

# **HYRZ-902Z** 变压器绕组变形测试仪 使用说明书



**武汉市华英电力科技有限公司**

地址：武汉市东湖高新区光谷大道 62 号光谷总部国际 7 栋 4 层  
电话：400-027-0098 / 027-82850969  
传真：027-82210223  
E-mail: [whhy97@126.com](mailto:whhy97@126.com)  
网址: <http://www.hy-dl.cn>

## 目录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 变压器绕组变形测试仪说明书.....          | 0  |
| 一, 概述.....                  | 1  |
| 二, 技术特点.....                | 1  |
| 三, 技术参数.....                | 2  |
| 四, 操作说明.....                | 2  |
| 五, 上位机软件使用方 .....           | 12 |
| (一) 软件使用介绍.....             | 12 |
| (二) 频响法测绕组变形软件功能介绍.....     | 12 |
| (三) 短路阻抗法测绕组变形软件功能介绍 .....  | 14 |
| (四) 发电机转子交流阻抗软件功能介绍 .....   | 18 |
| 六, 注意事项.....                | 21 |
| 七, 装箱清单.....                | 21 |
| 附录 I 变压器频响法常见接线方式.....      | 22 |
| 附录 II 频响法相关系数分析标准.....      | 23 |
| 附录 III 短路阻抗法试验电源容量的确定 ..... | 23 |
| 附录 IIII 安装硬件驱动.....         | 24 |

## 一、概述

电力变压器作为重要的电气设备，其安全可靠运行对电力系统极为重要。对变压器进行绕组变形测试，已经成为变压器在受到短路电流冲击后重要的测试项目。国内应用较广泛的主要采用以下两种方法：一是频率响应分析法（简称频响法）；二是低电压短路阻抗法。频响法是利用精确的扫频测量技术，对被试绕组施加低压扫频信号（ $<10Vp-p$ ），测量绕组的频率响应特性曲线。

如果绕组发生了机械变形现象，等值网络中的分布参数随之变化，其幅频特征曲线的谐振点就会发生变化。

短路阻抗法现场应用时，通常在变压器的高压绕组侧加工频的低电压，低压绕组侧短路，测量工频时变压器的短路阻抗。短路阻抗值主要是漏电抗分量，由绕组的几何尺寸所决定，变压器绕组结构状态的改变势必引起变压器漏电抗的变化，从而引起变压器短路阻抗数值的改变。

频响法和短路阻抗法在变压器绕组变形测试已经有了成功的应用经验，并取得一定的效果，相关的标准也已经颁布。但是，两种方法都各有优缺点，对不同类型的变形敏感程度不同。在实际应用中也发现，某些变形在频响法中有反映但在低电压短路阻抗中没有反映，相反的情况也存在。但许多变形在两种方法中都有反映，因此同时利用两种方法，可以有效减少误判。为此，一般要利用两台仪器进行两次测试，更换两次接线，极为耗时耗力，给现场测试工作带来了很大不便。另外也存在两种方法都无法判定变形程度的情况。

HYBX902Z 绕组变形测试仪，按照国家电力行业标准 DL/T911-2004 和 DLT 1093-2008 分别采用频率响应分析法和低电压短路阻抗法测量 6KV 以上变压器的绕组变形，使新型测试设备兼顾传统的扫频法测试系统和低电压短路阻抗法的优点，同时通过对短路阻抗频率曲线数据的进一步分析、处理，能够更灵敏地检测电力变压器绕组变形情况，使现场工作人员更容易判断变形的情况，为分析判断绕组的工作状态提供了一种更有效新的手段。

同时，HYBX902Z 绕组变形测试仪也可以用于发电机转子交流阻抗试验。

## 二、技术特点

1. 采用先进的 DDS 扫频技术；
2. 采用高速，高集成化微处理器设计；
3. 16 位 AD 采样；
4. 自带高亮度 7 寸彩色触摸屏，亮度可调；
5. 自带热敏打印机，可随时打印数据，打印浓度可调；
6. 频响法可以保存 100 组测量数据，阻抗法可以保存 50 组测量数据，发电机转子交流阻抗可以保存 40 组测量数据，可随时查阅数据或上传至 PC 机；
7. 有强大的上位机软件，支持上传数据、联机测试、分析、打印和生成 word 文档；
8. 采用 USB2.0 接口；
9. 主机尺寸：31cmX20cmX40cm；
10. 主机重量：8.0KG。
11. 工作电源：AC220V $\pm$ 10%，(50 $\pm$ 1)HZ；
12. 工作环境：-10 $^{\circ}$ C $\sim$ 50 $^{\circ}$ C 湿度 $<$ 90% 无结露。

### 三， 技术参数

#### 频响法:

- 1, 设置两种不同的扫描方式: 线性扫描, 分段扫描; 线性扫描:

|             |             |                   |
|-------------|-------------|-------------------|
| 10HZ-1MHZ   | 分辨率 0.5KHZ  | 2000 扫描点          |
| 100HZ-2MHZ  | 分辨率 0.5KHZ  | 2000 扫描点          |
| 10HZ-1MHZ   | 分辨率 0.25KHZ | 4000 扫描点 (只上位机可用) |
| 100KHZ-2MHZ | 分辨率 0.25KHZ | 4000 扫描点 (只上位机可用) |

自定义起始频率, 扫描间隔, 扫描点数 (只上位机可用)  
分段扫描:

|                  |            |       |
|------------------|------------|-------|
| 10HZ-100HZ       | 分辨率 1HZ    | 90 点  |
| 100HZ-1KHZ       | 分辨率 5HZ    | 180 点 |
| 1KHZ -10KHZ      | 分辨率 50HZ   | 180 点 |
| 10KHZ-100KHZ     | 分辨率 0.2KHZ | 450 点 |
| 100KHZ -300KHZ   | 分辨率 0.5KHZ | 400 点 |
| 300KHZ - 1000KHZ | 分辨率 1KHZ   | 700 点 |
- 2, 幅值测量范围: (-100dB) - (+20dB)
- 3, 幅值测量精度: (-80dB) - (+20dB) 0.2dB (-100dB) - (-80dB) 1.0dB;
- 4, 扫描频率精度: 小于 0.01%;
- 5, 信号输入阻抗: 大于 1M  $\Omega$ ;
- 6, 信号输出阻抗: 50  $\Omega$ ;
- 7, 同相测试重复率: 99.5%;

#### 阻抗法以及发电机转子交流阻抗:

- 1、交流阻抗 0~999.999  $\Omega$  0.2% $\pm$ 2 字
- 2、交流电压 0~600V 0.2% $\pm$ 2 字
- 3、交流电流 0~120A 0.2% $\pm$ 2 字
- 4、有功功率  $\cos \phi > 0.1$  0.5% $\pm$ 2 字  
 $\cos \phi < 0.1$  1.0% $\pm$ 2 字  
无功功率 0.2% $\pm$ 2 字
- 5、频率 45~65HZ 0.1%

### 四， 操作说明

1. 开机约 2 秒后进入图 1 所示主界面。点击该页面中的任一按钮，将会跳转到相应的页面。

- “试 验” -----图 5
- “历史数据” -----图 10
- “PC 通讯” -----图 13
- “格式化存储器” ----图 4
- “仪器设置” -----图 2

其中“仪器校验”按钮对用户无效，该按钮是生产厂家为了方便对仪器进行校验而设的，仪器出厂时已经由厂家校验完成。



图 1 主界面

2. 仪器设置界面：如图 2 所示：

- (1) ID 号不可更改，每台仪器的 ID 号不同；
- (2) 点击时间显示框弹出时间键盘，如图 3 所示，点击键盘上的数字将更改光标闪烁对应的时间位，若对光标前面的某一位进行了错误修改，可以点击回删键返回修改，修改完成后点击回车键返回到仪器设置页面；
- (3) 点击语言显示框，使中文界面和英文界面相互切换；
- (4) 点击亮度显示框左侧降低显示亮度，点击右侧增加显示亮度；
- (5) 点击浓度显示框左侧降低打印浓度，点击右侧增加打印浓度；
- (6) 以上各项设置完成后必须点击“确定”按钮，否则这些设置不会保存。



图 2 仪器设置界面

3. 键盘界面，如图 3 所示：

- (1) 0 键-----删除键 点击该键删除多于的字符；
- (2) 空格键-----空格键 点击该键输入一个空格；
- (3) 回车键-----回车键 点击该键返回上一页面；
- (4) 字符键-----字符键 点击该键输入一个字符；
- (5) 该键盘只能输入小写字母和数字。

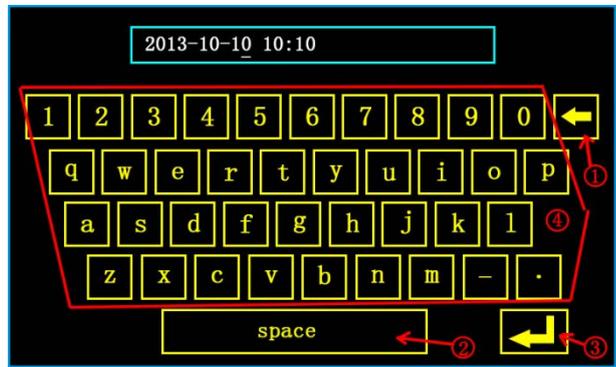


图 3 键盘

4. 格式化存储器界面，如图 4 所示：

- (1) 本仪器最多能保存 100 组测量数据；
- (2) 已用空间：当前已经存储的数据组数；
- (3) 未用空间：空闲的存储空间；
- (4) 在显示框中输入字符“ok”即可格式化存储器；
- (5) 格式化存储器后，存储器里面的数据将清空，因此，格式化之前必须将数据上传至 PC 机，便于以后使用。

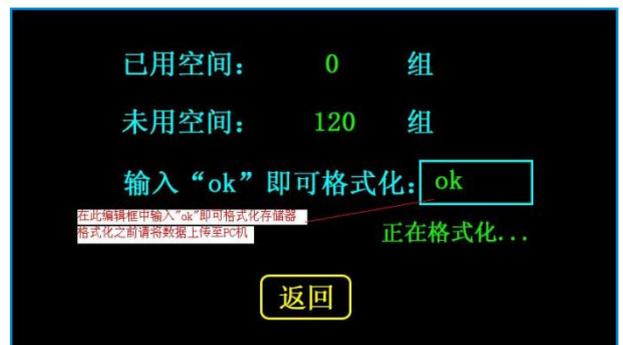


图 4 格式化存储器界面

## 频响法操作说明：

5. 点击试验按钮，选择频响法测绕组变形进入频响法试验设置界面，如图 5 所示：

- (1) 绕组接线方式选择，常见的有 4 种，具体的绕组接法参见（附录 D）；
- (2) 高/低压侧选择，表明当前是测量变压器的高压侧还是低压侧；
- (3) 扫描方式：有线性扫描，分段扫描和自定义频率校验三种，其中线性扫描分为 DLT 911-2004 国标和频率上限为 2M 的 2 种模式，具体参数参见技术指标；
- (4) 变压器编号（ID）设置：请输入变压器名牌上标注的变压器编号；
- (5) 已选参数：显示当前所设置的测试参数或默认参数；



图 5 试验设置界面

6. 测试界面，如图 6 所示：该页面只有三个按钮：“启动”，“停止”，“返回”连接好测试线后点击“启动”等待测试完成，在测试过程中点击“停止”将立即停止当前测试，若已有测试数据，则跳转到测试结果界面，如图 7 所示，若没有测试数据，则跳转到参数设置界面。最多可以测量 3 条曲线，对应变压器的 3 相。

示例：如对 Y 型高压侧绕组进行试验，首先将黄色和绿色的测试线用三通连接在一起接地 A 相，红色接 B 相，接好地线后按启动，等待一条完整的曲线，仪器上显示准备下一次测量后，此时将黄色和绿色的测试线用

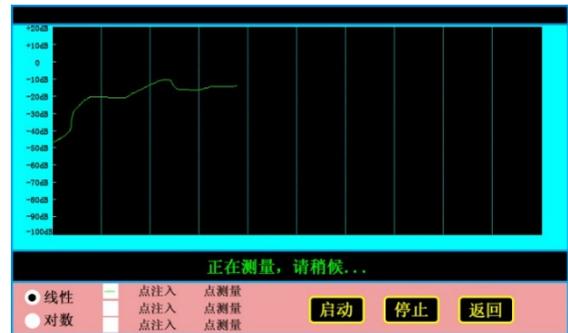


图 6 测试界面

三通连接在一起接地 B 相，红色接 C 相，按启动，再等待一条完整的曲线，仪器上再次显示准备下一次测量后，将黄色和绿色的测试线用三通连接在一起接地 C 相，红色接 A 相，然后按启动，等待试验完成，仪器将跳转到测试结果界面

7. 测试结果界面，如图 7 所示：

- (1) 该界面显示了测量曲线的条数，白色复选框中的曲线颜色与显示曲线的颜色对应；
- (2) 曲线有两种显示方法：线性、对数，“线性”显示是指 x 轴上频率坐标均匀分布，这种显示方法，可以比较清晰的查看 1KHZ 以上的频率曲线；“对数”显示是指 x 轴上频率坐标取对数后乘以 20，这种显示方法可以清楚的查看低频段的曲线；

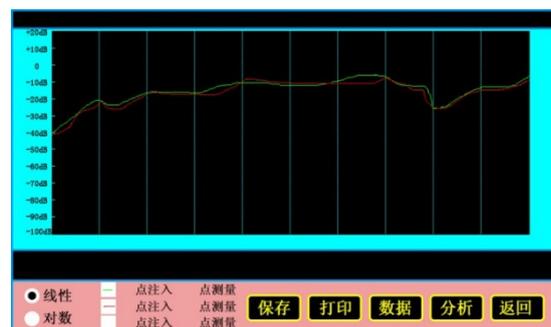


图 7 测试结果界面

- (3) 若存储器还有可用空间，点击“保存”即可保存当前测试数据，若没有可用空间，将无法保存数据，因此，在测试之前，先进入格式化数据界面中查看是否还有可用存储空间，若没有可用空间，首先上传保存的数据，然后格式化存储器或进入历史数据界面删除某一组数据；
- (4) 点击“分析”即可横向分析当前测试数据，以判断变压器的变形程度，注意，必须测量 3 条曲线才能显示分析结果；
- (5) 点击“打印”即可打印当前测量曲线和分析结果，若在分析之前打印，将不会打印分析结果；

- (6) 点击“数据”即可查看各测量频率点对应的分贝值;
- (7) 点击“返回”返回主界面。

| 相关系数       | 低频段   | 中频段   | 高频段   | 分析结果 |
|------------|-------|-------|-------|------|
| R (AB, BC) | 3.344 | 3.112 | 4.090 | 正常绕组 |
| R (BC, CA) | 1.888 | 2.098 | 1.997 | 正常绕组 |
| R (CA, AB) | 1.888 | 2.098 | 1.997 | 正常绕组 |

返回

图 8 数据分析界面

8. 数据分析界面, 如图 8 所示:

其中相关系数 R(AB,BC)是指, A 点注入 B 点测量的数

据与 B 点注入 C 点测量的数据之间的相关系数。其他相关系数依次类推。根据各频段的相关系数判断变压器的变形程度, 变形程度分 4 个等级: 正常绕组、轻度变形、明显变形、严重变形, 判断方法见(附录 II)。

9. 查看曲线各频率点分贝值: 如图 9 所示:

- (1) 共有 40 页数据, 当前页码显示于页码框中;
- (2) 点击“<<”回到首页;
- (3) 点击“>>”回到尾页即第 40 页;
- (4) 点击“<”显示前一页;
- (5) 点击“>”显示后一页;
- (6) 点击页码框可以输入要显示的页码;
- (7) 点击“<=”返回上一页。

| KHZ     | dB1    | dB2    | dB3    | KHZ | dB1 | dB2 | dB3 | KHZ | dB1 | dB2 | dB3 |
|---------|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 995.00  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 995.50  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 996.00  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 996.50  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 997.00  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 997.50  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 998.00  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 998.50  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 999.00  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 999.50  | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1000.00 | -11.92 | -11.67 | -11.62 |     |     |     |     |     |     |     |     |

页码框

40

图 9 各频率点分贝值

10. 历史数据显示界面, 如图 10 所示: 点击“打开”然后选择需要打开的数据即可, 其他按钮操作与前面介绍一致。

11. 数据目录界面, 如图 11 所示:

- (1) 所有保存的数据都通过该目录浏览并打开, 点击单选按钮, 每次只能打开一组数据, 每页显示最多 10 组数据;
- (2) 点击“上页”、“下页”可向前向后浏览保存的数据;
- (3) 点击“删除”将弹出询问对话框, 如图 12 所示, 如果点击“是”则删除当前选中的数据, 点击否则不会删除选择的数据。
- (4) 点击“确定”打开选择的数据。

| -20dB | -10dB | 0 | -10dB | -20dB | -30dB | -40dB | -50dB | -60dB | -70dB | -80dB | -90dB | -100dB |
|-------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|       |       |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |

线性     点注入     点测量  
 对数     点注入     点测量

打开 打印 数据 分析 返回

图 10 历史数据界面

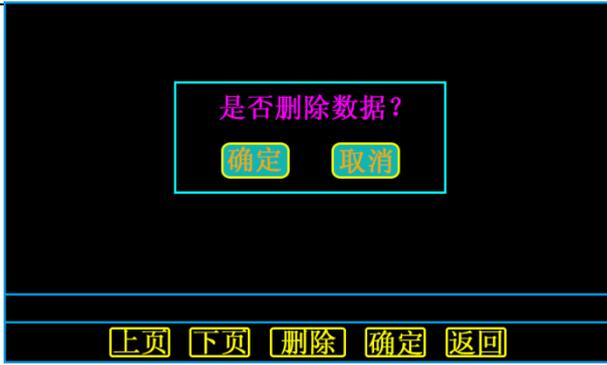


图 12 删除确定界面



图 11 数据目录界面

12. PC 通讯界面，如图 13 所示： 只有进入该页面后才能进行数据上传和联机操作， 若点击“返回”将结束与 PC 机的通讯， 如果想 正常通讯， 请不要点击该按钮。



图 13 PC 通讯界面

13. 自定义频率校验，如图 14 所示：

接好线后， 点击 HZ 左侧圆角矩形区域输入想查看的频率下信号响应， 如图示为 10000HZ， 然后点击 HZ 右侧 O 型图标输出信号， 即可实时显示信号衰减的 DB 值， 再次按下 O 型图标， 即可停止采样。



图 14 单点频率校验界面

## 阻抗法操作说明：

14. 点击试验按钮， 选择阻抗法测绕组变形进入变压器参数设置界面， 如图 15 所示： 按照变压器铭牌设置短路阻抗， 额定电压， 额定温度， 当前温度是当前环境温度， 需要输入 电流互感器变比和电压互感器变比是变压器回路接入电压互感器和电流互感器的比值， 没有则设置为 1： 1



图 15 变压器参数设置界面

15. 点击确定按钮， 进入阻抗法试验参数设置界面， 如图 16 所示：

根据电源大小选择测试方式， 设置好电压， 电流和测试点数， 选择自动或手动， 按照互感器种类选择接线方法： 三相同测可以判断是否有问题， 具体到每一相， 需要进行分相测试 具体的接线示意图如下所示



图 16 试验设置界面

三相四线阻抗测试接线方法：

将三相电源的“Ua”、“Ub”、“Uc”分别接入仪器“IA+”、“IB+”、“IC+”接线端子，将仪器的“IA-”、“IB-”、“IC-”及“UA”、“UB”、“UC”分别接到变压器的高压侧。若三相电源带有零相，将三相电源的零相“Uo”接到仪器的“UO”接线端子，。其接线方法如图 17 所示。

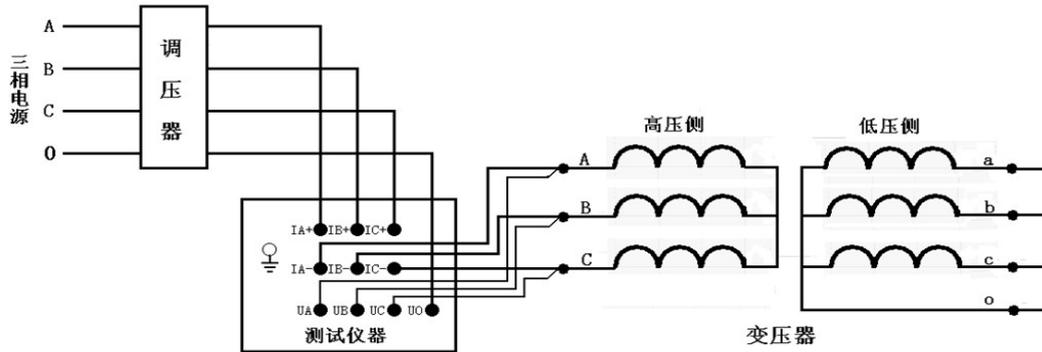


图 17 三相四相法测试连线

三相三线法阻抗测试接线方法：

如上图 17 所示，UO 不接即可

D 形分相阻抗测试接线方法：

对于加压侧绕组为 D、另一侧为 yn、y 或 d 联结的三相变压器，可以采用单相电源，依次在 AB、BC、CA 相加压，非加压绕组应依次短路，测量变压器短路阻抗，并将测试结果自动转换到三相测试的测试方法。

将单相电源的“U”、“0”接入仪器的“IA+”、“IB+”接线端子；将仪器的“IA-”及“UA”接到变压器的高压侧 A 端，将“IB-”及“UB”接到变压器的高压侧 B 端，BC 间短接。其接线方法如图 18 所示，BC 如图 19，CA 如图 20。

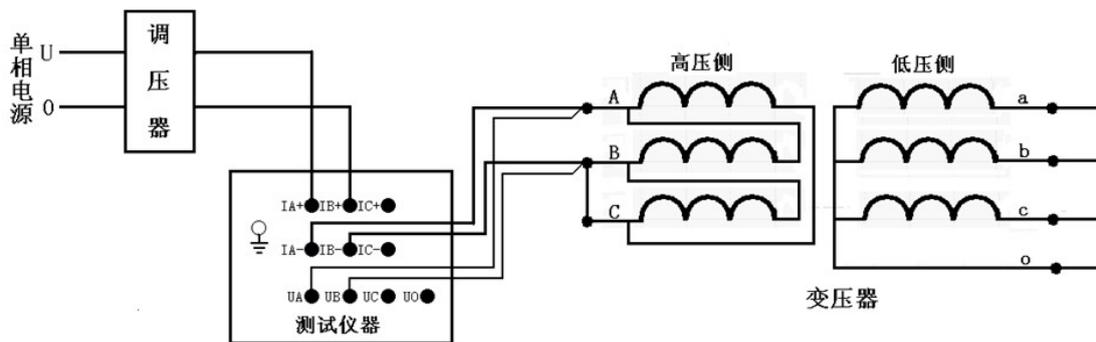


图 18 AB 相 D 型测试接线

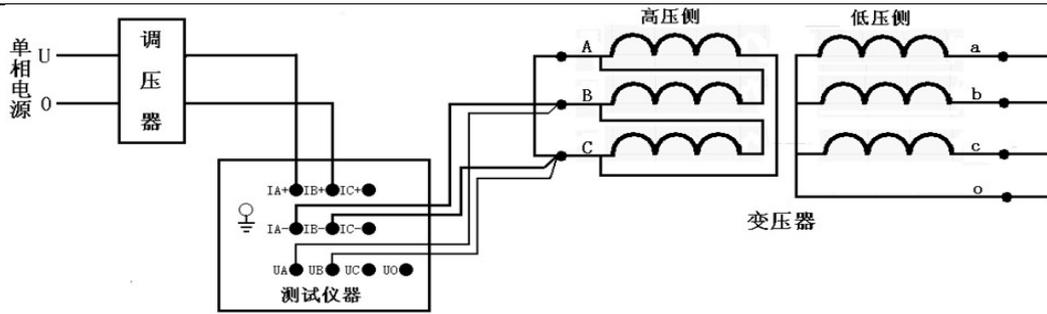


图 19 BC 相 D 型测试接线

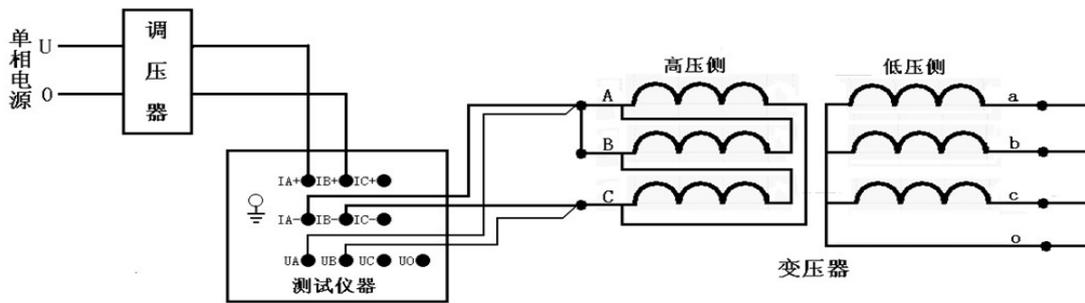


图 20 BC 相 D 型测试接线

Y 和 Yn 形分相阻抗测试接线方法:

对于加压侧绕组为 Y 或者 Yn、另一侧为 y 或 d 联结的三相变压器，可以采用单相电源，依次在 AB、BC、CA 相加压，测量变压器短路阻抗，并将测试结果自动转换到三相测试的测试方法。

将单相电源的“U”、“0”接入仪器的“IA+”、“IB+”接线端子；将仪器的“IA-”及“UA”接到变压器的高压侧 A 端，将“IB-”及“UB”接到变压器的高压侧 B 端。其接线方法如图 21，BC 如 22，CA 如 23 所示。

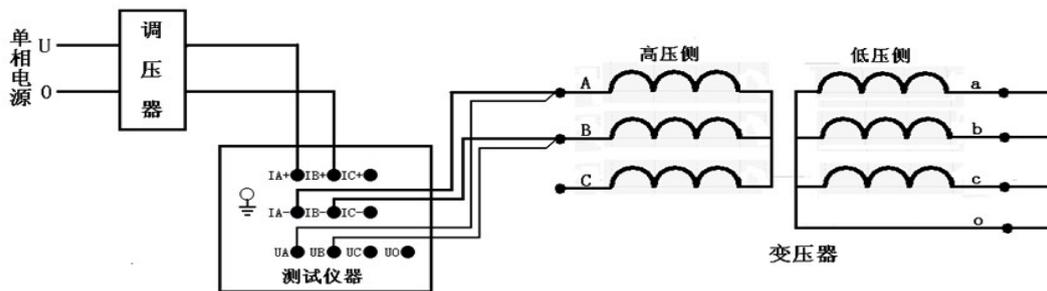


图 21 AB 相 Y 及 Yn 型测试接线

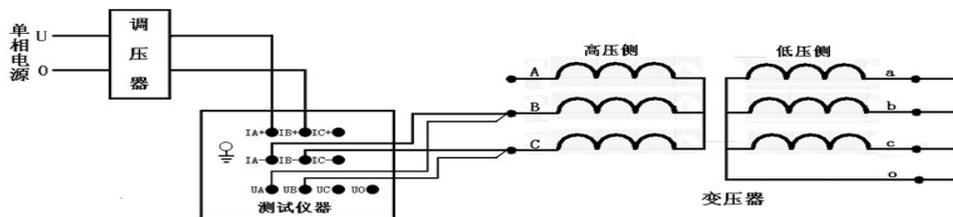


图 22 BC 相 Y 及 Yn 型测试接线

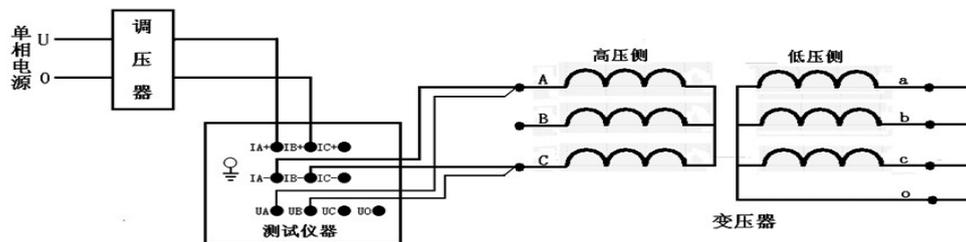


图 23 CA 相 Y 及 Yn 型测试接线

单相变压器阻抗测试接线方法

将单相电源的“U”、“0”接入仪器的“IA+”、“IB+”接线端子；将仪器的“IA-”及“UA”接到变压器的高压侧A端，将“IB-”及“UB”接到变压器的高压侧X端。其接线方法如图 24 所示。

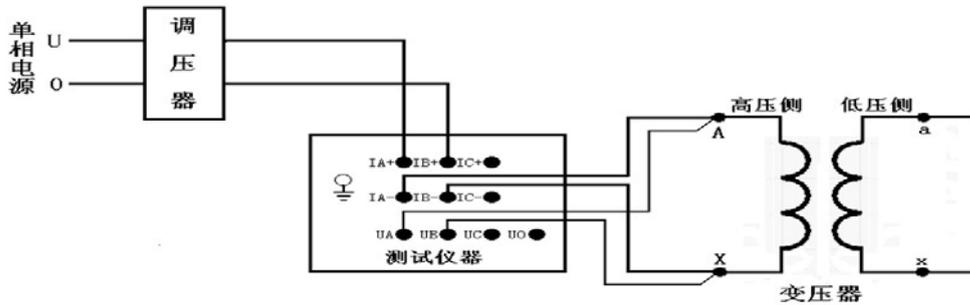


图 24 单相测试接线

16. 点击确定按钮，进入阻抗法试验设置界面，如图 25 所示：

自动测试方式按运行，然后调节调压器到设置电压 电流等待测试结果即可， 手动测试方式，需要调节到想测试的点，按下保存，并且测试的总点数和设置相符合， 分相法需分别测试各个分相的结果

| 相别 | 电流 | 电压 | 有功功率 | 频率 |
|----|----|----|------|----|
| AB |    |    |      |    |
| BC |    |    |      |    |
| CA |    |    |      |    |

运行 停止 保存 返回

图 25 试验运行界面

17. 试验完成后，如图 26 所示： 可以点击数据查看每个点的的数据分析结果

18. 点击数据按钮，进入阻抗法试验结果界面，如图 27 所示：

点击上一页，下一页查看不同保存点的数据， 界面显示的电压，电流，功率是运算后 AB, BC, CA 各个单相的值，和实时的采样值可能不同（取决于变压器类型）同理 Zk,Xk,Lk,Zke 也是单相值 根据 DLT1093-2008 电压需计算变化率，Zk,Xk,Lk 的变化率是各个单相之间横向比较，Zke 是运算后的 三相 ZKe 与铭牌的比较，具体判断需要点击分析， 进入分析界面显示

| 相别 | 电流 | 电压 | 有功功率 | 频率 |
|----|----|----|------|----|
|    |    |    |      |    |
|    |    |    |      |    |
|    |    |    |      |    |

保存 打印 数据 返回

图 26 试验完成界面

| 相别  | I (A) | U (V) | P (W) | F (Hz) | Zk (Ω) | Xk (Ω) | Lk (mH) | Zke (%) |
|-----|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|
| AB  |       |       |       |        |        |        |         |         |
| BC  |       |       |       |        |        |        |         |         |
| CA  |       |       |       |        |        |        |         |         |
| 变化率 |       |       |       |        |        |        |         |         |
| 三相  |       |       |       |        |        |        |         |         |

上一页 下一页 打印 分析 返回

图 27 试验结果界面

19. 点击分析按钮，进入阻抗法试验结果分析界面，如图 28 所示：

如果仪器开始的设置有问题，可以重新设置额定温度，当前温度，额定频率，然后分别点击温度修正，频率修正对试验结果进行修正

仪器可分别进行基于 DLT1093-2008 和 IEC60076-5 两种标准进行结果分析，点击标准切换来切换 设置好需要基于的标准，已经对结果进行过修正（也可以不修正）后，点击分析将显示仪器的分析结果，在变化率一栏，红色表示超出标准，绿色表示合格，标准一栏显示变化率的上限（基于标准的横向比较，同一个设备不同时间的纵向比较需要上传数据至 PC）。

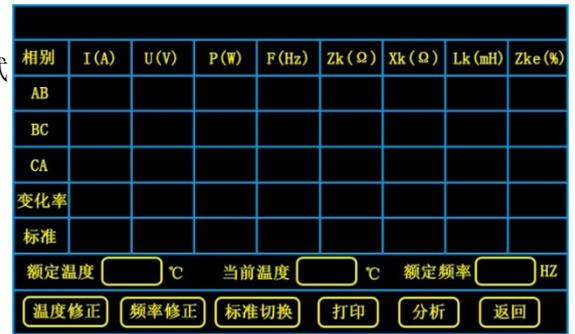


图 28 试验结果分析界面

20. 点击打印按钮，进入阻抗法打印结果界面，如图 29 所示：

点击对应电流下的框，可以选择是否打印该点的数据（是=打印，否=不打印）可以选择是否打印试验设置参数，实时采样数据是运算后的电压电流功率频率信息 如果进行了温度修正，要打印修正后结果，需要选择是，频率同理



图 29 试验结果打印界面

## 发电机转子交流阻抗测试说明：

1. 点击试验按钮，选择发电机转子交流阻抗进入参数设置界面，如图 30 所示： 设置最大电压，测试电流，额定温度，当前温度，

测试点数最大为 50，选择电压或者电流步长，例如最大电压 400V，测试点数为 40，如果是电压步长，自动模式下将 400/40，即每 10V 保存一个采样点。 手动模式下，选择步长与采样点保存无关。



图 30 试验设置界面



## 五、上位机软件使用方

### (一) 软件使用介绍

- (1) 本软件只能在 32 位 windows XP、windows 7 系统的 Microsoft .NET framework4.0 环境下运行，用户需要首先确定自己所用的系统是否为 32 位的 XP、win7 系统，如果是，仍不能打开本软件，需要安装 Microsoft .NET framework4.0，光盘里有安装程序：dotNetFx40\_Full\_x86\_x64.exe。
- (2) 上位机软件界面如图 35 所示，有三种试验选择，选择所要进行的试验，进行相应的操作，数据上传，联机试验，数据查看，结果分析



图 35 上位机软件界面及说明

### (二) 频响法测绕组变形软件功能介绍 界面基本功能介绍

- (1) 频响法软件界面如图 36 所示，本软件设计两个打开数据的按钮，目的是便于当前数据和历史数据的纵向对比分析，更加可靠的判断变压器的变形程度；
- (2) 单击“打开数据”或“加载数据”，选择其中一个 xls 格式的文件打开，两个按钮打开的数据必须是同一测试频段下的数据，否则会弹出询问对话框，若强制打开，则已经打开的另一组数据将无效。
- (3) 注意：无论是上传的文件还是本软件新建的文件都自动命名，例如文件名为：**0\_Y\_HV\_2013-10-10 15@30\_123456.xls** 的文件，第一个字符 0 代表线性 10HZ-1000KHZ，Y 形接线方式，HV 高压侧数据，测试时间 2013-10-10 15:30，由于文件名不能有“：”，所以用“@”代替“：”，变压器编号 123456。
- (4) 单击“相关参数”显示对应数据组的测试参数，用户可以修改变压器编号、测试人员、试验单位，然后点击保存；
- (5) 勾选曲线属性复选框则显示对应的曲线，取消选择则对应的曲线不显示；
- (6) 复选框后面的数字为当前频率点对应的分贝值，双击该分贝值可以更改曲线显示的颜色；
- (7) 拖动游标粗调滑块和单击游标微调按钮可以精确地指示当前游标对应的频率值，并显示对应的分贝值；
- (8) 勾选显示游标复选框则显示游标线，否则不显示；
- (9) 点击线性、对数坐标显示按钮可以来回切换曲线的显示形式；
- (10) 单击横向或纵向的缩放按钮，可以在不同方向放大或缩写显示的曲线；
- (11) 若要进行数据上传，联机试验，先按照附录 III 安装软件驱动；
- (12) 首先打开下位机，使其进入 PC 通讯状态，然后打开上位机软件，若联机成功，在软件的标题栏将显示仪器的 ID 号；

(13)若联机失败，连接好 USB 线、使其进入通讯状态后再点击“连接设备”即可。

(14)创建 word 文档和打印曲线的内容一致：当前显示的曲线（不包含游标线）和坐标，如果进行了数据分析，还打印分析结果。保存文件名和目录可以自行选择。



图 36 频响法软件界面及说明

### 频响法联机试验

- (1) 联机成功后，新建一个空白文件，要选择标准模式（如图 37 所示），填写测量参数，自定义模式（如图 38 所示）可以选择初始频率，扫描间隔和扫描点数，点击“保存”，文件自动命名并保存到默认目录。
- (2) 连接好测试线后点击“启动试验”等待当前测量完成，切换相位重新连接测试线，再次点击“启动试验”，重复 2 次，一共三次点击“启动试验”，一次完整的试验（三相变压器）测量三条测试曲线。若在测试过程中点击“停止试验”，将结束当前测量。一个新建文件最多可以保存 3 条测试曲线，对应变压器的 3 相。测试数据自动保存到新建的文件中，无需用户干预；



图 37 新建文件标准模式参数设置界面



图 38 新建文件自定义模式参数设置界面

## 频响法上传数据

首先使设备进入 PC 通讯状态，然后点击“上传数据”即可，本软件的状态栏将显示上传数据的进度，上传文件自动命名且自动保存，无需用户干预，**注意：不要更改文件名**，否则无法正常打开数据。

## 频响法分析数据

- (1) 数据分析界面如图 39 所示；
- (2) 分析频段设置：分析频段必须为整数，且前面的数必须小于后面的数，图中为默认设置；
- (3) 设置好分析频段后单击“开始分析”即可显示分析结果（自定义模式不可分析）；
- (4) 其中相关系数  $R(OA, OB)$  表示，0 点注入 A 点测量的数据与 0 点注入 B 点测量的数据的相关系数。
- (5) 若打开了两组数据，则进行两组数据的纵向分析。



图 39 数据分析界面

## (三) 短路阻抗法测绕组变形软件功能介绍

- (1) 点击“短路阻抗法测绕组变形”，软件界面如图 40 所示，软件默认进行历史数据的读取，以及数据分析等操作，若要进行联机试验，数据上传，先在仪器端点击 PC 通讯，然后连接设备；



图 40 短路阻抗法软件界面

(2) 点击“读取”，软件将从默认的存取目录读取存储数据，也可以自己选择路径，可以多次读取多个数据，如图 41 所示，为 D 分相法第二个点的数据，点击左边的下拉栏“000.2016-11-13 15: 55D 分相法”可以切换读取的数据，点击“01”切换当前数据的测试点，点击参数可以查看设置参数，修正可以更改额定温度，当前温度，额定频率进行修正，点击标准切换判断依据，误差栏红色表示超过标准。



图 41 短路阻抗法软件界面

(3) 点击图 41 “纵向对比”，软件将跳转到纵向对比界面，通过 4 个下拉栏选择不同的数据，然后点击图 42 “纵向对比”，仪器将会按照所选的标准进行分析，如图 42，只有相同的变压器型号，和相同的额定温度和额定频率才有对比的价值。进行对比前可以对数据进行修正，点击“数据”将返回到横向对比界面。



图 42 纵向对比界面

- (4) 仪器端开启，点击 PC 通讯后，点击图 43 “连接设备”，连接成功后，“上传数据”和“新建试验”按钮有效，这时候点击“上传数据”可以进行数据的上传，数据将存储在 SRdata 文件夹。



图 43 短路阻抗操作界面

- (5) 仪器端保持 PC 通讯状态，点击图 44 “新建试验”，弹出试验参数设置界面，如同在 PC 端一样设置好参数，然后点击“保存”。稍等一会，软件上显示如图 45，点击“运行”，仪器端切换继电器，软件如图 46 所示，这个时候调节调压器开始升压，“停止”和“保存”和仪器端的操作一样。试验完成后点击“数据”，仪器将切换到图 41。点击“创建 WORD 文档”，生成相应的文档。数据保存在 SRdata 文件夹。



图 44 短路阻抗设置界面



图 45 短路阻抗试验界面



图 46 短路阻抗试验界面

### (四)发电机转子交流阻抗软件功能介绍

(1) 点击“发电机测转子交流阻抗”，软件界面如图 47 所示，软件默认进行历史数据的读取，以及数据分析等操作，若要进行联机试验，数据上传，先在仪器端点击 PC 通讯，然后连接设备；

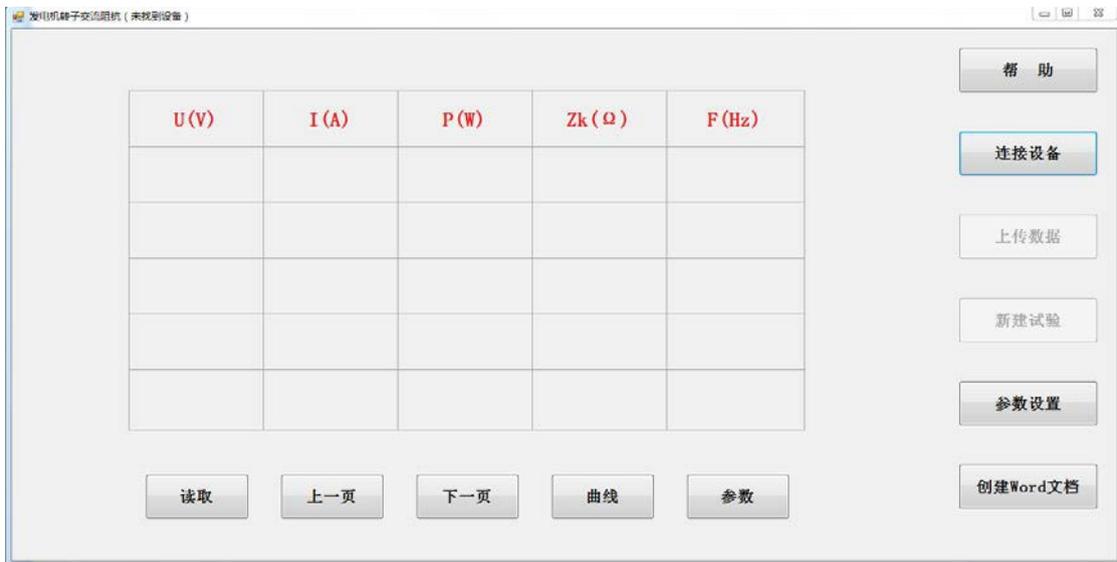


图 47 发电机转子交流阻抗软件界面

(1) 点击“读取”，软件界面如图 48 所示，点击“上一页”，“下一页”查看不同点的数据，点击“参数”，可以查看当前试验所设置的参数，点击曲线，仪器跳转到图 49，显示阻抗特性曲线

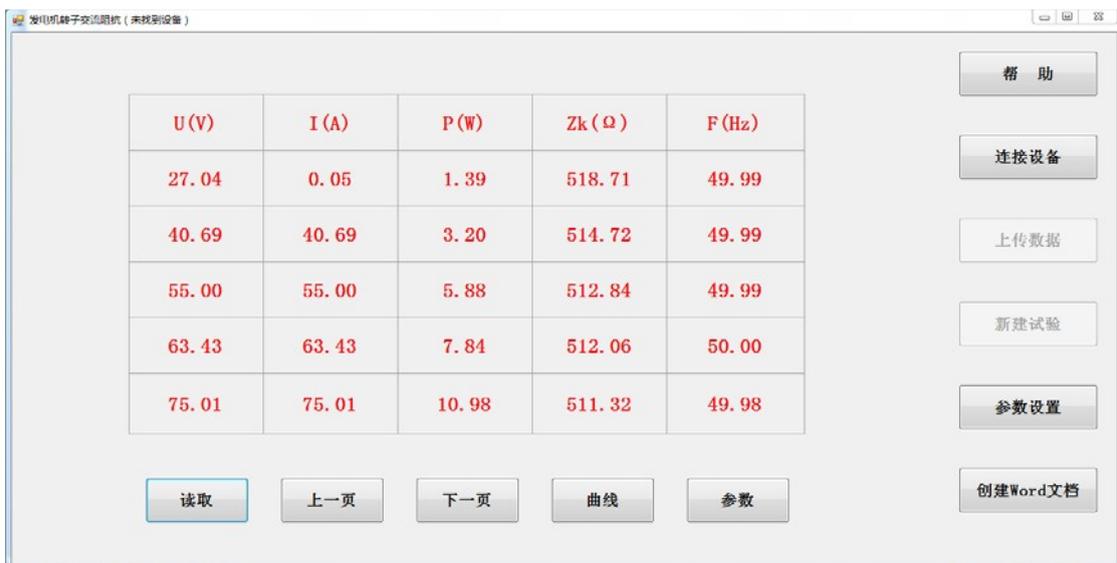


图 48 发电机转子交流阻抗数据界面

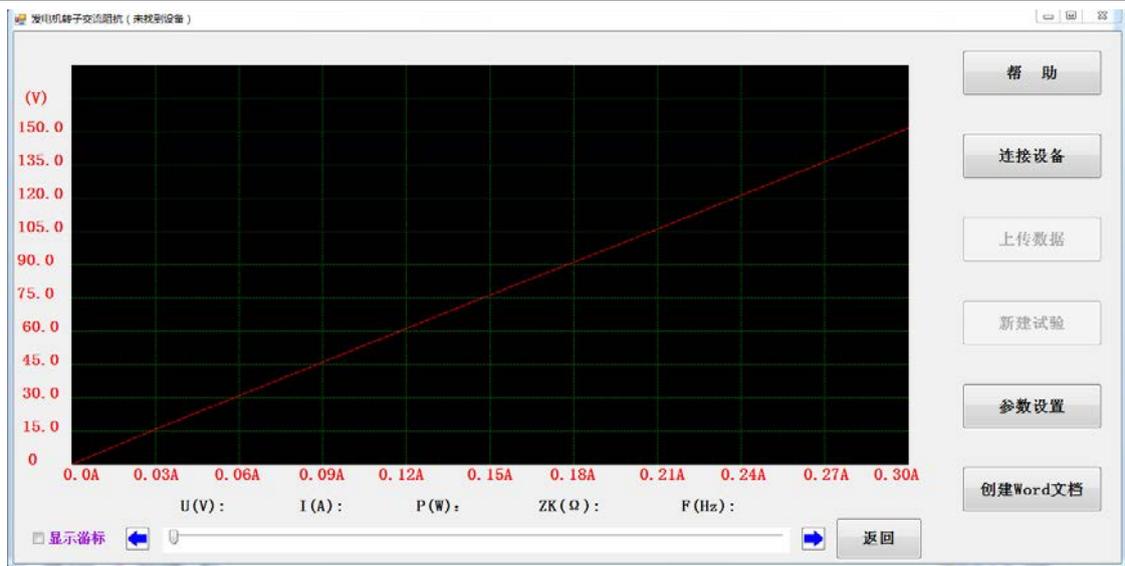


图 49 发电机转子交流阻抗曲线界面

(2) 选中“显示游标”，拖动滑块，或者点击蓝色方向箭头，如图 50，会显示当前选中点的具体信息，

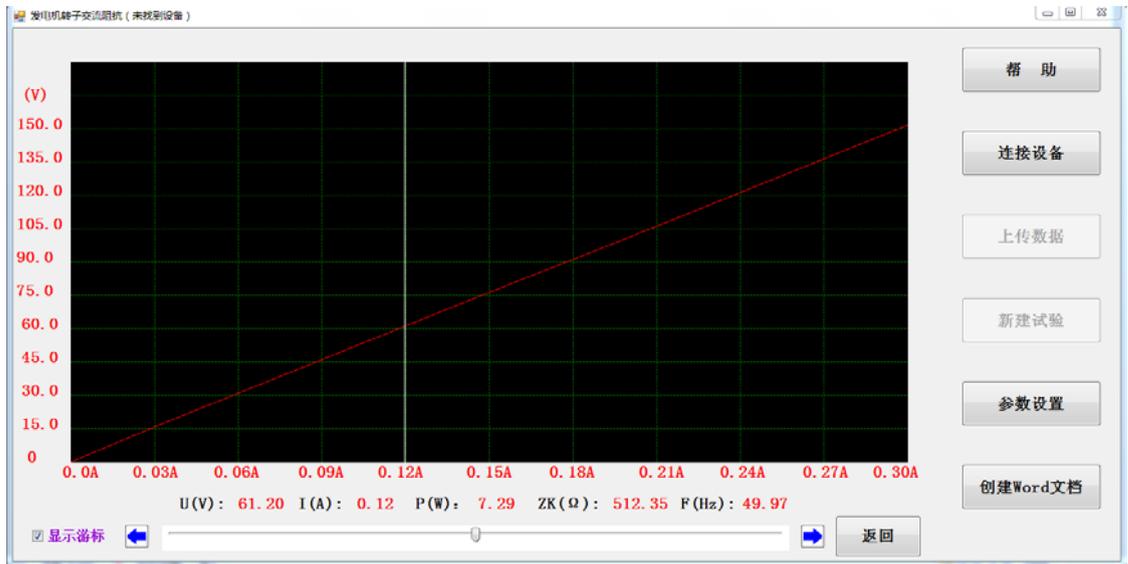


图 50 发电机转子交流阻抗曲线界面

- (1) 连接好 USB 线，（测量时连接好测试线）仪器端点击“PC 通讯”，软件界面如图 51 所示，“上传数据”和“新建试验”功能可用，需要上传数据时点击“上传数据”即可。若要进行联机试验，点击新建试验，设置好参数，参数设置和仪器端是一样的，然后点击“保存”等待一会，软件界面如图 52 所示，点击“运行”，显示开始升压后，旋转调压器，具体操作和仪器端类似。



图 51 发电机转子交流阻抗联机界面



图 52 发电机转子交流阻抗操作界面

## 六， 注意事项

1. **做完直流电阻试验后不能立即做绕组变形试验；**
2. 试验前检查变压器接地状况是否良好，套管线应全部断开；
3. 调压器升压前应置于零位，防止过大的冲击；
4. 不可用其他测试线代替本仪器标配的测试线；
5. 仪器应存放于通风干燥处，避免潮湿。

## 七， 装箱清单

| 材料名称           | 材料数量 | 备注                        |
|----------------|------|---------------------------|
| 902Z 主机        | 1    |                           |
| 902Z 机箱        | 1    |                           |
| 902Z 短路阻抗配件包   | 1    |                           |
| 902Z 频响法配件包    | 1    |                           |
| BNC 3 通        | 2    |                           |
| BNC 匹配电阻 50 欧母 | 1    |                           |
| 50 欧姆电缆线 (-3)  | 3    | 每根长 15 米                  |
| 地线 (2 根并一起的)   | 1    | 8 米/根                     |
| 902Z 专用高压侧测试线  | 3    | 15 米带夹子 (红, 黄, 绿)<br>120A |
| 902Z 电压测试线     | 4    | 2 米黄绿红黑                   |
| 902Z 专用低压侧短接线  | 4    | 3 米 1000A 带金属固定工具         |
| 902Z 专用测试夹子    | 3    |                           |
| 电源保险 5A        | 3    |                           |
| USB 线          | 1    |                           |
| 说明书            | 1    |                           |
| 随机光盘           | 1    |                           |
| 外配调压器 (选配)     | 1    |                           |
| 外配调压器线 (选配)    | 4    | 2 米黄绿红黑                   |

|            |   |        |
|------------|---|--------|
| 外配调压器线（选配） | 3 | 2 米黄绿红 |
| 外配调压器线（选配） | 3 | 15 米黑  |

## 附录 I 变压器频响法常见接线方式

图 29 为测试线连接示意图，图 30 显示了 4 种常见的接线方式，不同的变压器可能有不同的接线方式，测试时根据变压器标注判断是哪一种接线方式。

1. 将有红色标记的电缆线用 BNC 三通并上 50 欧姆匹配电阻连接金属测试钳，再连接到变压器的测量端；
2. 将没有红色标记的两根电缆线用 BNC 三通连接至金属测试钳，再连接到变压器的信号注入端；
3. 黑色接地钳的两根地线分别连接金属测试钳的接地端，再将黑色接地钳连接至变压器的接地柱；
4. 将有红色标记的电缆线连接至响应输入端，另外两根电缆线接至激励输出端和参考输入端。

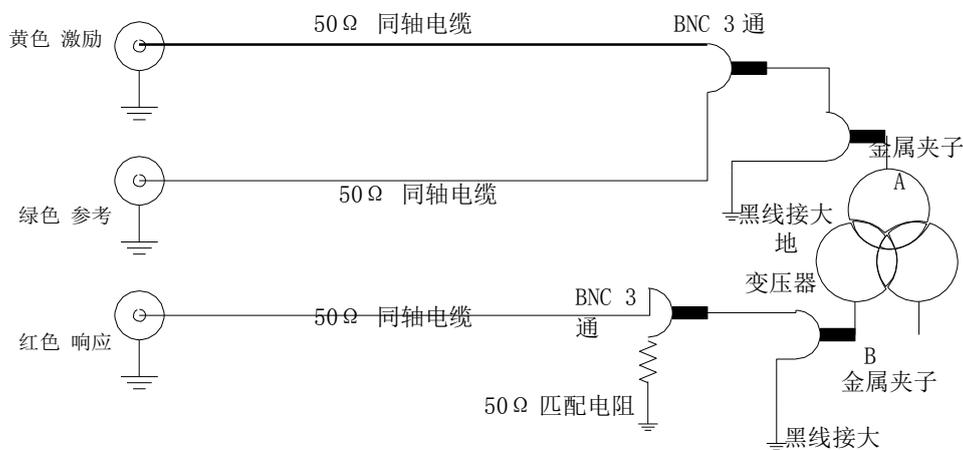


图 21 测试线连接示意(A 注入 B 测量)

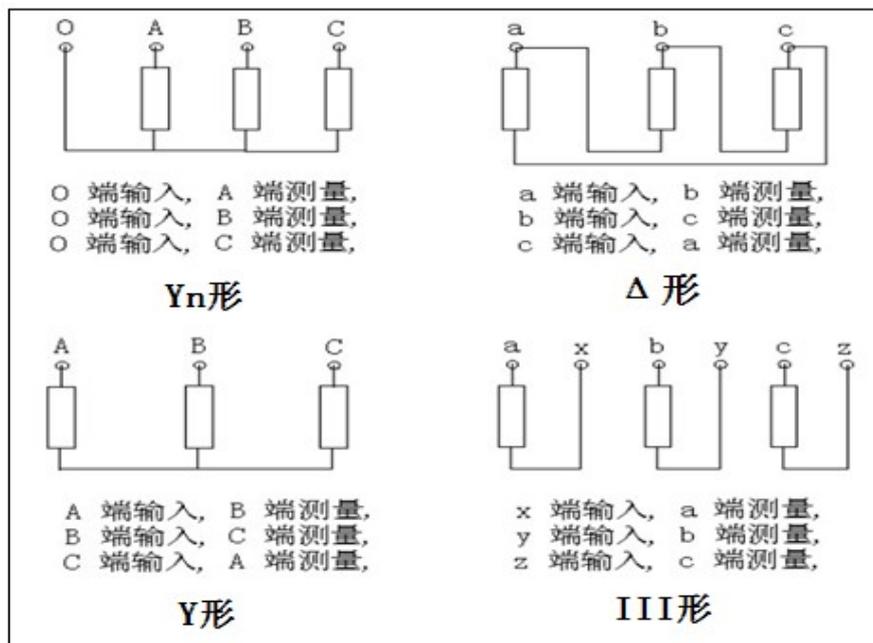


图 30 变压器 4 种常见接线方式

## 附录 II 频响法相关系数分析标准

本仪器或 PC 软件针对变压器变形程度的分析严格按照 DLT/911 2004 执行，执行标准如下表所示，仪器对变压器变形程度的分析频段不可选，PC 软件对变压器变形程度的分析频段可根据需要自行选择。

| 绕组变形程度 | 相关系数 R                                                    |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| 严重变形   | $R_{LF} < 0.6$                                            |
| 明显变形   | $0.6 \leq R_{LF} < 1.0$ 或 $R_{MF} < 0.6$                  |
| 轻度变形   | $1.0 \leq R_{LF} < 2.0$ 或 $0.6 \leq R_{MF} < 1.0$         |
| 正常绕组   | $R_{LF} \geq 2.0$ 且 $R_{MF} \geq 1.0$ 且 $R_{HF} \geq 0.6$ |

注：  
 $R_{LF}$  为低频段(1KHZ-100KHZ) 相关系数  
 $R_{MF}$  为中频段(100KHZ-600KHZ) 相关系数  
 $R_{HF}$  为高频段(600KHZ-1000KHZ) 相关系数

例如： $R(AB,BC)$ 表示 A 点注入 B 点测量与 B 点注入 C 点测量的相关系数，其他依次类推。

## 附录 III 短路阻抗法试验电源容量的确定

所需三相电源容量 S 可按下列式计算：

$$S \geq SN \times (U_k\%/100) \times (I_k/IN) \times 2$$

所需试验三相电压  $U_k$  为：

$$U_k > UN \times (U_k\%/100) \times (I_k/IN)$$

式中  $SN$ 、 $UN$ —分别为额定容量的额定电压；  
 $IN$ 、 $I_k$ —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(%)（即：阻抗电压）。如果用单相电源，电源

容量=三相电源容量/1.5

例：被测变压器额定容量 50KVA，阻抗电压为 4%，

如果试验时用额定电流， $I_k/IN = 1$ ，电源容量应大于  $(50 \times 4) / 100 = 2KW$

如果试验时用 50%的额定电流， $I_k/IN = 0.5$ ，电源容量应大于  $2KW \times 0.5 \times 0.5 = 0.5KW$

### 附录 III 安装硬件驱动

1. 连接好 USB 线和电源线，接通电源，进入主界面，点击“PC通讯”，弹出如图 31 所示对话框；
2. 选择“是，仅这一次(T)”，单击“下一步”，弹出如图 32 所示对话框；
3. 选择“从列表或指定位置安装（高级）”，单击“下一步”，弹出一对话框，再次单击“下一步”，弹出如图 33 所示对话框；

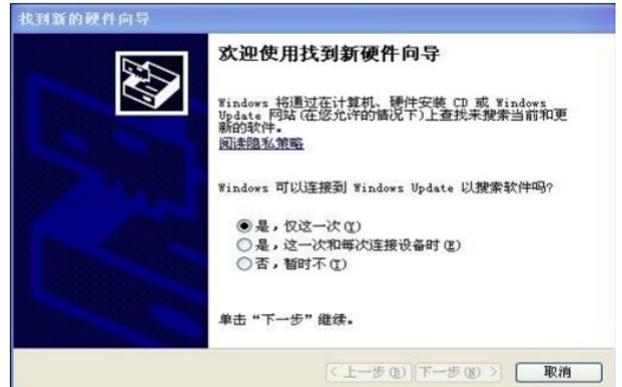


图 31

4. 单击“仍然继续”，弹出如图 34 所示对话框，单击“浏览”，选择光盘的 USB driver 目录，再单击“确定”；
5. 单击“下一步”等待驱动安装完成。



图 32



图 33



图 34