

基于嵌入式微处理器的电能收集充电器方案

随着计算机技术和电力电子技术的发展, 移动手机、数码产品、手提电脑、便携仪器等设备正成为人们生活中不可或缺的工具与这些产品相对应的充电器设计也越来越受到关注, 且充电器的好坏将会直接影响到产品的性能和使用寿命。现代生活中充电设备数量迅速增多, 而各个厂商所出的充电接口又各不相同, 与此同时, 市场上充电器的种类特别繁多, 且充电器的较典型的实现方法是用一个专门功能的集成电路 IC 去控制充电电流/电压的范围, 这种普通的恒流或恒压充电器都有充电效率低、充电时间长、降低电池寿命等缺陷。本文针对锂离子可充电电池的充放电特性及实际使用中的需求, 利用新型的嵌入式芯片 LM3S1138 为主控制器, 在锂离子电池充电的过程中, 进行智能控制, 严格控制充电电流、电压、温度等物理参数, 从而实现数字化、智能化、节能化的特点。

1 电能收集充电器硬件设计

电能收集充电器的硬件设计, 主要包括直流电源、电源变换器、EasyARM1138、PWM 发生器、采样电路、可充电电池等部分的设计与整合, 形成一个循环系统。其电路模块如图 1 所示。

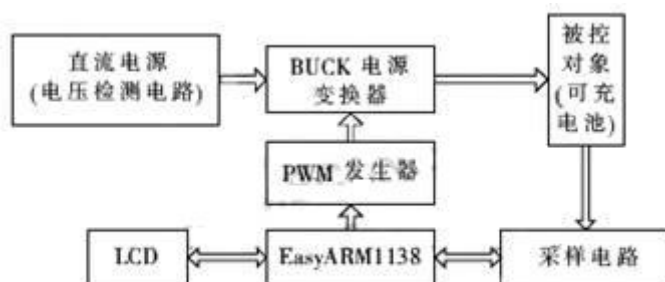


图 1 电能收集器电路模块图

1.1 EasyARM1138 嵌入式微处理器

EasyARM1138 嵌入式微处理器采用了 Luminary Micro 公司 Stellaris 系列基于 Cortex-M3 内核的 LM3S1138 芯片, 该芯片包含一个低压降的稳压器, 集成的掉电复位和上电复位功能, 仿真比较器, 10 bit 的 ADC, SSI, GPIO, 看门狗和通用定时器, UART, I2C 及运动控制的 PWM 等各种丰富的外设功能, 可直接通向 GPIO 管脚, 不需要特性的复用。非常适合用作智能型充电器的控制单元。

EasyARM1138 的任务是从采样电路处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; 通过 UART、LCD 来实时地传输和显示采样数据, 采集的电池参数不正常时, 可以产生报警信号。

1.2 电源变换和控制电路

1.2.1 BUCK 电源变换电路

在电能收集过程中，充电器通过控制电压或者电流来实现不同的充电策略。设计采用容易控制的、效率高的 BUCK 变换器。BUCK 变换器是用 EasyARM1138 产生的 PWM 信号控制的，通过控制 PWM 的占空比，来控制开关管 Q2 输出电压或者电流。BUCK 变换电路如图 2 所示。

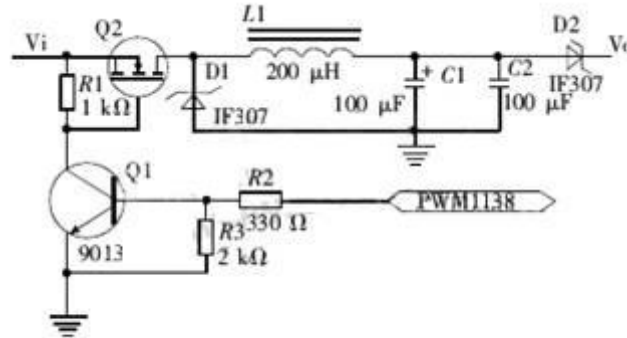


图 2 BUCK 电源变换电路

V_i 、 V_o 分别为输入输出电压，D1 是续流二极管。BUCK 变换器的工作原理：当 PWM 输出高电平时，开关管导通，电流通过晶体管和电感到电池。在这一阶段，电感吸收能量，电容被充电。当 PWM 输出低电平时，开关管关断，电流经二极管 D1 续流，电感两端的电压反向，电流由二极管提供。电感和电容作为滤波器输出电压和电流。

1.2.2 PWM 发生器

PWM 发生器集成在 EasyARM1138 系统中，利用定时器 (Timer) 模块的 16 bit PWM 功能来产生 PWM 信号。在 PWM 模式中，TimerA 或 TimerB 配置为 16 bit 元元的递减计数器，通过设置适当的装载值 (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 EasyARM1138 所具有的 PWM() 管口，在不改变 PWM 方波周期的前提下，通过软件的方法调整 PWM 控制寄存器来调整 PWM 的占空比，从而控制充电电流。在调整充电电流前，处理器先快速读取充电电流的大小，然后把设定的充电电流与实际读取到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。在软件 PWM 的调整过程中要注意 ADC 的读数偏差和电源工作电压等引入的纹波干扰，合理采用算术平均法等数字滤波技术。

1.3 采样电路

采样包括对充电电流和充电电池端电压的采样。采样的电压和电流经 EasyARM1138 中的 1 个集成的 10 bit ADC 模块送到 LM3S1138 控制芯片中，LM3S1138 对数据进行处理与保存。ADC 模块支持 8 个输入通道，输出最大误差为 ± 3 mV， ± 3.3 V 电源供电，并含有 4 个可编程的序列发生器，这些序列发生器可在无需控制器干涉的情况下对多个模拟输入源进行采样。电流与电压采样原理图如图 3 所示。

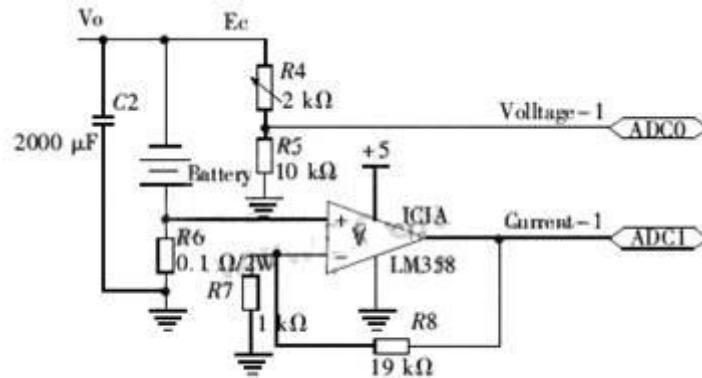


图3 采样电路

（1）电流和电压采样

为了降低成本，设计中对电流采样不外加传感器，通过1个传感电阻R6把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（超过1A），如果传感电阻取得较大，那么就会产生较大的电压降，根据功率计算公式： $P=I^2R$ ，消耗的功率太大，就会产生较多的热量，显然这样做是不可取的。本设计中使 $R6=0.1\Omega$ ，用LM358运算放大器把电压放大到3V左右，再传送到ADC转换器的ADC1管脚。电压采样直接通过改变滑动电阻R4的大小，使输出电压在0~3V额定范围，再传送到ADC转换器的ADC0管脚进行数据转换。

（2）保护电路和基准稳压源

如果进入ADC管脚的电压过大，有可能造成芯片损坏，正确的做法是必须要有有限压保护措施，典型的用法是利用钳位保护二极管。为了抑制串入ADC输入信号上的干扰，一般还要进行RC低通滤波，如图4所示。

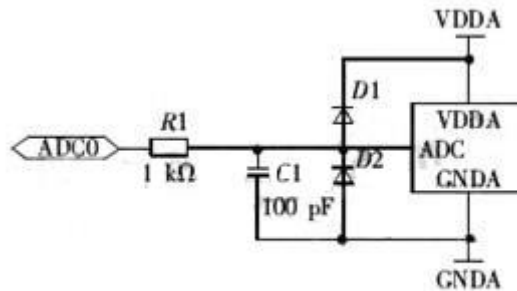


图4 ADC输入通道低通滤波

ADC转换器需要一个基准电压为参照，以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采样的结果。EasyARM1138内部集成可编程选择的3.3V的基准稳压源，可确保ADC基准电压的准确性，不需要采用外部的稳压源，可以节省设计的成本。

2 软件程序设计

电能收集充电器的充电电流、电压都是受限制的，“电池特性”的所有资料都根据标度因子计算得到。这些数据在包含文件里定义，在编译时计算，在程序运行时以常数方式处理。所有从 ADC 输出的资料都可以直接与这些常数进行比较。也就是说，在程序运行过程中，不需要进行实时计算，从而节省了计算时间和程序空间。锂离子可充电电池采用恒流-恒压充电方式，其充电主控制程序流程图如图 5 所示。

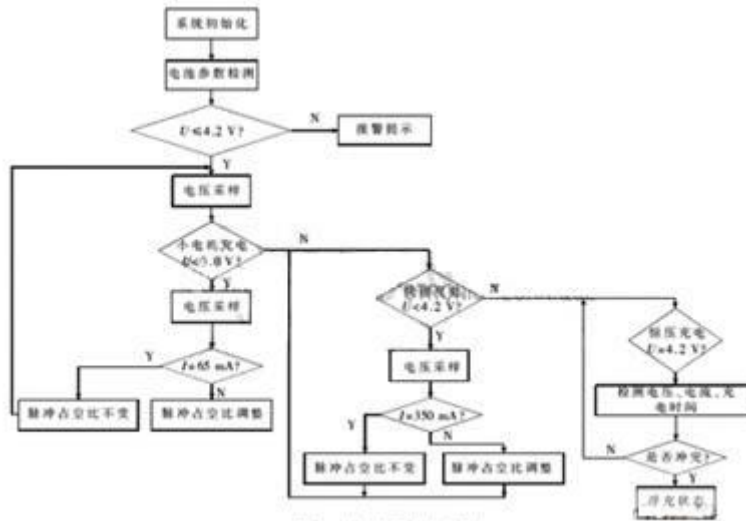


图 5 主控制程序流程图

本电能收集充电器采用了微控制器 LM3S1138 作为 CPU, 具有智慧化、节能化等充电性能，电能收集率很理想。故有良好的推广和使用价值。