



武汉凯迪正大电气有限公司

Wuhan Kaidizhengda Electric Co.,Ltd



省计量院第三方认证产品
ISO9001 质量体系认证企业

KDCJ-400kV/30kJ 冲击电压成套试验设备

技术方案

武汉凯迪正大电气有限公司



一、 适用范围

KDCJ-400kV/30kJ 冲击电压成套试验设备本发生器适用于 35 千伏及以下电压等级的空气间隙，套管、电力变压器和互感器等试品进行标准雷电冲击电压全波。

二、 使用条件

海拔高度：≤1000m

环境温度：-5℃~+45℃

最大日温差：≤25℃

空气相对湿度：≤90%（20℃）

耐地震能力：≤7 级

地面水平加速度 3.0m/s²、地面垂直加速度 1.5m/s²

电源电压的波形为实际正弦波，波形畸变率<3%

设有一可靠接地点，接地电阻<0.5Ω

安装地点：户内

三、 遵循技术标准

GB7449	电力变压器和电抗器的雷电冲击和操作冲击的试验导则
GB1094.3	电力变压器第三部分 绝缘水平和绝缘试验
GB/T 311.1	高压输变电设备的绝缘与配合
GB/T 16927.1	高电压试验技术 第一部分 一般试验要求
GB/T 16927.2	高电压试验技术 第二部分 测量系统
GB/T 16896.1	高电压冲击试验用数字记录仪
ZBF 24001	冲击电压试验实施细则
GB/T11920	电站电气部分集中控制装置通用技术条件
GB/T191	包装储运图示标志
DL/T 846.1	高电压测试设备通用技术条件 第 1 部分：高电压分压器测量系统
DL/T 848.2	高压试验装置通用技术条件 第 2 部分：工频高压试验装置
DL/T 848.3	高压试验装置通用技术条件 第 3 部分：无局放试验变压器
DL/T 848.5	试验装置通用技术条件 第 5 部分：冲击电压发生器

四、 技术指标



KDCJ-400kV30kJ 带截波自动控制雷电冲击电压发生器

冲击结构

系统技术参数

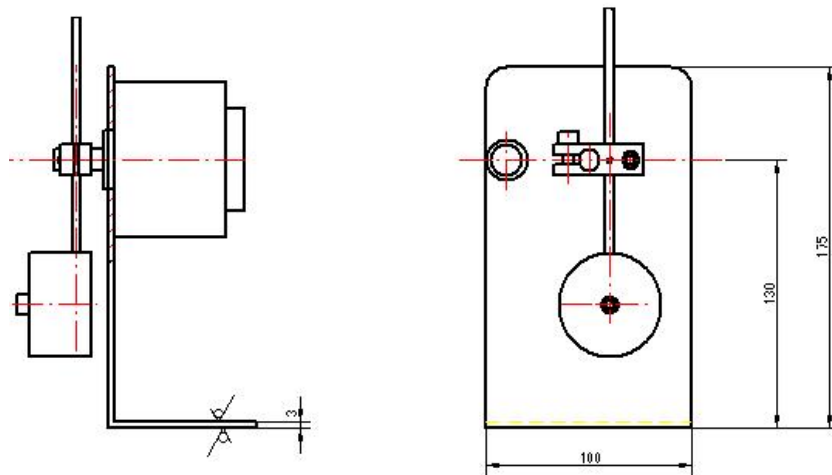
1. 标称电压： $\pm 400\text{kV}$
2. 额定级电压： $\pm 100\text{kV}$
3. 额定能量： 30kJ
4. 冲击电容量： 0.25 微法
5. 总级数：4 级
6. 额定级电容量： $1\mu\text{F}$
7. 冲击电压波形：负荷电容为 $300\sim 3000\text{PF}$ 以下时能产生
 $T_1=1.2\mu\text{S}\pm 30\%$ 、 $T_2=50\mu\text{S}\pm 20\%$ 、峰值电压偏差 $\leq 3\%$ 的标准雷电冲击电压全波；
冲击电压波形参数及其偏差均符合 GB/T 311.1 及 GB/T 16927.1 国家标准的要求。
8. 电压利用系数：负荷电容为 1000PF 以下时，标准雷电波的电压利用系数 $\geq 90\%$ ，负荷电容为 3000PF 以下时，标准雷电波的电压利用系数 $\geq 85\%$ 。
9. 同步范围：级电压在 $20\%\sim 100\%$ 额定电压范围内，正负极性同步范围不小于 25% ；
10. 同步放电失控率： $< 5\%$
11. 最低输出电压： $\geq \pm 20\%$ 额定电压
12. 充电电压不稳定性： $< \pm 1.0\%$
13. 使用持续时间：在 $2/3$ 额定电压以上，每 120 秒充放电一次可连续运行，在 $2/3$ 额定电压以

下，每 60 秒充放电一次可连续运行

五、 结构描述及介绍

1. 充电部分

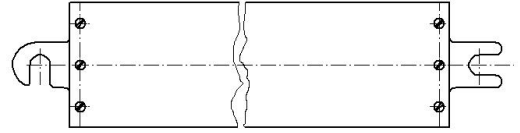
- 1.1 采用恒流充电方式，额定输出电压 $\pm 50\text{kV}$ 额定输出直流电流 10-100mA；
- 1.2 采用铁外壳油浸式充电变压器，初级电压 220V，次级电压 50kV，额定容量 5 千伏安。变压器无渗漏油；
- 1.3 采用 2DL-100kV/100mA 的高压整流硅堆，反向耐压 $\geq 200\text{kV}$ ，平均电流 $\geq 0.1\text{A}$ ，高压整流硅堆安装在充电板上；
- 1.4 高压整流硅堆的保护电阻采用漆包电阻丝制作；
- 1.5 恒流充电装置在 15%~100%额定充电电压范围内，实际充电电压与整定电压偏差不大于 $\pm 1\%$ ，充电电压的不稳定性不大于 $\pm 1\%$ ，充电电压的可调精度为 1%；



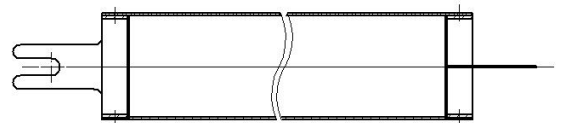
- 1.6 直流电阻分压器采用 100kV，200M Ω ，高压玻璃釉电阻. 低压臂电阻装在分压器底部，低压臂上的电压信号用屏蔽电缆引入测量系统内；
- 1.7 自动接地开关采用电磁铁分合接地机构，试验停止时可自动将主电容器短路放电并经保护电阻接地；
- 1.8 恒流充电装置、充电变压器、高压硅整流器、倍压电容、电阻分压器、充电限流电阻和主控制器等安装在同一个移动式底盘上；
- 1.9 装置不仅可用作冲击电压发生器的充电电源，而且也可作为直流电压发生器产生 150kV 的直流电压，进行其他产品的直流试验。

2. 本体部分

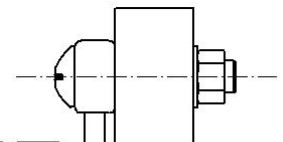
- 2.1 主体结构形式采用仿德国 HIGHVOLT G 型立柱结构；
- 2.2 本体采用倍压充电回路，每级额定电压 60kV；
- 2.3 本体绝缘支柱 5 级塔式结构. 每级包括 1 台 MWF60-3.5 (1 台 MWF2*30-3.5) 铁外壳油浸式脉冲电容器、充电电阻、波头电阻、波尾电阻和点火球隙等，当产生雷电波时，根据试品电容量大小，选择适当的雷电波波头电阻、波尾电阻和级数；



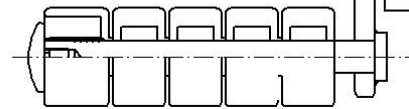
- 2.4 级脉冲电容为 $3.5 \pm 0.05 \mu\text{F}$ ，直流工作电压 $\pm 60\text{kV}$ ，电容器剩余电感 $\leq 0.15 \mu\text{H}$ ，电容器出线套管能够承受垂直拉力 15kg，同时保证不损坏和渗漏油，电容器出线套管能够承受垂直拉力 15kg，在以上范围无损坏和渗漏油，电容器安装就位无变形；



- 2.5 波头电阻、波尾电阻均采用板形结构，无感绕制。



- 2.6 电阻采用西门子的特殊结构，保证电阻的热容量能满足试验要求；剩余电感小；



- 2.7 接头均为弹簧压接式，方便调波时的插拔且接触可靠；

- 2.8 波头、波尾电阻支架可以由多支电阻同时并联使用；
- 2.9 第一级球隙采用双边异极性触发，第二级至第五级球隙均采用三间隙椭圆球隙点火，从而保证触发的可靠性；



- 2.10 各级球隙距离由低速永磁电动机驱动作直线调整，装置噪音小，定位无惯性，准确、快速，控制显示对应球距的放电电压；
- 2.11 球隙距离也可在控制部分人为干预；
- 2.12 本体可每二级或多极并联使用，并联连接杆采用统一接插件，方便换接；

- 2.13 本体支柱采用玻璃钢材料制造，最高电位的部分采取抗老化和电晕的措施；
- 2.14 各级均采用防晕措施，在充电过程中不会出现明显电晕；

3. 400kV 冲击弱阻尼分压器

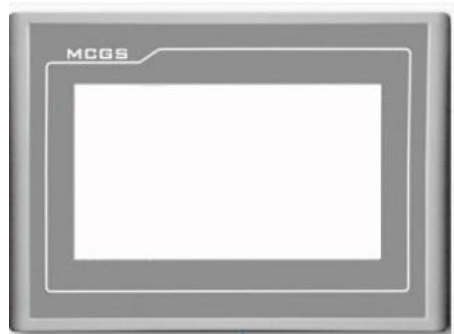
- 3.1 高压臂由两级电容器组成，每级额定参数 400kV/600pf。额定雷电冲击耐受电压为 400kV

- 3.2 分压器分压比为：1000:1
- 3.3 刻度因数不确定度 $K \varepsilon \leq 1\%$
- 3.4 过冲： $\beta \leq 20\%$
- 3.5 部分响应时间： $\leq 150\text{ns}$
- 3.6 弱阻尼电容分压器的方波响应特性满足 GB311 标准要求

4. KDTC-2 自动控制测量系统

5.1 控制台功能说明

控制台主要用于完成以下动作和状态：(1) 充电设备自动接地和自动解除接地；(2) 点火球隙距离手动/自动调整和截波球隙距离手动调整；(3) 恒流充电；(4) 充电电压手动/自动调整；(5) 手动/自动发出点火脉冲；(6) 手动/自动响警铃；(7) 过电流/过电压自动保护；(8) 整定电压显示(9) 第一级电容器充电电压显示；(10) 点火球隙指示；(11) 其它指示灯和符号
安全连锁按照 CE 标准设计和规划；



10 吋触摸屏



日本三菱 PLC



控制柜样式



控制柜接地



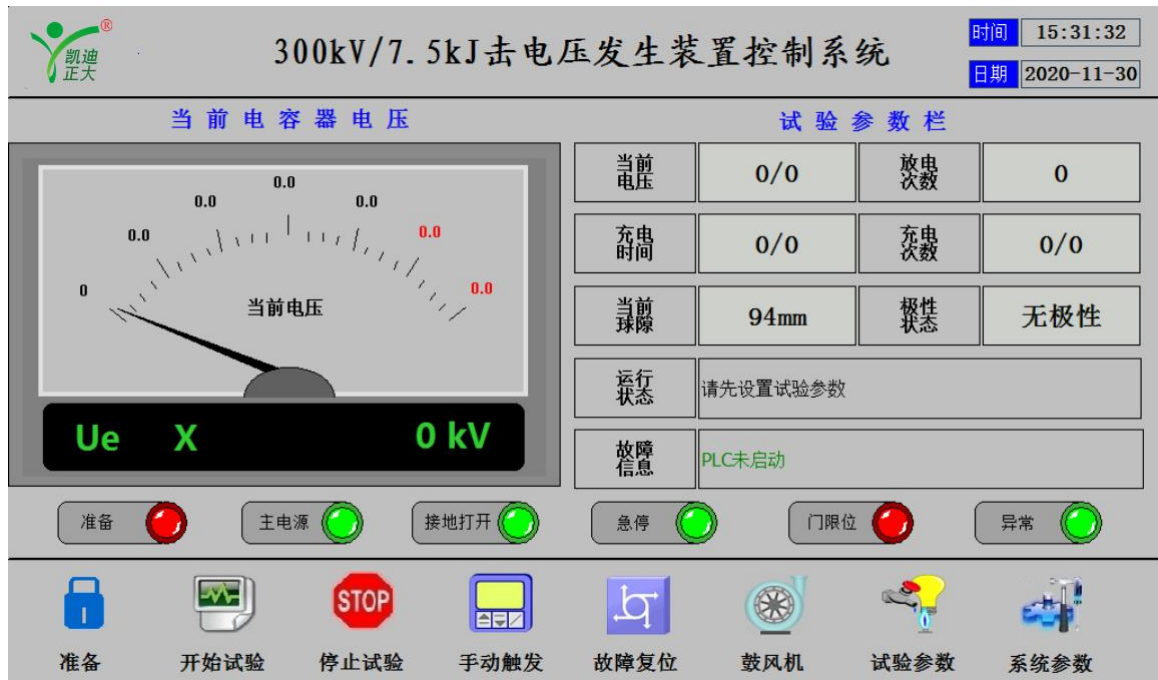
控制柜接地

5.2 触摸屏控制系统操作方法

5.2.1. 在测控系统机柜上有1个按钮自锁开关和1个急停按钮，其功能分别如下：

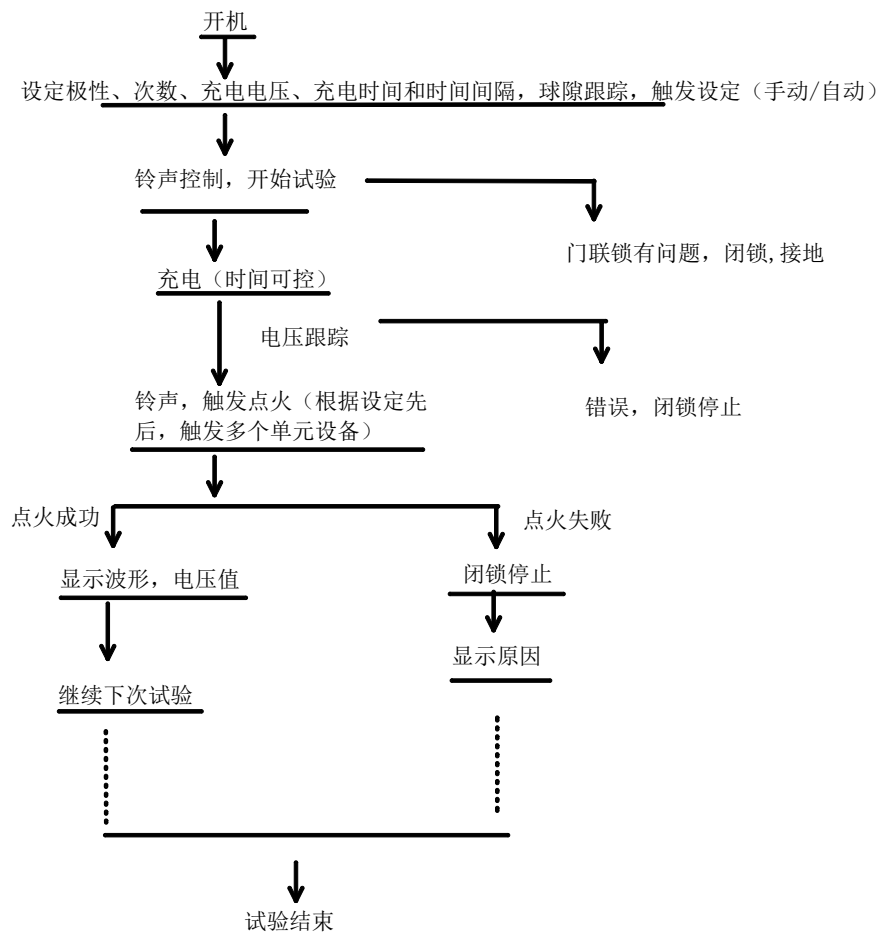
- 1) **【控制电源】**：按下自锁按钮，控制回路接通电源。
- 2) **【紧急停止】**，在任何紧急情况下，按下紧急按钮，系统停止切断电源，主回路接地系统处于安全状态。

5.2.2. 系统启动后自动进入触摸屏主控界面，在主控页面内可以通过简单的触摸操作完成对系统的所有控制，并且将系统的运行状态直观的以图形动画显示出来。主控界面主要包括三部分，图形显示区，状态信息显示区和控制区



触摸屏界面

5.3 控制系统流程



1) 控制单元具有检测外部的冲击或接点信号后延时（2—10 μs）后依次发出触发脉冲

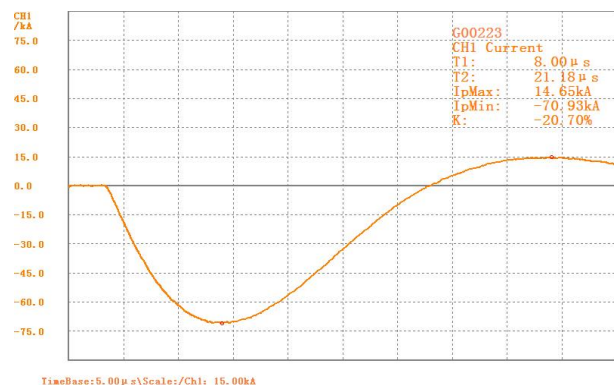
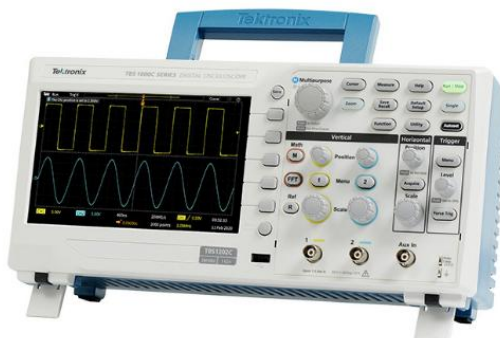
功能：

- 2) 开始试验前可以对充电电压(0—100kV)，试验电压极性(+, -)，充电时间(0—180s)和试验之间的时间间隔(0—10min)，试验次数(0—50)等有关参数进行设置，球隙进行跟踪并可进行人为的微调；
- 3) 电压充到后可以通过设置选择警示后2秒点火或直接点火；
- 4) 充电过程中可以人为控制充电的启停、球隙并在紧急状态可以完全停止的功能；
- 5) 对于在试验过程中的部分的问题给出错误提示，影响试验及安全的要求立即停止充放电；
- 6) 极性可以控制自动转换；
- 7) 控制单元可以显示充电电压、球距、极性、设置参数、工作状态等参数便于操作；
- 8) 整个实验过程中要求不能有任何影响安全的误动作。

5.4 测量部分

- ◆ 测量电缆阻抗 50Ω，双屏蔽，25m，2 根；
- ◆ PC+数字示波器构建数字测量系统；
- ◆ 冲击波形分析软件自动读取数据、计算波形参数；
- ◆ 试验的数据可以任意保存，并可以以试验时间顺序自动保存；
- ◆ 测试波形记录存入数据库，可进行查询；测量系统可通过网络与其他计算机相连；
- ◆ 分析软件可在线运行，也可离线运行；
- ◆ 测试过程中自动读取测试数据，进行分析计算，显示波形参数(波前时间、半波时间、Q 及 W/R 等参数)、电流幅值和限制电压等有用测试信息；
- ◆ 离线状态下读取试验数据；
- ◆ 试验报告辅助生成

采用美国泰克公司生产的示波器(TBS1102C)(或客户提供的其他型号)采样频率100MHz，10k 存储长度，8bit 垂直分辨率。可与计算机通过以太网进行通讯。数据由 PC 进行分析处理，自动测量分析。软可实时存储波形和数据。



软件说明

打开计算机程序，如下图所示，进入测量界面

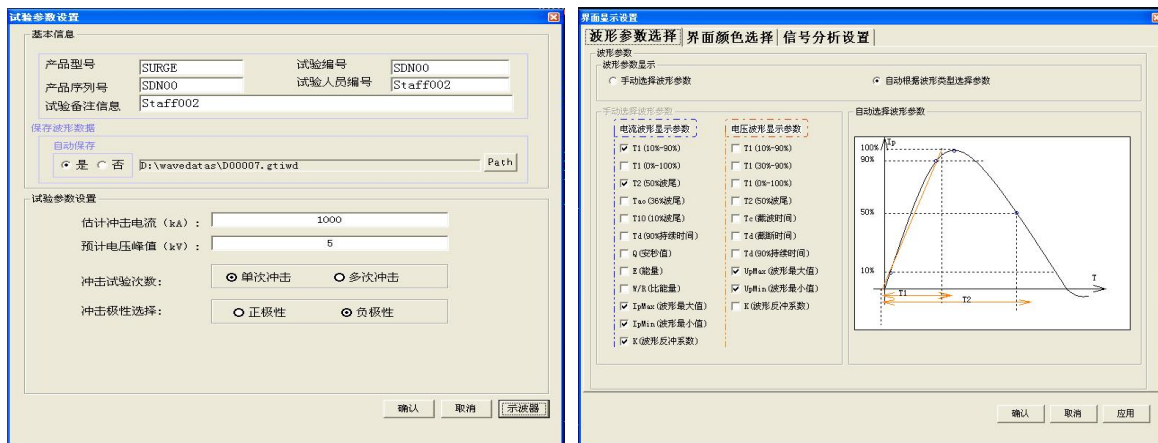
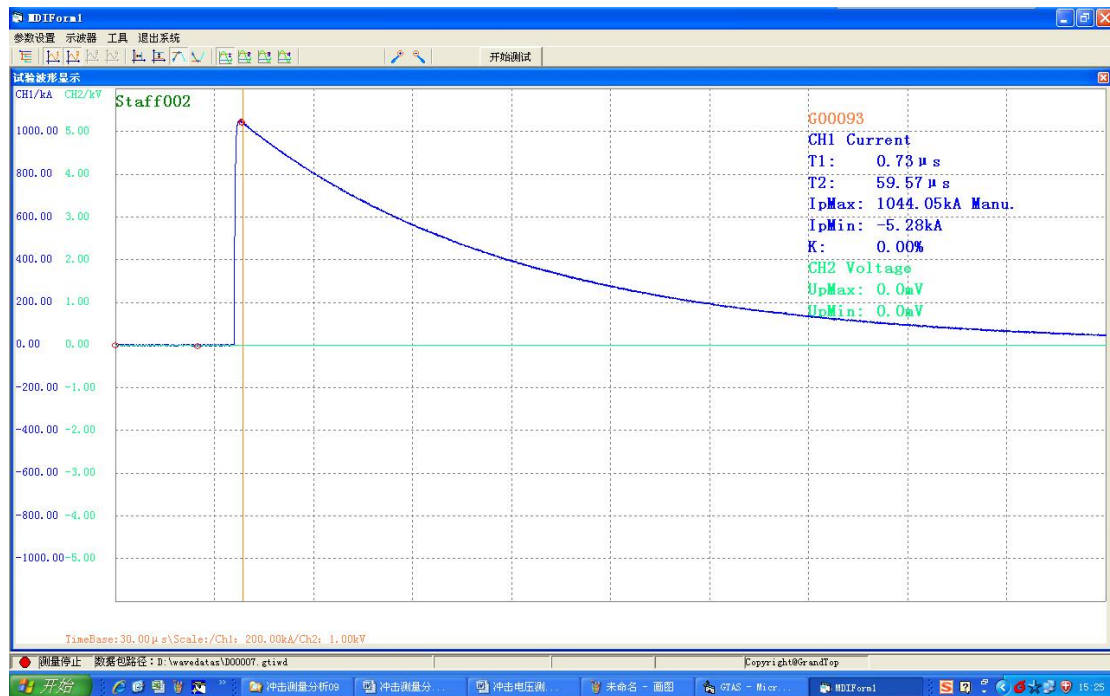


图 4-2 试验参数设置

- 基本信息：设置基本参数，这些参数将被保存在数据库，试验备注信息将直接打印在波形图片上。
- 保存波形数据：选择自动保存时，系统在每测量一个波形将自动保存数据至设置的数据库。
- 估计冲击电流：单位千安（kA），根据预计的电流峰值输入，用于初始化示波器参数及波形显示区域范围。
- 预计电压峰值：单位千伏（kV），根据预计的电压峰值输入，用于初始化示波器参数及波形显示区域范围。
- 冲击试验次数：分“单次测试”和“多次测试”，单次测试是指，每开始测试后等待示波器采集到波形后结束测试，只做一次脉冲的采样分析。“多次测试”是指系统连续和示波器通讯，示波器没出现一个波形，测量系统自动记录并保存，采集到波形后，继续等待下一个波形出现。
- 冲击极性，根基波形极性自动设置示波器触发方向。

5. 设备清单



序号	设备名称	技术规范	数量
1	冲击电压发生器本体	400kV/30kJ	1 套
2	直流充电装置	双边不对称式可控硅恒流充电	1 套
3	DF 弱阻尼电容分压器	400kV/600PF	1 台
4	KDAS-2 自动控制测量系统	含电脑、显示器、PLC 控制测量软件 控制柜后下部	1 套
5	点火装置	高压点火 $\geq 15kV$	2 台
6	泰克示波器	TBS1102 100MHz	1 台
7	调波电阻	(4 组波头电阻、4 组波尾电阻、1 组充电 电阻、1 组保护电阻)	1 套
8	出厂文档	使用说明书、出厂测试报告、合格证	1 份

6. 安全措施

- ◆ 设备高压部分隔离和接地；
- ◆ 控制柜外壳接地，测试电路一端始终接地；
- ◆ 红色高压指示灯提示高压正在工作，绿色无高压指示灯提示无高压危险；
- ◆ 当试区保护门或紧急开关被打开时，高压对地放电，设备不工作，联锁指示灯打开；
- ◆ 设备主回路有熔断丝做过电流保护保证安全；
- ◆ 整套设备粘贴安全标识；
- ◆ 试验停止/按下急停按钮，均可实现内部高压部件和输出短路接地；
- ◆ 配备手动接地棒，供机柜开门检修；
- ◆ 现场必须使用单独的接地系统保证接地电阻在 0.5 欧姆以下；

7. 维护和服务

- ◆ 专业工程师组建服务队伍，24 小时响应；
- ◆ 设备安装调试与验收：发货前由需方送测试试样到供方用此设备进行测试，供方将测试结果反馈给需方，需方再派人到供方进行预验收。设备到需方后，供方派人员到需方指导安装调试，并负责培训两名操作人员到熟练使用。
- ◆ 培训：设备验收合格后，供方负责对操作维修人员进行技术培训和操作指导。
- ◆ 保修期：设备验收合格后，双方签字有效之日起为免费保修起始日期，设备出现质量问题，免费保修 1 年，终身维修。
- ◆ 技术服务：供方提供技术图纸及相关易损备件，对用户提出的问题，4 小时内做出用户响应，48 小时到达现场，为用户解决使用中出现的设备维修问题，并定期对用户进行回访。
- ◆ 每年厂家到现场维护和随访两次，随时技术咨询和义务培训
- ◆ 提供安全生产指导