

The Design of Photovoltaic Electric Vehicle Control System Based on 196MC

Yong Lei

Guizhou University, Guiyang
Email: 813979225@qq.com

Received: Aug. 8th, 2012; revised: Aug. 17th, 2012; accepted: Aug. 21st, 2012

Abstract: Based on the MPPT control algorithm, the designed for ac motor speed control using 196 single chip computer as the core controller MC, with photovoltaic array for electric vehicle power supply, design a MPPT performance of photovoltaic electric vehicle control system. This system is used to perform a variety of functions in one of the intelligent power module (IPM) as inverter, by 196MC a PWM signal to the IPM to control, the use of software programming to realize electric vehicle speed adjustment, improve the efficiency in the use of single chip microcomputer. Through the system performance test confirmed that the system has a fast response and strong robustness and control precision higher advantages.

Keywords: 196MC; Three-Phase AC Motors; Photovoltaic Electric Vehicle; MPPT; PWM

基于 196MC 的光伏电动车控制系统设计

雷 勇

贵州大学, 贵阳
Email: 813979225@qq.com

收稿日期: 2012 年 8 月 8 日; 修回日期: 2012 年 8 月 17 日; 录用日期: 2012 年 8 月 21 日

摘 要: 本文采用 MPPT 控制算法, 采用专为交流电动机调速使用的 196MC 单片机作为核心控制器, 用光伏阵列作为电动车供电, 设计了具有 MPPT 性能的光伏电动车控制系统。该系统采用具备多种功能于一体的智能功率模块(IPM)作为逆变器, 由 196MC 发出 PWM 信号对 IPM 进行控制, 利用软件编程来实现电动车速度的调节, 提高了单片机的使用效率。通过系统性能测试证实了该系统具有响应快、鲁棒性强、控制精度高等优点。

关键词: 196MC; 三相交流电机; 光伏电动车; MPPT; PWM

1. 引言

面对日益枯竭的石油资源与生态环境的不断恶化, 风能与光能等作为可再生的清洁能源, 开发利用风能以及太阳能等可再生能源已经成为人们的共识。由于光能的不稳定性、太阳能电池的转换效率低以及蓄电池寿命等方面存在不足! 使得光能等新能源的应用收到了很大的限制。我们采用 MPPT 的方法大大提高了电池的利用率, 从而使光伏电动车的适用性获得了较大的提高。

2. 控制系统整体设计

光伏电动车控制系统主要由三部分组成: 光伏发电部分、电动机驱动部分、核心控制单元部分, 且采用专为交流电动机调速控制使用的内部具有丰富资源的 196MC 单片机作为核心控制单元。控制系统整体框图如图 1 所示。

光伏电动车的动力部分采用的是 IB5M 型的三相交流电动机, 采用内部集各路 IGBT 驱动、保护、故障检测电路并且有异常指示输出于一体的智能功率

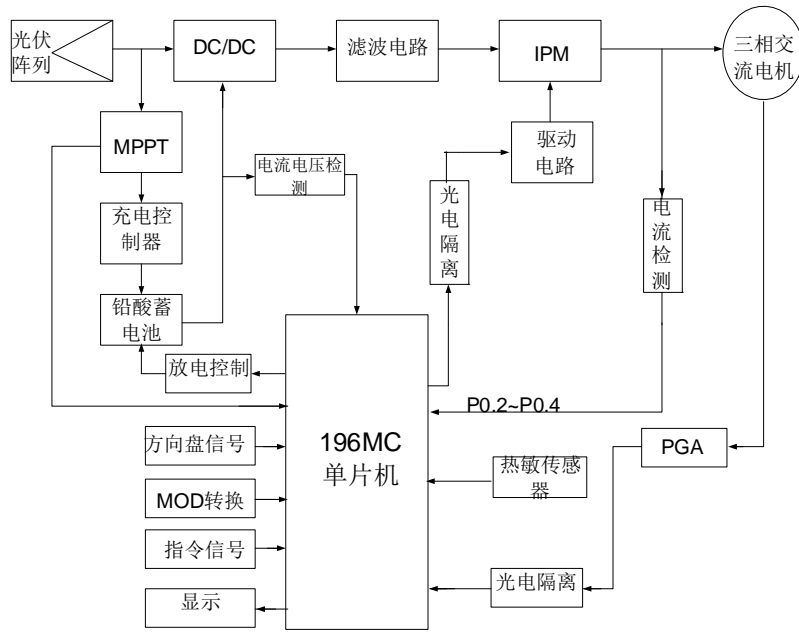


Figure 1. PV electric vehicle control system block diagram
图 1. 光伏电动车控制系统整体框图

模块(IPM)对其进行供电。控制系统采用光伏阵列进行发电,采用 MPPT 控制器来实现负载的最大功率跟踪。为了更好地检测电动机的转速以便达到对电机速度的控制从而控制车速,我们采用光电码盘(PGA)来检测电机的转速,FGA 产生测速脉冲 A、B 与 Z;其中 A 与 B 为互差 90°的脉冲,直接加在片内定时器 T1 的引脚上,为了获得高精度、宽范围的转速检测,采用 M/T 法计算转速^[1]。

3. 控制系统关键部分设计

传统的电动车,采用的所谓蓄电池供电,远距离运行一直是电动车的一个致命问题,而不具备 MPPT 控制的光伏电动车,虽然克制了远距离运行难这个致命问题,但是负载的工作点却与光伏阵列的最大功率点不接近,负载难以达到要求的性能,而 MPPT 就能弥补这种缺点。

3.1. MPPT 控制及其算法设计

光伏阵列由于受到外界条件的影响(如温度、光照)等,致使其输出特性曲线具有非线性;因此,其功率曲线也具有非线性,其电压与电流乘积最大的工作点称为最大功率点。设计 MPPT(Maximum-Power-Point-Tracing)控制器主要是为了尽可能的让负载工作点与

光伏阵列的最大功率点相接近,这样光伏阵列将输出最大功率。光伏阵列输出特性曲线如图 2 所示。

MPPT 控制算法采用的是经典的电导增量式算法^[2-4],该方法的基本思想是根据光伏阵列功率曲线中斜率为零的那一工作点即为 MPP。该控制算法的数学表达式如式 1 所示:

$$\begin{cases} \Delta I/\Delta U = -I/U; & \text{达到MPP} \\ \Delta I/\Delta U < -I/U; & \text{在MPP右侧} \\ \Delta I/\Delta U > -I/U; & \text{在MPP左侧} \end{cases} \quad \text{式(1)}$$

依据式(1)最大功率点就可以通过比较瞬时电导值与电导增量来进行追踪了^[2,5]。

3.2. 蓄电池充电控制器设计

实际情况下,由于太阳光不是一种稳定的能源,为了保证供电的可靠性以及系统的稳定性^[6],本文采用铅酸蓄电池作为储备电源,当阳光充足时,光伏阵列的输出一方面经 DC/DC 变换与滤波后由 IPM 向电机供电,一方面经 MPPT 控制后对蓄电池进行充电。充电控制电路如图 3 所示。

3.3. 系统保护电路设计

本控制系统的保护电路主要包括铅酸蓄电池过充电保护、欠压保护及电动机功率主回路的母线电流

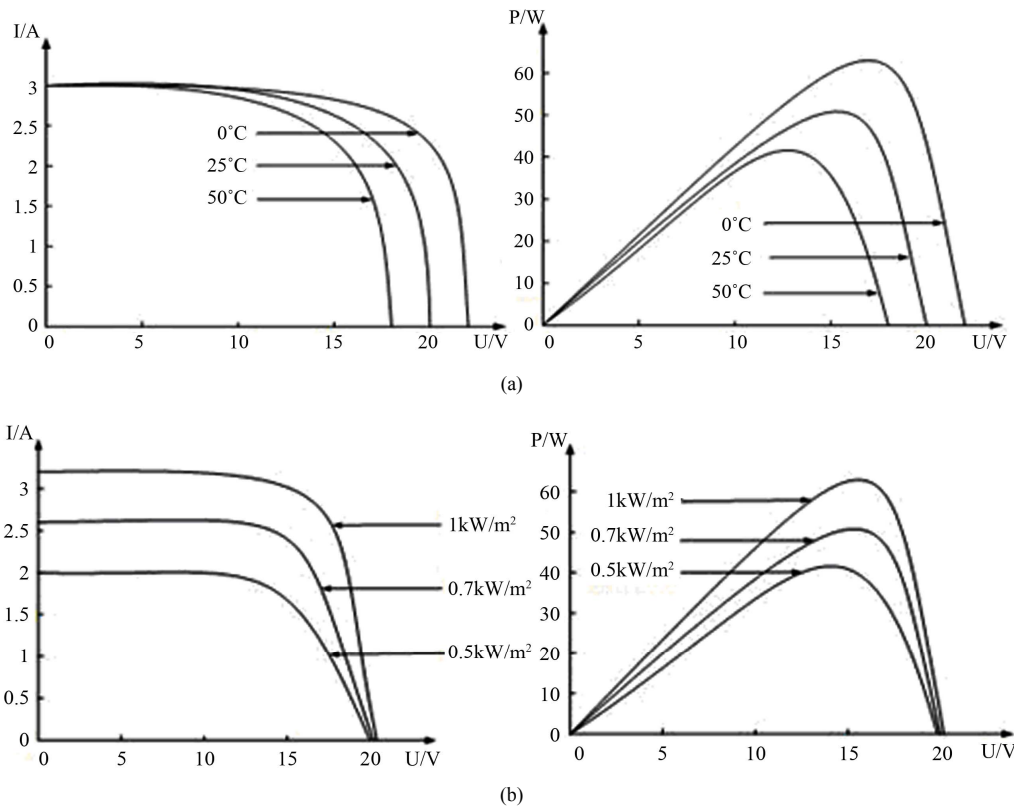


Figure 2. Photovoltaic array output characteristic curve: (a) At different temperature I-U relationship and P-U history; (b) Under different illumination I-U relationship and P-U history

图 2. 光伏阵列输出特性曲线: (a) 不同温度下的 I-U 关系与 P-U 关系曲线; (b) 不同光照下的 I-U 关系与 P-U 关系曲线图

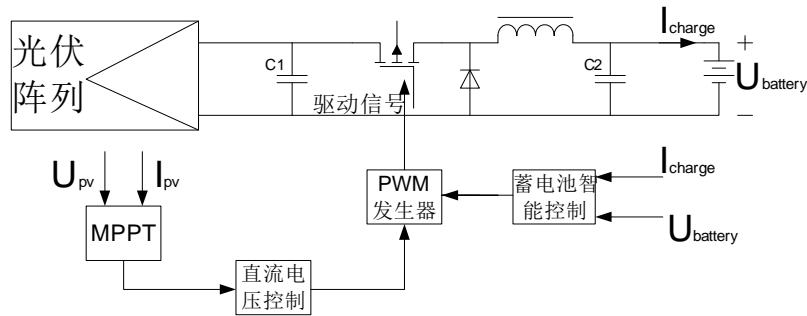


Figure 3. Charging control circuit

图 3. 充电控制电路

过流保护等, 可以对铅酸蓄电池两端的电压进行 A/D 采集。由于 196MC 单片机的工作电压是 5.5 V, 因此要对其加一个分压电路, 使电压匹配, 使 A/D 两端的电压输入不超过 5.5 V, 采集的时候还要对其两端的电压进行温度补偿, 由于铅酸蓄电池具有负的温度系数(-4 mV/e), 本系统采用型号为 MF11 的热敏电阻温度传感器来测量环境温度, 对铅酸蓄电池的电压进行温度补偿, 防止蓄电池因过充电或过放电而缩短寿命, 达到保护蓄电池使用寿命的目的。通过电流检测,

若发现母线过流, 则通过 P0.2~P0.4 传入信号至单片机, 单片机则发出控制信号, 从而保护驱动电路。

4. 控制系统软件设计

196MC 单片机具有编程简单、控制能力强等优点, 系统编程采用 C 语言与汇编语言进行混合编写, 控制系统的软件由主程序和中断服务子程序两部分组成。主程序流程如图 4 所示, 中断程序流程如图 5 所示。

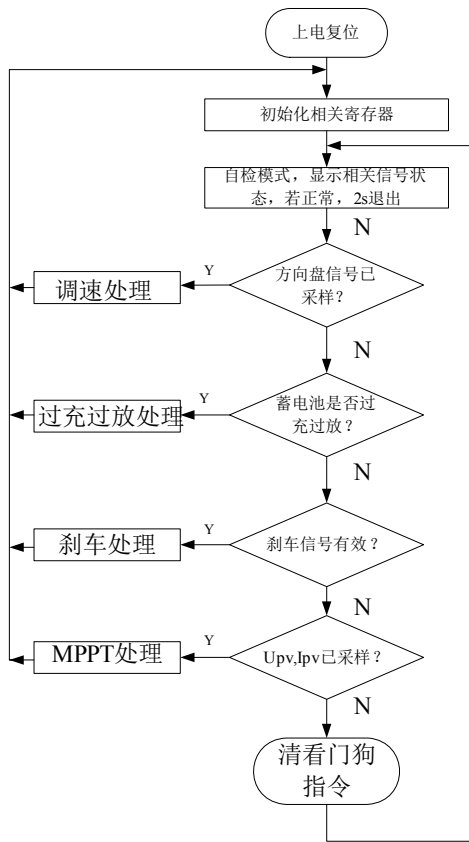


Figure 4. Main program flow chart
图 4. 主程序流程图

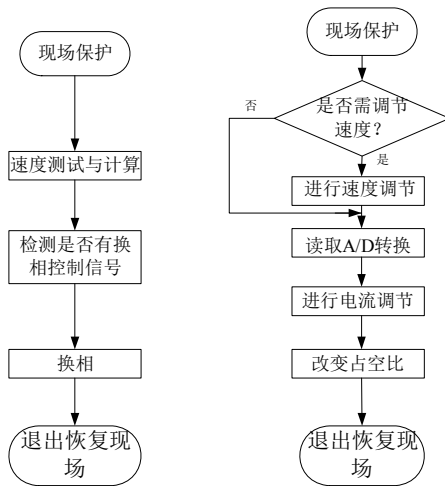


Figure 5. Commutation control interrupt and A/D interrupt sub-routine
图 5. 换相控制中断与 A/D 中断子程序

5. 系统性能试验测试

5.1. 测试设备

体育场标准环形跑道：总长 400 m；皮尺：精度

Table 1. Distance testing
表 1. 路程测试

测量次数	1	2	3	4
显示距离(m)	0.40	0.41	0.40	0.42

Table 2. Maximum speed test
表 2. 最高速度测试

测量次数	1	2	3	4
实际速度 (m/s)	16.52	16.51	16.50	16.52

Table 3. Full run time testing
表 3. 全程运行时间测试

测试速度(km/h)	40	45	50	60
实际用时(s)	36.36	32.00	28.78	24.09
显示时间(s)	36.35	32.00	28.79	24.08

0.01 m；秒表：精度 0.01 s。

5.2. 性能测试结果

1) 路程测试

测试电动车运行跑道一圈，与实际值相比见表 1。

2) 最高速度测试

电动车启动后，将速度调到最大，测量其最高行驶速度，并且通过软件将最大速度显示并保存，测试长度为 400 m，测试结果见表 2。

3) 全程运行时间测试

测量结果见表 3。

从上面的测试实验可以看出：具有 MPPT 的光伏电动车在性能方面稳定性、系统的响应速度、鲁棒性等都是比较好的。

6. 结论

基于 196MC 单片机的光伏电动车控制系统，通过实际的运行调试，该系统具有运行稳定、成本低和可靠性高等显著特点，在能源紧张的今天，体现“低碳”价值。今后的主要研究是想把风与光这两种新型能源结合起来用于电动车上，以弥补单纯的光能或者风能的不足。

参考文献 (References)

- [1] 王兆安, 黄俊. 电力电子技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 103-107.
- [2] P. J. Wolfs, L. Tang. A single cell maximum power point tracking converter without a current sensor for high performance ve-

- hicle solararrays. 36th Annual of IEEE Power Electron. Specialists Conference, 16-16 June 2005: 165-171.
- [3] H. Koizumi, K. Kurokawa. A novel maximum power point-tracking method for PV module integrated converter. 36th Annual of IEEE Power Electronics Specialists Conference, 16-16 June 2005: 2081-2086.
- [4] 王群京, 王涛, 李国丽. 小型风光互补 MPPT 控制的研究[J]. 电气传动, 2009, 39(5): 40-42.
- [5] K. Irisawa, T. Saito, I. Takano and Y. Sawada. Maximum power pointtracking control of photovoltaic generation system under non-uniform insolation by means of monitoring cells. Conference Record of the Twenty-Eighth IEEE Photovoltaic Specialists Conference, 2000: 1707-1710.
- [6] 闭金杰, 罗晓曙, 杨日星等. 基于 AVR 的太阳能控制器设计[J]. 现代电子技术, 2009, 10: 167-169.