



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104734550 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 24

(21) 申请号 201510105028. 6

(22) 申请日 2015. 03. 10

(71) 申请人 河海大学

地址 210098 江苏省南京市鼓楼区西康路 1 号

(72) 发明人 张犁 赵晋泉

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

H02M 7/5387(2007. 01)

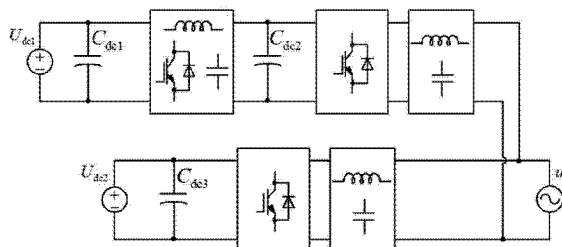
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种多输入半桥并网逆变器

(57) 摘要

本发明公开了一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,包括半桥功率传输支路、第一功率传输支路、第二功率传输支路和交流滤波支路;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路分别与半桥功率传输支路连接;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路的公共连接端与交流滤波支路连接;所述半桥功率传输支路与交流滤波支路连接。本发明所达到的有益效果:1、通过一个并网逆变器实现了多种电源的并网运行,实现了多个输入单输出的功能;2、减少了器件和相关的控制电路,减小了功率损耗,提高了变换效率;3、本发明集成滤波电感,减小了系统体积,降低了系统的成本,实现高功率密度;4、提高了滤波电感上电压的变化频率,减小了滤波电感体积。



1. 一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,包括半桥功率传输支路、第一功率传输支路、第二功率传输支路和交流滤波支路;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路分别与半桥功率传输支路连接;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路的公共连接端与交流滤波支路连接;所述半桥功率传输支路与交流滤波支路连接;所述交流滤波支路外接电网;所述第一功率传输支路、第二功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成三个多输入半桥并网逆变器。

2. 根据权利要求 1 所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,

所述半桥功率传输支路包括第一直流电源、第一直流母线电容、第二直流母线电容、第一功率开关管和第二功率开关管;

所述第一功率传输支路包括第三直流电源、第四直流母线电容、第二功率二极管和第四功率开关管;

所述第二功率传输支路包括第二直流电源、第三直流母线电容、第一功率二极管和第三功率开关管;

所述交流滤波支路包括滤波电感和滤波电容;

所述滤波电感的一端与滤波电容的一端相连接;所述滤波电容的另一端分别与第一直流母线电容的负极和第二直流母线电容的正极相连接;

所述滤波电容的两端外接电网。

3. 根据权利要求 2 所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,

所述第一功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器;

所述第三直流电源的正输出端分别与第四直流母线电容的正极、第一直流电源的正输出端、第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接,第三直流电源的负输出端分别与第四直流母线电容的负极和第二功率二极管的阴极连接;

所述第二功率二极管的阳极与第四功率开关管的发射极连接;

所述第四功率开关管的集电极分别与第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的集电极和滤波电感的另一端连接;

所述第二直流母线电容的负极与第一直流电源的负输出端、第二功率开关管的发射极相连接。

4. 根据权利要求 2 所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,

所述第二功率传输支路、半桥功率传输支路或交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器;

所述第二直流电源的负输出端分别与第三直流母线电容的负极、第一直流电源的负输出端、第二直流母线电容的负极和第二功率开关管的发射极相连接,第二直流电源的正输出端分别与第三直流母线电容的正极和第一功率二极管的阳极相连接;

所述第一功率二极管的阴极与第三功率开关管的集电极连接;

所述第三功率开关管的发射极分别与第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的集电极和滤波电感的另一端相连接;

所述第一直流电源的正输出端分别与第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接。

5. 根据权利要求 2 所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,

所述第一功率传输支路、第二功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器;

所述第三直流电源的正输出端分别与第四直流母线电容的正极、第一直流电源的正输出端、第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接,第三直流电源的负输出端分别与第四直流母线电容的负极和第二功率二极管的阴极相连接;所述第二功率二极管的阳极与第四功率开关管的发射极相连接;

所述第二直流电源的负输出端分别与第三直流母线电容的负极、第一直流电源的负输出端、第二直流母线电容的负极和第二功率开关管的发射极相连接,第二直流电源的正输出端分别与第三直流母线电容的正极和第一功率二极管的阳极相连接;所述第一功率二极管的阴极与第三功率开关管的集电极连接;

所述第四功率开关管的集电极分别与第三功率开关管的发射极、第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的集电极和滤波电感的另一端连接。

6. 根据权利要求 3-5 任意一项所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,所述第二直流电源和第三直流电源的电压均低于第一直流电源的电压。

7. 根据权利要求 3-5 任意一项所述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,所述第一功率开关管、第二功率开关管、第三功率开关管和第四功率开关管均采用具有反并联二极管的 IGBT。

一种多输入半桥并网逆变器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多输入半桥并网逆变器,属于电力电子变换器技术领域。

背景技术

[0002] 随着能源危机和环境污染问题日益严重,太阳能、风能、燃料电池等新能源发电技术成为世界各国关注和研究的热点。新能源发电系统按照是否与公共电网相连,分为并网运行和独立运行两种方式。其中,并网运行是新能源发电应用最普遍的方式,当多种新能源同时向电网馈送能量时,通常由多台并网逆变器分别连接不同的新能源再接入电网,如图 1 所示。第一直流电源和第二直流电源分别通过不同的并网逆变器接入电网。由于第一直流电源的电压低于电网电压的峰值,第一直流电源还需经过一级升压电路再接入对应的并网逆变器。因此,图 1 所示系统的成本较高,且第一直流电源需要经过两级功率变换,变换级数多,系统效率低。

发明内容

[0003] 为解决现有技术的不足,本发明的目的在于提供一种多输入半桥并网逆变器,通过一个并网逆变器实现了多种电源的并网运行,实现了多个输入单输出的功能。

[0004] 为了实现上述目标,本发明采用如下的技术方案:

[0005] 一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,包括半桥功率传输支路、第一功率传输支路、第二功率传输支路和交流滤波支路;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路分别与半桥功率传输支路连接;所述第一功率传输支路和第二功率传输支路的公共连接端与交流滤波支路连接;所述半桥功率传输支路与交流滤波支路连接;所述交流滤波支路外接电网;所述第一功率传输支路、第二功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成三个多输入半桥并网逆变器。

[0006] 前述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,所述半桥功率传输支路包括第一直流电源、第一直流母线电容、第二直流母线电容、第一功率开关管和第二功率开关管;所述第一功率传输支路包括第三直流电源、第四直流母线电容、第二功率二极管和第四功率开关管;所述第二功率传输支路包括第二直流电源、第三直流母线电容、第一功率二极管和第三功率开关管;所述交流滤波支路包括滤波电感和滤波电容;所述滤波电感的一端与滤波电容的一端相连接;所述滤波电容的另一端分别与第一直流母线电容的负极和第二直流母线电容的正极相连接;所述滤波电容的两端外接电网。

[0007] 前述的一种多输入半桥并网逆变器,其特征是,所述第一功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器;所述第三直流电源的正输出端分别与第四直流母线电容的正极、第一直流电源的正输出端、第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接,第三直流电源的负输出端分别与第四直流母线电容的负极和第二功率二极管的阴极连接;所述第二功率二极管的阳极与第四功率开关管的发射极连接;所述第四功率开关管的集电极分别与第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的

集电极和滤波电感的另一端连接；所述第二直流母线电容的负极与第一直流电源的负输出端、第二功率开关管的发射极相连接。

[0008] 前述的一种多输入半桥并网逆变器，其特征是，所述第二功率传输支路、半桥功率传输支路或交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器；所述第二直流电源的负输出端分别与第三直流母线电容的负极、第一直流电源的负输出端、第二直流母线电容的负极和第二功率开关管的发射极相连接，第二直流电源的正输出端分别与第三直流母线电容的正极和第一功率二极管的阳极相连接；所述第一功率二极管的阴极与第三功率开关管的集电极连接；所述第三功率开关管的发射极分别与第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的集电极和滤波电感的另一端相连接；所述第一直流电源的正输出端分别与第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接。

[0009] 前述的一种多输入半桥并网逆变器，其特征是，所述第一功率传输支路、第二功率传输支路、半桥功率传输支路和交流滤波支路构成一个多输入半桥并网逆变器；所述第三直流电源的正输出端分别与第四直流母线电容的正极、第一直流电源的正输出端、第一直流母线电容的正极和第一功率开关管的集电极相连接，第三直流电源的负输出端分别与第四直流母线电容的负极和第二功率二极管的阴极相连接；所述第二功率二极管的阳极与第四功率开关管的发射极相连接；所述第二直流电源的负输出端分别与第三直流母线电容的负极、第一直流电源的负输出端、第二直流母线电容的负极和第二功率开关管的发射极相连接，第二直流电源的正输出端分别与第三直流母线电容的正极和第一功率二极管的阳极相连接；所述第一功率二极管的阴极与第三功率开关管的集电极连接；所述第四功率开关管的集电极分别与第三功率开关管的发射极、第一功率开关管的发射极、第二功率开关管的集电极和滤波电感的另一端连接。

[0010] 前述的一种多输入半桥并网逆变器，其特征是，所述第二直流电源和第三直流电源的电压均低于第一直流电源的电压。

[0011] 前述的一种多输入半桥并网逆变器，其特征是，所述第一功率开关管、第二功率开关管、第三功率开关管和第四功率开关管均采用具有反并联二极管的 IGBT。

[0012] 本发明所达到的有益效果：1、通过一个并网逆变器实现了多种电源的并网运行，实现了多个输入单输出的功能；2、减少了器件和相关的控制电路，减小了功率损耗，提高了变换效率；3、本发明集成滤波电感，减小了系统体积，降低了系统的成本，实现高功率密度；4、本发明整个为一个整体，可以采用集中控制，实现更加有效的管理；5、提高了滤波电感上电压的变化频率，减小了滤波电感体积。

附图说明

[0013] 图 1 为传统并网逆变器的电路结构；

[0014] 图 2 为本发明的电路拓扑实施例一；

[0015] 图 3 为图 2 的驱动原理波形；

[0016] 图 4 为本发明的电路拓扑实施例二；

[0017] 图 5 为图 4 的驱动原理波形；

[0018] 图 6 为本发明的电路拓扑实施例三；

[0019] 图 7 为图 6 的驱动原理波形。

[0020] 附图标记说明：

[0021] 1- 半桥功率传输支路, 2- 第一功率传输支路, 3- 第二功率传输支路, 4- 交流滤波支路, S_1 - 第一功率开关管, S_2 - 第二功率开关管, S_3 - 第三功率开关管, S_4 - 第四功率开关管, C_{dc1} - 第一直流母线电容, C_{dc2} - 第二直流母线电容, C_{dc3} - 第三直流母线电容, C_{dc4} - 第四直流母线电容, D_1 - 第一功率二极管, D_2 - 第二功率二极管, U_{dc1} - 第一直流电源, U_{dc2} - 第二直流电源, U_{dc3} - 第三直流电源, L_f - 滤波电感, C_f - 滤波电容, u_g - 电网。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案, 而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0023] 本发明涉及的一种多输入半桥并网逆变器, 包括半桥功率传输支路 1、第一功率传输支路 2、第二功率传输支路 3 和交流滤波支路 4。

[0024] 连接关系如下：

[0025] 第一功率传输支路 2 和第二功率传输支路 3 分别与半桥功率传输支路 1 连接。第一功率传输支路 2 和第二功率传输支路 3 的公共连接端与交流滤波支路 4 连接。

[0026] 半桥功率传输支路 1 包括第一直流电源 U_{dc1} 、第一直流母线电容 C_{dc1} 、第二直流母线电容 C_{dc2} 、第一功率开关管 S_1 和第二功率开关管 S_2 。

[0027] 第一功率传输支路 2 包括第三直流电源 U_{dc3} 、第四直流母线电容 C_{dc4} 、第二功率二极管 D_2 和第四功率开关管 S_4 。

[0028] 第二功率传输支路 3 包括第二直流电源 U_{dc2} 、第三直流母线电容 C_{dc3} 、第一功率二极管 D_1 和第三功率开关管 S_3 。

[0029] 交流滤波支路 4 包括滤波电感 L_f 和滤波电容 C_f , 半桥功率传输支路 1 与交流滤波支路 4 连接, 滤波电感 L_f 的一端与滤波电容 C_f 的一端相连接, 滤波电容 C_f 的另一端分别与第一直流母线电容 C_{dc1} 的负极和第二直流母线电容 C_{dc2} 的正极相连接, 滤波电容 C_f 的两端外接电网 u_g 。

[0030] 第一功率传输支路 2、第二功率传输支路 3、半桥功率传输支路 1 和交流滤波支路 4 可以构成三种多输入半桥并网逆变器。

[0031] 第一种方式：由第一功率传输支路 2、半桥功率传输支路 1 和交流滤波支路 4 构成一个多输入半桥并网逆变器：

[0032] 如图 2, 第三直流电源 U_{dc3} 的正输出端分别与第四直流母线电容 C_{dc4} 的正极、第一直流电源 U_{dc1} 的正输出端、第一直流母线电容 C_{dc1} 的正极和第一功率开关管 S_1 的集电极相连接, 第三直流电源 U_{dc3} 的负输出端分别与第四直流母线电容 C_{dc4} 的负极和第二功率二极管 D_2 的阴极连接。

[0033] 第二功率二极管 D_2 的阳极与第四功率开关管 S_4 的发射极连接, 第四功率开关管 S_4 的集电极分别与第一功率开关管 S_1 的发射极、第二功率开关管 S_2 的集电极和滤波电感 L_f 的另一端连接, 第二直流母线电容 C_{dc2} 的负极与第一直流电源 U_{dc1} 的负输出端、第二功率开关管 S_2 的发射极相连接。

[0034] 在第一种方式中, 第一功率开关管 S_1 、第二功率开关管 S_2 和第四功率开关管 S_4 采用相同的开关频率, 第一功率开关管 S_1 在电网 u_g 正半周高频开关, 第二功率开关管 S_2 和第

四功率开关管 S_4 在电网 u_g 负半周交错 180 度高频开关。

[0035] 本方式包含五种工作模式：

[0036] 第一模态：电网 u_g 正半周，第一功率开关管 S_1 开通，其余开关管关断，进网电流由第一直流母线电容 C_{dc1} 流向电网 u_g ；

[0037] 第二模态：电网 u_g 正半周，所有开关管关断，进网电流经第二功率开关管 S_2 的反并联二极管流回第二直流母线电容 C_{dc2} ；

[0038] 第三模态：电网 u_g 负半周，第二功率开关管 S_2 开通，无论第四功率开关管 S_4 是否开通，进网电流由第二直流母线电容 C_{dc2} 流向电网 u_g ；

[0039] 第四模态：电网 u_g 负半周，第四功率开关管 S_4 开通，其余开关管关断，进网电流由第三直流电源 U_{dc3} 流向电网 u_g ；

[0040] 第五模态：电网 u_g 负半周，所有开关管关断，进网电流经第一功率开关管 S_1 的反并联二极管流回第一直流母线电容 C_{dc1} ；

[0041] 如图 3 所示，表示第一种方式的驱动原理波形。图中， u_{gs1} 至 u_{gs4} 表示第一至第四功率开关管 $S_1 \sim S_4$ 的驱动电压， u_{st1} 和 u_{st2} 分别表示第一和第二载波信号， u_{st1} 和 u_{st2} 的相位相差 180 度， u_e 表示调制波信号。

[0042] 第一功率开关管 S_1 、第二功率开关管 S_2 和第四功率开关管 S_4 采用相同的开关频率。电网 u_g 电压正半周，第一功率开关管 S_1 高频开关，其它功率开关管驱动信号均为低电平；电网 u_g 电压负半周，第二功率开关管 S_2 和第四功率开关管 S_4 交错 180 度高频开关，其它功率开关管驱动信号均为低电平。

[0043] 第二种方式：由第二功率传输支路 3、半桥功率传输支路 1 或交流滤波支路 4 构成一个多输入半桥并网逆变器：

[0044] 第二直流电源 U_{dc2} 的负输出端分别与第三直流母线电容 C_{dc3} 的负极、第一直流电源 U_{dc1} 的负输出端、第二直流母线电容 C_{dc2} 的负极和第二功率开关管 S_2 的发射极相连接，第二直流电源 U_{dc2} 的正输出端分别与第三直流母线电容 C_{dc3} 的正极和第一功率二极管 D_1 的阳极相连接。

[0045] 第一功率二极管 D_1 的阴极与第三功率开关管 S_3 的集电极连接。

[0046] 第三功率开关管 S_3 的发射极分别与第一功率开关管 S_1 的发射极、第二功率开关管 S_2 的集电极和滤波电感 L_f 的另一端相连接。

[0047] 第一直流电源 U_{dc1} 的正输出端分别与第一直流母线电容 C_{dc1} 的正极和第一功率开关管 S_1 的集电极相连接。

[0048] 上述的第二种方式中，第一至第三功率开关管 $S_1 \sim S_3$ 采用相同的开关频率，第一功率开关管 S_1 和第三功率开关管 S_3 在电网 u_g 正半周交错 180 度高频开关，第二功率开关管 S_2 在电网 u_g 负半周高频开关。

[0049] 上述的第二种方式包含五种工作模式：

[0050] 第一模态：电网 u_g 正半周，第一功率开关管 S_1 开通，无论第三功率开关管 S_3 是否开通，进网电流由第一直流母线电容 C_{dc1} 流向电网 u_g ；

[0051] 第二模态：电网 u_g 正半周，第三功率开关管 S_3 开通，其余开关管关断，进网电流由第二直流电源 U_{dc2} 流向电网 u_g ；

[0052] 第三模态：电网 u_g 正半周，所有开关管关断，进网电流经第二功率开关管 S_2 的反并

联二极管流回第二直流母线电容 C_{dc2} ;

[0053] 第四模态:电网 u_g 负半周,第二功率开关管 S_2 开通,其余开关管关断,进网电流由第二直流母线电容 C_{dc2} 流向电网 u_g ;

[0054] 第五模态:电网 u_g 负半周,所有开关管关断,进网电流经第一功率开关管 S_1 的反并联二极管流回第一直流母线电容 C_{dc1} ;

[0055] 如图 5 所示,为第二种方式的驱动原理波形。图中, u_{gs1} 至 u_{gs3} 表示第一至第三功率开关管 $S_1 \sim S_3$ 的驱动电压, u_{st1} 和 u_{st2} 分别表示第一和第二载波信号, u_{st1} 和 u_{st2} 的相位相差 180 度, u_e 表示调制波信号。

[0056] 第一至第三功率开关管 $S_1 \sim S_3$ 采用相同的开关频率;电网 u_g 电压正半周,第一功率开关管 S_1 和第三功率开关管 S_3 交错 180 度高频开关,其它功率开关管驱动信号均为低电平。电网 u_g 电压负半周,第二功率开关管 S_2 高频开关,其它功率开关管驱动信号均为低电平。

[0057] 第三种方式:由第一功率传输支路 2、第二功率传输支路 3、半桥功率传输支路 1 和交流滤波支路 4 构成一个多输入半桥并网逆变器,如图 6:

[0058] 第三直流电源 U_{dc3} 的正输出端分别与第四直流母线电容 C_{dc4} 的正极、第一直流电源 U_{dc1} 的正输出端、第一直流母线电容 C_{dc1} 的正极和第一功率开关管的集电极相连接,第三直流电源 U_{dc3} 的负输出端分别与第四直流母线电容 C_{dc4} 的负极和第二功率二极管 D_2 的阴极相连接;第二功率二极管 D_2 的阳极与第四功率开关管 S_4 的发射极相连接。

[0059] 第二直流电源 U_{dc2} 的负输出端分别与第三直流母线电容 C_{dc3} 的负极、第一直流电源 U_{dc1} 的负输出端、第二直流母线电容 C_{dc2} 的负极和第二功率开关管 S_2 的发射极相连接,第二直流电源 U_{dc2} 的正输出端分别与第三直流母线电容 C_{dc3} 的正极和第一功率二极管 D_1 的阳极相连接。

[0060] 第一功率二极管 D_1 的阴极与第三功率开关管 S_3 的集电极连接。

[0061] 第四功率开关管 S_4 的集电极分别与第三功率开关管 S_3 的发射极、第一功率开关管 S_1 的发射极、第二功率开关管 S_2 的集电极和滤波电感 L_f 的另一端连接。

[0062] 上述的第三种方式中,第一至第四功率开关管 $S_1 \sim S_4$ 采用相同的开关频率,第一功率开关管 S_1 和第三功率开关管 S_3 在电网 u_g 正半周交错 180 度高频开关,第二功率开关管 S_2 和第四功率开关管 S_4 在电网 u_g 负半周交错 180 度高频开关。

[0063] 上述的第三种方式包含六种工作模态:

[0064] 第一模态:电网 u_g 正半周,第一功率开关管 S_1 开通,无论第三功率开关管 S_3 是否开通,进网电流由第一直流母线电容 C_{dc1} 流向电网 u_g ;

[0065] 第二模态:电网 u_g 正半周,第三功率开关管 S_3 开通,其余开关管关断,进网电流由第二直流电源 U_{dc2} 流向电网 u_g ;

[0066] 第三模态:电网 u_g 正半周,所有开关管关断,进网电流经第二功率开关管 S_2 的反并联二极管流回第二直流母线电容 C_{dc2} ;

[0067] 第四模态:电网 u_g 负半周,第二功率开关管 S_2 开通,无论第四功率开关管 S_4 是否开通,进网电流由第二直流母线电容 C_{dc2} 流向电网 u_g ;

[0068] 第五模态:电网 u_g 负半周,第四功率开关管 S_4 开通,其余开关管关断,进网电流由第三直流电源 U_{dc3} 流向电网 u_g ;

[0069] 第六模态：电网 u_g 负半周，所有开关管关断，进网电流经第一功率开关管 S_1 的反并联二极管流回第一直流母线电容 C_{dc1} ；

[0070] 如图 7 所示，为第三种方式的驱动原理波形。图中， u_{gs1} 至 u_{gs4} 表示第一至第四功率开关管 $S_1 \sim S_4$ 的驱动电压， u_{st1} 和 u_{st2} 分别表示第一和第二载波信号， u_{st1} 和 u_{st2} 的相位相差 180 度， u_e 表示调制波信号。

[0071] 第一至第四功率开关管 $S_1 \sim S_4$ 采用相同的开关频率；电网 u_g 电压正半周，第一功率开关管 S_1 和第三功率开关管 S_3 交错 180 度高频开关，其它功率开关管驱动信号均为低电平。电网 u_g 电压负半周，第二功率开关管 S_2 和第四功率开关管 S_4 交错 180 度高频开关，其它功率开关管驱动信号均为低电平。

[0072] 以上多输入半桥并网逆变器的三种方式中，第二直流电源 U_{dc2} 和第三直流电源 U_{dc3} 的电压均低于第一直流电源 U_{dc1} 的电压。第一功率开关管 S_1 、第二功率开关管 S_2 、第三功率开关管 S_3 和第四功率开关管 S_4 均采用具有反并联二极管的 IGBT。

[0073] 综上所述，本发明通过一个并网逆变器实现了多种电源的并网运行，实现了多个输入单输出的功能；减少了器件和相关的控制电路，减小了功率损耗，提高了变换效率；可以集成滤波电感 L_f ，减小了系统体积，降低了系统的成本，实现高功率密度；提高了滤波电感 L_f 上电压的变化频率，减小了滤波电感 L_f 体积。

[0074] 本发明整个为一个整体，可以采用集中控制，实现更加有效的管理。

[0075] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变形，这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

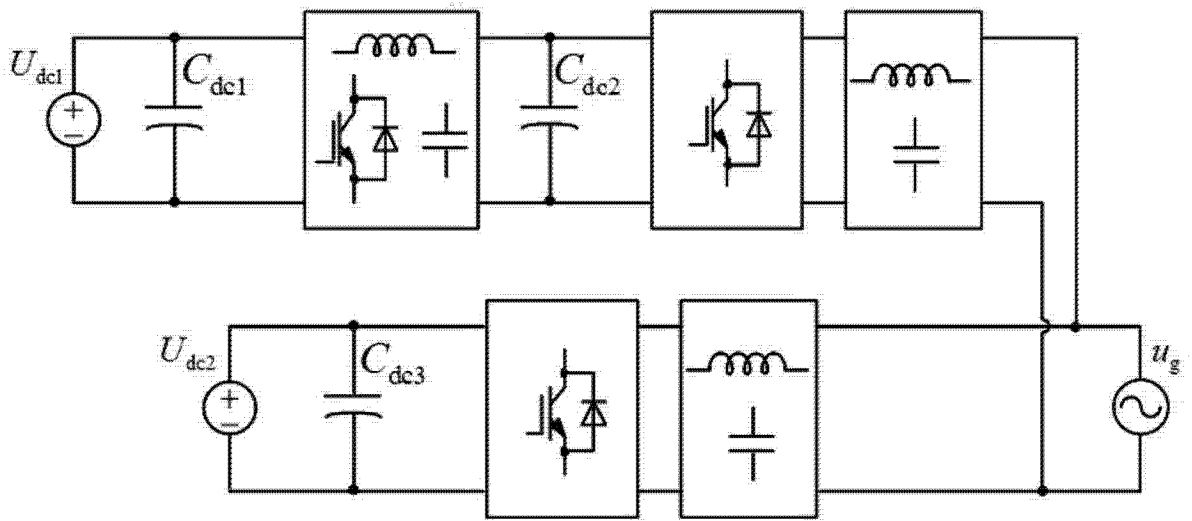


图 1

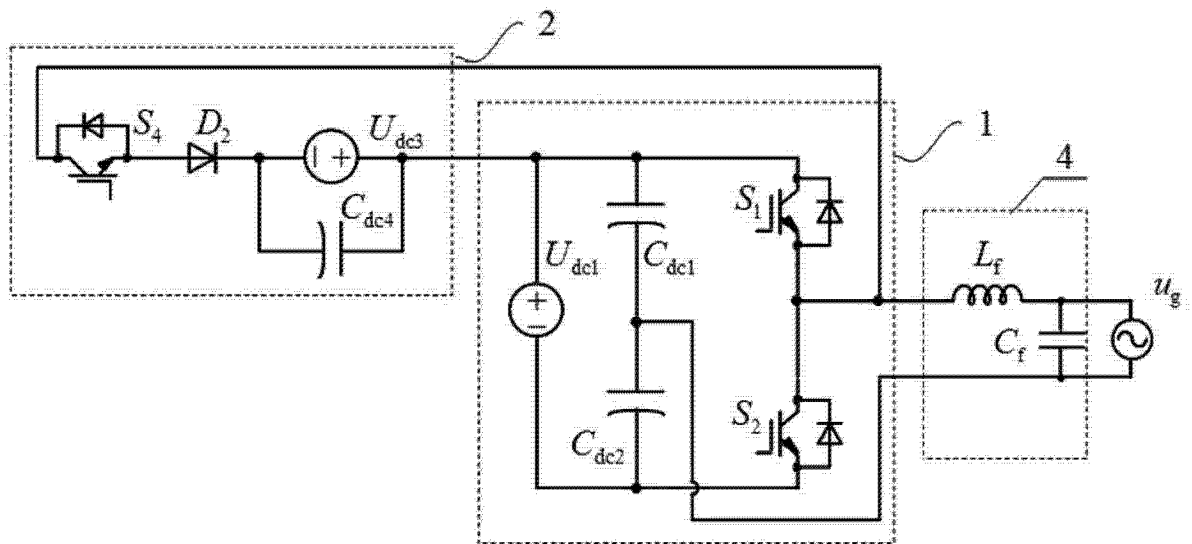


图 2

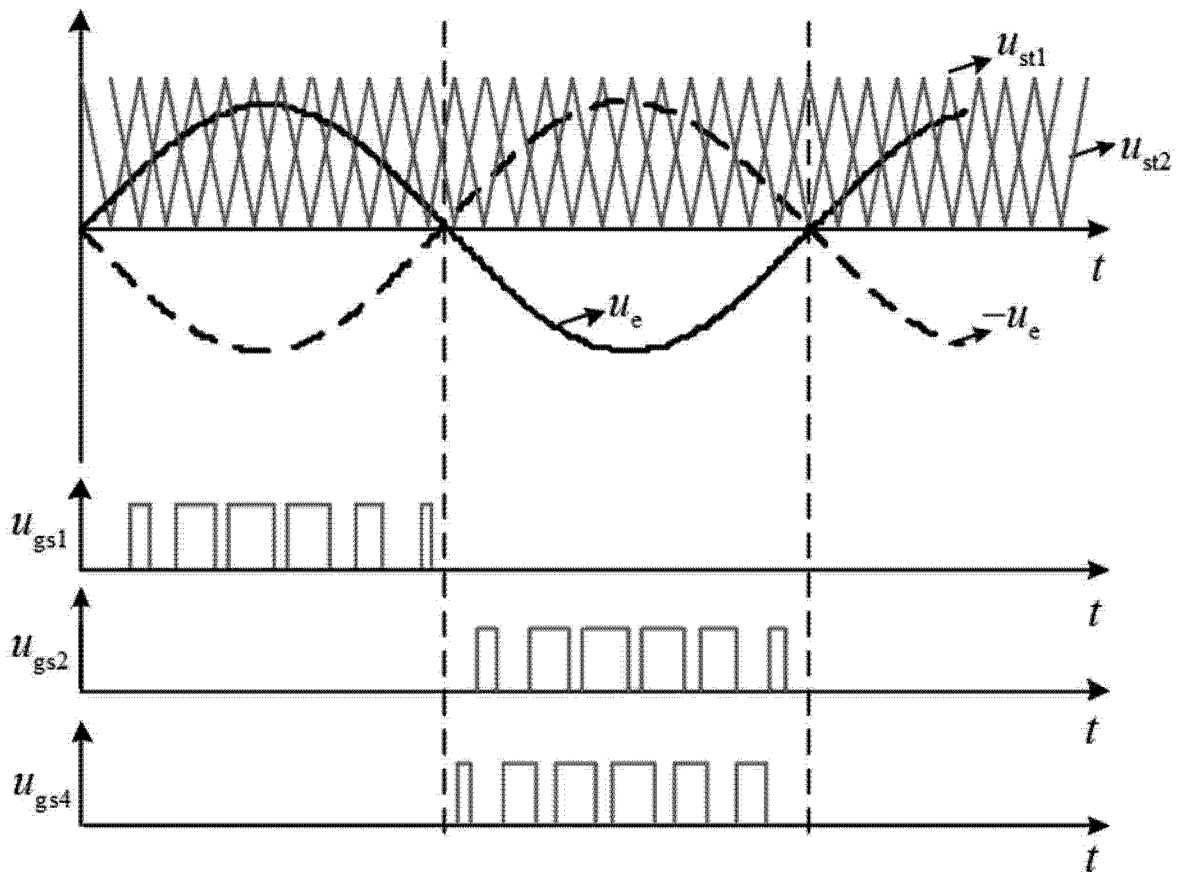


图 3

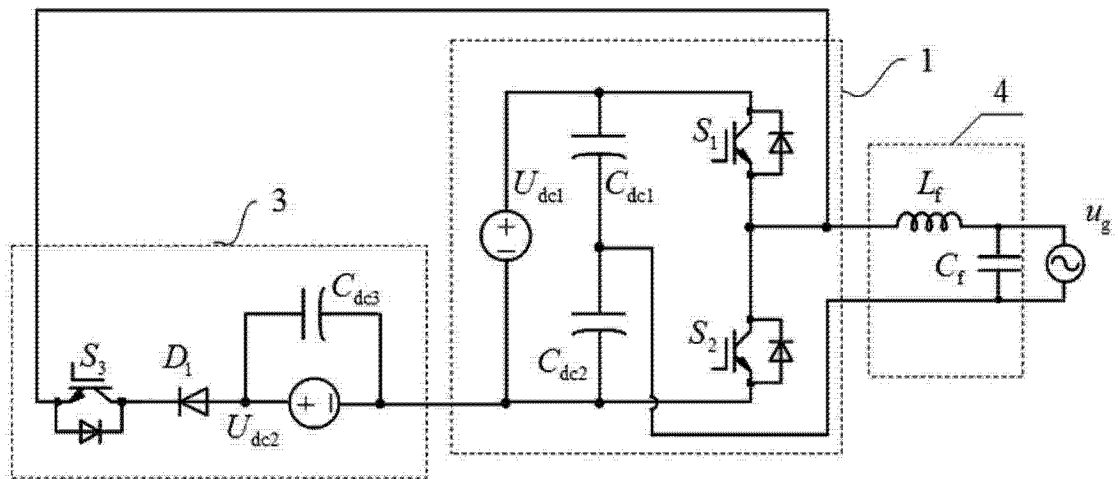


图 4

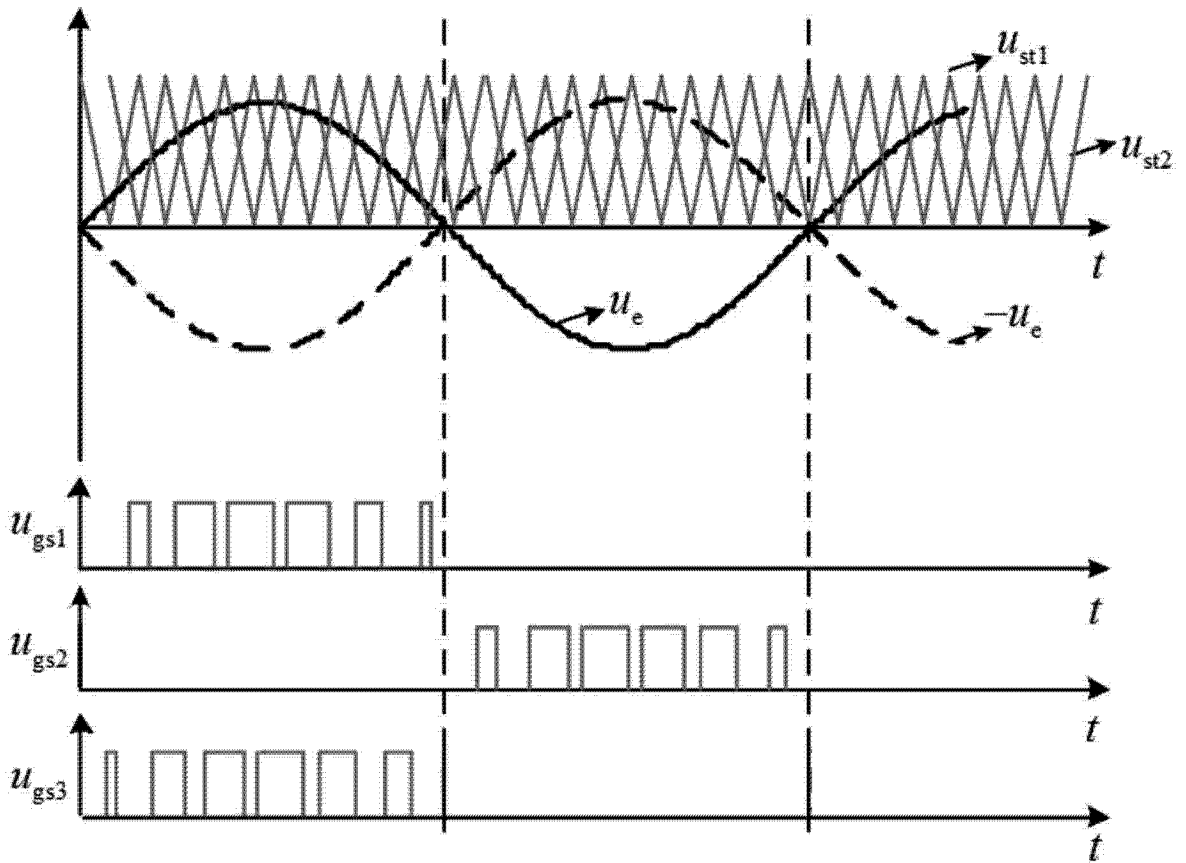


图 5

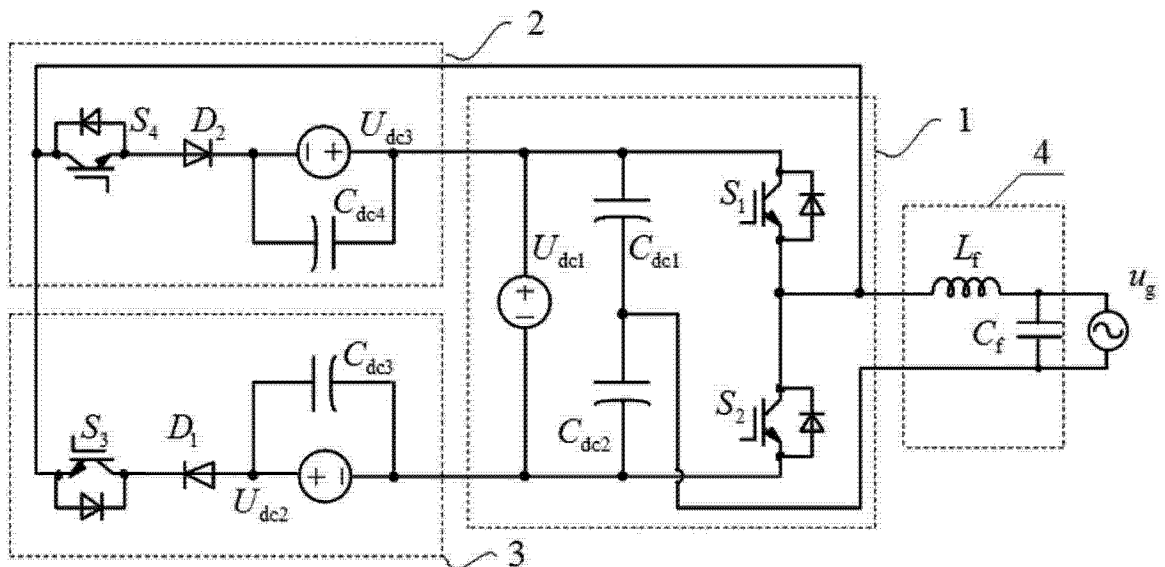


图 6

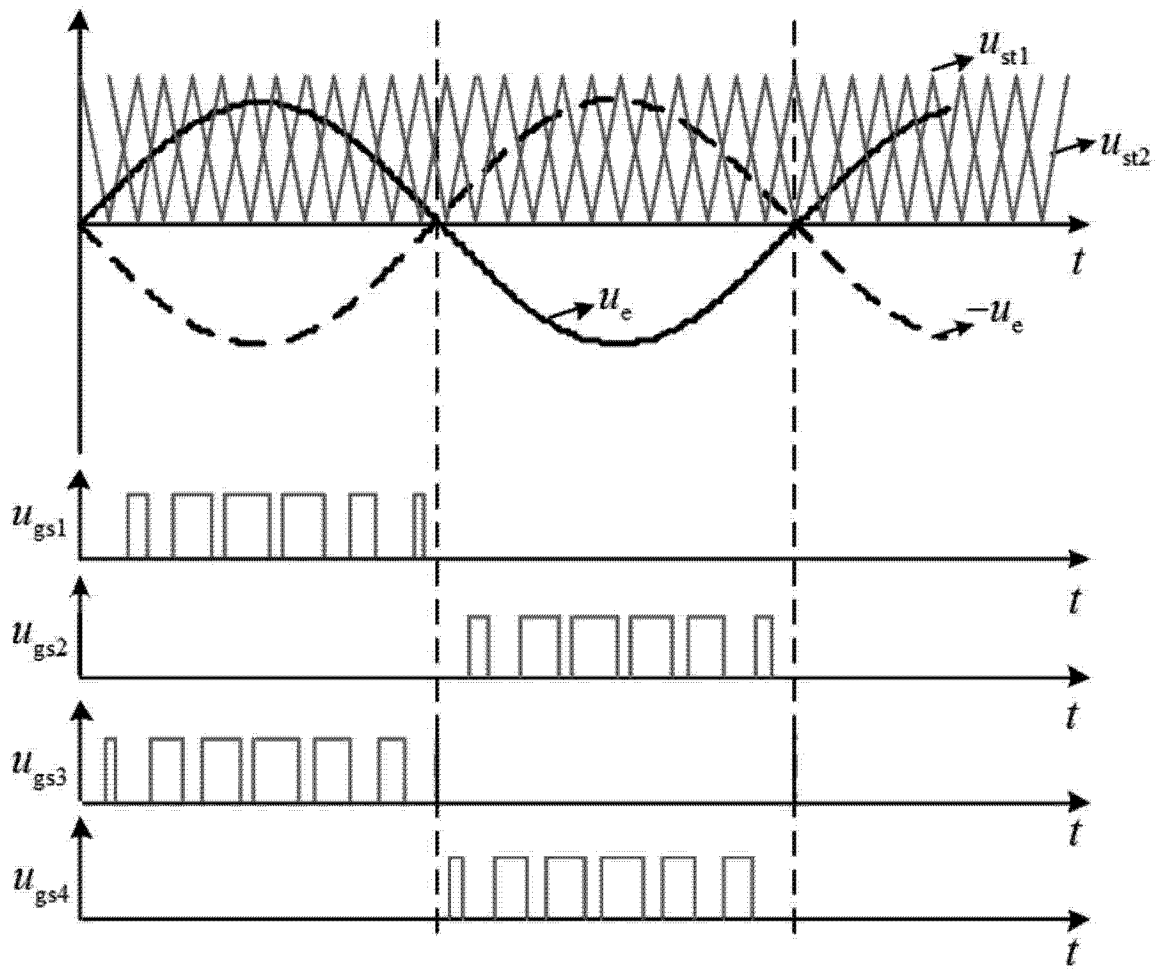


图 7