

HYG-AB 变压器容量测试仪

产品使用说明



武汉华能阳光电气有限公司

目录

一、功能特性.....	3
二、主要技术指标.....	4
1、测试项目.....	4
2、主要技术参数.....	4
二、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、空载试验过程介绍.....	7
4、负载试验过程介绍.....	9
5、容量测试过程介绍.....	11
附录.....	14
1、试验接线图.....	14
2、显示结果说明及理论计算公式.....	17
3、常见故障排除.....	19

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、容量。
- 2、 三表法实验方法。
- 3、 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。
- 4、 单机可以完成 1600KVA 以下的配电变压器全电流下的负载实验；在三分之一额定电流下可完成 2500KVA 以下的配电变压器的负载试验（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。
- 5、 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。
- 6、 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。
- 7、 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。
- 8、 面板式热敏打印机，可现场快速打印试验结果。
- 9、 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。
- 10、 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、测试项目

- ✧ 三相电压有效值: U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{ca} ;
- ✧ 三相电压交流平均值: $\sqrt{3}/U_{ab}$ 、 $\sqrt{3}/U_{bc}$ 、 $\sqrt{3}/U_{ca}$;
- ✧ 三相电流有效值: I_a 、 I_b 、 I_c ;
- ✧ 空载损耗及空载电流百分比: P_o 、 $I_o\%$;
- ✧ 负载损耗、阻抗电压百分比及短路阻抗: P_t 、 e_{kt} 、 Z_t ;
- ✧ 任意指定温度的负载损耗、阻抗电压百分比及短路阻抗;
- ✧ 实际变压器容量和判定容量。

2、主要技术参数

- ✧ 容量测试范围: 30kVA ~ 31500kVA
- ✧ 电流测试范围: 0 ~ 100A, 自动切换量程
- ✧ 电流测试精度: $\pm (0.2\% + 3d)$
- ✧ 电压测试范围: 线电压 0~750V, 相电压 0~450V, 自动切换量程
- ✧ 电压测试精度: $\pm (0.2\% + 3d)$
- ✧ 绝缘电阻 $> 100M\Omega$
- ✧ 泄漏电流 $< 3.5mA$
- ✧ 绝缘强度: 工作电源输入端对外壳之间承受工频 1500V
- ✧ 外加互感器可以拓宽仪器的测量范围;
- ✧ 频率测量范围: 40 ~ 65Hz, 测量精度 0.2 级;
- ✧ 电源输入: AC220V $\pm 10\%$;

一、面板说明

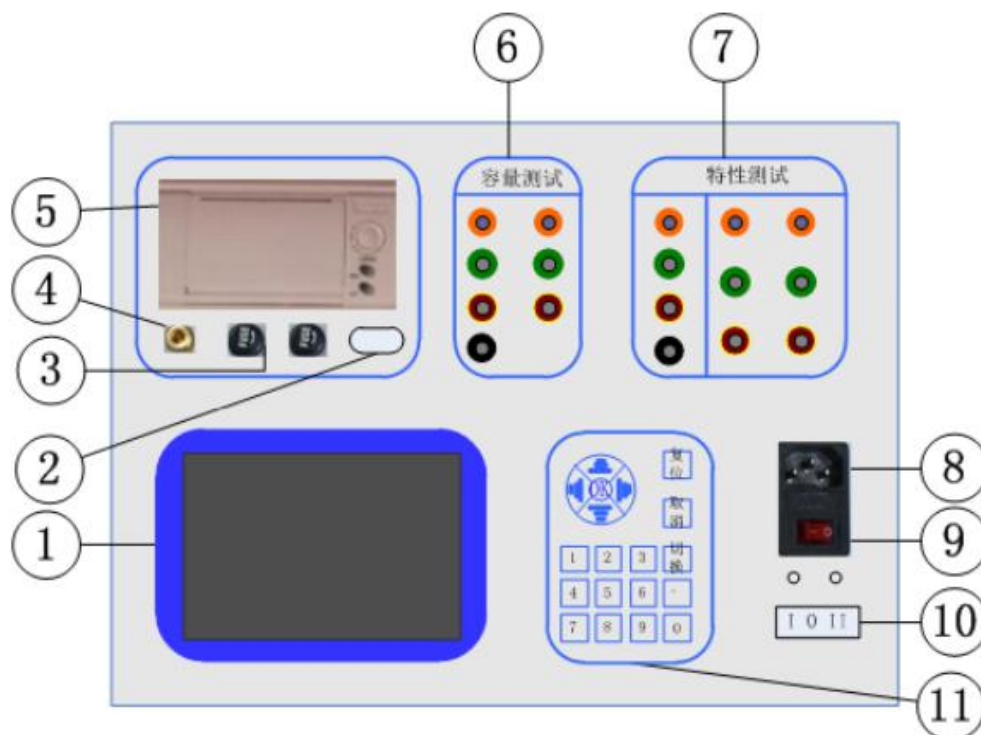


图 1 测试仪面板图

- 1、液晶显示屏：用于汉字显示，指导操作，直观读数；
- 2、通讯接口：用于升级仪器
- 3、保险盒：保护仪器正常工作；
- 4、接地柱：与大地连接，保证人身安全；
- 5、面板式打印机：打印测量结果；
- 6、测量变压器容量接线端子；
- 7、测量变压器空载负载损耗接线端子
- 8、外部 220VAC 电源插座，充电时及使用外部电源时使用；
- 9、充电开关；
- 10、 仪器工作电源开关；

11、 操作键盘：用于设备的实验操作。

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6个模块组成。



图 2 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) 容量测试：测试变压器容量。
- 4) 数据浏览：对存储的数据进行浏览，删除等管理。

- 5) 系统设置：设置当前的系统时间。
- 6) 厂家设置：该功能为厂家生产调试用。

3、空载试验过程介绍

- 1) 根据试验方式为双表法或是三表法，参考后面对应的接线图进行正确接线，然后接通测试仪的工作电源。
- 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	☐ 单相	☒ 三相
测试方法	☒ 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	
开始试验		退出试验

图 3 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。

- 3) 在图 3 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：

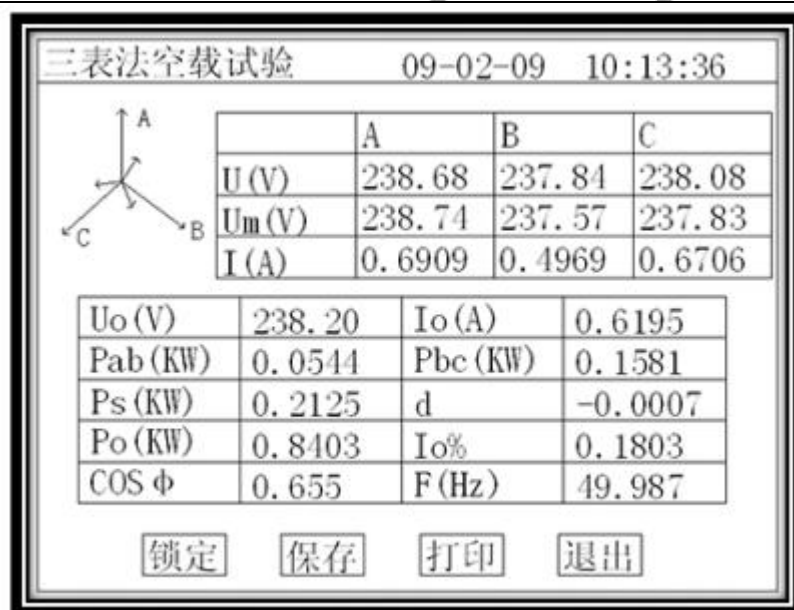


图 4 空载试验测试数据页面

该页面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（双表法时）或相电压（三表法时）的平均值， P_m (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”；通过升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（低压侧为 400V 的变压器，双表法空载试验时，试验电压 U_o 为 400V，三表法空载试验时，试验电压 U_o 为 230V），停止升压。移动光标到“锁定”按钮，长按 OK 键锁定当前测试结果，此时“锁定”按钮变为“重测”按钮。

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。

- 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。

4、负载试验过程介绍

- 1) 根据试验方式为双表法或是三表法，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	☐ 单相	☒ 三相
测试方法	☒ 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	
开始试验		退出试验

图 5 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。

- 3) 在图 9 中选择“开始试验”，进入负载试验测试数据界面：

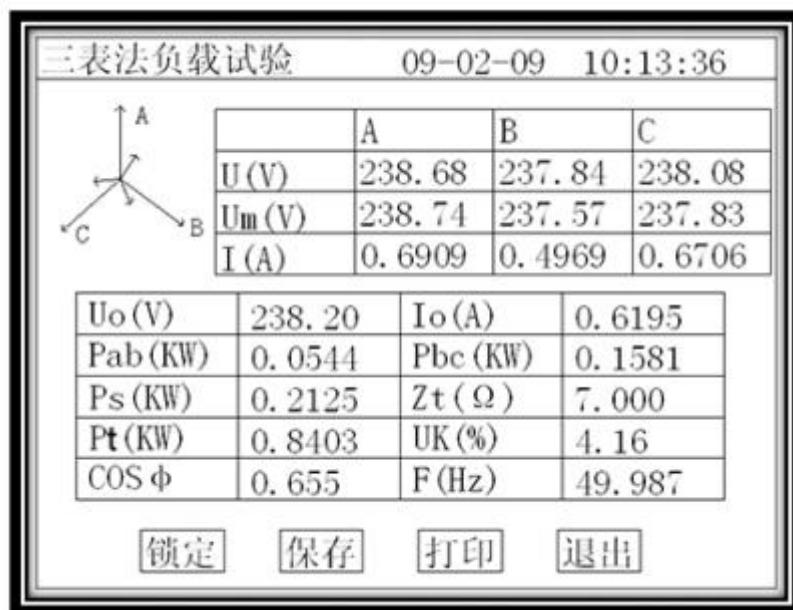


图 6 负载试验测试数据页面

该页面显示负载试验时当前温度下的所有测试数据： I_0 (A) 为三相电流的平均值， P_m (KW) 为当前电压下的实测功率， P_t (KW) 为当前温度下校正到额定电流时的复载损耗， Z_t (Ω) 为当前温度下的短路阻抗， $U_k\%$ 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”；通过升压器缓慢增加试验电压，当 I_0 (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 键锁定当前测试结果，此时“锁定”按钮变为“重测”按钮。

注意：升压的过程中，要时刻关注 U_0 与 I_0 ，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 $m\Omega$

测直阻时温度 10 $^{\circ}C$

试品温度 10 $^{\circ}C$ 校正温度 75 $^{\circ}C$

	Uk (%)	Zt (Ω)	Pt (W)
温度系数法	73.581	233.59	191.71
国标公式法	73.581	233.59	121.03

图 7 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。

5、容量测试过程介绍

1)、在主界面中选择容量测试，则显示容量测试设置界面如下图：

Capacity Setting		Series Num: 00000001
Style	☐ Uniphase	☒ Triphase
Type	S7/9/11/13/FJ	
Rated HV Current	10KV	
Rated HV Switch	First	
Impedence Voltage	4.00%	
PT when no-load test	1.000	
CT when no-load test	1.000	
T when measure resistane	10.0°C	
Begin		Exit

图 8 容量测试设置界面

2)、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, 然后按开始试验即可进入容量测量状态。

3)、容量测试结果如下：

Capacity Result			
	A	B	C
U (V)	6.64	6.66	6.68
I (A)	0.300	0.294	0.291
Sm (KVA)	392KVA	Sg (KVA)	400KVA
Pt (KW)	6.22KW	Pkt (KW)	6.90KW
Pgb (KW)	7.22KW	Error	10%
Ukt (%)	4.61%		
Repeat		Save	Print
		Exit	

图 9 容量测试仪结果

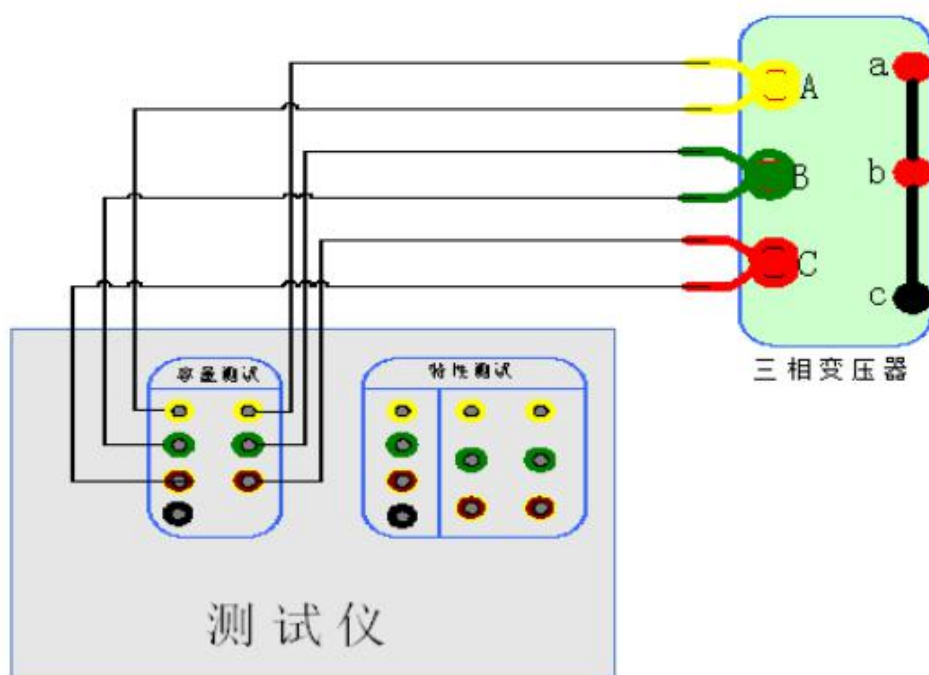
◇ 判定容量：把测得的变压器容量归档到国标规定的标准变压器的容量。

- ✧ 实测容量：该项显示实际测量的变压器的容量。
- ✧ 负载损耗：当前测试条件下实际测得的短路（负载）损耗。
- ✧ 国标损耗：如测得容量归档，则显示所归档位的变压器国标短路（负载）损耗值。
- ✧ 校正损耗：将测得的负载损耗校正到额定试验条件下所得到的短路（负载）损耗值。
- ✧ 损耗误差：校正损耗与国标损耗的误差百分数。
- ✧ 阻抗电压：当前试验条件下的被试变压器的阻抗电压。

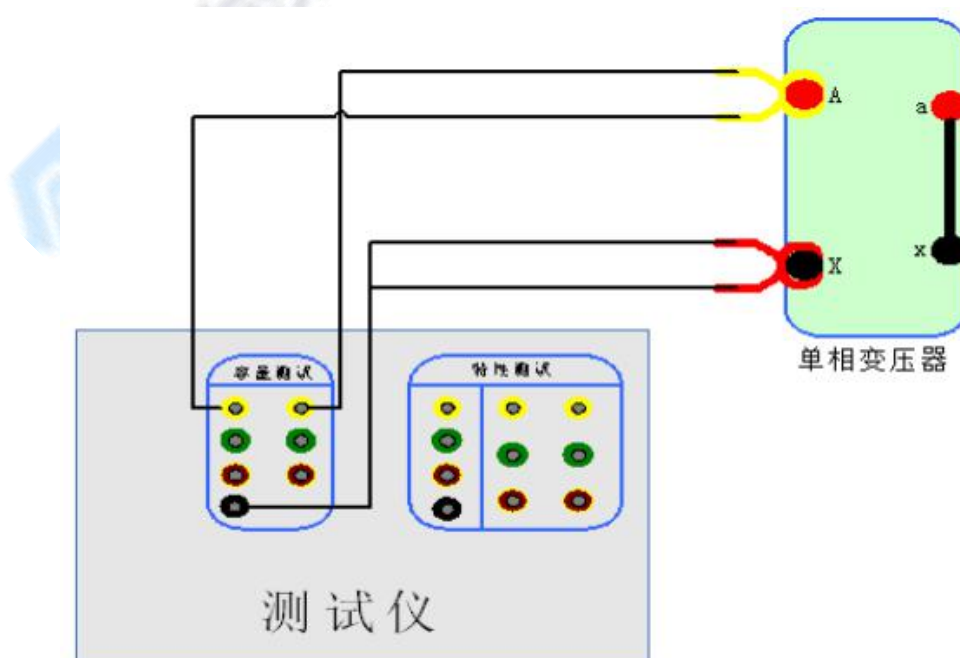
附录

1、试验接线图

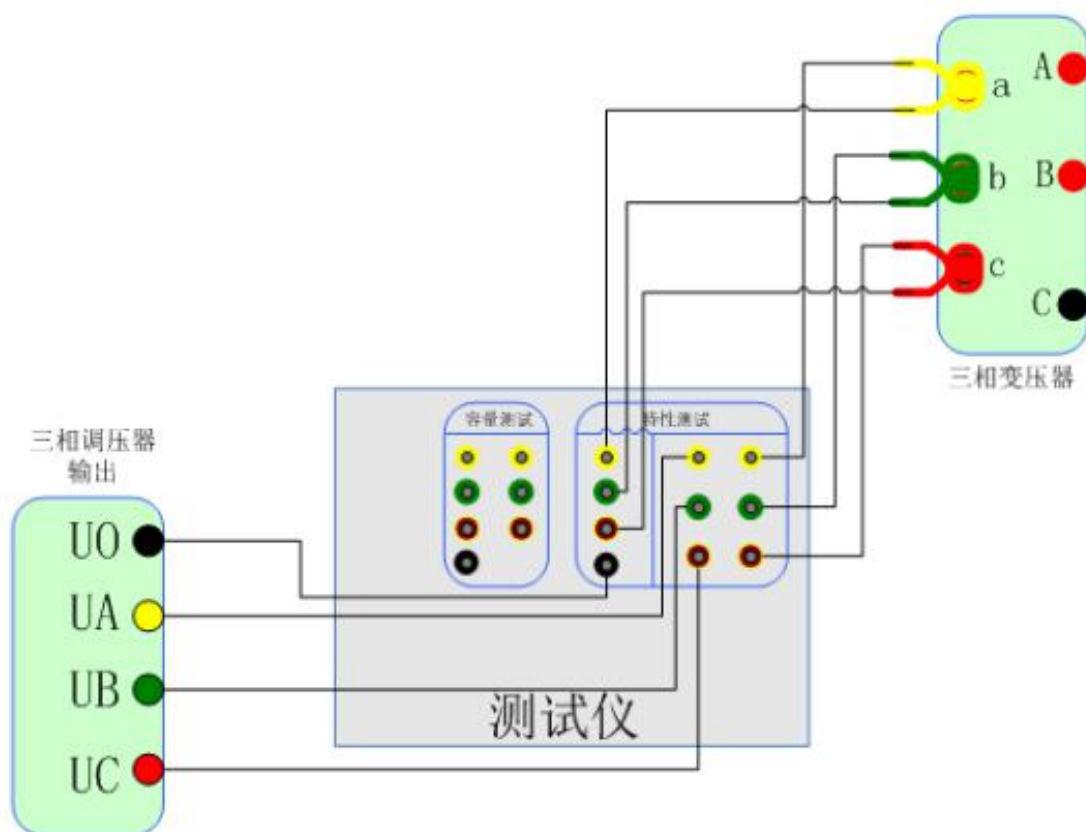
1) 三相变压器容量测试接线图:



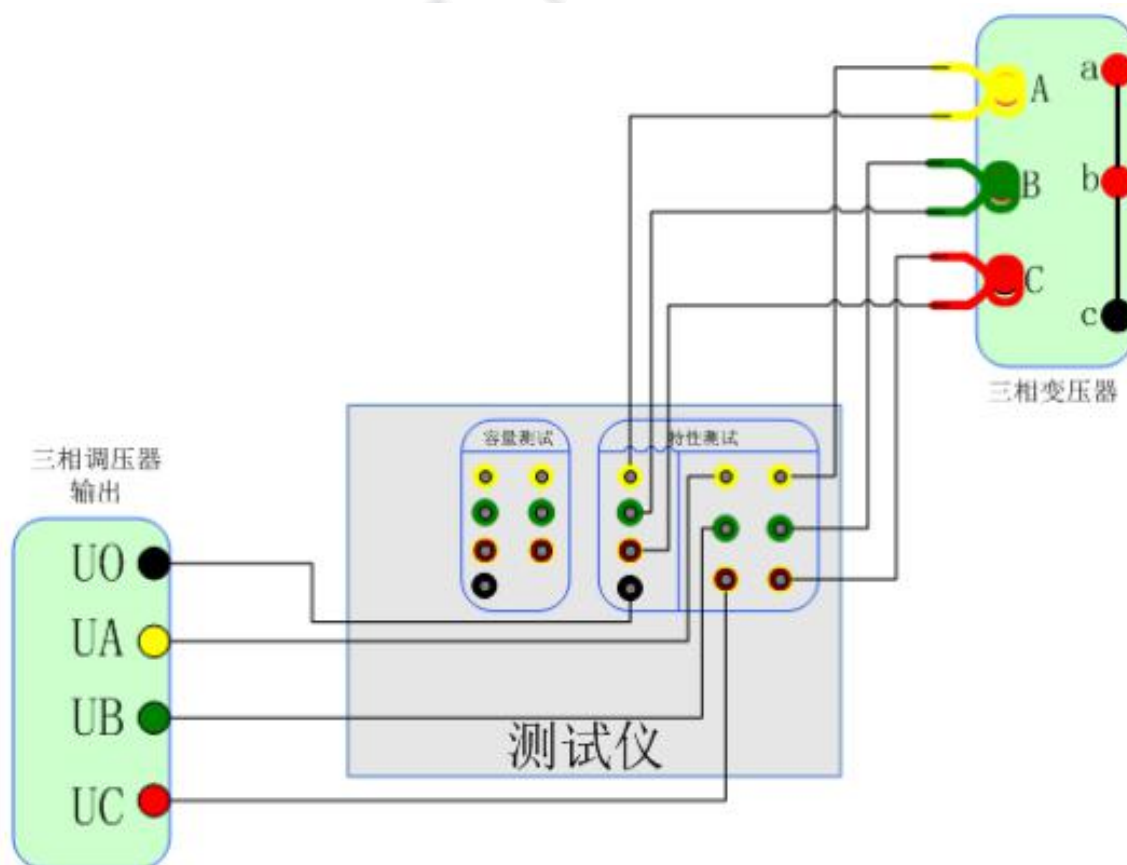
2) 单相变压器容量测试接线图:



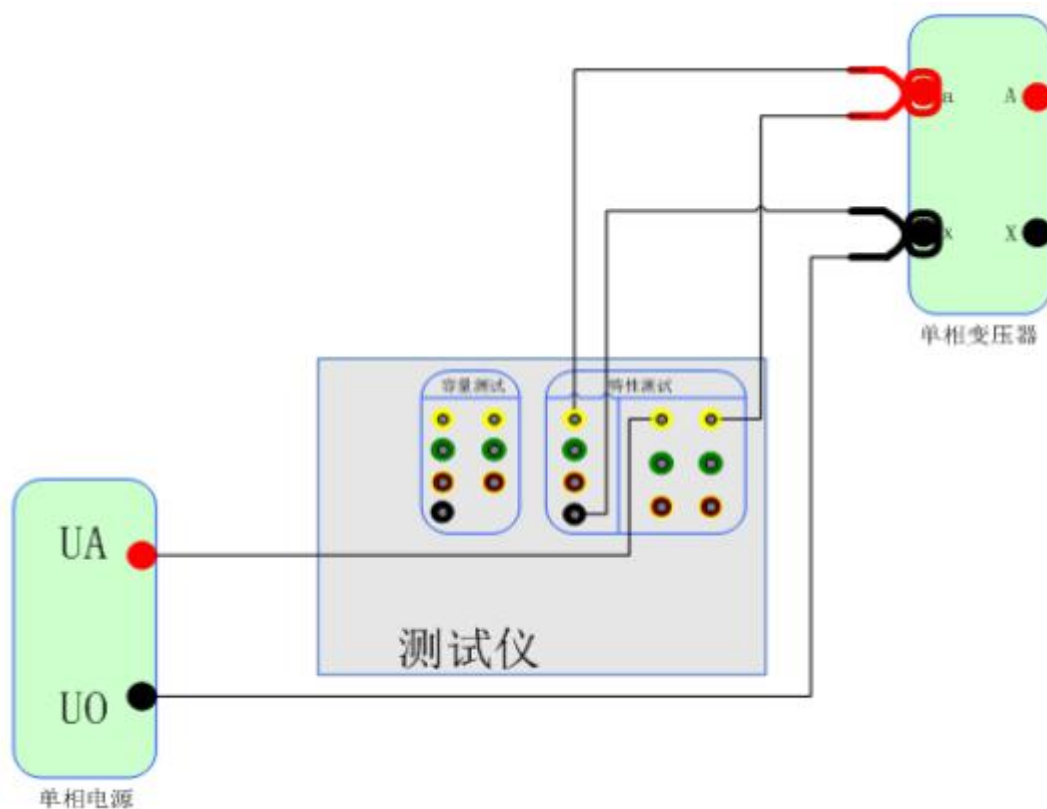
3) 三相空载试验接线图



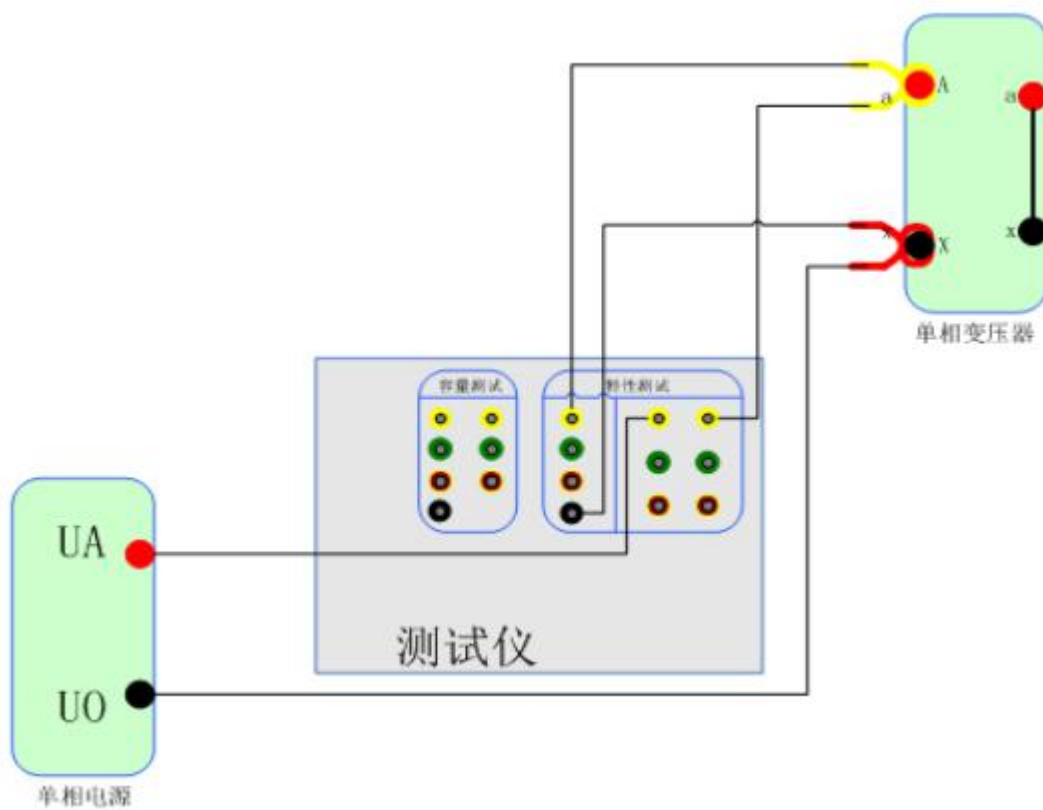
4) 三表法负载试验接线图



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



2、 显示结果说明及理论计算公式

✧ “双表法”指双瓦特表测量变压器损耗试验方法，按三相三线制接线，“三表法”指三瓦特表测量变压器损耗试验方法，按三相四线制接线。

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

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

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

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

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

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

P_k —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， $\Sigma I_n^2 R_T = K_R * \Sigma I_n^2 R$ 。

附录表：

10KV 级配电变压器主要技术数据(仅供参考)

容 量 (KVA)	额定电流(A)		空载电流(%)				损耗(W)								阻 抗 电 压 (%)
	高 压 测	低 压 测	S7	S9	S11	SH M	S7		S9		S11		SH-M		
							空 载	负 载	空 载	负 载	空 载	负 载	空 载	负 载	
30	1.73	43.3	2.8	2.1			150	800	130	600					4
50	2.88	72.2	2.6	2.0	0.6	1.5	190	1150	170	870	130	870	34	870	
63	3.64	90.93	2.5	1.9	0.5 5		220	1400	200	1040	150	1040			
80	4.62	115.5	2.4	1.8	0.5 5	1.2	270	1650	240	1250	180	1250	50	1250	
100	5.77	144.3	2.3	1.6	0.5	1.1	320	2000	290	1500	200	1500	60	1500	
125	7.2	180.4	2.2	1.5	0.5		370	2450	340	1800	240	1800			
160	9.23	230.9	2.1	1.4	0.4 5	0.9	460	2850	400	2200	270	2200	80	2200	
200	11.55	288.7	2.1	1.3	0.4	0.9	540	3400	480	2600	340	2600	100	2600	
250	14.4	360.9	2.0	1.2	0.4	0.8	640	4000	560	3050	400	3050	120	3050	

315	18.19	454.7	2.0	1.1	0.3 5	0.8	760	4800	670	3650	480	3650	140	3650	
400	23.1	577.4	1.9	1.0	0.3	0.7	920	5800	800	4300	570	4300	170	4300	
500	28.8	721.7	1.9	1.0	0.3	0.6	1080	6900	960	5100	680	5100	200	5100	
630	36.4	909.3	1.8	0.9	0.3	0.6	1300	8100	1200	6200	810	6200	240	6200	4.5
800	46.2	1154.7	1.5	0.8	0.2 5	0.5	1540	9900	1400	7500	980	7500	300	7600	
1000	57.7	1443.38	1.2	0.7	0.2 5	0.5	1800	11600	1700	10300	1150	10300	340	10300	
1250	72.1	1804.22	1.2	0.6	0.2 5	0.5	2200	13800	1950	12000	1360	12000	400	12000	
1600	92.3	2309.38	1.1	0.6	0.2	0.5	2650	16500	2400	14500	1640	14500	500	14500	
2000	115.5	2886.75	1.1	0.6	0.2	0.5			2830	17500	1940	17500	600	18000	
2500	144.3 4	3608.44	1.0	0.5	0.2	0.5			3350	20500	2300	20500	700	21500	

注：SH-M 型为非晶合金铁芯电力变压器

3、 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