

配电网故障定位技术现状与展望

季涛¹, 孙同景¹, 薛永端^{2,3}, 徐丙垠^{2,3}, 陈平^{2,3}

(1. 山东大学控制科学与工程学院, 山东 济南 250061; 2. 山东理工大学电气技术研究所, 山东 淄博 255049;
3. 山东科汇电气股份有限公司, 山东 淄博 255087)

摘要: 对现有的定位原理和方案进行了系统归纳并将其概括为三类:一类是以在线路端点处测量故障距离为目的的故障测距法;一类是故障发生后通过向系统注入特定信号实现寻迹的信号注入法;还有一类是根据故障点前后故障信息的不同确定故障区段的户外故障点探测法。概略分析了各种故障定位方法各自的优缺点以及适用的故障类型,在此基础上阐述了目前配电网故障定位存在的问题。最后探讨了配电网故障定位技术的研究方向和发展前景。

关键词: 配电网; 故障定位; 小电流接地故障; 继电保护

中图分类号: TM726; TM773 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)24-0032-06

0 引言

我国中低压配电网大多采用中性点非有效接地运行方式(俗称为小电流接地系统)。配电线路故障,尤其是单相接地故障的快速、准确定位,不仅对修复线路和保证可靠供电,而且对保证整个电力系统的安全稳定和经济运行都有十分重要的作用。

对于线路的相间短路故障,由于伴随出现过流现象,一般比较容易检测。但是配电网单相接地故障是发生几率最高的故障类型。虽然规程规定单相接地故障发生后系统可继续运行2h,但由于单相接地故障可能会进一步发展为两点或多点故障,从而引起跳闸停电事故^[1],所以,配电网故障定位主要是解决单相接地故障的准确定位难题。

目前对于小电流接地系统故障定位的研究也大多集中在单相接地故障定位方面的研究。许多学者对配电网的故障定位问题做了大量研究,主要可以概括为三类:一类是以在线路端点处测量故障距离为目的的故障测距法;一类是故障发生后通过向系统注入信号实现寻迹的信号注入法;还有一类是利用户外故障探测器检测的故障点前后故障信息的不同确定故障区段的户外故障点探测法。本文分析了当前各种配电网故障定位方法的优缺点,阐述了目前故障定位存在的问题,并由此提出了发展配电网故障定位技术的研究思路。

基金项目: 山东省自然科学基金(2004ZX26)

1 故障测距法

1.1 阻抗法

阻抗法的故障测距原理是假定线路为均匀线,在不同故障类型条件下计算出的故障回路阻抗或电抗与测量点到故障点的距离成正比,从而通过计算故障时测量点的阻抗或电抗值除以线路的单位阻抗或电抗值得到测量点到故障点的距离^[2~4]。

文献[3]对利用最小二乘法进行测量阻抗参数估计进行了初步探讨,以解决线路阻抗参数在距离保护中不够准确的问题;文献[4]对利用故障分量电流的阻抗法进行研究,以提高阻抗法故障测距的精度。

阻抗法具有投资少的优点,但受路径阻抗、线路负荷和电源参数的影响较大,对于带有多分支的配电线路,阻抗法无法排除伪故障点,它只适合于结构比较简单的线路。

1.2 行波法

根据行波理论,无论是相间短路故障还是单相接地故障,都会产生向线路两端传播的行波信号,利用在线路测量端捕捉到的暂态行波信号可以实现各种类型短路故障的测距。行波法是通过测量故障产生的行波在故障点及母线之间往返一趟的时间或利用故障行波到达线路两端的时间差来计算故障距离^[5,6]。

在输电线路行波测距技术获得成功应用的基础上^[7],已经有科研人员对配电网的故障行波测距开展研究^[8~10]。文献[8]提出通过识别来自故障点和不连续点的反射波来确定故障区段,从而找出与故障点相关的两个反射波,并由这两个波的最大相

关时间计算得到故障点到检测端距离的单端行波测距方法。文献[9]将零模和线模分量相结合,用零模分量对故障点反射波和对端反射波进行识别,用线模分量实现铁路自闭/贯通线路(一种独特的配电线路)的故障测距。上述两种方法从理论上可行,但由于配电网结构复杂,混合线路接头处,线路分支处和负荷处均为波阻抗不连续点,行波在波阻抗不连续点的折射和反射造成线路一端测得的行波波形将特别复杂,很难正确识别出故障点的反射波,使测距实现困难。文献[10]提出利用双端行波法实现故障测距,并解决了测距中波速度不连续的问题,有一定的实用性,但它只是对双端行波故障测距做了简单仿真验证,对实际应用中面临的困难和关键技术问题考虑不足,离实用化还有一定距离。

2 信号注入法

2.1 S注入法

S注入法是利用故障时暂时闲置的电压互感器注入交流信号电流,通过检测故障线路中注入信号的路径和特征来实现故障测距和定位^[11-13]。在发生接地故障后,通过三相电压互感器的中性点向接地线路注入特定频率的电流信号,注入信号会沿着故障线路经接地点注入大地,用信号寻迹原理即可实现故障选线并可确定故障点。

不少电力部门要求在系统出现单相接地时选出接地线路后立即停电,在停电状况下进行接地点定位。针对此种情况,文献[14]在基于注入信号电流定位法的基础上,提出了“直流开路,交流寻踪”的离线故障定位新方法。考虑到线路停电后绝缘可能恢复,该方法首先通过外加直流高压使接地点处于保持击穿状态,然后注入交流检测信号,通过寻踪注入的交流信号找出故障的准确位置。

S注入法最大的优点在于其适合于线路上只安装2相电流互感器的系统。其缺点在于:注入信号的强度受PT容量限制;接地电阻较大时线路上分布电容会对注入的信号分流,给选线和定点带来干扰;如果接地点存在间歇性电弧现象,注入的信号在线路中将不连续,给检测带来困难。该方法寻找故障点花费时间较长,有可能在此期间引发系统的第2点接地,造成线路自动跳闸。

2.2 加信传递函数法

文献[15]提出在故障出线处加方波诊断信号,根据故障后电路拓扑结构的变化,用频域分析进行定位的单端测距算法。该方法基于频谱分析的原理

和线路的分布参数模型,从线路首端施加方波激励信号源,在首端测量时域的零序电压和电流数据,计算得到频域传递函数,根据各分支端口传递函数频谱的频率、相位和波形特征实现接地故障定位。

文献[16]详细推导了三相配电线路接地故障定位的传递函数表达式,而文献[17]则给出了依据传递函数波形的频率、相位和幅值特征进行故障定位的判据,文献[18]通过试验进一步验证了利用传递函数法实现配电网故障定位的可行性和有效性。

为了实现多分支线路的故障定位,文献[19]在利用系统传递函数做为故障分析的基本方法的基础上,提出了解决多分支配电网接地故障定位的特征向量法。它是通过数字信号处理手段获得传递函数频谱特性,结合对网络结构以及波过程的分析,对一个分支的传递函数频谱特征做出总结和归纳,并通过与其它分支得到的频谱特征比较,选择合适的特征值来构造不同分支的分支特征向量和故障距离特征向量,利用分支特征向量判定故障所处的分支,利用故障距离特征向量获得故障距离。

传递函数法对中性点不接地系统具有测距结果不受负载参数变化影响的优点。但由于其取地模网络做为故障定位信息依据,不能解决只存在线模分量的相间短路故障的定位问题。其在理论上可行,但在实用化方面还存在不少困难和限制,尚未得到推广应用。

2.3 端口故障诊断法

文献[20]将模拟电路故障诊断理论应用于分布参数传输网故障诊断,提出利用单相接地后的故障电压和电流的特点进行测距和定位,从端口方程出发,通过施加音频正弦信号,以比较传输网可测端口故障前后测试信号的变化量为根据,实现自动在线定位故障分支。文献[21]详细描述了端口故障诊断法的原理及算法。端口故障诊断法的优点是故障诊断测后工作量小,适用于较大网络的故障诊断,缺点是分支上的故障点位置只能归结为分支与主支的联接点,确切故障距离无法确定,且采用线路两侧信息,需要数据通信,实用性不强。

3 户外故障点探测法

户外故障点探测法就是在配电线路的主要节点加装故障探测器,将探测信息加以汇总分析,得到故障所在区段。目前常用的户外故障探测器有线路故障指示器和线路FTU两种,都是根据故障点前后故障信息的不同确定故障所在区段。

当线路发生相间短路故障时,利用线路故障点上游出现过电流的现象可以很容易地实现故障点的定位。文献[22]提出通过线路 FTU 检测测量 CT 二次电流是否出现间断角判断线路过流故障,并将检测结果送至 SCADA 系统,实现故障的分段定位。文献[23]给出了利用故障指示器检测相间短路故障的故障启动条件,即突增电流应大于允许的过负荷电流,而小于线路末端短路的电流,同时还必须具备继电保护装置动作最短或最长时间内电流突降为零。文献[24]介绍了根据故障电流幅值大于正常情况电流幅值的现象实现电缆线路故障定位的一种故障指示器。

对于单相接地故障点的定位,文献[25]、[26]提出利用接地点前后零序电流所产生的磁场大小来确定故障点。发生接地故障时,接地故障点前的线路周围存在由负荷电流产生的垂直磁场和由接地故障电流产生的水平磁场,由于接地故障电流产生的磁场比负荷电流产生的磁场的垂直衰减速度慢,基于此可以检测出接地故障电流产生的磁场,接地点后将检测不到此磁场信息。由于零序电流与电网的分布电容大小及接地方式有关,此方法探测精度不高。国外对此已有研究和应用,如挪威分段悬挂在线路和分叉点上的悬挂式接地故障指示器等,其投资较大,不利于大面积推广。文献[27]根据故障点前向支路、后向支路和非故障支路的零序电压、零序电流的特点,提出通过测量空间电场和磁场的 5 次谐波并分析其幅值和相位关系判断小电流接地系统单相接地故障点。但由于 5 次谐波幅值较小,不易检测,如何提高检测装置的灵敏度和抗干扰能力,是其推广应用的关键。文献[28]根据配电网结构

和各分支点的零序电流大小进行故障分支的定位,其只适用于中性点不接地系统,不适用于中性点经消弧线圈接地系统。

对于实现了配电自动化的配电网,一般利用线路 FTU 实现线路故障信息的检测,并将检测结果通过通讯网络送至 SCADA 系统,SCADA 系统根据一定的故障定位算法就可以自动定位出故障所在区段。文献[29]给出了单电源树形配网或开环运行环形配网的故障定位矩阵算法。文献[30]提出了基于现场监控终端的优化矩阵算法,来解决双电源及多电源并列供电系统等配电网的故障定位问题。文献[31]提出基于遗传算法的配电网故障定位和隔离,实现自动纠错和准确故障定位。文献[32]提出一种新的故障定位数学模型,依此开发出适合复杂网络故障定位的高级遗传算法。遗传算法虽然具有高容错能力的优点,理论上可行,但实用性不强,并未得到广泛应用,目前应用广泛的还是利用矩阵算法实现故障的分段定位和隔离。对于没有实现配电自动化的系统,一般利用线路故障指示器实现故障点的分段定位,出现故障时,一般需要人工沿线查找,确定故障区段,自动化程度不高,但由于其具有成本低,易于安装的优点,目前仍得到广泛的应用。

现将上述各种故障定位方法的基本工作原理及其适用的故障类型归纳于表 1。

4 目前存在的问题

配电系统小电流接地故障电流微弱,故障电弧不稳定,使得准确定位其故障点成为难题。对于小电流接地故障检测的诸多方法,除信号注入法外,其

表 1 各种故障定位方法基本检测原理及适用的故障类型

Tab 1 Primary theory and functions of each fault location method

故障定位检测方法	基本检测原理	适用的故障类型
阻抗法	通过计算故障时测量点的阻抗或电抗除以线路的单位阻抗或电抗值得到测量点到故障点的距离。	单相接地故障及相间故障
行波法	通过测量故障产生的行波在故障点及母线之间往返一趟的时间或利用故障行波到达线路两端的时间差来计算故障距离。	单相接地故障及相间故障
S注入法	通过检测故障线路中注入的交流信号的路径和特征实现单相接地故障测距和定位。	单相接地故障
加信传递函数法	从线路首端施加方波信号,根据各分支端口传递函数频谱的频率、相位和波形特征实现单相接地故障定位。	单相接地故障
端口故障诊断法	利用单相接地后的故障电压和电流的特点,从端口方程出发,以比较传输网可测端口故障前后测试信号的变化量为根据,实现故障分支定位。	单相接地故障
户外故障点探测法	根据故障点前后故障探测器检测的故障信息的不同确定故障区段;通过检测线路出现的过电流现象实现相间短路故障的定位;通过检测零序电流的幅值或测量空间电场和磁场的 5 次谐波并分析其幅值和相位关系实现单相接地故障点的定位。	单相接地故障、相间故障

余检测方法均依赖发生故障前后配电网参数的变化。鉴于小电流接地系统的自身特点,当受到电磁干扰和谐波污染,可使信号失真,影响各种选择原理的可靠性和准确性。

目前,多数检测方法仅是理论可行,在实用化方面存在较大困难和限制。实践中,应用较为广泛的主要是基于注入信号的定位原理,该方法实际使用中并不理想,且检测时间较长。另外一种常用的基于故障指示器的定位方法,检测相间短路故障效果不错,但对于单相接地故障检测,实用效果很不理想。基于 FTU 的故障分段定位方法也没有很好的解决单相接地故障定位的问题,且实现配网自动化成本太高,限制了其应用范围。

5 配电网故障定位研究展望

文中所述故障定位方法按照检测方式可分为主动式和被动式两种。主动式一般是在线路不停电的情况下,故障发生后向系统注入特定的信号实现故障定位,如果接地点存在间歇性电弧现象,注入的信号在线路中将不连续,给故障定位带来困难,若是在离线的情况下利用其实现故障定位,需要外加直流高压使接地点保持击穿状态^[14],势必增加投资和检测复杂性。被动式主要是利用故障发生时采集信号中包含的故障信息以及故障前后线路参数的变化实现故障点的定位,不需要额外增加设备,在现场容易实现,所以利用被动式检测方法查找故障点是今后配电网故障定位的发展方向。

行波法具有不受系统参数、系统运行方式变化、线路不对称及互感器变换误差等因素的影响,在电子技术日益发展的今天,利用故障产生的行波信息实现配电网故障测距具有重要研究意义。但如何解决好实际应用中的关键技术问题,比如行波测距模式的确定、行波信号的获取、架空电缆混合线路的影响、多分支线路的影响以及高阻接地故障的影响等,是其获得成功应用的关键。

另外,通过安装故障指示器或线路 FTU 来实现配电网故障尤其是单相接地故障定位,仍然具有重要研究价值。随着技术的进步,只要选择检测原理与系统相适应的设备,一定可以提高单相接地故障定位的准确性和可靠性。

参考文献:

[1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理 [M]. 北京:

中国电力出版社,1994.

HE Jia-li, SONG Cong-ju. Relay Protection Theory of Power System [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

[2] Girgis A A, et al. A New Fault Location Technique for Two and Three-terminal Lines [J]. IEEE Trans PWRD, 1992, 7(1): 98-197.

[3] 黄彦全,肖建,李晋,等. 最小二乘法在距离保护中的应用初探 [J]. 继电器, 2004, 32(7): 17-20.

HUANG Yan-quan, XIAO Jian, LI Jin, et al. Primary Research of Implementing Least Square in Digital Distance Relaying [J]. Relay, 2004, 32(7): 17-20.

[4] 刘家军,李春举,李文玲. 在故障测距中应用故障分量电流的阻抗法研究 [J]. 电气化铁道, 2003, (5): 1-4.

LIU Jia-jun, LI Chun-ju, LI Wen-ling. Study of Distance Measuring via Impedance with Fault Current Component [J]. Electric Railway, 2003, (5): 1-4.

[5] Crossley P, Davidson M, Gale P. Fault Location Using Travelling Waves [J]. IEE Colloquium on Instrumentation in the Electrical Supply Industry, 1993: 1-3.

[6] 徐丙垠,葛耀中,朱锡贵. 利用暂态电流行波的输电线路故障测距技术 [A]. 第五次全国继电保护学术年会论文集. 北京: 1993.

XU Bing-yin, GE Yao-zhong, ZHU Xi-gui. Fault Location Based on Fault Generated Current Transients [A]. Proceedings of Fifth Protective Relaying Conference. Beijing: 1993.

[7] 陈平,徐丙垠,李京,等. 现代行波故障测距装置及其运行经验 [J]. 电力系统自动化, 2003, 27(6): 66-69.

CHEN Ping, XU Bing-yin, LI Jing, et al. Modern Travelling Wave Based Fault Locator and Its Operating Experience [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(6): 66-69.

[8] 严凤,杨奇逊,齐郑,等. 基于行波理论的配电网故障定位方法的研究 [J]. 中国电机工程学报, 2004, 24(9): 37-43.

YAN Feng, YANG Qi-xun, QI Zheng, et al. Study on Fault Location Scheme for Distribution Network Based on Travelling Wave Theory [J]. Proceedings of the CSEE, 2004, 24(9): 37-43.

[9] 蔡玉梅,何正友,王志兵,等. 行波法在 10 kV 铁路自闭/贯通线故障测距中的应用 [J]. 电网技术, 2005, 29(1): 15-19.

CAI Yu-mei, HE Zheng-you, WANG Zhi-bing, et al. Application of Travelling Wave Based Fault Location in 10 kV Railway Automatic Blocking and Continuous Power Transmission Lines [J]. Power System Technology, 2005, 29(1):

- 15-19
- [10] 和敬涵,季英业. 小电流接地系统单相接地故障测距方法的研究[J]. 华北电力技术, 2004, (1): 1-3
HE Jing-han, JI Ying-ye Research of Fault Distance Measure Algorithm for Non-Direct-Ground Neutral System [J]. North China Electric Power, 2004, (1): 1-3
- [11] 桑在中,潘贞存,李磊,等. 小电流接地系统单相接地故障选线测距和定位的新技术[J]. 电网技术, 1997, 21(10): 50-52
SANG Zai-zhong, PAN Zhen-cun, LI Lei, et al A New Approach of Fault Line Identification, Fault Distance Measurement and Fault Location for Single Phase-to-Ground Fault in Small Current Neutral Grounding System [J]. Power System Technology, 1997, 21(10): 50-52
- [12] 王新超,桑在中. 基于“S注入法”的一种故障定位新方法[J]. 继电器, 2001, 29(7): 9-11.
WANG Xin-chao, SANG Zai-zhong A New Approach of Fault Location Based on “S Injecting Signal”[J]. Relay, 2001, 29(7): 9-11.
- [13] 桑在中,张慧芬,潘贞存,等. 用注入法实现小电流接地系统单相接地选线保护[J]. 电力系统自动化, 1996, 20(2): 11-12
SANG Zai-zhong, ZHANG Hui-fen, PAN Zhen-cun, et al Protection for Single Phase to Earth Fault Line Selection for Ungrounded Power System by Injecting Signal [J]. Automation of Electric Power Systems, 1996, 20(2): 11-12
- [14] 张慧芬,潘贞存,桑在中. 基于注入法的小电流接地系统故障定位新方法[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(3): 64-66
ZHANG Hui-fen, PAN Zhen-cun, SANG Zai-zhong Injecting Current Based Method for Fault Location in Neutral Isolated Power System [J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(3): 64-66
- [15] 伊贵业,杨学昌,吴振升. 配电网接地故障定位的传递函数法[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2004, 28(3): 64-66
YI Gui-ye, YANG Xue-chang, WU Zhen-sheng Transfer Function Algorithm for Locating Ground Faults in Power Distribution Networks[J]. Journal of Tsinghua University, Sci & Tech, 2004, 28(3): 64-66
- [16] 杨学昌,翁扬波,吴振升,等. 配电线路接地故障定位传递函数法的理论分析[J]. 高压电器, 2002, 38(12): 15-18
YANG Xue-chang, WENG Yang-bo, WU Zhen-sheng, et al Theoretical Analysis of Transfer Function Algorithm for Grounded Fault Location in Three Phase Power Distribution Lines [J]. High Voltage Apparatus, 2002, 38(12): 15-18
- [17] 伊贵业,杨学昌,吴振升. 配电网传递函数故障定位法的判据分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(10): 29-33
YI Gui-ye, YANG Xue-chang, WU Zhen-sheng Analyzing the Criteria of Transfer Function Algorithm for Locating Ground Faults in Power Distribution Networks [J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(10): 29-33
- [18] 吴振升,杨学昌. 配电网接地故障定位传递函数法的试验[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(11): 34-37.
WU Zhen-sheng, YANG Xue-chang Test on a Transfer Function Algorithm for Locating Ground Faults in Power Distribution Networks [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(11): 34-37.
- [19] 吴振升,杨学昌,曹振翀,等. 多支配电网接地故障定位的特征向量法[J]. 电力系统自动化, 2003, 28(16): 45-50.
WU Zhen-sheng, YANG Xue-chang, CAO Zhen-chong, et al Method of Characteristic Vectors for Locating Ground Faults in Power Distribution Networks with Branches [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 28(16): 45-50.
- [20] 侯自力,彭兰芳. 树枝型电力网短路故障的端口比值分支定位法[J]. 电子科学学刊, 1990, 12(6): 641-645.
HOU Zi-li, PENG Lan-fang Port Ratio Branch Location of Short Fault for Tree Type Power Networks [J]. Journal of Electronics, 1990, 12(6): 641-645.
- [21] 侯自力,彭兰芳. 端口故障诊断法原理及算法[J]. 北京邮电学院学报, 1990, 13(2): 66-72
HOU Zi-li, PENG Lan-fang Port-Fault Diagnosis: the Principle and Algorithm [J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications, 1990, 13(2): 66-72
- [22] 薛永端,徐丙垠,冯祖仁. 利用测量电流互感器实现配电网故障电流检测的新方法[J]. 电力系统自动化, 2001, (21): 51-54.
XUE Yong-duan, XU Bing-yin, FENG Zu-ren Fault Current Detection Method Using Measurement Current Transformer for Distribution Automation [J]. Automation of Electric Power Systems, 2001(21): 51-54.
- [23] 祝兆丰,杜美如. CF1线路故障指示器功能及其应用[J]. 天津电力技术, 2000, (4): 44-46
ZHU Zhao-feng, DU Mei-ru CF1 Fault Circuit Indicator and Its Application [J]. Tianjin Electric Power Technology, 2000, (4): 44-46
- [24] 冯文胜. 电缆故障指示器的应用[J]. 广东电力, 2002,

- 15 (5) : 66-68
FENG Wen-sheng Application of Fault Circuit Indicator [J]. Guangdong Electric Power, 2002, 15 (5) : 66-68
- [25] Ranjbar A M, Shirani A R, Fathi A F. A New Approach for Fault Location Problem on Power Lines [J]. IEEE Trans on Power Delivery, 1992, 7 (1) : 146-151.
- [26] Gjermsted J. 省时省钱的架空配电线故障指示器 [J]. 电力情报, 1990, (2) : 80-87.
Gjermsted J. Indicator of Distribution Feeders with Saving Time and Money [J]. Information on Electric Power, 1990, (2) : 80-87.
- [27] 李孟秋, 王耀南, 王辉, 等. 小电流接地系统单相接地故障点探测方法的研究 [J]. 中国电机工程学报, 2001, 21 (10) : 6-9.
LI Meng-qiu, WANG Yao-nan, WANG Hui, et al A New Approach on Detecting the Single-to-Ground Fault Location on Power System with Neutral Unearthed [J]. Proceedings of the CSEE, 2001, 21 (10) : 6-9.
- [28] 伊贵业, 杨学昌, 吴振升. 用在线监测器的配电网故障定位方法 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2000, 40 (7) : 35-38
YI Gui-ye, YANG Xue-chang, WU Zhen-sheng Power Distribution Network Ground Fault Location Algorithm Using On-line Detectors [J]. Journal of Tsinghua University, Sci & Tech, 2000, 40 (7) : 35-38
- [29] 刘健, 倪建立, 杜宇. 配电网故障区段判断和隔离的统一矩阵算法 [J]. 电力系统自动化, 1999, 23 (1) : 31-33
LIU Jian, NI Jian-li, DU Yu A Unified Matrix Algorithm for Fault Section Detection and Isolation in Distribution System [J]. Automation of Electric Power Systems, 1999, 23 (1) : 31-33
- [30] 朱发国, 孙德胜, 姚玉斌, 等. 基于现场监控终端的线路故障定位优化矩阵算法 [J]. 电力系统自动化, 2000, 24 (8) : 42-44
ZHU Fa-guo, SUN De-sheng, YAO Yu-bin, et al Optimized Matrix Arithmetic of Line Fault Location Based on Field Terminal Unit [J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24 (8) : 42-44
- [31] 杜红卫, 孙雅明, 刘弘靖, 等. 基于遗传算法的配电网故障定位和隔离 [J]. 电网技术, 2000, 24 (5) : 52-55.
DU Hong-wei, SUN Ya-ming, LIU Hong-jing, et al Fault Section Diagnosis and Isolation of Distribution Networks Based on Genetic Algorithm [J]. Power System Technology, 2000, 24 (5) : 52-55.
- [32] 卫志农, 何桦, 郑玉平. 配电网故障区间定位的高级遗传算法 [J]. 中国电机工程学报, 2002, 22 (4) : 127-130
WEI Zhi-nong, HE Hua, ZHENG Yu-ping A Refined Genetic Algorithm for the Fault Sections Location [J]. Proceedings of the CSEE, 2002, 22 (4) : 127-130

收稿日期: 2005-04-13; 修回日期: 2005-05-20

作者简介:

季涛 (1975 -), 男, 博士研究生, 主要研究方向为电力线路故障监测与诊断技术; E-mail: jitsdu@163.com

孙同景 (1948 -), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为计算机先进控制与智能系统;

薛永端 (1970 -), 男, 博士, 研究方向为配电网自动化及其基于暂态信息的故障检测。

Current status and development of fault location technique for distribution network

J I Tao¹, SUN Tong-jing¹, XUE Yong-duan^{2,3}, XU Bing-yin^{2,3}, CHEN Ping^{2,3}

(1. Shandong University, Jinan 250061, China; 2. Shandong University of Technology, Zibo 255049, China;

3. Shandong Kehui Electric, Co., Ltd, Zibo 255087, China)

Abstract: Networks with ungrounded neutral are widely used in distribution system in China, it is an important subject on how to detect line fault especially single phase to earth fault in power system protective relaying. Through reviewing the relevant published documents, this paper summarizes all the existing theories to three types, including measuring fault distance on line's terminal, injecting stated signal in power system to search fault point, and check fault information's difference on fault point's forward and behind to confirm fault section. Advantages and disadvantages of these methods are analyzed respectively, based on which the problems existing in the field are proposed. In the end, the research orientation and further development of fault location technique are discussed.

This paper is supported by National Natural Science Foundation of Shandong Province (No. 2004ZX26).

Key words: distribution networks; fault location; single-phase grounding fault; protective relaying