

d

HRVD-VLF 34kV&45 kV

Test System

用户手册



目录

1. 安全建议.....	2
1.1. 一般说明.....	2
1.2. 一般注意事项和警告.....	3
2. 技术说明.....	5
2.1. 概述.....	5
2.2. 技术数据.....	6
2.3. 可测试电缆容量.....	8
2.4. 连接和控制.....	9
3. 系统设置.....	10
3.1. 电气连接.....	10
3.2. 系统开机.....	12




1.安全建议

1.1.一般说明

安全注意事项 本手册包含关于超低频介质损耗测试仪（34&45kV）的调试和操作的说明。因此，确保手册随时可用非常重要，仅限授权且经过培训的人员使用。任何将使用这些设备的人员应仔细阅读说明书。若未按本手册要求或因未遵守安全预防措施而导致人员或财产受损，制造商概不负责。

必须遵守当地适用的法规。

安全标签说明：关于人身安全、操作安全和技术安全的重要说明已标注在文本如下：

符号	描述
 警告	表示可能导致致命或严重伤害的潜在危险。
 小心	表示一种潜在的紧急情况，若不加以避免，可能会导致轻微或中度伤害或物质损失。
	这些笔记包含重要信息和使用该物品的有用提示系统。不遵守这些规则可能会导致测量结果无用的。

- 遵守所在国家的一般电气法规非常重要设备将被安装并投入使用，同时还将实施当前的国家事故预防措施法规和公司内部规定（工作、操作和安全规定）。
- 使用正品配件以确保系统安全和可靠运行。
- 使用其他配件则可能不允许更换零件，否则保修无效。

操作人员

操作人员要求：本系统及其外围设备仅允许经过专业培训或接受过作业指导的人员进行操作。非相关人员必须远离工作区域。

安装人员要求：系统的安装必须由具备相应资质的授权电工完成。

资质依据：相关人员的技能与资质应满足国家有关电工执业与作业安全的要求。具备资质的电工，应具有相应的专业知识、实践经验，熟悉作业范围及相关规程，能够准确识别电气危险并采取有效预防措施。

参考标准：本系统电气安全试验设备符合 GB/T 26852《电气试验和试验设备 电气安全试验设备》系列标准。作业安全要求参照 GB/T 26860-2011《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》中关于人员资质与作业责任的相关规定。

1.2. 一般注意事项和警告

预期应用

只有将设备用于其预期目的时，才能实现安全操作（见第 2.1 章）。将设备用于其他目的可能会带来人身危险或相关装置设备的损坏。不得超过技术数据中所述的限值。操作产品在冷凝环境中使用兆欧表可能会导致闪络、危险和损坏仪器，只能在规定的条件下操作。不允许在直接接触湿气、水或靠近腐蚀性物质的情况下操作。

本产品既不含化学品，也不含爆炸性气体和烟雾。

五条安全规则

在处理高压（HV）时，必须始终遵守以下五条安全规则：

1. 断电
2. 防止重新通电
3. 确认无电压
4. 接地和短路
5. 遮盖或隔离相邻的带电部件



使用心脏起搏器

高压操作过程中的物理过程可能会危及佩戴（某种防护设备/衣物）的人员。

当靠近这些高压设施时，心脏起搏器可能会受到影响。



电气装置中的消防

- 根据规定，必须使用二氧化碳（CO₂）作为用于电气装置中灭火的灭火剂。
- 二氧化碳不导电，且不会留下残留物。使用它是安全的，只要保持最小距离，即可用于带电设施。在电气装置内，必须始终配备二氧化碳灭火器。
- 如果违反规定，使用任何其他灭火剂进行灭火，这可能会导致电气装置损坏。本公司对此不承担任何责任。此外，在靠近高度易燃物的地方使用干粉灭火器时，在电压装置附近，灭火器的操作员有触电的危险；因电压闪络（由产生的粉末粉尘引起）而遭受电击。
- 遵守灭火剂的安全说明至关重要。
- 适用标准为 DIN VDE 0132。



高压操作时的危险

操作高压设备时，需特别注意并采取安全意识强的行为设施，尤其是非固定式设备。关于此的法规是 VDE 0104 电气测试设备的设置与操作，即符合 EN 50191 标准，同时，必须遵守各国的具体法规和标准。

- 34kV/45kV 在运行过程中会产生高达 ±24/31.8kV RMS 的危险电压测试。这是通过高压电缆提供给测试对象的。
- 测试系统必须在监督下才能操作。
- 操作至少需要两个人，而第二个人必须能够在危险情况下激活紧急开关。
- 安全设施不得被绕过或停用。
- 为避免附近金属部件产生危险电荷，所有金属部件必须接地。
- 检查内部是否存在任何未固定的带电系统或组件测试系统附近，你或系统可能会意外接触。这尤其适用于部件在携带高压电或电压未知的情况下。使用绝缘罩保护这些组件。如果技术原因导致无法做到这一点，请将其关闭或在现场执行此操作与相关负责人协商后，确定你的工作时间。确保这一点做得妥当。

2.技术说明

2.1.概述

功能描述

超低频介损测试系统能够按照相关标准对中压电缆进行测试欧洲电工标准化委员会（CENELEC）协调文件 HD 620 S1:1996 和 HD 621 S1:1996

高达 24kV 有效值的 0.1Hz 正弦波电压。借助此类电缆测试，可以检测出绝缘层中的故障，尤其是水树损坏不仅在聚乙烯（PE）/交联聚乙烯（XLPE）电缆中，而且在纸绝缘电缆中，都能可靠地实现闪络。测试程序不会损坏无故障的绝缘层。电缆还可以通过正负电压进行绝缘击穿强度测试直流电压，以及梯形交流电压（矩形波电压）。矩形波电压的转换速率取决于电缆电容，并且自动适应。在直流模式下进行额外的漏电流测量，能够评估电缆绝缘的相对质量。系统测试电压的正弦波形状也可以直接测试电缆的介质损耗因数，从而确定电缆的损耗因数劣化程度。有关此用途的详细说明，请参阅其他相关手册。

特点

测试系统将以下特点和功能集于一身：

- 最高可达 24/31.8 kV RMS（正弦波电压）的全交流电压测试
- 超低频耐压和介质损耗因数测试一体机
- 直流和矩形波的其他输出电压波形
- 护套测试和精确定位，最高可达 10 千伏
- 漏电流测量
- 手动和自动频率调节
- 电压击穿检测，并自动断开高压连接
- 记录到内部存储器中，通过 U 盘导出到电脑生成测试报告
- 通过 USB 进行固件更新

交付范围 测试系统的交付范围包括以下组件：

- 测试主机
- 主电源线, 2.5 米
- 接地电缆, 4 米
- 高压连接电缆, 5 米
- U 盘
- 操作手册
- 配件包

2.2.技术数据

VLF 测试系统由以下技术参数定义

输出电压		
型号	VLF-34kV	VLF-45kV
输出电压 (正弦波)	max. 24kV _{RMS} (34kV _{PEAK})	max. 31.8kV _{RMS} (45kV _{PEAK})
直流电压	±1 - 34kV	±1 - 45kV
分辨率	0.001kV	0.001kV
精确度	1%	1%
输出电流		
测量范围	0 - 14mA	0 - 14mA
分辨率	1μA	1μA
精确度	1%	1%
最大电容负载	0.1Hz@0.5μF/24kV _{rms} /34kV _{peak} 0.05Hz@1.0μF/24kV _{rms} /34kV _{peak} 0.01Hz@8.0μF/18kV _{rms} /25kV _{peak}	0.1Hz@0.5μF/31.8kV _{rms} /45kV _{peak} 0.05Hz@1.0μF/31.8kV _{rms} /45kV _{peak} 0.01Hz@5.0μF/22kV _{rms} /31kV _{peak}

介质损耗因数测量 (VLF TD)		
VLF-Sine	1-24kV rms	1-31.8kV _{rms}
负载范围	1nF-8uF	1nF-5uF
分辨率	1×10^{-5}	1×10^{-5}
精确度	1×10^{-4}	1×10^{-4}
测量范围	1×10^{-4} -9999.9 $\times 10^{-4}$	1×10^{-4} -9999.9 $\times 10^{-4}$
tan-δ 测量频率	0.1Hz	0.1Hz
一般信息		
功率消耗	max. 300VA	max. 400VA
逆电压保护	13kV	15kV
数据接口	USB2.0	
尺寸 (宽 x 高 x 深)	Peli Case 1430, 430 mm x 240 mm x 340 mm	
重量	22kg	
环境温度 (运行)	-10 至+50°C	
储藏温度	-20 至+60°C	

安全和电磁兼容性 (EMC)	符合 CE 标准, 符合低电压指令 (2014/35/EC)、 电磁兼容性指令 (2014/30/EC)、环境影响 EN60068-2 和后续版本
用户界面提 供了多种语言	英语、中文 (简体)、俄语、西班牙语等

2.3.可测试电缆容量

以下图表（图 1、2）展示了测试频率与连接负载电容以及设定测试电压之间的关系。

如果由于此处显示的限制而无法使用设定的测试频率，系统会提示过流保护，用户可以切换到下一档可用频率。

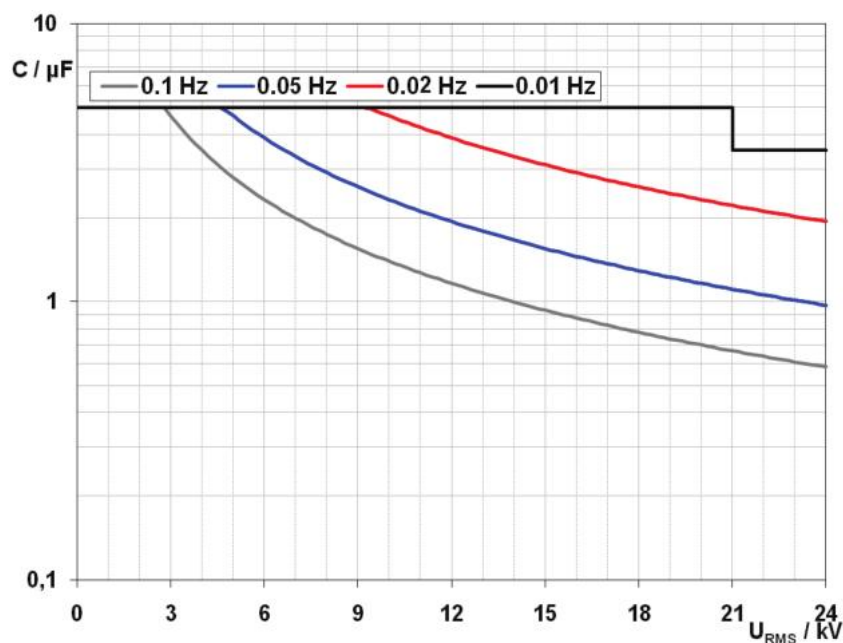


图 1 34kV 正弦波形输出电压

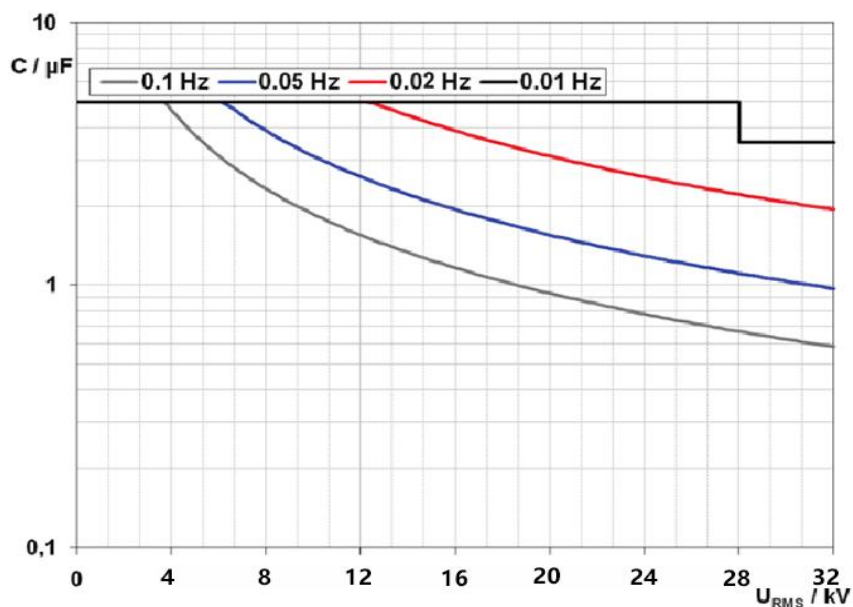


图 2 45kV 正弦波形输出电压

2.4.连接和控制

该系统有以下连接器和控制部件：

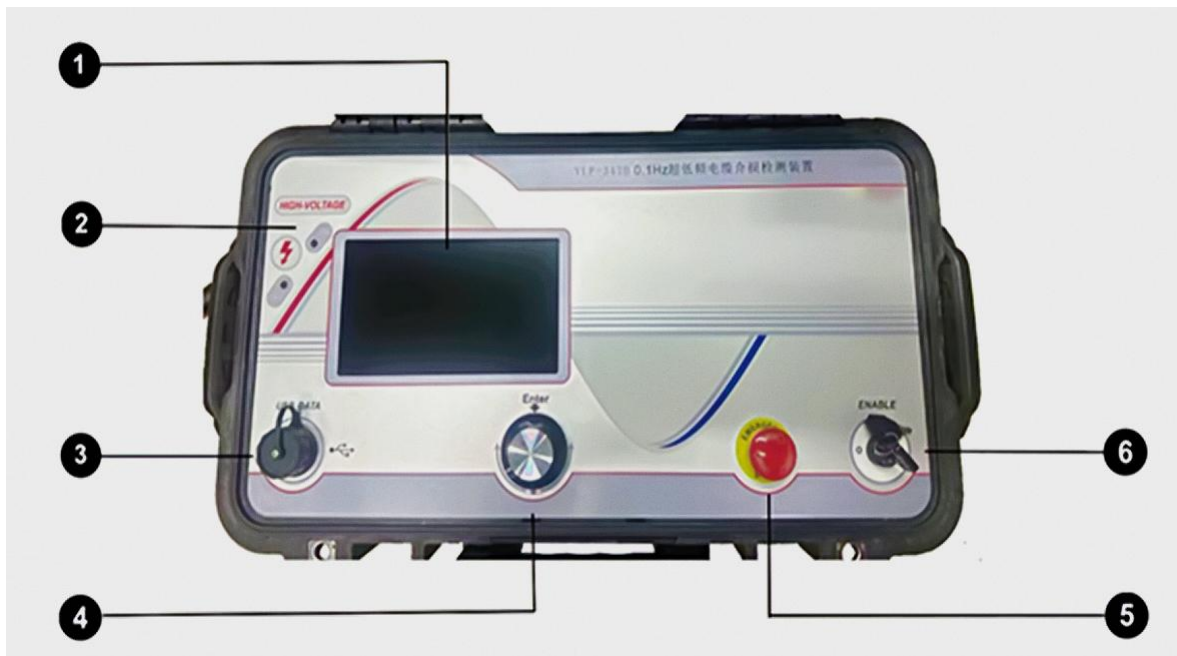




图 3

元素	描述
①	液晶显示屏
②	高压输出指示灯
③	USB2.0 接口
④	旋转编码器
⑤	急停按钮
⑥	高压输出锁

3.系统设置

	<p>安装安全须知</p> <ul style="list-style-type: none">• 选择一个足以承受系统重量和尺寸且能确保其稳固站立的位置。• 在设置测试系统时，确保其不会影响任何其他系统或组件的功能。如果为了设置和操作测试系统而必须修改其他系统和组件，请务必在工作完成后恢复原状。始终考虑到这些系统和组件的特殊要求，只有在咨询并获得负责人的批准后，才能对其进行操作。• 在测试物体附近安装防护设备（如栏杆、链条或栅栏），以阻止人员进入危险区域，并防止触碰带电部件的风险。• 两侧的通风口不得被遮挡。• 如果储存地点和安装地点之间的温差较大（从冷到暖），则承载高压的组件上可能会形成冷凝（冷凝效应）。为避免因电压飞弧而对人员和组件造成任何损害的风险，在开始高压操作之前，设备需要在开启（风扇运行）状态下适应约半小时。
---	---

3.1.电气连接

	<p>电气连接安全须知</p> <ul style="list-style-type: none">• 在连接测试对象之前，请务必遵循第 1 章中的安全须知，尤其是五项安全规则。• 测试系统仅可在测试对象关闭且接地短路时，才能与测试对象连接或断开连接。• 由于施加到测试对象的电压可能达到存在偶然接触风险的值，因此必须根据 VDE 0104 对电缆端部进行屏蔽以避免这种情况。在进行此操作时，务必同时考虑所有电缆分支。• 在对测试对象进行许可后，确保危险电压不会到达未受保护的地方或技术设备。• 装置中安装的放电开关仅是用于安全释放电容的设备，并非 VDE 0104 所述的接地和短路设备。• 在操作系统之前，必须将所有现有的电压互感器从测试对象上断开。• 所有未运行且未连接到测试系统的电缆必须进行短路处理并接地。
---	---

连接图

下图展示了简化后的连接图：

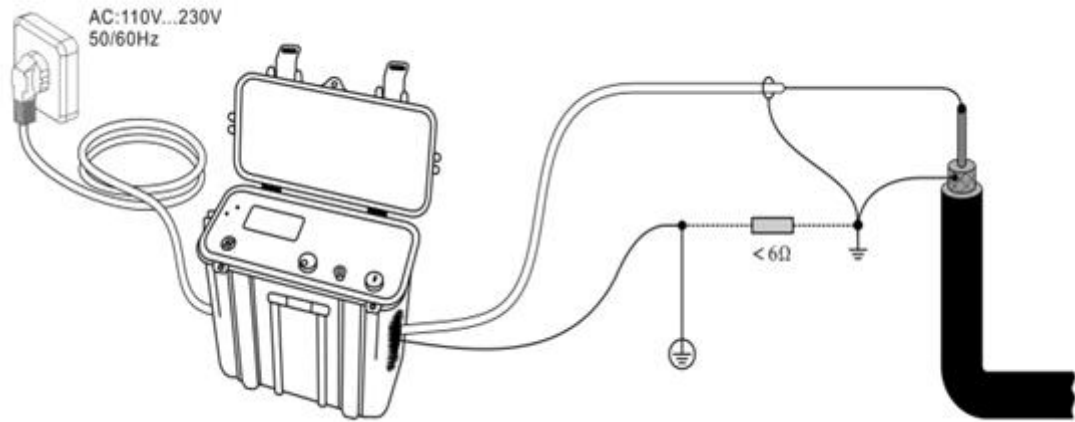


图 4 电缆耐压和介质损耗测试

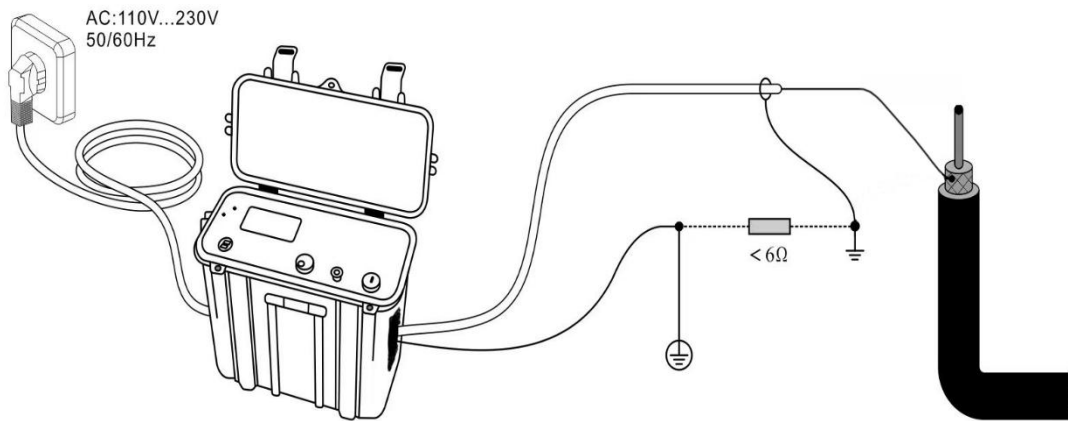



图 5 套管测试

连接顺序 请按以下顺序连接系统：

步骤	动作
1	接地电缆应固定在系统的接地连接处，然后连接到电站保护接地系统的适当位置。
2	将高压连接电缆连接到系统的高压输出端，如下图所示：
3	<p>高压连接电缆的内导体必须通过合适的连接配件，连接到被测电缆的相线或屏蔽层。</p> <p> 在护套测试或护套精确定位模式下工作时，电缆的两端不得将电缆屏蔽层接地。还要确保没有与地面的间接接触，例如通过接头。</p>
4	高压连接电缆的屏蔽层必须连接到靠近电缆终端的接地棒上（系统接地）。
5	将提供的电源线插入系统的电源接口，并将其连接到电源插座上。

3.2.系统开机

在使用开/关按钮开启之前，设备处于“停止服务”状态。

按下电源开关后，系统即进入“准备运行”状态。屏幕亮起表示系统已准备就绪。控制功能被激活，经过短暂的启动阶段后，设置界面出现。高压电源被关闭，高压无输出。启动过程结束后，将直接进入设置界面菜单，显示上次测试的设置参数（图6）。

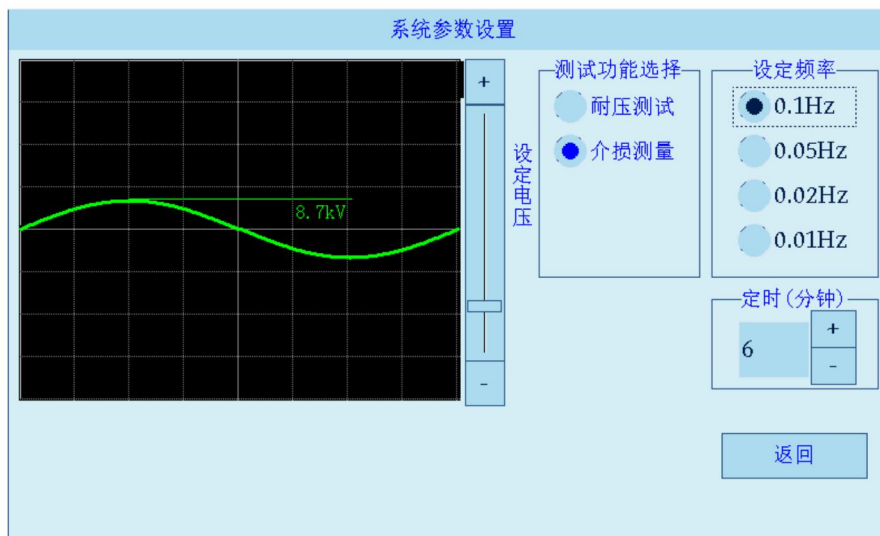


图 6

如果做介损测试，可以直接选择测试功能中的单选按钮，并设置高压电缆的额定电压 U_0 ，根据线缆长度选择合适的测试频率，定时不用设置，介损测试时间是系统内置的，测试一次约 3 分 30 秒。设置完成按返回进入开始测试界面（图 7）。

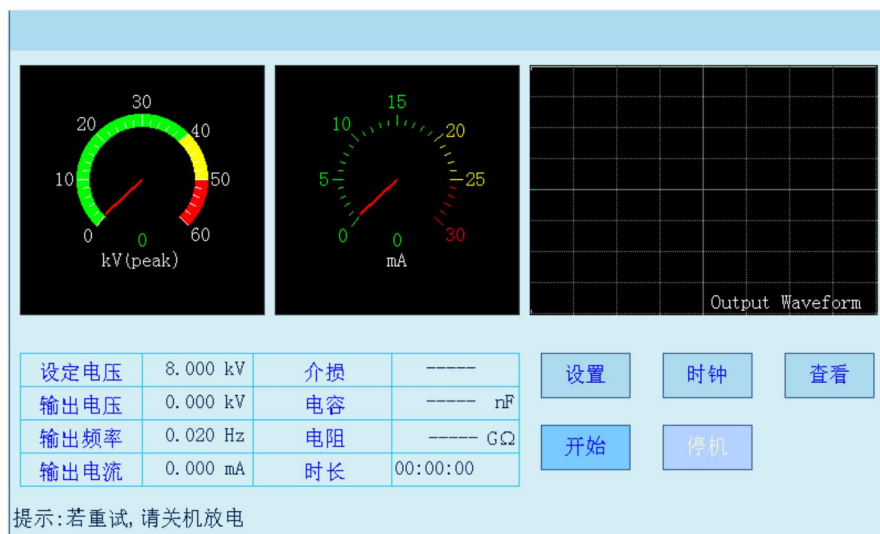


图 7
12

开始测试前，应确保安全锁和急停开关已经解除，不然屏幕左下角有相应提示。经过上述步骤后，可以点击开始按钮，界面上会再一次确认是否开始测试（图8），得到确认后，测试开始，系统经过自检后输出高压。

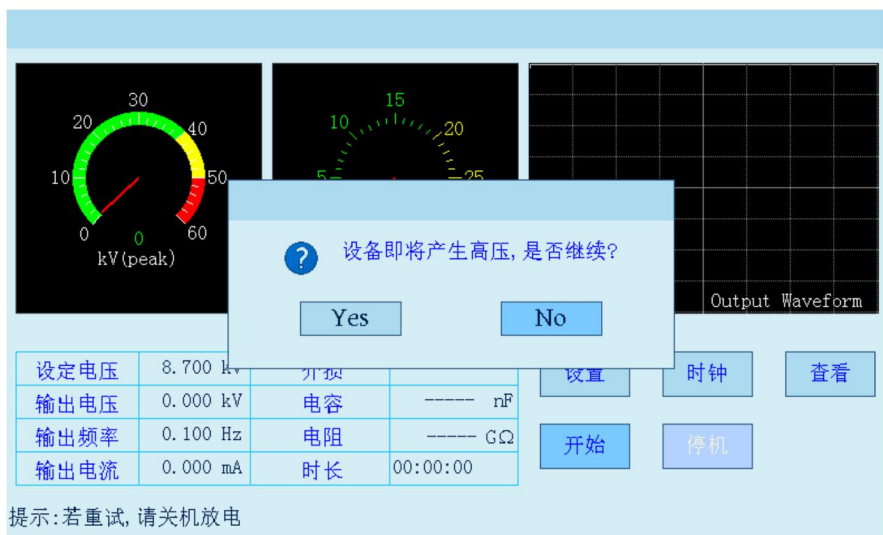


图 8

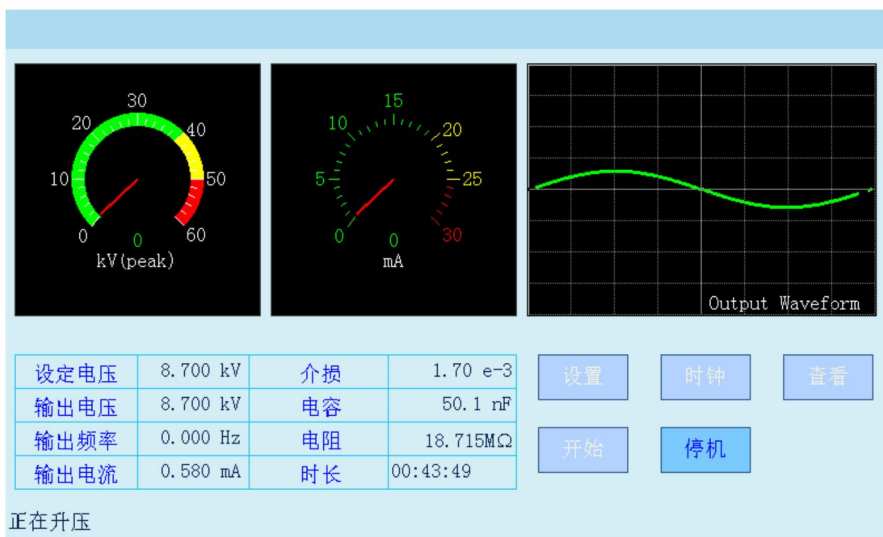


图 9

开始测试后，系统表盘显示的是实时峰值电压和电流，波形窗口显示的是实时波形，表格显示设定电压和频率值以及输出电压、电流有效值，当测试介损时，计时直接启动；若是进行耐压测试，电压达到设定值周期时才启动计时。

介损测试是全自动进行的，系统首先以设置 0.5 倍 U_0 进行若干周期的测试，然后自动切换到 U_0 进行若干周期的测试，最后以 1.5 倍 U_0 进行若干周期的测试，测试完后会自动保存测试结果并对电缆放电。左下角提示完成后，可以直接点查看按钮入进历史测试文件列表界面(图 10)。



图 10

此列表自动排序所有测试结果，将最近一次测试记录显示在最上面方便查看。可以单选或多选想要导出或删除文件，单选想要查看的文件，然后点击查看按钮，进入查看测试报告界面（图 11）。

VLF_TD_A_20250329140711.tdf

介损偏差值 (10e-3)			介损差值 (10e-3)			介损平均值 (10e-3)		
正常	注意	异常	正常	注意	异常	正常	注意	异常
<0.1	0.1至0.5	>0.5	<5	5至80	>80	<4	4至50	>50
0.042			0.12			2.13		
U0= 8.7kV F=0.0Hz								
电压 (kV)	4.0kV		8.0kV		12.0kV			
电容 (nF)	300.8nF		300.8nF		300.8nF			
电阻 (GΩ)	2.556G		2.484G		2.416G			
介损平均值	2.07		2.13		2.19			
Tan (10e-3)	2.08, 2.06, 2.09 2.06, 2.06		2.12, 2.11, 2.18 2.17, 2.08		2.15, 2.22, 2.19 2.19, 2.22			

电缆健康评定等级: 正常状态

返回

图 11

图 10 界面中详细显示这一次测试的数据以及评定结果。其中也给出判断依据的取值范围，三列详细数据中分别对应 0.5U₀、1.0U₀ 和 1.5U₀ 的电容量、电阻值、介损平均值和介损实时值。最下一行给出了电缆评定等级和检修措施。

最后可以通过 U 盘将文件列表中的测试记录全部或部分导出到 U 盘中，仅支持 USB 2.0 的 U 盘，推荐使用出厂配件中的 U 盘。导出文件后，使用专用的测试文件查看软件生成测试报告。

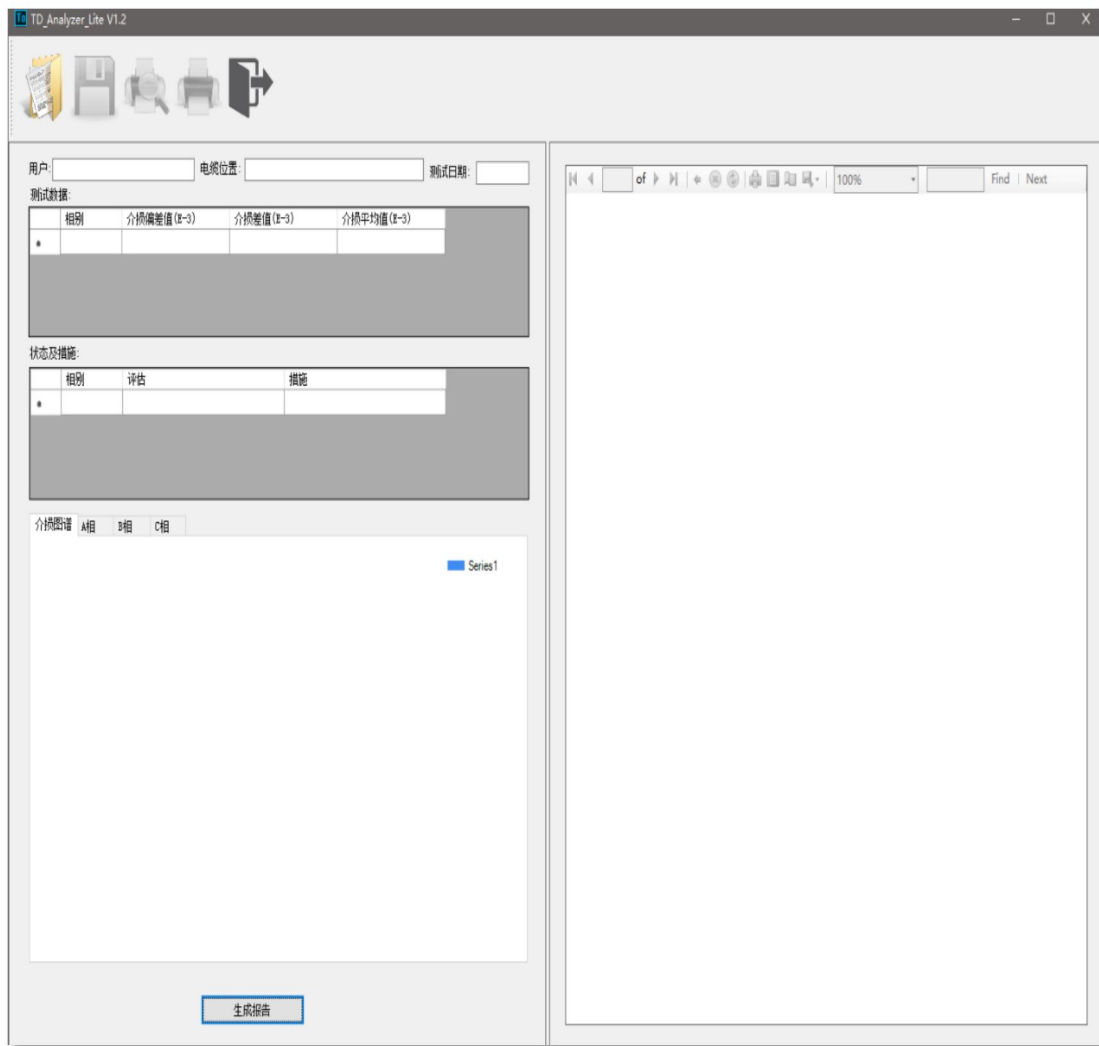


图 12

该软件可以支持一次打开一到三个文件，分别对应 A、B、C 三相的测试记录，打开文件后，可以在表格中看到测试结果和介损曲线，点击生成报告后，可以看到测试过程的详细数据和波形，该结果支持导出和直接打印。打印结果如图 13 和图 14。

超低频介损测试报告

用户:

电缆位置:

测试日期: 2025-07-23
12:07:23

相别	介损偏差值(10e-3)			介损差值(10e-3)			介损平均值(10e-3)		
	正常	注意	异常	正常	注意	异常	正常	注意	异常
	<0.1	0.1 至 0.5	>0.5	<5	5 至 80	>80	<4	4 至 50	>50
A	0.01			0			0.03		
B	0.0141			0.06			0.05		
C	0.0187			0.02			0.14		

状态及措施:

	电缆健康评定等级	检修措施
A	正常状态	
B	正常状态	
C	正常状态	

图谱:

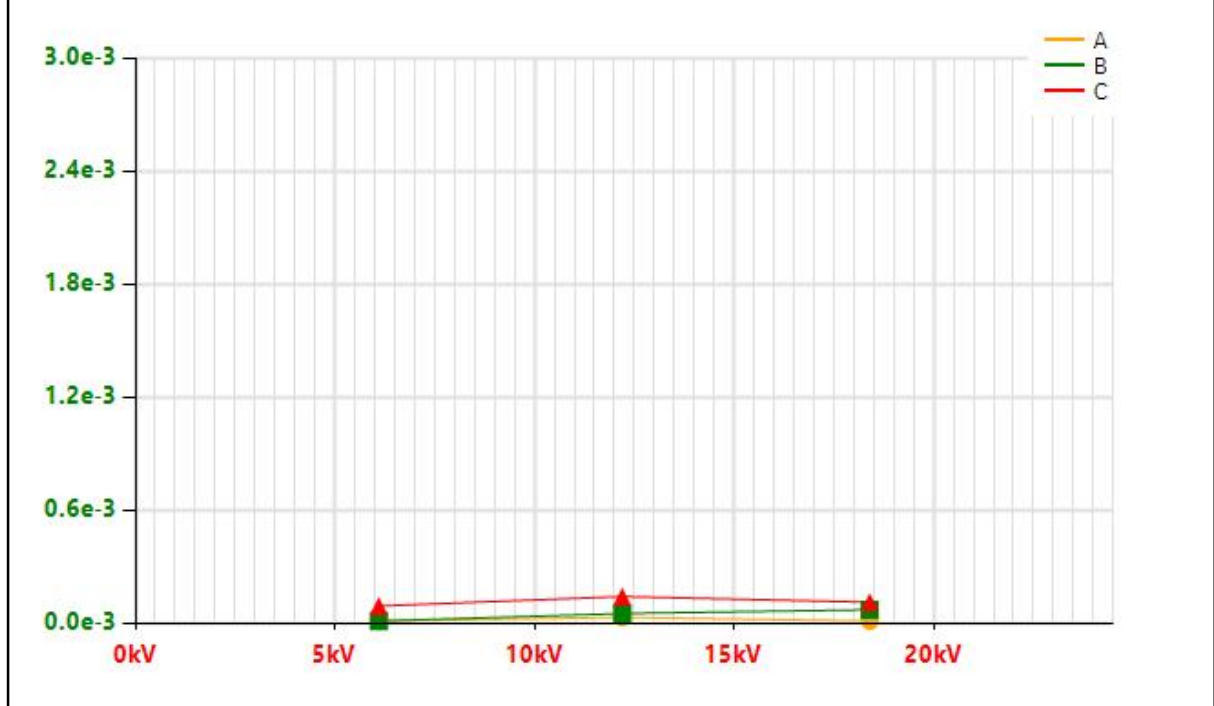
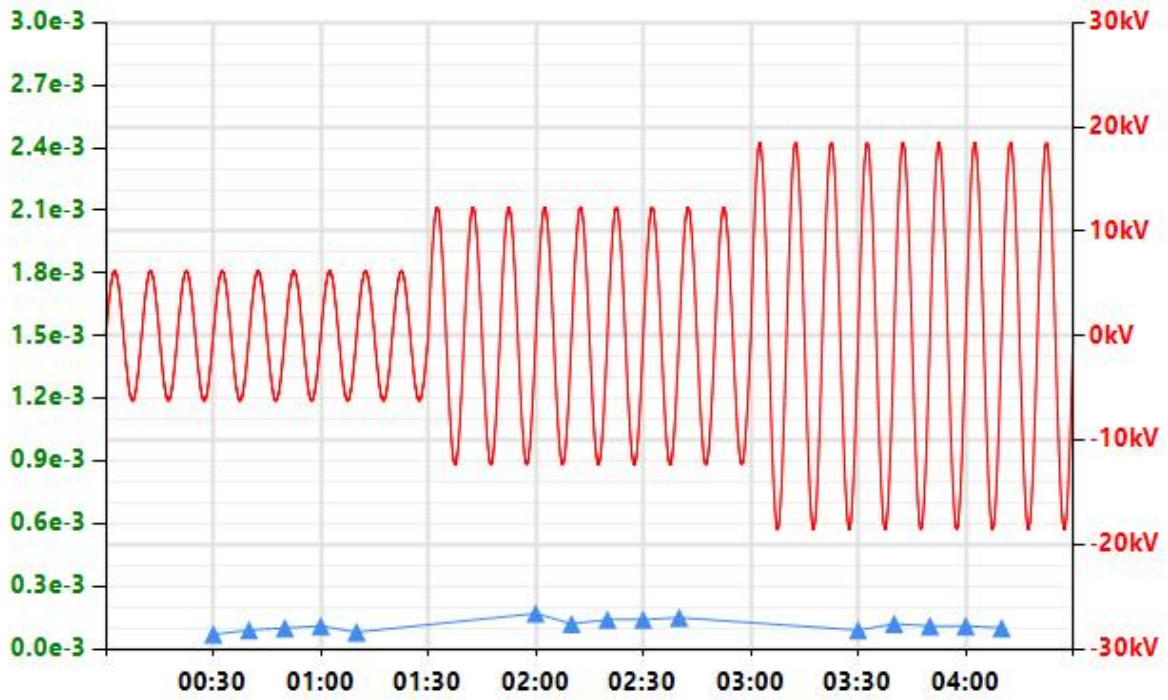


图 13

Tan δ



额定电压 U_0	12.3 kV	电压步长	3
频率	0.1 Hz	日期/时间	2025-07-23 12:07:23
相	C		

电压	6.2 kV	12.3 kV	18.5 kV
因数 U_0	0.5	1	1.5
电容	414.1 nF	414.1 nF	414.1 nF
电阻	42.705 G Ω	27.453 G Ω	34.94 G Ω
介损平均值	0.09	0.14	0.11
介损偏差值	0.0158	0.0187	0.0122
$\tan \delta$ ($10e^{-3}$)	0.07;0.09; 0.1;0.11; 0.08;	0.17;0.12; 0.14;0.14; 0.15;	0.09;0.12; 0.11;0.11; 0.1;

图 14

