



HZBP-162kVA/108kV

变频串联谐振试验装置

技 术 方 案

武汉赫兹电力设备有限公司

第一部分 产品概述

该装置主要针对 10kV/300mm²、35kV/300mm² 电缆、35kV 开关等电气设备的交流耐压试验设计制造。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、励磁变压器、电抗器、电容分压器、补偿电容器组成。

一、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。
- 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。

二、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，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，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。

三、选用导则

1、电缆的交流耐压试验

目前在国际和国内已有越来越多的 XLPE 交联聚乙烯绝缘的电力电缆替代原有的充油油纸绝缘的电力电缆。但在交联电缆投运前的试验手段上由于被试容量大和试验设备的原因，很长时间以来，仍沿袭使用直流耐压的试验方法。近年来国际、国内的很多研究机构的研究成果表明直流试验对 XLPE 交联聚乙烯电缆有不同程度的损害。有的研究观点认为 XLPE 结构具有存储积累单极性残余电荷的能力，当在直流试验后，如不能有效的释放掉直流残余电荷，投运后在直流残余电荷加上交流电压峰值将可能致使电缆发生击穿。国内一些研究机构认为，交联聚乙烯电缆的直流耐压试验中，由于空间电荷效应，绝缘中的实际电场强度可比电缆绝缘的工作电场强度高达 11 倍。交联聚乙烯绝缘电缆即使通过了直流试验不发生击穿，也会引起绝缘的严重损伤。其次，由于施加的直流电压场强分布与运行的交流电压场强分布不同。直流试验也不能真实模拟运行状态下电缆承受的过电压，并有效的发现电缆及电缆接头本身和施工工艺上的缺陷。因此，使用非直流的方法对交联电缆进行耐压试验就越来越受到人们的重视。目前，在中低压电缆上国外已使用超低频电源（VLF）进行耐压试验。但由于此类 VLF 的电压等级偏低，尚不能用于 110kV 及以上的高压电缆试验。

2、试验频率

由于电缆的电容量较大，采用传统的工频试验变压器很笨重，庞大，且大电流的工作电源在现场不易取得。因此一般都采用串联谐振交流耐压试验设备。其输入电源的容量能显著降低，重量减轻，便于使用和运输。初期多采用调感式串联谐振设备（50Hz），但存在自动化程度差、噪音大等缺点。因此现在大都采用调频式（30-300Hz）串联谐振试验设备，可以得到更高的品质数（Q 值），并具有自动调谐、多重保护，以及低噪音、灵活的组合方式（单件重量大为下降）等优点。

国际大电网会议第 21、09 工作组发布的《试验导则》，建议频率范围为 30-300Hz。但实际上更低一些频率也具有较好地等效性。IEC60840 和 IEC62067 标准草案（2001 年和 2000 年）就规定可采用 20-300Hz。

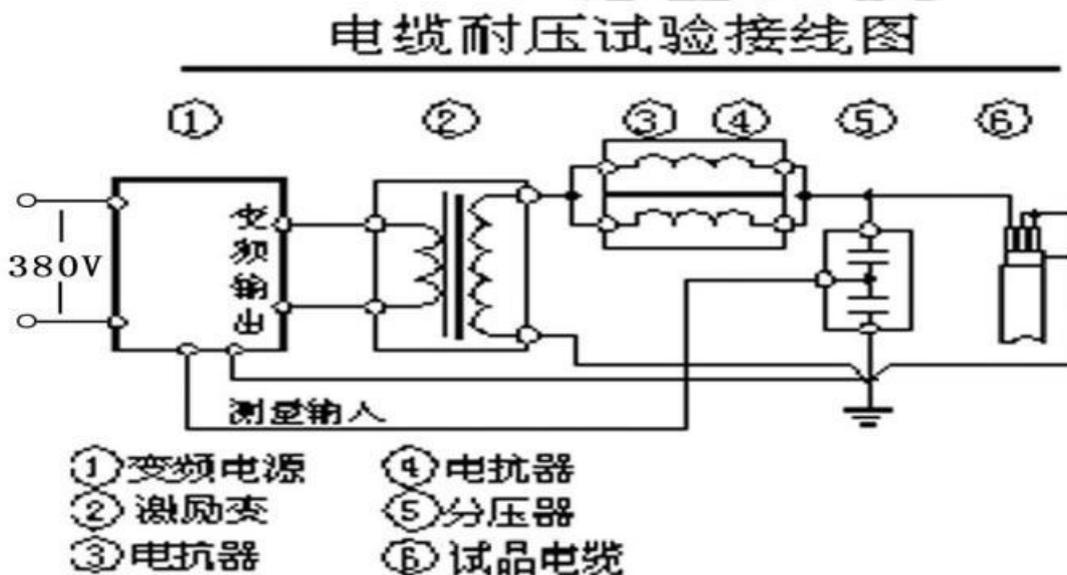
3、依据标准

由于设备容量和体积等问题，目前国家尚无高压电力电缆敷设后在现场进行交流耐压试验的相应标准。但对直流耐压试验的标准，由于前面所述原因人们也产生了一些疑问。CIGRI

国际大电网工作会议 21 工作组的《高压挤包绝缘电缆竣工验收试验建议导则》中对目前采用的直流耐压试验方法提出疑议，并推荐使用工频及近似工频（30-300Hz）的交流试验方法。IEC 60840 标准中在 45-150kV 敷设后电缆试验标准中除原直流试验标准外，增加了 1.7U₀ 5 分钟或 1U₀ 24 小时的交流试验标准。而在 220kV 等级中 IEC 62067/CD 草案中则取消了电缆敷设后试验中直流试验的标准，只有交流试验的要求，即 20-300Hz 1.4U₀ 60 分钟。为了更有效的对施工后的交联电缆进行交接试验，华北电力集团在《电力设备交接和预防性试验规程》修订内容中在电缆主绝缘耐压试验一项中增加了电缆的交流耐压试验标准。之后，国内很多地方也相应的出台了地方性试验标准，其试验频率大多都在 30-300Hz，中低压电缆试验电压为 1.6-2.0 倍的相电压，高压电缆试验电压一般都在 1.4-1.7 倍的相电压，具体根据各个地方略有不同，浙江推荐中低压电缆试验频率为 45-65 Hz，高压电缆试验频率为 35-75 Hz。

第二部分 HZBP-162kVA/108kV 变频串联谐振试验装置设备应用

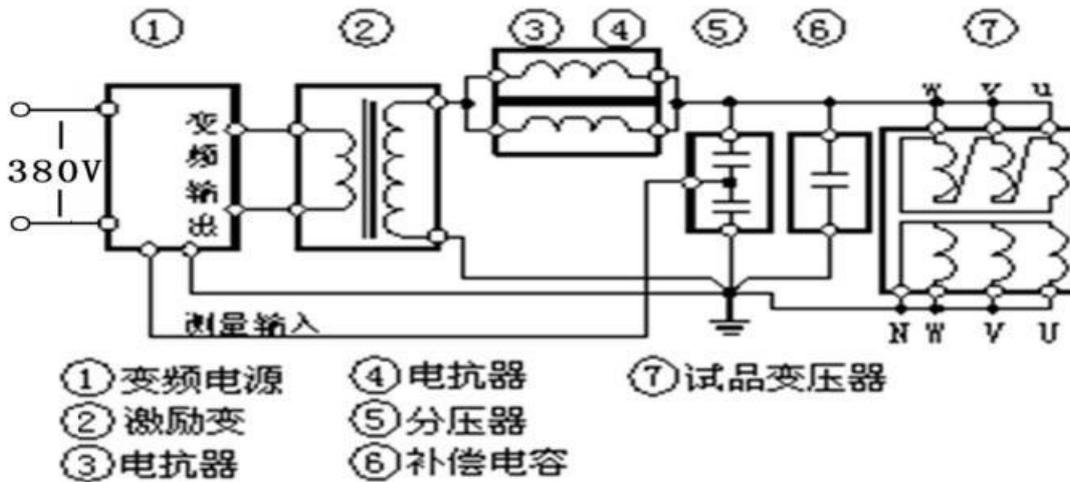
（一）交联乙烯电缆的交流耐压



（二）主变、开关等的交流耐压试验



变压器耐压试验接线图



第三部分 HZBP-162kVA/108kV 变频串联谐振试验装置

一、HZBP-指生产厂家型号

162 指设备能输出的最大额定容量，单位为 kVA

108 指设备能输出的电压等级，单位为 kV；

二、HZBP-162kVA/108kV 变频串联谐振试验装置技术指标

1. 额定电压：

22kV——满足 10kV/300mm²、3km 电缆的交流耐压试验，试验电压≤22kV，试验时间 5min；

52kV——满足 35kV/300mm²、1.5km 电缆的交流耐压试验，试验电压≤52kV，试验时间 60min；

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 60 分钟；

4. 装置自身品质因数：Q>50

5. GIS，开关等试验满负荷时品质因数：Q>20（与负载相关）

6. 输入电源：三相 380V 或单相 220V

7. 频率调节范围：30Hz~300Hz

8. 系统测量精度：1.5%

9. 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》

GB50150-2016

《电力设备预防性试验规程》

DL/T596-1996

《高压谐振试验装置》

DL/T 849.6—2004

《电抗器》	GB10229.88
《耦合电容器和电容分压器》	IEC358(1990)
《电力变压器》	GB1094.5-2003
《外壳防护等级》	GB1094.1-GB1094.6-96
《高电压试验技术》	GB/T16927.1~2-1997

四、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 $\leq 1.1265\mu\text{F}$ ，试验频率 30-300Hz，试验电压 22kV，试验时间 5min。
- 2、35kV/300mm² 电缆 1.5km 的交流耐压试验，电容量 $\leq 0.2917\mu\text{F}$ ，试验频率 30-300Hz，试验电压 52kV，试验时间 60min。
- 3、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。

五、装置主要技术参数及功能

- 1) 额定容量：162kVA
- 2) 额定电压：27kV；54kV；108kV
- 3) 额定电流：6A；3A；1.5A
- 4) 测量精度：系统有效值 1.5 级
- 5) 工作频率：30-300Hz
- 6) 装置输出波形：正弦波
- 7) 品质因素：装置自身 $Q \geq 30$ ($f=45\text{Hz}$)
- 8) 波形畸变率：输出电压波形畸变率 $\leq 1\%$
- 9) 输入电源：单相 220 或三相 380V 电压，频率为 50Hz
- 10) 工作时间：额定负载下允许连续 60min；过压 1.1 倍 1 分钟
- 11) 温升：额定负载下连续运行 60min 后温升 $\leq 65\text{K}$
- 12) 保护功能：过压、过流、零位启动、系统失谐（闪络）等保护功能

六、工作环境

环境温度：-10℃ - 40℃；

相对湿度： $\leq 90\%RH$ ；

海拔高度： ≤ 1000 米；

七、装置容量确定

装置容量定为 162kVA，分四节电抗器，电抗器单节为 40.5kVA/27kV/1.5A/80H。

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

使用四节电抗器并联， $L=80/4=20H$

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{20\times 1.1265\times 10^{-6}})=33.53Hz$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 33.53\times 1.1265\times 10^{-6}\times 22\times 10^3=5.22A$

2、35kV/300mm² 电缆 1.5km 的交流耐压试验，电容量 ≤ 0.2917uF，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， $L=80\times 2\times 1.15/2=92H$

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{92\times 0.2917\times 10^{-6}})=30.72Hz$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 30.72\times 0.2917\times 10^{-6}\times 52\times 10^3=2.93A$

满足实验要求。

八、试验时设备组合方式

试验时设备使用关系列表

被试品对象	组合方式	电抗器选择 (40.5kVA/27kV 四节)	激励变压器 输出端选择	试验电压 (kV)
10kV/300mm ² 电缆 3km		使用四节电抗器并联	1.5kV	≤22kV
35kV/300mm ² 电缆 1.5km		使用电抗器两节串联两组并联	3kV	≤52kV
35kV 开关等电气设备		使用四节电抗器串联	6kV	≤95kV

九、系统配置及其参数

(一) 变频电源 HZBP- 10kW

1 台

- 1) 额定输出容量：10kW
- 2) 工作电源：220/380±10%V（单/三相），工频
- 3) 输出电压：0 - 400V
- 4) 额定输入电流：25A
- 5) 额定输出电流：25A
- 6) 电压分辨率：0.01kV

- 7) 电压测量精度: 1.5%
- 8) 频率调节范围: 30 - 300Hz
- 9) 频率调节分辨率: $\leq 0.1\text{Hz}$
- 10) 频率稳定度: 0.1%
- 11) 运行时间: 额定容量下连续 60min
- 12) 温升: 额定容量下连续运行 60min 元器件最高温度 $\leq 65\text{K}$
- 13) 噪声水平: $\leq 50\text{dB}$
- 14) 尺寸 (长宽高 mm): 460×340×420
- 15) 重量: 约 15kg

(二) 激励变压器 HZJLB-10kVA/1.5/3/6kV/0.4kV

1 台

- 1) 额定容量: 10kVA
- 2) 输入电压: 0-400V
- 3) 输出电压: 1.5/3/6kV
- 4) 结构: 干式
- 5) 尺寸 (长宽高 mm): 480×420×385
- 6) 重量: 约 60kg

(三) 高压电抗器 HZDK-40.5kVA/27kV

4 节

- 1) 额定容量: 40.5kVA;
- 2) 额定电压: 27kV
- 3) 额定电流: 1.5A
- 4) 电感量: 80H/单节
- 5) 品质因素: $Q \geq 30$ ($f=45\text{Hz}$)
- 6) 结构: 干式
- 7) 尺寸 (内径高 mm): $\varnothing 322 \times 435$
- 8) 重量: 约 75kg

(四) 电容分压器 FRC-1000pF/110kV

1 套

- 1) 额定电压: 110kV
- 2) 高压电容量: 1000pF
- 3) 介质损耗: $\text{tg} \sigma \leq 0.5\%$
- 4) 分压比: 1500: 1
- 5) 测量精度: 有效值 1.5 级

6) 尺寸（内径高 mm）： $\varnothing 140 \times 1000$

7) 重 量：约 8kg

十、供货清单一览表

1、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	HZBP-10kW/220/380V	台	1	
2	激励变压器	HZJLB-10kVA/1.5/3/6kV/0.4kV	台	1	
3	高压电抗器	HZDK-40.5kVA/27kV	台	4	
4	电容分压器	FRC-1000pF/110kV	套	1	

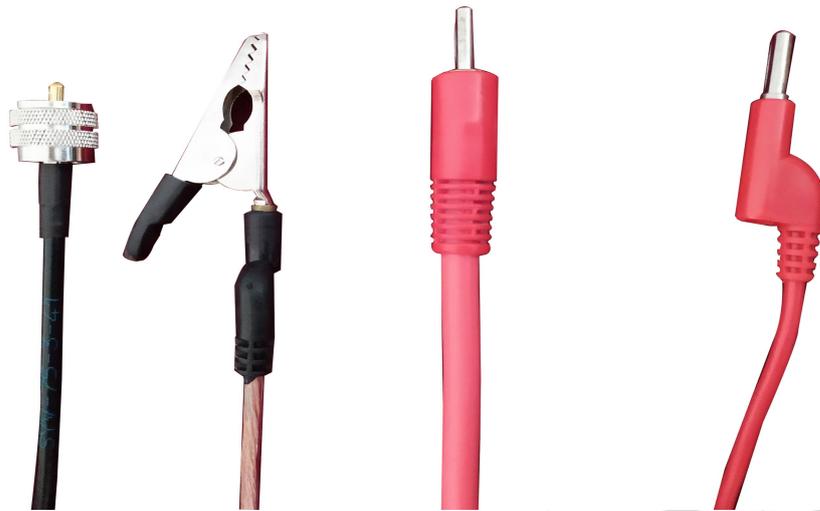
2、设备附件一览表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
1	分压器至电抗器间		套	1	
2	分压器至被试品间		套	1	
3	激励变至电抗器		套	1	
4	电抗器间连接线		套	1	
5	激励变间连接线		套	1	
6	激励变间连接线		套	1	
7	激励变进线		套	1	
8	电源进线		套	1	
9	接地线		套	1	

线材说明：

1. 两端接头说明

从左到右依次为航空插头、夹子、插头、插头



2. 连接线（线材为硅胶线）

（1）硅胶短接线（即电抗器连接线）



（2）高压硅胶线和风管线

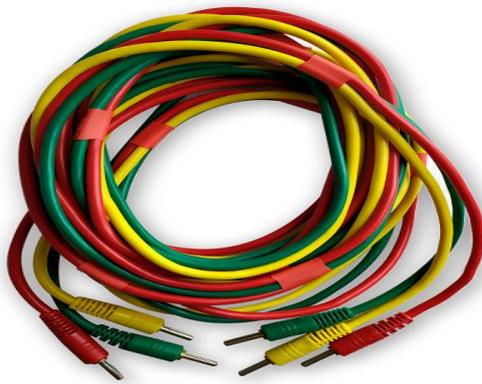


（3）接地线

（4）分压器线



(5) 电源线



3、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	
3	产品合格证和用户意见卡	套	1	

十一、串联谐振成套设备出厂试验及现场交接试验项目

成套装置出厂前需进行全部出厂试验，包括主要组成部份的出厂试验和成套装置连成一体的出厂试验。交货时提供全部试验报告

串联谐振出厂实验项目按下表规定：

序号	检查及试验项目
1	外观检查
2	电气性能测试：具体参数见试验报告

分压器的检查及试验项目按下表规定：

序号	检查及试验项目
1	外观检查
2	电容测量
3	工频耐压试验
4	损耗角正切值测量

其它配套件一律在系统内考核，合格标准是按国标 DL/T848, 行标 JB/T9641 及双方签定的技术协议

十二、最终验收

谐振成套试验装置安装完毕后应进行现场试验，试验内容根据规定的标准、规程、规范进行，所有试验结果均应符合产品的技术要求。

设备安装、调试和性能试验合格后方可投运。设备投运，稳定运行 1 小时后，谐振成套试验装置通过验收。

十三、技术培训

将安排 2~3 人进行操作和设备维护培训。

供方提供一次免费现场试验，如需多次现场试验，所费用由需方承担。

十四、使用寿命

使用寿命不低于 10 年

十五、提供的技术文件

向需方提供使用说明书、运行、维护手册和有关资料

十六、售后服务承诺

- 1) 该套设备到货后，根据供需双方合同中该套设备调试相关事宜的条款，如有调试需要，供方负责该套设备相关技术人员的现场技术支持服务。指导并协助需方完成该套设备的第一次现场验收试验以及需方相关操作人员的技术培训。需方验收合格后，应填写供方提供的设备《验收/维修报告》（见附表）作为需方已完成验收的凭证。
- 2) 供方对该套设备实行保修，保修期为出厂之日起一年，保修期内负责该产品（设备主体，不含配线等易耗附件）的免费检查、零部件更换。
- 3) 超过保修期一年的产品供方提供终身维护。一年以内供方免维修工时费只收取维修成本费用。一年以上则按正常程序计费（维修工时费、材料费、及附加）。
- 4) 实行全天候技术响应服务，在接到需要关于该套产品使用过程中出现问题的电话或传真后 8 小时内给予技术解决方案。

5) 如因人为操作不当或不可抗力等因素造成的设备损坏或无法使用则不在此质保范围。

十六、包装

16.1 包装

1) 我方根据国家标准和需方的实际运输条件, 将装置和所有备品备件及专用工具与仪器仪表采用适合于铁路和公路长途运输的包装箱进行包装好, 易损品应做好防震措施

2) 包装箱内都放有装箱单、全套安装使用说明书、产品合格证明书并其防止受潮。

3) 吊装标记明显, 保证产品在吊装和运输过程中不发生损坏、变形和部件丢失。

4) 包装箱连续编号, 不能有重号。包装箱面上按下述内容写上不褪色的醒目标签:

合同号

装车标志

目的站名称

收货人及目的地

设备名称和项目号

在产品的包装箱正面应标上“重心”、“起吊点”、“小心搬运”、“正面向上”、“防止受潮”、“勿倒”、“勿倾斜”、“防火”等字样

5) 从我方发货至需方收到期间, 设备确保完好无损。凡因包装不良所造成一切损失由我方自负。

十七、运输

1) 装运货物时, 需考虑便于现场卸货、搬运和安装。

2) 在设备启运后一周内, 我方将以最快捷的方式通知需方以下内容:

设备名称

件数、件号、重量

合同号

货运单号

达到港(站)

设备发出日期

十八、主要部件材料表

序号	名称	生产厂家及型号	备注
1	铜线	江阴双环	

2	硅钢片	武钢产 DQ120-30	国内唯一成卷购买武钢片，经本公司专业生产设备剪切
3	超高压电缆纸	四川乐山造纸厂产 550kV 匝间电缆纸	
4	围屏纸板	泰州魏德曼公司	
5	绝缘外壳	采用电工用无捻纱浸环氧树脂胶	国内唯一专业采用电工用无捻纱浸胶绕制生产
6	电工用无捻纱	上海耀华	
7	环氧树脂漆	无锡树脂厂	
8	铁板	宝钢/马钢	
9	电容膜（纸）	四川乐山（浙江民丰）	
10	控制用接触器、继电器	西门子、施耐德	

十九、现场图片

19.1 试验现场图片





第四部分 相关资料

地址：武汉市东西湖区宏图路9号金银潭现代企业城

网址：www.whhezi.com

全国统一服务热线：027-83267669

邮箱：whhezi@163.com

4.1 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		$\frac{1.8}{3}$	$\frac{3.6}{6}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{8.7}{10}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{21}{35}$	$\frac{26}{35}$	— 66	$\frac{64}{110}$	$\frac{127}{220}$
	交 接	U	2U ₀	2U ₀	-	1.7U 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	
试验频率: 30~300Hz 共4页 第1页	预 试	U	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	

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		$\frac{1.8}{3}$	$\frac{3.6}{6}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{8.7}{10}$	$\frac{12}{20}$	$\frac{21}{35}$	$\frac{26}{35}$	— 66	$\frac{64}{110}$	$\frac{127}{220}$
	中低压 45~65H z 高压: 35~75H z 共4页 第2页	交 接	U	2U ₀	2U ₀	-	1.7U 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	5
预 试	U	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	5	



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	26 35	— 66	64 110	127 220		
华北	1 ↑ ↓ 300	交	U KV	2U ₀	1.7 U ₀	1.7 U ₀	1.7 U ₀								
		接	T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	5	5	
	300	预	U KV	1.6 U ₀	1.36 U ₀	1.36 U ₀	1.36 U ₀								
		防	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
山东	20 ↑ ↓ 300	交	U KV	2U ₀	—	1.7 U ₀	1.7 U ₀								
		接	T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	5	5
	300	预	U KV	1.6 U ₀	—	1.36 U ₀	1.36 U ₀								
		防	T min	5	5	5	5	5	5	5	5	5	—	5	5

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	26 35	— 66	64 110	127 220		
吉林	20 ↑ ↓ 70	交	U KV	3.5 U ₀	11.6 U ₀	3.0 U ₀	3.0 U ₀	3.0 U ₀	—	—	—	—	—		
		接	T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—		
	70	预	U KV	5.7	9.9	9.9	14.8	14.8	—	—	—	—	—		
		防	T min	5	5	5	5	5	—	—	—	—	—		
广东西 广贵云 州南	20 ↑ ↓ 300	交	U KV	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	2U ₀	—	1.7 U ₀	1.7 U ₀	
		接	T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60
	300	预	U KV	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	1.6 U ₀	—	1.36 U ₀	1.12 U ₀
		防	T min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	—	60	60

4.2 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)

4.3 常见试品电容量及试验电压

4.3.1 交联聚乙烯电缆单位长度电容量

电缆导体 截面积 Mm ²	电容量 (uF/km)						
	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV	YJV、 YJLV
	6/6kV、 6/10kV	8.7/6kV、 8.7/10kV	12/35kV	21/35kV	26/35kV	64/110KV	128/220kV
1(3)*35	0.212	0.173	0.152				
1(3)*50	0.237	0.192	0.166	0.118	0.114		
1(3)*70	0.270	0.217	0.187	0.131	0.125		
1(3)*95	0.301	0.240	0.206	0.143	0.135		
1(3)*120	0.327	0.261	0.223	0.153	0.143		
1(3)*150	0.358	0.284	0.241	0.164	0.153		
1(3)*185	0.388	0.307	0.267	0.180	0.163		
1(3)*240	0.430	0.339	0.291	0.194	0.176	0.129	
1(3)*300	0.472	0.370	0.319	0.211	0.190	0.139	
1(3)*400	0.531	0.418	0.352	0.231	0.209	0.156	0.118
1(3)*500	0.603	0.438	0.388	0.254	0.232	0.169	0.124

1(3)*600	0.667	0.470	0.416	0.287	0.256		
3*630						0.188	0.138
3*800						0.214	0.155
3*1000						0.231	0.172
3*1200						0.242	0.179
3*1400						0.259	0.190
3*1600						0.273	0.198
3*1800						0.284	0.297
3*2000						0.296	0.215
3*2200							0.221
3*2500							0.232

4.3.2 油浸式电力变压器交流试验电压

额定电压 kV	最高工作电压 kV	线端交流试验电压值 kV		中性点交流试验电压值 kV	
		全部更换绕组	部分更换绕组或交接时	全部更换绕组	部分更换绕组或交接时
<1	≤1	3	2.5	3	2.5
3	3.5	18	15	18	15
6	6.9	25	21	25	21
10	11.5	35	30	35	30
15	17.5	45	38	45	38
20	23.0	55	47	55	47
35	40.5	85	72	85	72
110	126.0	200	170 (195)	95	80
220	252.0	360	306	85	72
		395	336	(200)	(170)
500	550.0	630	536	85	72
		680	578	140	120

4.3.3 电力系统常用变压器的电容量

1) 60kV 级全绝缘变压器的电容 (pF)

试品容量 (kVA)	630	2000	3150	6300	8000	1600
------------	-----	------	------	------	------	------

类 型						
高压—地	2700	4100	4600	5900	7000	8200
低压—地	4200	6600	7900	10000	11000	15300

对于表中没有的产品，可根据表中的上、下容量近似地估算。同容量的双绕组变压器，其绕组电容要比三绕组产品小。

2) 110kV 中性点分级绝缘变压器的电容 (pF)

试品容量 (kVA)	50000	31500	20000	10000	5600
高压—中压、低压、地	14200	11400	8700	6150	4200
中压—高压、低压、地	24800	11800	13200	9600	--
低压—高压、中压、地	19300	19300	12000	9400	6800

3) 220kV 级中性点非全级绝缘部分变压器的电容 (pF)

试品型号		SEPSL--63000	SSPSL--120000	SSPSL--240000
类 型	高压—中压、低压、地	12100	13500	17050
	中压—高压、低压、地	18500	19700	23260
	低压—高压、中压、地	18200	23600	29940
试品型号		SFPL--240000	SFP--360000	SFPSZL--120000
类 型	高压—中压、低压、地	32230	33910	38020
	中压—高压、低压、地	--	--	23260
	低压—高压、中压、地	22470	23790	22160

4.4.4 电力系统中常用发电机的电容量

类 别	发 电 机				
	型 号	生 产 厂 家	额 定 容 量 MW	额 定 电 压 kV	相 电 容 μF
火 力 发 电 机	QF-30-2		30	6.3	0.1
	QF-60-2		60	6.3	0.234
	QF-60-2		60	10.5	0.33
	QFS-125-2	上海电机厂	125	13.8	0.08-0.12
	QF-135-2		135	13.8	0.47
	QFSN-200-2	哈尔滨电机厂	200	15.75	0.19-0.21



	QFQS-200-2	东方电机厂	200	15.75	0.1928-0.21
	QFQS-200-2	北京重型电机厂	200	15.75	0.18-0.19
	QFS-300-2	上海电机厂	300	18.0	0.16-0.20
	QFSN-300-2	上海电机厂	300	18.0	0.18-0.20
	ATB-2	美国 GE 公司	352	23.0	0.268
	TBB-320-2	前苏联	320	20.0	0.31
	2-105*234	美国西屋公司	600	20.0	0.2
	50WT23E-138	ABB	600	22.0	0.253
水力发电电机			72.5-85	10.5	0.694
			125-150		1.8-1.9
			300	15.75	1.7-2.5
			400	18.0	2-2.5
			600		2.1-2.5

4.4.5 试验电压

发电机交流试验电压参考表

1	全部更换定子绕组并修好后 试验电压	容量 kVA	小于 10000	10000 及以上		
		额定电压 kV	0.036 以上	6 以下	6-18	18 以上
		试验电压 kV	2Un+1 且不小于 1.5	2.5 Un	2.5Un+3000	按专门协议
2	大修前或局部 更换定子绕组 并修好后	运行 20 年及以下者			1.5 Un	
		运行 20 年以上与架空线直接连接者			1.5 Un	
		运行 20 年以上不与架空线直接连接者			(1.3-1.5)Un	