

**ZXPD-200K**  
开关柜局放测试仪



## 关于本手册

本手册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，请仔细阅读使用说明书，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。

## 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 $-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过 80%的室内使用；
- 请远离易燃易爆危险品；
- 仪器首次上电时请先充电，当充电指示灯亮时，方可开机；
- 为防止干扰或漏电事故，请在充电时关闭电源开关；
- 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；
- 所有接插件为进口连接器，应采用抽插式插拔，切勿螺纹式旋转、摇动接插件、强拽电缆线，插拔接插件用力适中、接插时应插到位；
- 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。

## 目 录

一、产品概述.....	- 3 -
二、产品特点.....	- 3 -
三、产品应用.....	- 3 -
四、参照标准.....	- 4 -
五、参数指标.....	- 5 -
六、操作说明.....	- 6 -
1. 结构.....	- 6 -
2. 系统开关机及状态显示.....	- 6 -
3. 测试.....	- 7 -
1) 使用内置传感器测试.....	- 7 -
2) 使用外置传感器测试.....	- 11 -
3) 图谱模式.....	- 13 -
4) 典型的放电类型与放电图谱.....	- 15 -
5) 使用外置传感器测试.....	- 17 -
4. 数据管理.....	- 17 -
5. 设置.....	- 18 -
6. USB 连接.....	- 19 -
7. 充电.....	- 20 -
七、售后服务.....	- 20 -
附录一 GIS 特高频局部放电检测报告模板.....	- 21 -
附录二 开关柜局部放电检测报告模板.....	- 22 -

## 一、产品概述

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：装置测量 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。

## 二、产品特点

1. 配置不同传感器实现几乎所有的电气设备的局部放电检测；
2. 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；
3. 人性化的人机界面方便不同设备的数据管理，包括历史数据变化趋势的追溯、横向与纵向数据分析，实现被测设备 360° 全面诊断；
4. 内置超声波传感器和暂态地电压(以下简称 TEV)传感器，可外接变压器、GIS、架空线路、电缆等专用传感器；
5. 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；
6. 测试带宽范围为 30kHz ~ 2.0GHz，适用各种频段的检测原理；

## 三、产品应用

1. 发配电企业
2. 铁路系统
3. 石油化工供电系统

4. 航空航天检测领域

5. 自动化检测领域

#### 四、参照标准

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

## 五、参数指标

TEV 测量		UHF 测量	
测量范围	0-60 dBmV	检测频段	300-2000MHz
分辨率	1dB	测量范围	-75dBm-0dBm
精度	±1dB	精度	<1dBm
每周期最大脉冲	1400	传感器频段	300-2000MHz
测量频带	3~100MHz		
AA 测量		AE 测量	
测量范围	-6dB $\mu$ V~68dB $\mu$ V	测量范围	-6dB $\mu$ V 至 68dB $\mu$ V
分辨率	1dB	分辨率	1dB
精度	±1dB	精度	±1dB
传感器中心频率	40 kHz	频率范围	20~200 kHz
HFCT 测量			
传感器传输阻抗	5mV/mA		
检测频率	1~30MHz		
灵敏度	≤50pC		
硬件			
外壳	ABS		
显示	4.0 寸 RGB 液晶屏		
连接器	USB 接口(兼充电器输入) 3.5mm 立体声耳机插孔 外部超声波传感器输入		无线 wifi 无线同步基准
耳机	最小 8 欧姆		
SD 卡	标配 16G ~ 64G		
内置电池	3.7V/5000mAh 锂电池		
工作时间	约 6 小时		
充电器	AC 90-264V 或 DC 5V		
使用温度	-20 ~ 50℃		
湿度	20-85% 相对湿度		
体积、重量	210*100*35(mm) 0.4KG(主机)		



## 六、操作说明

### 1. 结构



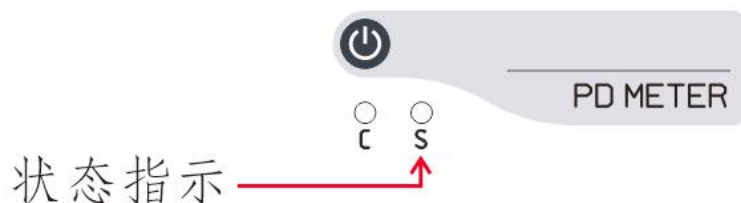
主机的前端内置一个非接触式超声波传感器和一个内置式 TEV 传感器，不外接传感器的情况下可以实现高低压开关柜局部放电的检测，如需对环网柜、变压器、GIS、架空线路、电缆终端、电缆分支箱等设备局部放电检测，只需要通过主机底端的传感器扩展口外接相应的专用传感器即可，主机可根据传感器的不同自动切换测量模式。本产品可外接的传感器可以参考产品配置清单中表一的选配部分。

### 2. 系统开关机及状态显示



本产品通过触摸式开关键实现开关机，只需要在电源标识上轻触即可，开机后状态指示灯会显示当前主机的工作状态，如果连接了电源适配器，并且电池在充电状态时指示灯 C 将点亮，直到电池充电完毕。

指示灯 S 用于展示数据采样的状态或联机状态，正常测量模式下 S 状态灯为闪烁状态，而主机处于联机（与 PC）并且与 PC 端连接成功的情况下 S 状态灯为常亮状态。



### 3. 测试

#### 1) 使用内置传感器测试

开关柜的局放检测有两种原理：超声波原理和暂态地压（TEV）原理，而本产品内置的超声波传感器和 TEV 传感器正是用来测量高压开关柜局部放电的，该传感器处于主机的前端位置，测试时需要将此部分靠近（超声波测量）或贴近（TEV 测量）高压开关柜，注意，靠近和贴近是不一样的，取决于采用哪种原理来测试开关柜。



#### ① 超声波测量

如果选择内置超声波传感器测量开关柜局放，在开机后您几乎不需要做其他操作或设置，因为本产品开机后默认选择的是内置超声波传感器，屏幕左上方会显示当前连接的是哪种传感器，如下图所示，此状态为超声波测量模式：



传感器状态信息



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。

除了测试放电信号幅值，本产品还能检测每周期的放电脉冲数，用 P/Cycle 表示，脉冲数的大小与幅值综合反映开关柜的绝缘状况，一般脉冲数在 50 以下的高幅值数据是典型的放电现象。

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： 表一

超声波读数	说明
-6 ~ 0dBuV，无放电声	设备无局放
0 ~ 6dBuV，有短促放电声	设备存在轻微放电, 后期应关注。
6dBuV 以上，有放电声	设备存在明显放电, 应结合 TEV 测试判断。

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。

## ② TEV 测量

如需使用内置 TEV 传感器测量开关柜局放，只需要点击传感器类型显示区域中的图标即可切换至 TEV 传感器模式，



注意：点击该区域只对内置传感器切换有效，在外接其他传感器时此功能无效，系统会根据所连接的传感器类型自动切换并展现传感器图标，无需手动选择。

主机前端的 TEV 探头为容性传感器，高频局部放电信号会在金属柜体表面传播，频率一般在 3 ~ 100MHz 之间，因此，在使用 TEV 测量柜体值时需要将 TEV 传感器（也就是主机前端）与金属柜体紧贴。

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 测量模式下同样需要参考脉冲计数值 P/Cycle，脉冲数与幅值综合衡量

开关柜的健康程度。

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 测试数据可根据表三判断，不同地区会略有出入，但相差不大。表二

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，或使用局部放电监测仪以识别开关柜中的任何放电。
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。
读数为 20~29dB	设备有轻微局放
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
读数为 40~50dB	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。
读数为 50~60dB	设备存在严重局放，应汇报班组或专责，缩短巡视周期，尽早停电检修

开关柜读数比背景水平高 10dB, 且读数大于 20dB 绝对值, 亦即是比背景高 20dB	很有可能在开关柜内有内部放电活动。建议用局部放电定位器或局部放电监测仪作进一步的检查。
--	---

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，以下详细介绍本产品的图谱功能。

## 2) 使用外置传感器测试

当需要测试变压器、GIS、电缆等设备时，需要外接对应的传感器，通过同一扩展口连接传感器时主机会自动识别传感器类型，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。

### ① 接触式超声波传感器



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，通过测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。

## ② 特高频传感器



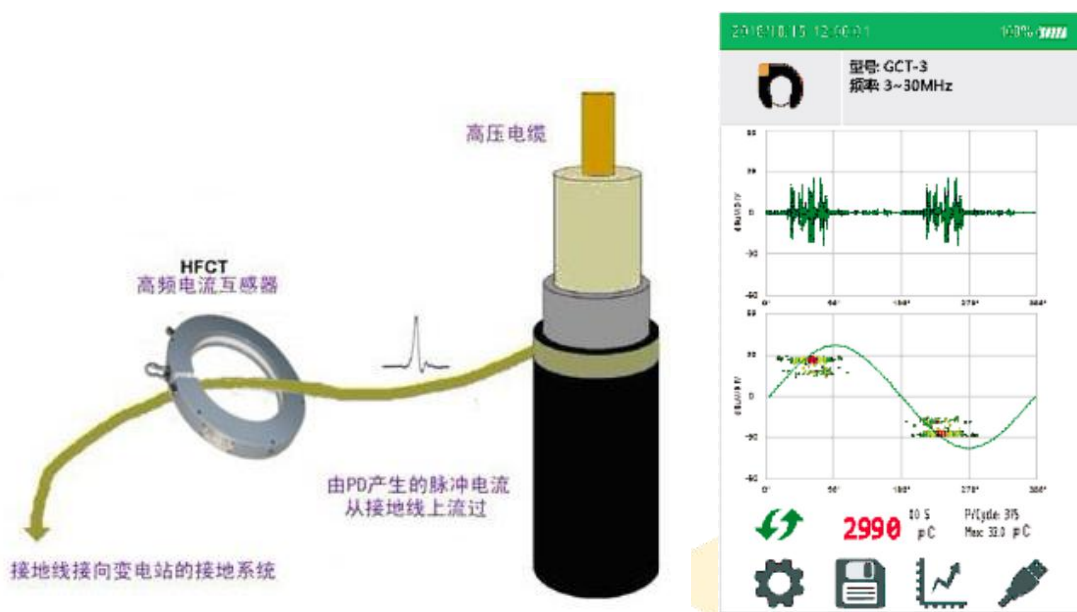
特高频传感器用于接收 GIS 罐体内部的局放信号，由于频率范围为 300 ~ 2000MHz，高频信号在金属柜体内无法传输到罐体外，因此，测试时需要将传感器靠近绝缘盆、观察窗等位置。



GIS 现场局放测试

## ③ 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，因此可以从接地线上获取局放信号。使用 HFCT 测试局放时单位为 pC。



HFCT 接线方式

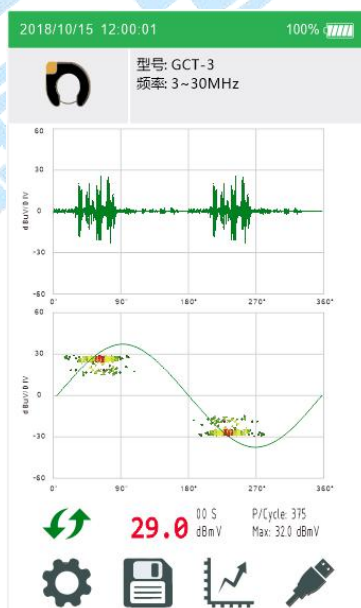
HFCT 测试界面

### 3) 图谱模式

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，以下简单说明各类图谱的使用。

#### ① 时域信号波形与 PRPD 图谱

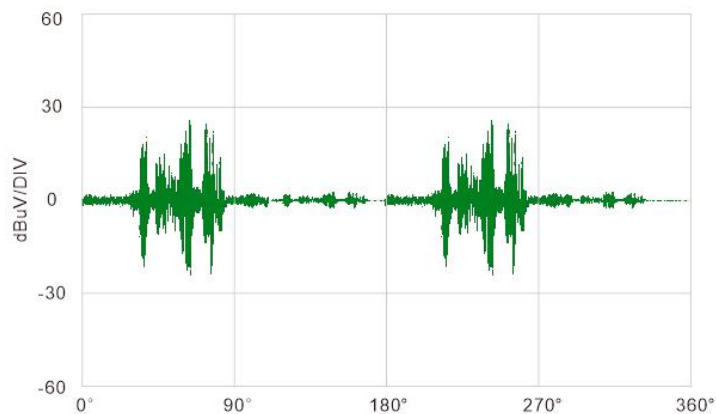
本产品开机后默认展现时域信号波形和 PRPD 相位图谱，如下图所示：



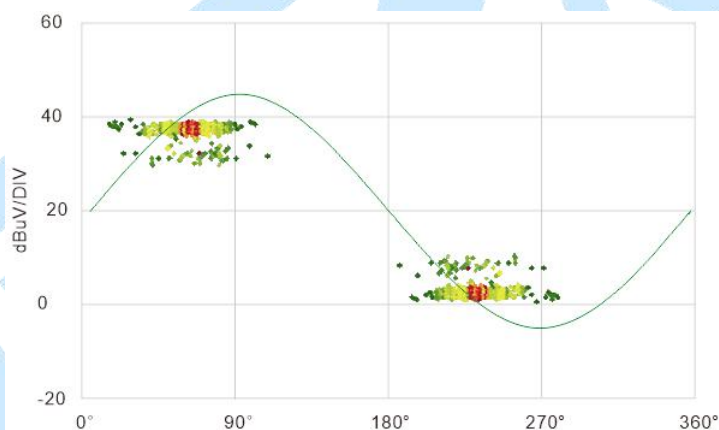
此界面上方为时域信号波形区域，实时显示采集到的信号，下方为 PRPD 相



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等。



时域信号波形

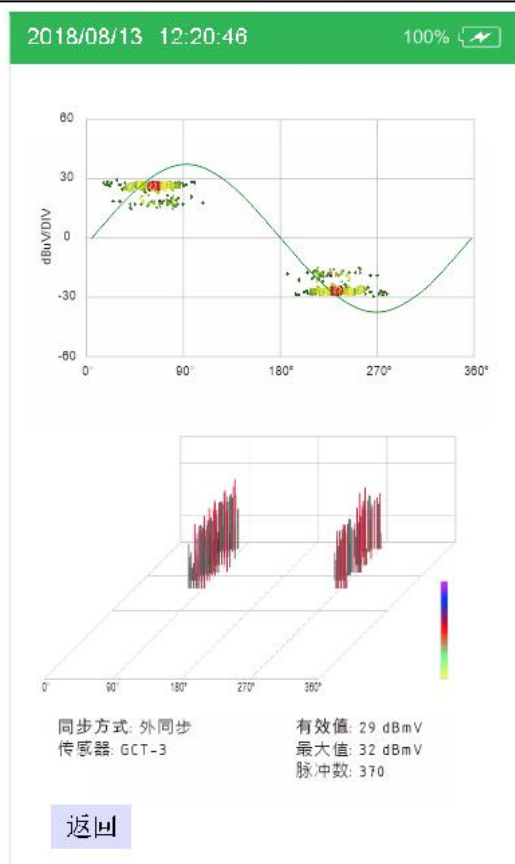


PRPD 图谱

## ② 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。

在默认测试界面下，按下图标“↻”将会重新开始图谱数据统计，完成设定的周期数（可在设置界面中设定）数据采样后自动形成 PRPS 图谱并自动弹出 PRPD 与 PRPS 图谱显示界面。

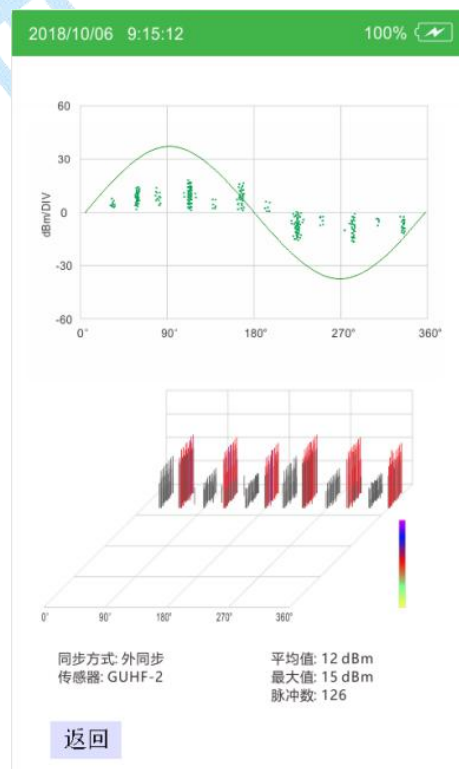


### PRPD 与 PRPS 图谱

#### 4) 典型的放电类型与放电图谱

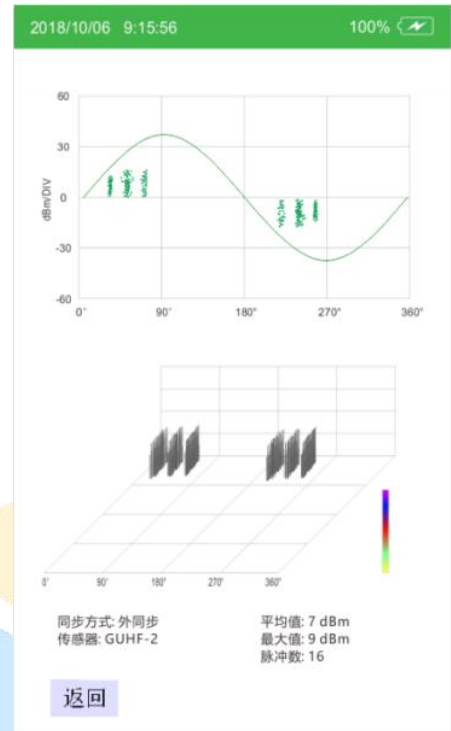
##### ① 自由金属颗粒放电

自由金属颗粒放电为金属颗粒和金属颗粒之间的局部放电以及金属颗粒和金属部件间的局部放电。此类放电幅值分布较广，放电时间间隔不稳定，其极性效应不明显，在整个工频周期相位均有放电信号分布。

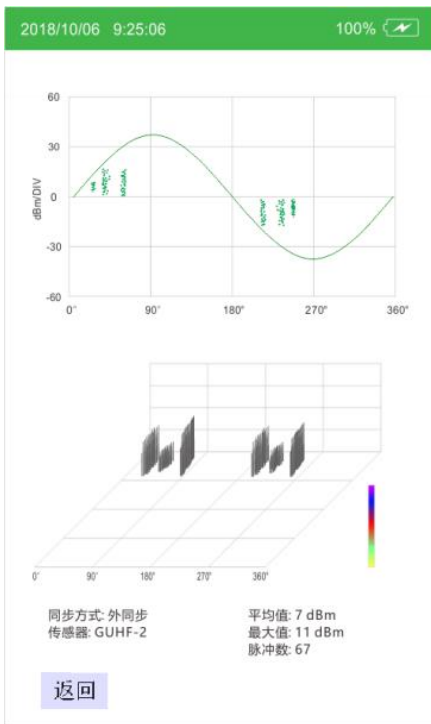


## ② 悬浮电位体放电

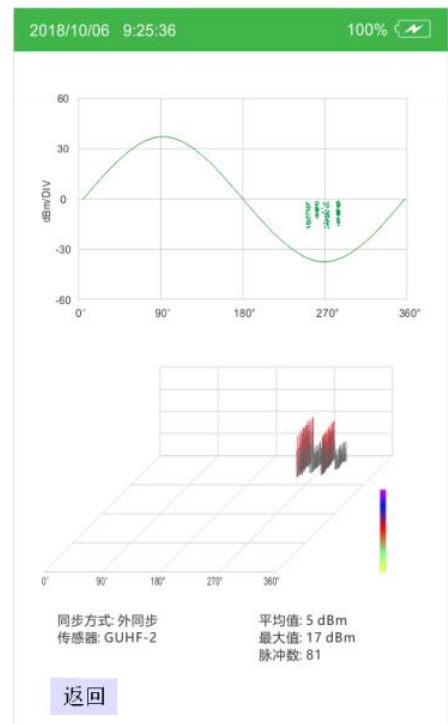
悬浮电位体放电为松动金属部件产生的局部放电，此类放电脉冲幅值稳定，且相邻放电时间间隔基本一致。当悬浮金属体不对称时，正负半波检测信号有极性差异。



## ③ 绝缘件内部气隙放电



绝缘件内部气隙放电主要是固体绝缘内部开裂、气隙等缺陷所致，此类放电放电次数少，周期重复性低。放电幅值也较分散，但放电相位较稳定，无明显极性效应。



## ④ 金属尖端放电

金属尖端放电是处于高电位或低电位的金属毛刺或尖端，由于电场集中而产生的 SF6 电晕放电。此类型放电次数较多，放电幅值分散性小，时间间隔均匀。放电初期通常仅在工频相位的负半周出现。

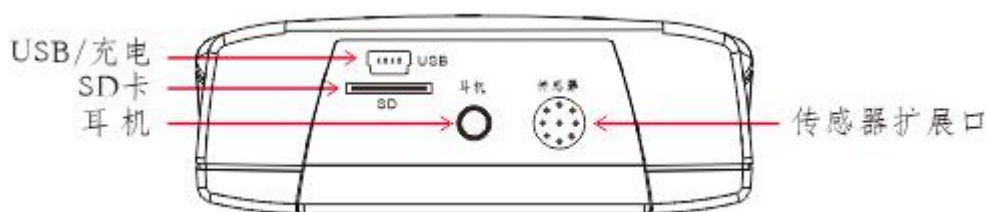
## 5) 使用外置传感器测试

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：300-2000MHz


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。

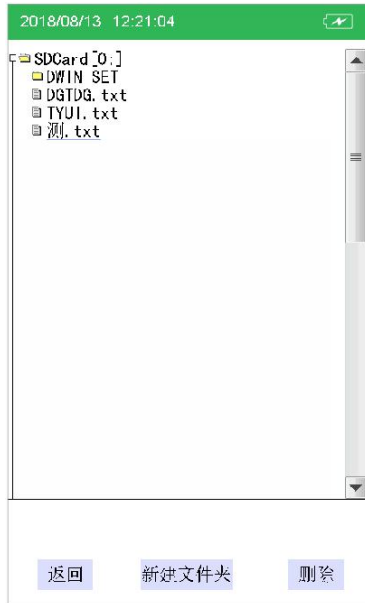
以上各种传感器均通过主机底部的多功能传感器扩展口连接，主机根据各传感器 ID 的不同会选择对应频率的采样通道，目前为止，本产品主机已集成四路不同频率的信道，通过单独的传感器扩展口连接，真正实现一机多用的目的。



## 4. 数据管理

在测试过程中，如需存储当前的测试结果(包括图谱)，可以在主测试界面中点击保存图标“”来存储当前的记录，同时系统会进入文件编辑界面，通过数字键盘可以输入中英文文件名，输入完毕后点击确认即可。

如需调用历史数据，可以在主测试界面中点击“”图标，此时弹出文件调用资源管理器：




文件名输入对话框



历史数据资源管理器

历史数据保存在 SD 卡的根目录，可以通过双击树形目录来展开文件名，单击其中的文件名后转入历史数据与图谱显示界面。

## 5. 设置

本产品的设置非常简洁，在主测试界面点击“”图标进入设置界面，以下分别讲述各功能的设置。



功能设置

**自动关机** 本产品可按照此设置中的时间自动关闭，以延长续航时间，在电



池充满电的情况下可以正常使用 8 小时，点击“☐”或“⊕”可以减少或延长关机时间。

**屏幕亮度** 可以调节此数值改变显示屏的亮度，一般在阳光强烈的情况下可以增加此数值，而在光线暗的环境下可以降低此数值，亮度越低续航时间越长。

**日期、时间** 轻触时间即可进入编辑，选中的被编辑项会在“☐”“⊕”之间显示，表示当前可调节了。

**WIFI** 本产品可使用 WIFI 与电脑进行数据传输，数据传输之前需要对 WIFI 地址进行设定，待本产品建立连接后方可进行数据传输。

**同步** 本产品建立图谱需要用到同步信号，可以使用内同步和外同步两种方式，内同步信号由本产品内部信号发生器提供，而外同步信号则取自本产品内部的无线同步接收器，无线同步接收器输出与供电系统信号一致。

**触发阈值** 触发阈值用于调节本产品内部高速 ADC 采样的触发电平，为了让脉冲计数值准确，提高触发阈值的数值能有效避开干扰信号的无效计数，但建议在低噪声的环境下不要将此值调得太高，选择 50~100mV 即可。

**周期数** 周期数表示在建立 PRPS 三维图谱时本产品采集多少周期的数据进行分析 and 显示，对 50Hz 的电源系统而言，一个周期为 20ms，周期数建议设置为 50 以内，太大将增加数据采集时间。

以上数据调节完毕后可点击确认返回主测试界面。

## 6. USB 连接



除了使用 WIFI 与电脑通讯外本产品还可以通过 USB 实现数据传输，在无 WIFI 收发器的电脑上使用 USB 通信同样方便，在主测试界面下点解 USB 连接图标“🔌”即可与电脑建立连接，无论是使用 WIFI 还是 USB 连接，均需要我公司配套的上位机软件才能实现数据管理。



## 7. 充电



本产品的充电与手机一样十分方便，只需要将产品配带的 USB 线插入电脑 USB 口即可开始充电，也可以使用普通的 DC5V 电源（500mA~1000mA 均可）来充电。

给本产品充电时屏幕上方电池状态会更新为充电状态“”，当电池充满电后充电指示灯 C 熄灭，表示电池充电完毕，电池状态更新为“”

虽然本产品具有过电压保护功能，但建议不要超过 DC5.5V，长时间过压充电超可能会损坏本产品。

## 七、售后服务

凡购买本公司产品的用户均享受以下的售后服务：

- ❖ 仪表自售出之日起一个月内，如有质量问题，我公司免费更换新表，但用户不能自行拆机。属用户使用不当（如错插电源、进水、外观机械性损伤）的情况不在此范围。
- ❖ 仪表一年内凡质量问题由我公司免费维修。
- ❖ 仪表自售出之日起超过一年时，我公司负责长期维修，适当收取材料费。
- ❖ 若仪表出现故障，应请专职维修人员或寄回本公司修理，不得自行拆开仪表，否则造成的损失我公司不負責任。



## 附录二 开关柜局部放电检测报告模板

变电站名						开关柜母线电压 (kV)				
检测仪器型号						检测仪器编号				
天气	晴/阴	温度 °C				相对湿度 %				
环境背景值		空气 dBmV				测试位置				
		金属 dBmV				测试位置				
序号	开关柜 编号名称	前中 dBmV	前下 dBmV	后上 dBmV	后中 dBmV	后下 dBmV	侧上 dBmV	侧中 dBmV	侧下 dBmV	负荷 A
1	前次									
	本次									
2	前次									
	本次									
3	前次									
	本次									
4	前次									
	本次									
5	前次									
	本次									
6	前次									
	本次									
数据分析结果		正常 <input type="checkbox"/> 异常 <input type="checkbox"/> 情况描述: _____								
测试人员签名		姓名:			审核人员签名			姓名:		
		日期:						日期:		