

中低压电缆振荡波局部放电的现场测试

董雪松¹, 胡伟², 曹俊平¹

(1. 浙江省电力公司电力科学研究院, 杭州 310014; 2. 杭州市电力局, 杭州 310009)

摘要: 2011年浙江省电力公司在省内开展了电缆振荡波局部放电测试和定位(OWTS)试验, 介绍了振荡波检测原理和现场测试步骤, 对一起10 kV电缆中间接头局部放电现象进行了详细分析, 并总结了经验和注意事项。

关键词: 电力电缆; 振荡波; 局部放电; 测试方法

中图分类号: TM866

文献标志码: B

文章编号: 1007-1881(2012)12-0015-03

Field Test of Partial Discharge of Oscillatory Wave in Middle and Low Voltage Cables

DONG Xue-song¹, HU Wei², CAO Jun-ping¹

(1. Z(P)EPC Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014, China;

2. Hangzhou Electric Power Bureau, Hangzhou 31009, China)

Abstract: Zhejiang Electric Power Corporation applied oscillating wave test system (OWTS) in partial discharge test and localization of the cable in 2011 in Zhejiang. The paper introduces principles of oscillatory wave test and steps of field test; it expounds partial discharge on intermediate joint of 10 kV cable and summarizes the experience and precautions.

Key words: cable; oscillatory wave; partial discharge; test method

近年来, 电力电缆应用日益广泛, 如何有效掌握电缆设备的健康状况成为亟待解决的问题。目前对电缆设备局部放电的现场检测主要有在线和离线2种检测方式^[1], 电缆振荡波局部放电检测和定位是1种新的离线检测方法, 并越来越多地使用于XLPE电力电缆的预防性试验^[2]。

在杭州市残运会保供电期间, 对多条10 kV和35 kV电缆进行了电缆振荡波局部放电检测和定位, 以便及时发现潜伏性局部放电缺陷。本文结合现场测试实例对该方法的测试原理、现场经验和注意事项等进行介绍。

1 振荡波检测原理

电缆振荡波局部放电测试系统(OWTS, Oscillating Wave Test System)是近年来发展起来的离线(停电)电缆局部放电检测技术, 通过分析并计算充电后流经系统检测回路的电缆放电电流的脉冲信号, 实现电缆内部局部放电量的检测和位置

确定, 可用于带绝缘屏蔽结构的电缆本体和附件缺陷检测。

由于OWTS的电源与交流电源的等效性较好, 且作用时间短、操作方便、易于携带, 可有效检测XLPE电力电缆中的各种缺陷, 试验不会对电缆造成伤害^[2], 因此得到了广泛应用。

电缆振荡波局部放电测试系统主要由高压单元、控制单元和测试软件构成, 其测试电路原理如图1所示。测试时首先由高压直流电源对电容充电, 然后闭合IGBT高压开关, 通过设备电感与被测电缆电容发生谐振, 在被测电缆端产生阻尼振荡电压。

系统采用脉冲反射法进行局部放电定位, 其原理如图2所示。对于测试长度为 l 的电缆, 假设在距测试端 x 处发生局部放电, 脉冲沿电缆向2个相反方向传播, 其中1个脉冲(入射波)经过时间 t_1 到达测试端; 另1个脉冲(反射波)向测试对端传播, 并在对端发生反射, 之后再向测试端

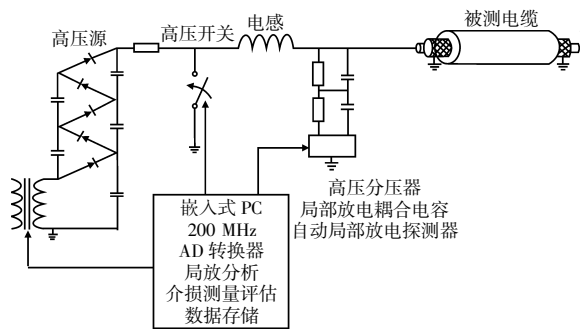


图1 OWTS测试原理电路

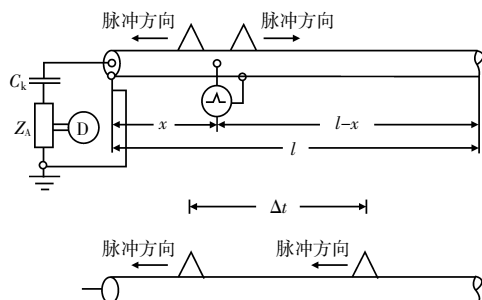


图2 脉冲反射法原理示意

传播，经过时间 t_2 到达测试端。根据 2 个脉冲到达测试端的时间差，可计算局部放电发生的位置^[3]，即：

$$t_1 = x/v \tag{1}$$

$$t_2 = (2l-x)/v \tag{2}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2(l-x)/v \tag{3}$$

式中： v 为脉冲在电缆中的传播速度。

2 现场测试步骤与测试实例分析

2.1 测试步骤

通过对多条 10 kV 和 35 kV 电缆的振荡波局部放电测试，可将试验步骤归纳如下：

- (1)对电缆进行接地放电。
- (2)试验前进行绝缘电阻测量。
- (3)使用脉冲反射仪 TDR 测量电缆长度和接头数量及位置。
- (4)输入电缆参数。
- (5)校准局部放电水平。
- (6)对被试电缆三相分别进行局部放电测量，施加电压范围为 $0.5U_0 \sim 1.4U_0$ 。
- (7)试验后再次进行绝缘电阻测量。
- (8)对波形和数据进行分析。
- (9)生成测试报告。

2.2 测试实例分析

利用 OWTS 装置对杭州市某条 10 kV XLPE 三芯电缆进行局部放电检测和定位，被测电缆规格为 8.7/10 kV(U_0/U)，试品型号为 YJV22-3×300，投运时间为 2000 年 8 月。

利用脉冲反射仪测出电缆长度为 1 022 m，接头数 1 个，位于距离测试端 477 m 处。

分析测试数据时，发现该电缆在 $1.4U_0$ 时的放电量达到约 425 pC，放电缺陷位于距测试端 477 m 处的 C 相中间接头。测试结果见表 1，测试波形如图 3 和图 4 所示。

解体后发现电缆 C 相中间接头绝缘层上有 2 道明显的划痕，长度约为 117 mm，是造成局部

表 1 现场测试结果

被试电缆相别	A 相	B 相	C 相
背景噪声/pC	64	70	70
$1.0U_0$ 局部放电量/pC	68	71	134
$1.4U_0$ 局部放电量/pC	75	71	425
中间接头放电情况	不明显	不明显	存在
本体放电情况	不明显	不明显	不明显
终端位置放电情况	不明显	不明显	不明显

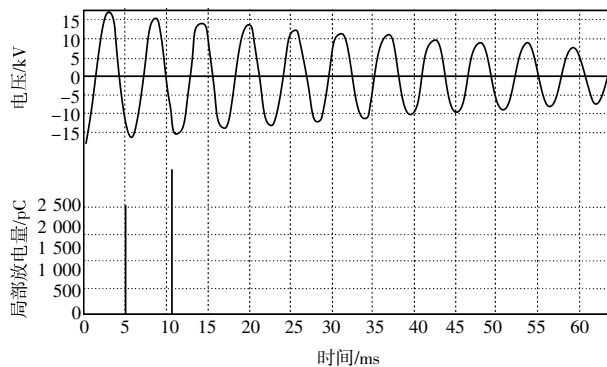


图3 测试电压为 $1.4U_0$ 时的测试波形

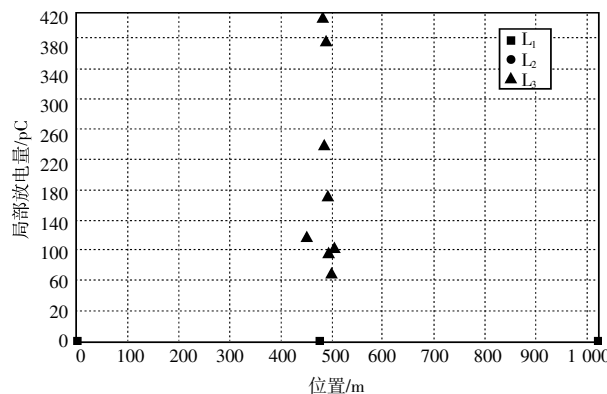


图4 被试三相电缆放电位置分布

放电的主要原因。

更换电缆中接头后再次进行振荡波局部放电测试,三相均未检测到局部放电现象,测试波形如图5和图6所示。

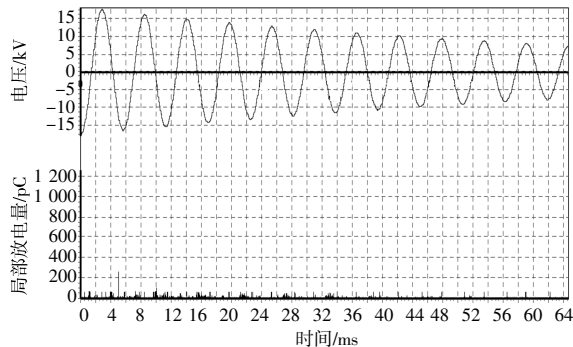


图5 测试电压为 $1.4U_0$ 时的测试波形

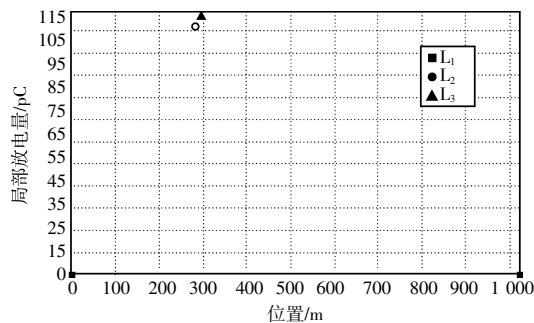


图6 更换后三相电缆放电位置分布

3 检测注意事项

通过对10 kV和35 kV电缆的多次测试,积累了经验,并总结出一些测试中的注意事项。

(1)电缆测试选择加压侧时,应尽量避免附近有强干扰源的情况,如无线信号基站或军用设施附近、高压架空线/塔下方、大型风机和电钻等机械设备旁等,否则会因干扰太大无法测试。

(2)测试时被试电缆两端应与其他电气设备及设备外壳保持足够的安全距离,10 kV电缆试验时安全距离应在0.3 m(含0.3 m)以上,35 kV电缆试验时的安全距离应在0.5 m(含0.5 m)以上。若距离不足,可能会引起加压相末端电晕放

电,从而对测试结果造成影响。当现场被试电缆终端对地距离不满足上述要求时,应考虑采取辅助绝缘隔离措施。

(3)当采用电缆长度测量仪测试电缆长度和接头数量时,如电缆一端出现测试波衰减太严重而无法准确测出电缆长度,应在另一端测试。

(4)测试时,被试电缆应与其他一次设备(如电压互感器、电流互感器、开关等)断开连接,否则可能会影响测试数据的准确性,造成测试结果误判。

(5)电缆长度对振荡波测试及定位有重要的参考作用,测试前应对被测电缆长度进行专项测试,确定电缆长度和中间接头个数及位置。对信号衰减明显的电缆进行检测时,应多方收集线路参数并对关键性参数(如电缆长度)进行必要的核实,在此之前不可轻易作出判断。

4 结论

电缆振荡波局部放电测试技术可以对电缆主绝缘内部存在的局部放电进行科学检测和定位,是一种有效的电缆离线检测技术,利用该项测试能有效掌握电缆设备的健康状况,为电网电缆线路状态评价提供坚实的数据支撑。

参考文献:

- [1] 朱启林.最新电力电缆运行、检修、设计、施工与工程图集[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [2] 杨连殿,朱俊栋,孙福,等.振荡波电压在XLPE电力电缆检测中的应用[J].高压技术,2006,32(3):27-30.
- [3] 段乃欣,赵中原,邱毓昌.XLPE电缆中局部放电脉冲传播特性的实验研究[J].高压电器,2002,38(4):16-18.

收稿日期:2012-05-22

作者简介:董雪松(1970-),男,浙江杭州人,工程师,主要从事电气设备检修试验研究工作。

(本文编辑:龚皓)

欢迎来稿 欢迎订阅