(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2021 年 9 月 30 日 (30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/189873 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 31/00 (2006.01) *H02J 3/38* (2006.01)
G01R 25/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/128735

(22) 国际申请日: 2020 年 11 月 13 日 (13.11.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010207996.9 2020年3月23日 (23.03.2020) CN

(71) 申请人: 珠海格力电器股份有限公司 (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) [CN/CN]; 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。

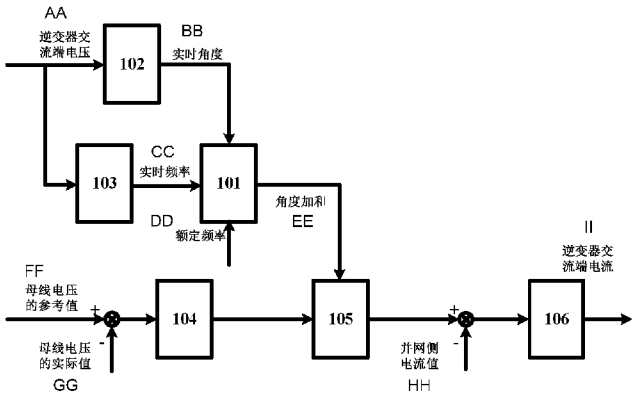
(72) 发明人: 曲东瑞 (QU, Dongrui); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 肖尊辉 (XIAO, Zunhui); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 文武 (WEN, Wu); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 俞贤桥 (YU, Xianqiao); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。 蒋世用 (JIANG, Shiyong); 中国广东省珠海市前山金鸡西路, Guangdong 519070 (CN)。

(74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司 (CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE); 中国北京市复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) **Title:** ISLAND DETECTION METHOD AND APPARATUS, GRID-CONNECTED INVERTER, AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称**: 孤岛检测方法、装置、并网逆变器及计算机可读存储介质



AA Voltage of an alternating-current end of an inverter
BB Real-time angle
CC Real-time frequency
DD Rated frequency
EE Angle sum
FF Reference value of a bus voltage
GG Actual value of the bus voltage
HH Grid-connected side current value
II Current of the alternating-current end of the inverter

图 1

(57) **Abstract:** An island detection method and apparatus (30), a grid-connected inverter (10), and a non-instantaneous computer readable storage medium. The island detection method comprises: obtaining an angle and a frequency of a voltage of an alternating-current end of the grid-connected inverter (10) (S201); according to the angle and the frequency of the voltage of the alternating-current end of the grid-connected inverter (10), determining angle fluctuation applied to a current of the alternating-current end of the grid-connected inverter (10) (S202); adding the angle fluctuation and the angle of the voltage of the alternating-current end of the grid-connected inverter (10) to obtain an angle sum (S203); and in the case that the angle sum is greater than a preset value, detecting that an islanding effect occurs and giving an alarm (S205). According to the island detection method and apparatus (30), a detection blind area of island detection can be effectively narrowed, so that the accuracy and reliability of island detection are improved.

WO 2021/189873 A1

[见续页]

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种孤岛检测方法、装置(30)、并网逆变器(10)及非瞬时性计算机可读存储介质，孤岛检测方法包括：获取并网逆变器(10)交流端电压的角度和频率(S201)；根据并网逆变器(10)交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器(10)交流端电流施加的角度扰动(S202)；将角度扰动与并网逆变器(10)交流端电压的角度相加，获得角度加和(S203)；在角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛效应并报警(S205)。孤岛检测方法及装置(30)能够有效缩小孤岛检测的检测盲区，从而提升孤岛检测的准确性和可靠性。

孤岛检测方法、装置、并网逆变器及计算机可读存储介质

相关申请的交叉引用

本申请是以 CN 申请号为 202010207996.9，申请日为 2020 年 3 月 23 日的申请为基础，并主张其优先权，该 CN 申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及电力系统技术领域，特别涉及一种孤岛检测方法、装置、并网逆变器及非瞬时性计算机可读存储介质。

背景技术

随着全球气候变化，能源可持续发展逐渐成为研究热点。太阳能作为可再生能源，是当今主要的新能源之一因此被广泛使用。光伏应用的重要组成是光伏并网发电，但光伏并网发电属于不稳定的能源，环境气候以及所连接负载都会对光伏并网发电功率产生一定的影响。

在光伏并网系统中，发电光伏通过并网逆变器接入电网，电网会连接本地负载，由于故障、人为原因或自然原因导致电网停止运行，并网发电系统未能及时检测出电网停止运行状态，导致并网发电系统与本地负载形成一个不受控制的独立供电系统就是孤岛效应。

发生孤岛效应后，当电网重新合闸运行时，电网与并网发电系统在电信号的频率和角度上可能不同步，导致产生很高的冲击电流，从而损坏并网发电系统，甚至导致电网重新跳闸。同时，很高的冲击电流也会对维修人员造成安全隐患，因此需要通过孤岛检测方法准确检测孤岛效应的发生。孤岛检测方法分为主动式检测与被动式检测，被动式检测主要通过检测并网发电系统的电压幅值、频率、谐波等物理量来间接判断是否发生孤岛效应，存在很大的检测盲区，可靠性和准确性很低。传统的主动式检测相对于被动式检测，只能在一定程度上减小检测盲区，因此可靠性和准确性依然较低。

发明内容

本公开解决的一个技术问题是，如何有效缩小孤岛检测的检测盲区。

根据本公开实施例的一个方面，提供了一种孤岛检测方法，包括：获取并网逆变器交流端电压的角度和频率；根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动；将角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和；在角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛效应。

在一些实施例中，孤岛检测方法还包括：在角度加和不大于预设值的情况下，根据角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

在一些实施例中，根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动包括：确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值；在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差，并根据频率差绝对值和角度差确定本次的角度扰动，本次的角度扰动分别与频率差绝对值、角度差呈正相关。

在一些实施例中，通过公式$\theta = \theta^{'} + f * n$确定本次的角度扰动，$\theta$表示本次的角度扰动，$\theta^{'}$表示角度差，$f$表示频率差绝对值，$n$表示预设的系数。

在一些实施例中，根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动还包括：在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，根据频率差绝对值确定本次的角度扰动，本次的角度扰动与频率差绝对值呈正相关。

在一些实施例中，通过公式$\theta = f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数。

在一些实施例中，预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。

在一些实施例中，根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动还包括：在角度扰动大于第一阈值的情况下，用第一阈值替代角度扰动的取值；在角度扰动小于第二阈值的情况下，用第二阈值替代角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

根据本公开实施例的另一个方面，提供了一种并网逆变器，包括：存储器；以及耦接至存储器的处理器，处理器被配置为基于存储在存储器中的指令，执行前述的孤岛检测方法。

在一些实施例中，并网逆变器还包括：锁相环，被配置为检测并网逆变器交流端电压的角度；频率检测器，被配置为检测并网逆变器交流端电压的频率。

在一些实施例中，并网逆变器还包括：电压环调节器，被配置为根据并网逆变器的母线电压的参考值和实际值，输出电压环调节信号；乘法器，被配置为将角度加和的余弦值与电压环调节信号相乘；电流环调节器，被配置为根据乘法器的输出信号和并网侧电流值，输出并网逆变器交流端电流。

根据本公开实施例的又一个方面，提供了一种非瞬时性计算机可读存储介质，其中，非瞬时性计算机可读存储介质存储有计算机指令，指令被处理器执行时实现前述的孤岛检测方法。

根据本公开实施例的再一个方面，提供了一种孤岛检测装置，包括：信号获取模块，被配置为获取并网逆变器交流端电压的角度和频率；扰动确定模块，被配置为根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动；角度加和模块，被配置为将角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和；孤岛检测模块，被配置为在角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛效应。

在一些实施例中，孤岛检测装置还包括电流确定模块，被配置为：在角度加和不大于预设值的情况下，根据角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

在一些实施例中，扰动确定模块被配置为：确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值；在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差，并根据频率差绝对值和角度差确定本次的角度扰动，本次的角度扰动分别与频率差绝对值、角度差呈正相关。

在一些实施例中，扰动确定模块被配置为通过公式$\theta = \theta^{'} + f * n$确定本次的角度扰动，$\theta$表示本次的角度扰动，$\theta^{'}$表示角度差，$f$表示频率差绝对值，$n$表示预设的系数。

在一些实施例中，扰动确定模块还被配置为：在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，根据频率差绝对值确定本次的角度扰动，本次的角度扰动与频率差绝对值呈正相关。

在一些实施例中，扰动确定模块被配置为通过公式$\theta = f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数。

在一些实施例中，预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。

在一些实施例中，扰动确定模块还被配置为：在角度扰动大于第一阈值的情况下，用第一阈值替代角度扰动的取值；在角度扰动小于第二阈值的情况下，用第二阈值替代角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

本公开能够有效缩小孤岛检测的检测盲区，从而提升孤岛检测的可靠性和准确性。

通过以下参照附图对本公开的示例性实施例的详细描述，本公开的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

为了更清楚地说明本公开实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 示出了本公开一些实施例的并网逆变器的结构示意图。

图 2 示出了本公开一些实施例的孤岛检测方法的流程示意图。

图 3 示出了本公开一些实施例的孤岛检测装置的结构示意图。

图 4 示出了确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动的流程示意图。

具体实施方式

下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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公开一部分实施例，而不是全部的实施例。以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的，决不作为对本公开及其应用或使用的任何限制。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本公开保护的范围。

本公开以并网逆变器执行孤岛检测方法为例，对孤岛检测方法进行介绍。并网逆变器的直流端连接并网侧，交流端连接电网侧，从而实现将光伏产生的直流电转变为交流电供给电网或本地负载。

图 1 示出了本公开一些实施例的并网逆变器的结构示意图。如图 1 所示，并网逆变器 10 包括孤岛检测器 101、锁相环 102、频率检测器 103、电压环调节器 104、乘法器 105、电流环调节器 106。

在一些实施例中，孤岛检测器 101 具体包括存储器以及耦接至存储器的处理器，处理器被配置为基于存储在存储器中的指令执行孤岛检测方法，孤岛检测方法的具体检测步骤在后续实施例中详细描述。存储器例如包括系统存储器、固定非易失性存储介质等。系统存储器例如存储有操作系统、应用程序、引导装载程序（Boot Loader）以及其他程序等。孤岛检测器还包括输入输出接口、网络接口、存储接口等。这些接口以及存储器和处理器之间例如通过总线连接。其中，输入输出接口为显示器、鼠标、键盘、触摸屏等输入输出设备提供连接接口。网络接口为各种联网设备提供连接接口。存储接口为 SD 卡、U 盘等外置存储设备提供连接接口。

锁相环 102 及频率检测器 103 的输入信号为逆变器交流端电压。锁相环 102 被配置为检测并网逆变器交流端电压的角度，频率检测器 103 被配置为检测并网逆变器交流端电压的频率，

电压环调节器 104 被配置为根据并网逆变器的母线电压的参考值和实际值，输出电压环调节信号。在一些实施例中，电压环调节器 104 工作时，具体采用电压外环控制方法。

乘法器 105 被配置为将孤岛检测器 101 的输出信号与电压环调节信号相乘。

电流环调节器 106 被配置为根据乘法器的输出信号和并网侧电流值，输出并网逆变器交流端电流。在一些实施例中，电流环调节器 106 工作时，具体采用电流内环控制方法，控制并网逆变器向电网输出的电流。

下面结合图 2 描述本公开孤岛检测方法的一些实施例。

图 2 示出了本公开一些实施例的孤岛检测方法的流程示意图。如图 2 所示，本实施例包括步骤 S201～步骤 S206。

在步骤 S201 中，获取并网逆变器交流端电压的角度和频率。

在并网逆变器上电开机后，孤岛检测器首先对一些参数进行初始化。这些参数包括：本次从锁相环获取并网逆变器交流端电压的角度（初始化取值为 0），上一次从锁相环获取并网逆变器交流端电压的角度（初始化取值为 0），本次从频率检测器获取并网逆变器交流端电压的频率（初始化取值为 0），上一次从频率检测器获取并网逆变器交流端电压的频率（初始化取值为 0）。

初始化参数完成后，锁相环能够实时监测逆变器交流端电压的角度，频率检测器能够实时监测逆变器交流端电压的频率，孤岛检测器多次从锁相环获取并网逆变器交流端电压的角度，同时多次从频率检测器获取并网逆变器交流端电压的角度。

在步骤 S202 中，根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动。

图 4 示出了确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动的流程示意图。如图 4 所示，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动包括步骤 S4021~步骤 S4024。

首先，在步骤 S4021 中，确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值f。

然后，在步骤 S4022 中，判断本次获取并网逆变器交流端电压的频率是否处于预设频率区间内。

在一些实施例中，预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。例如，预设频率区间具体为（f_0-0.5，f_0+0.2），f0 表示电网电压的额定频率。

情况（一）：本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间。

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，执行步骤 S4023。在步骤 S4023 中，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差θ'，并根据频率差绝对值f和角度差确定本次的角度扰动θ。其中，本次的角度扰动分别与频率差绝对值、角度差呈正相关。

例如，通过公式$\theta = \theta' + f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，θ'表示角度差，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数，n的具体取值根据系统需要进行配置。一种具体的确定n取值的方法例如为$n = 2\pi * T * 200$，T表示模数转换的采样周期。

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，如果发生孤岛效应，角度扰动的绝对值会一直增大，且累加值的增幅也会越来越大。因此，如果孤岛效应导致电网侧无法将逆变器交流端电流的角度进行有效限制，导致逆变器交流端电压的频率和角度产生较为轻微的变化，并网逆变器也能够将这种轻微的变化放大而检测出孤岛效应。

情况（二）：本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间。

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，执行步

骤 S4024。在步骤 S4024 中，根据频率差绝对值f确定本次的角度扰动θ。其中，本次的角度扰动与频率差绝对值呈正相关。

例如，通过公式$\theta = f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数。

发明人考虑到，传统的主动检测方式所施加的角度扰动，会对发电质量产生较大影响。因此，在并网逆变器交流端电压的频率稳定在额定频率附近的情况下，不再在上一次施加的角度扰动基础上计算角度扰动（相当于将θ赋值为 0），因此能够在主动检测孤岛效应的过程中降低对发电质量的影响，在缩小孤岛检测的检测盲区的同时兼顾发电质量。

在步骤 S203 中，将角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和。

在步骤 S204 中，判断角度加和是否大于预设值。

在角度加和大于预设值的情况下，执行步骤 S205，检测到发生孤岛效应并报警。

在孤岛效应发生时，逆变器交流端电压的角度与角度扰动的角度加和会显著增加，因此当角度加和大于预设值的情况下能够检测出孤岛效应并报警以提醒相关工作人员。

在角度加和不大于预设值的情况下，执行步骤 S206，根据角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

例如，将角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号相乘作为电流环给定值，然后进一步根据电流环给定值和并网侧电流值，确定输出的并网逆变器交流端电流。

上述实施例中，通过逆变器交流端电压的实时频率和实时角度同时引入主动式孤岛检测中，能够有效缩小孤岛检测的检测盲区，提升孤岛检测的可靠性和准确性。

在一些实施例中，步骤 S202 还包括：对角度扰动进行限幅。

在角度扰动大于第一阈值（例如 0.5）的情况下，用第一阈值替代角度扰动的取值；在角度扰动小于第二阈值（例如-0.5）的情况下，用第二阈值替代角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

通过对角度扰动进行限幅，能够避免突然施加过大的角度扰动，导致发电质量严重恶化甚至造成系统严重损坏，从而进一步降低主动式孤岛检测对发电质量的影响，提升了主动式孤岛检测过程的安全性。

下面结合图 3 描述本公开孤岛检测装置的一些实施例。

图 3 示出了本公开一些实施例的孤岛检测装置的结构示意图。如图 3 所示，本实施例中的孤岛检测装置 30 包括：信号获取模块 301，被配置为获取并网逆变器交流端电压的角度和频率；扰动确定模块 302，被配置为根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动；角度加和模块 303，被配置为将角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和；孤岛检测模块 304，被配置为在角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛效应。

在一些实施例中，孤岛检测装置 30 还包括电流确定模块 305，被配置为：在角度加和不大于预设值的情况下，根据角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

在一些实施例中，扰动确定模块 302 被配置为：确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值；在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差，并根据频率差绝对值和角度差确定本次的角度扰动，本次的角度扰动分别与频率差绝对值、角度差呈正相关。

在一些实施例中，扰动确定模块 302 被配置为通过公式$\theta = \theta' + f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，θ'表示角度差，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数。

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，如果发生孤岛效应，角度扰动的绝对值会一直增大，且累加值的增幅也会越来越大。因此，如果孤岛效应导致电网侧无法将逆变器交流端电流的角度进行有效限制，导致逆变器交流端电压的频率和角度产生较为轻微的变化，并网逆变器也能够将这种轻微的变化放大而检测出孤岛效应。

在一些实施例中，扰动确定模块 302 还被配置为：在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，根据频率差绝对值确定本次的角度扰动，本次的角度扰动与频率差绝对值呈正相关。

在一些实施例中，扰动确定模块 302 被配置为通过公式$\theta = f * n$确定本次的角度扰动，θ表示本次的角度扰动，f表示频率差绝对值，n表示预设的系数。

发明人考虑到，传统的主动检测方式所施加的角度扰动，会对发电质量产生较大

影响。因此，在并网逆变器交流端电压的频率稳定在额定频率附近的情况下，不再在上一次施加的角度扰动基础上计算角度扰动（相当于将θ'赋值为 0），因此能够在主动检测孤岛效应的过程中降低对发电质量的影响，在缩小孤岛检测的检测盲区的同时兼顾发电质量。

在一些实施例中，预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。

在一些实施例中，扰动确定模块 302 还被配置为：在角度扰动大于第一阈值的情况下，用第一阈值替代角度扰动的取值；在角度扰动小于第二阈值的情况下，用第二阈值替代角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

通过对角度扰动进行限幅，能够避免突然施加过大的角度扰动，导致发电质量严重恶化甚至造成系统严重损坏，从而进一步降低主动式孤岛检测对发电质量的影响，提升了主动式孤岛检测过程的安全性。

上述实施例中，通过逆变器交流端电压的实时频率和实时角度同时引入主动式孤岛检测中，能够有效缩小孤岛检测的检测盲区，提升孤岛检测的可靠性和准确性。

本公开还包括一种非瞬时性计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，该指令被处理器执行时实现前述任意一些实施例中的孤岛检测方法。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和／或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和／或方框图中的每一流程和／或方框、以及流程图和／或方框图中的流程和／或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和／或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

以上所述仅为本公开的较佳实施例，并不用以限制本公开，凡在本公开的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种孤岛检测方法，包括：

获取并网逆变器交流端电压的角度和频率；

根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动；

将所述角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和；

在所述角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛效应。

2. 根据权利要求 1 所述的孤岛检测方法，还包括：

在所述角度加和不大于预设值的情况下，根据所述角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

3. 根据权利要求 1 所述的孤岛检测方法，其中，所述根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动包括：

确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值；

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差，并根据所述频率差绝对值和所述角度差确定本次的所述角度扰动，本次的所述角度扰动分别与所述频率差绝对值、所述角度差呈正相关。

4. 根据权利要求 3 所述的孤岛检测方法，其中，通过公式$\theta = \theta' + f * n$确定本次的所述角度扰动，θ表示本次的所述角度扰动，θ'表示所述角度差，f表示所述频率差绝对值，n表示预设的系数。

5. 根据权利要求 3 所述的孤岛检测方法，其中，所述根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动还包括：

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，根据所述频率差绝对值确定本次的所述角度扰动，本次的所述角度扰动与所述频率差绝对值呈正相关。

6. 根据权利要求 5 所述的孤岛检测方法，其中，通过公式$\theta = f * n$确定本次的所述角度扰动，θ表示本次的所述角度扰动，f表示所述频率差绝对值，n表示预设的系数。

7. 根据权利要求 3 至 6 任一项所述的孤岛检测方法，其中，所述预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。

8. 根据权利要求 3 至 6 任一项所述的孤岛检测方法，其中，所述根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动还包括：

在所述角度扰动大于第一阈值的情况下，用第一阈值替代所述角度扰动的取值；

在角度扰动小于第二阈值的情况下，用第二阈值替代所述角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

9. 一种并网逆变器，包括：

存储器；以及

耦接至所述存储器的处理器，所述处理器被配置为基于存储在所述存储器中的指令，执行如权利要求 1 至 8 中任一项所述的孤岛检测方法。

10. 根据权利要求 9 所述的并网逆变器，还包括：

锁相环，被配置为检测并网逆变器交流端电压的角度；

频率检测器，被配置为检测并网逆变器交流端电压的频率。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的并网逆变器，还包括：

电压环调节器，被配置为根据并网逆变器的母线电压的参考值和实际值，输出电压环调节信号；

乘法器，被配置为将所述角度加和的余弦值与电压环调节信号相乘；

电流环调节器，被配置为根据乘法器的输出信号和并网侧电流值，输出并网逆变器交流端电流。

12. 一种非瞬时性计算机可读存储介质，其中，所述非瞬时性计算机可读存储介质存储有计算机指令，所述指令被处理器执行时实现如权利要求 1 至 8 中任一项所述的孤岛检测方法。

13. 一种孤岛检测装置，包括：

信号获取模块，被配置为获取并网逆变器交流端电压的角度和频率；

扰动确定模块，被配置为根据并网逆变器交流端电压的角度和频率，确定向并网逆变器交流端电流施加的角度扰动；

角度加和模块，被配置为将所述角度扰动与并网逆变器交流端电压的角度相加，获得角度加和；

孤岛检测模块，被配置为在所述角度加和大于预设值的情况下，检测到发生孤岛

效应。

14. 根据权利要求 **13** 所述的孤岛检测装置，还包括电流确定模块，被配置为：在所述角度加和不大于预设值的情况下，根据所述角度加和的余弦值与电压环调节器输出的电压环调节信号，确定并网逆变器交流端电流。

15. 根据权利要求 **13** 所述的孤岛检测装置，其中，所述扰动确定模块被配置为：

确定本次获取并网逆变器交流端电压的频率与上一次获取并网逆变器交流端电压的频率之间的频率差绝对值；

在本次获取并网逆变器交流端电压的频率不处于预设频率区间内的情况下，确定本次获取并网逆变器交流端电压的角度与上一次获取并网逆变器交流端电压的角度之间的角度差，并根据所述频率差绝对值和所述角度差确定本次的所述角度扰动，本次的所述角度扰动分别与所述频率差绝对值、所述角度差呈正相关。

16. 根据权利要求 **15** 所述的孤岛检测装置，其中，所述扰动确定模块被配置为通过公式$\theta = \theta' + f * n$确定本次的所述角度扰动，θ表示本次的所述角度扰动，θ'表示所述角度差，f表示所述频率差绝对值，n表示预设的系数。

17. 根据权利要求 **15** 所述的孤岛检测装置，其中，所述扰动确定模块还被配置为：在本次获取并网逆变器交流端电压的频率处于预设频率区间内的情况下，根据所述频率差绝对值确定本次的所述角度扰动，本次的所述角度扰动与所述频率差绝对值呈正相关。

18. 根据权利要求 **17** 所述的孤岛检测装置，其中，所述扰动确定模块被配置为通过公式$\theta = f * n$确定本次的所述角度扰动，θ表示本次的所述角度扰动，f表示所述频率差绝对值，n表示预设的系数。

19. 根据权利要求 **15** 至 **18** 任一项所述的孤岛检测装置，其中，所述预设频率区间为包含电网电压的额定频率的连续区间。

20. 根据权利要求 **15** 至 **18** 任一项所述的孤岛检测装置，其中，所述扰动确定模块还被配置为：在所述角度扰动大于第一阈值的情况下，用第一阈值替代所述角度扰动的取值；在角度扰动小于第二阈值的情况下，用第二阈值替代所述角度扰动的取值，第二阈值小于第一阈值。

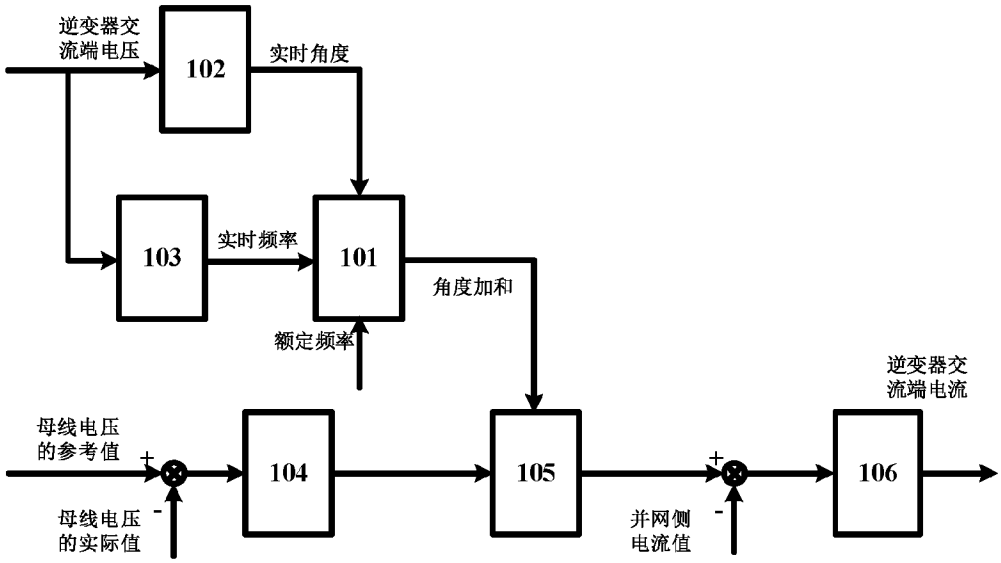

逆变器交流端电压
102
实时角度
103
实时频率
101
角度加和
额定频率
逆变器交流端电流
母线电压的参考值
+
104
105
+
106
母线电压的实际值
-
并网侧电流值
-

图 1

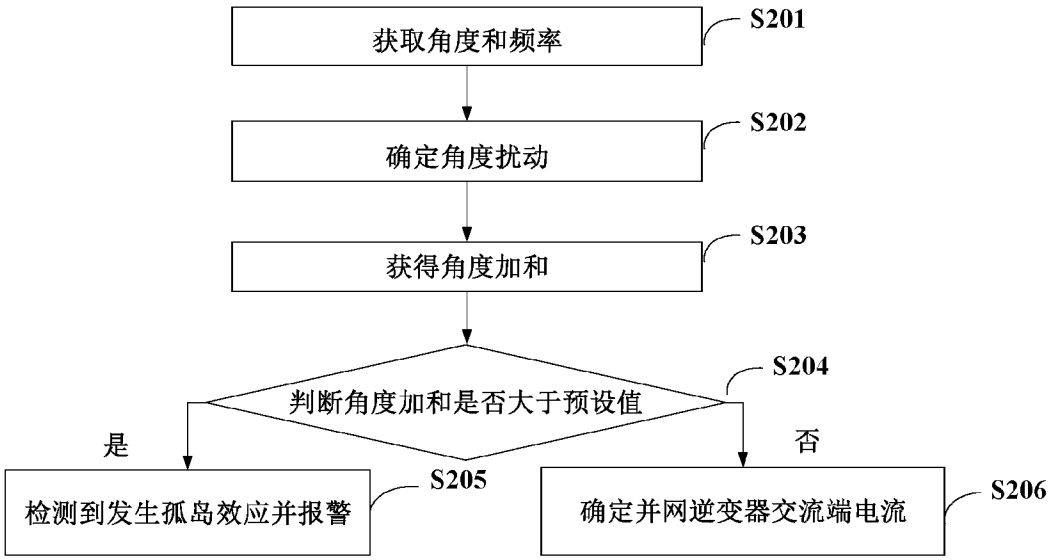

获取角度和频率
S201
确定角度扰动
S202
获得角度加和
S203
判断角度加和是否大于预设值
S204
是
否
检测到发生孤岛效应并报警
S205
确定并网逆变器交流端电流
S206

图 2


30
信号获取模块301
扰动确定模块302
角度加和模块303
孤岛检测模块304
电流确定模块305

图 3

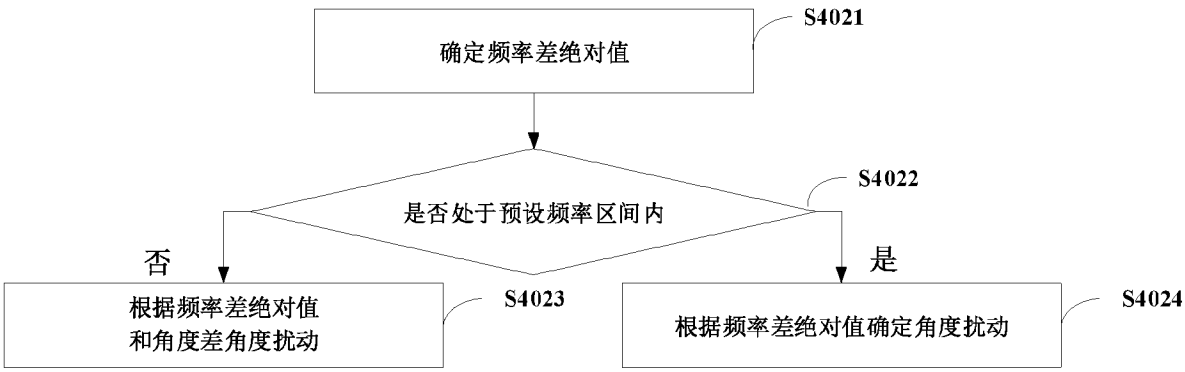

确定频率差绝对值
S4021
是否处于预设频率区间内
S4022
否
是
根据频率差绝对值
和角度差角度扰动
S4023
根据频率差绝对值确定角度扰动
S4024

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/128735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/00(2006.01)i; G01R 25/00(2006.01)i; H02J 3/38(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 31/-; G01R 25/-; H02J 3/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, USTXT, EPTXT, WOTXT: 孤岛, 检测, 逆变器, 电压, 电流, 频率, 相位, 角, 差, 扰动, 盲区, island, detect+, inverter, voltage, current, frequency, phase, angle, difference, deviation, shift, disturb+, blind

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111337777 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 26 June 2020 (2020-06-26) claims 1-20, description paragraphs [0005]-[0084], figures 1-3	1-20
Y	CN 106877395 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) 20 June 2017 (2017-06-20) description, paragraphs [0037]-[0069], and figures 1-4	1-2, 9-14
Y	CN 104090195 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 08 October 2014 (2014-10-08) description, paragraphs [0052]-[0067]	1-2, 9-14
A	CN 110514952 A (SHANGHAI CHURUI ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 November 2019 (2019-11-29) entire document	1-20
A	CN 110376483 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 25 October 2019 (2019-10-25) entire document	1-20
A	WO 03038970 A2 (YOUTILITY, INC.) 08 May 2003 (2003-05-08) entire document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 January 2021	**18 February 2021**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/128735

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111337777 A	26 June 2020	None	
CN 106877395 A	20 June 2017	CN 106877395 B	23 July 2019
CN 104090195 A	08 October 2014	CN 104090195 B	16 June 2017
CN 110514952 A	29 November 2019	None	
CN 110376483 A	25 October 2019	CN 110376483 B	16 June 2020
WO 03038970 A2	08 May 2003	AU 2002357670 A1	12 May 2003
		US 7138728 B2	21 November 2006
		US 2003080741 A1	01 May 2003

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/128735

A. 主题的分类

G01R 31/00(2006.01)i; G01R 25/00(2006.01)i; H02J 3/38(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01R 31/-; G01R 25/-; H02J 3/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, USTXT, EPTXT, WOTXT: 孤岛，检测，逆变器，电压，电流，频率，相位，角，差，扰动，盲区，island, detect+, inverter, voltage, current, frequency, phase, angle, difference, deviation, shift, disturb+, blind

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111337777 A (珠海格力电器股份有限公司) 2020年 6月 26日 (2020-06-26) 权利要求1-20，说明书第[0005]-[0084]段，图1-3	1-20
Y	CN 106877395 A (西安交通大学) 2017年 6月 20日 (2017-06-20) 说明书第[0037]-[0069]段，图1-4	1-2，9-14
Y	CN 104090195 A (阳光电源股份有限公司) 2014年 10月 8日 (2014-10-08) 说明书第[0052]-[0067]段	1-2，9-14
A	CN 110514952 A (上海储瑞能源科技有限公司) 2019年 11月 29日 (2019-11-29) 全文	1-20
A	CN 110376483 A (浙江大学) 2019年 10月 25日 (2019-10-25) 全文	1-20
A	WO 03038970 A2 (YOUTILITY, INC.) 2003年 5月 8日 (2003-05-08) 全文	1-20

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2021年 1月 21日	2021年 2月 18日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 汤莎亮 电话号码 86-(10)-53962383

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/128735

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111337777	A	2020年 6月 26日		无		
CN	106877395	A	2017年 6月 20日	CN	106877395	B	2019年 7月 23日
CN	104090195	A	2014年 10月 8日	CN	104090195	B	2017年 6月 16日
CN	110514952	A	2019年 11月 29日		无		
CN	110376483	A	2019年 10月 25日	CN	110376483	B	2020年 6月 16日
WO	03038970	A2	2003年 5月 8日	AU	2002357670	A1	2003年 5月 12日
				US	7138728	B2	2006年 11月 21日
				US	2003080741	A1	2003年 5月 1日