[变压器]

基于多频带局部放电带电检测技术的研究及现场应用

文/国网十堰供电公司电力调度控制中心　易　静

通过对信号的频域模式和时域模式的比较分析，可识别放电信号。通过对该多频带局部放电带电检测技术的现场应用，发现了一起110 kV变压器10 kV侧的母线套管接头故障，证明了多频带局部放电带电检测技术应用于带电检测工作，可以取得良好的测试效果。

局部放电带电检测是发现局部放电的有效技术手段，可以及时发现变电站设备的多种隐患，避免出现大量的设备故障。本文以某变电站内一台110 kV变压器的实际测试入手，研究应用了多频带局部放电带电检测技术，展示了多频带局部放电带电检测数据和分析过程，并分享了作者的实践经验。

多频带局部放电带电检测技术

多频带局部放电带电检测技术包括了高频带局部放电带电检测（检测信号为：频率带宽为数十kHz至数十MHz的局部放电信号）及甚高频带局部放电带电检测（检测信号为：频率带宽为数十MHz至上千MHz的局部放电信号）。

1．高频带局部放电带电检测

高频带局部放电带电检测是应用高频带传感器（例如：HFCT）获取可能含有局部放电信号的高频带测试波形，并将波形处理为计算机识别的数字信号，然后通过计算机进行数据分析，最后形成测试结论的完整测试过程。

不同的检测设备对高频带局部放电数据的分析可能会采用不同的测试技术，但总体目标都是能够有效地剔除噪声干扰，识别局部放电信号。笔者采用的检测设备使用的测试技术是通过有效分类图进行局部放电分类和识别，检测设备将局部放电信号分解为有效分类图，将有效的局部放电信号和噪声信号分离出来。这个分类的过程，是通过快速傅里叶转换来完成的，其转换的方法通常基于对各类信号的分类研究总结而得来。

2．甚高频局部放电带电检测

甚高频局部放电带电检测技术，作为一种新型的测试变电设备局部放电的方法，其检测原理在于：局部放电会在空间产生流动的电磁波，通过甚高频检测方式即可接收到这些电磁波，甚高频检测的信号频率为数十MHz至上千MHz，通过对信号的频域模式、时域模式的分析，可以对电力设备进行甚高频局部放电的检测和定位。

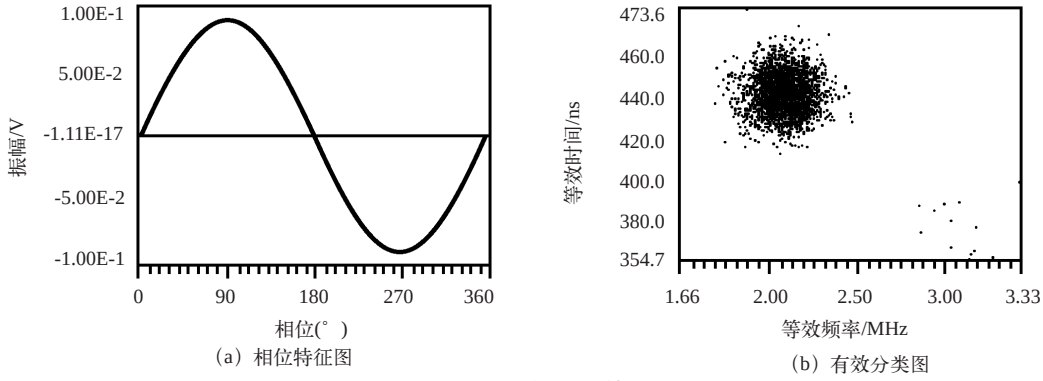
多频带局部放电带电检测技术的现场应用

在一起110 kV变压器的现场带电检测中，应用了多频带局部放电带电检测技术，发现了该变压器的10 kV侧的母线套管接头故障，证明了多频带局部放电带电检测技术应用于带电检测工作可以取得良好的测试效果。

1．高频带局部放电带电检测数据及分析

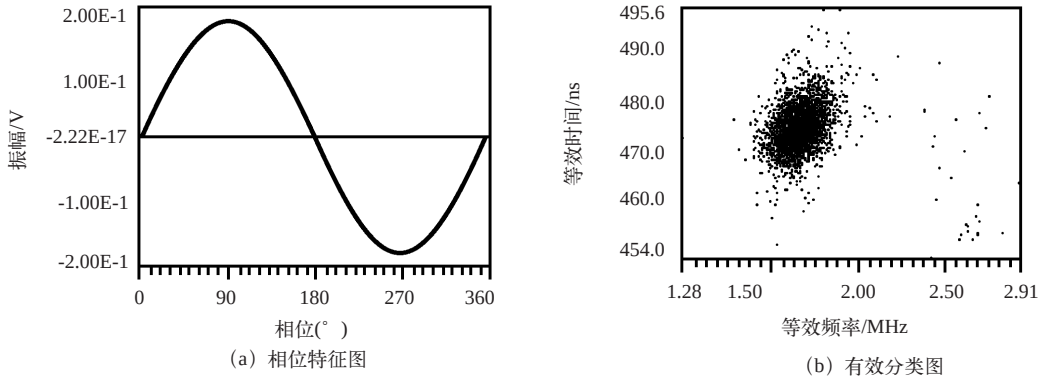
笔者应用上述高频带局部放电带电检测技术，于2019年3月完成了某110 kV变电站的2台主变压器的高频带局部放电带电检测。测试方法为

利用高频带传感器从被测主变压器的铁心接地、夹件接地取信号进行测量，分析测试图谱的相位特征，进行局部放电识别。主要测试数据及分析如下。



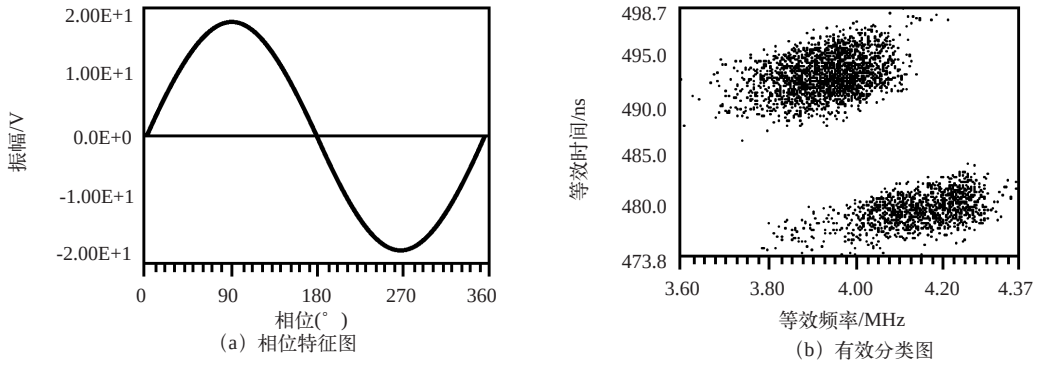
（a）相位特征图　　（b）有效分类图

图1　1#主变压器铁心



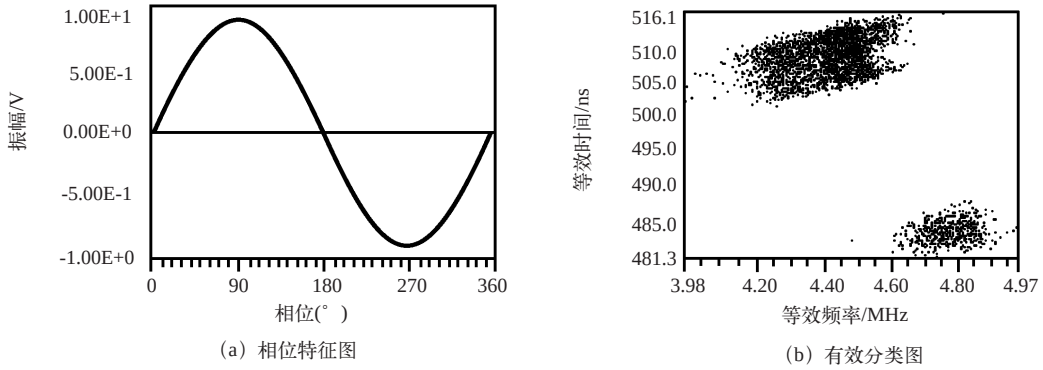
（a）相位特征图　　（b）有效分类图

图2　1#主变压器夹件



（a）相位特征图　　（b）有效分类图

图3　2#主变压器铁心



（a）相位特征图　　（b）有效分类图

图4　2#主变压器夹件

测试分析：①上述所有测试位置均发现典型局部放电图谱；②测试幅值如下： 1#主变压器铁心：60 mV；1#主变压器夹件：66 mV； 2#主变压器铁心：530 mV；2#主变压器夹件：500 mV；③各测试位置的波形特征反映出所测信号为同一局部放电源。

测试结论：上述高频带局部放电带电检测发现异常局部放电信号，疑似局部放电信号位于2台主变压器的外部线路，且可能离2#主变压器更近，下一步将结合甚高频局部放电带电检测技术对相关设备进行检测，以定位出具体的局部放电源。

2．甚高频局部放电带电检测数据及分析

图5～图13为甚高频局部放电带电检测数据，其测试对象与上述高频带局部放电的测试对象相同，通过对2#主变压器、2#主变压器10 kV侧母线和2#主变压器10 kV侧配电室开关柜等测试位置的甚高频局部放电测试，最终准确地定位了局部放电源，其主要测试数据及分析如下。

测试方法：对2#主变压器进行甚高频局部放电带电检测，利用甚高频传感器对信号的频域模式、时域模式进行分析，若有效的甚高频信号来源于10 kV线路侧，则沿10 kV母线进行检测，并进行10 kV配电室开关柜检测；若信号来源于110 kV侧，则沿110 kV线路进行检测定位。

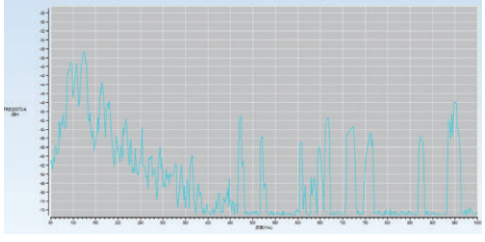


图5　变电站大门附近，基线频域模式谱图

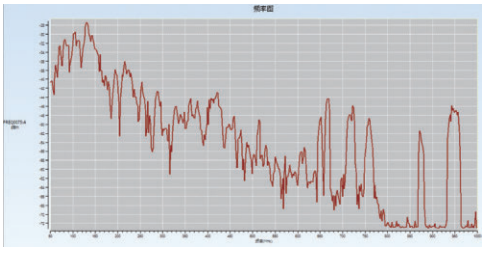


图6　2#主变压器高压侧频域模式谱图

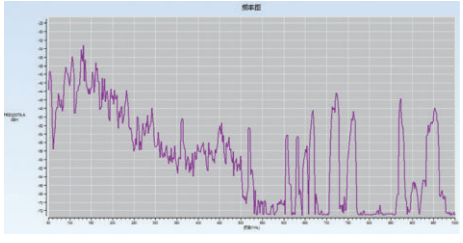


图7　2#主变压器10 kV侧近变压器端频域模式谱图

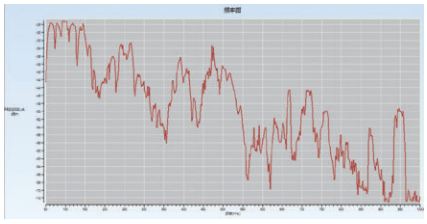


图8　2#主变压器10 kV侧管母接头处频域模式谱图

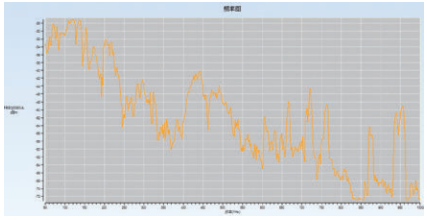


图9　2#主变压器10 kV侧配电室内母线频域模式谱图

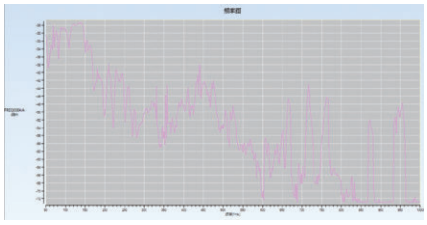


图10　2#主变压器10 kV侧配电室内开关柜（各面柜子处甚高频信号没有明显差异）频域模式谱图

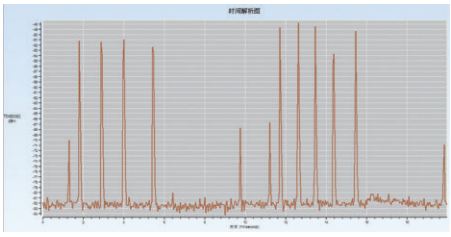


图11　2#主变压器10 kV侧管母接头处时域模式谱图

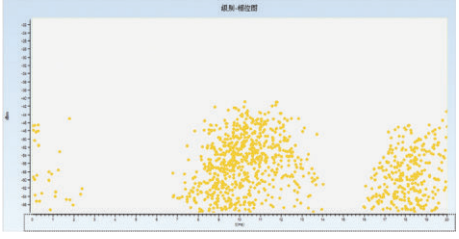


图12　2#主变压器10 kV侧管母接头处相位模式谱图

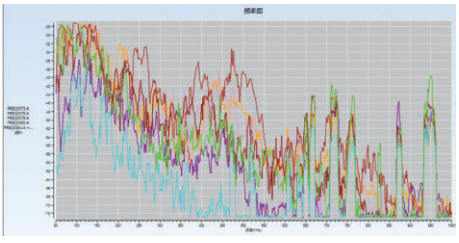


图13　各测点频域模式谱图叠加

（图谱中存在明显向上偏移的测试点位于2#主变压器10 kV侧管母接头处）

测试分析：①从上述谱图可以看出，各测点频域模式谱图整体较基线有向上偏移，表明有疑似局部放电信号存在；②根据各测点叠加图谱，可以看出2#主变压器10 kV侧管母接头处的甚高频信号偏移较大，其最大幅值＞30 dBmV，其余测点未发现疑似局部放电信号；③选取2#主变压器10 kV侧管母接头处进行时域模式测量，发现脉冲信号的存在，并进行了相位分析，时域模式图谱和相位图谱清晰表明了信号源于2#主变压器10 kV侧管母接头处。

测试结论：通过甚高频频域模式谱图分析对比、时域模式测量和相位分析，分析本次疑似局部放电信号位于2#主变压器10 kV侧管母接头处。故障图片如图14所示。

图14　故障图片

经验分享

1）通过高频带局部放电带电检测，可发现变电站设备存在异常局部放电信号，可初步判断疑似局部放电信号来源（本例位于2#主变压器的外部设备）。

2）通过甚高频频域模式谱图分析对比、时域模式测量和相位分析，可分析和定位局部放电源（本例疑似局部放电信号位于2#主变压器10 kV侧管母接头处）。

3）在例行的电力设备巡检工作中，应用多种方法对电力设备进行局部放电的综合测试和定位是非常有必要的，这些方法包括高频带、甚高频等，每一种方法有各自的特点和技术优势。EA

（收稿日期：2020.09.13）
（编辑：朱金凤）

（上接第37页）

销管理系统线损管理，只有定位分析出线损偏高的真正原因，确定是管理线损还是技术线损导致的线损率偏高，才能进一步制定有针对性的降损措施。

（1）线损智能预警

根据趋势分析定制出线损上限，在营销系统统计线损上，固定日或周期性对线损进行统计对比，线损超过上线则提示预警。通过线损预警管理手段，提前对可能出现的高损及负荷态势发布预警，做好线损预测，提前布置落实预控防范措施，避免线损大幅波动。

（2）线损智能分析异常处理

根据理论线损的计算，得出线损预估指标值，指标值与实际统计线损值进行对比，根据差距实行等级预分析处理。

7．合理装设无功补偿设备，落实无功设备管理责任

大量使用非线性设备，例如整流器、变压器和变频器等，导致大量的谐波注入电网，使电能质量恶化，以及电网的电压、电流波形畸变，导致电力设备温度上升，绝缘加速老化，电能损耗增加。抑制谐波无功功率补偿装置的应用有利于稳定负荷的无功功率补偿兼滤除谐波的电力系统，既吸收和滤除谐波电流，降低谐波畸变率，又兼顾无功功率补偿，改善电能质量，减少网络损耗。电网谐波电流大和功率因数低的问题需要充分有效地解决，达到节能降损的效果。因此，要合理装设无功补偿设备。

综上所述，有效降低配电网损耗，保证其经济运行，是降低企业运维成本的有效途径。配电网降损工作除了落实各种技术措施和管理措施外，还需结合配电网实际需求，因地制宜，选择适合本地电网的降损措施，要更好地服务于社会，以获得更好的经济效益。EA

（收稿日期：2020.08.13）
（编辑：朱金凤）