



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107290629 B

(45)授权公告日 2020.09.01

(21)申请号 201710564310.X

(22)申请日 2017.07.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107290629 A

(43)申请公布日 2017.10.24

(73)专利权人 国网青海省电力公司海南供电公司

地址 813000 青海省海南藏族自治州共和
县恰卜恰镇健康南路6号

专利权人 国网青海省电力公司
国家电网公司

(72)发明人 贺顺生 田洪滨 张峰 卢耕儒
李治增 谭小刚 于昊颖

(74)专利代理机构 北京天盾知识产权代理有限公司 11421

代理人 黄淑娟

(51)Int.Cl.

G01R 31/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 102221660 A,2011.10.19

CN 101726692 A,2010.06.09

CN 205210233 U,2016.05.04

CN 104793106 A,2015.07.22

CN 105044549 A,2015.11.11

CN 105974266 A,2016.09.28

CN 1312472 A,2001.09.12

CN 102305900 A,2012.01.04

审查员 范明莉

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

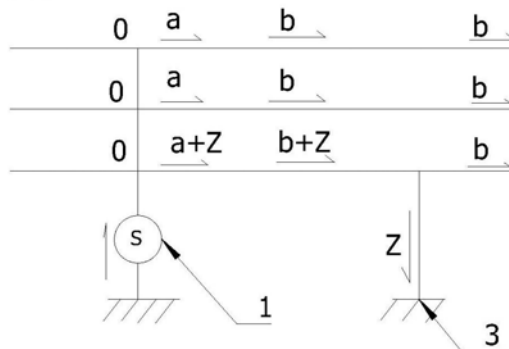
一种10KV低压配电网接地故障定位方法

(57)摘要

本发明涉及一种10KV低压配电网接地故障定位方法,包括以下步骤:在10KV低压配电网中通过母线PT向故障线路中注入S测量信号,在注入点两侧利用钳流表测量三相线路中各相线路电流值,根据三相电流是否平衡,判断接地点方向和接地相别。判断电流最大相的电流是否大于37.3mA,若大于37.3mA则采用非接触测量装置进行故障定位,从注入点开始沿接地方向测量,通过非接触测量装置寻找线路中电流突变量为17.5mA的参考位置,以所述参考位置为回溯点,向反方向通过直接查找、登杆测量等方式精确确定接地故障点。本发明减少登杆测量等工作内容,降低故障定位工作强度,提高定位效率,实际应用中,约90%的接地故障均可以利用本方法进行快速定位,工作强度小,工作危险程度低。

小号侧

大号侧



1. 一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其特征在于,包括以下步骤:

第一步,在10KV低压配电网中通过母线PT向故障线路中注入S测量信号;

第二步,在注入点两侧利用钳流表测量三相线路中各相线路电流值,根据三相电流是否平衡,判断接地点的方向和接地相别;

第三步,40mA注入条件下,判断电流最大相的电流是否大于37.3mA,若大于37.3mA则采用非接触式测量装置进行故障定位,若小于37.3mA则采用接触式测量;

第四步,当采用非接触式测量装置进行定位时,从注入点开始沿接地方向测量,通过非接触式测量装置寻找线路中电流突变量为17.5mA的参考位置,就可认为走过接地点;

第五步,以所述参考位置为回溯点,向反方向通过直接查找或登杆测量的方式精确确定接地故障点。

2. 根据权利要求1所述的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其特征在于,所述第三步中的非接触式测量装置是指基于电磁感应原理或霍尔效应原理制成的电流互感器。

3. 根据权利要求2所述的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其特征在于,所述非接触式测量装置是指利用罗氏线圈制成的电流互感器。

4. 根据权利要求1所述的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其特征在于,所述第一步中的S测量信号的频率为220HZ或者60HZ。

5. 根据权利要求1所述的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其特征在于,第四步中,该非接触式测量装置与待测导线的距离即测量距离小于15米。

一种10KV低压配电网接地故障定位方法

技术领域

[0001] 本发明设计配电网故障排查领域,尤其涉及一种10KV低压配电网接地故障定位方法。

背景技术

[0002] 目前市场上与工程上使用的单相接地故障巡查方法,大多采用S信号注入法,即线路出现单相接地故障时,往线路上注入一个S信号,然后通过测量装置,测量S信号泄露位置,从而确定故障点位置,尽管在使用时,效果显著,但装置使用时,需操作人员登上杆塔进行测量,一般在一个完整的巡查过程中大约需要4-5次登杆过程,这无疑给故障查找带来相当大的工作强度。

[0003] 基于上述问题,现有技术中提出了脉冲信号注入法、故障指示器等与S信号注入法类似的检测方法,但其操作原理及步骤基本相同,工作强度没有得到有效缓解,还有诸如方波信号诊断法、端口故障诊断法等方法则或是需要数据通信或是处于理论研究阶段,无法得到有效运用。

发明内容

[0004] 针对上述现状,本发明提出一种低压配电网接地故障定位方法,其利用简单数据判断故障情况,以根据判断结果利用非接触测量方法,降低故障排查的工作强度,提高故障排查效率。

[0005] 一种10KV低压配电网接地故障定位方法,包括以下步骤:

[0006] 第一步,在10KV低压配电网中通过母线PT向故障线路中注入S测量信号,其频率处于工频 n 次与 $n+1$ 次谐波之间。

[0007] 第二步,在注入点两侧利用钳流表测量三相线路中各相线路电流值,根据三相电流是否平衡,判断接地点的方向和接地相别。

[0008] 第三步,判断电流最大相的电流是否大于37.3mA,若大于37.3mA则采用非接触测量装置进行故障定位,若小于37.3mA则采用普通测量方式,如接触式测量等。

[0009] 第四步,当采用非接触测量装置进行定位时,从注入点开始沿接地方向测量,通过非接触测量装置寻找线路中电流突变量为17.5mA的参考位置,就可认为走过接地点。

[0010] 第五步,以所述参考位置为回溯点,向反方向通过直接查找或登杆测量的方式精确确定接地故障点。

[0011] 较优地,所述第三步中的非接触式测量装置是指基于电磁感应原理或霍尔效应原理制成的电流互感器。

[0012] 较优地,所述非接触式测量装置是指利用罗氏线圈制成的电流互感器。

[0013] 较优地,所述第一步中的S测量信号的频率为220HZ或者60HZ。

[0014] 较优地,第四步中,该非接触式测量装置与待测导线的距离即测量距离小于15米。

[0015] 本发明的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,通过利用非接触测量方法减少

登杆测量等工作内容,降低故障定位工作强度,提高定位效率,实际应用中,约90%的接地故障均可以利用本方法进行快速定位,工作强度小,工作危险程度低。

附图说明

- [0016] 图1为本发明一种10KV低压配电网接地故障定位方法原理图1;
 [0017] 图2为本发明一种10KV低压配电网接地故障定位方法模拟电路图2;
 [0018] 图3为本发明一种10KV低压配电网接地故障定位方法模拟电路3;
 [0019] 图4为本发明一种10KV低压配电网接地故障定位方法电流矢量图;
 [0020] 图5为本发明一种10KV低压配电网接地故障定位方法模拟电路4.

具体实施方式

[0021] 本发明的一种10KV低压配电网接地故障定位方法,其在架空线路下方地面上设置线圈与导线,在特定距离对线路上施加的检测信号进行非接触式感应测量,以取代传统钳表接触测量的方法,该方法通过设置合理的线圈等参数,实现不需登杆即可进行故障定位,减少定位工作量,降低安全风险。

[0022] 较优地,本发明采用的线圈使用罗氏线圈(ROGOWSKI),罗氏线圈是一种线性度好,结构简单,安全便捷的电流检测工具。由于导线附近的局部磁场与导线中流过的电流有关,可以通过磁场测量间接得到导线中电流数据。

[0023] 下面介绍本发明进行电流测量的原理。

[0024] 1、罗氏线圈中电势与被测导线中电流的关系

[0025] 如图1所示,在距离测量点H距离处,当H远大于线圈直径的时候,线圈中平均磁感应强度可以等效为线圈中心点处的磁感应强度,因此线圈中感应电压可表示为:

$$[0026] \quad E = -n * \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad 1-1$$

$$[0027] \quad \text{又 } \Phi = B * S \quad 1-2$$

[0028] 距离一笔直导线H处其磁感应强度B为

$$[0029] \quad B = \frac{\mu i}{2\pi H} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2) \quad 1-3$$

[0030] 导线视为无限长,则有 $\theta_1 = 0, \theta_2 = \frac{\pi}{2}$,得到

$$[0031] \quad B = \frac{\mu i}{2\pi H} \quad 1-4$$

[0032] 由1-1,1-2,1-3得到

$$[0033] \quad E = \frac{ns}{2\pi R} \delta \mu * \frac{\Delta i}{\Delta t} \quad 1-5$$

[0034] 由此可知罗氏线圈中得到的感应电动势E与施加电流的微分成正比,令施加电流为:

$$[0035] \quad i = I_{\max} * \sin \omega t \quad 1-6$$

$$[0036] \quad \text{式1-6微分得到 } \frac{\Delta i}{\Delta t} = I_{\max} * \omega \sin \omega t \quad 1-7$$

$$[0037] \quad \text{由1-5,1-7得到 } E = -I_{\max} * \frac{n s \delta \mu w}{2 \pi H} * \cos Wt \quad 1-8$$

$$[0038] \quad \text{又 } W = 2\pi f, \text{代入得到 } E = -I_{\max} * \frac{n s \delta \mu f}{H} * \sin (Wt - 90^\circ) \quad 1-9$$

$$[0039] \quad \text{即 } E_{\text{rms}} = I_{\text{rms}} * \frac{n s \delta \mu f}{H} \quad 1-10$$

$$[0040] \quad E_{\text{rms}} = I_{\text{rms}} * \frac{\beta \delta}{H} \quad 1-11$$

[0041] 其中,E为罗氏线圈上的感应电动势, $I_{\max}$ 为被测导线上的峰值电流值,n为罗氏线圈匝数,S为罗氏线圈面积, δ 为电流磁场穿过罗氏线圈的有效面积与S比值, μ 为真空磁导率,f为被测电流频率,H为被测导线距离线圈中心距。

[0042] 2、利用接地故障模型及接地故障点判断方法

[0043] 通过直接测量注入点1两侧三相电流的大小是否平衡,可以判断出接地点3的方位以及接地相别,并最终确定接地点3位置;本发明中采用的非接触式测量方式对故障点方向和位置进行判断时,非接触测量设备测量得到的是三相电流强度之和,为了实现准确的测量及判断,需要对实际线路进行建模分析,确定不同阻抗条件下,信号源注入点1两侧三项电流分布情况。如图2所示,我们建立10KV线路单相接地故障实际线路的等效物理模拟电路图。取工程测量均值,以一千米上分布电容 $C_0 = 0.011 \mu\text{F}$ 进行计算,10Km线路三相电路其分布电容 $C = 0.33 \mu\text{F}$,在频率为f电流条件下其分布电容的容抗为

$$[0044] \quad X_c = \frac{1}{2\pi f C} = 21922 \Omega。$$

[0045] 如图3所示,利用由矢量三角(图4)计算电流分布,为便于分析,我们假设信号源和注入点1在线路末端,分布电流b流向小号侧,接地电流Z由接地相流向接地点3。当接低阻抗与分布电容容抗相等时,注入40mA的电流得到分布电流 $IC = 3b = IR = Z = I_{\text{总}} * \sin 45^\circ = 28\text{mA}$ 。即在10Km线路中,当接地阻抗等于分布电容容抗的时候, $3b = Z$,当接地阻抗远大于分布电容容抗的时候, $3b \gg Z$ 。

[0046] 在上述理论及模型的基础之上,利用钳表测量注入点1两侧三项电流判断接地点3方向与相别后,再进行故障点定位,考虑到线路分布电容对故障侧所施加信号电流存在衰减,因此使用非接触式测量方式来判断电流突变时需考虑分布电容漏电流造成的测量数值衰减,避免线将测量衰减信号误判为流过接地点3而出现的电流突变信号,如图5所示,以注入点1在线路首端,接地点3在线路末端的模型进行说明。

[0047] 为了便于分析,假设接地阻抗R等于10Km的分布电容容抗,即在40mA注入条件下,通过矢量计算电流分布情况为 $IC = IR = 28\text{mA}$,由于线路三相分布电容相等,那么上图中A相电流即 $a = 9.33\text{mA}$,B相电流即 $a = 9.33\text{mA}$,C相电流即 $a + Z = 37.3\text{mA}$,对于测量设备来讲注入点1处3相电流之和为 $3a + Z = 56\text{mA}$,在故障侧线路中点处电流 $3b + Z = 42\text{mA}$,即中点处电流衰减突变14mA,按照上述分析当接地阻抗大于分布电容容抗,故障侧线路中点处的电流衰减突变量会随着阻抗的增大而增大,实际上只要存在线路长度,就会存在电流的衰减,通过分析接地点3前后的电流突变量与上述由于线路分布电容对电流衰减而造成的电流突变的关系,进而利用判断接地点3前后的电流突变量大小来确定故障的位置。

[0048] 因此,只要接地点3前后的电流突变量大于由于线路分布电容对电流衰减而造成的电流突变量,就可以利用非接触式测量设备进行测量,考虑其他干扰等问题可能造成的非接触式装置测量的波动,突变量差值越大越有利于故障点定位的准确性与可靠性,基于工程经验,接地点3前后电流突变量与10km线路中点处分布电容对电流的衰减突变量之间至少差值14mA,而这个差值恰恰是接地阻抗等于10km线路的容抗时,接地点3前后突变量28mA减去10km线路中点处分布电容对电流的衰减突变量14mA的值。

[0049] 综上分析得出,当接地阻抗小于等于10km线路的容抗,利用非接触式测量装置进行故障点定位时,即使出现在故障侧线路中点处出现电流衰减突变,但只要不大于14mA,都是可以做出准确的判断,且可以确定接地点3在测量点大号侧,当测量出现电流突变超过28mA即可以认为接地点3在测量点的小号侧,考虑到现有智能遥感装置在实际使用时在距离注入点1故障侧25米处(电流最大点处)会将三相电流56mA强行校正到35mA,对应的接地位置方向门限需要相应的改变,从原来只要不大于14mA变为只要不大于8.75mA都是可以准确判断而且可以认为接地点3在测量点大号侧;直到采用二分法测量出现电流突变超过17.5mA可以认为接地点3在测量点的小号侧。

[0050] 3、利用非接触式测量设备进行故障点定位的方法

[0051] 根据上文中的结论,得到非接触式测量装置的实际使用条件为:在10km条件下,接地阻抗R必须小于线路分布电容容抗,通过判断接地阻抗的大小,进而在故障定位中选择使用采用钳流表定位或者非接触式测量定位,由于目前我们的装置没有直接对接地阻抗的测量功能,采用在故障点定位的第一步即使用钳表判断接地方向与接地相别时,通过判断接地相电流是否大于等于10km线路接地阻抗 X_c 时在接地相产生的电流值(37.3mA)。就可以间接确定线路接地阻抗大小,从而确定是否适合采用非接触式测量装置。

[0052] 同理如果线路长度为20km,那么接地阻抗临界值就变成了20km时线路的容抗值

$$R = \frac{1}{2} X_c, \text{此时在接地相产生的电流值依然为} 37.3\text{mA}。$$

[0053] 同理如果线路长度为30km,那么接地阻抗临界值就变成了30km时线路的容抗值

$$R = \frac{1}{3} X_c, \text{此时在接地相产生的电流值依然为} 37.3\text{mA}。$$

[0054] 同理如果线路长度为50km,那么接地阻抗临界值就变成了50km时线路的容抗值

$$R = \frac{1}{5} X_c, \text{此时在接地相产生的电流值依然为} 37.3\text{mA}。$$

[0055] 从上面的分析可以看出,线路的长度仅仅影响使用非接触式测量设备所对应的接地阻抗临界条件,在实际使用当中,采用接地相电流是否大于37.3mA作为判据不必考虑实际故障线路有多长以及对应的接地临界阻抗有多大,只需在故障定位的第一步确定故障方向与相别时,通过钳流表测量得到的接地相电流是否大于37.3mA门限值,来确定后续接地点3定位到底采用智能遥感装置还是采用钳流表进行故障点定位。

[0056] 4、利用非接触式测量设备进行故障定位的步骤

[0057] 通过上述的分析以及现场应用的实况得出智能遥感装置配合故障定位步骤如下:

[0058] 第一步:在10KV低压配电网中通过母线PT向故障线路中注入S测量信号,其频率处于工频n次与n+1次谐波之间。

[0059] 第二步:在注入点1两侧利用钳流表测量三相电流值,根据三相电流是否平衡,判断接地点3的方向和接地相别。

[0060] 第三步:判断电流最大相的电流是否大于37.3mA,若大于37.3mA则采用非接触测量定位方法进行故障定位,若小于37.3mA则采用普通测量方式,如接触式测量等。

[0061] 第四步:当采用非接触测量定位方法时,通过非接触测量装置寻找电流突变量为17.5mA的参考位置,就可认为走过接地点3。

[0062] 第五步:以上述参考位置为回溯点,通过查找、登杆测量等方式精确确定接地点3。

[0063] 最后应当说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对本发明保护范围的限制,尽管参照较佳实施例对本发明作了详细地说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的实质和范围。

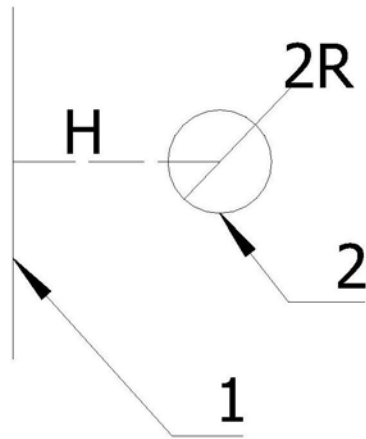


图1

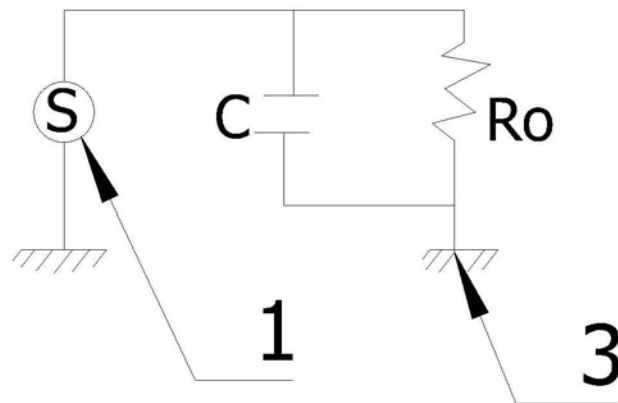


图2

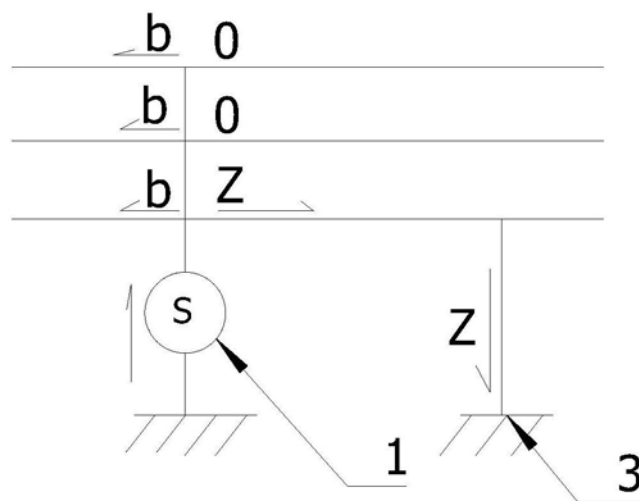


图3

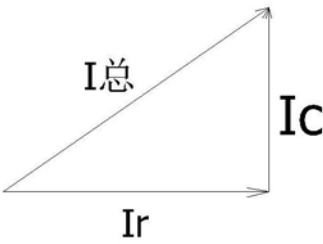


图4

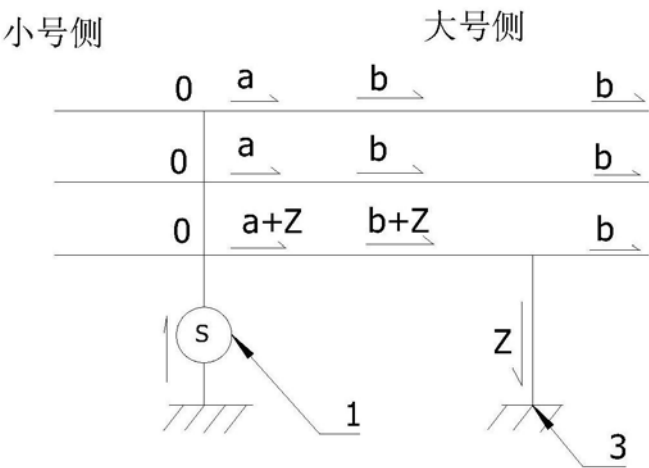


图5