

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103176106 A

(43) 申请公布日 2013.06.26

(21) 申请号 201310067295.X

(22) 申请日 2013.03.01

(71) 申请人 江苏镇安电力设备有限公司

地址 212028 江苏省镇江市丹徒新区工业园
区纬五路 18 号

申请人 王金全

(72) 发明人 王金全 叶小松 徐晔 吴振飞

杨涛 邢鸣 李乾 丁建兴 冯伟

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所

(普通合伙) 32249

代理人 陈建和

(51) Int. Cl.

G01R 31/08 (2006.01)

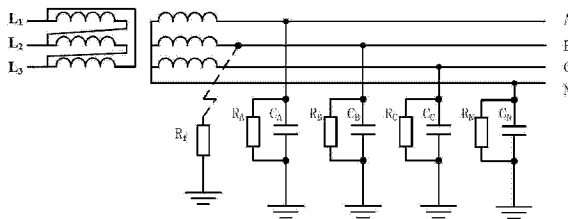
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种配出中性导体 IT 系统单相接地故障选相方法

(57) 摘要

船舶岸电系统单相故障选相方法,通过实验得到船舶岸电系统各故障电阻区间特征量的整定值,以绝缘检测装置 IMD 检测船舶岸电系统的绝缘值;当绝缘检测装置 IMD 检测到船舶岸电系统的绝缘值下降后,系统进入选相流程,通过采集船舶岸电系统的故障后相线与中性线对地电压值,计算得到三个特征量,分别是 A、B、C 三相对地电压 U_i ($i=1,2,3$) 与相电压 E_i 差值的绝对值之和 $\Sigma(U_i-E_i)$ 、故障前后任意相线与其滞后相对地电压变化量比值的最大值, A、B、C 三相对地电压变化量的四次方差 D_4 ,与所述实验得到各故障电阻区间特征量的整定值相比较,得到故障相线。本发明克服了传统 IMD 中性线故障信号不明显的缺点。



1. 船舶岸电系统单相故障选相方法,其特征是通过实验得到船舶岸电系统各故障电阻区间特征量的整定值,以绝缘检测装置 IMD 检测船舶岸电系统的绝缘值;当绝缘检测装置 IMD 检测到船舶岸电系统的绝缘值下降后,系统进入选相流程,通过采集船舶岸电系统的故障后相线与中性线对地电压值,计算得到三个特征量,分别是 A、B、C 三相对地电压 U_i ($i=1、2、3$) 与相电压 E_i ($i=1、2、3$) 差值的绝对值之和 $\sum (U_i - E_i)$ 、故障前后任意相线与其滞后相对地电压变化量比值的最大值 $\text{Max} \{dU_c/dU_a、dU_a/dU_b、dU_b/dU_c\}$ 、A、B、C 三相对地电压变化量的四次方差 D_4 ,与所述实验得到各故障电阻区间特征量的整定值相比较,得到故障相线。

2. 根据权利要求 1 所述的船舶岸电系统单相故障选相方法,其特征是对船舶岸电系统进行单相短路故障实验,人为在中性线上造成单相短路故障,逐步增大接地电阻值,得到各故障电阻区间的整定值。

3. 根据权利要求 1 所述的船舶岸电系统单相故障选相方法,其特征是在船舶岸电系统绝缘下降后采集各相线与中性线对地电压有效值,通过微处理器计算,得到相应的特征量,按照选相流程区分出相线或是中性线故障,再比较电压变化量最大相及其变化情况,精确定位故障相线。

一种配出中性导体 IT 系统单相接地故障选相方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 IT 系统单相接地故障选相的方法,主要用于采用 IT 系统供电的船舶岸电系统,可以在系统发生单相接地故障时迅速定位故障相线,及时采取措施,保证系统供电的连续性和可靠性。

技术背景

[0002] 目前我国港口岸电一直采用陆地建筑供电标准,采用 TN 系统为港口码头负载供电,电源中性点接地,能够很方便的引出标准的单相交流 220V 电源,供电安全性高,容易实现用电设备的保护,但由于经常发生单相接地故障而导致供电连续性较差;船舶交流供电系统通常采用三相三线制 IT 系统,IT 系统作为低压配电的一种形式,供电连续性好、可靠性高,在发生第一次单相接地故障时,能够带故障运行一段时间,但需装设专用变压器来获取标准的单相交流 220V 电压,供电成本较高。为融合 TN 与 IT 系统的优点,同时解决船舶 IT 系统与港口 TN 系统电制不兼容的问题,目前,已研制出配出中性导体的 IT 系统,这样的系统不用装设专用降压变压器就为负载提供标准的单相交流 220V 电源,降低了成本,又融合了传统 IT 系统供电连续性好、可靠性高的优点,实现了利用一套电力系统同时为船舶和码头供电。然而,配出中性线导体的 IT 系统不能准确地定位故障相线,现有的 IMD(绝缘检测装置)通过检测系统本身的故障电信号作为故障判断的依据,已经能够定位三相三线制 IT 系统单相接地故障相线(但是误报率较高);但是,这样的 IMD 在配出中性导体的 IT 系统中却不适用,因为当中性线发生单相接地故障时,系统自动转变成中性点直接接地系统或是经小电阻接地系统,中性线上的电气变化量很小,故障信号极小,与正常状况无异(但此时系统已存在绝缘隐患);这就便造成了中性线故障无法识别,也就失去了应用配出中性导体 IT 系统的意义。如果能够在系统发生第一次单相接地故障之后和第二次单相接地故障之前定位故障相线,对系统进行维护,排除系统绝缘故障,就能保证系统的供电连续性。对于发生在埋地三芯电缆或四芯电缆上的第一次接地故障来说,指示出哪一相意义不大,因为三相是固化在一条电缆中的,挖开电缆沟排查故障或撤换电缆时即使知道了故障相也不会减少工作量实际现场中绝缘下降很有可能发生在出线柜内的母排等三相分设的环节,例如母排过流发热导致复合绝缘的外层热缩套管劣化等,这时 IMD 能够指示到具体哪一相,就能很方便查找和排除故障。因此,及时发现故障、判断故障部位并做到及时处理,对于保障电网安全供电和连续供电具有十分重大的意义。

发明内容

[0003] 本发明的目的是,提出一种考虑线路分布电容和绝缘电阻的船舶岸电系统发生单相故障后,故障相的定位方法,通过测量各相对地电压的有效值,经处理得到特征量,利用故障时特征量的特征来确定故障相;减少了绝缘检测的测量参数的个数,缩小系统的故障查找范围,保证了系统供电的连续性同时为系统的维护工作提供了方便。

[0004] 本发明的技术方案是:船舶岸电系统单相故障选相方法,通过实验得到船舶岸电

系统各故障电阻区间特征量的整定值,以绝缘检测装置 IMD 检测船舶岸电系统的绝缘值;当绝缘检测装置 IMD 检测到船舶岸电系统的绝缘值下降后,系统进入选相流程,通过采集船舶岸电系统的故障后相线与中性线对地电压值,计算得到三个特征量,分别是 A、B、C 三相对地电压 U_i ($i=1,2,3$) 与相电压 E_i ($i=1,2,3$) 差值的绝对值之和 $\Sigma(U_i-E_i)$ 、故障前后任意相线与其滞后相对地电压变化量比值的最大值 $\text{Max}\{dU_c/dU_a, dU_a/dU_b, dU_b/dU_c\}$ 、A、B、C 三相对地电压变化量的四次方差 D_4 ,与所述实验得到各故障电阻区间特征量的整定值相比较,得到故障相线。

[0005] 进一步的,对船舶岸电系统进行单相短路故障实验,人为在中性线上造成单相短路故障,逐步增大接地电阻值,得到各故障电阻区间的整定值。

[0006] 进一步的,在船舶岸电系统绝缘下降后采集各相线与中性线对地电压有效值,通过微处理器计算,得到相应的特征量,按照选相流程区分出相线或是中性线故障,再比较电压变化量最大相及其变化情况,精确定位故障相线。

[0007] 此种故障定位方法是采集故障处各相对地电压有效值,经处理得到所需的特征量,检测到系统绝缘状况下降后,进入选相流程,通过将测量得到的特征量与整定实验中得到的整定值相比较,最后得到选相结果。

[0008] 本发明的有益效果是:使用本发明所诉的扩大故障信号的思路来选相,可以极大提高选相的可操作性,减少误报率,主要有如下特点。

[0009] 本发明根据工程现场的实际情况,仅采集各相对地电压有效值进行分析,来判定故障相线,避免了测量相位、幅值等其他参数,简化了选相过程。

[0010] 本发明针对现有选相技术误报率较高的不足,进过分析,采用将故障信号放大的思路,选定三个特征量,由仿真可以知道,在不同的绝缘电阻区间,A、B、C 相故障与 N 相故障时,对应的特征量区别很大,利用其分辨率极高的特征量来选相,克服了传统 IMD(绝缘检测装置)中性线故障信号不明显的缺点,使配出中性线的 IT 系统在船舶岸电中的应用成为现实。

附图说明

[0011] 图 1 配出中性导体 IT 系统单相接地故障时的电路模型图;

[0012] 图 2 特征量 $\Sigma(U_i-E_i)$ 随接地电阻变化示意图;

[0013] 图 3 特征量 $\text{Max}\{dU_c/dU_a, dU_a/dU_b, dU_b/dU_c\}$ 随接地电阻变化示意图;

[0014] 图 4 特征量 D_4 随接地电阻变化示意图;

[0015] 图 5 为本发明的选相流程图。

具体实施方案

[0016] 图 1 为配出中性导体 IT 系统单相接地故障时的电路模型,系统正常运行时,各相对地绝缘电阻和分布电容都比较一致,绝缘状况良好,因此由节点电压法,其故障前中性点对地电压 \dot{U}_m 可以表示为:

$$[0017] \quad \dot{U}_{n1} = -\frac{\dot{E}_a\left(\frac{1}{R_a} + j\omega C_a\right) + \dot{E}_b\left(\frac{1}{R_b} + j\omega C_b\right) + \dot{E}_c\left(\frac{1}{R_c} + j\omega C_c\right)}{\frac{1}{R_a} + j\omega C_a + \frac{1}{R_b} + j\omega C_b + \frac{1}{R_c} + j\omega C_c + \frac{1}{R_n} + j\omega C_n} \quad (1)$$

[0018] 由上式可知,分布电容和绝缘电阻不平衡时中性点对地电压不为零,中性点对地电压不为零将影响到三相对地电压的大小。当分布电容较大时,绝缘电阻的下降对中性点电压影响将很小,导致三相对地电压变化不明显,造成选相困难。当系统各相分布电容不平衡时,中性点对地电压发生偏移,假设此时分布电容仍较大,那么分布电容对中性点电压的“钳位”作用将更加明显,则三相对地电压在发生接地故障前后的变化量更小。本发明采用将故障信号放大的思路,计算得到故障特征量,利用这样的故障特征量可以很清晰地分辨出故障相,为了将故障信号放大处理,选用故障特征量 $\Sigma(U_i - E_i)$ ($i=A, B, C$), $\text{Max}\{dU_c/dU_a, dU_a/dU_b, dU_b/dU_c\}$, D_4 进行选相运算, $\Sigma(U_i - E_i)$ 为故障后 A、B、C 三相对地电压与相电压差值的绝对值之和, dU_i 为故障前后相线对地电压变化量, D_4 为 A、B、C 三相对地电压变化量的四次方差。利用 Maple15 软件进行实例仿真计算,设置 $E_a=220\text{V}$, $E_b=220\text{V}$, $E_c=220\text{V}$, $R_A=20\text{k}\Omega$, $R_B=30\text{k}\Omega$, $R_C=40\text{k}\Omega$, $R_N=50\text{k}\Omega$, $C_A=40\mu\text{F}$, $C_B=30\mu\text{F}$, $C_C=20\mu\text{F}$, $C_N=20\mu\text{F}$ 。这种情况下,各相分布电容严重不平衡,经计算,三相初始电压 $U_a=190.7714\text{V}$, $U_b=222.7057\text{V}$, $U_c=250.6271\text{V}$, $U_n=34.6676\text{V}$,相线对地电压不平衡。假设系统中 B 相发生单相接地故障,使故障电阻以 5Ω 的步长从 5Ω 变化至 $1\text{k}\Omega$,以 $0.5\text{k}\Omega$ 的步长从 $1\text{k}\Omega$ 改变至 $50\text{k}\Omega$,系统故障特征量的变化过程如图 2、3、4 所示。通过预先对系统进行特征量整定实验,划分接地故障区间,在不同的区间得到相应的故障信号整定值,当系统发生故障后,利用实测特征值与整定值进行比较,可以精确区分 A、B、C 相故障或是 N 相故障,一旦确定是 A、B、C 相发生故障,比较 dU_a 、 dU_b 、 dU_c 的大小,选出变化量最大的相。若变化量最大相的电压变化为负,则判定其超前相为故障相,否则选择其滞后相为故障相。

[0019] 针对不同的系统,系统本身的分布电容与绝缘电阻可能存在一定的偏差,造成了初始中性点的漂移,依据上诉选相过程思路,确定 M_1 ($\Sigma(U_i - E_i)$ 的最大值)、 M_2 (dU_c/dU_a 或 dU_a/dU_b 或 dU_b/dU_c 的最大值) 均为现场整定值, M_3 是根据理论分析计算的值,并通过现场调整得到的,均受到系统分布电容和阻抗不平衡的影响。 M_1 的整定方法是,利用滑动变阻器对系统 N 线造成人为接地故障,从 0 开始调节滑动变阻器的电阻值,测量特征量 $\Sigma(U_i - E_i)$ 的最大值,当 $\Sigma(U_i - E_i)$ 不再有较大变化时,停止改变滑动变阻器记录阻值 R_d (一般不超过 $2\text{k}\Omega$),并记录此时的 $\Sigma(U_i - E_i)$ 值,考虑 10% 的裕量,设定为 M_1 值。 M_2 的整定方法是,利用 M_1 整定过程中的滑动变阻器值从 R_d 位置调节至 $2\text{k}\Omega$,设置 N 线接地,测量特征量 dU_c/dU_a 或 dU_a/dU_b 或 dU_b/dU_c 的最大值,考虑 10% 的裕量,设定为 M_2 值。 M_3 的确定方法是根据理论分析计算 N 线接地时 D_4 的最大值,初步定为 M_3 的阈值,到现场在根据电压的测量精度和分布电容的情况进行调节。

[0020] 船舶岸电单相接地故障选相方案,须在工程现场模拟单相接地故障,得到各故障区间的整定值,按照本发明故障选相思路设计程序流程,在系统运行时,实时检测各相对地电压,按照本发明提出的算法,计算得到特征量,当系统发生单相接地故障时,迅速指示故障相,方便系统维护。

[0021] 首先通过模拟单相接地故障对系统的特征量进行整定,依据特征值在不同的故障

区间中的特征,在划分的故障电阻区间中分别采用相应的整定值。

[0022] 本发明方案的关键在于考虑了线路的分布电容与对地绝缘阻抗不平衡时的情况,在不需检测系统分布电容的情况下,直接利用简单易得的各相对地电压值,经过一定的算法,得到所需的选相特征值。

[0023] 系统的具体应用的例子为:配出中性线 IT 的单相接地故障时的电路模型如图 1 所示,当检测到系统绝缘下降时,进入选相流程,如图 5 所示。

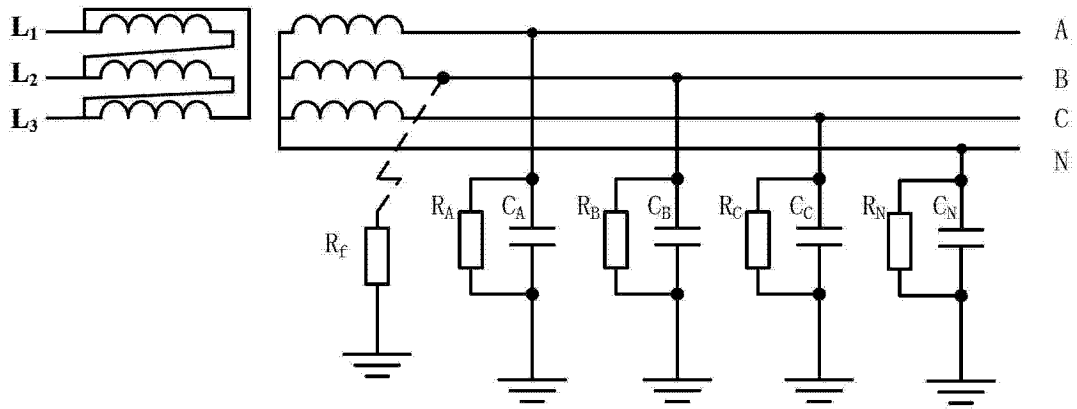


图 1

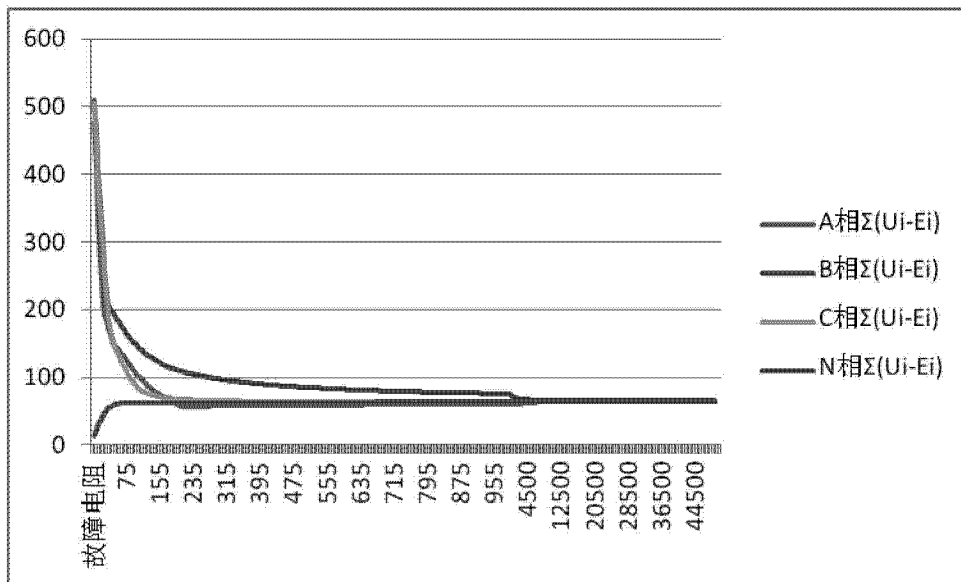


图 2

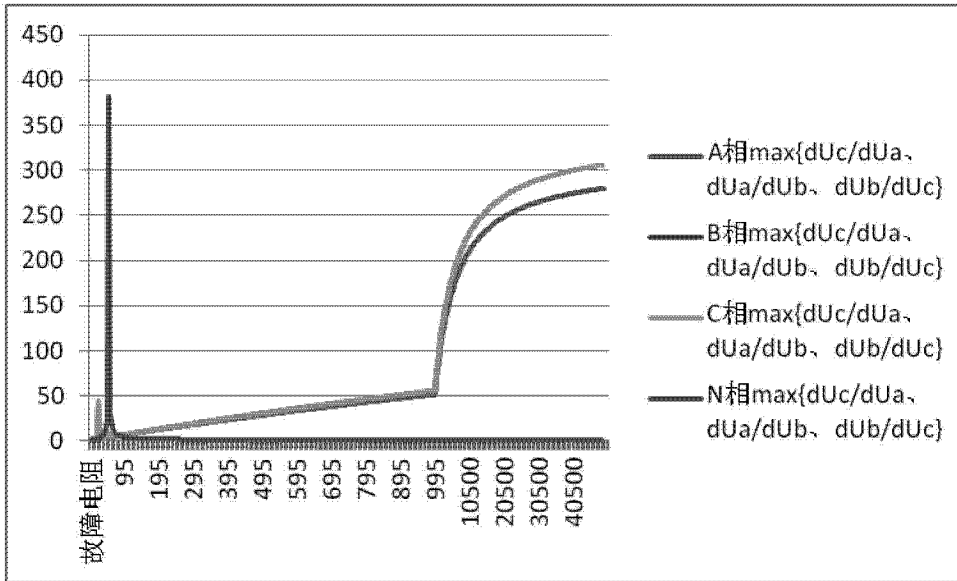


图 3

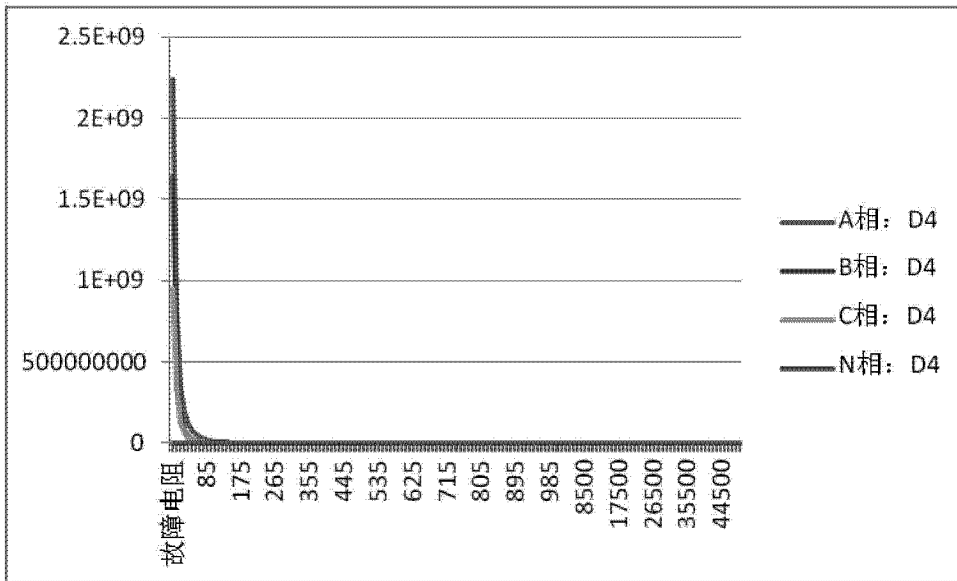


图 4

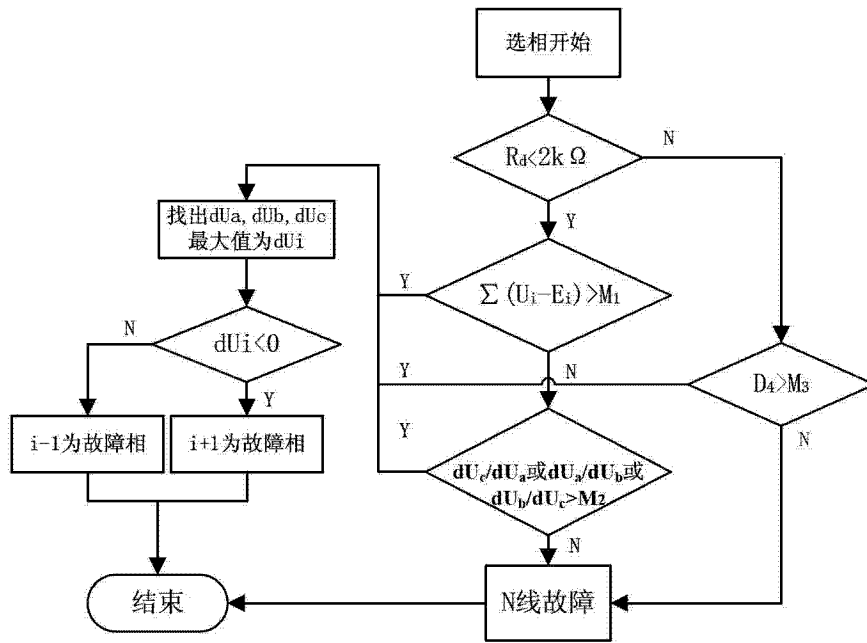


图 5