

新能源汽车动力电池热管理系统设计

杨雪静

中电科能源有限公司 天津市 300450

摘要: 新能源汽车主要以电力能源作为驱动能源,相应锂电池就是此类汽车产品中不可或缺的部分。但锂电池在长期应用当中容易产生较大热能,这对于汽车行驶过程中的性能存在影响,容易出现安全事故,就这一点现代新能源汽车中必须具备锂电池热管理系统,该系统主要功能在于控制锂电池的温度,确保汽车行驶安全。本文将针对该系统的设计进行分析,仅供有关人士参考。

关键词: 新能源汽车;锂电池;热管理系统

引言

动力电池通过自身电化学反应,锂离子在电池正负极之间移动而形成电池的充放电。自身的电化学反应会放出热量,从而导致温度上升,而温度升高会影响动力电池的很多工作特性参数,如内阻、电压、SOC、可用容量、充放电效率、电池一致性和电池循环寿命,甚至热失控引起电池着火。动力电池的工作温度也会间接影响到新能源汽车的续航里程、最高车速和加速性能。当新能源汽车处于高速行驶时,驱动电机需要动力电池提供足够大的电流。过低的环境温度,会使动力电池的放电电流受到限制。动力电池理想的工作温度是25~55℃,过高或过低的工作温度都会严重影响动力电池的性能,所以高效的热管理系统对动力电池的性能、循环寿命乃至车辆的续航里程都十分重要,因此需要在高温和严寒条件下,对动力电池系统进行冷却和加热。目前,由于电池技术的限制,动力电池高温热失控,以及低温下充放电性能受限等问题,一直影响着动力电池的应用与发展,同时也是制约新能源汽车推广运营的主要因素。本文通过研究动力电池的特性,结合现有技术,提出了一种可以有效控制动力电池工作温度的热管理方案。

1 动力电池热管理系统的控制方式

热管理循环回路:膨胀水箱→三通3→空调机组→水泵→PTC→水温传感器→三通2→动力电池包1、动力电池包2→三通1→三通3→膨胀水箱。新能源汽车钥匙打到ON档时,BMS控制器开始采集动力电池包1、动力电池包2内的所有电芯温度。当电芯最高温度 $T_{max} \geq 37^\circ\text{C}$,BMS控制器发报文给TMS控制器,TMS控制器接收报文

后,发送“制冷”指令给空调机组、水泵,水泵、空调机组(压缩机)开启,通过内部的制冷剂(R134a等)对冷却液水温进行冷却,压缩机开启的设定目标水温 $T = 18 \pm 1^\circ\text{C}$,并根据当前水温实时调节压缩机功率^[1]。

当电芯最高温度 T_{max} 处于32~37℃之间时,BMS控制器发报文给TMS控制器,TMS控制器接收报文后,发送“自循环”指令给水泵,水泵开启,空调机组(压缩机)关闭,冷却管路在水泵的作用下处于自循环模式。当 $T_{max} < 32^\circ\text{C}$,BMS控制器发报文给TMS控制器,TMS控制器接收报文后,发送“关机”指令给水泵,水泵关闭,动力电池通过自身壳体与外界环境进行散热。当电芯最低温度 T_{min} 处于12~15℃之间时,BMS控制器发报文给TMS控制器,TMS控制器接收报文后,发送开机指令给水泵,同时转发报文给加热器控制器,加热器控制器发送“加热”指令给PTC,水泵、PTC开启,冷却液设定目标水温 $T = 40 \pm 1^\circ\text{C}$,开始对冷却液进行加热,热量经过动力电池包1、动力电池包2内部,实现电池包加热^[2]。

2 热管理系统设计

2.1 动力电池热管理系统的总体设计

新能源汽车在行驶的过程,即动力电池进行放电的工作。当电池由于汽车行驶状态下放电而导致电池本身温度过高时,通过MCU主控单元的软件设计接收温度信号并且控制风扇的转速,从而完成电池散热的工作,将电池温度保持在一个恒定的状态下,使其能正常工作并且达到延长电池寿命的目的。因此动力电池智能管理系统一般有三个执行部件:温度传感器、电机驱动模块、风扇。动力电池散热的方式有三种,分别为空气冷却式、液体冷却式、相变冷却式,空气冷却式散热相比较其他两种散热方式而言耗资较小,成本低,并且对电池的封装设计要求有所降低,对整车的结构设计影响较小。考虑到整个系统的额定电压和工作电压范围必须与

作者简介: 杨雪静 女,汉族,1989年11月,河北省安新县人,毕业于河北工业大学,本科学历,就职于中电科能源有限公司,主要研究电池管理,邮箱:935912342@qq.com

设计中所选择的电机和散热器控制单元相匹配,并且保证电池散热系统能够安全可靠地正常运行,就需要按照电机的工作电压级别和电池的数量来确定符合要求的散热电池规格^[3]。一般来说,新能源汽车都会配备一个完整的散热系统来负责为电池进行降温,其结构示意图如1所示:

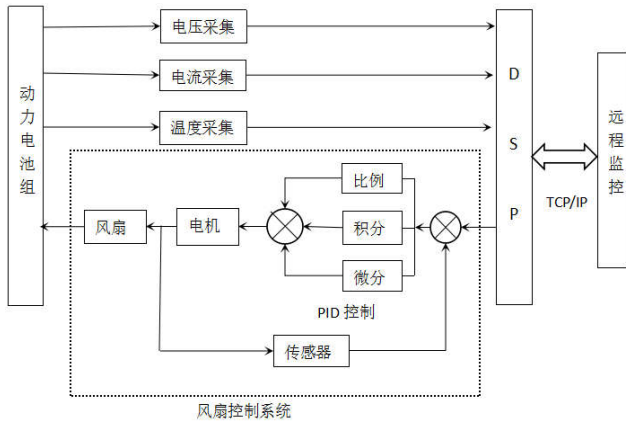


图1 结构示意图

整个动力电池热管理系统包括了电池内部信号的采集、风扇（电机）控制、通讯模块,以DSP为主控制器,通过采集电池内部信号来确定电池组的状态,并且对其状态做出相应的处理。温度的采集主要用于电池组的过温保护,将DSP采集到的数据通过PID控制进行调节并且控制电机的转速。最后将采集到的信息打包处理后发送至监控系统,进行实时监测。

2.2 A/D信号采集

动力电池热管理系统中,通过56F8346的ADC采集程序设计用来对温度信号进行采集,温度传感器的输出电压是一个微弱的模拟信号,然后经过模数转换变成数字量,从而在板子中直接读取到对应的数字量。该模块的分辨率为12位,具有高达5MHZ的脉冲速率,能够较快的完成数据的采集。芯片上拥有16个模拟量输入口,可以满足多个信号同时采集,根据不同的设计要求,来对各个通道进行选择。通过ADC控制模块内部使能触发模式,并且写上部分A/D转换代码,转换结果将被存储在16位的模数寄存器(ADRESL)中,模数转换结果寄存器实际地址就是16位,而A/D采集到的数据位12位的模拟量转换成数字量存于寄存器中,所以但要想得到正确的数据,必须将采集到的数据进行移位。在右移4位之后才是所需要的结果^[4]。然后再根据公式(1)得到相应的电压数值:

$$V_{input} = \frac{ADResult \times 3}{4095} \quad (1)$$

(1)式中, V_{input} 为模拟信号电压值; ADResult为

AD采集寄存器值。A/D采样程序框图如图2所示:

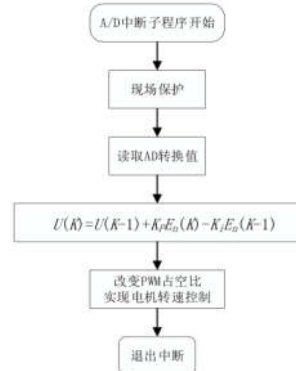


图2 AD采样程序框图

2.3 电机位置和速度检测子程序

实验中,想要获取电机的运行速度以及位置,都是通过正交定时器模块来进行采集。在DSP56F8346中用到4个正交定时器来完成两路正交的方波信号的解码。当这些GPIO口未被当作输出时,产生的两路正交信号能够用来当作它们的输入引脚。再驱动电机系统中,无刷直流电机转子的相对位置必须知道,在实验过程中,首先进行的就是转子位置的检测,才能确保电机能够正常启动。未来能够更好的对电池进行散热,必须要掌握好电机的速度,当电池温度升高时,必须要有相应的速度来进行调节,所以对电机转速进行精确的测量。文章中选用的是1000线光电编码器,最主要功能是在测量电机的转子转动时,能够产生脉冲信号被检测,从而得到此时电机的转速。其工作原理就是正交脉冲计数,当电机正常工作时,其本身自带的编码器会产生两路脉冲信号传输给DSP,再由DSP内部的定时器模块对脉冲信号进行精准的解码,选择一个周期,对该周期内的脉冲数进行计数,从而计算电机的转速^[5]。图3为电机转速实现程序流程图。

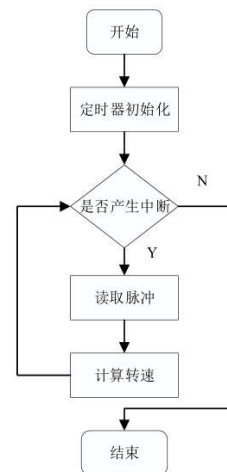


图3 转速检测程序框图

文章中采用了56F8346芯片的脉冲计数功能来完成对电机转子位置的检测，3个霍尔传感器输出的都是相差120°电角度的方波，因此可以利用检测霍尔信号输出的方波的升降沿来获取高低电平，从而能够知道电机所在的时刻，进而保证精准换向。在程序的设计中，通过读取三个I/O端口的电平，储存在H1、H2、H3三个变量里面，再通过上一时刻读取的霍尔传感器的数值来确定电机转子的转向，确定好转向之后，再去换掉对应的标志位，最后将传感器进行更新，得到最新的转子位置数据，存置LH1、LH2、LH3。

2.4 PWM驱动电机程序

无刷直流电机的驱动方式是由PWM信号进行控制，并且再其中加进一些算法。再驱动时，由DSP的6个输出端口分别输出6个PWM脉冲。DSP56F8346芯片中含有2个PWM模块，每一个模块都有6个PWM信号输出端口，再对电机进行控制时，产生的6路PWM脉冲要设为两两互补的方式。为了能够更好的对电机进行控制，要想使DSP56F8346工作在互补的状态下，需要对PWM模块进行相关的设置，尤其是死区时间，只有设置好他的时间，才能不让驱动电路的上、下桥臂一起导通。当然，在PWM模块上还要设置其他的功能，例如PWM所要选择的极性、以及波形的对齐方式。将PWM模块设置完成后，再通过程序的编写对电机进行调试^[6]。

2.5 Labview程序设计

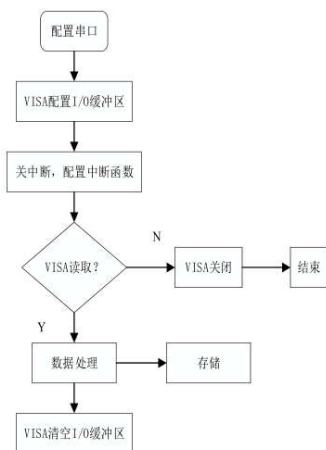


图4 串口程序

Lab VIEW软件是一款由美国国家仪器公司自主开发的专业的软件操作系统和产品，此软件是一种被广泛应用的程序开发环境，与别的软件不同的是它选用的是图形化编辑语言G编写程序，所产生的结果是以框图的方式。此软件最大的优点在于拥有超强的数据处理功能，

并且能够依据自己的想法来做出具有更高水平的仪器。因此Lab VIEW可以被使用在很多场合，尤其是在进行数据的过程，本文利用Lab VIEW软件进行串口数据的读取以及图形显示。程序设计框图如下，在Lab VIEW中安装VISA软件，可以实现串口通信也就是数据采集功能。VISA串口程序如图4所示，数据显示程序如图5所示。

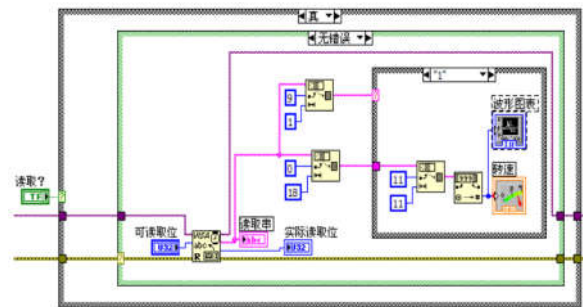


图5 数据显示程序

结束语：

本文提出的动力电池热管理系统，是在现有空调系统技术基础上的进一步改进，系统的零部件技术都较为成熟，性能稳定，可靠性高。动力电池热管理系统的控制器是基于整车控制技术进行研发设计，硬件和软件设计均已多次优化，经反复试验，其具有较强的控制精度和稳定性。动力电池热管理系统主要功能是控制导热介质的输出温度，因此适用于插电式混合动力客车、快充型纯电动客车或燃料电池客车等新能源车辆的动力电池热管理。

参考文献

- [1]赵国柱, 李亮, 招晓荷, et al.混合动力汽车用锂电池热管理系统[J].储能科学与技术, 2018 (06) : 198-203.
- [2]王世学, 张宁, 高明.动力汽车用锂电池热管理系统仿真分析[J].热科学与技术2018 (1) : 40-45.
- [3]高明, 张宁, 王世学, et al.翅片式锂电池热管理系统散热性能的实验研究[J].化工进展, v.35;No.295 (4) : 103-108.
- [4]卢臣.新能源汽车电池技术存在的问题及对策[J].南方农机, 2020, 51 (14) : 169-170.
- [5]王帅, 韩伟, 陈黎飞, 等.锂离子电池健康管理问题研究综述[J].电源技术, 2020, 44 (6) : 920-923.
- [6]张万良.锂离子动力电池低温加热模型的研究[J].电池工业, 2020, 24 (2) : 75-79.