

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.01.022

基于单片机的锂离子电池多用途电路设计*

黎 夏, 徐军明*

(杭州电子科技大学 电子信息学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:为解决小功率便携式照明系统功能单一性及智能化等问题,将单片机控制技术应用到驱动电路中。对锂离子电池充电电路、LED 驱动电路、移动电源驱动电路、单片机控制电路 4 种电路结构的应用方式进行了分析,提出了基于单片机控制的锂离子电池多功能驱动电路的设计方法。在整体性能上对驱动电路具有照明、应急灯、SOS 信号功能,同时针对手机等数码设备充电或待机供电功能进行了评价,并进行了 8.4 W 便携式 LED 驱动器样品测试实验。试验结果表明,该驱动电路充电电路稳定、功能多样化、线性调整率小且系统工作稳定。

关键词:锂离子电池; ATting13A; LED 驱动器; 单片机

中图分类号: TM911; TP24

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2014)01-0101-04

Multifunction drive circuit for lithium-ion batteries based on SCM

LI Xia, XV Jun-ming

(School of Electronic Information, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In order to solve the problems of functional unity and intelligent in low-power portable lighting system, the SCM control technology was investigated. The application methods of the four circuit structure were analyzed, including the lithium-ion battery charging circuit, LED driver circuit, mobile power driver circuit, and MCU control circuit. A method was presented to base on microprocessor controlled lithium-ion battery multifunction drive circuit design methods. The whole performance was evaluated on the drive circuit with lighting, emergency lights, SOS signal functions, both for mobile phones and other digital devices to charge or standby power supply function, the sample of 8.4 W portable LED drivers was tested. The experimental results show that the drive circuit has many advantages, such as charging circuit stability, functional diversification, very small line regulation, and which can work stable.

Key words: lithium ion battery; ATting13A; LED driver; single chip microcomputer(SCM)

0 引 言

锂电池具有体积小、质量轻、寿命长、能量密度高等优点,随着锂离子电池技术的飞速发展,产生了许多以锂离子为储能及供电的小型设备。目前应用特别广泛的有 LED 手电筒照明和移动电源。而目前大部分的应急灯还是以铅酸电池为主要储能和供电单元,由于铅酸电池会造成比较严重的环境污染,以锂离子电池作为储能和供电的开发与应用将是未来的发展趋

势^[1-2]。SOS 是国际通用的求救信号,在突发事故下,使用 SOS 求救是非常有益的,应急灯也是在突发事故下开发的一种产品。移动电源是一种集供电和充电功能于一体的便携式充电装置的电能存储器,可以给手机等数码设备随时随地充电或待机供电。LED 手电照明、SOS 等都可采用 LED 进行输出,采用锂离子电池进行供电,检测和控制方式基本相同,唯一不同的是 LED 的工作状不同。因此,为了得到多种 LED 工作方式,需要增加单片机进行微控制,以适应所需要的功

收稿日期:2013-10-09

基金项目:浙江省科技计划资助项目(2012C23057)

作者简介:黎 夏(1986-),男,湖北黄冈人,主要从事开关电源方面的研究. E-mail:lx253689325@163.com

通信联系人:徐军明,男,副教授,硕士生导师. E-mail:xujunming@hdu.edu.cn

能。同时,移动电源的电路也是通过锂离子电池进行供电,因此,完全可以将它们集成在一起,形成一个功能比较强大的便携式产品。

本研究设计一种基于单片机的锂离子电池多用途驱动电路解决方案,给出各个部分驱动电路,并且制作一款 8.4 W 的多功能 LED 驱动器,同时能够最大产生 5 V/2 A 的移动电源电路的样机。

1 变换器的主体电路结构设计

开关电源中最重要的两个部分就是 DC/DC 变换电路和控制电路。该系统采用外部供电方式,通过锂离子电池组进行储能,各个模块通过单片机进行控制,系统总体设计结构框架主要包含 4 个部分:锂离子电池充电电路、LED 放电电路、移动电源驱动电路、单片机控制电路。系统结构框图如图 1 所示。

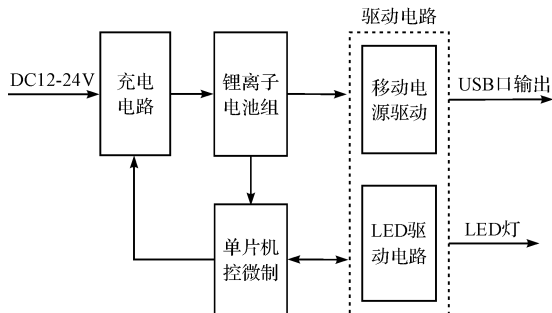


图 1 驱动电路系统结构框图

1.1 锂离子电池充电电路设计

锂离子电池充电电路上电后,电路首先对电池进行预处理,主要对电池进行检查^[3]。检查方法是以 C/15 量级的速率对电池进行温和的涓流充电看其电压是否上升到规定门限(6.4 V)。当电池电压超过恒流门限(6.4 V)时,充电电流以 1 C 的速率进行恒流充电,当电池容量接近于满容量的 80%~90%,转入恒压区,对电池进行定电压充电,随着电池电压的不断上升,充电电流不断减小,当充电电流降到 C/10 或 C/15 量级时,即终止充电^[4]。

锂离子电池充电电路设计如图 2 所示,充电电路主要由 XL4001、电感、二极管等组成一个 BUCK 电路,外部供电电压为 12 V~24 VDC。该电路具有对锂离子电池进行预处理、恒流、恒压 3 阶段充电功能,最大充电电流为 1 A,XL4001 芯片底部为 PAD 封装,能够起到很好的散热效果,芯片内部为 PWM 控制电路^[5]。

1.2 LED 驱动电路设计

上海芯龙半导体技术公司生产的 XL6003 是开关升压型 DC-DC 恒流 LED 转换芯片,其主要特点是:效

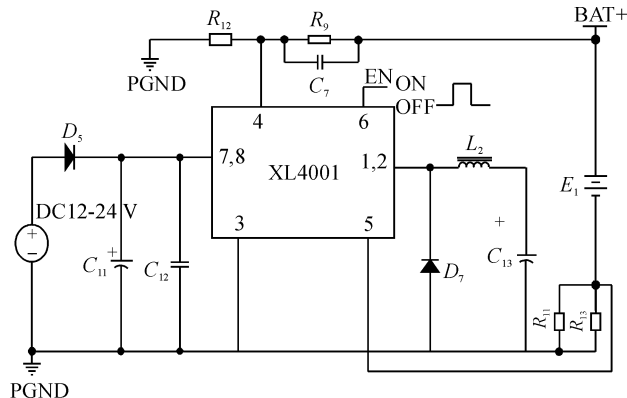


图 2 锂离子电池充电电路设计

率大于 90%,采用 3.6 V~24 VDC 输入电压范围;输出电流从几毫安到大于 2 A;能够通过使能引脚进行 PWM 调光;具有出色的线性调整率与负载调整率。

电路主要由 XL6003 组成一个 Buck-Boost LED 恒流驱动电路^[6-7],如图 3 所示。该电路用单片机进行控制,当采集的电压点超过限定值时,单片机输出信号关断 LED 驱动电路。LED 驱动电路的输出电流大小通过单片机进行 PWM 进行控制,当 PWM 占空比为 100% 输出时,输出最大电流,当占空比变化时,升压电路输出电流减小,当 PWM 输出为 0 时,升压电路输出为 0 电流,从而完全关闭输出电流。当 PWM 的频率较低时,就产生闪烁效果^[8-9]。

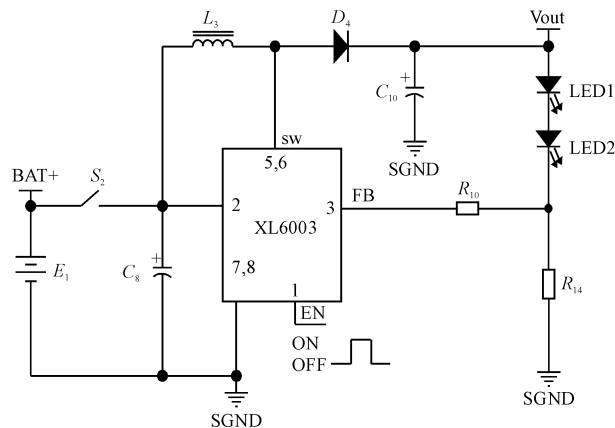


图 3 LED 驱动电路

1.3 移动电源驱动电路设计

移动电源驱动电路采用的是 DC-DC 变换电路,主芯片采用同步整流降压芯片 SX2013,最高效率可以达到 93%,能产生 3 A 的驱动能力。USB 充电口是采用该锂离子电池作为后备电源,主芯片可以实现把锂离子电池组两端的电压变换为 5 V/2 A 的稳压输出,可以通过 USB 口给 PAD 或手机充电。移动电源电路设计如图 4 所示,在驱动电路的前端同样设计了按键开关,只有按下时,驱动电路才能工作。在该状态下,单片机同样工作,时刻显示电池的容量值。

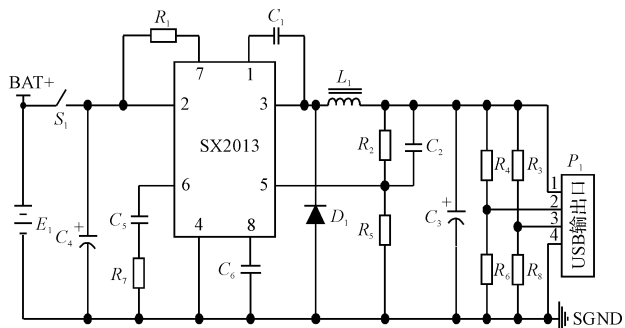


图4 移动电源电路设计

1.4 控制电路设计

该系统采用的微控制器是 Atmel 公司的 ATting13A,具有较高的性价比,是高性能、低功耗的 8 位高速处理器。它的工作电压为 2.7 V ~ 5.5 V。其配置包括一个具有独立预分频器的 8 位定时器,计数器及两条 PWM 通道,4 路 10 位 ADC 低功耗空闲模式、噪声抑制模式、省电模式。系统通过单片机进行协调工作,单片机控制电路设计如图 5 所示。

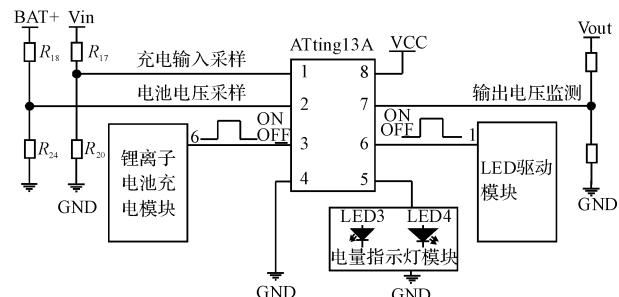


图5 单片机控制电路设计

完成一个用户样机,首先要完成硬件组装,然后进入软件设计、仿真、硬件调试。系统软件设计流程图如图 6 所示。

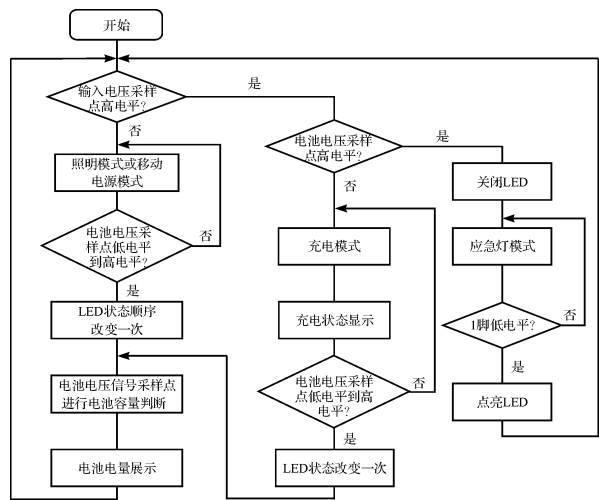


图6 系统软件设计流程图

2 试验结果和分析

根据以上电路分析和具体的流程,本研究设计制

作了一款恒定输出电压为 5 V,最大输出电流为 2 A 的移动电源电路和最大输出功率为 8.4 W 的 LED 驱动器样机。电路的具体参数为:锂离子电池采用 5 200 mAh/7.4 V 电池包。输入电压为 12 V ~ 24 VDC,充电电流最大为 1 A,最高充电电压为 8.4 V,LED 灯驱动电流为 660 mA,输出电压为 13 V。电路能够实现通用的照明功能、功率减半功能、应急灯和 SOS 功能;充电宝输出电压为 5 V,最大输出电流为 2 A。

正确的充电曲线对锂离子电池的保护至关重要^[5],锂离子电池充电曲线如图 7 所示。该充电电路能够很好地实现 3 阶段充电:很小的预充电流,恒流阶段缩短充电时间,恒压阶段使电池更加饱和。

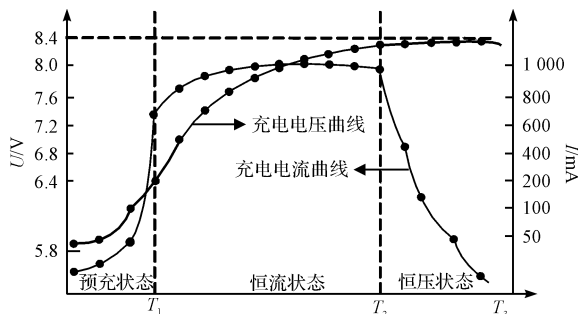


图7 锂离子电池充电电压和电流曲线

线性调整率是衡量一个电路性能好坏的重要指标。LED 驱动器线性调整率如图 8 所示,驱动电路调整率比都在 1% 以下,同时将 I_{out1} 和 I_{out2} 进行对比可以看出,驱动电路在同等输入、不同输出功率条件下也具有很好的调整率,能够承受住不同条件下的影响,达到了预期效果。

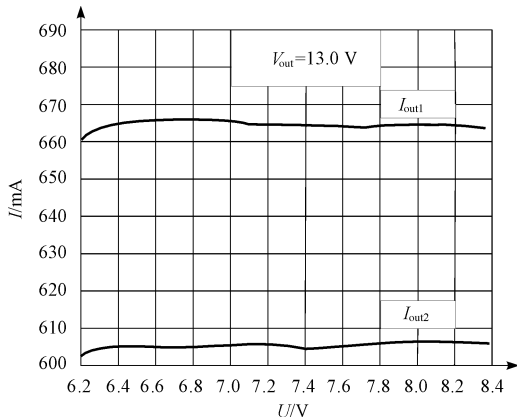


图8 LED 驱动器线性调整率

电源效率与负载功率如图 9 所示。同等输出功率条件下,输入电压升高,效率提升;同等输入电压条件下,同等输出功率条件下,输出电流增大,效率下降。主要是因为输出电流增大,器件耗散功率增加,整体效率降低。

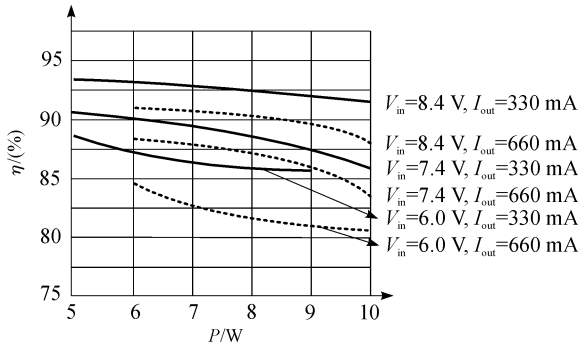


图 9 LED 电源效率与负载功率

单片机产生的 PWM 控制信号和 SOS 波形对比如图 10 所示。LED 灯点亮模式为“三长三短”，长间隔为 1.5 s，短间隔为 0.5 s，与控制信号完全对应。调节 PWM 占空比为 50%，可以产生输出功率减半效果。

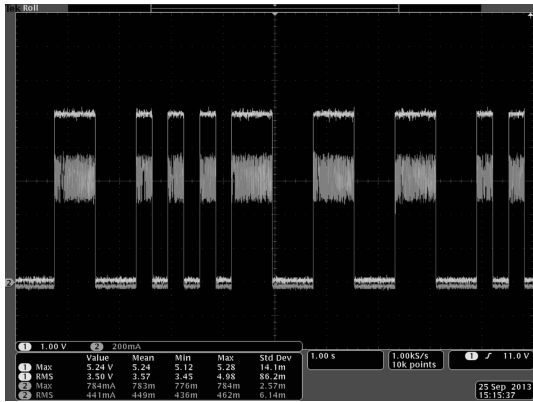


图 10 SOS 电流波形与控制信号

同等输入电压条件下不同负载对应的效率比值和同等输出功率条件下不同输入电压条件下对应的效率比值如图 11 所示。超过效率最高点输出电流增大，效

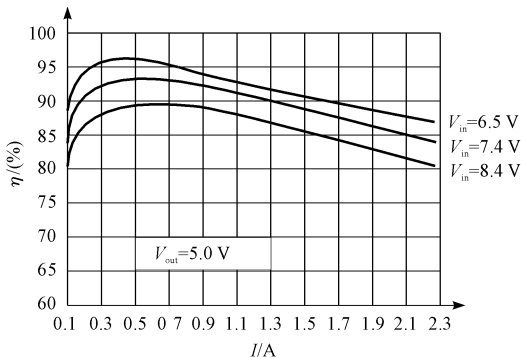


图 11 同等输入电压条件下不同负载对应的效率比值和同等输出功率条件下不同输入电压条件下对应的效率比值

率呈下降趋势。

3 结束语

本研究将 LED 驱动器模块和移动电源模块通过锂离子电池整合在一起，再通过单片机进行控制，设计了一款多功能多用途的驱动电路。本研究对驱动电路进行充电和放电，驱动电路实现全功率和半功率状态变换以及 LED 驱动电路的线性调整率等进行了测试，该电路在各项技术指标上取得了良好的效果。电路性能符合预计要求，所设计 PCB 板的体积也符合预定的尺寸需求。同时电路在散热效果和提升效率方面还有待进一步的提高。作为一种便携式的多功能 LED 照明系统和兼顾移动电源功能需求，系统应该设计得越简单越好。

参考文献 (References) :

- [1] MARK V. Adaptive multi-parameter battery state estimator with optimized time-weighting factors[J]. *J. Appl Electrochem*,2007,37(3):605-616.
- [2] YANG C R, SONG J Y, WANG Y Y, et al. Impedance spectroscopic study for the initiation of passive film on carbon electrodes in lithium ion batteries[J]. *J. Appl Electrochem*,2000,30(1):29-34.
- [3] MARTIN F, GERY C, MARTINO V, et al. A novel mechatronic body weight support system[J]. *Neural System and Rehabilitation Engineering*,2006,14(3):311-321.
- [4] WINTER M, APPE W K, EVERS B, et al. Studies on the anode/electrolyte interface in lithium ion batteries [J]. *Monatshefte Fur Chemie*,2001,132(4):473-486.
- [5] XIAORU X, XIAOBO W. High Dimming Ratio LED Driver with Fast Transient Boost Converter[C]. *Power Electronics Specialists Conference*,2008.
- [6] 杨永良,吴晓波. 升压型白光 LED 驱动控制器的设计[J]. *机电工程*,2010,27(9):84-87.
- [7] 陈浩,席光,刘胜,等. 一种精确调光的 LED 电源设计[J]. *电源技术*,2011,35(2):218-220.
- [8] 田立东,周继军,秦会斌,等. PWM 调光 LED 驱动器设计[J]. *机电工程*,2012,29(4):446-448.
- [9] 骆祖国,陈渊睿. 高效 LED 照明驱动及智能调光电路设计[J]. *微处理机*,2011,32(2):84-87.

[编辑:李辉]

本文引用格式:

黎夏,徐军明. 基于单片机的锂离子电池多用途电路设计[J]. *机电工程*,2014,31(1):101-104.

LI Xia, XU Jun-ming. Multifunction drive circuit for lithium-ion batteries based on SCM[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2014,31(1):101