

## 责任声明

版权所有归@武汉时基高压试验设备有限责任公司

本使用说明书所提及的商标与名称，均属于其合法注册公司所有，本使用说明书受著作权保护，所撰写的内容均为公司所有，本说明书所提及的产品规格或相关信息，未经许可，任何单位或个人不得擅自仿制、复制、修改、传播或出版，本使用说明书所提到的产品规格和资讯仅供参考，如有内容更新，恕不另行通知。可随时查阅我公司官网：[www.kvakva.cn](http://www.kvakva.cn)，本使用说明书仅作为产品使用指导，所有陈述、信息等均不构成任何形式的担保。

## 服务承诺

感谢您使用时基电力生产的产品，在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读此使用说明书，以便正确使用仪器，充分发挥其功能，并确保安全。

我们深信优质、系统、全面、快捷的服务是事业发展的基础。经过多年的不断探索和进取，我们形成了“重客户、重质量”的服务理念。以更好的产品质量，更完善的售后服务，全力打造技术领先、质量领先、服务领先的电力试验产品品牌企业。构建良好的市场服务体系，为客户提供满意的售前、售后服务！

## 安全要求

为了避免可能发生的危险，请阅读下列安全注意事项。

首先，请使用我公司标配的附件。

防止火灾或电击危险，确保人生安全。在使用本产品进行试验之前，请务必仔细阅读产品使用说明书，按照产品规定试验环境和参数标准进行试验。

使用产品配套的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。产品输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，试验过程中在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，请务必注意人身安全！请勿在仪器无前（后）盖板的情况下操作仪器/仪表。

试验前，为了防止电击，接地导体必须与真实的接地线相连，确保产品正确接地。

试验中，测试导线与带电端子连接时，请勿随意连接或断开测试导线，试验完成后，按照操作说明关闭仪器，断开电源，将仪器按要求妥善管理。

若产品有损坏或者有故障时，切勿继续操作，请断开电源后妥善保存仪器，并与本公司售后服务部（027 - 6191 5220）联系，我们技术人员乐于为您服务。

请勿在潮湿环境下使用仪器。

请勿在易爆环境中使用仪器（防爆产品除外）。

请保持产品表面清洁，干燥。

产品为精密仪器，在搬运中请保持向上并小心轻放。

## 联系方式

生产商：武汉时基高压试验设备有限责任公司

地址：武汉市盘龙经济开发区天纵城 C5 栋 2 单元 2603 室

销售： 151 7143 2867      销售： 138 7156 8672

售后：027-6191 5220

产品官方网站：[www.kvakva.cn](http://www.kvakva.cn)    [www.kv-kva.com](http://www.kv-kva.com)

# 目 录

第一章：装置特点与参数.....	- 4 -
第二章：用户接口和操作方法.....	- 5 -
第三章：设备功能检测.....	- 13 -
第四章：数据结果.....	- 14 -
第五章：上位机操作使用.....	- 16 -
第六章：接线图及方法附录页.....	- 20 -

## 第一章：装置特点与参数

变频式互感器特性综合测试仪是在本公司开发的、广受赞誉并大量应用的 FA 系列互感器多功能全自动综合测试仪基础上，广泛听取用户意见、经过大量的市场调研、深入进行理论研究之后研发的新一代革新型 CT、PT 测试仪器。装置采用高性能 DSP 和 ARM、先进的制造工艺，保证了产品性能稳定可靠、功能完备、自动化程度高、测试效率高、在国内处于领先水平，是电力行业用于互感器的专业测试仪器。

### 1.1 主要技术特点

- 功能全面，既满足各类 CT（如：保护类、计量类、TP 类）的励磁特性（即伏安特性）、变比、极性、二次绕组电阻、二次负荷、比差以及角差等测试要求，又可用于各类 PT 电磁单元的励磁特性、变比、极性、二次绕组电阻等测试。
- 自动给出拐点电压/电流、10%(5%) 误差曲线、准确限值系数（ALF）、仪表保安系数（FS）、二次时间常数（Ts）、剩磁系数（Kr）、饱和及不饱和电感等 CT、PT 参数。
- 测试满足 GB1208（IEC60044-1）、GB16847（IEC60044-6）、GB1207 等各类互感器标准，并依照互感器类型和级别自动选择何种标准进行测试。
- 基于先进的低频法测试原理，能应对拐点高达 60KV 的 CT 测试。
- 界面友好美观，全中文图形界面。
- 装置可存储 2000 组测试数据，掉电不丢失。试验完毕后用 U 盘存入 PC 机，用软件进行数据分析，并生成 WORD 报告。
- 测试简单方便，一键完成 CT 直阻、励磁、变比和极性测试，而且除了负荷测试外，CT 其他各项测试都是采用同一种接线方式。
- 易于携带，装置重量<8.2Kg。

### 1.2 装置面板说明

红黑 S1、S2 端子：试验电源输出；黄黑 S1、S2 端子：输出电压回测；绿黑 P1、P2 端子：感应电压测量端子；液晶显示屏：中文显示界面



图 1

### 1.3 主要技术参数

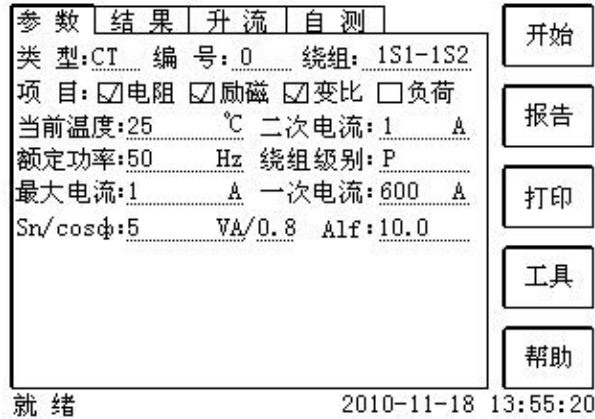
测试用途		保护类 CT、计量类 CT、保护类 PT
输出		0-180Vrms, 12Arms, 36A (峰值)
电压测量精度		±0.1%
CT 变比测量	范围	1-40000
	精度	±0.2%
PT 变比测量	范围	1-40000
	精度	±0.2%
相位测量	精度	±3min
	分辨率	0.3min
二次绕组电阻测量	范围	0-300 Ω
	精度	0.5% (0.2%*读数+0.3%*量程) ±2m Ω
交流负载测量	范围	1-500VA
	精度	≤0.5% (0.2%*读数+0.3%*量程) ±0.1VA
输入电源电压		AC220V ± 10%, 50Hz
工作环境		温度: -10 °C ~ 50 °C, 湿度: ≤90%
尺寸、重量		尺寸: 340mm × 296mm × 174mm, 重量 < 9kg

## 第二章：用户接口和操作方法

CTP 系列互感器测试仪保证了测试软件的延续性及一致性，因此该系列测试仪在软件界面及操作方法上基本类似。

### 2.1 电流互感器试验

在参数界面，转动 旋转鼠标将光标转到类型栏，选择互感器类型为 CT。



### 2.1.1 试验接线

第一步：根据表 2.1 描述的 CT 试验项目说明，依照图 2.1 或图 2.2 进行接线（对于各种结构的 CT，可参考附录 D 描述的实际接线方式）。

表 2.1 CT 试验项目说明

电阻	励磁	变比	负荷	说明	接线图
√				测量 CT 的二次绕组电阻	图 2.1, 但一次侧可以不接
√	√			测量 CT 的二次绕组电阻、励磁特性	图 2.1, 但一次侧可以不接
√		√		测量 CT 的二次绕组电阻, 检查 CT 变比和极性	图 2.1
√	√	√		测量 CT 的二次绕组电阻、励磁特性, 检查 CT 变比和极性	图 2.1
			√	测量 CT 的二次负荷	图 2.2,

第二步：同一 CT 其他绕组开路，CT 的一次侧一端要接地，设备也要接地。

第三步：接通电源，准备参数设置。

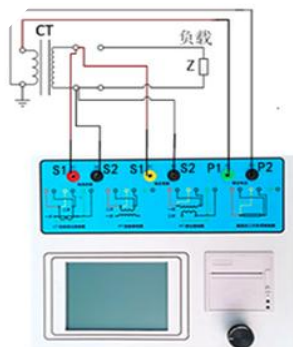


图 2.1

电阻、励磁、变比试验接线方式

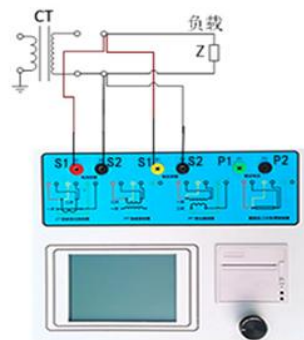


图 2.2

CT 二次负荷试验接线方式

第四步：选择右边的“开始”按钮进行试验。

### 2.1.2 参数设置

试验参数设置界面如图 2.3。



图 2.3 基本参数设置界面

参数设置步骤如下，转动光标到要设置的参数位置。

(1) 编号、绕组号：可输入字母和数字，默认保存的报告文件名为“CT\_编号\_绕组号.ctp”。

(2) 额定二次电流  $I_{sn}$ ：电流互感器二次侧的额定电流，一般为 1A 和 5A。

(3) 级别：被测绕组的级别，对于 CT，有 P、TPY、计量、PR、PX、TPS、TPX、TPZ 等 8 个选项。

(4) 当前温度：测试时绕组温度，一般可输入测试时的气温。

(5) 额定频率：可选值为：50Hz 或 60Hz。

(6) 最大测试电流：一般可设为额定二次电流值，对于 TPY 级 CT，一般可设为 2 倍的额定二次电流值。对于 P 级 CT，假设其为 5P40，额定二次电流为 1A，那么最大测试电流应设  $5\% \times 40 \times 1A = 2A$ ；假设其为 10P15，额定二次电流为 5A，那么最大测试电流应设  $10\% \times 15 \times 5A = 7.5A$ 。

如果用户希望看到以下结果，需要准确设置基本参数（建议用户设置）。

(1) 匝比误差、比值差和相位差

(2) 准确计算的极限电动势及其对应的复合误差

(3) 实测的准确限制系数、仪表保安系数和对称短路电流倍数

(4) 实测的暂态面积系数、峰瞬误差、二次时间常数

对于不同级别的 CT，参数的设置也不同，见表 2.2。

表 2.2 CT 参数描述

参数	描述	P	TPY	计量	PR	PX	TPS	TPX	TPZ
额定一次电流	用于计算准确的实际电流比	√	√	√	√	√	√	√	√
额定负荷，功率因数	铭牌上的额定负荷，功率因数为 0.8 或 1	√	√	√	√	√	√	√	√
额定准确限值系数 $K_{alf}$	铭牌上的规定，默认：10。用于计算极限电动势及其对应的复合误差	√							
额定对称短路电流系数 $K_{ssc}$	铭牌上的规定，默认：10。用于计算极限电动势及其对应的峰瞬误差		√				√	√	√
一次时间常数	默认：100ms		√					√	√
二次时间常数	默认：3000ms		√						√
工作循环	C-t1-0 或 C-t1-0-tfr-C-t2-0，默认：C-t1-0 循环		√					√	
t1	第一次电流通过时间，默认：100ms		√					√	
tall	一次通流保持准确限值的时间，默认：40ms								
tfr	第一次打开和重合闸的延时，默认：500ms。选择 C-t1-0-tfr-C-t2-0 循环才显示		√					√	
t2	第二次电流通过时间，默认：100ms。选择 C-t1-0-tfr-C-t2-0 循环才显示		√		√			√	
tal2	二次通流保持准确限值的时间，默认：40ms 选择 C-t1-0-tfr-C-t2-0 循环才显示		√					√	
额定仪表保安系数	铭牌上的规定，默认值：10。用于计算极限电动势及其对应的复合误差			√					



额定计算系数						√			
额定拐点电势 Ek						√			
Ek 对应的 Ie						√			
面积系数							√		
额定 Ua1	额定等效二次极限电压						√		
Ua1 对应的 Ia1							√		

### 2.1.3 试验结果

界面分别如图 2.4。

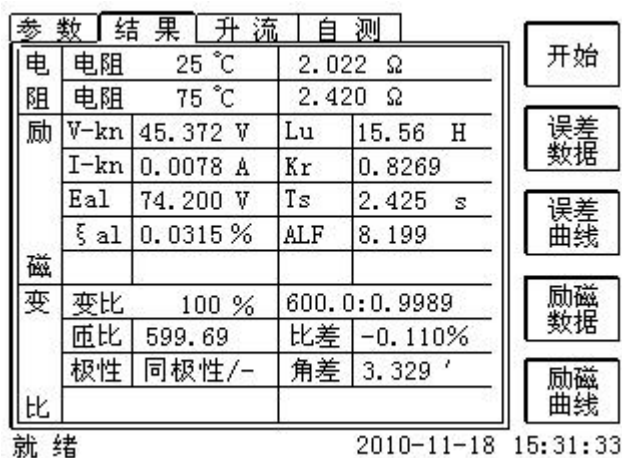


图 2.4 试验结果界面

对于不同级别的 CT 和所选的试验项目，试验结果也不同，见表 2.3。

表 2.3 CT 试验结果描述

试验结果		描述	P	TPY	计量	PR	PX	TPS	TPX	TPZ
负 荷	实测负荷	单位：VA，CT 二次侧实测负荷	√	√	√	√	√	√	√	√
	功率因数	实测负荷的功率因数	√	√	√	√	√	√	√	√
	阻抗	单位：Ω，CT 二次侧实测阻抗	√	√	√	√	√	√	√	√
电 阻	电 阻 (25°C)	单位：Ω，当前温度下 CT 二次绕组电阻	√	√	√	√	√	√	√	√
	电 阻 (75°C)	$R_{ref}$ ，单位：Ω，折算到 75°C 下的电阻值	√	√	√	√	√	√	√	√
励 磁	拐点电压和拐点电流	单位：分别为 V 和 A，根据标准定义，拐点电压增加 10% 时，拐点电流增加 50%。	√	√	√	√	√	√	√	√

	不饱和电感 $L_u$	单位：H，励磁曲线线性段的平均电感	√	√	√	√	√	√	√	√
	剩磁系数 $K_r$	剩磁通与饱和磁通的比值	√	√	√	√	√	√	√	√
	二次时间常数 $T_s$	单位：s, CT 二次接额定负荷时的时间常数	√	√	√	√	√	√	√	√
	极限电动势 $E_{al}$	单位：V，根据 CT 铭牌和 75℃ 电阻计算的极限电动势	√	√	√	√			√	√
	复合误差 $\varepsilon_{al}$	极限电动势 $E_{al}$ 或额定拐点电势 $E_k$ 下的复合误差	√		√	√	√			
	峰瞬误差 $\varepsilon$	极限电动势 $E_{al}$ 下的峰瞬误差		√					√	√
	准确限值系数	实测的准确限值系数	√			√				
	仪表保安系数	实测的仪表保安系数			√					
	对称短路电流倍数 $K_{ssc}$	实测的对称短路电流倍数		√				√	√	√
	暂态面积系数	实际的暂态面积系数		√					√	√
	计算系数 $K_x$	实测的计算系数					√			
	额定拐点电势 $E_k$						√			
	$E_k$ 对应的 $I_e$	额定拐点电势对应的实测励磁电流					√			
	额定 $U_{al}$	额定等效二次极限电压						√		
	$U_{al}$ 对应的 $I_{al}$	额定等效二次极限电压对应的实测励磁电流						√		
变比	变比	额定负荷下的实际电流比	√	√	√	√	√	√	√	√
	匝数比	被测试的二次绕组与一次绕组的实际匝比	√	√	√	√	√	√	√	√
	比值差	额定负荷下的电流误	√	√	√	√	√	√	√	√

	差									
相位差	额定负荷下的相位差	√	√	√	√	√	√	√	√	√
极性	CT 一次和二次的极性关系, 有同极性/- (减极性) 和反极性/+ (加极性) 两种	√	√	√	√	√	√	√	√	√
匝比误差	实测匝数比与额定匝比的相对误差					√	√			

## 2.2 电压互感器试验

在参数界面, 用 旋转鼠标切换光标到类型栏, 选择互感器类型为 PT。

### 2.2.1 试验接线 (试验接线步骤如下)

第一步: 根据表 2.4 描述的 PT 试验项目说明, 依照图 2.7 或图 2.8 进行接线。

表 2.4 PT 试验项目说明

电阻	励磁	变比	说明	接线图
√			测量 PT 的二次绕组电阻	图 2.7, 一次侧必须断开
√	√		测量 PT 的二次绕组电阻、励磁特性	图 2.7, 一次侧必须断开
		√	检查 PT 变比和极性	图 2.8

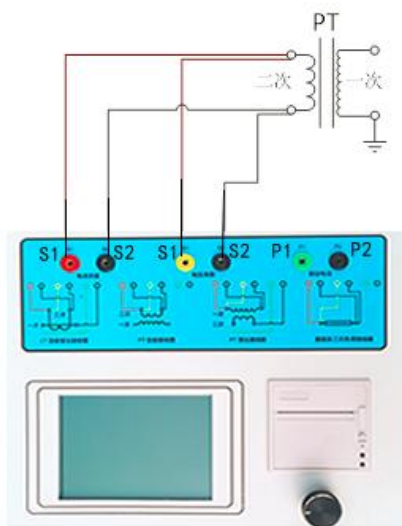


图 2.7 PT 直阻、励磁试验接线

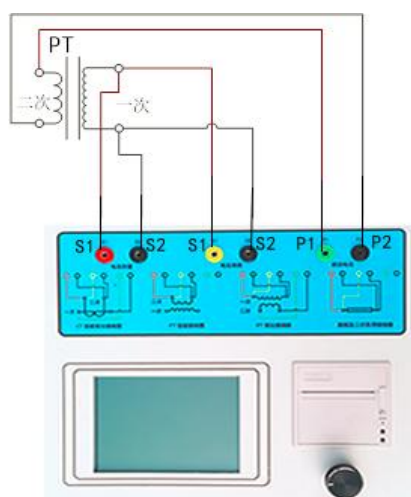


图 2.8 PT 变比、极性

第二步: 同一 PT 其他绕组开路。

第三步: 接通电源, 准备参数设置。

## 2.2.2 参数设置

PT 的试验参数设置界面如图 2.5。



图 2.5 PT 参数设置界面

参数设置步骤如下：

用 **旋转鼠标** 切换光标到要设置的参数位置。

- (1) 编号、绕组号可输入字母和数字。
- (2) 额定二次电压  $V_{sn}$ ：电压互感器二次侧的额定电压。
- (3) 级别：被测绕组的级别，有 P 级 1 个选项。
- (4) 当前温度：测试时绕组温度，一般可输入当时的气温。
- (5) 额定频率：可选值为：50Hz 或 60Hz。
- (6) 最大测试电压：试验时设备输出的最大工频等效电压。
- (7) 最大测试电流：试验时设备输出的最大交流电流。

第四步：选择右边的**开始**按钮进行试验。

## 2.2.3 试验结果

试验结果页，如图 2.6。

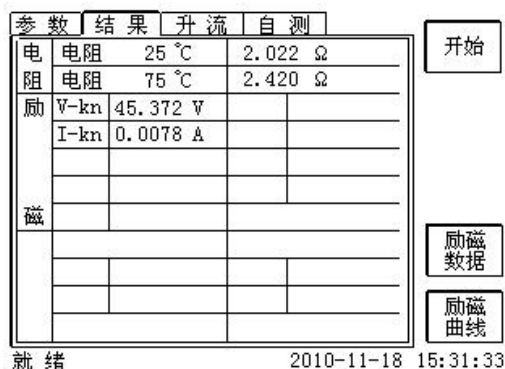


图 2.6 P 级 PT 的试验结果界面

对于不同级别的 PT 和所选的试验项目，试验结果也不同，见表 2.5。

表 2.5 PT 试验结果描述

试验结果		描述	P	计量
电阻	电阻 (25°C) $R$	单位: $\Omega$ , 当前温度下的电阻	√	√
	电阻 (75°C) $R_{ref}$	单位: $\Omega$ , 参考温度下的电阻值, 温度可修改	√	√
励磁	拐点电压和拐点电流	单位: 分别为 V 和 A, 根据标准定义, 拐点电压增加 10%时, 拐点电流增加 50%。	√	√
变比	变比	额定负荷或实际负荷下的实际电流比	√	√
	匝数比	被测试的二次绕组与一次绕组的实际匝比	√	√
	极性	PT 一次和二次的极性关系, 有同极性/-(减极性) 和反极性/(加极性) 两种	√	√

### 第三章：设备功能检测

自测界面如图 2.8。在万用表帮助下，自测功能可用于检查设备是否损坏，测量电路是否正常。



自测测试所需的参数如下表：

表 2.6 自测测试参数

参数	描述
测试电流	需要装置输出的电流，有效值范围：1mA~5A
测试电压	需要装置输出的电压，有效值范围：1V~80V
测试频率	需要装置输出电压或电流的频率，范围：0~50Hz

测试电流或测试电压设置后，设置测试频率，装置将输出对应频率的电压或电流，并显示检测到的实际电压或电流。在选择电压后，如果负载太小，导致实际电流有效值大于 5A，则显示过载信息。在选择电流后，如果负载太大，导致实际测

试电压有效值大于 100V，则也会显示过载信息。

### 自测接线方法

选择电压测试时，将 S1 短接另一个 S1，S2 短接另一个 S2。用万用表电压档测量 S1 和 S2 之间的电压，若与实际电压相符，说明设备能够输出电压且电压测量环节正常。

电流测试时，将电源输出的 S1、S2 端子短接。电压回测的 S1、S2 不接。可在输出的 S1 和 S2 之间串入万用表电流档，若万用表测量的电流与实际电流相符，说明设备能够正常输出电流且电流测量环节正常。

## 第四章：数据结果

### 4.1 5%-10%误差数据

选择误差数据将显示 5%和 10%误差情况下，额定一次电流倍数与最大负荷之间的关系数据界面，如图 2.13。界面中给出的数据是根据实际励磁测试数据计算得到的。

参数	结果	升流	自测
5%误差实测数据：			
序号	5%_阻抗	5%_倍数	
拐点			
1	24.22 Ω	2.06	
2	17.70 Ω	2.76	
3	13.47 Ω	3.53	
4	5.793 Ω	6.89	
5	4.171 Ω	8.61	
6	2.869 Ω	10.7	
7	1.694 Ω	13.9	
8	0.8758 Ω	17.4	

就绪 2010-11-18 15:31:33

5%  
实测

5%  
取整

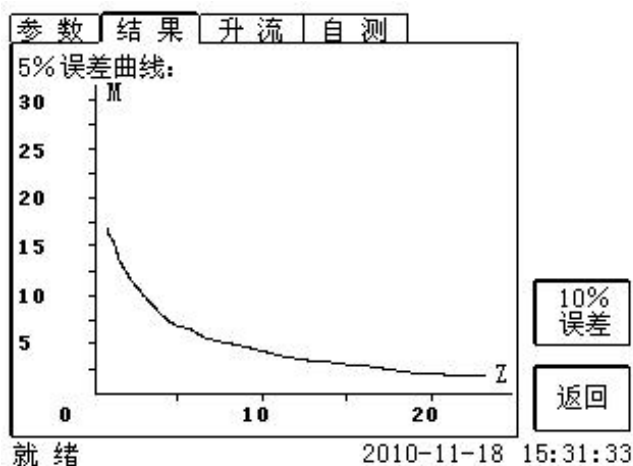
10%  
实测

10%  
取整

返回

### 4.2 误差曲线

选择误差曲线，将显示 10%（或 5%）误差情况下，额定一次电流倍数与最大负荷之间的关系曲线界面，如图 2.14。界面中横坐标为额定一次电流倍数，纵坐标为允许的最大负荷。



误差曲线图

### 4.3 励磁数据

选择**励磁数据**将显示励磁数据界面，如图 2.15，界面中给出了自动计算出来的拐点电压和拐点电流。用户可以根据需要选择要打印的数据：

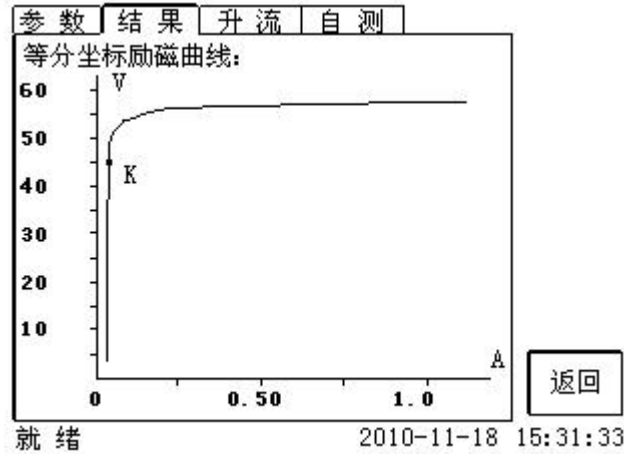
- (1) 实测数据：实际测试的数据。
- (2) 取整数据：显示一些默认整数点测试对应的数据。
- (3) 指定数据：用户可以输入所需要的数据。
- (4) 指定步长数据：根据用户指定的步长显示对应的测试数据。

序号	测试电流	测试电压
拐点	0.0078 A	45.372 V
1	0.00007 A	0.1029 V
2	0.0004 A	0.7061 V
3	0.0007 A	1.4119 V
4	0.0009 A	2.1164 V
5	0.0011 A	2.8203 V
6	0.0013 A	3.5220 V

励磁数据

### 4.4 励磁曲线

选择**励磁曲线**将显示励磁曲线界面如图 2.16，界面中给出拐点电压和拐点电流。



#### 4.5 比差值及相位差

选择**比值差表**将显示不同额定电流百分比和不同负荷值情况下被测 CT 的比值差与相位差，如图 2.17：

参数   结果   升流   自测				
额定电流的百分比 (%)	额定负荷(VA/Cos φ)			
	5.000/0.80	1.250/0.80	比差	角差
1	-0.41	-4.5	-0.13	5.00
5	-0.35	-3.9	-0.16	0.61
20	-0.19	7.92	-0.08	5.06
100	-0.11	3.32	-0.04	3.07
120	-0.09	2.88	-0.03	2.94

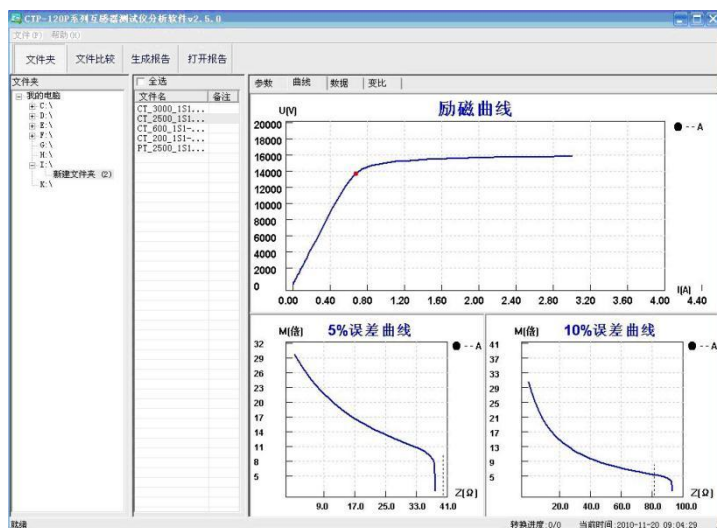
比差单位：% 角差单位：'

### 第五章：上位机操作使用

对于 CTP 互感器分析仪的试验报告，可以通过 PC 机操作软件来完成对试验源数据文件的分析和生成 WORD 报告。

#### 5.1 上位机界面





### 文件夹

当该按钮处于“按下状态”时，显示文件夹目录。当按钮处于“弹起状态”时，隐藏文件夹目录。

### 文件比较

当该按钮处于“按下状态”时，从文件列表选定多个数据源文件进行数据处理，选中的文件分别标注（A、B、C、a、b、c）标签，顺序由A->c，并且用颜色表示。若右侧显示页显示曲线时，将显示多条曲线进行比较，若显示页显示其它数据，则仅显示当前源文件的数据信息。

### 生成报告

按照“文件比较”按钮的状态将选定的源文件生成 WORD 试验报告。

当“文件比较”按钮处于“弹起状态”时，仅将所选源文件转换成 WORD 试验报告，当“文件比较”按钮处于“按下状态”时，将所定的多个源文件合并生成 WORD 试验报告。报告中将不记录励磁、5%误差、10%误差实测值，而只记录取整值，以利于进行数据比较。

### 打开报告

使用 OFFICE 软件打开已经生成的 WORD 试验报告。

### 参数页

参数页（图 3.2）显示试验源文件的数据信息。不同的 CT 类型显示不同的参数，其中包括电阻信息，励磁信息，变比信息，负荷信息。

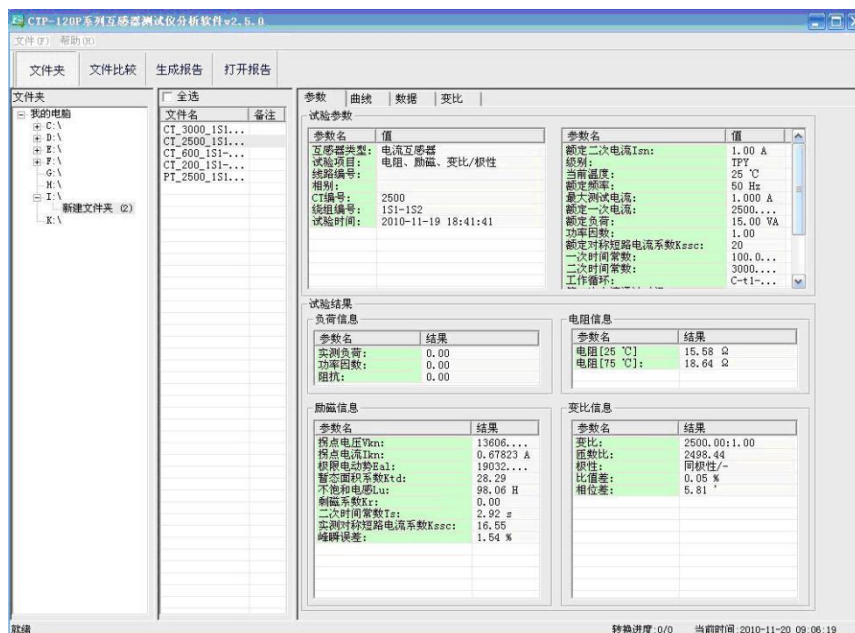


图 3.2 PC 机操作软件参数界面

### 曲线页

曲线页（图 3.1）显示励磁曲线、5%误差曲线、10%误差曲线。最多可以显示 6 个源文件的 6 条曲线，由 6 种不同形状的图标指示，可以方便地进行比较。曲线中的坐标点是根据源文件中的数值自适应确定的。在绘图有效区域内移动鼠标，程序会根据 X 轴坐标点自动计算 Y 轴坐标点的数据，显示在右侧对应的图标下。

### 数据页

数据页（图 3.3）显示励磁、5%误差、10%误差的实测值和取整值。实测值是直接从文件中读取的，取整值是通过计算将 X 坐标取整得到的数据。取整值可按一定步长进行取整，还可以双击对取整的数据进行修改，用右键添加和删除。



图 3.3 PC 机操作软件数据界面

变比页

变比界面（图 3.4）显示比差值和相差值数据。某些数据用不同颜色表示以更加醒目。只能显示数据供用户分析，不能进行修改。



图 3.4 PC 机操作软件变比界面

文件生成 word 详见生成模块。

## 第六章：接线图及方法附录页

### 6.1 低频法测试基本原理

IEC60044-6 标准（对应国家标准 GB16847-1977）声称，CT 的测试可以在比额定频率低的情况下进行，避免绕组和二次端子承受不能容许的电压。

CT 伏安特性测量的原理电路如下图：CT 一次侧开路，从二次侧施加电压，测量所加电压  $V$  与输入电流  $I$  的关系曲线。此曲线近似 CT 的励磁电势  $E$  与励磁电流  $I$  的关系曲线。

设 CT 励磁绕组在某一励磁电流  $I$  时的激磁电感为  $L$ ，激磁阻抗为  $Z$ ，则：

$$V = I \cdot Z$$

电感  $L$  与阻抗  $Z$  之间具有下述关系

$$Z = \omega \cdot L = 2 \pi f L$$

$$\text{则：} V = I \cdot 2 \pi f L$$

由公式中可见在某一激磁电感  $L$  时所加电压  $V$  与频率  $f$  成正比关系。

假设当  $f = 50\text{Hz}$  时，为达到励磁电流  $I_x$ ，所需施加的电压  $V_x$  为 2000V

$$V_x = I_x \cdot 2 \pi f L = 2000\text{V},$$

若施加不同频率：

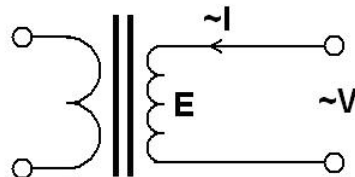
$$f = 50\text{Hz}, V_x = 2000\text{V}$$

$$f = 5\text{Hz}, V_x \cong 200\text{V}$$

$$f = 0.5\text{Hz}, V_x \cong 20\text{V}$$

由此可见需要使 CT 进入相同饱和程度，施加较低频率信号所需电压可以大幅度降低这就是变频法的基本原理。

在此必须严格注意，所需电压并非与频率呈线性比例关系，并非随着频率等比例降低，需要严格按照互感器的精确数学模型进行完整的理论计算。



### 6.2 10%误差曲线计算和应用方法

电流互感器的误差主要是由于励磁电流  $I_0$  的存在, 它使二次电流  $I_2$  与换算到二次侧后的一次电流  $I_1'$  不但在数值上不相等, 而且相位也不相同, 这就造成了电流互感器的误差。

$$\text{电流互感器的比值差定义为: } \varepsilon = \frac{I_1' - I_2}{I_1'} \times 100 = \frac{I_0}{I_1'} \times 100 \quad (\text{B. 1})$$

继电保护要求电流互感器的一次电流  $I_1$  等于最大短路电流时, 其比值差小于或等于 10%。在比值差等于 10% 时, 二次电流  $I_2$ 、与换算到二次侧后的一次电流  $I_1'$  以及励磁电流  $I_0$  之间满足下述关系:  $I_1' = 10I_0$  (B. 2);  $I_2 = 9I_0$  (B. 3)

定义  $M$  为一次侧最大短路电流倍数,  $K$  为电流互感器的变比, 则有

$$M = \frac{I_{1M}}{I_{1N}} = \frac{K \times I_1'}{K \times I_{2N}} = \frac{10I_0}{I_{2N}} \quad (\text{B. 4})$$

其中:  $I_{1M}$  为一次侧最大短路电流

$I_{1N}$  为一次侧额定电流

$I_{2N}$  为二次侧额定电流

10% 比值差时, 允许的最大负荷阻抗  $Z_B$  的计算公式为:

$$Z_B = \frac{E_0}{I_2} - Z_2 = \frac{E_0}{9I_0} - Z_2 \quad (\text{B. 5})$$

式中:

$Z_2$  为电流互感器二次绕组阻抗

$E_0$  为电流互感器二次绕组感应电动势,  $E_0$  和  $I_0$  的关系由励磁特性曲线描述。

根据上述算式, 最后可以得到用最大短路电流倍数  $M$  和允许的最大负荷阻抗  $Z_B$  描述的 10% 误差曲线 (见图 2. 29)。

### 6. 3 10% 误差曲线的应用方法

得出某一 CT 的 10% 误差曲线后, 还必须查阅流经该 CT 的最大短路电流  $I_{MAX}$  和该

CT 二次侧所带回路的阻抗  $Z_2$ 。最大短路电流往往在整定计算时得出，是该 CT 所在线路的最大运行方式下最严重短路时的短路电流，最大电流倍数

$I_{1M} = I_{MAX} / I_E$ （额定电流）。二次回路阻抗  $Z_2$  可以用 CTP 装置测量得到。

得到  $I_{1M}$  和  $Z_2$  后查阅 10%误差曲线，若点  $(I_{1M}, Z_2)$  在曲线下方，则满足要求，说明在最严重短路情况下 CT 的电流变换误差小于 10%。否则将大于 10%。

#### 6.4 CTP 用于各种 CT 的实际接线方式

CTP 用于 CT 测试的基本接线步骤（参见图 C.1）如下：

- （1）用  $4\text{mm}^2$  线将测试仪左侧的接地端子连接到保护地。
- （2）连接 CT 一次侧的一个端子和二次侧的一个端子到保护地。
- （3）确保 CT 的其他端子全部从输电线上断开，其他绕组全部开路。
- （4）用  $2.5\text{mm}^2$  红线和黑线将 CT 的二次侧连接到测试仪“Output”S1 和 S2 插孔，用  $1.2\text{mm}^2$  黄线和黑线将 CT 的二次侧连接到测试仪“Sec”的 S1 和 S2 插孔，注意两根黑线连在 CT 二次侧已接保护地的同一端子上。
- （5）用  $1.2\text{mm}^2$  绿线和黑线将 CT 的一次侧连接到测试仪的“Prim”的 P1 和 P2 端子上，P2 通过黑线与 CT 一次侧连接到保护地的那个端子相连。
- （6）检查接线无误，开始测试。

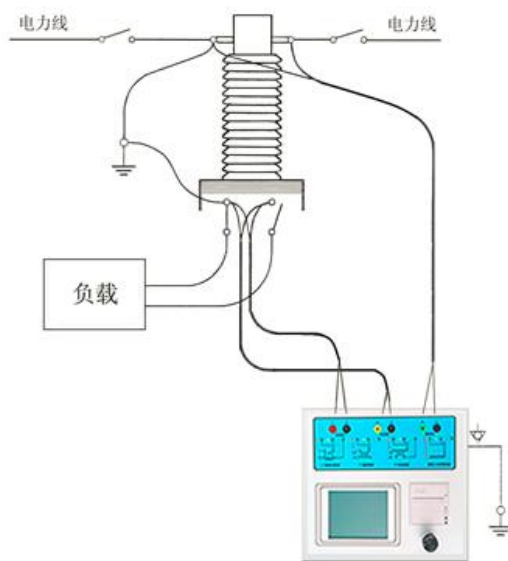


图 C.1 典型接线方式

1. 测试仪在三角形接法变压器上进行 CT 测试的接线方式如图 C.2 所示。

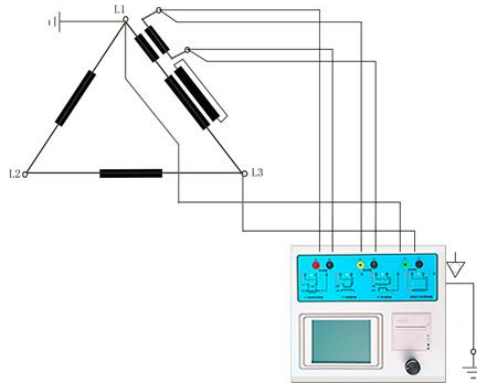


图 C.2 变压器三角形接法接线方式

2. 测试仪进行变压器套管 CT 测试时的接线方式如图 C.3 所示。

**注意：**一次端子 H1 不能接地否则一次侧都接地了，不能获取正确结果。

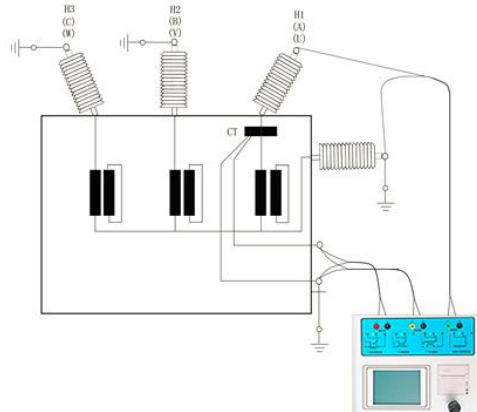


图 C.3 变压器上套管 CT 接线方式

3. 测试仪在对 GIS (SF6) 开关上的 CT 测试时的接线方式如图 C.4 所示。

**注意：**断开与母线连接的所有开关，合上接地刀闸。

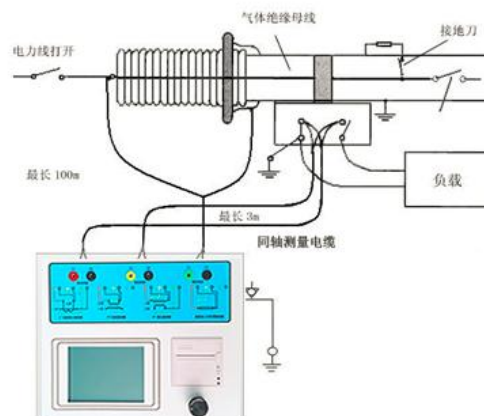


图 C.4 测试仪对 GIS (SF6) 开关上的 CT 测试时的接线方式

### 6.5 四端法接线的测量原理

施加输出一个电压源信号  $V_s$  到一个阻抗  $R$  上，将产生一电流  $I$ ，如图 D.1。

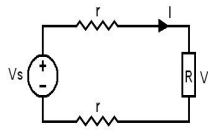


图 D.1

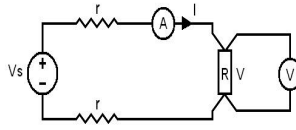


图 D.2

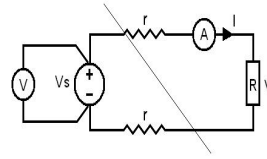
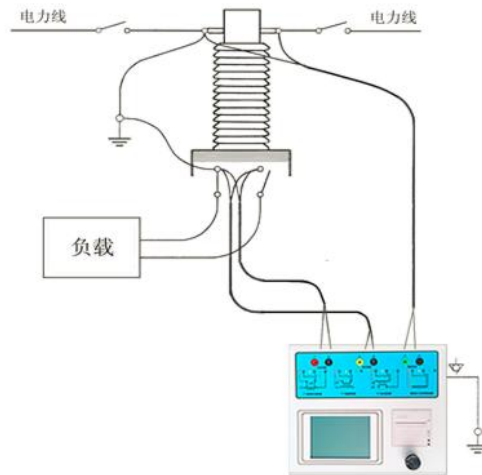


图 D.3

若需测量该阻抗值，需测量该阻抗上的电压  $V$ ： $R = V / I$

由于从电压源到被测阻抗有一段导线，导线有电阻  $r$ ，导致  $V < V_s$ ，所以若要精确测量阻抗  $R$ ，不可以简单地用电源电压  $V_s$  代替  $V$ 。

阻抗  $R$  的测量电路应采用图 D.2 的接线方法，测量电压的电压表必须单独用导线从  $R$  两端连线才能精确测量  $R$  的电压值  $V$ 。因  $R$  两端是采用 4 根导线接线，故称为 4 端法接线。图 D.3 的接线方法是错误的。



采用 CTP 测量互感器的电阻、变比、励磁时，需采用 4 端法接线，如图 D.4。