



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104808110 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201510209668. 1

(22) 申请日 2015. 04. 28

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 刘亚东 刘嘉美 谢潇磊 胡琛临

盛戈皞 江秀臣

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

31213

代理人 张宁展

(51) Int. Cl.

G01R 31/08(2006. 01)

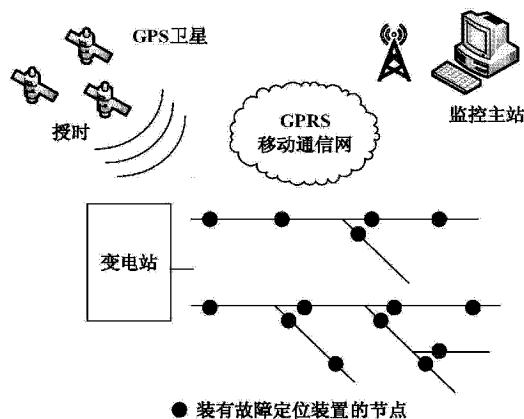
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

基于广域差动偏移度的配网线路故障区段定位方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于广域差动偏移度的配网线路故障区段定位方法,对于接地故障,通过分析故障相电流在故障发生前及故障发生至消弧线圈动作前的相电流特征,从中提取故障特征量,并采用全过程的波形广域差动偏移度进行定位。本发明仅需测量线路的故障相电流,方案简单,适用性强,可很好解决目前普遍存在的小电流接地系统单相接地故障时故障电流微弱、可靠性差、灵敏度低的问题,同时不会对系统引入干扰。



1. 一种基于广域差动偏移度的配电网线路故障区段定位方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

步骤 S1, 确定故障相和故障时刻 t_f ;

步骤 S2, 选取检测装置 $[t_f - 0.06s, t_f + 0.06s]$ 区间内共 $6N$ 个点的故障相电流波形数据, 设故障发生时刻的数据点下标为零, 计算广域差动偏移度 w_{diff} , 公式如下:

$$w_{diff} = \frac{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) - \Delta i_{2A}(n)]^2}{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) + \Delta i_{2A}(n)]^2}$$

式中, $\Delta i_{1A}(n)$ 、 $\Delta i_{2A}(n)$ 分别为两检测点相电流变化量, 公式如下:

$$\begin{aligned} \Delta i_{1A}(n) &= i_{1A}(n) - i_{1A}(n-3N) \\ \Delta i_{2A}(n) &= i_{2A}(n) - i_{2A}(n-3N) \end{aligned} \quad n \in [0, 3N-1]$$

式中, $i_{1A}(n)$ 、 $i_{2A}(n)$ 为相邻检测点的相电流采样序列;

步骤 S3, 根据广域差动偏移度大小判断各区段是否为故障区段, 即当 $w_{diff} > w_{diff_{set}}$, 判断为故障区段, 反之为非故障区段;

步骤 S4, 根据网络拓扑结构和检测点在线路上的分布位置, 依次遍历, 直到找出故障区段为止。

2. 根据权利要求 1 所述的配电网线路故障定位方法, 其特征在于, 所述步骤 S1 包括:

系统检测到接地故障的发生后, 根据相电压变化规律, 选出故障相, 根据相电压突变时刻或消弧装置功率突变时刻确定故障时刻 t_f 。

3. 根据权利要求 1 所述的配电网线路故障定位方法, 其特征在于所述步骤 S3 中, $w_{diff_{set}}$ 为人为设置的动作阈值, 取 $0.1 \sim 1$ 。

基于广域差动偏移度的配网线路故障区段定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及配电网线路故障诊断方法,具体是一种基于广域差动偏移度的配网线路故障区段定位方法。

背景技术

[0002] 据统计,电力系统在运行过程中,由配网故障造成的停电事故约占总停电事故的95%以上,其中70%的事故由单相接地故障或母线故障引发。而国内外配网中性点广泛采用非有效接地(小电流接地)方式,以避免发生单相接地故障时引起供电中断。对于配网的单相接地故障,由于故障特征量微弱,一直缺乏可靠的故障选线和定位方法。随着人们对配网自动化水平要求的提高,更加迫切需要从根本上解决配网的故障定位问题。

[0003] 目前国内外学者提出的故障定位方法大致分为两类:一是注入信号法,二是基于故障特征量的区段定位。注入信号法包括“S”注入法、交直流综合注入法和并联中电阻法,该类方法增大了对系统的干扰,且不能检测瞬时性和间歇性接地故障。基于故障特征量的区段定位包括零模电流比较法、区段零序导纳法、零序无功功率方向法、基于相电流突变量的定位、残留增量法、行波法等,配电自动化系统主要利用主站实现 FTU 的时间同步,对时误差至少为几个毫秒。在此情况下,暂态信号的幅值、极性、波形相关性比较等方法不再有效。

[0004] 目前定位方法均只利用故障发生后的数据,而忽略了对故障前信息的利用。同时,大多数定位方法只考虑零序电流信息(需要三相信息),对互感器要求高,信息获取复杂,且这些方法在数据缺相的情况下将会失效。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提出了一种基于广域差动偏移度的配网线路故障区段定位方法。

[0006] 本发明的原理:

[0007] 设故障相为 A 相,故障前检测点相电压为 \dot{U}_A ,故障后相电压为 \dot{U}'_A ,由图 1,易知二者满足

$$[0008] \quad \dot{U}'_A = \dot{U}_A - \dot{U}_0$$

[0009] 1) 检测点 1、2 位于故障点异侧

[0010] 故障后故障点上游检测点电流为

$$[0011] \quad \dot{I}'_{1A} = \dot{I}_{LA} + \dot{I}'_{C1A} + \dot{I}_f$$

[0012] 式中, \dot{I}_{LA} 、 \dot{I}_{CA} 、 \dot{I}_f 分别为 A 相负荷电流、电容电流和故障电流。其中

$$[0013] \quad \begin{aligned} \dot{I}'_{CA} &= j\omega C_{1A} \dot{U}'_A = j\omega C_{1A} (\dot{U}_A - \dot{U}_0) \\ &= \dot{I}_{C1A} - j\omega C_{1A} \dot{U}_0 \end{aligned}$$

[0014] 式中, i_{ca} 为故障前电容电流。假设故障发生前后一周波内负荷电流不变, 即

$$[0015] \quad \dot{I}_{1A} = \dot{I}_{LA} + \dot{I}_{C1A}$$

[0016] 联立 (3) ~ (5) 式得

$$[0017] \quad \dot{I}'_{1A} - \dot{I}_{1A} = -j\omega C_{1A} \dot{U}_0 + \dot{I}_f$$

[0018] 消弧线圈利用故障时中性点电压偏移产生的电感电流来抵消系统电容电流, 接地点残流 (故障电流) 可表示为

$$[0019] \quad \dot{I}_f = \dot{I}_{C\Sigma} - \dot{I}_L = j\omega C_{\Sigma} \dot{U}_0 - \frac{\dot{U}_0}{Z_L}$$

[0020] 式中, C_{Σ} 为全网线路对地电容。故障发生而消弧线圈未动作时段中, $|Z_L|$ 非常大, 消弧线圈补偿作用可忽略不计。则有

$$[0021] \quad \dot{I}'_{1A} - \dot{I}_{1A} \approx j\omega (C_{\Sigma} - C_{1A}) \dot{U}_0$$

[0022] 同理, 故障后故障点下游检测点相电流

$$[0023] \quad \dot{I}'_{2A} = \dot{I}_{LA} + \dot{I}'_{C2A}$$

[0024] 变化量

$$[0025] \quad \dot{I}'_{2A} - \dot{I}_{2A} = -j\omega C_{2A} \dot{U}_0$$

[0026] 可见, 故障点异侧检测点电流变化特征不一致, 具体表现为大小、相位均不等。

[0027] 2) 检测点 1、2 位于故障点同侧

[0028] 若检测点均位于故障点上游, 根据 1) 中分析, 有

$$[0029] \quad \dot{I}'_{1A} - \dot{I}_{1A} \approx j\omega (C_{\Sigma} - C_{1A}) \dot{U}_0$$

$$\dot{I}'_{2A} - \dot{I}_{2A} \approx j\omega (C_{\Sigma} - C_{2A}) \dot{U}_0$$

[0030] 若检测点均位于故障点下游, 有

$$[0031] \quad \dot{I}'_{1A} - \dot{I}_{1A} = -j\omega C_{1A} \dot{U}_0$$

$$\dot{I}'_{2A} - \dot{I}_{2A} = -j\omega C_{2A} \dot{U}_0$$

[0032] 由于相邻检测点电容之差为区段电容, 其数值很小, 因此两点电流变化特征基本一致。

[0033] 设 $i_{1A}(n)$ 、 $i_{2A}(n)$ 为相邻检测点的相电流采样序列。令故障发生时刻的数据点下标为零, 为确保数据量长度足够, 从而增大故障特征量, 本发明选取三周波时差的差值, 即定义两检测点相电流变化量

$$[0034] \quad \Delta i_{1A}(n) = i_{1A}(n) - i_{1A}(n-3N)$$

$$[0035] \quad n \in [0, 3N-1]$$

$$[0036] \quad \Delta i_{2A}(n) = i_{2A}(n) - i_{2A}(n-3N)$$

[0037] 式中, $N = 0.02f_s$, 为一周期采样点。定义广域差动偏移度

$$[0038] \quad wdiff = \frac{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) - \Delta i_{2A}(n)]^2}{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) + \Delta i_{2A}(n)]^2}$$

[0039] 作为相电流变化量差异性的衡量指标。根据上节分析,易知非故障区段的 wdiff 接近于 0,故障区段的 wdiff 为大于 0 的一个正数。

[0040] 本发明的技术解决方案如下:

[0041] 一种配电网线路故障区段定位方法,其特点在于,所述方法包括以下步骤:

[0042] 步骤 S1,确定故障相和故障时刻 t_f :系统检测到接地故障的发生后,根据相电压变化规律,选出故障相,根据相电压突变时刻或消弧装置功率突变时刻确定故障时刻 t_f ;

[0043] 步骤 S2,选取检测装置 $[t_f - 0.06s, t_f + 0.06s]$ 区间内共 $6N$ 个点的故障相电流波形数据,设故障发生时刻的数据点下标为零,计算广域差动偏移度 wdiff,公式如下:

$$[0044] \quad wdiff = \frac{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) - \Delta i_{2A}(n)]^2}{\sum_{n=0}^{3N-1} [\Delta i_{1A}(n) + \Delta i_{2A}(n)]^2}$$

[0045] 式中, $\Delta i_{1A}(n)$ 、 $\Delta i_{2A}(n)$ 分别为两检测点相电流变化量,公式如下:

$$[0046] \quad \Delta i_{1A}(n) = i_{1A}(n) - i_{1A}(n-3N)$$

$$[0047] \quad n \in [0, 3N-1]$$

$$[0048] \quad \Delta i_{2A}(n) = i_{2A}(n) - i_{2A}(n-3N)$$

[0049] 式中, $i_{1A}(n)$ 、 $i_{2A}(n)$ 为相邻检测点的相电流采样序列;

[0050] 步骤 S3,根据广域差动偏移度大小判断各区段是否为故障区段,即当 $wdiff > wdiff_{set}$,判断为故障区段,反之为非故障区段,其中 $wdiff_{set}$ 为人为设置的动作阈值,取 $0.1 \sim 1$;

[0051] 步骤 S4,根据网络拓扑结构和检测点在线路上的分布位置,依次遍历,直到找出故障区段为止,从而实现故障区段定位。

[0052] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:对接地故障,通过分析故障相电流在故障发生前及故障发生至消弧线圈动作前的相电流特征,从中提取故障特征量,并采用全过程的波形欧氏距离进行定位。因此,仅需测量线路的故障相电流,打破了以前只考虑零序(需要三相信息)的传统,数据获取简单、适用性强;从信号同步的角度看,全系统采用经过 GPS 同步的监测数据,使得不同检测点之间的差值更加灵敏。能很好解决目前普遍存在的小电流接地系统单相接地故障时故障电流微弱、可靠性差、灵敏度低的问题,同时不会对系统引入干扰。

附图说明

[0053] 图 1 是小电流接地系统单相接地示意图

[0054] 图 2 是分布式故障区段定位系统架构图

[0055] 图 3 是 10kV 系统仿真图

[0056] 图 4 是接地故障沿线电流变化量波形

具体实施方式

[0057] 本发明所需的故障波形来自于分布式故障区段定位系统,系统架构如图 2 所示。配电网故障区段定位系统由监控主站、变电站(母线)测量装置以及分布在配电网各处节点故障定位装置组成。故障定位节点在拓扑上将线路划分为若干区段,每个节点安装三组测量装置,实时同步采集线路三相电流和电压。

[0058] 依照发明的故障定位方法,在 10kV 配电网仿真系统中,设置不同类型的故障。系统结构图如图 3 所示,①、②、③为区段编号,故障设置在区段②上。采样频率为 20kHz(每周周期数据点 $N = 400$),故障发生时刻为 0.7s,接地故障时消弧装置动作时间设置为 0.04s,广域差动偏移度的阈值设置为 1。

[0059] 对于故障区段判断的实施方式举例:

[0060] 步骤 S1,系统根据零序电压启动检测到接地故障的发生后,测得母线三相电压中 A 相降低, B、C 相升高,确定为 A 相故障;根据相电压突变时刻确定故障时刻为 0.71s;

[0061] 步骤 S2,选取各个检测装置 [0, 65, 0.77] 区间内共 2400 个点的故障相电流波形数据(设故障发生时刻的数据点下标为零),根据广域差动偏移度的定义,计算 wdifff,结果如表 1 所示,其中,500Ω 接地电阻时故障相沿线电流变化量波形如图 4 所示;

[0062] 表 1 单相接地故障仿真结果

[0063]

消弧线圈 类型	故障过渡 电阻	广域差动偏移度			定位结果
		①	②	③	
预调式	100Ω	1.4910e-6	2.8665	1.6632e-5	②
	500Ω	2.9945e-6	2.9544	3.1483e-5	②
	1kΩ	4.0604e-6	2.9030	4.1396e-5	②
	2kΩ	4.8021e-6	2.8041	4.8447e-5	②
随调式	100Ω	1.8737e-6	2.9421	1.9977e-5	②
	500Ω	3.5629e-6	3.0559	3.5336e-5	②
	1kΩ	4.7939e-6	3.0065	4.5855e-5	②
	2kΩ	6.0031e-6	2.9166	5.5731e-5	②

[0064] 步骤 S3,区段②的广域差动偏移度满足 $wdiff > 1$,判断为其故障区段;反之,区段①、③为非故障区段。

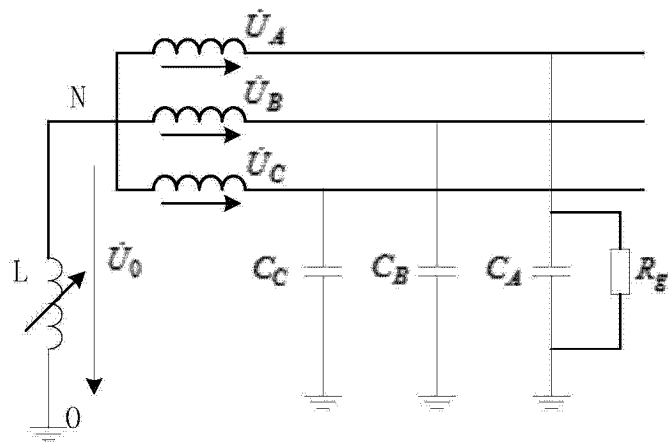


图 1

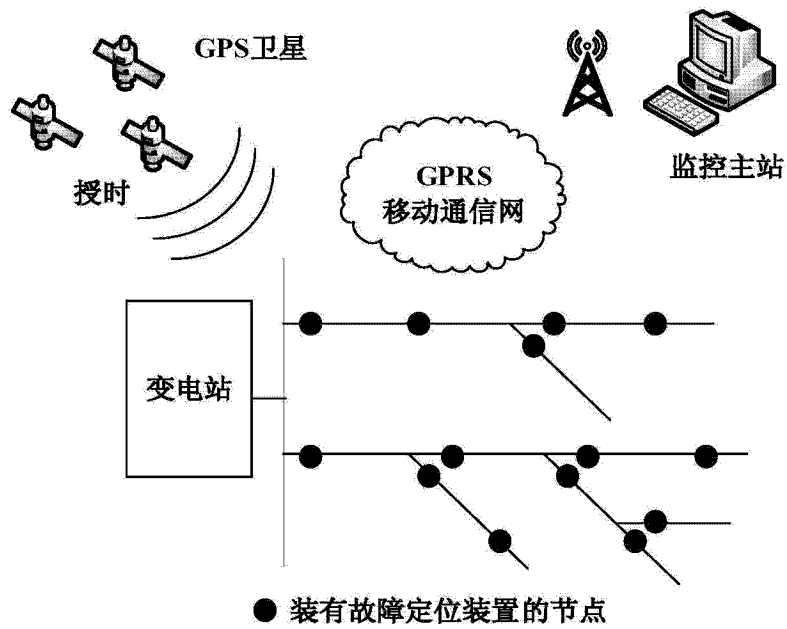


图 2

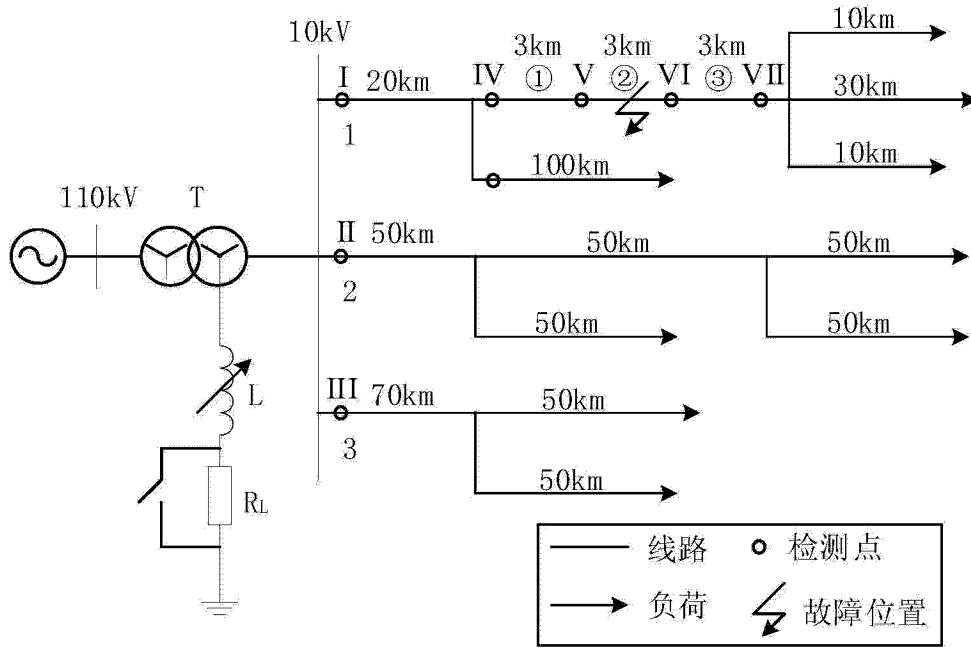


图 3

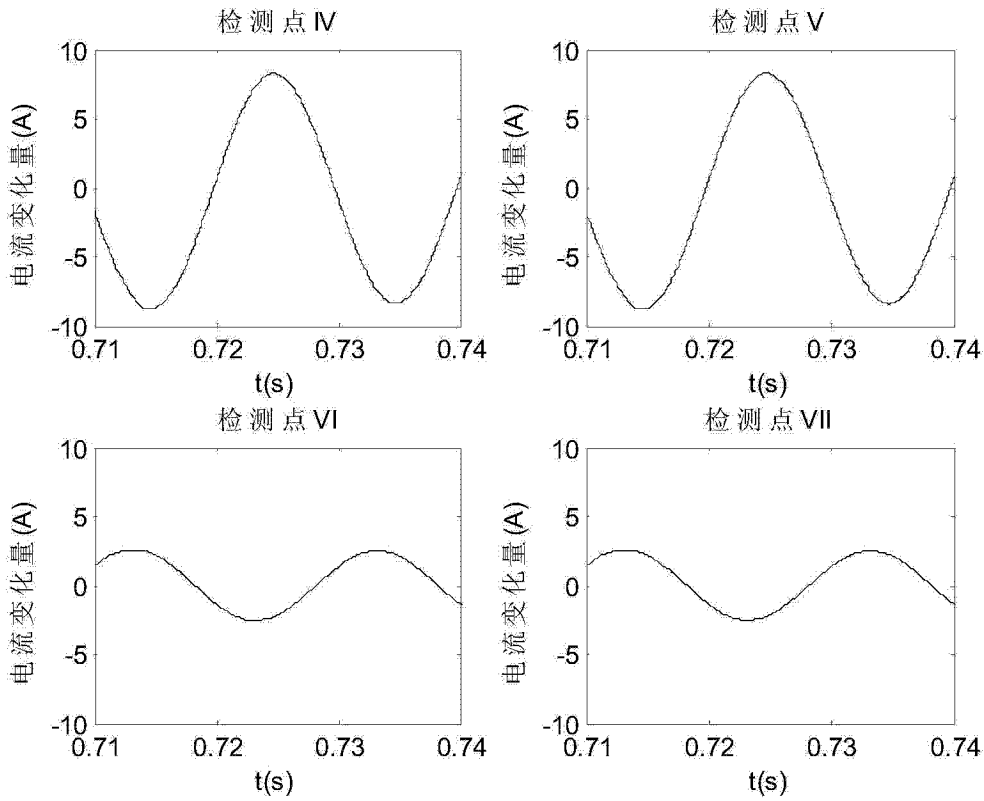


图 4