



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113746314 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 22

(21) 申请号 202111291275.1

H02S 40/32 (2014.01)

(22) 申请日 2021.11.03

H02S 50/00 (2014.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113746314 A

(56) 对比文件

CN 103095117 A, 2013.05.08

CN 106774606 A, 2017.05.31

(43) 申请公布日 2021.12.03

CN 104767482 A, 2015.07.08

(73) 专利权人 杭州禾迈电力电子股份有限公司

US 4996577 A, 1991.02.26

地址 310015 浙江省杭州市拱墅区康景路

US 2015137607 A1, 2015.05.21

18号11幢三楼

CN 102843022 A, 2012.12.26

(72) 发明人 禹红斌 赵一 杨波

US 2015208469 A1, 2015.07.23

(74) 专利代理机构 杭州钤韬知识产权代理事务

所(普通合伙) 33329

审查员 韩朋乐

代理人 赵杰香 金丹丹

(51) Int. Cl.

H02M 1/36 (2007.01)

H02M 7/42 (2006.01)

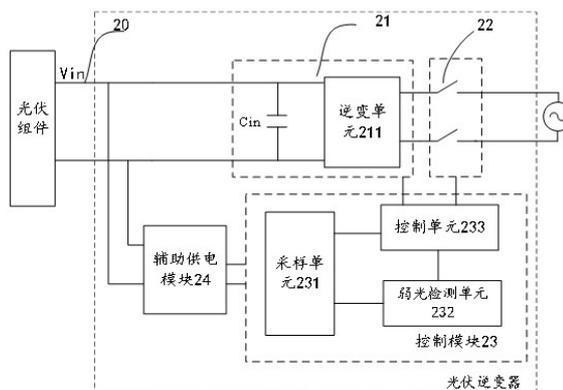
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种光伏逆变器及启动控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种光伏逆变器,包括:输入端,接收光伏组件提供的直流电能;逆变模块,将光伏组件提供的直流电能逆变为交流电能;继电器,控制逆变模块和电网的连接;控制模块,控制所述逆变模块和继电器的运行状态;辅助供电模块,根据光伏组件提供的直流电能向所述控制模块供电,控制模块根据输入端的输入电压、输入电容的容值以及辅助供电模块的启动电压计算得到光伏组件的近似短路电流,并根据近似短路电流判断光伏组件的光照状态,当光照状态为弱光状态时,禁止逆变模块和继电器运行,当光照状态为非弱光状态时,允许逆变模块和继电器运行。通过本发明避免了光伏逆变器在弱光状态下频繁开关机。



1. 一种光伏逆变器,其特征在于,包括:

输入端,用于连接光伏组件,接收光伏组件提供的直流电能;

逆变模块,与所述输入端连接,包括一输入电容和逆变单元,用于将所述光伏组件提供的直流电能逆变为交流电能;

继电器,连接在所述逆变模块和光伏逆变器的输出端之间,用于控制逆变模块和电网的连接;

控制模块,分别与所述逆变模块和继电器连接,用于控制所述逆变模块和继电器的运行状态;

辅助供电模块,与所述输入端连接,根据光伏组件提供的直流电能向所述控制模块供电;

其中,所述控制模块根据所述输入端的输入电压、所述输入电容的容值以及所述辅助供电模块的启动电压计算得到所述光伏组件的近似短路电流,并根据所述光伏组件的近似短路电流和一预设的电流阈值判断所述光伏组件的光照状态,当所述近似短路电流小于所述电流阈值时,判定光照状态为弱光状态,禁止所述逆变模块和继电器运行,当所述近似短路电流大于所述电流阈值时,判定光照状态为非弱光状态,允许所述逆变模块和继电器运行。

2. 如权利要求1所述的光伏逆变器,其特征在于,当所述输入电压达到所述辅助供电模块的启动电压,所述辅助供电模块向所述控制模块供电;所述控制模块启动并经过第一预设时间后,采集得到表征所述输入端当前输入电压的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态。

3. 如权利要求2所述的光伏逆变器,其特征在于,所述光伏组件的近似短路电流的计算公式为:

$$I_{sc} = C \frac{dv}{dt} + I_{aux} = C * \frac{V_1 - V_{start}}{\Delta T_1} + I_{aux};$$

其中, I_{sc} 为光伏组件的近似短路电流, C 为光伏逆变器的输入电容的容值, V_1 为第一输入电压, V_{start} 为启动电压, ΔT_1 为第一预设时间, I_{aux} 为辅助供电模块的输入电流。

4. 如权利要求3所述的光伏逆变器,其特征在于,所述第一预设时间与所述输入电容的容值呈反比关系,所述输入电容的容值越大,所述第一预设时间越小。

5. 如权利要求2所述的光伏逆变器,其特征在于,所述控制模块包括:

采样单元,用于采集光伏逆变器的输入输出电气参数,所述输入输出电气参数包括输入电压;

弱光检测单元,用于对光伏组件的光照状态进行检测,在所述控制模块启动后经过第一预设时间,获取所述采样单元采集的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,将所述近似短路电流和所述预设的电流阈值进行比较,产生表征光伏组件的光照状态为弱光状态或非弱光状态的检测信号;

控制单元,根据所述检测信号和输入输出电气参数控制所述逆变模块和继电器的运行状态,当检测信号表征为弱光状态时,禁止所述逆变模块和继电器运行,当检测信号表征为

非弱光状态时,并且所述输入输出电气参数在正常范围内时,控制所述逆变模块和继电器开始运行。

6.如权利要求2所述的光伏逆变器,其特征在于,当光照状态为弱光状态时,经过第二预设时间后,所述控制模块允许所述逆变模块和继电器运行。

7.如权利要求6所述的光伏逆变器,其特征在于,所述第二预设时间设置为5至20分钟。

8.一种如权利要求1-7任一所述的光伏逆变器的启动控制方法,其特征在于,所述方法包括:

根据光伏逆变器的输入端的输入电压、输入电容的容值以及辅助供电模块的启动电压计算得到光伏组件的近似短路电流;

根据所述光伏组件的近似短路电流和一预设的电流阈值判断所述光伏组件的光照状态,当所述近似短路电流小于所述电流阈值时,判定光照状态为弱光状态,禁止逆变模块和继电器运行,当所述近似短路电流大于所述电流阈值时,判定光照状态为非弱光状态,允许逆变模块和继电器运行。

9.如权利要求8所述的光伏逆变器的启动控制方法,其特征在于,所述方法包括:

当所述输入电压达到所述辅助供电模块的启动电压并且所述辅助供电模块稳定启动后,所述辅助供电模块向所述控制模块供电;

所述控制模块启动并经过第一预设时间后,采集得到表征所述输入端的当前输入电压的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态。

一种光伏逆变器及启动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光伏逆变器技术领域,尤其涉及一种光伏逆变器及启动控制方法。

背景技术

[0002] 光伏逆变器一般包括逆变电路、控制器、继电器和辅助供电电源,辅助供电电源用于向控制器供电。为了降低光伏逆变器的夜间功耗,光伏逆变器的辅助供电电源通常从直流输入端取电。继电器用于在电网异常时断开光伏电源和电网的电气连接,保障电网检修维护人员的作业安全。在早晚、多云等弱光情况下,由于光伏组件的特殊输出特性,其输出功率虽然很低,但是开路电压仍然较高,且通常都会超过光伏逆变器的最低输入启动电压,当光伏逆变器启动运行后,光伏组件的输出电压被快速拉低,直至光伏逆变器进行输入欠压保护,如果此时光伏组件的输出功率小于光伏逆变器的辅助供电电源的运行功率,光伏组件的输出电压进一步被拉低,直至辅助供电电源由于输入欠压停止运行,此时光伏逆变器的控制器掉电,其输出继电器也由于控制器掉电而断开。该开关机过程通常都会在弱光情况下重复多次,光伏逆变器中的继电器开关次数也相应增加多次,继电器是一个机械开关,其开关次数寿命有限,弱光状态的频繁开关机导致其使用寿命大幅下降,缩短逆变器的使用年限。

[0003] 为了解决光伏逆变器在弱光状态频繁开关机的问题,现有技术中的一种解决方案通过在光伏逆变器输入端增加假负载线路,根据假负载的功率判断光伏组件的输出功率是否满足光伏逆变器的启动条件,但这种方案增加了额外的电路,增加了光伏逆变器的成本。

[0004] 另一种解决方案是检测光伏组件或组串的开路电压,根据该开路电压的大小来判断是否满足启动条件。由于光伏组件的输出特性,光伏组件在不同光照情况下的开路电压相近,且容易受温度的影响,并不完全反映当前的真实光照强度情况,出现误判的概率较大。

发明内容

[0005] 针对目前存在的问题,本发明提出了一种光伏逆变器及光伏逆变器启动控制方法,避免了光伏逆变器在弱光状态下频繁开关机。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种光伏逆变器,包括:

[0007] 输入端,用于连接光伏组件,接收光伏组件提供的直流电能;

[0008] 逆变模块,与所述输入端连接,包括一输入电容和逆变单元,用于将所述光伏组件提供的直流电能逆变为交流电能;

[0009] 继电器,连接在所述逆变模块和光伏逆变器的输出端之间,用于控制逆变模块和电网的连接;

[0010] 控制模块,分别与所述逆变模块和继电器连接,用于控制所述逆变模块和继电器的运行状态;

[0011] 辅助供电模块,与所述输入端连接,根据光伏组件提供的直流电能向所述控制模

块供电；

[0012] 其中,所述控制模块根据所述输入端的输入电压、所述输入电容的容值以及所述辅助供电模块的启动电压计算得到所述光伏组件的近似短路电流,并根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态,当光照状态为弱光状态时,禁止所述逆变模块和继电器运行,当光照状态为非弱光状态时,允许所述逆变模块和继电器运行。

[0013] 进一步的,当所述输入电压达到所述辅助供电模块的启动电压,所述辅助供电模块向所述控制模块供电;所述控制模块启动并经过第一预设时间后,采集得到表征所述输入端当前输入电压的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态。

[0014] 进一步的,所述光伏组件的近似短路电流 I_{sc} 的计算公式为:

$$[0015] \quad I_{sc} = C \frac{dv}{dt} + I_{aux} = C * \frac{V_1 - V_{start}}{\Delta T_1} + I_{aux};$$

[0016] 其中, I_{sc} 为光伏组件的近似短路电流, C 为光伏逆变器的输入电容的容值, V_1 为第一输入电压, V_{start} 为启动电压, ΔT_1 为第一预设时间, I_{aux} 为辅助供电模块的输入电流。

[0017] 进一步的,所述第一预设时间与所述输入电容的容值呈反比关系,所述输入电容的容值越大,所述第一预设时间越小。

[0018] 进一步的,所述控制模块包括:

[0019] 采样单元,用于采集光伏逆变器的输入输出电气参数,所述输入输出电气参数包括输入电压;

[0020] 弱光检测单元,用于对光伏组件的光照状态进行检测,在所述控制模块启动后经过第一预设时间,获取所述采样单元采集的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,将所述近似短路电流和一预设的电流阈值进行比较,产生表征光伏组件的光照状态为弱光状态或非弱光状态的检测信号;

[0021] 控制单元,根据所述检测信号和输入输出电气参数控制所述逆变模块和继电器的运行状态,当检测信号表征为弱光状态时,禁止所述逆变模块和继电器运行,当检测信号表征为非弱光状态时,并且所述输入输出电气参数在正常范围内时,控制所述逆变模块和继电器开始运行。

[0022] 进一步的,当所述近似短路电流大于所述电流阈值时,判断为非弱光状态,反之,则为弱光状态。

[0023] 进一步的,当光照状态为弱光状态时,经过第二预设时间后,所述控制模块允许所述逆变模块和继电器运行。

[0024] 进一步的,所述第二预设时间设置为5至20分钟。

[0025] 为实现上述目的,本发明提供了一种光伏逆变器的启动控制方法,所述方法包括:

[0026] 根据光伏逆变器的输入端的输入电压、输入电容的容值以及辅助供电模块的启动电压计算得到光伏组件的近似短路电流;

[0027] 根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态,当光照状态为弱光状态时,禁止逆变模块和继电器运行,当光照状态为非弱光状态时,允许逆变模块和继

电器运行。

[0028] 进一步的,所述方法包括:

[0029] 当所述输入电压达到所述辅助供电模块的启动电压并且所述辅助供电模块稳定启动后,所述辅助供电模块向所述控制模块供电;

[0030] 所述控制模块启动并经过第一预设时间后,采集得到表征所述输入端的当前输入电压的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容的容值、所述启动电压以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态。

[0031] 与现有技术相比,本发明一种光伏逆变器及光伏逆变器启动控制方法,所带来的有益效果为:本发明通过采集光伏逆变器的输入电压,根据输入电压计算光伏组件的近似短路电流,根据近似短路电流判断光伏组件所受的光照状态,依据光照状态控制光伏逆变器启动,进一步的,将近似短路电流和一电流阈值进行比较,若判断当前的环境的光照状态处于弱光状态,则禁止光伏逆变器的逆变模块和继电器启动,经过一定时间后,允许光伏逆变器启动运行,若判断当前的环境的光照强度处于非弱光状态,则允许光伏逆变器启动运行。本发明的启动方法避开了弱光状态下频繁开关机的时段,有效减少了弱光状态下光伏逆变器频繁开机的次数,延长了光伏逆变器的使用寿命,同时无需增加硬件电路检测光照强度,降低了成本。同时本发明的控制方法比较简单,适用范围比较广。因短路电流对光照强度比较敏感,所以本发明不容易出现误判,准确性高。相比于传统的短路电流检测方案,本申请可以将弱光状态下计算得到的近似短路电流和实际短路电流之间的偏差缩小至20mA左右,大大提高检测精度。

附图说明

[0032] 图1是光伏组件的输出特性I-V曲线图。

[0033] 图2是本发明实施例的光伏逆变器的结构框图。

[0034] 图3是本发明实施例的光伏逆变器的启动控制原理示意图。

[0035] 图4是本发明实施例的光伏逆变器在弱光状态下启动过程中输入电压与时间的关系曲线图。

[0036] 图5是本发明实施例的光伏逆变器在非弱光状态下启动过程中输入电压与时间的关系曲线图。

[0037] 图6是本发明实施例的光伏逆变器启动控制方法的流程示意图。

[0038] 图7是本发明又一实施例的光伏逆变器启动控制方法的流程示意图。

具体实施方式

[0039] 以下将结合附图所示的具体实施方式对本发明进行详细描述,但这些实施方式并不限制本发明,本领域的普通技术人员根据这些实施方式所做出的结构、方法、或功能上的变换均包含在本发明的保护范围内。

[0040] 图1为光伏组件的输出特性I-V曲线图,如图1所示,其中曲线1、曲线2、曲线3、曲线4分别代表外界光照强度在 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 、 $600\text{W}/\text{m}^2$ 、 $100\text{W}/\text{m}^2$ 、 $10\text{W}/\text{m}^2$ 时的I-V曲线。由图1可知,在不同光照强度下的光伏组件的短路电流大小不同,短路电流随着光照强度的增大而

增大,呈强正相关关系。在同一光照强度下,光伏组件的输出电流在起始阶段基本稳定不变,在越过最大功率点之后,呈现急速下降的趋势。光伏组件的输出电压在输出电流稳定阶段线性增加,在输出电流急速下降阶段,光伏组件的输出电压趋于稳定,在不同光照强度下的光伏组件的开路电压大小差异不大,呈弱相关关系。

[0041] 根据上述分析,可通过光伏组件的短路电流判断光伏组件的光照状态,因此本申请提供一种可以根据光伏组件的近似短路电流对当前的光照状态进行判断,进而在弱光状态下关闭光伏逆变器以减少光伏逆变器的继电器的开关次数的控制方法,可以提高逆变器的使用寿命以及降低逆变器的成本。以下将通过具体实施例来对本发明的技术方案进行详细地表述。

[0042] 图2是根据本发明实施例提供的光伏逆变器的结构框图,该光伏逆变器包括:

[0043] 输入端20,用于连接光伏组件,接收光伏组件提供的直流电能;

[0044] 逆变模块21,与所述输入端20连接,包括一输入电容 C_{in} 和逆变单元211,用于将所述光伏组件提供的直流电能逆变为交流电能;

[0045] 继电器22,连接在所述逆变模块21和光伏逆变器的输出端之间,用于控制逆变模块21和电网的连接;

[0046] 控制模块23,分别与所述逆变模块21和继电器22连接,用于控制所述逆变模块21和继电器22的运行状态;

[0047] 辅助供电模块24,与所述输入端20连接,根据光伏组件提供的直流电能向所述控制模块23供电,

[0048] 其中,所述控制模块23根据所述输入端的输入电压 V_{in} 、所述输入电容 C_{in} 的容值以及所述辅助供电模块的启动电压计算得到所述光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态,当光照状态为弱光状态时,所述控制模块23禁止所述逆变模块21和继电器22运行,当光照状态为非弱光状态时,所述控制模块23允许所述逆变模块21和继电器23运行。

[0049] 具体的,辅助供电模块24从光伏逆变器的输入端取电,提供控制模块23工作所需的供电电压;当光伏逆变器的输入电压 V_{in} 从零上升至辅助供电模块24的启动电压 V_{start} 时,辅助供电模块24开始工作,向控制模块23供电,以使控制模块23启动运行。例如辅助供电模块24分别输出3.3V和12V的供电电压。当输入电压 V_{in} 跌落至辅助供电模块24的关机电压 V_{stop} 时,辅助供电模块24停止工作,停止向控制模块23供电,控制模块23掉电停止运行。

[0050] 作为本发明的一种实现方式,当所述输入电压 V_{in} 达到所述辅助供电模块24的启动电压 V_{start} 时,所述辅助供电模块24向所述控制模块23供电。所述控制模块23启动并经过第一预设时间后,所述控制模块23采集得到表征所述输入端20当前输入电压的第一输入电压,根据所述第一输入电压、所述输入电容 C_{in} 的容值、所述启动电压 V_{start} 以及所述第一预设时间计算得到光伏组件的近似短路电流,根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态。将所述近似短路电流和预设的电流阈值进行比较。当近似短路电流大于该电流阈值时,表明此时光照强度足够大,所述控制模块23判定光照状态为非弱光状态,允许光伏逆变器启动。当近似短路电流小于该电流阈值时,表明当前环境光照强度不够强,所述控制模块23判定光照状态为弱光状态,此时如果启动光伏逆变器,会面临掉电而重启的问题,因此禁止启动光伏逆变器。其中,所述电流阈值表征光伏逆变器可以稳定启动

时的光照强度临界值。

[0051] 作为本发明的一种实现方式,控制模块23包括采样单元231、弱光检测单元232和控制单元233,其中,采样单元231用于采集光伏逆变器的输入输出电气参数,所述输入输出电气参数包括输入电压、输入电流、输出电压、输出电流以及频率等电气参数,并将所述输入输出电气参数提供至所述弱光检测单元232。弱光检测单元232对光伏组件受到的光照状态进行检测。弱光检测单元232获取所述采样单元231采集的第一输入电压,根据第一输入电压、启动电压 V_{start} 以及输入电容 C_{in} 的容值计算得到光伏组件的近似短路电流,将所述近似短路电流和一预设的电流阈值进行比较,产生表征光伏组件的光照状态为弱光状态或非弱光状态的检测信号,输出至控制单元233。当弱光检测单元232判定光照状态为弱光状态时,产生表征光照状态为弱光状态的检测信号,控制单元233根据该检测信号禁止所述逆变模块21和继电器22运行;当弱光检测单元232判定光照状态为非弱光状态时,产生表征光照状态为非弱光状态的检测信号。控制单元233根据检测信号和光伏逆变器的输入输出电气参数产生控制逆变模块21和继电器22的控制信号,当光照状态处于非弱光状态及输入输出电气参数(例如输出电压、频率)在正常范围内时,控制单元233输出的控制信号控制继电器22吸合,并控制逆变模块21进行逆变。当光照状态处于弱光状态时,控制单元233输出的控制信号禁止继电器22和逆变模块21运行,不允许光伏逆变器启动。即只有处于非弱光状态时,光伏逆变器才会被允许正常启动。

[0052] 在本实施例中,控制模块23为搭载硬件主体的软件控制单元,例如为MCU,弱光检测单元232例如通过软件实现。以下将对光伏组件近似短路电流的计算原理说明如下,参照图3,其中 V_{start} 为辅助供电模块24的启动电压, V_{stop} 为辅助供电模块24的关机电压, V_1 为第一输入电压, V_{mpp} 为光伏组件的最大功率点电压。由图可知,只要第一输入电压 V_1 小于光伏组件的最大功率点电压 V_{mpp} ,光伏组件的输出电流处于稳定状态,即输出电流大小几乎保持在输出电压零点处的短路电流,即可近似认为在第一预设时间 ΔT_1 内光伏组件的输出电流等于短路电流。在第一预设时间 ΔT_1 内,光伏组件的输出电流用于给输入电容 C_{in} 充电以及向辅助供电模块24供电,即输出电流为所述输入电容 C_{in} 的充电电流和辅助供电模块24的输入电流之和,输出电流也即近似短路电流可以用以下公式求得:

$$[0053] \quad I_{sc} = C \frac{dv}{dt} + I_{aux} = C * \frac{V_1 - V_{start}}{\Delta T_1} + I_{aux};$$

[0054] 其中, I_{sc} 为光伏组件的近似短路电流, C 为光伏逆变器的输入电容 C_{in} 的容值, V_1 为第一输入电压, V_{start} 为启动电压, ΔT_1 为第一预设时间, I_{aux} 为辅助供电模块的输入电流。

[0055] 在弱光状态时,短路电流在数十毫安,由于一般的检流芯片有较大的零偏,零偏电流在100mA左右,短路电流很难直接通过检流芯片精准采样,相比于传统的检测方案,本申请通过以上公式,可以将弱光状态下计算得到的近似短路电流和实际短路电流之间的偏差缩小至20mA左右,大大提高了检测精度。

[0056] 第一预设时间 ΔT_1 取值大小视所述光伏逆变器的输入电容 C_{in} 的大小而定,且两者之间具有反比关系。第一预设时间与输入电容呈反比关系,输入电容越大,第一预设时间越小。在一种较优的实施例中,第一预设时间 ΔT_1 为小于10秒。

[0057] 作为本发明的一种实施方式,例如输入电容 C_{in} 的容值 C 为18mF,辅助供电模块24

的启动电压 V_{start} 为18V,关机电压 V_{stop} 为10V,光伏逆变器的最小启动功率为1.5W,对应的近似短路电流限值为80mA,其最大输入电压为60V,可接入市场上常用的60片/72片光伏组件,其最大功率点电压位于25V-35V区间。第一预设时间 ΔT_1 例如设置为1s,辅助供电模块24的功耗为400mW左右,在第一预设时间 ΔT_1 内辅助供电模块10的输入电流 I_{aux} 近似为20mA。由公式(1)可得到本实施方式可以做到精准检测的最大近似短路电流为146mA,此时光伏组件在第一预设时间 ΔT_1 的平均输出功率为3.3W。

[0058] 作为本发明的一种实现方式,当判断处于弱光状态时,可以通过延时第二预设时间后再允许所述光伏逆变器运行以避免其频繁的启停。当光照状态为弱光状态时,经过第二预设时间后,所述控制模块23允许所述逆变模块21和继电器22运行。在判断为弱光状态后,经过第二预设时间后弱光检测单元232输出表征非弱光状态的检测信号,控制单元233允许逆变模块21和继电器22运行,若当前光伏逆变器的其它运行条件满足,则光伏逆变器完成启动,开始工作。第二预设时间优选的取值比如为5至20分钟,可以避开弱光状态下频繁开关机的时段。

[0059] 图4为本发明实施例的光伏逆变器在弱光状态下启动过程中输入电压 V_{in} 与时间的关系曲线图。在初始阶段,由于光照强度比较弱,光伏逆变器的输入电压 V_{in} 在启动电压 V_{start} 和关机电压 V_{stop} 之间反复振荡,此时辅助供电模块24不向所述控制模块23供电,控制模块23不工作。在 T_1 时刻,输入电压 V_{in} 不再跌落,辅助供电模块24开始向所述控制模块23供电,控制模块23启动,开始工作,在经过第一预设时间 ΔT_1 后,输入电压 V_{in} 上升至第一输入电压 V_1 ,此时计算近似短路电流并将其和电流阈值进行比较,由于近似短路电流小于电流阈值,判断当前光照状态为弱光状态,所以控制模块23禁止逆变模块21和继电器22运行,即禁止光伏逆变器启动。经过第二预设时间 ΔT_2 延时后,允许逆变模块21和继电器22运行,即允许光伏逆变器启动。

[0060] 图5为本发明实施例的光伏逆变器在非弱光状态下启动过程中输入电压与时间的关系曲线图。由图5可知,在 T_1 时刻,输入电压 V_{in} 上升至启动电压 V_{start} 且不跌落,控制模块23启动,在经过第一预设时间 ΔT_1 后,输入电压 V_{in} 上升至第一输入电压 V_1 ,此时由于近似短路电流大于电流阈值,判断当前的光照状态为非弱光状态,控制模块23允许逆变模块21和继电器22运行,即允许光伏逆变器启动。

[0061] 图6是本发明的光伏逆变器的启动控制方法的流程示意图。本发明还提供了一种光伏逆变器的启动控制方法,可以避免光伏逆变器在弱光状态下频繁启停,该启动控制方法包括步骤:

[0062] S601、根据光伏逆变器的输入端的输入电压、输入电容的容值以及辅助供电模块的启动电压计算得到光伏组件的近似短路电流;

[0063] S602、根据所述光伏组件的近似短路电流判断所述光伏组件的光照状态,当光照状态为弱光状态时,禁止逆变模块和继电器运行,当光照状态为非弱光状态时,允许逆变模块和继电器运行。

[0064] 作为本发明的一种实现方式,图7是本发明的光伏逆变器的启动控制方法的流程示意图,该启动控制方法具体包括:

[0065] S701、当光伏逆变器的输入电压达到辅助供电模块的启动电压时,启动所述辅助供电模块,并向控制模块供电,以使所述控制模块启动;

[0066] 具体的,在初始阶段,光伏逆变器的输入电压线性上升,当输入电压上升到辅助供电模块的启动电压时,辅助供电模块开始工作,向控制模块供电,控制模块启动。

[0067] S702、所述控制模块启动并经过第一预设时间后,采集光伏逆变器当前的输入电压,获得第一输入电压;

[0068] S703、根据所述第一输入电压、启动电压、光伏逆变器的输入电容的容值和第一预设时间计算得到近似短路电流;

[0069] 近似短路电流可以用以下公式求得:

$$[0070] \quad I_{sc} = C \frac{dv}{dt} + I_{aux} = C * \frac{V_1 - V_{start}}{\Delta T_1} + I_{aux} ;$$

[0071] 其中, I_{sc} 为光伏组件的近似短路电流, C 为光伏逆变器的输入电容 C_{in} 的容值, V_1 为第一输入电压, V_{start} 为启动电压, ΔT_1 为第一预设时间, I_{aux} 为辅助供电模块的输入电流。

[0072] S704、判断所述近似短路电流是否大于一预设的电流阈值,若是则执行步骤S705,否则执行步骤S706;

[0073] S705、判定为非弱光状态,允许逆变模块和继电器运行;

[0074] S706、判定为弱光状态,经过第二预设时间后,允许逆变模块和继电器运行。

[0075] 综上所述,本发明通过采集光伏逆变器的输入电压,根据输入电压、光伏逆变器的输入电容的容值以及辅助供电模块的启动电压计算得到光伏组件的近似短路电流,根据近似短路电流判断光伏组件受到的光照强度的大小,若当前的环境的光照强度处于弱光状态,则禁止光伏逆变器启动,经过一定时间后,允许光伏逆变器启动。本发明的启动方法避开了弱光状态下频繁开关机的时段,有效减少了弱光状态下光伏逆变器频繁开关机的次数,延长了光伏逆变器的使用寿命,同时无需增加硬件电路检测光照强度,降低了成本。

[0076] 尽管为示例目的,已经公开了本发明的优选实施方式,但是本领域的普通技术人员将意识到,在不脱离由所附的权利要求书公开的本发明的范围和精神的情况下,各种改进、增加以及取代是可能的。

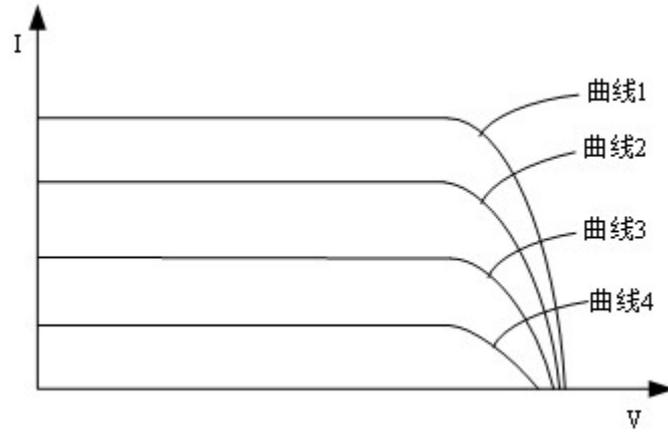


图1

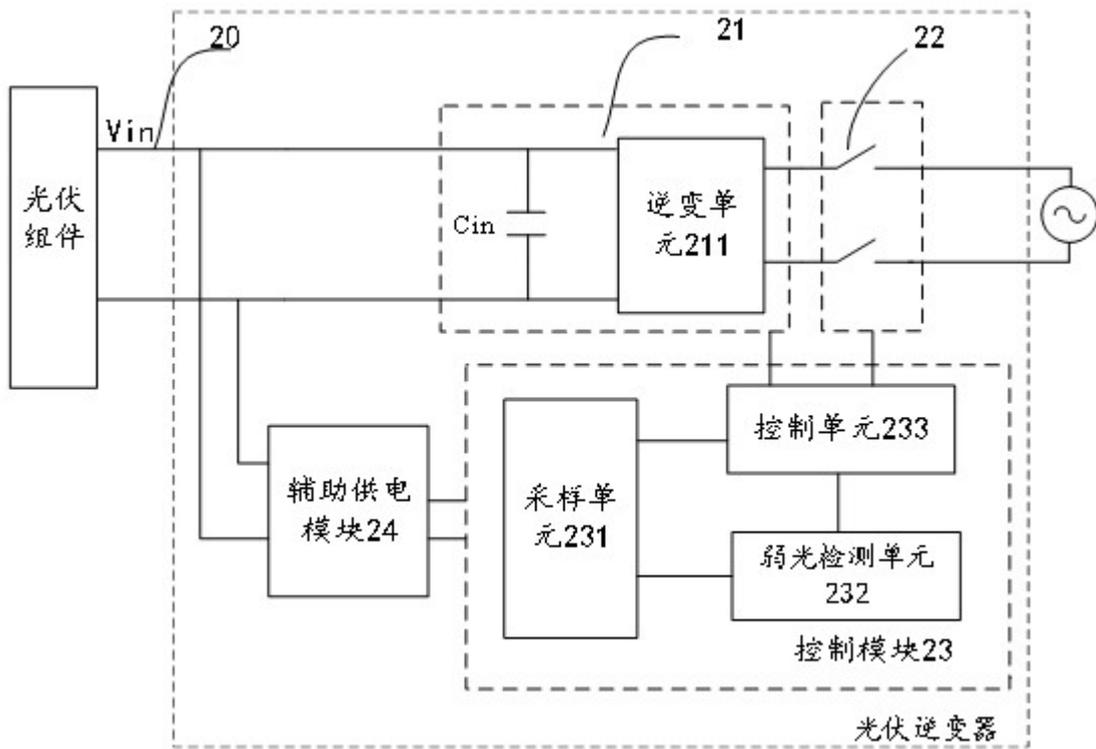


图2

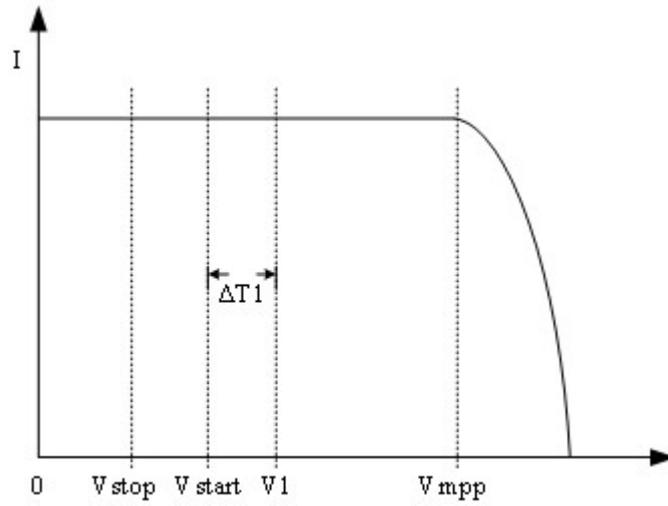


图3

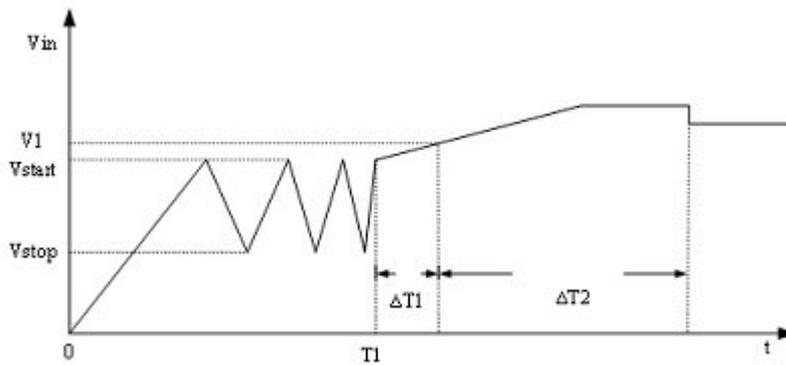


图4

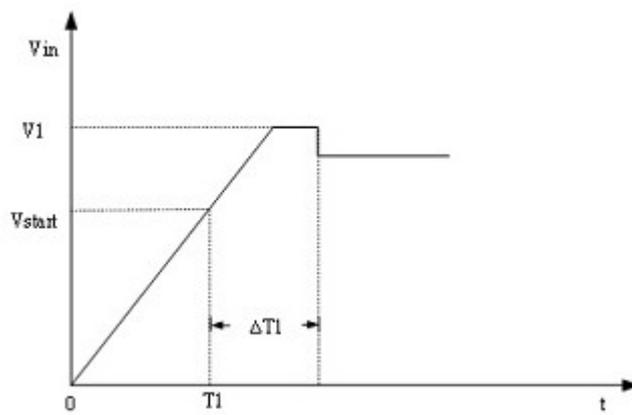


图5

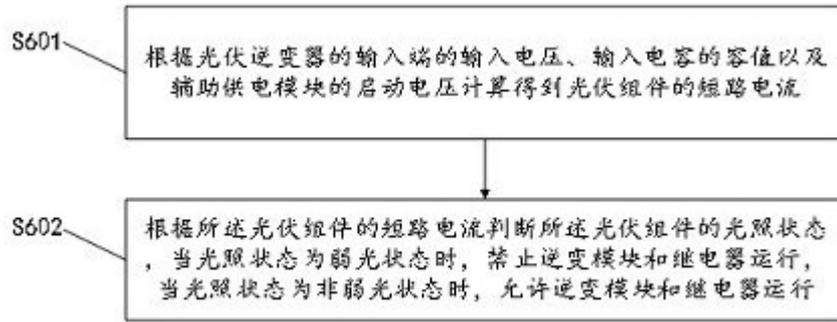


图6

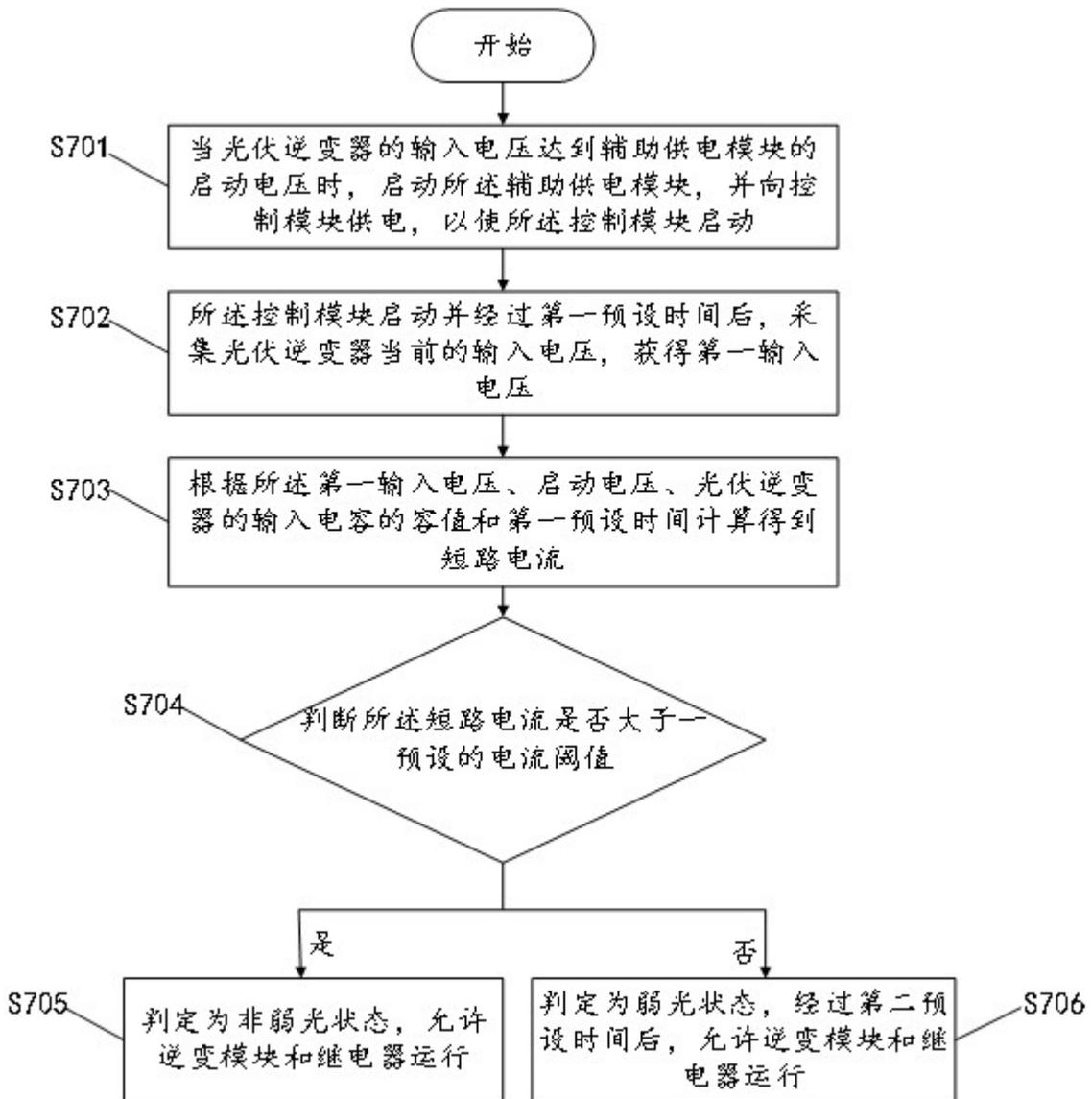


图7