



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202127250 U

(45) 授权公告日 2012. 01. 25

(21) 申请号 201120206912. 6

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 06. 18

(73) 专利权人 江苏艾索新能源股份有限公司  
地址 215011 江苏省苏州市高新区向阳路  
198 号 9 栋

(72) 发明人 李晓锋 戴国峰

(74) 专利代理机构 苏州市新苏专利事务所有限  
公司 32221

代理人 徐鸣

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

H02M 7/5395(2006. 01)

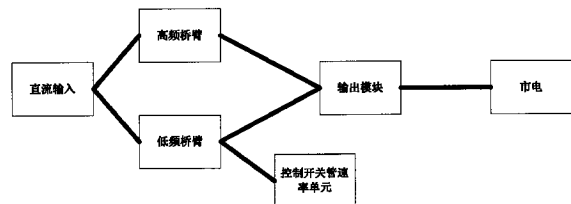
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 实用新型名称

一种无变压器的单边电感并网逆变电路

(57) 摘要

本实用新型涉及一种无变压器的单边电感并网逆变电路,所述电路包括高频桥臂、低频桥臂、输出模块以及控制开关管速率单元,所述的高频桥臂和低频桥臂分别与直流输入电源以及输出模块连接,输出模块与市电连接,其中:所述的高频桥臂具有两个高频开关管,所述的低频桥臂具有两个低频开关管,所述的输出模块为单边电感形式,该输出模块中的电感连接在市电的零线端或者火线端,所述的输出模块未接电感端与低频桥臂连接,输出模块接有电感端与高频桥臂连接。本实用新型的电路极大地减少了直流输入电源对地的共模电流,提高了整机的工作效率。通过控制切换速率,可以减少共模电流的幅值达到控制整体电磁干扰的效果和提升整机效率。同时本电路所用元器件小,成本较低。



1. 一种无变压器的单边电感并网逆变电路,其特征在于:所述电路包括高频桥臂、低频桥臂、输出模块以及控制开关管速率单元,所述的高频桥臂和低频桥臂分别与直流输入电源以及输出模块连接,输出模块与市电连接,其中:

所述的高频桥臂具有两个高频开关管(S3)、(S4),所述的低频桥臂具有两个低频开关管(S1)、(S2),所述的输出模块为单边电感形式,该输出模块中的电感连接在市电的零线端或者火线端,所述的输出模块未接电感端与低频桥臂连接,输出模块接有电感端与高频桥臂连接。

2. 根据权利要求1所述的无变压器的单边电感并网逆变电路,其特征在于:当所述的两个高频开关管(S3)、(S4)和两个低频开关管(S1)、(S2)分别采用绝缘栅双极晶体管时,其中:

第一高频开关管(S3)的发射极和第二高频开关管(S4)的集电极连接,第一高频开关管(S3)的集电极与直流输入电源正极连接,第二高频开关管(S4)的发射极与直流输入电源的负极连接;

第一低频开关管(S1)的发射极与第二低频开关管(S2)的集电极连接,第一低频开关管(S1)的集电极与直流输入电源的正极连接的同时还与第一高频开关管(S3)的集电极连接,第二低频开关管(S2)的发射极与直流输入电源的负极连接的同时还与第二高频开关管(S4)的发射极连接,并且该第一、第二两个低频开关管(S1)、(S2)的基极分别与控制开关管速率单元连接。

3. 根据权利要求1所述的无变压器的单边电感并网逆变电路,其特征在于:当所述的两个高频开关管(S3)、(S4)和两个低频开关管(S1)、(S2)分别采用功率场效应晶体管时,其中:

第一高频开关管(S3)的源极和第二高频开关管(S4)的漏极连接,第一高频开关管(S3)的漏极与直流输入电源正极连接,第二高频开关管(S4)的源极与直流输入电源的负极连接;

第一低频开关管(S1)的源极与第二低频开关管(S2)的漏极连接,第一低频开关管(S1)的漏极与直流输入电源的正极连接的同时还与第一高频开关管(S3)的漏极连接,第二低频开关管(S2)的源极与直流输入电源的负极连接的同时还与第二高频开关管(S4)的源极连接,并且该第一、第二两个低频开关管(S1)、(S2)的基极分别与控制开关管速率单元连接。

4. 根据权利要求1所述的无变压器的单边电感并网逆变电路,其特征在于:所述的输出模块至少具有一个电感,当输出模块中的电感有多个时,所述的多个电感串联连接,并且连接在市电的零线端或者火线端。

## 一种无变压器的单边电感并网逆变电路

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种无变压器的单边电感并网逆变电路。

### 背景技术

[0002] 光伏并网系统中,由于光伏面板和地之间存在寄生电容,在光伏并网发电的过程中会有共模电流产生,增加了电磁辐射和安全隐患,为了设法抑制这种共模电流产生,主要有两种解决途径:一、采用工频或者高频变压器的隔离型光伏并网逆变器,这样能使市电和太阳能电池板系统有电气隔离,能避免电池板对大地之间产生的漏电流。二、采用能有效抑制共模电流大小的非隔离并网拓扑。

[0003] 但是,采用变压器隔离的逆变电路存在以下缺点:若采用工频变压器,体积大、重量重且价格贵。若采用高频变压器,功率变换电路将被分成几级。控制比较复杂,效率比较低。

[0004] 而一般的非隔离逆变拓扑存在几个方面的缺陷:

[0005] 一、传统的单相全桥逆变器,如果采用双极性调制,虽然电磁干扰小,但是逆变器的转换效率低,

[0006] 二、传统的单相全桥逆变器,如果采用单极性调制,则电磁干扰严重,共模电流较大。

### 发明内容

[0007] 针对上述光伏并网发电过程中抑制共模电流产生所采用的技术方案存在的不足,本实用新型提供一种无变压器的并网逆变电路,该电路不仅极大地降低了太阳能电池对地的共模电流,并且有效提高了整机的工作效率。

[0008] 实现本实用新型的技术方案是:

[0009] 一种无变压器的单边电感并网逆变电路,所述电路包括高频桥臂、低频桥臂、输出模块以及控制开关管速率单元,所述的高频桥臂和低频桥臂分别与直流输入电源以及输出模块连接,输出模块与市电连接,其中:

[0010] 所述的高频桥臂具有两个高频开关管,所述的低频桥臂具有两个低频开关管,所述的输出模块为单边电感形式,该输出模块中的电感连接在市电的零线端或者火线端,所述的输出模块未接电感端与低频桥臂连接,输出模块接有电感端与高频桥臂连接。

[0011] 当所述的两个高频开关管和两个低频开关管分别采用绝缘栅双极晶体管(IGBT)时,其中:

[0012] 第一高频开关管的发射极和第二高频开关管的集电极连接,第一高频开关管的集电极与直流输入电源正极连接,第二高频开关管的发射极与直流输入电源的负极连接;

[0013] 第一低频开关管的发射极与第二低频开关管的集电极连接,第一低频开关管的集电极与直流输入电源的正极连接的同时还与第一高频开关管的集电极连接,第二低频开关管的发射极与直流输入电源的负极连接的同时还与第二高频开关管的发射极连接,并且该

第一、第二两个低频开关管的基极分别与控制开关管速率单元连接。

[0014] 当所述的两个高频开关管和两个低频开关管分别采用功率场效应晶体管(MOSFET)时,其中:

[0015] 第一高频开关管的源极和第二高频开关管的漏极连接,第一高频开关管的漏极与直流输入电源正极连接,第二高频开关管的源极与直流输入电源的负极连接;

[0016] 第一低频开关管的源极与第二低频开关管的漏极连接,第一低频开关管的漏极与直流输入电源的正极连接的同时还与第一高频开关管的漏极连接,第二低频开关管的源极与直流输入电源的负极连接的同时还与第二高频开关管的源极连接,并且该第一、第二两个低频开关管的基极分别与控制开关管速率单元连接。

[0017] 所述的输出模块至少具有一个电感,当输出模块中的电感有多个时,所述的多个电感串联连接,并且连接在市电的零线端或者火线端。

[0018] 上述本实用新型电路中的高频桥臂部分主要完成 SPWM 调制,低频桥臂部分主要完成市电正负半周切换,电流换向的任务。所述与低频桥臂连接的控制开关管速率单元主要用于控制低频桥臂开关管的开关速度,以减少在市电切换周期中带来的共模电流冲击。

[0019] 本实用新型针对一般的非隔离逆变拓扑存在的问题,在原有全桥电路上采用新的调制方式和控制方式,提出了一种逆变拓扑,能极大的减少直流输入电源对地的共模电流,提高了整机的工作效率。针对普通无变压器的并网逆变电路的缺点,本实用新型则通过改进普通全桥和其相应的调制方式来达到改善电磁干扰,提高效率的目的。在正常时刻,直流输入电源对地只有低频电压波动,而在市电的正负半周期切换的过程中,通过控制低频开关管的切换速率,减少了共模电流的幅值。在电路拓扑上,分为低频桥臂和高频桥臂部分,市电的零线端连接低频桥臂部分,而高频桥臂则通过连接滤波电感至市电的火线端。高频开关管的调制采用 SPWM 调制方式,低频开关管则根据市电的正负半周期来调制。其核心思想在于:单边电感 SPWM 调制,使市电的零线端(可认为远处与大地连接)与低频开关管连接,正常时刻直流输入电源只有低频电压波动,而在市电正负半周切换的时候,直流输入电源对大地会有一个比较大的电压波动,其值为直流输入电源的大小,如果这个电压变化的时间很快的话,在直流电源负端对大地的寄生电容上会产生一个很大的放电电流,即共模放电电流,这样对电磁干扰和安全性来讲都是不利的,通过控制切换速率,可以减少共模电流的幅值达到控制整体电磁干扰的效果和提升整机效率。

[0020] 相对普通的双极性调制单相全桥逆变电路而言,本电路效率高。而相对于普通单极性调制单相全桥逆变电路而言,本电路电磁兼容好。同时本电路所用元器件小,成本较低。

#### 附图说明

[0021] 图 1 为本实用新型电路原理框图;

[0022] 图 2 为本实用新型实施例 1 低频桥臂接零线端的电路原理图;

[0023] 图 3 为本实用新型实施例 1 电路正半周导通时的电流流向示意图;

[0024] 图 4 为本实用新型实施例 1 电路正半周期关断时候的电流续流示意图;

[0025] 图 5 为本实用新型实施例 1 电路负半周导通期间的电流流向图;

[0026] 图 6 为本实用新型实施例 1 电路负半周期关断时候的续流示意图;

- [0027] 图 7 为本实用新型实施例 1 电路波形时序示意图；
- [0028] 图 8 为本实用新型实施例 1 低频桥臂接零线端时控制开关速率单元工作区域示意图；
- [0029] 图 9 为本发明实施例 1 低频桥臂接火线端时控制开关管速率单元工作区域示意图；
- [0030] 图 10 为本实用新型实施例 2 电路原理图。

### 具体实施方式

[0031] 下面参照附图说明本实用新型的实施例，以使本实用新型所属技术领域的技术人员能够容易实施本实用新型。

[0032] 本实用新型的实施例电路包括高频桥臂、低频桥臂、输出模块以及控制开关管速率单元，下述实施例中直流输入电源为太阳能电池输入电源，图 1 示出了该电路的原理框图，高频桥臂由两个高频开关管即第一高频开关管 S3 和第二高频开关管 S4 构成，低频桥臂由两个低频开关管即第一低频开关管 S1 和第二低频开关管 S2 构成。

[0033] 本实用新型中构成高频桥臂的高频开关管 S3、S4 和构成低频桥臂的低频开关管 S1、S2 均可以采用绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 或者功率场效应晶体管 (MOSFET)，以下分别就各开关管 S1、S2、S3、S4 采用绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 或功率场效应晶体管 (MOSFET) 为例说明本实用新型。

[0034] 实施例 1：

[0035] 两个高频开关管 S3、S4 和两个低频开关管 S1、S2 分别采用绝缘栅双极晶体管 (IGBT)，其电路原理如图 2 所示，其中开关管 S3 的发射极和开关管 S4 的集电极连接，开关管 S3 的集电极与太阳能电池输入的正极连接，开关管 S4 的发射极与太阳能电池输入的负极连接。其中开关管 S1 的发射极与开关管 S2 的集电极连接，开关管 S1 的集电极与太阳能电池输入的正极连接的同时还与开关管 S3 的集电极连接，开关管 S2 的发射极与太阳能电池输入的负极连接的同时还与开关管 S4 的发射极连接，这两个低频开关管 S1、S2 的基极分别与控制开关管速率单元连接。输出模块为单边电感连接形式，本实施例 1 电路给出了输出模块只有一个电感 L1 的情况，该电感 L1 连接在市电的火线端，电感 L1 的参数应符合行业设计标准，为本领域普通技术人员所公知，这里不作特别说明。当输出模块中的电感有多个，则这些电感串联连接，并且应连接在市电的零线或者火线一端。输出模块未接电感 L1 一端一端与市电的零线连接，另一端连接到开关管 S1 的发射极与开关管 S2 的集电极连接端，输出模块接有电感 L1 一端一端与市电的火线连接，另一端连接到开关管 S3 的发射极与开关管 S4 的集电极连接端。高频桥臂主要完成 SPWM 调制，低频桥臂主要完成市电正负半周切换，电流换向的任务。

[0036] 控制开关管速率单元主要用于控制低频桥臂开关管的开关速度，以减少在市电切换周期中带来的共模电流冲击。实现该种功能的控制开关管速率单元形式有多种，为本领域技术人员所知晓，在此不作赘述。

[0037] 从图 2 中可以看出，因为市电零线与低频桥臂连接，而我们认为在远端，零线与大地连接。所以在市电切换的正负半周期间，大地 (GND) 则通过低频开关管 S1、S2 连接到太阳能电池的正端或者负端。当正半周期导通时候，相当于太阳能电池的正端接到地端。在

整个半周期内,太阳能电池对地电压恒定为固定的直流输入正电压。而在负半周时候,低频开关管 S2 导通,此时相当于太阳能电池的负端接到地端,而在负半周的这段时间,太阳能电池对地电压也保持恒定。只是在正负半周的切换过程当中,会出现一个电压的突变,所以本实用新型的另外一个核心之处在于控制低频开关管 S1、S2 所用的控制开关管速率单元,这个单元能控制低频开关管 S1、S2 的开关速率,尽量减少由于电压变化寄生电容上漏电流产生幅值过大的情况发生。

[0038] 图 3 为本实施例 1 电路的正半周导通时候的电流流向图,电流依次流过 S1,市电, L1,最后由 S4 流入太阳能电池的负端。

[0039] 图 4 为本实施例 1 电路的正半周期关断续流的电流流向图,此时 S4 关断,电流通过 L1, S3 反并联二极管, S1,市电流回电感 L1。

[0040] 图 5 为本实施例 1 电路的负半周期导通时候的电流流向图,电流依次流过 S3, L1,市电,最后由 S2 流入太阳能电池的负端。

[0041] 图 6 为本实施例 1 电路的负半周期关断续流的电流流向图,此时 S3 关断,电流通过 L1,市电, S2 和 S4 反并联二极管流回电感 L1。

[0042] 图 7 为本实施例 1 电路一个周期内的各个开关管的开关时序示意图,上面为四个开 S1、S2、S3、S4 关管的开关驱动波形图,下面一个波形图为输出的电流波形图。

[0043] 图 8 为本实施例 1 低频桥臂接零线端时控制开关管速率单元工作区域示意图,其中所示曲线极为太阳能电池输入负端对地 (GND) 的共模电压幅值变化。在每个半周切换的时候,有一个较大的电压幅值变化,控制开关管速率单元正是控制该部分的变化速率以达到降低电压变化率减少共模电流大小的目的。

[0044] 图 9 为本实施例 1 中低频桥臂接火线端时控制开关管速率单元工作区域示意图,这时电感 L1 连接在市电的零线端,此时低频桥臂连接市电的火线端,其中所示曲线极为太阳能电池输入负端对大地 (GND) 的共模电压幅值变化。在每个半周切换的时候,有一个较大的电压幅值变化,控制开关管速率单元正是控制该部分的变化速率以达到降低电压变化率减少共模电流大小的目的。

[0045] 实施例 2 :

[0046] 两个高频开关管 S3、S4 和两个低频开关管 S1、S2 分别采用功率场效应晶体管 (MOSFET),其电路原理如图 10 所示,其中开关管 S3 的源极和开关管 S4 的漏极连接,开关管 S3 的漏极与太阳能电池输入的正极连接,开关管 S4 的源极与太阳能电池输入的负极连接。其中开关管 S1 的源极与开关管 S2 的漏极连接,开关管 S1 的漏极与太阳能电池输入的正极连接的同时还与开关管 S3 的漏极连接,开关管 S2 的源极与太阳能电池输入的负极连接的同时还与开关管 S4 的源极连接,该两个低频开关管 S1、S2 的基极分别与控制开关管速率单元连接。输出模块为单边电感连接形式,本实施例 2 电路给出了输出模块只有一个电感 L1 的情况,并且该电感 L1 连接在市电的火线端,同实施例 1,电感 L1 的参数应符合行业设计标准,为本领域普通技术人员所公知,这里也不作特别说明。当输出模块中的电感有多个,则这些电感串联连接,并且应连接在市电的零线或者火线一端。输出模块未接电感 L1 端一端与市电的零线连接,另一端连接到开关管 S1 的源极与开关管 S2 的漏极连接端,输出模块接有电感 L1 端一端与市电的火线连接,另一端连接到开关管 S3 的源极与开关管 S4 的漏极连接端。

[0047] 本实施例 2 电路与开关管采用绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 的电路可以等效替换, 其作用原理以及积极效果与实施例 1 是一样的, 在此不再赘述。

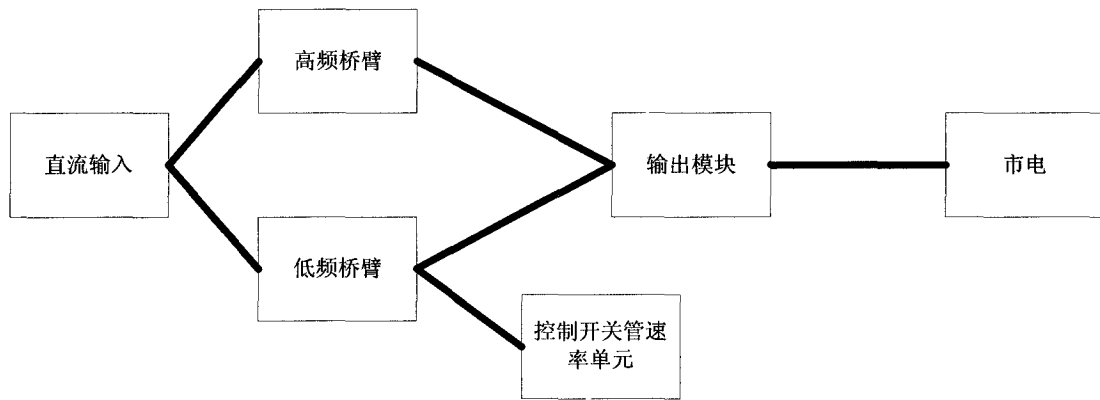


图 1

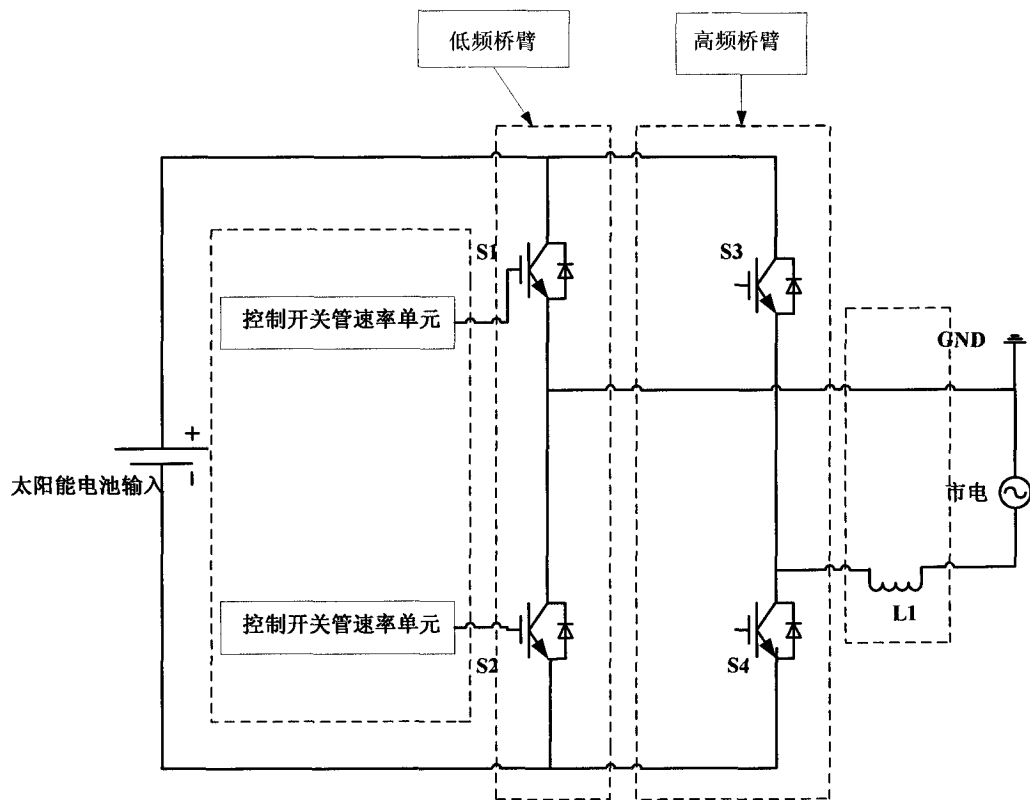


图 2



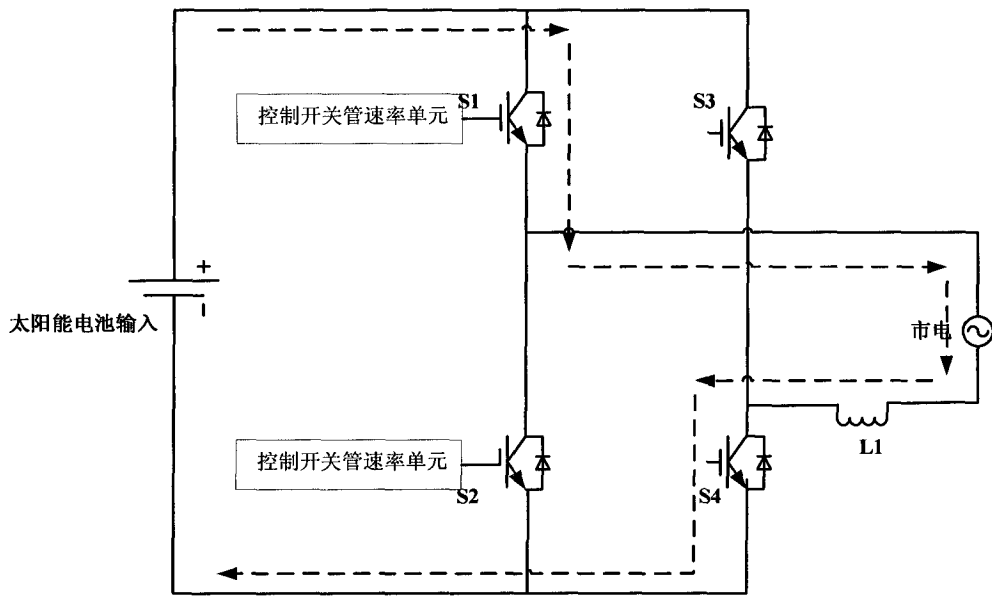


图 3

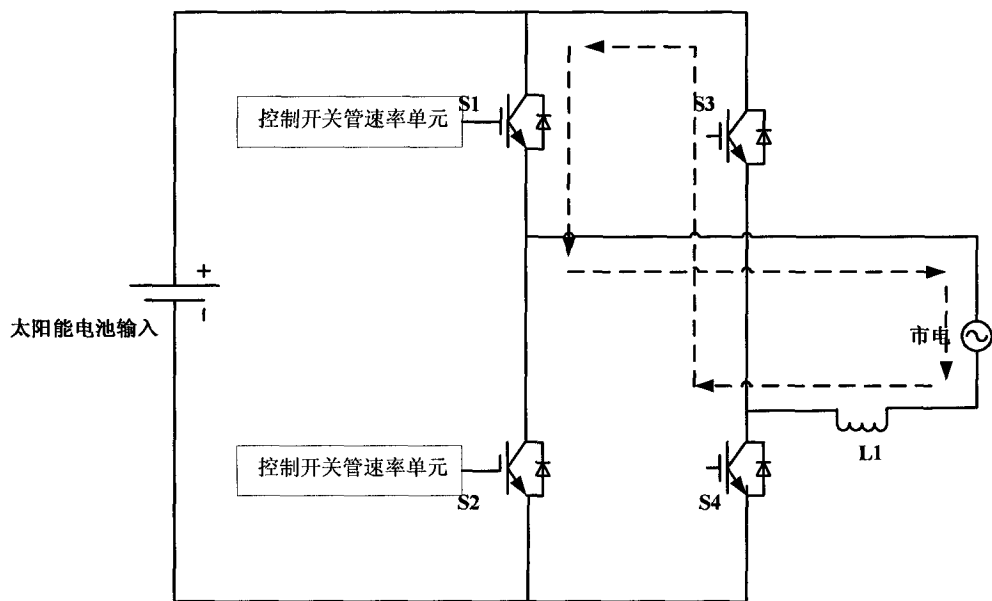


图 4

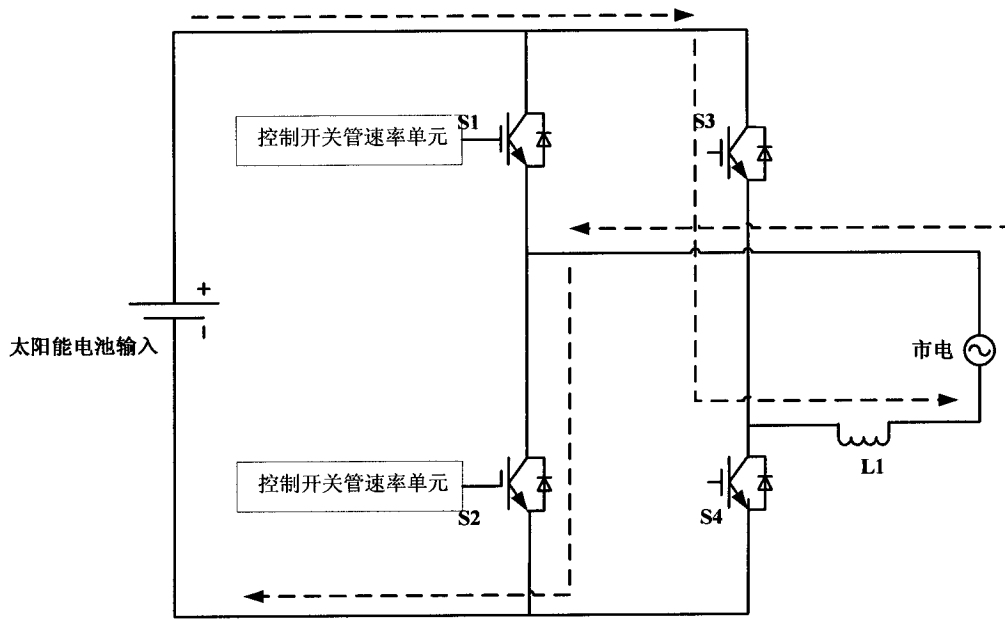


图 5

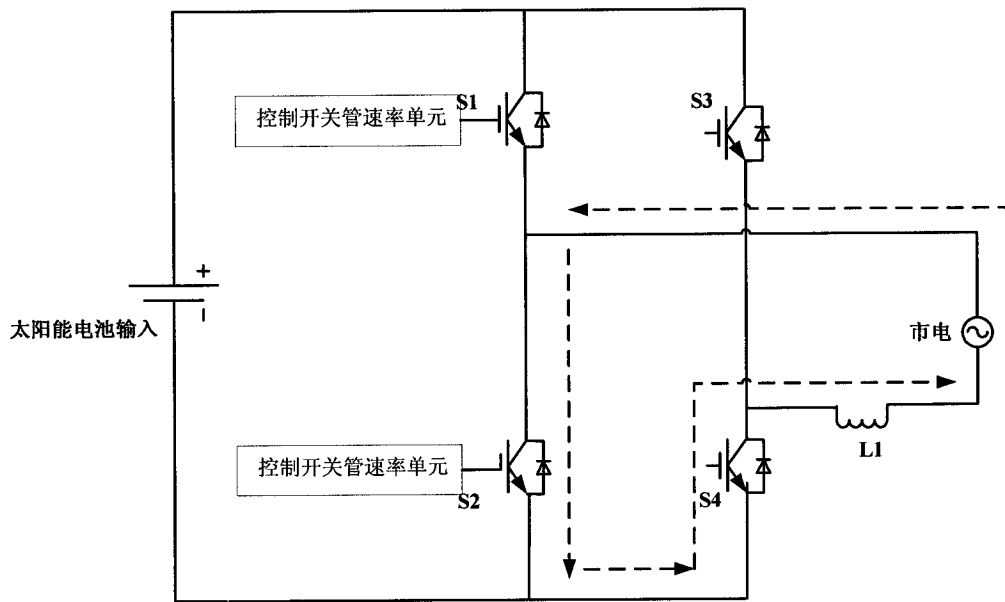


图 6

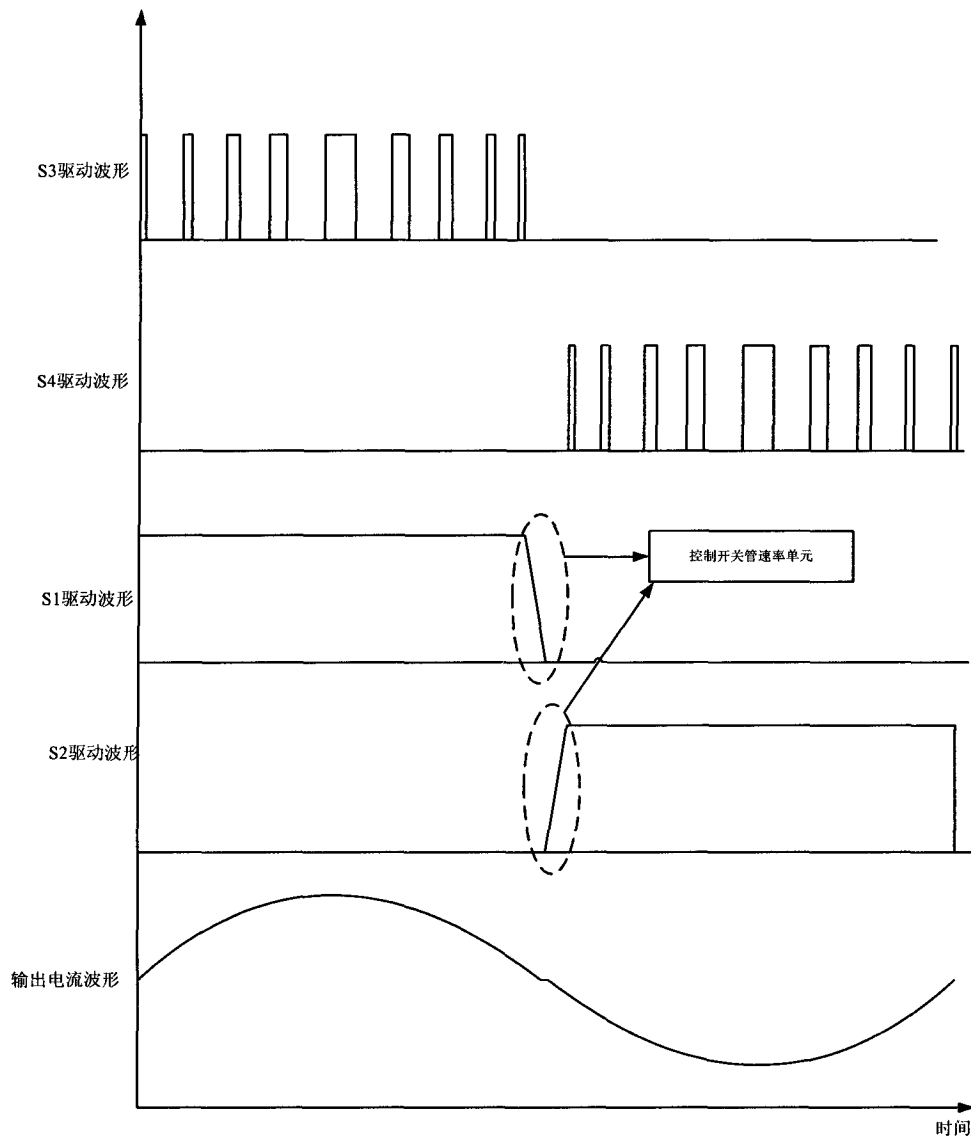


图 7

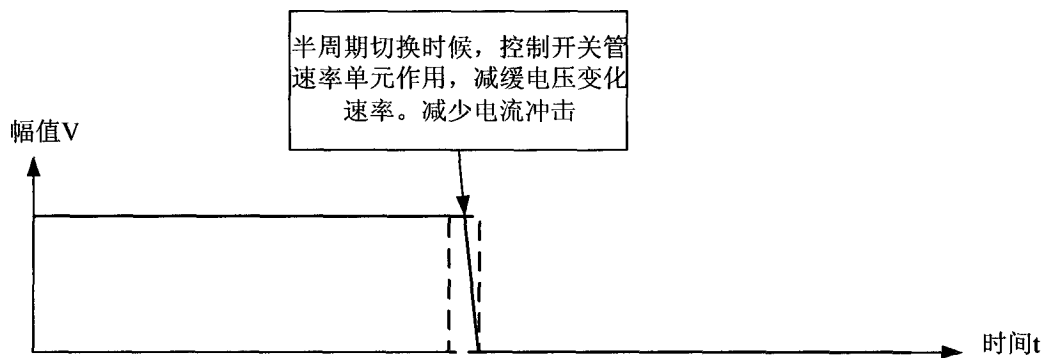


图 8

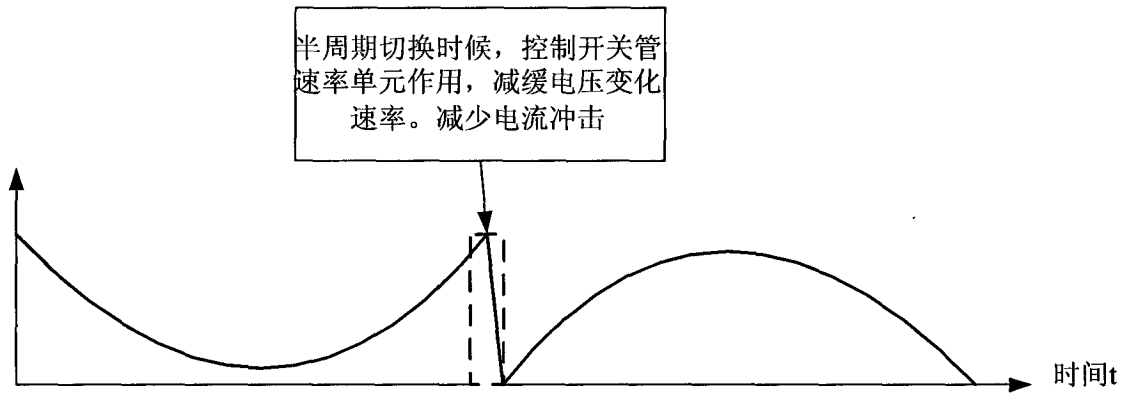


图 9

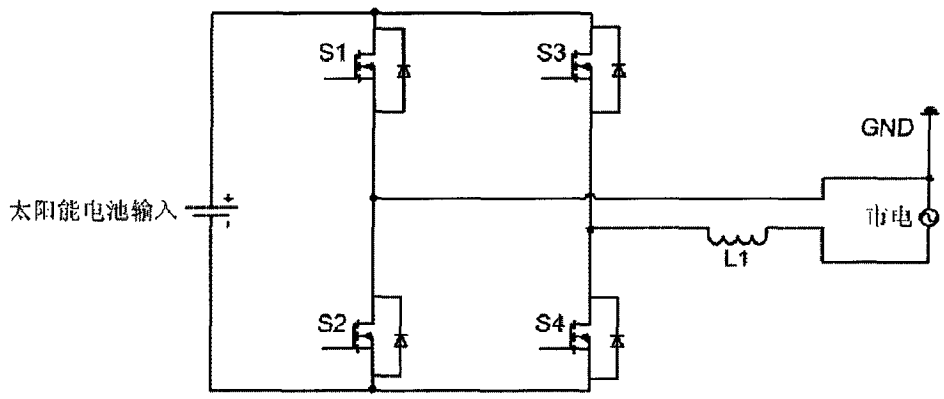


图 10