



**高电科技**  
HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

[www.hzhv.com](http://www.hzhv.com)



HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY

CT3000

有载分接开关测试仪

# 使用说明书

杭州高电科技有限公司  
HANGZHOU HIGH VOLTAGE TECHNOLOGY CO.,LTD

# 前 言

## 欢迎惠顾：

衷心感谢您选用本公司的产品，您因此将获得本公司全面的技术支持和服务保障。

使用本产品前，请仔细阅读本说明书，并妥善保存以备今后使用参考。如果您在使用过程中有疑问，请及时联系本公司。

## 关于本仪器：

本变压器有载分接开关参数测试仪，用于测量和分析电力系统中电力变压器及特种变压器有载分接开关电气性能指标。通过精密测量电路，可实现对有载分接开关的过渡时间、过渡波形、过渡电阻、三相同期性等参数的精确测量。

用户可根据需要和现场条件，直接由分接开关引线进行测量，也可带变压器本体一起测量。仪器具有对所测数据进行显示、分析、打印、存储、通讯、上传、PC测试等多种功能，可在电力设备预防性试验及变压器大修中及时诊断出有载分接开关的潜在故障，提高电力系统运行的可靠性。

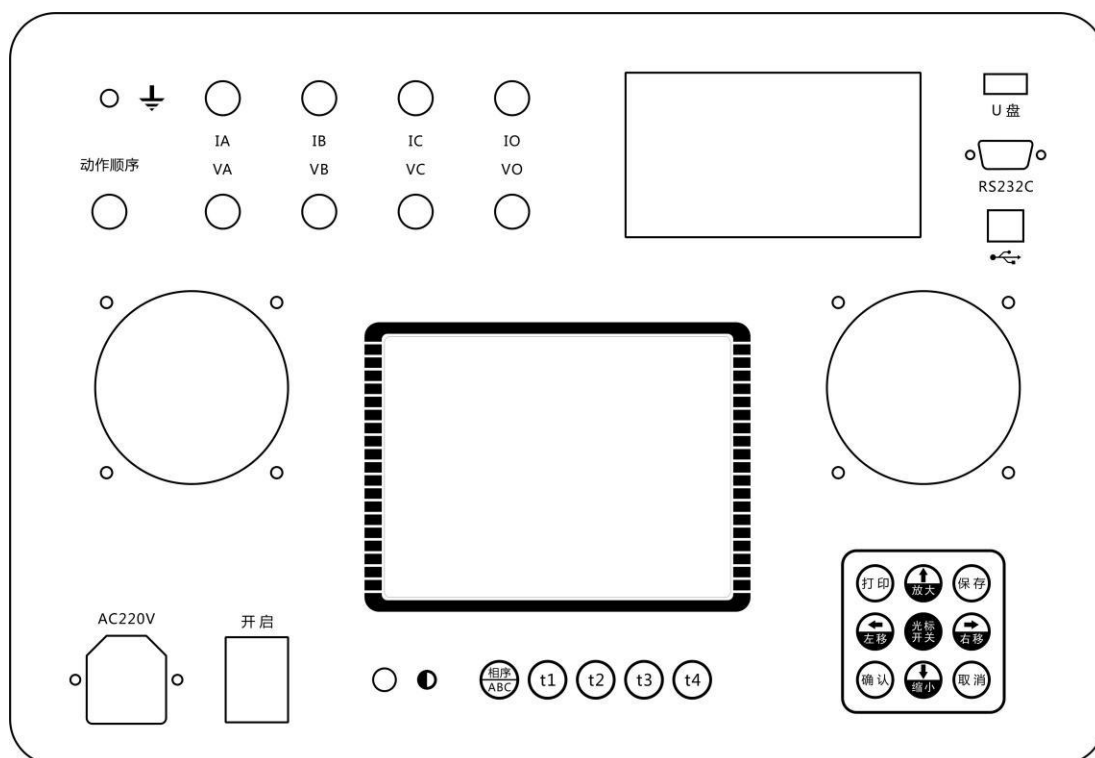
## 主要特点：

- 1) **高精度度测量：**该仪器设计完全满足中华人民共和国电力行业标准之高电压测试设备，通用技术条件 DL/T846、8-2004，采用高速 ARM 处理器和 6 通道高分辨率同步 A/D 转换器，四线电阻测量方式，消除引线电阻，实现了高精度的标准测量。
- 2) **光线示波功能：**仪器分三通道可同时记录 A、B、C 三相，仪器可自动捕捉和显示过渡过程中过渡电阻及时间跳变的过程。能在复杂的环境下正常工作，在精度和智能化方面上远比光线示波器强。
- 3) **综合测试能力：**在一台仪器内可实现对有载分接开关各种参数的全面测量。如开关选择、切换全过程中有无开断点、过渡波形、过渡时间、过渡电阻、三相同期性等。还可进一步详细分析波形中的各时间段的时间及阻值。
- 4) **人机控制完善：**选用 320×240 (QVGA) 高分辨率显示器，在高速微处理器的驱动下，实现了完善的人-机界面，全汉字提示，高速打印，输出结果直观快捷。内置帮助菜单，基本上可使操作者不看说明书的条件下实现操作。
- 5) **USB 贮存管理：**仪器内部可存储 100 条测试记录。还可以连接 U 盘进行数据转存，文件系统与标准 PC 完全兼容。
- 6) **PC 测试功能：**PC 机可以通过 USB 或者 RS232 与仪器主机连接，通过专用的测试软件对仪器进行操作，能对测试数据进行更详细的分析。
- 7) **抗扰便携设计：**仪器采用独立机箱结构，具有抗震、防电磁干扰特性。电源工作范围宽，三相独立的恒流源设计。结构紧凑、便于携带及野外测量。

# 目 录

一、面板.....	3
二、接线： .....	4
（一）有载调压绕组 Y 型接线有中性点测量： .....	4
（二）有载调压绕组 Y 型接线无中性点测量.....	5
（三）有载调压绕组 $\Delta$ 型接线测量.....	5
（四）不带线圈测量.....	5
三、菜单操作： .....	6
（一）设置： 检查接线无误后，打开仪器电源开关。开机画面如下图所示。 .....	6
（二）测试.....	6
（三）数据： 选择“数据”键进入数据界面。则显示屏出现如下图所示画面： .....	8
（四）系统： 选择“系统”键进入系统界面。则显示屏出现如下图所示画面： .....	8
（五）帮助： 为客户提供在线简单相关操作帮助。见显示屏内容。 .....	8
四、测试记录波形判读说明： .....	9
（一）测量记录过程的理想直流波形及参数： .....	9
（二）、直流电流示波图形的判读说明： .....	9
（三）根据标准分析测试波形，判断开关有何故障.....	10
（四）不同接线方法的阻值算法： .....	10
五、上位机数据管理软件.....	11
六、技术指标：符合 DL/T846.8-2004 标准.....	12
七、维护： .....	12
八、简单故障分析与排除.....	13
九、及配件.....	13

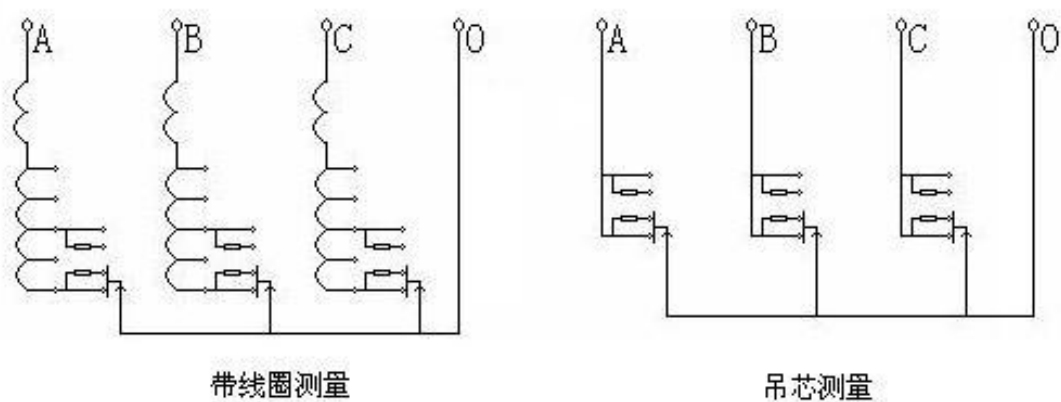
## 一、面板



1. 打印机：本仪器采用面版式微型高速打印机，保证数据、波形打印精细平滑、清晰。
2. 显示器：本仪器配有320×240点大屏幕点阵式液晶显示器，用于显示仪器的功能菜单、测量结果、参数设置、故障指示、波形曲线等。
3. 键盘：1) 光标波形分析功能键：相序ABC、t1、t2、t3、t4共5个；图形分析操作时使用。按光标开关键及以上任意键可自动定位光标，相序ABC键用于调整A、B、C相；t1、t2、t3、t4键用于分别调整光标线位置。  
2) 方向及控制键：光标开关（切换）、↑/放大、↓/缩小、←/左移、→/右移、确认、取消、打印、保存共9个。开机默认状态下↑、↓、←、→键有效；按光标开关键可至（或退出）图形操作状态，此时则放大、缩小键有效，此时可横向时间轴放大或缩小；左移、右移键有效，此时可将屏幕整体左移、右移。
4. 动作顺序：测量动作顺序转动圈数
5. 接地：仪器机壳接地
6. RS232通讯：通讯
7. USB通讯：通讯、U盘
8. 电流接线柱：IA+、IB+、IC+、IO-
9. 电压接线柱：VA+、VB+、VC+、VO-
10. 电源插座：AC220V
11. 电源开关：工作电源开启

## 二、接线：

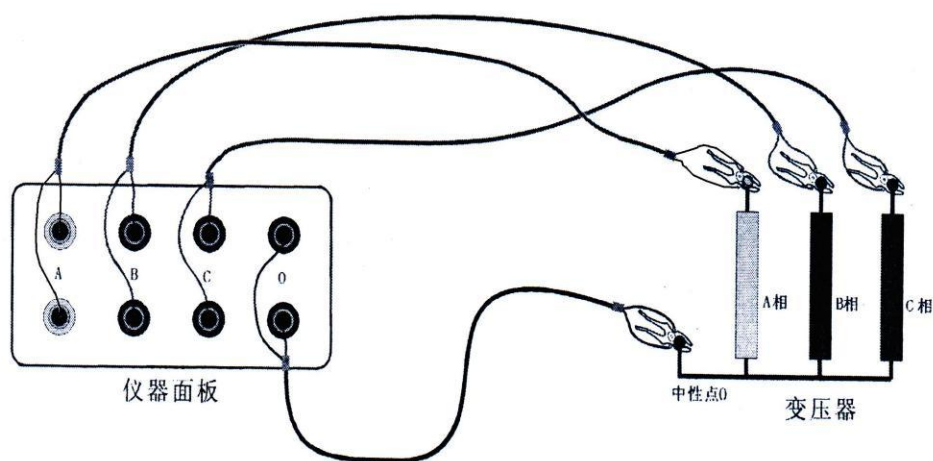
### 变压器高压侧



### 注意事项：

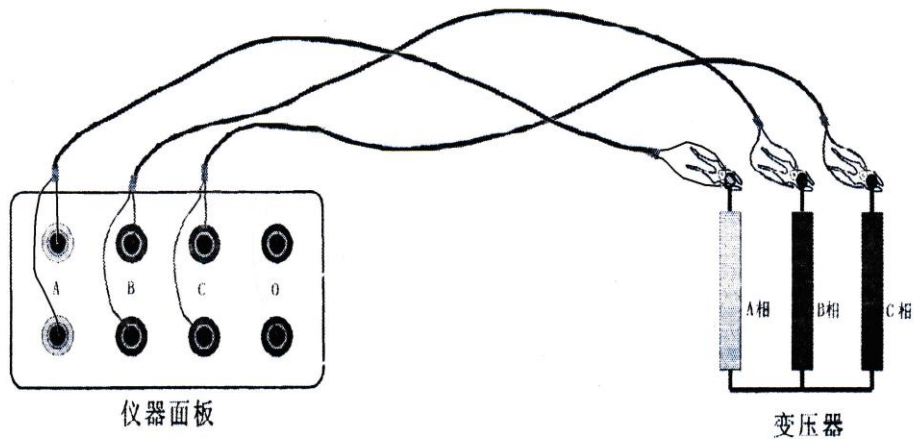
1. 变压器电气独立的其他测绕组必须短接并接地。
2. 对于有问题的波形，比如某处有断点，可以反向再做一次。如反向测得的波形与正向测得的波形对称处也有断点，很可能就是有问题；如无断点，应再做一次正向的，防止误判。
3. 当三相波形较乱时，可能是其中一项接触不良，此时应分相测试。
4. 对于长时间未动的有载开关，测试前应多次吸合，磨除触头表面氧化层及触头间杂质。

### (一) 有载调压绕组Y型接线有中性点测量：



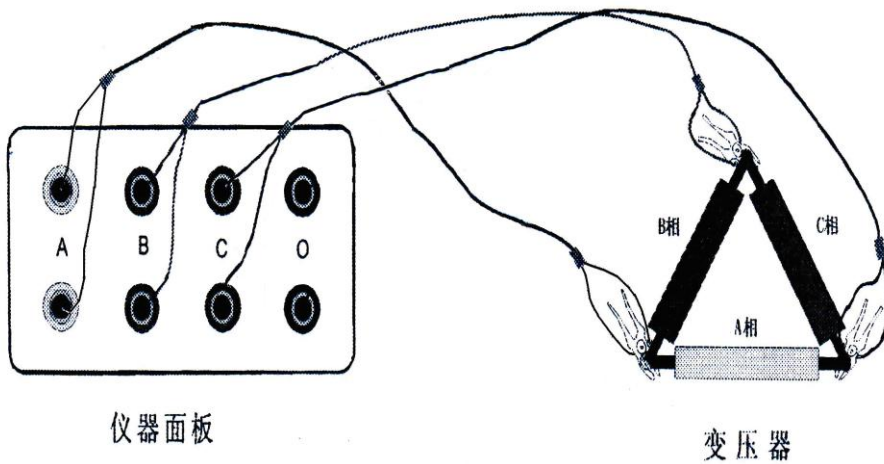
黄、绿、红、黑线夹在变压器高压端子的A、B、C和中性点O端。**接线类型：**“中性点引出”，**电流方式：**“(A、B、C) → 0”。

## (二) 有载调压绕组Y型接线无中性点测量



每次测量其中两相，另一相作为中性点（B或C）。以A、B两相为例说明如下：**接线类型：**“中性点不引出”；**电流方式：**“(A、B) → C”。测量A、B两相，将黄、绿、红三个线夹分别夹在变压器的A、B、C上，仪器面板的接线为黄线接A相端口，绿线接B相端口，红线接C相端口。

## (三) 有载调压绕组Δ型接线测量



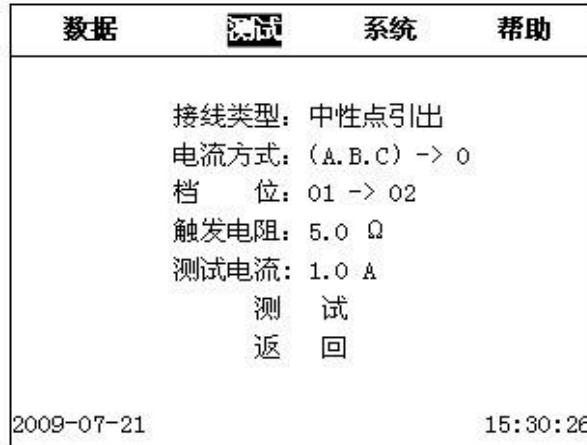
每次测量其中两相，另一相作为中性点（B或C）。以A、B两相为例说明如下：**接线类型：**“中性点不引出”；**电流方式：**“(A、B) → C”。测量A、B两相，将黄、绿、红三个线夹分别夹在变压器的A、B、C上，仪器面板的接线为黄线接A相端口，绿线接B相端口，红线接C相端口。

## (四) 不带线圈测量

在变压器大修时，有载分接开关吊出，没有线圈连接，如前图吊芯接线图所示，先把每一相中开关连接的触点短路，连接测试线即可。

### 三、菜单操作：

(一) 设置：检查接线无误后，打开仪器电源开关。开机画面如下图所示。



1. **接线类型**：分为“中性点引出”和“中性点不引出”
2. **电流方式**：中性点引出时为“(A.B.C) -> 0”；中性点不引出时为“(A.B) -> C”或“(A.C) -> B”。
3. **档位**：以“xx-> xx”表示，按“↑”键上调，按“↓”键下调。例如档位为“07->08”，按“↑”则变为“08->09”，反之按“↓”则变为“07-<08”。每次测试完成后，档位会自动增加或者减小。
4. **触发电阻**：电阻取值应大于充电界面电阻值，小于变压器过渡电阻值与充电界面电阻值之和，实际设置时需要整定一个最合适的触发值。

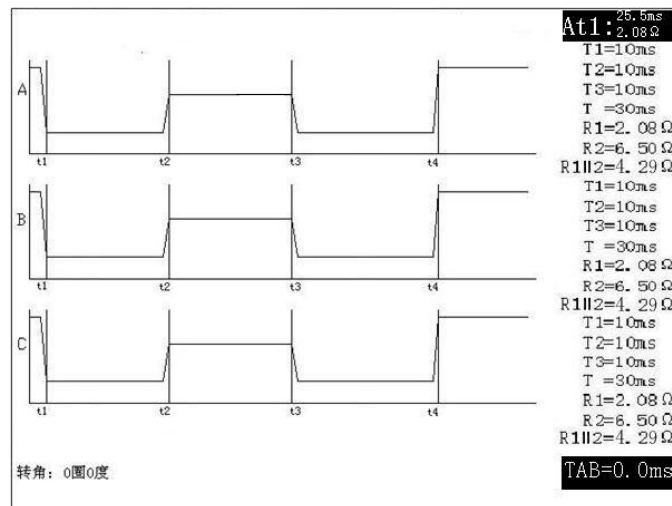
此时按“上”键或“下”键移动光标，按“确认”键进入测试菜单进行修改设置和进行测试。

### (二) 测试

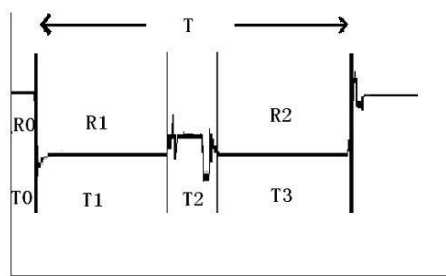
1. 按“测试”键仪器显示各路的充电情况，如图所示。充电完毕后，会提示按确定键开始测试。



2. 屏幕画面显示采样进行中，等待有载开关切换。当听到有载开关动作对触头进行切换的声音时阻值随之发生变化。仪器将自动搜索到过渡波形，并显示在屏幕如下图所示。如此时按光标“切换”键，屏幕会显示出自动光标查找的动作点位置和计算的测量参数值。在无光标模式按“左”、“右”键移动当前波形位置；按“上”、“下”键改变波形压缩显示的比例。在光标模式下按“左”、“右”键移动光标。



如果对自动测量的参数不满意，可手动移动四条光标到波形的串联、并联的明显转折处，按“相序”键改变选择调整A、B、C三项相；按“t1”、“t2”、“t3”、“t4”键改变所选的光标。光标调节好后显示屏右边将直接显示每相波形过渡时间和电阻值。各段参数的意义如下图所示，R1和R2是过渡电阻值， $R1//2$ 是R1和R2是并联过渡电阻值，T1是电阻R1过渡时间，T2是电阻R1和R2并联过渡时间，T3是电阻R2过渡时间，T是整个有载波形过渡时间。



处理好三相的参数后，屏幕下方会自动计算出TAC是三相同期时间差。

按“打印”键开始打印出测量波形和数据（打印的波形和屏幕上显示的相同）。

如需存储测量波形和参数，可按“存储”键进入波形存储。

如需消隐光标和返回波形移动界面，可按光标“切换”键返回。

如需退出测试数据界面，可按“取消”键退出。



(三) **数据**: 选择“数据”键进入数据界面。则显示屏出现如下图所示画面:

数据	测试	系统	帮助
数据存储状态: 已用 1条 剩余 99条			
当前			
历史			
返回			
2009-07-21		15:30:26	

1. **当前**: 用于重复显示仪器最后一次的测试数据和波形。
2. **历史**: 用于显示仪器内部保存的数据和波形。数据索引表格显示每条历史记录的档位和存储时间, 可用“↑”、“↓”键查找和翻页; 若要删除此条记录可按“打印”键, 系统将在确认后删除。按“确认”键则显示出要查阅的波形和参数。

(四) **系统**: 选择“系统”键进入系统界面。则显示屏出现如下图所示画面:

数据	测试	系统	帮助
			日期时间
			精度校准
			测试人员
			测试地点
			波形
			设置
			返回
2009-07-21		15:30:26	

1. **日期时间**: 用于修改系统日期时间。
2. **精度校准**: 用于对仪器进行精度修正。
3. **测试人员**: 用于输入测试人员信息, 可以输入8位数字或者英文。
4. **测试地点**: 用于输入测试地点信息, 可以输入8位数字或者英文。
5. **波形**: 用于修改测试波形显示数据, 有载开关带绕组测试选择“电压”波形; 不带绕组选择“电阻”波形。
6. **设置**: 用于设置触发次数、预采时间

以及滤波深度, 打印选项。

- 1) **充电时间**: 5-95S可选 (5S步进), 默认为10秒, 主要用于设置给变压器绕组的充电时间, 绕组越大设置时间应越长, 也可根据实际情况在充电界面长按<确认>键手动进入测试界面。
- 2) **触发次数**: 设置仪器在有载开关动作时开始保存采样数据的触发灵敏度。测试时, 若开关尚未动作仪器就采到波形, 说明灵敏度太高了, 此时, 应将触发次数调大; 若开关已经动作, 仪器为没采到波形或者半截波形, 则灵敏度太低, 应将触发次数调小。
- 3) **预采时间**: 数值为0-25.5ms (0-255点)可设置, 用于设置信号跳变前, 仪器采集的稳态数据量, 用于区分暂态跳变过程。
- 4) **滤波深度**: 用于对采样波形进行滤波, 绕组越大数值越大, 波形越平滑。
- 5) **打印选项**: 用于设置打印内容, 分为数据, 波形, 全部, 比如选择波形是打印机只打印表头和波形。

(五) **帮助**: 为客户提供在线简单相关操作帮助。见显示屏内容。

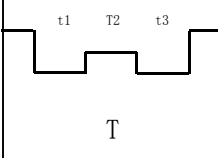
#### 四、测试记录波形判读说明：

##### (一) 测量记录过程的理想直流波形及参数：

1) 开关触头变换顺序，具体须测量出整个切换过程的动作时间 $t_4$ 切换过程的波形变化，从波形图上应能看出三相是否同步等。

2) 各触头联接的过度电阻，其中阻值还包括引线部分。如下表所示列出了某型有载开关的参考指标（厂家不同指标有所不同）和测量参考值。

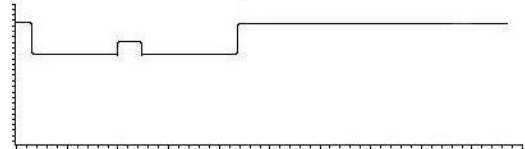
切换开关触头变换顺序：（单位：ms）

直流示波图	测量值	单				双			
		t1	T2	t3	T	t1	T2	t3	T
	相数								
	A	20	6	18	44	20	5	18	43
	B	20	5	18	43	21	5	17	43
C	22	6	18	46	22	4	18	44	
$T_2=2\sim7$ $t_1\geq 15$ $t_3\approx 20\text{ms}$ $T=35\sim 50$	三相不同步				$\Delta t=3$ $R=10\%$				

##### (二)、直流电流示波图形的判读说明：

###### 1) 吊芯测量：

波形图中所示纵坐标刻度表示电阻值，横坐标为时间刻度，我们从图上判读出开关触头变换的时间，如A相 $t_1\approx 16.8\text{ms}$   $t_2\approx 7.2\text{ms}$   $t_3\approx 20\text{ms}$



其整个切换时间在44ms左右。波形的三项同期性由 $T_0$ 的参数所决定。B C项以A项为参照。

注意：吊芯后测量的波形将非常平滑，勿须再作平滑处理。

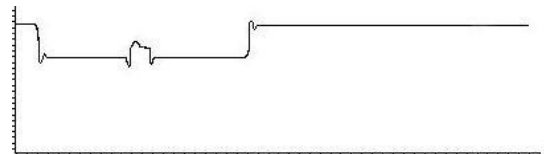
###### 2) 不吊芯测试：（一般现场均采用这种方式）。

波形与吊芯后测量的波形（即传统方法测量）相比，在触头变换过程中可看到明显的毛刺，这主要是开关变换过程中触头弹跳时、变压器线圈



中电流引起反电势造成的，这进一步真实地反映出开关在变压器实际运行过程中的状态。这对触头的好坏提供了一个定性的判断，特别是出现明显的断开情况。

为了便于观察开关带变压器线圈后的触头变换波形。我们可从“系统”菜单进入设置“滤波参数”一栏，加大滤波比例后，再从“数据”进入当前屏幕，此时将显示平滑后的波形。



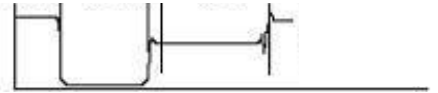
如图所示“滤波参数”比例越大则越光滑。

**(三) 根据标准分析测试波形，判断开关有何故障**

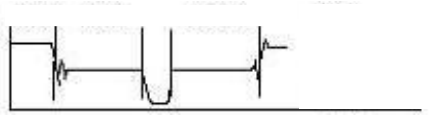
1) 图波形无断开点，过度总时间 $T=46$ 在标准的 $35\sim 50\text{ms}$ 之内。开关动作前测试线等引起的电阻 $01\ \Omega$ 左右，开关动作接入的电阻值 $R1=5\ \Omega$ ， $R2=5\ \Omega$ 左右，且两个电阻桥接的过程很清楚。说明开关正常。



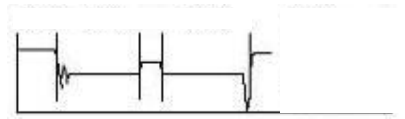
2) 图中的波形有明显断开点，过度总时间在标准之内。但开关动作接入的电阻值超过了范围已经断开，而且断开时间达 $20\text{ms}$ ，严重超过标准中偶尔断开时间 $2\text{ms}$ 以内的规定。开关已经损坏要检修，如不检修带电操作将造成严重后果。



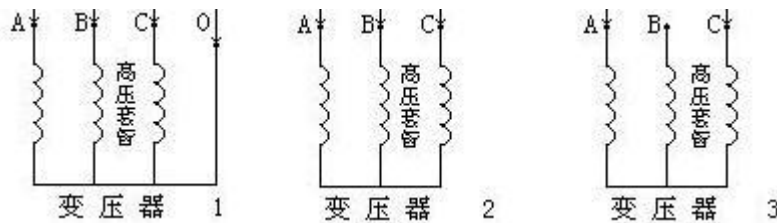
3) 图中的波形有明显断开点，过度总时间在标准之内。开关动作接入的电阻值正常，但两个电阻桥接的过程有 $5\text{ms}$ 的断开时间。可以肯定开关有开路性故障，一定要检修后才能投入使用。



4) 图中的波形有断开点，过度总时间 $T=46$ 在标准的 $35\sim 50\text{ms}$ 之内。开关动作前后接入的电阻值正常，且两个电阻桥接的过程很清楚。但从 $R2$ 往线包过渡桥接时有断开，看断开点有没有超过标准中偶尔断开时间 $2\text{ms}$ 以内的规定。如果没有超过 $2\text{ms}$ 或电阻最大值没有超过本仪器测量有效值范围。就可以继续使用。超过了就重复测试几次看是不是都超过标准，如果都超标准说明有问题。

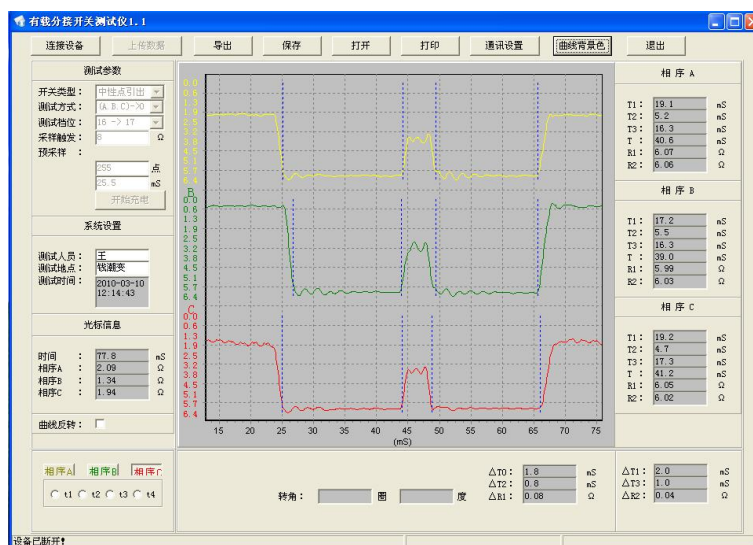


**(四) 不同接线方法的阻值算法：**



1. 第一种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R1=R2=R$
  2. 第二种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R1/3\approx R2/3\approx R$
  3. 第三种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R1/2\approx R2/2\approx R$
- 测试仪打印的数据中 $T$ 为过渡时间， $T2$ 为桥接时间， $T0$ 为三相同期性。

## 五、上位机数据管理软件



(一) **硬件连接**: 电脑通过USB或者串口(“通讯设置”里修改)连接仪器, 点击“连接设备”, 软件会自动找到仪器, 并且在软件左下角显示。

### (二) 测试参数设置:

1. **开关类型**: 分为“中性点引出”和“中性点不引出”
2. **电流方式**: 中性点引出时为“(A. B. C) → 0”; 中性点不引出时为“(A. B) → C”或“(A. C) → B”。
3. **档位**: 以“xx→ xx”表示, 按“↑”键上调, 按“↓”键下调。例如档位为“07→08”, 按“↑”则变为“08→09”, 反之按“↓”则变为“07←08”。
4. **触发电阻**: 设置仪器在有载开关动作时开始保存采样数据的触发条件。电阻取值为有载开关的标称电阻值。
5. 上位机菜单没有**预采时间**; **触发次数**和**滤波深度**, 使用仪器下位机的设置参数。

### (三) 测试结果图形操作说明

1. **放大**: 在需要放大的区域, 点击鼠标不放, 由左上拖至右下释放即可, 可多次放大。
2. **缩小**: 点击鼠标不放, 由右拖至左释放即可缩小并还原。
3. **拖移**: 右击鼠标不放拖移即可
4. **调整每相过渡点设置**: 通过点击“相序 A”“相序 B”“相序 C”和“t1”、“t2”、“t3”、“t4”的组合, 选择需要调整的过渡点光标, 在通过鼠标把光标移动到需要的位置, 左键单击确定。

(四) **下位机存储历史数据上传**: 点击“上传数据”, 软件会显示出下位机历史数据的索引; 再双击需要上传的历史数据。这条数据就会在上位机显示。

## 六、技术指标：符合DL/T846.8-2004标准

1. 三路独立测试电源，测试电流有0.5A、1.0A两档，默认为1.0A档；
2. 仪器采样率10KHZ；
3. 单次波形最大存储时间268毫秒；
4. 过渡电阻测量范围：电压模式：1.0A 0.1-20 $\Omega$ ；0.5A 0.1-40 $\Omega$   
电阻模式：0.1-200 $\Omega$ 。
5. 测量精度：过渡电阻的测量范围0.1-200 $\Omega$ ，分辨率为0.01 $\Omega$ ，过渡电阻在0.1-1 $\Omega$ 的范围内最大允许偏差优于 $\pm 0.1\Omega$ ；1A在1 $\Omega$ -20 $\Omega$ （不含1 $\Omega$ ）范围内最大允许偏差优于 $\pm (1.0\% \pm 2\text{字})$ ；0.5A在1 $\Omega$ -40 $\Omega$ （不含1 $\Omega$ ）范围内最大允许偏差优于 $\pm (2.0\% \pm 2\text{字})$ 。
6. 时间测量精度：动作时间的测量范围0.1ms~268ms，分辨率为0.1ms。动作时间在0.1ms-100ms范围内允许偏差优于 $\pm 1\text{ms}$ ；动作时间在100ms-268ms（不含100ms）内，最大允许偏差优于 $\pm 1\%$ 。
7. 显示器：320\*240；
8. 处理部分：高速32位微处理器，仪器能保存100条数据；
9. 高速12位6通道同步A/D转换器，最高采样率可达250KHZ；
10. 电源：220V $\pm 10\%$ ，功率：200W。
11. 主机尺寸：415 $\times$ 320 $\times$ 168mm。
12. 重量：6kg

## 七、维护：

1. 仪器的操作者应具备一般电气设备或仪器的使用常识；
2. 本仪器在环境温度-5 $^{\circ}\text{C}$ ~40 $^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ 范围内都能正常工作，但户外使用时应避免淋雨、阳光直射液晶显示屏；
3. 电源插座上设有保护地线，请将插头插入带地线三眼插孔内。
4. 仪器输出最高电压24V，现场测试时先接好所有引线，再打开仪器电源；
5. 仪器换线夹时必须关闭电源，仪器可带线圈进行测量，但严禁带电测量；
6. 不能将两组以上的线连在一起作为一路测量，不用的线要开路；
7. 测试结束后，先关闭仪器再拆除所有接线。

## 八、简单故障分析与排除

故障现象	原因分析	排除方法	备注
开机无任何显示	1) 电源未接通	接通电源	更换保险丝管应与原型号相同
	2) 保险丝管坏	重新安装保险丝管或更新保险丝管	
无输出	1) 待测设备开路	检查设备排除故障	
	2) 试验回路有开路故障	检查试验回路排除开路故障	
开机光屏无显示	对比度调节电位器有变动	调整面板上对比度电位器的范围	
无法打印	1) 无打印纸	更换打印纸	
	2) 打印纸方向反	更换打印纸方向	
若以上方法仍无法解决，请将仪器发回厂家维修。			

本产品自出售之日三年内，若出现质量问题予以免费保修，终身维护。

## 九、零配件

- |              |    |
|--------------|----|
| 1. 测试夹线      | 1套 |
| 2. 短接线       | 1套 |
| 3. 接地线       | 1根 |
| 4. 电源线       | 1根 |
| 5. 角度传感器（选配） | 1个 |
| 6. 打印纸       | 2卷 |
| 7. 保险丝管      | 2支 |