

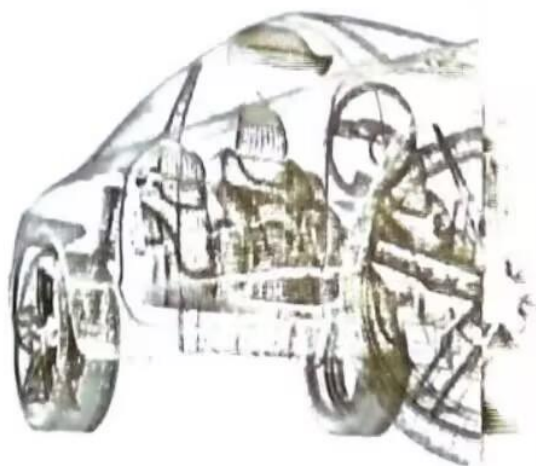


“十四五”职业教育国家规划教材



新能源汽车动力电池 及管理系统检修

主 编 李亚莉



● 清华大学出版社

目 录

项目一 电动汽车维修安全操作	1-1
任务1 电气危害与救助	1-2
任务2 安全防护装备、绝缘工具及检测设备的使用	1-13
任务3 高电压中止与检验	1-27
项目二 动力电池组的拆装与检测	2-1
任务1 动力电池结构认知	2-2
任务2 动力电池组的拆装与分解	2-19
任务3 动力电池性能检测	2-29
任务4 动力电池的日常保养与维护	2-37
项目三 动力电池管理系统的更换与检测	3-1
任务1 动力电池管理系统认知与更换	3-2
任务2 动力电池系统数据采集与分析	3-13
任务3 动力电池管理核心技术分析	3-19
任务4 动力电池管理系统检测	3-27
项目四 动力电池热管理系统检修	4-1
任务1 冷却系统的检查与冷却液加注	4-2
任务2 冷却系统常见故障排除	4-11
项目五 新能源汽车充电系统安装与调试	5-1
任务1 车载充电机拆装	5-2
任务2 快充系统常见故障排除	5-15
任务3 慢充系统常见故障排除	5-25
任务4 充电桩安装与调试	5-33

任务1 动力电池管理系统认知与更换

学习目标

1. 能够描述动力电池管理系统的结构组成。
2. 能够描述动力电池管理系统的功能和工作原理。
3. 能够拆装动力电池管理系统。

任务描述

一辆纯电动汽车的动力电池管理系统损坏,需要更换。你能够完成这项任务吗?

任务分析

完成此任务需要了解各车型动力电池管理系统安装位置,并掌握其结构与组成,以及拆装流程。

知识储备

问题1 动力电池系统由哪些部分构成?

新能源汽车的车载电源系统主要由辅助动力源和动力电池系统组成。辅助动力源是供给新能源汽车其他各种辅助装置所需的动力电源,一般为12V或24V的直流低压电源,其作用是给动力转向、制动力调节控制、照明、电动窗门等各种辅助装置提供所需能源;动力电池系统由动力电池包、电池管理系统、动力电池箱、辅助元器件4部分构成,如图3-1-1所示。

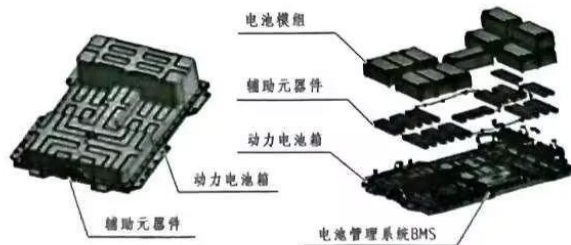


图3-1-1 动力电池系统的组成

1. 动力电池模组

动力电池模组由几颗到数百颗电芯经并联及串联所组成的组合体,例如EV160纯电动汽车的电芯组成方式是1P100S,即采用了100个磷酸铁锂电池单体串联在一起组成了车辆的动力电池包;而北汽EV200纯电动汽车的电芯组成方式是3P91S,即该动力电池是由3个三元锂电池单体并联组成一个模块,再用91个这样的模块串联成一个整体,构成了动力电池

池包,吉利帝豪 EV450 纯电动汽车的电池组成方式是 3P95S,由 7 个 3P5S 模块和 10 个 3P6S 模块结合组成,总共由 95 个电池模块串联而成。宝马第五代动力电池 94S2P 是 10 个模块 188 个电池单体,如图 3-1-2 所示。



图 3-1-2 宝马第五代动力电池

注意 字母 P 表示并联,字母 S 表示串联。

2. 电池管理系统

电池管理系统(BMS)由硬件和软件组成,硬件有主控板、从控板及采样线束等,还包括采集电压、电流、温度等数据的电子器件,如图 3-1-3 所示;BMS 的软件主要用于监测电池的电压、电流、SOC 值、绝缘电阻值、温度值,通过与整车控制器(VCU)、充电机等通信,来控制动力电池系统的充放电。



图 3-1-3 北汽新能源汽车电池管理系统

BMS 是电池保护和管理的核心部件,相当于人的大脑。它不仅要保证电池安全可靠地使用,而且要充分发挥电池的能力,延长使用寿命。作为电池和整车控制器以及驾驶人沟通的桥梁,BMS 控制接触器控制动力电池组的充放电,并向 VCU 上报动力电池系统的基本参数及故障信息。

BMS 通过电压、电流及温度检测等功能,实现对动力电池系统的过电压、欠电压、过电流、过高温和过低温保护,以及继电器控制、SOC 估算、充放电管理、均衡控制、故障报警及

处理、以及与其他控制器通信等功能。此外,电池管理系统还具有高压回路绝缘检测功能,以及为动力电池系统加热功能。

(1) 主控盒 连接外部通信和内部通信的平台,如图 3-1-4 所示,它的主要功能是接收电池管理系统反馈的实时温度和单体电压(并计算最大值和最小值)、接收高压盒反馈的总电压和电流情况、与整车控制器的通信、与充电机或快充桩通信、控制正主继电器、控制电池加热、唤醒应答、控制充放电电流等。

(2) 高压盒 又名绝缘检测盒,如图 3-1-5 所示,它的主要功能是监控动力电池的总电压(继电器内外 4 个监测点)、高压系统绝缘性能、高压连接情况(含继电器触点闭合状态检查),然后将监控到的数据反馈给主控盒。



图 3-1-4 北汽新能源汽车 BMS 主控盒



图 3-1-5 北汽新能源 BMS 高压盒

(3) 电压和温度采集单元 主要功能是监控每个单体电压、监控每个电池组的温度、SOC 值,然后将监控到的数据反馈给主控盒。

3. 辅助元器件

动力电池的辅助元器件主要包括动力电池系统内部的电子电器组件,如熔断器、继电器、分流器、插接件、紧急开关、烟雾传感器、维修开关以及电子电器组件以外的辅助元器件等,如密封条,绝缘材料等。

(1) 预充继电器与电阻 在充电初期,需闭合预充继电器再预充电,预充完成后断开预充继电器。预充继电器与电阻如图 3-1-6 所示。



图 3-1-6 预充继电器与电阻



(2) 电流传感器与熔断器 电流传感器的类型为无感分流器,如图 3-1-7 所示,在电阻的两端形成毫伏级的电压信号,用于监测母线充、放电电流的大小。熔断器主要用于防止能量回收时过电压、过电流,或放电时过电流,如图 3-1-8 所示。



图 3-1-7 电流传感器



图 3-1-8 熔断器

4. 动力电池箱

动力电池箱是支撑、固定、包围电池系统的组件,主要包含上盖和下托盘,还有辅助元件,如过渡件、护板、螺栓等,动力电池箱有承载及保护动力电池组及电气组件的作用。

(1) 电池箱的技术要求 电池箱体用螺栓连接在车身底板下方,防护等级为 IP67,螺栓拧紧力矩为 $80\sim 100\text{N}\cdot\text{m}$,如图 3-1-9 所示。整车维护时需观察电池箱体螺栓是否松动,电池箱体是否破损、严重变形,密封法兰是否完整,确保动力电池可以正常工作。

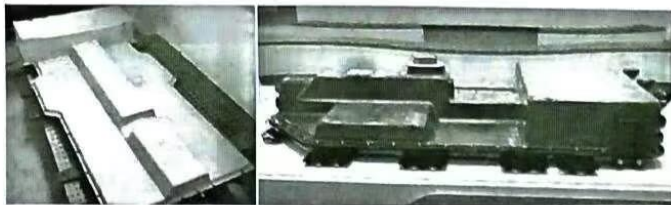


图 3-1-9 动力电池的箱体

(2) 外观要求 表面要求为银灰或黑色、亚光。电池箱体表面不得有划痕、尖角、毛刺、焊缝及残余油迹等外观缺陷,焊接处必须打磨圆滑。

问题 2 动力电池管理系统的功能是什么?

动力电池模组放置在密封、屏蔽的动力电池箱里面,通过可靠的高低压插接件与整车的用电设备和控制系统连接。电池系统内的电池管理系统(BMS)实时采集各单体的电压值、各温度传感器的温度值、电池系统的总电压值和总电流值、电池系统的绝缘电阻值等数据,并根据 BMS 中设定的阈值来判定电池工作是否正常,并实时监控故障。此外动力电池系统还通过 BMS 使用 CAN 总线与整车控制器(VCU)或充电机之间通信,进行充放电等综合管理。电池管理系统的作用是提高电池的利用率,防止电池过充电和过放电,延长电池的使用寿命,监控电池的状态。电池管理系统的主要功能有电池状态监测、电池状态分析、电池安全保护、能量控制管理、电池信息管理,如图 3-1-10 所示。

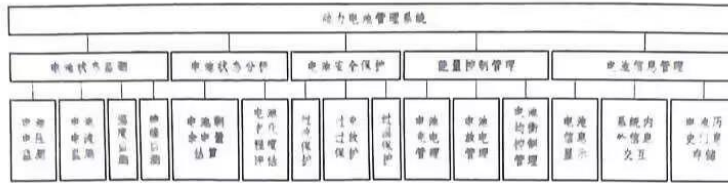


图 3-1-10 电池管理系统功能

(1) 电池状态监测 一般指对电压、电流、温度和绝缘 4 种物理量的监测。除了需要监测电池自身温度外,温度监测还需要监测环境温度、电池箱的温度,这对电池的剩余容量的评估、安全保护等方面具有重要意义。图 3-1-11 为动力电池温度显示。

(2) 电池状态分析 包括电池的剩余电量估算(SOC)及电池老化程度评估(SOH)两部分。电动汽车行驶过程中需要时刻了解剩余电量,从而估算出剩余行驶距离,以便于驾驶人及时充电,这就是电池管理系统剩余电量估算模块的功能,如图 3-1-12 所示。

电池的老化程度评估是相对于出厂时,电池所能装载的最大容量的比值,反映了电池的老化程度。SOH 受动力电池使用过程中工作温度、放电电流的大小等因素的影响,需要不断评估和更新,确保驾驶人获得更为准确的信息。

(3) 电池安全保护 电池安全保护是电池管理系统首要功能,过流保护、过充过放保护和过温保护是最为常见的电池安全保护内容。

过流保护也称为电流保护,指在充放电过程中,如果工作电流超过了安全值,则应该采取相应的安全保护措施,在仪表上也会有相应的警告标识,如图 3-1-13 所示。



图 3-1-11 电池温度显示



图 3-1-12 剩余电量估算



图 3-1-13 动力电池故障警告灯

过充保护是指电池的荷电状态为 100%时,为了防止继续充电造成的电池损坏,而采取切断电池的充电回路的保护措施。过放保护是指电池的荷电状态为 10%时,为了防止继续放电造成的电池损坏,而采取切断电池的放电回路的保护措施。实际操作中,过充过放保护可以设定充、放电的截止保护电压,即检测到的电池电压高于或低于所设定的门限电压值,则及时切断电流回路来保护电池。

过温保护指当温度超过一定的限定值时,对动力电池采取保护性的措施,是为了保护电池在极端情况下不自燃。

(4) 能量控制管理 包括电池的充电控制管理、电池的放电控制管理以及电池的均衡控制管理。在充放电过程中对电池的电压、电流等参数实时地优化控制,优化的目标包括充



放电时长、充放电效率以及充电的饱满程度等。

电池的均衡管理是指采取一定的措施尽可能地降低电池不一致性的负面影响,以达到优化电池组整体放电效能,延长电池组整体寿命的效果。

(5) 信息管理系统 电池运行过程中会产生大量的数据,这些数据有些需要在仪表显示,因此需要信息管理系统,内容包括电池的信息显示、系统内外信息的交互,以及电池历史信息存储。

电池管理系统在硬件上可以分为主控模块和从控模块两大块,主要由数据采集单元(采集模块)、中央处理单元(主控模块)、显示单元、均衡单元检测模块(电流传感器、电压传感器、温度传感器、漏电检测)、控制部件(熔断装置、继电器)等组成。中央处理单元由高压控制回路、主控板等组成,数据采集单元由温度采集模块、电压采集模块等组成。一般采用CAN总线技术实现相互间的信息通信。

问题3 动力电池管理系统的工作原理是什么?

BMS按性质可分为硬件和软件,按功能可分为数据采集单元和控制单元,其架构如图3-1-14所示。

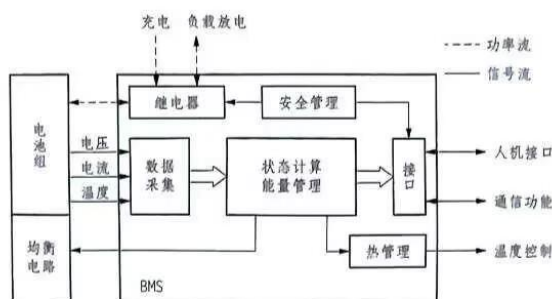


图 3-1-14 BMS 架构

数据采集单元采集动力电池状态信息数据后,由电子控制单元(ECU)处理和分析。然后,电池管理系统根据分析结果向系统内的相关功能模块发出控制指令,并向外界传递参数信息。

问题4 对动力电池管理系统有哪些要求?

《电动汽车用电池管理系统技术条件》(QC/T897—2011)中规定了电池管理系统的一般要求和技术要求。

1. 电池管理系统的一般要求

(1) BMS应能检测电池电和热相关的数据,至少应包括电池单体或电池模块的电压、电池组回路电流和电池包内部温度等参数。

(2) BMS应能对动力电池的荷电状态(SOC)、最大充放电电流(或者功率)等状态参数进行实时估算。

(3) BMS应能对电池系统进行故障诊断,并可以根据具体故障内容进行相应的故障处理,如故障码上报、实时警示和故障保护等。

- (4) BMS 应有与车辆的其他控制器基于总线通信方式的信息交互功能。
- (5) BMS 应用在具有可外接充电功能的电动汽车上时,应能与车载充电机或者非车载充电机的实时通信或者其他信号交互方式,实现对充电过程的控制和管理。

2. 电池管理系统的技术要求

- (1) 绝缘电阻 BMS 与动力电池相连的带电部件和其壳体之间的绝缘电阻值应不小于 $2M\Omega$ 。
- (2) 绝缘耐压性能 BMS 应能经受绝缘耐压性能试验,在试验过程中应无击穿或闪络等破坏放电现象。
- (3) 状态参数测量精度 电池管理系统所检测状态参数的测量精度要求见表 3-1-1。

表 3-1-1 状态参数的测量精度要求

参数	总电压值	电流值 ^①	温度值	单体(模块)电压值
精度要求	$\leq \pm 2\%FS$ ^②	$\leq \pm 3\%FS$	$\leq \pm 2^\circ C$	$\leq \pm 0.5\%FS$

注:① 应用在具有可外接充电功能的电动汽车上时,电流值精度同时应满足不大于 $\pm 1.0A$ (当电流值小于 $30A$ 时);
② FS 即满载。

- (4) SOC 估算精度 SOC 估算精度要求不大于 10% 。
- (5) 过电压运行 BMS 应能在规定的电源电压下正常工作,且满足表 3-1-1 状态参数测量精度的要求。
- (6) 欠电压运行 BMS 应能在规定的电源电压下正常工作,且满足表 3-1-1 状态参数测量精度的要求。

任务实施

1. 拆卸 BMS

- 第一步:穿戴安全防护装备。
- 第二步:将动力电池箱体与车身分离。
- 第三步:将动力电池包上盖打开。
- 第四步:确认需要更换的 BMS 的位置,如图 3-1-15 所示。
- 第五步:将 BMS 周围固定线束的扎带剪断,确保插件处线束松弛不受限制,将剪断的扎带放置于指定的容器内,避免遗落在动力电池箱体内。
- 第六步:将 BMS 端口处插件拔出,如图 3-1-16 所示。

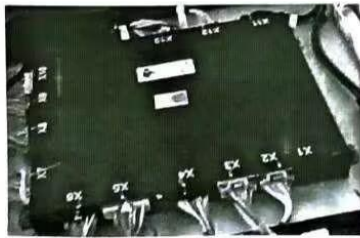


图 3-1-15 确定 BMS 位置



图 3-1-16 拔出 BMS 插件



注意 拆卸插件时需要一只手轻按住 BMS 外部铝壳,另一只手按住插件,缓缓将其拔出,禁止以提拉线束的方式拔出插件。

第七步:将拆卸后线束用绝缘胶带暂时固定在远离故障 BMS 的地方,如图 3-1-17 所示,避免操作过程中对线束造成意外伤害。

第八步:使用套筒扳手将 BMS 固定点螺母旋出,如图 3-1-18 所示,并将拆卸后的螺母、平垫、弹垫和绑线扣等零件置于指定容器内。



图 3-1-17 用绝缘胶带固定线束



图 3-1-18 旋出 BMS 固定点螺母

第九步:将故障 BMS 拆下并置于 BMS 返修容器内。

2. 安装 BMS

第一步:将新的 BMS 摆放在安装板上,确保与安装板贴合紧密无间隙,插件口朝向正确无误。

第二步:手动将螺母旋入安装板铆螺柱上,需加装平垫、弹垫,原有安装绑线扣处重新安装绑线扣,旋入后螺母下表面应与安装板平行。在螺母旋至铆螺柱底部时,利用套筒扳手紧固螺母。紧固完成后应确保螺栓弹垫平整无翘起,螺母下表面与平垫及 BMS 固定孔上表面应贴合紧密无缝隙。

第三步:拆下暂时固定的胶带,置于指定的容器内,避免遗落在动力电池箱内。

第四步:按照线束标号将插件插入相应的 BMS 端口内。

注意 插件插接时,应按住插件两侧将插件插入端口插件处,不可错位防止插针损坏。

第五步:用上位机软件或诊断仪对 BMS 系统进行数据标定,标定 SOC、额定容量等。

第六步:整理、整顿、清扫、清洁。

3. 动力电池正负极继电器拆装

第一步:拆卸继电器集成器,如图 3-1-19 所示。

第二步:拆卸正负极继电器。

(1) 先将继电器上的线圈连接插头拔下,如图 3-1-20 所示。

(2) 用套筒扳手将接触器触点的螺母采样线和大线拆下(大线铜鼻子要做好绝缘防护)。然后,利用套筒扳手将固定在电气安装板上的继电器拆下,如图 3-1-21 所示。最后,将拆卸下来的继电器标明原因单独放置。

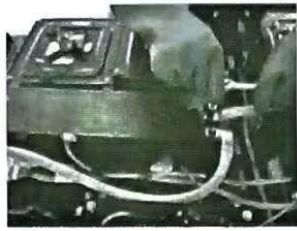


图 3-1-19 拆卸继电器集成器

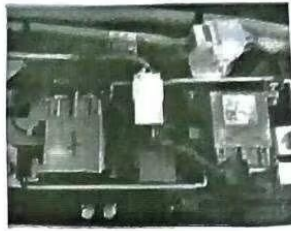


图 3-1-20 拔下继电器上线圈连接插头



图 3-1-21 拆卸正极继电器

第三步:安装正负极继电器。

① 将电气性能和外观完好的继电器安放在电气安装板的铆螺钉上。然后,将平垫、弹垫安放在继电器上。最后,利用套筒扳手将螺母紧固在铆螺钉上。

② 按照该动力电池电气图样要求,将电池大线铜鼻子分别放在继电器的螺柱上。然后,将采样线、平垫、弹垫分别安放在继电器的螺柱上,并用套筒扳手将螺母紧固在螺柱上。最后,将内部线束接插在继电器的线圈上。

第四步:整理、整顿、清扫、清洁。