



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108616224 A

(43)申请公布日 2018. 10. 02

(21)申请号 201810515553.9

(22)申请日 2018.05.25

(71)申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路5号

(72)发明人 张琦 李江江 孙向东 任碧莹

安少亮 许江涛 文阳阳

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 涂秀清

(51) Int. Cl.

H02M 7/483(2007.01)

H02M 7/5387(2007.01)

H02M 3/158(2006.01)

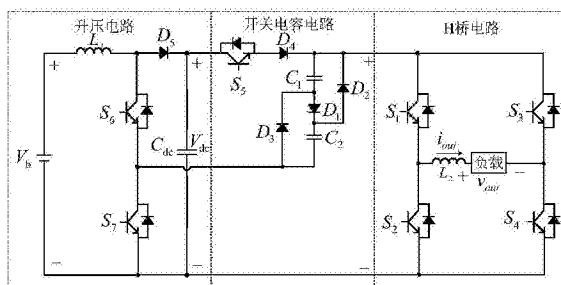
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种升压型单相七电平逆变器

(57)摘要

本发明公开的升压型单相七电平逆变器,包括升压电路、开关电容电路和H桥电路,采用升压电路中的开关管控制电容电压,从而提高输出电压幅值,使得电压的输入范围变宽,适合输入较高电压场合;依靠升压电路和H桥逆变电路共同配合,从而使得逆变器输出其中不同电平模式,拥有了自动均压的能力,简化了控制算法;同时七电平逆变器既可以工作在有源逆变模式,也可以工作在无源逆变模式;且开关数量少,硬件成本低。



1. 一种升压型单相七电平逆变器,其特征在于,包括升压电路、开关电容电路和H桥电路;

所述升压电路包括:直流电源 V_b ,开关管 S_6 、 S_7 ,二极管 D_5 以及电容 C_{dc} ,所述直流电源 V_b 的正极连接电感 L_1 的一端,直流电源 V_b 的负极与开关管 S_7 的输出端以及电容 C_{dc} 的负极连接,电感 L_1 的另一端则与二极管 D_5 的阳极以及功率开关管 S_6 的输入端连接在一起,二极管 D_5 的阴极与电容 C_{dc} 的正极连接, S_6 的输出端和 S_7 的输入端相连接;

所述开关电容电路包括:开关管 S_5 ,二极管 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 以及电容 C_1 、 C_2 ;开关管 S_5 的输入端连接二极管 D_5 的阴极以及电容 C_{dc} 的正极,开关管 S_5 的输出端与二极管 D_4 的阳极相连接,二极管 D_4 的阴极则与电容 C_1 的正极以及二极管 D_2 的阴极相连接,电容 C_1 的负极连接 D_3 的阴极和 D_1 的阳极,二极管 D_2 阳极连接电容 C_2 的正极以及二极管 D_1 的阴极,二极管 D_3 的阳极和电容 C_2 的负极连接开关管 S_6 输出端与开关管 S_7 输入端的连接处;

所述H桥电路的正负母线连接所述开关电容电路输出端口,所述H桥电路的输出通过滤波电感接负载或电网。

2. 如权利要求1所述的一种升压型单相七电平逆变器,其特征在于,所述H桥电路包括四个开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ,H桥电路中开关管的 S_1 、 S_3 的输入端与二极管 D_2 的阴极相连接,开关管的 S_2 、 S_4 的输出端与 C_{dc} 的负极以及开关管 S_7 的输出端连接;功率开关管 S_1 的输出端、功率开关管 S_2 的输入端连接到滤波电感的一端,滤波电感的另一端连接交流端口,功率开关管 S_3 的输出端、功率开关管 S_4 的输入端连接交流端口。

3. 如权利要求2所述的一种升压型单相七电平逆变器,其特征在于,所述二极管 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 为碳化硅二极管或快恢复二极管或超快恢复二极管。

4. 如权利要求2所述的一种升压型单相七电平逆变器,其特征在于,所述开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 、 S_7 采用金属氧化物半导体管或结型场效应管或绝缘栅双极型晶体管。

一种升压型单相七电平逆变器

技术领域

[0001] 本发明属于电力电子技术领域,涉及一种升压型单相七电平逆变器。

背景技术

[0002] 随着太阳能、风能、生物质能、潮汐能以及地热能新能源的快速发展,充分新能源可有效缓减能源危机、降低环境污染。目前主要采用分布式并网发电技术实现新能源的利用。并网发电的关键技术在于采用合理的逆变器拓扑结构和并网控制策略,以期获得稳定的并网系统及其高质量的并网电流。

[0003] 相比较传统的两电平逆变器,多电平逆变器输出的电流谐波更小、电压等级更高以及采用小尺寸滤波器等优点,因此被新能源领域得到了广泛应用。当前多电平逆变器主要结构有二极管箝位型和飞跨电容型,随着电平数的增加,其拓扑结构将变得过于复杂,增加了系统成本,且一般只适用于大功率场合。这违背了电力电子装置要求的高效率、高功率密度、低成本的目标,因此需要提出一种新的多电平逆变器来满足并网系统的要求。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种升压型单相七电平逆变器,既能实现自主均压,又能减少开关管的数目。

[0005] 本发明所采用的技术方案是,一种升压型单相七电平逆变器,包括升压电路、开关电容电路和H桥电路;

[0006] 升压电路包括:直流电源 V_b ,开关管 S_6 、 S_7 ,二极管 D_5 以及电容 C_{dc} ,直流电源 V_b 的正极连接电感 L_1 的一端,直流电源 V_b 的负极与开关管 S_7 的输出端以及电容 C_{dc} 的负极连接,电感 L_1 的另一端则与二极管 D_5 的阳极以及功率开关管 S_6 的输入端连接在一起,二极管 D_5 的阴极与电容 C_{dc} 的正极连接, S_6 的输出端和 S_7 的输入端相连接;

[0007] 开关电容电路包括:开关管 S_5 ,二极管 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 以及电容 C_1 、 C_2 ;开关管 S_5 的输入端连接二极管 D_5 的阴极以及电容 C_{dc} 的正极,开关管 S_5 的输出端与二极管 D_4 的阳极相连接,二极管 D_4 的阴极则与电容 C_1 的正极以及二极管 D_2 的阴极相连接,电容 C_1 的负极连接 D_3 的阴极和 D_1 的阳极,二极管 D_2 阳极连接电容 C_2 的正极以及二极管 D_1 的阴极,二极管 D_3 的阳极和电容 C_2 的负极连接开关管 S_6 输出端与开关管 S_7 输入端的连接处;

[0008] H桥电路的正负母线连接所述开关电容电路输出端口,所述H桥电路的输出通过滤波电感接负载或电网。

[0009] 本发明的特点还在于,

[0010] H桥电路包括四个开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ,H桥电路中开关管的 S_1 、 S_3 的输入端与二极管 D_2 的阴极相连接,开关管的 S_2 、 S_4 的输出端与 C_{dc} 的负极以及开关管 S_7 的输出端连接;功率开关管 S_1 的输出端、功率开关管 S_2 的输入端连接到滤波电感的一端,滤波电感的另一端连接交流端口,功率开关管 S_3 的输出端、功率开关管 S_4 的输入端连接交流端口。

[0011] 二极管 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 为碳化硅二极管或快恢复二极管或超快恢复二极管。

[0012] 开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 、 S_7 采用金属氧化物半导体管或结型场效应管或绝缘栅双极型晶体管。

[0013] 根据上述方案,本发明的升压型单相七电平逆变器包括升压电路、开关电容电路和H桥电路,升压电路由电源、电感、电容、二极管和两个功率开关管组成,通过控制功率开关管即可控制电容电压 V_{dc} ,从而实现升压目标;开关电容电路由一个功率开关管、四个二极管以及两个电容构成,依靠升压电路的两个开关管和开关电容电路中的一个开关管的不同开关状态组合,从而使得开关电容电路可以分别输出 $0.5V_{dc}$ 、 V_{dc} 和 $1.5V_{dc}$ 三种不同的电平,而且开关电容电路中两个电容在电路的不同的工作状态下存在串联充电或者并联放电两种模式,这也就使得电容拥有了自动均压的能力,电容电压维持在电源电压的一半;开关电容电路输出端口连接H桥的正负母线,当H桥电路工作于单极性时,则逆变电路共可以输出 $-1.5V_{dc}$ 、 $-V_{dc}$ 、 $-0.5V_{dc}$ 、 $0V$ 、 $0.5V_{dc}$ 、 V_{dc} 、 $1.5V_{dc}$ 七种电平。

[0014] 本发明的升压型单相七电平逆变器具有以下有益效果是:

[0015] (1) 该逆变电路开关数量少,硬件成本低;在H桥逆变电路前级增加一个由三个功率开关管、五个二极管以及三个电容构成的升压电路和开关电容电路,即可得到该逆变电路;

[0016] (2) 与传统多电平逆变电路相比,该逆变电路可以通过升压电路从而提高输出电压幅值,使得电压的输入范围变宽,适合输入较高电压场合;

[0017] (3) 该逆变电路中的两个电容的电压可以实现自主均压,简化了控制算法,同时它既可以工作在有源逆变模式,也可以工作在无源逆变模式。

附图说明

[0018] 图1是本发明一种升压型单相七电平逆变器的电路示意图;

[0019] 图2是本发明一种升压型单相七电平逆变器十四种不同的工作模式;

[0020] 图3是本发明一种升压型单相七电平逆变器的不同时刻对应的输出电压变化图;

[0021] 图4是本发明一种升压型单相七电平逆变器调制驱动信号发生逻辑电路示意图。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,但本发明并不限于这些实施方式。

[0023] 本发明提供了一种升压型单相七电平逆变器,如图1所示,该逆变器包括升压电路、开关电容电路和H桥电路,具体描述如下:

[0024] 升压电路包括:直流电源 V_b ,开关管 S_6 、 S_7 ,二极管 D_5 以及电容 C_{dc} ,直流电源 V_b 的正极连接电感 L_1 的一端,而直流电源 V_b 的负极与开关管 S_7 的输出端以及电容 C_{dc} 的负极连接,电感 L_1 的另一端则与二极管 D_5 的阳极以及功率开关管 S_6 的输入端连接在一起,二极管 D_5 的阴极与电容 C_{dc} 的正极连接, S_6 的输出端和 S_7 的输入端相连接。

[0025] 开关电容电路包括:开关管 S_5 ,二极管 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 以及电容 C_1 、 C_2 ;开关管 S_5 的输入端连接二极管 D_5 的阴极以及电容 C_{dc} 的正极,开关管 S_5 的输出端与二极管 D_4 的阳极相连接,二极管 D_4 的阴极则与电容 C_1 的正极以及二极管 D_2 的阴极相连接,电容 C_1 的负极连接 D_3 的阴极和 D_1 的阳极,二极管 D_2 阳极连接电容 C_2 的正极以及二极管 D_1 的阴极,二极管 D_3 的阳极和电容 C_2

的负极连接开关管 S_6 输出端与开关管 S_7 输入端的连接处。

[0026] H桥电路包括四个开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ，H桥电路中开关管的 S_1 、 S_3 的输入端与二极管 D_2 的阴极相连接，开关管的 S_2 、 S_4 的输出端与 C_{dc} 的负极以及开关管 S_7 的输出端连接；功率开关管 S_1 的输出端、功率开关管 S_2 的输入端连接到滤波电感的一端，滤波电感的另一端连接交流端口，功率开关管 S_3 的输出端、功率开关管 S_4 的输入端连接交流端口。

[0027] 需要说明，开关管可以是金属氧化物半导体管或结型场效应管或绝缘栅双极型晶体管；当开关管为金属氧化物半导体管时，开关管的输入端为源极，开关管的输出端为漏极，开关管的控制端为栅极；当开关管为绝缘栅双极型晶体管时，开关管的输入端为集电极，开关管的输出端为发射极，开关管的控制端为基极。可以理解的是以上七个开关管也可以选择其他类型的开关管。还需要说明，二极管为碳化硅二极管或快恢复二极管或超快恢复二极管。还可理解的是二极管也可以选择其他类型的二极管。

[0028] 在本发明的实施例中，升压型单相七电平逆变电路所包含的L滤波电路也可以是LC滤波器或是LCL滤波器或是其他滤波器。

[0029] 本发明升压型相七电平逆变器可以工作在七电平输出模式、五电平输出模式和三电平输出模式，而七电平输出模式是本发明的要点，因此在此仅叙述升压型相七电平逆变器工作模式对应的十四钟电路模态如下：

[0030] 第一电路模态，控制所述的开关管 S_4 、 S_5 和 S_7 导通，开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_6 关断，此时电路工作状态如图2(a)所示，图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ，电流除了对电容 C_{dc} 充电，还通过开关管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电，电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。开关管 S_2 的反并联二极管和 S_4 导通为输出滤波电感和电网提供续流回路，此时该逆变器输出电压为0V。

[0031] 第二电路模态，控制所述的开关管 S_4 、 S_6 和 S_7 导通，开关管 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_5 关断，此时电路工作状态如图2(b)所示，图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极，此时电感电流 i_L 上升。开关管 S_2 的反并联二极管和 S_4 导通为输出滤波电感和电网提供续流回路，此时该逆变器输出电压为0V。

[0032] 第三电路模态，控制所述的开关管 S_1 、 S_4 和 S_7 导通，开关管 S_2 、 S_3 、 S_5 和 S_6 关断，此时电路工作状态如图2(c)所示，图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 开关管对电容 C_{dc} 充电，此时电感电流 i_L 下降。在该模态下，二极管 D_2 和 D_3 导通，电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_1 、滤波电感 L_2 、电网或负载、开关管 S_4 后流回电源负极，此时该逆变器输出电压为 $0.5V_{dc}$ 。

[0033] 第四电路模态，控制所述的开关管 S_1 、 S_4 、 S_6 和 S_7 导通，开关管 S_2 、 S_3 和 S_5 关断，此时电路工作状态如图2(d)所示，图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极，此时电感电流 i_L 上升。在该模态下，二极管 D_2 和 D_3 导通，电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_1 、滤波电感 L_2 、电网或负载、开关管 S_4 后流回电源负极，此时该逆变器输出电压为 $0.5V_{dc}$ 。

[0034] 第五电路模态，控制所述的开关管 S_1 、 S_4 、 S_5 和 S_7 导通，开关管 S_2 、 S_3 、 S_6 关断，此时电路工作状态如图2(e)所示，图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ，电流除了对电容 C_{dc} 充电，还通过开关管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电，电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。此外，电流通过开关管 S_1 、

滤波电感 L_2 、电网或负载、开关管 S_4 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 V_{dc} 。

[0035] 第六电路模态,控制所述的开关管 S_1 、 S_4 、 S_5 、 S_6 和 S_7 导通,开关管 S_2 、 S_3 关断,此时电路工作状态如图2(f)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极,此时电感电流 i_L 上升。电容 C_{dc} 放电,放电电流通过开关管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电,电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。此外,电流通过开关管 S_1 、滤波电感 L_2 、电网或负载、开关管 S_4 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 V_{dc} 。

[0036] 第七电路模态,控制所述的开关管 S_1 、 S_4 和 S_6 导通,开关管 S_2 、 S_3 、 S_5 和 S_7 关断,此时电路工作状态如图2(g)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。一部分电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ,对电容 C_{dc} 充电,另一部分电感电流 i_L 流经开关管 S_6 后经过电容 C_1 、 C_2 ,此时电容 C_1 、 C_2 放电,电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_1 、滤波电感 L_2 、电网或负载、开关管 S_4 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 $1.5V_{dc}$ 。

[0037] 第八电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_5 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_3 、 S_4 、 S_6 关断,此时电路工作状态如图2(h)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ,电流除了对电容 C_{dc} 充电,还通过开关管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电,电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。开关管 S_4 和 S_2 的反并联二极管导通为输出滤波电感和电网提供续流回路,此时该逆变器输出电压为 $0V$ 。

[0038] 第九电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_6 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_3 、 S_4 、 S_5 关断,此时电路工作状态如图2(i)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极,此时电感电流 i_L 上升。开关管 S_4 的反并联二极管和 S_2 导通为输出滤波电感和电网提供续流回路,此时该逆变器输出电压为 $0V$ 。

[0039] 第十电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_3 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_4 、 S_5 和 S_6 关断,此时电路工作状态如图2(j)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 开关管对电容 C_{dc} 充电,此时电感电流 i_L 下降。在该模态下,二极管 D_2 和 D_3 导通,电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_3 、电网或负载、滤波电感 L_2 、开关管 S_2 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 $-0.5V_{dc}$ 。

[0040] 第十一电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_3 、 S_6 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_4 和 S_5 关断,此时电路工作状态如图2(k)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极,此时电感电流 i_L 上升。在该模态下,二极管 D_2 和 D_3 导通,电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_3 、电网或负载、滤波电感 L_2 、开关管 S_2 后流回电源负极,此时该逆变电路输出电压为 $-0.5V_{dc}$ 。

[0041] 第十二电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_3 、 S_5 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_4 、 S_6 关断,此时电路工作状态如图2(l)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ,电流除了对电容 C_{dc} 充电,还通过开关管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电,电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。此外,电流通过开关管 S_3 、电网或负载、滤波电感 L_2 、开关管 S_2 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 $-V_{dc}$ 。

[0042] 第十三电路模态,控制所述的开关管 S_2 、 S_3 、 S_5 、 S_6 和 S_7 导通,开关管 S_1 、 S_4 关断,此时电路工作状态如图2(m)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。电感 L_1 电流 i_L 流经开关管 S_6 和 S_7 后流回电源负极,此时电感电流 i_L 上升。电容 C_{dc} 放电,放电电流通过开关

管 S_5 和二极管 D_4 对电容 C_1 和 C_2 进行充电,电流依次通过电容 C_1 、二极管 D_1 、电容 C_2 、开关管 S_7 流回电源负极。此外,电流通过开关管 S_3 、电网或负载、滤波电感 L_2 、开关管 S_2 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 $-V_{dc}$ 。

[0043] 第十四电路模式,控制所述的开关管 S_2 、 S_3 、 S_6 导通,开关管 S_1 、 S_4 、 S_5 和 S_7 关断,此时电路工作状态如图2(n)所示,图中电感 L_2 上箭头方向为电流为正的流动方向。一部分电感 L_1 电流 i_L 流经二极管 D_5 ,对电容 C_{dc} 充电,另一部分电感电流 i_L 流经开关管 S_6 后经过电容 C_1 和 C_2 ,此时电容 C_1 、 C_2 放电,电容 C_1 和 C_2 放电电流汇集后通过开关管 S_3 、电网或负载、滤波电感 L_2 、开关管 S_2 后流回电源负极,此时该逆变器输出电压为 $-1.5V_{dc}$ 。

[0044] 如图3所示,该图为不同时刻单相七电平逆变器对应的输出电压变化图。在一个电网电压周期内,在不同的时间段内,逆变器工作在不同的模式,并且输出电压随着逆变器工作模式的变换而变化:

[0045] t_0-t_1 时间段内所述单相七电平逆变器输出0电平或者 $0.5V_{dc}$ 电平,当输出0电平时,由直流电压 V_{dc} 决定逆变器工作在第一电路模式或第二电路模式;当输出 $0.5V_{dc}$ 电平时,由直流电压 V_{dc} 决定逆变器工作在第三电路模式或第四电路模式。

[0046] t_1-t_2 时间段内所述单相七电平逆变器输出 $0.5V_{dc}$ 电平或者 V_{dc} 电平,当输出 V_{dc} 电平时,由直流电压 V_{dc} 决定逆变器工作在第五电路模式或第六电路模式。

[0047] t_2-t_3 时间段内所述单相七电平逆变器输出 V_{dc} 电平或者 $1.5V_{dc}$ 电平,当输出 $1.5V_{dc}$ 电平时,逆变器工作在第七电路模式。

[0048] 逆变器在 t_3-t_4 和 t_4-t_5 两个时间段时,所处的工作状态分别与对应的 t_1-t_2 和 t_0-t_1 时间段类似,在此不再赘述。

[0049] t_5-t_6 时间段内所述单相七电平逆变器输出0电平或者 $-0.5V_{dc}$ 电平,当输出0电平时,由直流电压 V_{dc} 决定逆变器工作在第八电路模式或第九电路模式;当输出 $-0.5V_{dc}$ 电平时,由直流电压 V_{dc} 决定逆变器工作在第十电路模式或第十一电路模式。

[0050] t_6-t_7 时间段内所述单相七电平逆变器输出 $-0.5V_{dc}$ 电平或者 $-V_{dc}$ 电平,当输出 $-V_{dc}$ 电平时,由直流电压 $-V_{dc}$ 决定逆变器工作在第十二电路模式或第十三电路模式。

[0051] t_7-t_8 时间段内所述单相七电平逆变器输出 $-V_{dc}$ 电平或者 $-1.5V_{dc}$ 电平,当输出 $-1.5V_{dc}$ 电平时,逆变器工作在第十四电路模式。

[0052] 逆变器在 t_8-t_9 和 t_9-t_{10} 两个时间段时,所处的工作状态分别与对应 t_6-t_7 和 t_5-t_6 时间段类似,在此不再赘述。

[0053] 对应上述的单相七电平逆变器工作状态, S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5 、 S_6 和 S_7 七个功率开关的脉冲宽度调制(PWM)信号发生方法如图4所示,具体说明如下:

[0054] 正弦调制波信号 M 为工频的正弦信号(例如50Hz),载波 v_1 、 v_2 、 v_3 是完全相同的高频等腰三角载波,其频率即为功率开关工作频率,例如选择其频率在10kHz~20kHz范围。载波 v_1 、 v_2 、 v_3 是从低到高依次摞起。

[0055] 正弦调制波信号 M 的幅值在不同范围决定了逆变器工作在几电平模式,即当 $0 < M < 1$ 时,逆变器输出三电平模式;当 $1 < M < 2$ 时,逆变器输出五电平模式;当 $2 < M < 3$ 时,逆变器输出七电平模式。正弦调制波信号 M 取绝对值后得到信号 K ,信号 K 与载波 v_3 通过比较器4进行比较得到输出信号 H ,当信号 K 大于等于载波 v_3 时,比较器4的输出信号 H 为1,反之,输出信号 H 为0,该输出信号 H 经过反相门后得到信号 N 作为开关管 S_7 的PWM控制信号;信号 K 与载波 v_2 通过

比较器3进行比较得到输出信号I,当信号K大于等于载波 v_2 时,比较器3的输出信号I为1,反之,输出信号I为0,该输出信号I与信号H通过异或门后得到信号P;信号K与载波 v_1 通过比较器2进行比较得到输出信号G,当信号K大于等于载波 v_1 时,比较器2的输出信号G为1,反之,输出信号G为0,该输出信号G通过非门后得到信号N,信号N与信号P通过或门后作为开关管 S_5 的PWM控制信号;正弦调制波信号M与0通过比较器1进行比较得到输出信号E,信号E与信号G通过与门后得到输出信号作为开关管 S_1 的PWM控制信号;信号E通过非门后得到信号F,信号F与信号G通过与门后得到输出信号作为开关管 S_3 的PWM控制信号;信号F作为开关管 S_2 的PWM控制信号,信号E作为开关管 S_4 的PWM控制信号。

[0056] 电容 C_{dc} 电压 V_{dc} 实施控制则是通过给定直流电压与实际直流电压采样值进行作差,得到误差值后经过控制器后得到控制量,再经过PWM比较器得到控制信号O,该信号再与信号H通过逻辑或门输出作为开关管 S_6 的PWM控制信号。

[0057] 通过上述方式,本发明的一种升压型单相七电平逆变器,采用升压电路中的开关管控制电容电压,从而提高输出电压幅值,使得电压的输入范围变宽,适合输入较高电压场合;依靠升压电路和H桥逆变电路共同配合,从而使得逆变器输出其中不同电平模式,拥有了自动均压的能力,简化了控制算法;同时七电平逆变器既可以工作在有源逆变模式,也可以工作在无源逆变模式。本发明的一种升压型单相七电平逆变器开关数量少,硬件成本低。

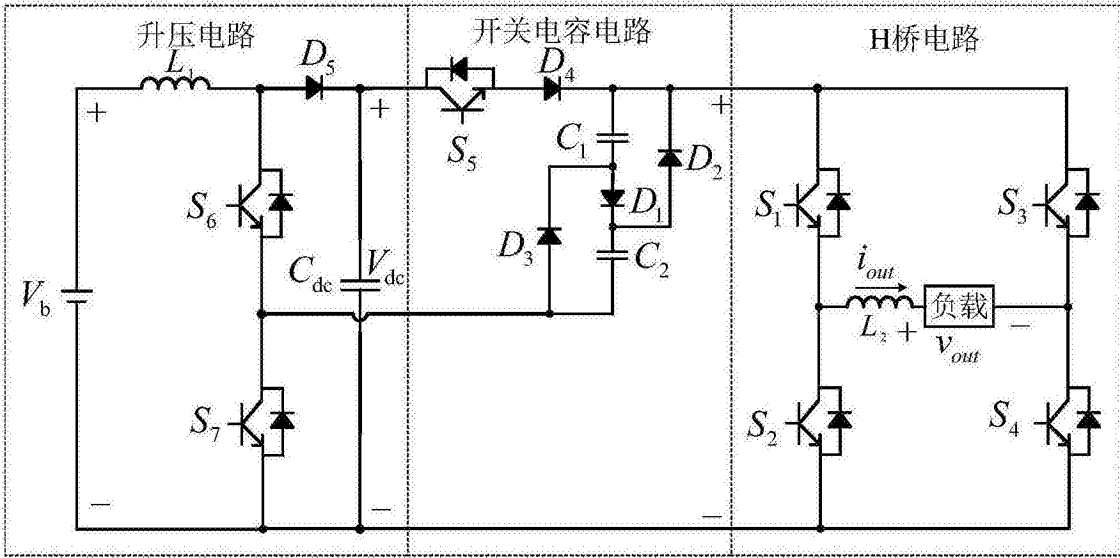


图1

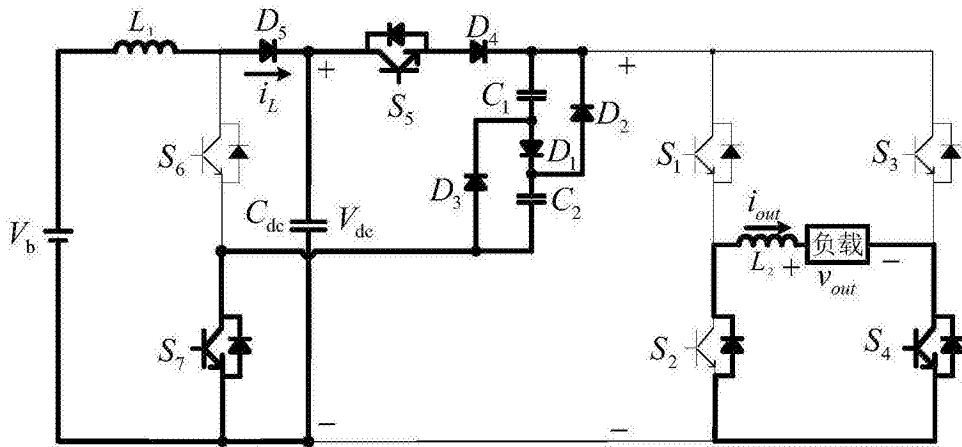


图2(a)

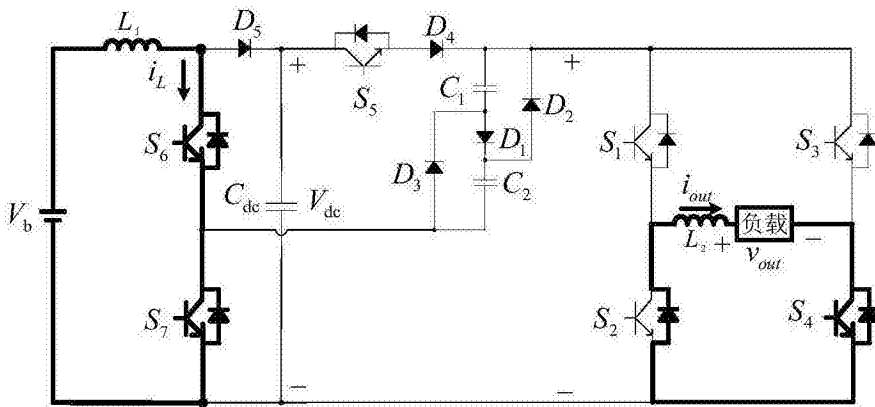


图2(b)

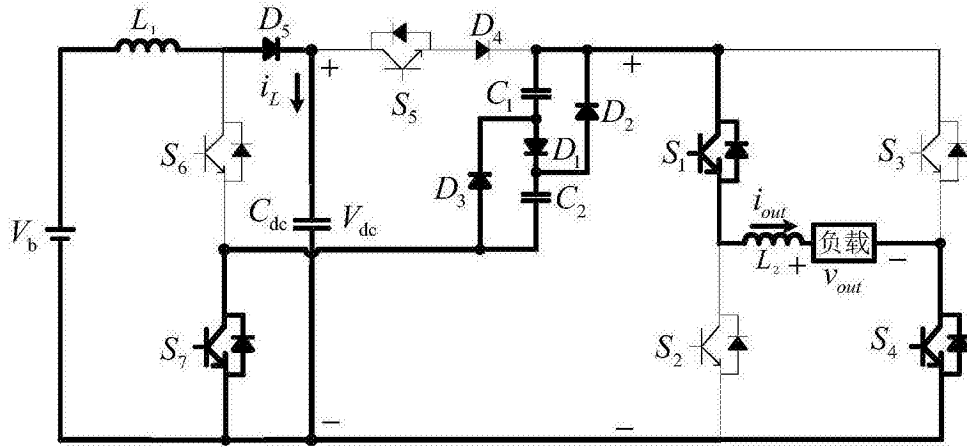


图2(c)

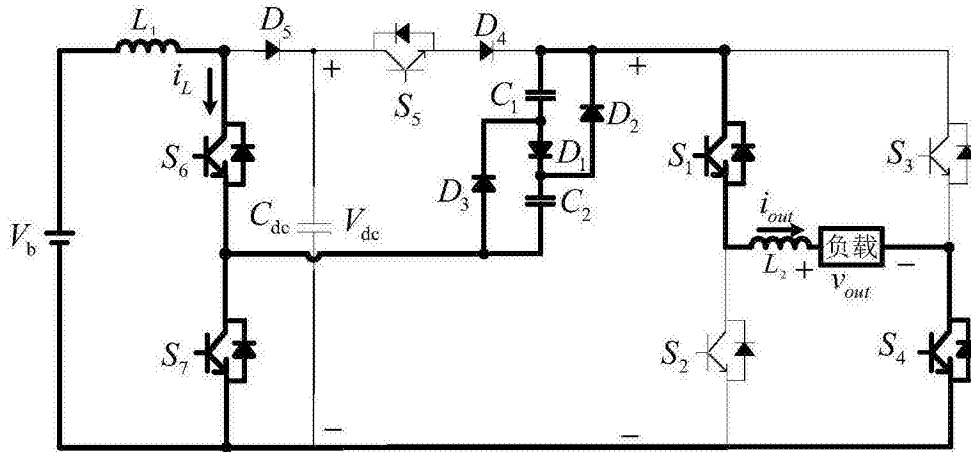


图2(d)

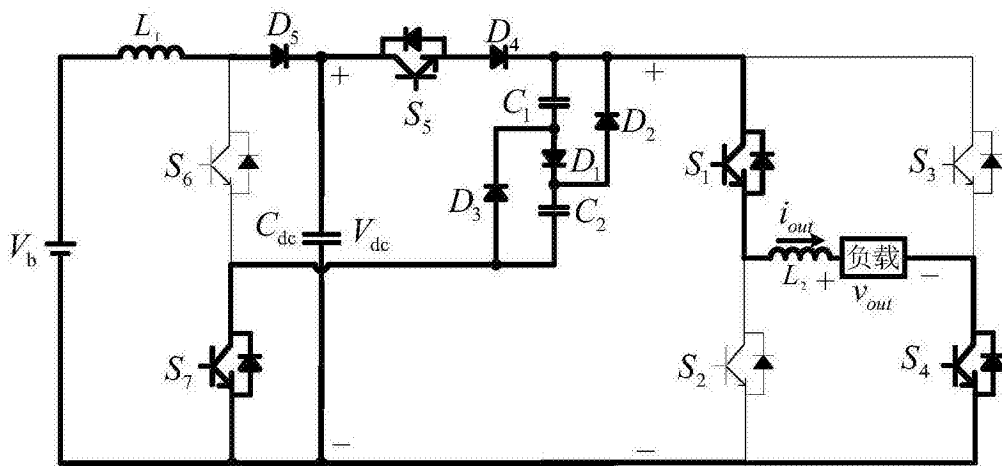


图2(e)

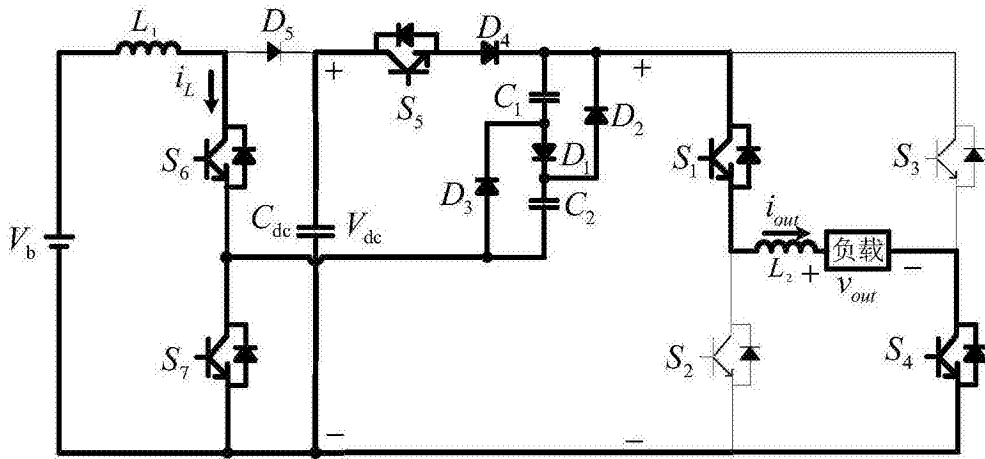


图2(f)

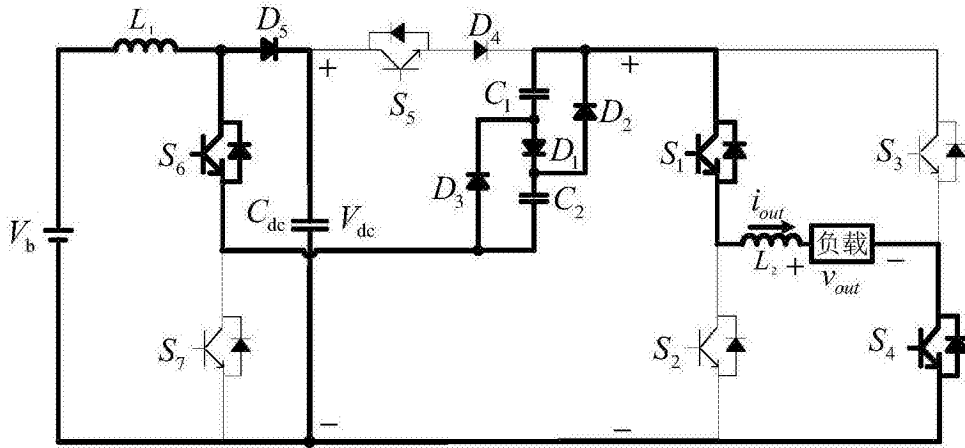


图2(g)

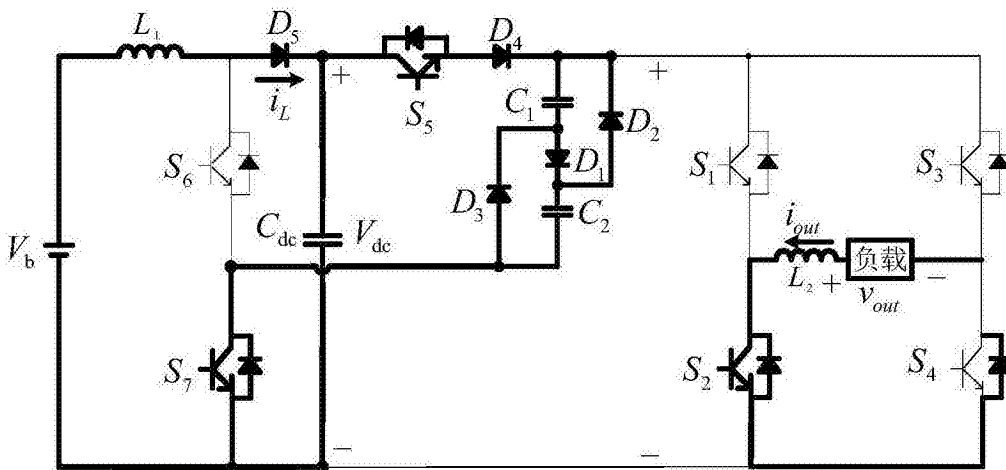


图2(h)

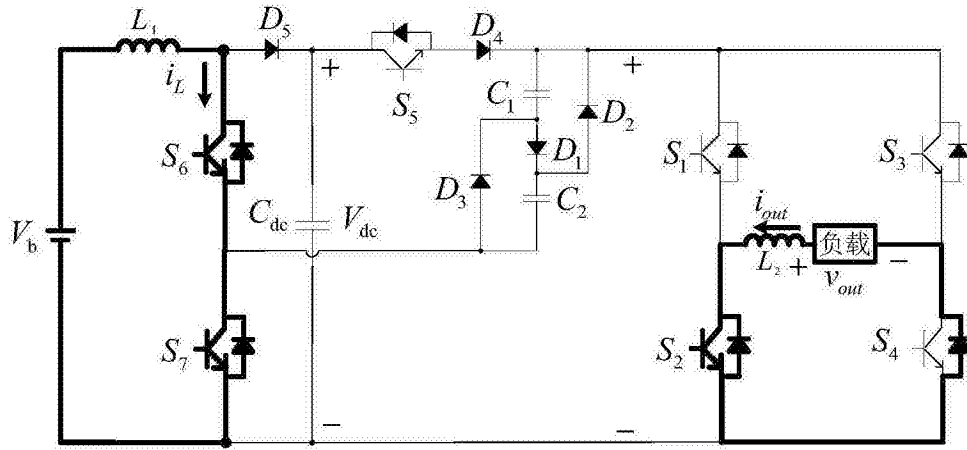


图2 (i)

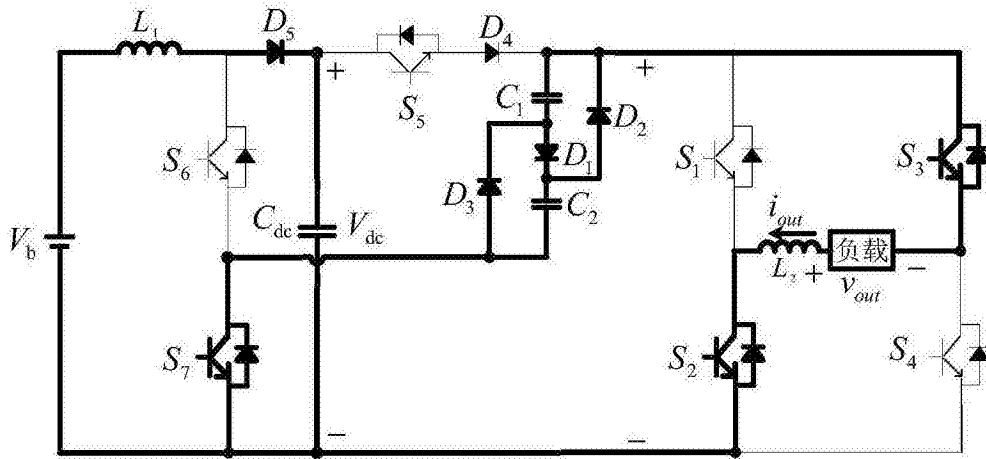


图2 (j)

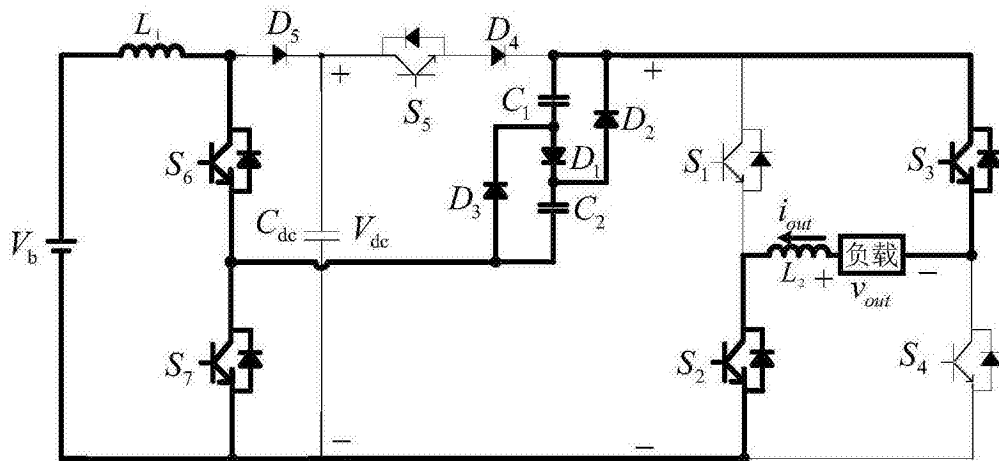


图2 (k)

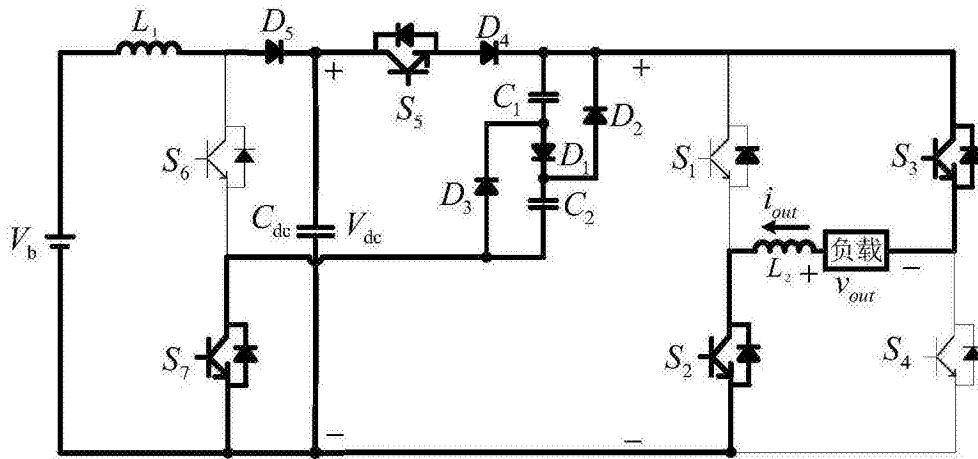


图2(1)

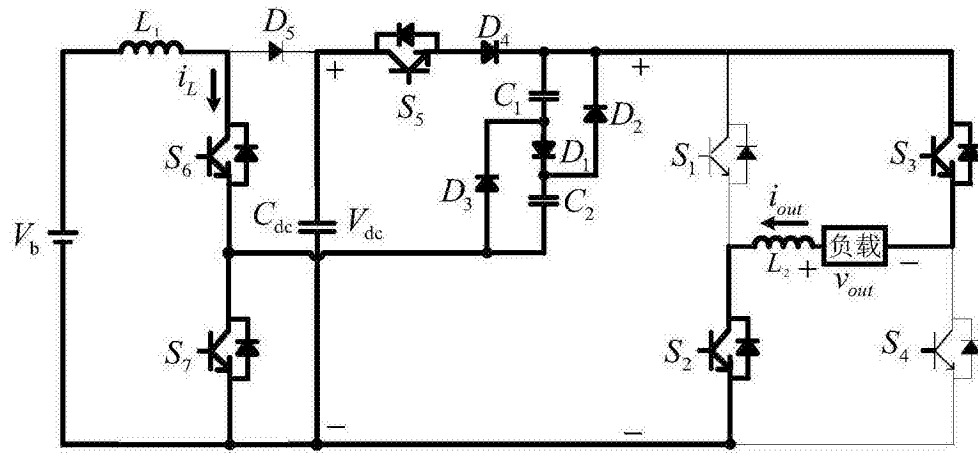


图2(m)

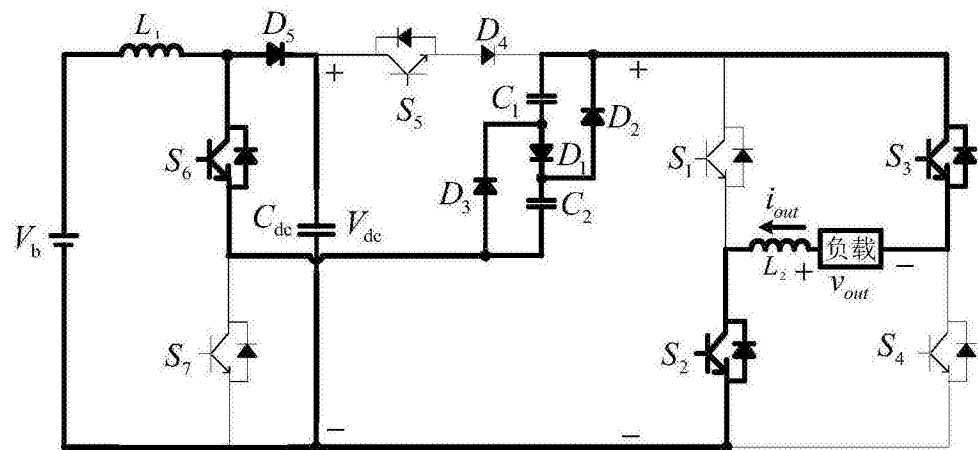


图2(n)

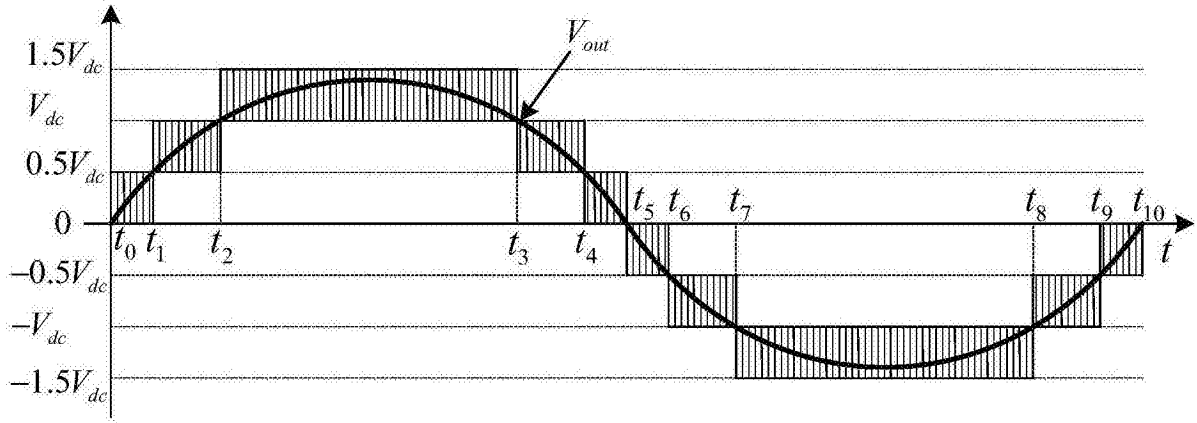


图3

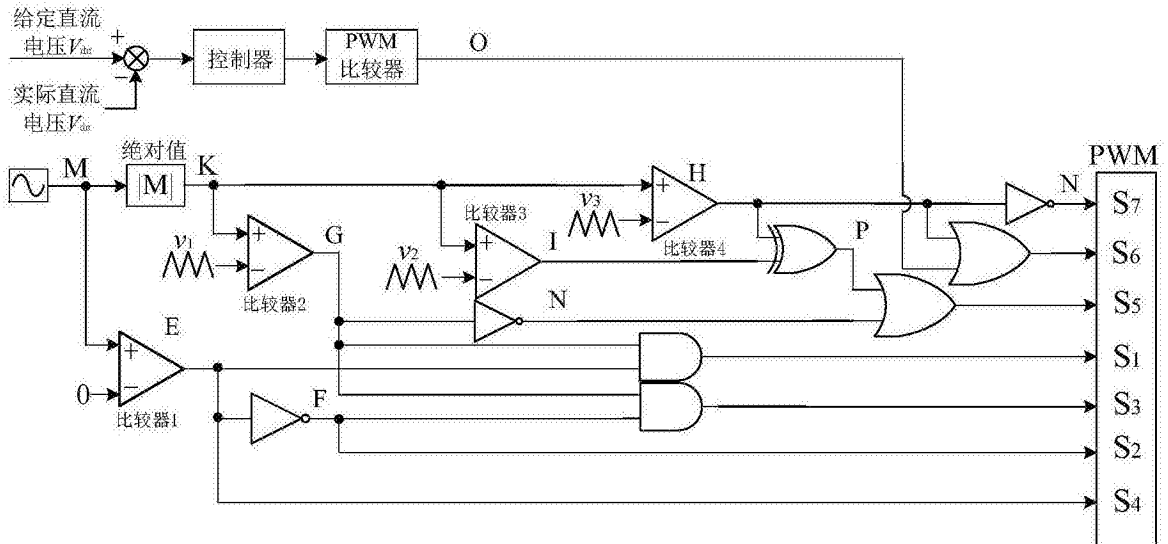


图4