第 25 卷第 2 期 2008 年 4 月

文章编号:1000-8152(2008)02-0367-02

# 弱光下光伏充电器的设计

### 刘立强, 岑长岸, 张 淼

(广东工业大学自动化学院,广东广州510075)

摘要: 光伏阵列的输出特性受太阳光强影响很大, 弱光下, 其电流输出很小, 不能直接对蓄电池充电. 为了使光伏 组件能在弱光下工作, 本文提出了一种基于组态优化的间歇脉冲充电法. 作者采用了AVR单片机来实现该充电方 法, 并通过对硬件实验所获取的图像和数据的分析, 证明该方法在弱光下能使光伏阵列有效地对蓄电池充电. 关键词: 光伏组件; 光伏阵列; 组态优化; 间歇脉冲充电

大键问: 几份组件; 几份件例; 组态优化; 问歇脉冲

中图分类号: TP273 文献标识码: A

## Design of the photovoltaic charger under weak light

LIU Li-qiang, CEN Chang-an, ZHANG Miao

(Automation College, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong 510075, China)

**Abstract:** The output of the photovoltaic array is affected by the incident radiant intensity. Under weak sunlight conditions, the current is very small being unable to charge the storage battery directly. Considering that the solar module can work under the weak sunlight, a method of intermittent impulse-charging is presented based on the configuration optimization. A SCM(single chip micyoco) of AVR is employed to design the intermittent impulse-charger. Experiment images and data demonstrate the effective charge of the storage battery.

Key words: photovoltaic modules; photovoltaic array; configuration optimize; intermittently impulse charging

#### 1 引言(Introduction)

图1为光伏组件表面温度不变时,光强在不同情况下的单块组件的I-V特性曲线图.强光下,光伏阵列的输出电流很大,一般情况下可以直接对蓄电池充电;但在太阳光强变弱的情况下,光伏阵列输出电流很小,基本上起不到对蓄电池充电的效果.





为了使光伏组件在弱光下能对蓄电池进行有效

收稿日期: 2007-09-04; 收修改稿日期: 2007-11-25. 基金项目:国家自然科学基金重点资助项目(60534040). 的充电,本文提出一种基于组态优化的光伏阵列间 歇脉冲充电方法来对蓄电池充电.

#### 2 间歇充电(Intermittently charging)

间歇充电法是一种限压变电流间歇充电,它能保证加大充电电流.由图1所示的I-V特性图可知,在弱光下,光伏组件的输出电流很小,因此可在光伏组件两端接上个电容后再连接蓄电池,接上蓄电池时光伏组件的输出电流在出现一个瞬间很高的电流后便以一个小电流输出.据此特性,可设计一个当光伏组件对蓄电池充电时,充电电流始终是出现在瞬间高端电流处的控制电路.其控制如下:通过控制光伏组件与蓄电池之间的频繁通断的方式进行充电,即光伏组件与蓄电池之间通过开关连接,当瞬间高电流充电过后,便断开开关;当光伏组件开路电压升高时,再接通开关.如此间歇充电,便能使充电电流始终保持在很高的范围内.

#### 3 组态优化(Configuration optimize)

光伏阵列组态优化的目的是在不同的外部环境

下光伏组件使用不同的组态方式,以致使每个光伏 组件尽量工作在最大输出功率点处,从而让整个光 伏阵列的输出功率达到最优.而本实验使用组态 优化是为了弱光下可通过不同的组态方式使光伏 组件尽量在有光照的情况下工作.本次硬件实验采 用了8块5W的光伏组件进行实验.组态开关电路是 用继电器设计的.组态开关电路主要实现太阳能光 伏阵列的如下几种组态方式:8块光伏组件串联,两 组4块光伏组件串联后并联,4组两块光伏组件串联 后并联,8块组件并联.

4 控制系统结构图(The control system frame)

图2为控制系统结构图,该系统依次由光伏阵 列、AVR单片机、电压传感器、组态开关电路、蓄电 池等部分组成.电路主要是根据通过电压传感器检 测到的太阳能光伏阵列输出的开路电压的大小,来 控制太阳能光伏电池对蓄电池充电的通断,当电压 达到设定值(本实验设为15.2 V)时,便使充电电路接 通,否则断开充电.当在设定的延时下,太阳能光伏 组件的开路电压达不到设定的电压时,便开始通过 控制组态开关电路进行选择组态方式.



Fig. 2 The control frame of system

#### 5 实验结果分析(Conclusion)

图3、图4分别给出了光伏电池直接对蓄电池充 电和采用弱光充电控制器所得的电压、电流波形图.

图3为光伏阵列在傍晚(弱光下)直接对蓄电池充 电的实验曲线.其中:曲线U<sub>pv</sub>为光伏阵列输出电压 变化曲线,它略高于蓄电池的端电压;曲线I<sub>c</sub>为充电 回路充电电流.由图3可得电路充电电流约0.133 A, U<sub>pv</sub>约为12.5 V.由于该充电电流较小,难以实现对蓄 电池正常充电.图4是傍晚采用弱光充电控制器对蓄 电池进行的充电两种组态方式充电器工作电压、电 流波形图.其中图4(a)为8块电池组件并联时充电器 的工作情况;图4(b)为阳光很弱情况下8块电池组件 串联时充电波形图.图中曲线U<sub>pv</sub>是光伏阵列输出端 电压曲线,其变化范围为12.6 V~15.2 V,即当太阳能 光伏阵列的开路电压达到15.2 V时便接通充电开关, 在接通开关瞬间,光伏阵列对蓄电池充电,U<sub>pv</sub>随之 下降,当U<sub>pv</sub>被拉低至12.6 V时,断开充电开关;直到 光伏阵列的开路电压再次达到15.2 V时才接通充电 开关,从而实现对蓄电池的充电控制.图中波形Ic为 充电电流工作波形,其在充电工作瞬间充电电流平 均值达到0.6/0.3 A = 2 A,达到实现对蓄电池充电电 流的要求.







图 4 弱光充电控制器工作电压、电流波形图 Fig. 4 The volt and current curves of weak irradiation charger

(下转第373页)

(YANG Junhua. Research on wind energy conversion system and control with brushless doubly-fed generator[D]. Guang Zhou: South China University of Technology, 2006.)

- [2] ALESINA A. The generalized transformer: a new bi-directional sinusoidal waveform frequency converter with continuous variable adjustable input power factor[C]//Proceedings of Power Electronics Specialist Conference(PESC)'80. Bologna, Italy: [s.n.], 1980.
- [3] VENTURINI M. A new sine wave in, sine wave out conversion technique eliminates reactive elements[C]//Proceeding of Powercon 7. 1980: E3/1-E3/15.
- [4] ALESINA A, VENTURINI M. Solid-state power conversion: A fourier analysis approach to generalized transformer synthesis[J]. *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, 1981, 28(4): 319 – 330.
- [5] ROBERTS P C, MCMAHON R A. Equivalent circuit for the brushless doubly fed machine (BDFM) including parameter estimation and experimental verification[J]. *IEE Proceedings: Electric Power Applications*, 2005, 152(4): 933 – 942.
- [6] HUANG Shoudao, WAMG Yaonan. A study of active and reactive power control for brushless doubly-fed machine[J]. Proceedings of the Chinese Society for Electrical Engineering, 2005, 25(4): 87 – 93.

#### (上接第368页)

#### 7 结论(Conclusion)

本文通过对弱光下光伏组件输出特性的分析, 提出了一种弱光下基于组态优化的间歇脉冲充电 法.通过对硬件实验现场采集的波形图的分析,验 证了该方法能有效地对蓄电池进行充电.

#### 参考文献(References):

 SHMILOVITZ D. Photovoltaic maximum power point tracling employing loadparameters[J]. *Industrial Electronics*, 2005, 3(3): 1037 – [7] MCMAHON R A, ROBERTS P C. Performance of BDFM as generator and motor[J]. *IEE Proceedings, Electric Power Applications*, 2006, 153(2): 289 – 299.

- [8] WANG Lixin. A Course in fuzzy System and Control[M]. USA: Prentice-Hall, Inc, 1997: 233 – 253.
- [9] ALESINA A, VENTURINI M. Intrinsic amplitude limits and optimum design of 9-switches direct PWM AC-AC converters[C]Proceeding of PESC'88. 1988: 1284 – 1290.
- [10] ALESINA A, VENTURINI M. Analysis and design of optimumamplitude nine-switch direct AC-AC converters[J]. *IEEE Transactions on Power Elec*, 1989, 4(1): 101 – 112.
- [11] HUBER L. Space vector modulated three-phase to three-phase matrix converter with input power factor correction[J]. *IEEE Transactions* on Industrial Application, 1995, 31(6): 1234 – 1246.
- [12] ZHANG L. Switch sequencer circuit for safe commutation of a matrix converter[J]. *Electronics Letters*, 1995, 31(18): 1530 – 1532.
- [13] CASADEI D. A general approach for the analysis for the input power quality in matrix converters[J]. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 1998, 13(5): 882 – 891.
- [14] MUTSCHLER P, MARCKS M. A direct control method for matrix converters[J]. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2002, 49(2): 362 – 369.

1042.

- [2] SHEN Yuliang. A photovoltaic array simulator[J]. Acta Energiee Solaris Sinica, 1997,18(2): 448 – 451.
- [3] DAHER S. Photovoltaic system for supply public illumination in eletrical energy demand peak[J]. Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2004, 3(3): 1501 – 1506.
- [4] HUA CHIHCHING, LIN JONGRONG, SHEN CHIHMING. Implementation of a ADSP-controlled photovoltic system with peak power tracking[J]. *Transactions on Industrial Electronic*, 1998, 45(1): 99 – 107.