

QUALITROL®

2020年8月 · 发电

变压器超高频局部放电测量中的幅度因素

技术应用专家, Thomas Linn





经济环境

挑战

智能电网技术和替代能源发电

- 电能生产日益分散
- 电能生产远离负荷中心，需要长距离输电
- 输电线路建设的审批周期长，而关键设备的重要性正在转变
- 海上发电难以利用，无法实现n-1可用性

电力市场放松管制

- 电力行业的成本和价格压力日益增大
- 维护通常外包
- 设备需要一直运行到使用寿命真正结束

发达国家市场（如中欧、美国、日本）面临关键部件大规模老化问题

- 成本压力迫使电力公司尽可能保持设备长时间运行
- 设备真正的使用寿命未知（例如，最老的GIS设备建造于1967年，至今已有45年）

印度和中国尤其对新设备的需求日益增长



经济环境

解决方案

基于状态的维护逐渐成为主流

状态监测的实施正在扩大（尤其是在综合监测方面）

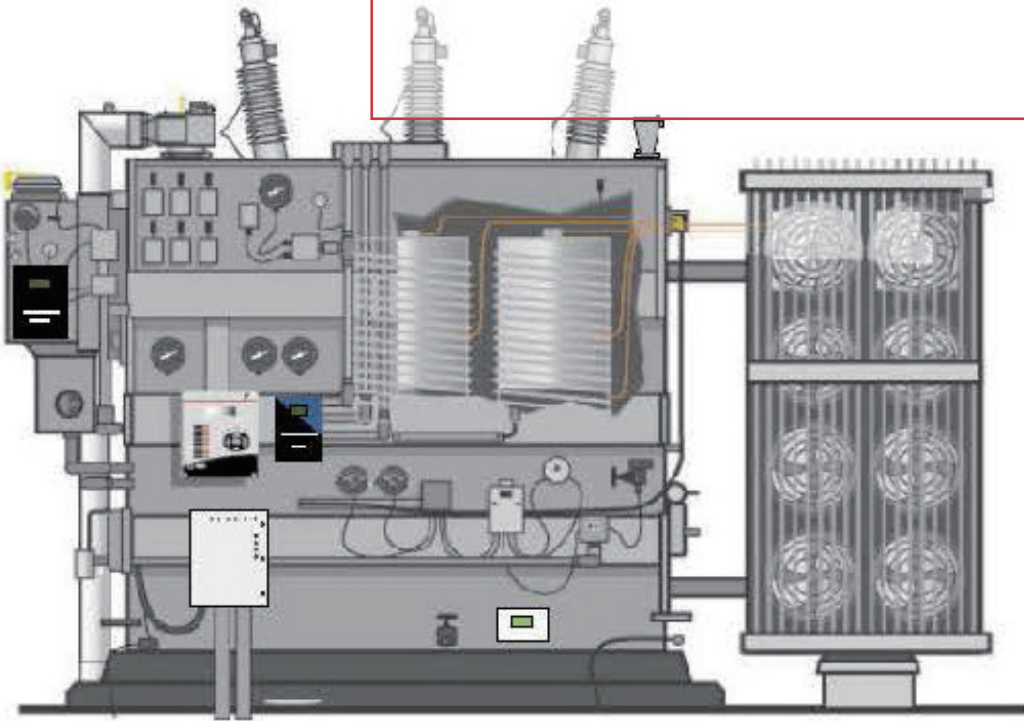
- 以前监测仪直接呈现测量数据，而没有任何综合分析
- 现在使用先进的分析工具和专业系统构建综合、全面且可扩展的平台解决方案
- 对于某些参数，还可以进行模拟和预测（用于电网操作）

根据需求使用不同的方法或不同方法的组合：

- 通过状态监测提升经济效益
- 通过状态监测防止故障
- 通过状态监测延长维护周期

变压器局部放电监测

套管末屏的局部放电监测是当今广泛使用的技术。其原理是将套管用作符合IEC 60270的耦合电容器。声学局部放电检测被用于定期检查和故障定位。



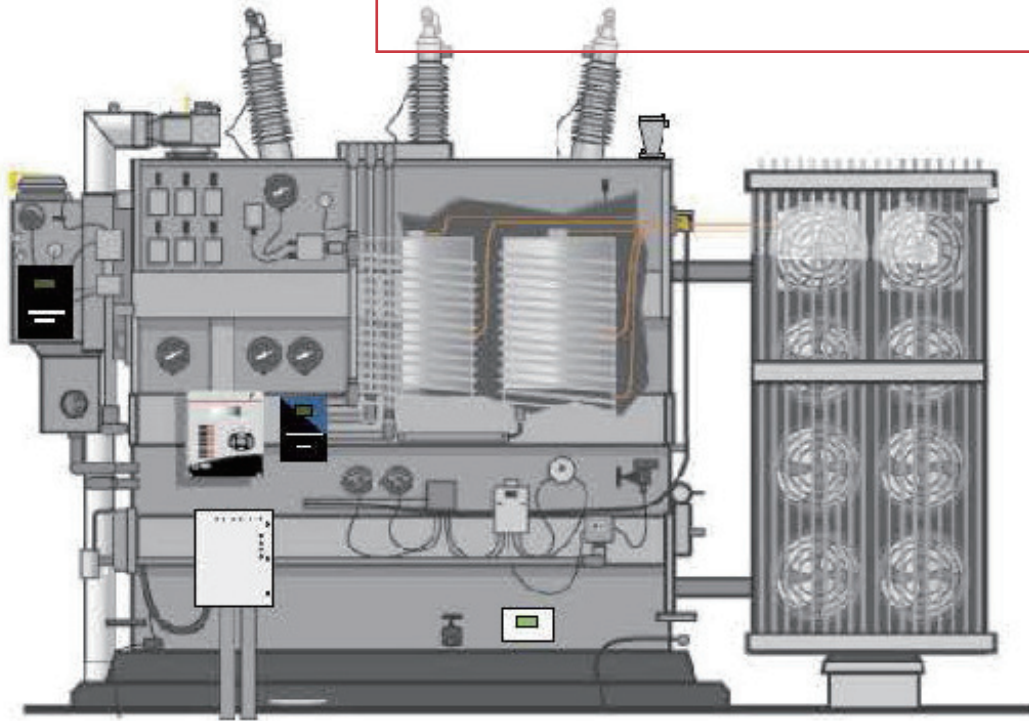
传统方法的监测痛点：

- 难以确定套管末屏上测得的局部放电信号的源头（油箱？架空线路？）
- 灵敏度有限（低电容和外部干扰）
- 声学测量受外部干扰影响（例如雨、粉尘、压力泄漏、附近的作业等）
- 声学测量在检测绕组和绝缘内部的局部放电方面存在局限性

超高频局部放电测量

过去几年，超高频 (UHF) 局部放电检测和定位方法在变压器诊断和监测应用中日益成熟。

越来越多的新变压器在制造时安装了多个UHF传感器。



挑战：

- 无法对pC级别的UHF测量进行校准
- 传感器专为改造应用而制造
- 与传统的局部放电测量方法（例如套管分接头）相比，经验水平较低

根据局部放电水平进行变压器故障的风险评估

解决方案

浸渍不良会导致约1,000-2,000 pC的局部放电。绝缘油中的大空气/气体气泡（直径3-5 mm）会导致从1,000到10,000 pC不等的局部放电。

通常，油纸中超过2500 pC以及绝缘油中超过10,000 pC的局部放电水平可被视为具有破坏性。

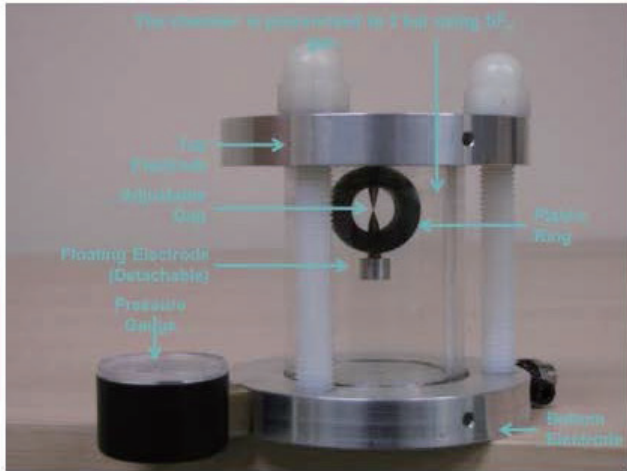
离子化是一种长期作用。

有缺陷和无缺陷绝缘的局部放电作用机理和局部放电分类：

- 无缺陷 10-50 pC
- 正常老化 <500 pC
- 可疑缺陷 500-1000 pC
- 缺陷 1000-2500 pC
- 故障（不可修复） >2500 pC
- 严重故障 >100,000-1,000,000 pC

如何通过超高频局部放电监测进行评估？

变压器油箱内的超高频信号传播



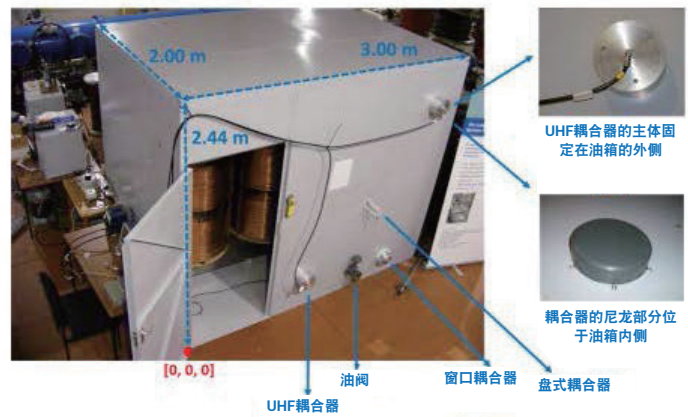
气隙可调的局部放电测试装置

| 气隙尺寸/mm | 局部放电起始电压 / kV |
|---------|---------------|
| 0.05 | 4.8 |
| 0.10 | 7.3 |
| 0.15 | 8.8 |
| 0.20 | 10.9 |

局部放电传播路径和显示值

| 局部放电数据采集点 | 位置坐标 - (x, y, z) / m |
|-----------|----------------------|
| 位置1 | (1.15, 0.65, 0.55) |

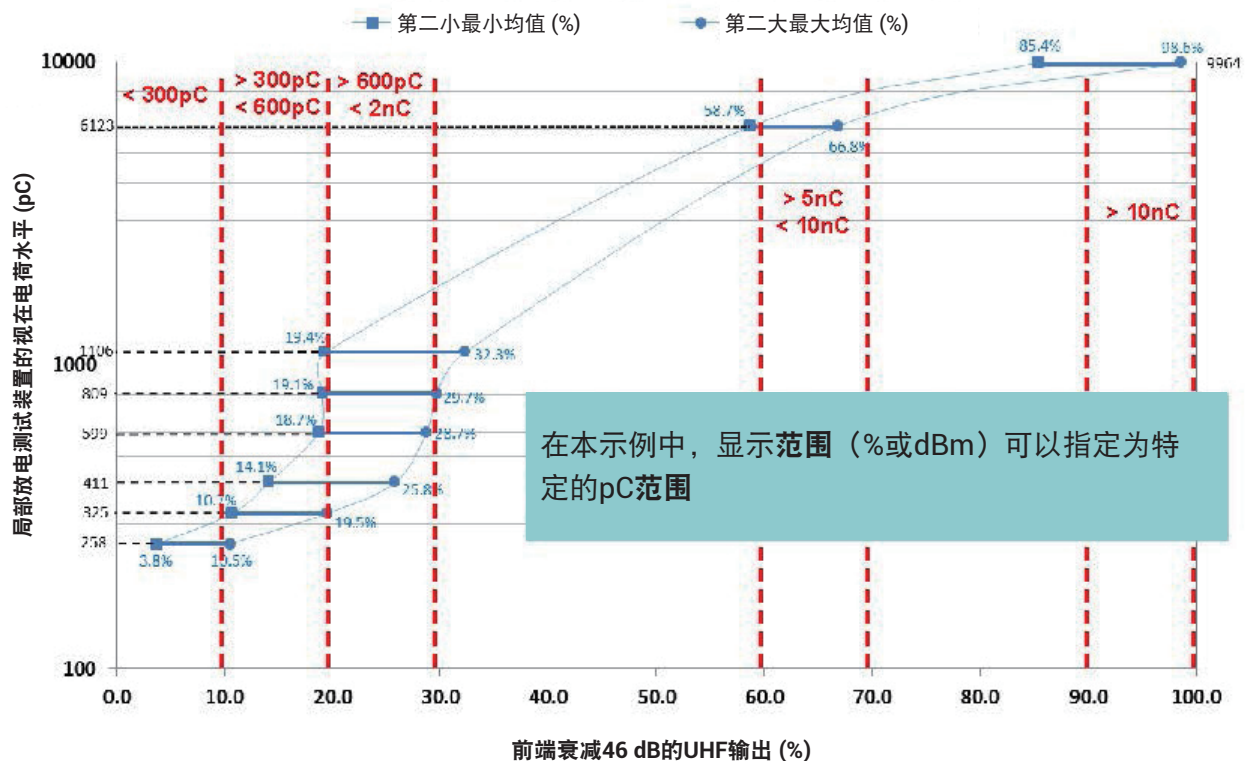
| | S 1 | S 2 | S 3 | S 4 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 位置1 | 21.7% | 29.3% | 21.9% | 28.9% |



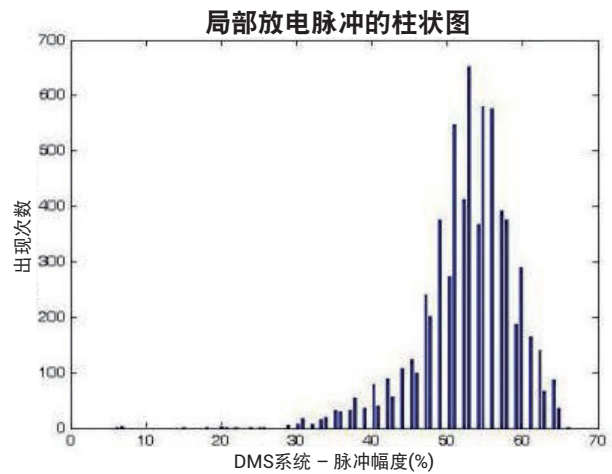
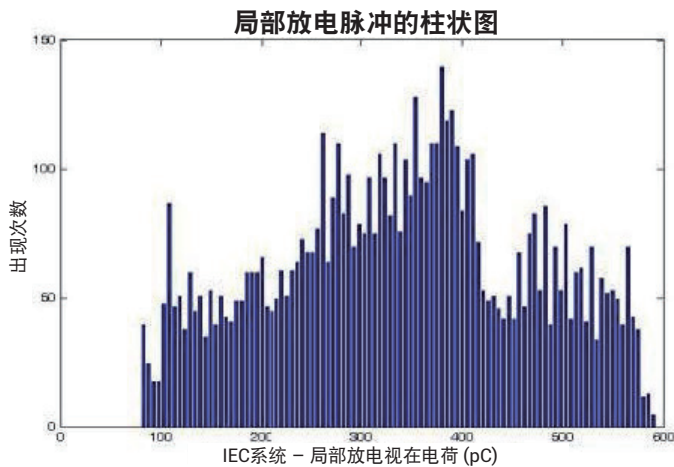


pC与dBm的比较

IEC视在电荷 VS UHF输出



局部放电脉冲分布（测试油箱）



局部放电生成：IEC 60270系统和UHF系统并行记录的
0.05mm气隙测试装置

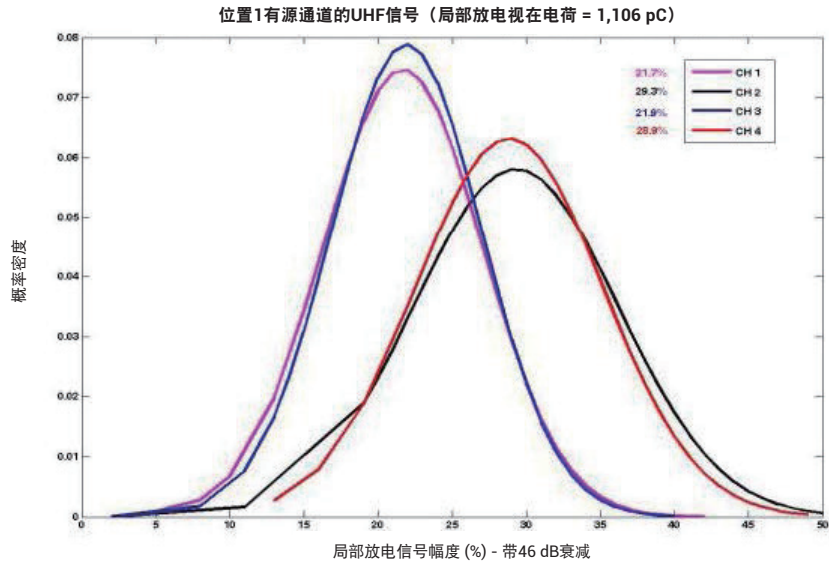
（在空测试箱中测量/1.0 x 1.0 x 1.0m/局部放电由PD
测试装置产生）

重复精度：

上面的柱状图显示了相同传播路径的可重复性。

此外，由图中可见，对于同一局部放电源的不同放电
脉冲，测得的视在电荷（根据IEC 60270测量）波动在
100到600 pC之间。

局部放电脉冲分布 (变压器模型)



使用变压器模型记录的幅度分布:

在更真实的变压器模型上记录的幅度分布显示结果与空测试装置基本相同。

dBm与pC讨论

在下列条件下可按照IEC 60270的定义将dBm或百分比范围转换为pC范围：

- 局部放电源的位置已知
- 验证了灵敏度（已执行CIGRE的GIS建议）
- 缺陷类型已知
- 局部放电源与传感器之间的传播路径已知

pC范围信息足够准确，能够根据CIGRE建议评估风险。

-
- 使用UHF技术进行局部放电源的定位受到广泛认可
 - 需要建立灵敏度/幅度验证程序
 - 通过局部放电模式分析和局部放电源定位可以检测缺陷类型
 - 通过设计信息可以确定传播路径（定位到局部放电源后）

**变压器局部放电评估的关键：
局部放电源的定位**



结论

1. UHF技术可有效进行变压器局部放电的检测和定位
2. 为了验证幅度/灵敏度，需要整个行业开展进一步讨论和调查（包括在真实变压器上）
3. 将UHF与局部放电幅度相关联目前是有争议的并且难以实施，但对放电能量进行粗略估计是可能的
4. 新组建的CIGRE工作组 (JWG A2/D1.51) 将在2014年巴黎国际大电网委员会 (CIGRE Paris 2014) 期间的“改进电力变压器工厂和现场验收测试的局部放电测量”启动会议上重点关注替代局部放电检测技术，特别是UHF



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