

「输电」

基于故障电流特征识别技术的 110 kV线路故障自动定位系统的 研制

文/江苏省南京供电公司 孔小红
天津浩源慧能科技有限公司 谈文刚

快速准确的故障检测是保证电力线路供电可靠性的基础，在江苏地区，110 kV线路的分支和电缆—架空混合线路越来越多，运行方式也不断变化，导致故障检测方法和定位方法需要随之改变。提出一种利用识别故障电流特征的方法检测线路故障，故障定值会随着负荷的不同自动进行调整，从而简化现场使用方法，提高设备的现场适应性。

前言

长期以来，高压输电线路故障检测技术受到普遍重视。尤其是20世纪70年代以来，计算机技术的普遍应用，基于微机和微处理器的故障检测算法研究已成为国内外继电保护工作者的热门研究课题之一。迄今为止，国内外已有大量探讨输电故障检测的文章发表，有些装置已投入现场运行。按采用的线路模型、定位原理和测量设备的不同，高压输电线路故障定位原理和方法大致可分为以下几种。

1. 行波法测距原理

行波法是根据行波传输理论实现输电线路的故障定位方法，可以分为A、B、C型3种方法。A型是根据故障点产生的行波在测量端至故障点间往返的时间与行波速度之积来确定故障位置；B型是利用通信通道获得故障点行波到达两端的时间差与波速之积来确定故障点位置；C型是在故障发生时于线路的一端施加高频或直流脉冲，根据其从

发射装置到故障点的往返时间来实现故障定位。在这三种方法中，A型和C型为单端故障定位，B型为双端故障定位，需要两端通信。A型和B型对于线路的瞬时性和永久性故障均有较好的适用性，C型则只适用于永久性故障。随着电子技术和计算机技术等相继引入，尤其是新出现的小波理论和全球卫星定位系统大大提高了暂态行波信号的提取效率，简化了两端数据同步过程。为行波法测距带来了新的前景。

单端法是利用线路一侧电压、电流测量值和必要的系统参数，计算故障距离的算法，但受到故障过渡电阻和对端系统阻抗变化等因素的影响。而且输电线路的参数在运行过程中会受到沿线地质、气候、大地电阻率分布不均等因素的影响，甚至线路长度在不同季节也是变化的，其次，当输电线路发生短路等故障时，电流互感器的铁心在一次暂态电流的作用下趋于饱和，励磁阻抗减小，励磁电流急剧上升，其电流传递特性表现为非线性，而电容式电压互感器的二次电压

不能随一次暂态电压的下降而下降,有一定的时延,若按照稳态或恒定的变压比映射一次电流(或电压)且直接用于精确计算故障位置,必然会造成结果失真。

双端故障测距方法利用本端电流和另一端的电流实现故障测距。其优点是直接利用了分相式电流差动保护已有的电流信息,可不再考虑双端数据的同步问题。但必须使用故障过渡阻抗的纯阻性质才能导出测距方程:不计及分布电容,测距方程为一次方程;若予以考虑则方程至少为二次,仍存在伪根问题。两端测距方法存在的问题是不存在原理误差,而测距在实现时间方面的要求又比其他方法宽松得多。因此采用精确的分布参数模型的两端测距算法不仅为准确测距奠定了基础,且对高阻类型故障测距也是必须的。纵观两端测距算法在数据同步和伪根判别等方面尚有待进一步改进。

2. 工频计算法

这类方法最初是建立在阻抗法或电抗法的原理的基础上,计算方法比较复杂,如利用牛顿-拉夫逊方法、傅里叶级数方法和最小二乘估计方法等来计算故障阻抗,从而求得故障距离。采用此类方法的故障探测器由于不能消除过渡电阻的影响,探测精度都不高。后来人们对这种方法进行改进:检测工频电气量的过零点来消除过渡电阻的影响,此法原理简单但不易实现,测距精度也无明显改善。这是因为除单端供电线路以外,仅使用单端信息不能有效地消除对侧系统的影响,自然影响到测距的精度。从现有文献看,这类算法至今尚不能或不能完全消除下述因素的影响:故障点过渡电阻、对侧系统运行阻抗和负荷电流。

从以上几种方法的分析和现场运行情况来看,这些方法均不能很好地解决现场准确定位的要求。本文根据对现场故障电流的分析,找出所有故障的电流特征信息,利用检测该特征信息来检测故障,并辅之以现代的通信技术和计算机技术实现快速的故障定位,可以大大提高设备的环境适应性和检测准确性。

故障特征

从仿真和电路分析的原理可知:当线路发生故障时,故障电流一般会从变电站出口流向故障点,而且故障波形电流的有效值一般如图1所示。

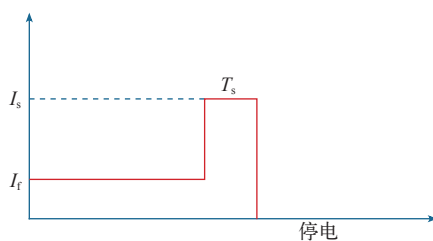


图 1

其中: I_f 为故障前的负荷电流, I_s 为故障电流, T_s 为故障电流持续时间。

由该图中可以看出,每次故障电流存在以下特征:

- 1) 首先上电运行了一段时间(电流不为零或者电压不为零)。
- 2) 有一个电流突然增加 $\Delta I(=I_s-I_f)$,最小260 A。
- 3) 突变电流会持续有限的时间 ΔT (40 ms $<\Delta T<2$ s)。
- 4) 线路停电(电流降为零且电压降为零)。

如果检测设备检测到以上电流特征,则可以判定检测到了故障,给出报警指示。从以上原理分析,该判据不需要设定故障定值,定值是根据故障前的负荷电流自动计算而得到的。由此检测原理制作的智能故障检测装置的工作原理是:根据故障时的特征,通过电磁感应方法测量线路中的负荷电流并根据负荷电流计算出当时的过电流定值,当电流超过该过电流定值时,指示器给出报警信息。因而它是一种适应负荷电流变化,只与故障时短路电流分量有关的故障检测装置。它的判据比较全面,可以大大减少误动作的可能性。

故障自动定位系统

1. 系统原理

为了解决传统的测距方法不适用于城市35 kV、110 kV线路上故障定位的问题,该系统利用自适应故障检测技术,在多分支的35 kV、110 kV线路上一定位置安装智能故障检测装置,控制中心与大量现场的故障检测装置相配合,在故障发生后的几分钟内即可给出故障位置和故障时间的指示信息,同时,将故障点信息以短消息的方式发送到相关人员的手机上,帮助维修人员迅速赶赴现场,排除故障,恢复正常供电,大大提高供电

可靠性,同时大大减少故障巡线人员,提高工作效率。

故障自动定位系统的原理如图2所示。

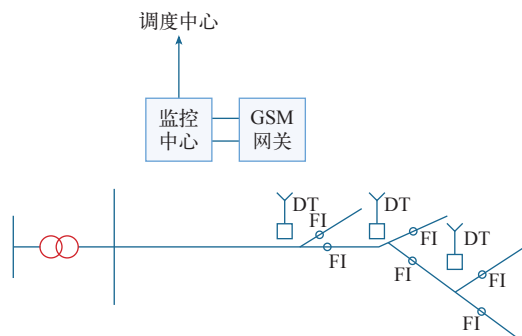


图 2

其中FI为智能故障检测装置,DT为故障信息转发站,每个安装智能故障检测装置的地方(杆塔上)安装一台故障信息转发站。有故障发生时,安装在35 kV、110 kV线路上的智能故障检测装置将检测到的故障信息以短距离无线的方式发送给安装在附近的故障信息转发站,转发站对信息进行验证后,通过GSM模块以短消息的形式发送给GSM网关,GSM网关将信息解析后送给监控中心,监控中心进行网络拓扑后,判断出故障的具体位置(区段),以声光报警的形式给出报警信息,同时可以将该信息送给调度中心,便于调度进行精确调度。

2. 设备功能

智能故障检测装置

1) 故障检测装置可以检测线路发生的短路和接地故障。采用自适应算法,根据负荷电流自动调整过流定值,不需要人为设置定值,可以适应所有线路。

2) 适合35 kV、110 kV裸导线、绝缘线路和电缆线路。

3) 具有故障方向判定功能,可以适应环网供电线路。

4) 故障指示由翻牌指示结合ED超高亮显示,夜间可视范围达到300 m以上。

5) 设备免维护,壳体抗污秽等级高,能长时间保持壳体透明度。

6) 设备自身电源采用一次性锂电池和线路取能相结合的方式供电。

7) 以智能型单片机为核心、采用现代信号处

理技术进行故障识别。

8) 架空型故障检测设备应能带电安装和拆卸。

9) 设备具有短距离无线通信功能,故障信息可以通过先进的无线方式进行传输。

故障信息转发站

1) 接收探头发射的故障信息调制的无线信号并进行解调。

2) 对解调后的信号进行解密计算并判断是否正确。

3) 将故障信息以短消息的方式发送给监控后台。

4) 对后备电源的充放电进行管理。

5) 安装在故障检测装置所在位置的20 m以内。

6) 每台设备最多可以管理9只故障检测装置。

监控后台的功能

1) 可以按变电站、供电所等属性显示线路、杆塔等信息。

2) 具有故障推屏功能,推屏可以按变电站、供电所等属性定义。

3) 可以显示线路逻辑图和指示器安装位置。

4) 可以编辑线路逻辑图和指示器等相关设备的位置图。

5) 与通信管理机通信接收现场指示器的动作信息。

6) 在线路图上显示动作指示器。

7) 进行网络拓扑,根据动作的故障指示器计算故障区段。

8) 将故障区间以短消息的形式发送给相关人员。

结束语

采用特征电流法检测110 kV线路故障,不用设定定值,使得检测设备具有更好的环境适应性,而且不受网架结构和负荷特性的影响。由此构成的故障自动定位系统,能够在故障发生后的几分钟内将故障区段位置信息发送到运维人员的手机上,从而大大提高了故障查找效率,进而提高供电可靠性。EA

(收稿日期:2017.06.19)

(编辑:朱金凤)