

新能源车用动力电池管理系统设计

金家立, 张俊杰, 边天贻, 熊林宏, 凌苏湘

江南大学人工智能与计算机学院计算机科学与技术系, 江苏 无锡

收稿日期: 2022年2月28日; 录用日期: 2022年3月11日; 发布日期: 2022年4月13日

摘要

为了更好地解决纯电动汽车使用过程中电池的不稳定性的问题, 提升新能源电池的使用效率和周期, 本文介绍了一种新能源车用动力电池的软硬件设计。该管理系统基于深度学习, 以STM32F103V8T6单片机为控制中心, 通过对SOC和SOH参数的测定, 均衡电路的完善, 电池信息的检测, 实现对车用动力电池的动态信息掌握, 让车用动力电池的使用周期和使用效率得到进一步提升。

关键词

STM32, 车用动力电池智能管理系统, SOC测定

Design of Power Battery Management System for New Energy Vehicles

Jiali Jin, Junjie Zhang, Tianyi Bian, Linhong Xiong, Suxiang Ling

Department of Computer Science and Technology, School of Artificial Intelligence and Computing, Jiangnan University, Wuxi Jiangsu

Received: Feb. 28th, 2022; accepted: Mar. 11th, 2022; published: Apr. 13th, 2022

Abstract

In order to better solve the problem of battery instability during the use of pure electric vehicles and improve the use efficiency and cycle of new energy batteries, this paper introduces the software and hardware design of a power battery for new energy vehicles. The management system takes the STM32F103V8T6 microcontroller as the control center. Through the measurement of SOC and SOH parameters, the improvement of the balance circuit, and the detection of battery information, the dynamic information of the vehicle power battery can be mastered, so that the life cycle and use of the vehicle power battery can be realized. Efficiency is further improved.

Keywords

STM32, Vehicle Power Battery Intelligent Management System, SOC Determination

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在国家碳达峰、碳中和的背景下[1],以动力电池为能源的新能源汽车更加符合低碳环保的生活理念。近年来,随着国家鼓励新能源汽车各种政策的出台,国内外纯电动汽车产品越来越普及,消费者也越来越多选择新能源汽车,我国新能源汽车市场经历了爆发式增长[2] [3] [4]。目前在新能源汽车市场中占比最大的是纯电动汽车,2020年纯电动乘用车销量占当年新能源乘用车销量的80.5% [5]。

而作为新能源汽车的动力命脉,由于锂电池的能量密度高、充放电性能好、重量小、寿命长、绿色环保等优点,在新能源汽车中得到广泛的应用[6]。但当前新能源汽车动力电池管理技术仍然存在着诸多问题,使用过程中电池续航以及稳定性不断衰减影响新能源动力汽车的使用[7] [8] [9] [10] [11],如何更好地提升新能源电池的使用效率和周期成为迫在眉睫需要解决的问题。

为了更好地解决车用动力电池管理问题,提升动力电池的使用效率和周期,动力电池管理系统逐渐发展起来。不论车辆是在充电还是在正常运行使用阶段,电池管理系统都需要准确可靠的完成对各电池的各项参数:电流、电压、温度、SOC等进行实时检测和诊断。利用硬软件结合完善对动力电池充放电的控制[12]。

本文主要介绍一种新能源车用动力电池管理系统的设计。系统完成对新能源动力电池各项数据的采集。完成对SOC、SOH数值的测定。为驾驶人员提供准确的电池续航信息,发现电池数据异常时即时提醒驾驶人员,并将异常信息保存到用户APP中。

2. 系统总体设计

本系统采用STM32F103V8T6单片机芯片作为主控,采用分模块的设计思想,将硬件与软件分为两大部分,并在每个部分设计不同的数据采集模块以实现整体的设计功能,设计电源电路、温度采集电路、均衡电路、电压采集电路等模块相配合用以实现车用动力电池管理系统。采集到的数据与处理结果会在用户显示屏上进行对应的显示,用户也可在手机APP上查看电池充电以及运行过程中的各项数据。如果检测到异常数据则自动提示用户,并将结果保存到软件中。用户可根据自身实际情况选择停止运行,并且系统会将出现问题的电池组号记录到软件中,方便用户到厂里维修。

3. 管理系统的硬件设计

3.1. 控制器选择

本动力电池管理系统使用的硬件核心为STM32F103V8T6单片机,STM32F103V8T6单片机具有应用编程(IAP)功能。STM32芯片拥有多个控制IO口,64KB的Flash和20KB的SRAM存储空间,具有USART、SPI、CAN等多种通信方式和睡眠、停止和待机等多种工作模式,一定程度上简化了电路的设计。在本系统中,STM32芯片高性能、低成本的特点完全能够满足本系统的控制要求。

3.2. 控制器接口设计

动力电池管理系统接口如下图所示，外电路输入接口由电源电路、温度采集电路、均衡电路、电流采集电路等模块接入 STM32 控制芯片，其中外界电路分别提供电池组的单体电压和总体电压、电流和温度的数据。输出接口由监测接口和显示接口组成，监测接口用于监测当前电池组的运行数据，将数据上传到用户端数据库中，并将数据显示到用户端显示器以及对应的手机 APP 中，对于异常数据进行警报，并提示使用者是否中断电池组运行进行维修，用户可选择结束电池组的运行。控制接口设计见图 1 [13]。

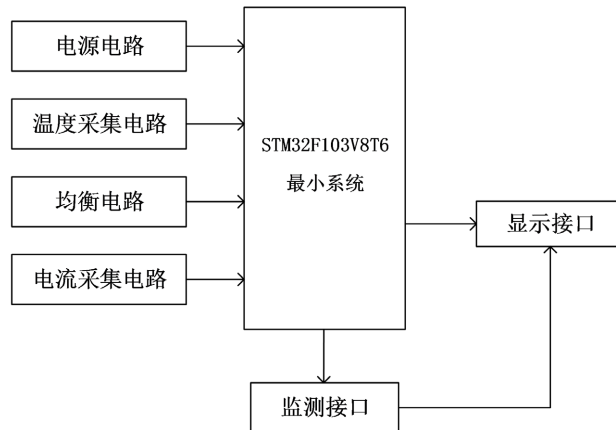


Figure 1. Controller interface design
图 1. 控制器接口设计

3.3. 电流采集电路模块

电池组正常运行的关键在于电压数据是否正常、采集到的电流数据是否准确，能有效防止电池组产生故障，电流的精确测量也是其他数据能否得到精确的关键。本系统采用霍尔电流传感器对电池组的电流进行采集。

3.4. 温度采集电路模块

电池温度的变化会很直观地反映电池性能的动态变化。本系统温度传感器选用热敏电阻的变化来反映温度的变化，当电池温度发生变化时，温度传感器的阻值会发生变化，从而其两端电压会发生改变，据热敏电阻的阻值和温度的对应关系以及两端的电压得到实际温度值。热敏电阻的电路性质见图 2 [14]。

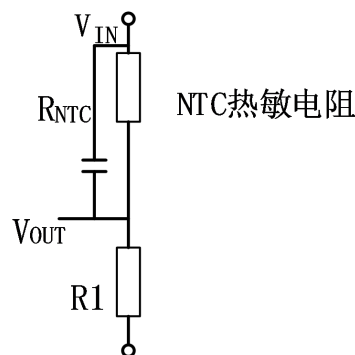


Figure 2. Temperature acquisition circuit
图 2. 温度采集电路

根据热敏电阻温度与电压的关系，电路中存在以下数学表达式：

$$V_{OUT}/R_{NTC} = V_{CC}/(R_{NTC} + R_1) \quad (1)$$

其中 V_{OUT} 为输出电压， R_{NTC} 为热敏电阻阻值， V_{CC} 为输入电压， R_1 为平衡电阻。

由(1)可以得到：

$$D_{MAX}/D_{OUT} = (R_{NTC} + R_1)/R_{NTC} \quad (2)$$

其中 D_{MAX} 指的是最大的 ADC 的值， D_{OUT} 为实际电压的输出 ADC 的值。

由此得到电阻与温度的对应关系，再由下式：

$$1/T = A + B * \ln(R_{NTC}) + C * \ln(R_{NTC}) \quad (3)$$

其中 B 为热敏电阻温度系数， T 为绝对温度 K (开尔文温度)， A ， B ， C 分别为电阻的常数系数。

3.5. SOC 计算模块

本系统采用安时积分法完成车用动力电池组 SOC 的计算，通过计算一定时间内充放电电流和对应时间的积分，从而计算变化电量的百分比，最终求出剩余电量。由下式：

$$SOC = SOC_0 - \left(\int_0^t i(t) dt \right) / Q_0 \quad (4)$$

其中 SOC_0 为电池上一次运行的最后 SOC 的值， Q_0 为电池的最大容量， i 为电流采集电路测量的电池组端电流。

4. 管理系统软件设计

4.1. 管理系统的任务

车用动力电池管理系统主要任务如下：

- 1) 电池数据检测功能：实现对电池组数据，比如单体和总体的电压、电流和温度的采集和检测。
- 2) 电池状态估计功能：完成对电池组的 SOC 和 SOH 等参数的估计。
- 3) 均衡电路控制：采用非能耗型均衡电路，动态调节电池组中各单体电池电压，实现单体电池间的均衡，降低不一致性。
- 4) 动态监测电池组工作状态：根据采集到的电池组参数判断电池组状态，如若出现电池的异常情况，系统将进行预警并由用户决定是否立即中断电池组运行，并且将异常电池组序号保存上传到手机 APP 中。

4.2. 软件设计

车用动力电池管理系统软件主要采用主程序加终端设计多流程控制，通过软硬件结合完成整体系统的功能实现。主程序主要实现车用动力电池数据的监测、对车用电池组 SOC 和 SOH 数据进行估计、完善均衡电路控制，并将结果保存到软件数据库中，用户可在用户端实时查看当前运行数据与历史运行数据。中断程序采用外界信息中断，当管理系统识别当前运行数据有异常时，会及时反馈到用户端，将精确电池组的序号上传到用户端，并提示用户进行处理，用户可以选择中断该电池组的使用，保证电池组的使用周期和使用效率。

4.2.1. 电池组信息检测

电池组信息检测模块主要通过硬件接口完成对电池组原始数据比如电压、电流的检测。此模块主要完成对采集到的数据上传到数据库中，并将运行数据显示到用户显示屏处。

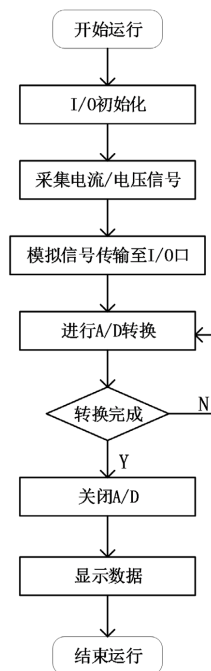


Figure 3. Battery pack information detection design
图 3. 电池组信息检测设计

信息主控制器内置 A/D 转换器，可将电流传感器和电压传感器分别采集的电流、电压信号传送到控制芯片，完成信号的处理，电池组信息检测模块设计程序流程如图 3 所示。

4.2.2. 动态监测电池组

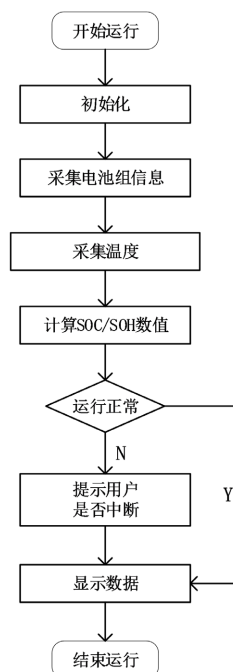


Figure 4. Dynamic monitoring of the battery pack
图 4. 动态监测电池组

动态监测电池管理模块主要完成对电池组其他数据的计算和监测,先调用 4.2.1 中的电池组信息监测模块采集电池组信息,调用温度采集模块测量温度,并利用安时法完成 SOC 的估算,将数据上传到系统数据库中并在用户端界面进行显示。

管理系统采用动态监测电池组的方式,由控制芯片采集电池组的各项信息并计算 SOC/SOH,再将数据交由系统软件判定当前运行是否正常,并提示用户异常数据,动态监测电池组模块设计程序流程如图 4 所示。

4. 结束语

新能源车用动力电池管理系统设计管理系统以 STM32F103V8T6 单片机为控制中心,通过硬软件的结合实时监测电池组的各项信息,并且将运行数据实时显示到用户端。采用分模块的思想将硬件监测系统与软件监测系统相结合,采集电池组的基本信息,并且通过扩展卡尔曼滤波算法对系统 SOC 进行估计。用户可以在车用显示屏和手机绑定的程序上查看电池组当前运行数据和历史运行数据。在发生异常数据时,用户将及时收到提示并选择是否中断运行,大大降低了电池组发生损坏的风险,并且根据电池组的序号进行精确维修,减少了维修的成本和难度,提升了电池组整体的使用效率和周期。

基金项目

本文受江南大学大学生创新创业训练计划项目(2022008Z)资助。

参考文献

- [1] 胡鞍钢. 中国实现 2030 年前碳达峰目标及主要途径[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2021, 21(3): 1-15.
- [2] 邱华良. 新能源电池产业现状发展及对策[J]. 汽车纵横, 2021(8): 36-39.
- [3] 岳振廷. 新能源电池, 快速发展中的喜与忧[J]. 企业观察家, 2021(1): 88-89.
- [4] 陈秀娟. 全国汽车保有量达 2.81 亿辆[J]. 汽车观察, 2021(1): 7.
- [5] 邹朋. 加快推动新能源汽车产业化发展[J]. 汽车纵横, 2021(11): 21-24.
- [6] 王彪, 李永红, 岳凤英. 电池管理系统研究与设计[J]. 电子测量技术, 2021, 44(14): 59-64.
- [7] 萧河. 中国新能源汽车进入加速发展新阶段[J]. 中国石化, 2020(11): 75.
- [8] 孙振宇, 王震坡, 刘鹏, 张照生, 陈勇, 曲昌辉. 新能源汽车动力电池系统故障诊断研究综述[J]. 机械工程学报, 2021, 57(14): 87-104.
- [9] 王震坡, 袁昌贵, 李晓宇. 新能源汽车动力电池安全管理技术挑战与发展趋势分析[J]. 汽车工程, 2020, 42(12): 1606-1620.
- [10] 李克卿, 陆文星, 梁昌勇. 管理视角下中国新能源汽车动力电池的回顾与展望[J]. 科技管理研究, 2020, 40(5): 173-177.
- [11] 罗承东, 吕桃林, 解晶莹, 付诗意, 吴磊. 电池管理系统算法综述[J]. 电源技术, 2021, 45(10): 1371-1375.
- [12] 吕杰, 宋文吉, 冯自平. 电池管理系统设计与实现[J]. 电池, 2019, 49(6): 499-501.
- [13] 刘永臣, 巨永锋, 张嘉洋, 杜凯. 电池管理系统全自动测试软件设计[J]. 化工自动化及仪表, 2021, 48(3): 268-271+305.
- [14] 王选择, 赵治俊, 杨练根, 张雨, 翟中生. 提高 NTC 热敏电阻器测量响应速度的方法[J]. 传感器与微系统, 2017, 36(7): 19-22. [https://doi.org/10.13873/j.1000-9787\(2017\)07-0019-04](https://doi.org/10.13873/j.1000-9787(2017)07-0019-04)