



新能源汽车技术专业“互联网+”创新型精品教材



扫描二维码
共享立体资源

新能源汽车整车 控制技术

工作页式教材



主 编 兰文奎

北京出版集团
北京出版社

新能源汽车整车控制技术

主 编 兰文奎

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源汽车整车控制技术 / 兰文奎主编. — 北京:
北京出版社, 2020.8 (2023 重印)

ISBN 978-7-200-15745-1

I. ①新… II. ①兰… III. ①新能源—汽车—控制系
统—高等教育—教材 IV. ①U469.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 142251 号

新能源汽车整车控制技术

XINNENGYUAN QICHE ZHENGCHE KONGZHI JISHU

主 编: 兰文奎
出 版: 北京出版集团
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团
经 销: 新华书店
印 刷: 定州启航印刷有限公司
版 印 次: 2020 年 8 月第 1 版 2023 年 5 月修订 2023 年 6 月第 3 次印刷
成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米
印 张: 9.5
字 数: 182 千字
书 号: ISBN 978-7-200-15745-1
定 价: 32.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393



目录

学习工作页

学习单元一 新能源汽车整车控制系统检修	2
学习任务一 整车控制器系统的认知	2
学习任务二 整车控制器的检查和更换	6
学习单元二 整车控制系统PDI检测	9
学习任务一 车辆静态 PDI 检测	9
学习任务二 车辆运行状态 PDI 检测	13
学习任务三 制动能量回收系统测试	17
学习任务四 车辆保护功能测试	20
学习单元三 电动空调控制系统检修	24
学习任务 电动空调控制系统的检修	24
学习单元四 电动真空泵控制系统维护和检修	31
学习任务 电动真空泵的检修	31
学习单元五 电动助力转向系统维护和检修	36
学习任务 电动助力转向系统的检修	36
学习单元六 冷却系统检修	41
学习任务 冷却水泵的更换	41

▶ 学习参考 ◀

学习单元一 新能源汽车整车控制系统检修	50
学习任务一 整车控制器系统的认知	50
学习任务二 整车控制器的检查和更换	65
学习单元二 整车控制系统PDI检测	79
学习任务一 车辆静态 PDI 检测	79
学习任务二 车辆运行状态 PDI 检测	83
学习任务三 制动能量回收系统测试	91
学习任务四 车辆保护功能测试	96
学习单元三 电动空调控制系统检修	103
学习任务 电动空调控制系统的检修	103
学习单元四 电动真空泵控制系统维护和检修	116
学习任务 电动真空泵的检修	116
学习单元五 电动助力转向系统维护和检修	126
学习任务 电动助力转向系统的检修	126
学习单元六 冷却系统检修	134
学习任务 冷却水泵的更换	134
参考文献	146

XUEXI 学习工作页
GONGZUOYE



学习单元一

新能源汽车整车控制系统检修

新能源汽车整车控制系统简称 VCU 或者 VBU，是新能源汽车的大脑和神经系统，肩负着能量传输和信息传递的重任，对新能源汽车的动力性、经济性、安全和舒适性有着重要的影响。通过本单元的学习，学习者能准确说出整车控制系统的组成和功用，能使用解码仪确定车辆状态，能进行与整车控制系统相关的故障诊断与排除。

学习任务一 整车控制器系统的认知

任务描述

小王做维修接待才两周，今天接待一客户。客户总感觉自己的车子跑不了多久就没电了，想让小王做个检查。小王连接好诊断仪，读取了 VCU 和 BMS 的相关数据流，并向客户说明了数据流的意义。

学习目标

1. 能够说出控制系统的组成模块和整车控制器的作用。
2. 能够准确讲述整车 CAN 网络结构，能描述 CAN 网络的作用。
3. 能够使用解码仪读取模块数据流并根据结果判断车辆状态。
4. 能够与客户进行良好的沟通，具备良好的职业沟通素养。坚持全心全意为人民服务的根本宗旨。



学习准备

一、知识准备

1. 整车控制器的作用和整车控制方式。（查阅学习参考“学习单元一学习任务一”）
2. 整车 CAN 网络系统的主要结构。（查阅学习参考“学习单元一学习任务一”）
3. 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统的组成。（查阅学习参考“学习单元一学习

任务一”)

根据任务描述,需使用解码仪读取数据流,并能够向客户做出解释。通过查阅“学习参考”和相关维修手册,对应整理出完成该任务所需要的知识点和技能点。

知识点	1.
	2.
	3.
技能点	1.
	2.

二、工作场所

理实一体化教室。

三、工作器材

吉利 EV300 纯电动汽车 2 辆,电动汽车专用万用表、专用解码仪、维修工具等。



计划与实施

一、在教师的引导下分组,以小组为单位学习相关知识,并回答下列问题

1. 控制系统由哪些部分组成?
2. 整车控制器的主要作用有哪些?

3. 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统由哪些部分组成?

二、在教师的引导下,以小组为单位学习相关技能,并完成下列任务

1. 解码仪的连接顺序:

2. 在车辆静态状态下，读取整车控制器的数据流，完成下表。

名称	当前值	单位
VCU 挡位		
VCU 对 DC/DC 的控制状态请求		
电池电流		
电池电压		
电流 SOC		
油门 1 信号		
油门 2 信号		
刹车 1 信号		
刹车 2 信号		
散热水泵控制状态		
散热水泵使用状态		
VCU 解析油门		

3. 根据数据流的状态，使用解码仪画出油门 1 信号的波形图。



4. 踩下加速踏板，电池的电流与静态情况相比有什么变化？（ ）

- A. 变大
- B. 变小
- C. 无变化

5. 若电池电流发生了变化，原因是什么？



评价与反馈

一、学习效果评价

1. 选择题

(1) 关于 CAN 总线的控制方式在电动汽车上的应用。技师 A 说: CAN 是个不重要的系统可有可无; 技师 B 说: CAN 可极大的提高各个控制系统之间的通讯效率, 降低线束使用。请问谁说的对? ()

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对

(2) 关于整车控制系统。技师 A 说: 整车控制器是整车控制系统的一个重要的组成部分。技师 B 说: 整车控制器就是整车控制系统。请问谁说的对? ()

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对

2. 技能考核

根据吉利 EV300 纯电动汽车 VCU 数据流的读取方法, 读取 BMS 系统的数据流, 并完成下列题目。

序号	名称	当前值	单位
1	单体电池电压		
2	单体电池电流		
3	电池组放电电流		
4	电池组放电电压		
5	BMS 与 VCU 的通讯		

二、学习过程评价

在完成本单元所有学习任务后, 通过小组会的形式进行总结和思考。

学习任务二 整车控制器的检查和更换

任务描述

小张新入手一辆新的电动汽车，在悬挂了绿色新能源牌照行驶2周后，车辆无法上电工作。厂家派人到现场检查，发现车辆无法与厂家诊断仪连接。经厂家确认整车控制器出现了故障，需更换整车控制器。

学习目标

1. 能够准确讲述整车控制系统的功能，能够详细讲述整车控制系统的控制策略，能够明确指出整车控制器所在位置。
2. 能够按照厂家技术要求检查更换整车控制器，并能处理简单故障。
3. 能够识读厂家维修手册，根据维修手册检修车辆，具备安全维修车辆的职业素养。为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴而努力学习。



学习准备

一、知识准备

1. 整车控制功能和控制策略。（查阅学习参考“学习单元一学习任务二”）
 2. 整车控制器的检查方法和检查步骤。（查阅学习参考“学习单元一学习任务二”）
- 根据任务描述，车辆整车控制器无法通讯，经检查车辆需更换整车控制器。通过查阅“学习参考”和相关维修手册，对应整理出完成该任务所需要的知识点和技能点。

知识点	1.
	2.
	3.
技能点	1.
	2.
	3.

二、工作场所

理实一体化教室。

三、工作器材

吉利 EV300 纯电动汽车 2 辆，汽车专用万用表、维修工具等。



计划与实施

一、连接解码仪，现场再现故障现象

二、在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识，并回答下列问题

1. 整车控制器系统的主要功能有哪些？
2. 整车控制系统的组成有哪几部分？
3. 高压上下电主要控制的内容是什么？

三、在教师的引导下，以小组为单位学习相关技能，并完成下列任务

1. 拆装 EV300 整车控制器需要的工具和设备。
2. 根据维修手册和学习参考资料，完成下面的步骤。
 - (1) 打开车门，安装三件套。
 - (2) 确保起动开关处于 OFF 状态，拉动前机舱盖拉手。
 - (3) 打开前机舱盖，安装翼子板布、前格栅布。
 - (4) 取下蓄电池 _____ 极，并可靠 _____。

- (5) 拔下整车控制器 _____ 插头。
- (6) 拆下整车控制器 _____ 个固定螺栓。
- (7) 取下整车控制器。
- (8) 更换新的整车控制器。
- (9) 安装 _____ 4 个固定螺栓。
- (10) 安装整车控制器连接插头。
- (11) 安装蓄电池 _____ 极。
- (12) 取下翼子板布、格栅布。
- (13) 关闭前机舱盖。
- (14) 取下三件套。



评价与反馈

一、学习效果评价

1. 选择题

在更换整车控制器时, 技师 A 说: 一定要拆下蓄电池的负极; 技师 B 说: 可以只拆卸蓄电池的正极。请问谁说的对? ()

- A. 只有技师 A 说的对
- B. 只有技师 B 说的对
- C. 技师 A 和 B 说的都对
- D. 技师 A 和 B 说的都不对

2. 技能考核

根据吉利 EV300 整车控制器的更换流程, 试着更换 BYDe6 的整车控制器, 并完成下列题目。

- (1) BYDe6 整车控制器的位置 _____。
- (2) BYDe6 整车控制器的插接器有 _____ 个。
- (3) 写出 BYDe6 整车控制器的更换流程。

二、学习过程评价

在完成本单元所有学习任务后, 通过小组会的形式进行总结和思考。

XUEXI 学习参考
CANKAO



学习任务一 整车控制器系统的认知



相关知识

一、整车控制系统的作用

1. 控制系统基本概念

控制系统一般包括传感器、控制器和执行元件。传感器采集信息并转换成电信号发送给控制器，控制器根据传感器的信息进行运算、处理和决策，并向执行元件发送控制指令以完成某项控制功能，如图 2-1-1 所示。

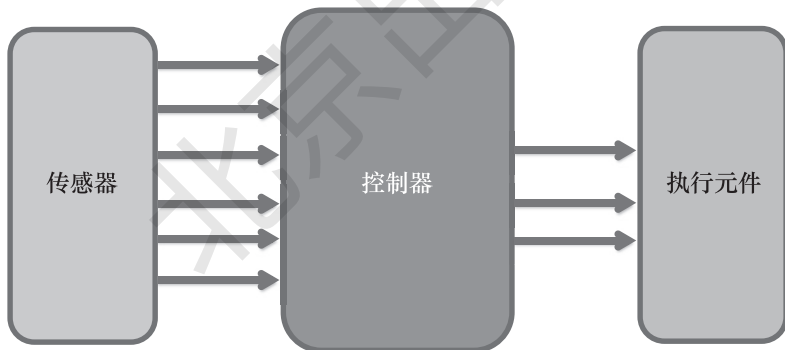


图 2-1-1 控制系统组成

汽车上电控装置的增多，使连接这些装置的线路越来越复杂，造成线束庞大，布线困难；线路和接头的增加成为安全问题的巨大隐患；线束多难于维护。在这种情况下，减少线束成为一个必须要解决的问题，因此网络通信技术成为必然的选择。CAN 系统是一种基于总线传输的车载局域网络系统，具有在车辆小范围内数据交换、实现数据共享的优点。其网络拓扑图，如图 2-1-2 所示。



CAN 网络的检测

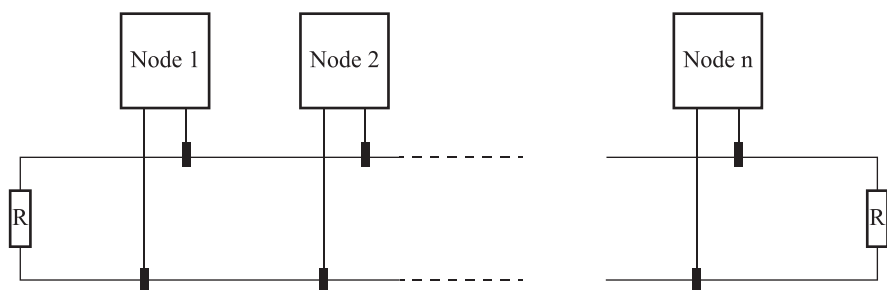


图 2-1-2 CAN 网络拓扑结构图

图中节点是控制模块，在传统内燃机车上节点可以是发动机管理系统、自动变速器控制模块、ABS 和安全气囊系统。在新能源汽车中节点可以是电池管理系统、电机管理系统、VCU 等。在传统汽车控制系统中，这些控制系统是对等的、没有主次之分的。在新能源汽车控制系统中，一般会有一个主控制器，如整车控制器除了完成自身一些控制功能外，还肩负着整个控制系统的管理和协调功能。

整车控制采用分层控制方式：整车控制器作为第一层，其他各控制器为第二层，各控制之间通过 CAN 网络进行信息交互，共同实现整车的功能控制，如图 2-1-3 所示。

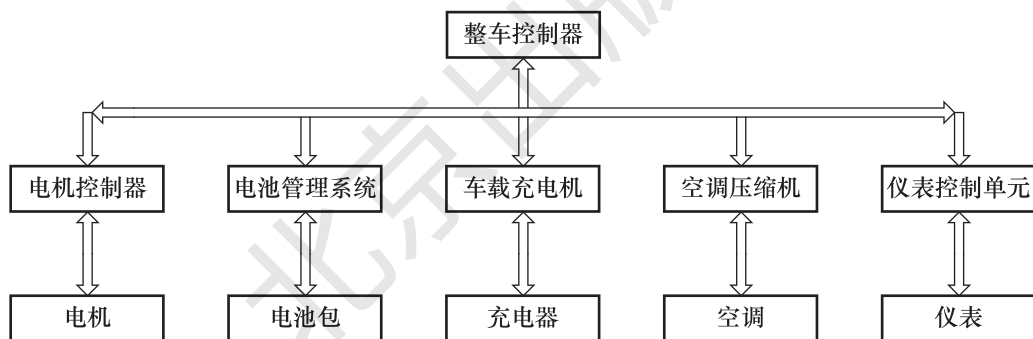


图 2-1-3 分层控制方法

2. 新能源汽车控制系统

新能源汽车整车控制系统是基于 CAN 总线的多个控制系统的集成系统，以整车控制器为管理核心，实现电池管理控制、电机控制、冷却控制、空调控制、电动助力转向控制、制动控制等。吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统网络结构，如图 2-1-4 所示，主要控制系统均连接在新能源 CAN 总线上，实现控制系统之间的信息交互。仪表系统通过原车 CAN 和整车控制器连接，系统程序需要更新时，通过刷程序 CAN 与整车控制器 VCU 进行通信。快充口通过快充 CAN 与电池管理系统及数据采集终端连接。

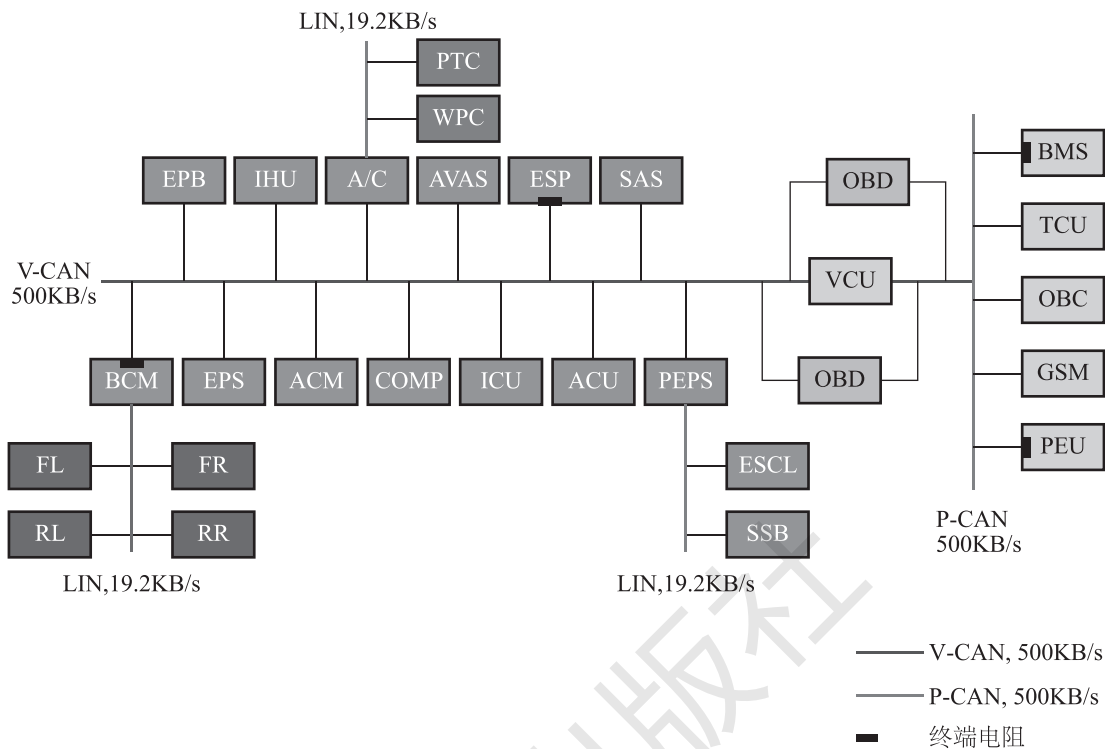


图 2-1-4 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统网络结构图

CAN 网络的连通是进行整车诊断的基础。其中，分为 V-CAN 还有 P-CAN 两路 CAN 总线，均可通过 OBD 对两路 CAN 进行监控。P-CAN 总线负责高压模块，包括 BMS、TCU、OBC、GSM 和 PEU。其中，BMS 与 PEU 各分布 120Ω 终端电阻。V-CAN 总线负责低压模块，包括：EPB、IHU、ESP、ICU 和 BCM 等。其中，ESP 与 BCM 各分布 120Ω 终端电阻。

整车控制器具有以下功能：

- (1) 接收、处理驾驶人的驾驶操作指令，并向各个部件控制器发送控制指令，使车辆按驾驶期望行驶。
- (2) 与电机、DC/DC 变换器、蓄电池组等进行可靠通信，通过 CAN 总线（以及关键信息的模拟量）进行状态的采集输入及控制指令量的输出。
- (3) 接收处理各个零部件信息，接收动力电池管理系统提供的当前动力电池的状态信息。
- (4) 系统故障的判断和存储，动态检测系统信息，记录出现的故障。
- (5) 对整车具有保护功能，视故障的类别对整车进行分级保护，紧急情况下可以关掉电机并切断母线高压系统。
- (6) 协调管理车上其他电器设备。

二、吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统的组成

纯电动汽车的整车控制系统结构如图 2-1-5 所示,按照各部件的功能,可以将整车控制系统分为高压电池系统、高压配电系统、充电系统、电机控制系统、驱动电机系统、冷却系统、减速控制系统、电动助力转向系统、制动系统等。该车的主要高压部件,都集中在了汽车前机舱内,如电机控制器、高压配电系统、车载充电机、驱动电机等。

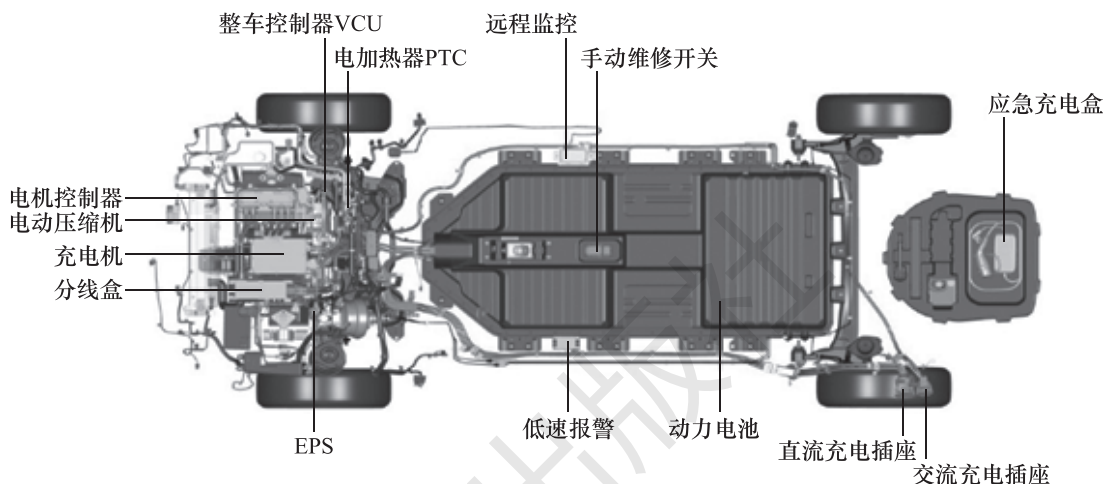


图 2-1-5 纯电动汽车的整车控制系统结构

1. 高压电池系统

动力电池系统组成如图 2-1-6 所示,主要由动力电池模组、动力电池箱、电池管理系统 (BMS) 及其他相应的辅助元器件组成。

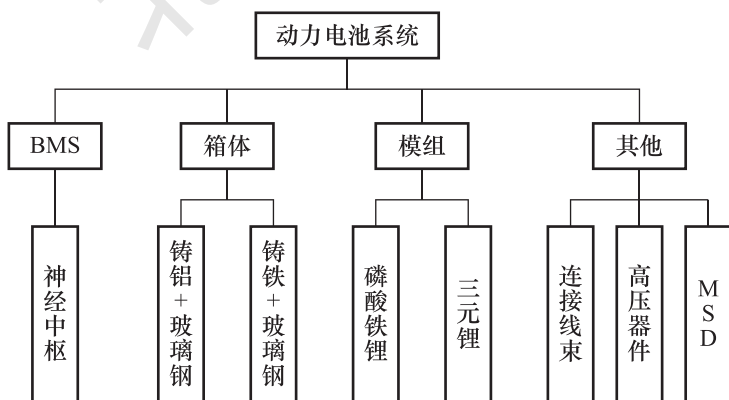


图 2-1-6 动力电池系统组成

(1) 动力电池模组。动力电池模组一般是由多个电池模块串联组成的组合体,如图 2-1-7 所示。电池模块是由电池单体并联组成。电池模块的额定电压与电池单体的

额定电压相等，是电池单体在物理结构和电路上连接起来的最小分组，当出现故障时，可以作为一个单元进行替换。动力电池箱用来封装动力电池模组。

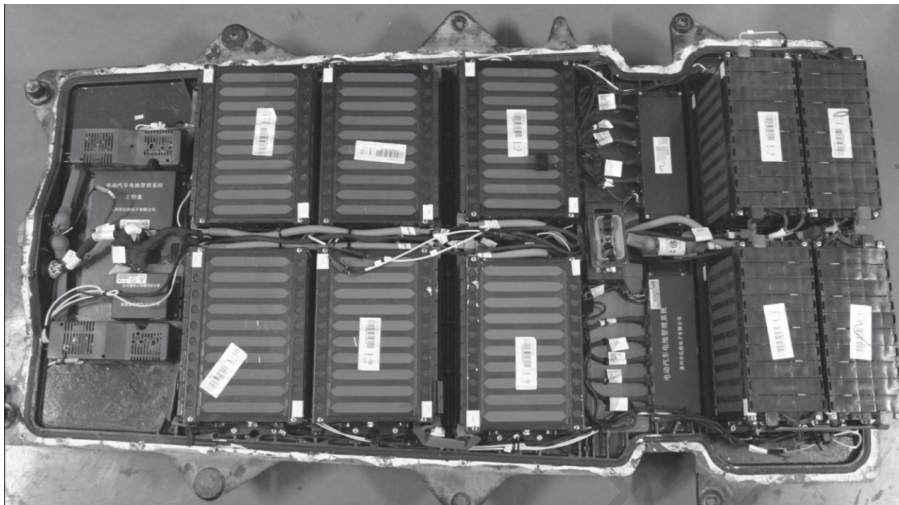


图 2-1-7 动力电池模组

(2) 电池管理系统 (BMS)。BMS 是动力电池模组与整车控制器进行信息交换与控制交互的桥梁，它通过控制接触器来控制动力电池组的充放电，同时向整车控制器上报动力电池系统的实时状态及故障信息，保证动力电池安全可靠地工作，并充分发挥动力电池的能力，有效延长动力电池的使用寿命。电池管理系统的主要功能，如图 2-1-8 所示。

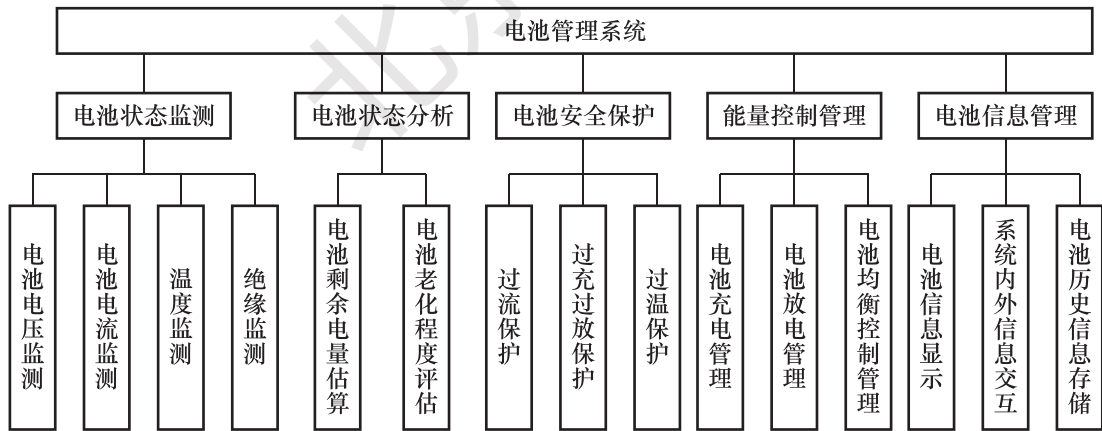


图 2-1-8 电池管理系统的主要功能

(3) 辅助元器件。动力电池系统的辅助元器件主要包括系统内部的电子元器件，如熔断器、继电器、分流器、接插件、烟雾传感器以及维修开关、密封条和绝缘材料等。

2. 高压配电系统

纯电动汽车有一套高压供电系统。高压供电系统由动力电池为电机控制器、驱动电机、电动压缩机、PTC 加热器等高压部件提供能量。此外动力电池还有一套直流快充充电系统和一套交流慢充电系统。这些所有的高压部件都由高压配电系统连接输送电能。高压配电系统主要包括以下部件：分线盒、直流充电接口、交流充电接口、直流母线、电机三相线。吉利 EV300 纯电动汽车的高压配电逻辑框图，如图 2-1-9 所示。

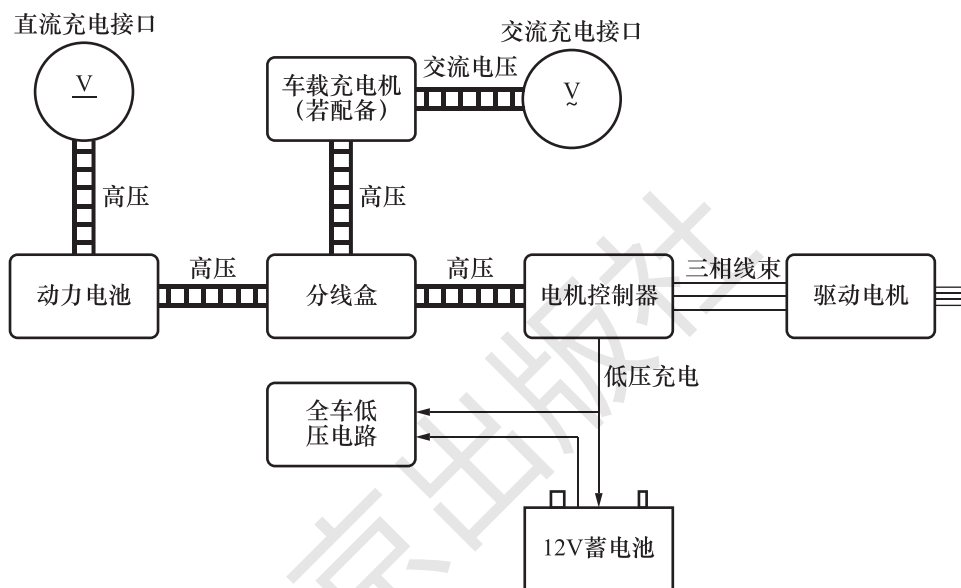


图 2-1-9 吉利 EV300 纯电动汽车高压配电系统

(1) 分线盒（高压接线盒）。

分线盒的作用类似于低压供电系统中的保险丝盒，分线盒功能包括：高压电能的分配和高压回路的过载及短路保护，分线盒将动力电池总成输送的电能分配给电机控制器、空调压缩机和 PTC 加热器。此外，交流慢充时，充电电流也会经过分线盒流入动力电池为其充电。

分线盒内对电动压缩机回路、PTC 加热器回路、交流慢充回路各设有一个 30A 的熔断器。当上述回路电流超过 90A 时，熔断器会在 15s 内熔断；当回路电流超过 150A 时，熔断器会在 1s 内熔断，保护相关回路。分线盒的工作原理图，如图 2-1-10 所示。

(2) 直流充电接口。

直流充电接口能接收直流充电桩的电能，并通过高压线束将电能输送给动力电池总成，为其充电。

(3) 交流充电接口（如配备）、直流母线。

交流充电接口能接收交流充电桩的电能，并通过高压线束将电能输送给车载充电

机，车载充电机将交流电转化成直流电再传递给分线盒，分线盒经过直流母线将直流电传递到动力电池，为其充电。

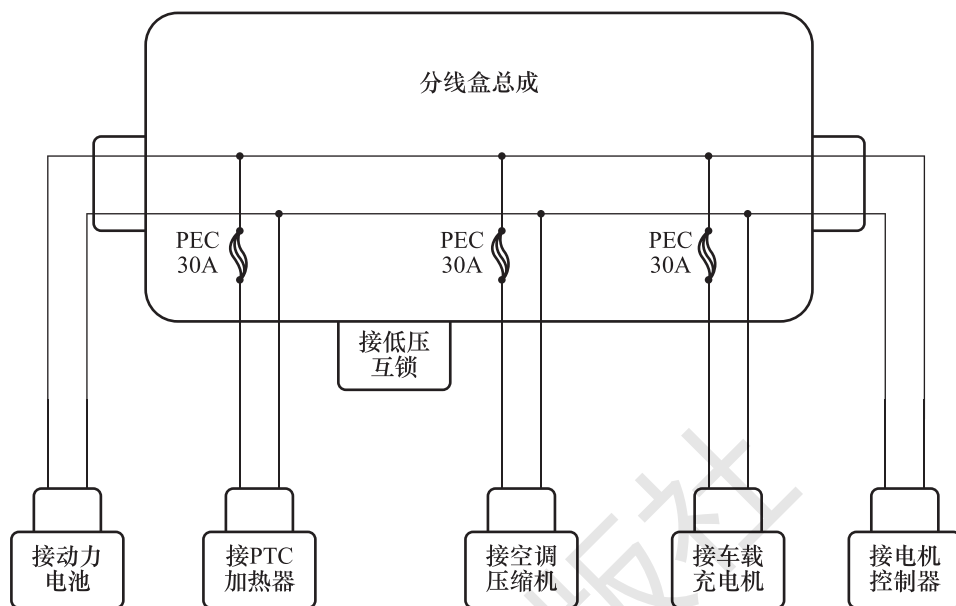


图 2-1-10 分线盒工作原理

交流充电能量传递路线图，如图 2-1-11 所示。

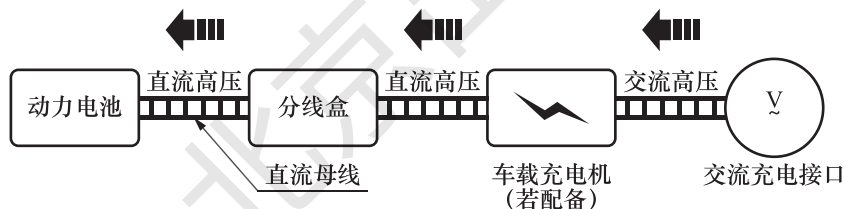


图 2-1-11 交流充电能量传递路线图

(4) 电机三相线。

车辆行驶时，电流从动力电池依次经过直流母线、分线盒、电机控制器高压线、电机控制器、电机三相线到达驱动电机，产生驱动力。

车辆行驶时能量传递路线图，如图 2-1-12 所示（能量回收时传递路线相反）。

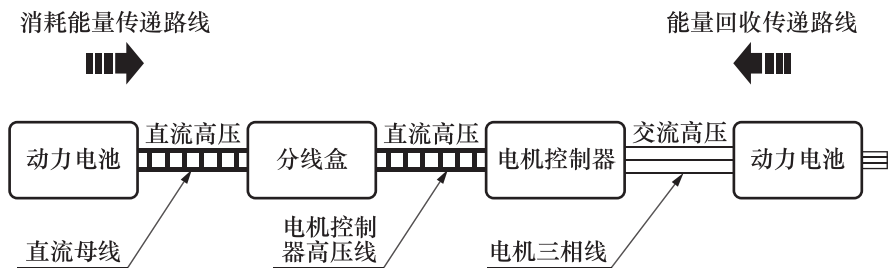


图 2-1-12 车辆行驶时能量传递路线图

3. 充电系统

吉利 EV300 纯电动汽车的充电系统分为快充系统和慢充系统两部分，其系统结构简图分别如图 2-1-13 和图 2-1-14 所示。由图可以看出，充电系统的关键部件主要包含高压控制盒、DC/DC 变换器及车载充电机。高压控制盒的主要作用是完成动力电池电能的输出及分配，并实现对支路用电设备的保护；DC/DC 变换器的主要作用是将动力电池的高压直流电转换为 12V 直流电，为整车低压用电系统供电，并在低压蓄电池亏电时为其充电；车载充电机的主要作用是将 220V 交流电转换为动力电池的直流电，实现电池电量的补给。

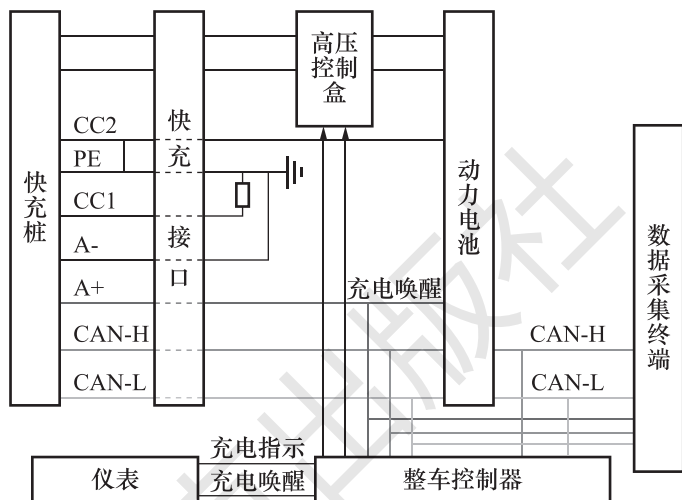


图 2-1-13 快充系统结构简图

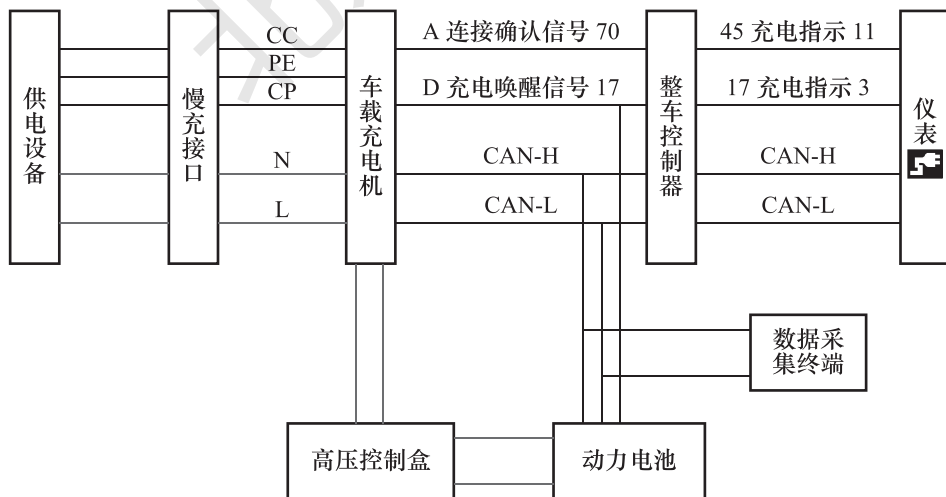


图 2-1-14 慢充系统结构简图

快速充电模式下，供电设备为快速充电桩，提供的高压直流电通过快充接口，经

高压控制盒进行高压配电后，为动力电池充电；慢速充电模式下，供电设备一般为适配充电器，供电设备将获取的 220V 交流电直接提供给慢充接口，由车载充电机将交流电转换为高压直流电，再经过高压配电后才能为动力电池充电。

4. 电机控制系统

电机控制系统是根据车辆驾驶员驾驶意图，通过控制电机转矩、转速等特性从而达到驾驶的目的。其主要的构成部件有电机控制器、加速踏板位置传感器、制动踏板信号。电机控制系统控制原理图，如图 2-1-15 所示。电机控制系统控制电机轴向四象限的转矩。由于没有转矩传感器，转矩指令（由整车控制器发送）被转换成为电流指令，并进行闭环控制。转矩控制模式只有在获得正确的初始偏移角度时才能进行。

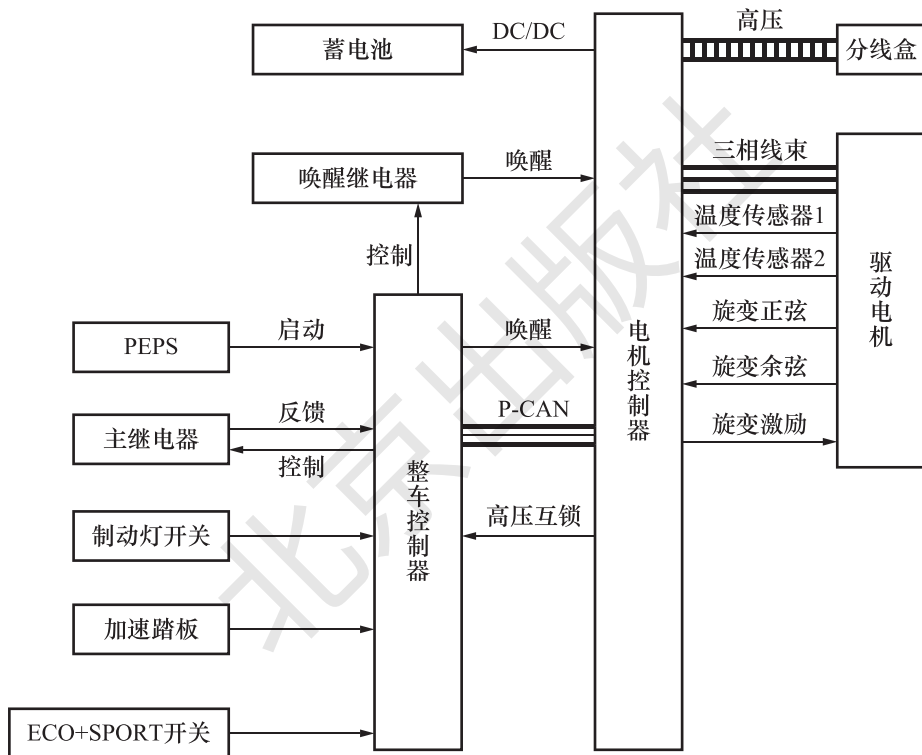


图 2-1-15 电机控制系统的控制原理图

电机控制器安装在前舱内，采用 CAN 通讯控制，控制着动力电池组到电机之间能量的传输，同时采集电机位置信号和三相电流检测信号，精确地控制驱动电机运行。

电机控制器是一个既能将动力电池中的直流电转换为交流电以驱动电机，同时具备将车轮旋转的动能转换为电能（交流电转换为直流电）给动力电池充电的设备。车辆制动或滑行阶段，电机作为发电机应用。它可以完成由车轮旋转的动能到电能的转换，给电池充电。

DC/DC 集成在电机控制器内部，其功能是将电池的高压电转换成低压电，提供整车低压系统供电。

加速踏板位置传感器作为系统的安全性保障之一，设计成双输出传感器。两个传感器的输出电压信号都随加速踏板的位置增加而增加。其输出特性曲线，如图 2-1-16 所示。

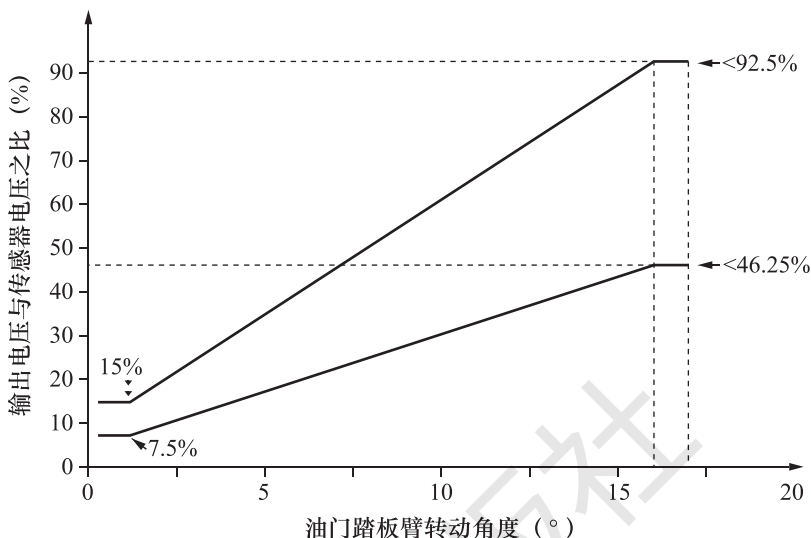


图 2-1-16 加速踏板位置传感器信号输出特性曲线

制动踏板开关。当驾驶员踩下制动踏板，表现制动或减速意图时，该开关将踏板位置信号转换成电压信号，通过硬线传递给 VCU。制动踏板开关内部有两组开关，一组为常闭开关，一组为常开开关。VCU 通过两组开关输出电压的变化判断驾驶员的制动或减速意图。其信号的传递路线，如图 2-1-17 所示。



减速机构工作原理

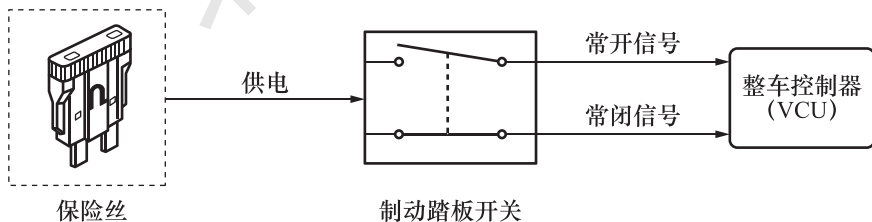


图 2-1-17 制动踏板信号传递路线

5. 驱动电机系统

驱动电机系统作为纯电动汽车的主要部件之一，是车辆的主要驱动机构，其特性决定了车辆的动力性能，并直接影响车辆的经济性能。吉利 EV300 纯电动汽车的电机驱动系统主要由电机控制器和驱动电机构成，并通过高低压线束、冷却管路与整车其他系统做电气和散热连接，如图 2-1-18 所示。

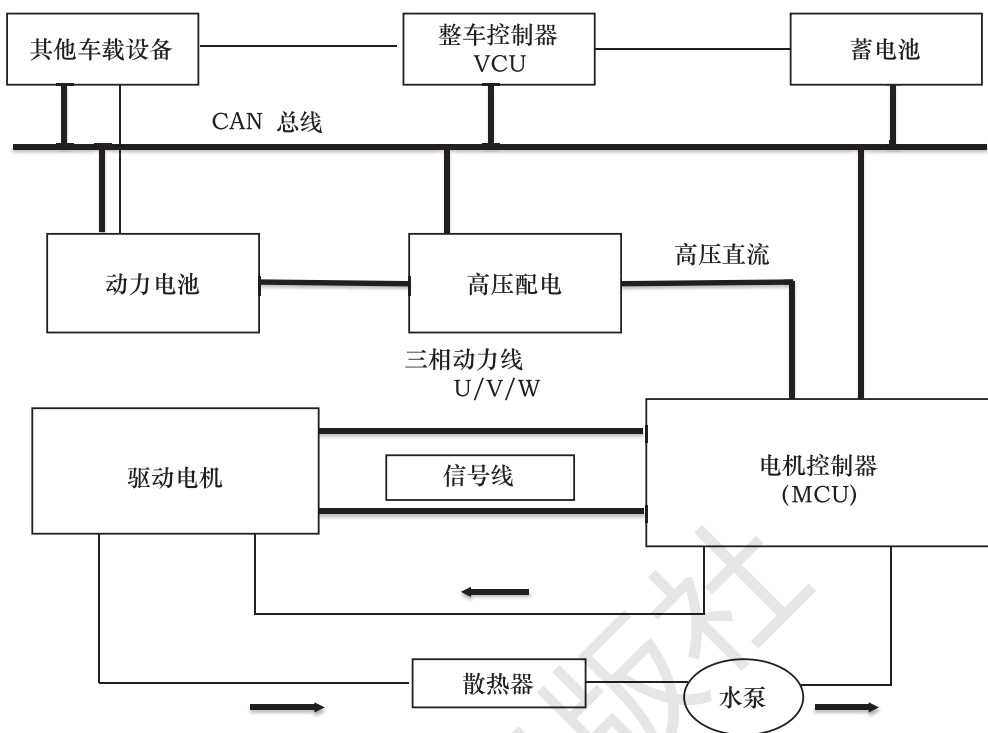


图 2-1-18 吉利 EV300 电机驱动系统

整车控制器根据驾驶人意图发出指令，由电机控制器响应并反馈，实时调整驱动电机的输出，以实现整车怠速、加减速、能量回收及倒车等工作状态。电机控制器还能够实时进行电机状态和故障检测，以保护驱动电机系统和整车安全可靠运行。

6. 减速系统

吉利 EV300 纯电动汽车的传动系统，电动机的速度—转矩特性非常适合汽车驱动的需求，纯电动模式下，汽车的驱动系统不再需要多挡位的变速器，驱动系统结构得以大幅简化。

减速器介于驱动电机和驱动半轴之间，驱动电机的动力输出轴通过花键直接与减速器输入轴齿轮连接。一方面减速器将驱动电机的动力传给驱动半轴，起到降低转速增大扭矩作用；另一方面满足汽车转弯及在不平路面上行驶时，左右驱动轮以不同的转速旋转，保证车辆的平稳运行。EV300 采用单速比减速器，只有一个前进挡、一个空挡和一个驻车挡。减速器的控制框图，如图 2-1-19 所示。

驾驶员操作电子换挡器进入 P 挡，电子换挡器将驻车请求信号发送到整车控制器（VCU），VCU 结合当前驱动电机转速及轮速情况判断是否符合驻车条件。当符合条件时，VCU 发送驻车指令到 TCU，TCU 控制驻车电机进入 P 挡，锁止减速器。驻车完成后 TCU 将收到减速器发出的 P 挡位置信号，并将此信号反馈给 VCU，完成换挡过程。

驾驶员操作电子换挡器退出 P 挡，电子换挡器将解除驻车请求信号发送给整车控制器（VCU），VCU 结合当前驱动电机转速及转速情况判断是否满足解除驻车条件，当

符合条件时,VCU 发送解除驻车指令到 TCU,TCU 控制电机解除 P 挡锁止减速器。解除驻车完成后 TCU 将收到减速器发出的挡位位置信号,并将此信号反馈给 VCU,完成换挡过程。

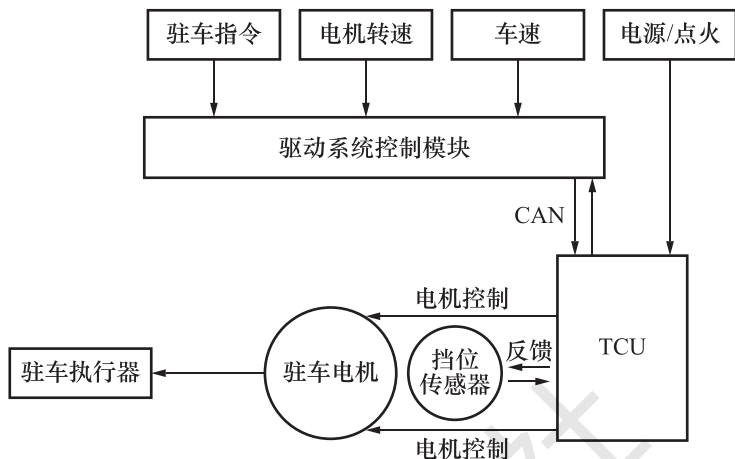


图 2-1-19 减速器的控制框图

7. 电动助力转向系统（EPS）

电动助力转向系统（EPS）由车速传感器、转矩传感器、电子控制单元及助力电机等组成。

电动助力转向控制逻辑图,如图 2-1-20 所示。在电动助力转向系统中,电子控制单元根据转矩传感器和车速传感器的信号计算所需的转向助力,控制助力电机的转动,电机输出的动力经过减速机构减速增矩后驱动齿轮齿条转向器产生相应的转向助力。目前,电动助力转向系统按照助力作用位置的不同,可以分为管柱助力式、齿轮助力式和齿条助力式。助力电机的电源为 12V,由 DC/DC 变换器提供。

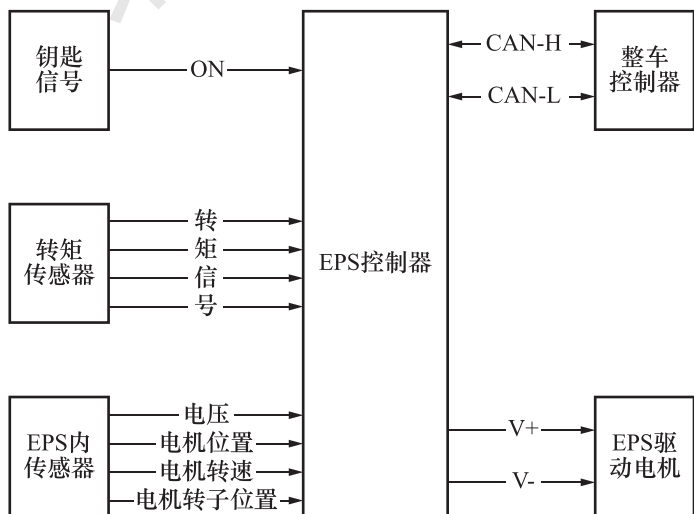


图 2-1-20 电动助力转向控制逻辑图

8. 制动系统

制动系统的作用主要有三个：使行驶中的汽车按照驾驶人的要求进行强制减速甚至停车；使已停止的汽车在各种道路条件下稳定驻车；使下坡行驶的汽车速度保持稳定。吉利 EV300 纯电动汽车的制动系统采用了电动真空助力系统进行助力，当汽车启动后，整车控制器会自动进行真空压力检测，若真空罐中的真空度小于设定值，则真空压力传感器输出相应信号至整车控制器，整车控制器控制电动真空泵开始工作，当真空度达到设定值后，整车控制器控制真空泵停止工作。当真空罐的真空度由于制动而有所消耗时，同样由整车控制器控制真空泵工作。

此外，当汽车运行时，动力系统能够回收部分制动能量，并通过车辆对驱动电机反拖，将制动能量转换为电能为动力电池充电。相比传统汽车的制动能量全部转化为热能消散，纯电动汽车制动能量回收功能能够有效地提高整车能量利用效率，并增加车辆续航里程。

三、吉利 EV300 数据流的读取

1. 安全提示

利用故障诊断仪读取整车控制器数据流时，应注意在进行仪器连接时需保证车钥匙置于 OFF；完成仪器连接后，在进入诊断系统之前需要将车钥匙置于 ON，此时应确保车辆挡位处于 N 位，且驻车制动拉杆处于拉起位置；在进行相关动态数据流观测时，如加速踏板开度数据流的观测，需注意安全操作。

2. 仪器连接

吉利 EV300 纯电动汽车配套的诊断仪，如图 2-1-21 所示。

故障诊断仪连接步骤如下：

- (1) 打开车门。
- (2) 安装脚垫。
- (3) 安装转向盘套。
- (4) 安装座椅套。
- (5) 车钥匙置于 OFF 位。
- (6) 将故障诊断仪连接端子一头插在车辆故障诊断接口上。
- (7) 将端子另一头插在故障诊断仪计算机上。

完成连接后，需通过诊断仪上的指示灯观察故障诊断仪与车辆通信是否正常。若故障诊断仪无法正常连接车辆，应进行故障排查，排查方法如下：

- (1) 使用万用表检查整车控制器的供电是否正常；同时需检查低压电器盒中为整车控制器供电的各个供电熔丝是否正常。
- (2) 使用万用表检查 OBD 诊断接口与整车控制器 VCU 通信的 CAN 总线线束连接是否牢固，线路通断是否正常。
- (3) 若以上检查都正常，则需更换整车控制器。

3. 数据流读取

连接好故障诊断仪后，进行整车状态数据流的读取。此时，诊断软件界面的显示情况，如图 2-1-22 所示。具体操作步骤如下：



图 2-1-21 吉利 EV300 纯电动汽车配套的诊断仪

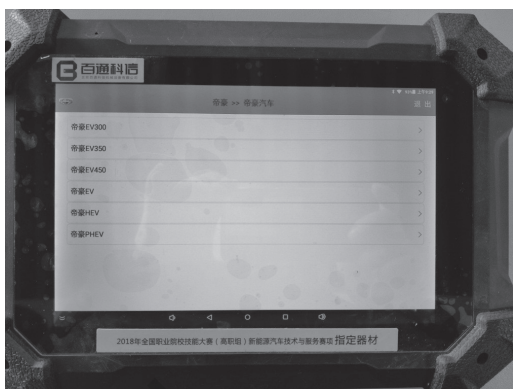


图 2-1-22 诊断仪界面

- (1) 车钥匙置于 ON 位。
- (2) 运行故障诊断软件。
- (3) 选择车型 EV300。EV300 系统界面，如图 2-1-23 所示。
- (4) 选择系统。
- (5) 选择整车控制器。
- (6) 选择数据流。

选择整车控制器模块，进入该模块后，可选择相关数据，点击确定后，便可读取整车控制器相关数据流。VCU 内部数据流，如图 2-1-24 所示。

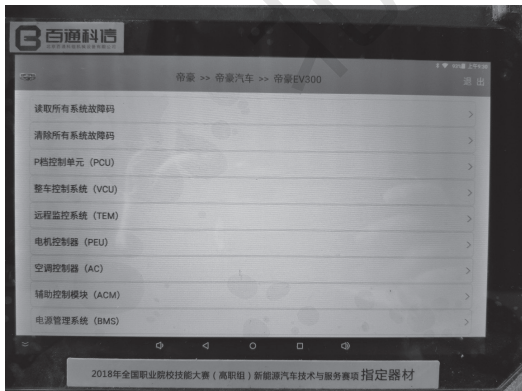


图 2-1-23 EV300 系统界面

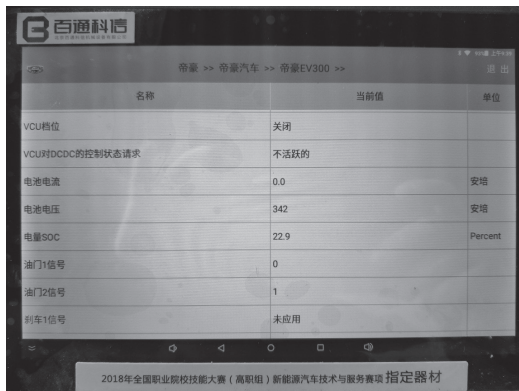


图 2-1-24 VCU 内部数据流



电动汽车的整车控制

纯电动汽车动力系统中主要有电机驱动装置、传动系统和动力电池等。当汽车动力系统结构和各部件配置确定之后,就需要有一个性能优越、安全可靠的整车控制策略来保证汽车的正常运行。所谓整车控制,就是由控制器通过汽车运行过程中各部件的运行状态,合理控制车辆的能量分配,协调各部件工作,以充分发挥各部件的性能,在保证汽车正常运行的前提下,实现汽车的最佳运行状态。整车控制策略,需要控制车辆在满足驾驶人意图、汽车的动力性、平顺性和其他基本技术性能以及成本控制等要求的前提下,针对各部件的特性及汽车的运行工况,实现能量在电机、动力电池之间的合理有效分配,从而使整车系统效率达到最高,获得整车最大的经济性以及平稳的驾驶性能。一般整车控制策略包括以下几个方面:

1. 汽车驱动控制

根据驾驶人的驾驶要求、车辆状态、道路及环境状况等信息,分析车辆的动力需求,由整车控制器向电机控制器发送转矩控制指令,电机控制器控制主驱动电机输出合适的动力来驱动车辆。

2. 制动能量回馈控制

当汽车减速制动时,整车控制器根据制动踏板和加速踏板信息、车辆行驶状态信息、蓄电池状态信息,计算再生制动力矩,向电机控制器发出指令完成制动能量回收。

3. 整车能量优化管理

通过对车载能源动力系统的管理,提高整车能量利用效率,延长纯电动车的续航里程。

4. 车辆状态显示

对车辆实时速度、动力电池状态等信息进行采集和转换,由主控制器通过汽车仪表进行显示。

学习任务二 整车控制器的检查和更换



相关知识

一、整车控制器

整车控制器（VCU，Vehicle Control Unit），是整个电动汽车的核心控制部件。它通过采集加速踏板信号、制动踏板信号及其他部件信号，进行相应地判断，然后控制各部件控制器动作，实现电动汽车的正常行驶。整车控制器通过 CAN 总线与相关部件控制器交换信息并对当前车辆运行状态进行管理、调度。如整车控制器通过采集踏板信号对驾驶人意图进行解读，然后针对车辆的不同配置，进行相应的能量管理；通过 CAN 总线将控制指令传递给电机控制器，实现整车驱动及相应部件的控制。吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器，如图 2-1-25 所示。

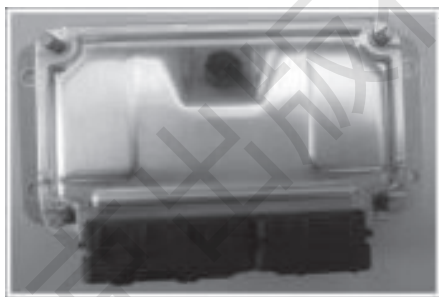


图 2-1-25 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器

吉利 EV300 纯电动汽车整车控制系统采用了集中控制与分布式处理相结合的车辆控制系统结构，各部件都有独立的控制器，整车控制器对整个系统集中进行能量管理及各部件的协调控制。为满足系统数据交换量大、实时性、可靠性要求高的特点，整个分布式控制系统之间采用 CAN 总线进行通信。其整车控制原理，如图 2-1-26 所示。

吉利 EV300 纯电动汽车整车结构按照工作电压强度可以分为高压系统和低压系统；按照部件连接特性可以分为机械连接、电气连接及信号连接；按类型又可将信号分为输入信号、输出信号及通信信号。车辆的各个部件协同工作，受到整车控制器集中控制，因此，整车控制器作为电动汽车的“大脑”，在整车控制系统中起到至关重要的作用。

二、整车控制器的功能和控制信号

1. 整车控制器的功能

在纯电动汽车中，整车控制器除控制汽车正常行驶外，还具有汽车再生制动回馈控制、网络管理、故障诊断与处理及车辆的状态与监视等功能。与各部件控制器的动

态控制相比，整车控制器属于管理协调型控制。吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器能够实现的功能，如表 2-1-1 所示。

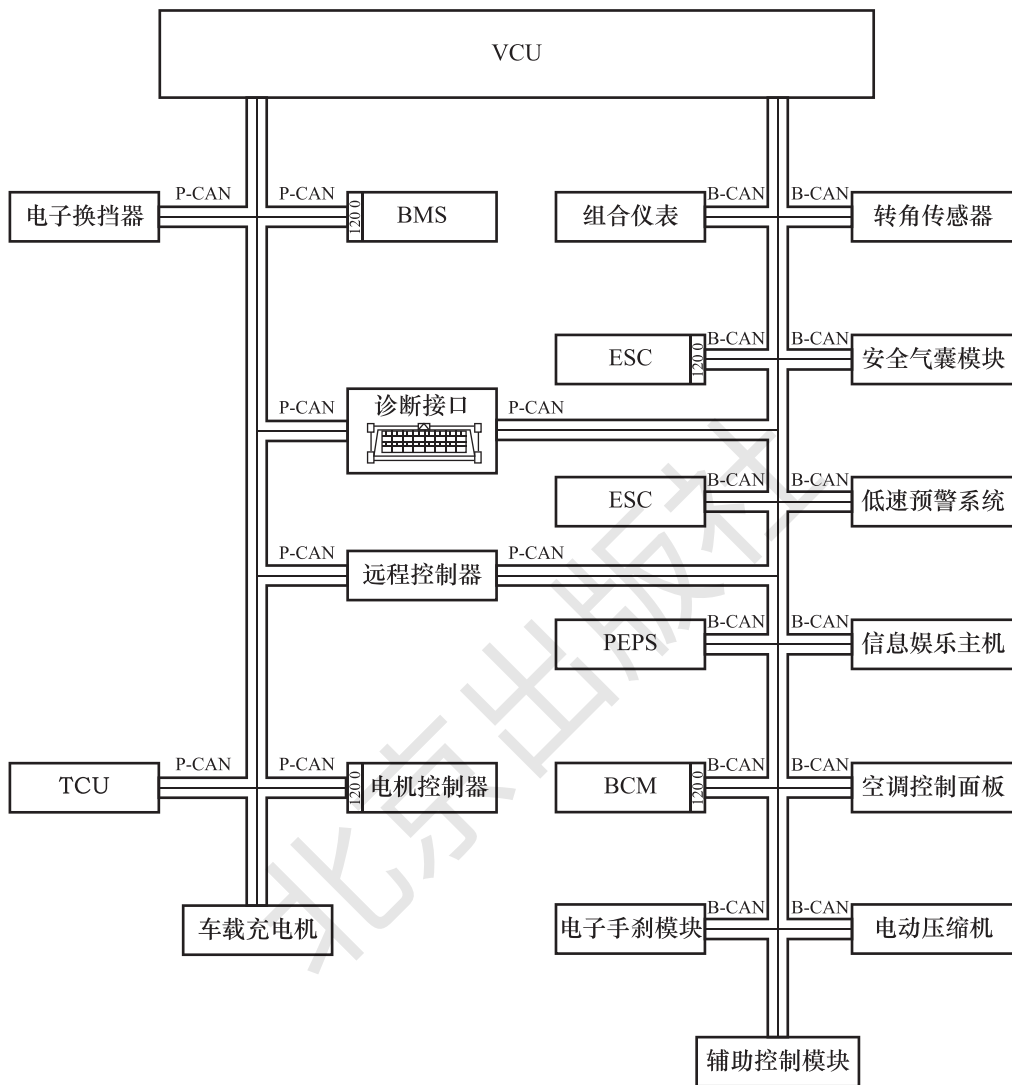


图 2-1-26 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制原理图

表 2-1-1 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器主要功能

序号	主要功能
1	驾驶意图分析
2	驱动控制
3	整车能量控制
4	高压电上下电控制

续表

序号	主要功能
5	充电过程控制
6	电动辅助系统控制
7	车辆状态的实时检测
8	故障诊断与处理
9	制动能量回收控制
10	整车 CAN 总线及网络化管理
11	DC/DC 控制, EPS 控制
12	挡位控制
13	防溜车控制
14	在线匹配
15	远程控制

2. 整车控制器的控制信号

吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器信号输入与控制信号输出, 如图 2-1-27 所示。整车控制器左侧为各种输入信号, 整车控制器右侧为控制输出信号。

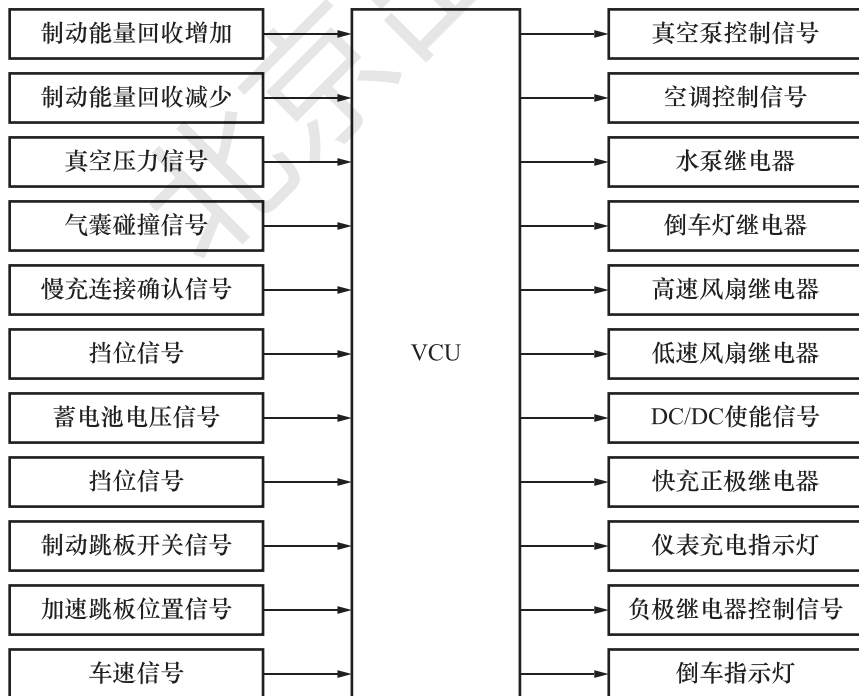


图 2-1-27 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制信号

3. 整车控制器控制功能说明

(1) 驾驶人意图解析。整车控制器根据加速踏板、制动踏板信号,解析驾驶人的驾驶意图(如加速、减速、制动等),即根据控制策略中相关的计算规则,将驾驶人发出的加速踏板信号和制动踏板信号转化为电机的转矩命令并通过新能源 CAN 总线传送给电机控制器。驱动电机对驾驶人操作的响应性完全取决于整车控制器对加速踏板解释的结果,并直接影响驾驶人的控制效果和操作感觉。

(2) 驱动控制。整车控制器根据驾驶人对车辆的操纵输入(踏板位置信号和选挡开关)、车辆运行状态、行驶路况及环境等信息进行分析和处理,向相关部件控制器发出指令,控制电机的驱动转矩来驱动车辆,以满足驾驶人对车辆的动力性要求。此外,整车控制器还将根据车辆状态进行相应的安全性、舒适性控制。

(3) 整车能量优化管理。整车控制器通过对驱动电机系统、电池管理系统及其他车载能源动力系统等等的协调和管理,实现整车能量利用效率的提高和续航里程的延长。

(4) 高压上下电控制。纯电动车的起动开关有 OFF、ACC、ON、START 四个状态。



高压系统上电流程

上电顺序:

1) 低压上电。当点火钥匙由 OFF 转至 ACC 位时,VCU 低压上电。当点火钥匙由 ACC 转至 ON 位时,BMS,MCU 低压上电。当点火钥匙由 ON 转至 START 位时,仪表显示 READY 灯点亮。

2) 高压上电。起动开关置于 ON 位,BMS,MCU 当前状态正常且在之前一次上下闭合电中整车无严重故障,其上电控制逻辑,如图 2-1-28 所示。

① BMS,MCU 初始化完成,VCU 确认状态。

② 闭合电池继电器。

③ 闭合主继电器。

④ MCU 高压上电。

⑤ 如挡位在 N 位,仪表显示 READY 灯点亮。

下电顺序:

① 纯电动汽车下电只需起动开关置于 OFF 位,即可实现高压、低压电的正常下电。起动开关置于 OFF 位,主继电器断开、MCU 低压下电。

② 辅助系统停止工作,包括 DC/DC 变换器、水泵、空调、暖风。

③ BMS 断开电池继电器。

④ 整车控制器下电。

(5) 充电过程控制。整车控制器接收到充电信号后(如快充或慢充连接确认信号),配合电池管理系统共同进行充电过程中的充电功率控制,禁止高压系统上电,保证车辆在充电状态下处于行驶锁止状态,并根据电池状态信息限制充电功率,以保护电池。

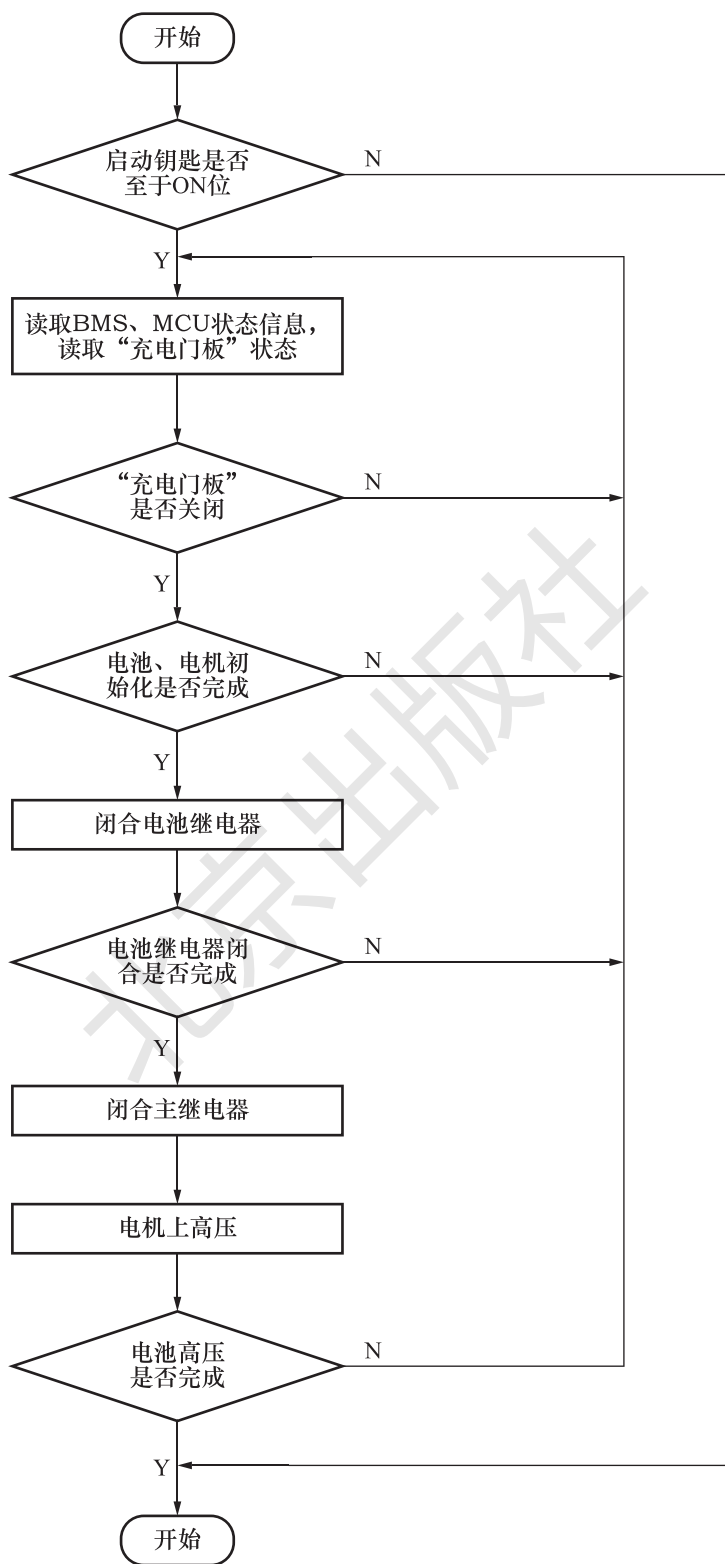


图 2-1-28 高压上电逻辑流程图

(6) 电动辅助系统控制。电动辅助系统包括电动空调、电控制动、电动助力转向等。整车控制器将根据动力电池及低压蓄电池状态,对 DC/DC 变换器和电动辅助系统进行监控。

(7) 车辆状态的实时监测和显示整车控制器将对车辆的运行状态进行实时监测,并通过原车 CAN 总线将各子系统的状态信息传送给车载信息显示系统,包括显示仪表和中控系统。显示仪表和中控系统均能够显示车辆运行状态信息和相关的故障诊断信息。EV300 纯电动汽车仪表显示情况,如图 2-1-29 所示。

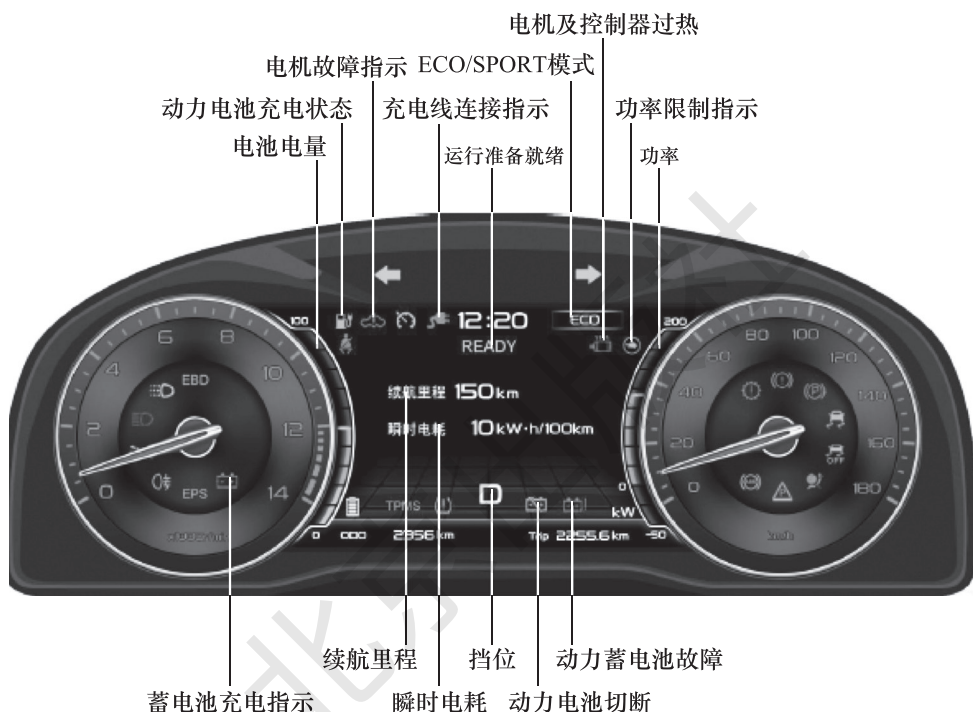


图 2-1-29 EV300 纯电动汽车仪表显示

(8) 故障诊断与处理整车控制器根据各传感器信号及其他通过 CAN 总线通信得到的电机、电池、充电机等信息,对车辆产生的各种故障进行判断、等级分类、报警显示,同时存储故障码,供维修时查看。

(9) 制动能量回馈控制。当车辆进行减速制动时,整车控制器根据当前车辆行驶状态信息和动力电池的状态信息判断是否进行制动能量回馈控制。整车控制器应在满足车辆安全性能、制动性能及驾驶人舒适性的前提下,进行制动能量回馈,回收部分制动能量,进一步提高整车能量利用效率。驾驶人可通过转向盘上的按钮对制动能量回馈程度进行控制。

(10) 整车 CAN 总线及网络化控制。在整车的网络管理中,整车控制器是信息管理的中心,负责信息的组织和传输、网络节点管理、信息优先权的动态分配以及网络故障的诊断与处理等功能,并通过 CAN (EVBUS) 线协调电池管理系统、电机控制器、

空调系统等模块相互通信，如图 2-1-30 所示。

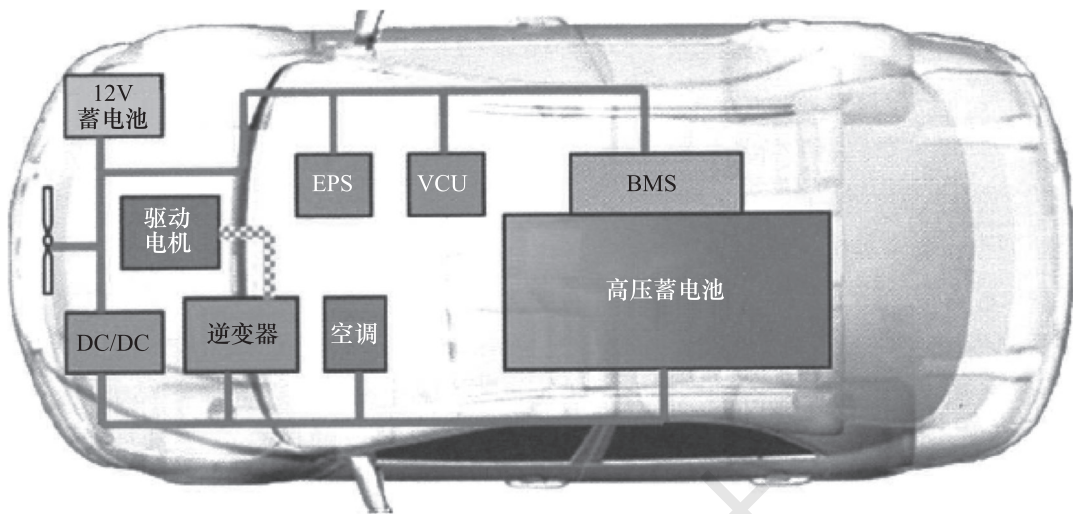


图 2-1-30 整车网络控制原理图

(11) 挡位控制。整车控制器将对驾驶人换挡意图进行解析，识别车辆合理的挡位，并在基于模型开发的挡位管理模块中优化换挡操作，在保证车辆正常行驶及驾驶人舒适性的同时，实现驾驶人换挡意图。此外，还需要在换挡故障时进行相应的操作以保证整车安全，并通过显示仪表提醒驾驶人。

(12) 防溜车控制。纯电动汽车在坡道上起步时，驾驶人从松开制动踏板到踩下加速踏板的过程中，会出现整车向后溜车的现象；在坡道行驶过程中，如果驾驶人踩下的加速踏板深度不够，则车辆会出现车速逐渐下降到 0 后，再溜车的现象。

为了防止车辆在坡道上溜车的现象，整车控制器中增加了防溜车功能。这一功能可以保证车辆在坡道上起步时，向后溜车距离小于 10cm；在坡道上运行过程中，如果动力不足导致车速下降到 0，则车辆将保持静止，不再向后溜车。

(13) 在线匹配。标定整车控制器能够在线监控和调整控制参数（包括 MAP、曲线及点参数等），并完成保存标定数据结果及处理离线数据等功能。完整的标定系统包括上位机 PC 标定程序、PC 与 ECU 通信硬件连接及 ECU 标定驱动程序三部分。

(14) 远程控制。吉利 EV300 纯电动汽车具有便捷的远程控制功能，主要包括远程查询功能、远程空调控制和远程充电控制。用户可以通过手机 APP 进行远程控制。

1) 远程查询功能：用户可以通过收集 APP 实时查询车辆状态，包括电池 SOC 值、续驶里程、空调状态和电池温度等。

2) 远程空调控制：在夏季或冬季，用户可以在使用车辆前通过手机 APP 实现车辆空调系统远程控制，包括空调制冷、空调暖风和除霜等功能。

3) 远程充电控制：用户离开车辆时，将充电枪插入充电桩，可以不立即充电，可以通过远程控制利用电价波谷进行充电操作。

三、整车控制策略说明

整车控制策略是指整车控制器根据车辆各部件运行状态及车辆的运行工况，充分协调和发挥各部件特性，完成车辆驱动要求，协调整车功能，并进行整车状态监测和故障管理。下面结合吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器的功能，从整车状态获取、整车驱动控制、整车故障管理等方面介绍整车控制策略。

1. 整车状态获取

整车状态获取的方式主要有：通过车速传感器、挡位信号传感器等检测整车的运行状态；通过 CAN 总线获得电池管理系统、电机驱动系统等状态信息。

吉利 EV300 纯电动汽车整车状态的相关内容主要有：起动开关状态（LOCK、ACC、ON、START）、充电监控状态（充电唤醒、连接状态、快 / 慢充电门板开关信号）、挡位状态（P、R、N、D、E）、加速踏板位置、制动踏板状态（踩制动、未制动）、电池管理系统状态（继电器状态、电压、电流等）、电机控制器状态（工作模式、转速、转矩等）、组合仪表状态、ABS 防抱死系统状态等。

吉利 EV300 纯电动汽车整车工作模式主要有充电模式和行驶模式两种。充电模式根据充电唤醒信号及快 / 慢充电门盖信号进行判断；行驶模式下起动开关位于 ON 位，且无充电唤醒信号和充电门盖信号。整车控制器由低压唤醒后，将进行周期性的整车工作模式判断，其中充电模式将优先于行驶模式，即充电模式不能够切换到行驶模式，而行驶模式可以切换到充电模式。当车辆起动开关位于 ON 位时充电，关闭充电口后，车辆不能正常高压上电，此时需要驾驶人将起动开关置于非 ON 位，然后在再次置于 ON 位，方可高压上电；车辆工作在行驶模式下，当检测到有充电需求时，整车控制器将先执行高压下电，然后再进行正常充电流程。正常充电流程和整车上电流程如下。

（1）正常充电流程。

1) 当车辆插入充电枪时，整车控制器检测到充电门盖信号，判断进入充电模式，仪表充电连接指示灯点亮。

2) 充电唤醒信号进入整车控制器、电池管理系统、仪表等，仪表充电连接指示灯开始闪烁。

3) 进入充电模式后，整车控制器置位允许充电指令。

4) 电池管理系统与充电机 / 充电桩建立充电连接，开始充电。

进入充电过程后，整车控制器将不再直接参与充电控制，而是实时监控充电过程，并对异常情况进行紧急充电停止操作，以及部分信息的仪表显示、监控平台信息上传。

（2）整车上电流程。

1) 低压上电。起动开关置于 ON 位，整车控制器、电池管理系统、电机控制器等所有控制部件的低压系统上电并进行初始化。

2) 高压上电。起动开关置于 ON 位后, 在各控制部件当前状态正常且整车不满足充电条件的情况下, 开始执行高压上电。电池管理系统及电机控制器完成初始化后, 整车控制器检测电池管理系统反馈的电池正 / 负继电器状态, 若继电器处于断开状态, 则整车控制器先执行闭合高压主继电器, 然后执行闭合其他高压系统继电器 (如空调系统高压继电器), 同时向电池管理系统发出上电指令, 进行预充电操作, 然后整车控制器实时检测挡位是否位于 N 位, 且上电过程中驾驶人是否有将起动开关置于 START 位的操作, 同时控制显示仪表 READY 灯点亮, 水泵、DC/DC 变换器等部件开始正常工作。

2. 整车驱动控制

整车驱动控制即转矩控制, 其核心内容包括工况判断、需求转矩计算和转矩输出等。工况判断主要是根据当前整车状态信息 (如加速 / 制动踏板位置、当前车速及整车故障信息等) 来判断当前需要的整车驾驶需求。由于加速 / 制动踏板信号受驾驶人操控, 因此工况判断也包含了驾驶人意图的解析。

吉利 EV300 纯电动汽车运行工况主要划分为紧急故障工况、怠速工况、加速工况、能量回收工况、零转矩工况和跛行工况等, 在不同工况下车辆运行的转矩需求不同。当判断出车辆运行工况后, 整车控制器将根据工况, 并结合动力电池系统及驱动电机系统计算出当前车辆需求的转矩。一般情况下, 紧急故障工况下车辆为零转矩需求, 并需要切断高压电; 怠速工况目标车速为 7km/h, 转矩需求也为零; 加速工况的转矩需求根据加速踏板位置及车速等进行确定; 能量回收工况下主电机反拖制动产生负转矩; 跛行工况下将对电机输出功率及车速进行限制。整车控制器完成车辆需求转矩计算后, 根据当前车辆的转矩输出能力, 以及当前整车状态参数, 最终计算出需要输出的转矩, 然后控制驱动电机系统进行驱动力输出, 实现整车的驱动控制。

3. 整车故障管理

对于车辆故障的处理, 吉利 EV300 纯电动汽车整车控制器采用了综合判断、分级处理的方式。整车控制器根据驱动电机、动力电池、DC/DC 变换器等部件故障、整车 CAN 网络故障及整车控制器硬件故障进行综合判断, 确定整车故障等级, 按照等级进行相应的控制处理。吉利 EV300 纯电动汽车对整车的故障等级进行了四级划分, 见表 2-1-2 所示。

表 2-1-2 故障分级表

故障等级	名称	故障处理方式	故障列表
一级	致命故障	紧急断开高压	MCU 直流母线过电压故障、BMS 一般故障
二级	严重故障	零转矩	MCU 相电流过电流、IGBT、旋变等故障; 电机节点丢失故障; 挡位信号故障

续表

故障等级	名称	故障处理方式	故障列表
三级	一般故障	跛行模式	加速踏板位置信号故障
		降功率	电机超速故障
		限功率 <7kW	跛行故障、SOC<1%、BMS 单体欠电压、内部通信、硬件等二级故障
		限速 <15km/h	低压欠电压故障、制动系统故障
四级	轻微故障	仪表显示能量回收故障，仅停止能量回收	MCU 电机系统温度传感器、直流欠电压故障、VCU 硬件、DC/DC 变换器异常等故障

四、整车控制器的更换

整车控制器故障时，通常采用的维修方法是进行更换。拆下的故障控制器将作为旧件处理或返厂维修。下面以吉利 EV300 纯电动汽车为例，介绍整车控制器更换实践操作的注意事项和工作流程。

1. 安全提示

在进行整车控制器更换时，应注意安全操作问题。由于整车控制器由低压供电系统进行供电，因此首先需要拆下低压蓄电池负极连接线束，并进行可靠搭铁；虽然整车控制器独立于整车高压系统，但为了避免误操作导致的高压触电，需要确保整车无绝缘故障。因此整车控制器的更换操作应在低压下电及无绝缘故障前提下进行。

2. 整车控制器的更换

吉利 EV300 纯电动汽车的整车控制器由四个紧固螺栓固定于前机舱内部靠近驾驶室的位置，整车控制器上部有一个插接件，用于控制器供电、输入输出信号及与其他部件控制器进行通信。吉利 EV300 整车控制器的位置，如图 2-1-31 所示。

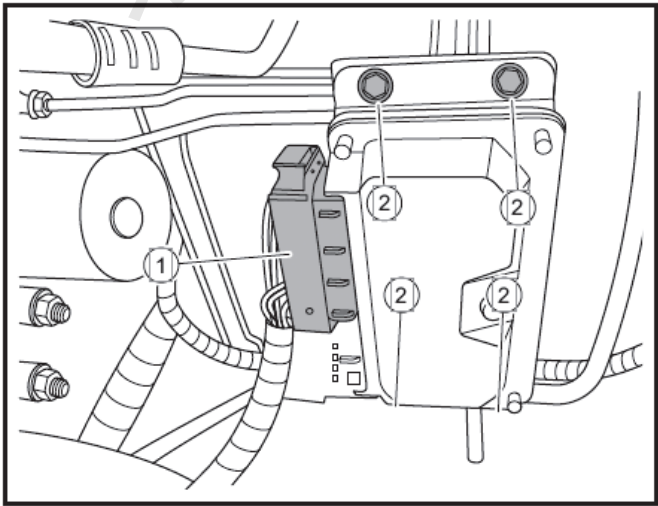


图 2-1-31 吉利 EV300 整车控制器的位置

整车控制器的更换步骤如下：

(1) 打开车门，安装三件套：转向盘套、座椅套、脚垫，如图 2-1-32 所示。



图 2-1-32 安装车内三件套

(2) 确保起动开关关闭，拉动前机舱盖拉手。

(3) 打开前机舱盖，安装翼子板布、前格栅布，如图 2-1-33 所示。

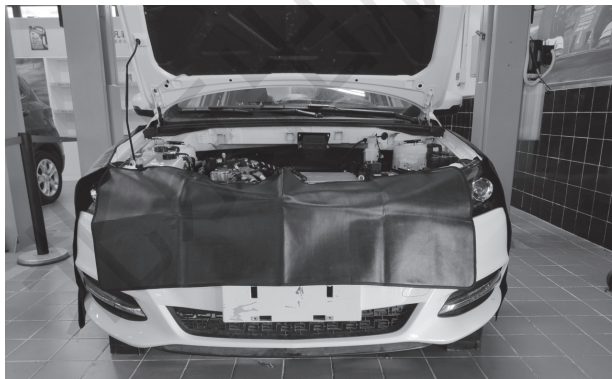


图 2-1-33 安装防护三件套

(4) 取下蓄电池负极，可靠搭铁。

(5) 拔下整车控制器插接器插头。

(6) 拆下整车控制器 4 个固定螺栓。

(7) 取下整车控制器。

(8) 更换新的整车控制器。

(9) 安装整车控制器 4 个固定螺栓。

(10) 安装整车控制器连接插头。插接时注意“一插、二响、三确认”。

(11) 安装蓄电池负极。

(12) 取下翼子板布，格栅布。

(13) 关闭前机舱盖。

(14) 取下三件套。

完成整车控制器更换后,新的整车控制器需要与原车进行控制匹配和标定。对于不同车型,匹配的方式有所不同:有的车型需要厂家或维修店专业人员进行移动匹配和标定;而有的车型自身就能够进行自适应匹配和标定。



拓展知识

电动汽车的驱动形式

纯电动汽车是仅依靠电能驱动的车辆,相比于传统燃油汽车,其摆脱了对石油的依赖,能量运行高效,对环境无污染。纯电动汽车的动力传动系统包括电机控制器、主驱动电机和相应的传动机构(变速器、主减速器、差速器等)。根据电机布置不同,电动汽车的驱动形式包括传统驱动形式、电动机与驱动桥组合驱动布置形式、电动机与驱动桥集成驱动系统布置形式、轮边电动机驱动布置形式和轮毂电机。

1. 传统布置形式

此类纯电动汽车的传动机构与传统燃油汽车基本没有差异,只是采用电机替代内燃机、电池组替代燃油箱,并根据不同类型的驱动电机加装了DC/DC变换器或DC/AC逆变器和电机控制器等;结构复杂、效率低,不能充分发挥驱动电动机的性能。这种传统的布置形式正逐渐被淘汰。传统布置形式,如图2-1-34所示。

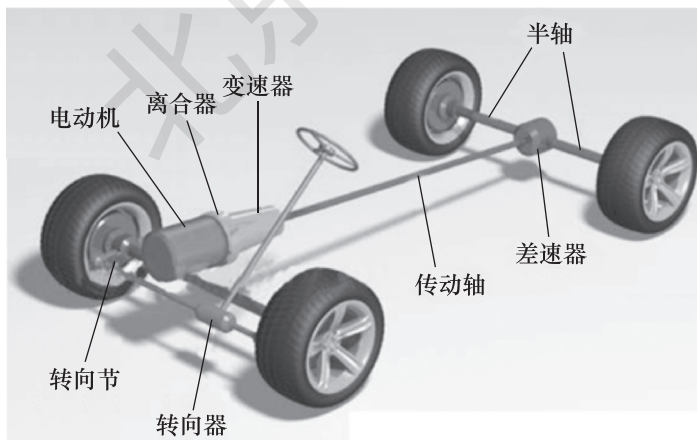


图 2-1-34 传统布置形式

2. 电动机与驱动桥组合驱动布置形式

机械传动机构紧凑,传动效率较高,便于安装。但这种布置形式对驱动电动机的调速要求较高。按传统汽车的驱动模式来说,可以有驱动电动机前置-驱动桥前置,或驱动电动机后置-驱动桥后置两种方式。这种驱动系统布置形式具有良好的通用性

和互换性。电动机与驱动桥组合驱动布置形式,如图 2-1-35 所示,便于在现有的汽车底盘上安装,使用、维修也较方便。

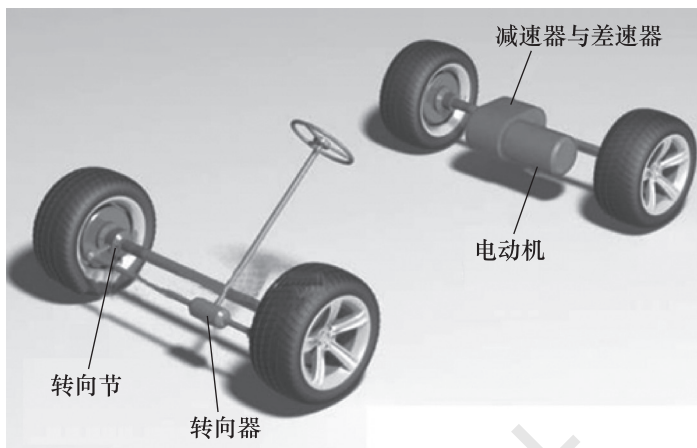


图 2-1-35 电动机与驱动桥组合驱动布置

3. 电动机与驱动桥集成驱动系统布置形式

把电动机、固定速比减速器和差速器集成为一个整体,并与驱动轴同轴,通过两根半轴驱动车轮,称为电动机与驱动桥集成式驱动系统,如图 2-1-36 所示。

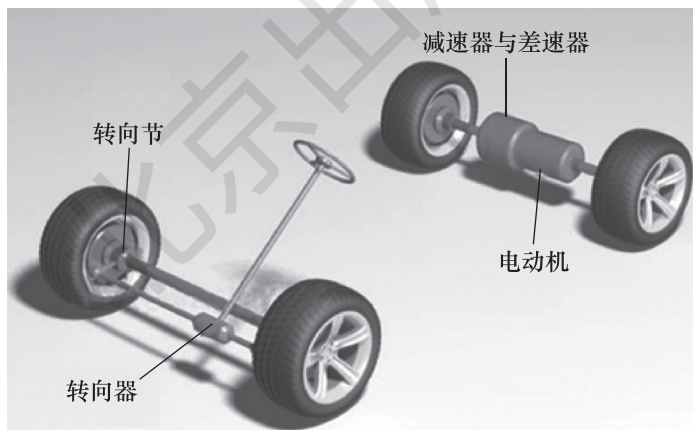


图 2-1-36 电动机与驱动桥集成式驱动系统

4. 轮边电机驱动系统

每个电机的转速可以独立地调节控制,通过电子差速器来解决左右半轴的差速问题,使得电动汽车更加灵活,在复杂的路况上可以获得更好的整车动力性能。由于采用电子差速器,传动系体积进一步减小,节省了空间,质量也进一步减轻,提高了传动效率。轮边电机驱动系统,如图 2-1-37 所示。

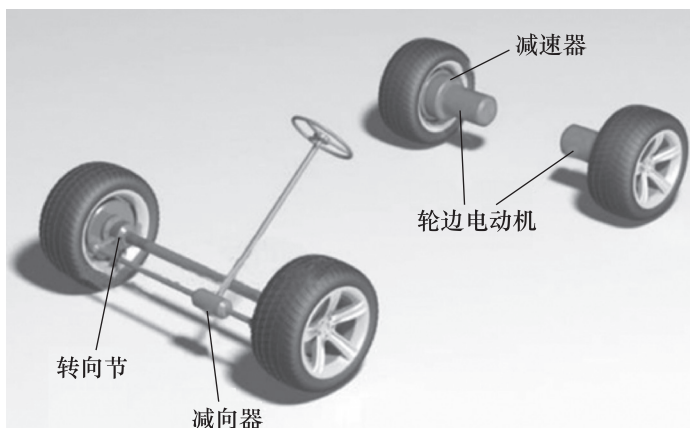


图 2-1-37 轮边电机驱动系统

5. 轮毂电机

把电动机设计成饼状，直接安装在车轮的轮毂中，称这种电机为轮毂电机，电机一端直接与车轮毂固定，另一端直接安装在悬架上。此种布置形式进一步缩短了电机和车轮之间的机械传动距离，进一步节省了空间。轮毂电机驱动系统，如图 2-1-38 所示。



图 2-1-38 轮毂电机驱动系统