

# 目 录

一、概述 .....	1
1.1 关于本说明书 .....	1
1.2 责任声明 .....	1
二、产品介绍 .....	2
2.1 注意事项 .....	2
2.2 简述 .....	2
2.3 产品特点 .....	3
2.4 产品应用领域 .....	3
2.5 参数指标 .....	4
2.6 按照标准 .....	5
2.7 产品配置清单 .....	6
三、操作说明 .....	7
3.1 结构 .....	7
3.2 系统开关机及状态显示 .....	8
3.3 充电 .....	8
3.4 声波定位检测 .....	9
3.4.1 使用声波定位测试 .....	9
3.4.2 声波界面设置 .....	10
3.4.3 数据 .....	11
3.4.4 截屏 .....	12
3.4.5 录屏 .....	12
3.4.6 热成像 .....	13
3.4.7 声波数据导出操作方法 .....	14
3.5 局放检测 .....	15
3.5.1 多功能局放传感器的连接方法 .....	15
3.5.2 主机界面切换传感器方法 .....	16

---

3.5.3 局放界面功能介绍 .....	17
3.5.4 局放四通道使用方法 .....	19
3.5.5 局放数据管理 .....	20
3.5.6 传感器局放检测 .....	22
3.5.7 红外热成像 .....	29
3.6 图谱模式说明 .....	32
3.7 生成检测报告方法 .....	34
3.8 局放数据导出操作方法 .....	35
3.9 选配传感器列表 .....	36
附录一 检测报告模板 .....	37
附录二 开关柜局部放电测试方法 .....	38
附录三 变压器局部放电测试方法 .....	42
附录四 电缆局部放电测试方法 .....	43
附录五 GIS 特高频局部放电测试方法 .....	44

## 一、概述

### 1.1 关于本说明书

本说明书提供如何以安全的方式使用本产品。在您初次使用该产品前，请详细阅读使用说明书，有助于您熟练地使用本产品。说明书中详细介绍了安全规范的操作要领，以及各种测量模式的使用流程。

### 1.2 责任声明

我公司保证每一台产品在出厂时主机、配件无任何质量问题，主机功能无任何缺陷。本产品质保期为一年，保修期从发货日开始计算。对保修期内的产品提供免费维修服务，并保证维修期不超过 90 天。如若用户在使用过程中由误用、拆卸、疏忽、意外、非正常操作造成的产品损坏，我公司将不提供任何免费维修服务。

当需要接受维修服务时，请用户联系附近的我公司服务中心。服务中心将根据您所在区域选择是否提供上门取货服务，无法上门取货时，服务中心将与您协商是否通过邮寄方式将产品送至服务中心。完成维修后，服务中心将联系您，协商合适的方式返还产品。如果我公司认定故障是由于误用、拆卸、意外、非正常操作造成的，或者产品过了保修期，我公司将估算维修费用，并在获得用户授权后才开始进行修理。对于付费维修的用户，在收到维修后产品的同时将收到维修和返回运输费用的发票。

本声明包含我公司提供的所有维修内容，我公司不提供以其他方式明示或暗示的维修服务。同时我公司不对任何特殊的、间接的、偶然的损坏及数据丢失承担责任，不论是否会引起用户的经济、民事损失。本手册的使用权仅限于我公司的用户，未经公司的书面许可，严禁以任何形式复制、传递、分发和存储本文档中的任何内容。

## 二、产品介绍

### 2.1 注意事项

本产品用于高压开关柜、环网柜、变压器、GIS、架空线路、电缆终端、电缆分支箱等设备的绝缘状态检测与评估。该装置使用时有如下注意事项：

- ☀ 请在温度-20℃~50℃，相对湿度不超过 80%的室内使用；
- ☀ 请远离易燃易爆危险品；
- ☀ 为防止干扰或漏电事故，请关机充电；
- ☀ 如有液体与腐蚀性物质接触到仪器，应立即停止使用并关机，由专业人员处理；
- ☀ 外置传感器接口采用进口接插件，在插入外置传感器接头时请将接头的标志方向与插座的标志方向一致后径向插入，听到“咔嚓”声后表示连接成功，切勿旋转接头，以免损坏接插件。拔出传感器接头时只需要拿住金属外壳的接头往外拔即可，切勿拉拽连接线。
- ☀ 使用外置传感器进行检测作业前，务必先将传感器跟主机连接好后再进行检测，禁止作业过程中插拔测试线！
- ☀ 所有主机与附件均不得拆卸，若确实需要需由本公司售后服务人员拆卸。

### 2.2 简述

多功能测试仪（声波+局放+红外功能）利用麦克风阵列技术采集声波数据，结合高清摄像头实现声波的定位。利用波束形成实现声波定位技术分析后得到声波分布数据，再将声波分布数据与视频进行融合生成声像云图并在显示屏上动态展现。

本产品可广泛应用于电力系统的局放检测，包括高压开关柜、环网柜、电压/电流互感器、变压器(包括干式变压器)、GIS、架空线路、电缆等设备的绝缘状态检测，通过以下几项指标来衡量电气设备的放电程度：

**局部放电强度检测：**通过测量 1 个工频周期内的放电信号，根据放电脉冲序列中最大值（dB）来表征局部放电的强度。

**局部放电频度检测：**通过测量 1 个工频周期内的放电信号，提取放电脉冲并根据放电脉冲数量来表征局部放电的频度。

## 2.3 产品特点

- ☀ 声波成像模块是配合电力系统巡检机器人、无人机、在线监测等应用场景开发，能适应多种场合。一旦气体发生泄露，声像模块即可感知到气体泄露时产生的超声波/声波，从而定位到泄露发生的位置，进行报警。该功能的实现基于声学成像技术，利用麦克风阵列，扫描空间声波，通过声波的相位差异来确定故障位置，得到“声像图”。
- ☀ 配置不同传感器实现几乎所有的高压电气设备的局部放电检测；
- ☀ 提供时域波形、PRPD、PRPS 等多种放电图谱，实现不同放电类型的分析；
- ☀ 人性化的人机界面方便不同设备的数据管理；
- ☀ 多功能局放传感器精密小结构、准确数据采集和多样化的测量原理，能够实现各种电气设备的局放检测，包括超声波、地电波和特高频测量原理。您只需更改不同传感器，就可以完美解决高压电气设备的局放检测任务。可外接变压器、GIS、架空线路、电缆等专用传感器。
- ☀ 采用非侵入式检测方式，测试过程中无需停电，无需额外配置高压源，比传统的脉冲式局部放电检测仪使用更加方便；
- ☀ 测试带宽范围为 30kHz ~ 2.0GHz，适用各种频段的检测原理；
- ☀ 增配的红外热成像仪可以将物体表面人肉眼不可见的这部分红外辐射转换成可见图像，红外热成像不受可见光影响，具有非接触测温，穿烟透雾等优势，非常适合电气设备的温度检测。
- ☀ 通过屏幕显示的图像色彩和热点追踪显示功能就能初步判断发热情况和故障部位，从而高效率、高准确率地确认问题所在。

## 2.4 产品应用领域

- ☀ 发、配 电企业
- ☀ 铁路系统
- ☀ 石油化工供电系统
- ☀ 航空航天检测领域
- ☀ 自动化检测领域

## 2.5 参数指标

地电波参数		接触式超声波参数	
测量范围	0~70 dBmV	测量范围	-6dB $\mu$ V 至 70dB $\mu$ V
分辨率	1dB	分辨率	1dB
精度	$\pm$ 1dB	精度	$\pm$ 1dB
每周期最大脉冲	1400	频率范围	20~200 kHz
测量频带	3~100MHz		
非接触式超声波参数		特高频参数	
测量范围	-6dB $\mu$ V~70dB $\mu$ V	检测频段	300MHz~3000MHz
分辨率	1dB	测量范围	0~70 dBmV
精度	$\pm$ 1dB		
传感器中心频率	40 kHz		
高频互感器参数		声波传感器参数	
传感器传输阻抗	9.9mV/mA	频率范围	0~48kHz
检测频率	3~30MHz	测量距离	0.3~50m
灵敏度	1mV	麦克风数量	64个
检测范围	0~3000 mV		
红外传感器高配(可选)		红外传感器低配(可选)	
分辨率	384 $\times$ 288	分辨率	256 * 192
测温范围	-20 $^{\circ}$ C~400 $^{\circ}$ C	测温范围	-10 $^{\circ}$ C~150 $^{\circ}$ C
测温精度	$\pm$ 2 $^{\circ}$ C	测温精度	$\pm$ 3 $^{\circ}$ C
硬件			
外壳	ABS		
主机尺寸	248*165*55(长*宽*厚,mm)		
显示	7英寸电容式触摸屏, 分辨率1280*800		
摄像头视场角	58 $^{\circ}$ * 27 $^{\circ}$		
采样精度	12bit		
同步方式	内同步、外同步		
连接器	USB 接口(兼充电器输入) wifi, 网口, 蓝牙 外部传感器输入接口		
SD卡	标配128G~256G		
内置电池	12.6V/5000mAh 锂电池		
工作时间	约 6 小时		

图像格式	JPG
视频格式	rtsp
视频时长	视存储器容量而定
充电器	100~240VAC,50/60Hz
使用温度	-35℃~50℃
湿度	≤60%
体积、重量	1.3kg

## 2.6 按照标准

DL/T 500-2009 电压检测仪使用技术条件

GB/T 4208-2008 外壳防护等级的分类（IP 代码）

GB/T 2423.1-2001 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A:低温试验方法

GB/T 2423.2-2001 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B:高温试验方法

GB/T 2423.4-1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验:交变湿热试验方法

GB/T 2423.5-1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验和导则:冲击试验方法

GB/T 2423.10-1995 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验和导则:振动(正弦)试验方法

GB/T 17626.2-2006 电磁兼容性 试验和测量技术 静电放电抗扰度性试验(IEC 61000-4-2: 1995)

GB/T 17626.5-2008 电磁兼容性 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5: 1995)

GB/T 17626.3-2006 电磁兼容性 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3: 1995)

GB/T 17626.4-2008 电磁兼容性 试验和测量技术 快速瞬变电磁脉冲群抗扰度试验(IEC 61000-4-4: 1995)

GB/T 17626.7-1998 电磁兼容 试验和测量技术供电系统及所连设备谐波、谐间波的测量和测量仪器导则

GB/T 19862-2005 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

## 2.7 产品配置清单

本产品由检测主机、选配传感器、及相关附件组成，详细配置如表一所示：

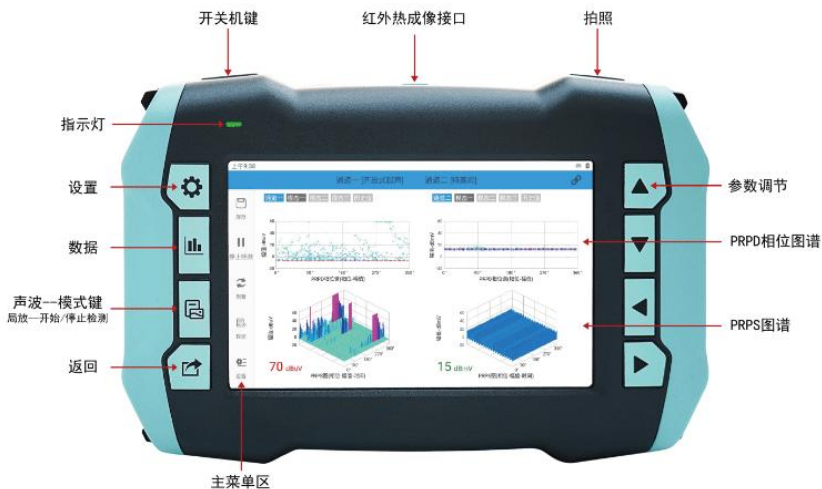
表一

名称	数量	单位	备注
1 多功能测试仪（声波+局放+红外功能）	1	套	标配
2 多功能局放1号传感器	1	个	选配 适用于开关柜的超声波与地电波检测
3 多功能局放2号传感器	1	个	选配 连接配合接触式超声波、高频互感器和特高频等传感器的测试
4 接触式超声波传感器	1	个	选配 用于变压器、GIS、电机等局放检测
5 高频互感器	1	个	选配 用于电缆局放检测
6 特高频传感器	1	个	选配 用于测试 GIS
7 柔性传感器	1	个	选配 用于测试开关柜
8 红外传感器	1	个	选配 用于红外热成像检测
9 U 盘	1	个	
10 充电器	1	个	
11 USB 线	1	根	
12 说明书	1	份	
13 出厂检测报告	1	份	
14 合格证	1	份	
15 保修卡	1	份	



## 三、操作说明

### 3.1 结构



多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机

多功能测试仪（声波+局放+红外功能）利用麦克风阵列技术采集声波数据，结合高清摄像头实现声波的定位。利用波束形成实现声波定位技术分析后得到声波分布数据，再将声波分布数据与视频进行融合生成**声像云图**并在显示屏上**动态展现**。

连接**多功能局放 1 号传感器**可以实现高低压开关柜局部放电的检测，如需要对变压器、GIS、架空线路、电缆等设备局部放电检测，需要通过**多功能局放 2 号传感器**扩展口外接相应的专用传感器即可，主机可根据传感器的不同手动切换测量模式。

本产品可外接的传感器可以参考产品配置清单中**表一**的选配部分。

### 3.2 系统开关机及状态显示



开关机键

本产品按下开关键 2~3 秒指示灯亮松开手指即可开机。如果连接了电源适配器，并且电池在充电状态时指示灯将点亮。

同样，按下开关键 2~3 秒屏幕熄灭即关机。

### 3.3 充电



充电指示灯



充电孔

本产品充电需要将产品配带的充电线插入充电口，充电头插入家用电插头即可开始充电，充电时指示灯长亮。**关机充电，充电时勿开机。**充电时间 2 小时，当充电指示灯一闪一闪时，说明电池电量已充满，充满后的电池使用时间 6 小时。

尽量使用原厂充电器，使用第三方充电器可能损坏电池及设备。

## 3.4 声波定位检测

### 3.4.1 使用声波定位测试

声波定位技术可以分为两大类，即声阵列（也叫传声器阵列或麦克风阵列）声波定位和声强探头声场测试。



声波成像定位仪利用麦克风阵列技术采集声波数据，结合高清摄像头实现声波的定位。利用波束形成实现声波定位技术分析后得到声波分布数据，再将声波分布数据与视频进行融合生成声像云图并在显示屏上动态展现。

**声波成像模块**是配合电力系统巡检机器人、无人机、在线监测等应用场景开发，能适应多种场合。一旦气体**发生泄露**，声像模块即可感知到气体泄露时产生的超声波/声波，从而**定位到泄露发生的位置**，进行报警。该功能的实现基于**声学成像技术**，利用麦克风阵列，扫描空间声波，通过声波的相位差异来确定故障位置，得到“**声像图**”。

#### 覆盖范围

- 64 通道超声波传感器，精准定位泄露。
- 监测范围： $58^{\circ} * 27^{\circ}$  视角。

### 3.4.2 声波界面设置

在主机测试界面点击“设置”图标进入如下设置界面：



设置界面

功能说明：

【设置】提供【屏幕亮度】【测量时间】【灵敏度设置】【文件格式】【时间与日期】【语言设置】【恢复出厂设置】等功能供操作。

【屏幕亮度】用户可通过左右拉动进度条调整数值大小，数值越大屏幕亮度越亮，数值越小屏幕亮度越低。

【测量时间】测量时间 1~20 (ms)。

【灵敏度设置】系统对故障点检测的敏感程度反馈，用户可通过左右拉动进度条调整数值大小，数值越大系统对故障点检测的敏感程度越高，反馈越强烈；数值越小系统对故障点检测的敏感程度越低，反馈越轻微。

【文件格式】图片格式.PNG 或 .JPEG 格式。

【时间与日期】用户可点击相对应的日期时间进行设置。

【语言设置】支持中英文切换。

【恢复出厂设置】恢复出厂设置:可将该设备系统及存储、软件版本，包括各项参数恢复至出厂时状态，该功能会删除设备存留数据，如有重要数据未备份，请谨慎操作。

【版本信息】硬件版本，软件版本。

在主机测试界面点击“模式”图标进入如下模式设置界面：



模式设置界面

功能说明：

**【时频图】**检测局放信号并通过信号采集系统进行采集。对采集来的局放信号提取等效时频特征，进而将局放信号映射到等效时频谱图中。

**【单声源/多声源切换】**本产品有单声源/多声源功能选择，供检测时灵活切换。

**【频率范围】**声波对不同频率声音的响应能力，频率设置越宽，声波对不同频率声音的接收效果越好。

**【超声/气体泄露选择】**超声/气体泄露选择范围。

### 3.4.3 数据



数据

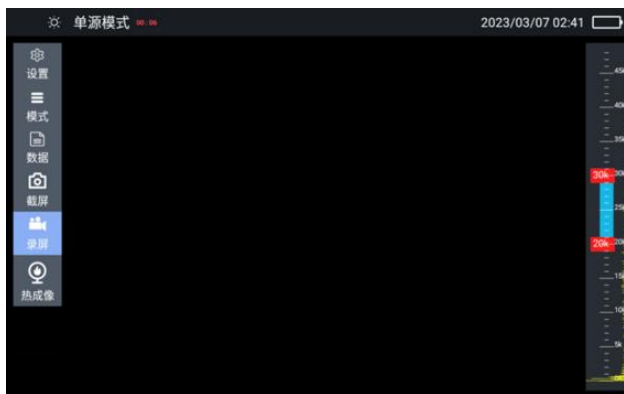
**【数据】**里面存储的是截屏跟录屏的界面图，点击图片单个文件查看。如需删除只需单击选中相应文件，然后点击“删除”即可。

### 3.4.4 截屏



按【截屏】图标截屏可捕获具有重叠声像的场景静态照片，并将其保存为.JPG格式。可在数据里面查看已保存的图片文件。

### 3.4.5 录屏



捕获具有重叠声像的场景视频，并将其保存为 .MP4 格式。

1. 按【录屏】图标开始录制。

声波仪开始录制后，将显示已耗时间。

2. 再次按【录屏】图标可停止录制并保存视频。

保存视频后，在数据里面查看已保存的视频文件。

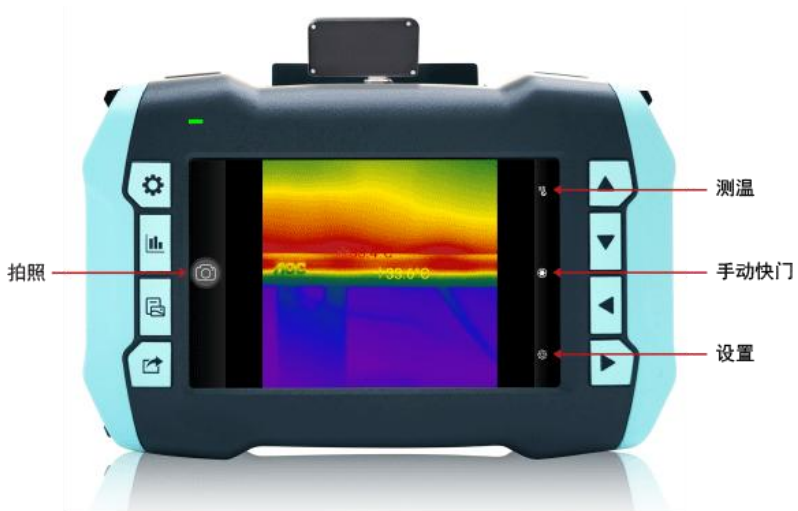
### 3.4.6 热成像

声波红外热成像检测方法：在主机顶部插入红外传感器。

低配版(选配)红外功能介绍：



高配版(选配)红外功能介绍：




红外详细功能请参考 3.5.7 红外热成像。

### 3.4.7 声波数据导出操作方法



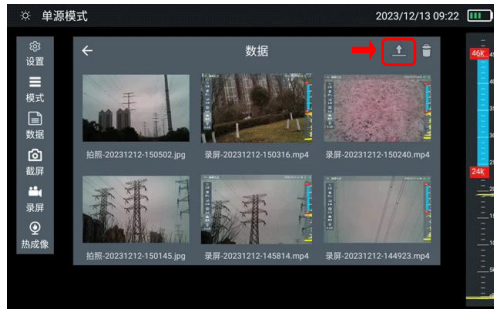
U 盘连接孔

数据导出操作方法:

屏幕界面进入数据页面，再将 U 盘连接多功能测试仪（声波+局放+红外功能），等待几秒，屏幕界面右上方会出现上传数据至 U 盘  图标，点击上传数据至 U 盘图标数据就会导出至 U 盘。

➤ 数据存至 U 盘目录:

:\Android\data\com.gnck.soundlocateapp\files\CheckData\screenshots





### 3.5 局放检测



多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机 局放 1 号传感器 局放 2 号传感器

多功能局放 1 号传感器用于开关柜测试，多功能局放 2 号传感器连接配合接触式超声波、高频互感器和特高频等传感器的测试，可用于运行中的变压器、电缆、GIS 等设备的局放检测。

多功能局放传感器具备自主数据采集和局放信号分析诊断功能。也能提供超声波、地电波和特高频等传感器的测试数据以及时域 PRPD/PRPS 图谱等重要数据。

#### 3.5.1 多功能局放传感器的连接方法

多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机连接多功能局放 1 号传感器 步骤：

1. 多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机开机；
2. 多功能局放 1 号传感器开机；
3. 此时多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机会自动识别连接，测试仪主机界面上方通道一[开放式超声]/通道二[开放式超声]文字变黑，就是连接成功。（举例：测试仪主机自动识别后，界面上方通道一文字变黑，此时传感器连接的就是通道一，如果是通道二文字变黑，连接的就是通道二），如下图所示：

通道一[开放式超声] 通道二[开放式超声] → 通道一[开放式超声] 通道二[开放式超声]

未连接时，↑上方文字显示

连接后，↑上方文字显示

4. 连接成功后，点击多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机界面对应通道一[开放式超声]/通道二[开放式超声]黑色部分文字，手动选择对应传感器测试。

多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机连接多功能局放 2 号传感器 步骤：

1. 多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机开机；
2. 多功能局放 2 号传感器开机；
3. 此时多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机会自动识别连接，测试仪主机界面上方通道一[开放式超声]/通道二[开放式超声]文字变黑，就是连接成功。（举例：测试仪主机自动识别后，界面上方通道一文字变黑，此时传感器连接的就是通道一，如果是通道二文字变黑，连接的就是通道二），如下图所示：



未连接时，↑上方文字显示

连接后，↑上方文字显示

4. 连接成功后，在多功能局放外接传感器扩展口连接相应的专用传感器，再点击多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机界面对应通道一[开放式超声]/通道二[开放式超声]黑色部分文字，手动选择对应传感器测试，如下图所示：

- 开放式超声检测
- 地电波检测
- 特高频检测
- 聚波器检测
- 高频互感器检测
- 柔性传感器检测
- 接触式超声检测

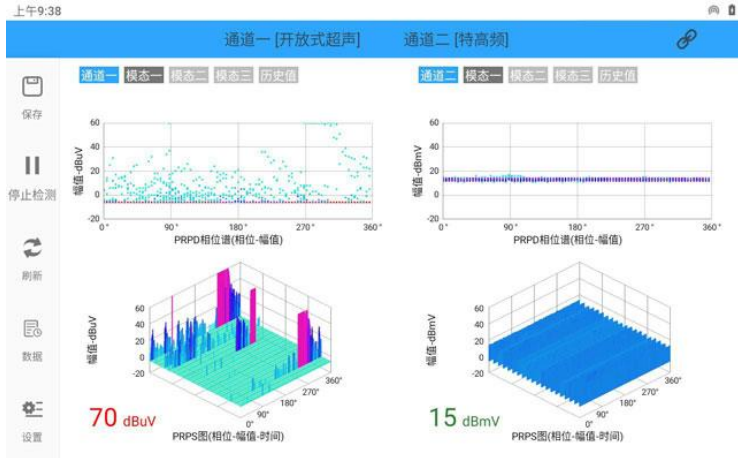
### 3.5.2 主机界面切换传感器方法

在测试时，需要在主机界面切换对应的传感器类型。传感器切换方法：点击多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机界面上方“通道一[超黑]”“通道二[超黑]”“通道一[开放式超声]”“通道二[开放式超声]”即可切换相应传感器检测模式，如下图所示：



传感器选择切换界面

### 3.5.3 局放界面功能介绍



局放界面图

【保存】保存当前检测数据。

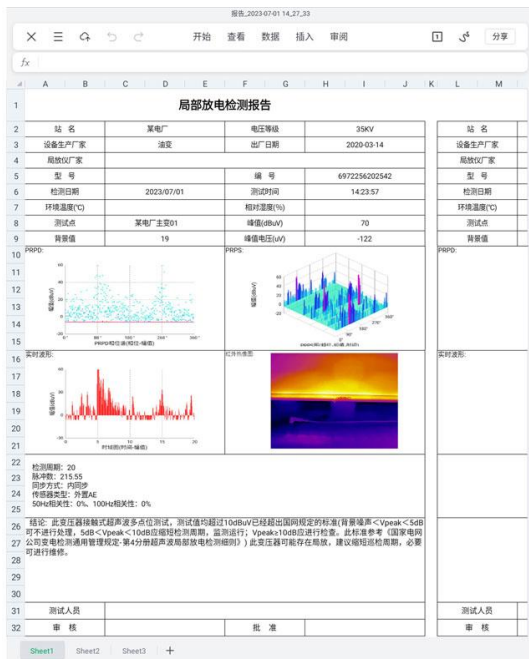
【停止检测】停止当前检测值。

【刷新】刷新当前检测值。

【数据】测试数据及检测报告数据在此数据页面查看。如下图所示：



数据界面



## 检测报告

【设置】内含阈值设置，传感器参数设置，网络设置。如下图所示：



## 局放设置界面

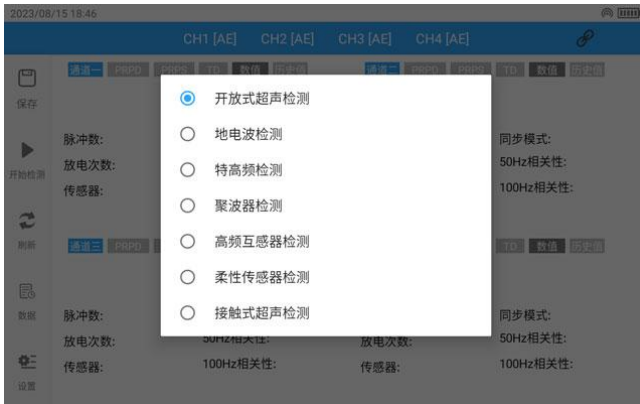
### 3.5.4 局放四通道使用方法

1. 多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机界面有四个通道显示，可以同时连接四个局放传感器，局放传感器四通道的连接方法：

多功能测试仪（声波+局放+红外功能）主机和多功能局放传感器同时开机，测试仪主机会自动识别多功能局放传感器连接，传感器连接通道一，对应测试仪主机界面上方通道一 CH1[AE] 颜色变黑，同理，连接四个传感器，对应测试仪主机界面上方四个通道 CH1[AE]/ CH2[AE]/ CH3[AE]/ CH4[AE] 颜色都会变黑。



2. 在测试仪主机界面上方四通道 CH1[AE]/ CH2[AE]/ CH3[AE]/ CH4[AE]处，点击任意一通道，可以更改传感器类型。




### 3.5.5 局放数据管理



局放测试界面

#### 数据管理：

##### 1. 新建测试点

点击【数据】图标，进入数据界面点击右上角，新建测试点。



## 2. 录入信息



2023/08/10 14:18

← 新增开关柜测试点 ✓

条形码 编号: 186840979710

站点名称: 某电厂

电压等级:

设备生产厂家:

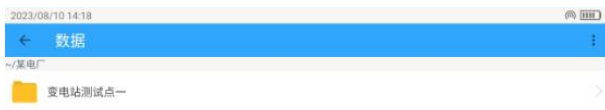
出厂日期:

局放仪厂家:

型 号:

测试点:

## 3. 检测点新建完成



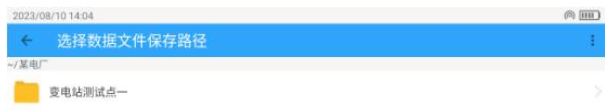
2023/08/10 14:18

← 数据 ⋮

~/某电厂

变电站测试点一 >

4. 保存检测数据时，选择对应测试点确认保存，方便后期回看数据时，直接选择对应的测试点查看。



2023/08/10 14:04

← 选择数据文件保存路径 ⋮

~/某电厂

变电站测试点一 >

确认

### 3.5.6 传感器局放检测

#### 超声波检测



超声波检测

超声波测量模式下，测量数据为  $\text{dBuV}$ ，因为  $\text{dBuV}$  是以  $1\mu\text{V}$  为基准的对数函数值，因此，超声波模式下测量的数据可正可负，根据本产品的超声波放大器处理能力，可以做到  $-6\text{dBuV}$  到  $70\text{dBuV}$  的测试范围，负值越大说明超声波信号越小、越趋近于  $0\mu\text{V}$ ，而并非负数！通常无干扰的环境中测量到的数据为  $-6\text{dBuV}$  到  $0\text{dBuV}$  之间。

很多情况下被测柜体所处的环境会充斥着各种复杂的超声波干扰，比如闪烁的日光灯、超声波驱鼠器、运行中的风机等，因此在测试柜体前需要测量环境值，以判断环境的干扰水平，当超声波环境值过大（比如超过  $10\text{dBuV}$  左右）时需要排除一切产生干扰源，否则过大的干扰信号会掩盖真实信号而影响读数，建议在超声波干扰较大而且无法有效消除时使用 TEV 方式测量柜体值。

超声信号以空气为传播介质，会从柜体缝隙传出来，因此，用超声波测量开关柜柜体值时需要将传感器靠近柜体的缝隙位置，同时，可以通过监听耳机聆听柜内的放电声音（超声波信号通过数字滤波实现可听见声音）。

根据国家电网规程规定，参考表二来判断开关柜的绝缘状况：

表二

超声波读数	说明
读数 $<6\text{dB}$	无局放



6dB<读数<15dB	设备可能存在轻微局部放电
15dB<读数	设备存在严重放电

注意，分界点（6dBuV）在不同地区略有不同，有些区域（如国外、南网）以 6dBuV 为分界点，6dBuV 以上判断为有明显的放电现象，而国网用户一般以 8dBuV 为分界点，无论是 6dBuV 还是 8dBuV 最终目的就是为了预测开关柜的绝缘状况，所以建议以 6dBuV 为分界点，这样可更加提前预警开关柜的运行状况。

### 地电波检测



地电波检测

如需使用 TEV 传感器测量开关柜局放，需要在多功能测试仪（声波+局放+红外功能）局放测试界面上方通道文字处选择对应检测传感器，即可切换至地电波检测模式。

与超声波测量方式一样，测量柜体值前需要测量环境值，可以在金属板、金属门框等位置先测量环境值，然后将主机前端的 TEV 传感器紧贴柜体测量出柜体值，通过判断柜体值与环境值之间的差值来判断开关柜的运行状况。

TEV 测量模式下需要参考工频周期放电脉冲数（用 P/Cycle 表示）与幅值综合衡量开关柜的健康程度。一般脉冲数在 50 以下的高幅值数据是典型的放电现象。

当环境值较大时需要找出干扰源，TEV 的干扰源与超声波不同，超声波干扰一般仅局限于有限的空间，而 TEV 干扰则通过无线射频影响整个空间，比如电焊机、变频器、对讲机、无线广播站等，相比超声波干扰，这类干扰信号有时很难避免或清除，所以当检测到环境（干扰）值较大时建议使用超声波方式进行测量。

对 TEV 测试数据可参考表三判断，不同地区会略有出入，但相差不大。

表三

TEV 读数	说明
高背景读数，即大于 20dB 注意：背景读数是指传感器未贴合至柜体时的读数。	(a) 高水平噪声可能会掩盖开关柜内的放电； (b) 可能是由于外部的影响，应尽可能消除外部干扰源后再重新测试
开关柜和背景基准的所有读数 <20dB。	无局放。每年一次重新检查。
开关柜和背景基准读数相对值读数为 20~29dB	设备有轻微局放
开关柜和背景基准读数相对值读数为 29~40dB	设备有中等局放，应汇报班组或专责，缩短巡视周期
开关柜和背景基准读数相对值读数为 40~60dB	设备存在严重局放，应汇报班组或专责，缩短巡视周期，有停电机会时应检查局放来源。

以上讲述的是针对开关柜的操作规范，通过读数来判断开关柜的绝缘程度，也可以通过图谱来分析开关柜的运行状况，根据图谱能更加全面的了解设备的绝缘状况，如局部放电产生的相位、放电脉冲群的数量等，图谱分析法适合于所有高压设备，包括开关柜。

## 接触式超声波传感器

当需要测试变压器、GIS、电缆等设备时，需要用**多功能局放 2 号传感器**来外接对应的传感器，通过同一扩展口连接传感器时；在主机界面切换对应的传感器类型，并在界面上方展示传感器相关参数，以下介绍各类传感器的使用。



接触式超声波传感器接收方式跟内置的开放型超声波传感器不一样，传感器接触面需要良好的跟被测设备接触，必要的时候需要涂抹耦合剂，以保证接触面到传感器之间的声阻尽可能最小。

测试变压器时可以将传感器吸附在变压器箱体，测试时请勿随意挪动传感器，以免产生额外的噪声，尽可能对变压器各面做多点测试，全方位的诊断变压器内部放电情况。

测试 GIS 超声波信号时，可以将接触式超声波传感器放置在 GIS 金属罐体上，在罐体上做多点测试，通过检测幅值大小判断放电位置。

注意，接触式超声波传感器灵敏度非常高，不要碰撞或敲击传感器，否则会造成永久性的损坏。

## 高频互感器(HFCT)

高频互感器(以下简称 HFCT)主要用来测量电缆局部放电信号, 由于电缆的特殊结构, 超声波及高频局放信号无法从金属铠甲外层获取, 因此可以从接地上获取局放信号。使用 HFCT 测试局放时单位为 mV。



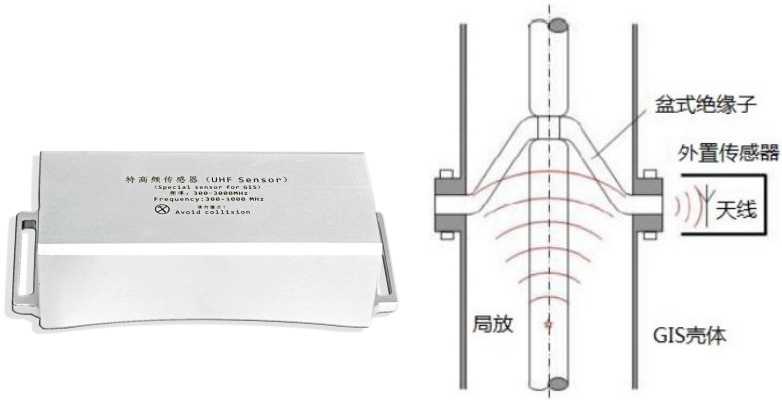
HFCT 接线方式及使用方法

## 特高频传感器(UHF)

电力设备绝缘体中绝缘强度和击穿场强都很高, 当局部放电在很小的范围内发生时, 击穿过程很快, 将产生很陡的脉冲电流, 其上升时间小于 1ns, 并激发频率高达数 GHz 的电磁波。局部放电检测特高频 (UHF) 法基本原理是通过 UHF 传感器对电力设备中局部放电时产生的超高频电磁波 ( $300\text{MHz} \leq f \leq 3\text{GHz}$ ) 信号进行检测, 从而获得局部放电的相关信息, 实现局部放电监测。根据现场设备情况的不同, 可以采用内置式超高频传感器和外置式超高频传感器。

如下图所示为特高频检测法基本原理示意图。由于现场的电晕干扰主要集中在 300MHz 频段以下, 因此 UHF 法能有效地避开现场的电晕等干扰, 具有较高的灵敏度和抗干扰能力, 可实现局部放电带电检测、定位以及缺陷类型识别等优点。

特高频传感器用于接收 GIS 罐体内部的局放信号，由于频率范围为 300 ~ 3000MHz，高频信号在金属柜体内无法传输到罐体外，因此，测试时需要将传感靠近绝缘盆、观察窗等位置。



特高频检测法基本原理



特高频传感器用法

## 柔性超声波传感器

超声波测量模式下，测量数据为 dBuV，因为 dBuV 是以 1uV 为基准的对数函数值，因此，超声波模式下测量的数据可正可负，根据本产品的超声波放大器处理能力，可以做到 -6dBuV 到 68dBuV 的测试范围，负值越大说明超声波信号越小、越趋近于 0uV，而并非负数！通常无干扰的环境中测量到的数据为 -6dBuV 到 0dBuV 之间。

很多情况下被测柜体所处的环境会充斥着各种复杂的超声波干扰，比如闪烁的日光灯、超声波驱鼠器、运行中的风机等，因此在测试柜体前需要测量环境值，以判断环境的干扰水平，当超声波环境值过大（比如超过 10dBuV 左右）时需要排除一切产生干扰源，否则过大的干扰信号会掩盖真实信号而影响读数，建议在超声波干扰较大而且无法有效消除时使用 TEV 方式测量柜体值。

超声信号以空气为传播介质，会从柜体缝隙传出来，因此，用超声波测量开关柜柜体值时需要将传感器靠近柜体的缝隙位置，同时，可以通过监听耳机聆听柜内的放电声音（超声波信号通过数字滤波实现可听见声音）。




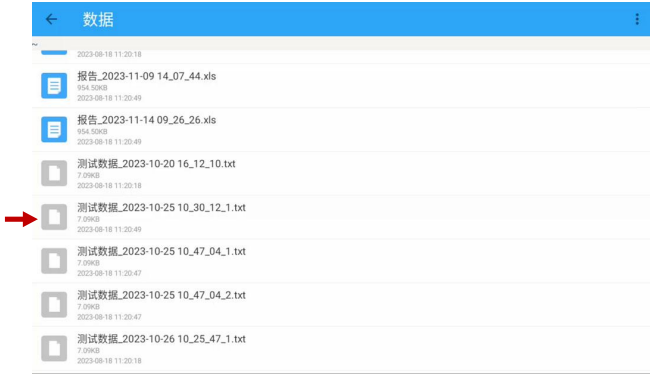
超声波判断参考依据

超声波读数	说明
读数 < 6dB	无局放
6dB < 读数 < 15dB	设备可能存在轻微局部放电
15dB < 读数	设备存在严重放电

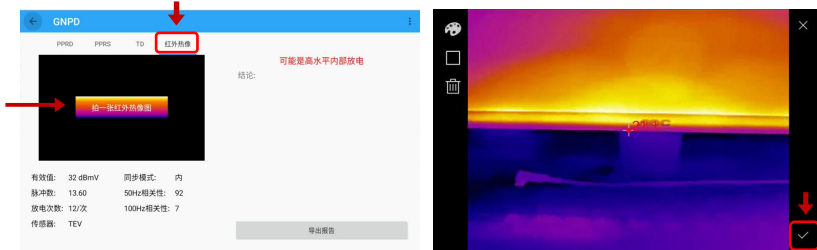
### 3.5.7 红外热成像

红外热成像检测步骤:

- 1.在主机顶部插入红外传感器。
- 2.主界面点击数据按钮进入数据页面，选择对应测试数据点击打开。



- 3.选择红外热成像这栏，再点击红外热成像图片，进入红外热成像拍摄。



- 4.红外拍摄后，点击确认，导出报告。





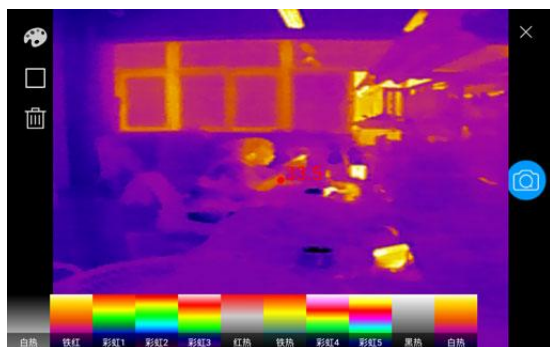
## 低配版(选配)红外:



通过屏幕显示的图像色彩和热点追踪显示功能就能初步判断发热情况和故障部位，从而高效率、高准确率地确认问题所在。

功能介绍：

【伪彩】红外成像的色调颜色选择功能，可以选择不同风格。



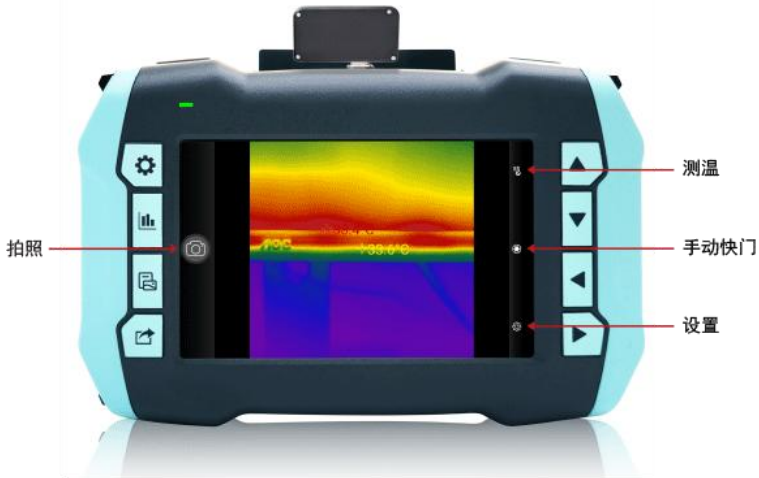
【区域测温分析】此时手指拖拽，在屏幕上绘制矩形，将会自动分析出该矩形区域内的最高温和最低温点，并标识相关信息。

【删除区域框】删除屏幕上的矩形区域测温框及区域测温分析的相关信息。


【拍照】保存当前检测的红外图片。

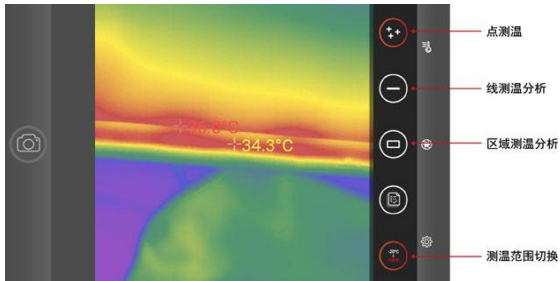


## 高配版(选配)红外:



【拍照】点击此图标保存当前检测红外图片。

【测温】点击此图标测温按钮，弹出测温选项，如下图所示：

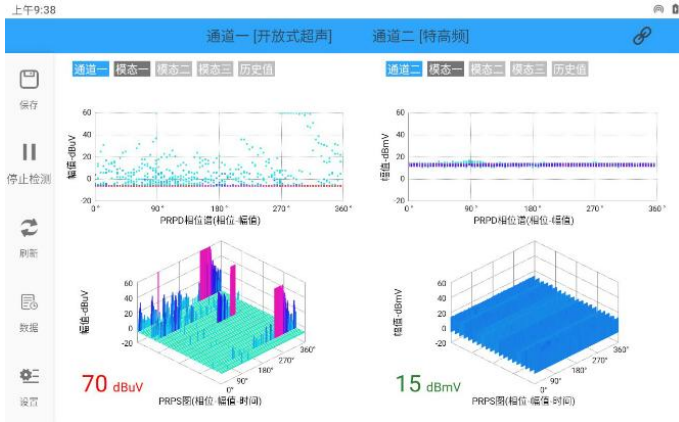


- 1.点测温：点击点测温按钮将进入点测温模式，画面将会显示中心温度点、最高温度点、最低温度点三个点的温度信息，此时点击屏幕，将会添加自定义点的温度信息。
- 2.线测温分析：此时手指拖拽，在屏幕上绘制水平线，将会自动分析出该水平线上的最高温和最低温点，并标识相关信息。
- 3.区域测温分析：此时手指拖拽，在屏幕上绘制矩形，将会自动分析出该矩形区域内的最高温和最低温点，并标识相关信息。
- 4.测温范围切换：红外测温相机支持-20℃-120℃和-20℃-400℃两种测温范围，点击可以进行切换。

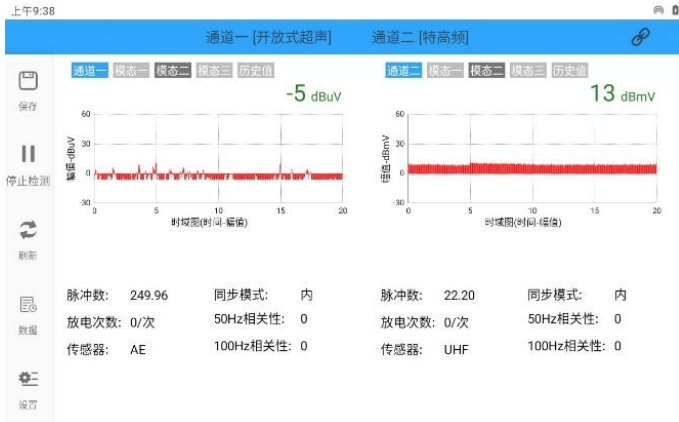
### 3.6 图谱模式说明

在使用任何传感器的时候均可实现图谱的绘制，包括开关柜超声波/地电波、变压器超声波、GIS 超声波/特高频、电缆脉冲电流法测试等，以下简称各类图谱的使用。

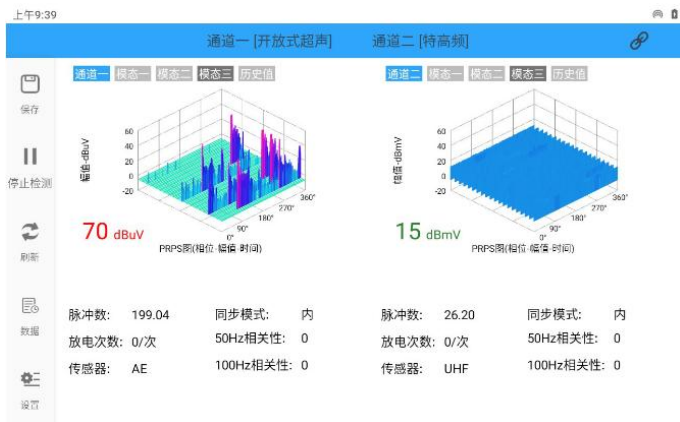
本产品开机后展现出多个通道的时域图谱、PRPD 相位图谱、PRPS 图谱，如下图所示：



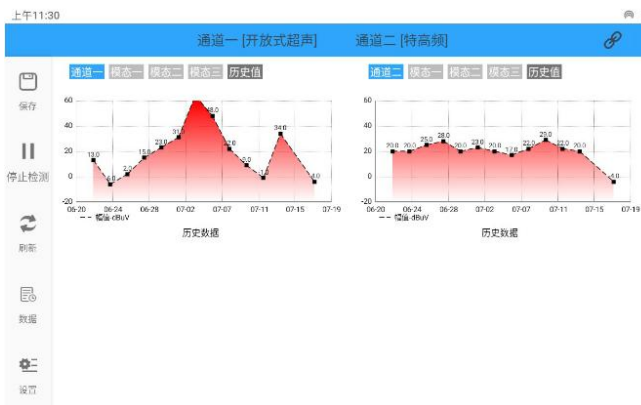
模式一界面图



模式二界面图



模态三界面图



历史值

【时域图】时域信号波形区域，实时显示采集到的信号。

【PRPD 相位图谱】随着时间的变化，PRPD 图谱会不断重绘放电信号与相位之间的关系，PRPD 图谱的意义在于可以根据相位与放电幅值之间的关系分析出当前设备的放电特征是否具有 50Hz 与 100Hz 相关性、放电信号在相位区间的重复性。

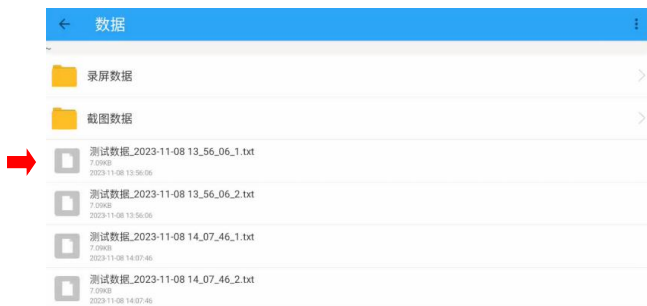
【PRPS 图谱】PRPS 图谱是与放电幅值、相位与时间三者相关的三维图谱，能全面反应出三者之间一一对应的关系，更能形象的反应当前设备放电的特征，结合 PRPD 图谱可更加方便的分析出当前放电属于何种放电类型。

【检测结果】通过检测结果的有效值/脉冲数就可以分辨出是放电类型。

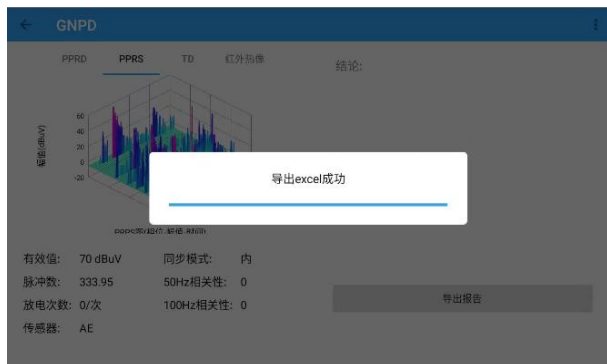
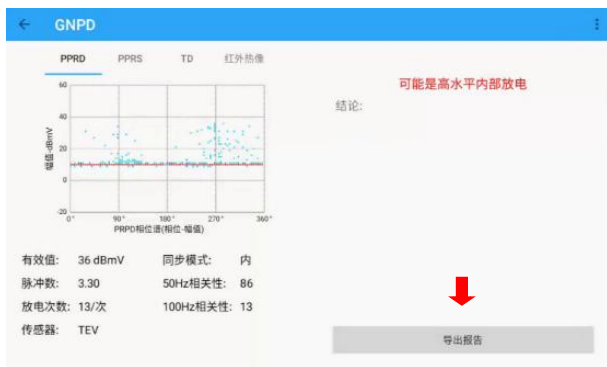
【历史值】可以查看 30 天历史检测数据。

### 3.7 生成检测报告方法

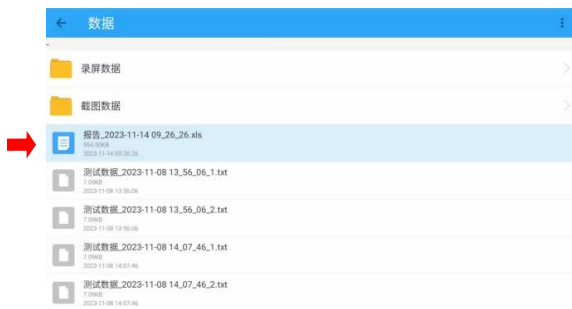
- 测试数据保存成功后，点击进入数据页面：数据页面找到对应存储的测试数据文件，点击打开测试数据文件，（这里打开需要生成检测报告的测试数据）。



- 测试数据文件里面点击【导出报告】按钮，导出 excel 文件。



➤ 导出 excel 成功后页面会跳到数据界面，测试数据成功生成检测报告文件。



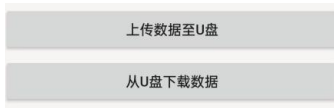
➤ 生成的检测报告文件，可以自由编辑，由用户自主填写。



### 3.8 局放数据导出操作方法



U 盘连接孔



导出数据按钮

检测报告导出操作方法：

先将 U 盘连接多功能测试仪（声波+局放+红外功能），进入数据页面后屏幕下方有个“上传数据至 U 盘”选项，点击“上传数据至 U 盘”按钮就可以导出数据报告至 U 盘。

### 3.9 选配传感器列表

本产品可外接的外置传感器如下：

接触式超声波传感器		用于变压器、GIS、电机等局放检测 频率：40~150kHz
高频互感器		用于电缆局放检测 频率：1~30MHz
特高频传感器		用于 GIS 局放检测 频率：300~3000MHz
柔性传感器		用于测试开关柜 频率：40KHz

还有很多定制型的传感器在此不一一列出，如有相关需求可以与我公司联系。

以上各种传感器均通过多功能 2 号传感器扩展口连接，主机根据各传感器 ID 的不同会选择对应频率的采样通道，目前为止，本产品主机已集成四路不同频率的信道，通过单独的传感器扩展口连接，真正实现一机多用的目的。

## 局部放电检测报告

站名		电压等级	
设备生产厂家		出厂日期	
局放仪厂家			
型号		编号	
检测日期		测试时间	
环境温度(°C)		相对湿度(%)	
测试点		峰值(dBuV)	
背景值		峰值电压(uV)	
PRPD:		PRPS:	
实时波形:		红外热像图:	
现场照片:			
检测周期: 脉冲数: 传感器类型: 放电强度: 放电类型:内部放电(0%)、表面放电(0%)、悬浮电位(0%)、电晕放电(0%)、噪声(0%)			
结论:			
测试人员			
审核		批准	

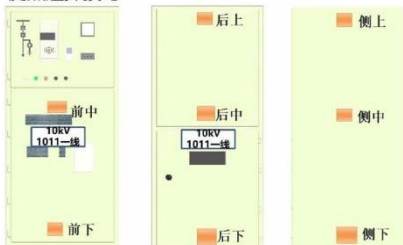
## 附录二 开关柜局部放电测试方法

### TEV（暂态地电压）检测原理

在高压开关柜绝缘层中发生局部放电时会产生电磁波，而开关柜的金属外壳会将这种电磁波屏蔽掉一大部分，不过仍有小部分会通过金属壳体的接缝或者气体绝缘开关衬垫传播出去，而且还会产生一个地电波通过设备金属壳体外表面传向地下。地电波的范围通常在几毫伏直至几伏中间，而且上升时间内有几个纳秒。可以将探头设置于工作状态中的开关柜的外表面，对局部放电活动进行检测。

### TEV（暂态地电压）检测部位

测点选择技巧



中部开关柜：前中、前下、后上、后中、后下

两端开关柜：侧上、侧中、侧下

**注：检测部位应为开关柜柜体金属面，贴合时，仪器与柜面中间没有任何物体。**





## TEV（暂态地电压）检测方法

**测试前:**先在没有接地的金属体上，贴合其表面，测得当前环境值。当环境值过大时，我们应找出干扰源，清除干扰源后再进行测试。

**测试中:**将仪器顶部贴合在开关柜的测试点位上，静止一段时间，点击保存，仪器自动生成结果，判别是否有放电以及放电类型。测试尽可能对每个测试面多点测试，以保证取值的真实且有效。

## TEV（暂态地电压）判断参考依据

TEV 读数	说明
高背景读数，即大于 20dB 注意：背景读数是指传感器未贴合至柜体时的读数。	(a) 高水平噪声可能会掩盖开关柜内的放电； (b) 可能是由于外部的影响，应尽可能消除外部干扰源后再重新测试
开关柜和背景基准的所有读数 <20dB。	无局放。每年一次重新检查。
开关柜和背景基准读数相对值读数为 20~29dB	设备有轻微局放
开关柜和背景基准读数相对值读数为 29~40dB	设备有中等局放，应汇报班组或专责，缩短巡视周期
开关柜和背景基准读数相对值读数为 40~60dB	设备存在严重局放，应汇报班组或专责，缩短巡视周期，有停电机会时应检查局放来源。

## TEV 测试优点

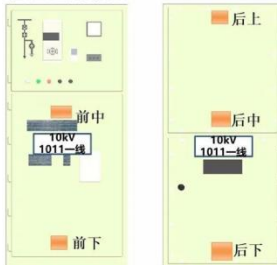
仪器在进行地电波测试中，当某一数值偏大时，点击保存，仪器能自动判断放电类型，无须人为分析。

## 超声波检测原理

电气击穿发生在空气间隙，瞬间就可以完成放电，此时电能也会在一瞬间转化为热能，放电中心的气体受到热能的作用会发生膨胀，通过声波向外传播，传播区域内气体被加热后形成一个等温区，其温度超出环境温度；等到这些气体冷却后开始收缩，则会产生后续波，后续波的频率以及强度均比较低，包含各种频率分量，有很宽的频带，超声波的频率大于 20kHz。因为局部放电的区域相对较小，所以局放声源即为放电源。

## 超声波检测部位

测点选择技巧



通常检测柜体的前中、前下、后上、后中、后下柜体门缝隙位置。



## 超声波检测方法

**测试前：**先在距离开关柜 2~3 米的位置将仪器对准空气，静止一段时间记录当前环境值。当环境值过大时，我们应找出干扰源，清除干扰源后再进行测试。

**测试中：**将仪器顶部超声波传感器部位贴合开关柜缝隙处，静止 2~3s 记录当前测试值，将测试值与环境值相比，当数值大于 6 个 dB 时，应结合 TEV 综合判断。

## 超声波判断参考依据

超声波读数	说明
读数 < 6dB	无局放
6dB < 读数 < 15dB	设备可能存在轻微局部放电
15dB < 读数	设备存在严重放电

## 柔性超声波传感器检测原理

超声波测量模式下，测量数据为 dBuV，因为 dBuV 是以 1uV 为基准的对数函数值，因此，超声波模式下测量的数据可正可负，根据本产品的超声波放大器处理能力，可以做到 -6dBuV 到 68dBuV 的测试范围，负值越大说明超声波信号越小、越趋近于 0uV，而并非负数！通常无干扰的环境中测量到的数据为 -6dBuV 到 0dBuV 之间。

超声信号以空气为传播介质，会从柜体缝隙传出来，因此，用超声波测量开关柜柜体值时需要将传感器靠近柜体的缝隙位置，同时，可以通过监听耳机聆听柜内的放电声音（超声波信号通过数字滤波实现可听见声音）。



**测试前：**先在距离开关柜 2~3 米的位置将仪器对准空气，静止一段时间记录当前环境值。当环境值过大时，我们应找出干扰源，清除干扰源后再进行测试。

**测试中：**将仪器顶部柔性超声波传感器部位贴合开关柜缝隙处，静止 2~3s 记录当前测试值，将测试值与环境值相比，当数值大于 6 个 dB 时，应结合 TEV 综合判断。

### 超声波判断参考依据

超声波读数	说明
读数 < 6dB	无局放
6dB < 读数 < 15dB	设备可能存在轻微局部放电
15dB < 读数	设备存在严重放电

### 接触式超声波检测原理

在工频或者试验电压下，变压器一旦发生内部放电会伴随产生一定的超声波信号。该信号会在很短时间内借助周边的介质迅速的扩散传播。因此在变压器壳体上放置接触式超声波传感器，放电信号会通过传感器将超声波信号转化成电信号，进而对变压器内部的放电水平做出测量。

### 接触式超声波检测部位

变压器的外壳上



### 接触式超声波检测方法

**测试前：**先检测空气中环境值。当环境值过大时，我们应找出干扰源，排除干扰源后再进行测试。

**测试中：**将接触式超声波传感器吸合在变压器外壳上静止 2~3s 记录当前测试值，并保存。

### 接触式超声波判断参考依据

超声波读数	说明
读数 < 6dB	无局放
6dB < 读数 < 15dB	设备可能存在轻微局部放电
15dB < 读数	设备存在严重放电

## 附录四 电缆局部放电测试方法

### 高频法检测原理

当电力电缆发生局部放电时，通常会在接地引下线上产生脉冲电流。通过高频电流传感器检测流过接地引下线的高频脉冲电流信号，实现对电缆的局部放电检测。

### 电缆局部放电检测部位



### 电缆的局放检测方法

**测试：**将高频互感器直接卡在电缆的接地外护套或者电缆的接地屏蔽线，检测 2~3 秒钟，读数稳定后按下保存键，保存当前测量数据。

### 电缆局放检测判断

- 首先根据相位图谱特征判断测量信号是否具备典型放电图谱特征或与背景或其他测试位置有明显不同，若具备，继续如下分析和处理：
- 同一类设备局部放电信号的横向对比。相似设备在相似环境下检测得到的局部放电信号，其测试幅值和测试谱图应相似，同一变电站内的同类设备也可以作类似横向比较；
- 同一设备历史数据的纵向对比。通过在较长的时间内多次测量同一设备的局部放电信号，可以跟踪设备的绝缘状态劣化趋势，如果测量值有明显增大，或出现典型局部放电谱图，可判断此测试点内存在异常。
- 若检测到有局部放电特征的信号，当放电幅值较小时，判定为异常信号；当放电特征明显，且幅值较大时，判定为缺陷信号。

### 特高频检测原理

在 GIS 中发生局部放电时会产生电磁波，而 GIS 的金属外壳会将这种电磁波屏蔽掉一大部分，不过仍有小部分会通过金属壳体的绝缘盆或者观察窗传播出去频率高达数 GHz，而且上升时间内有几个纳秒。可以将探头设置于工作状态中的 GIS 的绝缘盆，对局部放电活动进行检测。

### 特高频检测部位

GIS 每一个气室的绝缘盆或观察窗处。



### GIS 局放检测判断

- 首先根据相位图谱特征判断测量信号是否具备典型放电图谱特征或与背景或其他测试位置有明显不同，若具备，继续如下分析和处理：排除外界环境干扰，将传感器放置于绝缘盆上检测信号与在空气中检测信号进行比较若一致并且信号较小，则基本可判断为外部干扰。若不一样或变大，则需进一步检测判断。
- 检测相邻间隔的信号，根据各检测间隔的幅值大小（即信号衰减特性）初步定位局放部位。
- 必要时可使用工具把传感器绑置于绝缘盆处进行长时间检测，时间不少于 15 分钟，进一步分析峰值图形、和三维检测图形，综合判断放电类型。仪器本身具备放电分析参考，可根据放电特征分析放电类型。在条件具备时，还应用超声波局放仪进行精确的定位。