

ONLY[®] 昂立电气



ONLY系列计算机自动化测试调试(继电保护)系统

用户手册

尊敬的用户：

感谢您使用本公司生产的 ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统
希望本手册能够为您对本公司产品的熟悉和使用提供尽可能详细的帮助信息。

如果仍有未尽之处，或者您需要其他的技术支持和服务，

欢迎致电客户中心：020-84797298, 87667331, 电力微波：97-3218414

也可以访问我们的网址：www.onlly.com

或发E_mail到我们的电子信箱：market@onlly.com, chinaonlly@sohu.com

昂立（广州）电气

Welcome to ONLLY

昂立，一心一意

声明

在保证不影响产品性能和用户使用的前提下，昂立保留改进本手册所有参数的权力，恕不另行通知。

版权

ONLLY®商标为昂立（广州）电气所有，已经在中华人民共和国登记注册（第 9 类测量仪器设备注册号：1384458）；

ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统的测试软件，已经在中华人民共和国登记软件版权（登记号：2000SR0536），所有权归昂立（广州）电气。

目 录

第一章 ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统

§ 1-1 简介	003
§ 1-2 技术参数	004
§ 1-3 面版说明	006
§ 1-4 注意事项	009

第二章 ONLLY 系列测试软件操作说明

§ 2-1 电压/电流	015
§ 2-2 交流时间	021
§ 2-3 i/t 特性（反时限电流特性）	027
§ 2-4 直流	031
§ 2-5 直流时间	037
§ 2-6 整组试验	041
§ 2-7 距离保护（定值校验）	051
§ 2-8 零序保护（定值校验）	059
§ 2-9 z/t 特性（阻抗阶梯动作特性）	067
§ 2-10 状态序列	075
§ 2-11 阻抗继电器	081
§ 2-12 阻抗特性（阻抗动作边界特性）	087
§ 2-13 精工电流（阻抗动作 z/i 特性）	099
§ 2-14 计量仪表	105
§ 2-15 GPS 同步对调	109
§ 2-16 频率试验	113
§ 2-17 谐波试验	119
§ 2-18 u/t 特性（反时限电压特性）	125
§ 2-19 同期试验	129
§ 2-20 差动试验	135

第三章 试验举例

§ 3-1 电压/电流	143
§ 3-2 交流时间	147
§ 3-3 i/t 特性（反时限电流特性）	149
§ 3-4 直流	151
§ 3-5 直流时间	155
§ 3-6 整组试验	157
§ 3-7 距离保护（定值校验）	161
§ 3-8 零序保护（定值校验）	165
§ 3-9 z/t 特性（阻抗阶梯动作特性）	169
§ 3-10 状态序列	173
§ 3-11 阻抗继电器	179
§ 3-12 阻抗特性（阻抗动作边界特性）	183
§ 3-13 精工电流（阻抗动作 z/i 特性）	187
§ 3-14 计量仪表	189
§ 3-15 GPS 同步对调	190
§ 3-16 频率试验	191
§ 3-17 谐波试验	195
§ 3-18 u/t 特性（反时限电压特性）	199
§ 3-19 同期试验	201
§ 3-20 差动试验	203

附录

附录一 ONLLY 系列测试软件的安装	215
附录二 工控机报告上传	217
附录三 ONLLY 报告查看	219

第一章

ONLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统

§ 1-1 简介

昂立（广州）电气是生产 ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统及其配套产品的专业厂家，自 1994 年底推出系列产品以来，迄今国内外用户已超过 1500 余家，其良好的产品质量和售后服务已经获得了用户的普遍认可。

ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统是参照中华人民共和国电力行业标准《DL/T624-1997 继电保护微机型试验装置技术条件》，在广泛听取用户意见的基础上，认真总结多年积累的产品开发和生产经验，采用目前最新的电子技术研制的新一代继电保护测试装置，可以独立完成继电保护、励磁、计量、故障录波等专业领域内的装置和元器件测试调试，广泛适用于电力、铁路、石化、冶金和矿山等行业的科研、生产和电气试验现场。

同前几代产品相比，ONLLY 系列计算机自动化测试调试（继电保护）系统在测试精度、幅频特性、散热及可靠性等方面均取得了较大的进步，尤其是小信号波形和精度的处理。其主要特点表现为：

- 双操作系统，
 - ✧ 可以外接计算机运行（Windows 软件）
 - ✧ 可脱机独立运行（内置工控机，DOS 软件）二者的软件界面风格及操作方法保持一致；
- 测试仪面板兼具键盘设计，无需附加任何 PC 外设即可直接使用，现场操作尤为方便；
- 7.5" 彩色液晶显示屏；
- 4 路电压设计，第 4 路电压提供多种输出方式，可以满足各种不同的测试需求；
- 装置可以立式或卧式放置，更好地适应于现场及其他各类调试场所；
- 测试仪内置 USB 接口，可直接通过 USB 线和外接计算机相连；
- 脱机运行亦可支持鼠标操作；
- 脱机运行状态下，软件功能同样丰富；测试报告可保存于测试仪，以备查阅，也可以上传到外接计算机中进行编辑、打印等处理；
- 测试仪内置软件升级简单快捷，直接下载最新软件，无需改动任何硬件；
- 辅助计算功能强大，可自动计算正、负、零序电压电流，一、二次侧有功、无功、功率因数，以及各种故障量等；

§ 1-2 技术参数

● 主机电源：

电源电压	220V ±15%
电源频率	电网频率
主机保险丝	250V, 6A

● 交流电压源：

	标准要求	ONLLY 系列测试装置
输出范围	0~110V/相	0~110V/相（最低）
幅值准确度	基本误差≤0.5%	< 10mV 绝对误差或 0.5%
幅频特性	0~600Hz: ≤1.0%	< 0.5%
带载能力	额定电压: ≥30VA (注: 额定电压=57.7V)	> 30VA
总谐波畸变率	≤1.0%	< 0.5%
直流分量	≤0.5%	< 0.1%

恒压特性：空载、微机保护、四统一传统保护，变化率<10mV 绝对误差或 0.05%

● 交流电流源：

	标准要求	ONLLY 系列测试装置
输出范围	0~30A/相	0~30A/相（最低）
幅值准确度	基本误差≤0.5%	<5mA 绝对误差或 0.5%
幅频特性	0~600Hz: ≤1.0%	< 0.5%
带载能力	5A: ≥75VA 30A: ≥450VA	5A: >90VA 30A: >360VA
输出时间	<10A: 连续输出 20A: >60 秒 30A: >10 秒	<10A: 连续输出 20A: >120 秒 30A: >60 秒
总谐波畸变率	≤1.0%	< 0.5%
直流分量	≤0.5%	< 0.1%

恒流特性：空载、微机保护、四统一传统保护，变化率<5mA 绝对误差或 0.05%

● 直流源:

	标准要求	ONLLY 系列测试装置
输出电压	0~250V	0~250V (最低)
输出电压 准确度	$\leq 0.5\%$	$< 10\text{mV}$ 绝对误差或 0.5%
输出电压 纹波系数	$\leq 1.0\%$	$< 0.01\%$

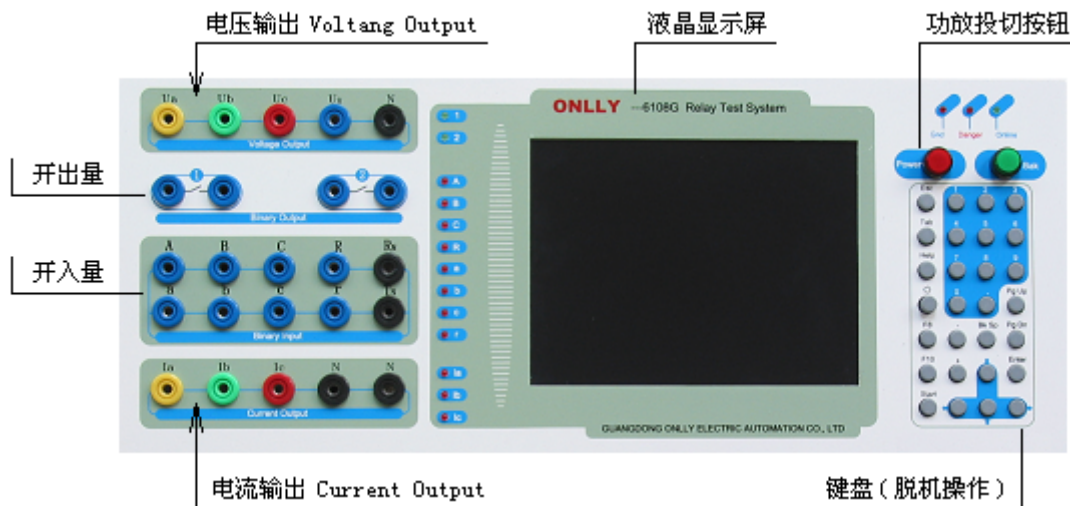
计量认证等级:0.2 级等级度

● 其它

	ONLLY 系列测试装置
频率范围	0~600Hz, $\pm 0.01\text{Hz}$
相位范围	0~360°, $\pm 0.2^\circ$
时间范围	0~9999.999s, $\pm 1.0\text{ms}$
输入接点	8 对, 空接点/10~250V 带电位接点
输出接点	2~4 对, 空接点 (容量: 250V, 2A)

§ 1-3 面版说明

以 ONLLY-6108G 举例, 其它型号的软件功能和使用方法均相同, 面板说明详见出厂技术资料, 在此不另作说明。



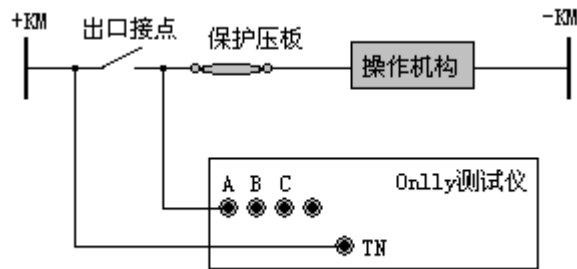
ONLY-6108G 面版图



提醒：不作特殊声明，本手册内所有的输入、输出均相对测试仪而言！

§ 1-3-1 接线端子:

- Voltage Output 电压输出
一般地, U_a 、 U_b 、 U_c 分别对应 A、B、C 三相电压, 第 4 路电压 U_x 的输出方式由软件设定, N 为电压接地端子;
- Current Output 电流输出
一般地, I_a 、 I_b 、 I_c 分别对应 A、B、C 三相电流, N 为电流接地端子 (I_a 、 I_b 、 I_c 任意两并或三并输出大电流时, 建议将两个 N 端子并联输出);
- Binary Input 开入量
 - ✧ A、B、C、a、b、c、r 共用 TN 公共端, R 单独使用 RN, TN 和 RN 之间互相绝缘。
 - ✧ 开入量可以接空接点, 也可以接 10~250V 的带电位接点 (注: 正电位应接于公共端, 如下图示):



一般地，A、B、C 分别连接保护的跳 A、跳 B、跳 C 接点，R 连接保护的重合闸接点；

- Binary Output 开出量

开出量为空接点，接点容量 250V/2A，其断开、闭合的状态切换由软件控制；


§ 1-3-2 指示灯：

- 1、2 (3、4)：开出量闭合指示灯；
- A、B、C、R、a、b、c、r：开入量闭合指示灯
- Ia、Ib、Ic：电流输出回路正常指示灯（电流回路开路时，相应的指示灯熄灭）

§ 1-3-3 操作按钮及键盘：

- Power： 功放投切按钮
 - ✧ 按下：允许功放投入，如果软件“试验”开始，则电压电流输出；
 - ✧ 弹出：禁止功放投入，无论软件“试验”状态，均无电压电流输出；

如无必要，建议开机后将此按钮按下，此时，测试仪的电压电流输出情况完全由测试软件的控制开关“试验”控制；
- Bak：备用按钮
- 1、2、3、4、5、6、7、8、9、0、.：数字输入键；
- +、-：数字输入键，作“+”、“-”号用，亦可作为试验时增加、减小控制键使用，详见相应的测试软件；
- BkSp：退格键，用于数字输入时，退格删除前一个字符；
- Enter：确认键
- Esc：取消键
- PgUp、PgDn：上、下翻页键
- ↑、↓、←、→：上、下、左、右光标移动键；

- Tab: 切换键, 具体功能由相应的测试软件设定;
- Help: 帮助键;
- Start: 开始“试验”的快捷键;
- F8、F10: 试验过程中的辅助旋钮, 具体功能由相应的测试软件设定;
- : 调节亮度旋钮 (左右旋转, 调节液晶屏幕亮度)

§ 1-3-4 其它

- Ua、Ub、Uc、Ux、Ia、Ib、Ic: 各路电压电流精度微调旋钮;
- COM1: 串口 1
- COM2: 串口 2
- USB: USB 接口
- KEYBOARD: 外接键盘扩展接口
- MNTR EXT.: 外接显示器扩展接口
- 220V/8A: 电源插座
- 地线: 测试仪地线和外界 (保护装置) 地线的连接端子
- ON/OFF: 电源开关

§ 1-4 注意事项

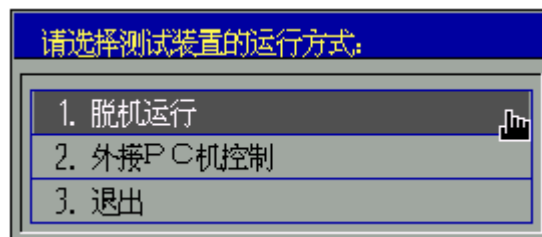
§ 1-4-1 注意事项

启动测试仪前，确认：

- 1) 测试仪可靠接地（接地线端孔位于电源插座旁）；
- 2) 面版上的红色 Power 键按下（允许功放投入）；
- 3) 绝对禁止将外部的交直流电源引入到测试仪的电压、电流输出插孔！
- 4) 开入量外接带电位接点时，正电源侧应接于公共端 TN 或 RN（黑色）；
- 5) 冬天气温较低时，液晶屏幕显示变暗，建议开机后，按下 Power 键先预热 5~15 分钟；

§ 1-4-2 操作步骤

- 1) 关闭所有与测试仪连接的电源；
- 2) 利用专用测试导线：
 - ✧ 将测试仪的电压、电流输出端子接至被测试的保护屏或其它装置，
 - ✧ 将被测试保护屏或其它装置上的动作出口接点引回到测试仪相应的开入端子（注意：带电位接点时，应将正电位接于公共端；另，A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN，TN 和 RN 之间互相绝缘）；
- 3) 开启电源开关，启动测试仪，此时液晶屏显示：



利用 ↑、↓ 键移动光标，按 Enter 选择所要求的测试仪运行方式；

- ✧ 脱机运行 ---- 即测试仪脱机独立运行，使用内置的工控测试软件进行试验操作，测试结果将直接存储在内置硬盘中。该方式省去了外接计算机的接线以及计算机和测试仪之间的连接，比较适合于现场空间狭小的测试场所；
- ✧ 外接 PC 机控制 ---- 选择该方式时，测试仪内的工控软件将自动退出，测

试仪完全由外接的 PC 机控制;

- a) 根据提示, 选择测试仪和外接 PC 机的通讯端口: COM1, COM2, 或 USB, 屏幕显示“提示: 外接 PC 控制 (串口 COM1/COM2/通用串行总线 USB)”;
- b) 启动外接 PC 机内的 ONLLY 测试软件 WINDOWS 版本, 根据需要进行的操作, 如工控机软件上传、工控机软件升级等, 双击相应的图标, 即可进入相关子菜单界面, 若子菜单界面显示“Welcome to ONLLY”, 表示上下联机成功, 否则将出现“联机失败”(注: 一旦出现“联机失败”, 请确认连接线端口选择是否正确, 连接是否可靠, 然后用鼠标点击界面上方的“联机”菜单或图标按钮, 尝试重新联机);

✧ 退出 —— 测试仪进入屏幕保护状态;

§ 1-4-3 软件测试功能

- 1) 电压/电流 —— 测试电压、电流、功率方向等各类交流型继电器的动作值、返回值, 以及灵敏角等。
本菜单同时也是整套测试软件中最基本的菜单, 可以同时提供 4 路电压, 3 路电流; 手控试验方式下, 各路电压电流的幅值、角度和频率可以任意调整。
- 2) 交流时间 —— 测试电压、电流、功率方向等各类交流型继电器的动作时间, 以及阻抗继电器的记忆时间等。
- 3) i/t 特性 —— 测试反时限过电流继电器的 $I(t)$ 动作特性。
- 4) 直流 —— 测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器等各类直流型继电器的动作值和返回值。
- 5) 直流时间 —— 测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器以及时间继电器等各类直流型继电器的动作时间。
- 6) 整组试验 —— 测试距离、零序等保护的整组特性, 可以模拟电力系统中各种简单的单相接地、两相相间、两相接地和三相短路故障, 包括瞬时性、永久性, 以及转换性故障。
- 7) 距离保护 —— 距离保护定值校验, 定性分析保护动作的可靠性。
- 8) 零序保护 —— 零序保护定值校验, 定性分析保护动作的可靠性。
- 9) z/t 特性 —— 测试阻抗型继电器 (保护) 的 $Z(t)$ 阶梯动作特性。
- 10) 状态序列 —— 用户自由定制的试验方式, 除起始态和结束态外, 程序提供

了 5 种测试状态，所有状态均可以由用户自由设置，并可以循环输出，状态之间的切换由时间控制或用户按键控制。各状态下 4 对（2 对）开出量的开合能自由控制，可用于模拟保护出口接点的动作情况，尤其方便于故障录波器的独立调试。

- 11) 阻抗继电器 ---- 测试阻抗型继电器的动作值、返回值，以及灵敏角。
- 12) 阻抗特性 ---- 测试阻抗型继电器在不同线路阻抗角下的动作边界，即 $Z(\phi)$ 动作边界特性。
- 13) 精工电流 ---- 测试阻抗型继电器在不同的短路电流下的动作边界，即 $Z(I)$ 精工电流特性。
- 14) 计量仪表 ---- 校验交流型电压表、电流表、有功功率表、无功功率表，以及变送器等计量类仪表。

本菜单同时也是电压/电流测试菜单的一个补充，试验方式为手动控制，3 相电压和 3 相电流可以按照不同的步长同时发生变化。

- 15) GPS 同步对调 ---- 利用 GPS 进行同步协调，测试高频保护的整组性能。
- 16) 频率试验 ---- 测试频率继电器、低周减载装置等的动作值、动作时间，以及滑差特性。
- 17) 谐波试验 ---- 测试谐波继电器的动作值、返回值，可同时进行谐波叠加。
- 18) u/t 特性 ---- 测试反时限电压继电器的 $V(t)$ 动作特性。
- 19) 同期试验 ---- 测试同期继电器或同期装置的动作电压、动作频率和动作角度，也可以进行自动调整试验。
- 20) 差动试验 ---- 测试差动继电器（保护）的比例制动特性曲线和谐波制动特性等。
- 21) 单相继电器 ---- 测试简单继电器的动作值、返回值、动作时间等。
- 22) 硬件设置 ---- 可对装置内的补偿系数、时间校正、初始化参数等进行设置。

尊敬的用户：

随着计算机和继电保护测试技术日新月异的发展，我们将不定期地增加和更新用户提出的建议、功能，欢迎用户随时从公司网址<http://www.onlly.com>下载最新的版本软件和技术资料，同时也衷心地希望您提出宝贵意见或建议，帮助我们不断完善，把我们的工作做得更好。

感谢您的支持！

昂立（广州）电气

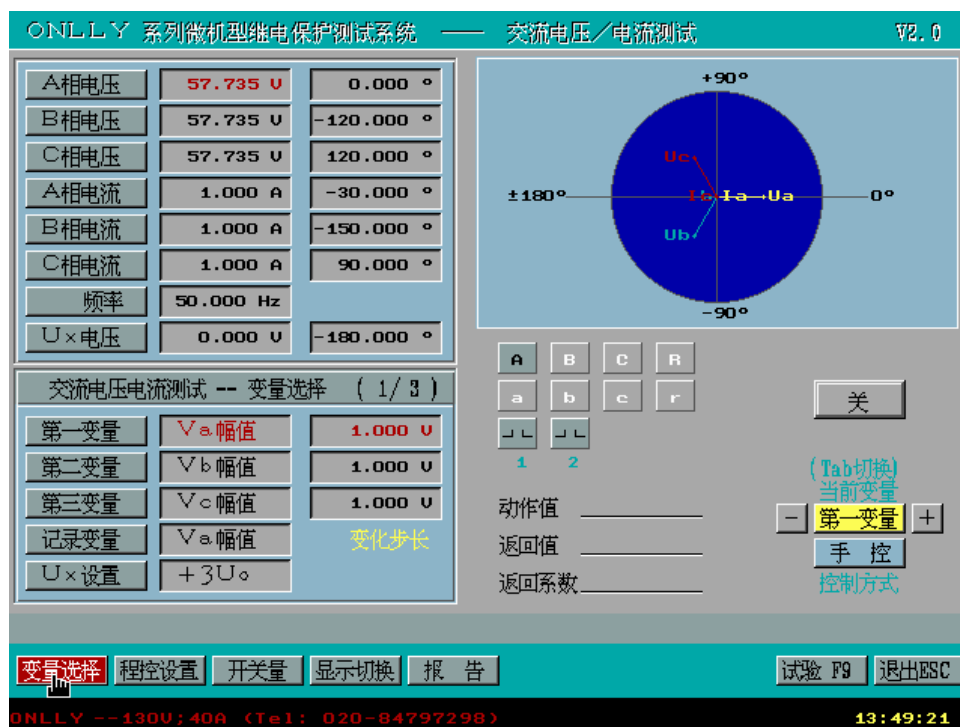
第二章

ONLY 系列测试软件操作说明

§ 2-1 电压/电流（交流）

本菜单主要用于测试电压继电器、电流继电器、功率方向继电器等各类交流型继电器的动作值、返回值，以及灵敏角等。

本菜单也是整套测试软件包中最基本的菜单,可以同时提供 4 路电压、3 路电流输出，而且手控试验方式下，各路电压电流的幅值、角度和频率可以任意调整。



主界面分为四个区域：

- 左上区：电压、电流设置区，实时显示和修改 4 路电压、3 路电流的幅值、角度，以及输出频率；
- 左下区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括变量选择，程控设置，开关量；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据“显示切换”的选择，程序提供了 3 种辅助显示方式，包括矢量图、线序分量和相线功率；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前变量、试验控制方式、开入/开出量状态、试验结果等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- 变量选择、程控设置、开关量：此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，

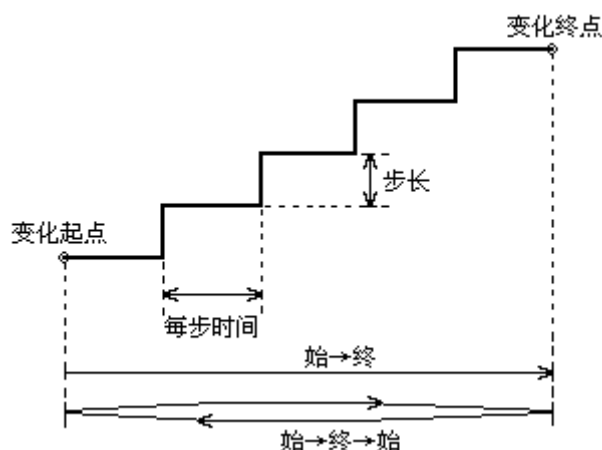
光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **显示切换：**选择不同的显示方式辅助显示电压、电流，程序提供了 3 种方式，包括矢量图、线序分量和相线功率。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-1-1 基本原理

程控测试过程中，变量的变化过程如下图所示：



§ 2-1-2 变量说明

1/3 变量选择：

- **第一变量、第二变量、第三变量：**设置试验过程中的变化量及其变化步长，一般地，根据测试要求选择合适的步长，步长越小，测试精度越高。
 - ✧ 程控试验时，仅第一变量有效；
 - ✧ 手控试验时，第一、二、三变量均有效，试验过程中的当前变量可以通过 Tab 键在三者之间切换。
- **记录变量：**试验过程中动作或返回时需要记录的变量，默认和第一变量相同，也可另行选择。
- **Ux 设置：**第 4 路电压的输出方式，程序提供了 8 种不同的输出方式，包括： $+3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $+\sqrt{3}U_0$ 、 $-\sqrt{3}U_0$ 、 U_A 、 U_B 、 U_C 和任意方式。

2/3 程控设置：

- **程控/手控：**选择试验过程的控制方式，
 - ✧ 程控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由程序控制，用户对试验的干预仅限于通过 Esc 键中止试验。
 - ✧ 手控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由用户控制，包括按 Tab 切换当前变量，按“+”、“-”键增加、减小当前变量值，按 F8 (Aux2) 记录动作值，按 F9 (Aux3) 记录返回值等。

(以下参数仅对程控试验有效)

- **变化范围：**第一变量变化的起点和终点，起点可以大于终点，也可以小于终点。一般地，变化范围的设置应能覆盖继电器的动作/返回值。
- **变化方式：**第一变量的变化方式，“始”为变化范围的起点，“终”为终点，
 - ✧ “始→终”为单程变化，只能测量动作值；
 - ✧ “始→终→始”为双程变化，可以同时测量动作值、返回值；
- **每步时间：**第一变量按其步长变化时，每一步大小的保持时间。一般地，每步时间的设置应大于继电器的动作（或返回）时间。
- **返回方式：**第一变量的返回方式，
 - ✧ “动作返回”时，第一变量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电器动作，则根据变化方式确定是否继续试验：变化方式为“始→终”，结束试验；变化方式为“始→终→始”，改变第一变量的变化方向，向起点返回。
 - ✧ “全程变化”时，无论继电器动作与否，第一变量仅仅根据变化范围的设置进行变化，直至到达终点或返回到起点。

注：灵敏角的测试必须采用“始→终→始”，“全程变化”的方式！

3/3 开关量：

- **动作接点：**被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

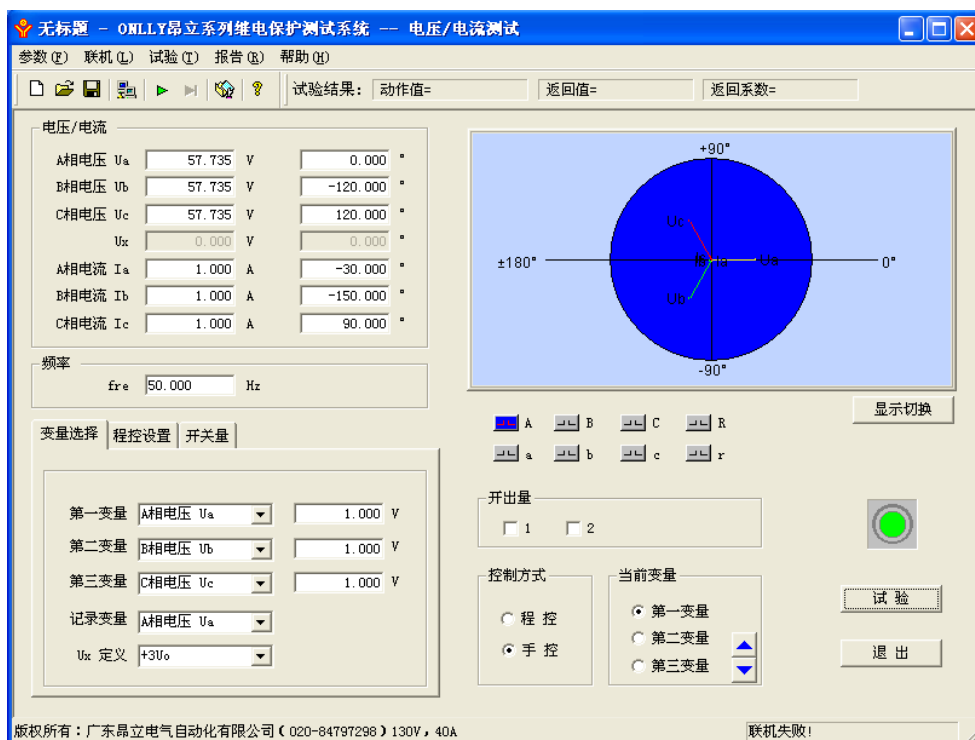
2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN (RN)。

- **确认时间：**躲开临界处接点的抖动，接点状态变化后的保持时间大于确认时间时，程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。
- **开出量控制：**控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

§ 2-1-3 电压/电流 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“电压/电流”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

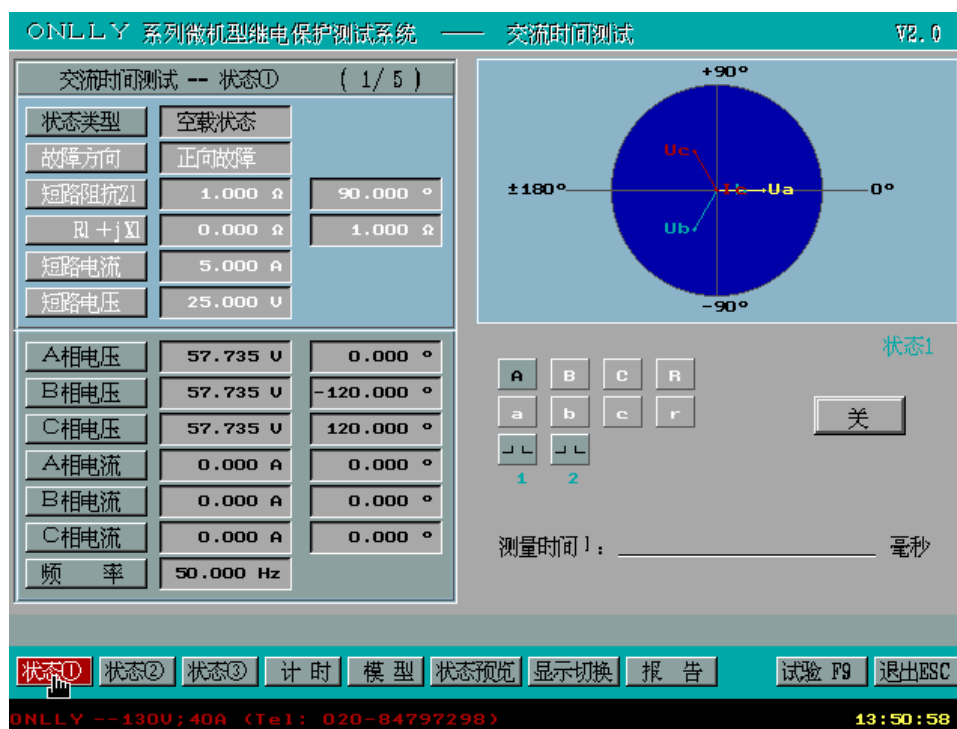
- 1) ONLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-1-2 变量说明”;

§ 2-2 交流时间

本菜单主要用于测试电压继电器、电流继电器、功率方向继电器等各类交流型继电器的动作时间，以及阻抗继电器的记忆时间等。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 5 页显示，包括状态①、状态②、状态③参数设置，计时设置，计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据“显示切换”的选择，程序提供了 2 种辅助显示方式，包括矢量图和线序分量显示；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态、试验结果等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **状态①、状态②、状态③、计时、模型**：此 5 项分别对应控制参数设置区的 5 页参数，光标移动到此 5 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时，按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择

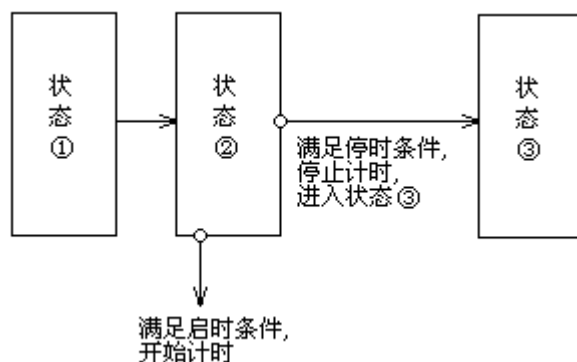
完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **状态预览：**预览所设置的状态①、状态②、状态③参数。
- **显示切换：**选择不同的显示方式辅助显示状态①、状态②、状态③下的电压、电流大小，程序提供了 2 种方式，包括矢量图和线序分量显示。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-2-1 基本原理

试验过程分 3 个状态：状态①→状态②→状态③，一般地，状态①为试验的起始状态，状态②为测试状态，状态③为试验的结束状态。



§ 2-2-2 变量说明

1, 2, 3/5 状态①、状态②、状态③：

- **状态类型：**设置本状态的类型，程序提供了 12 种选择，包括任意状态、空载状态、A 相接地、B 相接地、C 相接地、AB 相间、BC 相间、CA 相间、AB 接地、BC 接地、CA 接地，以及三相短路。选择“任意状态”时，ABC 三相电压、电流可

以由用户任意设置，而选择其他状态类型时，程序自动根据计算模型以及短路阻抗、短路电流（电压）的设置计算出相应的 3 相电压、电流大小和角度。

- **故障方向：**正向故障、反向故障，状态类型为接地或相间故障时有效。
- **短路阻抗：**保护安装处到短路故障点处的线路阻抗（正序阻抗）。
 - ✧ Z_1 为短路阻抗的极坐标表示：大小，角度；
 - ✧ $R_1 + jX_1$ 为短路阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **短路电流：**短路时，流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流恒定”时有效；
- **短路电压：**短路故障时，保护安装处的故障电压 U_f 。计算模型为“电压恒定”时有效；
 - ✧ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- **A、B、C 相电压，电流：**本状态下的三相电压和电流的大小、角度；
- **频率：**本状态下三相电压、电流的频率；

4/5 计时设置：

- **启时方式：**选择开始计时的触发条件，如“进入状态②启动”，“A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等；
- **停时方式：**选择结束计时的触发条件，如“限制时间 停时”、“A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等；
- **限制时间：**停时方式选择“限制时间 停时”，本参数即为所规定的“限制时间”，一旦到达限制时间的长度，程序自动停止计时，进入状态③；
- **开出量控制：**可以选择“计时启动后闭合”或“计时启动后断开”，配合“延时”参数，可以在计时启动后所规定的延期内，通过 2（或 4）对开出量发送一个触发信号；
- **延时：**配合“开出量控制”参数项使用，启时方式为“进入状态②启动”时，延时可以大于 0，也可以小于 0（即提前），其它启时方式下只能大于 0；

5/5 计算模型：

- **计算模型：**一般取“电流恒定”，即定电流（短路电流）方式。程序共提供了三种方式：“ Z_s 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。
 - ✧ Z_s 恒定：即短路故障时，系统电源侧阻抗恒定。此处 Z_s 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗（正序阻抗）；

- ✧ 电压恒定：即短路故障时，保护安装处的故障电压 U_f 恒定。此处
 - ✧ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- ✧ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定；
- **额定电压**：保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **电源阻抗 Z_s** ：系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Z_s （正序阻抗），计算模型为“ Z_s 恒定”时有效；
 - ✧ Z_s 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ✧ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 K_s** ：电源阻抗 Z_s 的零序补偿系数，模型为“ Z_s 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_s) = 0$ ， K_s 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_1** ：短路阻抗 Z_1 的零序补偿系数，

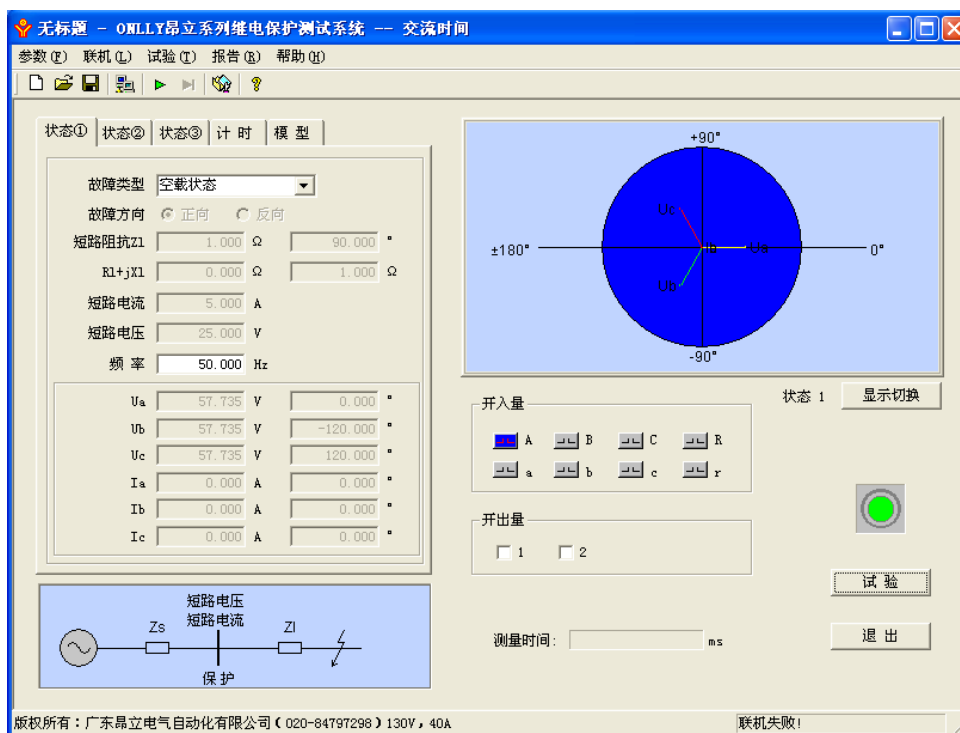
$$K_1 = \frac{Z_{10} - Z_{11}}{3 * Z_{11}} = \text{Re}(K_1) + j\text{Im}(K_1)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_1) = 0$ ， K_1 为一实数，通常取 0.667。

§ 2-2-3 交流时间 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“交流时间”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-2-2 变量说明”;

§ 2-3 i/t 特性

本菜单主要用于测试反时限过电流继电器的 $I(t)$ 动作特性；



主界面分为四个区域：

- 左上区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 4 页显示，包括电流设置，电压设置，开关量，以及附加测试点；
- 左下区：电压、电流显示区，实时显示试验过程中正在输出的 3 相电压、电流的幅值、角度；
- 右上区：试验结果显示区，实时显示试验过程中的测试结果；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

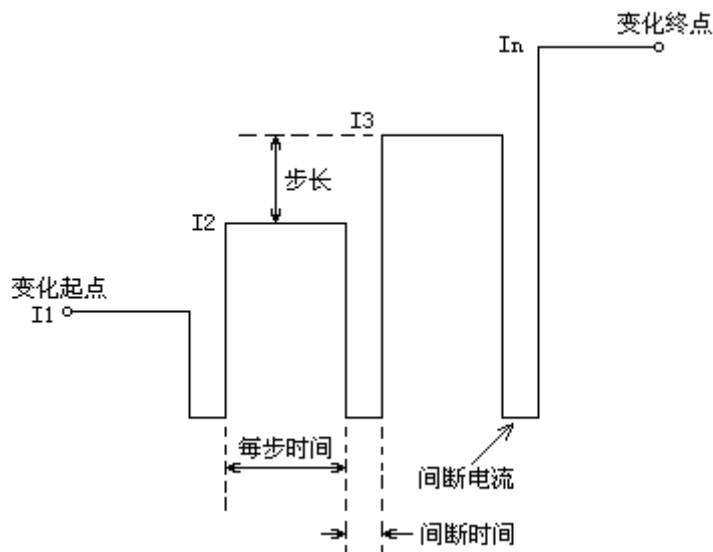
- **电流设置、电压设置、开关量、附加测试：**此 4 项分别对应控制参数设置区的 4 页参数，光标移动到此 4 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **i/t 曲线：**试验结束后，以图形方式显示当前的试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-3-1 基本原理

电流 I 的变化过程如下图所示，逐点测量各电流 I_1 、 I_2 、...、 I_n 处的动作时间。



§ 2-3-2 变量说明

1/4 电流设置：

- **输出方式：**选择试验过程中，电流 i 的输出方式。程序提供了 7 种输出方式，包括“A 相电流 I_a ”、“B 相电流 I_b ”、“C 相电流 I_c ”、“AB 电流两并”、“BC 电流两并”、“CA 电流两并”、“ABC 电流三并”。如果 i/t 试验时的电流较大，建议选择两并或三并输出。试验过程中，并联相的电流相位自动调整为相同，均等于

所设定的“相角”；

- **相角**：试验过程中，电流输出的相位角（绝对相位）；
- **变化范围**：i/t 特性试验时所需要的测试电流的变化范围（起点，终点）；
- **步长**：测试电流的变化步长。i/t 特性试验时，测试电流从起点出发，以所设定的步长逐点变化，测试各电流点下继电器的动作时间；
- **每步时间**：测试电流变化过程中，每一电流点所保持的最大测试时间。一般地，“每步时间”应大于继电器 i/t 特性中所可能出现的最大动作时间；
- **间断时间（复归时间）**：为了保证下一个电流测试点测试之前，继电器可靠返回，每一个测试点输出之前均设置了一个间段时间（即继电器的复归时间）。间断时间内，测试仪输出“间断电流”，以及“电压设置”中的 A、B、C 相电压；
- **间断电流（复归电流）**：测试仪在间断时间内所输出的电流大小。一般此电流应能保证继电器可靠返回；

2/4 电压设置：

- **A、B、C 相电压**：测试仪在整个试验过程中所保持的三相电压输出；
- **频率**：测试仪在整个试验过程中所输出的电压、电流频率

3/4 开关量：

- **动作接点**：被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1）开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2）开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN（RN）。

- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

4/4 附加测试：i/t 特性曲线的补充测试点

- **基准电流 I_r** ：附加测试点的基准电流 I_r ，一般取继电器的额定电流；
- **附加测试点 1、2、3、4、5、6**：6 个附加测试点，必须选中（打“√”者）方进行测试；

§ 2-3-3 i/t 特性 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧

根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；


- 使用鼠标左键双击主界面中的“i/t 特性”项，进入 Windows 操作界面；



✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；

✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；（必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面中的“ONLLY 快速入门”）；

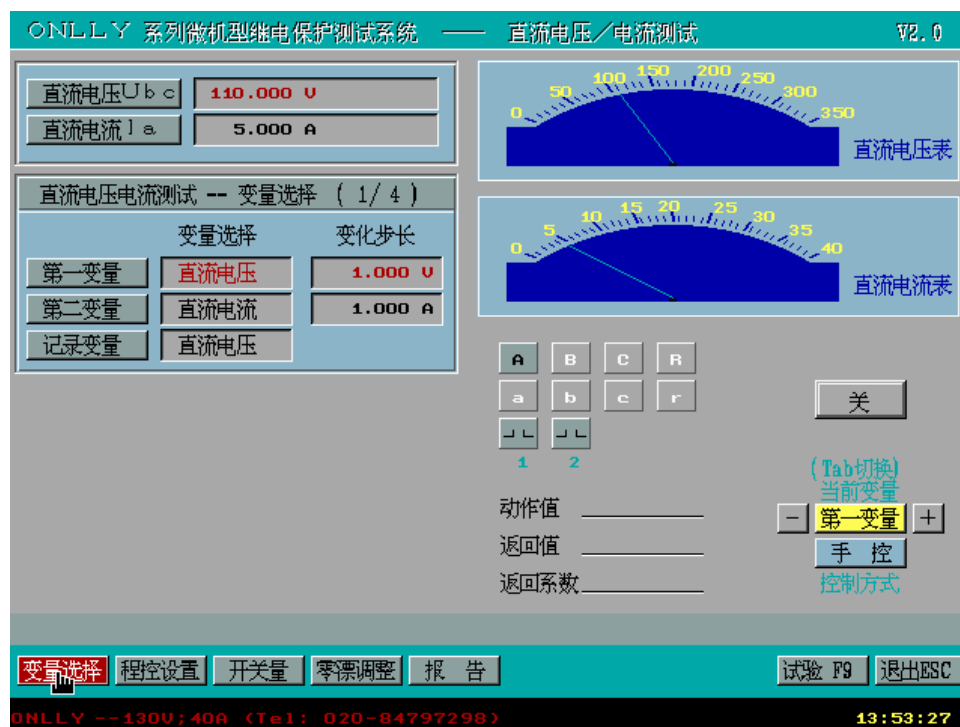
确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-3-2 变量说明”；

§ 2-4 直流

本菜单主要用于测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器等各类直流型继电器的动作值和返回值。

注：本试验中，直流电压从 Ub、Uc 端孔输出，Ub (+)，Uc (-)；直流电流从 Ia 端孔输出，请注意接线方式！



主界面分为四个区域：

- 左上区：电压、电流设置区，实时显示、修改直流电压、电流的大小；
- 左下区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 4 页显示，包括变量选择，程控设置，开关量和零漂调整；
- 右上区：电压、电流表显示区，以表计方式显示当前输出的直流电压、电流；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前变量、试验控制方式、开入/开出量状态、试验结果等。

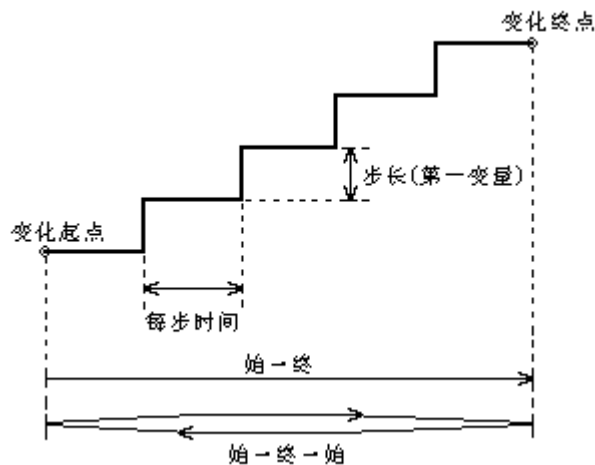
主界面的最下一行为菜单行，按 ↑ ↓ ← → 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **变量选择、程控设置、开关量、零漂调整**：此 4 项分别对应控制参数设置区的 4 页参数，光标移动到此 4 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-4-1 基本原理

程控测试过程中，变量的变化过程如下图所示：



§ 2-4-2 变量说明

1/4 变量选择：

- **第一变量、第二变量：** 设置试验过程中的变化量及其变化步长，一般地，根据测试要求选择合适的步长，步长越小，测试精度越高。
- ✧ 程控试验时，仅第一变量有效；

✧ 手控试验时，第一、二变量均有效，试验过程中的当前变量可以通过 Tab 键在二者之间切换。

- **记录变量：**试验过程中动作或返回时需要记录的变量，默认和第一变量相同，也可以另行选择。

2/4 程控设置：

- **程控/手控：**选择试验过程的控制方式，

✧ 程控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由程序控制，用户对试验的干预仅限于通过 Esc 键中止试验。

✧ 手控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由用户控制，包括按 Tab 切换当前变量，按 “+”、“-” 键增加、减小当前变量值，按 F8 (Aux2) 记录动作值，按 F9 (Aux3) 记录返回值等。

（以下参数仅对程控试验有效）

- **变化范围：**第一变量变化的起点，终点，起点可以大于终点，也可以小于终点。一般地，变化范围的设置应能覆盖继电器的动作/返回值。
- **变化方式：**第一变量的变化方式，“始”为变化范围的起点，“终”为终点，
 - ✧ “始→终”为单程变化，只能测动作值；
 - ✧ “始→终→始”为双程变化，可以同时测量动作值、返回值；
- **每步时间：**第一变量按其步长变化时，每一步大小的保持时间。一般地，每步时间的设置应大于继电器的动作（或返回）时间。
- **返回方式：**第一变量的返回方式，
 - ✧ “动作返回”时，第一变量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电器动作，则根据变化方式确定是否继续试验：“变化方式”为“始→终”，结束试验；“变化方式”为“始→终→始”，改变第一变量的变化方向，向起点返回。
 - ✧ “全程变化”时，无论继电器动作与否，第一变量仅仅根据变化范围的设置进行变化，直至到达终点或返回到起点。

3/4 开关量：

- **动作接点：**被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接

于公共端 TN (RN)。

- **确认时间：**躲开临界处接点的抖动，接点状态变化后的保持时间大于确认时间时，程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。
- **开出量控制：**控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

4/4 零漂调整：

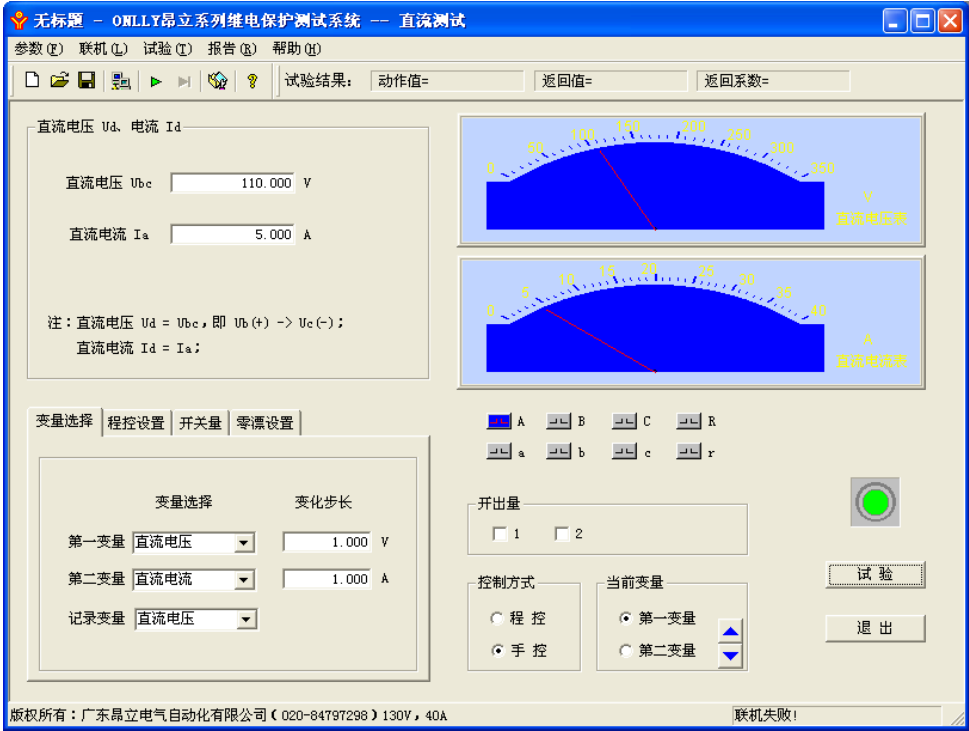
一般不需设置此页参数，只有当直流电压、电流输出偏离设定值较大时方需要调整此参数。

- **电压零漂：**直流电压设定为 0 时的实际输出测量值；
- **电流零漂：**直流电流设定为 0 时的实际输出测量值；

§ 2-4-3 直流 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“直流”项，进入 Windows 操作界面；




◇ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to

ONLLY!”;

✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。

此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

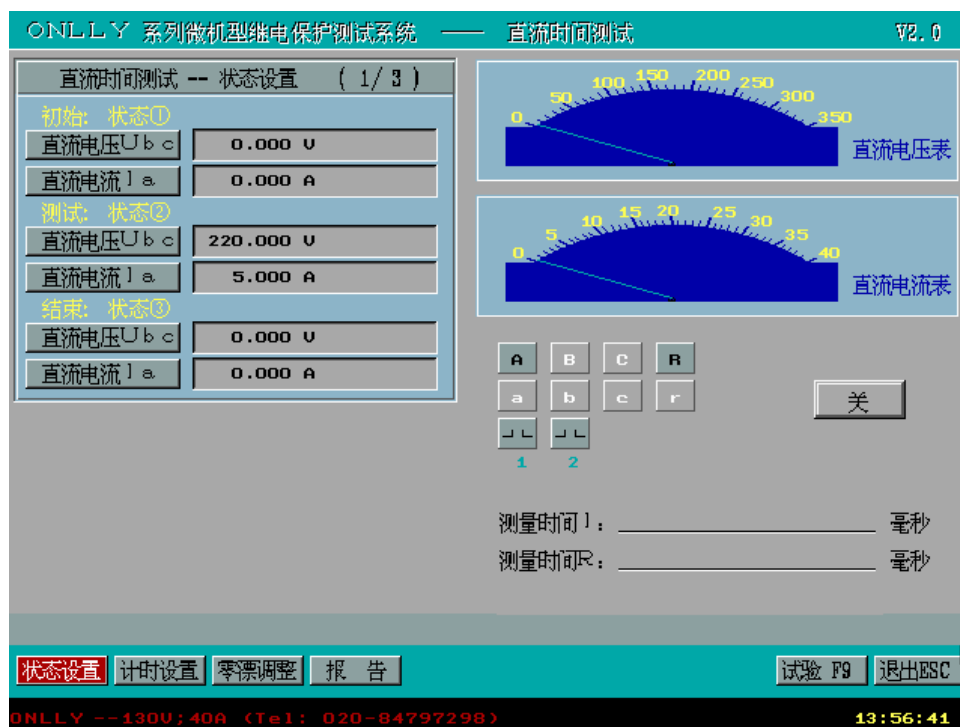
确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-4-2 变量说明”;

§ 2-5 直流时间

本菜单主要用于测试直流电压继电器、直流电流继电器、中间继电器以及时间继电器等各类直流型继电器的动作时间。

注：本试验中，直流电压从 Ub、Uc 端孔输出，Ub (+)，Uc (-)；直流电流从 Ia 端孔输出，请注意接线方式！



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括状态设置，计时设置，零漂调整；
- 右上区：直流电压、电流表显示区，以表计方式显示试验过程中的直流电压、电流输出；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态、试验结果等。

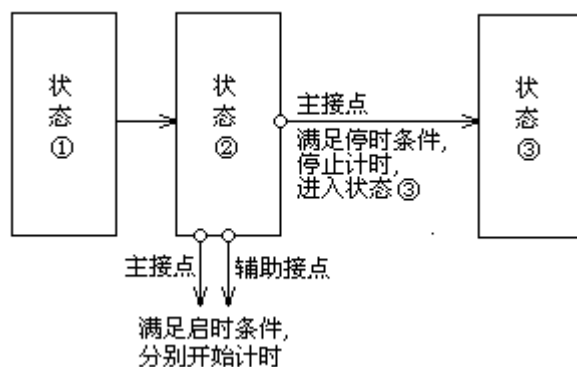
主界面的最下一行为菜单行，按 ↑ ↓ ← → 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **状态设置、计时设置、零漂调整：**此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时，按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-5-1 基本原理

试验过程分 3 个状态：状态①→状态②→状态③，一般地，状态①为试验的起始状态，状态②为测试状态，状态③为试验的结束状态。



§ 2-5-2 变量说明

1/3 状态设置：

设置起始、测试、结束 3 个状态下的直流电压、电流输出

- **状态①直流电压 U_{bc} 、直流电流 I_a ：** 起始状态下的直流电压、电流；
- **状态②直流电压 U_{bc} 、直流电流 I_a ：** 测试状态下的直流电压、电流；
- **状态③直流电压 U_{bc} 、直流电流 I_a ：** 结束状态下的直流电压、电流；

2/3 计时设置：

- **计时启动方式：**选择开始计时的触发条件，如“进入状态②启动”，“A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等；
- **主接点停时：**选择主接点结束计时的触发条件，如“A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等；
- **辅助接点 R 停时：**选择辅助接点 R 结束计时的触发条件，如“R 接点由开→闭”、“R 接点由闭→开”等；

注：本试验最多可以同时测量 2 个接点的动作时间。如果需要同时测量 2 个接点的动作时间时，必须取动作时间长的为主接点，动作时间短的为辅助接点，并且辅助接点只能接入到 R 接点位置。

- **开出量控制：**可以选择“计时启动后闭合”或“计时启动后断开”，配合“延时”参数，可以在计时启动后所规定的延期内，通过 2（或 4）对开出量发送一个触发信号；
- **延时：**配合“开出量控制”参数项使用，启时方式为“进入状态②启动”时，延时可以大于 0，也可以小于 0（即提前），其它启时方式下只能大于 0；

3/3 零漂调整：

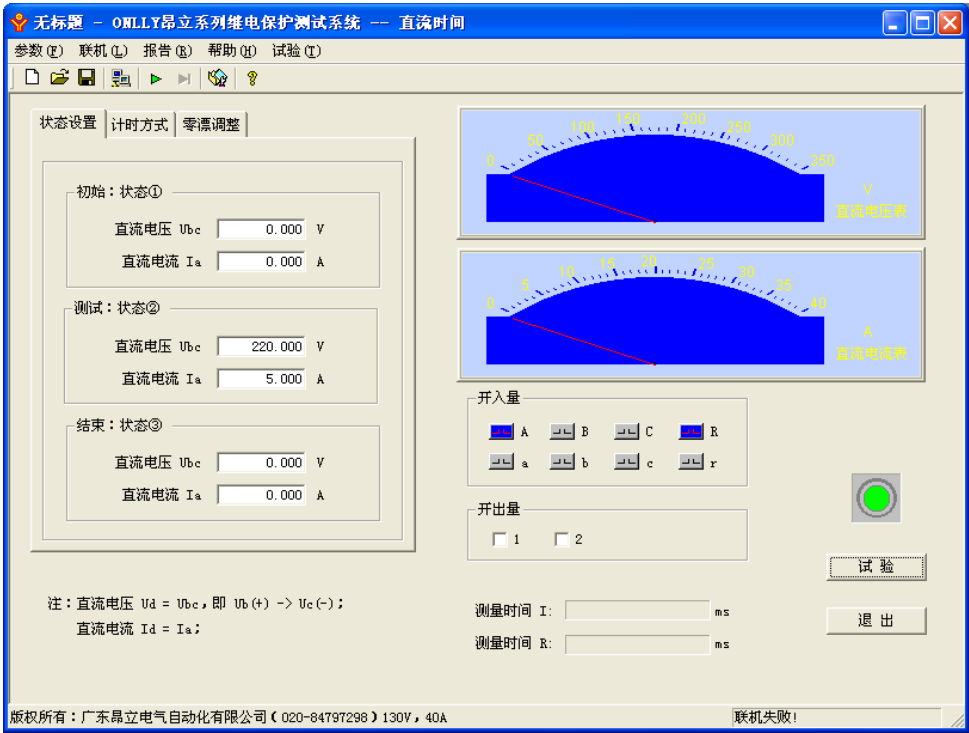
一般不需设置此页参数，只有当直流电压、电流输出偏离设定值较大时方需要调整此参数

- **电压零漂：**直流电压设定为 0 时的实际输出测量值
- **电流零漂：**直流电流设定为 0 时的实际输出测量值

§ 2-5-3 直流时间 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“直流时间”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-5-2 变量说明”；

§ 2-6 整组试验

本菜单主要用于测试距离、零序等保护的整组特性，可以模拟电力系统中各种简单的单相接地、两相相间、两相接地和三相短路故障，包括瞬时性、永久性，以及转换性故障。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 6 页显示，包括故障设置①、故障设置②、故障转换设置，重合闸设置，开关量、计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据控制参数的选择，结合计算模型，程序自动计算整组试验过程中各个状态下的电压、电流值（包括负荷状态→故障→[故障转换]→重合闸）；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

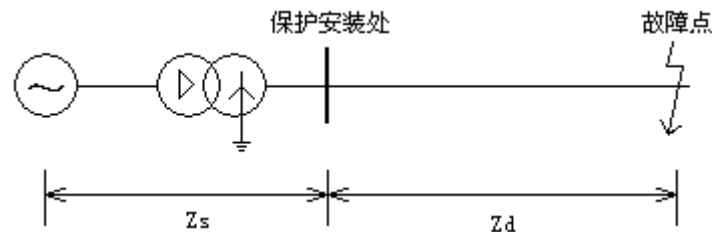
主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **设置①、设置②、转换、重合、开关量、模型：**此 6 项分别对应控制参数设置区的 6 页参数，光标移动到此 6 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 \diamond 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。

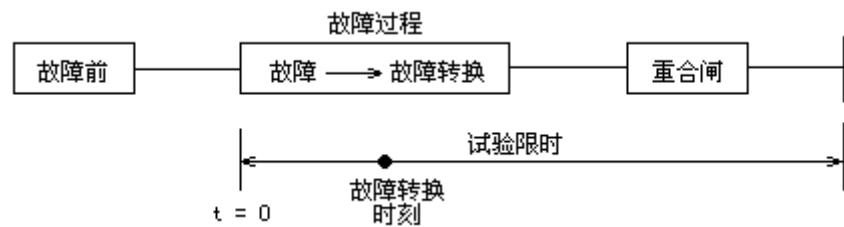
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **结果：**显示本次试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
 本程序提供了 2 种查看报告的方式：文本方式和图形方式。其中文本方式用于查看试验结果的文字说明，图形方式用于更加直观地查看整个试验过程中的波形输出以及开入和开出接点的动作变化；
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-6-1 基本原理

单电源网络计算模型：



试验过程：



§ 2-6-2 变量说明

1/6 设置①：

- **整定阻抗 Z_d** : 距离保护的各段整定值, 极坐标形式: 幅值, 角度;
- **$R_d + j X_d$** : 整定阻抗 Z_d 的直角坐标形式: 电阻, 电抗;
- **短路点**: 故障时的短路点位置, 即保护安装处到短路点之间的线路阻抗相对于整定阻抗的百分比(小数形式)。根据继电保护的调试规程, 一般取 0.95 或 1.05 倍, 以检查保护动作的灵敏性;
- **故障类型**: 程序提供了 11 种故障类型, 包括: A、B、C 接地, AB、BC、CA 相间, AB、BC、CA 两相接地、三相短路, 以及任意类型。一般地, 对于前 10 种故障类型, 程序根据计算模型的设置以及相应的故障参数, 按照电力系统理论计算出 A、B、C 三相的电压、电流, 如果需要特殊的故障电压电流, 可选择“任意类型”的故障, 此时, A、B、C 三相电压、电流的大小、角度可由用户根据需要任意设定;
- **故障方向**: 正向故障, 或, 反向故障;
- **短路电流**: 短路故障时, 流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流恒定”时有效;
- **短路电压**: 短路故障时, 保护安装处的故障电压 U_f 。计算模型为“电压恒定”时有效;
 - ✧ 接地故障时, U_f 为各故障相的对地电压,
 - ✧ 相间故障时, U_f 为故障相之间的相间电压。
- **短路阻抗 Z_L** : 根据整定阻抗 Z_d 和短路点, 程序自动计算出故障时, 保护安装处距离短路点之间的短路阻抗, 极坐标形式: 幅值, 角度;
- **$R_L + j X_L$** : 短路阻抗 Z_L 的直角坐标形式: 电阻, 电抗;

2/6 设置②:

- **永久故障?**: 设置故障方式: 永久性故障, 或, 瞬时性故障。如果选择瞬时性故障, 则跳闸后故障自动消失, 如果需要对保护的后加速功能进行试验, 一般应选择永久性故障;
- **PT 安装位置**: 选择保护 PT 的安装位置: 母线侧, 或, 线路侧。PT 位于母线侧, 则跳闸后故障相电压恢复为正常电压值(即额定电压), PT 位于线路侧, 则跳闸后故障相电压变为零状态。一般地, 220KV 以下的保护, PT 位于母线侧;
- **直流分量?**: 选择故障开始瞬间, 故障电流中是否包含有一衰减的非周期直流分量, 该直流分量的大小为

$$I_{dc}(t) = [I_{pm0} \cdot \sin(\alpha - \varphi_0) - I_{pm} \cdot \sin(\alpha - \varphi)] \cdot e^{-t/\tau}$$

式中：

I_{pm0} 为故障前的电流最大值，

I_{pm} 为故障后的稳态短路电流最大值，

φ_0 为故障前的回路阻抗角，

φ 为故障后的回路阻抗 Z 的阻抗角， $Z = Z_S + Z_d$ ，

α 为故障瞬间电源电压的角度，

τ 为故障后回路的衰减时间常数，其大小由回路阻抗 Z 确定

$$Z = Z_S + Z_d = R + jX,$$

$$\text{则 } \tau = \frac{L}{R} = \frac{X / 2 \cdot \pi \cdot f}{R}$$

注：1) 由于短路故障计算建模时，一般假设线路阻抗角等于系统阻抗角度，此时，直流电压分量 $V_{dc}(t) = 0$ 。

2) 一般情况下，继电保护只关心故障后的稳态电流、电压分量，通常此处取“不含直流（非周期）分量”；

- **短路合闸角：**故障瞬间，非周期直流电流分量的初始大小与故障发生的时刻有关，即直流分量的大小取决于短路发生时刻电源电压的角度（合闸角）。根据故障类型的不同，此处合闸角的定义分别如下表所示：

故障类型	合闸角
A 相接地	$\varphi(\dot{U}_A)$
B 相接地	$\varphi(\dot{U}_B)$
C 相接地	$\varphi(\dot{U}_C)$
AB 相间	$\varphi(\dot{U}_A - \dot{U}_B)$
BC 相间	$\varphi(\dot{U}_B - \dot{U}_C)$
CA 相间	$\varphi(\dot{U}_C - \dot{U}_A)$

AB 接地	$\varphi(\dot{U}_A)$
BC 接地	$\varphi(\dot{U}_B)$
CA 接地	$\varphi(\dot{U}_C)$
三相短路	$\varphi(\dot{U}_A)$
任意类型	$\varphi(\dot{U}_A)$

- **负荷电流：**与故障后的短路电流相比，负荷电流幅值很小，一般可以忽略不计，即空载，取 0；
- **负荷功角：**以电压为参照，负荷电流相对于电压的角度偏移；
- **试验限时（故障限时）：**故障开始到试验结束之间的时间限制，一般地，应保证保护在该时间内可以完成整个“跳闸→重合→再跳闸”的过程；
- **跳闸延时：**模拟断路器的跳闸动作时间，测试仪根据开入量的连接，一旦接受到保护的跳闸信号，经过“跳闸延时”后，方进入跳闸后的电压电流状态。（注：如果测试仪开入量直接连接断路器的“跳位”接点，则跳闸延时可取为 0）；
- **合闸延时：**模拟断路器的合闸动作时间，测试仪根据开入量的连接，一旦接受到保护的合闸信号，经过“合闸延时”后，方进入合闸后的电压电流状态。（注：理论上，如果测试仪开入量直接连接断路器的“合位”接点，则合闸延时可取为 0，但考虑到躲开三相重合动作的不一致性，建议取 0.02 秒，以保证三相可靠闭合）；

3/6 故障转换：

注：此处，“故障转换”指在重合闸之前发生的故障转换；

- **故障转换？：**设置重合闸前是否发生故障转换；

以下参数仅对转换性故障有效：

- **转换时刻：**故障转换发生的时刻，以进入故障的时刻为起点 $t = 0$ ；
注：转换时刻必须发生在重合闸之前，否则无效！
- **故障类型：**故障转换后的故障类型，可选择：任意状态，A、B、C 相接地，AB、BC、CA 相间，AB、BC、CA 接地，三相短路等；
- **故障方向：**故障转换后的故障方向：正向故障，或，反向故障；
- **短路电流：**故障转换后，流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流

恒定”时有效；

- **短路电压：**故障转换后，保护安装处的故障电压 U_f 。计算模型为“电压恒定”时有效；
 - ✧ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- **短路阻抗 Z_L ：**故障转换后，保护安装处距离短路点之间的短路阻抗，极坐标形式：幅值，角度；
- **$R_L + j X_L$ ：**故障转换后，短路阻抗 Z_L 的直角坐标形式：电阻，电抗；

4/6 重合闸后：

本页参数仅对永久性故障有效：

一般地，对于瞬时性故障，则重合后状态同故障前状态，而对于永久性故障，程序默认等同于故障（或转换后的故障）状态。如果需要校验保护重合后的加速跳闸功能，则可根据需要对本页参数重新设置。

- **故障类型：**重合闸后的故障类型；任意状态，A、B、C 相接地，AB、BC、CA 相间，AB、BC、CA 接地，三相短路；
- **故障方向：**重合闸后的故障方向：正向故障，或，反向故障；
- **短路电流：**重合闸后，流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流恒定”时有效；
- **短路电压：**重合闸后，保护安装处的故障电压 U_f 。计算模型为“电压恒定”时有效；
 - ✧ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- **短路阻抗 Z_h ：**重合闸后，保护安装处距离短路点之间的短路阻抗，极坐标形式：幅值，角度；
- **$R_h + j X_h$ ：**重合闸后，短路阻抗 Z_h 的直角坐标形式：电阻，电抗；

5/6 开关量定义

测试仪的开入量一般连接保护的動作出口接点，如跳 A、B、C，重合 R 等。

- **开入接点 A：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 A 接点”，“三跳接点”，或者“关闭”（即无效）；
- **开入接点 B：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 B 接点”，“三跳接点”，或者“关闭”（即无效）；

- **开入接点 C:** 根据与保护动作出口接点的连接, 选择“跳 C 接点”, “三跳接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开入接点 R:** 根据与保护动作出口接点的连接, 选择“重合接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开入接点 a:** 需要记录其动作时间的辅助接点 1;
- **开入接点 b:** 需要记录其动作时间的辅助接点 2;
- **开入接点 c:** 需要记录其动作时间的辅助接点 3;
- **故障启动 r:** 用于试验过程中故障的触发, 为此, 程序提供了 3 种不同的方式, 包括“手控启动故障”、“开入接点 r 断开启动故障”、“开入接点 r 闭合启动故障”;
- **开出量控制:** 一旦试验进入故障状态, 测试仪可以根据设置, 在延长一段时间后通过开出量发出一个信号;
- **延时:** 配合“开出量控制”使用。(注: 手控启动故障方式下, 该延时可正可负, 即滞后或提前, 但其他方式下只能为正, 即滞后);

6/6 计算模型

- **计算模型:** 一般取“电流恒定”, 即定电流(短路电流)方式。程序共提供了三种方式: “Zs 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。
 - ◇ Zs 恒定: 即短路故障时, 系统电源侧阻抗恒定。此处 Zs 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗(正序阻抗);
 - ◇ 电压恒定: 即短路故障时, 保护安装处的故障电压 Uf 恒定。此处
 - ◇ 接地故障时, Uf 为各故障相的对地电压,
 - ◇ 相间故障时, Uf 为故障相之间的相间电压。
 - ◇ 电流恒定: 即短路故障时, 流经保护安装处的故障电流 If 恒定;
- **额定电压:** 保护 PT 二次侧的额定相电压, 一般为 57.735V;
- **频率:** 电压、电流的输出频率, 中国大陆地区为 50.0Hz;
- **电源阻抗 Zs:** 系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Zs (正序阻抗), 计算模型为“Zs 恒定”时有效;
 - ◇ Zs 为电源阻抗的极坐标表示: 大小, 角度,
 - ◇ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示: 电阻, 电抗;
- **补偿系数 Ks:** 电源阻抗 Zs 的零序补偿系数, 模型为“Zs 恒定”时有效;

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_S) = 0$ ， K_S 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。

- **U_x 设置**：第 4 路电压 U_x 的输出方式选择，包括： $+3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $+3U_0 * \sqrt{3}$ 、 $-3U_0 * \sqrt{3}$ 、检同期 A、检同期 B、检同期 C、检同期 AB、检同期 BC、检同期 CA 等；

注：如果 U_x 设置选择为检同期方式，以“检同期 A”为例，则 U_x 的输出过程为：

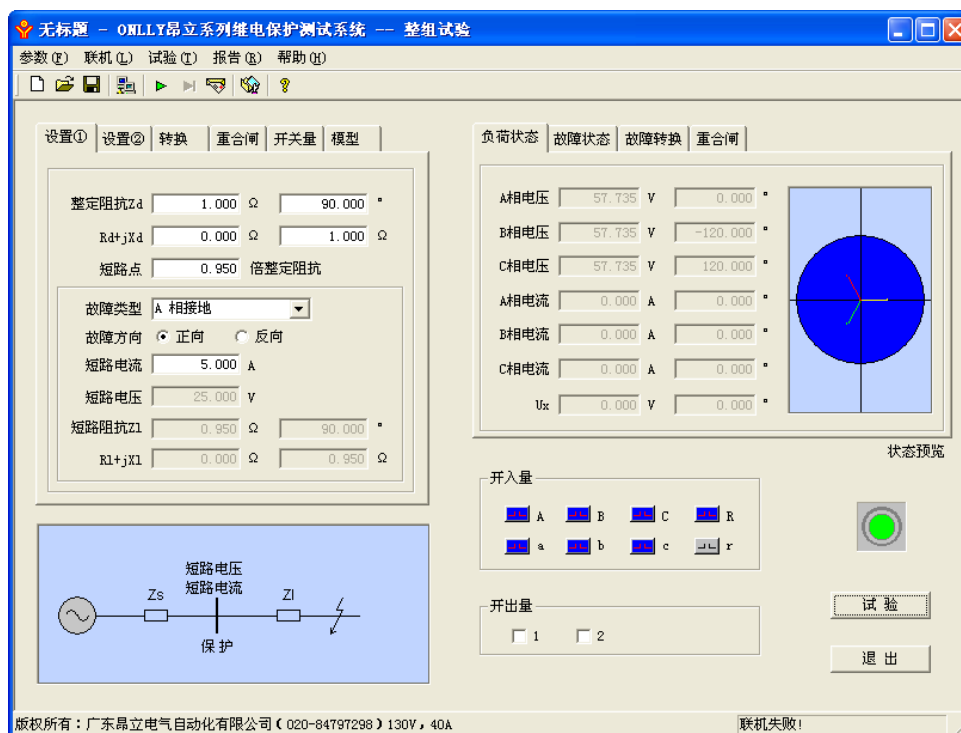
故障前以及故障跳闸前， U_x 均输出 A 相电压 U_a ，一旦跳闸，则 U_x 输出同期电压，重合闸后， U_x 恢复为 A 相电压 U_a 。

- **同期电压**：当第 4 路电压选择为检同期方式时有效。“同期电压”模拟断路器跳闸后到重合闸之前这一段时间内的线路侧电压，可以用来测试保护重合闸的“检同期”功能；

§ 2-6-3 整组试验 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“整组试验”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-6-2 变量说明”；

§ 2-7 距离保护

距离保护定值校验，定性分析保护距离保护各段动作的灵敏性和可靠性。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 7 页显示，包括：
 - 定值 1：相间阻抗定值设置；
 - 定值 2：接地阻抗定值设置；
 - 项目：I、II、III、IV 各段阻抗测试倍数选择；
 - 故障：测试的故障项目选择；
 - 设置：测试时的故障情况设置；
 - 开关量：保护出口接点和测试仪的连接设置；
 - 模型：各状态下电压、电流的计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据控制参数的设置，结合计算模型，程序自动计算各测试项目下的电压、电流值；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- 定值 1、定值 2、项目、故障、设置、开关量、模型：此 7 项分别对应控制参数

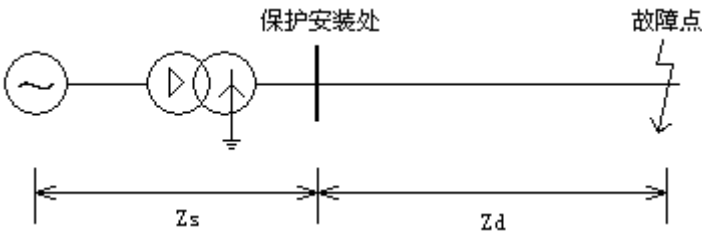
设置区的 7 页参数，光标移动到此 7 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

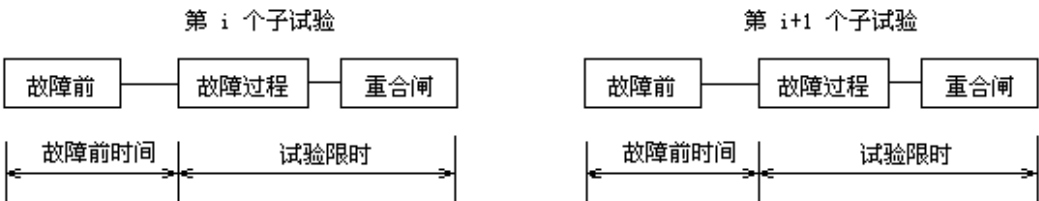
- **结果：**显示本次试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-7-1 基本原理

单电源网络计算模型：



本试验根据测试项目和故障类型的选择，分别由若干个子试验项目构成，各子项目的试验过程分别如下图所示：



其中，每一个子试验项目中故障的启动方式由用户设置（自启动，或按键启动）。

§ 2-7-2 变量说明

1/7 定值 1：相间距离，阻抗定值设置

- I 段阻抗 Z1：相间距离 I 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R1 + j X1$ ：相间距离 I 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- II 段阻抗 Z2：相间距离 II 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R2 + j X2$ ：相间距离 II 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- III 段阻抗 Z3：相间距离 III 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R3 + j X3$ ：相间距离 III 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- IV 段阻抗 Z4：相间距离 IV 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R4 + j X4$ ：相间距离 IV 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- I 段时间 T1：相间距离 I 段的动作时间定值；
- II 段时间 T2：相间距离 II 段的动作时间定值；
- III 段时间 T3：相间距离 III 段的动作时间定值；
- IV 段时间 T4：相间距离 IV 段的动作时间定值；

注：必须保证 $T4 > T3 > T2 > T1$ ；

2/7 定值 2：接地距离，阻抗定值设置

- I 段阻抗 Z1：接地距离 I 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R1 + j X1$ ：接地距离 I 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- II 段阻抗 Z2：接地距离 II 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R2 + j X2$ ：接地距离 II 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- III 段阻抗 Z3：接地距离 III 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R3 + j X3$ ：接地距离 III 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- IV 段阻抗 Z4：接地距离 IV 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R4 + j X4$ ：接地距离 IV 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- I 段时间 T1：接地距离 I 段的动作时间定值；
- II 段时间 T2：接地距离 II 段的动作时间定值；
- III 段时间 T3：接地距离 III 段的动作时间定值；
- IV 段时间 T4：接地距离 IV 段的动作时间定值；

注：必须保证 $T4 > T3 > T2 > T1$ ；

3/7 测试项目

根据需要选择各段阻抗定值的测试倍数，倍数可以改变，打“√”者表示选中测试；

- **I 段阻抗 Z1**：选择 I 段阻抗的各测试项目；
- **II 段阻抗 Z2**：选择 II 段阻抗的各测试项目；
- **III 段阻抗 Z3**：选择 III 段阻抗的各测试项目；
- **IV 段阻抗 Z4**：选择 IV 段阻抗的各测试项目；

4/7 故障选择

根据需要选择需要进行测试的故障类型，包括：

- **A 相接地**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **B 相接地**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **C 相接地**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **AB 相间**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **BC 相间**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **CA 相间**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **三相短路**：打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；

5/7 故障设置

本页参数针对所有进行测试的故障类型进行设置，包括：故障的启动方式，是否为永久性故障、短路合闸角的大小等；

- **故障启动**：选择各故障启动的方式，包括自启动和按键启动两种方式；
 - ✧ 自启动：本次子试验结束后，程序自动进入下一个子试验项目；
 - ✧ 按键启动：本次子试验结束后，程序自动提醒，等待用户按键，控制是否进入下一个子试验项目；

注：每一个子试验项目的结束由“试验限时（故障限时）”参数决定。

- **永久故障？**：设置所有待测试故障的性质：永久性故障，或，瞬时性故障；
- **短路合闸角**：此处“短路合闸角”的定义同整组试验（详见 2-6-2）；
- **故障前时间**：故障为“自启动”方式下有效。

每次子试验项目测试前，测试仪均输出一段时间的故障前状态（即空载状态），以保证保护接点可靠复归，且重合闸准备完毕。故，该时间的设置一般大于保护的复归时间（含重合闸充电时间），通常取 20~25 秒左右。

- **试验限时（故障限时）**：每次子试验项目从进入故障到结束之间的时间，一般地，应保证保护在该时间内可以完成整个“跳闸→重合→再跳闸”的过程；

- **PT 位置:** 选择保护 PT 的安装位置: 母线侧, 或, 线路侧。PT 位于母线侧, 则跳闸后故障相电压恢复为正常电压值 (即额定电压), PT 位于线路侧, 则跳闸后故障相电压变为零状态。一般地, 220KV 以下的保护, PT 位于母线侧;
- **跳闸延时:** 模拟断路器的跳闸动作时间, 测试仪根据开入量的连接, 一旦接受到保护的跳闸信号, 经过“跳闸延时”后, 方进入跳闸后的电压电流状态。(注: 如果测试仪开入量直接连接断路器的“跳位”接点, 则跳闸延时可取为 0);
- **合闸延时:** 模拟断路器的合闸动作时间, 测试仪根据开入量的连接, 一旦接受到保护的合闸信号, 经过“合闸延时”后, 方进入合闸后的电压电流状态。(注: 理论上, 如果测试仪开入量直接连接断路器的“合位”接点, 则合闸延时可取为 0, 但考虑到躲开三相重合动作的不一致性, 建议取 0.02 秒, 以保证三相可靠闭合);

6/7 开关量定义

测试仪的开入量一般连接保护的動作出口接点, 如跳 A、B、C, 重合 R 等。

- **开入接点 A:** 根据与保护動作出口接点的连接, 选择“跳 A 接点”, “三跳接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开入接点 B:** 根据与保护動作出口接点的连接, 选择“跳 B 接点”, “三跳接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开入接点 C:** 根据与保护動作出口接点的连接, 选择“跳 C 接点”, “三跳接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开入接点 R:** 根据与保护動作出口接点的连接, 选择“重合接点”, 或者“关闭”(即无效);
- **开出量控制:** 一旦子试验项目进入故障状态, 测试仪可以根据设置, 在延长一段时间后通过开出量发出一个信号;
- **延时:** 配合“开出量控制”使用。(注: “按键启动”方式下, 该延时可正可负, 即滞后或提前, 但其他方式下只能为正, 即滞后);

7/7 计算模型

- **计算模型:** 一般取“电流恒定”, 即定电流 (短路电流) 方式。程序共提供了三种方式: “Zs 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。
 - ✧ Zs 恒定: 即短路故障时, 系统电源侧阻抗恒定。此处 Zs 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 (正序阻抗);
 - ✧ 电压恒定: 即短路故障时, 保护安装处的故障电压 U_f 恒定。此处

- ◇ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
- ◇ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- ◇ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定；
- **额定电压**：保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率**：电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **电源阻抗 Z_s** ：系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Z_s （正序阻抗），计算模型为“ Z_s 恒定”时有效；
 - ◇ Z_s 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ◇ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 K_s** ：电源阻抗 Z_s 的零序补偿系数，模型为“ Z_s 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_s) = 0$ ， K_s 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。

- **I 段电流**：针对 I 段短路阻抗的大小，设置试验时 I 段的故障电流，一般可取 5.0A；（注：如果阻抗定值比较小，如 0.1 欧左右，则为了减小保护测量电流电压的相对误差，应相应地增大短路电流；反之，应减小短路电流，以免短路电压过高。）
- **II 段电流**：针对 II 段短路阻抗的大小，设置试验时 II 段的故障电流，设置方法同上；
- **III 段电流**：针对 III 段短路阻抗的大小，设置试验时 III 段的故障电流，设置方法同上；
- **IV 段电流**：针对 IV 段短路阻抗的大小，设置试验时 IV 段的故障电流，设置方法同上；

注：计算模型为“电压恒定”时，以上四个参数自动转变为相应的 I、II、III、IV

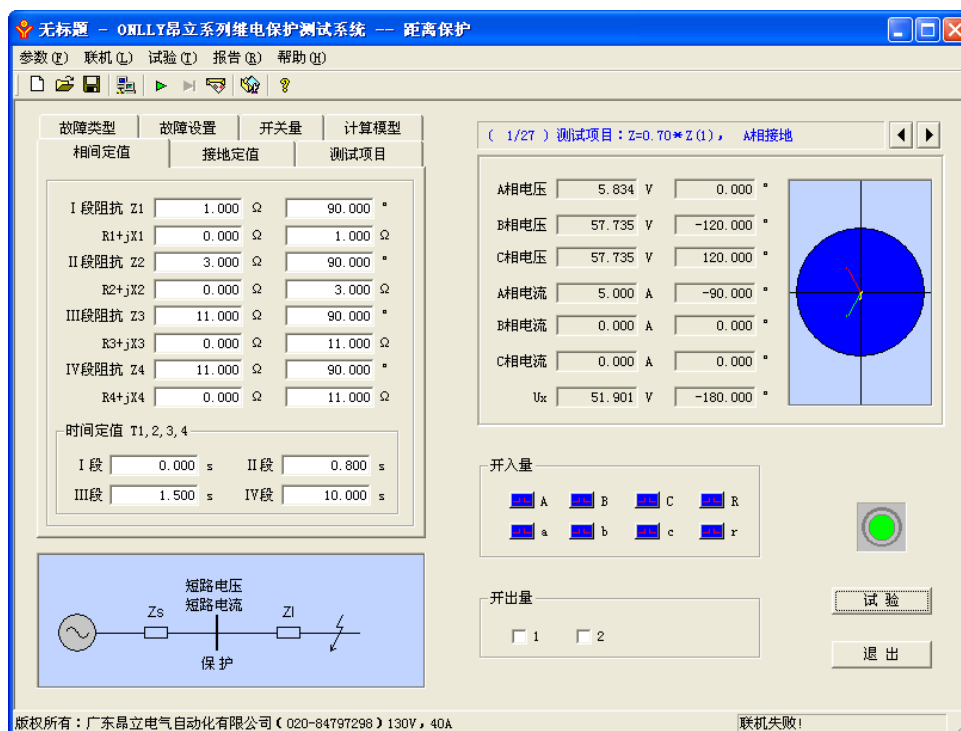
段短路电压。

- **U_x 设置:** 第 4 路电压 U_x 的输出方式选择, 包括: $+3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $+3U_0 \cdot \sqrt{3}$ 、 $-3U_0 \cdot \sqrt{3}$ 、U_A、U_B、U_C、任意方式等。U_x 输出为任意方式时, U_x 的幅值角度由“U_x 输入”参数确定;
- **U_x 电压:** U_x 设置为任意方式时有效, 此参数决定了任意方式下第 4 路电压输出的幅值角度。

§ 2-7-3 距离保护 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线 (或 USB 线) 将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“距离保护”项, 进入 Windows 操作界面;




✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常, 则界面右下角出现提示“Welcome to ONLY!”;

✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常, 则界面右下角出现提示“联机失败”。

此时，检查：

- 1) ONLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLY-USB 驱动程序是否正确安装：
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面中的“ONLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-7-2 变量说明”；

§ 2-8 零序保护

零序保护定值校验，定性分析零序保护各段动作的灵敏性和可靠性。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 6 页显示，包括：
 - 定值：零序电流定值设置；
 - 项目： I、II、III、IV 各段电流测试倍数选择；
 - 故障： 测试的故障项目选择；
 - 设置： 测试时的故障情况设置；
 - 开关量： 保护出口接点和测试仪的连接设置；
 - 模型： 各状态下电压、电流的计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据控制参数的设置，结合计算模型，程序自动计算各测试项目下的电压、电流值；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

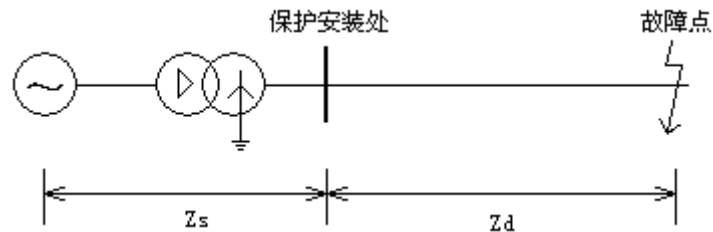
主界面的最下一行为菜单行，按 ↑ ↓ ← → 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **设置、项目、故障、设置、开关量、模型**：此 6 项分别对应控制参数设置区的 6 页参数，光标移动到此 6 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp

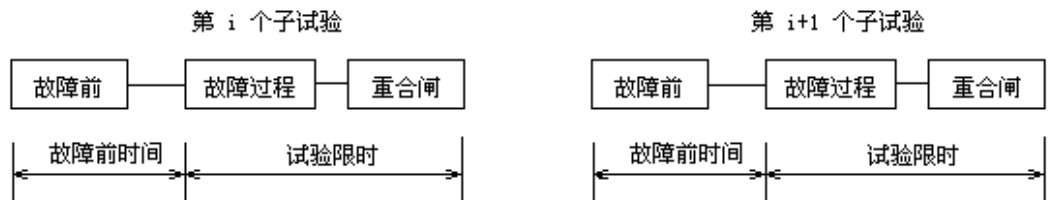
- 键翻页)，此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
- ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
 - ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **结果：**显示本次试验结果。
 - **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
 - **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
 - **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-8-1 基本原理

单电源网络计算模型：



本试验根据测试项目和故障类型的选择，分别由若干个子试验项目构成，各子项目的试验过程分别如下图所示：



其中，每一个子试验项目中故障的启动方式由用户设置（自启动，或按键启动）。

零序保护主要用于线路接地故障的保护，而接地故障中最为典型的当属单相接地，

故本试验中以单相接地进行测试。

§ 2-8-2 变量说明

1/6 定值：零序定值设置

- **零序 I 段 3I0**：零序 I 段定值；
- **零序 II 段 3I0**：零序 II 段定值；
- **零序 III 段 3I0**：零序 III 段定值；
- **零序 IV 段 3I0**：零序 IV 段定值；
- **3I0 输出方式**：3I0 电流的提供方式；

对于单相接地故障，理论上，零序电流应从故障相电流相对应，例如，A 相接地， $3I_0=I_a$ ；B 相接地， $3I_0=I_b$ ；C 相接地， $3I_0=I_c$ 。但是，对于零序电流 3I0 数值较大的情况，由于测试仪的输出量程有限，为了模拟 3I0 的大电流，必须利用测试仪两相或三相并联的方式，为此程序提供了 5 种 3I0 电流的输出方式，分别为“单相输出（故障相）”、“AB 两并电流输出”，“BC 两并电流输出”，“CA 两并电流输出”和“ABC 三并电流输出”。其中，第一种方式下，故障电流的输出和理论情况完全一致，而后几种方式只代表 3I0 的合成方式，即仅保证 3I0 输出的正确性（包括方向和大小），并不理会与故障相电流的对应性。

例如，对于 A 相接地，

- ◇ 3I0 输出方式选择“单相输出（故障相）”，则 $I_a=3I_0$ ， $I_b=0$ ， $I_c=0$ ；
- ◇ 3I0 输出方式选择“AB 两并电流输出”，则 $I_a=3I_0/2$ ， $I_b=3I_0/2$ ， $I_c=0$ ；
- ◇ 3I0 输出方式选择“BC 两并电流输出”，则 $I_a=0$ ， $I_b=3I_0/2$ ， $I_c=3I_0/2$ ；
- ◇ 3I0 输出方式选择“CA 两并电流输出”，则 $I_a=3I_0/2$ ， $I_b=0$ ， $I_c=3I_0/2$ ；
- ◇ 3I0 输出方式选择“ABC 三并电流输出”，则 $I_a=3I_0/3$ ， $I_b=3I_0/3$ ， $I_c=3I_0/3$ ；

但无论 3I0 的输出方式， U_a 、 U_b 、 U_c 和 $3U_0$ 大小、方向的模拟均保证与理论情况完全相符。

注：由于 3I0 的输出方式只代表 3I0 电流的提供方式，并不表示测试仪的电流输出端孔与保护故障相电流端子的连接方式，测试仪和保护的连接仍遵守一一对应的原则，即 I_a 对 I_a ， I_b 对 I_b ， I_c 对 I_c 。

- **I 段时间 T1**：零序 I 段的动作时间定值；
- **II 段时间 T2**：零序 II 段的动作时间定值；

- **III 段时间 T3:** 零序 III 段的动作时间定值;
- **IV 段时间 T4:** 零序 IV 段的动作时间定值;

注: 必须保证 $T4 > T3 > T2 > T1$;

2/6 测试项目

根据需要选择各段零序定值的测试倍数, 倍数可以改变, 打“√”者表示选中测试;

- **零序 I 段:** 选择零序 I 段的各测试项目;
- **零序 II 段:** 选择零序 II 段的各测试项目;
- **零序 III 段:** 选择零序 III 段的各测试项目;
- **零序 IV 段:** 选择零序 IV 段的各测试项目;

3/6 故障选择

根据需要选择需要进行测试的故障类型, 包括:

- **A 相接地:** 打“√”者表示选中测试, 同时可设置该类故障的故障方向;
- **B 相接地:** 打“√”者表示选中测试, 同时可设置该类故障的故障方向;
- **C 相接地:** 打“√”者表示选中测试, 同时可设置该类故障的故障方向;

4/6 故障设置

本页参数针对所有进行测试的故障类型进行设置, 包括: 故障的启动方式, 是否为永久性故障、短路合闸角的大小等;

- **故障启动:** 选择各故障启动的方式, 包括自启动和按键启动两种方式;
 - ✧ 自启动: 本次子试验结束后, 程序自动进入下一个子试验项目;
 - ✧ 按键启动: 本次子试验结束后, 程序自动提醒, 等待用户按键, 控制是否进入下一个子试验项目;

注: 每一个子试验项目的结束由“试验限时 (故障限时)”参数决定。

- **永久故障?**: 设置所有待测试故障的性质: 永久性故障, 或, 瞬时性故障;
- **短路合闸角:** 此处“短路合闸角”的定义同整组试验 (详见 2-6-2);
- **故障前时间:** 故障为“自启动”方式下有效。

每次子试验项目测试前, 测试仪均输出一段时间的故障前状态 (即空载状态), 以保证保护接点可靠复归, 且重合闸准备完毕。故, 该时间的设置一般大于保护的复归时间 (含重合闸充电时间), 通常取 20~25 秒左右。

- **试验限时 (故障限时):** 每次子试验项目从进入故障到结束之间的时间, 一般地, 应保证保护在该时间内可以完成整个“跳闸→重合→再跳闸”的过程;
- **PT 位置:** 选择保护 PT 的安装位置: 母线侧, 或, 线路侧。PT 位于母线侧, 则

跳闸后故障相电压恢复为正常电压值（即额定电压），PT 位于线路侧，则跳闸后故障相电压变为零状态。一般地，220KV 以下的保护，PT 位于母线侧；

- **跳闸延时：**模拟断路器的跳闸动作时间，测试仪根据开入量的连接，一旦接受到保护的跳闸信号，经过“跳闸延时”后，方进入跳闸后的电压电流状态。（注：如果测试仪开入量直接连接断路器的“跳位”接点，则跳闸延时可取为 0）；
- **合闸延时：**模拟断路器的合闸动作时间，测试仪根据开入量的连接，一旦接受到保护的合闸信号，经过“合闸延时”后，方进入合闸后的电压电流状态。（注：理论上，如果测试仪开入量直接连接断路器的“合位”接点，则合闸延时可取为 0，但考虑到躲开三相重合动作的不一致性，建议取 0.02 秒，以保证三相可靠闭合）；

5/6 开关量定义

测试仪的开入量一般连接保护的動作出口接点，如跳 A、B、C，重合 R 等。

- **开入接点 A：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 A 接点”，“三跳接点”，或“关闭”；
- **开入接点 B：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 B 接点”，“三跳接点”，或“关闭”；
- **开入接点 C：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 C 接点”，“三跳接点”，或“关闭”；
- **开入接点 R：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“重合接点”，或“关闭”；
- **开出量控制：**一旦子试验项目进入故障状态，测试仪可以根据设置，在延长一段时间后通过开出量发出一个信号；
- **延时：**配合“开出量控制”使用。（注：“按键启动”方式下，该延时可正可负，即滞后或提前，但其他方式下只能为正，即滞后）；

6/6 计算模型

- **计算模型：**由于为电流型试验，程序只提供了“电流恒定”，即定电流（短路电流）方式。
 - ✧ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定；
- **额定电压：**保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率：**电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **短路阻抗 ZL：**保护安装处到短路点的线路阻抗 ZL（正序阻抗）
 - ✧ ZL 为短路阻抗的极坐标表示：大小，角度，

◇ $RL+jXL$ 为短路阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

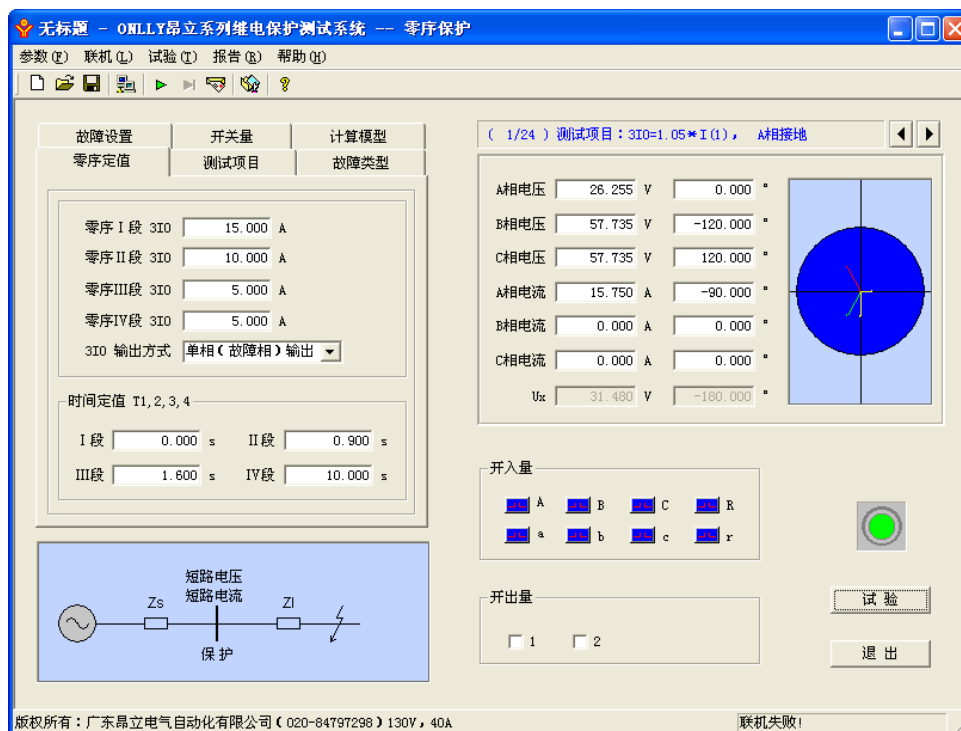
考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。

- **U_x 设置**：第 4 路电压 U_x 的输出方式选择，包括： $+3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $+3U_0 * \sqrt{3}$ 、 $-3U_0 * \sqrt{3}$ 、 U_A 、 U_B 、 U_C 、任意方式等。 U_x 设置为任意方式时， U_x 的幅值角度由“ U_x 输入”参数确定；
- **U_x 电压**： U_x 设置为任意方式时有效，此参数决定了任意方式下第 4 路电压输出的幅值角度。

§ 2-8-3 零序保护 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“零序保护”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-8-2 变量说明”；

§ 2-9 z/t 特性

测试阻抗型继电器（保护）的 $Z(t)$ 阶梯动作特性。本试验中所有故障均为瞬时性故障， Z 为短路阻抗， t 取跳 A、跳 B、跳 C 中的最大值。



主界面分为三个区域：

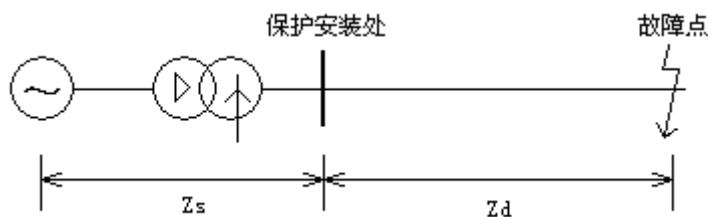
- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 7 页显示，包括：
 - 定值 1：相间阻抗定值设置；
 - 定值 2：接地阻抗定值设置；
 - 阻抗点：I、II、III、IV 各段阻抗测试倍数选择；
 - 故障：测试的故障项目选择；
 - 设置：测试时的故障情况设置；
 - 开关量：保护出口接点和测试仪的连接设置；
 - 模型：各状态下电压、电流的计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据控制参数的设置，结合计算模型，程序自动计算各测试项目下的电压、电流值；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

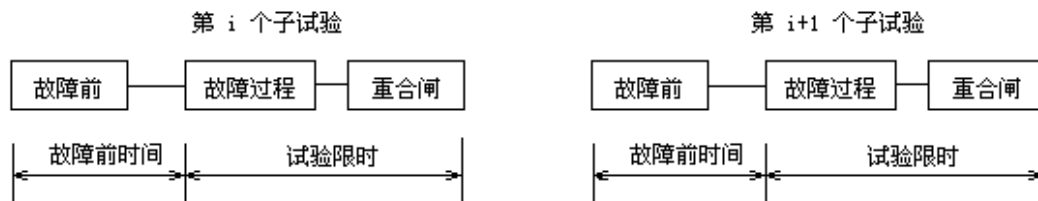
- **设置 1、设置 2、阻抗点、故障、设置、开关量、模型：**此 7 项分别对应控制参数设置区的 7 页参数，光标移动到此 7 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ◇ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ◇ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
 - ◇ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **结果：**显示本次试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-9-1 基本原理

单电源网络计算模型：



本试验根据测试项目和故障类型的选择，分别由若干个子试验项目构成，各子项目的试验过程分别如下图所示：



其中，每一个子试验项目中故障的启动方式由用户设置（自启动，或按键启动）。

§ 2-9-2 变量说明

1/7 定值 1：相间距离，阻抗定值设置

- I 段阻抗 Z1：相间距离 I 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R1 + j X1$ ：相间距离 I 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- II 段阻抗 Z2：相间距离 II 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R2 + j X2$ ：相间距离 II 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- III 段阻抗 Z3：相间距离 III 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R3 + j X3$ ：相间距离 III 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- IV 段阻抗 Z4：相间距离 IV 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R4 + j X4$ ：相间距离 IV 段的阻抗定值：电阻，电抗；

2/7 定值 2：接地距离，阻抗定值设置

- I 段阻抗 Z1：接地距离 I 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R1 + j X1$ ：接地距离 I 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- II 段阻抗 Z2：接地距离 II 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R2 + j X2$ ：接地距离 II 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- III 段阻抗 Z3：接地距离 III 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R3 + j X3$ ：接地距离 III 段的阻抗定值：电阻，电抗；
- IV 段阻抗 Z4：接地距离 IV 段的阻抗定值：幅值，角度；
- $R4 + j X4$ ：接地距离 IV 段的阻抗定值：电阻，电抗；

3/7 测试项目

根据需要选择各段阻抗定值的测试倍数，倍数可以改变，打“√”者表示选中测试；

- I 段阻抗 Z1：选择 I 段阻抗的各测试项目；
- II 段阻抗 Z2：选择 II 段阻抗的各测试项目；
- III 段阻抗 Z3：选择 III 段阻抗的各测试项目；
- IV 段阻抗 Z4：选择 IV 段阻抗的各测试项目；

4/7 故障选择

根据需要选择需要进行测试的故障类型，包括：

- A 相接地；打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；

- **B相接地：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **C相接地：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **AB相间：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **BC相间：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **CA相间：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；
- **三相短路：**打“√”者表示选中测试，同时可设置该类故障的故障方向；

5/7 故障设置

本页参数针对所有进行测试的故障类型进行设置，包括：故障的启动方式，是否为永久性故障、短路合闸角的大小等；

- **故障启动：**选择各故障启动的方式，包括自启动和按键启动两种方式；
 - ✧ 自启动：本次子试验结束后，程序自动进入下一个子试验项目；
 - ✧ 按键启动：本次子试验结束后，程序自动提醒，等待用户按键，控制是否进入下一个子试验项目；

注：每一个子试验项目的结束由“试验限时（故障限时）”参数决定。

- **短路合闸角：**此处“短路合闸角”的定义同整组试验（详见 2-6-2）；
- **故障前时间：**故障为“自启动”方式下有效。

每次子试验项目测试前，测试仪均输出一段时间的故障前状态（即空载状态），以保证保护接点可靠复归，且重合闸准备完毕。故，该时间的设置一般大于保护的复归时间（含重合闸充电时间），通常取 20~25 秒左右。

- **试验限时（故障限时）：**每次子试验项目从进入故障到结束之间的时间，一般地，应保证保护在该时间内可以完成整个“跳闸→重合→再跳闸”的过程；
- **PT 位置：**选择保护 PT 的安装位置：母线侧，或，线路侧。PT 位于母线侧，则跳闸后故障相电压恢复为正常电压值（即额定电压），PT 位于线路侧，则跳闸后故障相电压变为零状态。一般地，220KV 以下的保护，PT 位于母线侧；

6/7 开关量定义

测试仪的开入量一般连接保护的動作出口接点，如跳 A、B、C，重合 R 等。

- **开入接点 A：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 A 接点”，“三跳接点”，或“关闭”；
- **开入接点 B：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 B 接点”，“三跳接点”，或“关闭”；
- **开入接点 C：**根据与保护動作出口接点的连接，选择“跳 C 接点”，“三跳接点”，

或“关闭”；

- **开入接点 R:** 根据与保护动作出口接点的连接，选择“重合接点”，或“关闭”；
- **开出量控制:** 一旦子试验项目进入故障状态，测试仪可以根据设置，在延长一段时间后通过开出量发出一个信号；
- **延时:** 配合“开出量控制”使用。（注：“按键启动”方式下，该延时可正可负，即滞后或提前，但其他方式下只能为正，即滞后）；

7/7 计算模型

- **计算模型:** 一般取“电流恒定”，即定电流（短路电流）方式。程序共提供了三种方式：“Zs 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。
 - ✧ Zs 恒定：即短路故障时，系统电源侧阻抗恒定。此处 Zs 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗（正序阻抗）；
 - ✧ 电压恒定：即短路故障时，保护安装处的故障电压 Uf 恒定。此处
 - ✧ 接地故障时，Uf 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时，Uf 为故障相之间的相间电压。
 - ✧ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 If 恒定；
- **额定电压:** 保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率:** 电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **电源阻抗 Zs:** 系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Zs（正序阻抗），计算模型为“Zs 恒定”时有效；
 - ✧ Zs 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ✧ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 Ks:** 电源阻抗 Zs 的零序补偿系数，模型为“Zs 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z0 和正序阻抗 Z1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_S) = 0$ ，Ks 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 KL:** 短路阻抗 ZL 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z0 和正序阻抗 Z1 的阻抗角度相等，

则 $I_m(KL) = 0$, KL 为一实数, 通常取 0.667。

- **I 段电流:** 针对 I 段短路阻抗的大小, 设置试验时 I 段的故障电流, 一般可取 5.0A, (注: 如果阻抗定值比较小, 如 0.1 欧左右, 则为了减小保护测量电流电压的相对误差, 应相应地增大短路电流; 反之, 应减小短路电流, 以免短路电压过高。),
- **II 段电流:** 针对 II 段短路阻抗的大小, 设置试验时 II 段的故障电流, 设置方法同上;
- **III 段电流:** 针对 III 段短路阻抗的大小, 设置试验时 III 段的故障电流, 设置方法同上;
- **IV 段电流:** 针对 IV 段短路阻抗的大小, 设置试验时 IV 段的故障电流, 设置方法同上;

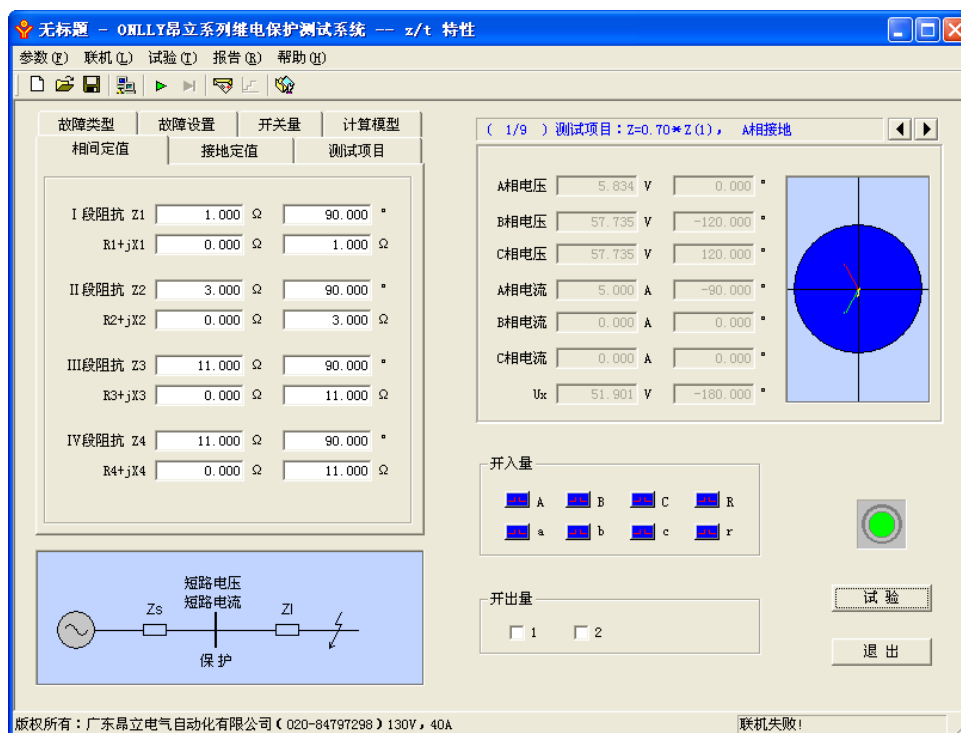
注: 计算模型为“电压恒定”时, 以上四个参数自动转变为相应的 I、II、III、IV 段短路电压。

- **U_x 设置:** 第 4 路电压 U_x 的输出方式选择, 包括: $+3U_0$ 、 $-3U_0$ 、 $+3U_0 * \sqrt{3}$ 、 $-3U_0 * \sqrt{3}$ 、 U_A 、 U_B 、 U_C 、任意方式等。 U_x 输出为任意方式时, U_x 的幅值角度由“ U_x 输入”参数确定;
- **U_x 电压:** U_x 设置为任意方式时有效, 此参数决定了任意方式下第 4 路电压输出的幅值角度。

§ 2-9-3 z/t 特性 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线 (或 USB 线) 将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“z/t 特性”项, 进入 Windows 操作界面;



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-9-2 变量说明”；

§ 2-10 状态序列

用户自由定制的试验方式，除起始态和结束态外，程序提供了 5 种测试状态，所有状态均可以由用户自由设置，并可以循环输出，状态之间的切换由时间控制或用户按键控制。各状态下 4 对（2 对）开出量的开合能自由控制，可用于模拟保护出口接点的动作情况，尤其便于故障录波器的独立调试。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的各状态参数，分 8 页显示，包括起始态、状态①、状态②、状态③、状态④、状态⑤、结束态，模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据各状态册参数设置，结合计算模型，程序自动计算出各状态下的电压、电流值；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

主界面的最下一行为菜单行，按 ↑ ↓ ← → 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **起始态、状态①、状态②、状态③、状态④、状态⑤、结束态、模型：**此 8 项分别对应控制参数设置区的 8 页参数，光标移动到此 8 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **预览：**选择不同的显示方式查看当前预设的 5 种状态下的状态参数和开出量变化情况，程序提供了 2 种预览方式：文本方式和图形方式。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。

程序提供了 2 种查看报告的方式：文本方式和图形方式。其中文本方式用于查看试验结果的文字说明，图形方式用于更加直观地查看整个试验过程中的波形输出以及开入和开出接点的动作变化；

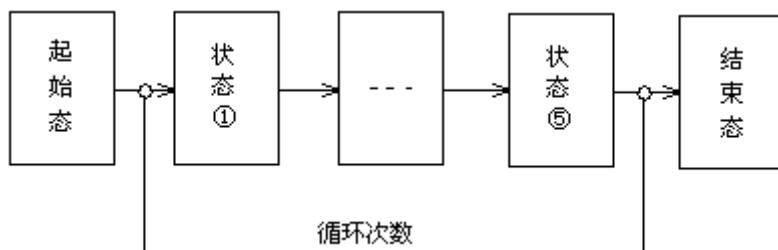
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-10-1 基本原理

试验过程分 7 个状态：起始态→状态①→…→状态⑤→结束态，其中，状态①→…→状态⑤可以循环输出，循环次数由用户设定。

根据“控制方式”的选择，各状态之间的切换由各状态的“持续时间”决定，或由用户控制。

时间控制时，如果不需要某一状态，则取该状态的“持续时间”为 0。



§ 2-10-2 变量说明

1/8 起始态：状态序列试验开始前的测试仪输出状态

- **状态名称：**起始态；
- **状态类型：**可选择“空载状态”或“任意状态”；
- **开出量 1：**测试仪开出量 1 的起始状态：断开，或，闭合；
- **开出量 2：**测试仪开出量 2 的起始状态：断开，或，闭合；
- **开出量 3：**测试仪开出量 3 的起始状态：断开，或，闭合；
- **开出量 4：**测试仪开出量 4 的起始状态：断开，或，闭合；
- **控制方式：**试验开始后，从当前测试状态进入下一个测试状态的控制方式，可选择“时间控制”，或“按键控制”。

✧ 时间控制：当前测试状态的输出时间到达规定的限时后，自动进入下一状态；

✧ 按键控制：当前测试状态的输出时间不限，等待用户按提示按键后进入下一状态；

- **循环次数：**状态试验的 5 个测试状态①～⑤可以循环输出；

2～6/8 状态①～⑤：状态试验的 5 个测试状态（可循环输出）

- **状态名称：**本状态的命名，可选择起始态、故障、转换故障、跳闸、重合、再跳闸、结束态、状态①、状态②、状态③、状态④、状态⑤；
- **状态类型：**本状态的输出类型，可选择“任意状态”、“空载状态”、“A 相接地”、“B 相接地”、“C 相接地”、“AB 相间”、“BC 相间”、“CA 相间”、“AB 接地”、“BC 接地”、“CA 接地”、“三相短路”。根据类型的选择以及故障方向、阻抗等参数的设置，程序自动计算出本状态下三相电压、电流的输出大小和角度（任意状态时，可由用户自行输入修改）；
- **故障方向：**状态类型为故障时有效，选择本状态下的故障方向：正向故障，或，反向故障；
- **整定阻抗 Z_d ：**状态类型为故障时有效，设置保护待测试段的阻抗定值：大小，阻抗角；
- **$R_d + jX_d$ ：**状态类型为故障时有效，整定阻抗 Z_d 的电阻、电抗分量，由程序自动计算。
- **倍数：**故障时的短路点位置，即保护安装处到短路点之间的线路阻抗相对于整定阻抗的百分比（小数形式）。
- **短路电压：**短路故障时，保护安装处的故障电压 U_f 。计算模型为“电压恒定”

时有效;

✧ 接地故障时, U_f 为各故障相的对地电压,

✧ 相间故障时, U_f 为故障相之间的相间电压。

- **短路电流:** 短路故障时, 流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流恒定”时有效;

- **开出量 1:** 进入本状态后测试仪开出量 1 的状态: 断开, 或, 闭合; 以及翻转为该状态的时刻;

注: 本翻转时刻的参照点以进入本状态为准, 即进入本状态后, 经过翻转时刻所设定的延时后, 开出量 1 变换为设定的开关状态。所以“翻转时刻”应小于本状态的“持续时间”。

- **开出量 2:** 同上;
- **开出量 3:** 同上;
- **开出量 4:** 同上;
- **持续时间:** 本状态的输出持续时间, 即进入本状态后, 经过所设定的持续时间后, 测试仪输出自动进入下一状态。

“控制方式”选时间控制时有效, 如果不需要输出某一状态, 则将该状态的“持续时间”设为 0 即可。

7/8 结束态: 状态序列试验中, 所有测试状态输出完毕后, 测试仪的输出状态。

- **状态名称:** 结束态;
- **状态类型:** 可选择“空载状态”或“任意状态”;
- **开出量 1:** 测试仪开出量 1 的结束状态: 断开, 或, 闭合;
- **开出量 2:** 测试仪开出量 2 的结束状态: 断开, 或, 闭合;
- **开出量 3:** 测试仪开出量 3 的结束状态: 断开, 或, 闭合;
- **开出量 4:** 测试仪开出量 4 的结束状态: 断开, 或, 闭合;
- **持续时间:** 进入“结束态”后, 状态序列试验的结束由用户控制。

8/8 计算模型

- **计算模型:** 一般取“电流恒定”, 即定电流(短路电流)方式。程序共提供了三种方式:“ Z_s 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。

✧ Z_s 恒定: 即短路故障时, 系统电源侧阻抗恒定。此处 Z_s 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗(正序阻抗);

✧ 电压恒定: 即短路故障时, 保护安装处的故障电压 U_f 恒定。此处

- ◇ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
- ◇ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- ◇ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定；
- **额定电压**：保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率**：电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **电源阻抗 Z_s** ：系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Z_s （正序阻抗），计算模型为“ Z_s 恒定”时有效；
 - ◇ Z_s 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ◇ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 K_s** ：电源阻抗 Z_s 的零序补偿系数，模型为“ Z_s 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_s) = 0$ ， K_s 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

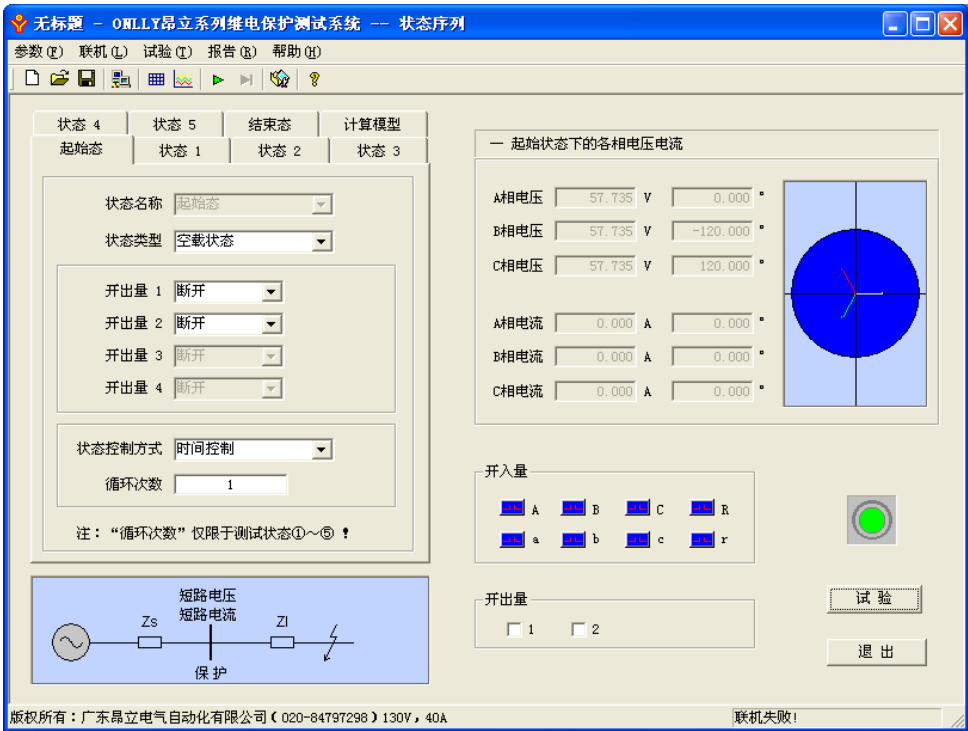
$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。


§ 2-10-3 状态序列 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“状态序列”项，进入 Windows 操作界面；



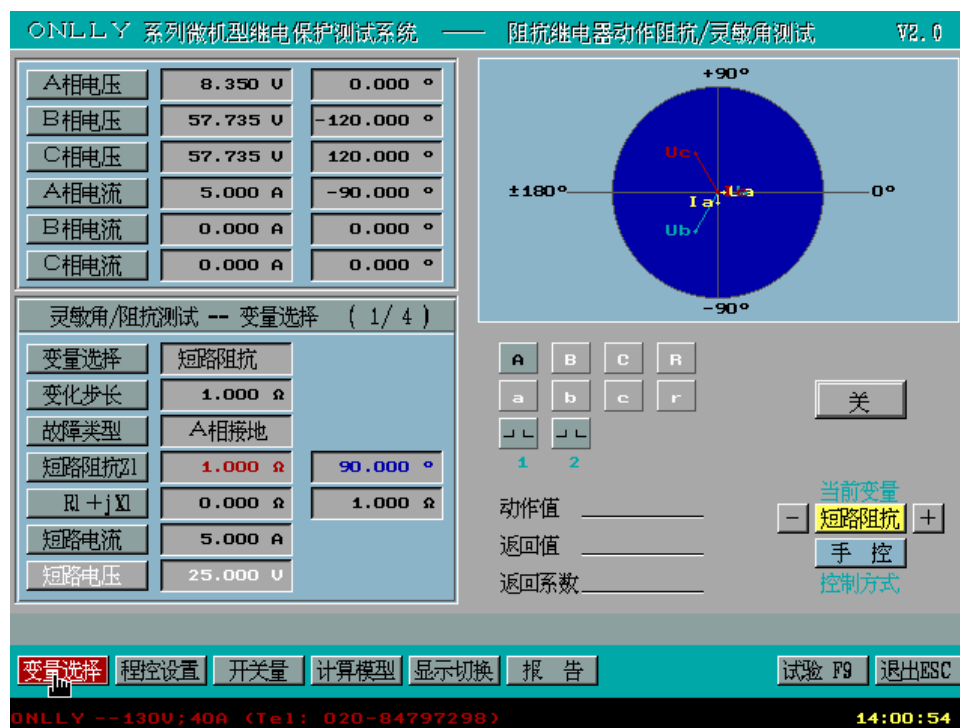
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：
 - 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
 - 2) 连接线插头是否连接牢靠；
 - 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；（必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”）；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-10-2 变量说明”；

§ 2-11 阻抗继电器

测试阻抗型继电器的动作值、返回值，以及灵敏角。



主界面分为四个区域：

- 左上区：电压、电流显示区，根据当前阻抗、阻抗角的变化，实时计算并显示3路电压、3路电流的幅值、角度；
- 左下区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分4页显示，包括变量选择，程控设置，开关量和计算模型；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据“显示切换”的选择，程序提供了2种辅助显示方式，包括矢量图和线序分量；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前变量、试验控制方式、开入/开出量状态、试验结果等。

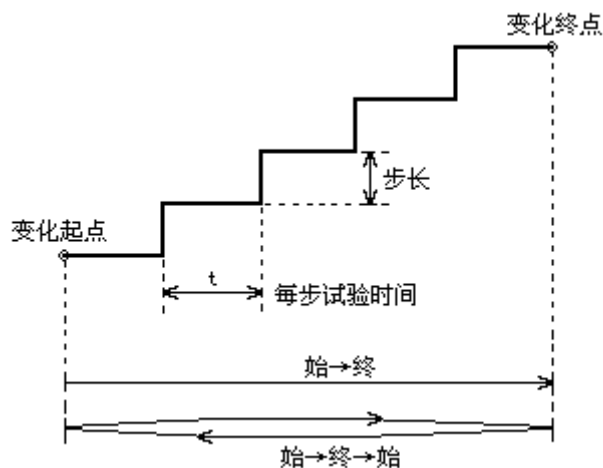
主界面的最下一行为菜单行，按↑↓←→移动光标，按Enter执行相应的菜单项：

- **变量选择、程控设置、开关量、计算模型**：此4项分别对应控制参数设置区的4页参数，光标移动到此4项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按PgDn、PgUp键翻页），此时按Enter键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
- ◇ 按↑↓←→键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。

- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **显示切换：**选择不同的显示方式辅助显示电压、电流，程序提供了 2 种方式，包括矢量图和线序分量。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-11-1 基本原理

程控试验时，变量的变化过程如下图所示，其中，每一步的试验时间包括三个阶段：故障前时间（输出空载），故障时间（输出故障电压电流），和间断时间（输出零状态，即电压电流全为 0）。



§ 2-11-2 变量说明

1/4 变量选择：

- **变量选择：**选择试验过程中的变量，包括：短路阻抗和短路阻抗角。其中，短

路阻抗变量用于测试动作阻抗，短路阻抗角变量用于测试灵敏角；

- **变化步长：**设置所选择变量的变化步长；
- **故障类型：**选择测试所需要的故障类型，程序提供了 7 种故障类型，包括：A 相接地、B 相接地、C 相接地、AB 相间、BC 相间、CA 相间、三相短路；
- **短路阻抗 Z1：**用于实时显示当前短路阻抗、短路阻抗角的大小，程序根据 Z1，结合其它参数的设置，自动计算当前三相电压、电流的幅值、角度；)

注：短路阻抗指保护安装处距离短路点的线路阻抗（正序阻抗）。手动控制时，该参数可以直接修改。

- **R1 + j X1：**短路阻抗 Z1 的直角坐标形式：电阻，电抗，由程序根据 Z1 自动计算填写；
- **短路电流：**短路故障时，流经保护安装处的故障相电流 If。计算模型为“电流恒定”时有效；
- **短路电压：**短路故障时，保护安装处的故障电压 Uf。计算模型为“电压恒定”时有效；
 - ✧ 接地故障时，Uf 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时，Uf 为故障相之间的相间电压。

2/4 程控设置：

- **程控/手控：**选择试验过程的控制方式，
 - ✧ 程控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由程序控制，用户对试验的干预仅限于通过 Esc 键中止试验。
 - ✧ 手控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由用户控制，包括按 Tab 切换当前变量，按“+”、“-”键增加、减小当前变量值，按 F8（Aux2）记录动作值，按 F9（Aux3）记录返回值等。

（以下参数中的变化范围、变化方式、返回方式仅对程控试验有效）

- **变化范围：**变量变化的起点，终点，起点可以大于终点，也可以小于终点。一般地，变化范围的设置应能覆盖继电器的动作/返回值。
- **变化方式：**变量的变化方式，“始”为变化范围的起点，“终”为终点，
 - ✧ “始→终”为单程变化，只能测动作值；
 - ✧ “始→终→始”为双程变化，可以同时测量动作值、返回值；
- **返回方式：**变量的返回方式，
 - ✧ “动作返回”时，变量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电

器动作，则根据变化方式确定是否继续试验：变化方式为“始→终”，结束试验；变化方式为“始→终→始”，改变变量的变化方向，向起点返回。

✧ “全程变化”时，无论继电器动作与否，变量仅仅根据变化范围的设置进行变化，直至到达终点或返回到起点。

注：灵敏角的测试必须采用“始→终→始”，“全程变化”的方式！

- **故障前时间**：变量在变化的过程中，每一步的试验时间包括三个阶段：故障前时间（输出空载），故障时间（输出故障电压电流），和间断时间（输出零状态，即电压电流全为 0）；

一般地，故障前时间必须能保证保护可靠复归。

- **故障时间**：变量在变化的过程中，每一步的试验时间包括三个阶段：故障前时间（输出空载），故障时间（输出故障电压电流），和间断时间（输出零状态，即电压电流全为 0）；

一般地，该时间的设置应大于继电器的动作时间。本参数在手动控制时无效。

- **间断时间**：变量在变化的过程中，每一步的试验时间包括三个阶段：故障前时间（输出空载），故障时间（输出故障电压电流），和间断时间（输出零状态，即电压电流全为 0）；

一般地，如果试验过程中不希望出现零状态，则取该参数为 0。

3/4 开关量：

- **动作接点**：被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：

- 1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；
- 2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN（RN）。

- **确认时间**：躲开临界处接点的抖动，接点状态变化后的保持时间大于确认时间时，程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。
- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

4/4 计算模型：

- **计算模型**：一般取“电流恒定”，即定电流（短路电流）方式。程序共提供了三种方式：“Zs 恒定”、“电压恒定”和“电流恒定”。

- ✧ Z_s 恒定：即短路故障时，系统电源侧阻抗恒定。此处 Z_s 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗（正序阻抗）；
- ✧ 电压恒定：即短路故障时，保护安装处的故障电压 U_f 恒定。此处
 - ✧ 接地故障时， U_f 为各故障相的对地电压，
 - ✧ 相间故障时， U_f 为故障相之间的相间电压。
- ✧ 电流恒定：即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定；
- **额定电压**：保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率**：电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **电源阻抗 Z_s** ：系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Z_s （正序阻抗），计算模型为“ Z_s 恒定”时有效；
 - ✧ Z_s 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ✧ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 K_s** ：电源阻抗 Z_s 的零序补偿系数，模型为“ Z_s 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_s) = 0$ ， K_s 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

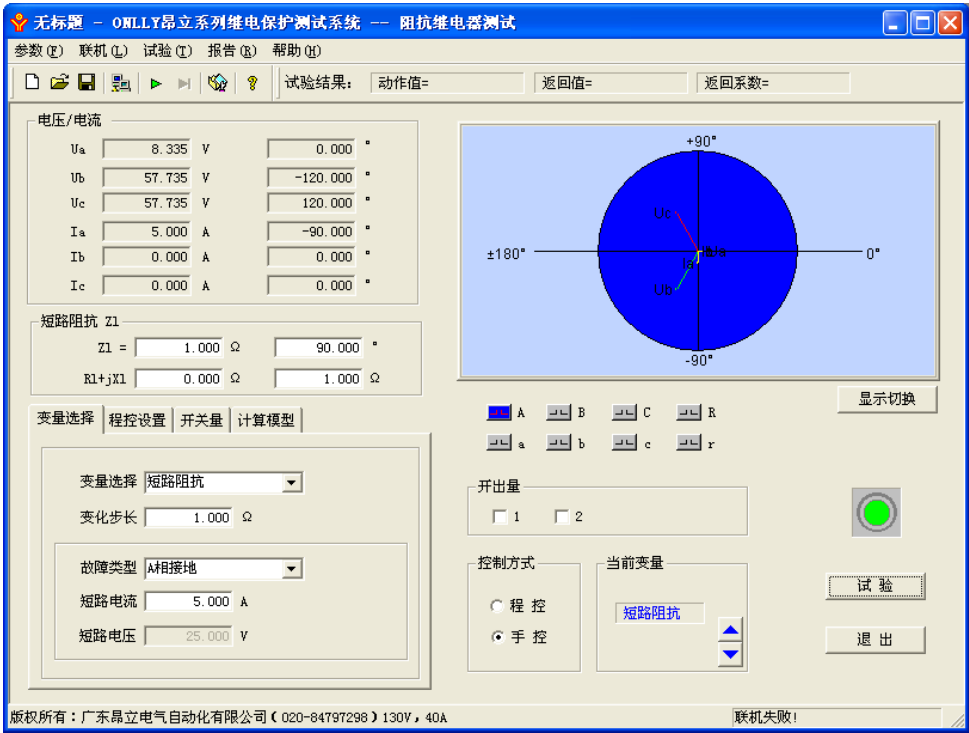
$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。

§ 2-11-3 阻抗继电器 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“阻抗继电器”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

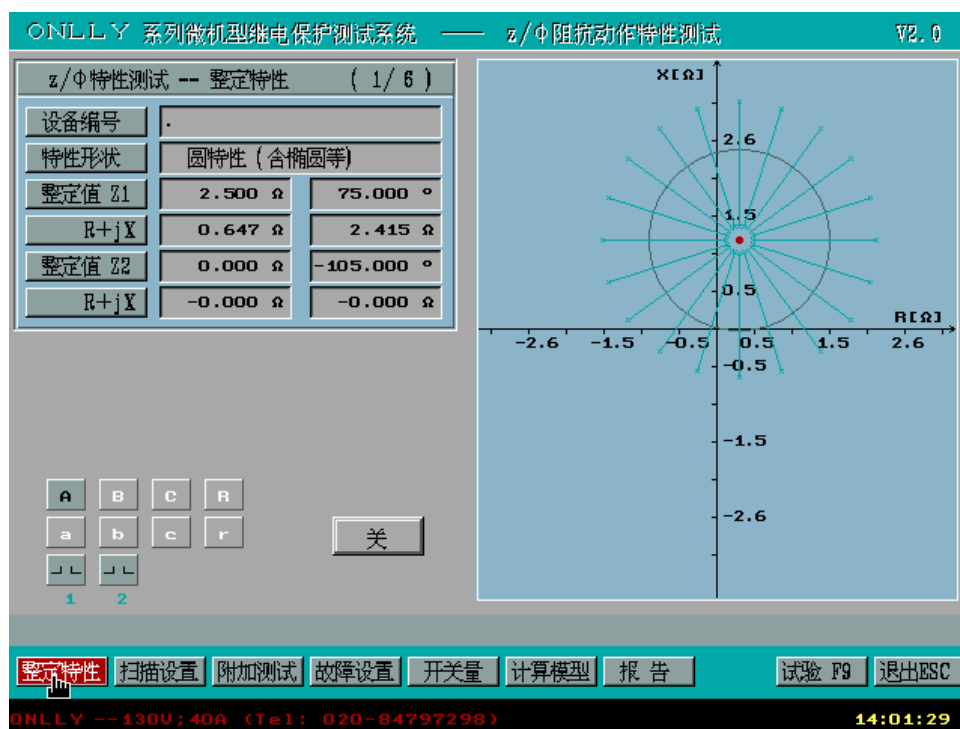
- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-11-2 变量说明”;

§ 2-12 阻抗特性

自动测试阻抗型继电器（包括阻抗继电器、功率方向继电器等）的动作边界，即 $Z(\phi)$ 动作边界特性。



主界面分为三个区域：

- 左上区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 6 页显示，包括整定特性，扫描设置，附加测试，故障设置，开关量和计算模型；
- 左下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。
- 右半区：显示阻抗特性的整定图形，以及测试完毕后所搜索到的动作边界。试验过程中，还可以辅助显示动作边界的搜索过程。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **整定特性、扫描设置、附加测试、故障设置、开关量、计算模型：**此 6 项分别对应控制参数设置区的 6 页参数，光标移动到此 6 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ◇ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区内移动。
 - ◇ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择

完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

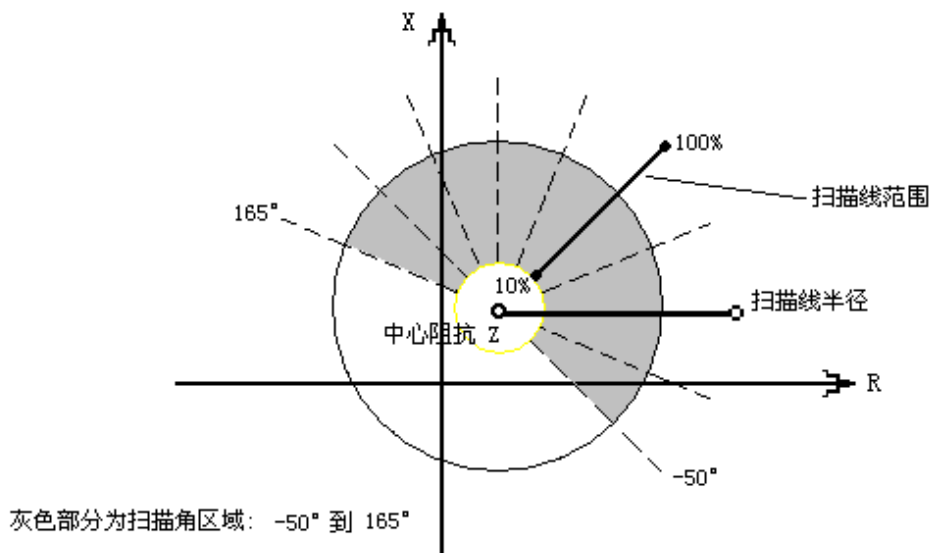
- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-12-1 基本原理

根据阻抗整定特性的不同，程序提供了两种不同的扫描方式：辐射式，平行式。辐射式扫描一般用于搜索圆形、四边形等封闭式的动作边界（如阻抗继电器），而平行式则通常用于直线动作边界特性的扫描（如功率方向继电器）。

1、动作边界的扫描方式

✧ **辐射式：** 比较适用于封闭型的动作边界特性扫描；



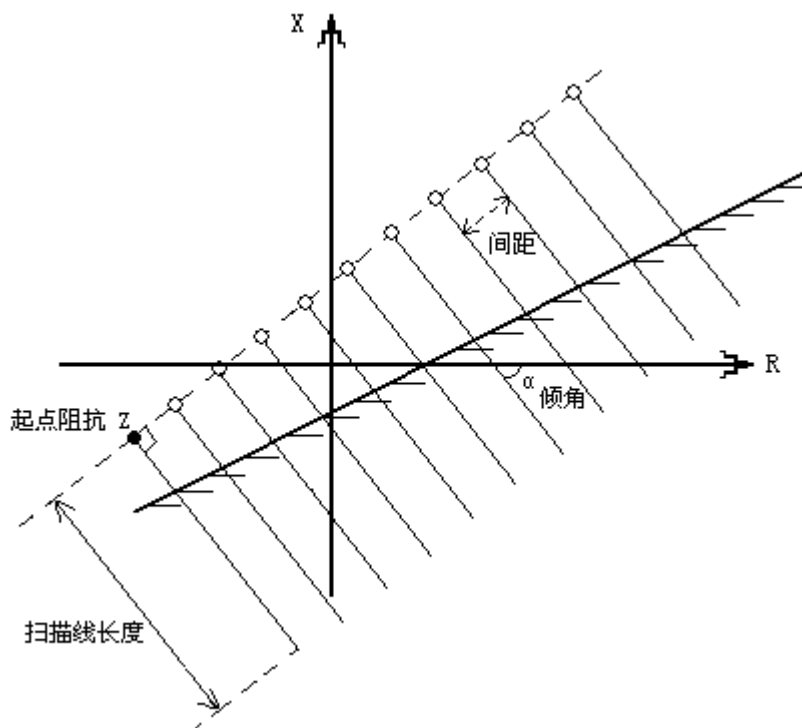
扫描方式选择辐射式时，试验中待测试的扫描边界点由扫描角区域和步长决定，此处，扫描角度以平行于 R 轴为 0°。例：取扫描角区域为-50° 到 165°，步长为 25°，

则程序自动以 -50° 为起点，以 165° 为终点，按逆时针方向，每隔 25° 计算一条扫描线，如上图各虚线所示。各扫描线的起点均为中心阻抗 Z ，长度由扫描半径决定，每条扫描线与整定边界特性的交叉点即为测试时等待搜索的动作边界点。

为了加快每个边界点的搜索过程，各扫描线上的搜索起点应尽可能地接近边界点，为此程序提供了扫描线搜索起点 $K\%$ 的设置，即边界点只需在每条扫描线扫描半径的 $K\%$ 到 100% 之间进行搜索即可。一般地，应保证扫描半径的 $K\%$ 位于动作区内， 100% 位于动作区外，即扫描线必须完全覆盖动作边界。

如果程序计算过程中发现某条扫描线的搜索起点或终点的电压、电流越限，则自动忽略该扫描线。

◇ **平行式：**比较适用于直线式边界特性的扫描；



扫描方式选择平行式时，试验中待测试的扫描边界点由起点阻抗 Z 、扫描线倾角、间距以及扫描线数目决定，同理，此处扫描线倾角以平行于 R 轴为 0° 。设置完以上参数后，程序自动以起点阻抗 Z 为开始，沿 R 轴正方向，按“间距”等距离地计算各扫描线，扫描线的方向平行于“倾角”方向，扫描线的长短由“长度”确定。每条扫描线与整定边界特性的交叉点即为测试时等待搜索的动作边界点。

如果程序计算过程中发现某条扫描线的搜索起点或终点的电压、电流越限，则自动

忽略该扫描线。

2、动作边界的搜索原理

本试验中，对于一般扫描线上的测试点，程序采用二分法原理进行动作边界点搜索，其搜索过程如下：

- 1) 测试扫描线起点；
- 2) 测试扫描线终点；
- 3) 根据起点和终点的动作情况，决定下一步的搜索动作：
 - ✧ 二者动作情况相同，则说明边界点不在此扫描线上，或者可能存在两个以上的边界点，结束本边界点的搜索；
 - ✧ 二者动作情况不同，则说明有唯一边界点存在于本扫描线上，进入二分法搜索，逐步逼近边界点，直到满足测试精度后，结束本边界点的搜索；

对于附加测试的扫描线，起点为所设定的附加测试点（一般应保证该点在动作区外），终点均为坐标轴原点（0，0）。程序采用的搜索方法与一般扫描线略有不同，具体如下：

由附加测试点开始，沿附加测试点、1/2 附加测试点、1/4 附加测试点、...，逐步检查保护的动作情况，直到找到两个动作情况相反的阻抗点：一个动作点，一个不动点；

- ✧ 一旦找到以上两个点，则以其为端点，进入二分法搜索，逐步逼近动作阻抗边界，直到满足测试精度，结束本边界点的搜索；
- ✧ 如果已经到达扫描终点，即原点（以满足测试精度为准），仍没有找到以上两个点，则说明动作边界点不在本扫描线上，或者可能存在两个以上的边界点，结束本边界点的搜索；

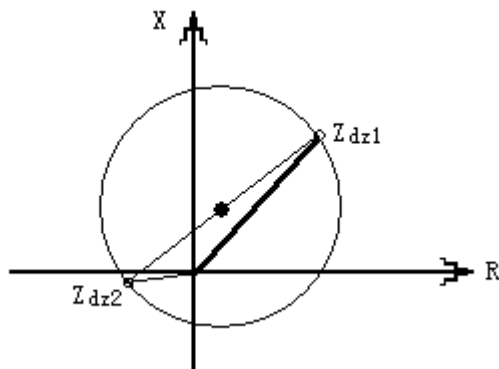
§ 2-12-2 变量说明

1/6 整定特性：

- **设备编号：**阻抗型继电器(保护)的设备编号,用于试验报告的保存；
- **特性形状：**选择继电器（保护）的整定边界特性，程序提供了 4 种大的类型，包括
 - ✧ 圆特性（含椭圆等）：主要针对南瑞 LFP 类型的线路保护；
 - ✧ 四边形特性（CSL 型）：主要针对四方的 CSL 类型的线路保护；
 - ✧ 直线特性：主要针对功率方向继电器；
 - ✧ 四边形特性（ZKH 型）：主要针对许继的 ZKH 型电铁馈线保护；

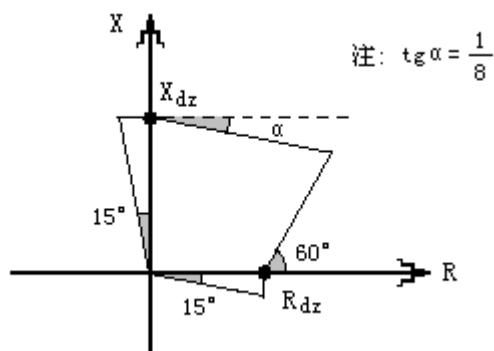
由于每种特性的定值参数各不相同，故本页参数与所选择的特性形状类型有关。

— **圆特性（含椭圆等）**：以整定值 Z_{dz1} 和 Z_{dz2} 的连线为半径的圆；



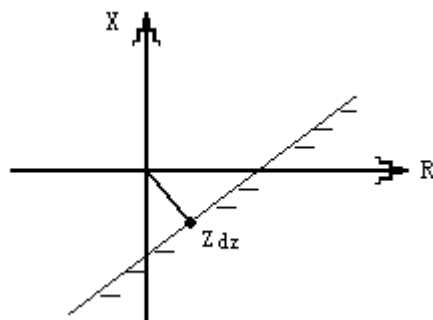
- ✧ 整定值 Z1: Z_{dz1} 的极坐标形式：大小，角度；
- ✧ $R + jX$: Z_{dz1} 的直角坐标形式，电阻，电抗，由程序自动计算填写；
- ✧ 整定值 Z2: Z_{dz2} 的极坐标形式，大小，角度；
- ✧ $R + jX$: Z_{dz2} 的直角坐标形式，电阻，电抗，由程序自动计算填写；

— **四边形特性（CSL 型）**：四方 CSL 型线路保护，其特性由 R_{dz} , X_{dz} 决定；

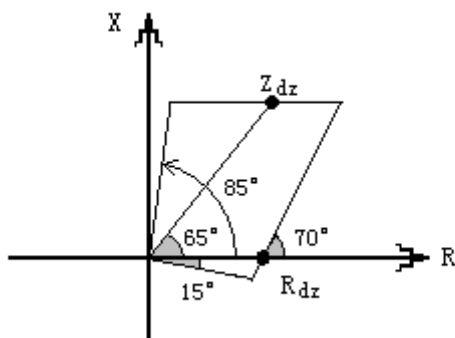


- ✧ 整定值 R: R_{dz} ，类似于模拟短路时的过渡电阻；
- ✧ 整定值 X: X_{dz} ，类似于通常意义上保护的阻抗定值；

— **直线特性**：其特性由 Z_{dz} 决定；



- ✧ 整定值 Z : Z_{dz} 的大小;
- ✧ 整定值 Φ : Z_{dz} 的角度;
- **四边形特性 (ZKH 型)**: 许继 ZKH 型电铁馈线保护, 其特性由 R_{dz} , Z_{dz} 决定。一般地, 四边形特性位于第一象限时, $R_{dz} > 0$, Z_{dz} 角度为 65° ; 四边形特性位于第三象限时, $R_{dz} < 0$, Z_{dz} 角度为 -115° 。



- ✧ 整定值 R : R_{dz} 的大小;
- ✧ 整定值 Z : Z_{dz} 的极坐标形式, 大小, 角度;

2/6 扫描设置:

- **扫描方式**: 选择动作边界点的扫描方式, 包括: 辐射式和平行式。

不同的扫描方式, 其参数的设置各有不同,

- **辐射式**: 以“中心阻抗 Z ”为圆心, 以“扫描线半径”为半径作外圆, 以扫描线“范围”为半径作内圆; 在“扫描角区域”内沿拟时针方向, 每隔一个“步长”作一条扫描线, 扫描线的方向为圆环的半径方向。

- ✧ 中心阻抗 Z : 辐射式扫描圆圆心 Z 的极坐标形式, 大小, 角度;
- ✧ $R + jX$: 辐射式扫描圆圆心 Z 的直角坐标形式, 电阻, 电抗。由程序自动计算并填写;
- ✧ \leftarrow 、 \rightarrow 、 \uparrow 、 \downarrow : 四个微调按钮, 对扫描圆圆心 Z 的坐标进行左、右、上、下的微小调节;
- ✧ 扫描角区域: 扫描角的起始角和终止角, 二者沿拟时针方向所包围的区域即为扫描角区域;
注: 此处扫描角度均以中心阻抗 Z 为参考原点。
- ✧ 步长: 从扫描角起点开始, 以步长为间距, 沿拟时针方向确定需要测试的扫描线;

- ✧ 扫描线半径：辐射式扫描圆的半径，相对于中心阻抗 Z 。即以 Z 为圆心，以扫描线半径为半径画圆则构成扫描圆；
- ✧ 范围：为了加快动作边界的搜索，各扫描线上的搜索起点应尽可能地接近边界点，为此程序提供了扫描范围的设置： $K\% \sim 100\%$ 的扫描线半径，即边界点只需在每条扫描线扫描半径的 $K\%$ 到 100% 之间进行搜索即可。一般地，应保证扫描半径的 $K\%$ 位于动作区内， 100% 位于动作区外，即扫描线必须完全覆盖动作边界。
- ✧ 测试精度：由于每个动作边界点的搜索为一逐渐逼近的过程，所以必须为其设置一个收敛标准，即测试精度。当所搜索到的动作点和不动作点之间的阻抗大小之差小于该精度时，即可认为二者为同一点，也即动作边界点。

— 平行式：以“起点阻抗 Z ”为起点，沿“扫描线倾角”方向作出第一条扫描线后，在起点 Z 处作直线垂直于本扫描线，沿垂线每隔“间距”长度作一扫描线，扫描线的条数由“扫描线数目”决定，各扫描线均平行于第一条扫描线。

- ✧ 起点阻抗 Z ：平行扫描线是一簇平行的线段，该簇平行线的起点为 Z ，本参数设置 Z 的极坐标形式，大小，角度；
- ✧ $R + jX$ ：起点阻抗 Z 的直角坐标形式，电阻，电抗。由程序自动计算并填写；
- ✧ \leftarrow 、 \rightarrow 、 \uparrow 、 \downarrow ：四个微调按钮，对起点阻抗 Z 的坐标进行左、右、上、下的微小调节；
- ✧ 扫描线倾角：本簇平行扫描线的倾斜角，相对于横坐标的正方向而言，即与 R 轴正方向的夹角；
- ✧ 间距：相邻两条扫描线之间的最短距离（即公垂线段长度）；
- ✧ 扫描线数目：从起点阻抗 Z 开始，本簇平行扫描线的最大条数；
注：如果某条扫描线的起点和终点阻抗导致故障电压或电流越限，则该条扫描线将被取消，所以图中显示出的扫描线为最终参加测试的扫描线；
- ✧ 长度：每条扫描线段的长度；
- ✧ 测试精度：由于每个动作边界点的搜索为一逐渐逼近的过程，所以必须为其设置一个收敛标准，即测试精度。当所搜索到的动作点和不动作点之间的阻抗大小之差小于该精度时，即可认为二者为同一点，也即动作边界点。

3/6 附加测试：本页中的角度均以原点 $(0, 0)$ 为参考原点，打“√”表示选中参

与测试;

- **附加测试角 1:** 设置附加测试角 1 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;
- **附加测试角 2:** 设置附加测试角 2 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;
- **附加测试角 3:** 设置附加测试角 3 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;
- **附加测试角 4:** 设置附加测试角 4 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;
- **附加测试角 5:** 设置附加测试角 5 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;
- **附加测试角 6:** 设置附加测试角 6 的扫描半径, 以及测试角的角度, 打“√” 表示选中参与测试;

4/6 **故障设置:** 搜索过程中, 每次故障包括三个阶段: 故障前, 故障, 间断;

- **故障前时间:** 故障前时间内输出空载 (或负荷) 状态, 通常用于模拟继电器或保护的复归; 一般地, 故障前时间必须能保证保护可靠复归
- **故障时间:** 故障时间阶段输出故障后的电压、电流状态;

注: 为了正确地搜索出本段的动作边界, 必须保证“故障时间”的设置大于本段的整定动作时间, 但小于下一段的整定动作时间。如测试距离保护 II 段的动作边界, 则“故障时间”必须大于 II 段的整定时间, 但小于 III 段的整定时间。

- **间断时间:** 间断时间内输出零状态 (即三相电压、电流全部为 0), 一般情况下取间断时间为 0;
- **故障类型:** 选择待测试的故障类型, 程序提供了 7 种故障: A 相接地、B 相接地、C 相接地、AB 相间、BC 相间、CA 相间、三相短路;
- **故障方向:** 选择故障时的方向, “正向故障”, 或, “反向故障”;
- **负荷电流:** 与故障后的短路电流相比, 负荷电流幅值很小, 一般可以忽略不计, 即空载, 取 0;
- **负荷功角:** 以电压为参照, 负荷电流相对于电压的角度偏移;

5/6 **开关量:**

- **动作接点:** 被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置, 试验

时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN (RN)。

- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

6/6 计算模型：

- **测试特性（计算模型）**：阻抗型继电器的动作边界特性分为两种，“静态特性”和“动态特性”。

◇ “静态特性”的测试，一般取“电流恒定”，即定电流（短路电流）方式。

所谓电流恒定，即短路故障时，流经保护安装处的故障电流 I_f 恒定

◇ “动态特性”的测试，则一般采用“ Z_s 恒定”。所谓 Z_s 恒定，即短路故障时，系统电源侧阻抗恒定。此处 Z_s 指系统电源到保护安装处的线路等值阻抗（正序阻抗）；

- **额定电压**：保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率**：电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **短路电流**：短路故障时，流经保护安装处的故障相电流 I_f 。计算模型为“电流恒定”时有效；
- **电源阻抗 Z_s** ：系统电源到保护安装处的线路等值阻抗 Z_s （正序阻抗），计算模型为“ Z_s 恒定”时有效；
 - ◇ Z_s 为电源阻抗的极坐标表示：大小，角度，
 - ◇ $R_s + jX_s$ 为电源阻抗的直角坐标表示：电阻，电抗；
- **补偿系数 K_s** ：电源阻抗 Z_s 的零序补偿系数，模型为“ Z_s 恒定”时有效；

$$K_S = \frac{Z_{S0} - Z_{S1}}{3 * Z_{S1}} = \text{Re}(K_S) + j\text{Im}(K_S)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_s) = 0$ ， K_s 为一实数，通常取 0.667。

- **补偿系数 K_L** ：短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

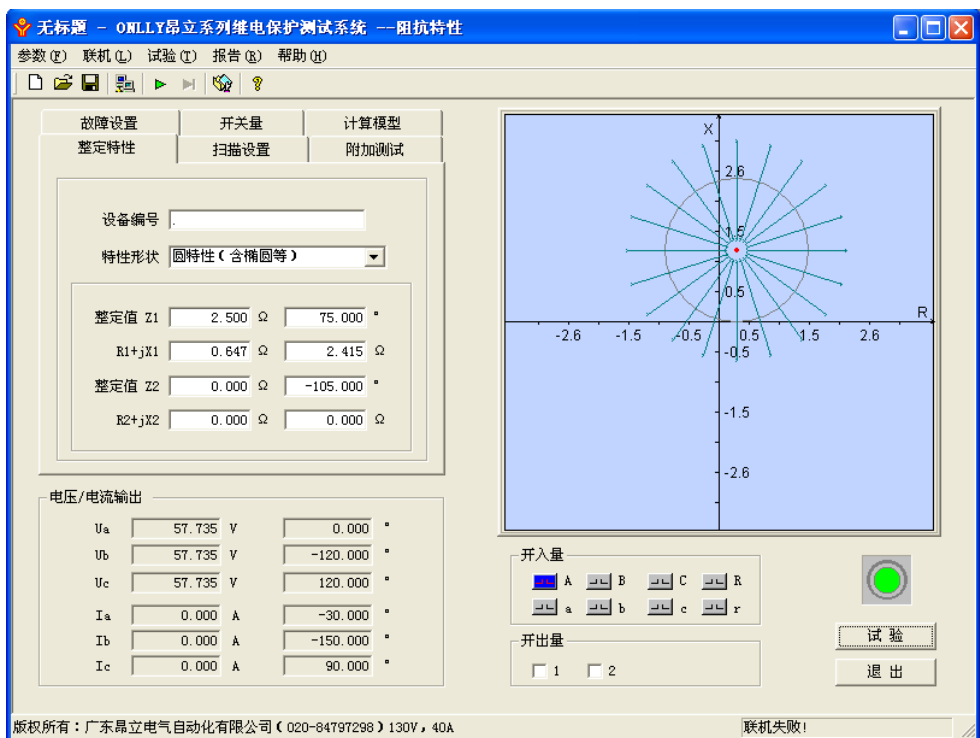
考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，

则 $\text{Im}(K_L) = 0$, K_L 为一实数, 通常取 0.667。

§ 2-12-3 阻抗特性 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“阻抗特性”项, 进入 Windows 操作界面;



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常, 则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常, 则界面右下角出现提示“联机失败”。此时, 检查:

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确: 外接 PC 机控制, 端口选择;
- 2) 连接线插头是否连接牢靠;
- 3) 如果采用 USB 连接线, PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装; (必要时, 建议重新安装驱动程序, 安装步骤见主界面中的“ONLLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-12-2 变量说明”；

§ 2-13 精工电流

测试阻抗型继电器在不同的短路电流下的动作边界，即 $Z(I)$ 精工电流特性。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括 z/i 设置，故障设置，开关量；
- 右上区：试验结果显示区，实时显示试验过程中的测试结果；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **z/i 设置、故障设置、开关量：**此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
 - ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **Z/i 曲线：**试验结束后，以图形方式显示当前的试验结果。

- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-13-1 基本原理

本试验采用定电流方式（短路电流恒定）。

试验过程中，每条扫描线的扫描起点为最大扫描阻抗点（由最大扫描阻抗和阻抗角确定，一般应保证其在动作区外），终点为坐标轴原点（0，0）。

试验开始后，首先搜索额定电流处的边界动作阻抗 Z_e ，

- ✧ 如果找到 Z_e ，则正式从电流起点开始，逐点搜索各电流点 I_1 、 I_2 ，...， I_n 处的边界动作阻抗；
- ✧ 如果没有找到 Z_e ，则结束试验；

每个电流点处边界动作阻抗的搜索过程如下：

由扫描起点开始，沿扫描起点、1/2 扫描起点、1/4 扫描起点、...，逐步检查保护的动作情况，直到找到两个动作情况相反的阻抗点：一个动作点，一个不动作点；

- ✧ 一旦找到以上两个点，则以其为端点，进入二分法搜索，逐步逼近动作阻抗边界，直到满足测试精度，结束本边界点的搜索；
- ✧ 如果已经到达扫描终点，即原点（以满足测试精度为准），仍没有找到以上两个点，则说明动作边界点不在本扫描线上，或者可能存在两个以上的边界点，结束本边界点的搜索；

§ 2-13-2 变量说明

1/3 z/i 设置：

- **额定电流：** 被测试的阻抗继电器（保护）的额定工作电流；
- **电流变化起点：** 测试电流的变化起点。

测试时，故障情况下的短路电流从起点开始，按步长逐步增加，直到终点，

依次测试各电流点下的边界动作阻抗；

- **终点：**测试电流的变化终点；
- **步长：**测试电流的变化步长；
- **最大扫描阻抗：**搜索各电流点所对应的边界阻抗时，扫描线的搜索起点由最大扫描阻抗和阻抗角确定。一般地，应保证该起点在动作区外；
- **阻抗角：**最大扫描阻抗的阻抗角。通常取阻抗继电器（保护）的灵敏角；
- **测试精度：**由于每个动作边界点的搜索为一逐渐逼近的过程，所以必须为其设置一个收敛标准，即测试精度。当所搜索到的动作点和不动作点之间的阻抗大小之差小于该精度时，即可认为二者为同一点，也即动作边界点。

2/3 故障设置：

- **额定电压：**保护 PT 二次侧的额定相电压，一般为 57.735V；
- **频率：**电压、电流的输出频率，中国大陆地区为 50.0Hz；
- **故障前时间：**故障前时间内输出空载（或负荷）状态，通常用于模拟继电器或保护的复归；一般地，故障前时间必须能保证保护可靠复归
- **故障时间：**故障时间阶段输出故障后的电压、电流状态；

注：为了正确地搜索出本段的动作边界，必须保证“故障时间”的设置大于本段的整定动作时间，但小于下一段的整定动作时间。如测试距离保护 II 段的动作边界，则“故障时间”必须大于 II 段的整定时间，但小于 III 段的整定时间。

- **间断时间：**间断时间内输出零状态（即三相电压、电流全部为 0），一般情况下取间断时间为 0；
- **故障类型：**选择待测试的故障类型，程序提供了 7 种故障：A 相接地、B 相接地、C 相接地、AB 相间、BC 相间、CA 相间、三相短路；
- **补偿系数 K_L ：**短路阻抗 Z_L 的零序补偿系数，

$$K_L = \frac{Z_{L0} - Z_{L1}}{3 * Z_{L1}} = \text{Re}(K_L) + j\text{Im}(K_L)$$

考虑到一般情况下，电力系统假定零序阻抗 Z_0 和正序阻抗 Z_1 的阻抗角度相等，则 $\text{Im}(K_L) = 0$ ， K_L 为一实数，通常取 0.667。

3/3 开关量：

- **动作接点：**被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

- 注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；
- 2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN（RN）。
- **开出量控制：**控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

§ 2-13-3 精工电流 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“精工电流”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：
 - 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
 - 2) 连接线插头是否连接牢靠；

- 3) 如果采用 USB 连接线, PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装;
(必要时, 建议重新安装驱动程序, 安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

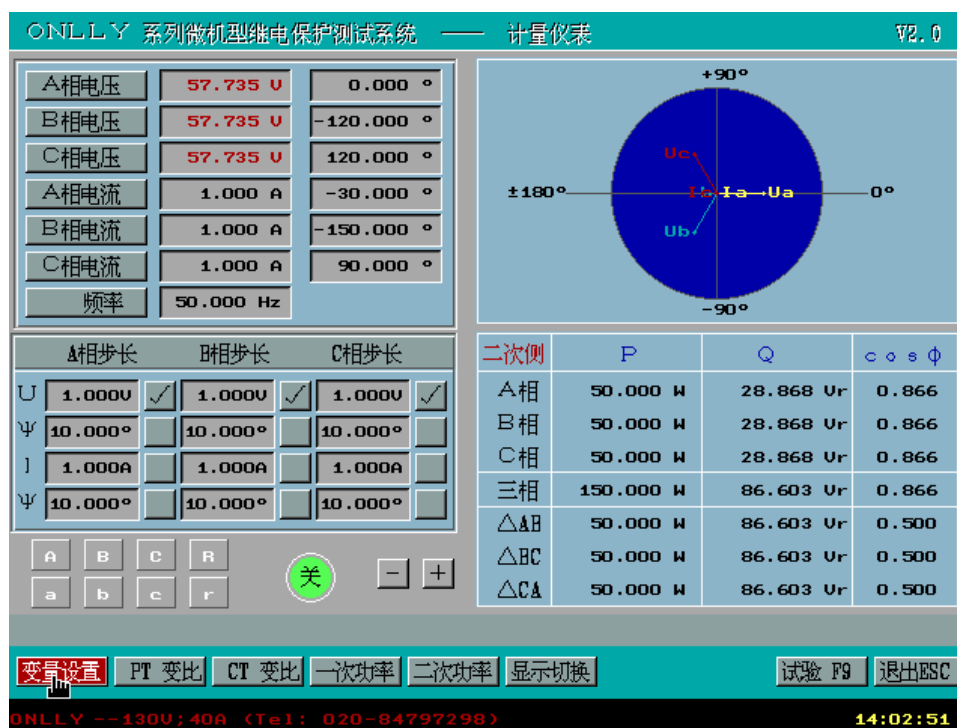
确认以上正常后, 选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标), 手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-13-2 变量说明”;

§ 2-14 计量仪表

校验交流型电压表、电流表、有功功率表、无功功率表，以及变送器等计量类仪表。

本菜单同时也是电压/电流测试菜单的一个补充，试验方式为手动控制，3 相电压和 3 相电流可以按照不同的步长同时发生变化。



主界面分为四个区域：

- 左上区：电压、电流设置区，实时显示、修改 3 路电压、3 路电流的幅值、角度，以及输出频率；
- 左下区：控制参数设置区和试验控制及试验结果的辅助显示区。
 - ✧ 控制参数设置区用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括变量设置，PT 变比，CT 变比；
 - ✧ 试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据“显示切换”的选择，程序提供了 2 种辅助显示方式，包括矢量图和线序分量；
- 右下区：当前电压、电流输出所对应的功率显示。
 - ✧ 二次侧功率：测试仪当前输出电压（模拟 PT 二次测）、电流（模拟 CT 二次侧）所构成的功率；

✧ 一次侧功率：与测试仪当前输出相对应的 PT 一次电压、CT 一次侧电流所构成的功率；

主界面的最下一行为菜单行，按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **变量设置、PT 变比、CT 变比：**此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

✧ 按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。

✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **一次功率：**显示 PT、CT 一次侧功率；
- **二次功率：**显示 PT、CT 二次侧功率（即测试仪当前输出电压、电流所构成的功率）；
- **显示切换：**选择不同的显示方式辅助显示电压、电流，程序提供了 2 种方式，包括矢量图和线序分量。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-14-1 基本原理

本试验为手动控制方式。

试验开始后，根据需要可同时增加和减小 3 路电压、电流的幅值及角度，也可以由用户自行输入所需要的电压、电流。

§ 2-14-2 变量说明

1/3 变量设置：选择 3 路电压、电流（含幅值、角度）共 12 个参数中需要变化的变量（打“√”者）以及各自的变化步长。

- **U：**选择 3 路电压幅值 U_a 、 U_b 、 U_c 中的变量，设置各自的变化步长；
- **Ψ ：**选择 3 路电压角度 Ψ_a 、 Ψ_b 、 Ψ_c 中的变量，设置各自的变化步长；

- **I**: 选择 3 路电流幅值 I_a 、 I_b 、 I_c 中的变量, 设置各自的变化步长;
- **Ψ** : 选择 3 路电流角度 Ψ_a 、 Ψ_b 、 Ψ_c 中的变量, 设置各自的变化步长;

2/3 **PT 变比**: 设置 PT 的变比。

- **一次侧 $U1=$** : PT 的一次侧额定相电压 (= 额定线电压/1.732);
- **二次侧 $U2=$** : PT 的二次侧额定相电压 (= 额定线电压/1.732);
- **变比 $U1/U2$** : PT 的变比 (= 额定相电压 $U1$ /额定相电压 $U2$), 由程序根据上两个参数自动计算并填写;

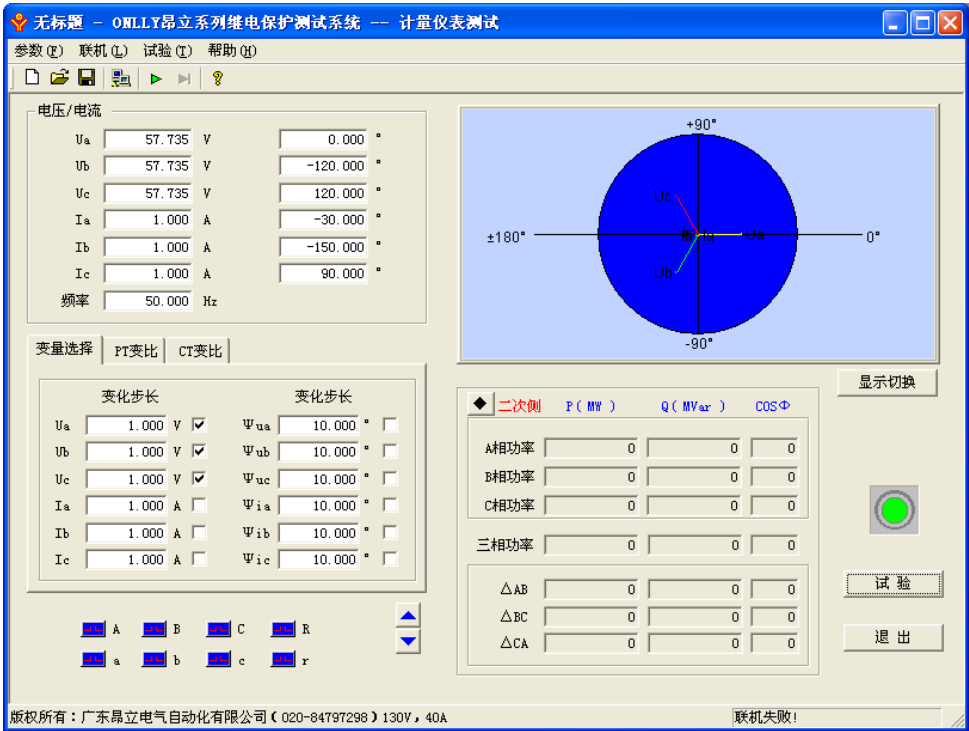
3/3 **CT 变比**: 设置 CT 的变比。

- **一次侧 $I1=$** : CT 的一次侧额定电流;
- **二次侧 $I2=$** : CT 的二次侧额定电流;
- **变比 $I1/I2$** : CT 的变比 (= 额定电流 $I1$ /额定电压 $I2$), 由程序根据上两个参数自动计算并填写;

§ 2-14-3 计量仪表 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线 (或 USB 线) 将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“计量仪表”项, 进入 Windows 操作界面;



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-14-2 变量说明”;

§ 2-15 GPS 同步对调

利用 GPS 在线路两端进行同步故障输出，测试高频保护的整组性能。本试验可以模拟电力系统中各种简单的单相接地、两相相间、两相接地和三相短路故障，包括瞬时性、永久性，以及转换性故障。



主界面分为三个区域：

- 左半区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 7 页显示，包括故障设置①、故障设置②、故障转换设置，重合闸设置，开关量、计算模型和 GPS 设置；
- 右上区：电压、电流辅助参数显示区，根据控制参数的选择，结合计算模型，程序自动计算整组试验过程中各个状态下的电压、电流值（包括负荷状态→故障→[故障转换]→重合闸）；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **设置①、设置②、转换、重合、开关量、模型、GPS**：此 7 项分别对应控制参数设置区的 7 页参数，光标移动到此 6 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设

置区，

- ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **结果：**显示本次试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。

本程序提供了 2 种查看报告的方式：文本方式和图形方式。其中文本方式用于查看试验结果的文字说明，图形方式用于更加直观地查看整个试验过程中的波形输出以及开入和开出接点的动作变化；

- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-15-1 基本原理

GPS（Global Position System）全球卫星定位系统由 24 颗地球卫星组成。GPS 在每分、每秒的整点时刻均发出一次覆盖全球的高精度脉冲信号，分别称为 PPM（Pulse Per Minute）和 PPS（Pulse Per Second）信号。GPS 接收机可以完成以上两个信号的捕捉。

试验前，首先将线路两侧的两台测试仪进行 GPS 对时，并将二者的故障触发时刻设置为相同。

试验开始后，两侧测试仪均输出故障前状态（一般为空载或负荷状态）。由于 PPS 是一个非常精确的 1Hz 频率，测试仪通过从 GPS 接收机中获取 PPS 信号，时刻保持两台测试仪电压、电流输出之间的同步状态。

同时，测试仪利用所获取的 PPM 信号和故障触发时刻加以比较，一旦到达触发时刻，线路两侧的测试仪同时进入故障状态，从而实现保护的同步对调。

§ 2-15-2 变量说明

1/7 设置①: 参见整组试验 2-6-2 节中“设置①”的说明;

2/7 设置②: 参见整组试验 2-6-2 节中“设置②”的说明;

3/7 故障转换: 参见整组试验 2-6-2 节中“故障转换”的说明;

4/7 重合闸: 参见整组试验 2-6-2 节中“重合闸”的说明;

5/7 开关量: 参见整组试验 2-6-2 节中“开关量”的说明;

6/7 计算模型: 参见整组试验 2-6-2 节中“计算模型”的说明;

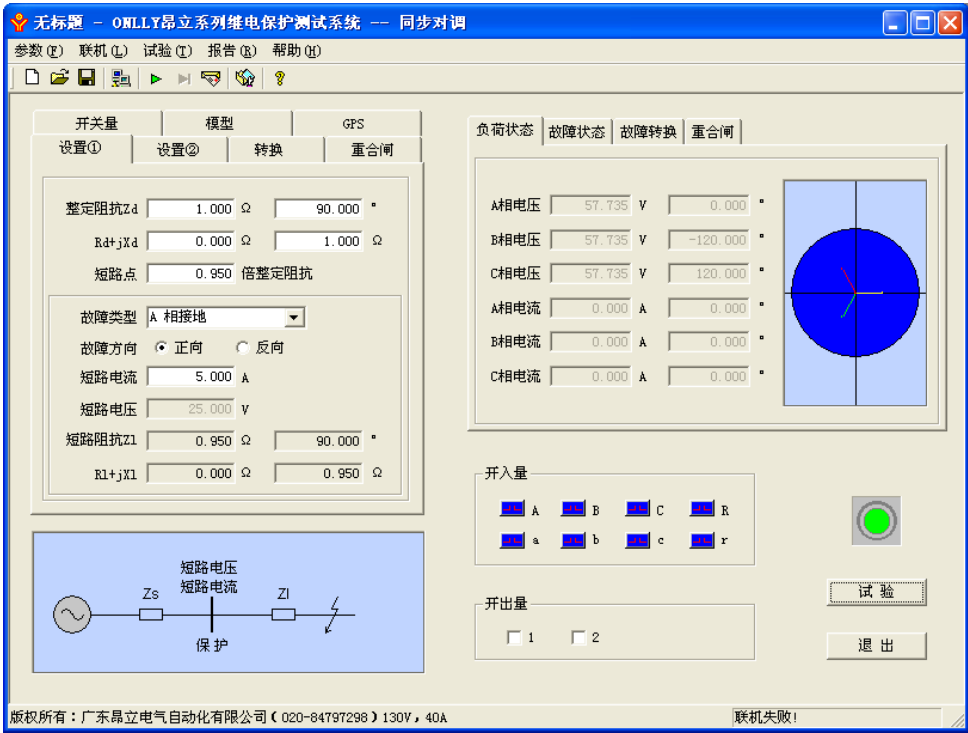
7/7 GPS 设置: 设置测试仪侧与 GPS 接收机连接的 RS232 串口通讯格式。

- **串口位置:** 测试仪与 GPS 接收机连接的串口位置, 可选择“COM1”或“COM2”;
- **波特率:** 测试仪侧串口通讯时的波特率, 可选择“9600”、“4800”、“2400”、“1200”、“600”、“300”、“150”、“110”, 应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的波特率一致;
- **校验方式:** 测试仪侧串口通讯时的校验方式, 可选择“无校验”、“奇校验”、“偶校验”, 应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的校验方式一致;
- **停止位:** 测试仪侧串口通讯时的停止位, 可选择“1”、“2”, 应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的停止位一致;
- **数据位:** 测试仪侧串口通讯时的数据位, 可选择“8”、“7”, 应设置与 GPS 接收机串行通讯格式的数据位一致;
- **GPS 对时:** 对时按钮, 启动测试仪接收 GPS 时间, 并强行将测试仪的当前时间修正为 GPS 时间;
- **故障触发时刻:** 试验开始后, 测试仪输出进入故障状态的 GPS 时刻。程序可根据测试仪的当前时间自动进行设置, 必要时用户可另行输入修改;


§ 2-15-3 同步对调 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线 (或 USB 线) 将 ONLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“同步对调”项, 进入 Windows 操作界面;



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：
 - 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
 - 2) 连接线插头是否连接牢靠；
 - 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面中的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-15-2 变量说明”；

§ 2-16 频率试验

测试频率继电器、低周减载装置等的动作值、动作时间，以及滑差特性。



主界面分为三个区域：

- 上半区：电压、电流设置区，实时显示、修改 3 路电压、3 路电流的幅值、角度，以及输出频率；
- 下半区左区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括测试项目，动作测试设置，时间测试设置；
- 下半区右区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前变量、测试项目、开入/开出量状态、试验结果等。

主界面的最下一行为菜单行，按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **测试项目、动作测试、时间测试：**此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

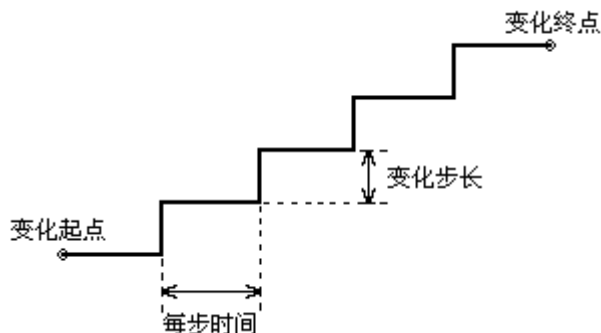
✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-16-1 基本原理

- 动作值测试：

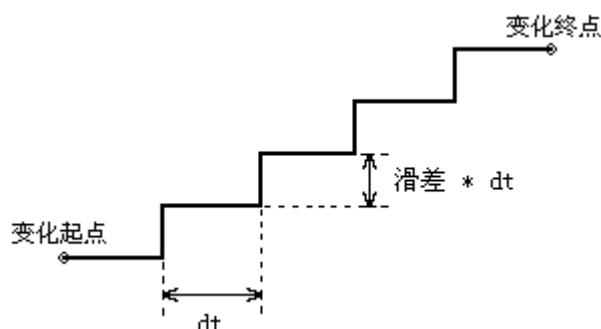
严格意义上，为了尽可能真实地模拟电力系统中频率变化的情况，频率继电器（保护）的动作值测试应采用滑差变化的方式，但考虑到继电器（保护）的动作具有一定的延时性，为了保证动作值记录的准确性，此处变量的变化仍采用一般的方式进行，如下图所示：



其中，“每步时间”必须大于动作延时，从而保证动作值记录的正确性。另，变化范围应能覆盖继电器（保护）的动作值，变化步长的设置以满足误差要求为准。

- 动作时间/滑差闭锁测试：

被选择的变量从“变化起点”向“变化终点”滑动变化，滑行的速度由“滑差 d/dt ”确定。



§ 2-16-2 变量说明

1/3 测试项目：

- **测试项目：**根据试验内容选择，“动作值”测试，或，“动作时间/滑差闭锁”测试；
- **变量选择：**选择试验过程中需要变化的量。程序提供了三个大类“电压幅值”、“电流幅值”、“频率”，其中每个大类又分为 7 个小类，
 - ✧ 电压幅值：“Va 幅值”，“Vb 幅值”，“Vc 幅值”，“Va、Vb”，“Vb、Vc”，“Vc、Va”，“三相电压”；
 - ✧ 电流幅值：“Ia 幅值”，“Ib 幅值”，“Ic 幅值”，“Ia、Ib”，“Ib、Ic”，“Ic、Ia”，“三相电流”；
 - ✧ 频率：“A 相频率”，“B 相频率”，“C 相频率”，“AB 相频率”，“BC 相频率”，“CA 相频率”，“三相频率”；
- **参考相：**三相电压、电流角度的参考相，即角度为 0 的电压相（或电流相），一般取 A 相电压作参考相；
- **开出量控制：**控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开；

2/3 动作值测试：

测试项目选择“动作值”时有效，设置动作值试验的有关参数；

- **程控/手控：**根据试验内容选择，“动作值”测试，或，“动作时间/滑差闭锁”测试；
- **变化步长：**设置变量的变化步长。一般地，根据测试要求选择合适的步长，步长越小，测试精度越高；
- **变化范围：**设置变量的变化起点和终点；
- **每步时间：**设置变量变化过程中，每一步大小的保持时间。一般地，每步时间

的设置应大于继电器的动作时间。;

- **记录变量:** 试验过程中动作时需要记录的变量, 默认和当前所选择的变量相同, 也可以另行选择。
- **动作接点:** 被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置, 试验时, 程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注: 1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN, R 单独使用 RN;

2) 开入接点兼容空接点和带电位接点, 但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN (RN)。

- **确认时间:** 躲开临界处接点的抖动, 接点状态变化后的保持时间大于确认时间时, 程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。

3/3 动作时间/滑差闭锁:

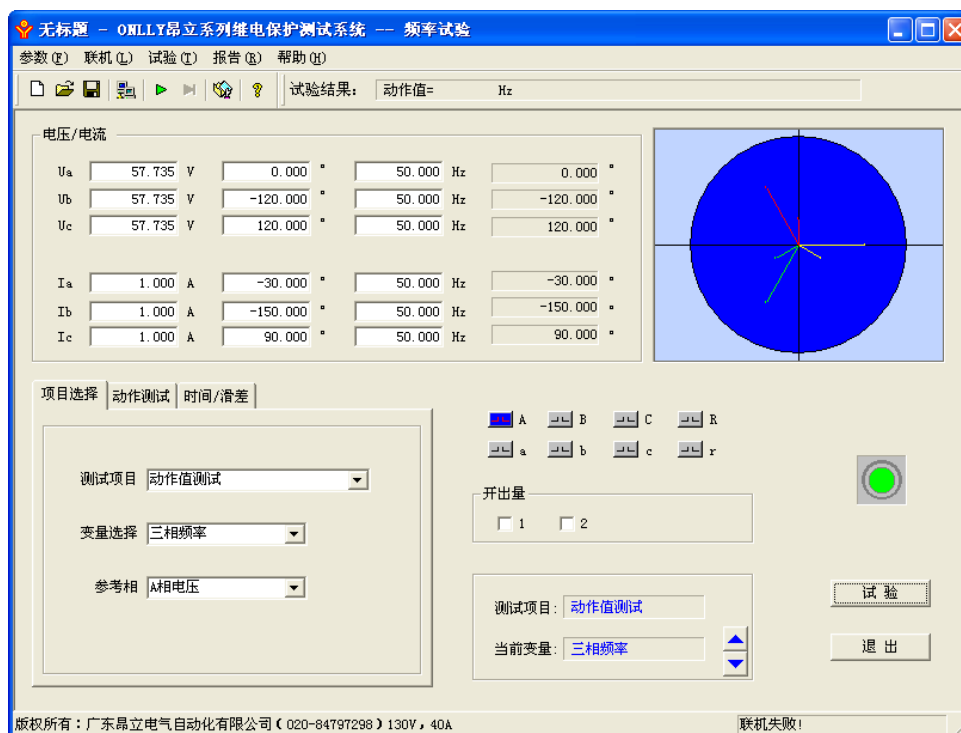
测试项目选择“动作时间/滑差闭锁”时有效, 设置测试所需要的相关参数;

- **变化起点:** 变量的变化起点;
- **变化终点:** 变量的变化终点;
- **滑差 d/dt :** 变量变化的速度;
- **启时方式:** 选择开始计时的触发条件, 如“阈值启动计时”, “A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等;
- **阈值:** 启时方式为“阈值启动计时”有效, 当变量变化到阈值时, 计时启动;
- **停时方式:** 选择结束计时的触发条件, 如“A 接点由开→闭”、“A 接点由闭→开”等;
- **开出量控制:** 可以选择“计时启动后闭合”或“计时启动后断开”, 计时启动瞬间, 通过 2 (或 4) 对开出量发送一个触发信号;

§ 2-16-3 频率试验 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时, 软件的操作控制权交由外接的计算机, 此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线 (或 USB 线) 将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后, 测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”;
- 使用鼠标左键双击主界面中的“频率试验”项, 进入 Windows 操作界面;



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

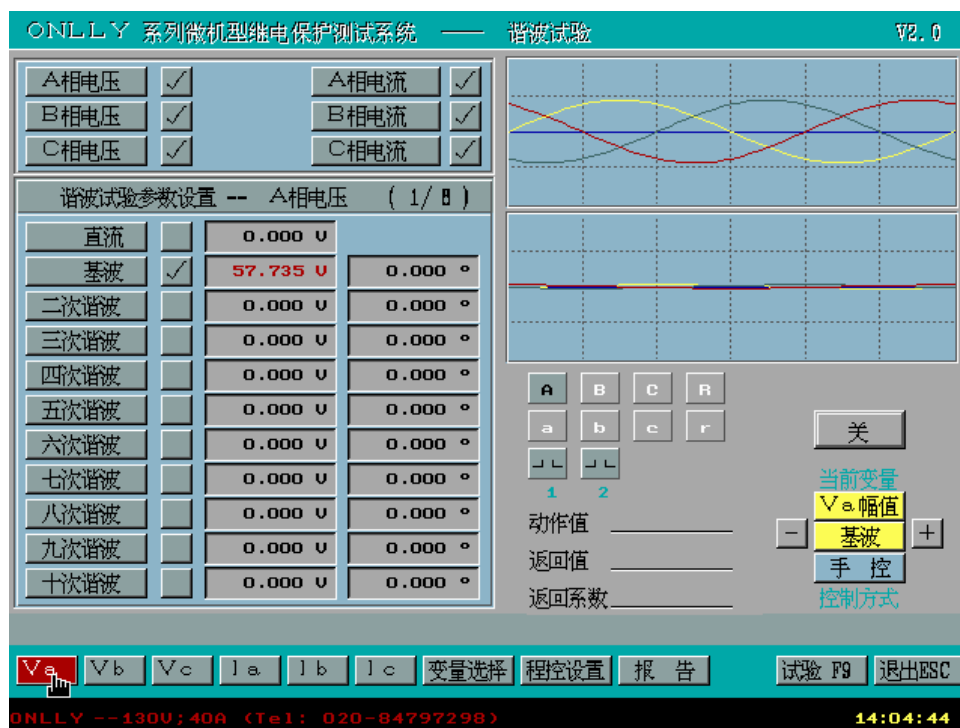
- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-16-2 变量说明”；

§ 2-17 谐波试验

测试谐波继电器的动作值、返回值，各相电压、电流可同时进行谐波叠加。



主界面分为四个区域：

- 左上区：三路电压、三路电流的软件开关，可以利用软件关闭任意某一路电压或电流的输出；
- 左下区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分8页显示，包括 V_a 、 V_b 、 V_c 、 I_a 、 I_b 、 I_c ，以及变量（及开关量）选择，程控设置；
- 右上区：电压、电流输出波形显示区；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前变量、试验控制方式、开入/开出量状态、试验结果等。

主界面的最下一行为菜单行，按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **V_a 、 V_b 、 V_c 、 I_a 、 I_b 、 I_c 、变量选择、程控设置：**此8项分别对应控制参数设置区的8页参数，光标移动到此8项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ◇ 按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ◇ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择

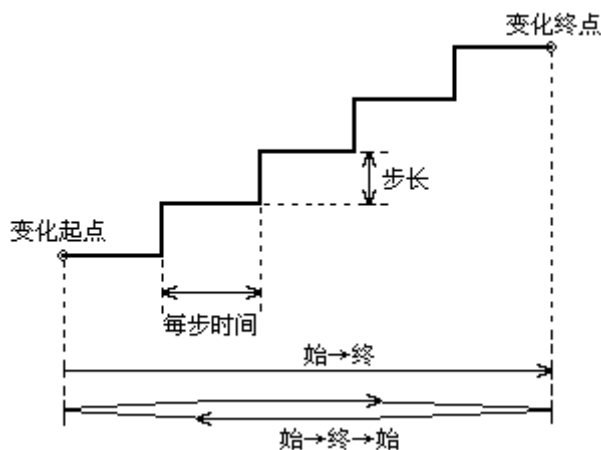
完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **报告：** 查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：** 启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：** 本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-17-1 基本原理

程控测试过程中，变量的变化过程如下图所示：



§ 2-17-2 变量说明

- **三路电压、电流的软件开关：** 一般情况，此 6 项后全部打“√”，即允许全部电压、电流的输出。

1/8 A 相电压

2/8 B 相电压

3/8 C 相电压

4/8 A 相电流

5/8 B 相电流

6/8 C 相电流 设置 A、B、C 三相电压、电流中所包含的各次谐波的幅值和角度，打“√”者表示含有该次谐波；

- **直流**：幅值；
- **基波**：50.0Hz，幅值、角度；
- **二次谐波**：100.0Hz，幅值、角度；
- **三次谐波**：150.0Hz，幅值、角度；
- **四次谐波**：200.0Hz，幅值、角度；
- **五次谐波**：250.0Hz，幅值、角度；
- **六次谐波**：300.0Hz，幅值、角度；
- **七次谐波**：350.0Hz，幅值、角度；
- **八次谐波**：400.0Hz，幅值、角度；
- **九次谐波**：450.0Hz，幅值、角度；
- **十次谐波**：500.0Hz，幅值、角度；

7/8 变量选择（含开关量设置）

- **变量选择**：选择试验过程的变化量，如：Va 中二次谐波的幅值，或，Va 中基波的角度等等；
- **变化步长**：变量的变化步长应根据测试的要求选择合适的大小，一般地，步长越小，测试精度越高。
- **记录变量**：试验过程中动作或返回时需要记录的变量，默认和第一变量相同，也可以另行选择。
- **动作接点**：被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN（RN）。

- **确认时间**：躲开临界处接点的抖动，接点状态变化后的保持时间大于确认时间时，程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。
- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

8/8 程控设置

- **程控/手控**：选择试验过程的控制方式，
 - ◇ **程控**：试验过程中，当前变量的变化过程完全由程序控制，用户对试验的

干预仅限于通过 Esc 键中止试验。

- ✧ 手控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由用户控制，包括按 “+”、“-” 键增加、减小当前变量值，按 F8 (Aux2) 记录动作值，按 F9 (Aux3) 记录返回值等。

(以下参数仅对程控试验有效)

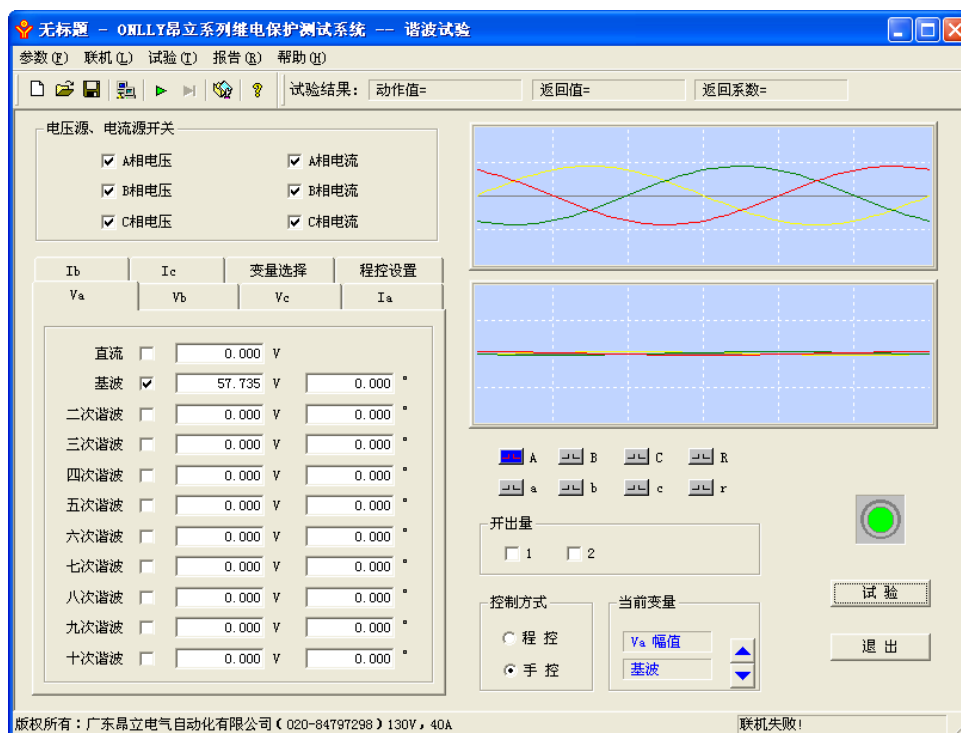
- **变化范围**：第一变量变化的起点，终点，起点可以大于终点，也可以小于终点。一般地，变化范围的设置应能覆盖继电器的动作/返回值。
- **变化方式**：第一变量的变化方式，“始”为变化范围的起点，“终”为终点，
 - ✧ “始→终”为单程变化，只能测动作值；
 - ✧ “始→终→始”为双程变化，可以同时测量动作值、返回值；
- **每步时间**：第一变量按其步长变化时，每一步大小的保持时间。一般地，每步时间的设置应大于继电器的动作（或返回）时间。
- **返回方式**：第一变量的返回方式，
 - ✧ “动作返回”时，第一变量在从起点→终点的变化过程中，一旦程序确认继电器动作，则根据变化方式确定是否继续试验：变化方式为“始→终”，结束试验；变化方式为“始→终→始”，改变第一变量的变化方向，向起点返回。
 - ✧ “全程变化”时，无论继电器动作与否，第一变量仅仅根据变化范围的设置进行变化，直至到达终点或返回到起点。

注：灵敏角的测试必须采用“始→终→始”，“全程变化”的方式！

§ 2-17-3 谐波试验 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“谐波试验”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”;
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-17-2 变量说明”;

§ 2-18 u/t 特性

测试反时限电压继电器的 $V(t)$ 动作特性；



主界面分为四个区域：

- 左上区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 4 页显示，包括电压设置，电流设置，开关量，以及附加测试点；
- 左下区：电压、电流显示区，实时显示试验过程中正在输出的 3 相电压、电流的幅值、角度；
- 右上区：试验结果显示区，实时显示试验过程中的测试结果；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

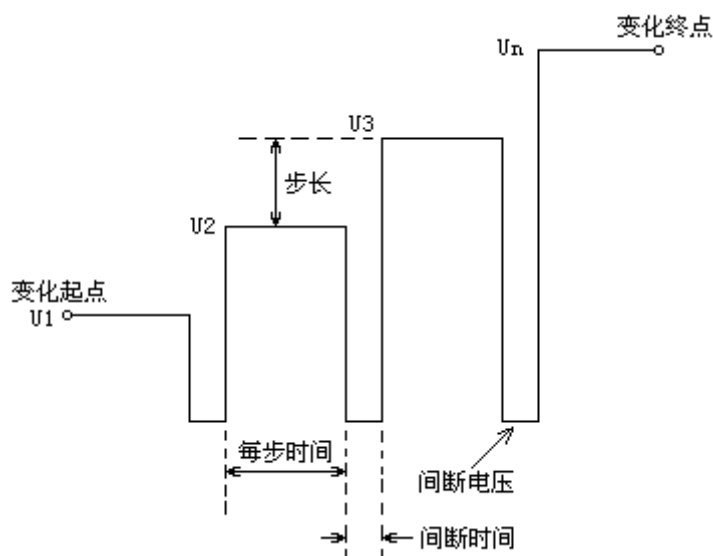
- **电压设置、电流设置、开关量、附加测试：**此 4 项分别对应控制参数设置区的 4 页参数，光标移动到此 4 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **u/t 曲线：**试验结束后，以图形方式显示当前的试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-18-1 基本原理

电压 U 的变化过程如下图所示，逐点测量各电流 U_1 、 U_2 、...、 U_n 处的动作时间。



§ 2-18-2 变量说明

1/4 电压设置：

- **输出方式：**选择试验过程中，电流 u 的输出方式。程序提供了 6 种输出方式，包括“A 相电压 V_a ”、“B 相电压 V_b ”、“C 相电压 V_c ”、“AB 电压”、“BC 电压”、“CA 电压”。如果 u/t 试验时的电压较大，建议选择 AB、BC 或 CA 线电压方式输出，试验过程中，两相的电压相位自动调整为互差 180° ；

- **相角**：试验过程中，电压输出的相位角（绝对相位）；
- **变化范围**：u/t 特性试验时所需要的测试电压的变化范围（起点，终点）；
- **步长**：测试电压的变化步长。u/t 特性试验时，测试电压从起点出发，以所设定的步长逐点变化，测试各电压点下继电器的动作时间；
- **每步时间**：测试电压变化过程中，每一电压点所保持的最大测试时间。一般地，“每步时间”应大于继电器 u/t 特性中所可能出现的最大动作时间；
- **间断时间（复归时间）**：为了保证下一个电压测试点测试之前，继电器可靠返回，每一个测试点输出之前均设置了一个间段时间（即继电器的复归时间）。间断时间内，测试仪输出“间断电压”，以及“电流设置”中的 A、B、C 相电流；
- **间断电压（复归电压）**：测试仪在间断时间内所输出的电压大小。一般此电压应能保证继电器可靠返回；

2/4 电流设置：

- **A、B、C 相电流**：测试仪在整个试验过程中所保持的三相电流输出；
- **频率**：测试仪在整个试验过程中所输出的电压、电流频率；

3/4 开关量：

- **动作接点**：被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1）开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2）开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN（RN）。

- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

4/4 附加测试：u/t 特性曲线的补充测试点

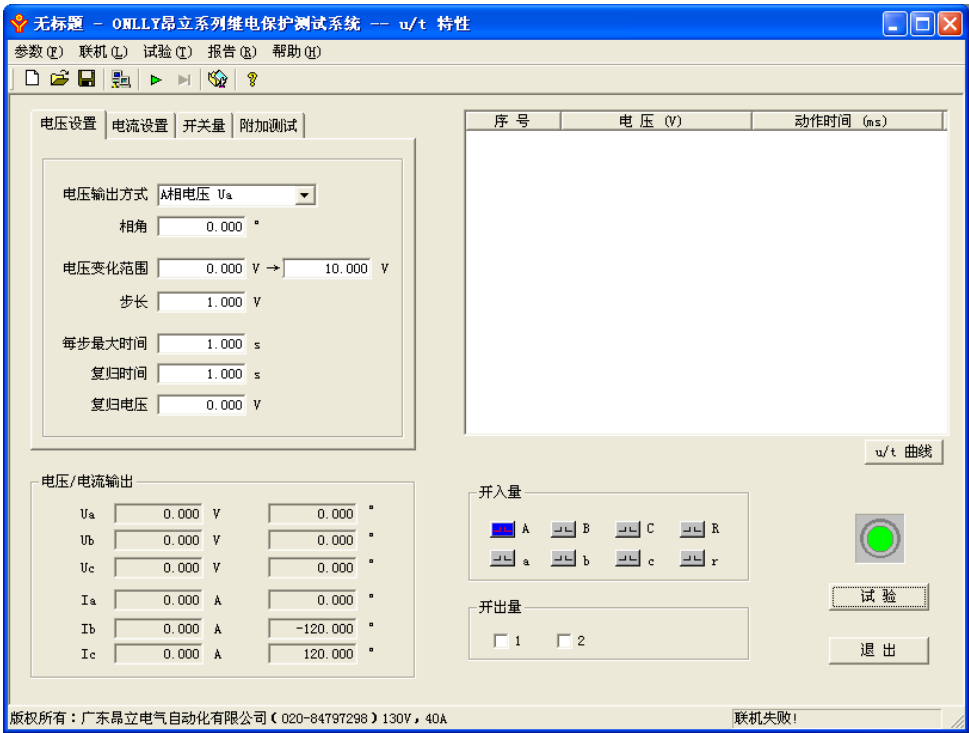
- **基准电压 U_r** ：附加测试点的基准电压 U_r ，一般取继电器的额定电压；
- **附加测试点 1、2、3、4、5、6**：6 个附加测试点，必须选中（打“√”者）方进行测试；

§ 2-18-3 u/t 特性 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；


- 使用鼠标左键双击主界面中的“u/t 特性”项，进入 Windows 操作界面；



✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；

✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-18-2 变量说明”；

§ 2-19 同期试验

测试同期继电器或同期装置的动作电压、动作频率和动作角度，也可以进行自动调整试验。



主界面分为四个区域：

- 左上区：系统侧电压 V_s 、待并侧电压 V_{x1} 设置区，实时显示、修改系统侧电压 V_s 、待并侧电压 V_{x1} 的幅值、角度，以及各自的输出频率 f_s 、 f_{x1} ；
- 左下区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 3 页显示，包括测试项目、开关量、同步窗设置；
- 右上区：同步试验的辅助显示区，分别以同步窗和同步表的方式实时显示系统侧和待并侧之间的电压幅值差、频率差和角度差；
- 右下区：试验控制及试验结果的辅助显示区，辅助显示当前的测试项目、试验控制方式、开入/开出量状态、试验结果等。

主界面的最下一行为菜单行，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **测试项目、开关量、同步窗**：此 3 项分别对应控制参数设置区的 3 页参数，光标移动到此 3 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，

- ✧ 按 \uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
- ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。
- ✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。
- **结果：**本次试验结束后，显示试验的结果，包括系统侧和待并侧各自的电压、频率、角度，以及二者之间的差额。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面版上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-19-1 基本原理

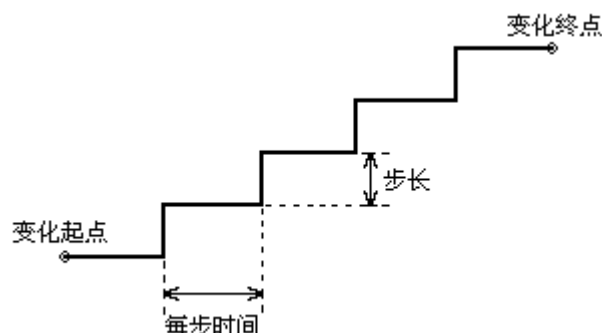
本试验中，系统侧电压 V_s 的接线方式为 U_{ab} ，即由测试仪的 AB 电压输出；待并侧电压的接线方式为 U_{cx} ，即由测试仪的 CX 电压输出。

程序提供了 4 个项目的测试，包括动作电压、动作频率、动作角度，以及自动调整试验。整个测试过程中，系统侧电压 V_s 和频率 f_s 保持不变，程序根据测试项目的不同不断调整待并侧变量的大小。

为了避免相互之间的影响，一般地，

- ✧ 测试“动作电压”时，待并侧的频率、角度和系统侧保持相同；
- ✧ 测试“动作频率”时，待并侧的电压和系统侧保持相同；
- ✧ 测试“动作角度”时，待并侧的电压、频率和系统侧保持相同；

动作电压、动作频率、动作角度的测试过程与常规的测试方法相同，如下图所示：



自动调整试验的测试过程稍有不同，即测试仪不断地检测同期装置的调速、调压信号，根据同期装置的指令增加或减小待并侧电压的频率、幅值，以闭环的方式完成自动调整试验。（注：自动调整试验时，同期装置的 $\uparrow f$ 、 $\downarrow f$ 、 $\uparrow V$ 、 $\downarrow V$ 信号和ONLLY测试仪的连接方式见控制参数中“开关量”一页中的说明！）

§ 2-19-2 变量说明

1/3 测试项目

- **测试项目：**根据试验目的选择测试项目，包括动作电压、动作频率、动作角度的测试，以及自动调整试验；
- **当前变量：**程序根据测试项目的选择，自动确定试验过程中的变化量。如：动作电压测试时，当前变量为待并侧电压 V_{x1} 的幅值；动作频率测试时，当前变量为待并侧电压的频率 f_{x1} ，等等；
- **程控/手控：**选择试验过程的控制方式，
 - ✧ 程控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由程序控制，用户对试验的干预仅限于通过 Esc 键中止试验。
 - ✧ 手控：试验过程中，当前变量的变化过程完全由用户控制，包括按“+”、“-”键增加、减小当前变量值，按 F8 (Aux2) 记录动作值，按 F9 (Aux3) 记录返回值等。
- **变化起点：**当前变量的变化起点；
- **终点：**当前变量的变化终点；

注：变化范围的起点可以大于终点，也可以小于终点，但必须能覆盖继电器的动作值；
- **变化步长：**当前变量的变化步长应根据测试的要求选择合适的大小，一般地，步长越小，测试精度越高。

- **每步时间**：当前变量按步长变化时，每一步大小的保持时间。一般地，每步时间的设置应大于继电器的动作时间。

2/3 开关量

- **动作接点**：被测试继电器出口接点在测试仪 8 对开入接点中的接入位置，试验时，程序将根据该开入接点的状态变化情况确定动作或返回。

注：1) 开入接点 A、B、C、a、b、c、r 共用公共端 TN，R 单独使用 RN；

2) 开入接点兼容空接点和带电位接点，但带电位接点的“+”电位端应接于公共端 TN (RN)。

- **确认时间**：躲开临界处接点的抖动，接点状态变化后的保持时间大于确认时间时，程序方予以认可记录。一般取 10~20ms。
- **开出量控制**：控制测试仪上的 2（或 4）对开出接点状态，闭合，断开。

以下参数在“测试项目”为自动调整试验时有效：

- **开入接点 a**：增速 $\uparrow f$ ，即，自动调整试验时，测试仪的开入接点 a 连接同期装置的增速信号接点；
- **开入接点 b**：减速 $\downarrow f$ ，即，自动调整试验时，测试仪的开入接点 b 连接同期装置的减速信号接点；
- **开入接点 c**：增压 $\uparrow V$ ，即，自动调整试验时，测试仪的开入接点 c 连接同期装置的增压信号接点；
- **开入接点 r**：减压 $\downarrow V$ ，即，自动调整试验时，测试仪的开入接点 r 连接同期装置的减压信号接点；
- **调速步长**：自动调整试验时，每接收到一次调速信号，待并侧频率的改变量；
- **调压步长**：自动调整试验时，每接收到一次调压信号，待并侧电压的改变量；

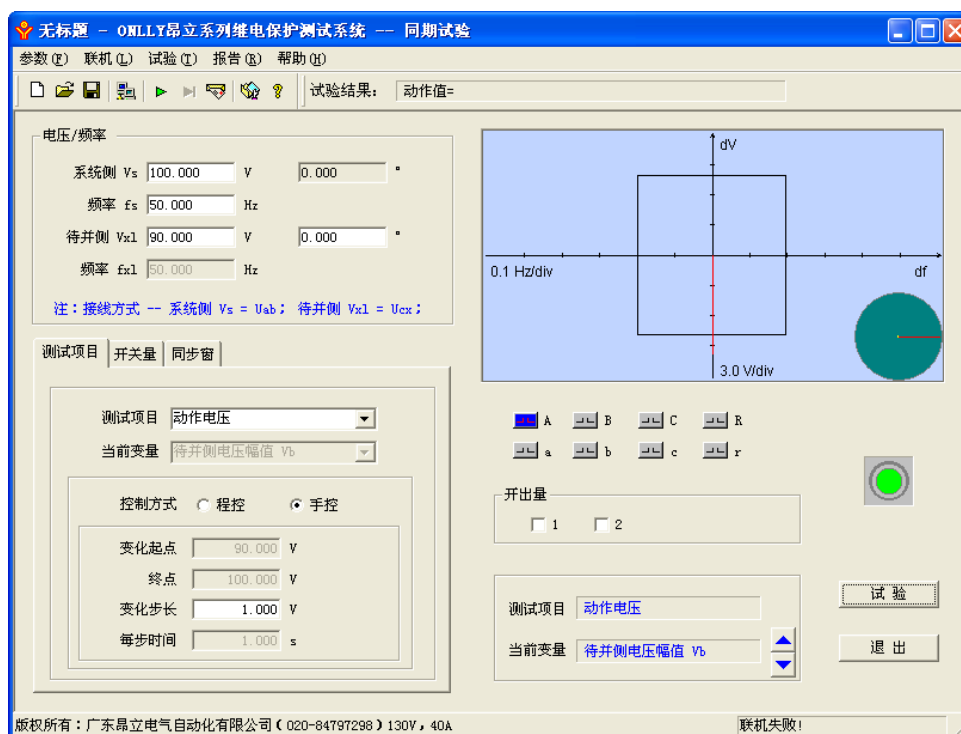
3/3 同步窗： 设置右上图形中同步窗口的大小；

- $+\Delta V$ ：同步窗口的正压差；
- $-\Delta V$ ：同步窗口的负压差；
- $+\Delta f$ ：同步窗口的正频差；
- $-\Delta f$ ：同步窗口的负频差；

§ 2-19-3 同期试验 Windows 操作界面


当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；
- 使用鼠标左键双击主界面中的“同期试验”项，进入 Windows 操作界面；



- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；
- ✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”（或单击工具栏中的“”图标），手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-19-2 变量说明”；

§ 2-20 差动试验

测试差动继电器或差动保护的制动特性曲线和谐波制动特性等。



主界面分为四个区域：

- 左上区：控制参数设置区，用于设置试验时的控制参数，分 5 页显示，包括 Id, r 定义，I1, 2 定义，制动电流，动作搜索，开关量；
- 左下区：试验过程中，实时显示当前的动作搜索 Id 和制动电流 Ir，以及绕组 1、绕组 2 所分担的电流 I1、I2；
- 右上区：试验结果显示区；
- 右下区：试验控制的辅助显示区，辅助显示开入/开出量状态。

主界面的最下一行为菜单行，按 ↑ ↓ ← → 移动光标，按 Enter 执行相应的菜单项：

- **Id, r 定义、I1, 2 定义、制动电流、动作搜索、开关量：**此 5 项分别对应控制参数设置区的 5 页参数，光标移动到此 5 项上时，控制参数翻到相应页面（也可以按 PgDn、PgUp 键翻页），此时按 Enter 键则光标切换进入主界面的控制参数设置区，
 - ✧ 按 ↑ ↓ ← → 键，光标将在控制参数区和电压电流设置区内移动。
 - ✧ 如果欲修改某项参数，按 Enter 键进入参数输入或选择状态，输入或选择

完毕，按 Enter 键确认修改，或按 Esc 键撤消修改。

✧ 按 Esc 键则光标切换返回菜单行中的相应项。

- **特性曲线：**试验结束后，以图形方式显示当前的试验结果。
- **报告：**查阅试验报告。由于工控机硬盘容量限制，程序只提供了 5 个专用报告和 5 个通用报告用于试验结果的储存、显示。专用报告仅供本测试程序调用，而通用报告可供软件包内的所有测试程序调用。
- **试验：**启动本次试验（也可以按测试仪面板上的 Start 快捷键）。
- **退出：**本菜单项具有双重功能（也可以按 Esc 键），
 - 1) 当前没有进行试验时（开/关按钮显示为绿色），退出本测试程序，返回主菜单；
 - 2) 当前正在进行试验时（开/关按钮显示为红色），结束试验；

§ 2-20-1 基本原理

用户根据需要选取待测试的制动电流点 I_r ，软件根据用户所设定的动作电流的搜索范围和搜索精度自动寻找该制动点下的动作电流 I_d 。

搜索过程分两步进行：

1. 粗略扫描：从动作电流的搜索起点 I_{d0} 开始，以 10 倍的扫描精度进行粗略扫描，一旦发现动作，则自动返回上一个不动作的扫描点 I_{dm} ，进行下一步的精确扫描；
2. 精确扫描：从 I_{dm} 开始，以扫描精度进行精确扫描，动作，则记录该点作为本制动点下的动作电流 I_d ，结束扫描。

注：此处的动作指，动作接点的当前状态相对于初始状态发生变化。

§ 2-20-2 变量说明

控制页参数的设置包括 5 个部分：

$I_{d,r}$ 定义 ----- 设置差动保护（继电器）的动作方程；

$I_{1,2}$ 方式 ----- 设置保护线圈 I_1 ， I_2 与测试仪的连接方式，以及 I_1 ， I_2 的频率和相位；

制动电流 ----- 设置所需要测试的制动电流点 I_r ；

动作搜索 ----- 设置每个 I_r 点下，动作电流的搜索方法；

开关量 ----- 设置保护动作接点与测试仪开入量的连接方式，以及试验过程中 A、B、C 三相电压的输出；

1/5 Id, r 定义

- **动作电流 Id:** 选择差动保护的動作電流方程;
- **制動電流 Ir:** 選擇差動保護的制動電流方程;

軟件提供了常見的 7 種定義方式，

$$\begin{cases} \dot{I}_d = \dot{I}_1, & \dot{I}_r = \dot{I}_2 \\ I_d = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2|, & I_r = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2|/2 \\ I_d = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2|, & I_r = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2|/2 \\ I_d = |K_1 \times \dot{I}_1 + K_2 \times \dot{I}_2|, & I_r = |K_1 \times \dot{I}_1 - K_2 \times \dot{I}_2|/K \\ I_d = |K_1 \times \dot{I}_1 - K_2 \times \dot{I}_2|, & I_r = |K_1 \times \dot{I}_1 + K_2 \times \dot{I}_2|/K \\ I_d = |K_1 \times \dot{I}_1 + K_2 \times \dot{I}_2|, & I_r = \text{Max}(|K_1 \times \dot{I}_1|, |K_2 \times \dot{I}_2|) \\ I_d = |K_1 \times \dot{I}_1 + K_2 \times \dot{I}_2|, & I_r = \text{Min}(|K_1 \times \dot{I}_1|, |K_2 \times \dot{I}_2|) \times 2 \end{cases}$$

I1、I2 電流的含義如下，

方式 1 中: I1、I2 分別代表動作線圈和制動線圈電流相量；

方式 2~7 中: I1, I2 分別代表一次繞組和二次側繞組電流相量，動作電流和制動電流為兩個線圈的電流組合。

試驗過程中，根據以上定義，軟件可結合當前的制動電流 Ir 和正在搜索的動作電流 Id，自動計算出 I1 和 I2 所應分攤的電流，由 I1 和 I2 輸出。

- **制動系數 Kzd:** 選擇差動保護的制動系數定義；
- 常見的制動系數定義有兩種，

$$\begin{cases} K_{zd} = \Delta I_d / \Delta I_r \\ K_{zd} = I_d / I_r \end{cases}$$

其中：第一種定義為變化量之比，即斜率。

為了諧波制動試驗的方便，軟件同時提供了第三種定義 Ir/Id。

- **K1:**
- **K2:**
- **K:** 設置以上定義過程中，所涉及到的方程中的系數值；
- **I1 輸出方式:** I1 電流的輸出方式，即從 A、B、C 中的何相電流輸出；
- **I2 輸出方式:** I2 電流的輸出方式，即從 A、B、C 中的何相電流輸出；

此定義用於選擇 I1 和 I2 與測試儀上的 Ia, Ib, Ic 的接線關係，根據 I1 和 I2 大小的不同，軟件分別提供了三種接線方式：

方式 1: I1 → 接 A 相電流， I2 → 接 C 相電流；

方式 2: $I_1 \rightarrow$ 接 AB 两并, $I_2 \rightarrow$ 接 C 相电流;

方式 3: $I_1 \rightarrow$ 接 A 相电流, $I_2 \rightarrow$ 接 BC 两并;

同时, 还可以选择 I_1 , I_2 的输出频率和相位角, 见 2/5 页中的 $I_{1,2}$ 定义。

2/5 $I_{1,2}$ 定义

- **I_1 输出方式:** I_1 电流的输出方式, 即从 A、B、C 中的何相电流输出;
- **频率:** I_1 电流的输出频率, 可选择直流、基波、二次谐波、...、十次谐波等;
- **相位:** I_1 电流的输出相位角, 一般默认取 0° ;
- **I_2 输出方式:** I_2 电流的输出方式, 即从 A、B、C 中的何相电流输出;
- **频率:** I_2 电流的输出频率, 可选择直流、基波、二次谐波、...、十次谐波等;
- **相位:** I_2 电流的输出相位角;

注: 如果 I_d 和 I_r 的定义为方式 2~方式 7, 则软件自动限定 I_1 的角度为 0° 度, I_2 的角度为 180° 度 (或 0° 度), 即区外故障;

3/5 制动电流: 根据需要设置待测试的制动点 I_r 的变化范围, 等间距设置, 同时还提供了 6 个可以选择的附加测试点。

- **I_r 变化范围:** 需要进行测试的制动电流 I_r 的范围: 起点, 终点;
- **步长:** I_r 从起点出发, 每隔一个步长选择一个制动点进行测试, 即寻找该制动点下的动作电流;
- **附加测试点 1:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 1, 打“√”者表示选中, 进行测试;
- **附加测试点 2:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 2, 打“√”者表示选中, 进行测试;
- **附加测试点 3:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 3, 打“√”者表示选中, 进行测试;
- **附加测试点 4:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 4, 打“√”者表示选中, 进行测试;
- **附加测试点 5:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 5, 打“√”者表示选中, 进行测试;
- **附加测试点 6:** 除了以上等间距选择的 I_r 外, 需要附加进行测试的制动点 6, 打“√”者表示选中, 进行测试;

4/5 动作搜索: 对于每一个待测试的制动点 I_r 下, 如何搜索其对应的动作电流, 包括: 搜索起点, 搜索终点, 搜索方式, 搜索精度, 以及搜索时的每

步时间和间断时间。

- **Id 搜寻起点、终点：**如果事先无法预知动作电流的大小，一般取 0%~100% 倍的 I_r ；
- **搜索方式：**程序提供了两种搜索方式：按“绝对步长”搜索，和按“相对步长”搜索。
- **精度：**动作电流的搜索过程中所允许的最小误差，同时也可视为搜索过程的收敛判据。不同的搜索方式下，精度的设置有所区别，
 - ✧ 绝对步长：无论制动电流 I_r 的大小，动作电流 I_d 的搜索步长均相同，该方式可保证动作边界的绝对误差要求。一般取精度为 0.1A 左右。
 - ✧ 相对步长：动作电流 I_d 的搜索步长为制动电流 I_r 的百分数，其大小随 I_r 而改变，该方式可保证动作边界的相对误差要求。一般取精度为 1~5% 倍的 I_r ；
- **动作门槛 ICD：**保护的最小动作电流，此参数可以保证制动电流较小时，搜索范围仍然能够包含动作边界。
- **每步时间：**针对每一个制动电流点 I_r ，在搜索动作电流的过程中，每次 I_r ， I_d 的输出时间。每步时间必须保证大于保护的動作时间。由于差动保护通常为速动，故一般取 0.5 秒；
- **间断时间：**针对每一个制动电流点 I_r ，在搜索动作电流的过程中，每次输出 I_r ， I_d 前的间断时间（其间，电流输出为 0，电压输出为所设置的 A、B、C 电压），以保证保护能够可靠复归。一般可取 0.5 秒；

注：如果继电器无法长时间通过大电流，建议在保证保护动作时延的前提下，尽可能地减小每步时间，延长间断时间。

5/5 开关量

- **动作接点：**设置差动保护的動作接点与测试仪开入点的连接；
- **确认时间：**躲开動作接点的快速抖动，一般取 15ms。
- **A、B、C 相电压：**测试仪在整个试验过程中所保持的三相电压输出；

§ 2-20-3 差动试验 Windows 操作界面

当测试仪选择“外接 PC 机控制”时，软件的操作控制权交由外接的计算机，此时外接计算机中运行的 ONLLY 测试软件为 Windows 版本。

- 使用串口线（或 USB 线）将 ONLLY 测试仪和外接计算机可靠连接后，测试仪侧

根据连接情况选择“外接 PC 机控制”；


- 使用鼠标左键双击主界面中的“差动试验”项，进入 Windows 操作界面；



✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯正常，则界面右下角出现提示“Welcome to ONLLY!”；

✧ 如果外接 PC 机和测试仪通讯不正常，则界面右下角出现提示“联机失败”。此时，检查：

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确：外接 PC 机控制，端口选择；
- 2) 连接线插头是否连接牢靠；
- 3) 如果采用 USB 连接线，PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装；
(必要时，建议重新安装驱动程序，安装步骤见主界面中的“ONLLY 快速入门”)；

确认以上正常后，选择“联机”菜单中的“联机”(或单击工具栏中的“”图标)，手动联机。

- 各变量的定义参见“§ 2-20-2 变量说明”；

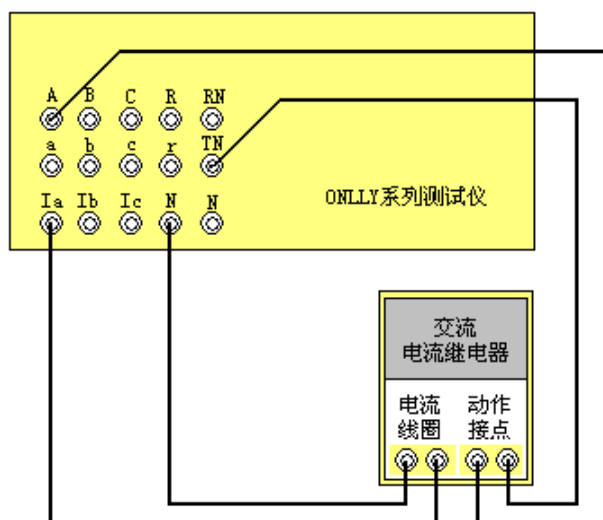
第三章 试 验 举 例

§ 3-1 电压/电流

保护型号：电流继电器，整定值：8.0A，速动；

测试内容：动作值、返回值测试；

接线方式



注：如果继电器的电流较大，建议 Ia、Ib（Ib、Ic，或 Ic、Ia）两相并联输出，同时，设置 Ia、Ib（Ib、Ic，或 Ic、Ia）相电流的相位相同，第一变量取“Ia、Ib”（“Ib、Ic”，或“Ic、Ia”），记录变量取“Ia+Ib”（“Ib+Ic”，或“Ic+Ia”）。
电压继电器同理，但两相串联，相位互差 180°。

1) 手控试验：

● 初始电压电流设置

根据实际情况设置 4 路电压，3 路电流，和频率的初始值，一般地应能保证继电器在此电压电流状态下不动作。

此处取“A 相电流”8A，0°，“频率”50Hz，其他暂时不理睬（必要时也可以设为 0）；

● 控制参数设置

1/3 变量选择：

- ✧ 第一变量：根据接线情况选择，此处取“A 相电流 Ia”，步长 0.1A（根据测试规程允许的误差要求设置，一般取小于误差要求）；
- ✧ 第二变量、第三变量：根据需要设置，可以暂时不理睬；

✧ 记录变量：默认同第一变量，必要时可另行选择；

✧ Ux 设置：根据需要设置，可以暂时不理睬；

2/3 程控设置：

✧ 程控/手控：选择“手控”；

✧ 变化范围、变化方式、每步时间、返回方式：无效；

3/3 开关量：

✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；

✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；

✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单；按 ↑ ↓ ← → 键移动光标，当光标停留在“电压/电流”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；

b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；

c) 按“+”，“-”键增加、减小当前变量的值（按 Tab 键可在预设的第一、二、三变量之间切换当前变量的选择）；

d) 根据辅助显示区内开入接点 A、B、C、R、a、b、c、r 的变化情况（闭合、断开），按 F8（Aux2）确认动作，按 F9（Aux3）确认返回，程序自动根据记录变量的选择记录相应的动作值和返回值。

注：F8（Aux2）、F9（Aux3）为反复键，第一次按为确认，第二次按则意味着撤消前一次的确认值。

e) 按 Esc 键结束试验，程序自动计算返回系数（或灵敏角）；

f) 根据提示，选择是否保存试验结果。

2) 程控试验：

● 初始电压电流设置

此处取“频率”50Hz，其他暂时不理睬（必要时也可以设为 0）；

试验开始后，程序将自动根据“程控设置”页中所设定的第一变量的变化起点初始化 4 路电压，3 路电流。

● 控制参数设置

1/3 变量选择：

- ✧ 第一变量：根据接线情况选择，此处取“A相电流 I_a ”，步长 0.1A(根据测试规程允许的误差要求设置，一般取小于误差要求)；
- ✧ 第二变量、第三变量：无效；
- ✧ 记录变量：默认同第一变量，必要时可另行选择；
- ✧ U_x 设置：根据需要设置，可以暂时不理睬；

2/3 程控设置：

- ✧ 程控/手控：选择“程控”；
- ✧ 变化范围：第一变量的变化起点和终点，应能覆盖继电器的动作/返回值。保守起见，此处取起点为 5A，终点 10A；
- ✧ 变化方式：为了同时测量动作值和返回值，此处取“始→终→始”；
- ✧ 每步时间：应大于继电器的动作或返回时间，由于本继电器为速动，此处取 0.1 s (或 0.5 s)。
- ✧ 返回方式：此处取“动作返回”；

3/3 开关量：

- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A接点”；
- ✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

● 试验步骤 (注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态)

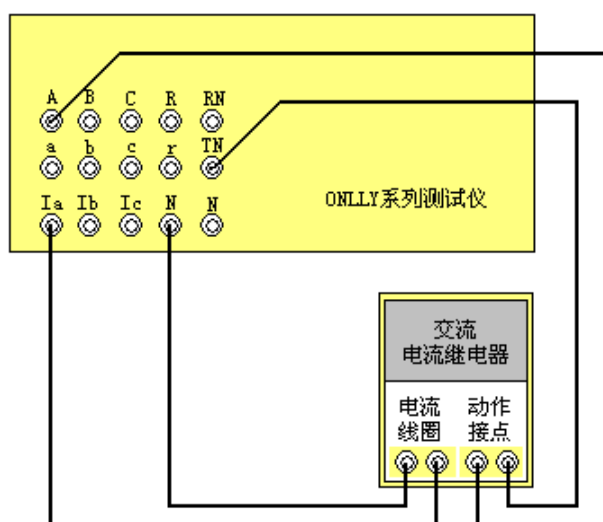
- a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“电压/电流”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键 (或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键)，根据对话框提示进行操作；
- c) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-2 交流时间

电流继电器的动作时间测试：整定值：8.0A，速动

接线方式



注：如果继电器的电流较大，建议 Ia、Ib (Ib、Ic，或 Ic、Ia) 两相并联输出，同时，状态①②③的状态类型取“任意类型”，设置 Ia、Ib (Ib、Ic，或 Ic、Ia) 相电流的相位相同。电压继电器同理，但两相串联，相位互差 180°。

● 控制参数设置

本试验的过程应为：故障前→故障→故障后，

1/5 状态①：

- ✧ 状态类型：本试验中为故障前状态，取“空载状态”；
- ✧ 故障方向、短路阻抗、短路电压、短路电流：无效；
- ✧ A、B、C 三相电压、电流：程序自动计算；
- ✧ 频率：50Hz；

2/5 状态②

- ✧ 状态类型：本试验中为故障状态，根据接线情况，此处取“A 相故障”；
- ✧ 故障方向：正向故障；
- ✧ 短路阻抗：对于阻抗型继电器，可设置为整定阻抗。此处，由于被测试的继电器为电流型，与电压无关，可暂时不理睬，取 $Z_1 = 1.0 \text{ 欧}, 90^\circ$ ， $R_1 + jX_1 = 0.0 + j1.0 \text{ 欧}$ ；

- ✧ 短路电流：本试验中取计算模型为“电流恒定”，根据调试规程要求，短路电流一般取整定动作电流的 1.1 倍，此处设为 8.8A；
- ✧ 短路电压：无效；
- ✧ A、B、C 三相电压、电流：程序自动计算；
- ✧ 频率：50Hz；

3/5 状态③：

- ✧ 状态类型：本试验中为故障后状态，取“空载状态”；
- ✧ 故障方向、短路阻抗、短路电压、短路电流：无效；
- ✧ A、B、C 三相电压、电流：程序自动计算；
- ✧ 频率：50Hz；

4/5 计时设置：

- ✧ 启时方式：此处取“进入状态②启动”；
- ✧ 停时方式：根据接线情况，此处取“A 接点由开→闭”；
- ✧ 限制时间：无效；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；
- ✧ 延时：暂时不理睬，此处取 0.0s；

5/5 计算模型

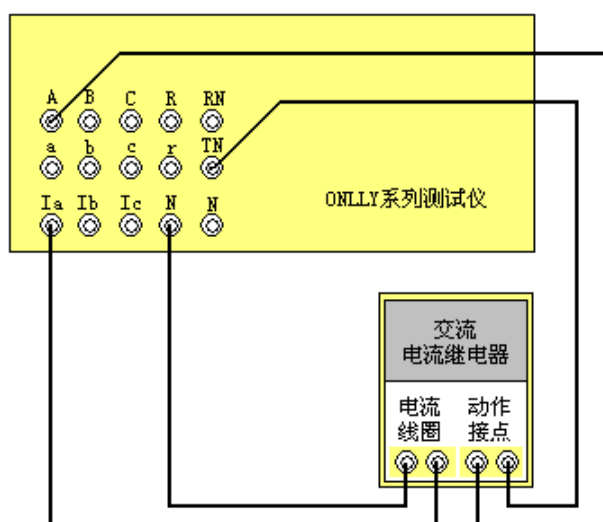
- ✧ 计算模型：取“电流恒定”；
- ✧ 额定电压：取 57.735V；
- ✧ 电源阻抗：无效；
- ✧ 补偿系数 Ks：无效；
- ✧ 补偿系数 K1：Re = 0.67，Im = 0；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

- a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 ↑ ↓ ← → 键移动光标，当光标停留在“交流时间”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 根据提示，选择是否保存试验结果。

§ 3-3 i/t 特性

反时限过流继电器的 i/t 特性测试：额定电流：10A, 整定动作：6A, 速动：12A
接线方式



注：如果继电器的电流较大，建议 Ia、Ib (Ib、Ic，或 Ic、Ia) 两相并联输出，或三并输出，同时，电流设置页中的”输出方式“取相应的”AB 电流两并“(”BC 电流两并“、”CA 电流两并“)，或”ABC 电流三并“。

● 参数设置

1/4 电流设置：

- ✧ 输出方式：根据接线方式，此处选“A 相电流 Ia”；如果 i/t 试验时的电流较大，建议选择两并或三并输出；
- ✧ 相角：电流输出的相位角（绝对相位），此处取 75°；
- ✧ 变化范围：根据测试要求，此处取变化范围为 5A~15A；
- ✧ 步长：根据测试要求，此处取 1.0A；
- ✧ 每步时间：本继电器的最大动作时间为 15s，此处取 20s；
- ✧ 间断时间（复归时间）：此处取 1s；
- ✧ 间断电流（复归电流）：本继电器为过电流继电器，此处取间断电流为 0 A；

2/4 电压设置：

- ✧ A、B、C 相电压：本继电器不需要加电压量，此处取正常运行电压 57.735V，且三相对称；

✧ 频率: 50Hz;

3/4 开关量:

✧ 动作接点: 根据接线情况选择, 此处取“A 接点”;

✧ 开出量控制: 断开、闭合, 此处暂时不理睬;

4/4 附加测试

✧ 基准电流 I_r : 此处因不需要测量附加电流点, 故暂不理睬

✧ 附加测试点 1、2、3、4、5、6: 暂不理睬, 且不选中;

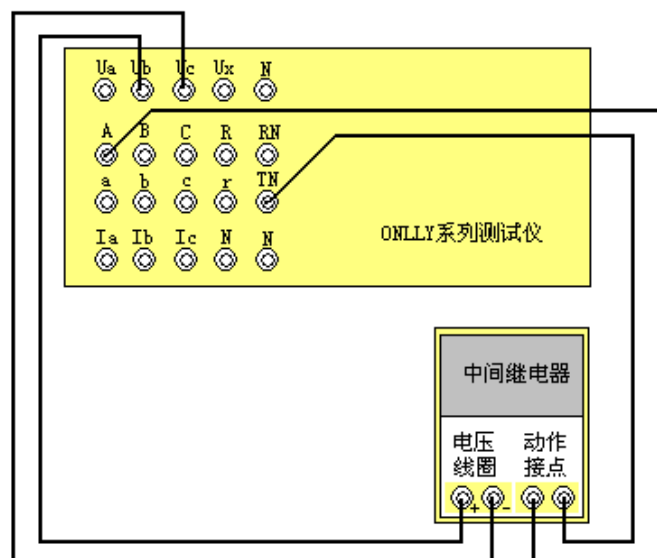
● 试验步骤 (注: 测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态)

- a) 启测试仪, 选择“脱机运行”, 进入主菜单后, 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标, 当光标停留在“i/t 特性”图标时, 按 Enter 键, 进入测试界面;
- b) 完成参数设置后, 将光标返回菜单条, 移动到“试验”按钮按 Enter 键 (或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键), 根据对话框提示进行操作;
- c) 试验结束后, 系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注: 必要时, 可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-4 直流

中间继电器的动作值、返回值测试：整定值：8.0A，速动
接线方式



- 参数设置

1) 手控试验:

- 初始电压电流设置

根据实际情况设置直流电压、电流的初始值，一般地应能保证继电器在此电压电流状态下不动作。

此处取“直流电压”0V，“直流电流”0A；

- 控制参数设置

1/4 变量选择:

- ✧ 第一变量：根据测试需求，此处取“直流电压”，步长 10V(可根据测试规程所允许的误差要求设置，一般取小于误差要求)；
- ✧ 第二变量：根据需要设置，可以暂时不理睬；
- ✧ 记录变量：默认同第一变量，必要时可另行选择；

2/4 程控设置:

- ✧ 程控/手控：选择“手控”；
- ✧ 变化范围、变化方式、每步时间、返回方式：无效；

3/4 开关量:

- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A接点”；
- ✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

4/4 零漂调整：一般不需设置此页参数，只有当直流电压、电流输出偏离设定值较大时方需要调整此参数；

- ✧ 电压零漂：此处取为0；
- ✧ 电流零漂：此处取为0；

● **试验步骤**（注：测试仪面版上的Power红色按钮应保持按下状态）

- a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“直流”图标时，按Enter键，进入测试界面；
- b) 上图完成接线和参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按Enter键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) “+”，“-”键增加、减小当前变量的值（按Tab键可在预设的第一、二变量之间切换当前变量的选择）；
- d) 根据辅助显示区内开入接点A、B、C、R、a、b、c、r的变化情况（闭合、断开），按F8（Aux2）确认动作，按F9（Aux3）确认返回，程序自动根据记录变量的选择记录相应的动作值和返回值。
注：F8（Aux2）、F9（Aux3）为反复键，第一次按为确认，第二次按则意味着撤消前一次的确认值。
- e) 按Esc键结束试验，程序自动计算返回系数（或灵敏角）；
- f) 根据提示，选择是否保存试验结果。

2) 程控试验：

● **初始电压电流设置**

此处暂时设为0V，0A；试验开始后，程序将自动根据“程控设置”页中所设定的第一变量的变化起点初始化直流电压、电流。

● **控制参数设置**

1/4 变量选择：

- ✧ 第一变量：根据测试需求，此处取“直流电压”，步长10V（可根据测试规程所允许的误差要求设置，一般取小于误差要求）；

- ◇ 第二变量：无效；
- ◇ 记录变量：默认为第一变量，必要时可另行选择；

2/4 程控设置：

- ◇ 程控/手控：选择“程控”；
- ◇ 变化范围：第一变量的变化起点和终点，应能覆盖继电器的动作/返回值。保守起见，此处取起点为 0V，终点 250V；
- ◇ 变化方式：为了同时测量动作值和返回值，此处取“始→终→始”；
- ◇ 每步时间：应大于继电器的动作或返回时间，由于本继电器为速动，此处取 0.1 s（或 0.5 s）。
- ◇ 返回方式：此处取“动作返回”；

3/4 开关量：

- ◇ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；
- ◇ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；
- ◇ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

4/4 零漂调整：一般不需设置此页参数，只有当直流电压、电流输出偏离设定值较大时方需要调整此参数；

- ◇ 电压零漂：此处取为 0；
- ◇ 电流零漂：此处取为 0；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

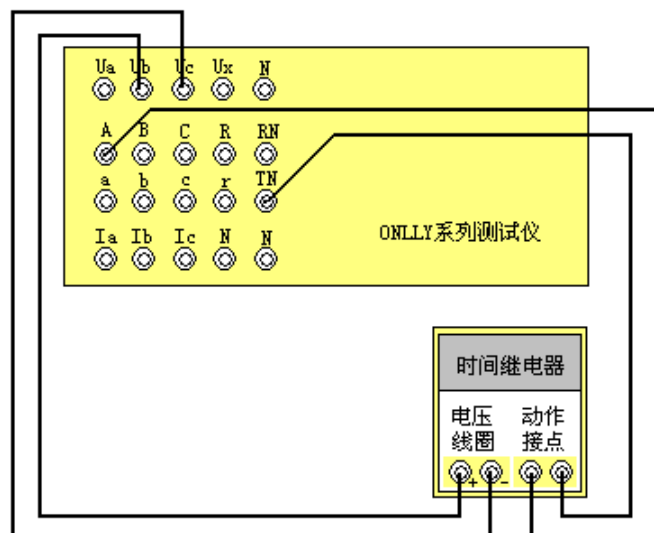
- a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 ↑ ↓ ← → 键移动光标，当光标停留在“直流”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-5 直流时间

时间继电器测试：额定电压 220V

接线方式



● 参数设置

本试验的过程应为：故障前→故障→故障后，

1/3 状态设置

- ✧ 状态①：直流电压 $U_{bc} = 0V$ ， 直流电流 $I_a = 0A$ ；
- ✧ 状态②：直流电压 $U_{bc} = 220V$ ， 直流电流 $I_a = 0A$ ；
- ✧ 状态③：直流电压 $U_{bc} = 0V$ ， 直流电流 $I_a = 0A$

2/3 计时设置：

- ✧ 计时启动方式：此处取“进入状态②启动”；
- ✧ 主接点停时：根据接线情况，此处取“A接点由开→闭”；
- ✧ 辅助接点R停时：此处暂不理睬；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；
- ✧ 延时：暂时不理睬，此处取 0.0s；

3/3 零漂调整：一般不需设置此页参数，只有当直流电压、电流输出偏离设定值较大时方需要调整此参数；

- ✧ 电压零漂：此处取为 0；
- ✧ 电流零漂：此处取为 0；

- **试验步骤**（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）
 - a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“直流时间”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
 - b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
 - c) 根据提示，选择是否保存试验结果。

§ 3-6 整组试验

保护型号：南自院 LFP-901A 型线路保护，

定值清单：距离保护 I 段：0.1 欧；

接地距离 II 段：3.0 欧； 接地距离 III 段：4.6 欧；

相间距离 II 段：3.0 欧； 相间距离 III 段：4.6 欧；

接地阻抗零序补偿系数：0.67；

正序灵敏角： 78° ，零序灵敏角： 78°

接地距离 II 段动作时间：0.5 秒；

接地距离 III 段动作时间：1.0 秒；

相间距离 II 段动作时间：0.5 秒；

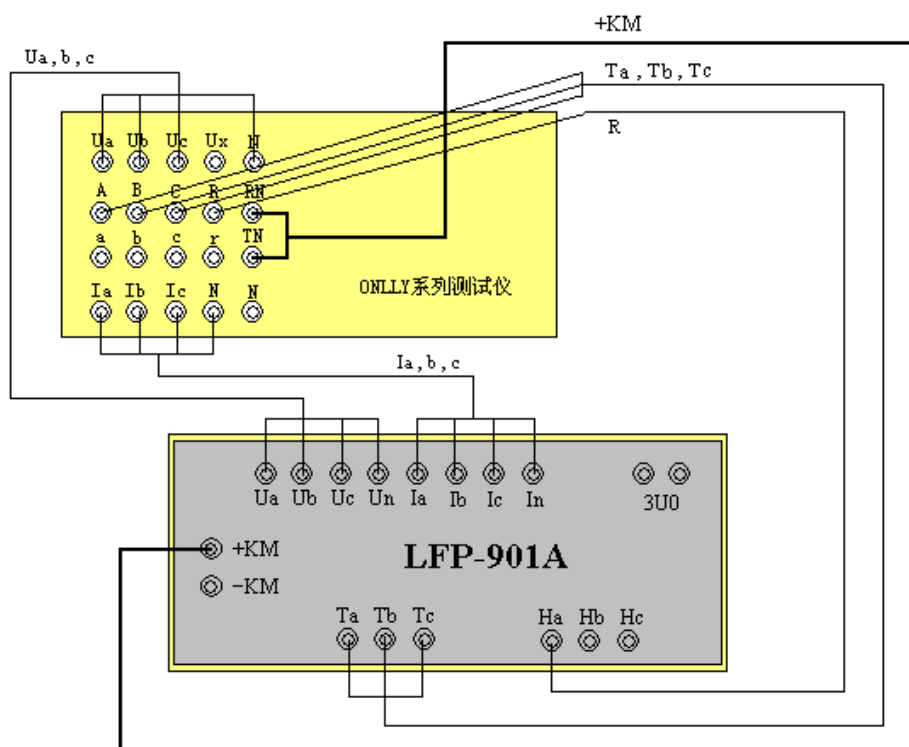
相间距离 III 段动作时间：1.0 秒；

单相重合闸时间：0.5 秒；

三相重合闸时间：1.0 秒

试验内容：距离保护 II 段的整组模拟试验（不带开关）；

接线方式：



● 控制参数设置

本试验的过程应为：故障前→故障→重合→永跳，

1/6 设置①：

- ✧ 整定阻抗 Z_d ：3.0 欧， 78° ；
- ✧ $R_d + jX_d$ ：程序自动计算并填写；
- ✧ 短路点：取 0.95 倍（或 1.05 倍）的整定阻抗；
- ✧ 故障类型：取“A 相接地”；
- ✧ 故障方向：正向故障；
- ✧ 短路电流：一般可取 5.0A（注：如果阻抗定值比较小，如 0.1 欧左右，则为了减小保护测量电流电压的相对误差，应相应地增大短路电流；反之，应减小短路电流，以免短路电压过高。）；
- ✧ 短路电压：无效（计算模型为“电流恒定”）；
- ✧ 短路阻抗 Z_L 、 $R_L + jX_L$ ：根据整定阻抗和短路点自动计算；

2/6 设置②

- ✧ 永久故障？：此处取“永久性故障”；
- ✧ PT 安装位置：一般地，220KV 以下的保护，PT 位于母线侧；
- ✧ 直流电流？：此处取“不含直流（非周期）分量”；
- ✧ 短路合闸角：一般取 0° ，由于线路阻抗角为 90° 左右，故此时的瞬时短路电流为最大值；
- ✧ 负荷电流：，取 0；
- ✧ 负荷功角：取 -30° ；
- ✧ 故障限时：此处取 5.0 秒；
- ✧ 跳闸延时：此处取 0.0 秒；
- ✧ 合闸延时：为避开 A、B、C 三相合闸的不一致性，此处取 0.02 秒；

3/6 故障转换

- ✧ 转换性故障？：此处取“不发生故障转换”；
- ✧ 转换时刻、故障类型、故障方向、短路电流、短路电压、短路阻抗 Z_L 、 $R_L + jX_L$ ：无效；

4/6 重合闸后

由于为永久性故障，重合后应恢复为故障状态，所以本页参数默认为设置

①（必要时，可以根据需要另行设置）

5/6 开关量定义

- ✧ 开入接点 A: 取“跳 A 接点”;
- ✧ 开入接点 B: 取“跳 B 接点”;
- ✧ 开入接点 C: 取“跳 C 接点”;
- ✧ 开入接点 R: 取“重合接点”;
- ✧ 开入接点 a: 不理睬;
- ✧ 开入接点 b: 不理睬;
- ✧ 开入接点 c: 不理睬;
- ✧ 开入接点 r: 取“关闭, 手动启动故障”;
- ✧ 开出量控制: 不理睬;
- ✧ 延时: 不理睬;

6/6 计算模型

- ✧ 计算模型: 此处取“电流恒定”;
- ✧ 额定电压: 此处取 57.735V;
- ✧ 频率: 50.0Hz;
- ✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$: 无效;
- ✧ 补偿系数 K_s : 无效;
- ✧ 补偿系数 K_l : 此处 $R_e = 0.67$, $I_m = 0$;
- ✧ U_x 设置: 由于本试验中不需要检同期, 故此处不理睬;
- ✧ 同期电压: 不理睬;

● 试验步骤

- a) 开启测试仪, 选择“脱机运行”, 进入主菜单后, 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标, 当光标停留在“整组试验”图标时, 按 Enter 键, 进入测试界面;
- b) 完成参数设置后, 将光标返回菜单条, 移动到“试验”按钮按 Enter 键 (或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键), 根据对话框提示进行操作;
- c) 根据提示, 选择是否保存试验结果。

§ 3-7 距离保护

保护型号：南自院 LFP-901A 型线路保护，

定值清单：距离保护 I 段：0.1 欧；

接地距离 II 段：3.0 欧； 相间距离 II 段：3.0 欧；

接地距离 III 段：4.6 欧； 相间距离 III 段：4.6 欧；

接地阻抗零序补偿系数：0.67；

正序灵敏角： 78° ，零序灵敏角： 78°

接地距离 II 段动作时间：0.5 秒；

接地距离 III 段动作时间：1.0 秒；

相间距离 II 段动作时间：0.5 秒；

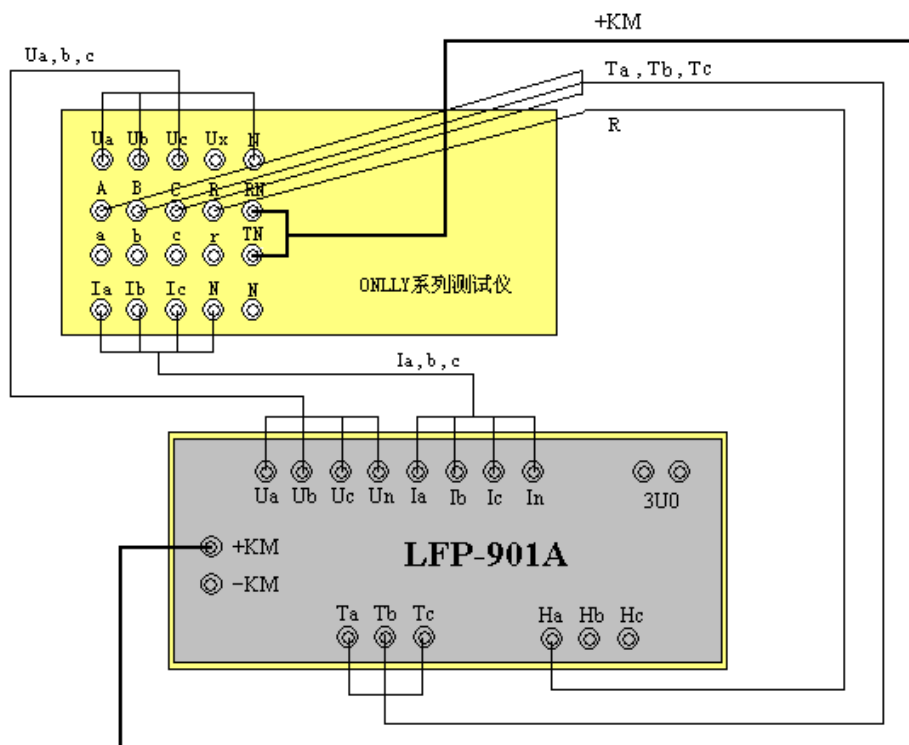
相间距离 III 段动作时间：1.0 秒；

单相重合闸时间：0.5 秒；

三相重合闸时间：1.0 秒

试验内容：距离保护各段的定值校验（不带开关）；

接线方式：



● 控制参数设置

1/7 定值 1：相间距离，阻抗定值

- ✧ I 段阻抗 $Z1$: 0.1 欧, 78° ;
- ✧ $R1 + jX1$: 程序自动计算并填写;
- ✧ II 段阻抗 $Z2$: 3.0 欧, 78° ;
- ✧ $R2 + jX2$: 程序自动计算并填写;
- ✧ III 段阻抗 $Z3$: 4.6 欧, 78° ;
- ✧ $R3 + jX3$: 程序自动计算并填写;
- ✧ IV 段阻抗 $Z4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ $R4 + jX4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ I 段时间 $T1$: 0.0 秒;
- ✧ II 段时间 $T2$: 0.5 秒;
- ✧ III 段时间 $T3$: 1.0 秒;
- ✧ IV 段时间 $T4$: 本保护无距离 4 段, 故只要保证 $T4 > T3$, 可以任意填写, 此处取 10.0 秒;

2/7 定值 2：接地距离，阻抗定值

- ✧ I 段阻抗 $Z1$: 0.1 欧, 78° ;
- ✧ $R1 + jX1$: 程序自动计算并填写;
- ✧ II 段阻抗 $Z2$: 3.0 欧, 78° ;
- ✧ $R2 + jX2$: 程序自动计算并填写;
- ✧ III 段阻抗 $Z3$: 4.6 欧, 78° ;
- ✧ $R3 + jX3$: 程序自动计算并填写;
- ✧ IV 段阻抗 $Z4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ $R4 + jX4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ I 段时间 $T1$: 0.0 秒;
- ✧ II 段时间 $T2$: 0.5 秒;
- ✧ III 段时间 $T3$: 1.0 秒;
- ✧ IV 段时间 $T4$: 本保护无距离 4 段, 故只要保证 $T4 > T3$, 可以任意填写, 此处取 10.0 秒;

3/7 测试项目

- ✧ I 段阻抗 $Z1$: 0.95 倍, 1.05 倍;

- ✧ II 段阻抗 Z2: 0.95 倍, 1.05 倍;
- ✧ III 段阻抗 Z3: 0.95 倍, 1.05 倍;
- ✧ IV 段阻抗 Z4: 本保护无距离 4 段, 不选择;

4/7 故障选择

- ✧ A 相接地: 正向故障;
- ✧ B 相接地: 正向故障;
- ✧ C 相接地: 正向故障;
- ✧ AB 相间: 正向故障;
- ✧ BC 相间: 正向故障;
- ✧ CA 相间: 正向故障;
- ✧ 三相短路: 正向故障;

5/7 故障设置

- ✧ 故障启动: 自启动;
- ✧ 永久故障?: 永久性故障;
- ✧ 短路合闸角: 0° ;
- ✧ 故障前时间: 20 秒;
- ✧ 试验限时 (故障限时): 5 秒;
- ✧ 间断时间: 0 秒;
- ✧ 跳闸延时: 0 秒;
- ✧ 合闸延时: 0.02 秒;

6/7 开关量定义

- ✧ 开入接点 A: 取 “跳 A 接点”;
- ✧ 开入接点 B: 取 “跳 B 接点”;
- ✧ 开入接点 C: 取 “跳 C 接点”;
- ✧ 开入接点 R: 取 “重合接点”;
- ✧ 开出量控制: 不理睬;
- ✧ 延时: 不理睬;

7/7 计算模型

- ✧ 计算模型: 此处取 “电流恒定”;
- ✧ 额定电压: 此处取 57.735V;
- ✧ 频率: 50.0Hz;

- ✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$ ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_s ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_1 ：此处 $R_e = 0.67$ ， $I_m = 0$ ；
- ✧ I 段电流：20.0A；
- ✧ II 段电流：5.0A；
- ✧ III 段电流：5.0A；
- ✧ IV 段电流：本保护无距离 4 段，不理睬；
- ✧ U_x 设置：不理睬；
- ✧ U_x 电压：不理睬；

● **试验步骤**

- a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“距离保护”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面板上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 根据提示，选择是否保存试验结果。

§ 3-8 零序保护

保护型号：南自院 LFP-901A 型线路保护，

定值清单：零序 I 段：15.0A；

零序 II 段：10.0A；

零序 III 段：5.0A；

接地阻抗零序补偿系数：0.67；

零序 II 段动作时间：0.9 秒；

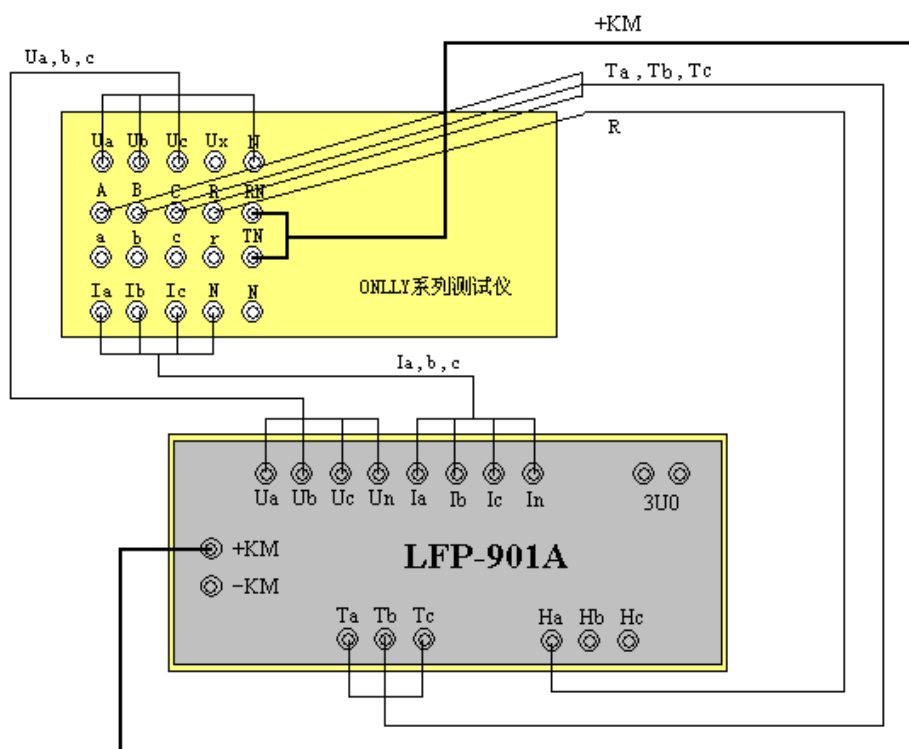
零序 III 段动作时间：1.6 秒；

单相重合闸时间：0.5 秒；

三相重合闸时间：1.0 秒

试验内容：零序保护各段的定值校验（不带开关）；

接线方式：



● 控制参数设置

1/6 定值：3I0 定值

✧ 零序 I 段 3I0：15.0A；

- ✧ 零序 II 段 3I0: 10.0A;
- ✧ 零序 III 段 3I0: 5.0A;
- ✧ 零序 IV 段 3I0: 本保护无零序 4 段, 可以不予理会;
- ✧ I 段时间 T1: 0.0 秒;
- ✧ II 段时间 T2: 0.9 秒;
- ✧ III 段时间 T3: 1.6 秒;
- ✧ IV 段时间 T4: 本保护无零序 4 段, 故只要保证 $T4 > T3$, 可以任意填写, 此处取 10.0 秒;

2/6 测试项目

- ✧ 零序 I 段: 1.05 倍, 0.95 倍;
- ✧ 零序 II 段: 1.05 倍, 0.95 倍;
- ✧ 零序 III 段: 1.05 倍, 0.95 倍;
- ✧ 零序 IV 段: 本保护无零序 4 段, 不选择;

3/6 故障选择

- ✧ A 相接地: 正向故障;
- ✧ B 相接地: 正向故障;
- ✧ C 相接地: 正向故障;

4/6 故障设置

- ✧ 故障启动: 自启动;
- ✧ 永久故障?: 永久性故障;
- ✧ 短路合闸角: 0° ;
- ✧ 故障前时间: 20 秒;
- ✧ 试验限时 (故障限时): 5 秒;
- ✧ 间断时间: 0 秒;
- ✧ 跳闸延时: 0 秒;
- ✧ 合闸延时: 0.02 秒;

5/6 开关量定义

- ✧ 开入接点 A: 取“跳 A 接点”;
- ✧ 开入接点 B: 取“跳 B 接点”;
- ✧ 开入接点 C: 取“跳 C 接点”;
- ✧ 开入接点 R: 取“重合接点”;

✧ 开出量控制：不理睬；

✧ 延时：不理睬；

6/6 计算模型

✧ 计算模型：此处取“电流恒定”；

✧ 额定电压：此处取 57.735V；

✧ 频率：50.0Hz；

✧ 短路阻抗 ZL、RL+jXL：无效；

✧ 补偿系数 KL：此处 $Re = 0.67$ ， $Im = 0$ ；

✧ Ux 设置：不理睬；

✧ Ux 电压：不理睬；

● 试验步骤

- a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“零序保护”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 根据提示，选择是否保存试验结果。

§ 3-9 z/t 特性

保护型号：南自院 LFP-901A 型线路保护，

定值清单：距离保护 I 段：0.1 欧；

接地距离 II 段: 3.0 欧; 相间距离 II 段: 3.0 欧;

接地距离 III 段: 4.6 欧; 相间距离 III 段: 4.6 欧;

接地阻抗零序补偿系数: 0.67;

正序灵敏角: 78° , 零序灵敏角: 78°

接地距离 II 段动作时间: 0.5 秒;

接地距离 III 段动作时间: 1.0 秒;

相间距离 II 段动作时间: 0.5 秒;

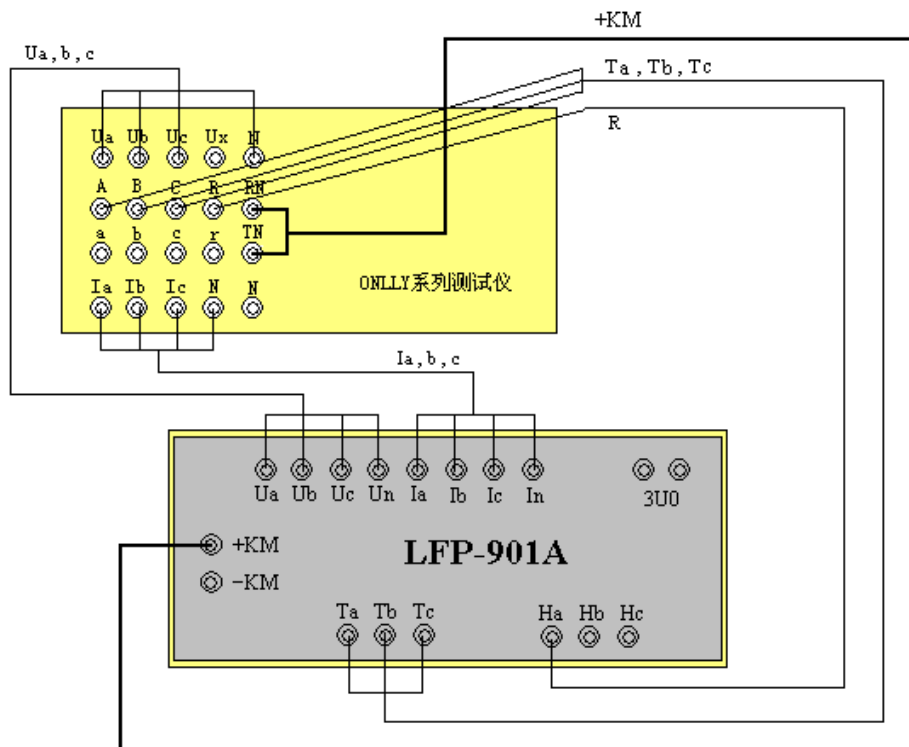
相间距离 III 段动作时间: 1.0 秒;

单相重合闸时间：0.5 秒：

三相重合闸时间: 1.0 秒

试验内容: 距离保护的 $Z(t)$ 阶梯动作特性试验 (不带开关);

接线方式:



● **控制参数设置**

1/7 定值 1: 相间距离, 阻抗定值

- ✧ I 段阻抗 Z1: 0.1 欧, 78° ;
- ✧ $R1 + jX1$: 程序自动计算并填写;
- ✧ II 段阻抗 Z2: 3.0 欧, 78° ;
- ✧ $R2 + jX2$: 程序自动计算并填写;
- ✧ III 段阻抗 Z3: 4.6 欧, 78° ;
- ✧ $R3 + jX3$: 程序自动计算并填写;
- ✧ IV 段阻抗 Z4: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ $R4 + jX4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;

2/7 定值 2: 接地距离, 阻抗定值

- ✧ I 段阻抗 Z1: 0.1 欧, 78° ;
- ✧ $R1 + jX1$: 程序自动计算并填写;
- ✧ II 段阻抗 Z2: 3.0 欧, 78° ;
- ✧ $R2 + jX2$: 程序自动计算并填写;
- ✧ III 段阻抗 Z3: 4.6 欧, 78° ;
- ✧ $R3 + jX3$: 程序自动计算并填写;
- ✧ IV 段阻抗 Z4: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;
- ✧ $R4 + jX4$: 本保护无距离 4 段, 可以不予理会;

3/7 测试项目

- ✧ I 段阻抗 Z1: 0.95 倍, 1.05 倍;
- ✧ II 段阻抗 Z2: 0.95 倍, 1.05 倍;
- ✧ III 段阻抗 Z3: 0.95 倍, 1.05 倍;
- ✧ IV 段阻抗 Z4: 本保护无距离 4 段, 不选择;

4/7 故障选择

- ✧ A 相接地: 正向故障;
- ✧ B 相接地: 正向故障;
- ✧ C 相接地: 正向故障;
- ✧ AB 相间: 正向故障;
- ✧ BC 相间: 正向故障;
- ✧ CA 相间: 正向故障;

- ✧ 三相短路：正向故障；

5/7 故障设置

- ✧ 故障启动：自启动；
- ✧ 短路合闸角：0°；
- ✧ 故障前时间：20 秒；
- ✧ 试验限时（故障限时）：5 秒；
- ✧ 间断时间：0 秒；

6/7 开关量定义

- ✧ 开入接点 A：取“跳 A 接点”；
- ✧ 开入接点 B：取“跳 B 接点”；
- ✧ 开入接点 C：取“跳 C 接点”；
- ✧ 开入接点 R：取“重合接点”；
- ✧ 开出量控制：不理睬；
- ✧ 延时：不理睬；

7/7 计算模型

- ✧ 计算模型：此处取“电流恒定”；
- ✧ 额定电压：此处取 57.735V；
- ✧ 频率：50.0Hz；
- ✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$ ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_s ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_l ：此处 $R_e = 0.67$ ， $I_m = 0$ ；
- ✧ I 段电流：20.0A；
- ✧ II 段电流：5.0A；
- ✧ III 段电流：5.0A；
- ✧ IV 段电流：本保护无距离 4 段，不理睬；
- ✧ U_x 设置：不理睬；
- ✧ U_x 电压：不理睬；

● 试验步骤

- a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“Z(t)特性”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或

直接按测试仪面版上的“Start”快捷键), 根据对话框提示进行操作;

c) 根据提示, 选择是否保存试验结果。

§ 3-10 状态序列

保护型号：北京四方 CSL-102B 型线路保护，

定值清单：接地距离电阻分量（I、II、III 段共用）0.5 欧；

接地距离 I 段电抗分量：1.0 欧；

接地距离 II 段电抗分量：3.0 欧；

接地距离 III 段电抗分量：11.0 欧；

相间阻抗电阻分量（I、II、III 段共用）0.5 欧；

相间阻抗 I 段电抗分量：1.0 欧；

相间阻抗 II 段电抗分量：3.0 欧；

相间阻抗 III 段电抗分量：11.0 欧；

电抗分量零序补偿系数：0.67；

电阻分量零序补偿系数：0.67；

接地距离 II 段动作时间：0.8 秒；

接地距离 III 段动作时间：1.5 秒；

相间阻抗 II 段动作时间：0.8 秒；

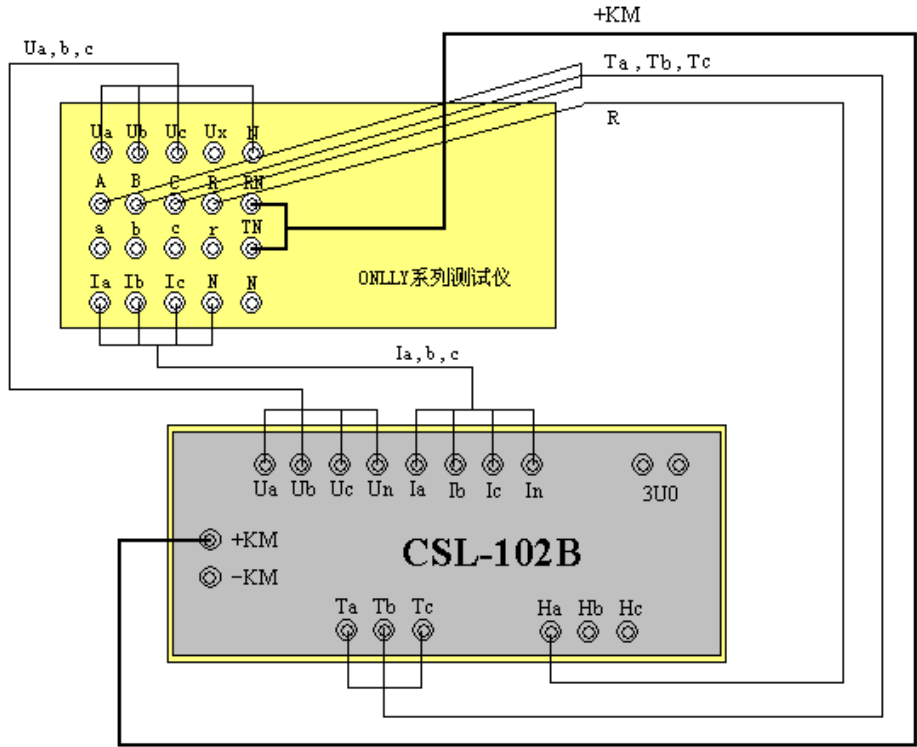
相间阻抗 III 段动作时间：1.5 秒；

单相重合闸时间：0.6 秒；

三相重合闸时间：1.0 秒

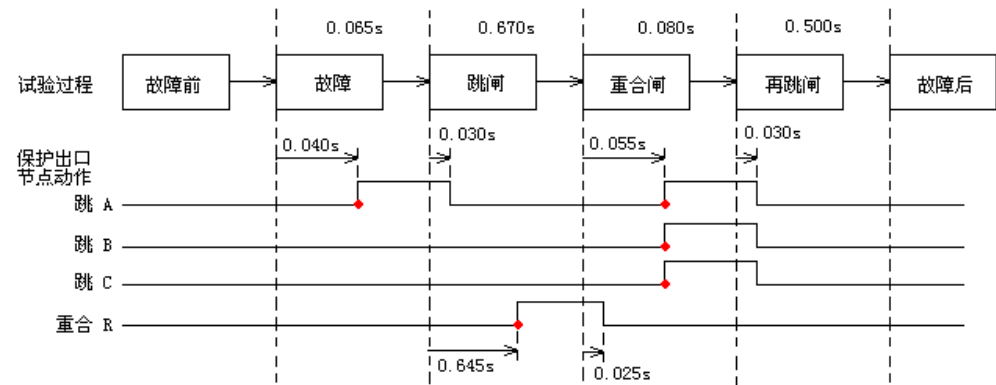
试验内容：距离保护 I 段的整组模拟试验（不带开关）；

接线方式：



试验过程分析：

本试验过程应包括 5 个状态：故障前→故障→跳闸→重合→再跳闸，以 I 段定值的 0.95 倍为例，其试验过程及保护出口接点的动作过程如下：



值得注意的是，CSL-102B 线路保护为四边形，其各段定值包括 R 和 X，其中，定值 X 的整定过程中，忽略了线路阻抗的电阻分量，即假定阻抗角为 90° ，则 X 的大小近似等于线路阻抗的幅值 Z，定值 R 的整定主要用于避开故障的过渡电阻，几乎和线路阻抗无关，所以在 CSL-102B 的所有试验中，除特殊说明外（如阻抗特性试验），一般取其定值 $Z=X\angle 90^\circ$ ，零序补偿系数 KL 取其电抗分量的零序补偿系数 Kx，即 $KL=Kx+j0$ ；

● 控制参数设置

1/8 起始态：输出故障前状态

- ✧ 状态名称：起始态；
- ✧ 状态类型：空载状态；
- ✧ 开出量 1：断开；
- ✧ 开出量 2：断开；
- ✧ 开出量 3：断开；
- ✧ 开出量 4：断开；
- ✧ 控制方式：时间控制；
- ✧ 循环次数：1；

2/8 状态①：输出故障状态

- ✧ 状态名称：故障；
- ✧ 状态类型：A 相接地；
- ✧ 故障方向：正向故障；
- ✧ 整定阻抗 Z_d ：1.0 欧， 90° ；
- ✧ $R_d + jX_d$ ：程序自动计算并填写；
- ✧ 倍数：0.95；
- ✧ 短路电压：由于计算模型为定电流方式，无效；
- ✧ 短路电流：5.0A；
- ✧ 开出量 1：闭合，0.040s；（模拟跳 A 节点启动）
- ✧ 开出量 2：断开，0.0s；
- ✧ 开出量 3：断开，0.0s；
- ✧ 开出量 4：断开，0.0s；
- ✧ 持续时间：0.065s；

3/8 状态②：输出跳闸状态

- ✧ 状态名称：跳闸；
- ✧ 状态类型：空载状态；
- ✧ 故障方向：无效；
- ✧ 整定阻抗 Z_d ：无效；
- ✧ $R_d + jX_d$ ：无效；
- ✧ 倍数：无效；

- ✧ 短路电压：无效；
- ✧ 短路电流：无效；
- ✧ 开出量 1：断开，0.030s；（模拟跳 A 节点返回）
- ✧ 开出量 2：断开，0.0s；
- ✧ 开出量 3：断开，0.0s；
- ✧ 开出量 4：闭合，0.645s；（模拟重合闸节点启动）
- ✧ 持续时间：0.670s；

4/8 状态③：输出重合闸状态

- ✧ 状态名称：重合；
- ✧ 状态类型：A 相接地；
- ✧ 故障方向：正向故障；
- ✧ 整定阻抗 Z_d ：1.0 欧， 90° ；
- ✧ $R_d + jX_d$ ：程序自动计算并填写；
- ✧ 倍数：0.95；
- ✧ 短路电压：由于计算模型为定电流方式，无效；
- ✧ 短路电流：5.0A；
- ✧ 开出量 1：闭合，0.055s；（模拟跳 A 节点启动）
- ✧ 开出量 2：闭合，0.055s；（模拟跳 B 节点启动）
- ✧ 开出量 3：闭合，0.055s；（模拟跳 C 节点启动）
- ✧ 开出量 4：断开，0.025s；（模拟重合闸节点返回）
- ✧ 持续时间：0.080s；

5/8 状态④：输出再跳闸状态

- ✧ 状态名称：再跳闸；
- ✧ 状态类型：空载状态；
- ✧ 故障方向：无效；
- ✧ 整定阻抗 Z_d ：无效；
- ✧ $R_d + jX_d$ ：无效；
- ✧ 倍数：无效；
- ✧ 短路电压：无效；
- ✧ 短路电流：无效；
- ✧ 开出量 1：断开，0.030s；（模拟跳 A 节点返回）

- ✧ 开出量 2: 断开, 0.030s; (模拟跳 B 节点返回)
- ✧ 开出量 3: 断开, 0.030s; (模拟跳 C 节点返回)
- ✧ 开出量 4: 断开, 0.0s;
- ✧ 持续时间: 0.065s;

6/8 状态⑤: 无需此状态, 设持续时间为 0

- ✧ 状态名称: 状态⑤;
- ✧ 状态类型: 空载状态;
- ✧ 故障方向: 无效;
- ✧ 整定阻抗 Z_d : 无效;
- ✧ $R_d + jX_d$: 无效;
- ✧ 倍数: 无效;
- ✧ 短路电压: 无效;
- ✧ 短路电流: 无效;
- ✧ 开出量 1: 断开, 0.0s;
- ✧ 开出量 2: 断开, 0.0s;
- ✧ 开出量 3: 断开, 0.0s;
- ✧ 开出量 4: 断开, 0.0s;
- ✧ 持续时间: 0.0s;

7/8 结束态:

- ✧ 状态名称: 结束态;
- ✧ 状态类型: 空载状态;
- ✧ 开出量 1: 断开;
- ✧ 开出量 2: 断开;
- ✧ 开出量 3: 断开;
- ✧ 开出量 4: 断开;
- ✧ 持续时间: 结束状态, 手动控制;

8/8 计算模型

- ✧ 计算模型: 此处取“电流恒定”;
- ✧ 额定电压: 此处取 57.735V;
- ✧ 频率: 50.0Hz;
- ✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$: 无效;

✧ 补偿系数 K_s : 无效;

✧ 补偿系数 K_l : 此处取电抗分量的零序补偿系数, $Re = 0.67$, $Im = 0$;

● **试验步骤**

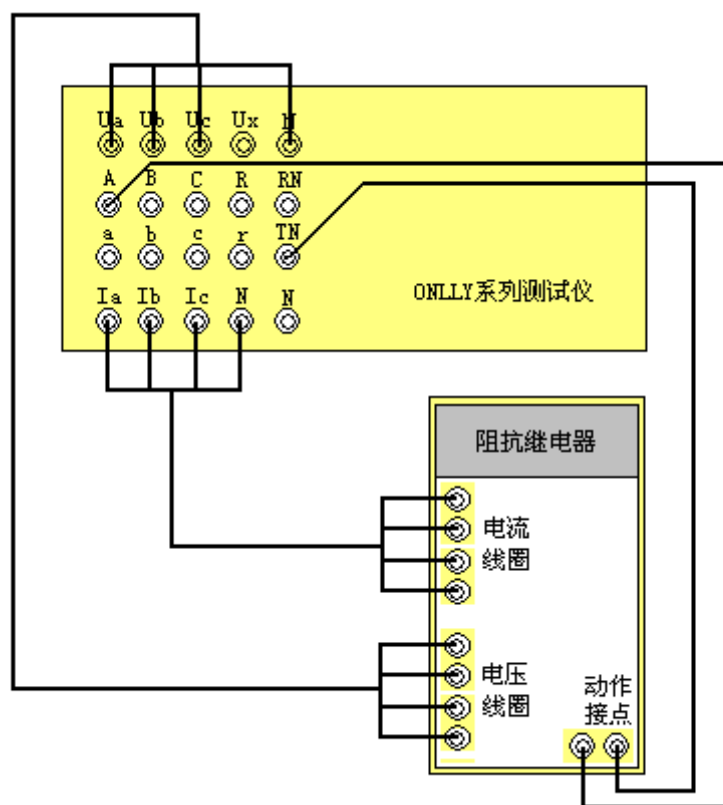
- a) 开启测试仪, 选择“脱机运行”, 进入主菜单后, 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标, 当光标停留在“Z(t)特性”图标时, 按 Enter 键, 进入测试界面;
- b) 完成参数设置后, 将光标返回菜单条, 移动到“试验”按钮按 Enter 键 (或直接按测试仪面板上的“Start”快捷键), 根据对话框提示进行操作;
- c) 根据提示, 选择是否保存试验结果。

§ 3-11 阻抗继电器

阻抗继电器：相间保护，整定值 3.0 欧，速动，灵敏角 75° ；

试验内容：动作阻抗测试；

接线方式



1) 手控试验：

- 初始短路阻抗的设置

根据实际情况设置短路阻抗的初始值，程序自动计算其故障时间内所输出的三相电压、电流并自动填写，一般地应能保证继电器在此故障电压电流状态下不动作。

此处取“短路阻抗”为 4.0 欧， 75° ；

- 控制参数设置

1/4 变量选择：

✧ 变量选择：根据试验内容，此处取“短路阻抗”；

✧ 变化步长：步长 0.1 欧（根据测试规程允许的误差要求设置，一般取小于误差要求）；

- ✧ 故障类型：由于本继电器为相间保护，此处取“AB 相间”故障；
- ✧ 短路阻抗 Z_1 ：取初始值 4.0 欧， 75° ；
- ✧ $R_1 + j X_1$ ：程序自动计算并填写；
- ✧ 短路电流：取 5A；
- ✧ 短路电压：由于计算模型取定电流方式，此处无效；

2/4 程控设置：

- ✧ 程控/手控：选择“手控”；
- ✧ 变化范围、变化方式、返回方式：无效；
- ✧ 故障前时间：由于本继电器的复归时间很短，此处取 1.0 秒；
- ✧ 故障时间：手控，无效；
- ✧ 间断时间：此处取 0；

3/4 开关量：

- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；
- ✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

4/4 计算模型

- ✧ 计算模型：此处取“电流恒定”；
- ✧ 额定电压：此处取 57.735V；
- ✧ 频率：50.0Hz；
- ✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$ ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_s ：无效；
- ✧ 补偿系数 K_1 ：此处 $R_e = 0.67$ ， $I_m = 0$ ；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

- g) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单；按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“阻抗继电器”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- h) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- i) 按“+”，“-”键增加、减小当前变量的值；
- j) 根据辅助显示区内开入接点 A、B、C、R、a、b、c、r 的变化情况（闭合、断开），按 F8（Aux2）确认动作，按 F9（Aux3）确认返回，程序自动根据记录变量的选择记录相应的动作值和返回值。

注：F8 (Aux2)、F9 (Aux3) 为反复键，第一次按为确认，第二次按则意味着撤消前一次的确认值。

- k) 按 Esc 键结束试验，程序自动计算返回系数（或灵敏角）；
l) 根据提示，选择是否保存试验结果。

2) 程控试验：

● 初始短路阻抗设置

此处取“短路阻抗”为 4.0 欧，75°；

试验开始后，程序将自动根据“程控设置”页设定的变化范围中的变化起点初始化 3 路电压，3 路电流。

● 控制参数设置

1/4 变量选择：

- ✧ 变量选择：根据试验内容，此处取“短路阻抗”；
- ✧ 变化步长：步长 0.1 欧（根据测试规程允许的误差要求设置，一般取小于误差要求）；
- ✧ 故障类型：由于本继电器为相间保护，此处取“AB 相间”故障；
- ✧ 短路阻抗 Z1：取初始值 4.0 欧，75°；
- ✧ $R1 + j X1$ ：程序自动计算并填写；
- ✧ 短路电流：取 5A；
- ✧ 短路电压：由于计算模型取定电流方式，此处无效；

2/4 程控设置：

- ✧ 程控/手控：选择“程控”；
- ✧ 变化范围：变量的变化起点和终点，应能覆盖继电器的动作/返回值。保守起见，此处取起点为 4.0 欧，终点 2.0 欧；
- ✧ 变化方式：本试验仅测量动作值，故此处取“始→终”；
- ✧ 返回方式：此处取“动作返回”；
- ✧ 故障前时间：由于本继电器的复归时间很短，此处取 1.0 秒；
- ✧ 故障时间：由于本继电器为速动，此处取 1.0 秒；
- ✧ 间断时间：此处取 0；

3/4 开关量：

- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；

✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；

✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

4/4 计算模型

✧ 计算模型：此处取“电流恒定”；

✧ 额定电压：此处取 57.735V；

✧ 频率：50.0Hz；

✧ 电源阻抗 Z_s 、 $R_s + jX_s$ ：无效；

✧ 补偿系数 K_s ：无效；

✧ 补偿系数 K_l ：此处 $Re = 0.67$ ， $Im = 0$ ；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

d) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“电压/电流”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；

e) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；

f) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-12 阻抗特性

保护型号：北京四方 CSL-102B 型线路保护，

定值清单：接地距离电阻分量（I、II、III 段共用）0.5 欧；

接地距离 I 段电抗分量：1.0 欧；

接地距离 II 段电抗分量：3.0 欧；

接地距离 III 段电抗分量：11.0 欧；

相间阻抗电阻分量（I、II、III 段共用）0.5 欧；

相间阻抗 I 段电抗分量：1.0 欧；

相间阻抗 II 段电抗分量：3.0 欧；

相间阻抗 III 段电抗分量：11.0 欧；

电抗分量零序补偿系数：0.67；

电阻分量零序补偿系数：0.67；

接地距离 II 段动作时间：0.8 秒；

接地距离 III 段动作时间：1.5 秒；

相间阻抗 II 段动作时间：0.8 秒；

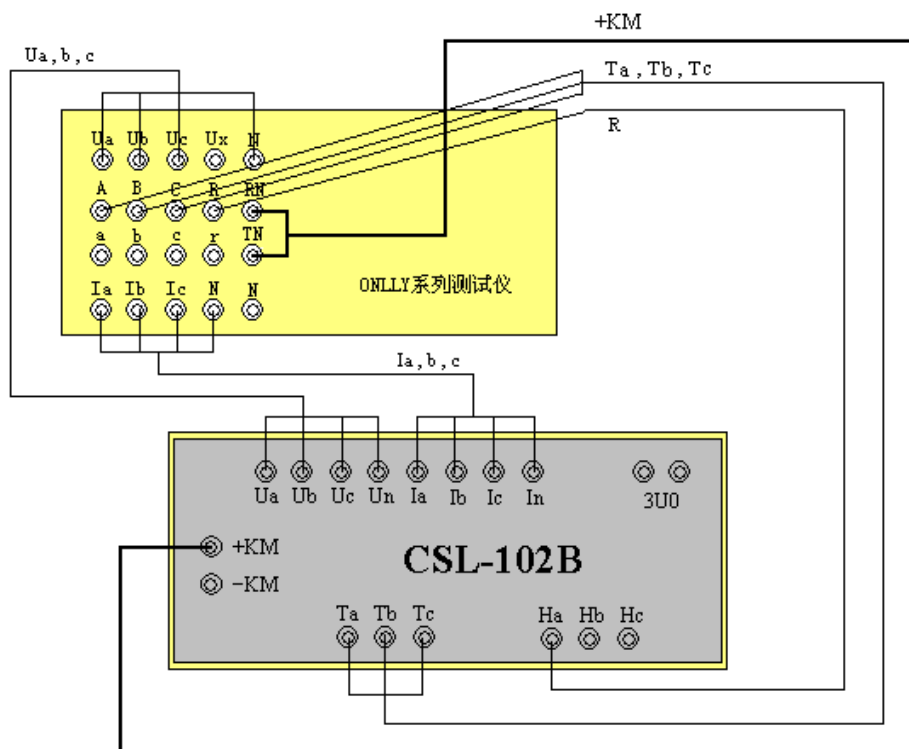
相间阻抗 III 段动作时间：1.5 秒；

单相重合闸时间：0.6 秒；

三相重合闸时间：1.0 秒

试验内容：接地距离 II 段的动作边界特性（不带开关）；

接线方式：



● 控制参数设置

1/6 整定特性:

- ✧ 设备编号: 根据实际编号情况填写;
- ✧ 整定特性: 选择“四边形特性 (四方 CSL 型)”;
- ✧ 整定值 R: 0.5 欧;
- ✧ 整定值 X: 3.0 欧;

2/6 扫描特性:

- ✧ 扫描方式: 选择“辐射式”;
- ✧ 中心阻抗 Z: 由程序根据“整定特性”中的整定值 R、X 自动计算并填写, 极坐标形式: 大小, 角度。如果需要, 用户可以另行输入;
- ✧ $R + jX$: 中心阻抗 Z 的直角坐标形式: 电阻, 电抗, 由程序自动计算并填写;
- ✧ ←、→、↑、↓: 四个微调按钮, 必要时, 可以对扫描圆圆心 Z 的坐标进行左、右、上、下的微小调节;
- ✧ 扫描角区域: 由于需要扫描全范围的特性, 此处取 $0^\circ \sim 360^\circ$;
- ✧ 步长: 根据需要自由选择, 步长越小, 扫描线越密, 试验的总时间也将增

加，此处取 20° ；

- ✧ 扫描线半径：由程序根据“整定特性”中的整定值 R、X 自动计算并填写，如果需要，用户可以另行输入；
- ✧ 范围：此处取 20% ~ 100%；
- ✧ 测试精度：根据最小的允许误差选择，太大可能导致边界点偏差，太小将导致搜索时间过长，此处取 0.1 欧；

3/6 附加测试角：本试验中不需要附加测试，故全部不选；

- ✧ 附加测试角 1：不选；
- ✧ 附加测试角 2：不选；
- ✧ 附加测试角 3：不选；
- ✧ 附加测试角 4：不选；
- ✧ 附加测试角 5：不选；
- ✧ 附加测试角 6：不选；

4/6 故障设置：

- ✧ 故障前时间：为保证 CSL-102 保护的可靠复归，此处取 25 秒；
- ✧ 故障时间：本试验测试接地距离 II 段，所以故障时间必须大于接地距离 II 段的动作时间，但小于接地距离 III 段的动作时间。此处取 1.0 秒；
- ✧ 间断时间：取 0.0 秒；
- ✧ 故障类型：本试验测试接地距离 II 段的动作边界，故应选择接地故障。此处选“A 相接地”；
- ✧ 故障方向：选择“正向故障”；
- ✧ 负荷电流：取 0.0A；
- ✧ 负荷功角：不理睬；

5/6 开关量：

- ✧ 动作接点：由于故障类型取“A 相接地”，所以根据接线方式，此处的动作接点应选择“A 接点”；
- ✧ 开出量控制：不理睬；

6/6 计算模型：

- ✧ 测试特性：静态特性（即：计算模型取故障“电流恒定”）；
- ✧ 额定电压：此处取 57.735V；
- ✧ 频率：50.0Hz；

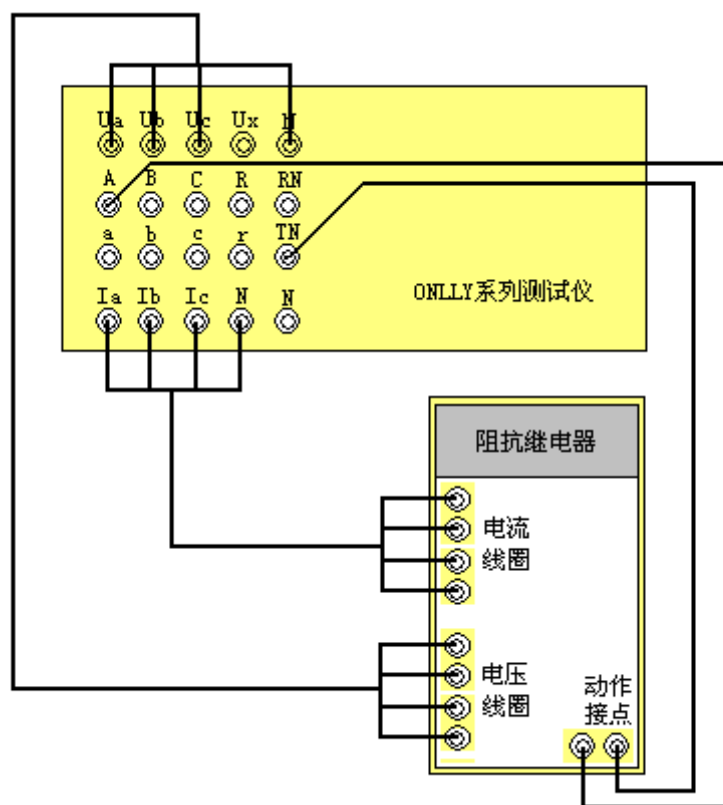
- ✧ 短路电流：一般可取 5.0A（注：如果阻抗定值比较小，如 0.1 欧左右，则为了减小保护测量电流电压的相对误差，应相应地增大短路电流；反之，应减小短路电流，以免短路电压过高。）；
 - ✧ 电源阻抗 Z_s 、 R_s+jX_s ：无效；
 - ✧ 补偿系数 K_s ：无效；
 - ✧ 补偿系数 K_l ：此处 $R_e = 0.67$ ， $I_m = 0$ ；
 - **试验步骤**（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）
 - a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“阻抗特性”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
 - b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
 - c) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。
- 注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-13 精工电流

阻抗继电器：相间保护，整定值 3.0 欧，速动，灵敏角 75° ，额定电流 5A；

试验内容：精工电流测试；

接线方式



● 控制参数设置

1/3 电流设置：

- ✧ 额定电流：根据实际情况填写，此处为 5.0A；
- ✧ 电流变化起点：1.0A；
- ✧ 终点：6.0A；
- ✧ 步长：0.5A；
- ✧ 最大扫描阻抗：5.0 欧；
- ✧ 阻抗角度： 75° ；
- ✧ 测试精度：0.1 欧；

2/3 故障设置：

- ✧ 额定电压：57.735V；

- ✧ 频率：50.0Hz；
- ✧ 故障前时间：1.0 秒；
- ✧ 故障时间：1.0 秒；
- ✧ 间断时间：0.0 秒；
- ✧ 故障类型：由于本继电器为相间保护，此处取“AB 相间”故障；
- ✧ 补偿系数 KL_Re：0.67；
- ✧ 补偿系数 KL_Im：0.0；

3/3 开关量：

- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

- a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“精工电流”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-14 计量仪表

- **试验步骤**（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）
 - a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单；按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“计量仪表”图标时，按Enter键，进入测试界面；
 - b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按Enter键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
 - c) 按“+”，“-”键，按步长增加、减小当前变量（打“√”者）的值；
 - d) 按Esc键结束试验；

§ 3-15 GPS 同步对调

可参考“整组试验”中的试验举例。

- **试验步骤**

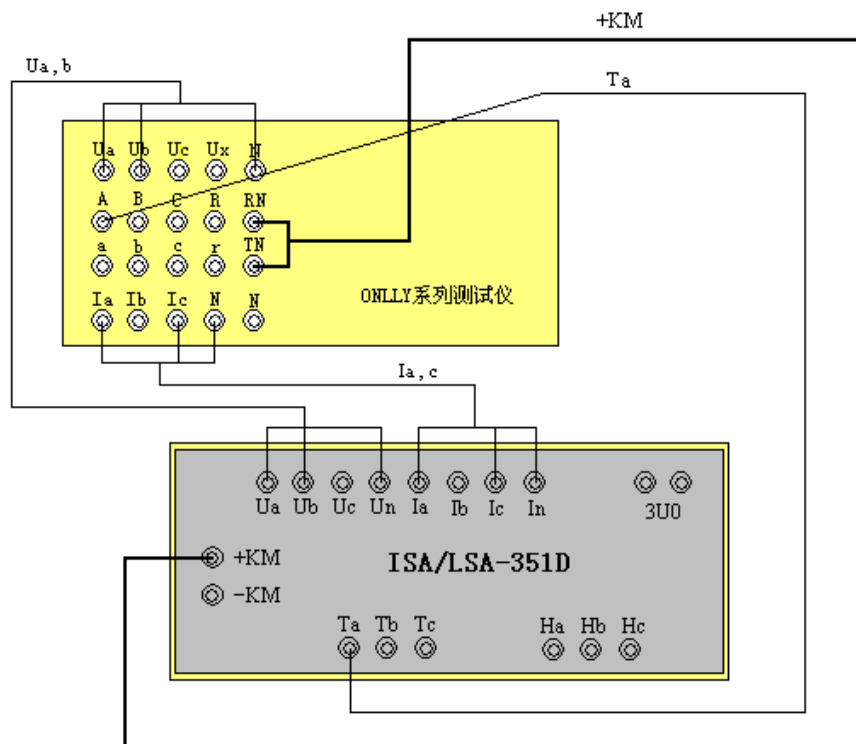
- a) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“同步对调”图标时，按Enter键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按Enter键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 根据提示，选择是否保存试验结果。

§ 3-16 频率试验

保护类型：深圳南瑞 ISA/LSA-351D 型 10KV 线路保护；

测试内容：动作值及动作时间测试：整定值：49.4Hz，动作时间 1.0 秒；

接线方式：



1) 动作值测试：

● 初始电压电流设置

根据实际情况设置 3 路电压，3 路电流，和频率的初始值，一般地应能保证继电器在此电压电流状态下不动作。

此处取 A、B、C 三相电压为 57.735V，角度互差 120°，三相电流均为 1A，角度互差 120°（依此落后电压 30°），频率均为 50Hz；

● 控制参数设置

1/3 测试项目：

- ✧ 测试项目：选择“动作值”测试；
- ✧ 变量选择：根据需要设置，此处取“三相频率”；
- ✧ 参考相：一般取 A 相电压；

✧ 开出量控制：根据需要设置，此处不理睬；

2/3 动作值测试：

✧ 程控/手控：选择“程控”；

✧ 变化步长：根据试验允许的误差进行设置，此处取 0.1Hz；

✧ 变化范围：根据试验需要设置，此处取 50.0Hz 到 49.0Hz；

✧ 每步时间：必须保证大于动作时间，此处取 2.0 秒；

✧ 记录变量：根据试验需要设置，此处取 A 相频率；

✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；

✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；

3/3 动作时间/滑差测试：

动作值测试，本页参数全部无效；

✧ 变量起点：

✧ 变量终点：

✧ 滑差 d/dt ：

✧ 启时方式：

✧ 门槛值：

✧ 停时方式：

✧ 开出量控制：

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

g) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标，当光标停留在“频率试验”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；

h) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；

i) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

2) 动作时间测试：

● 初始电压电流设置

根据实际情况设置 3 路电压，3 路电流，和频率的初始值，一般地应能保证继电器在此电压电流状态下不动作。

此处取 A、B、C 三相电压为 57.735V，角度互差 120° ，三相电流均为 1A，角

度互差 120° (依此落后电压 30°), 频率均为 50Hz;

- **控制参数设置**

- 1/3 **测试项目:**

- ✧ 测试项目: 选择“动作时间/滑差”测试;
 - ✧ 变量选择: 根据需要设置, 此处取“三相频率”;
 - ✧ 参考相: 一般取 A 相电压;
 - ✧ 开出量控制: 根据需要设置, 此处不理睬;

- 2/3 **动作值测试:**

动作时间/滑差测试, 本页参数全部无效;

- ✧ 程控/手控:
 - ✧ 变化步长:
 - ✧ 变化范围:
 - ✧ 每步时间:
 - ✧ 记录变量:
 - ✧ 动作接点:
 - ✧ 确认时间:

- 3/3 **动作时间/滑差测试:**

- ✧ 变量起点: 此处取 50.0Hz;
 - ✧ 变量终点: 此处取 49.0Hz;
 - ✧ 滑差 d/dt : 此处取 1.0Hz/s;
 - ✧ 启时方式: 此处取“阈值启动计时”;
 - ✧ 阈值: 此处取 49.4Hz;
 - ✧ 停时方式: 此处取“A 接点由开→闭”;
 - ✧ 开出量控制: 可不予理睬;

- **试验步骤** (注: 测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态)

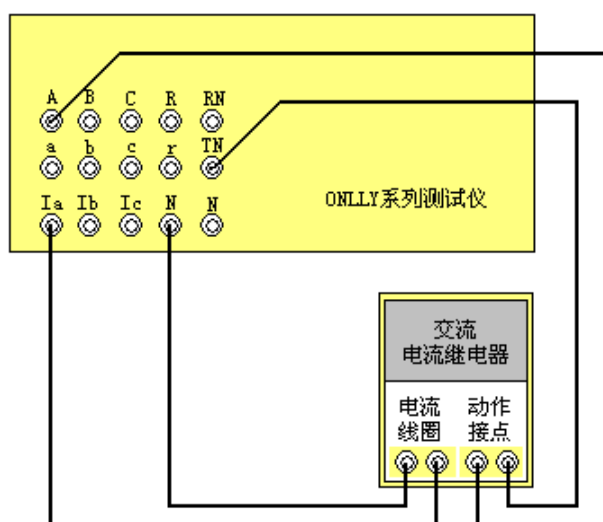
- a) 启测试仪, 选择“脱机运行”, 进入主菜单后, 按 $\uparrow \downarrow \leftarrow \rightarrow$ 键移动光标, 当光标停留在“频率试验”图标时, 按 Enter 键, 进入测试界面;
 - b) 完成参数设置后, 将光标返回菜单条, 移动到“试验”按钮按 Enter 键 (或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键), 根据对话框提示进行操作;
 - c) 试验结束后, 系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

注: 必要时, 可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-17 谐波试验

电流继电器的动作值、返回值测试：整定值：8.0A，速动

接线方式



由于本试验中，只需要基波的 A 相电流，所以 V_a 、 V_b 、 V_c ，以及 I_b 、 I_c 不予理会。

1) 手控试验：

● 控制参数设置

1/8 A 相电压：不需要，全部不选中（即不要打“√”）；

2/8 B 相电压：不需要，全部不选中（即不要打“√”）；

3/8 C 相电压：不需要，全部不选中（即不要打“√”）；

4/8 A 相电流：

✧ 直流：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

✧ 基波：本试验需要 A 相电流输出基波分量，选中打“√”，其初始值应保证继电器不动作，此处取 0.0A；

✧ 二次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

✧ 三次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

✧ 四次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

✧ 五次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

✧ 六次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

- ✧ 七次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；
- ✧ 八次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；
- ✧ 九次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；
- ✧ 十次谐波：根据试验要求，此处不需要直流，不选中（即不要打“√”）；

5/8 B相电流：不需要，全部不选中（即不要打“√”）；

6/8 C相电流：不需要，全部不选中（即不要打“√”）；

7/8 变量选择

- ✧ 变量选择：根据测试需要，此处取“Ia 幅值”，“基波”；
- ✧ 变化步长：此处取 0.1A（根据测试规程允许的误差要求设置，一般取小于误差要求）；
- ✧ 记录变量：默认同变量，必要时可另行选择；此处为“Ia 幅值”，“基波”；
- ✧ 动作接点：根据接线情况选择，此处取“A 接点”；
- ✧ 确认时间：默认“15 ms”，必要时可根据实际情况修改；
- ✧ 开出量控制：断开、闭合，此处暂时不理睬；

8/8 程控设置：

- ✧ 程控/手控：选择“手控”；
- ✧ 变化范围、变化方式、每步时间、返回方式：无效；

● 试验步骤（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

- m) 开启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单；按↑↓←→键移动光标，当光标停留在“谐波试验”图标时，按Enter键，进入测试界面；
- n) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按Enter键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- o) 按“+”，“-”键增加、减小当前变量的值；
- p) 根据辅助显示区内开入接点 A、B、C、R、a、b、c、r 的变化情况（闭合、断开），按 F8（Aux2）确认动作，按 F9（Aux3）确认返回，程序自动根据记录变量的选择记录相应的动作值和返回值。

注：F8（Aux2）、F9（Aux3）为反复键，第一次按为确认，第二次按则意味着撤消前一次的确认值。

- q) 按 Esc 键结束试验，程序自动计算返回系数（或灵敏角）；
- r) 根据提示，选择是否保存试验结果。

2) 程控试验:

● 控制参数设置

1/8 A相电压: 不需要, 全部不选中 (即不要打“√”);

2/8 B相电压: 不需要, 全部不选中 (即不要打“√”);

3/8 C相电压: 不需要, 全部不选中 (即不要打“√”);

4/8 A相电流:

✧ 直流: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 基波: 本试验需要A相电流输出基波分量, 选中打“√”, 其初始值应保证继电器不动作, 此处取0.0A;

✧ 二次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 三次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 四次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 五次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 六次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 七次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 八次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 九次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

✧ 十次谐波: 根据试验要求, 此处不需要直流, 不选中 (即不要打“√”);

5/8 B相电流: 不需要, 全部不选中 (即不要打“√”);

6/8 C相电流: 不需要, 全部不选中 (即不要打“√”);

7/8 变量选择

✧ 变量选择: 根据测试需要, 此处取“Ia 幅值”, “基波”;

✧ 变化步长: 此处取0.1A(根据测试规程允许的误差要求设置, 一般取小于误差要求);

✧ 记录变量: 默认同变量选择, 必要时可另行选择;

✧ 动作接点: 根据接线情况选择, 此处取“A接点”;

✧ 确认时间: 默认“15 ms”, 必要时可根据实际情况修改;

✧ 开出量控制: 断开、闭合, 此处暂时不理睬;

8/8 程控设置:

✧ 程控/手控: 选择“程控”;

✧ 变化范围: 所选择变量的变化起点和终点, 应能覆盖继电器的动作/返回值。

保守起见，此处取起点为 5A，终点 10A；

- ✧ 变化方式：为了同时测量动作值和返回值，此处取“始→终→始”；
- ✧ 每步时间：应大于继电器的动作或返回时间，由于本继电器为速动，此处取 0.1 s（或 0.5 s）。
- ✧ 返回方式：此处取“动作返回”；

● **试验步骤**（注：测试仪面版上的 Power 红色按钮应保持按下状态）

- a) 启测试仪，选择“脱机运行”，进入主菜单后，按 ↑ ↓ ← → 键移动光标，当光标停留在“谐波试验”图标时，按 Enter 键，进入测试界面；
- b) 完成参数设置后，将光标返回菜单条，移动到“试验”按钮按 Enter 键（或直接按测试仪面版上的“Start”快捷键），根据对话框提示进行操作；
- c) 试验结束后，系统根据测试情况提示是否保存试验结果。

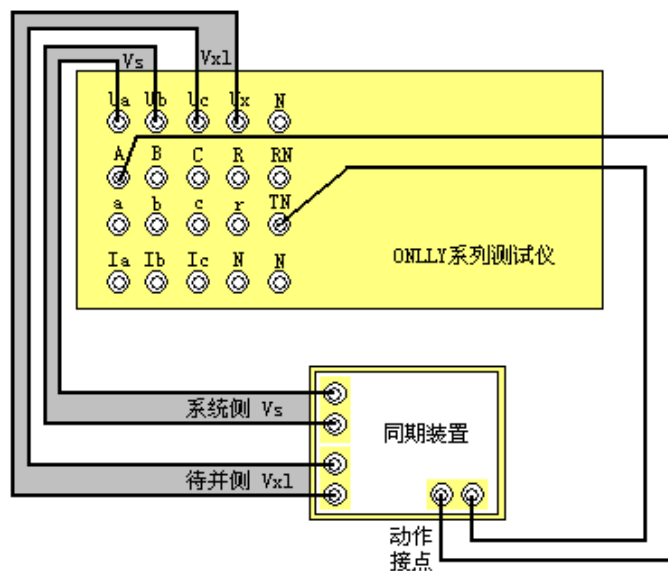
注：必要时，可按“Esc”键提前中止试验。

§ 3-18 u/t 特性

可参考 § 3-3 i/t 特性 的试验举例;

§ 3-19 同期试验

接线方式



试验内容:

- 动作电压:

系统侧: $V_s = 100V, 0^\circ, 50Hz$;

待并侧: $V_{x1} = 80V, 0^\circ, 50Hz$;

待并侧电压 V_{x1} 从 80V 变化到 100V,

✧ $\Delta V = |V_s - V_{x1}| > \text{整定闭锁值}$ 时, 电压差闭锁指示灯亮;

✧ $\Delta V = |V_s - V_{x1}| < \text{整定闭锁值}$ 时, 电压差闭锁指示灯熄灭;

✧ $\Delta V = |V_s - V_{x1}| < \text{整定动作值}$ 时, 同期装置动作, 程序记录动作电压 V_{x1} ;

- 动作频率:

系统侧: $V_s = 100V, 0^\circ, 50Hz$;

待并侧: $V_{x1} = 100V, 0^\circ, 45Hz$;

待并侧频率 f_{x1} 从 45Hz 变化到 50Hz,

✧ $\Delta f = |f_s - f_{x1}| > \text{整定闭锁值}$ 时, 频率差闭锁指示灯亮;

✧ $\Delta f = |f_s - f_{x1}| < \text{整定闭锁值}$ 时, 电压差闭锁指示灯熄灭;

✧ $\Delta f = |f_s - f_{x1}| < \text{整定动作值}$ 时, 同期装置动作, 程序记录动作频率 f_{x1} ;

- 动作角度：测试合闸导前角：

系统侧： $V_S = 100V, 0^\circ, 50Hz$ ；

待并侧： $V_{x1} = 100V, -90^\circ$ （或 $+90^\circ$ ）， $50Hz$ ；

待并侧 V_{x1} 角度从 -90° （或 $+90^\circ$ ）变化到 0° ，

$\Delta \Phi = |\Phi(V_S) - \Phi(V_{x1})| < \text{整定动作值}$ 时，同期装置动作，程序记录动作角度 $\Phi(V_{x1})$ ，即合闸时的导前角；

§ 3-20 差动试验

保护型号：南自院南瑞 NARI 生产的 ISA 系列变压器微机保护；

试验内容：测试复式比率制动特性曲线；

接线方式：详见附文

《NARI 南自院深圳所 ISA 系列变压器主保护复式比率差动曲线的测试》

附图：

NARI 南瑞 ISA 系列变压器主保护复式比率差动曲线的测试

一、ISA 系列变压器差动保护的工作原理

以 Y/Y/△-11 接线方式为例，

$$\text{动作电流: } \begin{cases} \dot{I}_{da} = \dot{I}_{Hab} + \dot{I}_{Qab} + \dot{I}'_{La} \\ \dot{I}_{db} = \dot{I}_{Hbc} + \dot{I}_{Qbc} + \dot{I}'_{Lb} \\ \dot{I}_{dc} = \dot{I}_{Hca} + \dot{I}_{Qca} + \dot{I}'_{Lc} \end{cases}$$

$$\text{制动电流: } \begin{cases} I_{ra} = \|\dot{I}_{da} - \dot{I}_{Hab} - \dot{I}_{Qab} - \dot{I}'_{La}\| \\ I_{rb} = \|\dot{I}_{db} - \dot{I}_{Hbc} - \dot{I}_{Qbc} - \dot{I}'_{Lb}\| \\ I_{rc} = \|\dot{I}_{dc} - \dot{I}_{Hca} - \dot{I}_{Qca} - \dot{I}'_{Lc}\| \end{cases}$$

比率差动比率： $K_{zd} = I_d / I_r$

式中： $\dot{I}_{Hab} = \dot{I}_{Ha} - \dot{I}_{Hb}$ ， $\dot{I}'_{La} = d_{35} \times \dot{I}_{La}$ ， d_{35} 为低压侧的 CT 变比调整系数，

其它同理。

保护装置的比率差动曲线如下图所示：

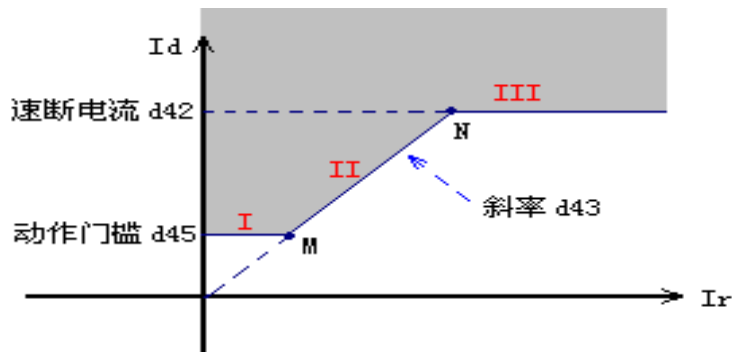


图 0

二、试验时的简化工作原理

试验时，由于计算方式和过程可以多种多样，一般应尽量简化参数，只要符合动作量和制动量的计算公式，且计算过程容易，能试验出它的制动曲线，就可从中观察到该保护的性能；一般进行分相试验，下面以 A 相为例：

1. 假定：中压侧 Q 侧三相电流 $\dot{I}_{Q,abc} = 0$
2. 假定：高压侧 H 侧 B、C 相电流 $\dot{I}_{H,bc} = 0$

此时，差动保护的工作原理简化为：

$$\text{动作电流: } \begin{cases} \dot{\mathbf{I}}_{\text{da}} = \dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}} + \mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{La}} \\ \dot{\mathbf{I}}_{\text{db}} = \mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{Lb}} \\ \dot{\mathbf{I}}_{\text{dc}} = -\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}} + \mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{Lc}} \end{cases}$$

$$\text{制动电流: } \begin{cases} \mathbf{I}_{\text{ra}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{da}}\| - \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}}\| - \|\mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{La}}\| \\ \mathbf{I}_{\text{rb}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{db}}\| - \|\mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{Lb}}\| \\ \mathbf{I}_{\text{rc}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{dc}}\| - \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}}\| - \|\mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{Lc}}\| \end{cases}$$

3. 为防止 B、C 相差流引起保护动作，应尽量令 B、C 相的动作电流

$$\dot{\mathbf{I}}_{\text{db}} = 0, \dot{\mathbf{I}}_{\text{dc}} = 0$$

基于此，再假定：a) 低压侧 L 侧 B 相电流 $\dot{\mathbf{I}}_{\text{Lb}} = 0$

b) 低压侧 L 侧 C 相电流 $\dot{\mathbf{I}}_{\text{Lc}} = \dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}} / \mathbf{d}_{35}$

于是，差动保护的工作原理进一步简化为：

$$\text{动作电流: } \begin{cases} \mathbf{I}_{\text{da}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}} + \mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{La}}\| \\ \mathbf{I}_{\text{db}} = 0 \\ \mathbf{I}_{\text{dc}} = 0 \end{cases}$$

$$\text{制动电流: } \begin{cases} \mathbf{I}_{\text{ra}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}} + \mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{La}}\| - \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}}\| - \|\mathbf{d}_{35} \times \dot{\mathbf{I}}_{\text{La}}\| \\ \mathbf{I}_{\text{rb}} = 0 \\ \mathbf{I}_{\text{rc}} = \|\dot{\mathbf{I}}_{\text{Ha}}\| \times 2 \end{cases}$$

区外故障时，A 相高、低压侧的电流相位反 180 度，则

$$\text{A 相: 制动电流: } \mathbf{I}_{\text{ra}} = \|\mathbf{I}_{\text{Ha}} - \mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}}\| - \|\mathbf{I}_{\text{Ha}}\| - \|\mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}}\|$$

若 $\mathbf{I}_{\text{Ha}} \geq (\mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}})$ ，则

$$\mathbf{I}_{\text{ra}} = \|\mathbf{I}_{\text{Ha}} - \mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}} - \mathbf{I}_{\text{Ha}} - \mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}}\| = \|\mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}}\| \times 2$$

若 $\mathbf{I}_{\text{Ha}} < (\mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}})$ ，则

$$\mathbf{I}_{\text{ra}} = \|\mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}} - \mathbf{I}_{\text{Ha}} - \mathbf{I}_{\text{Ha}} - \mathbf{d}_{35} \times \mathbf{I}_{\text{La}}\| = \|\mathbf{I}_{\text{Ha}}\| \times 2$$

即：

$$I_{ra} = \text{Min}|\dot{I}_{Ha}, d_{35} \times \dot{I}_{La}| \times 2$$

最后，整理得 A 相差动保护的简化工作原理为：

$$\text{A 相: } \begin{cases} \dot{I}_{da} = \dot{I}_{Ha} + d_{35} \times \dot{I}_{La} \\ \dot{I}_{ra} = \text{Min}|\dot{I}_{Ha}, d_{35} \times \dot{I}_{La}| \times 2 \end{cases}$$

三、试验时的接线方式

从公式中可知：A相试验时，为了防止C相差流而导致保护动作，应注意接线时，尽可能地保证C相的低压侧L侧电流 $\dot{I}_{Lc} = \dot{I}_{Ha} / d_{35}$ ，一般可近似取 $\dot{I}_{Lc} = \dot{I}_{Ha}$ ；注意：如果此时仍然无法躲开C相差流所引起的保护动作，建议试验时，将CT变比调节系数 d_{35} 暂取为 1，以彻底躲开C相差流；

A 相试验时，为防止 C 相差流动作，令： $\dot{I}_{Lc} = \dot{I}_{Ha}$ （见图 1 接线示意图）

B 相试验时，为防止 A 相差流动作，令： $\dot{I}_{La} = \dot{I}_{Hb}$

C 相试验时，为防止 B 相差流动作，令： $\dot{I}_{Lb} = \dot{I}_{Hc}$

四、试验举例

（使用设备：广州 ONLLY-6108G 继电保护测试系统 Tel:020-84797298，电力微波：97-3218414）

保护定值：CT 变比调节系数 $d_{35}=0.8462$ ， $d_{36}=1.0000$

差动速断电流 $d_{42}=12A$

动作门槛 $d_{45}=1.5A$

复式比率差动比率 $d_{43}=0.3$

试验接线：以 A 相试验为例

根据计算，发现试验过程中 I1 绕组分摊的电流较大，故 I1 电流采用 A、B 两并输出的方式，试验接线如下图 1 所示：

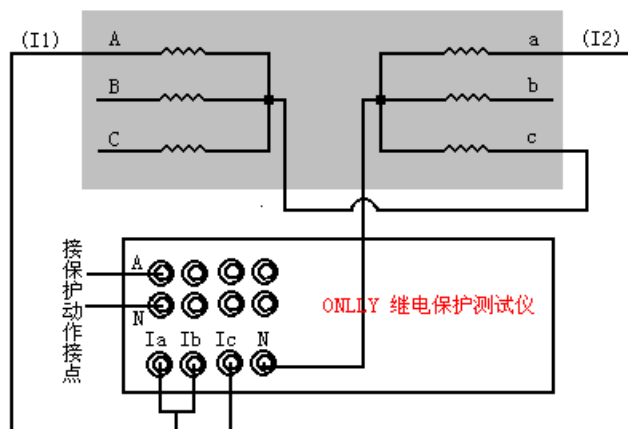


图 1： A 相试验接线示意图，B、C 两相试验时相应换线

差动试验参数设置：测试菜单为“差动试验”

Id, Ir 定义：

动作电流 Id 和制动电流 Ir：根据以上简化原理推导，其定义选方式 7；

制动系数 Kzd：根据保护原理，选 $K_{zd}=I_d/I_r$ ；

K1: 1.0

K2: 0.8462, 即 d35;



图 2 Id、Ir 定义

I1, I2 方式：

I1 输出方式：设置为 A、B 电流两并，基波，相位 0；

I2 输出方式：设置为 C 相电流，基波，相位 180.0；



图 3 I1、I2 方式

制动电流：

试验方式：程控；

为搜索完全的特性曲线，取 $I_r = 0 \sim 50A$ ，每隔 5A 做一个点；（如果需要测试一些特殊的制动电流点，可选择附加测试）；

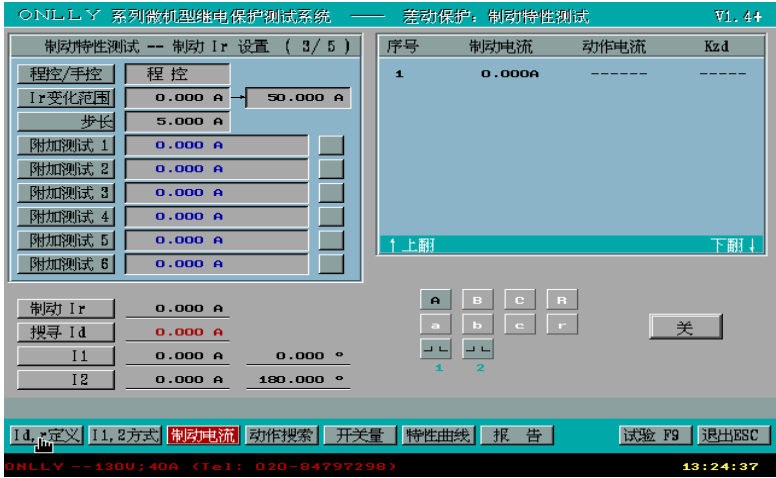


图 4 制动电流选择

动作搜索:

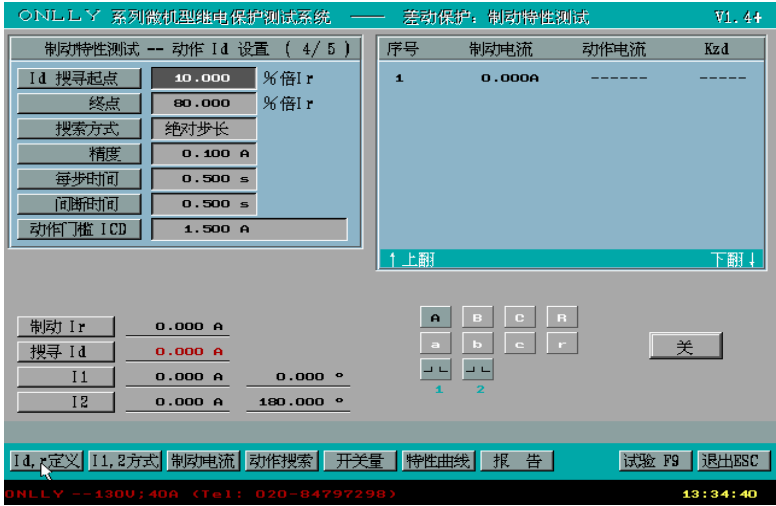


图 5 动作搜索

Id 搜寻起点, 终点: 由于事先可以估算出, 动作电流的大小基本在制动电流的 10%~50%之间, 所以为了加快搜索, 此处设置 Id 的搜索范围为 10%~50%; (如果事先无法预知动作电流的大小, 可取搜索范围为 0%~100% 倍的 Ir)

搜索方式: 可选择绝对步长或相对步长, 本次试验取绝对步长;

精度: 即精确扫描步长, 亦可视为 Id 的允许误差, 一般取 0.1A;

每步时间: Id 搜索过程中, 每次 Ir, Id 的输出时间, 一般取 0.5 秒 (为防止线圈内长期通大电流产

生过热, 建议在保护能可靠动作的前提下, 尽量减小每步时间, 同时增大间断时间);

间断时间: Id 搜索过程中, 每次输出 Ir, Id 前的零输出时间, 以保证保护的可靠

复归, 此处取 0.5 秒;

动作门槛: 根据保护定值, 此处取 1.5A;

(注: 程控搜索制动曲线边界时, 先固定 I_2 , 相当于固定 I_r , 变化 I_1 (单方向增大), 直到接点动作; 然后 I_2 固定在另一整定值, 再变化 I_1 (单方向增大), 直到接点动作; 重复以上过程)

开关量:

动作接点: 设置保护动作接点和测试仪开入量的连接方式, 此处将保护的动接点接入测试仪的开入 A 接点, 所以选 “A 接点”;

确认时间: 用于躲开动作接点的快速抖动, 一般取 15 毫秒;

开出量控制: 设置测试仪的开出量状态, 断开或闭合;



图 6 开关量

测试结果:

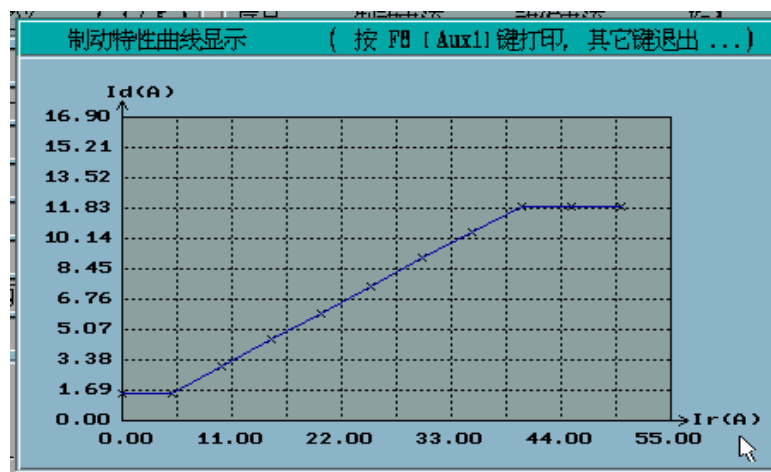


图 7 测试结果曲线

五. 补充说明:

“电压/电流”菜单下进行差动试验时，一、二次绕组电流的快速计算方法和举例

根据厂家提供的 ISA 复式比率差动的动作曲线（见图 0）可知：曲线共分 3 段：I，II，III 段，各段的动作边界方程为：

$$\text{I 段: } I_r \leq M \text{ 点, } I_d = d_{45} \quad (1-1)$$

$$\text{II 段: } N \text{ 点} \geq I_r \geq M \text{ 点, } I_d / I_r = d_{43} \quad (1-2)$$

$$\text{III 段: } I_r \geq N \text{ 点, } I_d = d_{42} \quad (1-3)$$

其中：转折点 M、N 的坐标（ I_r, I_d ）为：

$$\begin{cases} M \text{ 点: } \left(\frac{d_{45}}{d_{43}}, d_{45} \right) \\ N \text{ 点: } \left(\frac{d_{42}}{d_{43}}, d_{42} \right) \end{cases}$$

又：根据前面的推导，A 相差动保护的简化工作原理为：

$$\begin{cases} \dot{I}_{da} = \dot{I}_{Ha} + d_{35} \times \dot{I}_{La} \\ I_{ra} = \text{Min} |\dot{I}_{Ha}, d_{35} \times \dot{I}_{La}| \times 2 \end{cases}$$

假定： $I_{Ha} \geq (d_{35} \times I_{La})$ ，加之区外故障时，A 相高、低压侧的电流相位反 180 度，

$$\text{故: } \begin{cases} I_{da} = I_{Ha} - d_{35} \times I_{La} \\ I_{ra} = 2 \times d_{35} \times I_{La} \end{cases}$$

将上式分别代入动作边界方程（1-1）、（1-2）、（1-3），则有：

I 段： 当 $I_r \leq (d_{45} / d_{43})$ 时， $I_d = d_{45}$ ，整理得：

$$\begin{cases} I_{La} \leq \frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} \\ I_{Ha} = d_{45} + d_{35} \times I_{La} \end{cases} \quad (2-1)$$

II 段： 当 $(d_{42} / d_{43}) \geq I_r \geq (d_{45} / d_{43})$ ， $I_d / I_r = d_{43}$ ，整理得：

$$\begin{cases} \frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} \geq I_{La} \geq \frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} \\ I_{Ha} = (2 \times d_{43} + 1) \times d_{35} \times I_{La} \end{cases} \quad (2-2)$$

III 段： 当 $I_r \geq (d_{42} / d_{43})$ 时， $I_d = d_{42}$ ，整理得：

$$\begin{cases} I_{La} \geq \frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} \\ I_{Ha} = d_{42} + d_{35} \times I_{La} \end{cases} \quad (2-3)$$

于是, ISA 复式比率差动的动作边界曲线转化为 (阴影区为动作区):

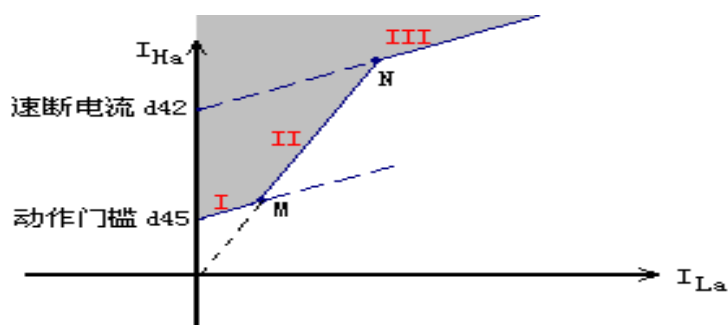


图 8 转化为线圈绕组曲线

其中转折点 M、N 的坐标相应地由 (I_r, I_d) 转化为 (I_{La}, I_{Ha}) 形式, 即:

$$\begin{cases} \text{M点:} & \left(\frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}}, d_{45} + \frac{d_{45}}{2 \times d_{43}} \right) \\ \text{N点:} & \left(\frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}}, d_{42} + \frac{d_{42}}{2 \times d_{43}} \right) \end{cases}$$

计算举例

仍以前面的保护定值为例:

CT 变比调节系数 $d_{35}=0.8462$, $d_{36}=1.0000$
 差动速断电流 $d_{42}=12A$
 动作门槛 $d_{45}=1.5A$
 复式比率差动比率 $d_{43}=0.3$

则:

$$\text{M、N 点坐标:} \begin{cases} \text{M点:} & \left(\frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}}, d_{45} + \frac{d_{45}}{2 \times d_{43}} \right) = (2.954, 4.0) \\ \text{N点:} & \left(\frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}}, d_{42} + \frac{d_{42}}{2 \times d_{43}} \right) = (23.635, 32.0) \end{cases}$$

动作边界曲线:

$$\text{I 段:} \begin{cases} I_{La} \leq \frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} = 2.954 \\ I_{Ha} = d_{45} + d_{35} \times I_{La} = 1.5 + 0.8462 \times I_{La} \end{cases}$$

II 段:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} \geq I_{La} \geq \frac{d_{45}}{2 \times d_{35} \times d_{43}}, \quad \text{即} \quad 23.635 \geq I_{La} \geq 2.954 \\ I_{Ha} = (2 \times d_{43} + 1) \times d_{35} \times I_{La} = (2 \times 0.3 + 1) \times 0.8462 \times I_{La} = 1.354 \times I_{La} \end{array} \right.$$

$$\text{III 段:} \quad \left\{ \begin{array}{l} I_{La} \geq \frac{d_{42}}{2 \times d_{35} \times d_{43}} = 23.635 \\ I_{Ha} = d_{42} + d_{35} \times I_{La} = 12.0 + 0.8462 \times I_{La} \end{array} \right.$$

根据上述推导出的绕组电流公式，可以快速计算出 ISA 复式比率差动图中一、二次绕组电流的分配情况，使用 ONLLY 继电保护测试仪中的“电压/电流”菜单，结合以上的计算值，随意选取几个点，校验保护的動作边界特性，从而大大提高测试效率，同时也缩短了电流通入 ISA 保护 CT 线圈的时间，以防止 CT 线圈过热；也可使用其它型号和厂家的继电保护测试仪进行手动试验（但必须要有足够量程的电流源）；用户也可通过该试验，总结出不同厂家和原理的差动保护的一般试验方法。

昂立(广州)电气

附 录

附录一 ONLLY 系列测试软件的安装

为了保证 ONLLY 测试软件的正常运行，即上、下位机软件版本一致，ONLLY 系列测试软件的安装必须包括以下两个步骤：

步骤一：安装外接计算机软件

- 1、运行 Setup.exe，根据提示，在外接计算机中安装 ONLLY 测试软件包；
(建议从网站 www.onlly.com 下载最新版本进行安装。)
- 2、安装完毕，计算机桌面上将出现图标“ONLLY-6108g 继电保护测试系统”；

步骤二：安装 ONLLY 测试仪内置工控软件

- 1、利用随机附送的串口线(或 USB 线)将 ONLLY 系列测试仪和外接计算机可靠连接；（注：第一次采用 USB 线连接时，外接计算机中应首先安装 USB 驱动程序）；
- 2、启动 ONLLY 测试仪，选择“外接 PC 机控制”，并根据上一步的连接情况选择测试仪侧的通讯端口(COM1、COM2 或 USB)；
- 3、双击外接计算机桌面上的图标“ONLLY-6108g 继电保护测试系统”，进入测试主界面；
- 4、双击主界面右下方的“工控机软件升级”，进入升级子程序；
- 5、详细阅读其中的升级步骤，根据提示，完成测试仪内置软件的安装。

至此，方全部完成 ONLLY 整套测试软件的安装。

附录二 工控机报告上传

- 1、利用随机附送的串口线(或USB线)将ONLLY系列测试仪和外接计算机可靠连接;
- 2、启动ONLLY测试仪,选择“外接PC机控制”,并根据上一步的连接情况选择测试仪侧的通讯端口(COM1、COM2或USB);
- 3、双击外接计算机桌面上的图标“ONLLY-6108g 继电保护测试系统”,进入测试主界面;
- 4、双击主界面右下方的“工控机报告上传”,进入报告上传子程序,如下图所示:



注: 如果计算机和测试仪联机成功,则界面右上方出现“Welcome to ONLLY !”;

如果出现“联机失败”,检查:

- 1) ONLLY 测试仪侧设置是否正确: 外接 PC 机控制, 端口选择;
- 2) 连接线插头是否连接牢靠;
- 3) 如果采用 USB 连接线, PC 机侧 ONLLY-USB 驱动程序是否正确安装;
(必要时, 建议重新安装驱动程序, 安装步骤见主界面上的“ONLLY 快速入门”);





确认以上正常后, 单击“联机”按钮, 手动联机。

- 5、选择待上传的报告，如“整组试验”的“专用报告 2”；
- 6、输入上传后保存报告的文件名称；
- 7、单击按钮“上传”，则测试仪开始将所选定的报告上传到外接计算机中（对于某些附带曲线或图形的报告，如整组试验等，测试仪将同时将图形文件上传，上传后的图形文件名称和报告文件相同，扩展名为“.dfg”）；
- 8、报告上传完毕，单击按钮“查阅报告”可以即时查看刚刚上传的报告文件（也可以在主界面中单击鼠标右键，选择查看报告）；

附录三 ONLLY 报告查看

- 1、双击外接计算机桌面上的图标“ONLLY-6108g 继电保护测试系统”，进入测试主界面；
- 2、单击鼠标右键，选择“ONLLY 报告查看”，选择待查看的报告文件，进入报告查看子程序，如下图示：



- 视图：
 - ✧ 图形方式（或 按钮 “”）：查看报告文件所对应的曲线或图形；
- 打印：
 - ✧ 页面设置（或 按钮 “”）：设置打印纸张的大小及页边距；
 - ✧ 打印预览（或 按钮 “”）：根据当前的页面设置，预览打印结果；
 - ✧ 打印（或 按钮 “”）：根据当前的页面设置，将当前报告输出到打印机。

