



NEPRI-6296
变压器能效检测装置
产品使用说明书

Nepri.12

国科电研（武汉）股份有限公司

尊敬的客户您好！欢迎使用本公司产品。为了安全，在使用仪器前，请仔细阅读本手册，尤其要遵守注意事项的提示，感谢您的配合与支持！

目 录

一、 概述	1
二、 主要功能简介	1
三、 主要技术指标	2
四、 面板介绍	3
五、 变压器能效检定说明	3
六、 开机界面	4
七、 变压器能效检测操作步骤	5
八、 能效检定说明	5
九、 系统设置	10
十、 数据处理	11
十一、注意事项	11
十二、订购与服务	12
十三、仪器校验说明	12
十四、空载测试接线	12
十五、负载测试接线	14
十六、附录	15

一、概述

NEPRI-6296 变压器能效检测装置是依据《GB 20052 - 2020 电力变压器能效限定值及能效等级》、《JB/T 501 - 2006 电力变压器试验导则》研制，满足 500kVA/10kV 配电变压器现场能效等级检测。

可根据用户要求进行定制。

仪器内部采用先进的六路同步交流采样及数字信号处理技术，成功的解决了低功率因数测量及多路信号在市电条件下同步测量和计算的难题。线电压测量引入向量计算，而非传统的乘固定系数（ $\sqrt{3}$ ），从而能更真实反映变压器试品的线电压。仪器测量参数引入了必要的校正（如：电压校正、电流校正、温度校正、频率校正、损耗修正），使测得的损耗更真实的反应变压器的损耗，具有更好的参照性和可比性。测量数据准确可靠，功能强大，性能优越，重复性好。也可完全取代传统仪表的测试方法，可显示并记录用户关心的测量数据，可作为现场高精度交流指示仪表使用。

NEPRI-6296 变压器能效检定装置是本公司将自产的变压器参数测试仪和 10A 直阻测试仪完美的整合在一起，在加上调压器自动控制模块，为更好的满足《GB 20052 - 2020 电力变压器能效限定值及能效等级》标准而专门研制。实现自动调压控制。

仪器采用大屏幕彩色液晶显示，中文菜单及提示，触控操作，简单方便。配有高速热敏打印机，有记录存储功能，方便数据的存储和打印；保存的数据可通过 U 盘转存到计算机。仪器体积小、重量轻，便于携带，现场使用极为方便，使用该仪器可大大提高工作效率，减轻劳动强度。该仪器设计精巧，性能优越，功能强大，是用户的首选产品。

技术特点：

- 1、专门满足变压器新能效检定设计。完美解决了能效检定的关键技术。
- 2、变压器电压测量引用向量技术，在三相不成 120 度时，也能真实测量。
- 3、在不改变用户的使用习惯，做到简单便捷，空负载测量调压器自动控制。
- 4、一种仪器三种用法：空负载、直阻、能效处理。

二、主要测试功能简介

1、空载测试：

空载试验时保证平均值与有效值之差在 3% 以内，且试验电压以平均值为准。

2、负载测试：

负载损耗试验时电阻损耗与温度成正比，其它损耗与温度成反比，因此 负载损耗试验之前须进行直流电阻测试。

3、变压器直阻测试：

本装置具有 10A 直阻的测量功能，能够准确测量配电变压器高低压各相的线电阻，并进行三相平均，以对能效的准确检定提供必要条件。

备注：可输入检测配变高低压的线电阻（三相线电阻折算值的均值）。

4. 本装置具有空负载测试功能，也具有变压器直阻测量功能，是完全意义上的两种仪器的叠加。同时还具有进行变压器空负载测量时，自动控制调压器升降。采用模块化、轻量化设计，方便用户使用，简化用户操作。

5. 仪器采用大屏幕彩色高分辨率触控液晶，中文菜单，中文提示，操作简便。

6. 仪器备有 U 盘接口，可随时将测量数据转存到 U 盘。
7. 仪器自带打印机，可打印显示数据。
8. 内置不掉电存储器，可储存 30 组能效测量数据。每组能效数据包括：空载损耗测试数据、绕组直阻测量数据、负载损耗测试数据、能效报告数据 4 部分。可以随时将测量数据导出到 U 盘。
9. 永久日历、时钟功能，可进行时间校准。
10. 仪器测量范围宽、精度高、稳定性好；体积小、重量轻方便测量。

三、主要技术指标

（一）基本量程-交流参数

1. 电压输入： 测量范围 1～660V
10V ～ 600V $\pm(\text{读数} \times 0.1\% \pm 0.02\%(\text{量程}))$
2. 电流输入： 测量范围 0.1A～50A $\pm(\text{读数} \times 0.1\% \pm 0.02\%(\text{量程}))$
3. 功率：
0.5 ≤ cos Φ ≤ 1.0 $\pm(\text{读数} \times 0.2\% \pm 0.02\%(\text{量程}))$
0.2 ≤ cos Φ < 0.5 $\pm(\text{读数} \times 0.5\% \pm 0.02\%(\text{量程}))$
4. 频率测量： 45～75 (Hz) 准确度 ±0.003Hz
5. 相位测量： 0.00° ～ 360° 准确度 ±0.1°
6. 仪器显示： 5 位数字

（二）基本量程-直流参数

技术指标

测试电流	测试范围	准确度
10A	200 μΩ ～ 2.0 Ω	± (0.2%读数 ± 1.0 μΩ)
5A	1mΩ ～ 4.0 Ω	± (0.2%读数 ± 1.0 μΩ)
2A	10mΩ ～ 10 Ω	± (0.2%读数 ± 0.01mΩ)
1A	20mΩ ～ 20 Ω	± (0.2%读数 ± 0.02mΩ)
300mA	100mΩ ～ 66 Ω	± (0.2%读数 ± 0.1mΩ)
100mA	200mΩ ～ 200Ω	± (0.2%读数 ± 0.2mΩ)
30mA	2.0Ω ～ 600Ω	± (0.2%读数 ± 2.0mΩ)
<1mA	600Ω ～ 50K Ω	± (0.5%读数 ± 1.0 Ω)

（三）仪器其他参数

1. 环境温度： -10℃～45℃
2. 相对湿度： ≤90%RH
3. 预热时间： <5 分钟
3. 工作电源： AC 220V ±10% 50Hz ±5Hz
4. 外形尺寸： 580×540×1210mm

5. 仪器重量： 80.5kg（不包括测试线）

四、面板介绍:

1. 测试仪面板布局见图一：

2. 面板介绍：

- 1) 电流输入端子：IA+、IB+、IC+ ；接调压器输出。
- 2) 电流输出端子：IA-、IB-、IC- ；接变压器被试品。
- 3) 电压输入端子：UA、UB、UC、U0 ；接变压器被试品。
- 4) AC220V：电源插座, 开关及保险管位置（5A 保险）。
- 5) — 端子：仪器接地端子。
- 6) 四芯航空接头：接调压器，控制电机升降。
- 7) USB：U 盘接口，插入 U 盘后可以将数据存储在 U 盘。
- 8) 液晶+触控操作： 数据显示，触控操作及参数输入。
- 9) 打印机： 打印测试数据。



图 1

五、变压器能效检定说明：

试验电源及特点：自动调压，波形质量好。

根据国标要求，试验电流不低于额定电流的 50%即可满足试验要求。采样自动可调大概率定制调压器，满足检测对电源的要求，波形中谐波含量不应大于 5%，波形校正因数在 $\pm 3\%$ 范围内。频率偏差不应大于 0.5%。

试验要求及注意事项：

1、负载测试：短路导线截面积应不小于变压器导线截面积, 其长度要尽可能短，并确保接触良好，电阻可以忽略， 否则影响测试数据的精度。必须减去短接线产生的损耗。

2、试验前应准确地测量被试变压器的绕组温度，油浸变压器以油面温度作为绕组温度，干式变压器应在线圈的不同部位（不小于三个点）的温度平均值作为绕组温度。室温长期静止放置的变压器绕组温度就是环境温度。

3、变压器负载损耗测量从变压器的高压侧加压，供给电流，另一侧短路。空载损耗测量在变压器的低压侧施加额定电压，高压侧开路。

4、变压器高压或中压侧出线套管装有**环形电流互感器**时，试验前电流互感器的二次侧要短接。

5、当试验电源容量小或电流比较大时可以通过调压器调压，降低一定的测试电流。精度也能够满足。

六、开机界面

1、当仪器按要求接好测试线及电源线后，打开电源开关，液晶显示开机界面：（见图2）



图2

延时几秒钟后显示主菜单界面：（图3）



图3

界面说明：最上面为窗口标题条；中间为主要显示区；下面为提示条及时钟显示框。

七、变压器能效检测操作步骤：

1、空载损耗测量 按照仪器接线图接线：

首先、是变压器与检定装置间接线，按照 ABC 黄绿红电流接粗线电压接细线的规程接线。
其次、是调压器与检定装置间接线，按照 ABC 黄绿红分好颜色接线，黑色线接到电压 U_0 。
升降控制线：用于装置空负载测量控制调压器升降。如果调压器是手动，省略此接线。
再次、装置接通电源，开机设置好参数；点击空载测量按钮进入空载测量界面，等待接好线进行空载损耗测量。
最后、是三相四线电源与调压器间接线。按照 ABCN 黄绿红黑接好测试线进行空载损耗测量。测试数据可以保存、打印。

2、变压器绕组电阻测量

首先、进行低压绕组线电阻的测量：等待空载测量完成后调压器归零。断开三相四线电源与调压器间接线的连线。其他接线保持不动。点击功能按钮对变压器低压绕组进行直阻测量。

其次、进行高压绕组线电阻的测量：将装置测试线接到变压器的高压侧，按 ABC 黄绿红接线接好，注意接线钳要反复扭动几下确保接触良好。变压器低压侧用短接线短接好（负载损耗必须接）。在绕组电阻测量界面选择高压绕组进行测量。

高低压绕组测试完毕，测试数据可以保存、打印。

注意：有现成的变压器高低压线直阻数据，直接输入。可以省略变压器直阻测量。

3、负载损耗测量

进行完直阻测量，点击界面负载测量按钮进入负载测量界面，等待接好线进行负载损耗测量。将三相四线电源与调压器间接线按照 ABCN 黄绿红黑连接好。可以进行负载损耗测量。测试数据可以保存、打印。

4、能效报告

在进行完，上述空负载测量之后，点击能效报告标签页，进入能效报告界面，根据测量的空负载损耗数据，查能效等级表，确定被试品的能效等级，生成能效等级报告。可以保存、打印。

八、能效检定说明：

（一）参数设置：

装置通电,在主界面点击【能效测试】菜单,进入能效参数设置界面,如下图所示:

样品参数	空载损耗	绕组电阻	负载损耗	能效报告
样品参数		用户测试参数		
样品型号: S11-M-500		样品编号: 1234567ABC		
绝缘耐热等级: A=75		试品温度: 21.50 °C		
额定电压(kV): 10.0 / 0.40		锁屏电压: 400.0 V		
额定容量(kVA): 500.0		锁屏电流: 28.8A (Ir=28.87A)		
联结组标号: Dyn11		测试人员: 张三		
铭牌阻抗: 4.02%		高压直阻: 2.201 Ω		
油浸式 变压器, 材质 铜		绕组直阻 (参考值): 3.646 mΩ		
		低压直阻: 3.646 mΩ		
请确认测试参数。 16:46:53				

(1) 样品参数:

样品型号: 输入变压器的型号。如: S11-M-500

绝缘耐热等级: A=75℃, B=100℃、F=120℃、H=145℃。测试结果转换到标准温度。

油浸式变压器标准温度为 75℃, 干式变压器标准温度为 100℃、120℃、145℃。

额定电压: 待测变压器的额定电压, 单位:kV。如 10.0/0.40, 表示高压 10kV, 低压 0.4kV。

额定容量: 待测变压器的额定容量, 单位:kVA;

额定电压: //指加压绕组所在的分接电压, 单位:kV;

铭牌阻抗: 待测变压器的标称阻抗电压。

油浸式或干式变压器, 材质铜或铝: 指变压器绕组材质是铜还是铝。铜电阻系数是 $a=235$, 铝电阻系数为 $a=225$ 。

(2) 用户测试参数

样品编号: 可输入最多十位数字或英文字符(如出厂编号), 用于标识被测设备。

试品温度: 待测变压器当前绕组温度, 用于将测试结果校正到额定温度, 单位:℃。

锁屏电压: 用于空载测量时, 达到该电压后停止升压的电压值。一般不大于额定电压。

锁屏电流: 用于负载测量时, 达到该电流后停止升压的电流值。一般不大于额定电流。

测试人员: 输入测量人员姓名, 用于记录存档。

绕组直阻-折算值: 输入折算到参考温度的线电阻的平均值, 用于变压器负载损耗测量

高压直阻: 高压绕组线电阻折算到参考温度的均值。如 2.2009 Ω

低压直阻: 低压绕组线电阻折算到参考温度的均值。如 3.6462m Ω

如果使输入的绕组直阻值有效, 参与负载损耗计算, 点击右边的【直阻设置】按钮, 将输入的绕组直阻数据代替绕组电阻测量得到的数据。可以不进行绕组电阻测量。

上述的参数要正确输入, 否则会影响测试结果。当所有的参数已设置好后, 点击“空载测试”按钮进入空载测量界面。

- 提示：
- 额定电压的输入要与额定分接位置相对应。
 - 负载测试时，锁屏电流不要超过调压器最大可承受电流。以免能损坏调压器。
 - 装置拆接线不要带电操作，以免发生危险。

（二）空载损耗测量：

参数设置好后，点击“空载测试”菜单进入空载测量界面。如下图所示：

样品参数	空载损耗	绕组电阻	负载损耗	能效报告
	ab	bc	ca	AVG/SUM
Urms				
Umn				
Irms				
$\angle\varphi$				
P				
Frq Hz Kd cos				
实测_Po		折算_Pot		
实测_Io	%	折算_Iot	%	

锁屏

测试

保存

打印

波形显示

谐波测量

升压 降压

退出

按照空载测试接线将调压器、装置和被试品连接线接好，确认无误；将再三相四线电源与调压器接通。在空载损耗界面点击【测试】按钮，调压器在装置控制下自动升压，此时液晶会出现测试数据。在测试过程中如发现数据异常，应立即点击【锁屏】按钮使调压器归零。

在调压器缓慢升压过程中，电压、电流、功率等逐渐增大，在接近锁屏电压时，调压器升压变缓慢。达到锁屏电压时调压器停止升压，进入保持状态。待数据稳定后，点击【锁屏】按钮使调压器归零。点击右边的命令按钮，执行相应操作。

说明 1：【升压】、【降压】是调压器微调按钮，也是暂停按钮。

应用举例 1：当升压到额定电压 80%时，点击【升压】或【降压】按钮，调压器暂停。再次点击测试按钮继续升压测量。

应用举例 2：当升压超过额定电压时，为了使电压尽量接近额定值，可以点击【降压】向下微调电压。反之【升压】是向上微调电压。

说明 2：使用手动调压器时，测试状态下用调压器加压，应稍微加一点压，电压、电流、功率、频率等电参量自动显示，然后匀速加压，当快加到**预定电流**时应放慢调压速度，达到预定电流听见鸣响后停止加压，保持一段时间，待仪器自动锁屏（或按“锁屏”按钮锁屏）后，记录电压、电流等各项测量数据，调压器归零。

(1) 空载测量界面参数说明：

Urms:	电压均方根值	Frq:	电源频率
Umn :	电压平均值	Kd:	波形畸变率
Irms:	电流均方根值	实测_Po:	实测空载损耗
$\angle \Phi$:	测量 U、I 相位角	折算_Po:	折算空载损耗
P :	有功功率	实测_Io:	实测空载电流
Cos:	功率因数	折算_Io:	折算空载电流

(2) 测试稳定后，按“波形显示”按钮显示 U、I 测量波形。

(3) 测试稳定后，按“谐波测量”按钮显示 U、I 测量谐波。

(4) 按“打印”按钮，直接打印出试验报告。

(5) 按“保存”按钮保存数据，底部有提示信息。若存入 U 盘，按“保存”按钮前插入 U 盘，即可在仪器保存测试记录时，再在 U 盘保存一份测试记录。

(6) 按“绕组直阻”标签页进入绕组直阻测量界面。

(7) 按“退出”按钮返回主菜单界面。

(三) 绕组电阻测量：

空载损耗测试完毕，待调压器归零后，断开电源与调压器的连接。点击绕组直阻标签页，进入绕组直阻测量界面，如下图所示：



- 1、参数设置：点击显示低压的按钮选择高低压绕组；电阻显示 ab 的按钮设置当前要测量的绕组，当选择【三相】时，装置会自动按照顺序测试各绕组的直流电阻值。
- 2、低压绕组测量：空载测试完毕，断电后；设置“低压绕组三相”，再点击测试按钮开始直流电阻测量。待三相测试完后，计算出三相电阻的平均值及三相不平衡率。至此低压绕组电阻测试完毕。下一步开始进行高压绕组直阻测试。
- 3、高压绕组测量：低压绕组测量完毕，装置测量钳加到被试变压器高压侧进行高压绕组测量；此时用短接线将变压器低压侧 ABC 短接以备负载测试。参数设置为“高压绕组三相”，再点击测试按钮开始直流电阻测量。待三相测试完后，计算出三相电阻的平均值及三相不平衡率。至此变压器绕组电阻测试完毕。测量的变压器绕组数据自动存储到装置内用于负载损耗测试。

4、变压器绕组电阻测试完，可以打印、保存测试数据。

（四）负载损耗测量：

负载测试条件 1：变压器负载测试前需知道高低压绕组的直流电阻值，及当前绕组温度，用于负载损耗折算到参考温度损耗。绕组损耗与温度成正比，附加损耗与温度成反比。绕组温度一般就是环境温度。绕组直流电阻值如上直接测试得到；另外是已测得的直阻数据通过参数设置界面直接导入。

负载测试条件 2：负载损耗测试时需短接低压绕组，由于负载测量时低压绕组短接线通过的电流很大，短接线会产生不小的损耗，达不到忽略不计，负载损耗测量值必须减去。本装置在系统设置界面有短接线电阻设置功能。一次设置即可永久保留。负载损耗测试时，会读取该设置参数，生成短接线引入的额外损耗。

负载测试接线：负载测试接线与空载损耗接线大体相似，不同之处是，空载测试钳夹在变压器低压测试端，负载测试钳是夹在变压器高压测试端。负载测试时低压绕组短路，空载测试时高压悬空。

调压、检定装置和变压器间接好测试线，检查负载短接线电阻设置数值正常，检定装置变压器参数无误，点击负载损耗标签页进入负载损耗测试界面，如下图所示：

样品参数	空载损耗	绕组电阻	负载损耗	能效报告
	AB	BC	CA	AVG/SUM
Urms				
Umn				
Irms				
$\angle\varphi$				
P				
Frq Hz Ik cos				
实测_Pk		折算_Pkt		
实测_Uk	%	折算_Ukt	%	

锁屏
 测试
 保存
 打印
 波形显示
 谐波测量
 升压 降压
 退出

界面参数与空载测试界面十分相似，不同之处是【Ik】为设置负载测试锁屏电流。其下方显示当前被试变压器的额定电流。用于设置锁屏电流时参考。

调压器控制及加压过程同控制测试，详见空载测试说明。

测试数据稳定后，点击【锁屏】按钮，调压器归零。

至此能效测试完成，待调压器归零后，断开电源与调压器的连接。

注意 1：加压电流不要超过锁屏电流，因为超过锁屏电流仪器自动锁屏不再测试，一般锁屏电流设置成小于或等于额定电流。

（五）生成能效报告：

空载损耗、负载损耗测试完毕，点击能效报告标签页进入能效报告界面，自动生成能效测试报告。检测测试数据是否正确。在此界面点击输入框可以设置测试环境的温度和湿度。点击保存或打印按钮即可保存或打印能效报告。能效报告界面如下图所示：

样品参数	空载损耗	绕组电阻	负载损耗	能效报告
能效报告				
折算到参考温度： °C 环境温度 °C 相对湿度				
空载 损耗	实测_Po=	折算_Pot=		保存
	实测_Io = %	折算_Iot = %		
直阻	实测_RHp=	折算_RHpt=		打印
	实测_RLp =	折算_RLpt =		
负载 损耗	实测_Pk=	折算_Pkt=		退出
	实测_Uk= %	折算_Ukt= %		
能效判定： 等级=				

按“保存”按钮保存当前记录（若插有U盘将再在U盘内保存一份测试记录）；按“打印”按钮打印当前记录；按“波形显示”按钮显示当前测试UI波形；按“谐波测量”按钮显示当前测试UI谐波；按“退出”按钮返回主界面。

九、系统设置

在主菜单界面单击系统设置按钮，进入如下界面：

系统显示	
显示版本：V2.10 程序版本：V3.18_NX01 2022年08月25日 主板温度：39.36 °C 出厂编号：20180825001ABC	厂家设置 系统设置 数据处理 测量接线 仪器简介 退出

再点击右侧“系统设置”按钮，打开如下界面：

系统设置	
日期时间设置 日期：2018 年 08 月 25 日 时间：17 时 30 分 25 秒	背光调节 64 ▲ ▼ (0~63) 模式 1 自动打印 ☒ 自动保存 ☒
负载低压短接线电阻 Rab= 272.5 μΩ Rbc= 302.5 μΩ	
确认	

在此界面，可以进行日期时钟设置、液晶背光设置等，设置好后按“确认”按钮保存当前参数设置，按“退出”按钮返回上级菜单。具体说明如下：

- 1、日期时间设置：进行日期时间的修改。
- 2、背光调节：可以设置仪器背光，进行对比度设置，按确认键保存。
- 3、模式：装置备用。
- 4、自动打印、自动保存：复选框选中有效，按确认键保存。
- 5、频率修正：系统默认选中，重新开机后恢复选中状态。
- 6、仪器校验：仪器校验时必须选中。重新开机后恢复取消状态。详见“十五、仪器校验说明”。

十、数据处理

在主菜单界面单击系统设置按钮，进入如下界面：



(1) 【本机导入U盘】：进入数据处理界面，点击本机导入U盘旁的单选钮选择本机导入U盘功能；再点击输入框输入要导的记录范围，如5~20，最后单击屏幕右侧功能条上的“确认”按钮开始导入U盘。说明：此项后面的“1~30”指的是本机内存存储的记录条数范围。

(2) 【PC机通讯】：功能扩展（备用）。

(3) 【U盘读取】：可以将保存到U盘的测量记录读到仪器液晶屏上显示，并可打印当前显示记录。操作及界面显示与“内存读取”功能相同。

(4) 【内存读取】：在数据处理界面单击内存读取单选钮，再按“确认”按钮进入内存读取界面。

十一、 注意事项：

1. 使用仪器时请按本说明书接线和操作。
2. 接地端子或电源线中的接地端应就近可靠接地。接好测试线后开机，在测试过程中，切不可拆除测试线，以免发生事故，一次测试完成后应锁定数据，然后断开测试电源，再查看或打印锁定数据或者移动拆除测试线。
3. 测试开始前请输入正确合理的试品参数，仪器内部的运算处理都要依赖于输入的试品参数。
4. 测试菜单项选择和实际测试项目及接线要一致。
5. 电流回路用粗线连接，电压回路用细线连接。
6. 试验加压时，注意监测电流不要超过仪器额定电流，以免损坏仪器及设备。请不要在电压或电流输入过载条件下工作。
7. 测试时注意变压器分接开关位置，不同位置的测量结果也不同。变压器必须在额定分接位置。
8. 调压器加压过程中，若发现数据异常，如电压数据不变，应停止加压，重新启动仪器测试。
9. 由于变压器剩磁会对结果产生影响，建议丢弃第一次测量结果，多测几次，直到数据可靠。
10. 为安全起见，一次测试完成后应储存数据，然后断开三相测试电源，再翻看锁定数据或从存储器中仔细查看各项数据。
11. 内存最多可储存 30 组测量数据，每组数据包括空载损耗测试数据、绕组直阻测量数据、负载损耗测量数据、能效报告四项数据。超过 30 次时最老的记录将被覆盖，请注意及时抄录或导出到 U 盘备份。
12. 仪器出现故障，请及时和本公司联系，不要自行开机拆卸。

十二、 订购与服务

- 1、本装置自出厂之日起一年内，属产品质量问题免费保修；其他原因造成的损坏，公司仅收取材料成本费。超过质保期，仅收取维修成本费。
- 2、公司对产品提供终身维修和技术服务。
- 3、如发现仪器有异常情况，请及时与公司联系，以便为您提供最便捷的处理方案。请勿自行拆卸！
- 4、属下列情况之一者不予保修：
 - 1) 用户对仪器有自行拆卸或对仪器工艺结构有人为改变。
 - 2) 因用户保管或使用不当造成仪器的严重损坏。
 - 3) 属于用户其它原因造成的损坏。

十三、 装置校验说明

【校验测试接线】三相标准源电流进线分别接到装置的 IA+、IB+、IC+端子，出线分别接装置的 IA-、IB-、IC-端子；三相标准源电压线对应接被校仪器的 UA、UB、UC、U0。

【校验装置设置】进入系统设置界面，将仪器校验复选按点亮。再进入能效测试的空载测试或负载测试界面，点击测试按钮即可进行仪器校验。

十四、空载测试接线

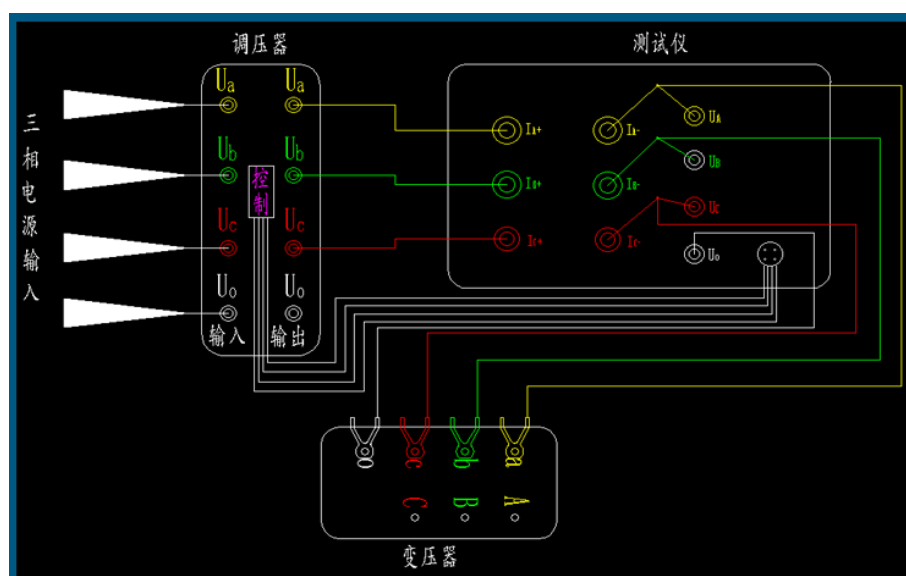
（一）三相变压器空载试验的方法（三相三柱式铁芯）：

三相变压器空载试验是在低压侧将额定频率的正弦波形的额定电压施加于选定绕组，其余绕组开路的测试。

空载试验必须在正弦的频率和额定电压下进行，使一个绕组达到额定励磁，其余绕组开路，绕组中有开口三角形连接的应使其闭合，所测得的空载损耗应符合 GB/T6451 或有关标准的规定，其允许偏差为+15%，空载电流允许偏差为+30%。

变压器的空载损耗是施加空载电压和频率的函数。空载损耗和空载电流对施加电压的波形畸变非常敏感。GB1094.1—1996 规定了对空载损耗进行波形校正的方法（对空载电流没有规定进行波形校正）。

（二）、三相空载测试接线：装置和变压器三相同时接好测试线，对 ab、bc、ca 三相同时加压，接线图如下所示：



说明 1：在三相五铁芯柱变压器进行单相空载试验，铁芯柱中的磁通是额定磁通，但上下铁轭及旁轭中的磁通不是额定磁通，而且铁轭中的磁通分布是比较复杂的分布，三次单相空载试验时，铁轭及旁轭中的磁通是变化的，因此对于三相五铁芯柱变压器不能由三次单相空载试验的结果得到变压器的空载损耗。

对于铁芯为三柱的三相变压器其三相磁路不平衡，a、b 和 b、c 两相磁路相对应，c、a 两相磁路较长。所以，a、b 和 b、c 两相测得的空载损耗和空载电流近似相等，c、a 两相测得的空载损耗和空载电流应大于 a、b 和 b、c 两相，其增大的比例随铁芯结构的不同而存在一定的差异。

对于铁芯为五柱的三相变压器，由于每次励磁的磁路是相似的，均是二铁芯柱、二旁轭和上、下铁轭，所以三次测量的空载损耗和空载电流基本是相同的。

如果实测结果 W_1 与 W_2 有较大差别，或 W_3 与 W_1 、 W_2 之间的关系超过一般同类产品的比例时，则证明铁芯的某部分可能存在缺陷，需要对产品进行进一步的试验及分析。

说明：1、波形校正 $P_0 = P_0' (1 + K_p)$ ， K_p 指波形畸变率。

2、当试验频率 f 与额定频率 f_r 有差异、且偏差不大于 $\pm 5\%$ 时，频率校正如下：

a、当磁通一定时，频率和电压成正比，施加电压应用 U_f 代替 U_r ，按下式计算：

$$U_f = U_r * (f / f_r) = U_r * (f / 50)$$

式中： U_f ——频率为 f 时，产生额定磁通的励磁电压，单位为 kV；

U_r ——频率为额定值 f_r 时的变压器低压侧的额定电压，单位为 kV。

b、空载损耗按冷轧硅钢片校正。

注：空载测试方法：低压端施加电压（但要不超过额定电压），高压端开路；

负载测试方法：高压端施加电流（但要不超过额定电流），低压端短路。

空载测试中，高压侧有高压，请远离！注意安全！

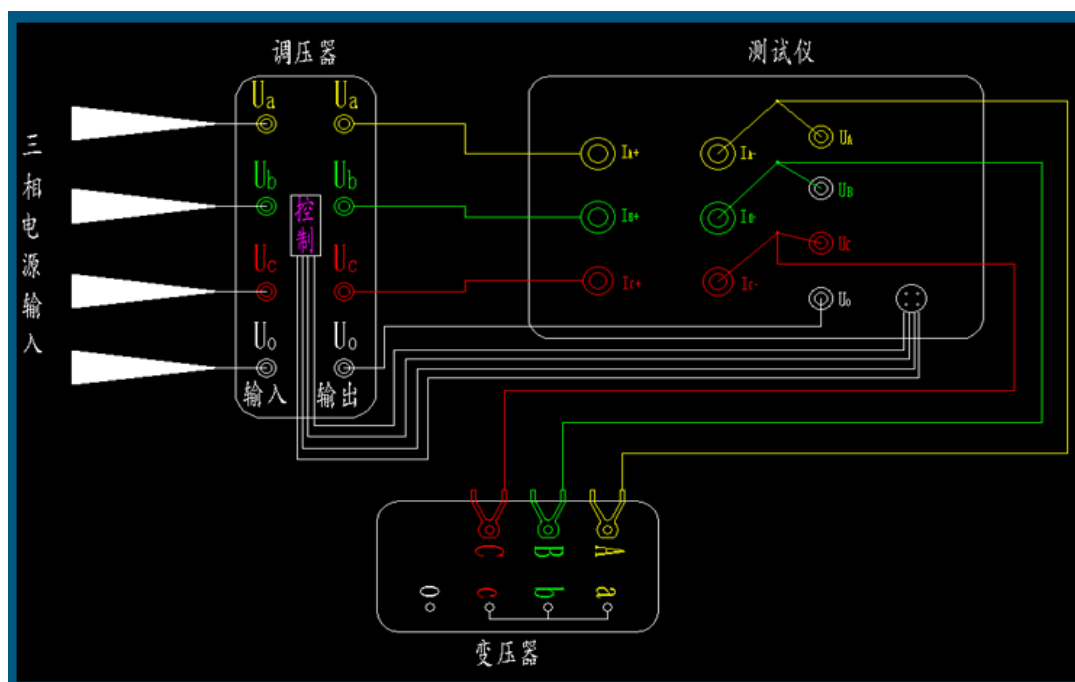
十五、负载测试接线

（一）三相变压器负载试验的方法

变压器的短路阻抗和负载损耗测量习惯上称为负载试验。变压器的负载试验是在相应分接位置和额定频率下对变压器的一侧绕组（通常为被试一对绕组中电压较高的一侧绕组）施加近似正弦波形的额定电流或不小于 50% 额定电流的任一电流，另一绕组用足够大面积的导体短路（三绕组变压器的非被试绕组应开路），然后测量负载损耗和短路阻抗的实验。

三相变压器负载测量方式，分为三相同测（三相法）、三相手动（单相法）。

（二）、三相负载测试接线：装置和变压器三相同同时接好测试线，对 AB、BC、CA 三相同同时加压测试，接线图如下所示：



十六、附录

仪器试品测试-说明：

测得数据可进行横比、纵比偏差对比，以判断变压器的绕组有无变形或位移及位移变形的程度。

附录一： 仪器常见故障及分析

常见故障	故障原因
液晶显示无反应	1) 液晶故障 2) 仪器主板通讯不通
不出测试数据	1) 夹子未夹牢 2) 电源没有接好 3) 仪器重新启动
测试数据角度异常	测试电压 U0 接线错误。
打印机不打印	1) 打印机故障 2) 仪器主板通讯故障 3) 打印纸没装好(热敏纸只能在一侧打印) 4) 打印机电源未接好