

HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置

使用说明书



武汉市华英电力科技有限公司

地址：武汉市东湖高新区光谷大道 62 号光谷总部国际 7 栋 4 层

电话：400-027-0098 / 027-82850969

传真：027-82210223

E-mail: whhy97@126.com

网址: <http://www.hy-dl.cn>

警告	3
1 概述	4
2 产品特点	4
3 功能	5
4 技术指标	5
5 硬件系统	5
6 安装与连接	8
7 软件操作	9
7.1 软件工具栏	9
7.2 试验过程操作	13
7.3 试验结果分析与处理	15
7.3.1 示波器操作	16
7.3.2 运算组合分析	19
7.3.3 交叉图形程序	20
7.3.4 傅里叶分析频谱程序	21
7.3.5 谐波分析程序	23
7.3.6 图形编辑程序	23
7.3.7 有效值和交流功率计算程序	24
7.3.8 三相分析程序	25
7.3.9 相量图绘制程序	26
8 远程控制操作	27

警告

本手册的目的是为了让用户熟习 CT 短时热电流试验装置的功能和正确使用方法。手册的内容包括仪器的技术指标，操作方法，试验连线和安全风险等方面，仔细阅读本手册将有助于您快安全，快速，准确的完成试验，并且能有效地避免错误操作导致仪器损坏或减少仪器的使用寿命。

CT 短时热电流试验装置的使用必须遵循现有国家标准对电气安全和试验项目流程的技术要求，阅读本手册并不能代替相关国家标准对电气试验项目的要求，相关操作人员必须具备电气试验资质。

CT 短时热电流试验装置使用安全规程

- 1) **CT 短时热电流试验装置在通电之前必须使用 10mm² 以上线径的电缆可靠接地**
- 2) **CT 短时热电流试验装置在进行大电流冲击试验时，操作人员与装置调压器控制箱及升流器箱体必须保持 3 米以上的安全距离**
- 3) **CT 短时热电流试验装置完成试验后，试品回路温度可能非常高，应避免在试验完成后立刻解除试品而造成烫伤**
- 4) 用户遵循用户手册进行各项试验
- 5) 禁止打开短时热电流试验装置，必须在厂家的指导下才能进行维修
- 6) 禁止对 CT 短时热电流试验装置进行任何修改，扩展和改进
- 7) 请使用 CT 短时热电流试验装置的原配附件
- 8) 必须在 CT 短时热电流试验装置各项指标正常的情况下才能使用装置进行试验，如出现异常应立即联系厂家进行维修
- 9) 在特殊地点应用时应遵循相关国家标准的安全技术要求

1 概述

HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置按照电国家标准<<GB1206 电流互感器>>和国网公司标准<<Q/GDW 1572 计量用电流互感器技术规格书>>等要求全自动完成电流互感器短时热电流检测试验。装置首先测量所连接电流互感器样品回路的阻抗值，然后依据此阻抗值和设定的试验电流数值，自动控制装置的输出电流至目标试验电流值。在 1s 钟试验时长条件下，当装置计算的输出电流和负荷超过装置的最大输出时，会依据标准给出的 I^2t 等效试验方式减少试验电流并延长试验时长，最长试验时间控制在 5s 以内，保证试验过程加在样品一次回路的能 I^2t 与 1s 中热电流冲击试验在数值上等效。

2 产品特点

与目前短时热电流试验装置相比具备以下明显优势：

- 1 相比于 LCR 充放电模式的试验系统相比，装置的体积和重量大大降低，且成本也大大降低。
- 2 装置测量样品一次回路阻抗，并依据测量结果自动控制装置的输出电流至目标电流。
- 3 当需要的试验输出容量大于装置的最大输出时，自动采取 I^2t 等效试验方式，使得试验变得可行。
- 4 试验过程全自动，装置的控制回路监视各种信号并进行错误操作检测对装置本身进行有效保护。
- 5 试验过程简单，快速，并且试验过程中的样品一次回路电流，一次回路电压，装置调压器输出电压等各种信号的数值及时间曲线都会被记录保存。

3 功能

- 1 测量所连接样品电流互感器的一次回路阻抗，并依据所测量阻抗值调节装置的电动调压器至目标值，然后在升流器输出回路产生所需的目标试验电流。
- 2 记录试验过程中样品一次回路电流，一次回路电压，装置调压器输出电压，装置调压器输出电流等的幅值-时间曲线。
- 3 自动控制并监视整个试验过程，对试验过程中的异常和错误操作进行保护
- 4 生成格式规范的试验报告

4 技术指标

- 1 最大输出电流 0~10000A（更大输出电流可定制），输出电流误差小于 10% 设定值
- 2 装置输出容量 250KVA
- 3 样品一次回路电流测量 0~10000A，测量误差 0.1%FS
- 4 样品一次回路电压测量 0~30V，测量误差 0.1%FS
- 5 试验过程电压电流波形采样速率 25KHz，时间测量误差 0.04ms
- 7 供电电源 AC380V 45Hz~65Hz
- 8 工作环境温度 0~50 度，湿度小于 90%

5 硬件系统

HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置的系统原理图如图 5.1 所示，系统的主电源为 380V 供电，输入的 380V 电源通过 600A 断路器与机械电动调压器连接，断路器用于控制整个装置电源的切换及装置的内部短路保护，电动调压器输出回路通过 600A 交流接触器与 9000A 升流器电源输入线圈连接。系统原理图中的 600A 交流接触器由试验控制台的控制计算机进行自动分合控制。电动调压器的具备升压和降压两种调节模式，试验控制台的控制计算机通过控制调压器升压线圈和降压线圈的电源分合，从而达到控制电动调压器位置调节目的，在此过程中试验控制台会一直监测调压器的输出电压并以此作为反馈用于调节电

动调压器的输出电压至目标电压值。

HYCTDW 电流互感器短时热电流试验装置的主电流回路构成如图 5.2 所示，装置的主回路电源通过电动调压器箱接入，通过断路器后进入电动调压器，电动调压器的输出则通过交流接触器连接至 9000A 升流器，升流器的输出大电流直接与样品电流互感器相连，在试验过程中样品电流互感器置于金属防爆箱之内，防止当样品电流互感器试验未能达标时发生爆炸飞溅。

电动调压器控制箱的面板上安装了一个电源指示灯，一个数字电压表，一个触摸显示器和一个断路器控制开关，其中断路器控制开关用于分合电动调压器的主电源，数字电压表如图 7.3 所示监视电动调压器的输出电压数值，指示灯则用于指示电动调压器箱的电源是否已经连接，触摸显示器用于显示和控制试验过程。

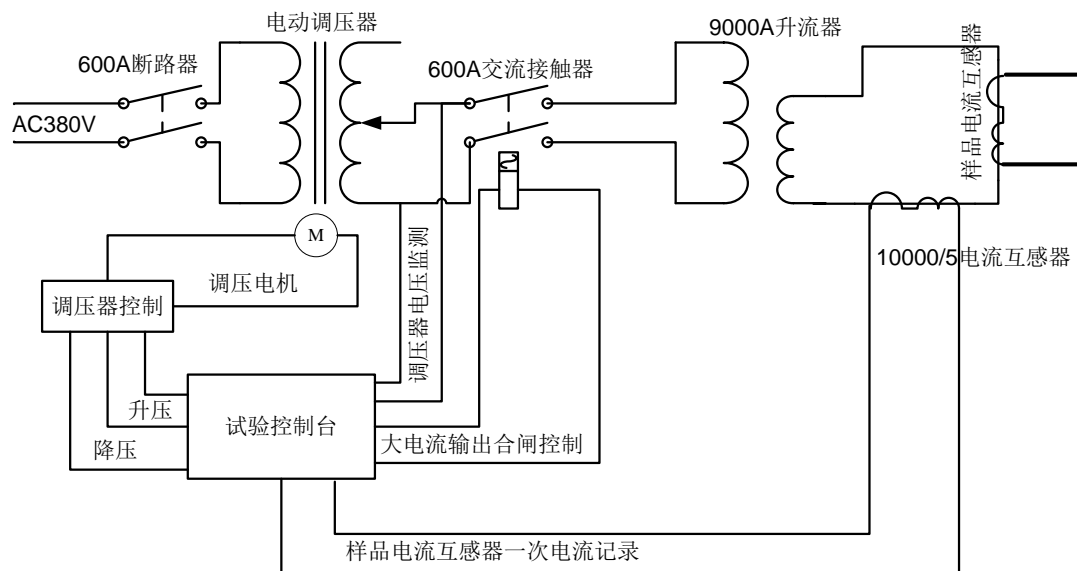


图 5.1 HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置电路原理图



图 5.2 HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置控制箱



图 5.3 大电流发生器

HYCTDW 电流互感器短时热电流试验装置的试验控制系统安装在调压控制箱的内部，控制主机完成电动调压器的升压，降压调节，电动调压器输出控制交流接触器的分闸与合闸，以及试验过程中一次电流，一次电压，调压器电压，调压器电流，系统电压波形的记录和监视。

所有的操作都可以通过调压器控制箱上安装的触摸显示屏完成，也可以通过调压器控制箱上面的以太网口连接远程计算机，通过远程登录方式进入调压器控制箱的工控机系统操作装置进行试验。

6 安装与连接

在使用 HYCTDW 电流互感器短时热电流试验装置执行试验之前需将装置的各个部分正确的安装与连接，试验装置一共包括 3 个部分，请按照如下顺序与要求安装试验装置：

1 首先连接电动调压器与升流器的主回路

将电动调压器经过交流接触器后的输出连接至 9000A 升流器，电动调压器输出电缆已经做好了接头请直接将此接头接入到大电流发生器的输入端子。

2 连接控制主机与升流器的控制箱

升流器的控制线主要是指一次电流取样信号和一次电压取样信号，其中一次电流取样信号是 10000A/5A 电流互感器的二次侧，一次电压信号是从试品电流互感器一次侧 2 个连接端子的之间的电压。

- 1) 升流器的一次电流采样端子连接到调压器控制箱内部取样单元面板的“U1 I1”端子
- 2) 样品电流互感器的一次回路电压采样端子连接到主机的“U7 COM7”端子

3 为电动调压器，升流器的接地点连接安全地

- 4 如果需要通过远程计算机来控制试验，则将远程计算机与调压器控制箱通过“直连网线”进行连接。

5 连接试验装置的电源

完成试验装置内部各组件之间的安装与连接之后，请将电动调压器箱的装置主电

源电缆连接至系统电源，电动调压器箱的供电电源电压为 AC 380V，在安装时需连接此供电电缆至系统电压的 AB 两相获取线电压，同时为了保证电动调压器的控制系统正常工作，还需将系统电压的零线 N 也接入电动调压器箱，控制主机的供电电源从单独的 220V 电源获取。

6 样品电流互感器安装

HYCTDW 电流互感器短时热电流试验装置内部各组件正确连接并且各组件供电电源也连接后，请将待检测的样品电流互感器安装在防爆箱内的接线排上，并且将被检测的电流互感器二次侧短路，在试验前请务必确保防爆箱的锁已扣上，以防止试验过程中样品电流互感器损坏而飞溅。

7 软件操作

HYCTDW 电流互感器短时热电流试验装置全部安装完成后，启动控制主机电源，将电动调压器的主断路器置于合闸位置后，控制主机启动并显示软件主界面如图 7.1 所示。软件主界面的上部是操作软件的工具栏，中部是试验装置各个监测信号的数值与状态，底部是试验相关的过程控制与结果处理操作按钮，软件的详细操作过程与功能描述如下章节所述。

7.1 软件工具栏

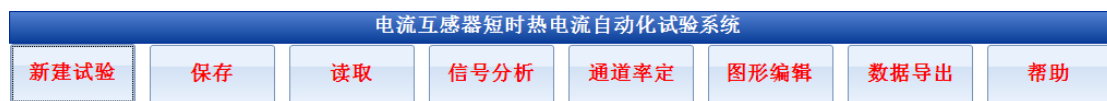
试验主界面的顶部是装置软件的按钮工具栏，其中各个按钮的意义和功能如下：

1 新建试验

点击新建试验后装置的软件回到试验主界面，并且进入试验等待状态，所有显示的试验结果和测试数据界面将会被清零。在查看存储的历史试验结果或者试验数据时，“开始试验”按钮处于被禁止状态，此时如果点击新建试验按钮则“开始试验”按钮会被使能。

2 保存/读取

当试验结束后，点击此按钮可以将试验过程的记录的曲线及最终实测的试验电流等数据以尾缀“*.ctdw”格式存储，存储的文件名称为试验启动时间及试验名称组成。“读取”按钮用于读取装置中保存的历史记录文件。



电机正在返回零位...

调压器电压AC: 0.0V

调压器电流AC: 0.0A

系统电压AC: 0.0V

升流器电流AC: 0.0A

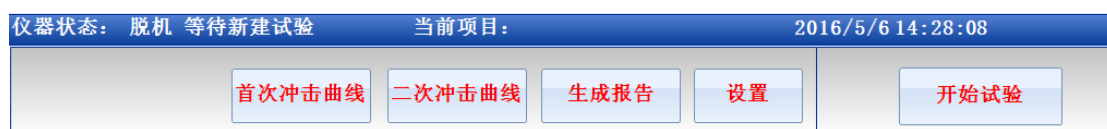


图 7.1 软件主界面

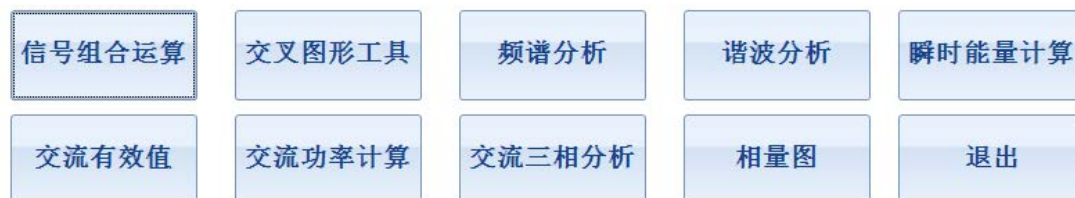


图 7.2 信号分析主界面

3 信号分析

试验过程中记录的一次电流，一次电压，调压器电压，调压器电流，系统电压等波形数据可以通过信号分析单元的工具来进行进一步的分析和处理。信号分析单元包含的工具如图 7.2 所示，其中各个按钮的详细描述请参见 7.2 节软件示波器操作。

4 通道率定

试验装置的主机是一个 12 通道的信号采集系统，通道率定用于设定采样通道实测信号值和真实物理量的对应关系，在出厂时试验装置的各个通道类型和校准参数已经被正确设置，因此如果试验装置的硬件没有更改或者没有对试验装置测量

的物理量进行拓展，请不要改动试验装置的通道率定配置，否则会造成实测物理量信号的错误。

5 图形编辑程序

所有采集的试验数据和信号组合运算后的数据组成的示波器图形都可以进行图形编辑，点击图形编辑后当前窗口中的示波器图形会被导入至图形编辑器如图 7.3 所示。

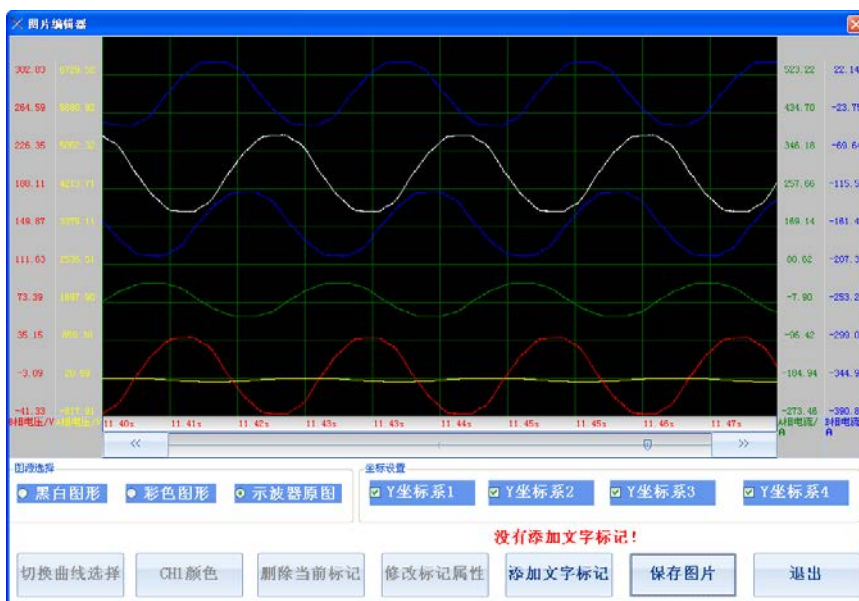


图 7.3 图形编辑

图形编辑项目包括添加文字标识，修改文字标识，删除文字标识，改变图形背景和颜色，改变当前坐标系显示。其中添加文字标识后，试验装置主机提示用户设置文字的内容和大小，标识会被自动放置在示波器中心，用户通过鼠标拖动改变标识的位置。当用鼠标单击某一标识后该标识被选中，用户可以对选中的标识进行属性修改和删除操作，标识设置窗口如图 7.4 所示。

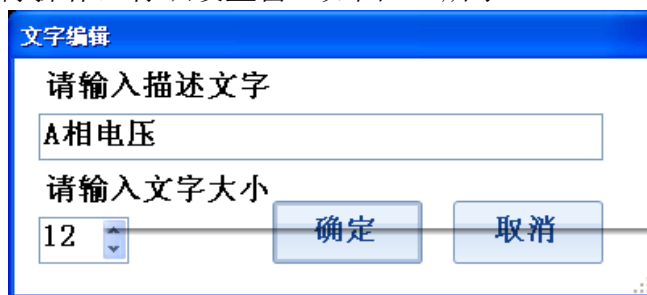


图 7.4 标识设置

当某一坐标系被选中时该坐标系会被显示，否则坐标系将不会显示在图形中，坐标系显示的顺序和示波器是完全一致的。

选择彩色图形后则编辑器中当前图形的背景色变成白色，用户可以通过颜色选择

设置某一曲线的颜色，通过切换曲线选择改变当前的操作曲线。
 选择黑白图形后则编辑器中显示背景为白色，曲线为黑色。

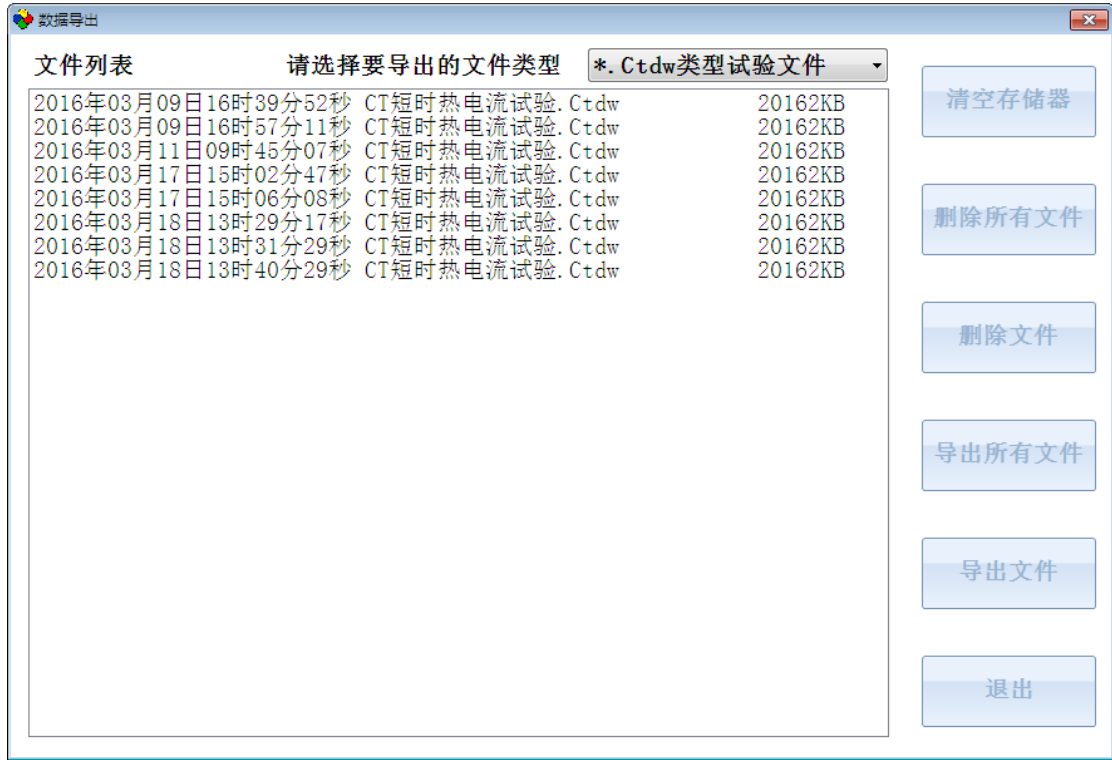


图 7.5 数据导出

6 数据导出

在主界面点击“数据导出”出现图 7.5 所示对话框，首先将移动 U 盘插入试验控制台的 USB 接口中，然后在数据导出对话框选择需要导出的文件类型，会出现可导出文件，试验装置主机支持的文件类型包括“*.ctdw, *.doc, *.jpg”，其中尾缀为“*.ctdw”文件是试验装置自定义的文件格式，如需在 PC 机中浏览此类型文件，需要随机配送光盘里的专用应用程序才可以将其打开。“*.doc”是试验装置中生成的 WORD 格式试验报告，“*.Jpg”是试验装置波形展示器中截屏所得的图形文件。

在数据导出文件中选择“导出文件”按钮则试验装置将会把左边所选择的文件复制到 U 盘的“试验数据”文件夹下，如果 U 盘没该文件夹，试验装置会自动在 U 盘创建该文件夹然后将试验记录文件复制过去。

选择“导出所有文件”则数据导出对话框中所选择文件类型对应的所有记录都会被复制到 U 盘的“试验数据”文件夹中。

选择“删除文件”则试验装置会将当前数据导出窗口中所选择的文件删除。

选择“删除所有文件”则试验装置会将数据导出对话框中所选择文件类型对应的所有记录都删除。

选择“清空存储器”则试验装置会将插入的 U 盘“试验数据”文件夹下所有的记录文件都删除。

7 帮助

在试验主界面点击“帮助”按钮则试验装置会以 PDF 文件格式的形式展示装置的电子版使用说明书。

7.2 试验过程操作

在进行电流互感器短时热电流试验时，整个试验的过程描述如下：

1 试验参数设置



图 7.6 试验参数设置界面

点击“开始试验”按钮后，首先需要对试验进行配置，需要设置的试验项目主要包括“最大试验电流”和“首次冲击电压”。试验参数设置界面如图 7.6，其中最大试验电流是指用于样品电流互感器短时热电流试验的最大电流输出。

首次冲击电压是指为了获取样品电流互感器一次回路的阻抗数据来计算产生目标电流所需调压器电压时，而首先进行预试输出的调压器电压，具体来说在进行最大电流冲击之前，试验装置会在样品电流互感器的一次回路输出一个小于 1000A 的测试电流从而计算样品电流互感器一次回路的阻抗值来控制装置进行最大电流冲击试验，“首次冲击电压”允许设置的数值在 1~50V 之间，通常当最

大试验电流小于 4500A 时，建议设置 20V，当最大输出电压大于 4500A 时建议设置 40V。

2 首次电流冲击

在试验参数设置完成后，试验装置启动试验过程，控制主机首先控制电动调压器输出交流接触器处于分闸位置，然后控制电动调压器进行降压，当电动调压器降压到 0 位时，调压器上的零位开关会被压下，试验装置根据零位开关的位置来判断调压器降压是否已经完成。

在电动调压器的零位被确认后，试验装置根据参数设置界面所设定的首次冲击电压数值，将电动调压器调整至该试验电压，然后将电动调压器输出交流接触器合闸 1s 钟时间并记录此过程中的调压器电压，调压器电流，样品电流互感器一次电压，样品电流互感器一次电流波形等数据。

3 目标电压计算

首次电压冲击完成后，控制主机控制断开电动调压器输出回路的交流接触器，并且调节电动调压器降压至零位。然后根据实测的样品电流互感器一次回路电压，一次回路电流，电动调压器输出电压，电动调压器输出电流等参数计算主回路的阻抗。

样品电流互感器一次回路阻抗等参数确定后，控制主机会给出要进行最大电流冲击试验调压器所需输出的电压幅值大小，提示用户是否依旧计算的调压器输出电压进行最大电流冲击试验，如果用户点击确认后则主机会执行第二次冲击试验，在样品电流互感器的一次回路产生目标试验电流。

在进行最大冲击电流试验所需的电动调压器电压时，软件会根据系统自身的最大输出能力决定是否采取 I_2t 等效的方式进行试验，因为当以下几种情况出现时，试验装置可能无法完成 1s 钟的最大冲击电流试验：

1) 当计算得出达到最大冲击电流所需的电动调压器输出电压超过此时的系统电压 380V 时，试验装置无法输出最大电流对电流互感器进行冲击试验，此时软件降低目标试验电流，会自动采取能量等效的方式进行试验。

2) 当计算得出达到最大冲击电流时，样品电流互感器一次回路电压大于 25V 时，如果进行最大电流冲击试验，升流器会达到饱和而无法正常工作，此时软件也会降低目标试验电流，采取能量等效的方式进行试验。

试验装置采取能量等效方式进行试验时，其原则是首先将试验时长由 1s 调成 2s，保证 I_2t 所对应的能量与 1s 钟最大电流试验的能量相等，如果 2s 钟试验装置能

够满足输出要求则执行 2s 钟的等效试验，否则再试探 3s 是否可以达到要求，依次类推但是最大不超过 5s。

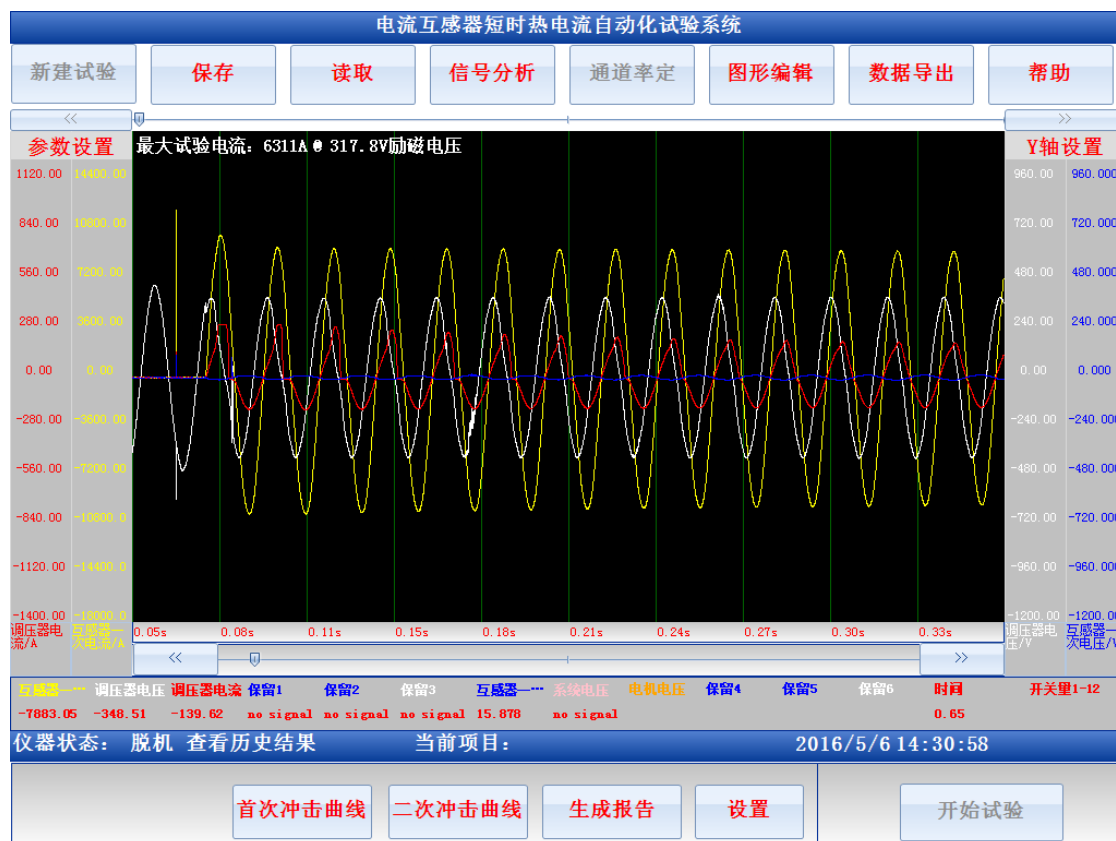


图 7.7 试验结果波形

4 目标电流冲击试验

当用户确认软件计算所给出的目标试验电流和调压器电压后，控制主机调压器输出电压数值调节电动调压器的输出至该数值，然后合闸并保持试验时长，在此过程中控制主机的软件会记录过程中的样品电流互感器一次回路电流波形，一次电压波形，电动调压器输出波形，电动调压器输出电流波形，并且会计算出试验过程中实测的样品电流互感器一次回路电流有效值。

试验完成后会将试验过程中记录的波形和计算的最大试验电流有效值显示在图 7.7 所示的软件示波器中。

7. 3 试验结果分析与处理

HYCTDW 电流互感器短时热电流自动化试验装置的试验结果主要是试验过程中记录的各种电流电压曲线，以及计算所得的最大试验电流，信号曲线都显示在软

件的示波器界面中，关于装置的示波器程序的操作与功能详细描述如下：

7. 3. 1 示波器操作

装置的示波器程序实现的主要功能包括：

- 1) 数据采集完成后对数据进行波形回放
- 2) 数据波形的整体放大，整体缩小，X轴放大，X轴缩小，定位，撤销操作等
- 3) 数据波形的参数统计，统计内容包括平均值，最大值，最小值，开关量跳动次数，以及这些参数所对应的时间轴。
- 4) 对单条曲线进行，Y轴放大，Y轴缩小，Y轴上移/下移/平移，双线统计等操作。

示波器组件外形如图 7.7 所示，左右两边的工具栏是针对示波器的操作，当鼠标离开工具栏时，工具栏会自动收起显示当前的坐标系，当鼠标进入工具栏的文字提示处时，工具栏会自动打开，显示可以进行的操作按钮。

针对于示波器的操作包括：通道与坐标设置，图形放大，缩小，X轴放大，X轴缩小，参数统计，撤销操作，坐标自动选择，数据定位，单线统计分析，单线上移，单线下移，单线平移，单线放大，单线缩小，应用当前坐标设置至模板等操作。



图 7.8 通道设置

- 1) 通道与坐标设置完成通道名称定义，单位定义，颜色设置，是否显示，信号

坐标范围，时间轴范围，当前坐标系配置等设置功能。

其中通道设置如图 7.8 所示，其中通道 1，通道 2……通道 12 对应试验装置主机面板的 CH1，CH2……CH12 等 12 个物理通道，通道名称文本框是信号通道在该试验模板中的物理量名称，后面紧跟的是物理量的单位，展示时曲线的颜色，当是否显示复选框选中时，曲线将显示在示波器中，否则曲线将不在示波器中展示。



图 7.9 示波器的坐标设置

坐标设置对话框如图 7.9 所示,通过最小值和最大值来定义当前信号展示时的坐标范围,调整坐标范围可以实现对曲线的放大和缩小,通道小数点位数用于控制示波器数据展示和分析时小数点位数,此项决定了此通道数据在系统中展示时所用的小数点位数。

X 轴设置即为时间轴的范围设置,将 X 坐标小数点增多将可以增加时间分析的分辨率。

坐标系选择可以选择 4 条曲线的坐标作为当前显示的坐标系。当设置的 X 轴范围超过限制时,试验装置主机会自动调整至允许设置的最大值。

2) 图形的放大与缩小

装置提供四种方式对当前窗口的波形进行放大与缩小,第一种方式是使用示波器左边快捷工具栏的放大与缩小工具,第二种方式是调整波形的坐标范围,第三种通过按下鼠标或者一直触摸屏在 LCD 上绘制一个矩形区域以实现图形的精确缩放,第四种是通过示波器右边快捷工具栏对特定曲线进行放大和缩小。

其中波形放大,缩小和矩形区域缩放控制这两种方式是针对当前窗口的所有信号进行的操作,而坐标调整和特定曲线的缩放则是针对特定的某一条曲线,并且对

特定曲线的缩放只影响 Y 坐标的调整。

3) X 轴放大与缩小

X 轴的放大与缩小操作是指调整当前示波器图形的时间窗口，并不改变曲线的 Y 轴坐标范围。

4) 图形定位

在示波器左边快捷工具栏可以启动或者关闭数据定位操作，启动数据定位操作后，示波器中会显示一条定位红线如图 7.17 所示，示波器数据框会显示当前红线对应的时间，以及该时刻各个通道的数值。



图 7.10 参数统计

5) 参数统计

在左边的快捷工具栏中选择参数统计，试验装置会展示当前示波器时间窗口中模拟信号的平均值，最大值，最小值，以及它们的时间位置，开关量跳变次数，以及它们首次跳变的时间位置。展示结果如图 7.10 所示。

6) 自动坐标

在左边快捷工具栏中有一个自动坐标选项，此选项的作用是保持当前的时间窗口不变，自动调整曲线的 Y 坐标值，使所有的曲线都能以合适的大小显示在当前窗口中。

7) 应用至模板

试验装置处于非运行状态时，点击应用至模板则当前示波器的设置参数会被自动保存至当前试验的模板参数中，下次再次启动试验时会以当前坐标为模板进行初始化设置。

8) 单线的放大，缩小，上移，下移

在示波器的右边模板点击单线选择，确定需要操作的曲线，然后通过放大，缩小，

上移和下移可以调整该曲线的 Y 轴大小和位置

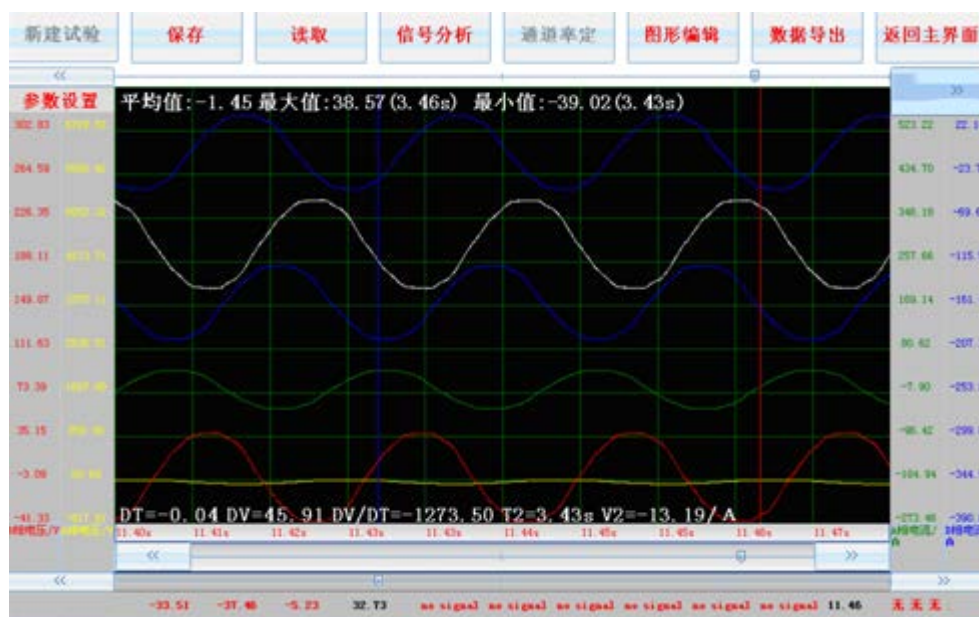


图 7.11 双线统计

9) 单线的平移

在示波器的右边模板点击单线选择，确定需要操作的曲线，点击曲线平移，则用户在示波器中按下鼠标（或触摸屏压下），然后移动鼠标，曲线会在屏幕上移动与鼠标等值的 Y 轴距离。

10) 曲线的双线统计

在示波器的右边模板点击单线选择，确定需要操作的曲线，点击开启双线统计，则示波器中会出现红色和蓝色的两条曲线，并且示波器中会给出该曲线划定时间区间内的平均值，最大值，最大值时间，最小值，最小值时间，两根定位线的时间差 DT，数值差 DV，数值时间变化率 DV/DT，以及蓝色曲线对应的 T2 时间和数值 V2。在进行双线统计分析时，红色曲线 T1 所对应的数值全部在示波器中的文本框中更新。双线统计图形如图 7.11 所示。

7. 3.2 运算组合分析

运算组合程序使用户可以对试验装置主机的通道数据进行二次运算，运算符号包括，加，减，乘，除，积分五种，运算所得的波形还是以示波器的形式展现。运算组合设置界面如图 7.12 所示。

注意：运算组合，参数统计，交叉图形，频谱分析和谐波分析等功能都是针对示波器当前时间窗口的曲线进行运算。

组合运算后所得的数据还是以示波器形式展现，并且时间窗口的长度与原始数据一致，进行组合运算时，各运算后的通道名称可以重新定义如图 7.12 所示，当某一通道后的运算变量有一项不为 0 时，该通道就会被选择，如果通道全部为 0 则该通道不会在运算后显示。



图 7.12 组合运算参数设置

7.3.3 交叉图形程序

交叉图形程序使用户可以对所采集的任意通道数据进行相关性分析，按照图 7.13 所示的设置界面，选择某一通道作为 X 轴，某一通道作为 Y 轴就可以绘制示波器当前时间窗口对应波形的关系特性曲线。例如选择同一通道作为 X 轴和 Y 轴时，此时的关系为 $Y=X$ 曲线。其对应曲线为一条过 0 点，斜率为 1 的直线如图 7.14 所示。



图 7.13 交叉图形工具通道选择

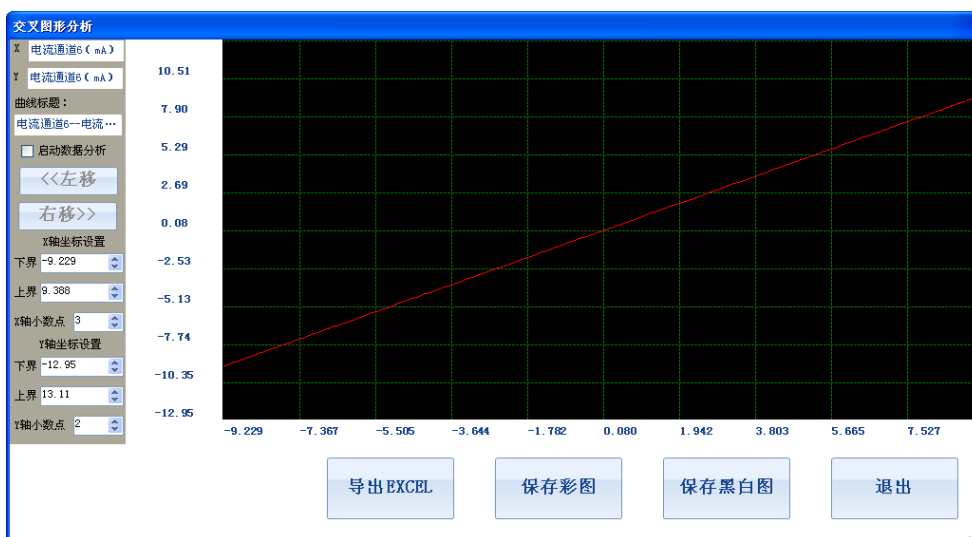


图 7.14 交叉图形关系曲线

7.3.4 傅里叶分析频谱程序

试验装置软件系统还内置了频谱分析程序，将示波器的数据定位在某一时间窗口，点击频谱分析后，在图 7.15 参数设置界面选择要进行分析的通道，试验装置会自动计算数据的傅立叶频谱，并绘制频谱曲线如图 7.16 所示。注意在进行频谱分析时请确保信号的当前时间窗口数据点数为 128 至 2000 之间，如果要分析的信号为周期信号，请确保示波器的当前时间窗口展示的是信号的完整周期。



图 7.15 频谱分析参数选择界面

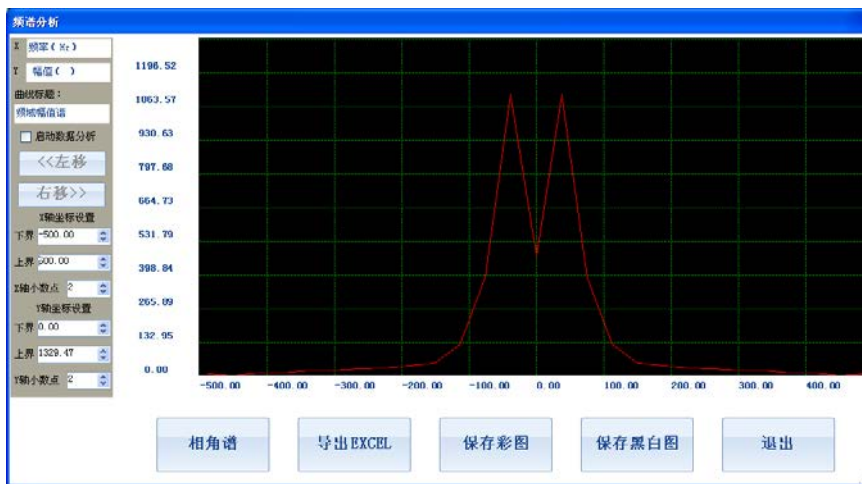


图 7.16 频谱图展示

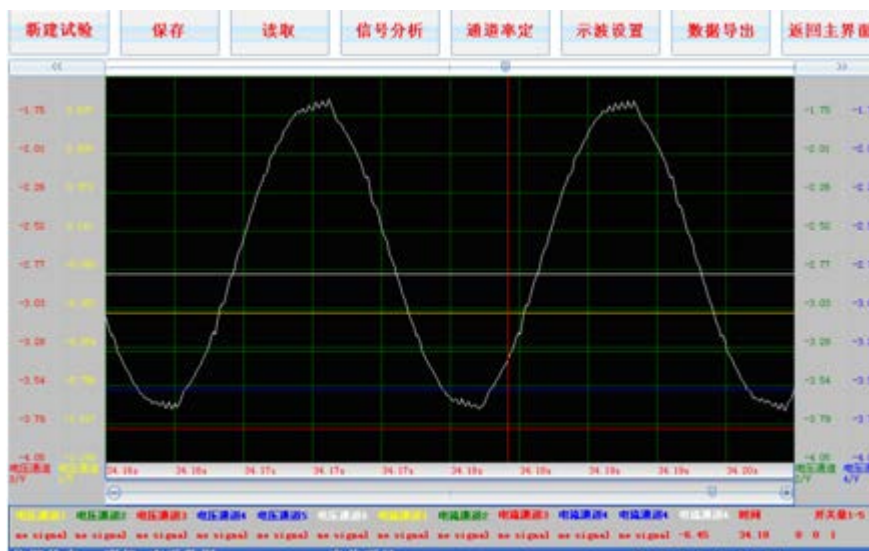


图 7.17 谐波分析信号选择

7.3.5 谐波分析程序

谐波分析程序只针对交流正弦信号有效，将待分析的曲线的一至两个完整周期的信号置于示波器窗口(请勿选择过多的信号周期，否则会造成分析的分辨率下降)如图 7.17 所示。

当选择好完整的信号周期后，按照图 7.18 所示选择对应的数据分析通道，试验装置自动计算出该信号的总谐波含量以及各次谐波含量，分析结果展示如图 23 所示。生成 WORD 文档按钮能将当前展示窗口中的所有数据转换成 WORD 报告。



图 7.18 谐波分析结果展示

7.3.6 图形编辑程序

所有采集的试验数据和信号组合运算后的数据组成的示波器图形都可以进行图形编辑，点击图形编辑后当前窗口中的示波器图形会被导入至图形编辑器如图 7.19 所示。

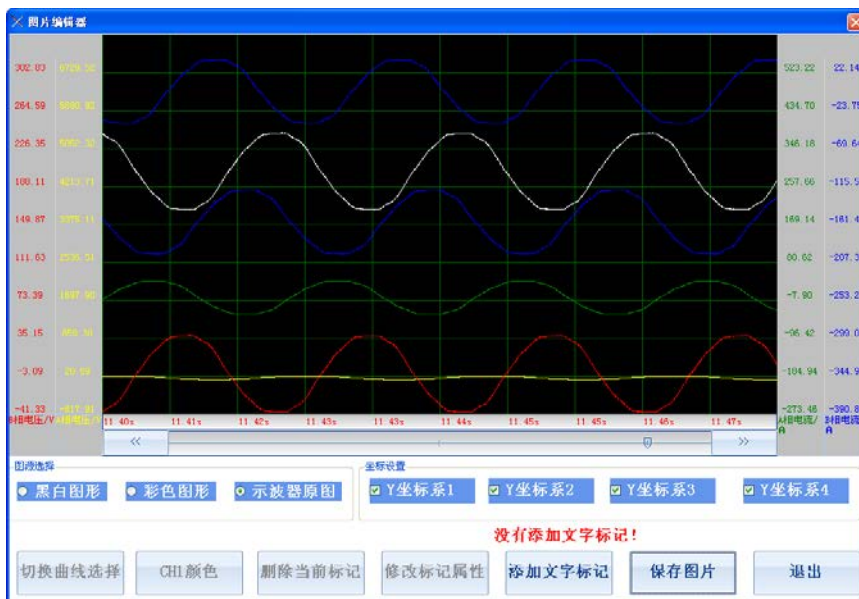


图 7.19 图形编辑

图形编辑项目包括添加文字标识，修改文字标识，删除文字标识，改变图形背景和颜色，改变当前坐标系显示。其中添加文字标识后，试验装置提示用户设置文字的内容和大小，标识会被自动放置在示波器中心，用户通过鼠标拖动改变标识的位置。当用鼠标单击某一标识后该标识被选中，用户可以对选中的标识进行属性修改和删除操作，标识设置窗口如图 7.20 所示。

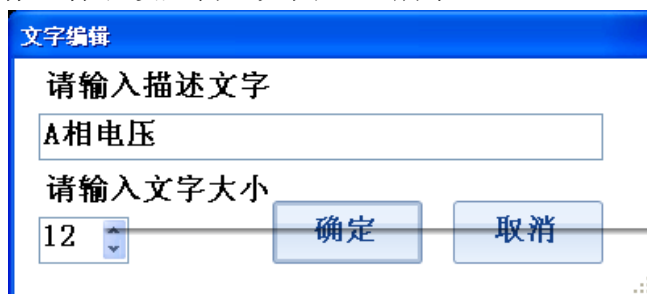


图 7.20 标识设置

当某一坐标系被选中时该坐标系会被显示，否则坐标系将不会显示在图形中，坐标系显示的顺序和示波器是完全一致的。

选择彩色图形后则编辑器中当前图形的背景色变成白色，用户可以通过颜色选择设置某一曲线的颜色，通过切换曲线选择改变当前的操作曲线。

选择黑白图形后则编辑器中显示背景为白色，曲线为黑色。

7.3.7 有效值和交流功率计算程序

试验装置主机的有效值计算是针对单条曲线进行的，因此在计算有效值前需要用

户进行曲线选择，曲线选择的界面如图 7.21 所示。选择某一曲线后单击计算，系统以对话框形式展示当前通道的有效值。



图 7.21 有效值计算曲线

功率计算与有效值计算类似，也需要首先选择曲线，但是功率计算需要选择的曲线包括电压和电流两条，当用户完成曲线的选择后点击计算，系统显示当前两条曲线的有效值，有功功率，无功功率，视在功率，功率因素。当计算发生错误时，系统会提示常见的错误信息。

注意：当某一条曲线的畸变达超过 20%时，系统认为该曲线不是正弦信号，此时不能进行交流功率计算。

有效值计算和交流功率计算的结果都可以生成 WORD，然后通过 U 盘导出。

7.3.8 三相分析程序

三相分析程序的功能是针对三相电力系统而设计的，用户从当前曲线中选择正确的 A/B/C 三相的电压和电流如图 7.22 所示。然后点击计算则系统自动计算每一个信号的有效值，每一相的有功功率，无功功率，视在功率，功率因素，三相电压的零序，正序和负序分量，三相电流的零序，正序和负序分量。计算结果展示在图 7.22 所示的文本框中，通过生成 WORD 文档用户可以将当前的计算结果导出。在计算过程中如果某一条曲线畸变超过 20%将会导致计算失败。



图 7.22 三相分析

除了文字结果以外，三相分析计算还可以导出三相电压的相量图，三相电流的相量图，三相电压分量相量图，三相电流分量相量图，三相相量图计算的基准参考相量是 A 相电压。相量图展示如图 7.23 所示，用户可以将该相量图生成 JPG 图片从试验装置主机导出。

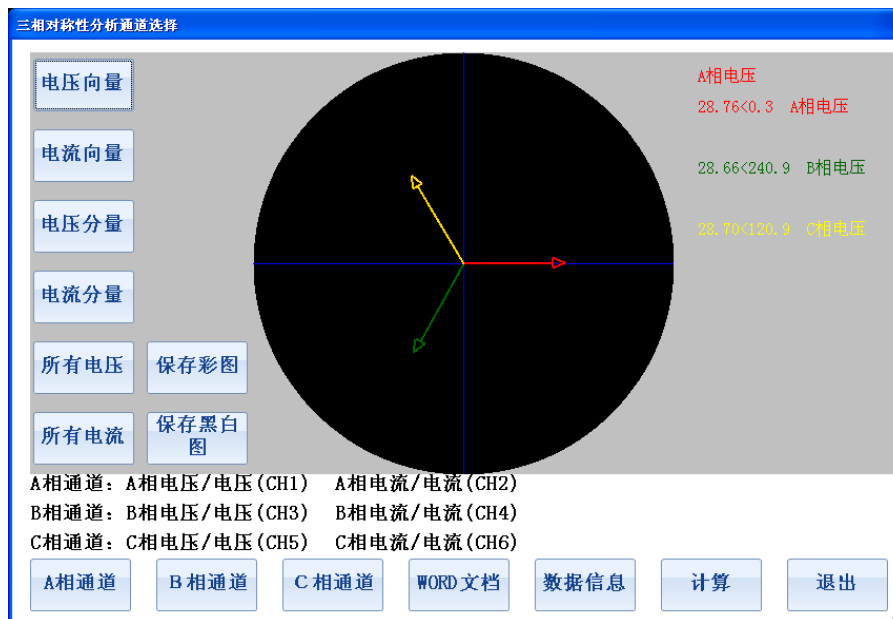


图 7.23 三相分析相量图

7. 3.9 相量图绘制程序

相量图绘制程序用于绘制曲线针对于某一参考曲线的相量关系图，被绘制的曲线畸变都必须小于 20%，否则系统认为该信号不是正弦信号。在绘制相量图之前需

要选择基准参考相量。相量图工具的界面如图 7.24 所示。

“参考曲线”按钮用于选择基准参考相量，如果选择的基准相量不是正弦信号或者畸变超过 20% 将无法绘制其它相量的关系图，此时需要重新调整参考相量。相量的右边文字展示的是当前图中相量的名称，模值和相角，其中角度的单位是度。相量图可以通过生成 JPG 图片形式从试验装置主机导出。

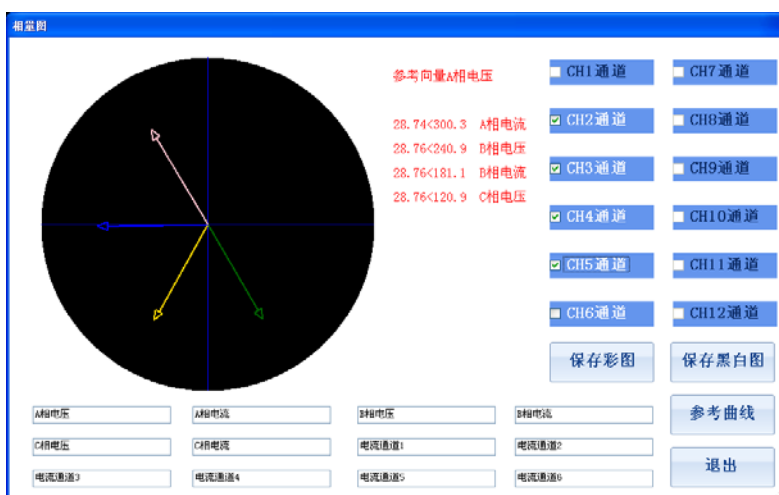


图 7.24 相量图工具

8 远程控制操作

试验装置可以通过以太网口与 PC 机进行连接控制进行试验，调压器控制箱内部安装了控制工控机，工控机的默认 IP 地址是 192.168.1.155，在进行联机之前需确认 PC 机与调压器控制箱之间的网络连接是正常的，PC 机与装置之间的网络连接可以通过以下 2 种方式连接：

- 1) 直接使用计算机对联网线将 PC 机与装置连接，PC 机端将 IP 地址设置在 192.168.1.X 网段，并且将网关设置为 192.168.1.155
- 2) 也可以通过交换机将 PC 机与装置连接，此时 PC 机也需要将 IP 地址设置在 192.168.1.X 网段

PC 机与装置之间的网络连接正常后，使用 PC 机的远程登录程序(可在开始菜单的命令行运行 `mstsc` 命令)进入调压器控制箱的工控机系统，从而控制装置进行试验，调压器操作控制箱的工控机登录用户名为 `administrator`，登录密码是:520520。远程登录进入工控机之后操作方式与触摸显示屏的操作完全一致。