



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 221652249 U

(45) 授权公告日 2024. 09. 03

(21) 申请号 202323236047.1

(22) 申请日 2023.11.29

(73) 专利权人 苏州腾冉电气设备股份有限公司

地址 215000 江苏省苏州市吴中区临湖镇
银藏路8号

(72) 发明人 张明军 孙林波

(74) 专利代理机构 苏州国诚专利代理有限公司

32293

专利代理师 李小叶

(51) Int. Cl.

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02M 3/158 (2006.01)

H02M 7/483 (2007.01)

H02M 7/66 (2006.01)

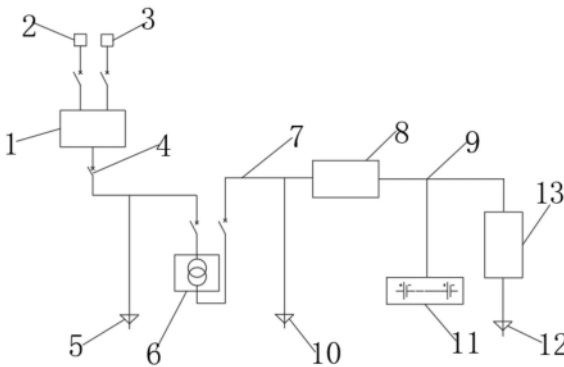
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构

(57) 摘要

本实用新型公开了一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,包括静态转换开关、变压器、中压直流母线、储能电池与交换器,所述静态转换开关连接有输电网、发电机与负载,且静态转换开关连接变压器的位置,所述静态转换开关与负载之间连接有离网开关,所述变压器与中压直流母线之间连接有交流总线与接口。本实用新型所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,通过中压直流变换,对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,系统能自动实现并网快速切换,无停电困扰。



1. 一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,包括静态转换开关(1)、变压器(6)、中压直流母线(8)、储能电池(11)与交换器(13),其特征在于:所述静态转换开关(1)连接有输电网(2)、发电机(3)与负载(5),且静态转换开关(1)连接变压器(6)的位置,所述静态转换开关(1)与负载(5)之间连接有离网开关(4),所述变压器(6)与中压直流母线(8)之间连接有交流总线(7)与接口(10),所述中压直流母线(8)与储能电池(11)之间连接有直流母线(9),所述交换器(13)连接有光伏组件(12)。

2. 根据权利要求1所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述交换器(13)连接有光伏电站(14)、电动汽车充电站(15)、直流负荷(16)、储能电站(17)、风电场(18)、交流负荷(19)、交流电网(20)与燃气轮机(21)。

3. 根据权利要求1所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述光伏组件(12)通过交换器(13)并联到直流母线(9),所述直流母线(9)连接到中压直流母线(8)并给直流负载的储能系统充电。

4. 根据权利要求3所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述储能系统可直接并联接到中压直流母线(8),直接给同电压等级的直流负载供电。

5. 根据权利要求3所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述储能系统也可通过双向的交换器(13)接入中压直流母线(8),根据能量控制需要将光伏发电给负载供电后剩余容量进行存储与补充光伏发电不足以给负载供电的容量。

6. 根据权利要求2所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述交换器(13)的输出端与光伏电站(14)、电动汽车充电站(15)、直流负荷(16)、储能电站(17)、风电场(18)、交流负荷(19)、交流电网(20)和燃气轮机(21)的输入端电性连接。

7. 根据权利要求1所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述交换器(13)中设置三电平BUCK-BOOST交叉并联型DC/DC变换器拓扑结构,且交换器(13)中,IN+和IN-组成低压侧,OU+和OU-组成高压侧,并通过两个直流电容的中性点进行结合。

8. 根据权利要求1所述的一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,其特征在于:所述交换器(13)中设置NPC-I三相四桥臂变换拓扑结构。

一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构

技术领域

[0001] 本实用新型涉及能量变换系统领域,特别涉及一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构。

背景技术

[0002] 能量变换系统架构是一种进行储能系统充电的支撑设备,为有效解决当前交流配电网困扰,学术界和产业界,大多基于改善交流并网逆变器或者储能变换器本身如引入虚拟同步机控制、虚拟阻抗控制和加入多极点低阻抗滤波器等方式,对如何从系统架构创新上,减少同容量能源单元的交流并网变换器数量方面研究较少。从系统架构创新进行突破,随着科技的不断发展,人们对于能量变换系统架构的制造工艺要求也越来越高。

[0003] 现有的能量变换系统架构在使用时存在一定的弊端,当前,随着分布式光伏和储能应用激增,越来越多交流电力电子设备如储能变流器和光伏逆变器并入交流电网,构成光伏电站和储能电站等,交流电力电子设备由于其工作模态的非线性和高开关频率,传统50HZ交流配电网难以主动适配,传统低压交流配电网基于被动配电网模式建设,已经逐渐受到高次谐波干扰、次同步频率振荡、低压暂降等困扰,为此,我们提出一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构。

实用新型内容

[0004] 解决的技术问题:针对现有技术的不足,本实用新型提供了一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,通过中压直流变换,对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,系统能自动实现并离网快速切换,无停电困扰,可以有效解决背景技术中的问题。

[0005] 技术方案:为实现上述目的,本实用新型采取的技术方案为:一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,包括静态转换开关、变压器、中压直流母线、储能电池与交换器,所述静态转换开关连接有输电网、发电机与负载,且静态转换开关连接变压器的位置,所述静态转换开关与负载之间连接有离网开关,所述变压器与中压直流母线之间连接有交流总线与接口,所述中压直流母线与储能电池之间连接有直流母线,所述交换器连接有光伏组件。

[0006] 作为本申请一种优选的技术方案,所述交换器连接有光伏电站、电动汽车充电站、直流负荷、储能电站、风电场、交流负荷、交流电网与燃气轮机。

[0007] 作为本申请一种优选的技术方案,所述光伏组件通过交换器并联到直流母线,所述直流母线连接到中压直流母线并给直流负载储能系统充电。

[0008] 作为本申请一种优选的技术方案,所述储能系统可直接并联接到中压直流母线,直接给同电压等级的直流负载供电。

[0009] 作为本申请一种优选的技术方案,所述储能系统也可通过双向的交换器接入中压

直流母线,根据能量控制需要将光伏发电给负载供电后剩余容量进行存储与补充光伏发电不足以给负载供电的容量。

[0010] 作为本申请一种优选的技术方案,所述交换器的输出端与光伏电站、电动汽车充电站、直流负荷、储能电站、风电场、交流负荷、交流电网和燃气轮机的输入端电性连接。

[0011] 作为本申请一种优选的技术方案,所述交换器中设置三电平BUCK-BOOST交叉并联型DC/DC变换器拓扑结构,且交换器中,IN+和IN-组成低压侧,OU+和OU-组成高压侧,并通过两个直流电容的中性点进行结合。

[0012] 作为本申请一种优选的技术方案,所述交换器中设置NPC-I三相四桥臂变换拓扑结构。

[0013] 有益效果:与现有技术相比,本实用新型提供了一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,具备以下有益效果:该一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,通过中压直流变换,对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,系统能自动实现并离网快速切换,无停电困扰,特别适合新能源供配电系统,可广泛应用于地铁电站或者有轨电车等轨道交通配电系统节能改造、工商业新能源系统,易于批量推广,整个能量变换系统架构结构简单,操作方便,使用的效果相对于传统方式更好。

附图说明

[0014] 图1为本实用新型一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构的整体结构示意图。

[0015] 图2为本实用新型一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构中储能电池和直流充电站通过DC/DC接入交流母线示例图。

[0016] 图3为本实用新型一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构中三电平BUCK-BOOST交叉并联型DC/DC变换器拓扑图。

[0017] 图4为本实用新型一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构中三电平NPC-I四桥臂拓扑图。

[0018] 图5为本实用新型一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构中三电平换流分析示意图。

[0019] 图中:1、静态转换开关;2、输电网;3、发电机;4、离网开关;5、负载;6、变压器;7、交流总线;8、中压直流母线;9、直流母线;10、接口;11、储能电池;12、光伏组件;13、交换器;14、光伏电站;15、电动汽车充电站;16、直流负荷;17、储能电站;18、风电场;19、交流负荷;20、交流电网;21、燃气轮机。

具体实施方式

[0020] 下面将结合附图和具体实施方式对本实用新型的技术方案进行清楚、完整地描述,但是本领域技术人员将会理解,下列所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例,仅用于说明本实用新型,而不应视为限制本实用新型的范围。基于本实用新型中的实施例,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,都属于本实用新型保护的范围。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0021] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0022] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0023] 如图1-5所示,一种基于中压直流的高可靠能量变换系统架构,包括静态转换开关1、变压器6、中压直流母线8、储能电池11与交换器13,静态转换开关1连接有输电网2、发电机3与负载5,且静态转换开关1连接变压器6的位置,静态转换开关1与负载5之间连接有离网开关4,变压器6与中压直流母线8之间连接有交流总线7与接口10,中压直流母线8与储能电池11之间连接有直流母线9,交换器13连接有光伏组件12,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,通过中压直流变换,对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,系统能自动实现并网快速切换,无停电困扰。

[0024] 进一步的,交换器13连接有光伏电站14、电动汽车充电站15、直流负荷16、储能电站17、风电场18、交流负荷19、交流电网20与燃气轮机21。

[0025] 进一步的,光伏组件12通过交换器13并联到直流母线9,直流母线9连接到中压直流母线8并给直流负载储能系统充电。

[0026] 进一步的,储能系统可直接并联接到中压直流母线8,直接给同电压等级的直流负载供电。

[0027] 进一步的,储能系统也可通过双向的交换器13接入中压直流母线8,根据能量控制需要将光伏发电给负载供电后剩余容量进行存储与补充光伏发电不足以给负载供电的容量。

[0028] 进一步的,交换器13的输出端与光伏电站14、电动汽车充电站15、直流负荷16、储能电站17、风电场18、交流负荷19、交流电网20和燃气轮机21的输入端电性连接。

[0029] 进一步的,交换器13中设置三电平BUCK-BOOST交叉并联型DC/DC变换器拓扑结构,且交换器13中,IN+和IN-组成低压侧,OU+和OU-组成高压侧,并通过两个直流电容的中性点进行结合。

[0030] 进一步的,交换器13中设置NPC-I三相四桥臂变换拓扑结构。

[0031] 如图1所示,本实用新型提出建立基于中压直流的高可靠能量变换系统架构。本实用新型方案中,利用直流系统无多频次谐波叠加困扰,且线性滤波和线性控制实现响应快、控制精准,最重要的是对交流电网而言同功率容量下系统并网可靠性更高。

[0032] 以图1实施案例进行分析,图1中PV光伏组件通过DC/DC变换器并联到直流母线,直接连接到中压直流母线(如800VDC左右),给直流负载如电动汽车充电或者给磷酸铁锂、超级电容等储能系统充电,省掉中间变成交流电环节,降低故障率和成本,同时增强系统能量流动可靠性。

[0033] 同样以图1为例,图中储能系统可直接并接到中压直流母线(或称电网),直接给同电压等级的直流负载如充电桩供电;也可以由储能电池(或者电容等储能装置)通过双向DC/DC变换器(如图2所示)接入中压直流母线,根据能量控制需要将光伏发电给负载供电后剩余容量进行存储或者补充光伏发电不足以给负载供电的容量,实现光伏发电的削峰填谷;提高发电利用率,也增强对负载供电的连续性与可靠性。

[0034] 再如多个储能系统、多个光伏系统和多个汽车直流充电系统通过中压直流母线可以有效连接,实现直流微电网;为了进一步增强系统可靠性,如图1中在交流母线和直流母线中间增加了双向AC/DC变换器,类似储能PCS,这也是集散式集中逆变器,可以由多个模块化或者单个集中式逆变器组成。双向AC/DC变换器通过和STS电力电子开关协同,完成自动交流电网的并离网识别和0.1s内自动切换,这也再次增加了直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性。

[0035] 当前,有交流母线的多能量变换系统方案,也有区别图1没有隔离变压器和STS的折中方案,本实用新型创新性提出如图1所示系统方案,综合上述基本工作机理,可实现基于中压直流母线的高可靠能量变换系统,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,同时对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,可广泛应用于地铁车站或者有轨电车等轨道交通配电系统节能改造、工商业新能源系统,易于批量推广。

[0036] 本实用新型基中压直流母线的高可靠能量变换系统,主要依靠软件控制和部分硬件支撑。本详细方案中对其中DC/DC双向变换器和DC/AC变换器提出建议性实现方案。

[0037] 首先,本方案中DC/DC变换器的组成拓扑结构如图3所示。

[0038] 如图3,为三电平BUCK-BOOST交叉并联型DC/DC变换器拓扑;IN+和IN-组成低压侧,OU+和OU-组成高压侧,可以用于光伏组件的MPPT功能实现,其中高压侧接中压直流母线。工作机理是单个BUCK-BOOST交叉并联拓扑的串联,通过两个直流电容的中性点进行结合,实现三电平变换,可以提高功率密度。其次,DC/AC交流变换器如图4所示,为NPC-I三相四桥臂变换拓扑。典型分析时,以单个桥臂为机理,并假定参考电流正方向,得到换流过程如图5所示,进而为变流器的控制实现提供理论依据。

[0039] 在交流变流器装置核心控制软件算法方面,采用电压、电流双闭环控制和SVPWM脉冲调制算法,能精确快速地调节输出电压、频率、有功和无功功率,从而在并网应用中工作在电流源(P/Q)模式,实现对电网的削峰填谷、调频调峰、有功储备,结合SVG模块中电压暂降的低电压穿越算法实现无功支撑以及2%以内低THDi输出和三相不平衡电网电压下工作,开发了PCS离网功能,直流侧连接电池,交流侧输出固定频率和有效值的三相交流电压,使储能系统作为主电源提供微网的电压和频率支撑(V/F控制),负荷以此电压和频率为基准工作,实现对交流侧负荷的持续供电,解决工业企业应急备电和可持续供电需求。

[0040] 工作原理:本实用新型包括静态转换开关1、输电网2、发电机3、离网开关4、负载5、变压器6、交流总线7、中压直流母线8、直流母线9、接口10、储能电池11、光伏组件12、交换器

13、光伏电站14、电动汽车充电站15、直流负荷16、储能电站17、风电场18、交流负荷19、交流电网20、燃气轮机21,实现一机多能,同容量需求下,极大减少交流并网逆变器数量,有效避免电压暂降、多交流逆变器造成的谐波或者振荡等问题,通过中压直流变换,对直流微电网范围内电源、负荷、储能子系统的可靠性大大提升,系统能自动实现并离网快速切换,无停电困扰,特别适合新能源供配电系统,可广泛应用于地铁车站或者有轨电车等轨道交通配电系统节能改造、工商业新能源系统,易于批量推广。

[0041] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二(一号、二号)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。

[0042] 以上显示和描述了本实用新型的基本原理和主要特征和本实用新型的优点。本行业的技术人员应该了解,本实用新型不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本实用新型的原理,在不脱离本实用新型精神和范围的前提下,本实用新型还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本实用新型范围内。

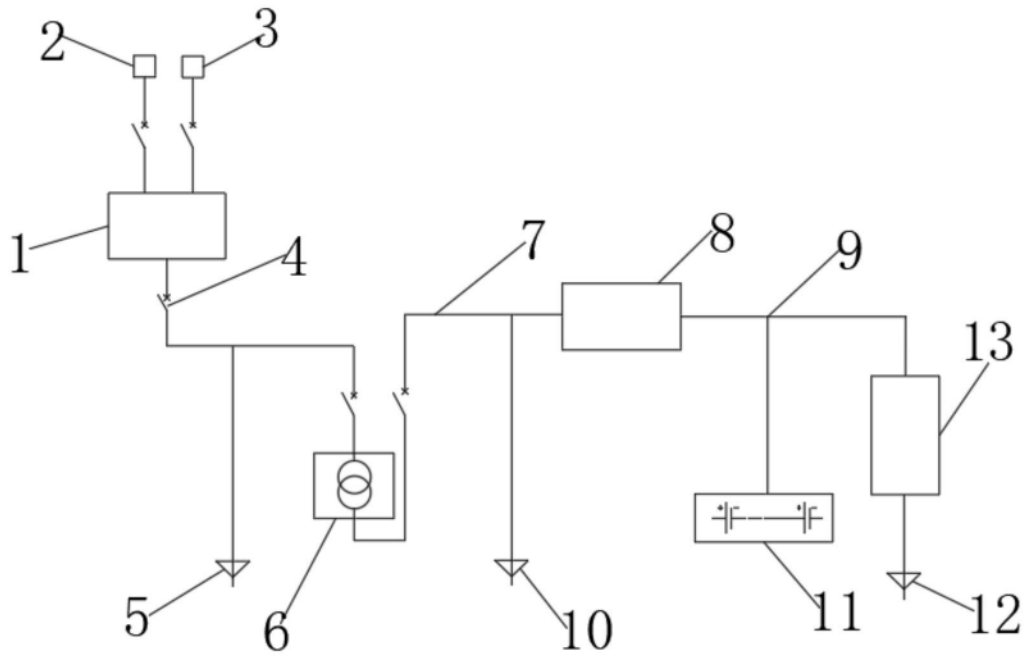


图1

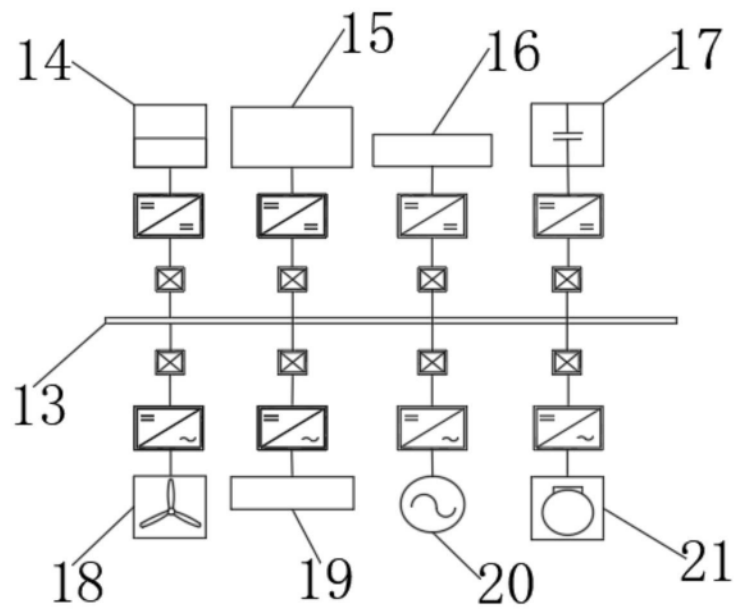


图2

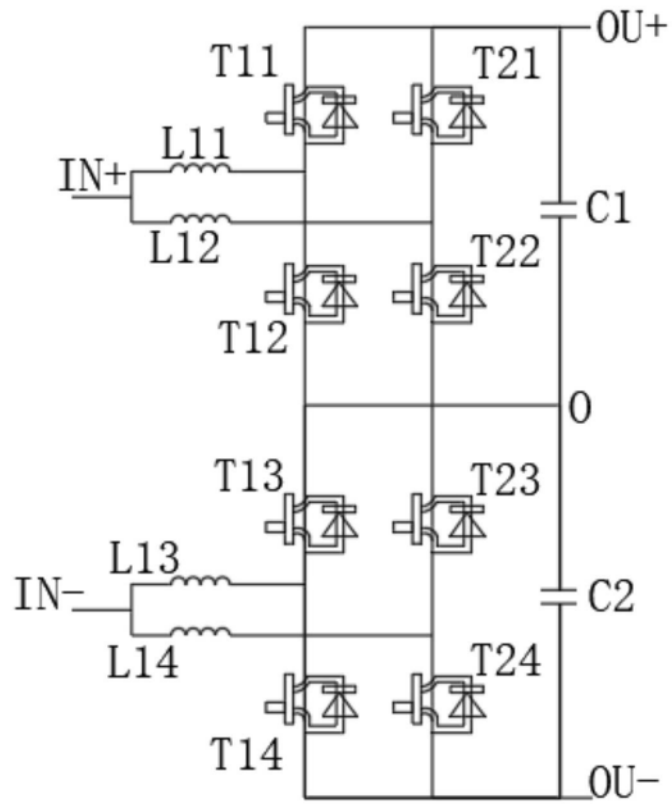


图3

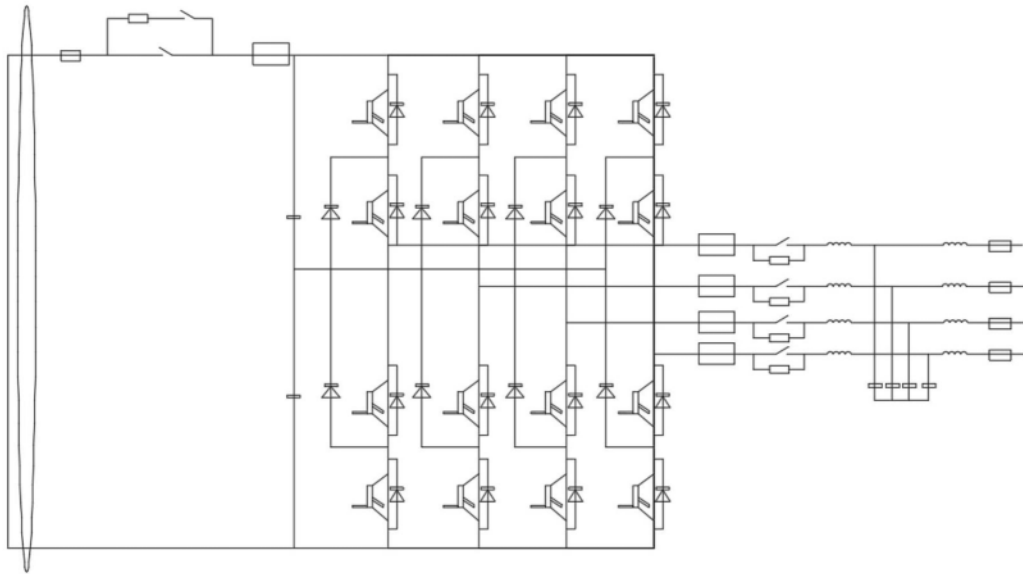


图4

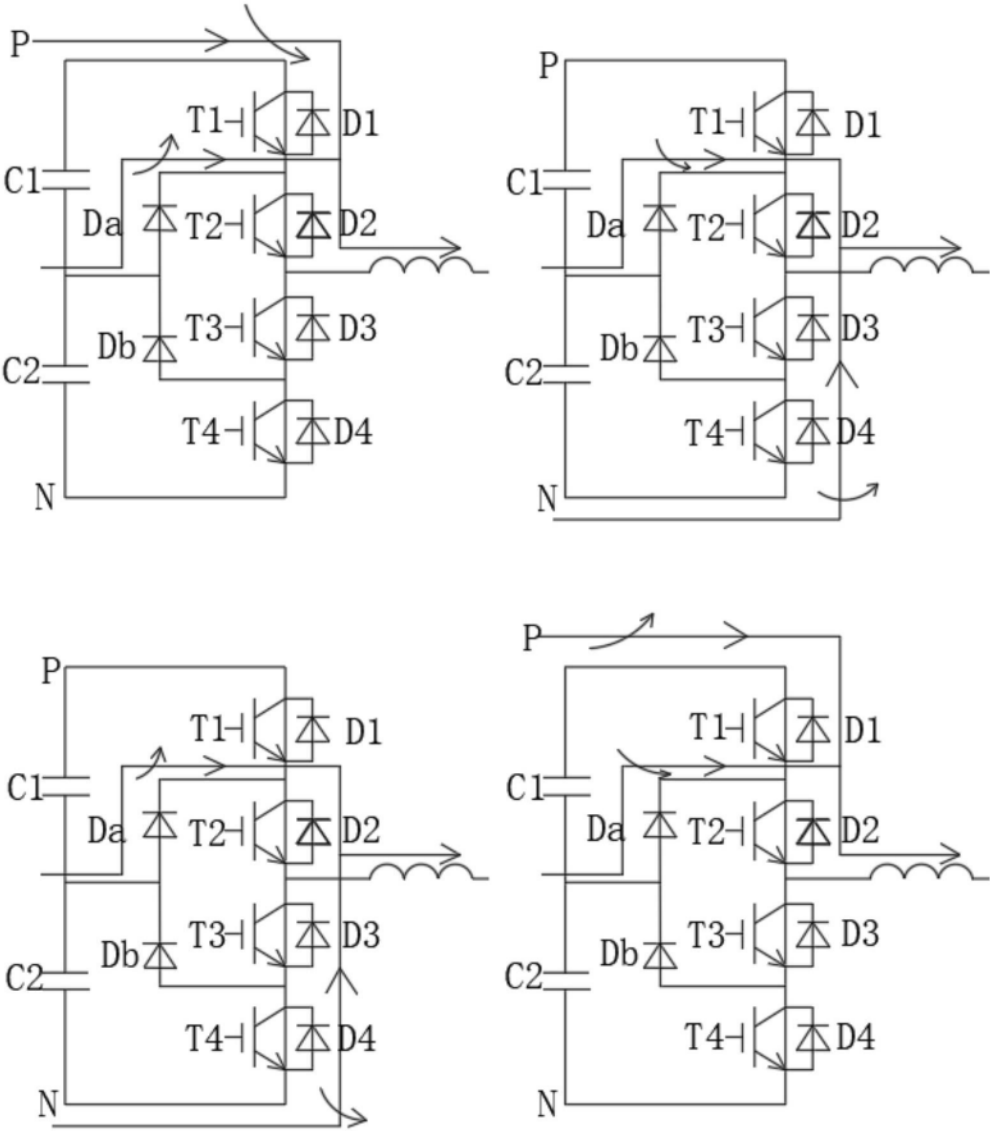


图5