



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111211552 B

(45) 授权公告日 2025. 06. 06

(21) 申请号 202010178215.8

G01R 19/14 (2006.01)

(22) 申请日 2020.03.14

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 211530745 U, 2020.09.18

申请公布号 CN 111211552 A

审查员 曹小丽

(43) 申请公布日 2020.05.29

(73) 专利权人 锦浪科技股份有限公司

地址 315700 浙江省宁波市象山县滨海工  
业园区金通路57号

(72) 发明人 王一鸣 许颇

(74) 专利代理机构 宁波方向同行专利商标代理  
事务所(普通合伙) 33497

专利代理师 汪建华

(51) Int. Cl.

H02H 11/00 (2006.01)

H02S 50/10 (2014.01)

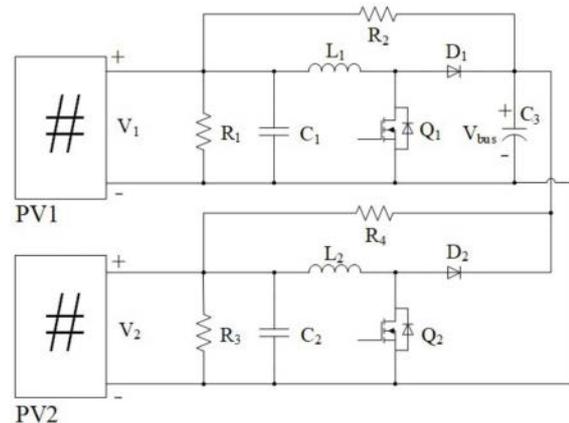
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

一种PV电池板反接检测装置及检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种PV电池板反接检测装置,包括对第一PV电池组串进行反接检测的第一升压电路,第一升压电路包括第一分压电阻、第一检测电阻、第一电容、第一电感、第一二极管、母线电解电容以及第一IGBT功率元件。还提供了一种PV电池板反接检测方法,适用于使用PV电池板反接检测装置进行检测。通过在第一升压电路中并联检测电阻,采用在输入级加入电压采集和电压比较的方式,判断第一PV电池组串是否反接,避免因第一PV电池组串反接导致发电量损失的问题,也无需单独为第一升压电路中的第一PV电池组串配置电流传感器,进一步降低了光伏发电设备的生产成本。



1. 一种PV电池板反接检测装置,包括对第一PV电池组串PV1进行反接检测的第一升压电路,其特征在于:所述第一升压电路包括第一分压电阻R1、第一检测电阻R2、第一电容C1、第一电感L1、第一二极管D1、母线电解电容C3以及第一IGBT功率元件Q1;

所述第一电感L1、第一二极管D1、母线电解电容C3依次串接,第一电感L1的第一端部连接第一PV电池组串PV1的一端,第一电感的L1的第二端部连接第一二极管D1的正极,第一二极管D1的负极连接母线电解电容C3的第一端部,母线电解电容C3的第二端部连接第一PV电池组串PV1的另一端,所述第一分压电阻R1、第一电容C1依次并联在第一PV电池组串PV1的两端,所述第一IGBT功率元件Q1的漏极与第一二极管D1的正极电连接,所述第一IGBT功率元件Q1的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接,所述第一检测电阻R2的第一端部与第一电感L1的第一端部连接,所述第一检测电阻R2的第二端部与第一二极管D1的负极连接;

检测光伏逆变器的第一PV电池组串PV1两端的输出电压 $V_1$ ;判断所述输出电压 $V_1$ 是否小于第一PV电池组串PV1反接预设阈值电压 $V_{Lmt}$ ;若是,则判定所述第一PV电池组串PV1中存在PV电池板反接;

当升压电路处于非工作状态时,即PV电池板未接入,输入级会存在一个可供检测的配置电压,以区分发生任意反接时输入级为零的状态。

2. 如权利要求1所述的PV电池板反接检测装置,其特征在于:还包括对第二PV电池组串PV2进行反接检测的第二升压电路,所述第二升压电路包括第二分压电阻R3、第二检测电阻R4、第二电容C2、第二电感L2、第二二极管D2以及第二IGBT功率元件Q2;

所述第二电感L2、第二IGBT功率元件Q2串接,所述第二电感L2的第一端部连接第二PV电池组串PV2的一端,所述第二电感L2的第二端部连接第二IGBT功率元件Q2的漏极,第二IGBT功率元件Q2的源极连接第二PV电池组串PV2的另一端,第二分压电阻R3、第二电容C2依次并联在第二PV电池组串PV2的两端,所述第二二极管D2的正极与第二IGBT功率元件Q2的漏极电连接,所述第二二极管D2的负极与第一二极管D1的负极电连接,所述第二检测电阻R4的第一端部与第二电感L2的第一端部电连接,所述第二检测电阻R4的第二端部与所述第二二极管D2的负极电连接,所述第二IGBT功率元件Q2的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接。

3. 如权利要求1所述的PV电池板反接检测装置,其特征在于:根据电压分配公式 $V_1=R_1/(R_1+R_2)*V_{bus}$ 配置 $R_1$ 和 $R_2$ 的阻值,其中, $V_1$ 为第一PV电池组串PV1的实时检测电压, $10V \leq V_1 \leq 20V$ , $R_1$ 为第一分压电阻, $R_2$ 为第一检测电阻, $V_{bus}$ 为母线电解电容C3的电压, $V_{pv}$ 为第一PV电池组串PV1的最大电压,且 $V_{bus}=V_{pv}$ 。

4. 如权利要求1所述的PV电池板反接检测装置,其特征在于:所述母线电解电容C3的正极与第一二极管D1的负极电连接,所述母线电解电容C3的负极分别与第一IGBT功率元件Q1的源极、第二IGBT功率元件Q2的源极电连接。

5. 一种PV电池板反接检测方法,适用于使用针对如权利要求1-4任一项所述的PV电池板反接检测装置进行检测,其特征在于:包括如下步骤:

S1: 检测第一PV电池组串PV1两端的输出电压 $V_1$ ;

S2: 判断所述输出电压 $V_1$ 是否小于第一PV电池组串PV1反接预设阈值电压 $V_{Lmt}$ ,若是,则判定所述第一PV电池组串PV1中存在PV电池板反接。

6. 如权利要求5所述的PV电池板反接检测方法,其特征在于:在步骤S1之前,还包括如

下步骤:

A1: 获取第一PV电池组串PV1正确连接并正常发电时, 母线电解电容C3的电压 $V_{bus}$ , 其中, $V_{bus}$ 为第一PV电池组串PV1的最大电压 $V_{pv}$ ;

A2: 当第一升压电路未连接第一PV电池组串PV1时, 根据电压配置计算公式 $V_1 = R_1 / (R_1 + R_2) * V_{bus}$ , 设定 $V_1$ 的取值范围, 获取第一升压电路中第一分压电阻 $R_1$ 和第一检测电阻 $R_2$ 的配置阻值。

7. 如权利要求6所述的PV电池板反接检测方法, 其特征在于: 所述 $V_1$ 的电压区间为10V-20V。

8. 如权利要求5所述的PV电池板反接检测方法, 其特征在于: 步骤S2中: 当第一PV电池组串PV1包含两个串联连接的PV电池板时, 若 $V_1=0$ 时, 则判定第一PV电池组串PV1中有一个PV电池板反接; 当 $V_1$ 接近于零, 且符号为负时, 则判定第一PV电池组串PV1中的两个PV电池板均反接。

9. 如权利要求5所述的PV电池板反接检测方法, 其特征在于: 所述 $V_{Lmt}=5V$ 。

## 一种PV电池板反接检测装置及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光伏发电相关设备技术领域,具体涉及一种PV电池板反接检测装置及检测方法。

### 背景技术

[0002] 光伏逆变器负责将PV(PV,photo-voltaic,即光伏)电池输出的直流能量通过电力变换技术转化为与电网同频、同相、同幅值的交流电,并向电网输送电力。在实际安装过程中,由于施工人员的不当操作,容易将PV电池板的正负端子接反。该反接组串与相并联的组串不会进入工作状态,会极大地造成发电量损失。

[0003] 由于组串式逆变器的输入由多个升压电路组成,在实际应用中,可能并不会使用到全部升压电路,此时未处于工作状态的升压电路输出电压为0;而在PV电池板反接时,也输出类似的零电压,这就给区分两种状态带来了困难,如果仅采用电压阈值判断容易混淆两种情况。目前市面上的逆变器通过在每一串PV板上增加电流传感器来检测电流方向,进而判断电池板是否正负反接。但该方法需要添加额外的电流传感器,会增加并网逆变器的系统成本。

### 发明内容

[0004] 为解决上述技术缺陷,本发明采用的技术方案在于,提供一种PV电池板反接检测装置,包括对第一PV电池组串PV1进行反接检测的第一升压电路,所述第一升压电路包括第一分压电阻R1、第一检测电阻R2、第一电容C1、第一电感L1、第一二极管D1、母线电解电容C3以及第一IGBT功率元件Q1。

[0005] 所述第一电感L1的第一端部、第一二极管D1的正极、母线电解电容C3的第一端部依次串接后与第一PV电池组串PV1的两端电连接形成回路,所述第一分压电阻R1、第一电容C1依次并联在第一PV电池组串PV1的两端,所述第一IGBT功率元件Q1的漏极与第一二极管D1的正极电连接,所述第一IGBT功率元件Q1的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接,所述第一检测电阻R2的第一端部与第一电感L1的第一端部连接,所述第一检测电阻R2的第二端部与第一二极管D1的负极连接。

[0006] 进一步地,还包括对第二PV电池组串PV2进行反接检测的第二升压电路,所述第二升压电路包括第二分压电阻R3、第二检测电阻R4、第二电容C2、第二电感L2、第二二极管D2以及第二IGBT功率元件Q2。

[0007] 所述第二电感L2的第一端部、第二IGBT功率元件Q2的漏极依次串接后与第二PV电池组串PV2的两端电连接形成回路,第二分压电阻R3、第二电容C2依次并联在第二PV电池组串PV2的两端,所述第二二极管D2的正极与第二IGBT功率元件Q2的漏极电连接,所述第二二极管D2的负极与第一二极管D1的负极电连接,所述第二检测电阻R4的第一端部与第二电感L2的第一端部电连接,所述第二检测电阻R4的第二端部与所述第二二极管D2的负极电连接,所述第二IGBT功率元件Q2的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接。

[0008] 进一步地,根据电压分配公式 $V_1 = R_1 / (R_1 + R_2) * V_{bus}$ 配置 $R_1$ 和 $R_2$ 的阻值,其中, $V_1$ 为第一PV电池组串PV1的实时检测电压, $10V \leq V_1 \leq 20V$ , $R_1$ 为第一分压电阻, $R_2$ 为第一检测电阻, $V_{bus}$ 为母线电解电容C3的电压, $V_{pv}$ 为第一PV电池组串PV1的最大电压,且 $V_{bus} = V_{pv}$ 。

[0009] 进一步地,所述母线电解电容C3的正极与第一二极管D1的负极电连接,所述母线电解电容C3的负极分别与第一IGBT功率元件Q1的源极、第二IGBT功率元件Q2的源极电连接。

[0010] 本发明还提供了一种PV电池板反接检测方法,适用于使用上述的PV电池板反接检测装置进行检测,包括如下步骤:

[0011] S1:检测第一PV电池组串PV1两端的输出电压 $V_1$ ;

[0012] S2:判断所述输出电压 $V_1$ 是否小于第一PV电池组串PV1反接预设阈值电压 $V_{Lmt}$ ,若是,则判定所述第一PV电池组串PV1中存在PV电池板反接。

[0013] 进一步地,在步骤S1之前,还包括如下步骤:

[0014] A1:获取第一PV电池组串PV1正确连接并正常发电时,母线电解电容C3的电压 $V_{bus}$ ,其中 $V_{bus}$ 为第一PV电池组串PV1的最大电压 $V_{pv}$ ;

[0015] A2:当第一升压电路未连接第一PV电池组串PV1时,根据电压配置计算公式 $V_1 = R_1 / (R_1 + R_2) * V_{bus}$ ,设定 $V_1$ 的取值范围,获取第一升压电路中第一分压电阻 $R_1$ 和第一检测电阻 $R_2$ 的配置阻值。

[0016] 进一步的,所述 $V_1$ 的电压区间为10-20V。

[0017] 进一步地,步骤S2中:当第一PV电池组串PV1包含两个串联连接的PV电池板时,若 $V_1 = 0$ 时,则判定第一PV电池组串PV1中有一个PV电池板反接;当 $V_1$ 接近于零,且符号为负时,则判定第一PV电池组串PV1中的两个PV电池板均反接。

[0018] 进一步地,所述 $V_{Lmt} = 5V$ 。

[0019] 与现有技术比较本发明技术方案的有益效果为:

[0020] 1、本发明提供了一种PV电池板反接检测装置及检测方法,通过在升压电路中并联检测电阻,采用在输入级加入电压采集和电压比较的方式,通过检测PV电池组串的输出电压,判断PV电池组串是否反接,在PV电池板发生反接时产生警报。避免因PV电池组串反接导致发电量损失的问题,也无需单独为升压电路中的PV电池组串配置电流传感器,进一步降低了光伏发电设备的生产成本,适用于组串式逆变器的多个升压电路中的光伏电池组串进行反接检测。

[0021] 2、通过在输入级和输出级之间添加检测回路,增加了升压电路外在非工作状态下的特征,能够判断出非工作状态下的升压电路和PV电池板反接状态下的差异。

## 附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0023] 图1是本发明实施例提供的一种PV电池板反接检测装置的电路原理图;

[0024] 图2是本发明实施例提供的一种PV电池板反接检测装置当第一PV电池组串正接时

的电路图；

[0025] 图3是本发明实施例提供的一种PV电池板反接检测装置当第一升压电路未接入第一PV电池组串时的电路图；

[0026] 图4是本发明实施例提供的一种PV电池板反接检测装置当第一PV电池组串有一个PV电池板反接时的电路图；

[0027] 图5是本发明实施例提供的一种PV电池板反接检测装置当第一PV电池组串两个PV电池板均反接时的电路图。

### 具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0029] 实施例1

[0030] 请参阅图1-图5所示,本发明提供的一种PV电池板反接检测装置,包括对光伏逆变器中的第一PV电池组串PV1进行反接检测的第一升压电路,第一升压电路包括第一分压电阻R1、第一检测电阻R2、第一电容C1、第一电感L1、第一二极管D1、母线电解电容C3以及第一IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,即绝缘栅双极型晶体管)功率元件Q1。

[0031] 第一电感L1的第一端部、第一二极管D1的正极、母线电解电容C3的第一端部依次串接后与第一PV电池组串PV1的两端电连接形成回路,第一分压电阻R1、第一电容C1依次并联在第一PV电池组串PV1的两端,第一IGBT功率元件Q1的漏极与第一二极管D1的正极电连接,第一IGBT功率元件Q1的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接,第一检测电阻R2的第一端部与第一电感L1的第一端部连接,第一检测电阻R2的第二端部与第一二极管D1的负极连接。

[0032] 进一步地,还包括对光伏逆变器中的第二PV电池组串PV2进行反接检测的第二升压电路,第二升压电路包括第二分压电阻R3、第二检测电阻R4、第二电容C2、第二电感L2、第二二极管D2以及第二IGBT功率元件Q2。

[0033] 第二电感L2的第一端部、第二IGBT功率元件Q2的漏极依次串接后与第二PV电池组串PV2的两端电连接形成回路,第二分压电阻R3、第二电容C2依次并联在第二PV电池组串PV2的两端,第二二极管D2的正极与第二IGBT功率元件Q2的漏极电连接,第二二极管D2的负极与第一二极管D1的负极电连接,第二检测电阻R4的第一端部与第二电感L2的第一端部电连接,第二检测电阻R4的第二端部与第二二极管D2的负极电连接,第二IGBT功率元件Q2的源极与母线电解电容C3的第二端部电连接。

[0034] 如图1所示,将检测电阻R<sub>2</sub>与R<sub>4</sub>并联到两个升压电路的输入正端和母线电解电容C3的正端,当任意一路PV电池组串连接正确且正常发电时,母线电解电容C3的电压V<sub>bus</sub>为PV电池组串两端的最大电压V<sub>pv</sub>。

[0035] 优选地,根据电压分配公式 $V_1 = R_1 / (R_1 + R_2) * V_{bus}$ 配置R<sub>1</sub>和R<sub>2</sub>的阻值,其中,V<sub>1</sub>为第一PV电池组串PV1的实时检测电压, $10V \leq V_1 \leq 20V$ ,R<sub>1</sub>为第一分压电阻,R<sub>2</sub>为第一检测电阻,V<sub>bus</sub>为母线电解电容C3的电压,V<sub>pv</sub>为第一PV电池组串PV1的最大电压,且 $V_{bus} = V_{pv}$ 。

[0036] 优选地,母线电解电容C3的正极与第一二极管D1的负极电连接,母线电解电容C3的负极分别与第一IGBT功率元件Q1的源极、第二IGBT功率元件Q2的源极电连接。

[0037] 优选地,第一PV电池组串PV1、第二PV电池组串PV2均包括至少两个串联连接的PV

电池板。

[0038] 一种PV电池板反接检测方法,适用于使用上述的PV电池板反接检测装置进行检测,以对第一光伏电池组串PV1进行反接检测为例,包括如下步骤:

[0039] A1:获取第一PV电池组串PV1正确连接并正常发电时,母线电容C3的电压 $V_{bus}$ ,其中 $V_{bus}$ 为第一PV电池组串PV1的最大电压 $V_{pv}$ 。

[0040] 如图3所示,当升压电路处于非工作状态时,即PV电池板未接入,输入级会存在一个可供检测的配置电压,该电压大小由配置电阻的阻值决定,以区分发生任意反接时输入级为零的状态。

[0041] A2:当第一升压电路未连接第一PV电池组串PV1时,第一检测电阻 $R_2$ 与第一分压电阻 $R_1$ 构成了分压电路,根据电压配置计算公式 $V_1 = R_1 / (R_1 + R_2) * V_{bus}$ ,此时可以检测到V1端电压为正值,通过设定 $V_1$ 的取值范围,获取第一升压电路中第一分压电阻 $R_1$ 和第一检测电阻 $R_2$ 的配置阻值;其中, $10V \leq V_1 \leq 20V$ ,便于电压的充分检测。

[0042] S1:检测光伏逆变器的第一PV电池组串PV1两端的输出电压 $V_1$ ;

[0043] S2:判断所述输出电压 $V_1$ 是否小于第一PV电池组串PV1反接预设阈值电压 $V_{Lmt}$ ,优选地, $V_{Lmt} = 5V$ ;若是,则判定所述第一PV电池组串PV1中存在PV电池板反接。

[0044] 其中,步骤S2中:当第一PV电池组串PV1包含两个串联连接的PV电池板时,若 $V_1 = 0$ 时,则判定第一PV电池组串PV1中有一个PV电池板反接;当 $V_1$ 接近于零,且符号为负时,则判定第一PV电池组串PV1中的两个PV电池板均反接。

[0045] 如图2所示,当第一升压电路正确连接第一PV电池组串PV1时,此时光伏阻抗为电源阻抗,其阻抗 $R_{pv}$ 与 $R_1$ 并联。通常情况下, $R_{pv} \ll R_1$ ,可忽略由 $R_2$ 电阻引起的分压,则 $V_1$ 电压主要由光伏电压决定。通过检测 $V_1$ 两端电压可知,若 $V_1$ 等于光伏电池电压 $V_{pv}$ ,则此时PV组串连接正确。

[0046] 本发明提供的一种PV电池反接检测装置及检测方法,其工作原理如下:如图4所示,当第一升压电路的两个PV电池有一个反接,另一个正常连接时,两个PV电池形成短路环流,检测到的 $V_1$ 端电压为0,此时可以判定PV组串反接。如图5所示,当第一升压电路的两个PV电池均反接时,光伏电池板通过升压电路中IGBT功率元件的反并联二极管短路,输入电压 $V_1$ 的大小为二极管的正向导通压降,该数值较小且接近于零,符号为负,此时可判定为PV组串反接。

[0047] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例,凡属于本发明思路下的技术方案均属于本发明的保护范围。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理前提下的若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

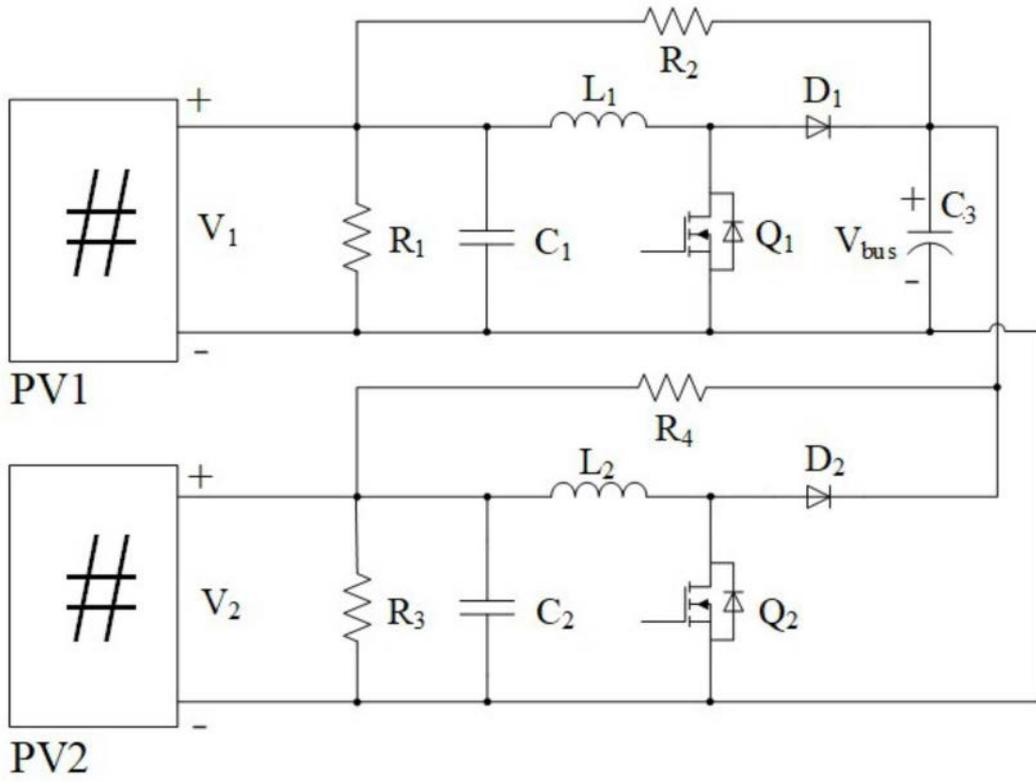


图1

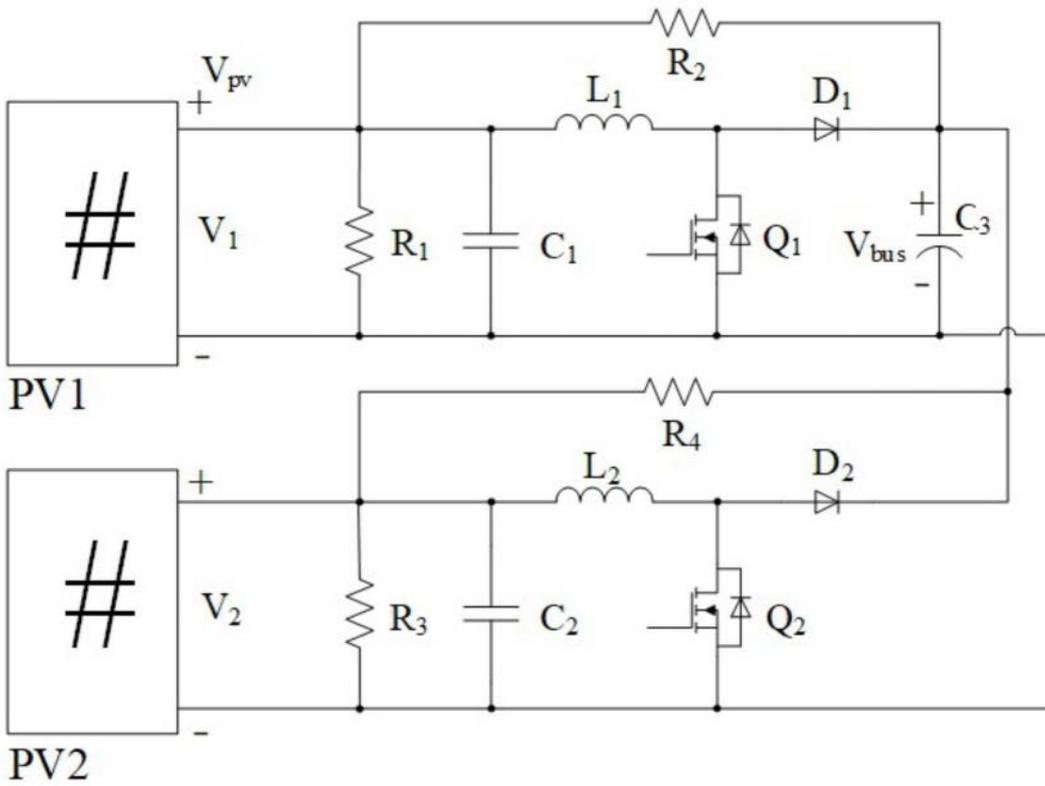


图2

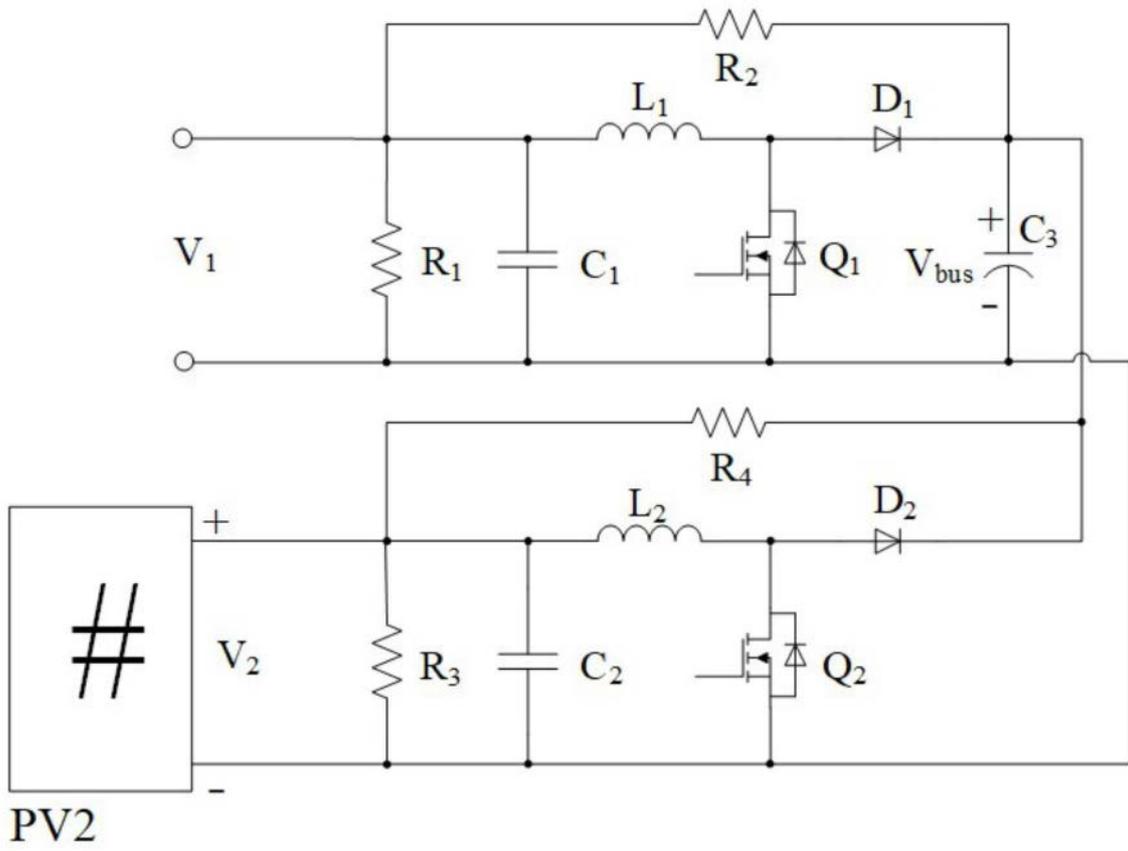


图3

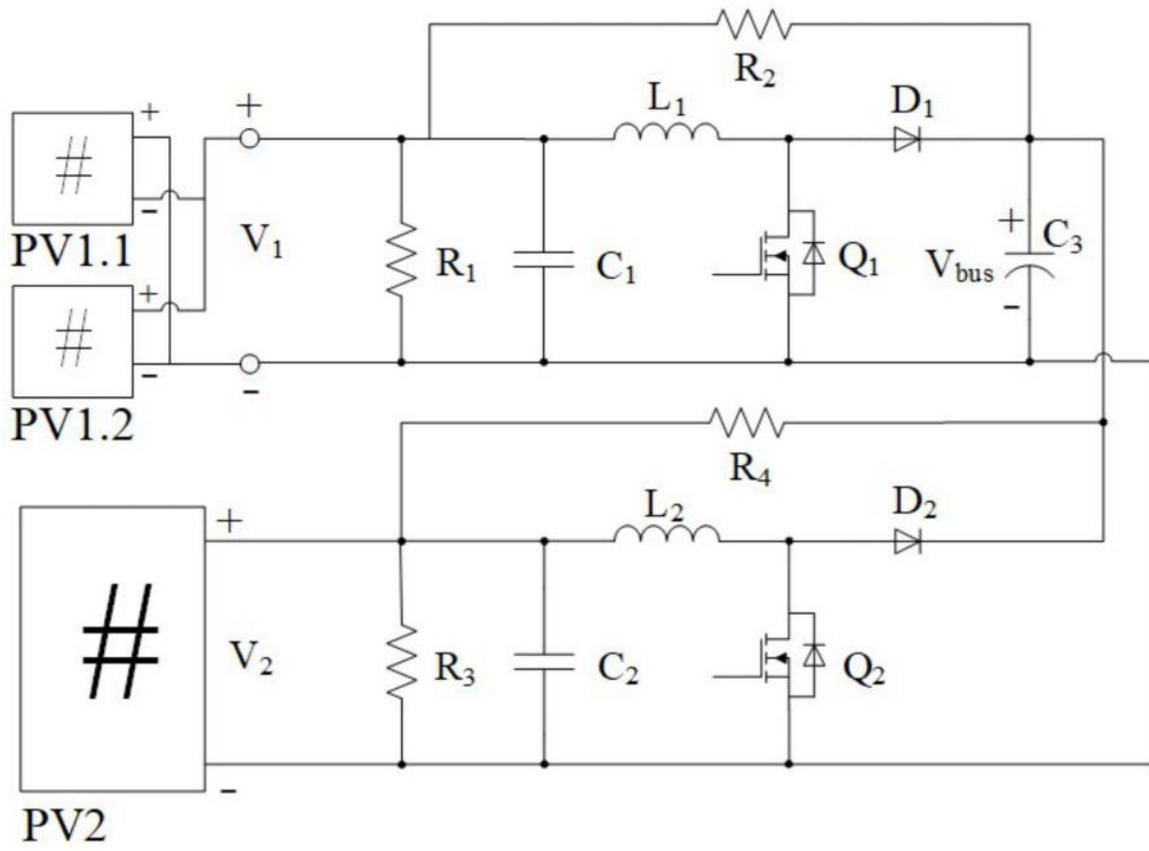


图4

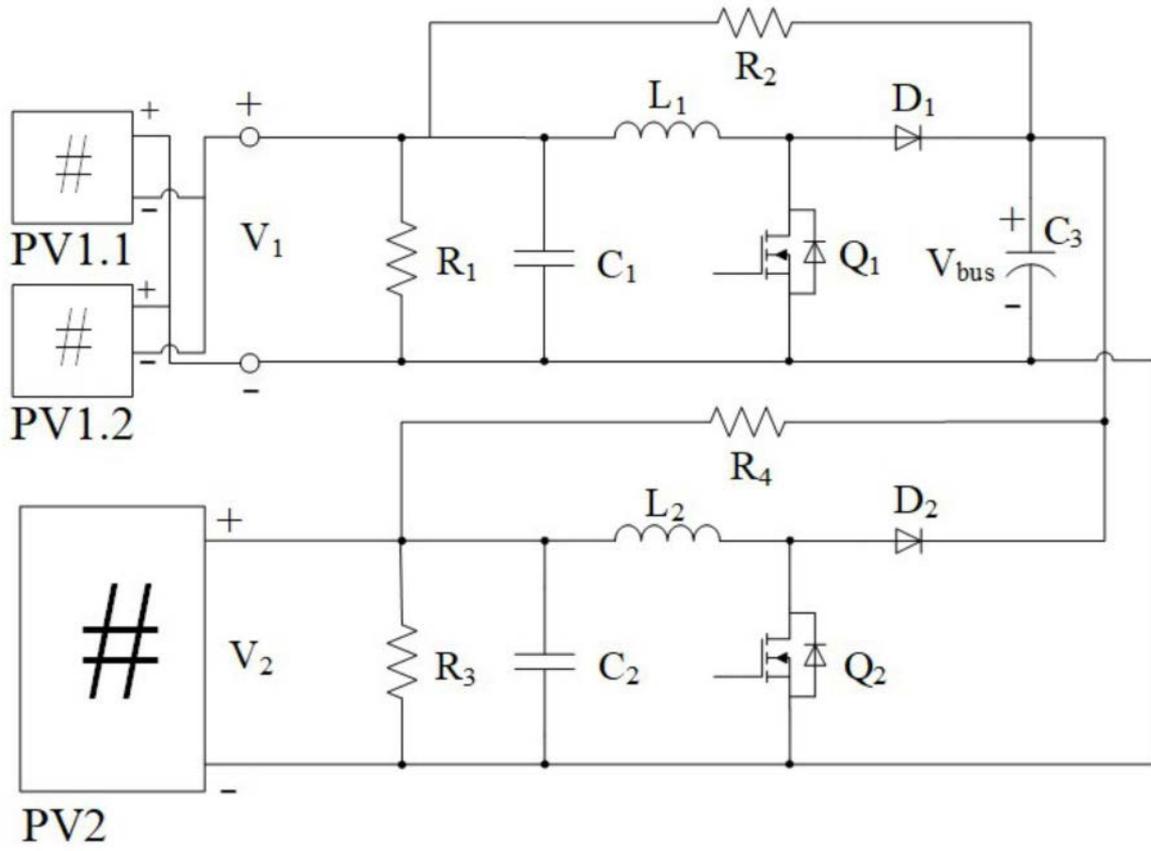


图5