

尊敬的顾客

感谢您购买、使用武汉鄂电电力试验设备有限公司、武汉鑫华福电力设备有限公司生产 ED3000E 变频式互感器综合测试装置。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。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们会满足您的要求。



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！

公司地址： 武汉市汉口古田二路汇丰 企业总部丰才楼 118 号

销售热线： 400-034-8088

售后服务： 027-83313329

传 真： 027-83313327

E--mail: whhfdq@163.com

网 址: www.cepee.cn

◆ 慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。三年（包括三年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。三年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

◆ 安全要求

警告

在使用中，请随时注意遵守下述注意事项，这是为了避免因电击、短路、事故、火灾或其它危险而可能给使用者造成的严重伤害或者说死亡。注意事项如下，但并不仅限于此。

不要随意打开仪器设备或试图分解其中的部件，也不要对内部作任何变动，此仪器设备没有用户可维修部件。如果使用中出現功能异常，请立即停止使用并交由指定的维修员检修。

避免该仪器设备遭受雨淋，不要在水边或潮湿环境下使用。不要在仪器设备放置盛有液体的容器，以免液体流入仪器设备内。

如果交流电源适配器的电线和插头磨损或损坏及在使用过程中突然没有声音或有异味及烟雾，则立即关闭电源，拔下适配器插头并交由指定的维修员检修。

清洁仪器设备前请先拔电源插头，不要用湿手插拔电源插头。

定期检查电源插头并清除积于其上的污垢。

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。

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。

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。400-034-8088

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。

目 录

第一章 装置特点与参数	5
1.1 主要技术特点	5
1.2 装置面板说明	6
1.3 主要技术参数	6
第二章 用户界面和操作方法	8
2.1 CT 试验	8
2.1.1 试验接线	8
2.1.2 参数设置	9
2.1.3 试验结果	11
2.2 PT 试验	12
2.2.1 试验接线	12
2.2.2 参数设置	13
2.2.3 试验结果	14
2.3 试验设置	15
2.4 文件管理	15
2.5 工 具	16
2.5.1 自 检	16
2.5.2 猜 铭 牌	17
2.6 系统帮助	18
附 录	19
A. 低频法测试原理	19
B. 10%误差曲线计算和应用方法	20
C. CTP 用于各种 CT 的实际接线方式	21
D. 四端法接线的测量原理	23

第一章 装置特点与参数

ED3000E 变频式互感器综合测试装置是在传统基于调压器、升压器、升流器的互感器伏安特性变比极性综合测试仪基础上，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 FPGA、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

[1]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、比差等测试。

[2]现场检定电流互感器无需标准电流互感器、升流器、负载箱、调压控制箱以及大电流导线，使用极为简单的测试接线和操作实现电流互感器的检定，极大的降低了工作强度和提高 了工作效率，方便现场开展互感器现场检定工作。

[3]可精确测量变比差与角差，比差最大允许误差 $\pm 0.05\%$ ，角差最大允许误差 $\pm 2\text{min}$ ，能够进行 0.2S 级电流互感器的测量，变比测量范围为 $1\sim 40000$ 。

[4]选配我司专用的升流器后，可输出 180A 的电流，方便现场通流测试。

[5]基于先进的变频法测试 CT/PT 伏安特性曲线和 10%误差曲线，输出最大仅 180V 的交流电压和 12Arms(36A 峰值)的交流电流，却能应对拐点高达 60KV 的 CT 测试。

[6]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。

[7]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。

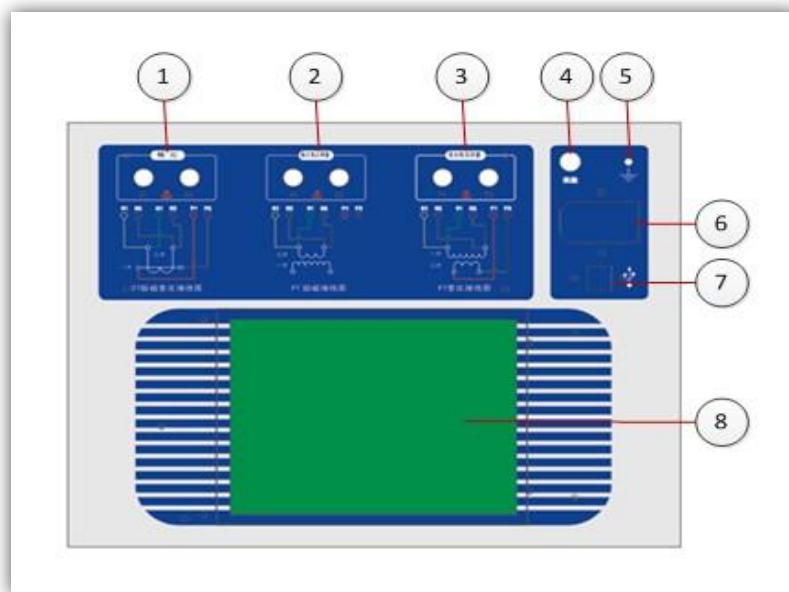
[8]测试简单方便，一键完成 CT 直阻、励磁、变比和极性测试，而且除了负荷测试外，CT 其他各项测试都是采用同一种接线方式。

[9]全中文动态图形界面，无需参考说明书即可完成接线、设置参数：动态显示参数设置，根据当前所选的试验项目自动显示其相关参数；动态显示帮助接线图，根据当前所选试验项目，显示对应的接线图。

[10]8.4 寸真彩 LCD 液晶触摸屏，全中文彩色图形界面以及全触摸输入控制方便人机交互。

[11]仪器自带双 USB2.0 接口，可以同时接入键盘和鼠标操作仪器。 [12]测试结果可用 U 盘导出 word 格式报表，程序可用 U 盘升级，方便快捷。 [13]装置内置大容量固态硬盘，可存储数万组测试数据，掉电不丢失。 [14]配有后台分析软件，方便测试报告的保存、转换、分析，可以用于试验数据的对比、判断与评估。

1.2 装置面板说明



装置面板结构如下图接线端子从左向右：

- ① 黄黑 S1、S2 端子：试验电源输出；
- ② 绿黑 S1、S2 端子：输出电压回测；
- ③ 红黑 P1、P2 端子：感应电压测量端子；
- ④ 保险管：12A 玻璃保险管；
- ⑤ 接地柱：测试过程必须可靠接地；
- ⑥ 电源插座：AC220 电源计入插座，内置保险；
- ⑦ USB 口：双路 USB 口，可接入 U 盘、键盘和鼠标等 USB 设备；
- ⑧ 触摸液晶显示：中文显示和触摸控制区域。

1.3 主要技术参数

规格型号	ED3000E
测试用途	CT：励磁特性、变比、极性、二次绕组电阻、二次负荷、通流、比差以及角差等测试要求； PT：励磁特性、变比、极性、二次绕组电阻等测试要求。

工作电源	输入电压	185Vac~250Vac
	允许输入电压	85Vac~264Vac
	频率	50/60Hz
	允许频率	45Hz~65Hz
	输入功率	800VA
	接头	标准交流插口60320
CT变比准确度	变比1~2000	0.02%(典型值)/0.05%(保证值)
	变比2000~5000	0.03%(典型值)/0.1%(保证值)
	变比5000~40000	0.05%(典型值)/0.2%(保证值)
PT 变比准确度	变比1~2000	0.02%(典型值)/0.05%(保证值)
	变比2000~5000	0.03%(典型值)/0.1%(保证值)
	变比5000~40000	0.05%(典型值)/0.2%(保证值)
相位测量	分辨率	0.01min
	准确度	1min(典型值)/3min(保证值)
二次绕组电阻测量	范围	0Ω~300Ω
	分辨率	1mΩ
	准确度	0.05%(典型值)/0.1%+1mΩ(保证值)
交流负载测量	范围	0VA~1000VA
	分辨率	0.01VA
	准确度	0.05%(典型值)/0.1%+0.01VA(保证值)
输出	输出电压	0Vac~180Vac
	输出电流	0Aeff~12Aeff(36Apeak)
	输出功率	0VAeff~800VAeff(1800VApeak)
环境条件	运行温度	-10℃~+50℃
	存储温度	-25℃~+70℃
	湿度	相对湿度: 5%~95%, 不结露
物理特性	尺寸	400×300×205mm
	重量	≈10kg(不包括附件)
升流器[选配]	测试用途	通流测试
	输入	0~110Vac
	电流输出	0~180A; 精度: <0.2%
	工作环境	温度: -10℃~50℃; 湿度: ≤90%
	尺寸	200×160×160mm
	重量	≈5kg

第二章 用户接口和操作方法

启动软件后主界面如下图，共有八个功能模块：



- ① CT 试 验：测试电流互感器；
- ② PT 试 验：测试电压互感器；
- ③ 试验设置：试验功能的设置；
- ④ 文件管理：管理内部存储的时间文件结果；
- ⑤ 工具：附加的测试工具；
- ⑥ 标准查询：展示 CT 和 PT 的相关标准；
- ⑦ 系统帮助：查询设备使用说明和接线说明；
- ⑧ 厂家设置：厂家调试使用，访问时需要密码。

2.1 CT 试验

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

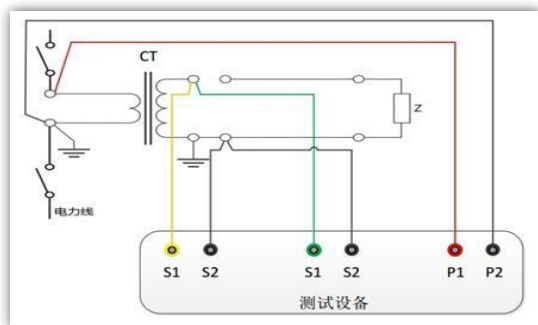


图2-1 CT直阻、励磁、变比试验接线图

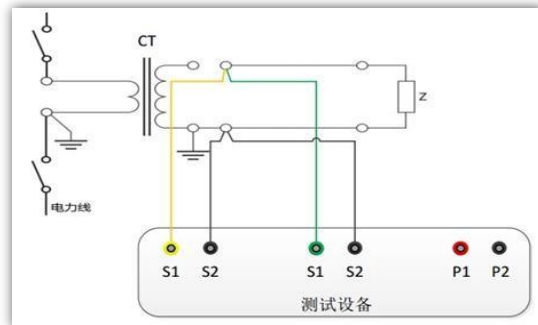


图2-2 CT二次负荷试验接线图

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。

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

可设置的基本参数如下：

- [1]报告名称：输入本次试验的报告名称，便于保存的管理与查找；
- [2]CT 序号：输入本次试验的编号，便于保存的管理与查找；
- [3]CT 型号：输入被试品的型号，便于保存的管理与查找；
- [4]类 型：被测绕组的级别类型，M(计量)、有 P、PR、PX、TPS、TPX、TPY、TPZ 等 8 个 选项；
- [5]绕 组：被试品绕组序号，便于保存的管理与查找；
- [6]试验项目：选择要测试的实验项目；
- [7]额定频率：可选值为：50Hz 或 60Hz；
- [8]当前温度：测试时绕组温度，一般可输入测试时的气温；
- [9]一次额定电流：电流互感器一次侧的额定电流，如果一次电流未知就输入 0，此

时仪 器会自动判断一次额定电流；

[10]二次额定电流：电流互感器二次侧的额定电流，一般为 1A 和 5A； [11]额定负荷：电流互感器的二次额定负荷； [12]额定功率因数：电流互感器功率因数，一般为 0.8 或者 1.0； [13]最大输出电流：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 $10\% \times 15 \times 5A = 7.5A$ 。对于不同绕组类型的互感器参数设置参数请参考表 2-2 中的描述说明。

表2-2 CT参数描述

		M	P	PR	PX	TPS	TPX	TPY	TPZ
复合误差	在稳态条件下，一次电流瞬时值与二次电 流瞬时值乘以额定电流比之差的方均根值		●	●	●				
额 定 准 确 限 值 系 数	额定准确限值一次电流与额定一次电流之 比		●	●	●				
精度	精度等级, 一般有0.2, 0.5, 0.2S, 0.5S	●							
仪表保安系数	额定仪表限值一次电流与额定一次电流之 比	●							
扩展倍率	额定一次电流的倍率	●							
下限负荷	满足互感器准确级的最小负荷	●							
下限功率因数	最小负荷下有功功率与视在功率之比	●							
额 定 暂 态 面 积 系 数	满足规定工作循环所需的暂态面积					●	●	●	●
对 称 短 路 电 流 倍 数	额定一次短路电流与额定一次电流之比					●	●	●	●
一次时间常数	所依据的一次电流直流分量的时间常数规 定值					●	●	●	●
二 次 时 间 常 数	指定的二次回路时间常数值						●	●	
工作循环	可以选择两种不同的工作循环：C-t1-0 或 C-t1-0-trf-C-t2-0						●	●	
工作循环时间	t1: 第一次电流通电时间；								
	tfr: 第一次打开和重合闸的延时；								
	t2: 第二次电流通过时间；						●	●	
	ta11: 一次通流保持准确限值的时间；								
	ta12: 二次通流保持准确限值的时间；								

第四步: 选择 **开始测试** 按钮进行试验, 等待测试完成后会自动进入本次测试的结果界面。

不同类型互感器和不同测试项目的测试时间长短会不同。

2.1.3 试验结果

试验 结果 页, 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

结 果	描 述	类 型							
		M	P	PR	PX	TPS	TPX	TPY	TPZ
实测电阻	当前测试环境温度下的测试电阻值	●	●	●	●	●	●	●	●
校正电阻	校正到75℃时的电阻值	●	●	●	●	●	●	●	●
拐点电压	符合IEC60044的标准拐点电压	●	●	●	●	●	●	●	●
拐点电流	符合IEC60044的标准拐点电流	●	●	●	●	●	●	●	●
准确限值系数	在额定负荷下复合误差等于 5%或 10%时, 准确限值一次电流与额定一次电流之比		●	●	●				
复合误差	在额定负荷下, 额定准确限值一次电流时的复合误差		●	●	●				
仪表保安系数	在额定负荷下复合误差等于 10% 时, 仪表 限值一次电流与额定一次电流之比	●							
剩磁系数	剩磁通与饱和磁通之比	●	●	●	●	●	●	●	●
二次时间常数	二次回路时间常数值	●	●	●	●	●	●	●	●
不饱和电感	励磁曲线上 20%-90% 拐点范围内的平均电 感	●	●	●	●	●	●	●	●

短路倍数	在额定负荷下峰瞬误差等于 10% 时，一次 短路电流与额定一次电流之比					●	●	●	●
暂态面积系数	满足规定工作循环所需的暂态面积增大倍 数的理论值						●	●	●
二次极限感应电 动势	满足规定工作循环所需的额定频率下的二 次电路等效电动势方均根值						●	●	
瞬峰误差	在规定的工作循环中的最大瞬时误差电 流，表示为额定一次短路电流峰值的百分 数						●	●	
变 比	实测一次电流与额定二次电流之比	●	●	●	●	●	●	●	●
比 差	实测变比和额定变比之间的误差	●	●	●	●	●	●	●	●
角 差	一次与二次相位差	●	●	●	●	●	●	●	●
匝 比	二次于一次线圈匝数比	●	●	●	●	●	●	●	●
极 性	当前测试 i 的极性有同极性（-极性）和反 极性（+极性）	●	●	●	●	●	●	●	●

2.2 PT 试验

在主界面中，选择 PT 试验 即可进入到PT试验设置界面。

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2-5、2-6或图2-7进行接线。

表2-4 PT试验项目说明

电阻	励磁	变比	负荷	说 明	接线图
√				测量PT的二次绕组电阻	图2.5，但一次侧必须断开
√	√			测量PT的二次绕组电阻、励磁特性	图2.5，但一次侧必须断开
		√		测量 PT 的二次绕组电阻，励磁特性和变比 极性	图2.6，
			√	测量PT的二次负荷	图2.7 接二次负载，

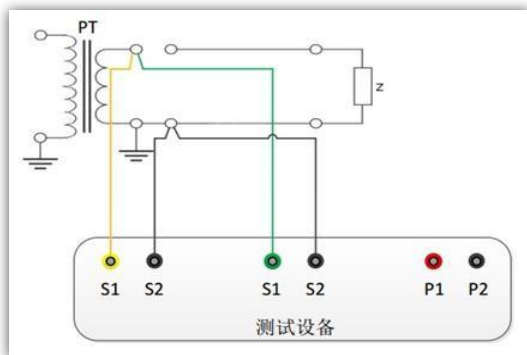


图2-5 PT直阻、励磁试验接线图

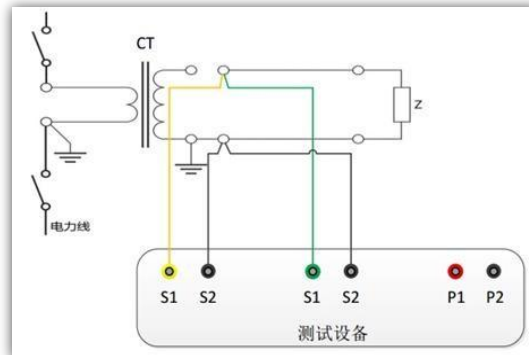


图2-6 PT变比极性接线图

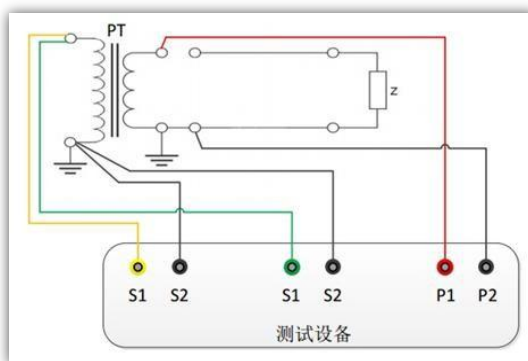


图2-7 PT负荷接线图

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2-8。



图2-8 PT参数设置界面

可设置的基本参数如下：

- [1]报告名称：输入本次试验的报告名称，便于保存的管理与查找；
- [2]CT序号：输入本次试验的编号，便于保存的管理与查找；
- [3]CT型号：输入被试品的型号，便于保存的管理与查找；

- [4]类型：被测绕组的级别类型，M(计量)、有P两个选项；
- [5]绕组：被试品绕组序号，便于保存的管理与查找；
- [6]试验项目：选择要测试的实验项目；
- [7]额定频率：可选值为：50Hz或60Hz；
- [8]当前温度：测试时绕组温度，一般可输入测试时的气温；
- [9]一次额定电压：设置被试品的一次额定电压值。单位kV；
- [10]二次额定电压：设置二次额定电压值，单位V；
- [11]最大输出电压：测试励磁时的最大输出电压，单位V，一般为二次额定电压的1~2倍；
- [12]最大输出电流：测试励磁时的最大输出电流，单位A，一般为1A； 第四步：选择右上方的开始 测试 按钮进行试验。

2.2.3 试验结果

试验 结果 页，如图2-9。



图2-9 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℃) R	单位: Ω ，当前温度下的电阻	√	√
	电阻(75℃) 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	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	√	√

变比	比值差	额定负荷或实际负荷下的电流误差	√	√
	相位差	额定负荷或实际负荷下的相位差	√	√
	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 试验设置

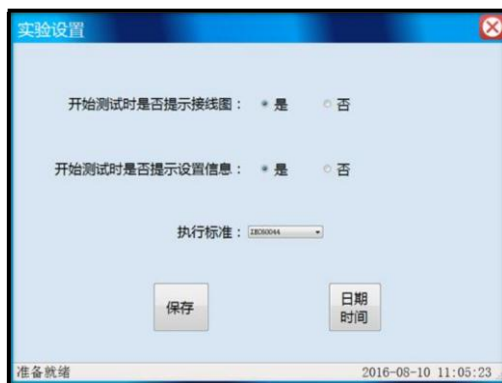


图2-10 试验设置界面

在试验设置界面中可以设置相应的试验参数和软件日期等功能

[1]开始测试时是否提示接线图：建议选择“是”，此时开始测试是界面会根据选择的试验项目和试验类型提示相应的接线图供用户确认；

[2]开始测试时是否提示设置信息：建议选择“是”，此时开始试验时会提示当前设计的参数信息供用户确认；

[3]执行标准：IEC60044或者IEEE C57.13，一般选择IEC60044。

2.4 文件管理



图2-11 文件管理界面

文件管理中主要管理设备保存的测试记录：

[1] 打 开：打开当前所选择的记录结果；

[2] 导出到U盘：把当前选择的结果导出到U盘，此时导出的的文件格式为word文档格式可以在装有Office软件的电脑上直接打开；

[3] 删除：删除当前选择的记录，删除后无法还原；

[4] 清空：清空所有存储的记录，清空后无法还原，请谨慎操作。

2.5 工 具



图2-12 工具界面

工具页面中提供了一些测试辅助工具：

[1] 自 检：检测测试仪器的输出和测试功能是否正常；

[2] 猜 铭 牌：对于依据IEC 60044-1和IEEE C57.13定义的标准电流互感器，设备可以 再不输入测试参数的情况下判断互感器的一次电流、二次电流、级别、变比等，
注意：虽然

CT 分析仪可以确定 CT 的参数但是猜铭牌功能的目的是提供给用户一个辅助的工具用于发现 未知CT的参数，但是并不保证其准确性，需由用户进一步验证。

2.5.1 自 检



图2-13 自检界面

自检功能主要是判断测试仪器的输出和测试功能是否正常的工具，进行自检是的接线方法：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。

自测测试所需的参数如下表：

表2-6 自检测试参数

参 数	描 述
最大输出电流	需要装置输出的电流，有效值范围：1mA～5A
最大输出电压	需要装置输出的电压，有效值范围：1V～100V
额定频率	需要装置输出电压或电流的频率，50或者60Hz

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。

2.5.2 猜 铭 牌



图2-14 猜铭牌设置界面

第一步接线：

接线方式请参考图 2-1 CT 直阻励磁变比接线 第

二部设置： 额定频率：选择被试品的额定工作频率，50或者60Hz；当前温度：设定当前的环境温度。

第三部：按 开始 即可进入猜铭牌测试状态，测试完成后显示如图2-15的测试结果。



图2-15 猜铭牌测试结果

2.6 系统帮助

系统帮助功能为显示软件和硬件版本信息，并且可以查询测试接线图。



图2-16 系统帮助界面

[1] CT接线：展示测试电流互感器时的接线图；

[2] PT接线：展示测试电压互感器时的接线图。

附录

A. 低频法测试原理

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。

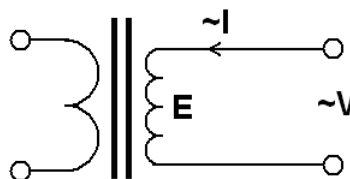
设 CT 励磁绕组在某一励磁电流 I 时的激磁电感为 L ，激磁阻抗为 Z ，则：

$$V = I \cdot Z$$

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。

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%。

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 4mm^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 2.5mm^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 1.2mm^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 1.2mm^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。

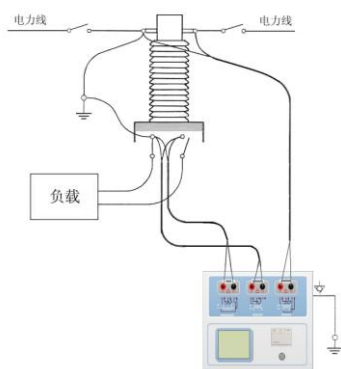


图 C.1 典型接线方式

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。

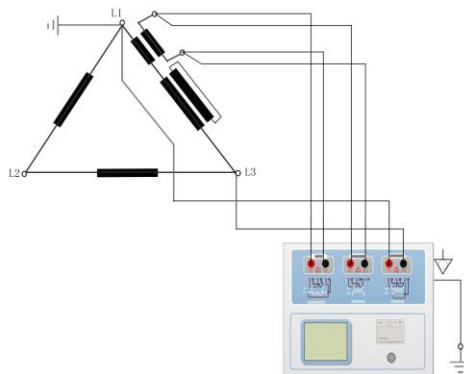


图 C.2 测试仪在三角形接法变压器上进行测试时的接线方式

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。

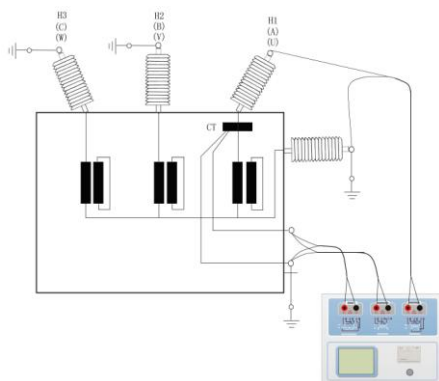


图 C.3 测试仪对变压器上套管 CT 进行测试时的接线方式

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。

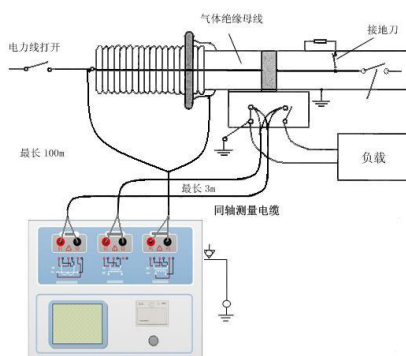


图 C.4 测试仪对 GIS (SF6) 开关上的 CT 测试时的接线方式

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。

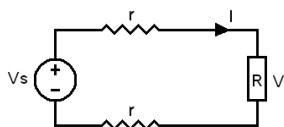


图 D. 1

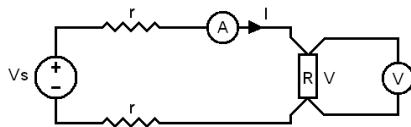


图 D. 2

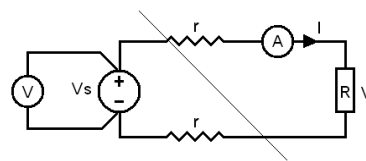


图 D. 3

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。

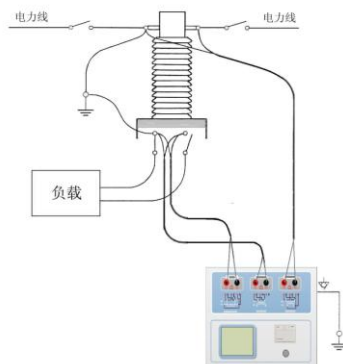


图 D. 4

四端法接线必须注意被测绕组的端子接法。图 D. 5 的接法是正确接法，图 D. 6、7 均是错误接法。

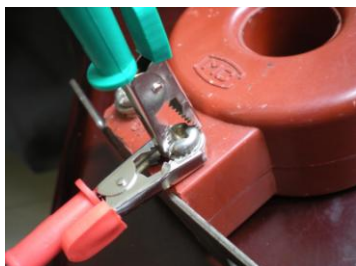


图 D. 5



图 D. 6

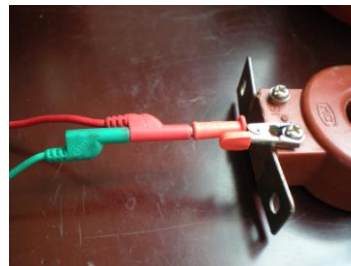


图 D. 7