



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104601030 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201510036351. 2

(22) 申请日 2015. 01. 23

(71) 申请人 苏州工业职业技术学院

地址 215104 江苏省苏州市苏州国际教育园  
致能大道 1 号

(72) 发明人 臧华东 孟雷 李洪群

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 胡晶

(51) Int. Cl.

H02M 7/5387(2007. 01)

H02M 1/12(2006. 01)

H02S 10/12(2014. 01)

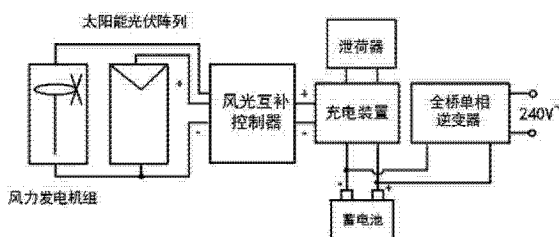
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

### (54) 发明名称

风光互补全桥逆变器及风光互补发电系统

### (57) 摘要

本发明提供一种风光互补全桥逆变器及风光互补发电系统,风光互补全桥逆变器包括脉冲驱动电路以及全桥电路;全桥电路包括四个三极管以及三个 MOS 管,第一三极管的基极、第二三极管的基极以及三个 MOS 管的栅极分别接收一路脉冲波;第一三极管的集电极与第二三极管的集电极相连,第三三极管的集电极与第四三极管的集电极相连,第一三极管的发射极连接第三三极管的基极,第二三极管的发射极连接第四三极管的基极;第一 MOS 管的源极连接第三三极管的集电极,第二 MOS 管的漏极连接第一三极管的集电极与第二三极管的集电极,第三 MOS 管的源极连接第四三极管的集电极,第一 MOS 管的漏极、第二 MOS 管的源极以及第三 MOS 管的漏极作为输出。



1. 一种风光互补全桥逆变器,其特征在于,包括脉冲驱动电路以及全桥电路,所述脉冲驱动电路输出五路脉冲波,用以驱动所述全桥电路;

所述全桥电路包括四个三极管以及三个 MOS 管,所述四个三极管包括第一三极管、第二三极管、第三三极管以及第四三极管,所述三个 MOS 管包括第一 MOS 管、第二 MOS 管以及第三 MOS 管,所述第一三极管的基极、所述第二三极管的基极以及所述三个 MOS 管的栅极分别接收一路所述脉冲波;

所述第一三极管的集电极与所述第二三极管的集电极相连,所述第三三极管的集电极与所述第四三极管的集电极相连,所述第一三极管的发射极连接所述第三三极管的基极,所述第二三极管的发射极连接所述第四三极管的基极;

所述第一 MOS 管的源极连接所述第三三极管的集电极,所述第二 MOS 管的漏极连接所述第一三极管的集电极与所述第二三极管的集电极,所述第三 MOS 管的源极连接所述第四三极管的集电极,所述第一 MOS 管的漏极、所述第二 MOS 管的源极以及所述第三 MOS 管的漏极作为输出端,输出交流电。

2. 根据权利要求 1 所述的风光互补全桥逆变器,其特征在于,所述第一 MOS 管的漏极与所述第二 MOS 管的源极之间连接有一第一二极管,所述第二 MOS 管的源极与所述第三 MOS 管的漏极之间连接有一第二二极管。

3. 根据权利要求 1 所述的风光互补全桥逆变器,其特征在于,所述脉冲波包括方波、修正波。

4. 一种风光互补发电系统,其特征在于,包括:风力发电机组、太阳能光伏阵列、风光互补控制器、充电装置、蓄电池以及风光互补全桥逆变器;

所述风光互补控制器连接所述风力发电机组以及所述太阳能光伏阵列,在所述风力发电机组以及所述太阳能光伏阵列的输出电压大于所述蓄电池的电压时,通过所述充电装置为所述蓄电池充电以及送入所述风光互补全桥逆变器,将直流电转换为交流电进行输出;

所述风光互补全桥逆变器包括脉冲驱动电路以及全桥电路,所述脉冲驱动电路输出五路脉冲波,用以驱动所述全桥电路;

所述全桥电路包括四个三极管以及三个 MOS 管,所述四个三极管包括第一三极管、第二三极管、第三三极管以及第四三极管,所述三个 MOS 管包括第一 MOS 管、第二 MOS 管以及第三 MOS 管,所述第一三极管的基极、所述第二三极管的基极以及所述三个 MOS 管的栅极分别接收一路所述脉冲波;

所述第一三极管的集电极与所述第二三极管的集电极相连,所述第三三极管的集电极与所述第四三极管的集电极相连,所述第一三极管的发射极连接所述第三三极管的基极,所述第二三极管的发射极连接所述第四三极管的基极;

所述第一 MOS 管的源极连接所述第三三极管的集电极,所述第二 MOS 管的漏极连接所述第一三极管的集电极与所述第二三极管的集电极,所述第三 MOS 管的源极连接所述第四三极管的集电极,所述第一 MOS 管的漏极、所述第二 MOS 管的源极以及所述第三 MOS 管的漏极作为输出端,输出交流电。

5. 根据权利要求 4 所述的风光互补发电系统,其特征在于,所述第一 MOS 管的漏极与所述第二 MOS 管的源极之间连接有一第一二极管,所述第二 MOS 管的源极与所述第三 MOS 管

的漏极之间连接有一第二二极管。

6. 根据权利要求 4 所述的风光互补发电系统,其特征在于,还包括一泄荷器,连接所述充电装置,用以防止过充。

7. 根据权利要求 4 所述的风光互补发电系统,其特征在于,所述脉冲波包括方波、修正波。

## 风光互补全桥逆变器及风光互补发电系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及逆变器技术领域,特别涉及一种风光互补全桥逆变器及风光互补发电系统。

### 背景技术

[0002] 自然界中,太阳能和风能是最普遍,也是取之不尽的可再生能源,两者在时间变化分布上有很强的互补性。由于风光单独发电存在稳定性差、能量密度低、受天气影响因素等弊端,因此采用风光互补供电系统成为一大趋势。风光互补供电系统则是同时利用太阳能和风能为负载供电,可最大限度地利用绿色可再生能源。两种资源的互补性使得风光互补发电系统在资源分布上具有很好的匹配性,确保动力能源的输出,能大大提高系统供电的连续性和稳定性。

[0003] 逆变器用来将发电系统输出的直流电能转变成标准交流电能,因此逆变系统是可再生能源并网发电中的重要设备,也是技术的关键所在。而现有的逆变器普遍存在负载的电流谐波失真以及实现不便的缺陷。

### 发明内容

[0004] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供了一种风光互补全桥逆变器,本发明通过以下技术方案实现:

[0005] 一种风光互补全桥逆变器,包括脉冲驱动电路以及全桥电路,脉冲驱动电路输出五路脉冲波,用以驱动全桥电路;

[0006] 全桥电路包括四个三极管以及三个 MOS 管,四个三极管包括第一三极管、第二三极管、第三三极管以及第四三极管,三个 MOS 管包括第一 MOS 管、第二 MOS 管以及第三 MOS 管,第一三极管的基极、第二三极管的基极以及三个 MOS 管的栅极分别接收一路脉冲波;

[0007] 第一三极管的集电极与第二三极管的集电极相连,第三三极管的集电极与第四三极管的集电极相连,第一三极管的发射极连接第三三极管的基极,第二三极管的发射极连接第四三极管的基极;

[0008] 第一 MOS 管的源极连接第三三极管的集电极,第二 MOS 管的漏极连接第一三极管的集电极与第二三极管的集电极,第三 MOS 管的源极连接第四三极管的集电极,第一 MOS 管的漏极、第二 MOS 管的源极以及第三 MOS 管的漏极作为输出端,输出交流电。

[0009] 较佳的,第一 MOS 管的漏极与第二 MOS 管的源极之间连接有一第一二极管,第二 MOS 管的源极与第三 MOS 管的漏极之间连接有一第二二极管。

[0010] 较佳的,脉冲波包括方波、修正波。

[0011] 本发明针对现有技术存在的上述不足,提供了一种风光互补发电系统,本发明通过以下技术方案实现:

[0012] 一种风光互补发电系统,包括:风力发电机组、太阳能光伏阵列、风光互补控制器、充电装置、蓄电池以及风光互补全桥逆变器;

[0013] 风光互补控制器连接风力发电机组以及太阳能光伏阵列,在风力发电机组以及太阳能光伏阵列的输出电压大于蓄电池的电压时,通过充电装置为蓄电池充电以及送入风光互补全桥逆变器,将直流电转换为交流电进行输出;

[0014] 风光互补全桥逆变器包括脉冲驱动电路以及全桥电路,脉冲驱动电路输出五路脉冲波,用以驱动全桥电路;

[0015] 全桥电路包括四个三极管以及三个 MOS 管,四个三极管包括第一三极管、第二三极管、第三三极管以及第四三极管,三个 MOS 管包括第一 MOS 管、第二 MOS 管以及第三 MOS 管,第一三极管的基极、第二三极管的基极以及三个 MOS 管的栅极分别接收一路脉冲波;

[0016] 第一三极管的集电极与第二三极管的集电极相连,第三三极管的集电极与第四三极管的集电极相连,第一三极管的发射极连接第三三极管的基极,第二三极管的发射极连接第四三极管的基极;

[0017] 第一 MOS 管的源极连接第三三极管的集电极,第二 MOS 管的漏极连接第一二极管的集电极与第二二极管的集电极,第三 MOS 管的源极连接第四三极管的集电极,第一 MOS 管的漏极、第二 MOS 管的源极以及第三 MOS 管的漏极作为输出端,输出交流电。

[0018] 较佳的,第一 MOS 管的漏极与第二 MOS 管的源极之间连接有一第一二极管,第二 MOS 管的源极与第三 MOS 管的漏极之间连接有一第二二极管。

[0019] 较佳的,还包括一泄荷器,连接充电装置,用以防止过充。

[0020] 较佳的,脉冲波包括方波、修正波。

[0021] 本发明采用微控制器控制的全桥单相逆变器的拓扑结构,后级逆变环节采用修正波脉冲驱动的全桥逆变器电路,电流谐波频谱较低,明显改善了电流谐波失真,逆变输出频率稳定,具有较高的性能价格比。

## 附图说明

[0022] 图 1 所示的是本发明的风光互补发电系统的结构示意图;

[0023] 图 2 所示的是本发明的风光互补控制器的电路图;

[0024] 图 3 所示的是本发明的充电装置的电路图;

[0025] 图 4 所示的是本发明的风光互补全桥逆变器的电路图;

[0026] 图 5 所示的是本发明测试中的太阳辐射强度示意图;

[0027] 图 6 所示的是本发明测试中的温度示意图;

[0028] 图 7 所示的是本发明测试中的风速示意图;

[0029] 图 8 所示的是本发明测试中的输出电压示意图;

[0030] 图 9 所示的是本发明测试中方波的电流谐波频谱;

[0031] 图 10 所示的是本发明测试中修正波的电流谐波频谱。

## 具体实施方式

[0032] 以下将结合本发明的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述和讨论,显然,这里所描述的仅仅是本发明的一部分实例,并不是全部的实例,基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0033] 为了便于对本发明实施例的理解,下面将结合附图以具体实施例为例作进一步的解释说明,且各个实施例不构成对本发明实施例的限定。

[0034] 如图 1 所示,本发明提供的风光互补发电系统包括:风力发电机组、太阳能光伏阵列、风光互补控制器、充电装置、蓄电池以及风光互补全桥逆变器,逆变器主要的能量来源有两个,一个来自两单元模块构成的太阳能光伏阵列(每单元容量为 22V,50W),另一个则来自风力发电机组。在研究中对太阳辐射强度、温度、风速、光伏阵列和风力发电的电压数据每隔一分钟通过电压测量仪进行测量。通过 PIC16F627A-I/P 微处理器控制的全桥单相逆变器的拓扑结构,后级逆变环节采用修正波脉冲驱动的全桥逆变器电路,低压直流输入,标准市电输出,实现方便,同时负载的电流谐波失真也得到了改善。泄荷器连接充电装置,用以防止蓄电池过充。

[0035] 如图 2 所示,风光互补控制器用来控制太阳能光伏阵列和风力发电机组输入充电器的电压,其电路如图 2 所示。由于夜间光伏阵列不能产生直流电压,因此在一天内所产生的直流电压取决于白天太阳的光照辐射强度。风力发电机组无论是白天还是黑夜都能产生直流电压,其值取决于风速。该当太阳能光伏阵列和风力发电机组产生的电压高于电池电压,风光互补发电控制系统就可以控制电池进行充电,这一过程通过 PIC16F877A 芯片进行控制。

[0036] 如图 3 所示,充电装置电路的输入为 15V-40V 的直流电压,二极管 D3 用于过电压消弧保护,如果反向功率太大,二极管会使电路短路,烧断 4 安培的保险丝。输入电压依靠电容 C5 进行稳压,作为开关式稳压器的充电电容。选择 1K $\Omega$  的绿色发光二极管和 1K $\Omega$  的电阻串联,指示电路充电。LM2576-ADJ 电压稳压器为电感 L1 提供的脉宽变化的直流脉冲。当输出脉冲时,电感存储能量;当脉冲关闭时,电感释放电能到电容器 C6 中,通过肖特基二极管 D4 形成电流环路。电阻器 R5 和微调电位器 R6 构成分压器电路,作为 LM2576-ADJ IC 稳压器输出反馈设置电压。

[0037] 如图 4 所示,风光互补全桥逆变器是一种把直流变成交流的电路结构设备,全桥是由 4 个驱动管(T3、T4、T5、T6)轮流工作于脉冲波(正弦波)的各个波段,比较适用于大功率场合。风光互补全桥逆变器电路由脉冲驱动电路和全桥电路构成。该电路是由微处理器 PIC16F628A-I/P 引脚 10、11、12、17 和 18 上提供的五个脉冲波驱动。

[0038] 四个三极管包括第一三极管 T3、第二三极管 T4、第三三极管 T5 以及第四三极管 T6,三个 MOS 管包括第一 MOS 管 T9、第二 MOS 管 T8 以及第三 MOS 管 T7,第一三极管 T3 的基极、第二三极管 T4 的基极以及三个 MOS 管的栅极分别接收一路脉冲波;第一三极管 T3 的集电极与第二三极管 T4 的集电极相连,第三三极管 T5 的集电极与第四三极管 T6 的集电极相连,第一三极管 T3 的发射极连接第三三极管 T5 的基极,第二三极管 T4 的发射极连接第四三极管 T6 的基极;第一 MOS 管 T9 的源极连接第三三极管 T5 的集电极,第二 MOS 管 T8 的漏极连接第一三极管 T3 的集电极与第二三极管 T4 的集电极,第三 MOS 管 T7 的源极连接第四三极管 T6 的集电极,第一 MOS 管 T9 的漏极、第二 MOS 管 T8 的源极以及第三 MOS 管 T7 的漏极作为输出端,输出交流电。第一 MOS 管 T9 的漏极与第二 MOS 管 T8 的源极之间连接有一第一二极管 D5,第二 MOS 管 T8 的源极与第三 MOS 管 T7 的漏极之间连接有一第二二极管 D6。

[0039] 全桥电路包括逆变全桥和滤波电路,其中逆变全桥完成直流到交流的变换。滤波

电路滤除谐波成分以获得需要的交流电；控制电路完成对逆变桥中开关管的控制并实现部分保护功能根据正弦波脉宽调制（SPWM）原理，全桥输入输出关系满足：

$$[0040] \quad U_i = MU_{dc} \quad (1)$$

[0041] 其中， $U_i$ 为逆变器输出电压， $M$ 为调制系数， $U_{dc}$ 为直流母线电压。在该逆变电路中输出为 50Hz 的正弦波，其开环模型的传递函数为：

$$[0042] \quad G(s) = \frac{L_R s + R}{a_0 + a_1 s + a_2 s^2 + a_3 s^3} \quad (2)$$

[0043] 式中： $a_0 = R + 2r$ ； $a_1 = L_R + 2L + 2RrC$ ； $a_2 = 2rL_R C + 2RLC$ ； $a_3 = 2CLL_R$ ；

[0044] 当逆变器进行闭环控制时，由负载和直流母线电压  $U_{dc}$  的变化调节 PWM 脉宽，得到稳定的交流电压输出。除负载变化外，系统给负载提供电能的质量和可靠性直接受  $U_{dc}$  变化的影响，因此  $U_{dc}$  稳定性是发电系统逆变电力质量的一个重要指标。取  $U_{dc}$  为被控量，系统的数学模型可表示为：

$$[0045] \quad C \frac{dU_{dc}}{dt} = I_{PV} + I_{WT} + I_{CT} + I_{CD} - I_E \quad (3)$$

[0046] 式中： $I_{PV}$ 为光伏阵列输出电流； $I_{WT}$ 为风力发电机组输出电流； $I_{CT}$ 为蓄电池输出电流； $I_{CD}$ 为电网整流输出电流； $I_E$ 为逆变器所需负载电流； $C$ 为直流平波电容器容量。总控制器检测直流母线消耗电流，分配给每个独立的发电单元模块进行电流闭环控制，输出主控制器指定电流，再通过总控制器外环控制和监测，得到稳定的  $U_{dc}$  电压，同时与逆变器的电压闭环进行均衡控制，从而优化逆变器的输出性能。

[0047] 为测试全桥单相风光互补发电系统的发电性能，将系统逆变器装置的输入连接到太阳能光伏阵列和风力发电机组，输出负载连接 20W, 50Hz, 220V 的 PULSA Series 680 液压平衡隔膜计量水泵。光伏阵列及风力发电的输出电压用电压记录仪进行实时测量，其值取决于太阳辐射强度、风速和温度。在进行测量的两天之中太阳辐射强度，温度和风速的天气条件测量值如图 5、图 6 和图 7 所示。其中最大、最小和平均太阳辐射强度分别为 0W/m<sup>2</sup>、1012W/m<sup>2</sup> 和 212.3W/m<sup>2</sup>；最小、最大和平均风速为 0 米/秒，4.97 米/秒和 2.35 米/秒；最大、最小和平均温度为 20.3℃，11.2℃和 16.34℃。

[0048] 太阳能光伏阵列的输出电压受太阳辐射强度和温度影响，风力发电机组的输出电压受风速影响。如果太阳辐照增加，而温度恒定，太阳能光伏阵列的输出电压就会增加，否则如果温度上升，而太阳辐射强度恒定的，将导致太阳能光伏阵列的输出电压下降。另一方面，如果风速低于最低开始工作风速或者高于最高工作风速，其风力发电机组的输出电压都为零，只有介于这两者之间的风速才能输出额定电压。太阳能光伏阵列及风力发电机组的输出电压如图 8 所示。

[0049] 全桥逆变器电路是由脉冲驱动电路所产生的脉冲波形驱动，正如前图 4 所示的微控制器 PIC16F628A-I/P。逆变电源的主电路需要有脉冲波形控制实现，这里采用方波和修正波两种逆变器电压输出方式进行比较。传统的修正波逆变器是通过对方波电压进行阶梯迭加而产生的，这种方式存在控制电路复杂，迭加线路所用的功率开关管较多，以及逆变器的体积和重量较大等诸多问题，本项目中采用 PWM 脉宽调制方式生成。这两种方式控制所产生的单相风光互补发电系统逆变器交流负载的电压和电流波形中，方波控制比修正波控制时交流负载电压有效值和电流要高，这就意味着风光互补发电系统逆变器的交流输出脉

冲波形直接影响了交流负载的电压有效值和电流。

[0050] 输出负载液压平衡隔膜计量水泵接到变压器的副边将产生电流谐波失真,图 9 和 10 分别为方波和修正波控制下的电流谐波频谱。从图上可见修正波控制的电流谐波频谱要明显小于方波控制方式,经测量方波和修正波的平均电流谐波失真分别为 39.86% 和 17.29%。

[0051] 风力发电和太阳能发电两者互补性的结合实现了两种新能源在自然资源配置、技术方案整合、性能与价格比上达到了对新能源综合利用的最合理化。太阳辐射和温度会影响光伏阵列电压,风速会影响风力发电电压,通过风光互补发电控制器,输出电压用于对电池进行充电。本文所设计的风光互补发电系统采用微控制器控制的全桥单相逆变器的拓扑结构,后级逆变环节采用修正波脉冲驱动的全桥逆变器电路,电流谐波频谱较低,明显改善了电流谐波失真,逆变输出频率稳定,具有较高的性能价格比。

[0052] 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,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

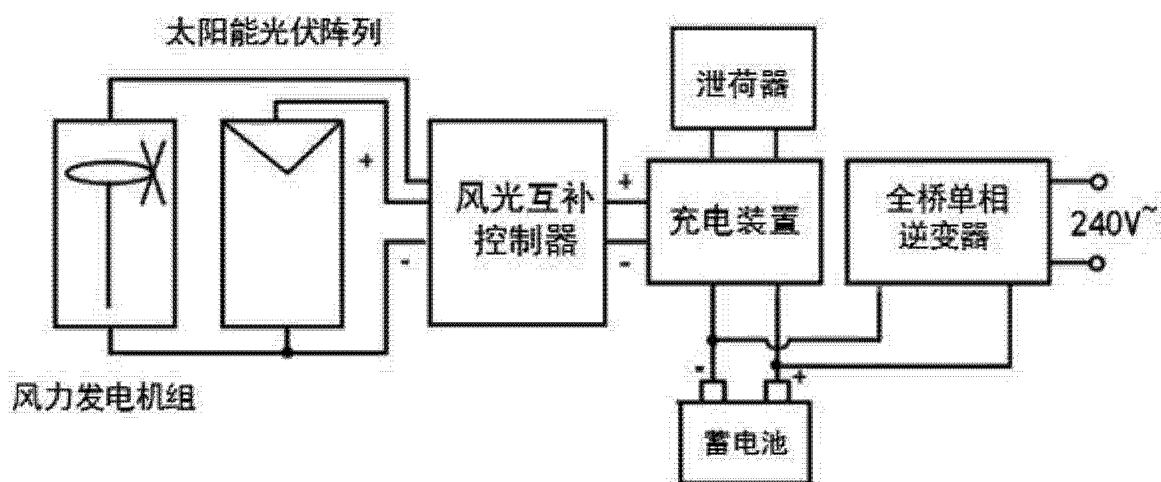


图 1

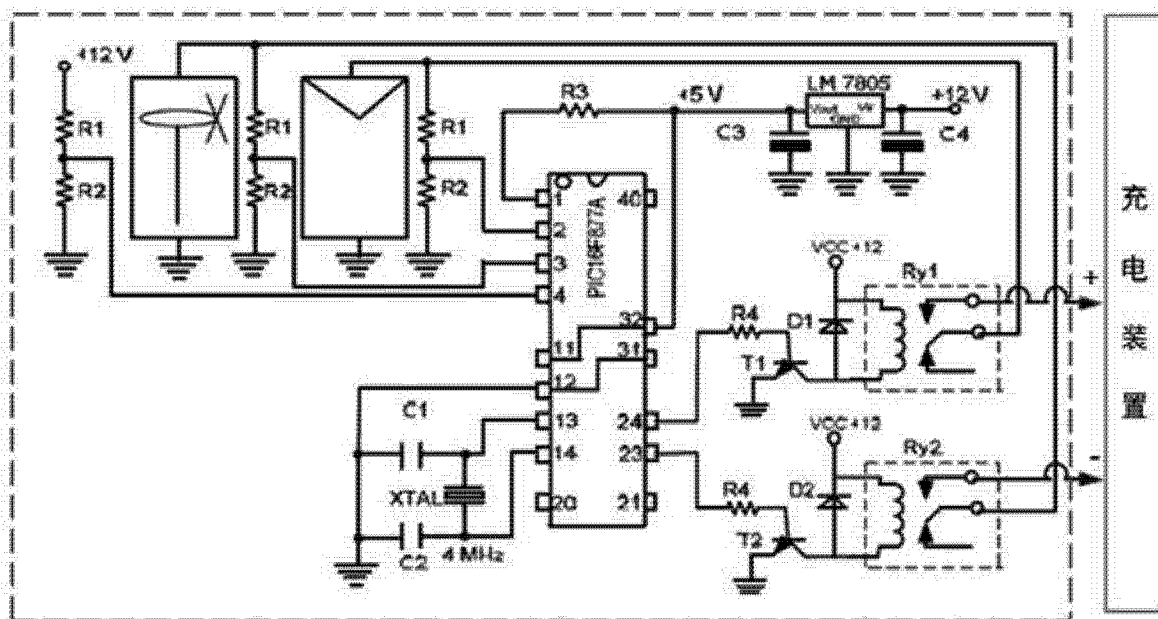


图 2

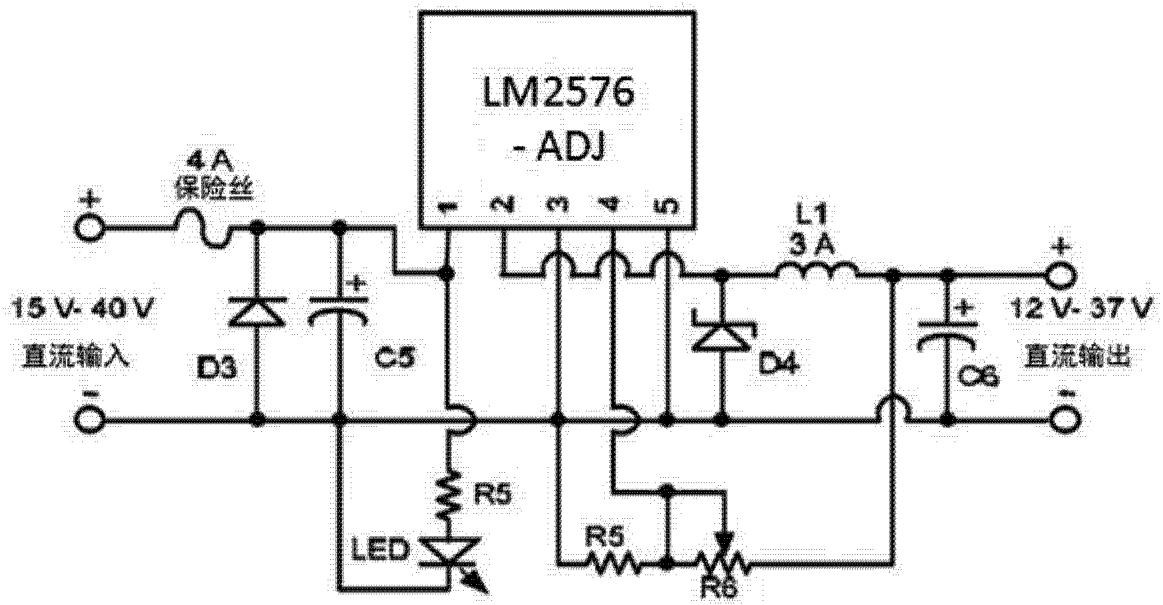


图 3

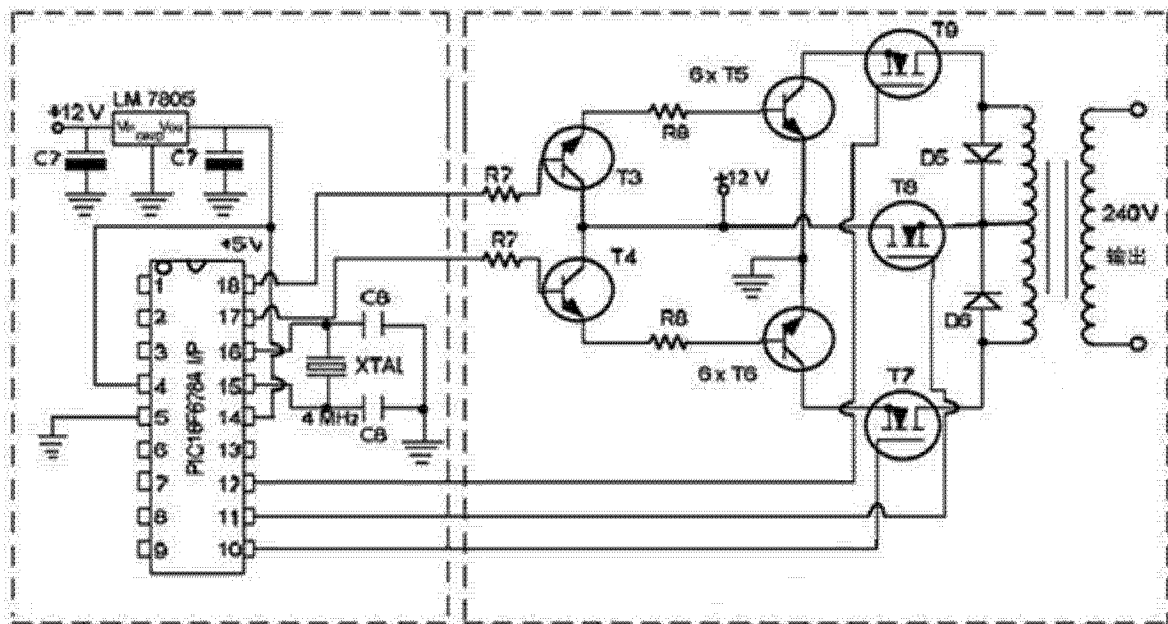


图 4

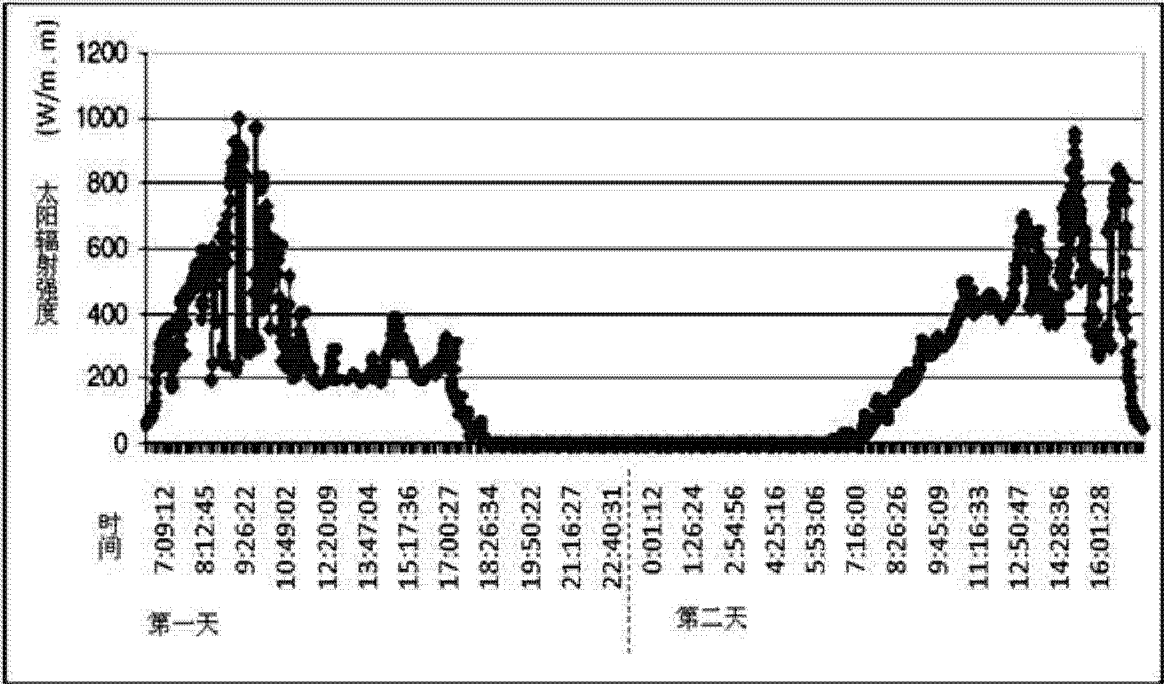


图 5

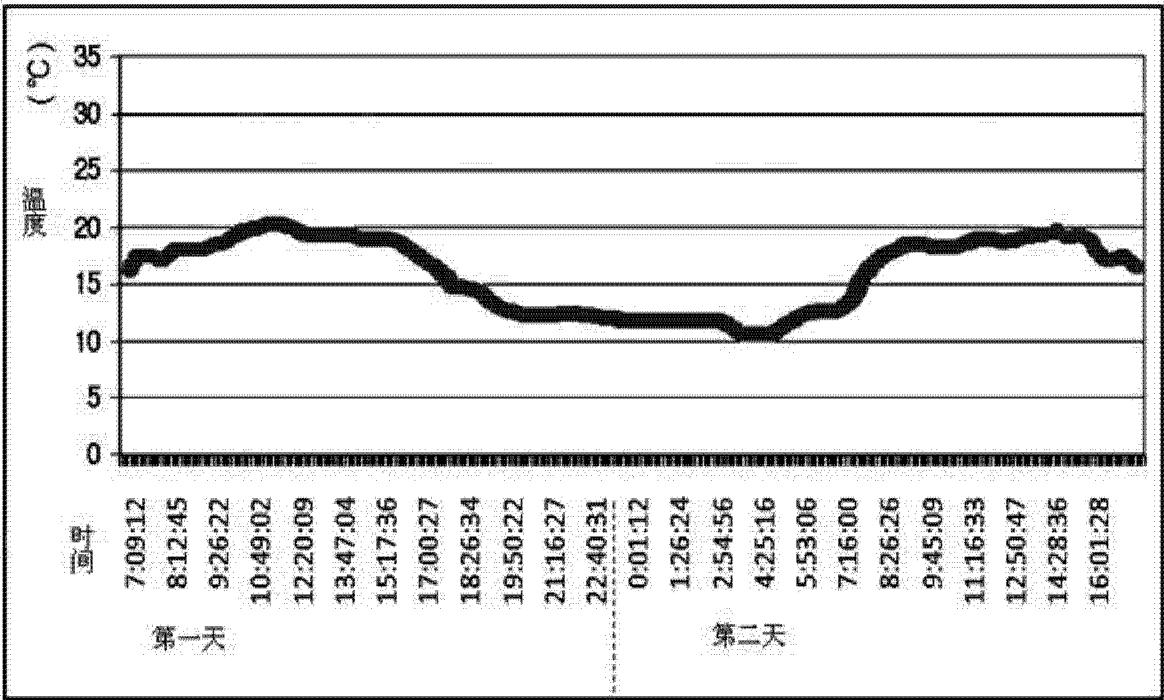


图 6

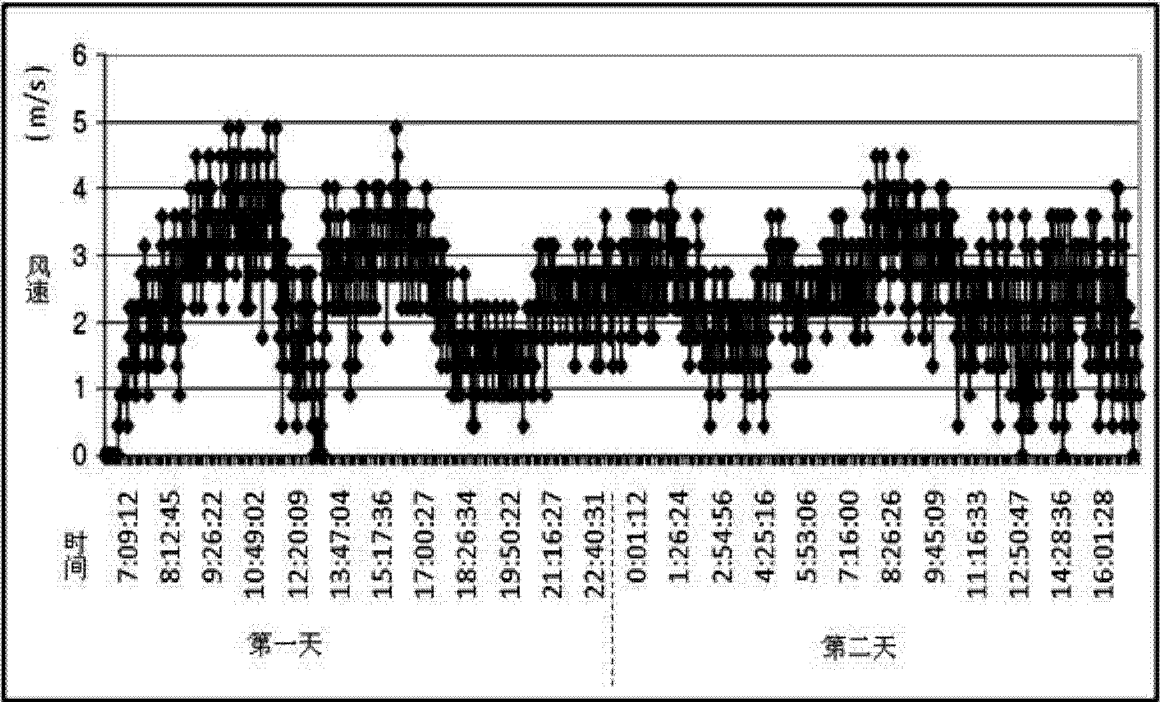


图 7

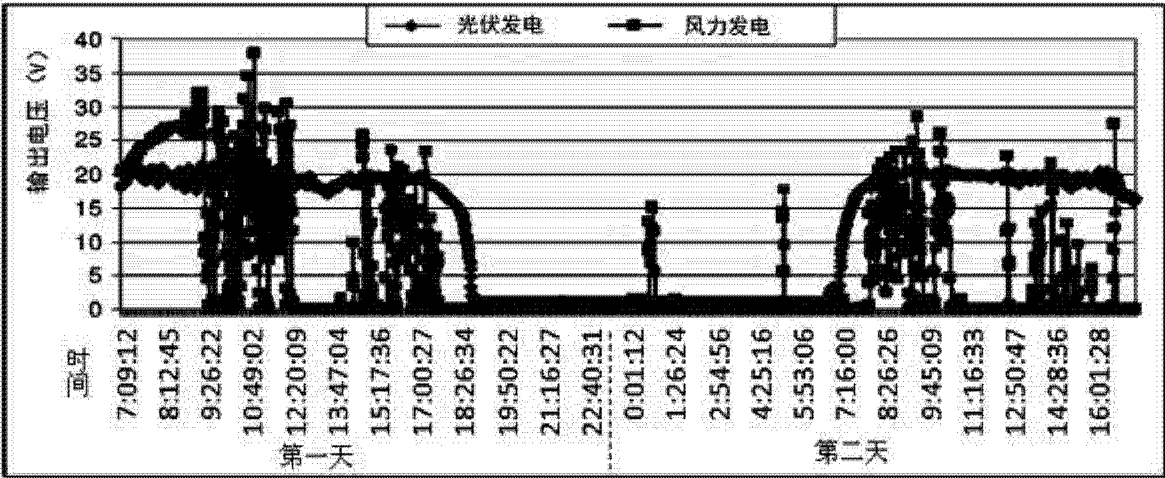


图 8

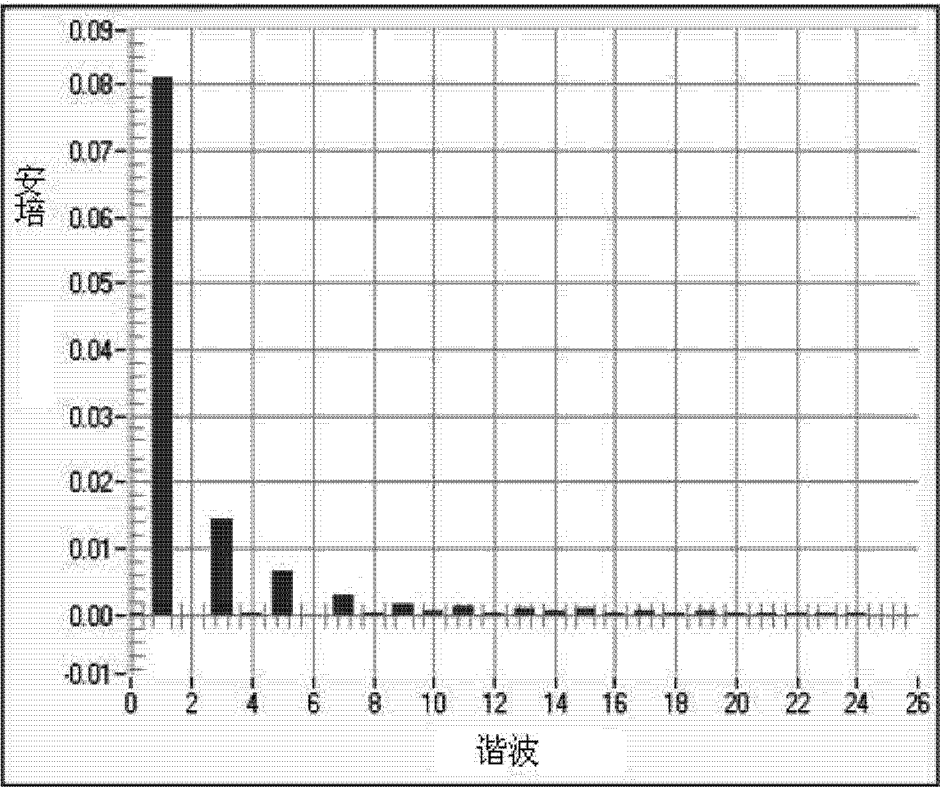


图 9

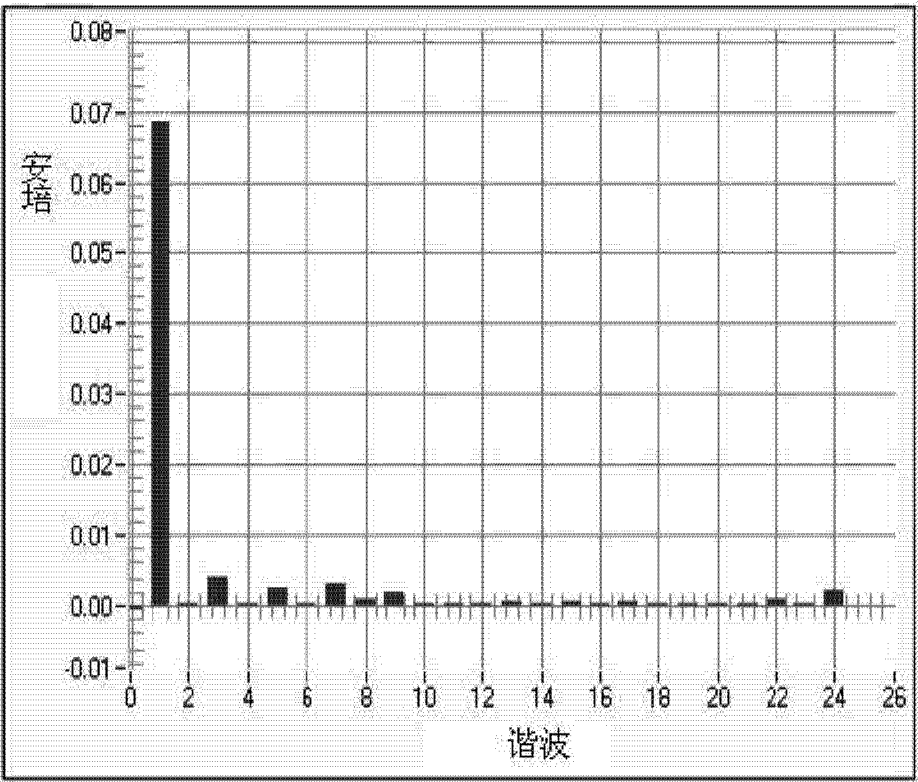


图 10