

NRXZ-270kVA/270kV

串联谐振技术方案

◇产品简介-----02

◇技术方案-----03

产品简介

1、串联谐振耐压试验装置介绍

参考标准：[GB50150-2006](#), [DL/T849.6-2004](#)



【产品图片】

『产品优点』

我公司变频串联谐振耐压试验装置采用多项新技术，荣获多项国家专利。其中变频电源采用施耐德接触器和断路器，可靠性高；同时采用进口 10 寸真彩触摸屏，触屏响应快，高电压冲击不死机。南瑞电气率先实现技术创新，将多台变频电源并联使用。当需要大容量时，多台变频电源并联一起输出；当只需要做小容量负载时，可以分成几套小功率单独使用。这样提高了设备使用率，便携性也优于同类厂家。我公司变频电源并联使用技术为国内首创，采用汽车上广泛成熟的 CAN 总线通讯技术，一人操作，最多可以控制 10 台变频电源并联输出。

电抗器分干式带铁芯、油式空心或带铁芯、干式空心电抗器三种规格。

另外：不管任何时候从我公司购买的谐振，当容量不够用时只需购买差额容量即可，不需要购买全额容量的谐振。

举例说明：比如 18 年 5 月购买了一套 270kVA 的谐振，在做试验过程中，遇到一条需要 540kVA 容量的电缆。现有的谐振容量不够，此时只需要再买我公司一套 270kVA 的谐振并联使用即可，而不需要重新购买 540kVA 的容量。这样既可以节约资金，遇到两个工地同时需要使用时，还可以分成两套 270kVA 的谐振单独使用。如购买其他公司同类产品，则只能重新购买一套大功率的设备。既浪费资金，使用率还很低。该谐振实现了变频电源、激励变压器、电抗器自由组合并联输出之功能。

『相比同类公司产品我公司技术优势明显』

1、仪器具有过压、过流、零位启动、系统失谐（闪络）、分段电压输出、各段电压独立预置试验时间，7 寸或 10 寸真彩触摸屏，施耐德或 ABB 公司接触器和断路器，数据实时打印和保存，输出回路配有专用接触器，停机后触摸输出线不会触电，杜绝安全隐患。

2、过压、过流、时间任意预置、标准正弦波输出，变频电源由我公司自主研发，根据串联谐振试验现场电压不太稳定、电压过高容易烧坏变频电源等特点，我公司基于 DSP+FPGA 平台自主研发的全新变频电源，频率输出范围为 20-350Hz，过压过流、闪络保护响应更快，采用防反击技术，设备停机后自动释放反击电动势，浪涌保护采用国内最高的四级浪涌保护标准。

3、宽电压范围输入、宽频率输入，50Hz-60Hz 频率自适应，发电机、工业供电均可可靠工作。

4、仪器具有四种工作模式，节约用户资金、提高设备便携性和可靠性、宽调频输出（20-350Hz）。

工作模式分为：全自动模式、手动模式、自动找频、联机模式（两个变频电源并联输出时使用）。

5、可以多台变频电源并联输出，可以将不同时间购买的变频电源并联为大功率的单台电源使用，不需要重复够买，此功能为我公司首创，节约用户资金。

6、一台变频电源可以控制最多 9 台变频电源同时输出，只需在其中任意一台上操作，其他几台无人职守；客户可以先购买一套小容量的，不够后再购买多套并联使用，价格更便宜，使用更灵活。

7、对应 110kV 及以上等级电缆做耐压时，容量需求比较大，其他公司都是采用油式电抗器，重量重、体积大、设备利用率低，我公司开创性采用空心电抗器（外径 800mm，高度 80mm，重量 25kg）多台串并联的替代模式，每台只有 25kg，需要多少容量就串并多少台，一人操作、拆装方便、随搬随走，解决了重量和利用率等问题，而购置价格却和油式电抗器差别不大。

8、干式空心电抗器可以兼容 10kV、35kV、110kV、220kV 等电压等级，一次购买，多电压等级下均能使用，对于经常户外使用的客户而言，效益明显。

技术方案

一、设备制造遵循的国家标准和行业标准

GB7328-87	<< 变压器和电抗器的声级测量>>
GB1094	<<电力变压器>>
GB/T16927.1-2-1997	<<高电压试验技术>>
ZBK41006-89	<<试验变压器>>
GB4208	<<外壳防护等级>>
GB2900	<<电工名词术语>>
GB5273	<<变压器、高压电器和套管的端子>>
GB191	<<包装储运标志>>
GB10327	<<电力变压器绝缘水平和绝缘试验外绝缘自空气间隙>>
GB10229-88	<<电抗器>>
IEC358(1990)	<<耦合电容器和电容分压器>>
IEC1000	<<电磁兼容性>>
GB4793-1984	电子测量仪器安全要求

二、被试品对象及试验要求

- 1、10kV/300mm² 电缆 3km 的交流耐压试验，电容量≤1.1265uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 22kV，试验时间 5min。
- 2、35kV/300mm² 电缆 1km 的交流耐压试验，电容量≤0.1945uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。
- 3、110kV/630mm² 电缆 0.2km 的交流耐压试验，电容量≤0.0368uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 128kV，试验时间 60min。
- 4、110kV/63000kVA 主变全绝缘交流耐压试验，电容量≤0.02uF，试验频率 45-65Hz，试验电压不超过 160kV，试验时间 1min。
- 5、110kV 及以下电压等级 GIS，开关母线母排等变电站设备的交流耐压试验，试验频率 30-300Hz，试验电压不超过 265kV，试验时间 1min。

三、工作环境

1. 环境温度：-10℃ - 50℃；
2. 相对湿度：≤90%RH；

3. 海拔高度：≤1000 米；

四、装置主要技术参数及功能

1. 额定容量：270kVA；
2. 输入电源：单相 220V 电压，频率为 50Hz；
3. 额定电压：45kV；90kV；135kV；270kV
4. 额定电流：6A；3A；2A；1A
5. 工作频率：30-300Hz；
6. 装置输出波形：正弦波
7. 波形畸变率：输出电压波形畸变率≤1%；
8. 工作时间：额定负载下允许连续 60min；过压 1.1 倍 1 分钟；
9. 温升：额定负载下连续运行 60min 后温升≤65K；
10. 品质因素：装置自身 $Q \geq 30$ ($f=45\text{Hz}$)；
11. 保护功能：对被试品具有过流、过压及试品闪络保护(详见变频电源部分)；
12. 测量精度：系统有效值 1.5 级；

五、装置容量确定

1、10kV/300mm² 电缆 3km 交流耐压试验，电容量≤1.1265uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 22kV，试验时间 5min。

试验频率： $f=35\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi \times 35 \times 1.1265 \times 10^{-6} \times 22 \times 10^3=5.45\text{A}$

$L=1/\omega^2C=1/(2\pi \times 35)^2 \times 1.1265 \times 10^{-6}=18.4\text{H}$

2、35kV/300mm² 电缆 1km 的交流耐压试验，电容量≤0.1945uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。

试验频率： $f=35\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi \times 35 \times 0.1945 \times 10^{-6} \times 52 \times 10^3=2.22\text{A}$

$L=1/\omega^2C=1/(2\pi \times 35)^2 \times 0.1945 \times 10^{-6}=106.3\text{H}$

3、110kV/630mm² 电缆 0.2km 的交流耐压试验，电容量≤0.0368uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 128kV，试验时间 60min。

试验频率： $f=35\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi \times 35 \times 0.0368 \times 10^{-6} \times 128 \times 10^3=1.04\text{A}$

$L=1/\omega^2C=1/(2\pi \times 35)^2 \times 0.0368 \times 10^{-6}=562\text{H}$

根据以上各项目试验电压、电流、频率、电感量即设计 6 节电抗器，单节电抗器为

67.5kVA/27kV/2.5A/50H

验证 1、10kV/300mm² 电缆 3km 交流耐压试验，电容量≤1.1265uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 22kV，试验时间 5min。

使用电抗器 6 节并联，此时电感量为 110/6=18.3H

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{21.5\times 1.1265\times 10^{-6}})=35.05\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 35.05\times 1.1265\times 10^{-6}\times 22\times 10^3=5.46\text{A}$

2、35kV/300mm² 电缆 1km 的交流耐压试验，电容量≤0.1945uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。

使用电抗器 2 节串联 3 组并联，此时电感量为 $2\times 110\times 1.05/3=77\text{H}$

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{77\times 0.1945\times 10^{-6}})=41.13\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 41.13\times 0.1945\times 10^{-6}\times 52\times 10^3=2.61\text{A}$

3、110kV/630mm² 电缆 0.2km 的交流耐压试验，电容量≤0.0368uF，试验频率 30-300Hz，试验电压 128kV，试验时间 60min。

使用电抗器 3 节串联 2 组并联，此时电感量为 $3\times 110\times 1.05^2/2=182\text{H}$

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{182\times 0.0368\times 10^{-6}})=61.5\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 61.5\times 0.0368\times 10^{-6}\times 128\times 10^3=1.82\text{A}$

装置容量定为 270kVA/270kV；设计节 6 节电抗器，单节电抗器为 45kVA/45kV/1A/110H，使用电抗器串并联能满足上述被试品的试验要求。

试验时设备使用关系列表

设备组合 被试品对象	电抗器	激励变压器输出 端选择	试验电压 (KV)
110kV/300mm ² 电缆 3km	6 节并联	4kV	≤22kV
35kV/300mm ² 电缆 1km	2 节串联 3 组并联	4kV	≤52kV
110kV/630mm ² 电缆 0.2km	3 节串联 2 组并联	4kV	≤95kV
110kV/63000kVA 主变全绝缘	4 节串联	8kV	≤160kV
110kV 及以下电压等级 GIS，开关母线等	6 节串联	16kV	≤265kV

六、系统配置及其参数

1. 激励变压器 NRJLB-15kVA/4/8/16KV/0.4KV

1 台

- a) 额定容量：15kVA；
- b) 输入电压：0-400V；
- c) 输出电压：4/8/16KV/0.4KV；

-
- d) 结 构：干式；
 - e) 重 量：约 55kg；

2. 变频电源 XZ-F-15KW/380V

1 台

- a) 额定输出容量：15kW
 - b) 工作电源：220/380±10%V(单/三相)，工频
 - c) 输出电压：0 - 400V，三相，
 - d) 额定输入电流：39A
 - e) 额定输出电流：22A
 - f) 电压分辨率：0.01kV
 - g) 电压测量精度：1.5%
 - h) 频率调节范围：30 - 300Hz
 - i) 频率调节分辨率：≤0.01Hz
 - j) 频率稳定度：0.1%
 - k) 运行时间：额定容量下连续 60min
 - l) 额定容量下连续运行 60min 元器件最高温度≤65K；
 - m) 噪声水平：≤50dB
 - n) 重 量：约 10kg；
 - o) 可实现以下功能
- 1) 变频电源的放置为纵向和横向，特别适合现场操作及观察；
 - 2) 内外部具备特殊减震橡胶支撑脚和保护铝箱，可有效减缓运输中的颠簸震动和吊装时的冲击。保证了变频电源的长期稳定性和可靠性；
 - 3) 参数显示：可显示谐振电压(即试验前设置的目标电压)、试验频率、测量频率、低压电压、低压电流、耐压时间、过压保护、过流保护、闪络保护、操作模式切换、电容，电感，频率互换计算、参数查询等
 - 4) 参数设置：完成各种参数的设置，可对起始频率、终止频率、起始电压、阶段升压和计时、测量分压器变比、激励变变比、过压保护、过流保护、闪络保护、试验模式、电容电感频率互换计算、参数设置提示以及帮助等参数进行设置或选择；
 - 5) 试验模式：有全自动、半自动、手动三种运行状态。具备升压、调谐(含手动、自动)、运行状态、模式切换、故障提示功能等；
 - 6) 保护功能及其信息提示：具备高压过压保护、低压过流、过流保护，以及失谐保护、零位、闪络保护、紧急停机、欠压保护等多重保护功能；
 - 7) 数据存储功能：试验结果保存(手动保存)、打印、回查等
- ① 试验结果：手动或自动试验完毕后，在试验结果界面中可显示出试验时的详细参数，当试
-

验发生中断时，可提示中断状态。可将参数保存在存储器中，该存储器为非易失存储器，可保存 500 组试验记录；

- ② 数据查询：可将已保存的试验结果数据显示到屏幕上，利用设备所携带打印机打印
- 8) 自动稳压功能：系统根据设定的试验电压或手动升压结果，自动跟踪并维持稳定的试验电压，电压稳定度可达 1.0%；
- 9) 调频范围及频率分辨率均可设定：调频范围可设为 20~400Hz，出厂默认设置为 30~300Hz，也可按需设置，加快调谐过程；频率分辨率根据需要，可预设为 0.01Hz、0.1Hz，在调谐效率与调谐精准度之间取得优化平衡；
- 10) 频率调节分为粗调和细调，并可自动寻找试验谐振点，保证谐振频率在整个试验过程中不发生漂移；

3. 高压电抗器 NRDK-45kVA/45kV

6 节

- a) 额定容量：45kVA；
- b) 额定电压：45kV；
- c) 额定电流：1A；
- d) 电感量：110H/单节；
- e) 品质因素： $Q \geq 30$ ($f=45\text{Hz}$)；
- f) 结构：干式；
- g) 重量：约 40kg；

4. 电容分压器 NRFRC-270kV/550pF

1 台

- a) 额定电压：270kV；
- b) 高压电容量：550pF
- c) 介质损耗： $\text{tg} \sigma \leq 0.5\%$ ；
- d) 分压比：1000: 1
- e) 测量精度：有效值 1.5 级；
- f) 重量：约 8kg；

七、供货清单一览表

配置设备一览表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	变频电源	NRXZ-15kW/380V	台	1	
2	激励变压器	NRJLB-15kVA/4/8/16KV/0.4kV	台	1	
3	高压电抗器	NRDK-45kVA/45kV/1A/110H	节	6	
4	电容分压器	FRC-270kV/550pF	套	1	
5	内部连接线		套	1	