

# 基于 CAN 通信的电动汽车 BMS 测试平台设计

李顶根<sup>1</sup>, 唐晓峰<sup>1</sup>, 刘士杰<sup>2</sup>

(1. 华中科技大学 中欧清洁与可再生能源学院 湖北 武汉 430074 2. 湖北德普电气股份有限公司 湖北 襄阳 441000)

**摘要:**介绍了一种基于 Controller Area Network (CAN)通信的电动汽车电池管理系统(BMS)测试平台的设计,采用主从设计结构,通过模拟电池的各种信号,供给 BMS 采集,然后对比 BMS 采集到的数据和提供的模拟信号,以此判定 BMS 的品质。该测试平台包含多个测试单元:单体电池电压测试单元、温度测试单元、电池组总电压、总电流测试单元、电池组绝缘电阻测试单元、BMS 驱动输出测试单元和 CAN 通讯测试单元,同时将检测结果在上位机上进行显示和记录。上位机平台用 LabWindows/CVI 编写,测试平台兼容多款 BMS,实验数据表明其具有较高的输出精度,能够完成对 BMS 的功能性检测。

**关键词:**CAN; 电池管理系统; LabWindows/CVI

中图分类号: TM 912

文献标识码: A

文章编号: 1002-087 X(2018)10-1543-03

## Design of test platform for electric vehicle battery management system based on CAN communication

LI Ding-gen<sup>1</sup>, TANG Xiao-feng<sup>1</sup>, LIU Shi-jie<sup>2</sup>

(1. China-EU Institute for Clean and Renewable Energy, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan Hubei 430074, China;

2. Hubei Techpow Electric Co., Ltd., Xiangyang Hubei 441000, China)

**Abstract:** The design of a test platform for battery management system(BMS) of electric vehicle based on Controller Area Network (CAN) communication was introduced. The master-slave design structure was used, through the simulation of various kinds of signal of the battery, then it was supplied for the acquisition of BMS. The quality of the BMS was determined through the comparison of the BMS collected data with the provided signal. The test platform consists of several test units, single cell voltage test unit, temperature test unit, battery total voltage, total current test unit, insulation resistance test unit, BMS drive output test unit, CAN communication test unit, and the test results were displayed and recorded on the upper computer. The upper computer interface was designed by the LabWindows/CVI. A variety kinds of BMS were satisfied by the test platform. The experimental data shows that it has a higher output accuracy, and the functional testing of BMS can be completed.

**Key words:** CAN; battery management system(BMS); LabWindows/CVI

电池管理系统(battery management system, BMS)作为电动汽车电池系统的一部分,在电动汽车安全运行、能量分配方面起着至关重要的作用。随着电池管理系统产业化的到来,在其投入市场之前做全面的性能测试是保证电池管理系统可靠性的重要手段,因此研制一台能够全面测试电池管理系统各项性能的测试设备势在必行。本文设计了一款基于 CAN 通信电池管理系统测试平台。该测试平台能够完成对 BMS 综合检测,同时将检测结果在上位机上进行显示和记录<sup>[1-2]</sup>。

### 1 系统原理

系统结构图如图 1 所示。该测试平台能够兼容检测多款 BMS,主要由从控输出模块、主控模块、CANET-4E-U、CAN 转以太网模块、上位机等模块组成。主控板是检测平台的核心,负责给 BMS 供电、管理从控模块的输出和上位机通讯。从控

收稿日期: 2018-01-22

**作者简介:**李顶根,1977 年生,男,安徽省人,副教授,主要研究方向为动力机械电子控制技术、动态测试技术、数值模拟与仿真。

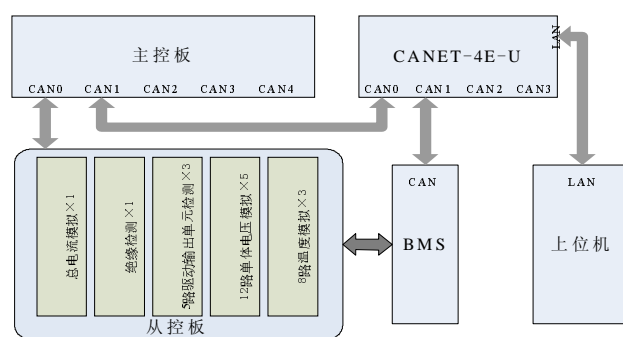


图 1 系统结构框图

模块负责接收来自主控板的命令,输出对应的标准信号量包括 60 串电压、24 路温度、绝缘电阻、总电流、总电压、继电器驱动单元供给 BMS 检测。上位机管理模块负责下发命令给主控板操纵从控板输出,同时可以对 BMS 的数据进行分析处理,实现综合管理。

## 2 硬件系统设计

### 2.1 主控模块设计

主控模块负责解析转发来自上位机的指令,同时负责BMS的供电控制,以及总电压的模拟和PWM波输出,对整个CAN通讯进行控制。

主控模块采用恩智浦公司的MC9S12XDP512MAL单片机芯片,该系列单片机是带协处理器XGate的双核单片机系列,主频最高可达40M,拥有丰富的片上资源,内部集成了SCI、SPI、CAN、ATD、EEPROM、IIC、PWM和PIT。

BMS的供电部分是通过MC9S12XDP512MAL芯片的第一路232通讯控制一台程控电源HSPY-40-5,从而实现对BMS的上电和下电操作。

总电压模拟部分是通过第二路232通讯控制另外一台程控电源HSOY-1000-002,从而实现0到1000V的电压模拟。

CAN通讯部分利用了MC9S12XDP512MAL芯片上集成的第一路和第二路CAN,分别用于控制从控部分以及接收来自上位机的通讯指令。

PWM波输出部分利用了芯片内部的PWM波。由于这里要求输出电压幅值能够达到15V,并且具有带负载的能力,所以这里运用了功率放大芯片TDA2030。

### 2.2 从控模块设计

从控模块负责接收来自主控板的命令,从而输出对应的电池模拟信号供BMS采集。这些电池模拟信号有电池的单体电压、单体温度、绝缘电阻、总电流以及一些数字量。

从控模块采用Microchip公司的PIC18F2580单片机芯片,该单片机内部集成了A/D、PWM、CAN控制器、USART和SPI等功能。

单体电压模拟部分是通过PIC18F2580芯片的SPI通讯操作AD5640芯片。AD5640芯片是Analog Devices模拟器件公司生产的14bit的数模转换芯片,这里的单体电压模拟就是通过AD5640加上后一级的电压跟随电路,实现输出电压0~5V可调。

单体温度的模拟是通过PIC18F2580芯片的数字I/O口和后一级的74HC138多路开关依次选通各个通道实现多个温度点的模拟。

绝缘电阻的模拟和单体温度模拟实现方法相同。

总电流模拟通过AD5640来实现。通过AD5640和后一级的运放,实现电压输出在 $\pm 75\text{ mV}$ 的连续变化。电流采集的传感器就是分流器,分流器的输出就是 $\pm 75\text{ mV}$ 的电压。通过模拟这个电压输出,实现总电流的模拟。

数字量的模拟是通过PIC18F2580芯片的数字I/O和继电器来实现。

## 3 底层主从控制软件设计

### 3.1 主控板软件设计

程序开发采用了恩智浦公司的CodeWarrior编译系统。程序编译下载到主控芯片MC9S12XDP512MAL中,代码采用了模块化设计的思想。主控模块的作用是信息的接收处理以

及转发,其信息流向如图2。图2中把与信息相关的几个接收以及转发函数列举出来,具体的处理函数都封装在对应的接收以及转发函数中。

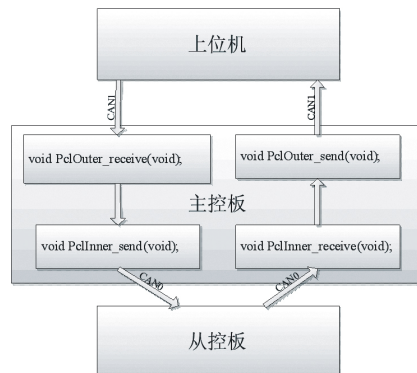


图2 主控板程序信息流向

### 3.2 从控板软件设计

程序开发采用了Microchip公司的MPLAB X IDE编译系统。程序编译后下载到从控芯片PIC18F2580中,代码同样采用了模块化设计的思想。从控模块的作用是接收并响应来自上级的指令,其信息流向如图3。图3中把与信息相关的几个接收以及转发函数列举出来,具体的处理函数封装在对应的接收以及转发函数中。

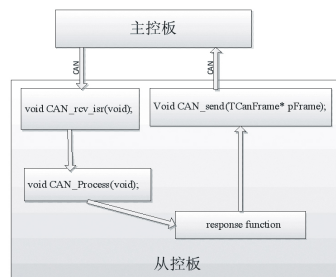


图3 从控板程序信息流向

## 4 数据测量

整个产品如图4。上位机主界面如图5。在上位机上设置前6节单体电压输出,实验选择了1.000、3.800和5.000V3个点,然后用高精度的万用表对输出端进行测量,具体数据如表1。



图4 产品图

## 5 结论

电动汽车电池管理系统测试平台采用主从设计的结构,

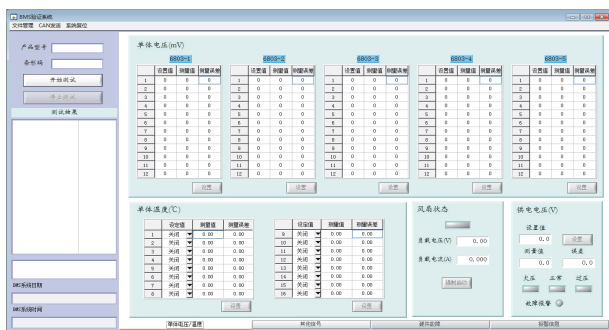


图5 上位机主界面图

适用于多款 BMS 的综合测试。测试平台能够实现实时监测和数据管理,具有操作简单灵活,可靠性好等特点,能够很好地满足 BMS 的检测。

(上接第 1515 页)

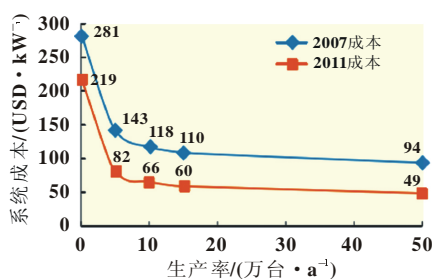


图6 燃料电池成本与产量关系

有价格的四分之一,则燃料电池有轨电车运营和维护费用也将发生大幅变化。

图 7 为在燃料电池系统技术进步且系统投入量产后的预测的燃料电池供电方式有轨电车的总运营成本,图 8 为目前和预测的制氢加氢费和燃料电池系统维护费随运营时间发生的变化。

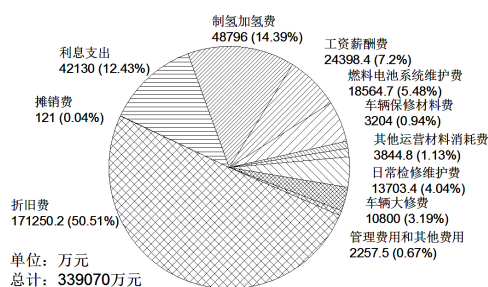


图7 预测燃料电池有轨电车所需总运行成本

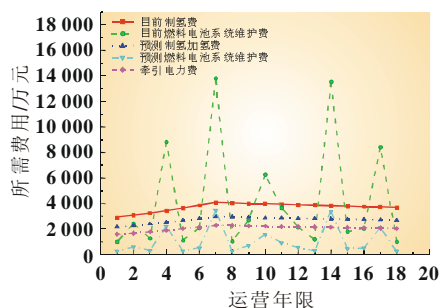


图8 当前和预测动力能源费对比

表1 实际测量数据 V

通道号	设定电压 1.000 V 测量值	设定电压 3.800 V 测量值	设定电压 5.000 V 测量值
1	1.000	3.800	5.000
2	1.000	3.799	4.999
3	1.000	3.801	5.001
4	0.999	3.799	4.999
5	0.999	3.799	5.000
6	0.999	3.799	4.999

## 参考文献:

- [1] 周跃刚. 基于 J1939 协议和 NI PXI 平台的 CAN 总线通讯平台开发[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(12): 407-411.
- [2] 王桂荣, 钱剑敏. CAN 总线和基于 CAN 总线的高层协议[J]. 计算机测量与控制, 2003, 11(5): 391-394.

从图 7 中可以看到,生产维护成本降低后的燃料电池有轨电车项目运营期年均总成本费用为 18 837.2 万元。与接触网+APS 有轨电车方案相比,年均总成本费用降低了 51 万元。因此,当燃料电池生产维护成本降低后,无论是投资建设金额还是运营维护金额,与接触网+APS 方案相比,燃料电池有轨电车方案都更具有经济优势。

## 5 结论

本研究在分析了有轨电车投资建设成本的构成因素的基础上,以 XX 有轨电车 1 号线为例,对比计算了采用接触网+APS 供电方式和燃料电池供电方式下各自的投资建设成本与后期运营维护成本,并依据目前燃料电池技术的发展趋势对未来燃料电池有轨电车的建设和运营成本进行预测,结论如下:

- (1) 燃料电池有轨电车的投资建设成本相较于目前市场上的接触网+APS 电车,有大幅度的下降。
- (2) 在目前的燃料电池生产和维护成本下,燃料电池有轨电车的运营成本远高于接触网+APS 有轨电车。其主要原因为燃料电池供电方式的制氢加氢费和燃料电池系统维护费用远高于接触网+APS 供电方式的牵引电力费。
- (3) 考虑到燃料电池技术的不断发展,以及燃料电池系统的批量生产成为可能,根据燃料电池系统成本预测模型,未来燃料电池有轨电车的建设和运营成本都有可能低于接触网+APS 式有轨电车,具有较明显的经济优势。

## 参考文献:

- [1] 侯明,衣宝廉. 燃料电池技术发展现状与展望[J]. 电化学, 2012, 18(1): 1-13.
- [2] 陈维荣,钱清泉,李奇. 燃料电池混合动力列车的研究现状与发展趋势[J]. 西南交通大学学报, 2009, 44(1): 1-6.
- [3] 李勤. 西班牙展出燃料电池有轨电车[J]. 国外铁道车辆, 2012, (6): 31.
- [4] CHEN W R, PENG F, LIU Z X, et al. System integration of China's first PEMFC locomotive[J]. Journal of Modern Transportation, 2013, 21(3): 163-168.
- [5] 毛保华. 城市轨道交通系统运营管理[M]. 北京: 人民交通出版社, 2006.