



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106771843 B

(45)授权公告日 2020.02.14

(21)申请号 201510808586.9

(22)申请日 2015.11.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106771843 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号
专利权人 中国石油化工股份有限公司抚顺
石油化工研究院

(72)发明人 时振堂 黎德初 孙进 钱志红
李志远 李君

(51)Int.Cl.
G01R 31/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 103969554 A,2014.08.06,全文.
CN 103954894 A,2014.07.30,全文.
CN 203811728 U,2014.09.03,全文.
CN 103487727 A,2014.01.01,全文.
CN 101593944 A,2009.12.02,全文.
CN 101299538 A,2008.11.05,全文.
JP S6255570 A,1987.03.11,全文.
许珉等.电力电缆故障低压脉冲自动测距方法.《继电器》.2007,第35卷(第7期),第37-40页.

审查员 魏程程

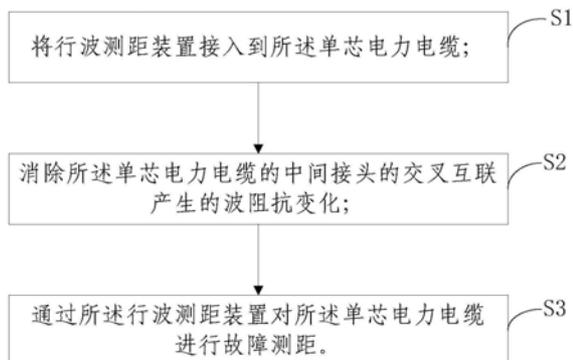
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种单芯电力电缆的故障行波测距方法

(57)摘要

本发明涉及一种单芯电力电缆的故障行波测距方法,包括:将行波测距装置接入到所述单芯电力电缆;消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化;通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障测距。本发明将单芯电力电缆中间接头交叉互联处的金属护层接入电容器或直接接地,能够基本消除此处波阻抗的变化,消除行波信号在此处的折反射,从而使得在进行故障行波测距时,故障行波信号能够全线传输,实现单芯电力电缆的全线故障行波测距。



1. 一种单芯电力电缆的故障行波测距方法,其特征在于,包括:
 - 将行波测距装置接入到所述单芯电力电缆;
 - 消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化;
 - 通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障测距;
 - 其中,所述消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化,具体包括:
 - 将所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地、将所述单芯电力电缆中间接头处的金属护层通过第一电容器接地或在所述单芯电力电缆中间接头的同相的两段金属护层之间串联第二电容器;
 - 所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地,具体包括:
 - 将所述护层保护器短路接地,所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地;
 - 将所述单芯电力电缆中间接头处的金属护层通过第一电容器接地,具体包括:所述单芯电力电缆中间接头的金属护层与地之间串联所述第一电容器,将所述第一电容器与所述护层保护器并联接地。
2. 根据权利要求1所述的故障行波测距方法,其特征在于,所述通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障检测,具体包括:
 - 在高压下对所述单芯电力电缆进行故障点击穿;
 - 所述单芯电力电缆产生故障高频脉冲行波信号;
 - 采集所述高频脉冲行波信号;
 - 根据所述高频脉冲行波信号检测所述故障点的位置信息。

一种单芯电力电缆的故障行波测距方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力设备检测技术领域,尤其是涉及一种单芯电力电缆的故障行波测距方法。

背景技术

[0002] 随着技术进步和供电质量要求的提高,电力电缆在电网中所占的比例越来越大,在一些城市的市区已经逐步取代架空线路,并向高电压等级发展。随着电缆数量的增多及运行时间的延长,电缆故障的发生愈加频繁。如何准确、迅速判定电力电缆的故障点位置是及时修复电力电缆、提高供电可靠性的前提保证。

[0003] 电力电缆的故障点定位,一般需要进行故障诊断、故障测距和精确定点三个步骤。其中,故障诊断可以通过高压试验进行;精确定点一般采用声频或其他频率感应技术。故障测距也叫故障粗测,是指在电缆的一端或两端使用适当的仪器,对故障电缆线芯施加测试信号,或者在线测量、分析故障信息,初步确定故障点到某一端的距离,为精确定点提供范围信息。电力电缆的故障测距方法很多,总体上可分为行波法和阻抗法两类,根据电缆运行状态,又分为离线测距和在线测距。为了尽快准确地找到电力电缆故障点,减少地面开挖等工程量和停电时间,故障行波测距技术得到了广泛应用。

[0004] 行波法利用高电压对电缆故障进行电击穿,测量故障处击穿放电的电脉冲从故障点到测试点的时间就可计算故障点距离。故障行波测距不受故障点过渡电阻、线路结构等因素的影响,且测距精度高,因此得到了更为广泛的应用。

[0005] 通常35kV及以下电力电缆和控制通信电缆采用三芯或多芯(低压电力电缆或增加中性线、保护线等成为四芯、五芯电缆)结构,电缆芯线外部合成磁场较弱,可以采用磁性保护材料。电缆中间接头屏蔽保护层通常直接相连并不接地,中间接头波阻抗变化很小,因此,电缆全长波阻抗基本不变,中间接头对故障测距行波信号的折反射非常弱,不影响信号的识别和判断。行波测距法在三芯以上电力电缆和控制通信电缆中得到了广泛的应用,并且利用即将损坏的电缆运行时的弱放电信号,开发了在线测距或称电缆预警技术。

[0006] 35kV及以上电力电缆由于制造和施工原因,一般采用单芯电力电缆,尤其是110kV以上的电力电缆。对于较长的单芯电力电缆,为了避免绝缘外护层击穿,相关规程要求较长的电力电缆线路,电缆应分成3的倍数段,金属护层在每一个中间接头进行交叉互联,通过保护器接地,以保证金属护层感应电压不超过50V,并减少过电压危害。根据分析,单芯电力电缆中间接头处金属护层交叉互联后,理论上相当于电缆的绝缘层电场与外部空气电场串联,电缆波阻抗在中间接头处变的很大。因此,行波信号在单芯电力电缆中间接头交叉互联处会发生严重折反射,使得传统的行波测距技术发生严重误判、无法顺利实现。现场实际经验表明,从测试点看去,在具有交叉互联中间接头的单芯电力电缆第一个中间接头后的故障点,行波测距仪会判断为故障点位置是第一个中间接头,行波测距法针对单芯电力电缆实际上是很难实际应用的,包括在线和离线的方法。

发明内容

[0007] 基于上述问题,本发明提供一种单芯电力电缆的故障行波测距方法,将单芯电力电缆中间接头交叉互联处的金属护层接入电容器或直接接地,能够基本消除此处波阻抗的变化,消除行波信号在此处的折反射,从而使得在进行故障行波测距时,故障行波信号能够全线传输,实现单芯电力电缆的全线故障行波测距。

[0008] 为实现上述发明目的,本发明提供一种单芯电力电缆的故障行波测距方法,其特征在于,包括:

[0009] 将行波测距装置接入到所述单芯电力电缆;

[0010] 消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化;

[0011] 通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障测距。

[0012] 其中,所述消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化,具体包括:

[0013] 将所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地、将所述单芯电力电缆中间接头处的金属护层通过第一电容器接地或在所述单芯电力电缆中间接头的同相的两段金属护层之间串联第二电容器。

[0014] 其中,所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地,具体包括:

[0015] 将所述护层保护器短路接地,所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地。

[0016] 其中,将所述单芯电力电缆中间接头处的金属护层通过第一电容器接地,具体包括:所述单芯电力电缆中间接头的金属护层与地之间串联所述第一电容器,将所述第一电容器与所述护层保护器并联接地。

[0017] 其中,所述通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障检测,具体包括:

[0018] 在高压下对所述单芯电力电缆进行故障点击穿;

[0019] 所述单芯电力电缆产生故障高频脉冲行波信号;

[0020] 采集所述高频脉冲行波信号;

[0021] 根据所述高频脉冲行波信号检测所述故障点的位置信息。

[0022] 本发明的单芯电力电缆的故障行波测距方法,基于行波测距的原理,将单芯电力电缆中间接头交叉互联处的金属护层接入电容器或直接接地,短路电缆中间接头的交叉互联引起的金属护层与地之间的电场,能够基本消除此处波阻抗的变化,消除行波信号在此处的折反射,从而使得在进行故障行波测距时,故障行波信号能够全线传输,实现单芯电力电缆的全线故障行波测距。

附图说明

[0023] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0024] 图1示出了本发明的单芯电力电缆的故障行波测距方法的流程图。

[0025] 图2示出了本发明的故障行波测距方法的第一实施例的电容器的连接示意图。

[0026] 图3示出了本发明的故障行波测距方法的第二实施例的电容器的连接示意图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0028] 图1示出了本发明的单芯电力电缆的故障行波测距方法的流程图。

[0029] 参照图1，本发明的一种单芯电力电缆的故障行波测距方法，具体包括步骤：

[0030] S1、将行波测距装置接入到所述单芯电力电缆；

[0031] S2、消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化；

[0032] S3、通过所述行波测距装置对所述单芯电力电缆进行故障测距。

[0033] 本发明的实施例中，行波测距装置可以采用单端或双端、在线或离线、一次或多次脉冲、直流脉冲或交流正弦波或混合波形电压，在此不做具体限制。

[0034] 另外，步骤S2，消除所述单芯电力电缆的中间接头的交叉互联产生的波阻抗变化，具体包括：

[0035] 将所述单芯电力电缆中间接头的金属护层直接接地、将所述单芯电力电缆中间接头处的金属护层通过第一电容器接地或在所述单芯电力电缆中间接头的同相的两段金属护层之间串联第二电容器。

[0036] 上述方法中，将单芯电力电缆的中间接头的金属护层直接或间接接地，可以短路电缆中间接头的交叉互联引起的金属护层与地之间的电场，能够基本消除此处波阻抗的变化，消除行波信号在此处的折反射，从而使得在进行故障行波测距时，故障行波信号能够全线传输。

[0037] 以下通过具体实施例详细描述本发明的故障行波测距方法。

[0038] 图2示出了本发明的故障行波测距方法的第一实施例的电容器的连接示意图。

[0039] 在一个实施例中，如图2所示，单芯电力电缆的中间接头的金属护层通过交叉互连接线10分别连接到护层保护器20的一端，护层保护器20的另一端接地，并且电容器30并联连接到护层保护器20。

[0040] 上述实施例中，电容器30的容量选择使得对于行波信号，阻抗接近于0；对于工频感应电压或试验频率电压，如振荡波或变频试验电源，阻抗相对较大，以避免影响电缆正常运行或试验状态。

[0041] 具体地，在电缆波阻抗 $Z_c = 50 \Omega$ 、工频 $f_0 = 50\text{Hz}$ 和行波最低频 $f_w = 10\text{kHz}$ 条件下，电容器容量选择：

[0042] 对行波频率阻抗很小，即 $\frac{1}{2\pi f_w C} = Z_c$ ，如取 $0.05Z_c$ 即 2.5Ω ，则电容器

$$[0043] \quad C \geq \frac{1}{2\pi f_w \times 0.05Z_c} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 10 \times 10^3 \times 0.05 \times 50} = 6.4 \mu F$$

[0044] 对于工频阻抗，电容器阻抗

$$[0045] \quad X_{c0} = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 6.4 \times 10^{-6}} = 1k\Omega$$

[0046] 最大电容电流,按照最大感应电压50V计算

$$[0047] \quad I_{c0} = \frac{U}{X_{c0}} = \frac{50}{1000} = 50mA$$

[0048] 电容器对于电缆故障行波信号的阻抗很小,而对于工频信号的阻抗很大,使得中间接头的波阻抗空气部分被短接,波阻抗变化很小,故障行波信号几乎不发生折反射而顺利通过。

[0049] 图3示出了本发明的故障行波测距方法的第二实施例的电容器的连接示意图。

[0050] 在另一个实施例中,如图3所示,单芯电力电缆中间接头的金属护层通过交叉互连连接线10后串联到电容器40,然后电容器40连接到护层保护器20的一端,护层保护器20的另一端接地。

[0051] 上述实施例中,同样地在电缆波阻抗 $Z_c = 50 \Omega$ 、工频 $f_0 = 50\text{Hz}$ 和行波最低频 $f_w = 10\text{kHz}$ 条件下,电容器容量选择:

[0052] 对行波频率阻抗很小,即 $\frac{1}{2\pi f_w C} = Z_c$,如取 $0.1Z_c$ 即 5Ω ,则电容器

$$[0053] \quad C \geq \frac{1}{2\pi f_w \times 0.1Z_c} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 10 \times 10^3 \times 0.1 \times 50} = 3.2\mu F$$

[0054] 对于工频阻抗,电容器阻抗

$$[0055] \quad X_{c0} = \frac{1}{2\pi f_0 C} = \frac{1}{2 \times 3.1416 \times 50 \times 3.2 \times 10^{-6}} = 2k\Omega$$

[0056] 最大电容电流,按照最大感应电压50V计算

$$[0057] \quad I_{c0} = \frac{U}{X_{c0}} = \frac{50}{2000} = 25mA$$

[0058] 基于上述,本实施中的电容器对于电缆故障行波信号的阻抗很小,而对于工频信号的阻抗很大,使得中间接头的交叉互连的波阻抗被短接,波阻抗变化很小,故障行波信号可以顺利通过。

[0059] 在本发明的又一个实施例中,步骤S2中,消除单芯电力电缆的中间接头的交叉互连产生的波阻抗变化,也可以为:将所述单芯电力电缆的中间接头的金属护层直接接地。

[0060] 本实施例中,金属护层直接接地相当于物理上将金属护层分相直联接地,此种方式更有利于行波传输,但金属护层直接接地在电缆正常运行时会影响接地回流线的电流,因此本实施例的方案适用于停电试验时进行故障行波测距。

[0061] 另外,本发明的步骤S3在一个实施例中可以为:

[0062] 在高压下对所述单芯电力电缆进行故障点击穿;

[0063] 所述单芯电力电缆产生故障高频脉冲行波信号;

[0064] 采集所述高频脉冲行波信号;

[0065] 根据所述高频脉冲行波信号检测所述故障点的位置信息。

[0066] 但是本发明的步骤S3的行波测距方法并不限于上述实施例,任意适用于本发明的行波测距方法的具体过程均适用于本发明。

[0067] 本发明的故障行波测距方法,基于行波测距的原理,通过单芯电力电缆的金属护

层交叉互联处接地或接入电容器,短路电缆中间接头的交叉互联引起的金属护层与地之间的电场,基本消除电缆在此处的波阻抗变化,避免了故障行波信号的折反射,使得电缆故障行波信号可以顺利通过中间接头,从而可以实现单芯电力电缆故障的离线或在线行波测距。

[0068] 以上具体实施方式仅用以说明本发明的具体实施技术方案而非限制,尽管参照实例对本发明进行了详细说明,本领域的技术人员应当理解,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精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

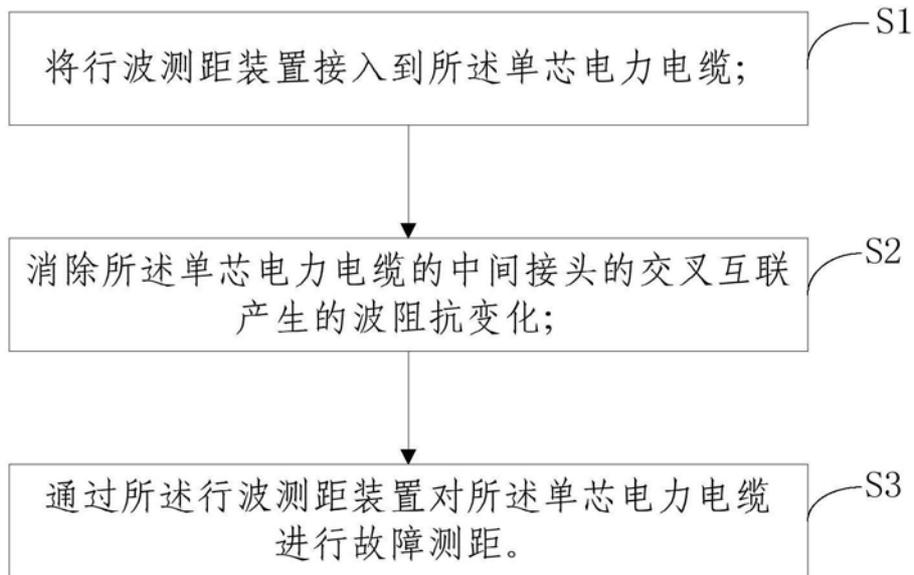


图1

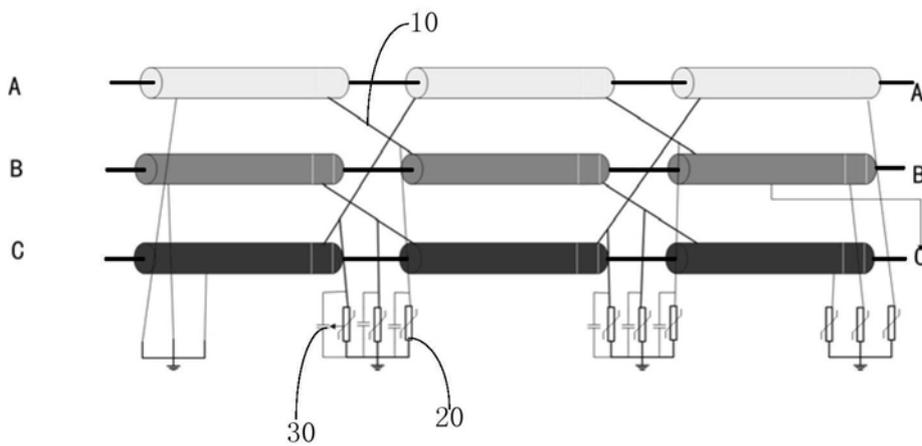


图2

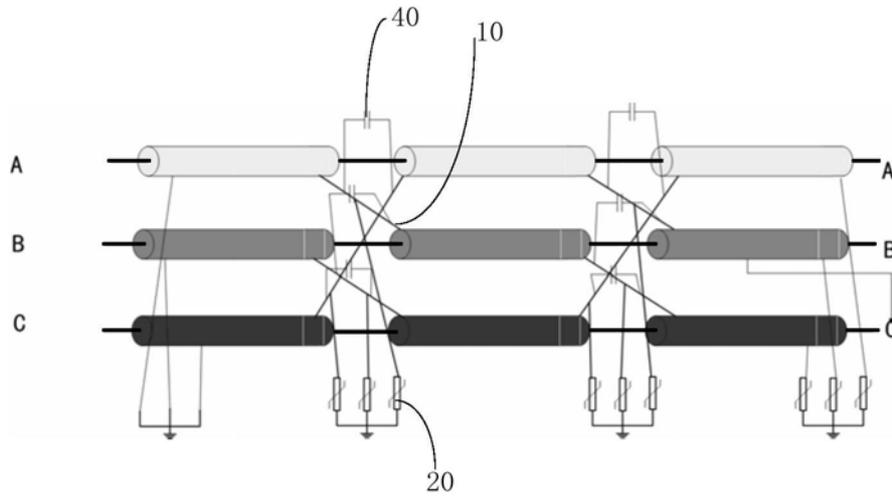


图3