

HYG-300kVA/300kV
串 并 联 谐 振 试 验 装 置

**使
用
说
明
书**

武汉华能阳光电气有限公司

尊敬的顾客

感谢您购买本公司变频谐振试验装置。在您初次使用该产品前，请您详细地阅读本使用说明书，将可能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，因此您所使用的产品可能与使用说明书有少许的差别。如果有改动的话，我们会用附页方式告知，敬请谅解！您有不清楚之处，请与公司售后服务部联络，我们定会满足您的要求。

警告！

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！

慎重保证

本公司生产的产品，在发货之日起三个月内，如产品出现缺陷，实行包换。一年（包括一年）内如产品出现缺陷，实行免费维修。一年以上如产品出现缺陷，实行有偿终身维修。

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

一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。

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

请勿在易暴环境中操作

保持产品表面清洁和干燥

串联谐振耐压试验装置操作手册

目录:

第一章 产品概述

第二章 HYG-300kVA/300kV串并联谐振试验装置主要技术参数

第三章 HYG-300kVA/300kV串并联谐振试验装置设备应用

第四章 变频电源详细使用介绍

第五章 变频电源通用说明

第六章 常见故障排除

第七章 相关资料

第一章 产品概述

该装置主要针 21kV 电缆，以及 150kV 及以下电力主变压器、母线开关等所有电气主设备的交流耐压试验设计制造。电抗器采用多只分开设计，既可满足高电压、小电流的设备试验条件要求，又能满足象 10kV 电缆这样的低电压的交流耐压试验要求，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。

该装置主要由变频电源、激励变压器、电抗器、电容分压器组成。

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 $1/10-1/30$ 。
- 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忧患。

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。

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，试品闪落时闪落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，最大不超过 40kg，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，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，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 HYG-300kVA/300kV 串并联谐振试验装置装置技术参数

(一) HYG-指生产厂家代码

300 指设备能输出的最大额定容量，单位为 kVA

300 指设备能输出的电压等级，单位为 kV；

(二) HYG-300kVA/300kV 串并联谐振试验装置技术指标

1. 额定电压：

50kV---满足 21kV 电缆交流耐压试验；

300kV---满足 150kV 变压器，变电站的交流耐压试验；

2. 输出电压波形畸变率：<1.0%

3. 允许连续工作时间：额定条件下一次性工作 15 分钟，

5. 火力发电机试验时满负荷下品质因数： $Q>10$ （与负载相关）

6. 电缆试验时满负荷下品质因数： $Q>30$ （与负载相关）

7. 主变压器试验满负荷时品质因数： $Q>30$ （与负载相关）

8. GIS，开关等试验满负荷时品质因数： $Q>50$ （与负载相关）

9. 输入电源：单相 380V

10. 频率调节范围：20Hz~300Hz

11. 系统测量精度：1.5%

12. 装置具有过压、过流、零位启动等保护功能

(三) 设备遵循标准

《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 GB50150-2006

《高压谐振试验装置》 DL/T 849.6—2004

《电抗器》 GB10229.88

《电力设备预防性试验规程》

DL/T596-1996

《耦合电容器和电容分压器》

IEC358 (1990)

(四) 设备主要配置及技术参数说明:

1. 变频电源一台:

额定功率: 15kVA;

输入电压: 单相 380V \pm 5% 45~65Hz

输出电压: 0~400V 可调

输出电压频率: 30~300Hz

0.1Hz 步进可调

频率不稳定性 \leq 0.02%

输出电流: 0~37.5A

2. 高压电抗器 (共 6 台): 50kV/1A

额定工作电压: 45kV

额定工作电流: 1A

额定电感量: 80H

连续工作时间: 15min

温升: 小于 60 度

工作频率: 30~300Hz

3. 激励变一台:

额定容量: 15kVA

输入电压: 400V

输出电压: 3/5/15kV

4. 电容分压器一台：300kV 纯电容式：

自身电容量：500pF

工作频率：30~300Hz

不确定度：1.5%

额定电压：150kV/1000pF，300kV/500pF

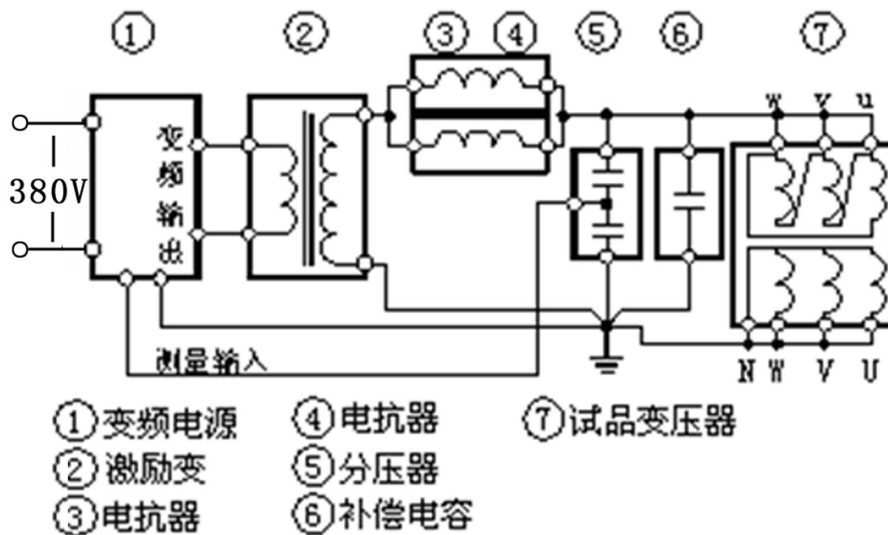
5. 测试线及附件壹套：

- | | |
|------------|-----|
| 1) 内部连接线 | 1 套 |
| 2) 电抗器绝缘底座 | 2 只 |
| 4) 均压球 | 2 只 |
| 5) 分压器支架 | 1 套 |
| 6) 使用说明书 | 1 份 |
| 7) 试验报告 | 1 份 |

第三章 HYG-300kVA/300kV 串并联谐振试验装置设备应用

变压器、开关等的交流耐压试验

变压器耐压试验接线图



1、150kV 及以下电压等级的变压器等主电气设备的交流耐压试验，

(1)150kV 主变：对应的电容量范围为 5000pF~10000pF，最高耐压试验值 160kV。

(2)谐振频率： $1/6.28 \times \sqrt{320 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 89\text{Hz}$

89Hz 下最大被试电容量时的试验电流： $89 \times 6.28 \times 0.01 \times 10^{-6} \times 160 \times 10^3 = 0.89\text{A}$

(3)选择设备：15kW 变频控制源；50kV/1A 电抗器四台串联；15kVA (5kV/3A) 激励变；300kV 分压器；

2、150kV 及以下电压等级的变电站主电气设备的交流耐压试验，试验频率为 30Hz~300Hz，电抗器的使用方式全部电抗器串联成组使用

(1) 150kV 开关：对应的电容量忽略不计，最高耐压试验值 260kV

(2) 谐振频率： $1/6.28 \times \sqrt{480 \times 1000 \times 10^{-12}} = 229\text{Hz}$

229Hz 下最大被试电容量时的试验电流： $229 \times 6.28 \times 1 \times 10^{-9} \times 260 \times 10^3 = 0.37\text{A}$ ，

(3) 选择设备：15kW 变频控制源；50kV/1A 电抗器六台串联；15kVA (15kV/1 A) 激励变；300kV 分压器；

所以对于开关母线等断口电容小的试品也可以进行试验

第四章 变频电源详细使用介绍

4.1. 设备基本说明

4.1.1. 电源:

◎ 将380V的二根火线直接与调频电源的“输入”连接。

4.1.2. 操作面板说明



图1

◎ **高压开关:** 负责计算机部分的电源供给, 断开。

◎ **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。

- ◎ 停止：发生紧急情况的应急中断按键。
- ◎ 信号：用于接入分压器低压臂，最大电压 100V，输入阻抗 100M。
- ◎ 接地：用于系统安全接地。
- ◎ 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，直接在 380V 电源电源的两根火线上接入。
- ◎ 输出：调频电源输出至激励变压器输入。

4.1.3. 接通电源

操作箱在上电后启动“高压通”，液晶点亮显示。

注意：仪器两侧开孔处的风扇在运行则表示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。

4.2.0. 触摸屏显示器：

调频电源的控制屏幕为全触摸屏，你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，液晶的显示界面如图 2 所示



图2

- ◎ **自动、手动**: 选择试验模式;
- ◎ **设置**: 各种试验参数的设置;
- ◎ **资料**: 查看和输出试验记录;
- ◎ **时间**: 设置试验时间;

4.2.2. 试验参数设置:在每次试验前必须正确设置当次试验是的各种参数!
 点击“设置”后,液晶的显示界面如图3所示。

频率范围			030.00-300.00		自动
输入电压			试验电压		返回
020.00V			200.00KV		
报警电压			报警电压		
030.00A			00:01		
1	2	3	4	5	回格
6	7	8	9	0	确认

图 3

- ◎ **试验频率**: 选择自动调谐时的频率区间, 自动调谐时在此区间内扫频。
 1. 下限频率最高为 100HZ, 上限频率最低为 150HZ。
 2. 当第一次试验时建议采用 30HZ~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。
- ◎ **输出电压**: 设置调谐时输出电压的初此值。
 1. 对 Q 值较低的试品如发电机、电动机、架空母线, 初此值设定为 30~40V;

2. 对 Q 值较高的试品如电力电缆、变压器、GIS 等，初此值设定为 10~15V。

◎ **试验电压：**设置试验电压的最高值。

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，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，我们强烈建议你在设置试验电压时，将“**试验电压**”的数值设定为比要施加的试验电压低 5%U_e。

◎ **报警电压：**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%。

◎ **报警电流：**设置输出电流的最高值。

在不知道实际试验电流的情况下，一般将其设置成装置额定电流的 2/3。

◎ **运行时间：**设置试验电压的加压时间。

00:01 指试验时间为 1 分钟，其余的依此类推。

◎ **确认：**移动需要设置的位置。

当设置完某一参数后，点击“**设置**”自动保存该参数并进入下以设置项。

◎ **1~0：数字键：**选择需要设置的数值。

◎ **020.00 位置：**按数字时显示需要值。

◎ **退格：**改变设置位数。

◎ **返回：**设置完成后返回到图 2 界面。

点击“**返回**”后，保存所有设置了的参数，进入到试验界面。

注意：因为你是第一次使用我们的设备，建议在在进行试验操作前仔细检查你的当次设置是否符合试验要求。具体做法就是在试验前你再次点击“**设置**”，进入图 3 界面，依次检查每一项参数，确认与试验要求符合后再点击“**返回**”进入待试验的图 2 界面。

第五章 通用操作说明

通用操作步骤

正确按照接线示意图及相关要求连接试验回路，在现场设置试验警示标记，正确设置各项试验参数。

1. 自动试验：


进入图 2 界面，点击“自动”，进入下图 4 界面，点击“启动”，“确认”，则自动进行调谐、升压、计时、降压。

输出电压 000.00V	试验电压 000.00KV	试验电流 000.00A	返回
试验频率 020.00Hz		调谐频率 000.00Hz	启动
运行方式 停 止		运行时间 00:00:00	

图 4

界面依次如下：调谐

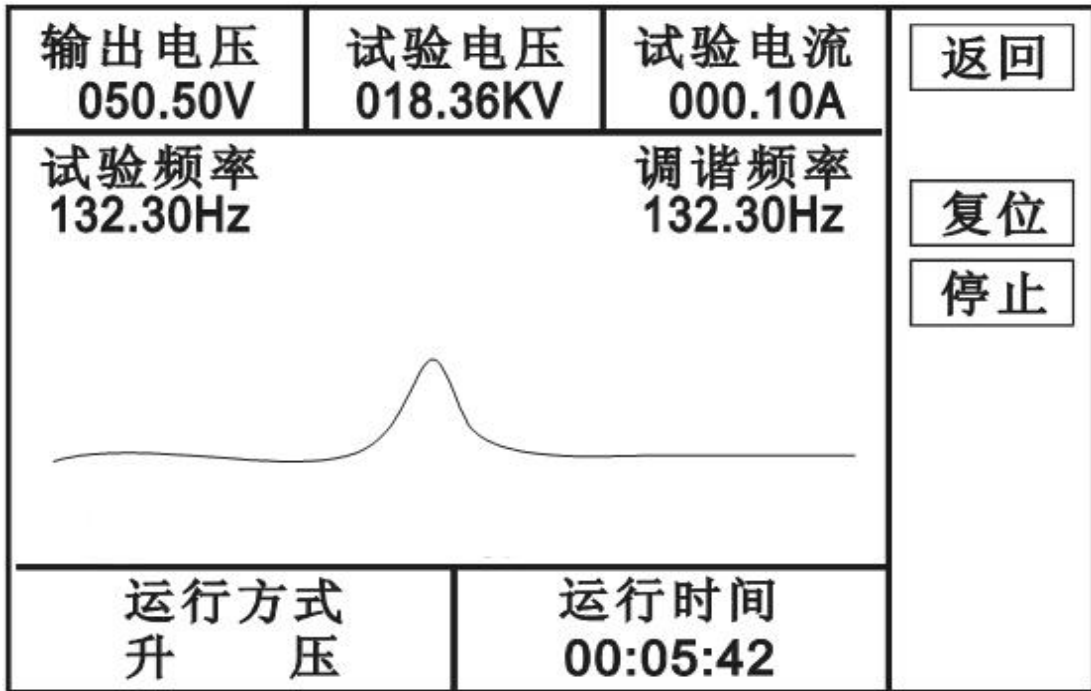
输出电压 015.00V	试验电压 001.36KV	试验电流 000.10A	返回
试验频率 132.30Hz		调谐频率 132.30Hz	复位
运行方式 调 谐		运行时间 00:04:32	



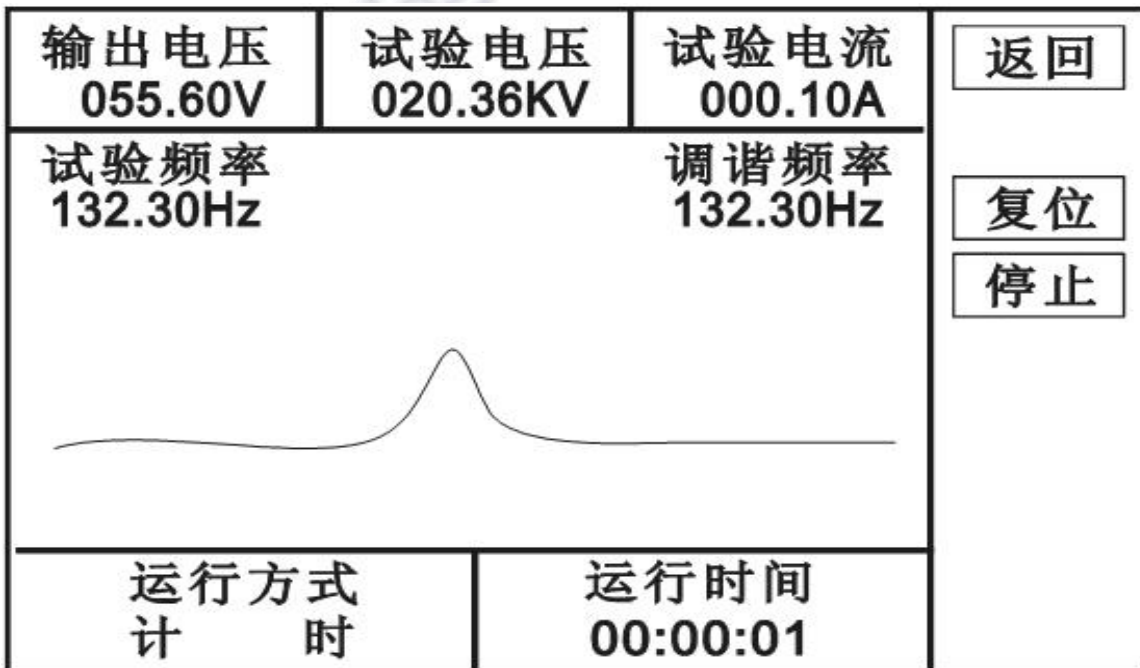
为了更好地找到准确的谐振点，仪器在本功能下的调谐分为粗调和细调两步，均为自动进行，只有完成了调谐，才自动进入到下一界面；

因为是在低电压下的调谐，所产生的高压电压不会对被试品有任何的损害，所以请耐心等待。即使在最不利的情况下，自动调谐的时间也不会超过3分钟！

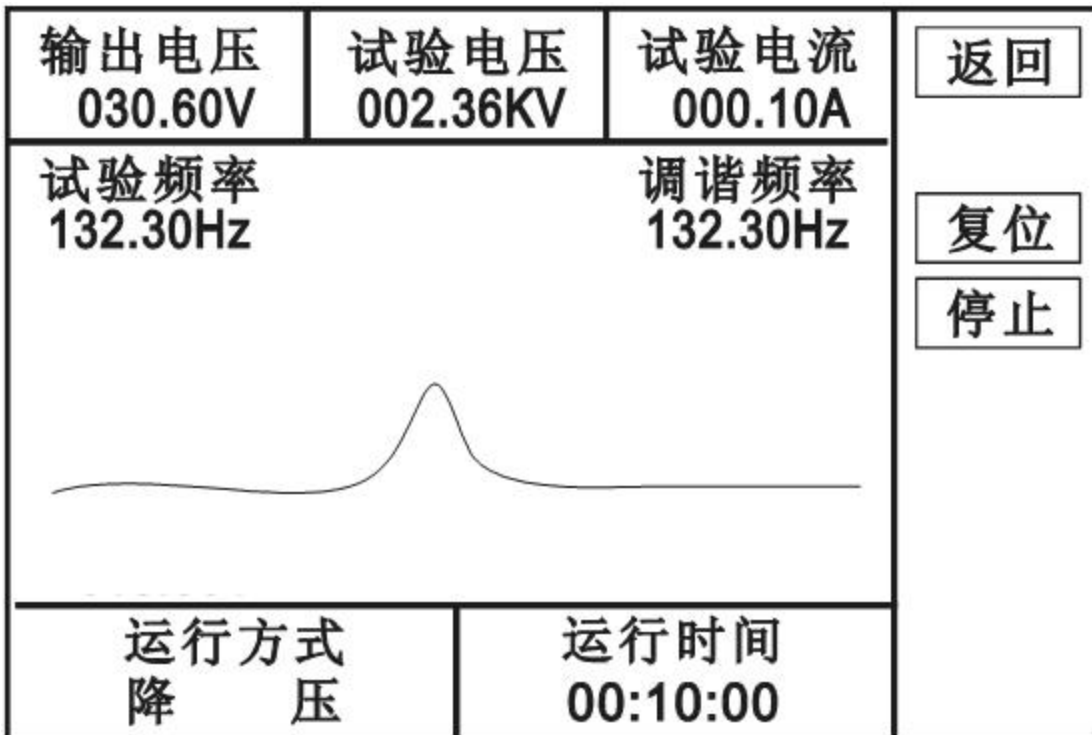
升压：



计时：



降压:



试验完成:



在试验过程中出现保护动作时，均有相关界面显示。

2. 手动/半自动试验:

进入图 2 界面，点击“手动”，进入下图 4 界面，点击“启动”，“确认”，则可以手动/自动调频、手动升降压。

输出电压 000.00V	试验电压 000.00kV	试验电流 000.00A	返回
试验频率 020.00Hz	调谐频率 000.00Hz	启动	
加	频率	加	电压

输出电压 000.00V	试验电压 000.00kV	试验电流 000.00A	返回
试验频率 020.00Hz	调谐频率 000.00Hz	复位	启动
加	频率	加	电压
		调谐	

半自动试验: 点击“调谐”，则自动调谐，调谐完成后点击电压“加、减”

手动升压。

手动试验：点击频率“加、减”，则手动调谐，调谐完成后点击电压“加、减”手动升压。

5.5.3. 资料查询及输出试验结果

进入图 2 界面，点击“资料”，进入资料界面，点击“上页”，“下页”，可以调阅历次试验记录。

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，还必须严格按照国家有关标准和规程进行试验操作。
4. 各联接线不能接错，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：

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；

3) 检查每一只电抗器的通断；

4) 检查分压器的信号线的通断；

5) 检查分压器的高低压电容臂的通断；

6) 装置自身升压时没有谐振点，还需要检查补偿电容器的通断；

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) 调谐曲线是一条曲线，有较低的尖峰；

2) 试验时一次电压较高，高压却较低，甚至在没有升到试验电压时，

—

3) 次电压已经到达额定电压，回路自动降压；

原因：

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放晕线

排除方法：

1) 将补偿电容器并接入试验回路，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，采用高压放晕线，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 相关资料

7.1 相关省份电缆试验规程

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程													
省份: 江苏 安徽 湖北 福建	电缆电压等级	1.8	3.6	6	6	8.7	12	21	25	—	64	127	
		3	6	6	10	10	20	35	35	66	110	220	
交 接	U	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	-	1.7U ₀	1.4U ₀
	KV	3.6	7.2	12	12	17.4	24	42	52	-	109	178	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
预 试	U	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	1.6U ₀	-	1.36U ₀	1.15U ₀
	KV	3	6	10	10	14	19	34	42	-	87	146	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
试验频率: 30~30 0Hz													
共4页 第1页													

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程													
省份: 浙 江	电缆电压等级	1.8	3.6	6	6	8.7	12	21	25	—	64	127	
		3	6	6	10	10	20	35	35	66	110	220	
交 接	U	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	-	1.7U ₀	1.4U ₀
	KV	3.6	7.2	12	12	17.4	24	42	52	-	109	178	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
预 试	U	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	1.7U ₀	-	1.36U ₀	1.15U ₀
	KV	3	6	10	10	14	19	34	42	-	87	146	
	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	
中低压 45~65H z 高压: 35~75H z													
共4页 第2页													

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程

省份:	试验频率 (HZ)	1.8/3	3.6/6	6/6	6/10	8.7/10	12/20	21/35	25/35	—/66	64/110	127/220		
华北	1↕300 HZ	交 U KV	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	1.7U0	1.7U0	1.7U0	
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	5	5	
		预 U KV	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.36U0	1.36U0	1.36U0	
		防 T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
山东	20↕300 HZ	交 U KV	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	—	1.7U0	1.7U0	
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	5	5
		预 U KV	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	—	1.36U0	1.36U0
		防 T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	—	5	5

共4页 第3页

国内部分地区(省)修订后交联电缆试验规程

省份:	试验频率 (HZ)	1.8/3	3.6/6	6/6	6/10	8.7/10	12/20	21/35	25/35	—/66	64/110	127/220		
吉林	20↕70 HZ	交 U KV	3.5U0	11.6	3.0U0	3.0U0	3.0U0	—	—	—	—	—		
		接 T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—		
		预 U KV	5.7	9.9	9.9	14.8	14.8	—	—	—	—	—		
		防 T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—		
广西 贵州 云南 东西州南	20↕300 HZ	交 U KV	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	2U0	—	1.7U0	1.7U0	
		接 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60
		预 U KV	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	1.6U0	—	1.36U0	1.12U0
		防 T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60

共4页 第4页

7.2 谐振装置容量选择

试验电流: $I=2\pi fCU \times 10^{-3}$ (A)

频率的选择 (HZ)

- 1、发电机———50HZ, 取 50HZ
- 2、变压器———45~65HZ, 取 50HZ
- 3、GIS、开关、母线———30~300HZ, 取 45HZ
- 4、电力电缆: 30~300HZ, 取 35HZ

电压的选择 (KV)

按照规程要求, 确定最高试验电压。

电容量的选择 (uf)

根据被试品最大电容量确定

装置最大容量: $P=UI \times 1.25$ (KVA)