

一种基于分布式电池管理系统的电路设计

贾利浦 郑 帅 孙春峰

河南优德医疗设备股份有限公司 河南郑州 450000

摘 要: 本文针对业界需求提出了一种分布式电池管理系统的电路设计方案,详细介绍了单体电池采集板的设计。单体电池控制板采用低功耗的 MPS430FR2100 单片机作为主控单元,设计了电压测量模块、温度采集模块、电流采集模块、电池均衡模块、通信模块以及状态显示模块。测试实验表明,本系统电路就地直接测量电池电压,测量更加准确。同时,因为测量设备是被测电池的从属设备,测量过程也可以不受常规噪声的干扰。

关键词: 电池管理; 分布式; 低功耗; MSP430FR2100

对于动力锂电池组的管理,传统设计方案一般采用集中式管理。首先,采集单元对电池组中每块电池的单体电压、温度、充放电电流等参数进行采集,然后利用中央处理单元对电池参数进行分析计算,以此确定电池组的剩余电量,并记录数据以备分析。这种管理系统存在较为明显的缺陷:首先,使用单一的控制单元对几十、数百的单体电池进行参数采集、计算、通信、显示,系统的设计复杂,稳定性较差,当其中某组电池出现故障会影响整个系统工作;其次,电动车辆空间紧凑,动力电池呈分布式布置,控制单元往往与电池有较长距离,这样信号从电池到微控制器间的传输非常容易受到电动汽车内部功率器件、高压和大电流动力线工作时产生的电磁干扰的影响,导致测量精度下降,从而在计算电池参数时不一定能真实反映电池的实际工作状态,最后引起电池剩余电量计算的不准确甚至错误;且集中式管理的可扩展性和可移植性差,对于不同的电池组结构、不同数量的电池,都需要重新进行系统设计,严重影响了电池管理系统的通用性。

本文为分布式电池管理系统提供了可行的电路方案。分布式电池管理系统中,核心问题为单体电池的电路控制,本文对其进行了详细的介绍。

1 单体电池电路

1.1 主控制器选型

MSP430FR2100 微处理器是单体电池电路板的核心。它负责测量电池的电压和温度,驱动均衡负载,还负责与中央处理器进行通信。微处理器工作电压范围宽 1.8V-3.6V;功耗低,待机电流不超过 1μA。另外,此微处理器功能强大,配备了 8 路 10 位 AD 转换器、1.5V 内部基准电压、片上振荡器、一个 UART 通信口。

1.2 电源电路设计

电源电路设计了熔断器,具有过流保护作用,设计了 TVS 管,具有过压保护作用。同时设计了 LC 滤波器,可以滤除掉电池上产生的一些高频电压噪声信号。调压器采用一个固定电压为 2V 的 TLV713。

TLV713 芯片特点:

- (1) 输入电压范围: 1.4V 至 5.5V;
- (2) 极低压降: 150mA 时为 230mV;
- (3) 使用或不使用电容时均可稳定运行;
- (4) 低 IQ: 50μA;
- (5) 折返过流保护;
- (6) 封装小: 1mm × 1mm 4 引脚 X2SON。

1.3 电压采集和温度采集电路

由两个精准电阻器构成的电压分压器将电池电压降低至低于基准电压,如图 1。MSP430FR2100 内部基准电压为 1.5V,电阻分压后是电池电压的 1/4,大约为 0.5V-1.1V。两个电阻阻值必须非常大,从而保证不会产生旁路电流。

LPV802 是超低功耗运算放大器,适用于由电池供电的低功耗设备中的感测应用。LPV802 放大器的带宽为 8kHz,静态电流为 320nA,可最大限度降低运行电池寿命至关重要的设备

消耗的功率。除超低功耗特性外,LPV802 放大器还具有实现毫微微安偏置电流的 CMOS 输入级。LPV802 放大器还特有一个负轨感测输入级和一个相对于电源轨的摆幅为毫伏级的轨到轨输出级,从而尽可能保持最宽的动态范围。LPV802 设有电磁干扰 (EMI) 保护,可降低来自手机、WiFi、无线电发射器和标签阅读器的无用射频信号对系统造成的影响。

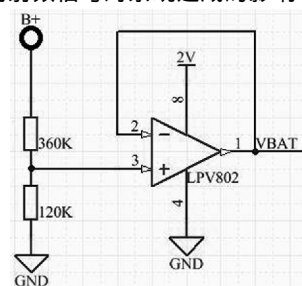


图 1 电池电压采集电路

电池管理系统对温度的采集精度要求并不高,更多的是考虑温升所带来的安全性问题。因此考虑到单体电池电路的成本,温度传感器采用价格低廉的热敏电阻作为温度传感器。通过电阻分压的方式来获取热敏电阻的阻值。为了控制输入电压在微处理器 AD 参考电压 (MSP430FR2100 内部参考电压为 1.5V) 范围内,热敏电阻并联电阻后在进行分压。VT 的计算公式为

$$V_{VT} = \frac{R_2 // R_T}{R_2 // R_T + R_1} \cdot V_{CC} \quad (1)$$

$$V_{VT} = \frac{1}{1 + R_1 \cdot \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_T} \right)} \cdot V_{CC} \quad (2)$$

其中 V_{CC} 为电源电压 2V。由式 (2) 可以看出 R_T 越大, V_{VT} 越大。

1.4 均衡负载及状态显示

本系统设计中采用更加经济实用的被动均衡方式,使用大功率电阻作为被动负载,应用 MOSFET 对电池进行均衡控制。通过 LED 实现对单体电池电路板均衡状态及其他活动状态进行视觉反馈。如图 2。

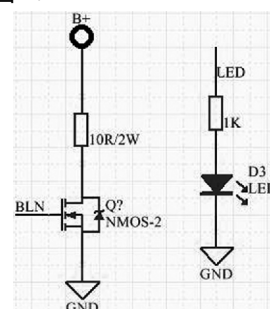


图 2 均衡负载及状态显示电路



1.5 单体电池采集板与中央处理单元的通信

图 3 所示电路通过两个光电隔离器实现单体电池电路板与总线的隔离。其中一个光电隔离器用于前级单体电池电路板与微处理器 UART 的 RX 输入之间,接收中央处理单元发出的数据;另一个则应用于微处理器 UART 的 RX 输出与后级单体电池电路板之间,用于向主控制器传送数据。

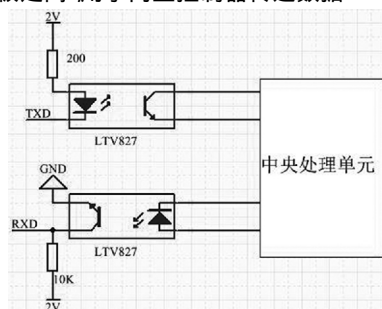


图 3 控制信号转换及隔离电路

2 电流采集模块设计

在电池管理系统中,不必每个单体电池都采集电流数据,只需要每个串联支路安装一个电流采集器,这就大大节省了系统成本。在本系统中电流采集采用莱姆公司的 HC2F80-S 电流互感器,最大电流达 80A,并且以模拟电压量进行输出。HC2F80-S 供电电压为 5V,为此设计了升压泵 TPS61222 为其供电。HC2F80-S 输出滤波后,进行分压供 MSP430FR2100 的 AD 采集电流数据。电路图如图 9 所示。

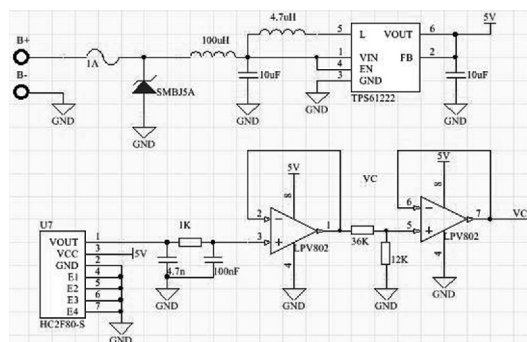


图 4 电流采集模块电路

3 结论

本文提出的分布式电池管理系统的电路设计方案,更多的考虑了硬件成本。单体电池采集电路的主要器件在选型上都在满足功能需求的前提下,最大程度的节省单体电池采集电路的成本。同时也比较注重器件的功耗,旨在减小电池管理系统本身的功耗。实验表明,本系统电路测量电池电压准确同时,抗干扰能力强,更换电池方便,实用性强,为市场提供了一种可行的分布式电池管理系统实施方案。

参考文献:

- [1]黄可龙,王兆翔,刘素琴.锂离子电池原理与关键技术[M].北京:化学工业出版社,2008,1-30.
- [2]张金顶.基于 MSP430 的动力锂离子电池管理系统的研究与设计[D].湖南:湖南大学,2011.
- [3]杨君.电动汽车动力电池组管理系统设计[D].大连理工大学,2011.

(上接第 1 页)驱动,并能与 platform_dht11 设备建立连接,能在控制台上打印温湿度采集结果。结果如图 2 所示:

```
[root@localhost test]# ./dht11
温度为: 24.1;湿度为: 48%
温度为: 24.3;湿度为: 48%
温度为: 24.0;湿度为: 47%
温度为: 24.1;湿度为: 49%
温度为: 24.1;湿度为: 48%
```

图 2 温湿度采集结果

Fig.2 Temperature and humidity collection results

3 结语

基于嵌入式 Linux 的 platform 驱动设计与应用中实现了在 API 上获取设备中的信息,将 SOC 上的设备添加到虚拟总线上,使得总线到设备到驱动的顺序模式到更加广泛的使用,驱动代码的编写和放置位置可以与其他硬件代码的隔离开来。温湿度采集中关于驱动程序的设计和调试,证明了 platform 驱动的移植性良好,而且具有很高的可拓展性。

参考文献:

- [1]李桦,高飞,孙磊.嵌入式 Linux 设备驱动程序研究[J].微计算机信息,2010,26(14):68-70.
- Linux 中用户空间与内核空间的通信实现[J].微机发展,2005(05):75-76+130.
- [2]宋宝华.Linux 设备驱动开发详解[M].人民邮电出版社,2008.08-24.
- [3]赵波,高真香子,项伯阳,等.Linux platform 驱动架构的解析与应用[J].大连工业大学学报,2013,32(01):71-74.
- [4]周德荣,夏龄.Linux platform 驱动架构实现机制研究与应用[J].赤峰学院学报(自然科学版),2010,26(10):28-30.
- [5]李建文,李外云,刘宏博,等.基于 TinyOS2.x 的温湿度传感器的底层驱动与应用[J].单片机与嵌入式系统应用,2013,13(07):28-31.

作者简介:王晓君(1973-),男,河北张家口人,教授。

* 通讯作者:王星