



基于 C51 的智能充电系统设计

李 真, 余善恩, 孙伟华

(杭州电子科技大学 自动化学院, 杭州 310018)

摘要: 近几年中国电子产品市场一直保持跨越式增长, 其用电问题及电池使用寿命也成为制约电子产品发展的瓶颈之一。针对这一问题, 该文设计了一种智能充电系统, 其由单片机、继电器、电源、采样、显示、按键等模块构成。单片机通过采集电压、电流值以实现在液晶上显示充电电压及电流, 通过库仑计法实现电池电量百分比的显示, 通过控制继电器来控制充电时间段以实现峰谷电优化充电及过充保护。实践表明, 该设计在节能减排方面具有较高的推广价值。

关键词: 峰谷电; 过充保护; 库仑计法; 智能

中图分类号: TP273

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20180271](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20180271)

Design of Intelligent Charging System Based on C51

LI Zhen, YU Shanen, SUN Weihua

(College of Automation, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In recent years, China's electronic product market has maintained rapid growth. Its power consumption problem and battery life have also become one of the bottlenecks restricting the development of electronic products. Aiming at this problem, this paper designs an intelligent charging system, which consists of single-chip microcomputer, relay, power supply, sampling, display, button and other modules. The single-chip microcomputer collects voltage and current values to display the charging voltage and current on the LCD, displays the battery power percentage by coulomb counting method, and controls the charging time period by controlling relays to achieve peak-valley optimized charging and overcharge protection. Practical application shows that the design has high promotion value in energy saving and emission reduction.

Key words: peak valley power; overcharge protection; coulomb meter method; intelligence

目前, 各类电子产品朝着高效能低消耗、便携式等方向发展, 这就要求产品在提高电池使用时间和寿命上做出相应的改进。国内外的电子设备制造商也纷纷将新产品研发重点放在低功耗和提高电池使用时间及使用寿命上。

在国内的一些城市中, 电费的计量方式和以往传统的计费方式不同, 这种计费方式是将一天的电价分成不同的两个部分。在早上 8 点到晚上 10 点用电量比较大时, 即在用电的高峰期, 执行峰段的电费价格; 在晚上 10 点到第二天早上 8 点大多数人处于休息状态的时间段, 实行谷段的电费价格。如果部分电子设备选择在谷段时充电, 起到填谷的作用, 不仅可以大大降低使用电子产品所产生的开支, 而且可以充分使用夜间发电厂所发的电, 提高发电厂的使用效率, 起到节约能

源、减少排放的效果^[1]。

另一方面, 国内现有的充电器或者是充电方案总是存在着更换成本高、充电时间长、充电温度不稳定(火灾隐患的直接原因)、充不满或者过充等一系列问题, 随之将导致电池出现提前损坏的情况, 增加了更换成本。

因此, 该文设计并开发了一种智能充电系统, 圆满地解决上面所描述的问题。充电器能自动选择在电网负荷低谷的时间段进行常规的充电, 将夜间发电厂发的电充分利用, 起到一个填谷的作用, 提高电厂的发电效率, 最终起到一个节约能源和减少污染排放的效果。该系统可对电池进行过充保护, 延长电池的使用寿命; 可显示出充电电压、电流和电池百分比, 采用按键和液晶显示交互等。最终可以产生较强的商业价值和社会价值^[2]。

收稿日期: 2018-08-20; 修回日期: 2018-10-09

基金项目: 杭州电子科技大学 2018 年高等教育研究资助项目(YB201830)。

作者简介: 李真(1990-), 女, 硕士, 实验师, 主要从事实验室管理及实验教学相关工作。

1 系统总体设计

本文设计主要是实现一种能进行自动控制的充电器,这个设计的主要作用包括:能使充电器自动选择在谷电价时期对电池充电;可采用按键及液晶交互;可显示充电电压、电流和百分比等;具有过充保护等功能。其由主控单片机、继电器、电源、采样、液晶显示、按键等部分构成。单片机通过内置AD模块对电压、电流进行采集并转化为数字量,实现在液晶上显示充电时期的电压和电流,通过库仑计法实现电池电量百分比的计算与显示,通过控制继电器来控制充电时间以实现峰谷电优化充电及过充保护,充电时间可由按键设定。精确的时间计量方式由时钟芯片来提供。充电系统总体框图如图1所示^[3]。

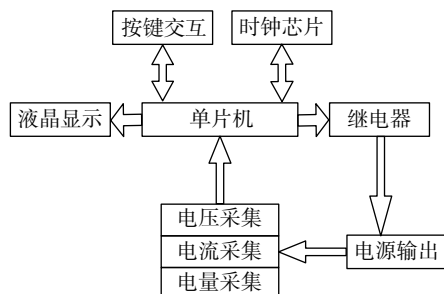


图1 充电系统总体框图

2 硬件设计

2.1 主控电路

本设计硬件部分由电源、主控单片机、继电器、采样、液晶显示、按键、时钟等模块构成。单片机通过内置AD模块对电压、电流模块进行采集并将采样信息转化为充电电流、电压,通过控制5110液晶显示屏以显示充电电压和电流,通过库仑计法得到电量,显示在液晶显示屏上,通过定时控制继电器实现充电器在晚上10:00以后的低电价阶段运行,并且以满电量作为充电器充满的信号使继电器动作实现过充保护,本设计还可以通过按键控制及充电时间设定。整个系统通过控制电源开断实现峰谷电优化充电和过充保护,从而实现充电器的设计^[4]。

自动控制过程的主要控制电路是由C51单片机、N5110液晶显示屏、矩阵按键,DS1302实时时钟模块组成。整个装置主要是实现智能电子设备充电器自动控制的过程,C51单片机主要起到

实现智能控制的全过程;DS1302时钟芯片用于显示精确的时间,以实现峰谷电时段的准确把握;按键用于设定充电器开断状态,以及充电过程参数的设定;N5110主要用于显示充电电压、电流以及电量。具体控制图如图2所示。

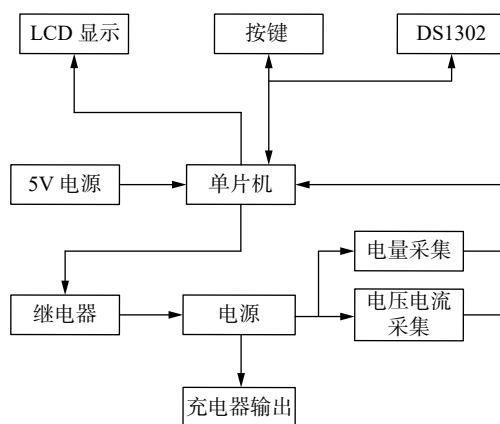


图2 总体结构图

2.2 电源

充电器的电源模块主要实现交直流的变换,通过变压、整流、滤波和稳压的过程实现。具体过程为:变压器将220V、50Hz的交流电变换为需要的交流电压;整流电路通过电桥电路将变压器输出端的交流电转化为单向的直流电;滤波电路经过相应的电容,滤除整流后的纹波,将波动的直流电转化为比较平滑的直流电;由于经过滤波电路的直流电仍然有点不稳定,会因为供电端的电压颠簸而产生相应的变化,所以最后要经过稳压电路将不稳定的直流电转化为一个不会随着电网的波动和负载的改变而改变的、纹波较小的稳定的直流电源,最终将电网提供的交流电转化为本次设计所需要的比较稳定的可以进行充电的直流电压^[5]。电源总体框架如图3所示。

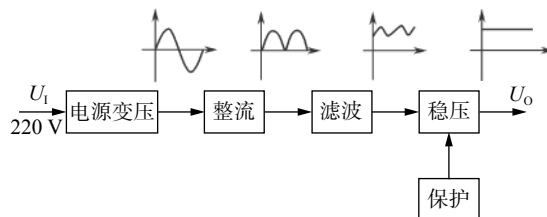


图3 电源总体框架图

2.3 电量采集

本设计要实现电池电量百分比的显示,所以采用精确的电量算法——库仑计法。库仑计法是采用测量输入或者是输出电池回路中的净电荷

的方法来大体上计算出电池的内部剩余的电量的大小。这种测量方法的实现过程为：对输入或者输出电池的总电流的大小在时间上进行积分运算，于是可以获得净电荷数，就是电池内还剩余的容量。电池的容量大小可以提前设置，也可以在完整的充电周期过程中进行测量。通过抵偿电池自己的放电以及不同温度下的容量大小会发生改变等原因之后，这个电量采集方法可以得到让人觉得比较满意的精确度要求。库仑计通过对流入或者流出电池的总电流不间断地在时间上进行积分运算，并且将积分运算后所获得的净电荷数定成电池的剩余容量大小^[6]。

简单化处理后的测量电池电量的方法如图 4 所示。其中， R_{SNS} 是毫欧级的检流采样电阻， R_L 是负载电阻。电池在经过电源的开关和采样电阻之后，对负载电阻 R_L 放电过程中的电流 I_0 在采样电阻的两端所生成的压降的大小为： $V_S(t) = I_0(t) \times R_{SNS}$ 。电量计算计通过不间断地检测 V_{SNS} 两端的压差 V_S ，并且将模拟量电压差经过 ADC 模块后转化成一定数量级的数字量，然后对这些数字量进行相应的叠加计算。对数字化后的电压差进行叠加就相当于对电压差进行积分，积分后的结果就是电池的电量^[7]，即：

$$Q = \int_0^t I_0(t) dt = \int_0^t \frac{V_S(t)}{R_{SNS}} dt = \frac{1}{R_{SNS}} \int_0^t V_S(t) dt \quad (1)$$

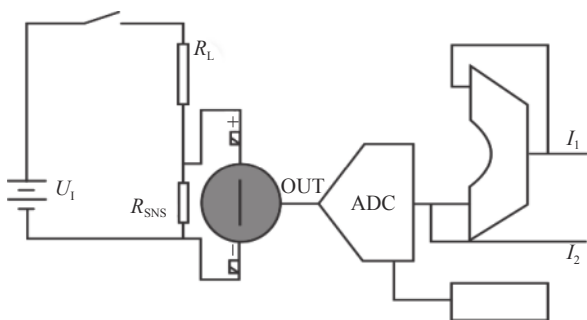


图 4 库仑计法的原理图

于是，将累加后得到的量除以检测电流的采样电阻值，就可以获得用 A·h(安·时)作为单位的剩余容量。经过 ADC 模块转化后的内容还有叠加之后的内容都带有符号位。根据图 4 所表示的连接方式我们可以了解到，在电池进行充电过充中，ADC 转化后的数字量是正的数值，所以叠加以后的结果就随之相应地增加；当处于放电时，ADC 转化后的数字是一个负值，叠加后的结果就相应地呈现递减的状态。起主要控制作用

的 C51 单片机就可以通过读取 ADC 转化后的数字和累加器叠加后的数字的大小，通过一定的换算后知道实际电路中的充放电的电流和电量的大小^[8-9]。

2.4 电压电流采集

由于充电器充电过程中的输出直流电压比较大，而 C51 单片机是在 5 V 电压下工作的，C51 单片机能采集的电压范围只能在工作电压的范围内，过高的电压会烧坏 C51 单片机，也识别不出来。所以本设计采用电阻分压的方式，将充电电压测量电路用两个滑动变阻器实现按比例分压，将其中的一部分电压调节到 0~5 V，使其在单片机能检测的范围内，然后将这个电压经过 LM358 放大器，作为电压跟随器，起到一定的稳定的作用；再根据分压比例，计算出充电电压^[10]。

电流测量采用采样电阻法，在充电电路中放置一个阻值很小的采样电阻，要求采样电阻的阻值准确，本设计采用了能耐较大电流，阻值又很小的康铜丝采样电阻，采样电阻之间的电压比较小，需要通过 LM358 放大器，比例放大电路将采样电阻两端的电压放大到 0~5 V，使电压值可以处于单片机能检测到的范围之内，然后根据放大比例计算出采样电阻的电压值。最后根据采样电阻的阻值，利用欧姆定律计算出充电电流。

电流电压测量电路如图 5 所示。

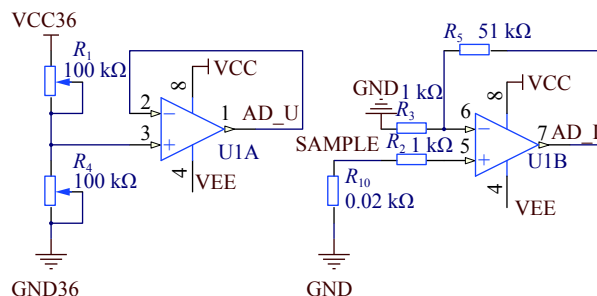


图 5 电流电压测量电路

2.5 电器控制电路

本设计采用的是带有光耦隔离的继电器模块。光耦就是利用光源作为中间介质传送信号的元件，经常是把红外发光二极管传感器发光器和对光敏感的半导体管接收器装在一起。当加上输入信号时，红外发光传感器就会产生光线，光敏接收器接收到红外管发出的光线就会随之产生对应的光电流，完成从电到光，光再到电的转变，起到很好的隔离效果^[11]。

光耦隔离的作用主要是实现单片机控制电路与 220 V 电网电压之间的隔离,防止电网电压与继电器之间的干扰。电路图如图 6 所示。

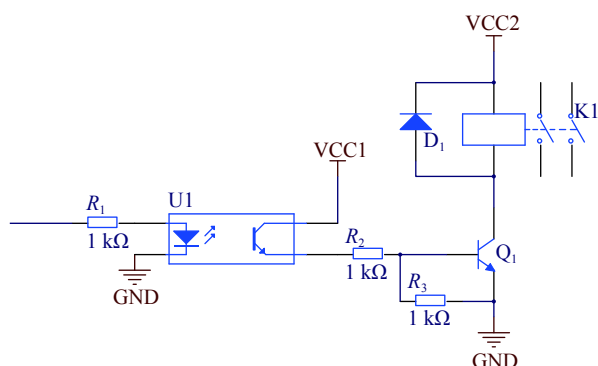


图6 电器电路图

2.6 时钟芯片电路

DS1302 的控制电路图和主控单片机之间的连接如图 7 所示,DS1302 和主控的 C51 单片机之间的连接有 CE 复位引脚、SCLK 时钟设置的引脚以及和单片机之间进行数据交互传递的 I/O 引脚,VCC2 是在主电源处于断路时起到备用作用的电源,采用纽扣电池供电的方式。DS1302 的 X1 和 X2 之间连接 32.768 kHz 的晶体振荡器,为 DS1302 芯片供给精确的计量时间的脉冲。

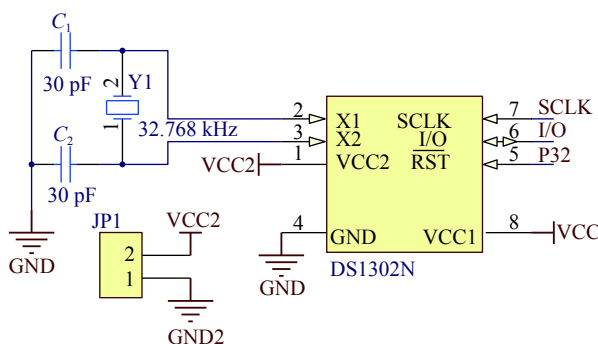


图7 DS1302 的电路图

2.7 液晶显示模块

N5110 有 8 个引脚,VCC 表示电源正极,GND 表示电源负极,CE 表示片选,RST 表示复位,DC 表示传送的数据类型,DIN 表示串行数据引脚,CLK 表示同步时钟引脚,BL 表示背光灯是否打开。RST 表示通过低电平维持一段时间完成 N5110 的复位,复位后 N5110 的设置会被默认初始化,这样我们就可以在默认的状态下对其进行设置。BL 表示高电平点亮背光灯,低电平关闭背光灯。根据板子的不同也有可能相反,如图 8 所示。



图8 N5110 与单片机之间的连接图

2.8 按键控制模块

本文设计采用了矩阵按键的方式来实现按键与液晶之间的交互过程。矩阵按键采用使用 8 个 I/O 口来控制 16 个按键的方法,提高了 I/O 使用效率,在主控的单片机 I/O 口比较有限的情况下,比独立按键节省了更多的 I/O 口,充分提高了单片机 I/O 口的使用效率。矩阵按键原理图如图 9 所示^[12]。

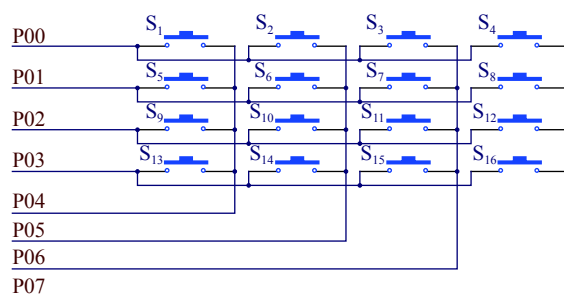


图9 矩阵按键电路图

3 软件设计

本设计的软件部分流程如图 10 所示。主要实现功能如下:能对时间进行精确的判断,当时间处于谷电计价时期,向继电器发出动作指令,电路闭合,开始充电;能采集和换算充电电路的电压值、电流值和电量值,并通过 N5110 显示出来;能够判断电池是否充满,当电池充满之后,能向继电器发出指令,断开电路。

3.1 N5110 液晶显示

N5110 的初始化具体分为以下 3 个步骤完成。

1) 上电后需对与 N5110 相关的引脚进行复位操作;

2) 需要选择扩展设置。这里的扩展设置是指液晶硬件配置的设置, 其中包括了工作的温度、偏置的系数还有工作的电压。一般在配置时, 工作的温度和偏置的系数都具有固定的常用数值, 只有工作电压需要根据每一块不同的液晶的制作过程差异和参数设置不同的区分, 工作电压的参数越大, 液晶屏幕上所显示的点越黑, 用户需要根据实际的不同情况来设置适合的参数;

3) 选择普通设置。这里所指的普通设置主要有显示方式的设置, 即屏幕的显示方式, 其中包括白底黑字或黑底白字。还有就是清屏的设置和初始化坐标的设置。

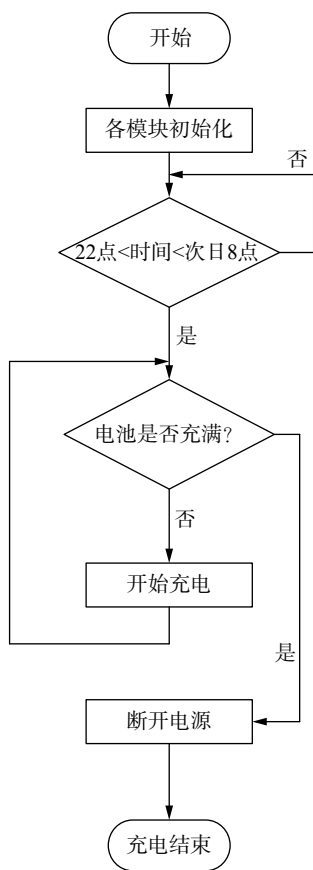


图 10 软件流程图

3.2 时间判断

时间判断部分主要是通过单片机与时钟芯片之间的数据传递, 通过采集单片机与时钟芯片连接的 I/O 口的数据, 获得实时的时间, 然后通过软件的判断, 判断时间的范围是否在晚上 10 点至第二天早上 8 点的谷电价期间。如果时间在这个范围内, 则进入下一步; 如果时间不在这个范围

内, 则继续循环判断。

3.3 数据采集

采集部分主要使用到了单片机内置的 A/D 模块, 硬件电路将采集的电压值缩放至 0~5 V 之间, 将要采集的电压电路连接到单片机的 P1 口, 即单片机的 A/D 口, 有 8 路 A/D 采集通道, 主要是实现模拟量到数字量之间的转化, 然后得到准确的电压值。数据采集部分主要分为:

1) I/O 口初始化, 将要实现数据采集的 I/O 设置为需要的模式;

2) A/D 初始化设置, 选择 A/D 转化之后的数据存数方式, 将高八位和低八位分别存储在 ADC_RES 和 ADC_RES1 寄存器中, 设置 A/D 转换模式;

3) A/D 转换结果的采集, 开始 A/D 转化之后, 对采集的数据进行处理, 然后将处理后的数据返回给主函数。

3.4 继电器控制

继电器控制部分主要实现对控制电路开断的自动控制。当时间条件满足谷电价期间, 且电池处于缺水状态, 则主控部分给继电器发送高电平, 继电器触发, 电路处于闭合状态。当电池充满电后, 主控电路给继电器发送低电平, 继电器触发, 电路随之处于断开的状态。

4 结束语

本设计实现了一种智能充电器: 可进行峰谷电优化充电; 采用按键及液晶交互; 可显示充电电压、电流、百分比等; 具有过充保护等功能。其由单片机、继电器、电源、采样、显示、按键等模块构成。单片机通过内置 AD 模块对电压、电流进行采样来实现在液晶上显示充电电压及电流, 通过库仑计法实现电池电量百分比的计算, 通过控制继电器来控制充电时间以实现峰谷电优化充电及过充保护, 充电时间可由按键设定。该系统已经试用, 效果良好, 在节能减排方面具有较高的推广价值^[13]。

参考文献

- [1] 祝敏. 电动自行车通用智能充电器的设计[J]. 电动自行车, 2009(8): 24-27.
- [2] 张红燕, 何膳君. 基于单片机的定时开关插座的设计与制作[J]. 电子世界, 2014(5): 149.

(下转第 52 页)