

QUALITROL®

2020年8月 · 发电

超高频局部放电检测在落地罐式断路器中的应用

Sushil Shinde, ABB/ Thomas Linn, Qualitrol



落地罐式断路器 (DTB)

在落地罐式断路器中，开关装置通过适当的绝缘支撑件安装在充满绝缘介质并处于地电位的金属容器内。DTB内置电流互感器，与瓷柱式断路器相比，它更倾向于使用更大的控制柜。



示例





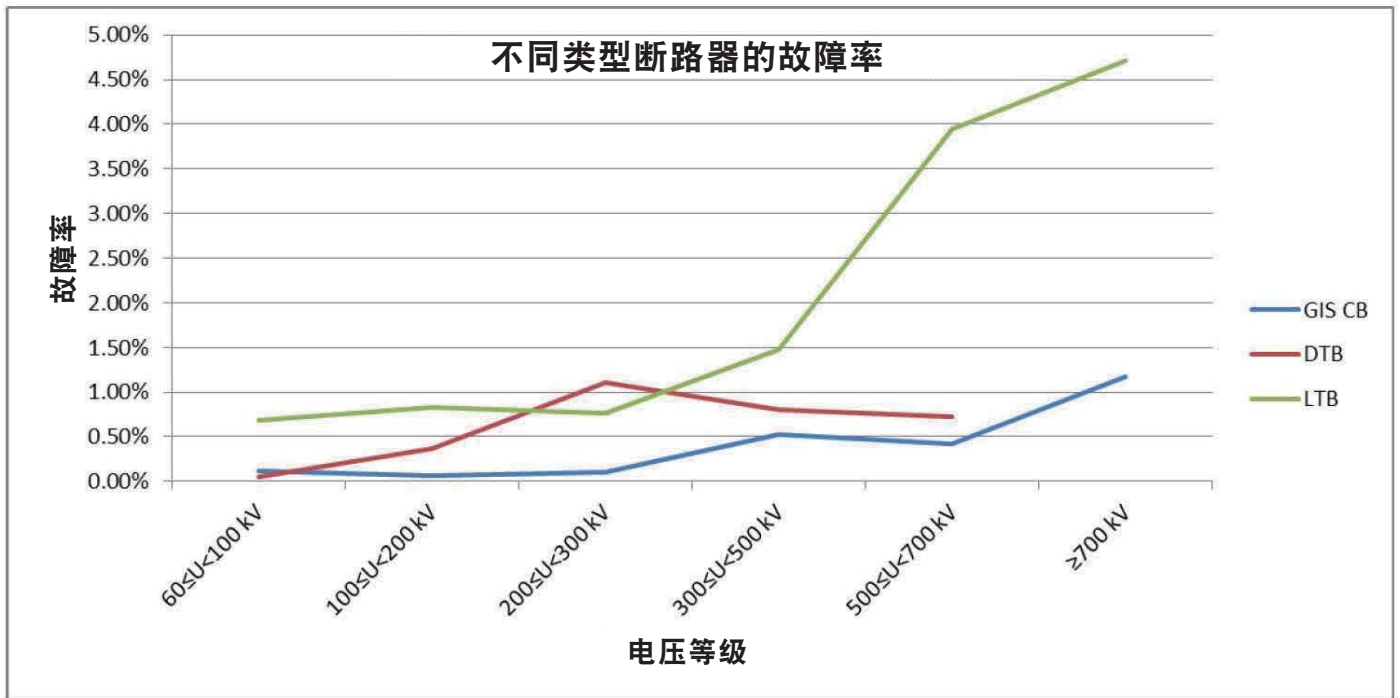
简介

- 20多年来，超高频 (UHF) 局部放电测量一直是GIS的常用技术，用于GIS安装后的高压现场测试和局部放电连续监测。

- UHF技术已证明其能有效检测GIS和变压器中的局部放电。
- 自应用UHF技术后，GIS设备的严重故障发生率大幅降低，并且质量和可靠性进一步提高。

- 在断路器故障统计数据中，相比于落地罐式断路器 (DTB) 和瓷柱式断路器 (LTB)，GIS断路器的故障率最低 - 数据来源见下一页。

- 迄今为止，UHF PD (超高频局部放电) 方法的应用总是由于来自外部干扰和外部放电的信号而失败，这些信号很容易进入油箱并导致无法进行可靠的局部放电测量。



不同类型断路器的故障统计数据比较
(室内和室外应用中的所有故障类型 (电气、机械和气体泄漏))

数据来源: FINAL REPORT OF THE SECOND INTERNATIONAL ENQUIRY ON HIGH VOLTAGE CIRCUIT-BREAKER FAILURES AND DEFECTS IN SERVICE, CIGRE WG 13-06, Brochure 83, June 1994 INTERNATIONAL ENQUIRY ON RELIABILITY OF HIGH VOLTAGE EQUIPMENT; Part 5 - Gas Insulated Switchgear (GIS) (2004 - 2007); CIGRE Report 2012



技术挑战

问题描述1

现有的所有局部放电测量解决方案在落地罐式断路器DTB测试中的应用都存在局限性

- DTB套管不是高精度级套管（SF₆填充套管带有接地和头部电极，导致硅或瓷表面上形成高场强（在高压测试和运行期间，硅表面发生外部放电的可能性非常高，但不会在仅用于局部放电测量的运行期间引起操作问题））
- 通常，在运行条件下硅橡胶套管比陶瓷更容易产生表面放电，从而会干扰敏感的局部放电测量
- 传统局部放电测量（IEC 60270方法）：
 - 也会测量外部放电，大多数情况下外部放电要高于内部放电
 - 不完全适用于现场条件（存在架空线路放电等）
 - 由于需要耦合电容器，不适用于在线监测解决方案

问题描述2

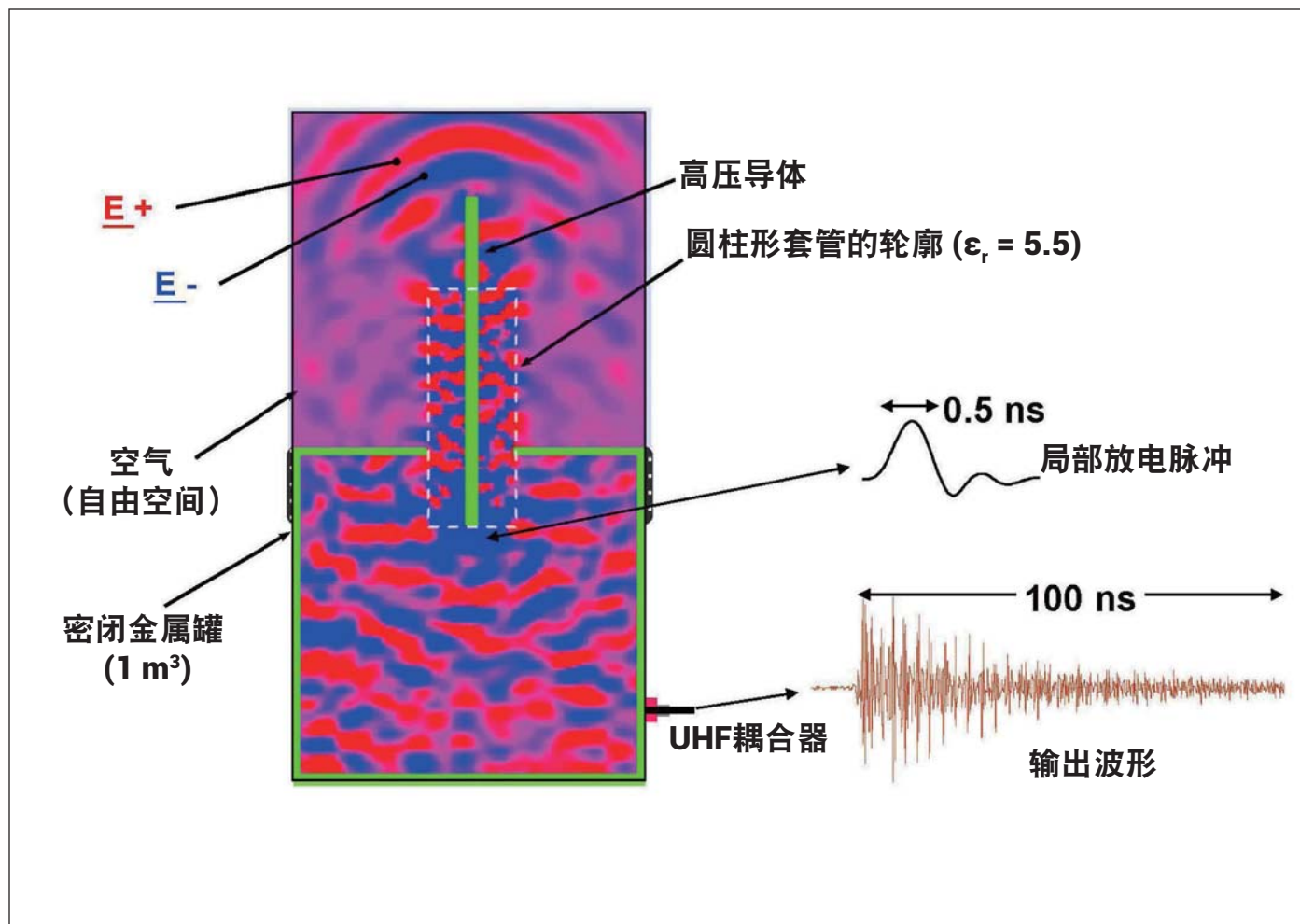
声学局部放电测量

- 在高压测试期间，人员无法访问DTB罐体
- 无法检测所有类型的缺陷
- 对外部干扰（加压空气系统的泄漏、金属工具的外部作业、风、雨等）非常敏感

UHF PD测量：

- 现有UHF传感器的接入点受限（在可用性和尺寸方面）
- 带DTB的套管将显示出低通滤波特性，但截止频率相对较高 – 外部UHF PD信号（例如来自套管/架空线路）可能会掩盖内部放电

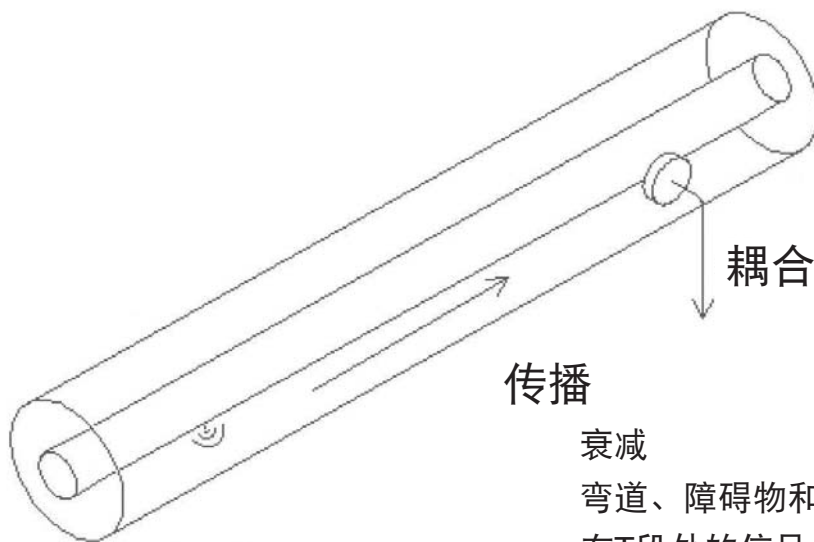
UHF PD原理





局部放电信号 - 输电阶段

GIS的典型频率范围：300 MHz至1.2 GHz



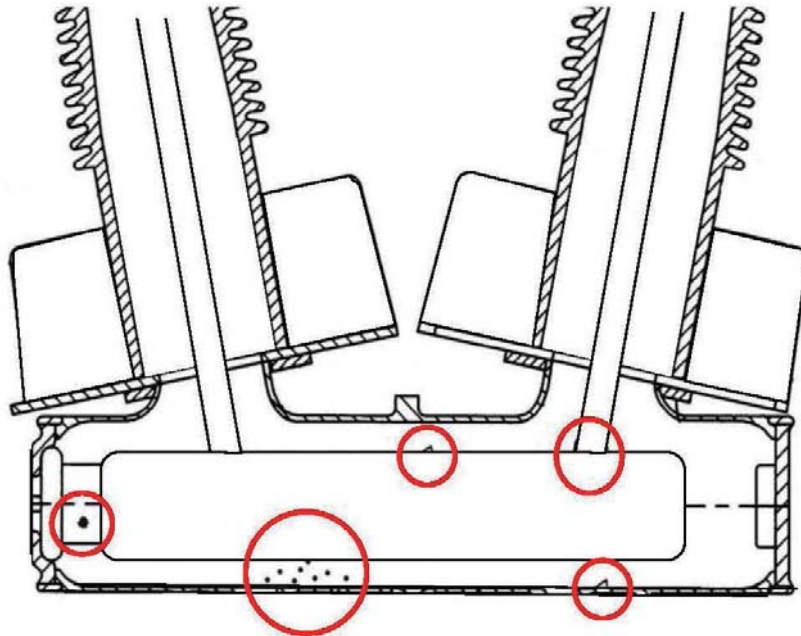
激发

局部放电的位置
放电长度
电流脉冲的形状

传播

衰减
弯道、障碍物和直径变化处的反射
在T段处的信号分离

高压断路器的典型缺陷类型



1. 导体上的突起（固定的颗粒物）
2. 外壳上的突起（固定颗粒物）
3. 带电部件和绝缘子上的自由颗粒物
4. 两个导体间接触不良
5. 绝缘中的空隙和分叉放电



解决方法

基于UHF方法的以下优势选择UHF方法



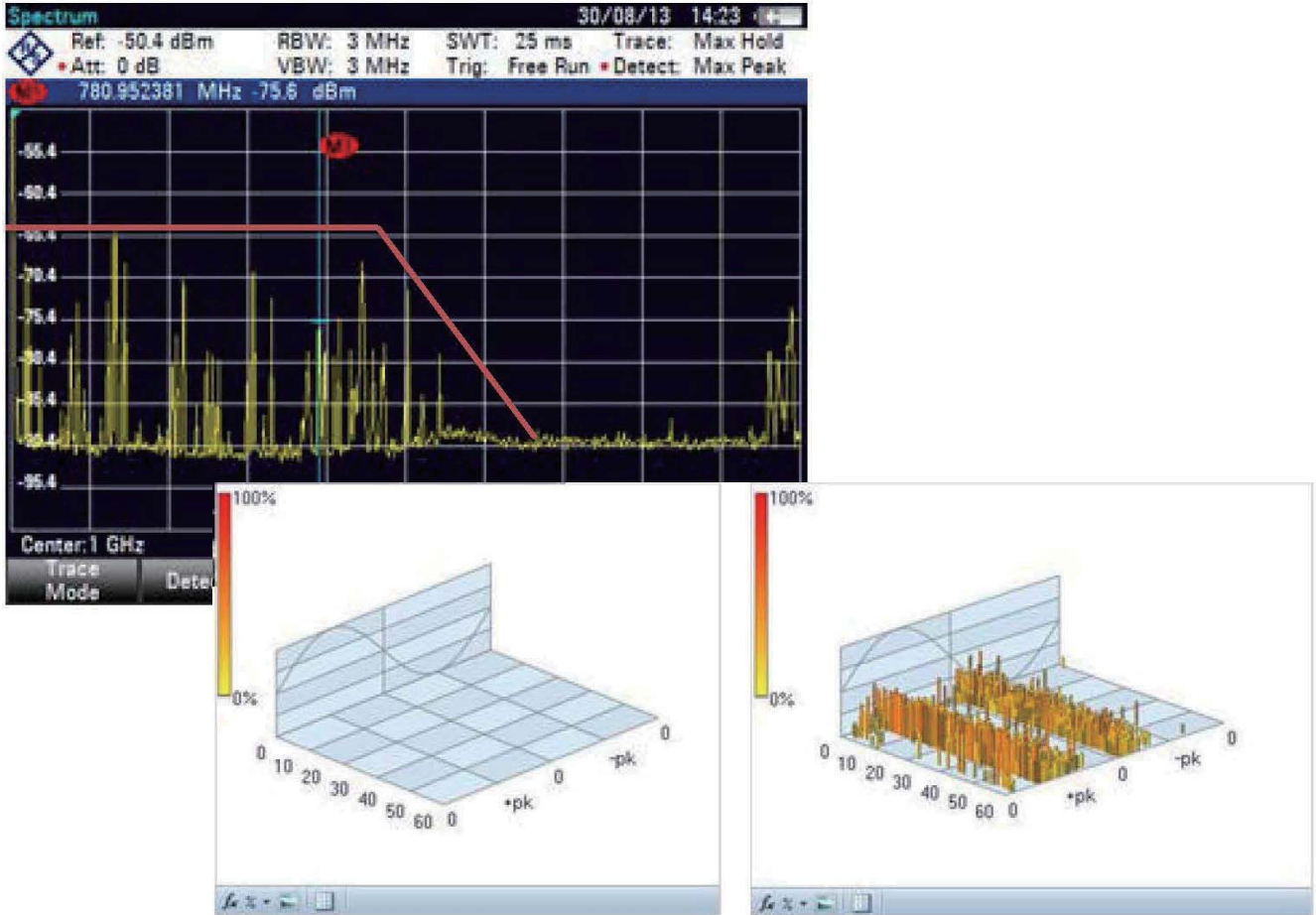
如何克服挑战?

1. 现有UHF传感器的接入点受限（在可用性和尺寸方面）
 - 设计一种适合气阀传感器开口（存在于各种DTB中）的UHF传感器
2. 外部UHF PD信号（例如来自套管/架空线路）
 - 调整频带，使测量频带高于套管-DTB低通滤波器的截止频率，从而将这些外部信号隔离在外部



测量频带的调整

从套管/DTB低通滤波器测得的频率响应
UHF PD测量装置的前端通道已调整到更高的频带。

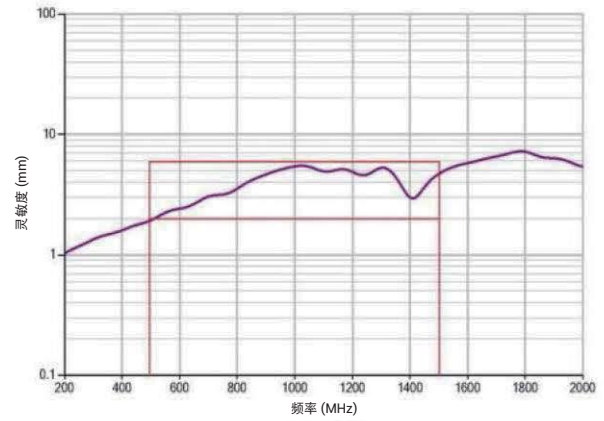


使用已修改通道（左）和未修改通道（右）测得的外部电晕结果

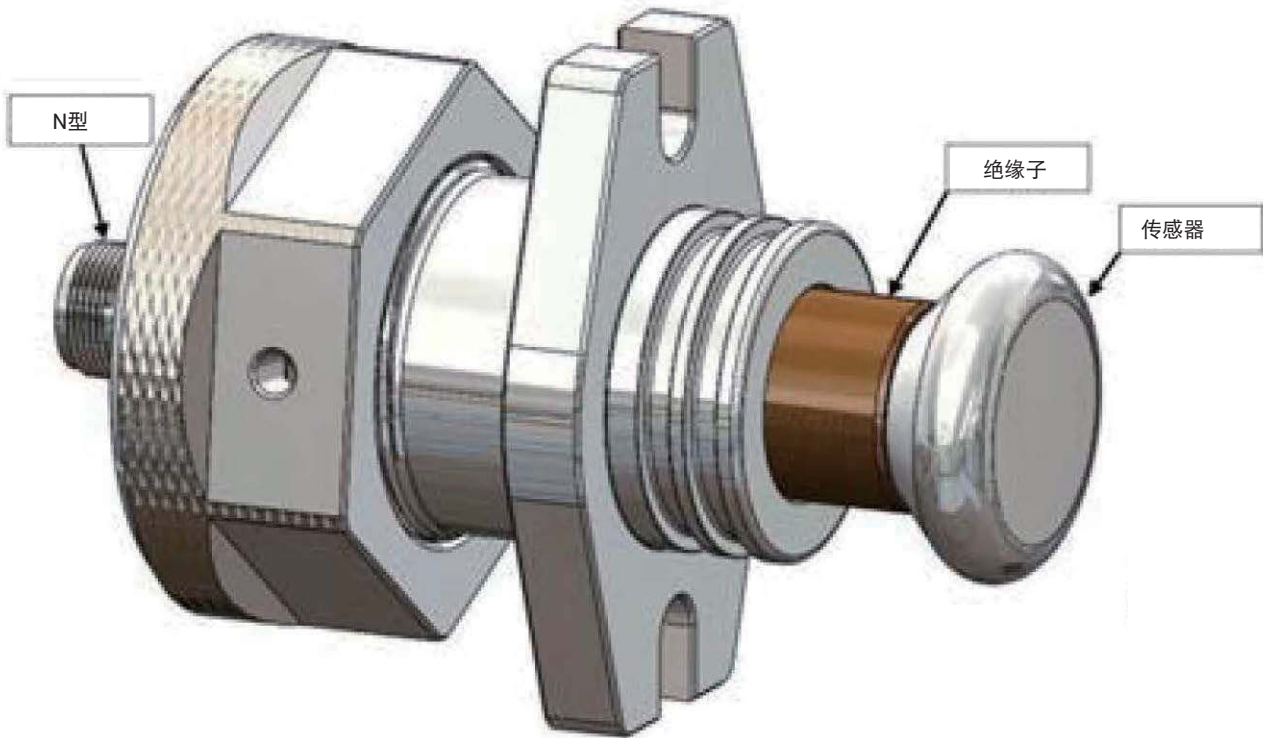
新传感器设计

- 传感器安装到气体阀上
- 频率响应转移到更高的频率（红色矩形表示常见响应区域）

传感器频率响应

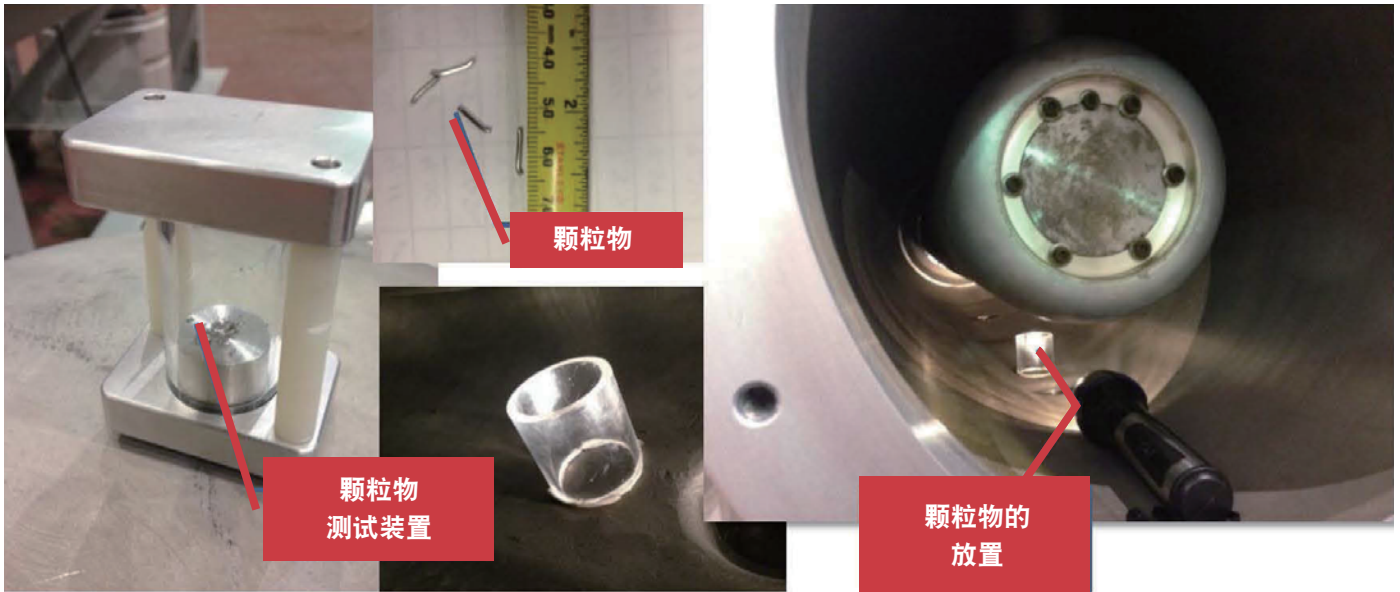


内部耦合器



缺陷模拟 - 颗粒物

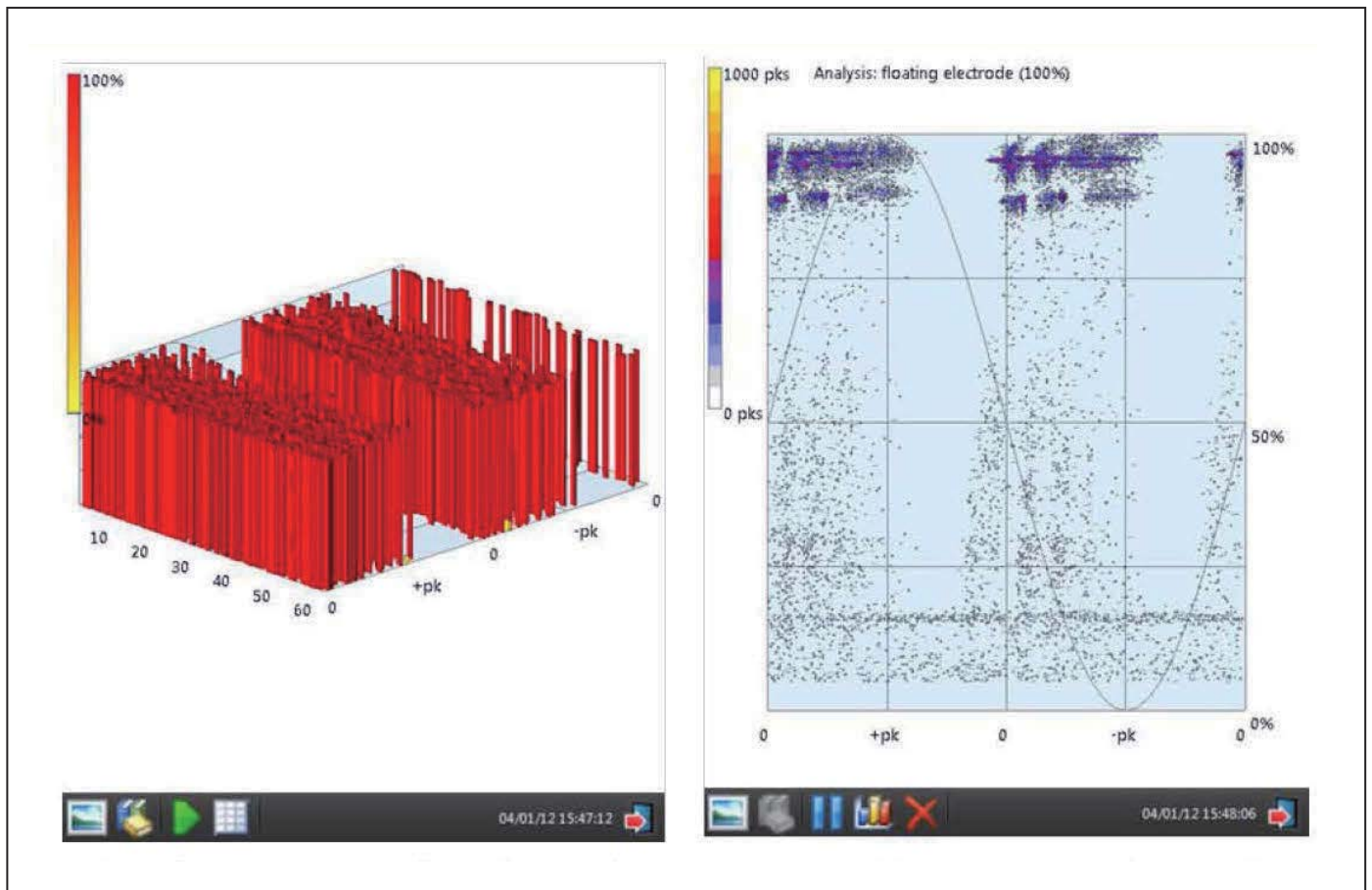
颗粒物是DTB故障最常见的原因，因此颗粒物的早期检测是关注重点。本文采用了不同的测量方法，通过使用人工故障源和放置在DTB罐中的自由颗粒物来研究颗粒物在局部放电活动、局部放电模式及可重复性方面的行为特性。



缺陷模拟 - 颗粒物

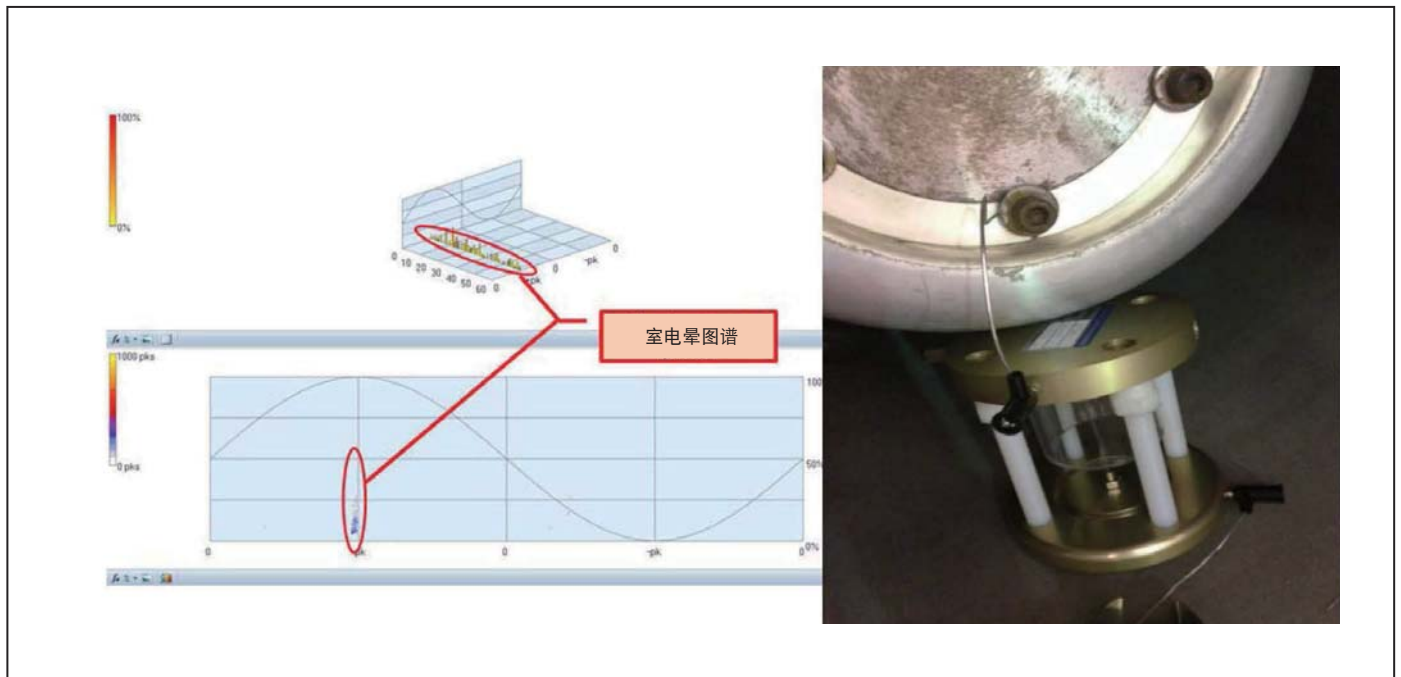
颗粒物是DTB故障最常见的原因，因此颗粒物的早期检测是关注重点。本文采用了不同的测量方法，通过使用人工故障源和放置在DTB罐中的自由颗粒物来研究颗粒物在局部放电活动、局部放电模式及可重复性方面的行为特性。

通过分析结果表明，颗粒物在开始剥离之前在外壳表面上滑动。在该运动过程中，颗粒物和外壳表面之间几乎没有电接触，这显示出典型的浮动电极模式的放电图谱。在一种情况下，放置的颗粒物移动到对开式法兰内侧，并且放电停止。另一种情况下，测试装置中的颗粒物在装置中直立并靠在侧壁上，从而显示出类似突起的图谱。一旦颗粒物剥离，它就会产生闪络。在所有情况下，都可以很好地检测到滑动的颗粒物，并且它们的行为和记录的放电模式是一致的。



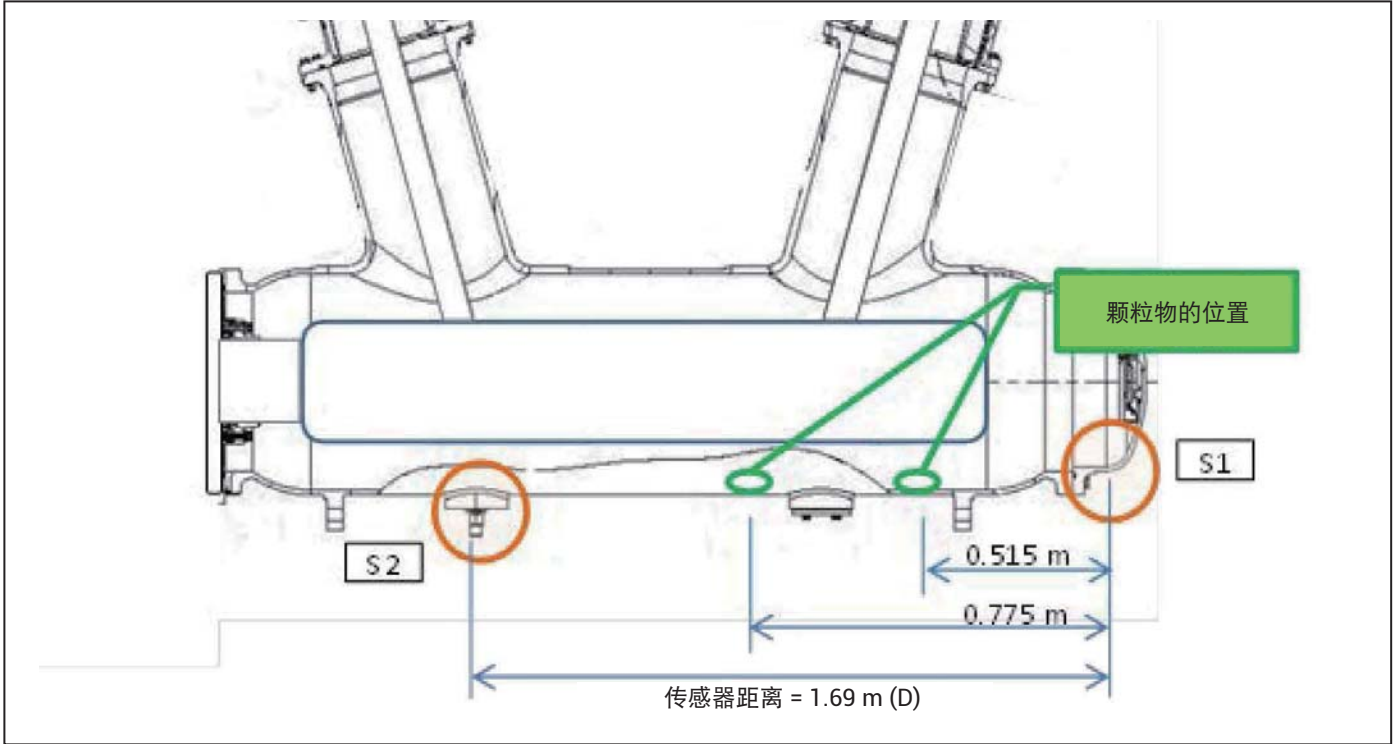
缺陷模拟 - 母线和室电晕

此外，还通过在测试装置中放置尖针模拟了两种缺陷类型：母线和室电晕。例如，下面的图谱显示的是室电晕型放电的典型模式。这些测试也显示出了稳定一致的正确结果。



缺陷定位

定位试验的设置:





示波器上的飞行时间测量屏幕示例：

测量结果证实了放置的颗粒物的位置。



$$d = (D - 0.3 t) / 2$$

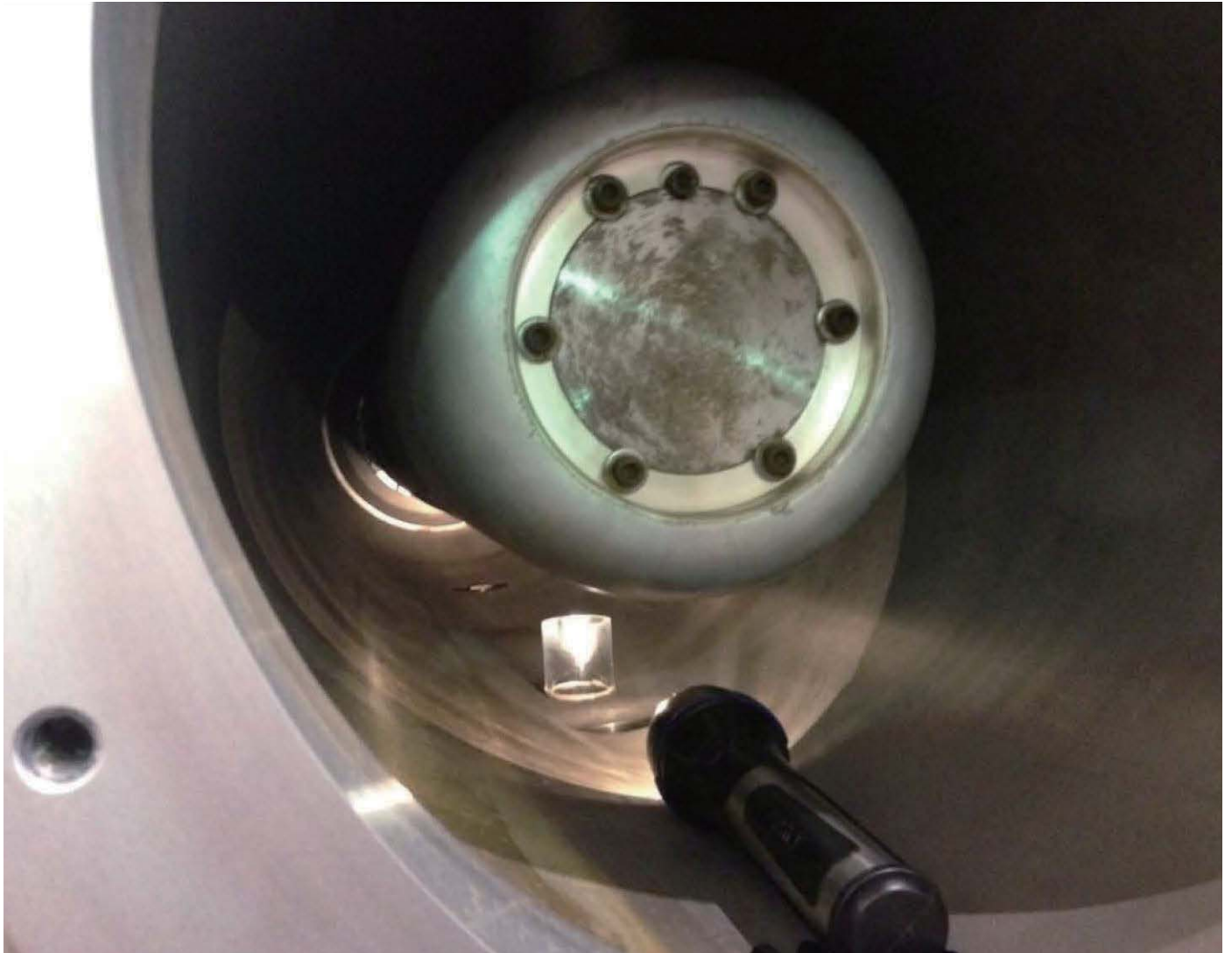
d – 局部放电源与传感器的距离 [m]

t – 测得的两个信号间的时差 [ns]

D – 两个传感器间的距离 [m]



QUALITROL / ABB - 落地罐式断路器的PDM (245KV / 63KA)





结论

1. 通过改变频率范围，SF₆填充套管的低通滤波特性可用于减弱外部干扰，这样即使在存在强烈外部放电的情况下也可以灵敏地检测内部放电。
2. 典型模式可被验证。事实证明，在自由颗粒物的情况下，得到的并不是跳跃颗粒物的典型图谱，而是颗粒物在表面上滑动并在所有测试中给出浮动类型的放电图谱。
3. 对于放置的颗粒物，定位非常准确。可以明确区分不同的放电位置。

结果表明，本文研究的方法适用于支持DTB上的常规和现场局部放电检测。

由于该方法能够抵抗外部放电，因此它也适用于DTB装置连续局部放电监测。



如需有关产品和解决方案的
更多信息

请联系我们: cs.china@qualitrolcorp.com