



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103701106 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201310674915. 6

(22) 申请日 2013. 12. 11

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园 1 号

申请人 许继电气股份有限公司

(72) 发明人 陈来军 王志文 沈沉 马红伟

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 罗文群

(51) Int. Cl.

H02H 7/26(2006. 01)

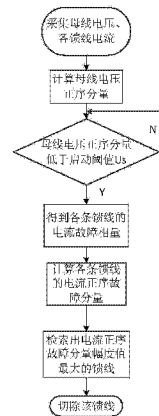
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于微电网的继电保护方法

(57) 摘要

本发明涉及一种适用于微电网的继电保护方法,属于电力系统保护技术领域。首先采集微电网母线的电压相量以及由该母线发出的微电网中各条馈线的电流相量,根据采集的电压相量计算母线电压的正序分量,设定一个母线电压的保护启动阈值,根据阈值对母线电压的正序分量幅值进行判断,判定微电网中存在的短路故障,再计算每条馈线的故障电流相量,根据故障电流相量计算各馈线的电流正序故障分量;从各条馈线的电流正序故障分量中检索出幅度值最大的馈线,确定该馈线为故障所在馈线,并切除该馈线。本方法能够检测单相对地、两相对地、三相对称、两相相间等微电网中的四类故障,能够对短路故障进行准确定位,而且可靠性高。



1. 一种适用于微电网的继电保护方法,其特征在于该方法包括如下步骤:

(1) 采集微电网母线的电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c , 并分别采集由该母线发出的微电网中各条馈线的电流相量 \dot{I}_{ia} 、 \dot{I}_{ib} 、 \dot{I}_{ic} , 其中 i 表示不同的馈线;

(2) 根据上述采集的母线电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c , 利用下式计算母线电压的正序分量 \dot{U}_{pos} :

$$\dot{U}_{pos} = \dot{U}_a + e^{j\frac{2}{3}\pi} \dot{U}_b + e^{j\frac{4}{3}\pi} \dot{U}_c$$

其中, e 是自然对数, j 是虚数单位, \dot{U}_{pos} 是母线电压正序分量的相量表达式, \dot{U}_{pos} 的幅值为 U_{pos} ;

(3) 设定一个母线电压的保护启动阈值 U_s , 对上述母线电压的正序分量幅值 U_{pos} 进行判断, 若 U_{pos} 小于 U_s , 则判定微电网中存在短路故障, 并记录 U_{pos} 小于 U_s 的时刻 t_f , 执行步骤(4), 若 U_{pos} 大于或等于 U_s , 则判定微电网中无短路故障, 执行步骤(2);

(4) 分别将每条馈线 t_f 时刻后一个周波内的电流相量减去 t_f 时刻前一个周波的电流相量, 得到的差值为每条馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} ;

(5) 根据上述各馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} , 利用下式计算各馈线的电流正序故障分量 $\dot{I}_{i_pos_f}$:

$$\dot{I}_{i_pos_f} = \dot{I}_{ia_f} + e^{j\frac{2}{3}\pi} \dot{I}_{ib_f} + e^{j\frac{4}{3}\pi} \dot{I}_{ic_f}$$

令 $\dot{I}_{i_pos_f}$ 的幅度值为 $I_{i_pos_f}$;

(6) 从上述各条馈线的电流正序故障分量中检索出幅度值最大的馈线, 确定该馈线为故障所在馈线, 并切除该馈线。

一种适用于微电网的继电保护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于微电网的继电保护方法,属于电力系统保护技术领域。

背景技术

[0002] 为了解决分布式能源的大规模接入问题,“微电网”应运而生。微电网特性远不同于传统大电网,其保护、控制、调度等方面均需要深入研究。微电网保护的目的是当微电网发生短路故障时,能够在短时间内实现故障的定位与最小区域隔离,切除故障,保证微电网内其余设备的继续运行。微电网短路电流小、潮流灵活、运行方式可变等特点使得传统的保护难以适应微电网的保护需求。因此,研究微电网综合保护装置及新方法势在必行。

[0003] 传统的保护方法直接应用到微电网中均存在不同程度的困难。

[0004] 首先,由于微电网中存在大量基于电力电子接口的设备,使得微电网短路电流较小。过小的短路电流无法驱动过流保护正确动作。分布式电源出力改变,使得在满载情况下整定的过流阈值不一定适用于半载情况,反之亦然。

[0005] 其次,微电网中含有单相电源与负载,三相功率不平衡,正常运行时含有电流零序分量、负序分量,这使得序分量法阈值整定困难。此外,与过流保护一样,分布式电源出力改变,使得在满载情况下整定的阈值不一定适用于半载情况,反之亦然。另外,序分量法无法检测三相对称故障。

[0006] 可以说,凡是需要整定电流阈值的保护方法,在分布式电源出力改变的情况下,均难以整定阈值。这是传统保护普遍存在的困难。

[0007] 最后,尽管传统的光纤差动保护不依赖于短路电流幅值,可以应对三相不平衡情况,但需要铺设额外的通信线路。如果通信受阻,保护将失效。许多依赖于通信的保护手段,都存在同样的问题。此外,这类方法增加了微电网的建设投资,降低了微电网的经济性。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提出一种适用于微电网的继电保护方法,以避免上述已有技术中存在的不足之处,减少微电网的建设投资,并保证微电网的通信可靠性。

[0009] 本发明提出的适用于微电网的继电保护方法,包括如下步骤:

[0010] (1) 采集微电网母线的电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c ,并分别采集由该母线发出的微电网中各条馈线的电流相量 \dot{I}_{ia} 、 \dot{I}_{ib} 、 \dot{I}_{ic} ,i表示不同的馈线;

[0011] (2) 根据上述采集的电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c ,利用下式计算母线电压的正序分量

\dot{U}_{pos} ;

[0012]
$$\dot{U}_{pos} = \dot{U}_a + e^{j\frac{2}{3}\pi} \dot{U}_b + e^{j\frac{4}{3}\pi} \dot{U}_c$$

[0013] 其中,e是自然对数,j是虚数单位, \dot{U}_{pos} 是母线电压正序分量的相量表达式, \dot{U}_{pos} 的幅值为 U_{pos} ;

[0014] (3) 设定一个母线电压的保护启动阈值 U_s , 对上述母线电压的正序分量幅值 U_{pos} 进行判断, 若 U_{pos} 小于 U_s , 则判定微电网中存在短路故障, 并记录 U_{pos} 小于 U_s 的时刻 t_f , 执行步骤(4), 若 U_{pos} 大于或等于 U_s , 则判定微电网中无短路故障, 执行步骤(2);

[0015] (4) 分别将每条馈线的 t_f 时刻后一个周波内的电流相量减去 t_f 时刻前一个周波的电流相量, 得到的差值为每条馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} ;

[0016] (5) 根据上述各馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} , 利用下式计算各馈线的电流正序故障分量 \dot{I}_{i_pos} :

$$[0017] \quad \dot{I}_{i_pos_f} = \dot{I}_{ia_f} + e^{j\frac{2}{3}\pi} \dot{I}_{ib_f} + e^{j\frac{4}{3}\pi} \dot{I}_{ic_f}$$

[0018] 令 $\dot{I}_{i_pos_f}$ 的幅度值为 $I_{i_pos_f}$;

[0019] (6) 从上述各条馈线的电流正序故障分量中检索出幅度值最大的馈线, 确定该馈线为故障所在馈线, 并切除该馈线。

[0020] 本发明提出的适用于微电网的继电保护方法, 其优点是:

[0021] 1、本发明方法中, 以电压正序分量作为启动判据, 以电流正序故障分量作为定位判据, 因此能够检测单相对地、两相对地、三相对称、两相相间等微电网中的四类故障。

[0022] 2、本发明方法采用在各条馈线的电流正序故障分量中检索最大幅度值的方法, 因此本发明方法不依赖于短路电流幅值的绝对大小。在分布式电源出力改变以及退出的情况下, 仍然可以使用本发明方法首先微电网的继电保护。

[0023] 3、本发明方法中, 由于电流正序故障分量的最大幅度值出现在哪条馈线上与微电网中是否含有单相负载与单相电源无关, 因此本方法适用于微电网中含有单相电源与单相负载的情况。

[0024] 4、本发明方法的应用过程中, 数据采集、故障判断的过程不依赖通信, 不存在通信受阻的情况, 因此故障判断过程可靠。

[0025] 综上所述, 本发明提出的适用于微电网的继电保护方法, 可以实现微电网的短路故障的准确定位, 而且可靠性高。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明提出的适用于微电网的继电保护方法的流程框图。

[0027] 图 2 为本发明方法的一个实施例中涉及的微电网结构示意图。

具体实施方式

[0028] 本发明提出的适用于微电网的继电保护方法, 其流程框图如图 1 所示, 包括如下步骤:

[0029] (1) 采集微电网母线的电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c , 并分别采集由该母线发出的微电网中各条馈线的电流相量 \dot{I}_{ia} 、 \dot{I}_{ib} 、 \dot{I}_{ic} , i 表示不同的馈线, 在本步中, 是利用“快速傅里叶变换”将离散的电压采样信号与电流采样信号合成电压相量 $(\dot{U}_a$ 、 \dot{U}_b 、 $\dot{U}_c)$ 与电流相量

$(\dot{I}_{ia}, \dot{I}_{ib}, \dot{I}_{ic})$;

[0030] (2) 根据上述采集的电压相量 \dot{U}_a 、 \dot{U}_b 、 \dot{U}_c ，利用下式计算母线电压的正序分量 \dot{U}_{pos} ：

$$[0031] \quad \dot{U}_{pos} = \dot{U}_a + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{U}_b + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{U}_c$$

[0032] 其中，e 是自然对数，j 是虚数单位， \dot{U}_{pos} 是母线电压正序分量的相量表达式，令 \dot{U}_{pos} 的幅值为 U_{pos} ；

[0033] (3) 设定一个母线电压的保护启动阈值 U_s ，对上述母线电压的正序分量幅值 U_{pos} 进行判断，若 U_{pos} 小于 U_s ，则判定微电网中存在短路故障，并记录 U_{pos} 小于 U_s 的时刻 t_f ，执行步骤(4)，若 U_{pos} 大于或等于 U_s ，则判定微电网中无短路故障，执行步骤(2)；

[0034] (4) 分别将每条馈线 t_f 时刻后一个周波内的电流相量减去 t_f 时刻前一个周波的电流相量，得到的差值为每条馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} ；

[0035] (5) 根据上述各馈线的故障电流相量 \dot{I}_{ia_f} 、 \dot{I}_{ib_f} 、 \dot{I}_{ic_f} ，利用下式计算各馈线的电流正序故障分量 $\dot{I}_{i_pos_f}$ ：

$$[0036] \quad \dot{I}_{i_pos_f} = \dot{I}_{ia_f} + e^{j\frac{2\pi}{3}} \dot{I}_{ib_f} + e^{j\frac{4\pi}{3}} \dot{I}_{ic_f}$$

[0037] 令 $\dot{I}_{i_pos_f}$ 的幅度值为 $I_{i_pos_f}$ ；

[0038] (6) 从上述各条馈线的电流正序故障分量中检索出幅度值最大的馈线，确定该馈线为故障所在馈线，并切除该馈线。

[0039] 以下介绍根据本发明方法的一个测试实例：

[0040] 采用商业仿真软件 PSCAD，使用图 2 所示的微电网测试模型，对本发明方法的有效性进行测试。下表 1 为微电网测试模型的主要参数。

[0041] 表 1 测试模型主要参数

[0042]

微电网电压	220/380V
微电网频率	50Hz
系统负载总功率	100kW
系统发电总功率	100kW
光伏发电额定功率	50kW
风力发电额定功率	50kW
储能最大功率	50kW

线路参数	R=0.325 欧 /km X=0.073 欧 /km
------	-----------------------------

[0043] 按照表 2 所示的各种工况组合进行测试：

[0044] 表 2 测试工况列表

[0045]

微电网运行模式	孤网、并网
故障位置	故障 1 处、故障 2 处、故障 3 处
故障类型	三相对称、单相对地、两相对地、两相相间
分布式电源出力	不发电(0%)、部分发电(50%)、满发(100%)
单相电源功率占发电总功率比例	0%、20%、40%
单相负载功率占负载总功率比例	0%、20%、40%

[0046] 按照表 2 所示的各种组合进行测试,保护开关均没有误动与拒动的情况发生。

[0047] 从以上测试结果可以看出,本发明方法可以适用于微电网中三相对称、单相对地、两相相间、两相对地四类故障。在微电网中的分布式电源出力变化的情况下,无需重新调整保护阈值,故障判断结果仍然有效。在微电网中含有单相负载与单相电源,即三相功率不平衡的情况下,利用本发明方法的故障判断结果仍然有效。本发明方法的应用过程中,数据采集、故障判断的过程不依赖通信,因此故障判断过程可靠。

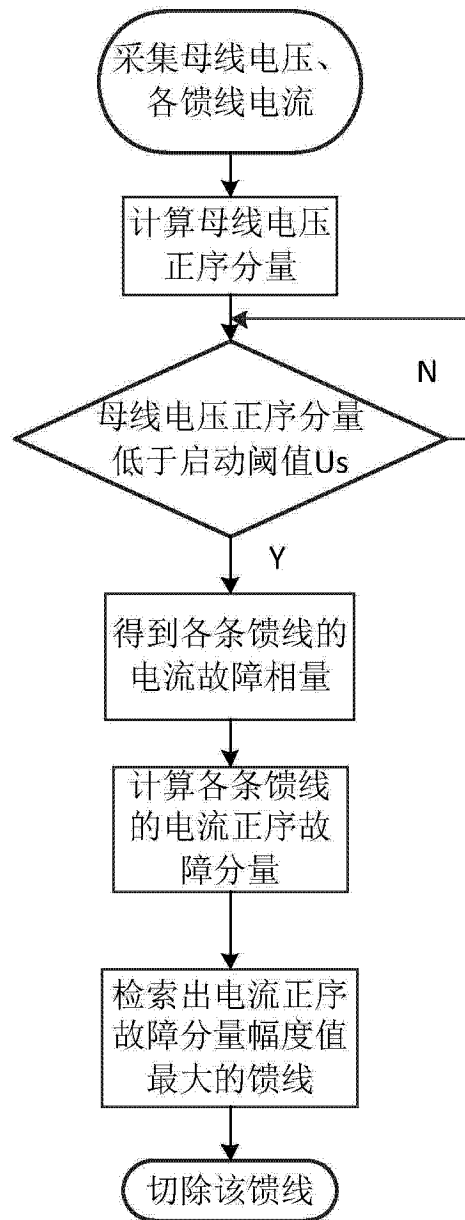


图 1

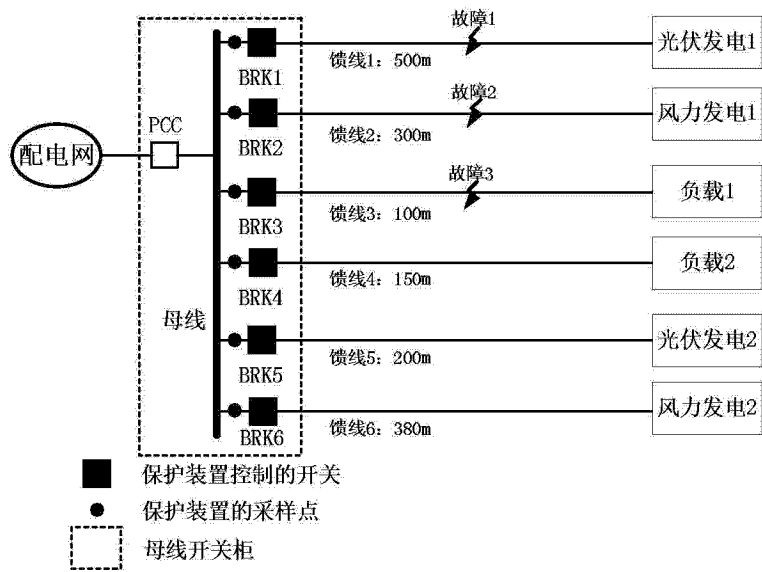


图 2