

# 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.

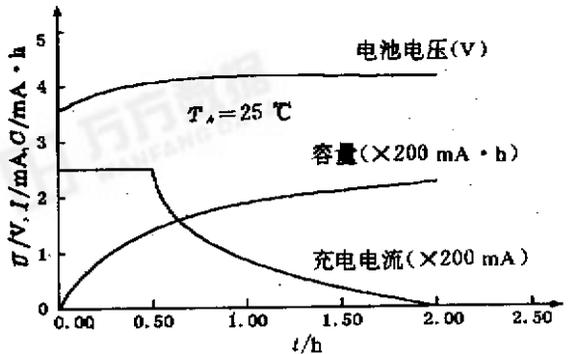


图 1 锂电池充电特性曲线

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

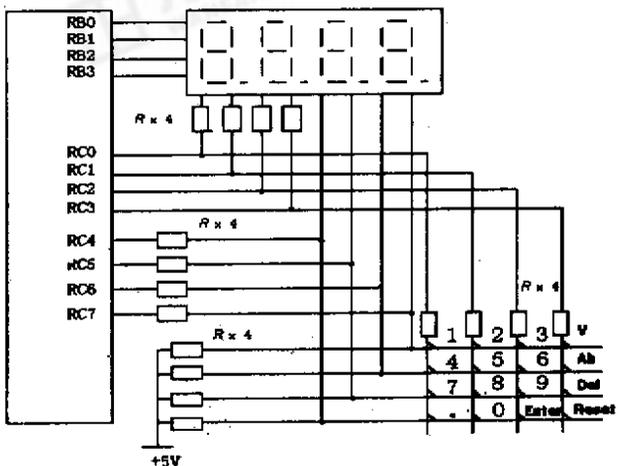


图 2 键盘阵列及 LED 显示接口

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。

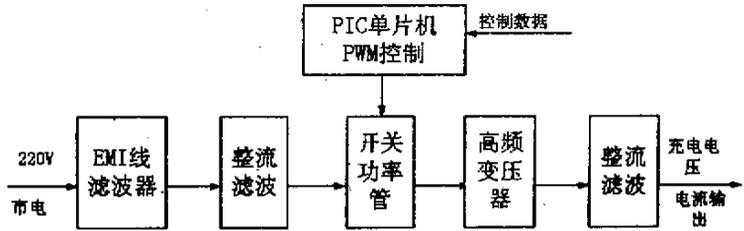


图3 充电电压/电流控制框图

Fig.3 Charging voltage/current control

各部分接口如下:

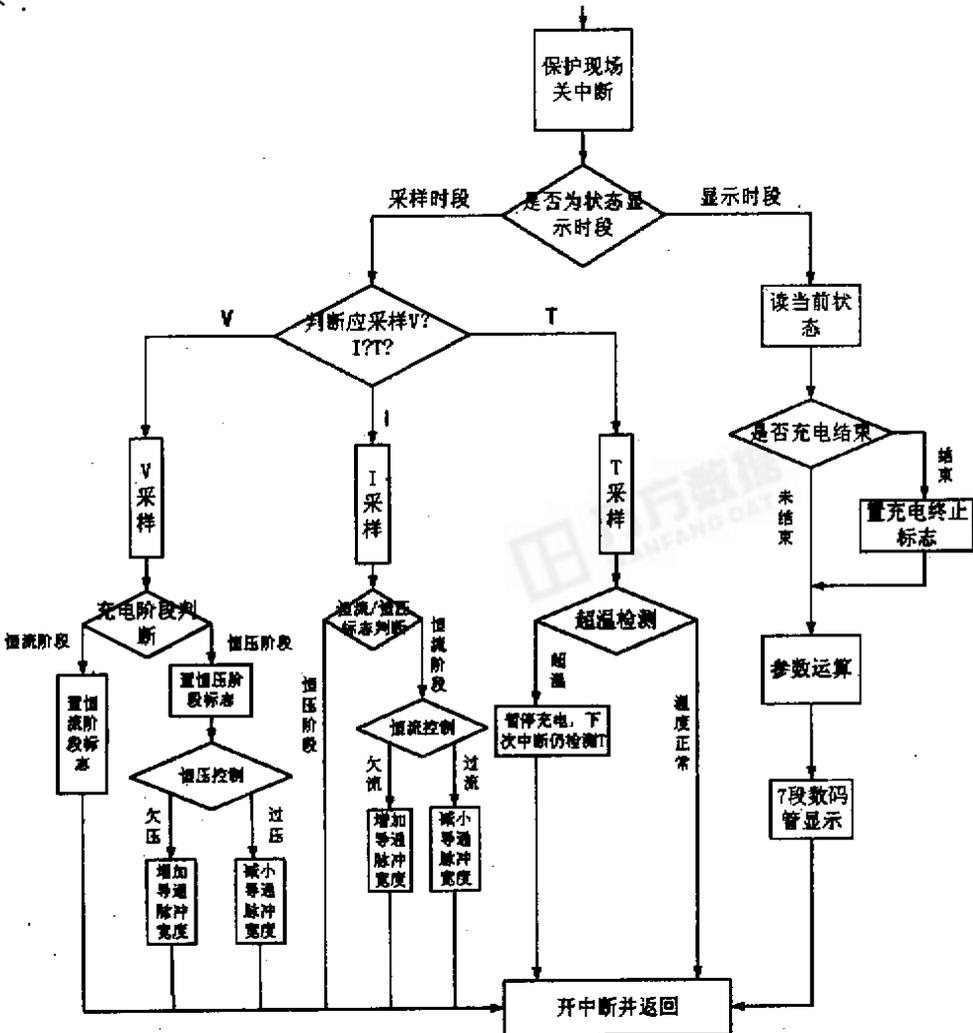


图4 中断服务子程序流程图

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

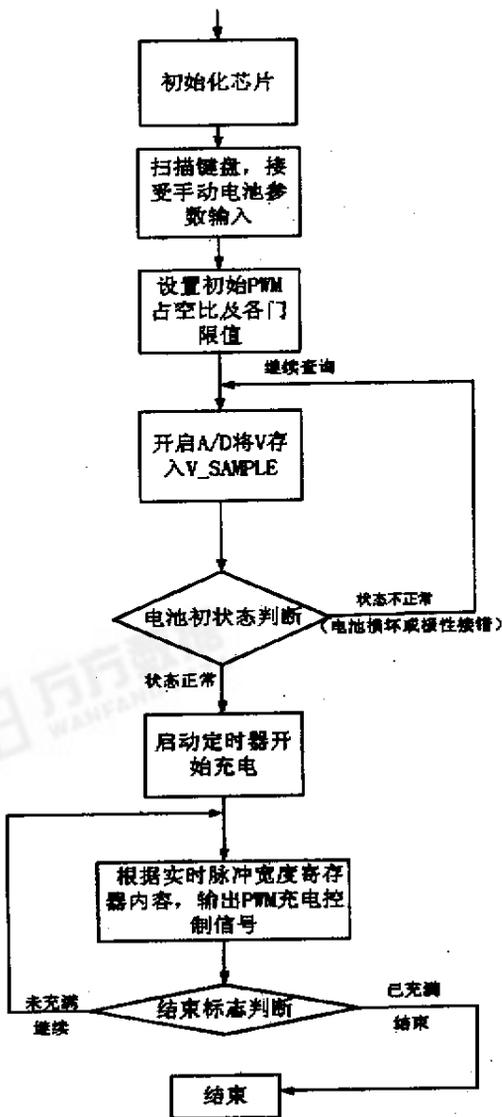


图 5 主程序流程图

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