

新能源整车控制

本资料为教师培训使用，不完善之处敬请见谅。



中国北方国际汽车教育



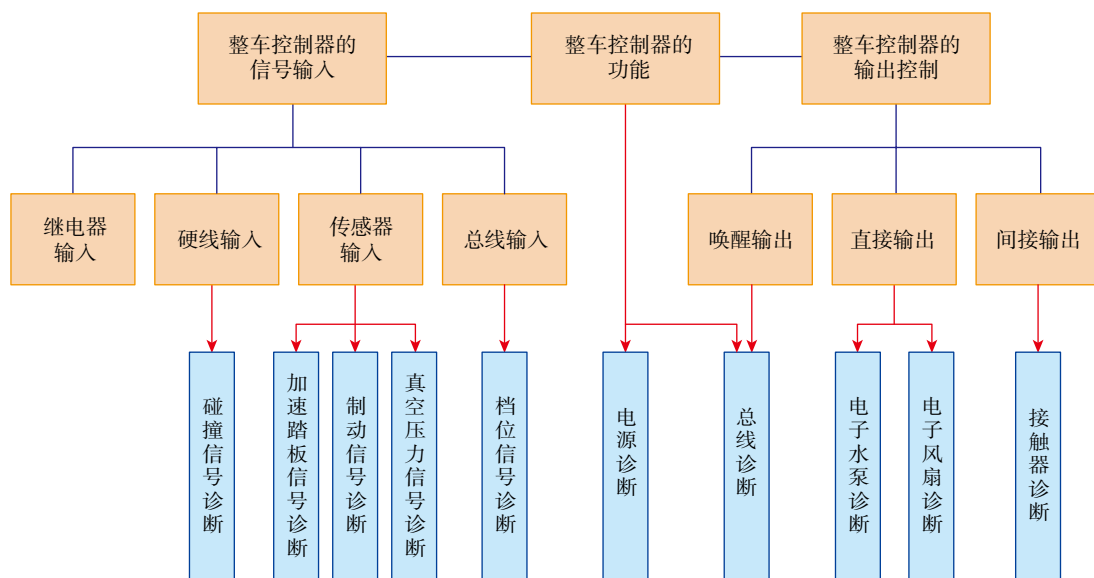
目录

项目一	整车控制系统的检修	001
	任务一 整车控制器的检修	002
	任务二 整车控制器的信息输入	022
	任务三 整车控制器的执行控制	051
项目二	电动汽车热管理系统	071
项目三	能量回收控制的检测	099
项目四	中央集成器通讯故障诊断	109





项目一 整车控制系统的检修



任务一 整车控制器的检修

学习目标

知识目标

- 纯电动汽车控制体系的特点
- 整车控制器功能

能力目标

- 整车控制器的电源及通讯的检测方法
- 整车控制器故障的诊断方法

一、技术原理

1. 纯电动汽车控制系统与传统车的区别

纯电动汽车与传统汽车控制系统的主要区别：

(1) 传统汽车的动力控制系统、空调控制系统、车身控制系统等各种控制之间是对等的，没有主次之分。各控制电源通过总线进行信息互通，各控制单元根据信息按照自己的程序进行控制。

比如说关于节能状况的控制如下：

首先，发动机电脑将蓄电池电压不足的信息发送到网络系统，车身控制器得到此信息后，关闭座椅加热功能，如图 1-1-1 所示。

(2) 纯电动汽车的控制系统一般有一个整车控制器，这个整车控制器就是主控制器。其余的控制系统为子系统。整车控制器除了完成自身的控制功能以外，还肩负着整个控制系统的管理和协调功能。

比如说关于节能状况的控制有两种方案：

1) 第一种方案

首先，BMS 将动力电池能量不足的信息发送到网络系统，整车控制系统得到此信息后，通过网络给车身控制器发送关闭座椅加热功能，如图 1-1-2 所示。

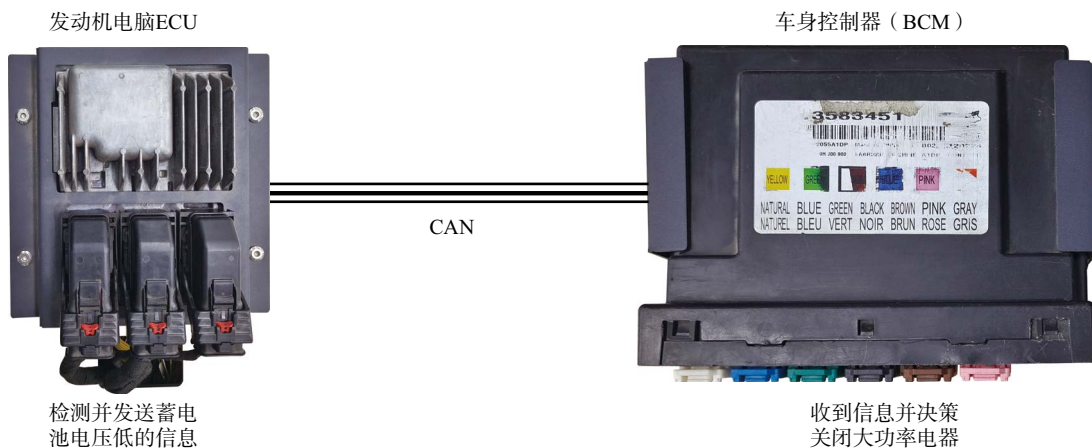


图 1-1-1 传统汽车电能限制控制

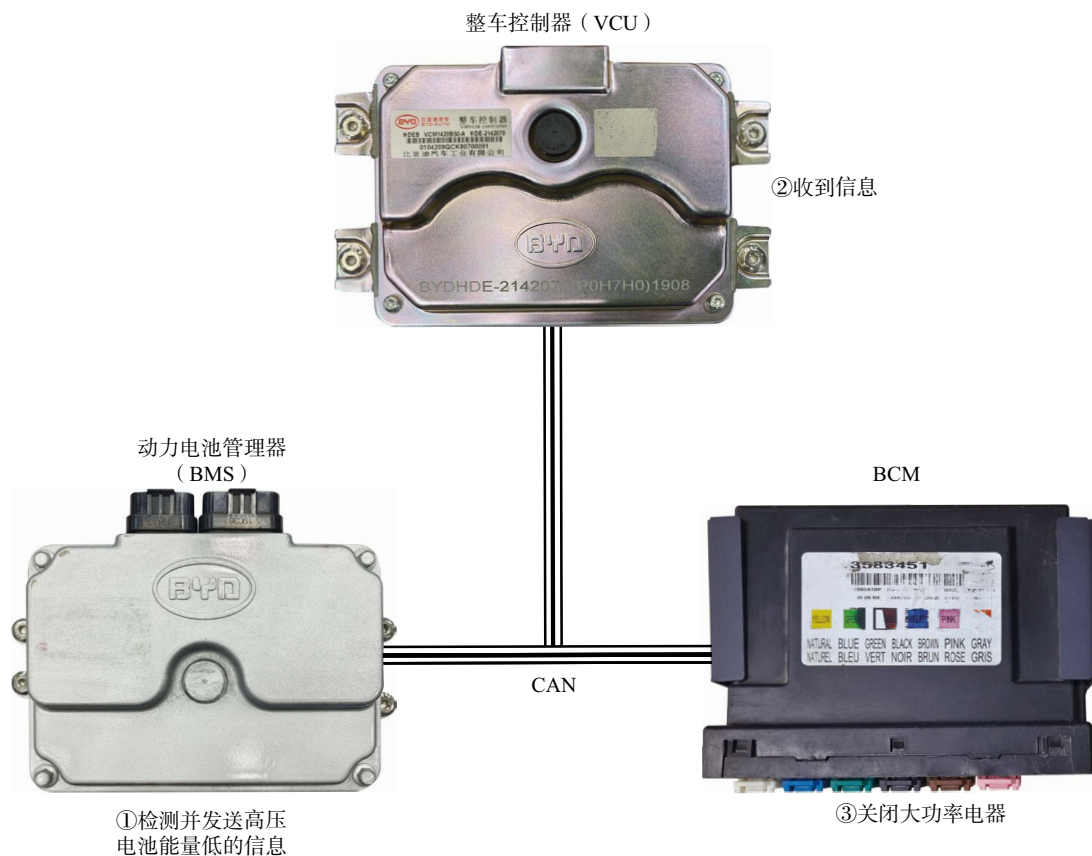


图 1-1-2 电动汽车电能限制控制方案（1）

2) 第二种方案

首先，BMS 将动力电池能量不足的信息发送到网络系统，车身控制器收到信息后关闭座椅加热功能，并把关闭座椅加热的信息发送到网络系统，整车控制系统通过网路接收 BMS，信息和车身控制器的信息并进行监控、协调。如图 1-1-3 所示。

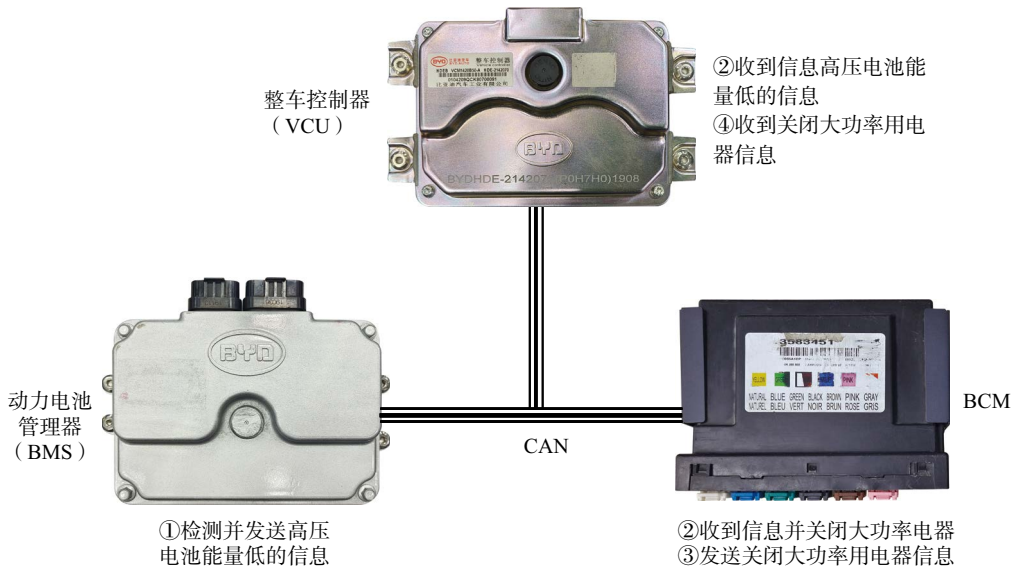


图 1-1-3 电动汽车电能限制控制方案 (2)

2. 整车控制器的功能

(1) 整车控制模式判断

整车控制器通过启动钥匙、充电信号、加速踏板深度、制动踏板深度、档位开关、当前车速和整车是否有故障信息等各种状态信息判断当前需要的整车工作模式，诸如充电模式、前进模式、倒挡模式、停车模式），如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 模式判断

(2) 上下电的控制

上下电控制框架如图 1-1-5 所示。

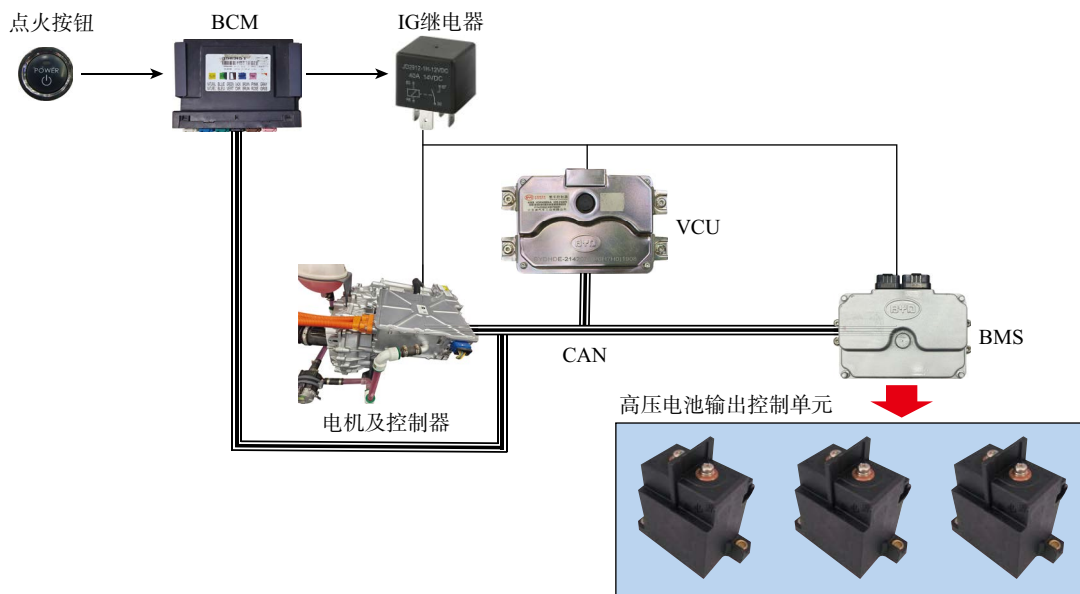


图 1-1-5 上下电控制框架

1) 上电控制

①当驾驶员将点火开关置于 ON 档，BCM 控制 IG 继电器闭合，VCU、BMS、PEU 等进行自检，无故障进入下一步。

②当驾驶员踩下制动踏板，打到点火开关启动档，请求上电。BCM 通过 CAN 发送启动信号给 VCU，VCU 通过 CAN 总线检测是否满足上电条件，包括制动开关信号、档位开关信号、高压与锁信号、旋变传感器正弦信号、旋变传感器激励信号、温度传感器信号、碰撞信号、动力电池电流电压、整车漏电信号等是否正常。

③满足上电条件的情况下，VCU 通过 CAN 总线唤醒 BMS，BMS 控制负极接触器先闭合，然后启动预充程序，先闭合预充主预充继电器，串联预充电阻向车载充电机及分线盒总成输出高压电。BMS 监测输出母线电压，当输出母线电压与动力电池电压相差小于 50V，控制主正接触器闭合，断开主预充接触器，完成上电过程。

④完成上电后，VCU 通过 CAN 总线点亮仪表“READY”指示灯。同时 VCU 向 PEU 发送指令，指示电机使能信息、电机模式信息（再生制动，正向驱动，反向驱动）以及相应模式下的电机转矩，PEU 向 VCU 上报电机和控制器的各种参数及故障报警信息，主要参数包括电机转速、电机转矩、电机电压和电流，车辆进入行驶准备状态。

2) 下电控制

上电状态下，当 BMS、VCU、PEU 等监测到漏电、碰撞、高压互锁、旋变传感器等故障信号时，让 BMS 控制主正接触器、负极接触器和分压接触器断开，电动汽车下电。

当驾驶员再次按下启动按钮下电时，BCM 向 VCU 请求下电，VCU 通过 CAN 总线

让 PEU 切断驱动电机驱动电源，然后通过 CAN 总线发送指令给 BMS，BMS 控制先控制预充接触器接通，随后主正接触器断开，随后预充接触器断开、负极接触器断开，电动汽车下电。

(3) 高压互锁控制

一些车型通过整车控制器发出和接收互锁信号，形成一个闭环的监测系统，当高压插头断开后，整车控制器向 BMS 发送切断高压电的供给的指令，BMS 切断高压电的输送。

(4) 汽车碰撞监测

当整车发生碰撞时，安全气囊系统发出碰撞信号，整车控制器接收到碰撞信号后，整车控制器向 BMS 发送切断高压电的供给的指令，BMS 切断高压电的输送。

(5) 驱动控制

整车控制器根据当前的加速 / 制动踏板位置、档位开关、当前车速电机功率等参数和状态及前一段时间参数及状态，算出当前车辆的转矩能力，按当前车辆需要的转矩，计算出合理的最终实际输出的转矩，如图 1-1-6 所示。

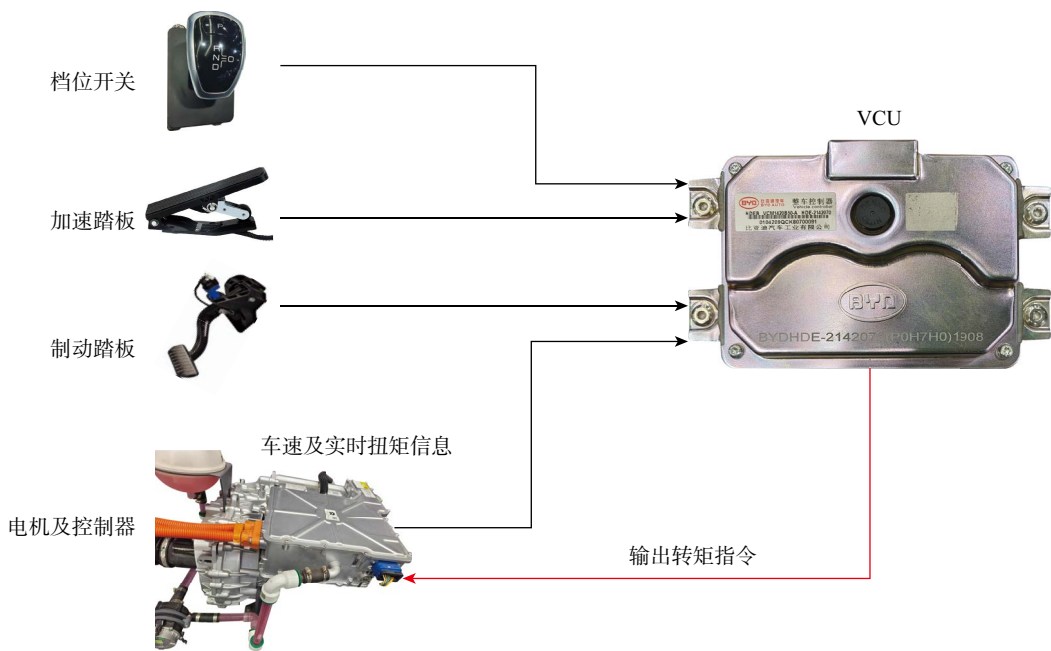


图 1-1-6 扭矩控制

例如，当驾驶员踩下加速踏板时，整车控制器向电机控制单元发送电机输出转矩信号，电机控制系统控制电机按照驾驶员的意图输出转矩。

(6) 制动能量回馈控制

电动汽车的电机可以工作在再生制动状态，对制动能量进行回收利用是电动汽车和传统能源汽车的重要区别。

整车控制器根据行驶速度、驾驶员制动意图和动力电池组状态（如电池荷电状态 SOC 值）进行综合判断后，对制动能量回馈进行控制。如果达到回收制动能量的条件，

整车控制器向电机控制单元发送控制指令使电机工作在发电状态，将部分制动能量储存在动力电池组中，提高车辆能量利用效率，如图 1-1-7。

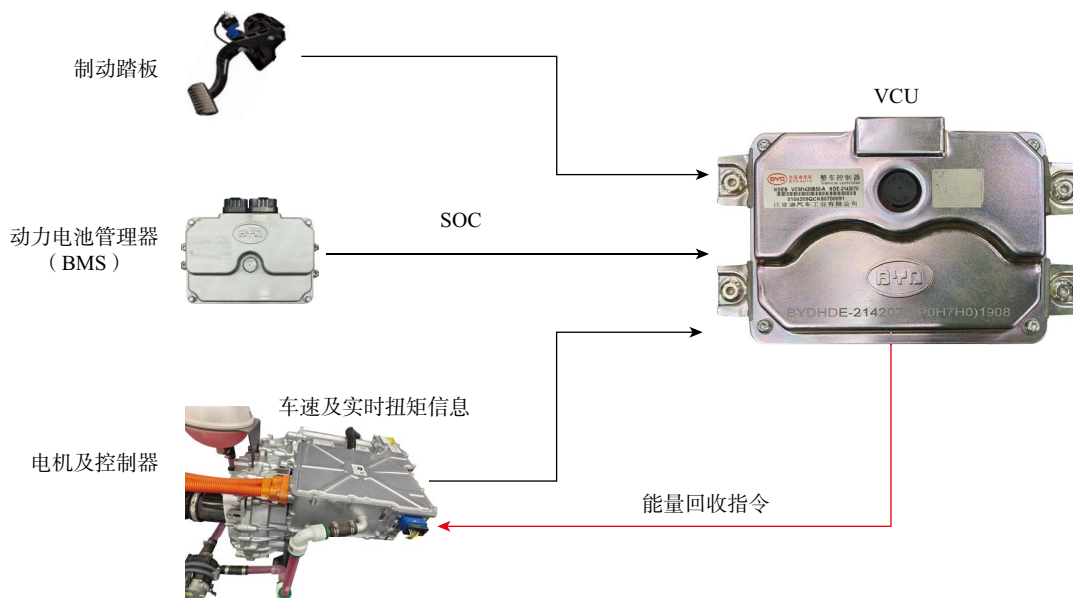


图 1-1-7 制动能量回收控制

(7) 充电过程控制

以慢充为例，当插入交流电供电装置（充电枪）时，由低压蓄电池给车辆控制器（VCU）、动力电池控制模块（BMS）供电，通过连接器上的 CC 信号给到车辆控制模块，此时车辆控制模块被唤醒，唤醒后的车辆控制模块唤醒其他控制模块，如动力电池模块、电机控制模块等，唤醒后这些模块也进行自检。

车辆控制模块通过 CAN 总线与动力电池模块、电机控制模块等进行通信，各个模块自检都通过后，车辆控制模块通过 CP 信号与交流电供电装置模块进行通信确认，当确定连接正常后，交流电供电装置控制继电器闭合，向车载充电机输入 220V 的交流电。动力电池控制模块检测动力电池状态符合充电要求，唤醒车载充电机向动力电池充电，并同时控制主继电器闭合。动力电池控制模块检测动力电池状态的变化，控制车载充电机输出电流的大小。动力电池控制模块检测到动力电池充满或交流慢充供电装置异常时，控制充电主继电器断开，同时控制交流供电装置停止输出交流电。

(8) 整车能量优化管理

纯电动汽车有很多用电设备，包括电机和空调设备等。整车控制器可以对能量进行合理优化来提高纯电动汽车的续驶里程。

例如当动力电池组电量较低时，整车控制器发送控制指令关闭部分起辅助作用的电器设备，将电能优先保证车辆的安全行驶。

(9) 整车通信网络管理

在整车的网络管理中，整车控制器是信息控制的中心，负责信息的组织与传输、网

络状态的监控、网络节点的管理、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。

(10) 车辆状态监测和显示

整车控制器应该对车辆的状态进行实时检测，并且将各子系统的信息发送给车载信息显示系统，其过程是通过传感器和 CAN 总线，检测车辆状态以及动力系统和相关电器附件相关各子系统状态信息，驱动显示仪表，将状态信息和故障诊断信息通过数字仪表显示出来。显示内容包括：车速、里程、电机的转速、温度、电池的电量、电压、电流、故障信息等。

(11) 故障诊断和处理

故障诊断和处理功能通过连续监视整车电控系统，进行故障诊断，并及时进行相应的安全保护处理，根据传感器的输入及其他通过 CAN 总线通信得到的电机、电池、充电机等的信息，对各种故障进行判断、等级分类、报警显示，存储故障码以供维修时查看。故障指示灯指示出故障类型和部分故障码，对于不太严重的故障，能做到“跛行回家”。

整车控制系统根据将故障确定等级并进行相应的控制处理。故障分为四级，见表 1-1-1。







表 1-1-1 整车控制系统的故障分级与处理

等级	名称	故障后处理	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 一级故障
二级	严重故障	二级电机故障零转矩，二级电机故障 20A 放电直流限功率	MCU 相电流、IGBT、旋变等故障，电机节点丢失故障，档位信号故障
三级	一般故障	跛行	加速踏板信号故障
		降功率	MCU 电机超速保护
		限功率 <7kW	跛行故障、SOC<1%、BMS 单体电池欠电压、内部通信或硬件等二级故障
四级	轻微故障	限速 <15km/h	低压欠电压故障、制动故障
四级	轻微故障	只仪表显示，四级故障属于维修提示，但是 VCU 不对整车进行限制：四级能量回收故障，仅停止能量回收，行驶不受影响	MCU 电机系统温度传感器、直流欠电压故障，VCU 硬件、DC/DC 异常等故障

当整车控制器对自身及各系统进行检测过程中发现故障问题时，会点亮仪表中相应的指示灯，如图 1-1-8 所以异常闪烁或常亮的方式进行警示，具体见表 1-1-2。

表 1-1-2 常见的故障指示灯的名称、故障原因及工作条件

序号	指示灯	名称	异常闪烁	常亮	工作条件
1		12V 蓄电池充电故障警告灯	—	DC/DC 未工作 12V 蓄电池电压异常，DC/DC 故障	总线信号，来自 VCU，ON
2		系统故障警告灯	仪表丢失 VCU 报文	车辆发生动力系统故障	总线信号，来自 VCU，ON

序号	指示灯	名称	异常闪烁	常亮	工作条件
3		充电线连接指示灯	—	充电枪连接至充电口	硬线信号，来自 VCU ON/OFF
4		电机故障警告灯	仪仔表丢失 ABS 报文	制动系统故障，制动液位低，EBD 故障	硬线信号，来自 VCU 和 ABSBCM) .ON
5		动力电池故障警告灯	—	电机系统故障	总线信号，来自 VCU, ON
6		动力电池故障警告灯	—	动力电池发生故障	总线信号，来自 VCU, ON
7		ABS 故障警告灯	仪表丢失 ABS 信号	ABS 故障	硬线信号，来自 VCU 和 ABS (BCM) .ON
8		驱动电机过热警告灯	—	驱动电机系统过热	总线信号，来自 VCU, ON

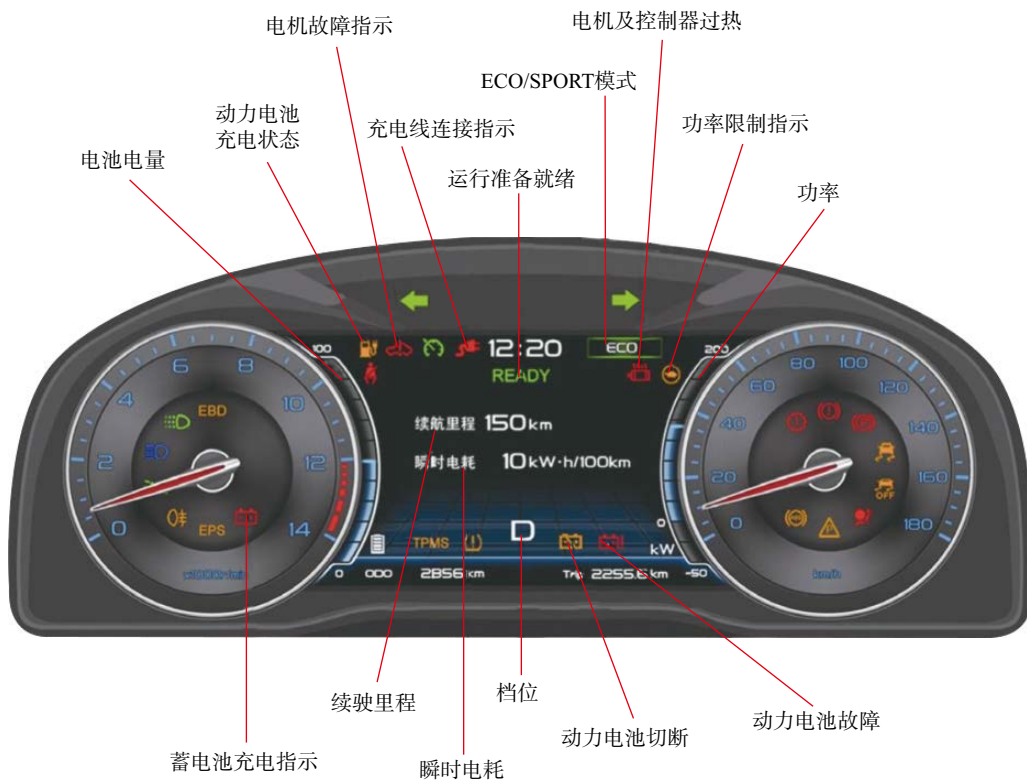


图 1-1-8 仪表盘中的常规指示灯及故障指示灯

3. 整车控制器的电源及通讯电路

以下以秦 EV 为例，讲解整车控制器电源及通讯的检测方法。

秦 EV 整车控制器如图 1-1-9 所示，其车身控制器和仪表配电盘集成在一起，如图 1-1-10 所示。其电源及通讯电路如图 1-1-11 所示，其相关插头包括 BCM 上 G21、G2K、B2F、G2H 等，启动按钮的 G16、智能钥匙控制的 KG25 (B)、整车控制器的 GK49 等如图 1-1-12 所示。

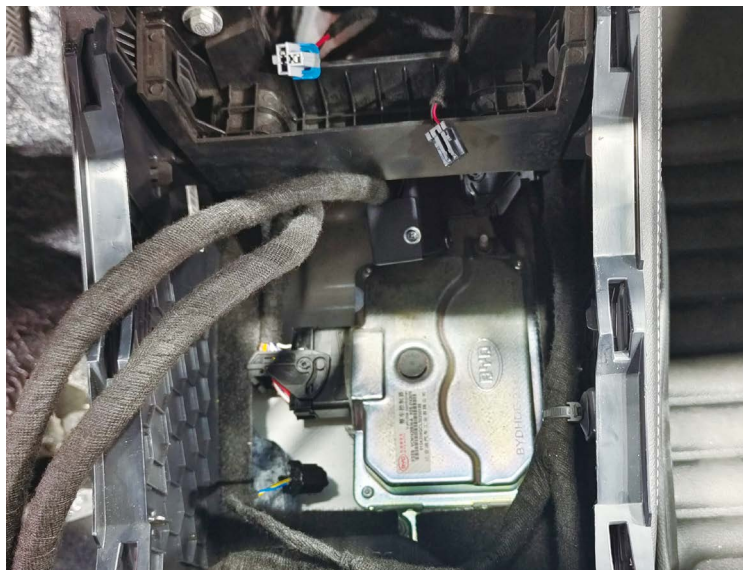


图 1-1-9 秦 EV 整车控制器

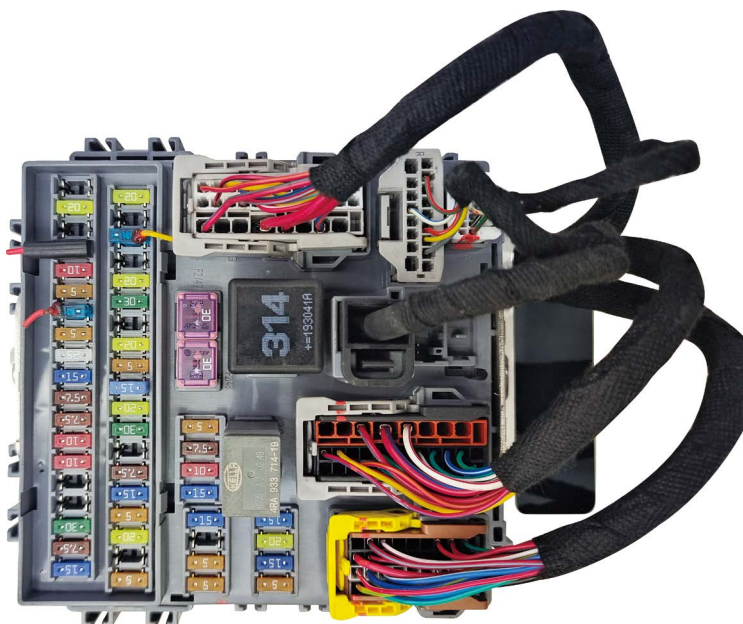


图 1-1-10 与 BCM 集成一体的仪表配电盘

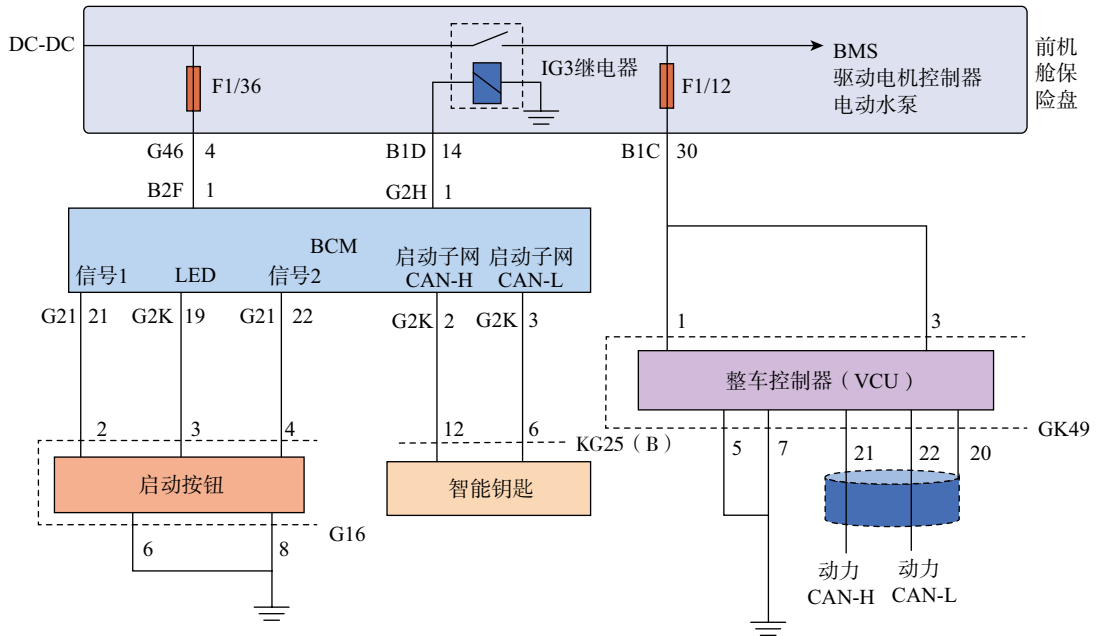


图 1-1-11 秦 EV 整车控制器电源及通讯电路

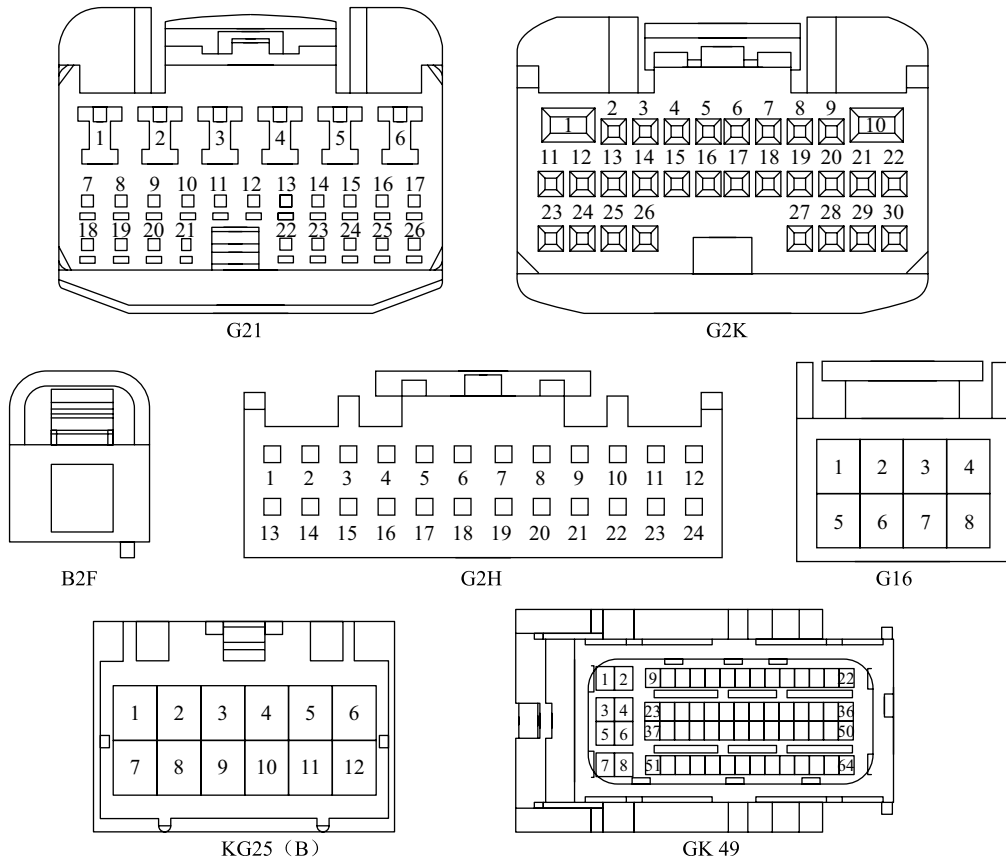


图 1-1-12 秦 EV 电源相关端子

秦 EV 电源工作过程如下：

当智能钥匙靠近车辆时，智能钥匙识别系统识别钥匙的合法性，若为本车合法钥匙，通过启动子网将信息传送给 BCM。

若踩下制动踏板，按下启动按钮，启动按钮的 G16 插头的 2、4 号端子接地，向 BCM 提供启动按钮信号，BCM 收到按钮信号后，通过 G2H 插头的 1 号端子向前机舱保险盒的 B1D 插头的 14 号端子输送 12V 电压，使 IG3 继电器接通，通过 F1/12 保险丝给整车控制器供电。整车控制器通过总线唤醒其他主要模块自检，若自检系统处于正常状态，则控制 BMS 上电。

二、任务实施

1. 启动按钮的检测

(1) 导通性检测

拆下启动按钮，拔下启动按钮的 G16 插头，用万用表电阻档测量 G16 插头的 2 与 6、8 端子之间、4 与 6、8 端子之间应不通，如图 1-1-13 所示；按下启动按钮，用万用表电阻档测量启动按钮的 G16 插头的 2 与 6、8 端子之间、4 与 6、8 端子之间应相通，如图 1-1-14 所示。



图 1-1-13 启动按钮测量（未按按钮时）



图 1-1-14 启动按钮测量（按下按钮时）

（2）线路检测

拆下启动按钮，拔下启动按钮的 G16 插头，用万用表电压档测量 G16 插头的 2 号端子电压应为 12V，如图 1-1-15 所示。若为 0V，测量 BCM 到 G21 插头 21 号端子到启动按钮的 G16 插头 2 号端子之间的线路是否开路、接地、与接触不良，若线路正常，则检测 BCM 及其电源电路。



图 1-1-15 G16 插头的 2 号端子测量

检查启动按钮的 G16 插头 4 号端子电压应为 12V，如图 1-1-16 所示。若为 0V，测量 BCM 到 G21 插头 22 号端子到启动按钮的 G16 插头 4 号端子之间的线路是否开路、接地、与接触不良，若线路正常，则检测 BCM 及其电源电路。



图 1-1-16 G16 插头的 4 号端子测量

用万用表电阻档测量启动按钮的 G16 插头 6、8 号端子与车身之间的阻值应小于 1Ω ，如图 1-1-17、1-1-18 所示，否则为接地开路或接触不良。



图 1-1-17 G16 插头 6 号端子测量



图 1-1-18 G16 插头 8 号端子测量

2. IG3 继电器的测量

(1) 故障现象

IG3 继电器故障后会导致高压控制部分 (BMS、电机控制器、VCU 等) 没有电源, 不能工作, 高压不能上电。

可测量 IG3 继电器控制的相关保险丝, 如 F1/12 是否有 12V 电压, 若无 12V 电压, 则考虑 IG3 继电器及其线路是否故障, 若有 12V 电压证明 IG3 继电器无故障, 如图 1-1-19 所示。



图 1-1-19 F1/12 保险丝电压测量

(2) 故障位置

触点烧连、线圈故障、线路故障、BCM 故障、启动按钮故障

(3) 检测方法

1) 踩下制动踏板，按下启动按钮，若仪表无显示，检查启动按钮和 BCM。

2) 踩下制动踏板，按下启动按钮，若仪表有显示，通过测量 F1/12 保险丝确定 IG3 继电器是否有故障，若有故障，拔下 IG3 继电器，如图 1-1-20 所示，若在拔下的瞬间有震动，证明继电器触点烧蚀，如果没有震动，测量 IG3 继电器线圈供电及接地端子电压，如图 1-1-21 所示，若有电，证明继电器线圈开路，若无电，检测接地端子的接地性能及 BCM 的 G2H 插头的 1 号端子到前机舱保险盘的 B1D 插头的 14 号端子之间的线路是否开路，若以上均正常，说明 BCM 故障。

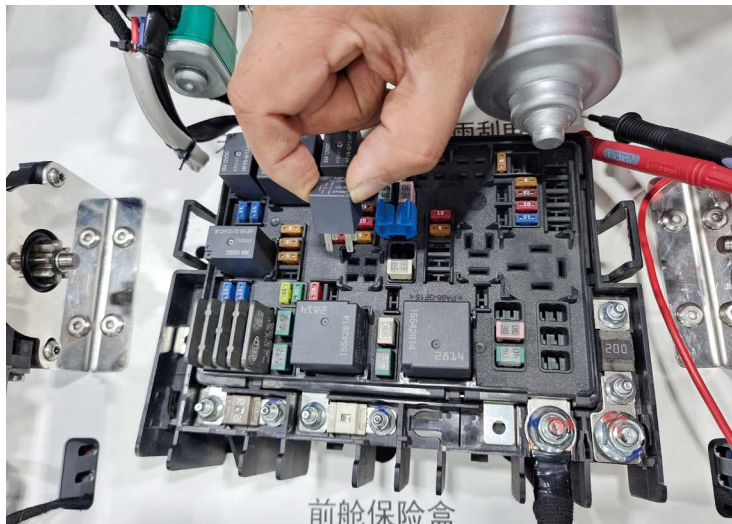


图 1-1-20 拔下 IG3 继电器

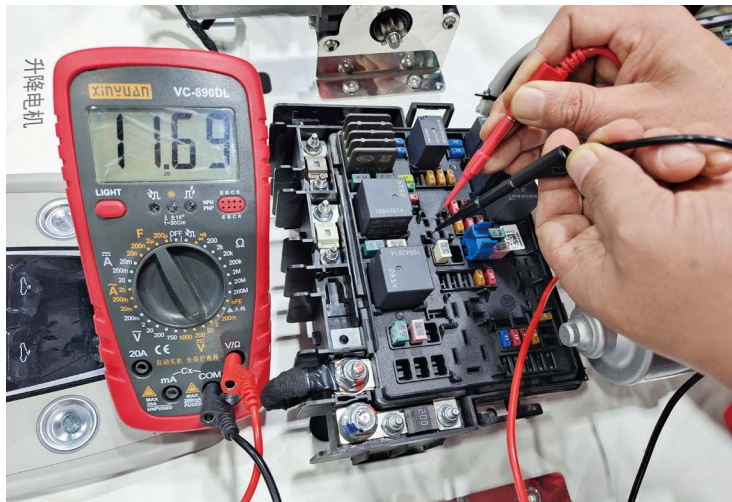


图 1-1-21 测量 IG3 继电器线圈供电及接地端子测量

3. 整车控制器电源的检测

(1) 故障现象

VCU 不工作，全车不上电。

(2) 检测

1) 电源检测

踩下制动踏板，按下启动按钮，测 VCU 的 GK49 插头的 1、3 号端子电压，应为 12V，如图 1-1-22、1-1-23，若无电，检查和测量 F1/12 保险丝，若无电，检测 IG3 继电器，若有点，检测前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 号端子到 VCU 的 GK49 插头的 1、3 号端子的线路是否开路。

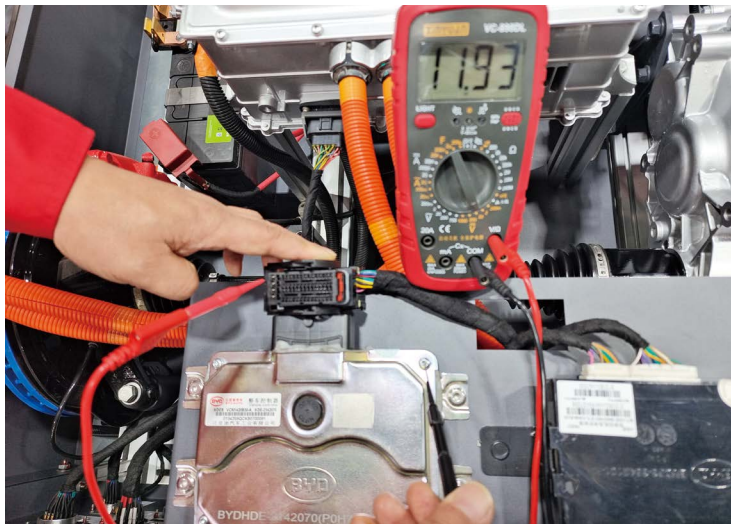


图 1-1-22 GK49 插头的 1 号端子电压测量



图 1-1-23 GK49 插头的 3 号端子电压测量

2) 接地线检测

测量 VCU 的 GK49 插头的 5、7 号端子与车身之间的阻值应小于 1Ω ，如图 1-1-24、图 1-1-25 所示，否则，为接地线开路或接触不良。

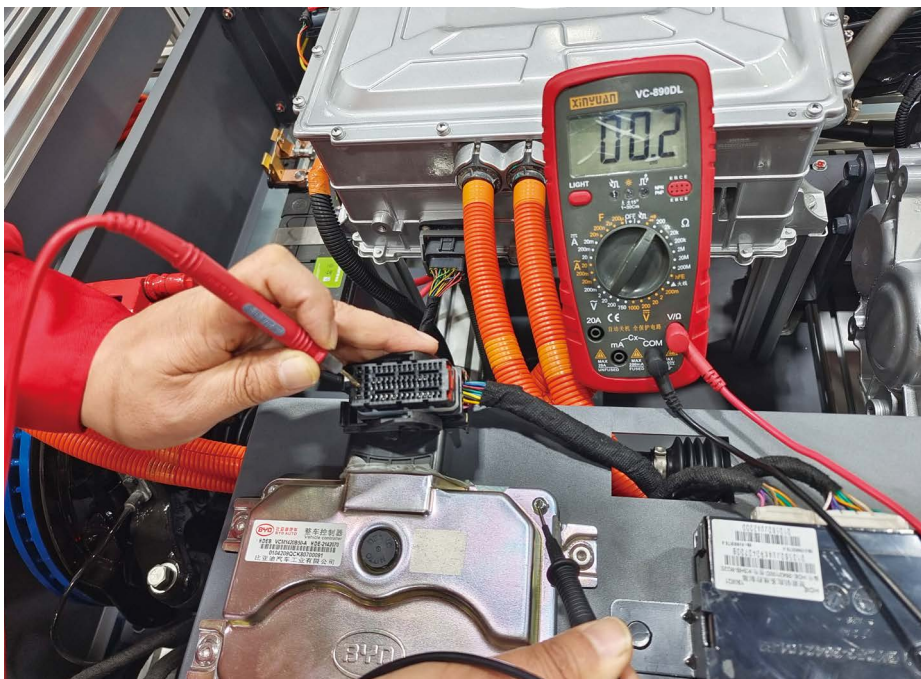


图 1-1-24 GK49 插头 5 号端子测量



图 1-1-25 GK49 插头 7 号端子测量

4. 低压蓄电池电压过高或过低故障

(1) 低压蓄电池电压过低

1) 相关故障码

PIB2516 低压蓄电池电压过低

2) 原因

蓄电池电压低、DC-DC 故障、线路电阻大、VCU 故障。

3) 检测

① 测量蓄电池电压，如图 1-1-26 所示，如果低于 11V，则给蓄电池充电，并检查其性能，如果性能差则更换蓄电池。如果蓄电池性能正常，则是 DC-DC 故障。

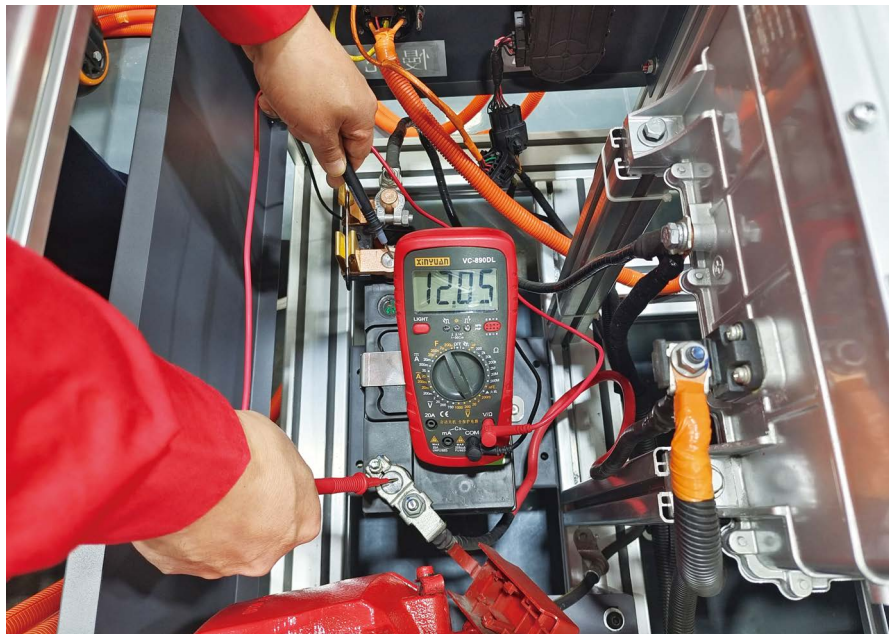


图 1-1-26 蓄电池电压测量

②如果蓄电池电压正常，则为导线阻值高，应检查 IG3 继电器和保险丝及相关导线。

(2) 低压蓄电池电压过高

1) 相关故障码

PIB2517 低压蓄电池电压过高

2) 原因

DC-DC 故障、VCU 故障。

3) 检测

测量蓄电池电压，如果电压高于 15V，则为 DC-DC 故障，若电压正常，则为 VCU 故障。

5. 整车控制器通讯的检测

(1) 相关故障码

- U029F87 与 0BC 通讯故障
- 011187 与 电池管理器 (BMS) 通讯故障
- U024E87 与 ESC 通讯故障
- U012887 与 EPB 通讯故障
- U029187 与 挡位控制器通讯故障
- U016487 与 空调通讯故障
- U014087 与 BCM 通讯故障
- U029887 与 DC 通讯故障
- U012187 与 ABS 通讯故障

(2) 原因

线路故障、控制模块本身故障

(3) 检测

用万用表测量 VCU 的 GK49 插头的 21 号端子电压应为 2.5V 左右, 如图 1-1-27 所示, 若为 5V 或 12V, 则为对火短路; 若为 0V, 关闭点火开关, 测量其与车身之间的阻值, 如图 1-1-28 所示, 若相通, 证明对地短路; 若不通, 测量其与 VCU 的 GK49 插头的 22 号端子之间的阻值, 应为 60Ω, 如图 1-1-29 所示, 若小于 60Ω, 证明对 CAN-L 短路, 若不通, 证明组合开关 CAN-H 断路。

同理, 检测组合开关 CAN-L 是否断路或对火、地短路。



图 1-1-27 GK49 插头的 21 号端子电压的测量



图 1-1-28 GK49 插头的 21 号端子对地阻值的测量



图 1-1-29 GK49 插头的 21、22 号端子阻值

任务二 整车控制器的信息输入

学习目标

知识目标

- 整车控制器信息输入的类型
- 整车控制器相关传感器的结构原理

能力目标

- 加速踏板位置传感器的检测
- 制动开关的检测
- 档位开关的检测
- 模式开关的检测
- 真空压力传感器的检测

一、技术原理

1. 整车控制器的输入信息

(1) 信息输入内容

新能源汽车整车控制器的输入信息通常有以下内容：

- 1) 驾驶员指令：包括加速踏板信号、制动踏板信号、挡位选择信号等，用于反映驾驶员的驾驶意图。
- 2) 车辆状态信号：包括车速信号、电池状态信号、电机状态信号等，用于监测车辆的当前状态和性能。
- 3) 传感器信号：包括车速传感器、加速度传感器、转向盘角度传感器、光感传感器等，用于监测车辆的位置、速度、加速度、转向盘角度以及环境光照等信息。
- 4) 故障诊断信号：包括电池故障诊断信号、电机故障诊断信号、电子控制单元故障诊断信号等，用于监测车辆各部件的工作状态和故障情况。
- 5) 其他输入信号：包括充电状态信号、远程控制信号、手动开关信号等，用于控

制车辆的其他功能。

新能源汽车整车控制器的输入信号一般通过电子控制单元（ECU）接收和解析，并将解析后的指令传输到相应的执行器或控制系统，以实现车辆的智能化控制和管理。

(2) 信息输入的方式

整车控制器输入的信息的方式有继电器输入、总线输入、硬线输入、传感器输入等几种形式，以下以秦 EV 为例，介绍其电路输入的特点。

秦 EV 整车控制器信号输入电路如图 1-2-1 所示，其相关插头包括整车控制器的 GK49 插头、油门踏板位置传感器的 G44 插头、真空传感器插头 B31、模式开关插头 G73、前机舱保险盘插头 B1D、B1C 等，如图 1-2-2 所示，端子说明如表 1-2-1 所示。

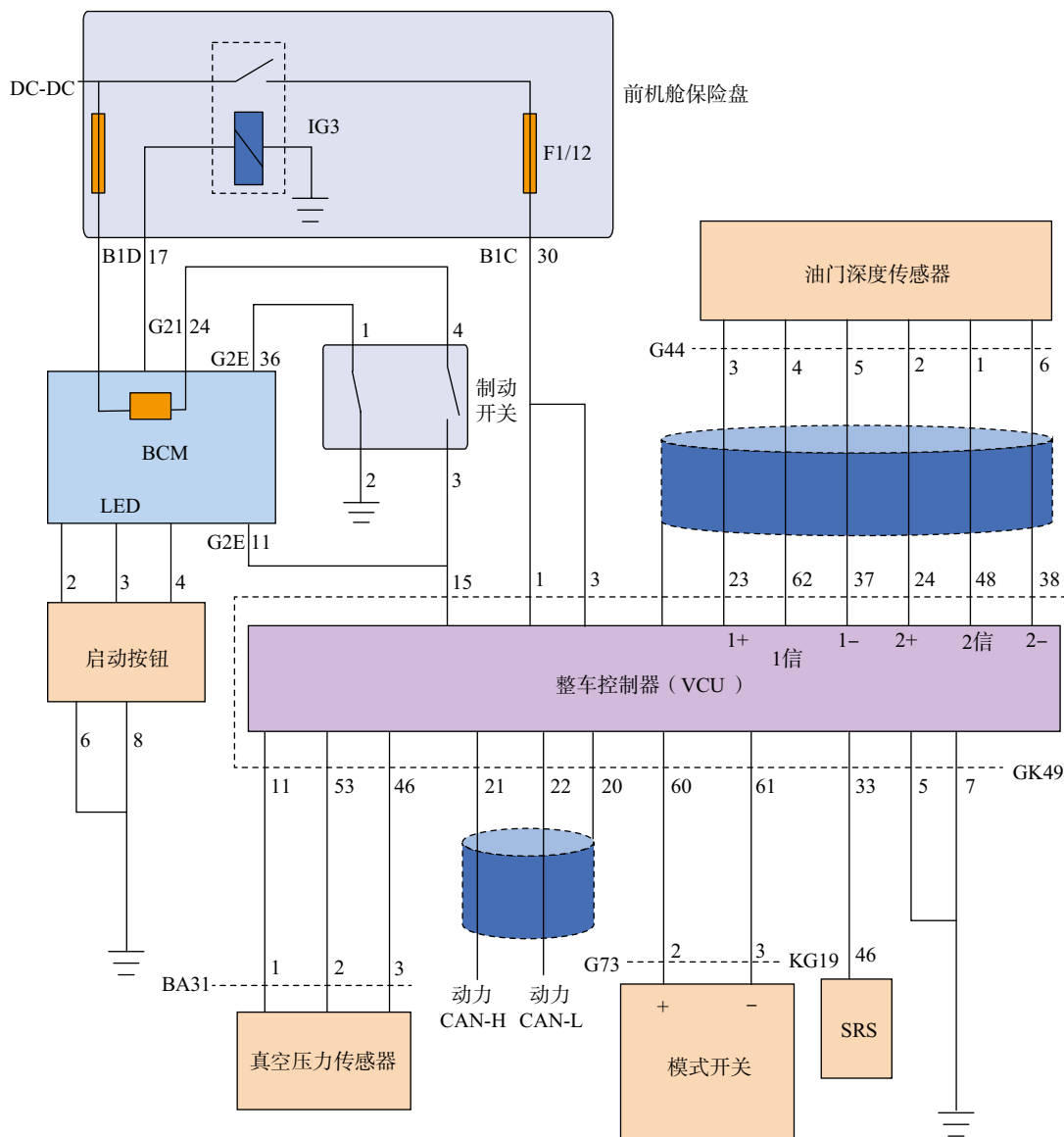
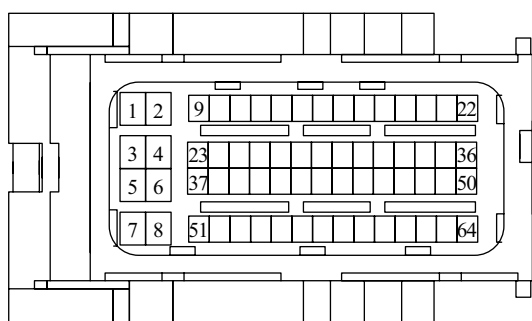
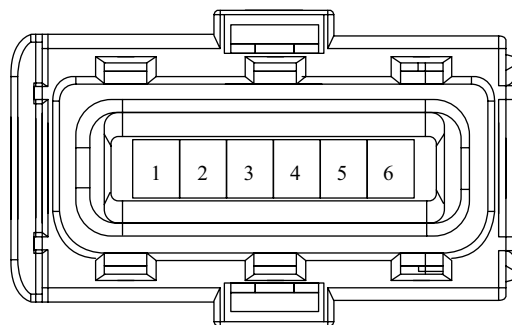


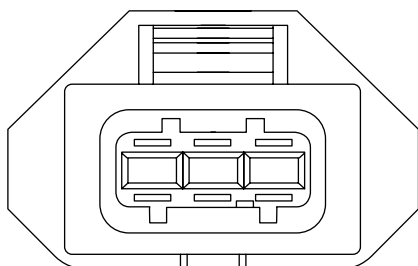
图 1-2-1 秦 EV 整车控制器信号输入电路



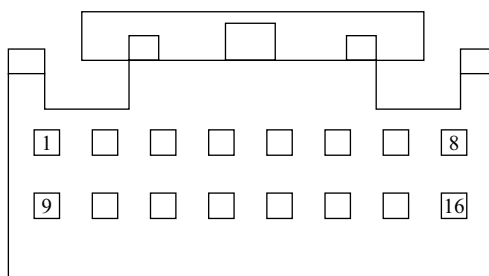
GK49



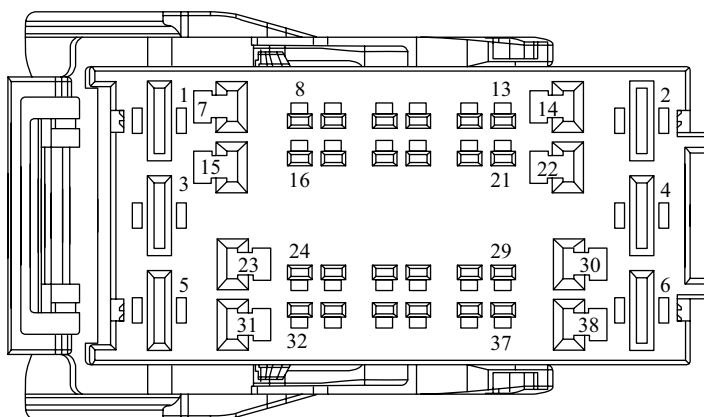
G44



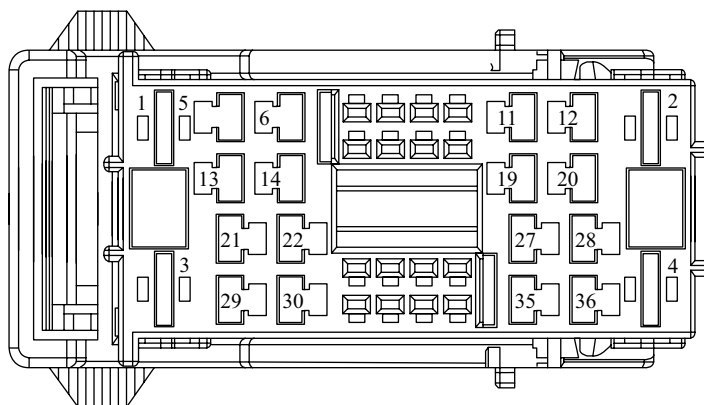
BA31



G73



BID



BIC

图 1-2-2 相关插头

表 1-2-1 秦 EV 整车控制器信号输入电路端子说明

引脚号			端口名称	端口定义	信号类型	电源性质(比如:常电)	端子测量	
GK49	BA31	G44					测量条件	正常值
1			12V	外部输入 12V 电源电		IG3	点火开关点火档	12V
3								
5								
7			GND	电源地线		车身地		0V
11	1							
53	2		真空压力传感器电源地					0V
46	3		真空压力传感器信号					
15			制动开关信号					
20			动力网屏蔽地	动力网屏蔽地				
21			CAN-H2	动力网 CAN 信号高				
22			CAN-L2	动力网 CAN 信号高				
23		3	油门深度传感器电源 1					5V
24		2	油门深度传感器电源 2					5V
37		5	油门深度传感器电源地 1					0V
38		6	油门深度传感器电源地 2					0V
47			油门深度传感器屏蔽线	车身地				0V
48		1	油门深度传感器信号 2					
62		4	油门深度传感器信号 1					
60			模式开关信号		电阻信号			
61			模式开关信号接地					0V
33			碰撞信号					

1) 继电器输入

继电器输入也就是电源输入，按下启动按钮，在 BCM 的控制下 IG3 继电器工作，通过 GK49 插头的 1、3 号端子给 VCU 供电，此信号即是电源信号，也是点火开关打开信号，VCU 据此进行自检，并于其他模块进行通讯。

2) 总线输入

秦 EV 的一些信息是通过总线获得的，比如档位信号、车速信号、电池状态信号、

电机状态信号、车速信号、加速度信号、充电状态信号、转向盘角度信号、各种故障诊断信号等。

3) 硬线输入

硬线是模块与模块之间直接用导线相连接的一种形式，与总线不同，此导线只传递一种信息。例如 SRS 与整车控制器的信息传递，此线由 SRS 向 VCU 传递碰撞信息，未碰撞时，此线为 5V，当车辆发生碰撞后，此电压为 0V。模块与模块之间使用硬线传递的目的是确保重要信息传递的可靠性。

4) 传感器直接输入

VCU 直接接受一些传感器或开关的信息，比亚迪秦 EV 所接受的传感器信息有油门深度传感器、制动开关、真空压力传感器、模式开关灯。

2. 电动汽车常用传感器

(1) 加速踏板位置传感器

沿用传统燃油汽车的习惯，加速踏板位置传感器也称油门踏板位置传感器，或油门深度传感器，如图 1-2-3 所示，由用于感知并检测司机加速的需求。

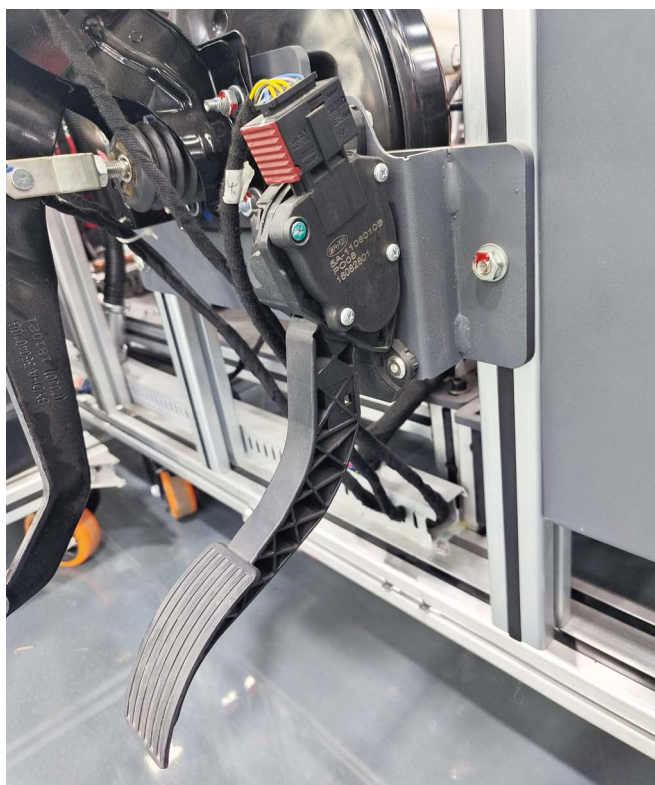


图 1-2-3 加速踏板位置传感器

根据结构原理的不同，加速踏板位置传感器主要分为接触式和非接触式两种。为确保加速信号的可靠性，加速踏板采用冗余式控制，也就是说用两套传感器同时工作。一

一般来说，这两套传感器的信号电压成 2 倍关系。

1) 接触式加速踏板位置传感器

接触式加速踏板位置传感器内部是两套滑动电阻，图 1-2-4 所示，滑动触点直接与加速踏板相连接，当加速踏板变化时，滑动触点也会在在电阻上滑动。



图 1-2-4 接触式加速踏板位置传感器结构

如图 1-2-5 所示为接触式加速踏板位置传感器的原理，滑动触点传感器上的起始电压均为 5V，出于信号的可靠性和安全性考虑，每个传感器都有独立的电源线、搭铁线和信号线，输出信号为电压信号。为了信号的可靠性和功能自测试的需要，在其中的一个传感器上另安装有串联电阻 R，因此两个加速踏板位置传感器的电阻特性不同，在工作时，阻值呈 2 倍关系。其电压输出也呈二倍关系。

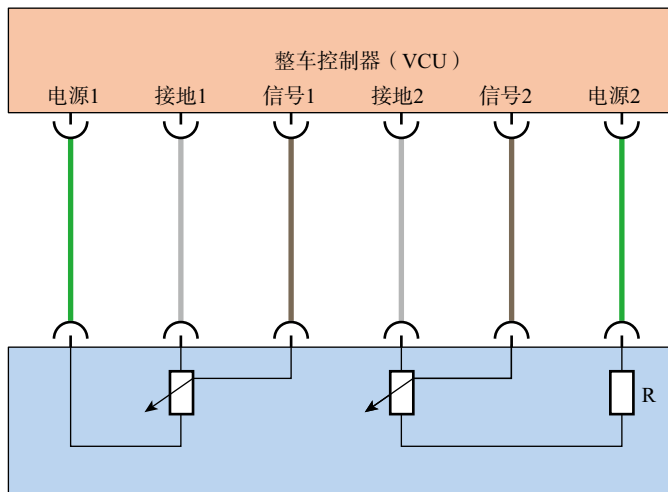


图 1-2-5 接触式加速踏板位置传感器原理

2) 非接触式加速踏板位置传感器

非接触式加速踏板位置传感器利用霍尔效应制成。根据霍尔效应，当霍尔元件（IC 芯片）与磁场呈现不同角度时，其霍尔电压也不相同，如图 1-2-6 所示。

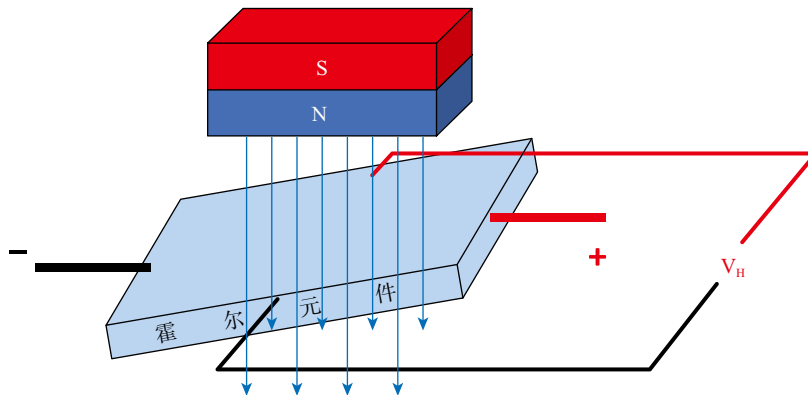


图 1-2-6 霍尔效应

如图 1-2-7 所示，在加速踏板位置传感器上，霍尔 IC 芯片安装在加速踏板的轴上固定不动，磁铁安装在加速踏板的旋转部件上，可随加速踏板一起动作。

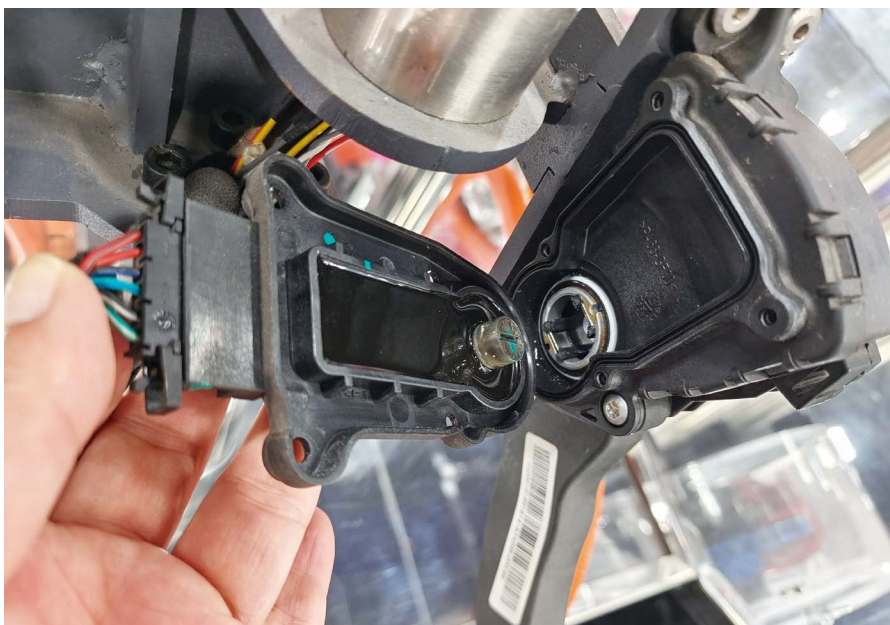


图 1-2-7 霍尔式加速踏板传感器结构

工作时，与加速踏板联动的永久磁铁随加速踏板的动作而一起旋转，改变磁铁与霍尔元件之间的相对位置，从而改变了磁力线射入霍尔元件的角度，也就改变了霍尔元件输出的电压值。

为保正信号的可靠，在加速踏板轴上安装了两套装置，相当于两个加速踏板位置传感器，在工作时，可同时向整车控制器输送两个加速踏板位置信号，电路如图 1-2-8 所示。

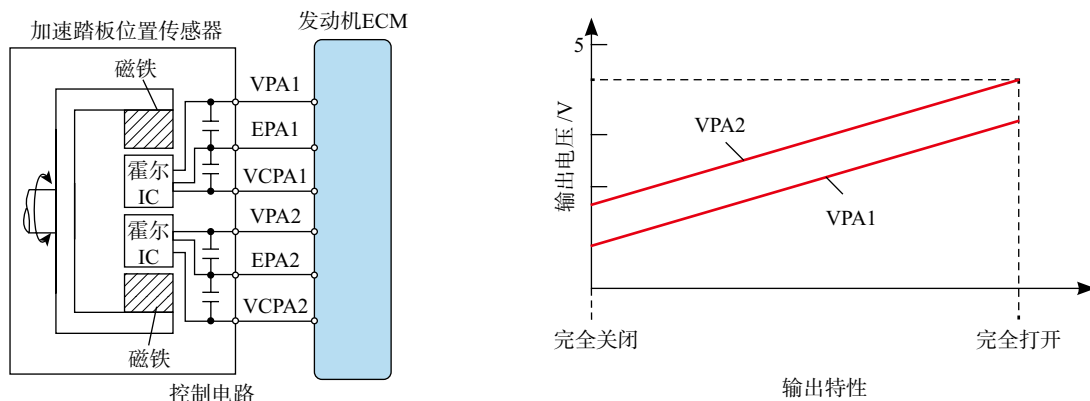


图 1-2-8 霍尔式加速踏板传感器原理

秦 EV 加速踏板位置传感器为霍尔式，电路如图 1-2-1 所示，其两个传感器的电源（GK47 插头的 23、24 号端子）为 5V。信号线电压呈 2 倍关系。

（2）制动踏板深度传感器

与传统燃油车不同，电动汽车在制动时具有能量回收功能，为了更加有效的利用制动时能量，需要判断制动时司机的实际需求，因此，在电动汽车上装有制动踏板深度传感器，如图 1-2-9 所示，其负责将司机的制动量的需求信息传递给 VCU。

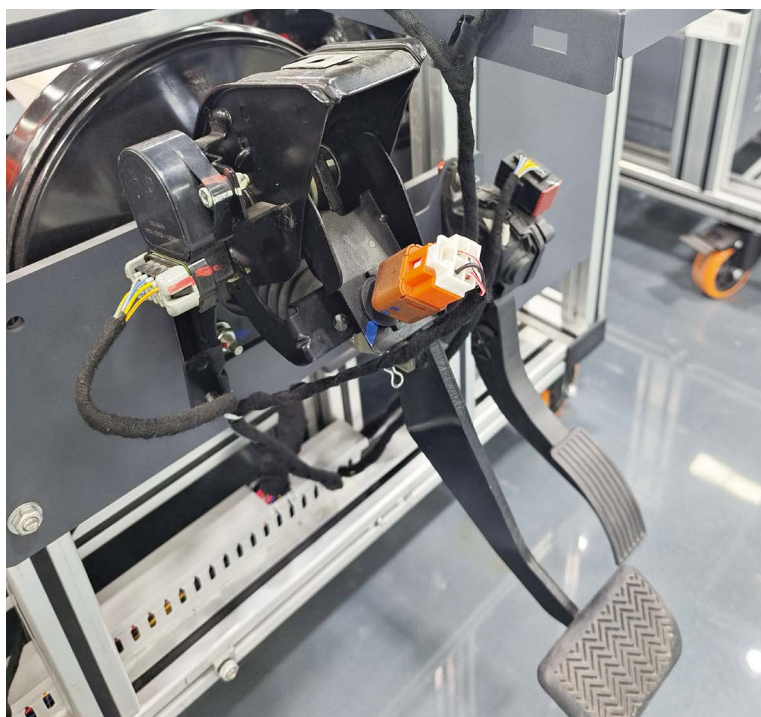


图 1-2-9 制动踏板深度传感器

从结构和原理上，制动踏板深度传感器与制动踏板深度传感器是一样的，这里不再赘述。

根据电动汽车能量回收控制的设计不同，一些车型上未装配制动踏板深度传感器，比如秦 EV。

(3) 制动开关

在电动汽车制动时，需要给整车控制器一个制动开启的信息，这个信息由制动开关提供。如图 1-2-10 所示为秦 EV 制动开关，秦 EV 制动开关电路如图 1-2-1 所示，制动灯开关内有两对触点，图中为未踩制动踏板的状态，踩下制动踏板后，开关内的常开触点断开，常闭触点闭合。



图 1-2-10 秦 EV 制动开关

(4) 档位开关

纯电动汽车档位开关为电子开关，在档位开关上有四个档位，分别为 P（驻车档）、R（倒车档）、N（空档）、D（前进档），其中驻车档为按键。如图 1-2-11 所示。



图 1-2-11 档位开关

档位开关电路直接给 VCU 提供档位信息，VCU 根据档位开关判断司机需要的汽车运行的状态——前进、后退、停车。据此根据制动踏板深度传感器控制电机的转动方向和扭矩。

VCU 通过总线向仪表传递档位信息，仪表显示司机所选择的档位，如图 1-2-12 所示。



图 1-2-12 档位的仪表显示

档位开关的一般电路如图 1-2-13 所示，打开点火开关后，向档位开关供电，选择不同档位时，相应的导线向 VCU 传递不同的信息。

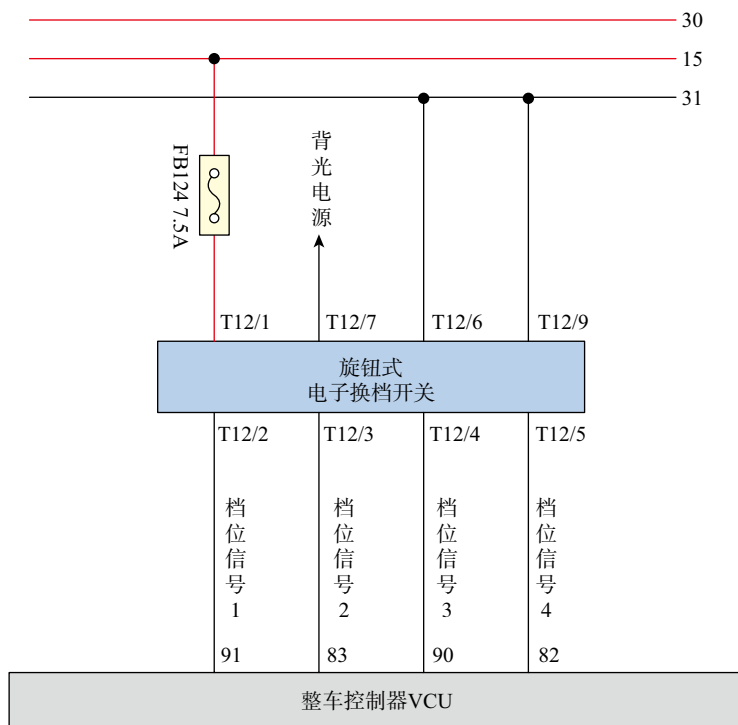


图 1-2-13 档位开关电路

秦 EV 档位开关采用总线式，其通过总线向网络提供司机档位需求信息，电机控制器得到档位信号后，根据档位信息控制电机运转方向，VCU 得到到档位信号后根据电机的实际运转情况进行整体协调，仪表得到档位信息后做出相应的指示，驻车制动系统得到相应的信号会触发或释放电子驻车。秦 EV 档位开关电路如图 1-2-14 所示，档位开关插头 G39 端子排列如图 1-2-15 所示。

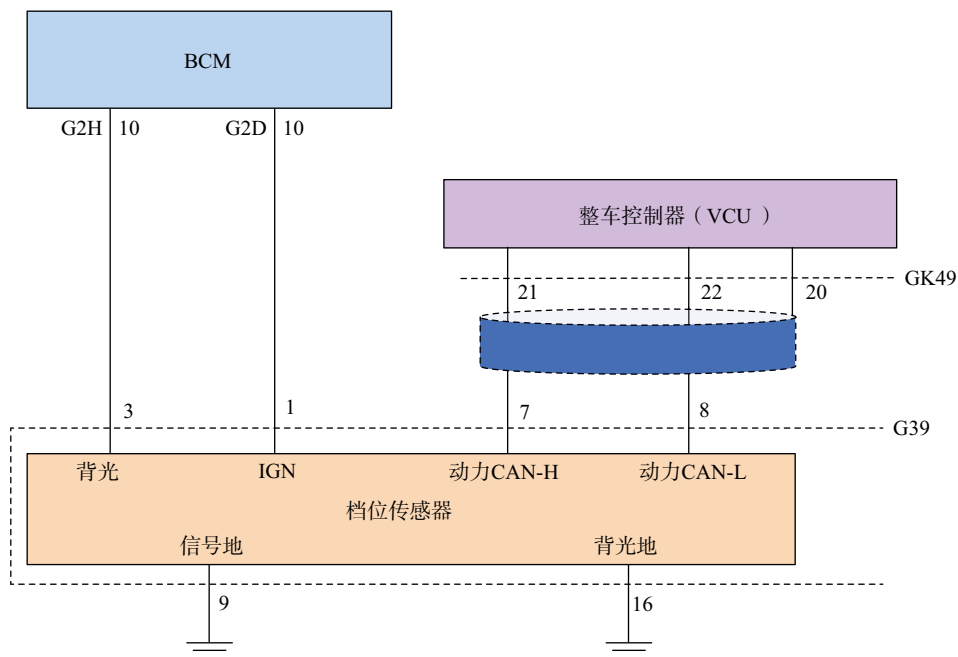


图 1-2-14 秦 EV 档位开关电路

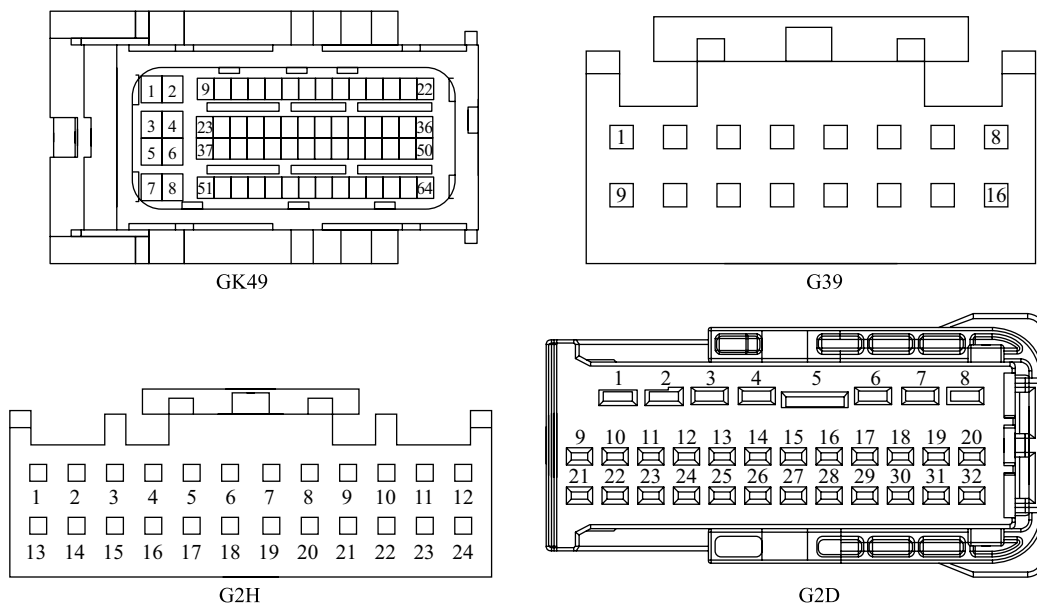


图 1-2-15 G39 插头端子排列

(5) 模式开关

电动汽车运转一般有经济模式、标准模式、动力模式。电动汽车运行一般模式标准模式，可以通过模式开关选择经济模式（ECO）和运动模式（SPORT），可以通过模式开关来选择。秦 EV 模式开关如图 1-2-16 所示。



图 1-2-16 模式开关

经济模式（ECO）一般可以通过限制动力总成的功率输出，限制最高车速（一般为 80km/h 或以上），限制空调等多个附件功率等方式，可以有效降低对动力电池放电功率的需求，从而降低整车能量消耗，来达到经济驾驶的目的。

标准模式（NORMAL）一般作为整车的预设（默认）模式，相较于 ECO 模式和 SPORT 模式，在动力性方面和经济性方面更趋向于均衡，能够满足多数驾驶员的日常出行。具体控制策略如下。

运动模式（SPORT）一般代表了整车设计上的最大功率输出，要求驱动电机尽量快地做出输出响应，提供足够的输出力矩和强劲的动力表现，能耗变高。相较于标准模式和经济模式，在运动模式控制策略下，驾驶员在踩踏加速踏板到同样位置时，能够获得更快的加速响应及更大的输出转矩。

秦 EV 模式开关电路如图 1-2-17 所示，模式开关为电阻式，按下 ECO 或 SPORT 按钮，其向 VCU 输送的电阻阻值不同。

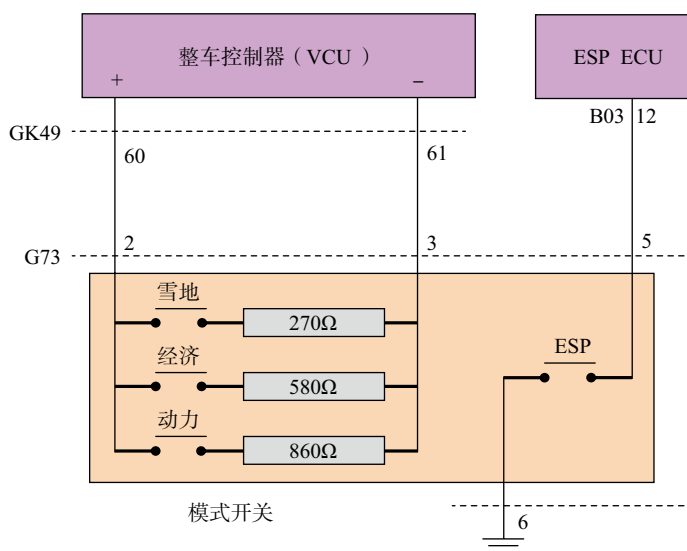


图 1-2-17 秦 EV 模式开关电路

(6) 真空压力传感器

真空压力传感器用于检测真空罐的真空度，如图 1-2-18 所示。当 VCU 通过真空压力传感器检测到真空度降低时，控制真空泵运转，增加真空罐的真空，以确保制动系统的安全。



图 1-2-18 真空压力传感器

秦 EV 真空压力传感器电路如图 1-2-1 所示，其插头编号为 BA31，其 1 号端子为 5V 电源线，2 号端子为搭铁线，3 号端子为信号线，其电压随着真空度的数值变化而变化。

二、任务实施

以下以秦 EV 为例进行故障诊断：

1. 加速踏板传感器的检测

(1) 相关故障码

P1D7B00 油门信号故障 -1 信号故障

P1D7C00 油门信号故障 -2 信号故障

P1D6600 油门信号故障校验故障

(2) 故障检测

1) 电源线测量

电动车上电，测量加速踏板传感器 G44 插头的 3 号端子电压应为 5V，如图 1-2-19

所示，若电压没有 5 伏，则检查 VCU 的 GK49 插头的 23 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 3 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-19 G44 插头的 3 号端子测量

电动车上电，测量加速踏板传感器 G44 插头的 2 号端子电压应为 5V，如图 1-2-20 所示，若电压没有 5 伏，则检查 VCU 的 GK49 插头的 24 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 2 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-20 G44 插头的 2 号端子测量

2) 地线测量

测量加速踏板传感器 G44 插头的 5 号端子与车身之间阻值应小于 1Ω ，如图 1-2-21 所示，如果阻值不通，则检查 VCU 的 GK49 插头的 37 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 5 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-21 G44 插头的 5 号端子测量

测量加速踏板传感器 G44 插头的 6 号端子与车身之间阻值应小于 1Ω ，如图 1-2-22 所示，如果阻值不通，则检查 VCU 的 GK49 插头的 38 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 6 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-22 G44 插头的 6 号端子测量

3) 信号线测量

电动车上电，测量加速踏板传感器 G44 插头的 4 号端子电压，如图 1-2-23 所示，应随着踏下油门踏板的过程而变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查 VCU 的 GK49 插头的 62 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 4 号端子之间的线路是否开路。

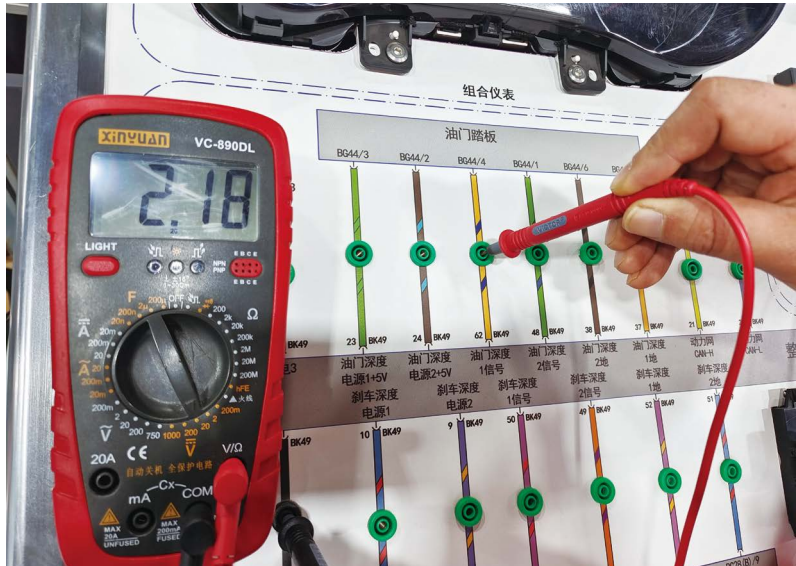


图 1-2-23 G44 插头的 4 号端子测量

电动车上电，测量加速踏板传感器 G44 插头的 1 号端子电压，如图 1-2-24 所示，应随着踏下油门踏板的过程而变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查 VCU 的 GK49 插头的 48 号端子到加速踏板传感器 G44 插头的 1 号端子之间的线路是否开路。

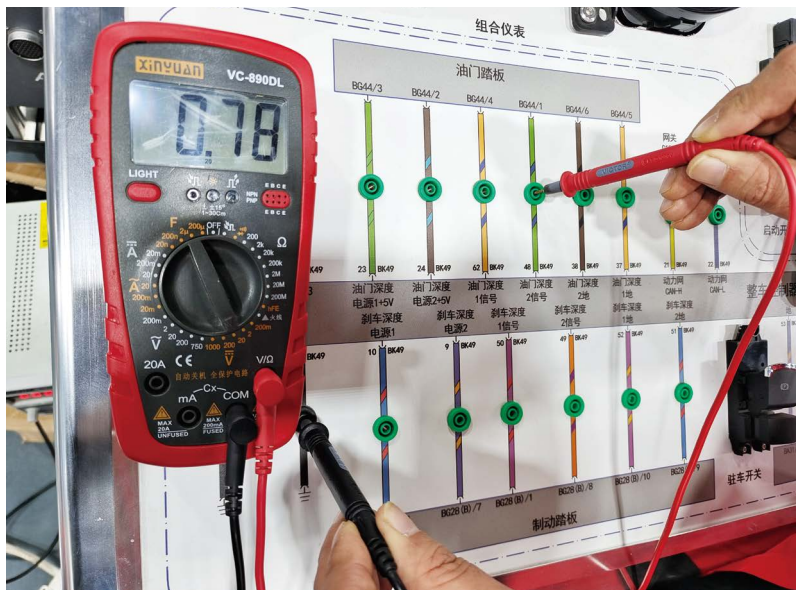
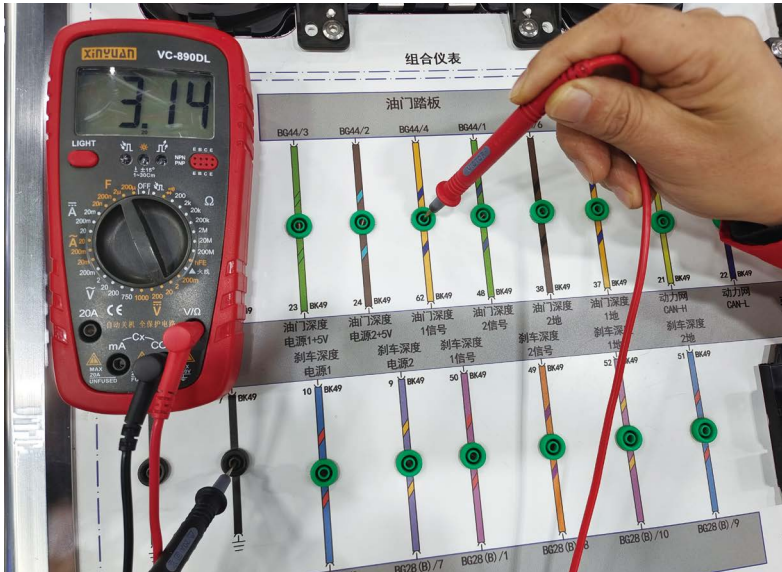


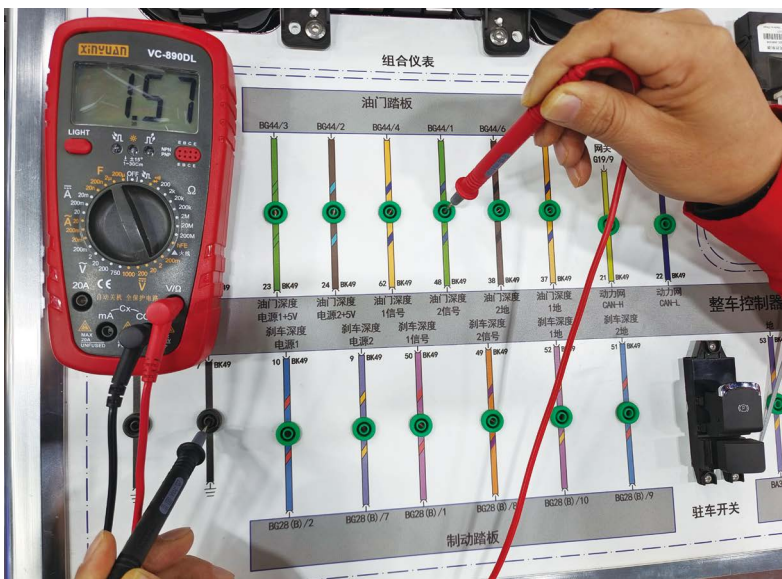
图 1-2-24 G44 插头的 1 号端子测量

4) 信号电压效验检测

电动车上电，在同一位置测量加速踏板传感器 G44 插头的 4 号端子电压应是 4 号端子电压的 2 倍，如图 1-2-25 所示。



同一位置 4 号端子电压



同一位置 1 号端子电压

图 1-2-25 加速踏板传感器信号电压效验

2. 模式开关的检测

(1) 相关故障码

U029400 与模式开关通讯故障

(2) 检测

1) 线路测量

电动车上电，拔下模式开关 G73 插头，测 2 号端子应有 5V 电压，如图 1-2-26 所示，若没有此 5V 电压，则检查 VCU 的 GK49 插头的 60 号端子到模式开关 G73 插头的 2 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-26 G73 的 2 号端子检测

测量模式开关 G73 插头的 3 号端子与与车身之间阻值应小于 1Ω ，如图 1-2-27 所示，如果阻值不通，则检查 VCU 的 GK49 插头的 61 号端子到模式开关 G73 插头的 3 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-27 G73 的 3 号端子检测

2) 开关阻值测量

拆下开关，拔下模式开关 G73，用万用表电阻档测模式开关 G73 的 2、3 号端子之间的电阻，在雪地模式应为 $0.27\text{K}\Omega$ ，如图 1-2-28 所示；经济模式应为 $0.58\text{K}\Omega$ ，如图 1-2-29 所示；动力模式应为 $0.86\text{K}\Omega$ ，如图 1-2-30 所示。



图 1-2-28 G73 的 2、3 号端子之间的电阻（雪地模式）



图 1-2-29 G73 的 2、3 号端子之间的电阻（经济模式）



图 1-2-30 G73 的 2、3 号端子之间的电阻（动力模式）

3) 开关电压测量

插上模式开关 G73 插头，用万用表电阻档测模式开关 G73 插头的 2、3 号端子之间的电压，在雪地模式应为 2.25V，如图 1-2-31 所示；经济模式应为 3.10V，如图 1-2-32 所示；动力模式应为 3.50V，如图 1-2-33 所示。



图 1-2-31 G73 的 2、3 号端子之间的电压（雪地模式）



图 1-2-32 G73 的 2、3 号端子之间的电压（经济模式）



图 1-2-33 G73 的 2、3 号端子之间的电压（动力模式）

3. 制动开关

(1) 开关检测

万用表电阻档测量制动开关的 G28 插头的 1、2 端子常态为导通，如图 1-2-34 所示，踩下时为断开，如图 1-2-35 所示；3、4 端子常态为断开，如图 1-2-36 所示，踩下时导通，如图 1-2-37 所示。



图 1-2-34 G28 插头的 1、2 端子测量（常态时）



图 1-2-35 G28 插头的 1、2 端子测量（踩下时）

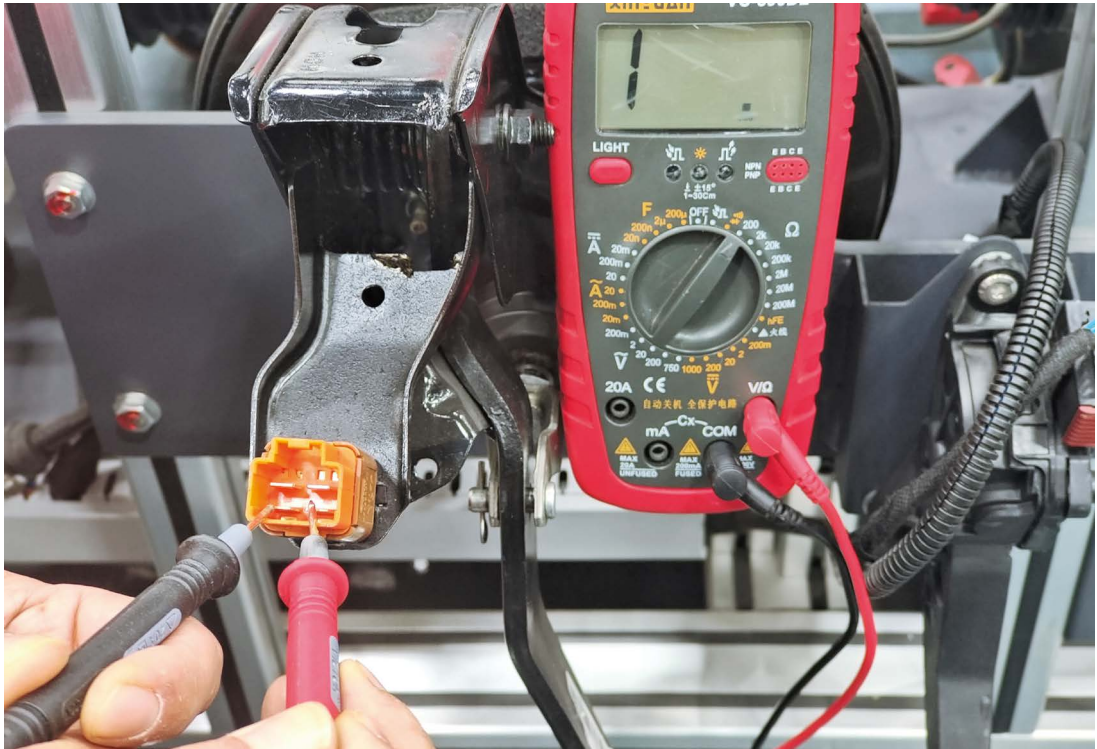


图 1-2-36 G28 插头的 3、4 端子测量（常态时）



图 1-2-37 G28 插头的 3、4 端子测量（踩下时）

(2) 线路检测

1) 测量制动开关的 G28 插头 1 号端子电压应为 12V, 如图 1-2-38 所示, 若无电压, 证明检查线路是否开路。

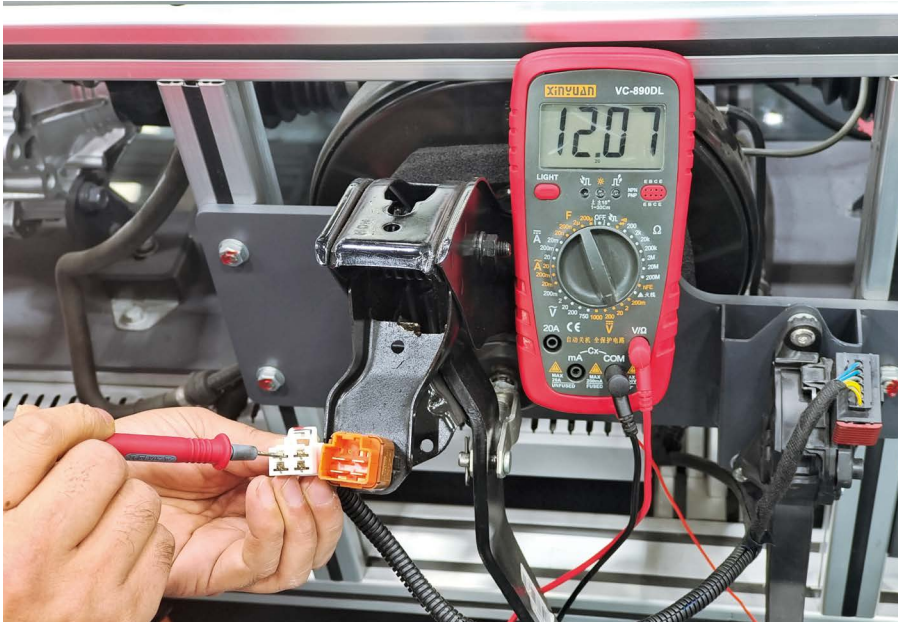


图 1-2-38 G28 插头 1 号端子电压测量

2) 用万用表电阻档测量制动开关的 G28 插头 2 号端子与车身之间的阻值, 应小于 1 Ω , 如图 1-2-39 所示, 否则为断路或接触不良。

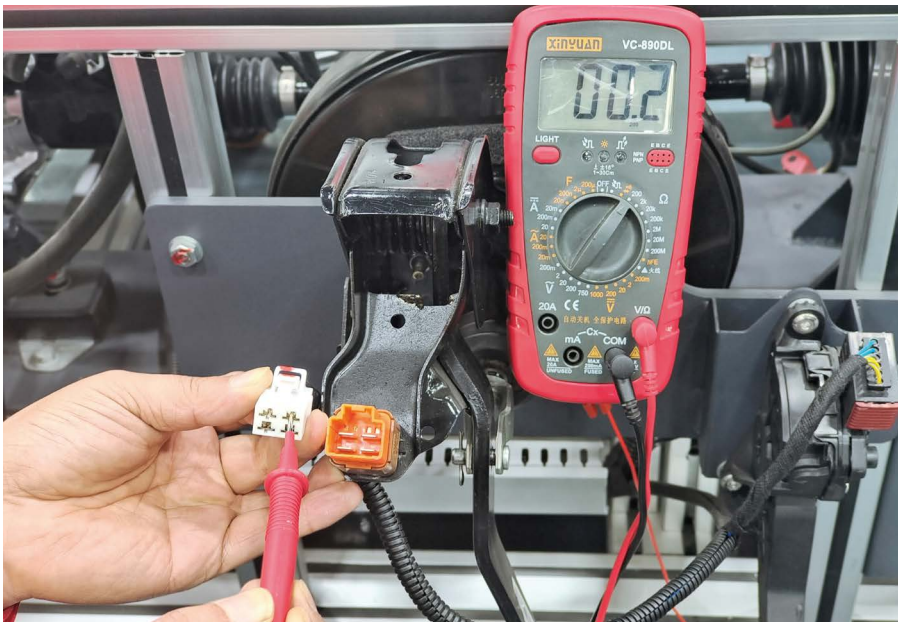


图 1-2-39 G28 插头 2 号端子的测量

2) 测量制动开关的 G28 插头 4 号端子电压应为 12V, 如图 1-2-40 所示, 若无电压, 检查 F2/4 保险丝, 如保险丝正常, 检查 BCM 的 G2E 插头的 36 号端子到制动开关 G28 插头 4 号端子的线路是否开路。

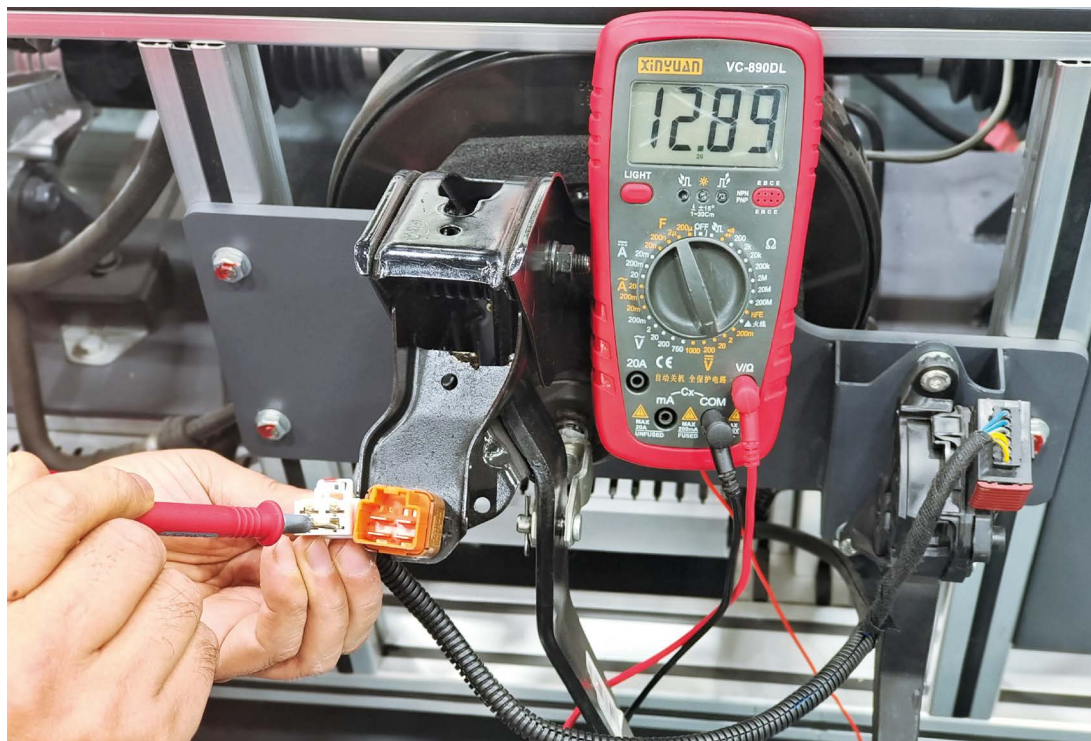


图 1-2-40 G28 插头 4 号端子测量

3) 检查 BCM 的 G2E 插头的 11 号端子到制动开关 G28 插头 3 号端子的线路是否开路。

4. 档位开关

(1) 相关故障码

U029187 与挡位控制器通讯故障

(2) 效果检测

打到档位开关各个档位, 组合仪表相应档位指示灯应亮起, 若置于前进挡或倒挡, 松开制动踏板后, 车辆应按照档位方向行驶。若仅仅一个档位不能操作, 则为倒挡开关内部故障, 若所有档位均不能操作, 则需对线路和开关进行整体检测。

(3) 线路检测

1) IG 线的测量

电动汽车上电, 用万用表电压档测量档位传感器 G39 插头的 1 号端子, 应有 12V 电压, 如图 1-2-41 所示, 若无电压, 检查 F2/33 保险丝, 若保险正常, 检查 BCM 的 G2D 插头的 20 号端子到档位传感器 G39 插头的 1 号端子之间的线路的阻值应小于 1Ω , 否则为断路或接触不良。

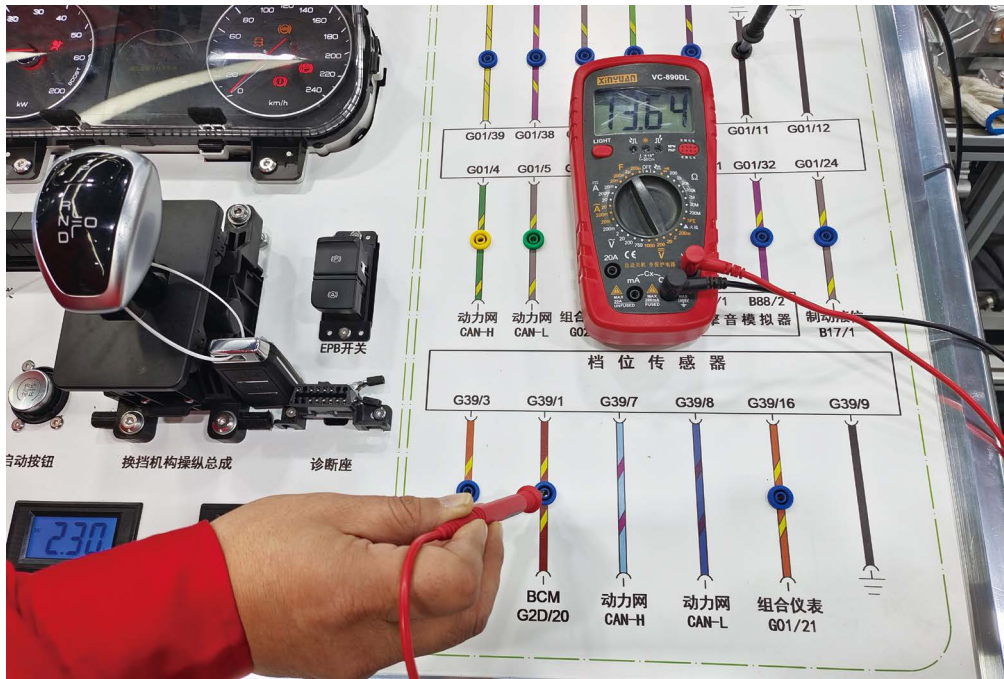


图 1-2-41 G39 插头的 1 号端子电压的测量

2) 地线的测量

用万用表电阻档测量档位传感器 G39 插头的 9 号端子与车身之间的阻值，应小于小于 1Ω ，如图 1-2-42 所示，否则为断路或接触不良。

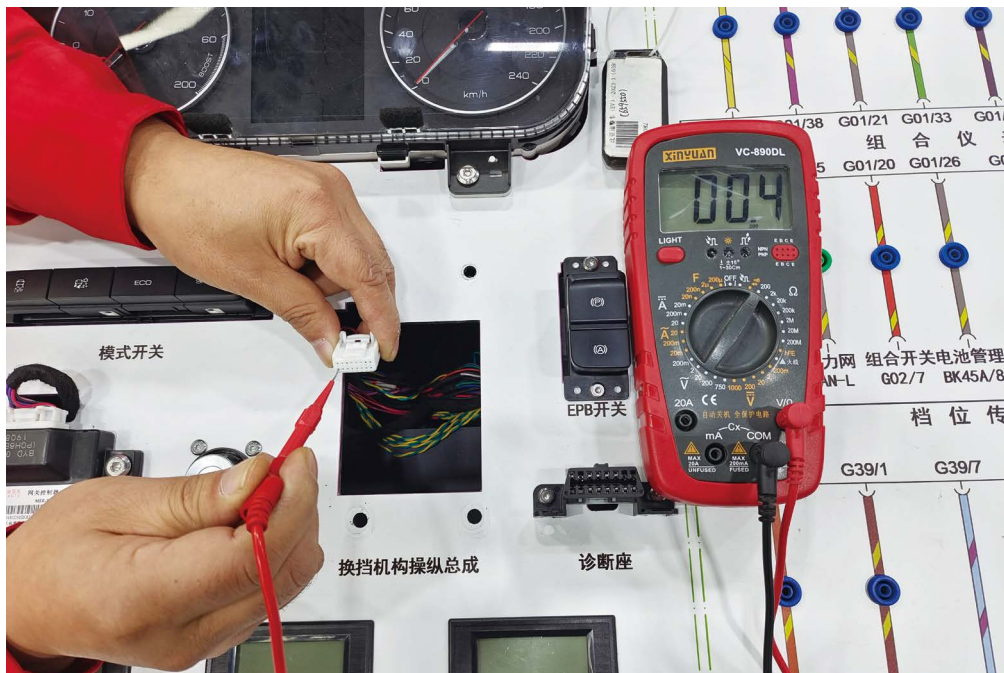


图 1-2-42 G39 插头的 9 号端子的测量

(4) 总线的测量

用万用表测量档位传感器 G39 插头的 7 号端子电压应为 2.5V 左右，如图 1-2-43 所示，若为 5V，则为对火短路；若为 0V，关闭点火开关，测量其与车身之间的阻值，若相通，证明对地短路，若不通，测量其与档位传感器 G39 插头的 8 号端子之间的阻值，应为 60Ω，如图 1-2-44 所示，若小于 60Ω，证明对 CAN-L 短路，若不通，证明组合开关 CAN-H 断路。

同理，检测组合开关 CAN-L 是否断路或对火、地短路。

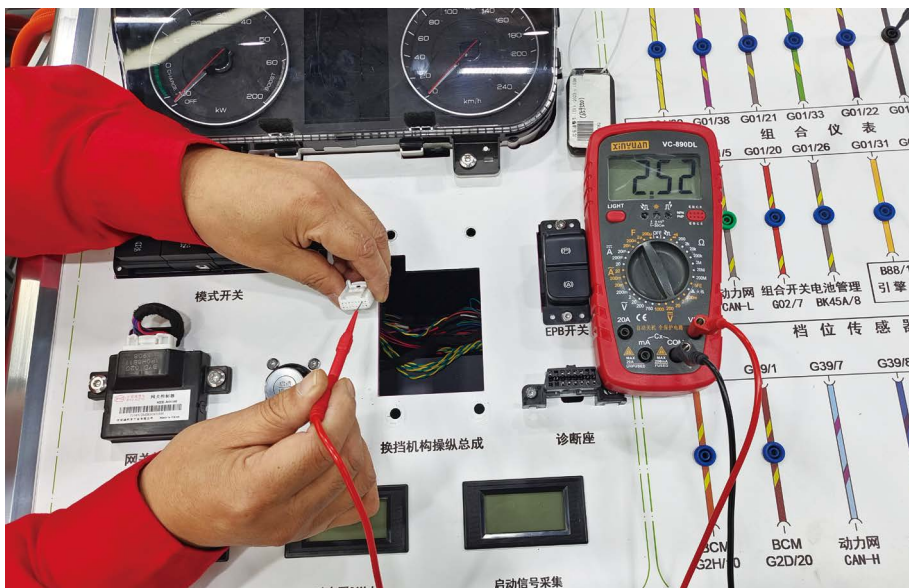


图 1-2-43 G39 插头的 7 号端子的测量

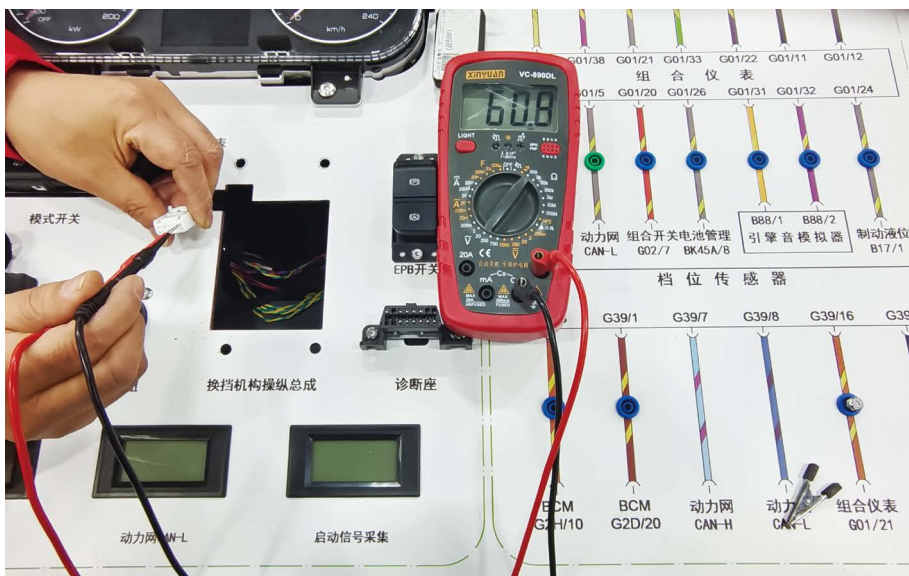


图 1-2-44 G39 插头的 7、8 号端子阻值测量

5. 真空压力传感器

(1) 相关故障码

P1D9A00 真空压力传感器故障

(2) 检测

1) 电源测量

电动车上电，测量真空压力传感器 BA31 插头的 1 号端子电压应为 5V，如图 1-2-45 所示，若电压没有 5 伏，则检查 VCU 的 GK49 插头的 11 号端子到真空压力传感器 BA31 插头的 1 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-45 BA31 插头的 1 号端子测量

3) 地线测量

测量真空压力传感器 BA31 插头的 2 号端子与车身之间阻值应小于 1Ω，如图 1-2-46 所示，如果阻值不通，则检查 VCU 的 GK49 插头的 53 号端子到真空压力传感器 BA31 插头的 2 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明整车控制器故障。



图 1-2-46 BA31 插头的 2 号端子测量

4) 信号线测量

电动车上电，测量真空压力传感器 BA31 插头的 3 号端子电压，如图 1-2-47 所示，同时踏下制动踏板，使真空泵转动，此时电压信号应有变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查 VCU 的 GK49 插头的 46 号端子到真空压力传感器 BA31 插头的 3 号端子之间的线路是否开路。



图 1-2-47 BA31 插头的 3 号端子测量

任务三 整车控制器的执行控制

学习目标

知识目标

- 整车控制器控制内容
- 整车控制器控制输出信号的类型
- 整车控制器相关执行器的结构原理

能力目标

- 电动水泵的故障检测
- 散热风扇的故障检测
- 真空泵的故障检测
- 电动压缩机的故障检测
- PTC 的故障检测

一、技术原理

1. 整车控制内容

整车控制器的控制由相应执行器实施。

整车控制器通过控制线路连接了相关的执行器，控制线路能够传输由整车控制器发出的用于控制相关执行器的控制信号。

执行器是指电动汽车上进行相关动作和操作以完成某种功能的机构。电动汽车上结构相对简单的系统一般接受整车控制器直接控制，如冷却水泵、真空泵（制动）、空调压缩机等。一些比较复杂的子系统有自己的控制器，如电机控制器、BMS 等，这些控制器能够独立控制该子系统的执行器进行工作。

除进行相关执行器的控制外，整车控制器还需要完成整车工作模式的判定和各子系统功能的协调动作，即在特定工作模式下控制相关的子系统进行工作。

2. 控制器输出信号的类型

控制器的输出信号通常有唤醒信号和控制信号。唤醒信号用于子系统功能唤醒，控制信号用于控制执行器工作，控制信号又有直接控制信号和间接控制信号。

直接控制信号用于由整车控制器直接控制的执行器，如冷却风扇运转、水泵运转等。

间接控制用于子系统可以独立进行执行器控制的系统，如电机控制器发出的电机转速、转矩输出信号，BMS 发出的接触器控制信号等。间接控制一般使用总线传递信息。

3. 常用执行器

(1) 电动水泵

1) 作用

在纯电动汽车中，电能转换为汽车的动能会产生大量的热能，这部分热能如果不及时加以控制，将导致相关的零部件过热，影响电动汽车的正常工作。

电机控制器等高压控制器，在工作时，其内部电子元件工作电流大，也会产生大量的热能，这部分热量如果不及时加以控制，将导致相关的零部件过热，影响电动汽车的正常工作。

动力电池工作电流大，产热量大，同时电池包外处于一个相对封闭的环境，就会导致电池的温度上升，也需要将热量带走。

当温度过低时，也会影响动力电池的工作，这时又要给动力电池加温。

以上所有对散热和加热的需求，都是由冷却液来完成的，这在电动汽车上被称为热平衡系统，在热平衡系统中，需要其内部的冷却液循环起来，驱动冷却循环的，就是电子水泵，如图 1-3-1 所示。



图 1-3-1 电动水泵

2) 结构

电动水泵由电动机和水泵涡轮组成，电机转动后，带动涡轮旋转，从而带动使热平衡系统的冷却液运转。

一些电子水泵带有控制器，如图 1-3-2 所示，控制器用来控制电动机的转速，以此，控制冷却液循环的速度。

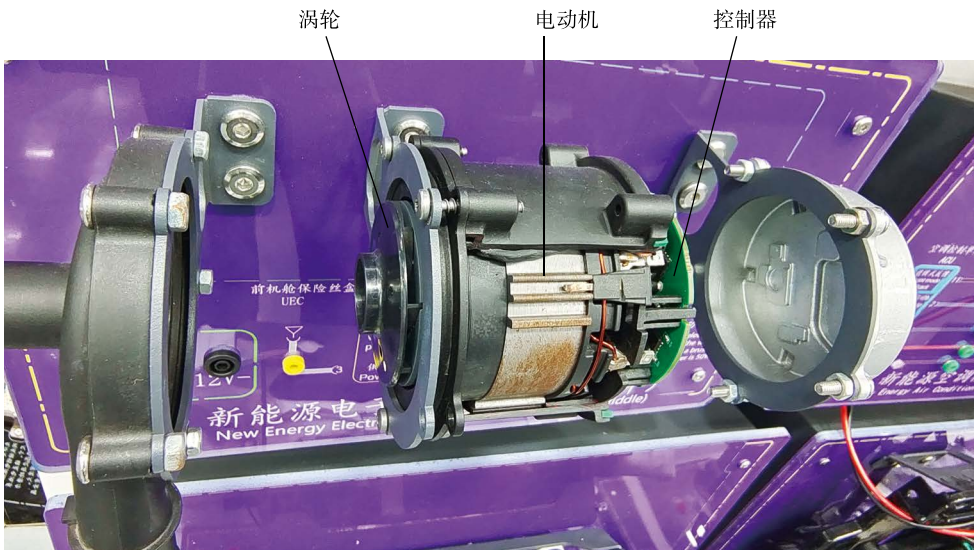


图 1-3-2 带控制器的电动水泵

3) 控制

VCU 根据电动机的冷却液温度信号、动力电池包的冷却液信号等空调、PTC 的运行状态等综合计算控制电动水泵的运行。

吉利帝豪电动水泵自身带有控制器，由空调及热管理控制器通过 PWM 进行控制，其电路如图 1-3-3 所示。

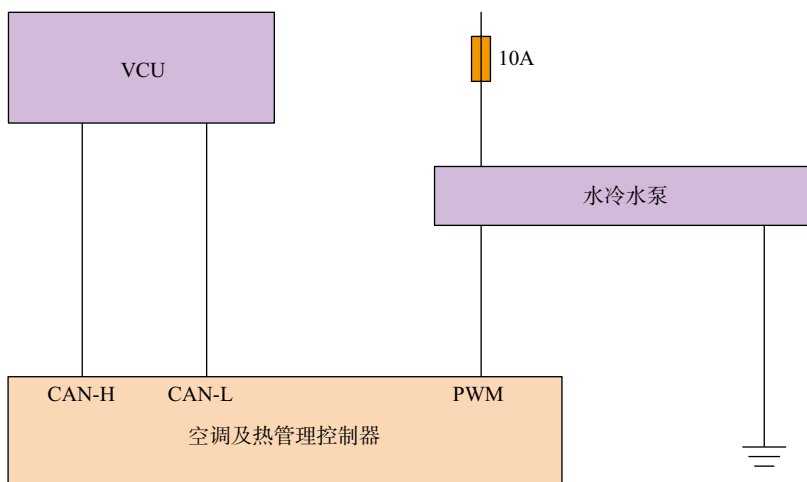


图 1-3-3 吉利帝豪电动水泵控制电路

VCU 通过网关向空调及热管理控制器发送电动水泵的驱动信息，热管理控制器得到信息后，向电动水泵控制器输送 PWM，电动水泵控制器根据 PWM 驱动电动水泵按 PWM 要求的转速运转。

(2) 散热风扇

散热风扇负责给热管理系统的冷却液散热，秦 EV 散热风扇（如图 1-3-4）所示有高低两个转速，由 VCU 通过继电器进行控制，电路如图 1-3-5 所示。其相关插头包括整车控制器的 GK49 插头、前机舱保险盒的 BID 插头等，如图 1-3-6 所示。



图 1-3-4 秦 EV 散热风扇

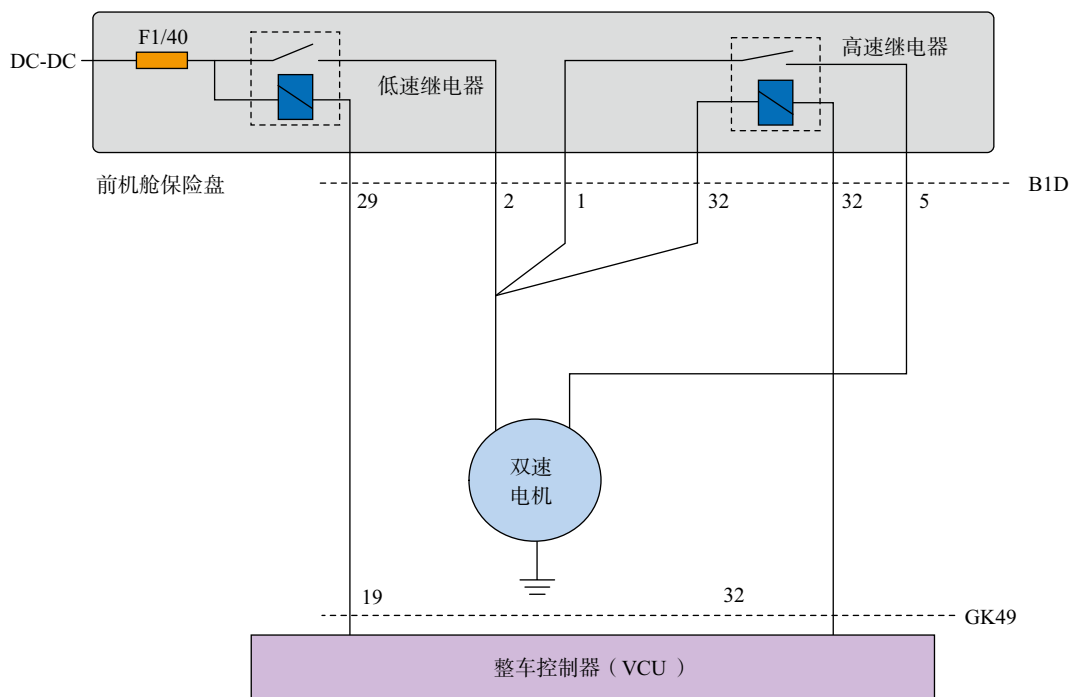


图 1-3-5 秦 EV 散热风扇电路

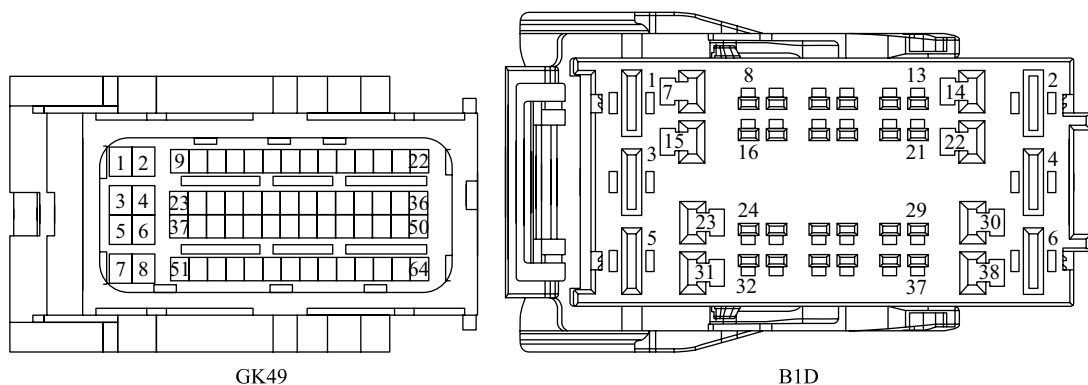


图 1-3-6

当 VCU 检测到冷却温度高时，控制 GK49 插头的 19 号端子接地，低速继电器吸合，散热风扇电机以低速运转；当冷却温度高再高时，控制 GK49 插头的 32 号端子接地，高速继电器吸合，散热风扇电机以高速运转。

(3) 真空泵

电动汽车，由于没有发动机，在制动系统中真空助力器的真空来自于真空罐如图 1-3-7 所示，真空罐上装有真空泵，真空泵用于抽取真空罐内的空气，使其内部形成真空。

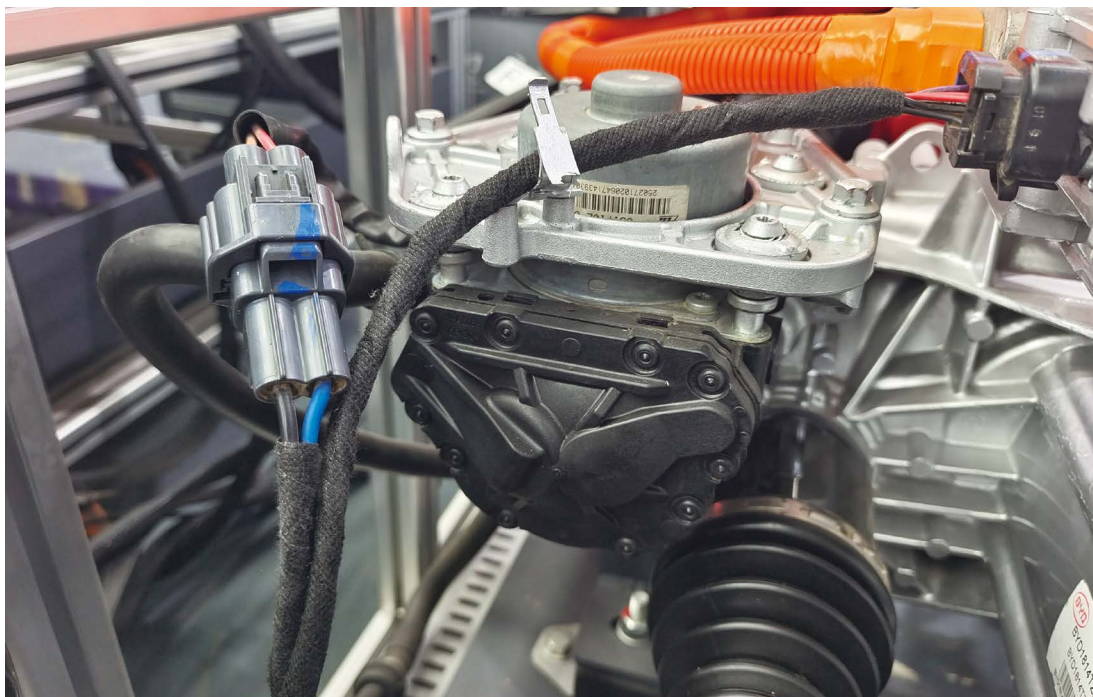


图 1-3-7 真空罐与真空泵

当驾驶员起动车辆时，12V 电源接通，电子控制系统模块开始自检，如果真空罐内的真空度小于设定值，真空压力传感器向 VCU 提供信号，VCU 控制电动真空泵开始工作。当真空度大于设定值时，电子延时模块立即进入延时工作模式，15s 左右延时时间停止。

此时真空罐内的真空度达到设定值，电机停止工作，当真空罐内的真空度因制动消耗，真空度小于设定值时，电动真空泵再次开始工作，如此循环。

秦 EV 真空泵收到两路继电器控制，电路如图 1-3-8 所示。真空泵由 VCU 通过继电器控制，并通过 GK49 插头的 17 号端子检测真空电路接通的状况。其相关插头包括整车控制器的 GK49 插头、前机舱保险盒的 B1D 插头等，如图 1-3-9 所示。

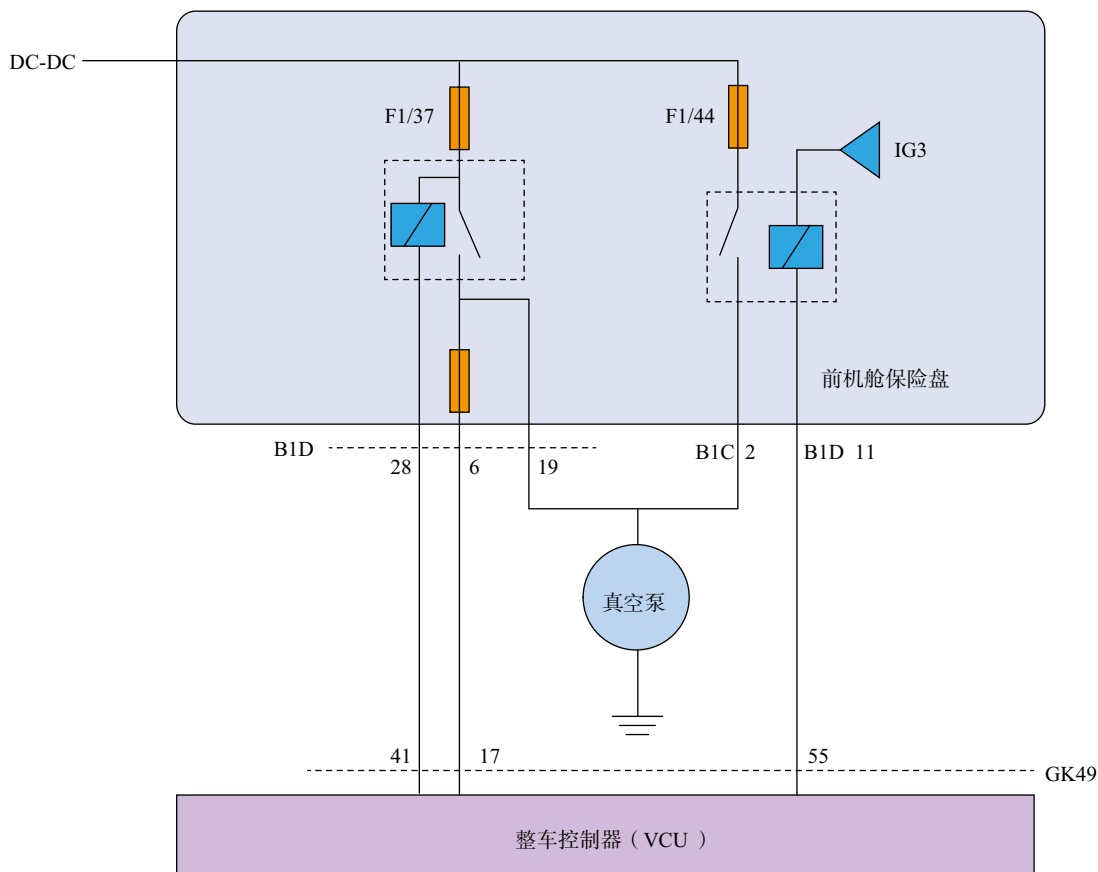


图 1-3-8 秦 EV 真空泵控制电路

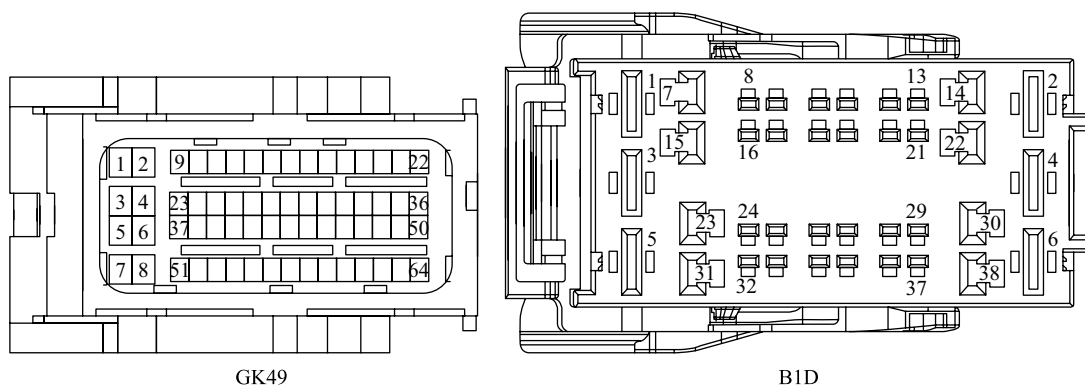


图 1-3-9

(4) 电动压缩机

电动汽车的空调系统不仅仅起着驾驶室内制冷的作用。

电动汽车动力电池在电池包内密集排列，在工作中要产生大量的热量，动力电池本身的性能会受到温度很大的影响。过高的温度会使电池内部的化学物质的状态反生改变，温度很高时，甚至损毁动力电池。

特别是在夏天，电池本身产生的热量再结合实际的环境温度会导致仅仅依靠散热风扇的往往不足以给动力电池降温，这时，就需要利用空调系统给动力电池降温。

制冷系统的工作是由电动压缩机驱动的，因此，电动汽车上电动压缩机不仅仅收到空调控制器的控制，还要由 VCU 根据高压蓄电池的温度等参数进行控制。

电动压缩机由控制器、驱动电机、压缩机构三部分组成，如图 1-3-10 所示。压缩机控制器有两个作用，一个是把高压直流电转化成三相交流电驱动电机运转（其驱动方式与汽车驱动系统的电机控制是一致的），另一个就是根据空调系统和 VCU 的系统的需求控制电机的转速和功率。



图 1-3-10 电动压缩机

电动压缩机和空调控制器 VCU 之间用总线进行通讯，秦 EV 电动压缩机电路如图 1-3-11 所示。在电动压缩机上的低压端子上有 4 根线，其中火线来自点火开关控制 IG4 继电器，接地线与车架相连接。另外两个是 CAN 线，其与 PTC 和空调控制器均属于舒适网 2，并通过网关与 VCU 相连。其相关插头包括 VCU 的 GK49 插头、前机舱保险盘的 BID 插头、网关的 G19 插头、空调及热管理控制器的 G21 (B) 插头、电动压缩机的 BA17 插头、模式开关插头 G73、前机舱保险盘插头 B1D、B1C 等，如图 1-3-12 所示。

由于秦 EV 压缩机上的高压线不是经过高压插头连接的, 如图 1-3-13, 因此, 低压插头上没有互锁端子。

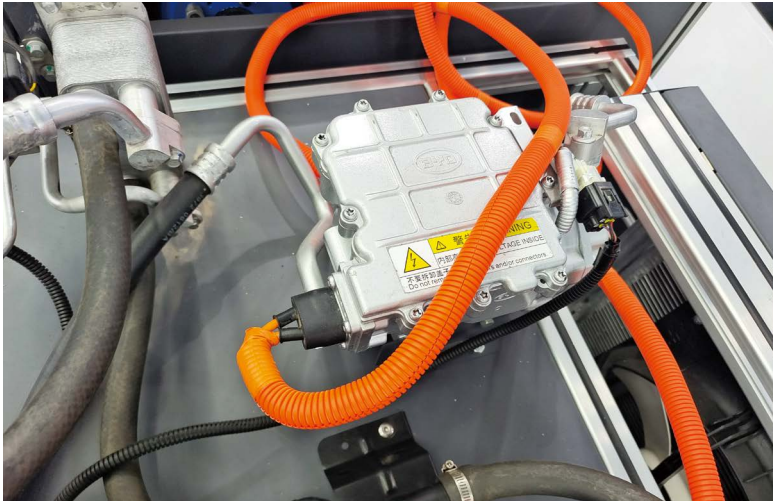


图 1-3-13 秦 EV 电动压缩机上没有高压插头

(5) PTC

电动汽车的 PTC 系统不仅仅起着驾驶室内加热的作用。

电动汽车动力电池是怕低温的, 过低的温度会使电池电力消失。因此在冬季温度过低时, 需要给动力电池加热。

PTC 是提供热源的高压部件, 在电动汽车上, PTC 一方面给室内提供暖风, 另一方面, 给高压电池提供加热。因此, 电动汽车上电动压缩机不仅仅收到空调控制器的控制, 还要由 VCU 根据高压蓄电池的温度等参数进行控制。

PTC 由控制器、和高压电制热元件 PTC、水道三部分组成, 如图 1-3-14 所示。PTC 控制器根据空调系统和 VCU 的系统的需求控制 PTC 的通断和工作的功率。

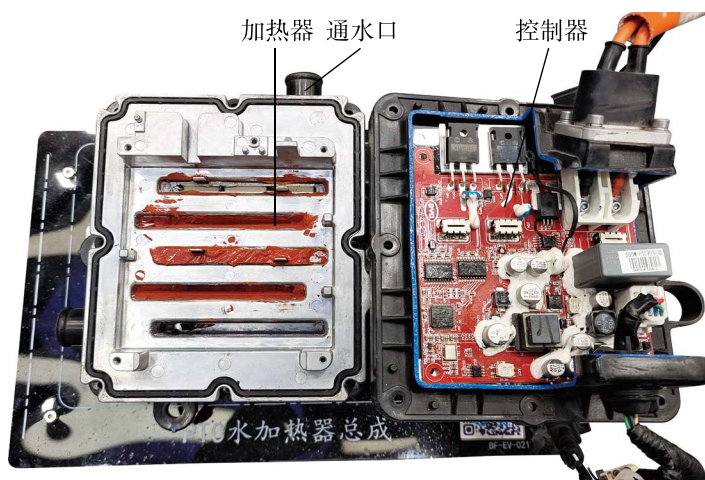


图 1-3-14 PTC

PTC 和空调控制器、VCU 之间用总线进行通讯，秦 EV 电动压缩机电路如图 1-3-15 所示。在 PTC 上的低压端子上有 4 根线，其中火线来自点火开关控制 IG4 继电器，接地线与车架相连接。另外两个是 CAN 线，其与 PTC 和空调控制器均属于舒适网 2，并通过网关与 VCU 相连。其相关插头包括 VCU 的 GK49 插头、前机舱保险盘的 B1C 插头、网关的 G19 插头、空调及热管理控制器的 G21 (B) 插头、PTC 的 B34 插头等，如图 1-3-16 所示。

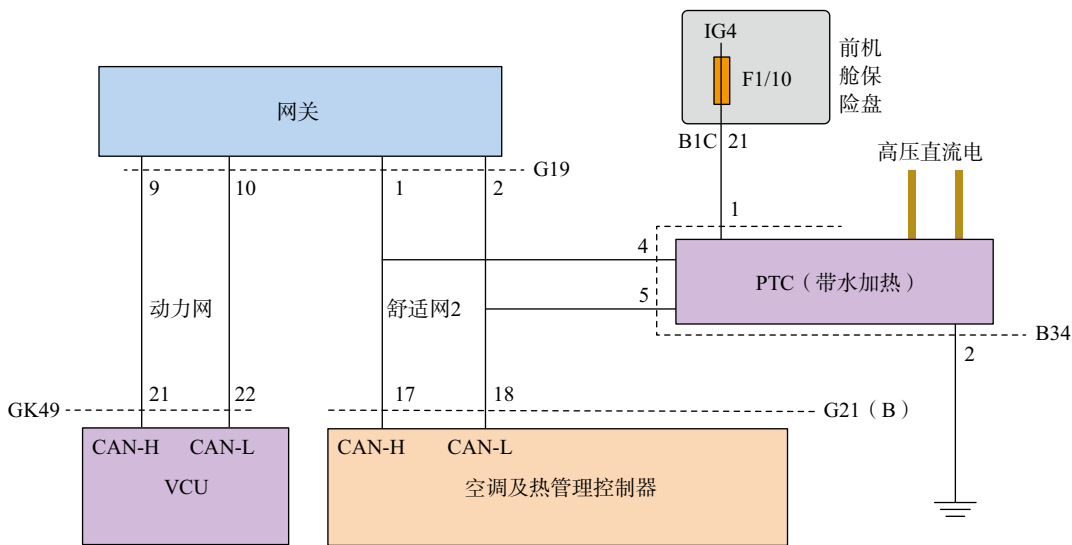


图 1-3-15 秦 EV PTC 电路

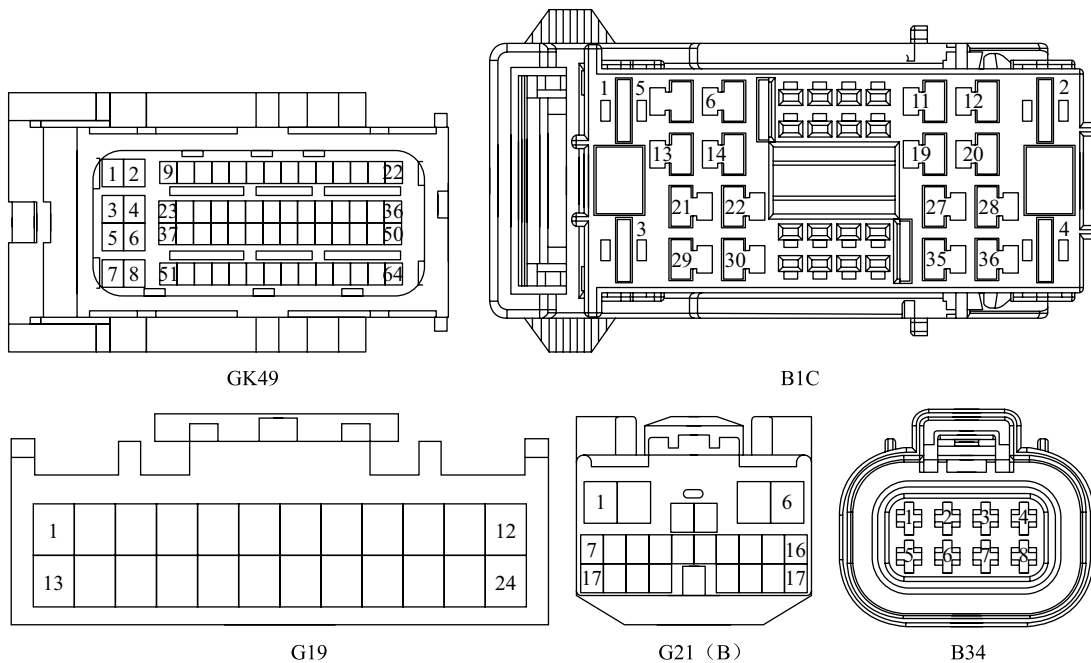


图 1-3-16

由于具备电池加热功能的秦 EV PTC 上的高压线不是经过高压插头连接的，如图 1-3-17，因此，低压插头上没有互锁端子。

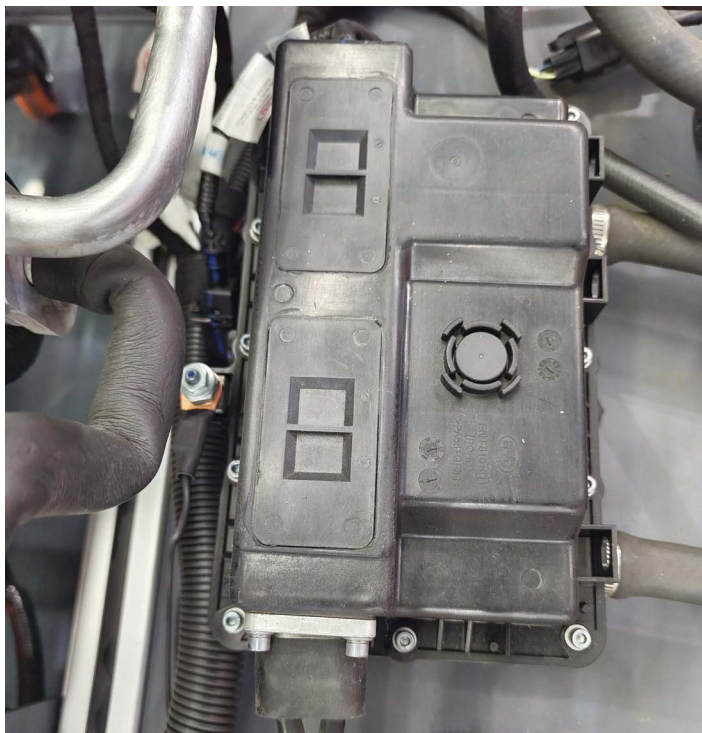


图 1-3-17 具备电池加热功能秦 EV PTC 上没有高压插头

二、任务实施

以下以秦 EV 为例进行故障诊断：

1. 散热风扇的故障检测

要确定散热器是否出现故障，首先要读取驱动电机、电机控制器、车载充电器等温度信息是否较高，或者出现温度保护导致车辆运行受限，此时散热风扇不正常运转即说明风扇系统出现故障。

(1) 散热风扇低速不转，高速转动

1) 原因

双速风扇故障 线路故障

2) 检测

拔下双速风扇插头，给双速风扇低速线束供电，接地线接地，如图 1-3-18 所示，若风扇低速不转动，证明双速风扇故障，若双速风扇转动，检查前机舱保险盒 B1D 插头 2 号端子到双速电机的连线是否开路。

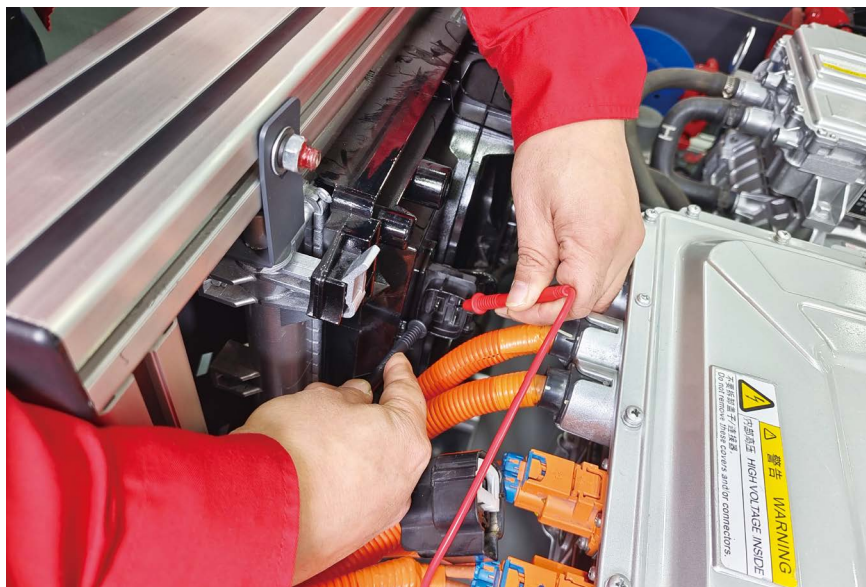


图 1-3-18 双速风扇低速供电测试

(2) 散热风扇低速转动，无高速转动散热风扇不转

1) 原因

高速继电器故障、双速电机故障、整车控制器故障

2) 检测

① 拨下双速风扇插头，给双速风扇高速线束供电，接地线接地，如图 1-3-19 所示，若风扇低速不转动，证明双速风扇故障，若双速风扇转动，检查前机舱保险盒 B1D 插头 5 号端子到双速电机的连线是否开路。

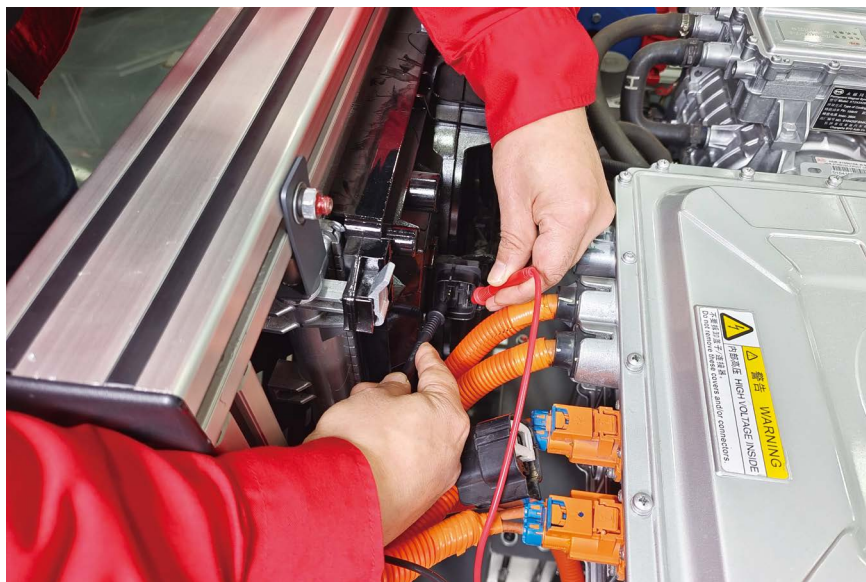


图 1-3-19 双速风扇高速供电测试

② 检查前机舱保险盒 B1D 插头的 2、1、32 端子线束是否相通，否则，检测线路是否开路。

③ 拔下高速继电器，给继电器两个线圈端供电，如图 1-3-20 所示，线圈应有吸合声，若无吸合声，证明继电器线圈开路。若线圈吸合，则在线圈吸合的情况下用电阻档测量常开触点的两个端子，如图 1-3-21 所示，阻值不应大于 1Ω ，否则为继电器触点故障。

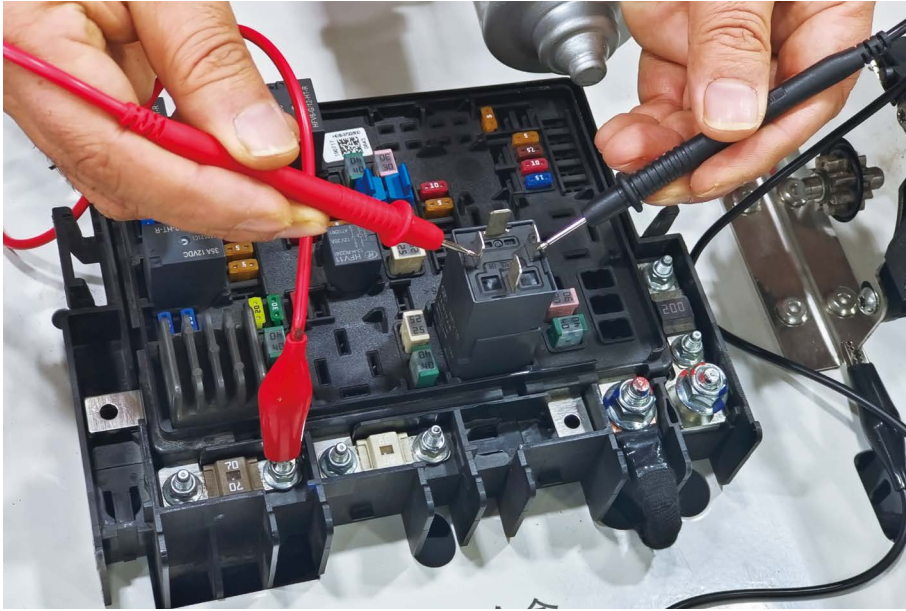


图 1-3-20 高速继电器线圈检测

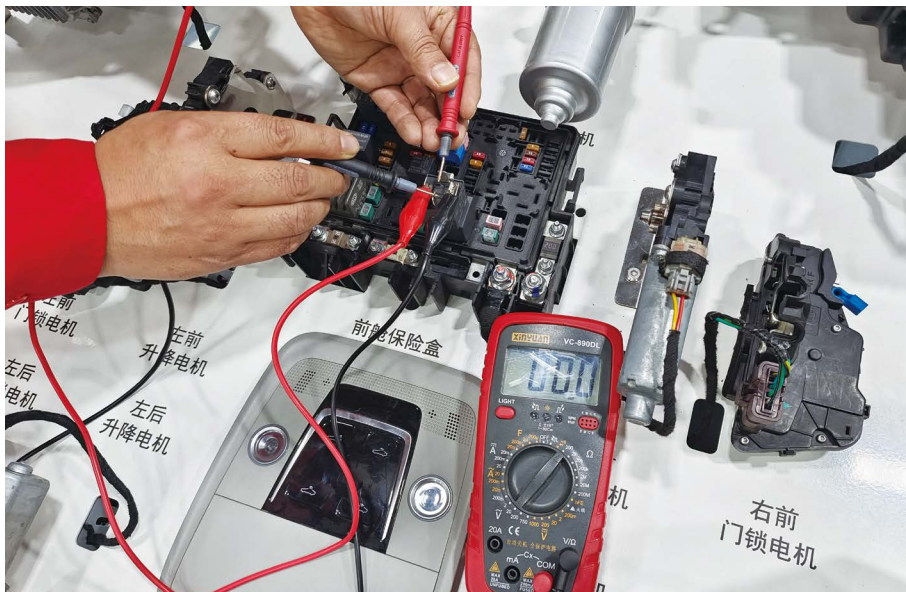


图 1-3-21 高速继电器触点检测

④ 若以上均正常，检测前机舱保险盘 B1D 插头 33 端子与 GK49 插头 32 端子的连线是否开路，如果正常，检查整车控制器。

(3) 高低速均不转动

1) 原因

保险丝故障、低速继电器故障、双速电机故障、整车控制器故障

2) 检测

① 检查保险丝是否正常。

② 对双速电机进行高、低速通电试验。

③ 对低速继电器的线圈和触点是否试验，以确定是否存在故障。

④ 检测前机舱保险盘 B1D 插头 29 端子与 GK49 插头 19 端子的连线是否开路。

⑤ 如果以上正常，检查整车控制器。

2. 真空泵的故障检测

(1) 相关故障码

P1D8500 真空泵系统失效

P1D8600 真空泵严重漏气故障

P1D8700 真空泵一般漏气故障

P1D8800 真空泵到达极限寿命

P1D8900 真空泵继电器 1 故障

P1D8A00 真空泵继电器 2 故障

P1D8B00 真空泵继电器 1、2 故障

(2) 检测

1) 故障确认

踩下制动踏板后，会消耗掉真空储能罐里的真空，真空泵应该运转。当真空泵不能运转时，首先要检查真空压力传感器是否存在故障，若真空压力传感器正常，则说明真空泵控制系统出现故障。

2) 故障原因

保险丝开路、1、2 号真空继电器故障、真空泵故障、线路故障、整车控制器故障

3) 故障检测

① 保险丝的检查

检查 F1/37 与 F1/44、F1/5 保险丝是否正常，否则更换。

② 拔下真空泵插头，给真空泵插头供火线和地线，如图 1-3-22 所示，若真空泵不转，证明真空泵故障。

③ 检查 1 号真空泵继电器

1 号真空泵继电器为固态继电器，拔下继电器，按如图 1-3-23 所示接线方法检测。



图 1-3-22 真空泵供电检测

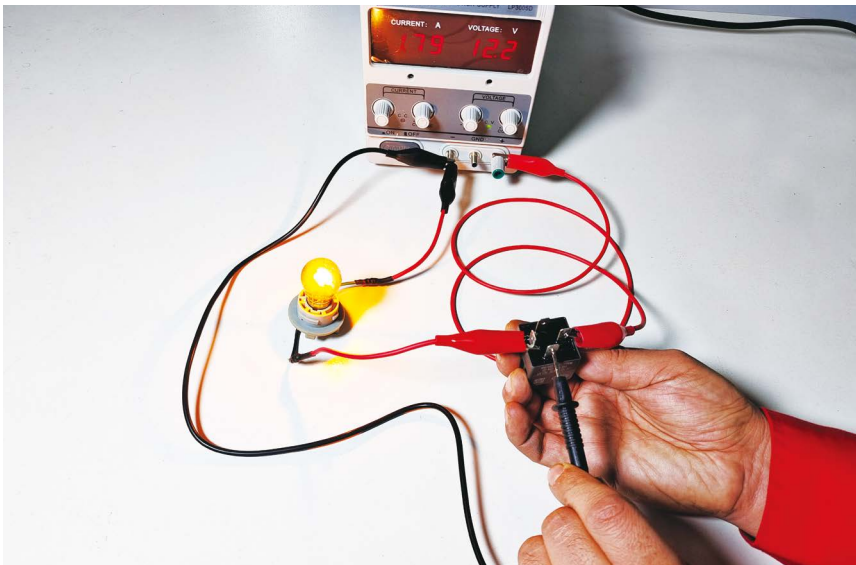


图 1-3-23 固态继电器检查示意图

④ 检查 2 号真空继电器

2 号真空继电器为线圈触点式继电器，检测方法同散热风扇高速继电器相同。

⑤ 检查线路

检测前机舱保险盘 B1D 插头 28 端子与 GK49 插头 41 端子的连线是否开路；检测前机舱保险盘 B1D 插头 6 端子与 GK49 插头 17 端子的连线是否开路；检测前机舱保险盘 B1D 插头 11 端子与 GK49 插头 55 端子的连线是否开路；检测前机舱保险盘 B1D 插头 19 端子与机舱保险盘 B1C 插头 2 端子及真空泵电源端子三者之间的连线是否开路。

⑥若以上均正常，检测整车控制器。

3. 电动压缩机的故障检测

电动压缩机由高压电驱动，若高压系统漏电时，需对其进行漏电检测。为保证安全性，在对其进行低压线路检测时，需拔下高压分配器上的电动压缩机的高压插头，如图 1-3-24 所示。

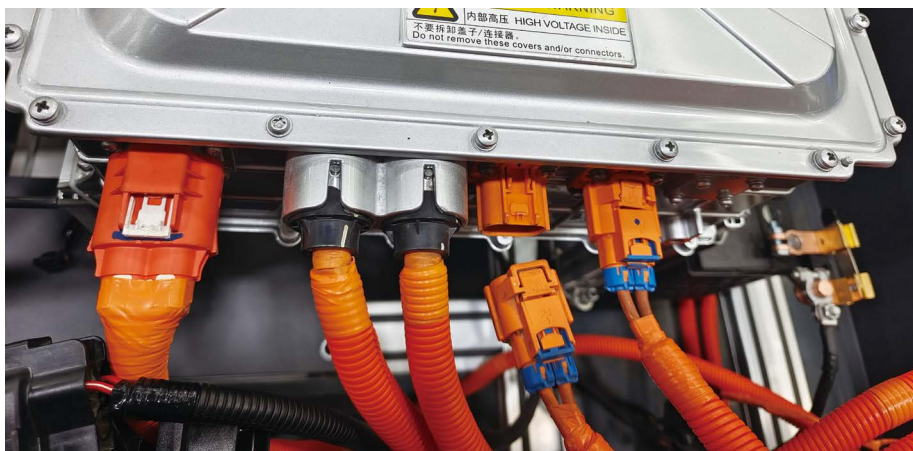


图 1-3-24 拔下高压分配器上的电动压缩机的高压插头

(1) 检测电源线

电动汽车上电，用万用表电压档测量电动压缩机 BA17 插头的 1 号端子，应有 12V 电压，如图 1-3-25 所示，若无电压，检查前机舱保险盘的 F1/8 保险丝，若保险正常，检查前机舱保险盘 B1D 插头的 1 号端子到电动压缩机 BA17 插头的 1 号端子之间的线路的阻值应小于 1Ω ，否则为断路或接触不良。



图 1-3-25 电动压缩机 BA17 插头的 1 号端子测量

(2) 检测地线

用万用表电阻档测量电动压缩机 BA17 插头的 2 号端子与车身之间的阻值，应小于 1 Ω ，如图 1-3-26 所示，否则为断路或接触不良。

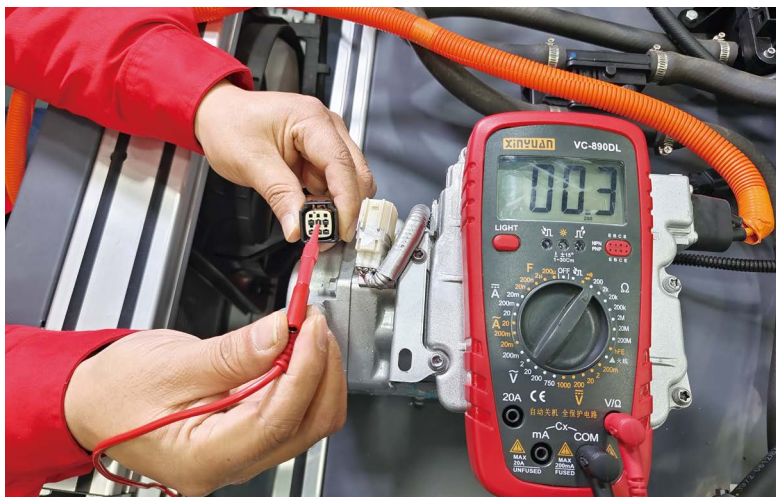


图 1-3-26 电动压缩机 BA17 插头的 2 号端子测量

(3) 检测 CAN 线

用万用表测量电动压缩机 BA17 插头的 4 号端子电压应为 2.5V 左右，如图 1-3-27 所示，若为 5V 或 12V，则为对火短路；若为 0V，关闭点火开关，测量其与车身之间的阻值，若相通，证明对地短路，若不通，测量其与电动压缩机 BA17 插头的 5 号端子之间的阻值，应为 60 Ω ，如图 1-3-28 所示，若小于 60 Ω ，证明对 CAN-L 短路，若不通，证明组合开关 CAN-H 断路。

同理，检测组合开关 CAN-L 是否断路或对火、地短路。

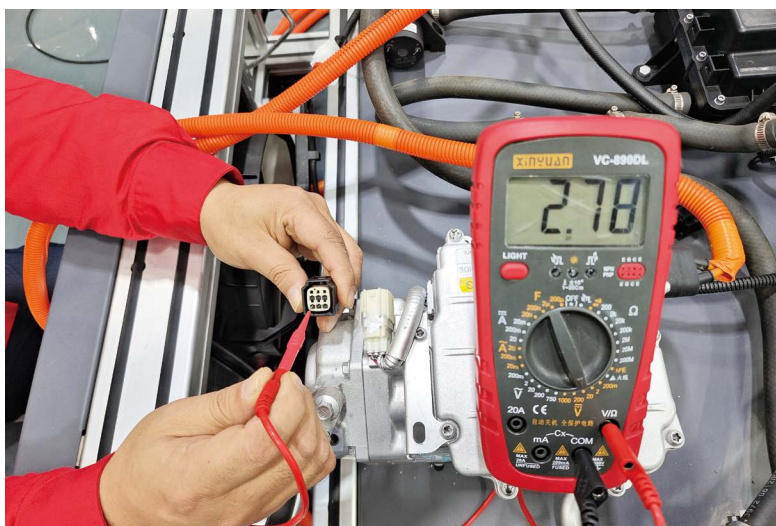


图 1-3-27 BA17 插头的 4 号端子测量

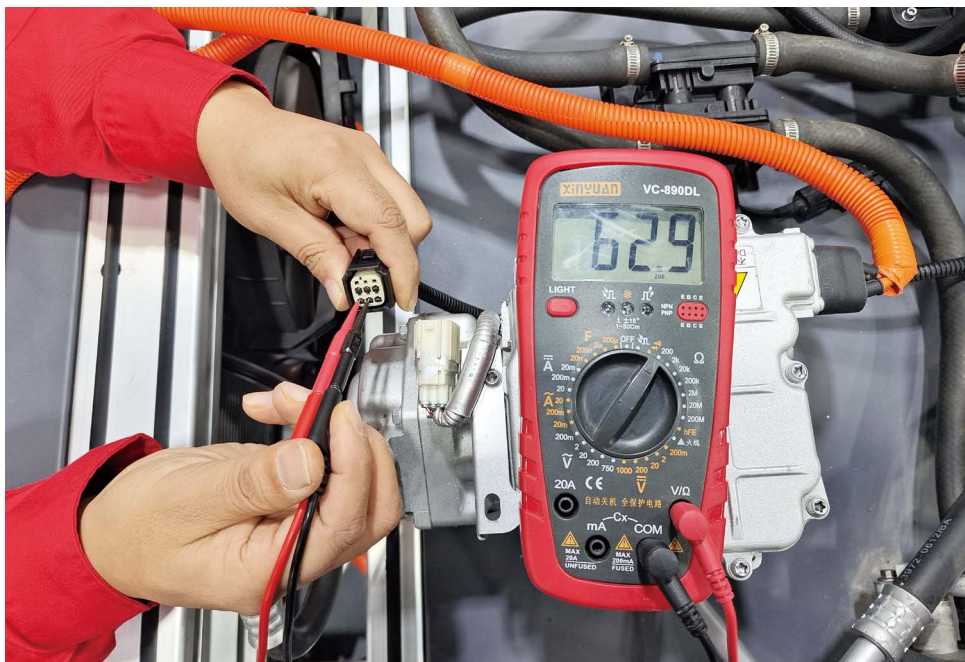


图 1-3-28 BA17 插头的 4、5 号端子测量

5.PTC 的故障检测

PTC 由高压电驱动，若高压系统漏电时，需对其进行漏电检测。为保证安全性，在对其进行低压线路检测时，需拔下高压分配器上的 PTC 的高压插头，如图 1-3-29 所示。



图 1-3-29 拔下高压分配器上的 PTC 的高压插头

(1) 检测电源线

电动汽车上电，用万用表电压档测量 PTC 的 B34 插头的 1 号端子，应有 12V 电压，如图 1-3-30 所示，若无电压，检查前机舱保险盘的 F1/10 保险丝，若保险正常，检查前机舱保险盘 BID 插头的 1 号端子到 PTC 的 B34 插头的 1 号端子之间的线路的阻值应小于 1Ω ，否则为断路或接触不良。



图 1-3-30 PTC 的 B34 插头的 1 号端子测量

(2) 检测地线

用万用表电阻档测量 PTC 的 B34 插头的 2 号端子与车身之间的阻值，应小于小于 1Ω ，如图 1-3-31 所示，否则为断路或接触不良。

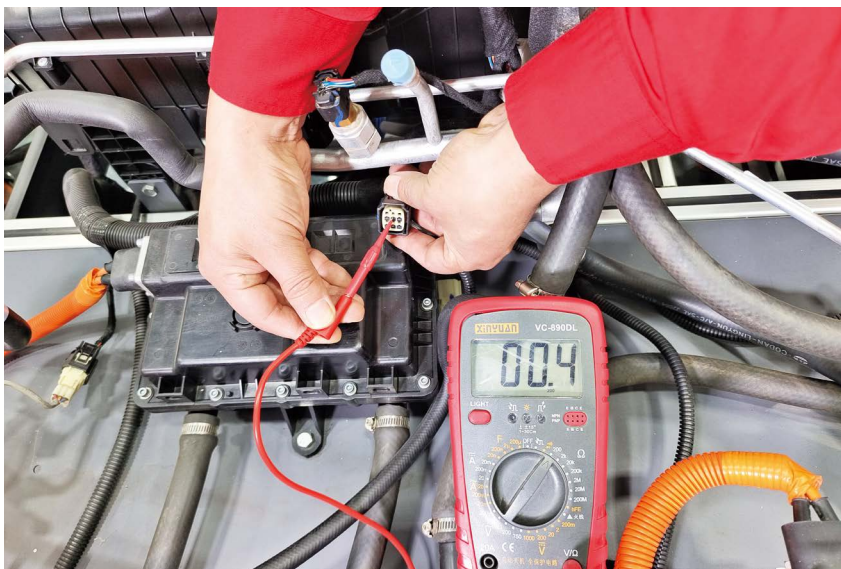


图 1-3-31 B34 插头的 2 号端子测量

(3) 检测 CAN 线

用万用表测量 PTC 的 B34 插头的 4 号端子电压应为 2.5V 左右，如图 1-3-32 所示，若为 5V 或 12V，则为对火短路；若为 0V，关闭点火开关，测量其与车身之间的阻值，若相通，证明对地短路，若不通，测量其与 PTC 的 B34 插头的 5 号端子之间的阻值，应为 60Ω，如图 1-3-33 所示，若小于 60Ω，证明对 CAN-L 短路，若不通，证明组合开关 CAN-H 断路。

同理，检测组合开关 CAN-L 是否断路或对火、地短路。

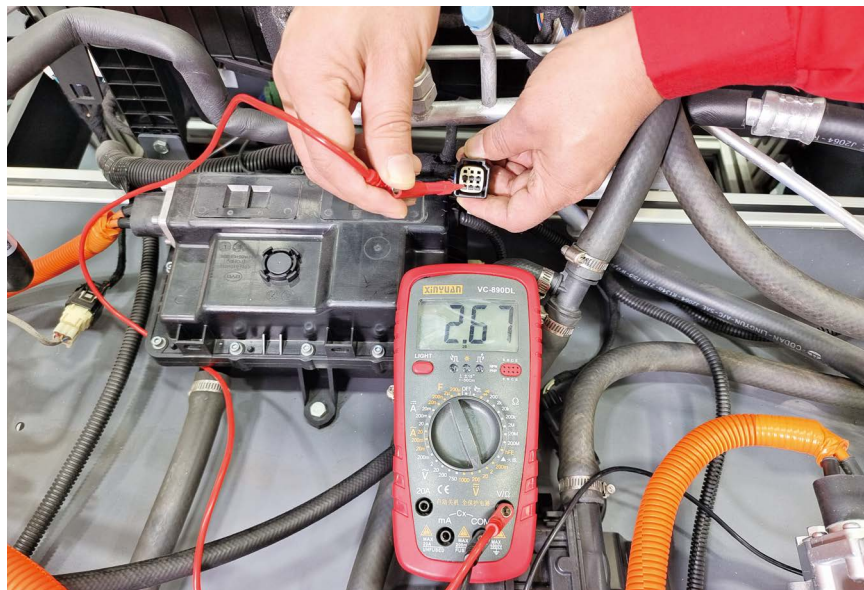


图 1-3-32 B34 插头的 4 号端子测量

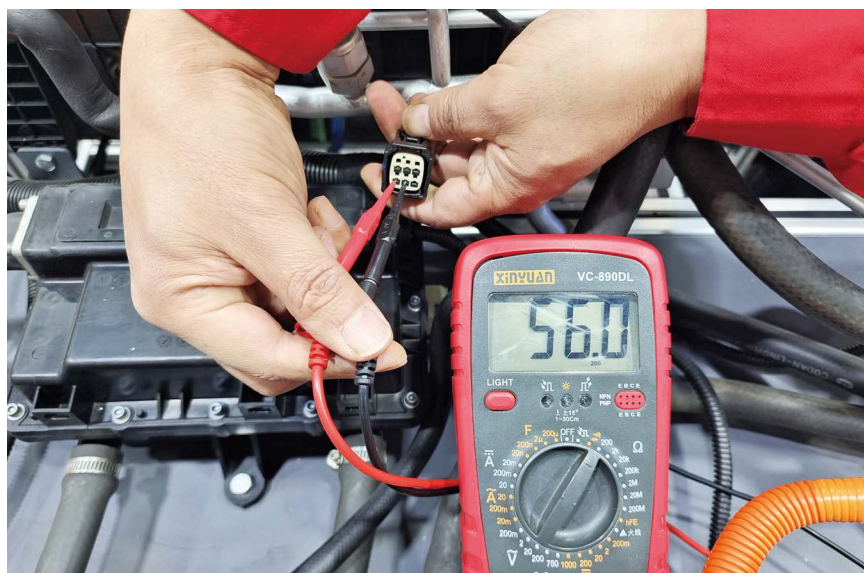
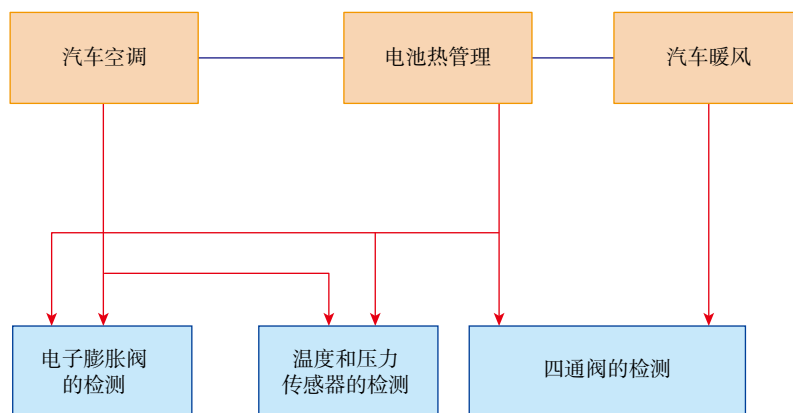


图 1-3-33 B34 插头的 4、5 号端子测量



项目二 电动汽车热管理系统



学习目标

知识目标

- 汽车“热”相关要求
- 汽车车内制冷工作过程
- 汽车车内制热工作过程
- 汽车电池冷却工作过程
- 汽车电池加热工作过程

能力目标

- 电子膨胀阀的故障检测
- 温度和压力传感器的检测
- 四通阀的检测

一、技术原理

1. 作用

汽车热管理系统（如图 2-1 所示）是从整车角度统筹车辆空调、电池、电机及其控制器等相关部件与系统相关匹配、优化与控制，有效解决整车热相关问题，使得各功能模块处于最佳温度工况区间，提高整车经济性和动力性，保证车辆安全行驶。

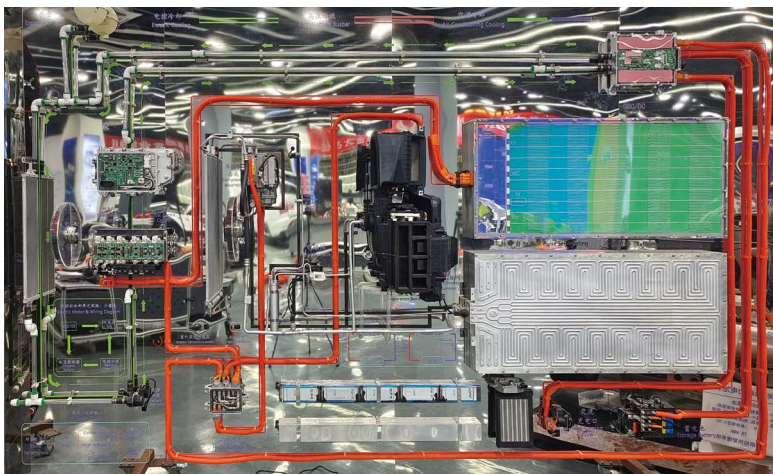


图 2-1 汽车热管理系统

2. 汽车热相关需求

(1) 汽车空调

汽车空调（如图 2-2 所示）用于把汽车车厢内的温度、湿度、空气清洁度及空气流动调整和控制的最佳状态，为乘员提供舒适的乘坐环境，减少旅途疲劳。对热的需求包括制冷和取暖两种装置。

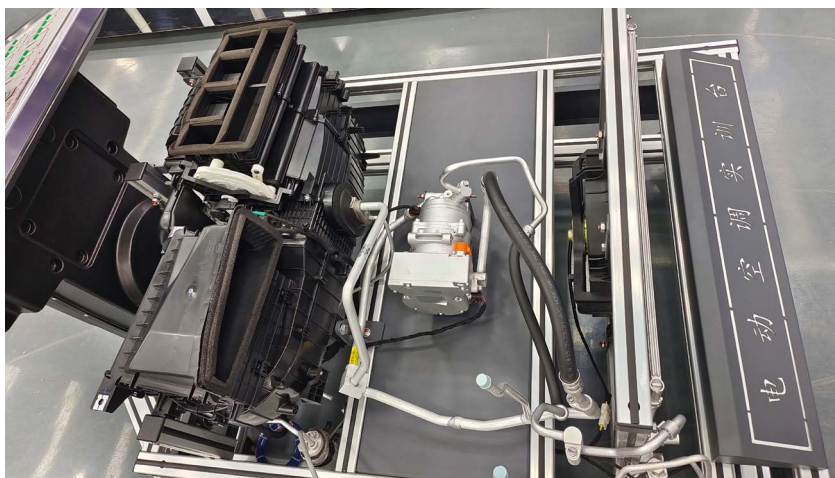


图 2-2 汽车空调

(2) 驱动电机

驱动电机（如图 2-3 所示）及使用大功率电子器件（如 IGBT 晶体管）的控制器如电机控制器（如图 2-4 所示）、DC/DC（如图 2-5 所示）、充电机（如图 2-6 所示）等在工作中会产生大量的热量，这些热量需要散发出去，以确保器件不会过热而导致故障。电机和控制器的热量损失也会影响它们的效率和性能，因此冷却系统的设计和效果也会直接影响到整个车辆的性能和稳定性。

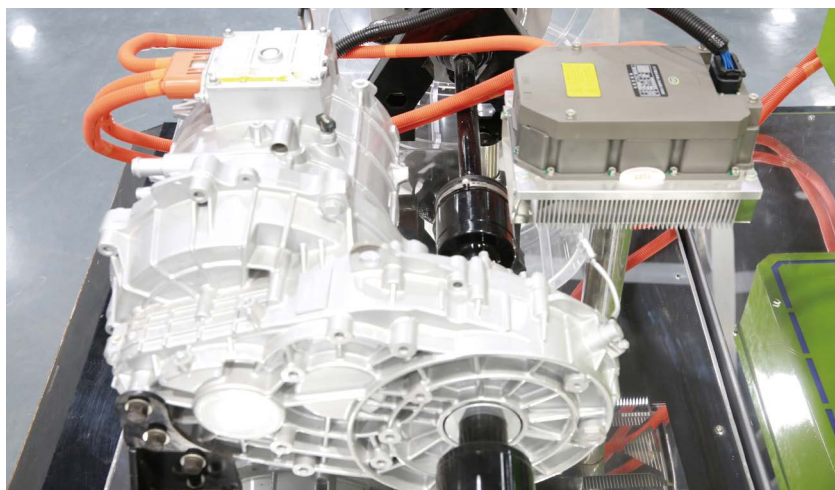


图 2-3 驱动电机

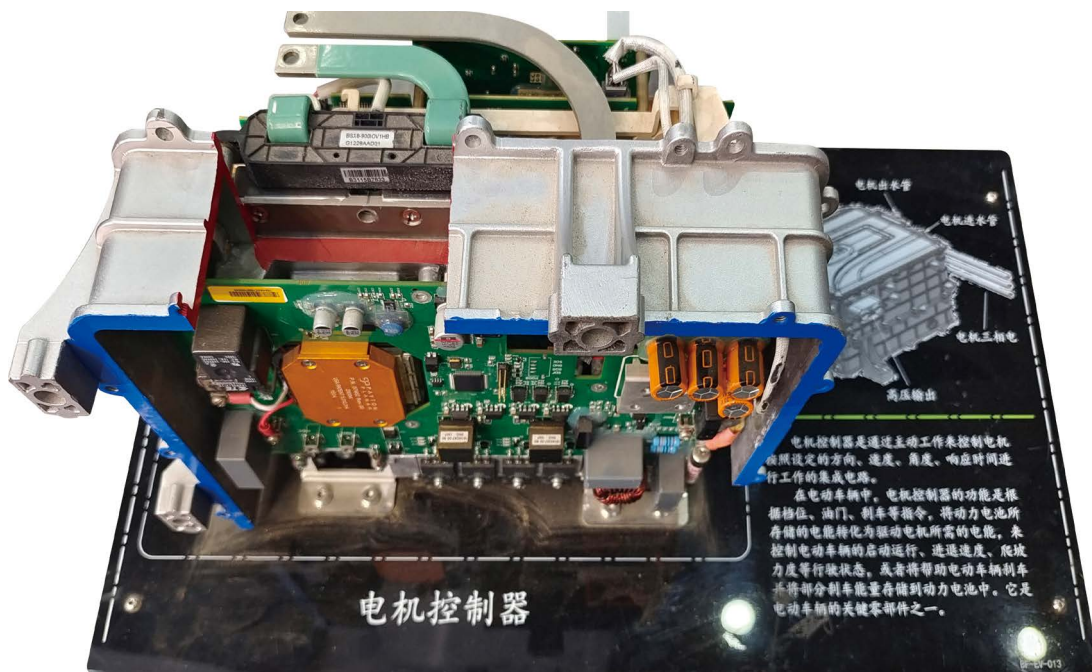


图 2-4 电机控制器

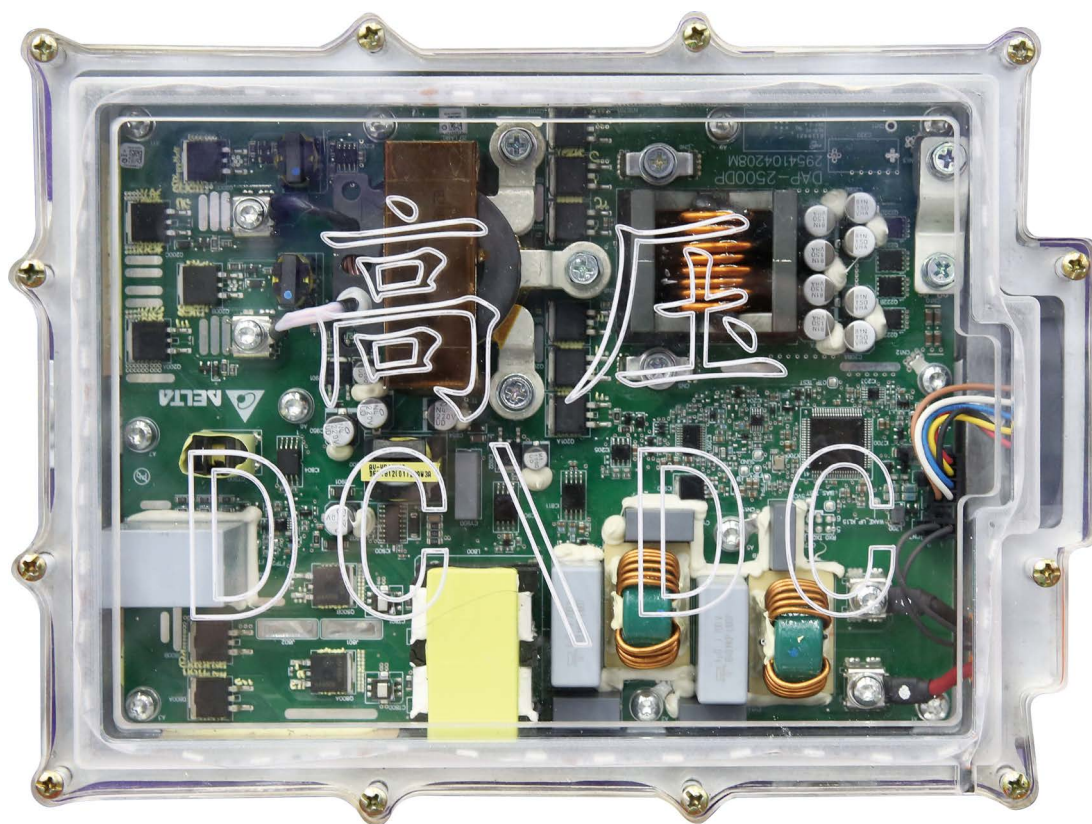


图 2-5 DC/DC

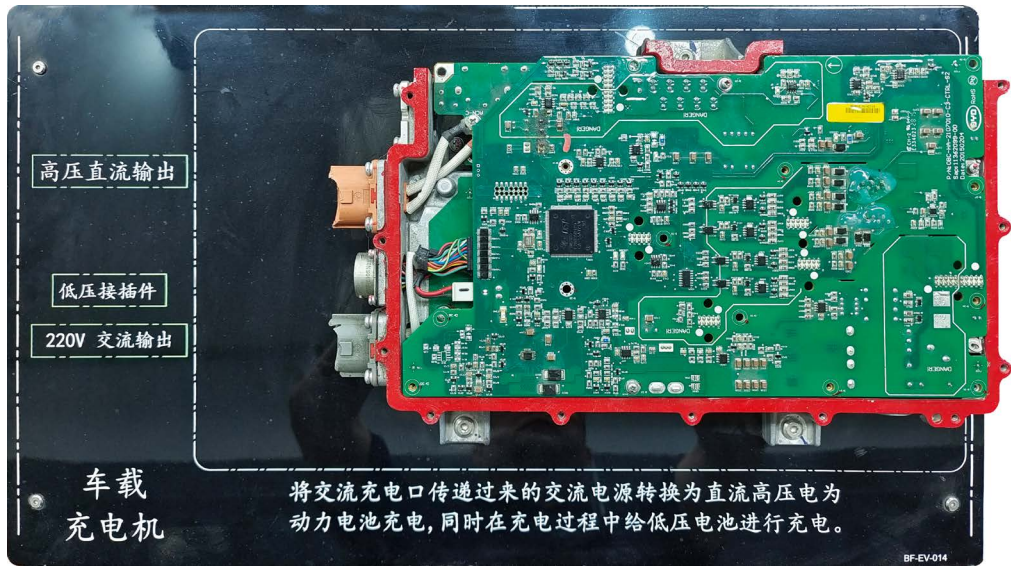


图 2-6 充电机

(3) 高压电池

高压电池（如图 2-7 所示）对温度要求也很高，温度过高或过低都会影响锂离子电池的使用性能。

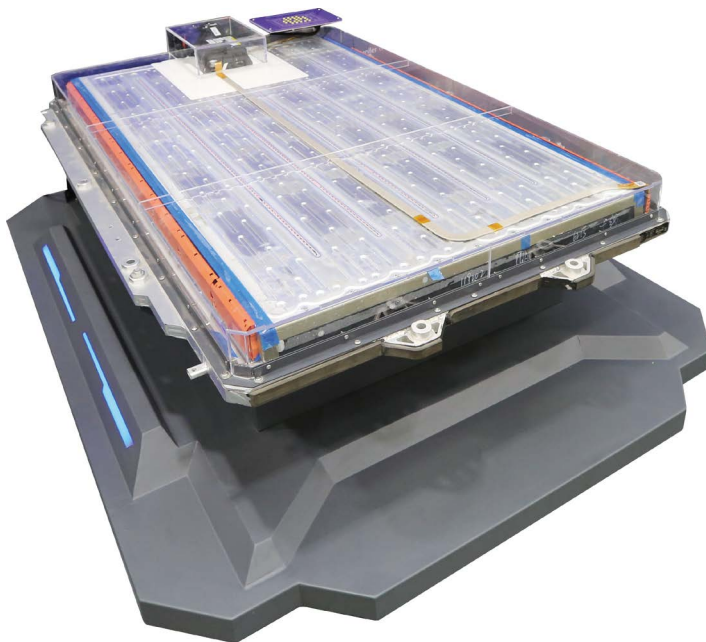


图 2-7 高压电池

低温时，充放电过程中电解液的离子电导率较低、阻抗较高，从而影响电荷传递及锂离子的扩散速度，最终影响电池倍率放电性能和充放电效率等关键指标。

温度过高时会加速锂电池内的电解液、正极材料等电池内部材料的分解反应，从而

严重影响电池的使用寿命和使用性能。

3. 汽车汽车热源分析

(1) PTC

PTC 是一种陶瓷加热器，如图 2-8 所示。PTC 通电后产生热量，在电动汽车上用于加热防冻液。

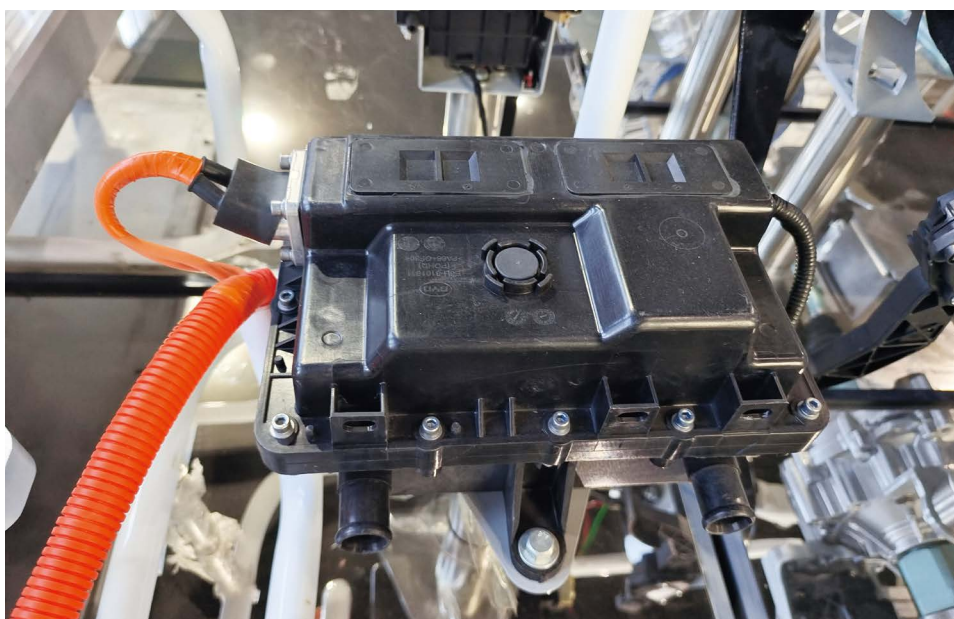


图 2-8 PTC

(2) 高压电池

高压电池在工作时会产生一定的热量，多余的热量是需要散发掉的。

(3) 电机及控制器

电机及控制器在工作时都会产生一定的热量。

4. 汽车散热分析

电动汽车散热方式有风冷、水冷、空调冷却、智能芯片冷却等方式。目前，最常用的是水冷（也称冷却液冷却）、空调冷却两种形式。

(1) 冷却液冷却

冷却液冷却是将汽车热源加热的冷却水通过散热器和风扇（如图所示）散热后再流向热源，以达到散热目的的一种方式。

(2) 空调冷却

在电动汽车上空调冷却分为两个部分：

第一个是冷却驾驶室内的空气，起到制冷的效果。

第二个是通过一个热交换装置冷却冷却液，以达到给汽车热源散热的目的。

5. 工作过程

纯电动汽车的热管理系统，除去满足保证驾驶人员舒适的驾驶环境，控制车室内环境的温度、湿度、送风温度等，主要是对动力电池进行温控，对动力电池的控温是保障电动汽车高效安全运行的重要前提。

(1) 整体性热管理系统

整体性热管理系统是将汽车室内制冷系统、暖风系统、电机及控制器散热系统、动力电池加热及冷却系统融合在一起，框架如图2-9所示。由电子水泵、电磁阀门、制冷系统、PTC加热器、膨胀水壶、蒸发器、冷凝器和电子风扇等组成。

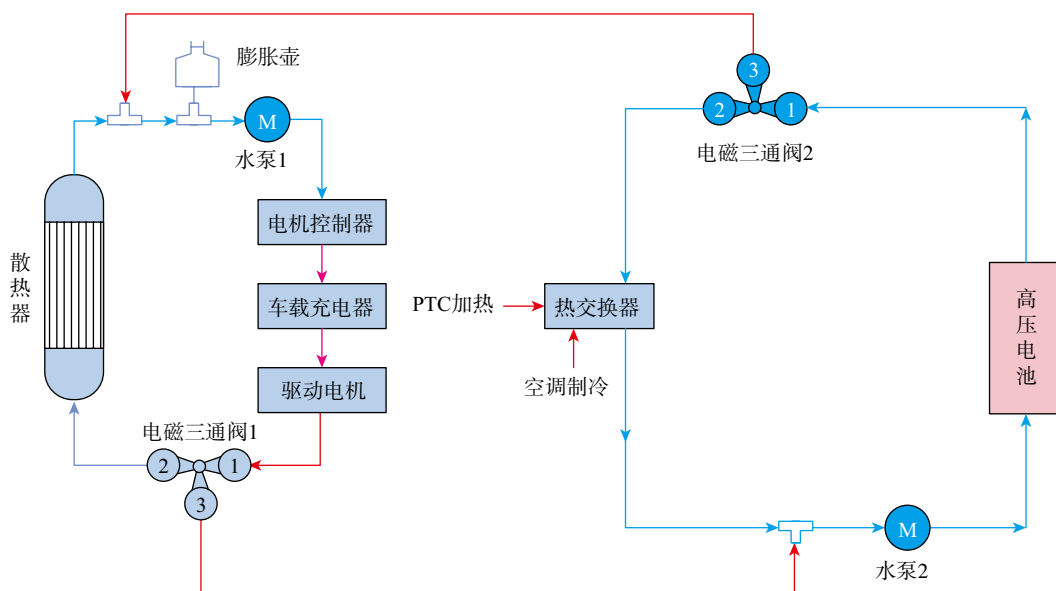


图 2-9 典型的热管理系统框架

1) 驱动电机和控制器散热

根据驱动电机、控制器温度传感器检测需要散热时，控制电磁三通阀1的1和2相通，电动水泵1工作。此时冷却液从控制器→电机→电磁三通阀1→散热器经过散热器散热后，经过水泵1流回控制器和电机。

2) 高压电池慢散热

根据高压电池温度传感器检测需要散热时，控制电磁三通阀2的1和3相通，电磁三通阀1的2和3相通电动水泵2工作。此时冷却液从高压电池→电磁三通阀2→散热器经过散热器散热后，经过电磁三通阀1→水泵2流回高压电池。

3) 高压电池快散热

根据高压电池温度传感器检测需要快散热时，控制空调制冷系统工作，同时热交换器上的电子膨胀阀打开，热交换器上的蒸发箱开始制冷，同时电磁三通阀2的1和2相通，电动水泵2工作。此时冷却液从高压电池→电磁三通阀2→热交换器冷却后→水泵2流回高压电池。

4) 驱动电机和控制器散热加热高压电池

根据驱动电机、控制器温度传感器、高压电池温度检测需要可以使用驱动电机和控制器散热加热高压电池时，控制电磁三通阀 1 的 1 和 3 相通，电磁三通阀 2 的 1 和 3 相通电动水泵 1、2 同时工作。此时冷却液从高压电池→电磁三通阀 2 →水泵 1 →控制器→电机→电磁三通阀 1 →水泵 1 流回高压电池。

5) PTC 加热高压电池

根据高压电池温度传感器检测需要 PTC 加热时，控制 PTC 工作，同时热交换器上的三通打开，使 PTC 水路流向热交换器，同时电磁三通阀 2 的 1 和 2 相通，电动水泵 2 工作。此时冷却液从高压电池→电磁三通阀 2 →热交换器加热后→水泵 2 流回高压电池。

(2) 分体式热管理控制

以秦 EV 热管理系统为例，其电机及控制器散热和高压电池的热管理系统是分开的。

1) 电机及控制器散热系统

电机及控制器散热系统的作用包括驱动驱动电机、电机控制器、充配电总成、散热器、散热风扇、膨胀储液壶等部件组成。如图 2-10 所示，其散热路线如图 2-11 所示。

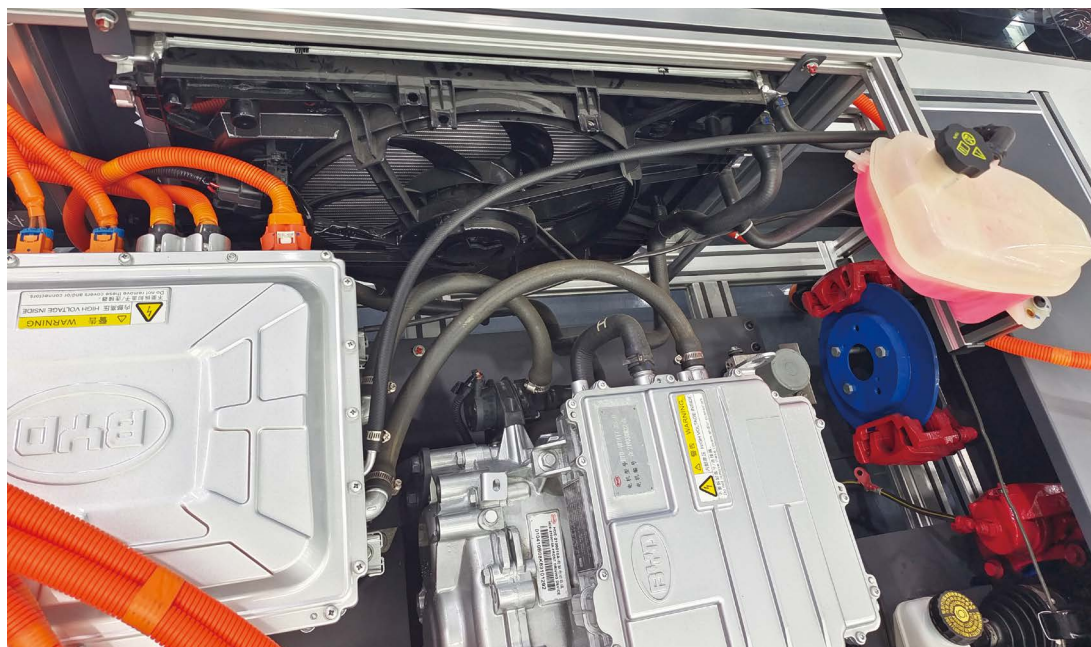


图 2-10 秦 EV 电机及控制器散热系统

2) 高压电池与空调热管理系统

①结构

由于高压电池有冷却和加热的双重需求，所以，将高压电池与空调的制冷和暖风系统融合在一起，其有电池包散热水道、暖风水泵、电池热管理水泵、PTC 水加热器、暖风芯体、电动压缩机、冷凝器、电子膨胀阀 1 与蒸发箱、电子膨胀阀 2 与板式转热器及压力开关、温度压力传感器、空调控制器等组成，其示工作框架如图 2-12 所示。

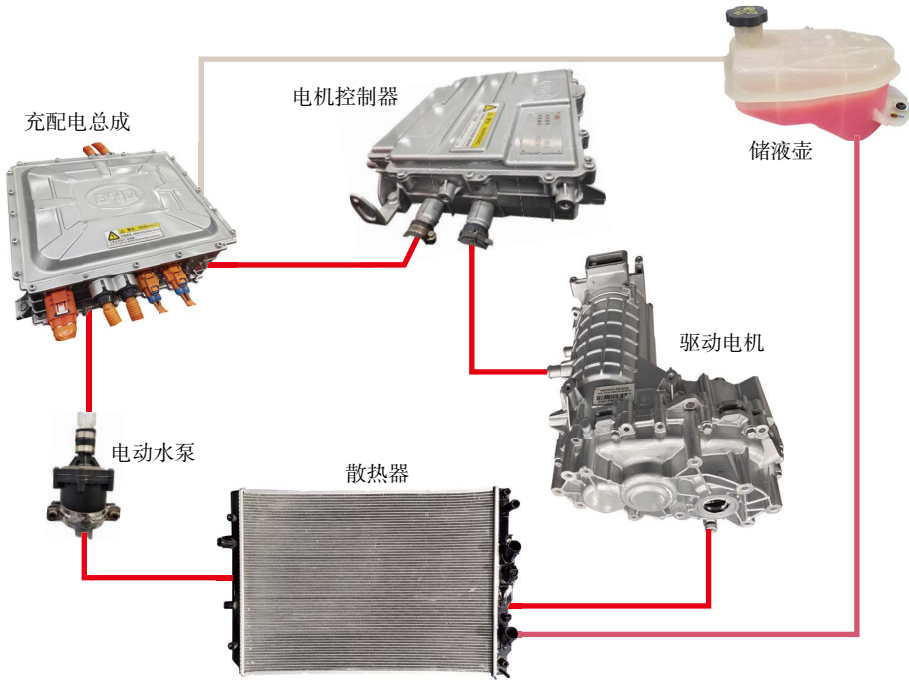


图 2-11 秦 EV 电机及控制器散热线路图

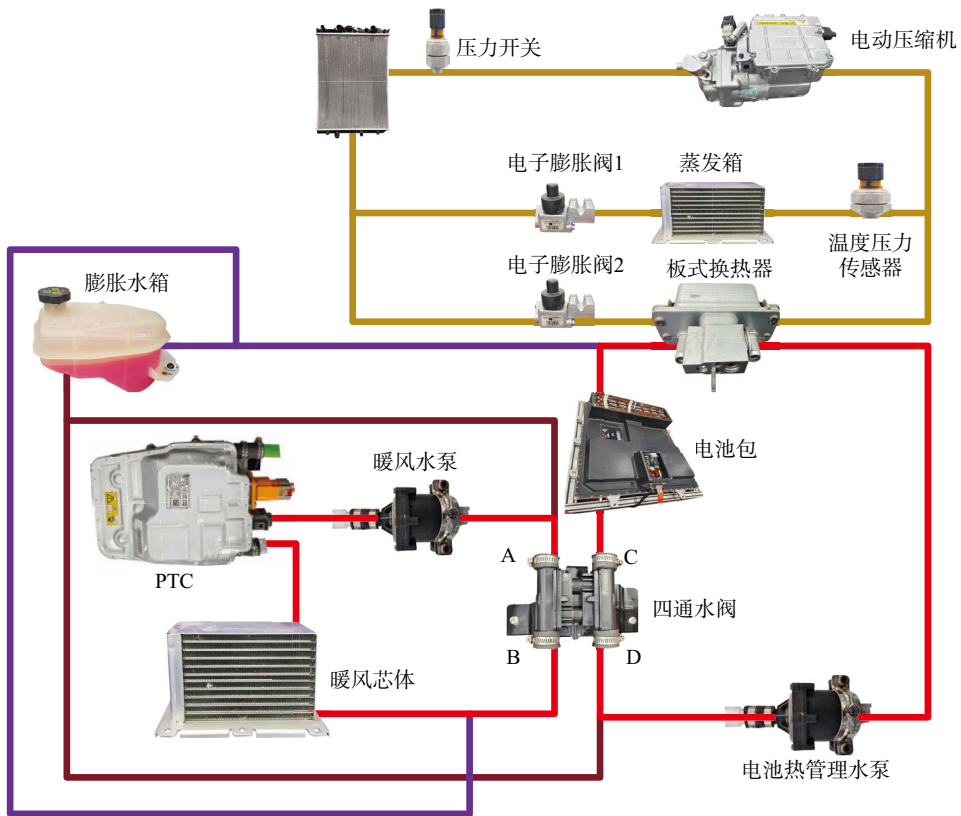


图 2-12 秦 EV 高压电池与空调热管理系统

以下对主要的部件做介绍：

压缩机是空调制冷系统的驱动设备，秦 EV 压缩机将控制器、驱动电机、压缩机构集成于一体，已在项目一任务 3 的课程中进行了介绍。

冷凝器是空调制冷系统散热部件，在冷却风扇的作用下将炙热的气态制冷剂冷却成低温液体。

电子膨胀阀 1（如图 2-13 所示）和蒸发箱的作用是制冷，电子膨胀阀的工作收到空调控制器的控制，当开度完全关闭时，蒸发箱不能起到制冷的作用。在电子膨胀阀工作时，其开度受到蒸发箱出口温度压力传感器信号的调节，电子膨胀阀 1 为步进电机式，其控制电路如图 2-14 所示。其相关插头包括网关 G19 插头、VCU 的 GK49 插头、空调及热管理控制器 G21（A）、G21（B）插头、电子膨胀阀 B54（B）插头等，如图 2-15 所示。



图 2-13 电子膨胀阀 1

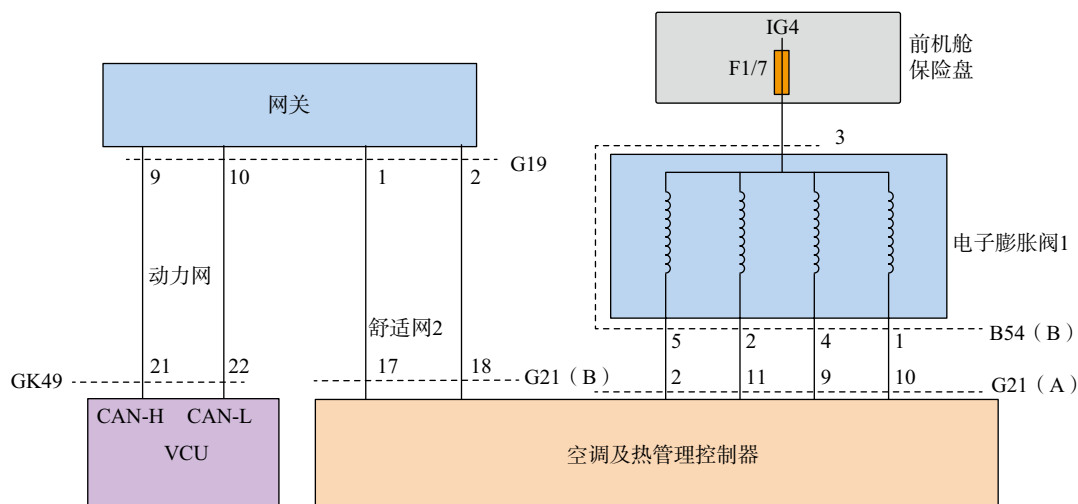


图 2-14 电子膨胀阀 1 及控制

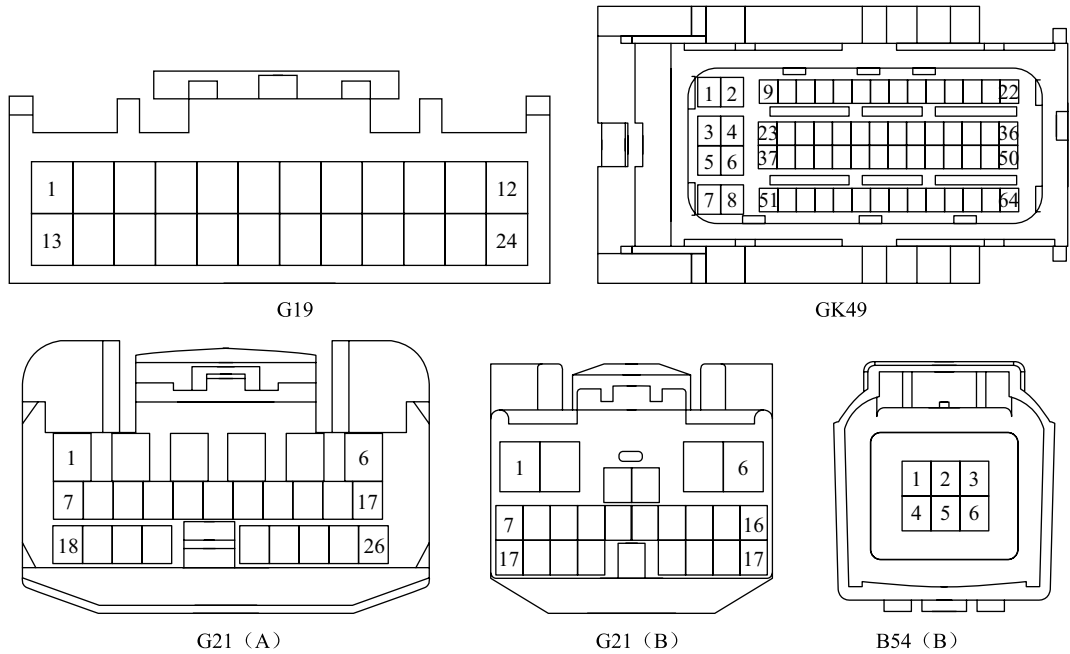


图 2-15

电子膨胀阀 2 与板式转热器（如图 2-16 所示），板式换热器的作用是利用空调制冷系统为电池包散热系统的冷却液散热，其内部可以想象成是一个蒸发箱和散热水箱的融合体，其结构如图 2-17 所示。电子膨胀阀 2 对进入板式转热器内的蒸发箱进行节流，降低板式换热器的温度，降低板式转热器内冷却液的温度。

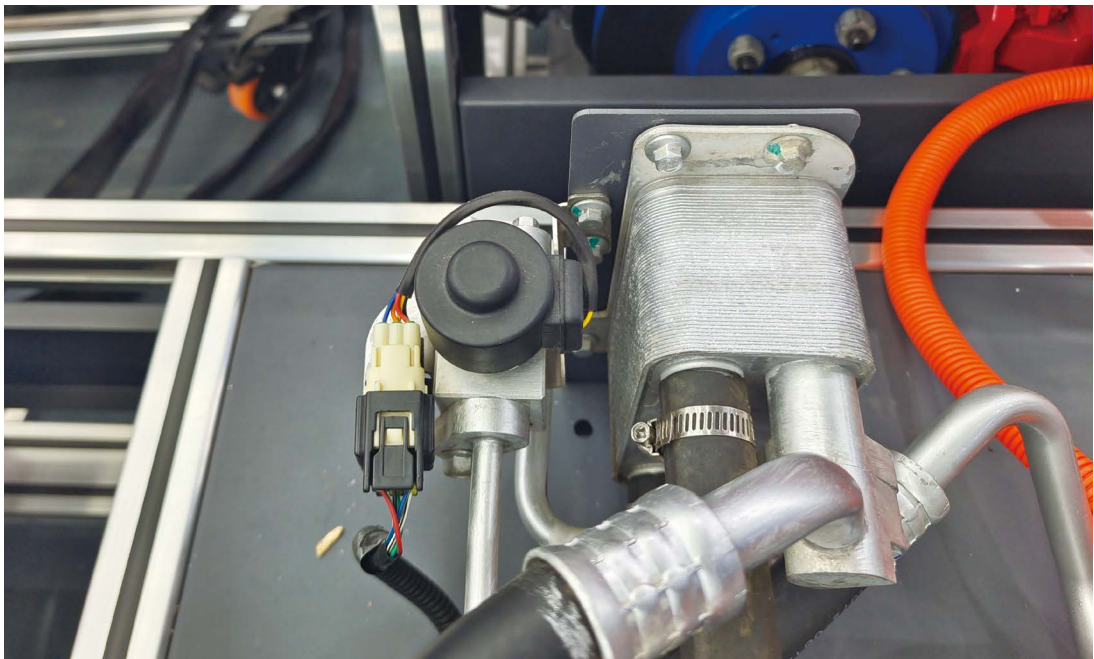


图 2-16 电子膨胀阀 2 和板式转热器

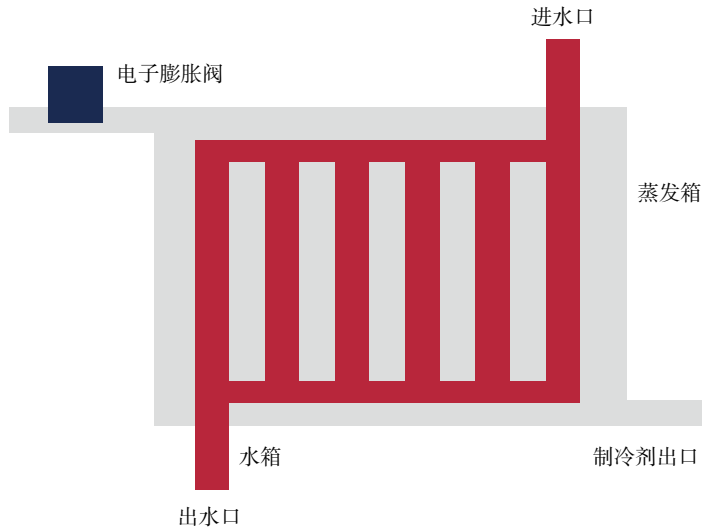


图 2-17 板式转换器内部结构

电子膨胀阀 2 有关闭和工作状态，关闭时，板式转热器没有制冷作用。工作时，其开度受到蒸发箱出口温度压力传感器信号的调节。电子膨胀阀 2 为步进电机式，由 VCU 和空调控制器控制，其控制电路如图 2-18 所示。其相关插头包括网关 G19 插头、VCU 的 GK49 插头、空调及热管理控制器 G21 (A)、G21 (B) 插头、电子膨胀阀 B54 (A) 插头等，如图 2-19 所示。

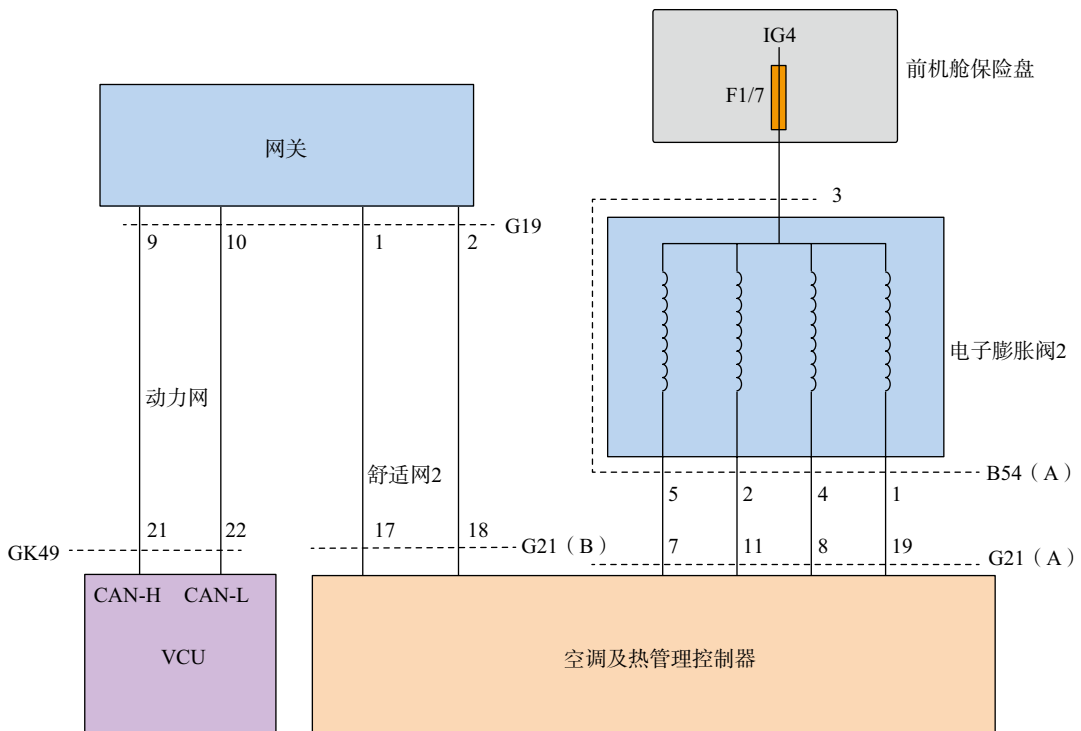


图 2-18 电子膨胀阀 2 及控制

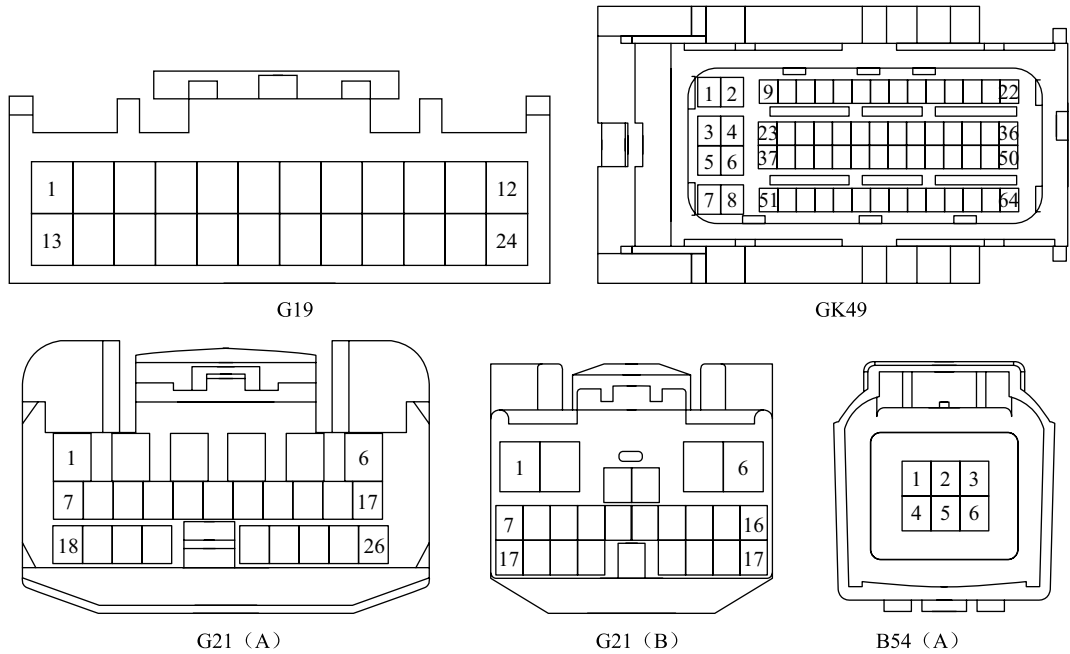


图 2-19

温度和压力传感器安装在蒸发箱的出口侧，如图 2-20 所示，其作用是检测蒸发箱的出口侧温度和压力，空调控制器据此控制电子膨胀阀的开度，其电路如图 2-21 所示。其相关插头包括温度压力传感器 B55 插头、空调及热管理控制器 G21 (A)、G21 (B)、G21 (C) 等，如图 2-22 所示。



图 2-20 温度和压力传感器

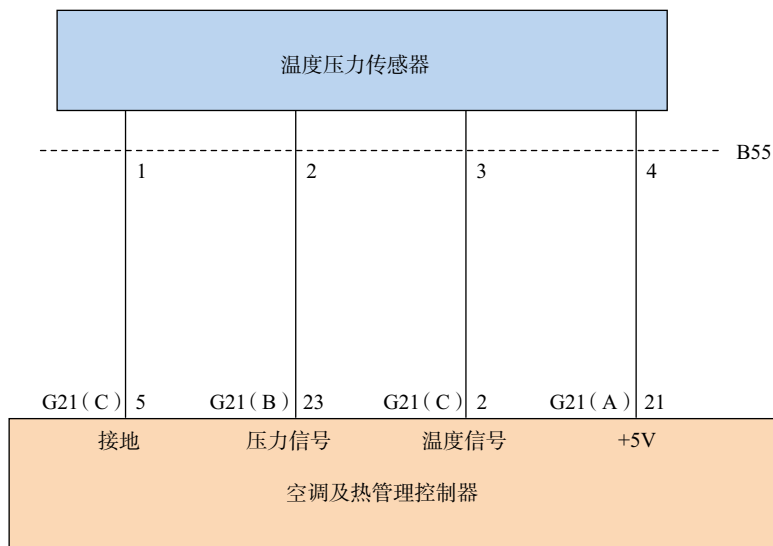


图 2-21 温度和压力传感器电路

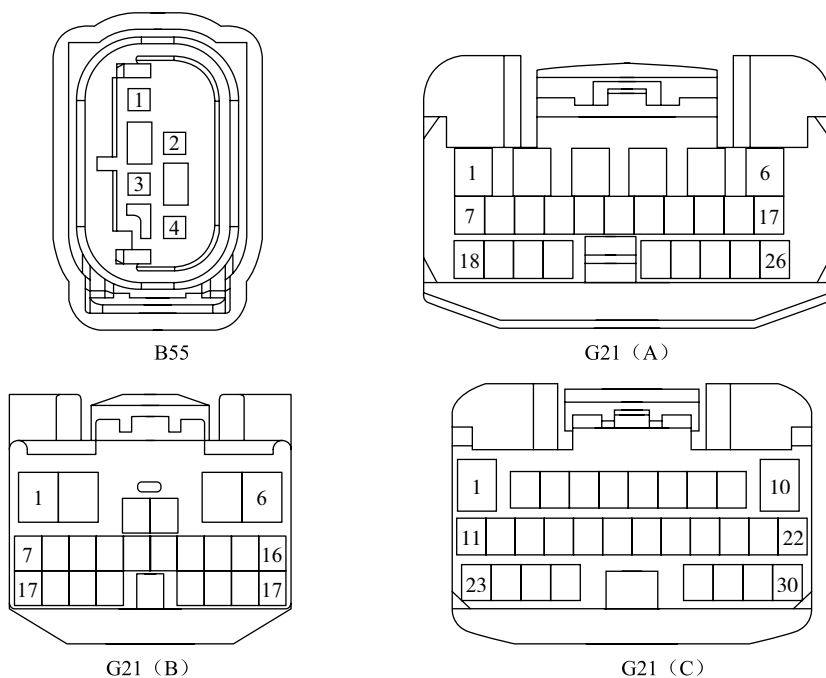


图 2-22

PTC 水加热器的作用是给暖风和电池包加热，已在项目一任务 3 的课程中进行了介绍。

暖风芯体的作用是通过鼓风机将 PTC 热量散发的驾驶室内，提升驾驶室的温度。

暖风水泵、电池热管理水泵的作用是驱动系统内冷却液的循环。

四通水阀是用于暖风部分和电池包冷却液部分的切换，当不需要 PTC 对电池包加热时 A 和 B 相通、C 和 D 相通。当需要 PTC 对电池包加热时 A 和 C 相通、B 和 D 相通，

其原理如图 2-23 所示，电路如图 2-24 所示。其相关插头包括 B56 插头、空调及热管理控制器 G21 (A)、G21 (B)、G21 (C) 等，如图 2-25 所示。

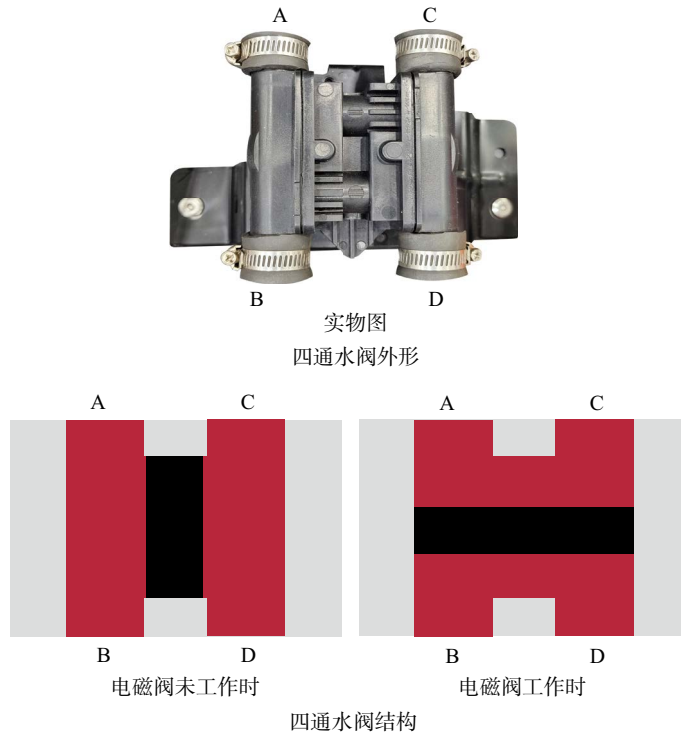


图 2-23 四通水阀

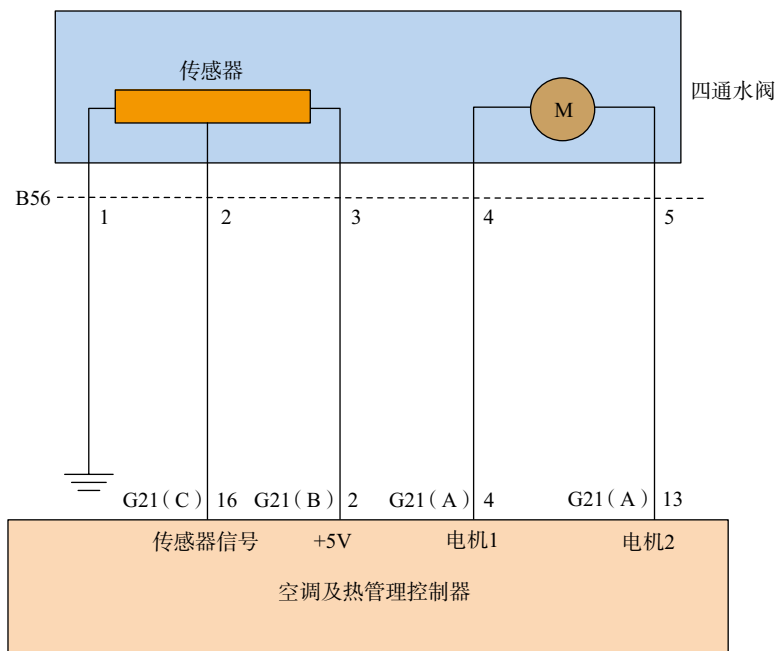


图 2-24 四通水阀电路

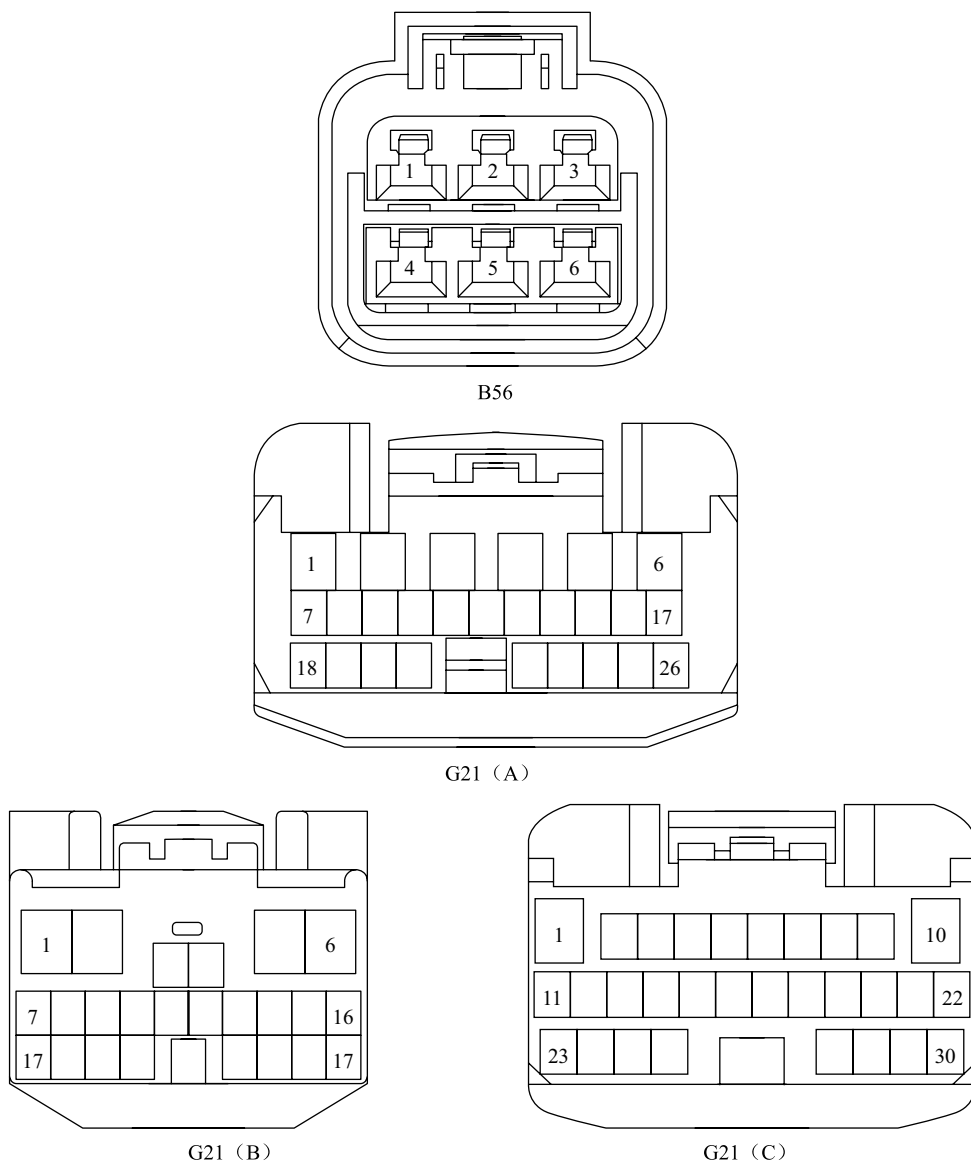


图 2-25

②工作过程

A. 室内制冷

需要室内制冷时，电子膨胀阀 2 处于关闭状态，电子膨胀阀 1 处于打开状态，电动压缩机工作，室内制冷，如图 2-26 所示。

B. 电池包散热

需要电池包散热时，电子膨胀阀 1 根据室内的温度需求打开或者关闭，电子膨胀阀 2 处于打开状态压缩机工作，板式换热器温度降低。此时电池热管理水泵运转。

此时，冷却液从电池包→四通水阀 C→四通水阀→四通水阀 D→电池热管理水泵→板式换热器降低温度→电池包，如图 2-27 所示。

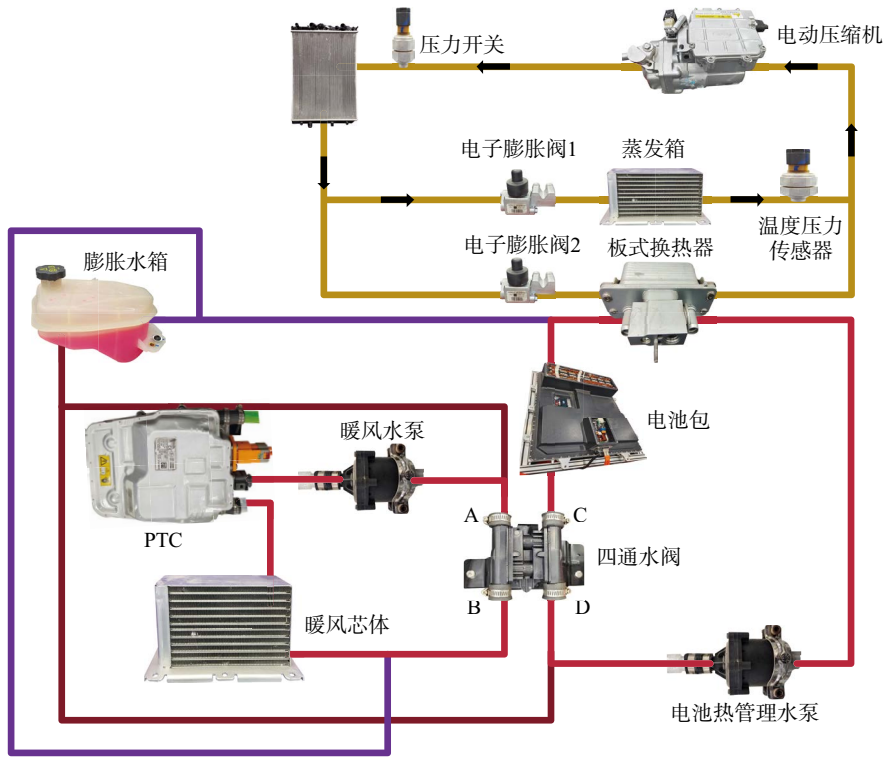


图 2-26 室内制冷

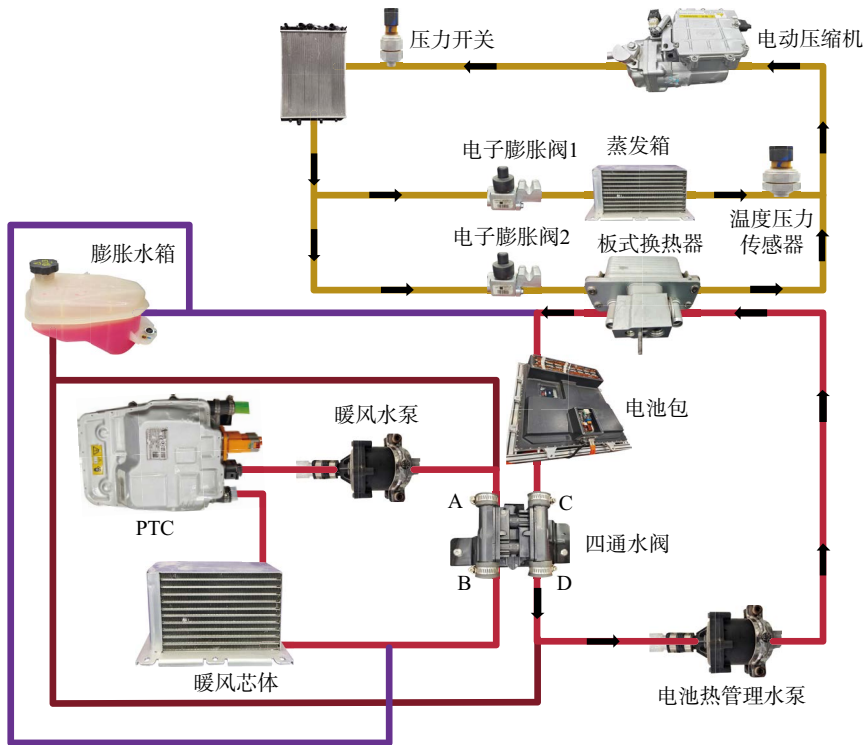


图 2-27 电池包散热

C. 室内制热

需要室内制热时，PTC 水加热器工作，暖风水泵运转。

此时冷却液从 PTC 水加热器→暖风芯体进行热量交换吹出暖风→四通水阀 B →四通水阀→四通水阀 A →暖风水泵→ PTC 水加热器再次将冷却的水加热，如图 2-28 所示。

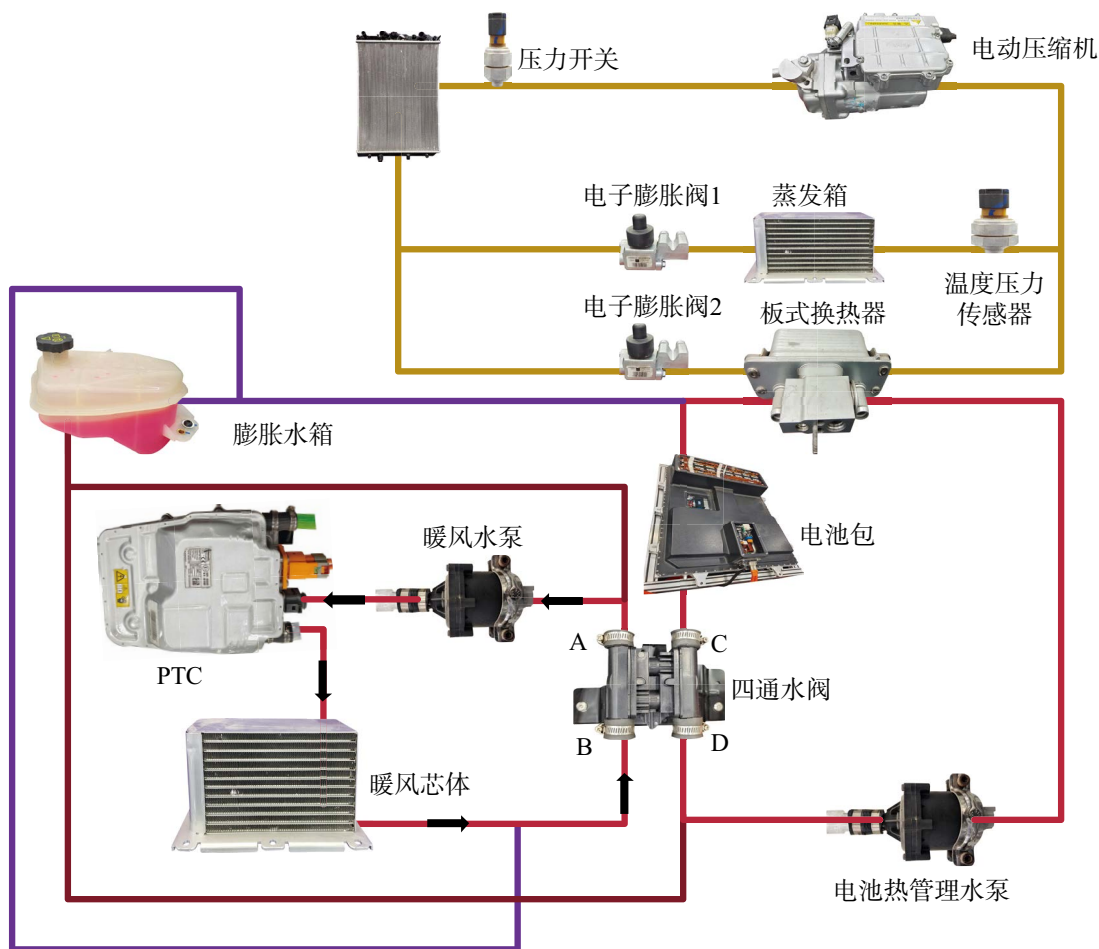


图 2-28 室内制热

D. 电池包加热

需要电池包加热时，PTC 水加热器工作，暖风水泵运转，电池热管理水泵运转，四通水阀转换水道使 A 和 C 相通、B 和 D 相通。

此时，冷却液从电池包→四通水阀 C →四通水阀→四通水阀 A →暖风水泵→ PTC 水加热器→暖风芯体（此时，鼓风机和空调冷暖风门根据需要确定是否工作，如不工作，在此处没有热交换。）→四通水阀 B →四通水阀→四通水阀 D →电池热管理水泵→板式换热器降低温度（此时，空调系统不工作，此处没有热量交换）→电池包，将 PTC 的热量带到电池包给电池加热，如图 2-29 所示。

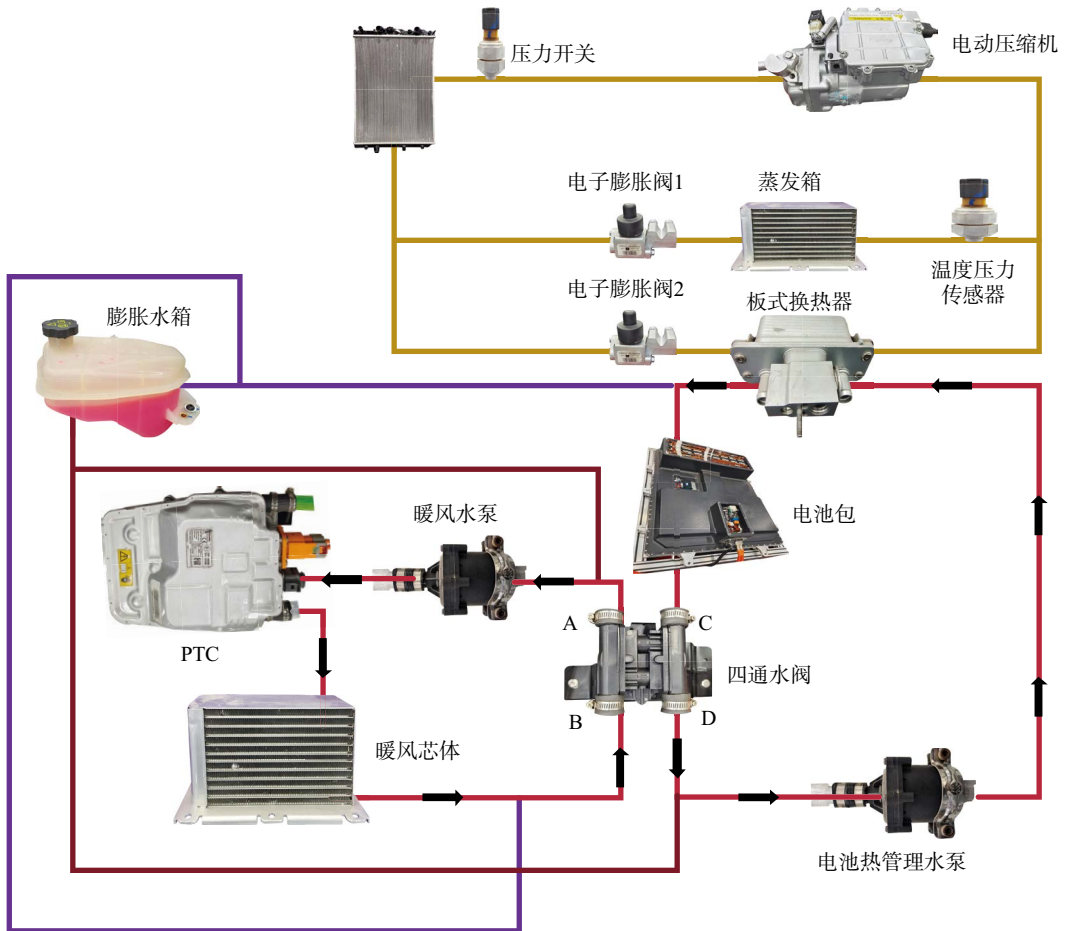


图 2-29 电池包加热

二、任务实施

以下以秦 EV 为例进行故障诊断讲解：

1. 电子膨胀阀（以蒸发箱为例）的故障检测

（1）故障现象

蒸发箱不制冷

（2）故障原因

电源故障、电子膨胀阀内部线圈开路、线路开路

（3）检测

1) 阻值测量

拔下电子膨胀阀插头，用万用表电阻档测量电子膨胀阀 B54(B) 插头的 3 号端子与 1、4、2、5 号端子阻值，应为 Ω ，如图 2-30 所示否则，为线圈开路或短路。



3 与 1 号端子测量



3 与 4 号端子测量



3 与 2 号端子测量



3 与 5 号端子测量

图 2-30 电子膨胀阀阻值测量

2) 电源测量

电动汽车上电，用万用表电压档测量电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 3 号端子，应有 12V 电压，如图 2-31 所示，若无电压，检查前机舱保险盘的 F1/8 保险丝，若保险正常，检查前机舱保险盘 B1D 插头的 7 号端子到电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 3 号端子之间的线路的阻值应小于 1Ω ，否则为断路或接触不良。

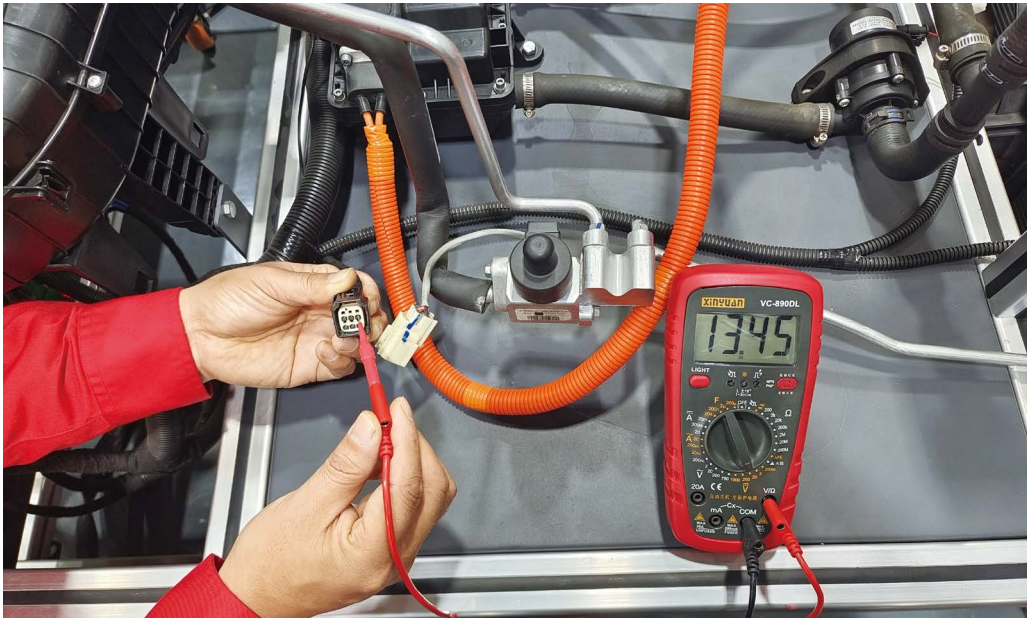


图 2-31 B54 (B) 插头的 3 号端子测量

3) 控制线路测量

测量电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 1 号端子到空调加热管理控制器 G21 插头的 10 号端子之间线路是否开路或接触不良；测量电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 4 号端子到空调加热管理控制器 G21 插头的 9 号端子之间线路是否开路或接触不良；测量电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 2 号端子到空调加热管理控制器 G21 插头的 11 号端子之间线路是否开路或接触不良；测量电子膨胀阀的 B54 (B) 插头的 5 号端子到空调加热管理控制器 G21 插头的 2 号端子之间线路是否开路或接触不良。

4) 若以上均正常，检测空调加热管理控制器。

2. 温度和压力传感器的检测

(1) 相关故障码

B2A0E12 电池包进口水温传感器短路

B2A0F13 板式换热器端冷媒温度传感器断路

B2A1012 板式换热器端冷媒温度传感器短路

B2A1113 板式换热器端冷媒压力传感器断路

B2A1212 板式换热器端冷媒压力传感器短路

(2) 检测

1) 电源测量

电动车上电，测量温度压力传感器 B55 插头的 4 号端子电压应为 5V，如图 2-32 所示，若电压没有 5 伏，则检查空调及热管理控制器 G21 (A) 插头的 21 号端子到温度压力传感器 B55 插头的 4 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明空调及热管理控制器故障。



图 2-32 B55 插头的 4 号端子测量

3) 地线测量

测量温度压力传感器 B55 插头的 1 号端子与车身之间阻值应小于 1Ω ，如图 2-33 所示，如果阻值不通，则检查空调及热管理控制器 G21 (C) 插头的 5 号端子到温度压力传感器 B55 插头的 1 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明空调及热管理控制器故障。



图 2-33 B55 插头的 1 号端子测量

6) 若以上均正常, 检查空调加热管理控制器。

3. 四通阀的检测

(1) 相关故障码

B2A7914 暖风芯体四通水阀电机对地短路、或开路

B2A7A12 暖风芯体四通水阀电机对电源短路

B2A7B92 暖风芯体四通水阀电机转不到位

(3) 检测

1) 电机检测

拔下四通水阀 B56 插头, 给水阀一侧 4、5 号端子提供电源正负及线, 如图 2-36 所示, 此时电机应转动, 对调电源再试一次。

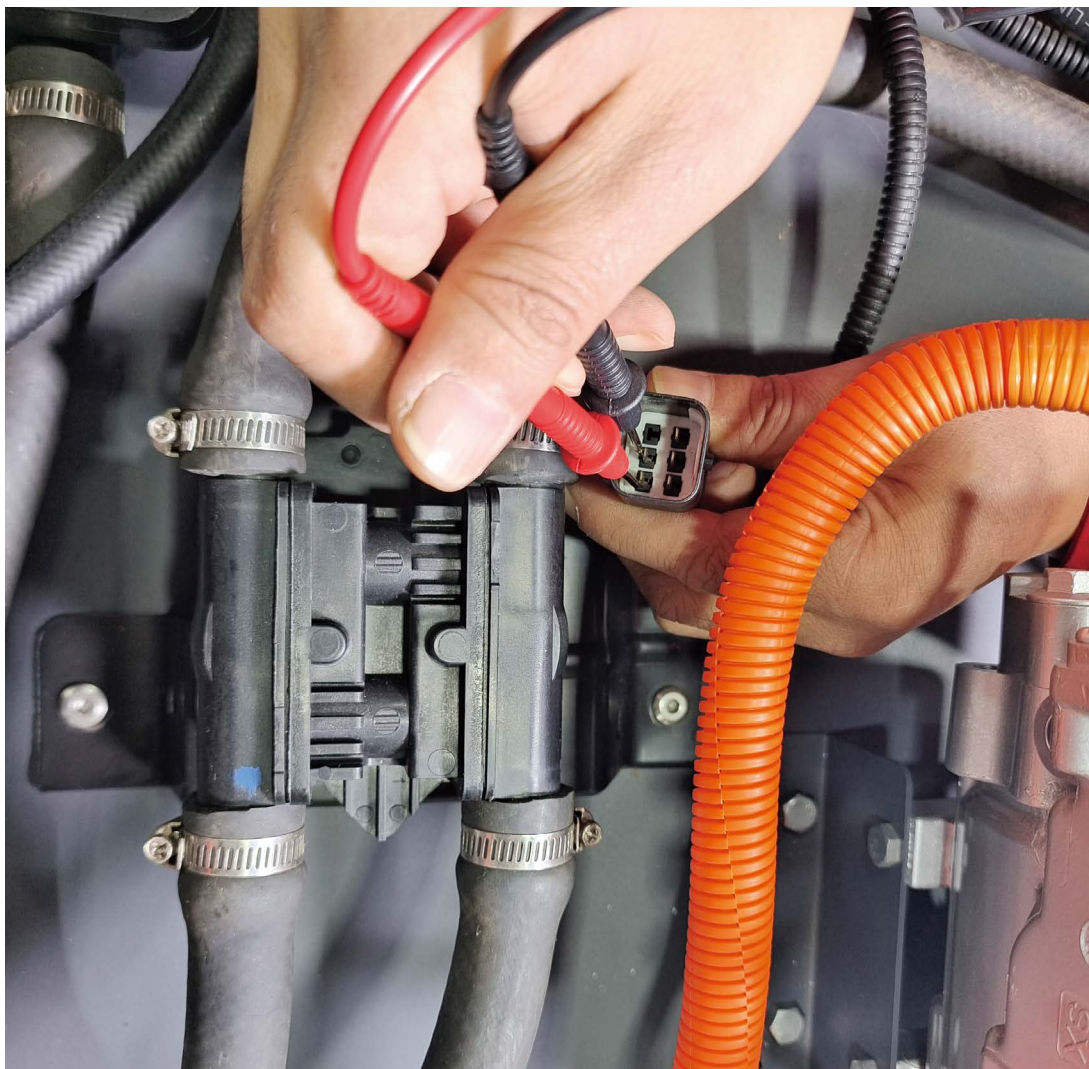


图 2-36 四通水阀供电实验

2) 传感器检测

拔下四通水阀 B56 插头，测水阀一侧 1、3 号端子之间阻值，应为 $9.4\text{K}\Omega$ ，如图 2-37 所示。然后在测 1、2 和 2、3 之间的阻值，分别如图 2-38、2-39 所示。其两者阻值之和应为 1、3 端子之间的阻值。

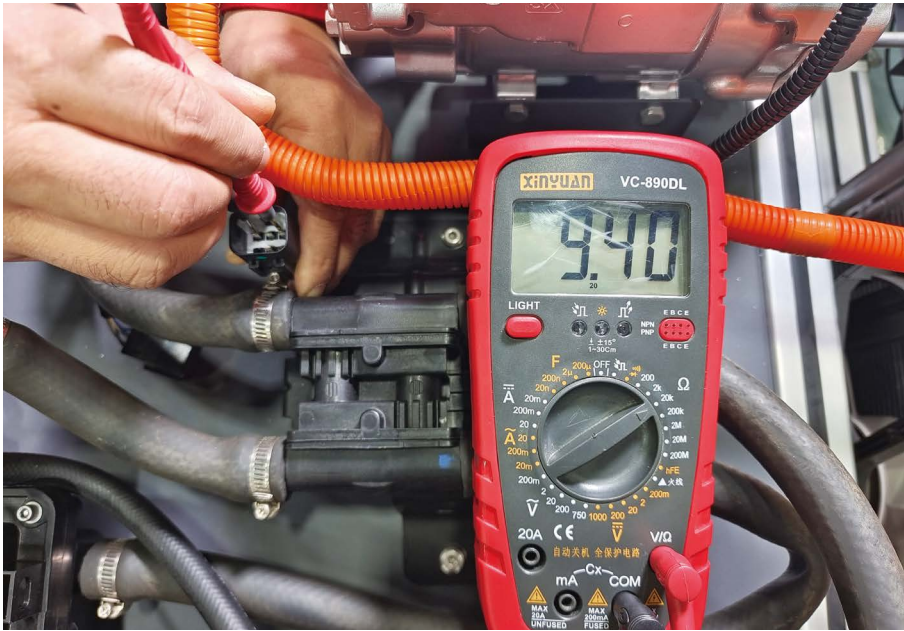


图 2-37 B56 插头 1、3 号端子之间阻值

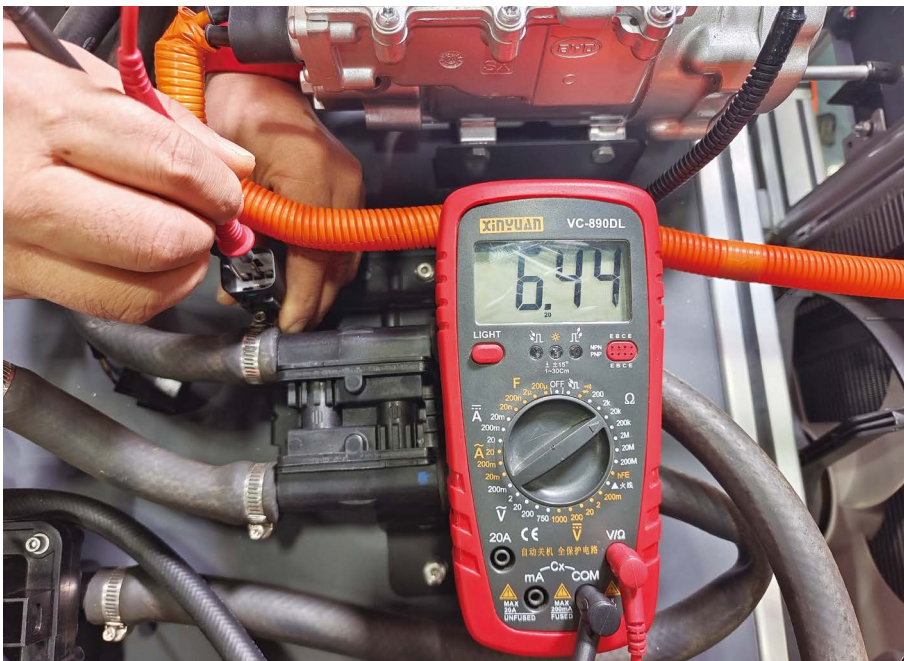


图 2-38 B56 插头 1、2 号端子之间阻值

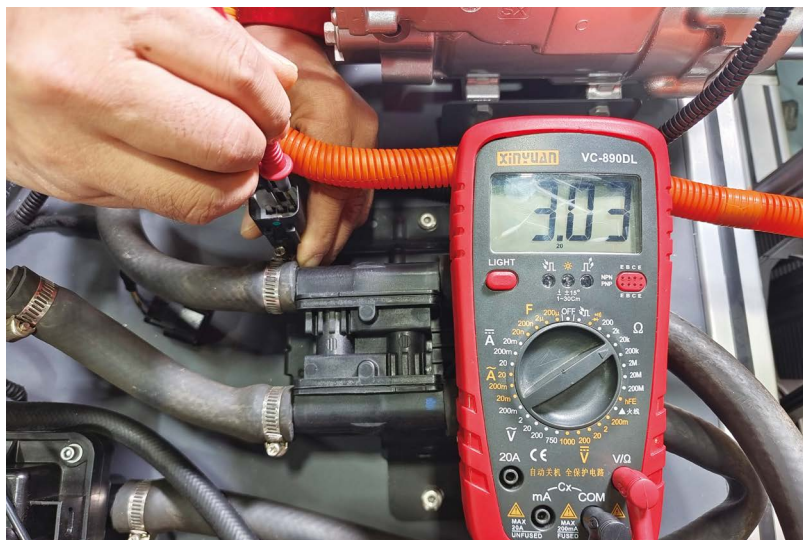


图 2-39 B56 插头 2、3 号端子之间阻值

电机转动一个位置，再次测量然后在测 1、2 和 2、3 号端子之间的阻值，应有变化，若无变化，证明传感器故障。

无论 1、2 和 2、3 号端子之间的阻值如何变化，其阻值之和均应为 1、3 号端子之间的阻值。

3) 线路检测

① 传感器电源测量

电动车上电，测量四通水阀 B56 插头的 3 号端子电压应为 5V，如图 2-40 所示，若电压没有 5 伏，则检查空调及热管理控制器 G21(A) 插头的 4 号端子到四通水阀 B56 插头的 3 号端子之间的线路是否开路，若未开路证明空调及热管理控制器故障。

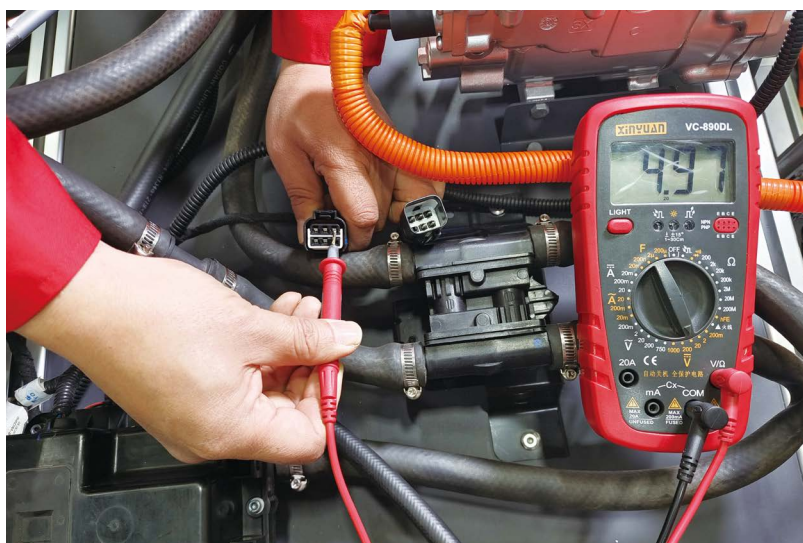


图 2-40 B56 插头的 3 号端子测量

②传感器地线测量

测量四通水阀 B56 插头的 1 号端子与车身之间阻值应小于 1Ω ，如图 2-41 所示，否则为接地线开路或接触不良。



图 2-41 B56 插头的 1 号端子测量

③传感器信号线测量

电动车上电，测量四通水阀 B56 插头的 2 号端子电压，如图 2-42 所示，水阀运转时运转时，电压信号应有变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查空调及管理控制器 G21 (B) 插头的 21 号端子到四通水阀 B56 插头的 2 号端子之间的线路是否开路。

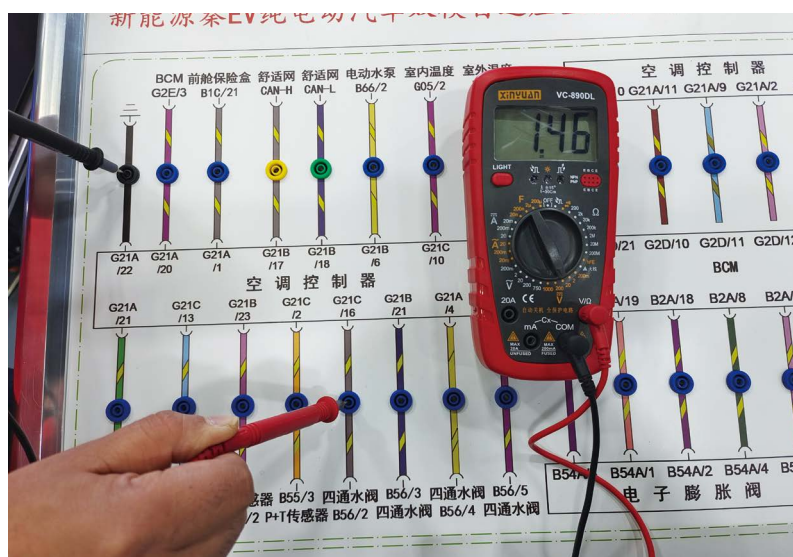


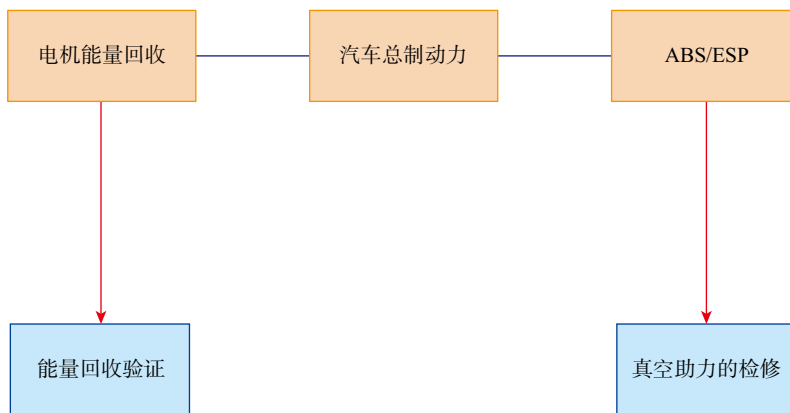
图 2-42 B56 插头的 2 号端子测量

④电机线路检测

检查空调及热管理控制器 G21（A）插头的 4 号端子到四通水阀 B56 插头的 4 号端子之间的线路是否开路；检查空调及热管理控制器 G21（A）插头的 13 号端子到四通水阀 B56 插头的 5 号端子之间的线路是否开路。



项目三 能量回收控制的检测



学习目标

知识目标

- 电动汽车能量回收原理
- 影响电动汽车能量回收的因素
- 电动汽车制动力的组成
- 电动汽车制动力分配的形式

能力目标

- 能量回收的验证

一、技术原理

1. 能量回收的原理

驱动电机定子由线圈绕组绕制而成，转子为永久磁铁，如图 3-1 所示。在电机控制器不给定子供电的前提下，如果转子转动，定子就会感应产生三相交流电，三相交流电经过 IGBT 的整流就可以产生直流电，此直流电即可向高压蓄电池充电，如图 3-2 所示。

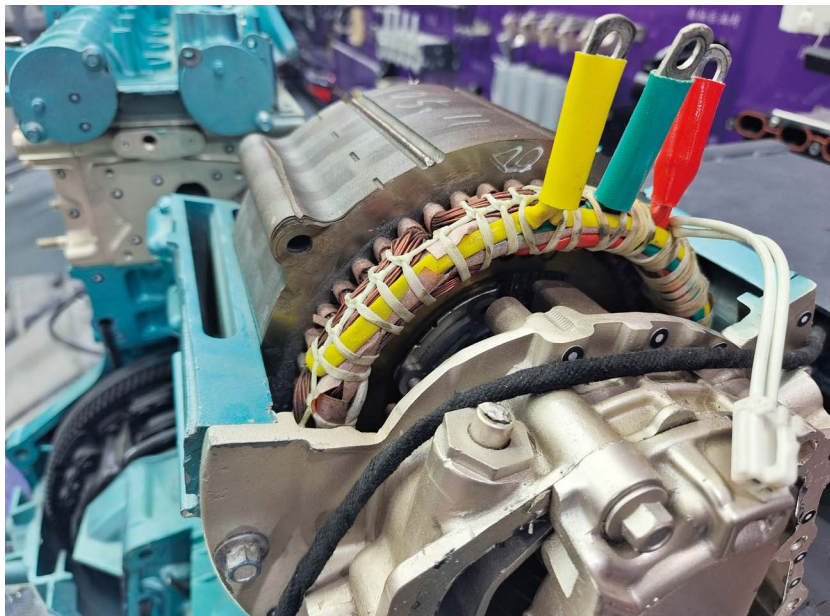


图 3-1 驱动电机的定子和转子

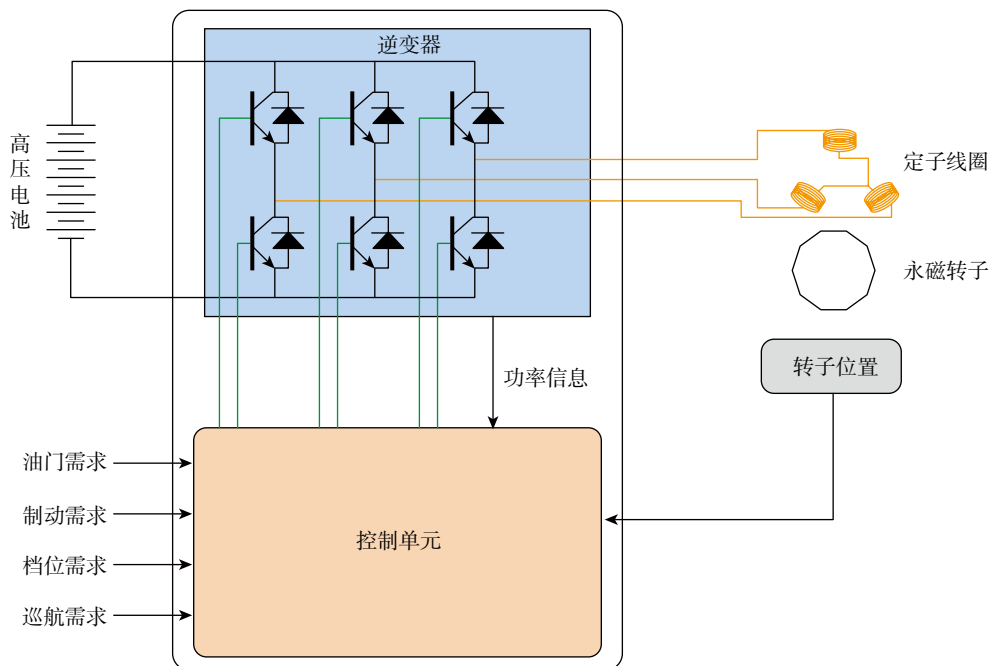


图 3-2 驱动电机能量回收电路图（见驱动系统）

在电动汽车减速、下坡或制动时，电机控制器不再给电机输送电力，此时，转子在车轮的带动下依然转动，此时即可充分利用电机产生的电力向高压蓄电池供电，这个过程被称为能量回收。

在能量回收过程中，驱动电机把机械能转化成了电能，就消耗了汽车运动的动能，就产生了制动力，这种制动模式被称作再生制动模式。在汽车制动时，电机再生制动也是一个制动力的组成部分，其和液压驱动的制动蹄片一起将车轮制动。如图 3-3 所示。



图 3-3 电动汽车制动力的组成

2. 影响制动能量回收的因素

制动能量回收的过程是把驱动轮的部分动能通过电机回馈到动力电池组中，因此整车控制系统的各个模块和各模块的使用环境对制动能量回收有较大的影响。影响电动汽车能量回收的因素主要有以下 4 个方面。

(1) 电机特性

当进行制动能量回收时，电机工作在再生制动模式，电机的最大制动转矩影响着能够提供的电制动力大小。向电池组充电功率的大小由电机的发电功率决定，同时在制定能量回收策略时也要考虑电机的工作温度等因素。

(2) 蓄电池特性

当蓄电池剩余电量较高时，只能进行小电流充电或者不回收制动能量，当蓄电池剩余电量较低时，在不影响安全的前提下可以适当提高制动能量所占比例。

能量管理系统将动力电池 SOC 值发送给整车控制器，当 $SOC > 80\%$ 时，取消能量回收；当 $70\% \leq SOC \leq 80\%$ 时，制动能量回收受动力电池允许的最大充电电流制约；当 $SOC < 70\%$ 时，制动能量回收不受动力电池允许的最大充电电流制约。

同时充电时间过长或充电电流过大影响蓄电池的性能，蓄电池应该具有高的充放电循环次数和快速充放电能力。此外蓄电池的充电内阻影响蓄电池的充电功率。

(3) 车辆行驶工况

车辆在不同工况行驶时，纯电动汽车的制动频率和制动强度不同，当制动越频繁或制动强度越低时，电动汽车可以回收的制动能量就越多，例如在车辆频繁起步与停车的城市工况下。在高速公路行驶工况下制动频率较低，所以回收的制动能量也相对较少。

(4) 制动的安全性

当车辆进行制动时，首先需要考虑的是制动系统要满足驾驶员的制动需求和制动时车辆的稳定性，只有在满足这些要求的前提下才能够考虑回收制动能量的多少。在有些情况下虽然电机能够提供足够大的制动力，但是为了防止车轮抱死也必须减少电制动力的大小来保证行车安全。

3. 能量回收的控制

(1) 制动力分配

制动力分配是 VCU 通过计算把制动力分配给再生制动和蹄片制动的一种方式。

制动过程中，控制器根据制动踏板的深度判断整车的制动强度，确定出总的制动力，此时 VCU 根据驱动电机控制器提供的电机功率转速等信息和 BMS 提供的高压电池信息等其他信息计算出可用的再生制动力。当总制动力需求小于此时能提供的最大再生制动力时，仅由再生制动力起作用；当总制动力大于此时能提供的最大再生制动力时，总制动力减去可提供的再生制动力就是制动蹄片应该提供的机械制动力，机械制动力由 ESP 系统产生，制动控制逻辑如图 3-4 所示。

制动力分配的方式控制比较精确，制动踏板的深度由制动踏板深度传感器进行检测，制动踏板深度传感器在项目一任务二中有详细介绍。

(2) 叠加制动

相对于制动力分配的方式，叠加制动比较简单，当司机踩下制动时，制动开关向

VCU 提供制动信息，VCU 驱动再生制动，并根据各种传感器控制最大制动能量回收电流。车轮在再生制动和机械制动的叠加制动力下，逐渐停止。



图 3-4 制动力分配逻辑

叠加制动不需要计算总制动力，因此也就不需要制动踏板深度传感器，只需要制动开关向 VCU 提供制动信息，如图 3-5 所示为秦 EV 的制动踏板，踏板上没有制动踏板深度传感器。



图 3-5 秦 EV 没有制动踏板深度传感器

4. 电动汽车制动系统结构

以比亚迪秦 EV 为例，其制动系统包括两个部分，一个是 ESP 系统，包括制动总泵、ESP 总泵、制动分泵、制动蹄片、制动盘、轮速传感器等组成，如图 3-6 所示；另一个是真空助力系统，包括真空助力器、真空罐、真空泵、真空压力传感器等，如图 3-7 所示。

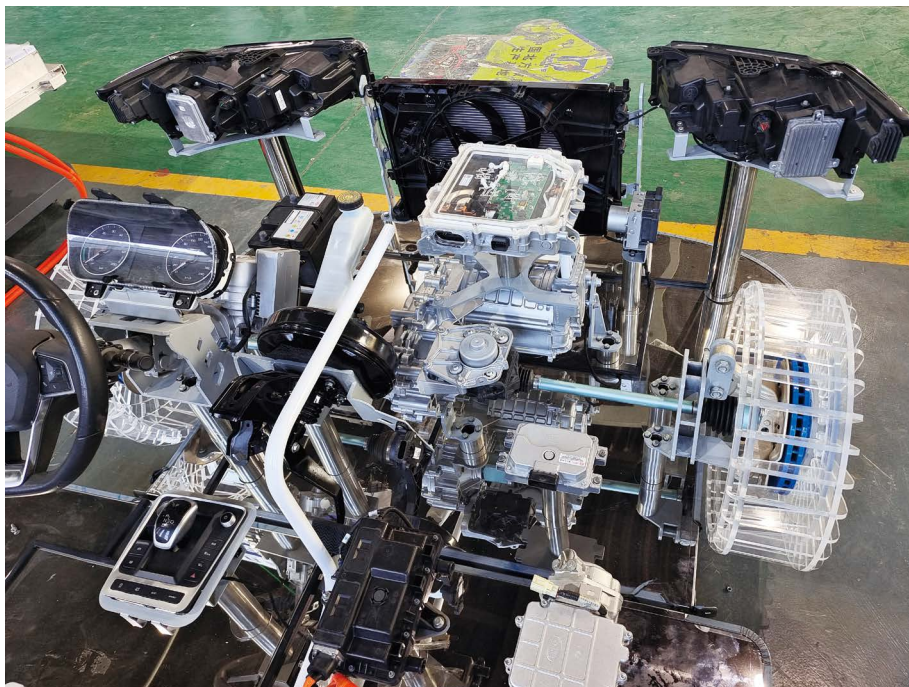


图 3-6 秦 EV ESP 制动系统



图 3-7 秦 EV 真空助力系统

由于没有发动机产生真空，真空助力器的真空来自于真空罐，真空罐由 VCU 根据真空压力传感器控制，在项目一任务 3 中已做详细介绍。

二、任务实施

能量回收验证

能量回收可以使用电流传感器验证。

以秦 EV 为例，秦 EV 电流传感器用以检测高压主线的电流，其电路如图 3-8 所示。其相关插头包括高压电池包 BK51 插头、BMC 的 BK45 (A) 插头等，如图 3-9 所示。其中 BK45 (A) 插头 27 号端子为 +15V 电源，电压测量如图 3-10 所示；BK45 (A) 插头 18 号端子为 -15V 电源，电压测量如图 3-11 所示。BK45 (A) 插头 26 号端子为信号。当高压主线的电流无电流时其电压为 0V，高压电池放电时，电压为正值，当高压电池充电时，电压为负值。

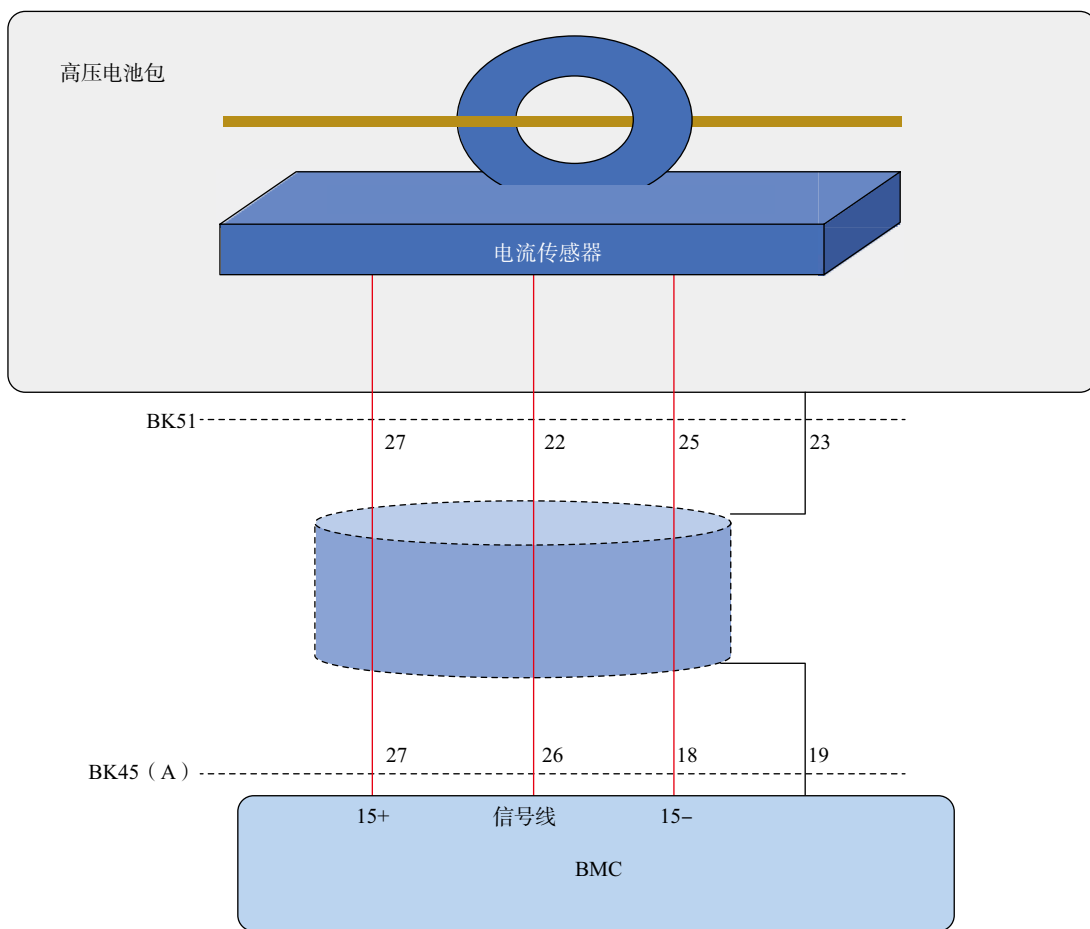


图 3-8 秦 EV 电流传感器电路图



图 3-11 BK45 (A) 插头 18 号端子测量

注意：以下只允许在实践台架上操作。

用万用表测 BK45(A) 插头 26 号端子，启动车辆，加速时，所测数值为正极，如图 3-12 所示；减速时，所测数值为负值，说明正在实施能量回收，如图 3-13 所示。

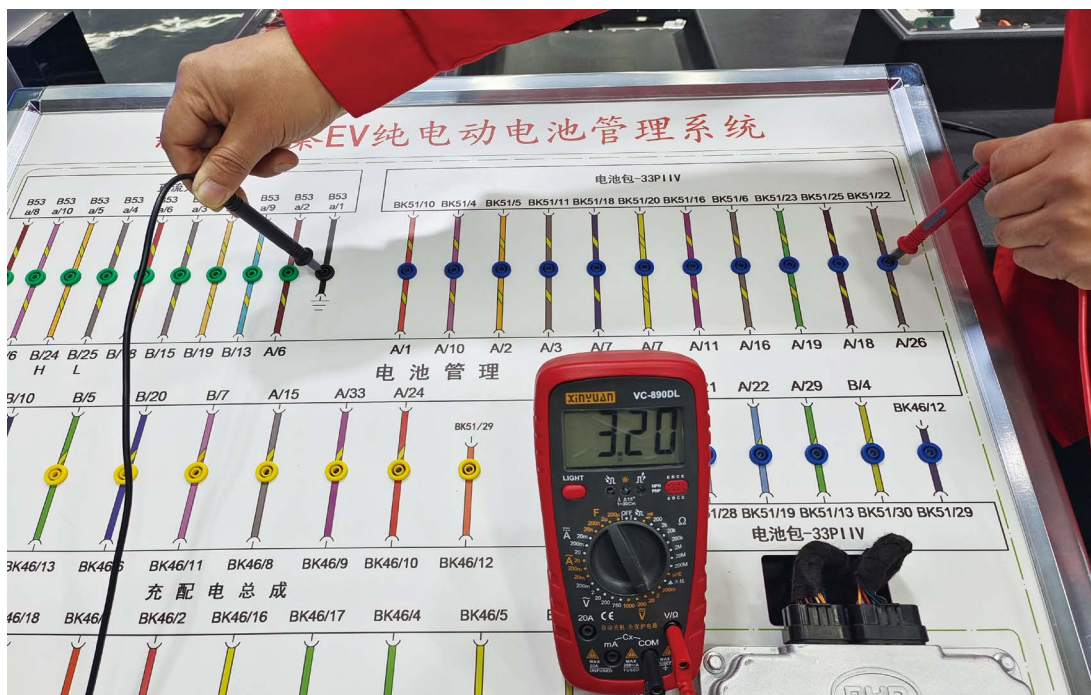


图 3-12 加速时电流传感器电压

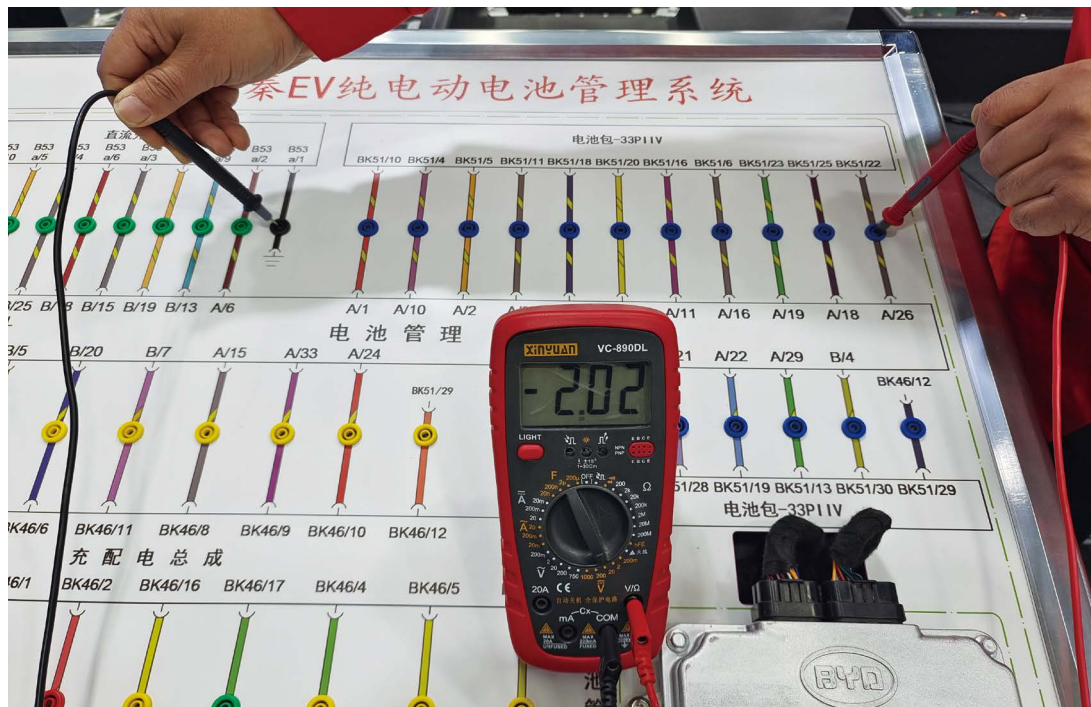
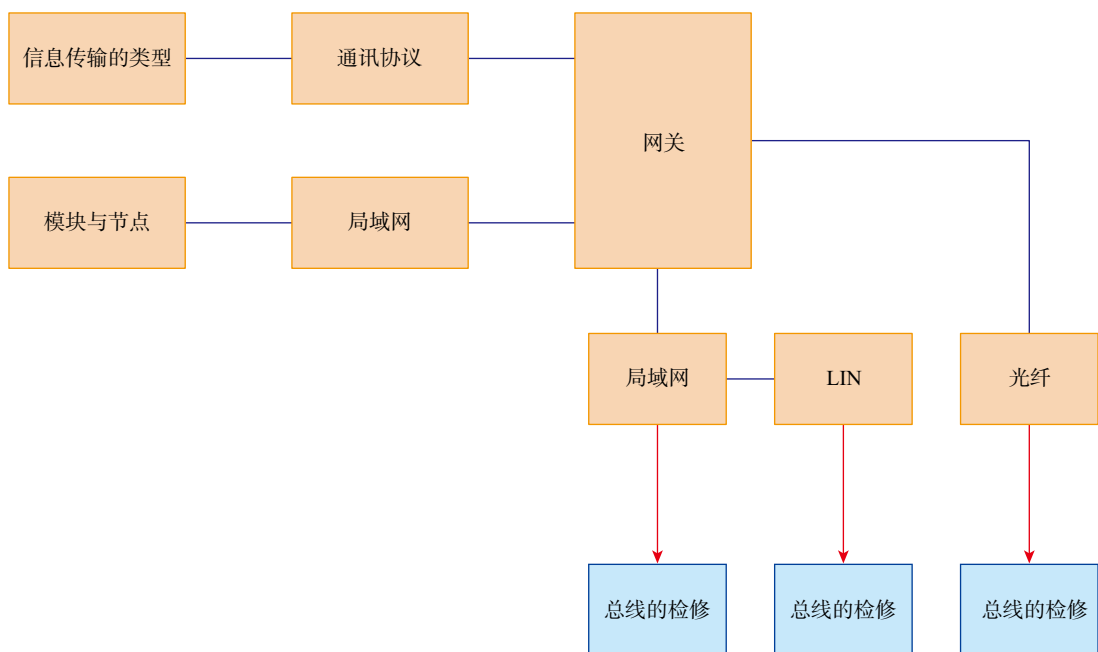


图 3-13 减速时电流传感器电压



项目四 中央集成器通讯故障诊断



学习目标

知识目标

- 信息的传输路线
- 通讯协议的含义
- 车载网络的组成
- 传输媒体的类型
- CAN 网络的特点
- LIN 网络的特点

能力目标

- 总线故障的检测
- 总线的维修

一、技术原理

1. 信息的传输线路

信息传递的线路有常规线路和多路传输线路两种形式。

(1) 常规传输线路

常规传输是最早的信息传输线路，它的特点是一根导线传递一种信息。

比如，我们使用常规线路控制电动机、灯光、加热器和电磁阀，需要四条直接受开关控制的较长供电线，如图 4-1 所示。每条线路负责一个部件的控制，打开不同的开关，不同的电子部件工作。

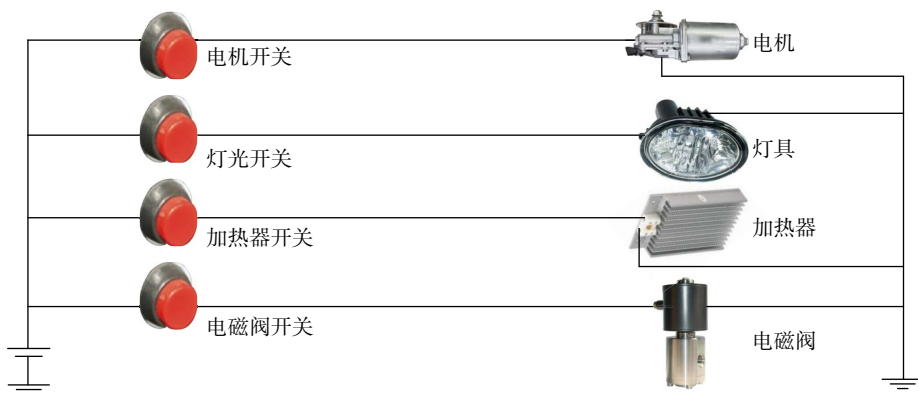


图 4-1 常规线路信息传输

(2) 多路传输

多路传输线路是使用一根导线或一个信道传递多种信息的线路。

依然采取控制电动机、灯光、加热器和电磁阀的控制为例。控制这些部件需要两个控制器，一个控制器连接四个部件把它称为控制器 2，另一个部件连接控制开关，我们把它称为控制器 1，两个控制器之间用一根通讯的导线连接，如图 4-2 所示。

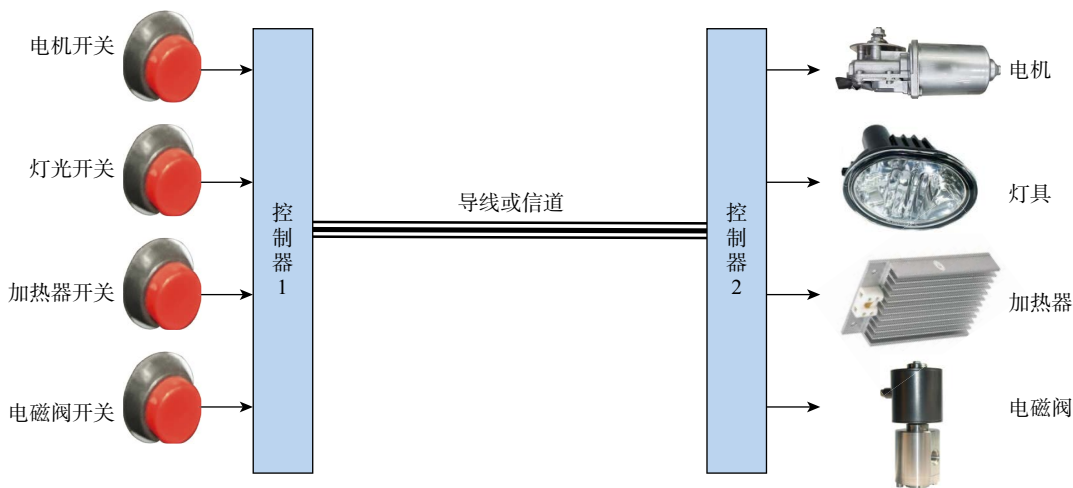


图 4-2 多路传输线路

控制器 1 接收开关控制信息，然后通过通信的导线将四种信息发给控制器 2，控制器 2 接收到信息后控制对应电器。

多路传输线路的传输是双向的，控制器 1 既可以向控制器 2 传递信息，控制器 2 也可以向控制器 1 传递信息。

比如控制器 1 这里要开启电动机运转，同时还要监控并控制电机的运转速度。就可以做如下设计：在控制器 1 上连接一个数字显示器和一个转速控制旋钮，加大旋钮即可增加电机转速，减少旋钮即可降低电机转速，旋钮不动即表示稳定电机转速，控制器 2 上安装一个电机和一个转速传感器，如图 4-3 所示。

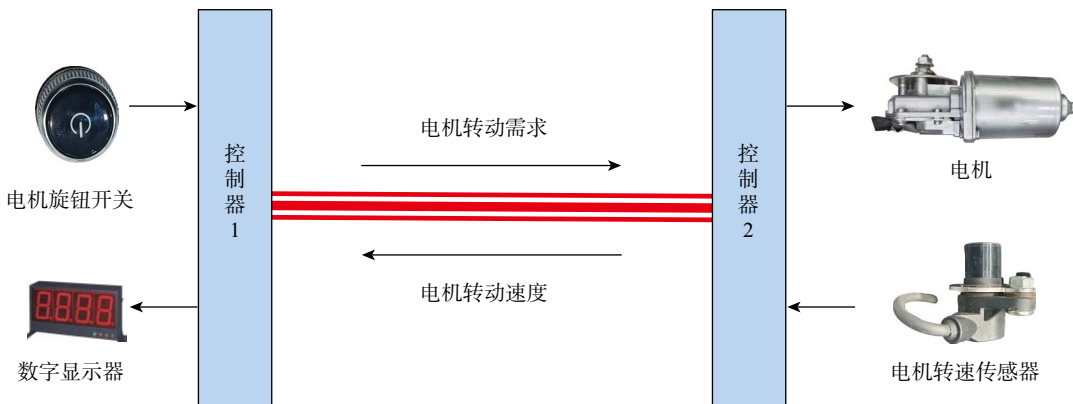


图 4-3 多路传输的双向性

旋转转速控制旋钮，开启并把旋钮调大，控制器 1 即可收到并把开启电机和增大电机转速的需求通过通讯导线传递给控制器 2，控制器 2 即可开启电机并增加转速，同时经过转速传感器检测电机的转速，并把转速通过通讯导线传递给控制器 1，控制器 1 把接收到信息后通过数字显示器把信息显示出来。通过观察电机的速度达到要求后，即停止旋转旋钮，控制器 1 就把电机停止增速的信息通过通讯导线传递给控制器 2，控制器 2 收到信息后即停止给电机加速，依然检测电机的转速，并把转速通过通讯导线传递给控制器 1，如此即可实时检测电机的转速。同样的道理，把旋钮调小即可控制电机的转速下降。

多路传输用一根导线或一个通信信道传递多种信息它的信息内容是非常丰富的，速度是非常快的，数量是非常庞大的。

2. 通讯协议

多路传递中控制器之间是需要语言的，这种语言需要通讯双方都能编辑并都能理解，这种语言就是通讯协议。这种语言是二进制语言，是由高电平和低电平即“1”和“0”形成不同的排列组成，这就是报文。

这种通讯协议的语言要做到以下的统一：

(1) 语法的统一

语法确定通信双方之间“如何讲”即由逻辑说明构成，要对信息或报文中各字段格式化，由报头字段、命令和应答的结构。

(2) 语义的统一

语义确定通信双方之间“讲什么”，用二进制语言来描述具体的事件，如“打开门锁电机”、“关闭天窗”、“充电完毕”等。

(3) 定时规则

定时规则是确定何时通信，明确通信的顺序、速率匹配和排序。同一个协议可以有多个速率配比，但速率不同，通讯就不能同步。

3. 车载网络

(1) 模块与节点

模块就是控制器，在多路传输中，模块可以发送和接受报文，并具备对一些执行器控制和对一些传感器信息的采集功能。比如 BMC、BCM、VCU、车载充电器、空调控制器、电机控制器、PTC、电动压缩机等，如图 4-4 所示，这些模块，在多路传输装置中被称为节点。

(2) 局域网

将汽车上一些分布在不同位置的模块使用一个通讯信道连接起来，使他们相互通讯的方式称为局域网。

在一个局域网内的他们具备一致的通讯协议和统一速率。



图 4-4 汽车上常见的一些模块

因为通讯报文是由二进制组成的。如果两个控制器速率不同比如相差 2 倍的关系，在通讯中就会出现以下问题：

如果速率低的控制器发送一个“10”的报文，速率高的控制器就会得到一个“1100”的解读。如果速率高的控制器发送一个“1010”的报文，速率低的控制器就不能对报文进行解读。

如图 4-5 所示是秦 EV 动力网的结构，其使用的是 CAN 线作为通讯信道。

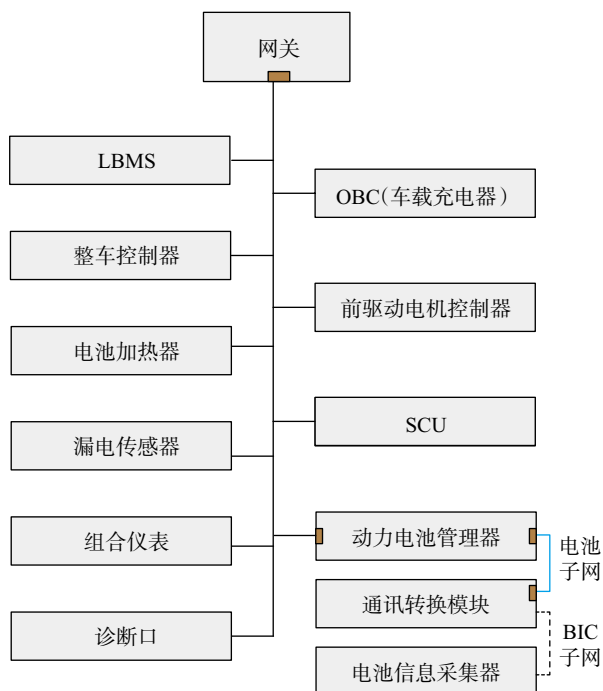


图 4-5 秦 EV 动力网结构

(3) 网关

在汽车上，有不同的局域网，不同的局域网对信息传递的速度等需求是不一致的，也就是说他们的通讯协议不同。通讯协议不同，就会导致各个局域网之间不能够进行通讯，为了保证这些局域网的信息互通，就在汽车上安装了网关，如图 4-6 所示，是秦 EV 的网关电脑。



图 4-6 秦 EV 网关电脑

网关就是一个通讯协议翻译器，它的作用是把各个局域网的协议进行相互翻译，保证信息的互通。

把汽车上不同的局域网通过网关连接起来，就形成一个架构复杂的车载网路，如图 4-7 所示，是秦 EV 的车载网路系统，车载网络结构图也称为拓扑图。

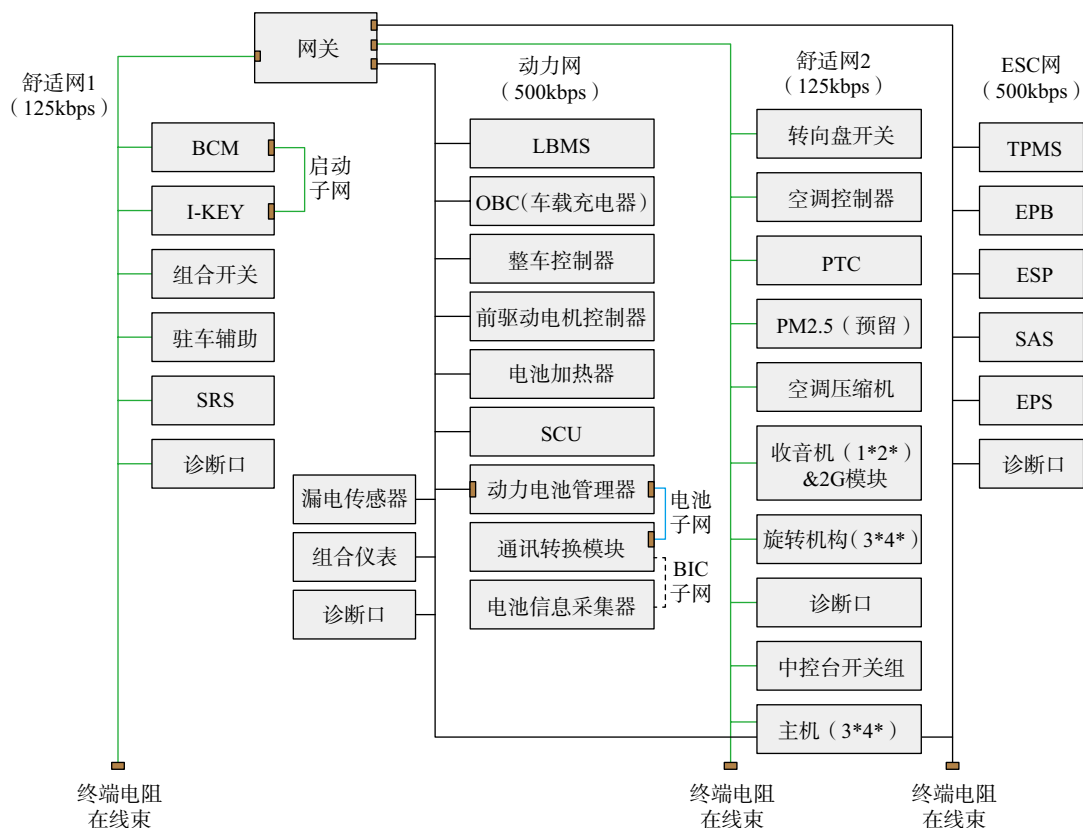


图 4-7 秦 EV 的车载网路拓扑图

4. 传输媒体与总线

传输媒体是各模块信息传递的介质或链路，指发送方模块和接收方模块之间的物理通路。分为有线和无线两种类型。

无线传输是使用光或无线电的传递信息的方式。

有线传输又分光纤传输和导线传输两种。

光纤是光导纤维的简称，如图 4-8 所示。光导纤维由纤芯、反射涂层、黑色包层和彩色包层组成。纤芯是光导纤维的核心部分，它是用有机玻璃制成的光导线，根据全反射的原理进行几乎无损失的传导；透光的反射涂层包在纤芯周围，对全反射起到关键的作用。黑色包层用来防止外部光的照射。彩色包层起到识别、保护及隔热的作用。光导纤维在电磁兼容性等方面有独特的优点，数据传输速度快，传输距离远。在车载网络中，应用在一些要求传输速度很高的车载网络（如多媒体网络）中，光纤都有很好的前景。

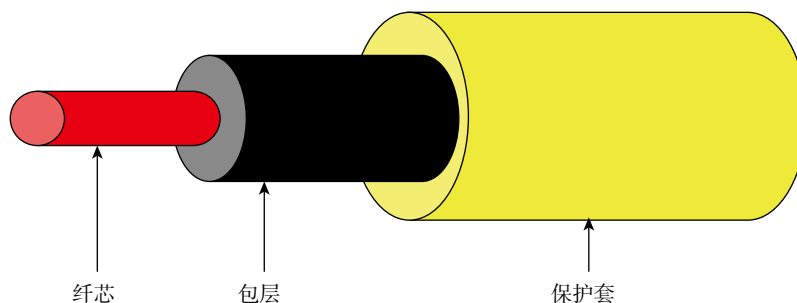


图 4-8 光纤结构

汽车上传递信息的导线分为单导线和双绞线两种形式，单导线一般用在对信息传输速度要求不高的车载网络中，如 LIN 线

双绞线由旋扭在一起的两根绝缘导线组成，CAN 线就是利用的双绞线结构。

汽车上用来多路信息的媒介及模块中的信息收发控制器及其协议被称为总线，汽车上常用的总线为 CAN 总线、LIN 总线。

5.CAN 网络与 LIN 网络

(1) CAN 网络

CAN 是 Controller Area Network（控制器局域网）的缩写，是国际标准化的多路通讯通信协议。是汽车网络系统中应用最多且最为普遍的一种总线技术。

CAN 总线有多种速率配比，在不同的局域网内有不同的传递速度，因此，不同的 CAN 局域网之间需要网关来协调通讯。

1) 组成

CAN 数据传输系统中每块控制单元的内部增加了一个 CAN 控制器，一个 CAN 收发器，每块控制单元外部连接了两条 CAN 数据总线，如图 4-9 所示。

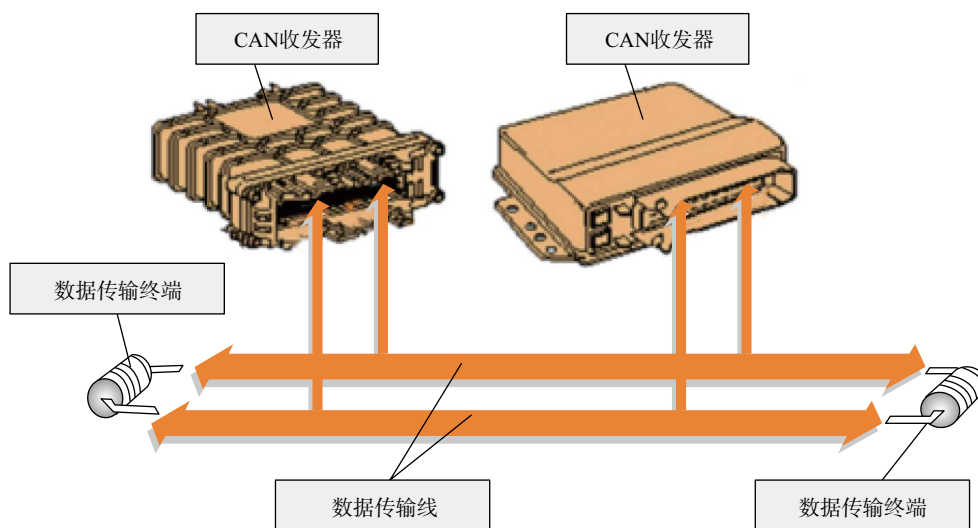


图 4-9 CAN 总线组成

① CAN 控制单元

CAN 控制单元的作用是接受控制单元中微处理器发出的数据，处理数据并传给 CAN 收发器。同时，CAN 控制器也接收收发器收到的数据，处理数据并传递给为处理器。

② CAN 收发器

CAN 收发器是一个发送器和接收器的组合，它将 CAN 控制器提供的数据转化成电信号并通过数据总线发送出去，同时，它也接收数据总线的的数据，并将其传到 CAN 控制器。

③ 数据传输终端

在系统中作为终端的两块控制单元，其内部还装有一个数据传递终端（有时数据传递终端安装在控制单元外部），数据传输终端实际是一个 120Ω 的电阻器，其作用是防止数据在到达线路终端后像回声一样返回，并因此而干扰原始数据，从而保证了数据的正确传送。终端电阻装在控制单元内。

④ CAN 数据总线

CAN 数据总线用以传输数据的双向数据线，分为 CAN-H 高位和 CAN-L 低位数据线。数据没有指定接收器，通过数据总线发送给各控制单元，各控制单元接收后进行计算。为了防止外界电磁波干扰和向外辐射，两条数据线缠绕在一起，要求至少每 2.5cm 就要扭绞一次，两条线上的电位是相反的，电压的和恒等于常值，如图 4-10 所示。

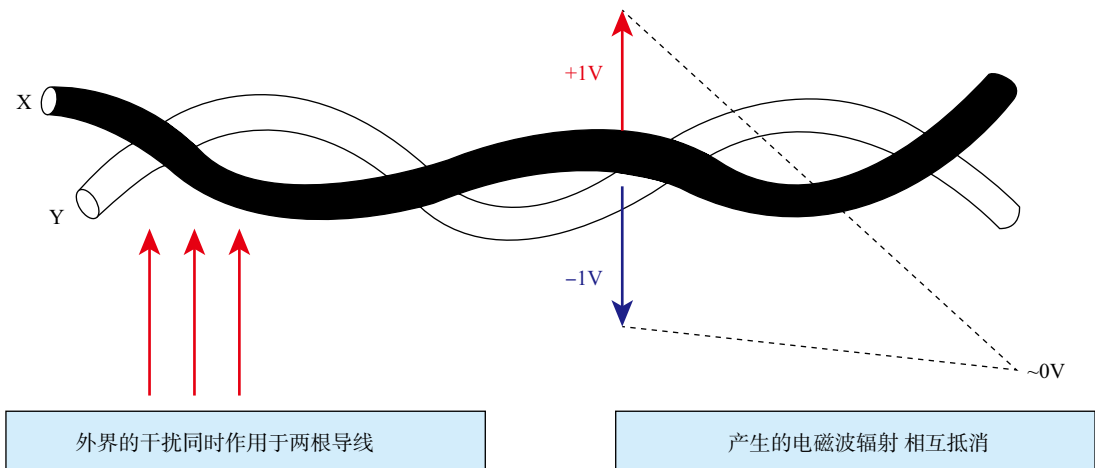


图 4-10 CAN 双绞线

CAN 总线也可以使用同轴电缆和光纤纤维作为传输媒体。

2) CAN 数据的传递过程

每条数据的传递包括如下五个过程。

- ①提供数据：控制单元向 CAN 控制器提供需要发送的数据
- ②发送数据：CAN 收发器接收由 CAN 控制器传来的数据，转为电信号并发送。
- ③接收数据：CAN 系统中，所有控制单元转为接收器。
- ④检查数据：控制单元检查判断所接收的数据是否是所需要的数据。

⑤接受数据：如果接收的数据是所需数据，它将被接受并进行处理，否则，忽略掉。整个数据传递过程如图 4-11 所示。

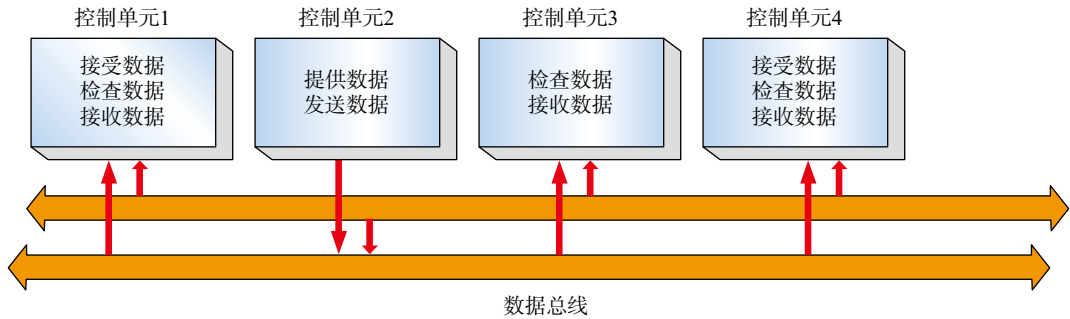


图 4-11 CAN 数据的传递过程

(2) LIN 网络

LIN 是 Local Interconnect Network 的英文缩写，是一种用于分布式子系统的新型低成本串行通信网络。LIN 总线成本低、结构简单，能够实现控制单元功能更为合理的分配，提高性能，比如，在一些汽车的空调系统中，空调控制器对伺服电机的控制就用 LIN 线连接，如图 4-12 所示。

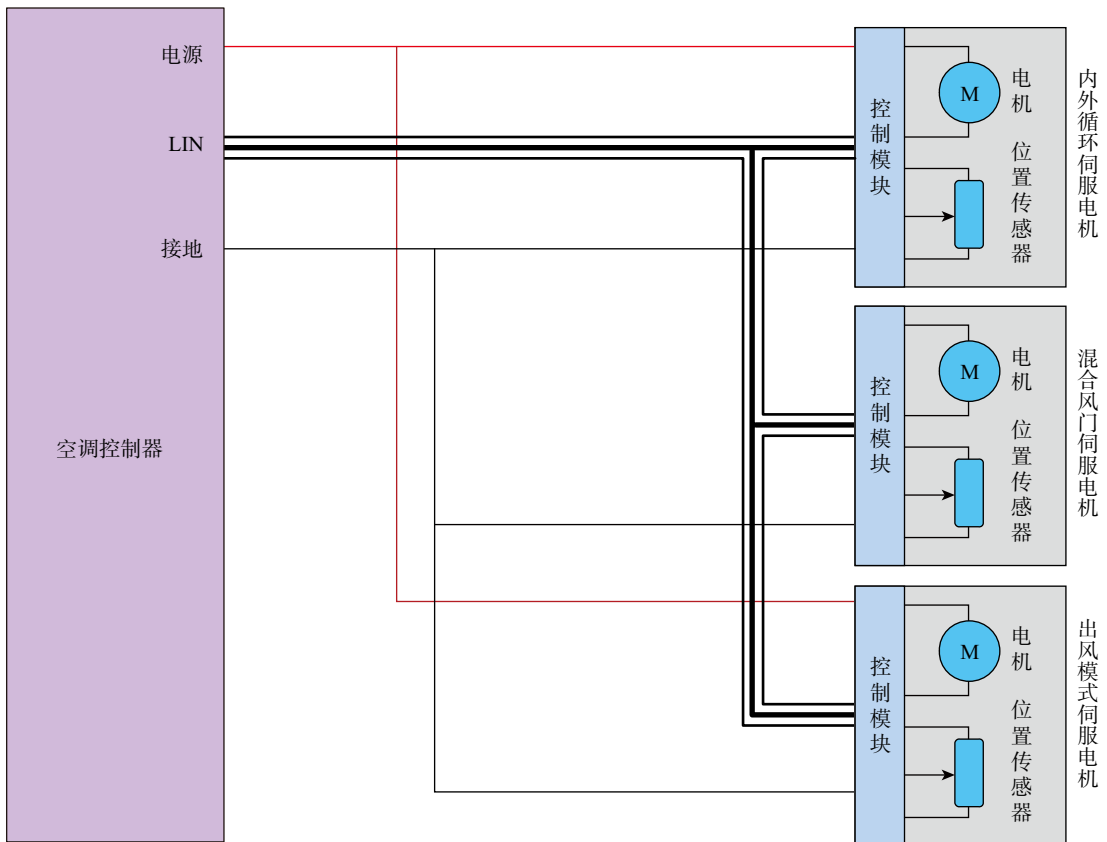


图 4-12 空调控制器对伺服电机的控制

二、任务实施

1. 总线故障的检测

(1) 故障自诊断

使用仪器进行故障自诊断，通过故障码可以确定总线故障的位置，以秦 EV 为例，其整车控制器与通讯相关的故障码有：

U011187 与电池管理器 (BMS) 通讯故障

U024E87 与 ESC 通讯故障

U012887 与 EPB 通讯故障

U029187 与挡位控制器通讯故障

U016487 与空调通讯故障

U014087 与 BCM 通讯故障

U029887 与 DC 通讯故障

U012187 与 ABS 通讯故障

以上故障码和拓扑图进行分析：

- 1) 如果出现几乎所有的通讯故障说明整车控制器的通讯出现故障的可能性较大。
- 2) 如果出现与某一个模块通讯的故障码，则说明不通讯的这个模块出现通讯故障。
- 3) 如果出现同时出现与空调出现通讯故障的故障码，由于整车控制器和 VCU 不在同一个局域网上，则不但需要检查不通讯的相关模块，还需要检查网关。

(2) 故障原因

一旦出现模块通讯的故障，出现的原因有两种，一个是总线线路断路或短路，一个就是模块自身故障。

(3) 检测方法

总线的检测方法有电阻法和电压法两种，以下以秦 EV 为例进行讲解。秦 EV 的总线电路如图 4-13、4-14、4-15、4-16、4-17 所示。

1) 电阻检测法

测量前应拆下电瓶的电压线，等待约 5min 直到所有的电容器充分放电后再开始进行。

测量时要拨下所测模块的带有 CAN-H 和 CAN-L 端子的插头，测量两个端子的阻值。

如果所测量的模块不带终端电阻，比如说秦 EV 电动车 VCU 模块，由于带有终端电阻的 2 个控制单元是相连的，所以 2 个终端 120Ω 的电阻是并联的，测量总值为 60Ω 时，说明连接电阻是正常的，如图 4-18 所示是秦 EV 电动车 VCU 模块 GK49 插头，图 4-19 所示是 GK49 插头 21、22 号端子的阻值测量。如果测量数值为 120Ω ，说明有一个终端电阻开路，如果数值无穷大，一般证明线路开路。

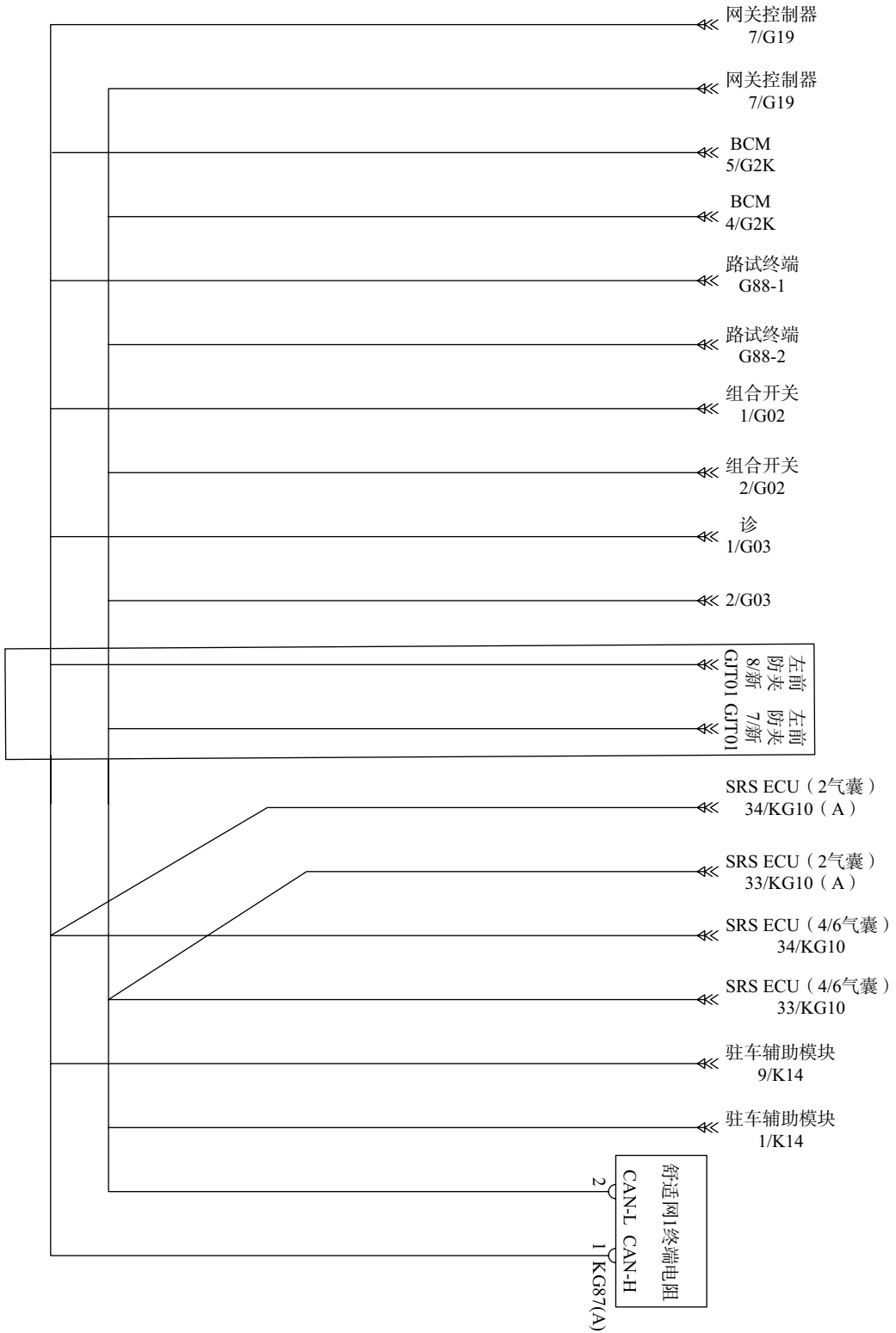


图 4-13 舒适网 1

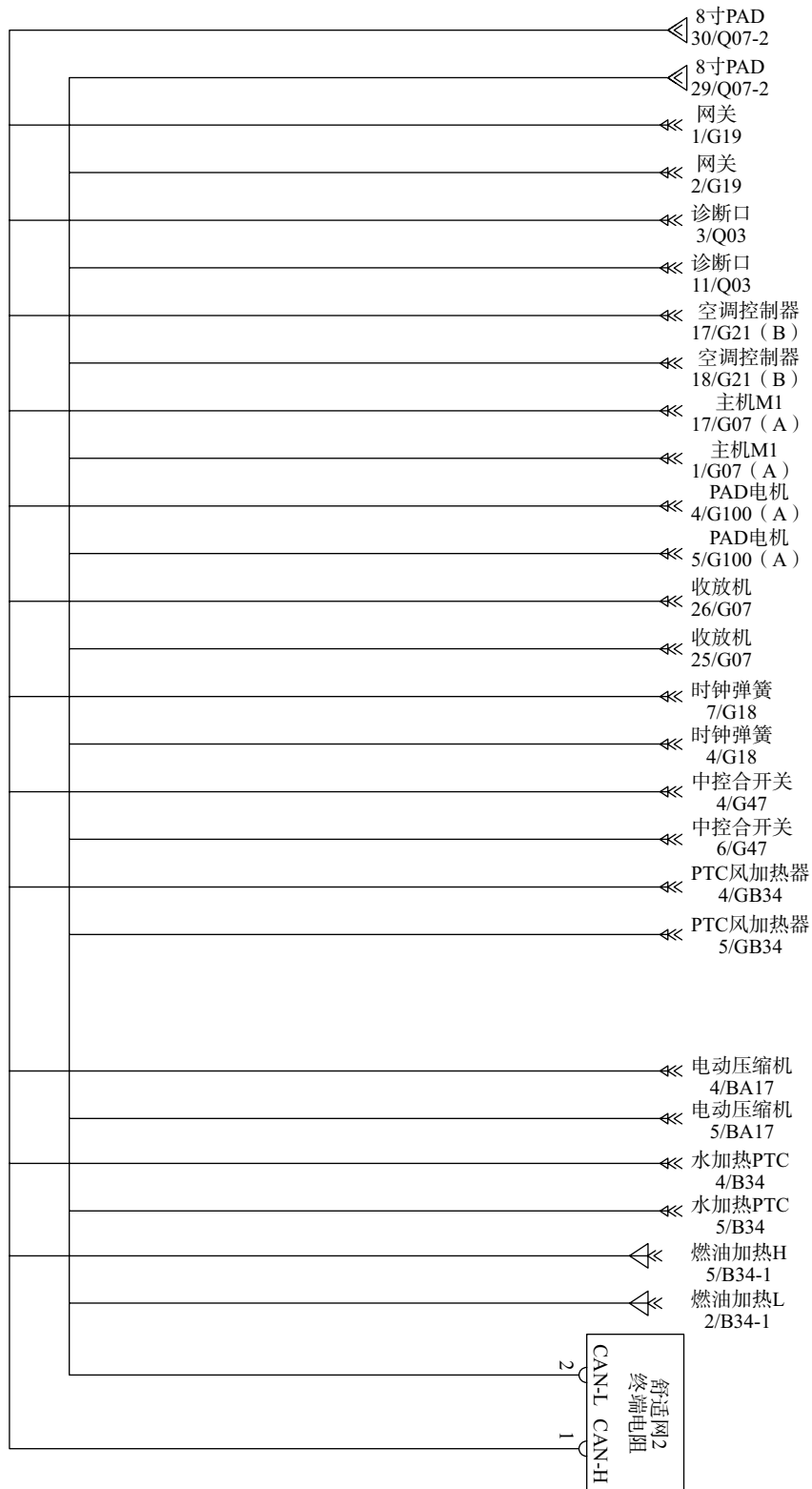


图 4-14 舒适网 2



图 4-15 动力网

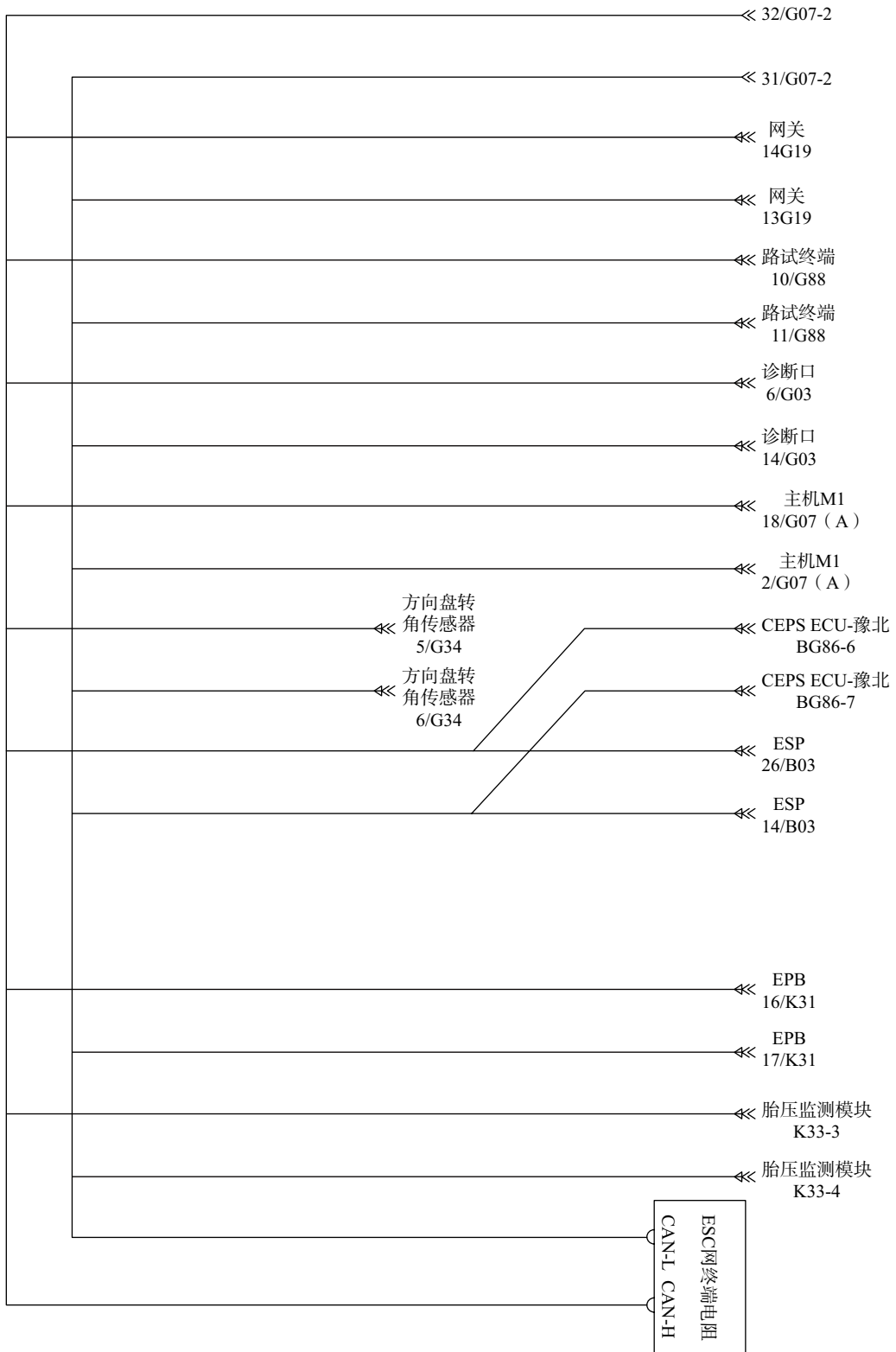


图 4-16 ESC 网

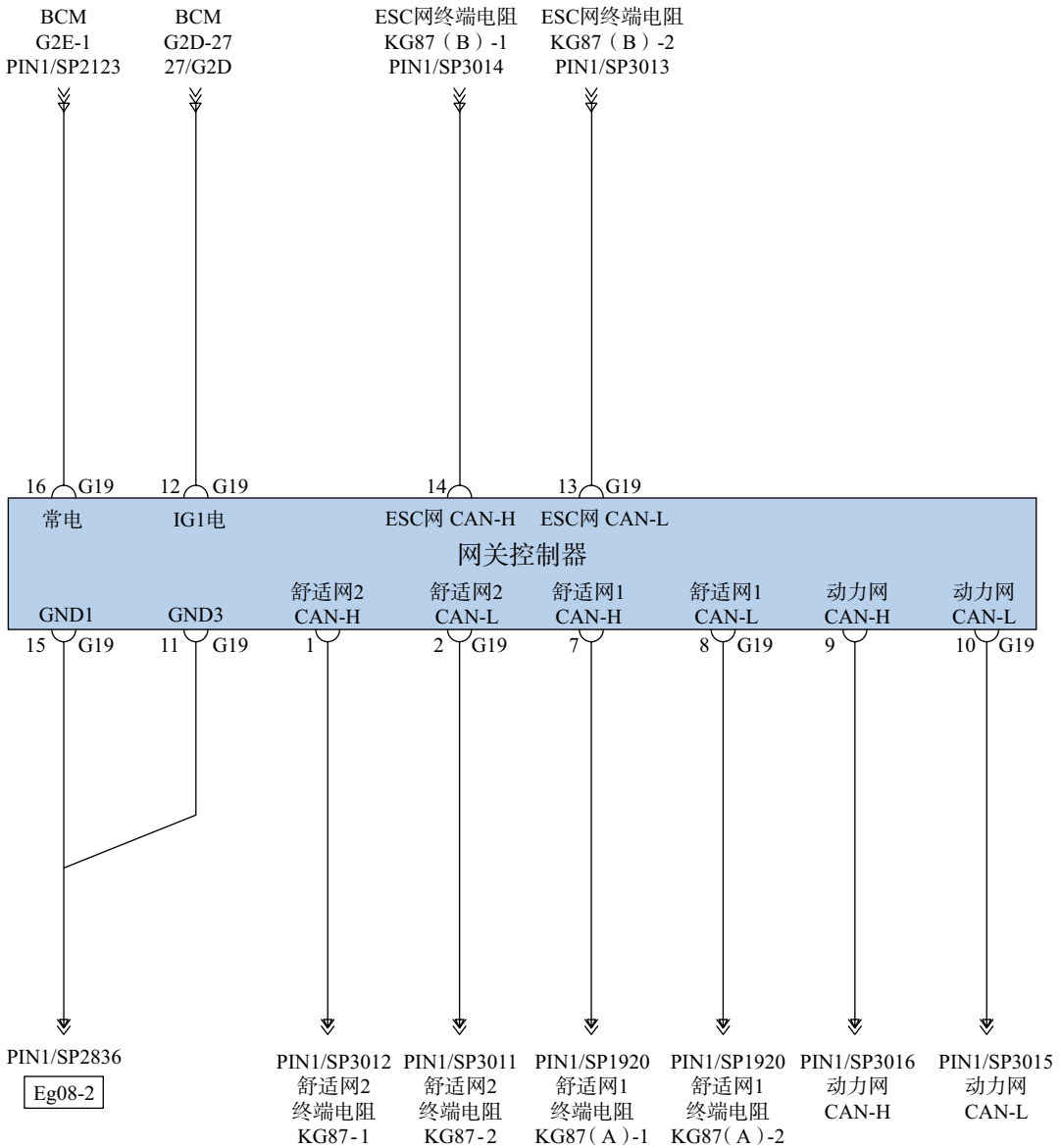


图 4-17 网关控制器

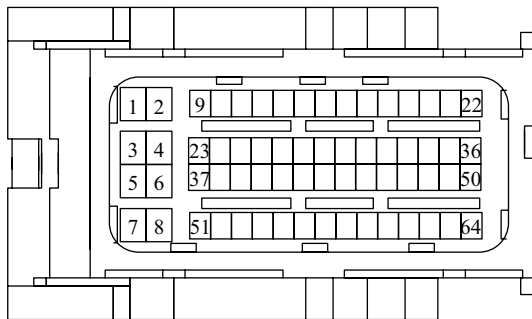


图 4-18 GK49 插头



图 4-19 秦 EV VCU 模块总线端子端子的阻值测量

如果所测量的模块带终端电阻，比如说秦 EV 电动车 BMC 模块，由于断开了一侧的终端电阻，所测的阻值是另一端的 120Ω 的电阻是并联的，测量总值为 120Ω 时，说明连接电阻是正常的，如图 4-20 所示是秦 EV 电动车 BMC 模块 BK45 (B) 插头，如图 4-20 所示为 BMC 模块 BK45 (B) 插头 16、17 号端子的阻值测量。如果测量数值无穷大，证明线路开路，或另一侧终端电阻故障。

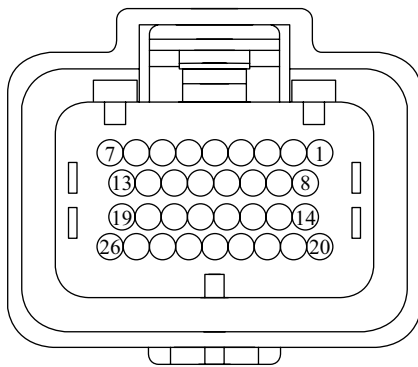


图 4-20 BK45 (B) 插头

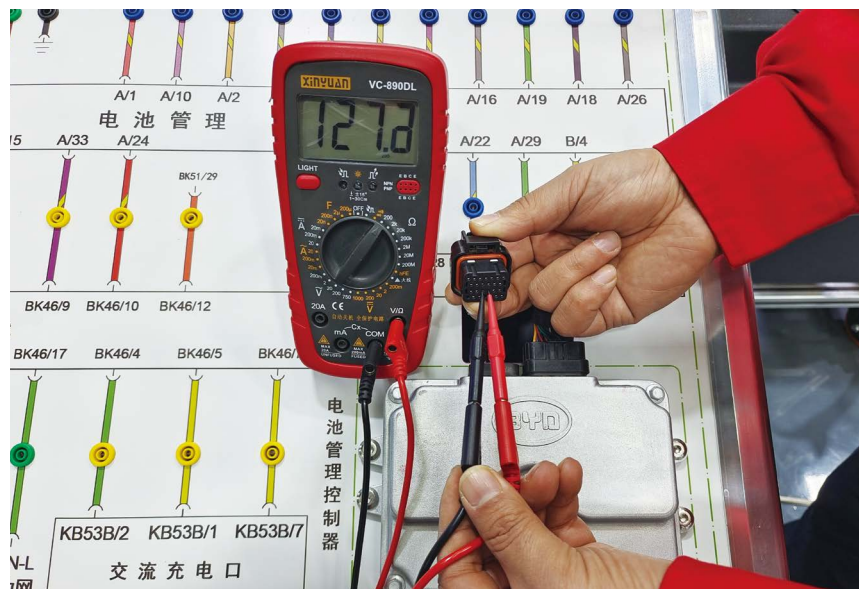


图 4-21 秦 EV BMC 模块总线端子端子的阻值测量

2) 电压检测法

由于断开终端电阻后，则会带总线电压产生影响，因此我们选择不带终端电阻的控制单元进行测量。

拔下控制单元带 CAN 线的插头，打开点火开关，测量 CAN 高与 CAN 低的电压值，电压应为标准电压值。应为 2.5V 左右。如果电压为 0V，说明该 CAN 线对地短路；如果电压为 5V 或蓄电池电压，说明该 CAN 线对正极短路。如图 4-22、4-23 所示为 VCU 的 GK49 插头 21、22 号端子的电压测量。

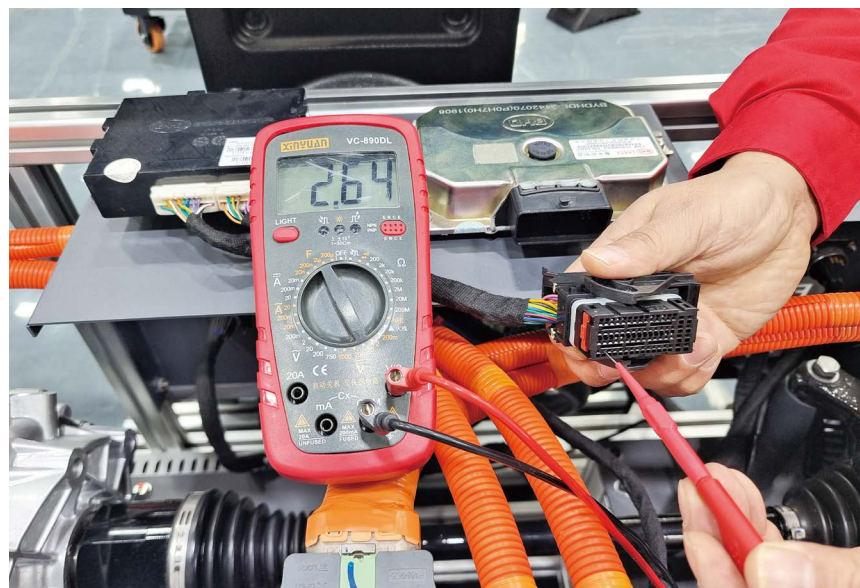


图 4-22 GK49 插头 21 号电压测量

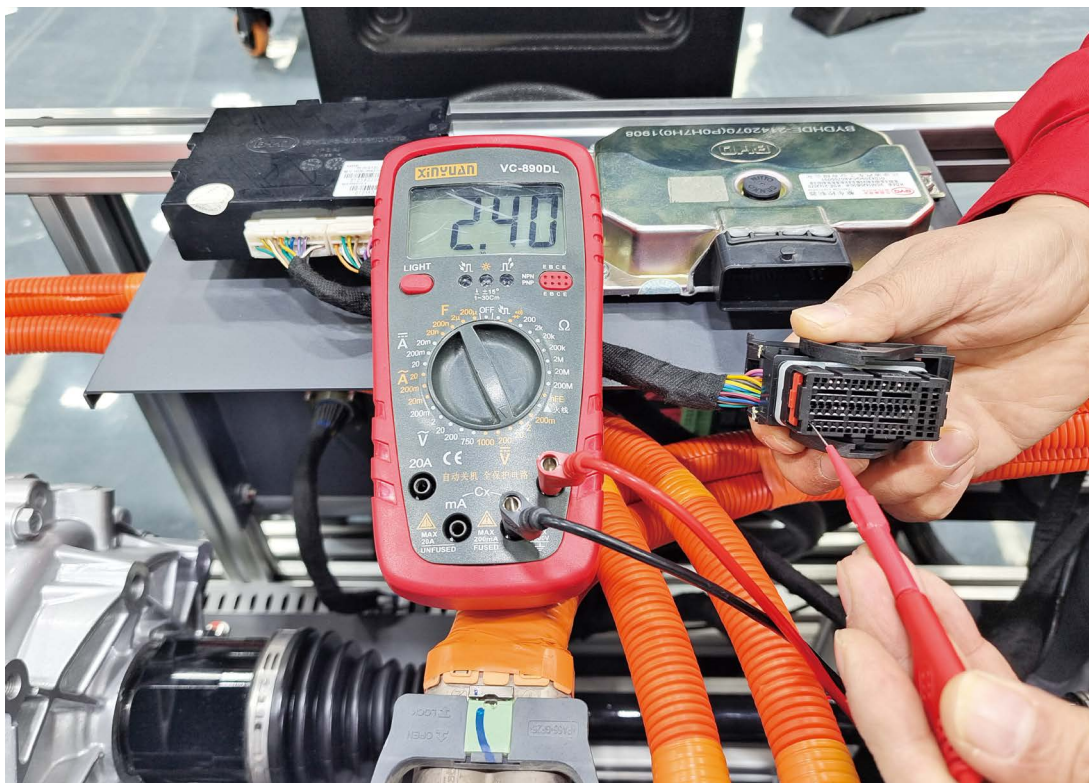


图 4-23 GK49 插头 22 号电压测量

3) 网关的检测

当某一局域网或所有的网络都出现通讯故障时，应检查网关。以秦 EV 为例，其插头为 G19，如图 4-24 所示。

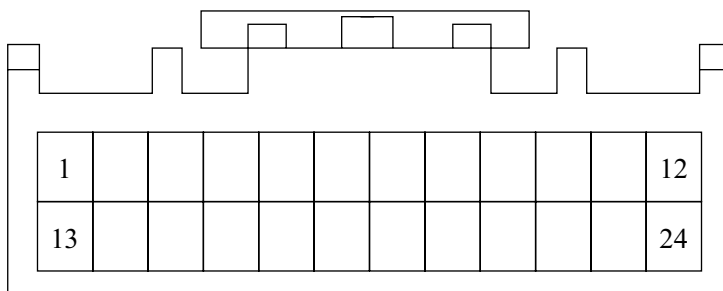


图 4-24 G19 端子

①阻值检测

关闭点火开关，断开电瓶线等待约 5min 以上，拔下插头 G19，如图 4-25 所示，测量 1 号与 2 号端子之间（如图 4-26 所示）、7 与 8 号端子之间（如图 4-27 所示）、9 与 10 号端子之间（如图 4-28 所示）、13 与 14 号端子之间（如图 4-29 所示）的阻值，由于网关电脑内装有各局域网的一个终端电阻，所测阻值应为 120Ω ，如果测量数值无穷大，证明线路开路，或另一侧终端电阻故障。



图 4-25 拔下插头 G19

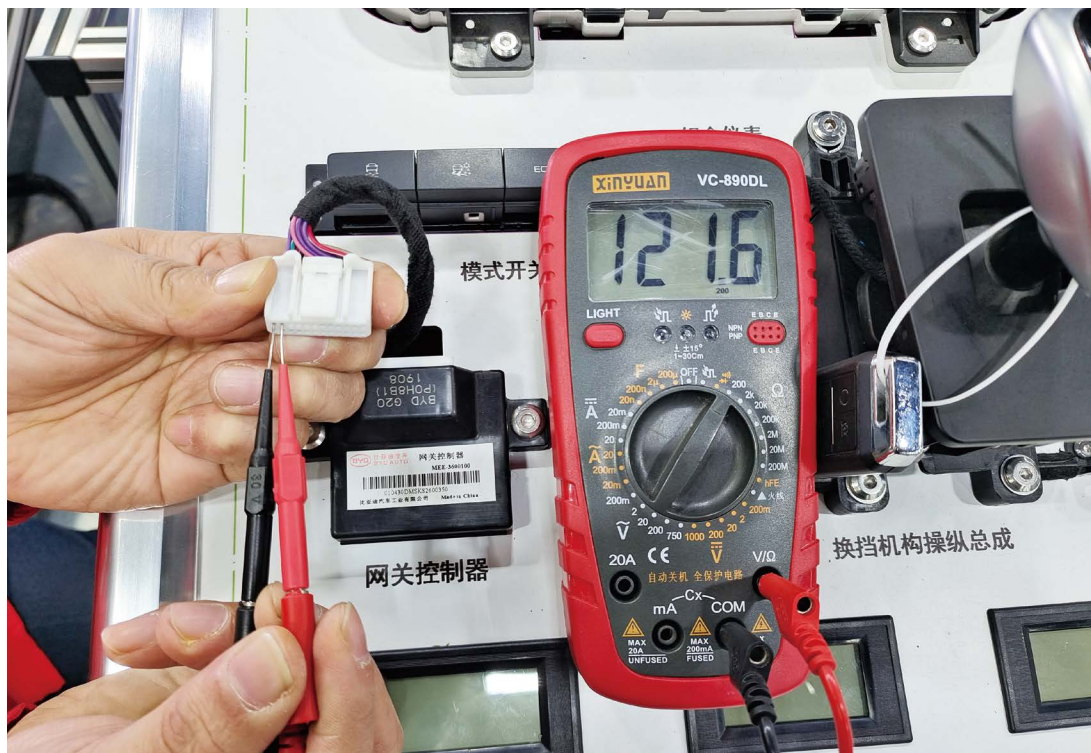


图 4-26 插头 G19 插头 1、2 号端子之间阻值测量



图 4-27 插头 G19 插头 7、8 号端子之间阻值测量



图 4-28 插头 G19 插头 9、10 号端子之间阻值测量

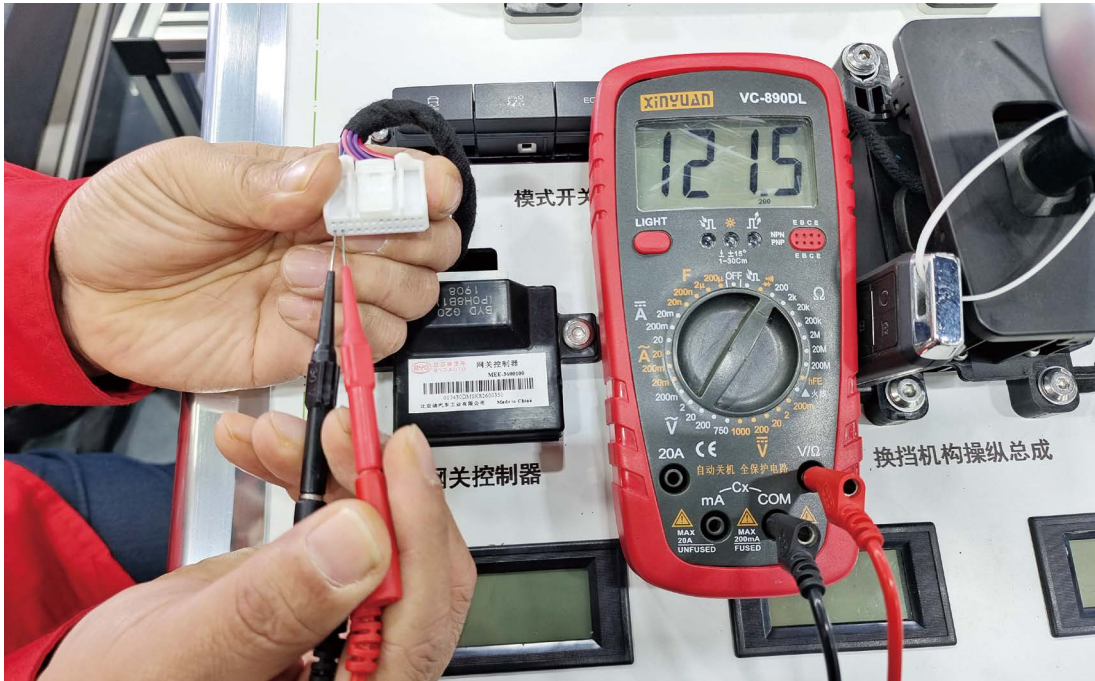


图 4-29 插头 G19 插头 13、14 号端子之间阻值测量

②电源检查

装上电瓶线，测量插头 G19 的 16 号端子，应为电源电压，否则检查常火的电源线路，如图 4-30 所示。

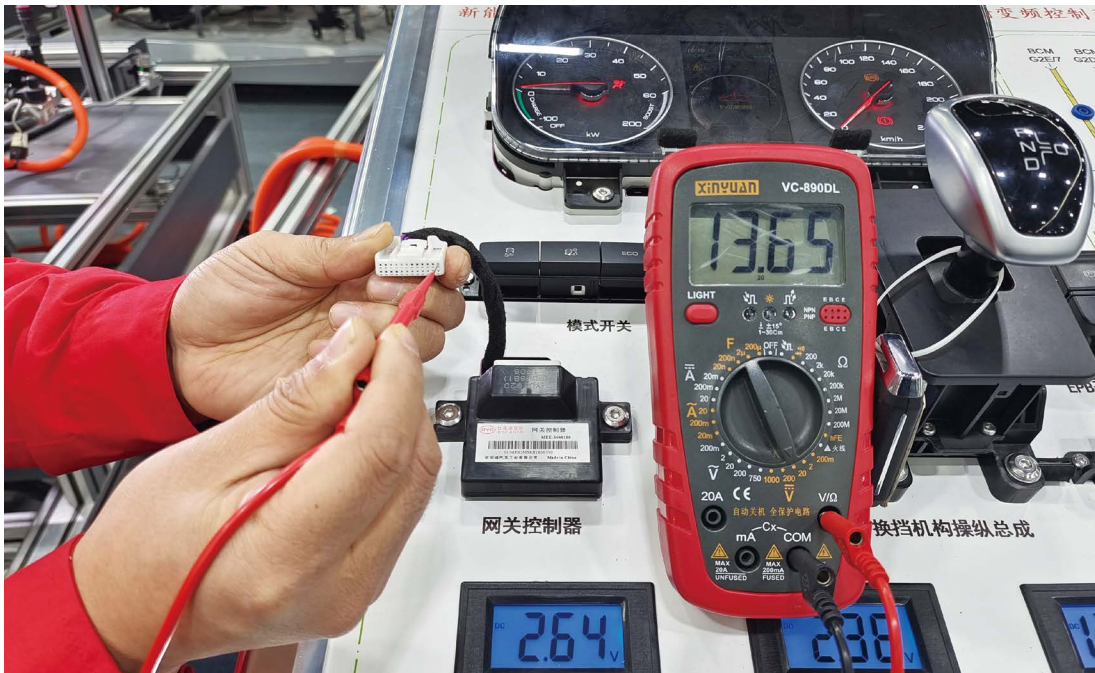


图 4-30 插头 G19 的 16 号端子电压测量

打开点火开关，测量插头 G19 的 12 号端子，应为电源电压，否则检查 LG1 电源线路，如图 4-31 所示。



图 4-31 插头 G19 的 12 号端子电压测量

测量 G19 的 11 号端子与车架的阻值，应小于 1Ω ，否则检测接地线路，如图 4-282 所示。

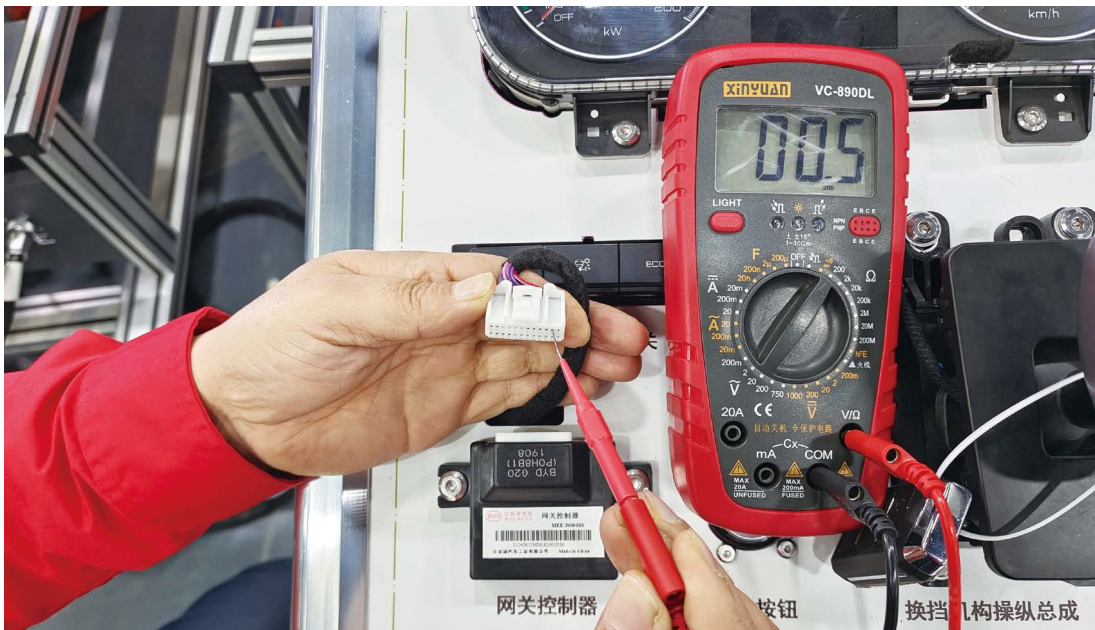


图 4-32 插头 G19 的 11 号端子接地电阻

测量 G19 的 15 号端子与车架的阻值，应小于 1Ω ，否则检测接地线路。

③电压检测

由于网关电脑上装有终端电阻，因此，不能够在拔下 G19 插头的情况下测量各局域网线路的电压，此时应插上 G19 插头，如图 4-33 所示。分别在动力网、舒适网 1、舒适网 2、ESC 网中找一个容易测量的不带终端电阻的模块，拔下其带有 CAN 总线端子的插头，测量其 CAN-H、CAN-L 端子的电压是否正常。



图 4-33 插上 G19 插头

2. 总线的检修

如果 CAN 总线导线有破损或断路需接线时，每段接线长度应 $<50\text{mm}$ 每两段接线之间长度应 $\geq 100\text{mm}$ 。如果需要在中央接点处检修，则严禁打开接点，只允许在距接点 100mm 以外断开导线；另外，每条 CAN 总线导线长度不应超过 5m 否则导线所传输的脉冲信号会失真，在连接总线时，CAN-H 和 CAN-L 的长度要相等，以保证两线信息传递的同步性。