
无线局放及测温监测系统

产品说明书

V1.1

目录

一、系统介绍	1
二、系统原理	1
2.1 超声波	1
2.2 TEV暂态地电压	1
2.3 UHF特高频	1
三、系统特点	2
四、系统组成	2
五、软件操作界面	3
5.1 主界面	3
5.2 报警记录界面	4
六、技术参数	5
6.1 装置主机	5
6.2 局放特高频/超声波/地电压三合一智能传感器	5
6.3 无线测温传感器类型	6
6.4 主机（十寸触摸屏）接线示意图	10
6.5 局放在线监测（十寸触摸屏）开孔尺寸图	10
七、局放监测技术原理	11
7.1 特高频局放检测技术	11
7.2 高频局放检测技术	12
7.3 超声波局放检测原理	13
7.4 暂态地电压局放检测原理	14

一、系统介绍

概述：

为了适应开关柜的不停电状态检修工作的发展要求，基于物联网、智能传感器等智能化技术，实现不停电状态下的电力设备运行状态监测，通过暂态地电压（TEV）、超声波（AE&Ultrasonic）、特高频（UHF）等智能传感器监测技术，实现对开关柜运行状态的智能感知；通过智能诊断算法、多维度对比分析，实现监测数据的智能分析、设备状态的智能诊断，实时掌握运行状态，及时发现缺陷问题，评估推送异常信息及检修策略建议，为运维人员制定检修策略提供数据支持，有效避免突发停电、火灾以及人身、设备伤害事件的发生。

二、系统原理

2.1 超声波

电力设备在放电过程中会产生声波信号。放电产生的声波的频谱很宽，可以从几kHz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。根据放电释放的能量与声能之间的关系，用超声波信号声压的变化代表局部放电所释放能量的变化，通过测量超声波信号的声压，可以推测出放电的强弱，这就是超声波信号检测局部放电的基本原理。

2.2 TEV暂态地电压

局部放电发生时，放电点产生高频电流波，并向两个方向传播；受集肤效应的影响，电流波仅集中在金属柜体内表面传播，而不会直接穿透；在金属断开或绝缘连接处，电流波转移至外表面，并以电磁波形式进入自由空间；电磁波上升沿碰到金属外表面，产生暂态对地电压（Transient Earth Voltage）；暂态对地电压可用暂态地电压传感器进行测量其幅值和放电量，它通过单只电容耦合式传感器在被检设备的接地金属外壳上进行检测。检测仪可以检测出由于局部放电而引起的暂态电压脉冲信号，通过瞬时电压脉冲的幅值和频率来反映每一次局部放电活动的强弱，从而判断被检设备的运行工况。

2.3 UHF特高频

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）法基本原理是通过特高频传感器对电力设备中局部放电时产生的特高频电磁波信号进行检测，从而获得局部放电的相关信息，实现局部放电监测。由于现场的电晕干扰主要集中在300MHz频段以下，因此特高频法能有效地避开现场的电晕干扰，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。

三、系统特点

- 更宽更合适的动态范围：确保小信号不漏检，大信号不失真，有效的改善现有国内外厂家的产品在现场经常碰到小信号检测不到，或大信号超量程失真而导致的漏检、误诊断等现象。
- 可在电网设备带电运行情况下进行现场安装和维护，不影响电网设备运行和供电可靠性；
- 智能传感器采用微型化、模块化、高性能、低功耗设计，内置y一次性电池；
- 多种局部放电监测手段：UHF、AA、TEV等；
- “有线有源”、“无线无源”等多种部署方案；
- 传感器支持loraWAN等多种无线通信规约，支持Modbus等有线通信规约；
- 通信安全稳定，加密传输，提高安全性，防冲突、防丢包机制，提高可靠性，远距离通信，穿墙能力强。

四、系统组成

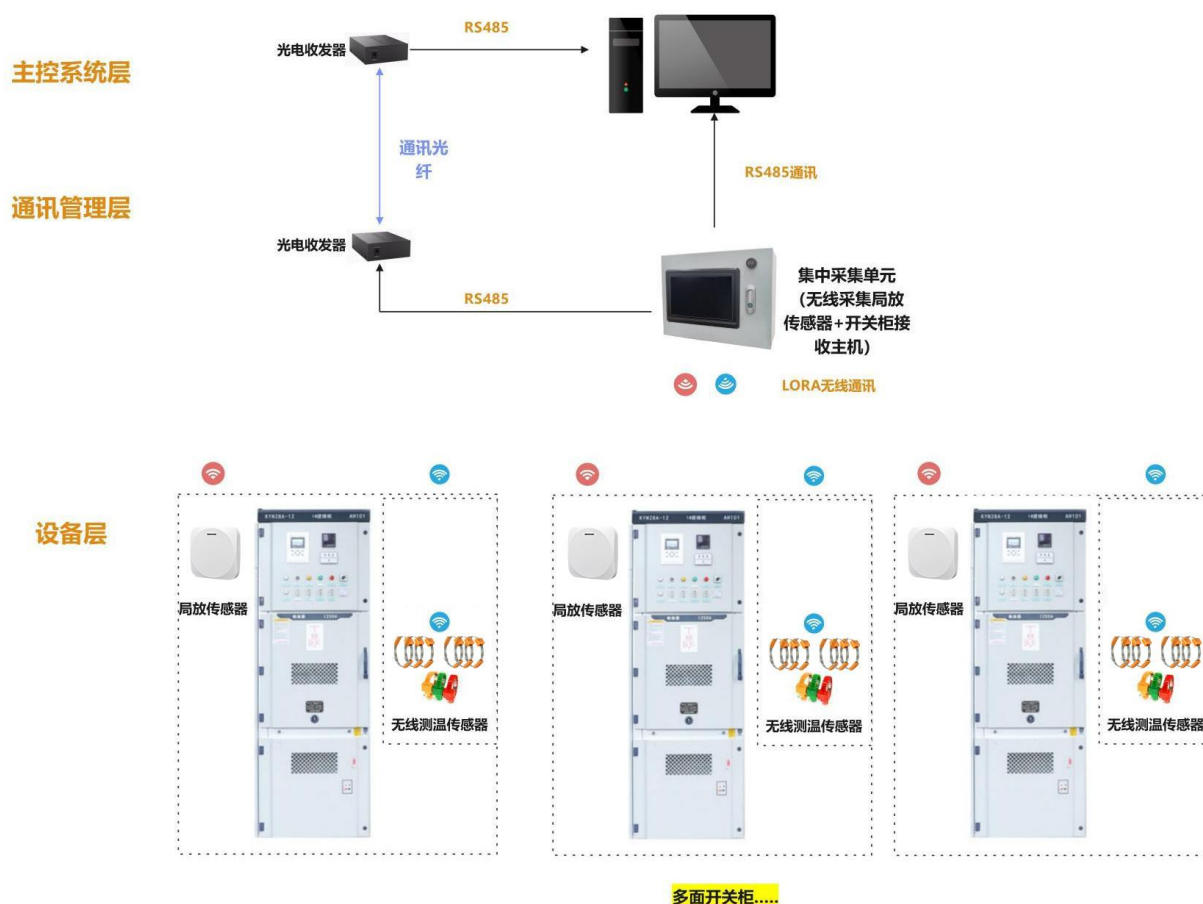


图 1 配电局放测温监测装置实物图

配电局放监测装置包括：配电中压开关柜局放传感器、空间特高频局放传感器、配电局放采集装置。

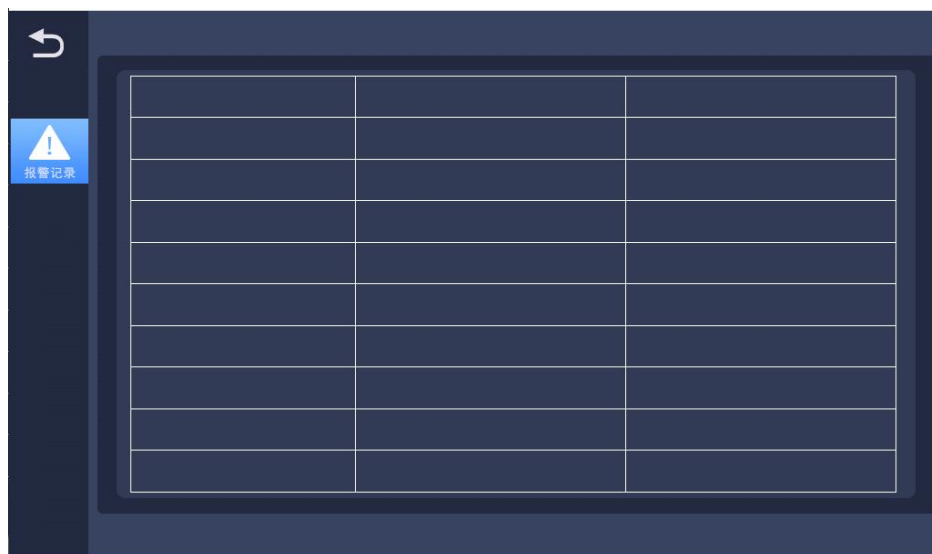
“配电局放采集装置”对下无线LoRa接收“配电中压开关柜局放传感器”暂态地电压和超声波数据，通过铜轴电缆连接“空间特高频局放装置”接收空间特高频局放信号。对上支持MODBUS协议将数据汇总上传给配电智能网关。

五、软件操作界面

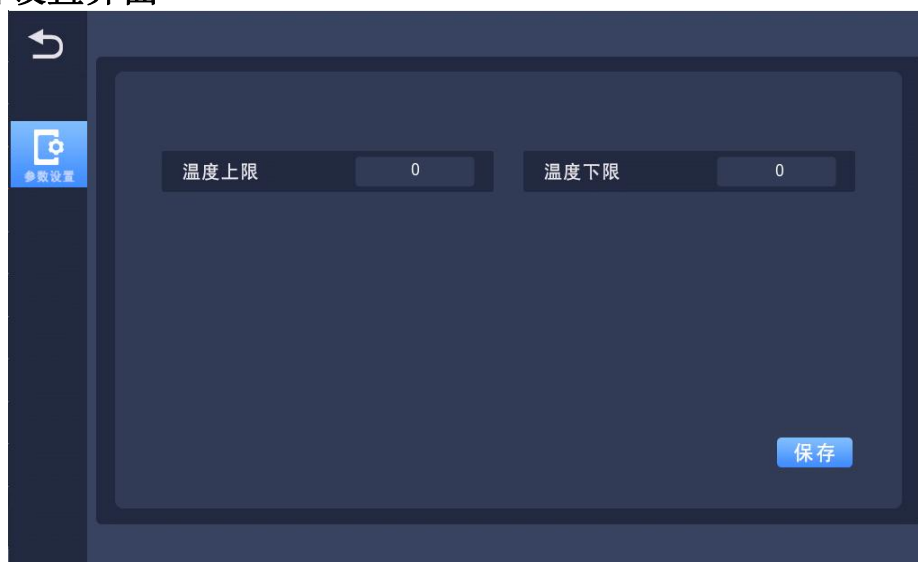
5.1 主界面



5.2 报警记录界面



5.3 告警设置界面



六、技术参数

6.1 装置主机

项目	技术参数
屏幕尺寸	10.1寸
分辨率	1024*600
CPU	8核
外设接口	1路RS485、1路网口
工作电压	DC9V~24V；AC85~265V
工作温湿度	-10℃~+55℃，≤95% RH
整机功耗	≤5VA
待机功耗	≤33W
介质强度	≥AC2kV
绝缘电阻	≥100MΩ
接入容量	≤200 路局放传感器，≤200 路无线温度传感器
通信规约	Modbus RTU（RS485）
通信波特率	2400、4800、9600、19200bps 可调
组网数量	≤128 台
安装方式	嵌入式安装（开关柜仪表室门板） 壁挂式安装（主控室，二选一）；
防护及抗干扰	全塑料防雷、防机械损坏 符合 GB/T 17626 系列电磁兼容标准，抗工频电磁干扰

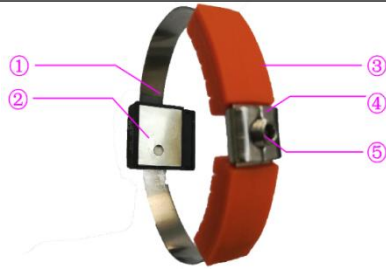
6.2 局放特高频/超声波/地电压三合一智能传感器



项 目		技术参数
UHF	检测带宽	300~3000MHz
	检测动态范围	-80~-5dBm
	平均等效高度	≥10.5mm
TEV	检测带宽	3~100MHz
	检测动态范围	0~60dBmV
超声波	检测频带	40±1kHz
	检测动态范围	-10~70dBuV
供电方式		有线版本：DC5V直流供电 无线版本：内置锂亚电池
通信协议		有线版本：Modbus 无线版本：LoRaWAN
数据采集		峰值、均值、放电频次
电池供电续航时间		不小于3年（采样间隔时间每1小时1次）
传感器尺寸		135*135*32mm（长*宽*高）
无线通信传输距离		低功耗模式小于等于50米
防护等级		IP30

6.3 无线测温传感器类型

传感器类型	参数介绍	
无线温度传感器（有源）		
	参数	温度测量范围：-40 ~ +155℃
		测量精度：±1℃
		温度采样频率：默认1分钟
		无线频率：433MHz/LORA
		无线传输距离：≤200米（433MHz）（LORA）
		电池使用寿命：8年
		安装方式：捆绑式
		主体尺寸：38mm*35mm*24mm，表带总长：385mm
	安装方法	第一步：传感器配对好测温主机和高压开关柜号。
		第二步：该面柜子的传感器配对测温部位。
		第三步：打开传感器开关，并捆绑于相应的测温部位。
	安装部位	移开式高压开关柜：母排，静触头，电缆搭接等部位。
		固定式高压开关柜：母排，隔离刀闸，电缆搭接等部位

传感器类型	参数介绍	
微型无源无线 温度传感器	 传感器结构： ① 取电合金片：用于感应取电 ② 后盖片：感应温度 ③ 软硅胶：加深连接强度 ④ 连接头：连接取单片双头 ⑤ 螺丝：固定取电片	
	参数	温度测量范围：-40 ~ +155℃
		测量精度：±0.5℃
		温度采样频率：默认10秒（可定制）
		无线频率：433MHz/LORA
		无线传输距离：≤200米（空旷距离）
		工作电源：感应取电
		启动电流：≥5A
		安装方式：捆绑式
		主体尺寸：28.5mm*23.6mm*12.mm
		传感器防护等级：IP68
	安装部位	移开式高压开关柜：母排，静触头，电缆搭接等部位。
		低压柜：出线桩头、断路器进出线端。
		固定式高压开关柜：母排，隔离刀闸，电缆搭接等部位。
	安装	第一步：预计安装部位长度，取合适长度穿过模块。
		

微型无源无线
温度传感器

第二步：把取电片跟软硅胶插入传感器（软硅胶有波纹的一面朝下跟感应温度位置一致）



第三步：将模块缠绕在取电部位（电流主路）让测温点部位接触到要测温部位，并拉紧两侧的合金片，然后把两头到卡扣底下重叠。



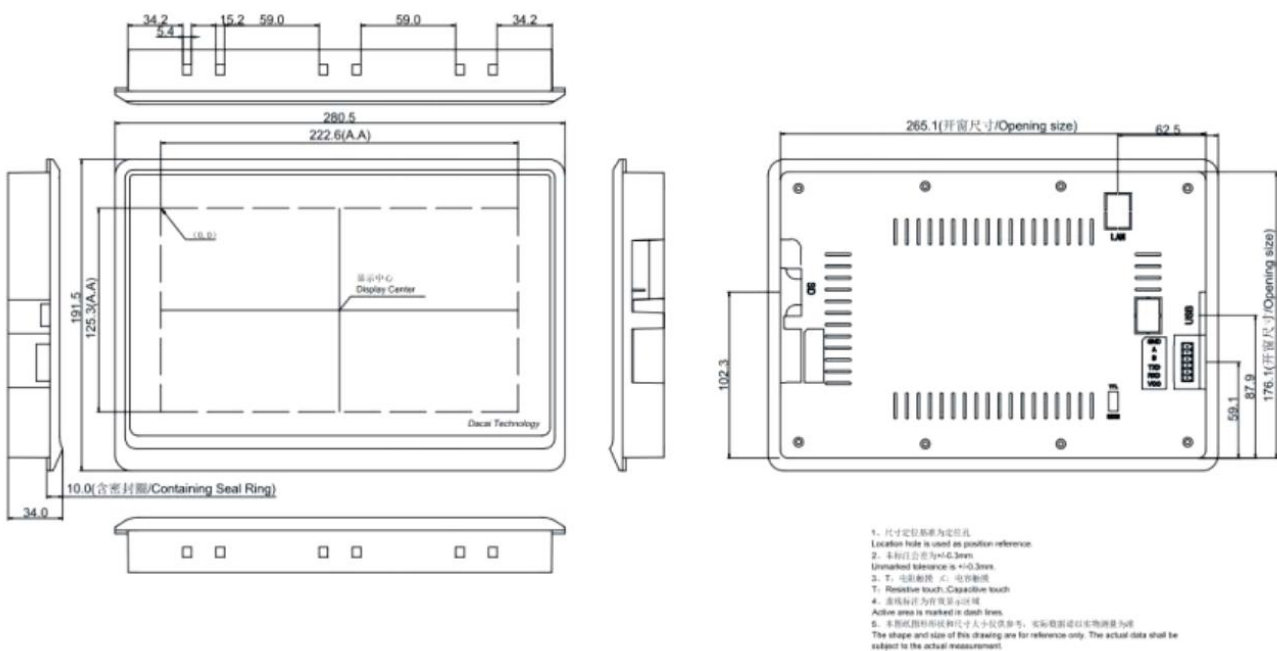
第四步：用内六角扳手拧紧螺丝，把软硅胶推连接头两侧。



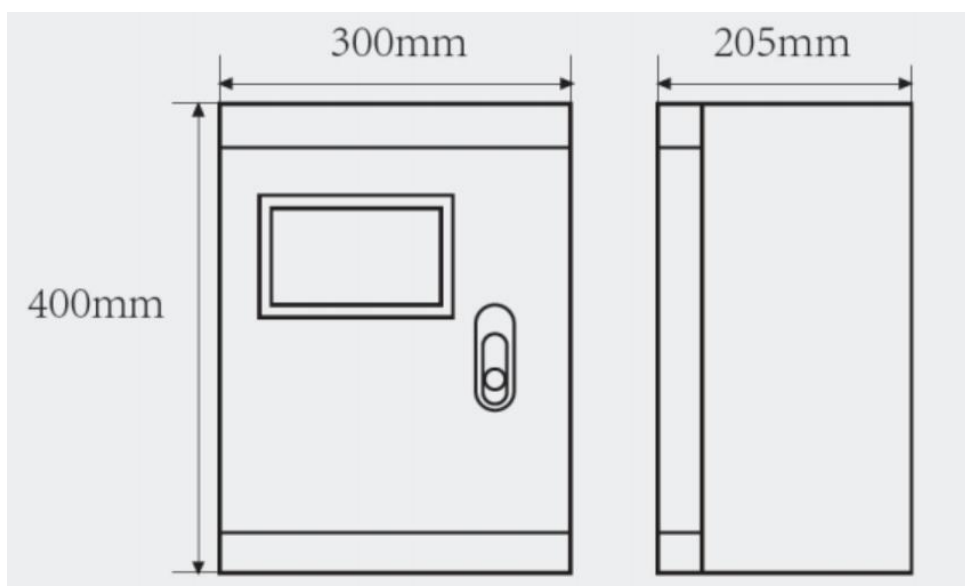
6.4 主机（十寸触摸屏）接线示意图



外形尺寸：280mm*191.5mm*34mm（含天线），开孔尺寸：265mm*176mm
测温主机安装方式：嵌入式安装



配电箱外形尺寸（选配）：



外形尺寸：400*300*205mm

七、局放监测技术原理

7.1 特高频局放检测技术

电气设备绝缘介质中每一次局部放电都发生正负电荷的中和，伴随有一个很陡的电流脉冲，并向周围辐射电磁波。通过UHF（300M—3GHz）传感器接收局部放电辐射的UHF电磁波，实现局部放电的检测，这一方法叫做局部放电的特高频检测方法。研究认为，每一次局部放电过程都伴随着正负电荷的中和，并出现陡度很大的电流脉冲，同时向周围辐射电磁波。局部放电所辐射的电磁波的频谱特性与局部放电源的几何形状以及放电间隙的绝缘强度有关。当放电间隙比较小、放电间隙的绝缘强度比较高时，放电过程的时间比较短、电流脉冲的陡度比较大，辐射的电磁波信号的特高频分量比较丰富。

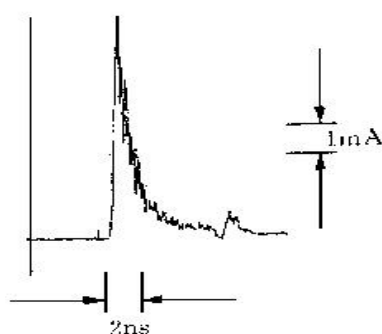


图 1 SF6正极性放电脉冲电流波形

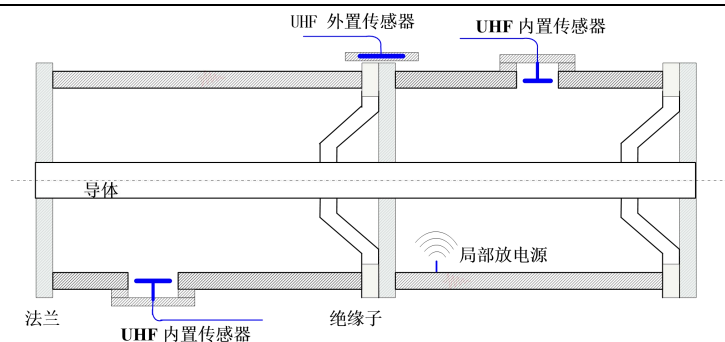


图 2 特高频检测法基本原理

特高频检测技术优点：

- （1）特高频局部放电检测技术灵敏度高。
- （2）现场抗低频电晕干扰能力较强。特高频法的检测频段通常为300MHz～3000MHz，有效的避开了现场电晕等干扰（主要在200MHz以下），因此具有较强的抗干扰能力。
- （3）可实现局部放电源定位。
- （4）利于绝缘缺陷类型识别。不同类型绝缘缺陷的局部放电所产生的特高频信号具有不同的谱图特征，可根据这些特点判断绝缘缺陷类型。

特高频检测技术缺点：

- （1）容易受到环境中特高频电磁干扰的影响。
- （2）外置式传感器对全金属封闭的电力设备无法实施检测。
- （3）尚未实现缺陷劣化程度的量化描述。

7.2 高频局放检测技术

高频局部放电检测方法是用于电力设备局部放电缺陷检测与定位的常用测量方法之一，其检测频率范围通常在3MHz到30MHz之间。高频局部放电检测技术可广泛应用于电力电缆及其附件、变压器、电抗器、旋转电机等电力设备的局放检测，其高频脉冲电流信号可以由电感式耦合传感器或电容式耦合传感器进行耦合，也可以由特殊设计的探针对信号进行耦合。

高频局部放电检测方法，根据传感器类型主要分为电容型传感器和电感型传感器。电感型传感器中高频电流传感器（High Frequency Current Transformer，HFCT）具有便携性强、安装方便、现场抗干扰能力较好等优点，因此应用最为广泛，其工作方式是对流经电力设备的接地线、中性点接线以及电缆本体中放电脉冲电流信号进行检测，高频电流传感器多采用罗格夫斯基线圈结构。

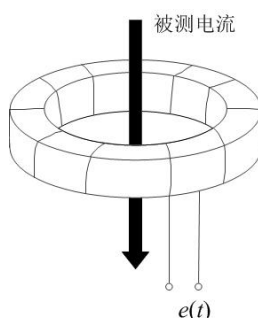


图 3 电感式传感器局放测试示意图

高频局放检测技术的技术优势：

- (1) 可进行局部放电强度的量化描述。
- (2) 具有便于携带、方便应用、性价比高等优点。
- (3) 检测灵敏度较高。

7.3 超声波局放检测原理

电力设备在放电过程中会产生声波。从能量的角度来看，放电是一个能量瞬时爆发的过程，是电能以声能、光能、热能、电磁能等形式释放出去的过程，在空气间隙中发生电气击穿时，放电瞬时完成，其电能瞬时转化为热能导致放电中心气体的膨胀，这种瞬时膨胀的结果以声波的形式传播出去，就是最初的声源，随着最初的声波传播，传播区域内的气体被加热，形成一个等温区，其温度高于环境温度。当这些气体冷却时，气体又开始收缩，收缩的结果就是较低频率和强度的后续波，它可以是可闻声波或超声波。超声波是指振动频率大于 20KHz 以上的，人在自然环境下无法听到和感受到的声波。高压开关柜内产生局部放电时的超声波信号可以利用非接触式超声波传感器在柜体缝隙处进行检测，也可以利用接触式超声波传感器在柜体上进行检测。

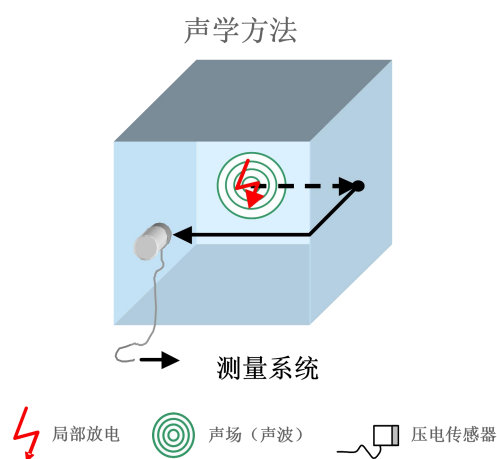


图 4 超声波检测局部放电基本原理

超声检测技术优点：

- (1) 超声波检测技术抗电磁干扰能力强。电力设备在运行过程中存在着较强的电磁干扰，而超声波检测是非电检测方法，可以有效避免电磁干扰，取得更好的检测效果。
- (2) 超声波检测技术便于实现放电定位。超声波信号在传播过程中具有很强的方向性，能量集中，因此在检测过程中易于得到定向而集中的波束，从而方便进行定位。
- (3) 超声波检测技术检测效率高。开关柜类设备由于其体积较小，利用超声波可对开关室、开闭站等进行快速的巡检，具有较高的检测效率。
- (4) 超声波检测技术对沿面放电、电晕放电、尖端放电和绝缘子表面放电比较敏感，检测效果较好。

7.4 暂态地电压局放检测原理

高压电气设备发生局部放电时，变化的电场周围会产生出磁场，放电产生的磁场以电磁波的形式对外传播。由于屏蔽层在绝缘部位、垫圈连接处、电缆绝缘终端等部位由于成型等原因会出现不连续，局部放电产生的电磁波就会通过这些屏蔽体的不连续处传播到设备金属屏蔽壳外。电容性传感器感应到这些电磁波后，会对地产生一定的暂态地电压脉冲信号。

目前暂态地电压法检测设备大都采用电容性探测器来检测放电脉冲。局放发生时，电压、电流脉冲信号沿着试品金属外壳的内表面进行传播，遇到开口、接头等缝隙时传出设备，再沿着金属外壳的外表面传播至大地，其瞬时电压值在几个毫伏至几伏的范围内变化且存在时间很短。放电脉冲倍外置的电容性探测器检测到后，经过一系列的放大、滤波等进入采集单元进行处理，最后通过测试软件对放电信号进行分析。

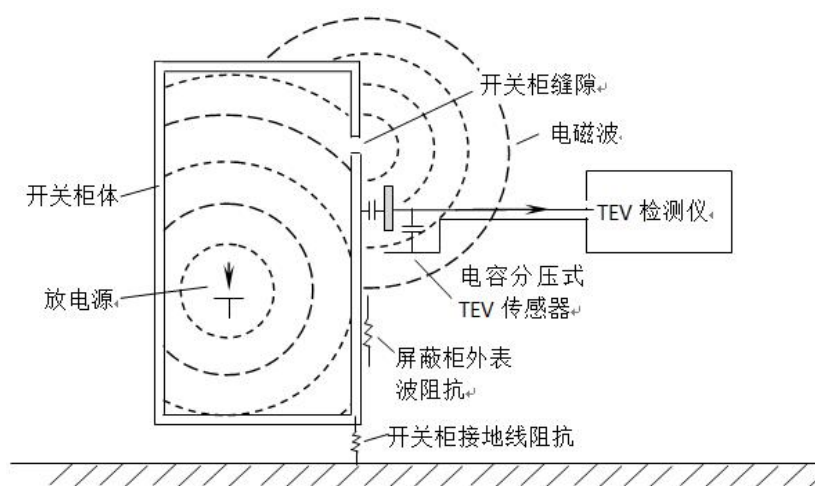


图 5 暂态地电压信号的产生机理示意图

暂态地电压检测技术优点：

（1）暂态地电压检测技术是一种检测电力设备内部绝缘缺陷的技术，广泛应用于开关柜、环网柜、电缆分支箱等配电设备的内部绝缘缺陷检测。

（2）暂态地电压检测技术原理简单，仪器使用方便。

（3）暂态地电压检测技术对尖端放电、电晕放电和绝缘子内部放电比较敏感，检测效果较好。

1 局放及测温在线监测系统是由三合一局放传感器、无线温度传感器、局放综合监测主机及后台软件组成。系统具备在线式局部放电信号采集、在线式电气触点温度采集的功能，具备局部放电数据、触点测温数据上报后台系统以及异常状态监测预警功能。

2 系统具备在线式局部放电信号采集、在线式电气触点温度采集的功能，具备局部放电数据、触点测温数据上报后台系统以及异常状态监测预警功能。

3 局放传感器应为基于超高频原理的局部放电在线监测设备以及基于无源无线

测温原理的在线测温设备。其中：局放传感器应为超高频/超声波/暂态地电压（TEV）原理的三合一局放传感器，无线测温传感器应为独立的数字化测温传感器，不接受使用现有的有线方式供电的测温传感器，不接受使用现有的电池供电方式的测温传感器，亦不接受使用现有的有线数据通信方式的测温传感器。

4 局放综合监测主机装置，与三合一局放传感器通过无线方式进行数据传输，中压开关柜框架采购技术规定 附件 4

用于对局部放电的超声波、暂态地电压以及特高频信号进行处理。

5 局放综合监测主机采用壁挂式安装在主控室的墙壁上或者嵌入式安装在开关柜仪表室门板上，显示该配电室内所有传感器采集的数据，局放综合监测主机对接收信号滤波处理后完成 AD 转换，再进行分析、处理，提取并显示出放电信息。

6 监测装置主机应配备 RS485 通讯接口，采用 MODBUS RTU 通讯规约，将接收的局放及测温信息传输至后台。通讯波特率：2400、4800、9600、19200bps 可调。

7 温度传感器、无线发射及安装部件应采用一体化结构组成测温模块。测温模块的安装不能破坏开关柜原有结构（如在母线上打孔、解体开关柜组件等），不能影响开关柜原有性能（如动热稳定性、温升性能、绝缘安全距离、爬电距离等绝缘性能）。

8. 局放及温度实时监测数据以有线方式传输至后台系统，后台系统监测软件应具有数据分析、存储、预警信息的发送、历史数据的查询及图文显示等，能够以列表、曲线方式显示当前局部放电数据（如局部放电的放电量、频次、严重程度评估等）、电气触点温度数据；能够实时、直观地以图表方式体现各监测点上述相关数据信息，并具备局部放电异常报警、触点温升异常报警和历史数据查询功能。