



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102129265 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 20

(21) 申请号 201110088595. 7

(22) 申请日 2011. 04. 08

(71) 申请人 北京交通大学

地址 100044 北京市海淀区西直门外上园村
3号北京交通大学科技处

(72) 发明人 吴小进 魏学业

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理
有限公司 11246

代理人 黄家俊

(51) Int. Cl.

G05F 1/67(2006. 01)

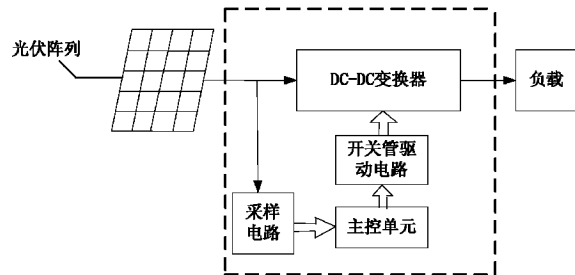
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

微型光伏阵列最大功率跟踪装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了光伏发电技术领域中的一种微型光伏阵列最大功率跟踪装置及方法。该跟踪装置包括采样电路、主控单元、开关管驱动电路、DC-DC 变换器,采样电路实时地对光伏阵列的输出电流和输出电压进行采样,并将结果送入主控单元;主控单元对光伏阵列的输出电流以及输出电压进行采样,实时调节 DC-DC 变换器中开关管的占空比来调节光伏阵列的匹配负载,使光伏阵列输出最大功率。本发明采用数字电路,装置不受外界环境的影响、追踪精度高、稳定性好。



1. 微型光伏阵列最大功率跟踪装置,其特征是该跟踪装置包括采样电路、主控单元、开关管驱动电路、DC-DC 变换器,所述采样电路与所述主控单元连接;所述主控单元与所述开关管驱动电路连接;所述开关管驱动电路与所述 DC-DC 变换器连接;

所述采样电路包括电流采样电路、电压采样电路;

所述主控单元采用指定跟踪控制算法。

2. 根据权利要求 1 所述微型光伏阵列最大功率跟踪装置,其特征是所述电流采样电路包括电流霍尔传感器、放大器 U1-1、放大器 U1-2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4、电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7、电容 C1、电容 C2、二极管 D1、二极管 D2;

电流霍尔传感器分别与电阻 R1、电阻 R2、电容 C1 连接;电阻 R1 的另一端接地;电容 C1 的另一端接地;电阻 R2 的另一端与放大器 U1-1 的负向输入端连接;电阻 R4 连接在放大器 U1-1 的负向输入端和输出端之间;放大器 U1-1 的正向输入端与电阻 R3 连接;电阻 R3 的另一端接地;放大器 U1-1 的输出端与电阻 R5 连接;电阻 R5 与放大器 U1-2 的负向输入端连接;电阻 R7 连接在放大器 U1-2 的负向输入端和输出端之间;放大器 U1-2 的正向输入端与电阻 R6 连接;电阻 R6 的另一端接地;放大器 U1-2 的输出端分别与电容 C2、二极管 D1 的正极、二极管 D2 的负极连接;电容 C2 的另一端接地;二极管 D1 的负极接正 5 伏电源;二极管 D2 的正极接地。

3. 根据权利要求 1 所述微型光伏阵列最大功率跟踪装置,其特征是所述电压采样电路包括电压霍尔传感器、电阻 R1、电阻 R2、二极管 D1、二极管 D2、电容 C1;

电压霍尔传感器分别与电阻 R1、电阻 R2、二极管 D1 的正极、二极管 D2 的负极、电容 C1 连接;电阻 R1 的另一端接直流电源;电阻 R2 的另一端接地;二极管 D1 的负极接正 5 伏电源;二极管 D2 的正极接地;电容 C1 的另一端接地。

4. 根据权利要求 1 所述微型光伏阵列最大功率跟踪装置,其特征是所述 DC-DC 变换器采用的是 Boost 升压电路,所述 Boost 升压电路包括电感 L、电容 C、开关管 Q、二极管 D;

电感 L 与二极管 D 的正极连接;二极管 D 的负极与电容 C 的正极连接;电容 C 的负极与地相连;开关管 Q 的集电极连接在电感 L 与二极管 D 的正极之间;开关管 Q 的发射极与地相连。

5. 微型光伏阵列最大功率跟踪方法,其特征是该方法包括以下步骤:

步骤 1:设置功率跟踪的电压区间为 $[V_a, V_b]$;分别对最大功率 P_m 、最大功率 P_m 时的电压 V_m 、第 i 次输出功率 P_i 、输出功率 P_i 时的电压 V_i 初始化;

步骤 2:在步骤 1 所述的电压区间内对输出电压进行采样,计算光伏阵列的输出功率 P_i ;

步骤 3:若输出功率 P_i 大于最大功率 P_m ,则令 $P_m = P_i$ 、 $V_m = V_i$;否则, $i = i+1$;

步骤 4:若电压 V_i 小于 V_b ,则返回步骤 2;否则,光伏阵列的工作电压 $V_{ref} = V_m$ 。

6. 根据权利要求 5 所述微型光伏阵列最大功率跟踪方法,其特征是所述 P_i 的计算公式为:

$$P_i = U_i \times I_i$$

其中:

P_i 为第 i 次的输出功率;

U_i 为第 i 次的采样电压;

I_i 为第 i 次的采样电流。

微型光伏阵列最大功率跟踪装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光伏发电技术领域,尤其涉及一种微型光伏阵列最大功率跟踪装置及方法。

背景技术

[0002] 光伏发电作为全球能源危机和环境问题的解决方案之一,得到了迅速的推广和应用。然而,光伏阵列的功率输出呈现非线性特性,并受到温度、光照强度、外界环境、负载等因素的影响,且随着工作电压的不同而变化。因此,在使用光伏阵列时需要对其进行最大功率点跟踪 MPPT(Maximum Power Point Tracking),在光伏阵列和负载之间加入一种装置来实时地跟踪光伏阵列的最大输出功率,提高光伏阵列的发电效率。

[0003] 由于传统的微型光伏阵列最大功率跟踪装置采用模拟电路对输出功率进行跟踪,无法兼顾外界环境的变化对光伏阵列输出特性带来的影响,使得光伏阵列不能工作在真正的最大功率点处,降低了光伏阵列的发电效率。本发明装置将温度、光照强度、外界环境等因素考虑在内,将光伏阵列通过 DC-DC 变换器与负载相连,并实时采样光伏阵列的输出电流和输出电压,通过指定的控制算法由主控单元中的数字信号处理器 DSP 实时调节 DC-DC 变换器中开关管的占空比来改变光伏阵列的匹配负载,使光伏阵列工作于真正的最大功率点处,提高光伏阵列的发电量。

发明内容

[0004] 针对上述背景技术中提到的传统功率跟踪装置对微型光伏阵列的输出功率跟踪受环境影响大,无法跟踪到最大功率等不足,本发明提出了一种微型光伏阵列最大功率跟踪装置及方法。

[0005] 本发明的技术方案是,微型光伏阵列最大功率跟踪装置,其特征是该跟踪装置包括采样电路、主控单元、开关管驱动电路、DC-DC 变换器,所述采样电路与所述主控单元连接;所述主控单元与所述开关管驱动电路连接;所述开关管驱动电路与所述 DC-DC 变换器连接;

[0006] 所述采样电路包括电流采样电路、电压采样电路;

[0007] 所述主控单元采用指定跟踪控制算法。

[0008] 所述电流采样电路包括电流霍尔传感器、放大器 U1-1、放大器 U1-2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3、电阻 R4、电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7、电容 C1、电容 C2、二极管 D1、二极管 D2;

[0009] 电流霍尔传感器分别与电阻 R1、电阻 R2、电容 C1 连接;电阻 R1 的另一端接地;电容 C1 的另一端接地;电阻 R2 的另一端与放大器 U1-1 的负向输入端连接;电阻 R4 连接在放大器 U1-1 的负向输入端和输出端之间;放大器 U1-1 的正向输入端与电阻 R3 连接;电阻 R3 的另一端接地;放大器 U1-1 的输出端与电阻 R5 连接;电阻 R5 与放大器 U1-2 的负向输入端连接;电阻 R7 连接在放大器 U1-2 的负向输入端和输出端之间;放大器 U1-2 的正向输入端与电阻 R6 连接;电阻 R6 的另一端接地;放大器 U1-2 的输出端分别与电容 C2、二极管

D1 的正极、二极管 D2 的负极连接；电容 C2 的另一端接地；二极管 D1 的负极接正 5 伏电源；二极管 D2 的正极接地。

[0010] 所述电压采样电路包括电压霍尔传感器、电阻 R1、电阻 R2、二极管 D1、二极管 D2、电容 C1；

[0011] 电压霍尔传感器分别与电阻 R1、电阻 R2、二极管 D1 的正极、二极管 D2 的负极、电容 C1 连接；电阻 R1 的另一端接直流电源；电阻 R2 的另一端接地；二极管 D1 的负极接正 5 伏电源；二极管 D2 的正极接地；电容 C1 的另一端接地。

[0012] 所述 DC-DC 变换器采用的是 Boost 升压电路，所述 Boost 升压电路包括电感 L、电容 C、开关管 Q、二极管 D；

[0013] 电感 L 与二极管 D 的正极连接；二极管 D 的负极与电容 C 的正极连接；电容 C 的负极与地相连；开关管 Q 的集电极连接在电感 L 与二极管 D 的正极之间；开关管 Q 的发射极与地相连。

[0014] 微型光伏阵列最大功率跟踪方法，其特征是该方法包括以下步骤：

[0015] 步骤 1：设置功率跟踪的电压区间为 $[V_a, V_b]$ ；分别对最大功率 P_m 、最大功率 P_m 时的电压 V_m 、第 i 次输出功率 P_i 、输出功率 P_i 时的电压 V_i 初始化；

[0016] 步骤 2：在步骤 1 所述的电压区间内对输出电压进行采样，计算光伏阵列的输出功率 P_i ；

[0017] 步骤 3：若输出功率 P_i 大于最大功率 P_m ，则令 $P_m = P_i$ 、 $V_m = V_i$ ；否则， $i = i+1$ ；

[0018] 步骤 4：若电压 V_i 小于 V_b ，则返回步骤 2；否则，光伏阵列的工作电压 $V_{ref} = V_m$ 。

[0019] 所述 P_i 的计算公式为：

$$[0020] P_i = U_i \times I_i$$

[0021] 其中：

[0022] P_i 为第 i 次的输出功率；

[0023] U_i 为第 i 次的采样电压；

[0024] I_i 为第 i 次的采样电流。

[0025] 本发明设计的光伏阵列最大功率跟踪装置采用数字电路，通过对光伏阵列的输出电流和输出电压实时检测，并通过主控单元中的数字信号处理器 DSP 辅以指定跟踪控制算法，对 DC-DC 变换器中的功率开关管的控制信号的占空比进行调节，调整光伏阵列的负载阻抗，能够使光伏阵列始终工作在最大功率点上，本发明装置不受外界环境的影响、追踪精度高、稳定性好。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明的组成连接框图。

[0027] 图 2 为 DC-DC 变换器拓扑结构图。

[0028] 图 3 为光伏阵列的输出电流采样电路原理图。

[0029] 图 4 为光伏阵列的输出电压采样电路原理图。

[0030] 图 5 为主控单元跟踪控制算法流程图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图,对优选实施例作详细说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0032] 本发明所述的微型光伏阵列最大功率跟踪装置是围绕光伏阵列的输出电流和输出电压进行的,精确的电流、电压采样值对计算光伏阵列的输出功率起着重要的作用。因此,本发明中分别采用电流霍尔传感器和电压霍尔传感器对光伏阵列的输出电流和输出电压进行采样。

[0033] 在光伏发电系统中,光伏阵列的发电量直接反应了光伏发电系统的发电效率。本发明装置的目的在于提高光伏阵列的发电量,适用于功率小于 500 瓦的微型光伏阵列。图 1 为本发明的组成连接方框图,由图 1 可看出,本发明包括 DC-DC 变换器、开关管驱动电路、采样电路和主控单元。

[0034] 本发明的工作原理:主控单元中的数字信号处理器 DSP 通过对采样电路采集的光伏阵列的输出电流、输出电压分析,根据指定跟踪控制算法输出脉冲宽度调制 PWM 控制信号至开关管驱动电路,开关管驱动电路将主控单元输出的控制信号放大并送至 DC-DC 变换器的开关管,通过实时控制开关管的占空比来调节光伏阵列的匹配负载,直至使光伏阵列工作于最大功率点,从而提高光伏阵列的发电量。

[0035] 本发明中 DC-DC 变换器的拓扑结构如图 2 所示,由电感 L、电容 C、开关管 Q 以及二极管 D 组成。光伏阵列的输出连接 DC-DC 变换器的 Boost 升压电路的输入端,光伏阵列的正向输出与电感 L 相连,负向输出与 Boost 升压电路的负向输入端共地,电感 L 的另一端与二极管 D 的正极连接。开关管 Q 的集电极连接到电感 L 与二极管 D 的正极之间,其发射极与地相连。电容 C 的正极与二极管 D 的负极以及 Boost 升压电路的正向输出端相连,其负极接地。当开关管 Q 导通时,电源向电感 L 存储能量,电感电流增加,二极管 D 截止,电容 C 向负载供电,此时 $V_L = V_{in}$ 。当开关管 Q 截止时,电感电流减小,释放能量,由于电感电流不能突变,产生感应电动势,感应电动势左负右正,迫使二极管导通,并与电源一起经过二极管 D 向负载供电,同时向电容 C 充电,此时 $V_L = V_{in} - V_o$ 。开关管 Q 的门极控制为脉冲宽度调制 PWM 控制方式,通过调节门极输入脉冲宽度调制 PWM 控制信号的占空比,改变 Boost 升压电路的输入、输出两端的电压关系。由此可知,可以通过改变 DC-DC 变换器中开关管 Q 的控制信号的占空比,达到调节光伏阵列匹配负载的目的,使光伏阵列的输出最大功率达到最大值。

[0036] 图 3 所示为光伏阵列的输出电流采样电路原理图,使用电流霍尔传感器进行采样。电流霍尔传感器的输出端经过电阻 R1 接地,将电流信号转变为电压信号,由于霍尔传感器采样得到的是迅速变化的信号,不能直接进行 A/D 转换,因此需要对信号进行保持和放大,图 3 中虚线框内的电路为信号调理电路,由两级放大电路以及保护电路组成。电容 C1、电容 C2 为滤波电容,电阻 R1、电阻 R2、电阻 R3 以及放大器 U1-1 构成第一级放大电路,电阻 R5、电阻 R6、电阻 R7 以及放大器 U1-2 构成第二级放大电路,二极管 D1 和二极管 D2 组成保护电路。

[0037] 图 4 所示为光伏阵列得输出电压采样电路原理图,使用电压霍尔传感器进行采样。电压霍尔传感器的 DC2+ 端以及 DC2- 端并联到被采样电压的两端,电压霍尔传感器的输出端经过电阻 R2 接地,将电流信号转变为电压信号供数字信号处理器 DSP 采集,二极管 D1 和 D2 组成保护电路。

[0038] 图 5 为主控单元跟踪控制算法框图。在进行跟踪控制之前首先对装置进行初始化,根据光伏阵列的开路电压 V_{oc} 设置功率跟踪的电压区间 $[V_a, V_b]$,将最大功率 P_m 以及最大功率时的电压 V_m 初始化。在电压区间 $[V_a, V_b]$ 内对输出电压进行采样,同时计算本次采样周期内光伏阵列的输出功率 P_i ,如果输出功率 P_i 大于最大功率 P_m ,则令 $P_m = P_i$ 、 $V_m = V_i$;然后令 $i = i+1$,如果采样电压小于 V_b ,则进入下一轮采样周期直至跟踪到光伏阵列的最大功率 P_m ,然后将光伏阵列的工作电压 V_{ref} 设置为 V_m 。

[0039] 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。

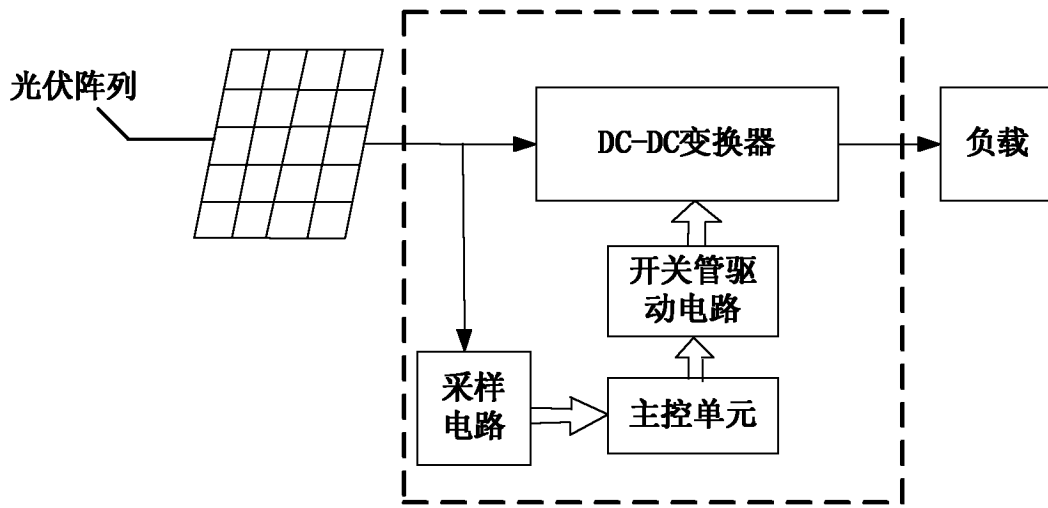


图 1

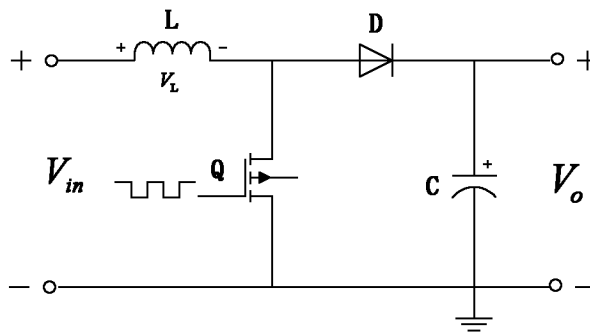


图 2

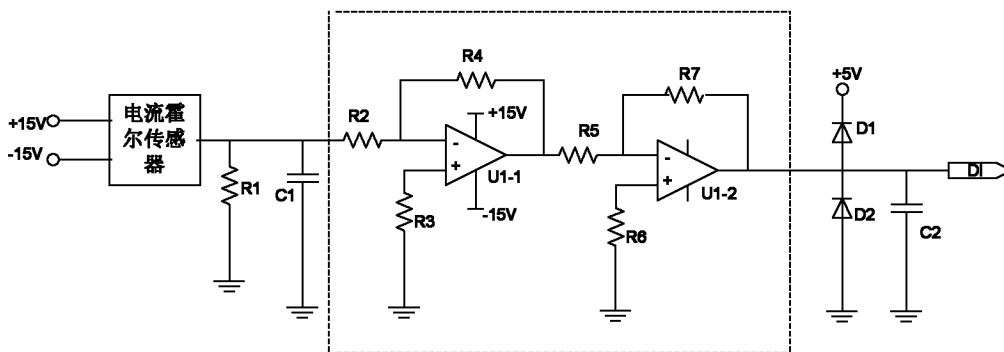


图 3

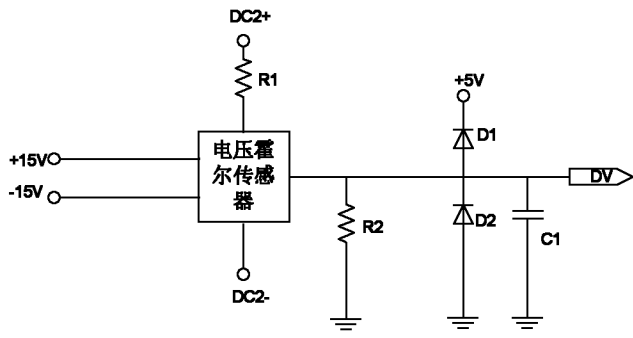


图 4

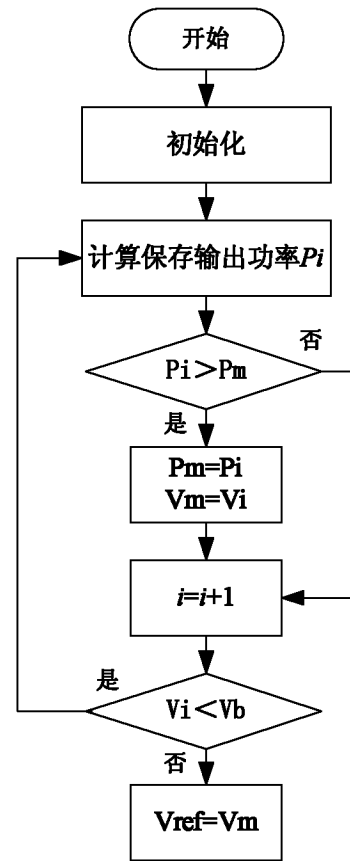


图 5