

智能电池充电器设计参考

绪言

通常来说，简易充电器是不能够为不同工艺所制造的电池或者是相同工艺但是容量，电压不同的电池充电的。用简单的充电器为上述不同电池充电，轻则造成电池充电不当，重则会酿成一系列的安全事故。用微控制器则可以解决上述问题。

将微控制器用于电池充电的场合，除了智能控制的的优势之外，还具有成本低、结构简单等特点。使用微控制器能够在很短的周期内开发出可应用于各种场合，功能完善的智能充电器。另外微控制器也能够轻松实现串行通信、实时数据记录和监测。

简易电池充电器用模拟电路来实现它的功能，而用微控制器则能够使充电器智能化

微控制器的优点

- * 轻松解决各种工艺、电压、容量电池的充电问题
- * 可产生可变电压
- * 为多种电池组充放电
- * 高分辨率 A/D 采集

PICREF-2 总览

Microchip Technology 公司的“PICREF-2 智能充电器设计参考”提供一个现成的智能充电器解决方案。这份设计参考的目标是一台应用于摄像机、便携音频设备、移动电话、便携电动工具等设备充电场合的充电器。

参考“PICREF-2”，用户可以通过以下步骤轻松完成智能充电器系统的设计。

- 1、从模块化源代码的到智能充电器所需要的功能
- 2、对应于具体应用，得到精确的电池组参数，修改全局常量

充电器提供相应的硬件电路来支持充放电算法、充电终止判断。还有 RS-232 通信模块。

模块化的程序源代码是用 C 程序编写的，包括“充电算法以及充电终止判断算法”模块，“放电算法”模块，“芯片间通信以及 RS-232 通信”模块

PC 上位机的软件提供一种显示电池状态信息的方式

PICREF-2 主要功能

- * 兼容各种工艺的电池充电
- * 低成本
- * 友好的开发环境
- * 高充电速率
- * 大电流充电
- * 大电流放电调节
- * 实时纠错
- * 数据记录
- * 用户可选择的充电终止算法

这份文件中提供的信息仅是建议参考信息，而且可能随时被更新。Microchip 公司不对该文件提供任何担保，而且没有任何义务与责任。考虑到使用这些信息的准确性，以及在使用过程中发生侵害专利权的情况。每个使用者对确保充电器的安全设计，以及使用中遇到的各种情况相兼容设计负有责任。“典型”参数在不同的应用场合会发生变化，因此设计者应该应用自己的专业技能使所有的运行参数（包括典型参数）在任何应用场合有效。除非得到 Microchip 公司的认可，Microchip 公司的产品是不允许用于急救设备以及生命维持设备中的。知识产权所有，未经许可不得转让。

目录

系统总览-----	3
硬件总览-----	4
软件总览-----	10
Ni-Cd 电池测试结果-----	24
Ni-Mh 电池测试结果-----	25
PICREF-2 与 PC 接口软件总览-----	26
设计背景-----	32
设计修正-----	35
附录 A:系统规范-----	37
附录 B:最小系统电路原理图-----	38
附录 C:标准系统电路原理图-----	39
附录 D:软件列表-----*	42
附录 E: PICREF-2 与 PC 接口协议-----	43
附录 F:PCB 电路板图-----*	55
附录 G:材料清单-----	56
附录 H:充电器演示系统-----	59

声明

工程总工程师:

Robert Schreiber,
Microchip公司.

参考设计文档工作:

Beth McLoughlin,
Microchip公司

系统以及代码开发:

TriSys Inc.,Consultants

商标

Duracell 是Duracell公司商标

Windows 是微软公司的商标

Microsoft 是微软公司的注册商标

Yuasa 是Yuasa公司商标

I2C 是菲利普公司的注册商标

系统总览

PICREF-2 的系统框图如图一所示。这个充电器参考设计可以为一组电池或者同时为两组同型号的电池充放电。

PIC16C7XX 微控制器嵌入充电算法，它控制着外围充电组件和降压转换器。PICREF-2 有一个开发模式，用来开发充电算法。一旦算法完成，PICREF-2 可以工作在独立运行模式。

电池的充电电压是由一个降压变换器产生的。这个降压变换器是由 PIC16C7XX 的硬件 PWM 发生器控制的。

通过选择线路，PIC16C7XX 控制着电池的充放电。电池温度和电压线路为充电终止算法提供状态信息。电流检测线路监测电池充电电流的状况信息。

A/D 功能由 PIC16C7XX 片内的 A/D 转换器提供。

附录 A 详细列出了整个系统的电气规范。

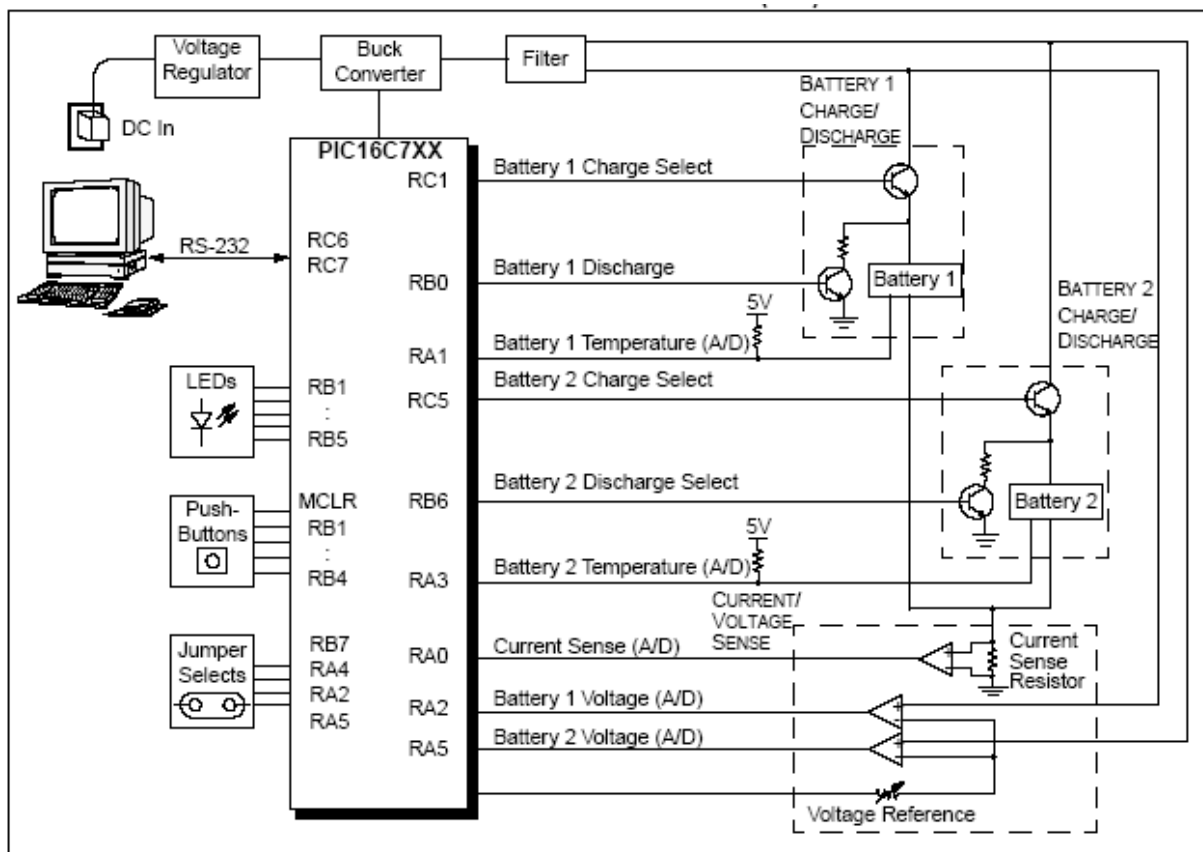
开发模式

PICREF-2 提供一个开发模式用来开发软件。这个模式支持 RS-232 串口，用来与 PC 机通信，传输电池的状态信息。PIC16C7XX 微控制器嵌入充电算法，它控制着外围充电组件和降压转换器。开发模式提供充电终止程序的实时纠错。在这个模式下，充电参数可以通过面板修改，也能够记录数据。

独立运行模式

开发出正确的充电程序，充电参数也被整定之后，全局常量可以改成独立运行模式。在这个模式下没有 RS-232 通信和放电容量显示。

图一：PICREF-2 智能电池充电器系统框图



PICREF-2

硬件总览

这部分描述了 PICREF-2 的硬件以及他作为一个智能充电器是如何工作的。附录 C 提供硬件的细节（电路原理图）。

微控制器

用 PIC16C7XX 微控制器可以轻松构建 PICREF-2 充电器。充电器的修改可以通过修改软件，而不是修改硬件。

为了配合用户特定规范的电池充电，充电的算法可以定制。

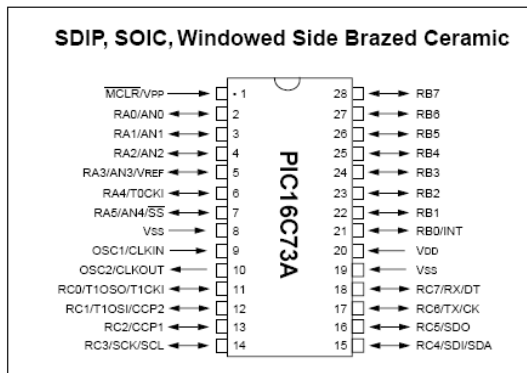
为一组电池或者同时为两组同型号的电池充放电的能力使充电器使用更为方便。

PWM 控制着电压的产生（通过降压变换器）。A/D 监测着电压意味着更高的电池充电电压精确度。

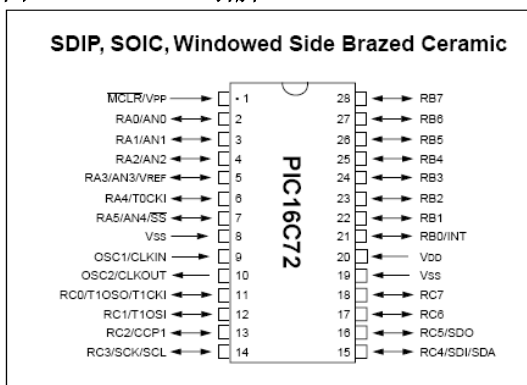
开发模式应用 PIC16C73A 微控制器（如图2所示）可以提供更多的存储空间和一个串行通信接口（RS-232）。串行通信口可以用来开发软件和调试

独立运行模式使用一片 PIC16C72（如图3所示）PIC16C72 或者 PIC16C73A 都可以插进 28脚插座(U17 或者 U19)。

图二: PIC16C73A 引脚



图三: PIC16C72 引脚



稳压器

输入电压(+V_FUSED)通过一个稳压集成电路产生系统板所需的5V电压。稳压器 LT1118CS8-5 (U10) 可以用 U14 (NJM7805)代替。

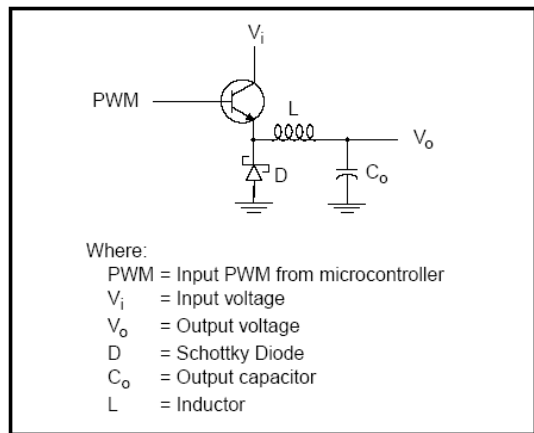
注:	U10 和 U14 是 +5V 稳压器。。U14 可以安装在U10的位置，供设计者选择。
----	--

降压转换器

给电池充电时要求最严格的是电源的控制。无论采用电压充电方式还是电流充电方式。(PICREF-2 采用恒流充电方式)，电源的控制是正当充电的基础。

这个设计的能源是一个降压电压变换器。。选择降压变换器是因为它简单、高效、低发热。变换器的简化电路如图四所示。

图四: 降压变换器简图



降压变换器基础

PIC16C7XX微控制器通过硬件PWM发生模块和一个外部电流检测电阻来控制降压变换器。

为了得到精确的、可重复验证的充电方法，硬件PWM模块以及电流检测反馈电阻是至关重要的。降压变换器的工作方法如下：

当PWM输出是“高”，电流流过三极管，电感，以及电池。在这个状态，电感储能，电容充电。

当PWM输出是低，电感的电压反向，电流通过二极管续流。

电感和电容对输出电压和电流起滤波器的作用。

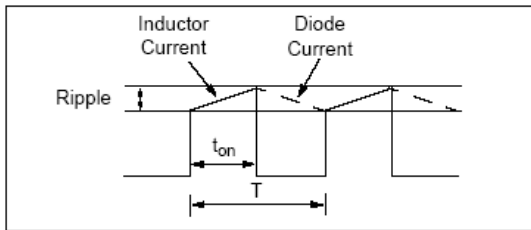
降压变换器有两种工作方式

- (1) 连续工作方式：电流的流动是连续的。
- (2) 不连续方式：在一段时间内，电流会跌落到零。

当负载重的时候，变换器会工作在连续模式。而当负载轻的时候，变换器电流将在一段时间内会跌落到零。

本参考设计中的变换器被控制工作在连续模式，因此它产生锯齿波形的电流。如图5所示。

图5：降压变换器输出电流



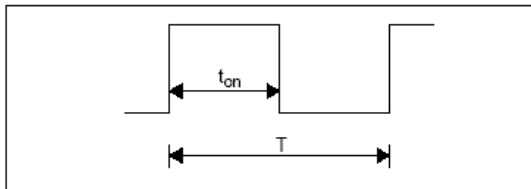
当给定输入电压和输出电压时，电感电流峰值到峰值的跨度是一定的。当负载电流上升或下降，整个锯齿波电流波形也跟着上升或者下降。

这个波形的平均值等于直流负载电流。

降压变换器细节

微控制器PWM输出波形如图6所示。

图6：PWM输出波形



PWM输出与输出电压之间的关系如下：

$$t_{on}/T = (V_o + V_D) / (V_i - V_{sat} + V_D) \quad (1)$$

其中：

- t_{on} = PWM为“1”的时长
- T = PWM周期
- V_i = 输入电压
- V_o = 输出电压
- V_{sat} = 晶体管饱和电流
- V_D = 二极管正向压降

当 $0 < t_{on} < T$ 时等式成立。等式是在假设电感中有电流的前提下得到的，所以在 $t_{on} = 0$ (三极管在 T 周期内全部截至) 以及 $t_{on} = T$ (三极管在 T 内全部导通) 的特殊情况下，等式不成立。

因为 V_D , V_i , V_{sat} , 以及 T 是常量，增加或减少 t_{on} 将增加或者减少输出电压 V_o 。因为不同工艺制造的电池需要不同的充电电压，因此可以通过改变 t_{on} 来改变 V_o 。

二极管 D 推荐使用“快速恢复二极管”或者是“肖特基二极管”。两者都提供必要的输出电压和快速的开关速度。PICREF-2中使用的是一只“快速恢复二极管”。如果需要更低的“电压降”可以使用“肖特基二极管”。

输出电容的选择方法：

$$C_o \geq I_{pk} T / 8V_{ripple} \quad (2)$$

其中：

- $I_{pk} = 2 I_{oMAX}$
- I_{oMAX} = 最大输出电流
- T = PWM 周期
- V_{ripple} = 输出电压纹波

为了减小纹波， C_o 可以选择大容量，低 ESR (equivalent series resistance, 等效串联电阻) 的电容。

降压变换器的电感确定方法如下：

$$L = (V_i - V_{sat} - V_o)t_{on} / I_{pk} \quad (3)$$

其中：

- V_i = 输入电压
- V_o = 输出电压
- V_{sat} = 晶体管饱和电流
- $I_{pk} = 2 I_{oMAX}$
- I_{oMAX} = 最大输出电流
- t_{on} = PWM为“1”的时长

从上面的等式，可以得到PWM (t_{on})与电感值(L)之间的关系。最小的电感值(L_{MIN})可以由 t_{onMAX} 算出。

这样做有不利的一方面：当频率增高，PWM的分辨率将降低。然而降低电感值可以减少整个降压变换器的体积和成本。

PICREF-2

举例1:计算电感值

用式 (3), 计算电感值 (L) :			
V_i	= 13.6V	V_{sat}	= 0.2V
V_o	= 7.2V	I_{pk}	= 2A
PWM为“1”的时长(ton), 计算如下			
处理器时钟 (fosc) = 4 MHz			
占空比 = 50%			
PWM 分辨率 = 8位			
所以 T = T _{osc}	* 255 = 63.75 ms		
而且 ton	= 31.87 5ms		
最终; L = 98.8 mH			
如果 7 位 分辨率 PWM 可以接受, 然后			
T	= T _{osc} * 127 = 31.75 ms		
ton	= 15.875 ms		
L	= 49.2 mH		

注:	U1, U2, 以及 U3 是降压变换器的P沟道场效应管。设计者可以选择U1 或者 U3 可以安装在U2的位置。还可以选择L2安装在L1的位置上。
-----------	---

滤波器-可选择

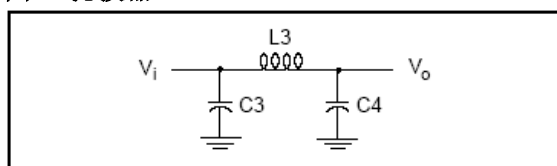
滤波电路是为了提供变换器的输出级更好的消除纹波的效果。(如图7)

*JMPR1-1连接 JMPR1-2 开路滤波电路(参看 JUMPERS)。

滤波电路将会接进电路如果将JMPR2-1 连接 JMPR2-2, JMPR3-1 连接JMPR3-2

注:	L3, C3, 以及 C4提供变换器的输出级更好的消除纹波的效果。设计者可以选择安装
-----------	--

图7: 滤波器



电池1 和 电池2 的充放电

PIC16C7XX 微控制器 电池选择 I/O 线连接一只三极管用于选择充电的电池。放电电池选择 I/O 线驱动一只三极管给电池放电。

这项功能可以消除电池的低电压, 即所谓的记忆效应。(参看设计背景)

*PIC16C7XX 在空闲状态停止送电., 如果请求放电, 系统会对电池放电, 放电完毕后紧接着给电池充电。微控制器通过检测串入回路的电阻上的压降监视着电流源(当通过一个I/O口充电时), 这样可以为电池提供恒定的电流。

微控制器通过几个LED显示电池的充电状态。(参看LEDs)。LEDs 可以显示充电状态(充电或者放电)以及检测到的电池错误。(错误) 这些LED是直接由微控制器的I/O口驱动的。详细信息请参看LEDs。

注:	U4, U6, U7, 以及 U8 是用来选择被充电电池的P沟道场效应管。设计者可以选择安装 U4以及U8。
-----------	--

电压检测

PIC16C7XX在充电周期的另一段检测电压, 即在PWM为低的时候检测电压。在PWM为高的时候读取电压信息会造成错误操作。

A/D转化器用“窗口”技术来决定充电的终止值。窗口功能可以提供比“标准0V-5V转化范围”更高的分辨率。

例如:

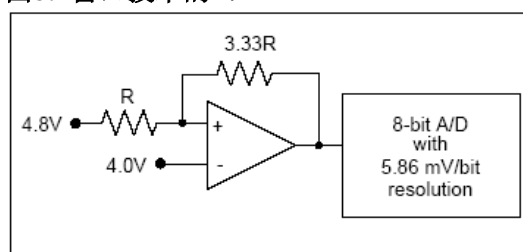
通常每只镍镉(NiCd) 电池的电压范围为0.8V - 1.6V。如果你检测一组四支电池串联起来的电池组, 电池组的电压范围为3.2V - 6.4V。这将超过A/D转化起的基准电压范围。如果在电压送A/D之前分压, 你将损失分辨率。

窗口技术从电池电压减去一个偏移量, 然后通过放大器放大差值以得到一个更高的分辨率。差值电压乘了一个3.33的系数。因此电压范围为原先值除以3.33。(相当于分辨率乘以3.33)。

标准5V A/D范围提供的分辨率是(5.0V/ 256) = 19.5 mV/bit., 除以3.33的增益系数5.0V, 范围减到(5.0/3.33) = 1.50V

*因此分辨率变成(1.50 V/256) = 5.86 mV/bit.

图8: 窗口技术的A/D



偏移电压可以通过向数字电位器写参数来更改，因此微控制器能够搜寻到0V - 15.0V范围内的任何电池工作在窗口模式的跳线设定为：

JMPR9-1 to JMPR10-1 (电池 1)

JMPR7-1 to JMPR8-1 (电池 1)

JMPR11-1 to JMPR12-1 (电池 2)

JMPR13-1 to JMPR14-1 (电池 2)

如果电池电压是已知的，数字电位器就能够用一个确定的电压基准源来代替。5.86 mV/bit的分辨率仍然没变。

工作在固定模式的跳线设定为：

JMPR8-1 to JMPR8-2 (电池 1)

JMPR9-1 to JMPR10-1 (电池 1)

JMPR12-1 to JMPR12-2 (电池 2)

JMPR13-1 to JMPR14-1 (电池 2)

另外，如果只需要低的分辨率，“窗口电路”以及“定电压电路”能够设定为开路，改为直接读取电池电压。

直接读取设定的跳线为：

JMPR10-1 to JMPR10-2 (电池 1)

JMPR14-1 to JMPR14-2 (电池 2)

注：	D3, D4, R17, 以及 R24 为固定电压模式
	提供电压基准，这种模式下，U13可以开路
注：	电池电压经过R5, R9, R10, 以及 R14分压，如果只需要0V-15V的小动态范围，这些电阻可以改为用来增加直接测量模式的分辨率。

电流检测

PIC16C7XX在充电周期的另一段检测电流，即在PWM为低的时候间测充电电流。在PWM为高的时候读取电流信息会造成错误操作。

电流检测电路通过检测一个放大后的充电电流在0.05欧姆电阻上的压降来计算电流值。

通过这个0.05欧姆电阻以及一个增益为40的放大器能够读取的最大电流值为2.5A (2.5A x 40 x 0.05 欧姆 = 5.00V)

这意味着9.77mA/bit 的分辨率。(2.5A / 256 bits) 电流检测电阻用户可以根据需要更换。

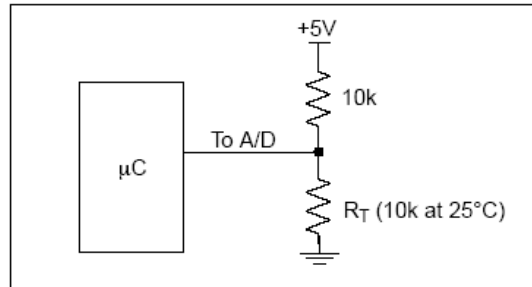
注：	为了得到更大的范围或者是更高的分辨率，设计者可以选择更改电流检测电阻 H2。
----	--

温度检测

温度检测是通过一个10k的上拉电阻串联热敏电阻完成的。检测到的电压值与热敏电阻相对应，热敏电阻值与它25°C的值成一定对应关系。

这就是说，25°C时检测到的转化电压是2.5V。当温度升高，电阻值降低，因此转化电压降低。

图9: 温度检测电路



软件中一张简单的查询表提供转化电压与温度的对应关系。温度检测电阻是可选择的。

Note:	温度检测电阻 H1 可以根据设计者电池组上的热敏电阻值对应而更换。
--------------	-----------------------------------

温度检测读数是在降压变换器关闭阶段执行的。

电池组

套件提供的电池组是由KR-1100AEL NiCd 快速充电电池组成的。他能够以标准110 mA电流充电，以及1600 mA电流快速充电。

充电的温度范围(标准或者快充) 是 0°C - 45°C。放电的温度范围是 -20°C to 60°C。

注：	充电前参考电池生产厂商的详细资料
注：	不正当的处理镍镉电池会造成严重的环境危害，联系当地的电池收集中心获得回收信息。

LEDs

LEDs 用来指示智能充电器的工作状态。

(表1) PICREF-2 上LED的位置示于图11 (D5到D10).

表1: LED 指示灯

LED	常亮	闪烁
电池 1 CHRG (D5)	电池 1 充电	涓流 充电
电池 1 DISCHRG (D6)	电池 1 放电	N/A
电池 2 CHRG (D7)	电池 2 充电	涓流 充电
电池 2 DISCHRG (D8)	电池 2 放电	N/A
ERROR (D9)	电池 错误 检测到	N/A
POWER (D10)	电源指示	N/A

PICREF-2

按键

按键与开关用于选择不同的PICREF-2模式（如表2所示） PICREF-2上的按键位置如图11所示（SW1-SW5）。

表 2: 按键选择

按键	功能
SW1	Reset
SW2	电池 1 充电
SW3	电池 1 放电
SW4	电池 2 充电
SW5	电池 2 放电

跳线

跳线用来选择PICREF-2工作的不同选项(表3) 跳线连接情况如图10所示。跳线在系统上的位置如图11所示。（JMPR1-JMPR14）。

图 10: 跳线连接条件

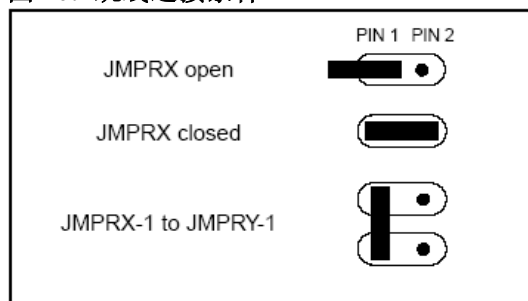
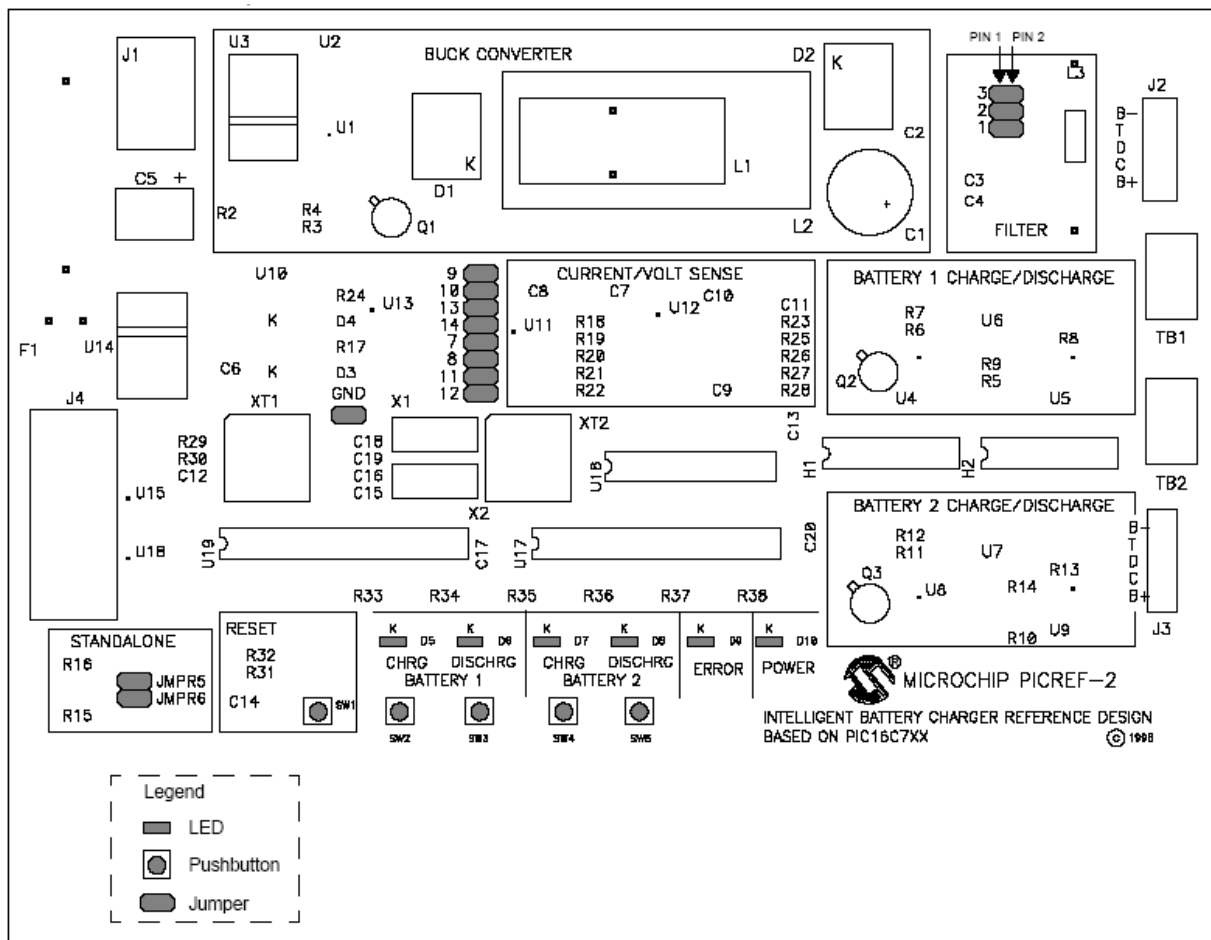


表3: 跳线选择

功能	跳线
空接滤波器 (默认)	JMPR1 闭合 JMPR2 , JUMPR3 断开
接入滤波器	JMPR1 断开 JMPR2 , JMPR3 闭合
Access 连接 Ground (GND)	JMPR4
独立工作模式	JMPR5 闭合 JMPR6 断开
开发模式 (Handshake)	JMPR5 断开 JMPR6 断开
	JMPR7-1 连接 JMPR8-1 (电池 1)
电压检测 - 窗口模式	JMPR9-1 连接 JMPR10-1 (电池 1) JMPR11-1 连接 JMPR12-1 (电池 2)
	JMPR13-1 连接 JMPR14-1 (电池 2)
	JMPR8-1 连接 JMPR8-2 (电池 1)
电压检测 - 固定模式	JMPR9-1 连接 JMPR10-1 (电池 1) JMPR12-1 连接 JMPR12-2 (电池 2)
	JMPR13-1 连接 JMPR14-1 (电池 2)
电压检测 - 直接模式	JMPR10-1 连接 JMPR10-2 (电池 1) JMPR14-1 连接 JMPR14-2 (电池 2)

图11: LED, 按键 以及 跳线 的位置



PICREF-2

软件总览

PICREF-2 微控制器的源代码是模块化设计的。总的来说，PICREF-2的软件有以下特点：

- 支持镍镉 (NiCd) 电池的算法
- 电压负斜率监测 (-ΔV) 充电终止判断方式
- 电压零斜率监测 (Zero ΔV) 充电终止判断方式
- 绝对电压监测充电终止判断方式
- 温度变化率(ΔT/Δt) 充电终止判断方式
- PWM-控制放电曲线

充电终止电流表如图12所示。设计背景部分可以找到一份关于充电终止类型与电池制造工艺的对应方法的报告。

这个设计参考的进一步的改良可以包括：

- 锂电池 (Li-Ion) 充电
- 更多的充电终止算法

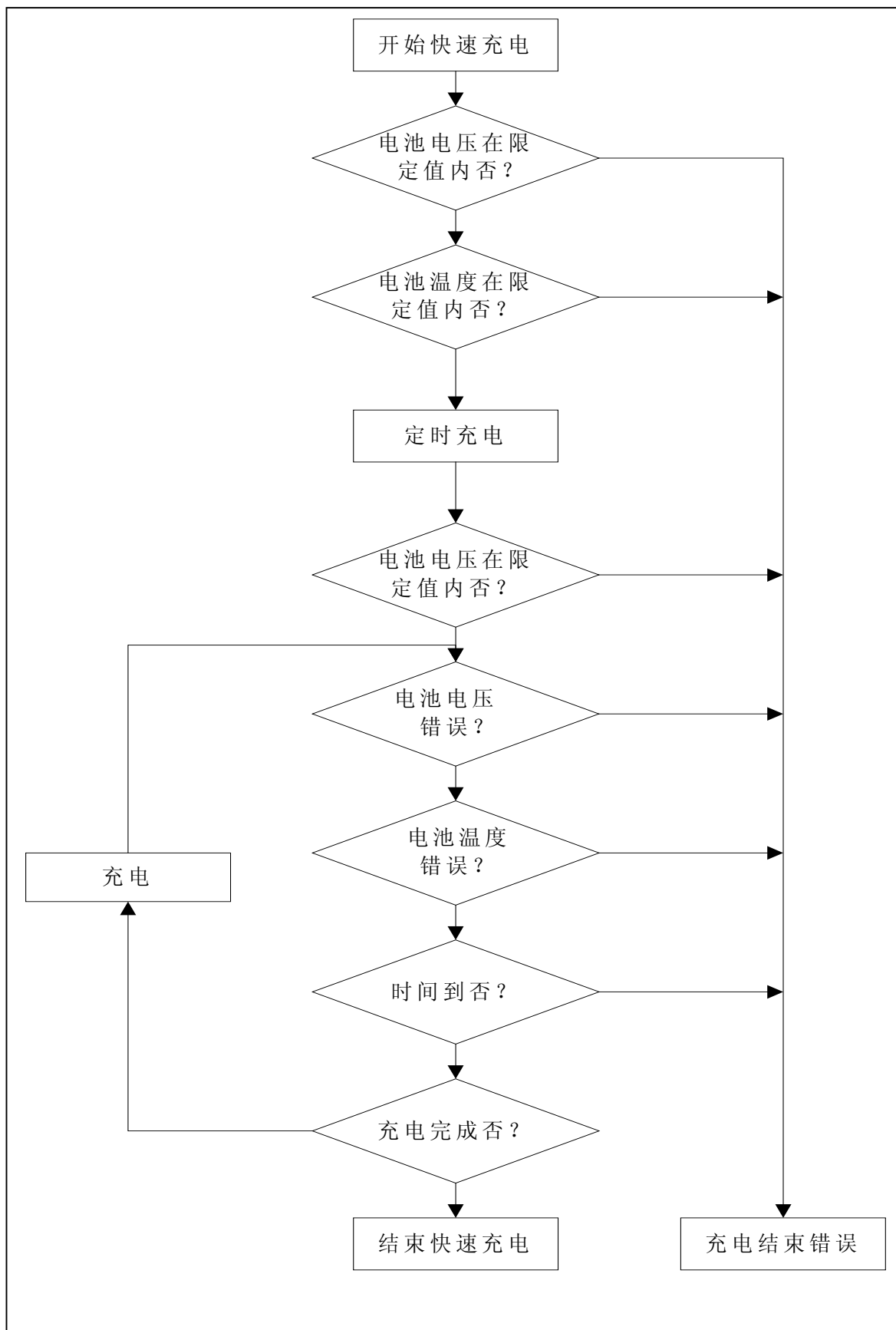
算法

表4中的等式可以用来将电池的物理特性转变成数据。

表4: 充电终止方式计算用的等式

等式	快速充电终止				自纠错充电终止			
	负斜率	零斜率	绝对电压	温度变化率	定时	温度	V	涓流
电池 电压 (单位V) = 电池 电压 * 比例因数			x					
电池 温度 in °C = 电池 温度 (signed, 1°C/bit)						x		
电池 充电 电流 in x10 mA = 电池 充电 电流								x
电池 比例因数 = 电池 比例因数	x	x	x	x				
最大 电池 电压 (单位V) = 最大 电池 电压 * 比例因数							x	
最小 电池 电压 (单位V) = 最小 电池 电压 * 比例因数							x	
整定的 -DV (单位mV) 每分钟 = 整定的 -DV * 比例因数 (signed)	x	x						
整定的 DT/Dt rate in °C 每分钟 = 整定的 DT/Dt * 比例因数 (unsigned)				x				
整定的 时间 每秒 = [MSB * 256] + LSB					x			

图12:充电终止方式算法程序流程图



PICREF-2

程序流程

MAIN.C的流程如图13所示。主程序启动后先初始化对电池对电池操作的硬件。然后程序进入一个死循环，循环包括通信，监测电池参数，执行控制功能，校验TIC。

INIT.C的流程如图14所示。这个函数初始化外围设备以及RAM变量。初始化的外围设备如下：Timer1, CCP1(PWM), 以及 A/D 转换器。

Timer1 作为 TIC 计数器使用。他被初始化之后，每0.1秒会产生。这是用来作为充电算法的框架时钟。PWM发生器初始化之后会产生25KHz的工作时钟。外围设备启动，占空比是0%。A/D转换器初始化之后使他能够正常工作，用来转化时钟频率。其他外围设备中，I/O口用来配置按键，驱动LED，和串行通信。RAM空间被清空以及初始化以便进行充电的操作。如果工作在开发模式，I²C 以及 RS-232也将被初始化。

COMMAND.C 的流程图如图15所示。在独立运行模式，按键的输入会被读取，然后通过TIC计数器(0.1秒)去处抖动。如果SW2被按下，系统将选中充电1的状态。如果SW4被按下，系统将选中充电2的状态。如果两个按键都被按下，那么系统会在给电池1充电完成后紧接着给电池2充电。既而完成两组电池的充电。两组电池充电都完成后，系统会转为对两组电池的涓流充电。

工作在开发模式的时候，从PC机传来的数据被转化成电池控制状态信息，然后执行选中的功能。充电系统会原样返回受到的控制信息。Pc机上的软件会校验返回的信息。确保操作无误。

SENSE.C的流程图如图16所示。TIC 计数器计满1.0秒后，检测的功能将启动将启动。*PWM被设置为低，系统读取电池的电流，电压以及温度信息。完成之后，PWM被重新启动，TIC计数器以及PWM计数器将被更新。

初始化时间到之后，系统会根据所选择的充电中止算法做中止充电检查，同样，完成初始化阶段之后，任何检测值超出自动纠错设定值，系统中止充电。PWM控制启动而且初始化完成之后，算法程序系统将执行充电算法程序，充电算法程序可以是快速充电算法或者是涓流充电算法。

如果两组电池都被选中，而且是涓流充电算法。系统会给每只电池交替充电

CONTROL.C的流程图如图19所示。如果接到新的指令，系统自动调整到合适的状态。状态将会以以下顺序执行：

1. 放电 电池 1 (仅限开发模式)
2. 放电 电池 2 (仅限开发模式)
3. 快速 充电 电池 1
4. 快速 充电 电池 2
5. 涓流 充电 电池 1
6. 涓流 充电 电池 2
7. 重复选择状态
8. 空闲

如果某个状态没有被选择，他将不会被执行，系统自动跳到下一个状态。每个状态完成之后才会开始下一个状态的执行。

图13 MAIN.C

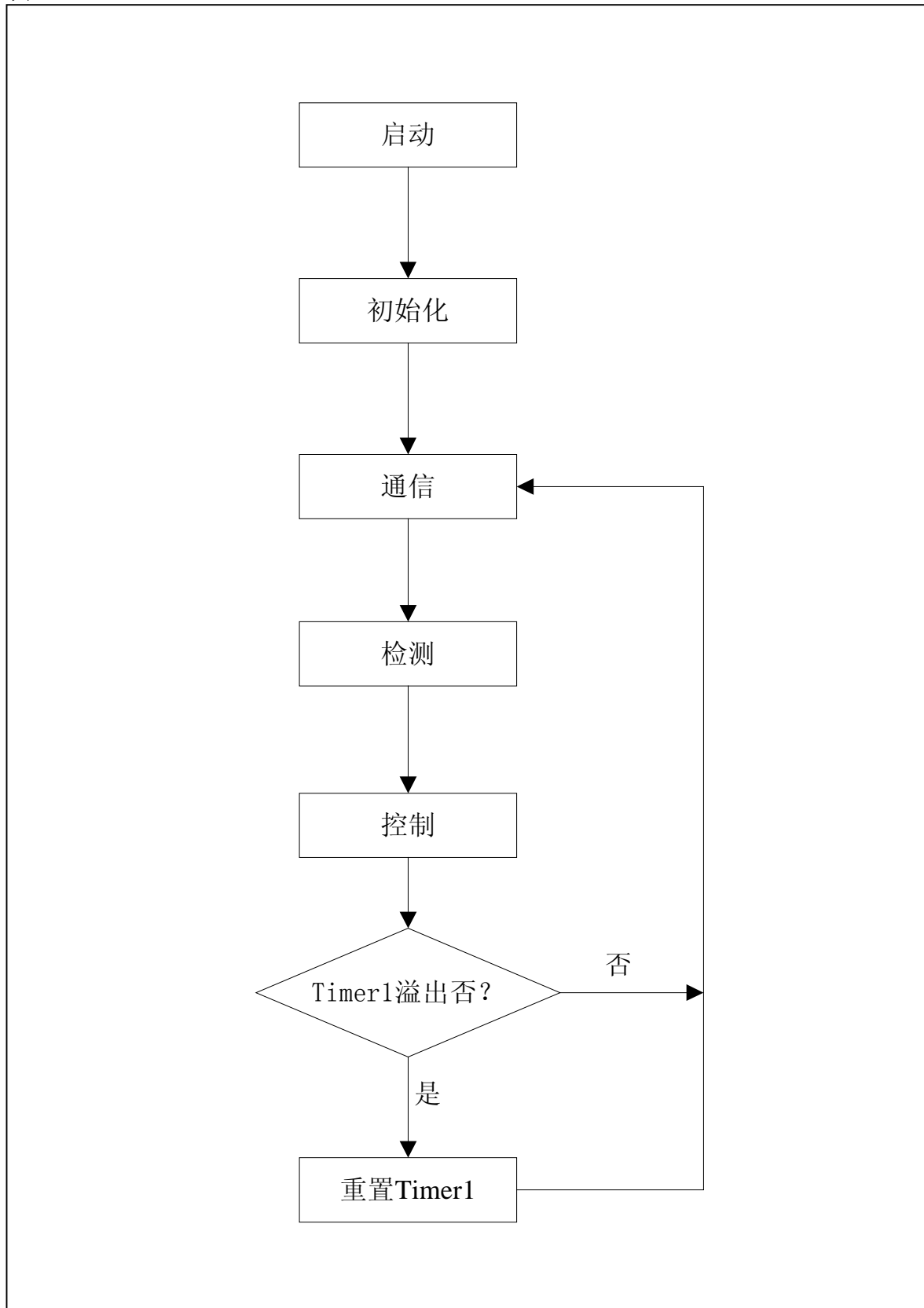


图 14 : INIT.C

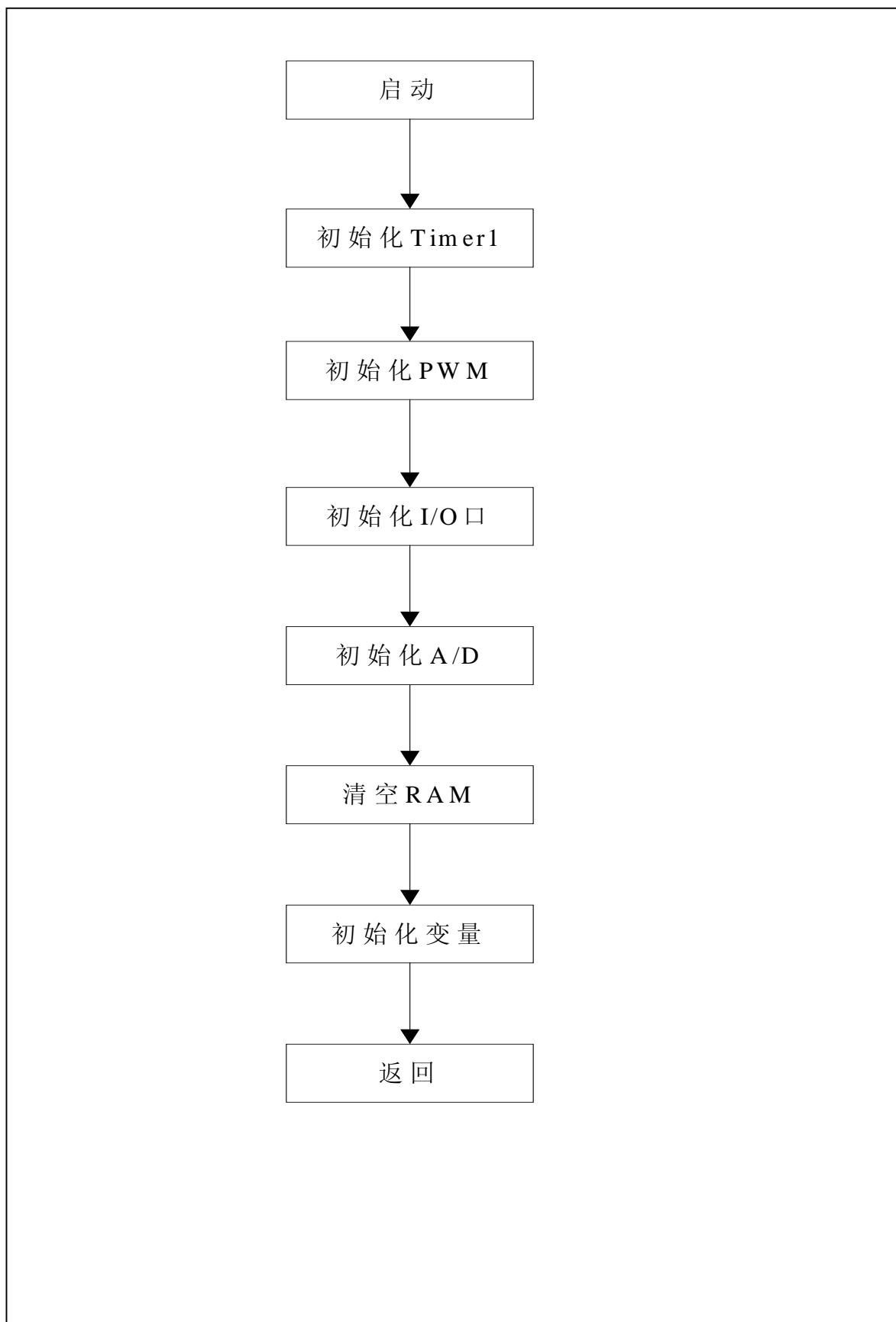


图15 COMMAND.C

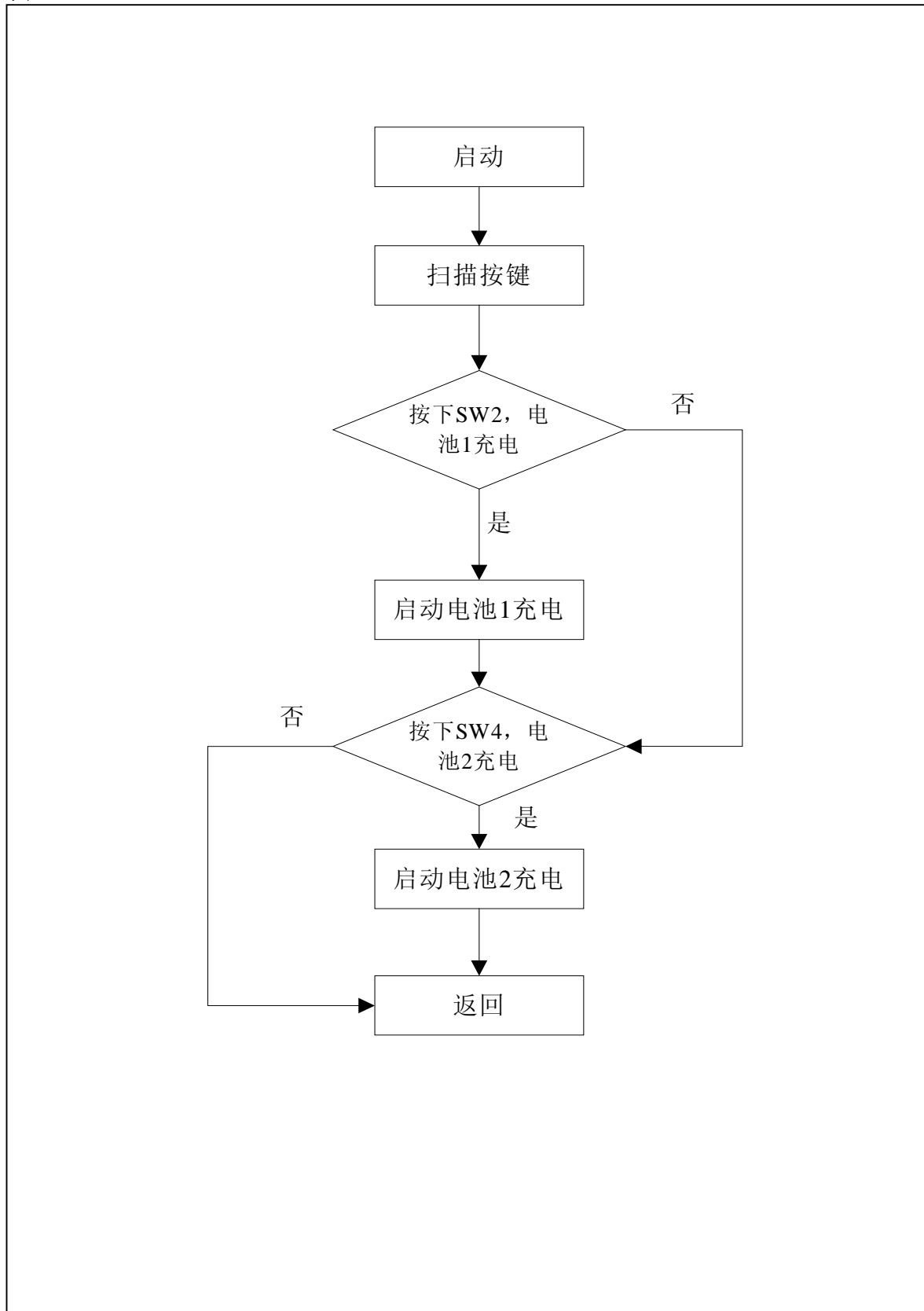


图 16 : SENSE.C

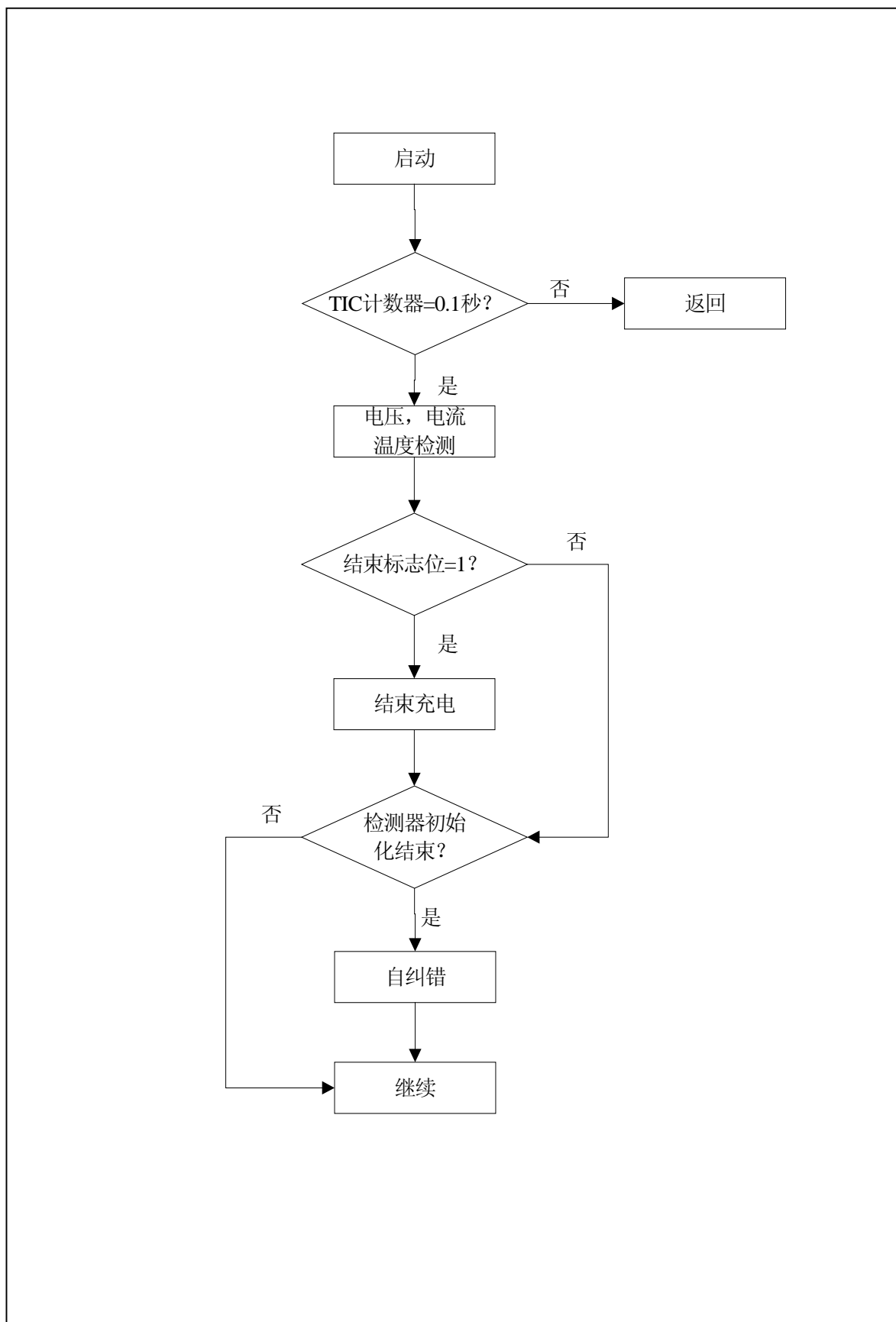


图16 SENSE. C(续)

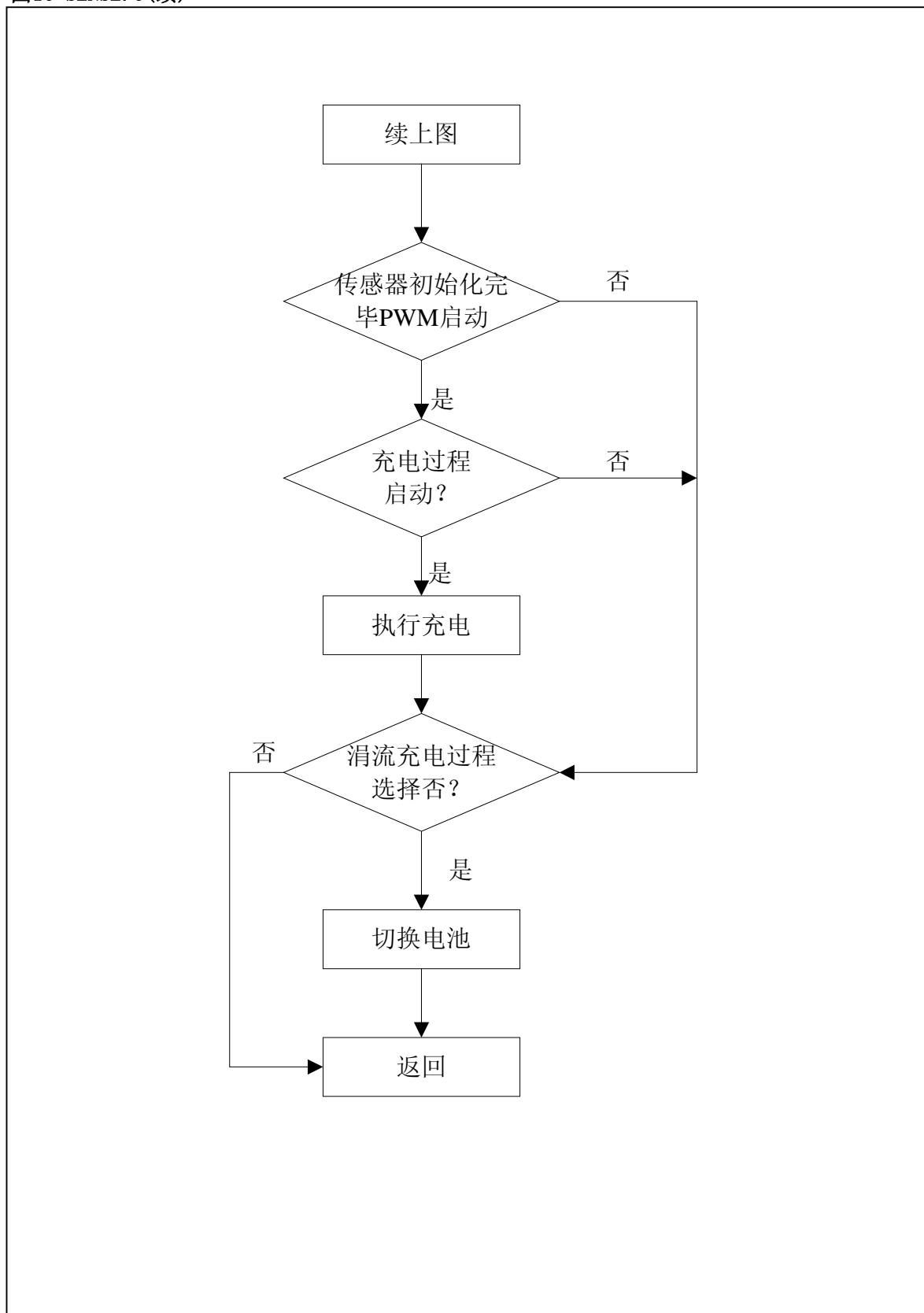


图 17: INT_SENSE

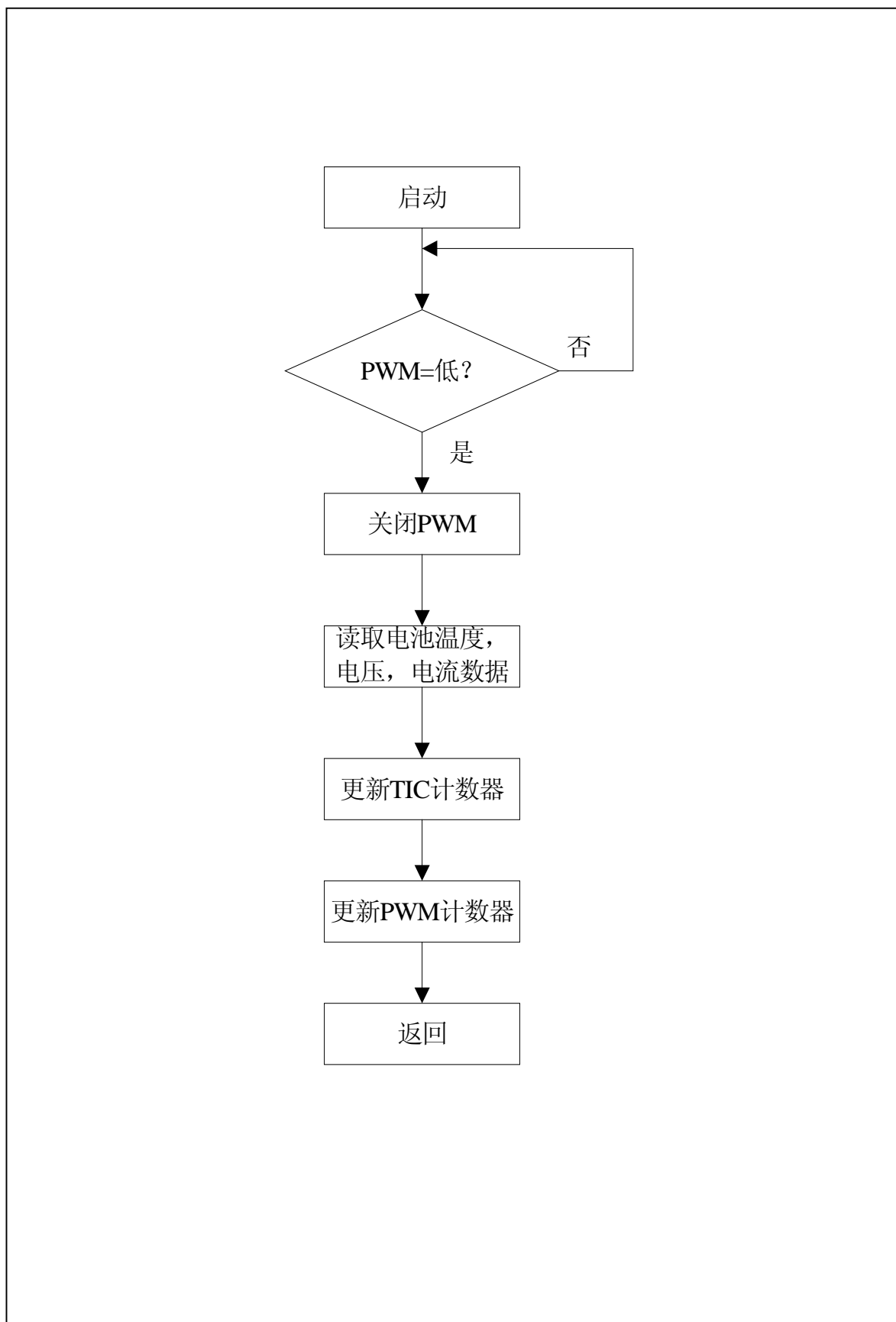


图18 :FAIL_SAFE

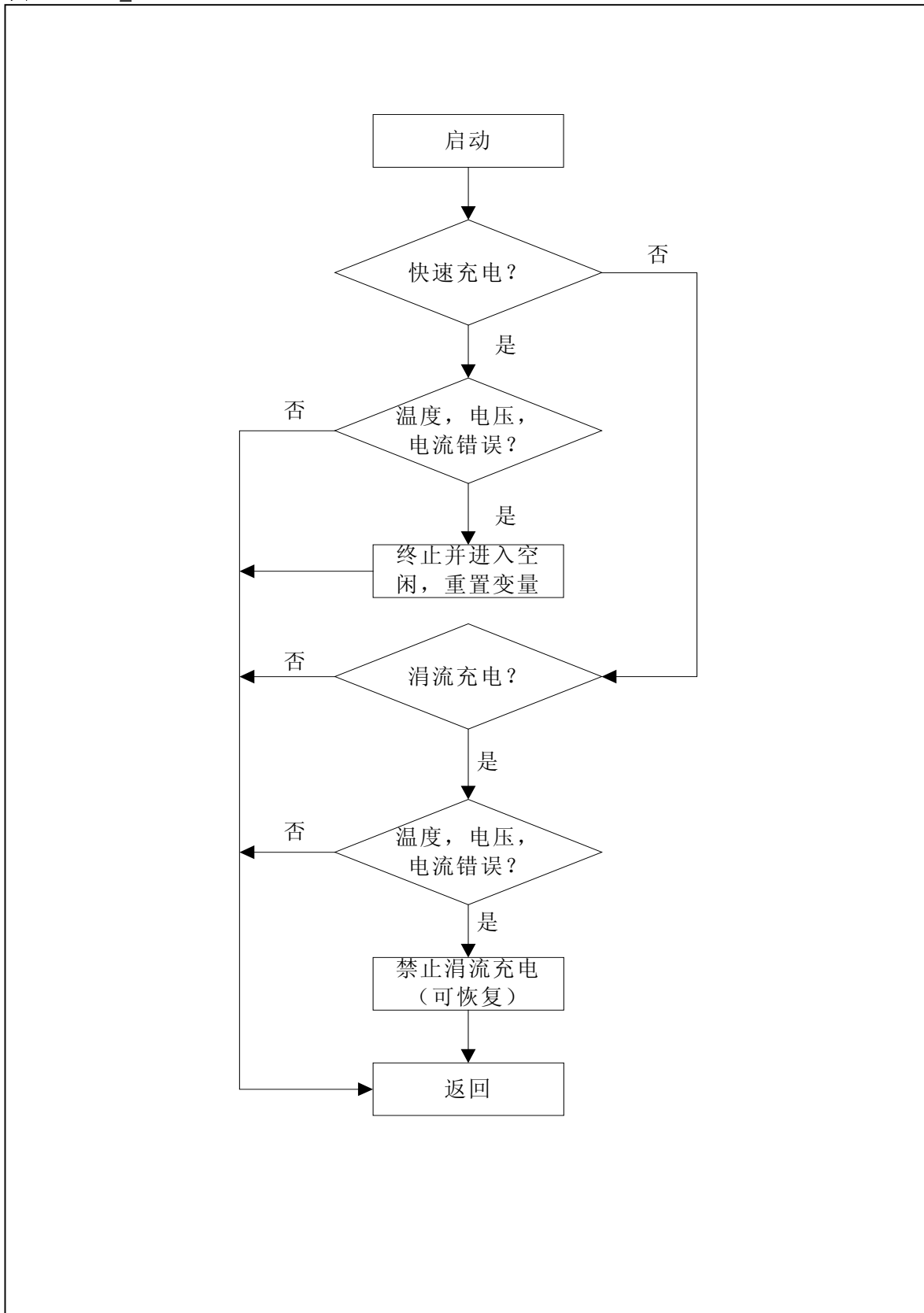
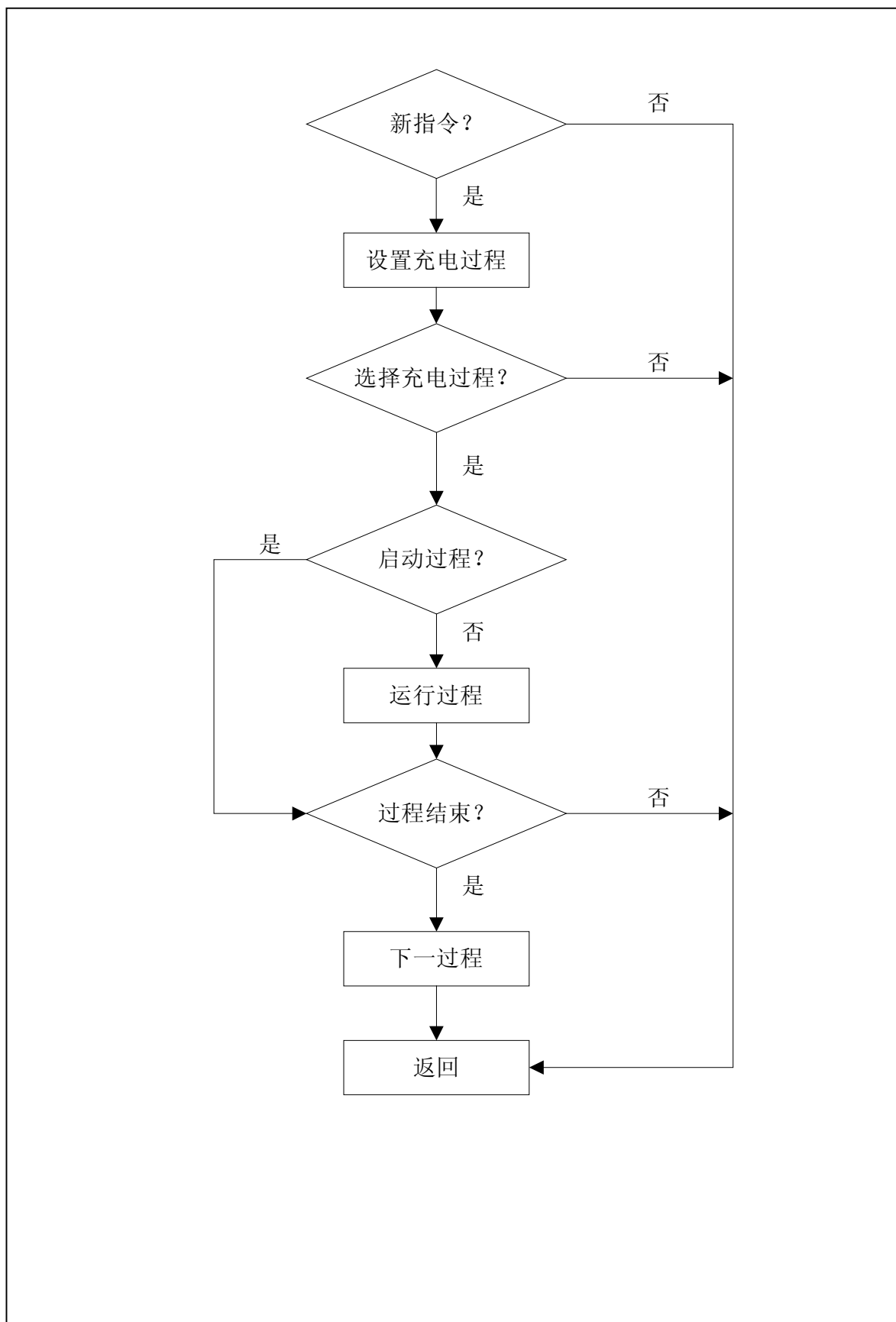


图 19: CONTROL.C



用户自定义

为了在开发模式与独立运行模式之间选择，必须作以下修改：

- 开发模式
- 独立运行模式

开发模式

在开发模式下PIC16C73A 微控制器与PC端的开发软件相连，可以选择电池充放电参数。下面的描述解释了怎样使用开发模式以及用户怎样自定义。

1) MAIN.C

MAIN.C中的语句“#define STAND_ALONE”。这句定义语句是 BATTERY.H 用来包含恰当的文件，函数以及变量。

例：

```
//#define STAND_ALONE
```

2) BATTERY.H

不需要做任何修改，开发模式定义了之后，电池的参数被写入RAM中，因此这些参数可以通过PC机端的上位机软件修改。当然在这个模式下，RAM中用于串行通信的变量也已经被定义好了。

*PWM发生的占空比也被常 FST_CHARGER_限定为最大 85%。如果需要更高的占空比，这个常量可以被修改。

3) INIT.C

不需要做任何修改

4) COMMAND.C

不需要做修改，如果定义为开发模式，将通过RS-232 串行连接收到新的指令，并进行分析、执行。

5) SENSE.C

不需要做任何修改

6) CONTROL.C

不需要做任何修改

7) LIBRARY.C

* 用户需要修正“终止判断函数 (TERMINATE() Delta V) 使它与它们的 零电压斜率 (Zero ΔV) 判断截止时的电压跌落限制相匹配。

如果选择了零电压斜率检测方式，当255秒内还检测不到电压的变化，零电压斜率充电算法程序就会结束充电。如果电压跌落大于7mV，充电算法程序也将判断充电终止。

用户必须修正 FAST_CHARGE()。在开发模式下，充电电流被限制在1100mA。如果需要更大的充电电流，这个限制可以被取消。

用户需要修改 check_temp() 查询表，使用户所用热敏电阻的温度-阻值在表中相对应。

尽管分辨率相同，电压检测 (V_SENSE()) 算法的工作方式与“独立工作”不同。

开发模式的“窗口功能”能提供 5.85 mV/bit的分辨率。因此在开发模式，一个16位的变量被用于电压的读取。这个由5.85 mV/bit的分辨率转化来的变量用于充电监测以及为充电结束提供决策信息。

*所以两种模式的决策方式是一样的。如果系统的工作频率发生改变。串行通信参数也要做适当的修改。

独立运行模式

在独立运行模式下PIC16C72微控制器与PC端的开发软件相连，可以选择电池充放电参数。下面的描述解释了怎样使用开发模式以及用户怎样自定义。

1) MAIN.C

不要在MAIN.C中定义如下语句：

```
"#define STAND_ALONE"
```

这句定义已经被 BATTERY.H 包含，用于包含恰当的文件，函数以及变量。

例：

```
#define STAND_ALONE
```

2) BATTERY.H

用户需要根据自己的电池组修改电池设定。在独立运行模式中，原来在开发模式中RAM中的参数被转移到ROM中。因此充电结束算法是基于这些设定的。

代码例(例1)是BATTERY.H 的例外，它包括三洋 KR1100-AEL 镍镉 (NiCd) 4只串联 电池组的设定。*PWM发生的占空比也被常 FST_CHARGER_限定为最大 85%。如果需要更高的占空比，这个常量可以被修改。

3) INIT.C

不需要做任何修改

4) COMMAND.C

不需要做任何修改，基于“独立工作模式”已经被设定，按键的输入被读取和执行。此模式只支持充电功能。如果两个按键都被按下，两只电池都将根据“状态机”(CONTROL.C)充电。按键输入基于TIC 时钟(0.1 seconds)用来去除抖动。

5) SENSE.C

不需要做任何修改

6) CONTROL.C

不需要做任何修改，独立工作模式没有放电功能。

PICREF-2

7) LIBRARY.C

用户需要修正“终止判断函数 (TERMINATE() Delta V) 使它与它们的 零电压斜率 (Zero ΔV) 判断截止时的电压跌落限制相匹配。

如果选择了零电压斜率检测方式, 当255秒内还检测不到电压的变化, 零电压斜率充电算法程序就会结束充电。如果电压跌落大于7mV, 充电算法程序也将判断充电终止。

用户需要修改 check_temp() 查询表, 使用户所用热敏电阻的温度-阻值在表中相对应。

尽管分辨率相同, 电压检测 (V_SENSE()) 算法的工作方式与“开发模式”不同。

独立模式的“直接检测”能提供 5.85 mV/bit 的分辨率。分辨率能够通过修改硬件来增加。

因此在独立模式, 一个8位的变量被用于电压的读取。

*所以两种模式的决策方式是一样的。

例1: 独立运行模式电池设定

```
*****
BATTERY DEFINITION FOR STANDALONE MODE
*****/
// The following are the definitions for the supplied NiCd battery
// pack.
//
// Battery Charge Temperature 0 to 45 deg C
// Battery Charge Hi Voltage (1.63V per cell) = 6.52V
// Battery Charge Lo Voltage (0.90V per cell) = 3.60V
// Battery Charge Time Limit 60 minutes = 3600 sec
// Battery Fast Charge Rate 1.10A
// Battery Trickle Charge Rate 0.01A
// Battery -dV/dt Threshold (0.03V per cell) = 0.12V
// Battery dT/dt Threshold (2 deg C per minute)
// Battery Discharge Voltage (1.0V per cell) = 4.00V
#define B1_SYSTEM_STATUS 0x60
// Battery 1 Setup: Charge Once, NiCD
#define B2_SYSTEM_STATUS 0xA0
// Battery 2 Setup: Charge Once, NiCD
// #define B1_CHARGE_STATUS 0x70
// Battery 1 Setup: Fast Charge, Abs Voltage Termination
// #define B1_CHARGE_STATUS 0x60
// Battery 1 Setup: Fast Charge, Delta T/Delta t Termination
#define B1_CHARGE_STATUS 0x50
// Battery 1 Setup: Fast Charge, Delta V Termination
// #define B2_CHARGE_STATUS 0x70
// Battery 2 Setup: Fast Charge, Abs Voltage Termination
// #define B2_CHARGE_STATUS 0x60
// Battery 2 Setup: Fast Charge, Delta T/Delta t Termination
#define B2_CHARGE_STATUS 0x50
// Battery 2 Setup: Fast Charge, Delta V Termination
```

```
#define FAIL_SAFE_FC_TEMP_LO 0x00
// STAND_ALONE MODE: 8-bit signed, 0.5 C per bit
#define FAIL_SAFE_FC_TEMP_HI 0x5A
// STAND_ALONE MODE: 8-bit signed, 0.5 C per bit
#define FAIL_SAFE_FC_VOLT_HI 0x70
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 58.5 mV/bit
#define FAIL_SAFE_FC_VOLT_LO 0x3D
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 58.5 mV/bit
#define FAIL_SAFE_TC_TEMP_LO 0x00
// STAND_ALONE MODE: 8-bit signed, 0.5 C/bit
#define FAIL_SAFE_TC_TEMP_HI 0x5A
// STAND_ALONE MODE: 8-bit signed, 0.5 C/bit
#define TERMINATE_ABS_VOLT_HI 0x70
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 58.5 mV/bit
#define FAIL_SAFE_FC_TIME_OUT 0x0E10
// STAND_ALONE MODE: 16-bit unsigned, 1 second/bit
#define FAIL_SAFE_FC_AMP_HI 0x6E
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 10 mA/bit
#define FAIL_SAFE_TC_AMP_HI 0x01
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 10 mA/bit
#define FAIL_SAFE_DC_VOLT_LO 0x44
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 58.5 mV/bit
#define TERMINATE_DV_THRESHOLD 0x9C
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 5.85 mV/bit
#define TERMINATE_DT_THRESHOLD 0x02
// STAND_ALONE MODE: 8-bit unsigned, 0.5 C/minute
```

PICREF-2

测试结果-镍镉 (NiCd) 电池

我们用六组由四只三洋KR1100-AEL 电池组成的电池组测试了用各种结束算法充电后电池的容量，如表5，表6所示。结果表明结束算法的选择与电池的关系密切剩余容量关系密切。（即负斜率检测结束算法的电池的一致性非常好）电池在非常苛刻的条件下以1C的电流充电，0.8C的电流放电 循环使用。（C的定义，参看设计背景 - 电池组 - 充电速率）。这之后，电池组被充分充电。电池的容量是在0.8C的负载条件下测得的。电池放电在电池电压曲线的膝点（大约1.0伏/电池单体）终止。

电池的容量是电池电压在膝点之前，由负载电流对时间的积分算得的。（图20）如表所示，200次充放电之后，被测试的电池组仍然保持超过90%的容量。电池生产厂商的测试数据是在相对不是那么尖刻的条件下测得的(0.1C 充电，0.7C 放电)也显示200次充放电之后，被测试的电池组仍然保持超过90% 的容量。

这些数据仅供参考，电池组的差异包括电池组结构，单体电池，热敏电阻等的特性，热敏电阻的放置位置，电池组用途，电池组使用环境都将影响电池的性能表现。

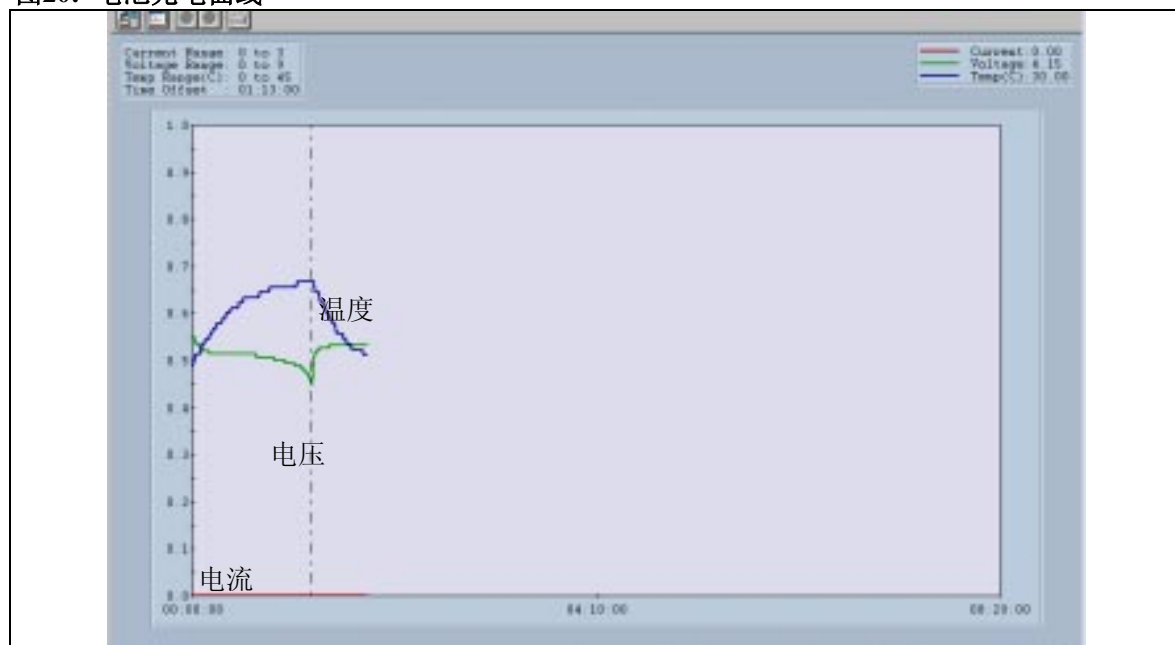
表5: 负电压斜率检测结束方式 (100 mV)

充放电周期	原始容量	最终测试容量	200周期完成后容量百分比
200	1100 mAh	1070 mAh	97%

表6: 温度斜率变化检测结束方式 (1 DEG C/MIN)

充放电周期	原始容量	最终测试容量	200周期完成后容量百分比
200	1100 mAh	1020 mAh	93%

图20: 电池充电曲线



测试结果-NiMH

两只（金霸王）Duracell® 电池组 (DR-15 以及 DR-35) 电池组测试了用负斜率检测 (-ΔV) 结束算法充电后电池的容量。结果表明结束算法的选择与电池的关系密切剩余容量关系密切。

DR-15 分别用 0.8C 的电流，0.6C 的电流重复充放电。这之后，电池组被充分充电。电池的容量是在 0.5C 的负载条件下测得的。电池放电在电池电压曲线的膝点（大约 1.0 伏/电池单体）终止。

电池的容量是电池电压在膝点之前，由负载电流对时间的积分算得的。如表7，表8所示。100次充放电之后，被测试的电池组仍然保持超过92% 的容量。

这些数据仅供参考，电池组的差异包括电池组结构，单体电池，热敏电阻等的特性，热敏电阻的放置位置，电池组用途，电池组使用环境都将影响电池的性能表现。

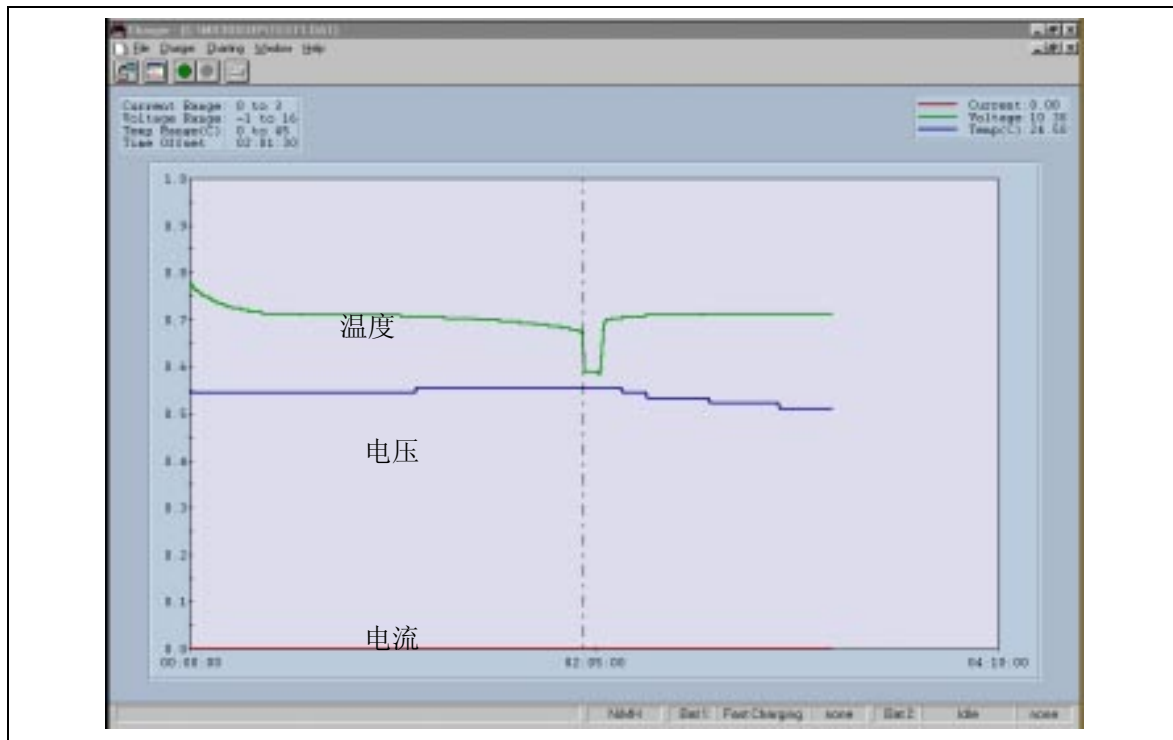
表7: DR-15负电压斜率检测结束方式 (100 mV)

充放电周期	原始容量	最终测试容量	100周期完成后容量百分比
100	1420 mAh	1340 mAh	94%

表8: DR-35负电压斜率检测结束方式 (100 mV)

充放电周期	原始容量	最终测试容量	100周期完成后容量百分比
100	2200 mAh	2020 mAh	92%

图21: 电池充电曲线



PICREF-2

PICREF-2 与 PC连接软件总览

开发模式通过RS-232提供一种PICREF-2与PC机通信的方式。这可以实现实时的电池监测和电池数据记录。PICREF-2的PC端软件是基于Windows平台的，这使得可以方便的为微控制器PIC16C73A微控制器编程，还可以监视IBC的工作状况。

系统配置要求

为了使用充电器，你需要以下东西：

- 装备386 处理器的PC机 (或更高)，运行在386增强模式
- 大于 4 Mbyte 的硬盘空间
- 鼠标或者其他指点设备
- EGA, VGA 指点设备或其他兼容显示设备
- 8 Mbyte RAM
- 一个 (COM)口
- Microsoft® Windows 3.1 (或更高)

系统安装

给PICREF-2通电，然后用串口线将PICREF-2与PC的COM口相连。PIC16C73微控制器中的软件会自动与PC取得联络。

安装充电器

需要进行以下安装：

- 启动 Windows
- 将充电器软盘放入驱动器(例如： A).
- 在Windows 3.1 程序管理器，从菜单中选择运行。Windows 95中，点击开始按钮然后从后级菜单中选择运行
- 在命令窗口中输入 a:\setup (当软盘在A驱中时)。
- 选择OK.
- 根据安装向导完成安装。

安装完成后，将会有有一个如图22所示的充电程序组

图22: 充电器软件图标

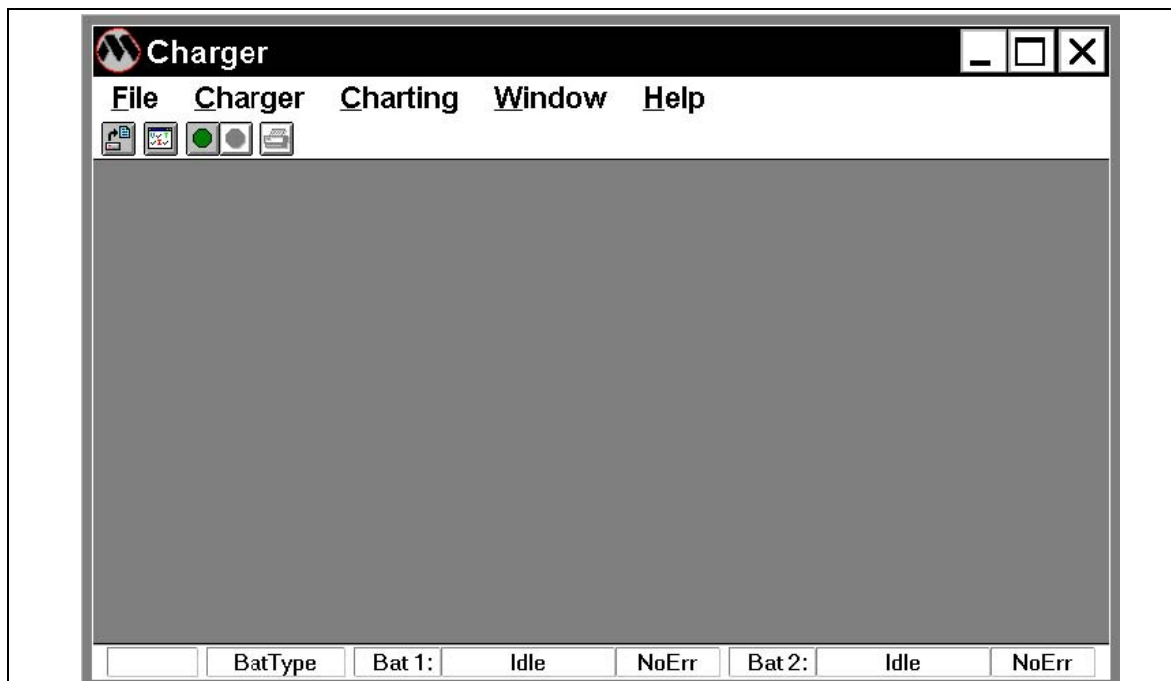


启动充电器

Windows 3.1中，双击充电器软件的图标。

Windows 95中 点击开始，选择程序，然后选择充电器程序组最后选择 (charger.exe).充电界面如图 23所示。

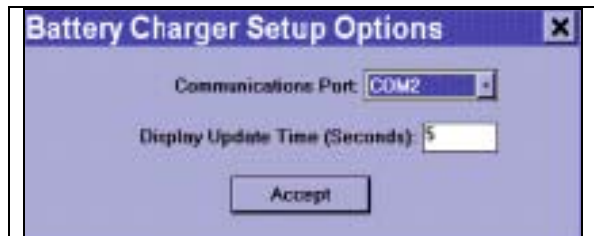
图23: 充电器软件窗口



充电器设置

设置充电器应用程序，先选择菜单下的Option选项，打开Option窗口。如图24所示

图 24: 充电器选项设定



如图所示，选择串行通信口，例如COM2.如果你有不同的串口，从下拉菜单中选取相应的串口。如果PC机没有正确的连接PICREF-2，会有错误提示，退出应用程序，检查PC与PICREF-2的连接以及电源，然后再次启动，重新尝试设置通信口。显示刷新时间（单位秒）是指电池充电数据显示到屏幕上的更新的时间。系统本来为默认的刷新时间。

这个时间可以通过输入新的时间来更改。输入值的范围是1秒 到 60,000 秒(1000分钟或者将近17 小时)。设置结束后，点击确认按钮。

充电器配置

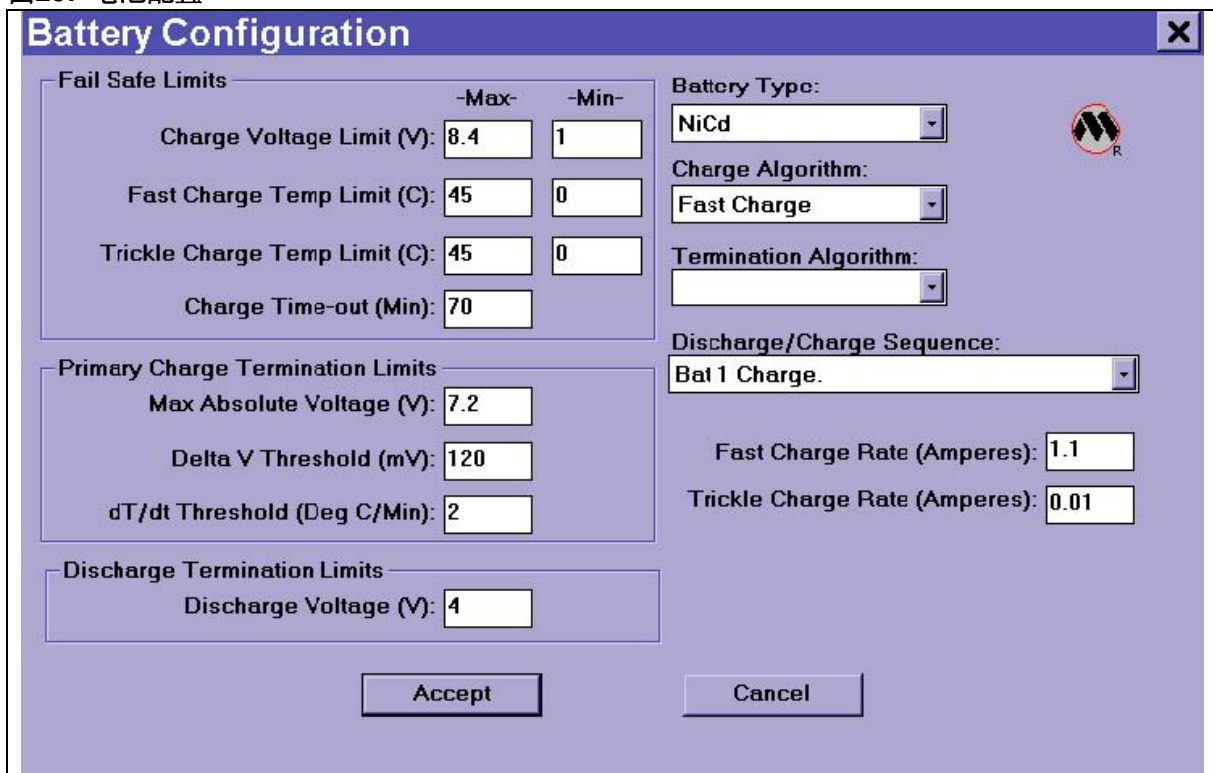
充电器是第一次，系统会自动运行充电器配置窗口，如图25所示，以后其他时候可以通过选择 Menu→Charger Configure打开该窗口。

电池配置参数以及值如下所示： .

自纠错限制

- 充电电压 限制 (V):
最大 值: 0V to 15V,
最小 值: 0V to 15V.
- 快充温度 限制 (C):
最大 值: 0°C to 60°C,
最小 值: -20°C to 0°C.
- 涓流充电温度 限制 (C):
最大 值: 0°C to 60°C,
最小 值: -20°C to 0°C.
- 充电时间限制 (Min):
值: 0分钟 to 541分钟 (9小时多).

图25: 电池配置



PICREF-2

主要充电终止条件

- 最大绝对电压 (V):
值: 0V - 15V.
- ΔV (负斜率或零斜率) 限制 (mV):
值: 0 mV - 1500 mV.
- 时间变化率 限制 (Deg C/Min):
值: 0°C/Min - 5°C/Min.

放电 终止限制

- 放电 电压 (V):
值: 0V - 15V.

电池 类型

- 铅酸 (Pb-Acid) 带温度
- 铅酸 (Pb-Acid) 不带温度
- 镍镉 (NiCd)
- 镍氢 (NiMH)
- 锂电池 (Li-Ion) (不提供)

充电 算法

- 快速 充电
- 涓流 充电

充电终止算法

- 电压斜率 ΔV (负斜率或者零斜率)
- 温度变化 $\Delta T/\Delta t$
- 绝对 电压

放电/充电 顺序

- 电池 1 与 2 放电/充电 一次
- 电池 1 与 2 放电/充电 循环充放
- 电池 1 放电, 电池 2 充电
- 电池 1 充电, 电池 2 放电
- 电池 1 放电
- 电池 1 充电
- 电池 1 放电/充电 一次
- 电池 1 放电/充电 循环充放
- 电池 2 放电
- 电池 2 充电
- 电池 2 放电/充电 一次

快速 充电 速率 (安培)

- 快速 充电 速率 (安培):
值: 0A - 2.55A.

涓流 充电 速率 (安培)

- 涓流 充电 速率 (安培):
值: 0A - 0.3A.

如果你对各种工艺的电池以及他们的充电算法不是很熟悉, 请参考设计背景部分。

充电器运行

一旦充电应用程序设置和配置完毕。充电程序菜单点击开始或者直接点击“充电”可以启动充电器。同样点击菜单的暂停或者直接点击终止充电可以终止充电。

充电软件菜单

充电器应用程序有5个菜单选项: 文件, 充电器, 绘图, 窗口, 以及帮助。

文件选项

文件选项包括如下命令:

Open	打开已有的数据文件
Print...	打印文档
Print Setup...	设置打印选项
Window Color	编辑窗口背景颜色
Window Font	编辑窗口字体
Exit (Alt-F4)	退出充电器程序

充电器选项

充电器选项包括如下命令:

Stop Charging	停止电池充电
Start Charging	开始电池充电
Charger confg	设置电池充电参数
Options...	设置通信以及绘图选项

绘图选项

绘图选项包括如下命令:

Center On Marker	以标注位置从中心放大
Max Zoom In	每个图格显示一个数据点
Max Zoom Out	在图上显示已得到的数据点
Zoom In	增加数据点分辨率
Zoom Out	降低数据点分辨率
Display Configuration	显示设置以及绘图参数

窗口选项

窗口选项包括如下命令:

Cascade	最小化窗口
Tile	垂直拉伸窗口
Arrange Icons	重排图标
Close All	关闭所有窗口

帮助选项

暂时没有在线帮助。

充电例1: 镍镉电池电压斜率检测充电

PICREF-2使用电压斜率终止检测算法为三洋NiCd充电电池组充电, 设置方式如图26所示。

PICREF-2配置完毕后可以开始充电, 点击开始充电会出现一个电池文档储存菜单, 这里可以设置文档名以及所存储的文件夹。选择完毕后点击OK。

充电的同时会产生充电曲线 (图 27)。点击 **Stop Charging** 按钮停止充电。点击充电曲线图表的任何一点, 就会留下一个标记, 该点的电流, 电压以及温度信息就会显示出来。(在右上方的数据栏)做记号时间偏移量也会显示。(在左上方的数据栏)

图26: 镍镉NiCd电池电压斜率充电配置数据 (负斜率或零斜率)

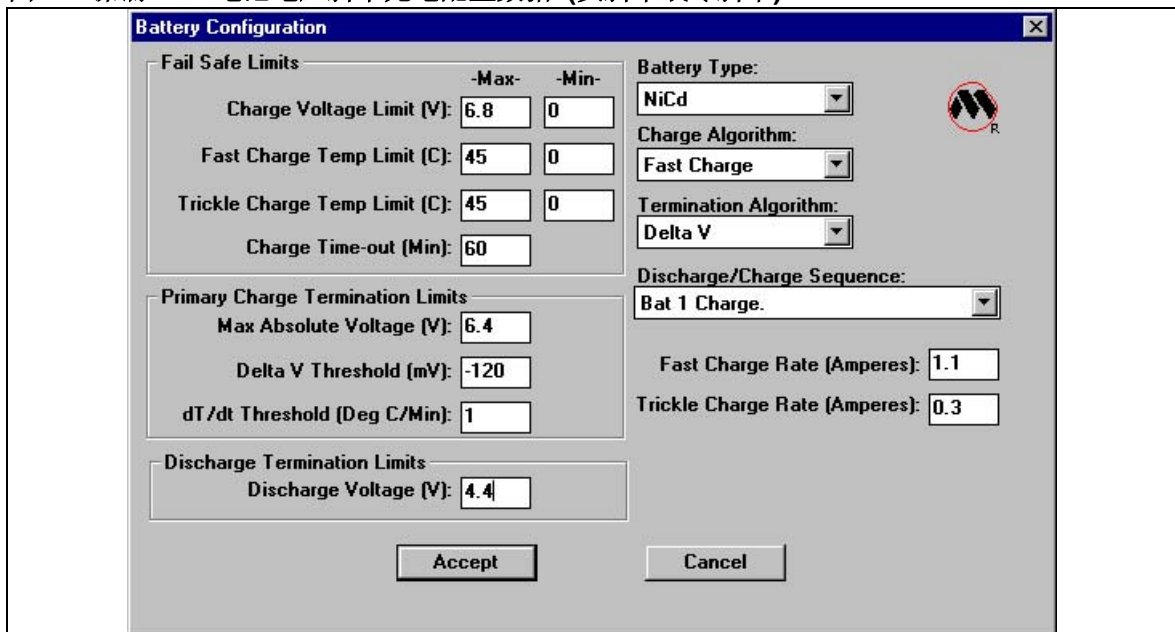
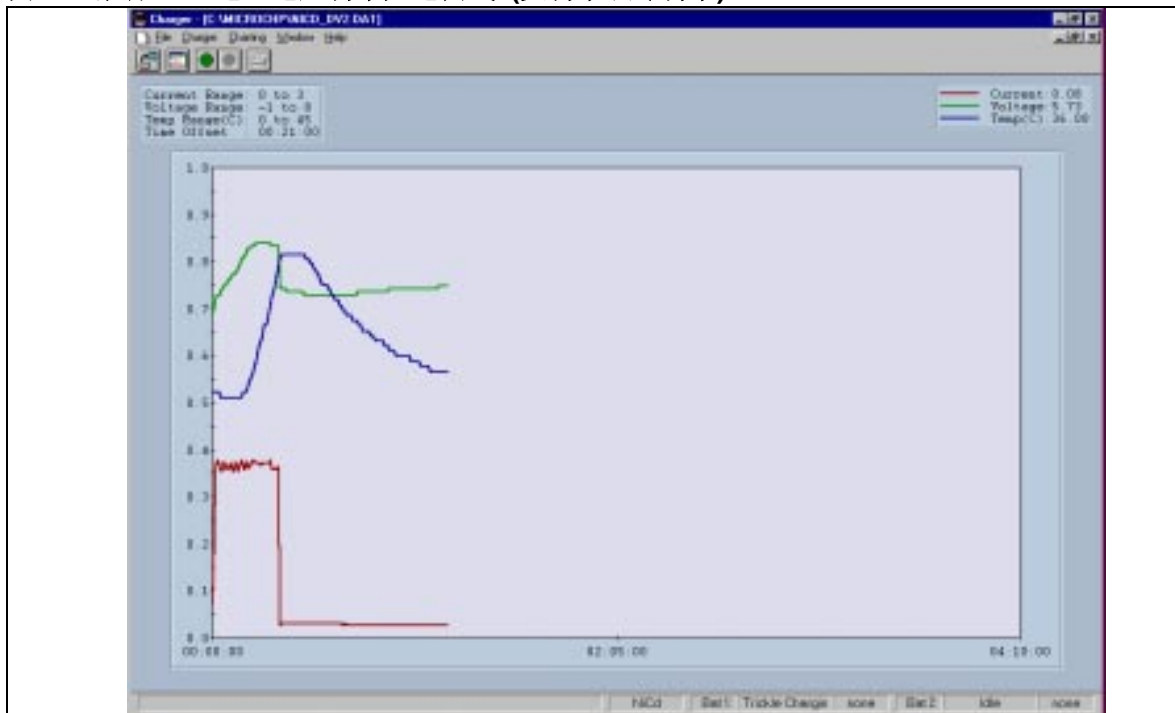


图27: 镍镉NiCd电池电压斜率充电曲线 (负斜率或零斜率)



PICREF-2

充电例2: 温度变化率镍镉电池NiCd充电

PICREF-2使用温度变化率终止检测算法为三洋NiCd充电电池组充电, 设置方式如图28所示。

PICREF-2配置完毕后可以开始充电, 点击开始充电会出现一个电池文档储存菜单, 这里可以设置文档名以及所存储的文件夹。选择完毕后点击OK。

充电的同时会产生充电曲线 (图 29)。点击 **Stop Charging** 按钮停止充电。点击充电曲线图表的任何一点, 就会留下一个标记, 该点的电流, 电压以及温度信息就会显示出来。(在右上方的数据栏) 做记号时间偏移量也会显示。(在左上方的数据栏)

图28: 镍镉NiCd电池温度变化率充电配置数据

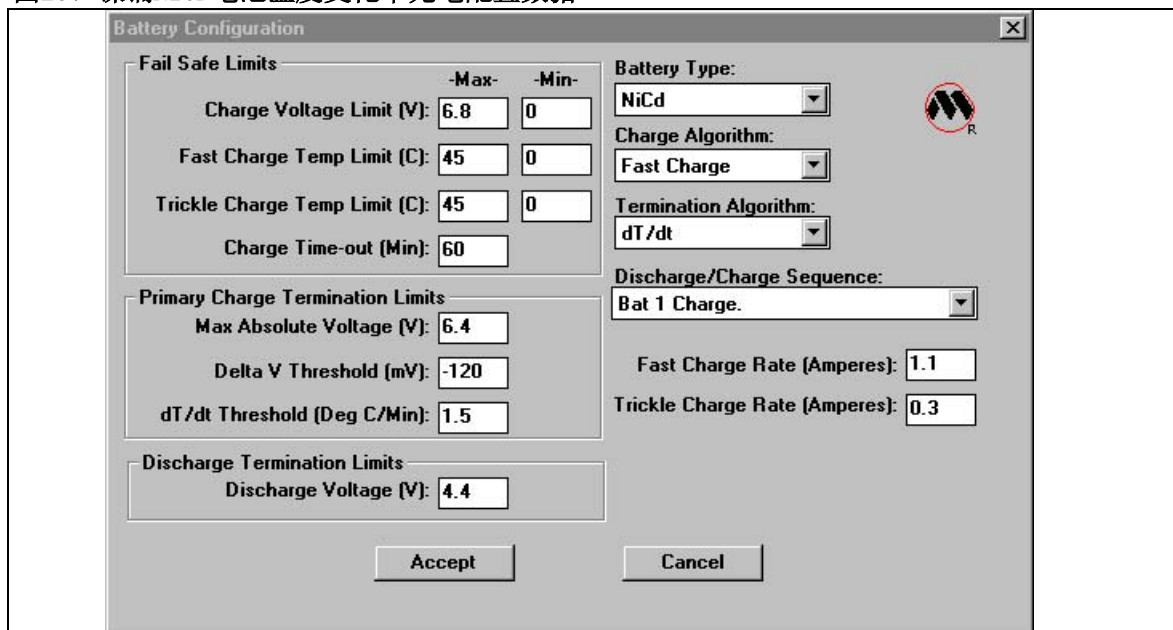
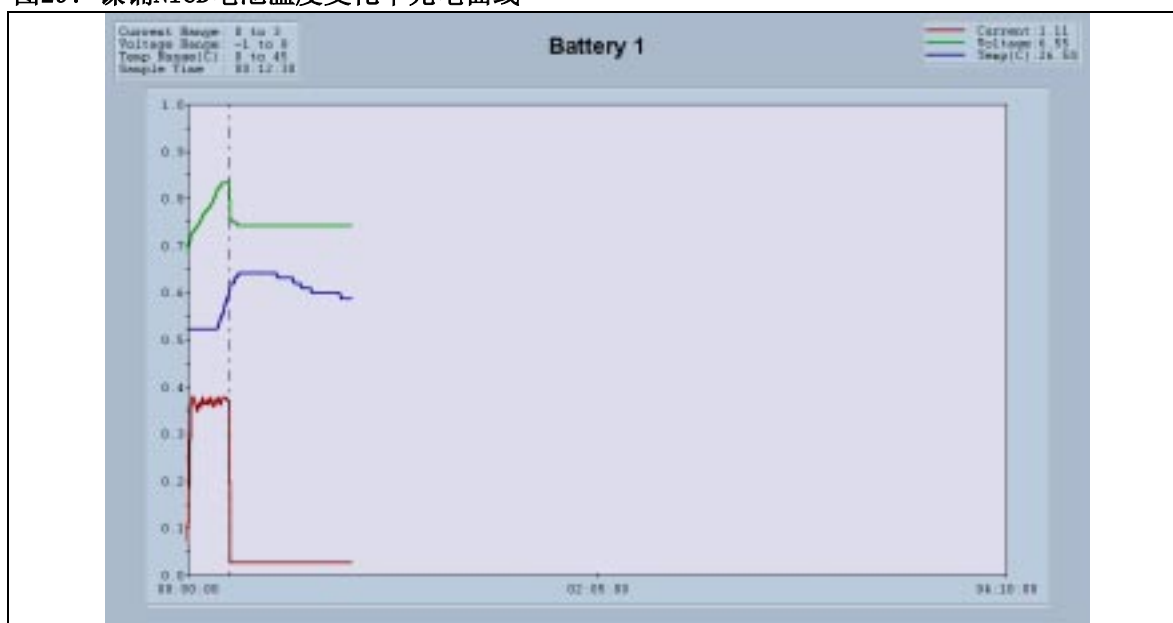


图29: 镍镉NiCd电池温度变化率充电曲线



充电例3: 镍氢电池电压斜率检测充电

PICREF-2使用电压斜率终止检测算法为镍氢充电电池组充电, 设置方式如图30所示。

PICREF-2配置完毕后就可以开始充电, 点击开始充电会出现一个电池文档储存菜单, 这里可以设置文档名以及所存储的文件夹。选择完毕后点击OK。

充电的同时会产生充电曲线 (图 31)。点击 **Stop Charging** 按钮停止充电。点击充电曲线图表的任何一点, 就会留下一个标记, 该点的电流, 电压以及温度信息就会显示出来。(在右上方的数据栏)做记号时间偏移量也会显示。(在左上方的数据栏)

图30: 镍氢NIMH电池电压斜率充电配置数据 (负斜率或零斜率)

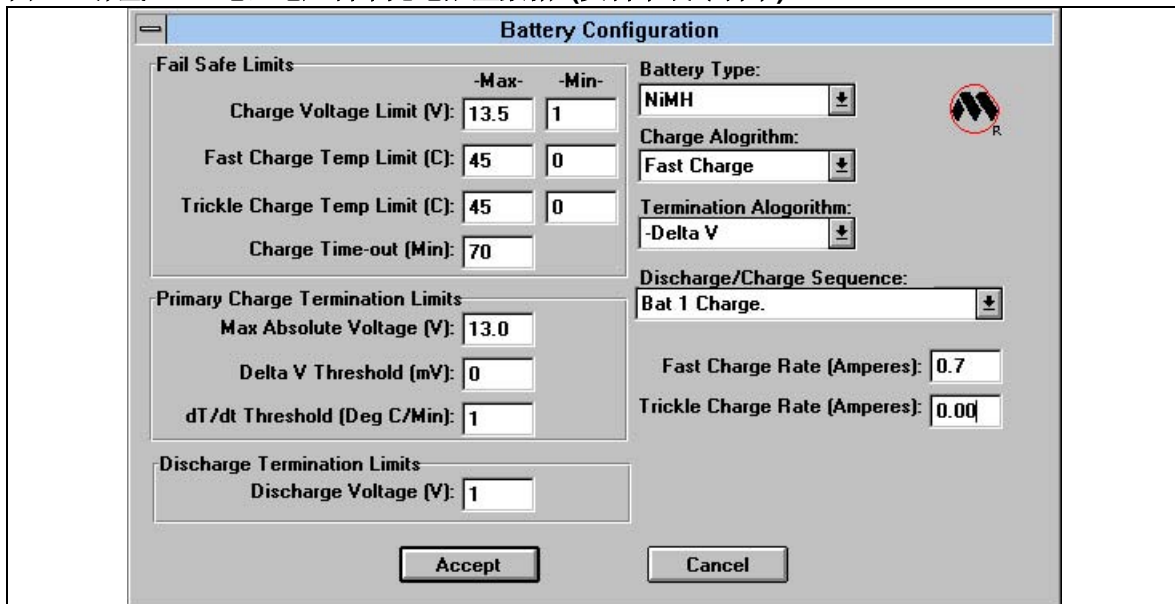
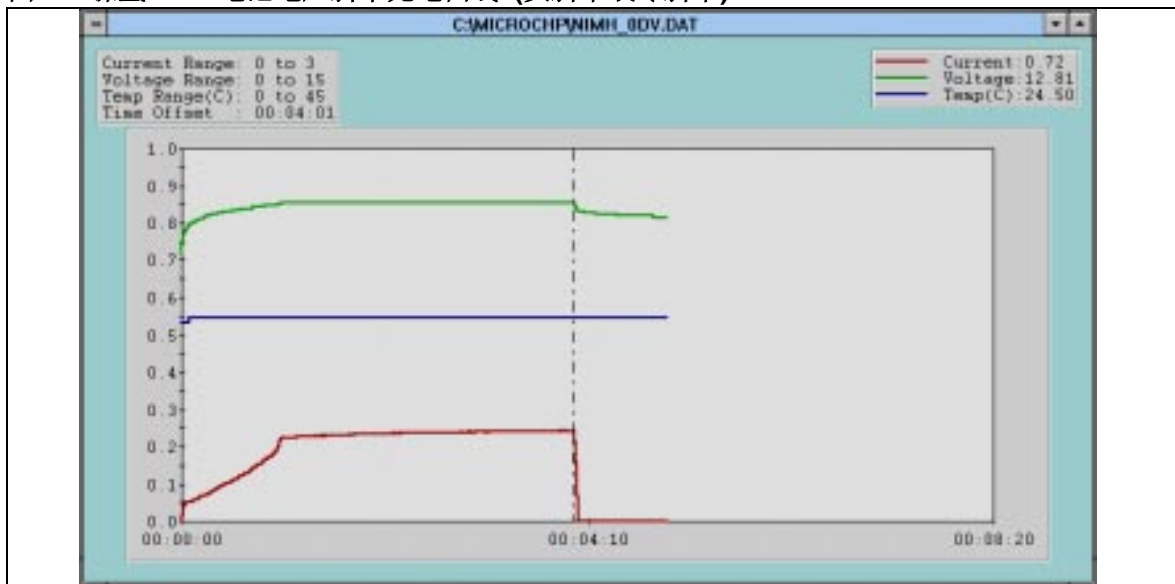


图31: 镍氢NIMH电池电压斜率充电曲线 (负斜率或零斜率)



设计背景

前面的部分描述了如何用微控制器来设计一只智能充电器。但是如果客户想要改变这个设计的一些部分，他需要充分理解为什么这台充电器要如此设计。也就是理解电池，各种电池工艺，充电方法。这些理解是必要的。

电池工艺

表9列出了现有的电池生产工艺，电池的生产厂商以及他们生产的电池的规格信息。

表9: 电池规格

电池工艺	生产厂商	规格
镍镉NiCd	Sanyo	4.8V - 12.0V @ 1.1Ah - 1.7Ah 容量
镍氢NiMH	Duracell®	DR-XX: 4.8V - 12.0V @ 1.2Ah - 2.8Ah容量
铅酸	Yuasa™	NPX: 4.0V - 12.0V @ 2.0Ah - 7.0Ah 容量
锂电池Li-Ion	GS B@teries	LP9: 3.6V @ 0.8Ah 容量 (石墨电极)

电池组

电池组有以下连接方式 有以下连接方式:

- Battery V+
- Battery V-
- 热敏电阻接口

电池组容量

电池组的容量是所使用的单体电池的函数。单体电池可以是标准电池，耐高温电池，大容量电池，或者是超高容量电池。快速充电电池有相对较大的负极板气体吸收特性。这样允许小于一小时的充电时间。耐高温电池含有分离器（通常是聚丙烯）可以工作在高于65°C 的温度。大容量电池有大容量的正负极板，能够提供比标准电池大30%的容量。超大容量电池有增强的大容量的正负极板，能够提供比标准电池大80%的容量。小容量电池应用场合是指1200mAh的容量范围，大容量电池的容量是指3000mAh。PICREF-2提供对两种容量应用场合的支持。硬件也要改动为支持3000 mAh。

充电速率

充电速率是用电池容量C来定义的。例如容量为3000 mAh的电池，1C的充电速率对应的充电电流是3.0安培

最大充电速率

应急设备，警报系统，记忆备份等应用场合的负载是浮动的。这些场合持续为电池充电，当主电源消失，电池将为这些设备供电。这些电池的寿命通常是用年来衡量的。

摄像机，便携音频设备，移动电话，移动电动工具等是循环负载。这些设备将电池当作主要能源。电池被耗尽然后重复使用。这些电池的寿命通常是用充放电周期来衡量的。

充电注意事项

气体溢出 & 热失控

充电时必须将产生的气体控制在安全限度之内。生产厂商通常用增大负极来补偿。同样，热量也会使分离板恶化从而弱化极板。电池充电时，释放的气泡积聚在极板上，这将减少极板的有效面积，这会增加电池的电阻。当电池接近充饱的时候，气体的放出以及放热都会增加。这使电池电阻增加，这又会产生更多的气体。这种情况叫做热失控。为铅酸电池充电时应使用低于产生气体的电流。

记忆效应

记忆效应是由结晶产生的，周期性的完全放电可以减轻记忆效应。因此每次使用镍镉电池时都应完全放电。

电压下降

一只密封镍氢电池不完全放电，然后进行充电将导致可恢复的电压跌落以及容量减少。这将导致所谓的电压跌落或者所谓的“记忆效应”。电压跌落以及容量减少之所以会发生是因为只有部分活性物质被充放电。没有比充电的部分活性物质物理特性将发生改变，从而导致电池内阻的上升。通过循环的充放电可以使活性物质恢复为原来的状态。

过放电

当一个多只电池组成的电池组充电时。容量最小的电池最先充电饱和。

如果紧跟着放电容量最小的电池被强制过放电，电压被强制，这将使该电池的极性倒置。这是由这是由正电极放电然后产生氢气导致的。气体可能被负电极的残留物吸收。如果放电继续，活性物质耗尽，负极将产生氧气。

为了尽量减少极性倒置，单体电池的容量的差异应小于5%

自放电

*自放电是由电池正极残留的氢气与两个电极的反应分解产生的。自放电会随着温度的增加而增加。(表10)。

表10:30天的自放电情况

电池工艺	温度(摄氏度)	剩余容量
镍镉NiCd	0	90%
	20	80%
	45	30%
镍氢NiMH	0	90%
	20	80%
	40	40%

充电结束方式

镍氢，镍镉，锂电，铅酸电池的充电终止算法的控制分为主要控制和防故障控制。设计应用了两种充电模式：大电流快速充电模式以及小电流涓流充电模式。因为快速大电流充电不允许没有限制地持续下去，系统提供了几种备用的防故障装置来确保安全。

涓流充电模式也提供防故障装置，电压或者温度超限的时候充电会终止。

在编程设置的限制达到之前，快速充电会根据主要终止算法的设定而继续。当主要充电终止参数满足充电终止条件后，充电会终止，即使防故障装置参数没有达到终止限制。

快速充电模式正常终止之后，系统会自动进入涓流充电模式。但是如果是防故障终止后，系统不会进入涓流充电模式。

表11:快速充电命名法

名字	符号	公式
Negative Delta V	-DV	-dV/dt
Zero Delta V	Zero DV	dV/dt = 0
Delta T / Delta t	DT/Dt	dT/dt

表12:快速充电终止算法

快速充电终止方式	锂电	镍氢	镍镉	铅酸
-DV			X	
Zero DV		X		
DT/Dt		X	X	
绝对电压	X			X

表13:防故障终止算法

自纠错终止方式	锂电	镍氢	镍镉	铅酸
限时充电	X	X	X	X
温限	X	X	X	X
压限	X	X	X	X

充电终止算法的基本流程图如图12所示。在电池电压以及温度在达到安全限制之后将被监测。电池然后用初始设定进行一段时间的充电，因此可以保证正确的电池操作，错误的终止信号被滤除掉。滤除掉。快速充电终止的条件是主要终止条件满足或者是防故障条件满足。

快速充电终止

快速充电模式容许对电池组的快速大电流充电。尽管有很多充电技术。这个参考技术中所用的有：

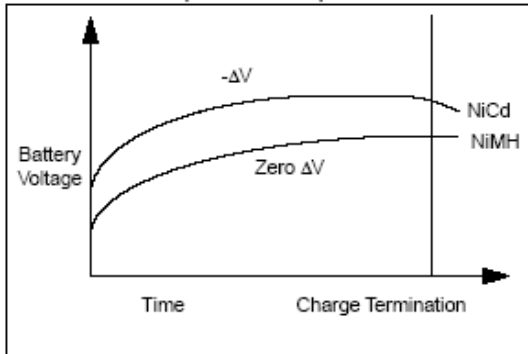
- 电压负斜率 (-ΔV) 充电终止
- 电压零斜率(Zero ΔV) 充电终止
- 温度变化率(ΔT/Δt) 充电终止
- 绝对电压 充电终止

电压负斜率或零斜率充电终止

当镍镉电池充饱的时候，它的电压会下降，电压负斜率方式就应用镍镉电池这个特性，当电压的斜率变负，判断终止。这个方法广泛的用在镍镉电池的充电场合。

镍氢电池的电压跌落没有镍镉电池大，因此零电压斜率方法用在镍氢电池场合。当镍氢电池充饱的时候，它的电压值趋近平缓，电压零斜率方式就应用镍镉电池这个特性，当电压的斜率趋近平缓，判断终止。图32 表明了这些特性。

图32: 电池电压与时间关系的对比 (镍镉/镍氢)



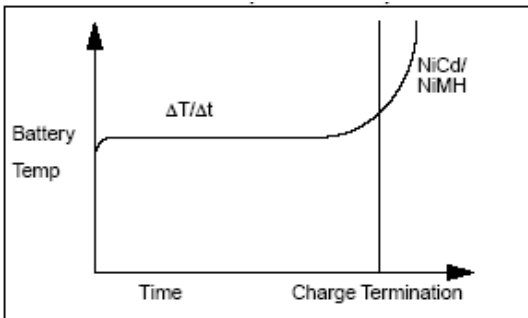
温度变化率终止方式

当镍镉 NiCd 或者 NiMH 电池 充电的时候，电池组会快速升温。这是因为电能转化为热能的迅速增加。

温度变化率检测方式应用电池的这性质，用热敏电阻检测温度的增加，控制器计算温度的时间变化率，将算得值与预先设定值相比较，如果算得值大于或等于设定值，它将结束快速充电。

图33 表明了这个特性。

图33: 电池温度与时间关系的对比 (镍镉/镍氢)

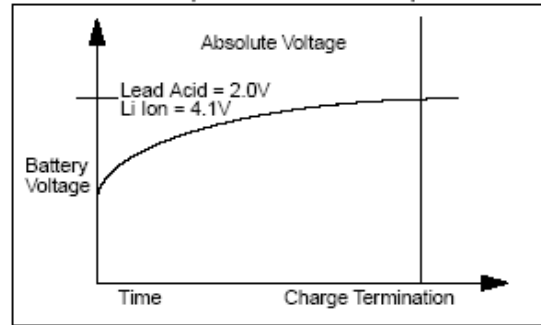


绝对电压终止方式

当锂电池或者铅酸电池充电的时候，电池电压达到生产工艺所决定的上限，绝对电压方法应用这个特性，当电池电压达到这个限制的时候，终止充电。不要把这个与电压防故障算法混淆，防故障算法是一个快速充电算法的补充算法，而且它是时时工作的。绝对电压终止算法是一个主要算法。他只有在使用绝对电压终止算法时才启动。

图34 表明了它的特性。

图34: 电池电压与时间关系的对比 (锂电/铅酸)



防故障终止方式

防故障终止方式包括:

- 定时终止方式
- 温度过高/过低终止方式
- 电压过高/过低终止方式
- 涓流充电方式

定时终止方式

定时终止方式可以做为任何充电终止方式的防故障方式。如果主要充电算法在设定的时间内没有终止充电，定时充电会终止充电。

温度过高/过低终止方式

温度过高/过低终止方式可以做为任何充电终止方式的防故障方式。温度过高或过低都被监测，温度过高或者过低，快速充电都不能够被启动。当温度回到设定范围内，充电能够重新开始。

电压过高/过低终止方式

电压过高/过低终止方式可以做为任何充电终止方式的防故障方式。电压过高或过低都被监测，电压过高或者过低，快速充电都不能够被启动。当电压回到设定范围内，充电能够重新开始。

涓流充电模式

涓流充电模式可以在充电或者放电都休止的状态下为电池继续充电，保持100%充电的状态。电流的大小取决于驱动电流源的PWM信号的占空比。定时终止方式，温度过高/过低终止方式，电压过高/过低终止方式等防故障终止方式都可以外挂涓流充电模式。

参考资料

参考以下书本，可以得到更多电池信息：

- “Handbook of Batteries” 第二版， McGraw-Hill, David Linden, 1995
- “Rechargeable Batteries Applications Handbook,” Butterworth-Heinemann, 1992

设计修改

这个设计参考只是起引导作用，用户应该根据需求来进行修改。这部分为用户指出了用户在自己设计中可以进行修改的地方。

- 这个设计可以改为用PIC16C711微控制器设计一个单电池充电器。(图 35 以及 图36).这个设计的硬件是现成的，但是软件需要另行开发。
- 几个选择性的电路可以根据用户需求而选择，***选择的目的是平衡成本和性能。

图35: PIC16C711 管脚图

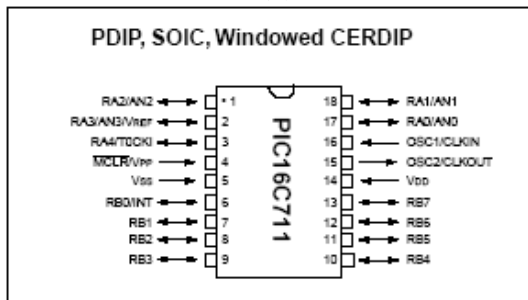
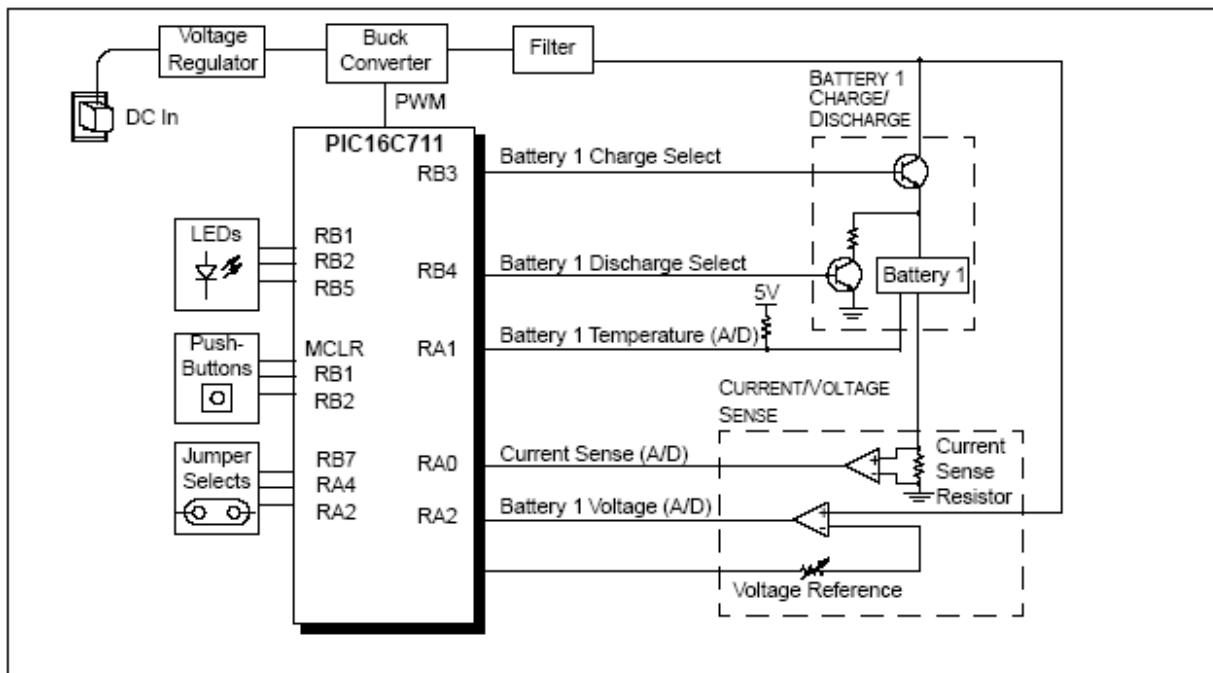


图36: PICREF-2智能电池充电器——单电池系统



PICREF-2

附注:

附录A: 系统规格

电压范围: 7V - 24V DC, 决定于电池组的最大容量:

3000 mAh @ 25°C

最大充电电流: 2.0A (L2 w/o L3)

1.3A (L2 和 L3)

操作温度: -20°C - 60°C

A.1 最小充电系统

最小充电系统原理图在 附录B。这个系统只能充电 (不能放电)。PIC16C72微控制器在系统中使用, 意味着智能工作在独立运行模式。使用了稳压器 U10 而且没有输入滤波器。

A.2 完整充电系统

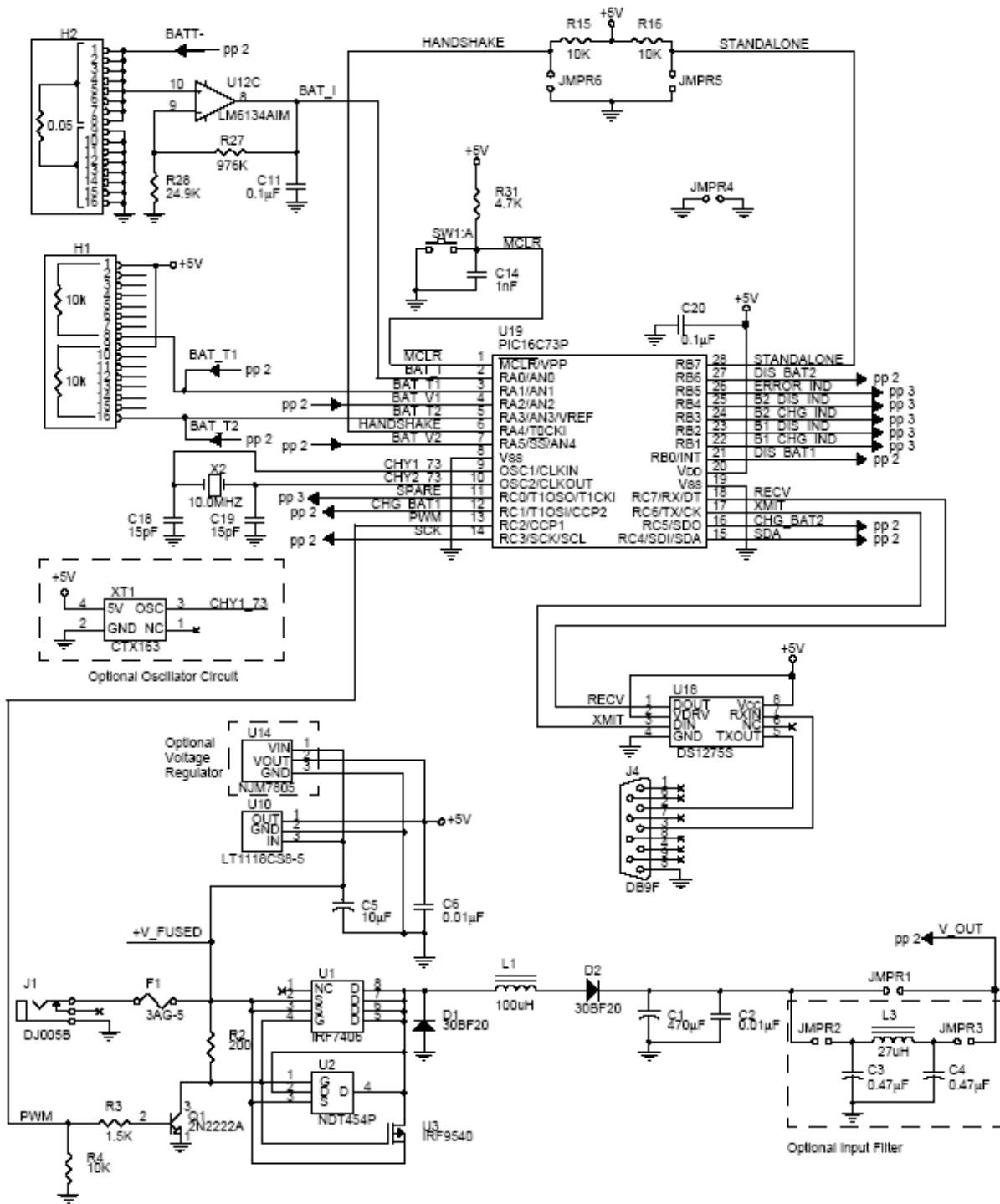
完整充电系统原理图在 附录C。这个电路包括所有选择电路, 设计者可以根据意愿选择。

MAIN原理图中包括PIC16C73A微控制器, 但是也可以选择PIC16C72 (仅独立运行模式) 或PIC16C711 (仅独立运行模式, 单电池)。MAIN原理图中还有一只10 MHz的晶体振荡器, 该晶体可以用XT1 (CTX163)替换。在使用PIC16C72微控制器的情况下, 可以使用晶体X1 或者 XT2。(CTX163)

附录C完整充电系统原理图

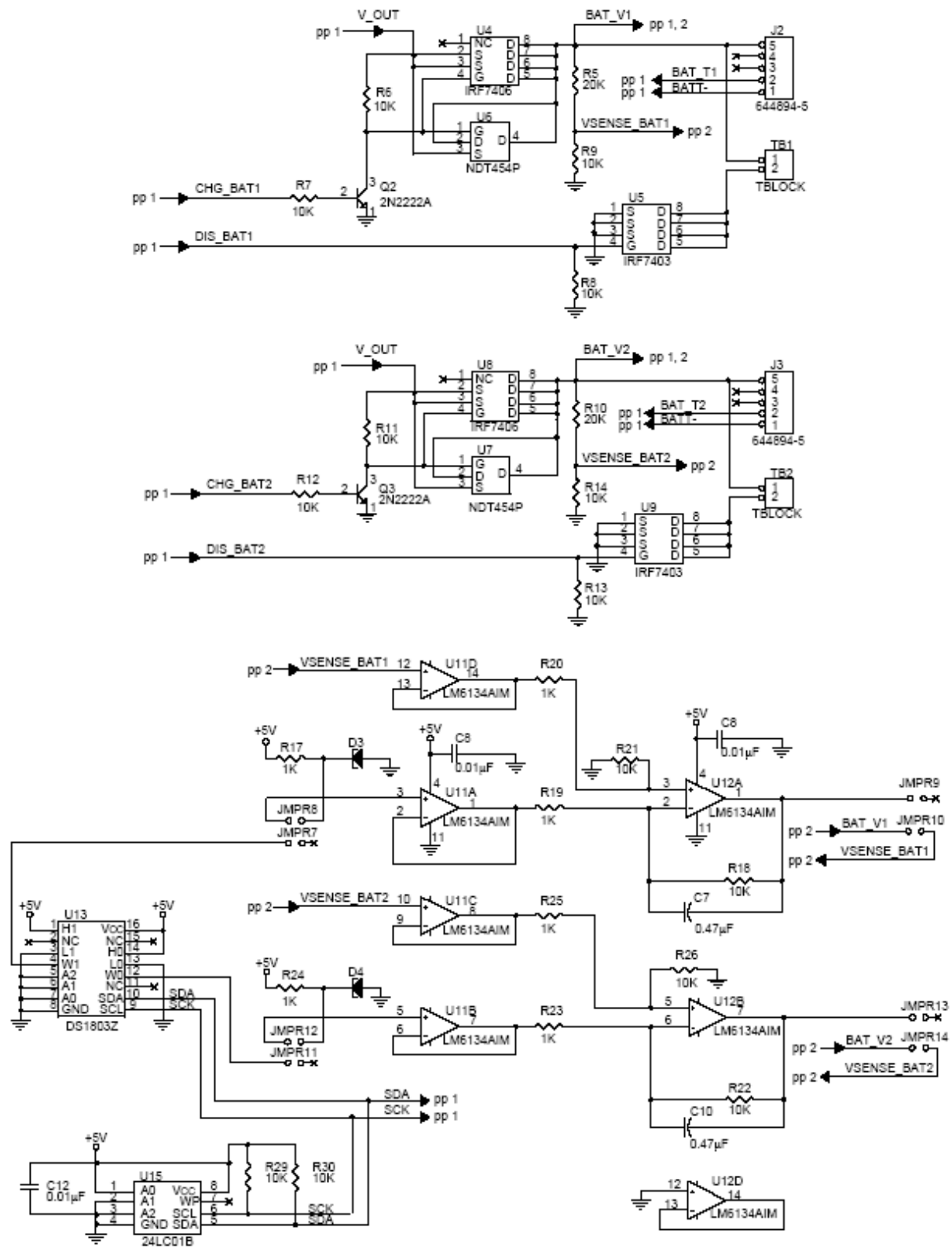
原理图的电子版可以从Microchip BBS 或者网站得到 (OrCAD, DOS v4.40)。

C.1 PICREF-2完整充电系统原理图- 1 of 3



PICREF-2

C.2 PICREF-2完整充电系统原理图- 2 of 3



PICREF-2

附录D: 软件列表

下面列出的PIC16C7X软件源代码的电子版可以从Microchip BBS 或者网站得到。源代码是用C语言编写，可以用MPLAB-C 编译

源代码文件:

- battery.h
- control.c
- command.c
- init.c
- library.c
- sense.c
- main.c

附录E: PICREF-2 与 PC通信协议

这部分描述了PICREF-2智能充电器与PC上位机的通信协议。实物连接以及数据连接通过RS-232串口实行。这个协议组成了通信层。就是提供PICREF-2智能充电器与PC上位机一个传送控制和数据信号的通道。协议由，信息格式，命令，以及每个命令的数据定义。

这是一个主从协议，PC机控制着来两个单元间的信息流动。就是说PICREF-2仅仅回应上位PC的数据请求。

上位PC机传送命令或者配置数据给PICREF-2，或者要求返回状态信息。RS-232连接的波特率是9600，8位，一位停止位，无奇偶校验位，二进制数据。

E.1 信息格式

PICREF-2智能充电器与PC上位机的通信格式如下：

<command> <data1> <data2> ...

<dataN> <checksum>

<command> 表示一个控制字节，

<data#>表示一个或多个与控制字节关联的数据字节。

<checksum>表示一个8位的校验和，校验和是由传送信息的总字节数决定的。(控制字节和数据字节)***。

PICREF-2传给PC的数据格式除了没有控制字节外，其余和上面是一样的。PICREF-2仅有一个数据定义，因此受字节不需要同数据字节作区分。

E.2 握手

PICREF-2为了避免使用中断，协议中建立了握手信息。既是，PICREF-2将收到的信息原封不动返回给上位PC

上位PC机在一秒内收不到回馈，或者收到的数据不对，上位机会重发数据。注意，上位PC不回馈数据给PICREF-2。也就是说，握手是单向的。

PICREF-2

E.3命令 & 数据定义

上位 PC 与 PICREF-2 的通信命令定义如下:

- 系统使能
- 配置
- 传送数据
- 传送设置信息

E.3.1 系统使能命令字 (04h)

这条命令传送 系统 (字节 1) 以及 充电使能 (字节 2) 字节,。他们各自覆盖原有的设置, 初始化相应操作, (例如充放电)。这个命令也有重新清除电池错误字节, 以及充电算法。数据位定义如下。

信息格式

PC上位机:

04h	System Enable Byte	充电 Enable Byte	Checksum
-----	--------------------	----------------	----------

字节1: 系统使能字节 (充放电顺序)

电池 充电/放电 模式	电池 化学成分
bit7	bit0
bit 7-4: 电池 充电/放电 模式	
0000 = 空闲 模式	
0001 = 特别 模式 - 放电 B1/充电 B2 (原型机不支持)	
0010 = 特别 模式 - 充电 B1/放电 B2 (原型机不支持)	
0011 = 电池 1 & 2 放电/充电 一次 模式	
0100 = 保留字	
0101 = 电池 1 放电 模式	
0110 = 电池 1 充电 模式	
0111 = 电池 1 放电/充电 模式	
1000 = 保留字	
1001 = 电池 2 放电 模式	
1010 = 电池 2 充电 模式	
1011 = 电池 2 放电/充电 模式	
1100 = 保留字	
1101 = 电池 1 & 2 放电 模式	
1110 = 电池 1 & 2 充电 模式	
1111 = 电池 1 & 2 放电/充电 重复 模式	
bit 3: 保留字	
bit 2-1: 电池 化学成分 (假设 电池 1 与 电池2 同型号)	
00 = 镍镉NiCd 使能	
01 = 镍氢NiMH 使能	
10 = 铅酸 使能	
11 = 锂电池 使能 (临时)	
bit 0: 保留字	

字节 2: 充电使能字节

充电 算法	充电 Term. 算法		
-------	-------------	--	--

bit7 bit0

bit 7-6: 充电 算法

- 00 = 保留
- 01 = 快速 充电 算法
- 10 = 涓流 充电 算法
- 11 = TBD

bit 5-4: 充电 终止 算法

- 00 = 不启动 (防故障是时时启动的)
- 01 = 电压斜率 (零斜率或者负斜率)
- 10 = 温度变化率
- 11 = 绝对电压

bit 3-0: 保留

E.3.2 配置字 (2Ah)

这个命令传送配置数据给PICREF-2. 这条命令用于将从PC输入充电设备的细节参数传给PICREF-2。这些数据会覆盖以前的设置，但是不会开始任何新的操作。

如果PICREF-2在充放电过程中收到配置字。现有操作会停止。（既是在不要在充放电过程中更改设备参数。）数据位定义如下：（注：如果设备连接了两只电池，系统默认两只电池同时开始充电，充电参数也相同。

数据格式

PC上位机:

2Ah	最低温度	最高温度	最大电压	最小电压	。。。	和校验字
-----	------	------	------	------	-----	------

字节 1: 最低温度

快速 充电/放电 模式的 最低温度（摄氏度），用 8-位 有符号二进制值表示 0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh]).

字节 2: 最高温度

快速 充电/放电 模式的 最高温度（摄氏度），用 8-位 有符号二进制值表示 0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh]).

字节 3: 最大电压

任意电池，任何充电 模式 的总体最大电压(防故障结束方式)，用 8-位 无符号二进制值 表示。每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 4: 最小电压

任意电池，任何放电 模式 的总体最小电压 (防故障结束方式)，用 8-位 无符号二进制值 表示。每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 5: 涓流最低温度

保持 充满 模式的最低温度（摄氏度），用 8-位 有符号二进制值表示 。 0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh]).

字节 6: 涓流最高温度

保持 充满 模式的最高温度（摄氏度），用 8-位 有符号二进制值表示。 0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh]).

字节 7: 绝对最大电压

充电 模式的铅酸电池最大电压，用 8-位 无符号二进制值表示。 每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 8: 最大时间限制低字节

任何终止方式下，防故障模式的最大允许时间的低 字节（单位秒） 用16-位 无符号二进制值表示 (范围从: 0 到 65,536 秒, or about 18.2 小时).

字节 9: 最大时间限制高字节

任何终止方式下，防故障模式的最大允许时间的高 字节（单位秒） 用16-位 无符号二进制值表示 (范围从: 0 到 65,536 秒, or about 18.2 小时).

字节 10: 快速充电速率

快速 充电 模式下电池的充电电流（单位mA）。用 8-位 无符号二进制值表示。 每位表示10 mA (范围从: 0 到 2.55A)。

字节 11: 涓流充电速率

涓流 充电 模式下电池的充电电流（单位mA）。用 8-位 无符号二进制值表示。 每位表示10 mA (范围从: 0 到 2.55A)。

字节 12: 剩余字

保留

字节 13: 放电电压

放电终止电压（单位V）用 8-位 用无符号二进制值表示。

每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 14: 有符号电压斜率阈值

被充电电池的电压斜率检测的阈值，用有符号二进制值表示。

每位表示5.85mV (范围从: -750 到+744 mV)。

字节 15: 温度变化率阈值

温度变化率终止方式的阈值。单位（摄氏度/分钟）用有符号二进制值表示。

每位表示0.5摄氏度/分钟(范围从0 到 127.5 摄氏度/分钟)。

E.3.3 传送数据命令 (15h)

这条指令要求PICREF-2回馈实时数据，这种请求通常1秒钟发送一次，作为上位PC机屏幕显示更新用。这条命令仅由15h 命令字节 以及校验和字节(EAh)组成。

PICREF-2回馈给PC的数据格式如下：

数据格式

PC上位机：

15h	EAh
-----	-----

PICREF-2回应：

电池1电压	电池1温度	电池1电流	电池2电压	。。。	校验和字节
-------	-------	-------	-------	-----	-------

字节 1: 电池1_电压

电池 1 电压用 8-位无符号二进制值 表示。每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 2: 电池1_温度

电池 1 温度用 8-位 有符号二进制值表示 。0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh])。

字节 3: 电池1_电流

测得的电池 1 充电 电流，（单位mA），用 8-位 无符号二进制值表示。每位表示10 mA (范围从: 0 到 2.55A)。

字节 4: 电池2_电压

电池 2 电压，用 8-位无符号二进制值 表示。每位表示58.5mV (范围从: 0 到 14.91V)。

字节 5: 电池2_温度

电池 2 温度用 8-位 有符号二进制值表示 。0.5 摄氏度/位 (范围从: -64°C [80h] 到 +63.5°C [7Fh])。

字节 6: 电池2_电流

测得的电池 2 充电 电流，（单位mA），用 8-位 无符号二进制值表示。每位表示10 mA (范围从: 0 到 2.55A)。

字节 7: 系统状态

电池 充电/放电 模式	电池 化学成分
bit7	bit0
bit 7-4: 电池 充电/放电 模式	
0000 = 空闲 模式	
0001 = 保留	
0010 = 保留	
011 = 电池 1 & 2 放电/充电 一次 模式	
0100 = 保留	
0101 = 电池 1 放电 模式	
0110 = 电池 1 充电 模式	
0111 = 电池 1 放电/充电 模式	
1000 = 电池 1 放电/充电 重复 模式	
1001 = 电池 2 放电 模式	
1010 = 电池 2 充电 模式	
1011 = 电池 2 放电/充电 模式	
1100 = 电池 2 放电/充电 重复 模式	
1101 = 电池 1 & 2 放电 模式	
1110 = 电池 1 & 2 充电 模式	
1111 = 电池 1 & 2 放电/充电 重复 模式	
bit 3: 保留	
bit 2-1: 电池 化学成分 (假定 电池 1 以及电池 2 型号相同)	
00 = 镍镉NiCd 使能	
01 = 镍氢NiMH 使能	
10 = 铅酸 Lead Acid 使能	
11 = 锂电池 使能 (临时)	
bit 0: 保留	

Byte 8: 充电 Status			
充电 算法	充电 终止算法	电池 2 充电 状态	电池 1 充电 状态
bit7			bit0
bit 7-6: 充电 算法			
00 = 保留			
01 = 快速 充电 算法			
10 = 涓流 充电			
11 = TBD			
bit 5-4: 充电 终止 算法			
00 = 无 使能 (防故障功能一直使能除外)			
01 = 电压斜率 (零斜率或者负斜率)			
10 = 温度变化率			
11 = 绝对电压			

bit 3-2: 电池 2 现时 充电 状态

00 = 空闲

01 = 快速充电

10 = 涓流充电

11 = 放电

bit 1-0: 电池 1 现时 充电 状态

00 = 空闲

01 = 快速充电

10 = 涓流充电

11 = 放电

字节 9: 电池 1 错误 状态

OVE	UVE	OTE	UTE	TOE	CKE	SE	NB
-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----

bit7

bit0

bit 7: 电压过高 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

注: 配置和系统使能命令都能清除这些数据

bit 6: 电压过低 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 5: 温度过高 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 4: 温度过低 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 3: 限时 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 2: 和校验 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 1: 自检 错误

1 = 错误

0 = 无 错误

bit 0: 没检测到电池

1 = 没检测到电池

0 = 检测到电池

字节10: 电池 2 错误 状态

OVE	UVE	OTE	UTE	TOE	CKE	SE	NB
bit7							bit0
bit 7: 电压过高 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 6: 电压过低 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 5: 温度过高 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 4: 温度过低 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 3: 限时 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 2: 和校验 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 1: 自检 错误							
1 = 错误							
0 = 无 错误							
bit 0: 没检测到电池							
1 = 没检测到电池							
0 = 检测到电池							

注: 配置和系统使能命令都能清除这些数据

字节 11: 电池 1 测得的 电压变化— 有符号

电池 1 测得的 电压变化 (单位V) 是现时电压与上一次采样电压的差值, 用8位有符号二进制数表示。每位表示 5.85mV (范围从: -750 到+744 mV)。

字节 12: 电池 1 测得的 温度变化率

电池 1 测得的 温度变化率 (单位摄氏度每分钟) 是温度的平均变化量与时间的比值。每位表示0.5摄氏度/分钟(范围从0 到 127.5 摄氏度/分钟)。

字节 13: 电池 2 测得的 电压变化— 有符号

电池 2 测得的 电压变化 (单位V) 是现时电压与上一次采样电压的差值, 用8位有符号二进制数表示。每位表示 5.85mV (范围从: -750 到+744 mV)。

字节 14: 电池 2 测得的温度变化率

电池 2 测得的 温度变化率 (单位摄氏度每分钟) 是温度的平均变化量与时间的比值。每位表示0.5摄氏度/分钟(范围从0 到 127.5 摄氏度/分钟)。

PICREF-2

E.3.4 传送配置字 (3Ch)

这条命令要求PICREF-2传送配置数据给上位PC。***数据位与配置命令的格式相同。

数据格式

PC上位机:

3Ch	C3h
-----	-----

PICREF-2回应:

最低温度	最高温度	最大电压	最小电压	...	和校验字
------	------	------	------	-----	------

E.3.5 重新设置命令字 (55h)

这条命令引发一个对处理器充电或者放电操作的软件清零。称为电池控制。这条命令会终止任何充放电的操作。

PC上位机:

55h	AAh
-----	-----

E.4 PC上位机数据文件格式

例E-1中定义了充电器数据结构是如何组织的。软件调出数据。充电阶段存储的数据是二进制的文件，完全是直接对接收到的原始数据的存储。

数据的顺序如下:

- a) sizeof(int) – 充电电池数(1 or 2)。
 - b) sizeof(gOptionSettings) – 所在阶段的设置选项
 - c) sizeof(gConfigSettings) – 阶段设置
 - d) sizeof(TBatFileDataStruct) – 采样
- ***一旦采样的属性设置完毕，系统就可以顺序的将数据读取和存档。

例 E-1: 代码结构

```
// This structure contains one data interval saved to disk.
struct TBatFileDataStruct
{
    uint8 ui8Voltage;
    int8 i8Temperature;
    uint8 ui8MeasuredChargeCurrent;
    uint8 ui8SystemStatus;
    uint8 ui8ChargeStatus;
    uint8 ui8ErrorStatus;
    int8 i8DeltaV;
    int8 i8DeltaT;
};
// This class contains the option settings chosen for the charge session. These determine
// the graphing characteristics and graphing support routines.
class TOptionSettings
{
public:
    char szComPort[10];
    int iDisplayUpdateFrequency;
    int iMaxGraphCurrentRange;
    int iMaxGraphVoltageRange;
    int iMaxGraphTempRange;
    int iMinGraphCurrentRange;
    int iMinGraphVoltageRange;
    int iMinGraphTempRange;
    int iTimeDisplayed;
    int iMaxY;
    int iMinY;
    inline float NormalizeCurrent(float fCurrent);
    inline float NormalizeVoltage(float fVoltage);
    inline float NormalizeTemp(float fTemp);
    inline float UnNormalizeCurrent(float fCurrent);
    inline float UnNormalizeVoltage(float fVoltage);
    inline float UnNormalizeTemp(float fTemp);
};
// This structure contains the configuration settings chosen for the charge session.
struct TConfigSettings
{
    int iChargeAlgorithm;
    int iChargeDischargeSequence;
    int iTerminationAlgorithm;
    int iChemistry;
    float fChargeVoltageMax;
    float fChargeVoltageMin;
    int iFastChargeTempMax;
    int iFastChargeTempMin;
    int iTrickleTempMax;
    int iTrickleTempMin;
    uint16 ui16MaxChargeTime;
    float fMaxVoltage;
    float fDischargeRate;
    float fDischargeVoltage;
    float fDTdtThreshold;
    int iDvThreshold;
    float fFastChargeAmps;
    int iSpare;
    float fTrickleChargeAmps;
    float fReserved;
};
```

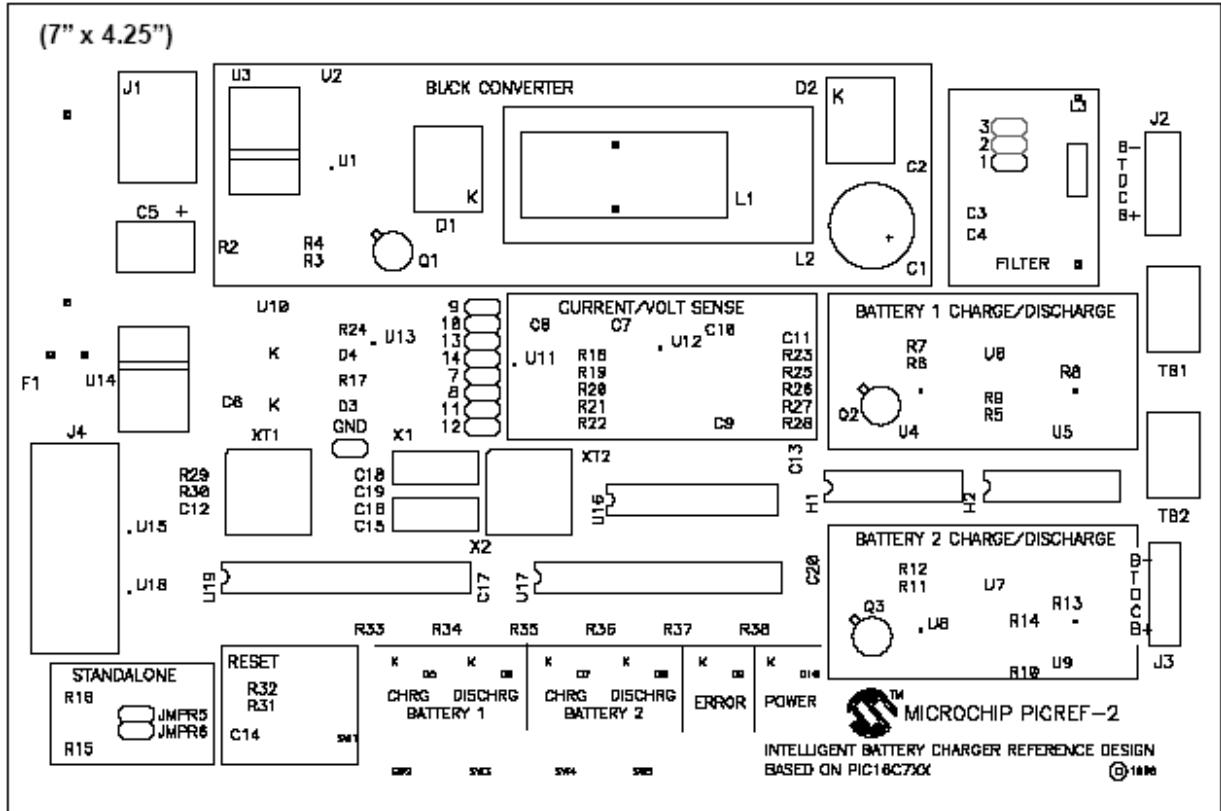
PICREF-2

附注:

附录F: PCB 布局 & 外观***

充电器PCB板的丝印层如下所示。板子的尺寸是水平尺寸X垂直尺寸。（方向与本页相同）

图 F-1: 智能充电器布局



PICREF-2

附录 G: 材料清单

表G-1: PICREF-2材料清单

列	数量	元件 #	元件描述	生产商	销售商	销售号 #	标号
1	1	03-01422	SCHEMATIC, BCC CARD	N/A	N/A	N/A	N/A
2	1	04-01422	PCB FABRICATION, BCC CARD	N/A	N/A	DM003002	N/A
3	1	DJ005B	电源插头	LZR (301) 921-4600	JIT	RL30B	J1
4	2	644894-5	插头, 5PIN, BAT-TERY	AMP (717) 564-0100 (800) 522-6752*	NEWARK	644894-5	J2,J3
5	1	DE9S-FRS	CONN, PCB, RT ANGL, 9 CONTACT SOCKET	SPC TECH (773) 907-5193	NEWARK	89N1583	J4
6	5	B3S-1002	SWITCH, MOMENT, 贴片器件	欧姆龙 (OMRON) (847) 843-7900 (800) 55欧姆龙 (OMRON) *	DIGIKEY	SW416-ND	SW1,SW2,S W3,SW4,SW 5
7	2	99426	TBLOCK	JAMECO (415) 592-8097 (800) 831-4242*	NEWARK	99426	TB1,TB2
8	2	37330	插接件, 16 PIN DIP	JAMECO (415) 592-8097 (800) 831-4242*	NEWARK	37330	H1,H2
9	2	PZC36SAFN	插接件, 0.025	SULLINS (619) 744-0125	DIGIKEY	S1061-36-ND	JMPR 插接 件S
10	14	SULLINS	跳线	SULLINS (619) 744-0125	DIGIKEY	S9002-ND	JMPR1-14
11	1	ECA-1HFQ471	电容, 470UF, ALUM ELEC, RADIAL	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P5772-ND	C1
12	5	ECU-V1H103KB M	电容, 0.01UF, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	PCC103BCT-ND	C2,C6,C8,C9 ,C12
13	1	195D106X9035D 2T	电容, TANT CHIP, 10UF, 35V	SPRAGUE (516) 334-8700	NEWARK	95F9802	C5
14	2	87222	电容, 0.47UF, 贴片器件, 1206	JAMECO (415) 592-8097 (800) 831-4242*	NEWARK	87222	C7,C10
15	1	ECU-V1H102JC H	电容, 1000PF, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	PCC102CCT-ND	C14
16	4	ECU-V1H150JC M	电容, 15PF, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	PCC150CCT-ND	C15,C16,C18 ,C19
17	4	ECU-V1H104KB W	电容, 0.1UF, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	PCC104BCT-ND	C11,C13,C17 ,C20
18	1	WK0003-ND	FUSE, 3AG-5	WICKMAN (404) 699-7820 (800) 553-7894*	DIGIKEY	WK0003-ND	F1
19	1	RC-10	ROD CORE, HI CUR, 100 UH	MAGNETEK (219) 297-3111	DIGIKEY	10606-ND	L1
20	2	30BF20	快恢复二极管 200V	INTL RECT (310) 322-3331	FAI	30BF20	D1,D2
21	2	LT1120CT-ND	LED, 贴片器件, GREEN	源兴 (LITE-ON) (408) 946-4873	DIGIKEY	LT1120CT-ND	D5,D7
22	2	LT1122CT-ND	LED, 贴片器件, YELLOW	源兴 (LITE-ON) (408) 946-4873	DIGIKEY	LT1122CT-ND	D6,D8
23	1	LT1123CT-ND	LED, 贴片器件, RED	源兴 (LITE-ON) (408) 946-4873	DIGIKEY	LT1123CT-ND	D9
24	1	LT1119CT-ND	LED, 贴片器件, ORANGE	源兴 (LITE-ON) (408) 946-4873	DIGIKEY	LT1119CT-ND	D10

PICREF-2

25	1	ERJ-1WYI201	电阻, 200, 贴片器件, 2512	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P200XCT-ND	R2
26	6	ERJ-8ENF1.00K	电阻, 1K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P1.00KFCT-ND	R19,R20,R23
27	1	ERJ-8ENF1.50K	电阻, 1.5K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P1.50KFCT-ND	R3
28	17	ERJ-8ENF10.0K	电阻, 10K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P10.0KFCT-ND	R4,R6,R7,R8,R9,R11,R12,R13,R14,R1,R16,R1,R21,R22,R26,R29,R30
29	2	ERJ-8ENF20.0K	电阻, 20K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P20.0KFCT-ND	R5,R10
30	1	ERJ-8ENF976K	电阻, 976K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P976KFCT-ND	R27
31	1	ERJ-8ENF24.9K	电阻, 24.9K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P24.9KFCT-ND	R28
32	1	ERJ-8ENF4.75K	电阻, 4.75K, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P4.75KFCT-ND	R31
33	6	ERJ-8ENF332	电阻, 332, 贴片器件, 1206	松下 (PANASONIC) (714) 373-7366	DIGIKEY	P332FCT-ND	R33,R34,R35,R36,R37,R38
34	1	SFB270	电感, 27UH	WILCO (317) 293-9300 (800) 611-2343*	WILCO	SFB270	L3(临时)
35	3	IRF7406	SO-8	INTL RECT (310) 322-3331	NEWARK	IRF7406	U1,U4,U8 (临时)
36	3	NDT456P	MOSFET, P CHAN, SOT-223	NAT SEMI (408) 712-5800 (800) 272-9959*	DIGIKEY	NDT456PCT-ND	U2,U6,U7
37	1	IRF9540	HEXFET, P-CH, TO-220AB	INTL RECT (301) 322-3331	FAI	IRF9540	U3(临时)
38	2	IRF7403	SO-8	INTL RECT (301) 322-3331	NEWARK	IRF7403	U5,U9
39	1	LT1118CST-5	IC, 5V 稳压器, 800MA, SOT-223	LINEAR TECH (408) 432-1900	DIGIKEY	LT1118CST-5-ND	U10
40	2	LM6134AIM	四运放, SO-14	NAT SEMI (408) 712-5800 (800) 272-9959*	DIGIKEY	LM6134AIM-ND	U11,U12
41	1	DS1803Z-100K	IC, DUAL EEPROM 电位器, SO-16	DALLAS (214) 450-0400	NEWARK	DS1803Z-100K/10K	U13
42	1	NJM7805	IC, 5V 电阻	NJR CORP. (415) 961-3901	DIGIKEY	NJM78MOSFA-MD	U14
43	1	24LC65	IC, 串行 EEPROM, SO-8	MICROCHIP (602) 786-7200	MICROCHIP	24LC65/SO	U15
44	1	PIC16C711	IC, 微控制器, 18 PIN	MICROCHIP (602) 786-7200	MICROCHIP	PIC16C711-20	U16 (临时)
45	1	110-99-318-41-001	SOCKET, 18 PIN	MILL-MAX (516) 922-6000 (888) 922-6544	DIGIKEY	ED3118-ND	U16a
46	1	PIC16C72	IC, 微控制器, 28 PIN	MICROCHIP (602) 786-7200	MICROCHIP	PIC16C72-20	U17
47	2	110-99-328-41-001	SOCKET, 28 PIN	MILL-MAX (516) 922-6000 (888) 922-6544	DIGIKEY	ED3128-ND	U17a, U19a

PICREF-2

48	1	PIC16C73	IC,微控制器, 28 PIN	MICROCHIP (602) 786-7200	MICROCHIP	PIC16C73-20	U19
49	1	DS275S	IC, RS232 三极管, SO-8	DALLAS (214) 450-0400	NEWARK	DS275S	U18
50	2	ECS-100-S-4	10.0MHz 石英晶体 石英晶体	ECS (913) 782-7787 (800) 237-1041*	DIGIKEY	X422-ND	X1,X2
51	3	2N2222A	三极管, NPN, T0-18	NAT SEMI (408) 712-5800 (800) 272-9959*	DIGIKEY	2N2222A-ND	Q1,Q2,Q3
* 800 号码仅在美国有效							

附录H: 电池充电器演示套件

有限数量的电池充电器演示套件可以提供给用户作评估用。联系Microchip销售办公室可以购买到该套件。演示套件电路的细节描述请参看硬件总览部分。

微控制器

28脚插座 (U17 或者 U19)都可以插入 PIC16C72 或者PIC16C73A微控制器。

稳压器

+5 V直流稳压器 LT1118CS8-5 (U10) 可以用 U14 (NJM7805)替换。

注:	U10以及 U14 是 +5V 稳压器。设计者可以根据自己的需要将U14安装在U10的位置。
----	--

降压变换器

微控制器产生的PWM信号驱动一个NPN三极管 (Q1) 这个三极管用于偏置P沟道场效应管(U2)。因此当PWM输出高的时候, Q1导通提供给场效应管的栅极电压。场效应管导通。这时电流流过电感L1。二极管 D2 是用于将降压变换器输出与电池电压隔离。电容C1是用于连接L1, 使两者工作为降压变换器输出的滤波器。另外C2是用于高频滤波。

注:	U1, U2, 以及 U3 是 降压变换器的p沟道场效应管。根据设计者的意愿, U1 或者 U3可以安装在U2的位置。L2可以安装在L1的位置。
----	--

滤波器

滤波器电路是为了在降压变换器输出级更好的消除纹波。

电池1 & 电池2 充电/放电

PIC16C7X微控制器通过I/O口控制着电池1以及电池2的充放电。与PWM驱动方式一样, 充电模式下, I/O口也是驱动NPN 三极管来偏置P-沟道场效应管。

注:	U4, U6, U7, 以及 U8 是用于选择被充电电池的p沟道场效应管, 根据设计者的意愿可以选择安装U4以及U8。
----	---

放电模式下, I/O口驱动N沟道场效应管, 使连在 TB1/TB2的负载接地。这个口是用软件设置成开或者关。但是最终用户可以控制这些口来模拟各种放电模式

电压检测

有三种电压检测模式: 窗口, 固定以及直接。可以通过跳线选择。(参看硬件总览的跳线部分)。

注:	D3, D4, R17, 以及 R24 提供固定模式下的电压参考。在这种模式下, U13可以移除。
注:	电池电压经过R5, R9, R10 以及 R14分压。如果需要小于0V—15V的动态范围, 电阻值可以改成增加直接模式的分辨率。

电流检测

电流检测电路通过放大流过0.05欧姆电阻的电流产生的压降来获得电流信息。

注:	设计者可以通过改变H2位置的电流检测电阻的值来毁的更大的范围或者是分辨率。
----	---------------------------------------

温度检测

温度检测是简单的通过一个10K的上拉电阻完成的。

注:	设计者可以根据自己电池祖上温敏电阻的阻值来确定H1位置的温度检测电阻的阻值
----	---------------------------------------

电池组

KR-1100AEL是一种可以承受大于1600mA电流充电的快速充电电池组。可以在1小时那充满。可以承受8C的电流放电六分钟, (1C的放电要60分钟)。

注:	给任何电池组充电前情参考厂家提供的技术资料。
注:	不正当的处置镍镉电池会造成环境灾难。联系当地电池收集中心以得到回收信息。

LED, 按键, 以及跳线

LED's (D5-D10) 是指示灯。按键 (SW1-SW5) 以及跳线 (JMPR1-JMPR14)是用来控制充电器的。具体功能描述请参考硬件总览。

PICREF-2

H.1 示范板详细规格

最大充电电流:

最大充电电流受以下元件控制:

L3 1.3A (临时)

L1 2.0A

D1,D2 3.0A

去掉L3可以增加充电电流到2.0A。

用大电流电感代替L1可以增加电流到3A。

最大输入电压: 24 V直流

支持电池生产工艺:

镍镉NiCd,

镍氢NiMH,

铅酸Lead Acid

锂电Li-Ion

H.2 示范板汇总

APICREF-2 智能充电起演示板如图H-1所示

套件还包括两张软盘(PIC16C7X源代码以及PC开发软件), 一个电源以及一个示范电池组(图 H-2)。

图 H-1: PICREF-2 示范板

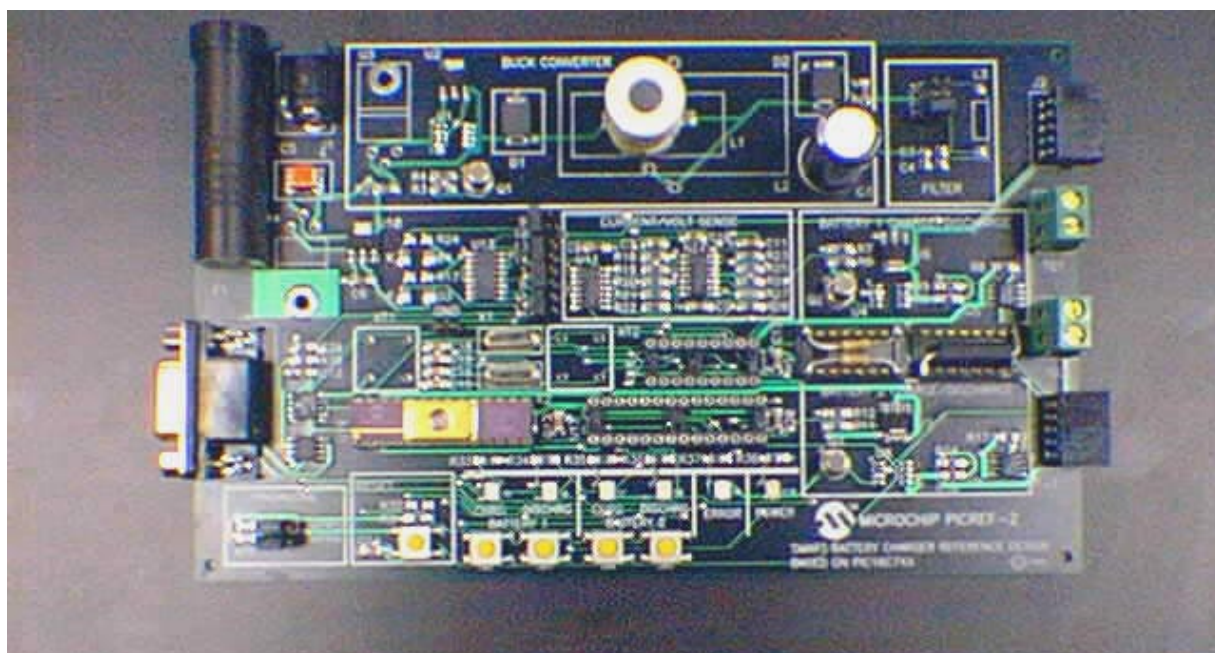
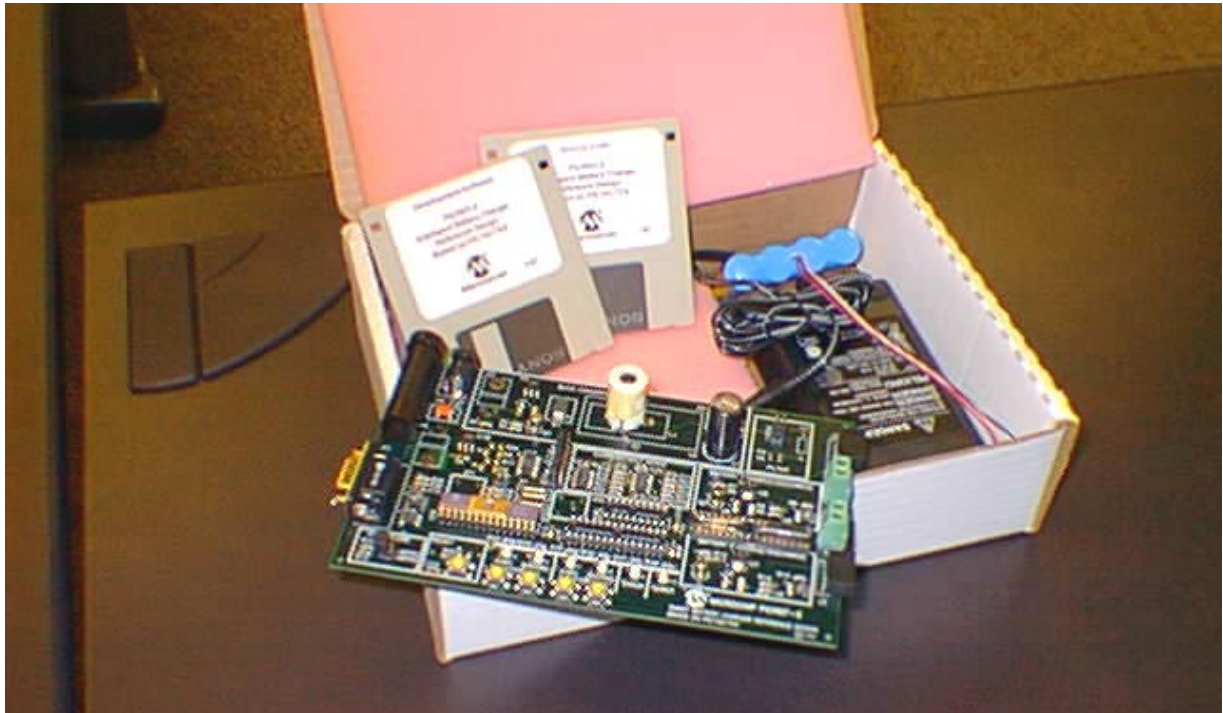


图 H-2: PICREF-2示范套件

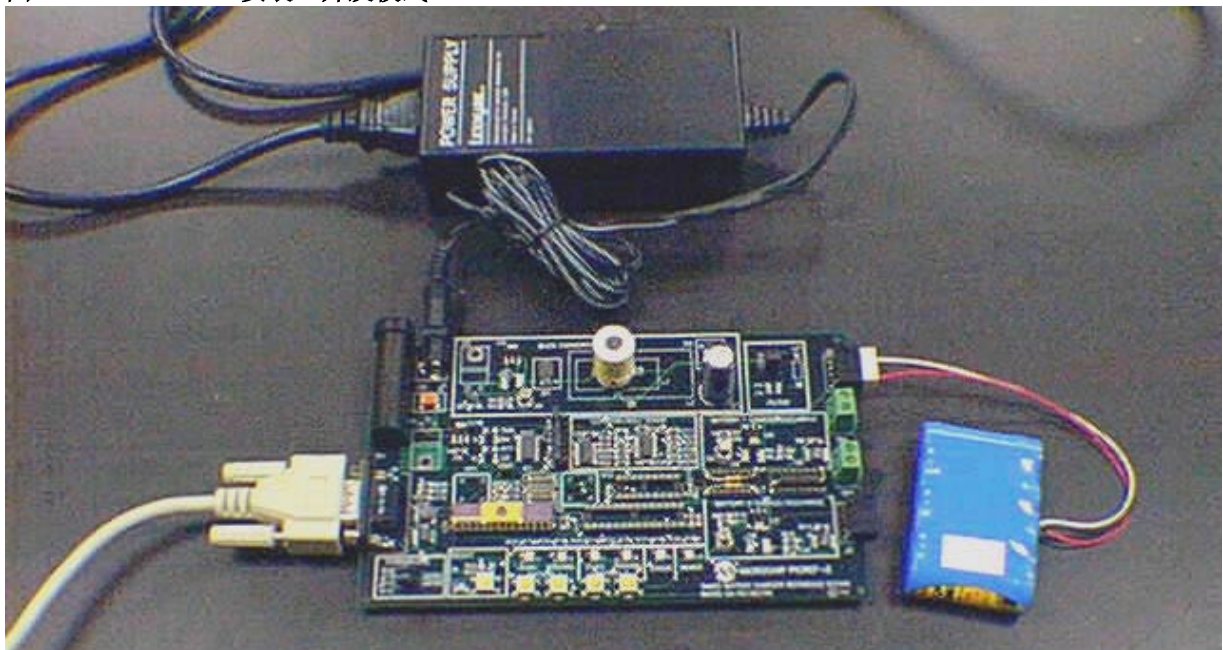


H.3 PICREF-2 在开发模式下的示范方法

示范板应该安装成如图H-3.

- 插入电源 (13.6V, 1.9A)
- 插入电池组
- 将示范板连接PC (RS-232)
- 运行软件(参见 PICREF-2 to-PC 软件总览)
- 周期运行充放电

图 H-3: PICREF-2 安装—开发模式



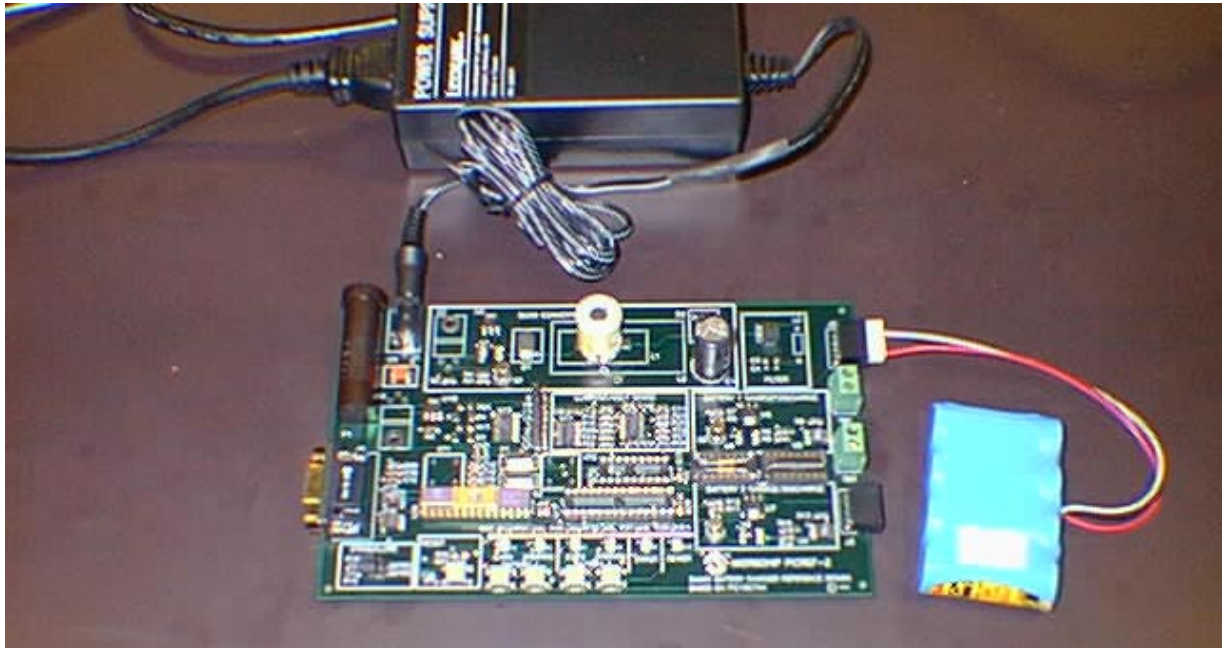
PICREF-2

PICREF-2如何运行在独立运行模式

示范板应该被安装成如图H-4。

- 插入电源 (13.6V, 1.9A)
- 插入电池组
- 用按键控制充放电 (参看硬件总览—按键)

图 H-4: PICREF-2 设置成独立运行模式



注:

PICREF-2

注:

世界范围销售及服务

美国

公司办公室

Microchip Technology Inc.
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 602-786-7200 Fax: 602-786-7277
Technical Support: 602 786-7627
Web: <http://www.microchip.com>

亚特兰大

Microchip Technology Inc.
500 Sugar Mill Road, Suite 200B
Atlanta, GA 30350
Tel: 770-640-0034 Fax: 770-640-0307

波士顿

Microchip Technology Inc.
5 Mount Royal Avenue
Marlborough, MA 01752
Tel: 508-480-9990 Fax: 508-480-8575

芝加哥

Microchip Technology Inc.
333 Pierce Road, Suite 180
Itasca, IL 60143
Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075

达拉斯

Microchip Technology Inc.
14651 Dallas Parkway, Suite 816
Dallas, TX 75240-8809
Tel: 972-991-7177 Fax: 972-991-8588

代顿

Microchip Technology Inc.
Two Prestige Place, Suite 150
Miamisburg, OH 45342
Tel: 937-291-1654 Fax: 937-291-9175

底特律

Microchip Technology Inc.
42705 Grand River, Suite 201
Novi, MI 48375-1727
Tel: 248-374-1888 Fax: 248-374-2874

洛杉矶

Microchip Technology Inc.
18201 Von Karman, Suite 1090
Irvine, CA 92612
Tel: 714-263-1888 Fax: 714-263-1338

纽约

Microchip Technology Inc.
150 Motor Parkway, Suite 202
Hauppauge, NY 11788
Tel: 516-273-5305 Fax: 516-273-5335

圣何塞

Microchip Technology Inc.
2107 North First Street, Suite 590
San Jose, CA 95131
Tel: 408-436-7950 Fax: 408-436-7955

美国 (续)

Toronto

Microchip Technology Inc.
5925 Airport Road, Suite 200
Mississauga, Ontario L4V 1W1, Canada
Tel: 905-405-6279 Fax: 905-405-6253

亚洲/太平洋

香港

Microchip Asia Pacific
RM 3801B, Tower Two
Metroplaza
223 Hing Fong Road
Kwai Fong, N.T., Hong Kong
Tel: 852-2-401-1200 Fax:
852-2-401-3431

印度

Microchip Technology Inc.
India Liaison Office
No. 6, Legacy, Convent Road
Bangalore 560 025, India
Tel: 91-80-229-0061 Fax:
91-80-229-0062

日本

Microchip Technology Intl. Inc.
Benex S-1 6F
3-18-20, Shinyokohama
Kohoku-Ku, Yokohama-shi
Kanagawa 222-0033 Japan
Tel: 81-45-471- 6166 Fax:
81-45-471-6122

韩国

Microchip Technology Korea
168-1, Youngbo Bldg. 3 Floor
Samsung-Dong, Kangnam-Ku
Seoul, Korea
Tel: 82-2-554-7200 Fax: 82-2-558-5934

上海

Microchip Technology
RM 406 Shanghai Golden Bridge Bldg.
2077 Yan'an Road West, Hong Qiao
District
Shanghai, PRC 200335
Tel: 86-21-6275-5700 Fax: 86
21-6275-5060

亚洲/太平洋(续)

新加坡

Microchip Technology Singapore Pte Ltd.
200 Middle Road
#07-02 Prime Centre
Singapore 188980
Tel: 65-334-8870 Fax: 65-334-8850

台湾省

Microchip Technology Taiwan
10F-1C 207
Tung Hua North Road
Taipei, Taiwan, ROC
Tel: 886-2-2717-7175 Fax:
886-2-2545-0139

欧洲

大不列颠

Arizona Microchip Technology Ltd.
505 Eskdale Road
Winkers Triangle
Wokingham
Berkshire, England RG41 5TU
Tel: 44-1189-21-5858 Fax:
44-1189-21-5835

法国

Arizona Microchip Technology SARL
Zone Industrielle de la Bonde
2 Rue du Buisson aux Fraises
91300 Massy, France
Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax:
33-1-69-30-90-79

德国

Arizona Microchip Technology GmbH
Gustav-Heinemann-Ring 125
D-81739 München, Germany
Tel: 49-89-627-144 0 Fax:
49-89-627-144-44

意大利

Arizona Microchip Technology SRL
Centro Direzionale Colleoni
Palazzo Taurus 1 V. Le Colleoni 1
20041 Agrate Brianza
Milan, Italy
Tel: 39-39-6899939 Fax: 39-39-6899883
7/7/98

