



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105842583 B

(45)授权公告日 2018.09.04

(21)申请号 201610178617.1

(22)申请日 2016.03.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105842583 A

(43)申请公布日 2016.08.10

(73)专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

专利权人 珠海许继电气有限公司

西安西瑞控制技术有限公司

(72)发明人 宋国兵 常仲学 黄炜 郭上华

张维 张恒泰

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 徐文权

(51)Int.Cl.

G01R 31/08(2006.01)

(56)对比文件

US 2008/0174316 A1,2008.07.24,

CN 102820643 A,2012.12.12,

CN 102866326 A,2013.01.09,

CN 102944814 A,2013.02.27,

CN 104155582 A,2014.11.19,

CN 104181442 A,2014.12.03,

CN 103454555 A,2013.12.18,

李森等.基于时域下相关分析法的小电流接地故障选线.《电力系统保护与控制》.2008,第36卷(第13期),第15-20页.

莫莉等.基于改进相关系数法的农村配电网故障区段定位方法.《中国农村水利水电》.2015,(第1期),第137-142页.

宋国兵等.基于相电流突变量的配电网单相接地故障区段定位.《电力系统自动化》.2011,第35卷(第21期),第84-90页.

(续)

审查员 戴文韞

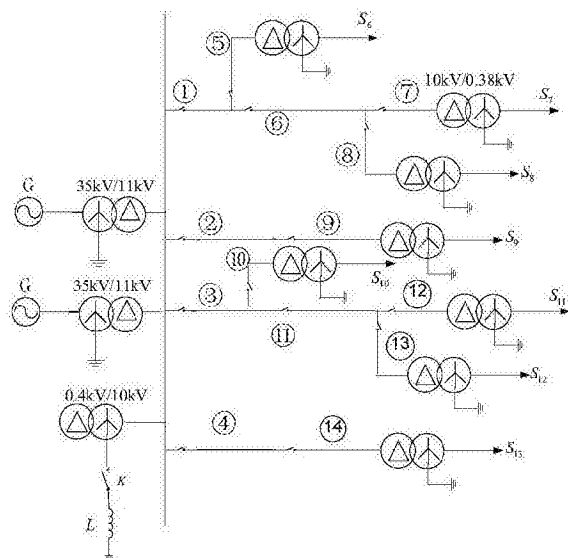
(54)发明名称

基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地地区段定位方法

(57)摘要

本发明提供了一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地地区段定位方法,通过测量每段线路的相电压和相电流,判断相电压降低为故障相,相电压升高为健全相;在一定的频带内,对于故障线故障点下游以及健全线的故障相电流突变量与相电压突变量的导数呈正相关,相关系数大于0;对于故障线的故障点上游故障相电流突变量与相电压突变量的导数呈负相关,相关系数小于0;通过判断各区段相电流突变量和相电压突变量导数之间的相关系数就可实现区段定位.本发明有效的克服现有的配网单相接地地区段定位都需要通信才能实现的缺点,本发明方法无需通信,具有自举性,能够很好的解决配电网

的单相接地地区段定位问题。



CN 105842583 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

李广 等.小电流接地系统选线与区段定位原理综述.《山东电力技术》.2014,第41卷(第4期),第43-48页.

张国军 等.多判据融合小电流单相接地故障选线方法研究与实验.《电工电能新技术》.2015,第34卷(第4期),第56-61页.

1. 一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地故障定位方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

步骤一: 当配网发生单相接地故障后, 对配网中各区段相电压和相电流进行同步采样, 然后通过模数转换器将采样得到的相电压和相电流转换成数字量;

步骤二: 计算A, B, C三相的电压幅值, 其中相电压升高的为健全相, 相电压降低的为故障相;

步骤三: 分别求故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_J$, 下标J表示第J条区段, $J=1, 2, \dots, N$; N为配网内总区段数;

步骤四: 通过带通滤波器对步骤三计算的故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_J$ 进行滤波;

步骤五: 采取20ms的数据窗, 滑窗计算故障发生后一个周波内的相电压突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 的导数与各区段故障相相电流突变量 $\Delta \dot{I}_J$ 的相关系数 ρ_{xy} ; 当 $\rho_{xy} > 0$ 时, 表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相同, 判为健全线; 当 $\rho_{xy} < 0$ 时, 表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相反, 判为故障线; 当所有区段的 $\rho_{xy} > 0$ 时判为母线故障。

2. 根据权利要求1所述的一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地故障定位方法, 其特征在于, 步骤二根据公式(1)计算A, B, C三相的电压幅值:

$$U = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{n=1}^M u^2(m)} \quad (1)$$

其中, U为相电压的有效值, M为一个周波的采样点数, u(m)为步骤一中得到的相电压离散值。

3. 根据权利要求1所述的一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地故障定位方法, 其特征在于, 步骤四中带通滤波器的频率上限为600Hz, 对于不接地系统频带的下限为0, 对于经消弧线圈接地系统频带的下限为150Hz。

4. 根据权利要求1所述的一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地故障定位方法, 其特征在于, 步骤五具体包括:

采取20ms的数据窗, 根据公式(2)滑窗计算故障发生后一个周波内的相电压突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 的导数与各区段故障相相电流突变量 $\Delta \dot{I}_J$ 的相关系数 ρ_{xy} :

$$\rho_{xy} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t)dt}{\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} y^2(t)dt}} \quad (2)$$

其中, x(t)为电压突变量的导数, y(t)为电流突变量。

基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地地区段定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统继电保护领域,特别涉及一种配网单相接地地区段定位方法。

背景技术

[0002] 配网发生单相接地故障的几率很高。当配网发生单相接地故障时,其三相之间的线电压依然对称,且故障电流较小,不影响负荷的供电,不必立即跳闸,规程规定可以继续运行1-2h,但是为了不使故障扩大,要求能够选出故障线并定位到发生故障的区段后尽快消除故障。一直以来这个问题都没有得到很好的解决。随着我国智能电网的建设,配电网作为和用户直接联系的环节,其智能化建设得到了越来越多的重视,可以说当前是解决配网单相接地选线和区段定位顽疾的最好时机。

[0003] 目前的配电网单相接地选线中,对于不接地系统,传统的基于稳态量的区段定位方法就可以实现选线,主要的难点是经消弧线圈接地系统的选线。主流的是基于暂态信息的选线方法。这些暂态方法主要分为两类:1)在特征频带内基于暂态零序电压和各区段零序电流之间的幅值和相位关系的选线方法;2)基于其它暂态特征的选线方法。小电流接地系统中当发生单相接地故障时,最基本的故障特征是在首容性频带内故障线路的零序电流幅值最大且相位与其它区段零序电流相位相反,基于此可以构成选线判据。区段定位是选线问题的延伸,在选线问题还没有彻底解决的前提下要解决区段定位问题就更难。目前配电网单相接地地区段定位方法基本都要依赖通信实现,所以还无法大规模的应用于实际工程。从以上分析有必要研究不依赖于通信的配电网单相接地故障区段定位方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地地区段定位方法,以解决上述技术问题。本发明指出故障线上游故障相电流突变量与电压突变量呈负相关,相关系数小于0,故障线下游和健全线电压突变量呈正相关,相关系数大于0,从而实现故障区段定位。该方法无需通信,具有自举性,能在各种故障条件下很好的解决配电网的单相接地地区段定位问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地地区段定位方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤一:当配网发生单相接地故障后,对配网中各区段相电压和相电流进行同步采样,然后通过模数转换器将采样得到的相电压和相电流转换成数字量;

[0008] 步骤二:计算A,B,C三相的电压幅值,其中相电压升高的为健全相,相电压降低的为故障相;

[0009] 步骤三:分别求故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_j$,下标J表示第J条区段,J=1,2...N;N为配网内总区段数;

[0010] 步骤四:通过带通滤波器对步骤(3)计算的故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}_j$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_j$ 进行滤波;

[0011] 步骤五:采取20ms的数据窗,滑窗计算故障发生后一个周波内的相电压突变量 $\Delta \dot{U}_j$ 的导数与各区段故障相相电流突变量 $\Delta \dot{I}_j$ 的相关系数 ρ_{xy} ;当 $\rho_{xy} > 0$ 时,表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相同,判为健全线;当 $\rho_{xy} < 0$ 时,表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相反,判为故障线;当所有区段的 $\rho_{xy} > 0$ 时判为母线故障。

[0012] 进一步的,步骤一根据公式(1)计算A,B,C三相的电压幅值:

$$[0013] \quad U = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{n=1}^M u^2(m)} \quad (1)$$

[0014] 其中,U为相电压的有效值,M为一个周波的采样点数,u(m)为步骤一中得到的相电压离散值。

[0015] 进一步的,步骤四中带通滤波器的频率上限为600Hz,对于不接地系统频带的下限为0,对于经消弧线圈接地系统频带的下限为150Hz。

[0016] 进一步的,步骤五具体包括:

[0017] 采取20ms的数据窗,根据公式(2)滑窗计算故障发生后一个周波内的相电压突变量 $\Delta \dot{U}$ 的导数与各区段故障相相电流突变量 $\Delta \dot{I}_j$ 的相关系数 ρ_{xy} :

$$[0018] \quad \rho_{xy} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t)dt}{\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} y^2(t)dt}} \quad (2)$$

[0019] 其中,x(t)为电压突变量的导数,y(t)为电流突变量。

[0020] 相对于现有技术,本发明具有以下有益效果:

[0021] 本发明克服了传统区段定位方法依赖于通信的特点,提出基于故障相电压突变量导数和故障相相电流突变量相关系数正负进行区段定位新方法。本方法不依赖于通信,具有较强的实用性,可以应用于当前的配电网。

附图说明

[0022] 图1为配电网故障网络示意图;

[0023] 图2为4条出线共14个区段配电网模型;

[0024] 图3为消弧线圈接地时线路1故障时的相关系数图。

具体实施方式

[0025] 下面结合图表对本发明做进一步说明。

[0026] 图1中是含有N条出线的配电网,当开关K打开为不接地系统,闭合为经消弧线圈接地系统。各出线出口电流为 $i_{J\phi}$,其中 $J=1,2,\dots,N$,表示第J条线路, ϕ 表示a、b、c三相,每条出线的各相负荷电流表示为 $i_{J\phi L}$,每出线各相对地电容为 C_J ,每条出线的各相对地电容电流为 $i_{J\phi C}$ 。当第J条出线发生A相接地故障时,网络的零序电压为 u_0 ,故障点的电流为 i_f ,则故障线

故障相故障点上游的电流突变量为

$$[0027] \quad \Delta i_{JA} = c_J \frac{du_0}{dt} + i_f$$

[0028] 故障线故障相故障点下游以及健全线故障相的电流突变量为

$$[0029] \quad \Delta i = C \frac{du_0}{dt}$$

[0030] 全网各处故障相电压突变量为零序电压为 u_0 ，在首容性频带内 i_f 为感性电流，所以故障线故障相故障点上游的电流突变量为感性电流，而故障线故障相故障点下游以及健全线故障相的电流突变量为容性电流，具体就可以实现配电网单相接地的区段定位。

[0031] 对于有N个区段的变电站，如图2所示。当发生单相接地故障时，本发明一种基于故障相电压和电流突变量的配网单相接地区段定位方法，根据故障相相电压突变量和各区段故障相相电流突变量极性关系进行区段定位，具体包括以下步骤：

[0032] (1) 当配网发生单相接地故障后，对配网中各区段相电压和相电流进行同步采样，如图2中的区段①—④的三相电压和电流，然后通过模数转换器将采样得到的相电压和相电流转换成数字量。

[0033] (2) 根据式(1)计算A,B,C三相的电压幅值，其中相电压升高的为健全相，相电压降低的为故障相。

$$[0034] \quad U = \frac{1}{M} \sqrt{\sum_{n=1}^M u^2(m)} \quad (1)$$

[0035] 其中，U为相电压的有效值，M为一个周波的采样点数， $u(m)$ 为步骤(1)中得到的相电压离散值。

[0036] (3) 分别求故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_J$ ，下标J表示第J条区段， $J=1, 2, \dots, N$ 。

[0037] (4) 通过带通滤波器对步骤(3)计算的故障相相电压的突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 和各区段故障相相电流的突变量 $\Delta \dot{I}_J$ 进行滤波，带通滤波器的频率上限为600Hz，对于不接地系统频带的下限为0，对于经消弧线圈接地系统频带的下限为150Hz。

[0038] (5) 采取20ms的数据窗，根据公式(2)滑窗计算故障发生后一个周波内的相电压突变量 $\Delta \dot{U}_J$ 的导数与各区段故障相相电流突变量 $\Delta \dot{I}_J$ 的相关系数 ρ_{xy} 。当 $\rho_{xy} > 0$ 时，表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相同，可判为健全线；当 $\rho_{xy} < 0$ 时，表示相电流突变量的极性与相电压突变量的极性相反，可判为故障线；当所有区段的 $\rho_{xy} > 0$ 时判为母线故障。

$$[0039] \quad \rho_{xy} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} x(t)y(t)dt}{\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} y^2(t)dt}} \quad (2)$$

[0040] 其中， $x(t)$ 为电压突变量的导数， $y(t)$ 为电流突变量。

[0041] 进一步的为了验证上述方法的正确性，基于PSCAD建立如图2所示的仿真模型，具体参数见(李广.配电网单相接地故障区段定位研究：[D].西安：西安交通大学，2012.)。仿真各种故障初相角、过渡电阻情况下的区段定位结果，具体如图3、表1、表2所示。其中图3为

区段4在初相位为0°时发生经100 Ω 过渡电阻的A相接地故障后区段1、2、3、4、14的相关系数,表1为故障初相角为60°时的区段7和11分别经不同过渡电阻接地后的各区段相关系数及区段定位结果,表2为经100 Ω 过渡电阻接地的区段4和6分别在不同故障初相角下的各区段相关系数及区段定位结果。

[0042] 从表1和表2以及附图3可以看出,配电网中发生单相接地故障后,故障点上游的各区段的故障相的电压突变量导数与电流突变量之间呈现负相关,故障点下游以及健全区段的故障相的电压突变量导数与电流突变量之间呈现正相关。在任何过渡电阻和故障初相角下根据这一特点提出的故障区段定位方法可以在各种情况下准确判别故障区段,且由于该方法不利用零序电流电压,不依赖于通信,从而具有较好的工程实用性。

[0043] 表1.不同过渡电阻下的区段定位仿真结果

[0044]

故障区段	过渡电阻	各区段相关系数正负														定位结果
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
7	0	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	7
	100	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	7
	500	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	7
11	0	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	11
	100	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	11
	500	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	11
母线	50	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	母线

[0045] 表2.不同故障初相角下的区段定位仿真结果

[0046]

故障区段	初相角	各区段相关系数正负														定位结果
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
6	0	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	6
	45	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	6
	90	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	6
4	0	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
	45	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11
	90	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	11

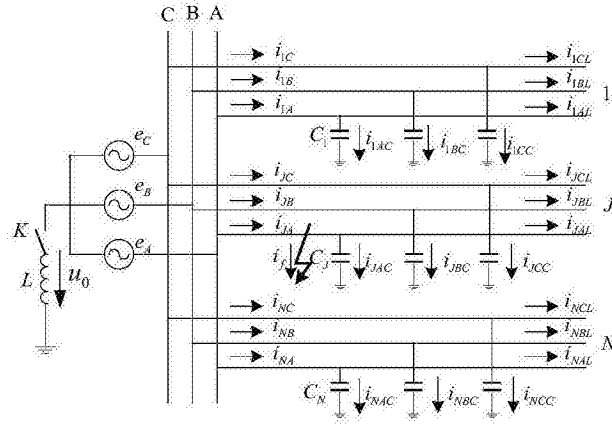


图1

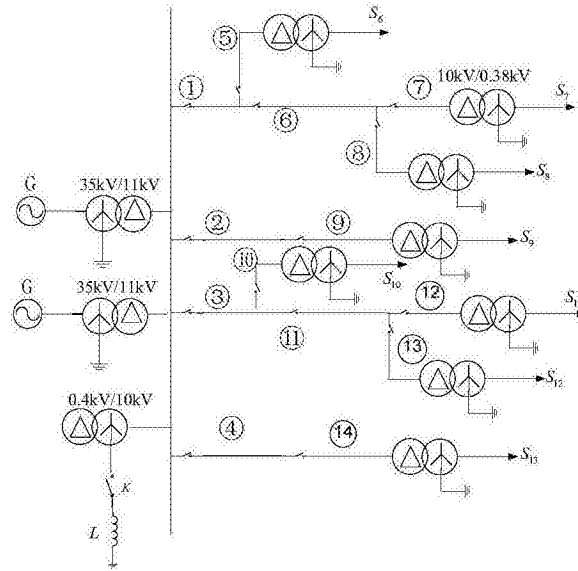


图2

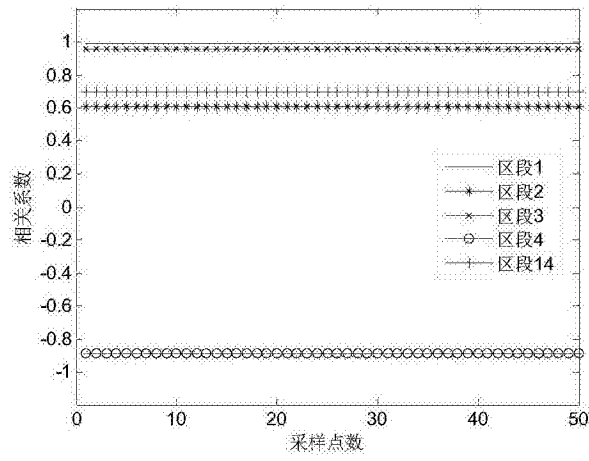


图3