

开关柜局部放电监检测的必要性

随着国民经济的不断发展，我国电力系统规模在不断扩大，国家对系统运行的安全性和可靠性要求日益提高。而高压开关柜是保证电网运行的重要环节，是向配电网或用户供电的直接设备，且在电力



系统中大量应用，是电力系统中非常重要的电气设备，其稳定安全运行至关重要。但是，开关柜内部空间狭小、零件繁多、结构复杂，绝缘距离小，因此比其它电力设备更容易出现绝缘缺陷，从而对设备安全运行带来巨大隐患。

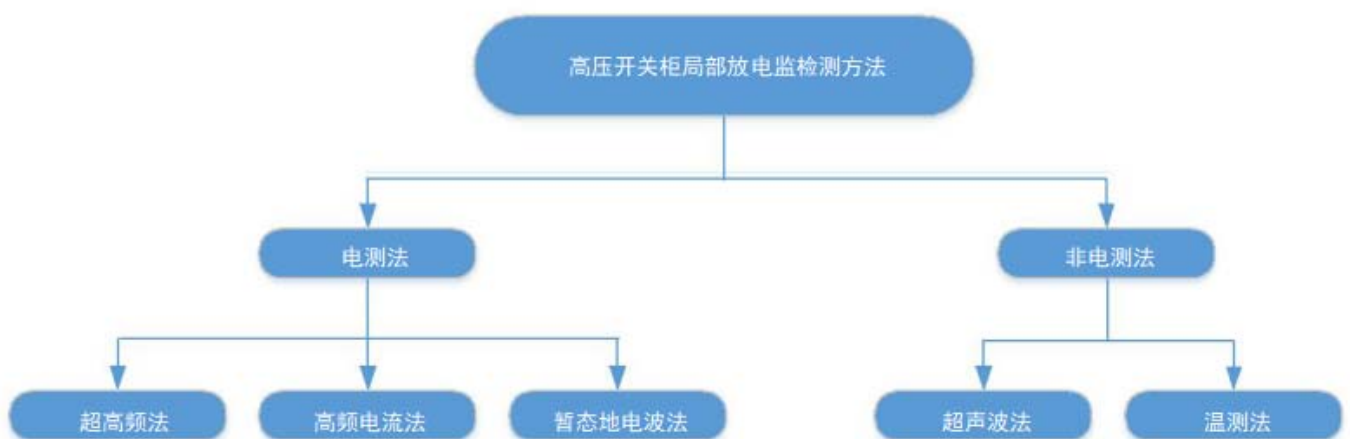
高压电气设备的绝缘内部如气泡间隙、杂质、尖刺等缺陷，在强电场作用下使得开关柜绝缘内部的电场分布不均匀，在缺陷部位的电场强度会增大，从而容易导致该部位发生未贯穿整个绝缘的放电，即局部放电。

局部放电一般不会引起开关柜内部绝缘的穿透性击穿，但是却会导致绝缘介质的局部损坏。若其长期存在，则会在一定条件下造成绝缘装置电气强度的破坏，最终造成开关柜内部绝缘击穿。因而对于电气设备而言，电气设备发生局部放电现象是导致其绝缘老化或劣化甚至损坏从而引发设备损毁及电力系统事故的重要原因之一，同时局部放电也是设备绝缘完整性退化的标志。因此对电气设备的局部放电进行监检测是评估设备绝缘状况的重要手段，也是发现设备潜伏性故障，最终实现故障预警，避免故障发生的有效措施之一。

开关柜局部放电监检测解决方案概述

由于局部放电产生的同时，会伴随着电、光、声、热等一系列物理现象的发生，因此高压开关柜局部放电监检测的各种方法都是基于检测这些能反映局部放电现象的物理量展开的。对应上述各种物理现象，高压开关柜局部放电检测技术大致分为非电检测法和电检测法两个大类。

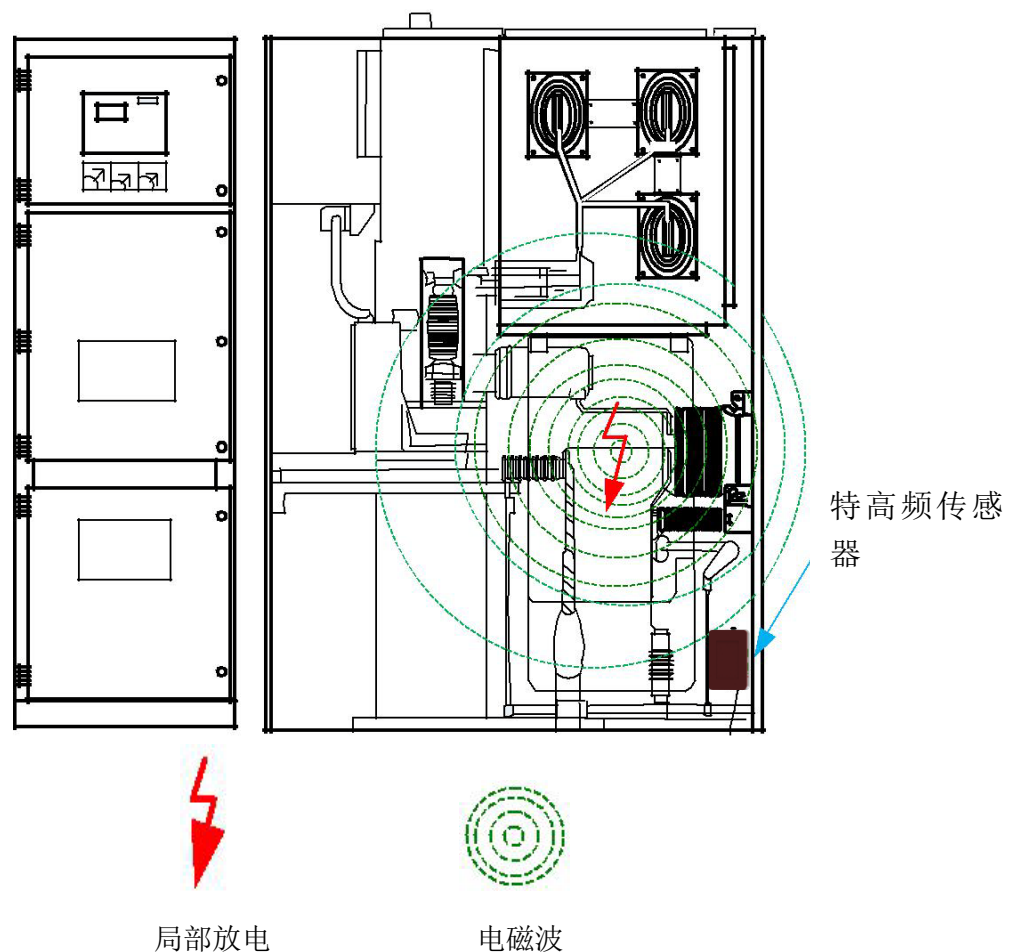
在高压开关柜局部放电非电检测法中运用得比较多的主要是超声波检测法和温度检测法，电检测法中运用的比较多的是特高频法、高频电流法、暂态地电波法。



开关柜局部放电检测解决方案常用技术介绍

特高频法

电力设备绝缘体的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，该击穿过程会很快，并且在击穿过程中会产生上升沿很陡的局部放电脉冲电流，其上升时间为 ns 级，并激发频率高达数 GHz 的电磁波信号。因此，可以运用特高频传感器监测电气设备内部局放电流激发的电磁波信号对开关柜的局部放电情况进行评估。



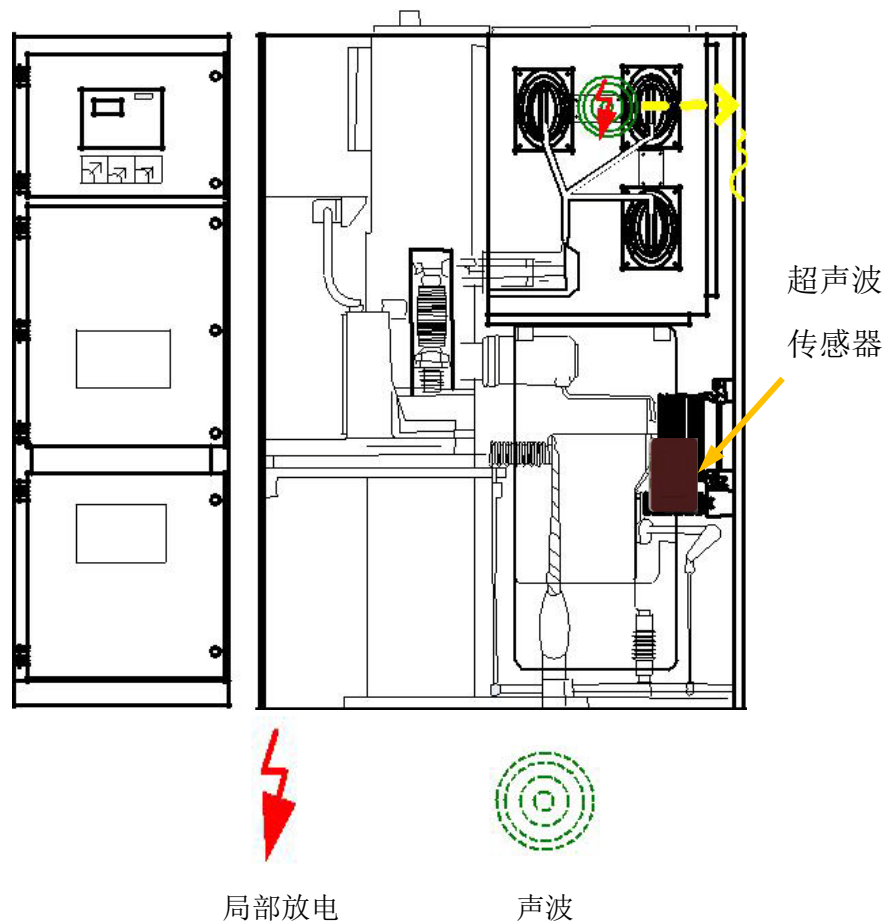
开关柜局部放电特高频法是开关柜局部放电检测的一种新型方法。由于特高频传感器所接收信号频率高、因此受外界干扰影响小，可以极大地提高开关柜局部放电检测的灵敏度与可靠性，因此可以采用此种方式来对开关柜局部放电进行监测。

超声波法

电力设备内部产生局部放电信号的时候，会产生冲击的振动以及声音。通过在设腔体外壁上安装超声波传感器来测量局部放电信号，从而判断内部是否存在局部放电信号。

该方法的特点是传感器与电力设备的电气回路无任何联系，不受电气方面的干扰，但在现场使用时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，超声波检测法的灵敏度和范围有限，但具有定位准确度高的优点。

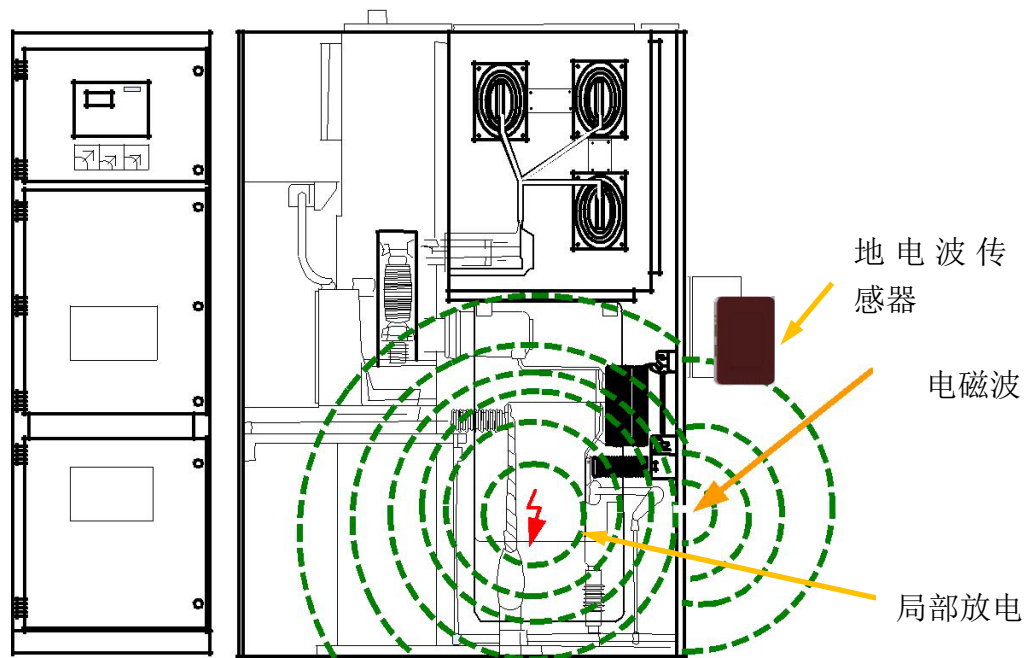
局部放电区域很小，局部放电源通常可看成点声源。超声波局部放电检测的原理示意图如下。



声波在气体和液体中传播的是纵波，纵波主要是靠振动方向平行于波传播方向上的分子撞击传递压力。而声波在固体中传播的，除了纵波之外还有横波。发生横波时，质点的振动方向垂直于波的传播方向，这需要质点间有足够的引力，质点振动才能带动邻近的质点跟着振动，所以只有在固体或浓度很大的液体中才会出现横波。当纵波通过气体或液体传播到达金属外壳时，将会出现横波，在金属体中继续传播。

暂态地电波法

当配电设备发生局部放电现象时，带电粒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高频电流行波，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金属柜体的内表面，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的内表面转移到外表面，并以电磁波形式向自由空间传播，且在金属柜体外表面产生暂态地电压，而该电压可用专门设计的暂态地电压传感器进行检测。



由于配电设备柜体存在电阻，局部放电产生的电流行波在传播过程中必然存在功率损耗，金属柜体表面产生的暂态地电压也就不仅与局部放电量有关，还会受到放电位置、传播途径以及箱体内部结构和金属断口大小的影响。

总之，相比与三种方式由于超高频传感器所接收信号频率高、受外界干扰影响小，可以极大地提高开关柜局部放电检测的灵敏度与可靠性，因此我司更青睐与此种方式来对开关柜局部放电进行监测。

开关柜局部放电在线监测硬件

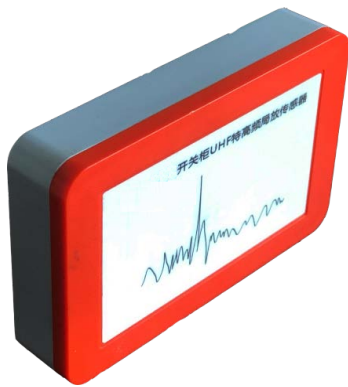
1. 特高频+超声波传感器

型号： A（有线）/B（无线）

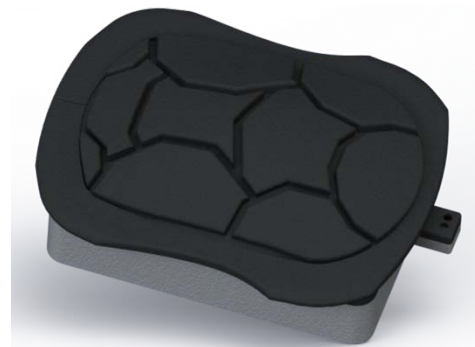
应用场景： 适用于开关柜出厂前集成安装或对已投用的高压开关柜进行停电或不停电安装。

特点： 系统抗干扰能力强，可靠性高。

功能描述： 超高频传感器用于接收柜体内部由局部放电所激发的超高频电磁波和超声波信号。传感器可直接依靠磁吸安装在开关柜电缆室内壁上，安装过程简单快捷。



A 有线



B 无线

A 主要技术参数：

信号范围：300MHZ~1500MHZ

检测灵敏度：≤5pc

采样速率：20M

采样精度：12Bit

通讯方式：串口 485

通讯协议：MODBUS

供电：DC 24V

固定方式：磁力吸附

B 主要技术参数：

信号范围：300MHZ~1500MHZ

电池寿命：5年

检测灵敏度：≤5pc

采样速率：20Msa/s

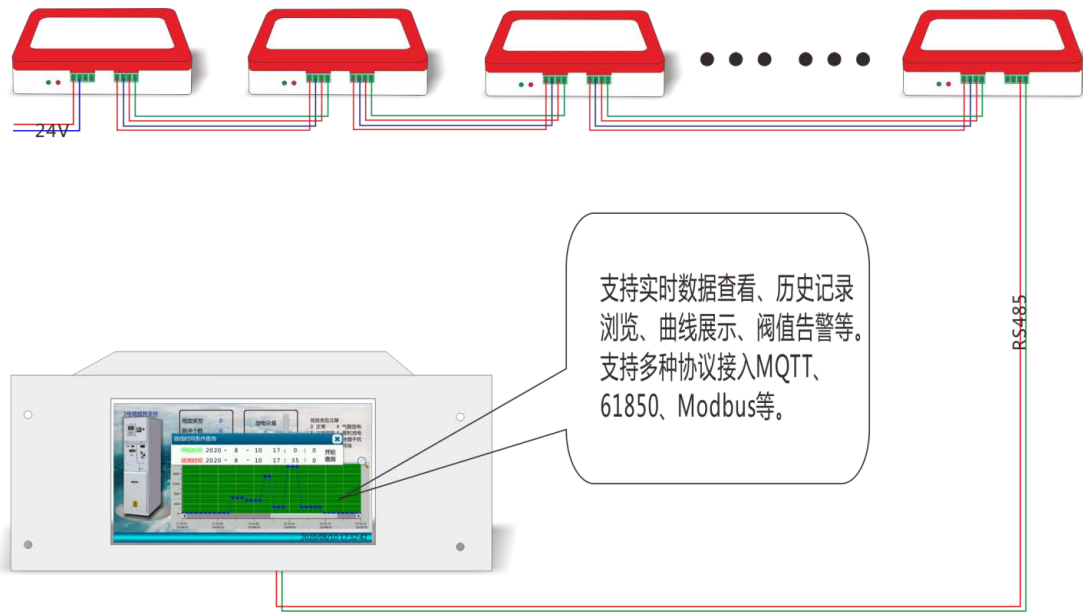
采样精度：12Bit

通讯方式：无线 LOAR

通讯协议：MODBUS

供电：锂电池

固定方式：磁力吸附



特高频+超声波有线版 系统结构图



特高频+超声波无线版 系统结构图

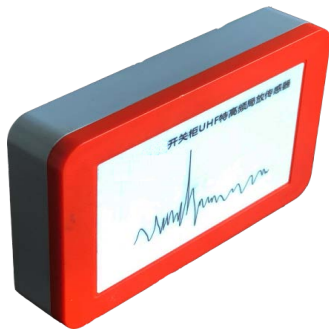
2. 超声波+地电波传感器

型号： A（有线）/B（无线）

应用场景： 适用于开关柜出厂前集成安装或对已投用的高压开关柜进行停电或不停电安装。

特点： 系统抗干扰能力强，可靠性高。

功能描述： 当开关柜出现绝缘缺陷，发生局部放电时，会在开关柜的外壳上产生对地的暂态电位与超声波。将超声波+地电波传感器贴附在机体的外壳上，可以检测的暂态点位和超声波信号的变化。



A 有线

A 主要技术参数：

信号范围： 3MHz—100MHz

检测灵敏度： $\leq 5\text{pc}$

采样速率： 20M

采样精度： 12Bit

通讯方式： 串口 485

通讯协议： MODBUS

供电： DC 24V

固定方式： 磁力吸附



B 无线

B 主要技术参数：

信号范围： 3MHz—100MHz

电池寿命： 5 年

检测灵敏度： $\leq 5\text{pc}$

采样速率： 20M

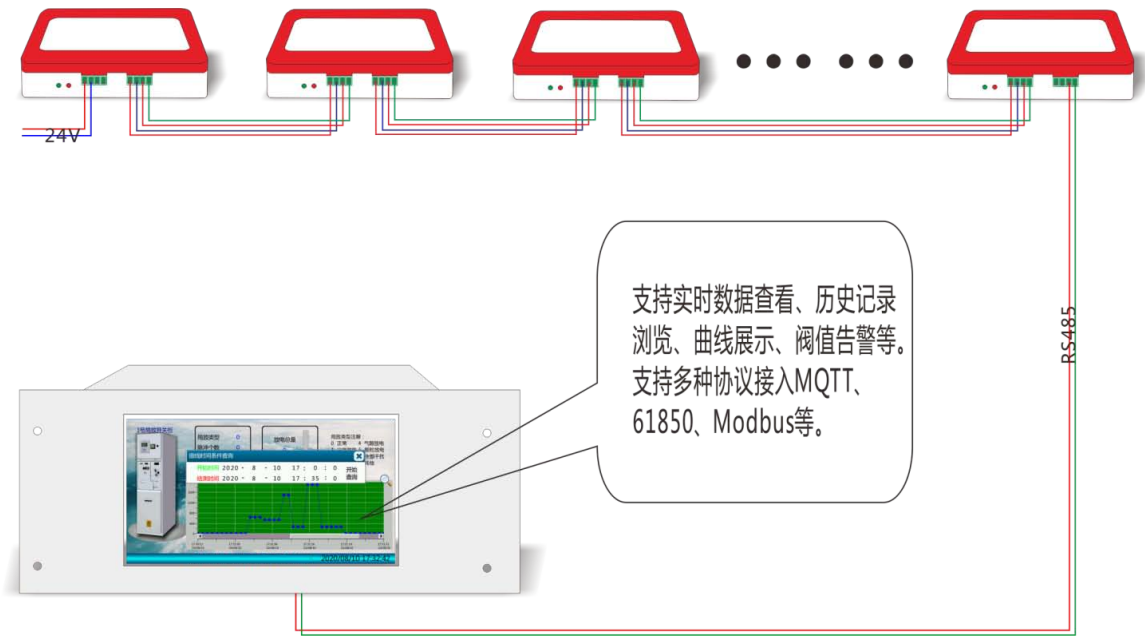
采样精度： 12Bit

通讯方式： 串口 485

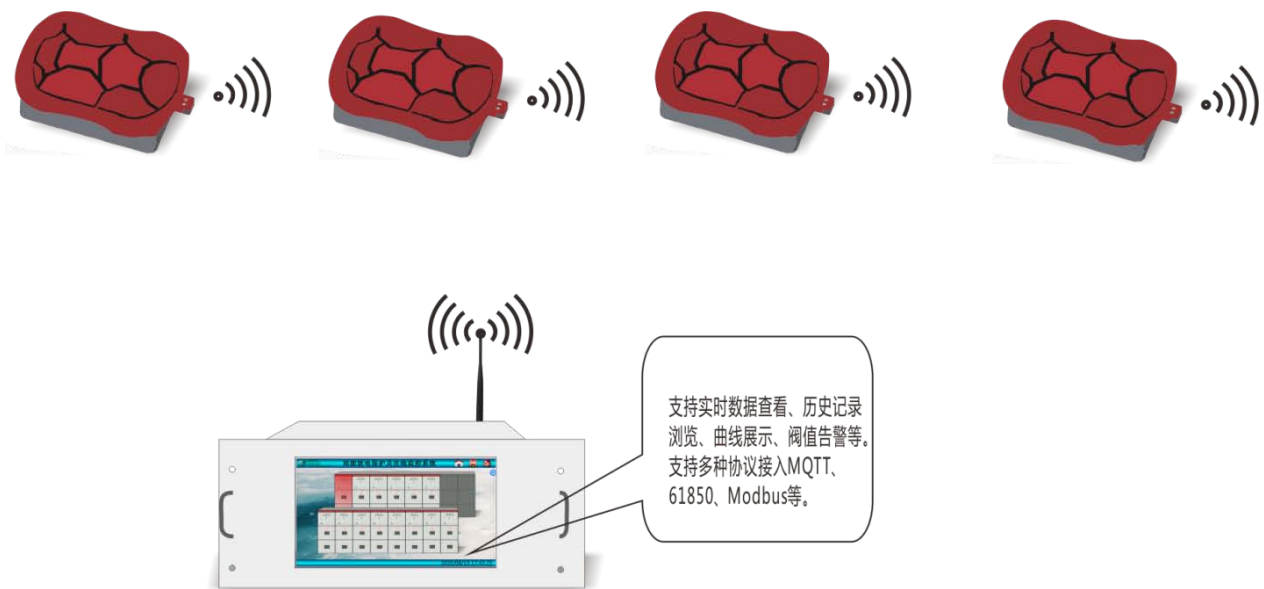
通讯协议： MODBUS

供电： 锂电池

固定方式： 磁力吸附



地电波+超声波有线版 系统结构图

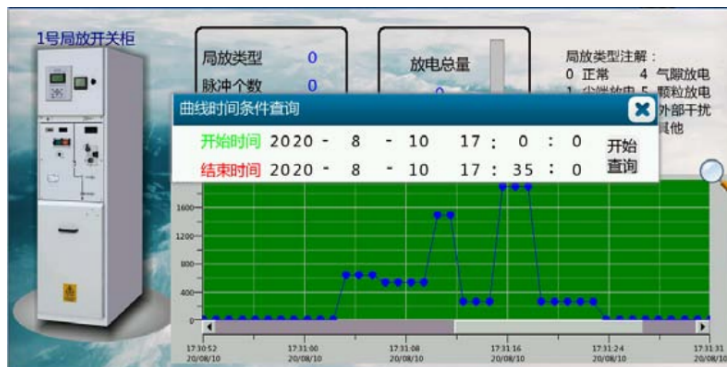


地电波+超声波无线版 系统结构图

局部放电在线监测软件展示



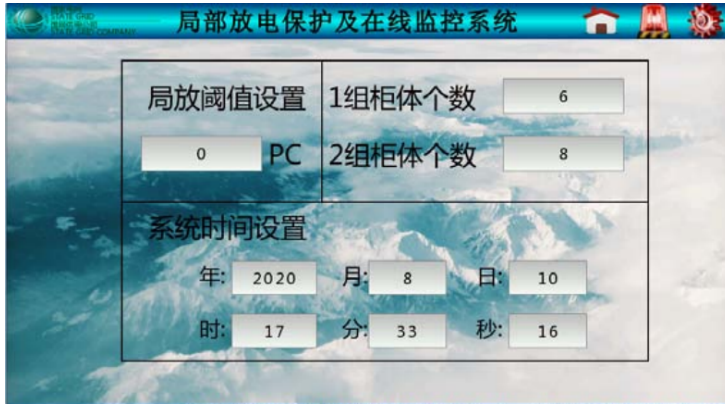
- 整体布局展示，点击机柜可跳转对应视图；
- 告警实时提醒



- 实时参数展示
- 实时曲线展示
- 提供历史曲线查询

序号	级别	触发日期	触发时间	内容	恢复日期	恢复时间
0	0	20/08/10	17:31:02	1号变电柜局放告警，触发值(1)	20/08/10	17:31:22

- 历史告警记录
- 显示当前告警数，累计告警数
- 告警提示触发时间及



- 参数设置展示
- 系统时间修改
- 柜体个数设置