

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02M 5/40 (2007.01)

H02M 7/515 (2007.01)

H02M 7/48 (2007.01)



# [12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200820152230. X

[45] 授权公告日 2009年8月5日

[11] 授权公告号 CN 201286066Y

[22] 申请日 2008.8.21

[21] 申请号 200820152230. X

[73] 专利权人 上海中区节电科技有限公司

地址 200070 上海市长安路455号8号楼303室

共同专利权人 上海市电力公司

[72] 发明人 陆融 邱继东 潘国美 张露维  
张小越

[74] 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司

代理人 赵志远

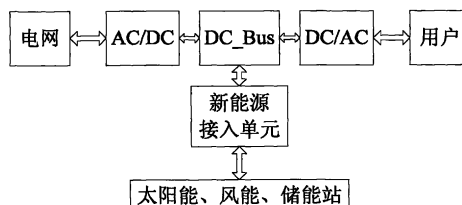
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

## [54] 实用新型名称

能量可双向流动的双 PWM 逆变器

## [57] 摘要

本实用新型涉及能量可双向流动的双 PWM 逆变器，包括 AC/DC 模块、DC\_Bus 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元，所述的 AC/DC 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元分别与 DC\_Bus 模块连接。与现有技术相比，本实用新型具有高功率因数及低谐波污染，尤其是能量的双向流动特性，适宜在太阳能并网中使用；采用新型电力电子技术，能够有效降低装置损耗，提高电能变换器的电能转换效率，抑制低压配电网绝大部分的电能质量问题，提高低压配电网的供电质量和运行稳定性，为供电用户提供满意的供电电源、供电稳定性和供电电能质量。



1. 能量可双向流动的双 PWM 逆变器,其特征在于,包括 AC/DC 模块、DC\_Bus 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元,所述的 AC/DC 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元分别与 DC\_Bus 模块连接。

2. 根据权利要求 1 所述的能量可双向流动的双 PWM 逆变器,其特征在于,所述的 AC/DC 模块与电网连接。

3. 根据权利要求 1 所述的能量可双向流动的双 PWM 逆变器,其特征在于,所述的 DC/AC 模块与用户端连接。

4. 根据权利要求 1 所述的能量可双向流动的双 PWM 逆变器,其特征在于,所述的新能源接入单元与太阳能、风能或储能站连接。

## 能量可双向流动的双 PWM 逆变器

### 技术领域

本实用新型涉及双 PWM 逆变器,尤其涉及能量可双向流动的双 PWM 逆变器。

### 背景技术

在我国“十一五”规划中,节约能源,发展可再生能源,充分利用自然资源,成为硬指标。对各级政府及企业进行硬考核,绿色能源的利用已放到很高的位置。所以我们要做好充分的应接准备。随之而来的利用风能及太阳能工作将大量而有力的开展起来。

太阳能资源丰富,无需储运,又免费使用,对环境无任何污染。太阳能是绿色的一次能源。充分利用好这一能源是我们人类的责任。

太阳能发电即将不可避免地发展使用,并网发电是电力系统最感头痛的事。对网络要做到无任何威胁,势必要对太阳能发电系统每个部件要做详细研究。太阳能电池元件的研究已经很多。但对太阳能发电上网另一个重要设备逆变器研究不多。目前我国国内还没有好的产品,以进口为主。由于太阳能发电过程是一个动态的过程,随时间及天气的变化进行着变化,所以不是一般逆变器可以胜任的。上网用逆变器要求达到 95%~98%的效率。要求电网侧或太阳能发电侧有任何故障能迅速断开,以保证电网安全;要求能有很好的控制系统,能及时检测与控制电压、电流、电波、有功、无功、高次谐波等发电状况,要求逆变器出线能三相平衡上网。

目前我国太阳能光伏发电主要是直流系统,即将太阳电池发出的电能给蓄电池充电,而蓄电池直接给负载供电,如我国西北地区使用较多的太阳能户用照明系统以及远离电网的微波站供电系统均为直流系统。但由于站用电大多为交流负载,以直流电力供电的光伏电源很难作为站用电的主要供电电源。因此逆变器便应运而生,特别是高效能、高可靠性的逆变器还可以最终实现太阳能发电的并网运行。

此外,能量可双向流动的双 PWM 逆变器还可以应用在有源电力滤波器 APF(Active Power Filter), STATCOM 以及 UPQC。研究具有动态无功和谐波综合

补偿功能的新型高效双 PWM 逆变器在国内外都具有较高的前瞻性和先进性，是具有广阔应用前景。

### 发明内容

本实用新型的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷，提供一种结构简单的能量可双向流动的双 PWM 逆变器。

本实用新型的目的可以通过以下技术方案来实现：能量可双向流动的双 PWM 逆变器，其特征在于，包括 AC/DC 模块、DC\_Bus 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元，所述的 AC/DC 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元分别与 DC\_Bus 模块连接。

所述的 AC/DC 模块与电网连接。

所述的 DC/AC 模块与用户端连接。

所述的新能源接入单元与太阳能、风能或储能站连接。

所述的能量可双向流动的双 PWM 逆变器工作原理为：太阳能、风能、储能站等新能源从新能源接入单元接入 DC\_BUS 模块，通过 AC/DC 模块及 DC/AC 模块，可以把能量回馈电网，也可以供给用户端，实现能量的双向传送。

与现有技术相比，本实用新型具有高功率因数及低谐波污染，尤其是能量的双向流动特性，适宜在太阳能并网中使用；采用新型电力电子技术，能够有效降低装置损耗，提高电能变换器的电能转换效率，抑制低压配电网绝大部分的电能质量问题，提高低压配电网的供电质量和运行稳定性，为供电用户提供满意的供电电源、供电稳定性和供电电能质量。

### 附图说明

图 1 是本实用新型的双 PWM 逆变器基本结构示意图；

图 2 是本实用新型太阳能发电可双向流动的双 PWM 逆变器主电路示意图；

图 2 是本实用新型风力发电可双向流动的双 PWM 逆变器主电路。

### 具体实施方式

如图 1 所示，本实用新型能量可双向流动的双 PWM 逆变器，包括 AC/DC 模块、DC\_Bus 模块、DC/AC 模块、新能源接入单元，所述的 AC/DC 模块、DC/AC

模块、新能源接入单元分别与 DC\_Bus 模块连接。所述的 AC/DC 模块与电网连接。所述的 DC/AC 模块与用户端连接。所述的新能源接入单元与太阳能、风能或储能站连接。

所述的能量可双向流动的双 PWM 逆变器工作原理为：太阳能、风能、储能站等新能源从新能源接入单元接入 DC\_BUS 模块，通过 AC/DC 模块及 DC/AC 模块，可以把能量回馈电网，也可以供给用户端，实现能量的双向传送。

网侧的变流器针对电网，可补偿谐波、无功功率。太阳能、风能、储能站等新能源从新能源接入单元接入 DC\_BUS，通过 AC/DC 以及 DC/AC，不但可以把能量回馈电网也可以供给用户端，实现能量的双向传送。

AC/DC 功能：功率因数为 1，可补偿谐波、无功功率，对电网无冲击、无谐波。

DC\_Bus 功能：能量存储、DC 电压稳定。同时作为一个缓冲环节，大电容作为储能元件，起到稳定电压的作用。

DC/AC 功能：提高电能质量，能量可存储反馈给电网。

新能源接入和储能站功能：

#### (1) 太阳能

太阳能发电是最理想的新能源。照射在地球上的太阳能非常巨大，大约 40 分钟照射在地球上的太阳能，便足以供全球人类一年能量的消费。可以说，太阳能是真正取之不尽、用之不竭的能源。而且太阳能发电绝对干净，不产生公害。所以太阳能发电被誉为是理想的能源。

从太阳能获得电力，需通过大阳电池进行光电变换来实现。它同以往其他电源发电原理完全不同，具有以下特点：

- 1.无枯竭危险；
- 2.绝对干净（无公害）；
- 3.不受资源分布地域的限制；
- 4.可在用电处就近发电；
- 5.能源质量高；
- 6.使用者从感情上容易接受；
- 7.获取能源花费的时间短。

不足之处是：

- 1.照射的能量分布密度小，即要占用巨大面积；
- 2.获得的能源同四季、昼夜及阴晴等气象条件有关。

但总的说来，瑕不掩瑜，作为新能源，太阳能具有极大优点，因此受到世界各国的重视。

要使太阳能发电真正达到实用水平，一是要提高太阳能光电变换效率并降低其成本，二是要实现太阳能发电同现在的电网联网。

## (2) 钠硫电池

钠硫电池是美国福特(ford)公司于 1967 年首先发明公布的，至今才 40 年左右的历史。电池通常是由正极、负极、电解质、隔膜和外壳等几部分组成。一般常规二次电池如铅酸电池、镉镍电池等都是由固体电极和液体电解质构成，而钠硫电池则与之相反，它是由熔融液态电极和固体电解质组成的，构成其负极的活性物质是熔融金属钠，正极的活性物质是硫和多硫化钠熔盐，由于硫是绝缘体，所以硫一般是填充在导电的多孔的炭或石墨毡里，固体电解质兼隔膜的是一种专门传导钠离子被称为  $Al_2O_3$  的陶瓷材料，外壳则一般用不锈钢等金属材料。

钠硫电池具有许多特色之处：一个是比能量(即电池单位质量或单位体积所具有的有效电能)高。其理论比能量为  $760\text{wh/kg}$ ，实际已大于  $100\text{wh/kg}$ ，是铅酸电池的 3-4 倍；另一个是可大电流、高功率放电。其放电电流密度一般可达  $200-300\text{ma/cm}^2$ ，并瞬时间可放出其 3 倍的固有能量；再一个是充放电效率高。由于采用固体电解质，所以没有通常采用液体电解质二次电池的那种自放电及副反应，充放电电流效率几乎 100%。当然，事物总是一分为二的，钠硫电池也有不足之处，其工作温度在  $300-350^\circ\text{C}$ ，所以，电池工作时需要一定的加热保温。但采用高性能的真空绝热保温技术，可有效地解决这一问题。

钠硫电池作为新型化学电源家族中的一个新成员出现后，已在世界上许多国家受到极大的重视和发展。由于钠硫电池具有高能电池的一系列诱人特点，所以一开始不少国家就首先纷纷致力于发展其作为电动汽车用的动力电池，也曾取得了不少令人鼓舞的成果，但随着时间的推移表明，钠硫电池在移动场合下(如电动汽车)使用条件比较苛刻，无论从使用可提供的空间、电池本身的安全等方面均有一定的局限性。所以在 80 年代末和 90 年代初开始，国外重点发展钠硫电池作为固定场合下(如电站储能)应用，并越来越显示其优越性。如日本东京电力公司(tepco)和 ngk 公司合作开发钠硫电池作为储能电池，其应用目标瞄准电站负荷调平(即起削峰平谷

作用，将夜晚多余的电存储在电池里，到白天用电高峰时再从电池中释放出来)、ups 应急电源及瞬间补偿电源等，并于 2002 年开始进入商品化实施阶段，已建成世界上最大规模(8mw)的储能钠硫电池装置，截止 2005 年 10 月统计，年产钠硫电池电池量已超过 100mw，同时开始向海外输出。

### (3) 电容器

超级电容器 (supercapacitor,ultracapacitor)，又叫双电层电容器(Electrical Doule-Layer Capacitor)、黄金电容、法拉电容，通过极化电解质来储能。它是一种电化学元件，但在其储能的过程并不发生化学反应，这种储能过程是可逆的，也正因为此超级电容器可以反复充放电数十万次。

超级电容器可以被视为悬浮在电解质中的两个无反应活性的多孔电极板，在极板上加电，正极板吸引电解质中的负离子，负极板吸引正离子，实际上形成两个容性存储层，被分离开的正离子在负极板附近，负离子在正极板附近。

超级电容器是建立在德国物理学家亥姆霍兹提出的界面双电层理论基础上的的一种全新的电容器。众所周知，插入电解质溶液中的金属电极表面与液面两侧会出现符号相反的过剩电荷，从而使相间产生电位差。那么，如果在电解液中同时插入两个电极，并在其间施加一个小于电解质溶液分解电压的电压，这时电解液中的正、负离子在电场的作用下会迅速向两极运动，并分别在两上电极的表面形成紧密的电荷层，即双电层，它所形成的双电层和传统电容器中的电介质在电场作用下产生的极化电荷相似，从而产生电容效应，紧密的双电层近似于平板电容器，但是，由于紧密的电荷层间距比普通电容器电荷层间的距离更小得多，因而具有比普通电容器更大的容量。

双电层电容器与铝电解电容器相比内阻较大，因此，可在无负载电阻情况下直接充电，如果出现过电压充电的情况，双电层电容器将会开路而不致损坏器件，这一特点与铝电解电容器的过电压击穿不同。同时，双电层电容器与可充电电池相比，可进行不限流充电，因此双电层电容不但具有电容的特性，同时也具有电池特性，是一种介于电池和电容之间的新型特殊元器件。

如图 2 所示为太阳能发电可双向流动的双 PWM 逆变器主电路。从图中看出，网侧 DC/AC 逆变器，负荷侧 DC/AC 逆变器。太阳能蓄电池经升压，通过网侧 DC/AC 逆变器，将电能量反馈到点网侧。太阳能蓄电池升压后，也能通过负荷侧 DC/AC 逆变器控制负荷。逆变器的控制中可以采用恒压频比控制、矢量控制或者直接转矩

控制方式，以满足不同的负载控制要求。这种双 PWM 逆变器不但可以实现高功率因数和正弦波形的整流，而且可以实现能量的双向传送。

同时，异步电动机根据负载种类的不同，其旋转方向和转矩方向是不同的。当异步机的转矩方向与旋转方向一致时为电动运行状态，相反时为再生运行状态即发电状态。当异步机在再生制动去须运行时，再生能量首先存储于储能电力电容器中，使直流电压升高，因为一般机械系统惯量所积蓄的能量比电容器能存储的能量大。当直流侧电压高于电源侧电压峰值时，双 PWM 系统能向电源侧实现 DC/AC 逆变，将电能回馈到电网。

当负荷处于反电动势运行状态时，反电动势将造成电网上其他用电设备的运行不稳定，图示双 PWM 逆变器主电路可以补偿谐波电流及无功功率，使得电网上其他用电设备能够稳定运行。

如图 3 所示为风力发电可双向流动的双 PWM 逆变器主电路。从图中看出，网侧 DC/AC 逆变器，负荷侧 DC/AC 逆变器。风能发电先由 AC/DC 整流，之后经 S2 升压、S1 降压，通过网侧 DC/AC 逆变器，将电能量反馈到点网侧。风能发电先由 AC/DC 整流，之后经 S2 升压、S1 降压，也能通过负荷侧 DC/AC 逆变器控制负荷。逆变器的控制中可以采用恒压频比控制、矢量控制或者直接转矩控制方式，以满足不同的负载控制要求。这种双 PWM 逆变器不但可以实现高功率因数和正弦波形的整流，而且可以实现能量的双向传送。

双 PWM 逆变器的核心控制元件采用美国德州仪器(TI)公司生产的 TMS320F2812 DSP 芯片。该芯片不仅具有普通信号处理器的高速运算功能，而且还有丰富的片内外设，如通用定时器、脉宽调制 PWM 电路、捕捉器、光电编码器接口、A/D 转换器、串行通信接口、看门狗等，这些片内外设为 DSP 应用于电动机控制提供了方便。尤其是它具有两个事件管理器，共 12 路 PWM 输出，正好用于控制双 PWM 逆变系统的 12 个开关管。

六单元 IGBT 功率开关元件选用富士公司生产的 6MBP20RH060 智能功率模块(IPM)。该模块是先进的混合集成功率器件，由高速低功耗的 IGBT 芯片、优选的门极驱动及保护电路构成。与其他功率模块相比，IPM 可以使系统的硬件电路简单、可靠性高及缩短系统的开发时间。IPM 将 IGBT 所需的外围电路都集成到模块内，所以它与 DSP 的连接非常简单。

由于 IPM 对驱动电压和信号干扰的要求严格，为防止 IPM 损坏和误动作，因



此 DSP 与 IPM 之间不能有直接的电气连接,可以采用美国安捷伦公司专为 IPM 等功率器件设计的高速光电耦合器 HCPL4504 作为输入信号的隔离器件。

对于故障信号输出可用一般的光电耦合器,如 PC817 或 TPL521 作为隔离器件。

为提高功率因数和使能量可双向流动,采用可实现功率因数校正的控制电路。目前,普遍采用的控制方式是以电压反馈作外环,以电流反馈作内环的双闭环串级结构,其中电压反馈信号用于控制整流器的输出电压,电流内环则实现整流器网侧单位功率因数控制。

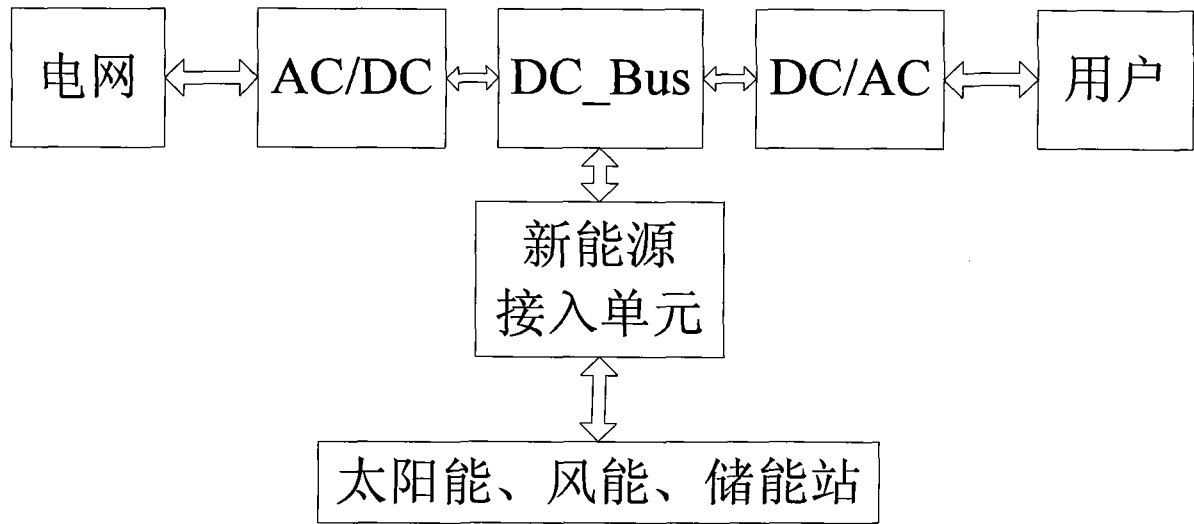


图 1

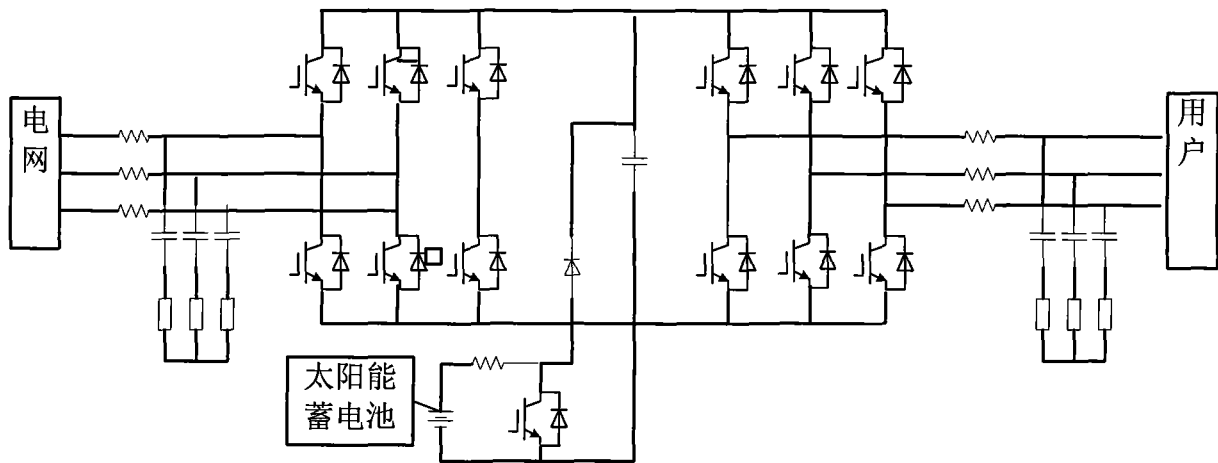


图 2

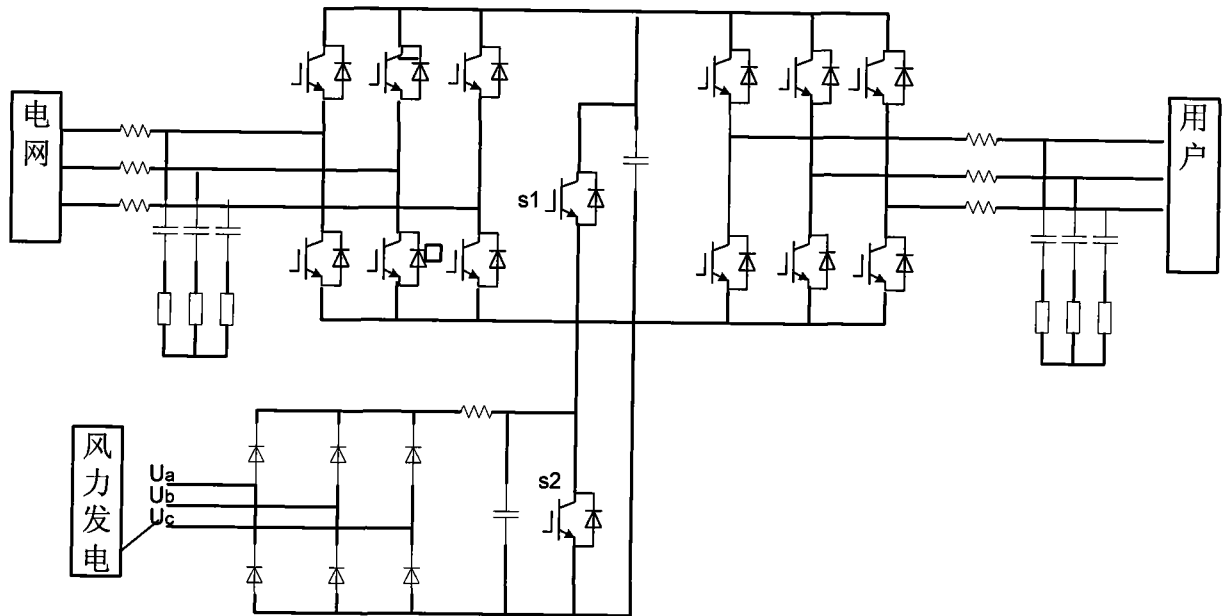


图 3