

(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
2023 年 10 月 26 日 (26.10.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/202078 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/12 (2020.01) **H02S 50/00** (2014.01)
H02H 7/26 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/134752
- (22) 国际申请日: 2022 年 11 月 28 日 (28.11.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202210421305.4 2022 年 4 月 21 日 (21.04.2022) CN
- (71) 申请人: 阳光电源股份有限公司 (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。
- (72) 发明人: 张然 (ZHANG, Ran); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。李海涛 (LI, Haitao); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。周银银 (ZHOU, Yinyin); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui

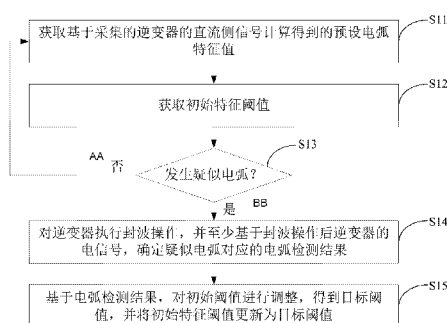
230088 (CN)。戚蒙 (QI, Meng); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。黄志锋 (HUANG, Zhifeng); 中国安徽省合肥市高新区习友路 1699 号, Anhui 230088 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW CO., LTD.); 中国北京市朝阳区建国门外大街 22 号赛特广场 7 层, Beijing 100004 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, 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。

(54) Title: ARC FAULT DETECTION METHOD AND APPARATUS, AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种电弧故障检测方法、装置及设备



- 图 1
- S11 Acquire a preset arc feature value, which is calculated on the basis of a collected direct current side signal of an inverter
- S12 Acquire an initial feature threshold value
- S13 Does a suspected arc occur?
- S14 Perform a wave sealing operation on the inverter, and at least on the basis of an electric signal of the inverter after the wave sealing operation is performed thereon, determine an arc detection result corresponding to the suspected arc
- S15 On the basis of the arc detection result, adjust an initial threshold value to obtain a target threshold value, and update the initial feature threshold value to the target threshold value
- AA No
- BB Yes

(57) Abstract: An arc fault detection method and apparatus, and a device. The method comprises: acquiring a preset arc feature value, which is calculated on the basis of a collected direct current side signal of an inverter (S11); acquiring an initial feature threshold value (S12); according to the magnitude relationship between the preset arc feature value and the initial feature threshold value, determining whether a suspected arc occurs (S13); if so, performing a wave sealing operation on the inverter, and at least on the basis of an electric signal of the inverter after the wave sealing operation is performed thereon, determining an arc detection result corresponding to the suspected arc (S14), wherein the arc detection result comprises a real arc or a false arc; and on the basis of the arc detection result, adjusting an initial threshold value to obtain a target threshold value, and updating the initial feature threshold value to the target threshold value (S15). That is, in the method, the used initial feature threshold value can be adjusted according to the arc detection result of the actually detected suspected arc, such that the initial feature threshold value better conforms to an actual application environment, and the accuracy of the initial feature threshold value is improved, thereby improving the arc fault detection accuracy.

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 一种电弧故障检测方法、装置及设备, 该方法包括: 获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值 (S11), 获取初始特征阈值 (S12), 并根据预设电弧特征值和初始特征阈值的大小关系, 判断是否发生疑似电弧 (S13), 若是, 则对逆变器执行封波操作, 并至少基于封波操作后逆变器的电信号, 确定疑似电弧对应的电弧检测结果 (S14); 电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧, 基于电弧检测结果, 对初始阈值进行调整, 得到目标阈值, 并将初始特征阈值更新为目标阈值 (S15)。即该方法中, 使用的初始特征阈值, 能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整, 使得初始特征阈值更加符合实际应用环境, 提高初始特征阈值的准确度, 从而提高电弧故障检测准确度。

一种电弧故障检测方法、装置及设备

本申请要求于 2022 年 4 月 21 日提交中国专利局、申请号为 CN202210421305.4、发明名称为“一种电弧故障检测方法、装置及设备”的国内申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5

技术领域

本发明涉及电弧检测领域，更具体的说，涉及一种电弧故障检测方法、装置及设备。

10 背景技术

电弧是一种气体放电的现象，在光伏系统中，故障电弧一旦发生，若不采取有效措施防护，持续的直流电弧产生的高温极易引发火灾，造成重大安全事故。

为了避免电弧引起故障，通常采用电弧故障检测技术进行电弧检测。在检测时，提取特征并将该特征与特征阈值进行比对，通过比对结果确定是否发生电弧故障。

在实际应用中，特征阈值一般为固定阈值，使用该特征阈值进行电弧故障检测时，容易出现误报或漏报情况，电弧故障检测准确度较低。

20 发明内容

有鉴于此，本发明提供一种电弧故障检测方法、装置及设备，以解决电弧故障检测准确度较低的问题。

为解决上述技术问题，本发明采用了如下技术方案：

一种电弧故障检测方法，包括：

25 获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值；

获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧；

若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结

果包括真实电弧或虚假电弧;

基于所述电弧检测结果,对所述初始阈值进行调整,得到目标阈值,并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

5 可选地,获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值,包括:

获取逆变器的直流侧信号,并从所述直流侧信号中提取出交流信号;

对所述交流信号进行快速傅里叶分析,得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

10 可选地,对所述交流信号进行快速傅里叶分析,得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值,包括:

对所述交流信号进行快速傅里叶分析,得到分析结果;

获取预设电弧特征,所述预设电弧特征包括均值、均方根值、方差和峰度中的至少一个;

15 基于所述分析结果,按照所述预设电弧特征的特征计算方式,计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

可选地,根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系,判断是否发生疑似电弧,包括:

在所述预设电弧特征值大于所述初始特征阈值的情况下,判断出发生疑似电弧。

20 可选地,至少基于封波操作后所述逆变器的电信号,确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果,包括:

获取所述逆变器执行封波操作后的电信号;

若所述电信号的值为零,则确定电弧检测结果为真实电弧;

若所述电信号的值不为零,获取所述直流侧信号中的直流电信号;

25 在所述直流电信号的值与所述电信号的值相同的情况下,确定电弧检测结果为虚假电弧。

可选地,基于所述电弧检测结果,对所述初始阈值进行调整,得到目标阈值,包括:

30 在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下,按照预设阈值增量计算规则,减小所述初始特征阈值的数值,得到目标阈值;

在所述电弧检测结果为虚假电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，增大所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值。

可选地，还包括：

获取所述逆变器的并网时间；

5 计算所述并网时间对应的阈值增量；

将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和或之差，作为目标阈值。

可选地，计算所述并网时间对应的阈值增量，包括：

获取阈值增量计算公式，并基于所述阈值增量计算公式，计算所述并网时间对应的阈值增量。

10 可选地，在至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果之后，还包括：

在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，控制所述逆变器进行停机操作，并输出电弧故障信息。

15 可选地，所述初始特征阈值对应的特征阈值参考值的数值配置为预设阈值；所述预设阈值为使得电弧检测灵敏度大于预设灵敏度的数值。

一种电弧故障检测装置，包括：

特征值获取模块，用于获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值；

20 电弧判断模块，用于获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧；

电弧检测模块，用于若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧；

25 阈值调整模块，用于基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

一种电子设备，包括：存储器和处理器；

其中，所述存储器用于存储程序；

处理器调用程序并用于执行上述的电弧故障检测方法。

一种逆变器，包括上述的电子设备。

30 相较于现有技术，本发明具有以下有益效果：

本发明提供了一种电弧故障检测方法、装置及设备，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作
5 后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。即本发明中，使用的初始特征阈值，能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整，使得初始特征阈值更加符合实际应用环境，提
10 高初始特征阈值的准确度，从而提高电弧故障检测准确度，降低误报和漏报的概率。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对
15 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发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明实施例提供的一种电弧故障检测方法的方法流程图；
20 图2为本发明实施例提供的一种逆变器的场景示意图；
图3为本发明实施例提供的另一种电弧故障检测方法的方法流程图；
图4为本发明实施例提供的再一种电弧故障检测方法的方法流程图；
图5为本发明实施例提供的又一种电弧故障检测方法的方法流程图；
图6为本发明实施例提供的第五种电弧故障检测方法的方法流程图；
25 图7为本发明实施例提供的一种电弧故障检测装置的结构示意图。

具体实施方式

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。

为了避免电弧引起故障，通常采用电弧故障检测技术，如直流电弧检测技术，进行电弧检测。在检测时，提取特征并将该特征与特征阈值进行比对，通过比对结果确定是否发生电弧故障。

在实际应用中，特征阈值一般为固定阈值，使用该特征阈值进行电弧故障检测时，容易出现误报或漏报情况，电弧故障检测准确度较低。

为了解决固定阈值带来的电弧故障检测准确度较低的问题，可以基于历史时频域特征自适应调节特征阈值。但是，由于实际电站环境的复杂性和天气、温度等的多样性变化，自适应调节特征阈值很难平衡高精度的电弧检出率和防误报能力。若阈值选取较低，则检测灵敏度较高，在光照等引起逆变器功率突变或环境噪声干扰引起时频域特征突变等的工况下，往往会产生误报；若阈值设置较高，则检测灵敏度较低，在时频域特征变化相对微弱的燃弧下，往往会产生漏报。

因此，为了提高电弧检出率，保障电站系统安全可靠运行，并有效防止无效误报，需要对特征阈值的数值进行合理确定。

为此，本发明实施例提供了一种电弧故障检测方法、装置及电子设备，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。即本发明中，使用的初始特征阈值，能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整，使得初始特征阈值更加符合实际应用环境，提高初始特征阈值的准确度，从而提高电弧故障检测准确度，降低误报和漏报的概率。

在上述内容的基础上，本发明实施例提供了一种电弧故障检测方法，参照图1，可以包括：

S11、获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值。

参照图 2，图 2 给出了光伏系统的示意图，光伏系统包括光伏组串（由至少一个光伏组件连接）和逆变器（如为光伏逆变器）。光伏组串和逆变器的数量均为至少一个。

逆变器通过 L/N 连接线连接于电网和负载，逆变器内部设置有电弧检测装置，电弧检测装置执行本实施例中的电弧故障检测方法。

在逆变器首次并网时，电弧检测装置内置的特征阈值为特征阈值参考值，特征阈值参考值的数值配置为预设阈值。所述预设阈值为使得电弧检测灵敏度大于预设灵敏度的数值。

在实际应用中，预设阈值为一个较低数值（例如 10），即初始电弧检测灵敏度较高。

在逆变器运行过程中，可以按照检测周期，一般可以是 3 毫秒或 5 毫秒，具体根据实际场景设定。在每一检测周期内，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值。具体的，参照图 3，“获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值”可以包括：

S21、获取逆变器的直流侧信号，并从所述直流侧信号中提取出交流信号。

具体的，在进行直流电弧检测过程中，电弧检测装置实时采集逆变器的直流侧信号。其中，直流侧信号中包括直流电信号和交流信号。直流电信号可以包括直流电流值等数据。

本实施例中，需要从直流侧信号中提取出交流信号。

S22、对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

具体的，通过对交流信号进行快速傅里叶分析，可以得到各个频率点的信号强度，各个频率点的信号强度组成频域图。频域图即为对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到的分析结果。

然后，获取预设电弧特征。获取的预设电弧特征可以包括均值、均方根值、方差和峰度中的至少一个。此外，还可以根据实际需求添加其他电弧特征。

每一预设电弧特征有对应的特征计算方式，如均值为各个频率点的信号强度的平均值。其他预设电弧特征类同。

则可以按照所述预设电弧特征的特征计算方式，基于上述的分析结果，即所述频域图，计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

- 5 如，将各个频率点的信号强度的平均值作为均值，将各个频率点的信号强度的均方根作为均方根值等。

即获取预设电弧特征，并基于所述频域图，计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值，包括：

- 10 获取预设电弧特征，所述预设电弧特征包括均值、均方根值、方差和峰度中的至少一个。

按照所述预设电弧特征的特征计算方式，基于所述频域图，计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

S12、获取初始特征阈值。

- 15 本实施例中，若是逆变器刚并网，电弧检测装置还未进行过电弧故障检测，则初始特征阈值为上述的特征阈值参考值，例如 10。

- 若是，电弧检测装置已经进行过电弧故障检测，则初始特征阈值为上一检测周期末的特征阈值。此时，最初的特征阈值参考值的数值仍配置为预设阈值，也即进行特征阈值的追溯，第一个特征阈值为特征阈值参考值。也就是说，所述初始特征阈值对应的特征阈值参考值的数值配置为预设阈值；所述预设阈值为使得电弧检测灵敏度大于预设灵敏度的数值。
- 20

S13、判断是否发生疑似电弧；若是，则执行步骤 S14；若否，则返回执行步骤 S11，继续监测电流侧信号。

具体的，根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧。

- 25 详细来说，在所述预设电弧特征值大于所述初始特征阈值的情况下，判断出发生疑似电弧。在所述预设电弧特征值不大于所述初始特征阈值的情况下，判断出未发生疑似电弧，此时继续执行步骤 S11，即继续监测电流侧信号。

- 30 S14、对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果。

其中，所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧。也即是说，确定疑似电弧是真实电弧，还是虚假电弧。

详细来说，发送封波指令至逆变器，以使逆变器执行封波操作。

在执行封波操作后，进行二次电弧判断。此时，采集逆变器的直流侧
5 信号，并从中提取出直流电流，作为电信号，然后，基于电信号确定疑似
电弧是真实电弧，还是虚假电弧。

详细来说，参照图 4，“至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果”，可以包括：

S31、获取所述逆变器执行封波操作后的电信号。

10 电信号中可以包括直流输入值，具体获取过程参照上述相应说明。

S32、判断电信号的值是否为零；若为零，则执行步骤 S33；若不
为零，则执行步骤 S34。

具体的，逆变器执行封波操作，会将直流侧和交流侧的能量传输通道
关闭。（封波时间为毫秒级别，例如 200ms 封波时长）

15 若发生真实电弧，封波期间由于能量传输通道关闭，电弧会灭掉，发
生电弧的地方就会产生空隙（（电弧为电解空气形成，切断能量传输，电弧
灭掉，起弧的地方就产生了空隙））导致断路，该通道就无法再次并网运行，
因此封波后发生电弧的通道电流为 0。

若发生虚假电弧，封波后相应通道可以再次并网运行，电流将会快速
20 恢复至封波前的数值。（虚假电弧为高频谐波干扰等引起，封波操作不会影
响逆变器再次并网）。

S33、确定电弧检测结果为真实电弧。

也即，疑似电弧为真实电弧。

S34、获取所述直流侧信号中的直流电信号。

25 具体可以从步骤 S11 中的直流侧信号中提取得到，一般提取的是直流
电信号中的直流电流值。

S35、在所述直流电信号的值与所述电信号的值相同的情况下，确定
电弧检测结果为虚假电弧。

上述的直流电流值和电流输入值相同，也即封波后相应通道可以再次
30 并网运行，电流将快速恢复至封波前的数值，则说明疑似电弧为虚假电弧。

需要说明的是，本实施例中，是基于电流值进行虚假电弧和真实电弧的判断，此外，还可以根据功率值进行虚假电弧和真实电弧的判断。

S15、基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

5 具体的，步骤 S15 包括：

1) 在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，减小所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值。

其中，参照图 5，按照预设阈值增量计算规则，减小所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值，可以包括：

10 S41、获取所述逆变器的并网时间。

具体的，逆变器的并网时间，是指逆变器连接至电网的时间。

S42、计算所述并网时间对应的阈值增量。

在实际应用中，计算阈值增量时，设置有对应的阈值增量计算公式。

15 本实施例中，有三种阈值增量计算公式，可以根据实际场景选择一个使用。

1、阈值增量计算公式为：

$$\Delta T = \frac{1}{t} \quad (t > 0)$$

其中， ΔT 和 t 分别表示阈值增量和并网时间，并网时间一般为总并网小时数。本实施例中，阈值增量计算公式为反函数形式。阈值增量，
20 随总并网时间衰减，即并网时间越长，阈值增量越小。反函数形式中，阈值增量随着并网时间先快速、后缓慢变化。

例如，若逆变器的并网时间 0.1h 时发生虚假拉弧，则 $\Delta T = 1/0.1 = 10$ 。

2、阈值增量计算公式为：

$$\Delta T = 10 * \left(\frac{1}{2}\right)^t \quad (t > 0)$$

25 其中， ΔT 和 t 分别表示阈值增量和并网时间。本实施例中，阈值增量计算公式为指数函数形式，指数函数形式中，阈值增量随着并网时间缓慢变化。

3、阈值增量计算公式为：

$$\Delta T = 10 * e^{-\pi t^2} \quad (t > 0)$$

其中， ΔT 和 t 分别表示阈值增量和并网时间。本实施例中，阈值增量计算公式为高斯函数形式，高斯函数形式中，阈值增量随着并网时间
5 先缓慢、后快速、再缓慢变化。

在获取阈值增量计算公式之后，基于所述阈值增量计算公式，计算所述得到并网时间对应的阈值增量。

S43、将所述初始特征阈值与所述阈值增量之差，作为目标阈值。

本实施例中，在检测到真实电弧时，说明此时使用的初始特征阈值已
10 具备识别真实电弧的能力，但是在初始特征阈值和误报虚假电弧的阈值之间仍然具有优化空间，此时，可以尝试负向修正当前特征阈值，进一步提高真实电弧识别能力，提高电弧检出率，防止微弱电弧的漏报。

则，将所述初始特征阈值与所述阈值增量的差值，作为目标阈值。

如，在逆变器并网 1h 时发生真实电弧，阈值修正为：

15 $T = T - \Delta T = 22 - 1 = 21$

其中， T 为目标阈值。

2) 在所述电弧检测结果为虚假电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，增大所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值。

本实施例中，在电弧检测结果为虚假电弧的情况下，说明检测到虚假
20 电弧，也即说明此时使用的初始特征阈值过于灵敏，抗干扰能力较差，不具备识别干扰信号和真实电弧的能力，因此，可以正向修正当前的初始特征阈值，提高抗干扰能力，降低电弧的误报。

则，参照图6，按照预设阈值增量计算规则，增大所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值，可以包括：

25 S51、获取所述逆变器的并网时间。

S52、计算所述并网时间对应的阈值增量。

这两个步骤的具体实现过程，参照上述的相应说明。

S53、将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和，作为目标阈值。

本步骤与上述步骤不同的是，在疑似电弧为真实电弧时，将所述初始
30 特征阈值与所述阈值增量的差值，作为目标阈值，即采用负向修正阈值

的方式。在疑似电弧为虚假电弧时，将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和，作为目标阈值，采用正向修正阈值的方式。

如，初始特征阈值为 10，若逆变器并网时间 0.1h 时发生虚假电弧，阈值修正为 $T = T + \Delta T = 10 + 10 = 20$ ；在并网 0.5h 时再次发生虚假电弧，阈值修正为 $T = T + \Delta T = 20 + 2 = 22$ 。其中， T 为目标阈值。

在得到目标阈值之后，将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值，然后在下一检测周期内，使用新的初始特征阈值进行电弧检测。

需要说明的是，本实施例中，是在检测到疑似电弧之后，基于并网时间确定目标阈值。此外，实现方式还可以是不检测疑似电弧，直接在逆变器并网运行过程中，获取初始特征阈值，并根据并网时间确定目标阈值。

即本发明中的电弧故障检测方法还包括：

获取所述逆变器的并网时间，计算所述并网时间对应的阈值增量，将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和或之差，作为目标阈值。

其中，计算所述并网时间对应的阈值增量的过程参照上述相应说明。

本发明的另一实施例中，在至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果之后，还包括：

在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，控制所述逆变器进行停机操作，并输出电弧故障信息。

具体的，若是电弧检测结果为真实电弧，若是继续运行逆变器，封波灭掉的电弧容易再次起弧，电弧危害继续存在，可能会烧毁逆变器或光伏组件，甚至引发重大火灾。此时可以控制所述逆变器进行停机操作，输出电弧故障信息，使得运维人员及时进行故障修复。

此外，还可以是在确定目标阈值后，控制所述逆变器进行停机操作，并输出电弧故障信息。具体操作顺序，可以根据实际场景设定。但是，为了保护逆变器不被烧毁，可以在确定出是真实电弧后，就控制所述逆变器进行停机操作。

本实施例中，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，若是，则对所述逆变器执行

封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。即本发明中，使用的初始特征阈值，
5 能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整，使得初始特征阈值更加符合实际应用环境，提高初始特征阈值的准确度，从而提高电弧故障检测准确度，降低误报和漏报的概率。

另外，本发明通过在首次并网时预设初始特征阈值，再通过阈值增量函数，结合电弧检测装置和逆变器整机对真假电弧的判定，实现阈值寻优。
10 所获得的阈值参数可以最大程度契合于各个逆变器所运行的电站环境、气候和温度等多样性工况。

此外，本发明通过首次并网期间阈值大范围寻优过程的封波误报、实现最佳阈值寻优后，极大程度减少逆变器正常运行过程中不合适的阈值选择，提高电弧识别能力的同时，避免周期性干扰等引起的频繁误报。

15 可选地，在上述电弧故障检测方法的实施例的基础上，本发明的另一实施例提供了一种电弧故障检测装置，参照图 7，可以包括：

特征值获取模块 11，用于获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值；

20 电弧判断模块 12，用于获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧；

电弧检测模块 13，用于若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧；

25 阈值调整模块 14，用于基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

进一步，特征值获取模块 11 包括：

信号提取子模块，用于获取逆变器的直流侧信号，并从所述直流侧信号中提取出交流信号；

30 信号分析子模块，用于对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

进一步，信号分析子模块包括：

分析单元，用于对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到分析结果；

特征获取单元，用于获取预设电弧特征，所述预设电弧特征包括均值、均方根值、方差和峰度中的至少一个；

- 5 计算单元，用于基于所述分析结果，按照所述预设电弧特征的特征计算方式，计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

进一步，电弧判断模块 12 具体用于：

在所述预设电弧特征值大于所述初始特征阈值的情况下，判断出发生疑似电弧。

- 10 进一步，电弧检测模块 13 包括：

第一信号获取子模块，用于获取所述逆变器执行封波操作后的电信号；

第一电弧判断子模块，用于若所述电信号的值为零，则确定电弧检测结果为真实电弧；

- 15 第二信号获取子模块，用于若所述电信号的值不为零，获取所述直流侧信号中的直流电信号；

第二电弧判断子模块，用于在所述直流电信号的值与所述电信号的值相同的情况下，确定电弧检测结果为虚假电弧。

进一步，阈值调整模块 14 具体用于：

- 20 在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，减小所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值，在所述电弧检测结果为虚假电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，增大所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值。

进一步，还包括：

- 25 时间获取模块，用于获取所述逆变器的并网时间；

增量计算模块，用于计算所述并网时间对应的阈值增量；

阈值确定模块，用于将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和或之差，作为目标阈值。

进一步，增量计算模块具体用于：

- 30 获取阈值增量计算公式，并基于所述阈值增量计算公式，计算所述

并网时间对应的阈值增量。

进一步，还包括：

停机控制模块，用于在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，控制所述逆变器进行停机操作，并输出电弧故障信息。

- 5 进一步，所述初始特征阈值对应的特征阈值参考值的数值配置为预设阈值；所述预设阈值为使得电弧检测灵敏度大于预设灵敏度的数值。

本实施例中，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，若是，则对所述逆变器执行
10 封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。即本发明中，使用的初始特征阈值，能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整，使得初始特征阈
15 值更加符合实际应用环境，提高初始特征阈值的准确度，从而提高电弧故障检测准确度，降低误报和漏报的概率。

另外，本发明通过在首次并网时预设初始特征阈值，再通过阈值增量函数，结合电弧检测装置和逆变器整机对真假电弧的判定，实现阈值寻优。所获得的阈值参数可以最大程度契合于各个逆变器所运行的电站环境、气候和温度等多样性工况。
20

此外，本发明通过首次并网期间阈值大范围寻优过程的封波误报、实现最佳阈值寻优后，极大程度减少逆变器正常运行过程中不合适的阈值选择，提高电弧识别能力的同时，避免周期性干扰等引起的频繁误报。

需要说明的是，本实施例中的各个模块、子模块和单元的工作过程，
25 请参照上述实施例中的相应说明，在此不再赘述。

可选地，在上述电弧故障检测方法及装置的实施例的基础上，本发明的另一实施例提供了一种电子设备，包括：存储器和处理器；

其中，所述存储器用于存储程序；

处理器调用程序并用于执行上述的电弧故障检测方法。

30 需要说明的是，本实施例中的电子设备可以是上述的电弧检测装置。

可选地，在上述电子设备的实施例的基础上，本发明的另一实施例提供了一种逆变器，包括上述的电子设备。

本实施例中，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。即本发明中，使用的初始特征阈值，能够根据实际检测到的疑似电弧的电弧检测结果来调整，使得初始特征阈值更加符合实际应用环境，提高初始特征阈值的准确度，从而提高电弧故障检测准确度，降低误报和漏报的概率。

另外，本发明通过在首次并网时预设初始特征阈值，再通过阈值增量函数，结合电弧检测装置和逆变器整机对真假电弧的判定，实现阈值寻优。所获得的阈值参数可以最大程度契合于各个逆变器所运行的电站环境、气候和温度等多样性工况。

此外，本发明通过首次并网期间阈值大范围寻优过程的封波误报、实现最佳阈值寻优后，极大程度减少逆变器正常运行过程中不合适的阈值选择，提高电弧识别能力的同时，避免周期性干扰等引起的频繁误报。

对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

权 利 要 求

1、一种电弧故障检测方法，其特征在于，包括：

获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值；

5 获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧；

若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧；

10 基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

2、根据权利要求1所述的电弧故障检测方法，其特征在于，获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值，包括：

获取逆变器的直流侧信号，并从所述直流侧信号中提取出交流信号；

15 对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

3、根据权利要求2所述的电弧故障检测方法，其特征在于，对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值，包括：

对所述交流信号进行快速傅里叶分析，得到分析结果；

20 获取预设电弧特征，所述预设电弧特征包括均值、均方根值、方差和峰度中的至少一个；

基于所述分析结果，按照所述预设电弧特征的特征计算方式，计算得到所述预设电弧特征对应的预设电弧特征值。

4、根据权利要求1所述的电弧故障检测方法，其特征在于，根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧，包括：

在所述预设电弧特征值大于所述初始特征阈值的情况下，判断出发生疑似电弧。

5、根据权利要求 1 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果，包括：

获取所述逆变器执行封波操作后的电信号；

5 若所述电信号的值为零，则确定电弧检测结果为真实电弧；

若所述电信号的值不为零，获取所述直流侧信号中的直流电信号；

在所述直流电信号的值与所述电信号的值相同的情况下，确定电弧检测结果为虚假电弧。

6、根据权利要求 1 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，包括：

在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，减小所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值；

在所述电弧检测结果为虚假电弧的情况下，按照预设阈值增量计算规则，增大所述初始特征阈值的数值，得到目标阈值。

15 7、根据权利要求 1 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，还包括：

获取所述逆变器的并网时间；

计算所述并网时间对应的阈值增量；

将所述初始特征阈值与所述阈值增量之和或之差，作为目标阈值。

8、根据权利要求 7 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，计算所述并网时间对应的阈值增量，包括：

获取阈值增量计算公式，并基于所述阈值增量计算公式，计算所述并网时间对应的阈值增量。

9、根据权利要求 1 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，在至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果之后，还包括：

在所述电弧检测结果为真实电弧的情况下，控制所述逆变器进行停机操作，并输出电弧故障信息。

10、根据权利要求 1 所述的电弧故障检测方法，其特征在于，所述初始特征阈值对应的特征阈值参考值的数值配置为预设阈值；所述预设阈

值为使得电弧检测灵敏度大于预设灵敏度的数值。

11、一种电弧故障检测装置，其特征在于，包括：

特征值获取模块，用于获取基于采集的逆变器的直流侧信号计算得到的预设电弧特征值；

5 电弧判断模块，用于获取初始特征阈值，并根据所述预设电弧特征值和所述初始特征阈值的大小关系，判断是否发生疑似电弧；

电弧检测模块，用于若是，则对所述逆变器执行封波操作，并至少基于封波操作后所述逆变器的电信号，确定所述疑似电弧对应的电弧检测结果；所述电弧检测结果包括真实电弧或虚假电弧；

10 阈值调整模块，用于基于所述电弧检测结果，对所述初始阈值进行调整，得到目标阈值，并将所述初始特征阈值更新为所述目标阈值。

12、一种电子设备，其特征在于，包括：存储器和处理器；

其中，所述存储器用于存储程序；

15 处理器调用程序并用于执行如权利要求 1-10 任一项所述的电弧故障检测方法。

13、一种逆变器，其特征在于，包括如权利要求 12 所述的电子设备。

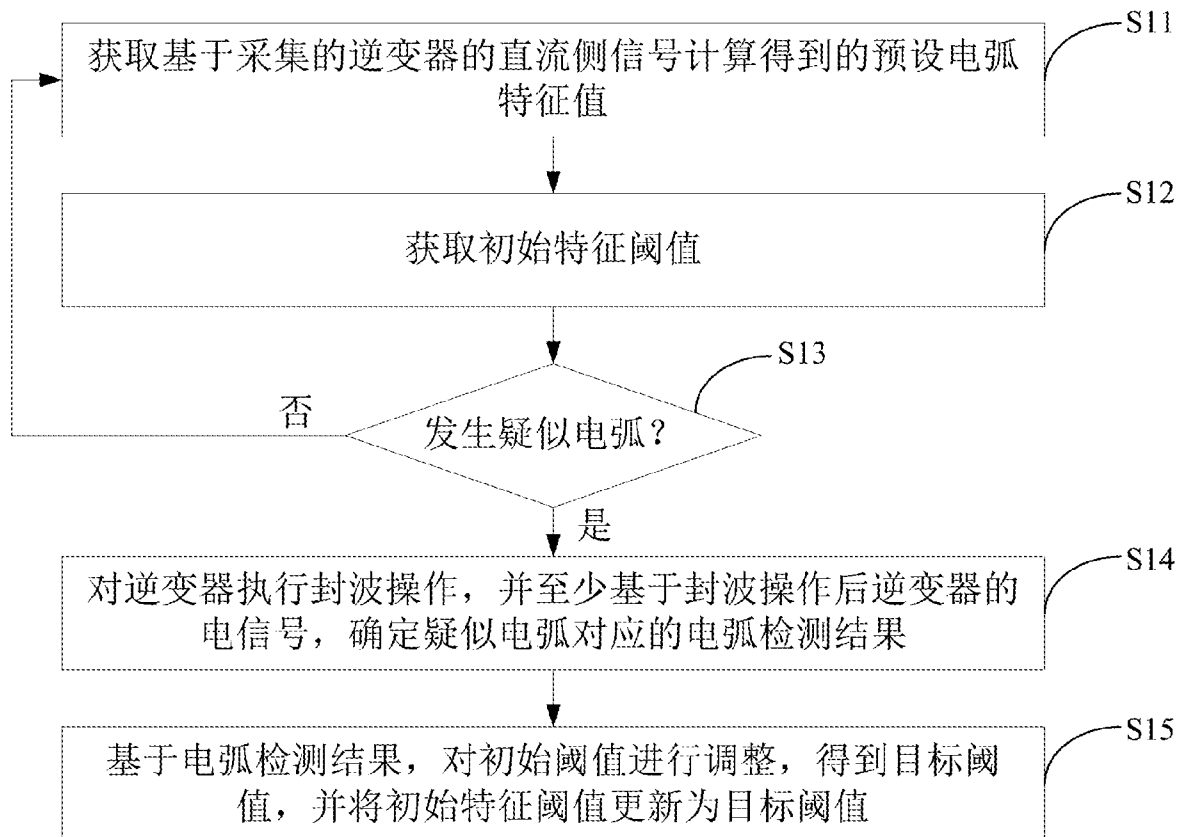


图 1

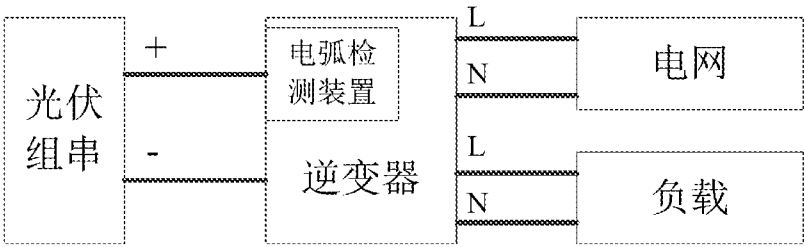


图 2

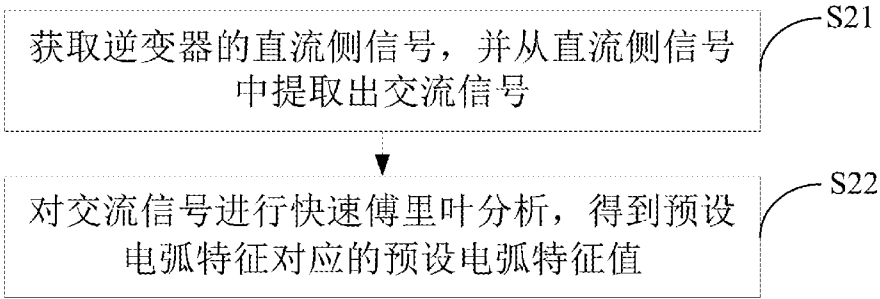


图 3

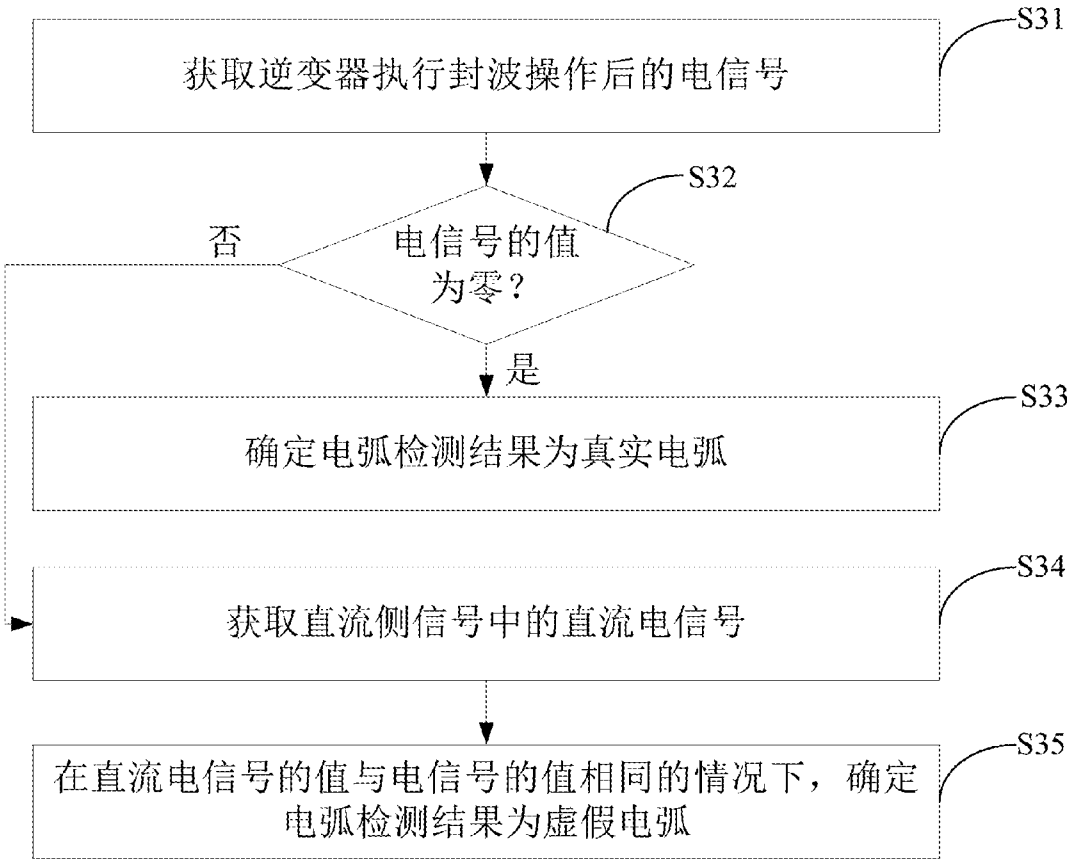


图 4

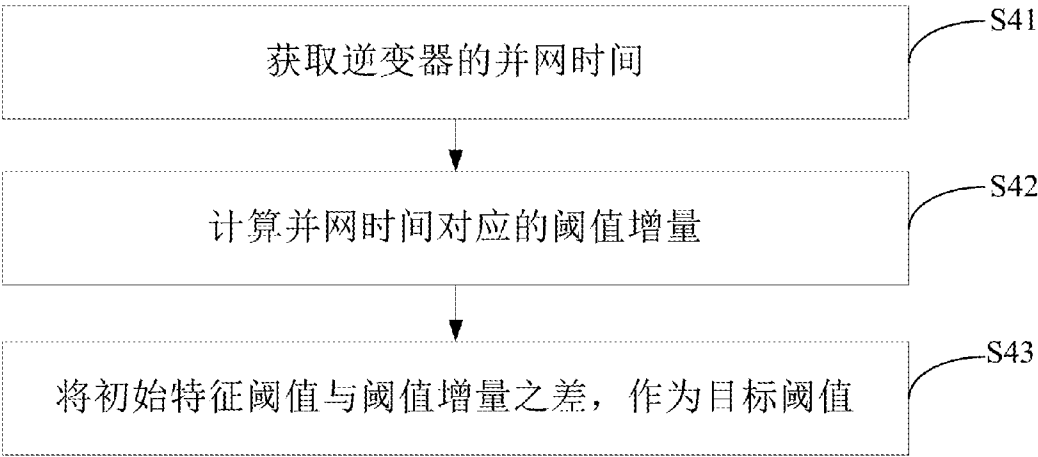


图 5

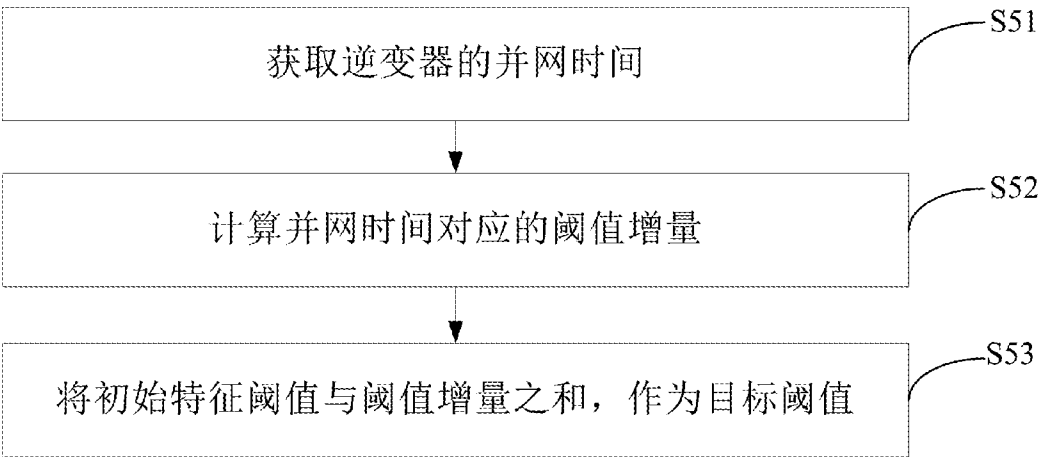


图 6

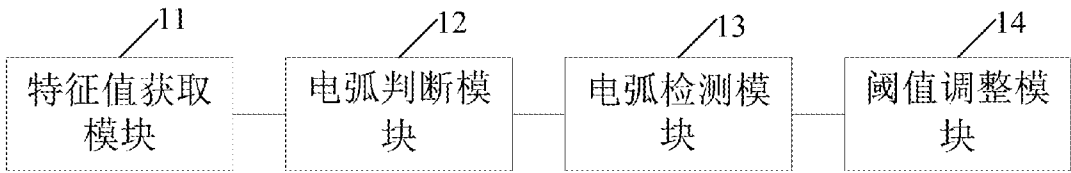


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/134752

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R31/12(2020.01)i;H02H7/26(2006.01)i;H02S50/00(2014.01)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)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
G01R, H02H, H02S50

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

CJFD, CNTXT, DWPI, ENTXT, ENTXTC, VEN, WPABS, WPABSC: 电弧, 交流, 傅里叶, 光伏, 直流, arc, AC, DC, PV, photovoltaic, FFT, fourier

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 114755542 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 15 July 2022 (2022-07-15) claims 1-13	1-13
X	CN 113285430 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 20 August 2021 (2021-08-20) description, paragraphs 31 and 43-56, and figure 1	1-13
A	CN 103913663 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 09 July 2014 (2014-07-09) entire document	1-13
A	CN 113687258 A (SUNGROW POWER SUPPLY CO., LTD.) 23 November 2021 (2021-11-23) entire document	1-13
A	EP 2466323 A2 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 20 June 2012 (2012-06-20) entire document	1-13
A	JP 2019207130 A (HIGASHI NIPPON RYOKAKU TETSUDO) 05 December 2019 (2019-12-05) entire document	1-13



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

14 February 2023

Date of mailing of the international search report

16 February 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/134752

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114755542	A	15 July 2022	None			
CN	113285430	A	20 August 2021	None			
CN	103913663	A	09 July 2014	None			
CN	113687258	A	23 November 2021	None			
EP	2466323	A2	20 June 2012	DE	102010063419	A1	21 June 2012
JP	2019207130	A	05 December 2019	JP	7057718	B2	20 April 2022

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/134752

A. 主题的分类

G01R31/12 (2020.01) i; H02H7/26 (2006.01) i; H02S50/00 (2014.01) 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)

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

G01R, H02H, H02S50

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))

CJFD, CNTXT, DWPI, ENTXT, ENTXTC, VEN, WPABS, WPABSC: 电弧, 交流, 傅里叶, 光伏, 直流, arc, AC, DC, PV, photovoltaic, FFT, fourier

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 114755542 A (阳光电源股份有限公司) 2022年7月15日 (2022 - 07 - 15) 权利要求1-13	1-13
X	CN 113285430 A (阳光电源股份有限公司) 2021年8月20日 (2021 - 08 - 20) 说明书第31、43-56段, 图1	1-13
A	CN 103913663 A (南京航空航天大学) 2014年7月9日 (2014 - 07 - 09) 全文	1-13
A	CN 113687258 A (阳光电源股份有限公司) 2021年11月23日 (2021 - 11 - 23) 全文	1-13
A	EP 2466323 A2 (SIEMENS AG) 2012年6月20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-13
A	JP 2019207130 A (HIGASHI NIPPON RYOKAKU TETSUDO) 2019年12月5日 (2019 - 12 - 05) 全文	1-13

☐ 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
“D” 申请人在国际申请中引证的文件
“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

2023年2月14日

国际检索报告邮寄日期

2023年2月16日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

孙毅

电话号码 (+86) 010-62085713

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/134752

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	114755542	A	2022年7月15日	无	
CN	113285430	A	2021年8月20日	无	
CN	103913663	A	2014年7月9日	无	
CN	113687258	A	2021年11月23日	无	
EP	2466323	A2	2012年6月20日	DE 102010063419 A1	2012年6月21日
JP	2019207130	A	2019年12月5日	JP 7057718 B2	2022年4月20日