(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112769121 A
(43)申请公布日 2021.05.07

(21)申请号 202110068957.X

(22)申请日 2021.01.19

(71)申请人 国海峰
地址 150006 黑龙江省哈尔滨市南岗区复华小区A2栋302室
申请人 孙力

(72)发明人 国海峰 孙力 刘青山 赵克 段建东 王帅

(74)专利代理机构 济南市新图新夏天专利代理事务所(普通合伙) 37330
代理人 张伟彦

(51)Int.Cl.
H02J 1/10(2006.01)
H02J 7/34(2006.01)
H02M 3/156(2006.01)
H02M 3/335(2006.01)
H02M 1/32(2007.01)
B60M 3/06(2006.01)

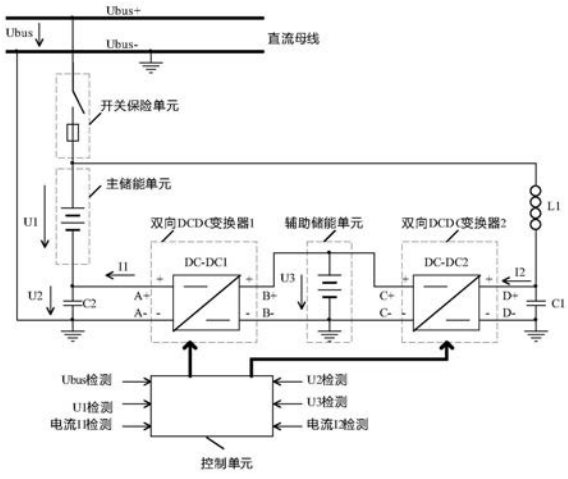
权利要求书1页 说明书7页 附图11页

(54)发明名称

一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法，将双向DC/DC变换器输出与储能单元串联在一起，实现直流母线和储能单元之间的能量流动。它包括输入开关保险单元，主储能单元，双向DC/DC1变换器1，辅助储能单元，双向DC/DC2变换器2，控制单元，滤波电容C1、C2、L1。直流母线正极(Ubus+)通过输入开关保险单元连接主储能单元正极，主储能单元负极连接双向DC/DC1变换器1的A+极，双向DC/DC1变换器1的A-极接参考地。滤波电容C2并联到双向DC/DC变换器1的A+极和A-极两端。双向DC/DC1变换器1的B+极接辅助储能单元正极，双向DC/DC变换器2的D-极接参考地。滤波电容C1并联到双向DC/DC变换器2的D+极和D-极两端。



CN 112769121 A

1.一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述结构包括输入开关保险单元,主储能电单元,双向DC/DC变换器1,辅助储能单元,双向DC/DC2变换器2,控制单元,滤波电容C1、C2以及L1;

所述的双向DC/DC变换器1的A+和A-端与所述的主储能电单元串联;

所述的双向DC/DC变换器1的B+和B-端与所述的辅助储能电单元并联;

所述的双向DC/DC变换器2的C+和C-端与所述的辅助储能电单元并联;

所述的双向DC/DC变换器2的D+通过L1与主储能电单元正极相连;

所述的双向DC/DC变换器2的D-接参考地。

2.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的双向DC/DC变换器1为非隔离结构或隔离结构。

3.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的双向DC/DC变换器1为BUCK/BOOST变换器结构,当储能系统吸收直流母线能量时为BUCK降压结构,储能系统回馈能量时为BOOST升压结构。

4.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的双向DC/DC变换器1为BOOST/BUCK变换器结构,当储能系统吸收直流母线能量时为BOOST升压结构,储能系统回馈能量时为BUCK降压结构。

5.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的双向DC/DC变换器1为BOOST/BUCK升降压变换器结构,即储能系统吸收直流母线能量时,当U2＞U3时,双向DC/DC变换器1工作在BUCK状态下;当U2＜U3时,双向DC/DC变换器1工作在BOOST状态下;

储能系统回馈能量时,当U2＜U3时,双向DC/DC变换器1工作在BUCK状态下,当U2＞U3时,双向DC/DC变换器1工作在BOOST状态下。

6.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的控制单元实现对双向DC/DC变换器1的A+端电流I1控制。

7.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的控制单元用于对双向DC/DC变换器2的C+端和C-端电压控制。

8.根据权利要求1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构,其特征在于,所述的双向DC/DC变换器1和双向DC/DC变换器2以n组相同结构的DC/DC变换器并联,用于功率扩展。

9.根据权利要求1-8中任一所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构的控制方法,其特征在于,当所述的双向DC/DC变换器1为BUCK/BOOST变换器结构时,主储能单元及辅助储能单元电压取值原则:(U1+U3)＜Ubusmin,其中,双向DC/DC变换器1为BOOST/BUCK变换器结构时,主储能单元及辅助储能单元电压取值原则:U1＜Ubusmin,(U1+U3)＞Ubusmax。

10.根据权利要求9所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构的控制方法,其特征在于,当所述的双向DC/DC变换器1为BOOST/BUCK升降压变换器结构时,U1＜Ubusmin,其中,U1为主储能单元电压,U3为辅助储能单元电压,Ubusmin和Ubusmax分别为直流母线工作时最小电压和最大电压。

一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能量吸收与回馈技术领域，尤其涉及一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法。

背景技术

[0002] 在各种储能应用领域，其储能元件多为超级电容或锂电池，为了实现储能单元能量的双向流动，需要配置双向DCDC变换器例。例如，在直流微电网储能当中，当直流母线电压升高时，通过双向DC/DC变换器向超级电容充电，将直流母线上多余能量传递给超级电容。当直流母线电压降低时，通过双向DC/DC变换器再将超级电容能量输出到直流母线上，以维持直流母线电压的稳定。在此类应用当中，常规技术处理方式为图2所示。直流母线输出经DC/DC变换器后，将其能量传递给储能模组，DC/DC变换器所承担的变换功率是直流母线转移的所有功率(P1=U1*I1)，DC/DC变换器一般采用BUCK/BOOST升降压电路结构。由于直流母线电压较高(几百V)，且需要吸收释放的功率可达兆瓦级，所以DC/DC变换器变换功率很大。实际应用当中，DC/DC变换器开关频率只能在2kHz左右，体积庞大，价格高。提出新的双向储能变换结构，降低DC/DC变换器功率，提高开关频率，提高系统总体效率，是储能变换领域关键技术之一。

发明内容

[0003] 本发明要解决的主要技术问题在于，针对现有技术上的不足，提出一种自举串联式DC/DC电路及变换器。本发明所采用的技术方案是：构造一种自举串联式DC/DC变换器结构，以较小的变换功率控制直流母线能量向储能模组(超级电容或电池)转移以及储能模组能量回馈到母线上。

[0004] 结构框图如图1所示，它包括输入开关保险单元，主储能电单元，双向DC/DC1变换器1，辅助储能单元，双向DC/DC2变换器2，控制单元，滤波电容C1、C2、L1。

[0005] 所述的输入开关保险单元起过流保护及开关隔离作用。主储能单元和辅助储能单元，可由超级电容或锂电池组成。双向DC/DC变换器1和双向DC/DC2变换器2为非隔离结构(例如BUCK/BOOST结构)或隔离结构(如双H桥DC/DC变换器结构等)。控制单元实现对双向DC/DC变换器1和双向DC/DC2变换器2的控制，采用PWM控制，LLC控制，全桥移相控制等控制策略。

[0006] 直流母线正极(Ubus+)通过输入开关保险单元连接主储能单元正极，主储能单元负极连接双向DC/DC1变换器1的A+极，双向DC/DC1变换器1的A-极接参考地。

[0007] 滤波电容C2并联到双向DC/DC变换器1的A+极和A-极两端。

[0008] 双向DC/DC1变换器1的B+极接辅助储能单元正极，双向DC/DC变换器1的B-极和辅助储能单元负极接参考地。

[0009] 双向DC/DC变换器2的C+极接辅助储能单元正极，双向DC/DC变换器2的B-极接参考地。

[0010] 双向DC/DC变换器2的D+极接电感L1一端，电感L1另一端接主储能单元正极。双向DC/DC变换器2的D-极接参考地。

[0011] 滤波电容C1并联到双向DC/DC变换器2的D+极和D-极两端。

[0012] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，当需要吸收直流母线能量时，所述的直流母线电压Ubus，主储能单元电压U1，双向DC/DC变换器1A+和A-端电压U2，需满足Ubus≥(U1+U2)。

[0013] 直流母线电压Ubus升高，达到设定值时，吸收能量开始。

[0014] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，控制单元采集Ubus，U1，U2及U3电压，控制双向DC/DC变换器1，调节I1电流大小(流出直流母线)，将直流母线电压Ubus限定在一定最大值上，实现了直流母线上多余能量吸收存储在主储能单元和辅助储能单元内。

[0015] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，当需要回馈储存能量时，所述的直流母线电压Ubus，主储能电压U1，双向DC/DC变换器1A+和A-端电压U2，需满足(U1+U2)≥Ubus。

[0016] 当直流母线电压Ubus降低，降到设定值时，回馈能量开始。

[0017] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，控制单元采集Ubus，U1，U2及U3电压，控制DC/DC变换器1，调节I1电流大小(流向直流母线)，将直流母线电压Ubus限定在一定最小值上，实现主储能单元和辅助储能单元内的能量回馈给直流母线。

[0018] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，辅助储能单元是双向DC/DC变换器1的能量提供者和吸收者，辅助储能单元的能量与主储能单元的能量应该保持有适当的比例关系。通过双向DC/DC变换器2，形成辅助储能单元与直流母线之间的能量交换。当辅助储能单元的能量过高时，将其多余的能量送到直流母线上，当辅助储能单元的能量过低时，从直流母线上获取能量。如此控制，保证了辅助储能单元的能量处于适当水平。

[0019] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，通过控制双向DC/DC变换器1的输出电流来实现直流母线能量与储能单元之间的流动。

[0020] 双向DC/DC变换器1端电压U2=Ubus-U1，(忽略直流母线及主储能单元的内阻压降)，这样双向DC/DC变换器1的变换功率仅为PDC=I1*(Ubus-U1)，较经典方案变换器功率(PDC=I1*Ubus)大幅降低。

[0021] 特别是，U1与Ubus相近时，PDC很小，即通过较小的功率变换，控制调节很大的功率输出。

[0022] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，控制电路采集Ubus电压，U1及U2电压，通过电压外环(稳定Ubus，Uinmax≥Uin≥Uinmin)，电流内环(I1电流恒定可控)的控制方式实现能量存储和回馈。

[0023] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，吸收能量时，双向DC/DC变换器1变换器输入能量来自直流母线，而输出能量储存在辅助储能单元内。在吸收能量时，主储能单元和辅助储能单元均进行储能工作。

[0024] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，回馈能量时，双向DC/DC变换器变换器1输入能量来自辅助储能单元，而输出能量(I1)经主储能单元回馈到

直流母线上,在回馈能量时,主储能单元和辅助储能单元均进行释放能量工作。

[0025] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中,双向DC/DC变换器变换器2解决辅助储能单元容量与主储能单元容量匹配问题。

[0026] 在实际应用当中,直流母线电压升高的能量需要主储能单元和辅助储能单元共同来吸收存储,而储能单元有最大存储能力,因而主储能单元和辅助储能单元存储能力有一个合适的比例关系。为了防止运行过程当中,这个合适比例关系失调,双向DC/DC变换器2是必须的。

[0027] 特别的,辅助储能单元容量过低,能量回馈时不能将主储能单元的能量最大限度地回馈到直流母线上,导致再次吸收时吸收的能量不足。此时,双向DC/DC变换器2给辅助储能单元进行充电。

[0028] 特别的,辅助储能单元容量过高,辅助储能吸收能量有限,会导致主储能单元吸收能量不足。此时,双向DC/DC变换器2给辅助储能单元放电(能量送到直流母线上)。

[0029] 特别的,双向DC/DC变换器2只承担着辅助储能单元与主储能单元容量匹配工作,其变换功率较小。约为双向DC/DC变换器1的20%。

[0030] 本发明所述的直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中,双向DC/DC变换器1和双向DC/DC变换器2可由n组相同结构的DC/DC变换器串联或并联,实现功率扩展。串联或并联后,各组DC/DC变换器可采用交错并联,主从模式,下垂控制等均流均压控制方式。

[0031] 本发明的有益效果是:通过本方案提出的,解决了由于DC/DC变换器功率高,开关频率低,导致系统总体效率不高的问题,本系统结构图的提出:

一方面将双向DC/DC变换器1输出与主储能单元串联在一起,通过调节双向DC/DC变换器1输出电流,实现直流母线和储能单元之间的能量流动。直流母线电压与储能单元电压之差在一定的合理范围内(20-30%),双向DC/DC变换器1只需要输出其差值电压即可。所以,双向DC/DC变换器的变换功率较通用的全功率结构方式有极大降低,变换功率是经典结构变换功率的20-30%。实现产品制造成本降低,提高系统总体效率;

另一方面,由于双向DC/DC变换器1功率降低,输出电压降低,因此,功率器件选择范围变宽。变换器开关频率可大幅度增加,达到20kHz以上。减小DC/DC变换器体积。

附图说明

[0032] 图1为本发明所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构图;

图2为常规经典能量吸收回馈结构图;

图3为实施例1一种直流母线能量吸收与回馈系统结构图;

图4为实施例1能量吸收电路模型(VT1工作);

图5为实施例1能量回馈电路模型(VT2工作);

图6为实施例1辅助储能单元能量增加电路模型(VT3工作);

图7为实施例1辅助储能单元能量降低电路模型(VT4工作);

图8为实施例2一种直流母线能量吸收与回馈系统结构图;

图9为实施例2能量吸收电路模型(BUCK模式);

图10为实施例2能量吸收电路模型(BOOST模式);

图11为实施例2能量回馈电路模型(BUCK模式);

图12为实施例2能量回馈电路模型(BOOST模式)。

具体实施方式

[0033] 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,而不是全部的实施例。

[0034] 实施例一

本实施例1提供了一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法。如图3所示。

[0035] 它包括输入开关保险单元,主储能单元,双向DC/DC1变换器1,辅助储能单元,双向DC/DC2变换器2,控制单元,滤波电容C1、C2、L1。所述的输入开关保险单元起过流保护及开关隔离作用。主储能单元和辅助储能单元,可由超级电容或锂电池组成。双向DC/DC变换器1为BUCK/BOOST结构,双向DC/DC2变换器2为BOOST/BUCK结构。控制单元实现对双向DC/DC变换器1和双向DC/DC2变换器2的控制,采用PWM控制策略。

[0036] 直流母线正极(Ubus+)通过输入开关保险单元连接主储能单元正极,主储能单元负极连接双向DC/DC1变换器1的A+极,双向DC/DC1变换器1的A-极接参考地。

[0037] 滤波电容C2并联到双向DC/DC变换器1的A+极和A-极两端。

[0038] 双向DC/DC1变换器1的B+极接辅助储能单元正极,双向DC/DC变换器1的B-极和辅助储能单元负极接参考地。

[0039] 双向DC/DC变换器2的C+极接辅助储能单元正极,双向DC/DC变换器2的B-极接参考地。

[0040] 双向DC/DC变换器2的D+极接电感L1一端,电感L1另一端接主储能单元正极。双向DC/DC变换器2的D-极接参考地。

[0041] 所述的双向DC/DC变换器1由VT1、VT2及L2构成。VT1集电极接A+端,VT1发射极接VT2集电极和L2,L2另一端接B+端,VT2发射极接参考地。

[0042] 所述的双向DC/DC变换器2由VT3、VT4、L3、构成。VT3集电极接L1和C1,VT3发射极接VT4集电极和L3,L3另一端接C+端,VT4发射极接参考地。

[0043] 滤波电容C1并联到双向DC/DC变换器2的D+极和D-极两端。

[0044] 所述的开关器件为IGBT或MOSFET,内部带有二极管。

[0045] 本发明实施例1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中,通过控制DC/DC变换器1A+端电流I1来实现直流母线与储能单元之间的能量流动。

[0046] 特别的,当直流母线电压过高时,Ubus≥(U1+U3)。控制单元采集Ubus,U1,U2及U3电压,控制双向DC/DC变换器1工作在BUCK模式,VT1以PMW控制方式工作,调节I1电流(按图3标记为负值)的大小,将直流母线上多余能量吸收存储在主储能单元和辅助储能单元内,直流母线电压Ubus限定在一定最大值上。

[0047] VT1开通时,电路模型如图4所示。直流母线电流经开关保险单元、主储能单元、VT1、L2、辅助储能单元回到直流母线。VT1关断时,电感电流经辅助储能单元、VT2内部二极管续流。

[0048] 特别的,当直流母线过低时,控制双向DC/DC变换器1工作在BOOST模式,VT2以PMW控制方式工作,调节I1电流(按图3标记为正值)的大小,将主储能单元和辅助储能单元内能

量回馈到直流母线上，直流母线电压Ubus限定在一定最小值上。

[0049] VT2开通时，电路模型如图5所示。辅助储能单元能量经L2、VT2流出，电感电流增加。VT2关断时，电感电流经VT1内部二极管、主储能单元、开关保险单元，回馈到直流母线中。

[0050] 本发明实施例1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，系统各部分电压需满足：(U1+U3)＜Ubusmin，防止主储能单元和辅助储能单元不受控的向直流母线回馈能量。

[0051] 本发明实施例1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，通过双向DC/DC变换器2，形成辅助储能单元与直流母线之间的能量交换。

[0052] 特别的，当辅助储能单元的能量过低时，双向DC/DC变换器2工作在BUCK模式，VT3以PMW控制方式工作，将直流母线能量传递到辅助储能单元上，以保持U3的稳定。

[0053] VT3开通时，电路模型如图6所示。直流母线电流经开关保险单元、L1、VT3、L3、辅助储能单元回到直流母线。VT3关断时，电感L3电流经辅助储能单元、VT4内部二极管续流。

[0054] 特别的，当辅助储能单元的能量过高时，双向DC/DC变换器2工作在BOOST模式，VT4以PMW控制方式工作，将辅助储能单元上多余能量回馈到直流母线上，以保持U3的稳定。

[0055] VT4开通时，电路模型如图7所示。辅助储能单元能量经L3、VT4流出，电感电流增加。VT4关断时，电感L3电流经VT3内部二极管、L1、开关保险单元，回馈到直流母线中。

[0056] 本发明实施例1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，双向DC/DC变换器1和双向DC/DC变换器2可由n组相同结构的DC/DC变换器并联，实现功率扩展。

[0057] 并联后，各组DC/DC变换器可采用交错并联，主从模式，下垂控制等均流控制方式。

[0058] 本发明实施例1所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，双向DC/DC变换器1的A+及A-间电压U2=Ubus-U1，(忽略直流母线及主储能单元的内阻压降)，这样DC/DC变换器1的变换功率仅为PDC=I1*(Ubus-U1)，较经典方案变换器功率(P=I1*Ubus)大幅降低。即通过较小的功率变换，控制调节很大的功率输出。

[0059] 特别的，对于1500V轨道交通牵引网系统，设定Ubusmax=1800V，Ubusmin=1350V。控制电压上限为1700V。为此，主储能单元电压1300V，辅助储能单元电压500V。双向DC/DC变换器1功率Pdc=(1700-1300)*I1=400*I1。而经典技术方案Pdc1=1700*I1。双向DC/DC变换器1功率只为经典技术方案变换器功率的24%。

[0060] 实施例二

本实施例2提供了一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法。如图8所示。

[0061] 它包括输入开关保险单元，主储能单元，双向DC/DC1变换器1，辅助储能单元，双向DC/DC2变换器2，控制单元，滤波电容C1、C2、L1。

[0062] 所述的输入开关保险单元起过流保护及开关隔离作用。主储能单元和辅助储能单元，可由超级电容或锂电池组成。双向DC/DC变换器1为升降压BOOST/BUCK结构，双向DC/DC2变换器2为BOOST/BUCK结构。控制单元实现对双向DC/DC变换器1和双向DC/DC2变换器2的控制，采用PWM控制策略。

[0063] 直流母线正极(Ubus+)通过输入开关保险单元连接主储能单元正极，主储能单元

负极连接双向DC/DC1变换器1的A+极，双向DC/DC1变换器1的A-极接参考地。

[0064] 滤波电容C2并联到双向DC/DC变换器1的A+极和A-极两端。

[0065] 双向DC/DC1变换器1的B+极接辅助储能单元正极，双向DC/DC变换器1的B-极和辅助储能单元负极接参考地。

[0066] 双向DC/DC变换器2的C+极接辅助储能单元正极，双向DC/DC变换器2的B-极接参考地。

[0067] 双向DC/DC变换器2的D+极接电感L1一端，电感L1另一端接主储能单元正极。双向DC/DC变换器2的D-极接参考地。

[0068] 滤波电容C1并联到双向DC/DC变换器2的D+极和D-极两端。

[0069] 所述的双向DC/DC变换器1由VT1-VT4和L2组成。VT1集电极接A+端，VT1发射极和VT2集电极相连后，接L2，VT2发射极接参考地(A-端)。VT3集电极接B+端，VT3发射极和VT4集电极相连后，接L2另一端，VT4发射极接参考地(B-端)。

[0070] 所述的双向DC/DC变换器2由VT5、VT6、L3、构成。VT5集电极接L1和C1，VT5发射极接VT6集电极和L3，L3另一端接C+端，VT6发射极接参考地。

[0071] 本发明实施例2所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，通过控制DC/DC变换器1A+端电流I1来实现直流母线与储能单元之间的能量流动。

[0072] 特别的，当直流母线电压过高时，控制单元采集Ubus，U1，U2及U3电压，控制双向DC/DC变换器1工作在BUCK或BOOST模式，VT1或VT4以PMW控制方式工作，调节I1电流(按图3标记为负值)的大小，将直流母线上多余能量吸收存储在主储能单元和辅助储能单元内，直流母线电压Ubus限定在一定最大值上。

[0073] (Ubus-U1)＞U3时，双向DC/DC变换器1工作BUCK模式。VT1工作，电路模型如图9所示，VT1导通，直流母线电流经开关保险单元、主储能单元、VT1、L2、VT3内部二极管、辅助储能单元回到直流母线。VT1关断时，电感L2电流经VT3内部二极管、辅助储能单元、VT2内部二极管续流。

[0074] (Ubus-U1)＜U3时，双向DC/DC变换器1工作BOOST模式。VT4工作(VT1长通)，电路模型如图10所示，VT4导通，直流母线电流经开关保险单元、主储能单元、VT1、L2、VT4回到直流母线。VT4关断时，直流母线电流经开关保险单元、主储能单元、VT1、L2、VT3内部二极管、辅助储能单元回到直流母线。

[0075] 特别的，当直流母线过低时，控制双向DC/DC变换器1工作在BOOST或BUCK模式，VT2或VT3以PMW控制方式工作，调节I1电流(按图3标记为正值)的大小，将主储能单元和辅助储能单元内能量回馈到直流母线上，直流母线电压Ubus限定在一定最小值上。

[0076] (Ubus-U1)＜U3时，双向DC/DC变换器1工作BUCK模式。VT3工作，电路模型如图11所示，VT3导通，辅助储能单元电流经VT3、L2、VT1内部二极管、开关保险单元回馈到直流母线。VT3关断时，电感L2电流经VT1内部二极管、主储能单元、开关保险单元、VT4内部二极管续流。

[0077] (Ubus-U1)＞U3时，双向DC/DC变换器1工作BOOST模式。VT2工作(VT3长通)，电路模型如图12所示，VT2导通，辅助储能单元能量经VT3、L2、VT2释放，L2储能。VT2关断时，辅助储能单元能量经VT3、L2、VT1内部二极管、主储能单元、开关保险单元回馈到直流母线。

[0078] 本发明实施例2所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中，通

过双向DC/DC变换器2,形成辅助储能单元与直流母线之间的能量交换。

[0079] 特别的,当辅助储能单元的能量过高时,双向DC/DC变换器2工作在BOOST模式,VT6以PMW控制方式工作,将辅助储能单元上多余能量回馈到直流母线上,以保持U3的稳定。

[0080] 特别的,当辅助储能单元的能量过低时,双向DC/DC变换器2工作在BUCK模式,VT5以PMW控制方式工作,将直流母线能量传递到辅助储能单元上,以保持U3的稳定。

[0081] 本发明实施例2所述的一种直流母线能量吸收与回馈系统结构及控制方法中,双向DC/DC变换器1和双向DC/DC变换器2可由n组相同结构的DC/DC变换器并联,实现功率扩展。

[0082] 并联后,各组DC/DC变换器可采用交错并联,主从模式,下垂控制等均流控制方式。

[0083] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

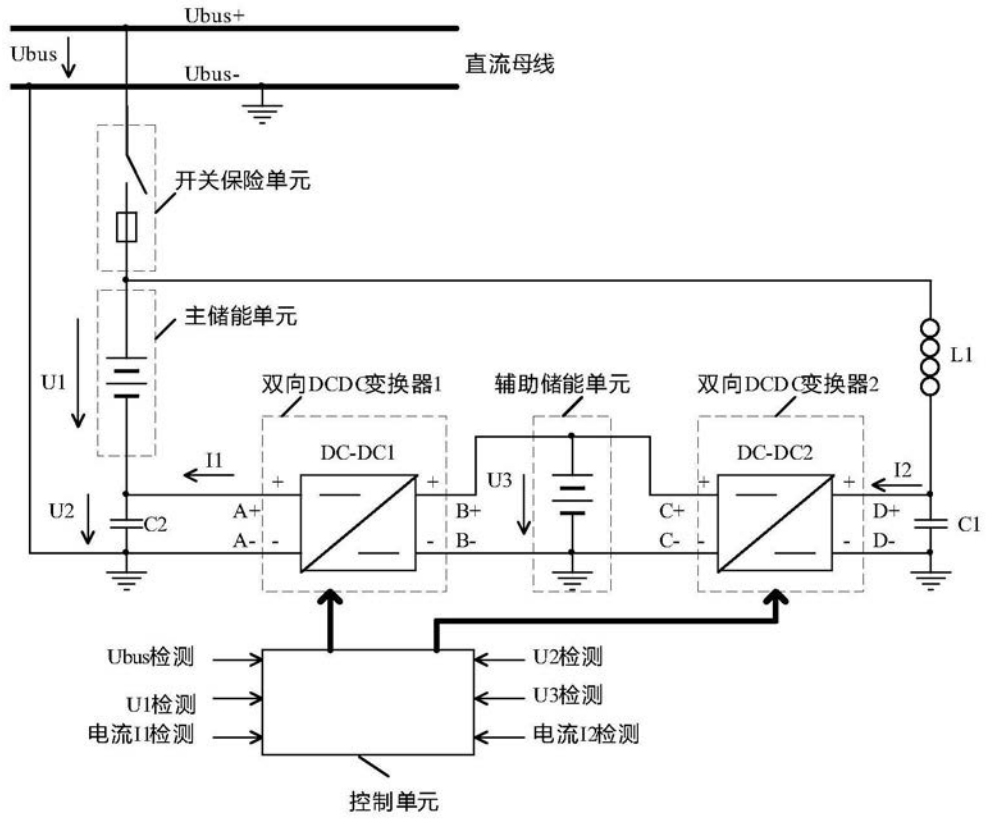

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
主储能单元
L1
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
双向DCDC变换器2
DC-DC1
DC-DC2
I1
I2
U3
U2
C2
A+
A-
B+
B-
C+
C-
D+
D-
C1
Ubus检测
U1检测
电流I1检测
U2检测
U3检测
电流I2检测
控制单元

图1

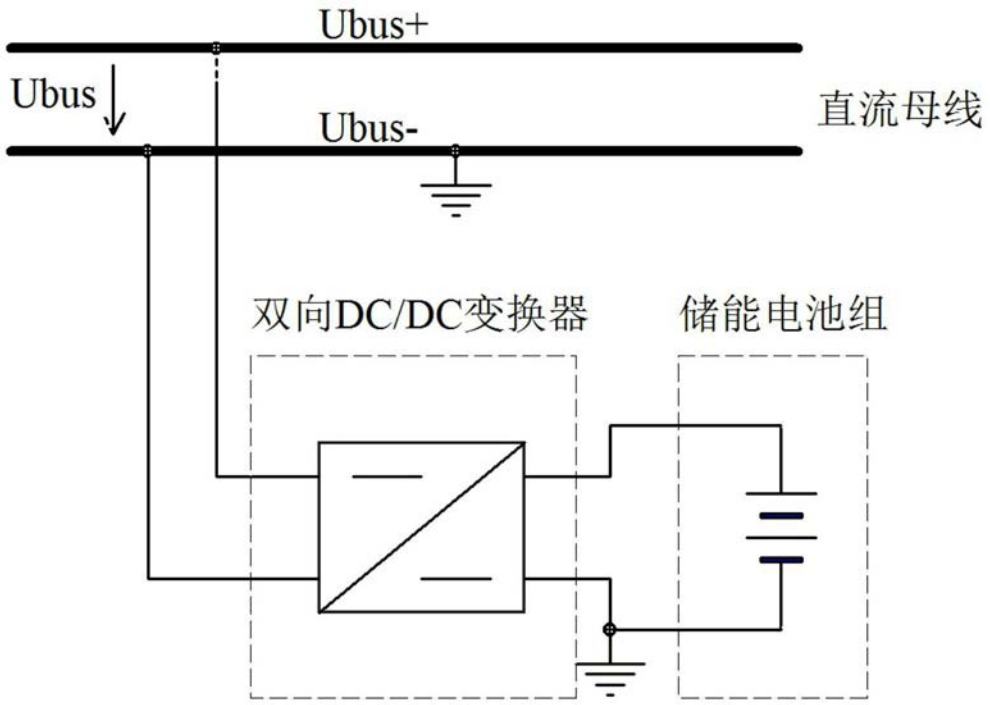

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
双向DC/DC变换器
储能电池组

图2

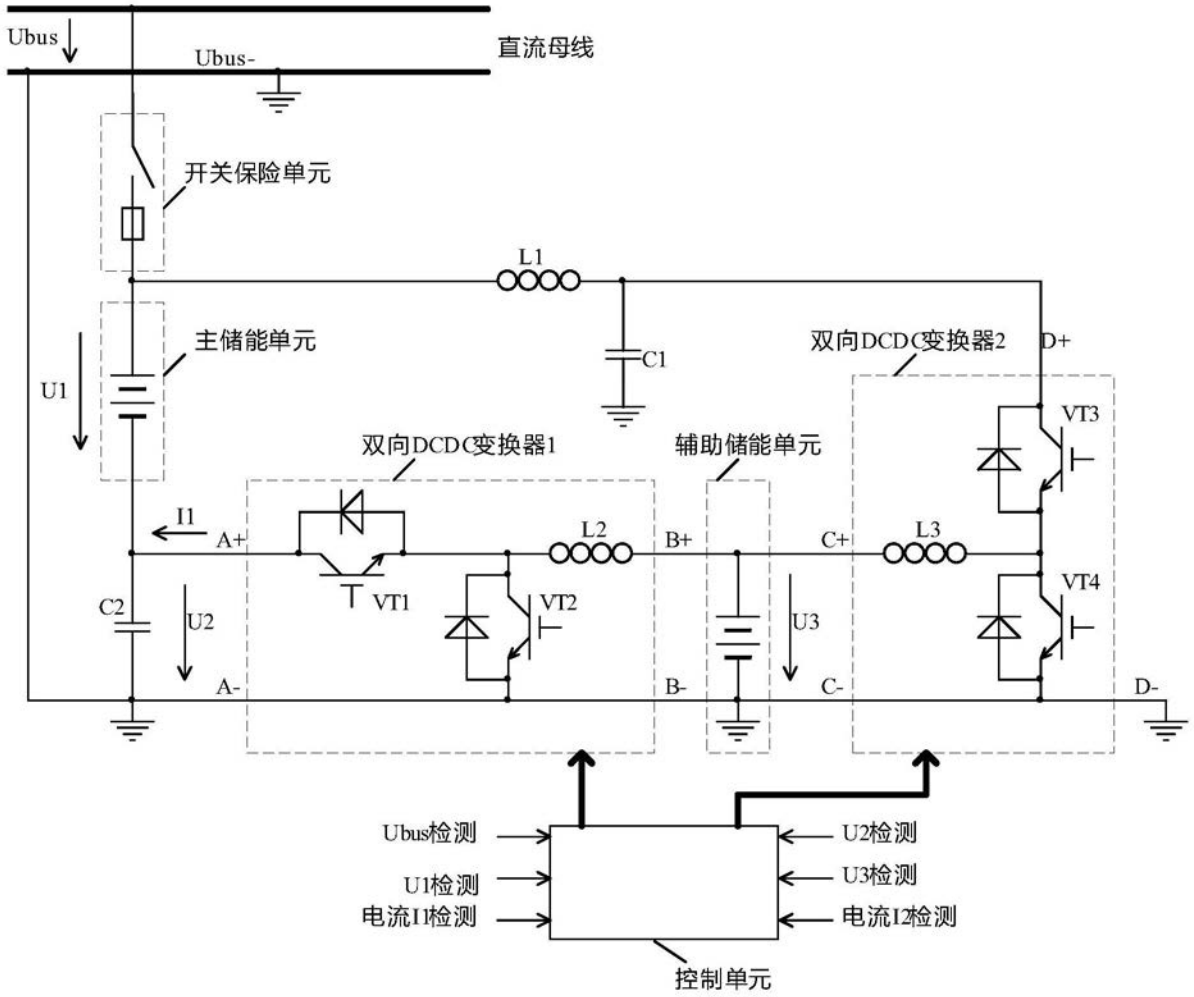

Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
主储能单元
C1
双向DCDC变换器2
D+
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
VT3
I1
A+
L2
B+
C+
L3
VT4
C2
U2
VT1
VT2
U3
A-
B-
C-
D-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图3

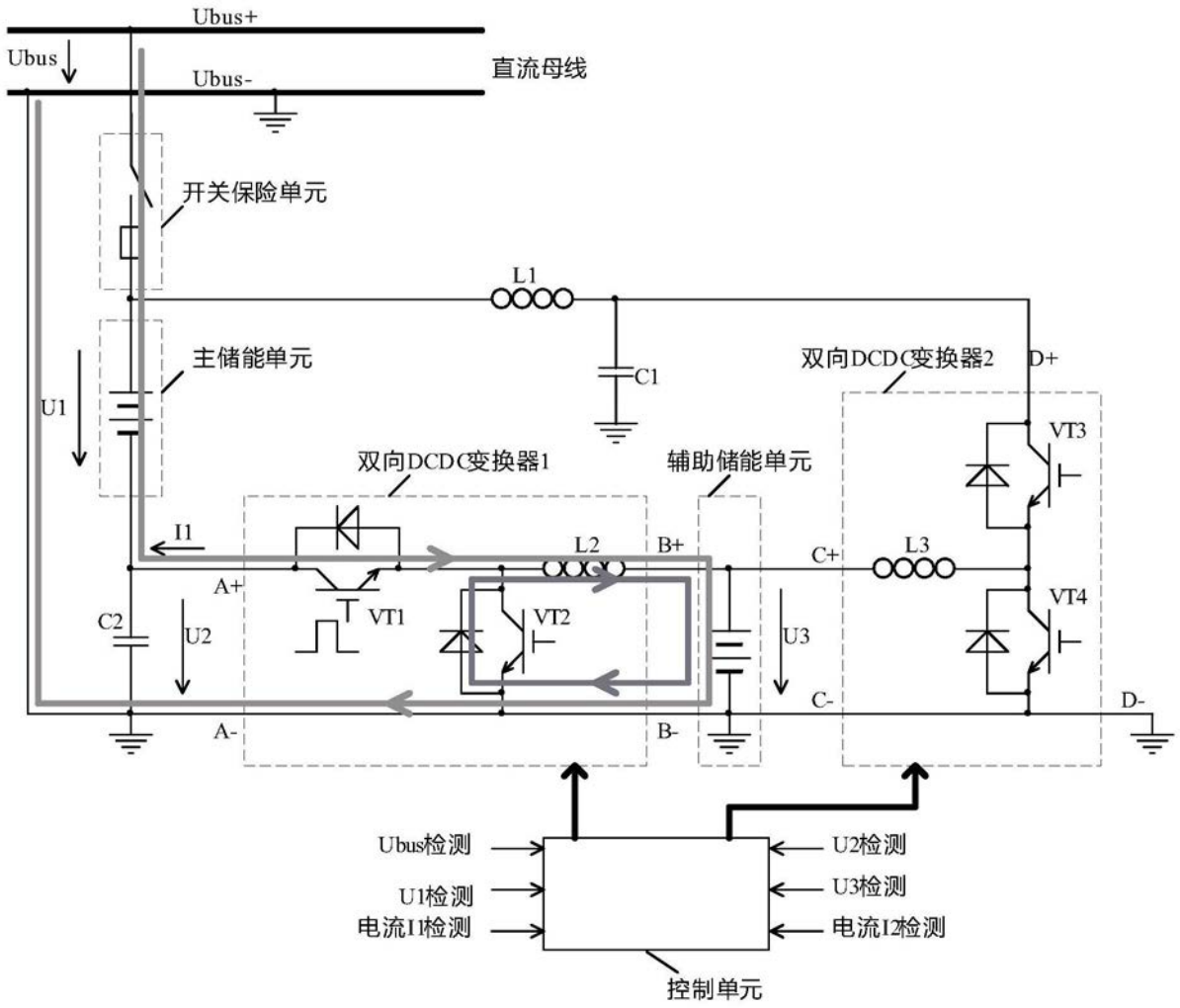

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
主储能单元
C1
双向DCDC变换器2
D+
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
VT3
I1
L2
B+
C+
L3
A+
VT1
VT2
VT4
C2
U2
U3
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图4

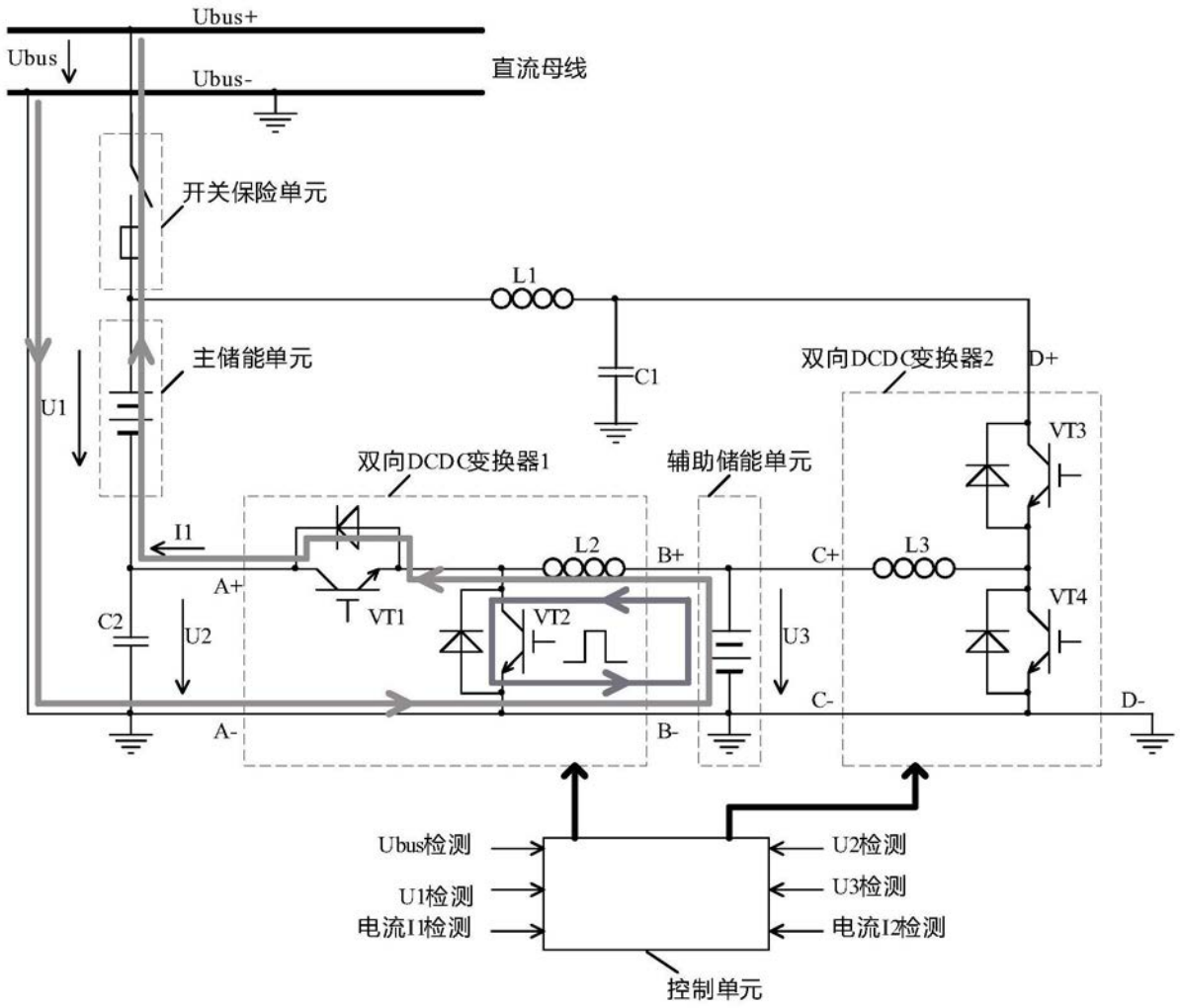

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
主储能单元
C1
双向DCDC变换器2
D+
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
VT3
I1
L2
B+
C+
L3
A+
VT4
C2
U2
VT1
VT2
U3
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图5

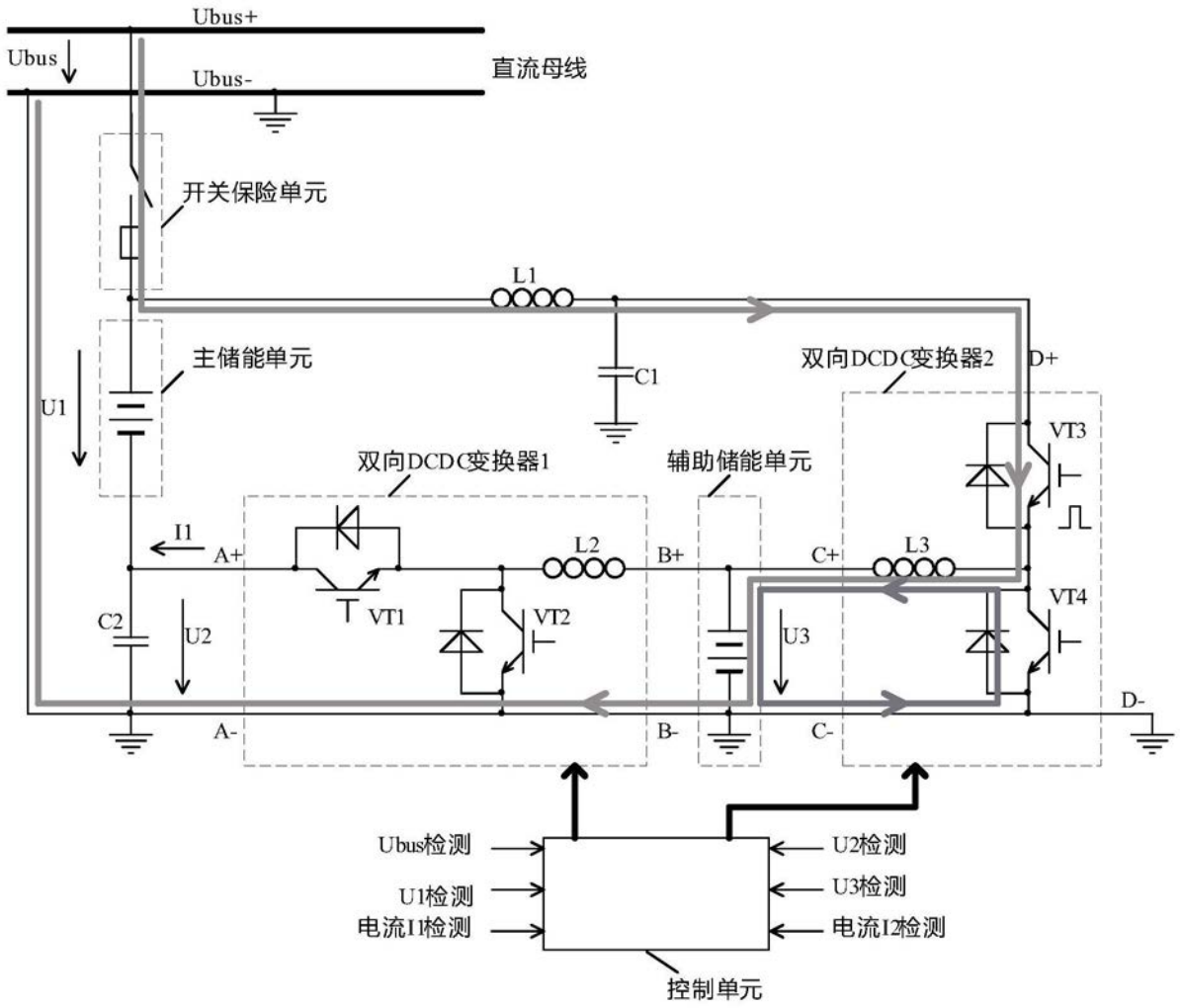

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
主储能单元
C1
双向DCDC变换器2
D+
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
VT3
I1
A+
L2
B+
C+
L3
VT4
C2
U2
VT1
VT2
U3
D-
A-
B-
C-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图6

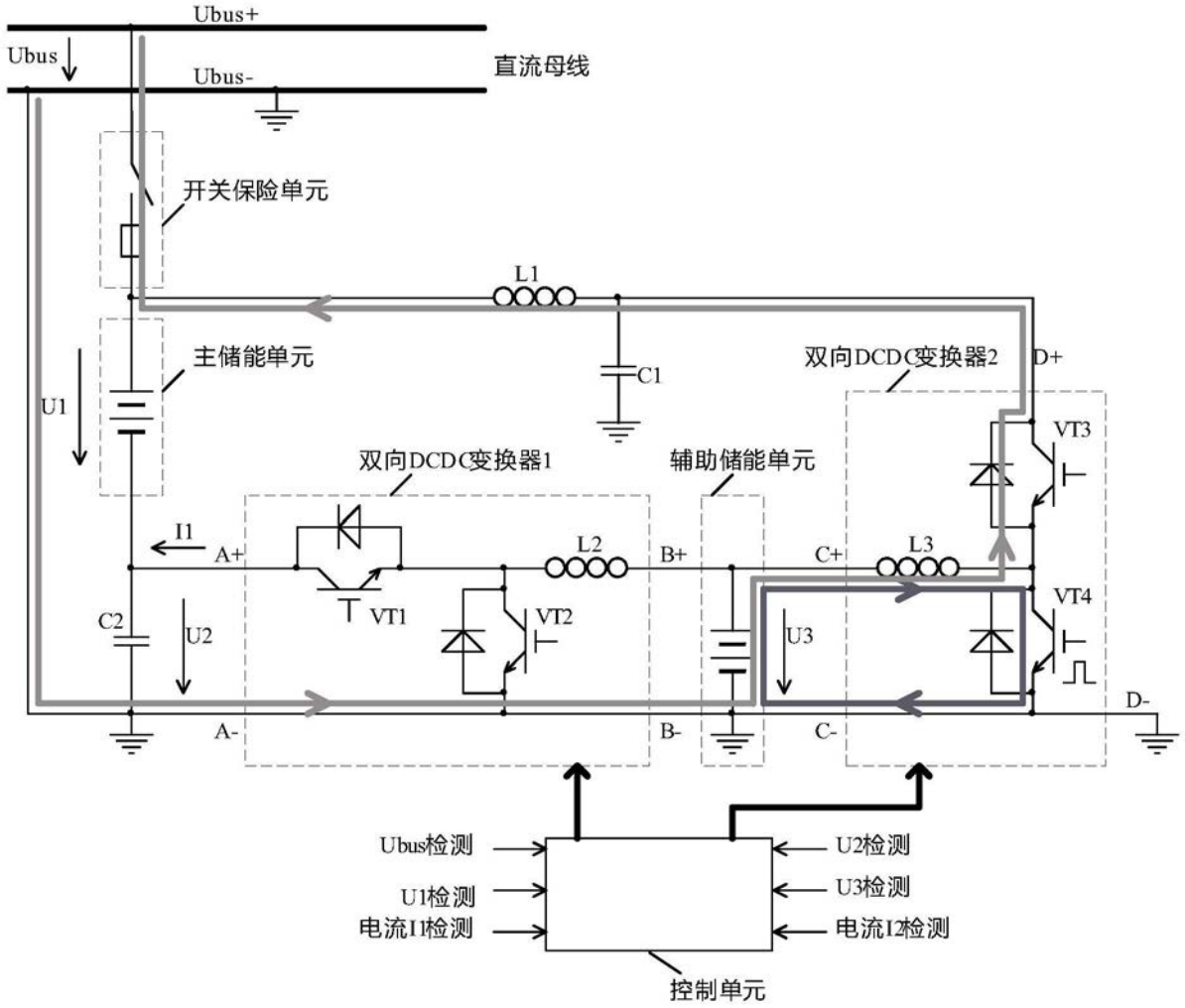

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
主储能单元
C1
双向DCDC变换器2
D+
U1
双向DCDC变换器1
辅助储能单元
VT3
I1
A+
L2
B+
C+
L3
VT4
C2
U2
VT1
VT2
U3
D-
A-
B-
C-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图7

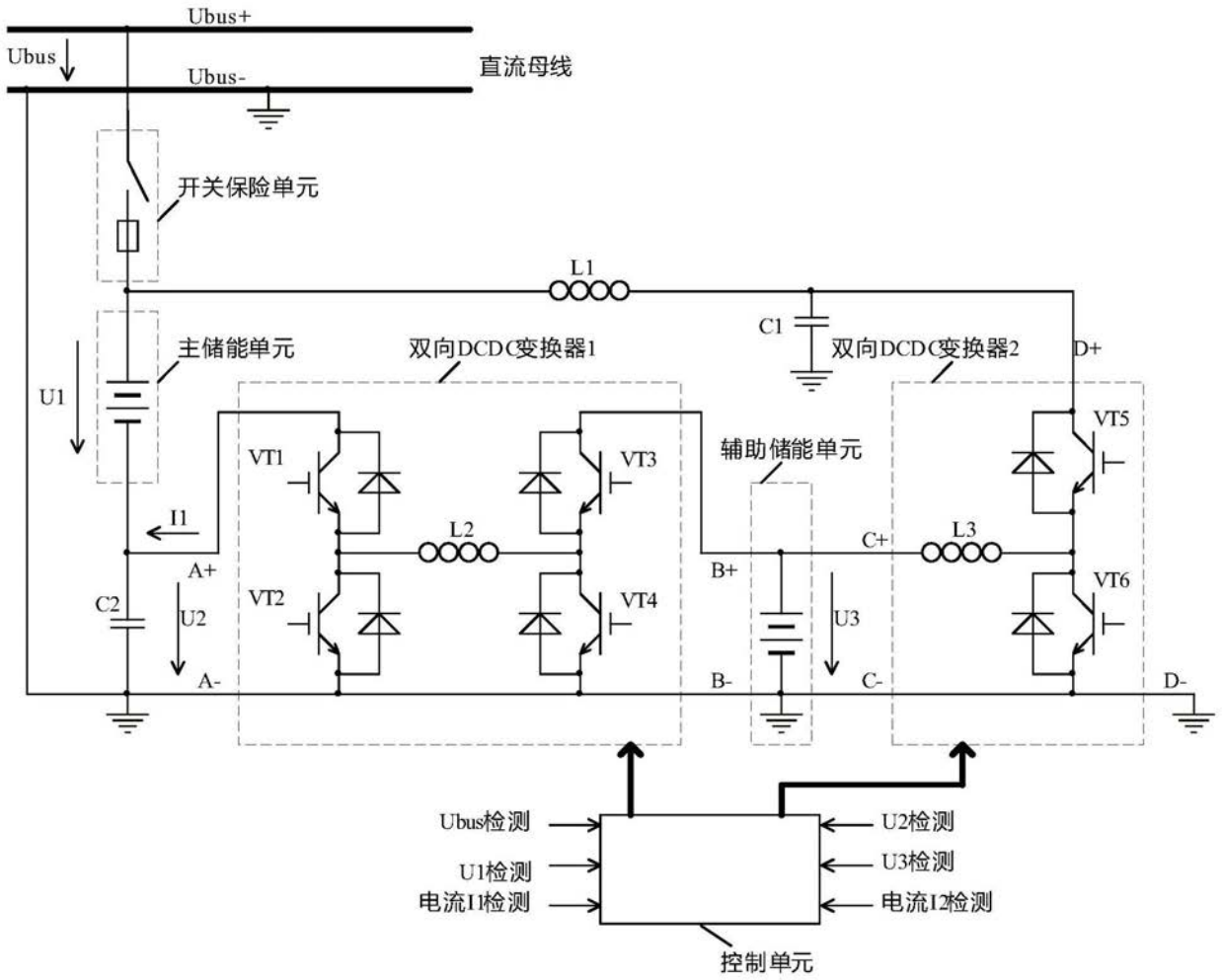

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
C1
主储能单元
双向DCDC变换器1
双向DCDC变换器2
D+
U1
VT1
VT3
VT5
辅助储能单元
I1
L2
C+
L3
A+
B+
VT6
C2
U2
VT2
VT4
U3
A-
B-
C-
D-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图8

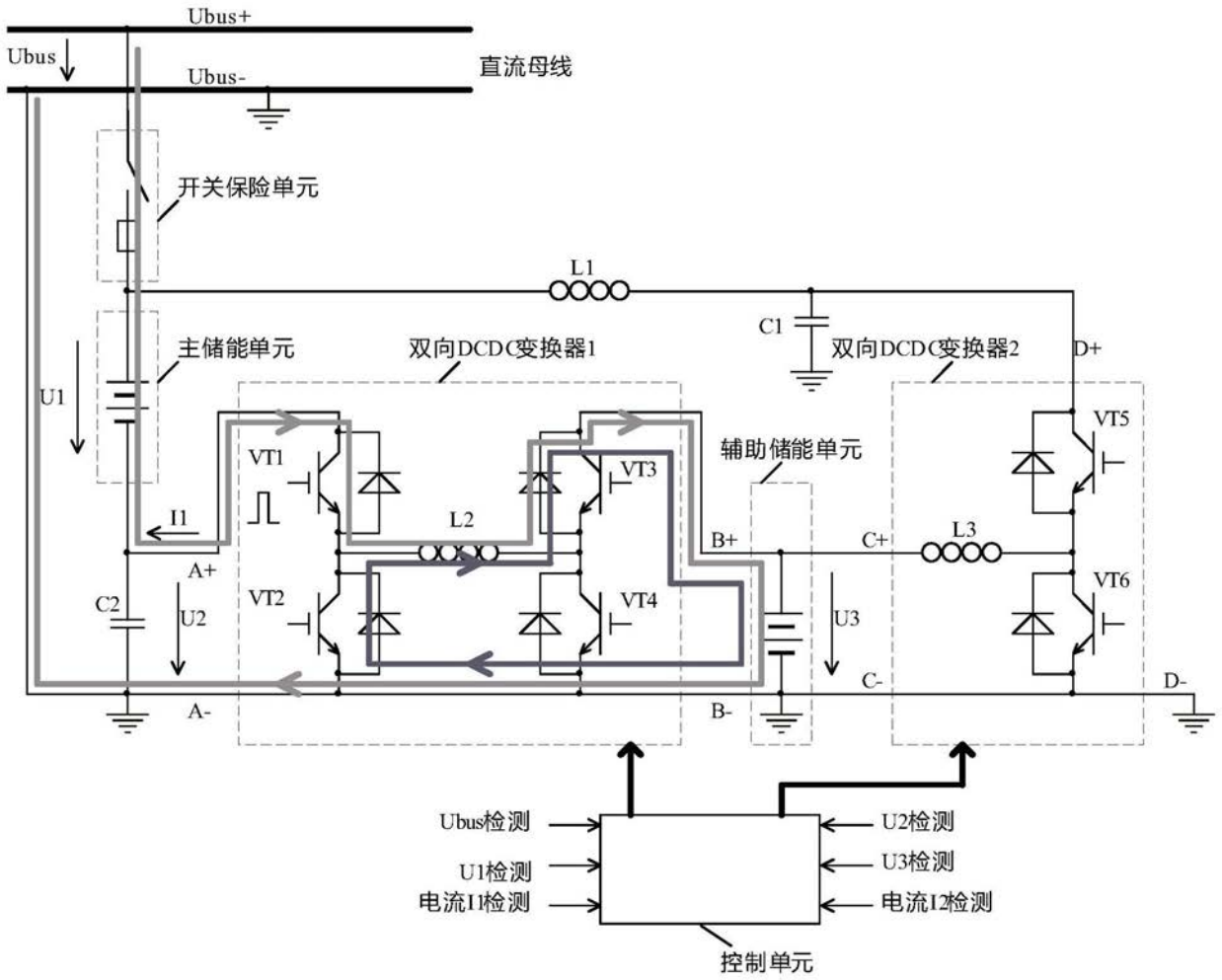

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
C1
主储能单元
双向DCDC变换器1
双向DCDC变换器2
D+
U1
VT1
VT3
VT5
辅助储能单元
I1
L2
B+
C+
L3
A+
VT2
VT4
VT6
C2
U2
U3
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图9

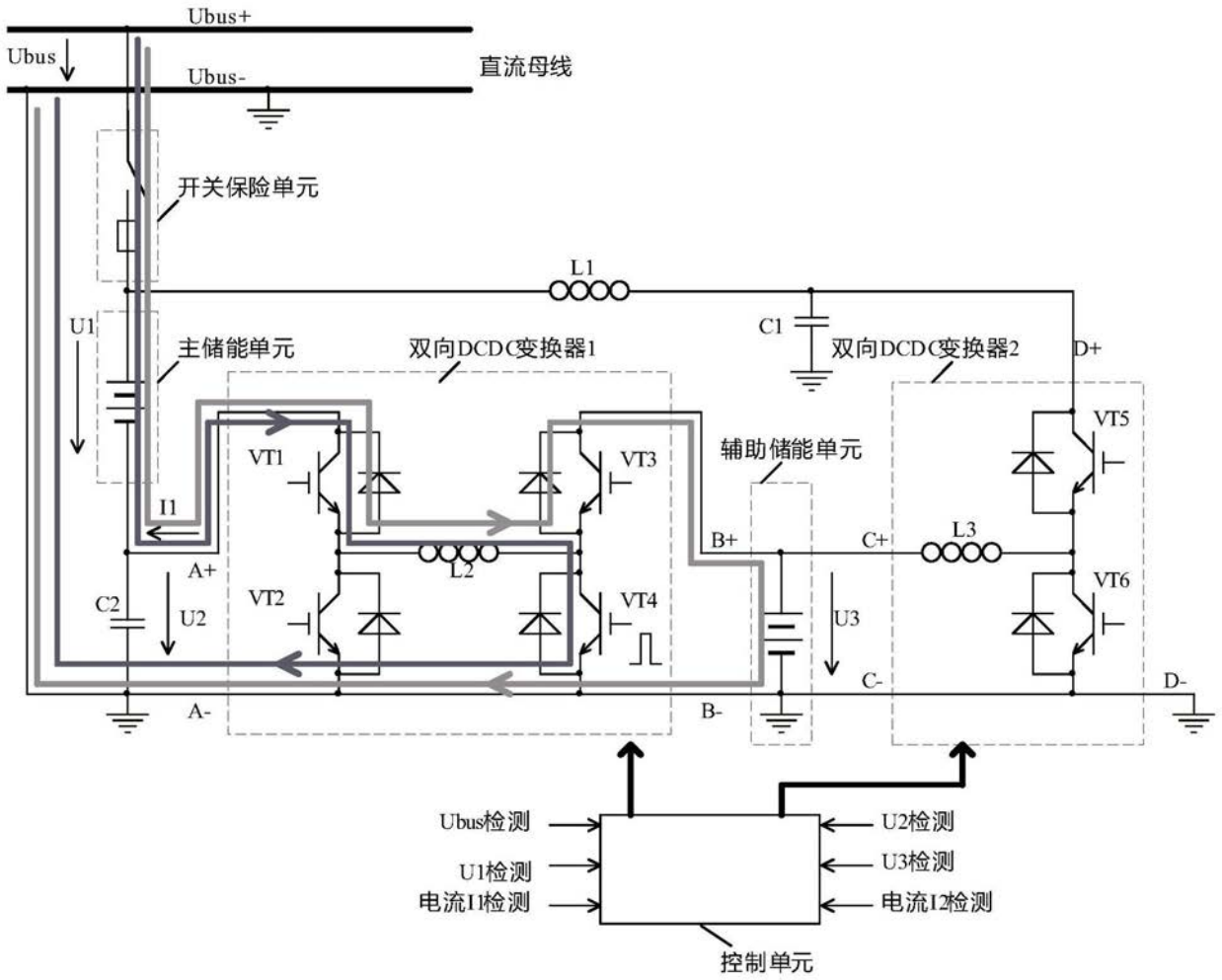

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
U1
主储能单元
双向DCDC变换器1
C1
双向DCDC变换器2
D+
VT1
VT3
辅助储能单元
VT5
I1
B+
C+
L3
A+
L2
C2
U2
VT2
VT4
U3
VT6
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U1检测
电流I1检测
U2检测
U3检测
电流I2检测
控制单元

图10

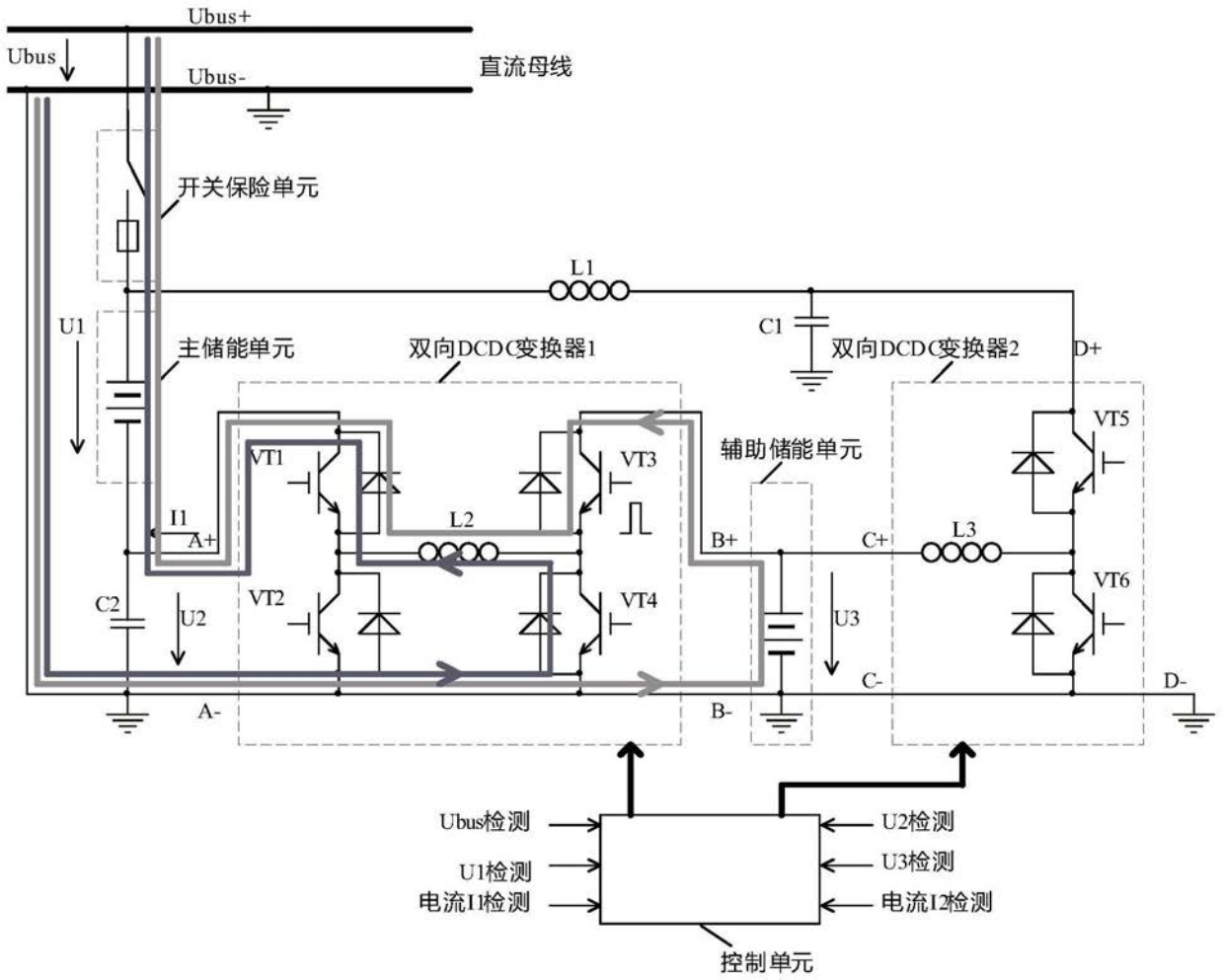

Ubus+
Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
U1
主储能单元
双向DCDC变换器1
C1
双向DCDC变换器2
D+
VT1
VT3
辅助储能单元
VT5
I1
A+
L2
B+
C+
L3
C2
U2
VT2
VT4
U3
VT6
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U1检测
电流I1检测
U2检测
U3检测
电流I2检测
控制单元

图11

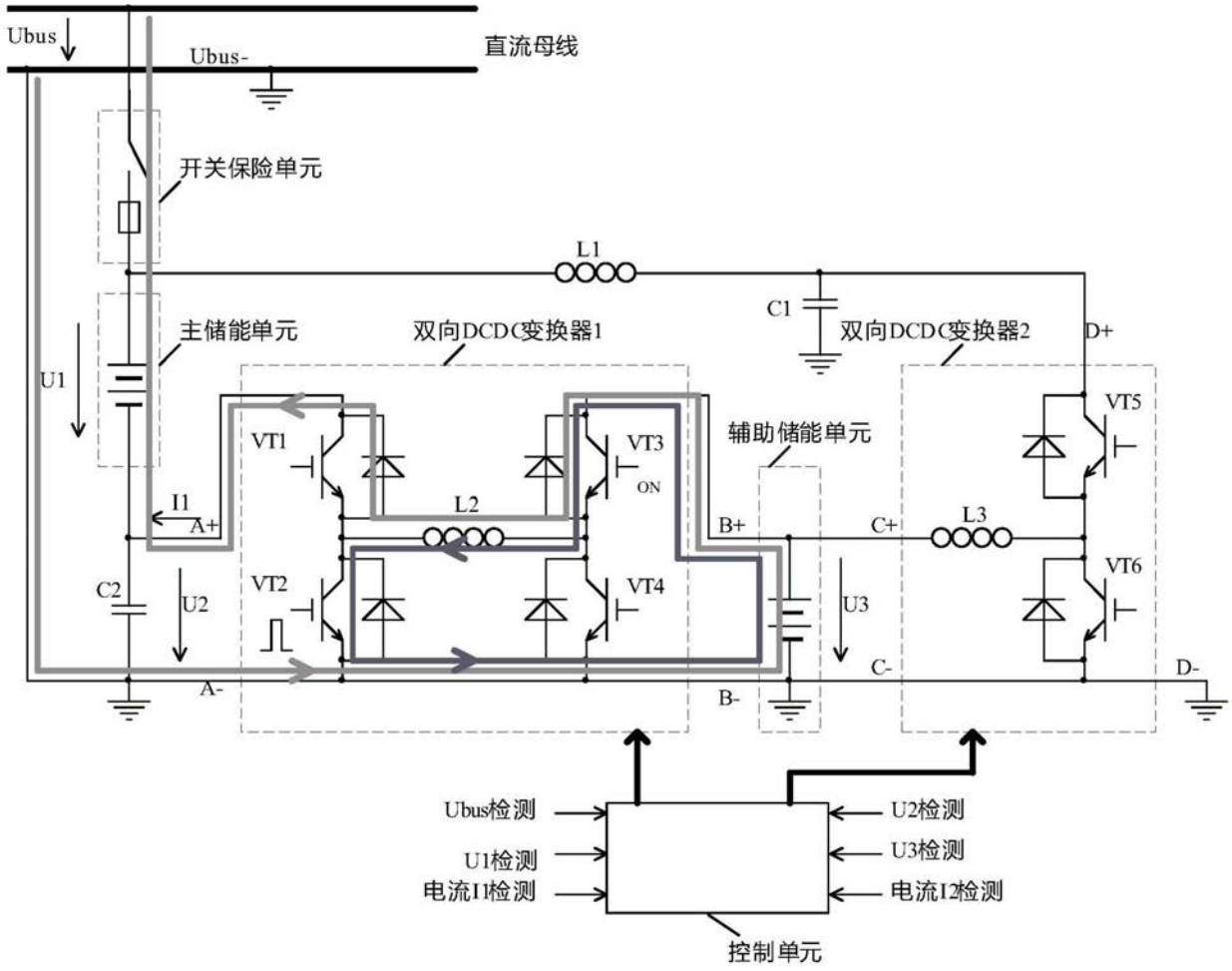

Ubus
Ubus-
直流母线
开关保险单元
L1
C1
主储能单元
双向DCDC变换器1
双向DCDC变换器2
D+
U1
VT1
VT3
ON
辅助储能单元
VT5
I1
A+
L2
B+
C+
L3
C2
U2
VT2
VT4
U3
VT6
C-
D-
A-
B-
Ubus检测
U2检测
U1检测
U3检测
电流I1检测
电流I2检测
控制单元

图12