

# TDBZ-II 全自动变压器综合测试系统

## 使 用 说 明 书

武汉通力天德电气设备有限公司

## 操作规程

TDBZ-II 全自动变压器综合测试系统的技术条件规范，均依照国家和电力变压器行业标准和规范，如果标准之间有差异，以较高标准执行。

GB 1094.1—1996	电力变压器	第1部分：总则
GB 1094.2—1996	电力变压器	第2部分：温升
GB 1094.3—1996	电力变压器	第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
GB/T 1094.10—2003	电力变压器	声级测定
GB/T 6451—1999	三相油浸式电力变压器	技术参数和要求
GB 1094.11—2007	干式电力变压器	
GB/T 10228—2008	干式电力变压器	技术参数和要求
GB/T 15164—1994	油浸式电力变压器	负载导则

## 一、测量项目

1. 三相电压有效值
2. 三相电流有效值
3. 三相有功损耗
4. 三相无功损耗
5. 三相平均值电压
6. 三相电压平均值
7. 三相电流平均值
8. 总功率
9. 空载电流百分比
10. 阻抗电压百分比
11. 温升试验

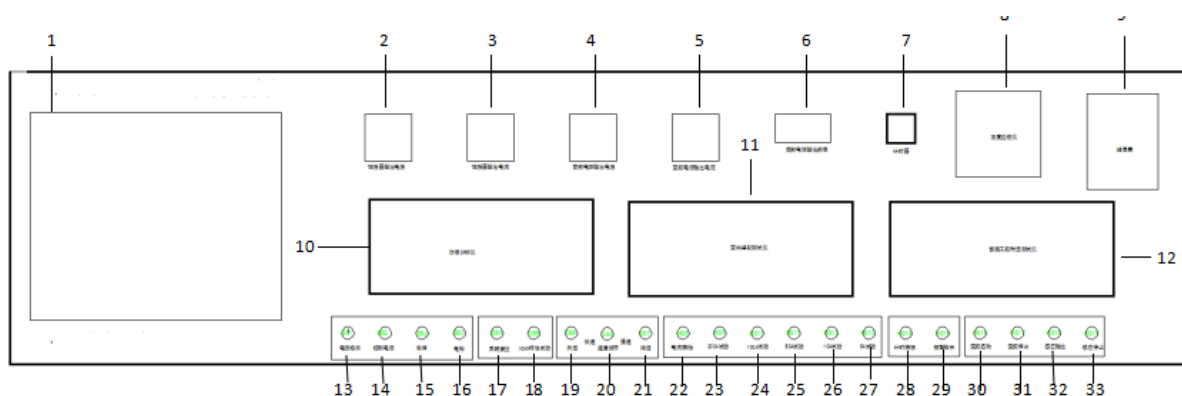
12. 频率

13. 功率因数

## 二、技术参数

项目	测量范围	相对误差
电压	0.1~700V	±0.1%
电流	0.1~5A	±0.1%
功率	U*I	±0.1%
功率因数	0.01~0.9999	±0.1%
电源	AC220V±10% 50Hz±2%	
使用环境	工作温度范围 0~40℃ 相对湿度 30%~90%RH	

## 全自动变压器综合测试系统面板图



- 1、显示屏- 用于变压器综合试验台软件操作的主控计算机。
- 2、调压器输出电压 - 用于显示试验时调压器的电压值
- 3、调压器输出电流 - 用于显示试验时调压器的电流值

- 4、变频电源输出电压-用于显示试验时变频电源的电压值
- 5、变频电源输出电流-用于显示试验时变频电源的电流值
- 6、变频电源输出频率-用于显示试验时变频电源的输出频率
- 7、计时器-用于试验计时功能
- 8、温度巡检仪-用于多点测量显示及控制
- 9、峰值表-工频试验时显示高压的试验值
- 10、功率分析仪-用来测量电机、变频器、变压器等功率转换装置的功率、效率等参量
- 11、变比组别测试仪-用于测量各种三相变压器的变比和接线组别，同时也能测量单相变压器和电压互感器的变化和极性
- 12、智能工频耐压测试仪-用于对各种电器产品、电气元件、绝缘材料等进行规定电压下的绝缘强度试验
- 13、电源指示-试验台通电后的电源指示
- 14、控制电源—测试台的电源锁开关
- 15、急停—用于在做试验时，出现紧急情况下主电源分闸
- 16、电铃—测试台在做试验时，操作员通电前给接线员的的警示
- 17、系统复位—用于做变压器试验换档按钮
- 18、10KV 特性试验—用于做变压器负载试验时选择电压启动的按钮
- 19、升压—变压器试验时直接升压按钮
- 20、速度调节—用于试验时控制感应调压器调压速度
- 21、降压—变压器试验时直接降压按钮
- 22、电流换挡—用于变压器做大电流试验时直接升降流按钮
- 23、200A 试验—用于做变压器负载试验时选择电流启动的按钮
- 24、100A 试验—用于做变压器负载试验时选择电流启动的按钮
- 25、50A 试验—用于做变压器负载试验时选择电流启动的按钮
- 26、10A 试验—用于做变压器负载试验时选择电流启动的按钮
- 27、5A 试验—用于做变压器负载试验时选择电流启动的按钮
- 28、计时按钮—用于试验计时功能
- 29、报警指示-用于变压器做大电流试验.温升试验过流，试验时间到的警示
- 30、变频启动-用于变频器的启动
- 31、变频停止-用于变频器的停止
- 32、感应输出-用于感应耐压输出

### 33、感应停止-用于感应耐压停止

## 2.变压器感应耐压试验

- a. 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的低压侧；
- b. 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；
- c. 操作员按一下功率分析仪面板上的“电源”按钮，此时功率分析仪显示屏显示友好界面，同时启动计算机，操控变压器测试软件；
- d. 操作员根据试验要求设置功率分析仪的参数（操作详见变压器测试软件说明书）；
- e. 操作员按一下变压器综合测试台“变频电源启动”按钮，此时启动指变频电源指示灯亮；在按一下变压器综合测试台“感应合闸”按钮
- f. 操作员根据试验要求设置“感应耐压计时器”的耐压时间，将计时器设为 40S；
- g. 操作员根据试验要求选择“单相试验”或“直接采样”，按下测试台面板上相对应的按钮，此时相对应的档位指示灯亮；
- h. 操作员按下测试台面板上的“感应试验”按钮，此时相对应的指示灯亮；
- i. 操作员按下测试台面板上的“试验合闸”按钮，此时相对应的指示灯亮，试验场警灯闪烁；

- l. 操作员按动测试台面板上的“电压快升、快降”按钮，观察台体面板上的功率分析仪电压指示，达到需要电压时停止升（降）压；
- m. 同时观察变压器综合测试台的感应输出电流及感应电压的变化。
- n. 操作员按下变压器综合测试台的“感应耐压计时”按钮，此时计时器开始计时，同时观察变压器综合测试台的感应输出电流指示，如发现泄露电流在增大应按下“急停/功能换挡”按钮；
- o. 在感应耐压计时到后，“感应试验报警”声光报警，开始自动降压，同时电压降压指示灯亮，电压降到零位，零位指示灯亮；
- p. 操作员按下测试台面板上的“急停/功能换挡”按钮，试验电源的总电源断开；
- q. 操作员按一下变压器综合测试台“变频电源停止”按钮，此时发电机停止指示灯亮；

## 变压器直流电阻试验

- a. 接线员将直流电阻测试线连接至变压器高压端 A 和 B 高压侧，B 和 C A 和 C 分三次测量，测试完高压端在测试低压端，低压端同高压端一样 a 和 b b 和 c a 和 c 测试完在测低压 a 和 o b 和 o c 和 o 每做完一次试验必须放电完在换测试线，请勿带电切换测试。
- b. 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；





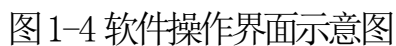
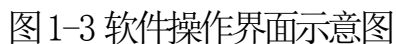
图 1-1 软件操作面板及主界面示意图

点击开始试验



图 1-2 软件操作界面示意图

填写变压器铭牌及参数如下：



试验完毕锁定测试数据关闭电源

## 变比阻别试验

- a. 接线员将直流电阻测试线连接至变压器高压端（红线黄绿红）A 和 B 和 C



高压侧，低压端（黑线黄绿红） a 和 b 和 c

b. 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；



图 1-1 软件操作面板及主界面示意图

点击开始试验



图 1-2 软件操作界面示意图

填写变压器铭牌及参数如下：



图 1-3 软件操作界面示意图



图 1-4 软件操作界面示意图

试验完毕锁定测试数据 关闭电源

### 3、变压器温升试验

- a. 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的高侧，并将变压器的低压侧短路；
- b. 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；
- c. 操作员按一下功率分析仪面板上的“电源”按钮，此时功率分析仪显示屏显示友好界面，同时启动计算机，操控变压器测试软件；
- d. 操作员根据试验要求设置空负载测试仪的参数（操作详见变压器测试软件说明书）；
- e. 操作员根据试验“直接采样”，按下测试台面板上相对应的按钮，此时相对应的档位指示灯亮；
- f. 操作员选择软件上的“0.65KV”，
- g. 操作员按下测试台面板上的“200A 合闸”按钮，此时相对应的指示灯亮，试验场警灯闪烁；
- h. 操作员按下测试台面板上的“升压”按钮，点动升压，同时升压指示灯亮；
- j. 同时观察变压器测控软件的电压测试数据或空负载测试仪上的电流数据，达到需要电流时停止升、降压，按温升试验时间运行 12 小时。
- k. . 操作员操作变压器测试软件，打印出测试数据；
- i. 操作员按下测试台面板上的“降压”按钮，同时电压降压指示灯亮，将电压降到零位；
- n、操作员按下测试台面板上的“急停/三相分闸”按钮，试验电源的总电源断



开；

## 手动空载试验

- a. 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的低压侧；
- b. 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；
- c. 操作员按一下变压器空负载测试仪面板上的“电源”按钮，此时功率分析仪显示屏显示友好界面，同时启动计算机，操控变压器测试软件；



图 1-1 软件操作面板及主界面示意图

点击开始试验



图1-2 软件操作界面示意图

填写变压器铭牌及参数如下：



图1-3 软件操作界面示意图

点击确定进入试验





图 1-4 软件操作界面示意图

操作员选择软件上的“0.65KV”，，操作员按下测试台面板上的“50A 合闸”按钮，此时相对应的指示灯亮，试验场警灯闪烁，操作员按下测试台面板上的“升压”按钮，点动升压，同时升压指示灯亮，同时观察变压器测控软件的电压测试数据或空负载测试仪上的电压数据，达到需要电压时停止升、降压，操作员操作变压器测试软件，保存测试数据到试验报告，试验完毕，开始手动降压，降至零位，分开低压特性合闸，三相分闸关闭电源开关。

## 手动温升试验

- 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的高压侧，低压侧短接
- 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；

c、操作员按一下变压器空负载测试仪面板上的“电源”按钮，此时功率分析仪显示屏显示友好界面，同时启动计算机，操控变压器测试软件；



图1-1 软件操作面板及主界面示意图

点击开始试验



图1-2 软件操作界面示意图

填写变压器铭牌及参数如下：





图 1-3 软件操作界面示意图

点击确定进入试验



图 1-4 软件操作界面示意图

操作员选择软件上的“0.65KV”，此时相对应的指示灯亮，操作员按下测试台面板上的“200A 合闸”按钮，此时相对应的指示灯亮，试验场警灯闪烁，

操作员按下测试台面板上的“升压”按钮，点动升压，同时升压指示灯亮，同时观察变压器测控软件的电压测试数据或空负载测试仪上的电压数据，达到需要电流时停止升、降压，操作员操作变压器测试软件，保存测试数据到试验报告，试验完毕，开始手动降压，降至零位，分开低压特性合闸，三相分闸关闭电源开关。

### 全自动空载试验

- 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的低压侧；
  - 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；
  - 操作员启动工业计算机，操控变压器测试软件；
- 操作如下



打开软件图标进入系统的主页面如下图所示，包括文件、项目、设置等，即出现以下窗口，按照上面的参数填写，有下拉箭

操作步骤如下：



操作步骤如下：



点击自动试验连接空负载特性测试仪及 PLC





设定电流档位及电压

操作步骤如下：



启动低压特性合闸



启动 50A 合闸



启动高压特性合闸



选择软件上的“0.65KV”



点动升压键同时观察三相电压及电流值当升到空载电压时，点动升压键停止升压，并保存数据。



数据一般保存在试验报告里，查询



试验完毕点动降压键降至零位，点停止.分闸试验完成。

变压器试验记录									
报告编号		100001		试验日期		2017/1/6			
规格型式	S11			额定容量 (kVA)	200		相序	三相	
额定电压 (kV)	高压侧	10		额定电流 (A)	高压侧	11.55			
	低压侧	0.4			低压侧	288.68			
阻抗电压 (%)	4.0	材料	铜	接线组别	Dy, 00		频率	50Hz	
出厂序号				温度 (°C)			湿度 (%)		
安装地点				制造厂商					
1. 绕组电阻试验									
温度 (°C)									
结论:									
分接位置	AB	BC	CA	线间差 (%)	低压侧				
1					ab				
2					bc				
3					ca				
4					线间差 (%)				
5									
6									
7									
8									
9									
2. 变比试验									
结论:									
分接位置	分接电压			误差值 (%)					
	高压 (kV)	低压 (kV)	AB	BC	CA				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
3. 绝缘电阻试验 (MΩ)									
结论:									
高压-低压	高压-地	低压-地	高压-低压及地	低压-高压及地					
4. 外施耐压试验 (kV/ S)									
结论:									
5. 空载试验									
结论: 合格									
电压 (V)									
AB	BC	CA	平均	AB	BC	CA	平均		
405.28	418.80	388.10	404.06	1.2108	1.2282	1.2272	1.2221		
平均电压 (V)									
AB	BC	CA	平均	AB	BC	CA	平均		
400.77	413.98	382.97		0.1257	0.1135	0.1346			
原始测量数据									
波形校正后数据									
空载电流 (%)	空载损耗 (kW)	空载电流 (%)	空载损耗 (kW)	空载电流 (%)	空载损耗 (kW)	空载电流 (%)	空载损耗 (kW)		
	0.3738	0.4236	0.3700						
6. 负载试验									
测试参考容量 (kVA):									
结论:									
电压 (V)									
AB	BC	CA	平均	AB	BC	CA	平均		
有功功率 (kW)									
AB	BC	CA	负载损耗	阻抗电压 (%)	短路阻抗	负载损耗 (kW)			
7. 感应耐压试验									
结论:									
加压绕组	试验电压 (V)	试验频率 (Hz)	试验时间 (S)						
8. 绝缘油试验 (kV)									
结论:									
I	II	III	IV	V	平均				
9. 局部放电测量									
结论:									
预加电压 (kV)	时间 (S)	测量电压 (kV)	时间 (S)						
实测放电量 (pC)									
A B C									
10. 温升试验									
结论:									
高压绕组 (K)	低压绕组 (K)	标准值 (dB)	实测值 (dB)						
11. 噪声测量									
结论:									
标准值 (dB)									
实测值 (dB)									
本产品经试验 符合 GB1094.1.2-1996、GB1094.3.5-2003、GB/T6451-1999 技术条件之规定。									
试验人员: 审核人员:									

## 全自动温升试验

- 接线员将变压器试验输出电源线接至被试品变压器的高压侧，低压侧短接；
  - 接线员合上总试验电源开关，这时总电源指示灯亮，操作员打开电源锁开关；
  - 操作员启动工业计算机，操控变压器测试软件；
- 操作如下





打开软件图标进入系统的主页面如下图所示，包括文件、项目、设置等，即出现以下窗口，按照上面的参数填写，有下拉箭

操作步骤如下：



启动温升试验软件，链接 PLC 空负载测试仪，温度巡检仪，直流电阻测试

仪



设定保护电流及电流档位的变比（200A/5A ）电压选择 0.65KV 档位。

操作步骤如下：



启动低压特性合闸



选择 200A 合闸



选择 0.65KV 合闸



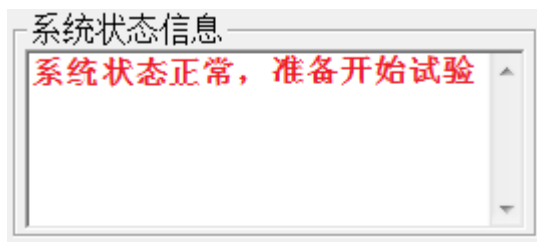
选择高压特性合闸





鼠标点击升压键，升压工程中密切观察电压及电流的有效值，升到目标电流时，鼠标点击升压按键停止升压键，观察电压电流及温度变化。

系统状态信息显示系统当前的试验状态。



时间及温度曲线：





时间窗口记录当前温升的时间  
温度曲线按钮，可弹出记录的温度信息。

监测窗口：

试验数据监测窗口如下：

监测数据	AB	BC	CA	平均
有效值电压:	0.0000 V	0.0000 V	0.0000 V	0.0000 V
	A	B	C	平均
有效值电流:	0.0000 A	0.0000 A	0.0000 A	0.0000 A

32 路温度监测窗口：

温度数据监测 (°C)							
T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08
T09	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24
T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31	T32

系统控制操作窗口如下

该操作窗口可操作系统的大电流合闸及系统复。

试验操作主要有两个区域：

联机	计时	结束试验	复位
----	----	------	----

### 开始试验：

在调压器合闸后，开始试验按钮切换为可选择模式。设置好各项参数，确认没有问题后可以开始试验，点击



按钮可开始连接温度巡检仪及电流表

### 计时：

试验设备联机后，当试验电流达到额定试验电流时需要及记录温升时间时可点击计时按钮，开始记录时间，并每隔 15 分钟记录一次温度。

### 结束试验：

关闭温度巡检仪及电流表的通讯联机。

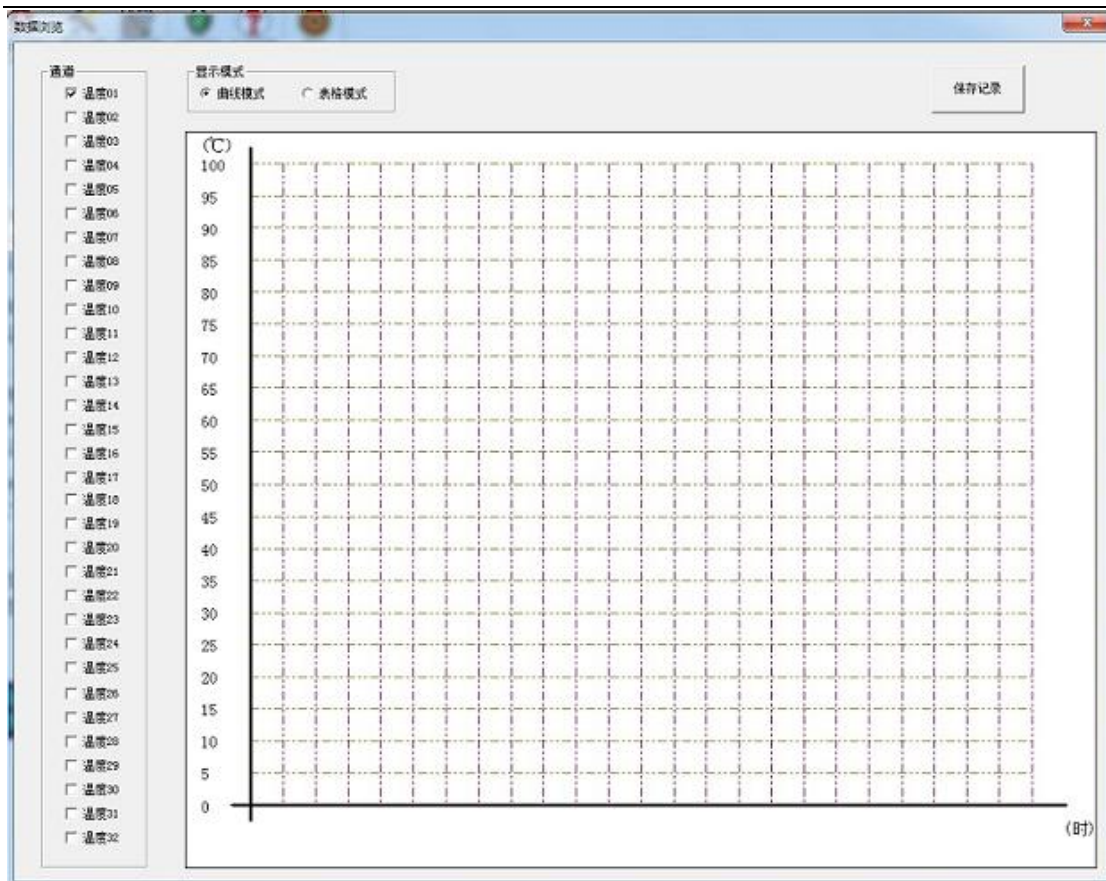
### 自动试验：

自动合闸，自动升流，单电流达到额定电流时自动开始记录时间。

### 复位：

在结束试验后，点击复位按钮可清空监测数据。

### 温度曲线显示窗口



在此窗口下有两种显示模式（曲线显示及表格显示）以上为曲线显示，下图为表格显示

数据浏览

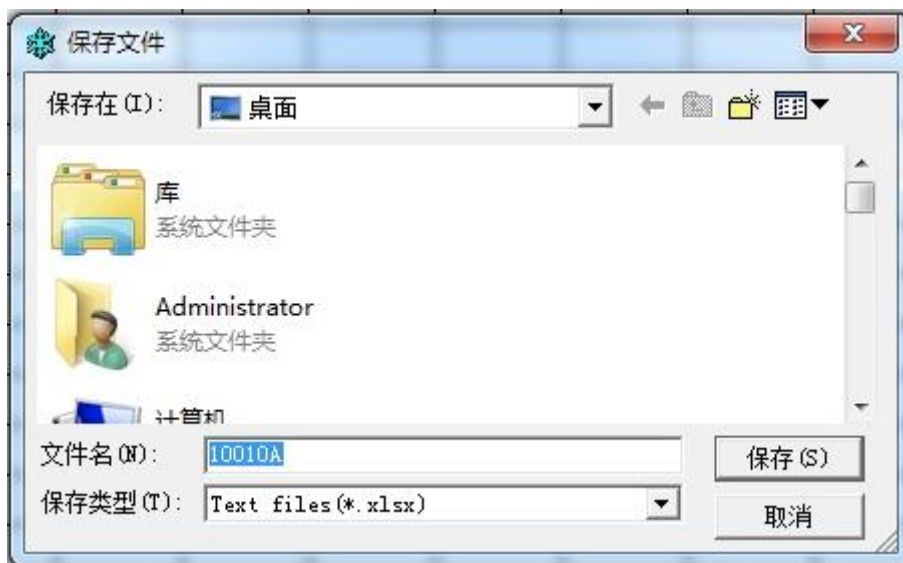
显示模式  
☐ 曲线模式  
☒ 表格模式

保存记录

时间(15分钟)	电流(A)	IA(A)	IB(A)	IC(A)	T01(°C)	T02(°C)	T03(°C)	T04(°C)	T05(°C)	T06(°C)	T07(°C)	T08(°C)	T09(°C)	T10(°C)	T11(°C)	T12(°C)
00:00:00																
00:15:00																
00:30:00																
00:45:00																
01:00:00																
01:15:00																
01:30:00																
01:45:00																
02:00:00																
02:15:00																
02:30:00																
02:45:00																
03:00:00																
03:15:00																
03:30:00																
03:45:00																
04:00:00																
04:15:00																
04:30:00																
04:45:00																
05:00:00																
05:15:00																
05:30:00																
05:45:00																
06:00:00																
06:15:00																
06:30:00																
06:45:00																

## 保存记录

点击保存记录按钮可将数据保存到 Excel 文件，如下图所示



说明：本文中所显示的画面可能与软件中个别有所差异，但是不影响操作和测量方法。



# 变压器空载负载损耗测试仪

使

用

说

明

书



## 尊敬的顾客

感谢您购买本公司变压器空负载损耗测试仪（台式）。在您初次使用该产品前，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，因此您所使用的产品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！

## 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。一年内如产品出现缺陷，实行免费维修。一年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

## ◆ 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。

---



# 目 录

目 录.....	III
一、功能特性.....	4
二、主要技术指标.....	4
1、环境条件.....	4
2、测量范围.....	4
3、测试精度.....	5
4、绝缘强度.....	5
三、面板说明.....	5
四、操作说明.....	6
1、键盘使用方法.....	6
2、主界面介绍.....	6
3、试品参数的管理操作.....	7
4、空载试验过程介绍.....	8
5、负载试验过程介绍.....	10
6、谐波测试.....	13
7、系统设置说明.....	14
附录.....	15
1、试验接线图.....	15
2、仪器检定方法.....	21
3、显示结果说明及理论计算公式.....	22
4、常见故障排除.....	23

## 一、功能特性

- 1、可测量变压器的空载电流、空载损耗、短路电压、短路（负载）损耗。
- 2、可进行变压器谐波测试。
- 3、仪器内部自动进行量程切换，允许测量电压、电流范围宽，接线简单。
- 4、做三相变压器的空载、负载试验时，仪器能自动判断接线是否正确，并显示三相电压、电流的向量图。
- 5、单机可以完成 100KVA 以下的配电变压器全电流下的负载实验的测量；在三分之一额定电流下可完成 250KVA 以下的配电变压器的负载试验的测量（在三分之一的额定电流下，仪器可换算到额定电流下的负载损耗参数）。
- 6、所有测试结果均自动进行相关校正。仪器可自动进行诸如：波形校正、温度校正、非额定电压校正、非额定电流校正等多种校正，使测试结果准确度更高。
- 7、320x240 大屏幕、高亮度的液晶显示，全汉字菜单及操作提示实现友好的人机对话，触摸按键使操作更简便，宽温液晶带亮度调节，可适应冬夏各季。
- 8、仪器可以由用户预设 40 组被试品参数，而且这些参数可以根据需要随时删除和增加，使用非常方便。
- 9、自带实时电子钟，自动记录试验的日期、时间利于实验结果的保存、管理。
- 10、面板式热敏打印机，可现场快速打印试验结果。
- 11、数据（试品设置、测量结果、测试时间等）具备掉电存贮及浏览功能，可以存储 500 组实验结果，能与计算机联机传送数据。
- 12、允许外接电压互感器和电流互感器进行扩展量程测量，可测量任意参数的被试品。

## 二、主要技术指标

### 1、环境条件

温度：-5℃~40℃

相对湿度：<95%（25℃）

海拔高度：<2500m

外界干扰：无特强震动、无特强电磁场

供电电源：220VAC±15%，45Hz~55Hz

### 2、测量范围

电压：10~600V

电流：0.02~5A

频率：45Hz~65Hz

### 3、测试精度

电压、电流、频率：测量精度 0.2 级

功率：测量误差  $< \pm 0.5\%$  ( $\cos\Phi > 0.1$ )， $\pm 1.0\%$  ( $0.02 < \cos\Phi < 0.1$ )

### 4、绝缘强度

- 1) 电压、电流输入端对机壳的绝缘电阻  $\geq 100\text{M}\Omega$ 。
- 2) 工作电源输入端对外壳之间承受工频 2KV（有效值），历时 1 分钟实验。

## 三、面板说明

面版图如下图 1 所示：

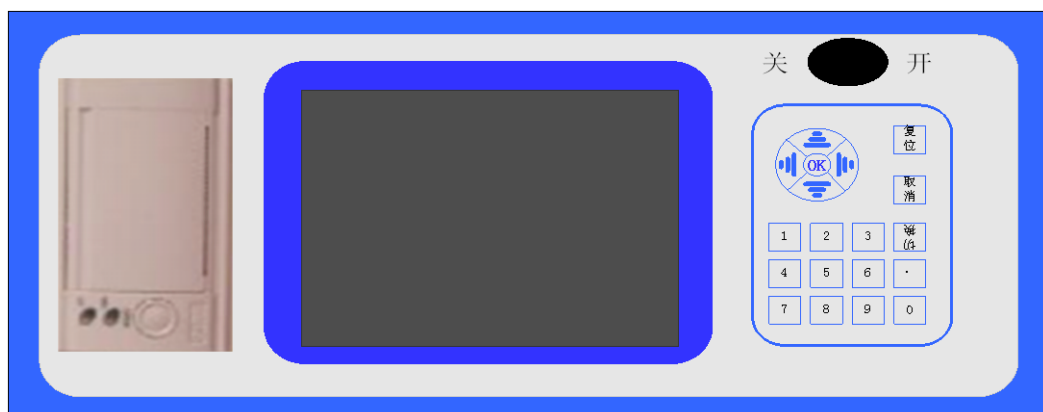


图 1 面版图

面版从左至右为：

打印机、液晶屏、电源开关、键盘。

背板图如下图 2 所示：

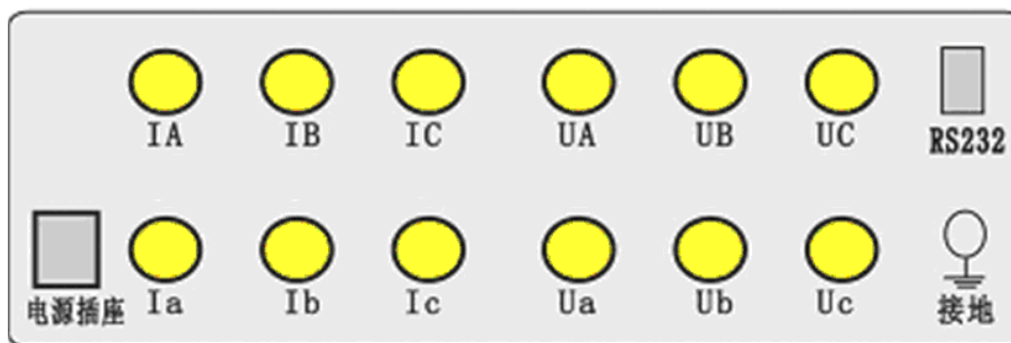


图 2 背板图

背板上从左至右分别为：工作电源插座、三相试验电流输入、三相试验电压输入、通讯口、接地柱。

## 四、操作说明

### 1、键盘使用方法

“OK”键选择当前的输入，“取消”可以消除刚才的错误输入，“↑”“↓”“←”“→”则可以方便的实现光标的移动。“切换”键为备用键。键盘的下方为 0~9 的数据键，在数据输入时，通过这些数字键可以方便的输入数据。

### 2、主界面介绍

主界面如下图所示，由 8 个模块组成。



图 3 空负载测试仪开机主界面

- 1) 空载试验：在该菜单中可以测定单相变压器、三相变压器的空载损耗。
- 2) 负载试验：在该菜单中可以测定单相变压器、三相变压器的负载损耗。



- 3) 谐波测试：在该菜单中对变压器进行谐波分析。
- 4) 试品参数：对预设的变压器参数进行修改、增加、删除等操作。
- 5) 数据浏览：对存储的数据进行浏览，删除等管理。
- 6) 系统设置：设置当前的系统时间、系统参数等。
- 7) 系统帮助：在该项中可以查看各种试验的接线图。
- 8) 厂家设置：该功能为厂家生产调试用。

### 3、试品参数的管理操作

- 1) 在主界面中，通过键盘的方向键使光标移动到试品参数菜单，然后按 OK 键，进入试品参数的管理操作选择界面如下：

试品参数管理	
<input type="radio"/> 修改参数 <input type="radio"/> 增加参数 <input type="radio"/> 删除参数	

图 4 试品参数管理界面

- 2) 在上面的界面中选择增加参数，出现下面的增加试品参数页面：

增加参数		编号 S0900315	
UN1	10.0KV	IN1	18.186A
UN2	400V	IN2	454.7A
PT1	1.000	CT1	1.000
PT2	1.000	CT2	1.000
T1	10℃	T2	75℃
R1	2.849 Ω	R2	4.178m Ω
T0	10℃		
<input type="button" value="确定"/> <input type="button" value="取消"/>			
高压侧额定电压			

图 5 增加试品参数页面

上图中，编号一栏为变压器的编号，编号的长度为 7 位，前两位代表变压器类型，后五位代表变压器容量（运行输入的最大容量值为 63000），单位为 KVA，如变压器类型为 S9，容量为 315KVA，则其编号一栏应输入：0900315。

数据的输入方法如下（以 Un1 为例，输入值为 35.00）：使用方向键把光标移动到 Un1 后的数据输入栏中，通过数字键盘直接输入 35.00，输入完成后按 OK 键即可。注意在光标停留在 Un1 后的输入栏时，屏幕最下方提示“高压侧额定电压”（屏幕最下方总是提示当前光标输入栏的参数意义）。

- 3) 在图 4 中选择修改参数，出现下面的选择变压器编号页面：

选择变压器型号		
S0900050	S1100100	S0900315
S0700400		

图 6 选择变压器编号页面

通过方向键选择预修改其参数的编号，然后按 OK 键进入试品参数修改页面，参数修改页面与图 5 相同。

- 4) 在图 4 种选择删除参数，则出现图 6 的选择变压器编号页面，选定编号后，按 OK 键将删除该编号的变压器参数配置。

## 4、空载试验过程介绍

- 1) 根据变压器类型参考后面对应的接线图进行正确接线，然后接通空负载测试仪的工作电源。
- 2) 在主界面中选择空载试验，则显示空载试验设置界面如下图：

空载试验设置		型号容量: S0900315
变压器类型	<input type="radio"/> 单相 <input checked="" type="radio"/> 三相	
测试方法	<input checked="" type="radio"/> 双表法 <input type="radio"/> 三表法	
低压侧额定电压	400.0V	
低压侧额定电流	454.7A	
电压互感器变比	1.000	
电流互感器变比	1.000	
<input type="button" value="开始试验"/> <input type="button" value="退出试验"/>		

图 7 空载试验设置页面

该页面保存上次试验时的设置值，检查、修改该页面中的设置值使其与当前试验变压器一致。

注：在我司某些版本的仪器中，为了简化外部的接线，仪器内部已经接成了双表法或三表法，此时该界面的测试方法不可选择，仪器的接线也只能按双表法或三表法的接线方法。

- 3) 在图 7 中，光标选择“开始试验”，按 OK 键进入如下的空载试验测试数据页面：

双表法空载试验		09-02-09 10:13:36																					
		AB	CB	CA																			
	U(V)	238.68	237.84	238.08																			
	Um(V)	238.74	237.57	237.83																			
	I(A)	0.6909	0.4969	0.6706																			
<table border="1"> <tr> <td>U<sub>0</sub>(V)</td> <td>238.20</td> <td>I<sub>0</sub>(A)</td> <td>0.6195</td> </tr> <tr> <td>P<sub>ab</sub>(KW)</td> <td>0.0544</td> <td>P<sub>bc</sub>(KW)</td> <td>0.1581</td> </tr> <tr> <td>P<sub>s</sub>(KW)</td> <td>0.2125</td> <td>d</td> <td>-0.0007</td> </tr> <tr> <td>P<sub>o</sub>(KW)</td> <td>0.8403</td> <td>I<sub>0</sub>%</td> <td>0.1803</td> </tr> <tr> <td>COS Φ</td> <td>0.655</td> <td>F(Hz)</td> <td>49.987</td> </tr> </table>		U <sub>0</sub> (V)	238.20	I <sub>0</sub> (A)	0.6195	P <sub>ab</sub> (KW)	0.0544	P <sub>bc</sub> (KW)	0.1581	P <sub>s</sub> (KW)	0.2125	d	-0.0007	P <sub>o</sub> (KW)	0.8403	I <sub>0</sub> %	0.1803	COS Φ	0.655	F(Hz)	49.987		
U <sub>0</sub> (V)	238.20	I <sub>0</sub> (A)	0.6195																				
P <sub>ab</sub> (KW)	0.0544	P <sub>bc</sub> (KW)	0.1581																				
P <sub>s</sub> (KW)	0.2125	d	-0.0007																				
P <sub>o</sub> (KW)	0.8403	I <sub>0</sub> %	0.1803																				
COS Φ	0.655	F(Hz)	49.987																				
<input type="button" value="锁定"/> <input type="button" value="保存"/> <input type="button" value="打印"/> <input type="button" value="退出"/>																							

图 8 空载试验测试数据页面

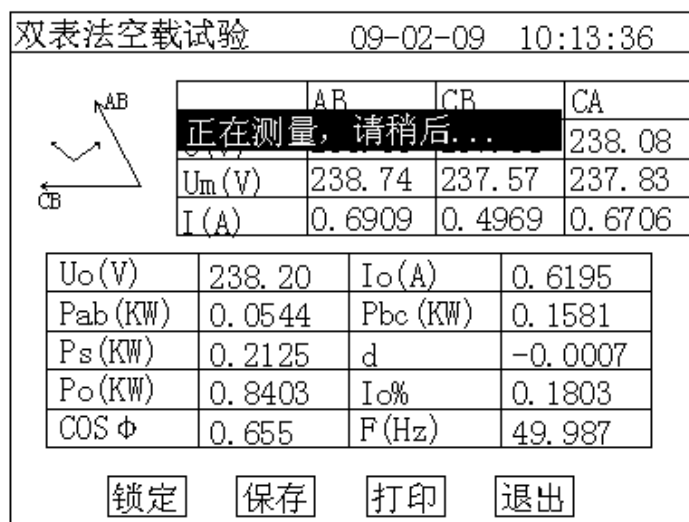


图 9 空载损耗正在测量计算页面

图 8 完整的显示了空载试验的所有测试结果:  $U_o$  (V) 为三相线电压的平均值,  $P_s$  (KW) 为当前电压下的实测功率,  $d$  为电压波形畸变系数,  $P_o$  (KW) 为校正后的空载损耗,  $I_o\%$  为空载电流百分比。

左上侧为试验电压、电流的向量图, 如果接线错误, 该页面提示“接线错误, 请关机检查”; 通过调压器缓慢增加试验电压, 当  $U_o$  (V) 等于空载试验的额定电压时, 停止升压。移动光标到“锁定”按钮, 长按 OK 键将出现图 9 正在测量的提示, 此时保持调压器不动, 当图 9 中的正在测量的提示消息消失后, 当前测试结果已经被锁定, 然后“锁定”按钮变为“重测”按钮, 此时请迅速操作调压器降压至零位。

在该页面的“保存”把当前的结果保存到随机的存储器上; “打印”则通过打印机打印当前的测试结果。

*注意: 升压的过程中, 要时刻关注  $U_o$  与  $I_o$ , 除避免过压外, 更要提防试品异常时试验电流过大损坏仪器或被试品。*

- 4) 在图 8 中按“重测”则将重新对当前变压器进行测试, 按“退出”则退回到图 3 系统功能的主界面。

## 5、负载试验过程介绍

- 1) 根据变压器类型参考后面对应的接线图进行正确接线, 然后接通空负载测试仪的工作电源。
- 2) 在主界面中选择负载试验, 则显示负载试验设置界面如下图:



负载试验设置		型号容量: S0900400
变压器类型	<input type="radio"/> 单相 <input checked="" type="radio"/> 三相	
测试方法	<input checked="" type="radio"/> 双表法 <input type="radio"/> 三表法	
低压侧额定电压	400.0V	
低压侧额定电流	577.35A	
高压侧额定电压	35.00KV	
高压侧额定电流	6.600A	
电压互感器变比	100.00	
电流互感器变比	8.000	
<input type="button" value="开始试验"/>		<input type="button" value="退出试验"/>

图 10 负载试验设置页面

该页面保存上次试验时的设置值，检查、修改该页面中的设置值使其与当前试验变压器一致，尤其要注意检查编号的后 5 位所代表的容量值、高压侧额定电流、电流互感器变比等，避免设定值错误或者试验电流超量程。

注：在我司某些版本的仪器中，为了简化外部的接线，仪器内部已经接成了双表法或三表法，此时该界面的测试方法不可选择，仪器的接线也只能按双表法或三表法的接线方法。

- 3) 在图 9 中选择“开始试验”，进入负载试验测试数据界面：

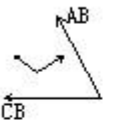
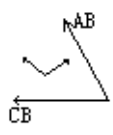
双表法负载试验		09-02-09 10:45:33		
		AB	CB	CA
	U(V)	279.50	279.08	279.34
	Um(V)	279.57	278.79	279.09
	I(A)	0.9028	0.6585	0.8411
Uav(V)	279.31	Io(A)	0.8008	
Pab(KW)	0.0605	Pbc(KW)	0.2333	
Ps(KW)	0.2938	Zt(Ω)	0.000	
Pt(W)	151.52	UK%	63.431	
COS Φ	0.603	F(Hz)	50.00	
<input type="button" value="锁定"/> <input type="button" value="保存"/> <input type="button" value="打印"/> <input type="button" value="退出"/>				

图 11 负载试验测试数据页面

双表法负载试验

09-02-09 10:45:33



	AB	CB	CA
正在测量, 请稍后...			
U(V)	279.31	278.79	279.34
U <sub>m</sub> (V)	279.57	278.79	279.09
I(A)	0.9028	0.6585	0.8411

U <sub>av</sub> (V)	279.31	I <sub>o</sub> (A)	0.8008
P <sub>ab</sub> (KW)	0.0605	P <sub>bc</sub> (KW)	0.2333
P <sub>s</sub> (KW)	0.2938	Z <sub>t</sub> (Ω)	0.000
P <sub>t</sub> (W)	151.52	U <sub>k</sub> %	63.431
COS Φ	0.603	F(Hz)	50.00

锁定

保存

打印

退出

图 12 负载损耗正在测量计算页面

图 11 显示负载试验时当前温度下的所有测试数据：U<sub>av</sub> (V) 为当前三相电压的平均值，I<sub>o</sub> (A) 为三相电流的平均值，P<sub>s</sub> (KW) 为当前电压下的实测功率，P<sub>t</sub> (KW) 为当前温度下校正到额定电流时的复载损耗，Z<sub>t</sub> (Ω) 为当前温度下的短路阻抗，U<sub>k</sub>%为当前温度下的短路电压百分比。

左上侧为试验电压、电流的向量图，如果接线错误，该页面提示“接线错误，请关机检查”；通过调压器缓慢增加试验电压，当 I<sub>o</sub> (A) 等于负载试验的试验电流时，停止升压。移动光标到“锁定”按钮，长按 OK 键将出现图 12 正在测量的提示，此时保持调压器不动，当图 12 中的正在测量的提示消息消失后，当前测试结果已经被锁定，然后“锁定”按钮变为“重测”按钮，此时请迅速操作调压器降压至零位。

注意：升压的过程中，要时刻关注 U<sub>av</sub> 与 I<sub>o</sub>，除避免过压外，更要提防试品异常时试验电流过大损坏仪器或被试品。

- 4) 在图 10 种选择“温度校正”，显示温度校正界面：

负载温度校正

高压侧直阻 2.849 Ω

低压侧直阻 4.178 mΩ

测直阻时温度 10 ℃

试品温度 10 ℃      校正温度 75 ℃

	U <sub>k</sub> (%)	Z <sub>t</sub> (Ω)	P <sub>t</sub> (W)
温度系数法	73.581	233.59	191.71
国标公式法	73.581	233.59	121.03

开始试验

退出试验

图 13 负载结果温度校正页面

该页面的参数设置值为上次试验的设置值，检查、修改使其与当前被试品一致，本仪器提供两种温度校正算法：温度系数法和国标公式法，这两种算法的公式见后面附录。

在该页面的“保存”把当前的结果保存到随机的存储器上；“打印”则通过打印机打印当前的测试结果。

## 6、谐波测试

空载试验时，由于变压器铁芯的励磁曲线是非线性曲线，通过变压器的空载电流将有一定的谐波分量，谐波分量的多少与试验电源的容量有关。谐波试验即是在做完空载试验或负载试验后，不改变试验接线的情况下，测量此时通过变压器的电压、电流的谐波分量的情况。

- 1) 先按前述的过程进行空载试验或负载试验，试验完成后，不改变接线与调压器输出电压，在系统的主界面上选择谐波试验，将出现下面的谐波分量列表页面：

双表法谐波试验 09-02-09 11:23:33						
	AB%	CB%	CA%	Ia%	Ib%	Ic%
01	100.	100.	100.	100.	100.	100.
02	0.02	0.02	0.02	0.31	0.31	0.31
03	0.20	0.20	0.20	5.11	5.11	5.11
04	0.01	0.01	0.01	0.17	0.17	0.17
05	0.64	0.64	0.64	7.20	7.20	7.20
06	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05
07	1.44	1.44	1.44	1.59	1.59	1.59
08	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
09	0.09	0.09	0.09	0.33	0.33	0.33
Σ%	1.77	1.77	1.77	9.02	9.02	9.02

图 14 谐波分量列表页面

列表中的值为各谐波分量相对于基波的百分比，本系统共分析到第 31 次谐波，第一个页面显示 1~9 次谐波的相对值，按“↑”“↓”键可以进行上下翻页以显示其他谐波分量的值，按“7”可打印谐波结果，具体打印的谐波次数可以在系统设置内更改。

页面最下方一栏显示所有谐波的和相对于基波的百分比。

- 2) 在图 12 页面中长按 OK 键，出现下面的频谱图页面：

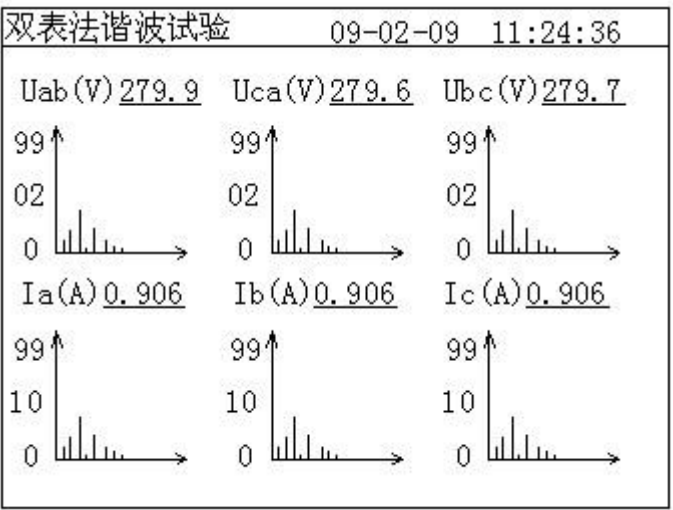
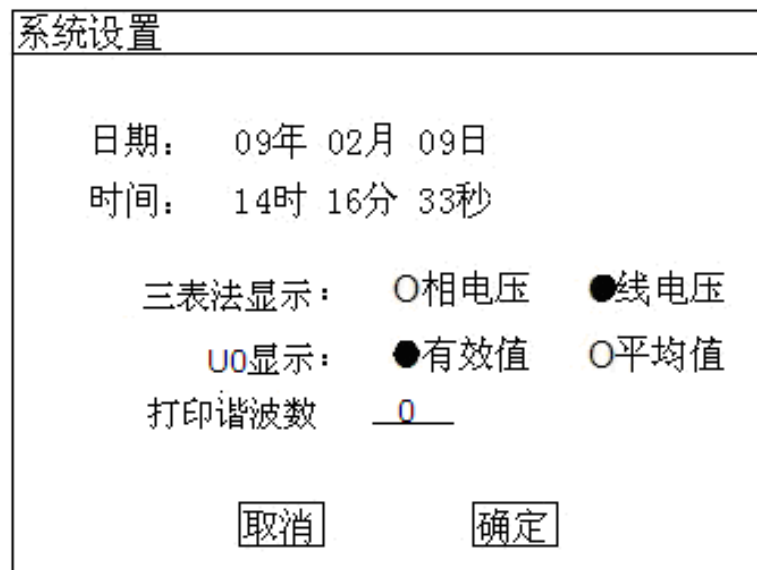


图 15 谐波分量频谱图页面

## 7、系统设置说明

- 1) 在主界面中选择“系统设置”，择显示下面的界面：



The image shows a 'System Settings' dialog box. It contains fields for date and time, radio buttons for voltage measurement method (Three-table method vs. Line voltage), radio buttons for Uo display (Effective value vs. Average value), and a text input for the number of harmonics to print. At the bottom are 'Cancel' and 'Confirm' buttons.

系统设置		
日期:	09年 02月 09日	
时间:	14时 16分 33秒	
三表法显示:	<input type="radio"/> 相电压	<input checked="" type="radio"/> 线电压
Uo显示:	<input checked="" type="radio"/> 有效值	<input type="radio"/> 平均值
打印谐波数	<input type="text" value="0"/>	
<input type="button" value="取消"/> <input type="button" value="确定"/>		

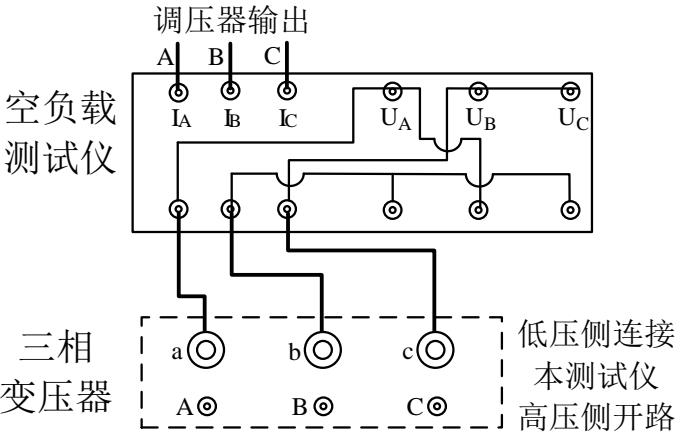
图 16 系统设置界面

- 2) 在上图中可以修改系统的日期时间；
- 其中“三表法电压显示”决定着图 8 和图 10 中显示的电压为相电压还是线电压；
- “空载  $U_o$  电压显示”决定着图 8 中的空载试验是三相电压平均值  $U_o$  的意义，根据这里的选择其是三相有效值  $U$  的平均值还是三相电压平均值  $U_m$  的平均值。
- 注：在我司某些版本的仪器中，如果内部已经接成了双表法，则这里的设置对结果没有影响。
- 有些版本的仪器中也没有  $U_o$  意义的选项，此时  $U_o$  为三相有效值的平均值。

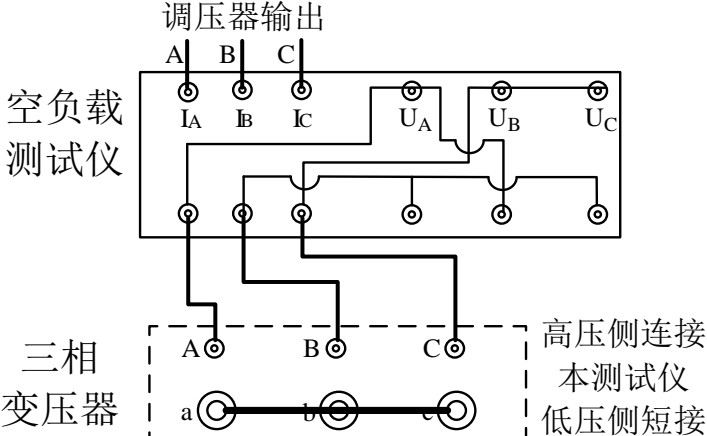
附录

1、试验接线图

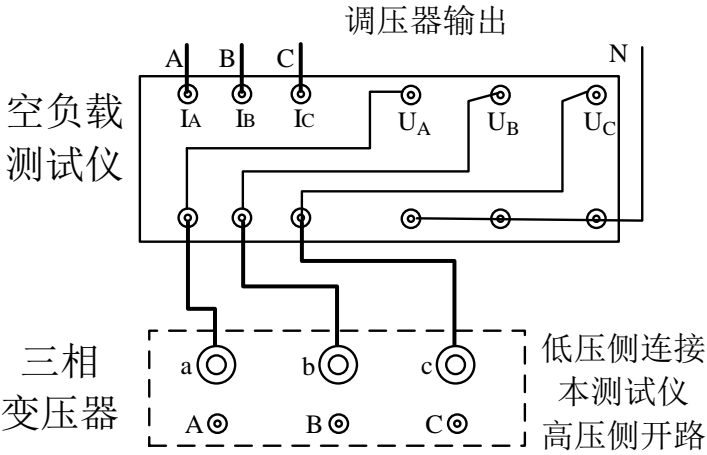
1) 双表法空载试验接线图



2) 双表法负载试验接线图

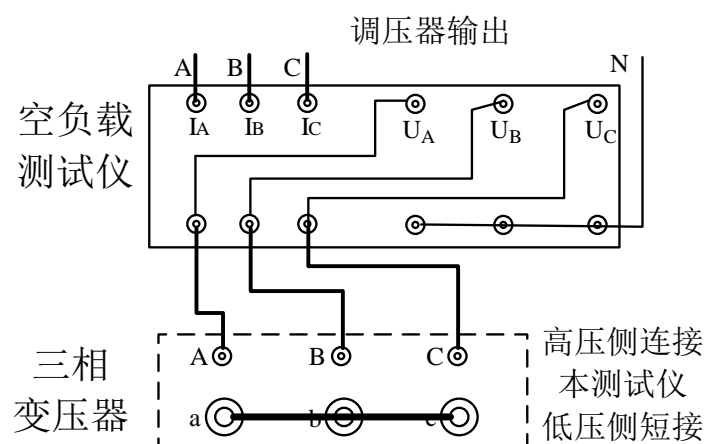


3) 三表法空载试验接线图

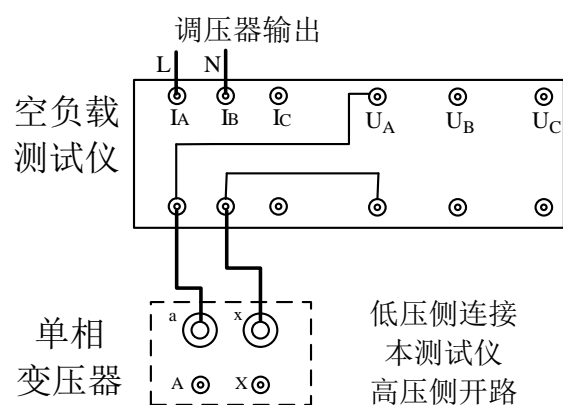




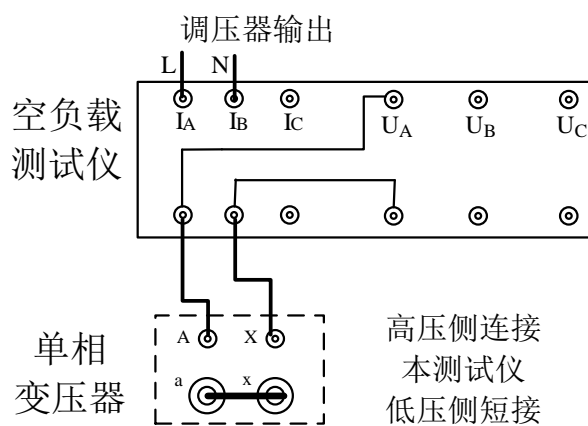
4) 三表法负载试验接线图



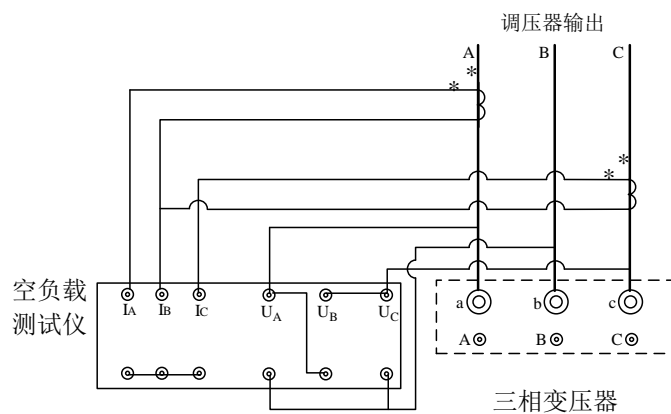
5) 单相变压器空载试验接线图



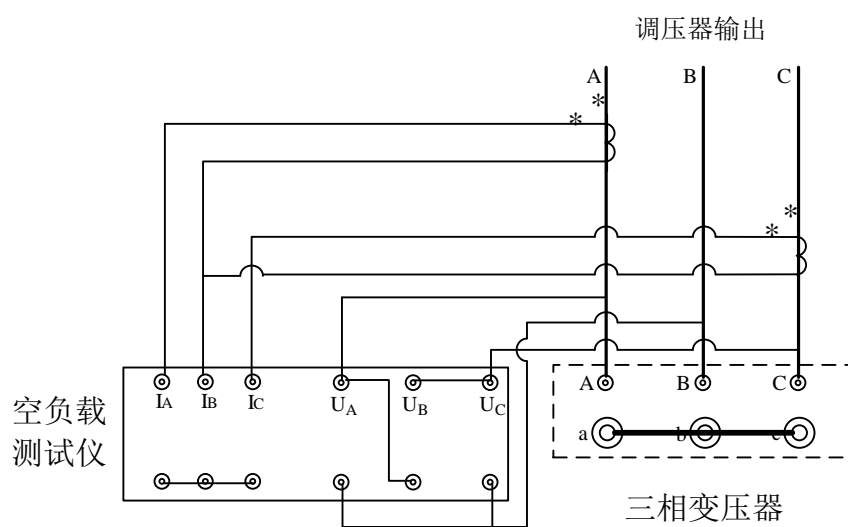
6) 单相变压器负载试验接线图



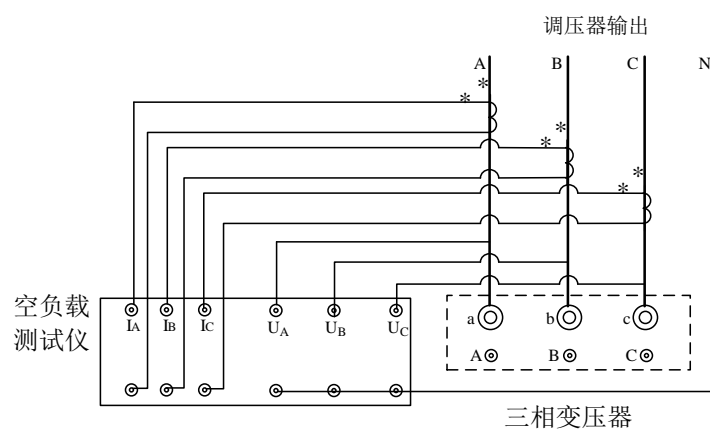
7) 使用 CT 时双表法空载试验接线图



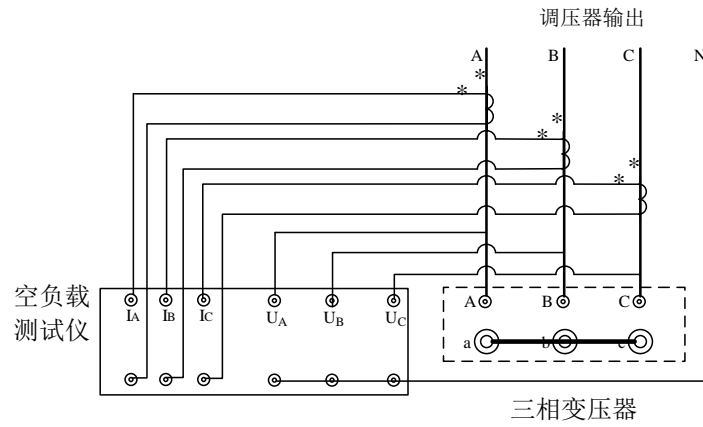
### 8) 使用 CT 时双表法负载试验接线图



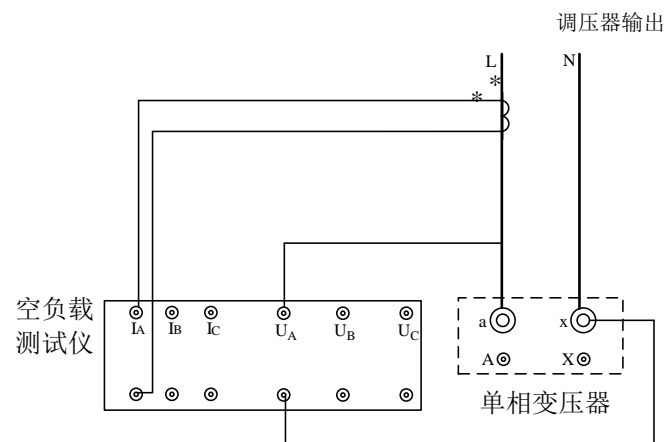
### 9) 使用 CT 时三表法空载试验接线图



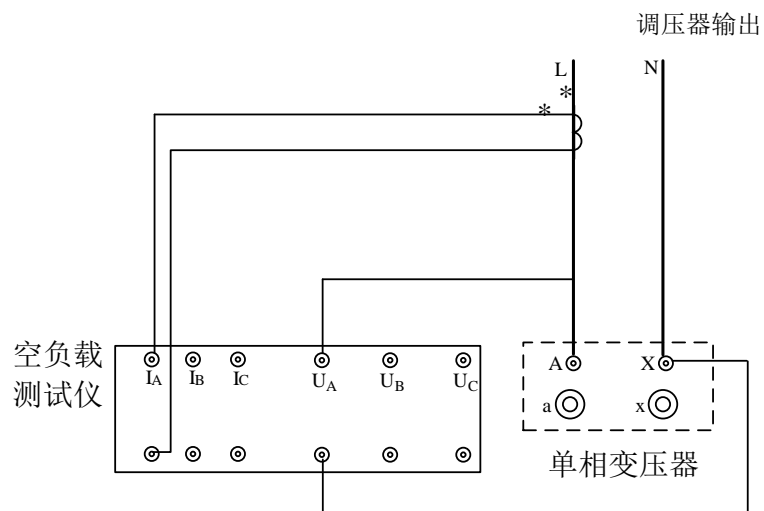
### 10) 使用 CT 时三表法负载试验接线图

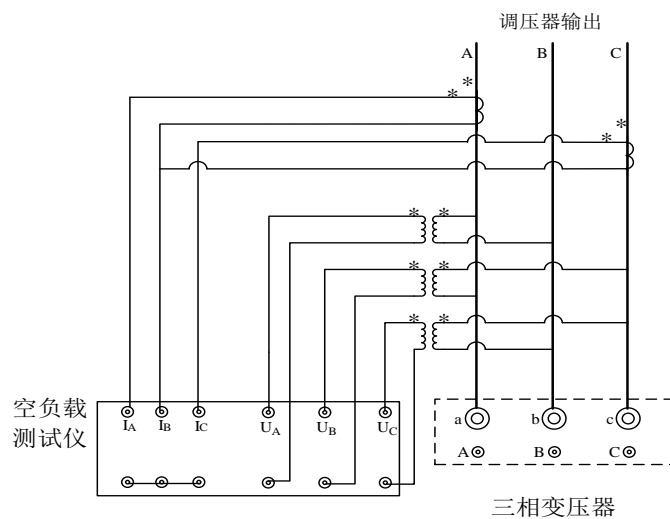


### 11) 使用 CT 时单相变压器空载试验接线图

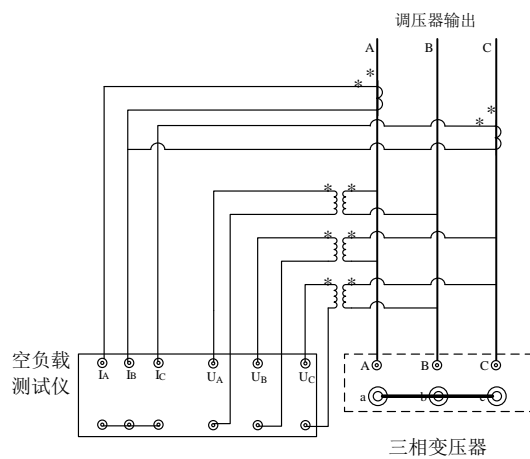


### 12) 使用 CT 时单相变压器负载试验接线图

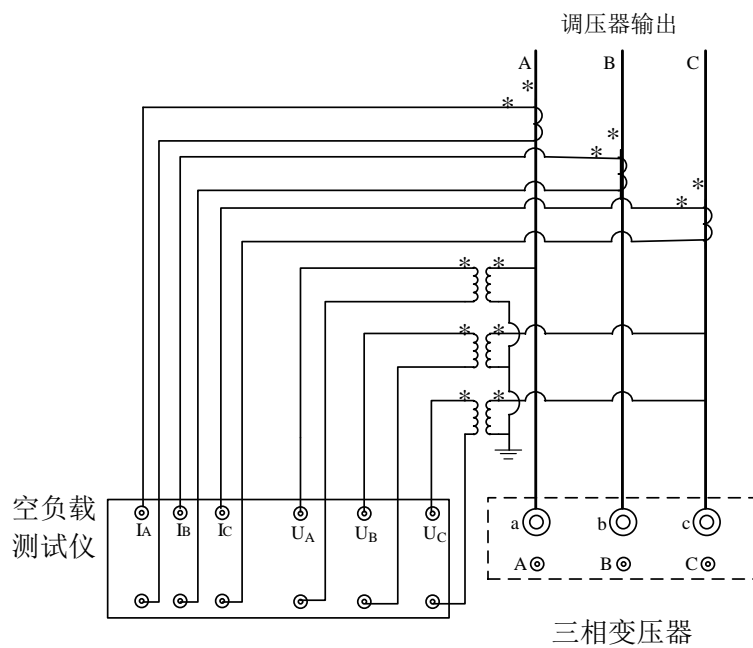




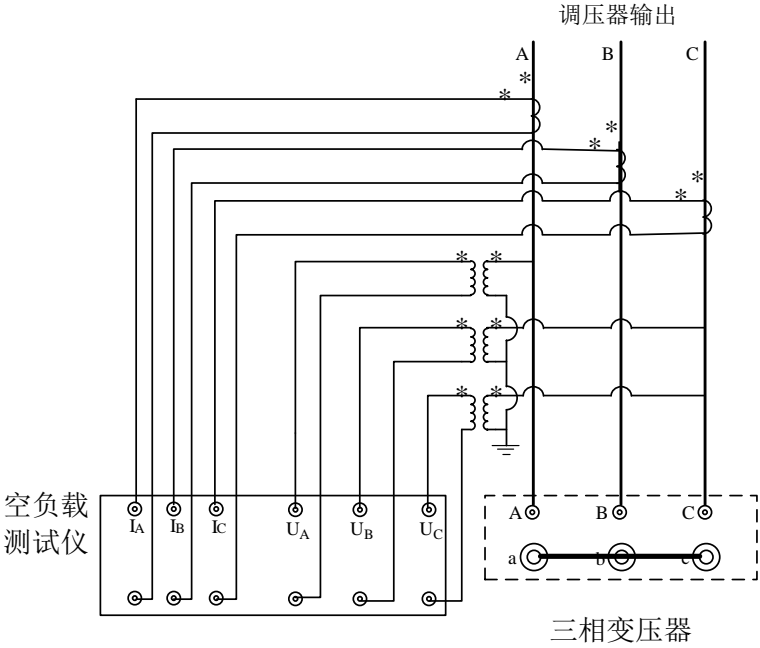
14) 使用 CT、PT 时双表法负载试验接线图



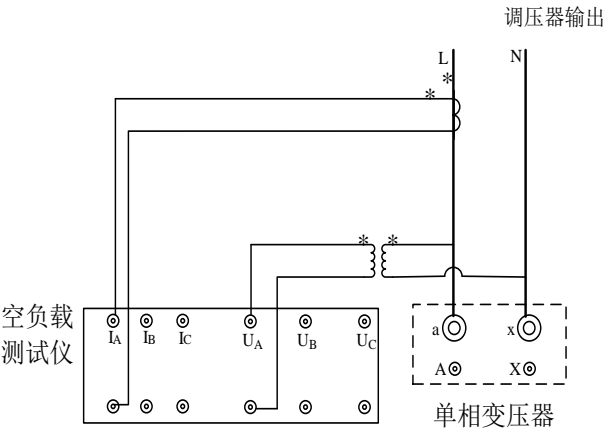
15) 使用 CT、PT 时三表法空载试验接线图



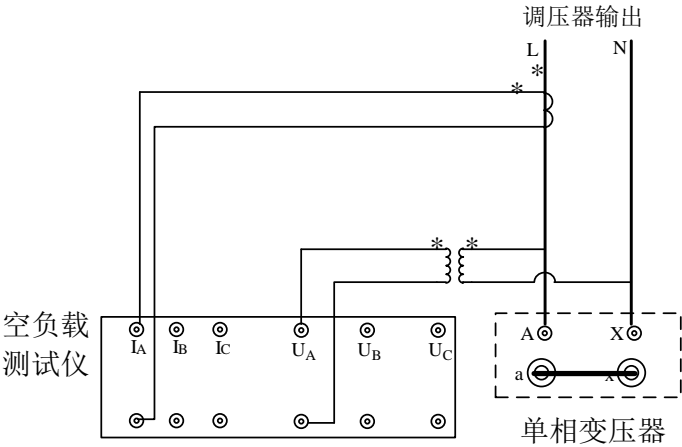
16) 使用 CT、PT 时三表法负载试验接线图



17) 使用 CT、PT 时单相变压器空载试验接线图



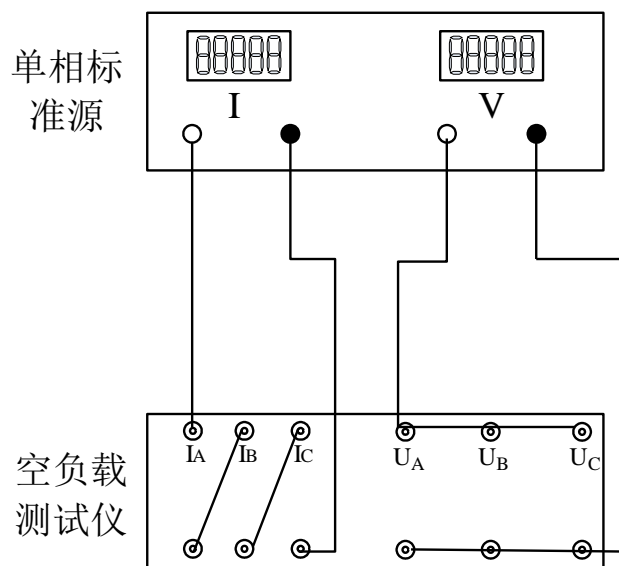
18) 使用 CT、PT 时单相变压器负载试验接线图



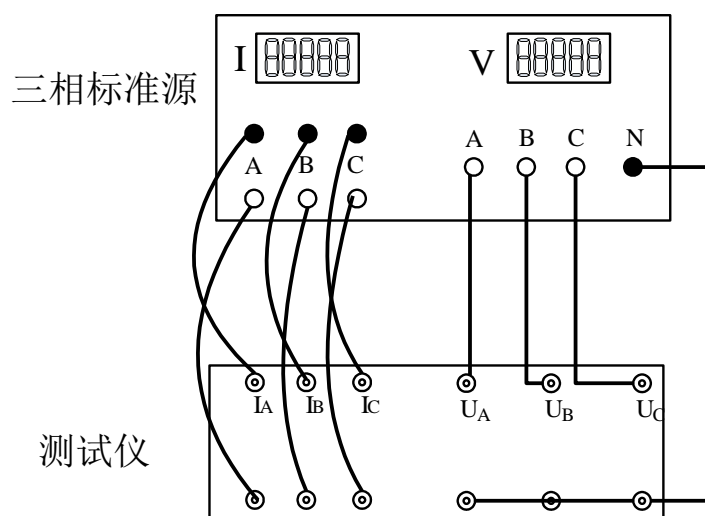


## 2、仪器检定方法

- 1) 所需仪器：误差小于 0.1% 的标准源，该标准源可以提供至少一路电压与一路电流；
- 2) 接线图：空负载测试仪与标准源的接线图如下：



单相标准源与仪器接线图



三相源与仪器接线图

- 3) 接通空负载测试仪的电源，进入空载试验的数据页面图 8，检定该页面下的实测电压、电流以及实测功率  $P_m(KW)$  与标准源的输入值之间的误差。
- 4) 测量时仪器内部同步跟踪电压通道的频率（整周期测量以保证精度），因此在检定电流时，需要保证电压通道一定的电压输入（检定电流通道时，给电压通道提供 100V 的电压即可）。

### 3、显示结果说明及理论计算公式

◇ 负载试验温度换算公式

$$\text{阻抗电压百分比: } u_{kt} \% = \sqrt{u_k^2 + \left(\frac{P_k}{10S_n}\right)^2 \times (K_t^2 - 1)} \times 100\%$$

$$\text{短路阻抗: } z_t = u_{kt} \times \frac{u_n^2}{S_n}$$

$$\text{温度系数法换算公式为: } P_{kt} = K_t P_k$$

$$\text{国标公式法换算公式为: } P_{kt} = \frac{P_k + \sum I_n^2 R_T (K_t^2 - 1)}{K_t}$$

上述公式符号含义:

$t$  —校正的目标温度, 也即 75 或 120

$T$  —当前环境温度

$t_R$  —测量电阻时的温度

$$K_t \text{ —当前环境温度换算到 } t \text{ (75 或 120) 度的温度系数, } K_t = \frac{235 + t}{235 + T}$$

$$K_R \text{ —将测量电阻时的温度换算到当前环境温度 } T \text{ 的温度系数, } K_R = \frac{235 + T}{235 + t_R}$$

$$U_o \text{ —实测三相电压有效值的平均值, } U_o = (U_{ab} + U_{bc} + U_{ca}) / 3$$

$$I_o \text{ —实测三相电流有效值的平均值, } I_o = (I_a + I_b + I_c) / 3$$

$$P'_k \text{ —实测变压器总损耗功率, 两表法 } P'_k = P_{ab} + P_{bc}, \text{ 三表法 } P'_k = P_a + P_b + P_c$$

$$u_k \text{ —当前温度下阻抗电压百分比, } u_k = (U_o / U_n) * (I_n / I_o)$$

$$P_k \text{ —当前温度下, 折算到额定电流的总损耗功率, } P_k = P'_k * (I_n / I_o)$$

$U_n$  —施加电压测的额定电压, 若电压从高压侧施加则为  $U_{n1}$ , 若电压从低压侧施加则为  $U_{n2}$ 。

$I_n$  —施加电压侧的额定电流, 若电压从高压侧施加则为  $I_{n1}$ , 若电压从低压侧施加则为  $I_{n2}$ 。

$S_n$ ——所测变压器的额定容量（单位为 KVA）。

$U_{n1}/U_{n2}$ ——分别表示被测变压器高压侧和低压侧的额定电压。

$I_{n1}/I_{n2}$ ——分别表示被测变压器高压侧和低压侧的额定电流。

$\Sigma I_n^2 R$ ——被测试变压器高、低压侧三相绕线的电阻损耗（单位：W）；“Y”与

“D”型接法的电阻损耗= $1.5 I_n^2 R_x$ 。“Yn”型接法的电阻损耗= $3 I_n^2 R_{xn}$ ，其中  $R_x$ ——

——人工键入高/低压侧的线电阻， $R_{xn}$ ——人工键入高/低压侧的相电阻

（ $x=1$ 或 $2$ ）。

$\Sigma I_n^2 R_T$ ——折算到当前温度的变压器绕线电阻损耗， $\Sigma I_n^2 R_T = K_R * \Sigma I_n^2 R$ 。

## 4、常见故障排除

- ✧ 开机无显示：先关机，打开背板上 AC 220V 插座的保险丝盒，检查保险丝是否烧断，可更换保险。
- ✧ 屏幕突然黑屏：可按复位键，重新开始测量。
- ✧ 测量及运算结果不正确：检查外部接线，是否按说明书操作，是否有接触不良或接错线；相关参数设置不正确。
- ✧ 测量电压正常而电流显示为零，请检查该电流档保险管是否熔断。
- ✧ 双表法接线时提示接线错误，请对照说明书仔细检查现场接线，如果确认接线无误，请调换调压器 A/C 两相再试，以便确定是否现场的三相电源相序错误。
- ✧ 空载试验的结果跳动较大，请注意试验电源需要与车间行吊等大功率冲击型设备所使用的电源分开。

[illegible]

二次线路图

