

# 基于 LM3S9B92 的锂离子电池充电器的设计与实现

胡林权

(上海交通大学 电气工程系, 上海 200240)

**摘要:** 设计了一种基于 LM3S9B92 嵌入式微控制器的锂离子电池充电器, 并给出了硬件、软件设计。该充电器可以直接以市电作为输入, 运用方便。其基本设计理念是根据采集的电池电压和充电电流信息, 利用 LM3S9B92 产生适合的 PWM 信号控制 BUCK 电源变换器工作, 实现充电高效控制。该充电器具有数字化和智能化的特点, 便于推广和应用。

**关键词:** LM3S9B92; 锂离子电池; 充电器

中图分类号: TP368

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)14-0085-03

## Design and implementation of Li-Ion battery charger based on LM3S9B92

Hu Linqun

(Department of Electrical Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

**Abstract:** One kind of Li-Ion battery charger based on LM3S9B92 is designed in this article, the hardware and software design are illustrated as well. This charger uses commercial power as its input so that it can be utilized conveniently. The basic concept of the design is that LM3S9B92 produces the appropriate PWM signals to control the BUCK converter and achieve charging characteristics highly effective according to the battery voltage and current. This Li-Ion battery charger has digital, intelligent features, so it is easier to be applied and popularized.

**Key words:** LM3S9B92; Li-Ion battery; charger

锂离子电池凭借其能量密度高、使用寿命长、自放电率低、无记忆效应以及绿色环保中等独特优势, 成为了便携式电子产品的首选电池。与此同时, 随着信息化社会的不断发展, 锂离子电池将会在通信、汽车电子、仪器仪表、航空航天等各个领域得到更深层次的开发应用。针对目前市场上充电器的充电效率低、充电时间长、降低电池寿命等缺陷以及锂离子电池的充电特性, 本文利用 LM3S9B92 作为主控制器, 在锂离子电池的充电过程中对其进行智能控制, 严格控制充电电流和电压。

图 1 为所设计的锂离子电池充电器框图, 主要包括变压整流、稳压部分以及电源变换器、LM3S9B92 嵌入式微控制器、采样电路和锂离子电池。



图 1 锂电池充电器结构框图

### 1 LM3S9B92 嵌入式微控制器

采用 Stellaris 系列的基于 Cortex-M3 内核的 LM3S9B92 作为主芯片。该控制器包含很多个 GPIO 口、2 个 10 bit 的 ADC 模块、3 个模拟比较器、8 个可用于运动和能源领域的 PWM 输出、4 个 32 bit 定时器以及 UART、I<sup>2</sup>C、SPI、I<sup>2</sup>S、USB、LCD、以太网接口等各种丰富的外设功能<sup>[2,3]</sup>, 因此非常适合用作智能型充电器的控制单元。

LM3S9B92 的任务是:(1)实时采集电池的充电状态, 通过计算决定下一阶段的充电电流, 并产生合适的 PWM 信号来控制充电电流;(2)通过 LCD 实时显示采样数据, 当采集的电池参数不正常时产生报警信号。

### 2 锂电池充电器硬件设计

#### 2.1 可调直流稳压电源电路

变压整流和稳压部分电路如图 2 所示, 市电经过变压器变压后, 通过由 4 只二极管组成的桥式整流电路或者整流桥堆输出直流电, 再通过电容器滤波后作为集成稳压块 LM338 的输入, 调节集成稳压块外接的可调电阻

## 应用奇葩

Example of Application

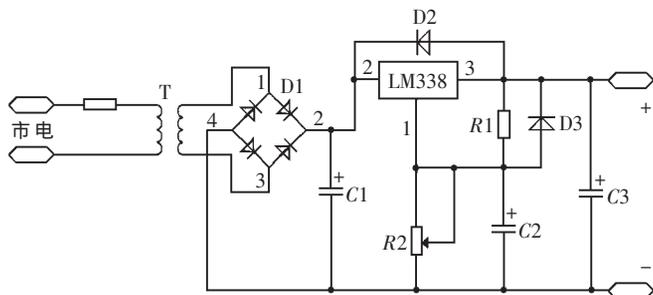


图2 可调直流稳压电源电路

$R_2$  就可以调节输出端电压。

## 2.2 锂电池充电主电路

图3为锂电池充电主电路部分,该部分主要包括电源变换电路和采样电路。

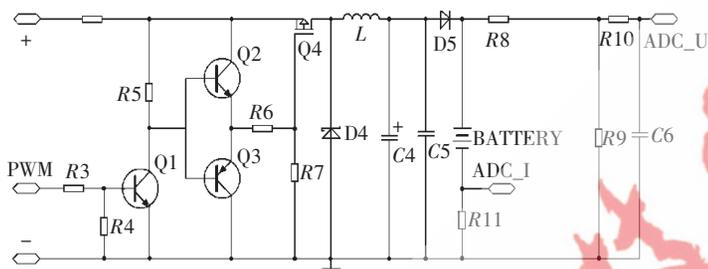


图3 锂电池充电主电路

电源变换部分采用容易控制的、效率高的BUCK变换器<sup>[4-5]</sup>,通过LM3S9B92产生的PWM信号控制,通过控制PWM的占空比来控制开关管Q4的输出电压或者电流。BUCK电路开关管Q4的驱动采用“图腾柱”电路,“图腾柱”属于推挽电路,因此可以主动对开关管的栅极进行放电,这样一来,栅极泄放电阻 $R_7$ 可以省略,也可以取比较大的数值,这种驱动相比于其他形式的直接驱动,驱动能力更强<sup>[6]</sup>。驱动所需的PWM信号来源于LM3S9B92,LM3S9B92既可以利用其PWM模块产生所需的PWM信号,也可以利用定时器模块的16位PWM功能来产生PWM信号。如果直接利用PWM模块产生PWM信号,在设定好周期时,可以适时改变PWM的匹配值来改变占空比;如果利用定时器模块在16位PWM工作模式下产生PWM波,则定时器配置为16位的递减计数器,通过配置适当的装载值(决定PWM周期)和匹配值(决定PWM占空比)来自动产生PWM方波信号,并从相应的管脚输出。

本方法的基本思想是利用LM3S9B92所具有的PWM管脚,在不改变PWM方波周期的前提下,通过软件编程的方法调整PWM控制寄存器的数值来调整PWM的占空比,从而控制充电电流。在调整充电电流前,处理器应读取充电电流的大小,然后把设定的充电电流与实际读取的充电电流进行比较,若实际电流偏小,则向增加充电电流的方向调整PWM的占空比;若实际电流偏大,则向减小充电电流的方向调整PWM的占空比。

采样电路是指对充电电压和充电电流的采样,采样

的电压和电流通过LM3S9B92的一个集成的10 bit ADC模块送到LM3S9B92控制芯片中,LM3S9B92对数据进行处理与保存。ADC模块支持16个输入通道,并含有4个可编程的序列发生器,这些序列发生器无需控制器干预即可自动对多个模拟输入源进行采样。ADC可使用片内3V参考电压,也可使用片外参考电平。图3中 $R_8$ 、 $R_9$ 分压后再经过RC低通滤波,最后接到LM3S9B92的ADC引脚作为电池正端电压采样,其目的是防止进入ADC引脚的电压太大而损坏芯片,为安全起见,在RC滤波后采取限压保护措施,例如采用钳位保护二极管等。为了降低成本,设计中对电流的采样不外加传感器,而是通过一个传感电阻 $R_{11}$ 将流过电池的电流转换成电压后,再进行ADC转换取样。流过电池的电流可能会很大,如果 $R_{11}$ 取得很大,就会产生较大的电压降,根据功率计算公式 $P=I^2R$ 可知,若消耗的功率太大会产生较多的热量,为此本设计中取 $R_{11}=0.5\Omega$ 。

ADC转换需要一个基准电压为参照来完成模拟电压信号到数字信号的量化。基准电压直接影响电压和电流的采样结果。LM3S9B92内部集成了可编程选择的3V基准稳压源,可确保基准电压的准确性,不需要采用外部的稳压源,可以节省设计成本。

## 3 软件程序设计

鉴于电压和电流的响应很快,因此在软件设计时,控制算法就简单很多,即使不使用传统的PID控制算法也能取得良好的控制效果。锂离子电池采用三阶段充电方式,即小电流充电、恒流充电和恒压充电三个阶段,其充电主控制程序流程图如图4所示。

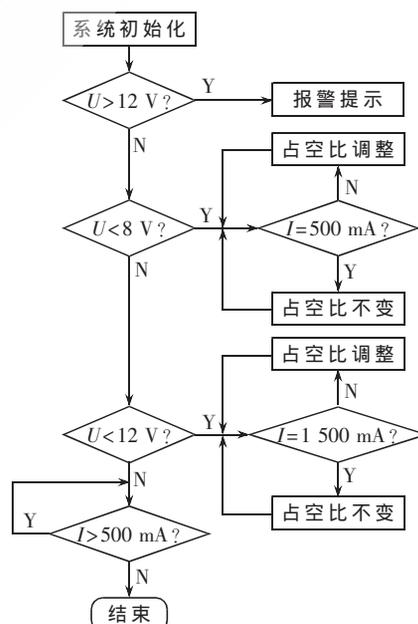


图4 主控制程序流程图

本设计是针对12V、5000mAh的锂电池而言的,对于容量不同的锂电池只要根据需要改变硬件电路参数即可,同时采用功能强大的LM3S9B92微控制器,使得充

## 应用奇葩

Example of Application

电电流和电压能够得到严格控制,具有数字化和智能化的特点,因此具有一定的推广和应用价值。

### 参考文献

- [1] 王海明,郑绳植,刘兴顺.锂离子电池的特点及应用[J].电气时代,2004(3):132-134.
- [2] TI.Stellaris® LM3S9B92 microcontroller data sheet[A].2011.
- [3] 马忠梅,李奇,徐琰,等.ARM Cortex 核 TI 微控制器原理与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011.
- [4] Off-line Li-Ion battery charger with P89LPC916[A].2004.

[5] 尚继良,王光光.基于 EasyARM1138 的电能收集充电器设计[J].微型机与应用,2010,29(7):40-42.

[6] 吴红奎.场效应管基础与应用实务[M].北京:科学出版社,2011.

(收稿日期:2012-04-17)

### 作者简介:

胡林权,男,1988年生,硕士研究生,主要研究方向:电力电子与电力传动。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.ChinaAET.com