



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105356779 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201510958459.7

审查员 魏劲夫

(22)申请日 2015.12.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105356779 A

(43)申请公布日 2016.02.24

(73)专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号北京理工大学

(72)发明人 高聪哲 李星宇 刘向东 陈振

(74)专利代理机构 北京理工正阳知识产权代理

事务所(普通合伙) 11639

代理人 唐华

(51)Int.Cl.

H02M 7/487(2007.01)

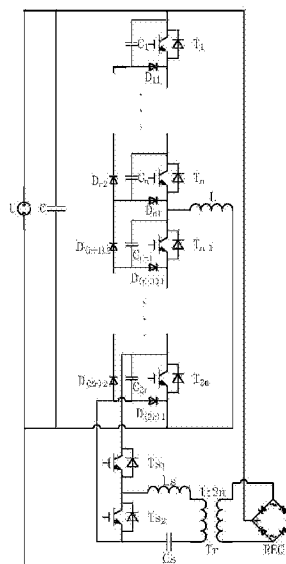
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及其拓扑结构

(57)摘要

本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,属于电力电子应用技术领域。本发明公开的拓扑结构用于使拓扑结构所包含的电容之间的电压均衡和使功率开关之间的电压均衡,同时所述的拓扑结构分别与辅助电路结合使用可实现限制拓扑结构所包含的功率开关两端电压。本发明还公开基于上述的拓扑结构实现的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器和一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器。本发明要解决的技术问题是提供一种可实现串联功率开关的两端电压均衡,并限制功率开关两端电压,满足高压大功率应用的双二极管钳位功率开关串联高压逆变器及相应的拓扑结构。



1. 一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:包括由偶数个二极管钳位功率开关串联均压单元串联组成的拓扑结构,辅助电路;所述的二极管钳位功率开关串联均压单元包括功率开关 T_i 、钳位二极管 D_{i1} 、钳位电容 C_i 和续流二极管 D_{i2} ,功率开关 T_i 的集电极与钳位电容 C_i 的一端相连,钳位电容 C_i 的另一端与钳位二极管 D_{i1} 的阳极相连,钳位二极管 D_{i1} 的阴极与功率开关 T_i 的发射极相连,续流二极管 D_{j2} 的阳极与钳位二极管 D_{j1} 的阳极相连,其中 $1 \leq i \leq 2n$, $2 \leq j \leq 2n$;在组成拓扑结构时,第一个二极管钳位功率开关串联均压单元仅由功率开关 T_1 、钳位二极管 D_{11} 和钳位电容 C_1 所组成;相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元组成二极管钳位功率开关串联均压单元组,相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元的连接关系为:续流二极管 $D_{(k+1)2}$ 的阴极与钳位二极管 D_{k1} 的阳极相连,功率开关 T_k 的发射极与与之相连的功率开关 T_{k+1} 的集电极相连,其中 $1 \leq k \leq 2n-1$;所述二极管钳位功率开关串联均压单元组用于使单元组内所包含的两个电容之间的电压均衡和使功率开关之间的电压均衡,同时用于限制单元组内所包含的功率开关两端电压;所述辅助电路包括功率开关 T_{s1} 和 T_{s2} 、续流电感 L_s 、隔直电容 C_s 、高频变压器 T_r 、单相整流桥REC;功率开关 T_{s1} 的集电极为辅助电路输入端的正极,功率开关 T_{s2} 的发射极为辅助电路输入端的负极;功率开关 T_{s1} 的发射极与功率开关 T_{s2} 的集电极相连;隔直电容 C_s 一端与功率开关 T_{s2} 的发射极相连,隔直电容 C_s 另一端与高频变压器 T_r 初级侧一端相连;高频变压器 T_r 初级侧另一端与续流电感 L_s 的一端相连;高频变压器 T_r 初级与次级的变比为 $1:2n$;续流电感 L_s 的另一端与功率开关 T_{s2} 的集电极相连;高频变压器 T_r 次级侧与单相整流桥REC的交流输入端并联;单相整流桥REC的直流输出端的正极为辅助电路输出端的正极,单相整流桥REC的直流输出端的负极为辅助电路输出端的负极。

2. 基于权利要求1所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:包括直流母线电源 U 、直流母线电容 C 、负载电感 L 和辅助电路,同时所述的拓扑结构与辅助电路结合使用可实现限制拓扑结构所包含的功率开关两端电压;直流母线电源 U 与直流母线电容 C 并联,直流母线电源 U 的正极与拓扑结构中功率开关 T_1 的集电极相连,直流母线电源 U 的负极与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的发射极相连;负载电感 L 的一端与拓扑结构中功率开关 T_n 的发射极相连,另一端与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的发射极相连;辅助电路输入端的正极与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的集电极相连,辅助电路输入端的负极与拓扑结构中钳位二极管 $D_{(2n)1}$ 的阳极相连,辅助电路输出端的正极与直流母线电源的正极相连,辅助电路输出端的负极与直流母线电源的负极相连。

3. 根据权利要求1或2所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:所述的功率开关为绝缘栅双极型晶体管(IGBT)或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。

4. 根据权利要求1或2所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:所述二极管钳位功率开关串联均压单元的数量根据使用工况的电压等级和功率等级而定。

5. 根据权利要求1或2所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:采用单相SPWM调制或单相SVPWM调制。

6. 一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:包括权利要求1或2所述的二极管钳位功率开关串联高压逆变器,所述的三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器为三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器,所述的二极管钳位功率开关串联高

压逆变器作为单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器使用,三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器由三个上述单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联组成,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联共用一套直流母线电源 U 和直流母线电容 C ,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器还共用中点 N ;三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器分别为A相逆变电路、B相逆变电路、C相逆变电路;所述A相逆变电路的负载电感 L_A 一端与中点 N 相连,负载电感 L_A 的另一端与A相逆变电路的功率开关 T_{An} 的发射极相连;B相逆变电路的负载电感 L_B 一端与中点 N 相连,负载电感 L_B 的另一端与B相逆变电路的功率开关 T_{Bn} 的发射极相连;C相逆变电路的负载电感 L_C 一端与中点 N 相连,负载电感 L_C 的另一端与C相逆变电路的功率开关 T_{Cn} 的发射极相连。

7. 根据权利要求6所述的一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:所述的功率开关为绝缘栅双极型晶体管(IGBT)或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。

8. 根据权利要求6或7所述的一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:所述二极管钳位功率开关串联均压单元的数量根据使用工况的电压等级和功率等级而定。

9. 根据权利要求6或7所述的一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,其特征在于:采用三相SPWM调制或三相SVPWM调制。

一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及其拓扑结构

技术领域

[0001] 本发明涉及一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器和用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,尤其涉及应用于高压大功率的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,属于电力电子应用技术领域,

背景技术

[0002] 高压逆变器可实现高压大功率直流电向交流电的变换,在工业生产和日常生活中有广泛的应用。随着电力电子技术的不断发展,逆变器的电压等级不断提高、功率不断增大,普通两电平高压逆变器,其输入电压和功率受到所使用的功率开关的电压等级和过流能力的限制而不能满足实际需求。

[0003] 串联功率开关逆变器是实现高压大功率逆变器的一个重要方法,而串联功率开关逆变器的关键,是保证功率开关两端电压 U_{CE} 的均衡,防止部分器件因出现过压而损坏。电压均衡主要包括静态均压和动态均压两个部分。静态均压,指各功率开关两端电压 U_{CE} 在功率开关开通稳态和关断稳态下保持平衡;动态均压,指各功率开关两端电压 U_{CE} 在功率开关开通和关断瞬间保持电压平衡。串联功率开关的均压取决于很多因素,比如主电路杂散电容、门极驱动的寄生电容、功率开关寄生参数和门极驱动控制信号等。当所使用的功率开关的生产厂家相同时,其他参数基本相同,此时门极驱动信号不同步成为影响最大的因素。门极驱动信号不同步会导致开通过程中滞后的器件上产生电压尖峰和较高的静态电压,导致各功率开关电压不均衡。门极驱动信号不同步程度,取决于控制电路和控制电路与门极驱动之间的传输线路,因此其不同步程度很难提前预料。门极驱动信号不同步一般为几十纳秒至几百纳秒。而串联功率开关变换器要保证即使串联的各个功率开关门极驱动信号之间存在不同步也能正常运行。

[0004] 因此,针对这一要求,设计一种能自均压的高压串联功率开关逆变器及相应的拓扑结构,电路结构简洁,控制策略简单,功率开关的均压效果好,是一种实现高压大功率逆变器的可行途径。

发明内容

[0005] 本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,要解决的技术问题是提供一种可实现串联功率开关的两端电压均衡,并限制功率开关两端电压,满足高压大功率应用的双二极管钳位功率开关串联高压逆变器及相应的拓扑结构。

[0006] 本发明的目的是通过下述技术方案实现的:

[0007] 本发明公开的一种用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,由偶数个二极管钳位功率开关串联均压单元串联组成,所述的单个二极管钳位功率开关串联均压单元包括功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)和续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 2n$),功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)的集电极与钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)的一端

相连,钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)的另一端与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)的阳极相连,钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)的阴极与功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)的发射极相连,续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 2n$)的阳极与钳位二极管 D_{i1} ($2 \leq i \leq 2n$)的阳极相连。在组成拓扑结构时,第一个二极管钳位功率开关串联均压单元仅由功率开关 T_1 、钳位二极管 D_{11} 和钳位电容 C_1 所组成。相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元组成二极管钳位功率开关串联均压单元组,相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元的连接关系为:续流二极管 $D_{(i+1)2}$ ($1 \leq i \leq 2n-1$)的阴极与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n-1$)的阳极相连,功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n-1$)的发射极与功率开关 $T_{(i+1)}$ ($1 \leq i \leq 2n-1$)的集电极相连。所述二极管钳位功率开关串联均压单元组用于使单元组内所包含的两个电容之间的电压均衡和使功率开关之间的电压均衡,同时用于限制单元组内所包含的功率开关两端电压。

[0008] 一种用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构的工作过程为:对第 i ($1 \leq i \leq 2n$)个功率开关 T_i 而言,由于钳位二极管 D_{i1} 的作用,使其集电极和发射极之间的电压 U_{CEi} 一直低于钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} 。因此,只要控制住钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} ,就能将功率开关 T_i 的集电极和发射极之间的电压 U_{CEi} 限制在 U_{Ci} 以下,从而限制功率开关 T_i 的电压。当功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n-1$)开通时,如果此时钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} 高于钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$,则钳位电容 C_i 将通过由钳位电容 C_i 、功率开关 T_i 、钳位电容 $C_{(i+1)}$ 和续流二极管 $D_{(i+1)2}$ 所组成的回路对钳位电容 $C_{(i+1)}$ 充电,由于续流二极管 $D_{(i+1)2}$ 的作用,当钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} 与钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$ 相等时,充电过程停止,从而实现钳位电容 C_i 和钳位电容 $C_{(i+1)}$ 之间的电压均衡,从而实现功率开关之间的电压均衡。如果此时钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$ 高于钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} ,则二极管 $D_{(i+1)2}$ 的作用,使钳位电容 $C_{(i+1)}$ 不能对钳位电容 C_i 充电。

[0009] 本发明还公开基于上述的拓扑结构实现的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,包括直流母线电源 U 、直流母线电容 C 、负载电感 L 和辅助电路,还包括用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,所述的拓扑结构用于使拓扑结构所包含的电容之间的电压均衡和使功率开关之间的电压均衡,同时所述的拓扑结构与辅助电路结合使用可实现限制拓扑结构所包含的功率开关两端电压。所述的拓扑结构由偶数个二极管钳位功率开关串联均压单元串联组成,所述的单个二极管钳位功率开关串联均压单元包括功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)和续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 2n$),功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)的集电极与钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)的一端相连,钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)的另一端与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)的阳极相连,钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)的阴极与功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)的发射极相连,续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 2n$)的阳极与钳位二极管 D_{i1} ($2 \leq i \leq 2n$)的阳极相连。在组成拓扑结构时,第一个二极管钳位功率开关串联均压单元仅由功率开关 T_1 、钳位二极管 D_{11} 和钳位电容 C_1 。拓扑结构中相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元组成二极管钳位功率开关串联均压单元组,相邻的两个二极管钳位功率开关串联均压单元的连接关系为:续流二极管 $D_{(i+1)2}$ ($1 \leq i \leq 2n-1$)的阴极与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n-1$)的阳极相连,功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n-1$)的发射极与功率开关 $T_{(i+1)}$ ($1 \leq i \leq 2n-1$)的集电极相连。所述二极管钳位功率开关串联均压单元组用于使单元组内所包含的两个电容之间的电压均衡和使功率开关之间的电压均衡,同时用于限制单元组内所包含的功率开关两端电压。直流母线电源 U 与直流母线电容 C 并联,直流母线电源 U 的正极与拓扑结构中

功率开关 T_1 的集电极相连,直流母线电源 U 的负极与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的发射极相连;负载电感 L 的一端与拓扑结构中功率开关 T_n 的发射极相连,另一端与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的发射极相连;辅助电路输入端的正极与拓扑结构中功率开关 T_{2n} 的集电极相连,辅助电路输入端的负极与拓扑结构中钳位二极管 $D_{(2n)1}$ 的阳极相连,辅助电路输出端的正极与直流母线电源的正极相连,辅助电路输出端的负极与直流母线电源的负极相连。

[0010] 所述的辅助电路与拓扑结构结合使用可实现限制拓扑结构所包含的功率开关两端电压。所述的辅助电路包括功率开关 T_{s1} 和 T_{s2} 、续流电感 L_s 、隔直电容 C_s 、高频变压器 T_r (初级和次级的变比为 $1:2n$)、单相整流桥 REC 。功率开关 T_{s1} 的集电极为辅助电路输入端的正极,功率开关 T_{s2} 的发射极为辅助电路输入端的负极;功率开关 T_{s1} 的发射极与功率开关 T_{s2} 的集电极相连;隔直电容 C_s 一端与功率开关 T_{s2} 的发射极相连,隔直电容 C_s 另一端与高频变压器 T_r 初级侧一端相连;高频变压器 T_r 初级侧另一端与续流电感 L_s 的一端相连;续流电感 L_s 的另一端与功率开关 T_{s2} 的集电极相连;高频变压器 T_r 次级侧与单相整流桥 REC 的交流输入端并联;单相整流桥 REC 的直流输出端的正极为辅助电路输出端的正极,单相整流桥 REC 的直流输出端的负极为辅助电路输出端的负极。

[0011] 所述的功率开关优选为绝缘栅双极型晶体管(IGBT)或金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。

[0012] 所述需要的二极管钳位功率开关串联均压单元的数量根据使用工况的电压等级和功率等级而定。

[0013] 为使所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器适用于三相使用,本发明还公开基于上述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器实现的一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,为三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器,所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器作为单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器使用,三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器由三个上述单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联组成,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联共用一套直流母线电源 U 和直流母线电容 C ,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器还共用中点 N 。

[0014] 上述的三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器中,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器分别为A相逆变电路、B相逆变电路、C相逆变电路。所述A相逆变电路的负载电感 L_A 一端与中点 N 相连,负载电感 L_A 的另一端与A相逆变电路的功率开关 T_{An} 的发射极相连;B相逆变电路的负载电感 L_B 一端与中点 N 相连,负载电感 L_B 的另一端与B相逆变电路的功率开关 T_{Bn} 的发射极相连;C相逆变电路的负载电感 L_C 一端与中点 N 相连,负载电感 L_C 的另一端与C相逆变电路的功率开关 T_{Cn} 的发射极相连。

[0015] 有益效果:

[0016] 1、串联功率开关逆变器所面临的主要问题是各功率开关的集电极和发射极之间的电压均衡。现有的几种串联功率开关逆变器,是通过栅极驱动信号进行控制来实现功率开关的电压均衡,因此需要额外的控制电路对栅极的驱动信号进行控制。这不仅增加了元器件数量、提高了系统的成本和复杂性,而且其控制策略将较为复杂,对控制器芯片的要求较高,抗干扰能力下降。本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,通过在功率开关就近设置的外部钳位二极管和电容,能够对功率开关实现良好的电压钳位效果。钳位电路的电容电压能够通过续

流电感和二极管提供电容电压的均衡回路自均衡。所述的二极管钳位功率开关串联高压逆变器可实现串联功率开关的两端电压均衡,并限制功率开关两端电压,满足高压大功率应用的二极管钳位功率开关串联高压逆变器及相应的拓扑结构。

[0017] 2、本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,只通过拓扑结构就能完成功率开关的稳态均压和动态均压,而不需要额外的控制电路,极大地简化了电路结构、减小了硬件成本。同时控制策略较为简单,所以系统的稳定性好、抗干扰能力强、对控制器芯片的要求较低。

[0018] 3、部分串联功率开关逆变器,是通过降低功率开关的开通和关断速度来实现功率开关均压的,这不仅增大了功率开关的开关损耗,而且降低了逆变器的效率,同时影响了功率开关的散热性能和寿命。本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,由于使用拓扑进行功率开关自均压,因此对功率开关的开关和关断速度无限制,有利于实现功率开关的快速关断,降低开关损耗。

[0019] 4、串联功率开关逆变器的主要目的是增大逆变器的电压和功率,因此要求所串联的功率开关数量尽量多,最好是实现模块化。本发明公开的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器及用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,每相电路所串联的功率开关数量可以根据实际应用增加或减少,模块性强,通过串联很容易实现高电压等级,因此能灵活应用于不同电压等级和功率的场合。

附图说明

[0020] 图1是本发明用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构的电路图。

[0021] 图2是本发明单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器的电路图。

[0022] 图3是本发明三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器的电路图。

[0023] 图4是本发明用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构的优选方案的电路图。

[0024] 图5是本发明单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器的优选方案的电路图。

[0025] 图6是本发明三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器的优选方案的拓扑结构图。

[0026] 图中有:直流母线电源 U 、直流母线电容 C 、负载电感 L 、功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 2n$)、钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 2n$)、续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 2n$)、辅助电路功率开关 T_{S1} 和 T_{S2} 、辅助电路续流电感 L_S 、辅助电路隔直电容 C_S 、辅助电路高频变压器 Tr 、辅助电路单相整流桥 REC 、A相负载电感 L_A 、B相负载电感 L_B 、C相负载电感 L_C 、A相功率开关 T_{Ai} ($1 \leq i \leq 2n$)、A相钳位二极管 D_{Ai1} ($1 \leq i \leq 2n$)、A相钳位电容 C_{Ai} ($1 \leq i \leq 2n$)、A相续流二极管 D_{Ai2} ($2 \leq i \leq 2n$)、A相辅助电路功率开关 T_{SA1} 和 T_{SA2} 、A相辅助电路续流电感 L_{SA} 、A相辅助电路隔直电容 C_{SA} 、A相辅助电路高频变压器 Tr_A 、A相辅助电路单相整流桥 REC_A 、B相功率开关 T_{Bi} ($1 \leq i \leq 2n$)、B相钳位二极管 D_{Bi1} ($1 \leq i \leq 2n$)、B相钳位电容 C_{Bi} ($1 \leq i \leq 2n$)、B相续流二极管 D_{Bi2} ($2 \leq i \leq 2n$)、B相辅助电路功率开关 T_{SB1} 和 T_{SB2} 、B相辅助电路续流电感 L_{SB} 、B相辅助电路隔直电容 C_{SB} 、B相辅助电路高频变压器 Tr_B 、B相辅助电路单相整流桥 REC_B 、C相功率开关 T_{Ci} ($1 \leq i \leq 2n$)、C相钳位二极管 D_{Ci1} ($1 \leq i \leq 2n$)、C相钳位电容 C_{Ci} ($1 \leq i \leq 2n$)、C相续流二极管 D_{Ci2} ($2 \leq i \leq 2n$)、C相辅助电路功率开关 T_{SC1} 和 T_{SC2} 、C相辅助电路续流电感 L_{SC} 、C相辅助电路隔直电容

C_{Sc} 、C相辅助电路高频变压器 T_{rc} 、C相辅助电路单相整流桥 REC_c 、功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 6$)、钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 6$)、钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 6$)、续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 6$)、A相功率开关 T_{Ai} ($1 \leq i \leq 6$)、A相钳位二极管 D_{Ai1} ($1 \leq i \leq 6$)、A相钳位电容 C_{Ai} ($1 \leq i \leq 6$)、A相续流二极管 D_{Ai2} ($2 \leq i \leq 6$)、B相功率开关 T_{Bi} ($1 \leq i \leq 6$)、B相钳位二极管 D_{Bi1} ($1 \leq i \leq 6$)、B相钳位电容 C_{Bi} ($1 \leq i \leq 6$)、B相续流二极管 D_{Bi2} ($2 \leq i \leq 6$)、C相功率开关 T_{Ci} ($1 \leq i \leq 6$)、C相钳位二极管 D_{Ci1} ($1 \leq i \leq 6$)、C相钳位电容 C_{Ci} ($1 \leq i \leq 6$)、C相续流二极管 D_{Ci2} ($2 \leq i \leq 6$)。

具体实施方式

[0027] 为了更好的说明本发明的目的和优点,下面结合附图和实例对发明内容做进一步说明。

[0028] 实施例1:所述需要的二极管钳位功率开关串联均压单元的数量根据使用工况的电压等级和功率等级而定。以使用6个二极管钳位功率开关串联均压单元为例进行说明。

[0029] 如图4所示,本实施例公开的一种用于二极管钳位功率开关串联高压逆变器的拓扑结构,包括功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 6$)、钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 6$)、钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 6$)、续流二极管 D_{i2} ($2 \leq i \leq 6$)、辅助电路功率开关 T_{s1} 和 T_{s2} 、辅助电路续流电感 L_s 、辅助电路隔直电容 C_s 、辅助电路高频变压器 T_r (初级和次级的变比为 $1:2n$)、辅助电路单相整流桥 REC 。功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 6$)的集电极与钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 6$)的一端相连,钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 6$)的另一端与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 6$)的阳极相连,钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 6$)的阴极与功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 6$)的发射极相连;续流二极管 $D_{(i+1)2}$ ($1 \leq i \leq 5$)的阴极与钳位二极管 D_{i1} ($1 \leq i \leq 5$)的阳极相连,续流二极管 $D_{(i+1)2}$ ($1 \leq i \leq 5$)的阳极与钳位二极管 $D_{(i+1)1}$ ($1 \leq i \leq 5$)的阳极相连,功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 5$)的发射极与功率开关 $T_{(i+1)}$ ($1 \leq i \leq 5$)的集电极相连;所述辅助电路功率开关 T_{s1} 的集电极与功率开关 T_6 的集电极相连;所述辅助电路功率开关 T_{s1} 的发射极与辅助电路功率开关 T_{s2} 的集电极相连;所述辅助电路功率开关 T_{s2} 的发射极与钳位二极管 D_{61} 的阳极相连;所述辅助电路隔直电容 C_s 一端与所述辅助电路功率开关 T_{s2} 的发射极相连,所述辅助电路隔直电容 C_s 另一端与所述辅助电路高频变压器 T_r 初级侧一端相连;所述辅助电路高频变压器 T_r 初级侧另一端与所述辅助电路续流电感 L_s 的一端相连;辅助电路续流电感 L_s 的另一端与辅助电路功率开关 T_{s2} 的集电极相连;所述辅助电路高频变压器 T_r 次级侧与所述辅助电路单相整流桥 REC 交流输入并联。

[0030] 如图5所示,本实施例还公开基于上述的拓扑结构实现的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,包括直流母线电源 U 、直流母线电容 C 、负载电感 L 和上述的拓扑结构。其中,直流母线电源 U 与直流母线电容 C 并联;直流母线电源 U 的正极与拓扑结构中功率开关 T_1 的集电极相连,直流母线电源 U 的负极与拓扑结构中功率开关 T_6 的发射极相连;负载电感 L 的一端与拓扑结构中功率开关 T_3 的发射极相连,负载电感 L 的另一端与拓扑结构中功率开关 T_6 的发射极相连。

[0031] 如图5所示,本实施例公开的基于上述的拓扑结构实现的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器,工作过程为:采用单相SPWM调制或单相SVPWM调制产生各功率开关的驱动信号。功率开关 T_1 、 T_2 、 T_3 组成上桥臂且驱动信号一致。功率开关 T_4 、 T_5 、 T_6 组成下桥臂且驱动信号一致。上桥臂驱动信号与下桥臂驱动信号互补。对第 i ($1 \leq i \leq 6$)个功率开关 T_i 而言,由于钳位二极管 D_{i1} 的作用,使其集电极和发射极之间的电压 U_{CEi} 一直低于钳位电容 C_i 的电

压 U_{Ci} 。因此,只要控制住钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} ,就能将功率开关 T_i 的集电极和发射极之间的电压 U_{CEi} 限制在 U_{Ci} 以下,从而防止功率开关 T_i 过压。当功率开关 T_i ($1 \leq i \leq 5$) 开通时,如果此时钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} 高于钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$,则钳位电容 C_i 将通过由钳位电容 C_i 、功率开关 T_i 、钳位电容 $C_{(i+1)}$ 和续流二极管 $D_{(i+1)}$ 所组成的回路对钳位电容 $C_{(i+1)}$ 充电,由于续流二极管 $D_{(i+1)}$ 的作用,当钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} 与钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$ 相等时,充电过程停止;如果此时钳位电容 $C_{(i+1)}$ 的电压 $U_{C(i+1)}$ 高于钳位电容 C_i 的电压 U_{Ci} ,则二极管 $D_{(i+1)}$ 的作用,使钳位电容 $C_{(i+1)}$ 不能对钳位电容 C_i 充电。由于实际电路中存在寄生参数、导通压降等因素,因此电路实际运行时,钳位电容 C_i ($1 \leq i \leq 6$) 的电压 U_{Ci} 将随 i 的增加而升高,其中钳位电容 C_6 的电压 U_{C6} 最高。此时,辅助电路将开始工作,将电容 C_6 的电压稳定在 $U/3$,从而将钳位电容 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 的电压都控制在 $U/3$,并由此将功率开关 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 的集电极-发射极电压限制在 $U/3$ 以下,从而防止各功率开关过压。当功率开关 T_1 、 T_2 、 T_3 的驱动信号不完全同步时,延迟开通或提前关断的功率开关由于受到与其并联的钳位电容和钳位二极管的作用而不会过压。因此单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器能在驱动信号本应该同步的功率开关的驱动信号不同步时也能安全平稳运行。

[0032] 实施例2:所述需要的二极管钳位功率开关串联均压单元的数量根据使用工况的电压等级和功率等级而定。以单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器使用6个二极管钳位功率开关串联均压单元,三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器使用18个二极管钳位功率开关串联均压单元为例进行说明。

[0033] 如图6所示,本实施例公开的一种三相二极管钳位功率开关串联高压逆变器,为三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器,所述的一种二极管钳位功率开关串联高压逆变器作为单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器使用,三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器由三个上述单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联组成,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器并联共用一套直流母线电源 U 和直流母线电容 C ,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器还共用中点 N 。

[0034] 上述的三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器中,三个单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器分别为A相逆变电路、B相逆变电路、C相逆变电路。所述直流母线电源 U 与直流母线电容 C 并联;直流母线电源 U 的正极与A相逆变电路的功率开关 T_{A1} 的集电极相连,直流母线电源 U 的负极与拓扑结构中功率开关 T_{A6} 的发射极相连;所述A相逆变电路的负载电感 L_A 一端与中点 N 相连,负载电感 L_A 的另一端与A相逆变电路的功率开关 T_{A3} 的发射极相连;B相逆变电路的负载电感 L_B 一端与中点 N 相连,负载电感 L_B 的另一端与B相逆变电路的功率开关 T_{B3} 的发射极相连;C相逆变电路的负载电感 L_C 一端与中点 N 相连,负载电感 L_C 的另一端与C相逆变电路的功率开关 T_{C3} 的发射极相连。

[0035] 如图6所示,本实施例公开的三相三线制二极管钳位功率开关串联高压逆变器的工作原理以及工作方式与单相二极管钳位功率开关串联高压逆变器类似,主要区别是采用三相SPWM调制或三相SVPWM调制。

[0036] 以上所述的具体描述,对发明的目的、技术方案和有益效果进行进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

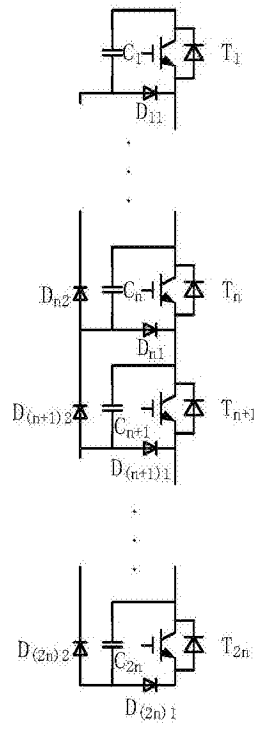


图1

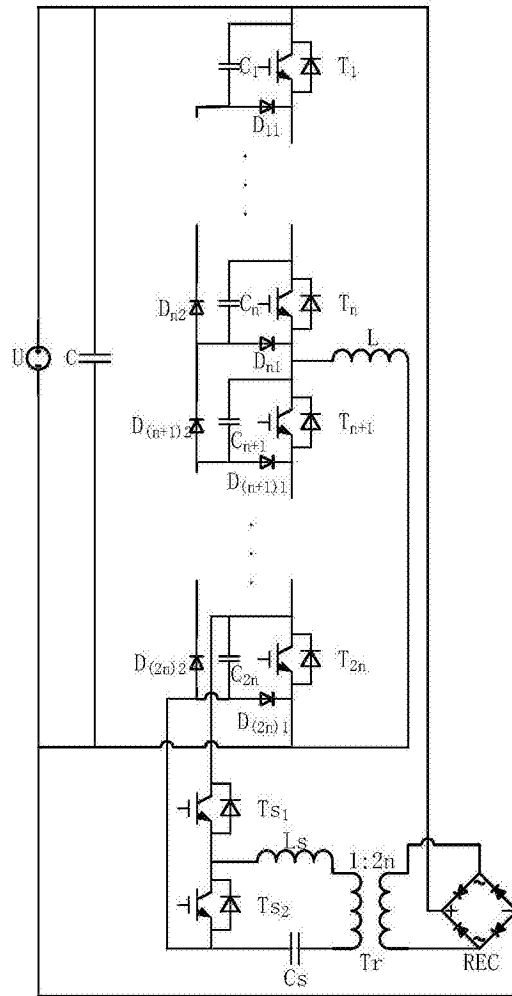


图2

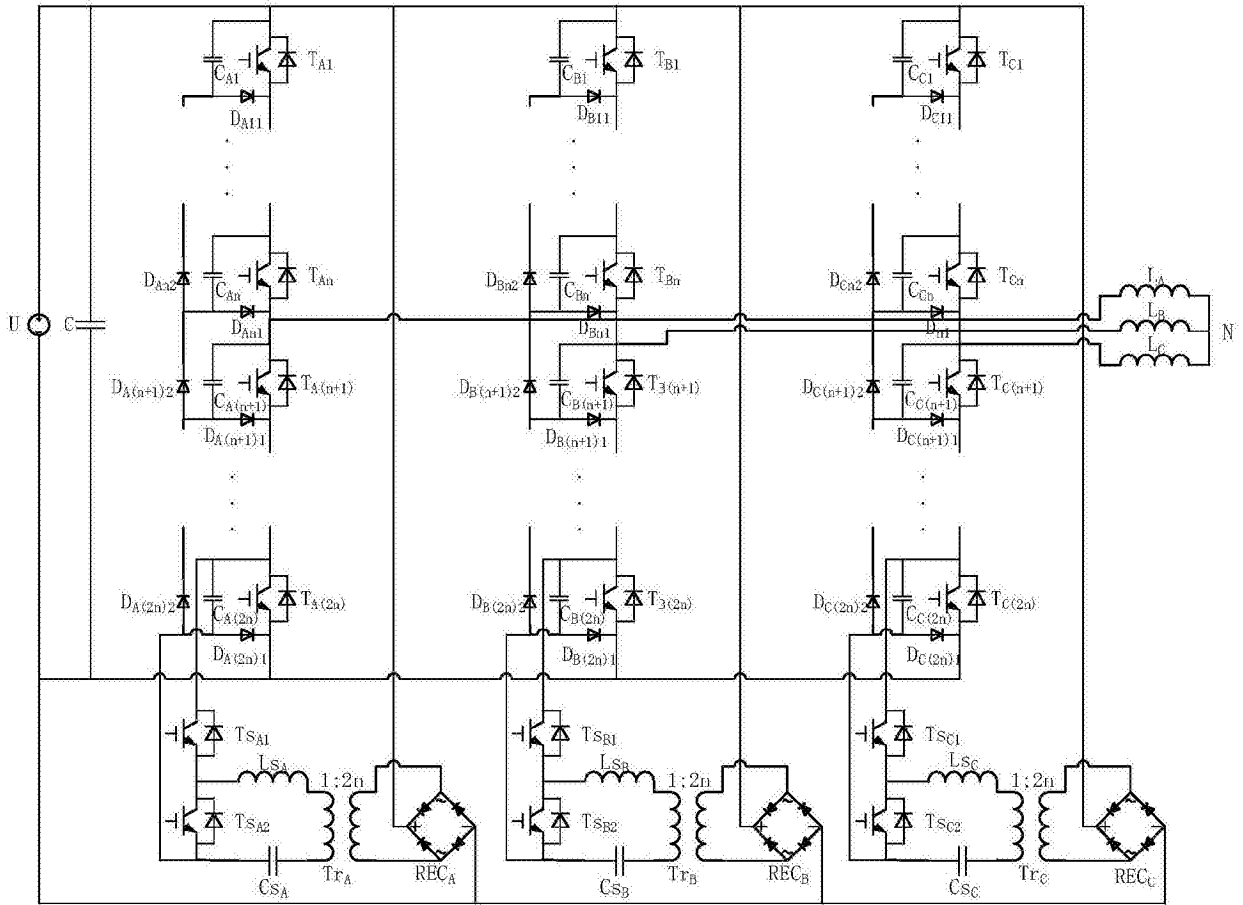


图3

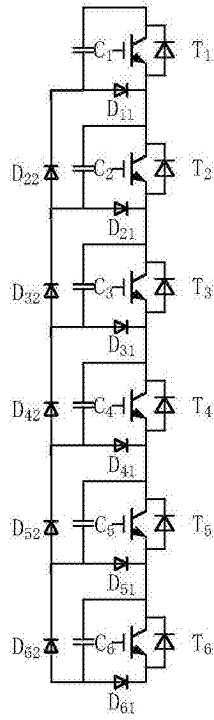


图4

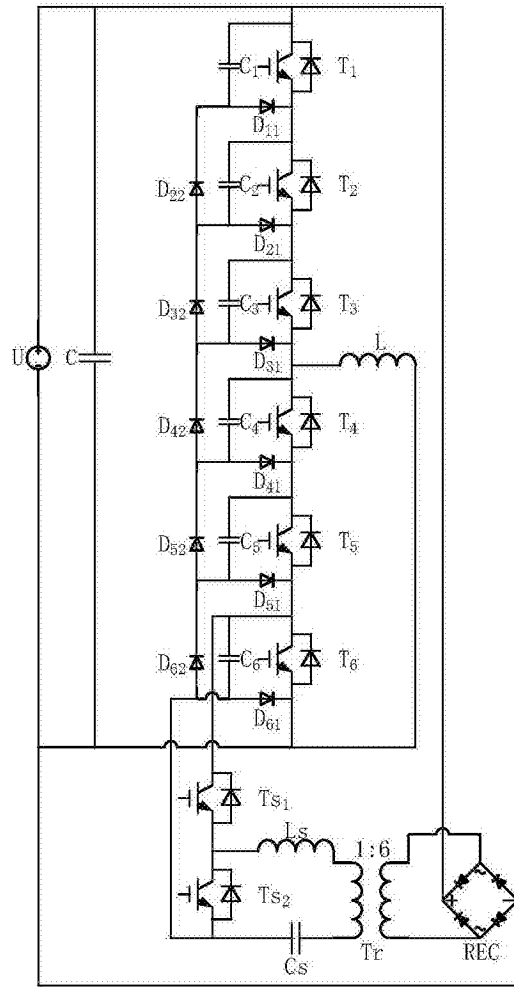


图5

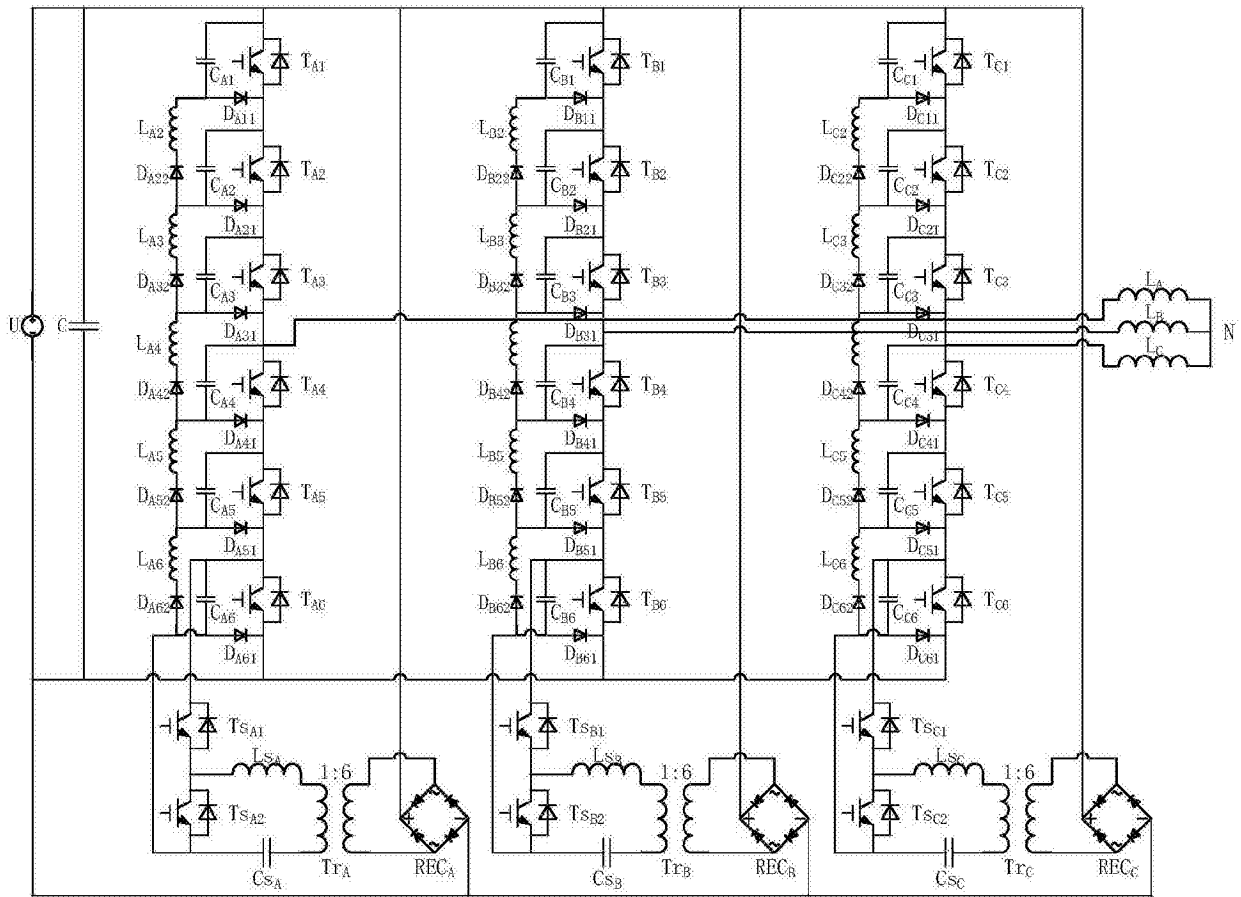


图6