

浅谈10kV配网电缆故障定位方法

莫志豪

广东电网有限责任公司广州天河供电局 广东广州 510600

摘要:近年来,我国配电网电缆线路发展迅速。与架空线路相比,电缆线路主要敷设在地下,供电可靠,不易受雷击、大风、冰雪等外界因素影响。但是,一旦电缆发生故障,对故障点的查找定位工作会比较困难。该文探讨10KV配网电缆故障的定位方法。

关键词: 电缆故障; 预定位; 精确定位

引言

在运行过程中,很多因素都可能导致电缆发生故障。定位电缆故障一般有三个步骤:①确定故障类型,②故障预定位,③故障精确定位。

1 10kV 电力电缆故障的分类

按故障性质的不同,电缆故障可分为以下六种。

1.1 低阻故障。即低电阻接地或短路故障。一般认为,电缆故障点绝缘电阻低于该电缆的特性阻抗,而导体连续性良好的故障即为低阻故障。常见的低阻故障有单相接地、两相短路或接地。

1.2 高阻故障。即高电阻接地或短路故障。一般认为,电缆线芯对地或线间绝缘低于正常值很多,但高于该电缆的特性阻抗,而导体连续性良好的故障即为高阻故障。常见的高阻故障有单相接地、两相短路或接地。

1.3 断线故障。电缆一芯或数芯被故障电流烧断或机械外力拉断形成的故障。

1.4 闪络性故障。是高阻故障的一种极端形式。耐压试验时,泄漏电流小而平稳,但当试验电压升至某值时,泄漏电流突然增大并产生闪络击穿。闪络性故障的绝缘电阻极高。

1.5 泄露性故障。是高阻故障的又一种极端形式。耐压试验时,泄露电流随试验电压升高而增大,直至超过允许值。泄露性故障的绝缘电阻很高。

1.6 混合性故障。同时具有上述两种或两种以上性质的故障类型。

2 10kV 电缆故障预定位的两种常用方法

故障预定位又称电缆故障测距,即在电缆的一端使用仪器确定电缆故障点的距离。故障预定位常用的方法包括电桥法和波反射法。

2.1 电桥法

电桥法是一种传统的、简单的测量电缆故障距离的

方法。

以单相接地故障为例,用电桥法测量故障的原理接线图如图1。

将电桥的测量端子 X_1 和 X_2 分别接入待测电缆的完好相(a相)和故障相(b相),a、b相另一端有连接线短接构成回路,此时电桥本身有 R_X 和 R_1 两个桥臂,故障点两侧的环线电阻构成电桥的另两个桥臂。

设电缆长度为 L ,故障点 d 至测试端的距离为 L_X ,根据惠斯通电桥原理,分压器在平衡时的比率为 $R_X/R_1=(2L-L_X)/L_X$ 。

即可求得故障点到测试端的距离 $L_X=2L \times R_1/(R_1+R_X)$ 。

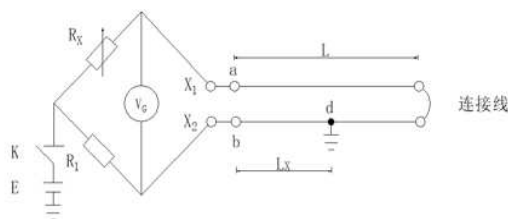


图1 电桥法测量电缆单相接地故障原理接线图

电桥法接线简单,操作方便,但有以下缺点:

(1) 使用电桥法时,电力电缆必须要有一相完好相,否则需要采用长度、截面积、导体材料等与被测电缆一致的辅助电缆来构成电桥测试回路,若辅助电缆与被测电缆不一致则需要换算。

(2) 使用电桥法需要先获取电缆的准确长度等原始材料。

(3) 电桥法只适用于单点故障,若线路中同时存在几个故障点则无法应用。

2.2 波反射法

波反射法采用的是时域反射技术,其原理是向传输路径中发送一个脉冲或阶跃信号,当传输路径中发生阻抗变化时(阻抗不连续点),一部分信号会被反射,另一

部分信号会继续沿传输路径传输。通过测量反射波的电压幅度，从而计算出阻抗的变化；同时，只要测量出反射点到信号输出点的时间值，就可以计算出传输路径中阻抗变化点的位置。

根据施加脉冲的电压水平，波反射法可分为低压脉冲法和高压脉冲法。

2.2.1 低压脉冲法

低压脉冲法是通过向电缆输入一个低压脉冲信号，使脉冲信号沿着电缆传播，当遇到电缆中的阻抗不匹配点时，会产生折反射，反射波回传至测试端被记录下来，如图2。因为低压脉冲信号能量比较小，对高阻故障无法形成有效反射，因此低压脉冲法适用于低阻故障，不适用于高阻故障。

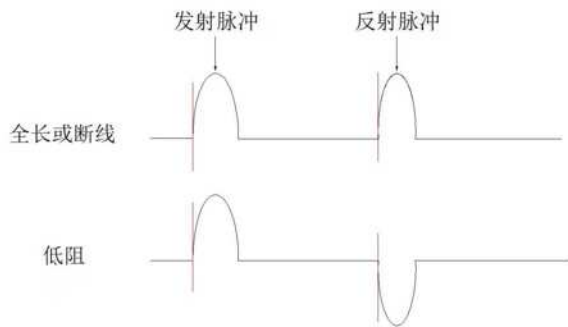


图2 低压脉冲法波形图

2.2.2 高压脉冲法

高压脉冲法又可分为脉冲电流法和二次脉冲法，两种方法适用于高阻故障。

(1) 脉冲电流法

脉冲电流法的原理是通过向电缆施加高压脉冲，将电缆故障点击穿，产生电流行波信号，该信号在测试点和电缆故障点之间多次反射，通过仪器对反射波形进行采集，两个波形的周期即为测试点到故障点的距离。波形图如图3。

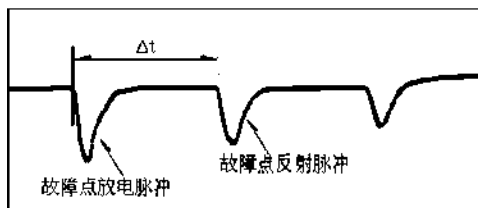


图3 脉冲电流法波形图

(2) 二次脉冲法

二次脉冲法采用向电缆施加两次脉冲的方式，第一次发射低压脉冲，采集高阻状态下的全长波形；第二次先使用高压击穿故障点，使故障点由高阻故障瞬时变为低阻故障，然后发射低压脉冲，得到低阻状态下的波形。

两个波形叠加即为二次脉冲反射的波形，叠加后的波形分离点即为故障点的位置。波形图如图4。

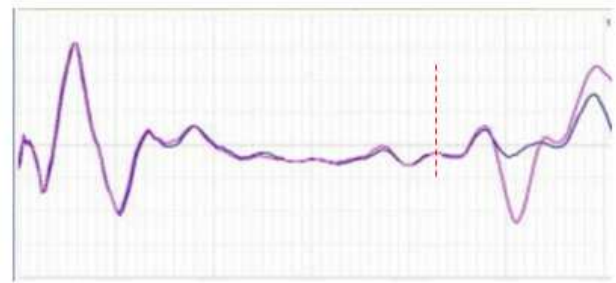


图4 二次脉冲法波形图

行波反射法适用范围广，可以定位未知长度的电缆的故障，是目前使用广泛的故障定位方法，但这种方法有定位盲区，且波形不典型时，对定位人员分辨脉冲波形的能力要求较高。

3 10kV 电缆故障精确定位的四种常用方法

根据预定位的结果定位故障点难免有偏差，包括测量误差和路径误差等。因此，我们需要进行精确定位。精确定位可采用声测法、声磁同步法、音频感应法和跨步电压法。

3.1 声测法

直接通过听故障点放电声音或看声音信号所转换的其他可视信号来找到故障点的方法称为声测法。

声测法使用高压设备将故障点击穿放电，放电时产生机械振动和放电声音，振动最大、声音最大处，即为电缆故障点位置。

声测法是应用广泛而又最简便的一种定位故障方法，但受环境影响大，探测时要求环境噪声低。

3.2 声磁同步法

通过放电产生的声音信号和磁场信号的时间差来定位故障点的方法称为声磁同步法。

声磁同步法利用高压击穿故障点，产生电磁信号和声音信号，利用接收探头获取声磁信号，以两者的时间差判断故障点位置。

声磁同步法应用广泛，但要求探测点周围环境安静。另外，声磁同步法不适合探测接地电阻很小的故障。

3.3 音频感应法

音频感应法常用于查找电阻不超过 10Ω 的电缆故障。

向待测电缆发射音频电流信号，电缆周围即产生交变磁场。在电缆附近放一个线圈，线圈因电磁感应而产生音频信号，用线圈在地面上沿着电缆走向检测，信号明显变弱或者中断的地方一般就是故障点位置。

3.4 跨步电压法

通过测量地面两点之间电场信号来找到故障点的方法称为跨步电压法。跨步电压法常用于查找电缆护层破损的故障。

当电缆向大地发生泄漏时，向电缆发射信号会在故障点周边产生由强渐弱的有向电场梯度。沿着电缆路径可以探测出电场的幅值和方向。在故障点前后，检流计指针的方向相反，以此可以找到故障点的准确位置。

4 结语

综上所述，在开展配网电缆故障定位时，我们应首先确认故障的类型，并有针对性的采用故障预定位和精

确定位的方法。对于一些复杂的故障，可以考虑组合使用上述方法，以达到高效定位电缆故障的效果。

参考文献：

[1] 李辉.城市配电电缆故障原因及防控措施[J].产业与科技论坛,2011;239-240.

[2] 让攀.10kV配网电缆故障分析及防范措施[J].低碳技术,2016;66-67.

[3] 李明,曾勇俊,孙涛.电力电缆故障及处理方法[J].科技资讯,2014;116-117.