[电线电缆]

高压电缆高频局部放电检测分析

文/山西晋城无烟煤矿业集团有限责任公司供电分公司　赵海燕

介绍局部放电产生的原因，高频局部放电测试原理和检测方法，并结合现场电缆的高频局部放电测试案例进行了分析。旨在解决高压电缆局部放电带电检测，利用高频局部放电测试的手段来确定电缆是否存在异常放电信号，进而诊断电缆是否存在故障，此方法也是电缆局部放电检测的未来发展趋势。

随着供电负荷不断地增容，电缆用量也不断增加，同时故障率也大大增加。局部放电是造成电缆绝缘损坏的主要原因。局部放电检测分停电检测和带电检测，但由于煤矿供电可靠性要求高，进行停电检测影响生产进度，带电检测就显得尤为重要，目前最常见的电缆带电检测方法为高频局部放电测试。高频局部放电仪广泛用于电缆、变压器等设备的局部放电检测。

局部放电的产生原因

局部放电是指高压电器中的绝缘介质在高电场强度作用下，发生在电极间的未贯穿的放电。局部放电一般发生在金属导体边缘、绝缘体表面或内部，如金属导体接触不良、绝缘内部有杂质或本身局部带有缺陷的放电。电缆的放电原因一是终端头和中间接头制作问题，由于电缆接头制作工艺复杂，切割剥离断口不齐或有毛刺，电厂分布不均匀，容易发生放电；二是施工中损伤绝缘层，出现划痕或折伤，绝缘薄弱；三是电缆本身存在质量缺陷。

高频局部放电原理

高频局部放电检测主要是利用高频脉冲电流法原理。当电缆的绝缘本体或接头存在异常缺陷，某一部位发生局部放电时，将产生很陡的高频脉冲信号，脉冲电流将流经设备的接地线，同时在电流方向的垂直面上产生磁场，在电缆的接地线卡上高频电流传感器，电流传感器会从该磁场中耦合到高频放电脉冲信号传输到主机，主机采集信号形成谱图。

检测方法

（1）局部放电仪

由HFCT传感器、信号处理采集单元和终端显示笔记本计算机组成，计算机上有数据测试软件和分析诊断软件。

（2）接线步骤

①主机DC 5 V电源接口与电源模块用电源线相连；②主机SYN接口与同步器用同步线相连，一般选择电源同步；③HFCT传感器与主机通过数据线相互连接，4个通道CH1～CH4可任选一个；④主机NET网口与电脑笔记本用网线连接，并将主机接地螺栓用引线接地；⑤将HFCT传感器卡到电缆本体上，接近终端头或中间接头处。

（3）参数设置

①IP设置：软件系统与主机IP地址应该设置在同一局域网内，但不能完全相同；②通道设置：和主机CH1～CH4选择对应；③同步设置：内部同步和外部同步，内部同步为软件同步，外部同步分为电源同步和线圈同步，一般首选电源同步；④增益10 mV～5 V，根据情况改变量程大小，保证显示区域内的信号波形图不超出量程范围；⑤调节采样时长1～10 μs，根据实际情况拉长波形，保证波形清晰，便于分析；⑥高通截止

频率500 Hz、50 kHz、500 kHz、1MHz和2.5 MHz五个档位，高频信号通常在2～16 MHz间，一般高通选择1 MHz；低通截止频率500 kHz、5 MHz和20 MHz三个档位，一般低通选择20 MHz；⑦调节门槛值即出发电平，将部分非放电信号排除屏蔽掉，一般正负电平值上下对称。

（4）试品测试

①设置数据保存路径；②数据采集：点击“开始”进行数据采集，并同时调整参数到最佳位置，仪器默认数据采集数20 000点刷新一次，接近20 000点时点击“存储”，分别保存波形文件（.wfma）和参数数据（.chra）；③点击“暂停”停止数据采集。

（5）注意事项

①电磁干扰一般来源于电源，测试前加电源同步器；②线圈卡的时候注意方向，ABC三相方向应一致，用于放电信号的相位定位。

数据分析

1．典型谱图

电缆局部放电一般常见的典型谱图有三类，分别为电晕放电、内部放电和沿面放电，各自特征如下。

电晕放电：出现在电缆头有毛刺或尖端部位，谱图波形一般在负半轴；内部放电：电缆主绝缘损伤或接头的放电，谱图波形呈现在一、三象限，正负半轴均有分布，脉冲密集、对称且连续分布；沿面放电：一个半轴出现放电脉冲幅值大，稀疏，另一半轴放电脉冲幅值小，较密。

2．图谱分析

①打开分析软件，加载文件，选择需要分析的数据进行加载；②显示区域会显示相位谱图（PRPD谱图）和分离分类谱图（TF谱图），两个谱图中点是一一对应的，TF谱图可以进行全选分组；③将信号谱图与典型谱图进行对比，如果出现完全吻合或相似度高，则可初步判定为疑似信号。

3．噪声、干扰排除

HFCT传感器耦合的脉冲信号并不是单纯的放电脉冲信号，掺杂着噪声、电干扰等信号，需要后期进行排除，一般现场干扰源有驱鼠仪、手机信号、日光灯和雷达信号等。测试前，为确保测试诊断的准确性，屏蔽或关掉现场可能的干扰物，如果现场测试信号波形中发现有疑似局部放电信号，首先通过现场采集背景噪声，对附近金属件或支架、相邻接头进行背景测试排除干扰；再逐渐排除其他干扰源，若排除后仍有放电信号，则可初步判断为局部放电，进一步确定放电类型和放电部位。

案例分析

对某110 kV站，35 kV单芯电缆A、B、C相分别进行高频局部放电检测，电缆两端一端直接接地，另一端通过护层保护器接地， HFCT传感器安装在距电缆接头2～3 m处，信号谱图如下图所示。

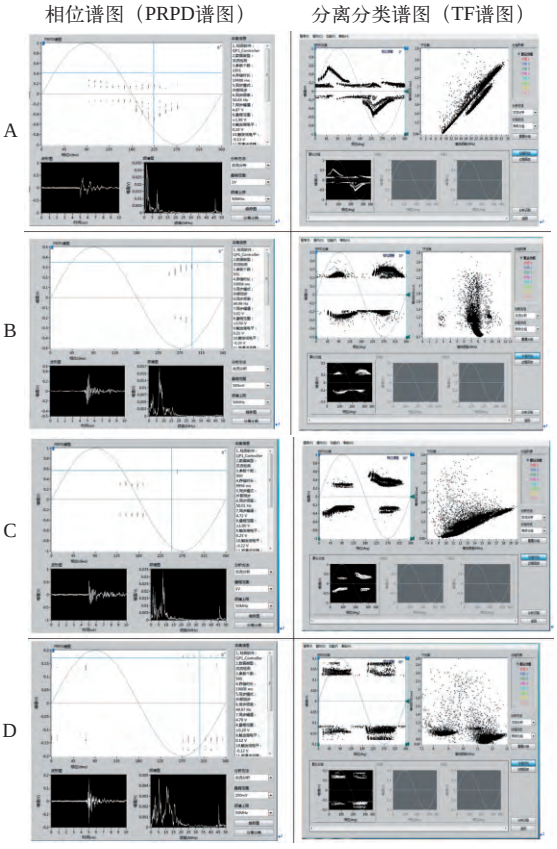

图　电缆试品及金属支架背景PRPD谱图、TF谱图

从图中A、B、C相可以看出波形中有类似衰减信号，TF谱图中信号基本分两类，并通过打点回放、调整相位角度发现信号在一三象限，但是一簇一簇间断性的不是连续的，初步发现有疑似放电信号，但不排除是干扰，现场对测试位置处附近电缆金属支架做了背景测试，发现B、C相TF谱图与背景谱图基本吻合，A相稍有不同，对A相TF谱图进行圈选分类仔细分析，信号为两种不同干扰信号叠加，信号为一簇一簇的，不连续，说明信号是干扰信号，为其他干扰源传输过来的，并非电缆头放电。EA

（收稿日期：2019.01.09）
（编辑：朱金凤）