



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110492748 A

(43)申请公布日 2019. 11. 22

(21)申请号 201910547679.9

(22)申请日 2019.06.24

(71)申请人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区回龙观北农路2号

(72)发明人 许建中 邓伟成 丁江萍

(51) Int. Cl.

H02M 3/335(2006.01)

H02J 3/36(2006.01)

H02J 3/38(2006.01)

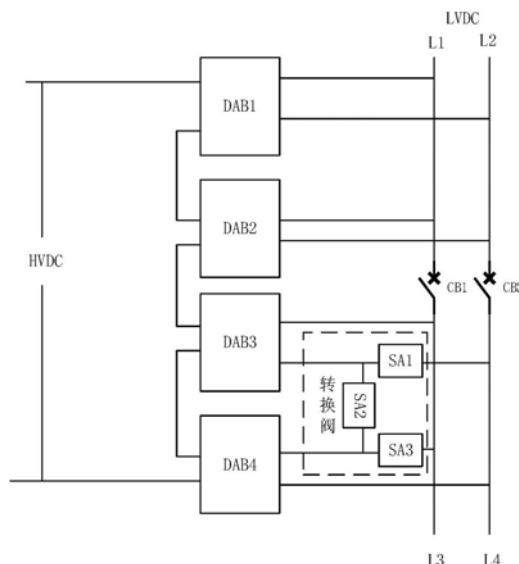
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑

(57)摘要

本发明提供一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器(Output Reciprocating Isolated DC/DC Converter Based on Dual Active Bridge)拓扑。该拓扑以典型的4个DAB(Dual Active Bridge)结构为基础,采用IOSP(Input Series Output Parallel)拓扑连接方式。在DAB3和DAB4之间配有一个转换阀。该转换阀由3个开关组件构成,即SA1~SA3。每个开关组件由两个反向串联的IGBT构成,并且每个IGBT反向并联一个续流二极管。低压直流侧配有两个直流断路器CB1和CB2。该拓扑可以工作在单一输出电压模式和多重电压输出模式,由转换阀来控制模式的切换。处于单一输出电压模式时,4个DAB输出并联输出,输出电压由DAB的控制策略和高频变压器决定;处于多重电压输出模式时,2个DAB输出并联2个DAB输出串联,双母线分段运行,输出两个不同电压等级电压。



CN 110492748 A

1. 一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,其特征在于:以4个DAB结构为基础。在两个DAB输出连接处配置一个转换阀。除此之外,低压直流母线配置有母线分段断路器,其配置位置如摘要附图所示。需要说明的是,摘要附图以4个DAB结构示意,实际该拓扑还可以应用于DAB个数超过4个的场景。

2. 根据权利要求1所述的一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,其特征在于:转换阀中包含3个开关组件,3个开关组件可以是任何可以实现支路投入切除的开关组件。本发明中开关组件采用双IGBT反向串联,各IGBT反向并联一个续流二极管的结构,保证在功率反向时仍能可靠投入切换支路。

3. 根据权利要求1所述的一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,其特征在于:该拓扑可以工作在单一输出电压模式 and 多重电压输出模式,并且可以在两种模式之间相互切换。工作于单一输出电压模式时,SA1和SA3处于投入状态,SA2处于切除状态,4个DAB并联输出单一电压等级。工作于多重输出电压等级时,SA1和SA3处于切除状态,SA2处于投入状态,2个DAB输出并联2个DAB输出串联,双母线分段运行输出两个电压等级。

4. 根据权利要求1所述的一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,其特征在于:一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,不仅可以作为电力电子变压器拓展低压直流输出等级的手段,也能通过构成原理构成类似的ISOP结构应用于其他相关领域,间接利用该发明拓扑及思想的其他应用场合在权利范围内。

一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑

技术领域

[0001] 本发明属于高压直流输电领域,具体涉及一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器(Output Reciprocating Isolated DC/DC Converter Based on Dual Active Bridge)。

背景技术

[0002] 一方面,传统变压器存在着无法进行故障的识别与自我处理,不具备谐波处理能力等问题。另一方面,大规模新能源并入电网将对现有电网结构造成冲击。由于新能源存在间歇性、不稳定等特点,传统的电网结构难以消纳。在自身缺陷和能源形势的双重压力下,电力变压器迫切需要对现有结构进行改造。正是在这样的背景下,提出了电力电子变压器(power electronic transformer,PET)的设想。近年来,电力电子变压器得到了国内外研究学者的高度重视,相关技术得到快速地发展。

[0003] 新能源的大规模并网改变了传统柔性直流输电的输电方式。传统柔性直流输电主要采用点对点式结构来传输电能,未来柔性直流输电传输方式逐渐要向分布式结构发展,这就要求电力电子变压器需要有更多的不同电压等级、不同电压形式的接口。现阶段,电力电子变压器拓展低压直流电压等级的方案大致分为两类:(1)在传统PET拓扑的基础上,增加隔离型DC/DC变换环节(2)将原有的双有源桥拓扑更换为多主动桥(Multiple Active Bridge,MAB)拓扑。

[0004] 方案一为最直接的方式。但是在PET拓扑中强行增加DC/DC变换环节的方式,会导致隔离变压器和电力电子器件的数目大大增加,增加PET的造价。同时增加额外的DC/DC环节会增加能量损耗,降低传输效率。方案二减少了电能变换环节但是存在模块程度不高,不易拓展的缺点,而且当绕组数增加时,各端口耦合程度加深,控制逻辑会变得很复杂。

发明内容

[0005] 针对上述问题,本发明设计一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑。处于单一输出电压模式时,4个DAB输出并联输出;处于多重电压输出模式时,2个DAB输出并联2个DAB输出串联,双母线分段运行,输出两个不同电压等级电压。该拓扑能最大程度地利用已有的器件来实现拓展低压直流电压等级的目的,并且模块化程度高。

[0006] 本发明提出的一种基于DAB的输出往复式隔离型DC/DC变换器拓扑,基于模式切换的原理,设计了相关的工作流程和控制逻辑。

附图说明

[0007] 图1是所提拓扑的4DAB典型结构。其中SA1~SA3为开关组件,CB1和CB2为直流断路器。

[0008] 图2是DAB拓扑结构。其中C₁和C₂分别为高压直流侧和低压直流侧的稳压电容。

[0009] 图3是开关组件的工作原理示意图。当处于正向功率流时,S1导通S2关断,开关组

件处于投入状态,电流流向为从左到右;两个IGBT均关断,开关组件处于切除状态,开关组件无电流流过。当处于反向功率流时,开关组件工作原理类似。

[0010] 图4为一种MMC型PET结构。其中高压侧采用MMC结构,隔离级采用DAB结构,逆变级采用三相三线式结构。该PET的隔离级可以采用所提拓扑来拓展低压直流电压等级。

[0011] 图5为一种级联H桥型PET结构。其中高压侧采用级联H桥结构,隔离级采用DAB结构,逆变级采用三相三线式结构。该PET的隔离级可以采用所提拓扑来拓展低压直流电压等级。

[0012] 图6为所提拓扑在新能源并网条件下的场景设计。其中CHB指的是级联H桥结构,MPPT为光伏并网所采用的最大功率追踪控制,虚拟模式开关代表所提拓扑所处的运行模式。当虚拟模式开关闭合,即为所提拓扑处于多重电压输出模式;当虚拟模式开关断开,即为所提拓扑处于单一电压输出模式。

具体实施方式

[0013] 如图1所示为本发明所提隔离型DC/DC变换器拓扑,其中DAB的拓扑结构如图2所示。转换阀中的开关组件SA可以是任何可以实现支路投入切除的开关组件。所有满足所提拓扑要求的开关组件在本发明中的使用均在本发明保护范围之内。本发明中开关组件采用双IGBT反向串联,各IGBT反向并联一个续流二极管的结构,保证在功率反向时仍能可靠投入切换支路。

[0014] 开关组件的工作原理,如图3所示。当处于正向功率流时,S1导通S2关断,开关组件处于投入状态,电流流向为从左到右;两个IGBT均关断,开关组件处于切除状态,开关组件无电流流过。当处于反向功率流时,S1关断S2导通,开关组件处于投入状态,电流流向为从右到左;两个IGBT均关断,开关组件处于切除状态,开关组件无电流流过。为简明起见,下文用“SA_i投入/切除”来指代某开关组件所处的状态,其中i为1~3的数。例如,“SA1投入”即表示无论功率流方向如何,电流均能从一端流到另一端。

[0015] 为进一步阐述本发明的性能与工作原理,以下将结合附图介绍该拓扑模式切换的工作流程。

[0016] 该拓扑有两种运行模式:一是单一电压等级输出模式,二是多重电压等级输出模式。如图1所示,假设HVDC的电压等级为800kV,4个DAB高压直流侧承受的电压相等并且低压直流侧输出电压均为200kV。DAB低压直流侧输出200kV为定电压控制的结果。需要说明的是所假设的电压只是为了更好地说明问题,并没有实际的工程意义。

[0017] 在运行模式一的时候,CB1和CB2均闭合,L1和L3相连,L2和L4相连。SA1和SA3投入,SA2切除。此时相当于4个DAB末端并联输出到母线L1和L2上,此时低压直流母线上只存在200kV一个直流电压。

[0018] 在运行模式二的时候,CB1和CB2均断开,L1、L2和L3、L4成为两条分立的直流电压母线。SA1和SA3切除,SA2投入。此时DAB1和DAB2并联输出到母线L1和L2上,此时L1和L2上的电压为200kV。DAB3和DAB4输出串联接到母线L3和L4上,此时L3和L4上的电压为400kV。

[0019] 当从模式一切换到模式二时,通过控制触发脉冲,SA1和SA3由投入状态变为切除状态,SA2由切除状态变为投入状态,并将CB1和CB2分别断开,即能实现模式的切换过程。

[0020] 由上述具体说明可知,结合适当的控制方法,所提出的一种基于DAB的输出往复式

隔离型DC/DC变换器拓扑能实现低压直流侧的多电压等级输出和单一电压等级输出,并能在两种状态之间相互切换。

[0021] 所提拓扑在柔性直流输电中具有广阔的应用前景。图4为MMC型PET的典型拓扑;图5为级联H桥型PET的典型拓扑。所提拓扑在以上两种PET拓扑中均可应用。图6以MMC型PET为核心,构建了所提拓扑在大规模新能源并网背景下的应用场景。由图可知,所提拓扑通过模式切换能便利地实现新能源支路的投切操作。例如,光伏在夜间输出功率不足时,所提拓扑通过运行在单一输出电压模式,可以使光伏脱离电网运行,此时配备相应的储能设备。在减小光伏的电压波动对电网影响的同时,还能相应提高能源利用效率。

[0022] 最后应当说明的是:所描述的实施例仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

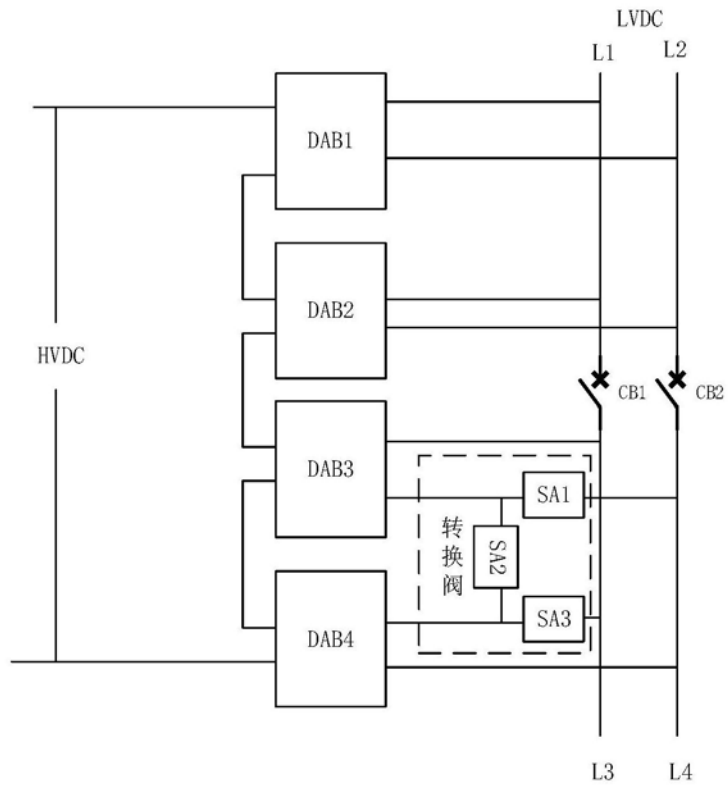


图1

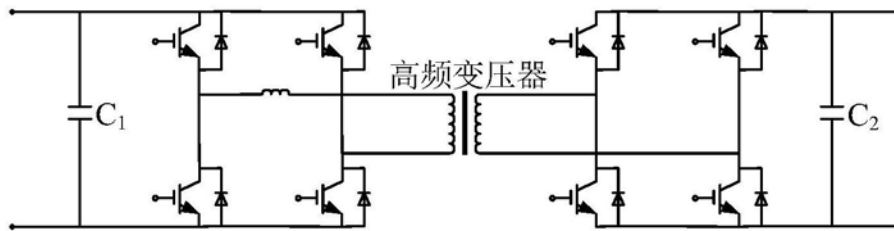


图2

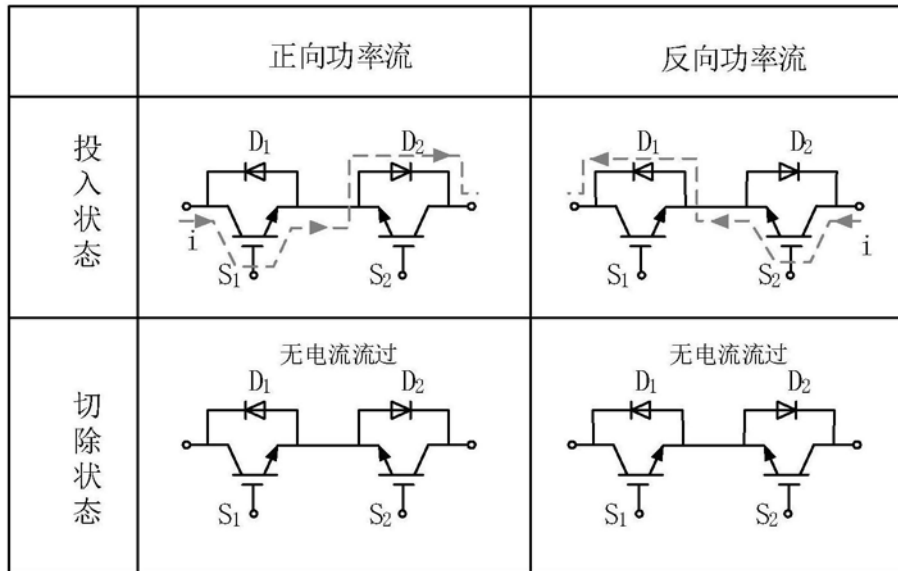


图3

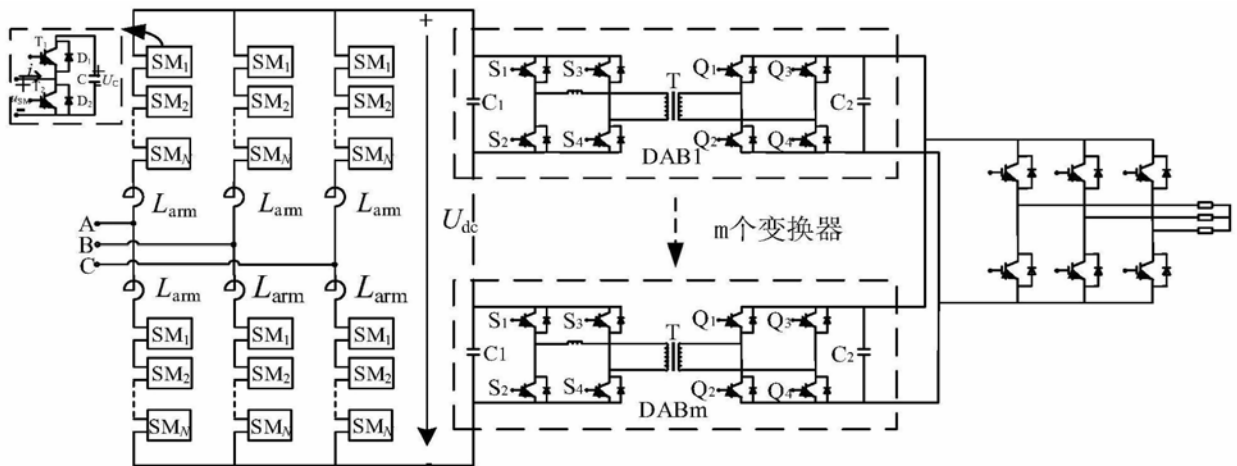


图4

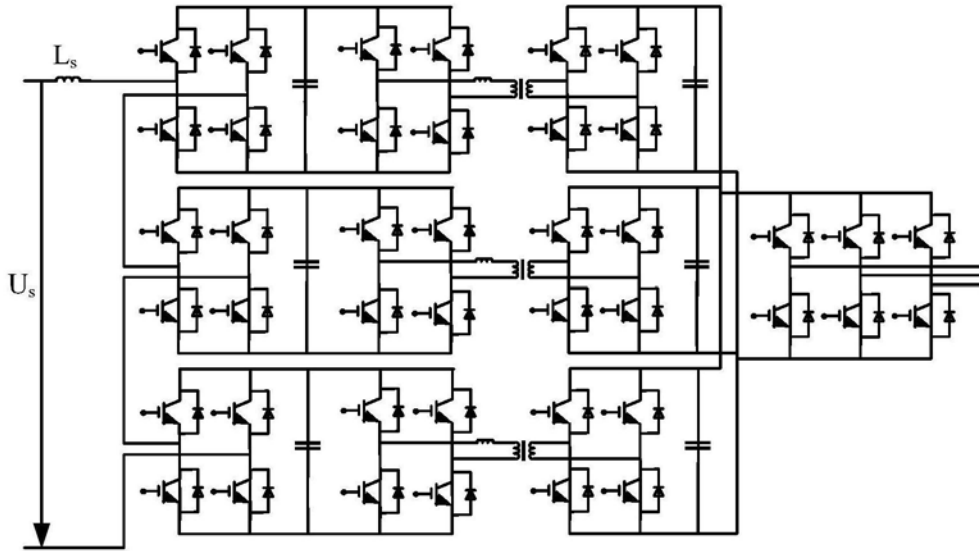


图5

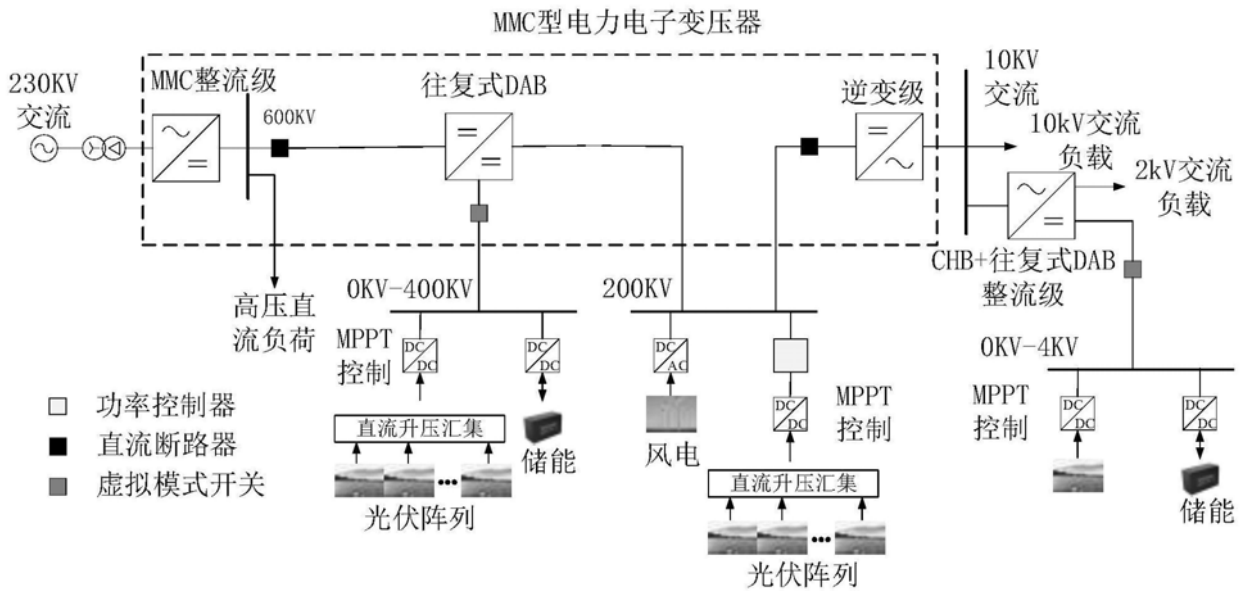


图6