





安全须知

 **警告**  **危险**：当您发现有以下不正常情形发生，请立即终止操作并切断电源线。立刻与登丰电力销售部联系维修。否则将会引起火灾或对操作者有潜在触电危险。

- 仪器操作异常。
- 操作中仪器产生反常噪音、异味、烟或闪光。
- 操作过程中，仪器产生高温或电火花。
- 电源线、电源开关或测试线损坏。
- 杂质或液体流入仪器。

安全信息

 **警告**  **危险**：为避免可能的电击和人身安全，请遵循以下指南进行操作。

免责声明

用户在开始使用仪器前请仔细阅读以下安全信息，对于用户由于未遵守下列条款而造成的人身安全和财产损失，登丰电力将不承担任何责任。

仪器接地

为防止电击危险，请连接好接地线。

不可 在易爆及潮湿环境使用仪器

不可在易燃易爆气体、蒸汽、多灰尘及潮湿的环境下使用仪器。在此类环境使用电子设备，都是对人身安全的冒险。

不可 打开仪器外壳

非专业维修人员不可打开仪器外壳，以试图维修仪器。仪器在关机后一段时间内仍存在未释放干净的电荷，这可能对人身造成电击危险。

不要 使用已损坏的仪器

如果仪器已经损坏，其危险将不可预知。请断开电源，不可再使用，也不要试图自行维修。

不要 使用工作异常的仪器

如果仪器工作不正常，其危险不可预知，请断开电源，不可再使用，也不要试图自行维修。

不要 超出本说明书指定的方式 使用仪器

超出范围，仪器所提供的保护措施将失效。

目录

一、装置简介	3
1、装置适用范围及装置特点.....	3
2、一般使用条件.....	4
3、设备及试验遵循标准.....	5
二、设备主要技术参数	6
1、系统技术指标.....	6
2、系统主要功能.....	6
3、系统显示功能.....	7
4、产品其他特点.....	7
5、各部件技术参数.....	8
6、接口配置：.....	9
7、变频电源配备的专用电缆及专用引线.....	9
三、系统说明	11
1、主要技术特点.....	11
2、工作原理与功能.....	12
四、使用说明	17
1、通电启动及通信连接.....	17
2、试验操作步骤.....	18
3、提示信息说明：.....	21
4、故障报警信息说明.....	22
5、试验数据保存及查询.....	23
6、高压测量值校验.....	24
7、单三相工作模式.....	24
8、并联运行模式.....	24
9、单管保护功能.....	25
五、注意事项	26
六、设备供货清单	28

一、装置简介

1、装置适用范围及装置特点：

本试验系统采用正弦波高保真线性功率放大变频电源，达到无局放要求，变频电源输出波形为纯正正弦波，可满足以下试验要求：

- 110/220kV/180MVA 及以下电压等级电力变压器的局部放电、感应耐压试验；
- 110kV/800mm² 电缆 4km 的交流耐压试验，电容量≤0.896uF，试验频率 20-300Hz，试验电压 128kV，试验时间 60min；
- 110kV GIS 的交流耐压试验，试验频率 20-300Hz，试验电压 184kV，试验时间 1min。

系统参数的选择与确定；

- 110kV/800mm² 电缆 4km 的交流耐压试验，电容量≤0.896uF，试验频率 20-300Hz，试验电压 128kV，试验时间 60min；

使用 2000kVA/200kV/10A/83H 电抗器两节并联：

使用电抗器两节并联，则 $L=83/2=41.5\text{H}$ ，则：

试验频率： $f=1/2\pi\sqrt{LC}=1/(2\times 3.14\times\sqrt{41.5\times 0.896\times 10^{-6}})=26.1\text{Hz}$

试验电流： $I=2\pi fCU_{\text{试}}=2\pi\times 26.1\times 0.896\times 10^{-6}\times 128\times 10^3=18.81\text{A}$ 。

(一) 试验时使用关系列表

被试品对象	设备组合	无局放补偿电抗器 350kVA/35kV 四节	激励变压器输出端选择
180MVA/110/220kV 及以下主变感应耐压及局放试验		使用无局放电源、补偿电抗器	±35kV
		谐振电抗器 2000kVA/200kV 两节	
110kV800mm ² /4km 交联电缆的交流耐压试验		使用两台电抗器并联	±5kV
110kV 及以下电压等级 GIS		使用电抗器一台	±10kV

2、一般使用条件:

- 周围空气温度:
 - 最高温度: 40℃ (使用) 50℃ (储存);
 - 最低温度: -10℃ (使用) -20℃ (储存);
 - 最大日温差: 25K;
 - 日照强度: 0.1W/cm² (风速 0.5m/s);
 - 最大风速: 18.7m/s;
- 海拔高度: ≤2000m;
- 环境月相对湿度(在 20℃时): 95%;
- 污秽等级: IV 级 (爬距: 3.1cm/kV, 按最高工作电压计);
- 地震烈度: 7 度;
- 使用地点: 户内外;
- 无火灾及爆炸危险;
- 不含有腐蚀金属和绝缘的气体存在;
- 有一可靠接地点, 接地电阻<0.5Ω;
- 安装放置地点平坦, 电抗器安装倾斜度不大于 5°。

3、设备及试验遵循标准:

GB1094	电力变压器
JB/T 9641	试验变压器
GB/T311. 1	高压输变电设备的绝缘与配合
GB/T 16927	高电压试验技术
GB4208	外壳防护等级
GB/T 15164	油浸式电力变压器负载导则
GB763	交流高压电器在长期工作时的发热
GB2900	电工名词术语
GB5273	变压器、高压电器和套管的接线端子
GB2536	变压器油
GB7328	变压器和电抗器的声级测定

GB7449	电力变压器和电抗器的雷电冲击试验和操作冲击试验导则
GB156	包装贮运标志
GB5027	电力设备典型消防规程
GB10237	电力变压器绝缘水平和绝缘试验外绝缘的空气间隙
GB4793-1984	电子测量仪器安全要求
GB/T2423. 8-1995	电工电子产品基本环境试验规程
GB/T3859. 1-1993	半导体变流器基本要求的规定
GB/T3859. 2-1993	半导体变流器 应用导则
GB/T4705	耦合电容器及电容分压器
GB7354	局部放电测量
GB10229 GB4109	电抗器 交流电压高于 1000V 的套管通用条件

二、设备主要技术参数

1、系统技术指标：

- 1) 额定工作输入电源：380V \pm 10%（三相）；50Hz；
- 2) 变频电源额定输出功率：260kW；
- 3) 额定输出容量：260kVA；
- 4) 额定输出电压：单相 0~350V；
- 5) 输出相数：单相；
- 6) 频率可调范围：20Hz~300Hz，频率在设定范围内调节时，电压恒定输出；
- 7) 输出频率分辨率：0.01Hz；
- 8) 输出频率不稳定性： \leq 0.05%；
- 9) 输出电压波形为正弦波：波形畸变率 \leq 1.0%；
- 10) 系统局部放电量： \leq 10pC；
- 11) 系统工作时间：变压器局放试验时运行时间 180min；绝缘水平：1.2 倍额定电压下耐压 1min；
- 12) 噪音水平： \leq 85dB；
- 13) 品质因素： $Q > 100$ （ $f=30\text{Hz}$ ）；
- 14) 变频电源容量：260kW（推挽线性放大式）。

2、系统主要功能：

- 1) 变频电源采用线性功放电路，完好正弦波输出，波形失真度小；
- 2) 具有电压自动稳定调整功能；
- 3) 安全可靠。本装置内集合了多种保护，包括：放电击穿保护、过电压、过电流整定保护、输出短路保护、开机零位保护、桥臂放大回路保护、功率曲线保护等。当任何一种保护出现时，装置立即封锁试验电压输出，切断主回路电源，确保试验人员、被试品以及试验系统的安全；
- 4) 采用光纤方式传输高压测量信号，将高压和低压回路彻底隔离；
- 5) 自动/手动两种控制方式；
- 6) 320*240 点液晶显示和多个旋转鼠标，提供了友好的人机界面，操作、接线简便快捷，真正做到“一看就会”；

- 7) 同步的电压, 电流和频率显示;
- 8) 输出频率在 20—300Hz 范围内连续可调;
- 9) 输出电压 0~350V 范围内连续可调;
- 10) 具有谐振耐压试验功能;
- 11) 具有自动谐振频率查找功能, 可设置多段自动扫频频率段;
- 12) 体积小、重量轻、搬运灵活、非常适合现场使用。

3、系统显示功能:

- 1) 具有大屏幕显示, 可指示: 输出电压、输出电流、频率、环境温度、出口风温、变频电源输出电压波形、日期时间、倒计时时间、故障信息等;
- 2) 具有试验电压、时间等试验参数的设置功能;

4、产品其他特点:

- 1) 装置中的充油设备没有渗漏油现象。
- 2) 装置中所有金属外壳均经过防锈及防腐处理, 涂层均匀美观。主要部件均有不锈钢铭牌及端子标志。变频电源柜、励磁变压器等各主要部件均配有防尘、防雨罩。电源控制箱配有专用防震铝合金箱。设备结构坚固、牢靠, 能在户外、晴好条件下正常工作。变频电源外壳防护等级符合 IP54 的要求, 其它设备外壳防护等级符合 IP66 的要求。
- 3) 装置可在户内、外存放、组装和拆卸; 具有专用运输绑扎工具和现场起吊措施。
- 4) 保护功能完备。制造厂保证装置的控制设备、变压器、电抗器等在 1.2 倍额定电压下, 若试验中发生高压侧试品对地闪络时, 不对人身造成伤害和试验设备不致出现有害的机械和热应力以及电气性能损伤或损坏。
- 5) 设备各部件具有符合国标的铭牌, 字样、符号清晰耐久, 铭牌在设备正常运行时其安装位置明显可见。

5、各部件技术参数:

5.1 无局放变频电源 DFXZ (W) -260kW

一台

1、 主要技术指标:

- 额定输入电源: 三相 380V \pm 10%, 50Hz 交流电源;
- 额定输出电压: 单相 0~350V 交流;
- 额定输出电流: 0~742.8A;
- 额定输出功率: 260kW;
- 输出频率: 20~300 Hz 连续可调;
- 局部放电量: \leq 10pC;
- 频率调节精度: 0.01Hz;
- 输出波形: 标准正弦波, 波形畸变率 \leq 1%;
- 输出电压不稳定性: \leq 1.0%;
- 输出频率不稳定性: \leq 0.05%;
- 噪音水平: \leq 85dB;
- 冷却方式: 强迫风冷;
- 绝缘水平: 输入、输出端子对地 \geq 3kV/AC/1min;
- 满负载下连续工作时间: \geq 3 小时;
- 允许温升: 在额定负载下, 连续工作 3 小时, 出风口温升 \leq 45K;
- 频率在设定范围内调节时, 电压恒定输出;
- 变频电源与控制箱及分压器与控制箱的连接均采用光纤连接方式, 彻底的隔离高压和低压, 避免在被试品击穿后的反击过电压造成控制箱损坏, 保证使用安全。
- 本体和控制、显示、保护分开, 本体、保护为一整体, 控制、显示为另一整体且为铝合金箱结构, 便于现场携带。
- 变频电源具有抗电场干扰能力, 在强电场干扰下, 测量精度与控制保护满足要求。具有良好的磁屏蔽, 元件、引线均采用高导磁材料屏蔽, 无空间辐射。
- 新的外观设计改善了散热条件, 变频柜散热采用直通风道, 增大负压空间, 装有二十四个低噪音风扇, 入口与出口温差小于 45K, 没有风扇界区死点问题, 使功放管工作更安全; 风道设防尘移动门。
- 由于大功率管的温度性能较差, 较大功率输出时, 温升加大, 三极管的放大倍数增加, 导致输出电压漂移, 要靠试验人员不断调整输出电压, 这一问题

早期产品无法解决。现在用单片机的软件实现电压自动调整，保证输出电压的稳定。

- 变频电源的信号源由专用芯片产生，并由单片机控制，输出频率稳定，调节更细。所有的数据显示在一块大屏幕的液晶屏上。
- 变频电源的电源柜本体与控制箱及分压器与控制箱的连接均采用光纤连接方式，彻底的隔离，避免了在试品打穿后的反击造成控制箱的损坏，使用更安全。连接光纤采用特殊光纤，可较大的承受各种自然、人为因素的破坏。特别适合于高电压长电缆等大电容试品的现场耐压试验。
- 变频电源柜体具有吊环，方便起吊及运输紧固。柜体底部有专门设计的减震措施，保证在运输过程中弹性减震，又可满足使用时的刚性支撑。变频电源的外壳由数控机床加工而成，在散热风道网门外设有可移动门，在设备不使用时将其关闭，所有柜门均安装橡胶密封条，可降噪和防止灰尘的进入。

6、接口配置：

- 1) 输入、输出端子连接方便可靠；
- 2) 装置主回路同时配置有空气断路器；
- 3) 具有局放仪同步电源（100V、100W）及信号接口，并配置熔丝保护；
- 4) 提供输出电压信号监视接口；
- 5) 配有示波器、分压器等**电源接口（220V/500VA）**，并配置熔丝保护；
- 6) 变频电源控制箱与变频电源本体及分压器的连接采用光纤连接，较传统的多芯控制电缆安装更为方便和可靠，并可起到隔离作用。

7、变频电源配备的专用电缆及专用引线：

- 1) 变频电源配备专用引线和插头与其他设备进行连接。
- 2) 变频电源与外部电源之间联接的低压电缆：6 根（50m/根），截面为 70mm^2 。
- 3) 变频电源与励磁变压器之间联接的低压电缆：4 根（10m/根），截面为 95mm^2 。
- 4) 配套提供 6 只电缆线盘，用于低压电缆的收放和存储，线盘底部配有滚轮，方便移动。
- 5) 变频电源控制箱与变频电源本体之间联接的光纤及光电转换器：1 套，光纤长度

为 20m。

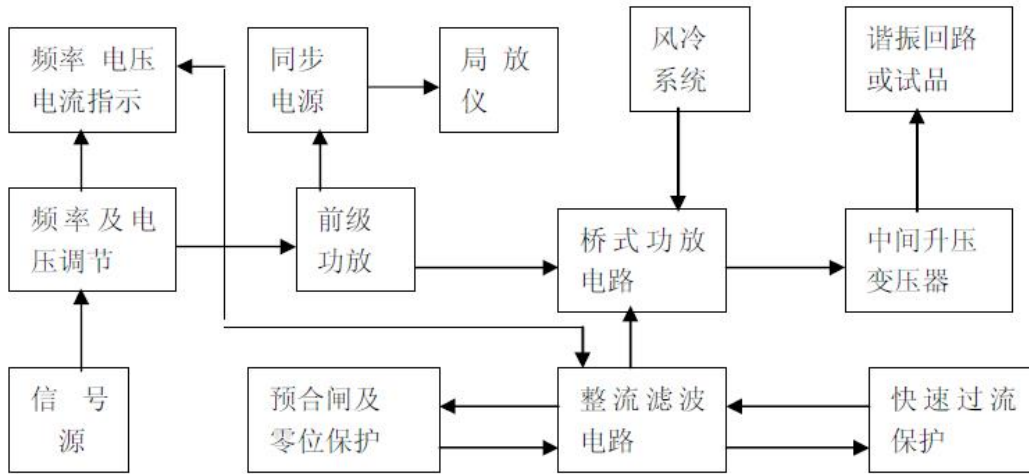
- 6) 变频电源控制箱与分压器联接的光纤及光电转换器：1 套，光纤长度为 20m。
- 7) 配置高压测量终端一台，用于分压器输出电信号转换为光信号传输至变频电源控制箱进行测量，该终端采用干电池供电，工作稳定可靠。
- 8) 采用专用工具箱存放光纤和高压测量终端，防止折断光纤。

三、系统说明

1、主要技术特点：

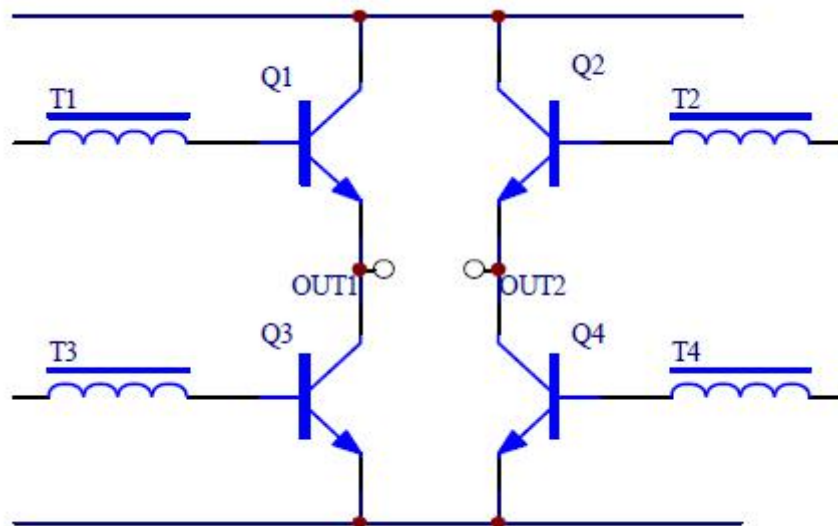
- 采用线性功放电路，完好正弦波输出，波形失真度小。
- 具有电压自动稳定调整功能。
- 安全可靠。本装置内集合了多种保护，包括：放电击穿保护、过电压、过电流整定保护、输出短路保护、开机零位保护、桥臂放大回路保护、功率曲线保护等。当任何一种保护出现时，装置立即封锁试验电压输出，切断主回路电源，确保试验人员、被试品以及试验系统的安全。
- 自动/手动两种控制方式。
- 采用光纤方式传输高压测量信号，将高压和低压回路彻底隔离。
- 大屏幕液晶显示和旋转鼠标，提供了友好的人机界面，操作简便快捷，真正做到“一看就会”。
- 同步的电压，电流，频率和相位显示。
- 具有多种频率段设置功能，频率在20—400Hz范围内连续可调，步进为0.01Hz
- 输出电压0~350V范围内连续可调。
- 同步电源100V，100W输出，频率与输出电压同步。
- 具有感应耐压和谐振耐压试验功能。
- 具有自动谐振频率查找功能，可设置多段自动扫频频率段。
- 能保存系统设置参数。
- 体积小、重量轻、搬运灵活、非常适合现场使用

2、工作原理与功能:



DFXZ (W) -260KW 无局放变频电源工作原理流

信号源产生一个标准的可调节频率和电压幅度的正弦波信号，直接推动“前级功放”，有初步功率输出，此“前级功放”中分为两路，其中一路产生与试验频率相同的“同步电源”，供给局放仪；另外一路用于推动“桥式功放电路”（如下图）。“桥式功放电路”也就是大功率产生的主要部分，在试验过程中其发热量很大，需要一个风冷系统来散热。



DFXZ (W) -260KW 无局放变频电源装置桥式放大电路原理图

每个桥臂由数千只三极管并联组成，并采取了有效的均流措施。正半周时，前级放大信号通过推动变压器(T1~T4)作用于 Q1~Q4 三极管的基极，Q2, Q3 截止；Q1, Q4 导通，电流由 Q1 至负载再到 Q4 形成正弦波的正半周。负半周时模拟信号推动 Q2, Q3 的基极，Q1, Q4 截止，Q2, Q3 导通，电流由 Q3 至负载再至 Q2 形成正弦波的负半周，从而在负载上构成一个完整的正弦波。

“桥式功放电路”还需要大功率的直流电源作为工作电源。本装置的电源直接取自三相 380V 交流电源，经具有过流和速断保护的真空开关送入三相桥式整流电路，变成脉动直流，经滤波电感和滤波电容组成的滤波电路将脉动直流变为平滑的直流电源供给“桥式功放电路”。由于滤波电容器的电容量达到数万微法，直接合闸，充电电流很大，可能造成总电源开关跳闸。故在装置中增加预合闸回路。先经小电流向滤波电容充电，待电容充电电流较小时再合闸，无较大的启动冲击电流。当分闸后，滤波电容上的储存的电荷通过放电电阻缓慢地释放。在本装置使用时，风扇启动、预合闸、合闸过程全部自动完成，不需要逐步操作（按动控制箱的“启动”按钮即可）。

整个装置保护回路是由“快速过流保护”部分控制“桥式放大电路”的直流工作电源，当发生故障时快速切断工作电源，保护后级回路。“桥式功放电路”的输出端（OUT1、OUT2）同中间升压变压器的低压端相连，中间升压变压器的高压端同试验回路相连。在试验回路与中间升压变压器中不会造成开路状况，且始终存在一个能量释放通道。由此可见，无论变频电源内部故障或外部电源突然停电，被试变压器或谐振回路并没有切断，与传统试验变压器完全不同，不存在电流强制过零，本装置不会产生过电压。

2.1 控制功能：

- 1) 设有启动、停止和紧急分闸按钮；
- 2) 设有升压和降压粗、细调节按钮（升、降压速率可设定）；
- 3) 设有频率粗、细调节按钮（调节速率可设定）；
- 4) 自动和手动试验选择（自动调谐，自动升压和降压等）；
- 5) 具有自动、手动试验方式选择功能，自动试验方式为设定试验电压、试验时间，自动调谐——自动升压——自动恒定耐压及计时——自动降压。手动试验方式也可采用自动调谐和自动计时；

- 6) 具有输出电压、过压保护、过流保护设定值调整功能；
- 7) 具有试验时间设定功能，定时时间范围为 0~180 分钟，计时精度±0.1 秒，时间段末提供声音提示试验人员。

2.2 变频电源控制箱的屏幕显示功能：

- 1) 功放桥臂电压的显示；
- 2) 变频电源输入电压、电流显示；
- 3) 变频电源的输出电压、电流、频率、相位、及输出波形显示；
- 4) 各类保护动作显示；
- 5) 高压侧电压测量及显示；
- 6) 出、入口风温显示；

高压分压器有外接智能峰值表显示：电压真有效值、峰峰值、峰值/ $\sqrt{2}$ 电压波形，可进行计量传递，方便校验。

高压侧电压的测量（高压分压器测量信号经光纤连接到控制箱，连接光纤采用军用野战光纤，可较大的承受各种自然、人为因素的破坏。特别适合于大电容试品的现场耐压试验。）

2.3 保护功能：

无局放变频电源具有多种保护单元，可实现不同的保护功能。采用先进的智能手段，确保在试验时不会对被试品和操作人员构成伤害，即使在试验中误操作也不会对被试品和操作人员构成伤害。如试验时变频电源装置没有接地，不会影响系统的工作，也不会危及人身安全；试验时按错按钮，系统将不会执行错误的操作。

详细保护功能如下：

- 1) 闪络保护：当被试品发生放电击穿时。装置快速切断输出电压，同时断开电源。高压回路的负荷通过中间升压变压器来释放，不会产生过电压而影响其他设备。在控制箱的屏幕上显示“闪络故障”。
- 2) 过压保护：本装置可以整定试验电压，防止外部原因引起的试验电压升高。当试验电压超过设定的数值，变频电源装置就自动切断回路，并且在屏幕上提示“电压故障”。

- 3) 过电流保护：当进行试验时，发生出口短路。变频柜快速地切断电源，并且在屏幕上提示“电流故障”。
- 4) 设备内部保护：当设备内部器件发生损坏时，在直流回路上的可控硅快速关断，切断直流电源，然后切断交流电源，防止故障进一步扩展。
- 5) 相序、缺相保护：当三相电源相序错误或缺相时，无法正常工作，控制面板显示“相序故障”，同时关闭系统。
- 6) 速断保护，当发生交流短路或者控制回路短路时，主电源开关是具有速断功能的空气开关，能够切断故障。
- 7) 开机零位保护：在启动变频电源装置时，输出端一直保持为零，无任何脉冲信号，无电压输出。
- 8) 变频电源装置输出过压保护：设定最高输出电压为 360V，禁止再升高电压。
- 9) 接近试验电压（一般在试验电压的 90%）时，禁止调节频率，防止调节频率时产生过高电压损坏被试品。
- 10) 防止误操作保护：具有完善的操作闭锁功能。在试验过程中自动屏蔽人为的错误操作。
- 11) 变频电源过载保护：当输出电流超过整定电流时，控制箱自动关闭变频电源的输出，此时有相应的提示。
- 12) 掉电保护：当输入电源突然断电时，系统可利用电路中的剩余电量及时关闭输出信号，确保系统安全关闭。
- 13) 失谐保护：当被试品因内部缺陷而参数发生变异导致试验系统失谐，控制箱自动关闭输出。
- 14) 桥臂电压保护：四个功放桥臂的直流工作电压被显示，当四个功放桥臂电压不平衡时，控制箱自动报警或关闭系统，
- 15) 功效保护（功率曲线保护）：通过测量输出电压、电流，监测负载阻抗及相位，对变频电源输出的有功及无功进行限制，确保变频电源不损坏。并会自动提示重新调整励磁变输出，达到合适的阻抗匹配再进行试验。
- 16) 冷却风机联动保护：当风机不能运转时，变频电源不能启动或自动切断输出。
- 17) 运输抗震保护：在变频电源柜体底部设计有抗震动的碟型弹簧，缓冲路面不平引起的震动。

18) 控制箱及光纤故障保护：在进行试验时，如出线控制箱及光纤故障，变频电源柜保护部分自动动作，切断输出，保证人身、试品安全。

2.4 变频电源核心器件的筛选考核：

变频电源的核心放大回路采用数千只原装进口的日本三洋公司 250W 2SC3997 大功率三极管，其设计配置的功放管总功率是额定功率的 5 倍，可以承受输出短路的冲击，短时过载能力大于 120%。功放管上机前均经过强化老练筛选，在 110℃ 的恒温下，施加 2 倍的工作电压和 1.5 倍的工作电流进行筛选，误差在 2% 以内，并设有均流电路，保证不同放大倍数的三极管之间工作电流偏差不得超过 5%。

其他主要元器件均选用进口器件，如：三洋、ABB、欧姆龙、和泉等公司产品，并经过严格测试，以保证长期运行的可靠性。并在装配过程中实施多级严格质量检查，保证设备的出厂质量。

核心元器件制造商说明：

大功率三极管	日本三洋产品 (2SC3997)	该型号为全球最大功率的线性放大三极管，能耐受 150 度高温，击穿电压高达 1600VDC，输出功率为 250W
空气开关	ABB 产品 AF750 1050A	ABB 产品意大利，小型化、大电流
接触器	ABB 产品 S7S1250A	ABB 产品意大利原产，S7S1250A，具有智能保护
接插件及端子	菲尼克斯产品 (C32N-12T)	德国原装进口，确保变频电源在工作运输途中恶劣的自然环境中、高压强电磁环境中电气连接稳定可靠
电解电容	日本铃木产品 (GD-CDL-4700)	400V、4700uF，MXC 系列小型化电容，高纹波电流比，耐久性高，能连续加载 3000 小时
控制箱机箱	(德国威图)及带灯按钮(瑞士 DECA 公司)	德国原装进口
控制显示屏幕	台湾 WINSTAR (WG320240)	液晶显示屏，在强光下能自然清晰显示，显示角-175~175 度
整流器件	ABB 半导体 (MSF2000A, KK2500M)	满足大功率整流长时间工作要求
光电转换器	安捷伦 (IRF1414)	美国进口，保证光电转换稳定可靠，精度高
主控制芯片	美国 TI 公司 (MSP430F149)	美国进口，稳定可靠

四、使用说明

1、通电启动及通信连接：

在变频电源系统中本地操作方式用于电源柜工作时的各种操作控制及各个测量数据的监视，具有三种显示模式：正常操控界面、数据查询界面、高压校验界面。

(1)、启动界面及通信：

进入启动界面后，控制箱根据已存储的参数搜索通信，并提示当前需要连接的通信点，当成功连接各通信点后，开始进行上电初始化（电源柜及高压测量盒），显示进度条及下位机软件版本号信息，进入正常操作模式，完成上电启动；

通信连接成功之前将一直停留在启动画面等待并持续检测通信。

通信方式使用事项说明：

- 控制箱与电源柜或高压盒之间可任选择光纤或无线通信方式，且可不同
- 光纤接口旁边带有开关的需手动选择：靠近接口为光纤方式，反之为无线方式；
无开关为自动选择：光纤未接为无线通信方式，可靠连接好后自动切换为光纤方式
- 当使用无线通信方式时，应注意使通信两端之间无大面积的导体障碍物，（电源柜门上的散热板与控制箱之间、高压盒前/后面板与控制箱之间），在试验进行过程中也应保持。

当使用无线通信方式时，系统通电后控制箱会自动搜索（约有 10 秒左右的过程）电源柜或及高压测量盒并成功连接，当使用光纤通信方式需将光纤可靠连接好。

说明：当进入正常操作界面之前按“设置”键进入数据查询模式、“调谐”键则进入高压校验模式。

(2)、操作界面介绍：

操控界面下分为单相、三相显示模式，控制箱操作面板及试验中的显示主界面（三相模式）如下图可见，显示界面由调频电源柜、高压侧、波形图、状态信息及操作提示栏 5 个动态更新的显示区域组成，各区域显示的信息说明如下：

- 调频电源柜：显示变频电源柜的各种工作状态、各实时监测的测量值；
- 高压侧：显示高压侧各监测值及试验电压、过压整定参数设定值；
- 波形图：等幅显示当前选择的波形及电压峰峰值；

- 状态信息：实时显示调频电源系统在试验过程中的运行状态信息；
- 操作提示栏：显示各种状态下相关的按键操作提示及日期时间信息。

2、试验操作步骤：

(1)、试验设置：

试验前一般需根据主回路接线及试验要求预先设置好相关试验参数，在分闸状态下(且只能在分闸状态下)按“设置”键才能进入试验参数设置界面，各项参数说明如下：

- 试验电压值：试验中高压侧额定的电压值；当试品电压值超过时禁止升压。
- 过压值：过电压整定值；当高压侧超过该值则电源柜跳闸，断开输出。
- 计时分秒：试验计时时间设置；
- 高压变比：即试验电压与接至高压盒的电压信号的比值；高压电容分压比。
- 电流变比：高压电流传感器比值；
- 试验变变比：试验主回路中隔离变的初/次级比值；此值用于计算系统 Q 值，如低压侧为 550 高压侧为 1100 则变比表示为 550/1100(1/2)。
- 输出模式：即电源柜的单相、三相工作模式；(控制箱版本号为 V3.1 为单相、三相设置可选择、V1.1 为固定单相工作模式，不可设置)
- 自动升压：开启/关闭两种设置，当试验中需自动升压时应设置为开启；
- 自动调谐频率范围：根据试验设置自动调谐时频率搜索范围，从 20~300HZ 中任意选择，设置时当起始频率与终止频率相等时会发生联动调节，以保证起始频率小于终止频率值；
- 输入电流：三相输入电流整定值，当超出时电源柜跳闸断开输出；
- 输出电流：电源柜输出的最大电流值，当超出时电源柜跳闸断开输出；
- 排风口 I、II 温度：温度整定值，当超出时电源柜跳闸断开输出；
- 日期时间：系统的日期时间设置(保存试验数据时的参考时间)；
- 高压电压测量开关：打开或关闭高压电压测量，设置时三相联动；
- 高压电流测量开关：打开或关闭高压电流测量，设置时三相联动。



图 2、试验参数设置界面

参数修改步骤:

- 选择需要更改的参数项: 红色线框表示当前可修改的参数项, 参数项的纵向选择由“▼”“▲”实现、“▶”键为横向选择;
- 选择当前参数的修改位: 按“◀”键选择当前参数的修改位, 当前可修改位指示为高亮底色;
- 改变参数数值: 由“升压”“降压”键改变参数数值, 数值改变为带进位方式。

参数修改完毕后再次按“设置”键为保存当前显示的参数值并退出, 显示存储进度条及提示信息: “存储当前试验参数, 请稍候...”, 保存后退至主界面; 按“停止”键则为不保存直接退出, 恢复进入时的参数值, 此次修改无效。

两点说明:

- 1)、系统日期时间的设置: 当参数选择指示框停留在时间一栏任意位置并按“保存”键时, 保存试验参数的同时修改当前系统日期时间; 注意: 当设置参数而不需要修改日期时间时, 在保存退出时让参数选择指示框不要停留在时间设置栏的位置, 以免误改系统的日期时间。
 - 2)、高压测量开关的设置: 在高压试验中, 高压电压电流开关一般均设置为开, 只有在不需测量高压或在高压盒损坏而需继续试验时才将其设置为关闭(后种情况可用万用表等仪器监测分压后的高压电压, 经分压比换算即可知实际的试验高压值)。
- (2)、合闸启动:

当调频电源系统上电后而未进行合闸操作之前即为停止状态, 此时电源柜侧的合

分闸指示框显示为‘分闸’，状态信息栏为“停止状态，电源输出关闭”；在此状态下按“启动”键进入“预合闸状态，风机开启...”；预合闸时首先启动风机，显示‘风机启动’，延时 1 秒进行预合闸，黄色指示‘预合’，延时 5 秒后自动合闸进入“试验状态，电源输出有效...”，红色指示‘合闸’，此时完成启动。在此试验状态下可进行手动升降压、手动调频、自动调谐、自动升压、加压计时等各种试验操作。

(3)、手动试验操作步骤：

1)、升压至调谐电压：在试验状态下按“升压”按键使变频电源柜的输出电压逐渐升高，先调至 20V 左右，同时要观察高压电压不应超过试验电压四分之一左右；

2)、手动搜索谐振点：当回路不在谐振点时，高压侧输出电压很低。此时在估算频率附近仔细调节频率，先粗调频率，观察高压侧电压变化趋势，当高压侧电压升高，表明频率调节方向正确，继续调节同时观察高压电压变化，当出现高压侧电压下降，表明谐振点在附近，需要切换到“细调”并向相反的方向调节，直至高压侧出现最大值；

3)、微调至最佳谐振点：保持手动搜索的谐振点频率值，将高压侧电压升至设置试验电压值的一半，微调频率使高压侧电压进一步升至最大，此时电压变化范围已经很小，当电压达到最大值时，此时的“频率值 Hz”栏显示即为最佳的谐振点；

4)、升压至试验电压值进行试验，或按“计时”键开始试验计时操作(计时状态详细介绍请见后页)。

(4)、自动调谐：

- 设置相关参数：在停止状态下，将图 4 参数设置界面中的起始、终止频率值设置为试品所需或事先计算的谐振频率范围附近，按“保存”退出进入试验操作界面；
- 合闸启动进入试验状态，使电源柜输出电压低于 10V，按“调谐”键，进入自动调谐“自动调谐状态，请稍候...”；其过程自动调谐为：电源柜自动升压(单相 58V、三相 35V 左右)→在设置好的调谐频率范围内进行频率递增自动扫频(此时频率值变为橙色刷新显示)→扫描完毕后频率值数据栏中显示值即为谐振点频率值，3 秒提示“谐振点频率自动搜索完成...”后退出至试验状态。

说明：自动调谐过程中，若系统可扫描到谐振点则保持谐振点的频率值并降压退出，此时在“频率值 Hz”栏中显示的数值就是试谐振点频率值；若未找到谐振点则显示“回路无谐振点，请检查重试！”的提示信息后自动降压退出，此时应检查试验主回路，找出无谐振点原因，或适当将调谐范围增大重试。

(5)、自动升压

- 设置相关参数：在停止状态下，将图 4 参数设置界面中的升压模式设为自动(打开自动升压功能)，设置好试验电压及合适的过压保护值(一般为试验电压值的 1.1 倍)，及本次试验要求的加压计时时间参数(自动升压完成后自动开始加

压计时)，按“保存”退出进入试验操作界面；

- 合闸启动进入试验状态，在试验状态下任意时刻按“启动”键系统将进入自动升压状态“自动升压状态，请稍候...”，变频柜自动开始升压，当高压侧电压升至已设置的试验电压值后自动开始计时，计时完毕后自动降压并自动分闸，变频柜断开输出。

(6)、试验计时

试验计时状态“加压计时状态，请注意...”，状态信息栏同时橙色显示倒计时时间，并伴有计时提示音，计时完成后进入自动降压状态。

试验计时有手动和自动两种启动方式：

- 手动启动加压计时：在手动将电压升至所需的试验电压值后，任意时刻按“计时”键则开始计时；

- 自动启动加压计时：自动升压完成后自动进入试验计时状态开始计时。

说明：当计时完成后自动进入“自动降压”状态开始自动降压，降至零位后跳闸退出至停止状态，完成本次试验操作。在计时过程中，再按“计时键”可退出计时。

(7)、自动降压

“自动降压状态，请稍候...”当试验计时完成或在自动状态中出现异常情况时才会自动进入降压状态，当输出电压降至 5V 以下时，电源柜自动跳闸返回至停止状态，并更新“分闸”显示。

注意：在试验过程中试验人员要时刻保持警惕，发现异常现象时应立即断开电源，查明原因后才能继续进行试验。如果试验过程中，电晕声音很大，可以采用“细调”调节频率。在试验回路中存在电晕时对整个装置的 Q 值影响很大，有时无法将电压升高到额定值。升压的过程、升压速度、耐压时间请严格按照相关标准来执行。

3、提示信息说明：

在系统合闸工作时，操控箱的操作过程中出现如下图 3(左)所示的黄底黑字提示信息则表示操作受程序设计限制或自动控制出现异常而不能继续相同操作，显示为定时 1s 或 3s，各提示信息及出现的情况说明如下：

- 禁止调频, 请降压后重试... ——输出电压大于 5V 时限制自动调频，降压后可继续；
- 禁止升压, 已至试验电压... ——试验高压值已升到设定值；
- 禁止升压, 已至额定电压... ——电源柜输出已升到额定输出电压值 350V；
- 禁止升压, 功效保护, 请降压 ——电源柜输出电压与电流关系超出三极管功率保

护曲线（低电压大电流情况）；

- 自动升压超限, 请检查重试! ——自动升压时控制箱程序已升至极限但输出电压 <5V;
- 压测量关闭, 请开启重试! ——开始自动调谐或自动升压时高压侧测量开关关闭;
- 自动升压失败, 稍后请检查! ——电源柜返回的自动升压失败;
- 无频率谐振点, 请检查重试! ——在设置的频率范围内无明显的电压谐振点提示;
- 谐振点频率自动搜索完成... ——自动调谐已找到谐振点后退出自动调谐状态时提示;
- 禁止升压, 均流调节, 请稍候 ——并联模式下输出电流 >20A 后开始自动均流控制, 当两柜电流相差超出功率比的 5% 时暂时限制手动升压, 稍等至自动调节到此范围内后解除限制, 可继续升压;
- 输出电流平衡保护, 请稍候! ——单三相电源柜在升压过程中输出电流正在进行自动均流。

说明：当提示信息出现时，用户应根据提示信息选择正确的操作；其中自动控制状态出现异常时显示提示信息后进入自动降压状态，降压后跳闸，此时应检查导致异常出现的原因，再进行试验操作。



图 3、操作提示信息、故障报警信息

4、故障报警信息说明：

当整个变频电源系统中的电源柜、高压盒或控制箱任一端检测出故障时系统将立即跳闸，以红底黑字循环闪烁显示故障报警信息，如上图 3(右)所示，并锁死操作键盘(除“停止”及“设置”键外)。其处理过程均为：直接分闸切断电源柜输出→显示相应故障报警信息→锁死键盘。各报警信息及含义如下所示：

桥臂故障, 请关机检查! ——直流桥臂内功放管有损坏;

输出过流, 请关机检查! ——输出超出电源柜额定电流值;

高压击穿, 请关机检查! ——发生高压击穿故障或合闸后高压盒通信故障;

温度过高, 请关机检查! ——风口温度大于 65 度;

电源柜接收故障, 请检查! ——电源柜端接收控制箱数据超时 1S;

母线过流, 请关机检查! ——直流母线可控硅动作报警;
 缺相故障, 请关机检查! ——电源输出电压值任一相 $< 280V$;
 高压断线, 请关机检查! ——自动升压中低压端输出 $>32V$, 高压侧数据低 $5kV$;
 并联切换失败, 请检查连线! ——并联模式下柜 II 推动信号切换故障;
 输出短路报警, 请关机! ——电源柜输出端发生短路保护;
 内部电流调节失败, 请检查! ——单三相一体电源柜内部自动均流时超出最大限制。
 高压侧发送故障, 请检查! ——控制箱接收高压盒数据超时 $1S$;
 电源柜发送故障, 请检查! ——控制箱接收电源柜数据超时 $1S$;
 试验过压报警, 请关机检查! ——试验高压值超出整定值;
 输入电流报警, 请关机检查! ——电源输入电流超出整定值;
 输出电流报警, 请关机检查! ——输出电流超出整定值;
 逆变温度报警, 请关机检查! ——风口温度超出整定值;
 电源电压超标, 请关机检查! ——电源电压超出范围 $300\sim 450V$;
 合闸异常报警, 请关机检查! ——预合闸过程完成后电源柜未返回合闸正常信号;
 高压侧接收故障, 请检查! ——高压盒接收控制箱数据超时 $1S$;
 电源柜通信端口匹配故障! ——并联模式下柜 I、II 用光纤方式时通信端口识别不匹配;
 并联输出反接, 请关机检查! ——并联模式下电源柜 I、II 的输出线极性接反;

说明: 当系统进入故障报警状态后, 除“停止”及“设置”键以外的操作按键均锁死, 禁止继续操作。此时按“停止”键停止风机; 按“设置”键进入参数设置界面, 可设置各项参数, 但当退出返至操作主界面时将继续锁死键盘, 显示报警信息, 此时需根据故障信息检查故障原因, 排除故障后重新上电启动整套变频电源系统(电源柜、控制箱及高压盒)。

5、试验数据保存及查询:

在合闸工作状态下任意时刻按“设置/保存”键, 状态提示栏如图 6(左)所示的显示蓝底白字的存储提示信息, 此时保存当前页面试验数据、试验设置和日期时间信息至存储器, 记录号为自动递加, 共可存 19 条记录, 当存满后循环至第 1 条覆盖存储。

进入试验数据查询模式方法: 控制箱上电启动后, 在检测电源柜通信的任意时刻按“设置”键即可进入数据查询界面, 此显示状态下仅“设置”“▼”“▲”三个按键有效, 不能进行任何试验操作, 只能查询存储的历史试验数据。试验数据存储及查询时状态信息栏显示如下图 4 所示:



图 4、试验数据保存、数据查询状态

当需退出此状态时只能关闭控制箱电源，重新上电启动控制箱且检测电源柜通信端口有通信后才能进入正常操作主界面。

6、高压测量值校验：

进入试验高压校验模式方法：控制箱上电启动后，在检测电源柜通信的任意时刻按“调谐”键进入高压校验界面，进入后频率值自动置为 50.0Hz、自动打开全部高压电压及电流测量开关；该模式下无故障报警功能，“启动”按键被屏蔽，不能进行合闸操作。该模式仅用于高压测量值的校验。状态信息栏显示“高压校验模式，合闸无效...”。

说明：在进行高压校验时要求频率值与校验电压频率值保持一致，否则校验值会出现较大偏差。

7、单三相工作模式：

单三相一体变频柜输出具有单相、三相两种模式，根据输出线的接线方式自动选择。单相模式输出端 A 与 B1、B2 与 C 连接，此种接线方式时打开控制箱进入操作界面时自动选择“单相模式”，三相模式接线方式为 A、B1+B2、C，此时自动选择“三相模式”。

输出接线方式除以上两种之外的任何组合方式将视为错误接线方式，进入操作界面之前即提示“工作模式检测故障...”，此时应检查输出线连接是否有误，若无误则可能是自动检测模块出线故障，根据操作提示手动选择与输出接线方式相符的工作模式即可进行正常操作。

8、并联运行模式：

并联工作模式设置方法：在参数设置中工作模式选择“并联”，保存退出，重启成功连接电源柜 I、电源柜 II 通信后进入并联操作模式。

并联运行模式说明：并联模式下柜 I、柜 II 为主从工作方式，柜 II 为从柜，其输出信号需取自主柜 I。采用光纤方式时，两电源柜的通信端口不能反接，否则会报警“电源柜通信端口匹配故障！”，此时掉换柜 I、柜 II 通信口即可；采用无线方式时

自动检测，不匹配时则停留在启动画面持续检测；

9、单管保护功能：

单管保护功能：此功能用于修复试验过程中电源柜内发生功放管烧毁的情况，能自动修复被损坏的三极管，只需运行一段单管保护程序即可，满足大多数烧管情况。

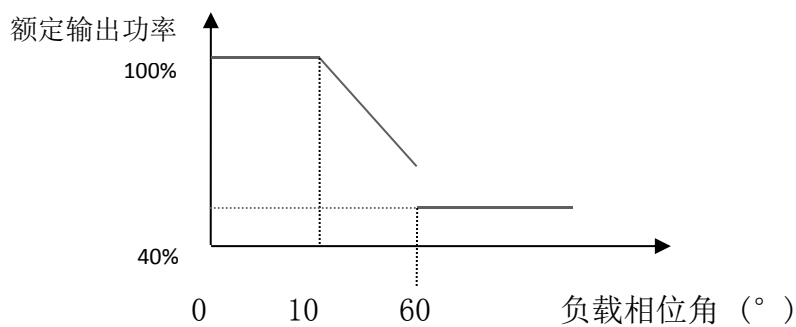
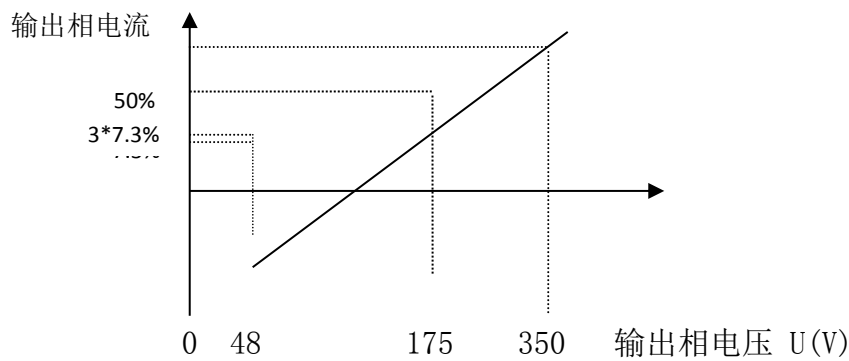
操作方法：当发生烧管后，预合时提示“桥臂故障，请关机检查！”报警信息时，将电源柜输出负载端口断开，并重启控制箱，在通信连接成功开始初始化，根据“单管保护功能，请按 + ►进组合键确认”提示信息操作，启动单管保护功能，按“启动”开始运行，直到提示运行完毕，断电重启电源柜及控制箱，此时即可进行正常操作。

注：整个单管保护执行过程约需几分钟，执行过程中若中断则需重来。

五、注意事项

在使用前，必须认真阅读本说明书，尤其对注意事项中规定的必须严格遵守，否则将有可能造成损坏。

- 本装置必须由专业人员操作，在使用过程中应注意安全。
- 由于变频器的工作电源直接由 380V 交流电源中取得，未经隔离处理，故其变频器的两个输出端均不能直接接地或短路，否则，有可能造成变频器中某些元件损坏。
- 在调到接近谐振点时电压迅速增加，不易掌握升压速度。一般在低压下找准谐振点后再将电压升到规定值，建议使用“细调”。
- 变频柜作试验使用时的负载能力必须按图 7，图 8 的曲线规定范围内，严禁在低电压时带大电流负载。在曲线的下部分为安全区，否则将增大内部损耗，严重时导致损坏。当超过了曲线时，显示“禁止升压, 功效保护, 请降压”。此时需要改变中间升压变压器的变比或者降低负载电流才能够继续进行试验。



- 试验完毕后，应先将电压降至零后再分闸。
- 停止工作后，请勿立即接触变频电源的导电部位，变频电源柜中的电容元件上的电荷没有马上释放完，可能危及人身安全。
- 对变频器进行检修前请确认各个电容元件的电荷释放完。
- 当断开电源后，下次合上总电源，请间隔十秒钟。

- 设备保护动作后，设备处于闭锁状态，必须关闭设备电源，重新启动。
- 尽量避免本系统在严重失谐情况下长时间工作。

◇ 试验操作流程

一、试验准备：

- 1、准备好试验现场安全措施；
- 2、将变频电源主开关置在分断位置，打开散热风机侧柜门(>100KW 电源柜)；
- 3、打开变频柜下方电源输入/输出盖板，将三相交流 380V 供电电源接入输入端；
- 4、变频电源输出空载通电检查：连接并打开控制箱、高压测量盒工作电源，变频柜送电并合上主空开，选择合适的通信方式启动(具体通信使用说明见说明书 4.1)；
- 5、合闸启动、升压检查设备正常后再进行试验。

二、试验操作步骤：

1. 根据试验要求连接好被试品主回路、高压测量回路，注意各接地点可靠接地；
2. 变频柜、高压盒、控制箱上电启动，通信连接正常后控制箱进入主操作界面；
3. 先根据试验要求务必正确设置高压变比、试验电压等相关参数，并保存退出；
4. 按“启动”合闸后进行手动搜索谐振点或按“调谐”进行自动调谐(具体操作方法见说明书 4.2)，如果试验没加补偿电抗，无谐振点则不需要调谐；
5. 根据试验电压进行升压操作；
升压完毕后降压至输出关闭，本次试验操作完成。

六、设备供货清单

序号	分类	名称	规格	数量
220kV 变压器感应耐压局放试验及交流耐压试验系统				
1	无局放变频电源(变压器局放试验及谐振耐压试验用)	无局放变频电源	DFXZ (W) -260kW	1 台
		智能变频电源控制箱	DFXB	1 台
		变频电源控制光纤	20m 变频控制 (含光电转换器)	1 根
		高压测量光纤	20m 高压测量 (含光电转换器)	1 根
		同步电源连接线	20m	1 根
		高压测量终端	分压器输出电信号转换为光信号传输至变频电源控制箱测量	1 套
		变频电源控制光纤	20m 变频控制 (含光电转换器)	1 根
2	无局放励磁变压器(变压器局放试验及谐振耐压试验用)	无局放励磁变压器	DFJLB-260kV/2*±5/10//35 低压: 2×300/350V	1 台
		低压短接铜排	低压套管串并联用	1 套
		高压输出连接线	截面 10mm ² , 10 米/根, 4 根	1 套
3	无局放补偿电抗器	无局放补偿电抗器	DFBK-350kVA/35kV/10A/5.5H	4 节
		车载绝缘底座	可使补偿电抗器车载使用	4 只
		起重吊具、吊带		1 套
4	谐振电抗器	谐振电抗器	DFDK-2000kVA/200kV/10A/83H	2 节
5	电容分压器	电容分压器	DFY-200kV/2000pF	1 套
6	无局放电容分压器(局放试验用)	无局放电容分压器	DFY (W) - 100kV/300pF	1 套
		多功能峰值电压表	HV (带过压保护功能)	1 只
		屏蔽测量线	低压臂至峰值表, 配有三通测试接口	1 套
		铝合金包装箱	电容器本体、峰值表、均压环用	3 只
7	附件	带皮接地导线, 10 米/根, 6 根, 配汇流盘 1 只; 活动扳手 2 把, 接插线若干, 接线插片、夹子若干, 配包装箱		1 套
8		电源电缆, 每根规格 95mm ² 、50m		3 根

		变频电源输出用，每根规格 120mm ² 、10m	2 根
9	低压电缆线盘	用于收放电源电缆及变频电源输出电缆，带轮子，可方便搬运	3 只
10	变压器均压帽	110kV/3 只；220kV/3 只，配包装箱 2 只	1 套