



## YTC3993 变压器有载开关智能测试仪

# 用户操作手册

# 目 录

一、功能特点.....	3
二、结构及面板说明.....	4
三、操作指南.....	4
(一) 接线.....	4
(二) 开机.....	5
(三) 设置.....	5
(四) 测试.....	8
(五) 查阅.....	10
四、测试仪记录波形判读说明.....	10
(一) 测量记录过程的理想直流波形及测试规范.....	10
(二) 直流电流示波图形的判读说明.....	11
(三) 根据标准分析测试波形，判断开关有何故障.....	12
五、主要技术指标及安全操作注意事项.....	13
六、附录.....	14

## 一、功能特点

YTC3993型电力变压器有载开关智能测试仪，是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的综合测量仪器。它采用微电脑控制，通过设计的精密测量电路，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，也可由变压器三相套管及中性点直接接线测量。

该仪器具有对所测数据进行显示、分析、存贮、打印等功能。解决了目前电力变压器有载分接开关测量方法落后，没有专用测试手段的问题。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，对提高电力系统运行的可靠性具有重要意义。

YTC3993型电力变压器有载开关智能测试仪具有以下几种特点：

### ——高精度标准测量

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，采用高速数字信号处理器DSP和12位高分辨率A/D转换器，实现了高精度的标准测量。

### ——光线示波器功能

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。

### ——较强的综合能力

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。配合各功能按键，还可进一步详细分析波形中的各时间段的时间及阻值。

### ——完善的人-机综合能力

选用320×240（QVGA）高分辨率显示器，配以高速的SD存贮卡，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，并配以即时帮助功能，基本上可使操作者不看说明书的条件下实现操作。

### ——海量贮存、强大的数据处理管理

该仪器可选配标准的SD/SDMMC存储卡，容量0.5M~8G，设计与标准PC完全兼容的文件系统，测试的数据可无限制的存贮在SD存储卡上，经过标配的SD-USB转换器，可作为PC的U盘进行数据处理，借助PC机的各种通用软件，极其便捷的实现数据的显示、打印及文件管理。首次实现了每台有载开关的全汉字命名，大大方便了数据管理和查阅。

### ——高速打印、输出结果直观快捷

### ——抗干扰设计、电源工作范围宽

## ——结构紧凑、便于携带及野外测量

## 二、结构及面板说明

整个仪器由测量本体和标准行式打印机组成。其中测量本体采用独立机箱结构，具有抗震、防电磁干扰特性。仪器的操作面板如图1所示

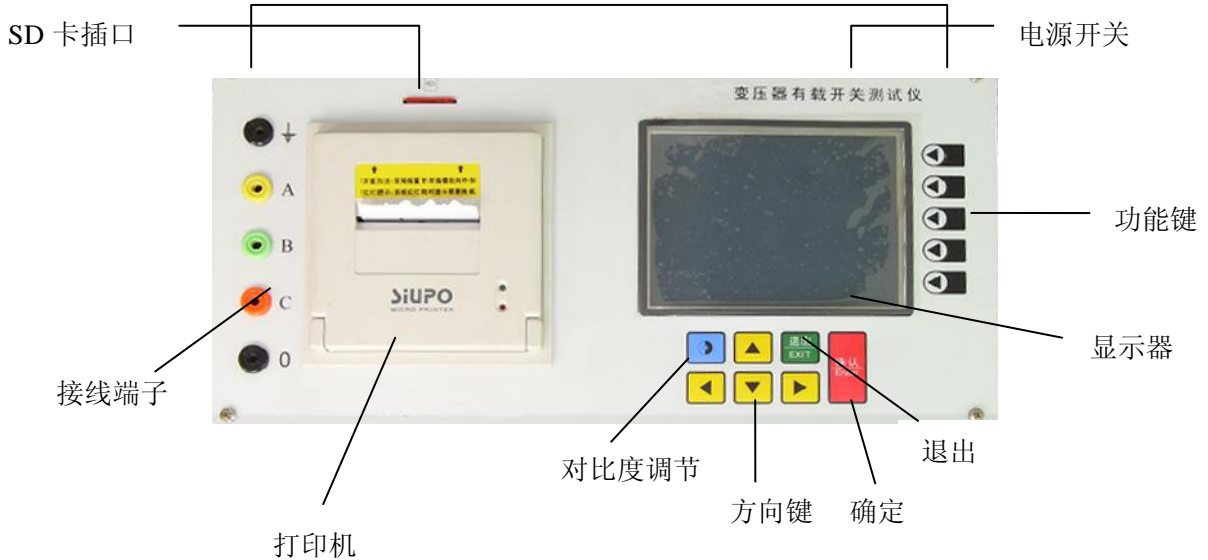


图1

1. **打印机**：本仪器采用面版式前换纸SP-H4015PK型微型高速打印机，保证输出波形的精细平滑和测试结果的清晰。

2. **显示器**：本仪器配有320×240点大屏幕点阵式液晶显示器，控制器为SED1335，通过专用并行口与单片机相连，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。

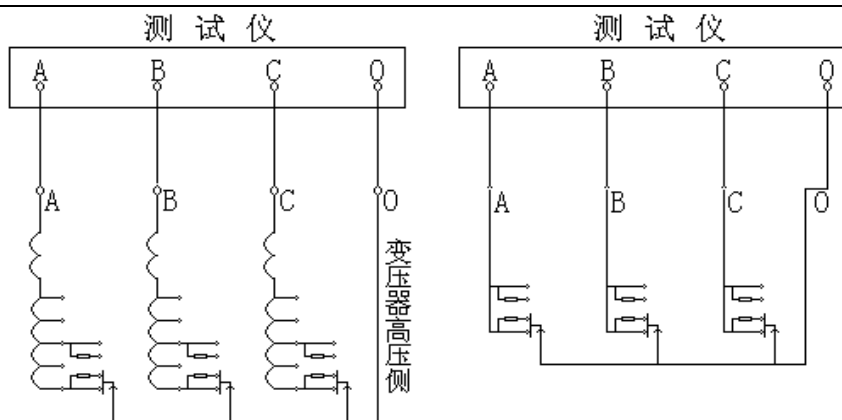
3. **键盘**：仪器设功能键，功能依界面不同而变化；方向及控制键6个，上移、下移、左移、右移、确认、退出。

## 三、操作指南

## (一) 接线

## 1、带变压器线圈测量

如图所示为一典型带有载分接开关的电力变压器原理图



带线圈测量接线图

吊芯测量接线图

将仪器内附的4根（红、绿、黄、黑）大线夹取出来，用大线夹夹住变压器高压端子的A、B、C和中性点O端，将线的另一接线端子分别插入仪器面板上的A、B、C、O插孔。用小夹子将变压器低压侧的A、B、C、O端子短路接地即可。

## 2、吊芯测量有载分接开关

在变压器大修时，有载分接开关吊出没有线圈如图所示。先把每一相中开关连接的触点短路，用仪器附带的4根（红、绿、黄、黑）小线夹分别夹住ABC相的短路点和中性点。另一接线端子分别插入仪器即可。

### （二）开机

检查接线无误后，打开仪器电源开关。开机画面如图2所示。此时，若须修改当前测量开关的名称、档位、触发方式、系统时钟等，可按“设置”键键入主菜单进行设置；若须修改测量范围直接按量程进行修改，无须修改相关设置时，按“测试”键直接进行测试。查阅键查看已有波形。若有任何其它问题可按帮助键寻求帮助。

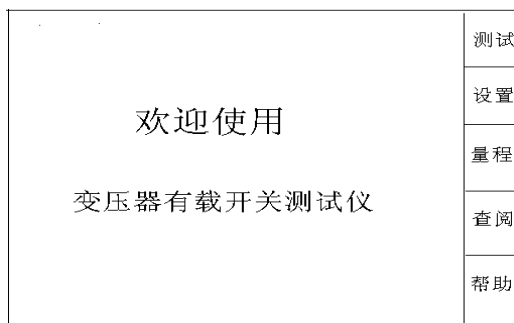


图2

### (三) 设置

#### 1. 文件

选择准备存储波形和参数的文件。按“上”键或“下”键改变所选的文件，按“退出”键修改完毕。

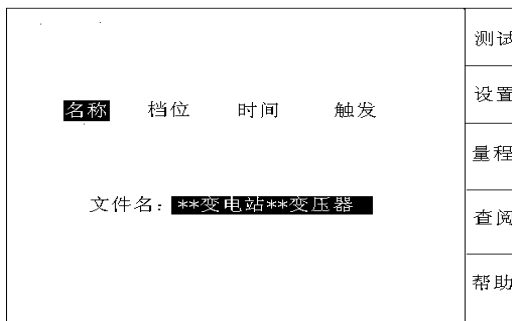


图3

#### 2. 档位

选择准备测量的初始档位。实际的档位值会随以后的测量而自动改变。如图4所示。档位以“xx-> xx”表示，按“上”键上调，按“下”键下调。例如档位为“07->08”,按“上”则变为“08->09”,反之按“下”则变为“07->06”，按“退出”键修改完毕。

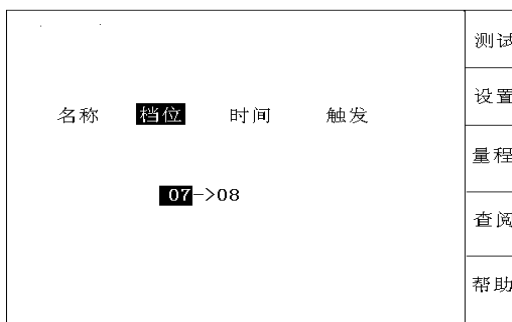


图4

#### 3. 系统时钟

年、月、日及时间的设置，其设置界面如图5所示。用“左”、“右”键选择要修改的位，用“上”、“下”键改变日期或时间，设置好后按“退出”键结束。



图5

#### 4. 触发电阻

按“确定”键进入，屏幕中间弹出一个对话框，如图5所示。按“左”和“右”键选择要设置的项目，按“上”和“下”键修改所选项。设置好后按“退出”键结束。

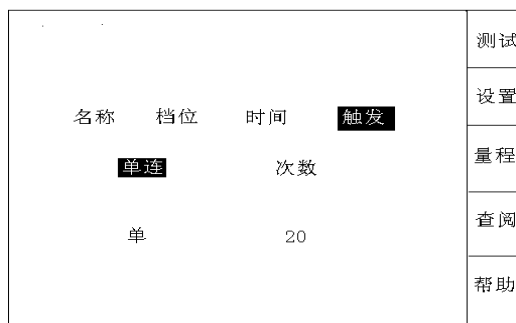


图6

#### 5. 量程选择

在开机界面下按“量程”进入仪器测量范围设置。如图7所示。此时，按“左”、“右”键选择“小量程”或“大量程”，按“退出”键退出设置。开机默认为小量程模式，两者的区别是：小量程的最大测试电阻为20Ω，大量程的最大测试电阻为40Ω。

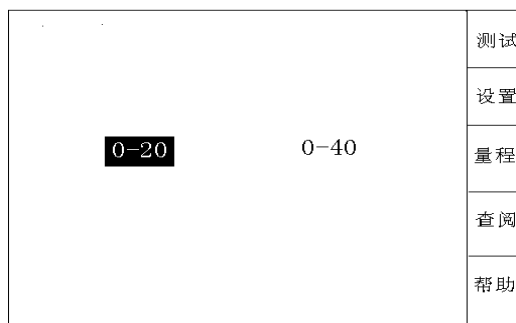


图7

(四) 测试

1. 按“测试”键仪器显示各路的充时情况，如图8所示，右侧变动的数据为每一路测到的电压值。充电完毕后，按**确定键开始测量**。(到图9画面)

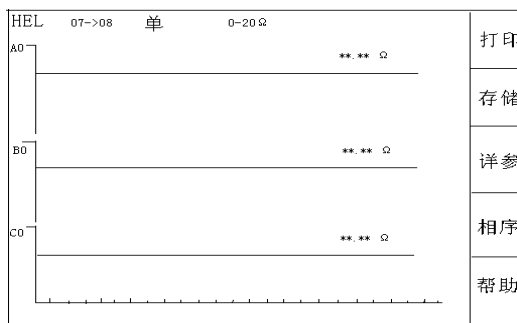


图 8

屏幕画面如图9所示：表示仪器正在捕捉测量开关切换过程，此时不想进行测试可长按“退出”键结束测试。

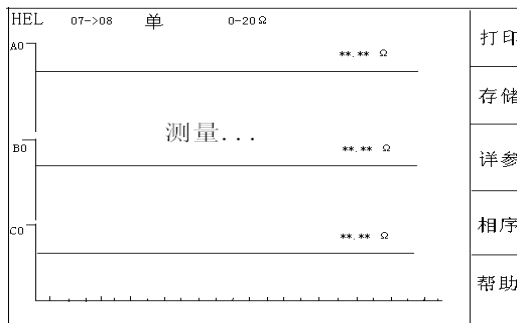


图 9

2. 启动有载开关，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，并显示在屏幕上，如图10所示。

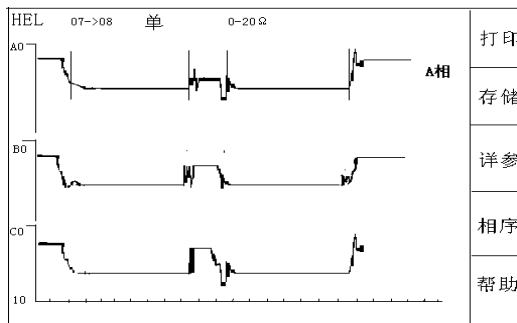


图 10



同时，在屏幕上用光标显示出自动查找的动作点位置和计算的测量参数值。此时，按“左”、“右”键移动当前光标位置；按“相序”键改变选择调整A、B、C三项相；按“上”、“下”键改变所选的光标。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，光标调节好后按确定键显示屏上将直接显示出波形时间和电阻值。各段参数的意义如图11所示，R1和R2是过渡电阻值，T0是三相同期，T2是桥接时间，T4是过渡时间。

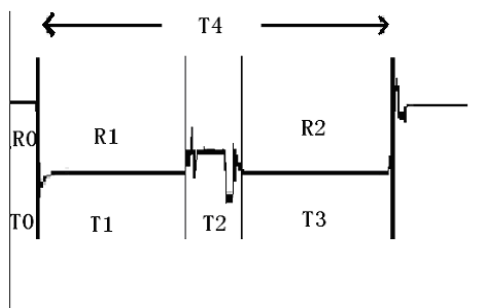


图 11

处理好三相的参数后，按“打印”键进入开始打印，如图12所示，要打印测量波形和数据则可按“打印”键进行打印（打印的图纸包括波形和处理的参数值）。

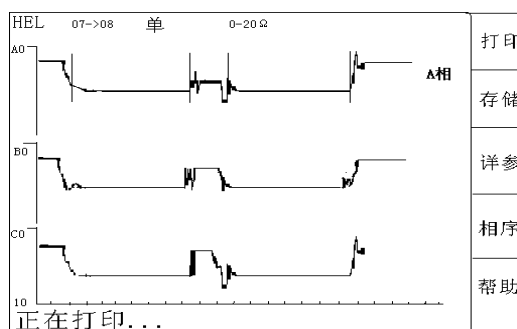


图 12

如需存储测量波形和参数，可按“存储”键进入波形存储，如图13。

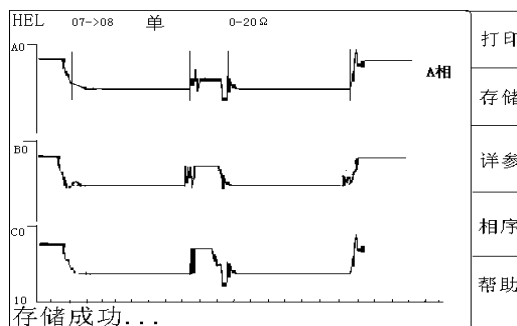


图13

### (五) 查阅

在开机画面下，选择“查阅”键进入查阅界面。则显示屏出现如图14所示画面，可用“左”、“右”键前后翻页，用“上”、“下”键改变闪烁光标的位置即要查阅波形的位置，再按“确认”键则显示屏显示出要查阅的波形和参数，显示画面如图14所示，此后的操作与“测试”部分相同。若要删除此条记录可按“删除”键，系统将在确认后删除。若要改变所查看的文件可按“文件”键，选择方法与设置文件过程中相同，在选好文件后按“确定”键完成选择。

文件名: **变电站**变压器				删除
001	06-07	07/03/05	15:32:33	文件
002	07-08	07/03/05	15:33:35	
003	08-09	07/03/05	15:34:03	
004	09-10	07/03/05	15:39:11	
005	10-09	07/03/05	15:42:15	
006	09-08	07/03/05	15:51:05	
				帮助

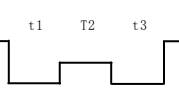
图 14

## 四、测试仪记录波形判读说明

### (一) 测量记录过程的理想直流波形及测试规范

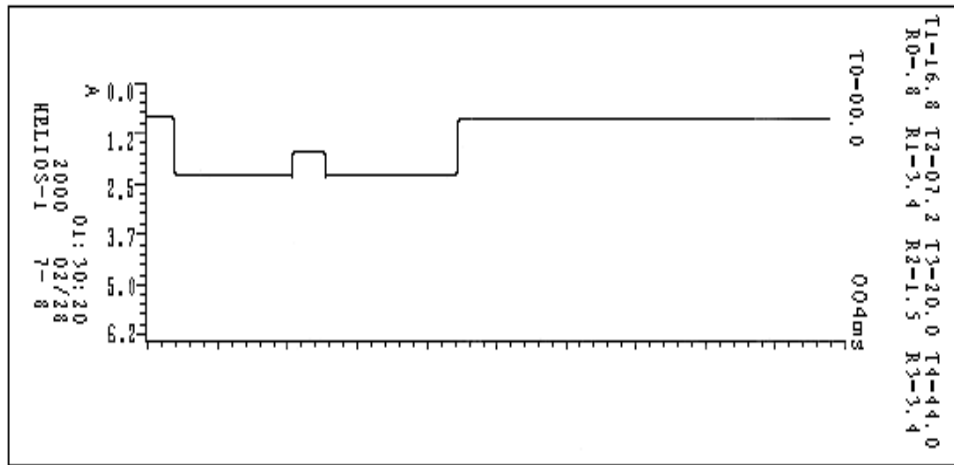
从有载开关动作过程来看，有几个参数尤为重要，其一即开关触头变换程序，具体须测量出整个切换过程的动作时间 $t_4$ 切换过程的波形变化，从波形图上应能看出三相是否同步等；其二是各触头联接的过度电阻，其中阻值还包括引线部分。如下表所示列出了长征电气一厂有载开关的参考指标（厂家不同指标有所不同）和测量参考值。

切换开关触头变换程序：（单位:ms）

直流示波图	测量值	单				双			
		t1	T2	t3	T4	t1	T2	t3	T4
	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
$T_2=2\sim7$ $t_1\geq 15$ $t_3\approx 20\text{ms}$ $T_4=35\sim 50$	三相不同步				$\Delta_t=3$ $R=10\%$				

## (二)、直流电流示波图形的判读说明

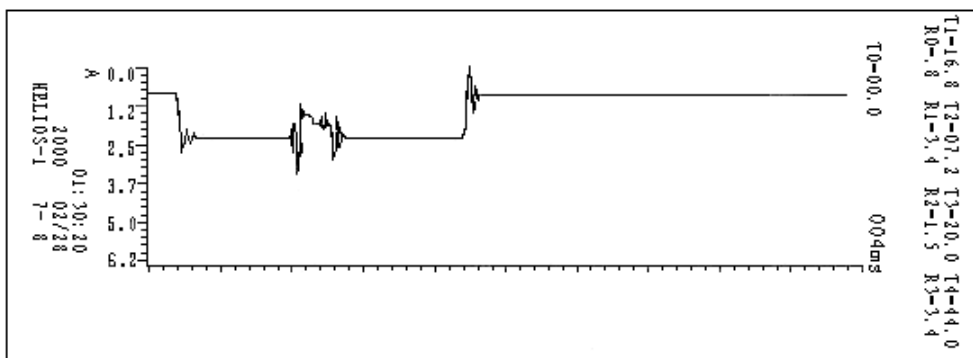
根据吊芯和不吊芯情况，系统测量的结果略有差异。如下图所示为一有载开关吊芯后测量的波形图。



图中所示波形纵坐标刻度表示电阻值，我们可以看出该开关动作前测试线等引起的零点电阻为 $0.8\Omega$ 左右，而开关动作A相接入R1的电阻值为 $2.5\Omega$ ，接入R2的电阻约为 $2.5\Omega$ 左右。

波形的横坐标为时间刻度，我们从图上清楚地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 $44\text{ms}$ 左右。

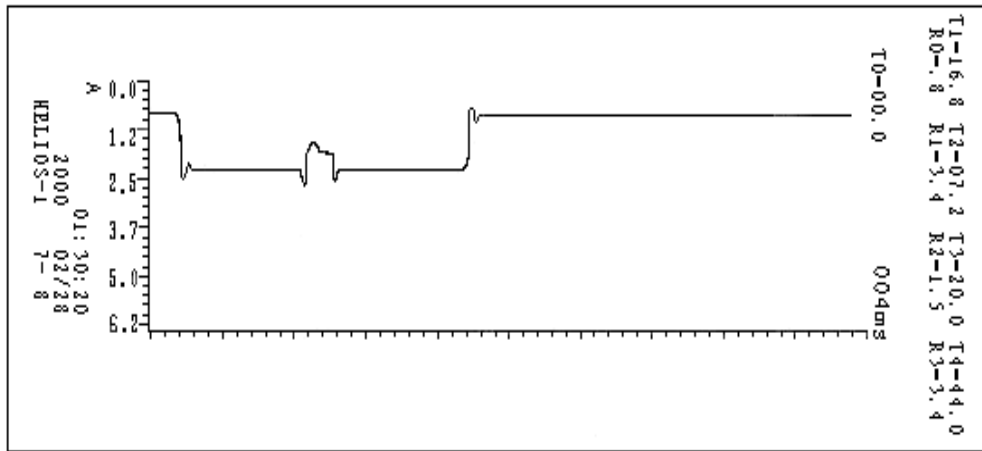
波形的三项周期性由T0的参数所决定。B C项以A项为参照，值有正负之分见等号处，等号为正、负号为负。注意：吊芯后测量的波形将非常平滑，勿须再作平滑处理。对于不吊芯测试（一般现场均采用这种方式）。其测量波形图如下所示。



我们比较发现，该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，即波形中某一段阻值大于 $40\Omega$ 以上并保持一段时间（如 $2\text{ms}$ 以上），则应视为开关有问题。

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“处理”菜单进入“滤波参数”一栏，加大滤波比例后，再进入“参数查阅”屏幕将显示平滑后的波形。

如下图所示，其平滑程度可由“处理”菜单中的“滤波参数”决定，比例越大则越光滑。



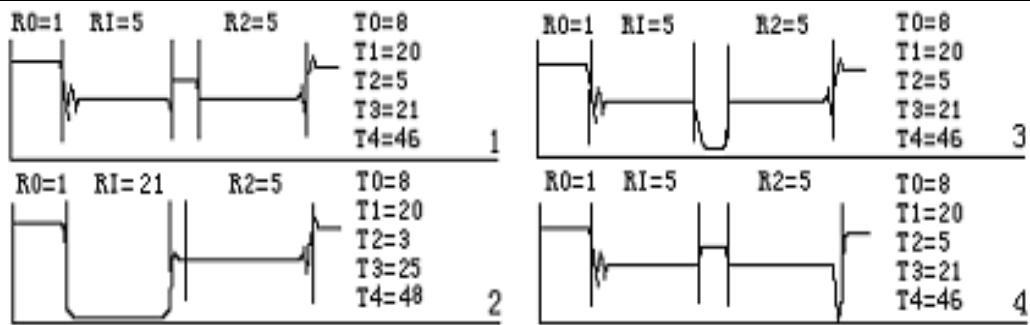
### (三) 根据标准分析测试波形，判断开关有何故障

1 号：图中的波形无断开点，过度总时间 $T_4=46$ 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 $T_0=01\Omega$ 左右，开关动作接入的电阻值 $R_1=5\Omega$ ， $R_2=5\Omega$ 左右，且两个电阻桥接的过程很清楚。说明开关正常。

2 号：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 $R_1=21\Omega$ 以经断开，本仪器测量有效值为 $22\Omega$ 超过就视为断开，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。开关以经损坏要检修，如不检修带电操作将造成严重后果。

3 号：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 号：图中的波形有断开点，过度总时间 $T_4=46$ 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 $R_2$ 往线包过渡桥接时有断开，这时要通过坐标的时间刻度，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 $20\Omega$ 。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。



## 五、主要技术指标及安全操作注意事项

为确保操作者和仪器的安全，生产厂提醒用户注意！

在使用仪器前一定要认真阅读本说明书；

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 $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，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；

主要技术指标：符合DL/T846.8-2004标准

1. 三路独立测试电源，输出电流 $I\geq 1\text{A}$ ；
2. 仪器设置采样率 $10\sim 20\text{KHZ}$ ；
3. 单次波形最大存储时间6.4秒；（精确到毫秒）
4. 过渡电阻测量范围： $0.1\sim 40\Omega$ ；
5. 测量精度： $0.1\sim 1\Omega$ ， $R\Delta\leq 0.1\%$ ； $1\Omega\sim 40\Omega$ （不含 $1\Omega$ ）， $R\Delta\leq \pm 5\%$ ， $T\Delta\leq \pm 1\%$ ；
6. 显示器：320\*240、SD1335控制器；
7. 处理部分：高速8位微处理器，支持SD存储卡，存贮波形无限；

8. 高速12位A/D转换器，最高采样率可达500KHZ;

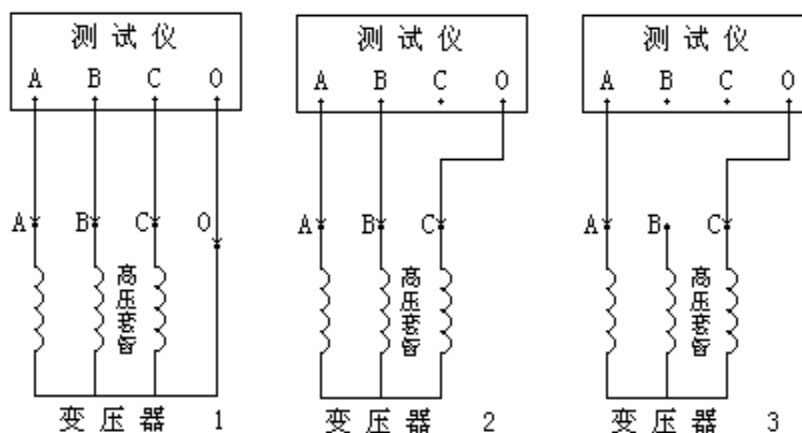
9. 电源 220V □ 10% 功率 □ 200W。

10. 尺寸 420mm×350mm ×220mm。

11. 重量 ≤15kg.

## 六、附录

接线图 下列图形中介绍了三种接线方法。



阻值算法

第一种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R_1=R_2=R$

第二种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R_1/3 \approx R_2/3 \approx R$

第三种接线方法测量时得到的过渡电阻值为 $R_1/2 \approx R_2/2 \approx R$

测试仪打印的数据中T4为过渡时间, T2为桥接时间, T0为三相同期性。

### 随机附件:

测试夹带10米测试线	4根
鳄鱼夹带1米测试线	4根
电源线	1根
SD存储卡	1个
读卡器	1个
打印纸	2卷

## 湖北仪天成电力设备有限公司

地址：武汉市武珞路 543 号科教新报大楼

电话：4000-777-650 027-87876585/87876385

传真：027-87596225 邮政编码：430077

网址：[www.hb1000kV.com](http://www.hb1000kV.com)

邮箱：[hb1000kV@163.com](mailto:hb1000kV@163.com)