

责任声明

版权所有归©武汉时基高压试验设备有限责任公司

本使用说明书所提及的商标与名称，均属于其合法注册公司所有，本使用说明书受著作权保护，所撰写的内容均为公司所有，本说明书所提及的产品规格或相关信息，未经许可，任何单位或个人不得擅自仿制、复制、修改、传播或出版，本使用说明书所提到的产品规格和资讯仅供参考，如有内容更新，恕不另行通知。

可随时查阅我公司官网：www.kvakva.cn

本使用说明书仅作为产品使用指导，所有陈述、信息等均不构成任何形式的担保。

服务承诺

感谢您使用时基电力生产的产品，在您初次使用该仪器前，请您详细地阅读此使用说明书，以便正确使用仪器，充分发挥其功能，并确保安全。

我们深信优质、系统、全面、快捷的服务是事业发展的基础。经过多年的不断探索和进取，我们形成了“重客户、重质量”的服务理念。以更好的产品质量，更完善的售后服务，全力打造技术领先、质量领先、服务领先的电力试验产品品牌企业。构建良好的市场服务体系，为客户提供满意的售前、售后服务！

安全要求

为了避免可能发生的危险，请阅读下列安全注意事项。

首先，请使用我公司标配的附件。

防止火灾或电击危险，确保人生安全。在使用本产品进行试验之前，请务必详细阅读产品使用说明书，按照产品规定试验环境和参数标准进行试验。

使用产品配套的保险丝。只可使用符合本产品规定类型和额定值的保险丝。产品输入输出端子、测试柱等均有可能带电压，试验过程中在插拔测试线、电源插座

时，会产生电火花，请务必注意人身安全！请勿在仪器无前（后）盖板的情况下操作仪器/仪表。

试验前，为了防止电击，接地导体必须与真实的接地线相连，确保产品正确接地。

试验中，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。

试验完成后，按照操作说明关闭仪器，断开电源，将仪器按要求妥善管理。

若产品有损坏或者有故障时，切勿继续操作，请断开电源后妥善保存仪器，并与本公司售后服务部（027 - 6191 5220）联系，我们技术人员乐于为您服务。

请勿在潮湿环境下使用仪器。

请勿在易爆环境中使用仪器（防爆产品除外）。

请保持产品表面清洁，干燥。

产品为精密仪器，在搬运中请保持向上并小心轻放。

联系方式

生产商：武汉时基高压试验设备有限责任公司

地址：武汉市盘龙经济开发区天纵城 C5 栋 2 单元 2603 室

销售： 151 7143 2867 销售： 138 7156 8672

售后：027-6191 5220

产品官方网站：www.kvakva.cn www.kv-kva.com

目 录

第一章：产品概述.....4

第二章：串联谐振原理..... 5

第三章：变频串联谐振试验装置应用..... 8

第四章：变频电源详细使用介绍..... 9

第五章：上位机软件操作方法..... 22

第六章：常见故障排除.....24

第七章：适用测试对象.....26

第七章：主要技术参数.....28

第八章：参考实验标准.....30

第一章：产品概述

该装置主要针对交联电缆、水力发电机、主变、母线、GIS 等的交流耐压试验，具有较宽的适用范围，是地、市、县级高压试验部门及电力安装、修试工程单位理想的耐压设备。

该装置主要由变频控制电源、激励变压器、电抗器、电容分压器、补偿电容器（选配）组成。

串联谐振在电力系统中应用的优点

- 1、所需电源容量大大减小。串联谐振电源是利用谐振电抗器和被试品电容谐振产生高电压和大电流的，在整个系统中，电源只需要提供系统中有功消耗的部分，因此，试验所需的电源功率只有试验容量的 $1/Q$ 。
- 2、设备的重量和体积大大减少。串联谐振电源中，不但省去了笨重的大功率调压装置和普通的大功率工频试验变压器，而且，谐振励磁电源只需试验容量的 $1/Q$ ，使得系统重量和体积大大减少，一般为普通试验装置的 $1/10-1/30$ 。
- 3、改善输出电压的波形。谐振电源是谐振式滤波电路，能改善输出电压的波形畸变，获得很好的正弦波形，有效的防止了谐波峰值对试品的误击穿。
- 4、防止大的短路电流烧伤故障点。在串联谐振状态，当试品的绝缘弱点被击穿时，电路立即脱谐，回路电流迅速下降为正常试验电流的 $1/Q$ 。而并联谐振或者试验变压器方式做耐压试验时，击穿电流立即上升几十倍，两者相比，短路电流与击穿电流相差数百倍。所以，串联谐振能有效的找到绝缘弱点，又不存在大的短路电流烧伤故障点的隐患。
- 5、不会出现任何恢复过电压。试品发生击穿时，因失去谐振条件，高电压也立即消失，电弧即刻熄灭，且恢复电压的再建立过程很长，很容易在再次达到闪络电压前断开电源，这种电压的恢复过程是一种能量积累的间歇振荡过程，其过程长，而且，不会出现任何恢复过电压。

变频串联谐振试验装置主要功能及其技术特点

- 1、装置具有过压、过流、零位启动、系统失谐（闪络）等保护功能，过压过流保护值可以根据用户需要整定，试品闪络时闪络保护动作，以保护试品。

- 2、整个装置单件重量很轻，便于现场使用。
- 3、装置具有三种工作模式，方便用户根据现场情况灵活选择，提高试验速度。
工作模式为：全自动模式、手动模式、自动调谐手动升压模式。
- 4、能存储和异地打印数据，存入的数据编号是数字，方便的帮助用户识别和查找。
- 5、装置自动扫频时频率起点可以在规定范围内任意设定，同时液晶大屏幕显示扫描曲线，方便使用者直观了解是否找到谐振点。
- 6、采用了 DSP 平台技术，可以方便的根据用户需要增减功能和升级，也使得人机交换界面更为人性化。

第二章：串联谐振原理

本篇将和大家讨论串联谐振的原理，并分析串联谐振现象的一些特征，探索串联谐振现象的一些基本规律，以便在应用中能更自如的使用串联谐振和分析在试验过程中发生的一些现象。

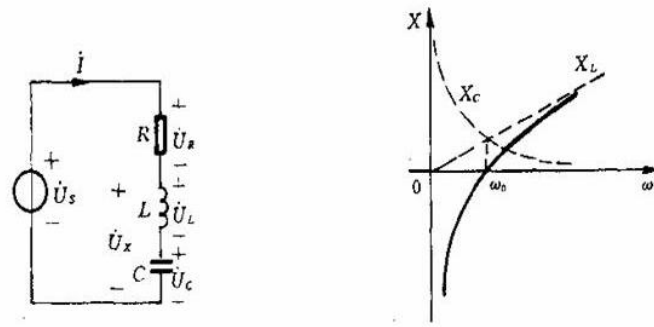
串联谐振的产生

谐振是由 R、L、C 元件组成的电路在一定条件下发生的一种特殊现象。首先，我们来分析 R、L、C 串联电路发生谐振的条件和谐振时电路的特性。图 1 所示 R、L、C 串联电路，在正弦电压 U 作用下，其复阻抗：

$$Z = R + j \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right) = R + j(X_L - X_C) = R + jX$$

式中电抗 $X = X_L - X_C$ 是角频率 ω 的函数，X 随 ω 变化的情况如图 2 所示。当 ω 从零开始向 ∞ 变化时，X 从 $-\infty$ 向 $+\infty$ 变化，在 $\omega < \omega_0$ 时、 $X < 0$ ，电路为容性；在 $\omega > \omega_0$ 时， $X > 0$ ，电路为感性；在 $\omega = \omega_0$ 时

$$X(\omega_0) = \omega_0 L - \frac{1}{\omega_0 C} = 0$$



此时电路阻抗 $Z(\omega_0) = R$ 为纯电阻。电压和电流同相，我们将电路此时的工作状态称为谐振。由于这种谐振发生在 R、L、C 串联电路中，所以又称为串联谐振。式 1 就是串联电路发生谐振的条件。由此式可求得谐振角频率 ω_0 如下：

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

谐振频率为

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

由此可知，串联电路的谐振频率是由电路自身参数 L、C 决定的，与外部条件无关，故又称电路的固有频率。当电源频率一定时，可以调节电路参数 L 或 C，使电路固有频率与电源频率一致而发生谐振；在电路参数一定时，可以改变电源频率使之与电路固有频率一致而发生谐振。

串联谐振的品质因数

串联电路谐振时，其电抗 $X(\omega_0) = 0$ ，所以电路的复阻抗

$$Z(\omega_0) = R$$

呈现为一个纯电阻，而且阻抗为最小值。谐振时，虽然电抗 $X = X_L - X_C = 0$ ，但感抗与容抗均不为零，只是二者相等。我们称谐振时的感抗或容抗为串联谐振电路的特性阻抗，记为 ρ ，即

$$\rho = \omega_0 L \left(= \frac{1}{\omega_0 C} \right) = \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot L = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

ρ 的单位为欧姆，它是一个由电路参数 L、C 决定的量，与频率无关。

工程上常用特性阻抗与电阻的比值来表征谐振电路的性能，并称此比值为串联电

路的品质因数，用 Q 表示，即

$$Q = \frac{\rho}{R} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

品质因数又称共振系数，有时简称为 Q 值。它是由电路参数 R 、 L 、 C 共同决定的一个无量纲的量。

串联谐振时的电压关系

谐振时各元件的电压分别为

$$\begin{aligned}\dot{U}_{RO} &= R\dot{I}_O = \dot{U}_S \\ \dot{U}_{LO} &= j\omega_0 L\dot{I}_O = j\omega_0 L \frac{\dot{U}_S}{R} = jQ\dot{U}_S \\ \dot{U}_{CO} &= j\frac{1}{\omega_0 C}\dot{I}_O = -j\frac{1}{\omega_0 C} \frac{\dot{U}_S}{R} = -jQ\dot{U}_S\end{aligned}$$

即谐振时电感电压和电容电压有效值相等，均为外施电压的 Q 倍，但电感电压超前外施电压 90° ，电容电压滞后外施电压 90° ，总的电抗电压为 0。在电路 Q 值较高时，电感电压和电容电压的数值都将远大于外施电压的值，所以串联谐振又称电压谐振。

常见的试品如变压器、GIS 系统、SF6 断路器、电流互感器、电力电缆、套管等均为容性，系统配备的电抗器为感性，试验时先通过调节变频电源的输出频率使回路发生串联谐振，再在回路谐振的条件下调节变频电源输出电压使试品电压达到试验值。由于回路的谐振，变频电源较小的输出电压就可在试品上产生较高的试验电压。

在实际现场应用中试品上的高压电压和低压电压遵循以下公式：

$$U_{\text{试}} = QU_{\text{激}}$$

其中： $U_{\text{试}}$ 为高压谐振试验电压， Q 为系统串联谐振的品质因数， $U_{\text{激}}$ 为激励变压器输出电压。

例如：假设系统串联谐振的品质因数 Q 为 30，激励变压器选择 16kV 的抽头，激励变压器额定输入电压为 400V，如果激励变压器输入电压为 100V 时，高压电压计算步骤如下：

①计算激励变压器变比：激励变压器变比 N =激励变压器所选抽头电压/输入额定电压即： $N=16\text{kV}/400\text{V}=16000/400=40$

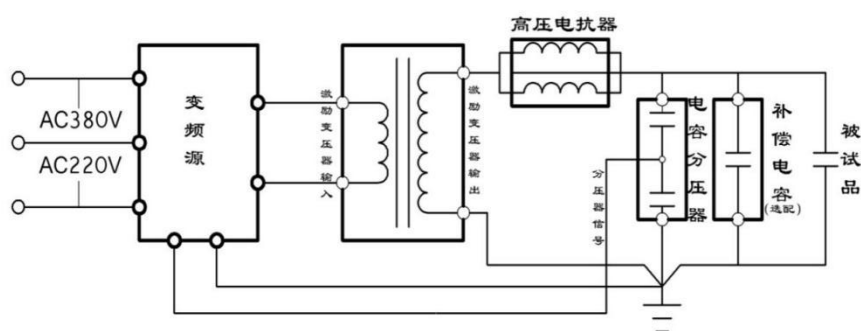
②计算激励变压器输出电压：激励变压器输出电压=激励变压器输入电压*激励变压器变比，即： $U_{\text{激}}=100\text{V}*40=4\text{kV}$

③计算高压谐振试验电压：高压谐振试验电压=激励变压器输出电压*系统品质因数，即： $U_{\text{试}}=4\text{kV}*30=120\text{kV}$

故系统最终的高压谐振试验电压为 120kV。

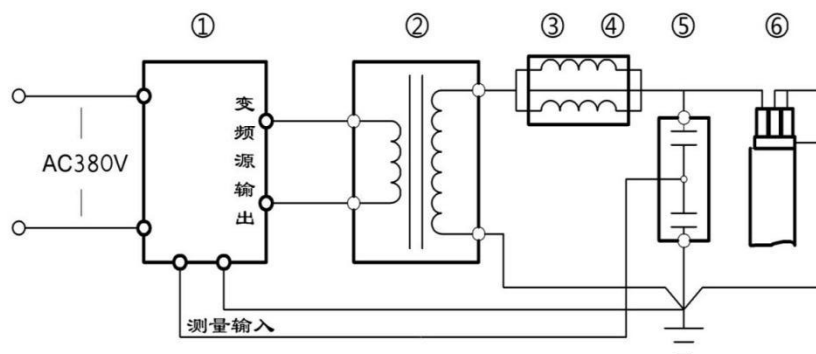
第三章：变频串联谐振试验装置应用

变频串联谐振交流耐压装置接线示意图



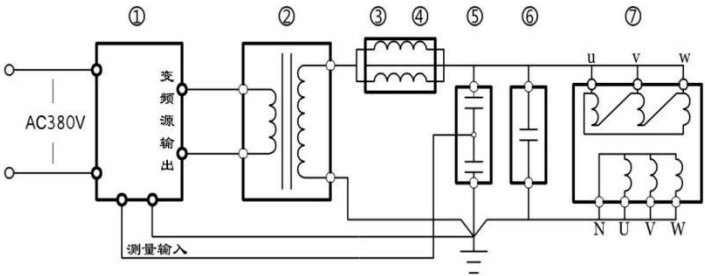
变频串联谐振试验接线图

交联乙烯电缆的交流耐压



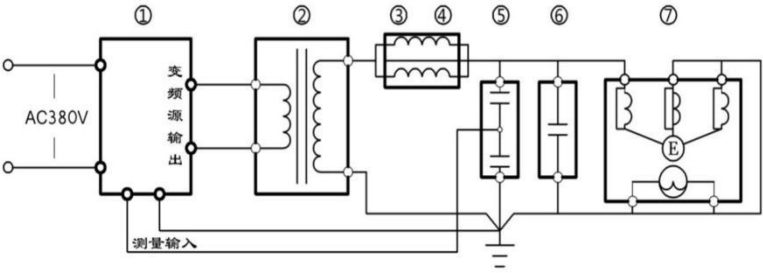
电缆耐压试验接线图

变压器等的交流耐压试验



变压器耐压试验接线图

发电机等的交流耐压试验



发电机耐压试验接线图

第四章：变频电源详细介绍

4.1 设备基本说明

4.1.1 电源

将380V/220V直接与变频电源的“输入”连接。



4.1.2 操作面板说明

电源开关：负责变频电源部分的电源供给。

高压指示：变频电源启动指示。

复位：负载失谐、变频源过热以及其它保护动作后的故障复位。

急停：发生紧急情况的应急中断按键。

分压器信号：用于接入分压器低压臂，最大电压 100V，输入阻抗 10M。

接地：用于系统安全接地。

USB 接口：用于接入 U 盘查询资料。

液晶显示器：用于系统各参数、波形、菜单等的显示。

输入：电源接入，三相 $380V \pm 10\%$ 或单相 $220V \pm 10\%$ (45-64Hz)；当电源为 380V 时，接 A, B, C 三相, 可做额定负载试验；当电源为 220V 时，接 A, C 二相, 只可做 1/2 负载试验。

输出：变频电源输出至激励变压器输入。

4.1.3 接通电源

变频电源操作箱在通电后合上“**电源开关**”，液晶屏点亮显示。

注意：仪器两侧开孔处的风扇在运行则表示仪器内部功率器件正常工作，否则表示仪器内部过热或上次试验时没有复位。此时应该切断电源，将仪器置于通风处静置1小时左右，待内部适当降低温度后再启动电源。

当风扇经常性的不启动时，建议立即与厂家联系。



当设备出现不可恢复性故障时，请不要自行拆卸仪器。

图2

4.2 触摸屏显示器

变频电源的控制屏幕为全触摸屏，只需要在屏幕上要操作的位置轻轻点击，即可以进行操作。

4.2.1 开机后，显示界面如图2所示。

注意：点击左上角“中文”可自动切换语言，默认是中英文切换，其它语言可定制。

4.2.2 点击“参数配置”后，显示界面如图3所示。



图 3

起始频率：选择自动调谐时的启动频率，下限频率为 20Hz，上限频率为 250Hz。为了保证扫描准确度“起始频率”必须比“终止频率”小 50Hz。

终止频率: 选择自动调谐时的结束频率, 下限频率为 70Hz, 上限频率为 300Hz。
为了保证扫描准确度“终止频率”必须比“起始频率”大 50Hz。

1. 设置“起始频率”不可高于“终止频率”-50Hz。
2. 当第一次试验时建议采用 20Hz~300Hz 进行扫描。
3. 当已经知道大概频率范围时, 可以选定在适当的频率段扫描, 以减少试验时间。

起始电压: 调谐时输出电压的初始值。输入范围为 5-100V。

1. 对 Q 值较低的试品如发电机、电动机、架空母线, 初始值设定为 20~30V;
2. 对 Q 值较高的试品如电力电缆、变压器、GIS 等, 初始值设定为 15~20V。

第一阶段试验电压: 设置试验电压的第一阶段值。

第一阶段试验时间: 设置第一阶段试验电压的耐压时间。

第二阶段试验电压: 设置试验电压的第二阶段值。

第二阶段试验时间: 设置第二阶段试验电压的耐压时间。

第三阶段试验电压: 设置试验电压的第三阶段值。

第三阶段试验时间: 设置第三阶段试验电压的耐压时间。

我们的电压跟踪系统具备自动校核较大电压波动的功能, 但电网电压的波动幅度较小时, 由此而引起的高压电压的波动也在仪器的捕捉范围内, 因此, 我们强烈建议在设置试验电压时, 将“**试验电压**”的数值设定为比要施加的试验电压低 2% U_e 。

如果没有阶段性耐压试验时, 只需设置一个阶段试验电压值和相应的试验时间, 其它阶段试验电压和试验时间设为 0。

分压器变比: 电容分压器的分压变比, 一般为 1000:1, “分压器变比”设置为 1000。

(也可能为 3000:1, 出厂已设置好客户无需更改)

过压保护: 设置试验电压的极限值。电压超过时自动终止试验, 一般比试验电压高 10%, 最高可设置为额定电压的 1.2 倍。当试验电压发生变化时, 过压保护会自动进行更新。

过流保护: 设置低压输出电流的最高值, 用百分比表示。默认 100%表示装置输出额定电流。

闪络保护: 实际闪络保护电压值, 默认值为 1.5kV, 客户可以根据现场试验情况进行修改。

帮助：提供设置“试验参数”时的注意事项，点击“帮助”后，显示界面如图 4 所示。

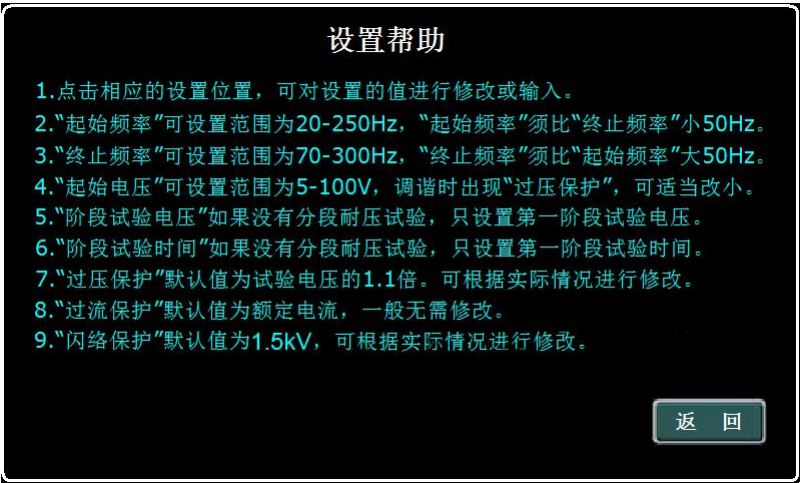


图 4

自动试验：当“参数配置”设置完时，点击“自动试验”，进入“自动试验”界面，显示界面如图 5 所示。



图 5

点击“开始试验”，系统自动寻找谐振点，右下角提示“调谐中...”，如有异常情况，请点击“紧急停机”；白色代表电压曲线，显示界面如图 6 所示。

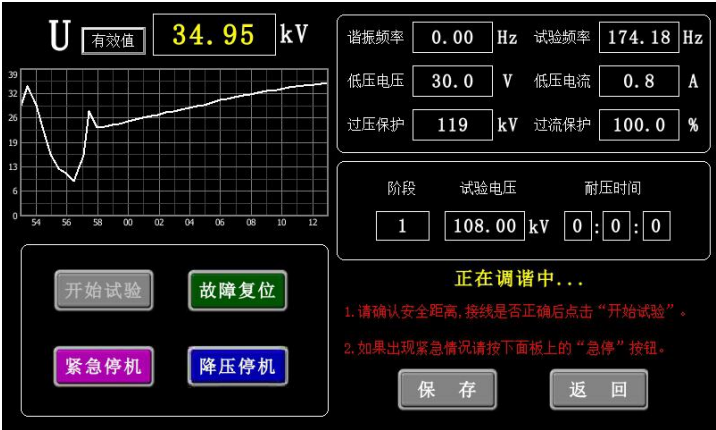


图6

找到谐振点后，系统自动升压，右下角提示“升压中…”，如有异常情况，请点击“紧急停机”；显示界面如图7所示。

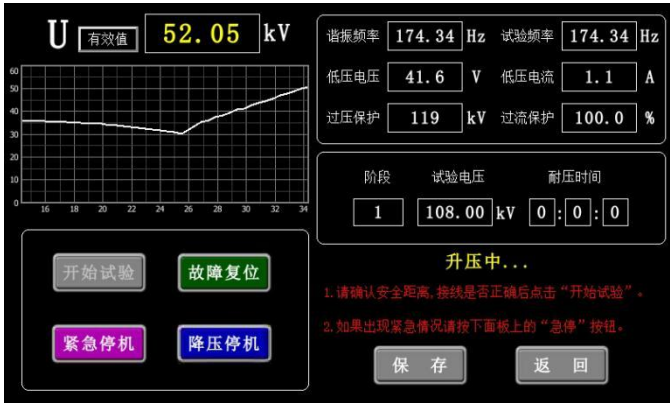


图7

当 $U_{有效值}$ 电压升到试验的耐压值时，系统自动耐压计时，右下角提示“第一阶段试验中…”或者“第二阶段试验中…”，如有异常情况，请点击“紧急停机”；显示界面如图8所示。

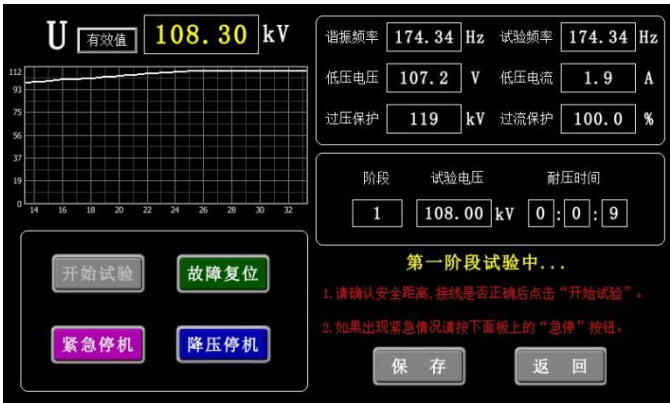


图 8

当计时到设置的耐压时间时，系统自动降压，右下角提示“降压中”，如有异常情况，请点击“紧急停机”； 显示界面如图9所示。

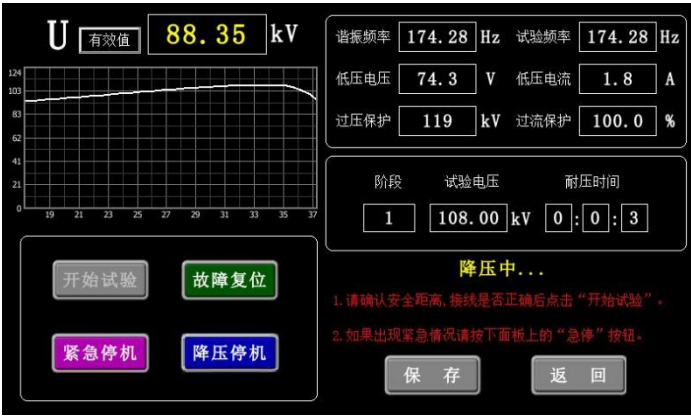


图 9

当U_{有效值}电压降至0时，右下角提示“停机状态”， 显示界面如图10所示。

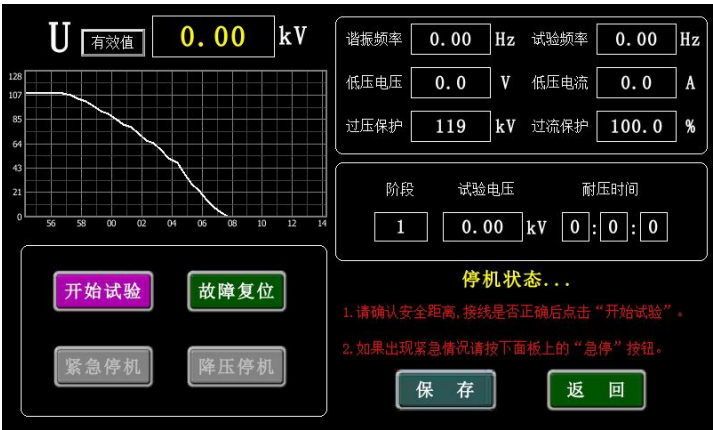


图10

此时可以点击“保存”按钮，显示界面如图 11 所示。可在对应试验阶段输入所
要保存的试验编号。然后点击“确认”进行保存，或者点击“取消”，放弃保存。



图11

此时点击确定，可以对数据进行保存并进入到保存数据预览界面如图 12 所示。
(打印功能为选配)



图12

手动试验：当“试验参数”设置完时，点击“手动试验”，进入“手动试验”界面，显示界面如图13所示。



图13

点击“开始试验”，如需要自动找谐振点，点击“调谐”，系统自动寻找谐振点，白线代表电压曲线，显示界面如图14所示。

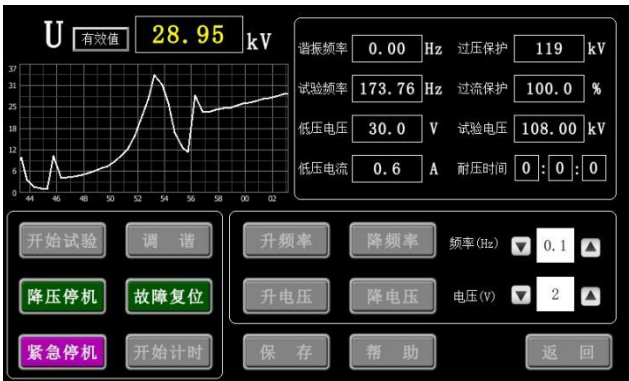


图14

如无需自动找谐振点，先点击“升电压”，将“U_{低压}”升到30V，再点击“升频率”来找谐振点，找到谐振点后，点击“升电压”， 显示界面如图15所示。

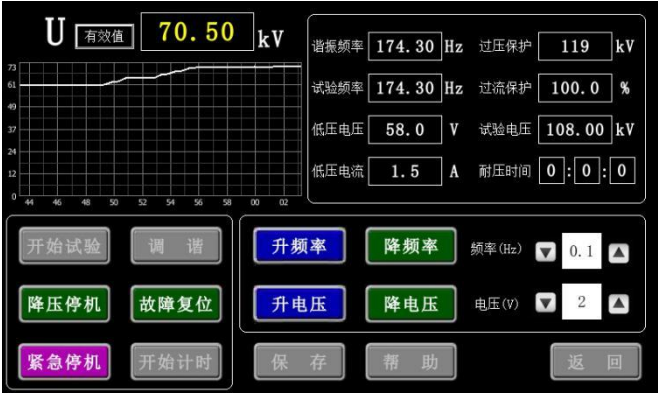


图15

当U_{有效值}电压升到设置的耐压值时，点击“开始计时”，系统开始计时。显示界面如图16所示。

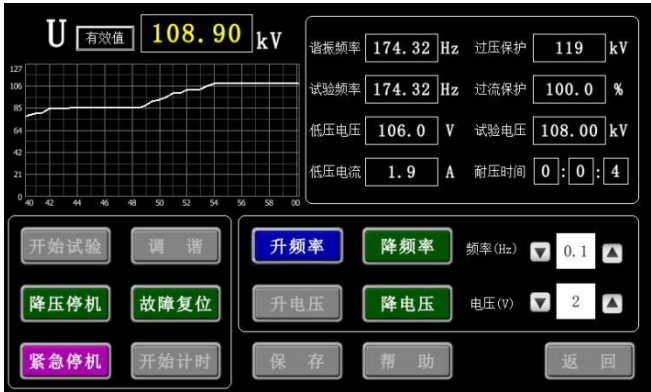


图 16

当“耐压时间”计时停止后，点击“降压停机”，系统自动降压，显示界面如图17所示。

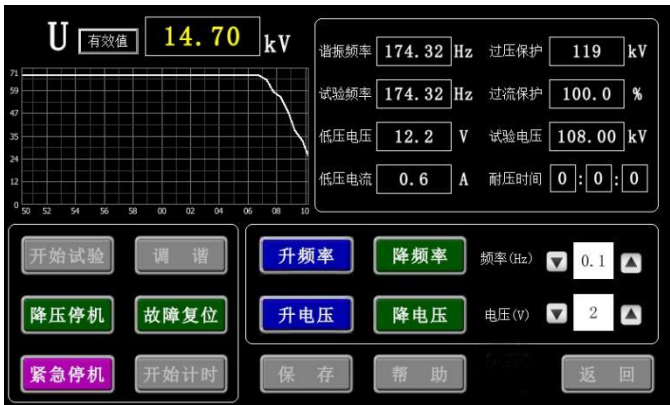


图 17

如果需要保存数据，可以在耐压时间计时停止后，再“降压停机”，当 $U_{有效值}$ 电压降压至0时，试验完成。点击“保存”，来进行数据保存如图18所示。



图18

此时点击“确定”，对数据进行保存并进入预览界面如图19所示，点击“取消”退出不进行保存。



图 19

如在试验过程中遇到紧急情况时，点击“紧急停机”。在手动升压和手动调频时，可根据试验情况选择电压调节步长和频率调节步长。

数据查询：降压后返回主界面点击“数据查询”； 显示界面如图20所示。



图 20

选择需要查看的“记录编号”，并点击“打开文件”按钮打开该条记录；如图 21 所示。



图 21

如果需要将试验记录全部导出，插入 U 盘，等待 U 盘识别后，点击“导出数据”即可以把当页试验记录输入到 U 盘。如果导出成功如图 22 所示。



图 22

参数计算：计算电感，电容、频率、谐振高压电流、以及电缆电容量查询。显示界面如图 23 所示。



图 23

计算谐振频率：当输入电感值，电容值后，自动计算出频率。显示界面如图 24 所示。



图 24

计算谐振电感：当输入频率值，电容值后，自动计算出电感值。如图 25 所示。



图 25

计算谐振电容：当输入频率值，电感值后，自动计算出电容值。如图 26 所示。



图 26

计算谐振电流：计算电流时，前面计算的频率、电容值会保存至电流计算界面，输入试品电压值，自动计算出谐振电流。如图 27 所示。



图 27

电缆电容量查询：用户可根据被试电缆的电压等级，电缆单芯截面积、电缆长度可以查询出电缆电容量。通过电缆电容量可以计算出谐振电流，在满足谐振频率在 30Hz~300Hz 范围内可计算出电感值，从而判断出装置中电抗器的串并联组合方式。如图 28 所示。

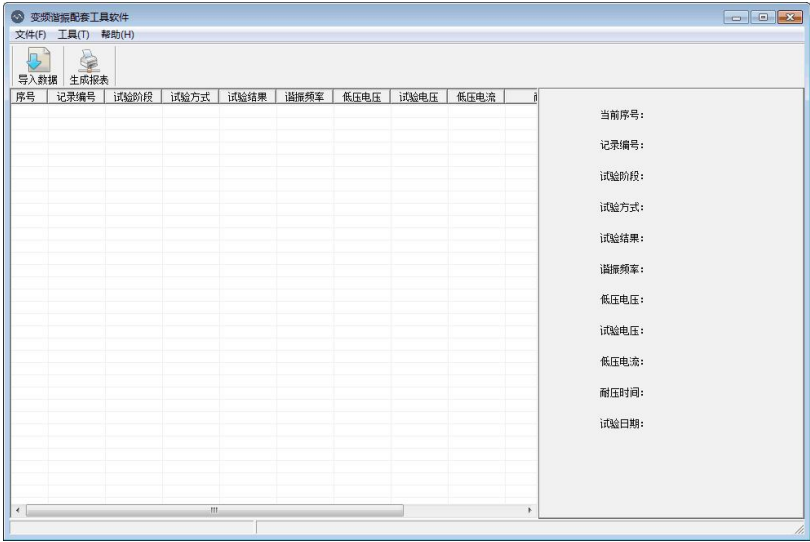


图 28

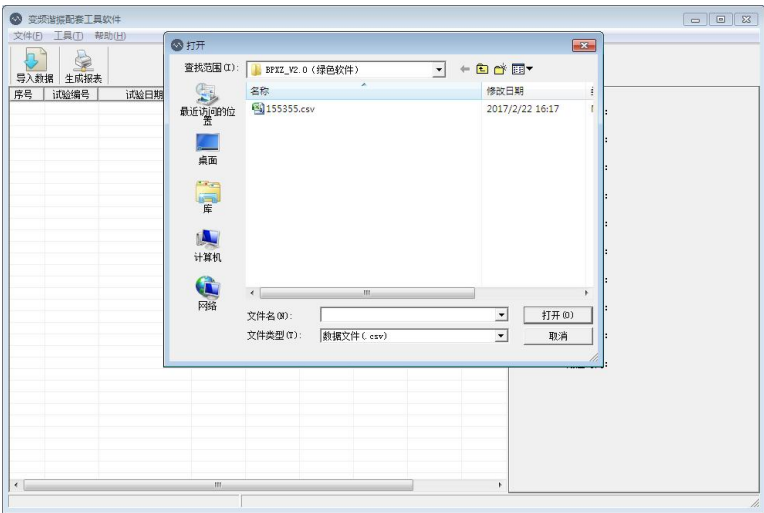
第五章：上位机软件操作方法

5. 上位机软件使用方法

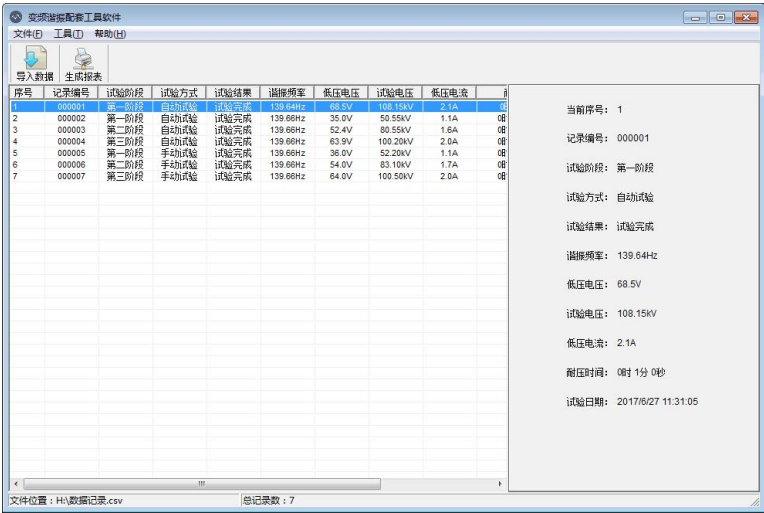
- 1. 打开所配U盘中“上位机软件”文件夹，可以看到软件“bpxz.exe”，打开该软件。
- 2. 配套上位机软件运行界面如下图所示。



- 3. 点击左上角“导入数据”图标，弹出如下图所示。



4. 选择转存出来的那个文件，文件名为“数据记录.csv”。点击“打开”后界面如下图所示，左侧为所记录的试验记录，右侧为所选条目的具体内容。



5. 如需要生成试验报告，点击所需要的条目，点击右上方的“生成报表”按钮。会弹出界面如下。



6. 此报告为word格式，可以在空白处填写相应内容，保存后进行打印。

第六章：常见故障排除

6.1 通用注意事项

1. 本试验设备应由高压试验专业人员使用，使用前应仔细阅读使用说明书，并经反复操作训练。
2. 操作人员应不少于 2 人。使用时应严格遵守本单位有关高压试验的安全作业规程。
3. 为了保证试验的安全正确，除必须熟悉本产品说明书外，还必须严格按国家有关标准和规程进行试验操作。
4. 各连接线不能接错，否则可导致试验装置损坏。
5. 本装置使用时，输出的是高电压或超高电压，必须可靠接地，注意操作安全。

6.2 常见故障原因及排除

1. 风扇不能启动

- 1) 急停、故障保护、失谐保护后，没有按“故障复位”；
- 2) 内部温度过高，功率元件热保护；

排除方法：关断仪器电源，将仪器静置 30 分钟左右，重新开启电源，按仪器面板上的“复位”键，再启动仪器。

如果依然不能启动风扇，请和厂家联系，不可拆卸仪器！

2. 自动调谐不能完成，找不到谐振点

售后服务：138 7156 8672

产品咨询：151 7143 4867

官网：www.kvakva.cn

现象：调谐曲线完全是一条直线，调谐完成后仪器提示没有谐振点。

原因：回路接地不好，试验回路接线错误，装置某一仪器开路。

排除方法：

- 1) 检查接地装置可靠，接地连接线是否有断开点；
- 2) 检查励磁变压器的高低压线圈的通断；（低压绕组阻值；高压绕组阻值每个输出端对高压尾）
- 3) 检查每一只电抗器的通断；（每个绕组阻值）
- 4) 检查分压器的信号线的通断；（1 孔对芯，2 孔对外壳分别导通；1 孔对 2 孔断开）
- 5) 检查分压器的高低压电容臂的通断；（高、低压电容量）
- 6) 装置自身升压时没有谐振点，还需要检查补偿电容器（选配）的通断；

如果所有部件正常，依然没有谐振点，请和厂家联系，不可拆卸仪器！

3. 不能升压到试验电压

现象：

- 1) 调谐曲线是一条直线，有较低的尖峰；
- 2) 试验时低压电压较高，高压却较低，甚至在没有升到试验电压时，低压电压已经到达额定电压，回路自动降压；

原因分析：

- 1) 电抗器与试品电容量不匹配，没有准确找到谐振点；
- 2) 试品损耗较高，系统 Q 值太低；
- 3) 励磁变压器高压输出电压较低；
- 4) 高压连接线过长或没有采用高压防电晕锡箔管；

排除方法：

- 1) 将补偿电容器（选配）并接入试验回路，加大回路电容量；
- 2) 尽可能将多只电抗器串联，提高回路电感量；
- 3) 提高励磁变压器的输出电压；
- 4) 干燥处理被试品，提高被试品的绝缘强度，减少回路的有功损耗；
- 5) 一般在设备较高电压输出时，采用高压防电晕锡箔管，或将普通高压输出线改为较短的连线，一般不超过 5 米。

如果全部处理完后，依然不能解决问题，请和厂家联系，不可拆卸仪器！

第七章：适用测试对象

装置容量	108kVA/108kV 变频串联谐振试验装置
满足试品范围	
1、10kV/300mm ² 电缆 2km 的交流耐压试验，电容≤0.751uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 22kV，试验时间 5min。	
2、10kV 开关等电气设备的交流耐压试验，试验频率 30-300Hz，试验电压不超过 42kV，试验时间 1min。	
3、35kV/300mm ² 电缆 0.8km 的交流耐压试验，电容量≤0.1556uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。	
4、35kV/13500kVA 主变的交流耐压试验，电容量≤0.02uF，试验频率 45-65Hz，试验电压 68kV，试验时间 1min。	
5、35kV 开关等电气设备的交流耐压试验，试验频率 30-300Hz，试验电压不超过 95kV，试验时间 1min。	

装置主要组成

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	变频电源	SJXZ-6kW	台	1
2	激励变压器	SJJL-6kVA/1.5/3/6kV/0.4kV	台	1
3	高压电抗器	SJDK-27kVA/27kV	台	4
4	电容分压器	SJFY-1000pF/110kV	套	1

主要功能及特征

变频串联谐振耐压试验装置，采用调节电源频率的方式，使得电抗器与被试电容器实现谐振，从而在被试品上获得高电压大电流，因其所需电源功率小、设备重量轻体积小，在国内外得到了广泛好评和应用，是当前高电压试验的新方法和潮

流。

我公司调频谐振装置主要功能及其技术特点：

- 1、装置具有过压、过流、零位启动、系统失谐（闪络）等保护功能，过压过流保护值可以根据用户需要整定，试品闪络时闪络保护动作并能记下闪络电压值，以供试验分析。
- 2、整个装置单件重量很轻，便于现场使用。
- 3、装置具有三种工作模式：全自动模式、手动模式、自动调谐手动升压模式；方便用户根据现场情况灵活选择，提高试验速度。
- 4、能存储和异地打印数据，存入的数据编号是数字，方便用户识别和查找。
- 5、装置自动扫频时频率起点可以在规定范围内任意设定，扫频方向可以向上、向下选择，同时液晶大屏幕显示扫描曲线，方便使用者直观了解是否找到谐振点。
- 6、采用 DSP 平台技术，可根据用户需要增减功能和升级，人机交换界面更为人性化。
- 7、所需电源容量大大减小。串联谐振电源是利用谐振电抗器和被试品电容谐振产生高电压和大电流的，在整个系统中，电源只需要提供系统中有功消耗的部分，因此试验所需的电源功率只有试验容量的 $1/Q$ 。
- 8、设备的重量和体积大大减少。串联谐振装置中，省去了笨重的大功率调压装置和普通的大功率工频试验变压器，而且，谐振激磁电源只需试验容量的 $1/Q$ ，使得系统重量和体积大大减少，一般为普通试验装置的 $1/10-1/30$ 。
- 9、有效改善输出电压波形。谐振电源是谐振式滤波电路，能改善输出电压的波形畸变，获得很好的正弦波形，有效防止了谐波峰值对试品的误击穿。
- 10、防止大的短路电流烧伤故障点。在串联谐振状态，当试品的绝缘弱点被击穿时，电路立即脱谐，回路电流迅速下降为正常试验电流的 $1/Q$ ，而用并联谐振或者试验变压器做耐压试验时，击穿电流立即上升几十倍，两者相比，短路电流与击穿电流相差数百倍。串联谐振能有效的找到绝缘弱点，又不存在大的短路电流烧伤故障点的忧患。
- 11、不会出现任何恢复过电压。试品发生击穿时，因失去谐振条件，高电压也立即消失，电弧即刻熄灭，且恢复电压的再建立过程很长，很容易在再次达到闪络电压前断开电源，这种电压的恢复过程是一种能量积累的间歇振荡过程，其过程

长，而且不会出现任何恢复过电压。

第七章：主要技术参数

产品信息	SJXZ-108kVA/108kV 变频串联谐振试验设备
额定总容量	108kVA
额定频率	30～300Hz
额定电压	27kV； 54kV； 108kV
额定电流	4A； 2A； 1A
固定电抗器电感量	110H
制造日期	2023 年 10 月 25 日

1. 高压电抗器

额定容量	27kVA
数量	4 节
额定电压	27kV
额定电流	1A
额定频率	30～300Hz
电感值	110H±5%
制造日期	2023 年 10 月
尺寸（内径高 mm）	∅ 282×435
结构	干式
重量	48kg

2. 励磁变压器

额定容量	6kVA
额定输入电压	0～400V
额定输入电流	15A
额定输出电压	1.5kv/3kv/6kV
额定输出电流	4A/2A/1A
额定频率	30～300Hz
制造日期	2023 年 10 月

尺寸	450×330×430
重量	45kg

3. 变频电源

额定容量	6kW
输入电源	单/三相
额定输入电压	220V/380V
输出电压范围	0~400V
额定输入电流	15A
额定输出电流	15A
输入频率	50Hz
输出频率	30~300Hz
制造日期	2023 年 10 月

4. 电容分压器

额定电压	110kV
额定电容量	1000pF
精度	1.5%
工作频率	30~300Hz
分压比	1500：1
尺寸	∅ 140×1000
重量	8kg

装置容量验证

装置容量定为 108kVA，分四节电抗器，电抗器单节为 27kVA/27kV/1A/110H，
验证：

1、10kV/300mm² 电缆 2km 的交流耐压试验，电容≤0.751uF，试验频 30-300Hz，
试验电压 22kV，试验时间 5min。

使用四节电抗器并联， $L=110/4=27.5\text{H}$

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{27.5\times0.751\times10^{-6}})=35.02\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times35.02\times0.751\times10^{-6}\times22\times10^3=3.64\text{A}$

2、35kV/300mm² 电缆 0.8km 的交流耐压试验，电容量≤0.1556uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。

使用两节电抗器串联（互感系数 1.15）两组并联， $L=110\times 2\times 1.15/2=126.5H$

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times \sqrt{126.5\times 0.1556\times 10^{-6}})=35.87Hz$

试验电流： $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times 35.87\times 0.1556\times 10^{-6}\times 52\times 10^3=1.82A$

3、35kV/13500kVA 主变的交流耐压试验，电容量≤0.02uF，试验频率 45-65Hz，试验电压 68kV，试验时间 1min。

使用四节电抗器串联（互感系数 1.25）， $L=110\times 4\times 1.25=550H$

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times \sqrt{550\times 0.02\times 10^{-6}})=47.99Hz$

试验电流： $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times 47.99\times 0.02\times 10^{-6}\times 68\times 10^3=0.41A$ 满足实验要求。

试验时设备组合方式

被试品对象 \ 组合方式	电抗器选择 (27kVA/27kV 四节)	激励变压器 输出端选择	试验电 压 (kV)
10kV/300mm ² 电缆 2km	使用四节电抗器并联	1.5kV	≤22kV
10kV 开关等电气设备	使用三节电抗器串联	3kV	≤42kV
35kV/300mm ² 电缆 0.8km	使用电抗器两节串联 两组并联	3kV	≤52kV
35kV/13500kVA 主变	使用四节电抗器串联	6kV	≤68kV
35kV 开关等电气设备	使用四节电抗器串联	6kV	≤95kV

第八章：参考实验标准

DL/T 596-2021	《电力设备预防性试验规程》
GB50150-2016	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
GB10229-88	《电抗器》
GB1094-2013	《电力变压器》
GB1094.1-GB1094.6-96	《外壳防护等级》
GB2900	《电工名词术语》
GB/T16927.1~2-2013	《高电压试验技术》

DL/T474. 4-2018	《现场绝缘试验实施导则—交流耐压试验》
DL/T1015	《现场直流和交流耐压试验电压测量系统的用导则》
GB/T311. 1-2012	《高压输变电设备的绝缘与配合》
GB191-2008	《包装储运图示标志》
JB/T9641-1999	《试验变压器》
GB/T19749-2016	《耦合电容器和电容分压器》
GB4793-1995	《电子测量仪器安全要求》
GB/T3859. 2-2013	《半导体变流器应用导则》
GB/T2423. 8-2018	《电工电子产品基本环境试验规程》
DL/T849. 6-2016	《电力设备专用测试仪器通用技术条件第 6 部分： 高压谐振试验装置》