

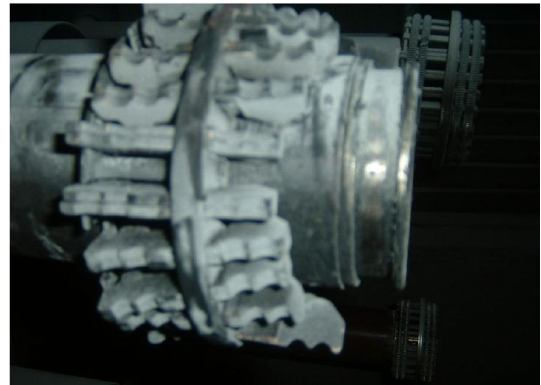
开关柜测温局放在线监测解决方案



北京华星恒业电气设备有限公司
Beijing Huaxing Hengye Electric Equipment Co.,Ltd

一、电气接点测温概述

1.1 电气接点温度监测的必要性



这些设备是在承载大电流或开关接触电阻过大时，引起温度过高，且没得到及时
处理而导致设备损坏或火灾，造成恶性事故，从而造成重大经济损失！！！！

**-----据国家电力安全事故通报统计，我国每年仅发生在电站的电力
事故，40%是由高压电气设备过热所致。**

1.2 测温产品概述

在电力系统中，从发电厂到送变电设备以及到终端用户电器的整个传输过程中都有大量的可变温度需要检测、预警。高压设备连接部位如母线连接点，各种开关、断路器、主变套管夹、高压电缆接头等由于气候冷热变化、材料老化、锈蚀、松动等原因易造成接触不良、接触电阻增大。在大电流通过时，容易烧坏设

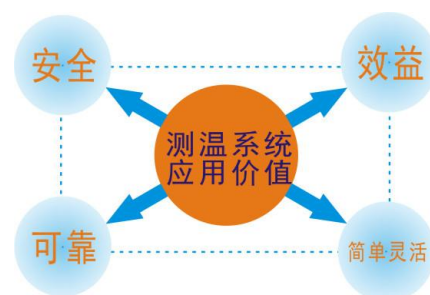
备，严重的甚至引起一次设备起火爆炸。若对这些温升故障点的运行状态进行动态追踪监测，不仅可以防止、杜绝此类事故的发生，而且亦为电力系统安全可靠分析和科学调度提供重要的决策依据。

目前对高压电气设备温度的监测，使用最多的方式是通过人工手持红外设备定期巡检。而此种方式有很多的弊端：

- 1、劳动强度大，需增加工作人员；
- 2、温度测量不准，人为的、环境的干扰因素大；
- 3、温度的异常不能及时的发现；
- 4、对历史数据无法进行及时、有效的分析。因而存在无法及时发现故障的隐患；
- 5、电气设备内部的一些关键接点的温度无法测量。

针对目前高压设备温度监测的现状，本公司率先在国内推出了高压电气接点温度在线监测系统，解决了在常规的温度监测手段中所遇到的问题。通过多年的实践，我公司推出了一系列的测温产品，可适用于各种不同的测温环境。产品已大量的运行在国内的各行各业的电力系统中，为避免高压电气设备事故起到了很好的监测作用。实践证明我公司的测温产品性能稳定可靠，测量数据准确，并获得了客户的一致好评。

二、测温系统应用价值



安 全

- 1、测温系统产品的安全性：该系列产品采用无线方式实现温度在线监测，温度传感器直接安装在高压电器设备上，温度传感器采样到的温度数据通过无线电波的方式传送出来，从而实现了高压的彻底隔离。保证了产品应用的绝对安全。
- 2、杜绝因高压设备温度过高导致的安全事故，保证电器设备系统的安全运行和企业的安全生产。

可靠

- 1、我公司系列测温产品，已经应用在各个行业，并安全运行 6 年以上。
- 2、该系列产品通过了权威检测机构的各项检测。
- 3、因系统实现了温度实时的监测功能，可及时的发现设备的发热故障。并通过对历史数据的统计和分析，可对设备问题做出及时的预警，保证设备的可靠运行。

简单灵活

- 1、产品安装使用简单，有各种型号的适用于不同场合的温度传感器，传感器的安装不会影响或降低设备的安全性能。
- 2、我公司开发了各种应用场合的产品，多种组网方案，可方便不同客户的需求。
- 3、根据客户的具体需求，公司可专门针对性的设计相应的方案。

效益

- 1、解决了传统方式下工作人员定期现场巡查的劳动强度和增加工作人员带来高成本的问题。

2、解决了传统测温方式的温度测量不准，受人造的、环境的干扰因素大的问题。

3、杜绝因设备发热导致设备故障的情况发生，保证了设备安全可靠持续的运行，提高

了企业经济效益。

4、该系统能及时发现并能提前预判设备的故障，提前消除设备故障，减少了设备的损

坏，降低了企业的维护成本。

三、局放在线监测概述

现阶段，我国电力系统对于电能的质量提出越来越高的要求，不仅要确保供电稳定可靠，而且供电的安全性也是重要要求。电力系统中，金属封闭开关设备得到广泛应用，因此开关柜运行的是否稳定可靠是重中之重，电气设备在运行的过程中由于受到高温、电压、振动以及其他化学作用，将会使得其绝缘性能降低，会产生局部放电现象，同时又会加速绝缘的恶化情况，会给电力系统造成较大的经济损失。但是，由于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。

3.2 局部放电基本概念和原理

绝缘介质内部含有一个气隙时的放电情况是最简单的，如图 2.1(a)所示。图中 c 代表气隙， b 是与气隙串联部分的介质， a 是除了 b 之外其他部分的介质。

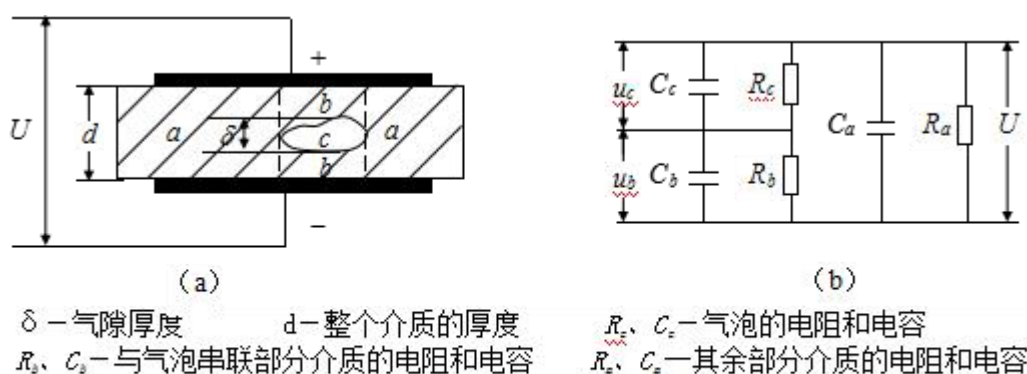


图 2.1 含有单气隙的绝缘介质，(a) 绝缘介质中的气隙，(b) 放电等效电路

假定这一介质是处在平行板电极之中，在交流电场作用下气隙和介质中的放电过程可以用图 2.1(b)所示的等效电路来分析。

假定在介质中的气隙是扁平状而且是与电场方向相垂直，则按电流连续性原理可得

$$\dot{U}_c \dot{Y}_c = \dot{U}_b \dot{Y}_b \quad (2.1)$$

式中 $\dot{U}_c$ 、 $\dot{U}_b$ 分别气隙和介质上的电压， $\dot{Y}_c$ 、 $\dot{Y}_b$ 分别为气隙和介质的等效电导。

工频电场中若 $\dot{Y}_c$ 和 $\dot{Y}_b$ 均小于 $10^{-11}(\text{W}\cdot\text{m})^{-1}$ ，则气隙和 b 部分绝缘上的电压的数值关系可简化为

$$\frac{u_c}{u_b} = \left| \frac{\dot{U}_c}{\dot{U}_b} \right| = \sqrt{\frac{\gamma_b^2 + (\omega C_b)^2}{\gamma_c^2 + (\omega C_c)^2}} = \frac{\omega C_b}{\omega C_c} = \frac{\epsilon_b \delta}{\epsilon_c (d - \delta)} \quad (2.2)$$

式中 ϵ_c 、 ϵ_b 分别为气隙和绝缘介质的相对介电常数，气隙和介质中的电场强度

E_c 、 E_b 的关系为

$$\frac{E_c}{E_b} = \frac{u_c/\delta}{u_b/(d-\delta)} = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_c} \quad (2.3)$$

由式 (2.3) 可见:

(1) 气隙放电在工频电场中气隙中的电场强度是介质中电场强度的 $\varepsilon_b/\varepsilon_c$ 倍。通常情况下 $\varepsilon_c = 1$, 而 $\varepsilon_b > 1$, 即气隙中的场强要比介质中的高, 而另一方面气体的击穿场强一般都比介质的击穿场强低, 因此, 在外加电压足够高时, 气隙首先被击穿, 而周围的介质仍然保持其绝缘特性, 电极之间并没有形成贯穿性的通道。

(2) 油隙放电在液体和固体的组合绝缘结构中, 如油纸电缆、油纸电容器、油纸套管等, 由于在制造中采取了真空干燥浸渍等工艺, 可以使绝缘体中基本上不含有气隙, 但却不可避免地存在着充满绝缘油的间隙, 这些油的介电常数通常也比固体介质为小, 而击穿场强又比固体介质为低, 因此, 在油隙中也会发生局部放电, 不过与气隙相比要在高得多的电场强度下才会发生。

(3) 在介质中极不均匀电场分布的情况下, 即使在介质中不含有气隙或油隙, 只要是介质中的电场分布是极不均匀的, 也就可能发生局部放电。例如埋在介质中的针尖电极或电极表面上的毛刺, 或其它金属屑等异物附近的电场强度要比介质中其他部位的电场强度高得多。当此处局部电场强度达到介质本征击穿场强时, 则介质局部击穿而形成了局部放电。

3.3 局放放电过程

在气隙发生放电时, 气隙中的气体产生游离, 使中性分子分离为带电的质点, 在外加电场作用下, 正离子沿电场方向移动, 电子(或负离子)沿相反方向移动, 于是这些空间电荷建立了与外施电场方向相反的电场 (如图 2.2 (a) 所示), 这时气隙内的实际场强为

$$E_c = E_{\text{外}} - E_{\text{内}} \quad (2.4)$$

即气隙上的电场强度下降了 $E_{\text{内}}$, 或者说气隙上的电压降低了 DU_c 。于是气隙中的实际场强低于气体击穿场强 E_{CB} , 气隙中放电暂停。在气隙中发生这样一次放电过程的时间很短, 约为 10^{-8} 数量级, 在油隙中发生这样一次放电过程的时间比较长, 可达 10^{-6} 数量级。

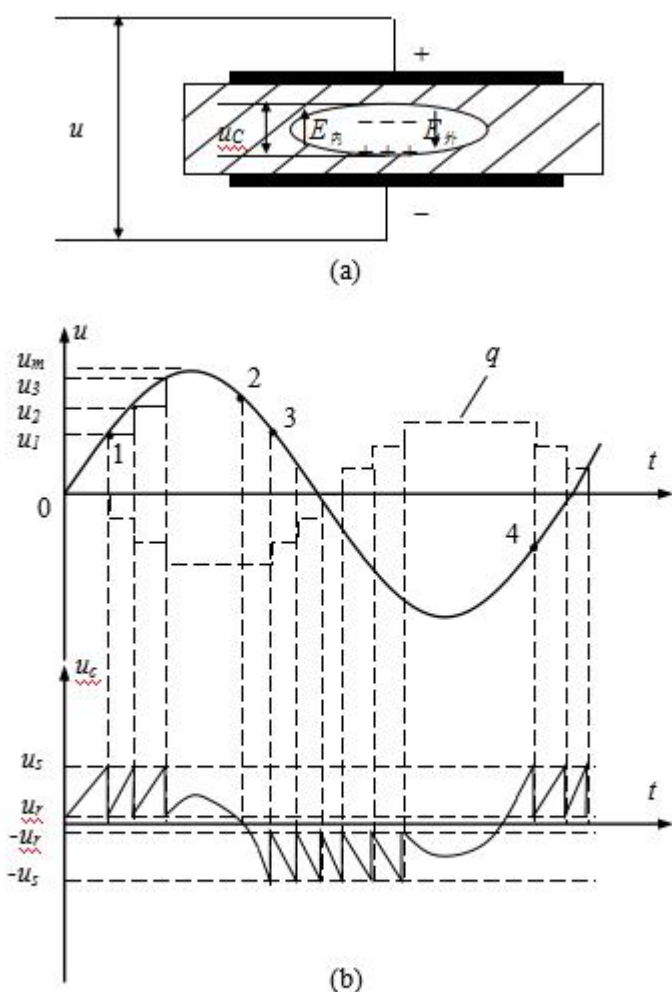


图 2.2 放电过程示意图 (a) 绝缘介质内气隙放电空间电荷分布
(b) 外部电压 u 、空间电荷 q 、气隙电压 u_c 的时间变化图

如果对照图 2.2 (b) 分析放电过程，外施电压是正弦交流电压，当电压瞬时值上升使得气隙上的电压 u_c 达到气隙的击穿电压 U_{CB} 时，气隙发生放电。由于放电的时间极短，可以看作气隙上的电压由于放电而在瞬间下降了 Du_c ，于是气隙上的实际电压低于气隙的击穿电压，放电暂停（这相应于图 2.2(b) 中的点 1）。此后气隙上的电压随外加电压瞬时值的上升而上升，直到气隙上的电压又回升到气隙的击穿电压 U_{CB} 时，气隙又发生放电，在此瞬间气隙上的电压又下降 Du_c ，于是放电又暂停。假定气隙表面电阻很高，前一次放电产生的空间电荷没有泄漏掉，则这时气隙中放电电荷建立的反向电压为 $-2Du_c$ 。依此类推如果在外加电压的瞬时值达到峰值之前发生了 n 次放电，每次放电产生的电荷都是相等的，则在气隙中放电电荷建立的电压为 $-nDu_c$ 。在外加电压过峰值后，气隙上的外加电压分量 $u_{\text{外}}$ 逐渐减小，当 $u_{\text{外}} = nDu_c$ 时，气隙上的实际电压为零(图 2.2(b) 中点 2)。

外施电压的瞬时值继续下降，当 $|u_{\text{外}} - nDu_c| = U_{CB}$ 时，即气隙上实际的电压达

到击穿电压时，气隙又发生放电，不过放电电荷移动的方向决定于此前放电电荷所建立的电场 $E_{内}$ ，于是减少了原来放电所积累的电荷，使气隙上的实际电压为 $|u_{外}-nDu_c| < U_{CB}$ 时，于是放电暂停(相应图 2.2(b)中的点 3)。此后随外施电压继续下降到负半周，当重新达到 $|-u_{外}-(n-1)Du_c| = U_{CB}$ 时，气隙又发生放电，放电后气隙上的电压为 $|-u_{外}-(n-2)Du_c| < U_{CB}$ ，放电又停止。依此类推直到外加电压达到负峰值，这时气隙中放电电荷建立的电压为 nDu_c 。

随着电压回升，在一段时间内 $|u_{外}+nDu_c| < U_{CB}$ 不会出现放电，直到 $|u_{外}+nDu_c| = U_{CB}$ 时气隙又发生放电。放电后气隙上的电压为 $|u_{外}+(n-1)Du_c| < U_{CB}$ ，于是放电又暂停(相应图 2.2(b)中点 4)。此后随着外加电压升高放电又继续出现。

由此可见，在正弦交流电压下，局部放电是出现在外加电压的一定相位上，当外加电压足够高时在一个周期内可能出现多次放电，每次放电有一定间隔时间。

3.4 表征局部放电的参数

局部放电是比较复杂的物理现象，必须通过多种表征参数才能全面地描绘其状态。在气隙中产生局部放电时，气隙中的气体分子被游离而形成正负带电质点，在一次放电中这些质点所带的正或负电荷总和称为实际放电量 q_r 。

根据图 2.1(b)所示的等效电路可以推算出，由于 C_c 上电荷改变了 q_r 所引起的 C_c 上的电压变化 Δu_c 。

$$\Delta u_c = \frac{q_r}{C_c + C_a C_b / (C_a + C_b)} \quad (2.5)$$

通常气隙总是很小的，且 $C_a \gg C_b$ ，因此上式可写作

$$\Delta u_c = \frac{q_r}{C_c + C_b} \quad (2.6)$$

由于气隙经常是处于介质内部，因而无法直接测得 q_r 或 ΔU_c 。但根据图 2.1(b)所示的等效电路当 C_c 上有电荷变化时，必然会反映到 C_a 上电荷和电压的变化，即试样两端出现电荷和电压的变化，因此可以根据这种变化来表征局部放电。

3.5 开关柜局部放电的原因

开关柜在日常的运行中，起着变电输电的重要作用，而很多开关柜日常中都是露天摆放，长期日晒雨淋，受各种外部环境影响，很容易发生局部放电故障，本文就简单介绍开关柜局部放电的原因。

一、电晕放电，通常在气体包围的高压导体周围会出现电晕放电，比如高压输电线路或

者高压变压器等，这些高压电气设备的高压接线端子暴露在空气中，因此发生电晕放电的机率相对较大。电晕放电体现出的是典型的、极不均匀电场的特征，也是极不均匀电场下特有的自持放电。

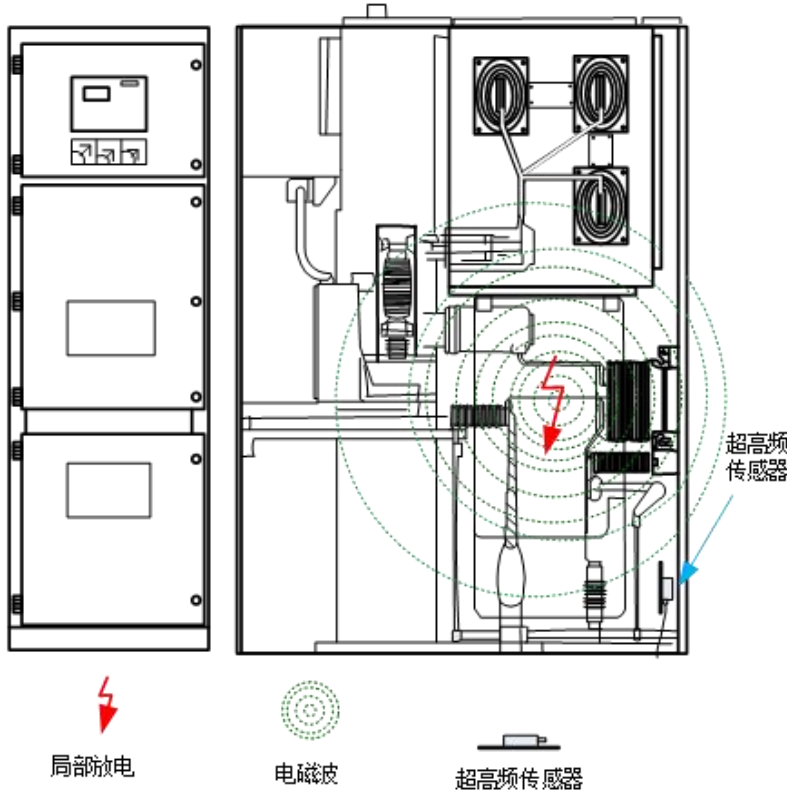
二、沿面放电，通常在绝缘介质表面会出现沿面放电的现象。这种局部放电的形式属于特殊的气体放电现象，电力电缆、电机绕组、绝缘套管的端部等位置比较常见沿面放电。一旦介质内部电场的强度低于电极边缘气隙的电场强度，而且介质沿面击穿电压相对较低，沿面放电就会发生在绝缘介质的表面。通常电压波形、电场的分布、空气质量、介质的表面状态、气候条件等均会对沿面放电电压产生影响，所以沿面放电体现出不稳定的特点。

三、内部放电，固体绝缘介质内部比较常见内部放电。在生产加工绝缘介质时难免存在材料与工艺缺陷的问题，导致绝缘介质内部出现内部缺陷，比如掺入少量的空气或者杂质等。一旦绝缘受到高压作用，内部缺陷就有发生局部击穿或者重复性击穿的可能。通常介质自身的特性、气隙大小、缺陷的位置与形状、气隙气体的种类等会对内部放电的发生条件产生影响。

四、悬浮电位放电，这种局部放电的形式是指高压设备中某个导体部件存在结构设计缺陷，或者其它原因导致接触不良断开，最终造成该部件位于高压电极与低压电极之间并根据其位置的阻抗比获得分压发生放电，针对该导体部件上对地电位称其为悬浮电位。导体具有悬浮电位时，通常其附近的场强会比较集中，而且会破坏四周绝缘介质的形成。一般在电气设备内高电位的金属部件或者处于地电位的金属部件上容易发生悬浮电位放电。

3.6 特高频检测原理

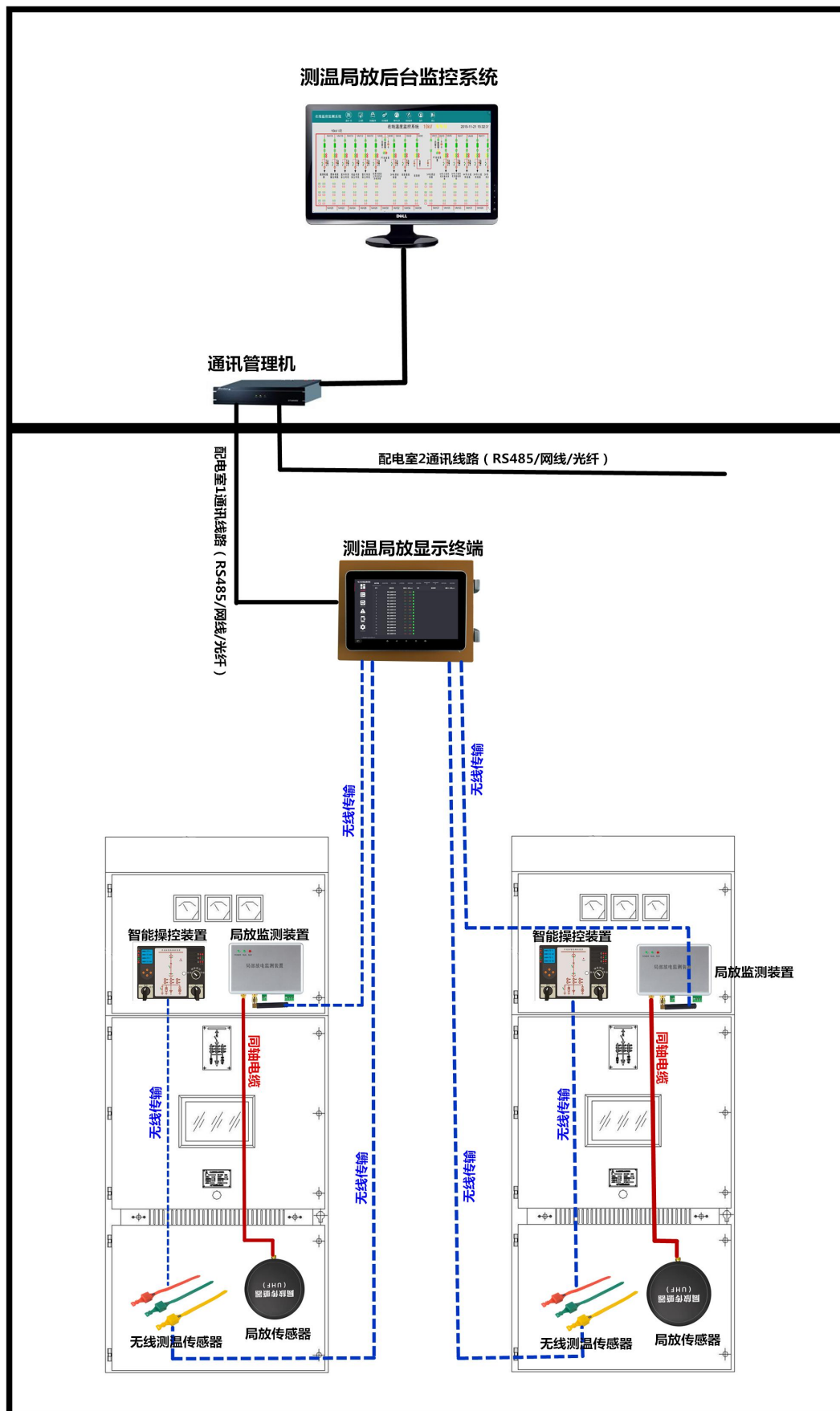
局部放电超高频检测技术是一种非接触的检测方法，依据是“场”的原理，它通过天线传感器接收局部放电过程中辐射的超高频电磁波，从而实现局部放电的检测。



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，可以运用超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。

四：开关柜在线温度监测+特高频局放在线监测解决方案

组网拓扑图：



施工及组网方案：

- 1、PT 柜安装 3 个测温传感器（安装在断路器上触头），联络柜及母联柜安装 6 个测温传感器（安装在进出线铜排），进线柜及出线柜安装 9 个测温传感器（安装在断路器上下触头及电缆接头）
- 2、每个开关柜安装一套局部放电在线监测装置（局放传感器安装在电缆室，局部放电监测装置安装在二次仪表室，两个设备通过同轴电缆连接）
- 3、无线测温传感器数据采用 LORA 无线传输方式传输数据，测温传感器发送出来的数据能同时被智能操控装置和测温局放采集终端同时接收，可实现在智能操控装置上查看本柜的测温数据，同时也可在测温局放采集终端上查看配电室内每个开关柜温度数据
- 4、局部放电监测装置可通过 LORA 无线传输方式传输数据至测温局放采集终端
- 5、测温局放采集终端可以同时接收显示测温及局放数据，可通过 RS485(标准 modbus) 网口（MQTT）或者转光纤方式数据传输至后台监控系统

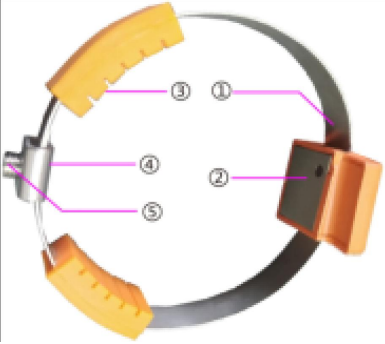
五：产品技术参数：

5.1 无线测温传感器技术参数



功能介绍

主要功能	功能介绍
温度检测功能	实时检测被测部位的当前温度
供电电压自检功能	实时检测传感器自身的供电电压值
备注：传感器检测到的数据全部通过无线传输上传到无线测温主机	

参数介绍	
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～+200℃
	测量精度：±1℃
	温度采样频率：默认 20 秒
	无线频率：433MHz
	无线传输距离：≥300 米（空旷距离）
	工作电源：电磁能感应取电
	启动电流：>5A
	传感器安装位置电压等级要求：≤220KV
	传感器安装位置一次电流要求：≤5000A(电流大小超过 5000A 需联系厂家技术人员评估现场情况)
	安装方式：捆绑式
	主体尺寸：24mm*22mm*10mm
安 装 部 位	环网柜出线/进线电缆

5.2 特高频局放传感器技术参数：



超高频用于接收柜体内部由局部放电所激发的超高频电磁波信号。

其适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安装。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。

供电方式：无源，不需要供电。

局放传感器技术参数

信号频带	300MHz—1.5GHz（UHF）
等效高度	10.5mm
接头类型	sma
固定方式	磁力吸附
产品尺寸	直径 95mm，厚度 40mm

5.3 特高频局放监测装置技术参数：



局部放电监测装置

监测装置通过同轴电缆接收超高频传感器所采集的局部放电信号。并对该信号滤波、检波、脉冲提取、数字滤波、局放特征量计算等数字化处理，并进行局放判断、数据存储、数据上送等功能。

采用嵌入式高速处理器、CPLD 和射频芯片，保证了高速采集局放信号和信号处理。局放采集器与主机采用多种通信方式，分别有无线传输、RS485 传输和网线传输。

局放采集器安装在开关机仪表室，安装方式有三种：磁吸附安装、导轨固定安装和螺丝固定安装。

接口说明：

接口 CH1: 同轴电缆线接头，连接传感器。

接口 ANT: 天线接头，无线传输用。

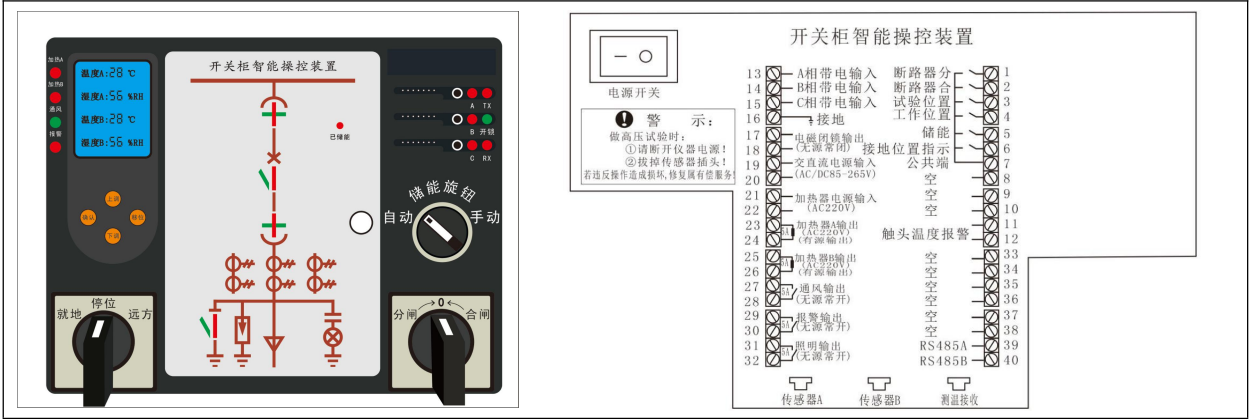
电源接口:DC110V/AC220V/DC12V

通讯接口：支持网口及 RS485 接口（R+、R-）

技术参数

滤波范围	300MHz—1.5GHz（UHF）
检测灵敏度	≤10pc
匹配阻抗	50 Ω
接头类型	sma
通讯方式	以太网、无线、RS485
通讯协议	Modbus RTU
检测通道数	1 个
电源	DC110V/AC220V/DC12V
固定方式	导轨

5.4 测温型智能操控装置技术参数



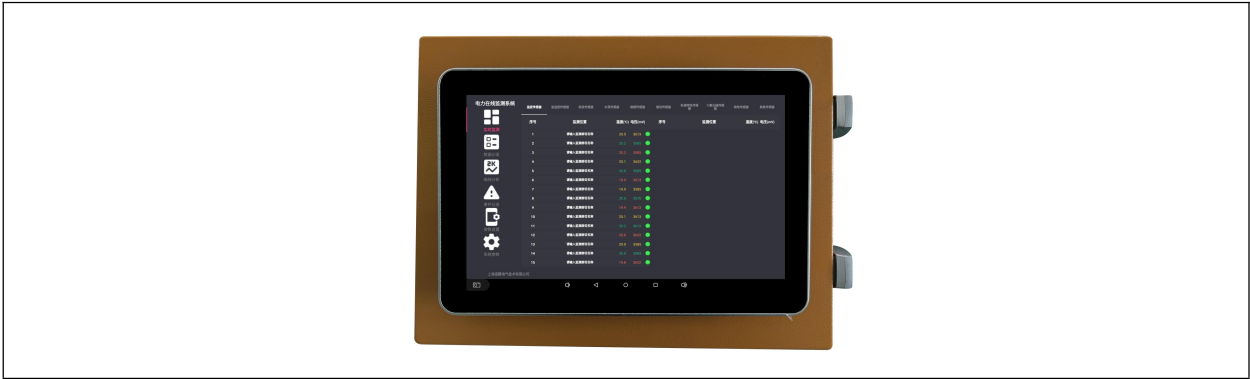
5.4.1 产品主要功能:

有动态一次模拟图、带电显示及闭锁功能、温湿度显示及控制、远方/就地及操作功能、断路器分/合状态显示、电气接点无线测温、局部放电监测、储能指示、接地开关状态指示、小车位置指示、预分预合闪光显示、人体感应及柜内照明、语音防误提示、二次分合闸电压测量及液晶显示。

5.4.2 产品技术参数:

电 源	AC220V±10% 50HzDC110V/DC220V(用户可选)
工作环境	工作环境: -20℃ ~+60℃
控制范围	+0 ℃~+100℃
控制精度	温度±1℃ 湿度±5%RH
无线测温接收数量	≤12 个 (本柜)
功 耗	3.6W
抗电强度	外壳与端子间大于 AC2000V
绝缘性能	外壳与端子间大于 100MΩ
抗 干 扰	符合 GB/T17626.8-1998 标准
抗 震 性	10~55~10Hz 2g1mi

5.5 测温局放数据采集终端技术参数:



5.5.1 产品特点

此款综合在线监测装置是一款针对配电环境一体式综合在线监测而开发设计的就地显示装置。综合在线监测主机目前支持无线调制模式有 GFSK 和 LORA, 主板内可同时集成 2 个接收模组, 可外挂一个 USB 接收模组, 系统功能强大, 产品融合了无线测温传感器、无线温湿度传感器、局放在线监测装置、水浸传感器、烟感传感器、温振智能传感器、SF6 气体监测传感器、倾角传感器及机械特性等九种数据监测于一体、解决了一个配电 环境内多种监测数据的融合问题, 外观美观大气。

5.5.2 产品主要功能

主要功能	功能介绍
接收数据	采集接收 9 种传感器数据（接点温度、环境温 湿度、烟感、水浸、温振、倾角、SF6 、机械特性、局部放电）
显示数据	彩色显示接收到的数据，显示效果更直观，背光开关可控
时钟显示	实时时钟显示，并作为事件记录的时间基准
参数设置	所有参数灵活可设，操作方便，掉电数据不丢失
报警输出	当有报警事件发生时，继电器干接点信号输出并发出蜂鸣报警声音提示
温度报警记录	记录曾发生过报警的测温位置的温度
密码管理	采用密码管理方式，设置参数时必须输入密码，密码分为用户密码和系统密码，输入系统密码可进行更高级的设置功能

5.5.3 产品技术参数

技术参数		技术指标
无线参数	无线频率	2.4GHz/433MHz/470~510MHz
	管理无线传感器数量	≥240 只
通讯参数	通讯方式	RS485、以太网、光纤，RS485 通讯距离≤1200m（不加中继）
	主机组网数量	≤128 台
	通讯规约	Modbus 规约
	波特率	1200、2400、4800、9600 bps 可选
报警默认参数	温度报警值	上限值：+90℃，下限值：－20℃
	温度告警值	上限值：+60℃，下限值：－10℃
	告警电压值	2700mV
继电器干接点参数		AC220V/5A（无源常开）
工作电压		AC220V
整机功耗		≤5VA
工作温度		-10℃~+70℃
工作湿度		≤90%RH,不结露，无腐蚀
海拔		≤2500 米
绝缘电阻		≥100MΩ (温度在 10~30℃,相对湿度小于 80%)
安装方式		壁挂式安装、嵌入式

6 后台系统介绍

5.5.1 监控系统软件简介

监控系统主要包括主监控中心界面、参数设置、局放数据查询、告警以及局放采集数据值实时曲线和历史曲线。主要功能如下：

◆ 电气监控系统分布图

在显示界面可以显示一次系统模拟图。

◆ 局放监测：

在监控系统上集中显示被测开关柜局放数据。

◆ 报警功能：

实际测量到的参数值超过报警值时进行声光报警,并带有语音报警功能(需后台带音响)。

◆ 故障显示：

被测开关柜局放监测点的位置非正常工作时显示故障。

◆ 数据库功能：

存储所有被测点的各个时刻的监测数值,以便进行数据查询与历史曲线显示。

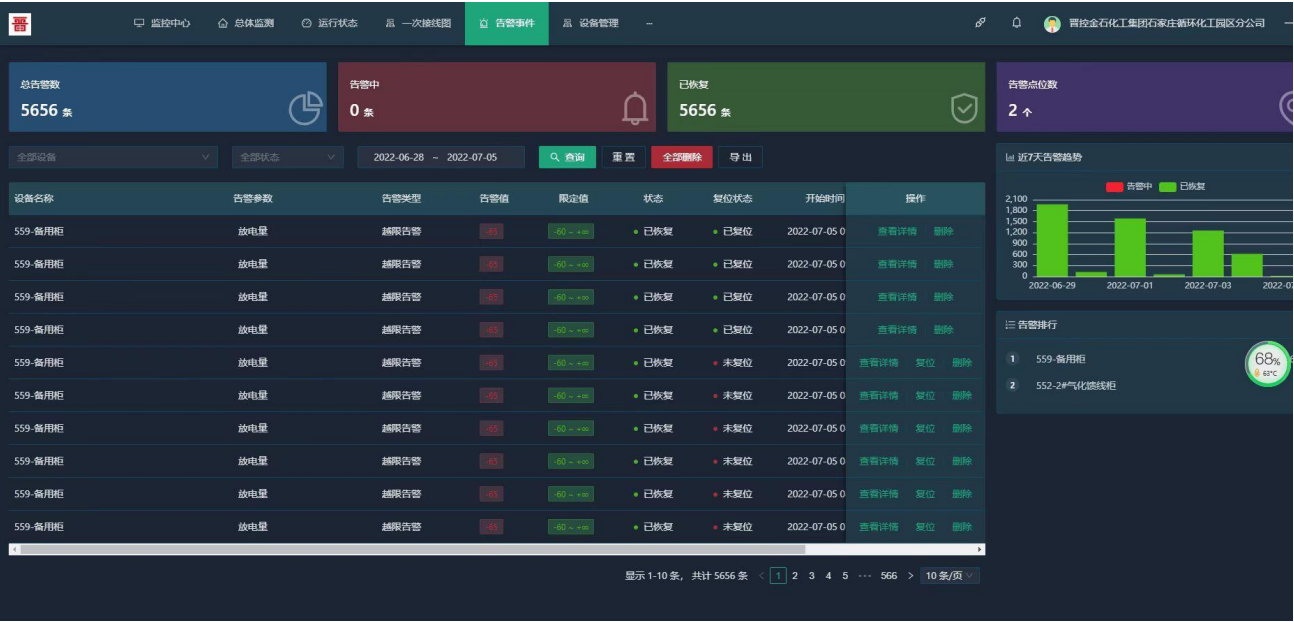
◆ 权限管理：

可进行权限设置。运行数据的设定、修改等需经有使用权限的系统操作人员操作方生效。

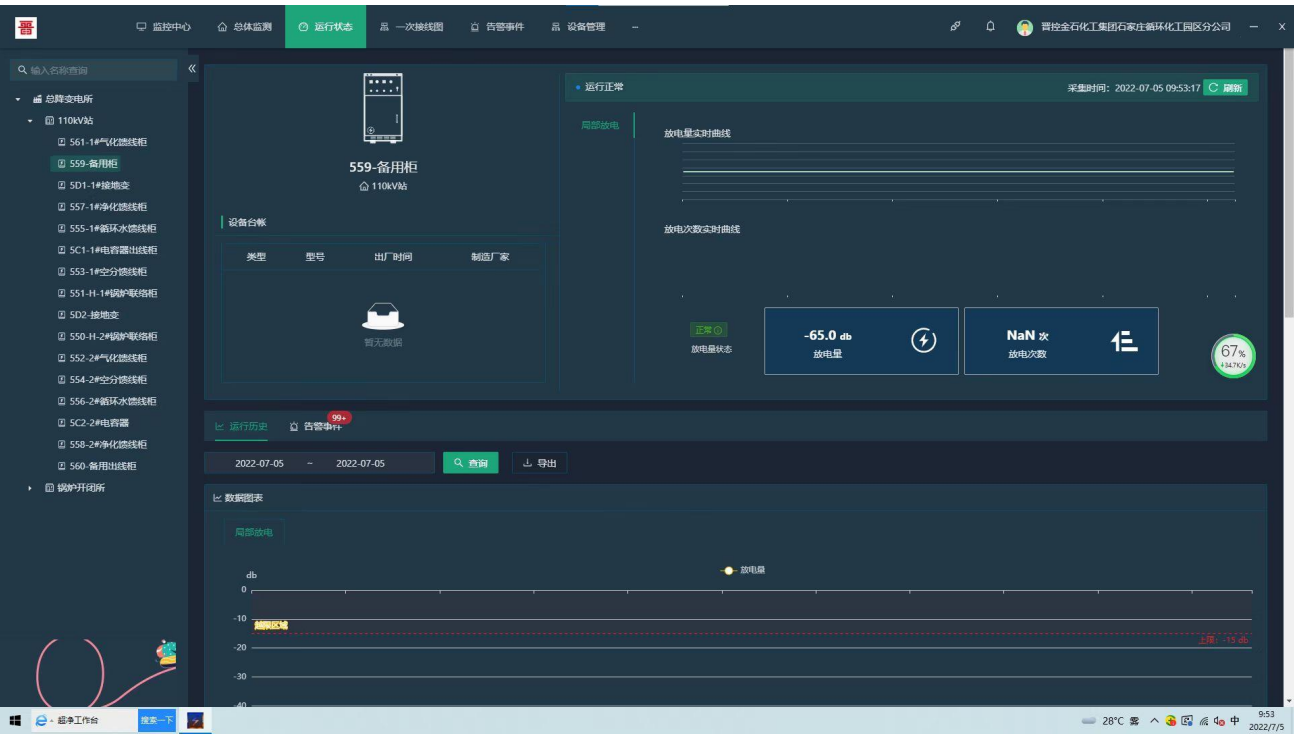
◆ 远程通信：

系统提供 RS485、以太网、CAN 总线通讯方式,以满足远程通信。

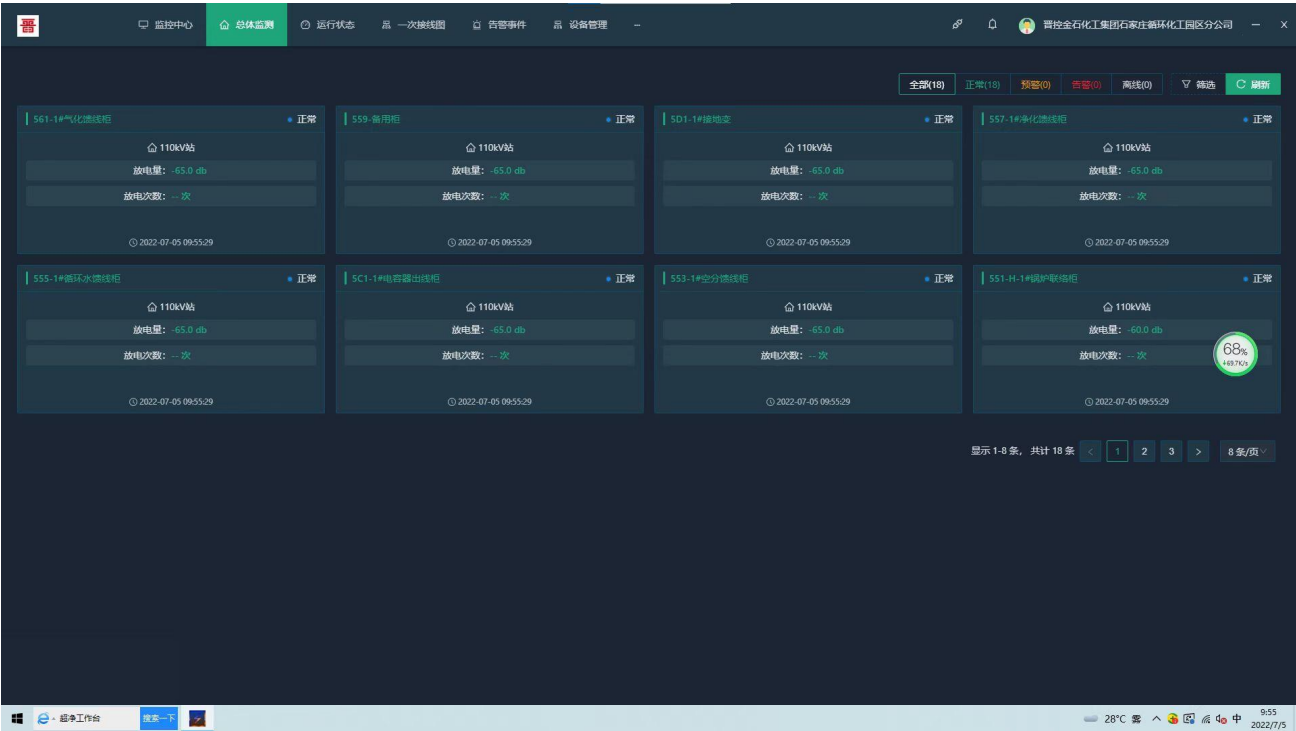
5.5.2 监控系统主界面图示：



局放曲线二维显示界面：



局放数据报表：



局放告警数据记录



六、售后服务及其他

6.1 技术支持与服务

对于我公司所设计施工的系统及我公司销售的设备我们保证用户能够得到整个系统的终身技术支持和服务。在服务速度上，我们承诺，在用户系统出现故障时，我们在最短时间内响应。

在有关系统设备到货前，我们将指派专门人员前往用户现场，做好设备安装的先期准备工作，以使系统设备运行在一个良好的工作环境，并将与用户协调有关系统的安装调试工作。

在系统设备到货后，我们的有关人员将与用户一起对设备进行检查验收，并实施现场的安装调试工作，以便及时解决万一在发货过程中存在的差错。

对于用户的专业人员我们将进行技术培训，使其熟悉系统运行环境，并对设备的性能和使用方法有详细的了解。

作为技术支持重要部分，我们还将为用户提供最佳的系统升级服务，并确保技术的先进性与应用适用发展趋势；随时能够为用户提供系统的扩展能力，以满足用户日益发展的要求；升级后的系统有良好的性能价格比、经济性。

6.2 电话支持服务

客户的系统管理员或系统管理维护人员随时可与我公司直接电话联系，由我们的工程师和软件工程师通过电话向用户提供专业的技术咨询，以最快的速度解决用户网络系统中出现的问题，并提供全天候、无周末、1 小时响应服务。

6.3 现场维护服务

当我们的工程师通过电话无法及时排除问题时，我们会迅速派遣工程师并带所需一切工具来到现场进行维护工作，直到所有问题被解决为止。标准响应时间为路途时间。

6.4 设备维修服务

我们对免费维护期内的系统设备提供现场维护和更换服务，对后续保用服务合同内指定的所有设备提供保修和保养服务。对于未包含在后续保用服务内的设备可提供优惠收费维护服务。

6.5 技术支持服务

我们会指定一到两名工程师负责指定用户的维护工作，这样，用户的维护请求可以得到最快的响应，能更快地提出建议并解决问题。

6.6 保修登记

系统验收合格后，我们会建立完整的用户系统设备配置及免费维护档案，以便随时查阅用户系统的原始维护记录，为系统的维护提供参考资料。

6.7 人员培训

根据客户的需要，我公司将客户相关技术人员进行全面的技术培训，达到全面理解系统的功能和相关技术、并且可以独立进行安装配置、日常使用维持、一般故障诊断和修复等工作之目的。

有关具体的培训内容包括：系统的体系结构及相关技术、系统的安装调试、系统管理员和用户培训。

附件 1：引用标准

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。

GB/T 7354-2003 局部放电测量；

GB 50150 电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB3906-1991 3~35kV 交流金属封闭式开关设备

GB/T16927.1-1997 高电压试验技术 一般试验要求

GB/T16927.2-1997 高电压试验技术 试验程序

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术

GB/T 2423 电工电子产品环境试验

GB 2421 电工电子产品基本环境试验规程

GB 11022 高压开关设备通用技术条件

DL/T 356-2010 局部放电测量仪校准规范

DL/T 417-2006 电力设备局部放电现场测量导则

DL/T404-1997 户内交流高压开关柜订货技术条件

Q/CSG1 0007-2004 电力设备预防性试验规程