(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 218888142 U
(45)授权公告日 2023.04.18

(21)申请号 202223391663.X
(22)申请日 2022.12.14
(73)专利权人 国网浙江省电力有限公司桐乡市供电公司
地址 314500 浙江省嘉兴市桐乡市梧桐街道环园路818号
(72)发明人 李颖 徐钰强 韩长志 王海帆 陈龙 李天鲍 周嘉诚 姚利忠 王佳祯 刘扬 吴华波 张超 何玎傲 陈云飞 何嵩琦 祁建勋
(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公司 33109
专利代理师 刘正君
(51)Int.Cl.
H02J 1/02(2006.01)
H02J 3/36(2006.01)

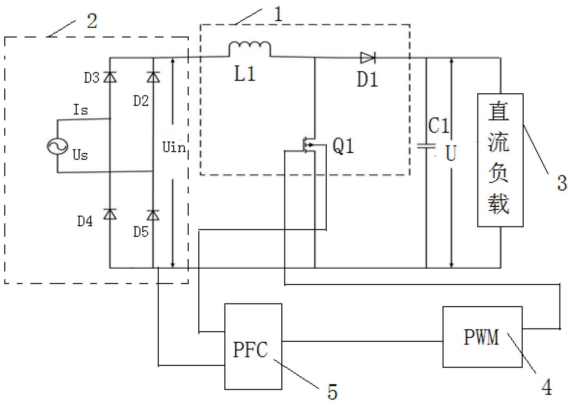
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器

(57)摘要

本实用新型公开了一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器，克服现有技术中现有技术中存在的抑制直流微网纹波的无源滤波装置体积较大，损耗比较高，且无源滤波器只能补偿特定次数的纹波的问题，包括直流升压电路，所述直流升压电路输入端连接有直流电源模块，所述直流升压电路输出端连接有直流负载，所述直流负载与直流电源连接形成闭合回路，所述直流升压电路还连接有PWM控制电路，所述PWM控制电路连接有功率因数校正电路，所述功率因数校正电路与直流电源模块连接。结构简单且成本较低，可以滤除直流微网中的各次频率的纹波，提高直流微网电能质量，而且还具有较好的补偿效果，能够动态连续的对系统无功补偿。



CN 218888142 U

1.一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,包括直流升压电路,所述直流升压电路输入端连接有直流电源模块,所述直流升压电路输出端连接有直流负载,所述直流负载与直流电源连接形成闭合回路,所述直流升压电路还连接有PWM控制电路,所述PWM控制电路连接有功率因数校正电路,所述功率因数校正电路与直流电源模块连接。

2.根据权利要求1所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述直流电源模块包括交流电源以及与交流电源连接的桥式整流电路,所述桥式整流电路的负极与直流升压电路输入端连接,所述桥式整流电路的正极与直流升压电路输出端连接。

3.根据权利要求2所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述桥式整流电路包括两个并联的二极管组,所述二极管组包括第一二极管与第二二极管,所述第一二极管正极与直流升压电路输出端连接,第一二极管负极分别与第二二极管正极、交流电源连接,第二二极管负极与直流升压电路输入端连接。

4.根据权利要求1所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述直流升压电路包括电感,所述电感连接有功率开关管以及续流二极管,所述功率开关管与直流电源模块连接,所述续流二极管与直流负载连接。

5.根据权利要求4所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述直流升压电路还包括直流侧电容,所述直流侧电容与续流二极管并联。

6.根据权利要求4或5所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述直流升压电路的平均输入电流大于等于输入电流变化量的二分之一。

7.根据权利要求5所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述功率开关管的容量为峰值线路的电流和半个峰-峰高频纹波电流的和,功率开关管的电压额定值大于等于直流升压电路的输出电压。

8.根据权利要求5或7所述的一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器,其特征在于,所述直流侧电容的电流为开关频率纹波电流的有效值和线路电流的二次谐波的和。

一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及有源滤波器技术领域，特别涉及了一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器。

背景技术

[0002] 近几年来，经济高速发展，人们对于电能的需求量以及对环境保护意识的逐渐增强，使得分布式电源应用而生。但是，由于分布式电源的接入，一方面不仅会增加整个系统的控制难度，而且会让整个运行系统的造价更高。另一个方面是因为接入新能源发电会使输出功率的不平衡，这样会导致整个系统的电能质量下降。易造成电压闪变，电压波动等问题，同时，由于分布式电源通过逆变器进行并网，所需的一些电力电子元器件，会产生谐波。影响整个系统的正常运行。

[0003] 微电网解决了分布式发电的大规模应用问题。目前，微电网主要以交流微电网的形式存在，但是在交流微网整个系统中要考虑到幅值，相位，频率的影响，然而在直流微网中不存在频率和相位造成的影响。与交流微网相比，直流微网有着很多的优势，如结构比较简单，且易于控制，易于维护。但在独立光伏直流微网中存在着大量的变换器和非线性负载元件，会产生大量的纹波。这些因素都严重地影响了直流微网的电能质量。

[0004] 无源滤波装置是目前抑制直流微网纹波的主要手段。将其安装在纹波源的附近，不仅能够抑制纹波电流，而且还能够对系统进行无功功率的补偿。无源滤波器的成本低，有着较强的可靠性，且设备维护起来也是相当的方便。但是无源滤波器体积较大，损耗比较高，且无源滤波器只能补偿特定次数的纹波。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的是克服现有技术中存在的抑制直流微网纹波的无源滤波装置体积较大，损耗比较高，且无源滤波器只能补偿特定次数的纹波的问题，提供了一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器，结构简单且成本较低，可以滤除直流微网中的各次频率的纹波，提高直流微网电能质量，而且还具有较好的补偿效果，能够动态连续的对系统无功补偿。

[0006] 为了实现上述目的，本实用新型采用以下技术方案：

[0007] 一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器，包括直流升压电路，所述直流升压电路输入端连接有直流电源模块，所述直流升压电路输出端连接有直流负载，所述直流负载与直流电源连接形成闭合回路，所述直流升压电路还连接有PWM控制电路，所述PWM控制电路连接有功率因数校正电路，所述功率因数校正电路与直流电源模块连接。

[0008] 本实用新型采用直流升压电路，不需要检测负载电流，不需要分离出负载电流中的纹波电流，因此省略了高精度的乘法器，控制电路简单；同时能在纹波电流较小时对直流微网中的纹波进行滤除。可以滤除直流微网中的各次频率的纹波，提高直流微网电能质量，而且还具有较好的补偿效果，能够动态连续的对系统无功补偿。

[0009] 作为优选，所述直流电源模块包括交流电源以及与交流电源连接的桥式整流电路，所述桥式整流电路的负极与直流升压电路输入端连接，所述桥式整流电路的正极与直流升压电路输出端连接。

[0010] 通过整流桥，将交流电源输入的交流电压转化为直流电压输出给直流升压电路。

[0011] 作为优选，所述桥式整流电路包括两个并联的二极管组，所述二极管组包括第一二极管与第二二极管，所述第一二极管正极与直流升压电路输出端连接，第一二极管负极分别与第二二极管正极、交流电源连接，第二二极管负极与直流升压电路输入端连接。

[0012] 在整流桥的每个工作周期内，同一时间只有两个二极管进行工作，通过二极管的单向导通功能，把交流电转换成单向的直流脉动电压。

[0013] 作为优选，所述直流升压电路包括电感，所述电感连接有功率开关管以及续流二极管，所述功率开关管与直流电源模块连接，所述续流二极管与直流负载连接。

[0014] 在充电的过程中，功率开关管导通，此时电感开始储存能量；在放电过程中，功率开关管Q关断，电感开始放电。功率开关管的状态由PWM控制电路控制。PWM控制电路输出PWM控制信号，PWM控制信号和载波信号比较之后，将输出的脉冲信号来驱动功率开关管的开通或者是关断。

[0015] 作为优选，所述直流升压电路还包括直流侧电容，所述直流侧电容与续流二极管并联。

[0016] 在充电的过程中，功率开关管导通，此时电感开始储存能量，电容为负载进行供电；在放电过程中，功率开关管关断，电感为电容进行供电，使得直流升压电路输出电压高于直流升压电路输入电压。

[0017] 作为优选，所述直流升压电路的平均输入电流大于等于输入电流变化量的二分之一。

[0018] 而电感的电流变化量等于输入电压、功率开关管占空比以及功率开关管工作周期时间的三者之积除以电感值的商，由此可以得到电感的取值范围，从而对直流升压电路的电感做了进一步限定。

[0019] 在满足该条件时，直流升压电路能够一直处于连续工作状态，从而使直流有源滤波器能够一直工作，滤除直流微网中的纹波，提高直流微网电能质量，保证直流微网运行稳定性。

[0020] 作为优选，所述功率开关管的容量为峰值线路的电流和半个峰-峰高频纹波电流的和，功率开关管的电压额定值大于等于直流升压电路的输出电压。

[0021] 功率开关管的容量取值为峰值线路的电流和半个峰-峰高频纹波电流的和，即电感电流中最大的峰值电流，功率开关管的电压额定值至少等于输出的电压。功率开关管可以为MOS管。

[0022] 作为优选，所述直流侧电容的电流为开关频率纹波电流的有效值和线路电流的二次谐波的和。

[0023] 直流侧电容的选择与开关频率的纹波电流，二次纹波电流，直流输出电压，输出纹波电压和维持时间等因素相关。流过电容器的总电流是开关频率纹波电流的有效值和线路电流的二次谐波的和。

[0024] 因此，本实用新型具有如下有益效果：利用直流升压电路，不需要检测负载电流，

不需要分离出负载电流中的纹波电流，因此省略了高精度的乘法器，控制电路简单；同时能在纹波电流较小时对直流微网中的纹波进行滤除。可以滤除直流微网中的各次频率的纹波，提高直流微网电能质量，而且还具有较好的补偿效果，能够动态连续的对系统无功补偿。

附图说明

[0025] 图1是本实用新型直流有源滤波器的系统架构示意图。

[0026] 图2是本实用新型直流有源滤波器的电路示意图。

[0027] 图中：1、直流升压电路；2、直流电源模块；3、直流负载；4、PWM控制电路；5、功率因数校正电路。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图与具体实施方式对本实用新型作进一步详细描述：

[0029] 实施例一：

[0030] 本实施例为一种用于提高直流微网电能质量的直流有源滤波器，如图1所示，包括直流升压电路1、直流电源模块2、直流负载3、PWM控制电路4以及功率因数校正电路5，直流电源模块输出端分别与功率因数校正电路、直流升压电路连接，直流升压电路分别与直流负载、PWM控制电路连接，PWM控制电路与功率因数校正电路连接。

[0031] 本实用新型采用直流升压电路，不需要检测负载电流，不需要分离出负载电流中的纹波电流，因此省略了高精度的乘法器，控制电路简单；同时能在纹波电流较小时对直流微网中的纹波进行滤除。可以滤除直流微网中的各次频率的纹波，提高直流微网电能质量，而且还具有较好的补偿效果，能够动态连续的对系统无功补偿。

[0032] 本实施例中的直流有源滤波器具体的电路结构如图2所示：

[0033] 直流电源模块包括交流电源以及与交流电源连接的桥式整流电路，桥式整流电路包括二极管D2、二极管D3、二极管D4以及二极管D5，二极管D4的负极分别与交流电源、二极管D3的正极连接，二极管D4的正极与直流升压电路的输出端连接，二极管D3的负极与直流升压电路的输入端连接；二极管D5的负极分别与交流电源、二极管D2的正极连接，二极管D5的正极与直流升压电路的输出端连接，二极管D2的负极与直流升压电路的输入端连接。

[0034] 通过整流桥，将交流电源输入的交流电压转化为直流电压输出给直流升压电路。在整流桥的每个工作周期内，同一时间只有两个二极管进行工作，通过二极管的单向导通功能，把交流电转换成单向的直流脉动电压。

[0035] 直流升压电路包括电感L1、续流二极管D1、功率开关管以及直流侧电容C1，本实施例中功率开关管采用MOS管Q1，电感L1一端与直流电源模块连接，电感L1另一端与MOS管Q1漏极连接，MOS管Q1漏极续流二极管D1正极连接，续流二极管D1负极分别与电容C1一端、直流负载一端连接，电容C1另一端、直流负载另一端均与MOS管Q1源极连接；MOS管Q1栅极与PWM控制电路输出端连接，PWM控制电路输入端与功率因数校正电路连接，功率因数校正电路还与直流电源模块、直流升压电路连接。

[0036] 在充电的过程中，功率开关管导通，此时电感开始储存能量，直流侧电容为负载进行供电；在放电过程中，功率开关管Q关断，电感为直流侧电容进行供电，电感开始放电。功

率开关管的状态由PWM控制电路控制。PWM控制电路输出PWM控制信号，PWM控制信号和载波信号比较之后，将输出的脉冲信号来驱动功率开关管的开通或者是关断。

[0037] 为保证直流升压电路能够一直处于连续工作状态，从而使直流有源滤波器能够一直工作，滤除直流微网中的纹波，提高直流微网电能质量，保证直流微网运行稳定性。本实施例中还需要满足以下条件：

[0038] 直流升压电路的平均输入电流I_L大于等于输入电流变化量△I_L的二分之一：

$$I_L \geq \frac{\Delta I_L}{2}$$；

[0039] 而电感的电流变化量等于输入电压、功率开关管占空比以及功率开关管工作周期时间的三者之积除以电感值的商，由此可以得到电感的取值范围，从而对直流升压电路的电感做了进一步限定。

[0040] 实施例二：

[0041] 本实施例在实施例一的基础上，对于直流升压电路中的功率开关管、直流侧电容以及电感做了进一步限定：

[0042] 1、功率开关管

[0043] 功率开关管的容量取值为峰值线路的电流和半个峰-峰高频纹波电流的和，即电感电流中最大的峰值电流，功率开关管的电压额定值至少等于直流升压电路输出的电压。

[0044] 2、直流侧电容

[0045] 电容器的选择与开关频率的纹波电流，二次纹波电流，直流输出电压，输出纹波电压和维持时间等因素相关。流过电容器的总电流是开关频率纹波电流的有效值和线路电流的二次谐波的和。

[0046] 3、电感

[0047] 本实施例中的直流升压单路，在PWM控制电路输出的一个半波内输出的平均功率与输入的平均功率相等，同时要求在任何时刻，电流时连续的，因此可以得到：

[0048] $$L > \frac{U_m^2 R}{4U_d^2} T_s$$

[0049] 式中，L表示电感值，R表示直流负载阻值，T_s表示功率开关管的工作时间，U_m表示直流升压电路的输入电压，U_d表示直流升压电路的输出电压。

[0050] 以上所述的实施例只是本实用新型的一种较佳的方案，并非对本实用新型作任何形式上的限制，在不超出权利要求所记载的技术方案的前提下还有其它的变体及改型。

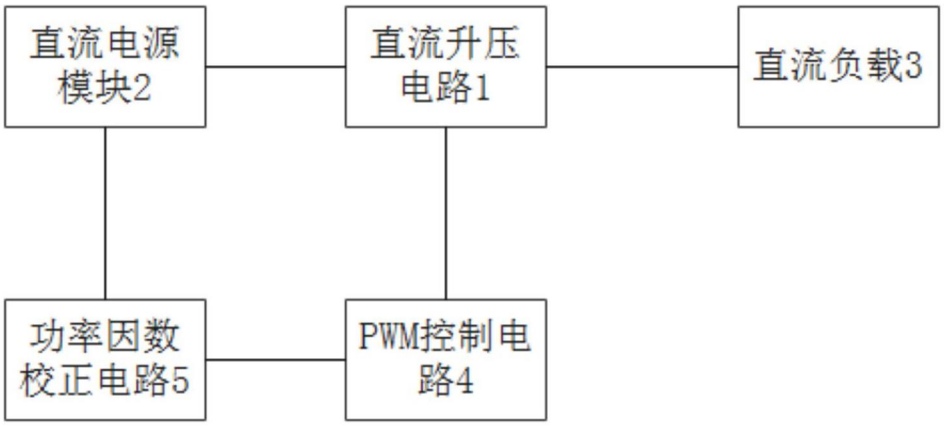

直流电源模块2
直流升压电路1
直流负载3
功率因数校正电路5
PWM控制电路4

图1

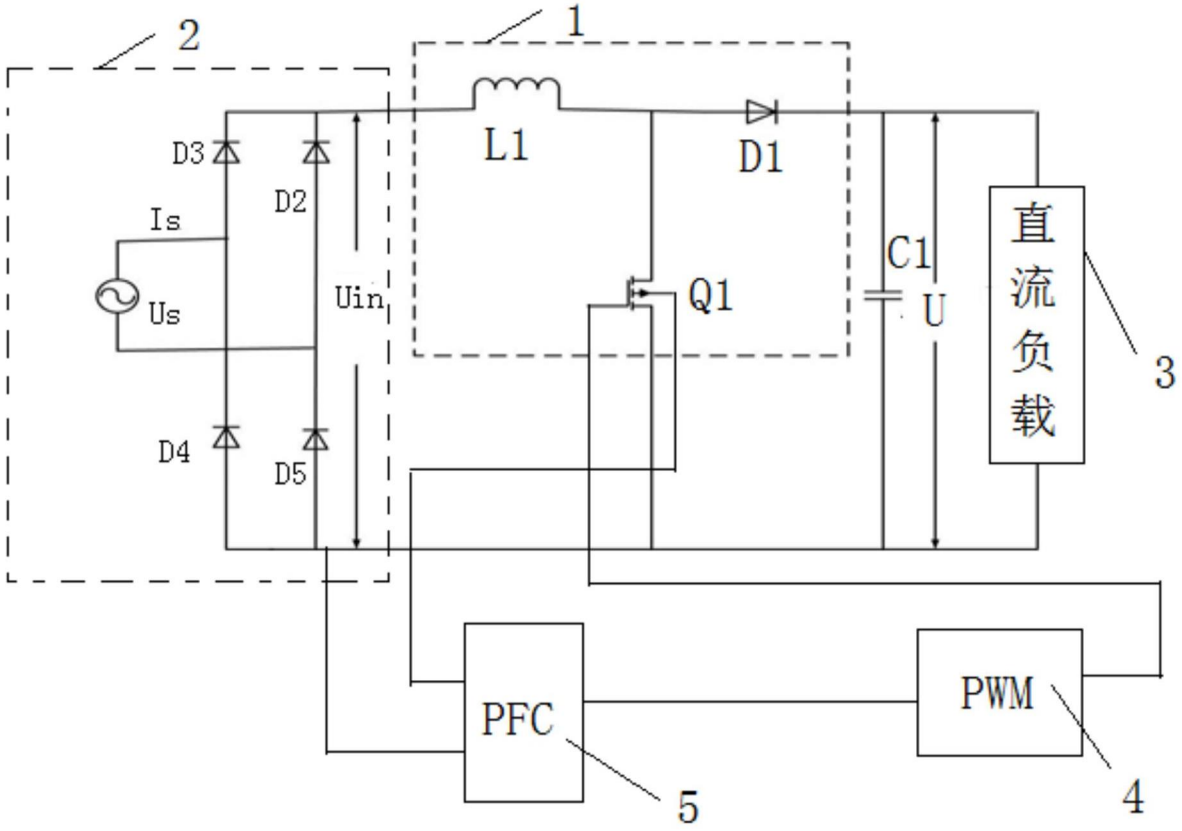

2
1
D3
D2
Is
Us
Uin
L1
D1
Q1
C1
U
直流负载
3
D4
D5
PFC
5
PWM
4

图2