



# LTZB-540kVA/270kV/45kV 变频串联谐振耐压试验装置

# 技 术 方 案

武汉市立泰电力新技术有限公司



# LTZB-540kVA/270kV/45kV 变频串联谐振耐压试验装置

## 一、系统执行标准

GB50150-2006	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》
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》
JB/T9641-1999	《试验变压器》
GB10229	《电抗器》
GB/T.311-1997	《高压输变电设备的绝缘与配合》
DL/T846-2004	《高电压测试设备通用技术条件》
GB4793-1984	《电子测量仪器安全要求》
GB2900	《电工名词术语》
GB4208	《外壳防护等级》
GB191	《包装贮运标志》
GB/T16927-1997	《高电压试验技术》

## 二、工作环境

1. 环境温度：-15°C-40 °C;
2. 相对湿度：≤90%RH;
3. 海拔高度：≤3500 米;

## 三、装置主要适用范围

- 1、满足 300mm<sup>2</sup>,10kV 电缆交流耐压试验，长度 4km，电容≤1.48uF,试验频率 30~300Hz,试验电压 U≤22kV。



- 2、满足 300mm<sup>2</sup>,35kV 电缆交流耐压试验, 长度 2km, 电容 $\leq 0.38\mu\text{F}$ ,试验频率 30~300Hz,试验电压  $U\leq 52\text{kV}$ 。
- 3、满足 630mm<sup>2</sup>,110kV 电缆交流耐压试验, 长度 0.5km, 电容 $\leq 0.139\mu\text{F}$ ,试验频率 30~300Hz,试验电压  $U\leq 128\text{kV}$ 。
- 4、满足 120MVA/220kV 以下变压器中性点交流耐压试验, 电容 $\leq 0.02\mu\text{F}$ ,试验频率 45~65Hz,试验电压  $U\leq 160\text{kV}$ 。
- 5、满足 110kV 母线, GIS 交流耐压试验, 试验频率 30~300Hz,试验电压  $U\leq 265\text{kV}$ 。

## 四、系统技术规范及性能

### 4.1 系统技术参数

- |                |  |
|----------------|--|
| 4.1.1 额定输出电压:  | 0~270kV  |
| 4.1.2 谐振电压波型:  | 正弦波, 波形畸变率 $< 1.0\%$                           |
| 4.1.3 最大被试品电流: | 2A   |
| 4.1.4 最大试验容量:  | 540kVA   |
| 4.1.5 输出频率:    | 30~300Hz                                       |
| 4.1.6 工作时间:    | 满功率输出下, 连续工作时间 60min                           |
| 4.1.7 品质因素:    | 30~90  |
| 4.1.8 输入工作电源:  | 单相 220V 或三相 380V $\pm 5\%$ , 50Hz              |
| 4.1.9 环境温度:    | -15 $^{\circ}\text{C}$ ~+40 $^{\circ}\text{C}$ |
| 4.1.10 相对湿度:   | $< 90\text{RH}\%$ , 无凝露状况                      |
| 4.1.11 海拔高度:   | $< 3500\text{m}$                               |
| 4.1.12 噪声:     | $\leq 50\text{dB}$                             |

### 4.2 系统的性能特点

- 4.2.1 充分利用我公司在电子测量技术和电磁兼容方面的优势, 完全自主开发设计和生产该套设备所有组成部分包括: 变频电源、激励变压器、浇注式高压电抗器和高精度电容分压器。



4.2.2 具备手动/自动模式、大屏幕显示、试验参数设置，并具有自动计时及操作提示功能。

4.2.3 具备多项保护功能，如：过压、过流保护、放电保护、失谐保护等。

## 五、装置容量确定

满足  $630\text{mm}^2, 110\text{kV}$  电缆交流耐压试验，长度  $0.5\text{km}$ ，电容  $\leq 0.139\mu\text{F}$ ，试验频率  $30\sim 300\text{Hz}$ ，试验电压  $U \leq 128\text{kV}$ 。

频率取  $35\text{Hz}$

试验电流  $I = 2\pi fCU_{\text{试}} = 2\pi \times 35 \times 0.139 \times 10^{-6} \times 128 \times 10^3 = 3.9\text{A}$

对应电抗器电感量  $L = 1/\omega^2 C = 148\text{H}$

设计六节电抗器，将六节电抗器三节串联二组并联使用，则单节电抗器的参数为  $90\text{kVA}/45\text{kV}/2\text{A}/98\text{H}$ ，装置总容量为  $540\text{kVA}$ 。

验证：1. 满足  $120\text{MVA}/220\text{kV}$  以下变压器中性点交流耐压试验，电容  $\leq 0.02\mu\text{F}$ ，试验频率  $45\sim 65\text{Hz}$ ，试验电压  $U \leq 160\text{kV}$ 。

使用电抗器四节串联，此时电感量为  $L = 98 \times 4 = 392\text{H}$ ，

试验频率  $f = 1/2\pi \sqrt{LC} = 1/(2 \times 3.14 \times \sqrt{392 \times 0.02 \times 10^{-6}}) = 59.3\text{Hz}$ 。

试验电流  $I = 2\pi fCU_{\text{试}} = 2\pi \times 59.3 \times 0.02 \times 10^{-6} \times 160 \times 10^3 = 1.1\text{A}$ 。

2. 满足  $300\text{mm}^2, 10\text{kV}$  电缆交流耐压试验，长度  $4\text{km}$ ，电容  $\leq 1.48\mu\text{F}$ ，试验频率  $30\sim 300\text{Hz}$ ，试验电压  $U \leq 22\text{kV}$ 。

使用电抗器六节并联，此时电感量为  $L = 98/6 = 16.3\text{H}$ ，

试验频率  $f = 1/2\pi \sqrt{LC} = 1/(2 \times 3.14 \times \sqrt{16.3 \times 1.48 \times 10^{-6}}) = 32.3\text{Hz}$ 。

试验电流  $I = 2\pi fCU_{\text{试}} = 2\pi \times 32.3 \times 1.48 \times 10^{-6} \times 22 \times 10^3 = 6.6\text{A}$ 。

3. 满足  $300\text{mm}^2, 35\text{kV}$  电缆交流耐压试验，长度  $2\text{km}$ ，电容  $\leq 0.38\mu\text{F}$ ，试验频率  $30\sim 300\text{Hz}$ ，试验电压  $U \leq 52\text{kV}$ 。

使用电抗器二节串联三组并联，此时电感量为  $L = 98 \times 2/3 = 65\text{H}$ ，



试验频率  $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{65\times 0.38\times 10^{-6}})=32\text{Hz}$ 。

试验电流  $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 32\times 0.38\times 10^{-6}\times 52\times 10^3=4\text{A}$ 。

结论：装置容量定为 **540kVA/270kV/45kV**，分六节电抗器，电抗器单节为 **90kVA/45kV/2A/98H**，使用电抗器组合能满足上述被试品的试验要求。

## 六、试验时使用关系表

试品	设备组合	电抗器 90kVA/45kV 六节	激励变压器输出 端选择
满足 10kV/300mm <sup>2</sup> 电 缆, (试验电压 ≤ 22kV, 试验时间 5min)	长度 800m 以下	使用电抗器一节	1.5kV
	长度 800~1600m	使用电抗器二节并联	1.5kV
	长 度 1600~2400m	使用电抗器三节并联	1.5kV
	长 度 2400~3200m	使用电抗器四节并联	1.5kV
	长 度 3200~4000m	使用电抗器五节并联	1.5kV
	长 度 4000~5000m	使用电抗器六节并联	1.5kV
满足 35kV/300mm <sup>2</sup> 电 缆, (试验电压 ≤ 52kV, 试验时间 60min)	长度 600m 以下	使用电抗器二节串联	3kV
	长度 600~1200m	使用电抗器二节串联 二组并联	3kV
	长 度 1200~2000m	使用电抗器二节串联 三组并联	3kV
满足 110kV/630mm <sup>2</sup> 电 缆, (试验电压 ≤ 128kV, 试验时间 60min)	长度 250m 以下	使用电抗器三节串联	5kV
	长度 250~500m	使用电抗器三节串联 二组并联	5kV
满足 120MVA/220kV 以下变压器中性点, (试验电压 160kV, 试验 时间 1min)		使用电抗器四节串联	5kV
满足 110kV 母		使用电抗器六节串联	15kV



线,GIS,(试验电压≤ 265kV,试验时间 1min)			
----------------------------------	--	--	--

## 七、主要部件的技术规范及性能

### 7.1 变频电源控制箱 LTZB-20kVA/220V/380V 1 台

#### 7.1.1 技术参数

- 7.1.1.1 输入工作电源： 单相 220V 或三相 380V±5%， 50Hz。
- 7.1.1.2 输出电压和电流： 0~400V， 最大电流 50A。
- 7.1.1.3 输出频率： 30~300Hz, 频率调节细度 0.1Hz, 不稳定性<0.05%。
- 7.1.1.4 额定输出容量： 20kVA
- 7.1.1.5 外形尺寸和重量： 420×340×450mm; 30kg

#### 7.1.2 性能特点

- 7.1.2.1 参数设置： 可对试验电压、耐压时间、试验模式、试验电流、等参数进行设置或选择。
- 7.1.2.2 试验模式： 手动试验模式、自动试验模式
- 手动试验模式： 具备升压、调谐（含手动、自动）、降压（手控自动）功能等。
  - 自动试验模式： 进入试验状态后，自动进行调谐、升压、计时、降压、切断主回路并转到试验结果界面。
- 7.1.2.3 保护功能及其信息提示： 具备高压过压、低压过流保护，以及失谐保护、零位、放电保护等多重保护功能。
- 7.1.2.4 数据存储功能： 试验结果保存、回查等。
- 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，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 200 次试验记录。
  - 数据查询： 可将已保存的试验结果数据显示到屏幕上。
- 7.1.2.5 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%。
- 7.1.2.6 调频范围设定： 调频范围可设为 20~300Hz。



7.1.2.7 过压保护功能：软件过压保护值，丰富的高压过压保护功能，更具安全性，有效保护人身、设备及试品的安全。

7.1.2.8 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

7.1.2.9 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

7.1.2.10 断电保护：试验电源断电后，装置能快速保护

## 7.2 激励变压器 JLB-20kVA/1.5kV/3kV/5kV/15kV/0.4kV 1台

配置特点：将高电压、小电流、短时间与低电压、大电流、长时间的试品试验分开处理，配置不同抽头励磁变，以保证励磁变压器的最大利用率及重量最轻。10kV 电缆等电气设备试验时,使用 1.5kV 输出端;35kV 电缆等电气设备试验时，使用 3kV 输出端; 110kV 电缆,13.8kV 发电机试验时，使用 5kV 输出端; 110kV 变电站试验时，使用 15kV 输出端;

### 7.2.1 技术参数

7.2.1.1 额定容量： 20kVA

7.2.1.2 输入电压： 0~400V

7.2.1.3 输出电压： 1.5kV;3kV;5kV;15kV

7.2.1.4 工作频率范围： 30~300Hz

7.2.1.5 工作时间： 60min

7.2.1.6 外形尺寸和重量： 460×350×450mm; 65kg

7.2.1.7 适用范围： 电气主设备试验及电缆试验

### 7.2.2 性能特点

7.2.2.1 激励变为干式结构，无漏油之虑。



7.2.2.2 高、低压绕组及铁芯间均设静电屏蔽层，既是励磁变压器，又是隔离变压器。

7.2.2.3 内置过压保护，防止击穿反击。

### 7.3 高压谐振电抗器 DK-90kVA/45kV 6台

#### 7.3.1 技术参数

7.3.1.1 额定最高工作电压：45kV（有效值）

7.3.1.2 额定最大工作电流：2A（有效值）

7.3.1.3 额定容量：90kVA

7.3.1.4 额定电感量：98H

7.3.1.5 工作频率：30~300Hz

7.3.1.6 工作时间：60min

7.3.1.7 外形尺寸和重量： $\phi 400 \times 350\text{mm}$ ；60kg/台

#### 7.3.2 性能特点

7.3.2.1 高压谐振电抗器采用真空环氧整体浇注，外有憎水层，防潮性能好，绝缘耐热等级 F 级，满足干式电抗器国家规范要求。

7.3.2.2 电抗器为便携式，体积小，重量轻。

7.3.2.3 电抗器配有防涡流绝缘底座，串联时分组重叠，以降低总体高度减轻劳动强度，增强安全性稳定性。

### 7.4 电容分压器 FC-270kV/500pF 1台

#### 7.4.1 技术参数

7.4.1.1 工作方式：纯电容式

7.4.1.2 额定电压：270kV 有效值

7.4.1.3 额定电容量：500pF

7.4.1.4 工作频率：30~300Hz



7.4.1.5 测量误差： $<1.5\%$

7.4.1.6 外形尺寸和重量： $\phi 120 \times 1000\text{mm}$ ；8kg(2 只)

## 7.4.2 性能特点

7.4.2.1 额定电压下可连续运行 1 小时。

7.4.2.2 在 30~300Hz 范围内，其精度和稳定度保持要求不变。

7.4.2.3 在 20℃、0.4~0.5 $U_N$  下介损值： $\leq 0.15$

7.4.2.4 分压比误差：有效值时 $\leq 1.0\%$ ，

7.4.2.5 高、低压臂的电容采用一致的介质结构，温度系数小，角位移小，在 30~300H 内分压比不变。

7.4.2.6 电压测量通过专用测试引线引至变频电源进行测量。

## 八、系统的基本配置

### (一)主要部件一览表

序号	设备名称	规格	单位	数量	备注
1	变频电源控制箱	LTZB-20kVA/220V/380V	台	1	20kVA, 30~300Hz
2	激励变压器	JLB-20kVA/1.5kV/3kV/5kV/15kV/0.4kV	台	1	20kVA, 30~300Hz, 60min 输出电压:1.5kV;3kV;5kV;15kV
3	高压谐振电抗器	DK-90kVA/45kV	台	6	45kV, 2A, 98H, 60min
4	电容分压器	FC-270kV/500pF	台	1	270kV, 500pF, 精度 1.5 级, 纯交流

### (二) 设备附件及相关资料一览表

序号	名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	防雨防尘罩	按设备尺寸配套	只	10	
2	电抗器绝缘支架		套	1	
3	电抗器绝缘底座		只	九	



4	试验线	按设备成套 需要配置	包	1	
5	出厂试验报告		份	1	
6	成套装置使用说明书		份	1	
7	产品合格证		份	1	
8	装箱清单		份	1	

## 九. 服务

- 9.1 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。
- 9.2 供方对提供的所有产品实行保修，保修期为发货之日起一年时间，保修期内负责免费检查，零部件的更换。
- 9.3 超过一年的产品供方常年负责维修，且只收取维修成本费用。
- 9.4 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,4 小时实行技术响应