

基于 ISL78600 高精度 BMS 数据采集系统设计

胡青松, 吴定国, 胡攀攀

(合肥国轩高科动力能源有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘要 电池管理系统(BMS)是电动汽车能量管理的重要部分,它提供整车控制策略的重要参数。高精度的电池数据采集系统,是提高整车控制性能的重要因素。设计了一种基于英特赛尔公司 ISL78600 数据采集芯片的高精度数据采集系统,重点从电压采集电路、温度采集电路两方面设计。电压采集电路设计上,单体电压采集误差可以维持在 ± 2.5 mV 以内,总压采集误差不超过 100 mV;温度电路采集设计采用低功耗模式,可以大大减少电池组的内部功耗。大量实验数据验证了本设计的可行性和优越性。

关键词 电池管理系统;高精度;低功耗;ISL78600

中图分类号 TM 912 **文献标识码** A **文章编号** 1002-087X(2018)06-0892-03

Design of high precision BMS data acquisition system based on ISL78600

HU Qing-song, WU Ding-guo, HU Pan-pan

(Hefei Guoxuan High Tech Power Energy Co. Ltd., Hefei Anhui 230000, China)

Abstract: Battery management system(BMS) is an important part of the electric vehicle energy management, which provides the important parameters of the vehicle control strategy. High precision battery data acquisition system is an important factor to improve the control performance of the vehicle. In this paper, the design of a high precision data acquisition system based on Intel qusayr company ISL78600 data acquisition chip, which focus on voltage acquisition circuit and temperature acquisition circuit two aspects design. In voltage sampling circuit design, monomer voltage acquisition error can be maintained within ± 2.5 mV, total pressure acquisition error is less than 100 mV; temperature acquisition circuit design using a low power mode, can greatly reduce the battery internal power dissipation. A large number of experimental data can verify the feasibility and superiority of the design.

Key words: battery management system; high precision; low power consumption; ISL78600

随着能源危机和环境污染的加剧,节能环保的电动汽车成为研究的热点^[1]。动力型锂电池具有能量密度高、循环寿命长、自放电率低、污染小等优点,逐渐成为电动汽车的首选动力源^[2]。为确保锂电池安全、长寿命运行,需对动力锂电池组进行正确有效的管理,动力锂电池组的性能参数检测和控制成为影响电动汽车性能的关键因素^[3-4]。

随着电动汽车商用规模的不断扩大,各大整车厂商对 SOC(State of Charge)估算精度的要求越来越高^[5]。动力电池组的 SOC 对于预测车辆剩余行驶里程,避免电池出现过充放电现象有着重要的意义^[6-7]。现阶段虽然估算 SOC 的方法有很多种,但其对电池数据采集的精度都有很高的要求,准确的 SOC 必须要有高精度的数据采集系统。

目前 BMS 数据采集系统是基于高精度的数据采集芯片设计的,针对电池管理系统的数据采集芯片内部集成了电压采集、温度采集以及与主机之间的通讯系统等模块^[8-9]。本文系统是基于高精度数据采集芯片 ISL78600 设计,对系统的电压

采集电路、温度采集电路以及系统的通讯接口电路进行了详细的设计,同时大量的实验数据验证了该系统具有高采集精度和稳定性。

1 系统的整体结构

图 1 是采用电池管理系统的结构框图。整个系统由一个主控制器和若干个从电池管理芯片构成。每一个电池管理芯片都可以完成对电池信息的采集和与相邻芯片或主控制器的数据通信。主控制器只与最低一级电池管理芯片相连并发送和接收信息。从底部到顶部以此命名电池管理芯片为芯片 1、

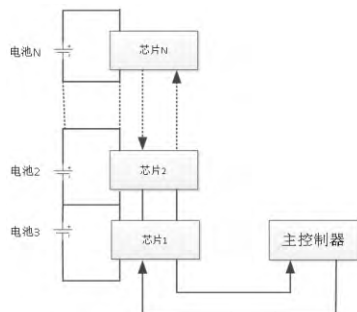


图 1 电池管理系统的结构框图

收稿日期 2017-11-27

作者简介 胡青松(1991—),男,安徽省人,硕士,主要研究方向为电气自动化、新能源汽车技术。

芯片 2、…、芯片 n 对应采集的电池为电池 1、电池 2、…、电池 n 。

电池管理系统数据采集芯片之间采用菊花链通讯如图 2 所示。菊花链接口同样利用一个片选信号和一个串联时钟信号来控制多个从芯片,但是只有最低一级的芯片与主控制器进行数据传输。芯片与芯片之间通过菊花链接口来进行通信,即从芯片需要在一个给定的命令周期内在输入端口读取来自前一级芯片(或主控制器)的数据,并在子命令周期内通过输出口发送数据给后一级芯片。对于芯片之间的传输,在 2 级芯片之间肯定会有延时,所以利用片选信号来控制输入和输出。当片选信号为低电平时,每一级芯片从前一级芯片的输出口接收数据,当片选信号为高电平时,停止从输入端口接收数据,并同时需要将发送的数据传输到输出口。利用片选信号来完成链上芯片在给定命令周期内完成数据的传输。

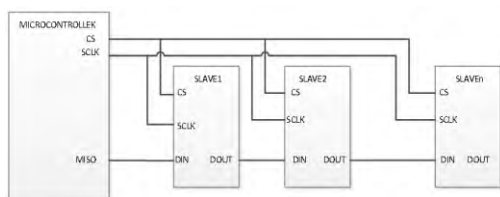


图 2 菊花链通讯接口图

2 系统的硬件设计

2.1 采集芯片和主控芯片简介

ISL78600 数据采集芯片是 Intersil 公司最新推出的一款 12 串单体电压采集芯片。内部集成 14 位的 AD 单体采集误差不超过 $\pm 2.5\text{ mV}$,总压误差不超过 100 mV ;温度采集误差在 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $234\text{ }\mu\text{s}$ 内可实现一次 12 串单体电压扫描。同时支持 2 Mbps 的 SPI 通讯。

主控芯片选用英飞凌公司的 XC2267M, 这是一款汽车级的 16 位单片机, 具有极强的抗干扰性, 采用 C166 构, LQFP100 低引脚封装, 时钟频率高达 80 MHz, 具有多达 832 kB 的 Flash 存储器和 50 kB 的 RAM, 8 路串行接口 (USIC 通道), 6 个 CAN 节点, 集成了电压调节器和多种振荡器, 具有超低功耗的待机与操作模式, 特别适合汽车车身应用。

2.2 电压采集电路

电压采集电路主要是应用内部集成的高速 AD 高精度的采集电压。电路设计是为防止电压采集干扰加入 RC 滤波电路。电路原理图如图 3 所示。

2.3 温度采集电路

ISL78600 包含 4 个温度采集通道, 温度采集首先是将外接温度信号转化成电压信号, 通过外接 NTC 将外接温度信号转化成电阻信号, 然后通过分压电路转化成电压信号。分压电路设计时由 ISL78600 提供 2.5 V 基准电压, 基准电压使用低功耗模式, 每采集一次温度值, ISL78600 维持基准电压 2.5 ms, 不采集温度时基准电压没有电压输出, 大大减少了系统的功耗。选用 40.2 k Ω 的上拉电阻和 10 k Ω 的 NTC, 同时为确保电压采集时的准确性, 并联一个电容。电路原理图如图 4 所示。

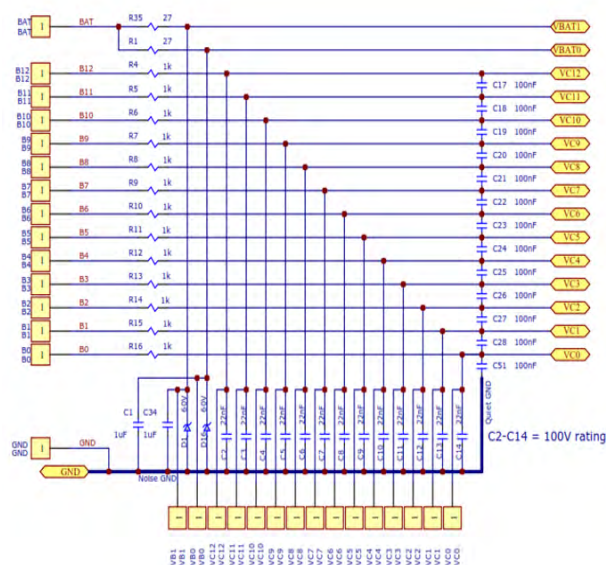


图 3 电压采集电路

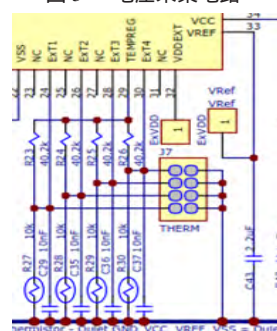


图 4 温度采集电路

2.4 通讯接口电路

系统首片 ISL78600 数据采集芯片与主控制芯片采用传统的 SPI 通讯, 两片 ISL78600 数据采集芯片之间采用菊花链链接, 菊花链通讯电路设计主要是通过 ISL78600 采集芯片的 DHI10、DHO10 两个引脚进行数据传输。图 5 为菊花链通讯的接口电路设计。

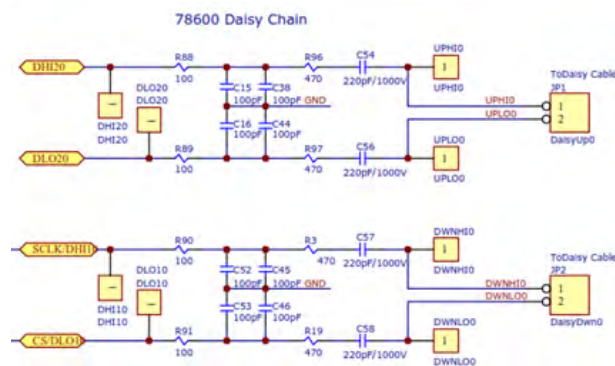


图 5 菊花链通讯电路

3 系统测试

3.1 电压采集精度数据分析

为验证本设计方案的电压高精度性,同时根据国标 QC/T 897-2011 标准 4.2.3 测量精度的要求,测试 Intersil 公司

ISL78600数据采集芯片在常温 19℃和高温 65℃环境下采集不同单串电压时的电压采集数据,并与安捷伦数据采集器采集到的数据进行对比分析,计算出系统的采集误差,为 BMS 系统数据采集芯片的选型提供依据。图 6、图 7 分别是常温 19℃和高温 65℃时系统采集精度误差。可以看出系统的采集误差都在 ± 2.5 mV 以内,满足国标 QC/T 897-2011 要求。

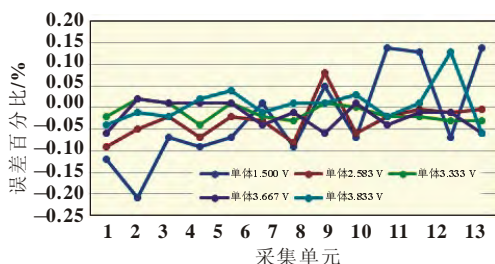


图 6 常温 19℃时系统采集精度误差

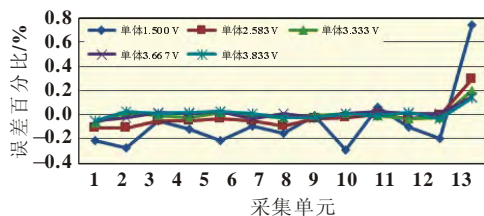


图 7 高温 65℃时系统的采集精度误差

3.2 温度采集精度数据分析

为验证本设计方案的温度的高精度性,同时根据国标 QC/T 897-2011 标准 4.2.3 测量精度的要求,分别对本系统在高温 70℃和低温 -30℃环境下运行 1 h 处理后,测试该系统的温度采集数据,同时将采集的数据与安捷伦数据采集器采集到的数据进行对比分析,计算出采集误差。图 8、图 9 分别是在高温 70℃和低温 -30℃环境下系统温度的采集误差,可以

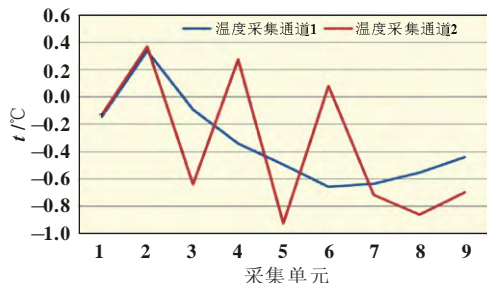


图 8 高温 70℃环境下系统的温度采集误差

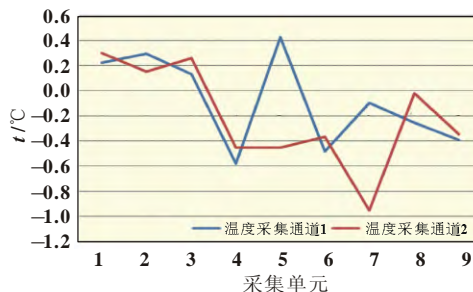


图 9 低温 -30℃环境下系统的温度采集误差

看出系统的误差温度都在 ± 1 ℃以内。

4 结论

本系统设计了基于 Intersil 公司 ISL78600 高精度 BMS 数据采集系统。系统单体电压采集误差可以维持在 ± 2.5 mV 以内,温度采集误差不超过 ± 1 ℃,温度采集系统采用低功耗模式,可以大大减少电池组的内部消耗。系统各采集模块之间采用菊花链通讯,简化了通讯电路的硬件电路设计,同时可以大大提高通讯速率。大量实验数据验证了该设计方案的合理性。

参考文献:

- [1] 阎宏林,肖亚平. 基于 OZ8920 的电动汽车电池管理系统(BMS)研究与开发[J]. 电源技术, 2011, 35(9): 1112-1124.
- [2] 王恒,王颖,李敏,等. 一种高可靠的嵌入式软件远程自更新机制的研究与实现[J]. 工业控制计算机, 2007, 20(9): 39-43.
- [3] ARAI J, YAMAKI T, YAMAUCHI S, et al. Development of a high power lithium secondary battery for hybrid electric vehicles [J]. Journal of Power Sources, 2005, 146(1/2): 788-792.
- [4] 张艳,鲍可进. 整车控制器 Bootloader 的设计与实现[J]. 计算机工程, 2011, 37(12): 233-235.
- [5] 何莉萍. 基于 DSP 的电动汽车电源管理系统的设计[J]. 湖南大学学报, 2009(5): 34-35.
- [6] HORIBA T, MAESHIMA T, MATSUMURA T, et al. Applications of high power density lithium ion batteries [J]. Journal of Power Sources, 2005, 146(1/2): 107-110.
- [7] 林成涛,陈全世,王军平,等. 用改进的安时计量法估计电动汽车动力电池 SOC [J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2006, 46(2): 247-251.
- [8] 何耀,张陈斌,刘兴涛,等. 基于信息融合的 LiFePO_4 动力电池组 SOC 估计[J]. 控制与决策, 2014, 29(1): 189-192.
- [9] 赵春明,吴志新,马宁,等. 电动汽车高压电系统状态参数在线监测[J]. 吉林大学学报: 工学版, 2007, 37(1): 37-42.

(上接第 791 页)

℃时,极片厚度一致性逐渐提高,充电和放电的可逆性提高,库伦效率也提高。

参考文献:

- [1] 闫金定. 锂离子电池发展现状及其前景分析[J]. 航空学报, 2014, 35(10): 2767-2775.
- [2] 陈小丹,岳明玥,马改,等. 混合动力汽车用锂离子动力电池技术进展[J]. 电源技术, 2016, 40(9): 1884-1887.
- [3] 周琳,马冬梅,贺狄龙,等. LiFePO_4/C 电池的容量衰减研究[J]. 电源技术, 2016, 40(1): 39-40.
- [4] 罗雨,王耀玲,李丽华,等. 锂电池制片工艺对电池一致性的影响[J]. 电源技术, 2013, 37(10): 1757-1759.
- [5] 冯瑞,王立伟,吕之阳,等. 高性能 LiFePO_4 /碳纳米管锂离子电池

池正极材料[J]. 化学学报, 2014, 72(6): 653-657.

- [6] 洪树,李劫,宋文锋,等. 锂离子电池用 $\text{LiPF}_6/\text{PC}+\text{FEC}$ 电解液的低温性能[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2016, 47(3): 717-724.
- [7] 赵丽利,朱永平,王学营. 无机涂层改善锂离子电池聚烯烃隔膜性能研究[J]. 无机材料学报, 2013, 28(12): 1296-1300.
- [8] 徐兴无,张良新,李磊,等. 不同辊压厚度正极片对锂离子电池内阻影响研究[J]. 金属功能材料, 2015(4): 31-34.
- [9] 唐艳,欧庆祝,刘恒,等. 极片面密度和压实密度对 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3/\text{C}$ 电化学性能的影响[J]. 中国有色金属学报, 2015, 25(12): 3404-3413.
- [10] LIM C, YAN B, KANG H, et al. Analysis of geometric and electrochemical characteristics of lithium cobalt oxide electrode with different packing densities [J]. Journal of Power Sources, 2016, 328: 46-55.