(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 105471238 A
(43)申请公布日 2016.04.06

(21)申请号 201510975737.X

(22)申请日 2015.12.23

(71)申请人 厦门科华恒盛股份有限公司
地址 361006 福建省厦门市火炬高新区火炬园马垄路457号

(72)发明人 卢雄伟 曾春保 陈聪鹏 陈启建

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100
代理人 蔡学俊

(51)Int.Cl.
H02M 1/14(2006.01)

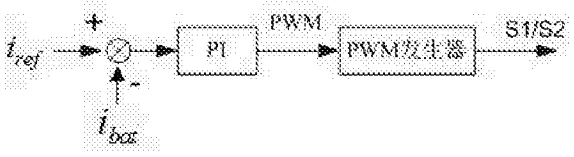
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种直流母线电压纹波补偿方法和光伏逆变器

(57)摘要

本发明涉及一种直流母线电压纹波补偿方法和光伏逆变器。该方法，提供一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还提供一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，具体实现如下：实时采样直流母线低频纹波电压信号；当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于降压充电模式给蓄电池充电；当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于升压放电模式，蓄电池放电。本发明解决了单相离网型光伏逆变器普遍存在的直流母线电压纹波较大的问题，减小了流过电容的纹波电流，降低了系统损耗，以及延长了电容的使用寿命。



CN 105471238 A

1.一种直流母线电压纹波补偿方法，提供一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还提供一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，其特征在于：所述方法，具体实现如下：

实时采样直流母线低频纹波电压信号；当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于降压充电模式给蓄电池充电；当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于升压放电模式，蓄电池放电。

2.根据权利要求1所述的一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：所述DC/DC双向变换模块由电感、第一MOS开关管S1、第二MOS开关管S2构成，所述电感的一端接至蓄电池正极，所述电感的另一端分别接至第一MOS开关管S1的集电极、第二MOS开关管S2的发射极，所述第一MOS开关管S1的发射极分别接至蓄电池负极、负直流母线，所述第二MOS开关管S2的集电极接至正直流母线。

3.根据权利要求2所述的一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：

当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，控制第一MOS开关管S1导通/关断给蓄电池充电；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，控制第二MOS开关管S2导通/关断，蓄电池放电。

4.根据权利要求1所述的一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：所述实时采样直流母线低频纹波电压信号，具体实现方式为：

实时采样直流母线电压信号，将直流母线电压信号经过一低通滤波器后减去基准电压值。

5.根据权利要求4所述一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：所述基准电压值为母线电压平均值。

6.根据权利要求4或5所述一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：所述低通滤波器用于滤除直流母线电压信号大于等于100Hz的高频纹波成分，以获得直流母线低频纹波电压信号。

7.根据权利要求6所述一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于：

实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，将电流给定值$i_{ref}=i_{amp}\cdot\sin\theta$与蓄电池的电流值$i_{bat}$取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第一MOS开关管工作，使得蓄电池处于充电模式。

8.根据权利要求6所述一种直流母线电压纹波补偿方法，其特征在于，

实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，将电

流给定值$i_{ref} = i_{amp} \cdot \sin\theta$与蓄电池的电流值ibat取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第二MOS开关管工作，使得蓄电池处于放电模式。

9.一种光伏逆变器，包括一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还包括一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，其特征在于：还包括一控制模块，所述控制模块采用权利要求1至8任一所述的直流母线电压纹波补偿方法。

一种直流母线电压纹波补偿方法和光伏逆变器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电压纹波补偿方法，特别是涉及应用于光伏逆变器直流母线电压纹波补偿方法，具体为一种直流母线电压纹波补偿方法和光伏逆变器。

背景技术

[0002] 随着我国光伏发电系统的迅速发展，尤其是光伏屋顶计划的实施，国内对离网型光伏逆变器的需求将越来越大。对于离网型光伏发电系统而言，直流母线电压纹波是一个重要的指标，关系到改善逆变电压的THD和延长直流母线电容的寿命；然而，由于直流母线电压是由PV升压、逆变器和蓄电池充放电三个模块共同作用而产生的指标，因此，关于直流母线电压纹波补偿一直以来都是系统控制的难点。

[0003] 单相光伏逆变器，其直流母线电压纹波主要是由于母线电容的直流输入功率和交流输出功率无法实时匹配造成的，即当逆变电压在过零点附近时，交流侧的瞬时输出功率远小于直流侧的输入功率，故纹波电压位于波峰位置；当逆变电压在波峰或波谷位置附近时，交流侧的瞬时输出功率远大于直流侧的输入功率，此时纹波电压则位于波谷位置。现有技术中在处理直流母线电压纹波补偿问题时，大多集中在boost电感和母线电容的优化设计上。这类方法，虽然在一定程度上可以有效的解决此问题，但是考虑到系统的自适应性时却不是很理想。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种直流母线电压纹波补偿方法和光伏逆变器。

[0005] 为实现上述目的，本发明的技术方案是：一种直流母线电压纹波补偿方法，提供一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还提供一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，所述方法，具体实现如下：

实时采样直流母线低频纹波电压信号；当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于降压充电模式给蓄电池充电；当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于升压放电模式，蓄电池放电。

[0006] 在本发明一实施例中，所述DC/DC双向变换模块由电感、第一MOS开关管S1、第二MOS开关管S2构成，所述电感的一端接至蓄电池正极，所述电感的另一端分别接至第一MOS开关管S1的集电极、第二MOS开关管S2的发射极，所述第一MOS开关管S1的发射极分别接至蓄电池负极、负直流母线，所述第二MOS开关管S2的集电极接至正直流母线。

[0007] 在本发明一实施例中，当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，控制第一MOS开关管S1导通/关断给蓄电池充电；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，控制第二MOS开关管S2导通/关断，蓄电池放电。

[0008] 在本发明一实施例中，所述实时采样直流母线低频纹波电压信号，具体实现方式为：

实时采样直流母线电压信号，将直流母线电压信号经过一低通滤波器后减去基准电压值。

[0009] 在本发明一实施例中，所述基准电压值为母线电压平均值。

[0010] 在本发明一实施例中，所述低通滤波器用于滤除直流母线电压信号大于等于100Hz的高频纹波成分，以获得直流母线低频纹波电压信号。

[0011] 在本发明一实施例中，实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，将电流给定值$i_{ref} = i_{amp} \cdot \sin\theta$与蓄电池的电流值$i_{bat}$取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第一MOS开关管工作，使得蓄电池处于充电模式。

[0012] 在本发明一实施例中，实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，将电流给定值$i_{ref} = i_{amp} \cdot \sin\theta$与蓄电池的电流值ibat取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第二MOS开关管工作，使得蓄电池处于放电模式。

[0013] 本发明还提供了一种光伏逆变器，包括一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还包括一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，还包括一控制模块，所述控制模块采用上述所述的直流母线电压纹波补偿方法。

[0014] 相较于现有技术，本发明具有以下有益效果：

1)解决了单相离网型光伏逆变器普遍存在的直流母线电压纹波较大的问题，减小了流过电容的纹波电流，降低了系统损耗，以及延长了电容的使用寿命；

2)采用数字化控制方法来补偿母线电压纹波，减小了母线电容的容值，进而节约了系统成本；

3)采用数字化控制方法可以适应不同负载等级来有效地补偿直流母线电压纹波，进而提高了系统的稳定性。

附图说明

[0015] 图1为实施例中一种直流母线电压纹波补偿方法的光伏并网器。

[0016] 图2为实施例中光伏并网器中的DC/DC双向变换器。

[0017] 图3为本发明一实施例的方法原理图。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图，对本发明的技术方案进行具体说明。

[0019] 如图3所示，本发明一种直流母线电压纹波补偿方法，提供一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还提供一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，所述方法，具体实现如下：

实时采样直流母线低频纹波电压信号；当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于降压充电模式给蓄电池充电；当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于升压放电模式，蓄电池放电。

[0020] 优选的，所述DC/DC双向变换模块由电感、第一MOS开关管S1、第二MOS开关管S2构成，所述电感的一端接至蓄电池正极，所述电感的另一端分别接至第一MOS开关管S1的集电极、第二MOS开关管S2的发射极，所述第一MOS开关管S1的发射极分别接至蓄电池负极、负直流母线，所述第二MOS开关管S2的集电极接至正直流母线。

[0021] 鉴于上述DC/DC双向变换模块，优选的，当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，控制第一MOS开关管S1导通/关断给蓄电池充电；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，控制第二MOS开关管S2导通/关断，蓄电池放电。

[0022] 优选的，所述实时采样直流母线低频纹波电压信号，具体实现方式为：

实时采样直流母线电压信号，将直流母线电压信号经过一低通滤波器后减去基准电压值(所述基准电压值为母线电压平均值)。所述低通滤波器用于滤除直流母线电压信号大于等于100Hz的高频纹波成分，以获得直流母线低频纹波电压信号。

[0023] 优选的，实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，将电流给定值$i_{ref}=i_{amp}\cdot\sin\theta$与蓄电池的电流值$i_{bat}$取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第一MOS开关管工作，使得蓄电池处于充电模式。

[0024] 优选的，实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，将电流给定值$i_{ref}=i_{amp}\cdot\sin\theta$与蓄电池的电流值ibat取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第二MOS开关管工作，使得蓄电池处于放电模式。

[0025] 如图1所示，本发明还提供了一种光伏逆变器，包括一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还包括一与所述DC/DC变换模块连接的DC/DC双向变换模块、一与所述DC/DC双向变换模块连接的蓄电池，还包括一控制模块，所述控制模块采用上述所述的直流母线电压纹波补偿方法。

[0026] 以下通过具体实施例讲述本发明的技术方案。

[0027] 实施例1：

一种直流母线电压纹波补偿方法，应用于光伏单相离网逆变器，其中光伏单相离网逆变器，包括一光伏组件，所述光伏组件依次经一DC/DC变换模块、一母线电容与一单相逆变

模块连接，还包括一DC/DC双向变换模块、蓄电池，具体框图如图1所示：

该直流母线电压纹波补偿方法，实现如下：

实时采样直流母线低频纹波电压信号：

实时采样直流母线电压信号，将直流母线电压信号经过一低通滤波器后减去基准电压值。其中，基准电压值可以为一设定值，也可以取值为直流母线电压的平均值。

[0028] 当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于降压充电模式给蓄电池充电，当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制DC/DC双向变换模块使其工作于升压放电模式，蓄电池放电。

[0029] 实施例2：

一种直流母线电压纹波补偿方法，应用于光伏单相离网逆变器，其中光伏单相离网逆变器，包括一光伏组件，所述光伏组件依次经一BOOST升压模块、一母线电容与一单相DC/AC逆变模块连接，还包括一DC/DC双向变换模块、蓄电池，进一步的，如图2所示所述DC/DC双向变换模块为一电感、第一MOS开关管S1、第二MOS开关管S2构成，所述电感的一端接至蓄电池正极，所述电感的另一端分别接至第一MOS开关管S1的集电极、第二MOS开关管S2的发射极，所述第一MOS开关管S1的发射极分别接至蓄电池、负直流母线，所述第二MOS开关管S2的集电极接至正直流母线，具体包括：

实时采样直流母线低频纹波电压信号：

实时采样直流母线电压信号，将直流母线电压信号经过一低通滤波器后减去基准电压值。其中，基准电压值可以为一设定值，也可以取值为直流母线电压的平均值。其中，所述低通滤波器用于滤除直流母线电压信号大于等于100Hz的高频纹波成分，获得直流母线低频纹波电压信号。

[0030] 当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，控制第一MOS开关管S1导通/关断给蓄电池充电；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，控制第二MOS开关管S2导通/关断，蓄电池放电。

[0031] 其中，控制第一MOS开关管S1导通/关断给蓄电池充电，具体实现方式如下：

实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于正半周，控制第二MOS开关管S2处于关断状态，将电流给定值$i_{ref}=i_{amp}\cdot\sin\theta$与蓄电池的电流值ibat取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第一MOS开关管工作，使得蓄电池处于充电模式。

[0032] 其中，控制第二MOS开关管S2导通/关断，蓄电池放电。

[0033] 实时采样蓄电池的电流值i_{bat}，获取直流母线低频纹波电压峰值i_{amp}、直流母线低频纹波电压的相位值θ；

当直流母线低频纹波电压信号处于负半周，控制第一MOS开关管S1处于关断状态，将电流给定值

$i_{ref}=i_{amp}\cdot\sin\theta$与蓄电池的电流值ibat取差值后经过一PI控制器，PI控制器产生

一PWM信号，PWM信号经一驱动电路控制第二MOS开关管工作，使得蓄电池处于放电模式。

[0034] 需要说明的是DC/DC变换模块不限于BOOST升压模块，也可以是BUCK降压模块。

[0035] 以上是本发明的较佳实施例，凡依本发明技术方案所作的改变，所产生的功能作用未超出本发明技术方案的范围时，均属于本发明的保护范围。

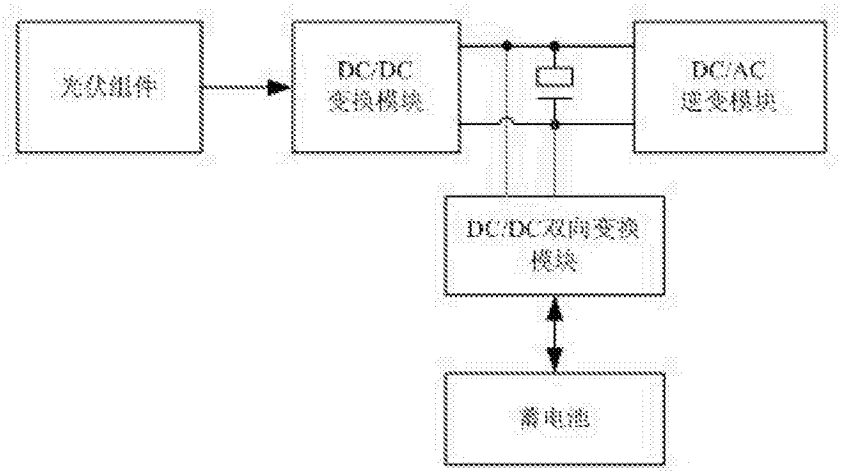

光伏组件
DC/DC
变换模块
DC/AC
逆变模块
DC/DC双向变换
模块
蓄电池

图1

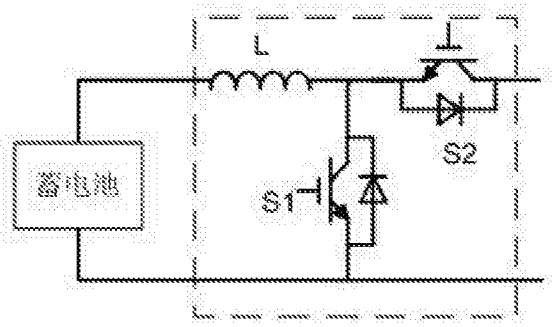

L
S2
蓄电池
S1

图2

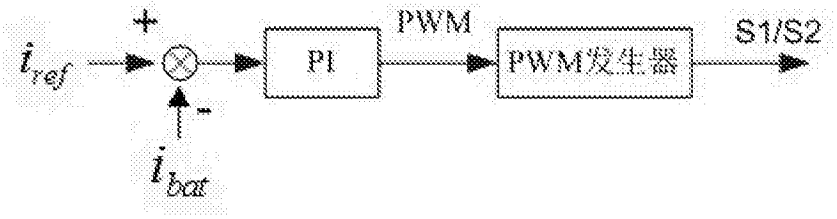

+
PWM
S1/S2
i_{ref}
PI
PWM发生器
-
i_{bat}

图3