

· 电路与控制 ·

## 锂离子电池充电供电保护电路的设计

侯 宇, 王 肖

(东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000)

**摘 要:** 锂离子电池以其优越的性能得到越来越多的重视和应用, 但其对充电供电保护电路有着极高的要求. 详细介绍锂离子电池的特性, 根据其保护电路要求高的特点, 采用 8031 单片机做保护控制, 对锂离子电池进行充电供电管理和保护. 对锂离子电池充电供电保护方法和注意事项进行了分析, 给出了应用电路. 为基于单片机系统的锂离子电池充电供电保护电路的应用提供了一种参考.

**关键词:** 锂离子电池; 充电供电保护; 8031 单片机

**中图分类号:** TN871; TN710.9

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2009)03-0050-03

## Designs for Li-Ion Battery Charge and Discharge Safeguard Circuit

HOU Yu, WANG Xiao

(Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China)

**Abstract:** Li-Ion Battery is getting more and more recognition and application for its predominant capability, but it requires highly for safeguard circuit. The peculiarity of Li-Ion Battery is expatiated, and single-chip 8031 is adopted as a safeguard to protect and control the charge and discharge of Li-Ion Battery due to its peculiarity. The safeguard method and advertent problem of Li-Ion Battery are analyzed and the application circuit is presented. A reference is provided for the application of Li-Ion Battery charge and discharge safeguard circuit base on single-chip system.

**Key words:** Li-Ion Battery; charge and discharge safeguard; 8031 single-chip microcomputer

随着便携式电子设备的发展, 其对电池性能、体积、质量的要求也日益提高. 锂离子电池以高能量密度、高电池电压、高循环次数、体积小、质量轻等特性脱颖而出, 取代传统的镍镉和镍氢电池, 迅速成为市场主流.

随着锂离子电池的广泛应用, 其使用方法和技术得到人们越来越多的重视. 锂离子电池对充电供电控制和保护电路的要求较高, 在使用过程中应严格避免出现过充、过放、过流等现象. 与镍氢、镍镉电池不一样, 锂离子电池必须考虑充电、供电时的安全性. 在过度充电状态下, 电池温度上升后能量将过剩, 由于电解液分解而产生气体, 致使内压上升而产生自然或破裂的情况, 而在过度供电状态下, 电解液

分解导致电池特性和耐久性劣化, 降低电池可充电次数<sup>[1]</sup>. 根据锂离子电池特性, 采用 8031 单片机对锂离子电池进行充供电保护, 并对其充供电原理、保护方法、参数设置和应用中出现的问题进行了分析.

### 1 锂离子电池充电供电的保护条件

锂离子电池允许充电的电压范围是: 每节电池 2.5~4.2 V. 如果电池电压超出允许的范围, 则禁止充电.

锂离子电池供电的安全电压下限为 2.4 V, 在低于 2.4 V 条件下继续供电将对电池造成永久性的损坏. 电池进行持续供电时, 电池电压会不断降低,

当电压低于过供电保护电压即 2.4 V 时,应当关闭电池供电回路,禁止其对外继续供电,避免电池损坏.但切断供电进行保护时,必须配合适当延迟时间,以避免干扰而造成误判断.

当电池供电电流过大,超出其额定功率,电池会产生较高的热量,致使本身温度过高,有爆炸的危险.所以此时保护电路应该关闭电池供电,执行过流保护功能.至于保护时电流的大小,则根据电池的额定功率和负载的大小加以设定.值得注意的是:保护电路不能因为负载需要短时间的大电流而误动作,所以必须提供不同的过供电电流保护延迟时间,以

提高电路工作的稳定性.

## 2 锂离子电池充供电保护电路原理

锂离子电池充供电保护电路原理图如图 1 所示.保护电路以 8031 单片机为控制核心<sup>[2]</sup>,监测电池电压与回路电流,并控制 2 个 MOSFET 的栅极, MOSFET 在电路中起开关作用,分别控制着充电回路与供电回路的导通与关断,该电路具有过充电保护、过供电保护、过电流保护与短路保护功能<sup>[3]</sup>.

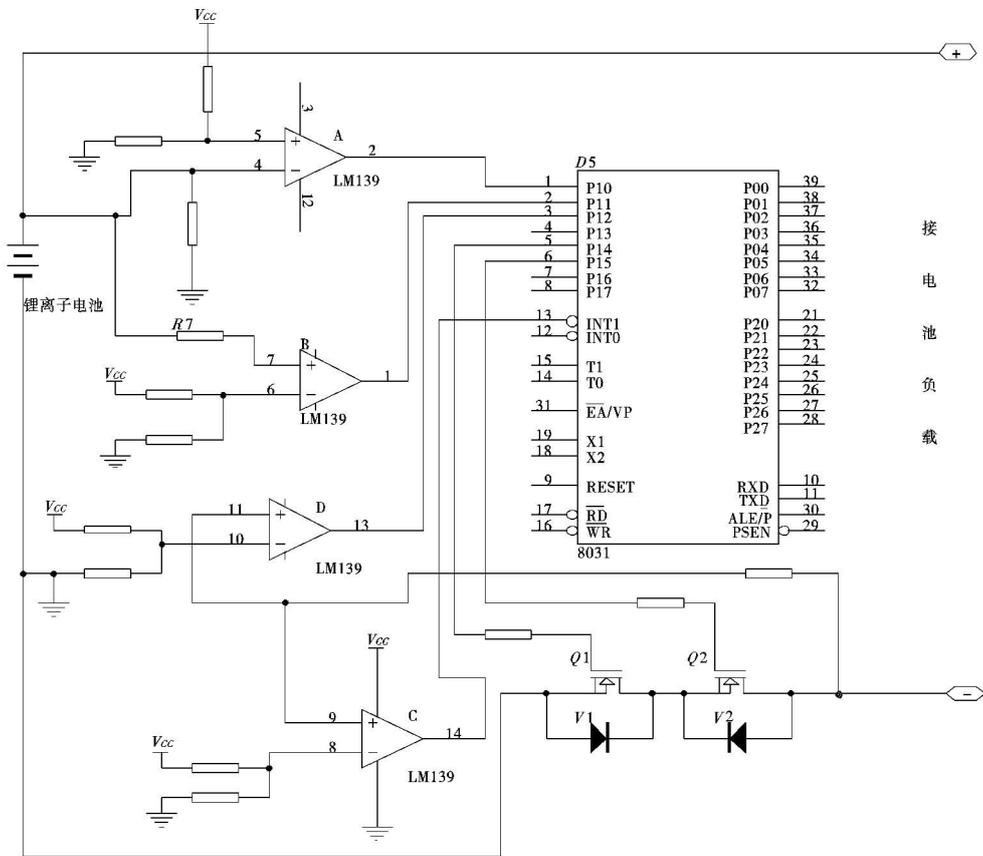


图 1 锂离子电池充电供电保护原理图

### 2.1 正常状态

在正常状态下电路中 P1.4 和 P1.5 口都输出高电压,2 个 MOSFET 都处于导通状态,电池可以自由地进行充电和供电,由于 MOSFET 的导通阻抗很小,通常小于 60 mΩ,因此其导通电阻对电路的性能影响很小<sup>[4]</sup>.

### 2.2 过充电保护

锂离子电池要求的充电方式为恒流/恒压,在充电初期,为恒流充电,随着充电过程,电压会上升到 4.2 V(根据正极材料不同,有的电池要求恒压值为 4.1 V),转为恒压充电,直至电流越来越小.

电池在被充电过程中,如果充电器电路失去控制,会使电池电压超过 4.2 V 后继续恒流充电,此时电池电压仍会继续上升,当电池电压被充电至超过

4.3 V 时,电池的化学副反应将加剧,会导致电池损坏或出现安全问题.所以当电池电压达到 4.28 V 时,比较器 LM139 翻转,单片机 P1.0 采到低电平,控制 P1.5 由高电平转为低电平,使 Q2 由导通为关断,从而切断了充电回路,使充电器无法再对电池进行充电,起到过充电保护作用.而此时由于 Q2 自带的体二极管 V2 的存在,电池可以通过该二极管对外部负载进行供电.

在单片机检测到电池电压超过 4.28 V 至发出关断 Q2 信号之间,还应有 1 s 左右延时,以避免因干扰而造成误判断.

### 2.3 过供电保护

电池在对外部负载供电过程中,其电压会随着供电过程逐渐降低,当电池电压降至 2.5 V 时,其容量已被完全放光,此时如果让电池继续对负载供电,将造成电池的永久性损坏.电池供电时,当电池电压低于 2.5 V 时,P1.1 采到低电平,控制 P1.4 由高电平转为低电平,使 Q1 由导通转为关断,从而切断了供电回路,使电池无法再对负载进行供电,起到过供电保护作用.而此时由于 Q1 自带的体二极管 V1 的存在,充电器可以通过该二极管对电池进行充电.在单片机检测到电池电压低于 2.5 V 至发出关断 Q1 信号之间,应有一段 100 ms 左右的延时,以避免因干扰而造成误判断.

### 2.4 过电流保护

由于锂离子电池的化学特性,电池供电电流最大不能超过 2 C(C= 电池容量/h),当电池超过 2 C 电流供电时,将会导致电池的永久性损坏或出现安全问题.

电池在对负载正常供电过程中,供电电流在经过串联的 2 个 MOSFET 时,由于 MOSFET 的导通阻抗,会在其两端产生一个电压,该电压值  $U = I \times R_{DS} \times 2$ , $R_{DS}$  为单个 MOSFET 导通阻抗.负载因某种原因导致异常,使回路电流增大,当 2 个 MOSFET 的压降  $U_1$  超过正常压降  $U_0.2$  V 时,P1.2 采到低, P1.5 由高电平变为低电平,使 Q1 由导通转为关断,从而切断了供电回路,使回路中电流为零,起到过电流保护作用.在检测到过电流发生至发出关断 V1 信号之间,也有一段为 13 ms 左右延时,以避免因干扰而造成误判断.

### 2.5 短路保护

电池在对负载供电过程中,若回路电流大到使  $U_1 - U > 0.9$  V 时,则判断为负载短路,INT1 采到低,系统进中断,控制 Q1 由导通转为关断,从而切断供电回路,起到短路保护作用.短路保护的延时时间极短,通常小于  $7 \mu\text{s}$ .其工作原理与过电流保护类似,只是判断方法不同,保护延时时间也不一样.

## 3 软件设计

过充、过放和过流保护采用查询方式,一个程序周期内查询一次即可,短路保护采用中断方式,如果电池发生短路,立刻进入中断处理程序,关断 Q1,实现对电池的及时保护,软件流程图如图 2 所示.

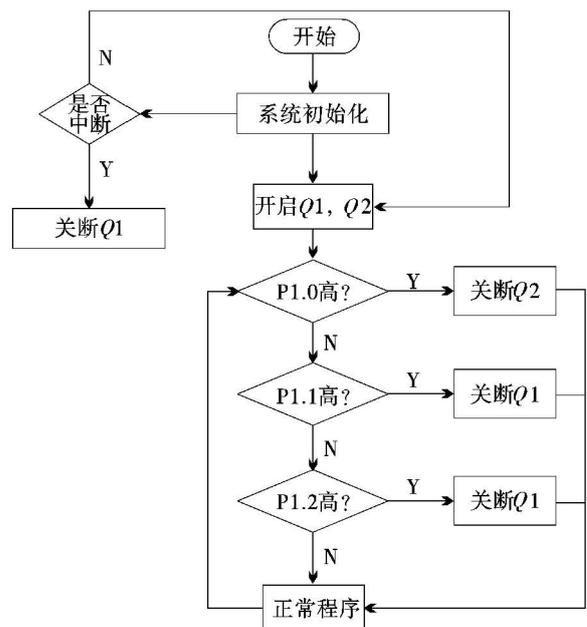


图 2 软件流程图

## 4 调试中注意的问题

### (1) 电阻的选择

设计中通过调节电阻的阻值来设定比较器的翻转条件,但是电阻阻值本身存在偏差,影响电压采集的精度,所以在电阻的选择上要选择高精度、大阻值的电阻,来减小误差.

### (2) 过充电保护后的供电保护

(下转第 55 页)

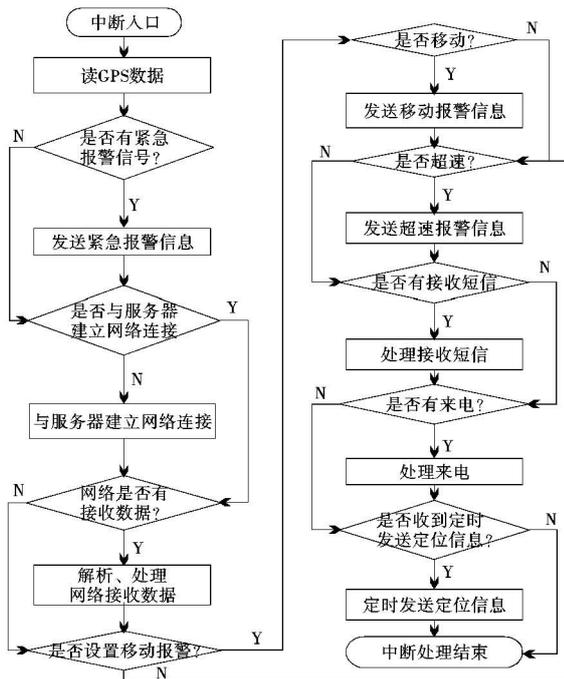


图4 定时器中断处理函数流程图

单一的基本功能,主要有网络通信模块、协议解释模块、SMS模块、语音通信模块、GPS控制模块和外围I/O模块。其中网络通信模块负责网络连接的建立、保持、断开、网络状态的检测及数据的收发和缓冲。协议解释模块负责终端通信协议的解释、数据的编码和解码。SMS模块负责短信息的收发、编码和解码。语音通信模块负责来电报告、拨打电话、接听电话、音量和麦克增益控制。GPS控制模块负责与GPS模块的通信,包括控制指令和接收GPS数据,

(上接第52页)

在过充电保护后,  $Q_2$  被关断, 电池通过  $V_2$  对系统供电, 这时2个MOSFET之间的电压  $U = I \times R_{DS} + V_2$ ,  $V_2$  为二极管的管压降, 如果  $I \times R_{DS} \approx V_2$  此电路可正常应用, 否则应另建一条采集通路, 进行供电保护。

## 5 结束语

市面上的电池保护电路多以控制IC为主, 如日本精工S-8241系列、日本MITSUMI的MM3061系列、台湾富晶的FS312和FS313系列、台湾类比科技的AAT8632系列等等, 但此类IC都存在环境适应性差, 可控制范围窄等缺点。依据锂离子电池特性, 提出了一种新型的保护方法, 可使对锂

与GPS模块的数据交换通过串行口UART2完成。

外围I/O模块负责输入输出接口和LED的状态及控制。图3为系统管理模块初始化程序流程图。

在系统管理模块的定时器中断处理函数中实现报警检测、网络检测、SMS检测、来电检测等功能。定时器中断处理函数流程图如图4所示。

## 4 结束语

经过软、硬件联调和装车试验, 该系统性能稳定可靠, 定位精确, 能够实现对车辆的防盗、防劫、防超速和车辆位置的实时监控, 保证车辆和驾驶员的安全。如果将系统用于运输企业, 可加强车队车辆管理, 提高车辆利用效率, 降低车辆运营成本。随着汽车保有量的扩大、社会治安的严峻性和车队运输成本增加等问题的出现, 运输企业和私家车用户越来越重视对车辆的动态监管和减少车辆失窃等问题, 该系统应用前景十分广阔, 可应用于私家车辆、企事业单位车辆管理、公共交通安全管理、汽车租赁行业及物流行业。

## 参考文献

- [1] 洪利, 杜耀宗. Q2406无线CPU嵌入式开发技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006: 114-118.
- [2] 鲍远律, 刘振安. 卫星定位、交通监控与数字地图[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [3] [美] Elliott D Kaplan, Christopher J Hegarty. GPS原理与应用[M]. 寇艳红. 北京: 电子工业出版社, 2007.

离子电池的保护在以单片机为核心的系统下得以实现, 该方法外围电路简单, 占用系统资源少, 并可根据电池特性的差异, 在软件和硬件上进行微调, 具有很强的可扩展性和实用性。为电路设计人员提供了一种新的参考。

## 参考文献

- [1] 路秋生. 锂离子电池充电保护集成电路UCC3957[J]. 电子产品世界, 2004: 64-66.
- [2] 王俊, 王洪艳. 电源综合保护设计[J]. 光电技术应用, 2005, 20(2): 64-66.
- [3] 孙涵芳, 徐爱卿. 单片机原理及应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996: 20-25.
- [4] 康华光, 陈大钦. 电子技术基础(模拟部分)[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999: 155-195.