

太阳能供电的LED照明系统设计

陈广滨

(暨南大学信息技术研究所, 广东 广州 510075)

[摘要] 由于太阳能电池和LED的工作电流都是直流,通过太阳能电池组件可以通过串并联方式组合得到LED照明系统实际需要的电压。本文将研究太阳能与LED结合的高能源利用率、高安全性能和可靠性的照明系统,重点研究太阳能的充电电路、LED智能照明的控制电路和LED驱动电路。结果证明本文的设计提高了太阳能的利用效率和降低了整个照明系统的能耗,同时有望发展成为借助于并网技术实现蓄电池充放能量的技术方案。

[关键词] 太阳能; LED; 智能充电; 智能控制

1. 引言

石化能源危机时代的降临和能源使用成本的全面上涨正加剧了世界能源危机,世界各国都在寻求解决能源危机的办法^[1-2]。一条道路是寻求新能源和可再生能源的利用;另一条是寻求新的节能技术,降低能源的消耗,提高能源的利用效率^[3-5]。太阳能是地球上最直接最普遍也是最清洁的能源,是一种巨量可再生能源^[6-9]。太阳能光伏电池的发电原理是光生伏特效应,对晶体硅太阳能电池来说,开路电压的典型数值为0.5-0.6V,通过光照在界面层产生的电子-空穴对越多,形成的电流越大。界面层吸收的光能越多,同样形成的电流也越大。目前应用和研究的太阳能电池主要有硅太阳能电池、化合物半导体电池和染料敏化太阳能电池。而节能技术研发方面以LED照明最为显著^[10-12],随着相关技术的深入研究,LED的发光效率正在不断提高,超高亮度的LED将要问世,势必会取代普通照明电光源,并大量节约能源且无污染^[13-17]。由于LED的工作电流是直流,且工作电压较低。太阳能电池将光能转化为直流电能,且太阳能电池组件可以通过串并联方式组合得到实际需要的电压。这些特点恰好与LED相匹配,两者结合将获得很高的能源利用率、较高的安全性能和可靠性,实现节能、环保、安全、高效的照明系统,实现十分完美的结合^[18-21]。

本文将研究太阳能与LED结合的太阳能驱动LED照明系统,重点研究太阳能的充电电路、LED智能照明的控制电路和LED驱动电路。充分利用两者的结合不需要将太阳能电池产生的直流电转化为交流电,因此大大提高了整个照明系统的效率。同时,借助于并网技术或利用蓄电池充放能量,使其优势更加明显。

2. 充电电路的设计

根据选用的蓄电池是12V铅酸充电电池,所以采用基于UC3906密封铅酸蓄电池充电专用芯片作为铅酸充电电池的充电芯片,芯片具有环境温度自适应、充放电程度自适应、以及限流、欠压保护功能、工作稳定,性能可靠等优点,能使充

电器各种转换电压随电池电压的温度系数的变化而变化,从而使密封铅酸蓄电池在很宽的温度范围内都能达到最佳充电状态。

UC3906的一个非常重要特性就是具有精确的基准电压,其基准电压随环境温度而变,且变化规律与铅酸电池电压的温度特性完全一致。同时,芯片只需1.7mA的输入电流就可工作,这样可以尽量减小芯片的功耗,实现对工作环境温度的准确检测,保证电池既充足电又不会严重过充电。除此之外,芯片内部还包括一个输入欠压检测电路以对充电周期进行初始化。同时使用UC3906只需很少的外部元器件就可以实现对密封铅酸蓄电池的快速精确充电,电路搭建简单。

由于只需很少的外部元件就可以在很宽的温度范围内实现电池的精确快速充电,所以采用UC3906简化了蓄电池充电器的设计过程。

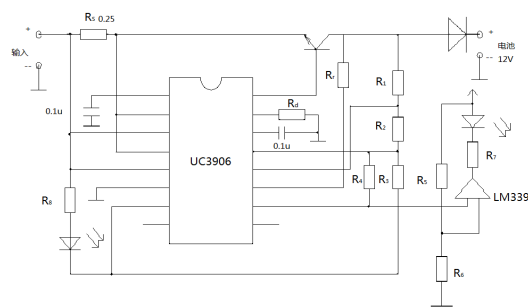


图1 智能充电器基本原理

以12V7Ah铅酸蓄电池为例,设计的智能充电器基本原理如图1,充电器的输出电压、电流和各状态的转换电压由 R_1 、 R_3 、 R_4 、 R_6 和 R_7 决定。

当 V_{ref} 在25℃时为2.3V时:

$$V_{oc} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_3 + R_4}{R_6} + \frac{R_3 + R_4}{R_7} \right) = 15V$$

过充电压:

$$V_F = V_{ref} \left(1 + \frac{R_3 + R_4}{R_6} \right) = 14.5V$$

浮充电压:

作者简介:陈广滨,男,广东湛江人,大学,工程师,研究方向:自动化与无线通信。

过充转换电压: $V_{12} = 0.95V_{oc} = 14.25V$

浮充转换电压: $V_{13} = 0.9V_F = 11.7V$

最大充电电流: $I_{max} = \frac{0.25}{R_1} = 1000mA$

过充终止电流: $I_{oc} = \frac{0.025}{R_1} = 100mA$

3. 控制电路的设计

LED控制电路采用光敏电阻延时开关方式控制白光LED灯的亮灭。光敏控制电路见图2,光敏开关供电采用5V恒压供电,为光敏电阻提供一个静态工作状态,保证光敏电阻工作稳定。当天亮有光照时,光敏电阻阻值变小,光敏电阻的信号输出端产生低电平输出,当天黑没有光照时,光敏电阻阻值变大,光敏电阻的信号输出端产生高电平输出,输出信号输入到8051单片机,通过单片机内置程序,延时一段时间后作出相应的开关操作。

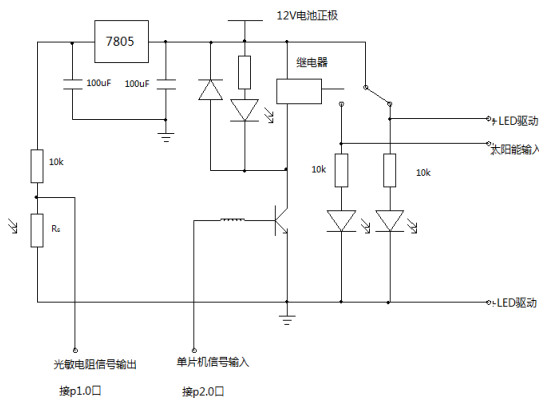


图2 LED照明的智能控制电路

为了提高控制信号的稳定性,在单片机控制信号输入端串联了足够大的电感,保证控制电流平稳地变化。

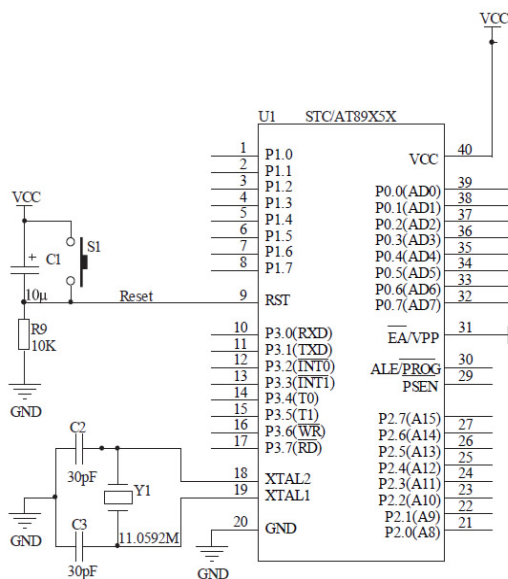


图3 延时电路

延时电路见图3,延时电路采用89C51芯片,当光敏电阻产生“天亮”或“天黑”信号时,芯片启动定时程序,定时一段时间后,作出关灯和开灯操作。延时程序框图如图4:

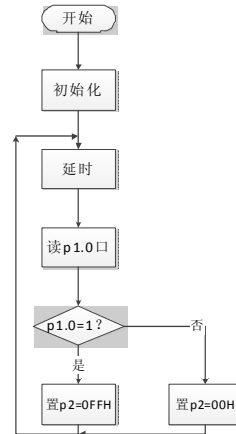


图4 延时程序框图

4. LED驱动电路的设计

白光LED驱动电路采用恒流驱动方式,驱动电路与控制电路分开,可以适应不同灯头的需求,灵活变化。

采用PAM2842作为驱动芯片,为LED提供恒定的电流。该芯片具有过压、欠压和过流等保护功能,提高电路的可靠性。不会因为电路故障而造成LED损坏,当电池电压降低或环境温度升高时都能保持电流的恒定。具有过流保护、过压保护、欠压锁定和过温保护,使它可以避免永久性损坏,也保护了它所驱动的LED。

PAM2842是高能LED驱动器,它支持降压、升压、混合型的电路需求,输出达30W,具有软启动、模拟和脉宽调制功能。峰值效率达95%,静态电流低。

当电压从12V降至10V时,LED中的电流变化量不到3%。保证LED两端的电压变化不会太大,保证LED发光功率不会引起太大的波动,符合路灯照明要求。二极管采用低压降、大电流的肖特基二极管,以减少功耗。

芯片内部具有过压保护电路(OVP),如果出现一个LED开路,芯片的升压会被限制而不至于过高,保护芯片本身不至于损坏。但由于所有LED为串联,如果一颗LED开路,必然会导致所有LED不亮。但是,假如有一颗LED短路,这时候,由于有恒流环控制,所以芯片会自动降低其输出电压,而保持流过LED的电流不变,因此不影响其它LED的工作。芯片会自动降低其输入电压,从而保持LED的电流不变,保证LED正常工作,有利于延长LED的使用寿命。

5. 总结

为了提高太阳能与LED结合的高能源利用率、安全性能和可靠性,实现节能、环保、安全、高效的照明系统,本文研究太阳能的充电电路、LED智能照明的控制电路和LED驱动电路。实验结果证明,所设计的电路能完成预期的功能,提高能源的利用效率,降低照明系统的能源消耗,有着重要的技术应用价值和长期的社会经济意义。

参考文献:

- [1] 杨园静,李雷,杨贵良,朱榼麟,纳克俭. 中国能源——传统能源资源危机、环境压力分析与对策研究[J]. 文山学院学报,2012,03:92-96.
- [2] 侯佳儒. 美国可再生能源立法及其启示[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版),2009,06:79-84.
- [3] 李新民. 太阳能光热:从产能扩张到产业融合[N]. 经济参考报,2014-01-06006.
- [4] 李雄诒,薛静敏,王庆丰. 我国新能源企业营销绩效评价研究——以太阳能企业为例[J]. 河南科学,2013,11:2015-2018.
- [5] 王学斌. 基于单片机的太阳能路灯的设计[J]. 电子技术与软件工程,2013,24:102.
- [6] 李涛. 道路照明领域中太阳能供电应用[J]. 城市建筑,2013,22:165-166.
- [7] 张翠云,陈学永,陈仕国,李玉榕. 基于PLC的双轴太阳跟踪控制系统设计[J]. 福州大学学报(自然科学版),2013,06:1051-1055.
- [8] 彭烁,洪慧,金红光. 三重循环构成的太阳能热发电系统[J]. 工程热物理学报,2013,12:2203-2207.
- [9] 曹艳楠,杜小泽,杨立军,杨勇平. 太阳能制氢与燃料电池系统集成特性[J]. 工程热物理学报,2013,12:2212-2217.
- [10] 刘耀彬,胡观敏. 我国LED产业的发展现状、趋势及战略选择[J]. 科技进步与对策,2010,12:77-81.
- [11] 时斌. 大功率LED太阳能照明系统相关电路设计[J]. 中国照明电器,2007,11:1-4+9.
- [12] 陈亮,谭伟民. 新型LED太阳能电池直流升压电路的研究[J]. 上海应用技术学院学报(自然科学版),2007,02:154-156.
- [13] 亓立敏,尹成强,陈波. LED太阳能路灯控制器的设计[J]. 科技创新导报,2011,12:6-7.
- [14] 王晓明,郭伟玲,高国,沈光地. LED——新一代照明光源[J]. 现代显示,2005,07:15-19+41.
- [15] 蒋金波,杜雪,李荣彬. LED路灯透镜的二次光学设计介绍[J]. 照明工程学报,2008,04:59-65.
- [16] 路秋生. LED照明与应用[J]. 灯与照明,2009,04:24-28.
- [17] 窦林平. 国内LED照明应用探讨[J]. 照明工程学报,2011,06:51-58.
- [18] 吴海彬,王昌铃. 白光LED封装材料对其光衰影响的实验研究[J]. 光学学报,2005,08:1091-1094.
- [19] 平立. 白光LED驱动综述[J]. 现代显示,2006,06:44-48.
- [20] 刘承东. LED路灯在道路照明中的应用[J]. 中国照明电器,2009,03:30-34.
- [21] 王莹. LED产业的发展概况[J]. 电子产品世界,2009,10:11-14.

Design of Solar-Powered LED Lighting System

Chen Guangbin

(Institute of Information Technology, Jinan University, Guangzhou 510075, Guangdong)

【Abstract】 Since both solar cell and LED work with direct current, and different voltages can be obtained by series and parallel solar cell components. This article studies on the lighting system with the combination of solar energy and LED for high energy efficiency, high safety performance and reliability. Intelligent charging circuit of solar cells, intelligent lighting circuit and driving circuit of LED are specially investigated. This design has been proved to improve the efficiency of the entire lighting system, and is expected to be developed into a battery charge and discharge energy technology programs based on network technology.

【Keywords】 solar energy; LED; intelligent charging; intelligent control

太阳能供电的LED照明系统设计

作者: [陈广滨, Chen Guangbin](#)
作者单位: [暨南大学信息技术研究所, 广东 广州, 510075](#)
刊名: [电脑与电信](#)
英文刊名: [Computer & Telecommunication](#)
年, 卷(期): 2014(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gddnydx201401035.aspx