

# 全功能锂电池充电器的 PIC 设计

余丽敏 程 恩 林耿超

(厦门大学电子工程系 福建 厦门 361005)

**摘要:** 锂电池是移动电话、笔记本电脑、摄像机、军用夜视仪等便携式电子产品的关键动力源. 如何使充电器对不同电子产品所使用的不同型号的锂电池具有通用性, 这对充电器的设计提出了很高的要求. 本文详细描述了用 PIC16C73 单片机构成此全功能充电器的设计方案, 并提供了硬件接口图及相应的软件算法流程.

**关键词:** 锂离子电池; PIC 单片机; 全功能充电器; 软件 PWM 算法

**中图分类号:** TP 391.8; TP 368.1

**文献标识码:** A

单一的充电控制芯片种类繁多, 但功能较单一, 通常只能对特定参数的锂电池进行充电. 而各类甚至同一种类、不同品牌的便携式电子产品往往使用不同型号规格的锂电池. 因此, 各类电子产品均需附带各自的专用充电控制器, 各充电器之间无法兼容, 从而造成重复开发和资源浪费. 采用 PIC 嵌入式微控制器, 配合软件 PWM 开关电源控制, 可很好地解决这一问题. 由此设计的充电控制系统可对各型号规格的锂电池充电具有良好的适应性.

## 1 锂电池充电的技术要求分析

单体锂离子电池的充电电压必须严格保持在  $4.1 \text{ V} \pm 50 \text{ mV}$ , 充电速率通常限制在  $1 \text{ C}$  以下. 若充电电压超过  $4.5 \text{ V}$ , 可能造成电池的永久损坏. 充电特性曲线如图 1 所示.

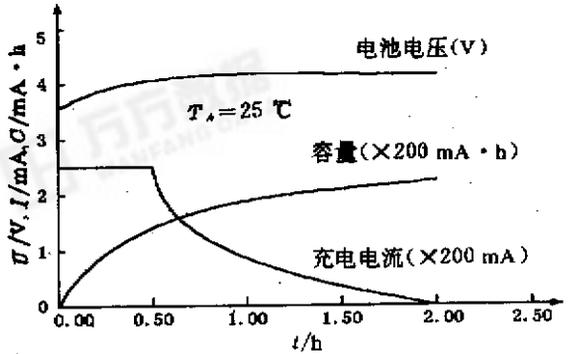


图 1 锂电池充电特性曲线

Fig. 1 Voltage/Current/Capacity Characteristic when charging

收稿日期 2001-04-16

基金项目 高等学校骨干教师资助项目

作者简介 余丽敏 (1978 - ) 女 硕士研究生.

万方数据

此充电特性曲线具有负的温度系数,因此环境温度对充放电特性有较大影响,需根据环境温度调整各充电门限参数值.且充电过程中,需实时监测电池状态,以精确防止过充.

锂离子电池可采用的充电模式包括:

1) 恒流转恒压充电模式

先以 1C 充电速率充电,在此过程中,充电电流恒定不变,电池电压逐渐上升.当单体电池的电压上升到 4.1 V (或 4.2 V) 时,充电器应立即转入恒压充电,充电电压的波动应控制在 50 mV 以内.充电电流逐渐减少,当电池充足电时,电流下降到涓流充电电流.用这种方法,大约两个小时,电池可充到额定容量.

2) 恒流转脉冲充电模式

充电器工作于恒流状态,充电速率 1 C.当电池电压达到 4.2 V,恒流充电电流转换为脉冲电流,经过一个充电脉冲后,充电停止,电池电压开始下降,当电池电压低于 4.2 V 时,电池又开始另一充电脉冲.这里电池充电停止时间是变化的(等于电池电压下降到 4.2 V 以下所需要的时间).当电池电压第一次达到 4.2 V 时,停止充电的时间很短(1 ms 以下),但当电池快要充足电时,停止充电时间将达到几十秒,甚至几分钟或几小时.这时可通过最大停止时间的门限检测,来判断充电的终止.

## 2 PIC 控制系统的设计

### 2.1 系统的总体任务

选择恒流转恒压的充电模式,设计 PIC 控制系统完成以下任务:

1) 接收手动输入待充电电池参数(容量、电压),自动设置各充电门限参数以适应不同型号电池;

2) 电池实时电压 V、电流 I、环境温度 T1、电池温度 T2 采样,并调整采样值至 A/D 转换量程范围,A/D 转换后送 PIC 单片机作为控制信号;

3) 将 V、I、T 采样值与相应门限值进行比较,确定应转入的充电流程操作;

4) 软件 PWM 方式,控制开关功率管的通道,获得相应的充电电压/电流的输出;

5) 控制各充电状态的指示,显示当前充电状态;

6) 多层安全检测,精确防止过充.

### 2.2 硬件设计

本设计采用 PIC16C73 单片机作为系统主控.芯片自带的 5 路 A/D 通道,可方便地完成 V、I、T1、T2 的采样.22 个 I/O 引脚时分复用与 4 × 4

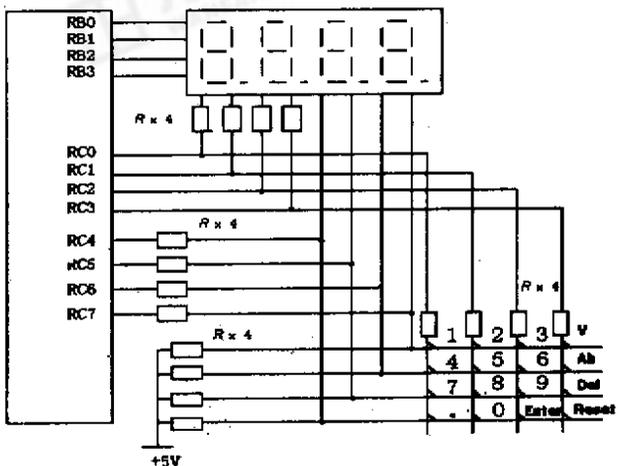


图 2 键盘阵列及 LED 显示接口

Fig.2 Keyboard array and LED display interface

键盘阵列接口以及直接驱动4位7段数码管的显示和相应充电状态的LED指示,并以软件PWM方式直接控制开关功率管的通断获得所需的充电电流。

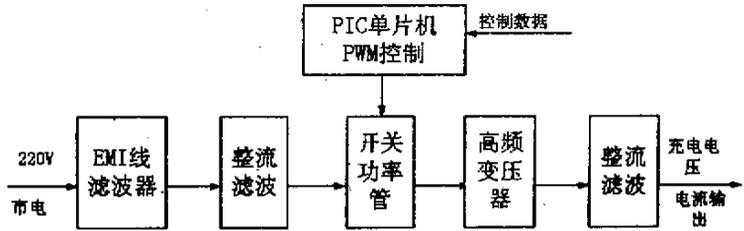


图3 充电电压/电流控制框图

Fig.3 Charging voltage/current control

各部分接口如下:

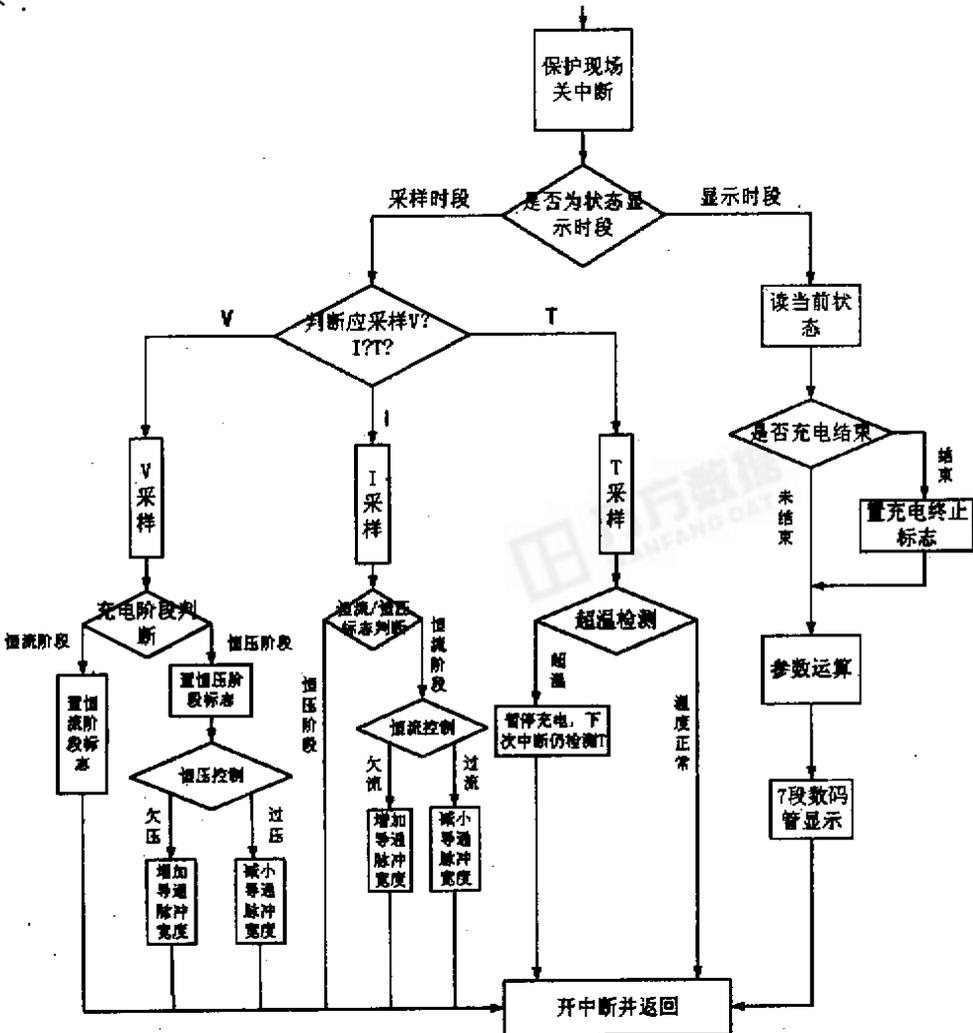


图4 中断服务子程序流程图

Fig.4 Int\_serv sub.program flow diagram

1) 键盘阵列与 LED 数码管时分复用接口(如图 2):

a) PC0 ~ PC7 时分复用为数码管段驱动线及键盘阵列的行线与列线, PB0 ~ PB3 为位选通线. 此接口实现初始人机交互参数设置, 在后续程序中, 还将检测电池初态并与手动输入值进行对照验证, 以确定最终的充电参数;

b) PB4 控制充电器的上电状态和错误状态指示(LED 稳定点亮为正常, 闪烁显示为错误);

c) PB5 控制充电进程中的防过充状态指示(LED 稳定点亮为浮充状态, 闪烁显示为超温/过流暂停指示);

d) PB6 接一按键开关利用引脚电平变化产生中断, 手动选择数码管分别显示实时电池电压充电电流和电池已充容量百分数.

2) 电池参数提取:

采用分压法对原始模拟量进行必要的比例运算, 经必要的滤噪隔离后送至单片机 PA0 ~ PA3 进行 A/D 转换.(为保障 A/D 转换的精度, 比例运算的系数需根据所定待充电电池电压上限而定.)

3) 开关型充电电压/电流控制原理框图(如图 3):

由于采用 PIC 嵌入式微处理器, 因此不需采用传统的硬件 PWM 控制器, 而通过软件 PWM 算法方便地实现 PWM 控制, 且避免了硬件 PWM 控制器的参考标准偏差等元器件问题. 系统由初始设置及初态检测定制初始脉冲周期和宽度, 实时检测电池状态, 调制输出脉冲序列宽度, 控制开关功率管的通断, 实现精确恒流/恒压充电控制.

2.3 软件设计

软件设计流程如图 4、图 5 所示. 软件设计中的几个关键点:

1) 充电过程中采用定时器 0 中断, 每 20 ms 刷新 LED 显示每个 LED 数码管轮流显示 5 ms. 按键中断, 将相应实时电池电压/充电电流/已充容量值置入显示缓冲区, 实现电池电压、充电电流、已充容量的显示切换;

2) 采用定时器 1 中断, 每隔 10 ms 轮循检  
万方数据

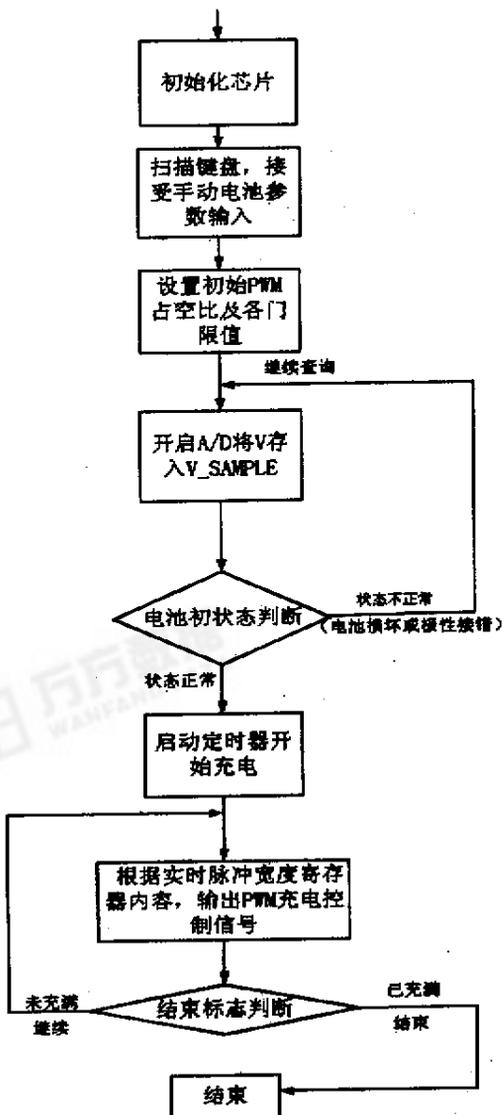


图 5 主程序流程图

Fig.5 Main program flow diagram

测 V、I、T2 状态,与各门限值比较,判断进入相应的充电阶段。若某状态异常(如电池超温),则暂停充电(等待电池温度降至正常值),修改轮循标志,始终检测此状态直至恢复正常,然后继续轮循检测;

3) 设置脉冲宽度、周期缓冲区,根据电池过流/欠流、过压/欠压状态改变缓冲区内容,从而精确调整输出脉冲序列,实现软件 PWM 控制;

4) 由于一次充电过程,往往确定在某一特定地点,此时,环境温度一般不会骤然变化,因此,软件设计为在初始时检测一次环境温度,根据与标准室温的偏差,修正各充电门限参数;

5) 对采样信号采用软件滤波法,根据多次检测值确定状态转移,以最大限度去除干扰,避免造成误检测及状态的频繁切换。

本设计采用高性能价格比的 PIC 嵌入式微控制器,充分利用了其高速、低功耗、输入输出直接驱动性能以及片内集成的优秀外围接口功能,大大减少了外围硬件,缩短了开发周期,并克服了专用充电控制芯片功能较单一的缺陷,可适应不同型号锂电池的充电要求。人机交互和实时状态显示功能,与内部智能充电流程相配合,使充电过程稳定可靠。此外 PIC 单片机编程灵活,可方便地进行改进与升级,保证设计具有很强的通用性。

## 参考文献:

- [1] 龚振中,汪立森. PIC 系列单片机应用设计与实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [2] 王鸿麟,钱建立,周晓军. 智能快速充电器设计与制作[M]. 北京:科学出版社,1998.
- [3] 沙占友. 新型特种集成电源及应用[M]. 北京:人民邮电出版社,1998.
- [4] 张文保,倪生麟. 化学电源导论[M]. 上海:上海交通大学出版社,1992.

## High Adaptability Li Battery Charger Based on PIC Chip

YU Li-min, CHENG En, LIN Geng-chao

(Dept. of Electr. Eng., Xiamen Univ., Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Li Battery is the key power source for most of the portable electronic products. It's where the difficulty lies for the design of the charger that the charger may have general usability for different types of Li Batteries. This paper describes a charger system of high adaptability and stability in detail, which is dominated by PIC16C73 embedded controller. Correspondingly, the hardware interface and the software flow diagram are presented here.

**Key words:** Li Battery; charger; PIC embedded micro controller; software PWM control

## 射频和天线设计培训课程推荐

易迪拓培训([www.edatop.com](http://www.edatop.com))由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,致力并专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;我们于 2006 年整合合并微波 EDA 网([www.mweda.com](http://www.mweda.com)),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

易迪拓培训课程列表: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/129.html>



### 射频工程师养成培训课程套装

该套装精选了射频专业基础培训课程、射频仿真设计培训课程和射频电路测量培训课程三个类别共 30 门视频培训课程和 3 本图书教材;旨在引领学员全面学习一个射频工程师需要熟悉、理解和掌握的专业知识和研发设计能力。通过套装的学习,能够让学员完全达到和胜任一个合格的射频工程师的要求...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/rfe/110.html>

### ADS 学习培训课程套装

该套装是迄今国内最全面、最权威的 ADS 培训教程,共包含 10 门 ADS 学习培训课程。课程是由具有多年 ADS 使用经验的微波射频与通信系统设计领域资深专家讲解,并多结合设计实例,由浅入深、详细而又全面地讲解了 ADS 在微波射频电路设计、通信系统设计和电磁仿真设计方面的内容。能让您在最短的时间内学会使用 ADS,迅速提升个人技术能力,把 ADS 真正应用到实际研发工作中去,成为 ADS 设计专家...



课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/ads/13.html>



### HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程,是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装,可以帮助您从零开始,全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装,更可超值赠送 3 个月免费学习答疑,随时解答您学习过程中遇到的棘手问题,让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

## CST 学习培训课程套装

该培训套装由易迪拓培训联合微波 EDA 网共同推出,是最全面、系统、专业的 CST 微波工作室培训课程套装,所有课程都由经验丰富的专家授课,视频教学,可以帮助您从零开始,全面系统地学习 CST 微波工作的各项功能及其在微波射频、天线设计等领域的设计应用。且购买该套装,还可超值赠送 3 个月免费学习答疑...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/cst/24.html>



## HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书,课程从基础讲起,内容由浅入深,理论介绍和实际操作讲解相结合,全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程,可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线,让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

## 13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程,培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合,全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作,同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习,可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



### 我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年,10 多年丰富的行业经验,
- ※ 一直致力并专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授,结合实际工程案例,直观、实用、易学

### 联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>