

# 说明书

## HYDR 变压器短路阻抗测试仪

电力工程 / 铁路运输 / 石油化工 / 水利水电 / 航天航空 / 高校



## 尊敬的顾客

感谢您使用本公司产品。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。若有改动，我们不一定能通知到您，敬请谅解！如有疑问，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！



## ◆ 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。

**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

一、 概述：	5
二、 主要功能与特点：	5
三、 主要技术指标：	6
四 、 面板及各键功能介绍：	6
五、 变压器短路阻抗、空载、负载、零序阻抗测试及菜单操作方法：	7
六 、 注意事项：	23
附录一： 短路阻抗测试实验电流和视在功率估算	24
附录二： 单相测试空载时各种接线方法的变压器短路方法：	24
附录三： 单相电源负载损耗试验接线图	25
附录四： 在低电压下的空载损耗的校正	25
附录五： 空载损耗试验时试验电源容量的确定	25
附录六： 负载损耗试验时试验电源容量的确定	25
S、U <sub>k</sub> 分别是所需的视在功率和短路试验电压；	26
装 箱 单	26
仪器名称： 变压器短路阻抗测试仪	26
装箱单	一份
	26



## 一、概述：

低电压短路阻抗测量是变压器常规试验项目中的基本项目，通过比较变压器受到短路电流的冲击前后测得的短路阻抗值，可以初步估计绕组变形程度。低电压短路阻抗试验是鉴定运行中变压器受到短路电流的冲击，或变压器在运输和安装时受到机械力撞击后，检查其绕组是否变形的最直接方法，它对于判断变压器能否投入运行具有重要的意义，也是判断变压器是否要求进行解体检查的依据之一。

型变压器短路阻抗测试仪是我公司研制的用于现场和试验室条件下对变压器进行低电压短路阻抗测量的仪器，该仪器体积小，重量轻。仪器内部采用电压电流同步交流采样及数字信号处理技术，测量数据准确。对于三相变压器，仪器可采用三相同时测试和分相测试的方法对变压器进行测试：三相同时测试采用三相电源，可直接测量出三相参数；分相测试采用单相电源，依次测量对应相后，自动折算出三相参数。对于单相变压器，仪器具有单相变压器测试功能，可直接测试其阻抗参数。仪器内置不掉电存储器，可长期存储测量数据，仪器自带打印机，大屏幕液晶显示，全部中文菜单及操作提示，操作简单直观。

## 二、主要功能与特点：

1. 短路阻抗的测量：用于变压器的低压短路阻抗实验，可在同一屏幕下三相或单相显示测量电压、电流、有功功率、阻抗值、阻抗电压百分比、电抗值、漏感值等参数。
2. 空载损耗的测量：仪器显示三相电压、三相电流、三相功率，仪器显示施加电源波形的畸变率，并计算出变压器的空载电流百分比和空载损耗。
3. 负载损耗的测量：显示三相电压、三相电流、三相功率，自动计算出变压器的阻抗电压百分比，折算到额定温度、额定电流下的负载损耗，仪器带有频率折算功能，能够在较宽频率范围内准确测量。
4. 分相测量：用于检查三相变压器单相绕组的缺陷或现场无三相电源的情况。分相测试采用单相电源，分别测量出每一个单相数据后，可自动折算成三相的参数。
5. 零序阻抗的测量：零序阻抗的测量适用于高压侧星形接线带中性点的变压器，仪器可记录零序阻抗、零序电抗、零序电感、阻抗角、零序电阻。
6. 仪器具有谐波分析功能，可测量多次谐波的含有率及总畸变率，并带有原始波形及柱状。图显示。
7. 仪器大屏幕液晶显示，可在同一屏幕显示三相电压、三相电流、三相功率、三相阻抗值、三相阻抗电压百分比、三相电抗值、三相漏感值、三相平均电压、平均电流、三相总功率和相关数据。仪



器采用中文菜单，中文提示，操作简单。

8. 仪器备有 U 盘接口，可随时将仪器内存储的数据导入 U 盘，仪器测试时可直接存入 U 盘。

9. 内置存储器，掉电不丢失，仪器可存储 400 组数据。

11. 系统自带打印机，可打印测试数据，也可打印内存浏览数据。

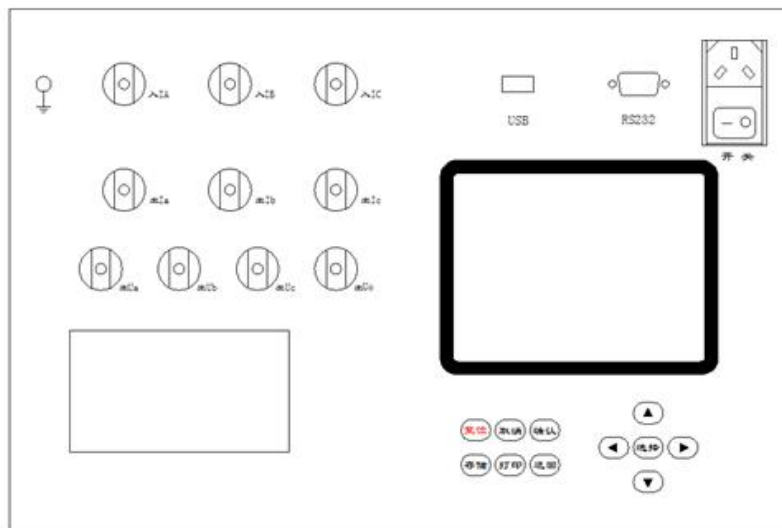
12. 永久日历、时钟功能，可进行时间校准。

### 三、主要技术指标：

1. 基本测量精度： 电压、电流  $\pm$ （读数 $\times$ 0.2%+2 字）  
功率（ $0.2 \leq \cos \phi \leq 1$ ）  $\pm$ （读数 $\times$ 1.0%+2 字）
2. 电压测量范围： AC 50V ~850V
3. 电流测量范围： AC 0.5A~100A
4. 工作温度：  $-10^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$
5. 存储温度：  $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$
5. 环境湿度： 10%~85%
6. 外形尺寸： 395 $\times$ 295 $\times$ 175mm
7. 重量： 5kg(不包括测试线)

### 四、面板及各键功能介绍：

1. 测试仪面板布局见图一：



图一

2. 各键功能如下：

1) 选择键：在菜单选择状态下用来选择测试项；在参数输入状态下用来改变输入项。分



相测量中，“选择”键用于选择加压绕组。

- 2) “↑” “↓”键：在参数输入状态用来改变数值大小。
- 3) “←” “→”键：在参数输入状态和时间校正状态下用来改变输入参数位；在分相测试状态用来显示三相折算结果。在读取记录状态用来选择记录。
- 4) 确认键：在菜单选择状态和参数设置状态用于确认选择并进入下一界面；在测量状态锁屏；在单相测量状态除锁屏外还记录当前显示电压、电流和功率等相关数据。
- 5) 返回键：按“返回”键退出当前界面。
- 6) 存储键：在测量状态下存储当前的测试结果及相关信息。
- 7) 打印键：在测量状态下打印显示屏显示数据；在浏览界面打印浏览的数据。
- 8) 取消键：在测试状态，按“取消”键，退出锁屏状态重新测试。
- 9) 复位键：按“复位”键，仪器恢复到初始上电状态。
- 10) 开 关：仪器工作电源开关。
- 11) U 盘：U 盘接口。
- 12) RS232：通讯接口（厂家升级用）。
- 13) 各接线端子：用于连接测试线（具体接线使用见后面接线方法）。
- 14)  $\equiv$  端子：仪器接地端子。
- 15) 打印机：用于打印各种测试数据。
- 16) 液晶屏：显示测试状态和测试数据。

## 五、变压器短路阻抗、空载、负载、零序阻抗测试及菜单操作方法：

（一）接好测试线，打开仪器电源后，显示界面如图二：



图二

（二）等待 3 秒进入主菜单界面如图三：





图三

(三) 按“选择”键或“↑”“↓”键选择菜单项，按“确认”键进入所选菜单

### 1、短路阻抗的测量

在主菜单界面，选择“短路阻抗”后按“确认”键进入短路阻抗菜单选择界面，如图四：

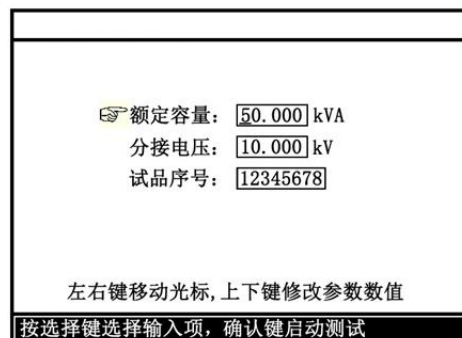


图四

在此界面下按“选择”键或“↑”“↓”键选择菜单项，按“确认”键进入

### 1) 三相测试

①三相测试是采用三相法直接测量变压器三相短路阻抗参数，在短路阻抗测量界面下选择“1、三相测试”，按“确认”键进入短路阻抗参数设置界面，如图五



图五



参数说明：额定容量：是指被测变压器的额定容量。

分接电压：是指被测变压器当前分接位置的额定电压。

在参数设置界面输入相关参数后按“确认”键，即可进入测量界面，如图六

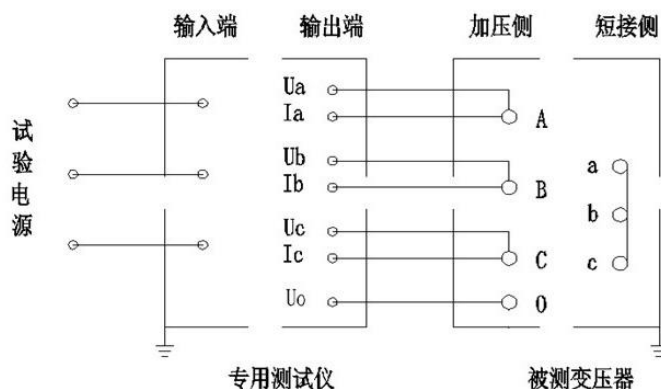
三相短路阻抗测试		f=50.001Hz	
电压(V)	电流(A)	功率(W)	
Ua= 10.918	Ia= 0.0900	Pa= 0.2327	
Ub= 10.912	Ib= 0.0887	Pb= 0.2197	
Uc= 10.907	Ic= 0.0894	Pa= 0.2337	
Zk(Ω)	Zke(%)	Xk(Ω)	Lk(mH)
A相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
B相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
C相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
确认键锁屏，取消键重新测试			11:30:45

图六

在此测量界面按“打印”键可打印数据；按“存储”键存储数据（可选存储介质：本机、优盘）；按“确认”键锁屏，按“取消”键重新测量，按“返回”键返回上一界面。

## ②接线方法

短接变压器对侧接线端子 a-b-c，三相实验电源（一般为 380V）的 A、B、C 相分别接仪器的“入 IA”、“入 IB”、“入 IC”。黄色测试钳一端接变压器 A 相接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器 B 相接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Ub”；红色测试钳一端接变压器 C 相接线柱，另一端接仪器的“出 IC”和“出 Uc”；如果变压器本侧有中性点，其中性点应该与面板上“Uo”接线柱相接，没有中性点的可以不接。如图七所示：



图七

## 2) 分相 YN 型测试



①分相 YN 型测试是指变压器高压侧为 YN 型连接的变压器，其特点为可以使用单相法直接测出某一相的阻抗参数。在短路阻抗测量界面下选择“2、分相 YN 型测试”，按“确认”键进入短路阻抗参数设置界面，同图五。输入好参数后，按确认键进入测试界面，如图八。

分相YN型短路阻抗测试	
加压绕组: <b>B0</b>	
I = 0.0898 A	U = 10.900
P = 0.2330 W	f = 49.975Hz
已测绕组: A0	
Z <sub>kb</sub> = 142.12 Ω	Z <sub>keb</sub> = 3.5555%
X <sub>k</sub> = 64.566 Ω	L <sub>k</sub> = 205.52mH
选择键切换加压绕组. 确认键锁屏并记录数据	
左右键折算三相测试数据	11:30:45

图八

在此界面下，按“确认”键记录当前所测绕组的参数，然后按“选择”键更改加压绕组，三相记录完成后，按“←”或“→”键”进行三相折算，显示如图九所示界面。此时按“返回”键可返回短路阻抗主菜单（图四）；

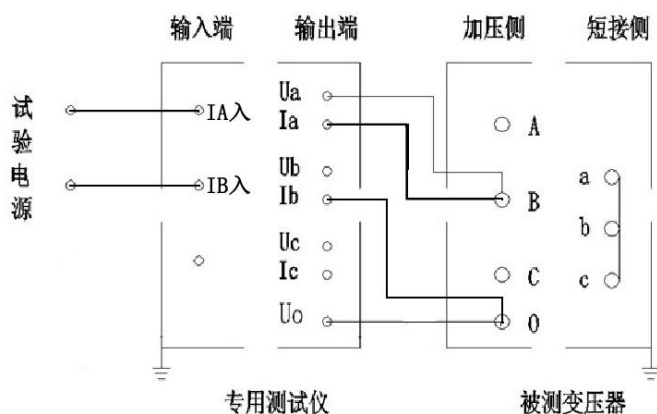
分相YN型短路阻抗测试		f=50.001Hz	
电压(V)	电流(A)	功率(W)	
U <sub>ab</sub> = 10.918	I <sub>a</sub> = 0.0900	P <sub>a</sub> = 0.2327	
U <sub>bc</sub> = 10.912	I <sub>b</sub> = 0.0887	P <sub>b</sub> = 0.2197	
U <sub>ca</sub> = 10.907	I <sub>c</sub> = 0.0894	P <sub>c</sub> = 0.2337	
Z <sub>k</sub> (Ω)	Z <sub>ke</sub> (%)	X <sub>k</sub> (Ω)	L <sub>k</sub> (mH)
A相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
B相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
C相: 71.129	3.5522	64.745	205.54
三相折算完成!		11:30:45	

图九

## ②接线方法

短接变压器对侧绕组接线端子 a-b-c，单相电源接仪器的“入 I<sub>A</sub>”、“入 I<sub>B</sub>”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 I<sub>A</sub>”和“出 U<sub>a</sub>”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 I<sub>B</sub>”和“出 U<sub>o</sub>”，如图十所示（测量 B 相参数时的接线）：

**注意：更改加压绕组时请切断试验电源以确保安全！**



图十

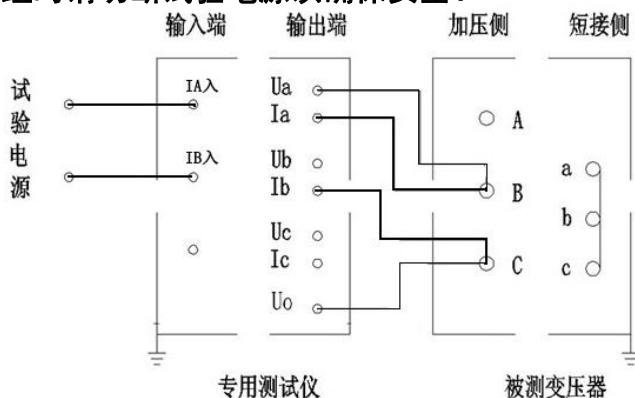
### 3) 分相 Y 型连接

①分相 Y 型连接是指高压侧为 Y 型但没有中性点引出、低压侧为 d 型或 y 型的变压器，其特点为可以使用单相法测试但不能直接测出某一相阻抗参数，而是测试其中两相参数和后进行折算。在短路阻抗测量界面下选择“3、分相 Y 型连接”，按“确认”键进入短路阻抗参数设置界面，同图五。具体测量过程及操作步骤请参照“2) 分相 YN 型短路阻抗测试”。

#### ②接线方法

短接变压器对侧绕组接线端子 a-b-c，单相电源接仪器的“入 IA”、“入 IB”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Uo”，如图十一所示（测量 BC 两相复合参数时的接线）：

**注意：更改加压绕组时请切断试验电源以确保安全！**



图十一

### 4) 分相 D 型连接

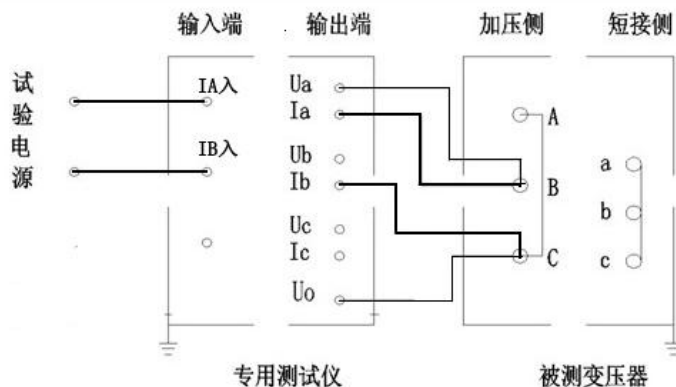


①分相 D 型连接是指高压侧为 D 型、低压侧为 d 型或 y 型的变压器，其特点同分相 Y 型连接，但折算方法不同。在短路阻抗测量界面下选择“4、分相 D 型连接”，按“确认”键进入短路阻抗参数设置界面，同图五。具体测量过程及操作步骤请参照“2）分相 YN 型短路阻抗测试”。

②接线方法

短接变压器对侧绕组接线端子 a-b-c 后，还需依次短接本侧绕组的 B-C、C-A、A-B 端子。单相电源接仪器的“入 IA”、“入 IB”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Uo”，如图十二所示（测量 BC 两相复合参数时的接线）：

**注意：更改加压绕组时请切断试验电源以确保安全！**



图十二

5) 单相变压器测试

①单相测试主要用于测量单相变压器的短路阻抗，在短路阻抗测量界面下选择“5、单相变压器测试”，按“确认”键进入短路阻抗参数设置界面，同图五。在参数设置界面输入相关参数后按“确认”键，进入测试界面，如图十三：

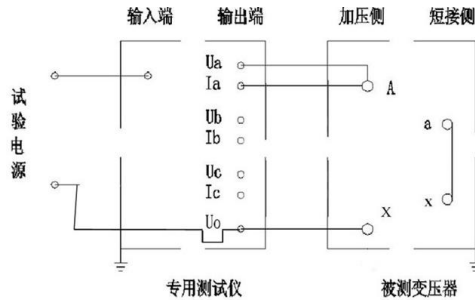
单相变压器短路阻抗测试	
I = 0.0898 A	U = 10.900
P = 0.2330 W	f = 49.975Hz
Zk = 142.12 Ω	Zke = 3.5555%
Xk = 64.566 Ω	Lk = 205.52mH
确认键锁屏，取消键重新测试	
11:30:45	

图十三



②接线方法

短接变压器的对侧接线端子 a-x。单相电源接仪器的“入 IA”、“入 IB”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Uo”，如图十四所示



图十四

2、变压器三相负载的测量

①测试方法

在主菜单界面选择“三相负载”菜单，按“确认”键进入参数设置界面，如图十五：



图十五

按“选择”键选择输入项；←、→ 键用来改变输入位；↑、↓键用来改变输入位数值的大小；按“返回”键退出参数设置界面；按“确认”键保存当前参数后即可进入测量界面，如图十六：

三相负载测试		
Ie=2.8867A		
电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)
Uab= 121.94	Ia= 1.0264	Pa= 29.477
Ubc= 122.70	Ib= 0.9861	Pb= 27.263
Uca= 125.90	Ic= 1.0240	Pa= 31.313
Up = 123.51	Ip= 1.0122	ΣP= 88.054
加压频率: 50.001 Hz		功率因数: 0.4065
阻抗电压: 3.6591 %		线圈型号: S7
额定损耗: 870.65 W		
确认键锁屏, 取消键重新测试 11:30:45		

图十六



在此测量界面按“打印”键可打印数据；按“存储”键存储数据（可选存储介质：本机、优盘）；按“确认”键锁屏，按“取消”键重新测量，按“返回”键返回上一界面。

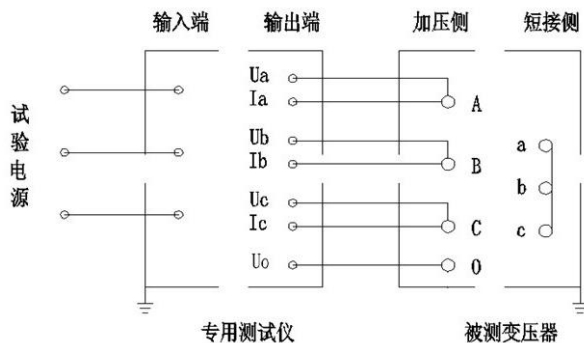
说明：A、显示的“阻抗电压”、“额定损耗”均是指参数输入折算温度下的折算值。

B、由于附加损耗中各部分损耗与频率的关系各不同，而且各部分所占的比例也难分开，不好校正，当负载试验电源的频率与额定频率相比其偏差小于 5%时，对负载损耗的测量精度影响不大，满足本仪器精度。即负载损耗测试适用的电源频率为  $50\text{Hz} \pm 5\%$ 。当试验频率不等于额定频率时（其偏差小于 5%），负载损耗可以认为近似相等。

C、阻抗电压进行了频率校正（50Hz）。

### ②接线方法

短接变压器对侧接线端子 a-b-c，三相实验电源（一般为 380V）的 A、B、C 相分别接仪器的“入 IA”、“入 IB”、“入 IC”，黄色测试钳一端接变压器 A 相接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器 B 相接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Ub”；红色测试钳一端接变压器 C 相接线柱，另一端接仪器的“出 IC”和“出 Uc”；如果变压器本侧有中性点，其中性点应该与面板上“Uo”接线柱相接，没有中性点的可以不接。如图十七所示：

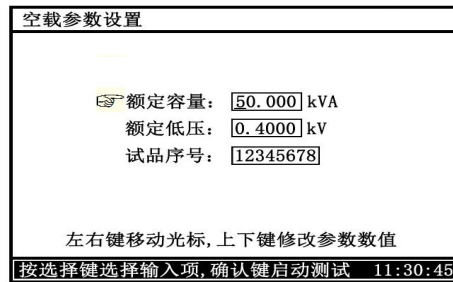


图十七 变压器三相负载测试接线图

## 3、变压器三相空载的测量

### ①测试方法

在主菜单界面选择“三相空载”菜单，按“确认”键进入参数设置界面，如图十八：



图十八

按“选择”键选择输入项；←、→键用来选择输入位；↑、↓键用来改变输入位数值的大小；按“返回”键退出参数设置界面；按“确认”键保存当前参数（作为默认值）后进入测量界面。三相空载测试界面如图十九：

三相空载测试 U <sub>f</sub> = 400.11V		
电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)
U <sub>ab</sub> = 398.17	I <sub>a</sub> = 1.1376	P <sub>a</sub> = 22.657
U <sub>bc</sub> = 398.69	I <sub>b</sub> = 0.8236	P <sub>b</sub> = 41.167
U <sub>ca</sub> = 401.08	I <sub>c</sub> = 1.1175	P <sub>a</sub> = 106.72
U <sub>p</sub> = 399.31	I <sub>p</sub> = 1.0262	ΣP= 170.54
空载电流: 1.4245 %		波形畸变: 0.2310 %
额定损耗: 171.03 W		功率因数: 0.2423
铁芯型号: S9		加压频率: 50.001 Hz
确认键锁屏, 取消键重新测试 11:30:45		

图十九

在此测量界面按“打印”键可打印数据，按“存储”键存储数据，按“确认”键锁屏，按“取消”键重新测量，按“返回”键返回上一界面。

说明：A、电压校正系数  $n=2$ ；波形校正  $P_0=P_0'(1+d)$ ， $d$  指电压波形畸变系数，通常为负值。

B、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。

(三表法测量应显示相电压，故本仪器中  $U_f$  为低压侧的额定相电压即  $U_f = U_{f'} \sqrt{3}$  )

b、空载损耗按冷轧硅钢片校正。

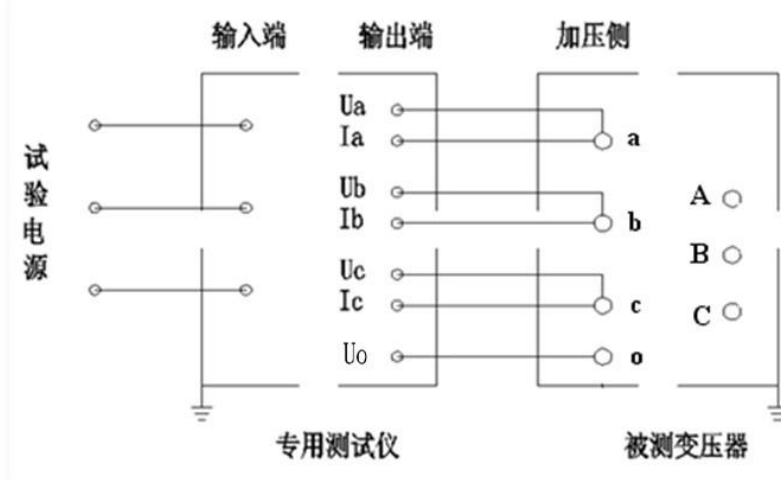
c、当试验频率与额定频率相差不超过  $\pm 5\%$  时，测得的空载电流不需要校正。





②接线方法

将三相电源的“Ua”、“Ub”、“Uc”分别接入仪器输入端子的“入 IA”、“入 IB”、“入 IC”，黄色测试钳一端接变压器 A 相接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器 B 相接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Ub”；红色测试钳一端接变压器 C 相接线柱，另一端接仪器的“出 IC”和“出 Uc”；如变压器有中性点，将中性点接到仪器的“出 Uo”接线端子，变压器的高压侧开路。接线如图二十。

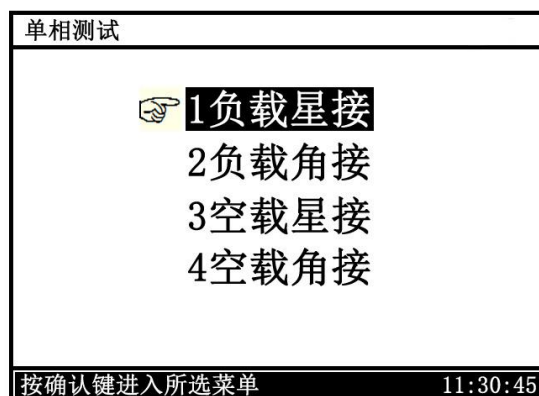


图二十 变压器三相空载测试接线图

注：1、空载测试中，高压侧有高压，请远离！注意安全！

2、三相空载测试中，低压端施加到额定电压，非测试端开路；负载测试中，高压端施加到额定电流，低压端可靠短路。

3) 单相的测量：当需检查变压器单相故障时需用单相法测量。在主菜单界面选择“单相测量”菜单，按“确认”键进入单相选择菜单界面，如图二十一：



图二十一



根据变压器的联结选择不同测试相，**需注意不同联结单相折算三相公式不同，不能选错！**

负载星接和空载星接是指变压器测试中加压侧为星型接法，负载角接和空载角接是指变压器加压侧为角型接法。

### 3.1) 变压器负载的单相测量

#### ① 测试方法

在单相测量选择菜单，选择“负载星接”或“负载角接”，按“确认”键进入负载的单相测量参数设置界面，同图十五。输入好参数后，按确认键进入测量界面如图二十二：

单相负载星接		Ie=2.8867A
加压绕组: BC		
I = 2.8524 A	cos = 0.4035	
U = 403.82 V	Frq = 49.998Hz	
P = 464.89 W		
已测绕组: AB		
确认键锁屏并记录当前加压绕组数据, 取消键继续测试, 选择键切换加压绕组。		
左右键折算三相测试数据		11:30:45

图二十二

在此界面按“确认”键记录当前所测绕组的参数，按“选择”键选择加压绕组（AB、BC、CA 依次循环显示）；按“打印”键打印当前结果，按“存储”键存储当前数据；按“返回”键返回上一界面。测量完一相后，调压器归零断电，改变外部到变压器的接线，然后按“选择”键选择与之相对应的加压绕组，调压器升压，升到额定电流后，按“确认”键记录数据。AB、BC、CA 三相测量完成后按“←”或“→”键显示三相记录数据和折算结果。其界面如图二十三：

负载星接		
电压 (V)	电流 (A)	功率 (W)
Uab= 121.94	Ia= 1.0264	Pa= 29.477
Ubc= 122.70	Ib= 0.9861	Pb= 27.263
Uca= 125.90	Ic= 1.0240	Pa= 31.313
Uab= 123.51	I <sub>p</sub> = 1.0122	ΣP= 88.054
加压频率: 50.001 Hz		功率因数: 0.4065
阻抗电压: 3.6591 %		线圈型号: S7
额定损耗: 870.65 W		
三相数据折算完成		11:30:45

图二十三



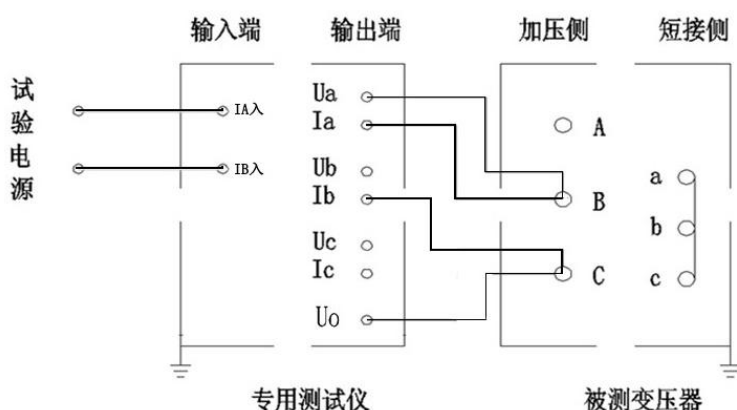
说明：显示的“阻抗电压”、“额定损耗”均是指参数输入折算温度下的折算值。

在此测量界面按“打印”键可打印数据，按“存储”键存储数据。

### ②接线方法

短接变压器对侧绕组接线端子 a-b-c，单相电源接仪器的“IA 入”、“IB 入”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Uo”，如图二十四所示（测量 BC 时的接线）：

**注意：1、更改加压绕组时请切断试验电源以确保安全！**

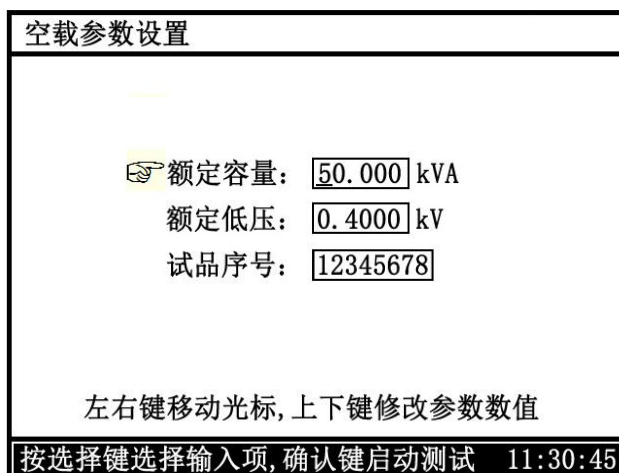


图二十四 单相负载接线图

## 3.2) 变压器空载的单相测量

### ①测试方法

在单相测量选择菜单，选择“空载星接”或“空载角接”，按“确认”键进入空载的参数设置界面，如图二十五：



图二十五



按“选择”键选择输入项；“←”、“→”键选择输入位；“↑”、“↓”键改变当前光标所在位置数值的大小；“↑”键数值增大、“↓”键数值减小；按“返回”键退出参数设置界面；按“确认”键保存当前参数（作为默认值）后进入测量界面如图二十六：

单相空载星接		Uf=461.88V
加压绕组: bc		
I = 0.5120 A	cos = 0.3996	
U = 436.41 V	Frq = 49.998Hz	
P = 89.491 W	kd = 0.0235 %	
已测绕组: ab		
确认键锁屏并记录当前加压绕组数据,取消键继续测试,选择键切换加压绕组。		
左右键折算三相测试数据		11:30:45

图二十六

**Kd:** 指当前加压绕组的波形畸变率。**Frq:** 指当前加压绕组施加电源频率。

说明: 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 V;  $U_r$  ——频率为额定值  $f_r$  时的变压器低压侧的额定电压, 单位为 V。

此界面按“确认”键锁屏并记录当前数据（提示：已测绕组：ab）；按“选择”键选择加压绕组（ab、bc、ca 依次循环显示）；按“打印”键打印当前结果，按“存储”键存储当前数据，按“返回”键返回单相测量选择菜单。测量完一相后，调压器归零，再改变外部到变压器的接线，然后按“选择”键选择与之相对应的加压绕组，调压器升压，升到额定电流后，按“确认”键记录数据。ab、bc、ca 三相测量完成后按“←”或“→”键显示三相记录数据和折算结果。其界面如图二十七：

空载星接		
电压(V)	电流(A)	功率(W)
Uab= 398.17	Ia= 1.1376	Pa= 22.657
Ubc= 398.69	Ib= 0.8236	Pb= 41.167
Uca= 401.08	Ic= 1.1175	Pa= 106.72
Uab= 399.31	Ip= 1.0262	ΣP= 170.54
空载电流: 1.4245 %		畸变系数: -0.2310 %
额定损耗: 171.03 W		功率因数: 0.2423
铁芯型号: S9		加压频率: 50.001 Hz
三相数据折算完成		11:30:45

图二十七

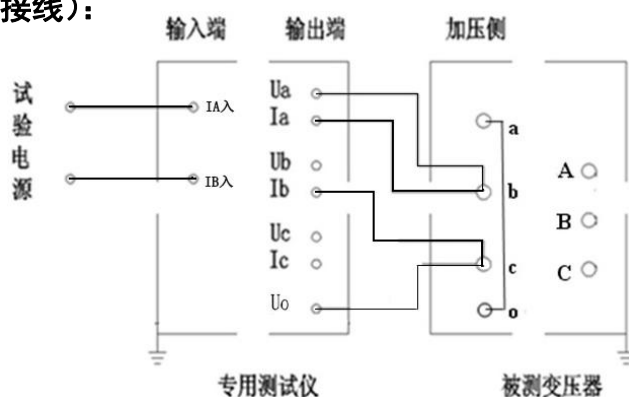


在此测量界面按“打印”键可打印数据，按“存储”键存储数据，按“返回”键或“取消”键返回上级界面。

### ②接线方法

采用单相电源，依次在 ab、bc、ca 相加压，非加压绕组应依次短路。现用星形连接带中性点引出，测量 bc 相为例说明。其它接法见附录一。

单相电源接仪器的“入 IA”、“入 IB”，黄色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IA”和“出 Ua”；绿色测试钳一端接变压器接线柱，另一端接仪器的“出 IB”和“出 Uo”，如图二十八所示（测量 bc 时的接线）：

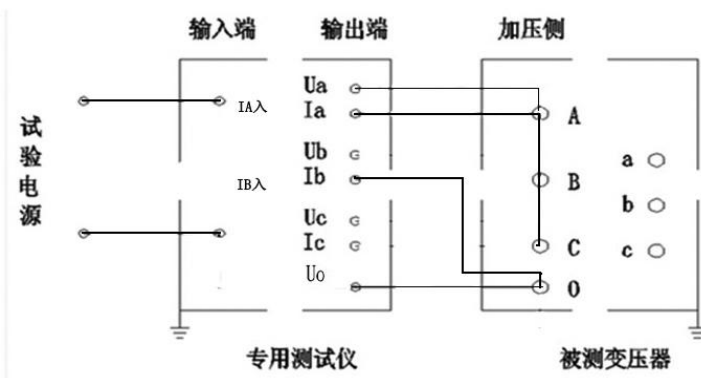


图二十八 单相空载接线图

### 4) 零序阻抗的测试：

#### ①接线方法：

零序阻抗的测量适用于高压侧星形接线带中性点的变压器，单相电源接仪器的“入 IA”、“入 IB”，将变压器高压侧 A、B、C 三相短路接到仪器的“出 IA”、“出 UA” 接线端子，将变压器高压侧的中性点接到仪器的“出 IB”、“出 Uo” 接线端子，变压器低压侧开路,接线如图二十九：



图二十九 零序阻抗接线图



②测试方法:

在主菜单界面选择“零序阻抗”，按“确认”键进行测试，界面如图三十：

零序阻抗测试	
I = 27.167 A	cos = 0.5079
U = 13.737 V	Frq = 49.975Hz
P = 189.57 W	
Z = 1.5170 Ω	Φ = 59.471 °
X = 1.3067 Ω	R  = 0.7705Ω
L = 0.0041 H	
确认键锁屏，取消键重新测试	
11:30:45	

图三十

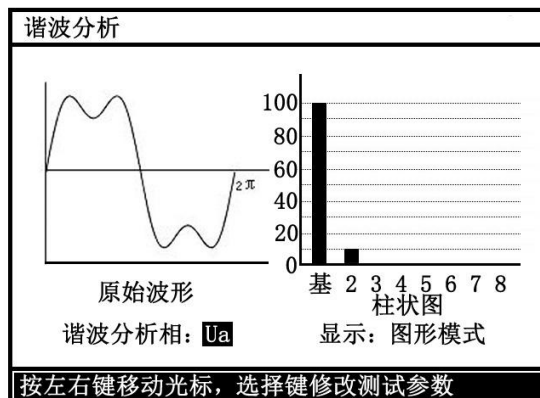
图三十中参数：

- (1) I：电流有效值，单位：A；
- (2) U：电压有效值，单位：KV；
- (3) P：有功功率，单位：W；
- (4) Frq：工频频率，单位：Hz；
- (5) |Z|：零序阻抗，单位：Ω；
- (6) |X|：零序电抗，单位：Ω；
- (7) |L|：零序电感，单位：H；
- (8) Φ：阻抗角，单位：度；
- (9) |R|：零序电阻，单位：Ω。

在此测试界面下按“打印”键打印显示的数据；按“存储”键存储当前测试数据。按“取消”键重新测量，按“返回”键返回上一界面。

6) 谐波分析:

在主菜单界面，选择“谐波分析”后按“确认”键进入谐波分析界面，如图三十一和图三十二



图三十一 图形模式



谐波分析			
基波幅值: 30.000V		频率: 50.001Hz	
总畸变率: 10.000%		分量	含有率%
分量	含有率%	五次谐波	0.0000
基波	100.00	六次谐波	0.0000
二次谐波	10.000	七次谐波	0.0000
三次谐波	0.0000	八次谐波	0.0000
四次谐波	0.0000	九次谐波	0.0000
谐波分析相: <b>Ua</b>		显示: 数据模式	
按左右键移动光标, 选择键修改测试参数			

图三十二 数据模式

按“←”和“→”键移动光标, 按选择键可切换谐波分析相和显示模式。

### 7) 记录读取:

在主菜单界面, 选择“记录读取”后按“确认”键进入记录读取界面, 如图三十三

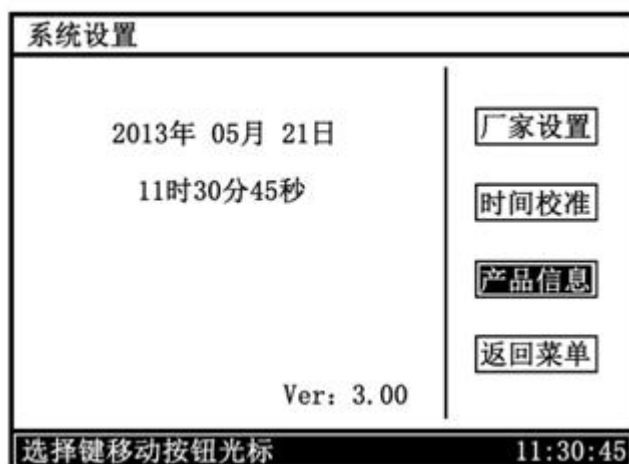
三相负载测试记录		记录号: <b>001</b>
电压(V)	电流(A)	功率(W)
Uab= 121.94	Ia= 1.0264	Pa= 29.477
Ubc= 122.70	Ib= 0.9861	Pb= 27.263
Uca= 125.90	Ic= 1.0240	Pa= 31.313
Up = 123.51	Ip= 1.0122	ΣP= 88.054
加压频率: 50.001 Hz		功率因数: 0.4065
阻抗电压: 3.6591 %		线圈型号: S7
额定损耗: 870.65 W		
2013年10月13日 10时28分36秒		11:30:45

图三十三

显示时间为记录数据的时间。按“←”“→”键, 可察看上一条、下一条记录; 按“打印”键可打印数据, 按“存储”键可将当前记录转存到优盘; 按“确认”键可将数据发送的蓝牙, 按“返回”键返回上一界面。

### 8) 系统设置

在主菜单界面选择“系统设置”菜单, 按“确认”键进入系统设置界面, 如图三十四:



图三十四

左边为系统信息显示区，右边为菜单功能区，按“选择”键选择功能菜单，左边即显示相应信息。其中“厂家设置”功能菜单项为厂家设置，用户不需操作，厂家调试用。“时间校准”功能菜单项当时钟出现超差时进行设置，其界面如图三十五所示。



图三十五

在此界面下按“选择”键选择输入项，按“←”、“→”键选择输入位，“↑”、“↓”键改变数值大小，按“确认”键执行所选操作。

## 六、注意事项：

1. 使用仪器时请按本说明书接线和操作。
2. 接地端子应就近可靠接地。
3. 测试开始前请输入正确的设置参数，仪器内部校正运算都要依赖于输入的设置参数。
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，注意监测电压、电流不要超过仪器额定值，以免损坏仪器。
7. 测试过程中，不允许拆除地线及仪器接线，严禁带电接拆线操作。
8. 单相测量时必须用 IA、IB 相电流接线端子，UA、UO 电压接线端子。
9. 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。
10. 内存最多可储存 400 次测量结果，超过 400 次时最早的记录将被覆盖，请注意及时抄录或导出到 U 盘。
11. 仪器出现故障，请及时和本公司联系，不要自行开机拆卸。

### 附录一：短路阻抗测试实验电流和视在功率估算

实验电流： $I_s = (U_{ks} \times I_r) / (10 \times U_r \times Z_{ke})$

三相法视在功率： $S_s = \sqrt{3} U_{ks} \times I_s / 1000$

单相法视在功率： $S_s = U_{ks} \times I_s / 1000$

式中：

$I_s$ ：实验电流估算值，A

$S_s$ ：实在功率，kVA

$U_{ks}$ ：实验电压，V；通常三相测试时用 380V 电压，单相测试时用 220V 电压

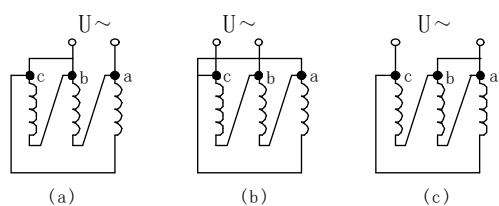
$U_r$ ：变压器加压绕组是测试分接位置时对应的标称电压，Kv

$I_r$ ：变压器加压绕组是测试分接位置时对应的标称电流，A

$Z_{ke}$ ：变压器加压绕组是测试分接位置时对应的短路阻抗百分比。

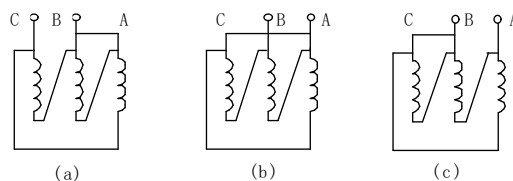
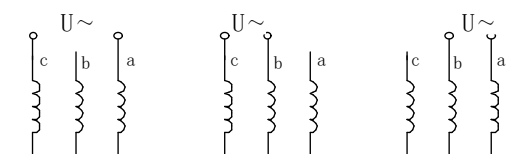
利用电站（所、厂）的站（所、厂）用电源实验时，应保证现场电源的容量  $S_h > 2S_s$ ，电流  $I_h > 2I_s$ 。否则应使用调压器降低实验电压  $U_{ks}$  以限制实验电流。

### 附录二：单相测试空载时各种接线方法的变压器短路方法：



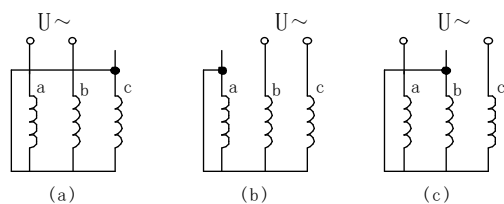
单相试验从△侧加压接线图

(a) ab相加压； (b) bc相加压； (c) ca相加压；



单相试验时二次侧绕组对应相短路

(a) ac相加压； (b) bc相加压； (c) ab相加压；

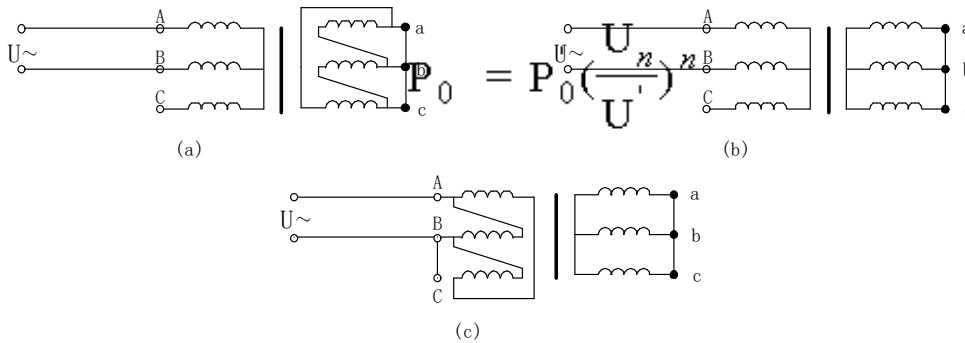


单相试验时加压绕组为Y接线且有中性点引出

(a) ab相加压； (b) bc相加压； (c) ca相加压；



### 附录三：单相电源负载损耗试验接线图



单相电源短路试验接线图

(a) Y, d接法; (b) Y, y接法; (c) D, y接法;

### 附录四：在低电压下的空载损耗的校正

空载试验时所加低电压，通常选择在 5%~10%额定电压范围内，换算到额定电压时误差较大，可按下式进行计算：

式中：

$U'$  试验时所加电压；

$U_n$  绕组额定电压；

$P'_0$  电压为  $U'$  时测得的空载损耗；

$P_0$  相当于额定电压下的空载损耗；

$n$  指数，数值决定于铁芯硅钢片种类，热轧的取 1.8，冷轧的取 1.9~2。

**本仪器  $n=2$ 。**

### 附录五：空载损耗试验时试验电源容量的确定

为了选用合适的试验电源，必须在试验前确定其容量。

根据被试变压器的铭牌容量及铭牌所载的空载电流百分数（无铭牌或铭牌未给出数值的，可查取同型式变压器的额定数据），在额定电压下进行试验时，按下式计算：

$$S' = S_n I_0 \%$$

式中：

$S'$  试验所需电源容量；

$S_n$  变压器额定容量；

$I_0\%$  空载电流百分比。

### 附录六：负载损耗试验时试验电源容量的确定

负载损耗试验所需电源容量  $S$  可按下式计算：

所需试验电压  $U_k$  为：

$$S \geq S_n \frac{U_k}{100} \left( \frac{I_k}{I_n} \right)^2$$



式中：
$$U_k = U_n \frac{U_k \%}{100} \frac{I_k}{I_n}$$

$S_n$ 、 $U_n$  分别为额定容量和额定电压；

$I_n$ 、 $I_k$  分别为额定电流和短路试验电流；

$S$ 、 $U_k$  分别是所需的视在功率和短路试验电压；

$U_k\%$  被试变压器短路电压百分数（%）。

## 装 箱 单

仪器名称: 变压器短路阻抗测试仪

测试仪主机	一台
测试线	三条（黄绿红）
连接线	三条（黄绿红）
三芯电源线	一条
接地线	一条
保险管	三支
打印纸	二卷
合格证 保修卡	一张
使用说明书	一本
测试报告	一份
装箱单	一份

---

## ELECTRICAL PRODUCTS

Provide first-class electrical  
measurement products

全国统一热线：400-060-1718

电力试验设备研发生产供应商

ELECTRIC TEST EQUIPMENTS R&D MANUFACTURER



武汉华意电力科技有限公司

Wuhan Huayi Power Technology Co., Ltd.

☎ 售前：027-87455965 售后：027-87455183

🌐 [www.wh-huayi.com](http://www.wh-huayi.com)

✉ [whhuayi@126.com](mailto:whhuayi@126.com)

📍 武汉市东湖新技术开发区高新四路 40 号葛洲坝（集团）太阳城工业园 11 栋

[www.wh-huayi.com](http://www.wh-huayi.com)