

· 运行分析 ·

基于函数幅值和线路等分法的双端故障定位研究

李澄, 袁磊平, 严慧, 邵亮, 张誉龄

(国网无锡供电公司, 江苏 无锡 214061)

摘要: 由于恶劣天气、外力破坏、绝缘老化、鸟害等原因, 输电线路发生短路故障的概率很高。为了准确地找到故障位置和加快线路修复, 提出了一种采用电压、电流数据的双端故障定位方法。该方法基于线路两侧不同步数据采用均匀传输线方程推导出新的故障定位函数, 利用函数的幅值特性和线路等分法得到具体故障点或搜索范围。最后, MATLAB 仿真与计算结果表明, 提出的故障定位方法简单易行, 定位结果(故障点和搜索范围)符合现场实际巡线需求, 能克服过渡电阻和线路两侧数据不同步的影响, 适用于各种短路故障类型。

关键词: 均匀传输线; 函数幅值; 等分法; 故障定位

中图分类号: TM771

文献标志码: A

文章编号: 2096-3203(2018)04-0126-05

0 引言

因外力破坏和天气(大风、雷击、覆冰^[1]、污闪)影响, 输电线路频繁发生故障。精确的故障定位结果有利于及时修复线路和恢复供电^[2-4]。

故障定位技术一直是研究热点。早期提出的单端阻抗法测距^[5-6]需要已知线路单侧电压和电流, 容易受系统参数和运行方式^[7]的影响。在行波距离保护方案^[8]提出后, 基于行波原理^[9-10]的测距方法被充分研究, 虽然其定位精度高, 但是存在频变特性的色散^[11]和波头信号提取等问题。针对双端阻抗法测距, 文献^[12]基于线路的集中参数阻抗模型提出了一种无需已知线路单位长度阻抗的测距方法, 文献^[13]提出了一种纵向阻抗双端故障测距原理, 文献^[14-15]提出了基于测距函数相位特性的双端故障测距方法, 这些算法并未考虑到双端数据的不同步问题。文献^[16]提出了一种非线性高阻接地的不同步故障测距方法, 但是需要复杂计算求解。

现今, 实际线路结构变得复杂, 主要体现在多回^[17]、多分支^[18-19]方面。不同线路模型及新原理的测距研究有特高压输电线路的故障测距^[20]、神经网络智能测距^[21]、采用电压计算的广域电网行波测距^[22], 这些方法也未考虑不同步问题。

本文基于均匀传输线模型提出了一种利用函数幅值特性和线路等分法来实现双端故障定位的方法, 且无需双端数据同步。

1 定位原理

双端电源系统中发生线路故障时的正序等值

网如图 1 所示。

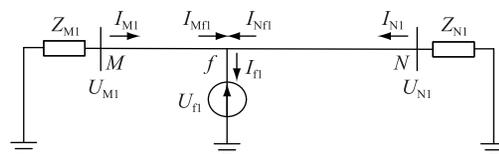


图 1 故障系统正序

Fig. 1 Positive sequence circuit of fault system

被保护的线路全长为 l , 故障点 f 距离 M 侧的长度为 x 。线路单位长度阻抗和导纳分别为 Z_0 和 Y_0 。由传输线方程, 结合文献^[9]可知:

$$\begin{cases} U_{Mf} = -I_{M10} Z_c \operatorname{sh} \gamma (l_M + x) \\ I_{Mf} = I_{M10} \operatorname{ch} \gamma (l_M + x) \\ U_{Nf} = -I_{N10} Z_c \operatorname{sh} \gamma (l_N + l - x) \\ I_{Nf} = I_{N10} \operatorname{ch} \gamma (l_N + l - x) \end{cases} \quad (1)$$

式中: U_{M1} , I_{M1} 分别为 M 侧正序电压、电流; U_{N1} , I_{N1} 分别为 N 侧正序电压、电流; U_{Mf} 是故障点 f 的 M 侧正序故障电压; U_{Nf} 是故障点 f 的 N 侧正序故障电压; I_{f1} 为故障点 f 的正序电流; I_{Mf1} 为故障点 f 的 M 侧正序故障电流; I_{Nf1} 为故障点 f 的 N 侧正序故障电流; I_{M10} 为 M 侧系统始端正序电流; I_{N10} 为 N 侧系统始端正序电流; $\gamma = \sqrt{Z_0 Y_0}$ 为线路传播常数; $Z_c = \sqrt{Z_0 / Y_0}$ 为特性阻抗; M 侧的虚拟等值线路长度 $l_M = [\operatorname{arth}(Z_{M1} / Z_c)] / \gamma$; N 侧的虚拟等值线路长度 $l_N = [\operatorname{arth}(Z_{N1} / Z_c)] / \gamma$ 。

故障点的正序电压 $U_{f1} = U_{Mf1} = U_{Nf1}$, 根据方程组(1), 可得:

$$\begin{cases} U_{Mf1} / I_{Mf1} = -Z_c \operatorname{th} \gamma (l_M + x) \\ U_{Nf1} / I_{Nf1} = -Z_c \operatorname{th} \gamma (l_N + l - x) \end{cases} \quad (2)$$

计算 I_{Nf1} / I_{Mf1} :

$$\frac{I_{f1}}{I_{Mf1}} = \frac{I_{Mf1} + I_{Nf1}}{I_{Mf1}} = 1 + \frac{I_{Nf1}}{I_{Mf1}} \quad (3)$$

将式(1)中的 I_{Mf1} , I_{Nf1} 代入(3),得:

$$\frac{I_{f1}}{I_{Mf1}} = 1 + \frac{\text{ch}\gamma(l_N + l - x)}{\text{ch}\gamma(l_M + x)} \quad (4)$$

从 M 位置处到 f , 计算 I_{M1} / I_{Mf1} :

$$\begin{aligned} \frac{I_{M1}}{I_{Mf1}} &= \frac{I_{Mf1} \text{ch}\gamma x + \frac{U_{f1}}{Z_C} \text{sh}\gamma x}{I_{Mf1}} \\ &= \text{ch}\gamma x - \text{th}\gamma(l_M + x) \text{sh}\gamma x \end{aligned} \quad (5)$$

由(4)、(5)得 I_{f1} 与 I_{M1} 的比值 I_{f1} / I_{M1} , 记作 $W(x)$:

$$\frac{I_{f1}}{I_{M1}} = \frac{2\text{ch}\gamma\left(\frac{l_M + l_N + l}{2}\right)\text{ch}\gamma\left(\frac{l_M - l_N - l}{2} + x\right)}{\text{ch}\gamma l_M} \quad (6)$$

图2为线路故障时的等效正序网图,线路参考点为 q 。由均匀传输线方程可得:

$$\begin{cases} U_{f1} = U_{M1} \text{ch}\gamma x - Z_C I_{M1} \text{sh}\gamma x \\ I_{Mf1} = I_{M1} \text{ch}\gamma x - \frac{U_{M1}}{Z_C} \text{sh}\gamma x \\ I_{fq1} = I_{Mf1} - I_{f1} \\ U'_{Mq1} = U_{f1} \text{ch}\gamma l_{fq} - Z_C I_{fq1} \text{sh}\gamma l_{fq} \\ I'_{Mq1} = I_{fq1} \text{ch}\gamma x - \frac{U_{f1}}{Z_C} \text{sh}\gamma l_{fq} \\ l_{fq} = l_q - x \end{cases} \quad (7)$$

式中: U'_{Mq1} 是从 f 计算至 q 的 M 侧电压; I'_{Mq1} 是从 f 计算至 q 的 M 侧电流;

由(7)得:

$$\begin{aligned} I'_{Mq1} &= I_{M1} \text{ch}\gamma(x + l_{fq}) - \frac{U_{M1}}{Z_C} \text{sh}\gamma(x + l_{fq}) - \\ &\quad I_{f1} \text{ch}\gamma l_{fq} = I_{Mq1} - I_{f1} \text{ch}\gamma l_{fq} \end{aligned} \quad (8)$$

在 q 点有:

$$I'_{Mq1} + I_{Nq1} = 0 \quad (9)$$

将(8)代入(9),可得:

$$I_{Mq1} + I_{Nq1} = I_{f1} \text{ch}\gamma l_{fq} = I_{f1} \text{ch}\gamma(x - l_q) \quad (10)$$

由(6)和(10)得到故障定位函数 $p(l_q)$:

$$\frac{I_{Mq1} + I_{Nq1}}{I_{M1}} = W(x) \text{ch}\gamma(x - l_q) = p(l_q) \quad (11)$$

将 M 、 N 两侧电气量数据作不同步考虑,偏差为 $y = e^{j\delta}$, 则式(11)即:

$$\frac{I_{Mq1} + yI_{Nq1}}{I_{M1}} = W(x) \text{ch}\gamma(x - l_q) = p(l_q) \quad (12)$$

对于线性系统,故障状态可以看作由正常状态

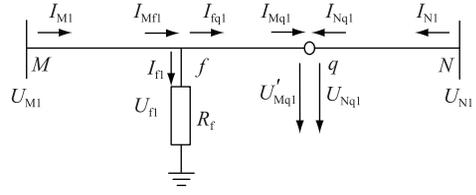


图2 故障线路正序网

Fig.2 Positive sequence circuit of fault line

分量与故障分量叠加而成,因此,有:

$$\frac{\Delta I_{Mq1} + y\Delta I_{Nq1}}{\Delta I_{M1}} = W(x) \text{ch}\gamma(x - l_q) \quad (13)$$

式中: ΔI_{Mq1} 为从 M 计算至 q 的 M 侧正序电流故障分量; ΔI_{Nq1} 从 N 计算至 q 的 N 侧正序电流故障分量; ΔI_{M1} 为 M 侧的正序电流故障分量。

联立式(12)、(13)可得 y :

$$y = \frac{I_{M1} \Delta I_{Mq1} - \Delta I_{M1} I_{Mq1}}{\Delta I_{M1} I_{Nq1} - I_{M1} I_{Nq1}} \quad (14)$$

将(14)代入(12),有:

$$\frac{I_{Mq1} + I_{Nq1} \frac{I_{M1} \Delta I_{Mq1} - \Delta I_{M1} I_{Mq1}}{\Delta I_{M1} I_{Nq1} - I_{M1} I_{Nq1}}}{I_{M1}} = p(l_q) \quad (15)$$

定义 $S(l_q) = p(l_q) / W(x)$:

$$\begin{aligned} S(l_q) &= \text{ch}\gamma(x - l_q) = \\ &= \frac{p(l_q) \text{ch}\gamma l_M}{2\text{ch}\gamma\left(\frac{l_M + l_N + l}{2}\right)\text{ch}\gamma\left(\frac{l_M - l_N - l}{2} + x\right)} \end{aligned} \quad (16)$$

2 定位算法实现与分析

2.1 算法实现

对 $l_k (k = 1, 2, 3, \dots, l_k = \Delta l_{k-1}, \Delta l_0 = l)$ 进行 N_k 等分,对应每一段长度为 Δl_k ,线路上等分点 $\underbrace{ii \cdots i}_k$ ($i = 1, 2, \dots, N_k - 1$) 各处距离首端的距离为 $l_{qii \cdots i_k} = il / (N_1 \cdot N_2 \cdots N_k)$ 。由于故障点 f 与等分点 $\underbrace{ii \cdots i}_k$ 的位置关系有两种情况:(1)在等分点 $\underbrace{ii \cdots i}_k$ 上;(2)在相邻两个等分点 $\underbrace{ii \cdots i}_k$ 和 $\underbrace{ii \cdots (i+1)}_k$ 之间。为得到故障测量位置,对两种情况分别讨论分析,具体定位算法如下:

当故障点在 N_k 等分点 $\underbrace{ii \cdots i}_k$ 上时,找到等分点就可以得到精确的故障距离 $x = l_{qii \cdots i_k}$,已知双曲余弦函数 $\text{ch}x$ 的图形恒过点 $(0, 1)$,即 $\text{ch}0 = 1$ 。根据(16)可得判别方程:

$$S(l_{qii \cdots i_k}) = 1 =$$

$$\begin{cases} \frac{\text{ch}\gamma l_M}{2\text{ch}\gamma(\frac{l_M+l_N+l}{2})\text{ch}\gamma(\frac{l_M-l_N-l}{2}+l_{qii\dots i_k})} & (k=1) \\ \frac{1}{2\text{ch}\gamma(\frac{l_k}{2})\text{ch}\gamma(\frac{l_k}{2}+l_{qii\dots i_k})} & (k \geq 2) \end{cases} \quad (17)$$

在故障点有 $S(l_{qii\dots i_k}) = 1$ 成立, 则等分点 $\underbrace{ii\dots i}_k$ 的长度 $l_{qii\dots i_k} = il / (N_1 \cdot N_2 \dots N_k)$ 即为精确的故障距离 x 。在实际情况下若搜索未果, 则在相邻两个等分点 $\underbrace{ii\dots i}_k$ 和 $\underbrace{ii\dots(i+1)}_k$ 之间搜索不超过 Δl_k 距离必然找到故障点 f 。

当故障点在相邻两个等分点之间时, 必然存在 ε_k ($0 < \varepsilon_k < \Delta l_k$) 满足 $l_f - l_{qii\dots i_k} = \varepsilon_k$, 对定位方程 (16) 求解 $\min\{S(l_{qii\dots i_k})\}$:

$$\begin{cases} \frac{p(l_{qii\dots i_k})\text{ch}\gamma l_M}{2\text{ch}\gamma(\frac{l_M+l_N+l}{2})\text{ch}\gamma(\frac{l_M-l_N-l}{2}+x)} & (k=1) \\ \frac{p(l_{qii\dots i_k})}{2\text{ch}\gamma(\frac{l_k}{2})\text{ch}\gamma(\frac{l_k}{2}+x)} & (k \geq 2) \end{cases} \quad (18)$$

即为求解 $\min\{p(l_{qii\dots i_k})\}$, 必然可得到唯一满足 (18) 的等分点 $\underbrace{ii\dots i}_k$ 。则故障点在范围 $(l_{qii\dots i_k}, l_{qii\dots(i+1)_k})$ 内, 在等分点 $\underbrace{ii\dots i}_k$ 单方向搜索 $\Delta l_k = l / (N_1 \cdot N_2 \dots N_k)$ 距离必能查到故障点 f 。

2.2 故障定位算法分析

用程序流程图表示提出的算法, 如图 3 所示。提出的方法简便、易实现。利用上本文所述方法进行故障定位时, 在准确判别式 (17) 和 (18) 的情况下, 定位方法与 N_k , k 和 Δl_k 有关, 定位结果为等分点或近等分点的 Δl_k 搜索范围。在实际工作中, k , N_k 和 Δl_k 可以根据工作需要而确定, 结合“ Δl_k 有利于工作人员进行查找”灵活实现定位, 有利于电力巡线工作有序进行。

3 仿真验证与分析

3.1 仿真模型

用 MATLAB 软件对一长为 150 km 的 500 kV 单回输电线进行故障仿真, 系统仿真模型如图 4 所示, 且参照文献^[11]中线路与 M/N 侧系统参数。

已知条件 1: $\Delta l_2 = 2$ km, $N_1 = 15$, $N_2 = 5$, 不同步角 $\delta = 45^\circ$, 过渡电阻为 50 Ω , 实际故障距离记为

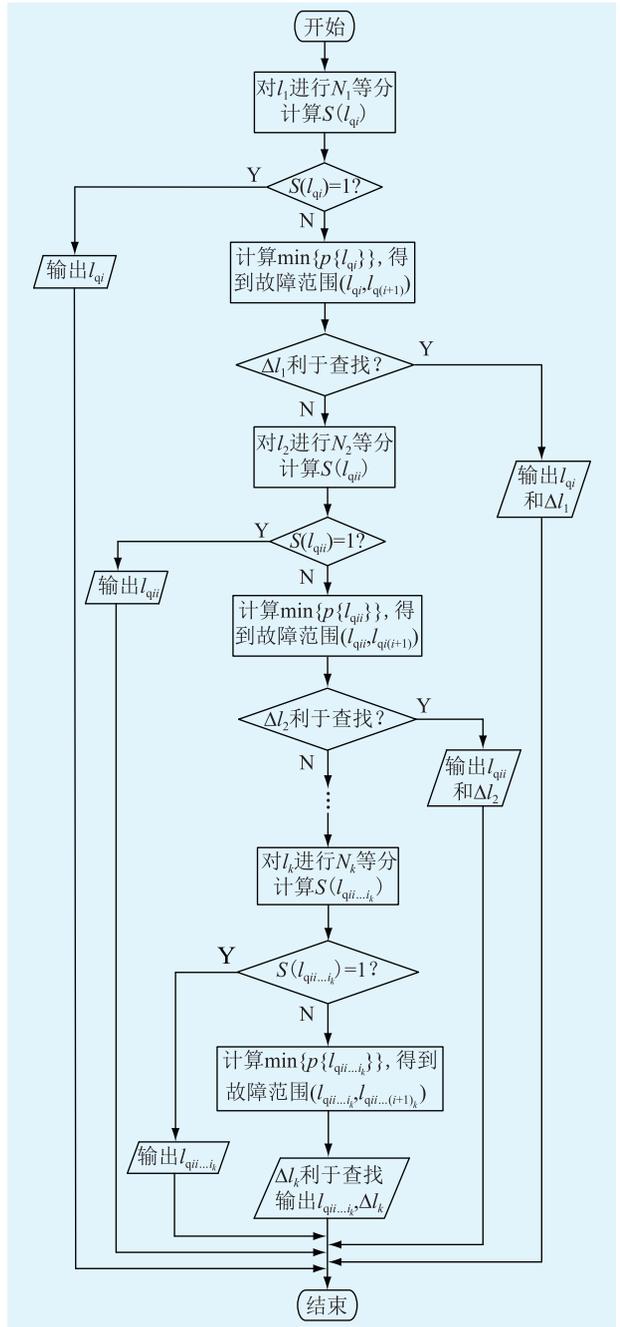


图 3 算法的程序流程

Fig.3 Flow chart of algorithm



图 4 系统仿真模型

Fig.4 Simulation model for system

l_T 。线路发生 4 种基本短路故障, 由上述提出的定位方法编程计算得到的结果如表 1 所示。可以看出: 等分点 (0 km, 24 km, 124 km) 处故障的定位结果准确; 非等分点 75 km 处故障的定位结果是 74 km, 搜索范围 $\Delta l_2 = 2$ km; 非等分点 145 km 处故障的

定位结果是 144 km, 搜索范围 $\Delta l_2 = 2$ km。提出的定位方法不受故障类型的影响。

表 1 不同故障类型的结果
Tab.1 Result of each fault type

故障类型	不同 l_T 下的 x/km				
	0	24	75	124	145
单相接地(AG)	0	24	74,2	124	144,2
相间短路(AB)	0	24	74,2	124	144,2
两相接地(ACG)	0	24	74,2	124	144,2
单相短路(ABC)	0	24	74,2	124	144,2

已知条件 2: $\Delta l_2 = 2$ km, $N_1 = 15$, $N_2 = 5$, 过渡电阻为 R_g 为 50 Ω , 线路发生 AB 相间短路故障。不同步角 δ 变化时的定位结果如表 2 所示。从表 2 中可以看出, δ 变化对定位结果的影响甚微。

表 2 δ 变化时 AB 故障定位结果
Tab.2 Result of AB double line fault location with different δ

$\delta/(^\circ)$	不同 l_T 下的 x/km				
	0	24	75	124	145
15	0	24	74,2	124	144,2
45	0	24	74,2	124	144,2
75	0	24	74,2	124	144,2
105	0	24	74,2	124	144,2
135	0	24	74,2	124	144,2
165	0	24	74,2	124	144,2

已知条件 2 不变, 改变过渡电阻 R_g , 线路发生两相接地短路 (BCG) 故障时的定位结果如表 3 所示。可以看出, 随着过渡电阻变化, 定位结果并不受影响, 可以得到良好的定位结果。

表 3 过渡电阻 R_g 变化时 BCG 故障定位结果
Tab.3 Result of BC line to ground fault location with different R_g

R_g/Ω	不同 l_T 下的 x/km				
	0	24	75	124	145
20	0	24	74,2	124	144,2
50	0	24	74,2	124	144,2
100	0	24	74,2	124	144,2
200	0	24	74,2	124	144,2

依据定位精度要求^[1], 定位搜索范围在 1 km 以内时, 可满足现场实际工程要求, 有利于巡线。已知条件: $\Delta l_2 = 1$ km, $N_1 = 15$, $N_2 = 10$, 不同步角 $\delta = 45^\circ$, 过渡电阻为 100 Ω , 线路发生 AG 故障时定位结果见 4。从表 4 中可看出, 在 1 km 的搜索范围下, 不同过渡电阻对线路上 0 km, 24.5 km, 75 km, 124 km, 145.5 km 处发生故障时定位结果准确良好, 适用于现场实际需求, 利于找到实际故障位置。

表 4 不同 R_g 、 l_x 时的定位结果
Tab.4 Result of AB double line to ground fault location with different R_g and l_x

R_g/Ω	故障类型	不同 l_T 下的 x/km				
		0	24.5	75	124	145.5
50	AG	0	24,1	75	124	145,1
	AB	0	24,1	75	124	145,1
	ACG	0	24,1	75	124	145,1
	ABC	0	24,1	75	124	145,1
100	AG	0	24,1	75	124	145,1
	AB	0	24,1	75	124	145,1
	ACG	0	24,1	75	124	145,1
	AG	0	24,1	75	124	145,1
300	AB	0	24,1	75	124	145,1
	ACG	0	24,1	75	124	145,1
	ABC	0	24,1	75	124	145,1
	ABC	0	24,1	75	124	145,1

4 结论

文章提出了一种采用电压、电流数据的双端故障定位方法。该方法主要在均匀传输线模型上推导出定位方程, 利用函数幅值特性与线路等分法求解, 可以得到等分点位置或近等分点位置的搜索范围。新方法解决了已提出的基于函数幅相特性定位算法中忽略双端数据不同步影响的问题, 为线路故障定位提供了一种新方法。

参考文献:

- [1] 谢云云, 金 颖, 黄琳雁, 等. 适用于有高差线路的输电导线 ANSYS 找形方法[J]. 电力工程技术, 2017, 36(2): 30-35.
XIE Yunyun, JIN Ying, HUANG Linyan, et al. Form-finding method of transmission lines consulting the lowest point[J]. Electric Power Engineering Technology, 2017, 36(2): 30-35.
- [2] 葛耀中. 新型继电保护和故障测距的原理与技术第二版[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2007: 255-256.
GE Yaozhong. New types of protective relaying and fault location theory and techniques (second edition) [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 2007: 255-256.
- [3] 严 凤, 郭增为. 10 kV 配电线路综合故障定位方法研究[J]. 电网与清洁能源, 2010, 26(7): 43-47.
YAN Feng, GUO Zengwei. Composite methods of fault location for 10 kV distribution lines [J]. Power System and Clean Energy, 2010, 26(7): 43-47.
- [4] 芦 兴, 王瑞闯. 配电网故障定位方法研究[J]. 电网与清洁能源, 2013, 29(7): 26-30.
LU Xing, WANG Ruichuang. Research on fault location methods of distribution network [J]. Power System and Clean Energy, 2013, 29(7): 26-30.
- [5] TAKAGI T, YAMAKOSHI Y, YAMAURA M, et al. Development of a new type fault locator using the one-terminal voltage and current data [J]. IEEE Transactions on Power Apparatus and

- Systems, 1982, 101(8):2892-2898.
- [6] 周改云, 张国平, 马丽, 等. 基于阻抗分析和行波分析的配电网故障定位方法[J]. 电网与清洁能源, 2015, 31(9):21-26, 32.
- ZHOU Gaiyun, ZHANG Guoping, MA Li, et al. A fault location method in distribution networks based on impedance analysis and traveling wave analysis[J]. Power System and Clean Energy, 2015, 31(9):21-26, 32.
- [7] 冯畅, 李峰, 宋爽, 等. 特殊工况下基于三角形计算的高精度输电线路单端测距方法[J]. 电力工程技术, 2017, 36(2):19-24.
- FENG Chang, LI Feng, SONG Shuang, et al. An one-end transmission line fault location method of high precision based on solving triangle under special working condition[J]. Electric Power Engineering Technology, 2017, 36(2):19-24.
- [8] SHEHAB-ELDIN E H, MCLAREN P G. Travelling wave distance protection-problem areas and solutions[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1988, 3(3):894-902.
- [9] MAGNAGO F H, ABUR A. Fault location using wavelets[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1998, 13(4):1475-1480.
- [10] ANCELL G B, PAHALAWATHA N C. Maximum likelihood estimation of fault location on transmission lines using travelling waves[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1994, 9(2):680-689.
- [11] 武霁阳, 王钢, 李海峰, 等. 考虑频变特性的直流线路故障行波精确计算方法及应用[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(18):122-128.
- WU Jiyang, WANG Gang, LI Haifeng, et al. Accurate traveling wave calculation method for HVDC transmission lines fault considering frequency characteristic and its application[J]. Automation of Electric Power Systems, 2016, 40(18):122-128.
- [12] 李澄, 鲍有理, 黄瑜, 等. 不受线路参数变化影响的故障测距原理研究[J]. 江苏电机工程, 2016, 35(5):67-70.
- LI Cheng, BAO Youli, HUANG Yu, et al. Research on fault location unaffected by parameters for transmission lines[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2016, 35(5):67-70.
- [13] 夏经德, 张向聪, 黄新波, 等. 基于纵向阻抗的双端量故障测距新算法[J]. 电力自动化设备, 2015, 35(10):133-139.
- XIA Jingde, ZHANG Xiangcong, HUANG Xinbo, et al. Fault locating based on longitudinal impedance according to dual-terminal variables[J]. Electric Power Automation Equipment, 2015, 35(10):133-139.
- [14] 林富洪, 王增平. 基于双曲正切函数相位特性的高压长线路故障测距新算法[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(3):76-80.
- LIN Fuhong, WANG Zengping. Fault location algorithm for high voltage long transmission lines based on phase characteristics of hyperbolic tangent function[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(3):76-80.
- [15] 林富洪. 基于分布参数模型线路保护与故障测距[D]. 北京: 华北电力大学, 2010:9-12.
- LIN Fuhong. Research on line protection and fault location based on the distributed parameters mode[D]. Beijing: North China Electric Power University, 2010:9-12.
- [16] DOAA Khalil Ibrahim, EL Sayed Tag Eldin, ESSAM El-Din Abou El-Zahab, et al. Unsynchronized fault-location scheme for nonlinear HIF in transmission lines[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2010, 25(2):631-637.
- [17] 商立群, 施围. 基于分布参数模型的同杆双回输电线路故障测距[J]. 西安交通大学学报, 2005, 39(12):1380-1383.
- SHANG Liqun, SHI Wei. Fault location algorithm for double-circuit transmission lines based on distributed parameter model[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University, 2005, 39(12):1380-1383.
- [18] 束洪春, 高峰, 陈学允, 等. T型输电系统故障测距算法研究[J]. 中国电机工程学报, 1998, 18(6):416-420.
- SHU Hongchun, GAO Feng, CHEN Xueyun, et al. A study on accurate fault location algorithm of EHV T connection to three terminals[J]. Proceedings of the CSEE, 1998, 18(6):416-420.
- [19] GIRGIS A A, HART D G, PETERSON W L. A new fault location technique for two-and three-terminal lines[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1992, 7(1):98-107.
- [20] 王伟, 余锐, 陈愚, 等. 特高压输电线路保护故障测距的应用研究[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(19):40-46.
- WANG Wei, YU Rui, CHEN Yu, et al. Application research of fault location of UHV transmission line protection[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(19):40-46.
- [21] 毛鹏, 孙雅明, 张兆宁. 具有冗余神经网络模型系统的输电线路故障测距的研究[J]. 中国电机工程学报, 2000, 20(7):28-33.
- MAO Peng, SUN Yamin, ZHANG Zhaoning. Study of fault location for high voltage over-head transmission line using neural networks model system with redundant neuron[J]. Proceedings of the CSEE, 2000, 20(7):28-33.
- [22] MERT Korkal, HANOCH Lev-Ari, ABUR Ali. Traveling-wave-based fault-location technique for transmission grids via wide-area synchronized voltage measurements[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2012, 27(2):1003-1011.

作者简介:



李澄

李澄(1987—),男,硕士,工程师,从事电网调度工作(E-mail: jylicheng-15@163.com);

袁磊平(1974—),女,本科,助理工程师,从事调控运行工作(E-mail: lpyuan@js.sgcc.com.cn);

严慧(1975—),男,本科,工程师,从事电网调度工作(E-mail: yanh@js.sgcc.com.cn)。

Two-terminal Fault Location Method Based on Amplitude of Function and Line Equal Partition

LI Cheng, YUAN Leipin, YAN Hui, SHAO Liang, ZHANG Yuling
(State Grid Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214061, China)

Abstract: The high probability of transmission line short circuit fault is due to bad weather, external damage, insulation aging and bird damage. In order to accurately locate the fault location and speed up line repair, this paper proposed a two-terminal fault location method using voltage and current data. In this method, the uniform transmission line equation was used to derive a new fault location function based on the unsynchronized data on both sides of the line, and the specific fault point or searching range was obtained by the amplitude characteristic of the function and line equal partition method. At last, MATLAB simulation and calculation results show that the proposed fault location method is simple and easy by meeting the line-searching needs, the located result (fault point or searching range) can overcome transition resistance and the unsynchronized data on both sides of the line, and is applicable to all kinds of short circuit fault type.

Key words: uniform transmission line; amplitude of function; equal partition method; fault location

(编辑 陈 娜)

(上接第 101 页)

A Station Domain Islanding Judgment Method Based on Voltage Class Topology Analysis

HUA Xiujuan¹, JIANG Miao¹, XU Guangfu¹, DING Xiaobing², WEI Chengzhi², YU Qunbing¹
(1. Nanjing Nari-Relays Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China;

2. Power Dispatching and Control Center of China Southern Power Grid, Guangzhou 510623, China)

Abstract: Based on the network communication platform, the islanding protection in the station domain can quickly realize the islanding state judgment which can make up for the deficiency of the principle of active and passive island protection. The current station-domain islanding judgment method which is based on the fixed grid structure analysis does not have universal applicability, so this paper proposes a method based on voltage class topology analysis to judge the isolated island in the station domain, in which the different voltage class characteristics is used to optimize the search path. Compared with the full matrix self multiplication and traditional tree search method, the proposed method is simple, small in memory and fast in computation. It is proved that the method is feasible and applicable to all kinds of grid structures in power system. In addition, this paper also puts forward the error prevention mechanism through the switch position fault tolerance verification to further strengthen the reliability of the protection algorithm.

Key words: judgment method of isolated island in station domain; topology analysis; voltage class; fault tolerance check for circuit breaker

(编辑 钱 悦)