# 解析电池管理系统的价值与实现

在政府要强制实行油耗和新能源汽车积分并行管理的大背景下,大量车企都推出了新能源汽车开发上市计划,并且要持续上量。为了满足这一系列的计划,在 PHEV(含 EREV)、EV 这几个领域里面,汽车企业需要用不同的新能源车辆组合去合乎政策规范、顺应市场需求并迎合消费者,这就需要对车型的核心指标(续航里程、百公里加速和充电速度)进行一些动态的配置和管理,并能够应对未来可能的电池供应商的转换。在这个过程里面,我们细致地来谈一谈做电池管理系统的价值,还有如何去做电池管理系统。

### 一、模组化供应

简单而言,随着电动汽车行业的发展,我国也可能与德国 VDA 一样,推出汽车用锂电池标准,电池单体和模组的标准化势在必行。通过对电池单体的串联、并联或串并联混合的方式,确保电池模块统一尺寸,并综合考虑电池本体的机械特性、热特性以及安全特性。在安装设计不变的情况下,根据不同的续航里程和动力要求,提供不同电池容量,以满足不同的需求。这种模块化应用,在单体、模组端都可实现大规模自动化生产,大幅降低生产成本,这就使得整个电池企业的供应都以模组为最小单元。

模组化供应改变了原来的电池企业的构建方式,原来供应电池单体,车企需要从单体开始构建,整个 BMS 的拓扑结构都要根据电池大小来权衡选择,而在供应模组条件下,基本单元就变成了模组小总成。

在这个过程中,下一步的集成电池模块,则比传统电动汽车模块容纳更大容量电池组。以往电池模块一般由 12 个容量为 2-3kWh 电池组组成,现在开始往能容纳 24 个单体的 6-8kWh 电池组转向。这将在同样的电池空间内,提高电池容量,有效增加电动汽车续航。

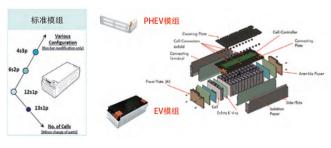


图 1 PHEV 和 EV 模组

软包的基本情况也是类似的,也开始往这个方向发展。

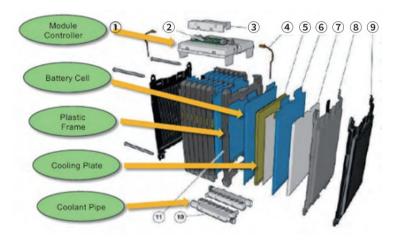


图 2 软包的模组

如图 3 所示,模组里面都是内嵌了 LECU 的功能,基本把模组温度采集和单体电压采集和电压保护给做掉了。

单体电压测量和电压监控:单体的电压的采集和保护,这个功能是下放到底层的。这里分为:

采集单体电压: 精度会影响单体差异性的比较

过压和欠压的判别: 这里也是在底下可以完成的逻辑功能 校验: 通过单体累加和模组电压的判别,实现对整个功 能的诊断处理

- 电池温度:现在通常在一个模组内放置 2-4 个温度点来采集母线焊接温度、模组内电池温度差异
- •通信和信号:把温度、电压信息传送出去,还有把基本的单体过压欠压发送出去
  - •均衡的实际控制: 主要包含实际的电路



图 3 LECU 及其基本功能

## 二、电池管理功能

如前所述,由于供应模式的改变,电池管理功能也就需要匹配整个电池系统,底层的基本部件变成了模组。这里汽车企业面临的课题是:

- 整车动力系统的需求差异:根据不同车辆的实际构型的需求,对电池的放电能力和功率特性有不同的要求
- 充电特性:根据使用的实际情况,可以对充电的特殊需要做定制
- 区域使用特性:根据车辆使用区域环境的不同,甚至需要对不同的热管理特性进行配置
- 模组的差异:可能根据整车的需求不同,需要对单体的化学体系进行切换

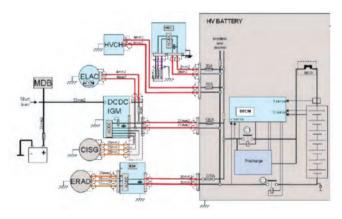


图 4 高压系统架构

这样一来,整车企业对 BMS 的掌控需求就很明显了,如 85 所示。

这里就区分成"可变部分"和"不可变部分",其中共性的部分有:

- (1) 电池参数检测:包括总电压、总电流、绝缘检测(监测漏电)、碰撞检测等。
  - 总电压测量: 在后续计算 SOC 的时候, 往往会用电池

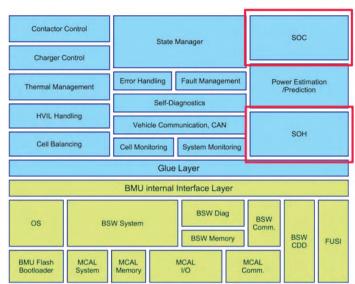


图 5 电池管理系统内核

组的总电压来核算,这是计算电池包参数重要参量之一;如果由单体电压累加计量而成本身电池单体电压采样有一定的时间差异性,也没办法与电池传感器的数据实现精确对齐,因此往往采集电池包电压来作为主参数来进行运算。在诊断继电器的时候,需要电池包内外电压一起比较。

- 总电流测量: 电流测量手段主要分两种智能分流器或 霍尔电流传感器。由于电池系统需要处理的电流数值往往瞬 时很大,比如车辆加速所需要的放电电流和能量回收时候的 充电电流,因此评估测量电池包的输出电流(放电)和输入电 流(充电)的需要一定的量程和精度。
- 绝缘电阻检测:需要对整个电池系统和高压系统进行 绝缘检测,比较简单的是依靠电桥来测量总线正极和负极对 地线的绝缘电阻。也可以采用主动信号注入,主要是可以检 测电池单体对系统的绝缘电阻。
- 高压互锁检测(HVIL): 用来确认整个高压系统(可以分为放电回路和充电回路两个部分)的完整性,当高压系统回路断开或者完整性受到破坏的时候,就需要启动安全措施了。
- SOC 和 SOH 估计:包括荷电状态(SOC)或放电深度(DOD)、健康状态(SOH)、功能状态(SOF)、能量状态(SOE)、故障及安全状态(SOS)等

# (2) 故障诊断和容错运行

故障检测是指通过分析采集到的传感器信号,采用诊断算法来诊断故障类型,并进行早期预警。电池故障是指电

# 54 THE WORLD OF INVERTERS

池组、高压电回路、热管理等各个子系统的传感器故障、执行器故障(如接触器、风扇、泵、加热器等),以及网络故障、各种控制器软硬件故障等。电池组本身故障是指过压(过充)、欠压(过放)、过电流、超高温、内短路故障、接头松动、电解液泄漏、绝缘降低等。

- 电池管理单元的故障会也需要以故障码 (DTC) 来进行报警,通过 DTC 触发仪表盘当中的指示灯,在新能源汽车中电池故障也有相应的指示灯来提醒驾驶员。由于电池存在一定的危险性,往往需要车联系统直接进行信息传送,以应对突然出现的事故。比如当发生事故的时候,当安全气囊弹出,继电器由整车控制器直接切断以后,车联系统通过定位和预警来处理,特别是电池放电。故障诊断包括对电池单体电压、电池包电压、电流、电池包温度测量电路的故障进行诊断,确定故障位置和故障级别,并做出相应的容错控制。
- Fail-Safe 的容错运行机制,是指车辆在运行过程中遇到错误之后,车辆进行的降级运行处理。事实上,这个功能更像是对以上所有功能降级和备份。这一机制包括故障检测、故障类型判断、故障定位、故障信息输出等。

# (3) 继电器控制

• 控制电池包内一般有多继电器系统,完成对继电器的驱动供给和状态检测,继电器控制往往是和整车控制器协调后确认控制器,而安全气囊控制器输出的碰撞信号一般与继电器控制器断开直接挂钩。电池包内继电器一般有主正、主负、预充继电器和充电继电器,在电池包外还有独立的配电盒对整个电流分配做个更细致的保护。对电池包的继电器控制,闭合、断开的状态以及开关的顺序都很重要。

### 可变的部分:

#### 1) 热管理:

- •需要检测电池包热管理系统的温度参量(流体入口和出口的温度),检测电路与单体检测类似。根据电池组内温度分布信息及充放电需求,决定主动加热/散热的强度,使得电池尽可能工作在最适合的温度,充分发挥电池的性能。
- 热控制: 电池的化学性能受环境的温度影响非常大, 为了保证电池的使用寿命必须让电池工作在合理的温度范围 之内,并根据不同的温度给整车控制器得出其所能输出和输 入的最大功率。对于电池系统的温度控制主要用到 CFD 仿真 分析,这里核心的就是选择不同的热管理的外部方式,然后 通过内部的管理策略保证温度的阈值可用。

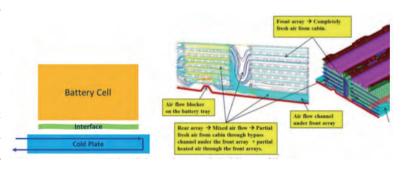


图 6 液冷和风冷共用一套基础的 BMU 系统

#### 2) 充电控制

原来的电池管理系统的一种主要模式是监控电池系统在 充电过程中的需求,负责整个电池系统的电流输入,包含常 规充电和能量回收的管控。现在可变的部分是面向快充的设 计,由于消费者的需求和实际的情况,这个地方也是处在挺 高的变化区域。

- 3) 均衡管理: 串联的电池包在实际使用过程中,每个串联的输出容量是不一样的。而电池,不仅有过放电和过充电的限制,而且在不同温度和不同 SOC 下,输入和输出的功率也存在限制。也就是说,单个电池的限制,就会影响到整个电池。
- 电池包内各个单体电池之间的个体差异:单体容量差异、单体内阻差异、单体自放电差异、工作时候电流差异和休眠时候电流差异
- 电池包内随着时间的变化,电池的单体容量、单体内阻、 单体自放电都会产生差异
  - 客户使用: 充电时间、放电时间
  - 外部环境: 同温度下的自放电、不同 SOC 下的自放电
- 系统相互影响: BMS 的工作状况,这个因素和 BMS 的工作状态有关系。

实际电池容量出现较大变化的时候,使得均衡能力定死的情况下,BMU上端需要给出不同的策略。

所以,未来可能的变化是,电池管理系统形成下端和上端的分离,为了大量上项目,节约管理和变更管理,汽车厂内需要形成甲方中的乙方,专门做系统软件的那部分,来负责整个电池系统管理的核心算法和配置过程,他们负责设置电池的保护和使用阈值,对整个车辆的可用性和售后负责。整个 BMS 管理的硬件,倒是和车企也没有关系,这里需要非常好的软硬件接口文件,否则极易出错。我们未来掌控的事也挺有限的。