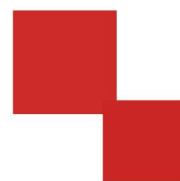




华意电力
HUA YI ELECTRIC



说明书

HYCT-100互感器伏安特性综合测试仪
电力工程 / 铁路运输 / 石油化工 / 水利水电 / 航天航空 / 高校

专业电气试验设备研发生产企业



尊敬的顾客

感谢您购买本公司产品。在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读本使用说明书，将可帮助您熟练地使用本仪器。



我们的宗旨是不断地改进和完善公司的产品，因此您所使用的仪器可能与使用说明书有少许的差别。若有改动，我们不一定能通知到您，敬请谅解！如有疑问，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。



由于输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，您在插拔测试线、电源插座时，会产生电火花，小心电击，避免触电危险，注意人身安全！



◆ 安全要求

请阅读下列安全注意事项，以免人身伤害，并防止本产品或与其相连接的任何其它产品受到损坏。为了避免可能发生的危险，本产品只可在规定的范围内使用。

只有合格的技术人员才可执行维修。

一 防止火灾或人身伤害

使用适当的电源线。只可使用本产品专用、并且符合本产品规格的电源线。

正确地连接和断开。当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。

产品接地。本产品除通过电源线接地导线接地外，产品外壳的接地柱必须接地。为了防止电击，接地导体必须与地面相连。在与本产品输入或输出终端连接前，应确保本产品已正确接地。

注意所有终端的额定值。为了防止火灾或电击危险，请注意本产品的所有额定值和标记。在对本产品进行连接之前，请阅读本产品使用说明书，以便进一步了解有关额定值的信息。

请勿在无仪器盖板时操作。如盖板或面板已卸下，请勿操作本产品。



使用适当的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。

避免接触裸露电路和带电金属。产品有电时，请勿触摸裸露的接点和部位。

在有可疑的故障时，请勿操作。如怀疑本产品有损坏，请本公司维修人员进行检查，切勿继续操作。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易爆环境中操作。

保持产品表面清洁和干燥。

一安全术语

警告：警告字句指出可能造成人身伤亡的状况或做法。

小心：小心字句指出可能造成本产品或其它财产损坏的状况或做法。



安全注意事项

1. 为了保护设备及人身安全，做试验前请仔细阅读使用说明书，严格按说明书操作。
2. 勿将本仪器置于不平稳的平台或桌面上以防仪器跌落受损。
3. 仪器侧面的风扇、通风孔为通风散热而设，为保证仪器正常工作，请勿堵塞。
4. 本仪器是精密电子仪器，请在室外使用时注意防止烈日暴晒等高温环境，注意做好遮挡烈日及通风工作，以防仪器过热或导致测量精度下降。
5. 作为安全措施，该仪器配有保护接地端子，试验前应将装置侧面的接地端子可靠接地。
6. 装置工作电源为 220V（50/60Hz）交流电源，应选用 10A 及以上的电源线。
7. 不要让任何异物掉入机箱内，以免发生短路。
8. 运输时请在仪器外面铺垫海绵等缓冲保护物，以免振动颠簸损坏仪器或



降低仪器精度。

9. 请勿随意删除主机保存的历史试验记录，避免造成试验数据丢失。



目 录

第一章 装置特点与参数	- 8 -
1.1 主要技术特点	- 8 -
1.2 装置面板说明	- 9 -
1.3 主要技术参数	- 10 -
第二章 用户接口和操作方法	- 12 -
2.1 电流互感器试验	- 12 -
2.2 电压互感器试验	- 17 -
2.3 自测页	- 20 -
2.4 功能按钮	- 22 -
第三章 PC 机操作软件使用说明	- 28 -
3.1 界面说明	- 28 -
3.2 生成 WORD 报告	- 32 -
附录 A. 低频法测试原理	- 35 -
附录 B. 10% 误差曲线计算和应用方法	- 36 -
附录 C. CTP 用于各种 CT 的实际接线方式	- 38 -
附录 D. 四端法接线的测量原理	- 41 -



第一章 装置特点与参数

本产品是在本公司开发的、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

装置面板结构如下图：

- 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



注：图 1 为便携式互感器面板图，采用旋转鼠标操作，仪器自带打印机；

1.3 主要技术参数

1.3.1 便携式互感器测试仪技术参数

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) ±2mΩ
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

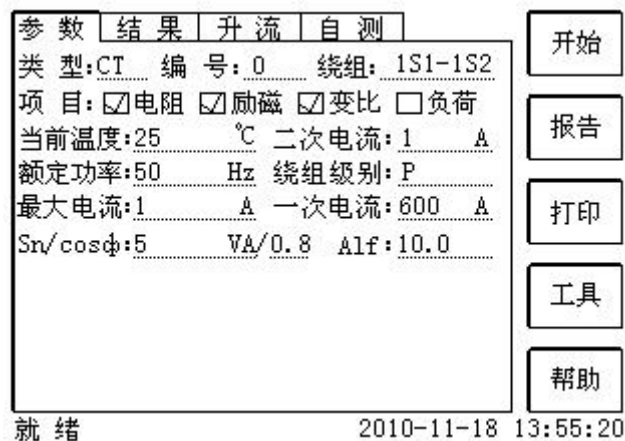


第二章 用户接口和操作方法

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

试验接线步骤如下：

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。

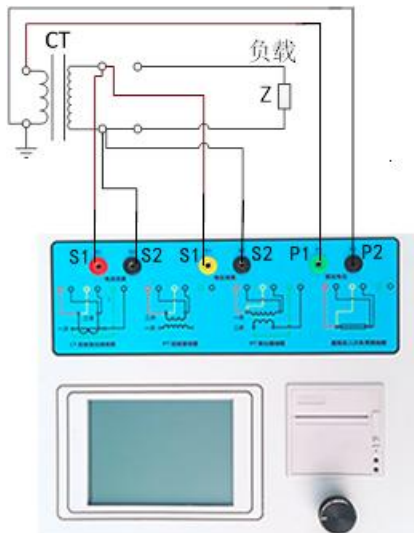


图 2.1 CT 直阻、励磁、变比试验接线方式

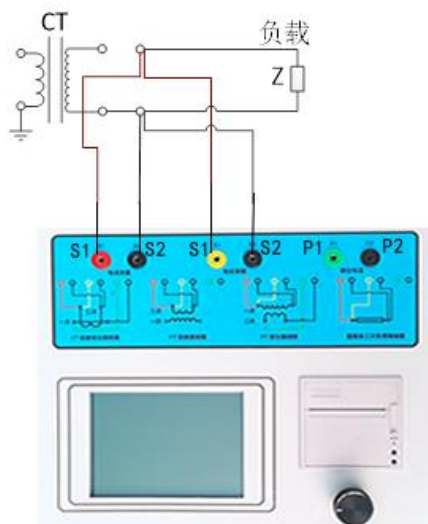


图 2.2 CT 二次负荷试验接线方式

第五步：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。

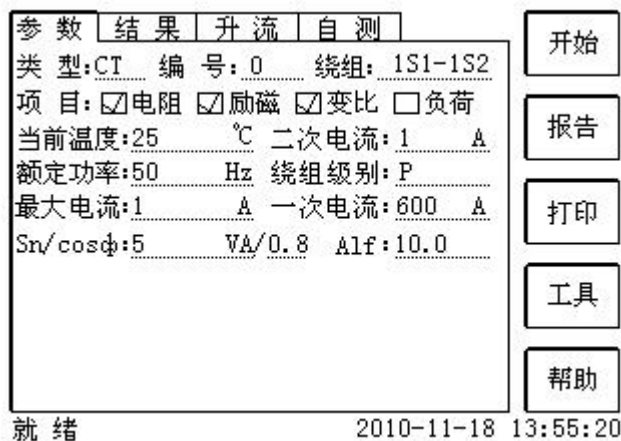




图 2.3 基本参数设置界面

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	TP Y	计 量	PR	PX	TP S	TP X	TP Z
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		√					√	
tal1	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 E_k						√			
E_k 对应的 I_e						√			
面积系数							√		
额定 U_{al}	额定等效二次极限电压						√		
U_{al} 对应的 I_{al}							√		



2.1.3 试验结果

试验结果页，界面分别如图 2.4。

参数	结果	升流	自测
电 阻	电阻 25 °C	2.022 Ω	
	电阻 75 °C	2.420 Ω	
励 磁	V-kn	45.372 V	Lu 15.56 H
	I-kn	0.0078 A	Kr 0.8269
	Eal	74.200 V	Ts 2.425 s
	ξ al	0.0315 %	ALF 8.199
磁 变 比	变比	100 %	600.0:0.9989
	匝比	599.69	比差 -0.110%
	极性	同极性/-	角差 3.329 '

就 结 2010-11-18 15:31:33

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	T P Y	计 量	P R	P X	T P S	T P X	T P Z
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°C 电阻计算 的极限电动势	√	√	√	√			√	√
	复合误差 ϵ_{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 ε	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

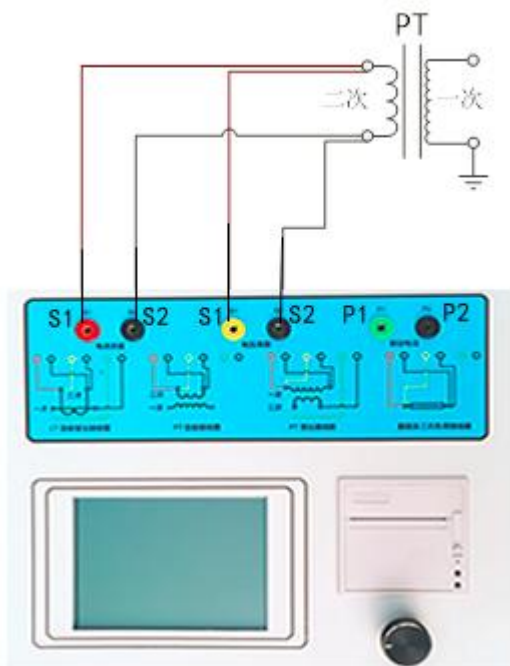


图 2.7 PT 直阻、励磁试验接线方式

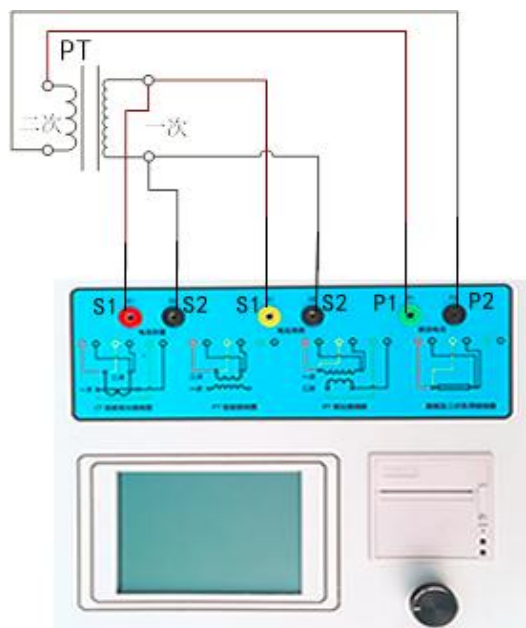


图 2.8 PT 变比、极性试验接线方式

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。

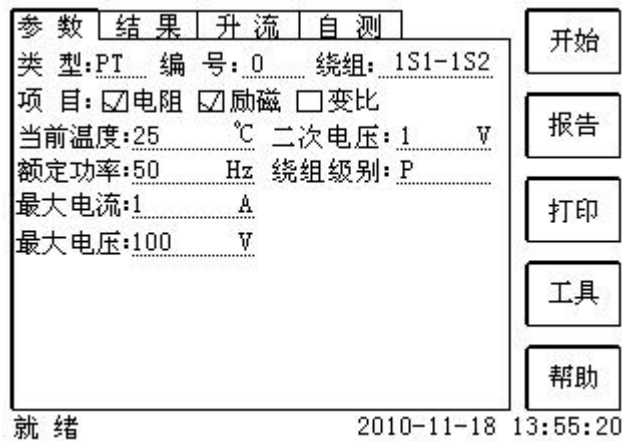


图 2.5 PT 参数设置界面

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: Ω , 当前温度下的电阻	√	√
	电阻 (75°C) R_{ref}	单位: Ω , 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	√	√

2.3 自测页

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。





图 2.8 自测测试界面

2.3.1 参数设置

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。

2.3.2 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。



2.4 功能按钮

2.4.1 参数页功能按钮

(1). 打开报告

报告界面，如图 2.9。选择打开某个试验报告，该报告参数信息和数据会显示到各个页的对应栏目中。

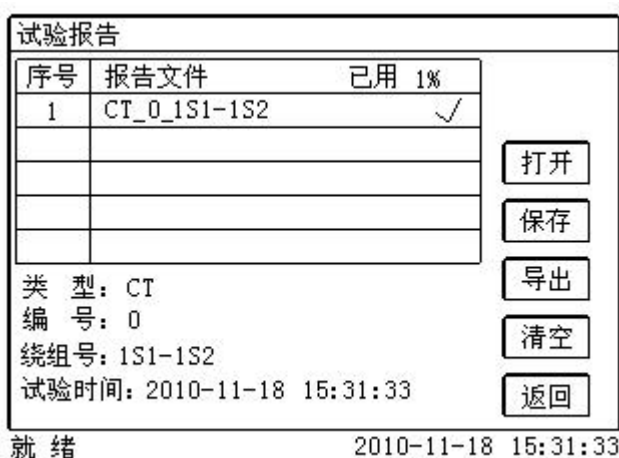


图 2.9 打开试验报告界面

(2). 保存报告

报告界面，如图 2.10。



图 2.10 保存试验报告界面

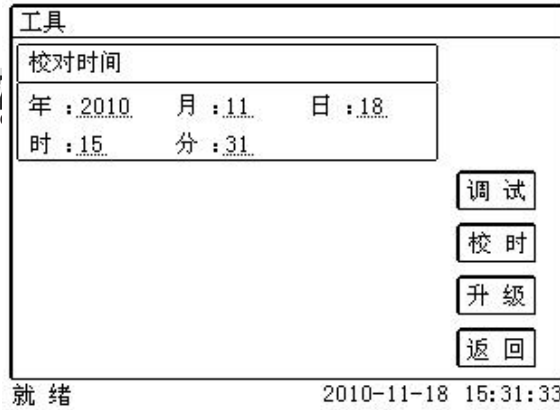


(3). 系统工具

系统工具界

该界面中可以进

级等操作。其中：**调试**用于出厂调试，**升级**用于软件界面的升级。



面，如图 2.11。在
行时间校对、系统升

图 2.11 系统工具界面

(4). 帮助

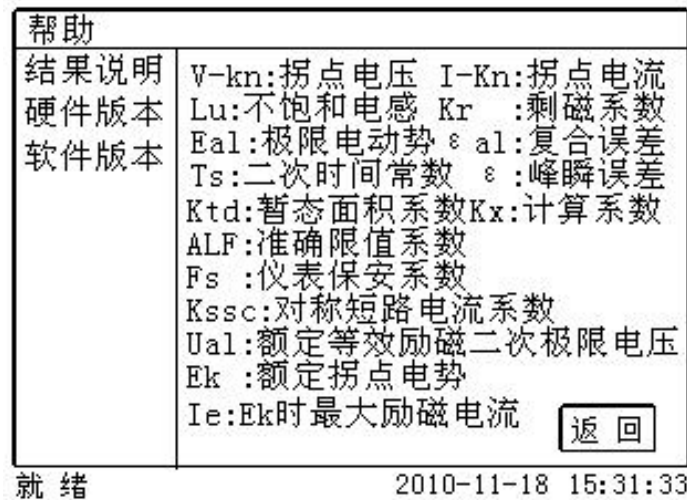


图 2.12 帮助界面



(5) 打印

用户可以打印当前报告，此报告可做为现场试验的原始记录。

2.4.2 结果页功能按钮

(1)、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。计算方法见附录 B。

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

图 2.13 5%误差数据界面

(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。

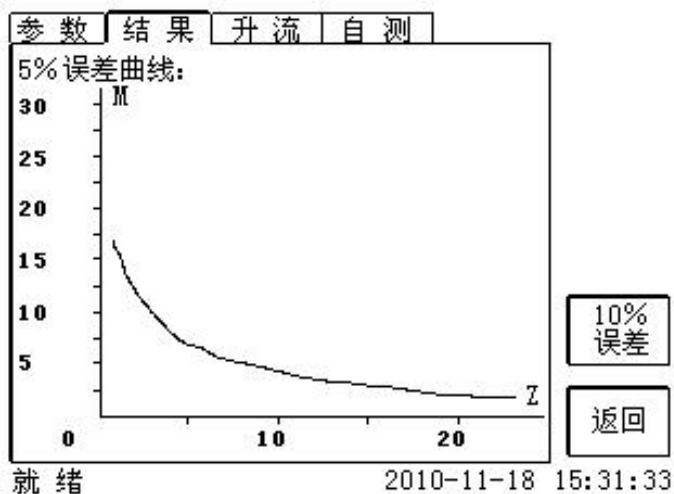


图 2.14 5%误差曲线界面

(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。



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	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: ' 返回

就 绪 2010-11-18 15:31:33

图 2.17 比值差表界面



第三章 PC 机操作软件使用说明

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。

3.1 界面说明

PC 机操作软件界面如图 3.1。

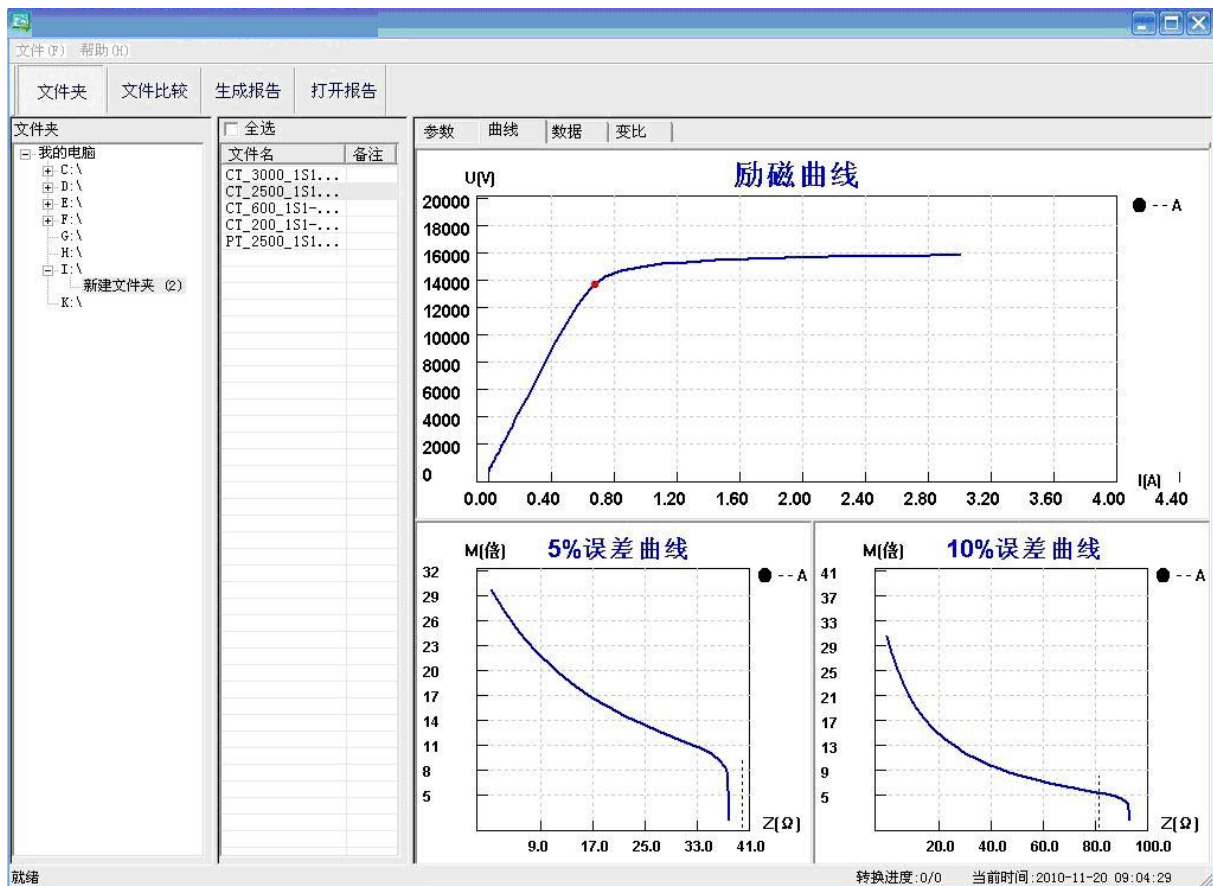


图 3.1 PC 机操作软件界面

• 文件夹

当该按键处于“按下状态”时，显示文件夹目录。当按键处于“弹起状



态”时，隐藏文件夹目录。

• 文件比较

当该按键处于“按下状态”时，从文件列表中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”按键的状态将选定的源文件生成 WORD 试验报告。

当“文件比较”按键处于“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”按键处于“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

3.2 生成 WORD 报告

注意 1. 要求 PC 机安装了 OFFICE 2000 或以上版本。

2. 软件转换前，请关闭其它已打开的 WORD 文档，以免造成损失。请勿删除自动生成的“试验报告\”文件夹。
3. 软件转换过程中，请不要进行其它操作，否则，可能会造成曲线图形不全。

3.2.1 单个文件分别转换

PC 机操作软件支持同一个文件夹内的一个或多个文件同时转换，此时每



个试验文件分别转换为文件名一致的 WORD 报告。步骤如下：

- 1、选择文件：用鼠标选择单个文件，**按住 ctrl 键**可以选择多个试验文件，或按**全选**选择所有文件，再点击**生成报告**，弹出**报告设置**对话框如图 3.5。
2. 选择需要保存的选项，点击**确定**，弹出保存文件位置对话框，默认位置在试验报告文件夹中。



图 3.5 单个文件分别转换报告设置界面



图 3.6 多个文件合并转换报告设置界面

3.2.2 多个文件合并转换

PC 机操作软件支持同一个文件夹内的多个（最多 6 个）试验源文件合并转换，此时合并转换为一个 WORD 报告，便于分析和比较。

- 1、选择文件：按下**文件比较**，用鼠标左键选择多个文件（鼠标右键取消选定），选定的文件会在备注栏中标注 A、B、C、a、b、c 字母，并在**曲线页**中显示多条曲线进行比较，如图 3.7。

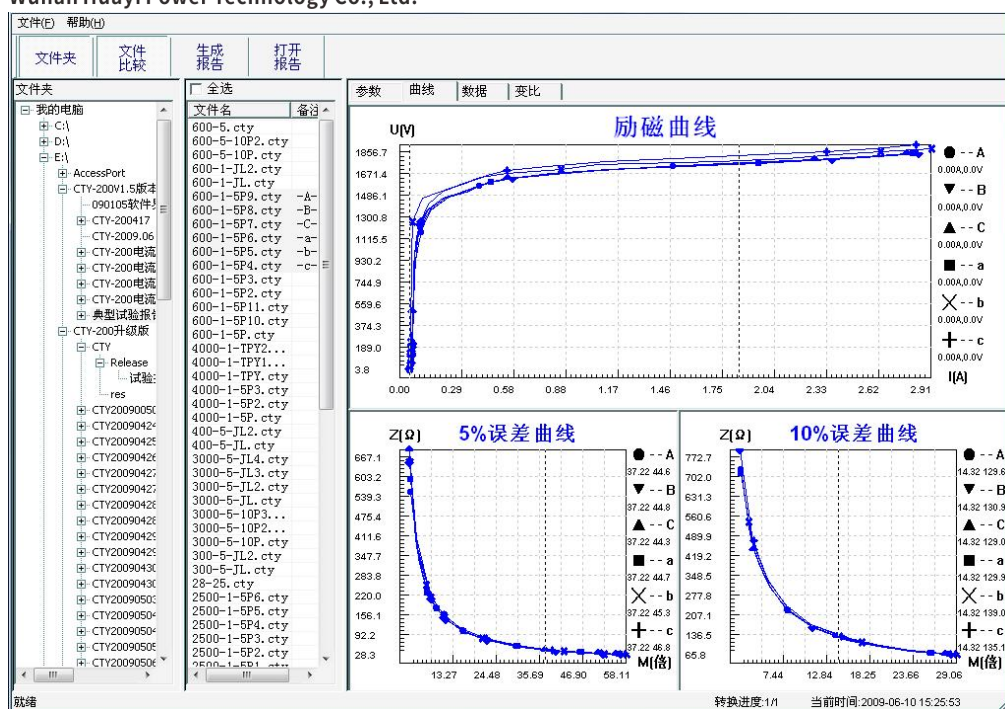


图 3.7 多个文件合并转换时曲线界面

2. 再点击**生成报告**，弹出**报告设置**对话框，如图 3.6。
3. 选择需要保存的选项，点击**确定**，弹出保存文件位置对话框，默认位置在试验报告文件夹中。



附录 A. 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。

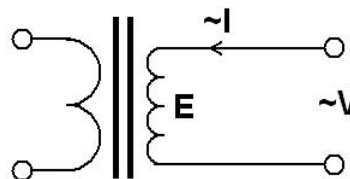
CT 伏安特性测量的原理电路如下图：CT 一次侧开路，从二次侧施加电压，测量所加电压 V 与输入电流 I 的关系曲线。此曲线近似 CT 的励磁电势 E 与励磁电流 I 的关系曲线。

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：

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



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。

附录 B. 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。

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：

$$I_1' = 10I_0 \quad (\text{B. 2})$$

$$I_2 = 9I_0 \quad (\text{B. 3})$$

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）。

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%。



附录 C. 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 4mm² 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 2.5mm² 红线和黑线将 CT 的二次侧连接到测试仪“Output” S1 和 S2 插孔，用 1.2mm² 黄线 and 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 1.2mm² 绿线 and 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。

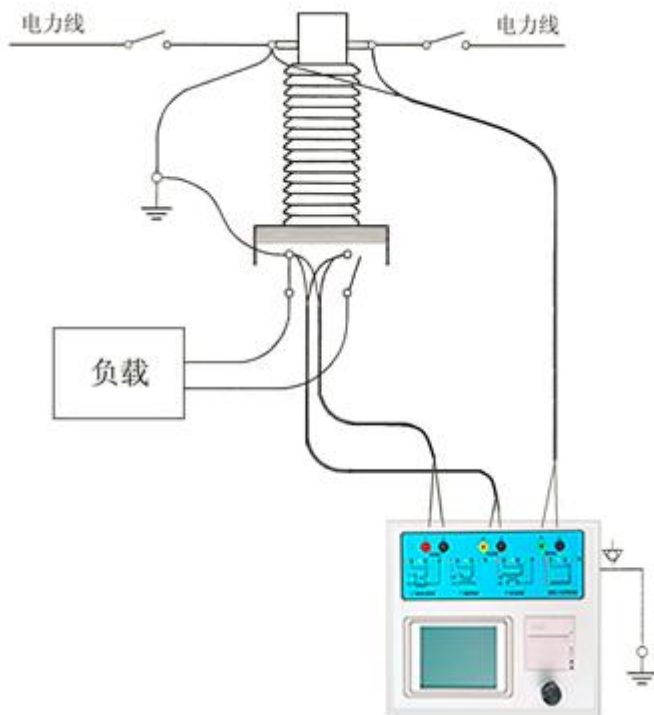


图 C.1 典型接线方式

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。

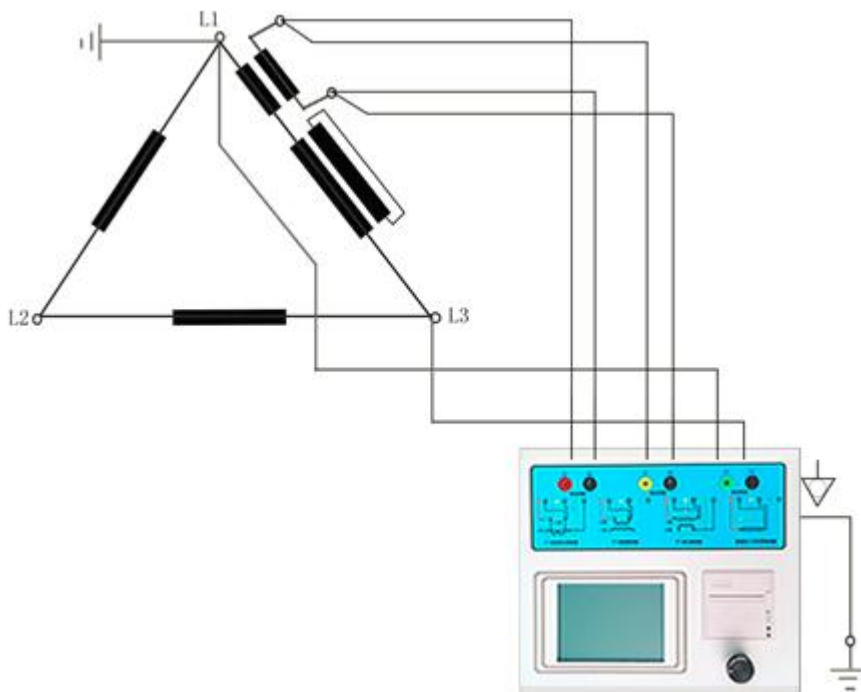


图 C.2 测试仪在三角形接法变压器上进行测试时的接线方式

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，则测试仪不能获取正确结果。

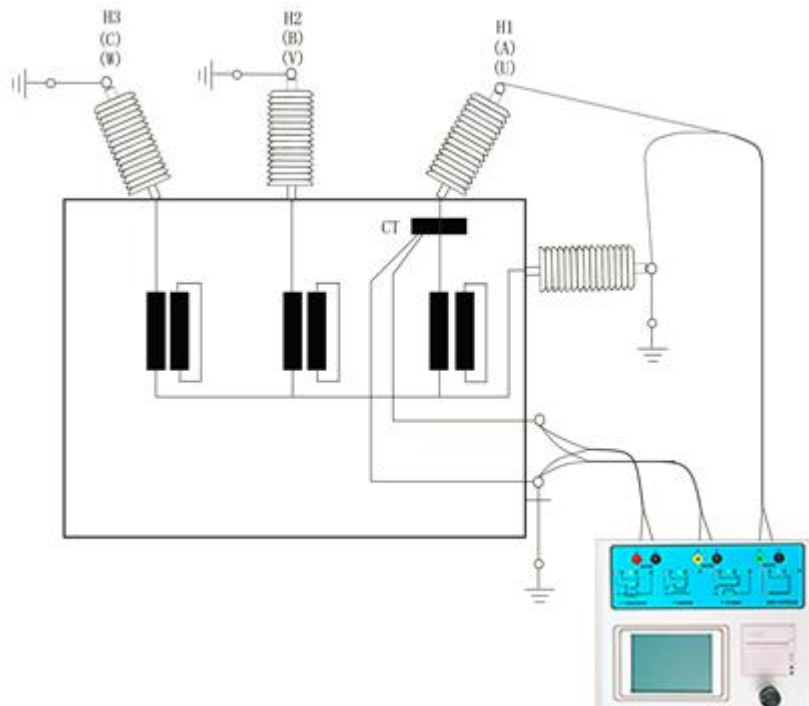


图 C.3 测试仪对变压器上套管 CT 进行测试时的接线方式

4. 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。

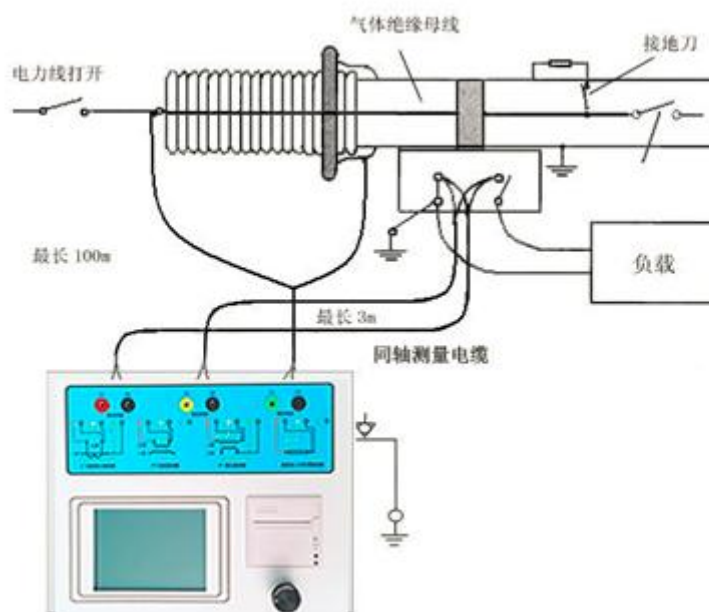




图 C.4 测试仪对 GIS (SF6) 开关上的 CT 测试时的接线方式

附录 D. 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。

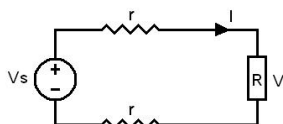


图 D.1

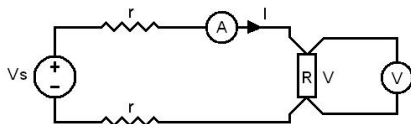


图 D.2

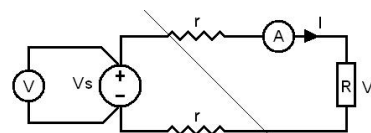


图 D.3

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。

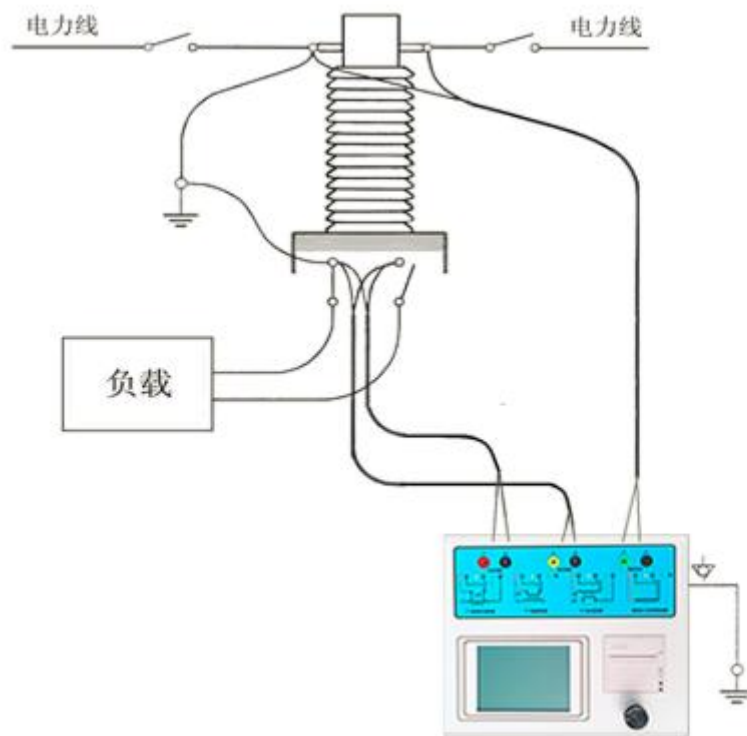


图 D. 4

ELECTRICAL PRODUCTS

Provide first-class electrical
measurement products

全国统一热线：400-060-1718

电力试验设备研发生产供应商

ELECTRIC TEST EQUIPMENTS R&D MANUFACTURER



武汉华意电力科技有限公司

Wuhan Huayi Power Technology Co., Ltd.

☎ 售前：027-87455965 售后：027-87455183

🌐 www.wh-huayi.com

✉ whhuayi@126.com

📍 武汉市东湖新技术开发区高新四路 40 号葛洲坝（集团）太阳城工业园 11 栋