

一种自动识别伪根的双端故障测距快速精确算法

王忠, 刘奎, 陆金凤, 沈军, 赵青春
(南京南瑞继保电气有限公司, 江苏南京 211102)

摘要:针对双端数据不同步的测距算法中存在的伪根判断、收敛性、计算量大等问题,提出了一种快速精确的双端测距算法。此算法基于线路分布参数模型,通过分析高压输电线路电压幅值曲线的单调性和周期性,在迭代过程中根据故障点电压变化趋势自动对伪根进行识别,从而确定下一次搜索的方向,采用二分法快速求出故障点的位置。算法实现简单,计算量小,不要求双端数据同步,能消除过渡电阻的影响,具有较高的实用价值。经过PSCAD仿真证明,此算法克服了以往算法的不足,计算速度快,精度高,解决了快速性和伪根判决的矛盾。

关键词:故障测距;双端数据不同步;二分搜索法;分布式参数;高压输电线路

中图分类号: TM77

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2016)06-0036-06

高压输电线路是电力系统的命脉,它担负着传送电能的重任。同时它又是系统中发生故障最多的地方,因此在线路故障后迅速准确地把故障点找到,对电力系统的安全稳定和经济运行都有十分重要的作用^[1]。输电线路的测距方法按所用信息量可以分为单端法和双端法。其中单端测距由于其在原理上难以消除过渡电阻和对侧系统阻抗变化带来的影响,测距结果误差较大^[2,3]。双端测距同时利用线路两端的电气量获得故障位置信息,从原理上能消除过渡电阻和对端系统阻抗变化对测距精度的影响,有很好的应用前景。在双端测距算法中,根据对双端数据同步的要求,又分为双端数据同步测距和双端数据不同步测距。对于双端数据同步测距,即使采用GPS同步采样技术,但由于互感器相移、硬件传输延时和采样率差别等因素,很难做到双端数据完全同步,因此两端数据不同步的双端测距方法具有更大的工程实用价值^[4]。对于双端数据不同步的双端测距方法,可分为基于集中参数测距算法和分布参数测距算法。集中参数算法,对于短线,可以忽略分布电容的影响,但对于中长线路,不考虑分布电容会带来较大的误差^[2],尤其是在高阻接地短路时,分布电容的影响更不能忽略。

基于分布参数的双端数据不同步测距算法中,目前提出的测距算法主要有电压趋势法、拟牛顿迭代法等。这些算法除了计算量大,还存在伪根的判别问题。文献[2]和文献[3]采用搜索法求故障点,这种算法易于实现,但是测距精度受迭代步长的影响,要想得到较高精度必须进行大量的计算,而且可能搜索到伪根。文献[2]是在假定只有一个根的情况下进行搜索。文献[3]采用故障点电压最低的方法来去除伪根。文献[4]利用故障时线电压分布曲线最多由两条单调方向不同的曲线组成的特点采用二分法或弦截法确定

故障点,但是必须先确定沿线电压的单调区间,再利用故障点电压比边界电压低的原理来去除伪根。文献[5]则是将求得的双根通过判断是否处于单调递减区间的方法来去除伪根。文献[6-9]提出的拟牛顿法、参数估计法等是基于求解非线性方程组的迭代算法,算法实现相对复杂,计算量大。文献[10]使用Powell法求解故障点,这种方法可用于求解一般无约束优化问题,但是需要证明全线路上只有一个点满足电压幅值相等的条件。

1 基本原理

双端电源输电线路的故障示意图如图1所示。根据输电线路分布参数模型,设线路单位长度的阻抗为 $z = r + j\omega L$,并联导纳为 $y = g + j\omega C$,则线路的传播系数为 $\gamma = \sqrt{(g + j\omega C)(r + j\omega L)}$,特性阻抗为 $Z_c = \sqrt{\frac{r + j\omega L}{j\omega C}}$ 。

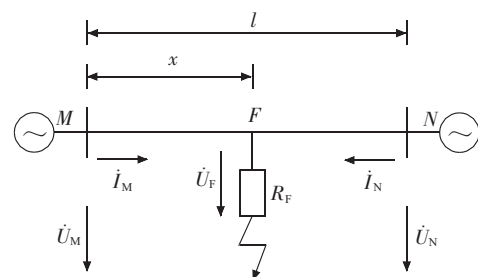


图1 线路故障示意图

在图1所示的双端电源输电线路中,当线路上F点发生故障时,以线路两端的电压、电流作为边界条件,根据均匀传输线方程,且故障点的电压 \dot{U}_F 可以表示为:

$$\dot{U}_{MF} = \dot{U}_M \cosh \gamma x - Z_c \dot{I}_M \sinh \gamma x \quad (1)$$

$$\dot{U}_{NF} = \dot{U}_N \cosh \gamma (l-x) - Z_c \dot{I}_N \sinh \gamma (l-x) \quad (2)$$

式(1,2)中: \dot{U}_M, \dot{I}_M 分别为M端的电压和电流; \dot{U}_N, \dot{I}_N 为N端的电压和电流; \dot{U}_{MF} 是从M端电气量推算得到的故障点电压; \dot{U}_{NF} 是从N端电气量推算得到的故障点电压; l 是线路全长; x 是M端到故障点F的距离。显然有:

$$\dot{U}_{MF} = \dot{U}_{NF} e^{j\theta} \quad (3)$$

式(3)中: θ 为两端数据采样的不同步角度。

理论上两端数据不同步只影响正弦信号的相位,而不影响其幅值,因此用两端数据测得的故障点F的电压幅值应该相等。即:

$$|\dot{U}_{MF}| = |\dot{U}_{NF}| \quad (4)$$

将式(1)和式(2)代入式(4),可得:

$$\left| \dot{U}_M \cosh \gamma x - Z_C \dot{I}_M \sinh \gamma x \right| = \left| \dot{U}_N \cosh \gamma (l-x) - Z_C \dot{I}_N \sinh \gamma (l-x) \right| \quad (5)$$

由于线路参数和电气量均可以得到,因此求解式(5)就可以得到故障点位置 x 。

必须指出,在实际电力系统中,输电线路为三相线路,相互之间存在互感,因而不能直接应用上面的算法。对于均匀换位三相线路,用对称分量法可以直接解耦,因此以上参与计算的参数和变量均应为经过相应相模变换去耦后得到的参数和变量。

2 电压沿线分布曲线分析

对故障点F的电压幅值 $|\dot{U}_F|$ 变化趋势进行分析由式(1)可以得到:

$$\dot{U}_{MF} = \dot{U}_M \cosh \gamma x - Z_C \dot{I}_M \sinh \gamma x = \frac{1}{2} (\dot{U}_M - Z_C \dot{I}_M) e^{\gamma x} + \frac{1}{2} (\dot{U}_M + Z_C \dot{I}_M) e^{-\gamma x} \quad (6)$$

根据复数性质,令 $\dot{A} = \frac{1}{2} (\dot{U}_M - Z_C \dot{I}_M)$, $\dot{B} = \frac{1}{2} (\dot{U}_M + Z_C \dot{I}_M)$,则得到:

$$\dot{U}_{MF} e^{-\gamma x} = \dot{A} + \dot{B} e^{-2\gamma x} \quad (7)$$

在高压输电线路中可近似认为:

$$\gamma = \sqrt{r + j\omega L} (g + j\omega C) \approx j\omega \sqrt{LC} \quad (8)$$

将式(8)代入式(7),可以得到:

$$\dot{U}_{MF} e^{-j\omega \sqrt{LC} x} = \dot{A} + \dot{B} e^{-2j\omega \sqrt{LC} x} \quad (9)$$

式(9)右边可以看成是2个向量的和,其矢量图如图2所示。

当向量 \dot{B} 绕着圆O顺时针方向旋转时,故障电压 $\dot{U}_{MF} e^{-j\omega \sqrt{LC} x}$ 的轨迹绕着圆O'作顺时针旋转,它的最大

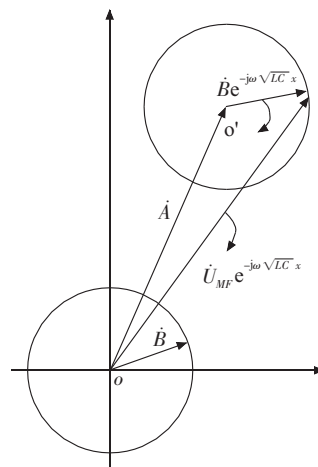


图2 故障电压沿线分布矢量图

值是 $|\dot{A}| + |\dot{B}|$,最小值是 $||\dot{A}| - |\dot{B}||$,显然沿线推导出的故障电压幅值变化趋势不是单调的。

如果令 $\dot{A} = |\dot{A}| e^{j\theta_A}$, $\dot{B} = |\dot{B}| e^{j\theta_B}$,将它们代入式(9),则得到:

$$\dot{U}_{MF} e^{-j\omega \sqrt{LC} x} e^{-j\theta_A} = |\dot{A}| + |\dot{B}| e^{-2j\omega \sqrt{LC} x} e^{j(\theta_A - \theta_B)} \quad (10)$$

对式(10)两边求模值的平方可以得到:

$$\left| \dot{U}_{MF} \right|^2 = |\dot{A}|^2 + |\dot{B}|^2 + 2|\dot{A}||\dot{B}| \cos(-2\omega \sqrt{LC} x + \theta_B - \theta_A) \quad (11)$$

显然 $\left| \dot{U}_{MF} \right|^2$ 是个余弦函数, $\left| \dot{U}_{MF} \right|^2$ 的电压分布情况如图3所示。

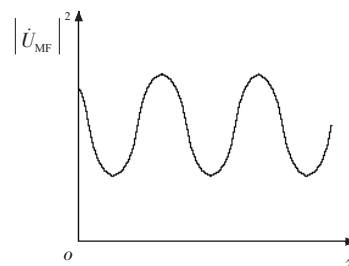


图3 故障电压幅值沿线分布曲线

当 $2\omega \sqrt{LC} x = 2\pi$ 时完成一个周期,因此,其周期为:

$$x = \frac{\pi}{\omega \sqrt{LC}} \quad (12)$$

在高压输电线路中, L 的数量级是mH,而 C 的数量级是nF,代入式(12)中可以得到: $x =$

$$\frac{1}{100 \sqrt{10^{-3} 10^{-9}}} = 10^4。$$

从式(12)可以看到,线电压幅值沿线变化周期可达数千公里,而实际交流高压输电线路的长度最大也就是几百公里,其长度不超过输电线路沿线电压变化周期的一半,基于这一推导可知,对于从一端推导出来的沿线线电压幅值,只有2种情况,要么是单调曲

线;要么是包含两段曲线,一段单调下降,另一段单调上升。

3 新型测距算法

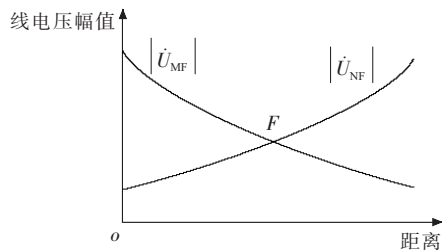
通过分析图 3 和结合实际的仿真情况可以知道,输电线路发生故障时故障电压沿线分布可能存在 4 种情况:

(1) 两侧电压分布都具有单调性,它们只有一个交点,如图 4(a)所示;

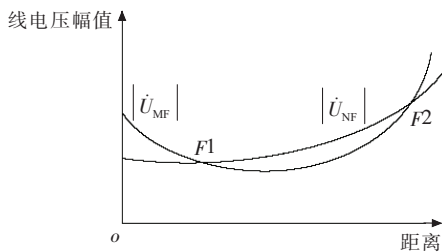
(2) 两侧电压一个具有单调性,另一个存在极值点,并且在全线范围内可能存在 2 个交点,如图 4(b)所示;

(3) 两侧电压各有 1 个极值点,且在全线范围内可能存在 1 个交点,如图 4(c)所示;

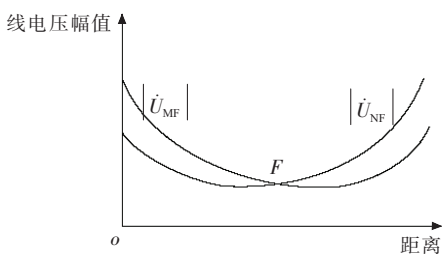
(4) 两侧电压各有 1 个极值点,且在全线范围内可能存在 2 个交点,如图 4(d)所示。



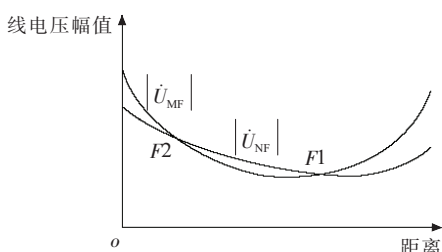
(a) 1 个交点



(b) 2 个交点



(c) 1 个交点



(d) 2 个交点

图 4 两端电压幅值可能存在的交点

根据故障点电压幅值最小的原理来识别伪根,从图 4 中可以看出,由于故障点电压最低,因此真根是分别从两端看过去电压幅值都是处于递减的方向,如图 4(b)和图 4(d)中的 $F1$ 点。而伪根则是从一端看过去是电压幅值处于递增的方向,如图 4(b)中的 $F2$ 点,虽然从 N 端看过去是电压递减方向,但从 M 端看过去电压却处于递增方向;又如图 4(d)中的 $F2$ 点,从 M 端看过去电压处于递减方向,但从 N 端看过去却是处于递增方向,因此它们是伪根。

采用二分法搜索时,首先要保证搜索能进入真根存在的区域,即进入从两端看过去都是电压幅值递减的区域。观察伪根,则是其中一侧电压幅值曲线过了极值点后处于递增的趋势与另一侧电压幅值曲线的交点。考虑到沿线电压幅值变化趋势最多只有两段,提出新的二分搜索方法:

(1) 如果 M 侧电压幅值处于递增趋势,而 N 侧电压幅值处于递减趋势,则向 M 侧搜索;

(2) 如果 N 侧电压幅值处于递增趋势,而 M 侧电压幅值处于递减趋势,则向 N 侧搜索;

(3) 两侧电压幅值曲线都处于递减区域后,通过比较两侧 $|\dot{U}_F|$ 进行二分搜索,即如果 $|\dot{U}_{MF}| > |\dot{U}_{NF}|$,则向 N 侧搜索,反之若是 $|\dot{U}_{MF}| < |\dot{U}_{NF}|$,则向 M 侧搜索。

4 算法的实现

在判断故障电压沿线分布趋势时,可以采取对故障电压求导数的方法,将式(1)和式(2)对故障距离 x 求导得到:

$$\dot{U}_{MF} = \gamma \dot{U}_M \sinh \gamma x - \gamma Z_C \dot{I}_M \cosh \gamma x \quad (13)$$

$$\dot{U}_{NF} = -\gamma \dot{U}_N \sinh \gamma (l-x) + \gamma Z_C \dot{I}_N \cosh \gamma (l-x) \quad (14)$$

对于实数函数,如果其导数为正,则表示函数是上升的,如果其导数为负,则表示函数是下降的。但是这里 \dot{U}_{MF} , \dot{U}_{NF} 都是复数,无法简单利用导数的正负来判断其上升下降趋势。考虑到 \dot{U}_{MF} , \dot{U}_{NF} , \dot{U}'_{MF} , \dot{U}'_{NF} 都是向量,并且有:

$$\dot{U}_F(x+dx) = \dot{U}_F(x) + \dot{U}'_F(x)dx \quad (15)$$

根据式(15),当 \dot{U}_F 与 \dot{U}'_F 的夹角小于 90° 时, $|\dot{U}_F(x+dx)| > |\dot{U}_F(x-dx)|$, $|\dot{U}_F|$ 处于上升的趋势;当 \dot{U}_F 与 \dot{U}'_F 的夹角大于 90° 时, $|\dot{U}_F(x+dx)| < |\dot{U}_F(x-dx)|$, $|\dot{U}_F|$ 处于下降的趋势;当 \dot{U}_F 与 \dot{U}'_F 的夹角等于 90° 时, $|\dot{U}_F(x+dx)| = |\dot{U}_F(x-dx)|$, $|\dot{U}_F|$ 处于极值点。算法流程图如图 5 所示。

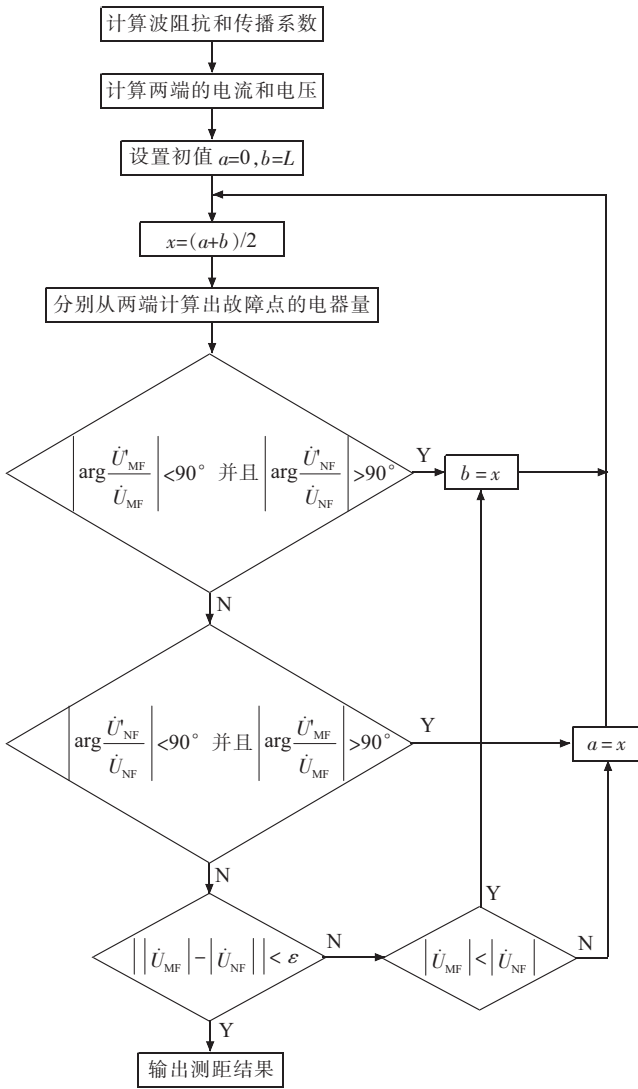


图 5 故障测距算法流程图

设线路全长为 l , 搜索区间 $[a, b]$ 的初始值 $a=0, b=l$, 取中点 $x = \frac{1}{2}(a+b)$, 求出 $\cosh \gamma x, \sinh \gamma x, \cosh \gamma(l-x), \sinh \gamma(l-x)$, 代入式(1)、式(2)、式(13)和式(14), 求出 $\dot{U}_{MF}, \dot{U}_{NF}, \dot{U}'_{MF}, \dot{U}'_{NF}$, 然后求出其夹角 $\arg \frac{\dot{U}'_{MF}}{\dot{U}_{MF}}$ 和 $\arg \frac{\dot{U}'_{NF}}{\dot{U}_{NF}}$, 如果 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{MF}}{\dot{U}_{MF}} \right| < 90^\circ$ 并且 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{NF}}{\dot{U}_{NF}} \right| > 90^\circ$, 则向 M 侧方向搜索, 即令 $b=x$; 如果 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{NF}}{\dot{U}_{NF}} \right| < 90^\circ$ 并且 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{MF}}{\dot{U}_{MF}} \right| > 90^\circ$, 则向 N 侧方向搜索, 即令 $a=x$; 当 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{MF}}{\dot{U}_{MF}} \right| > 90^\circ$ 并且 $\left| \arg \frac{\dot{U}'_{NF}}{\dot{U}_{NF}} \right| > 90^\circ$ 时, 如果有 $\left| \dot{U}_{MF} \right| > \left| \dot{U}_{NF} \right|$, 则向 N 侧方向搜索, 反之如果 $\left| \dot{U}_{MF} \right| <$

$\left| \dot{U}_{NF} \right|$, 则向 M 侧方向搜索。这样每次迭代搜索区间 $[a, b]$ 都折半, 再取 $x = \frac{1}{2}(a+b)$ 进行下次迭代, 当 $\left| \left| \dot{U}_{MF} \right| - \left| \dot{U}_{NF} \right| \right| < \varepsilon$ 时或者迭代次数大于给定次数时, 搜索过程结束, 此时得到的 x 即为故障点的位置。

考虑到在高阻接地故障时, 故障点电压变化不大, 由于负荷电流和电容电流的影响, 甚至可能出现故障点的正序电压比线路某一端的正序电压高的情况, 因此对于高阻接地故障采用负序电压来进行二分搜索。因为故障点负序电压最高, 利用负序电压搜索时, 真根存在于从两侧看过去负序电压幅值都是递增的区域。

算法需要的数据为线路总长度、线路的波阻抗及传播系数、本侧及对侧故障后的电压电流向量。

本算法简明且容易实现, 无需求解复杂的长线方程, 通过二分搜索能很快得到故障点位置, 迭代次数很少, 计算量非常小, 而且在搜索过程中利用两端电压趋势自动进行伪根识别, 解决了计算量和伪根识别之间的矛盾, 因此具有很高的实用价值。

5 仿真结果

采用 PSCAD 进行仿真试验, 系统接线图如图 6 所示。

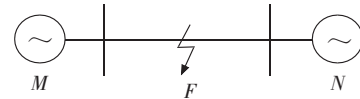


图 6 仿真模型

正序参数 $r_1 + j\omega L_1 = 0.02317 + j0.287 \Omega/\text{km}, C_1 = 0.01404 \mu\text{F}/\text{km}$; 零序参数 $r_0 + j\omega L_0 = 0.2089 + j0.838 \Omega/\text{km}, C_0 = 0.00843 \mu\text{F}/\text{km}$, 线路全长 400 km, 电压等级 500 kV, 采样频率 1200 Hz。

故障点分别取线路始端、线路中点和线路末端, 两侧不同步角度分别为 $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, -30^\circ$ 和 -60° , 单相故障过渡电阻分别取 100Ω 和 300Ω , 仿真结果如表 1 所示。

表 1 给出了不同故障类型下各种不同步角度对测距结果的影响, 从表 1 可知最大测距误差为 0.98 km, 最大相对误差 $< 0.25\%$ 。

表 2 给出了单相经高阻接地时各种不同步角度对测距结果的影响, 这里高阻取 100Ω 和 300Ω 2 种情况, 从表 2 可知最大测距误差为 2.49 km, 最大相对误差 $< 0.62\%$ 。这里要注意单相高阻接地时采用负序电压进行二分搜索。

从表 1 和表 2 可知, 该算法在两侧角度不同步时测距结果具有较高的精度, 可以克服高阻接地的影响, 而且迭代次数很少, 完全可以满足工程的需要。

表 1 不同同步角度对测距结果的影响

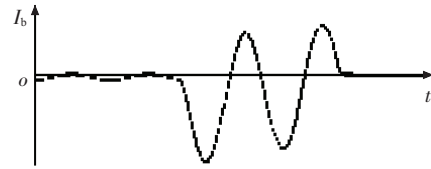
不同步角度 / (°)	故障类型	故障点距离 / km		
		0	200	400
0	单相故障	0.20	200.20	399.80
	相间故障	0.20	200.07	399.80
	两相接地	0.20	200.07	399.80
	三相故障	0.20	199.80	399.80
30	单相故障	0.72	200.59	399.81
	相间故障	0.85	200.10	399.81
	两相接地	0.72	200.10	399.81
	三相故障	0.20	200.20	399.81
60	单相故障	0.31	200.07	399.81
	相间故障	0.31	200.07	399.81
	两相接地	0.20	200.07	399.81
	三相故障	0.20	200.20	399.81
-30	单相故障	0.85	200.72	399.81
	相间故障	0.85	200.07	399.81
	两相接地	0.98	200.20	399.81
	三相故障	0.98	199.81	399.81
-60	单相故障	0.46	200.33	399.81
	相间故障	0.20	200.20	399.81
	两相接地	0.32	200.33	399.81
	三相故障	0.20	199.41	399.81

表 2 单相经高阻接地时对测距结果的影响

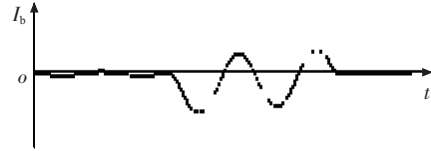
不同步角 度 / (°)	过渡电 阻 / Ω	故障点距离 / km		
		0	200	400
0	100	0.42	200.03	399.72
	300	0.43	200.01	399.61
30	100	0.65	200.73	399.43
	300	1.25	200.70	398.69
60	100	1.36	199.73	399.11
	300	2.49	201.33	397.76
-30	100	1.35	201.40	399.43
	300	2.13	202.47	398.72
-60	100	0.54	199.44	399.18
	300	1.59	198.16	397.86

6 实例验证

为了验证算法的准确性和有效性,采用福建电网的一次实际故障录波数据进行验证,故障信息及系统相关参数:故障描述为东莆 I 路 B 相故障,线路长度为 97.480 km,电压等级为 500 kV,故障巡线结果为距东台侧 61.335 km,录波频率为 1200 Hz。实际故障波形如图 7 所示。采用微机保护装置里面的录波波形,采样频率是 1200 Hz,取两侧保护装置的启动时刻作为基准时刻,采用启动后 1 周波的数据进行计算,设置两侧采样点分别相差 0 个点、2 个点和 4 个点,即两侧不同步角度分别为 0°、30°、60°、-30° 和 -60°,得到测距结果,如表 3 所示。



(a) 东台侧 B 相电流录波



(b) 莆田侧 B 相电流录波

图 7 录波波形截图

各种不同步角度下的测距结果如表 3 所示。从表 3 可知,最大绝对误差是 1.898 km,最大相对误差是 1.95%,故障点电压模值比较的取值精度为 0.001 V (二次值)。

表 3 实际测距结果

不同步角度 / (°)	测距结果 / km	绝对误差 / km	迭代次数
0	59.453	1.882	12
30	59.437	1.898	12
60	59.442	1.893	12
-30	59.445	1.890	12
-60	59.439	1.896	12

由此可见,在实际应用过程中,两侧的数据只需以启动时刻作为基准对齐就可以了,计算得到的测距结果是令人满意的。但在实际应用时,其精度受到现场各种因数的影响。

(1) 参数的准确性,即使采用输电线路分布参数模型,由于受到环境的影响,与实际线路当前参数相比也会存在一定的误差,这些误差包括线路阻抗的误差、线路容抗的误差以及线路不完全换位造成的误差等,从而给测距精度带来一定的影响。

(2) 滤波的效果,本算法中比较的是电压幅值,但它只适用于正弦模型,如果不能很好地滤除非周期分量和高次谐波,将会影响测距精度。

(3) 现场的 TV、TA 精度及装置硬件的影响。

7 结束语

本文提出的测距算法采用线路的分布参数模型,根据故障点电压相等的原理来确定故障点的位置,算法无需线路两端数据同步,不受过渡电阻的影响,需要的传输的数据量小,在迭代过程中根据故障点电压变化趋势自动进行伪根的识别,迭代次数少,计算量小,解决了迭代次数和伪根之间的矛盾。仿真结果表明有很高的精度,具有较强的实用性。按照本算法编制的功能模块目前已应用在南瑞继开开发的福建省调综合故障分析诊断系统中,取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 葛耀中. 新型继电保护和故障测距的原理与技术[M]. 2版. 西安:西安交通大学出版社,2007;256.
- [2] 藤 林,刘万顺,李 营,等. 一种实用的新型高压输电线路故障双端测距精确算法[J]. 电力系统自动化,2001,25(18):24-27.
- [3] 辛振涛,尚德基,尹项根. 一种双端测距算法的伪根问题与改进[J]. 继电器,2005,33(6):36-39.
- [4] 桂 勋,刘志刚,韩旭东,等. 基于高压输电线电压沿线分布规律的故障双端测距算法[J]. 中国电机工程学报,2009,29(19):63-69.
- [5] 靳 希,吴世镜,吴剑敏,等. 一种基于高压输电线路双端故障测距算法的伪根判别方法[J]. 华东电力,2010,38(1):72-75.
- [6] 蒋春芳,王克英. 基于参数估计的双端不同步故障测距算法[J]. 继电器,2008,36(1):1-4.
- [7] 杜召满,赵 舫. 一种新的超高压输电线路双端测距算法[J]. 高电压技术,2003,29(11):11-12.
- [8] 徐 鹏,王 钢,李晓华,等. 双端不同步数据故障测距的非线性估计算法[J]. 继电器,2005,33(1):16-20.
- [9] 李 勋,石帅军,龚庆武. 采用信赖域法和双端非同步数据的故障测距算法[J]. 高电压技术,2010,36(2):396-400.
- [10] 卫志农,张 颖,周红军. 基于双端不同步采样数据的高压输电线路故障测距[J]. 继电器,2005,33(23):5-8.

作者简介:

- 王 忠(1969),男,江苏丹阳人,高级工程师,研究方向为高压输电线路微机保护及其自动化测试;
- 刘 奎(1985),男,陕西临潼人,工程师,研究方向为高压输电线路微机保护;
- 陆金凤(1987),女,江苏南通人,工程师,研究方向为高压输电线路微机保护;
- 沈 军(1975),男,江苏南通人,工程师,研究方向为高压输电线路微机保护;
- 赵青春(1980),男,湖北武汉人,工程师,研究方向为高压输电线路微机保护。

Fast and Accuracy Algorithm for Dual-terminal Fault Location with Automatic False Root Identification for HV Transmission Line

WANG Zhong, LIU Kui, LU Jinfeng, SHEN Jun, ZHAO Qingchun
(Nanjing Nari-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211102, China)

Abstract: To solve the problems such as false root judgment, astringency, high computation cost and so on, which exist in asynchronous dual-terminal fault location algorithms, this paper presents a new fast and accuracy dual-terminal fault location algorithm for HV transmission line. Based on the line distributed parameters and the analysis of the monotonicity and periodicity of HV transmission line's voltage amplitude curve, it automatically identifies the false root according to the variation tendency of fault point's voltage in the process of iterations, so that the next search direction can be determined. Then the fault point is rapidly located by dichotomy. This algorithm is simple with minor calculation. It also doesn't require synchronous dual-terminal data and can eliminate the influence of transition resistance. So it has a high practical value. The simulation results of PSCAD show that it overcomes deficiency of the former algorithms and has high accuracy and quick computation speed, resolving the contradiction between rapidity and false root judgment.

Key words: fault location; asynchronous dual-terminal data; dichotomy; distributed parameter; HV transmission line

(上接第 35 页)

Analysis of Artificial Grounding Test for Nanjing UPFC Pilot Project

HUANG Zhigao¹, PAN Lei², QI Wanchun³, QIU Defeng², HUANG Ruhai², JIANG Chongxue²

(1.State Grid Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 210024, China; 2. Nanjing Nari-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211102, China; 3.State Grid Jiangsu Economic Research Institute, Nanjing 210008, China)

Abstract: Unified power flow controller (UPFC) consists of two parts, namely series and parallel converters. When faults happen on the line near the two parts, converters respectively at the series side and parallel side will be both affected. The UPFC must have the ability against the line instantaneous fault, and the ability to continue running after the fault is cleared. Artificial short circuit test can test the fault ride-through capability of UPFC. The parameter design of main equipment and strategy against faults of Nanjing UPFC pilot project are proved reasonable by the analysis of the artificial grounding test results.

Key words: unified power flow controller (UPFC); line fault; artificial short circuit test; fault ride-through

广告索引

南京南瑞继保电气有限公司

封一

《江苏电机工程》协办单位

封三

南瑞科技股份有限公司

封二

南京中凌科技股份有限公司

封四

《江苏电机工程》期刊更名启事

前插 1