



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114665735 A

(43) 申请公布日 2022.06.24

(21) 申请号 202210578273.9

(22) 申请日 2022.05.26

(71) 申请人 浙江日风电气股份有限公司
地址 311121 浙江省杭州市余杭区仓前街道龙潭路26号1幢、2幢

(72) 发明人 陈建明 叶智 肖培谦 吴龙生 卢钢

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 刘珂

(51) Int. Cl.

H02M 7/487 (2007.01)

H02M 7/537 (2006.01)

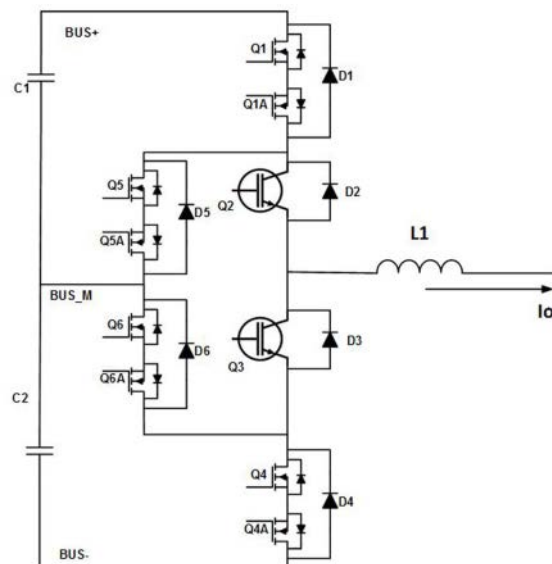
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置

(57) 摘要

本发明公开了一种ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置,适用于电路技术领域。各开关管采用MOS管且在每个MOS管中增加一个共源极的MOS管,在各开关控制内第一MOS管较于第二MOS管先开通后关断,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,降低开关管的开关损耗。同时,MOS管导通作为同步整流,导通电阻小,有效减少了导通损耗。另外,仅反并联二极管对应的第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管为SIC二极管,高频开关管采用MOS管,由于对应的MOS管续流,其容量较小,采用的成本较少,避免现有搭配方式反并联二极管以及四个高频开关管使用SIC二极管导致的成本增加问题。



1. 一种ANPC三电平逆变拓扑电路,其特征在于,包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、开关单元、第一开关管和第二开关管;

所述第二二极管的阴极与所述第一开关管的集电极连接,所述第二二极管的阳极与所述第一开关管的发射极连接,所述第三二极管的阴极与所述第二开关管的集电极连接,所述第三二极管的阳极与所述第二开关管的发射极连接;

所述第一二极管、所述第四二极管、所述第五二极管和所述第六二极管均为SIC二极管,且各自均并联一个所述开关单元,其中所述开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,所述第一MOS管的源极与所述第二MOS管的源极连接,用于在所述第一二极管、所述第四二极管、所述第五二极管和所述第六二极管开关控制内,所述第一MOS管相较于所述第二MOS管先开通,后关断。

2. 根据权利要求1所述的ANPC三电平逆变拓扑电路,其特征在于,所述第一开关管和所述第二开关管均为IGBT开关管。

3. 根据权利要求2所述的ANPC三电平逆变拓扑电路,其特征在于,还包括第一电容、第二电容和第一电感;

所述第一电容的第一端与所述第一二极管的阴极连接,所述第一电容的第二端、所述第五二极管的阳极、所述第六二极管的阴极与所述第二电容的第一端连接,所述第二电容的第二端与所述第四二极管的阳极连接,所述第一电感的第一端、所述第二二极管的阳极与所述第三二极管的阴极连接。

4. 一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,其特征在于,应用于权利要求1所述的ANPC三电平逆变拓扑电路,包括:

获取所述ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

当所述当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管;

当所述当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管。

5. 根据权利要求4所述的ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,其特征在于,所述当所述当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当所述当前运行模式为所述有功功率模式的正半周时,在所述第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,所述第二时刻关断所述第一开关管对应的第一MOS管,所述第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管,所述第四时刻开通所述第五开关管对应的第二MOS管;

当所述当前运行模式为所述有功功率模式的负半周时,在所述第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,所述第二时刻关断所述第四开关管对应的第一MOS管,所述第三时刻

开通第六开关管对应的第一MOS管,所述第四时刻开通所述第六开关管对应的第二MOS管。

6. 根据权利要求4所述的ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,其特征在于,所述当所述当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当所述当前运行模式为所述无功功率模式的正半周时,在所述第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,所述第二时刻关断所述第一开关管对应的第一MOS管,所述第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管、所述第四时刻开通所述第五开关管对应的第二MOS管;

当所述当前运行模式为所述无功功率模式的负半周时,在所述第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,所述第二时刻关断所述第四开关管对应的第一MOS管,所述第三时刻开通第六开关管对应的第一MOS管,所述第四时刻开通所述第六开关管对应的第二MOS管。

7. 一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制装置,其特征在于,应用于权利要求1至3任意一项所述的ANPC三电平逆变拓扑电路,包括:

获取模块,用于获取所述ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

第一运行模块,用于当所述当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管;

第二运行模块,用于当所述当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供所述续流回路对应的开关管的第二MOS管。

ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电路技术领域,特别是涉及一种ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置。

背景技术

[0002] 逆变器是把电流电能(电池、蓄电池等)转变成定频定压或调频调压交流电的转换器。在高压大功率场合的光伏逆变器中通常使用有源中点钳位(Active Neutral-point clamped, ANPC)型三电平逆变拓扑。

[0003] 图1为现有的ANPC三电平逆变拓扑电路的结构图,由6个开关管T1-T6以及各自反并联二极管D1-D6组成,一般的控制方式为T1、T4、T5、T6开关管高频驱动,T2、T3工频驱动。通常有两种搭配方式,一种是6个开关管全部使用绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT),另一种是对于T2、T3开关管使用IGBT, T1、T4、T5、T6开关管以及反并联二极管均采用碳化硅(SiC)二极管。第一种搭配方式的6个开关管全部采用IGBT,由于IGBT拖尾问题,其开关频率较低无法提高,需要采用较大体积的电感,与设备产品小型化趋势相悖,同时,IGBT存在开关损耗,其效率较低。第二种的搭配方式采用SiC/IGBT组合模式,对于大功率场合,其SiC器件价格随电流呈线性增长,四个高频开关管以及各自反并联二极管使用同等功率下的SiC价格成本较高。

[0004] 因此,如何提高ANPC三电平逆变拓扑电路的效率和降低成本问题是本领域技术人员亟需要解决的。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置,提高ANPC三电平逆变拓扑电路的效率和降低成本。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供一种ANPC三电平逆变拓扑电路,包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、开关单元、第一开关管和第二开关管;

第二二极管的阴极与第一开关管的集电极连接,第二二极管的阳极与第一开关管的发射极连接,第三二极管的阴极与第二开关管的集电极连接,第三二极管的阳极与第二开关管的发射极连接;

第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管均为SiC二极管,且各自均并联一个开关单元,其中开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,第一MOS管的源极与第二MOS管的源极连接,用于在第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管开关控制内,第一MOS管相较于第二MOS管先开通,后关断。

[0007] 优选地,第一开关管和第二开关管均为IGBT开关管。

[0008] 优选地,还包括第一电容、第二电容和第一电感;

第一电容的第一端与第一二极管的阴极连接,第一电容的第二端、第五二极管的

阳极、第六二极管的阴极与第二电容的第一端连接,第二电容的第二端与第四二极管的阳极连接,第一电感的第一端、第二二极管的阳极与第三二极管的阴极连接。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,应用于上述ANPC三电平逆变拓扑电路,包括:

获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管;

当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管。

[0010] 优选地,当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当当前运行模式为有功功率模式的正半周时,在第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第一开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第五开关管对应的第二MOS管;

当当前运行模式为有功功率模式的负半周时,在第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第四开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第六开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第六开关管对应的第二MOS管。

[0011] 优选地,当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当当前运行模式为无功功率模式的正半周时,在第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第一开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管、第四时刻开通第五开关管对应的第二MOS管;

当当前运行模式为无功功率模式的负半周时,在第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第四开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第六开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第六开关管对应的第二MOS管。

[0012] 为解决上述技术问题,本发明还提供一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制装置,应用于上述ANPC三电平逆变拓扑电路,包括:

获取模块,用于获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

第一运行模块,用于当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提

供续流回路对应的开关管的第二MOS管；

第二运行模块,用于当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管。

[0013] 本发明提供了一种ANPC三电平逆变拓扑电路,包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、开关单元、第一开关管和第二开关管;第二二极管的阴极与第一开关管的集电极连接,第二二极管的阳极与第一开关管的发射极连接,第三二极管的阴极与第二开关管的集电极连接,第三二极管的阳极与第二开关管的发射极连接;第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管均为SIC二极管,且各自均并联一个开关单元,其中开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,第一MOS管的源极与第二MOS管的源极连接,用于在第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管开关控制内,第一MOS管相较于第二MOS管先开通,后关断。该电路在现有的拓扑电路基础上,一方面各开关管采用MOS管且在每个MOS管中增加一个共源极的MOS管,在各开关控制内第一MOS管较于第二MOS管先开通后关断,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,以此降低开关管的开关损耗,避免现有拓扑结构中各开关管对应的第一MOS管和第二MOS管避免全部使用IGBT开关管造成的拖尾和开关损耗问题。同时,MOS管导通作为同步整流,导通电阻小,有效减少了导通损耗,提高产品效率。另一方面,该电路中仅反并联二极管对应的第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管为SIC二极管,第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管各对应的第一MOS管为高频开关管,采用MOS管;相较于传统的SIC二极管,由于对应的MOS管续流,其容量较小,采用的成本较少,避免现有搭配方式中反并联二极管以及四个高频开关管使用SIC二极管导致的成本增加问题。综上,该电路提高产品效率和降低成本。

[0014] 另外,本发明还提供了一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法及控制装置,具有如上述ANPC三电平逆变拓扑电路相同的有益效果。

附图说明

[0015] 为了更清楚地说明本发明实施例,下面将对实施例中所需要使用的附图做简单的介绍,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。

[0016] 图1为现有的ANPC三电平逆变拓扑电路的结构图;

图2为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的结构图;

图3为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法的流程图;

图4为本发明实施例提供的一种正半周有功模式换流示意图;

图5为本发明实施例提供的一种正半周模式下驱动的示意图;

图6为本发明实施例提供的一种负半周有功模式换流示意图;

图7为本发明实施例提供的一种负半周模式下驱动的示意图;

图8为本发明实施例提供的一种正半周无功模式下换流示意图;

图9为本发明实施例提供的一种负半周无功模式下换流示意图;

图10为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制装置的结构图。

具体实施方式

[0017] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下,所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护范围。

[0018] 本发明的核心是提供一种ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置,提高ANPC三电平逆变拓扑电路的效率和降低成本。

[0019] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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。

[0020] 需要说明的是,本发明提供的ANPC三电平逆变拓扑电路,其适用于高压大功率场合的光伏逆变器中,搭配合适的控制方式,相对于现有的ANPC三电平逆变拓扑电路的搭配方式,对于第一种搭配方式,其6个开关管全部采用IGBT开关管,其开关频率无法提高,电感体积相对较大且IGBT存在开关损耗,效率较低;对于第二种搭配方式,对于大功率场合,其SIC器件价格随电流呈线性增长,四个高频管以及各自反并联二极管使用同等功率下的SIC价格成本较高,其产品逐渐追求小型化。本发明保证在有功和无功情况下减少开关管的损耗,提高效率,同时也降低开关管的成本问题。

[0021] 图2为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的结构图,该电路包括:第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、开关单元、第一开关管和第二开关管;

第二二极管的阴极与第一开关管的集电极连接,第二二极管的阳极与第一开关管的发射极连接,第三二极管的阴极与第二开关管的集电极连接,第三二极管的阳极与第二开关管的发射极连接;

第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管均为SIC二极管,且各自均并联一个开关单元,其中开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,第一MOS管的源极与第二MOS管的源极连接,用于在第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管开关控制内,第一MOS管相较于第二MOS管先开通,后关断。

[0022] 如图2所示,第一二极管D1、第四二极管D4、第五二极管D5和第六二极管D6各自均并联一个开关单元,其中开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,第一MOS管的源极与第二MOS管的源极连接。

[0023] 第一二极管D1、第四二极管D4、第五二极管D5和第六二极管D6均为SIC二极管。

[0024] 可以理解的是,SIC二极管的使用大大提高了逆变器、电机驱动、不间断电源和电动车电路的效率和稳定性。对于大功率场合,SIC器件价格随线性增长,现有的ANPC三电平逆变拓扑电路其搭配方式如图1所示,T1、T4-T6开关管以及D1-D6采用SIC二极管,大大增加了逆变器的成本。反并联二极管对应的第一二极管D1、第四二极管D4、第五二极管D5和第六二极管D6为SIC二极管,由于对应的MOS管续流,其容量较小,采用的成本较少,避免现有搭配方式中反并联二极管以及四个高频管使用SIC二极管导致的成本增加问题。

[0025] 在本实施例中,仅第一二极管D1、第四二极管D4、第五二极管D5和第六二极管D6均

为SIC二极管,同时,采用较小电流,一般为同等功率的1/3左右。

[0026] 第一二极管D1的开关单元对应的第一MOS管Q1和第二MOS管Q1A,第四二极管D4的开关单元对应的第一MOS管Q4和第二MOS管Q4A,第五二极管D5的开关单元对应的第一MOS管Q5和第二MOS管Q5A,第六二极管D6的开关单元对应的第一MOS管Q6和第二MOS管Q6A,第一二极管D1的阴极、第五二极管D5的阳极与第六二极管D6的阴极连接,第一二极管D1的阳极、第五二极管D5的阴极与第二二极管D2的阴极连接,第二二极管D2的阳极与第三二极管D3的阴极连接,第三二极管D3的阳极、第六二极管D6的阳极与第四二极管D4的阴极连接,第四二极管D4的阳极、第六二极管D6的阴极与第五开关管D5的阳极连接。

[0027] 第二二极管D2的阴极与第一开关管Q2的集电极连接,第二二极管D2的阳极与第一开关管Q2的发射极连接,第三二极管D3的阴极与第二开关管Q3的集电极连接,第三二极管D3的阳极与第二开关管Q3的发射极连接。

[0028] 在控制过程中,对于ANPC三电平逆变拓扑电路正半周,第一二极管D1的开关单元对应的第一MOS管Q1和第五二极管D5的开关单元对应的第一MOS管Q5高频互补驱动,第一开关管Q2常开;对于ANPC三电平逆变拓扑电路负半周,第四二极管D4的开关单元对应的第一MOS管Q4与第六二极管D6的开关单元对应的第一MOS管Q6高频互补驱动,第二开关管Q3常开。

[0029] 具体地,Q*相较于Q*A先开通,后关断,同时Q1与Q1A反并联第一二极管D1、Q4与Q4A反并联第四二极管D4、Q5与Q5A反并联第五二极管D5、Q6与Q6A反并联第六二极管D6。

[0030] 本发明提供了一种ANPC三电平逆变拓扑电路,包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管、第五二极管、第六二极管、开关单元、第一开关管和第二开关管;第二二极管的阴极与第一开关管的集电极连接,第二二极管的阳极与第一开关管的发射极连接,第三二极管的阴极与第二开关管的集电极连接,第三二极管的阳极与第二开关管的发射极连接;第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管均为SIC二极管,且各自均并联一个开关单元,其中开关单元包括第一MOS管和第二MOS管,第一MOS管的源极与第二MOS管的源极连接,用于在第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管开关控制内,第一MOS管相较于第二MOS管先开通,后关断。该电路在现有的拓扑电路基础上,一方面各开关管采用MOS管且在每个MOS管中增加一个共源极的MOS管,在各开关控制内第一MOS管较于第二MOS管先开通后关断,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,以此降低开关管的开关损耗,避免现有拓扑结构中各开关管对应的第一MOS管和第二MOS管避免全部使用IGBT开关管造成的拖尾和开关损耗问题。同时,MOS管导通作为同步整流,导通电阻小,有效减少了导通损耗,提高产品效率。另一方面,该电路中仅反并联二极管对应的第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管为SIC二极管,第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管各对应的第一MOS管为高频开关管,采用MOS管;相较于传统的SIC二极管,由于对应的MOS管续流,其容量较小,采用的成本较少,避免现有搭配方式中反并联二极管以及四个高频开关管使用SIC二极管导致的成本增加问题。综上,该电路提高产品效率和降低成本。

[0031] 在上述实施例的基础上,第一开关管Q2和第二开关管Q3均为IGBT开关管。

[0032] 可以理解的是,第一开关管Q2和第二开关管Q3使用慢速低饱和压降的IGBT开关管。其中IGBT开关管有双极型三极管和MOS管组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器

件,兼有金属-氧化物半导体场效应晶体管(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)的高输入阻抗和GTR的低导通压降两方面的优点,GTR饱和压降低,载流密度大,但驱动电流较大;MOSFET驱动功率很小,开关速度快,但导通压降大,载流密度小。IGBT综合了以上两种器件的优点,驱动功率小而饱和压降低。

[0033] 由于IGBT开关管存在拖尾和开关损耗问题,对于现有的ANPC三电平逆变拓扑电路其搭配方式如图1所示,其搭配方式T1-T6开关管全部使用IGBT,其开关频率降低,效率难以优化。

[0034] 本实施例中的第一开关管和第二开关管均为IGBT开关管。仅第一开关管和第二开关管采用IGBT管,其余开关管采用MOS管,MOS管导通作为同步整流,导通电阻小,有效减小了导通损耗;相较于现有的拓扑结构,避免全部使用IGBT开关管造成的拖尾以及开关损耗问题,进一步提高产品效率。

[0035] 在上述实施例的基础上,还包括:第一电容、第二电容和第一电感;

第一电容的第一端与第一二极管的阴极连接,第一电容的第二端、第五二极管的阳极、第六二极管的阴极与第二电容的第一端连接,第二电容的第二端与第四二极管的阳极连接,第一电感的第一端、第二二极管的阳极与第三二极管的阴极连接。

[0036] 具体地,第一电容C1的第一端与第一二极管D1的阴极连接,第一电容C1的第二端、第五二极管D5的阳极、第六二极管D6的阴极与第二电容C2的第一端连接,第二电容C2的第二端与第四二极管D4的阳极连接,第一电感L1的第一端、第二二极管D2的阳极与第三二极管D3的阴极连接。

[0037] 本实施例提供的第一电容、第二电容和第一电感,使得ANPC三电平逆变拓扑电路的结构完整。

[0038] 上文对本发明提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路实施例进行了详细的描述,本发明还提供了一种与该装置对应的ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,由于方法部分的实施例与装置部分的实施例相互照应,因此方法部分的实施例请参见装置部分的实施例的描述,这里暂不赘述。

[0039] 图3为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法的流程图,如图3所示,该方法包括:

S11:获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

可以理解的是,获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式,此时的运行模式包括有功功率模式和无功功率模式两种,对于两种模式的确定依据电流方向与电压方向。当电流方向与电压方向相同时,此时处于有功功率模式;当电流方向与电压方向相反时,此时处于无功功率模式。

[0040] S12:当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管;

具体地,续流回路的作用根据自感电压或电动势形成闭合回路,以抑制自感电压的升高,例如在直流继电器线圈两端并联反向二极管,使断电瞬间产生的自感电压或电动势有闭合回路,闭合回路流过的电流同时抑制磁通量变化的速率,抑制自感电压的升高。

[0041] 当前运行模式为有功功率模式时,其第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,可知不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管硬关断,第二MOS管软关断。第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,由于提供续流,其对应的第一MOS管和第二MOS管为软开通。

[0042] S13:当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管。

[0043] 当前运行模式为无功功率模式时,第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,由于续流回路,其对应的开关管的第一MOS管和第二MOS管为软关断,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,此时不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管硬开通,第二MOS管软开通。

[0044] 本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法,该方法包括获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式,当前运行模式为有功功率模式时,不提供续流回路对应的开关管对应的第一MOS管较第二MOS管后关断,提供续流回路对应的开关管对应的第一MOS管较第二MOS管先开通。当前运行模式为无功功率模式时,提供续流回路对应的开关管第一MOS管较第二MOS管后关断,不提供续流回路对应的开关管对应的第一MOS管较第二MOS管先开通。一方面各开关管采用MOS管且在每个MOS管中增加一个共源极的MOS管,在各开关控制内第一MOS管较于第二MOS管先开通后关断,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,以此降低开关管的开关损耗,避免现有拓扑结构控制方法中各开关管对应的第一MOS管和第二MOS管避免全部使用IGBT开关管造成的拖尾和开关损耗问题。同时,MOS管导通作为同步整流,导通电阻小,有效减少了导通损耗,提高产品效率。另一方面,仅反并联二极管对应的第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管为SIC二极管,第一二极管、第四二极管、第五二极管和第六二极管各对应的第一MOS管为高频开关管,采用MOS管;相较于传统的SIC二极管,由于对应的MOS管续流,其容量较小,采用的成本较少,避免现有搭配方式中反并联二极管以及四个高频开关管使用SIC二极管导致的成本增加问题。综上,该方法提高产品效率和降低成本。

[0045] 在具体实施例中,步骤S12中的当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当当前运行模式为有功功率模式的正半周时,在第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第一开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第五开关管对应的第二MOS管;

当当前运行模式为有功功率模式的负半周时,在第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第四开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第六开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第六开关管对应的第二MOS管。

[0046] 可以理解的是,有功功率模式下有正半周和负半周,当处于有功功率模式下的正半周时,图4为本发明实施例提供的一种正半周有功模式换流示意图,如图4所示,电路由工作状态1切换到工作状态2,在第一时刻关断第一开关管D1对应的第二MOS管Q1A,第二时刻关断第一开关管D1对应的第一MOS管Q1,第三时刻开通第五开关管D5对应的第一MOS管Q5,第四时刻开通第五开关管D5对应的第二MOS管Q5A;由于D5管续流,可知Q5,Q5A软开通,由于Q5,Q5A导通之后,提供换流回路,即D5管可匹配较小的SIC二极管。

[0047] 工作状态2切换至工作状态1,即在第五时刻关断Q5A管,第六时刻关断Q5管,由于D5管续流,Q5和Q5A软关断,第七时刻开通Q1管,第八时刻开通Q1A管,可知Q1硬开通,Q1A软开通。图5为本发明实施例提供的一种正半周模式下驱动的示意图,对应与上述正半周有功功率模式下的换流示意图。

[0048] 当处于有功功率模式下的负半周时,图6为本发明实施例提供的一种负半周有功模式换流示意图,电路由工作状态3切换至工作状态4,在第一时刻关断第四开关管D4对应的第二MOS管Q4A,第二时刻关断第四开关管D4对应的第一MOS管Q4,可知Q4硬关断,Q4A软关断;第三时刻开通第六开关管D6对应的第一MOS管Q6,第四时刻开通第六开关管D6对应的第二MOS管Q6A。由于D6管续流,可知Q6,Q6A软开通,由于Q6,Q6A导通之后,提供换流回路,即D6管可匹配较小的SIC二极管。

[0049] 工作状态4切换至工作状态3,即在第五时刻关断Q6A管,第六时刻关断Q6管,由于D6管续流,Q6和Q6A软关断,第七时刻开通Q4管,第八时刻开通Q4A管,可知Q4硬开通,Q4A软开通。图7为本发明实施例提供的一种负半周模式下驱动的示意图,对应与上述负半周有功功率模式下的换流示意图。

[0050] 本发明实施例提供的在有功功率模式下的正半周和负半周的电路切换工作状态时的开关控制,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,降低开关管的开关损耗,提高产品效率。

[0051] 在具体实施例中,步骤S13中的当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,包括:

当当前运行模式为无功功率模式的正半周时,在第一时刻关断第一开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第一开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第五开关管对应的第一MOS管、第四时刻开通第五开关管对应的第二MOS管;

当当前运行模式为无功功率模式的负半周时,在第一时刻关断第四开关管对应的第二MOS管,第二时刻关断第四开关管对应的第一MOS管,第三时刻开通第六开关管对应的第一MOS管,第四时刻开通第六开关管对应的第二MOS管。

[0052] 当处于无功功率模式下的正半周时,图8为本发明实施例提供的一种正半周无功模式下换流示意图,如图8所示,电路由工作状态5切换至工作状态6,在第一时刻关断第一开关管D1对应的第二MOS管Q1A,第二时刻关断第一开关管D1对应的第一MOS管Q1,由于D1管续流,Q1,Q1A软关断;第三时刻开通第五开关管D5对应的第一MOS管Q5、第四时刻开通第五开关管D5对应的第二MOS管Q5A,可知Q5硬开通,Q5A软开通。

[0053] 电路由工作状态6切换至工作状态5,即在第五时刻关断Q5A管,第六时刻关断Q5

管,可知Q5管硬关断,Q5A管软关断,第七时刻开通Q1管,第八时刻开通Q1A管,由于D1二极管续流,Q1,Q1A管软开通。Q1,Q1A导通之后,提供换流回路,即D1管可匹配较小的SIC二极管,其正半周驱动可参照图4。

[0054] 当处于无功功率模式下的负半周时,图9为本发明实施例提供的一种负半周无功模式下换流示意图,如图9所示,电路由工作状态7切换至工作状态8,在第一时刻关断第四开关管D4对应的第二MOS管Q4A,由于D4管续流,Q4,Q4A软关断;第二时刻关断第四开关管D4对应的第一MOS管Q4,第三时刻开通第六开关管D6对应的第一MOS管Q6,第四时刻开通第六开关管D6对应的第二MOS管Q6A,可知Q6硬开通,Q5A软开通。

[0055] 电路由工作状态8切换至工作状态7时,即在第五时刻关断Q6A管,第六时刻关断Q6管,可知Q6管硬关断,Q6A管软关断,第七时刻开通Q4管,第八时刻开通Q4A管,由于D4二极管续流,Q4,Q4A管软开通。Q4,Q4A导通之后,提供换流回路,即D4管可匹配较小的SIC二极管,其负半周驱动可参照图6。

[0056] 本发明实施例提供的在无功功率模式下的正半周和负半周的电路切换工作状态时的开关控制,使得不同模式下存在一个MOS管为硬开关,其余MOS管为软开关,降低开关管的开关损耗,提高产品效率。

[0057] 上述详细描述了ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法对应的各个实施例,在此基础上,本发明还公开与上述方法对应的ANPC三电平逆变拓扑电路,图10为本发明实施例提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路的控制装置的结构图。如图10所示,该装置包括:

获取模块11,用于获取ANPC三电平逆变拓扑电路的当前运行模式;

第一运行模块12,用于当当前运行模式为有功功率模式时,则在第一时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通提供续流回路对应的开关管的第二MOS管;

第二运行模块13,用于当当前运行模式为无功功率模式时,则在第一时刻关断提供续流回路对应的开关管的第二MOS管,在第二时刻关断提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第三时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第一MOS管,在第四时刻开通不提供续流回路对应的开关管的第二MOS管。

[0058] 由于装置部分的实施例与上述的实施例相互对应,因此装置部分的实施例请参照上述方法部分的实施例描述,在此不再赘述。

[0059] 本实施例提供的ANPC三电平逆变拓扑电路的控制装置,其具有如上述ANPC三电平逆变拓扑电路的控制方法相同的有益效果。

[0060] 以上对本发明所提供的一种ANPC三电平逆变拓扑电路、控制方法及控制装置进行了详细介绍。说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。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的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0061] 还需要说明的是,在本说明书中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将

一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

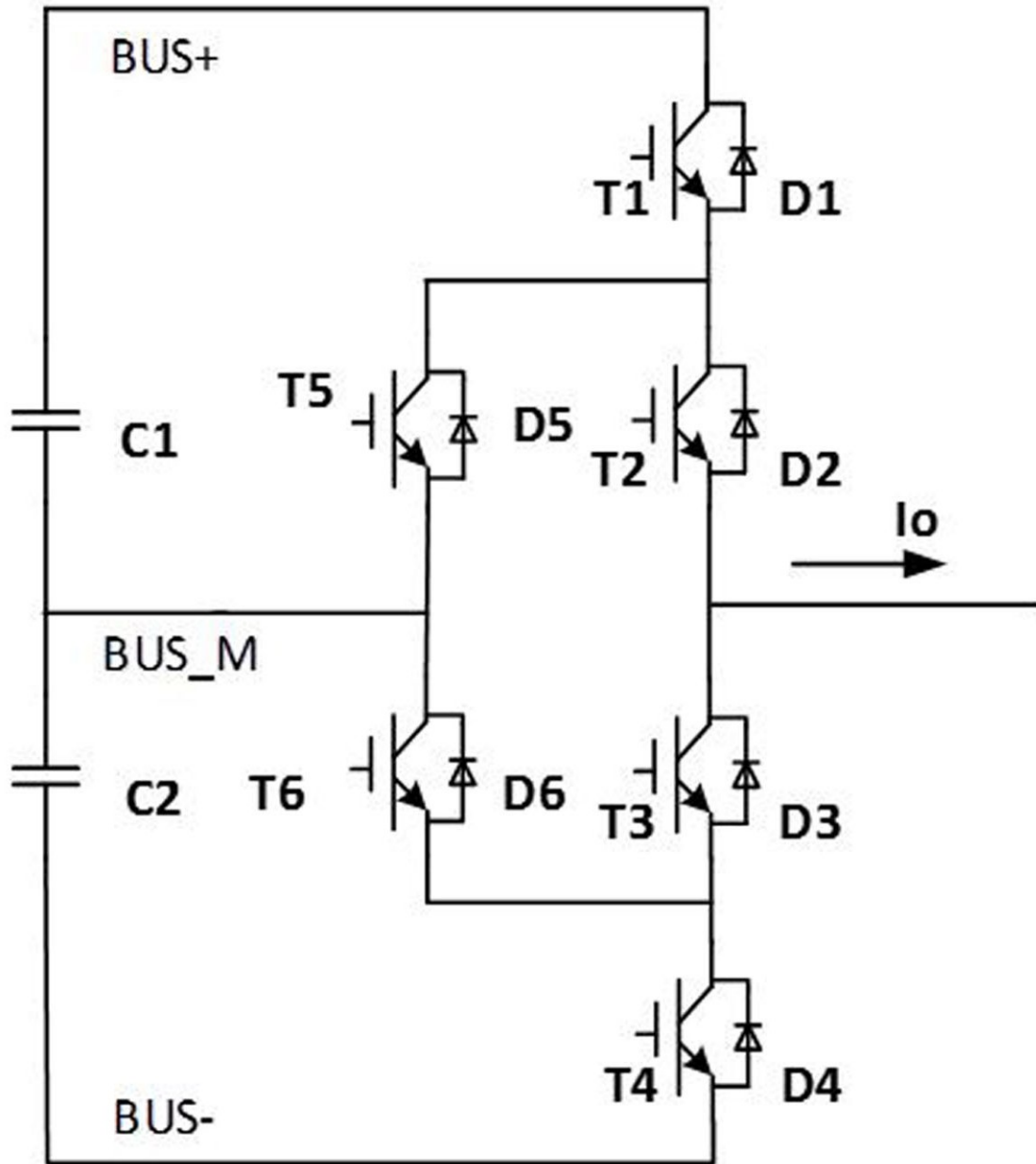


图1

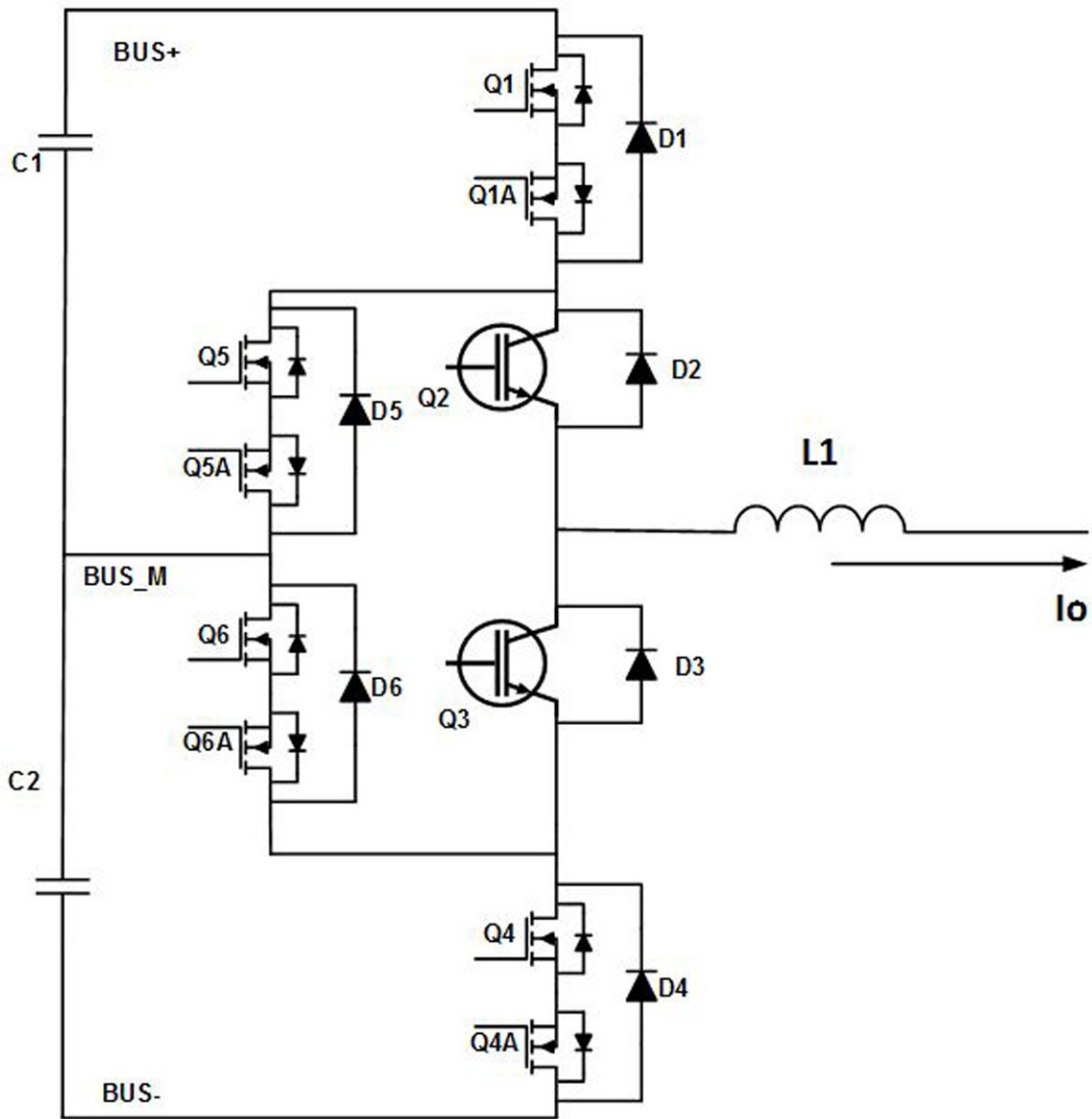


图2

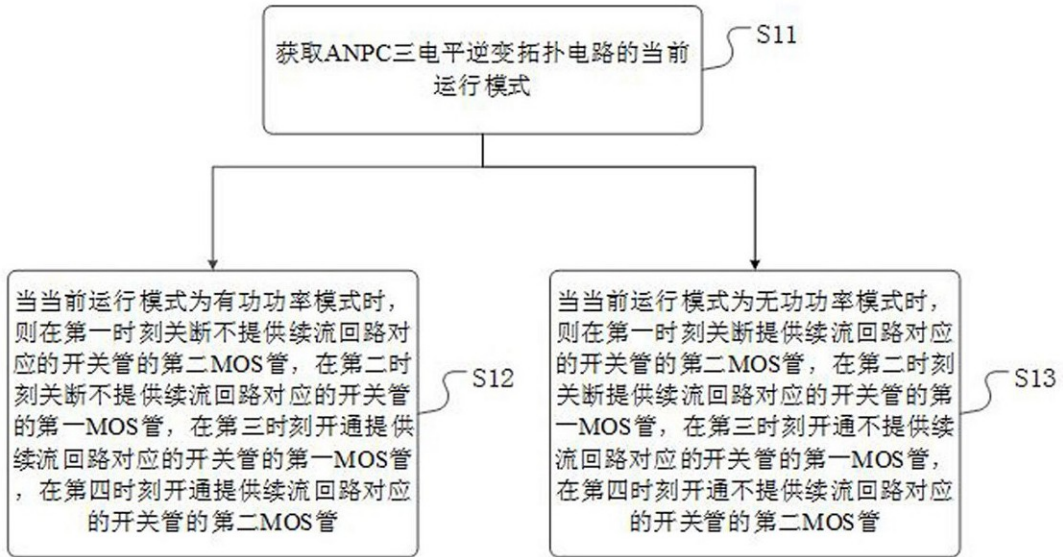


图3

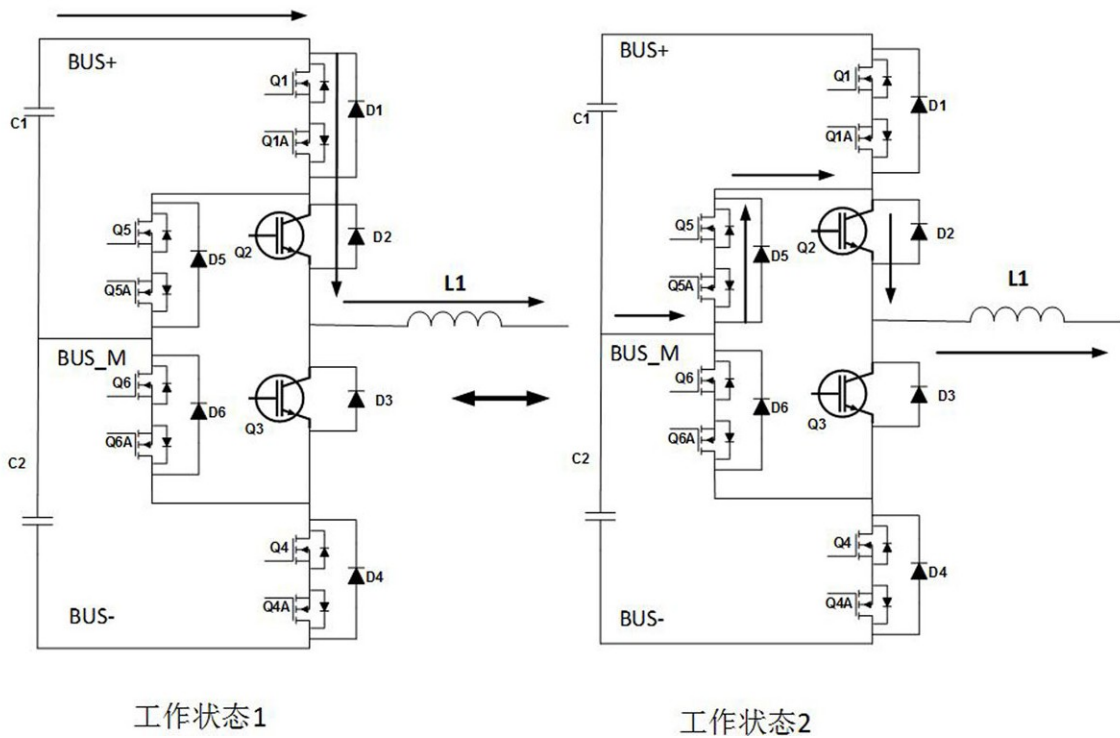


图4

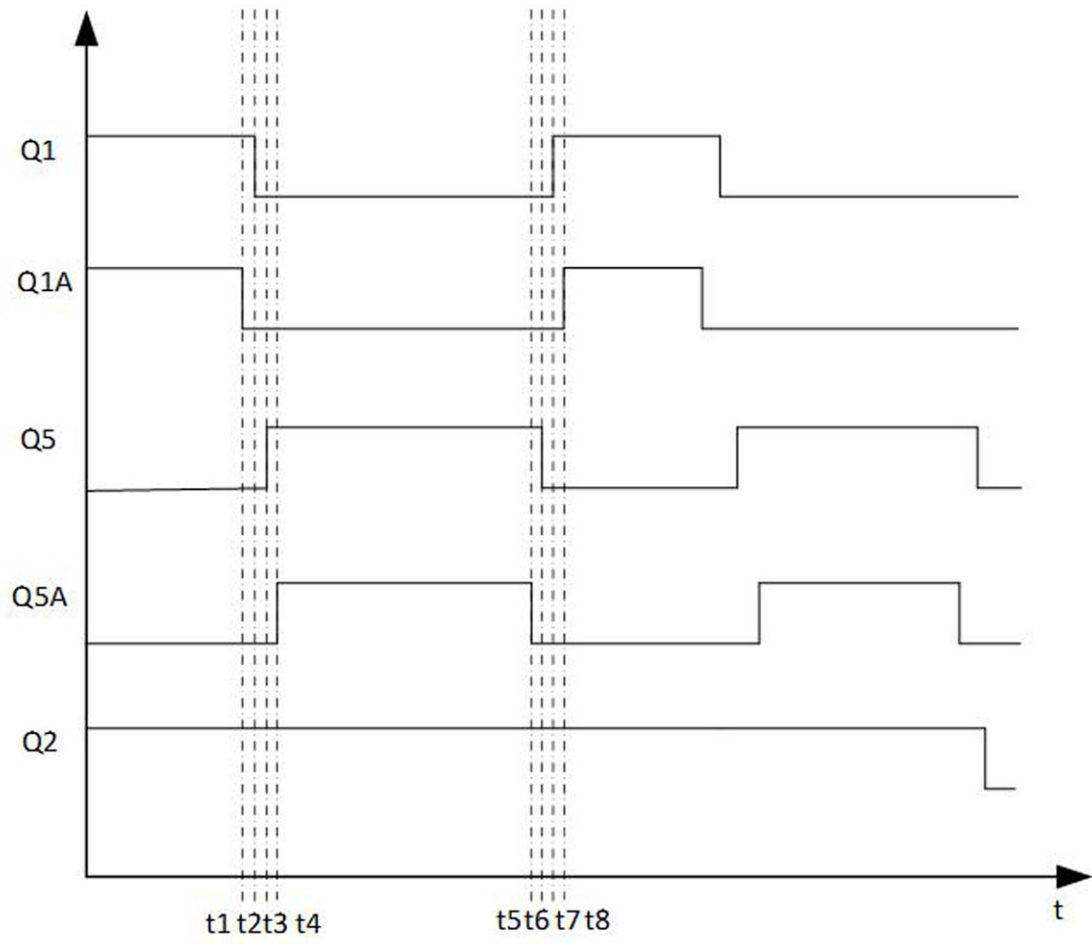


图5

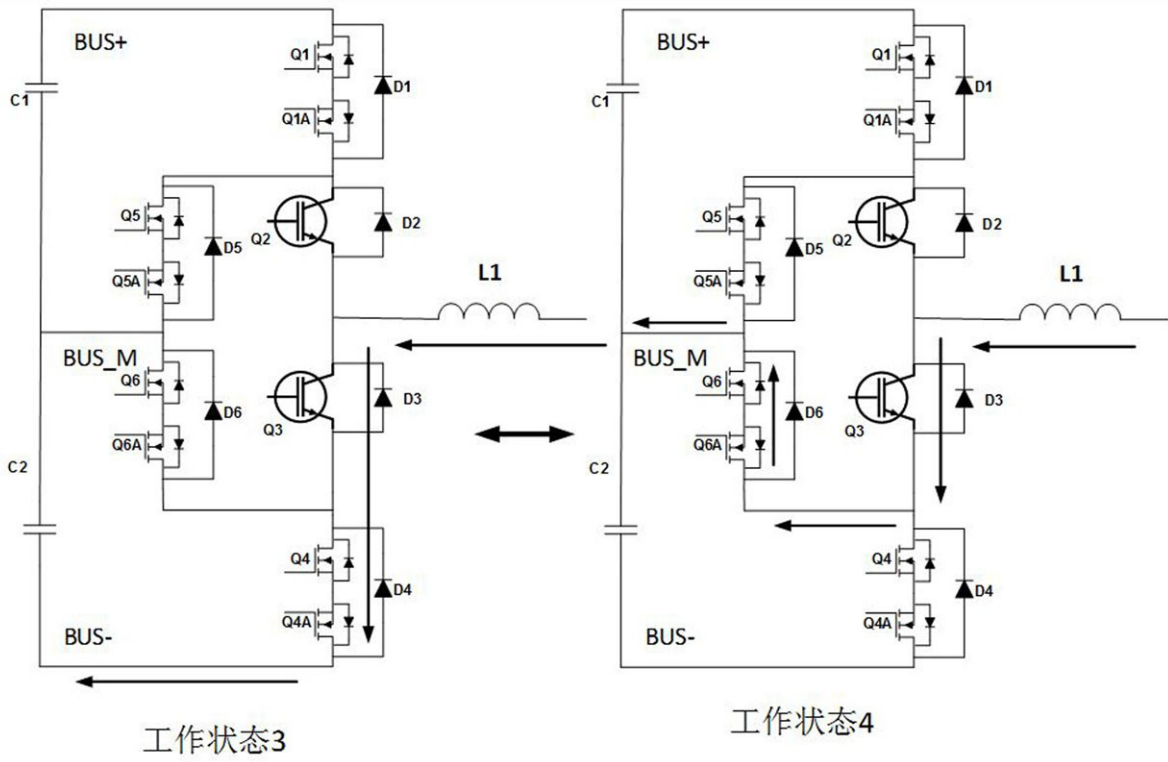


图6

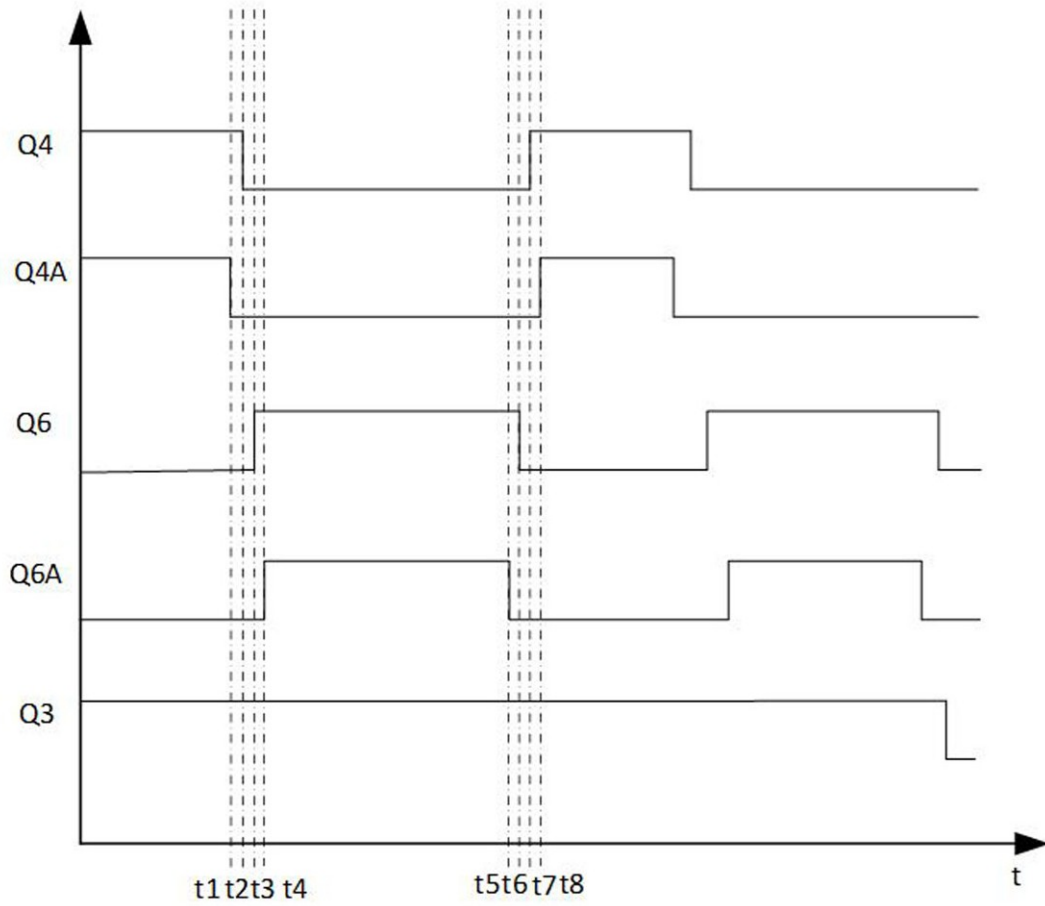


图7

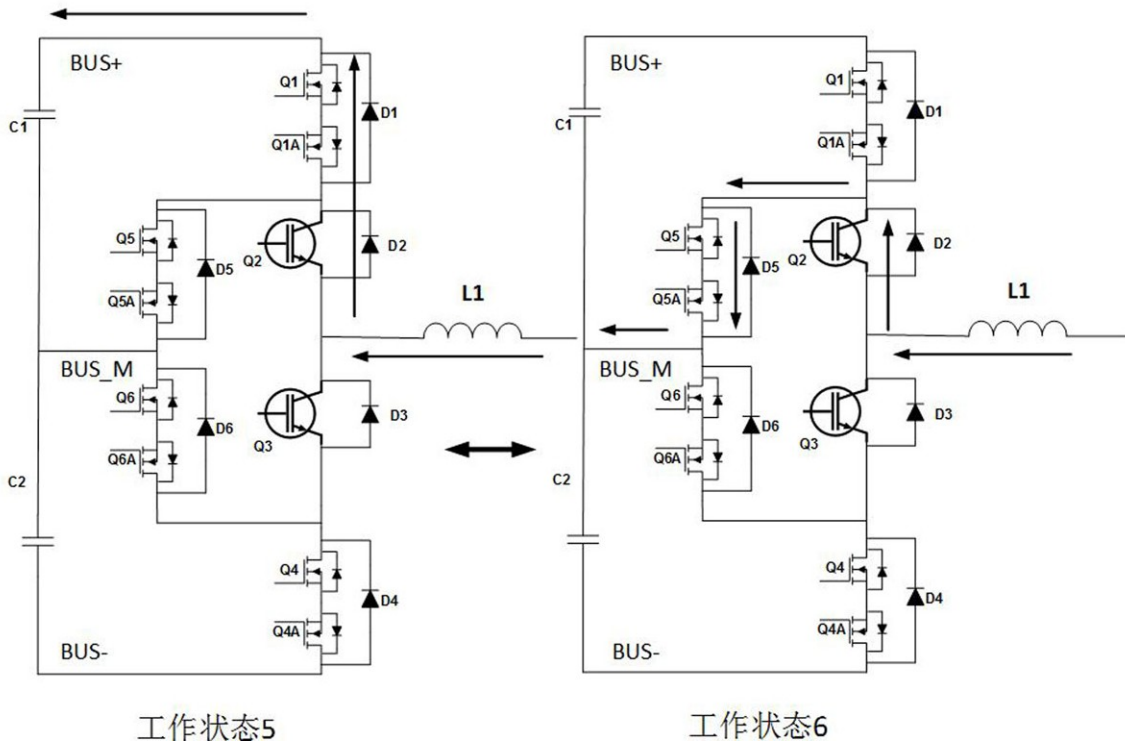


图8

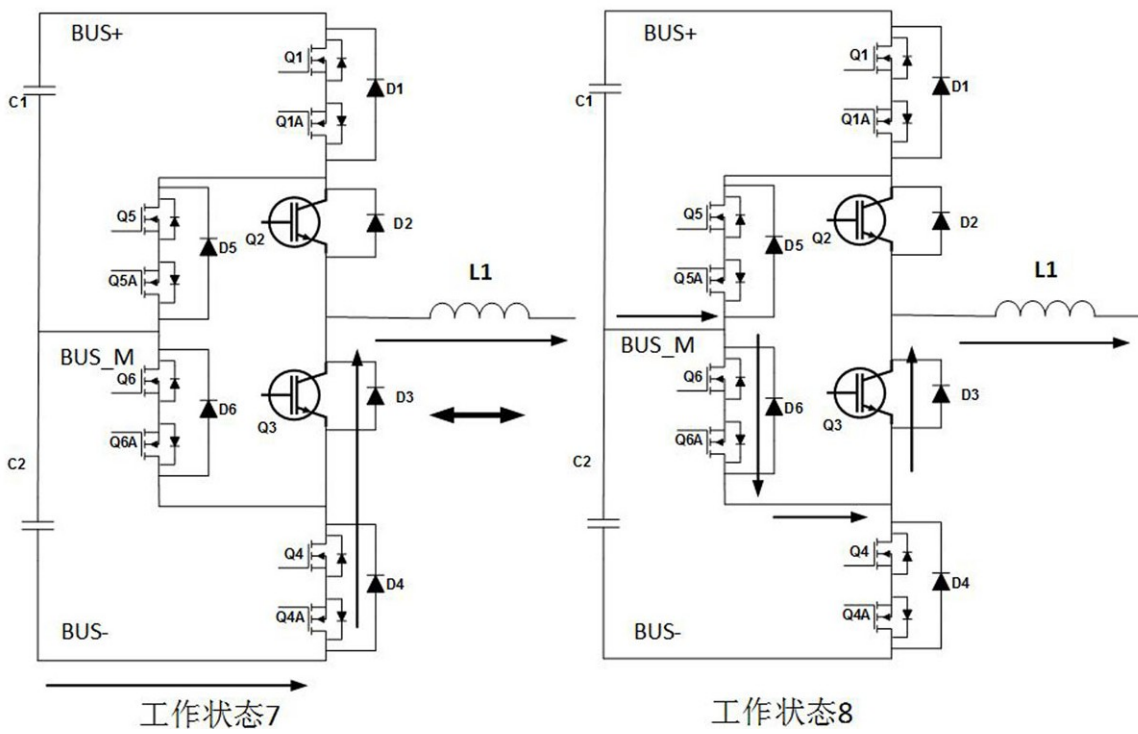


图9

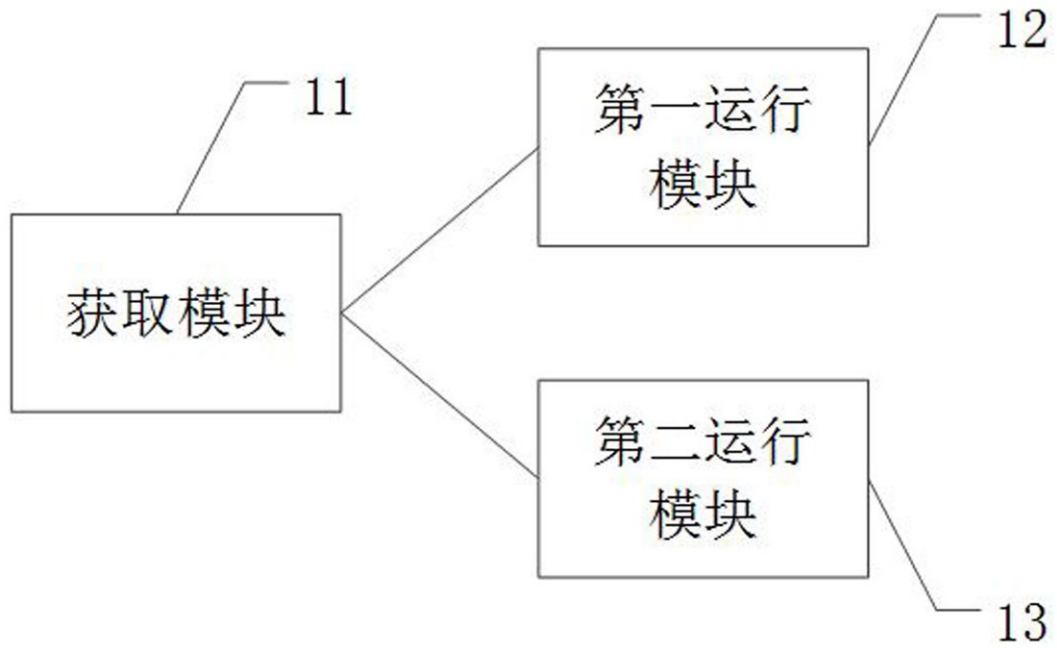


图10