流或 50Hz 交流电压、电流，用于测试时间继电器的动作时间。

一、测试功能及其原理

输出电压、电流由初值突变到终值，测出时间继电器的动作时间。用于测试时间继电器达到额定电压、电流后接点状态变换、速断接点、速开接点动作的延迟时间。

二、测试接线

1、按接线提示将继保仪的电压、电流输出端子（单相输出 U_a 、 U_N 或 I_a 、 I_N ，两相输出 U_a 、 U_b 或 I_a 、 I_b ）接到被测继电器的电压、电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.初值：初始输出的电压、电流值，使被测继电器处于复归稳定状态，应低于被测继电器额定电压、电流，一般取 0 伏/安。

b.初值时间：输出初值电压、电流的时间，应大于被测继电器的复归时间。

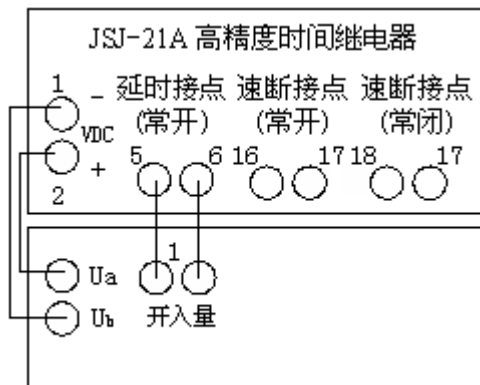
c.终值：输出电压、电流的终止值，一般为额定电压、电流。

d.终值时间：输出终值电压、电流的时间，应大于被测继电器动作时间整定值。

e.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

f.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

g.输出相：选择电压、电流输出的相，包括交流 U_a 、交流 U_{ab} 、直流 U_a ，直流 U_{ab} 、交流 I_a 、交流 I_a+I_b 、直流 I_a 和直流 I_a+I_b



八种，当试验电压或电流大于相电压、电流最大输出值时需用两相间的线电压或并联的电流输出。

四、试验过程和结果显示

动作时间：显示测试动作时间过程中的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时，接点动作时停止走表，此时显示的就是动作时间。

五、试验举例

1、JSJ—21A 高精度时间继电器的校验

额定电压值为 220V，动作时间整定为 0.16S。

(1).试验接线如图所示，继电器的直流电压输入接到继保仪的 U_a 、 U_b ，延时接点接到开入量通道 1。

(2).测试参数

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，输出相：直流 U_a 、 U_b ，初值：0V，初值时间：2S，终值：220V，终值时间：2S。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，最后获得测试结果：动作时间 0.163S。

时间继电器测试报告			
被测装置型号:		被测装置编号:	
输出相	直流 Uab	动作时间(S)	0.163
测试人员		测试日期:	2008-9-16
备 注			

六、其他事项

测试速断接点时间类似于测试延时接点。

6.1.7 同期继电器

模拟输出系统侧和待并侧两相交流电压，用于测试重合闸同期、备自投同期捕捉、同期装置和同期继电器的动作行为。

一、测试功能及其原理

以 U_a 模拟输出系统侧交流电压， U_b 模拟输出待并侧交流电压，手动调整不判接点状态，自动调整判接点状态。

1、手动调整幅值

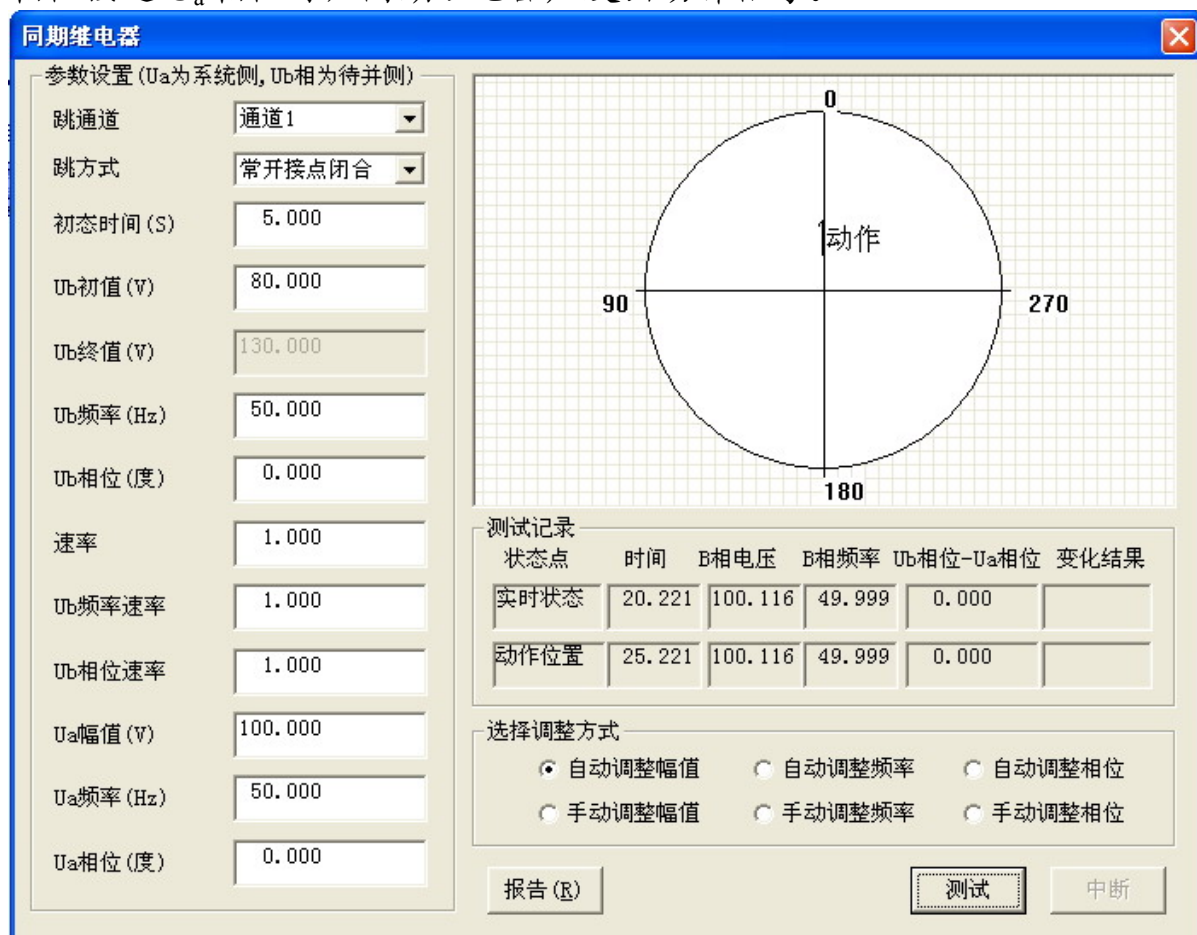
先输出幅值不同的 U_a 、 U_b （初态），然后手动调整 U_b 幅值，当 U_b 幅值接近 U_a 幅值时，同期继电器应发出动作信号。

2、手动调整频率

先输出频率不同的 U_a 、 U_b （初态），然后手动调整 U_b 频率，当 U_b 频率接近 U_a 频率时，同期继电器应发出动作信号。

3、手动调整相位

先输出相位不同的 U_a 、 U_b （初态），然后手动调整 U_b 相位，当 U_b 相位接近 U_a 相位时，同期继电器应发出动作信号。



4、自动调整幅值

先输出幅值不同的 U_a 、 U_b （初态），然后自动调整 U_b 幅值，当 U_b 幅值接近 U_a 幅值时，同期继电器应发出动作信号。

5、自动调整频率

先输出频率不同的 U_a 、 U_b （初态），然后自动调整 U_b 频率，当 U_b 频率接近 U_a 频率时，同期继电器应发出动作信号。

6、自动调整相位

先输出相位不同的 U_a 、 U_b （初态），然后自动调整 U_b 相位，当 U_b

相位接近 U_a 相位时，同期继电器应发出动作信号。

二、测试接线

1、按接线提示将继保仪的电压输出端子(系统侧交流电压输出 U_a 、待并侧交流电压输出 U_b) 接到被测继电器的电压输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

1、输入参数

a.开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

c.初态时间：送初始 U_a 、 U_b 的时间，应大于被测继电器的复归时间。

d. U_b 初值：待并侧的起始电压幅值。

e. U_b 终值：待并侧的终止电压幅值（上限值）。

f. U_b 频率：待并侧电压的频率。

g. U_b 相位：待并侧电压的相位。

h.速率：待并侧电压幅值变化速率（V/S）。

i.相位速率：待并侧电压相位变化速率（度/S）。

j.频率速率：待并侧电压频率变化速率（Hz/S）。

k. U_a 幅值：系统侧电压的幅值。

l. U_a 频率：系统侧电压的频率。

m. U_a 相位：系统侧电压的相位。

2、选择调整方式：手动调整幅值、手动调整频率、手动调整相位、自动调整幅值、自动调整频率、自动调整相位。

四、试验过程和结果显示

1、手动调整

手动调整通过按“增加”、“减少”键控制增加或减少。

a.实时状态

时间：随着测试的时间不断提高直到结束。

B 相电压：显示 B 相交流的电压，如果是测试电压的过程，数值会根据按钮的调整增加或者减少。

B 相频率：显示 B 相交流的频率，如果是测试频率的过程，数值会根据按钮的调整增加或者减少。

U_b 相位- U_a 相位：以 A 相交流电的相位为参考，显示 B 相交流电的相位，即是 B、A 两交流电的相位差，在测试相位的过程中，数值会根据按钮的调整增加或者减少。

(2)动作点

- a. 时间：包括初态时间；
- b. B 相电压：动作时刻下 B 相电压的大小
- c. B 相频率：动作时刻下 B 相频率的大小
- d. U_a 相位- U_b 相位：动作时刻下 A, B 电压的相位差

2、自动调整

a.实时状态

时间：随着测试的时间不断提高直到结束。

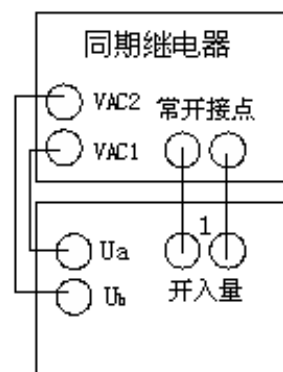
B 相电压：显示 B 相交流电的电压，如果是测试电压的过程，数值会自动增加或者减少直到结束。

B 相频率：显示 B 相交流电的频率，如果是测试频率的过程，数值会自动增加或者减少直到结束。

U_b 相位- U_a 相位：以 A 相交流电的相位为参考，显示 B 相交流电的相位，即是 B、A 两交流电的相位差，在测试相位的过程中，数值会自动增加或者减少直到结束。

(2)动作点

- a. 时间：包括初态时间；
- b. B 相电压：动作时刻下 B 相电压的大小
- c. B 相频率：动作时刻下 B 相频率的大小
- d. U_a 相位- U_b 相位：动作时刻下 A, B 电压的相位差



五、试验举例

1、手动调整幅值

(1).试验接线如图所示，继电器的系统侧交流电压接继保仪 U_a 、待并侧交流电压接到继保仪 U_b ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

a.参数设置：

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，初态时间：5S，

U_b 初值：90V， U_b 终值：130V， U_b 频率：45Hz，

U_b 相位： -30° ，速率：0.5， U_b 频率速率：0.5， U_b 相位速率：1，

U_a 幅值：100V， U_a 频率：50Hz， U_a 相位： 0° 。

b.选择调整方式

选中手动调整幅值。

(3).试验过程和结果

在测试中根据实时状态的数据来调整 B 相的电压（或者频率和相位），直到两相电压接近，然后手动停止测试。

2、自动调整幅值

(1).试验接线如图所示，继电器的系统侧交流电压接继保仪 U_a 、待并侧交流电压接到继保仪 U_b ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

a.参数设置：

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，初态时间：5S，

U_b 初值：90V， U_b 终值：130V， U_b 频率：45Hz，

U_b 相位： -30° ，速率：0.5， U_b 频率速率：0.5， U_b 相位速率：1，

U_a 幅值：100V， U_a 频率：50Hz， U_a 相位： 0° 。

b.选择调整方式

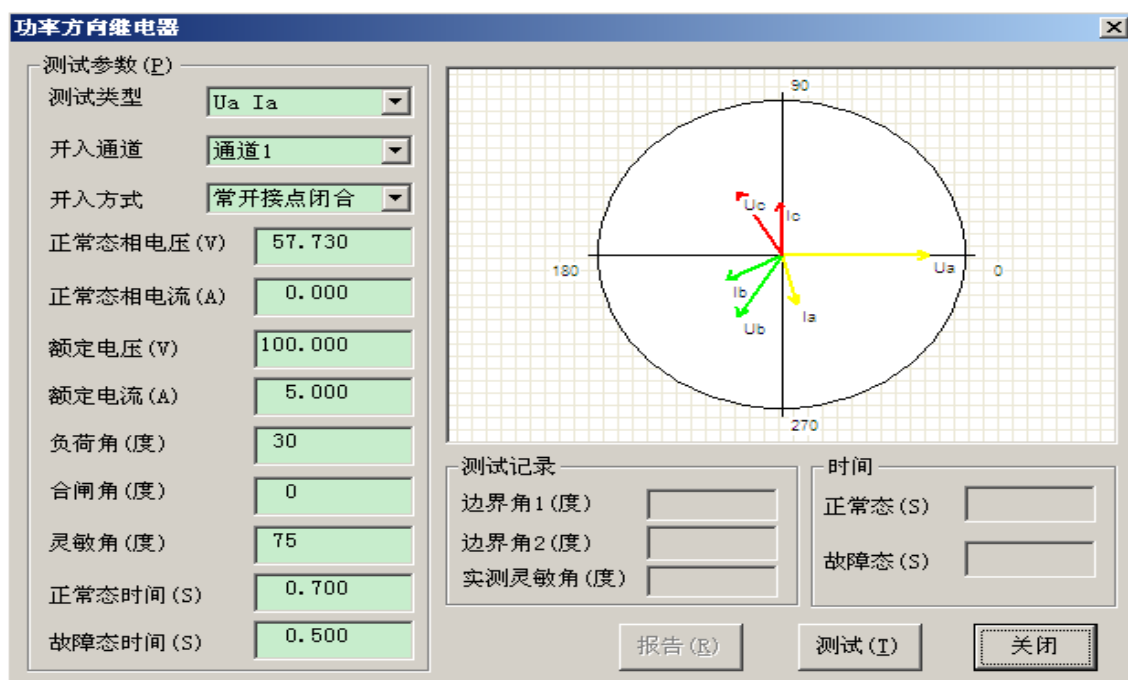
选中自动调整幅值。

(3).试验过程和结果

选择自动调整后，B 相的电压（或者频率和相位）会自动以电压步长逐渐提高到终值电压（或者频率和相位），直到继电器常开接点闭合（或者常闭接点打开）改变状态为止。

6.1.8 功率方向继电器

输出故障电流、电压，不断改变电压、电流之间的角度以测试功率方向继电器，以及方向保护、距离保护、阻抗保护等的边界角、最大灵



敏角。

一、测试功能及其原理

固定输出额定电压、电流，用折半法改变电压、电流之间的角度，逐次进行突发故障试验，找出边界角 1、边界角 2，求出灵敏角（实测灵敏角）。

二、测试接线

1、按测试类型将继保仪的电压输出端子 U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N 和电流输出端子 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N 接到被测继电器相应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测继电器的动作接点。

三、参数设置

a. 测试类型：选择所要测试的测试类型，包括： 0° 接线的 $U_a I_a$ 、 $U_b I_b$ 、 $U_c I_c$ 和 90° 接线的 $U_{ab} I_c$ 、 $U_{bc} I_a$ 、 $U_{ca} I_b$ 。

b. 开入通道：选择接被测继电器动作接点的开入量通道。

c. 开入方式：选择所接被测继电器动作接点的类型。

d. 正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

e. 正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f. 额定电压：被测继电器的额定电压定值。

g. 额定电流：被测继电器的额定电流定值。

h. 负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

i. 合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

j. 灵敏角：阻抗继电器临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度，这里是标称灵敏角。

k. 正常态时间：送正常量时间，应大于被测继电器的复归时间。

l. 故障态时间：送故障量时间，应大于被测继电器的最大动作时间。

四、试验过程和结果显示

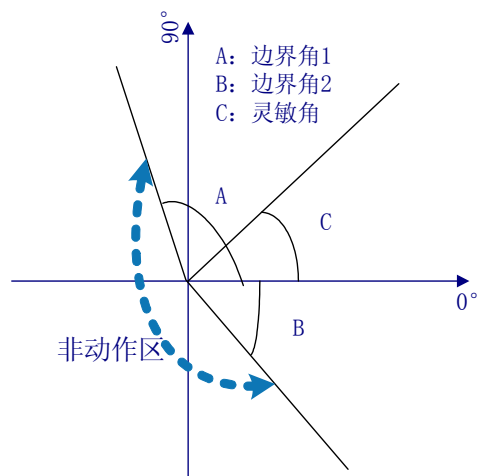
1、测试记录

a. 边界角 1

b. 边界角 2

a. 实测灵敏角：（边界角 1+边界角 2）/2。

2、时间



a.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时。

b.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，计时方式是分步独立计时而不是连续计时，被测继电器动作时停止走表并重新计时。

3、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

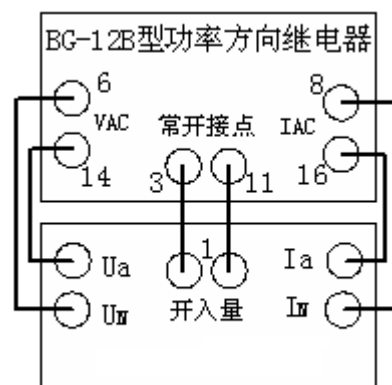
五、试验举例

1、BG-12B 型功率方向继电器的校验

额定电压为 100V、额定频率为 50Hz、额定电流为 5A。

我们用模拟 A 相故障来进行试验。

(1).试验接线如图所示，继电器的交流电压输入接到继保仪的 U_a 、 U_N ，交流电流 I_a 、 I_N ，常开接点接到继保仪的开入量通道 1。



(2).测试参数

测试类型： $U_a I_a$ ，开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，正常态相电压：57.73V，正常态相电流：0A，额定电压：100V；额定电流：5A；负荷角： 30° ，合闸角： 0° ，灵敏角： 70° ，正常态时间：1S，故障态时间：1S。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，先后测量边界角 1 和边界角 2。最后获得测试结果如下：边界角 1： 341° ；边界角 2： 159° ；实测灵敏角： 70° 。

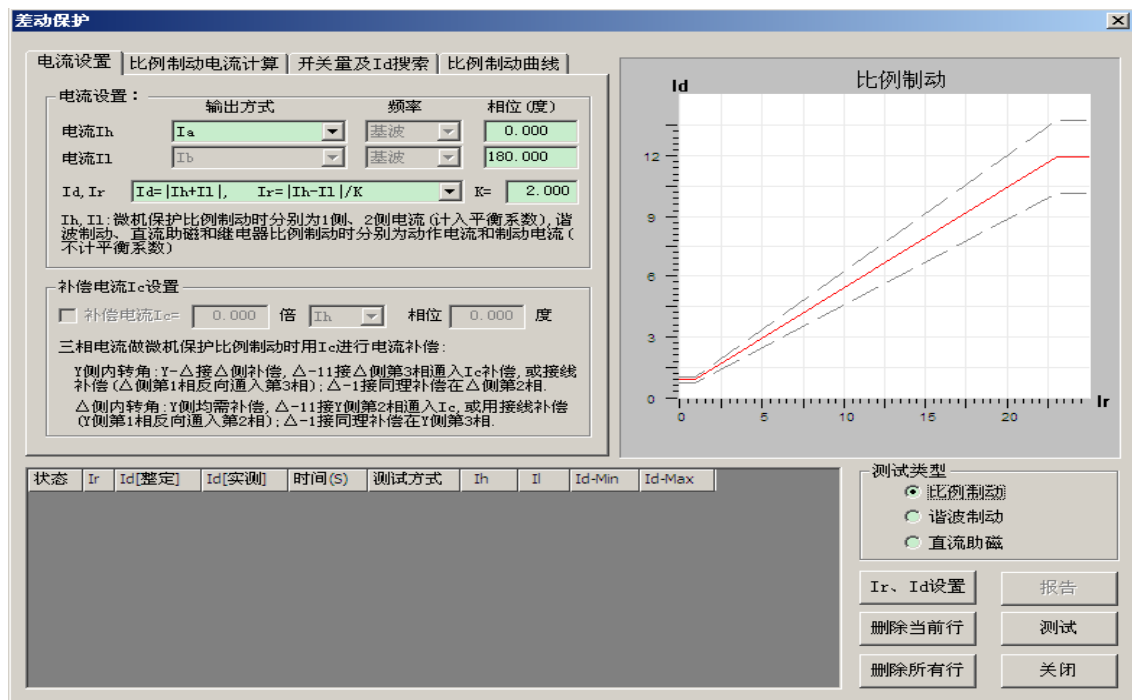
功率方向特性(继电器)测试报告			
被测装置型号:		测试日期:	2008-9-23
测试类型	$U_a I_a$	负荷角(度)	30
合闸角(度)	0	标称灵敏角(度)	70
额定电压(V)	100	额定电流(A)	5
边界角 1(度)	341	边界角 2(度)	159
实测灵敏角(度)	70		
备注		测试人员	

6.2 差动试验

主要用于各种继电器或微机型差动保护装置的保护特性校验，包括比例制动、谐波制动、直流助磁和过流速断试验，既可利用三相电流进行两侧分相差动试验，也能利用六相电流进行两侧三相差动试验。微机差动保护试验特别是比例制动试验的原理描述可以参见张旭俊教授的专题研究论文《三相变压器差动保护的平衡系数计算》(附录一)。

6.2.1 差动保护

富有特色的全功能差动保护试验程序，能根据用户设定输出 1 侧电流和 2 侧电流，并可设置为输出直流、基波或谐波，可在预先绘制的制动曲线上通过定点、定点加偏移、搜索线、偏移搜索线等方式确定校验点或搜索路径，方便直观、高效的实现各类微机差动保护的比例制动、谐波制动和直流制动特性的两侧分相试验或三相试验，自动绘制 I_d/I_z 曲线。



一、测试原理

1、定点校验：依次对在制动曲线图上任意选取的点或制动曲线的偏移点，获得相应的差动电流 I_d 和制动电流 I_r ，再按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，考

察差动保护装置的動作行为。

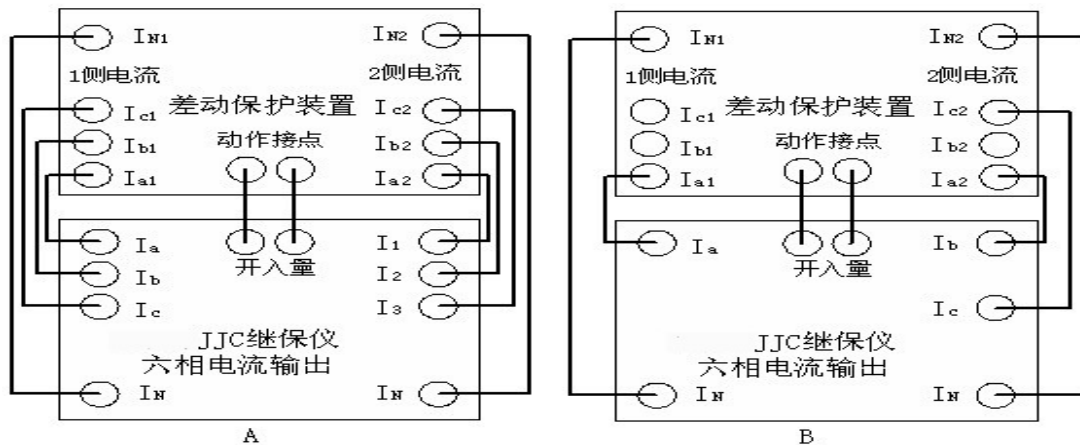
2、边界搜索：依次按在制动曲线图上任意确定的搜索线或制动曲线的偏移搜索线，固定制动电流 I_r ，变化差动电流 I_d ，按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，找出相应的临界动作值。

3、六相电流输出的机型 $I_a/I_b/I_c$ 输出三相对称的 1 侧电流， $I_1/I_2/I_3$ 输出三相对称的 2 侧电流，可同时进行二侧全部三相的差动试验。三相或四相电流机型 I_a 输出 1 侧单相电流， I_b 输出 2 侧的对应相电流，可一次进行二侧单相的差动试验。

二、测试接线

1、六相电流输出的机型：将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N 接到被测保护装置相应的 1 侧三相电流输入端子， I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_N 接到被测保护装置相应的 2 侧三相电流输入端子，如下图 A 所示。

2、三相或四相电流输出的机型：将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_N 接到被测保护装置相应的 1 侧单相电流输入端子， I_b 、 I_N 接到被测保护装置相应的 2 侧对应相电流输入端子，如需接入补偿电流的还要将继保仪的电流输出端子 I_c 、 I_N 接到被测保护装置相应的补偿相电流输入端子。如下图 B



所示是 1、2 侧 A 相差动试验，变压器 1 侧 Y 接线、2 侧 Δ -11 接线，Y 侧内转角，对 Δ 侧第三相电流进行补偿的接线。

三、参数设置

1、测试参数设置页面

(1)、电流设置

a.测试类型：可选择比例制动、谐波制动和直流制动试验。

b.电流设置：

①. 1 侧电流 I_h ：三相或四相电流输出的机型固定为 I_a 输出 1 侧单相

电流，六相电流输出的机型还可选择 $I_a I_b I_c$ 正序对称输出 1 侧三相电流。输出方式可以是 50Hz 基波、各次谐波或直流，可分别测试微机差动保护的制动特性、谐波制动和直流制动特性。输出方式为单相 “ I_a ” 时，相位为零；输出方式为 “ $I_a I_b I_c$ 正序对称” 时，相位与 “ I_d 、 I_r 的计算公式”、“变压器接线方式”、“TA 二次相位校正” 有关。

②.2 侧电流 I_l ：三相或四相电流输出的机型固定为 I_b 输出 2 侧单相电流，六相电流输出的机型还可选择 $I_1 I_2 I_3$ 正序对称输出 2 侧三相电流。输出方式可以是 50Hz 基波、各次谐波或直流，可分别测试微机差动保护的制动特性、谐波制动和直流制动特性。输出方式为单相 “ I_b ” 时，相位为零；输出方式为 “ $I_1 I_2 I_3$ 正序对称” 时，相位与 “ I_d 、 I_r 的计算公式”、“变压器接线方式”、“TA 二次相位校正” 有关。

动作电流 I_d 和制动电流 I_r 的计算公式根据保护装置不同可有如下选择：

$$\begin{aligned} I_d &= I_h, & I_r &= I_l; \\ I_d &= |I_h + I_l|, & I_r &= |I_h - I_l|/K; \\ I_d &= |I_h + I_l|, & I_r &= (|I_h| + |I_l|)/K; \\ I_d &= |I_h + I_l|, & I_r &= \text{Max}(|I_h|, |I_l|); \\ I_d &= |I_h + I_l|, & I_r &= |I_l|; \\ I_d &= |I_h + I_l|, & I_r &= (|I_d| - |I_h| - |I_l|)/K; \end{aligned}$$

其中：系数 K 依据差动保护的参数给定，一般为 2。

Id, Ir	Id= Ih, Ir= Il	
	Id= Ih	Ir= Il
补偿电流	Id= Ih+Il	Ir= Ih-Il /k
	Id= Ih+Il	Ir= (Ih + Il)/K
	Id= Ih+Il	Ir=Max(Ih , Il)
	Id= Ih+Il	Ir= Il
	Id= Ih+Il	Ir= (Ih + Il - Id)/k
☐ 补偿		

c. 补偿电流 I_c ：

做二侧单相差动试验并有内转角时，由于差动保护装置进行内转角变换会使得非内转角变换侧第二或第三相产生了不平衡电流，故一般还需要在该侧的第二或第三相选择接入 I_c 输出的补偿电流，其幅值等于该侧电流的倍数（由差动保护装置内转角变换公式和各侧平衡系数确定），和该侧电流同相位。

Y 侧内转角：Y- Δ 接 Δ 侧补偿， Δ -11 接 Δ 侧第 3 相通入 I_c 补偿，或接线补偿（ Δ 侧第 1 相反向通入第 3 相）； Δ -1 接同理补偿在 Δ 侧第 2 相；Y-Y 或 Δ - Δ 接不用补偿。

Δ 侧内转角：Y 侧均需补偿， Δ -11 接 Y 侧第 2 相通入 I_c ，或用接线补偿（Y 侧第 1 相反向通入第 2 相）； Δ -1 接同理补偿在 Y 侧第 3 相。

(2)、比例制动电流计算

由于变压器各侧额定电压、接线方式、及 TA 变比不同，故正常运行时流入差动保护装置的各侧电流不平衡，保护装置必须将其在相位校正的基础上折算成大小相等方向相反的等值电流，即各侧电流均乘以相应各侧的平衡系数后再参与计算动作电流。各侧电流平衡系数可通过各侧额定电流经相位校正后的幅值之比计算而得，一般会作为定值给定。

a.平衡系数设置方式：可选择直接输入设置平衡系数、输入各侧额定电流计算平衡系数和输入各侧额定电压、CT 变比计算平衡系数三种方式。

b.两侧平衡系数：直接输入作为定值给定的平衡系数，或修改计算出的平衡系数。

c.保护设备参数：在此可输入被保护的设备参数，如额定容量、额定电压、额定电流和变压器接线方式。

d. TA 变比

e.电流计算：

①. TA 二次相位校正：外转角、Y 侧内转角和 Δ 侧内转角三种，老式继电器保护采用 CT 外转角应选外转角方式，微机保护基本都有内转角功能，一般以 Y 侧内转角居多。

②. 计算输出电流时考虑接线：实际上是由于各保护装置内转角计算公式的不同，在平衡系数计算中需要考虑是否对内转角侧乘以 $\sqrt{3}$ 的接线系数。如果内转角计算公式有除以 $\sqrt{3}$ 的接线系数，则应选择考虑接线方式。

(3)、开关量及 I_d 搜索

a.测试参数：

①.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

The screenshot shows the 'Proportional Braking Current Calculation' (比例制动电流计算) tab. It contains two main sections: 'Balance Coefficient' (平衡系数) and 'Current Calculation' (电流计算).

Balance Coefficient (平衡系数):

- Setting Method (设置方式): Directly set balance coefficient (直接设置平衡系数).
- Side 1 (1侧):
 - Balance Coefficient (平衡系数): 1.000
 - Rated Capacity (MVA) (额定容量): 100.000
 - Rated Voltage (kV) (额定电压): 110.000
 - Rated Current (A) (额定电流): 524.860
 - Transformer Connection (变压器接线方式): Y
 - TA Ratio (TA变比): 40.000
- Side 2 (2侧):
 - Balance Coefficient (平衡系数): 1.000
 - Rated Capacity (MVA) (额定容量): 100.000
 - Rated Voltage (kV) (额定电压): 11.000
 - Rated Current (A) (额定电流): 5248.640
 - Transformer Connection (变压器接线方式): Y
 - TA Ratio (TA变比): 400.000

Current Calculation (电流计算):

- TA Secondary Phase Correction (TA二次相位校正): External angle (外转角).
- Check 'Calculate output current considering connection' (计算输出电流时考虑接线): ☐ (unchecked).
- Y-side (Y侧): ☒ (checked).
- X-factor (X): 1.000.

The screenshot shows the 'Switch Quantity and I_d Search' (开关量及 I_d 搜索) tab. It contains two main sections: 'Test Parameters' (测试参数) and ' I_d Search Settings' (I_d 搜索设置).

Test Parameters (测试参数):

- Input Channel (开入通道): Channel 1 (通道1).
- Input Mode (开入方式): Normally open contact closed (常开接点闭合).
- Injection Time (s) (送量时间): 0.500
- Return Time (s) (复归时间): 2.000
- Fluctuation Delay (s) (抖动延时): 0.000

I_d Search Settings (I_d 搜索设置):

- Search Method (搜索方式): Search line (搜索线).
- Offset (%) (偏移量): 15
- Search Line Step Length (A) (搜索线步长): 0.100

②.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

③.送量时间：测试电流输出的每步时间，应大于被测装置最大动作时间。

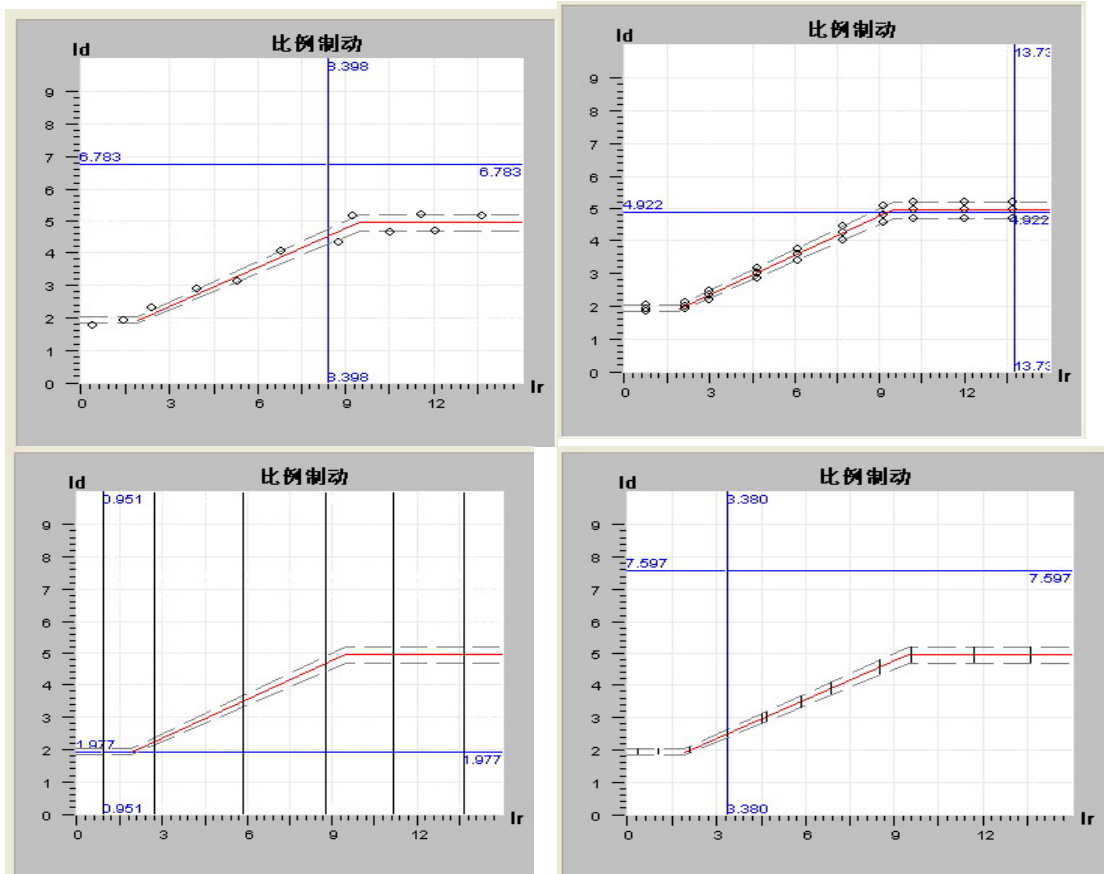
④.复归时间：不输出电流使被测保护装置复归的时间，应大于被测保护装置的复归时间。

⑤.抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

b. I_d 搜索设置

I_d 校验搜索可选择如下方式：

①.定点：如右图所示，用户在制动曲线图上通过鼠标双击操作任意点



①. 取能反映制动曲线特性的校验点。测试程序依次对这些点获得相应的差动电流 I_d 和制动电流 I_r ，再按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，考察差动保护装置的动作行为。

②.定点（边界+偏移量）：如右图所示，用户在制动曲线上通过鼠标双击操作任意点取制动曲线上的标准校验点及其制动电流 I_r 相同但 $I_d \pm$ 偏移量的偏移校验点。测试程序依次对这些点获得相应的差动电流 I_d 和

制动电流 I_r ，再按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，考察差动保护装置的動作行为。

③.搜索线：如右图所示，用户在制动曲线图上通过鼠标双击操作可任意点取不同制动电流 I_r 的搜索线。测试程序依次按这些搜索线从差动电流 $I_d=0$ 开始变化 I_d ，按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，找出相应的临界动作值，绘出临界动作点。

④.搜索线（边界+偏移量）：如右图所示，用户在制动曲线图上通过鼠标双击操作可任意点取不同制动电流 I_r 的偏移量搜索线，即有 $I_d \pm$ 偏移量的搜索线。测试程序依次按这些搜索线从差动电流 I_d 较小的一端开始变化 I_d ，按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，找出相应的临界动作值，绘出临界动作点。

⑤.偏移量（%）：定点击+偏移量和偏移量搜索线方式中所指的 I_d 偏移量，该偏移量一般与制动曲线的相对偏差相等或稍大。

⑥.搜索线步长：搜索线和偏移量搜索线方式中搜索 I_d 的变化步长。

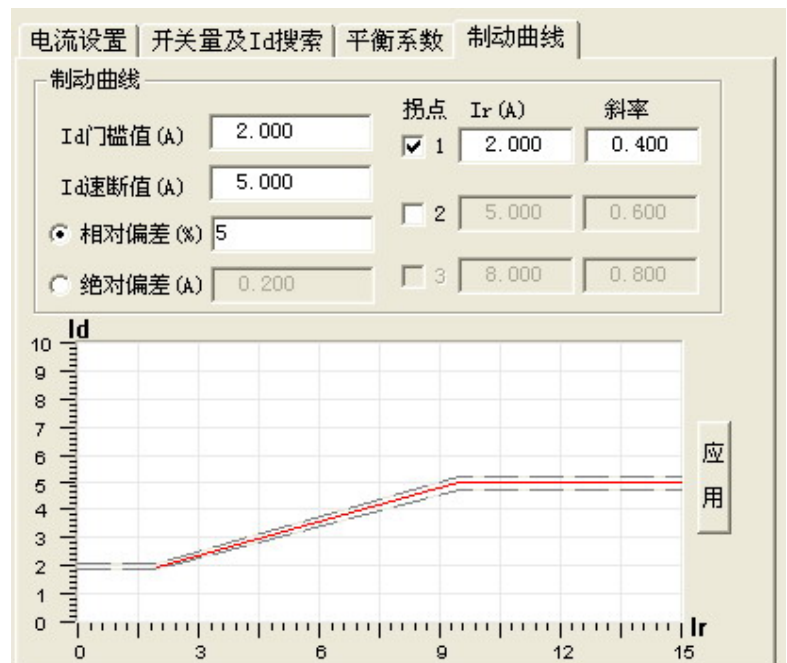
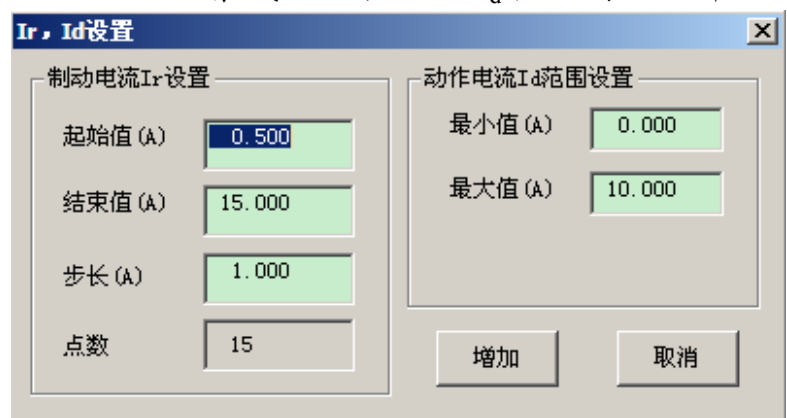
c. I_d 搜索的自动设置

点击测试数据网格右边的“ I_r 设置”按钮，会弹出如右图所示的对话框，在此通过设置 I_r 的范围、步长就可以按指定的

I_d 校验搜索方式沿制动曲线自动等距设置要测试的校验点或搜索线。

(4)、制动曲线

输入动作电流 I_d 的门槛值、速断值，制动电流 I_r 的各拐点电流值，



制动曲线各段的斜率（制动系数）和允许相对偏差率（或绝对偏差）等整定值，试验前可自动绘制制动曲线和相对偏差线。这有利于用户在制动曲线图上合理选定校验点或搜索线，使进行试验的制动电流 I_r 能均匀分布在整个制动曲线上，保证全面反映制动曲线的所有特性，还可以使试验结果得以直观的观察。

2、测试数据网格

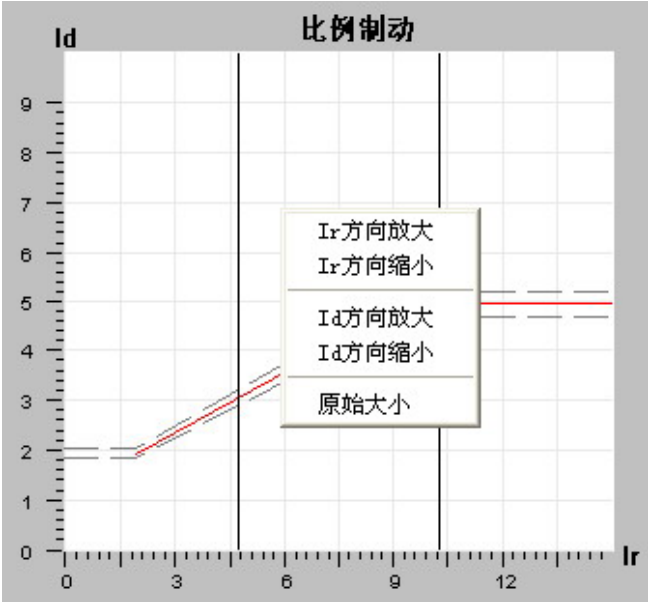
显示要测试的数据，实时显示试验过程中的动态数据，包括制动电流 I_r 、动作电流 I_d 的整定值和实测值、试验计时、测试方式和动作电流 I_d 搜索范围等，其中状态列表示该行是否做测试（勾选的做该项试验，未勾选的不做）。

状态	I_r	I_d [整定]	I_d [实测]	时间 (S)	测试方式	I_d -Min	I_d -Max
✓	0.370				搜索线	1.900	2.100
✓	1.109				搜索线	1.900	2.100
✓	2.113				搜索线	1.943	2.147
✓	3.433				搜索线	2.445	2.702
✓	4.701				搜索线	2.926	3.234
✓	4.595				搜索线	2.886	3.190

网格中的数据可以通过右边的按钮删除选中的行或全部删除，也可以点击鼠标右键弹出菜单执行全部选取（勾选）、全部清除（不勾选）、删除选中的行或全部删除等功能。

3、制动曲线图

制动曲线图中显示根据用户设定的动作电流 I_d 的门槛值、速断值，制动电流 I_r 的各拐点电流值，制动曲线各段的斜率（制动系数）绘制的制动曲线，还有按允许相对偏差率（或绝对偏差）绘制的制动曲线偏差线，以及校验点和搜索线。比例制动、谐波制动和直流制动试验将会显示相应不同的制动曲线图。在制动曲线图上点击鼠标右键弹出菜单可进行局部放大缩小操作。



四、试验过程和结果显示

1、点击测试后，依次按照测试数据网格中的校验点或搜索线，获得相应的差动电流 I_d 和制动电流 I_r ，变化差动电流 I_d ，再按照动作电流和制动电流的计算公式反算出 1 侧电流 I_h 和 2 侧电流 I_l ，分别输出 I_h 和 I_l ，对差动保护装置考察其动作行为或搜索其动作边界。

2、在制动曲线图上，动作点以红色实心圆点表示，不动作点以黑色叉表示，未试验或已无必要试验的点以黑色圆点表示。

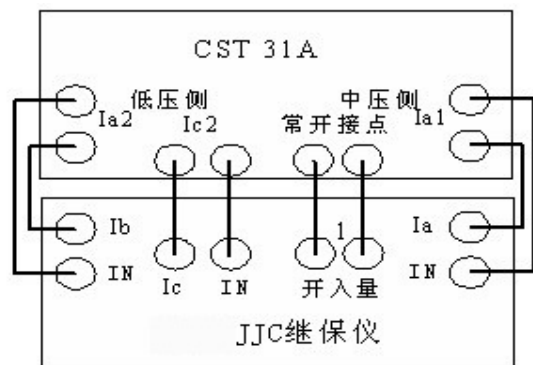
五、试验举例

1、CST 31A 数字式变压器保护装置差动比例制动特性的校验

额定电流 5A，制动系数整定为 0.5，动作电流门槛为 0.375A，速断电流为 12.5A。

(1).测试接线

试验接线如图所示，保护的中压侧 A 相电流端子接继保仪的 I_a 、 I_N ，低压侧 A 相电流端子接继保仪的 I_b 、 I_N ，低压侧 C 相电流端子接继保仪的 I_c 、 I_N （补偿电流），常开接点接继保仪的开入量一通道。



(2).参数设置

a.电流输出:

I_l 超前 I_h 的角度: 180 度, 补偿电流 I_c : 1 倍的 I_b , K_2 : 2。

动作电流和制动电流的计算公式: $I_d = |I_h + I_l|$, $I_r = \text{Max}(|I_h|, |I_l|)$ 。

b.比例制动电流计算:

平衡系数设置方式: 直接设置平衡系数。

1 侧平衡系数: 0.320, 2 侧平衡系数: 0.273。

1 侧变压器接线方式: Y0, 2 侧变压器接线方式: Δ -11。

TA 二次相位校正: 外侧内转角, 电流计算时计入接线系数。

c.开关量及 I_d 搜索:

开入通道: 通道 1。

开入方式: 常开接点闭合。

送量时间: 0.3S。

复归时间: 3S。

抖动延时: 0S。

I_d 搜索设置: 搜索线 (边界+偏移)。

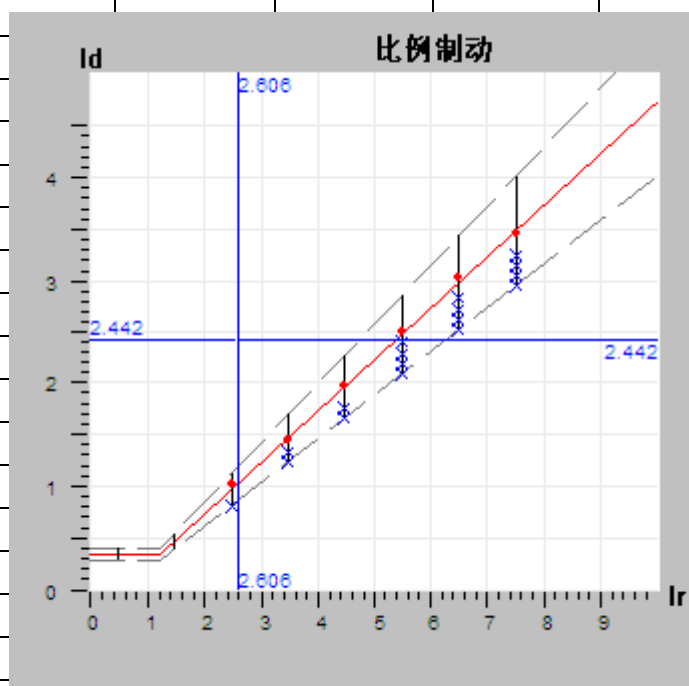
偏移量%: 15。

I_d 速断值: 12.5A。

被测装置型号:

测试人员:

状态	Ir	Id[整定]	Id[实测]	时间(S)	测试方式	Ih	I1
√	0.5	0.375	0.419	0.081	搜索线	2.706	0.297
√	1.5	0.5	0.525	0.078	搜索线	8.119	3.571
√	2.5	1	1.05	0.06	搜索线	13.532	5.311
√	3.5	1.5	1.475	0.049	搜索线	18.944	7.418
√	4.5	2	2	0.077	搜索线	24.357	9.157
√	5.5	2.5	2.525	0.061	搜索线	29.77	10.897
√	6.5	3	3.05	0.078	搜索线	35.182	12.637
√	7.5	3.5	3.475	0.159	搜索线	40.595	14.744



I_r 起始值: 0.5A, 结束值: 8A, 步长: 1A。

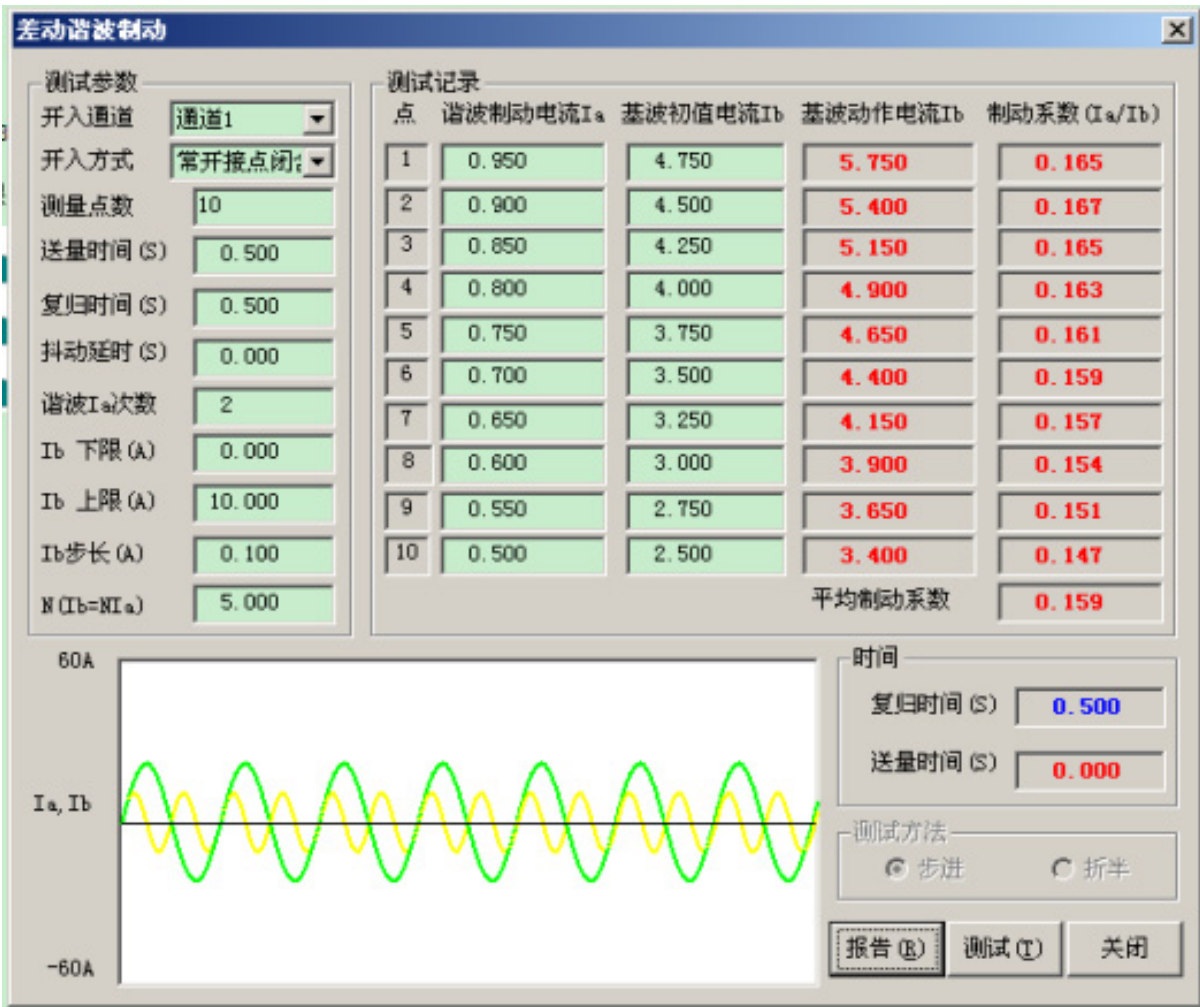
I_d 最小值：0A，最大值 5A。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，每个测试点测试时显示相应的 I_d 实测、时间、 I_h 、 I_l ，所有测试点测试过程在 I_d/I_r 曲线图上打点，相应的测试结果见测试报告。

6.2.2 谐波制动

固定 A 相输出谐波制动电流,变化 B 相输出 50Hz 的基波动作电流,用于测试差动保护的谐波制动特性。



一、测试原理

- 1、折半法：依次固定输出不同的谐波制动电流 I_a ，基波电流 I_b 从初值开始按折半法改变进行突发试验，找出与 I_a 对应的 I_b 临界值。
- 2、步进法：依次固定输出不同的谐波制动电流 I_a ，基波电流 I_b 从初值开始按步进法改变进行突发试验，找出与 I_a 对应的 I_b 动作值。

二、测试接线

1、将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_b 、 I_N 并联接到被测保护装置被测的某侧某相电流输入端子，如图所示。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的动接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

c.测量点数：进行测试的不同的 I_a 个数。

d.送量时间：测试电流输出的每步时间，应大于被测装置最大动作时间。

e.复归时间：不输出电流使被测保护装置复归的时间，应大于被测保护装置的复归时间。

f.抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

g.谐波电流 I_a 的谐波次数。

h. I_b 变化的上限、下限和步长，上限不应小于动作值，下限不应大于动作值。

i. I_b 初值与 I_a 初值的倍数 N ，仅用于方便设置 I_b 初值。

2、测试记录

a. I_a ：每个测试点固定输出的 I_a 的幅值。

b. I_b 初值：每个测试点 I_b 初值，应注意不应大于动作值。

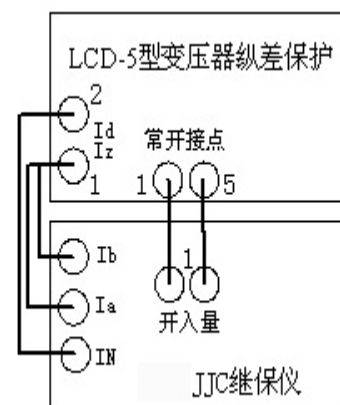
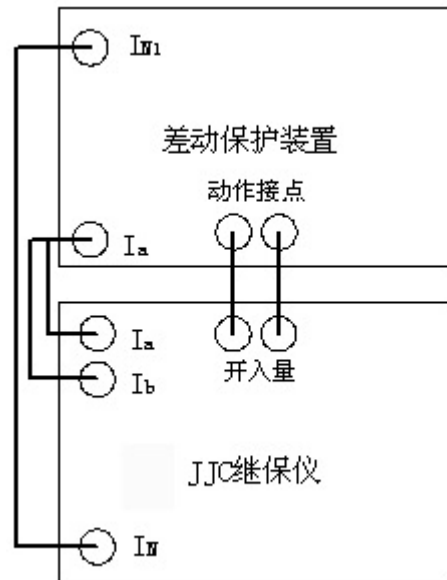
3、测试方法

I_b 变化的方式可以是折半法或步进法。

四、试验过程和结果显示

1、点击测试后，依次固定输出各测试点确定的 I_a ， I_b 从相应初值开始按折半法或步进法变化幅值，直到找到 I_b 临界值或动作值。

2、各测试点由 I_a 及其对应的 I_b 临界值或动作值，计算制动系数，



并最终计算平均制动系数。

五、试验举例

1、LCD-5 型变压器纵差保护差动谐波制动特性的校验

额定电流 5A。

(1).测试接线

试验接线如图所示，保护的制动电流和动作电流端子为同一对，并接继保仪的 I_a 、 I_N 和 I_b 、 I_N ，常开接点接继保仪的开入量一通道。

(2).参数设置

a.测试参数

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，测量点数：10，送量时间：0.5S，复归时间：0.5S，抖动延时：0S，谐波电流 I_a 次数：2， I_b 变化的上限、下限和步长：10A、0A 和 0.1A， I_b 初值与 I_a 初值的倍数 N：5。

b.测试记录

I_a ：从 0.95A 到 0.5A 每 0.05A 设一个测试点， I_b 初值：5 I_a 。

c.测试方法：步进。

差动谐波制动测试报告			
被测装置型号：		测试日期：	2008-10-4
测量点数	10	谐波 I_a 次数	2
谐波制动电流 $I_a(A)$	基波初值电流 $I_b(A)$	基波动作电流 $I_b(A)$	制动系数 I_a/I_b
0.95	4.75	5.75	0.165
0.9	4.5	5.4	0.167
0.85	4.25	5.15	0.165
0.8	4	4.9	0.163
0.75	3.75	4.65	0.161
0.7	3.5	4.4	0.159
0.65	3.25	4.15	0.157
0.6	3	3.9	0.154
0.55	2.75	3.65	0.151
0.5	2.5	3.4	0.147
平均制动系数	0.159		
备 注		测试人员	

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，每个测试点动作时显示相应的 I_b 、制动系数 I_a/I_b 值，所有测试点完成后最终计算平均制动

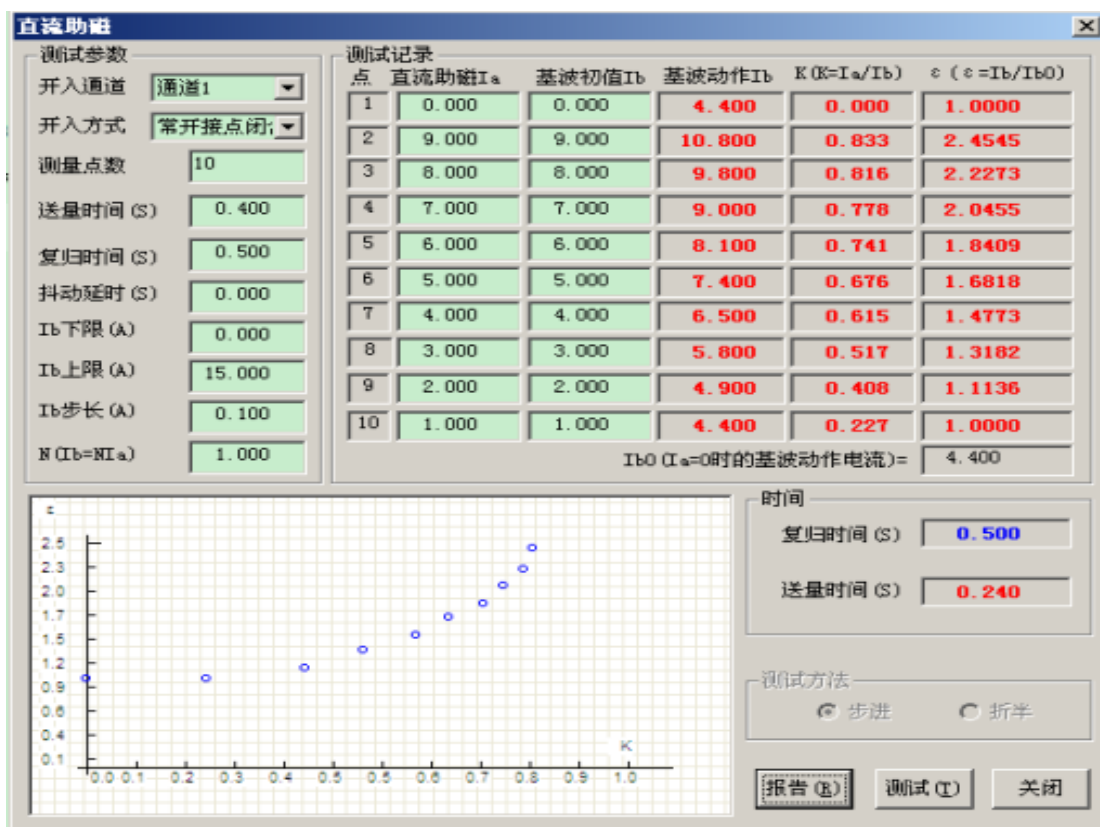
系数为 0.159。

六、其他事项

1、测试中，步长为正时如果 I_b 初值动作说明 I_b 初值大于动作值，应重设倍数 N 或重设 I_b 初值；如果到 I_b 上限保护仍未动作，说明 I_b 上限小于动作值，应重设上限；步长为负以同理类推。

6.2.3 直流助磁

固定 A 相输出直流助磁电流,变化 B 相输出 50Hz 的基波动作电流,用于测试差动保护的直流助磁特性，自动绘制 K/ε 曲线。



一、测试原理

1、折半法：依次固定输出不同的直流助磁电流 I_a ，基波电流 I_b 从初值开始按折半法改变进行突发试验，找出与 I_a 对应的 I_b 临界值。

2、步进法：依次固定输出不同的直流助磁电流 I_a ，基波电流 I_b 从初值开始按步进法改变进行突发试验，找出与 I_a 对应的 I_b 动作值。

二、测试接线

1、将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_N 接到被测保护装置相应的 1 侧单相电流输入端子， I_b 、 I_N 接到被测保护装置相应的 2 侧对应相电流输入端子，如图所示。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a. 开入通道：选择接被测保护装置動作接点的开入量通道。

b. 开入方式：选择所接被测保护装置動作接点的类型。

c. 测量点数：进行测试的不同的 I_a 个数。

d. 送量时间：测试电流输出的每步时间，应大于被测装置最大動作时间。

e. 复归时间：不输出电流使被测保护装置复归的时间，应大于被测保护装置的复归时间。

f. 抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

g. I_b 变化的上限、下限和步长，上限不应小于動作值，下限不应大于動作值。

h. I_b 初值与 I_a 初值的倍数 N ，仅用于方便设置 I_b 初值。

2、测试记录

a. I_a ：每个测试点固定输出的 I_a 的幅值。

b. I_b 初值：每个测试点 I_b 初值，应注意不应大于動作值。

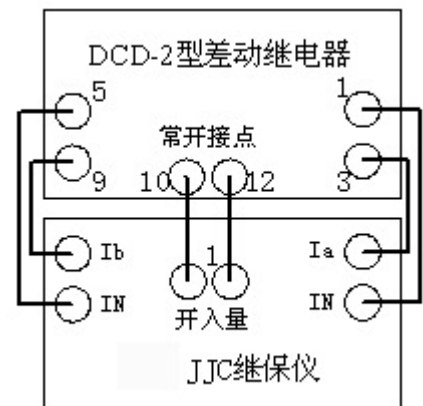
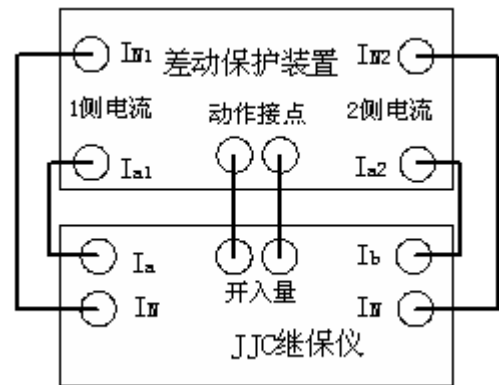
3、测试方法

I_b 变化的方式可以是折半法或步进法。

四、试验过程和结果显示

1、点击测试后，依次固定输出各测试点确定的 I_a ， I_b 从相应初值开始按折半法或步进法变化幅值，直到找到 I_b 临界值或動作值。

2、各测试点由 I_a 及其对应的 I_b 临界值或動作值，按下列公式计算 I_{b0} 、 K 、 ε 并自动绘制 K/ε 曲线。



I_{b0} 为直流助磁电流 $I_a=0$ 时的基波动作电流 I_b

$$K=I_a/I_b; \quad \varepsilon=I_b/I_{b0}$$

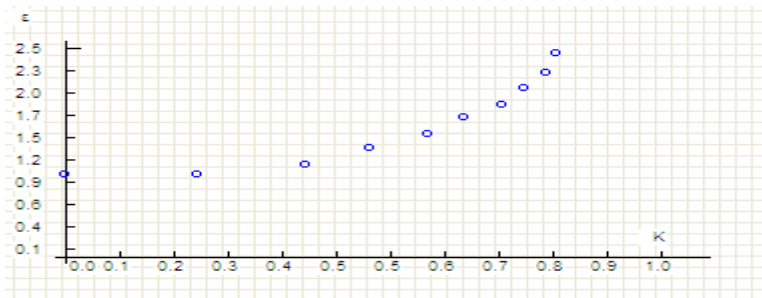
五、试验举例

1、DCD-2 型差动继电器差动直流助磁特性的校验

(1).测试接线

试验接线如图所示，继电器的直流电流端子接继保仪的 I_a 、 I_N ，继电器的动作电流端子接继保仪的 I_b 、 I_N ，常开接点接继保仪的开入量一通道。

直流助磁测试报告				
被测装置型号:		测试日期:	2008-10-6	
测量点数	10	Ib0(Ia0=0 时的基波动作电流)(A)		4.4
直流助磁 Ia(A)	基波初值 Ib(A)	基波动作 Ib(A)	k(k=Ia/Ib)	ε ($\varepsilon=I_b/I_{b0}$)
0	0	4.4	0	1
9	9	10.8	0.833	2.4545
8	8	9.8	0.816	2.2273
7	7	9	0.778	2.0455
6	6	8.1	0.741	1.8409
5	5	7.4	0.676	1.6818
4	4	6.5	0.615	1.4773
3	3	5.8	0.517	1.3182
2	2	4.9	0.408	1.1136
1	1	4.4	0.227	1
备 注		测试人员		



(2).参数设置

a.测试参数

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，测量点数：10，送量时间：0.5S，复归时间：0.5S，抖动延时：0S， I_b 变化的上限、下限和步长：15A、0A 和 0.1A， I_b 初值与 I_a 初值的倍数 N：1。

b.测试记录

I_a : 从 0A 到 9A 每 1A 设一个测试点, I_b 初值: 等于 I_a 。

c.测试方法: 步进。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验, 每个测试点动作

时显示相应的 I_b 、 K 、 ε 值, 所有测试点完成后显示 I_{b0} 等于 4.4A 并在 K/ε 曲线打点。

六、其他事项

1、测试中, 步长为正时如果 I_b 初值动作说明 I_b 初值大于动作值, 应重设倍数 N 或重设 I_b 初值; 如果到 I_b 上限保护仍未动作, 说明 I_b 上限小于动作值, 应重设上限; 步长为负以同理类推。

6.2.4 速断试验

输出 50Hz 三相幅值可变的电流, 用于测试变压器微机保护装置高压侧、中压侧、低压侧的动作电流和两倍高压侧动作电流的动作时间。

一、测试原理

1、测试各侧动作电流: 在各侧先输出初值电流, 再用步进法逐步改变电流进行试验, 找出动作电流。高、中、低压侧可分别测试也可连续测试。

2、测试动作时间: 在高压侧, 电流从零突变到 2 倍的高压侧动作电流, 测出动作时间。

二、测试接线

1、将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N 接到被测保护装置相应的高、中、低压侧电流输入端子, 即 I_a 对应高压侧电流 I_h 、 I_b 对应中压侧电流 I_m 、 I_c 对应低压侧电流 I_l 。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

差动速断试验

测试参数

跳通道:

跳方式:

送量时间 (S):

复归时间 (S):

抖动延时 (S):

电流参数

I _h 初值 (A)	1.000	I _h 终值 (A)	5.000	I _h 步长 (A)	0.200
I _m 初值 (A)	3.000	I _m 终值 (A)	15.000	I _m 步长 (A)	0.500
I _l 初值 (A)	5.000	I _l 终值 (A)	40.000	I _l 步长 (A)	1.000

测试记录

测试项目	A相	B相	C相	状态
☒ 高压侧动作电流I _h (A)	1	2	3	0.000
☒ 二倍I _h 的速断时间 (S)	1	2	3	0.000
☒ 中压侧动作电流I _m (A)	1	2	3	0.000
☒ 低压侧动作电流I _l (A)	1	2	3	0.000

1、测试参数

- 开入通道: 选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。
- 开入方式: 选择所接被测保护装置动作接点的类型。
- 送量时间: 测试电流输出的每步时间, 应大于被测装置最大动作时间。
- 复归时间: 不输出电流使被测保护装置复归的时间, 应大于被测保护装置的复归时间。
- 抖动延时: 躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

2、电流参数

- I_h、I_m、I_l初值: 高、中、低压侧电流起始值。
- I_h、I_m、I_l终值: 高、中、低压侧电流终止值。
- I_h、I_m、I_l步长: 高、中、低压侧电流变化步长。

四、试验过程和结果显示

- 高、中、低压侧连续测试过程中会有改变电流接线的提示信息。
- 测试记录中状态将显示试验中的计时走表, 动作后显示动作时间; 其他显示试验中各侧各相的电流值。

五、其他事项

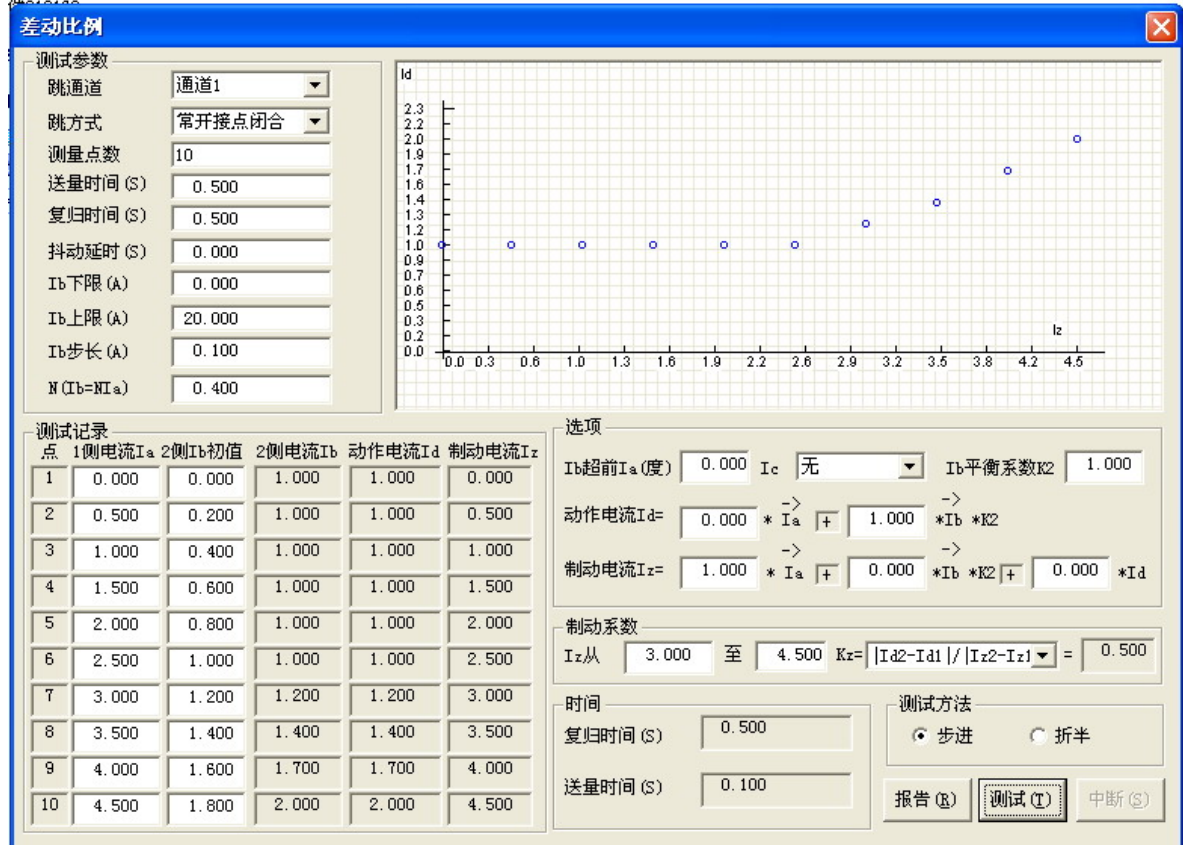
- 高、中、低压侧连续测试时, 注意按照提示信息改变电流接线。
- 初值应略小于保护装置动作电流, 以提高测试速度; 终值应略大于动作电流, 以防止接点错误而导致电流上升烧坏继电器。

- 测试中, 如果初值动作说明初值大于动作电流, 应重设初值;

如果到终值保护仍未动作，说明终值小于动作电流，也应重设终值。

6.2.5 比例制动

固定 A 相输出 50Hz 的 1 侧电流，变化 B 相输出 50Hz 的 2 侧电流，用于测试差动保护的比例制动特性，自动绘制 I_d/I_z 曲线。

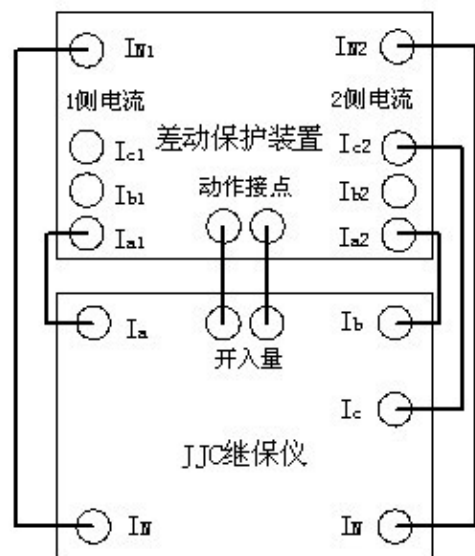


一、测试原理

1、折半法：依次固定输出不同的 1 侧电流 I_a ，2 侧电流 I_b 从初值开始按折半法改变进行突发试验，找出与 1 侧电流 I_a 对应的 2 侧电流 I_b 临界值。

2、步进法：依次固定输出不同的 1 侧电流 I_a ，2 侧电流 I_b 从初值开始按步进法改变进行突发试验，找出与 1 侧电流 I_a 对应的 2 侧电流 I_b 动作值。

3、 I_a 输出 1 侧单相电流， I_b 输出 2 侧的对应相电流，可一次进行二侧单相的差动试验。



二、测试接线

1、将继保仪的电流输出端子 I_a 、 I_N 接到被测保护装置相应的 1 侧单相电流输入端子， I_b 、 I_N 接到被测保护装置相应的 2 侧对应相电流输入端子，如需接入第三相补偿电流的还要将继保仪的电流输出端子 I_c 、 I_N 接到被测保护装置相应的非内转角侧的第三相电流输入端子。如图所示是 1、2 侧 A 相差动试验，变压器 1 侧 Y 接线、2 侧 Δ 接线，Y 侧内转角，对 Δ 侧第三相电流进行补偿的接线。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.开入通道：选择接被测保护装置動作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测保护装置動作接点的类型。

c.测量点数：进行测试的不同的 1 侧电流 I_a 个数。

d.送量时间：测试电流输出的每步时间，应大于被测装置最大動作时间。

e.复归时间：不输出电流使被测保护装置复归的时间，应大于被测保护装置的复归时间。

f.抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

g.2 侧电流 I_b 变化的上限、下限和步长：上限不应使動作电流 I_d 小于動作值，下限不应使動作电流 I_d 大于動作值。

h.2 侧电流 I_b 初值与 1 侧电流 I_a 初值的倍数 N：仅用于方便设置 I_b 初值。

2、测试记录

a. I_a ：每个测试点固定输出的 1 侧电流 I_a 的幅值，应合理确定使制动电流 I_z 试验点能均匀分布在整個制动曲线上。

b. I_b 初值：每个测试点 2 侧电流 I_b 初值，应注意不应大于動作值，一般应从二侧电流平衡点（即差动电流 I_d 为零）开始，变化 2 侧电流直到動作。

3、选项

a.2 侧电流 I_b 超前 1 侧电流 I_a 的角度：2 侧电流 I_b 与 1 侧电流 I_a 间的夹角，一般是 180 度。

b.补偿电流 I_c

做单相差动试验并有内转角时，由于差动保护装置进行内转角变换

会使得进行变换的一侧第三相产生了不平衡电流，故一般还需要在另一侧的第三相选择接入 I_c 输出的第三相补偿电流，其幅值等于内转角侧电流的倍数（由差动保护装置内转角变换公式和各侧平衡系数确定），和内转角侧电流同相位。

c. 动作电流和制动电流的计算公式可根据保护装置不同通过灵活设置如下公式的括号中系数确定：

$$\text{动作电流: } I_d = () \times \dot{I}_a + () \times \dot{I}_b \times K_2$$

$$\text{制动电流: } I_z = () \times \dot{I}_a + () \times \dot{I}_b \times K_2 + () \times I_d$$

其中： $\dot{I}_a$ 和 $\dot{I}_b$ 是矢量，括号中系数需综合考虑保护装置动作电流和制动电流的计算公式中两侧电流平衡系数、电流方向、绝对值、平均值、最大值等因素得到，可以是 0、1、负数及其他实数。

d. 2 侧电流 I_b 的平衡系数 K_2 ：由于变压器各侧额定电压、接线方式、及 TA 变比不同，故正常运行时流入差动保护装置的各侧电流不平衡，保护装置必须将其在相位校正的基础上折算成大小相等方向相反的等值电流，即各侧电流均乘以相应各侧的平衡系数后再参与计算动作电流。各侧电流平衡系数可通过各侧额定电流经相位校正后的幅值之比计算而得，一般会作为定值给定。本程序中固定 1 侧被保护设备为 Y 接线，1 侧电流 I_a 的平衡系数为 1， K_2 为相对 1 侧的系数。

4、制动系数的计算公式选择：

$$K_{zd} = I_d / I_z ; \quad K_{zd} = I_z / I_d ; \quad K_{zd} = |I_{d2} - I_{d1}| / |I_{z2} - I_{z1}|$$

其中参与计算的 I_r 范围可选择，以得到正确的斜率 K_{zd} 。

5、测试方法

2 侧电流 I_b 变化的方式可以是折半法或步进法。

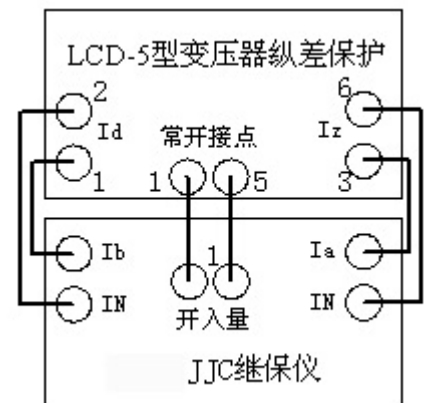
四、试验过程和结果显示

1、点击测试后，依次固定输出各测试点确定的 1 侧电流 I_a ，2 侧电流 I_b 从相应初值开始按折半法或步进法变化幅值，直到找到 I_b 临界值或动作值。

2、各测试点由 1 侧电流 I_a 及其对应的 2 侧电流 I_b 临界值或动作值，按用户选择的公式计算出相应动作电流 I_d 和制动电流 I_z ，自动绘制 I_d / I_z 曲线并计算制动系数 K_{zd} 。

五、试验举例

1、LCD-5 型变压器纵差保护差动比例制动特性的校验

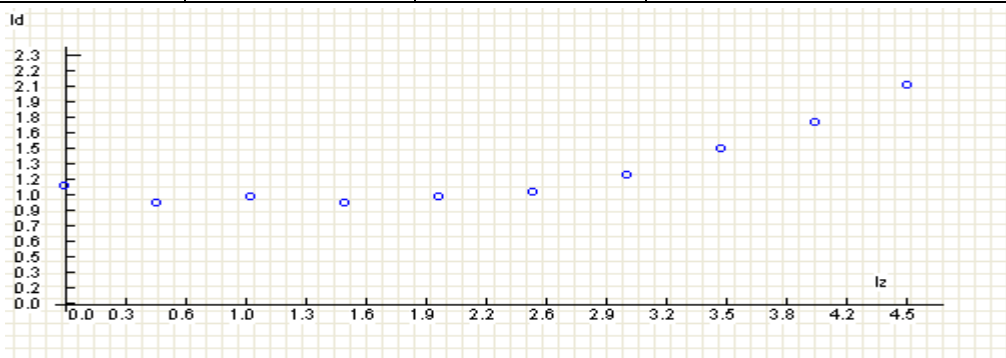


额定电流 5A，制动系数整定为 0.5，动作电流门槛为额定电流的 20%。

(1).测试接线

试验接线如图所示，保护的制动电流端子接继保仪的 I_a 、 I_N ，动作电流端子接继保仪的 I_b 、 I_N ，常开接点接继保仪的开入量一通道。

比率差动保护测试报告				
被测装置型号:		测试日期:	2006-3-30	
测量点数	10	Ib 超前 Ia(度)	0	
Ic 输出	无			
动作电流 Id= 0.000* Ia + 1.000* Ib * K2				
制动电流 Iz= 1.000* Ia + 0.000* Ib * K2 + 0.000* Id				
Iz 从 3.500 至 4.500		Kz= Id2-Id1 / Iz2-Iz1 = 0.500		
1 侧电流 Ia(A)	2 侧 Ib 初值(A)	2 侧电流 Ib(A)	动作电流 Id(A)	制动电流 Iz(A)
0	0	1.1	1.1	0
0.5	0.15	0.95	0.95	0.5
1	0.3	1	1	1
1.5	0.45	0.95	0.95	1.5
2	0.6	1	1	2
2.5	0.75	1.05	1.05	2.5
3	0.9	1.2	1.2	3
3.5	1.05	1.45	1.45	3.5
4	1.2	1.7	1.7	4
4.5	1.35	2.05	2.05	4.5
备注		测试人员		



(2).参数设置

a.测试参数

开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，测量点数：10，送量时间：0.5S，复归时间：0.5S，抖动延时：0S， I_b 变化的上限、下限和步长：20A、0A 和 0.1A， I_b 初值与 I_a 初值的倍数 N：0.4。

b.测试记录

I_a ：从 0.5A 到 4.5A 每 0.5A 设一个测试点， I_b 初值：0.4 I_a 。

c.选项

I_b 超前 I_a 的角度：0 度，补偿电流 I_c ：无， K_2 ：1， I_r 范围：3-4.5A。

动作电流和制动电流的计算公式：

动作电流： $I_d = (0) \times \dot{I}_a + (1) \times \dot{I}_b \times K_2$

制动电流： $I_z = (1) \times \dot{I}_a + (0) \times \dot{I}_b \times K_2 + (0) \times I_d$

制动系数的计算公式： $K_{zd} = |I_{d2} - I_{d1}| / |I_{z2} - I_{z1}|$

d.测试方法：步进。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，每个测试点动作时显示相应的 I_b 、 I_d 、 I_z 值，所有测试点完成后计算 K_{zd} 并在 I_d/I_z 曲线图上打点，相应的测试结果见测试报告。

六、其他事项

1、测试中，步长为正时如果 I_b 初值动作说明 I_b 初值使得动作电流 I_d 大于动作值，应重设倍数 N 或重设 I_b 初值；如果到 I_b 上限保护仍未动作，说明 I_b 上限时动作电流 I_d 小于动作值，应重设上限；步长为负以同理类推。

6.3 故障模拟

一组模拟各种电力系统故障的简洁方便实用的通用程序，包括简单故障模拟、复杂故障模拟、高级仿真、系统振荡、故障再现、多态模拟，可用于各种保护装置反应于各种故障的特性校验。

6.3.1 简单故障模拟

正常态输出 50Hz 三相对称电流电压，故障态输出相间故障或接地故障的电流电压，且残压可任意整定，用于单一故障模拟，是测试各种保护装置反应于故障时动作特性的通用程序，本程序还具有通过 GPS 同步时钟对纵联保护装置两端进行同步试验的功能。

一、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

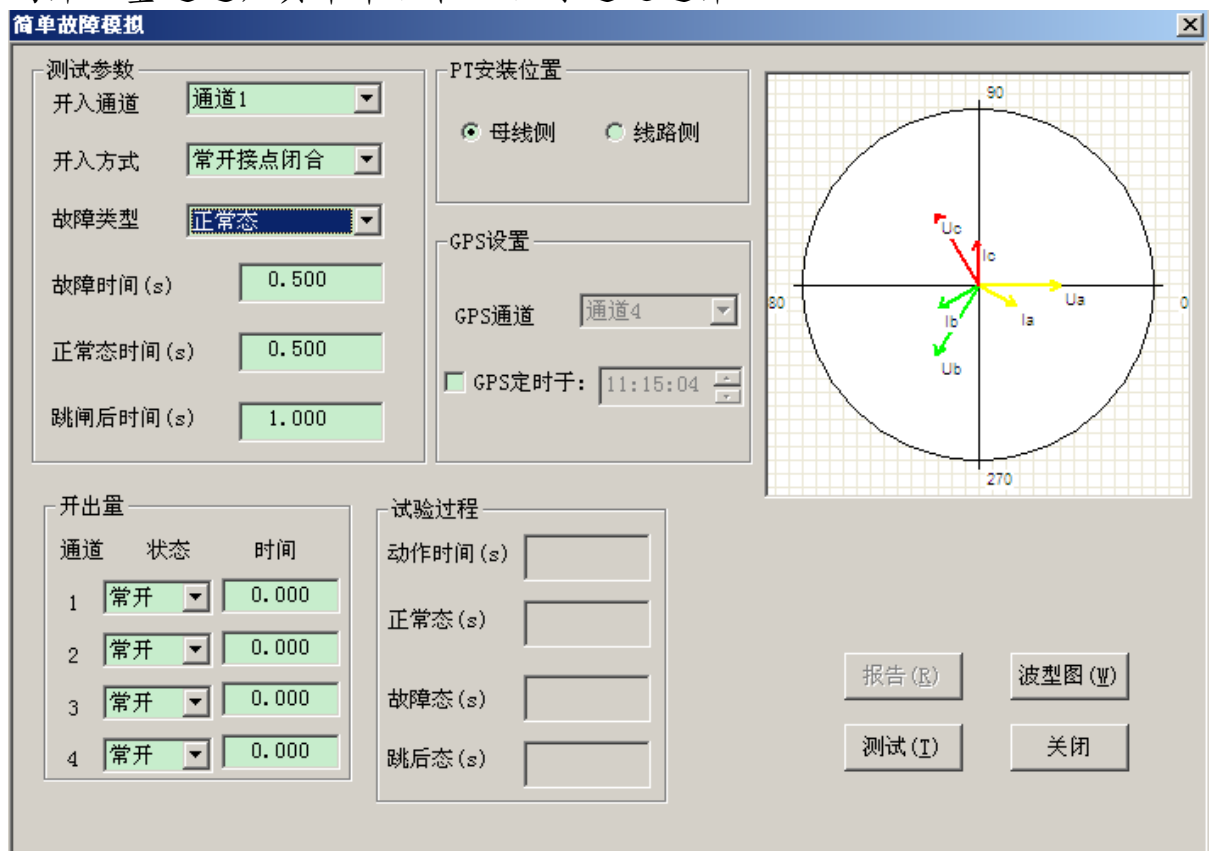
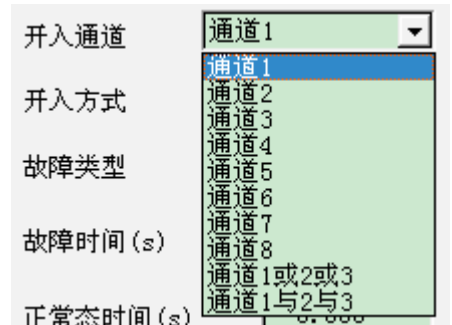
2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入接点。

二、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型，通过选择“故障类型”，可打开“故障模型计算”（见 5.3.17），进而设置各种参数。

b.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道，其中单跳和三跳可通过选择三



个通道的或运算和与运算实现。

c.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

d.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

e.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

f.跳后态时间：保护动作后母线侧输出正常态电压；线路侧相间故障输出 0V，单相故障故障相输出 0V、非故障相输出正常态电压。

2、GPS 定时：勾选 GPS 方式并定时（滞后 GPS 当前时间）可以进

行 GPS 两端同步对调试验，具体试验方法见第四点。

3、PT 安装位置可选母线侧或线路侧。

4、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

三、试验过程和结果显示

1、试验过程

a.动作时间：显示试验过程中送故障量后保护动作时间。

b.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表。

c.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表。

d.跳后态：显示试验过程中跳后态的计时走表。

2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

3、波形图

按“波形图”按钮可查看试验波形（参见 5.3.8）

四、GPS 两端同步对调试验方法

1、GPS 接线

a、使用测试仪内置程序时可将测试仪串口与卫星同步时钟装置相连，使用笔记本电脑程序则将电脑串口与卫星同步时钟装置相连，并进行 GPS 的串口通讯设置和测试（参见 5.3.18）。

b、将 GPS 同步时钟的秒脉冲电平信号接入继保仪开关量输入的四通道，应观察到该通道指示灯闪烁方可确认正确。

2、参数设置

a、正常态时间在 GPS 同步试验时需设为整数秒。

b、勾选 GPS 方式并设定故障触发时间，按“测试”键后等待卫星同步信号，接到同步信号后输出。

注意：故障触发时间应按 GPS 当前时间滞后设置，要留有能保证完成全部正常态输出的时间，考虑到检查校对设定的测试参数并手动按“测试”键还需一段时间，故该滞后时间还应有充分延迟。

3、试验过程

按“测试”键后，程序按以下步骤完成试验：

- a、通过串口接收 GPS 同步时间串，当从该时间串中解析出的时间到达比故障触发时间提前一个正常态时间时进行初同步，输出正常态，以保证被测保护装置整组复归。
- b、为保证进入故障发生时的合闸角和波形的连续（不发生间断或突变），到达故障触发时间前接收 GPS 同步时钟的秒脉冲电平信号并进行波形和相角的精确同步调整。
- c、到达故障触发时间相应的 GPS 同步时钟的秒脉冲电平信号时进入故障态，开始输出满足合闸角要求和波形连续的故障态波形。

6.3.2 多态模拟

可按故障模型或自行整定输出多达七种状态的电压电流，是用于测试各种保护装置的各种多状态动作行为（如：整组、重合闸、转换故障、备自投、快切等）的通用程序。

多态模拟

一态二态三态四态五态六态七态

测试参数 (P)

数据类型: 正常态

开入通道: 通道1

开入方式: 常开接点闭

第4相电压: 自行设定

☐ 按键触发本状态

☐ 判开入

☒ 动作后结束

☒ 转下态

开出量

	初始状态	变化状态	变化时间
1	常开	常开	0.000
2	常开	常开	0.000
3	常开	常开	0.000
4	常开	常开	0.000

变量设置

变量	无	速率	终值	当前值
☐ 幅值变化	0.000	0.000		
☐ 频率变化	0.000	50.000		

状态数据

Ua幅值 (V)	Ua相位 (度)	Ia幅值 (A)	Ia相位 (度)
57.730	0.000	0.000	330.000
Ub幅值 (V)	Ub相位 (度)	Ib幅值 (A)	Ib相位 (度)
57.730	240.000	0.000	210.000
Uc幅值 (V)	Uc相位 (度)	Ic幅值 (A)	Ic相位 (度)
57.730	120.000	0.000	90.000
U1幅值 (V)	U1相位 (度)	I1幅值 (A)	I1相位 (度)
0.000	0.000	0.000	330.000
U2幅值 (V)	U2相位 (度)	I2幅值 (A)	I2相位 (度)
0.000	240.000	0.000	210.000
U3幅值 (V)	U3相位 (度)	I3幅值 (A)	I3相位 (度)
0.000	120.000	0.000	90.000

频率=50HZ

输出状态选择

☒ 一态时间 (S) 15.000

☒ 二态时间 (S) 2.000

☒ 三态时间 (S) 15.000

☒ 四态时间 (S) 2.000

☐ 五态时间 (S)

☐ 六态时间 (S)

☐ 七态时间 (S)

测试记录

状态	时间 (S)	开关
一态	14.523	
二态	0.029	动作
三态	14.682	
四态	0.327	动作
五态		
六态		
七态		

按键触发 (K)

报告 (R) 测试 (T) 关闭

一、测试接线

- 1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置的对应的电压电流输入端子。
- 2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入接点。

二、参数设置

1、1-7 态的测试参数

a.数据类型：选择各状态所要输出的数据类型，即按正常态计算的数据、按各种故障类型计算的数据或自行整定输入的数据。选择数据类型为正常态或故障类型后就会弹出故障模型计算对话框（详见 5.3.17），输入相关数据进行故障模型计算后可将计算出的状态数据传递过来。

b.开入通道：选择各状态接被测保护装置动作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择各状态所接被测保护装置动作接点的类型。

d.第四相电压可设置为用户自行输入、 $3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $\sqrt{3} \times 3U_0$ 、 $-\sqrt{3} \times 3U_0$ 设置。

e.可钩选设定通过按键触发本状态，第一态不能用。

f.用户可选择各状态判开入接点或不判开入接点。开入判接点又可选择“动作后结束试验”或“转下态”。“动作后结束试验”表示收到动作信号后结束试验；“转下态”表示收到动作信号后转下态或未收到动作信号则走完给定时间后转下态。不判开入接点按给定时间输出。

g.状态数据

各状态要输出的各相电流、电压的幅值、相位，可由用户自行输入或程序按故障模型计算。

h.开出量：选择各态四对开出量的初始状态、变化状态和变化时间。

i.变量：选择变化的相。

j.选择变化幅值或频率，设定幅值或频率变化速率、幅值或频率终值。

2、输出状态选择

确定各状态是否测试送量并给定各状态时间，对于要判接点的状态其时间应大于被测保护装置的動作时间，对于不判接点的状态其时间可能需要大于被测保护装置的复归时间。

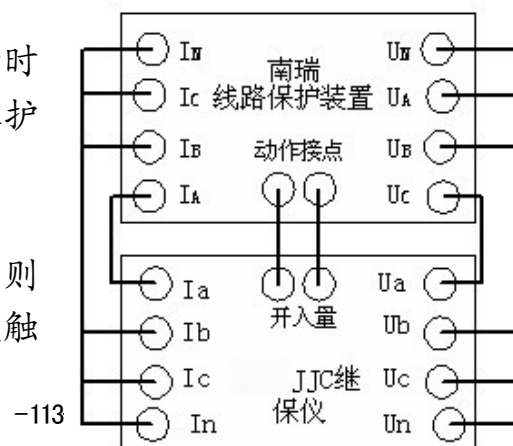
三、试验过程和结果显示

1、测试记录

依次显示试验过程中 1-7 态的计时走表（动作后为保护动作时间）和保护动作行为（动作/未动）。

2、动作时的实时幅值或频率。

3、如设定了按键触发本状态，则须在其上一状态时间内点击“按键触



发”按钮可触发状态。

四、试验举例

LFP-901A 输电线路保护装置

1、试验接线

如图所示，输电线路保护装置交流电流、电压输入端子 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N 、 U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N 接到继保仪相应的模拟量输出端子，常开接点接到开入量通道 1。

2、参数设定

a.一态正常态

电流 I_e : 0A, 电压 57.73V。

b.二态 A 相接地

A 相: 电流 I_e : 5A, 电压 8.30V, 阻抗 3.04 欧, 零序系数 0.441, 阻抗角 80。

c. 三态正常态

电流 I_e : 0A, 电压 57.73V。

d. 四态 A 相接地

A 相: 电流 I_e : 5A, 电压 8.30V, 阻抗 3.36 欧, 零序系数 0.441, 阻抗角 80 其他参数如程序里的默认值。

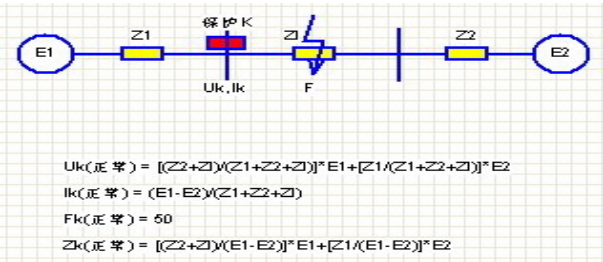
3、试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各态动作时间，相应的测试报告如下表。

多态模拟测试报告			
被测装置型号:	测试日期:		测试人员:
状 态	时 间(S)	开 关	
一态	15		
二态	0.028	动作	
三态	15		
四态	0.325	动作	
备注		测试人员	

6.3.3 系统振荡

按给定的振荡周期输出振荡电流、



电压，并可在振荡中叠加各种故障，考查线路保护装置振荡闭锁的动作行为。

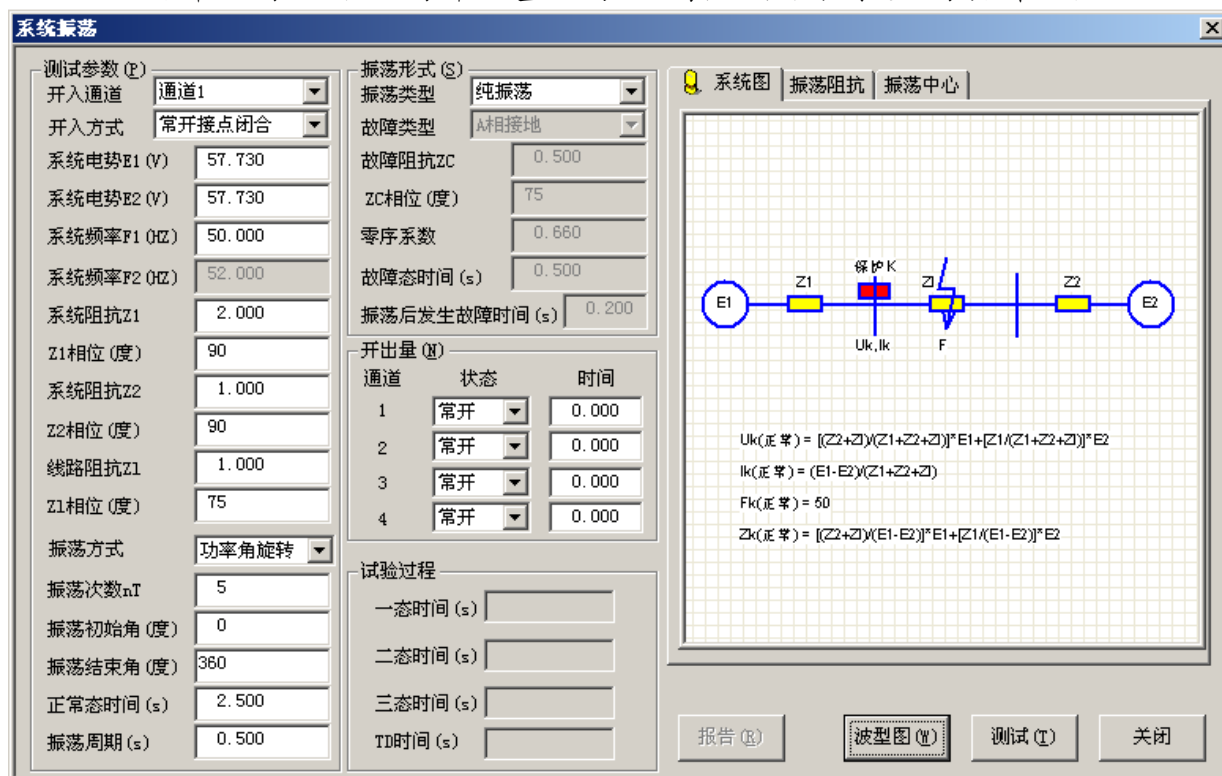
一、测试原理

程序可模拟如右图所示的双侧电源系统的两侧电源频率出现频差时系统发生的功率振荡，以及振荡后又发生故障的情况，还可以模拟系统振荡后解列运行和先故障引发振荡的情况。

二、测试接线

1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置的对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的动合接点。



三、参数设置

1、测试参数

- 开入通道: 选择各状态接被测保护装置动作接点的开入量通道。
- 开入方式: 选择各状态所接被测保护装置动作接点的类型。
- 系统电势 E_1 : 1 侧电源的电动势, 一般为 57.73V。
- 系统电势 E_2 : 2 侧电源的电动势, 一般为 57.73V。
- 系统频率 F_1 : 1 侧电源的频率, 一般为 50Hz。
- 系统频率 F_2 : 2 侧电源的频率, 由振荡周期和系统频率 F_1 决定。
- 系统阻抗 Z_1 : 1 侧电源系统阻抗。
- Z_1 相位: 1 侧电源的系统阻抗角。

i. 系统阻抗 Z_2 : 2 侧电源系统阻抗。

j. Z_2 相位: 2 侧电源的系统阻抗角。

k. 线路阻抗 Z_1 。

l. Z_1 相位: 线路阻抗角。

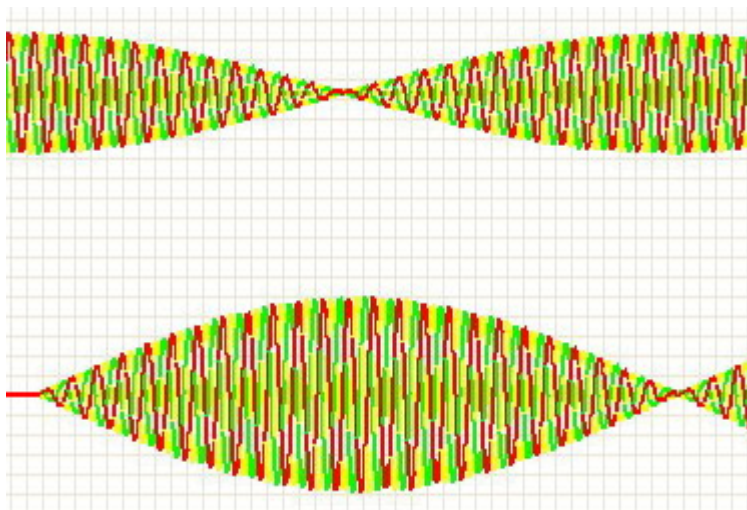
m. 振荡次数 nT : 系统振荡过程的振荡周期个数。

n. 振荡初始角: 系统振荡的初始功角。

o. 振荡结束角: 系统振荡的结束功角。

p. 正常态时间: 送正常量时间, 应大于被测保护装置的复归时间。

q. 振荡周期: 系统振荡一个振荡周期的时间, 振荡周期和振荡次数决定了整个振荡过程的时间, 该时间应该大于被测保护装置的动作时间。



2、振荡形式

a. 振荡类型: 可选择纯振荡、先振荡后解裂、先故障后振荡或振荡后伴随发生故障。

b. 故障类型: 选择发生故障时的故障类型。

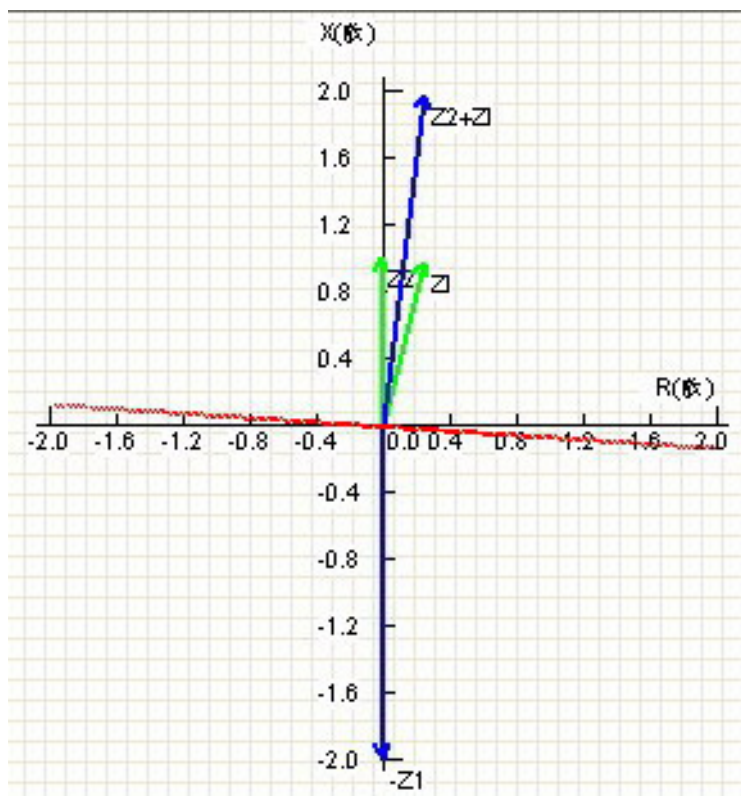
c. 故障阻抗 Z_c : 保护安装处到故障点之间的阻抗。

d. Z_c 相位: 故障阻抗角。

e. 零序系数: 接地故障时的零序补偿系数, “ K_L ” 表达方式, 幅值一般为 0.66, 角度为 0°

f. 故障态时间: 送故障态故障量时间, 应大于被测保护装置的最大动作时间。

g. 振荡后发生故障时间: 振荡发生时刻到开始伴随故障时刻的时间。



3、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

四、试验过程和结果显示

1、试验过程

依此显示试验过程中各状态的计时走表（动作后为保护动作时间），TD 时间为动作时间。

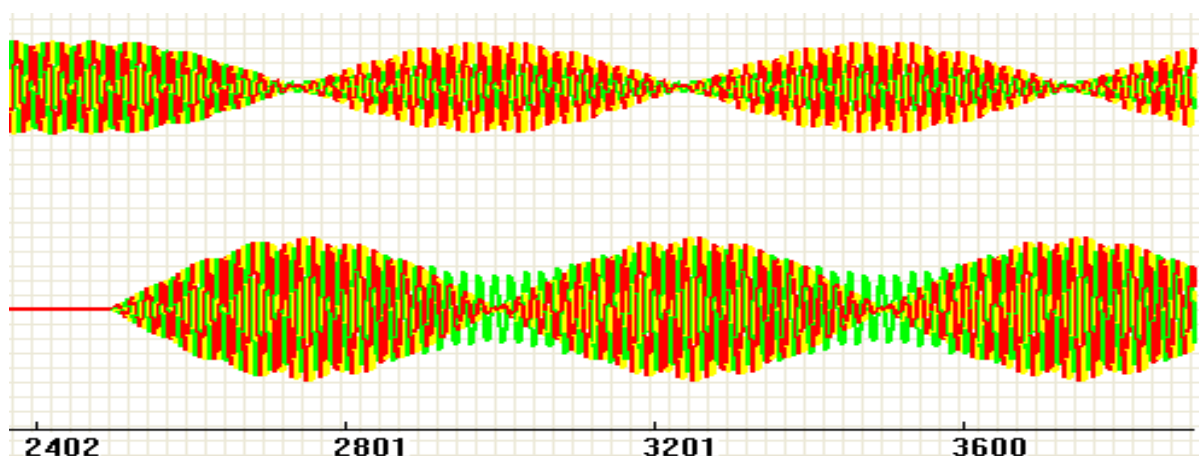
2、振荡阻抗图

如图显示振荡时的系统各阻抗和振荡阻抗图。

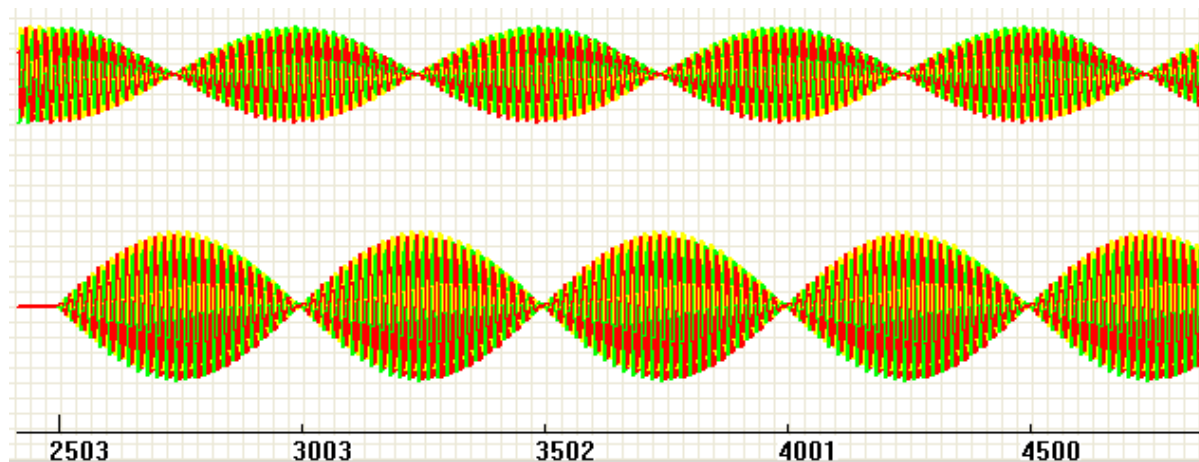
3、波形图

按“波形图”按钮可查看试验波形（参见 5.3.8）。

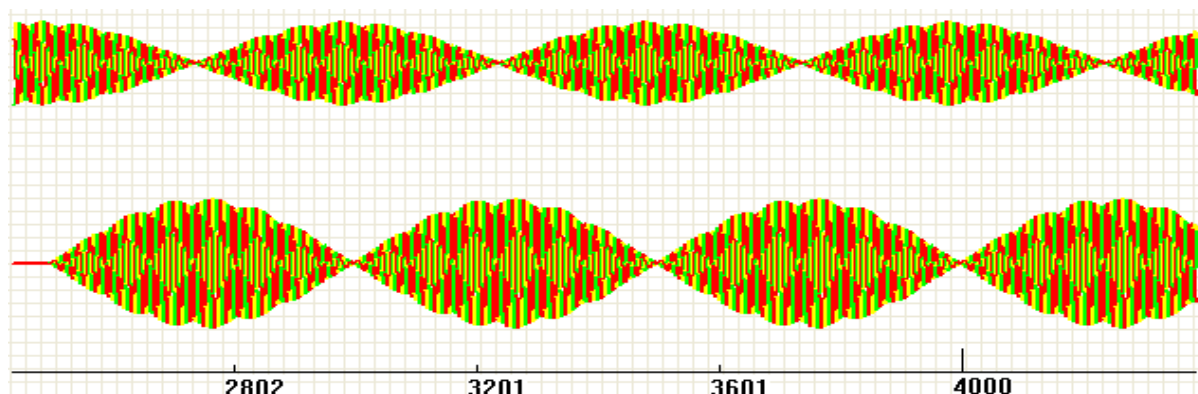
a.B 相接地，振荡后伴随故障波形图



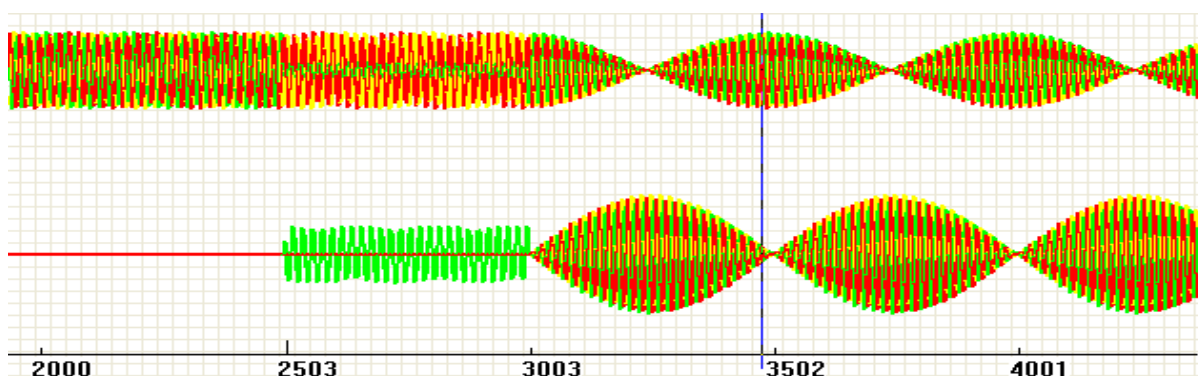
b.B 相接地，纯振荡波形图



c.B 相接地，振荡后解裂波形图



d.B 相接地，故障后振荡波形图



6.3.4 故障再现

可将动模试验或现场实测的 COMTRADE 格式故障录波数据解读并在测试仪中回放输出，再现动模或现场工况以便于故障分析。

一、测试接线

1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置的对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

二、参数设置

1、测试参数

a.开入通道：选择各状态接被测保护装置動作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择各状态所接被测保护装置動作接点的类型。

c.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

d.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

2、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

3、录波文件

a.在此输入或通过浏览确定故障录波数据文件并读取数据。用户装入 CFG 文件，软件自动查找对应的 DAT 文件。

b.读取数据后显示录波数据文件中记录的模拟通道数、数字通道数、站名和录波设备 ID。

4、输出通道

a.可选择继保仪各相输出的录波数据通道，在此程序会自动识别是

故障再现

测试参数 (P) 开入通道: 通道1 开入方式: 常开接点闭合 正常态时间 (s): 0.500 故障态时间 (s): 2.000		开出量 (Q) <table border="1"> <thead> <tr> <th>通道</th> <th>状态</th> <th>时间</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>常开</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>常开</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>常开</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>常开</td> <td>0.000</td> </tr> </tbody> </table>		通道	状态	时间	1	常开	0.000	2	常开	0.000	3	常开	0.000	4	常开	0.000	试验过程 动作时间 (s): 数据剪切 (T) 测试 (T) 回放波型 (W) 报告 (R)																																										
通道	状态	时间																																																											
1	常开	0.000																																																											
2	常开	0.000																																																											
3	常开	0.000																																																											
4	常开	0.000																																																											
录波文件 (F) E:\081209V1500\V1500\WC6\Release\Data\WGL00 浏览 (B)																																																													
站名: 端州变电站 录波设备 ID: 210 模拟通道数: 12 数字通道数: 16 关闭																																																													
输出通道 (C) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>录波通道</th> <th>相</th> <th>二次最大</th> <th>二次最小</th> <th colspan="2">变比: 一次/二次</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ua</td> <td>1/ 2 2 2 2 珠端线/A/V</td> <td>A</td> <td>117.267V</td> <td>-81.6425V</td> <td>1.13163</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ub</td> <td>2/ 2 2 2 2 珠端线/B/V</td> <td>B</td> <td>80.6111V</td> <td>-81.6425V</td> <td>0.935501</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Uc</td> <td>3/ 2 2 2 2 珠端线/C/V</td> <td>C</td> <td>83.901V</td> <td>-81.6425V</td> <td>0.96611</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ux</td> <td>4/ 2 2 2 2 珠端线/N/V</td> <td>N</td> <td>77.6571V</td> <td>-81.6425V</td> <td>0.167329</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ia</td> <td>5/ 2 2 2 2 珠端线/A/A</td> <td>A</td> <td>3.69586A</td> <td>-7.07107A</td> <td>2.64073</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ib</td> <td>6/ 2 2 2 2 珠端线/B/A</td> <td>B</td> <td>6.6149A</td> <td>-7.07107A</td> <td>0.479431</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Ic</td> <td>7/ 2 2 2 2 珠端线/C/A</td> <td>C</td> <td>5.87575A</td> <td>-7.07107A</td> <td>0.549026</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>							录波通道	相	二次最大	二次最小	变比: 一次/二次		Ua	1/ 2 2 2 2 珠端线/A/V	A	117.267V	-81.6425V	1.13163	1	Ub	2/ 2 2 2 2 珠端线/B/V	B	80.6111V	-81.6425V	0.935501	1	Uc	3/ 2 2 2 2 珠端线/C/V	C	83.901V	-81.6425V	0.96611	1	Ux	4/ 2 2 2 2 珠端线/N/V	N	77.6571V	-81.6425V	0.167329	1	Ia	5/ 2 2 2 2 珠端线/A/A	A	3.69586A	-7.07107A	2.64073	1	Ib	6/ 2 2 2 2 珠端线/B/A	B	6.6149A	-7.07107A	0.479431	1	Ic	7/ 2 2 2 2 珠端线/C/A	C	5.87575A	-7.07107A	0.549026	1
	录波通道	相	二次最大	二次最小	变比: 一次/二次																																																								
Ua	1/ 2 2 2 2 珠端线/A/V	A	117.267V	-81.6425V	1.13163	1																																																							
Ub	2/ 2 2 2 2 珠端线/B/V	B	80.6111V	-81.6425V	0.935501	1																																																							
Uc	3/ 2 2 2 2 珠端线/C/V	C	83.901V	-81.6425V	0.96611	1																																																							
Ux	4/ 2 2 2 2 珠端线/N/V	N	77.6571V	-81.6425V	0.167329	1																																																							
Ia	5/ 2 2 2 2 珠端线/A/A	A	3.69586A	-7.07107A	2.64073	1																																																							
Ib	6/ 2 2 2 2 珠端线/B/A	B	6.6149A	-7.07107A	0.479431	1																																																							
Ic	7/ 2 2 2 2 珠端线/C/A	C	5.87575A	-7.07107A	0.549026	1																																																							

电压通道或电流通道的予以过滤屏蔽。继保仪可回放在现故障的模拟量通道固定 7 路。

b.计算录波数据文件中记录各通道录波数据的最大数据和最小数据。如果录波数据文件中记录了准确的变比就予以显示，否则估算出建议的变比。由于各录波器厂家的各录波数据计算还原后结果不是统一的比率关系，如果不加以调整就会使回放波形过大或过小，通过设置电压通道和电流通道的比例系数（变比）可以将波形调整到合适的大小。

三、试验过程和结果显示

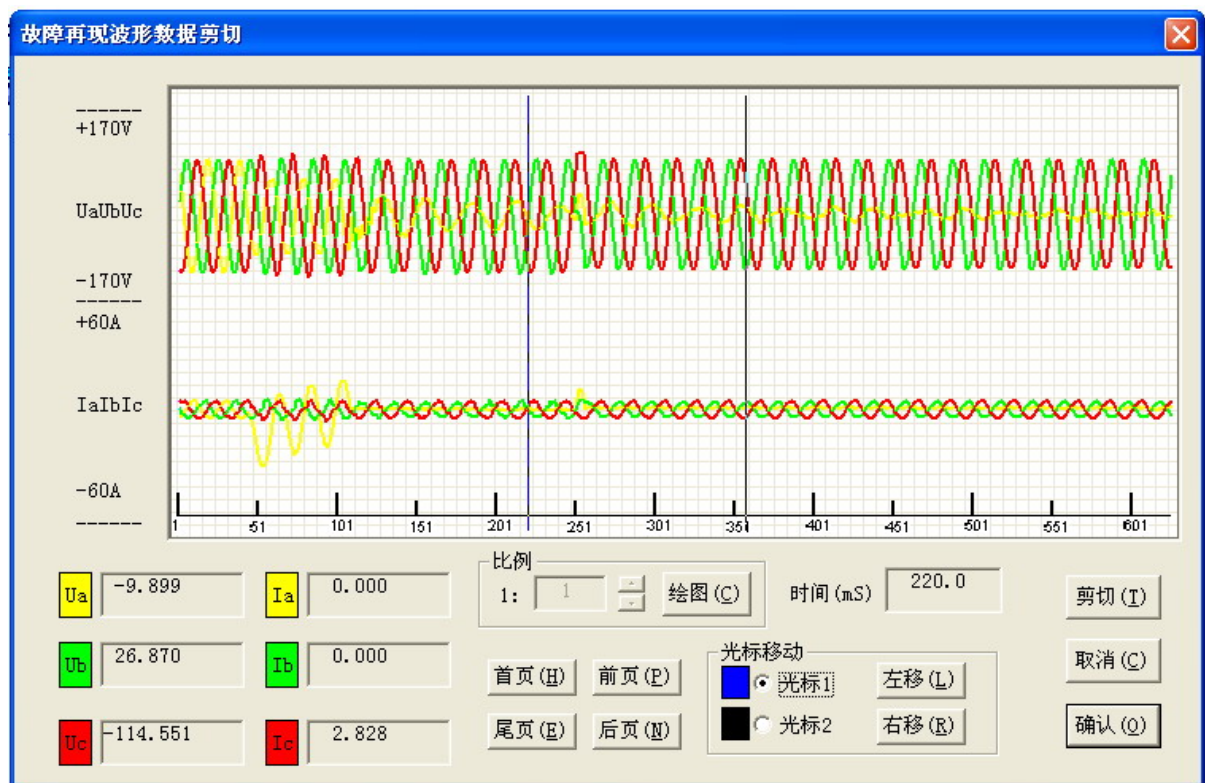
1、试验过程

动作时间：显示试验过程中的计时走表，动作后为保护动作时间。

2、数据剪切

由于继保仪装置硬件性能限制，其回放波形的时间是有限的，为了使用户得到最佳效果，可以按“数据剪切”按钮对回放波形进行必要的剪切处理，将其中过长的稳态数据剪切，以尽量多的回放所需关心注意的波形。

如图，通过选择并点击图形上的某个位置，就可以确定要剪切的首尾时刻的位置并显示光标（蓝、黑两条线），按“剪切”按钮即可剪切去蓝、黑两条线间的图形，通过翻页和移动并重复操作可以剪切去所有要剪切的波形数据，然后可确定或取消剪切操作。



3、波形图

按“波形图”按钮可预览或查看试验波形（参见 5.3.8）。

6.3.5 高级仿真

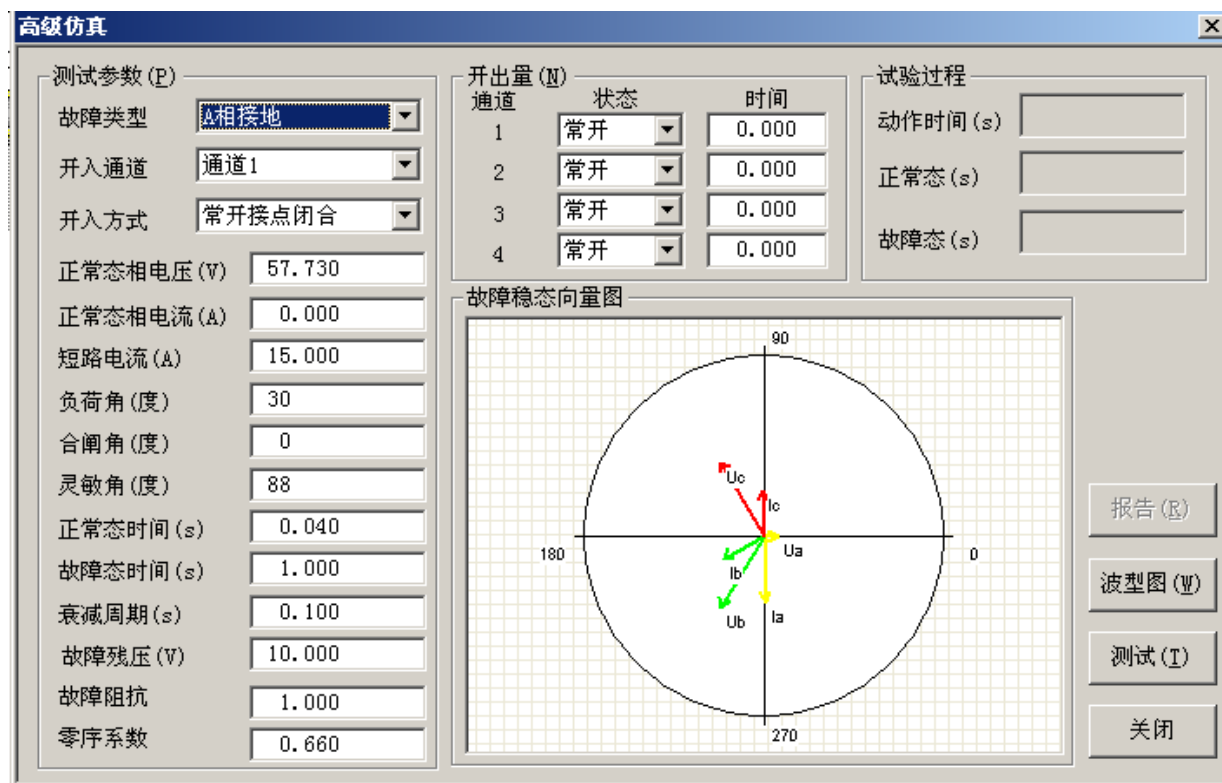
正常态输出 50Hz 三相对称电流、电压，故障态输出含非周期分量衰减的暂态过程的相间故障或接地故障电流电压，用于故障暂态过程模

拟，是测试各种保护装置反应于故障暂态过程时动作特性的通用程序。

一、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入接点。



二、参数设置

1、测试参数

- a.故障类型：选择所要测试的故障类型。
- b.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。
- c.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。
- d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。
- e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。
- f.短路电流：发生故障时的故障电流。
- g.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。
- h.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。
- i.灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。
- j.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。
- k.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

1.衰减周期: 是指暂态过程的非周期分量绝大部分衰减完成的时间, 一般取 0.1S。

m.故障残压: 发生故障时的故障电压, 相间故障时为线电压、其他为相电压。

n.故障阻抗: 保护安装处到故障点之间的阻抗。

o.零序系数: 接地故障时的零序补偿系数, “ K_L ” 表达方式, 幅值一般为 0.66, 角度为 0°

2、开出量

选择四对开关量输出的初始状态 (常开/常闭), 输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间, 即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转, 负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转, 零则是同时。

三、试验过程和结果显示

1、试验过程

a.动作时间: 显示试验过程中送故障量后保护动作时间。

b.正常态: 显示试验过程中送正常量时的计时走表。

c.故障态: 显示试验过程中送故障量时的计时走表, 被测保护动作时停止走表。

2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时, 为显示其相位关系, 该相量仍保留一定的长度。

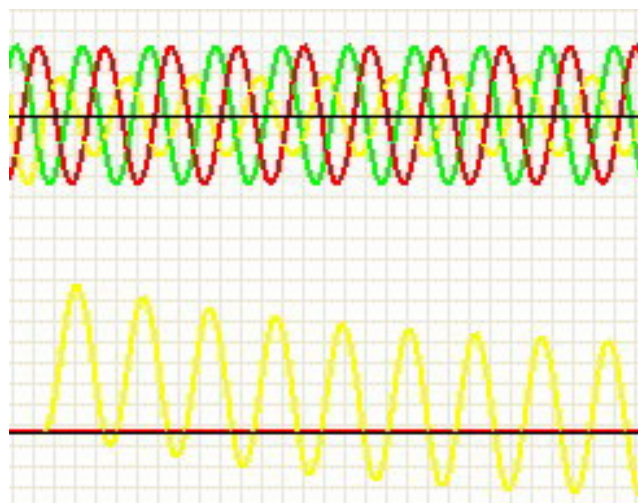
3、波形图

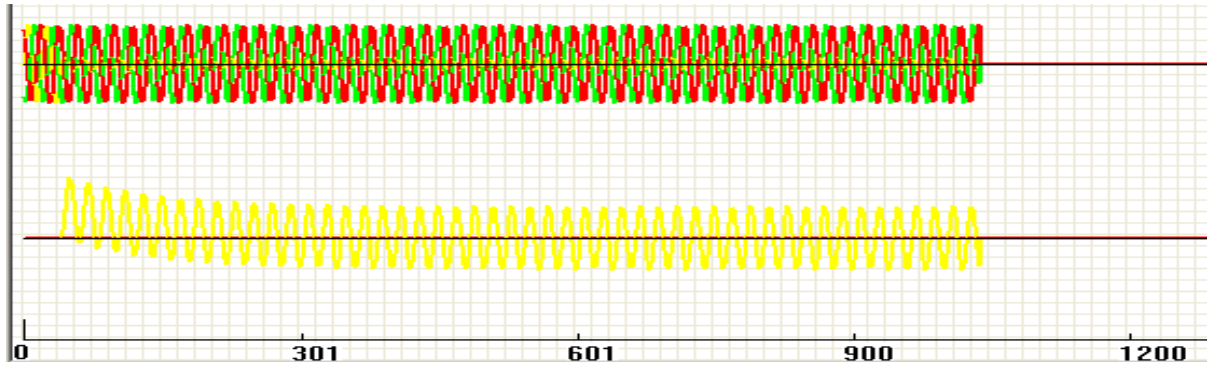
按“波形图”按钮可查看试验波形 (参见 5.3.8)

四、其他事项

1、正常态时间、故障态时间和衰减周期的长短会直接影响非周期分量使 CT 饱和的效果。一般来说, 正常态时间、故障态时间越短, CT 越易饱和; 而衰减周期越长, CT 越易饱和。

A 相接地, 高级仿真直流分量衰减波形图





6.4 阻抗特性

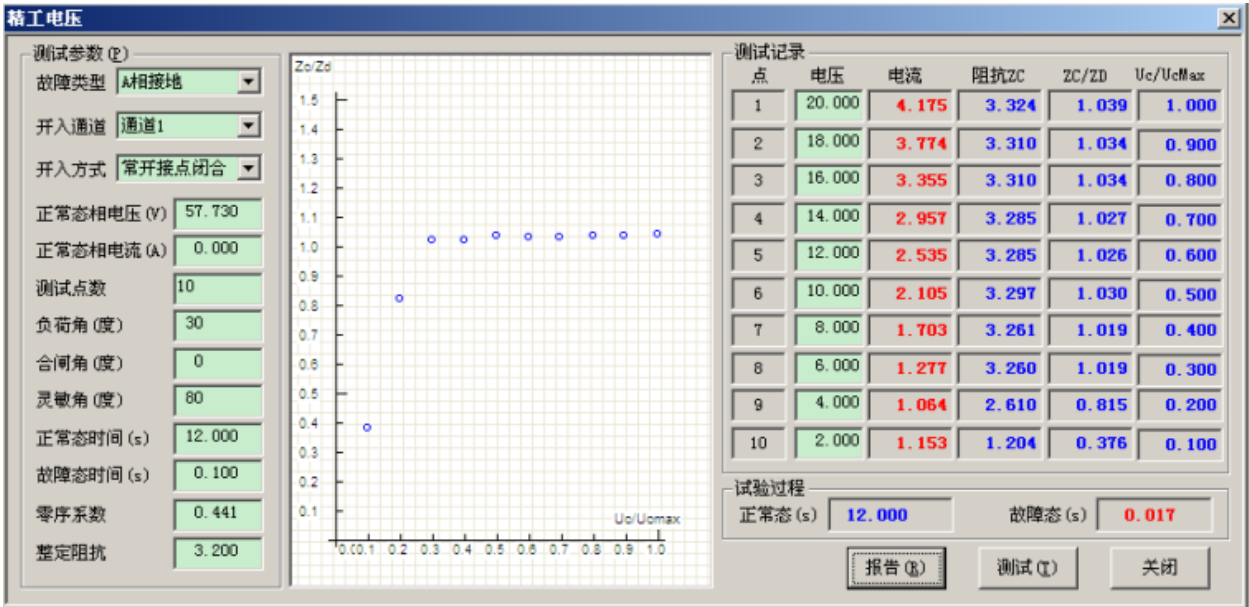
专用于测试线路保护装置距离保护及其他保护装置阻抗保护的阻抗动作边界和动作特性的程序，功能齐全实用。

6.4.1 精工电压特性

测试阻抗保护和阻抗继电器的精工电压特性并自动绘制特性曲线。

一、测试原理

依次在某一个电压 U_c 下，用折半法逐次改变电流进行突发故障试验，找出临界电流，并求出临界阻抗 Z_c ，然后绘出精工电压特性曲线(0.9倍整定阻抗处的电压为最小精工电压)。



二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入量端子。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f.测试点数：进行测试的不同的电压 U_c 个数。

g.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

h.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

i.灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

j.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

k.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

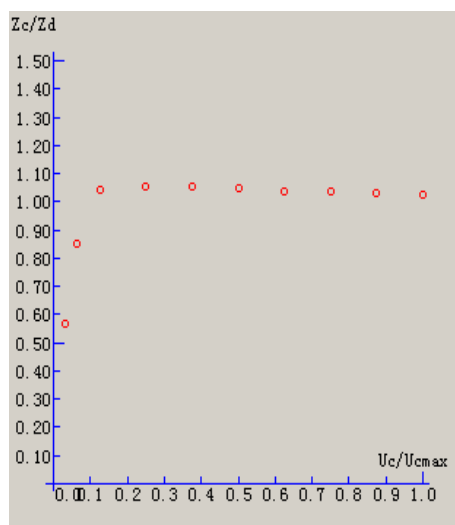
l.短路电流：发生故障时的故障电流。

m.零序系数：接地故障时的零序补偿系数，“ K_L ”表达方式，幅值一般为 0.66，角度为 0° 。

n.整定阻抗：保护装置灵敏角处的临界阻抗（标称值）。

2、测试记录

a. 电压：进行测试的不同的电压 U_c 。



四、试验过程和结果显示

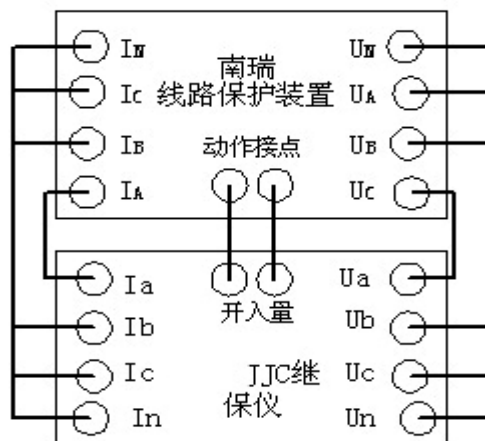
1、试验过程

a.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表。

b.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表。

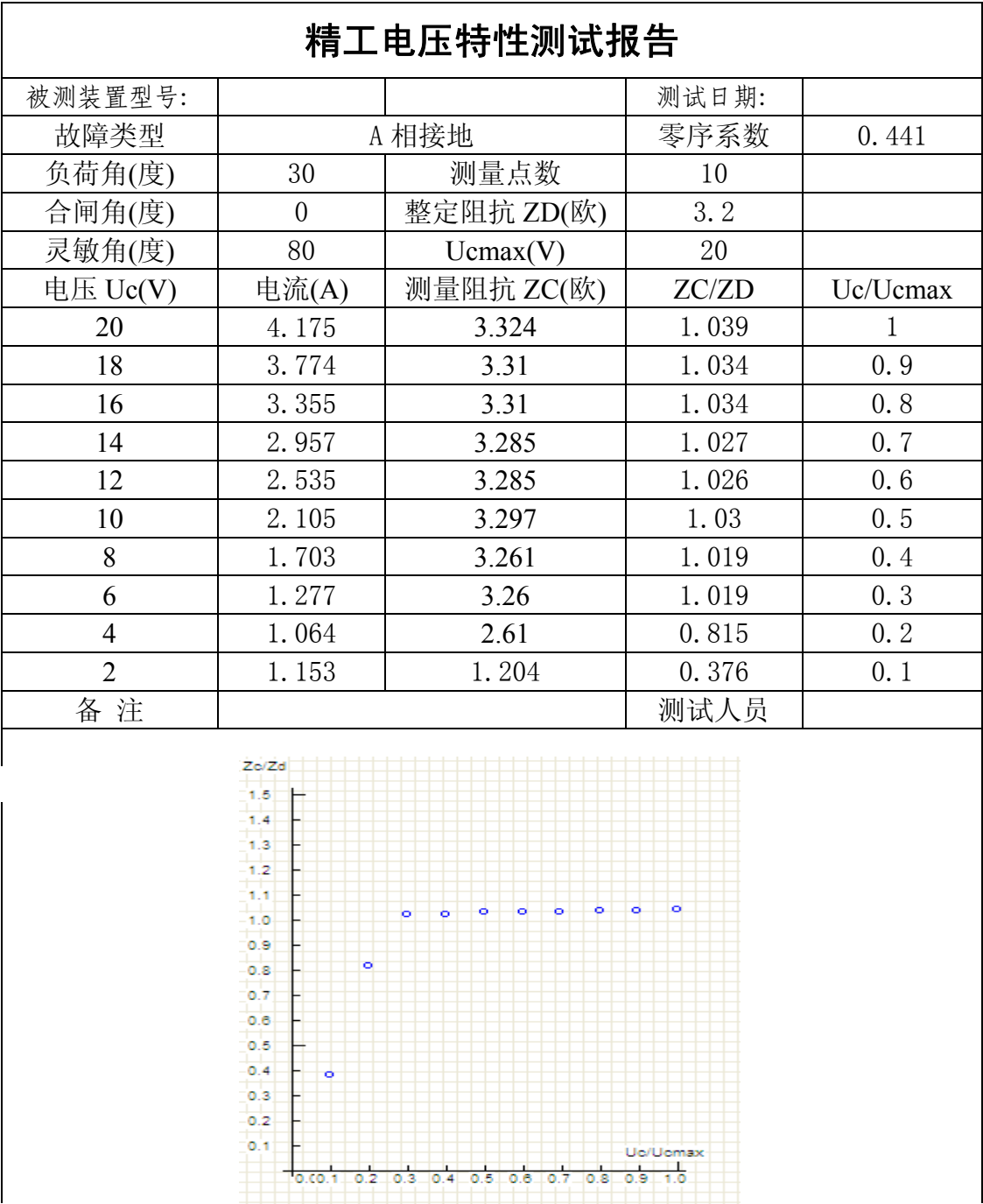
2、测试记录

a.电流：显示各电压 U_c 下试验过程



中输出电流和最终的临界电流。

- b. 阻抗 Z_c : 显示各电压 U_c 下试验得到的临界阻抗 Z_c 。
 - c. Z_c/Z_d : 显示各电压 U_c 下试验得到的临界阻抗 Z_c 与整定阻抗之比。
 - d. U_c/U_{cmax} : U_c 与 U_c 最大值之比, 用于绘图。
- 如图绘出精工电压特性曲线(U_c/U_{cmax} , Z_c/Z_d)。



五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 试验接线如图所示, 输电线路保护装置交流电流、电压输入接到

继保仪的 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

灵敏角：80，正常时间：11S，故障时间：0.5S，零序系数：0.441，步长电压：5V，缩放比例：5，终止电压：35V，各测试点的精工电压：20，18，16，14，12，10，8，6，4，2，整定阻抗 3.2 欧，其他参数如程序里的默认值。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各点动作电压和阻抗以及不动作的电压和阻抗，还有动作时间。相应的测试报告如表。

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：

a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

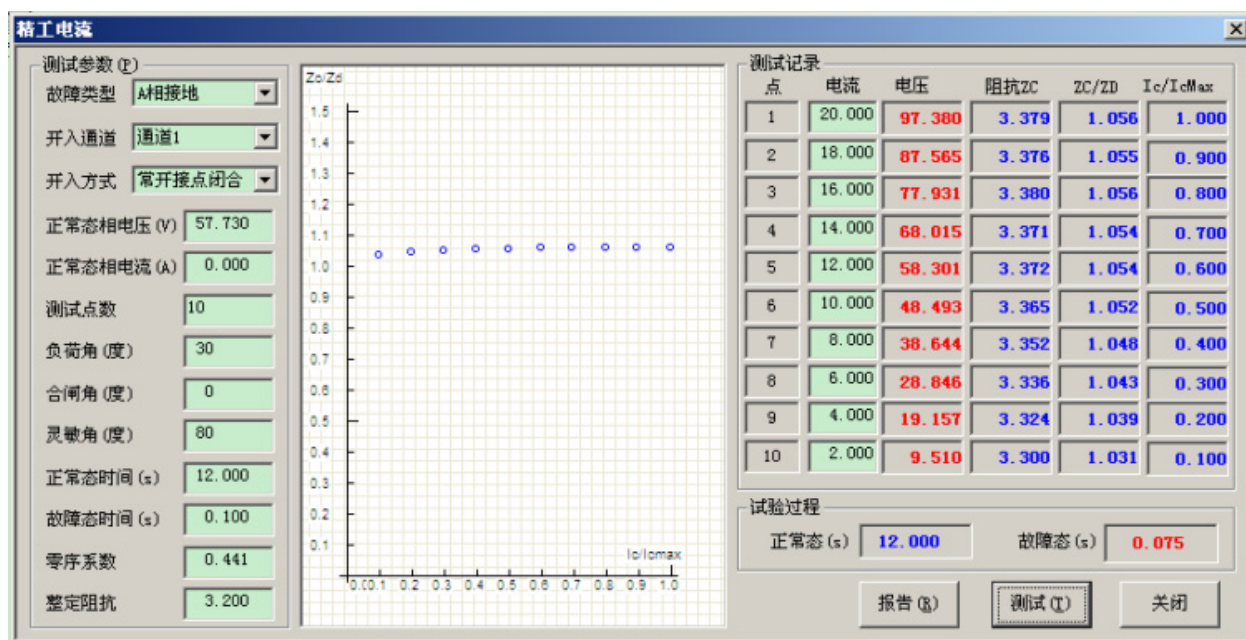
c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.4.2 精工电流特性

测试阻抗保护和阻抗继电器的精工电流特性并自动绘制特性曲线。

一、测试原理

依次在某一个电流 I_c 下，用折半法逐次改变电压进行突发故障试验，找出临界电压，并求出临界阻抗 Z_c ，然后绘出精工电流特性曲线（0.9 倍整定阻抗处的电流为最小精工电流）。



二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的动合接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

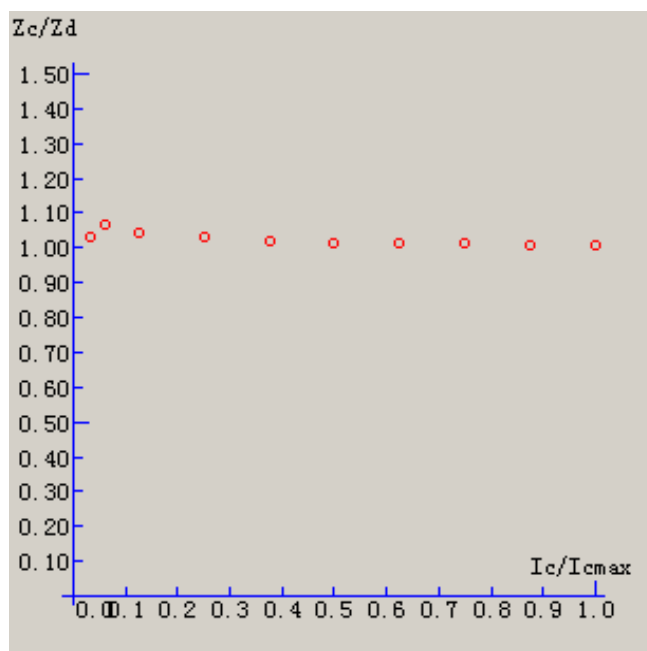
e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f.测试点数：进行测试的不同的电流 I_c 个数。

g.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

h.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

i.灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。



j.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

k.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

l.短路电流：发生故障时的故障电流。

m.零序系数：接地故障时的零序补偿系数，“ K_L ”表达方式，幅值一般为 0.66，角度为 0°

n.整定阻抗：保护装置灵敏角处的临界阻抗（标称值）。

2、测试记录

a.电流：进行测试的不同的电流 I_c 。

四、试验过程和结果显示

1、试验过程

a.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表。

b.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表。

2、测试记录

a.电流：显示各电流 I_c 下试验过程中输出电压和最终的临界电压。

b.阻抗 Z_c ：显示各电流 I_c 下试验得到的临界阻抗 Z_c 。

c. Z_c/Z_d ：显示各电流 I_c 下试验得到的临界阻抗 Z_c 与整定阻抗之比。

d. I_c/I_{cmax} ： I_c 与 I_c 最大值之比，用于绘图。

3、精工电流特性曲线

如图绘出精工电流特性曲线(I_c/I_{cmax} , Z_c/Z_d)。

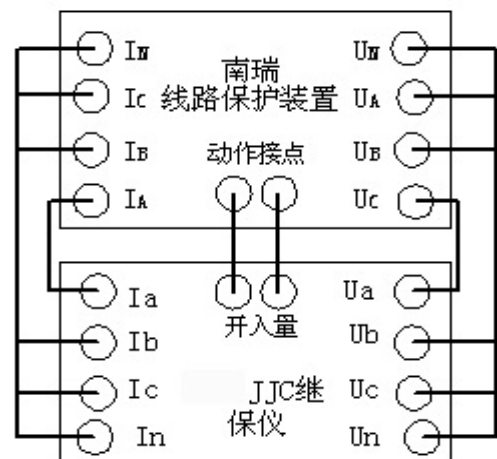
五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1).试验接线如图所示，输电线路保护装置交流电流、电压输入接到继保仪的 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

灵敏角：80，正常时间：11S，故障时间：0.5S，零序系数：0.441，步长电压：5V，缩放比例：5，终止电压：35V，各测试点的精工电流：20，18，16，14，12，10，8，6，4，2，整定阻抗 3.2 欧，其他参数如程序里的默认值。



(3). 试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各

精工电流特性测试报告				
被测装置型号:			测试日期:	
故障类型	A 相接地		零序系数	0.441
负荷角(度)	30	测量点数	10	
合闸角(度)	0	整定阻抗 ZD(欧)	3.2	
灵敏角(度)	80	Icmax(A)	20	
电流 Ic(A)	电压(V)	阻抗 ZC(欧)	ZC/ZD	Ic/Icmax
20	97.38	3.379	1.056	1
18	87.565	3.376	1.055	0.9
16	77.931	3.38	1.056	0.8
14	68.015	3.371	1.054	0.7
12	58.301	3.372	1.054	0.6
10	48.493	3.365	1.052	0.5
8	38.644	3.352	1.048	0.4
6	28.846	3.336	1.043	0.3
4	19.157	3.324	1.039	0.2
2	9.51	3.3	1.031	0.1
备 注			测试人员	
Zc/Zd <				

点动作电压和阻抗以及不动作的电压和阻抗，还有动作时间。相应

的测试报告如下表。

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：

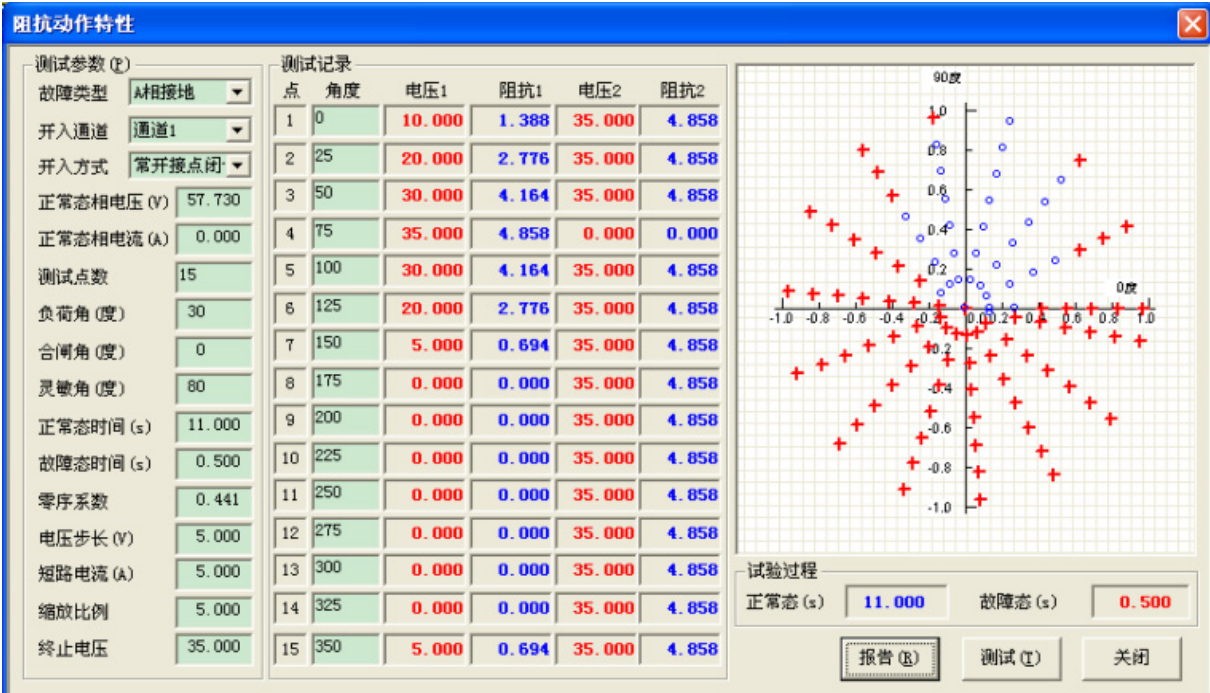
a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.4.3 阻抗动作特性

用于测试阻抗保护、距离保护和阻抗继电器的阻抗相位动作特性并自动绘制特性曲线。



一、测试原理

依次在某一个角度 ϕ 下，恒定电流 I_d 不变，用步进法逐步改变电压进行突发故障试验，找出动作区域和不动作区域，并求出相应的动作阻抗和不动作阻抗，然后绘出阻抗相位特性曲线。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型: 选择所要测试的故障类型。

b.开入通道: 选择接被测保护装置動作接点的开入量通道。

c.开入方式: 选择所接被测保护装置動作接点的类型。

d.正常态相电压: 正常状态下的相电压, 一般为 57.73V。

e.正常态相电流: 正常状态下的相电流, 一般为 0A。

f.测试点数: 进行测试的不同的角度 ϕ 个数。

g.负荷角: 正常态负荷电流滞后于电压的角度, 一般取 30° 。

h.合闸角: 从正常态进入故障态时刻, U_a 的初相角, 一般取 0° 。

i.灵敏角: 保护装置临界阻抗值最大处的角度, 即故障态时电流落后电压的角度。

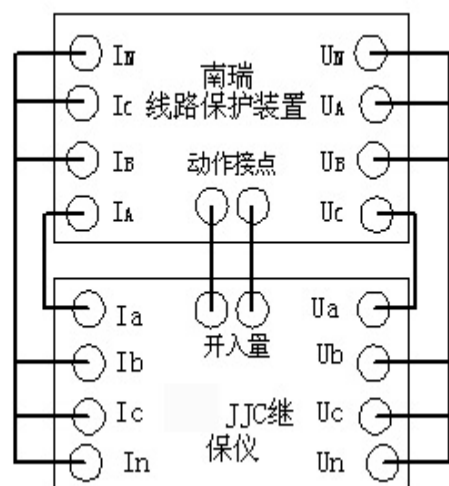
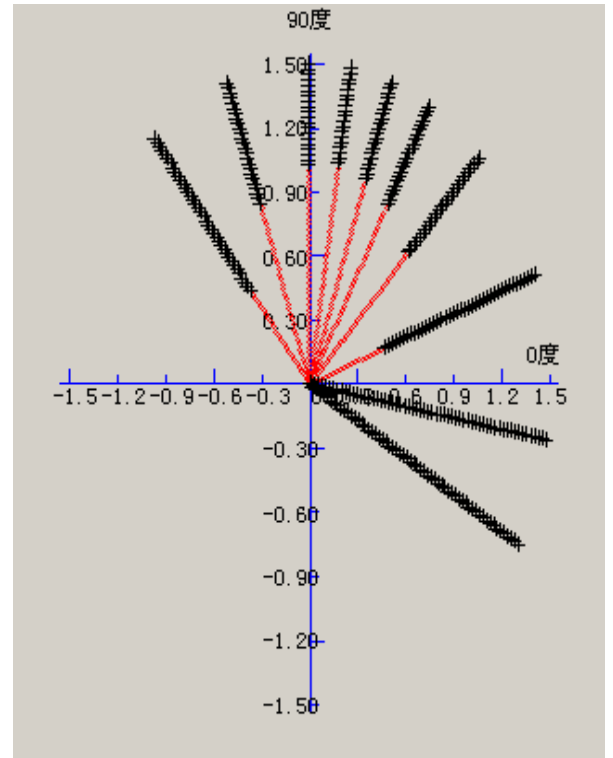
j.正常态时间: 送正常量时间, 应大于被测保护装置的复归时间。

k.故障态时间: 送故障量时间, 应大于被测保护装置的最大動作时间。

l.零序系数: 接地故障时的零序补偿系数, “ K_L ” 表达方式, 幅值一般为 0.66, 角度为 0°

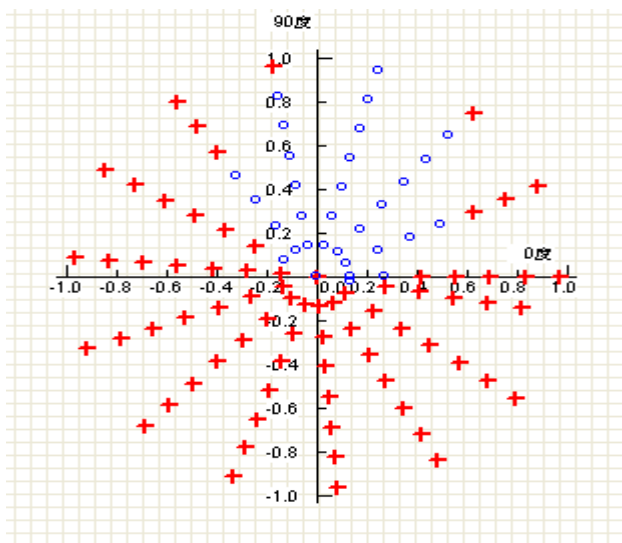
m.电压步长: 电压每步变化量。

n.短路电流: 发生故障时的故障电流。



阻抗动作特性测试报告

被测装置型号:			2008-11-19	测试日期:	
故障类型	A 相接地				
负荷角(度)	30	测量点数	15	缩放比例	5
合闸角(度)	0	零序系数	0.441	电压步长(V)	5
灵敏角(度)	80	短路电流(A)	5	频率(HZ)	50
测量角度(度)	测量电压 1(V)	测量阻抗 1(欧)	测量电压 2(V)	测量阻抗 2(欧)	
0	10	1.388	35	4.858	
25	20	2.776	35	4.858	
50	30	4.164	35	4.858	
75	35	4.858	0	0	
100	30	4.164	35	4.858	
125	20	2.776	35	4.858	
150	5	0.694	35	4.858	
175	0	0	35	4.858	
200	0	0	35	4.858	
225	0	0	35	4.858	
250	0	0	35	4.858	
275	0	0	35	4.858	
300	0	0	35	4.858	
325	0	0	35	4.858	
350	5	0.694	35	4.858	
备 注				测试人员	



o.缩放比例: 阻抗图上图形缩放比例。

p.终止电压: 电压变化终止值。

2、测试记录

a.角度：进行测试的不同的角度。

四、试验过程和结果显示

1、试验过程

a.查找动作区域时，从 0V 开始，按步长增加，直到终止电压结束。

b.正常态：显示试验过程中送正常量时的计时走表。

c.故障态：显示试验过程中送故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表。

2、测试记录

a.电压 1、阻抗 1：显示各角度下试验过程中临界动作电压和阻抗。

b.电压 2、阻抗 2：显示各角度下试验过程中临界不动作电压和阻抗。

3、阻抗图

如图绘出阻抗相位特性曲线(Z_c/Z_d , ϕ)。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1).试验接线如图所示，输电线路保护装置交流电流、电压输入接到继保

仪的 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

灵敏角：80，正常时间：11S，故障时间：0.5S，零序系数：0.441，步长电压：5V，缩放比例：5，终止电压：35V，

各测试点的角度：0，25，50，75，100，125，150，175，200，225，250，275，300，325，350，其他参数如程序里的默认值。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各点动作电压和阻抗以及不动作的电压和阻抗，还有动作时间。相应的测试报告如下表。

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：

a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

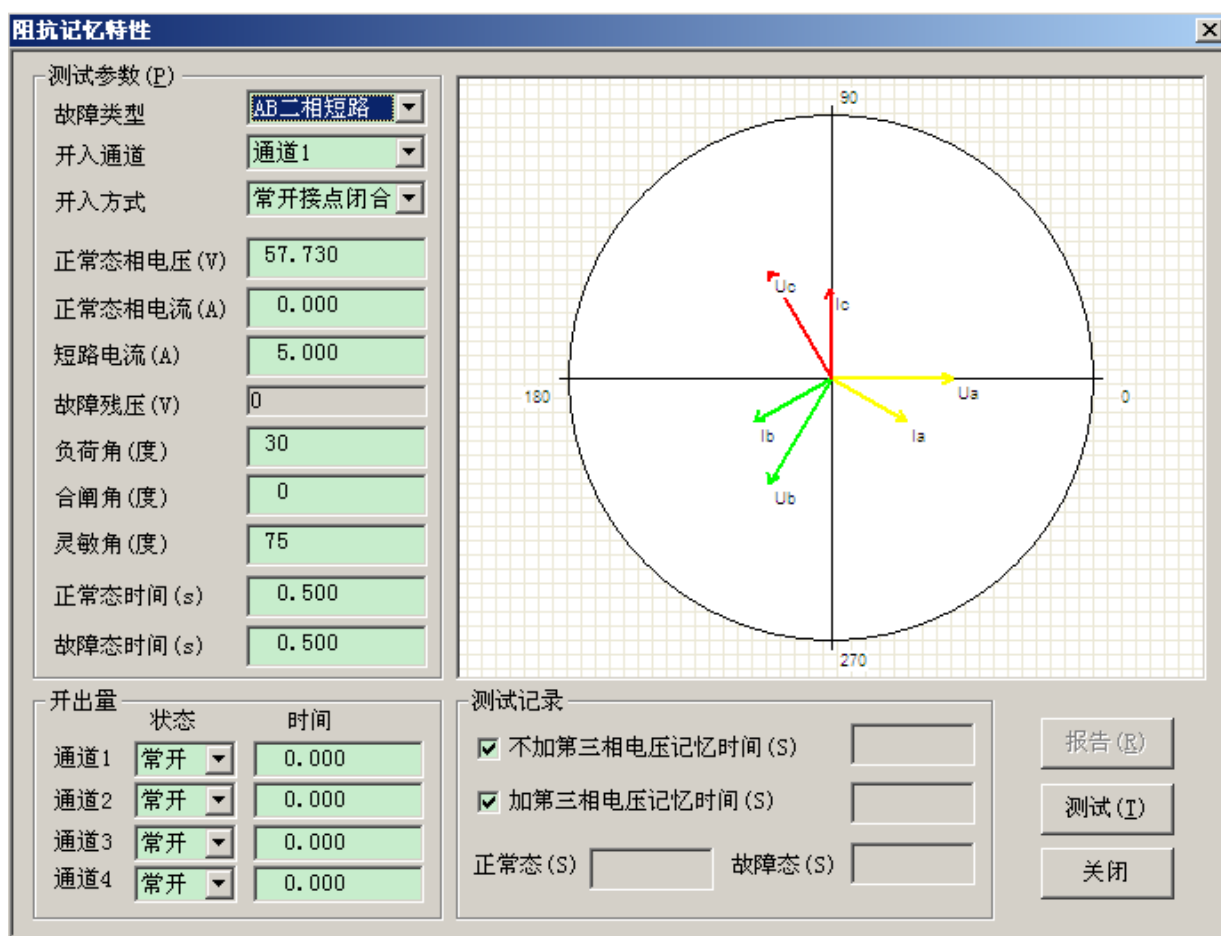
b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此

时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.4.4 阻抗记忆特性

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按两相故障模型输出故障电流、电压，用于测试阻抗继电器不加第三相和加第三相的记忆时间。



一、测试原理

对两相故障，设置故障残压固定为 0V，分别测试不加第三相电压和加第三相电压的动作时间。

二个情况的测试可通过相应的勾选框选择，可分别独立测试，也可连续测试。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到

被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入量通道。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f.故障残压：发生故障时的故障电压，相间故障时为线电压、其他为相电压。测记忆时间时，故障残压固定为 0V。

g.短路电流：发生故障时的故障电流。

h.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

i.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

j.灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

j.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

k.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

2、测试记录

不加第三相电压和加第三相电压的记忆时间测试选择。

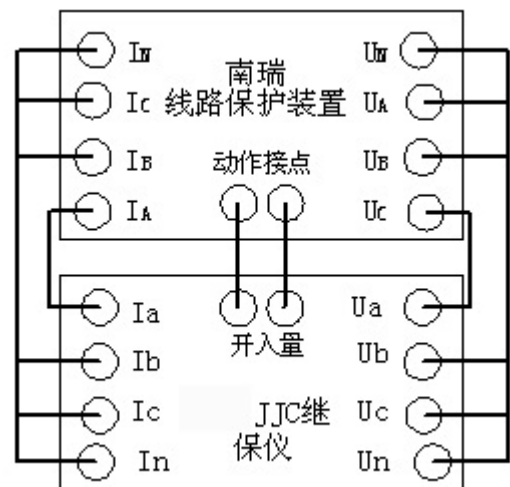
3、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

不加第三相电压和加第三相电压的记忆时间测试的记忆时间：显示试验过程中送正常量和故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表，即为相应的记忆时间。



2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1).参数设定

故障类型：AB 二相短路，开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，正常态时间：15s，故障态时间：0.1s，灵敏角：80 度。

(2). 试验过程和结果

阻抗动作时间测试报告			
被测装置型号:		测试日期:	2008-11-15
故障类型	AB 二相短路	负荷角(度)	30
合闸角(度)	0	灵敏角(度)	80
短路电流(A)	5		
不加第三相电压记忆时间(S)		0.014	
加第三相电压记忆时间(S)		0.013	
备 注		测试人员	

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：

a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

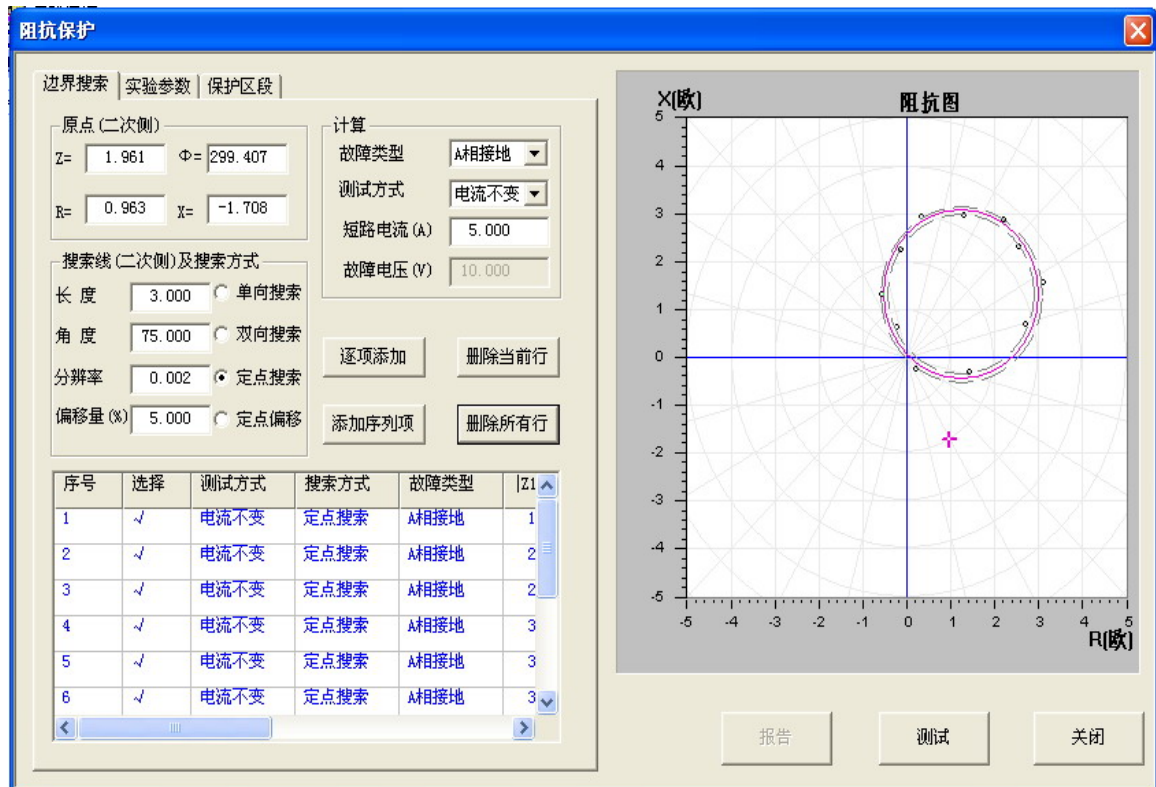
c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.4.5 阻抗保护

能测试各种不同形状阻抗动作边界的全功能阻抗保护试验程序，可在预先绘制的阻抗特性曲线图上添加校验点或搜索路径，方便直观、高

效的实现各类阻抗保护的边界搜索和定点校验。

一、测试原理



1、电流不变：固定故障电流不变，沿着既定的搜索方向变化故障电压进行突发故障试验，找出动作区域和不动作区域，确定阻抗动作边界。

2、电压不变：固定故障电压不变，沿着既定的搜索方向变化故障电流进行突发故障试验，找出动作区域和不动作区域，确定阻抗动作边界。

二、测试接线

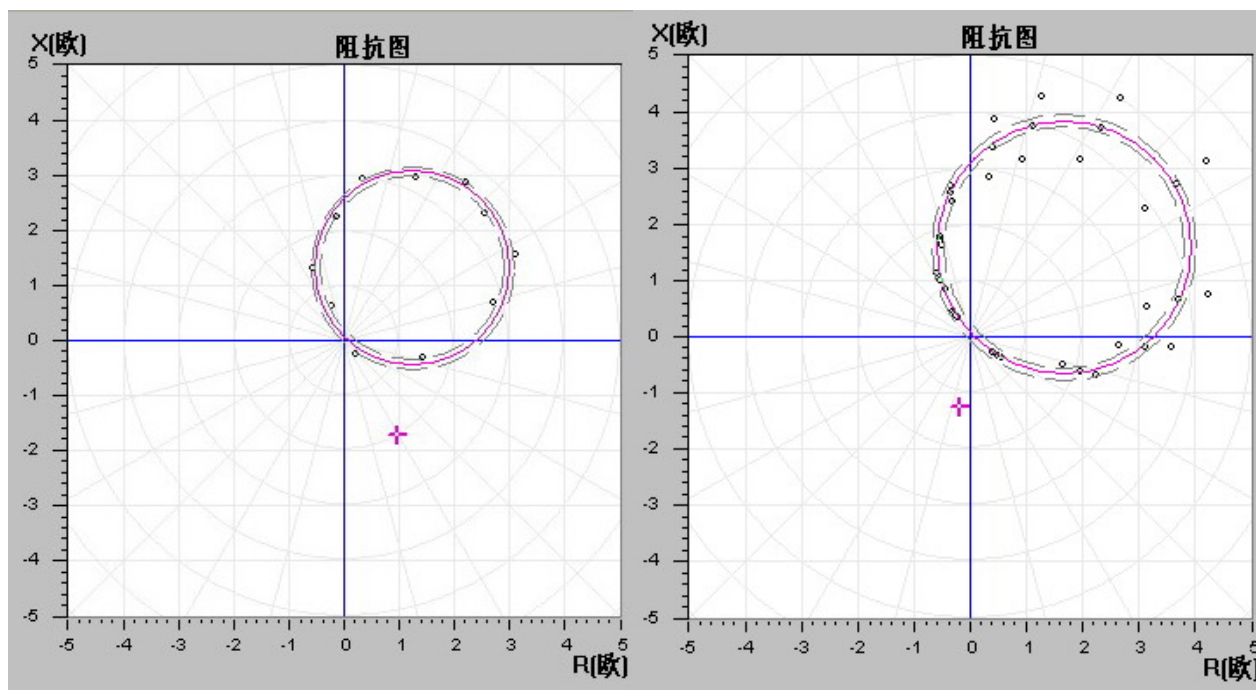
1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数设置页面

(1)、边界搜索

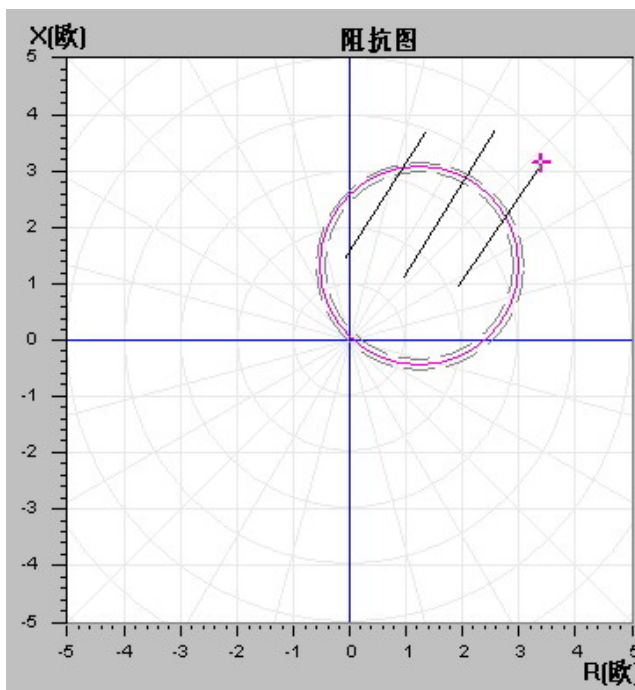


a.原点：实时显示鼠标在阻抗图上点取位置的阻抗坐标，用户也可以修改此坐标。该点将会作为阻抗动作边界搜索的起始点。

b.搜索线和搜索方式

①.搜索线的长度(阻抗搜索范围)、方向和分辨率(阻抗变化步长)。

②.搜索方式：如上图所示，单向搜索是指从搜索线一端向另一端搜索，双向搜索是指从搜索线两端同时向中点搜索。定点搜索是指仅对所指定的点进行校验（图左），定点偏移是按以指定的点为中点向两端延伸一定长度构成的搜索线进行搜索（图右），两端延伸的长度由偏移量（%）决定。



c.计算

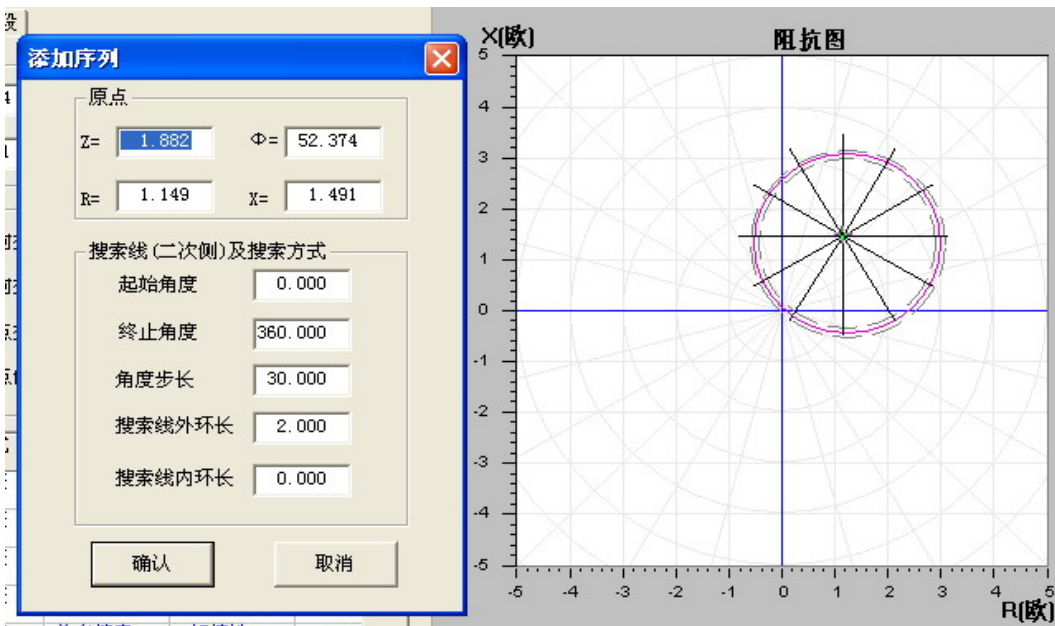
①.故障类型：选择所要测试的故障类型。

②.测试方式：可选电流不变（变电压）和电压不变（变电流）方式。

③.短路电流：发生故障时的故障电流。

④.故障电压：发生故障时的故障电压，相间故障时为线电压、其他为相电压。

d. 逐项添加：按设定的原点、搜索线和搜索方式添加一根搜索线。用户也可以直接在阻抗图通过鼠标双击操作手工添加搜索线。



e. 添加序列项：点击该按钮会弹出添加序列对话框（如图），设定好原点、搜索线和搜索方式后会自动在阻抗图添加不同角度的搜索线序列。

f. 测试数据网格

显示要测试的数据，实时显示试验过程中的动态数据，包括测试方式、搜索方式、故障类型、起始阻抗、终止阻抗、测试阻抗和试验计时等，其中状态列表示该行是否做测试（勾选的做该项试验，未勾选的不做）。

网格中的数据可以通过右边的按钮删除选中的行或全部删除，也可以点击鼠标右键弹出菜单执行全部选取（勾选）、全部清除（不勾选）、删除选中的行或全部删除等功能。

角度

75.000

☒ 单向搜索

逐项添加

删除当前行

分辨率

0.002

☐ 双向搜索

添加序列项

删除所有行

序号	选择	测试方式	搜索方式	故障类型	Z1
1	✓	电流不变	单向搜索	A相接地	3.73
2	✓	电流不变	全部选取	A相接地	3.73
3	✓	电流不变	全部清除	A相接地	3.73
4	✓	电流不变	删除所有行	A相接地	3.73
5	✓	电流不变	删除当前行	A相接地	3.73
6	✓	电流不变	单向搜索	A相接地	3.73

(2)、实验参数

a. 开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

b. 开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

c. 负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

d. 合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

e. 灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

f. 初态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

g. 故障时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

h. 抖动延时：躲避被测装置接点抖动并确认接点有效动作的延迟时间。

i. 正常态电压：正常状态下的相电压，一般为 $57.73V$ 。

j. 正常态电流：正常状态下的相电流，一般为 $0A$ 。

k. 零序系数：接地故障时的零序补偿系数，“ K_L ”表达方式，幅值一般为 0.66 ，角度为 0° 。

(3)、保护区段

在此可以新建、删除和编辑各保护区段的阻抗特性曲线图。

a. 新建：新建一个保护区段以便在编辑时绘制其阻抗特性曲线图。

b. 删除：删除一个保护区段。

c. 编辑：绘制编辑所选定保护

边界搜索 | 实验参数 | 保护区段

测试参数 (Q)

跳通道 通道1 跳方式 常开接点闭合

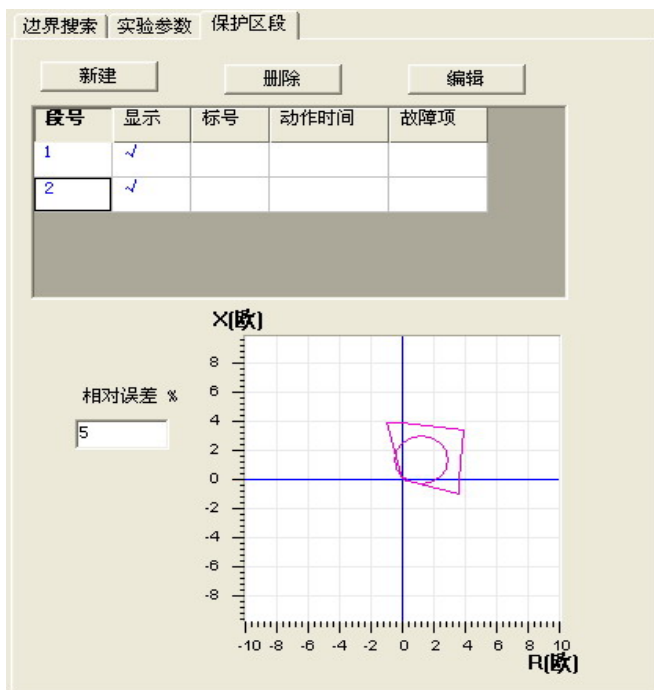
负荷角(度) 30 初态时间(s) 5.000

合闸角(度) 0 故障时间(s) 0.500

零敏角(度) 75 抖动延时(s) 0.000

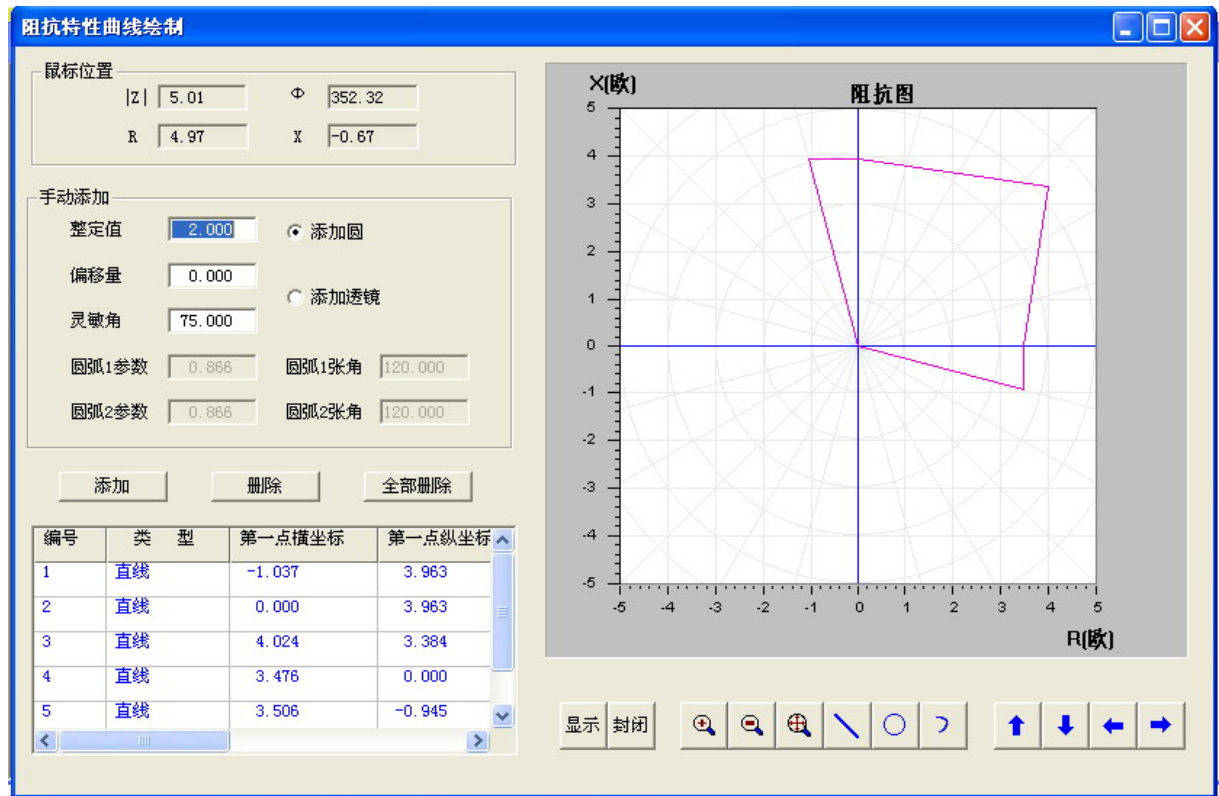
正常态电压(V) 57.730 正常态电流(A) 0.000

零序系数 0.660



区段的阻抗边界图。点击“编辑”按钮后将弹出阻抗特性曲线绘制对话框。

- ①.鼠标位置：实时跟踪显示鼠标在阻抗图上的位置坐标（阻抗）。
- ②.手动添加：在此设定起点位置坐标（阻抗）和终点位置坐标（阻



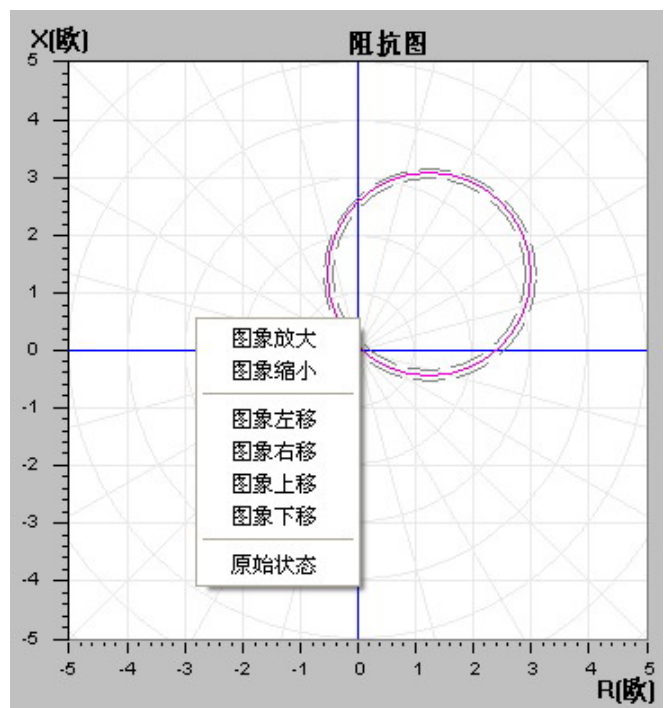
抗)后，点击下面的“添加”按钮可手动添加一条阻抗特性曲线边界（以设定的起点和终点为端点的直线）。

③.删除：删除下面数据网格中选中的阻抗边界线。

④.数据网格中记录了所绘制的阻抗特性曲线的数据。

⑤.在阻抗图下面特别提供了一组方便实用的曲线绘制工具，包括图像的放大、缩小、移动和二点画直线、直径画圆、三点画弧。

⑥.关闭阻抗特性曲线绘制对话框时，将会提示保存阻抗图



数据，数据保存并退出阻抗特性曲线绘制对话框后，所有保护区段绘制的阻抗特性曲线会全部显示在阻抗保护程序的阻抗图上，并按指定的相对误差添加偏差线。

3、阻抗特性曲线图

阻抗特性曲线图中显示用户设定的阻抗特性曲线和按允许相对偏差率绘制的偏差线，以及搜索线。在阻抗图上也可以点击鼠标右键弹出菜单执行图像的放大、缩小、移动功能。

四、试验过程和结果显示

1、点击测试后，依次按照测试数据网格中设定的搜索线、测试方式、搜索方式变化测试阻抗，对保护装置考察其动作行为来搜索其动作边界。

2、在阻抗图上，动作点以红色圆点表示，不动作点以黑色叉表示，未试验或已无必要试验的点以黑色圆点表示。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 参数设定

故障类型：A 相接地，开入通道：通道 1，开入方式：常开接点闭合，正常态时间：12s，故障态时间：0.1s，灵敏角：80 度，零序系数 K：0.441。

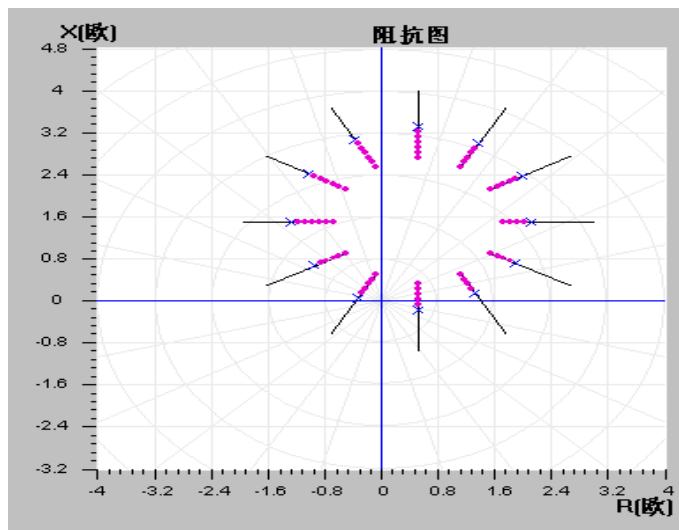
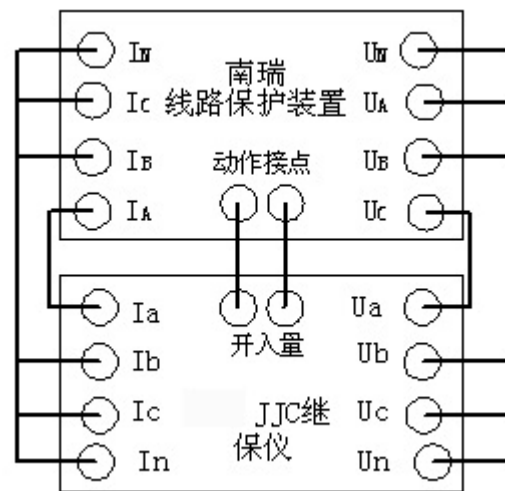
测试原点： $Z=1.608$ ， $\Phi=71.061$ ， $R=0.522$ ， $X=1.520$ 。

(2). 试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，测试过程中根据每点的测试结果在阻抗图上打点，相应的测试结果见图。

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：



a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，初态和故障时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择初态时间、故障时间。

c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择初态时间、故障时间。

6.5 线路保护

专用于线路保护装置保护定值校验和动作特性测试的程序，操作方便，专业实用。

6.5.1 距离定值

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的整定阻抗倍数计算输出故障电流、电压，用于距离保护定值的整组阶梯特性校验。

距离定值

测试参数

故障类型: **A相接地**

☐ 反方向故障

正常态时间 (s): **5.000**

故障态时间 (s): **0.500**

跳闸延时 (s): **0.020**

正常态相电压 (V): **57.730**

正常态相电流 (A): **0.000**

负荷角 (度): **30**

合闸角 (度): **0**

阻抗定值

☒ Z, Φ 方式

	I 段 (Ω)	II 段 (Ω)	III 段 (Ω)
整定阻抗Z	1.000	2.000	3.000
灵敏角 Φ (度)	75.000	75.000	75.000
零序系数K	0.660		

☐ R, X 方式

	I 段 (Ω)	II 段 (Ω)	III 段 (Ω)
整定电阻Zr	0.259	0.518	0.776
整定电抗Zx	0.966	1.932	2.898
零序系数Kr	0.660	零序系数Kx	0.660

短路电流

I 段 (A)	5.000
II 段 (A)	5.000
III 段 (A)	5.000

开出

通道	状态	时间
1	常开	0.000
2	常开	0.000
3	常开	0.000
4	常开	0.000

按钮触发 (K)

☐ 试验中用按钮触发

开入

通道1	A相跳闸
通道2	B相跳闸
通道3	C相跳闸

变化方式: **常开接点**

报告

测试

关闭

测试记录

点	倍数	通入阻抗	测量电压	时间	动作接点和时间
☐ Z1	0.000	0.000	0.000		
☐ Z1	0.500	0.500	4.150		
☒ Z1	0.950	0.950	7.885		
☒ Z1	1.050	1.050	8.715		
☐ Z2	0.700	1.400	11.620		
☒ Z2	0.950	1.900	15.770		
☒ Z2	1.050	2.100	17.430		
☐ Z3	0.700	2.100	17.430		
☒ Z3	0.950	2.850	23.655		
☒ Z3	1.050	3.150	26.145		

一、测试原理

输入各段整定阻抗以检查距离保护的動作行为及相互配合情况；各段整定阻抗的通入倍数可任意整定（继电保护检验规程规定：0.95ZD 时本段保护应可靠动作；1.05ZD 时本段保护不能动作）。

各段通入倍数均可勾选，既能分别测试，也可同时测试。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.反方向故障：勾选测试反方向故障。

c.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

d.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

e.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30°。

f.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0°。

g.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

h.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

i.跳闸延时：在其中一相动作后仍保持故障量送出的时间，这是考虑到三相跳闸不可能保证绝对同步，为保证收到三相开关动作信号留有必要的延迟。

2、阻抗定值

a.I、II、III 段短路电流：I、II、III 段故障时的短路电流。

b. (Z , Φ) 方式的 I、II、III 段整定阻抗、阻抗角和零序系数。

c. (X , R) 方式的 I、II、III 段整定电阻、整定电抗、电阻方向零序系数、电抗方向零序系数。

3、短路电流

a.I、II、III 段短路电流：I、II、III 段故障时的短路电流。

4、测试记录

a.通入倍数：进行测试的不同阻抗与相应各段整定阻抗之比。

5、开出

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

6、开入

选择接被测保护装置动作接点（各单相跳或三相跳）的开入量通道及其变化方式。

7、试验中用按键触发：选中后，试验中按“按键触发”键触发故障态。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

a.通入阻抗：显示通入倍数相应的阻抗。

b.测量电压：显示通入倍数相应的试验过程中的输出电压。

c.时间：显示试验过程中送正常量和故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表

d.动作接点和时间：显示 A、B、C 三相的动作行为和时间。

2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电

压电流过小时，为显示其相位关系，该量仍保留一定的长度。

3、如设定了按键触发，则须在正常点击“按键触发”按钮可触发故障态。

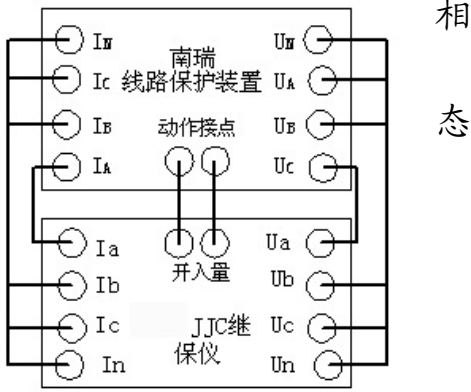
五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 参数设定

故障类型：A 相接地，正常态时间：15s，故障态时间：3s，1 段整定阻抗：3.2 欧， 2 段整定阻抗：5 欧，3 段整定阻抗：6 欧，阻抗角均为 80 度，零序系数：0.441。

(2). 试验过程和结果



距离保护定值校验测试报告					
被测装置型号:		测试日期:	2008-11-19		
故障类型	A 相接地	负荷角(度)	30		
合闸角(度)	0				
零序系数	K: 0.441				
I 段短路电流(A)	5	I 段整定阻抗 Z1(欧)	3.2		
II 段短路电流(A)	5	II 段整定阻抗 Z2(欧)	5		
III 段短路电流(A)	5	III 段整定阻抗 Z3(欧)	6		
通入阻抗倍数	通入阻抗(欧)	测量电压(V)	时间(S)	动作接点及时间	
0	0	0			
0.5	1.6	11.528			
0.95	3.04	21.903	0.028	A: 0.028S	
1.05	3.36	24.209	0.324	A: 0.324S	
0.7	3.5	25.217			
0.95	4.75	34.224	0.329	A: 0.329S	
1.05	5.25	37.826	2.026	A: 2.026S	
0.7	4.2	30.261			
0.95	5.7	41.068	2.029	A: 2.029S	
1.05	6.3	45.391	未动		
备 注		测试人员			

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或

保护动作出口：

a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

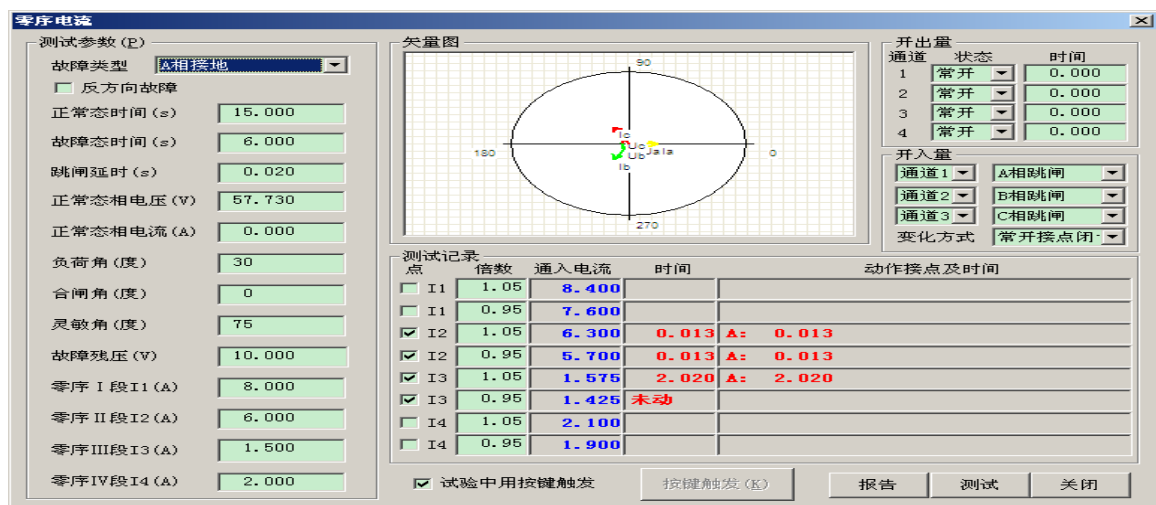
6.5.2 零序电流特性

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的零序系数倍数计算输出接地故障电流、电压，用于零序电流保护定值校验。

一、测试原理

1、输入各段零序电流以检查距离保护的动作行为及相互配合情况；各段零序电流的通入倍数可任意整定（继电保护检验规程规定：1.05I₀ 时本段保护应可靠动作；0.95I₀ 时本段保护不能动作）。

各段通入倍数均可勾选，既能分别测试，也可同时测试。



二、测试接线

1、将继保仪的 A、B、C 三相电压电流输出端子接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.反方向故障：勾选测试反方向故障。

c.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

d.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

e.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

f.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

g.灵敏角：保护装置临界阻抗值最大处的角度，即故障态时电流落后电压的角度。

h.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

i.故障态时间：送故障量时间，应大于被测保护装置的最大动作时间。

i.跳闸延时：在其中一相动作后仍保持故障量送出的时间，这是考虑到三相跳闸不可能保证绝对同步，为保证收到三相开关动作信号留有必要的延迟。

k.故障残压：发生故障时的故障电压，相间故障时为线电压、其他为相电压。

l.I、II、III、IV 段零序电流整定值。

2、测试记录

a.通入倍数：进行测试的不同零序电流与相应各段零序电流整定值之比。

3、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

4、开入量

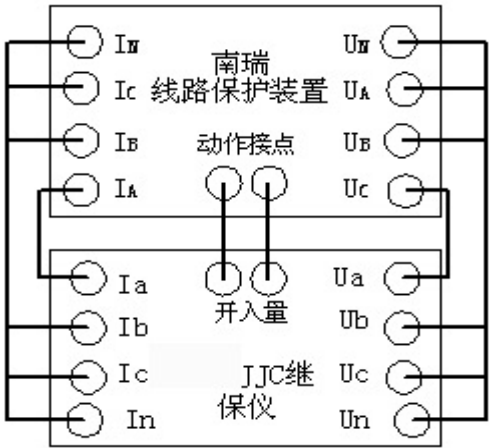
选择接被测保护装置动作接点（各单相跳或三相跳）的开入量通道及其变化方式。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

a.通入电流：显示通入倍数相应零序电流。

b.动作时间：显示试验过程中送正常量和故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表，即为相应零序电流的动作时间。



2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

3、如设定了按键触发，则须在正常态点击“按键触发”按钮可触发故障态。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 参数设定

故障类型：A相接地，正常态时间：15s，故障态时间：6s，灵敏角：80度，零序二段 I2：6A，零序三段 I3：1.5A。

(2). 试验过程和结果

六、其他事项

1、距离保护装置接点可选择跳闸出口 1CKJ、2CKJ、3CKJ、4CKJ、保护动作出口。

零序电流特性测试报告			
被测装置型号:		测试日期:	2008-11-15
故障类型	A相接地	负荷角(度)	30
合闸角(度)	0	灵敏角(度)	80
故障残压(V)	10		
通入电流倍数	通入电流(A)	时间(S)	动作接点及时间
1.05	8.4		
0.95	7.6		
1.05	6.3	0.016	A: 0.016S
0.95	5.7	0.016	A: 0.016S

1.05	1.575	0.227	A: 0.227S
0.95	1.425	0.33	A: 0.330S
1.05	2.1		
0.95	1.9		
备注		测试人员	

对于跳闸出口 1CKJ、2CK、J3CKJ、4CKJ，可分别测试 I、II、III、IV 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

对于保护动作出口，可分别或同时测试 I、II、III、IV 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.5.3 整组传动

先输出正常态电流、电压，再模拟各种故障（瞬时性故障、永久性故障、转换性故障），用于线路保护中带重合闸的整组传动试验。

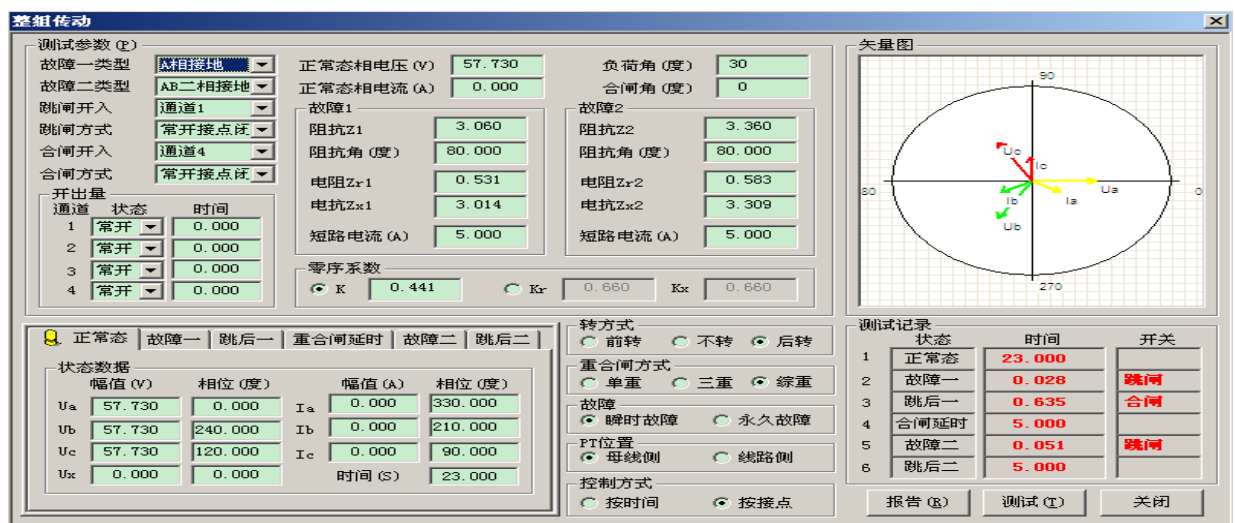
一、测试原理

依次模拟输出正常态、各种故障（瞬时性故障、永久性故障、转换性故障）态、重合闸、前后加速及其他一系列状态的电流、电压，其状态过程详见整组传动试验程序框图（下图）。

二、测试接线

1、将继保仪的 A、B、C 三相电压电流输出端子接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的开入接点。



三、参数设置

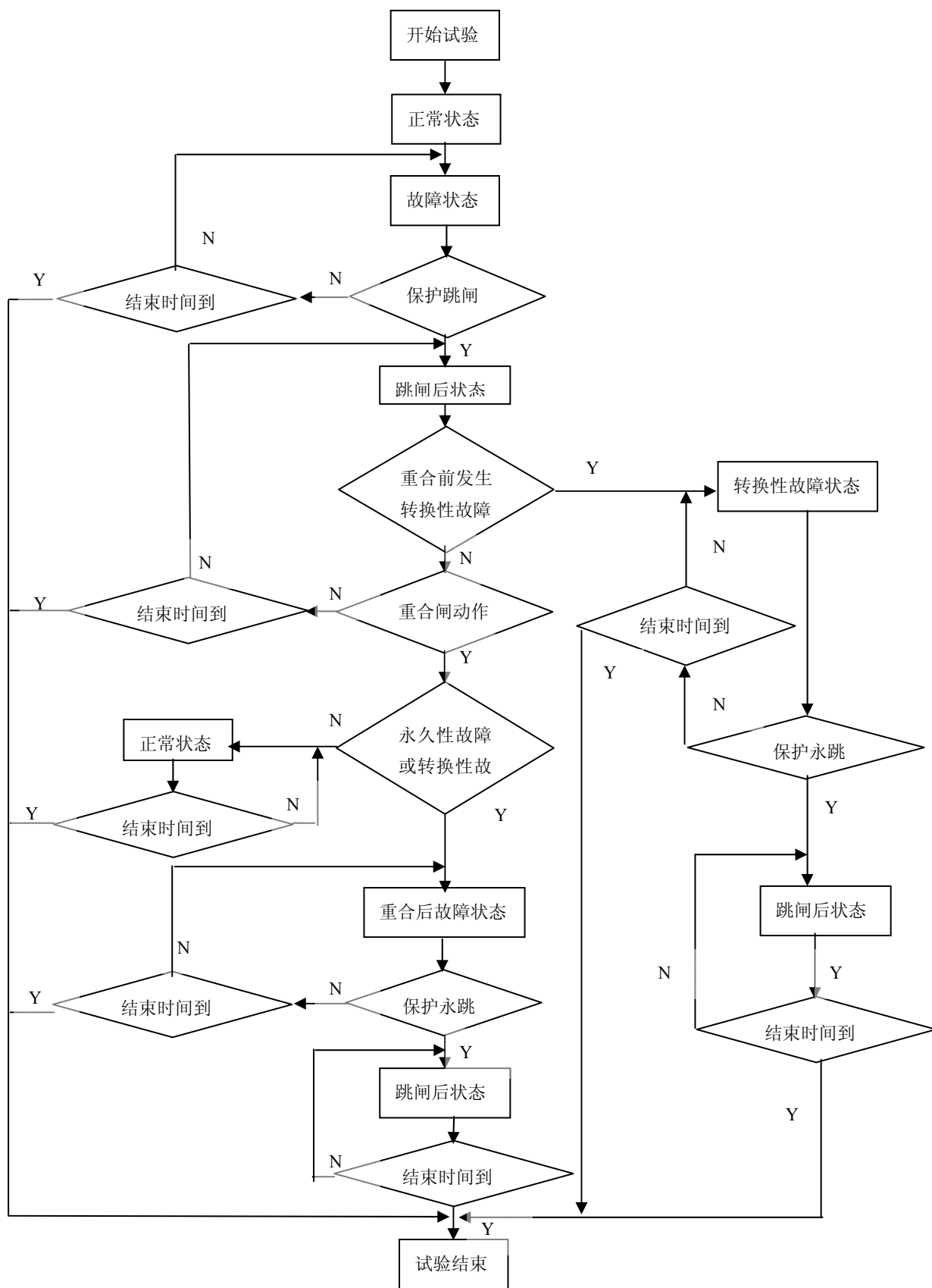
1、测试参数

- a.故障一类型：选择所要测试的故障一的故障类型。
- b.故障二类型：选择所要测试的故障二的故障类型。
- c.跳闸开入：选择所接被测保护装置跳闸动作接点的开入量通道。
- d.跳闸方式：选择所接被测保护装置跳闸动作接点的类型。
- e.合闸开入：选择所接被测保护装置重合闸动作接点的开入量通道。
- f.合闸方式：选择所接被测保护装置重合闸动作接点的类型。
- g.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。
- h.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。
- i.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。
- j.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。
- k. 故障一、二的阻抗和短路电流：故障一、二时， (Z, Φ) 方式的整定阻抗、阻抗角和按 (X, R) 方式的整定电阻、整定电抗，以及短路电流。

- 1.零序系数：选择零序系数 K，或者零序系数 K_r 与 K_x 。

2、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。



整组传动试验程序框图

3、转方式

前转：重合前发生转换性故障。

不转：不发生转换性故障。

后转：重合后发生转换性故障。

4、重合闸方式

单重：单相故障跳单相，单相重合；多相故障跳三相，不重合。

三重：单相故障跳三相，三相重合；多相故障跳三相，不重合。

综重：单相故障跳单相，单相重合；多相故障跳三相，三相重合。

5、故障

瞬时：瞬时性故障，重合闸后输出正常态电流、电压。

永久：永久性故障，重合闸后输出故障态电流、电压。

6、PT 位置：PT 安装位置，母线侧或线路侧。跳后一态与故障一态相对应，跳后二态与故障二态相对应。选母线侧跳后态输出正常态电压；选相间故障跳后态输出 0V；选线路侧单相故障跳后态故障相输出 0V；非故障相单重、综重方式输出正常态电压，三重方式输出 0V。

7、控制方式

按时间：收到接点信号进入下一状态，未收到接点信号走完给定时间后进入下一状态。

按接点：收到接点信号进入下一状态，未收到接点信号走完给定时间后结束试验。

8、状态数据

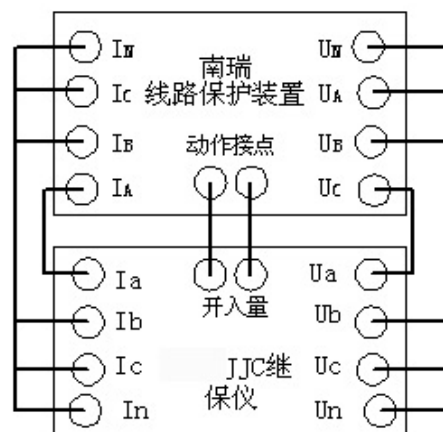
根据上述参数的自动设置确定所要模拟的状态过程，自动计算设置各状态输出的三相电压、电流值，用户可在此修改各状态输出的三相电压、电流值并输入各状态输出时间。

正常态时间应大于保护装置的复归时间，故障态时间应大于保护装置的動作时间。前转时跳后一状态时间应小于重合闸时间，不转或后转时跳后一状态时间应大于重合闸时间，重合闸延时状态输出量与跳后一状态相同，延时一般取 0.1S（模拟开关的合闸时间）。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

依此显示试验过程中各状态的状态名称、计时走表（动作后为保护動作时间）和保护動作行为（動作/未動）。



2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 参数设定

故障一类型：A 相接地，故障二类型：BC 二相接地，跳闸开入：通道 1，跳闸方式：常开接点闭合，故障 Z1：3.04，故障 Z2：3.3，灵敏角：均为 80 度，正常态时间：15s，故障一态时间：1s，跳后一态时间：1s，故障二态时间：1s，跳后二态时间：1s，转方式：后转，重合闸方式：综重，故障：永久故障，PT 位置：母线侧，控制方式：按接点。

(2). 试验过程和结果

整组传动测试报告			
被测装置型号：		测试日期：	2008-11-19
灵敏角一(度)	80	短路电流一(A)	5
故障一阻抗(欧)	3.04		
灵敏角二(度)	80	短路电流二(A)	5
故障二阻抗(欧)	3.3	控制方式	按接点
转方式	后转	重合闸方式	综重
故障	永久故障	PT 位置	母线侧
状态	时间(S)	开关	
正常态	15		
故障一	0.028	跳闸	
跳后一	0.707	合闸	
故障二	0.326	跳闸	
跳后二	1		
备注		测试人员	

六、其他事项

1、保护装置接点可选择跳闸出口 1CKJ、2CKJ，保护动作出口。

对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.5.4 工频变化量

第一态（正常态）输出 50Hz 三相对称电流、电压，第二态（故障态）按输入的整定阻抗倍数计算输出故障电流、电压，用于工频变化量距离保护的定值校验。

工频变化量

测试参数(P)

故障类型: A相接地 负荷角(度): 30

开入通道: 通道1 合闸角(度): 0

开出方式: 常开接点闭合 短路电流(A): 5.000

正常态时间(s): 15.000 ☐ 反方向故障

故障态时间(s): 0.100 ☒ Z, 中方式

正常态相电压(V): 57.730 零序系数K: 0.441

正常态相电流(A): 0.000 整定阻抗Z: 3.200

灵敏角(度): 80.000

开出量

通道	状态	时间
1	常开	0.000
2	常开	0.000
3	常开	0.000
4	常开	0.000

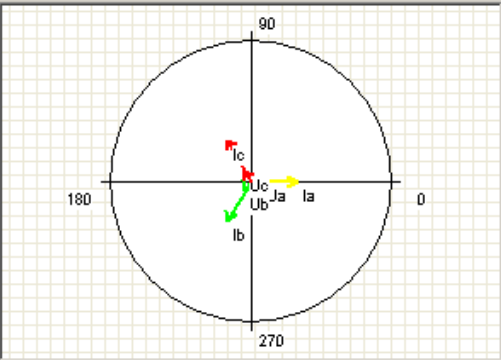
☐ R, X方式

零序系数Kr: 0.660

零序系数Kx: 0.660

整定电阻Zr: 0.513

整定电抗Zx: 1.932



测试记录

点	倍数	通入阻抗	测量电压	动作时间
☒	0.900	3.200	26.231	未动
☒	1.100	3.200	14.108	0.014
☒	1.200	3.200	8.046	0.013

报告(R) 测试(T) 关闭

一、测试原理

1、输入整定阻抗以检查工频变化量距离保护的动作为；整定阻抗的通入倍数可任意整定（继电保护检验规程规定：m=1.1、m=1.2 时，保护应可靠动作；m=0.9 时，保护应不动作）。

2、各通入倍数均可勾选，既能分别测试，也可同时测试。

3、计算公式

$$\text{单相接地 } U_{\text{相}} = (1 + K_0) I_d \times Z_d + (1 - 1.05m) U_n$$

$$\text{两相短路 } U_{\text{线}} = 2 I_d \times Z_d + (1 - 1.05m) \times \sqrt{3} U_n$$

$$U_{\text{相}} = \sqrt{(U_{\text{线}} / 2)^2 + (U_{\text{正常相}} / 2)^2}$$

其中 U_n 为正常态相电压值

$U_{\text{正常相}}$ 正常相相电压

$U_{\text{相}}$ 故障相相电压

$U_{\text{线}}$ 故障相间的线电压

I_d	故障时的短路电流
Z_d	整定阻抗
K_0	接地故障时的零序补偿系数 (“ K_L ” 方式)

m 各段整定阻抗的通入倍数

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子（所选模拟故障的故障相）接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障类型：选择所要测试的故障类型。

b.开入通道：选择接被测保护装置動作接点的开入量通道。

c.开入方式：选择所接被测保护装置動作接点的类型。

d.正常态相电压：正常状态下的相电压，一般为 57.73V。

e.正常态相电流：正常状态下的相电流，一般为 0A。

f.负荷角：正常态负荷电流滞后于电压的角度，一般取 30° 。

g.合闸角：从正常态进入故障态时刻， U_a 的初相角，一般取 0° 。

h.正常态时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的复归时间。

i.故障态时间：送故障量时间应大于保护装置 III 段阻抗的動作时间。

j.短路电流：故障时的短路电流。

k. (Z, Φ) 方式的整定阻抗、阻抗角和零序系数。

l. (X, R) 方式的整定电阻、整定电抗、电阻方向零序系数、电抗方向零序系数。

m.反方向故障：勾选测试反方向故障。

2、测试记录

a.通入倍数：进行测试的不同阻抗与相应整定阻抗之比。

3、开出量

选择四对开关量输出的初始状态（常开/常闭），输入开关量输出接点翻转时刻和故障态开始时刻的相对时间，即正值是先于故障态开始时刻一段时间翻转，负值是后于故障态开始时刻一段时间翻转，零则是同时。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

a.通入阻抗：显示通入倍数相应的阻抗。

b.测量电压：显示通入倍数相应的试验过程中的输出电压。

c.动作时间：显示试验过程中送正常量和故障量时的计时走表，被测保护动作时停止走表，即为相应通入阻抗的动作时间。

2、相量图

实时显示当前状态下实际输出的三相电压电流的相量图。当某相电压电流过小时，为显示其相位关系，该相量仍保留一定的长度。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

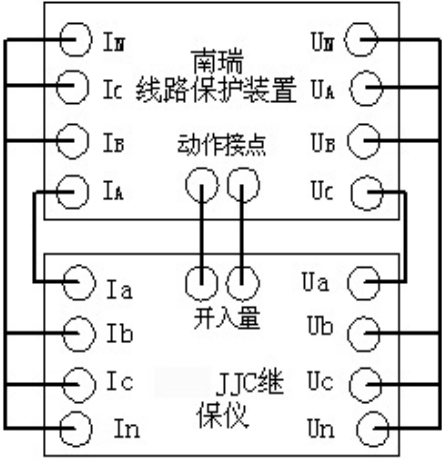
(1).试验接线如图所示，输电线路保护装置交流电流、电压输入接到继保仪的 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

(2).参数设定

灵敏角：80，正常时间：11S，故障时间：0.1S，零序系数：0.441，整定阻抗 3.2 欧，阻抗角 80，其他参数如程序里的默认值。

(3).试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各点的测量电压和动作时间。



工频变化量距离保护测试报告			
被测装置型号:		测试日期:	2008-11-19
故障类型	A相接地	负荷角(度)	30
短路电流(A)	5	灵敏角(度)	0
阻抗类型	(Z, Φ)	合闸角(度)	0
整定阻抗Zd	3.2	阻抗角	80
零序系数	0.441	故障方向	
整定阻抗Zx		整定阻抗Zr	
零序系数Kx		零序系数Kr	
通入倍数	通入阻抗(欧)	测量电压(V)	动作时间(S)
0.9	3.2	26.231	未动
1.1	3.2	14.108	0.014

1.2	3.2	8.046	0.013
备 注		测试人员	

六、其他事项

1、阻抗保护装置接点可选择零指示器、跳闸出口 1CKJ、2CKJ 或保护动作出口：

a.对于零指示器，可分别测试 I、II、III 段定值，正常态和故障态时间都可选 0.5 秒（在测 I、II 段定值时注意切换 I、II 段压板或控制字，否则只能测出 II 段定值）。

b.对于跳闸出口 1CKJ、2CKJ，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

c.对于保护动作出口，可分别测试 I、II、III 段定值，此时应根据保护复归时间以及各段的时间合理选择正常态时间、故障态时间。

6.5.5 线路保护

用于成套微机线路保护的定值校验，可以针对通用线路保护装置、南瑞线路保护装置及四方线路保护装置的不同特点和定值设置，一次性全自动批量完成其高频、距离、零序三部分保护的定值校验。



一、测试原理

依次连续模拟输出正常态、各种类型的故障态（瞬时性故障、永久性故障）、重合闸、前后加速及其他一系列状态的电流、电压，接收并

记录保护装置的动作，从而自动完成微机线路保护装置的一系列定值校验和整组试验，具体的测试过程见微机线路保护定值校验程序框图（下图）。

二、测试接线

1、将继保仪的 A、B、C 三相电压电流输出端子接到被测保护装置对应的电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、测试参数

a.故障前时间：送正常量时间，应大于被测保护装置的整组复归时间。

b.最大故障时间：送故障量最大时间，应该大于测试项中保护装置动作时间的最大值。

c.最大重合闸时间：送合后态量的最大时间，应该大于测试项中保护装置动作重合闸时间的最大值。

通用高频		通用距离		通用零序	
阻抗定值 ☒ Z, Φ 方式 整定阻抗 Z_s 5.000 灵敏角 Φ_s 70.000 零序系数 K 0.660				故障阻抗倍数 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20	
☐ X, R 方式 整定电阻 R_s 1.710 整定电抗 X_s 4.698 零序系数 K_r 0.660 零序系数 K_x 0.660				短路电流 (A) 5.000 ☐ 反方向故障 故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地 ☐ AB相间短路 ☐ BC相间短路 ☐ CA相间短路 ☐ ABC三相故障	
通用高频		通用距离		通用零序	
阻抗定值 ☒ Z, Φ 方式 整定阻抗 Z_{sI} 5.000 灵敏角 Φ_{sI} 70.000 整定阻抗 Z_{sII} 5.000 灵敏角 Φ_{sII} 70.000 整定阻抗 Z_{sIII} 5.000 灵敏角 Φ_{sIII} 70.000 整定阻抗 Z_{sIV} 5.000 灵敏角 Φ_{sIV} 70.000 零序系数 K 0.667				故障阻抗倍数 I 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 II 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 III 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 IV 段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20	
☐ R, X 方式 整定电阻 R_{sI} 1.710 整定电抗 X_{sI} 4.698 整定电阻 R_{sII} 1.710 整定电抗 X_{sII} 4.698 整定电阻 R_{sIII} 1.710 整定电抗 X_{sIII} 4.698 整定电阻 R_{sIV} 1.710 整定电抗 X_{sIV} 4.698 零序系数 K_r 0.667 零序系数 K_x 0.667				短路电流 (A) 5.000 4.000 3.000 2.000 ☐ 反方向故障 故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地 ☐ AB相间短路 ☐ BC相间短路 ☐ CA相间短路 ☐ ABC三相故障	

通用高频		通用距离		通用零序	
零序电流定值 I₀I (A) 5.000 I₀III (A) 3.000 I₀II (A) 4.000 I₀IV (A) 2.000				零序电流倍数 I 段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20 II 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 III 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 IV 段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20	
故障阻抗 ☒ Z, Φ 方式 故障阻抗Z 5.000 零序系数K 0.667 灵敏角 Φ_s 70.000				☐ 反方向故障 故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地	
☐ X, R 方式 故障电阻R 1.710 零序系数K_x 0.667 故障电抗X 4.698 零序系数K_r 0.667					

南瑞高频		南瑞距离		南瑞零序	
定值 整定阻抗Z_s 5.000 补偿系数KZ 0.660 正序灵敏角P_{s1} (度) 70.000 零序灵敏角P_{s0} (度) 70.000 额定电流(A) 5.000				故障阻抗倍数 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20	
☐ 反方向故障				故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地 ☐ AB相间短路 ☐ BC相间短路 ☐ CA相间短路 ☐ ABC三相故障	

南瑞高频		南瑞距离		南瑞零序			
定值 Z_{zdp}I 5.000 Z_{zdp}II 5.000 Z_{zdp}III 5.000 Z_{zdp}IV 5.000 正序灵敏角P_{s1} (度) 70.000 零序灵敏角P_{s0} (度) 70.000 补偿系数K 0.667				故障阻抗倍数 I 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 II 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 III 段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 IV 段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20		短路电流(A) 5.000 4.000 3.000 2.000	
☐ 反方向故障				故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地 ☐ AB相间短路 ☐ BC相间短路 ☐ CA相间短路 ☐ ABC三相故障			

d.选择接被测保护装置动作接点（各单相跳、三相跳及重合闸）的开入量通道及其变化方式。

e.跳闸延时：在其中一相动作后仍保持故障量送出的时间，这是考

考虑到三相跳闸不可能保证绝对同步，为保证收到三相开关动作信号留有必要的延时间。

h.第四相电压：可设置为 0 、 $3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $\sqrt{3} \times 3U_0$ 、 $-\sqrt{3} \times 3U_0$ 。

南瑞高频		南瑞距离		南瑞零序																								
零序电流定值 <table border="1"> <tr><td>I_{0I} (A)</td><td>5.000</td></tr> <tr><td>I_{0II} (A)</td><td>4.000</td></tr> <tr><td>I_{0III} (A)</td><td>3.000</td></tr> <tr><td>I_{0IV} (A)</td><td>2.000</td></tr> </table> 故障残压U_k (V) <table border="1"> <tr><td>25.000</td></tr> </table> 正序灵敏角ϕ_{s1} (度) <table border="1"> <tr><td>70.000</td></tr> </table> 零序灵敏角ϕ_{s0} (度) <table border="1"> <tr><td>70.000</td></tr> </table>						I_{0I} (A)	5.000	I_{0II} (A)	4.000	I_{0III} (A)	3.000	I_{0IV} (A)	2.000	25.000	70.000	70.000												
I_{0I} (A)	5.000																											
I_{0II} (A)	4.000																											
I_{0III} (A)	3.000																											
I_{0IV} (A)	2.000																											
25.000																												
70.000																												
70.000																												
零序电流倍数 <table border="1"> <tr> <td>I段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☐ 0.95</td> <td>☐ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>II段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☒ 0.95</td> <td>☒ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>III段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☒ 0.95</td> <td>☒ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>IV段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☐ 0.95</td> <td>☐ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> </table> ☐ 反方向故障 故障类型 <table border="1"> <tr> <td>☒ A相接地</td> <td>☐ B相接地</td> <td>☐ C相接地</td> </tr> </table>						I段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20	II段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20	III段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20	IV段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20	☒ A相接地	☐ B相接地	☐ C相接地
I段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20																								
II段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20																								
III段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20																								
IV段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20																								
☒ A相接地	☐ B相接地	☐ C相接地																										

2、保护装置定值

保护装置定值输入是一个动态的多页面，选择不同厂家的保护装置，该页面会针对性的自动变化成该厂家保护装置定值输入页面，如果选择的是“通用线路保护”，则是通用的线路保护定值输入页面，目前本程序可支持南瑞和四方的线路保护装置定值输入。该页面包括三页，经过点选可分别输入高频保护定值、距离保护定值和零序电流保护定值。输入项目意义明确，输入方法简单方便，输入内容针对性强，只要输入完成就可自动进行各不同故障、各阻抗或零序电流定值的不同倍数

四方高频		四方距离		四方零序																														
定值 <table border="1"> <tr> <td>整定电阻R_{sI}</td> <td>1.710</td> <td>整定电抗X_{sI}</td> <td>4.698</td> </tr> <tr> <td>整定电阻R_{sII}</td> <td>1.710</td> <td>整定电抗X_{sII}</td> <td>4.698</td> </tr> <tr> <td>整定电阻R_{sIII}</td> <td>1.710</td> <td>整定电抗X_{sIII}</td> <td>4.698</td> </tr> <tr> <td>整定电阻R_{sIV}</td> <td>1.710</td> <td>整定电抗X_{sIV}</td> <td>4.698</td> </tr> <tr> <td>补偿系数K_{or}</td> <td>0.667</td> <td>补偿系数K_{ox}</td> <td>0.667</td> </tr> </table> ☐ 反方向故障						整定电阻 R_{sI}	1.710	整定电抗 X_{sI}	4.698	整定电阻 R_{sII}	1.710	整定电抗 X_{sII}	4.698	整定电阻 R_{sIII}	1.710	整定电抗 X_{sIII}	4.698	整定电阻 R_{sIV}	1.710	整定电抗 X_{sIV}	4.698	补偿系数 K_{or}	0.667	补偿系数 K_{ox}	0.667									
整定电阻 R_{sI}	1.710	整定电抗 X_{sI}	4.698																															
整定电阻 R_{sII}	1.710	整定电抗 X_{sII}	4.698																															
整定电阻 R_{sIII}	1.710	整定电抗 X_{sIII}	4.698																															
整定电阻 R_{sIV}	1.710	整定电抗 X_{sIV}	4.698																															
补偿系数 K_{or}	0.667	补偿系数 K_{ox}	0.667																															
故障阻抗倍数 <table border="1"> <tr> <td>I段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☒ 0.95</td> <td>☒ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>II段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☒ 0.95</td> <td>☒ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>III段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☒ 0.95</td> <td>☒ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> <tr> <td>IV段</td> <td>☐ 0.80</td> <td>☐ 0.95</td> <td>☐ 1.05</td> <td>☐ 1.20</td> </tr> </table> 故障类型 <table border="1"> <tr> <td>☒ A相接地</td> <td>☐ B相接地</td> <td>☐ C相接地</td> </tr> <tr> <td>☐ AB相间短路</td> <td>☐ BC相间短路</td> <td>☐ CA相间短路</td> </tr> <tr> <td colspan="3">☐ ABC三相故障</td> </tr> </table>						I段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20	II段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20	III段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20	IV段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20	☒ A相接地	☐ B相接地	☐ C相接地	☐ AB相间短路	☐ BC相间短路	☐ CA相间短路	☐ ABC三相故障		
I段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20																														
II段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20																														
III段	☐ 0.80	☒ 0.95	☒ 1.05	☐ 1.20																														
IV段	☐ 0.80	☐ 0.95	☐ 1.05	☐ 1.20																														
☒ A相接地	☐ B相接地	☐ C相接地																																
☐ AB相间短路	☐ BC相间短路	☐ CA相间短路																																
☐ ABC三相故障																																		
短路电流 (A) <table border="1"> <tr><td>5.000</td></tr> <tr><td>4.000</td></tr> <tr><td>3.000</td></tr> <tr><td>2.000</td></tr> </table>						5.000	4.000	3.000	2.000																									
5.000																																		
4.000																																		
3.000																																		
2.000																																		

的一系列试验，非常方便实用。

四方高频		四方距离		四方零序	
定值 整定电阻 R_s 1.710 整定电抗 X_s 4.698 补偿系数 K_{or} 0.660 补偿系数 K_{ox} 0.660 额定电流(A) 5.000 ☐ 反方向故障				故障阻抗倍数 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地 ☐ AB相间短路 ☐ BC相间短路 ☐ CA相间短路 ☐ ABC三相故障	

a. 高频保护定值

包括 (Z, Φ) 方式的整定阻抗、阻抗角和零序系数或 (X, R) 方式的整定电阻、整定电抗、电阻方向零序系数、电抗方向零序系数，以及短路电流、故障阻抗倍数和故障类型的选取或输入。

b. 距离保护定值

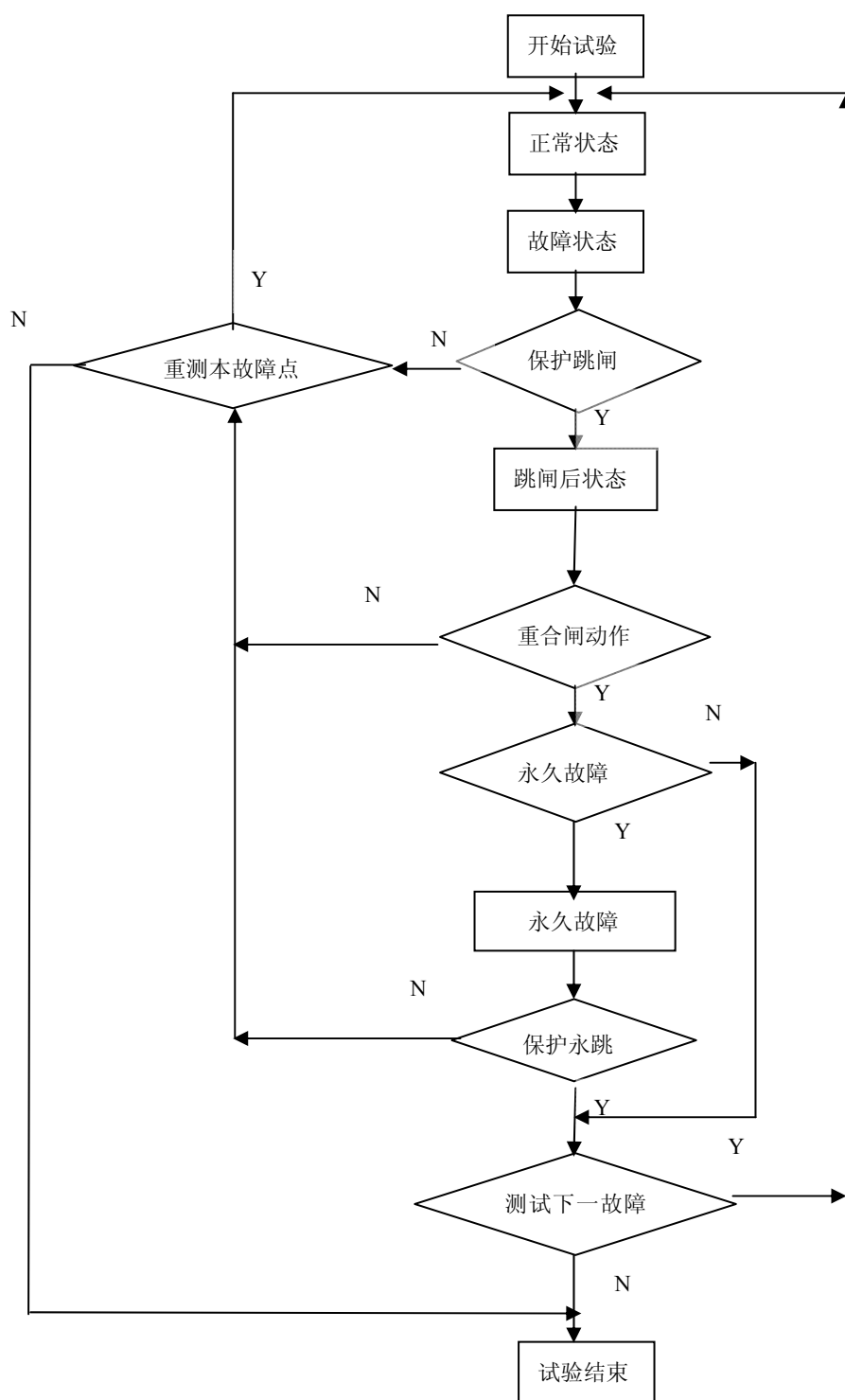
包括 (Z, Φ) 方式的I、II、III、IV段整定阻抗、阻抗角和零序系数或 (X, R) 方式的I、II、III、IV段整定电阻、整定电抗、电阻方向零序系数、电抗方向零序系数，以及I、II、III、IV段的短路电流、故障阻抗倍数和故障类型的选取或输入。

c. 零序电流保护定值

四方高频		四方距离		四方零序	
零序电流定值 I_{oI} (A) 5.000 I_{oII} (A) 4.000 I_{oIII} (A) 3.000 I_{oIV} (A) 2.000 故障电阻 R 1.710 故障电抗 X 4.698 补偿系数 K_{or} 0.667 补偿系数 K_{ox} 0.667 ☐ 反方向故障				零序电流倍数 I段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20 II段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 III段 ☐ 0.80 ☒ 0.95 ☒ 1.05 ☐ 1.20 IV段 ☐ 0.80 ☐ 0.95 ☐ 1.05 ☐ 1.20 故障类型 ☒ A相接地 ☐ B相接地 ☐ C相接地	

包括I、II、III、IV段零序电流定值、按 (Z, Φ) 方式的整定阻抗、阻抗角和零序系数或按 (X, R) 方式的整定电阻、整定电抗、电阻方向零序系数、电抗方向零序系数，以及I、II、III、IV段的故障零序电流倍数和故障类型的选取或输入。

微机线路保护定值校验程序框图



3、保护类型选择

即保护装置厂家的选择，目前有南瑞保护和四方保护及通用保护。选择不同厂家的保护装置，保护装置定值输入页面会针对性的自动变化成该厂家保护装置定值输入页面。

4、测试项目

可选择是否进行高频保护试验、距离保护试验或零序电流保护试验，可连续进行，也可分别独立进行。

5、故障

瞬时：瞬时性故障，重合闸后输出正常态电流、电压。

永久：永久性故障，重合闸后输出故障态电流、电压。

6、控制方式

按时间：不管是否收到接点信号都将走完给定时间后进入下一状态。

按接点：收到接点信号进入下一状态，未收到接点信号走完给定时间后进入下一状态。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

依此显示试验过程中各试验故障点、故障类型、动作时间计时走表（动作后为保护动作时间）和重合时间计时走表（重合后为重合时间）。

五、试验举例

1、LFP-901A 输电线路保护装置

(1). 试验接线如图所示，输电线路保护装置交流电流、电压输入接到继保仪的 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N ， U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N ，常开接点接到开入量通道 1。

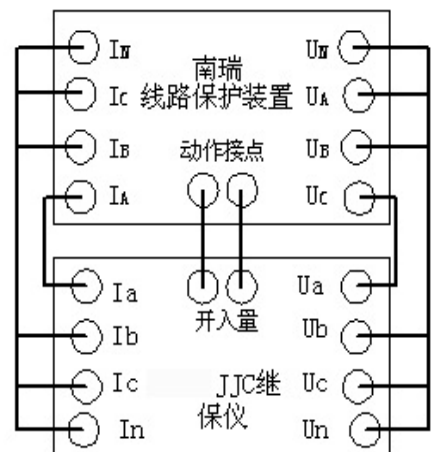
(2). 南瑞高频测试参数设定

故障类型：A 相接地，灵敏角：80，正常时间：11S，故障时间：0.1S，采用（Z， Φ ）零序系数：0.441，整定阻抗 3.2 欧，阻抗角 80，其他参数如程序里的默认值。

(3). 南瑞距离测试参数设定

故障类型：A 相接地，正序灵敏角 $Ps1$ ：80，零序灵敏角 $Ps0$ ：80，整定阻抗 Zs 3.2 欧，额定电流：5A，故障前时间：23S，最大故障时间：5S，跳闸延时：0.02S，最大重合闸时间：1.0S，开入方式：常开节点闭合，通道一：A 相跳闸，通道二：B 相跳闸，通道三：C 相跳闸，通道四：重合闸，永久性故障，控制方式：按开入，阻抗倍数：0.95、1.05，其他参数如程序里的默认值。

(4). 南瑞零序测试参数设定



故障类型：A 相接地，正序灵敏角 $\text{Ps1}: 80^\circ$ ，零序灵敏角 $\text{Ps0}: 80^\circ$ ，整定阻抗 $Z_{s3.2}$ 欧，额定电流：5A，故障前时间：23S，最大故障时间：5S，跳闸延时：0.02S，最大重合闸时间：1.0S，开入方式：常开节点闭合，通道一：A 相跳闸，通道二：B 相跳闸，通道三：C 相跳闸，通道四：重合闸，永久性故障，其他参数如程序里的默认值。

(5). 试验过程和结果

测试参数设置完成并接好线后按“测试”键开始试验，动作时显示各点的测量电压送入时测得的动作时间，还有动作时间。相应的测试报告如下表。

线路保护测试报告						
被测装置型号:		测试日期:	2008-12-26			
备 注		测试人员				
故 障 点	故障类型	时间1	动作接点及时间	重合时间	时间2	后加速接点及时间
高频-0.95*ZS	永久A $\perp$	0.326	A: 0.326S	0.632	0.058	A: 0.058S B: 0.059S C: 0.059S
高频-1.05*ZS	永久A $\perp$	2.026	A: 2.026S B: 2.026S C: 2.026S	未合		
距离-0.95*Zs I	永久A $\perp$	0.028	A: 0.028S	0.635	0.048	A: 0.048S B: 0.049S C: 0.049S
距离-1.05*Zs I	永久A $\perp$	0.324	A: 0.324S	0.633	0.057	A: 0.057S B: 0.057S C: 0.057S
距离-0.95*Zs II	永久A $\perp$	0.326	A: 0.326S	0.631	0.057	A: 0.057S B: 0.057S C: 0.057S
距离-1.05*Zs II	永久A $\perp$	2.025	A: 2.025S B: 2.025S C: 2.025S	未合		
距离-0.95*Zs III	永久A $\perp$	2.03	A: 2.030S B: 2.030S C: 2.030S	未合		
距离-1.05*Zs III	永久A $\perp$	未动				
零序-0.95*I ₀ I	永久A $\perp$	0.791	A: 0.791S B: 0.791S C: 0.791S	未合		
零序-1.05*I ₀ II	永久A $\perp$	0.32	A: 0.320S B: 0.320S C: 0.320S	未合		
零序-0.95*I ₀ III	永久A $\perp$	未动				
零序-1.05*I ₀ III	永久A $\perp$	2.02	A: 2.020S B: 2.020S C: 2.020S	未合		

五、其他事项

1、正常态相电压固定为 57.73V，正常态相电流固定为 0A，负荷角固定为 30° ，合闸角固定为 0° 。

6.5.6 时间特性

分别模拟输出幅值变化不同的电流、电压和频率变化不同的电压，考察保护装置动作时间特性，绘制 i-t、u-t、f-t 和 u/f-t 特性曲线。

一、测试原理

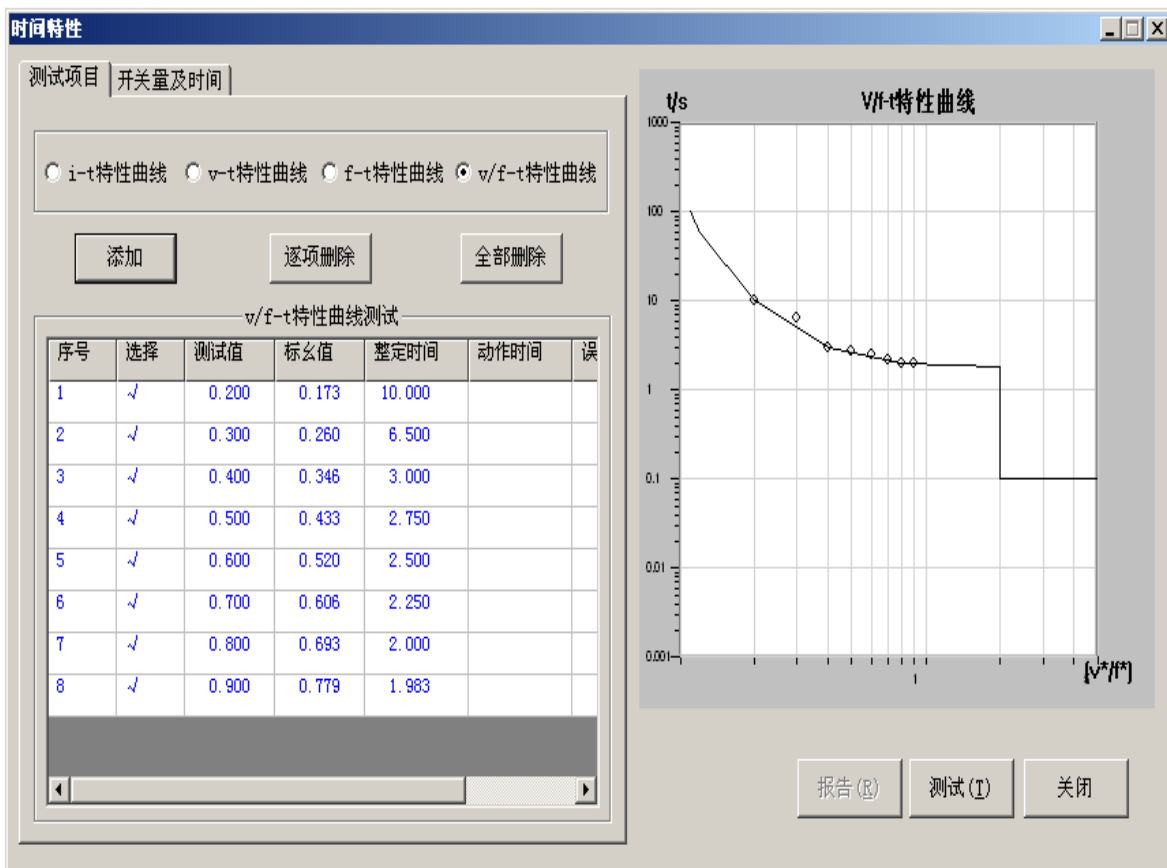
1、i-t 特性：输出三相交流电流和电压，按步长改变电流幅值，测试保护装置在不同电流幅值下的动作时间，绘制 i-t 特性曲线。

2、u-t 特性：输出三相交流电流和电压，按步长改变电压幅值，测试保护装置在不同电压幅值下的动作时间，绘制 u-t 特性曲线。

3、f-t 特性：输出三相交流电流和电压，按步长改变电压频率，测

试保护装置在不同电压频率下的动作时间，绘制 $f-t$ 特性曲线。

4、 $v/f-t$ 特性：固定频率按步长改变电压或固定变化相电压按步长改变频率，测试保护装置在不同电压、频率下的动作时间，绘制 $v/f-t$ 特性曲线。



i-t特性曲线参数定义

试验参数 | 特性定义

正常态初值

	幅值	相位	直流
U _a	57.730 V	0.000 °	
U _b	57.730 V	240.000 °	
U _c	57.730 V	120.000 °	
U _x	57.730 V	0.000 °	
I _a	0.000 A	330.000 °	
I _b	0.000 A	210.000 °	
I _c	0.000 A	90.000 °	

故障态初值

	幅值	相位	直流
U _a	57.730 V	0.000 °	
U _b	57.730 V	240.000 °	
U _c	57.730 V	120.000 °	
U _x	57.730 V	0.000 °	
I _a	0.000 A	330.000 °	
I _b	0.000 A	210.000 °	
I _c	0.000 A	90.000 °	

变化参数

变化初值(A)

变化终值(A)

额定电流(A)

故障相

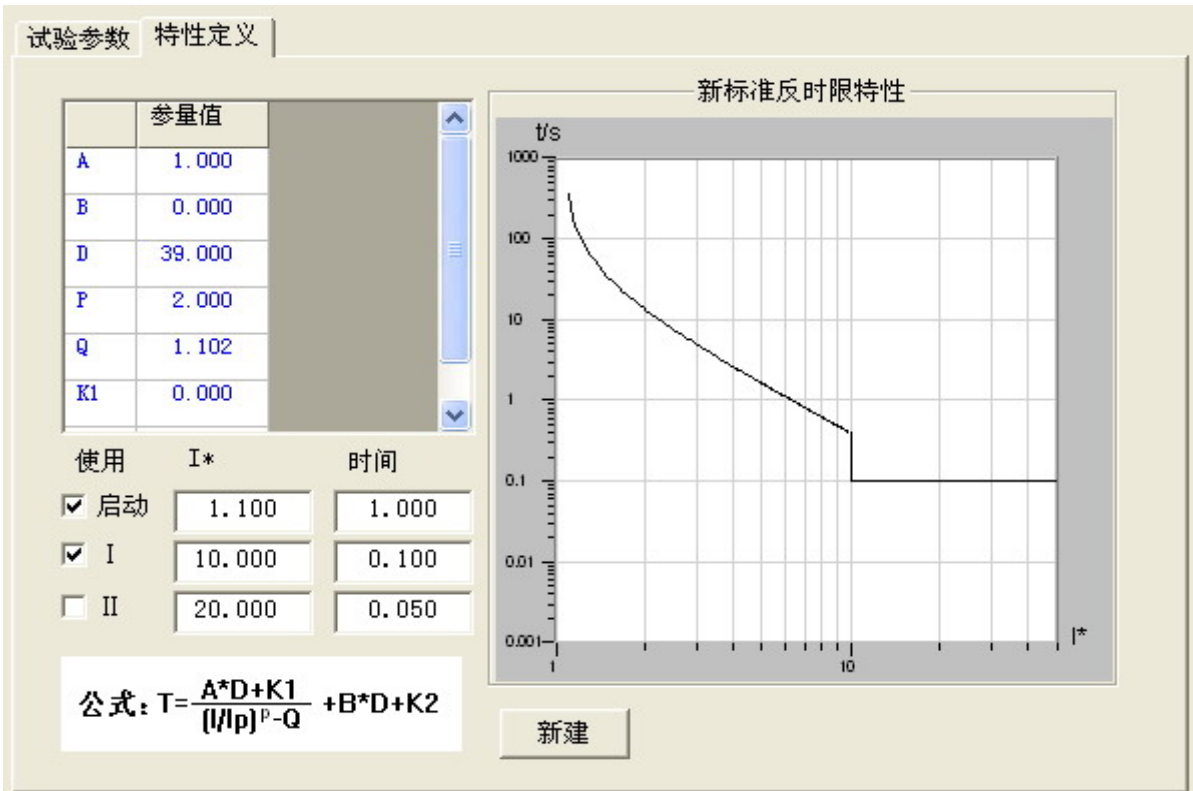
变化步长(A)

确定 取消

二、测试接线

- 1、将继保仪的电压电流输出端子（U_a、U_b、U_c、U_N和 I_a、I_b、I_c、I_N）接到被测装置相应的电压电流输入端子。
- 2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测装置的动作接点。

三、参数设置



1、测试项目

a.选择 i-t、u-t、f-t、v/f-t 特性曲线试验中的一种。

b.有三个按钮，可对具体的曲线测试点进行添加、删除一行（项）或全部删除。

c. 曲线测试点测试数据表格，包括测试值、标么值、整定时间、动作时间等。

d.点击“添加”按钮会弹出如图的特性曲线参数定义对话框，用户在此完成输入设置特性曲线试验参数并确定后退出此对话框，相应的试验参数就会添加到曲线测试点测试数据表格中。特性曲线参数定义包括初值、变化相、变化终值和变化步长等试验参数和曲线定义函数式、参量值等曲线特性定义，相应的绘制测装置的标准特性曲线。

2、开关量及时间

a.开入通道：选择接被测装置动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测装置动作接点的类型。

测试项目 开关量及时间

开关量输入

跳通道 通道1

跳方式 常开接点闭合

输出开关量

通道	状态	时间
1	常开	0.000
2	常开	0.000
3	常开	0.000
4	常开	0.000

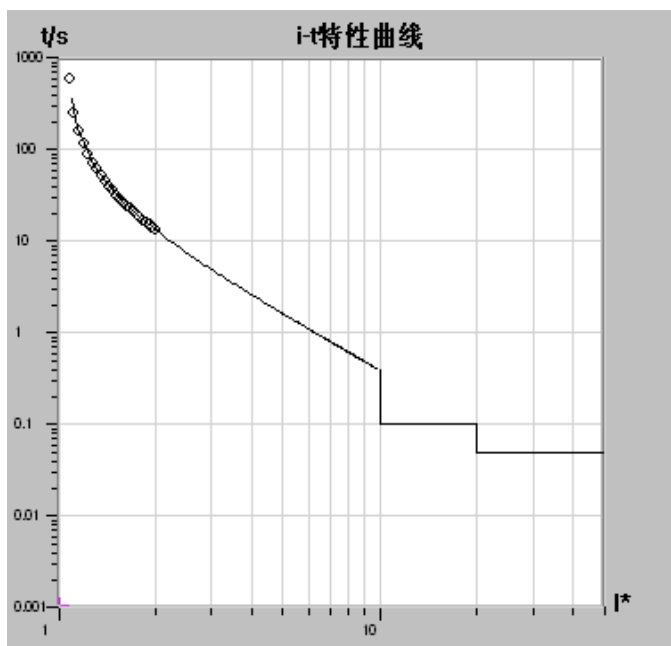
时间

复归时间(S) 2.000

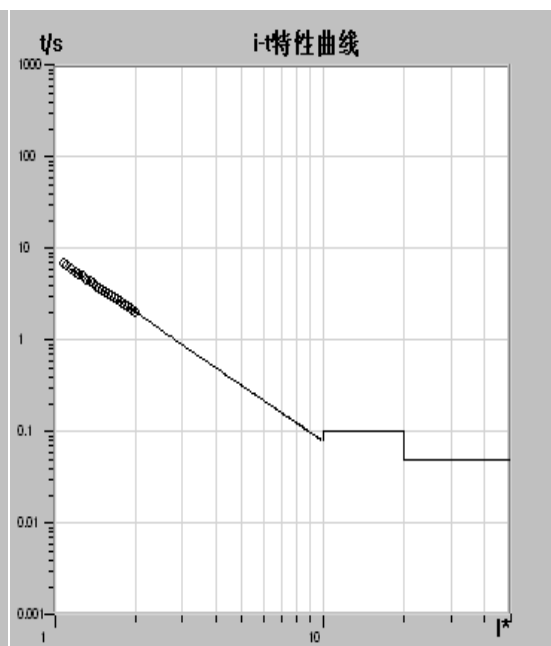
最大故障时间(S) 5.000

c.复归时间：输出初值使被测装置复归的时间，应大于被测装置的复归时间。

I-t 反时限特性曲线



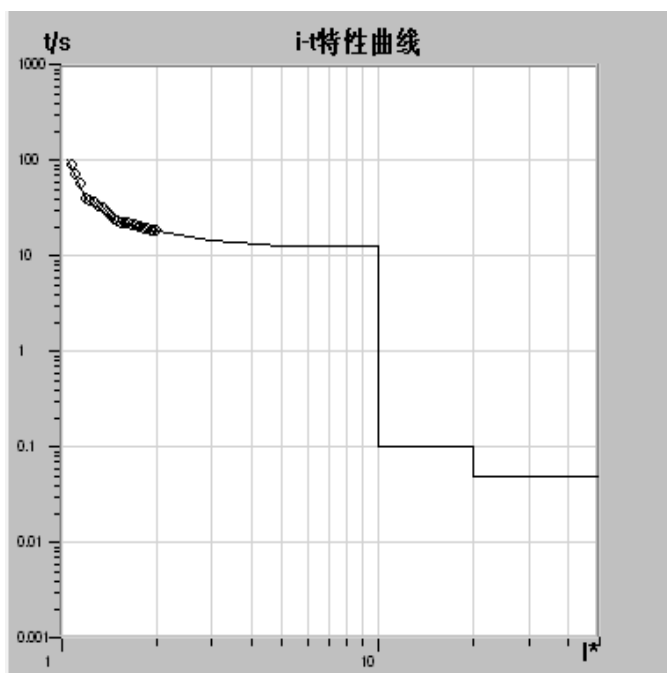
I-t 特性曲线



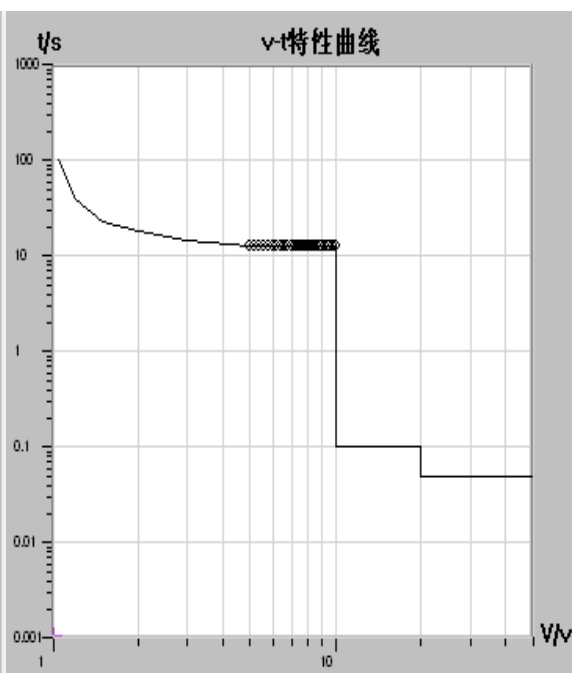
d.最大故障时间：输出各测试点不同试验值的最大时间，应大于被测装置的动作时间。

e. 输出开关量

I-t 自定义特性曲线



V-t 自定义特性曲线



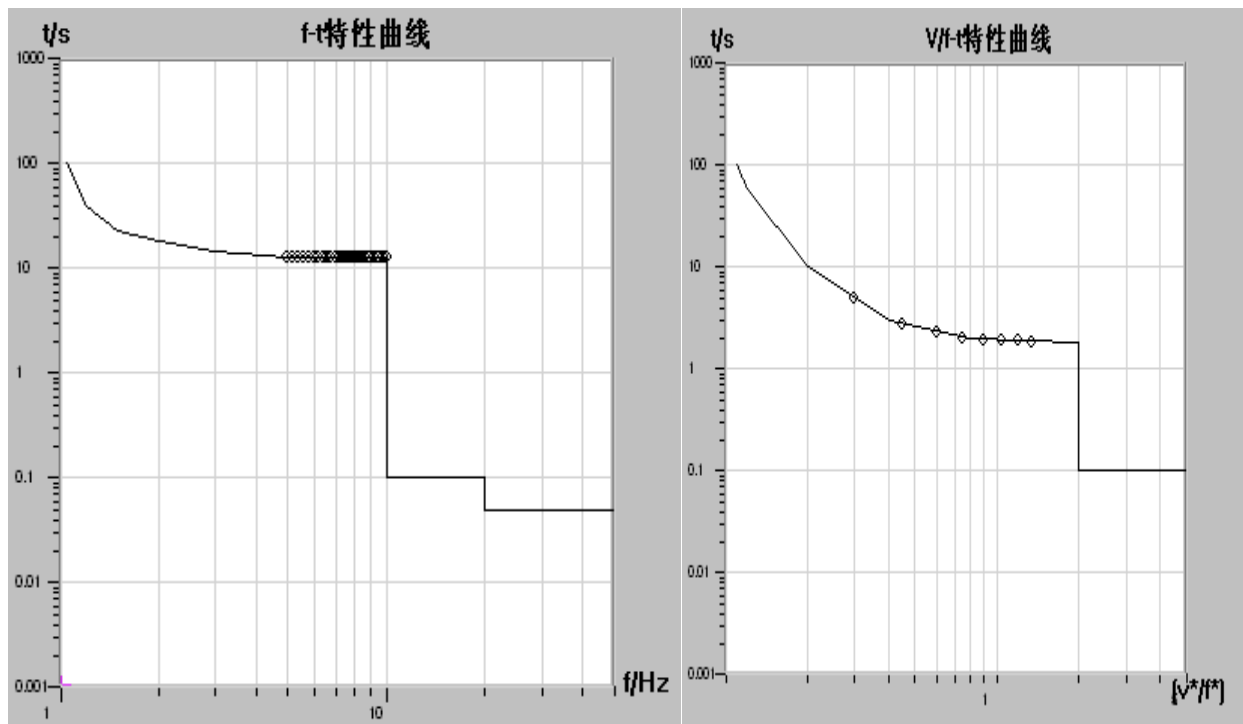
四对开关量输出的起始状态（开/闭）及其翻转时间。

四、试验过程和结果显示

1、点击“测试”按钮后，继保仪按曲线测试点测试数据表格中确定的数据输出初值并按设定的步长变化送量，接收被测装置动作接点的变化，记录动作值和动作时间并在预先绘制的标准特性曲线上打点，观察各试验结果点能较好地 and 标准特性曲线吻合。

f-t 特性曲线

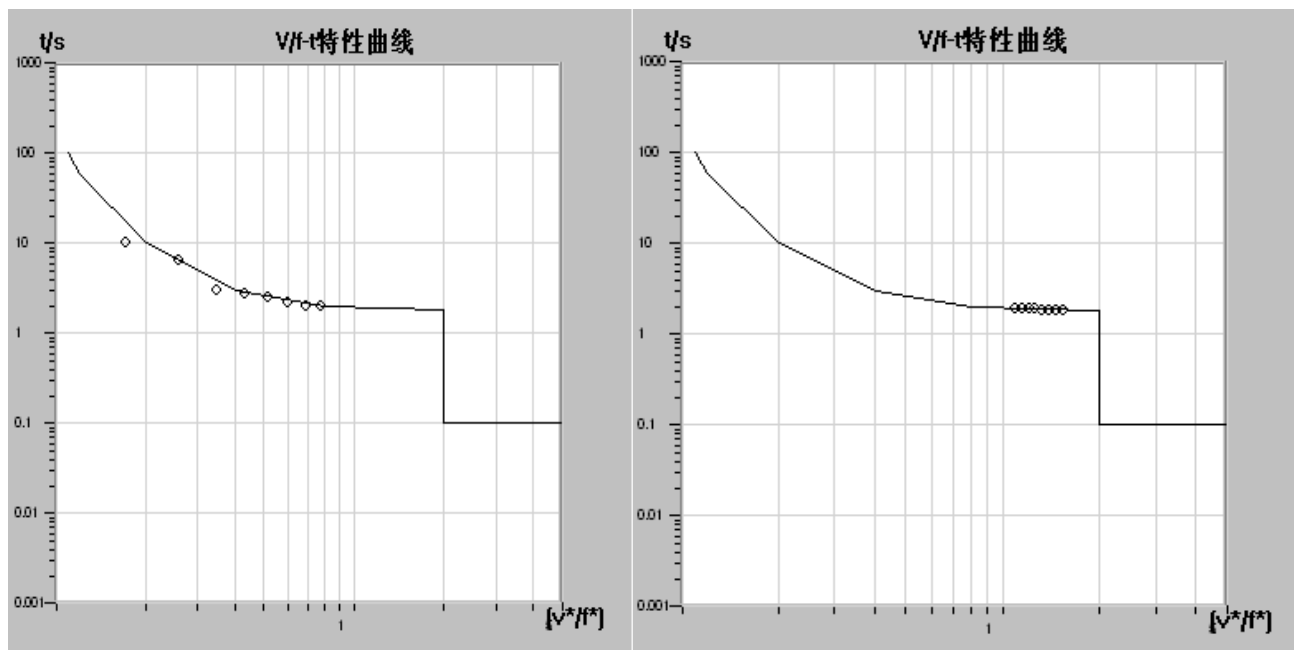
V/f-t 曲线 U_a 递增、 U_b 递增；记录量：



U_{ab}

V/f-t 曲线 U_a 递增、 U_b 为额定电压；记录量： U_{ab} U_a 递增；记录量：

U_a

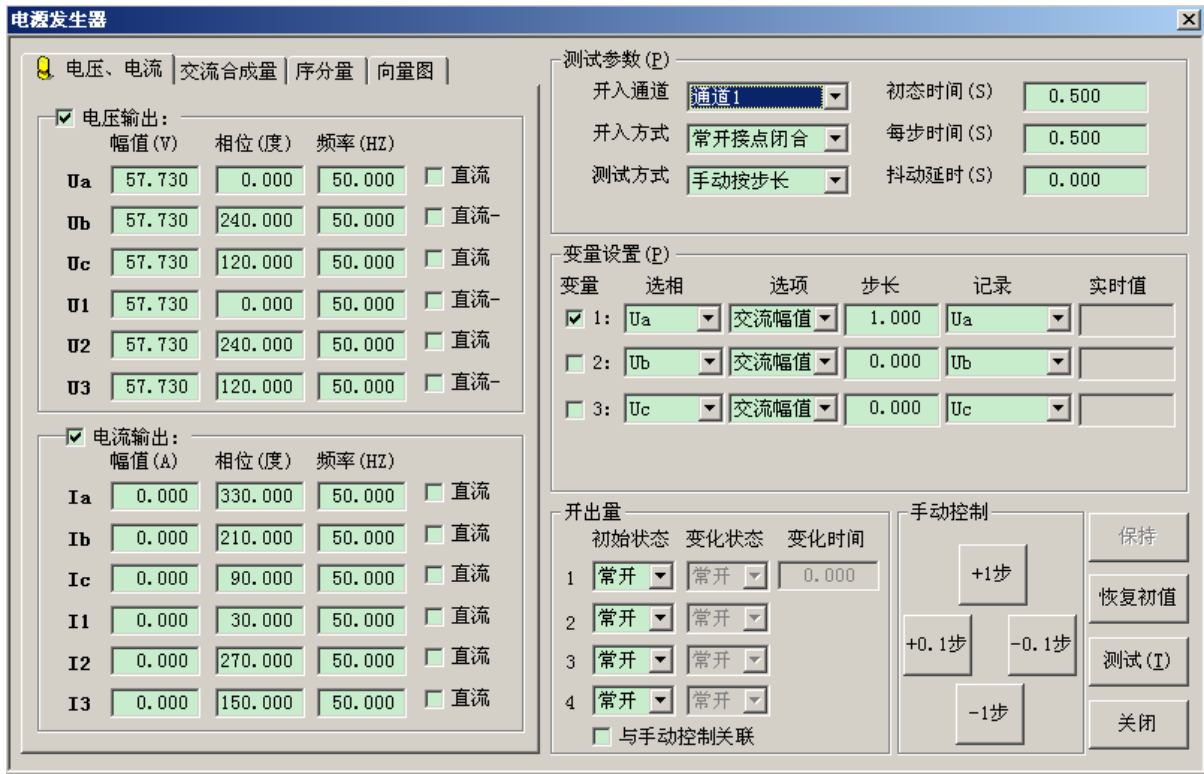


6.6 程控电源

一组模拟输出各种交、直流电源和特定波形的方便实用的通用程序，包括交直流电源、谐波、三角波和方波发生器，可用于各种保护装置动作边界和特性的校验。

6.6.1 电源发生器

可输出幅值、频率、相位以自动或手动方式按步长或速率连续可变的三相或六相交直流电压、电流，是用于测试各种保护装置的各种动作行为的通用程序。



一、测试原理

先输出交直流电流、电压初值，再按给定的步长（速率）改变交直流电流、电压的幅值、频率、相位，找出保护装置的动作值、返回值。

二、测试接线

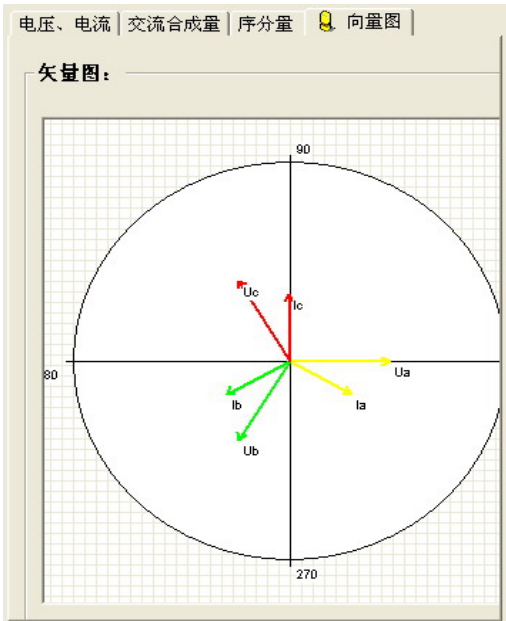
- 1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置相应的各相电压电流输入端子。
- 2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

三、参数设置

1、数据及其显示页面

(1).电压电流

试验前在此输入设置电压、电流各相的交直流的幅值、相位、频率初值，通常预置为交流输出，如果勾选“直流”则指定该项为直流输出。试验过程中会实时显示电压、电流各相的交直流的幅值、相位、频率实际输出值，如果未勾选其中的“重新测试按初值输出”，则试验结束仍保留试验完成后的最终值并作为下次测试的初值，用户可在下次测试前调整修改。



(2).交流合成量

显示线电压、电流和的幅值、相位。

(3).序分量

显示 A、B、C 三相和 1、2、3 相的电压、电流的正序、负序、零序分量的幅值、相位实时值。



(4).相量图

2、测试参数

a.开入通道: 选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

b.开入方式: 选择所接被测保护装置动作接点的类型。

c.初态时间: 输出交直流电流、电压初值的时间, 应大于被测保护装置的复归时间。

d.每步时间: 电流每步变化的间隔时间, 应大于被测保护装置的动作时间整定值。

e.抖动延时: 躲避被测保护装置接点抖动确认接点有效动作的延迟时间。

f.测试方式: 可选手动按步长、自动按步长和自动按速率三种调节变化方式。

①.手动方式下, 通过



方向键控制按给定步长改变电流、电压，此时程序不判接点，由用户自行观察。还可以在试验过程中随时改变试验参数。

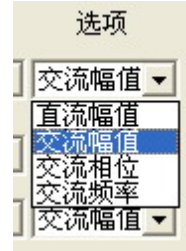
②.自动方式下，电流、电压按给定步长（速率）自动改变，此时程序自动判接点，又有二种控制方式：

只测动作值：测试仪收到动作信号停止输出。

测动作值和返回值：测试仪收到动作信号后自动继续反向减量输出，收到返回信号后停止输出，用于需要找动作返回值的试验。

3、变量设置

可最多设置三个同时变化的变量，每个变量需设置变化相、变化量（直流幅值、交流幅值、相位、频率）、变化步长（按速率变化时为每秒变化量），但只有被勾选的变量才会将在测试送量中变化。测试过程中还会实时显示该变量的实际输出值。



4、开出量

四对开出量输出的初始状态、变化按 1/10 步长增加 ← → 按 1/10 步长减少

其中，“测试方式”选择“手动”，

同时勾选了其中的“与手动控制关联”选项则可在手动控制变量的变化的同时伴随输出接点的翻转。

5、手动控制

在手动按步长变化方式下用来手动控制变量的变化和开出量的翻转。

a.开出量：四对开关量输出的状态（开/闭）。勾选了其中的“关联”选项则可在手动控制变量的变化的同时伴随输出接点的翻转。

b. 未测试时或手动方式下测试时，通过方向键控制按给定步长或其 0.1 倍改变电流、电压的幅值、频率、相位，也可通过按程序界面上的“+1 步”、“-1 步”、“+0.1 步”、“-0.1 步”按钮控制调节。

6、按钮

a.保持：手动方式下点击“保持”按键，修改电压或电流幅值、相位、频率时，送保持前状态量，点击“继续”后，送修改量。

b.恢复初值：测试结束或测试中断后，点击“恢复初值”按键，电压或电流幅值、相位、频率，将恢复到“测试”之前的数据。

四、试验过程和结果显示

1、变化和调节

a.手动方式下通过方向键控制按给定步长或其 0.1 倍改变电流、电压的幅值、频率、相位，也可通过按程序界面上的“+1 步”、“-1 步”、“+0.1 步”、“-0.1 步”按钮控制调节。还可以在试验过程中随时改变试验参数。

b.自动方式下，电流、电压幅值、频率、相位按给定步长（速率）自动改变。

2、数据及其显示页面中实时显示电压、电流各相的交直流的幅值、相位、频率实际输出值，线电压、电流和的幅值、相位，A、B、C 三相和 1、2、3 相的电压、电流的正序、负序、零序分量的幅值、相位实时值，相量图等。变量设置中实时显示各变量的实际输出值。

五、其他事项

1、变化范围限制

a.电压、电流各相交直流的幅值、相位、频率可在硬件规格范围内变化,一旦到达其上限或下限就会停止变化。

b.由于装置性能限制，如果同时输出电流各相幅值之和超过装置的输出设计能力限制，软件会给出提示信息并停止输出，一般直流输出不超过 90A、交流输出不超过 180A。

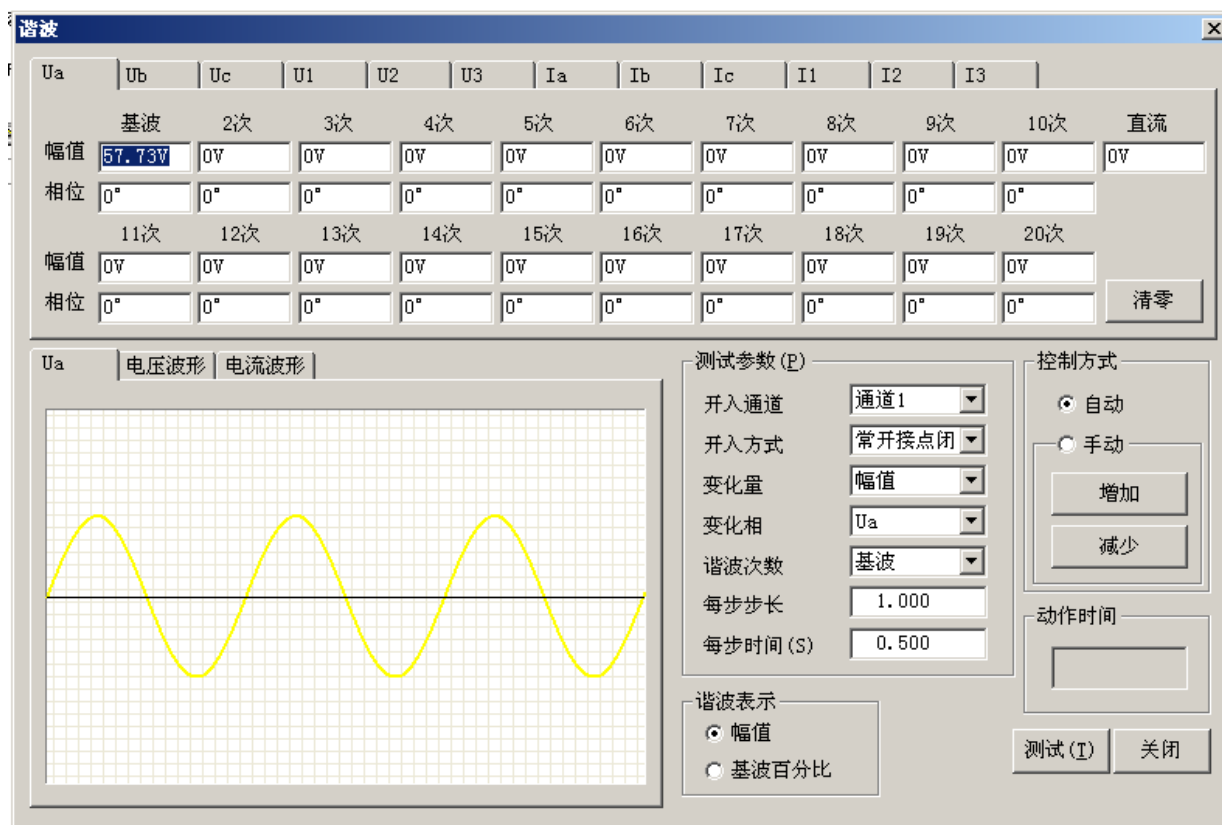
2、大电流限时

根据相关标准，为保证人身和设备安全，手动方式下对 10A 以上电流输出进行了限时关断保护：10-20A 为 90 秒，20A 以上为 15 秒。

3、直流电压有正、负两种输出，其中 U_b 、 U_l (U_x) 为负，其余相为正。

6.6.2 谐波发生器

可在三相 50Hz 基波电流、电压上各相叠加不同的多种谐波（含直流）输出，并可自动/手动调节其中的谐波含量，是用于考察保护装置在叠加谐波情况下的动作行为的通用程序。



一、测试接线

1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置相应的各相电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

二、参数设置

1、测试参数

a.开入通道：选择接被测保护装置动作接点的开入量通道。

b.开入方式：选择所接被测保护装置动作接点的类型。

c.每步步长：电压、电流各相变化步长。

d.每步时间：变化中每步输出时间，应大于被测保护装置的動作时间。

e.变化量：选择变化谐波的含量或相位。

f.变化相：选择要调节变化谐波的相。

g.谐波次数：选择叠加的谐波次数。

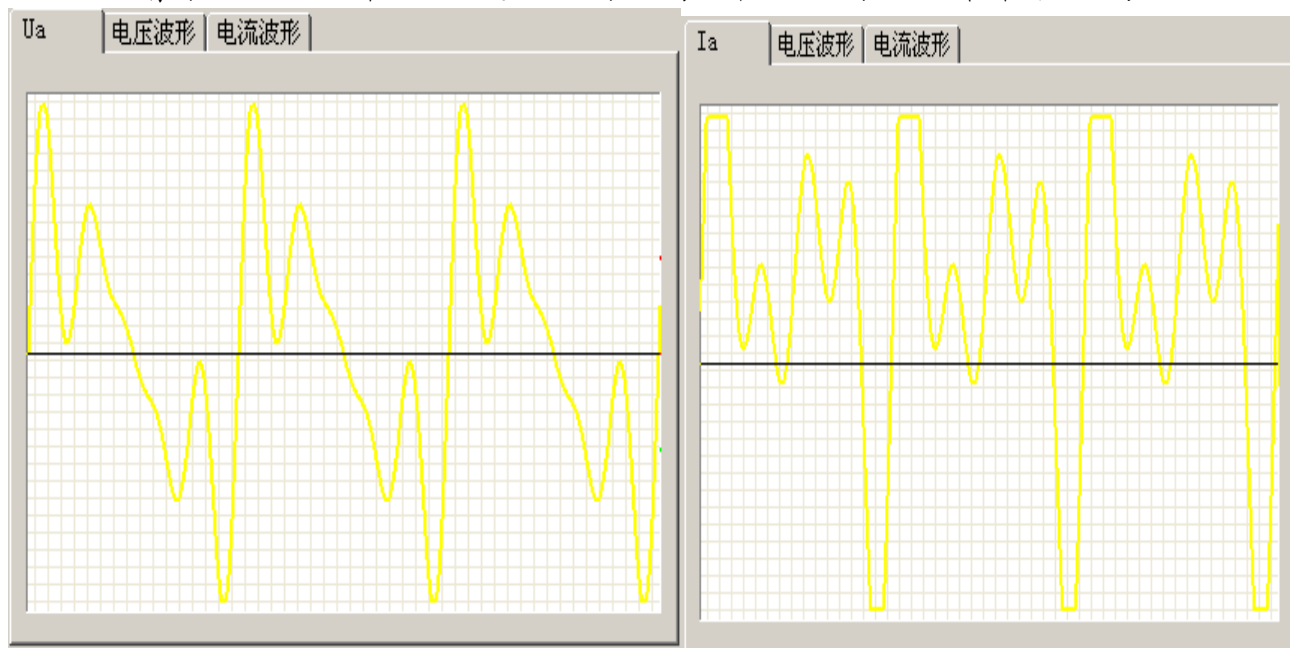
2、谐波表示

选择谐波含量的表示方法：谐波的幅值或谐波的百分比。

3、基波、谐波设置

a.以多页面的方式显示设置各相电流电压基波、谐波的幅值（百分比）和相位。可任意设定叠加直流和 2-19 次谐波。

b.清零按钮：一相电流或电压谐波的幅值（百分比）和相位设为 0



4、控制方式

可选手动按步长、自动按步长二种调节变化方式。

a.手动方式下，通过方向键控制按给定步长改变电流、电压谐波含量或相位，此时程序不判接点，由用户自行观察。

b.自动方式下，电流、电压按给定步长自动改变谐波含量或相位，此时程序自动判接点。

三、试验过程和结果显示

1、测试记录

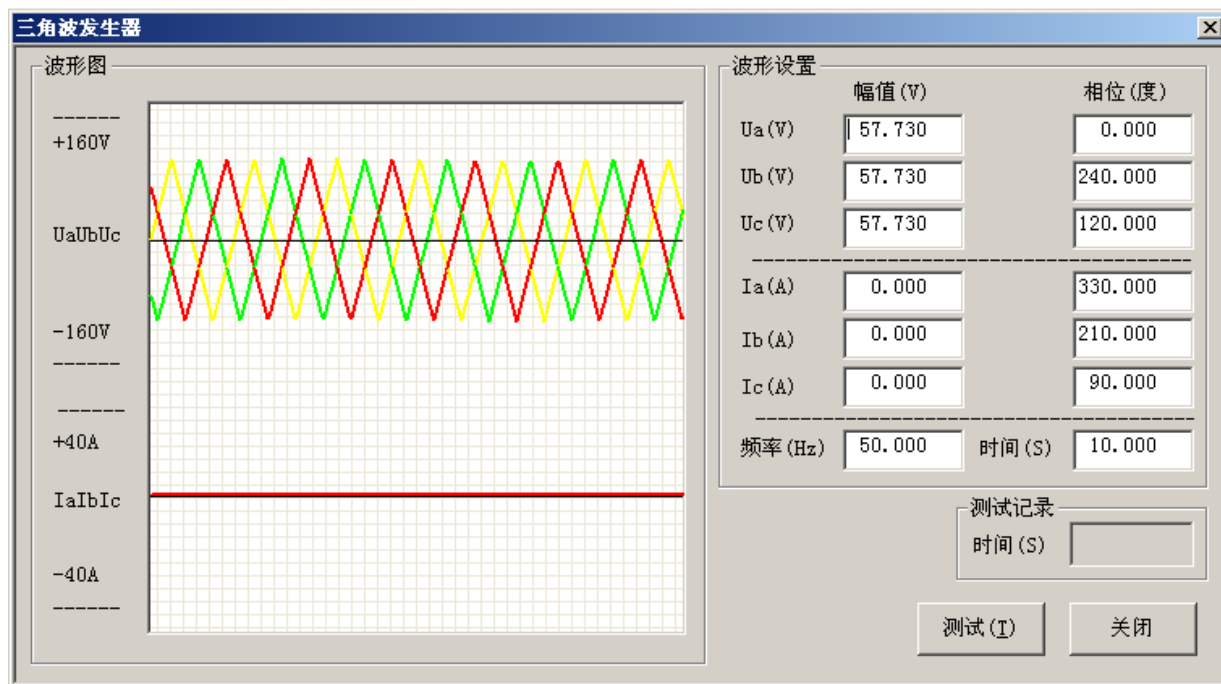
动作时间：显示测试过程的计时走表，直到保护装置动作停止。

2、波形图

显示各相叠加谐波后的波形，每次调整基波或谐波设置后会刷新。

6.6.3 三角波发生器

按给定幅值、频率、相位输出三相三角波电流、电压，用作信号发生器。



一、测试接线

1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置相应的各相电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

二、参数设置

1、波形设置

a. 设置三相电压电流三角波的幅值、相位。

b. 频率：三角波的频率。

c. 时间：输出时间。

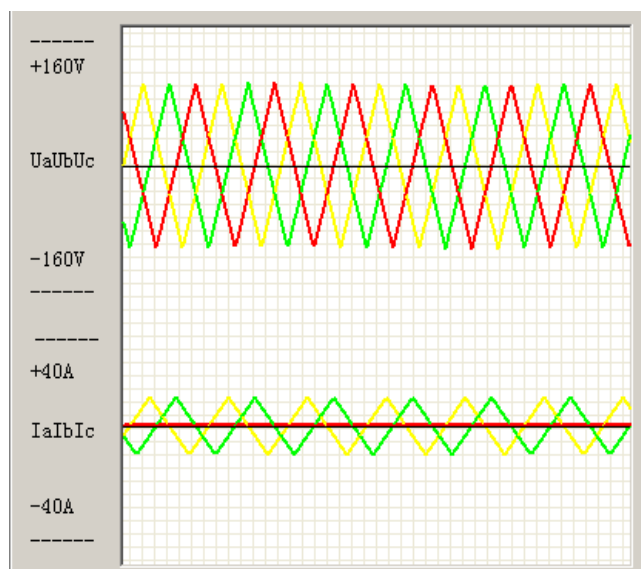
三、试验过程和结果显示

1、测试记录

显示测试过程的计时走表，直到保护装置动作停止。

2、波形图

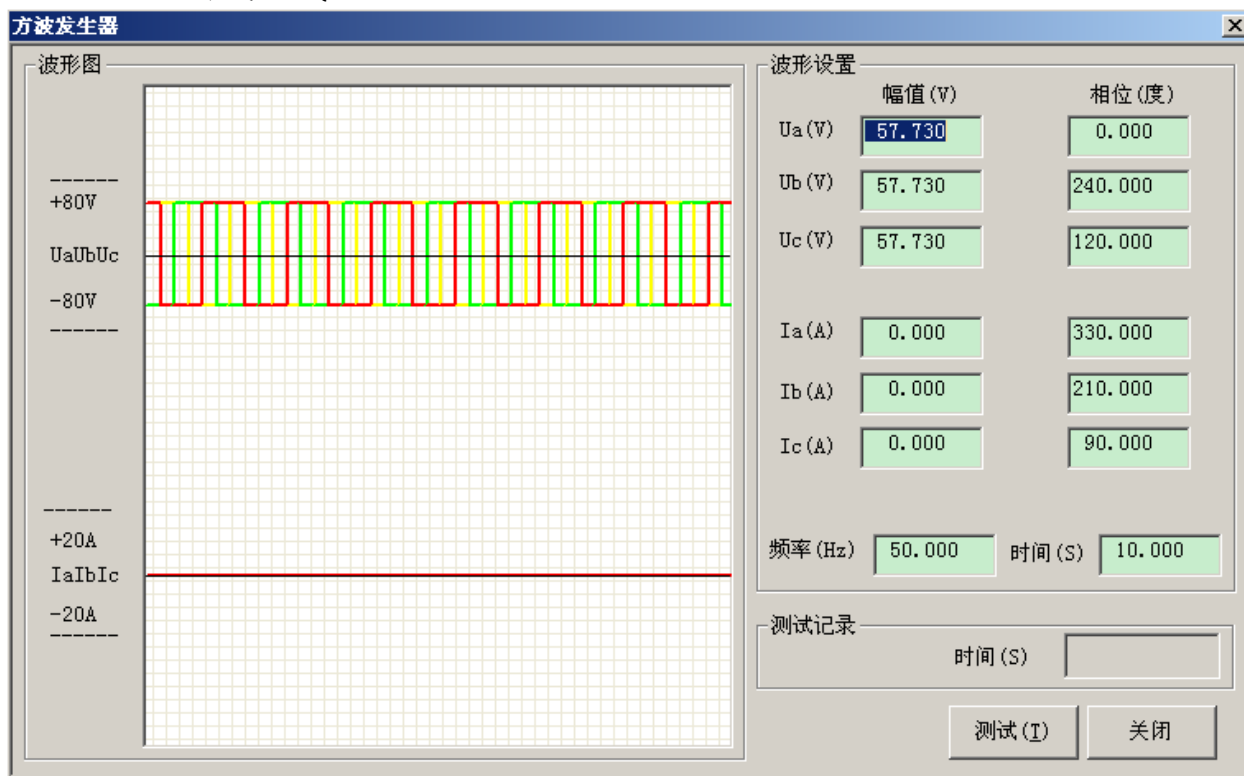
显示各相波形。



6.6.4 方波发生器

按给定幅值、频率、相位输出三相方波电流、电压，用作信号发生器。

一、测试接线



- 1、将继保仪的各相电压电流输出端子接到被测保护装置相应的各相电压电流输入端子。
- 2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测保护装置的動作接点。

二、参数设置

1、波形设置

- a. 设置三相电压电流方波的幅值、相位。
- b. 频率：方波的频率。
- c. 时间：输出时间。

三、试验过程和结果显示

1、测试记录

显示测试过程的计时走表，直到保护装置动作停止。

2、波形图

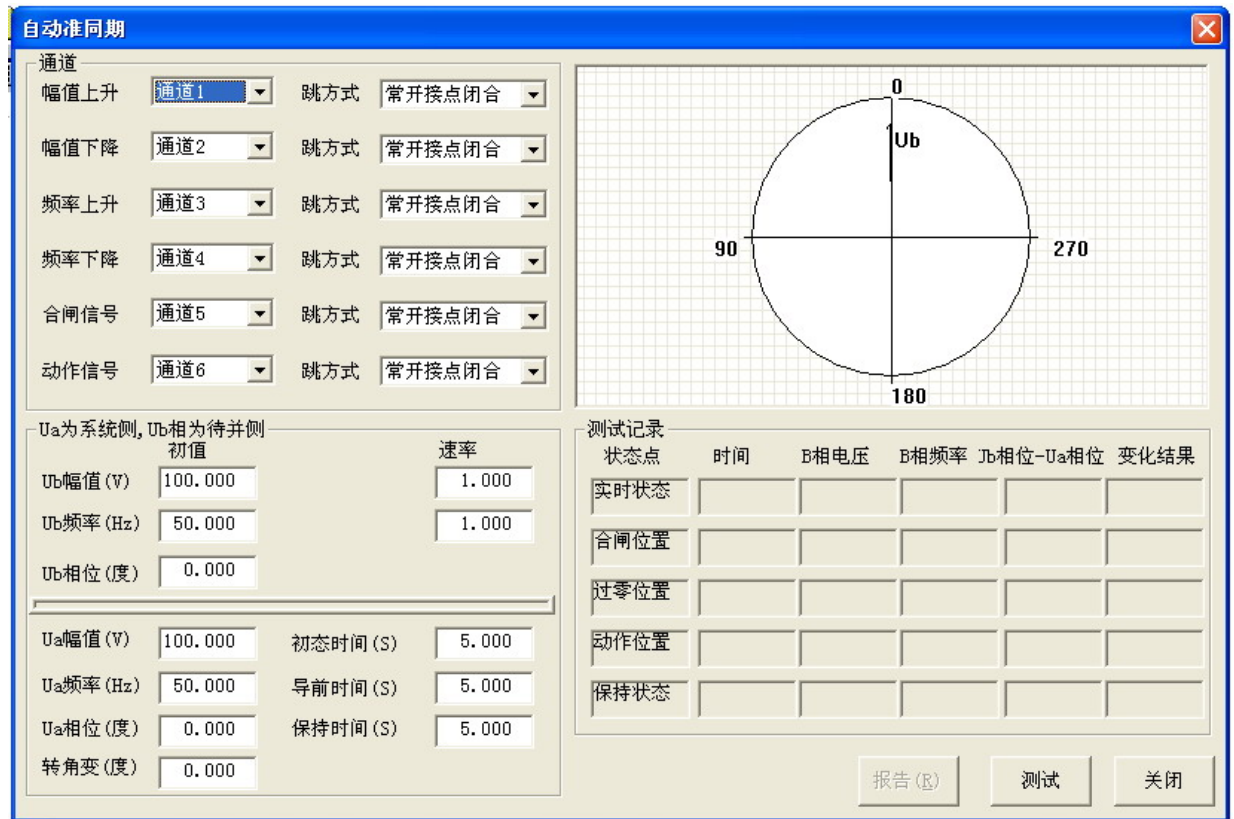
显示各相波形。

6.7 自动装置与表计

专用于各种微机自动装置的程序，以及功率表和毫秒计等实用表计。

6.7.1 同期装置

模拟输出系统侧和待并侧两相交流电压，用于测试自动准同期装置的动作行为。



一、测试功能及其原理

1、先输出幅值、频率、相位不同的 U_a 、 U_b (初态)，同期装置将发出幅值上升或幅值下降，频率上升或频率下降的信号。

2、测试仪根据上升或下降的信号，自动调整 U_b 的幅值、频率，当 U_b 接近 U_a 时，同期继电器应发出合闸信号，此时测试仪记录下合闸位置的时间、压差、频差、相差，并给出过零位置（相差为 0）的时间、压差、频差。

3、测试仪继续输出合闸位置的 U_a 、 U_b ，在导前时间内如收到动作信号，则记录下动作位置的时间、压差、频差、相差（如未收到动作信号，则走完导前时间），再输出同幅、同频、同相的 U_a 、 U_b 后结束。

二、测试接线

1、按接线提示将继保仪的电压输出端子 U_a 、 U_b 接到被测装置的系统侧电压端子和待并侧电压端子。

2、将八对继保仪的开入量端子一一对应接到被测装置的动作接点。

三、参数设置

1、通道

分别设置幅值升降、频率升降、合闸信号、动作信号共八对继保仪的开入量的开入量通道和接点类型。

2、 U_a 、 U_b

系统侧 U_a 和待并侧 U_b 两相交流电压的设置。

a. U_b 幅值、频率、相位的初值、变化终值和变化速率（每秒变化量）。

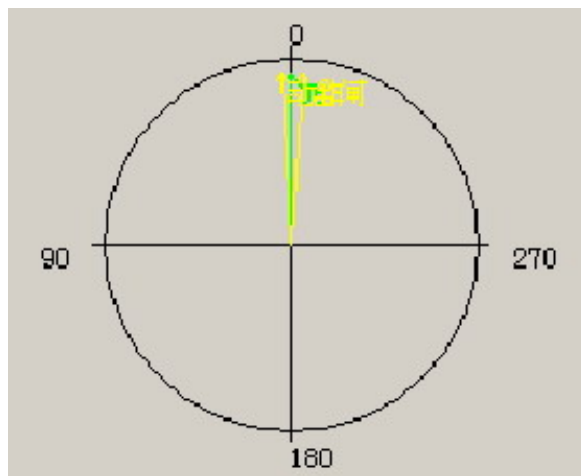
b. U_a 的幅值、频率、相位。

c. 导前时间：输出合闸位置 U_a 、 U_b 的最大时间。

d. 初态时间：输出 U_a 、 U_b 初态的时间。

e. 保持时间：输出同幅、同频、同相的 U_a 、 U_b 的时间。

f. 转角变：合闸瞬间 U_a 与 U_b 最大允许的相差。



四、试验过程和结果显示

1、测试记录

依此显示试验过程中实时、合闸位置、过零位置、动作位置、保持状态的计时、 U_b 幅值、 U_b 频率、 U_a 与 U_b 的相差和变化动作结果。

6.7.2 毫秒计

通过开入量的组合变化控制起表和停表进行精确计时，并可指定不同的模拟量输出。

一、测试功能及其原理

- 1、通过用户设定的八路开入量的状态组合触发起表、停表计时。
- 2、可指定起表前、后不同的模拟量输出。
- 3、可指定四路开出量的初始状态和翻转时间。

二、测试接线

1、将继保仪的 A、B、C 三相电压电流输出端子接到所需输入模拟量的装置对应的电压电流输入端子。

2、将继保仪的八路开入量端子接到控制起表、停表计时的装置的相应接点。

三、参数设置

1、起表前数据设置

The screenshot shows the '毫秒计' (Millisecond Counter) software interface. It contains several sections for configuring the test parameters:

- 起表前数据设置 (Start Data Setting):** A table with columns for Variable (变量), Amplitude (幅值), Phase (相位), and DC (直流). The variables are Ua, Ub, Uc, Ux, Ia, Ib, and Ic. The amplitudes are 57.576 for voltage and 0.000 for current. The phases are 0.000, 120.000, 240.000, 0.000, 330.000, 210.000, and 90.000 respectively.
- 起表后数据设置 (Stop Data Setting):** A similar table with the same values as the start data setting.
- 起表控制 (Start Control):** A section with radio buttons for '逻辑与' (Logic AND) and '逻辑或' (Logic OR). Below are eight input channels (开入1 to 开入8) with checkboxes and dropdown menus for '常开接点闭合' (Normally Open Contact Closed).
- 停表控制 (Stop Control):** A section with radio buttons for '逻辑与' (Logic AND) and '逻辑或' (Logic OR). Below are eight input channels (开入1 to 开入8) with checkboxes and dropdown menus for '常开接点闭合' (Normally Open Contact Closed).
- 开出量 (Output):** A table with columns for Channel (通道), State (状态), and Time (时间). It shows four channels, all with '常开' (Normally Open) state and '0' time.
- 测试记录 (Test Record):** Fields for '等待时间(S)' (Waiting Time (S)) and '测量时间(S)' (Measurement Time (S)).
- Buttons:** '测试(T)' (Test (T)) and '关闭' (Close) buttons.

该网格中可输入设置起表前 A、B、C 三相 50Hz 交流电压电流输出的幅值、相位，也可以设置成直流输出。

2、起表后数据设置

该网格中可输入设置起表后 A、B、C 三相 50Hz 交流电压电流输出的幅值、相位，也可以设置成直流输出。

3、起表控制

可选择并设置起表控制所接的通道、状态和逻辑组合。

4、停表控制

可选择并设置停表控制所接的通道、状态和逻辑组合。

5、开出量

四对开关量输出的起始状态（开/闭）及其翻转时间。

四、试验过程和结果显示

- 1、等待时间：显示开始测试到起表动作的这段时间的走表计时。
- 2、测量时间：起表开始计时，测量时间从 0S 开始增大，直到停表结束计时则为测量时间。

6.7.3 功率表

模拟输出幅值相位均可变的三相交流电流和电压，显示出当前各相的功率因素、视在功率、有功功率和无功功率，用于功率表的输出监视。

功率输出显示

交流输出								
	幅值 (V)	步长 (V)	相位 (度)	幅值 (A)	步长 (A)	相位 (度)		
A相	57.730	0.000	0.000	0.000	0.000	330.000		
B相	57.730	0.000	240.000	0.000	0.000	210.000		
C相	57.730	0.000	120.000	0.000	0.000	90.000		

功率显示						
功率因素	一次			二次		
	视在功率 (MVA)	有功功率 (MW)	无功功率 (MVar)	视在功率 (VA)	有功功率 (W)	无功功率 (Var)
A相	0.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
B相	0.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C相	0.866	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
ABC三相总和:	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

一次/二次比例		空接点	
PT变比	110.000KV / 100.000V	1 常开	3 常开
CT变比	500.000KA / 5.000A	2 常开	4 常开
		☐ 关联 (+ -按钮)	

测试 关闭

一、测试原理

输出三相交流电流和电压，根据整定的步长手动改变幅值及相位，实时显示功率因素、视在功率、有功功率和无功功率。

功率因素 = $\cos(\text{电流相位} - \text{电压相位})$

视在功率 = 电压 × 电流

有功功率 = 视在功率 × 功率因素

无功功率 = 视在功率 × $\sin(\text{电流相位} - \text{电压相位})$

本程序的计算输出用于二次侧，对于一次侧只要在程序计算结果上

引入变比参与运算即可。

二、测试接线

1、将继保仪的电压电流输出端子 (U_a 、 U_b 、 U_c 、 U_N 和 I_a 、 I_b 、 I_c 、 I_N) 接到表计相应的电压电流输入端子。

三、参数设置

1、交流输出

可设置 A、B、C 三相交流电压电流的幅值、相位初值及其变化步长。

2、可设置 PT、CT 的变比。

3、空接点

四对开关量输出的状态 (开/闭)。勾选了测试方式中的“关联”选项则可在手动控制变量的变化的同时伴随输出接点的翻转。

四、试验过程和结果显示

1、手动控制：通过按“增加”、“减少”键控制增加或减少电流、电压的幅值、相位。

2、功率显示

显示变化过程中的 A、B、C 三相交流电的功率因素及一、二次的视在功率、有功功率和无功功率。

6.7.4 备自投

模拟进线失压和进线开关跳闸，考察备自投装置动作情况。

备自投									
额定数据设置									
运行电源额定电压 U_y' (V) $U_a U_b U_c$ 正序对称 = 57.750					备投电源额定电压 U_b' (V) $U1 U2 U3$ 正序对称 = 57.730				
运行电源额定电流 I_y' (A) I_a = 0.300					备投电源额定电流 I_b' (A) $I1$ = 0.300				
一态数据设置									
开入通道	无	一态 U_y''	= 1.000 倍 U_y'	1	常开	☐	翻转	时间 (S)	
开入方式	无	一态 I_y''	= 1.000 倍 I_y'	2	常开	☐	翻转	时间 (S)	
一态时间 (S)	5.000	一态 U_b''	= 1.000 倍 U_b'	3	常开	☐	翻转	时间 (S)	
		一态 I_b''	= 1.000 倍 I_b'	4	常开	☐	翻转	时间 (S)	
控制方式									
☒ 开入控制									
☐ 时间控制									
二态数据设置									
跳闸开入	通道1	二态 U_y''	= 0.000 倍 U_y'	1	常开	☒	翻转	时间 (S)	0.500
开入方式	常开接点	二态 I_y''	= 0.000 倍 I_y'	2	常开	☐	翻转	时间 (S)	
二态时间 (S)	5.000	二态 U_b''	= 1.000 倍 U_b'	3	常开	☐	翻转	时间 (S)	
		二态 I_b''	= 1.000 倍 I_b'	4	常开	☐	翻转	时间 (S)	
测试记录									
一态 5.000									
二态 0.787									
三态 4.500									
三态数据设置									
合闸开入	通道4	三态 U_y''	= 0.000 倍 U_y'	1	常开	☐	翻转	时间 (S)	
开入方式	常开接点	三态 I_y''	= 0.000 倍 I_y'	2	常开	☐	翻转	时间 (S)	
三态时间 (S)	10.000	三态 U_b''	= 1.000 倍 U_b'	3	常开	☐	翻转	时间 (S)	
		三态 I_b''	= 1.000 倍 I_b'	4	常开	☐	翻转	时间 (S)	
报告 (R)									
测试 (T)									
关闭									

一、测试原理

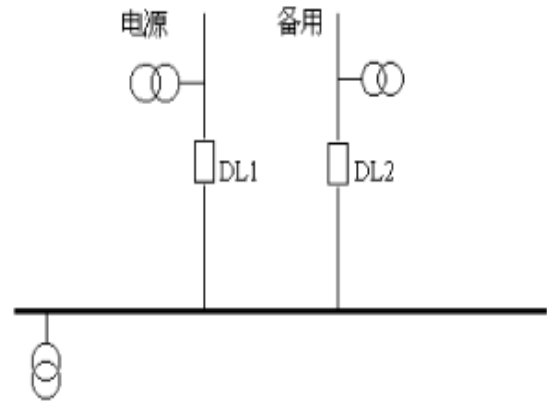
根据备投逻辑输出三态模拟量，一态为正常态，二态为故障态，等待运行段跳闸，三态为跳闸后等待备用电源端合闸。各态均可设置输出接点的初始状态和翻转时间，从而可以模拟控制试验所需的开关或接点。

以下图接线形式为例，备用电源自动投入的过程分为两步：

第一步：当检测到母线失电，DL1 处于合位，电源的电流消失，此时应该跳开 DL1。

第二步：当检测 DL1 处于分位，DL2 处于分位，备用电源有压，此时应该合上 DL2。

备自投程序输出六相电压，其中三相模拟运行电源的电压，另外三相模拟备用电源电压，通过模拟运行电源端失压考察备自投装置动作行为。



一态为正常态，线路由运行电源供电，DL1 处于合位，DL2 处于分位。

二态为故障态(判跳闸)，DL1 处于合位，DL2 处于分位，母线失电，等待 DL1 跳闸，切除有故障运行电源。

三态为故障态(判合闸)，DL1 处于分位，DL2 处于分位，备用电源正常，等待 DL2 合闸，将备用电源投入供电。

接线方式及备投逻辑因设备及保护装置而异。

二、测试接线

1、将继保仪的 A、B、C 相电压电流输出端子接到被测装置相应的运行电源电压电流输入端子，将继保仪的 1、2、3 相电压电流输出端子接到被测装置相应的备用电源电压电流输入端子。

2、选择一对继保仪的开入量端子接到被测装置的运行电源跳闸接点，另一对继保仪的开入量端子接到被测装置的备用电源合闸接点。

3、将若干对模拟断路器的动合接点或继保仪的开出量端子接入被测装置相应的各开关状态的开入量端子，以模拟母联开关和各电源开关的动合状态。

三、参数设置

1、额定数据设置

a.设置模拟运行电源电压电流输出相及其相应的幅值。

b.设置模拟备用电源电压电流输出相及其相应的幅值。

2、一态数据设置

a.设置模拟运行电源和备用电源的电压电流一态时输出的幅值与额定数据的倍数。

b.设置一态送量时间，应大于被测装置的充电复归时间。

c.选择一态模拟各开关状态的开出量通道及其初始状态和翻转时间。

3、二态数据设置

a.设置模拟运行电源和备用电源的电压电流二态时输出的幅值与额定数据的倍数。

b.设置二态送量时间，应大于运行电源跳闸时间。

c.选择二态模拟各开关状态的开出量通道及其初始状态和翻转时间。

d.选择二态接入运行电源跳闸接点的开入量通道(1-4)和接点类型。

4、三态数据设置

a.设置模拟运行电源和备用电源的电压电流三态时输出的幅值与额定数据的倍数。

b.设置三态送量时间，应大于备用电源合闸时间。

c.选择三态模拟各开关状态的开出量通道及其初始状态和翻转时间。

d.选择三态接入备用电源合闸接点的开入量通道(5-8)和接点类型。

5、控制方式

按时间控制：收到接点信号进入下一状态，未收到接点信号走完给定时间后进入下一状态。

按接点控制：收到接点信号进入下一状态，未收到接点信号走完给定时间后结束试验。

四、试验过程和结果显示

1、测试记录

显示一、二、三态的计时走表和动合时间。

第七章 系统配置

7.1 标准配置

微机继电保护测试系统主机	一台
高强度铝合金或工程塑料主机包装箱	一只
测试导线	一包
电源线 250V/10A	一根
100M RJ45 网络跳线	一根
RS232 串口连接线	一根
配套软件及说明书光盘(详见光盘上的说明文件)	一张
保险管 3A、20A	各四个
保险管 0.5A	四个

第八章 维护与服务

8.1 维护

1、主机接通电源，液晶屏、主机风扇无响应。

原因：①供电电源电压过高或过低；

②主机 3A 保险熔断。

解决方法：①降低或升高电压（主机要求 180-250V）；

②换安装在后面板上的 3A 保险。

2、合上功放电源开关，功放指示灯不亮。

原因：主机 20A 保险熔断。

解决方法：换安装在后面板上的 20A 保险。

3、试验中，电脑屏幕显示“通讯超时”、“当前通讯口被占用”、“发送数据失败”或“接收数据失败”等通讯传输出错信息。

原因：①内部通讯忙或阻塞。

②外接 PC 机与主机内置程序同时输出送量。

解决方法：关闭测试仪电源，保证外接 PC 机与主机内置程序不同时工作，重新启动再试；

4、合上 110V/220V 辅助直流电源开关，辅助直流电源指示灯不亮或无输出。

原因：主机 0.5A 保险熔断。

解决方法：换安装在后面板上的 0.5A 保险。

如仍不能解决问题，请联系厂家或附近的代理商修理。非我公司专业人员或我公司指定的代理商，请勿自行打开主机箱修理，以免产生不应有的后果。

8.2 服务

微机继电保护测试系统通过了各种严格的测试和评估，其品质得到了全面有效的保证。同时，我们还将提供以下服务：

1、本仪器主机免费保修三年，终身维护，免费软件升级，用户选配电脑、U 盘及仪器内置的工控机及配套的配件液晶屏、触摸屏、触控板等由其生产厂家负责保修。

- 2、售后三个月有质量问题，免费更换主机。
- 3、本公司负责培训，地点可选择我公司或用户处。

附录一 三相变压器差动保护的平衡系数计算

the balance coefficient calculation for differential relay of three phases transformer

摘要：差动继电器按环流平衡原理工作，包含对流入、流出保护设备的电流进行幅值和相位的比较。在外部故障时，这个合成电流（乘平衡系数 k_1, k_2 ）流过运行继电器 ($k_1 \times I_1 - k_2 \times I_2$) 的值应等于零。本文分析了平衡系数计算。

Abstract : A differential relay operate is the circulating current principle. It involves a direct comparison of the magnitude and phase of the current entering and leaving the protected equipment. under external faults the composed current (multiply balance coefficient k_1, k_2) through operating relay ($k_1 \times I_1 - k_2 \times I_2$) should be zero. This paper analysis The balance coefficient calculation

关键词：变压器、差动保护、平衡系数

Keywords: transformer, differential relay, balance coefficient

1. 变压器差动保护的平衡系数

对具有多电压等级的变压器而言，短路功率的流动的正方向，都规定以母线流向变压器的方向为正方向。对差动保护而言，区外故障时，动作臂的合成电流之代数和应等于零。

变压器差动保护的试验装置，要模拟变压器内部或外部故障时的高、低压两侧电流的幅值和相位。

实际上高、低压电流相位的改变是源于变压器的接线组别，因而继电保护试验装置送出电流的幅值和相位，是模拟变压器以及经过各侧电流互感器 TA 转换移相后的电流。

为了简化先讨论 Y/Y 变压器的情况，由于各侧变压器变比、电流互感器变比不同，所以区外故障时，只有流入到差动保护的各侧二次电流的标么值，才能满足克希荷夫第一定律，如公式 (1.1)，其中 K_{PH} 、 K_{PM} 、 K_{PL} 是各侧的平衡系数。所谓平衡系数就是用高压侧（选高压为基准侧）的二次基准额定电流 i_{eH} 除以各侧二次回路的额定基准电流 i_{eX} ，高、中、低三侧的平衡系数计算如公式 (1.2)。

$$K_{PH} \times i_{KH} + K_{PM} \times i_{KM} + K_{PL} \times i_{KL} = 0 \dots\dots\dots (1.1)$$

$$K_{PH} = \frac{i_{eH}}{i_{eH}} = 1; K_{PM} = \frac{i_{eH}}{i_{eM}}; K_{PL} = \frac{i_{eH}}{i_{eL}} \dots\dots\dots (1.2)$$

2. 采用六相电流的继电保护试验装置

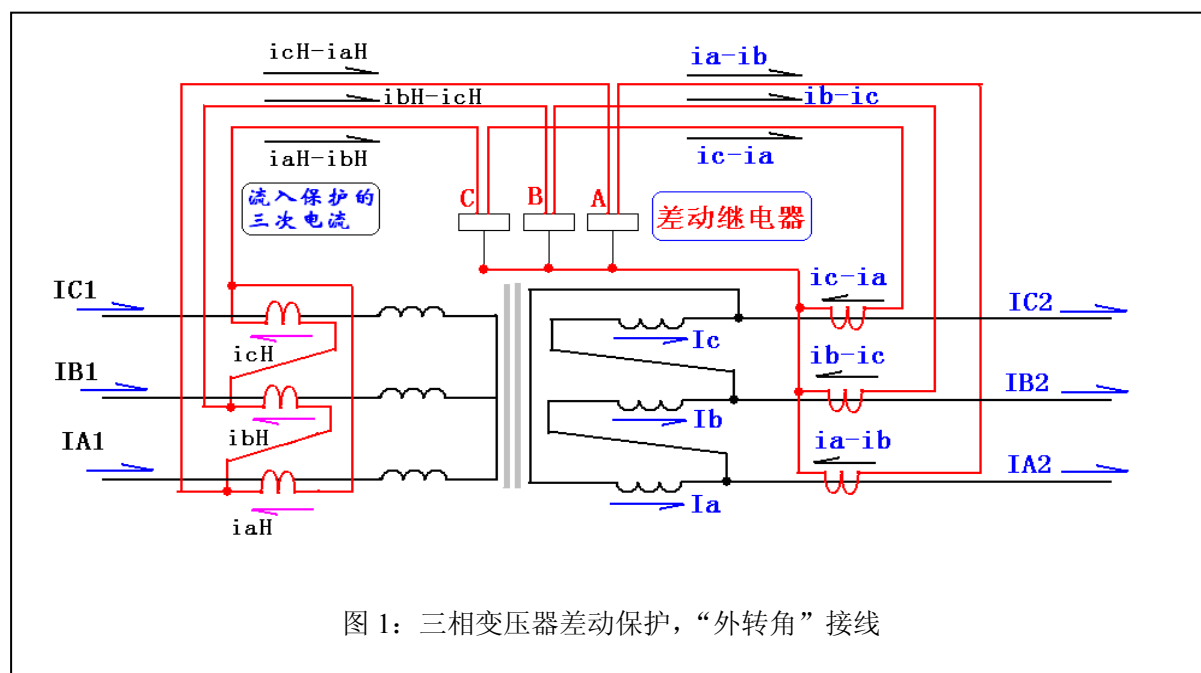
对差动保护模拟试验而言，不论三线圈变压器，还是两线圈变压器，都采用一侧加电源，另一侧模拟故障，第三侧开路方式，所以它们两者的模拟试验都是一样的，若采用六相电流的继电保护试验装置，用来模拟三相短路是既方便又简单的试验方法。

绕在同一铁心柱上的各个线圈，只要绕向相同，就具有相同波形，或相同的基波相位。如图 1，一般 Y/Δ-11 接线的变压器，在 Δ 侧线圈的三角形内的电流 I_a 、 I_b 、 I_c 分别和 Y 侧的线圈电流 I_{A1} 、 I_{B1} 、 I_{C1} 同相，且电流比等于相电压的反比，如公式 (2.1)。在变压器 Δ 侧三角形外合成的电流 I_{A2} 、 I_{B2} 、 I_{C2} 由相邻两相电流差得出，如公式 (2.2)。以 Y 侧 I_{A1} 为时钟长针，Δ 侧外的 I_{A2} 为时钟短针，就构成 11 点的向量关系。

$$\frac{I_{A1}}{I_a} = \frac{I_{B1}}{I_b} = \frac{I_{C1}}{I_c} = \frac{\sqrt{3}U_L}{U_H} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$I_{A2} = I_a - I_b; I_{B2} = I_b - I_c; I_{C2} = I_c - I_a; \dots\dots\dots (2.2)$$

3. “外转角”硬件移相：各侧电流的相位移相问题由电流互感器 TA 外部接线解决，剩下的是二次额定电流和接线系数的关系问题。为了简化，先计算出变压器的二次额定电流 i_{ex} ，TA 的三角形接线会使输入到差动保护的三次电流，进行移相，且电流增大 1.732 倍，如公式 (3.2)；而 TA 的 Y0 接线输入到差动保护的三次电流和二次电流保持相同，即接线系数为 1。输入差动保护的三次电流 i_{kH3} (i_{kL3}) 由软件乘平衡系数后再求和，如公式 (3.7)，区外故障试验时 (3.7) 式应等于零，所以由继电保护试验装置输出的模拟电流 i_{kH3} (i_{kL3})，应该和三次额定电流 i_{eH3} (i_{eL3}) 成比例，如公式 (3.5)。



接线系数 K_{jx} : TA 星形接线时 $K_{jx}=1$, 三角形接线时 $K_{jx}=\sqrt{3}$

以高压 Y 侧为例: 二次额定电流: $i_{eH} = \frac{S_e}{\sqrt{3}U_{eH} \times N_H}$;.....(3.1)

三次额定电流 (TA 按 Δ 接线): $i_{eH3} = i_{eHA} - i_{eHB} \Rightarrow \sqrt{3}i_{eH}$(3.2)

以低压 Δ 侧为例: 二次额定电流: $i_{eL} = \frac{S_e}{\sqrt{3}U_{eL} \times N_L}$;.....(3.3)

三次额定电流 (TA 按 Y 接线): $i_{eL3} = i_{eL}$(3.4)

模拟三次故障电流: $i_{KH3} = m \times i_{eH3}$; $i_{KL3} = -m \times i_{eL3}$;.....(3.5)

平衡系数: $K_{PH} = \frac{i_{eH}}{i_{eH3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$; $K_{PL} = \frac{i_{eH}}{i_{eL3}} = \frac{U_{eL}N_L}{U_{eH}N_H} = \frac{U_{eL}N_L}{U_{eH}N_H}$;.....(3.6)

动作臂电流: $m \times |K_{PH} \times i_{eH3} - K_{PL} \times i_{eL3}| \Rightarrow 0$ (区外故障时).....(3.7)

“外转角”硬件移相的特点是二次和三次额定电流的幅值不一定相等, 平衡系数计算如公式 (3.6), 试验设备提供给保护装置的也是三次模拟电流。

4 “内转角”软件移相: 对微机保护而言, TA 接线一律采用 Y 接线, 各侧电流的相位移相问题由软件按公式 (4.1a) 在内部计算解决, 这种方法称为“内转角”软件移相。即电流虽被移相, 但幅值保持不变, TA 的接线系数始终等于 1, 或更准确地说“内转角”只进行电流差运算, 它滤去零序分量, 而保持正序 (负序) 分量的幅值不变, 对六相电流而言模拟三相短路, 属纯正序。

但必须注意, 有的厂家软件移相按公式 (4.1b) 计算, 它和外转角计算公式相同, 我们也称它为“外转角”移相, 这种不统一的做法, 使得使用者必须十分注意。

总之, 采用软件移相时, 送给继电器的电流只能是二次电流, 三次电流是我们触摸不到的。

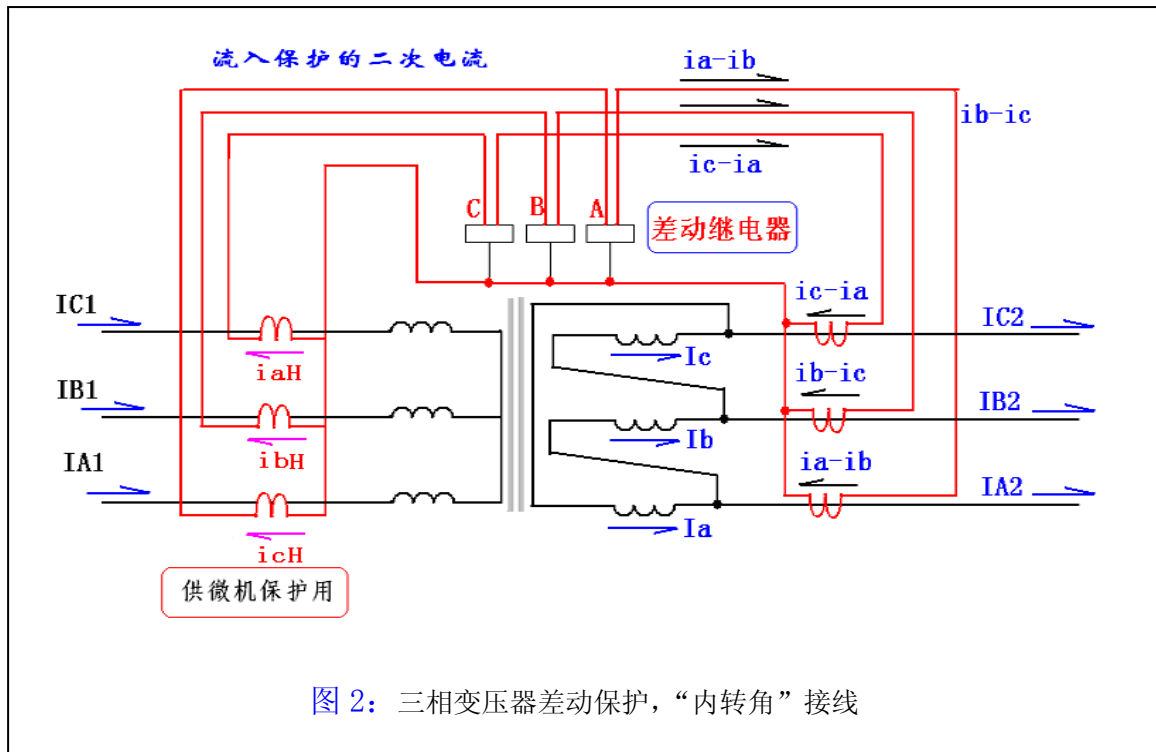
$$i_{a3} = \frac{i_{aH} - i_{bH}}{\sqrt{3}}; i_{b3} = \frac{i_{bH} - i_{cH}}{\sqrt{3}}; i_{c3} = \frac{i_{cH} - i_{aH}}{\sqrt{3}}; \dots\dots\dots(4.1a)$$

$$i_{a3} = i_{aH} - i_{bH}; i_{b3} = i_{bH} - i_{cH}; i_{c3} = i_{cH} - i_{aH}; \dots\dots\dots(4.1b)$$

对软件“内转角”[按(4.1a)式]移相而言, 在三相短路时, 二次电流和三次电流在数值上相等, 所以平衡系数计算如(4.2)式。

$$\text{平衡系数: } K_{PH} = \frac{i_{eH}}{i_{eH3}} = 1; K_{PL} = \frac{i_{eH}}{i_{eL3}} = \frac{U_{eL}N_L}{U_{eH}N_H} = \frac{U_{eL}N_L}{U_{eH}N_H}; \dots\dots\dots(4.2)$$

对软件“外转角”[按(4.1b)式]移相而言, 其平衡系数计算仍按 (3.6) 式计算。



例：有一两线卷变压器参数为 31.5MVA、电压为 110/38.5KV、变压器接线方式 Y/△-11、微机保护互感器全部按 Y0 接线，TA 变比分别为 40、100。要求出执行“内转角”[公式 (2.1a)]后，各侧应加的试验电流。首先计算各侧的二次电流额定值为：

$$\text{高压侧二次额定电流: } i_{eH} = \frac{31500}{\sqrt{3} \times 110 \times 40} = 4.14 \text{ 安} \dots (4.3)$$

$$\text{低压侧二次额定电流: } i_{eL} = \frac{31500}{\sqrt{3} \times 38.5 \times 100} = 4.72 \text{ 安} \dots (4.4)$$

“内转角” [(2.1a)]时的平衡系数计算：

$$\text{高压侧三次额定电流: } i_{eH3} = i_{eH} = 4.14 \text{ 安} \dots (4.5)$$

$$\text{低压侧三次额定电流: } i_{eL3} = i_{eL} = 4.72 \text{ 安} \dots (4.6)$$

$$\text{高压侧平衡系数: } K_{P.H} = \frac{i_{eH}}{i_{eH3}} = 1 \dots (4.7)$$

$$\text{低压侧平衡系数: } K_{P.L} = \frac{i_{eH}}{i_{eL3}} = \frac{4.14}{4.72} = 0.877 \dots (4.8)$$

$$\text{各侧模拟二次电流: } i_{KH} = 0.877 \times i_{KL} \dots (4.9)$$

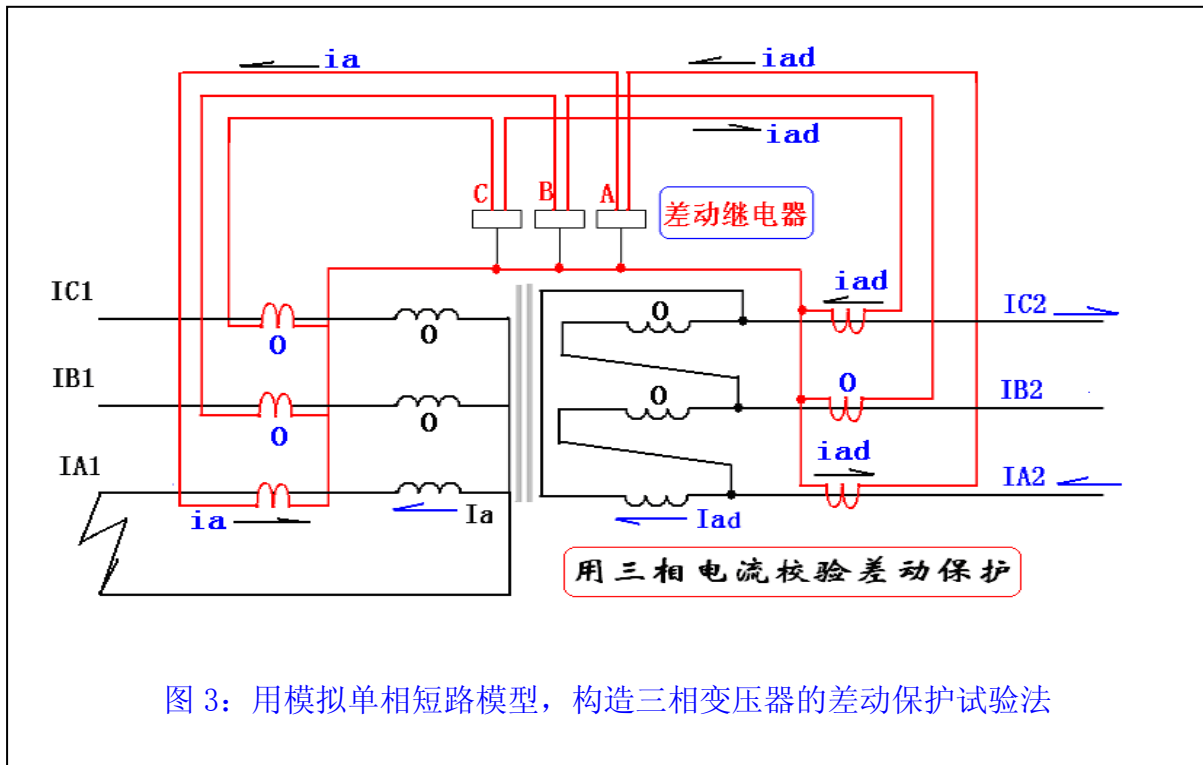
$$\text{动作臂电流: } m \times |K_{PH} \times i_{eH3} - K_{PL} \times i_{eL3}| \Rightarrow 0 (\text{区外故障时}) \dots (4.10)$$

$$\text{动作臂电流: } m \times |K_{PH} \times i_{eH} - K_{PL} \times i_{eL}| \Rightarrow 0 (\text{区外故障时}) \dots (4.11)$$

可见施加模拟试验的电流，只和二次额定电流有关。即使在三相短路的情况下，三次电流和二次电流相位是不同的，但采用（2.1a）式却保证三次电流和二次电流的数值相同，使概念变得简单。

5. 用三相电流试验三相变压器的差动保护

关键是选择合适的故障类型，使需要模拟电流的相数不超过 3 个。“内转角”的差动保护接线：如图 3，在 Y0 侧发生 A 相单相短路，即 $I_{A1}=I_a$ ， $I_{B1}=I_{C1}=0$ 。所以 Y0 侧二次电流，只有 i_a ，而其他两相二次电流都是零。线圈电流依绕在同一铁心柱上的线圈具有相同的波形，在变压器三角形线圈内的电流只有 I_{ad} 正比于 I_a ，而



$I_{bd}=I_{cd}=0$ ，而在三角形外电流依 $I_{A2}=I_{ad}-I_{bd}=I_{ad}$ ， $I_{B2}=I_{bd}-I_{cd}=0$ ，

$I_{C2}=I_{cd}-I_{ad}=-I_{ad}$ 。如图 3，用模拟单相 KA 短路，只需要提供 i_a ， i_{ad} ， $-i_{ad}$ 的三个二次模拟电流，就能满足要求。更简化一点，只需提供 i_a 和 i_{ad} 两个电流就行了。试验电流相互关系可按（5.1）式考虑。

按单相功率平衡关系可得： $I_a \times \frac{U_H}{\sqrt{3}} = I_{ad} \times U_L \dots\dots\dots(5.1)$

高压侧二次电流分量： $i_a = \frac{I_a}{N_H} \dots\dots\dots(5.2)$

低压侧二次电流分量： $i_{ad} = \frac{I_{ad}}{N_L} = -I_a \frac{U_H}{\sqrt{3}U_L N_L} = -i_a \frac{U_H N_H}{\sqrt{3}U_L N_L} \dots\dots\dots(5.3)$

高压侧三次电流：

$$i_{a3.H} = \frac{i_a - i_b}{\sqrt{3}} = \frac{i_a}{\sqrt{3}}; i_{b3.H} = \frac{i_b - i_c}{\sqrt{3}} = 0; i_{c3.H} = \frac{i_c - i_a}{\sqrt{3}} = -\frac{i_a}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots(5.4)$$

低压侧三次电流：

$$i_{a3.L} = i_{ad}; i_{b3.L} = 0; i_{c3.L} = -i_{ad} \dots\dots\dots(5.5)$$

区外故障三次电流平衡条件： $i_{a3.H} \times K_{PH} + i_{a3.L} \times K_{PL} = \frac{i_a}{\sqrt{3}} + i_{ad} \times \frac{U_L N_L}{U_H N_H} = 0 \dots\dots\dots(5.6)$

平衡系数 $K_{PH} = 1; K_{PL} = \frac{U_L N_L}{U_H N_H} \dots\dots\dots(5.7)$

可见用三相电流试验区外故障, 其各侧平衡系数的关系也是和六相电流试验的结果一样。

6. 结论：

1, 对硬件“外转角”移相, 从两侧电流互感器和变压器整体组合看, 已是 Y/Y-12 结构。本文推荐先计算各侧的三次额定电流, 各侧三次模拟故障电流大小, 正比于各自的三次额定电流。试验模拟的也是三次电流。

2. 对软件“内转角”移相, 只有各侧三次电流才能彼此相位相同, 所以平衡系数是针对三次电流而言的。模拟区外故障时, 送给继电器的是二次电流, 三次电流是我们触摸不到的。

3. 对软件“外转角”移相, 选高压侧为基准侧, 以高压基准侧的二次额定电流除以各侧三次额定电流就得到相应各侧的平衡系数。模拟区外故障时, 送给继电器的是二次电流, 三次电流是我们触摸不到的。

特别声明

本说明书版权归我公司所有，除合法用户的正当使用外，其他单位和个人未经权利人许可均无权自行复制、发放、修改和引用。

本说明书的内容及其相关产品的功能、性能、外观、结构、操作、配置、服务等全部特性有可能发生变更和修改，恕不另行通知。