

基于 MSP430 单片机的太阳能电池自动跟踪阳光系统

段中华 韩旭同 郭岱洁

(烟台大学光电信息科学技术学院, 山东 烟台 264005)

摘要: 本文设计了基于 MSP430F2012 单片机的太阳能电池自动跟踪太阳以及对锂离子电池充电的系统。包括七个部分: 太阳能电池、光电传感器、电机驱动电路、充电电路、锂离子电池、液晶显示及单片机控制。核心思想是: 在 0~180 度范围内, 根据光电传感器确定阳光最强的角度, 然后通过低功耗单片机控制电机转动, 实现太阳能电池实时跟踪太阳, 并调整到正对太阳的位置, 使太阳能电池能够接收到最强的阳光, 以期最大效率的利用太阳能。在此基础上, 加入了基于太阳能电池的锂离子电池充电系统, 验证了系统的可行性, 并取得了很好的效果。

关键词: 太阳能电池; MSP430F2012; 自动跟踪; 锂离子电池充电

中图分类号: TN2

文献标识码: A

文章编号: 1009-0118(2010)-09-0098-02

一、引言

太阳能是一种可再生能源, 它自由丰富, 无需运输, 对环境无任何污染。为人类创造了一种新的生活形态, 使社会及人类进入一个节约能源减少污染的时代。但当前太阳能电池对太阳光的利用率低, 因此如何高效的利用太阳光具有一定的研究意义。

目前, 许多专家学者在提高太阳能利用效率方面进行了大量的研究, 这些研究主要集中在如何提高太阳能电池的效率, 主要方法有: 寻找光电转换新材料、革新太阳能电池加工工艺、最大功率点跟踪和聚光技术。本系统的设计, 主要是利用现代电子技术及智能控制技术最大限度的利用太阳光, 使太阳能电池实时的正对太阳光。采用低功耗单片机 MSP430F2012 实现太阳能电池自动跟踪太阳光系统, 从而解决了目前太阳能电池不能实时正对太阳光问题。此方法在太阳能发电系统、太阳能热水器等方面具有很好的应用前景。

二、系统构成及硬件电路

(一) 系统构成

系统主要包括光电传感器探测、太阳能电池充电电路、电机驱动和单片机控制部分, 系统框图如图 1 所示。单片机通过光电传感器对太阳光强进行检测并驱动电机的转向, 使得太阳能电池始终正对太阳光, 并且实时监测太阳能电池的电压并在 LCD 液晶屏上显示。

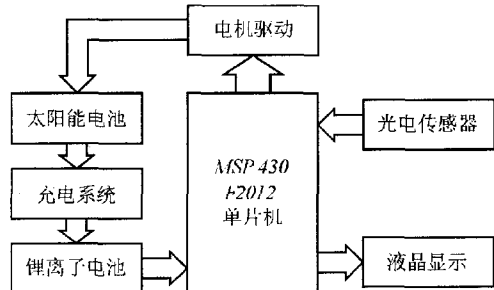


图 1 系统框图

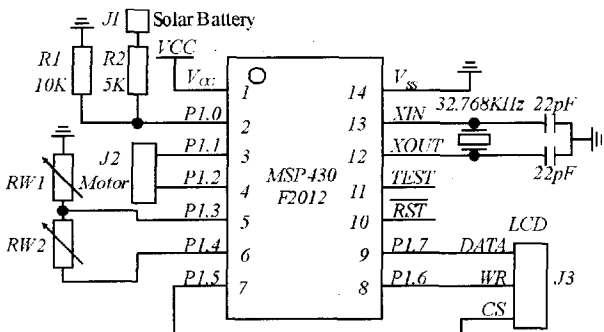


图 2 单片机检测及显示电路

核心控制模块采用 MSP430F2012 单片机, 其主要特点为低功耗。当工作电压为 2.2V, 时钟频率为 1MHz 时典型电流消耗为: 活动模式为 220

、关闭模式仅为 0.1。MSP430F2012 自带 10 位 AD, 因此不需要外加 ADC 模块, 可以简化电路, 节省成本。

采光系统采用两个光敏电阻分压, 用单片机的 ADC 实时检测其中心电压值并判断此时的太阳能电池是否正对太阳光, 从而通过电机调整太阳能电池的位置。鉴于锂离子电池的充电特点, 采用专用充电芯片 BQ2057 对锂离子电池充电。此充电芯片具有效率高、低功耗以及显示锂离子电池充电状态等优点。

(二) 单片机检测及显示电路

硬件电路如图 2 所示, 通过 MSP430F2012 自带 10 位 AD, 利用 AD 检测光敏电阻中心电压可以切换到对太阳的检测。通过 P1.4 口输出稳定的 2.5V 的内部参考电压给串联的两个光敏电阻提供电压。当太阳光正对太阳能电池板时, 理论上测得的两个光敏电阻中心电压值为 1.25V。实际测量中, 中心电压值为 1.24V~1.26V 时, 电机保持稳定状态。在此范围之外, 控制电机正转或反转。显示部分采用低功耗 16 位段码液晶, LCD 液晶驱动为 HT1621, 显示内容为光敏电阻的中心电压值和太阳能电池的实时电压。液晶驱动电路比较常见, 在此不再详述。

(三) 电机驱动电路

电机选择 5V 直流电机, 为实现电机的正向和反向转动, 采用 H 桥驱动电路, 如图 3 所示。H 桥式电机驱动电路包括 4 个三极管和一个电机。要使电机运转, 必须导通对角线上的一对三极管。当 Q1 和 Q4 导通时, 电流将从电源正极经 Q1 从左至右穿过电机, 然后再经 Q4 回到电源负极; 当 Q2 和 Q3 导通时, 电流将从右至左流过电机。因此, 根据不同三极管对的导通情况, 电流可能会从左至右或从右至左流过电机, 从而控制电机的转向。通过单片机对光敏电路检测判断以及对 H 桥进行控制, 即可实现跟踪太阳光的目的。

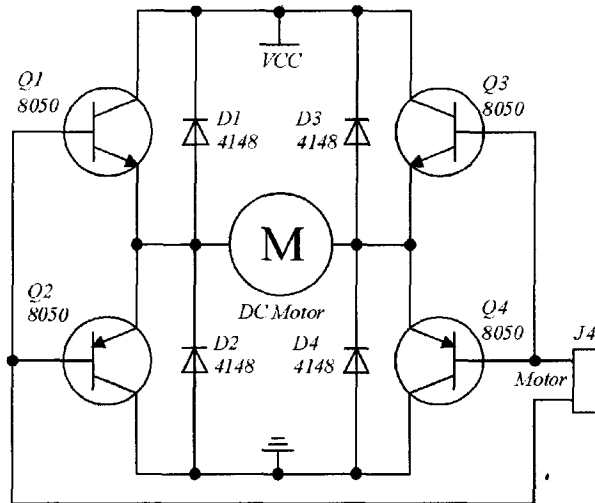


图 3 直流电机驱动电路

* 作者简介: 段中华(1982-), 男, 信号与信息处理专业硕士毕业, 助理实验师, 研究方向: 电子技术应用、数字通信系统应用; 韩旭同(1987-), 男, 电子信息科学与技术专业, 本科, 研究方向: 电子技术应用、新能源的利用。

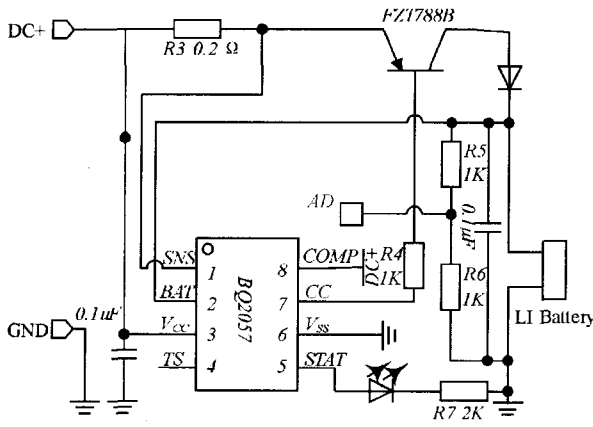


图4 锂离子电池充电电路

(四) 锂离子电池充电电路

选用美国 TI 公司生产的先进锂电池充电管理芯片 BQ2057 对锂离子电池充电。其特点是高效率、低功耗、显示锂离子电池充电状态以及外围电路简单。BQ2057 可以动态补偿锂电池组的内阻以减少充电时间，带有可选的电池温度监测，利用电池组温度传感器连续检测电池温度，当电池温度超出设定范围时 BQ2057 关闭对电池充电。内部集成的恒压恒流器带有高/低边电流感测和可编程充电电流，充电状态识别可由输出的 LED 指示灯，具有自动重新充电、最小电流终止充电、低功耗睡眠等特性。充电分为三个阶段：预充状态、恒流充电和恒压充电阶段。具有智能充电功能，当锂离子电池的电压低于 2V 以下，BQ2057 会启动充电。电路如图 4 所示。

三、软件设计

系统的软件设计采用模块化设计方法。在定时中断中处理任务，从而使得单片机 CPU 的利用率得到很大提高。主程序中单片机处于低功耗睡眠状态，由看门狗定时中断函数负责采集中心电压值以及控制电机转向。定时时间为 64ms，每 128ms 检测一次中心电压值，每 960ms 检测一次太阳能电池的电压以及锂离子电池的电压，其它时间单片机处于低功耗睡眠状态，这样可以大大的降低系统功耗，极大的提高了太阳能的利用率。主程序软件流程如图 5 所示，看门狗定时中断函数流程如图 6 所示。

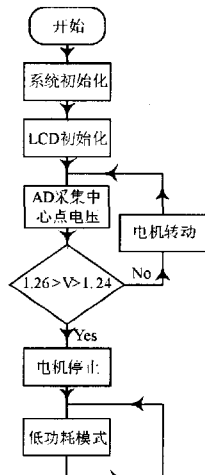


图5 主程序软件流程

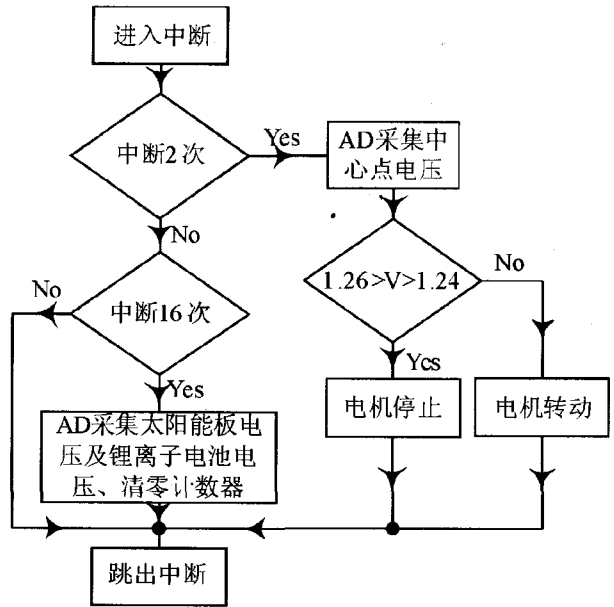


图6 中断函数流程

四、总结

本文描述了基于 MSP430 单片机的太阳能电池自动跟踪阳光系统的软、硬件设计。通过调试证明了系统的可行性，正对太阳时，两光敏电阻中心电压误差为 0.01V。整个系统集成度高，功耗低，且成本低、体积小、稳定性高，易于控制、使用灵活。在系统调试中，需要仔细调节两光敏电阻与水平线的夹角，即高度角，使其与太阳和水平线的夹角一致。否则，会降低系统的灵敏度。以后的改进思路主要在以下几个方面：一是将其做成分布式系统，将本系统作为分机，通过 Zigbee 等无线技术，由上位机控制各分机，这样有利于集中监测和管理处于不同位置的分机；二是在锂离子充电过程中加入 MPPT(最大功率点跟踪)算法，达到太阳能的高效率利用。最后，本系统实现了控制太阳能电池方位角的改变实时跟踪太阳。而高度角的控制需要手动调整，如果能够再加入一个电机控制其高度角，系统将达到更好的效果。

参考文献:

- [1] 廖莉萍. 提高太阳能电池效率的主要措施[J]. 电源技术应用, 2009, (11): 68-69.
- [2] Michele Sclocchi. 分布式 MPPT 提高太阳能光伏系统的效率[J]. 集成电路应用, 2009, (12): 40-41.
- [3] 王建田. 提升太阳能系统供电效率的分布式最大功率追踪架构[J]. 中国电子商情(基础电子), 2010, (7): 43-46.
- [4] 谢兴红, 林凡强, 吴雄英. MSP430 单片机基础与实践[M]. 北京航空航天大学出版社, 2008, (1).
- [5] 韩广欣. 锂离子电池组均衡充电的研究进展[J]. 电池工业, 2009, (1): 65-68.
- [6] 徐世林. 锂离子可充电电池的最新研究进展[J]. 漯河职业技术学院学报, 2008, (2): 34-35.
- [7] Texas Instruments Incorporated. Advanced Linear Charge Mgmt IC for Single/Two-Cell Lithium-Ion & Lithium-Polymer. <http://focus.ti.com.cn/cn/lit/ds/symlink/bq2057.pdf>, 2002.