第 8卷 第 15期 2008年 8月
1671-1819(2008)15-4380-05
科 学 技 术 与 工 程
Science Technology and Engineering
Vol.8 No.15 Aug.2008
? 2008 Sci. Tech. Engng.

基于 PIC单片机控制的太阳能光伏系统

郭亚男 张 洋 韩 波 李胜利
(兰州理工大学电气工程与信息工程学院,兰州 730050)

摘 要 设计了一种基于 PIC16F877单片机的家用独立太阳能光伏发电系统。在逆变部分采用了最大功率跟踪的方法。系统电路简单,控制灵活,可靠性高,具有一定的市场推广价值。

关键词 太阳能 PIC16F877单片机 最大功率跟踪
中图法分类号 TP386.2; 文献标志码 A

当今世界,能源问题一直是人们关注的一个热点问题,以常规能源为基础的能源结构随着资源的不断耗用将愈来愈不适应可持续发展的需要。太阳能可再生且无污染,作为 21世纪最有潜力的能源,太阳能产业的发展潜力巨大。太阳能光伏发电是太阳能应用的一个重要方向,到目前已经产生了相当的经济效益和巨大的社会效益,成为发展最快的高新技术产业之一。设计一种可靠性高,成本低的基于 PIC单片机的户用太阳能光伏发电系统就非常有必要[1-3]。

1 系统构成

太阳能光伏发电系统主要由太阳能光伏阵列,蓄电池组,直流升压电路,逆变电路,控制保护电路和负载组成,系统原理框图如图 1所示。

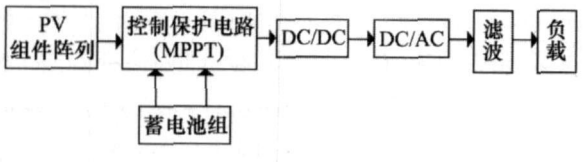

图 1 系统原理图

光伏阵列 (即太阳能电池板),是太阳能发电系统中的核心部分,也是太阳能发电系统中价值最高的部分。其作用是将太阳的辐射能力转换为电能,或送往蓄电池中存储起来,或推动负载工作。

蓄电池一般为铅酸电池,其作用是在有光照时将太阳能电池板所发出的电能储存起来,到需要的时候再释放出来。

控制保护电路的作用是控制整个系统的工作状态,并保护蓄电池,防止过充、过放对蓄电池造成伤害。

逆变电路的作用是将太阳能发电系统所发出的直流电能转换成交流电能,供给交流电电器及照明系统。

2 硬件设计

设计的太阳能光伏发电系统的硬件部分主要包括 PIC单片机、电压采集单元、逆变单元、电流电压反馈单元、保护单元、运行指示输出单元等。其硬件结构如图 2所示。

2.1 PIC单片机

该太阳能发电系统采用 MICROCHIP公司推出的 PIC16F877单片机作为微处理器 (MCU),控制整个系统的运行。该单片机是一款高性能的精简指令集处理器 (RISC CPU),其抗干扰能力很强,具有锁相环电路,最高时钟频率可达 40 MHz有一个 8位

2008年 4月 18日收到
第一作者简介:郭亚男 (1982—),女,满族,辽宁省抚顺人,兰州理工大电信学院硕士研究生,研究方向:电力系统自动化。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

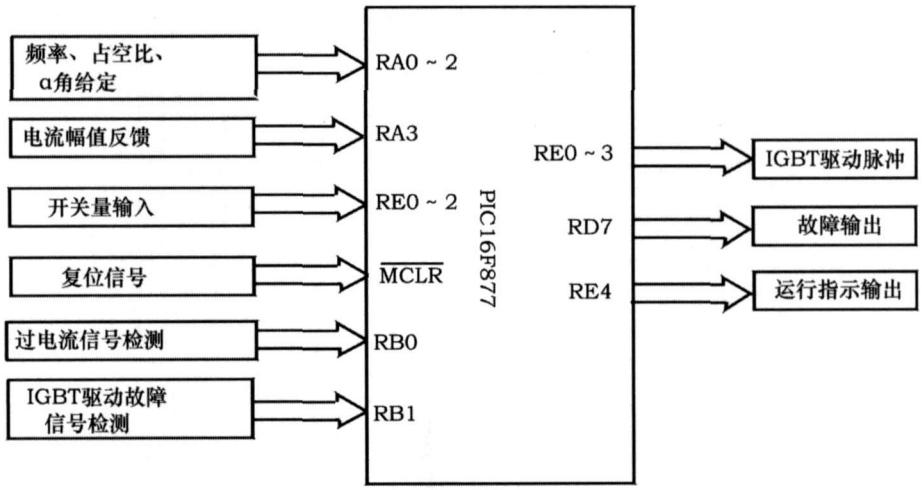

图 2　控制系统硬件结构框图

带有前频的定时/计数器,三个 16位带有前频的定时/计数器,通过两个引脚可进行在线编程、调试[4]。该单片机为简化系统电路、优化控制方案提供了良好的平台。

2.2　电流电压反馈单元

对于系统电流电压反馈信号进行检测,通常有三种检测方法:电阻法、互感器法和霍尔(Hall)传感器法,本系统采用霍尔传感器法。霍尔传感器不仅可实现被测电路与反馈电路的可靠隔离,而且还可以测量任意波形的电压和电流信号,同时频带宽,该系统采用的霍尔传感器可测量从直流到 100kHz的各种信号,电流电压反馈电路图见图 3。

2.3　电压采集单元

电压采集单元由精密可调电阻与单片机中高性能 AD转换模块组成,分辨率可达 0.39%,转换速度 1.6μs/bit 把 0～5 V模拟电压信号转换为 0～255之间的 8位数字信号只需 20μs。

2.4　逆变单元和保护单元

逆变单元是由可控器件 IGBT和二极管组成的全桥逆变电路[5,6]。线路简单、性能稳定。

保护单元中的过电流检测电路采用 LM339构成迟滞比较器,其优点是可大大提高抗干扰能力。电流互感器将电路检测到的电流值按一定的比例转换为相应的电压输出信号。若电压值高于迟滞比较器上门限电压则 LM339输出低电平,经过反向施密特触发器 74HC14整形后产生一下降沿。当检测到 RB0引脚上有边沿跳变信号时,便把 INTF位即(INTCON的 bit1位)置 1。进入中断服务子程序,封锁触发脉冲输出,电源主电路停止工作。检查排除过流故障后,按复位按钮可重新启动主电路工作。这样的设计可以及时地发出过电流报警信号,使主机能迅速采取措施避免元器件损坏。电路采用 G471K压敏电阻,防止雷击时电压过高,损坏控制器和蓄电池。过流保护电路图如图 4所示。

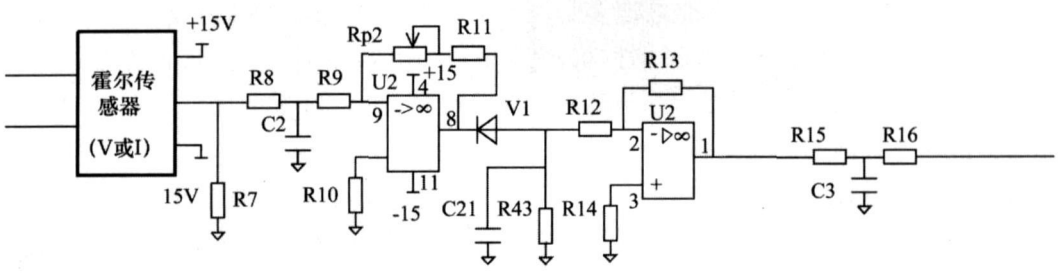

图 3　电流电压反馈电路图

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

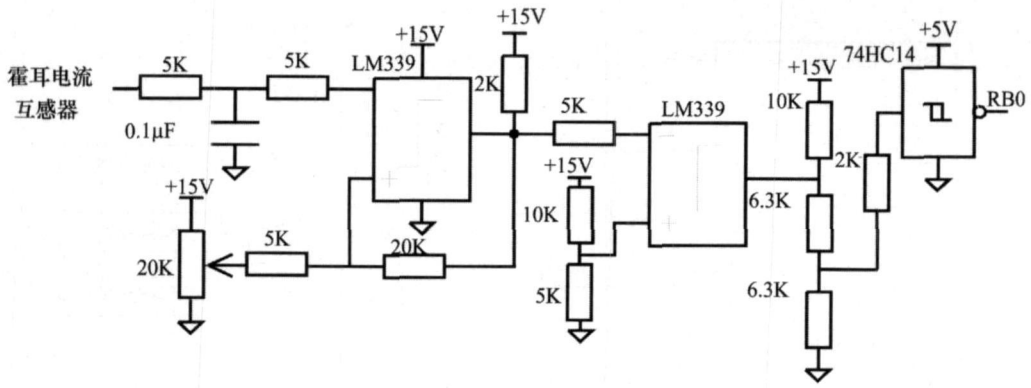

图 4 过电流检测电路图

2.5 显示单元

显示单元有工作正常提示，蓄电池过充、蓄电池欠压、系统过流等报警功能。采用两个双色 LED 发光二极管，LED1 显示充电状态，LED2 显示放电状态。当电压由低到高变化时，指示灯由红到橙色到绿渐变颜色显示电压高低。充电状态：当蓄电池电压低于 13.0V 时，LED1 显示绿色；当蓄电池电压在 13.2～13.6V 之间时，LED1 显示橙色；当蓄电池电压高 14.4V 时，LED1 显示红色。放电状态：当蓄电池电压低于 11.0V 时，LED2 显示红色；当蓄电池电压在 12.2～12.4V 之间时，LED2 显示橙色；当蓄电池电压高于 12.4V 时，LED2 显示绿色。线路简单、成本低[7]。

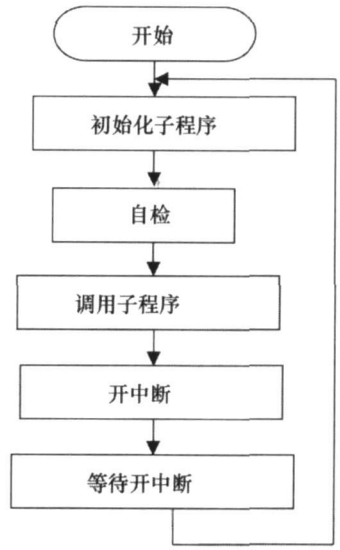

图 5 主程序流程图

3 软件设计

所设计的太阳能光伏发电系统的软件部分采用模块化结构，使用汇编语言编写，其主要功能模块有 PWM 信号输出、显示报警等，主程序流程图见图 5，逆变电路控制程序流程图见图 6.

因为目前光伏系统中使用的太阳能电池多为硅太阳电池，它的伏安特性具有强烈的非线性。为了能更好的充分利用资源，就要尽可能使系统达到最大功率输出。但是在实际的应用系统中，通过调节负载阻抗大小的方式来达到最大功率输出是很难实现的。所以在逆变电路的控制中采用了最大功率跟踪法（MPPT），MPPT将光伏阵列产生的最大直流电能及时的尽可能多的提供给负载，使光伏系统产生的能量利用率尽可能高。MPPT的实现实质上是一个动态自寻优过程，通过对阵列当前输出电压与电流的检测，得到当前阵列输出功率，再与已被存储的前一时刻阵列功率相比较，舍小存大，再检测，再比较，如此周而复始。具体操作为，设测得阵列当前的输出功率为 P_d，被存储的前一时刻的记忆功率为 P_i，如通过乘法器测得有 $P_d > P_i$，则取 $U = U + \Delta U$ 后再测、再比较、再修改脉宽（ΔU 为给阵列输出电压的脉宽增量），反之，若测得 $P_d < P_i$，则取 $U = U - \Delta U$ 后再测、再比较、再修改脉宽。在进行寻优搜索的程序流程中引入了一个参考电压 U_{ref}，是为了让 U_d 不断跟踪它，在寻优的过程中不断的更新 U_{ref}，使它逐渐逼近相应于阵列最大功率点的电压 U_m。由于阵列特性的 $I = f(U)$ 关系是一个

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

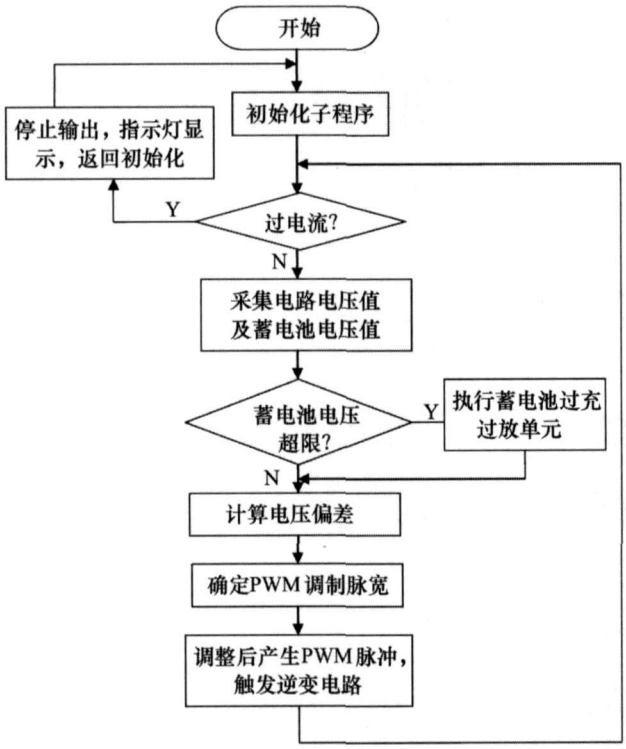

图 6　逆变电路控制程序流程图

单值函数，因此只要保证阵列的输出电压在任何太阳辐照度及温度下都能实时的保持为与该太阳辐照度及温度相应的 U_m 值，就可以保证阵列在任何瞬间都输出其最大功率[3,8,9]。

4　抗干扰设计

在单片机构成的测控系统中，抗干扰是一个重要的问题。系统采用了硬件和软件结合的抗干扰措施。

在硬件抗干扰设计中，系统高、低压回路之间使用光电耦合器进行隔离，从而提高了控制系统抗干扰能力和安全性；在输入、输出通道上采用过电压保护电路，以防引入高电压，损坏单片机系统；对模拟电源和数字电源采用分开独立的电源供电；在模拟系统地和数字系统地之间采用磁珠在一点连接，然后再可靠接地，有效地减少了相互干扰，提高了系统稳定性[4]。

在软件抗干扰设计中，采用指令冗余和“看门狗”技术等软件抗干扰措施。主要包括人工复位、掉电保护、指令冗余、软件陷阱、数字滤波等方法。

5　结论

该太阳能光伏发电系统采用高性能单片机，不仅电路简单，而且可靠性好、效率高，具有针对蓄电池过充、过放、逆变输出过流等异常情况的多种保护作用，能较准确的跟踪太阳能电池的最大功率点，弥补了最大功率点跟踪技术一般只用在较大的光伏发电系统或电站的不足，具有一定的市场推广价值。

参　考　文　献

1　赵争鸣，刘建政，孙晓瑛，等．太阳能光伏发电及其应用．北京：科学出版社，2005

2　沈　辉，曾祖勤．太阳能光伏发电技术．北京：化学工业出版社，2005

3　王长贵，王斯成．太阳能光伏发电实用技术．北京：化学工业出版社，2005

4　刘和平，黄开长．PIC16F87X数据手册．北京：北京航空航天大学出版社，2001

5　王兆安，黄　俊．电力电子技术．北京：机械工业出版社．2000

6　王　飞，余世杰，苏建徽，等．采用最大功率点跟踪的光伏并网逆变器研究．电力电子技术，2004；10：4－5

7　余发平，张　兴，王国华．基于自适应 PI控制的太阳能 LED照明系统 PWM恒流控制器．2006；02：132－135

8　吴守箴，臧英杰．电气传动的脉宽调制控制技术．北京：机械工业出版社，2002

9　李　玲，谢　建，杨祚宝．光伏系统最大功率点跟踪方法．可再生能源，2007；04：85－87

（下转第 4388页）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Model Group of Semi Open Data Mining for Menopause Syndrome Regulation of TCM

CHEN Yan-shen, SHEN Ya-cheng[1], WANG Xiao-yun[2]

(Guangdong Industry Technocal College, Guangzhou 510300, P.R.China; Guangdong Pharmaceutical University[1], Guangzhou 510240, P.R. China; Second Clinical Medical Hospital Affiliated of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine[2], Guangzhou 510120, P.R.China)

[Abstract] Solution to the problem of that the most of the models is based on single data mining algorithm and clinician of TCM gynecology evaluated error with datamining result in research for Regulation of TCM. Based on the data obtained from the key project "Research for Female's Menopause Syndrome Regulation of TCM" of the National Programs for Science and Technology Development during the 10th Five-Year Plan Period, research on data mining for menopause syndrome regulation of TCM, the model groups of semi open data mining is used, which is a component library sealing various data mining algorithms, with the function of mining algorithm parameters adjusting and constraint conditions setting. Using the improved association principles, the relationship between various kinds of symptoms and syndromes can be discover. Using methods based on rough sets, the relation principles discovered can be compressed and abstracted, discover the relation principle accordant with the clinic conclusions and save them to the TCM regulation database. Hence, it is possible to provide online remote syndrome diagnosis assistance.

[Key words] female's menopause syndrome; the model groups of semi open data mining; regulation of TCM

(上接第 4383页)

Solar Power System Based on PIC Singlechip

GUO Ya-nan, ZHANG Yang, HAN buo, LI Sheng-li

(Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, P.R., China)

[Abstract] An independent photovoltaic power generation system based on the PIC16F877 microcontroller which is used by family has been designed. MPPT is used in the system. The circuit of the system is simple and the control of the system is flexible. The reliability of the system is very good. It is worth to popularize the system in the society.

[Key words] solar; PIC microcontroller; MPPT

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net