

# HMBBT 变压器（开关柜）温升大电流试验装置

## 第一部分

### 一、概述

温升试验装置是各行各业在电气调试中需要大电流场所的必需设备，应用于发电厂、变配电站、电器制造厂及科研、试验室等单位，属于短时或断续工作制。

本公司生产的 HMBBT 型温升试验装置适用于 9000kVA 变压器 /8000A 开关柜的温升试验，可 24 小时连续运行。智能控制、保护完善、性能稳定、使用维修方便等特点。

### 二、配置主件特点

#### 2.1 电动感应调压器

无接触式磁感应隔离调压变压器，蜗轮蜗杆步进电机机械传动调节电压输出，粗细可调精准输出。

#### 2.2 三相升流变压器

升流变压器采用全绝缘结构，T3 铜导线，冷轧硅钢板。变压器采用双线圈，低压输入线圈和高压输出线圈。在低压和高压之间，低压和铁芯，放置静电屏蔽。高低绕组之间磁性耦合，无电连接。

#### 2.3 智能电动控制台

控制液晶屏采样工控机，采样信号板为无源信号转换器，多级隔离屏蔽保护，完全杜绝高压击穿方向电压和方向电流对控制电源的破坏性冲击。控制器参数设置在断电后做同一批次无需重新设置永久保存，试验数据永久保存 500 次便于查阅打印。

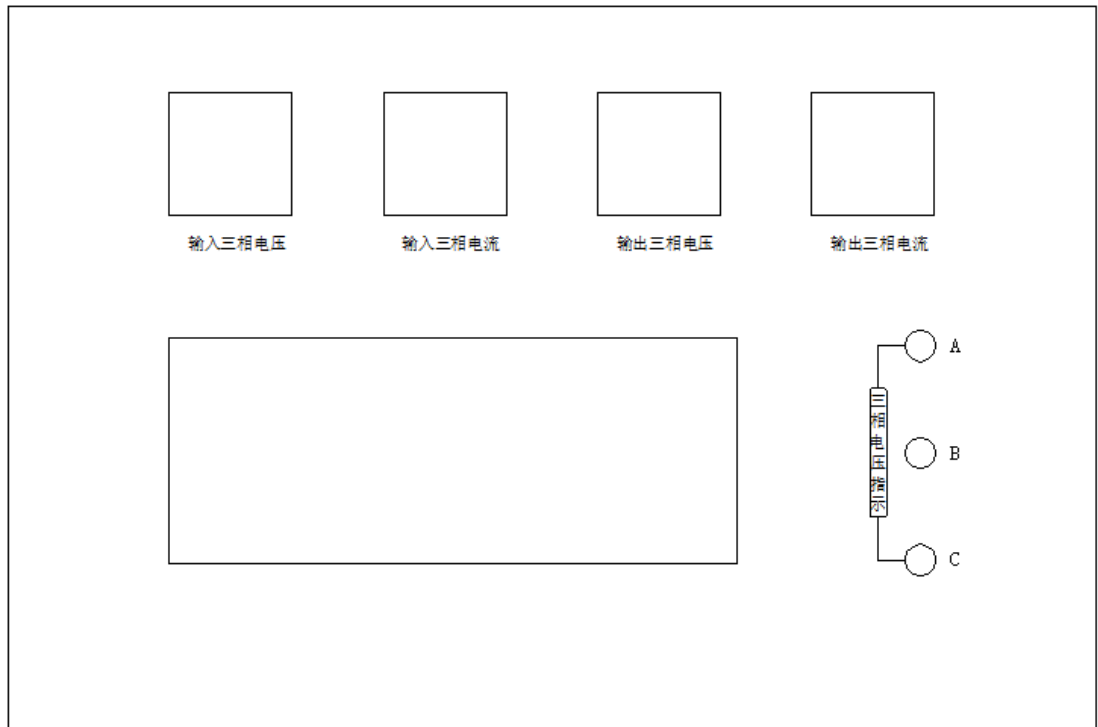
## 智能电动控制台-控制系统

- 2.3.1 15.6寸液晶触摸屏显示器、人机界面、三菱PLC控制,可打印试验数据。
- 2.3.2 高精度传感器,三菱高性能AD模拟量模块,分辨率高达32000。
- 2.3.3 任选自动升流试验、手动升流试验,操作灵活简单。
- 2.3.4 实时显示电源电压、电源电流、调压器输出电压、输出电流,被试品电压、电流,试验时间显示功能,试验结果,显示直观明了。
- 2.3.5 完善的过流保护,任意设定目标输出电流值、电流上限和耐流时间。
- 2.3.6 输出电流可三相平均值任意设置操作调整输出。
- 2.3.7 具有回零检测功能,回零确定后才可进行试验,安全可靠。
- 2.3.8 到达设定目标输出电流后自动耐流计时,计时过程中可自动调节电流,确保试验电流在要求范围内,计时结束后调压器电机自动回零,补偿电容接触器全断开。

## 三、产品结构

本产品结构是分体结构,由智能控制台和电动感应调压器、补偿电容、三相升压变压器、三相升流变压器五部分组成。从升压/升流变压器的输出接线排引线试验品,通过升压/升流变压器上的电压/电流互感器,将被试品的电压电流值采集到智能控制台。通过智能控制台上液晶显示屏,测量、监视、保存试验电流、电压值。

控制台面板布置图见图一、图二



图一：变压器特性测试仪面板



图二：温升试验系统控制面板

#### 四、注意事项

**注意事项：**第一次使用时将调压器手动调节调压器的齿轮转动至升压与降压中间，接入三相电源于控制台通电无需合闸（因为调压器有自动回零位功能）。

1：在大电流输出端接上试验品，检查所有连线准确无误后，合上控制台侧面总电源空气开关，合上控制台面板控制电源空气开关，根据需要在液晶显示屏设置电流值，注三相电源 A、B、C、N 相序相对应。

2：合上电源后，电源指示灯亮，此时若调压器在零位（下限位）零位指示灯亮，若不在下限位，控制接触器自动吸合，电机转动使调压器降至零位，控制接触器自动释放，零位指示灯亮。

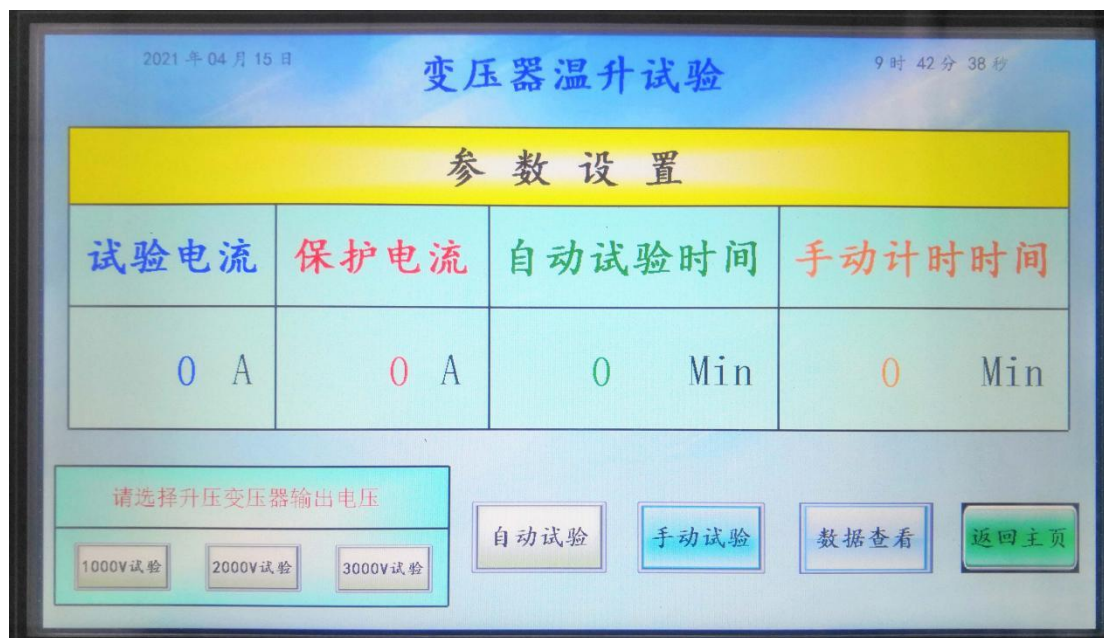
#### 五、操作方法：

变压器温升试验系统 操作方法



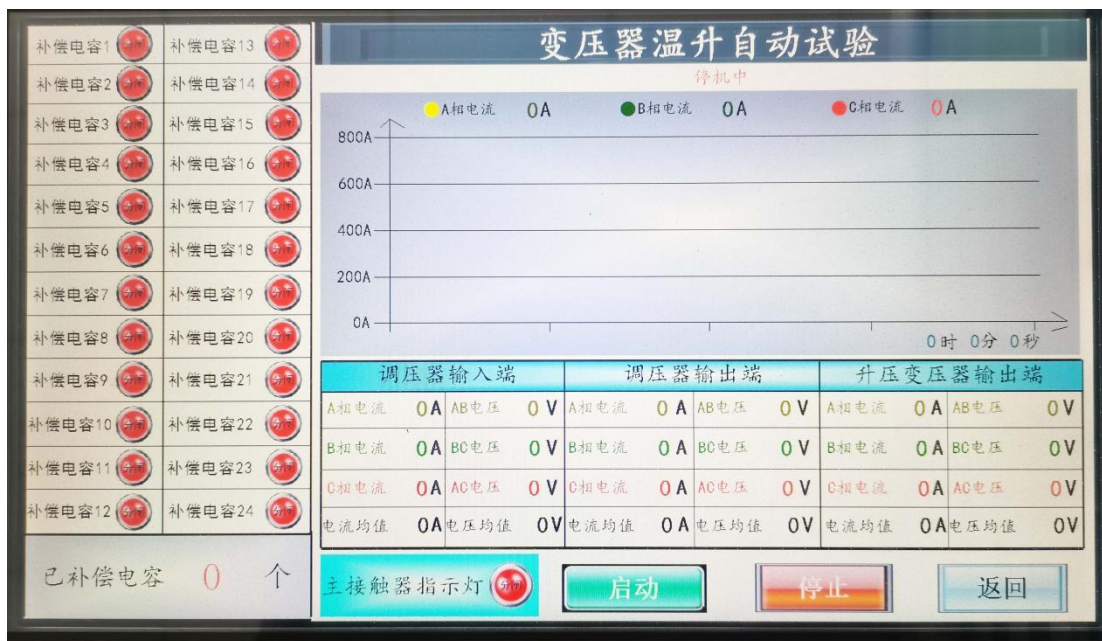
图三：开机主界面

1. 主空开合闸后，开机界面如上图。图上三个指示灯均为绿色，方可进行试验。
2. 根据试验需求，点击“变压器温升试验系统”按钮，进入变压器温升试验操作系统。



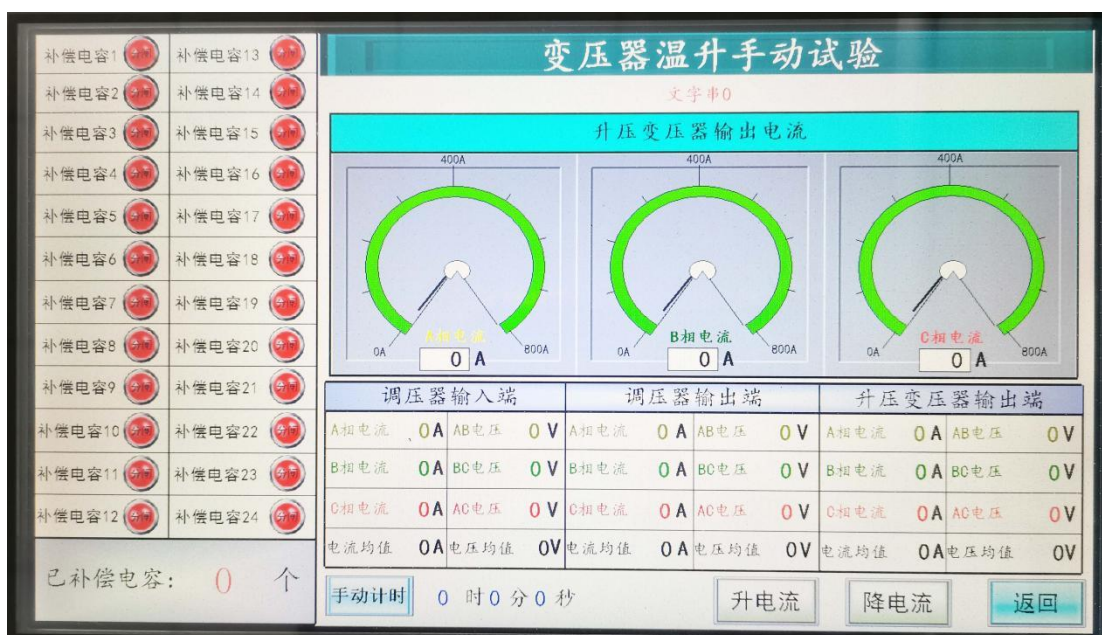
图四：变压器温升试验系统 参数设置界面

3. 设置试验电流、保护电流、自动试验时间、手动试验计时时间值；根据试验需求，设置升压变压器输出电压值，有三档可选，分别为1000V、2000V、3000V，选择相应输出电压后，提示界面会出现“已选择\*\*\*V 试验”；若未选择输出电压值，则无法进行试验。
4. 点击“自动试验”按钮（需长按 0.5s），进入变压器温升自动试验界面如图五；点击“手动试验”按钮（需长按 0.5s），进入变压器温升手动试验界面（如图\*）；点击“数据查看”按钮，进入变压器温升试验数据界面（如图\*）；点击“返回主页”按钮，进入开机界面（如图三）。



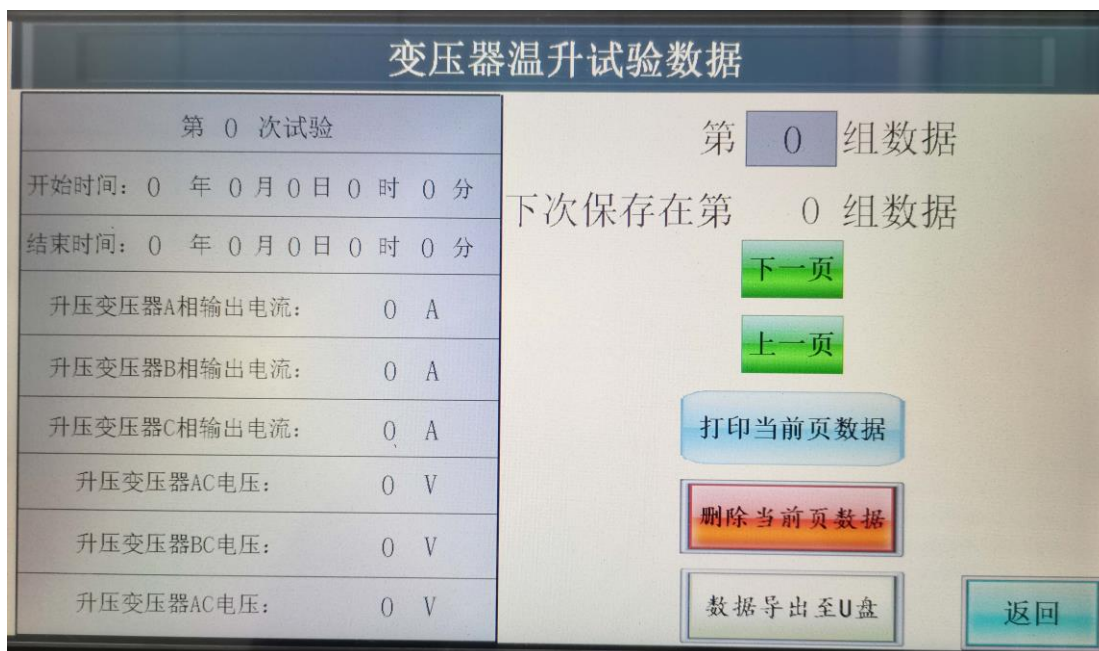
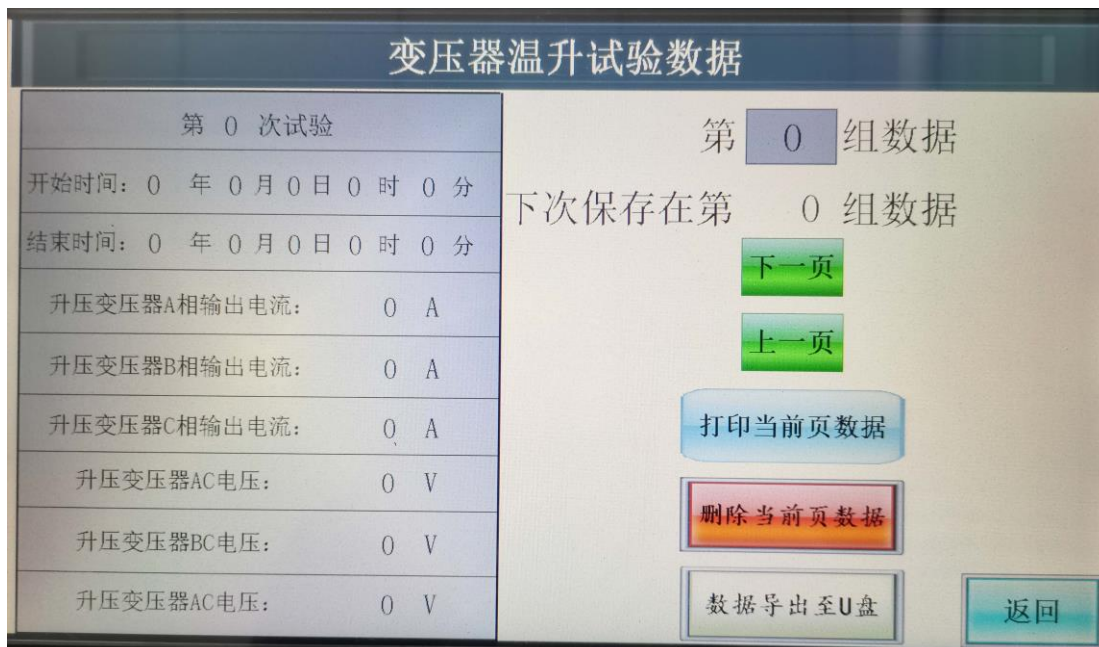
图五：变压器温升试验 自动试验界面

5. 点击“启动”按钮，出现试验提示窗口，点击“确定”，进行自动试验。
6. 到达试验电流值，进行耐流自动计时，计时时间结束，调压器自动回零，补偿电容接触器自动断开，界面显示值回零。
7. 若需中途停止试验，点击停止按钮。



图六：变压器温升手动试验 界面

8. 点击“升电流”按钮，电流上升，点击“降电流”按钮，电流下降；若到试验电流值时，点击“升电流”按钮无效。点击“返回”按钮，返回试验参数设置界面。



图七：变压器温升试验数据 界面

9. 点击“上一页/下一页”按钮，可查看上下组数据；点击

**第 0 组数据**

, 输入数值, 可查看相应组试验数据, 最大数值可输入 500; 点击“打印当前页数据”, 可打印显示数值; 点击“删除当前页数据”, 删除显示数据; 通过面板 USB 接口, 连通 U 盘, 点击“数据导出 U 盘”按钮, 可将数据传至 U 盘, 可用 excel 查看数据; 点击“返回”按钮, 返回试验参数设置界面。

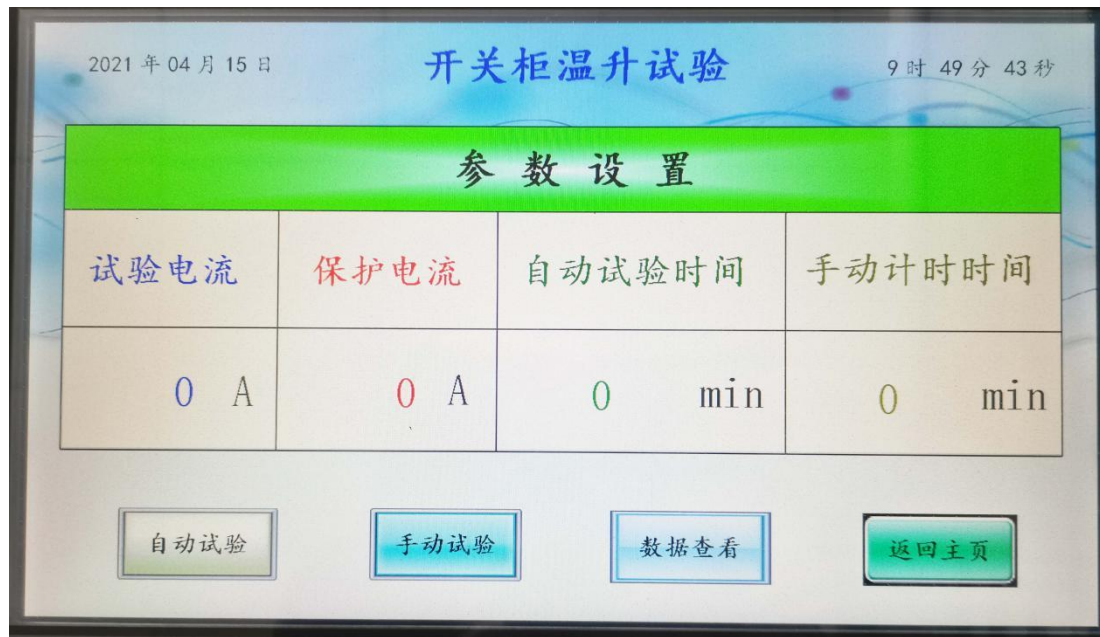
## 开关柜温升试验系统 操作方法



图八：开机主界面

1. 主空开合闸后, 开机界面如上图。图上三个指示灯均为绿色, 方可进行试验。
2. 根据试验需求, 点击“开关柜温升试验系统”按钮, 进入开关柜温升试验操作系统。





图九：开关柜温升试验系统 参数设置界面

3. 设置试验电流、保护电流、自动试验时间、手动试验计时时间值。
4. 点击“自动试验”按钮（需长按 0.5s），进入开关柜温升自动试验界面如图五；点击“手动试验”按钮（需长按 0.5s），进入开关柜温升手动试验界面（如图\*）；点击“数据查看”按钮，进入开关柜温升试验数据界面（如图\*）；点击“返回主页”按钮，进入开机界面（如图三）。

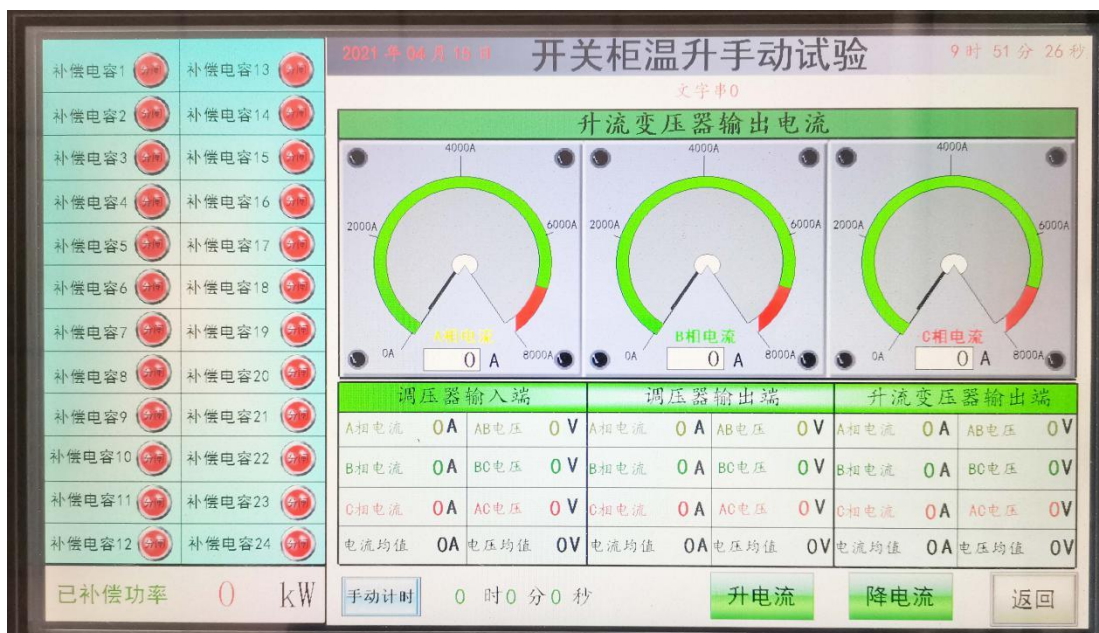


图十：开关柜温升试验 自动试验界面

5 点击“启动”按钮，出现试验提示窗口，点击“确定”，进行自动试验。

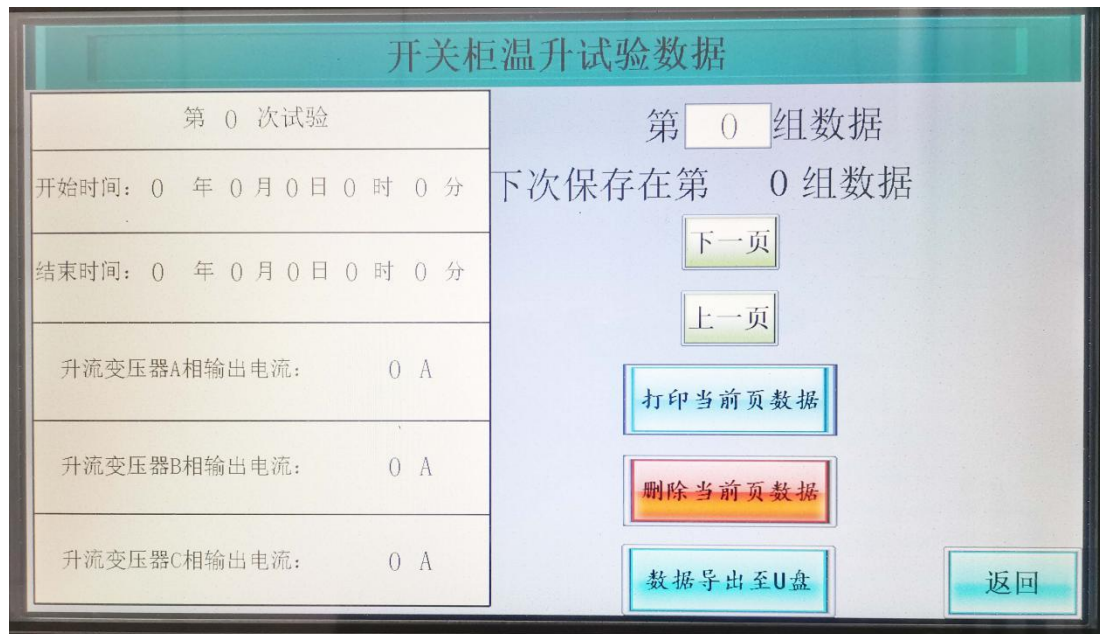
6. 到达试验电流值，进行耐流自动计时，计时时间结束，调压器自动回零，补偿电容接触器自动断开，界面显示值回零。

7. 若需中途停止试验，点击停止按钮。



图十一：开关柜温升手动试验 界面

8. 点击“升电流”按钮，电流上升，点击“降电流”按钮，电流下降；若到试验电流值时，点击“升电流”按钮无效。点击“返回”按钮，返回试验参数设置界面。



图十二：开关柜温升试验数据 界面

10. 点击“上一页/下一页”按钮，可查看上下组数据；点击第 0 组数据，输入数值，可查看相应组试验数据，最大数值可输入 500；点击“打印当前页数据”，可打印显示数值；点击“删除当前页数据”，删除显示数据；通过面板 USB 接口，连通 U 盘，点击“数据导出 U 盘”按钮，可将数据传至 U 盘，可用 excel 查看数据；点击“返回”按钮，返回试验参数设置界面。

## 第二部分 HM305E 变压器特性测试仪

### 1. 概述

HM305E 电参数测量仪按照 JB / T501—91《电力变压器试验导则》和 GB1094—96《电力变压器》的技术标准要求，能同时测量单相或三相电力变压器的交流电压有效值、电压平均值、电流有效值、有功功率、功率因数和频率等电量参数，测量精度为 0.5 级。智能化、专业化设计，适用于电力变压器空载、负载、感应等试验的测试，是传统指针式仪表的理想换代产品。

### 2. 主要特点

- 采用 320×240 点阵带背光液晶显示屏，同时显示单相或三相电压有效值、电压平均值、电流有效值、有功功率、功率因数和频率等 18 个电参量。
- 多屏菜单操作，供用户选择，操作方便，并自动计算各参数，如  $P_0$ 、 $I_0$ 、 $P_{kn}$ 、 $e_{kt}$ 、 $e_{k75(120^\circ C)}$ 、 $e_{k75^\circ C}$ 、 $Z_k$ 。
- 可自动对电压幅度、波形及温度进行校正。
- 可按键设定电压、电流互感器比率，直接显示初级测量值。
- 可设置试验日期、变压器出厂编号，并可断电锁存。
- 可测量低功率因数范围的功率。
- 配有打印接口和串行 RS232 计算机接口，打印格式按照标准记录(汉字)格式要求。
- 抗干扰性能强，有过载报警指示功能，并且有可靠的过压、过流保护，适用于现场校验环境下工作。

### 3. 技术指标(0.5 级)

项 目	测 量 范 围	基 本 误 差
电 压	500V	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
电 流	5A	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
功 率	$U \times I$	$\pm(0.25\% \text{读数} + 0.25\% \text{量程})$
功率因数	0.010~1.000	$\pm 3$ 个字
频 率	(40~300)Hz	$\pm 0.5\%$
电 源	AC220V $\pm 22\text{Hz}$ ，50Hz $\pm 1\text{Hz}$	
整机功耗	小于 15VA	

使用环境	环境温度: (0~40) °C, 相对湿度: 30%~90%
连续工作时间	大于 24 小时
外形尺寸	400(宽) × 479(深) × 174 (高)mm
重 量	约 5kg

#### 4. 基本原理

HM305E 电参数测量仪采用先进的微机数字化处理技术, 实现了所有参数同时测量。整机由微机控制, 工作稳定可靠, 其方框原理图如图所示:

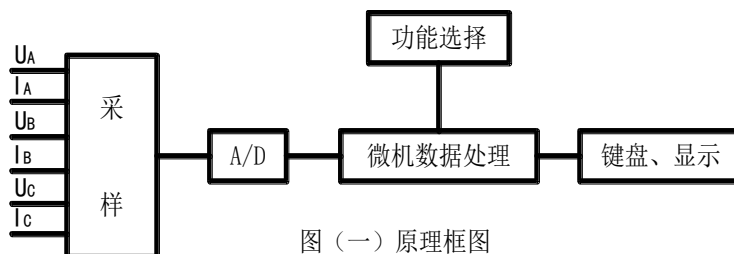


图 (一) 原理框图

三相电压  $U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$  分别通过电阻分压, 三相电流  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  分别通过高精度电流互感器产生采样信号。

HM305E 电参数测量仪, 在做变压器的性能试验时, 可同时测量出 18 个参数, 各测量值的定义如下:

有效值 (True RMS):

$$I_{rms} = \left( \frac{1}{nT} \int_0^{nT} i^2 dt \right)^{1/2}$$

$$U_{rms} = \left( \frac{1}{nT} \int_0^{nT} u^2 dt \right)^{1/2}$$

平均值 (Rectified Mean):

$$U_{rect} = \frac{\Pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{1}{nT} \int_0^{nT} |u| dt$$

算术平均值 (Average):

$$I = (I_a + I_b + I_c) / 3$$

$$U = (U_a + U_b + U_c) / 3$$

平均值电压与电压有效值的偏差率 (三相测量时, 用三相电压的算术平均值; 单相测量时, 就用该相的值):

$$d = \frac{U_{rect} - U_{rms}}{U_{rect}} \times 100\%$$

有功功率(Power):

总功率及功率因数(Total):

$$P = \frac{1}{nT} \int_0^{nT} (u \times i) dt$$

$$\Sigma P = P_a + P_b + P_c \quad (\text{代数和})$$

单相变压器:

$$PF = \frac{\Sigma P}{(U \times I)}$$

三相变压器:

(U 为线电压)

$$PF = \frac{\Sigma P}{\sqrt{3}(U \times I)}$$
$$PF = \frac{\Sigma P}{3(U \times I)}$$

$$I_0' = \frac{I}{I_n} \times 100\%$$

(U 为相电压)

式中:  $I_n$ ——低压侧额定电流

空载试验时数据校正过程及公式(仪表损耗可忽略不计):

第一步: 校正到额定电压 ( $U_n$ )

$$k = U_n / U_{rect}$$

$$P_m = (\Sigma P - \text{线路损耗}) \times k^2$$

$$I_0 = I_0' \times K$$

第二步: 波形校正

$$P_0 = P_m (1+d)$$

负载试验时数据校正过程及公式(仪表损耗可忽略不计):

75° C 时的温度折算系数:

$$K_t = \frac{75+235}{t+235}$$

$$P_{kt} = \Sigma P - \text{线路损耗}$$

$$P_{kn} = P_{kt} \times \left( \frac{I_N}{I} \right)^2$$

式中:  $I_N$ ——高压侧额定电流;

$$e_{kt} = \left(\frac{U}{U_N}\right) \times \left(\frac{I_N}{I}\right) \times 100\%$$

式中：  $U_N$ ——高压额定电压，V；

$I_N$ ——高压额定电流，A；

$$e_{k75} = \sqrt{e_{kt}^2 + \left(\frac{P_{kt}}{10 S_n}\right)^2 \times (K_t^2 - 1)} \times 100\%$$

式中：  $S_n$ —— 额定容量，kVA；

$e_{k75}$ —— 参考温度(75℃)的阻抗电压，%；

$e_{kt}$ ——绕组温度为 t℃ 时的阻抗电压，%；

短路阻抗：

$$Z_k = e_{k75} \times \frac{U_N^2}{S_n}$$

式中：  $Z_k$ —— 参考温度（75℃）的短路阻抗，每相欧姆；

注：当温度折算为 120℃时，将以上 75℃处改为 120℃。

对于三绕组变压器，在进行负载试验时，有以下三种接线方式：

(1) 高压—低压绕组之间：

高压送电、低压短路：此时用  $U_N$ 、 $I_N$

低压送电、高压短路：此时用  $U_n$ 、 $I_n$

(2) 高压—中压绕组之间：

高压送电、中压短路：此时用  $U_N$ 、 $I_N$

中压送电、高压短路：此时用  $U_m$ 、 $I_m$

(3) 中压—低压绕组之间：

中压送电、低压短路：此时用  $U_m$ 、 $I_m$

低压送电、中压短路：此时用  $U_n$ 、 $I_n$

在负载试验条件下的运算程序中，增加了计算参考温度（75℃，120℃）的负载损耗程序。其计算公式如下：

当附加损耗大于额定损耗 10%时： $P_{k75}(120) = (P_{kn} + P_r (K^2 t - 1)) / Kt$

当附加损耗小于额定损耗 10%时： $P_{k75} = P_{kn} \cdot Kt$

其中： $P_{kn}$ —— 额定电流下的负载损耗（见上）

H·V--L·V(高对低)时,

$$P_r = 1.5(I_N^2 R_H + I_n^2 R_L)$$

H·V--m·V (高对中)时,

$$P_r = 1.5(I_N^2 R_H + I_m^2 R_m)$$

m·V--L·V(中对低)时,

$$P_r = 1.5(I_m^2 R_m + I_n^2 R_L)$$

$R_H$ —负载试验时试品温度条件下的高压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

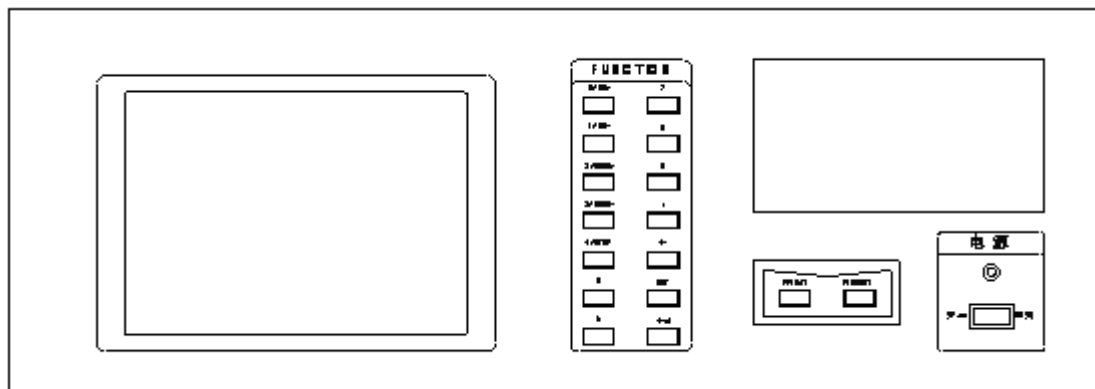
$R_m$ —负载试验时试品温度条件下的中压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

$R_L$ —负载试验时试品温度条件下的低压绕组线电阻平均值, 单位  $\Omega$ ;

$K_t$ —温度折算系数。

## 5. 使用说明

### 5.1 前面板



图二 前面板布置图

前面板显示屏为  $320 \times 240$  点阵带背光液晶屏幕, 屏幕靠近右下角显示屏幕菜单号(1, 2, 3, 4)其决定所显示屏幕菜单内容。第 1 屏为空载试验设定参数菜单屏幕, 第 2 屏为负载试验设定参数菜单屏幕, 第 3 屏为空载试验菜单屏幕, 第 4 屏为负载试验菜单屏幕。为完成各功能操作, 前面板设置 16 个按键, 其中数字键 11 个(0~9 和小数点  $\cdot$ )、回车确认键( $\leftarrow \downarrow$ )、设定(SET)键、退格键( $\leftarrow$ )、打印键(PRINT)和复位键(RESET)。其中数字键 0, 1, 2, 3, 4 为复合键, 分别兼用 No+、No-、MENU+、MENU-、STOP 等按键功能, 分别介绍如下:



数字键(0~9 和 “·”)：在设定状态下，可分别用于设定各参数值。

No+： 变压器编号值加“1”。

No-： 变压器编号值减“1”。

MENU+： 液晶显示屏幕菜单号加“1”。

MENU-： 液晶显示屏幕菜单号减“1”。

STOP： 显示内容锁定，再按该键，退出锁定状态。

PRINT： 按下该键，仪器以固定的格式打印测量值(打印机处于联机状态)。

RESET： 按该键，仪表复位。当仪器工作或显示出现异常时，可按该键。

参数设定功能由 SET、←、0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、· 共 14 键操作完成，详见后。

面板左下方是电源开关。按下电源开关，电源指示灯亮。

下面详细介绍各屏幕菜单含义：

#### 1. 屏幕菜单 1 (试验参数设定)

设置菜单1	
变压器试验编号NO:	9806111
试验日期:	1998.06.07
被试品规格:	*****/***
被试品额定容量Sn(KVA):	*****
被试品低压侧额定电压Un(V):	*****
被试品低压侧额定电流In(A):	*****
单相(S)/三相(T)测量方式:	T
相电压/线电压的显示选择:	0
折算温度选择(75°C=0 120°C=1 145°C=2):	0
参考温度的负载损耗计算选择:	1
三根测量导线的电阻之和(Ω):	*****
屏幕菜单1	

图三 屏幕菜单 1 显示状态图

第一行：输入被试验的变压器的编号(No)，规定为七位数；

第二行：输入试验日期，分别规定为年(四位数)、月(两位数)和日(两位数)；

第三行：输入被试品规格，分别规定六位数和三位数；

第四行：输入被试品容量 Sn(kVA)，规定为六位数；

第五行：输入被试品低压侧额定电压 Un(V)，规定为六位数；

- 第六行：输入被试品低压侧额定电流  $I_n$ (A)，规定为六位数；
- 第七行：输入单相(S) / 三相(T)测量方式选择，S表示单相测量方式，T表示三相测量方式，按面板“←”键，可分别选择T或S；
- 第八行：输入相电压 / 线电压显示选择，0表示测量显示相电压，即屏幕菜单3,4中所显示的电压参数均表示为相电压，1表示测量显示线电压即屏幕菜单3,4中所显示的电压参数均为线电压，按面板“←”键，可分别选择0或1；规定仪器检定时，置为“0”；
- 第九行：输入折算温度（负载试验时用）选择，0表示折算温度为75℃，1表示折算温度为120℃，2表示折算温度为145℃，按面板“←”键，可分别选择0、1、2；
- 第十行：输入计算参考温度的负载损耗选择：  
0表示按  $P_{k75}(\text{或 } 120) = P_{kn} \times K_t$  计算；  
1表示按  $P_{k75}(\text{或 } 120 \text{ 或 } 145) = (P_{kn} + P_r (K^2 t - 1)) / K_t$  计算；  
按面板“←”键，可分别选择0或1。
- 第十一行：输入试验装置的三根测量导线电阻之和的阻值  $\Omega$ （用于计算线路损耗），规定为七位数。如果不考虑测量导线电阻的影响，则此项设为“0.0”。

以上设置参数均可断电保存。

## 2. 屏幕菜单2（试验设定参数）

设置菜单2	
被试品高压侧额定电压UN(KV):	*****
被试品高压侧额定电流IN(A):	*****
被试品中压侧额定电压Um(KV):	*****
被试品中压侧额定电流Im(A):	*****
被试品低压侧额定电压Un(V):	*****
被试品低压侧额定电流In(A):	*****
高压绕组线电阻平均值RH( $\Omega$ ):	*****
中压绕组线电阻平均值Rm( $\Omega$ ):	*****
低压绕组线电阻平均值RL( $\Omega$ ):	*****
设置测量绕组:H·V-L·V	绕组分接的位置:17
被试品温度( $^{\circ}$ C):	20.5
屏幕菜单2	

图四 屏幕菜单 2 显示状态图

该屏幕输入试验所需计算参数,按所在分接位置输入对应的参数。

第一行:输入被试品高压端额定电压  $U_N$  (kV),规定为六位数字;

第二行:输入被试品高压端额定电流  $I_N$  (A),规定为六位数字;

第三行:输入被试品中压端额定电压  $U_m$  (kV),规定为六位数字;

第四行:输入被试品中压端额定电流  $I_m$  (A),规定为六位有效数字;

第五行:输入被试品低压端额定电压  $U_n$  (kV),规定为六位数字;

第六行:输入被试品低压端额定电流  $I_n$  (A),规定为六位有效数字;

第七行:输入高压绕组线电阻平均值  $R_H$  ( $\Omega$ ),规定为八位数字;

第八行:输入中压绕组线电阻平均值  $R_m$  ( $\Omega$ ),规定为八位数字;

第九行:输入低压绕组线电阻平均值  $R_L$  ( $\Omega$ ),规定为八位数字;

第十行:设置测量绕组,先输入测量绕组输入端位置(H、M、L中选一),再输入输出端位置(H、M、L中选一),按面板“←”键,可分别选择H、M或L;如果设定为H·V-L·V,则表示测量绕组为高压对低压;设置绕组分接的位置,范围为00-99;

第十一行:输入被试品温度( $^{\circ}\text{C}$ ),规定为四位数字;

以上设定参数均可断电保存。

**注意:在设置各项参数时,请不要在第一位设置小数点,以免造成**

**各项指标计算错误!**

3. 屏幕菜单 3 (空载试验):

	Urms(V) 有效值	Urec(V) 平均值	I(A) 有效值	P(W) 有功功率
A	0.0	0.0	0.0000	0.0
B	0.0	0.0	0.0000	0.0
C	0.0	0.0	0.0000	0.0
Σ	0.0	0.0	0.0000	0.0
总功率因数 : 0.260				
频 率 (Hz): 50.04				
电压偏差率(%): 0.274				
空载 功率(W): 688.4				
空载电流百分比 $I_0=0.43\%$				
电流互感器比率 $k=5 /5$				
电压互感器比率 $U_k=1$				
变压器试验编号NO:9806111				屏幕菜单3

图五 屏幕菜单 3 显示状态图

第一、二行显示测量参数符号及单位, Urms (V) 表示测量各相或线电压的均方根值(单位为 V); Urec (V) 表示测量各相或线电压的平均值(单位为 V); I (A) 表示测量各相电流的均方根值(单位为 A); P(W) 表示为各相的有功功率(单位为 W);

第三、四、五行分别显示对应各相(电压为线电压)的值;

第六行分别显示三相线电压均方根值的算术平均值、三相线电压平均值的算术平均值、三相相电流均方根值的算术平均值、总有功功率;

第七行显示总功率因数 PF。

第八行显示频率 F (Hz);

第九行显示电压偏差率 d(%)

第十行显示空载功率  $P_0$ (W)。

第十一行显示空载电流百分比  $I_0$ (%);

第十二行显示设定电流互感器比率  $I_k/5$  (共四位数, 规定次级电流为 5A, 只要填写互感器初级电流  $I_k$ , 而不是比值, 以下菜单显示含义相同)。

第十三行显示设定电压互感器比率  $U_k$  (共六位数, 填入变比值, 以下菜单显示含义相同)

第十四行显示设定变压器试验编号 No (共七位数)。

4. 屏幕菜单 4 (负载试验):

	Urms(V) 有效值	I(A) 有效值	P(W) 有功功率
A	0.0	0.0000	0.0
B	0.0	0.0000	0.0
C	0.0	0.0000	0.0
Σ	0.0	0.0000	0.0
额定电流下的负载损耗(W)=5424.4			
绕组温度为20.5℃时的阻抗电压(%)=3.87			
参考温度为75℃时的阻抗电压(%)=****			
参考温度为75℃时的负载损耗(W)=****			
参考温度为75℃时的短路阻抗(Ω)=****			
电流互感器比率 $I_k=5 / 5$			
电压互感器比率 $U_k=1$			
变压器试验编号NO:9806111			屏幕菜单4

图六 屏幕菜单 4 显示状态图

第一、二、三、四、五、六各行显示含义与前相同类似；

第七行显示额定电流下的负载损耗  $P_{kn}$  (W)；

第八行显示绕组温度为  $t$ ℃时的阻抗电压  $e_{kt}$  (%)；

第九行显示参考温度为（75℃）时的阻抗电压  $e_{k75}$  (%)；

第十行显示参考温度为（75℃）时的负载损耗  $P_{k75}$  (W)；

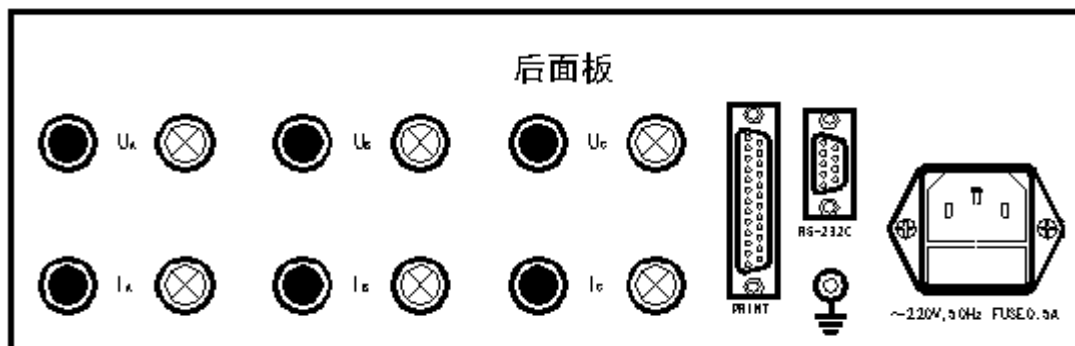
第十一行显示参考温度为（75℃）时的短路阻抗  $Z_k$  计算值；

第十二行显示设定电流互感器倍率  $I_k/5$ ；

第十三行显示设定电压互感器倍率  $U_k$ ；

第十四行显示设定被测变压器编号 No。

## 5.2 后面板



图七 后面板布置图

图中标记○为红色接线柱，●标记为黑色接线柱， $U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$  分别对应前面板显示屏中 A、B、C 三相电压输入端，红色接线柱○为高(同名)端，黑色接线柱●低(非同名)端， $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  分别对应前板 A、B、C 电流输入端，红色接线柱为流进(同名)端，黑色接线柱为流出(非同名)端，带有“⊥”标记的接线柱为机壳地，其已与仪表外壳连在一起。后面板分别按装有打印接口、通讯接口、电源插座（内置保险丝）。

### 5.3 操作方法

仪器操作有两种状态：参数设定状态和测量状态。按“SET”键进入设定状态，并在屏幕上有闪动光标(方形)显示，按回车键“←↵”键，即退出设定状态，回到测量状态。设定状态由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ., ←, ←↵ 共 13 个按键组成；测量状态由 No+, No-, MENU+, MENU-, STOP, PRINT 共六个按键组成。

打开仪器电源，液晶屏按菜单 1 格式显示。如果参数不设定，按 MENU+即进入菜单 2，如果按 MENU-，即进入菜单 4；如果参数要设定(输入)，按“SET”键，进入参数设定状态，这时“ $N_0$ ”的第 1 位光标闪动，即可按数字键，输入变压器的编号，连续按“SET”键，闪动光标依次按年，月，日，S,  $U_n$ , ... 顺序移动，按回车键“←↵”即退出设定状态，闪动光标消失。

进入屏幕菜单 2 后，按“SET”键，进入参数设定状态，这时“ $U_n$ ”的第 1 位光标闪动，即可按数字键输入数值，连续按“SET”键，闪动光标依次按  $I_n$ ,  $U_m$ ,  $I_m$ ,  $U_n$ ,  $I_n$ ,  $R_{11}$ ,  $R_m$ ,  $R_l$  等顺序移动，按回车键“←↵”，即退出设定状态，闪动光标消失。

进入屏幕菜单 3 后，按“SET”键，进入设定状态，电压倍率  $I_k$  的第 1 位光标



闪动，按数字键，输入倍率，连续按“SET”键，按 Uk, Ik, No 循环进行，按“←↵”键退出设定，进入测量状态。

进入屏幕菜单 4 后，按“SET”键，进入设定状态，设定次序按照 Uk, Ik, No 循环进行，按“←↵”键退出设定，进入测量状态。

在以上各菜单下，如在测量状态时，按“No+”键，则变压器编号在原编号基础上自动加上“1”，按“No-”键，变压器编号在原基础上自动减“1”。按“STOP”键，可将瞬间显示的数据锁定。

在测量状态下，按“PRINT”键，打印机按照规定格式打印出数据和表格。

#### 5.4 单相测量操作

按照图八、图九正确接线(规定 A 相输入)，同时禁止在  $U_B, I_B, U_C, I_C$  的八个接线柱上接线。

首先将屏幕菜单 1 中的“Single/Tri”（单相/三相测量方式）置为 S，选定为单相测量方式，“Phase/Line”（相电压/线电压测量显示选择）置为 0，选定为相电压显示。

单相测量时，菜单 3、4 中的第三、四、五行中所有参数值均显示为“0”，第二行(A 相)数据即为单相测量数据，其余数据均按单相计算。

#### 5.5 仪器检定注意事项

- 菜单 1 中“单相(S)/三相(T)”置为“T”（三相测量方式），“相电压/线”置为“0”（相电压显示）。
- 分别检定量 B 相, C 相数据时，必须将 B 相, C 相电压并联到 A 相上，保证 A 相上有电压输入。

## 6. 打印接口

25 针打印接口接线如下：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
STB	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	空	BUS	空	空

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
空	空	空	空	地	地	地	地	地	地	地	地

## 7. 通信功能

### 7.1 串行通信接口(9针)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
空	RXD	TXD	空	GND	空	空	空	空

### 7.2 通信协议

7.2.1. 串行口连接：标准 RS232 电平(±12V)，引脚 (9 针)：  
2-RXD;3-TXD;5-GND。

7.2.2. 串行口通信模式：每帧 10 位，1 个起始位，8 个数据位，1 个停止位  
(对应 8051, 8098 串行通信模式 1)。

7.2.3. 波特率：9600(出厂设定值)。

7.2.4. 串行口命令码：本仪表作为从机与主机通信,接收命令后执行相应的  
的操作，命令码为单字节。

7.2.5 串行口命令码：

40H: ..... 对某些参数进行复位(分别是,单相(S)/三相  
(T) = S, 相电压/线电压 = 0, T(0, 1, 2) = 0, Pkx(m) =  
0, Relation = L · V - L · V)

2DH: .....对按钮“RESET”进行操作

30H: .....对按钮“0/NO+”进行操作

31H: .....对按钮“1/NO-”进行操作

32H: .....对按钮“2/MENU+”进行操作

33H: .....对按钮“3/MENU-”进行操作

34H: .....对按钮“4/STOP”进行操作

35H: .....对按钮“5”进行操作

36H: .....对按钮“6”进行操作

37H: .....对按钮“7”进行操作

38H: .....对按钮“8”进行操作

39H: .....对按钮“9”进行操作

3AH: .....对按钮“.”进行操作

3BH: .....对按钮“←”进行操作





- 3CH: .....对按钮“SET”进行操作
- 3DH: .....对按钮“回车”进行操作
- 3EH: .....对按钮“PRINT”进行操作
- 2AH: 命令按顺序发出全部参数 (V1, Vrect1, A1, W1, COSQ1, Hz1, V2, Vrect2, A2, W2, COSQ2, Hz2, V3, Vrect3, A3, W3, COSQ3, Hz3, V, Vrect, A, W, COSQ, Hz, P0, IO, PKn, et, ek, zk, PKt, PK75, d, Ps, P1)

注 1: 仪表在接收到 2AH 后, 回送参数数据, 每个参数占 5 个字节 (如发送 2AH, 则可接收到 35 个参数, 共 35\*5=175 个字节)

其中:

V1, V2, V3 各代表 A, B, C 相有效值电压; (其电压可分为相电压, 线电压)  
 Vrect1, Vrect2, Vrect3 各代表 A, B, C 相平均值电压; (其电压可分为相电压, 线电压)

A1, A2, A3 各代表 A, B, C 相有效值电流;

CosΦ1, CosΦ2, CosΦ3 各代表 A, B, C 相功率因数

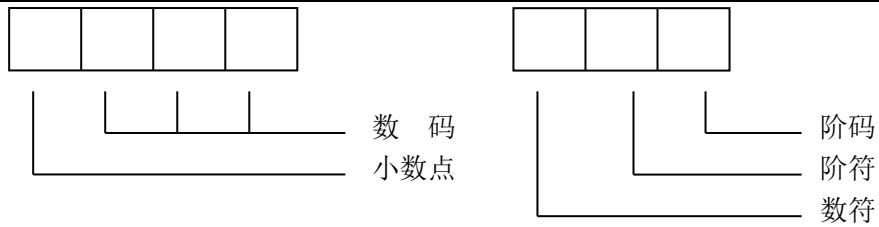
Hz1, Hz2, Hz3 各代表 A, B, C 相 频率

V, Vrect, A, W, CosΦ 各代表三相平均有效值电压, 三相平均电压, 三相平均有效值电流, 三相功率因数, 及三相总功率

注 2: 仪表在接收到以上命令后, 回送参数数据, 每个参数占 5 个字节 (如发送 26H, 则可接受到 5 个参数, 共 5×5=25 个字节), 数据格式见串行数据结构。

#### 7.2.6. 串行数据结构:

本仪表在接到命令码后, 回送相应的参数数据, 每个参数由 5 个字节组成, 前 4 字节表示尾数, 后 1 个字节表示阶码, 数据格式采用科学记忆法即小数点在第一个 BCD 码之后, 其结构如下:



阶码最高为数符，次高位为阶符，（“0”代表正数，“1”代表负数），低6位为阶码值，范围为0~63H，例：

1. 2345678 × 10<sup>4</sup> 其浮点数为 12345678, 44 接收字节次序：78, 56, 34, 12, 44

-8. 7654321 × 10<sup>2</sup> 其浮点数为 87654321, 82 接收字节次序：  
21, 43, 65, 87, 82

### 第三部分 使用维护注意事项

1. 本设备是按长期时工作制设计的，如用于连续工作时，配套于该设备工作电源额定容量应大于该设备的  $1.5^{\sim}2$  倍为宜。

2. 输出外接导线按  $2A/mm^2$  选择，其长度尽量取短。

3. 开箱验收时，应检查主回路接线端子是否松动，调压器接触是否良好。

4. 长期不用时，使用前应用 500V 兆欧表检查主回路对地绝缘电阻，其阻值不小于  $2M\Omega$ 。

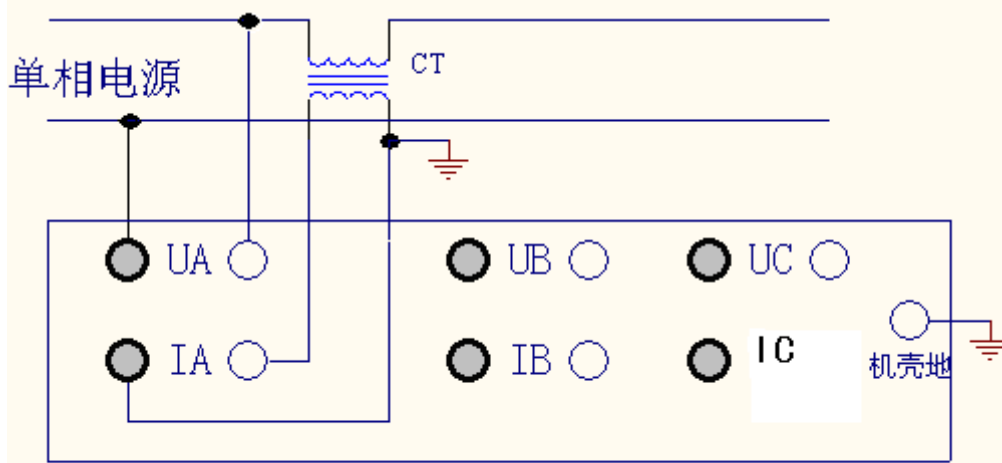
5. 电流表档位开关不准带负荷切换。

6. 使用时应良好接地。

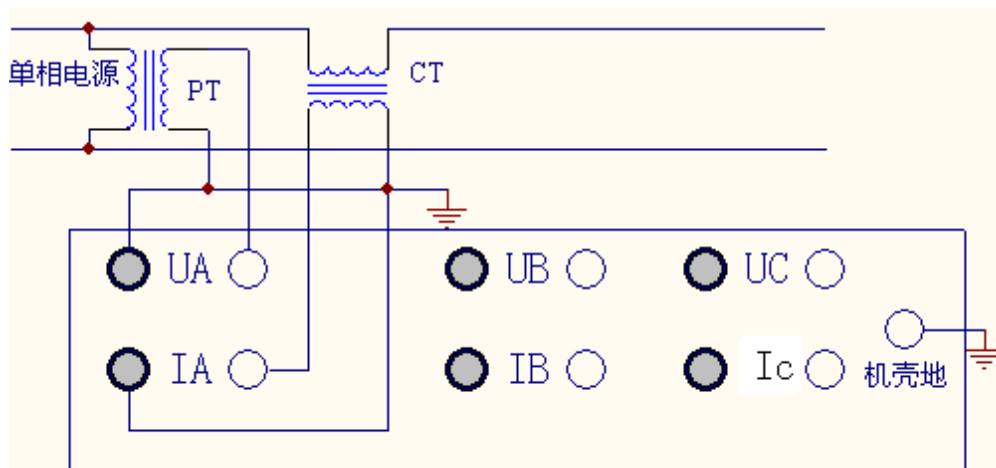
7. 仪器具有过载报警指示功能，当某相电压或电流超过量程时，液晶屏幕对应位置显示“E001”，同时仪器内蜂鸣器发出报警声，此时应立即进行降压处理。

8. 开机后，电压和电流输入应按相应高端和低端正确接线。注意：后面板电压各相低端（黑色接线柱）均已联在一起（即短路）。由于各相电压回路输入阻抗相等，因此，实际使用时，电压低端可悬空（见接线图），也可接到三相四线的中心点 N 上。

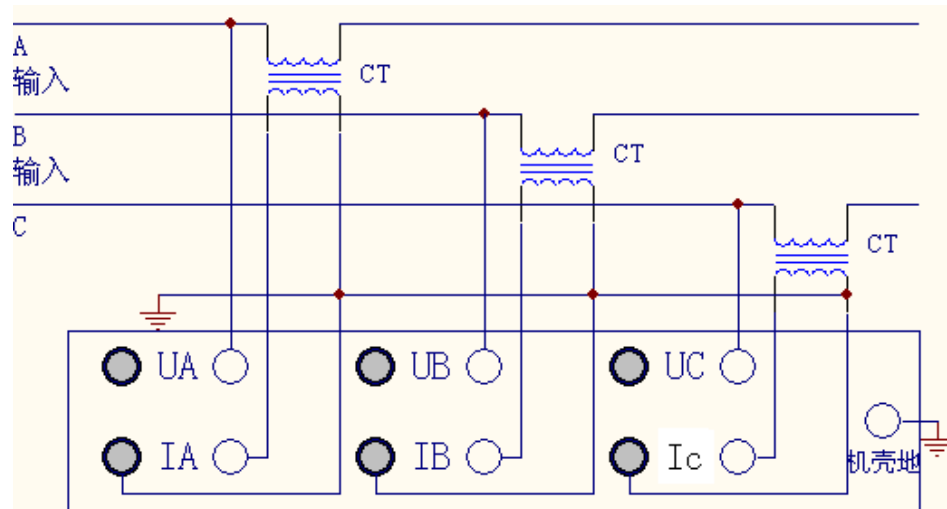
### 9. 接线图



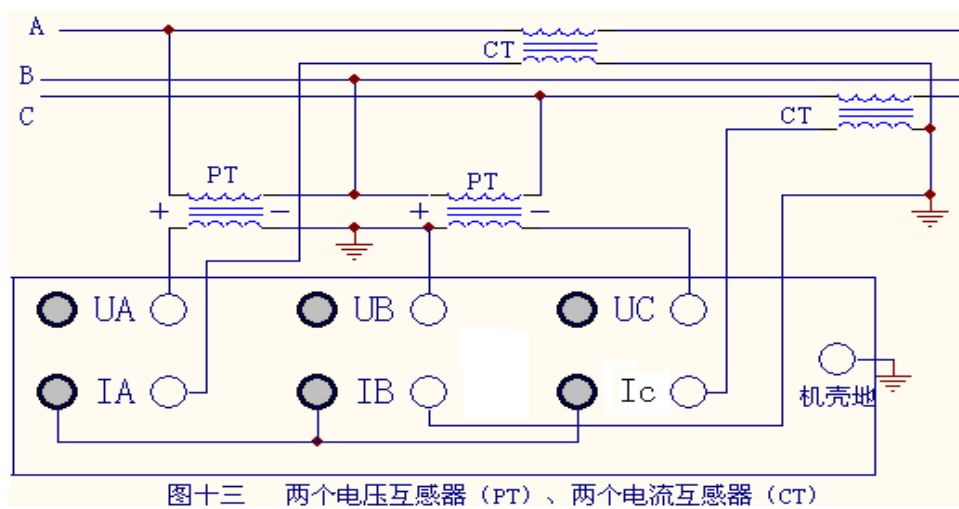
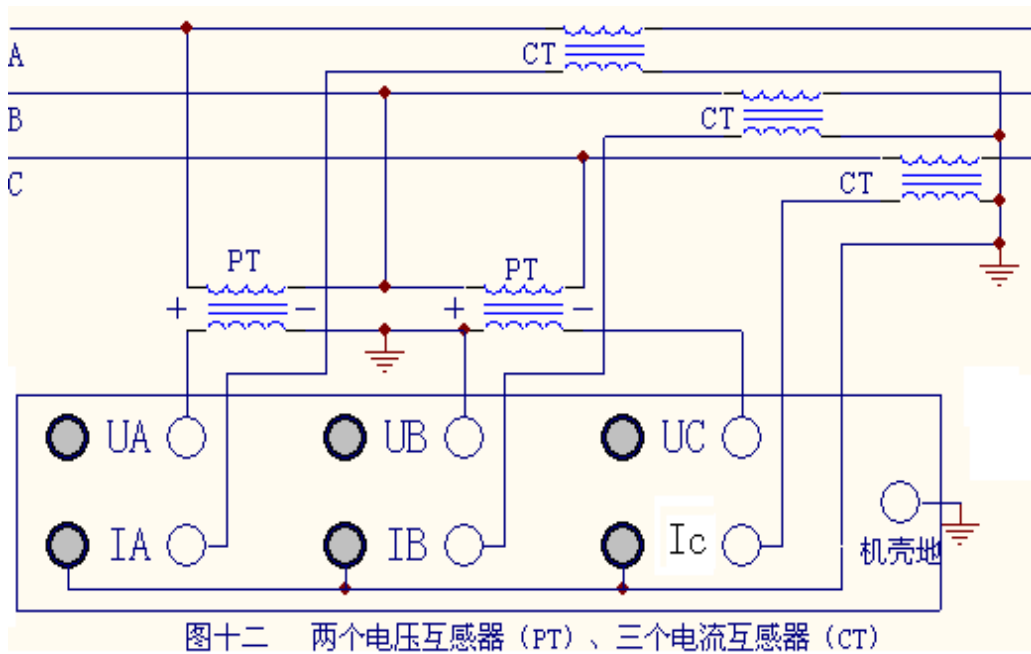
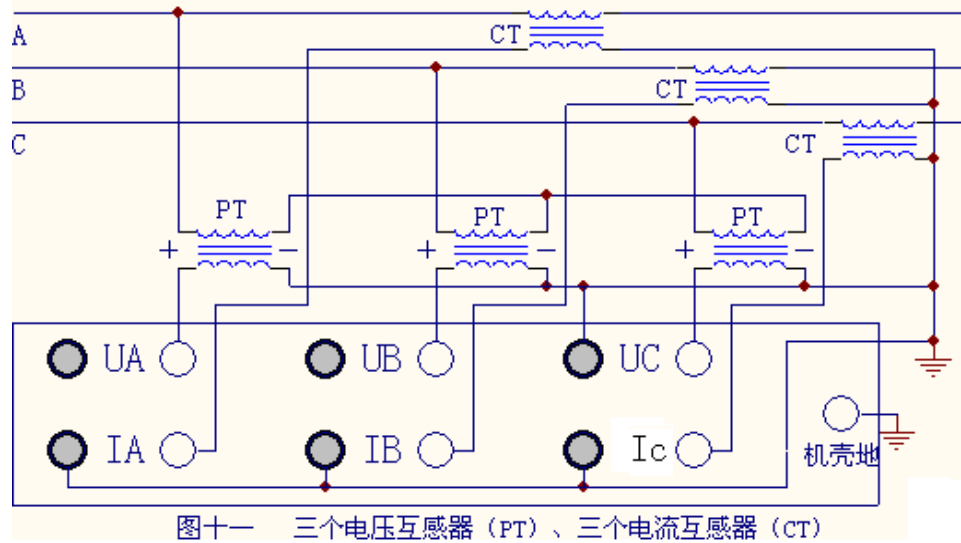
图八 单相测量接线图（电压直接接入）



图九 单相测量接线图（电压经电压互感器接入）

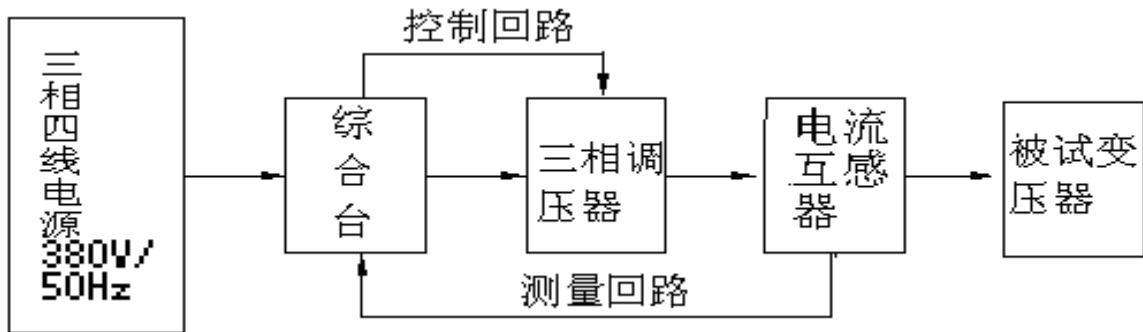


图十 三个电流互感器CT（电压接入）

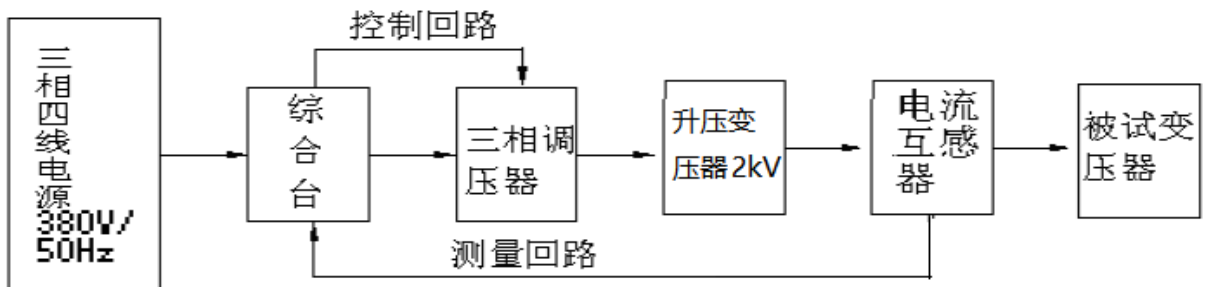


#### 第四部分. 附录

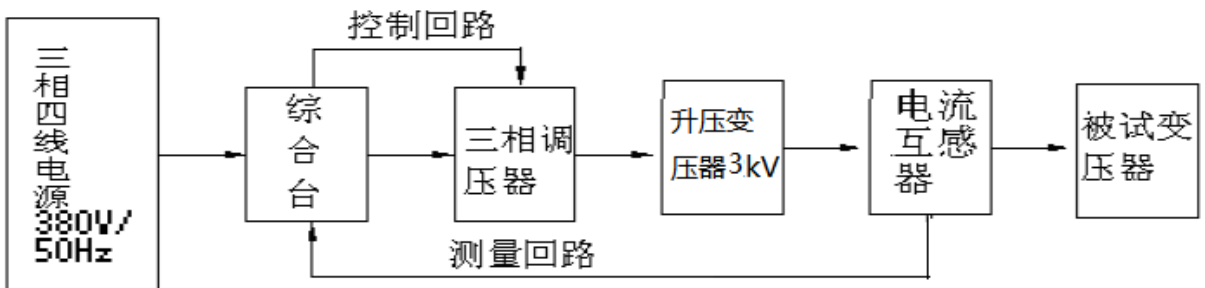
附 1: 温升试验方框图 (试品 9000kVA/10~11kV/0.8kV 变压器)



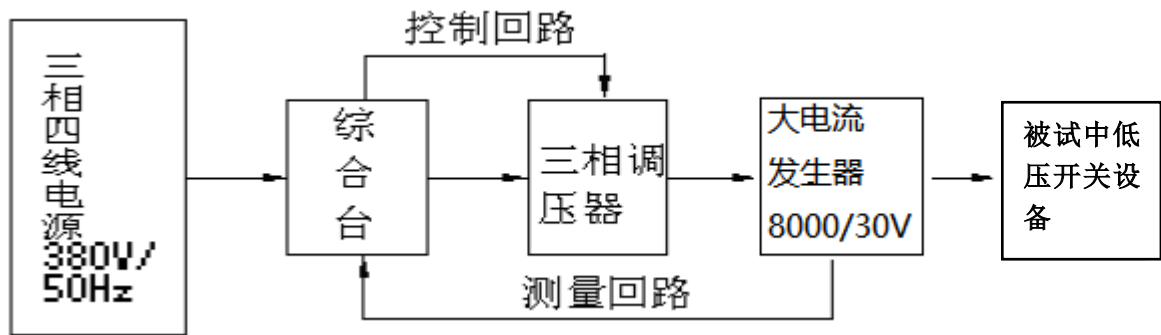
附 2: 温升试验方框图 (试品 9000kVA/23~15kV/0.8kV 变压器)



附 3: 温升试验方框图 (试品 9000kVA/30~35kV/0.8kV 变压器)



附 4：导电母排/开关柜温升试验方框图（8000A/30V）



附 5：设备原理图

