

# MCU控制的太阳能电池最大功率跟踪控制器

时 剑, 单春贤, 董 红, 方 攀  
(江苏大学, 江苏 镇江 212013)

摘要:介绍了一种采用 AT89C4051 单片机以及外围器件实现太阳能电池最大功率点跟踪(MPPT)控制的精简设计。在该设计中提出了采用“爬山改进法”来实现最大功率点控制,并给出了实验方法。实验结果表明,控制器达到了最大功率点跟踪的目的。

关键词:控制器;单片机/最大功率点跟踪;太阳能电池;爬山改进法

中图分类号:TM914.4; TM76

文献标识码:A

文章编号:1000-100X(2008)11-0045-02

## Solar Cell MPPT Controller based on MCU

SHI Jian, SHAN Chun-xian, TONG Hong, FANG Pan  
(Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: A precision design of controlling Maximum Power Point Tracking (MPPT) of the solar cell with monolithic integrated circuit of AT89C4051 as well as the periphery component is researched and implemented. The design realizes the MPPT control by using "improved method of climbing". The experimental result demonstrate that the controller has realize the MPPT, and proved that the design are very powerful in theoretically and practicability.

Keywords: controller; micro computer unit / maximum power point tracking; solar cell; improved method of climbing

### 1 引言

太阳能光伏利用日益被人们重视,世界各国都投入大量的人力、物力、财力争相发展。在光伏控制技术上,由于恒定电压跟踪器(CVT)的制造相对简单,许多产品仍然采用这种跟踪方式以代替相对复杂一些的最大功率点跟踪(Maximum Power Point Tracking,简称MPPT),但这种方式不可避免带来了功率损失,随着近代微电子技术的迅速发展及微电子器件的价格大幅度降低,CVT已经显得很经济。

具有太阳能MPPT功能控制器使光伏利用技术得以提高,采用高性能价格比的单片机以及相关的外围器件来实现MPPT的控制将会比CVT控制带来更大的效益<sup>[1]</sup>。

### 2 太阳能电池的光伏特性

光伏电池的输出特性具有非线性,这种非线性受到外部环境(如日照强度、温度、负载等)以及本身技术指标(如输出阻抗)的影响,使得光伏电池的输出功率发生变化,其实际转换效率也受到限制。图1示出太阳能电池阵列输出的伏安特性和伏瓦特性。

由图可见,常温下,200 W/m<sup>2</sup>日照时,最大功率点(MPP)发生在350 V处;而1 kW/m<sup>2</sup>日照时,MPP发生在410 V处,如图1c,d中虚线所示。在同一日照下,温度为50℃时,MPP发生在380 V处;温度为0℃时,MPP发生在520 V处,如图1a,b中虚线所

示。可知,CVT技术是不能满足太阳能电池在各种日照和温度下的最大功率输出要求的。

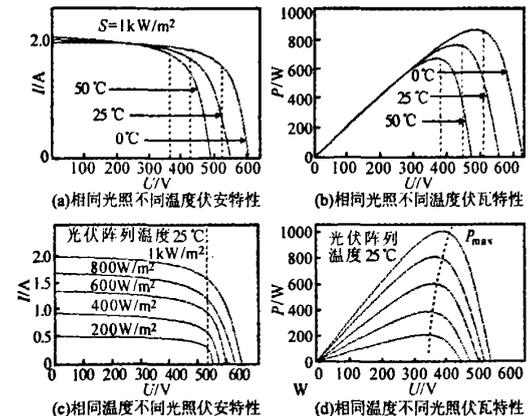


图1 太阳能电池阵列输出的伏安特性和伏瓦特性

### 3 MPPT 控制的实现

#### 3.1 控制方法

为实现MPPT功能,采用最常用的爬山法,并对其进行有效的改进。

爬山改进法主要用软件编程通过不断调整电压步长 $\Delta U$ 对最大功率点进行判断和控制,最后利用阈值 $\epsilon$ 判断是否达到最优。该方法在光伏电池P-U特性曲线峰值点附近从左到右依次取A,B,C3个点,即 $U_A$ 和 $P_A$ , $U_B$ 和 $P_B$ , $U_C$ 和 $P_C$ ,它们分别对应各点工作电压和一个预先设定用于调整电压步长的常量;再判断3点电压值调整方向时可能出现的情形。图2示出流程图。

当 $P_A \geq P_B$ 且 $P_B \leq P_C$ 时,对应的实际情况为:系

定稿日期:2008-07-23

作者简介:时 剑(1984-),男,江苏宿迁人,硕士研究生,研究方向为太阳能最大功率跟踪控制。

统硬件先检测到  $P_A \geq P_B$ , 突然有云遮挡, 随后检测到  $P_B \leq P_C$ , 它表示日照强度快速变化的情形, 算法中将此情况按照系统工作电压不作改变情形进行处理, 只对  $\Delta U$  进行微调, 这样系统不会跟随日照的快速改变而盲目调整工作电压, 避免了系统过快振荡, 从而实现了平稳跟踪, 等到日照恢复稳定才开始新一轮检测。在允许误差范围内算法设置了一个阈值  $\epsilon$ , 当步长  $\Delta U$  连续微调后满足  $\Delta U < \epsilon$  时, 表明此时的  $U_B$  已经非常接近  $U_{max}$ , 程序控制认为这时的  $U_B$  就是  $U_{max}$ , 这是系统跟踪到输出功率峰值点的判别条件。

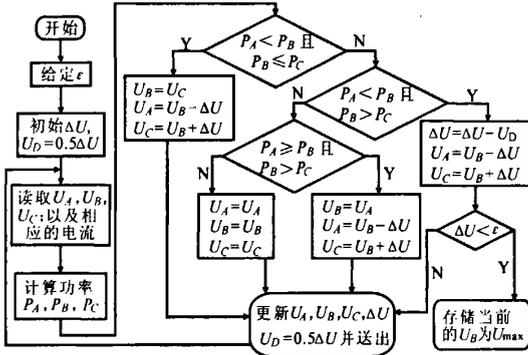


图 2 爬山改进法流程图

### 3.2 MCU 实现

#### 3.2.1 硬件

采用高性价比 8 位单片机 AT89C4051, 鉴于采集的精度和速度, 采用具有 SPI 串行接口的高性价比 12 位 200 kHz 转换速率 4 通道 ADS7841。

#### 3.2.2 软件

MPPT 控制流程如图 2 所示。PWM 波输出以溢出中断方式改变。利用单片机定时器  $T_0$  产生 PWM 波形, 然后通过光电耦合器来驱动 MOSFET 管<sup>[2]</sup>。

根据相关文献和经验将 PWM 占空比初始值设为 70%<sup>[2]</sup>, 然后不断改变占空比采集相应的电压、电流, 由单片机算出连续采集的 3 次功率, 并将其进行比较, 得出最大功率点的方向, 从而确定占空比的大小, 直至找到最大功率点, 搜索才停止。但是电压、电流的采集依旧进行, 以满足不断变化阻抗的负载获得最大功率点。

### 4 模拟实验及分析

实验采用直流电源加滑线电阻  $R_1$  模拟太阳能电池, 一个可控的 DC/DC 转换器 (Buck 电路) 作为被控器件, 一个可变电阻  $R_2$  做负载,  $R_3$  作为电流采样电阻。实验电路框图如图 3 所示。

MPPT 控制器输出给 DC/DC 转换器的控制端。实

验中通过改变负载电阻、电源串联电阻和电源电压来观察 MPPT 的跟踪效果。测得实验数据如表 1 所示。

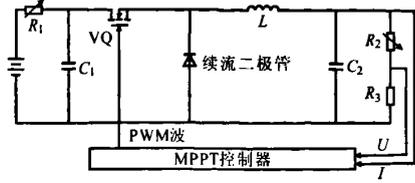


图 3 实验电路框图

表 1 MPPT 跟踪效果实验数据

未采用 MPPT			
负载/ $\Omega$	输出电压/V	输出电流/A	功率/W
7	1.832	0.443	0.811
6	1.823	0.446	0.813
5	1.811	0.451	0.816
采用 MPPT			
负载/ $\Omega$	输出电压/V	输出电流/A	功率/W
7	1.125	0.890	1.001
6	1.113	0.912	1.015
5	1.104	0.933	1.030

由表 1 可知, 在未采用 MPPT 和采用 MPPT 情况下测得的负载输出电压电流有明显的不同, 经过计算发现, 采用 MPPT 后负载功率得到提高, 说明爬山改进法方法是可行的。之所以 MPPT 会改变负载的输出电压和电流, 因为 DC/DC 转换器可视为一个阻抗变换器, 它与  $R_2$  和  $R_3$  可看成为一个电阻, 只要该电阻等于  $R_1$ , 即可取得最大功率。

### 5 结论

采用爬山改进法控制技术, 特别是在光照和温差变化较大场合, 能有效提升太阳能电池的输出。实验证明, 由 AT89C4051 单片机及其外围器件所构成的 MPPT 控制器能实现太阳能电池的最大功率输出, 并具有体积小、价格低和接线简单等优点, 因而具有实用价值。

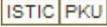
### 参考文献

- [1] 余世杰, 何慧若, 曹仁贤. 光伏水泵系统中 CVT 及 MPPT 的控制比较[J]. 太阳能学报, 1998, 19(4): 94-98.
- [2] 赵德安. 单片机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [3] Chihchiang Hua, Chihming Shen. Comparative Study of Peak Power Tracking Techniques for Solar Storage System [A]. IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition APEC'98 [C]. 1998: 679-685.

欢迎在《电力电子技术》上刊登广告!

联系电话: 029-85271823

# MCU控制的太阳能电池最大功率跟踪控制器

作者: [时剑](#), [单春贤](#), [童红](#), [方攀](#), [SHI Jian](#), [SHAN Chun-xian](#), [TONG Hong](#), [FANG Pan](#)  
作者单位: [江苏大学](#), [江苏](#), [镇江](#), 212013  
刊名: [电力电子技术](#)   
英文刊名: [POWER ELECTRONICS](#)  
年, 卷(期): 2008, 42(11)  
引用次数: 0次

## 参考文献(3条)

1. [余世杰](#), [何慧若](#), [曹仁贤](#) [光伏水泵系统中CVT及MPPT的控制比较](#)[期刊论文]-[太阳能学报](#) 1998(4)
2. [赵德安](#) [单片机原理及应用](#) 2004
3. [Chihchiang Hua](#), [Chihming Shen](#) [Comparative Study of Peak Power Tracking Techniques for Solar Storage System](#) 1998

## 相似文献(1条)

1. 期刊论文 [张玉平](#), [石新春](#), [ZHANG Yu-ping](#), [SHI Xin-chun](#) [一种新型光伏最大功率跟踪控制器的实现](#) -[电力电子技术](#)2009, 43(2)

在光伏系统中,由于光伏电池的光电转换效率太低,使其不能以最大效率转化为电能输出;另外,它在工作过程中受环境影响也很大,因此为了使其输出的电能达到最大化,除了要研制价格低廉并且能量转换效率高的光电材料外,可以通过采用最大功率跟踪(Maximum Power Point Tracking,简称MPPT)的控制方法来实现光伏电池的大功率输出.介绍了一种采用C8051F310单片机实现光伏MPPT控制器的简要设计.该控制器通过采用“电压扰动法”实现MPPT控制,通过实验结果说明该控制器达到了MPPT功能.

本文链接: [http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_dldzjs200811020.aspx](http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_dldzjs200811020.aspx)

下载时间: 2010年1月4日