



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109541369 A

(43)申请公布日 2019.03.29

(21)申请号 201811331433.X

G01R 31/08(2006.01)

(22)申请日 2018.11.09

(71)申请人 国网甘肃省电力公司

地址 730030 甘肃省兰州市城关区北滨河  
东路8号

申请人 国网甘肃省电力公司金昌供电公司  
上海君世电气科技有限公司

(72)发明人 杜宇 李平林 刘罡 张国荣

任灵 蒋军平 姚斌 高国庆

王志国 李月梅 负振兴

(74)专利代理机构 北京智为时代知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11498

代理人 王加岭

(51)Int.Cl.

G01R 31/02(2006.01)

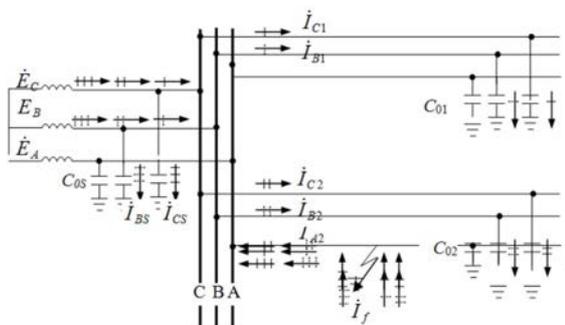
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法,检测系统包括单向接地故障零序等效网络,所述单向接地故障零序等效网络的对地电容C01、对地电容C02分别连接到三相电路中的其中两相且所述对地电容C01、对地电容C02分别接地,对地等效电容C0S设在母线端且所述对地等效电容C0S接地。本发明的检测方法通过检测中线点电压超限,及支路零序电流波动及突变判断单相接地故障;系统集成多种选线算法,依据接地信号的特征,自适应电网参数,采用适当接地选线算法,实现智能选线,从而选出具体的故障电路。同时,记录接地故障发生前后的各支路的电流波形及故障母线的电压波形,以便于回放和分析故障发生原因,以避免因人工排查造成非故障支路停电。



1. 一种电网单向接地故障检测系统,其特征在于:检测系统包括单向接地故障零序等效网络,所述单向接地故障零序等效网络包括对地电容C01、对地电容C02,对地等效电容C0S,所述对地电容C01、对地电容C02分别连接到三相电路中的其中两相且所述对地电容C01、对地电容C02分别接地,对地等效电容C0S设在母线端且所述对地等效电容C0S接地。

2. 根据权利要求1所述的一种电网单向接地故障检测系统,其特征在于:所述单向故障零序等效网络的输出端连接到信号接收器,所述信号接收器为波形记录器。

3. 一种根据权利要求1-2任一项所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1): 在正常情况下,也就是在没有发生单向接地故障时,正常运行情况下,三相电压对称,对地电容电流之和等于零;

(2): 在非正常情况下,假设A相电路发生单向接地故障时,在故障点有一个零序电压 $\dot{U}_{0f}$ ,所述零序电压 $\dot{U}_{0f}$ 为 $u_f(t)$ 在零序网路的压降,而零序电流是通过各个元件的对地电容构成的,在故障线路上,等于所有健全线路零序电流之和(即大于任一条健全线路零序电流),方向从线路指向母线;

(3): 忽略负荷电流及对地电容电流在线路及电源阻抗上的电压降,则整个系统A相对地电压均变为零,非故障相电压也都变为相对于A相的线电压。对地电容电流也随之升高 $\sqrt{3}$ 倍,流过故障点的电流是电网中所有非故障相对地电容电流之和。

4. 根据权利要求1所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:在步骤(1)中,非故障线路非故障线路始端感受到的零序电流为

$$\dot{I}_{01} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{A1} + \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{C1}) = -j\omega C_{01}\dot{E}_A$$
 即非故障线路零序电流为线路本身的电容电流,电容性无功功率的方向由母线流向线路。

5. 根据权利要求1所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:在步骤(2)中,所述故障点的零序电压为 $\dot{U}_{f0} = \frac{1}{3}(\dot{U}_{AG} + \dot{U}_{BG} + \dot{U}_{CG}) = -\dot{E}_A$  其中A、B、C表示三相电路,所述G表示故障点。

6. 根据权利要求1所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:在

步骤(3)中,所述故障点的电流为
$$\dot{I}_f = -\dot{I}_{C\Sigma} = -\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{B2} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{C2} - \dot{I}_{CS}$$
  

$$= -j\omega C_{0\Sigma}\dot{U}_{BG} - j\omega C_{0\Sigma}\dot{U}_{CG} = j3\omega C_{0\Sigma}\dot{E}_A$$
 其中 $C_{0\Sigma} = C_{01} +$

$C_{02} + C_{0s}$ 为电网单相对地所有电容的总和, $\omega C_{0\Sigma}E_A$ 是正常运行状态下三相电路中的A相电路相对地电容电流的和,因此,流过故障点的电流数值是正常运行状态下电网三相对地电容电流的算术和。

7. 根据权利要求1所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:在步骤(3)中,故障线路始端感受到的零序电流为:

$$\dot{I}_{02} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{A2} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}) = \frac{1}{3}(\dot{I}_f + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2})$$

$$= \frac{1}{3}(-\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{CS}) = j\omega(C_{0\Sigma} - C_{02})\dot{E}_A$$

即故障线路零序电流为所有健全线路和母

线的电容电流,电容性无功功率的方向由线路流向母线。

## 一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统技术领域,具体为一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法。

### 背景技术

[0002] 在电力系统供电电网中,单相接地故障是最常见的故障之一,约占总故障的80%以上。当小电流接地系统发生单相接地故障时,线电压仍然保持对称,允许电网继续运行一段时间,不影响正常的供电,但如不做及时处理,将带来一系列危害,如:

[0003] (1) 可发展成相间短路,造成停电事故或设备损害事故。

[0004] (2) 可能引起弧光过电压,造成放电击穿和设备损坏。

[0005] (3) 可能产生铁磁谐振过电压导致电压互感器烧毁事故和电压互感器回路熔断器频繁熔断。

[0006] (4) 接地点人员触电造成伤害甚至死亡。

[0007] (5) 对临近故障线路的通讯线路造成严重的电磁干扰,影响通信质量等。

[0008] 小电流接地系统接地故障特征不明显,为迅速、准确地检测和确认接地故障支路增加了难度,易造成伴随接地故障发展而来的多点接地或相间短路等扩展性危害。所以接地故障的有效治理是提高配电网供电可靠和安全性的关键。近年来,针对小电流接地故障的复杂性,各种选线系统层出不穷,总结来看,主要存在如下问题:

[0009] (1) 接地故障启动及辨识单一,未考虑到高阻及间歇性弧光接地所产生的衍生故障。

[0010] (2) 信号捕获不完整,采样率低,捕获不到高频信号。

[0011] (3) 未考虑到不同选线算法的适用性和有效域的问题。

[0012] (4) 未考虑故障全程过程,如单相接地演化为相间短路等过程。

[0013] (5) 无有效手段解决工程中线路接错、极性接反的情况。

[0014] (6) 无全程录波,发生诊断错误后,无法追踪原因并改进。

[0015] 为有效治理小电流接地故障带来的危害,本项目开展电网单向接地故障检测系统及其检测方法开发,有效解决目前选线系统的不足,实现自动、快速、准确诊断小电流故障类型,快速选线并跳开故障支路,追踪故障原因的目的。

### 发明内容

[0016] (一) 解决的技术问题

[0017] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法,解决了现有电路系统中故障原因难排查的问题。

[0018] (二) 技术方案

[0019] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0020] 一种电网单向接地故障检测系统,检测系统包括单向接地故障零序等效网络,所

述单向接地故障零序等效网络包括对地电容C01、对地电容C02,对地等效电容C0S,所述对地电容C01、对地电容C02分别连接到三相电路中的其中两相且所述对地电容C01、对地电容C02分别接地,对地等效电容C0S设在母线端且所述对地等效电容C0S接地。

[0021] 优选的,所述单向故障零序等效网络的输出端连接到信号接收器,所述信号接收器为波形记录器。

[0022] 一种根据上述方案所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0023] (1):在正常情况下,也就是在没有发生单向接地故障时,正常运行情况下,三相电压对称,对地电容电流之和等于零;

[0024] (2):在非正常情况下,假设A相电路发生单向接地故障时,在故障点有一个零序电压 $\dot{U}_{0f}$ ,所述零序电压 $\dot{U}_{0f}$ 为uf(t)在零序网络的压降,而零序电流是通过各个元件的对地电容构成的,在故障线路上,等于所有健全线路零序电流之和(即大于任一条健全线路零序电流),方向从线路指向母线;

[0025] (3):忽略负荷电流及对地电容电流在线路及电源阻抗上的电压降,则整个系统A相对地电压均变为零,非故障相电压也都变为相对于A相的线电压。对地电容电流也随之升高 $\sqrt{3}$ 倍,流过故障点的电流是电网中所有非故障相对地电容电流之和。

[0026] 优选的,在步骤(1)中,非故障线路非故障线路始端感受到的零序电流为 $\dot{I}_{01} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{A1} + \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{C1}) = -j\omega C_{01}\dot{E}_A$ ,即非故障线路零序电流为线路本身的电容电流,电容性无功功率的方向由母线流向线路。

[0027] 优选的,在步骤(2)中,所述故障点的零序电压为 $\dot{U}_{f0} = \frac{1}{3}(\dot{U}_{AG} + \dot{U}_{BG} + \dot{U}_{CG}) = -\dot{E}_A$ ,其中A、B、C表示三相电路,所述G表示故障点。

[0028] 优选的,在步骤(3)中,所述故障点的电流为
$$\begin{aligned} \dot{I}_f &= -\dot{I}_{C\Sigma} = -\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{B2} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{C2} - \dot{I}_{CS} \\ &= -j\omega C_{0\Sigma}\dot{U}_{BG} - j\omega C_{0\Sigma}\dot{U}_{CG} = j3\omega C_{0\Sigma}\dot{E}_A, \end{aligned}$$

其中 $C_{0\Sigma} = C_{01} + C_{02} + C_{0S}$ 为电网单相对地所有电容的总和, $\omega C_{0\Sigma}E_A$ 是正常运行状态下三相电路中的A相电路相对地电容电流的和,因此,流过故障点的电流数值是正常运行状态下电网三相对地电容电流的算术和。

[0029] 优选的,在步骤(3)中,故障线路始端感受到的零序电流为:

$$\begin{aligned} \dot{I}_{02} &= \frac{1}{3}(\dot{I}_{A2} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}) = \frac{1}{3}(\dot{I}_f + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}) \\ &= \frac{1}{3}(-\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{CS}) = j\omega(C_{0\Sigma} - C_{02})\dot{E}_A, \end{aligned}$$
即故障线路零序电流为所有健全线路和母

线的电容电流,电容性无功功率的方向由线路流向母线。

[0030] (三)有益效果

[0031] 本发明提供了一种电网单向接地故障检测系统及其检测方法及其蒸发方法。具备以下有益效果:

[0032] 本发明通过检测中线点电压超限,及支路零序电流波动及突变判断单相接地故

障;系统集成多种选线算法,依据接地信号的特征,自适应电网参数,采用适当接地选线算法,实现智能选线,从而选出具体的故障电路。同时,记录接地故障发生前后的各支路的电流波形及故障母线的电压波形,以便于回放和分析故障发生原因,以避免因人工排查造成非故障支路停电,及时隔离故障防止事故扩大,加快故障修复速度,提高电网供电可靠性和安全性。

### 附图说明

[0033] 图1为本发明电网单向接地故障检测系统的电容电流分布图结构示意图;

[0034] 图2为本发明电网单向接地故障检测系统的单相接地故障零序等效网络示意图。

### 具体实施方式

[0035] 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,所描述的实施例仅仅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做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。

[0036] 如图1-2所示,本发明提供一种技术方案:

[0037] 一种电网单向接地故障检测系统,检测系统包括单向接地故障零序等效网络,所述单向接地故障零序等效网络包括对地电容C01、对地电容C02,对地等效电容C0S,所述对地电容C01、对地电容C02分别连接到三相电路中的其中两相且所述对地电容C01、对地电容C02分别接地,对地等效电容C0S设在母线端且所述对地等效电容C0S接地。

[0038] 优选的,所述单向故障零序等效网络的输出端连接到信号接收器,所述信号接收器为波形记录器,通过波形记录器缓存最近1500个周波的信号波形,并实时计算是否有暂态过程发生,一旦发现有暂态故障发生,则记录下来该暂态过程前后500个周波的数据。当无暂态发生,则定时记录稳态过程的幅值和相角,实现对零序漂移特性的记录。

[0039] 一种根据上述方案所述的一种电网单向接地故障检测系统的检测方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0040] (1):在正常情况下,也就是在没有发生单向接地故障时,正常运行情况下,三相电压对称,对地电容电流之和等于零;非故障线路非故障线路始端感受到的零序电流为

$$\dot{I}_{01} = \frac{1}{3}(\dot{I}_{A1} + \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{C1}) = -j\omega C_{01} \dot{E}_A$$
,即非故障线路零序电流为线路本身的电容电流,电容性无功功率的方向由母线流向线路;

[0041] (2):在非正常情况下,假设A相电路发生单向接地故障时,在故障点有一个零序电压 $\dot{U}_{0f}$ ,所述零序电压 $\dot{U}_{0f}$ 为uf(t)在零序网路的压降,而零序电流是通过各个元件的对地电容构成的,在故障线路上,等于所有健全线路零序电流之和,方向从线路指向母线,所述故障点的零序电压为
$$\dot{U}_{f0} = \frac{1}{3}(\dot{U}_{AG} + \dot{U}_{BG} + \dot{U}_{CG}) = -\dot{E}_A$$
,其中A、B、C表示三相电路,所述G表示故障点;

[0042] (3):忽略负荷电流及对地电容电流在线路及电源阻抗上的电压降,则整个系统A

相对地电压均变为零,非故障相电压也都变为相对于A相的线电压。对地电容电流也随之升高 $\sqrt{3}$ 倍,流过故障点的电流是电网中所有非故障相对地电容电流之和,在步骤(3)中,所述

故障点的电流为 
$$\begin{aligned} \dot{I}_f &= -\dot{I}_{C\Sigma} = -\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{B2} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{C2} - \dot{I}_{CS} \\ &= -j\omega C_{0\Sigma} \dot{U}_{BG} - j\omega C_{0\Sigma} \dot{U}_{CG} = j3\omega C_{0\Sigma} \dot{E}_A, \end{aligned}$$
 其中 $C_{0\Sigma} = C_{01} + C_{02} + C_{0s}$ 为电网单相

对地所有电容的总和, $\omega C_{0\Sigma} E_A$ 是正常运行状态下三相电路中的A相电路相对地电容电流的和,因此,流过故障点的电流数值是正常运行状态下电网三相对地电容电流的算术和在步

骤(3)中,故障线路始端感受到的零序电流为: 
$$\begin{aligned} \dot{I}_{02} &= \frac{1}{3}(\dot{I}_{A2} + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}) = \frac{1}{3}(\dot{I}_f + \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}) \\ &= \frac{1}{3}(-\dot{I}_{B1} - \dot{I}_{C1} - \dot{I}_{BS} - \dot{I}_{CS}) = j\omega(C_{0\Sigma} - C_{02})\dot{E}_A, \end{aligned}$$

即故障线路零序电流为所有健全线路和母线的电容电流,电容性无功功率的方向由线路流向母线。

[0043] 在图1-2中,本发明通过检测中线点电压超限,及支路零序电流波动及突变判断单相接地故障;系统集成多种选线算法,依据接地信号的特征,自适应电网参数,采用适当地选线算法,实现智能选线,从而选出具体的故障电路。同时,记录接地故障发生前后的各支路的电流波形及故障母线的电压波形,以便于回放和分析故障发生原因,以避免因人工排查造成非故障支路停电,及时隔离故障防止事故扩大,加快故障修复速度,提高电网供电可靠率和安全性。

[0044] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0045] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

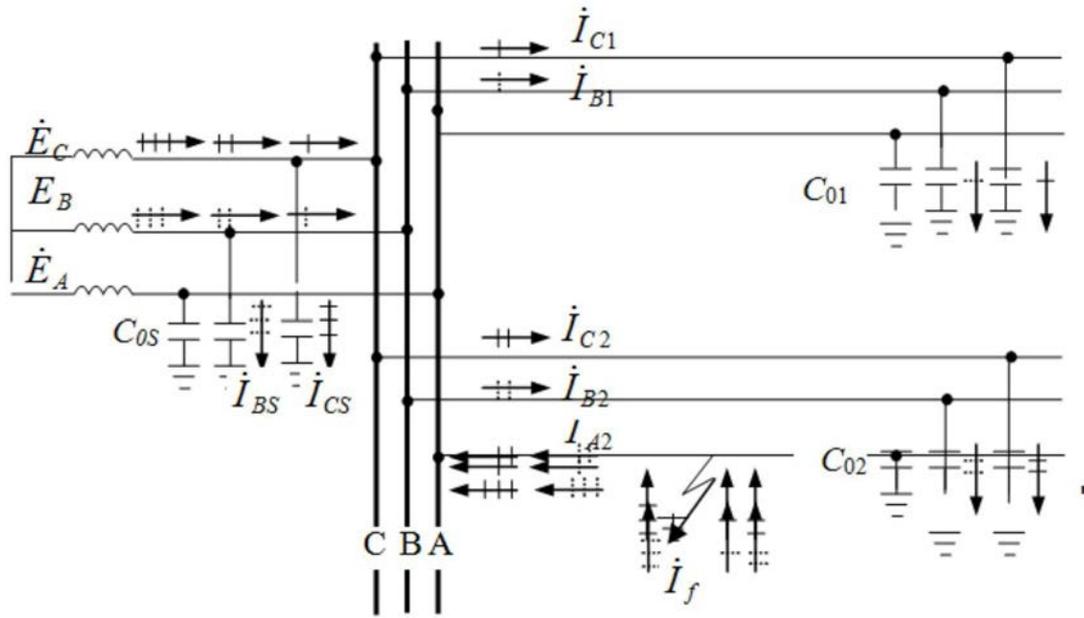


图1

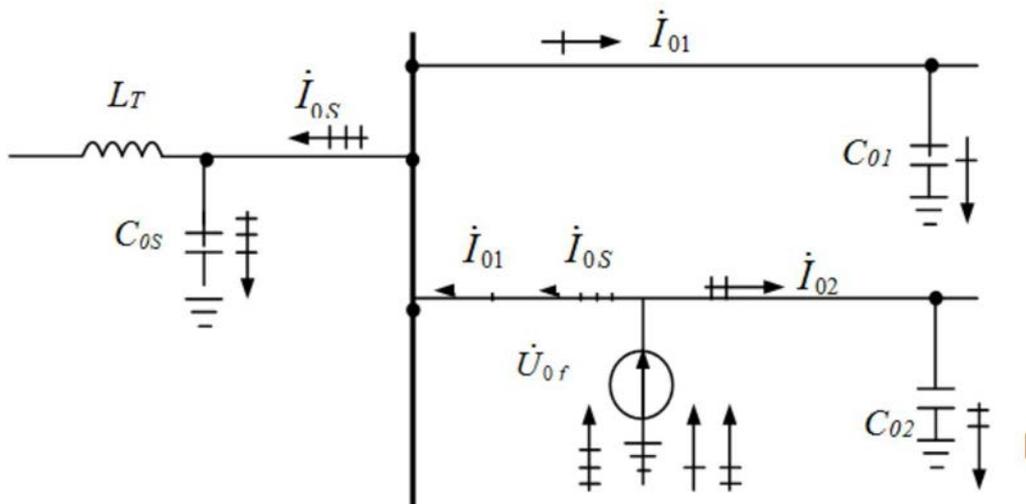


图2