13200kVA-100kV 调频式串联谐振试验装置

一、 产品概述

该装置主要针对 35kV 电力电缆的交流耐压试验设计制造。电抗器采用多只分开设计，可满足高电压、小电流的设备试验条件要求。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、高压电抗器、电容分压器组成。

此设备是由我公司多年生产经验与市场客户反馈升级的第四代交流耐压谐振试验装置，区别于以前设备黑白屏触摸模拟数字处理控制灵敏度低，输入电源只能单项选择。第四代交流耐压谐振试验装置人机界面采用 32 位 RISC CPU 和精简的 LINX 内核，7 寸电容触摸大屏真彩图形格式，试验谐振频率曲线、升压曲线、计时曲线显示，高压电流、高压电压、低压电流真有效值数字反馈于界面，谐振频率计算、被试品谐振电容计算结果、保护功能具有，低压电流、高压电压、闪络电压保护功能更灵敏，最大优点是不受输入电源限制 220V 与 380V 都可做为设备工作电源。

二、 被试品对象

1、满足 35kV，400mm^2，25000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.365uF,最高试验电压不超过 91kV。

2、满足 35kV，500mm^2，23000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.338uF,最高试验电压不超过 91kV。

3、满足 35kV，630mm^2，21000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.319uF,最高试验电压不超过 91kV。

三、工作环境

1. 环境温度：－15^{0}C –45 ^{0}C
2. 相对湿度：≤90%RH
3. 海拔高度: ≤2500 米

四、装置主要技术参数及功能

1. 额定容量：13200kVA
2. 输入电源：单相 220V/三相 380V 电压，频率为 50Hz
3. 额定电压：100kV
4. 额定电流：132A
5. 工作频率：30-300Hz
6. 波形畸变率：输出电压波形畸变率≤1%
7. 工作时间：额定负载下允许连续 60min
8. 温　　升：额定负载下连续运行 60min 后温升≤65K
9. 品质因素：装置自身 Q≥30(f=45Hz)
10. 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)
11. 测量精度：系统有效值 1.5 级

五、设备遵循标准

GB50150－2006　　《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》

DL/T474.4-2006　　《现场绝缘试验实施导则－交流耐压试验》

DL/T596-1996　　《电力设备预防性试验规程》

GB/T16927.1-2-1997　　《高电压试验技术》

DL/T1015　　《现场直流和交流耐压试验电压测量系统的使用导则》

GB/T311.1-1997　　《高压输变电设备的绝缘与配合》

GB10229-1988　　《电抗器》

GB1094.3-2003　　《电力变压器》

GB191-2000　　《包装储运图示标志》

JB/T9641-1999　　《试验变压器》

IEC 358(1990)　　《耦合电容器和电容分压器》

GB4793-1984　　《电子测量仪器安全要求》

GB/T3859.2-1993　　《半导体变流器　应用导则》

GB/T2423.8-1995　　《电工电子产品基本环境试验规程》

DL/T849.6-2004　　《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》

六、装置容量确定：

1）.35kV，400mm^2，25000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.365uF,最高试验电压不超过 91kV。

频率取 40Hz

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times40\times5.365\times10^{-6}\times91\times10^{3}=122.6$ A

对应电抗器电感量 $L=1/\omega^2C=2.95H$

2）.35kV，500mm^2，23000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.338uF,最高试验电压不超过 91kV。

频率取 40Hz

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times40\times5.338\times10^{-6}\times91\times10^{3}=122.0$ A

对应电抗器电感量 $L=1/\omega^2C=2.97H$

3）.35kV，630mm^2，21000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.319uF,最高试验电压不超过 91kV。

频率取 40Hz

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times40\times5.319\times10^{-6}\times91\times10^{3}=121.6$ A

对应电抗器电感量 $L=1/\omega^2C=2.98H$

※：根据以上各项目试验电压、频率、电感量即设计六节（附加两节）电抗器，使用电抗器六节（附加两节）组合串联完成以上各项试验要求和目的,则单节电抗器为 2200kVA/100kV/22A/16H

验证：1）.35kV，400mm^2，25000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.365uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节并联此时电感量为 16/6=2.67H

此组合电抗器输出电流为 6*22=132A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2.67\times5.365\times10^{-6}})=$42Hz

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times42\times5.365\times10^{-6}\times91\times10^{3}=$129 A

验证：2）.35kV，500mm^2，23000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.338uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节并联此时电感量为 16/6=2.67H

此组合电抗器输出电流为 6*22=132A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2.67\times5.338\times10^{-6}})=$42.17Hz

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times42\times5.338\times10^{-6}\times91\times10^{3}=128.6\ A$

验证：3）.35kV，630mm²，21000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤5.319uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节并联此时电感量为 16/6=2.67H

此组合电抗器输出电流为 6*22=132A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2.67\times5.319\times10^{-6}})=42.25Hz$

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times42.25\times5.319\times10^{-6}\times91\times10^{3}=128.4\ A$

验证：附 1）.35kV，400mm²，30000m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤6.438uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节**（附加 2 节）**并联此时电感量为 16/8=2H

此组合电抗器输出电流为 8*22=176A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2\times6.438\times10^{-6}})=44.4Hz$

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times44.4\times6.438\times10^{-6}\times91\times10^{3}=163.3\ A$

验证：附 2）.35kV，500mm²，27700m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤6.429uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节**（附加 2 节）**并联此时电感量为 16/8=2H

此组合电抗器输出电流为 6*22=176A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2\times6.429\times10^{-6}})=44.4Hz$

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times44.4\times6.429\times10^{-6}\times91\times10^{3}=163.2\ A$

验证：附 3）.35kV，630mm²，25400m 交联电缆的交流耐压试验，试验频率 30~300Hz，电容量≤6.433uF,最高试验电压不超过 91kV。

☆：使用电抗器 6 节**（附加 2 节）**并联此时电感量为 16/8=2H

此组合电抗器输出电流为 6*22=176A，此组合电抗器高压输出为 100kV

试验频率 $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times3.14\times\sqrt{2\times6.433\times10^{-6}})=44.4Hz$

试验电流 $I=2\pi fCU_{试}=2\pi\times44.4\times6.433\times10^{-6}\times91\times10^{3}=163.2\ A$

总结：装置容量定为 13200kVA-100kV；分六节电抗器，电抗器单节为 2200kVA/100kV/22A/16H 通过组合使用能满足上述被试品的试验要求。

七、电抗器使用关系表

试验时关系列表

设备组合 / 试品		电抗器 2200kVA/100kV 六节	激励变压器输出端选择
35kV 电力电缆 400mm^2 (试验电压 91kV)	长度 25000m	使用电抗器 6 节并联	4kV
35kV 电力电缆 500mm^2 (试验电压 91kV)	长度 23000m	使用电抗器 6 节并联	4kV
35kV 电力电缆 630mm^2 (试验电压 91kV)	长度 21000m	使用电抗器 6 节并联	4kV

八、系统配置及其参数

1、激励变压器 JLB-700kVA/3kV/4kV/5kV/6kV/0.2kV/0.4kV　　1 台

a) 额定容量：700kVA

b) 输入电压：400V/200V，单相

c) 输出电压：3kV；4kV；5kV；6kV

d) 输出电压：233.3A；175A；140A；116.7A

e) 阻抗电压：≤10％

f) 噪声电平：≤60dB

g) 运行时间：额定输出电流，连续 60min

h) 温升最高：≤65K

i) 频　　率：30 – 300Hz

j) 冷却方式：ONAN

k) 封装结构：金属外壳油浸式

l) 吊装方式：吊环+吊钩+可滚动轮子

m) 重　　量：约 2200 kg

n) 尺寸：L（1300mm）×W（950mm）×H（1500mm）

2. 变频电源 CHXB-700kW/220V/380V　　1 台

a) 额定输出容量：700kW

b) 工作电源：单相 220V/三相 380V，工频/50Hz

c) 输出电压：0 – 400V，单相/20~300Hz

d) 额定输入电流：1063.5A

e) 额定输出电流：1750A

f) 输出波形：正弦波

g) 电压分辨率： 0.01kV

h) 电压测量精度：0.5%

i) 频率调节范围：20 - 300Hz

j) 频率调节分辨率：≤0.1Hz

k) 频率稳定度： 0.1%

l) 运行时间：额定容量下连续 60min

m) 额定容量下连续运行 60min 元器件最高温度≤65K

n) 噪声水平：≤50dB

o) 结构尺寸：长 1000mm*宽 700mm*高 1800mm （大约

p) 重量：约 300 kg

q) 可实现以下功能

一、 内部由嵌入式触摸屏控制,操作功能得到优化,操作简单

二、 自动扫频,寻找谐振点.频率范围 20-300Hz,可手动设置扫频范围,扫频最大耗时 3 分钟(全频扫). 频率分辨率 0.1Hz

三、 自动试验,用户可设置试验程序,系统自动按设置的程序完成试验过程

四、 自动试验时,自动跟踪系统的谐振状态,当谐振状态发生变化,超过设置的区域时,系统自动跟踪谐振点.在整个过程中保证系统工作在最优出力状态，调频时绘制频率电压曲线。

五、 耐压时自动跟踪电压,电压正常波动时自动调整电压到目标电压,由用户根据试验情况进行操作

六、 全压输出保护：在调压过程中，严格保证变频电源不会全电压输出

七、 软件经过严格模拟运行检验，运行安全、稳定、可靠

八、 自动保存试验数据,数据查询功能,根据查询条件查询以往的试验数据;

九、 液晶显示屏可显示电源电压和电流；高压输出的频率、电压、电流

十、 保护功能：具有断电、过流、过压及闪络保护功能；

a) 过电压保护：可人工设定过电压保护值；当整套装置的输出电压达到保护整定值时，自动切除整套装置

b) 过电流保护：可人工设定过电流保护值；当整套装置的输出电流达到保护整定值时，自动切除整套装置

c) 击穿保护：具有放电或闪络保护功能，当高压侧发生对地闪络时，自动切除整套装置。不会对试验设备和人身造成伤害，变频电源内电子元件不会击穿

d) 断电保护：试验电源断电后，装置能快速保护

十一、 变频电源内部结构及其各元器件在经过正常的公路、铁路运输后，相互位置不变，不损坏，紧固件不松动

十二、 外观及操作界面充分采用人性化设计，美观大方，操作简便

3. 高压电抗器 DK-2200kVA/100kV 6 节

a) 额定容量：2200kVA

b) 额定电压：100kV

c) 额定电流：22A

d) 电 感 量：16H/单节

e) 电感误差：±5%

f) 品质因素：Q≥50 (f=45Hz)

g) 频 率：30 – 300Hz

h) 封装结构：绝缘筒油浸式

i) 冷却方式：ONAN

j) 温升最高：≤65K

k) 运行时间：额定输出电流，连续 60min

l) 噪声电平：≤60dB

m) 吊装方式：吊环+吊钩

n) 尺 寸：Φ（1600mm）×H（1000mm）

o） 重 量：约 2500kg×6

4、电容分压器 FCR-100kV -1000 pF 1 套

a) 额定电压：100V

b) 电 容 量：1000pF

c) 工作频率：30-300Hz

d) 过电压最高整定值为额定电压的 1.1 倍

e) 在对非容性试品试验时，兼作谐振电容用

f) 分压器本体介质损耗：≤0.5%

g) 封装结构：绝缘筒式

h) 冷却方式：ONAN

i) 温升最高：≤65K

j) 运行时间：额定输出电流，连续 60min

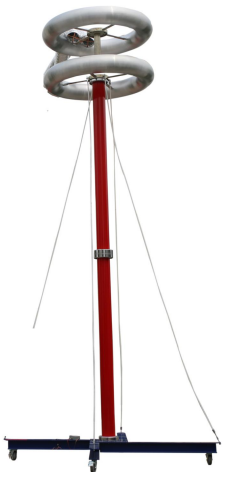
k) 噪声电平：≤60dB

l) 测量精度：1.5 级

m) 分压比：3000：1

n) 尺 寸：Φ（150mm）×H（1000mm）

o) 重量：约 20kg



九、系统的基本配置

（一）配置设备一览表

序号	设备名称	型号及规格	数量	单位
1	激励变压器	JLB-700kVA/3kV/4kV/5kV/6kV/0.2kV/0.4kV	1	台
2	变频电源	CHXB-F-700kW/0.2kV/0.38kV	1	台
3	高压电抗器	DK-2200kVA/100kV	6	台
4	电容分压器	FCR-100kV/1000pF	1	套
5	绝缘支架		1	套
6	试验连接线		1	套

（二）设备附件相关资料一览表

序号	资 料 名 称	单位	数量	备 注
1	出厂试验报告	份	1	
2	成套装置使用说明书	份	1	

4	产品合格证和用户意见卡	套	1	

十、售后服务

1. 该设备到货后，供方负责该套设备现场调试并协助需方完成第一次现场试验，并负责设备的操作及人员技术培训。

2. 供方对提供的所有产品实行保修，保修期为发货之日起壹年时间，保修期内负责免费检查，零部件的更换。

3. 超过壹年的产品供方常年负责维修，且只收取维修成本费用。

4. 实行 24 小时快速响应服务，在接到需要服务的电话或传真后,24 小时实行技术响应,如有需要供方售后服务人员可在 48 小时内到达现场。