

# 电动汽车电池管理系统故障诊断思路研究

闫云敬

(柳州城市职业学院, 广西 柳州 545000)

**摘要** 随着生态环保理念的逐步深入与社和经济体制的不断改革优化,电动汽车本身的环保特性已经使其成为汽车领域发展的主流趋势,而锂电池管理系统作为电动汽车内部的核心构成,是车载动力电池与电动汽车连接的关键纽带。保证电池管理系统的安全运行是电动汽车安全行驶的关键。本文以某品牌电动汽车为例,分析从电动电池与电池组故障视角电动汽车电池管理系统存在的故障,并且提出故障诊断解决思路,以此推动电动汽车电池技术的发展。

**关键词** 电动汽车; 电池; 故障诊断

中图分类号: U469.72+2

文献标识码: A

文章编号: 2096-4390(2018)27-0144-02

基于我国节能环保产业的发展,近些年国家增加了对电动汽车行业的资源倾斜与政策扶植力度,使得电动汽车行业得到了长远发展。但在实践发展时,电池技术已经成为限制行业可持续发展的关键节点。由于汽车动力来源于电池,因此电池的性能直接影响电动汽车的安全行驶。所以加强对电池管理系统故障的诊断研究对促进电动汽车技术发展具有关键性的作用。

## 1 电池管理系统理论概述

电池管理系统是实现电动汽车正常运转的重要纽带,现阶段我国电动汽车主要使用锂电池作为动力驱动系统。主要包含:电极、集流体、隔膜、有机电解液以及相机等。相比其它材质的电池,锂电池具有单体电压高、使用寿命长以及体积小、比能量大的优点。当然其还存在对高温极其敏感、电极材料老化速度快、低温内阻较高等缺陷。因此完善电池管理系统诊断系统具有重要的意义。电动汽车电池管理系统主要包含对电力驱动系统的电压、电流等方面的功能检测以及对电池负荷状态、充放电功率等进行估算、对电池故障进行诊断等等。

结合相关实践经验,电动汽车锂电池管理系统存在的故障主要包括以下方面:

1.1 充放电电路故障。充放电短路故障是影响电动汽车电池寿命的主要故障,充放电电路故障轻则会造成锂电池出现损坏,重则会引起电池爆炸或者电动汽车自然等安全事故。分析电池充放电故障主要是以下原因造成的:(1)锂电池电池不一致。一般电动汽车动力锂电池组的工作电压为 100-500V,而单体锂电池的电压为 3.7V,而由于组成电池组的电池存在电压、电阻、容量等参数的不同,因此就会出现电池不一致的问题,从而引起整个电池组出现故障。(2)锂电池充放电过量。电池具有一定的寿命,而且其容量存在限制,但是当电池充电过程中出现电池充电终止但是仍然继续充电的现象时就会对电池造成损伤。例如当出现过充时,电池负极表面锂离子被还原成锂金属析出进而形成枝晶,这样容易对电解液与电极之间的隔膜造成破坏,最终造成内部短路。

1.2 电池组故障。电池组是锂电池管理系统的重要构成,是由多个锂电池组成的,由于电池个体存在参数的差异性,因此在电池组运行的过程中,由于单个电池疲劳损伤会对整个电池组的使用造成影响。例如经过一段时间的使用后,电池的续航里程就会降低,其主要是由于电池组内电池单体出现放放电过量造成的。

1.3 BMS 故障。BMS 系统主要是对电动汽车进行监视和管

理的作用,由于 BMS 系统有多个单片机等构成,因此其出现故障的因素比较多,因此需要采取有效的措施优化 BMS 系统。

## 2 电动汽车电池管理系统故障诊断模型

### 2.1 锂电池温升影响因素模型

电动汽车电池的使用与温度有很大的关系,相关研究数据表明,在 50℃ 条件下,锂电池需要经过 141 个周期循环才能使 SOC 浓度降至 20%,温度上升至 58℃。因此构建锂电池动力电池热模型对找出影响电池温升的主要参数,对降低电池故障具有重要的依据。电池热变化过程属于非稳态导热过程,电池温度变化是产热、传热以及散热的共同结果,从电池的运行效果看,电池产热主要是在充放电过程中发生不可逆  $Q_r$  会伴随  $Q_s$  副反应热,电池内阻产生的焦耳热  $Q_j$  以及极化反应产生的极化反应热  $Q_p$ 。

根据能量守恒定律可以得出电池热模型为:

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) + q$$

其中  $q$  是电池生热速率,  $\rho$  是电池密度,  $\lambda_x, \lambda_y, \lambda_z$  分别对应应该位置的导热系数,  $C_p$  是电池比热容。

经过对应模型分析可知,电池热量的形成与电流强度、温度、电池内阻等都具有关系。

### 2.2 电池荷载状况预测模型

锂电池荷载状态(SOC)显示电池剩余电量与电池管理系统的主要参数。我们知道电池长期充放电过量就会影响电池的寿命。例如电池长期负荷使用就会造成电池寿命降低,续航里程数降低。因此准确的预测 SOC 是电池管理系统故障诊断的重要举措。

SOC 估算方法:

电动汽车电池结构比较复杂,由于是锂电池的 SOC 确定具有难以量化的计算,因此对于电池的荷电状态计算主要采取的评估方法。通常使用的评估方法是对电池电流、电压等重要参数进行测试,在按照一定的估算方法进行计算。目前对于电动汽车 SOC 的估算有放电实验法、开路电压法、内阻法以及神经网络法等等。

GA-LSSVR 算法是 Vapnik 等人在统计学分析前提下提出创新型分类装置进行向量回归分析,此种算法有效的克服了传统神经网络存在的网络结构选择困难的缺陷。本文在使用 GA 方式整合 LSSVR 参数值过程中,要先针对 LSSVR 测试模型中的

各项参数与径向基核函数宽度数值采取二进制编码,使其随机生成规格为 100 的初始化种群,其染色体长是 20,再构建各染色体的对应函数,利用相应计算程序得出适应宽度值,并看其是否符合预期期望值与最大迭代值,一旦符合对应条件则立即停止操作程序,得出最后参数值,本文设置的最大迭代值为 500,同时需要将测试精度的倒数定为对应的适应函数值,而如果没有完成最终预期期望值计算而停止计算程序,则需要将染色体施行遗传操作,即进行选择、变异等,生成全新的种群,并进入新一轮计算。

选择电动汽车锂离子电力电池的工作电流、温度以及电压作为 GA-LSSVR 输入,以锂电池的 SOC 为主建立向对应的输出预测模型。根据对电池的工作电流、温度、电压以及相应的测量得出数据(见图 1)。从图 1 中可以看出动力电池正处于小电流充放电状态,可见电动汽车正处于反复的起停状态。从锂离子电力电池的运行温度能够明显得出,该动力电池在实际充放电过程中,受内阻等因素影响发生化学反应生成热量。该电池的工作电压显示出的正是在正常运转状态时的电力电压。而 SOC 曲线则是反映出在正常工作状态时锂电池能量与荷电状态的变化情况,随着能量的耗损荷电状态也随之降低,直到经过整个循环后 SOC 值降低到 0.7。

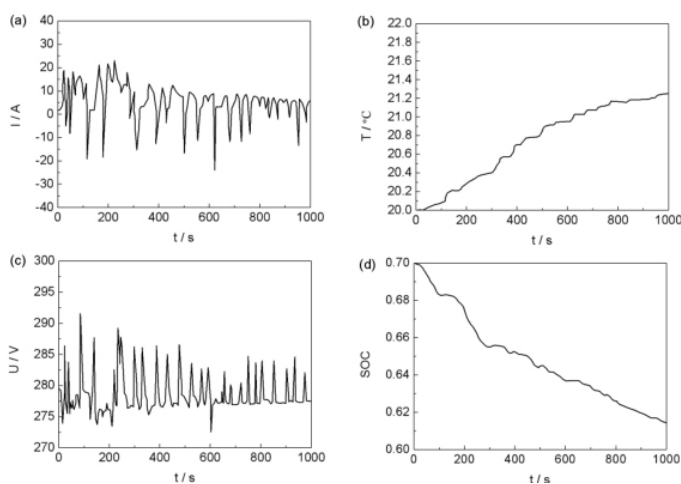


图 1 锂离子动力电池的测试数据

为了进一步证明 GA-LSSVR 计算模式能对锂离子动力电池系统进行有效预测的优势,本文比较了该计算方法与 BP 神经网络预测方法两者间的预算误差数值,具体如图 2 所示。从中可以明显得出,GA-LSSVR 计算方法能够显著性的降低预算误差。

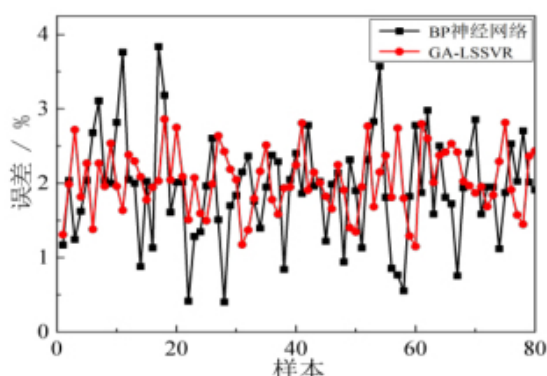


图 2 锂离子动力电池的 SOC 预测对比

### 3 电动汽车电池管理系统故障诊断的实证分析

改进电动汽车管理系统是进一步提升电动汽车行车安全的重要环节,所以本文针对电池管理系统中的主要故障进行诊断。

#### 3.1 故障描述

某品牌 2015 年生产的电动汽车在冬季在处于正常运转状态,该汽车仪表盘突然出现报警提示音,紧接着表盘上呈现出“动力电池故障”几个字样,而导航盘出现“中度故障请立即安全停车,与车辆授权服务商联系”提示。同时该车出现动力缺失状况,及时连续踩动油门都没有出现一丝反应。

#### 3.2 故障原理对应分析

电动汽车动力主要来源于电池,随着电池技术的发展,电力续航里程数不断增加。电池管理系统是动力电池优化的重要组成部分,也是电动汽车安全行驶关键。该电动汽车电池系统采取的是锂离子动力电池,其主要是依靠锂离子正极与负极之间移动完成工作。电池组作为整车的重要组成部分,其单体是组成电池组的基本单元,由于电池组单体在电压、电流等参数上存在差异,因此在电池放电的过程中因为单体存在的差异性,而影响电池组的正常工作。

在行驶的过程中突然出现动力故障,分析原因主要可能是由于电动汽车锂离子电池过放电造成的。电池出现过放电就会导致负极板及表面 SEI 膜中的锂离子可能出现脱出,进而导致负极层状结构部分坍塌,这样在对电池进行充电时,由于锂离子嵌入负极的过程中受到的阻力不断增加,进而会在负极表面形成新的 SEI 膜,导致电池内的锂离子被消耗完,以此导致电池容量大幅度衰减。

另外该汽车电池基本上是使用磷酸铁锂电池,这种电池具有使用寿命长、安全系数高、耐高温性强等优点,但对应也存在放电能力差、低温充等缺点。在低温环境中进行电池充放电行为,会严重影响电池的使用寿命、使用功率与容量等性能,所以在冬季低温环境中该车电力系统会出现续航能力与动力系统能力降低情况。

#### 3.3 故障排除措施

对出现故障的电动汽车采取充电行为直到电池充满,然后用针对性的解读器进行内部数据读取,取得单体高低电压与对应序列参数,取得的单体最低压是 0.511V,表示电池单体出现已经不能继续使用,需要替换新电池排除故障。

综上所述,电动汽车行业市场份额的不断扩大,电池管理系统作为其中的关键环节,不断提升其专业技术能力能够有效地加强我国电动汽车行业的生产加工能力。但由于整个电池管理系统内部结构的复杂性,技术还不完善,因此其还存在不少故障,因此构建科学的电动汽车电池管理系统故障诊断体系是降低电动汽车电池故障,提升电动汽车行驶安全的重要举措。

#### 参考文献

- [1]徐顺刚,王金平,许建平,一种延长电动汽车蓄电池寿命的均衡充电控制策略[J].中国电机工程学报,2012(3).
- [2]刘杨,刘斐,李金波,孙晓旭,王晓琳,程勇,基于 GPRS 的纯电动汽车锂电池无线监测终端的设计开发[J].内燃机与动力装置,2011(03).
- [3]罗玉涛,何小颀.动力锂离子电池热安全性影响因素的研究[J].汽车工程,2012(4).