

# 操作说明书

**ZN-9200**

**局部放电巡检仪**

**武汉中能新仪电气有限公司**

## 尊敬的用户：

感谢您购买本公司局部放电巡检仪。在您初次使用该产品前，请仔细阅读使用说明书。

该仪器用于探测中/高压 (MV/HV) 设备中的局部放电源。如果没有探测到放电，其并不意味着中高压设备中无放电活动。放电往往具有潜伏期，绝缘性能也可能会由于局部放电以外的其他原因而失效。如果检测到与中高压电力系统相连的设备中有相当大的放电，应立即通知对设备负责的相关单位。



## 警告：

- 》》》 始终保持高压部分与仪器、探头和操作人员之间的安全距离。
- 》》》 严格遵守当地安全规则。
- 》》》 附近有雷暴天气时，不得进行测量。
- 》》》 不得在爆炸环境中操作仪器或附件。
- 》》》 使用产品时，请按说明书规范操作。
- 》》》 仪器电池报警后请关机充电。
- 》》》 未经允许，请勿开启仪器，这会影响产品的保修。自行拆卸厂方概不负责。
- 》》》 存放保管本仪器时，应注意环境温度和湿度，放在干燥通风的地方为宜，要防尘、防潮、防震、防酸碱及腐蚀气体。
- 》》》 仪器运输时应避免雨水浸蚀，严防碰撞和坠落。

本手册内容没有我公司的书面许可，任何部分都不许以任何(电子的或纸质的)形式、方法或以任何目的而进行传播。

# 目 录

1. 产品概述.....	- 1 -
2. 引用标准.....	- 1 -
3. 测量原理.....	- 1 -
3.1 暂态地电压（TEV）.....	- 1 -
3.2 超声波（US）.....	- 2 -
3.3 特高频(UHF).....	- 3 -
3.4 高频电流互感器（HFCT）.....	- 3 -
4. 技术参数.....	- 5 -
5. 仪器基本操作.....	- 7 -
5.1 仪器开启/关闭.....	- 7 -
5.2 概要信息.....	- 7 -
5.3 系统设置.....	- 8 -
5.4 TEV 测量.....	- 9 -
5.5 US 测量.....	- 11 -
5.6 UHF 测量.....	- 13 -
5.7 HFCT 测量.....	- 15 -
5.8 历史记录查看.....	- 17 -
5.9 外同步的使用.....	- 18 -
5.10 传感器的使用.....	- 18 -
5.11 仪器充电.....	- 20 -
6. 检测流程.....	- 20 -
6.1 TEV 局部放电检测流程.....	- 20 -
6.2 US 局部放电检测流程.....	- 21 -
6.3 声电联合检测.....	- 22 -
6.4 HFCT 局部放电检测流程.....	- 23 -

6.5 UHF 检测流程.....	- 24 -
6.6 生成报告流程.....	- 25 -
7. 现场案例.....	- 27 -



## 1. 产品概述

局部放电是一种脉冲放电，它会在电力设备内部和周围空间产生一系列的光、声、电气和机械的振动等物理现象和化学变化。这些伴随局部放电而产生的各种物理和化学变化可以为监测电力设备内部绝缘状态提供检测信号。当高压电气设备内部出现绝缘缺陷时，会伴随有局部放电信号的产生。通过对局放信号的检测和分析，能判断高压电气设备内部是否存在绝缘隐患，防止潜在事故的进一步扩大。

我公司研制的局部放电巡检仪是一种多功能的手持仪器，其基于地电波、超声波、特高频及高频电流检测方法，测试设备的局部放电情况，可读出局部放电幅度及图谱波形，可以提供二维、三维图谱的存储以及读出功能等，可以较好地评估电气设备局部放电情况。局部放电巡检仪适用于 GIS、开关柜、变压器及电力电缆等电气设备的局放检测。设备采用便携式，操作简单，所有的检测对高压设备的运行不产生任何影响。该产品可以对测量信号多周期观察，对放电进行频率识别，并通过多种模式进行分析，能够清楚地判断故障。

局部放电巡检仪采用了全新的外观设计，使用了目前较为流行的 Android 系统，更易于操作使用，另外集成了 500 万摄像头拍照功能方便进行巡检记录；RFID 利于扩展物联网的应用；内部集成了放电类型库，便于对放电情况的对比核实。

## 2. 引用标准

- 》》 局部放电测量 GB/T 7354
- 》》 电力设备局部放电现场测量导则 DL/T 417
- 》》 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求 GB/T 16927.1
- 》》 高电压试验技术 第二部分：测量系统 GB/T 16927.2
- 》》 高电压试验技术 第三部分：现场试验的定义及要求 GB/T 16927.3

## 3. 测量原理

### 3.1 暂态地电压（TEV）

当配电设备发生局部放电现象时，带电离子会快速地由带电体向接地的非带电体快速迁移，如配电设备的柜体，并在非带电体上产生电流行波，且以光速向各个方向快速传播。受集肤效应的影响，电流行波往往仅集中在柜体的内表面，而不会直接穿透金属柜体。但是当电流

行波遇到不连续的金属断开或绝缘连接处时，电流行波会由金属柜体内表面转移到外表面，并以电磁波形式向自由空间传播，且在金属外表面产生暂态地电压。而该电压可用专用的 TEV 传感器布置在开关柜外面进行测量。TEV 传感器类似传统的 RF 耦合电容器，其壳体可做绝缘和保护双重功能，传感器内部可感应出高频脉冲电流信号。其测量原理图如下：



图 3-1 TEV 检测原理图

### 3.2 超声波 (US)

局部放电发生前，放电点周围的电场力绝缘介质的机械应力和粒子力处于相对平衡状态。局部放电发生时电荷的快速释放或迁移使电场发生改变，打破了平衡状态，引起周围粒子发生震荡性机械运动，从而产生声音或振动信号。超声波法通过在设备腔体外壁上安装超声波传感器来测量局部放电信号。该方法特点是传感器与地理设备的电气回路无任何联系，不受电器方面的干扰，但在现场使用时容易受周围环境噪声或设备机械振动的影响。由于超声信号在电力设备常用绝缘材料中的衰减较大，超声波检测法的检测范围有限，但具有定位准确度高的优点。局部放电产生的声波的频谱很宽，可以从几十 Hz 到几 MHz，其中频率低于 20kHz 的信号能够被人耳听到，而高于这一频率的超声波信号必须用超声波传感器才能接收到。通过测量超声波信号的声压大小，推测放电的强弱。由于被检测对象超声传输介质不同，一般情况下开关柜使用空气超声传感器，GIS 和变压器使用接触式超声传感器进行检测。

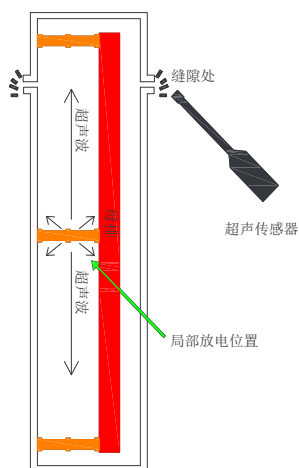


图 3-2a 开关柜超声检测原理

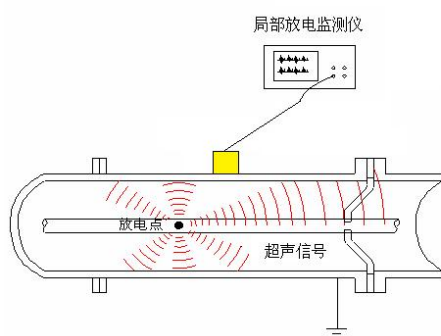


图 3-2b GIS 超声检测原理

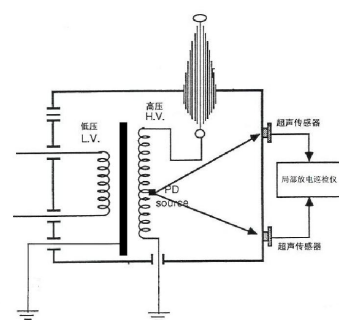


图 3-2c 变压器超声检测原理

### 3.3 特高频(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特高频电磁波（ $300\text{MHz} \leq f \leq 3\text{GHz}$ ）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，可以采用内置式特高频传感器和外置式特高频传感器。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。

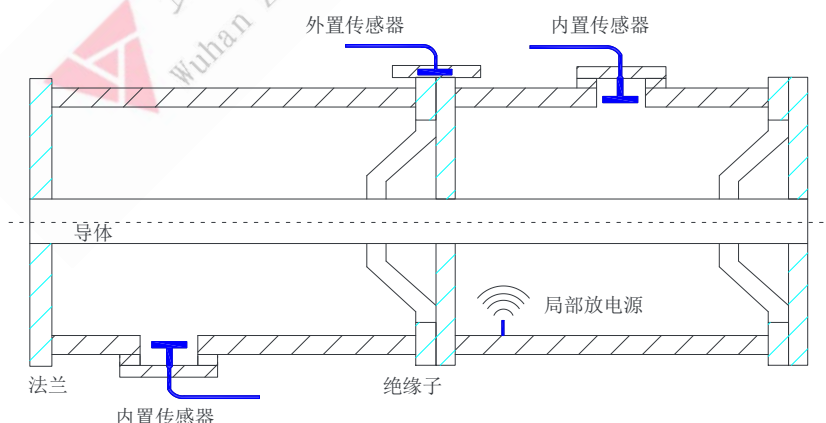


图 3-3 特高频测量原理图

### 3.4 高频电流互感器（HFCT）

高频电流互感器主要用于高压电气设备的局部放电检测，采用脉冲电流原理。由于绝大部分高压电气设备，其高低压侧或接地部分都存在分布电容，高场强区发生放电时，会耦合到接

地部分并通过接地线进入大地。HFCT 卡在接地线上，检测其局放产生的脉冲电流信号，从而获得被检测设备的局部放电信息。主要用于电缆、变压器、电抗器、GIS、开关柜等中高压设备的局部放电信号检测。利用 HFCT 套接电气设备接地线的检测属于非侵入式的检测方法，被检测设备不需要停运，简单可靠。

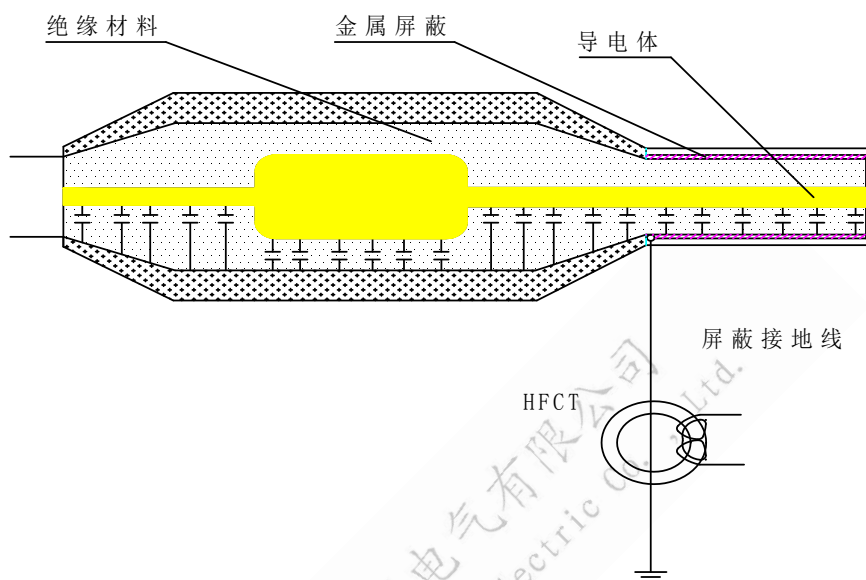


图 3-4 HFCT 测量原理图 1

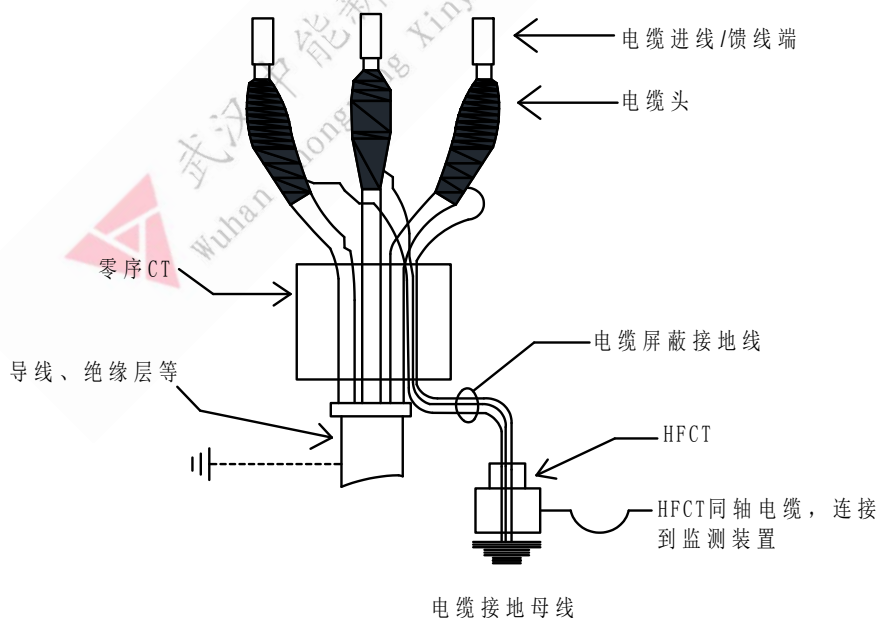


图 3-5 HFCT 测量原理图 2



#### 4. 技术参数

表 4-1 技术参数表

主机参数	
可检测通道数	4 通道： 1 个 TEV， 1 个 US， 1 个 UHF（无线，选配）， 1 个 HFCT（无线，选配）
采样精度	12bit
同步方式	内同步，外同步，光同步
TEV	
检测带宽	3M-100MHz
测量范围	0~60dB
测量误差	±2dB
分辨率	1dB
每周期最大脉冲数	720 个
最小脉冲频率	10Hz
输出接口	标准 SMA 连接主机
非接触 US	
中心频率	40kHz
分辨率	0.1uV
精度	±0.1uV
测量范围	0.5uV~1mV
输出接口	标准 SMA 连接主机
接触 US	
频率范围	20kHz~300kHz
输出阻抗	50 Ω
检测灵敏度	0.1mV
测量范围	0.1mV~1V
输出接口	标准 SMA 连接主机


<b>UHF（选配）</b>	
检测带宽	300MHz~1.5GHz
输出方式	BNC 接口-信号调理单元，无线连接主机
接收方式	天线接收
传输方式	同轴电缆
检测灵敏度	<-60dBm
<b>HFCT（选配）</b>	
检测带宽	1M-30MHz
传输阻抗	>5mV/mA(10MHz )
输出阻抗	50 Ω
测量范围	-20~80dB
测量误差	±1dB
分辨率	1dB
输出接口	BNC 接口-信号调理单元，无线连接主机
<b>硬件</b>	
显示屏	5.0 寸 TFT 真彩色液晶显示屏
分辨率	800×480
操作	触摸/按键
存储	TF 卡
接口	3.5mm 立体声耳机插孔
电源	DC-12V/2A 直流电源
扩展功能	USB-TypeC/500 万像素摄像头/RFID/WIFI/蓝牙
<b>电源</b>	
内部电源	电池供电（4800mAH 7.4V）
正常工作时间	约 7 小时，充满时间约 3 小时
<b>尺寸</b>	
长×宽×高	235mm×133mm×48mm
重量	0.85kg
<b>环境</b>	

使用环境温度	-20℃~50℃
存储环境温度	-40℃~70℃
湿度	10%-90%（非冷凝）
海拔高度	≤3000m

## 5. 仪器基本操作

### 5.1 仪器开启/关闭

按下  按钮，开机画面显示在屏幕中。

若要关闭仪器，长按  按钮。

### 5.2 概要信息

设备在进入正常运行状态后，显示系统主菜单。主菜单界面下显示有“暂态地电波”、“超声波”、“特高频”、“高频电流”、“检测记录”、“系统设置”等选项。在界面上方，显示当前时刻和电池电量状态。



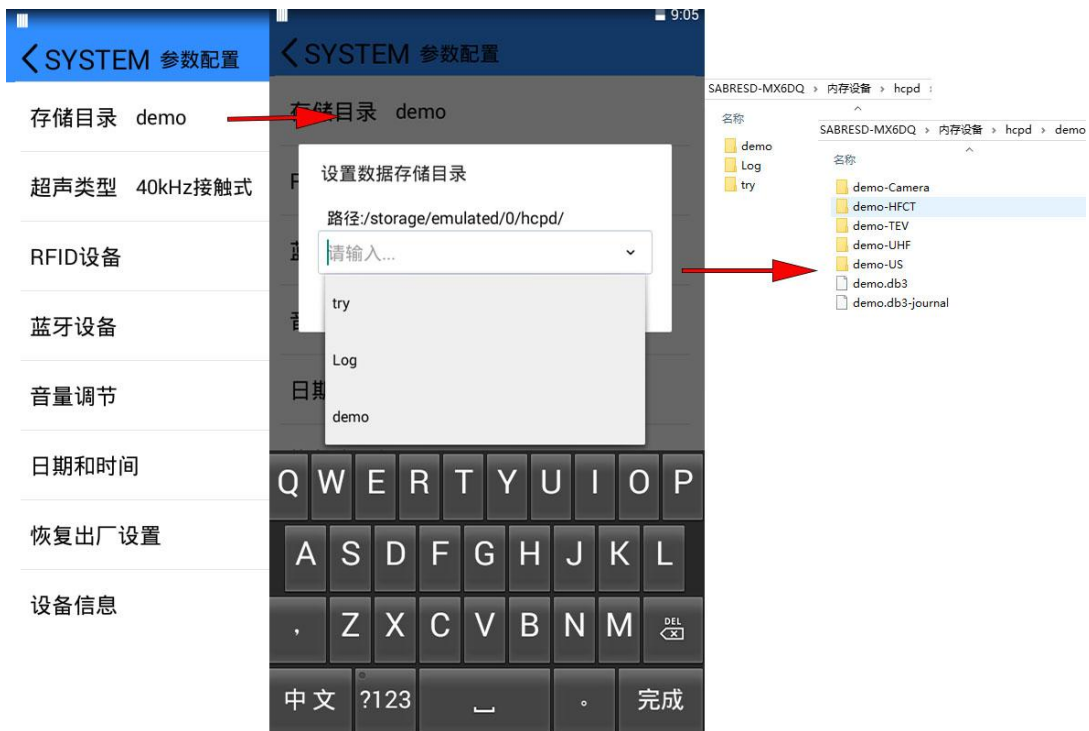
### 5.3 系统设置

系统设置界面对系统的基本信息进行浏览设置。

#### ➤ 存储目录

试验过程中数据库文件和图片文件保存的位置。

注:记录数据可在“首页-检测记录”查看。若新建一个已存在的目录，则会直接将之前目录中数据清空，请谨慎操作。所有数据存储路径在/storage/emulated/0/hcpd/里面。



#### ➤ RFID 设备

系统可对接 RFID 设备实现对应数据的智能读写操作。

#### ➤ 蓝牙设备

搜索并连接周围可用的蓝牙设备。

#### ➤ 音量调节

调节系统输出音量大小

#### ➤ 日期和时间

修改系统的时间和显示日期



#### ➤ 恢复出厂设置

将系统中试验过程中产生的数据和图片进行清理，在没有导出数据之前，请谨慎操作。


#### ➤ 设备信息

软件版本，硬件版本以及系统发布日期。

### 5.4 TEV 测量

TEV 试验有 4 种显示图：波形图，PRPD 图，PRPS 图，统计图。在运行状态下，点击底部控制区【显示方式】键切换不同显示图（默认波形图显示），且四种显示图同步处理放电数据。

#### ➤ 标题区

正在测量的通道、测量模式、同步方式、增益等级。点击图标后可进行 TEV 试验相关参数设置。

#### ➤ 数据区

当前测量过程中的最大值、背景值和当前值。

#### ➤ 历史极值区

当前测量过程中最近的 20 个周波的最大值。

#### ➤ 图表区

**波形图**—当前测量数据波形，根据【设置】中周波数设置显示对应的周波数目，根据放电

特性来判断是否放电，同时通过【放大/缩小】键可对波形进行放大或缩小调节。

**PRPD 图**—二维图谱，放电相位分布图谱，显示放电水平、相位以及峰值频次的关系，其中纵轴代表放电水平，横轴代表相位 0-360 度，不同的像素颜色代表不同的峰值频次。

**PRPS 图**—三维图谱，脉冲序列图谱，显示时间、相位及放电水平的关系，纵轴代表放电水平，横轴代表相位，Z 轴代表时间，脉冲不同颜色代表放电水平的大小不同，右侧颜色标识代表纵轴不同的百分比所使用的不同颜色。通过该模式可以区分干扰和放电，以及随时间变化不同相位信号的变化。

**统计图**—显示脉冲计数和 50Hz 主频率下每周期内脉冲数。



### ➤ 控制区

- 运行/停止—设置系统采集状态运行或者停止。

- 清除—清除当前页面中绘制的波形图和最大值。
- 放大/缩小—将图表中绘制的波形图进行放大缩小。
- 显示方式—切换实时图标区的展示方式。
- 拍照—打开相机进行现场拍照记录。
- 测量方式—设置系统在连续采集和单次采集之间切换。
- 增益—设置系统传感器的增益等级，-10dB、14dB、35dB。
- 记录背景—将当前试验数据保存为背景数据。
- 保存—保存当前试验过程的数据和图片。


#### ➤ TEV 设置

- 预警值—设定黄色“交通灯”门限值。
- 报警值—设定红色“交通灯”门限值。
- 初始量程—设定图谱展示的初始量程，该量程是跟随采集数据动态改变的。
- 噪声阈值—数据处理过程中过滤的噪声大小。
- 周波数—设置波形模式下单次处理的周波数量。
- 统计时长—设置统计模式下单次采集的时间。
- 背景阈值—根据现场实际情况设置滤除阈值。
- 同步方式—设定系统运行时的同步方式分为外同步、内同步、光同步。
- 显示单位—设定数据展示的显示单位分为 dBmV、dBm、mV。

### 5.5 US 测量

US 试验有 4 种显示图：波形图，PRPD 图，幅值模式和脉冲模式，点击底部控制区【显示方式】键切换不同显示图（默认波形图显示），且四种显示图同步处理放电数据。

#### ➤ 标题区

显示正在测量的通道、测量模式、同步方式、增益等级。点击图标后可进行 US 试验相关参数设置。

#### ➤ 数据区

显示当前测量过程中的有效值、背景值、50Hz、100Hz 和当前值。

#### ➤ 图表区

**波形图**—波形检测模式用于对被测信号的原始波形进行诊断分析，以便能直观的观察被测信号是否存在异常。根据【设置】中周波数设置显示对应的周波数目，根据放电特性来判断是

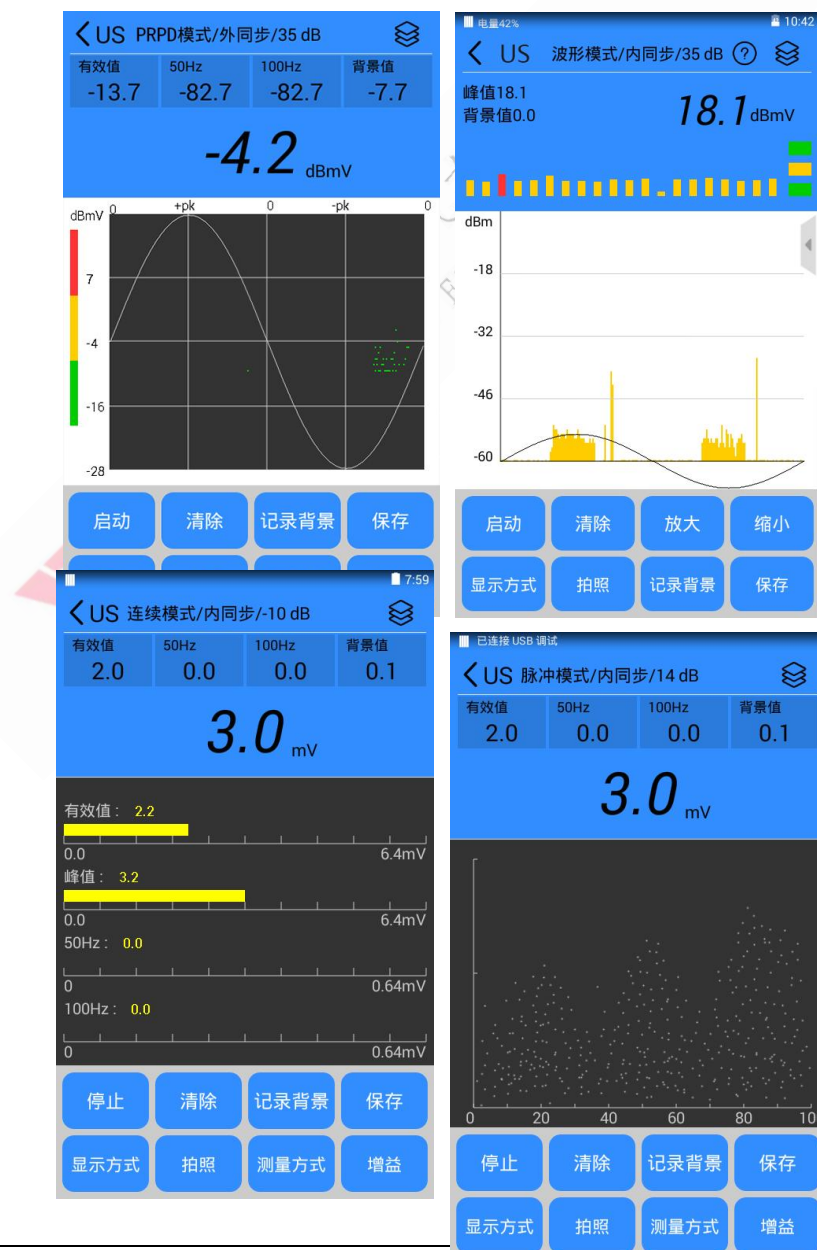


否放电，同时通过【放大/缩小】键可对波形进行放大或缩小调节。

**PRPD 图**—由于局部放电信号的产生与工频电场具有相关性，因此可以将工频电压作为参考量，通过观察被测信号的发生相位是否具有聚集效应来判断局部放电是否因设备内部放电引起的。

**连续模式**—连续模式用于考察仪器并定位超声信号的来源，是局部放电超声波检测中应用最为广泛的一种检测方法。可迅速检测被测信号特征，显示直观，响应速度快。该模式通过不同参数值的大小组合判断被测设备是否存在局部放电以及可能的放电类型。

**脉冲模式**—GIS 等设备中颗粒在电场的作用下会升起而跳动。颗粒运动时会产生声音。脉冲图谱检测用于测量颗粒的飞行时间。系统测量脉冲信号之间的间隔，并根据幅值及时间间隔，用图谱中的一个点表示出来，最终进行脉冲分布统计。





## ➤ 控制区

- 运行/停止—设置系统采集状态运行或者停止。
- 清除—清除当前页面中绘制的波形图和最大值。
- 放大/缩小—将图表中绘制的波形图进行放大缩小。
- 显示方式—切换实时图标区的展示方式。
- 拍照—打开相机进行现场拍照记录。
- 测量方式—设置系统在连续采集和单次采集之间切换。
- 增益—设置系统传感器的增益等级，-10dB、14dB、35dB。
- 记录背景—将当前试验数据保存为背景数据。
- 保存—保存当前试验过程的数据和图片。

## ➤ US 设置


- 预警值—设定黄色“交通灯”门限值。
- 报警值—设定红色“交通灯”门限值。
- 初始量程—设定图谱展示的初始量程，该量程是跟随采集数据动态改变的。
- 噪声阈值—数据处理过程中过滤的噪声大小。
- 周波数—设置波形模式下单次处理的周波数量。
- 背景阈值—根据现场实际情况设置滤除阈值。
- 同步方式—设定系统运行时的同步方式分为外同步、内同步、光同步。
- 显示单位—设定数据展示的显示单位分为 dBmV、dBuV、mV、uV。
- 声音监听—设定是否播放超声音频。
- 超声类型—设定传感器频率，40KHz 和 80KHz。
- 飞行阈值—设置显示的波形信号幅值的阈值。
- 开门时间—信号达到触发幅值后的采样时间。100~1000us 时间可调。
- 关门时间—触发采样用的关闭时间。2~100ms 时间可调。
- 飞行周期—5/10 个周波。

## 5.6 UHF 测量

UHF 试验有 3 种显示图：波形图，PRPD 图，PRPS 图。在运行状态下，点击底部控制区【显示方式】键切换不同显示图（默认波形图显示），且三种显示图同步处理放电数

据。

➤ 标题区

显示正在测量的通道、测量模式、同步方式、增益等级。点击图标后可进行 UHF 试验相关参数设置。

➤ 数据区

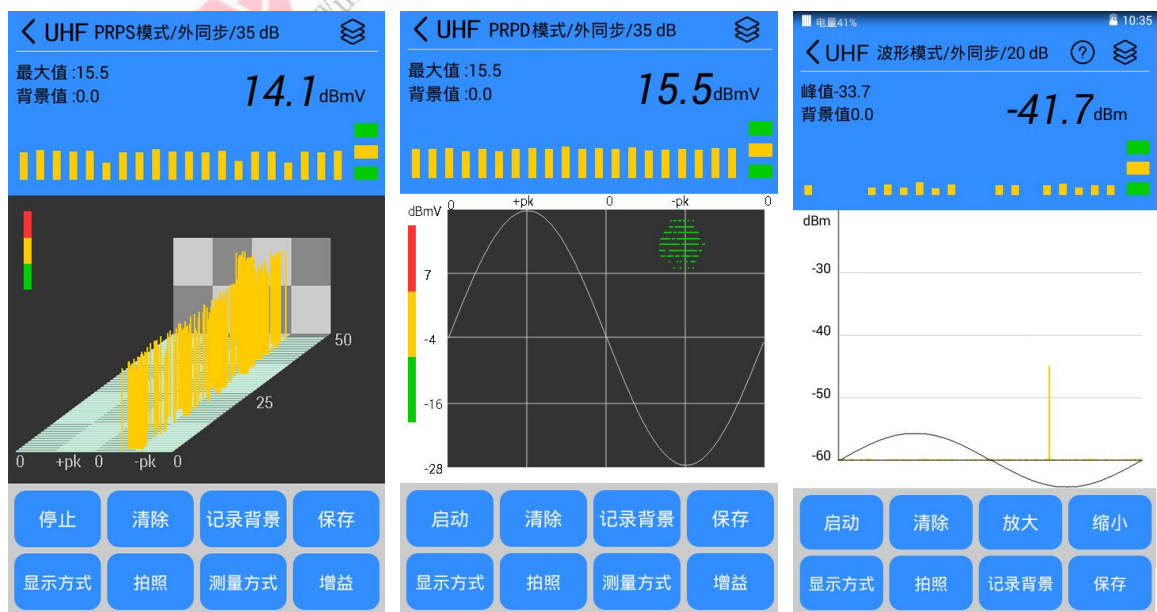
显示当前测量过程中的最大值、背景值和当前值。

➤ 历史极值区

显示当前测量过程中最近的 20 个周波的最大值

➤ 图表区

- **波形图**—显示当前测量数据波形，根据【设置】中周波数设置显示对应的周波数目，根据放电特性来判断是否放电，同时通过【放大/缩小】键可对波形进行放大或缩小调节。
- **PRPD 图**—二维图谱，放电相位分布图谱，显示放电水平、相位以及峰值频次的关系，其中纵轴代表放电水平，横轴代表相位 0-360 度，不同的像素颜色代表不同的峰值频次。
- **PRPS 图**—三维图谱，脉冲序列图谱，显示时间、相位及放电水平的关系，纵轴代表放电水平，横轴代表相位，Z 轴代表时间，脉冲不同颜色代表放电水平的大小不同，右侧颜色标识代表纵轴不同的百分比所使用的不同颜色。通过该模式可以区分干扰和放电，以及随时间变化不同相位信号的变化。



## ➤ 控制区

- 运行/停止—设置系统采集状态运行或者停止。
- 清除—清除当前页面中绘制的波形图，和最大值。
- 放大/缩小—将图表中绘制的波形图进行放大缩小。
- 显示方式—切换实时图标区的展示方式。
- 拍照—打开相机进行现场拍照记录。
- 测量方式—设置系统在连续采集和单次采集之间切换。
- 增益—设置系统传感器的增益等级，-11.5dB、4dB、20dB。
- 记录背景—将当前试验数据保存为背景数据。
- 保存—保存当前试验过程的数据和图片。


## ➤ UHF 设置

- 预警值—设定黄色“交通灯”门限值。
- 报警值—设定红色“交通灯”门限值。
- 初始量程—设定图谱展示的初始量程，该量程是跟随采集数据动态改变的。
- 噪声阈值—数据处理过程中过滤的噪声大小。
- 周波数—设置波形模式下单次处理的周波数量。
- 背景阈值—根据现场实际情况设置滤除阈值。
- 测量频带—设定测量频带，直通、低通、高通。
- 同步方式—设定系统运行时的同步方式分为外同步、内同步、光同步。
- 显示单位—设定数据展示的显示单位分为 dBmV、dBm。

## 5.7 HFCT 测量

HFCT 试验有 3 种显示图：波形图，PRPD 图，PRPS 图。在运行状态下，点击底部控制区【显示方式】键切换不同显示图（默认波形图显示），且三种显示图同步处理放电数据。

## ➤ 标题区

显示正在测量的通道、测量模式、同步方式、增益等级。点击图标后可进行 HFCT 试验相关参数设置。

## ➤ 数据区

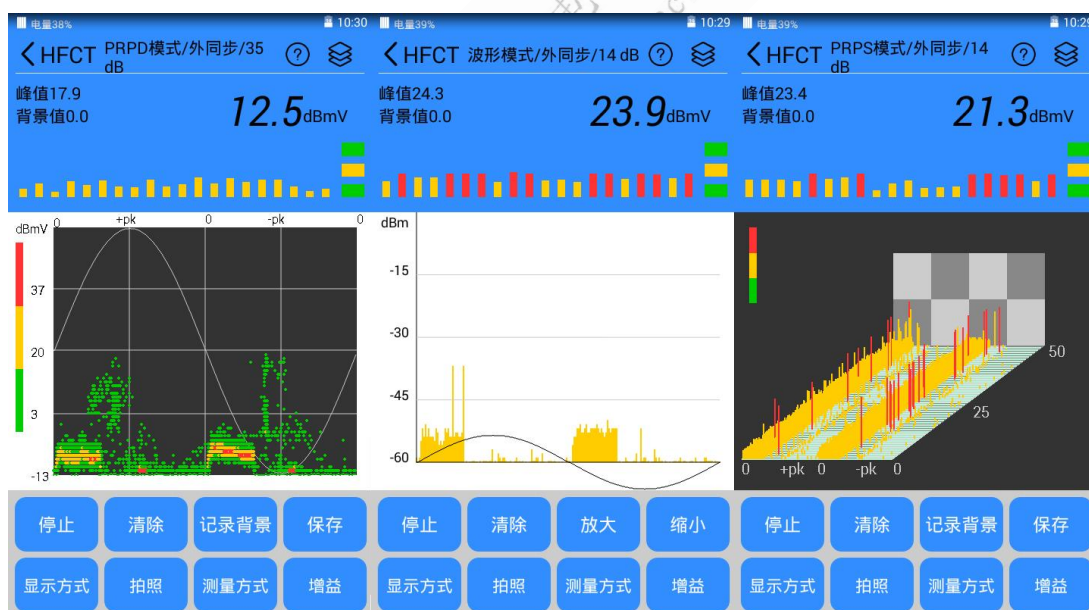
显示当前测量过程中的最大值、背景值和当前值。

### ➤ 历史极值区

显示当前测量过程中最近的 20 个周波的最大值

### ➤ 图表区

- **波形图**—显示当前测量数据波形，根据【设置】中周波数设置显示对应的周波数目，根据放电特性来判断是否放电，同时通过【放大/缩小】键可对波形值进行放大或缩小调节。
- **PRPD 图**—二维图谱，放电相位分布图谱，显示放电水平、相位以及峰值频次的关系，其中纵轴代表放电水平，横轴代表相位 0-360 度，不同的像素颜色代表不同的峰值频次。
- **PRPS 图**—三维图谱，脉冲序列图谱，显示时间、相位及放电水平的关系，纵轴代表放电水平，横轴代表相位，Z 轴代表时间，脉冲不同颜色代表放电水平的大小不同，右侧颜色标识代表纵轴不同的百分比所使用的不同颜色。通过该模式可以区分干扰和放电，以及随时间变化不同相位信号的变化。



### ➤ 控制区

- 运行/停止—设置系统采集状态运行或者停止。
- 清除—清除当前页面中绘制的波形图，和最大值。
- 放大/缩小—将图表中绘制的波形图进行放大缩小。

- 显示方式—切换实时图标区的展示方式。
- 拍照—打开相机进行现场拍照记录。
- 测量方式—设置系统在连续采集和单次采集之间切换。
- 增益—设置系统传感器的增益等级，-35dB、-10dB、14dB、35dB。
- 记录背景—将当前试验数据保存为背景数据。
- 保存—保存当前试验过程的数据和图片。

#### ➤ HFCT 设置

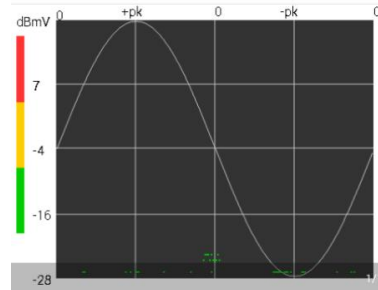
- 预警值—设定黄色“交通灯”门限值。
- 报警值—设定红色“交通灯”门限值。
- 初始量程—设定图谱展示的初始量程，该量程是跟随采集数据动态改变的。
- 噪声阈值—数据处理过程中过滤的噪声大小。
- 周波数—设置波形模式下单次处理的周波数量。
- 背景阈值—根据现场实际情况设置滤除阈值。
- 同步方式—设定系统运行时的同步方式分为外同步、内同步、光同步。
- 显示单位—设定数据展示的显示单位分为 dBmV、dBm、mV。

### 5.8 历史记录查看

点击【历史记录】键，可以进入保存数据界面，记录包含每条数据的所有图谱以及记录类型、同步方式、设备名称、任务编号、时间、单位局放值、背景以及背景阈值所有详细信息。通过操作按钮可以对历史记录进行一系列操作。



UHF 详细记录	
测量设备:	开关柜
测量位置:	底部
同步方式:	内同步
单位:	dBm
测量值:	-76.0
背景值:	0.0



## 5.9 外同步的使用

在现场试验时，为了得到稳定而且准确的相位，可以采用外同步触发方式，在系统设置里，将触发方式改成外同步，将无线同步发射器接到试验电源上，点击运行，此时放电相位为稳定而准确的相位。

注意：无线同步连接试验电源时，应严格按照 LNE 的表示进行接线。

## 5.10 传感器的使用

### ➤ TEV 传感器

TEV 传感器能够感应出开关柜金属柜体上的暂态电压形成一定的高频感应电流。使用时将 TEV 传感器紧贴在金属柜体上。



TEV 传感器



### ➤ 非接触式超声传感器使用

非接触式超声传感器是对发生局放时在空气中传播的超声波进行检测。要求放电源与传感器之间必须有良好的空气路径，对于封闭良好，无气孔及空气间隙的开关柜将无法检测。使用时将传感器吸附在开关柜体上，防止超声移动产生干扰信号，并将超声探头对准设备的缝隙处进行检测。



非接触式超声传感器

### ➤ 接触式超声传感器

接触式超声传感器使用时在超声传感器上涂抹耦合剂，将传感器放到传感器支架内，并用绷带固定在 GIS 上的被测位置。



接触式超声传感器

### ➤ 高频电流互感器（HFCT）

高频电流互感器（HFCT）是放电测量的一种前端耦合装置，一次电缆穿缆的原则为：根据 HFCT 上的箭头标识从高频电流互感器的正面（有标牌面）穿入，背面穿出接地。通过 BNC 连接 HFCT 信号调理单元。



高频电流互感（HFCT）

## ➤ 特高频传感器（UHF）

特高频传感器可以感应特高频无线电信号，使用时通过绑带(或人工)将特高频传感器固定在盆式绝缘子上。通过 BNC 连接 UHF 信号调理单元。



特高频传感器 UHF-IV

### 5.11 仪器充电

测量主机：使用 DC12V 的电源适配器，使用前，应为该装置充电。完全充电所需时间大约 4 小时。一旦电池充满，指示灯熄灭。充电器插入时，不建议用仪器进行测量。

信号调理单元：使用 DC12V 的电源适配器，充电时在面板上有相应电量指示。

**注：对本仪器内置电池进行充电时，必须使用本仪器配带的专用电源适配器充电，不得使用其它电源，否则可能造成电池或仪器损坏！**

## 6. 检测流程

### 6.1 TEV 局部放电检测流程

- 1) 设备连接：连接测试仪的各个部件，固定传感器。
- 2) 开机检测：开机后系统自检，确认各个检测通道正常工作。
- 3) 设置参数：点击【系统设置】，通过设置存储目录功能新建一个保存试验数据的文件名，后期所有测量数据均存储在此文件中；再返回【TEV】模块进入测量界面，点击右上角图标可以对 TEV 测量过程进行详细的参数设置。
- 4) 背景检测：连接 TEV 传感器，将传感器贴在接地的金属体上（非测量源）当信号稳定时按下【停止】按键，再点击【记录背景】，记录下背景值。
- 5) 信号检测：将传感器紧贴在检测部位。开关柜发生放电的主要部位为母排（连接处、穿



墙套管，支撑绝缘件等）、断路器，CT、PT、电缆等设备所对应到开关柜柜壁的位置，这些设备大部分位于开关柜前面板中部及下部，后面板上部、中部及下部、侧面板的上部、中部及下部（开关柜 TEV 检测部位如图 6-1）。

- 6) 异常诊断：当通过波形模式检测到信号时，应对局部放电进行诊断与分析，观察信号的周期性通过改变测量模式记录和分析信号。
- 7) 数据记录：通过仪器的记录功能将数据保存：在首页中的【检测记录】模块可查看对应的试验数据，以供后期分析。
- 8) 生成报告：连接 Type-c 数据线，运行随机附带的报告生成软件，点击导出数据功能，即可将试验过程中所有数据导出到 pc 端，根据数据库以及图文信息生成巡检报告。



图 6-1 TEV 检测部位示意图

## 6.2 US 局部放电检测流程

- 1) 设备连接：连接测试仪的各个部件，固定传感器。
- 2) 开机检测：开机后系统自检，确认各个检测通道正常工作。
- 3) 设置参数：点击【系统设置】，通过设置[存储目录]功能新建一个保存试验数据的文件名，后期所有测量数据均存储在此文件中；通过设置[超声类型]功能，可以配置试验过程中对数据的处理方式。再返回【US】模块进入测量界面，点击右上角图标可以对 US 测量过程进行详细的参数设置。
- 4) 背景检测：将传感器对着空旷的地方，当信号保持稳定时按下【停止】按键，再点击【记录背景】，记录下背景值。
- 5) 信号检测：将超声波传感器探头沿着柜体上的缝隙进行扫描检测，观察波形变化。
- 6) 异常诊断与分析：当检测到周期性信号时进行分析，观察在连续检测模式下 50Hz 频率成

分，100Hz 频率成分的大小，并与背景信号比较，看是否有明显变化。并且开展局部放电诊断与分析，包括通过应用相位检测模式，时域波形检测模式判断放电类型；或是挪动传感器位置，寻找信号最大值，查明可能的放电位置。

表 6-1 US 检测缺陷判据

参数		局部放电缺陷	电晕缺陷	正常（无放电）
连续检测模式	有效值	高	较高	低
	周期峰值	高	较高	低
	50Hz 频率相关性	有	有	无
	100Hz 频率相关性	有	弱	无
相位检测模式		有规律，一周波两簇信号，且幅值相当	有规律，一周波一簇大信号，一簇小信号	无规律
波形检测模式		有规律，存在周期性脉冲信号	有规律，存在周期性脉冲信号	无规律

7) 数据记录：连接 Type-c 数据线，运行随机附带的报告生成软件，点击导出数据功能，即可将试验过程中所有数据导出到 pc 端，根据数据库以及图文信息生成巡检报告。

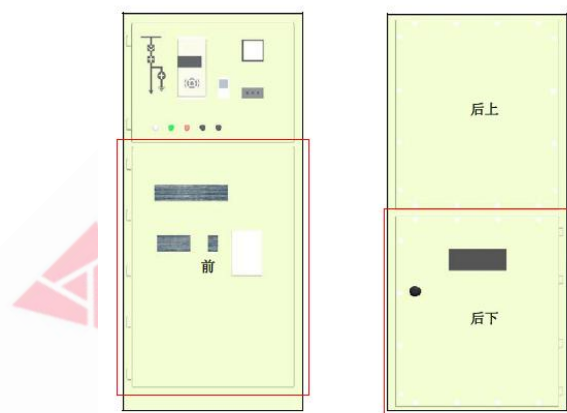


图 6-2 US 检测位置示意图

### 6.3 声电联合检测

为了更加有效地检测出高压开关柜和工频试验变压器的局部放电及其放电类型，应将超声波（US）测量法与暂态地电压（TEV）测量法联合使用。经过长期实验室物理模拟开关柜放电现象，发现了其各自的特点（见下表）。

表 6-2 声电检测技术的区别

放电模型	暂态地电压检测技术	超声波检测技术
沿面放电模型	不敏感	敏感、有效
绝缘子表面放电模型	不敏感	敏感、有效
尖端放电模型	敏感、有效	更敏感、有效
电晕放电模型	敏感、有效	敏感、有效
绝缘子内部缺陷模型	敏感、有效	不敏感

#### 6.4 HFCT 局部放电检测流程

- 1) 设备连接：连接测试仪的各个部件，固定传感器。
- 2) 开机检测：开机后系统自检，确认各个检测通道正常工作。
- 3) 设置参数：点击【系统设置】，通过设置[存储目录]功能新建一个保存试验数据的文件名，后期所有测量数据均存储在此文件中；再返回【HFCT】模块进入测量界面，点击右上角图标可以对 HFCT 测量过程进行详细的参数设置。
- 4) 连接设备：进入【HFCT】模块后会弹出选择连接设备的对话框，本机有三种连接方式：<自动扫描>、<手动输入>、<使用上次匹配设备>，每种方式都可直接连接到试验设备。
- 5) 背景检测：连接 HFCT 传感器，当信号保持稳定时按下【停止】按键，再点击【记录背景】，记录下背景值。
- 6) 接入传感器：将 HFCT 传感器卡在设备的接地线上，根据 HFCT 上的箭头标识从高频电流互感器的正面（有标牌面）穿入，背面穿出接地。
- 7) 信号检测：观察所测波形是否具有周期性，并与背景信号比较，看是否有明显变化。
- 8) 异常诊断：当通过波形模式检测到异常信号时，应对局部放电进行诊断与分析，通过改变测量模式记录和分析信号。
- 9) 数据记录：通过仪器的记录功能将数据保存：在首页中的【检测记录】模块可查看对应的试验数据，以供后期分析。
- 10) 生成报告：连接 Type-c 数据线，运行随机附带的报告生成软件，点击导出数据功能，即可将试验过程中所有数据导出到 pc 端，根据数据库以及图文信息生成巡检报告。

## 6.5 UHF 检测流程

- 1) 设备连接：按照设备接线连接测试仪的各个部件，固定传感器。
- 2) 开机检测：开机后，系统自检，确认各个检测通道工作正常。
- 3) 设置参数：点击【系统设置】，通过设置[存储目录]功能新建一个保存试验数据的文件名，后期所有测量数据均存储在此文件中；再返回【UHF】模块进入测量界面，点击右上角图标可以对 UHF 测量过程进行详细的参数设置。
- 4) 连接设备：进入【UHF】模块后会弹出选择连接设备的对话框，本机有三种连接方式：<自动扫描>、<手动输入>、<使用上次匹配设备>，每种方式都可直接连接到试验设备。
- 5) 背景检测：将 UHF 传感器贴在接地的金属体上（非测量源）。当信号稳定时按下【停止】按键，再点击【记录背景】，记录下背景值。可以根据背景值设置背景阈值以虑除噪声干扰等。
- 6) 信号检测：观察检测到的信号，如果发现信号无异常，保存少量数据，退出并改变检测位置继续下一点检测；如果发现信号存在异常，则延长检测时间并记录多组数据，进入异常诊断流程。
- 7) 异常诊断：当通过波形模式检测到信号时，应对局部放电进行诊断与分析，观察信号的周期性通过改变测量模式记录和分析信号。
- 8) 数据记录：通过仪器的记录功能将数据保存：在首页中的【检测记录】模块可查看对应的试验数据，以供后期分析。
- 9) 生成报告：连接 Type-c 数据线，运行随机附带的报告生成软件，点击导出数据功能，即可将试验过程中所有数据导出到 pc 端，根据数据库以及图文信息生成巡检报告。

表 6- 3 典型缺陷局部放电图谱分析与诊断

放电类型	规律
电晕放电	放电信号的极性效应非常明显，通常在工频相位的负半轴或正半轴出现，放电信号强度较弱且相位分布较宽，放电次数多。但较高电压等级下另一个半轴也可能出现放电信号，幅值更高且相位分布较窄，放电次数少。
悬浮放电	放电信号通常在工频相位的正、负半轴均会出现，且具有一定的对称性，放电信号很大且相邻放电信号时间间隔基本一致，放电次数少，放电重复率较低。PRPS 图谱具有“内八字”或“外八字”分布特征。

颗粒放电	放电信号极性效应不明显，任意相位上具有分布，放电次数少，放电信号幅值无明显规律，放电信号时间间隔不稳定。提高电压等级放电信号幅值增大但放电间隔降低。
空穴放电	放电信号通常在工频相位的正、负半周均会出现，且具有一定对称性，放电信号幅值较分散，且放电次数较少。

## 6.6 生成报告流程

打开报告生成软件，将设备与电脑连接。点击我的电脑，找到对应的磁盘，将试验过程中的数据和图片的文件夹（hcpd 文件夹和报告生成软件文件夹）复制到电脑。然后点击【浏览文件】按钮选择 hcpd 文件夹下试验目录。选择好传感器类型后，点击【加载数据】按钮。将试验数据导入软件。根据需求填写必要信息后即可生成报告。

DRGS

数据导入地址:

(数据导入地址仅支持字母和数字命名)

数据地址:

(请选择实验数据文件夹中以 <文件名称>命名的文件夹)

传感器类型

UHF 特高频

TEV 暂态地电压

HFCT 高频电流

US 超声波

加载数据

US 超声波      波形模式图谱      相位模式图谱      连续图谱

添加信息

生成报告

一、基本信息

变电站名称:       检测日期: 2019/ 1/ 1       检测人员:       调度号:   
 设备类型:       设备厂家:       设备型号:       仪器名称:   
 仪器型号:       温度:       湿度:

二、标准依据

三、检测描述

四、检测数据

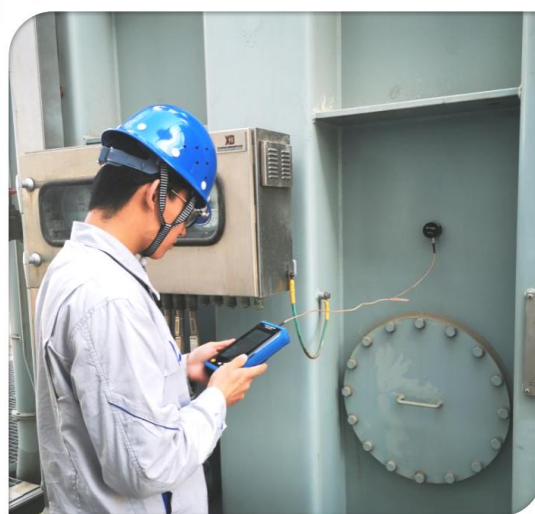
五、结论与建议



## 7. 现场案例



变压器高频检测



变压器超声检测



GIS 特高频检测



开关柜非接触超声检测