

混合动力汽车

本资料为教师培训使用，不完善之处敬请见谅。



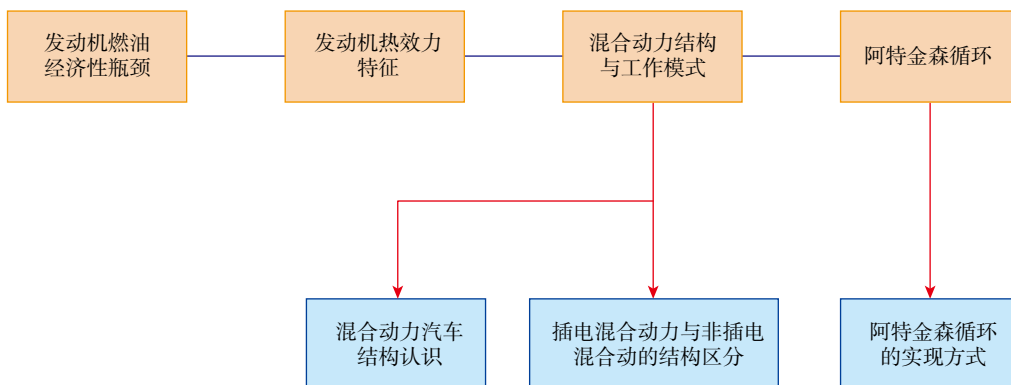
中国北方国际汽车教育

项目一	混合动力汽车的认识	001
任务一	混合动力汽车的优势	002
任务二	阿特金森发动机的认识	011
项目二	秦 PLUS DM-i 混合动力系统	021
任务一	秦 PLUS DM-i 电混系统检修	022
任务二	秦 PLUS DM-i 混合动力高压电池及管理系统检修	032
任务三	秦 PLUS DM-i 配电系统的检修	043
任务四	秦 PLUS DM-i 电机及控制系统检修	046
任务五	秦 PLUS DM-i 发动机系统检修	062
任务六	秦 PLUS DM-i 车载电源总成检修	065
任务七	启动铁电池系统	068
任务八	秦 PLUS DM-i 空调系统检修	072
任务九	秦 PLUS DM-i 整车控制系统检修	092





项目一 混合动力汽车的认识



任务一 混合动力汽车的优势

学习目标

知识目标

- 制约燃油车经济性问题的瓶颈
- 发动机热效率的特点
- 混合动力汽车“省油”基本机理
- 混合动力汽车常见的工作模式
- 插电式混动和非插电式混动的结构性区别

能力目标

- 混合动力汽车部件的认识
- 实车认识插电式混动和非插电式混动的结构性区别

一、技术原理

1. 燃油机的经济性革命

能源问题，是影响汽车发展最核心的问题。从诞生之日起，针对燃油汽车来说，就开始了省油的“技术革命”，混合动力汽车（如图 1-1-1 所示）技术就是就是解决的燃油机省油及能源的问题。

（1）发动机结构的改进

特别是近代和现代。从化油器到电控喷射，电控喷射又从缸外喷射到现在的缸内喷射，还有混合喷射；气门呢，从一缸两阀到一缸多阀，再到可变配气。发展到现在，发动机省油技术既可以说到登封造极的地步，也可以说到了江郎才尽的境界，这里面最需要解决的问题就是热效率问题。

（2）热效率对燃油经济性的影响

内燃机的作用是把燃油的内能转化成动能，燃油的内能并不能完全转化成动能，衡量这个转化程度的一个重要指标就是热效率。热效率越高，相等燃油内能转化的动能就

越多，就越省油，反之，越费油。

使用 33% 热效率的汽车，改用 40% 的热效率后，它的燃油经济性可以提高 15%~20%。

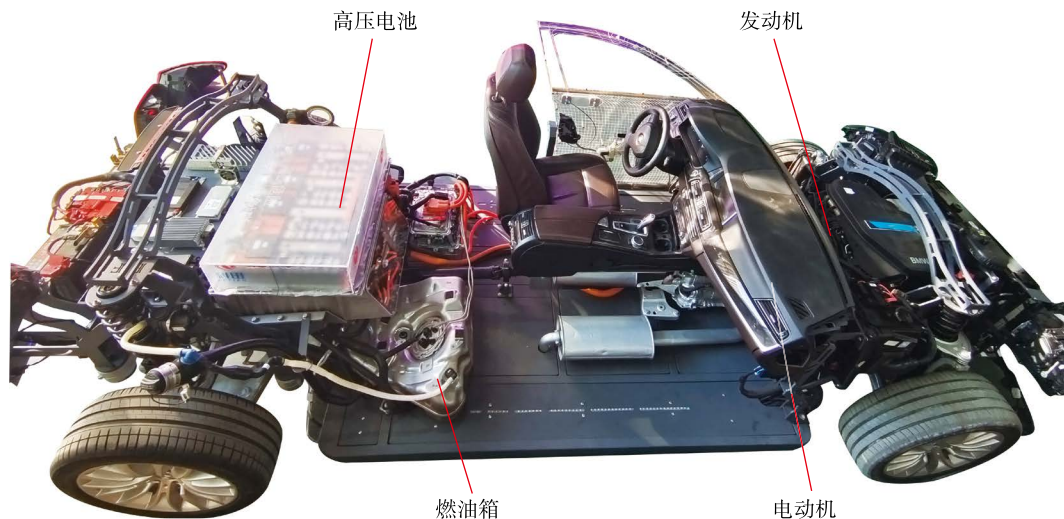


图 1-1-1 混合动力汽车

目前，发动机提升燃油经济性的有效途径就是提升热效率。为此，发动机在机械和电控方面做了很大改变。市面上的发动机热效率大多在 30% 到 35% 之间，但第四代普锐斯上使用的 2ZR-FXE 发动机的热效率则达到 40%。

不同的发动机技术，其热效率也不同，但是同一款发动机，其热效率也是随着转速的不同而变化的。经过验证证明，发动机在 2000-2500r/min 时热效率最高，在低速和高速时，热效率都会降低。也就是人们常说，发动机中速时最为节省燃油。

(3) 混合动力汽车省油机理

要彻底想解决省油问题，最好是让发动机一直保持中速运转，显然在燃油车上是做不到的。混合动力汽车就给出了一个方案：

首先是汽车行驶的慢，需要的动力少，这样发动机的动力输出就过剩了，这时候我把你的多余的能量给储存起来。然后呢，汽车到高速了，你输出的动力就不够用了，这个时候我再把储存的能量给你释放出去。当汽车动力需求刚好与发动机中速对应，发动机就可以直接驱动了。这样，汽车无论是低速中速还是高速，发动机都可以以最省油的中速模式运转了，这个也是解决发动机热效率问题省油的终极方案。

2. 混合动力基本部件及工作过程

(1) 混合动力主要部件

存储发动机多余的能量，可以使用发动机驱动电动机发电然后存储在电池里的方式。把电能释放出来则可以采用利用电动机产生动力驱动车轮的方式。因此，混合动力汽车由发动机、电动机、动力电池、电动机、动力混合机构等基本部件组成，如图 1-1-2。

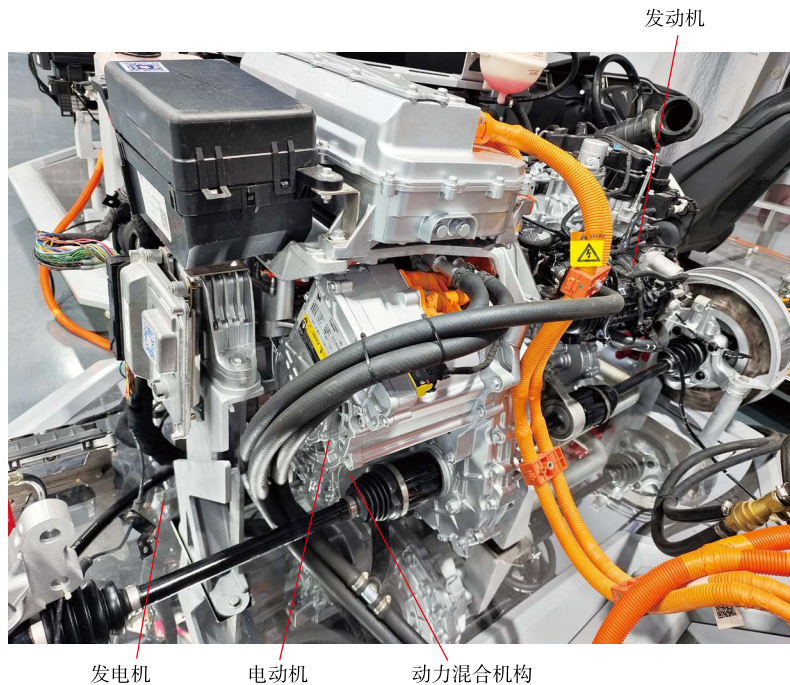


图 1-1-2 混合动力汽车的基本组成

(2) 混合动力工作过程

混合动力连接模式如图 1-1-3 所示。

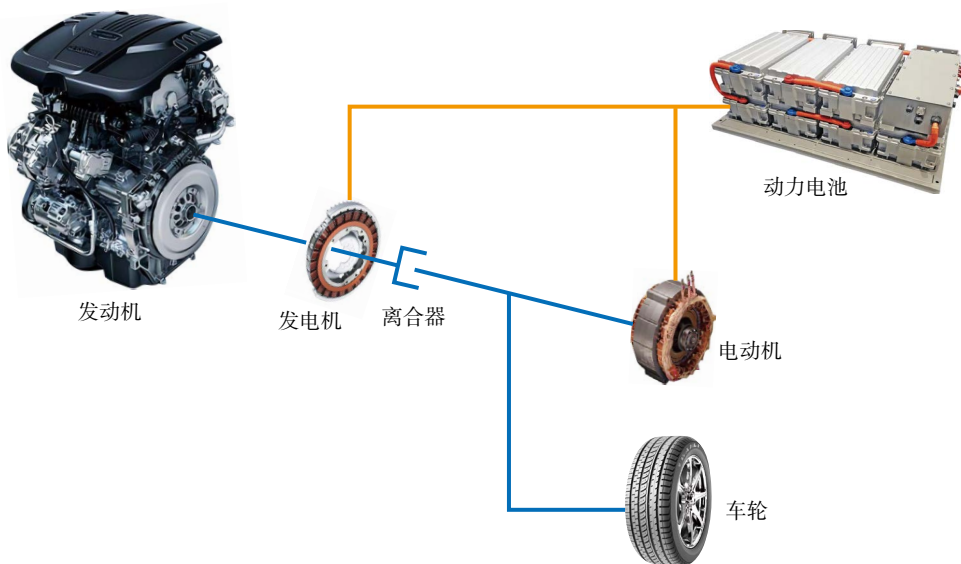


图 1-1-3 混合动力模式连接框架

1) 纯电动模式

在汽车对动力需求较低，动力电池电量充足时，由动力电池向电动机供电，电动机驱动车轮运转，如图 1-1-4 所示。

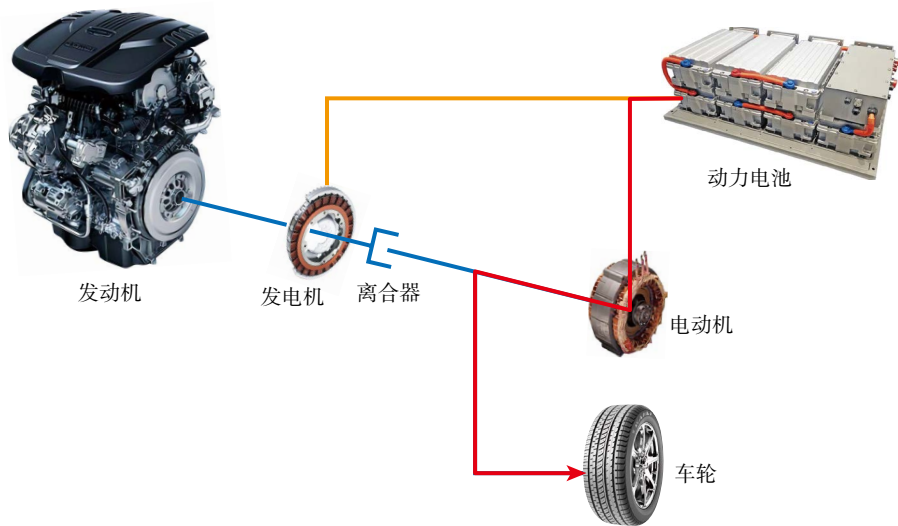


图 1-1-4 纯电动模式

2) 串连模式

在汽车对动力需求较低，动力电池电量不足时，发动机与车轮处于分离转态，发动机保证在发动机保持在最经济状态中速运转，带动发电机发电，把电能传输给电动机，电动机带动车轮转动，如图 1-1-5 所示。

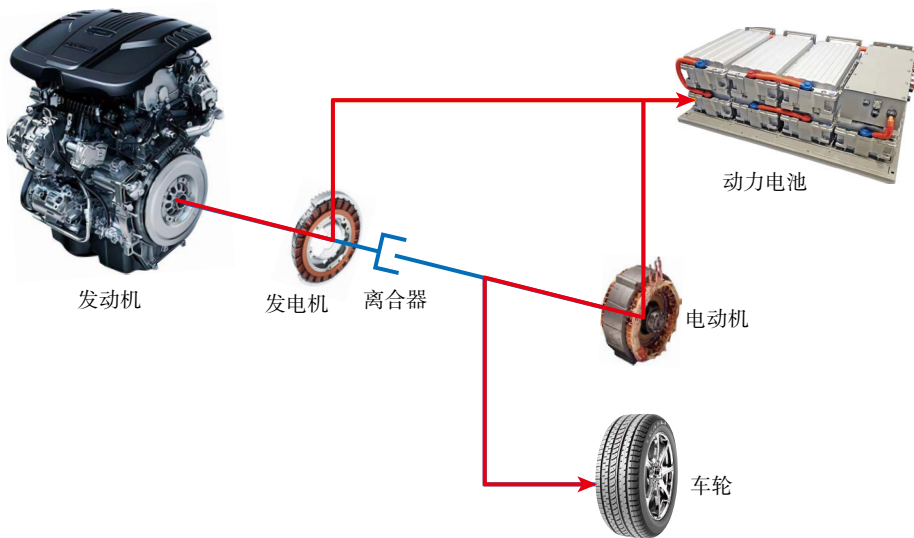


图 1-1-5 串连模式

此时，由于汽车动力需求低，发动机是中速运转，发电机产生的电能过剩存储在动力电池里，当动力电池电量充足时，发动机就停止转动。

3) 并联模式 (1)

在汽车对动力需求较大时，单靠蓄电池的电力不能够满足动力的需求，此时，发动机启动，带动发电机发电，一同向电动机输出动能，如图 1-1-6 所示。

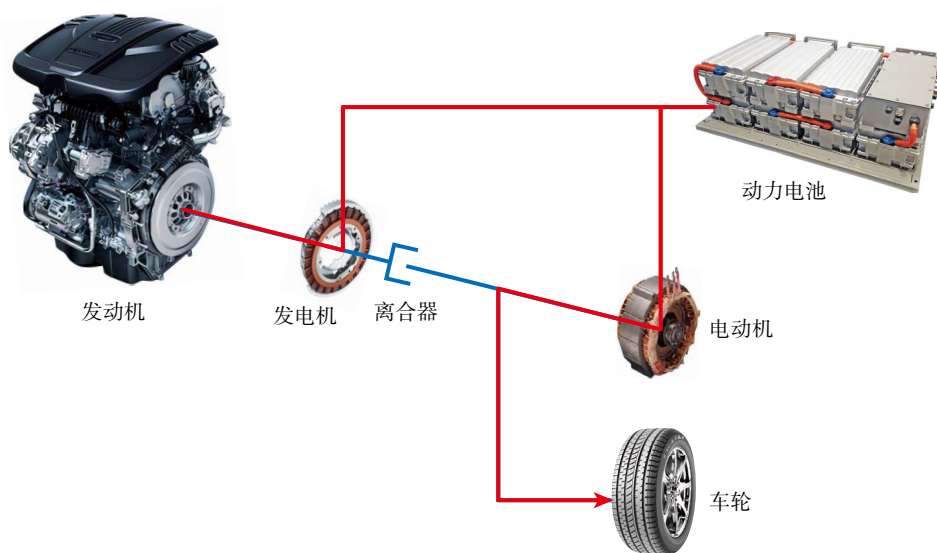


图 1-1-6 并联模式 (1)

4) 并联模式 (2)

在汽车对动力需求较大时，单靠蓄电池的电力不能够满足动力的需求，如果此时汽车的车速需求与发动机的经济转速范围一致时，则将发动机与车轮相连接，发动机启动，同电动机一起带动车轮转动，如图 1-1-7 所示。

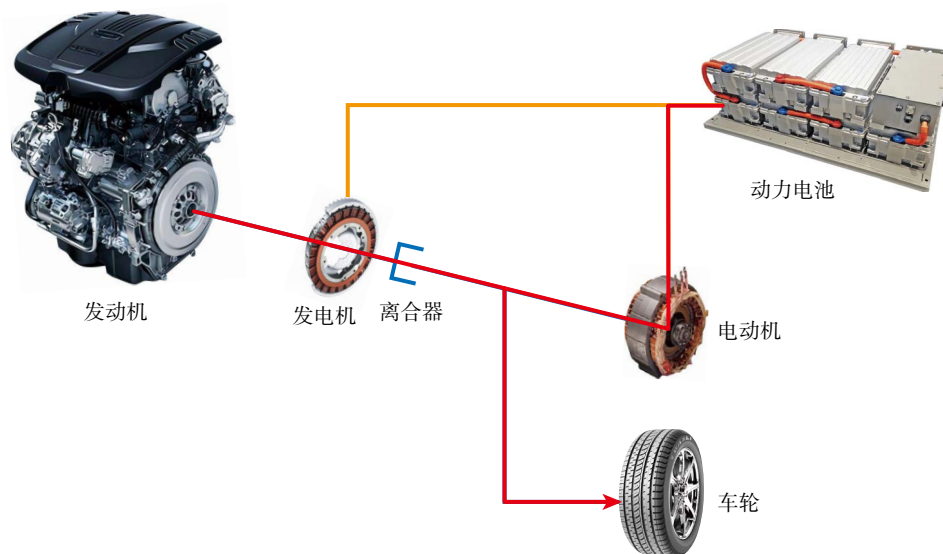


图 1-1-7 并联模式 (2)

5) 发动机驱动模式

在如果此时汽车的车速需求与发动机的经济转速范围一致且发动机能够独自满足动力需求时，则将发动机与车轮相连接，发动机启动，独自带动车轮转动，如图 1-1-8 所示。

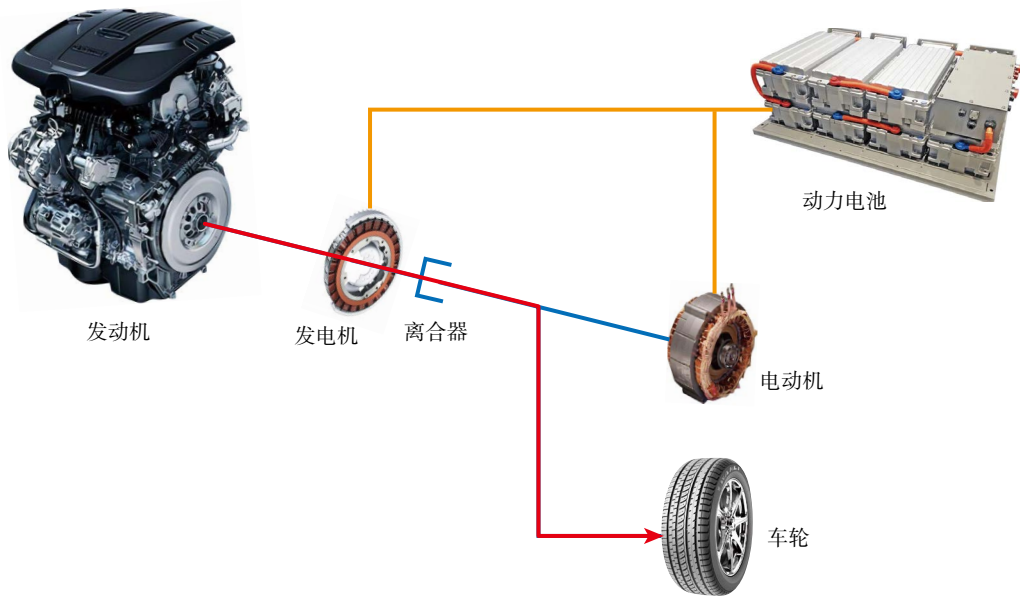


图 1-1-8 发动机驱动模式

6) 发动机的启动

在混合动力汽车上，一般不安装启动机，发动机由发电机转化成电动机后驱动发动机运转，如图 1-1-9 所示，着车后，发电机再转化成发电机进行发电。

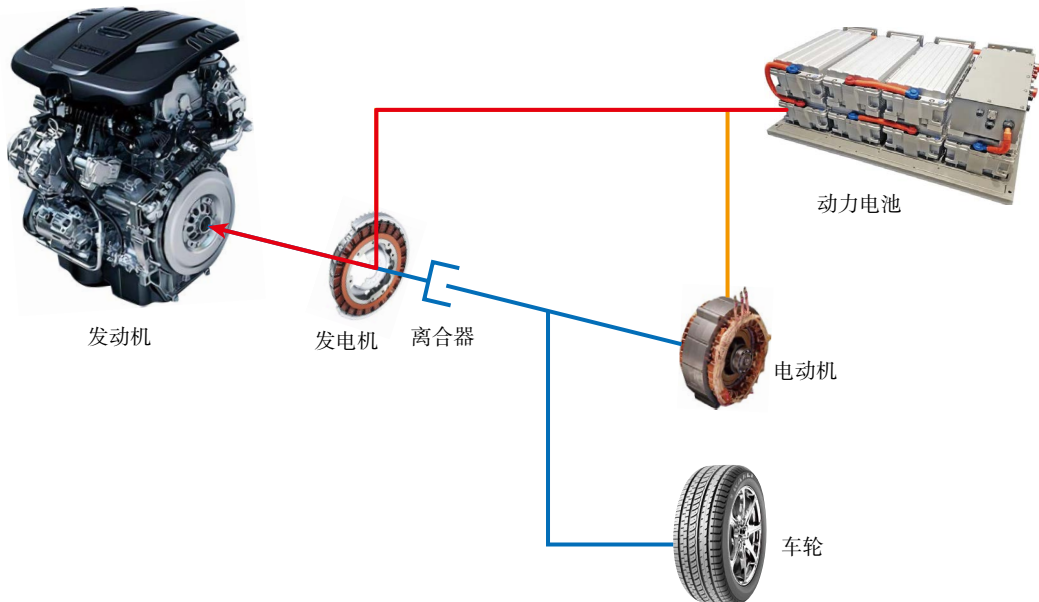


图 1-1-9 发动机的启动

7) 能量回收模式

当减速或制动时，不给电动机供电，此时，电动机转化成发电机，发出的电，向动力电池提供，如图 1-1-10 所示。

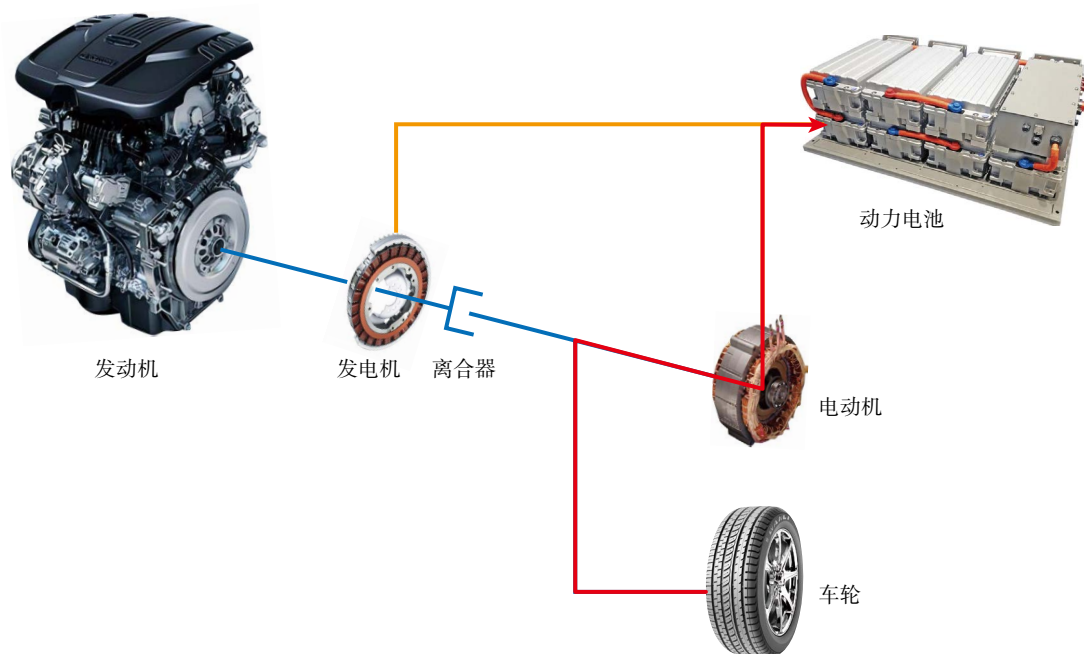


图 1-1-10 能量回收模式

由以上可以看出，在混合动力汽车上，主要模式还是电动机对车轮进行驱动，目前的混合动力车型，普遍加强了电动机的性能和功率。

3. 插电混合动力汽车和非插电混合动力汽车

为了优化混合动力汽车的能源结构，很多混合动力汽车具备了插电的功能，也就是说，其可以使用市电为混合动力汽车补充电能，仅仅使用市电为其补充电能，这种汽车一般可以使汽车行驶 100 公里以上。因此这种电池使用高密的锂电池，并且电池的体积也较大。

对于非插电混合动力，它不市电进行充电。汽车上的能源都是燃油箱提供的，动力电池的作用仅仅是把发动机的剩余能量进行缓存，不需要太大的密度和体积，一般使用镍氢电池。

二、任务实施

1. 混合动力部件的认识（图 1-1-11）

- (1) 认识混合动力汽车的发动机。
- (2) 认识混合动力汽车的发电机。
- (3) 认识混合动力汽车的发动机。
- (4) 认识混合动力汽车的动力混合机构。

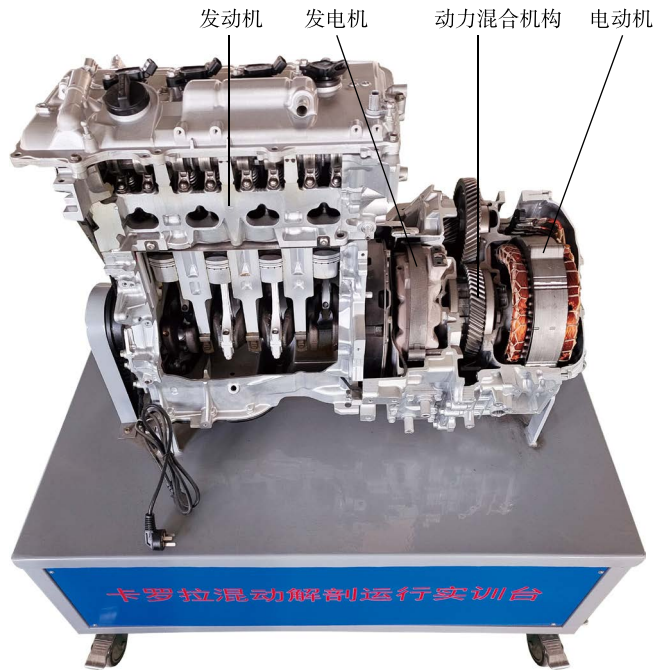


图 1-1-11 混合动力部件基本部件

2. 区分插电式混合动力汽车和非插电式混合动力汽车(图 1-1-12、图 1-1-13)

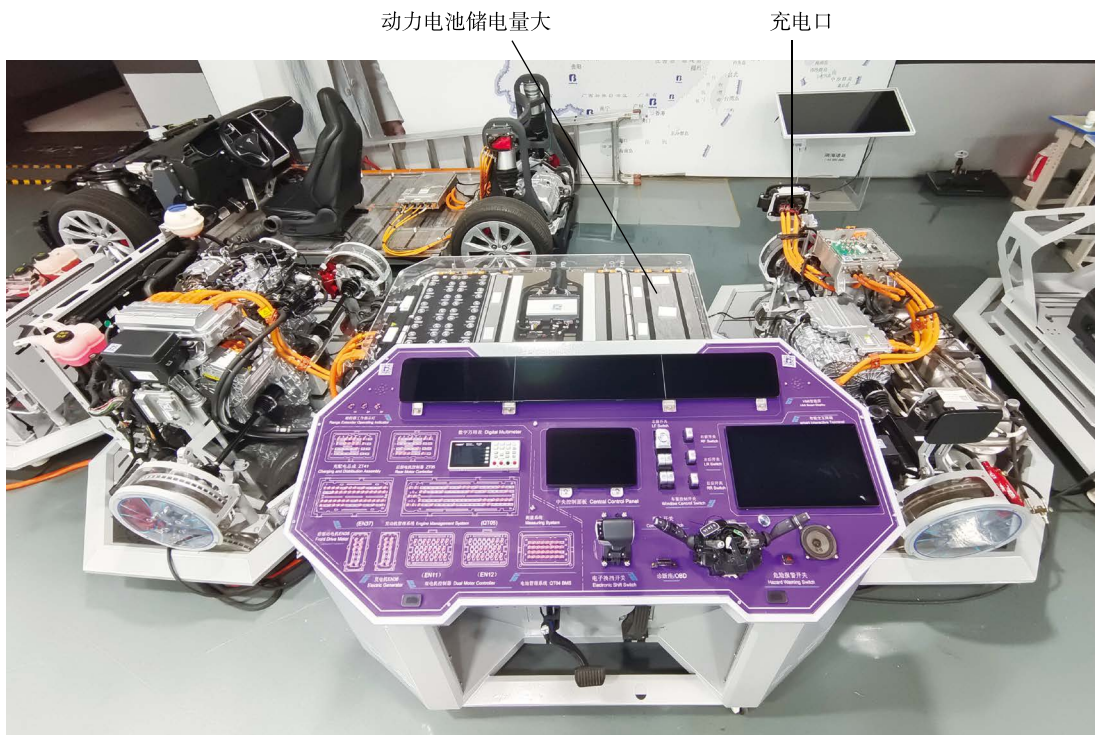


图 1-1-12 插电式混合动力汽车

动力电池储电量小



图 1-1-13 非插电式混合动力汽车

- (1) 从充电设备上区分插电式混合动力汽车和非插电式混合动力汽车。
- (2) 从动力电池上进行区分插电式混合动力汽车和非插电式混合动力汽车。

任务二 阿特金森发动机的认识

学习目标

知识目标

- 发动机燃油经济性和动力性需求的结构性矛盾
- 奥拓循环和阿特金森循环的区别
- 奥拓循环动力性特征
- 阿特金森循环经济性特征

能力目标

- 实训平台认知阿特金森循环的过程

一、技术原理

1. 发动机的动力性与经济性的矛盾

在发动机的设计上，动力性和经济性是一个矛盾体，如果我们注重了燃油的经济性，就要更多限度的利用发动机燃烧的能量，特别是利用燃烧尾期的能量。

如果过分的利用发动机燃烧尾期的能量，就会使动力不能够集中，降低发动机的动力性，这在燃油发动机上是不可取的。如要提升发动机的动力，就要把很大一部分燃烧尾期的能量浪费掉。

随着混合动力汽车的出现，对发动机动力性并没有过多的要求，因此，就可以在它的经济性上进行研究了。

2. 奥拓和阿特金森循环

其实在 18 世纪的 70 和 80 年代，就针对发动机动力性和经济性设计了两种不同的循环。一种是由德国工程师尼古拉斯·奥托 1876 年设计的奥托循环，如图 1-2-1 所示，此循环有着较好的动力性。一种是由英国工程师詹姆士·阿特金森于 1882 年设计的阿特金森循环，如图 1-2-2 所示，此循环有着较好的经济性。下面我们分别讲解其循环过程。

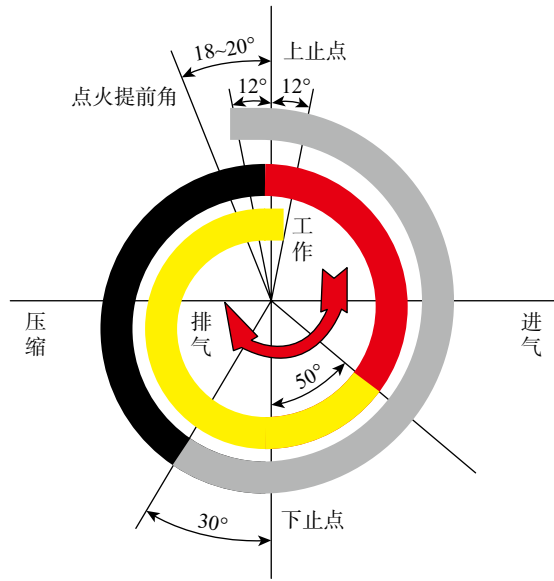


图 1-2-1 奥托循环相位图

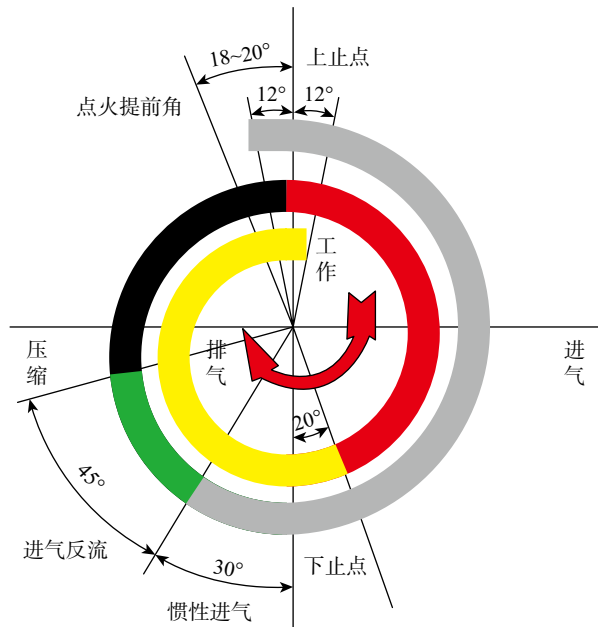


图 1-2-2 阿特金森循环相位图

(1) 奥拓循环

1) 进气过程

进气时候活塞往下运行，进气门处于打开位置，混合气从进气门进入气缸，活塞运行的最底部后，就反过来向上运行，这时候依然是可以进气的，所以进气门依然打开着，如图 1-2-3 所示，活塞再往上运转一点后，气体就进满了，此时，进气门关闭，如图 1-2-4 所示，如果再不关闭，进来的气体就出去了。

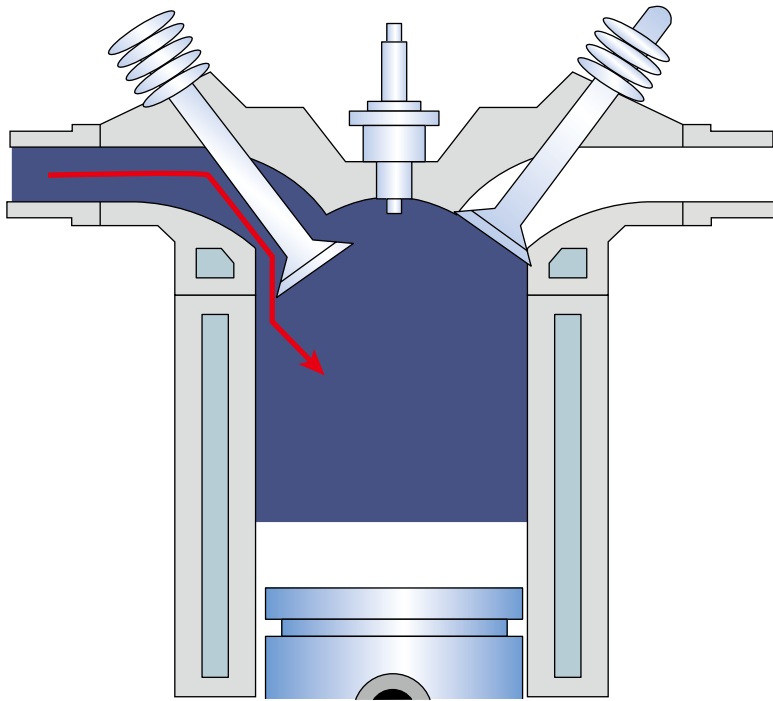


图 1-2-3

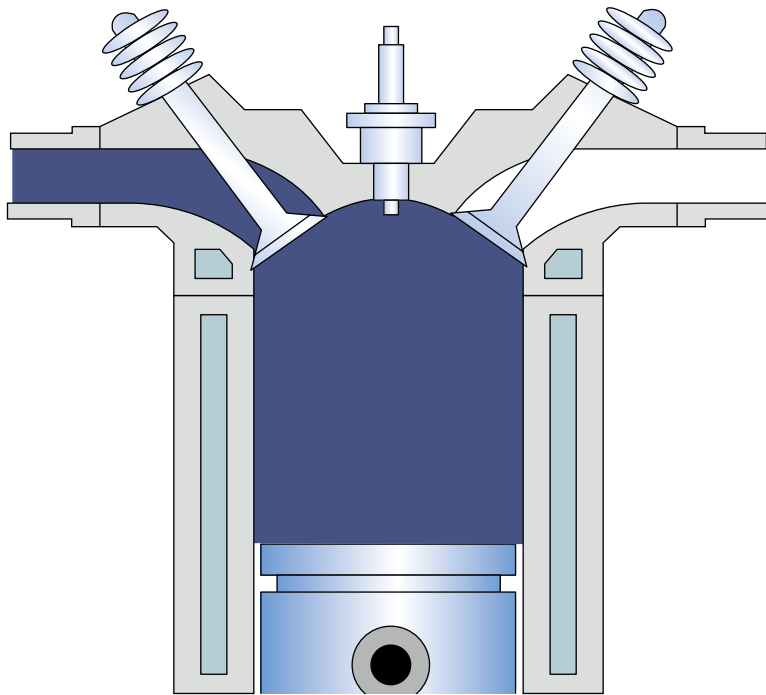


图 1-2-4

2) 压缩过程

进气门关闭后，活塞继续上行，将混合气体压缩，如图 1-2-5 所示。

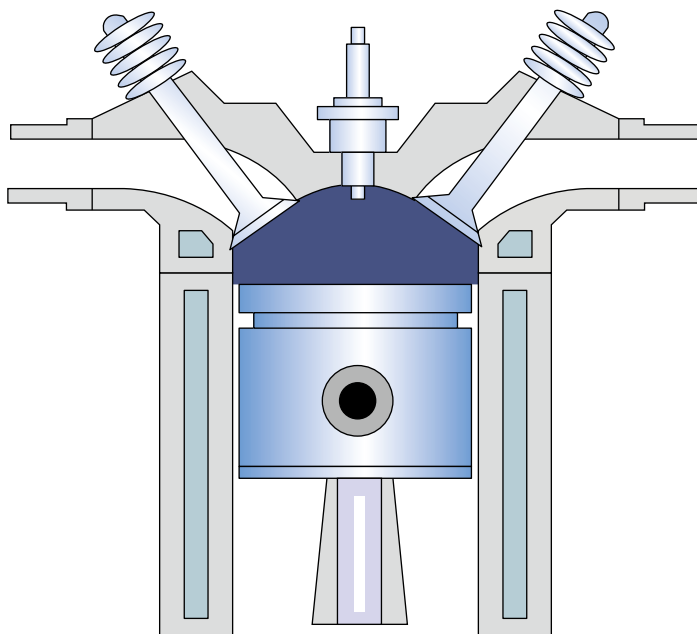


图 1-2-5

3) 做功过程

当活塞压缩气体要到达顶部时，火花塞点火，如图 1-2-6 所示，点燃混合气，混合气爆炸，推动活塞下移，在这个做功形成中，气体的爆炸力是逐渐减弱的，当爆炸力减弱的一定程度的时候，排气门打开了，如图 1-2-7 所示，这时候，没有消耗完的这种爆炸力就随着废气从排气门排出。

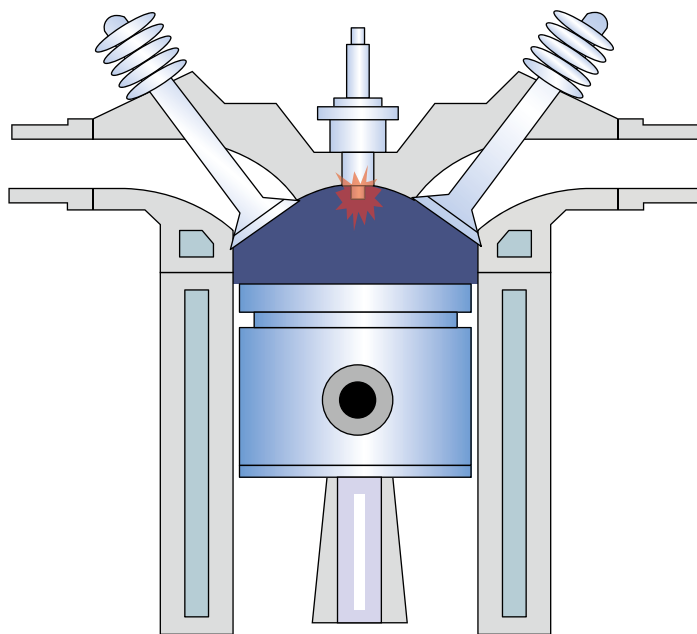


图 1-2-6

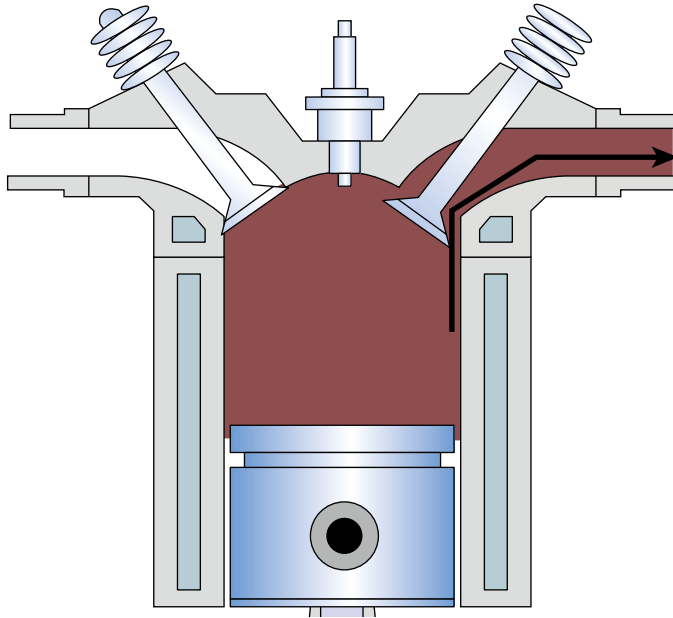


图 1-2-7

在这个做功过程中，混合气的能量没有完全使用，因为爆炸力量弱了，继续使用这点弱小的力量不利于发动机的强劲动力输出。当然，这是以浪费燃油为代价的，他的热效率相对就低，一般 30% 左右。

4) 排气过程

做功之后随后进入了排气过程，如图 1-2-8 所示，活塞上移将气体排出，在活塞上移将到顶端时，进气门打开。

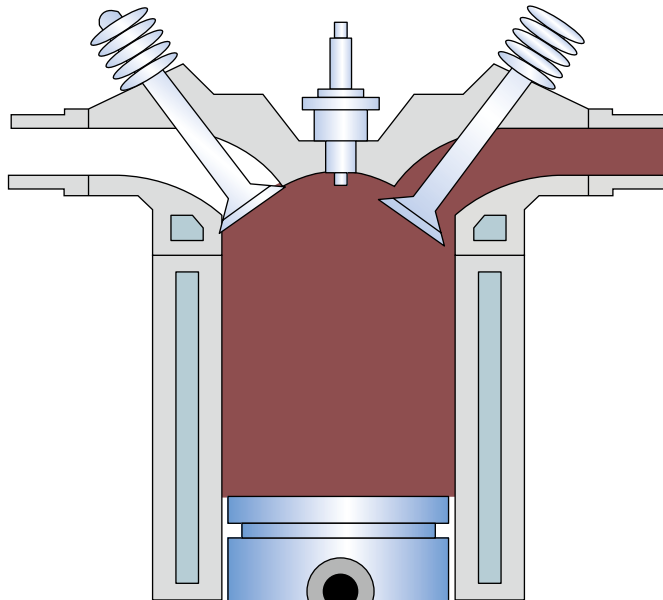


图 1-2-8

(2) 阿特金森循环

1) 进气过程

进气时候活塞往下运行，进气门处于打开位置，混合气从进气门进入气缸，活塞运行的最底部后，就反过来向上运行，这时候依然是可以进气的，所以进气门依然打开着，如图 1-2-9 所示，活塞再往上运转一点后，气体就进满了，此时，进气门并没有关闭，如图 1-2-10 所示，继续上移，这样，就会导致一些气体被活塞从进气门推了出去，如图 1-2-11 所示，推出一部分气体后，进气门关闭，如图 1-2-12 所示。

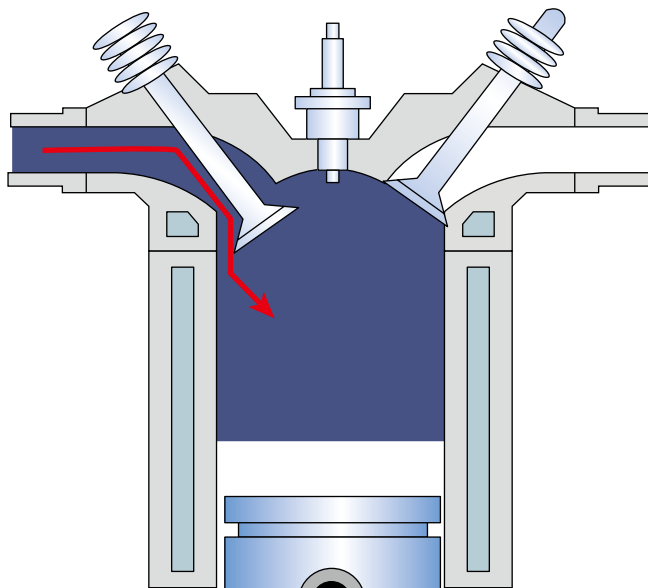


图 1-2-9

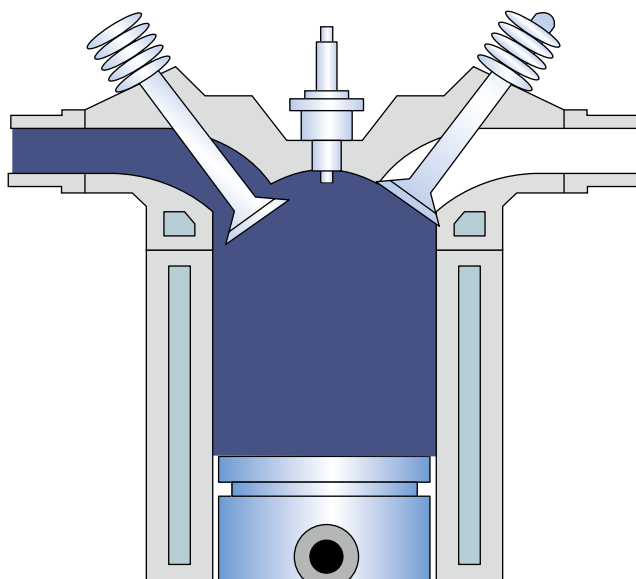


图 1-2-10

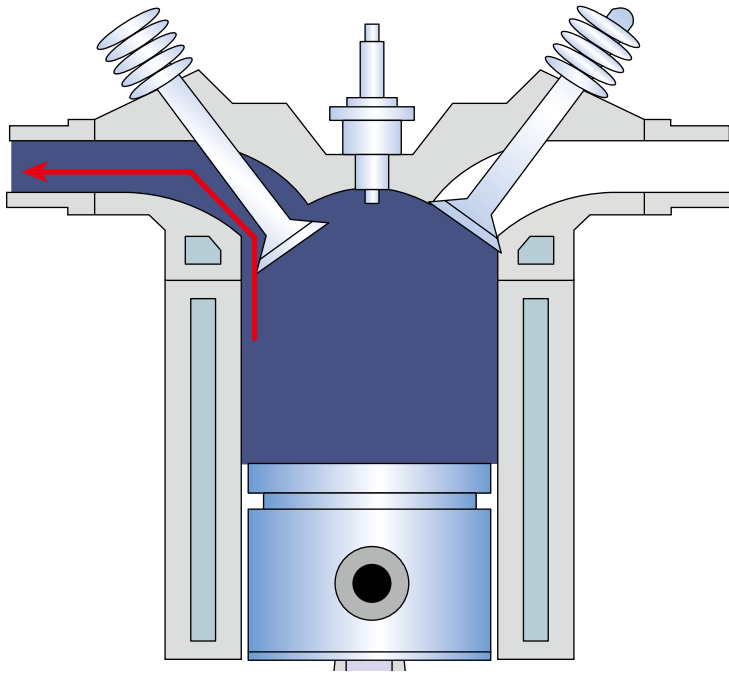


图 1-2-11

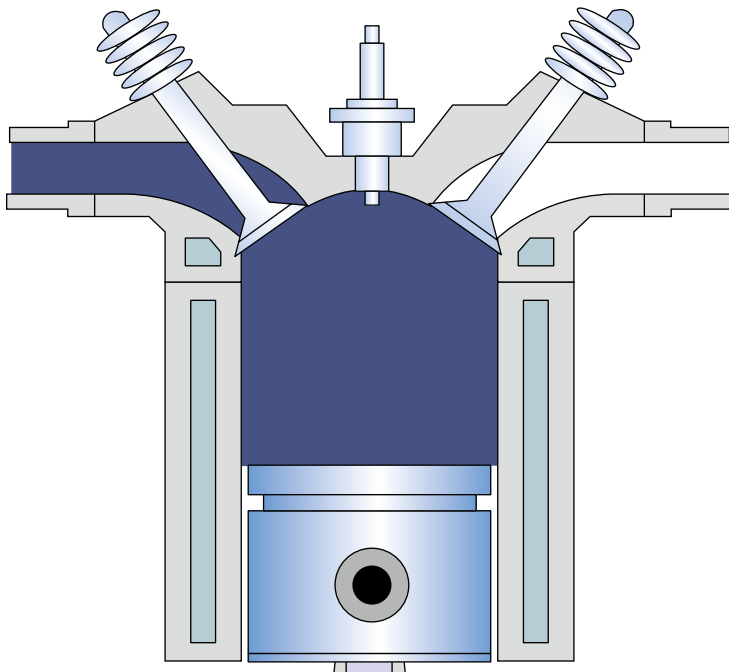


图 1-2-12

由此可见，阿特金森循环比奥拓循环减少了参与燃烧的混合气体的数量。

2) 压缩过程

进气门关闭后，活塞继续上行，将混合气体压缩，如图 1-2-13 所示。

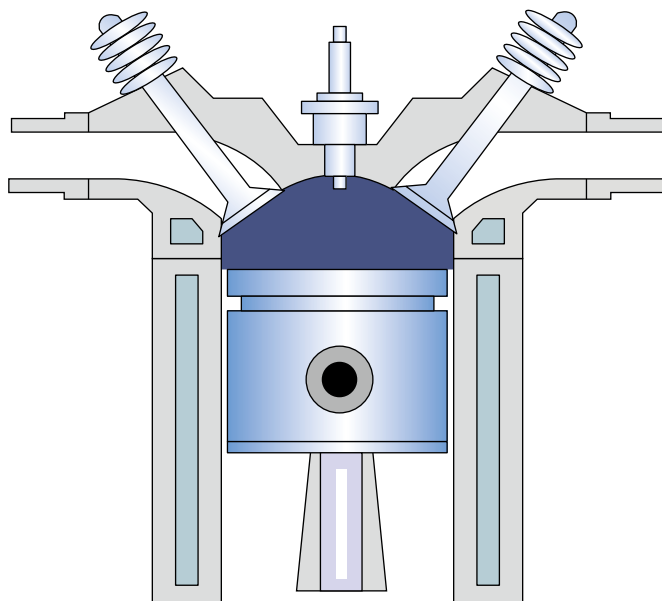


图 1-2-13

3) 做功过程

当活塞压缩气体要到达顶部时，火花塞点火，如图 1-2-14 所示，点燃混合气，混合气爆炸，推动活塞下移，在这个做功形成中，气体的爆炸力是逐渐减弱的，当爆炸力减弱的一定程度的时候，对于奥托循环，排气门应该打开了，但在阿特金森循环中，排气门没有打开，如图 1-2-15 所示，直到气体的爆炸力基本消耗完毕，再开启排气门将废气排出，如图 1-2-16 所示，如此就充分利用了发动机燃烧的剩余能量。

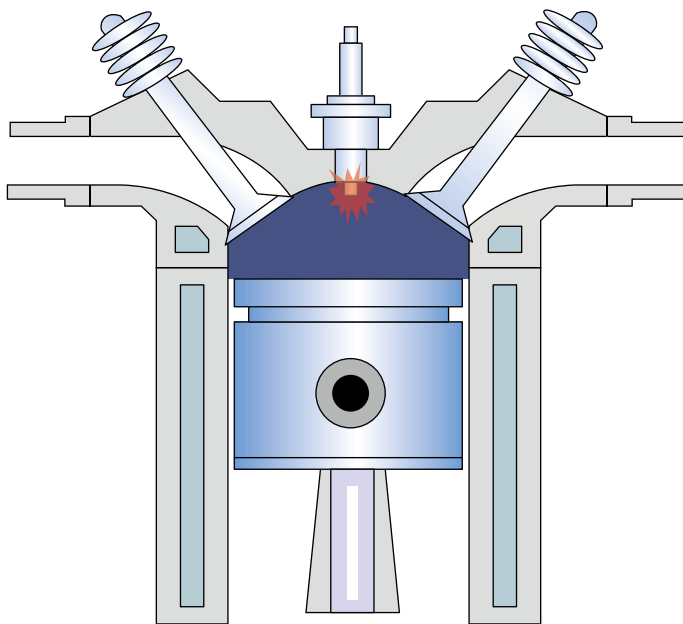


图 1-2-14

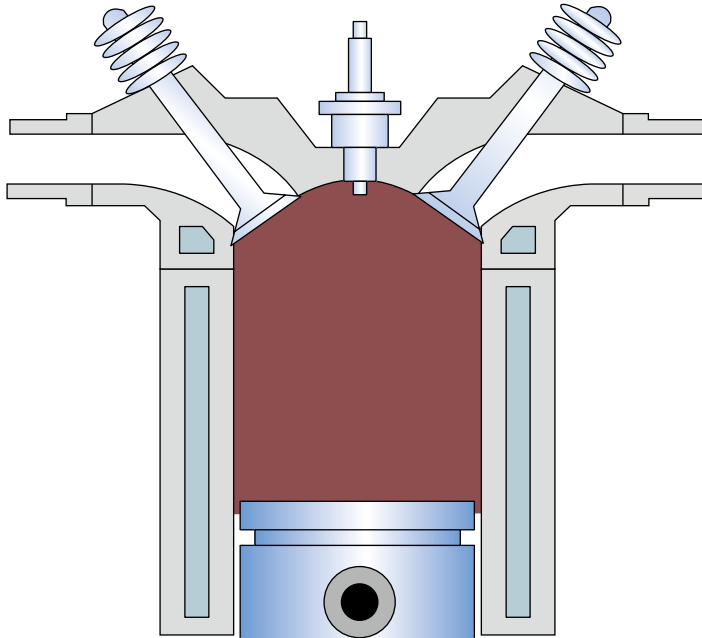


图 1-2-15

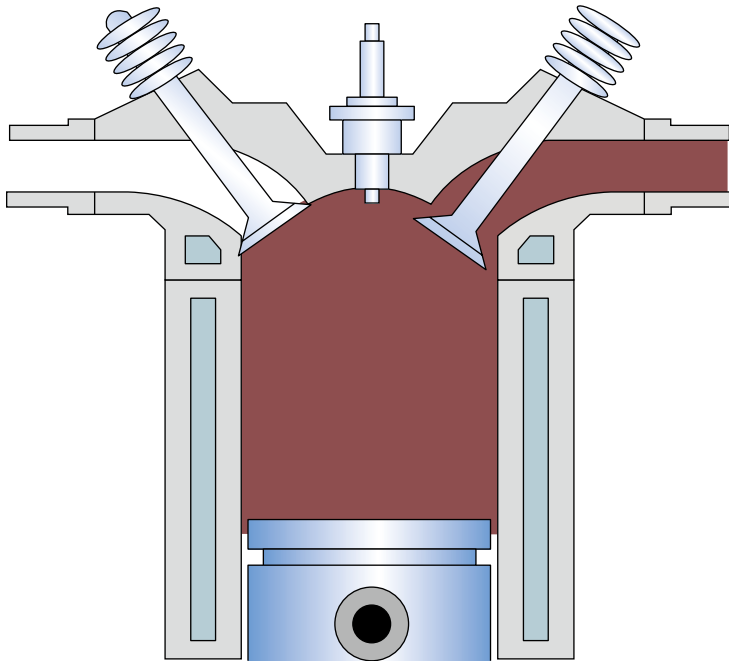


图 1-2-16

总的来说，阿特金森循环相对于奥拓循环参与燃烧的气体较少，做工时间延长，极尽所能的利用混合气的能量，热效率高，一般在 40% 多。

目前混合动力汽车普遍使用阿特金森循环发动机，如图 1-2-17 所示。阿特金森循环是通过 VVT-i 系统实现的。有些汽车工况动力性要求较高时，综合来讲考虑到油电转换

带来的能量损失，发动机使用奥拓循环可能更有利于省油，由于发动机使用了 VVT-i 系统，就可以使发动机在奥拓循环和阿特金森循环之间切换，更加有效节约燃油。

二、任务实施

阿特金森发动机的认识（图 1-2-17）。

找到阿特金森发动机的 VVT-i 系统，深刻认识其作用。

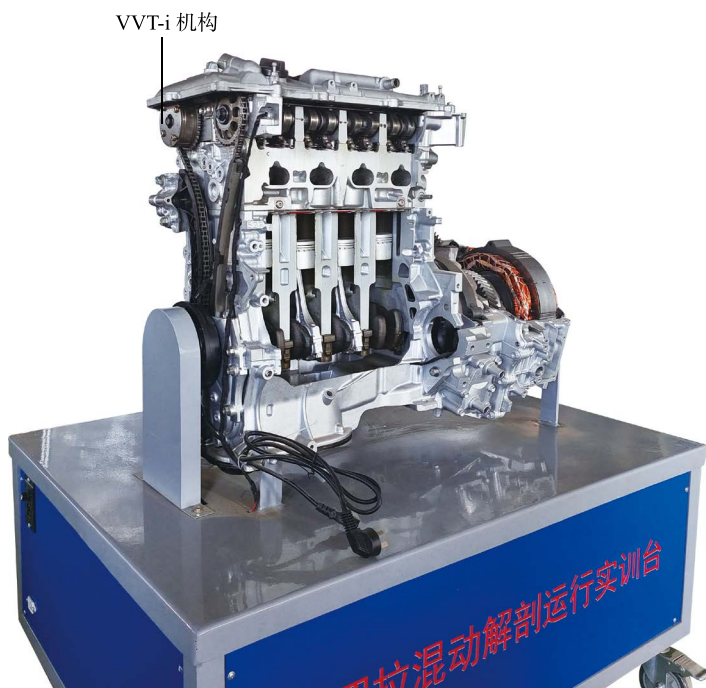
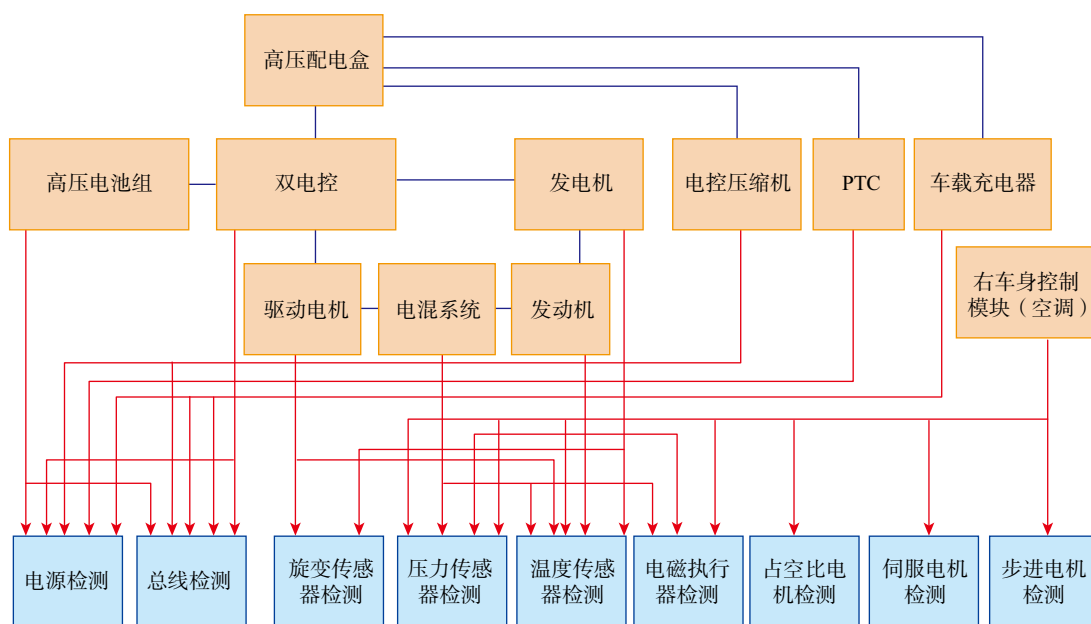


图 1-2-17 阿特金森发动机



项目二 秦 PLUS DM-i 混合动力系统



任务一 秦 PLUS DM-i 电混系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 电混系统的工作模式
- 秦 PLUS DM-i 电混系统的液压控制原理
- 秦 PLUS DM-i 电混系统离合器原理

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 电混系统的结构认识
- 秦 PLUS DM-i 电混系统的拆装
- 秦 PLUS DM-i 电混系统离合器的检测

一、技术原理

1. 结构组成

秦 PLUS DM-i 电混系统 EHS 系统，是 DM-i 超级混动的核心，集成了发电机、驱动电机、双电控离合器以及液压系统，综合效率达到 97%，如图 2-1-1 所示。

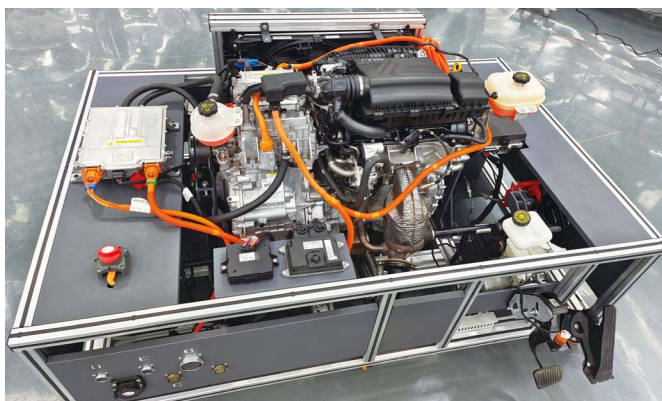


图 2-1-1 EHS 系统

发电机由发动机带动发电，产生的电能可通过驱动电机驱动车轮转动以及给整车低压用电器供电，还能给动力电池包充电。驱动电机可以利用发电机产生的电能以及电池包的电能来驱动车辆，双电控则控制着发电和驱动两个过程。离合器通过结合和分离可实现发动机发电和直驱两种模式的转换。液压系统则通过油路实现齿轮和轴的润滑以及电机的降温。

2. 工作模式

(1) EHS 系统的连接

EHS 系统结构如图 2-1-2 所示，其结构其示意图如图 2-1-3 所示。

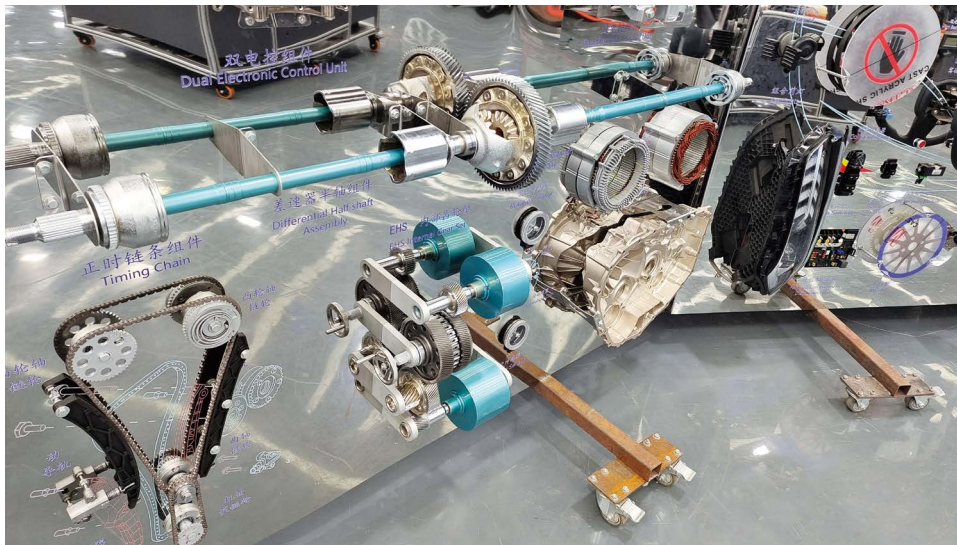


图 2-1-2 EHS 系统结构

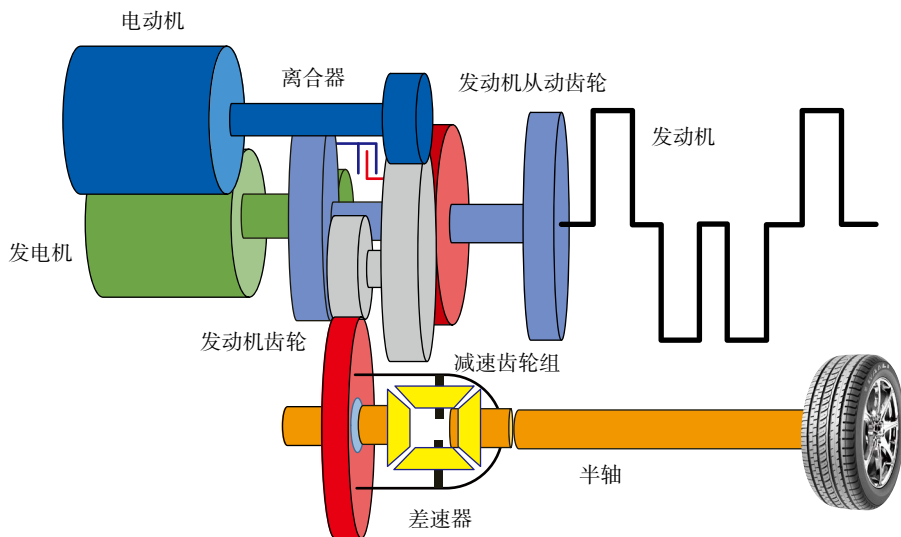


图 2-1-3 EHS 系统结构示意图

EHS 系统的发动机齿轮连接发电机齿轮，发动机的启动由发电机带动，着车后，发动机带动发电机发电。

发动机通过离合器连接发动机从动齿轮，从动齿轮连接减速机构，减速机构驱动差速器，离合器工作后，发动机通过离合器带动发动机从动齿轮，发动机从动齿轮驱动减速机构，从而驱动汽车运转。

电动机齿轮连接减速机构，直接驱动汽车运转。

(2) 工作模式

EHS 系统有四种模式：

1) EV 模式

当高压电池电力充足且动力需求不高或起步时，使用 EV 模式。

此时，离合器断开，电动机运转，通过电动机齿轮驱动减速机构带动差速器，驱动车轮运转，如图 2-1-4 所示。

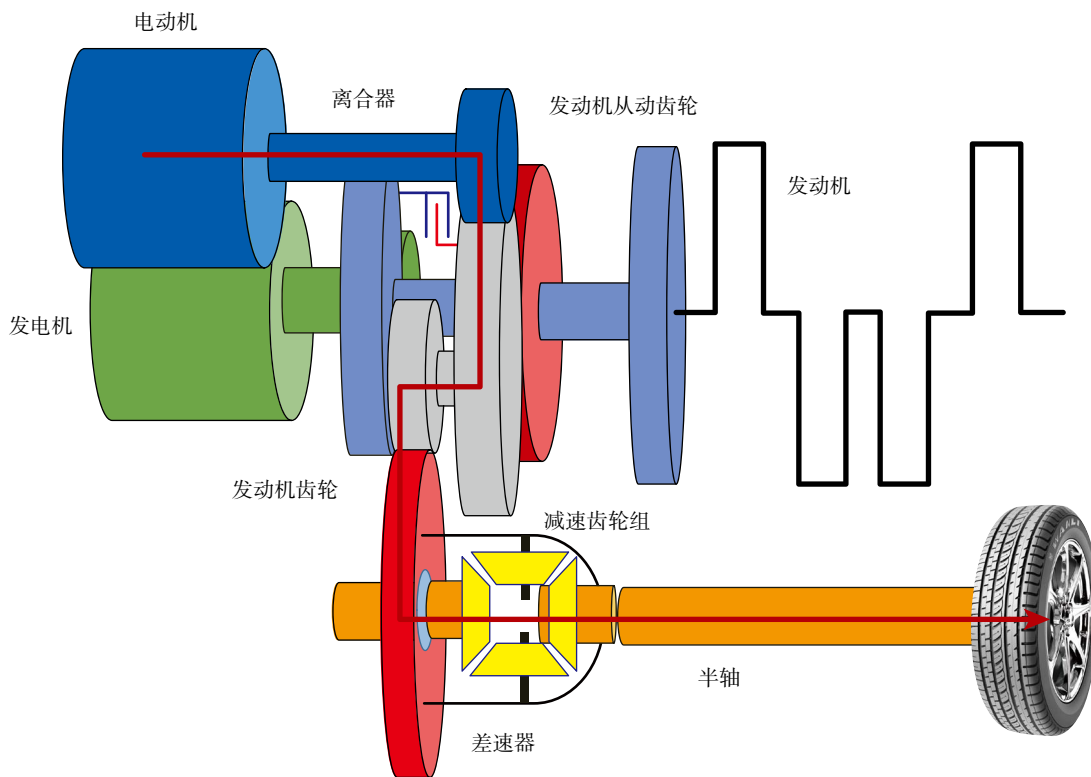


图 2-1-4 EV 模式

2) 充电模式

在汽车停止行驶时，若高压电池电力很低时，给高压蓄电电池充电。

此时，离合器断开，首先，发电机通过发电机齿轮带动发动机齿轮启动发动机着车，如图 2-1-5 所示；发动机着车后，发动机通过发动机齿轮带动发电机齿轮运转，发电机转动开始发电，向高压蓄电电池充电，如图 2-1-6 所示。

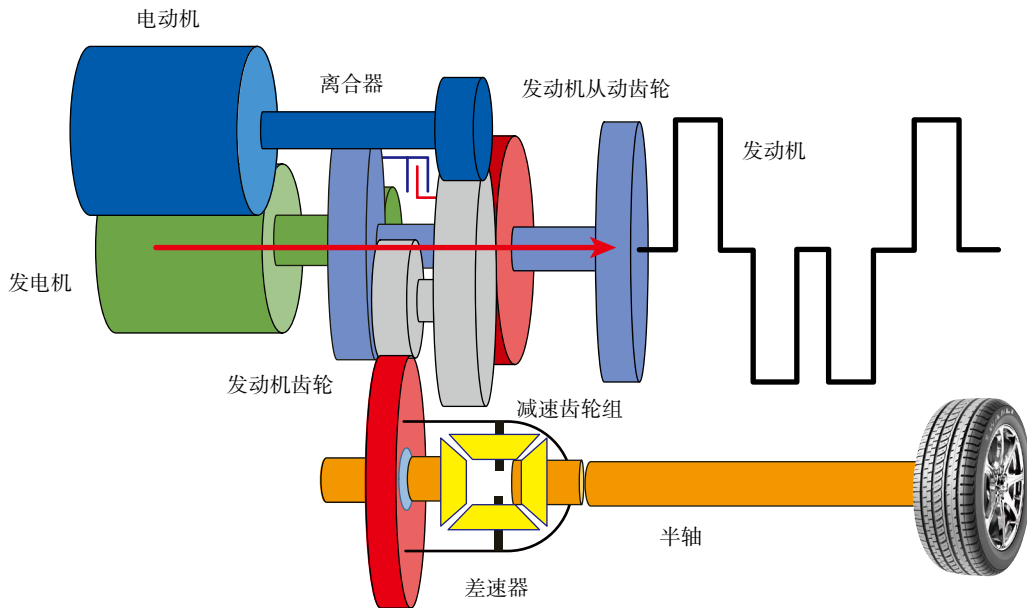


图 2-1-5 充电时发电机启动发动机

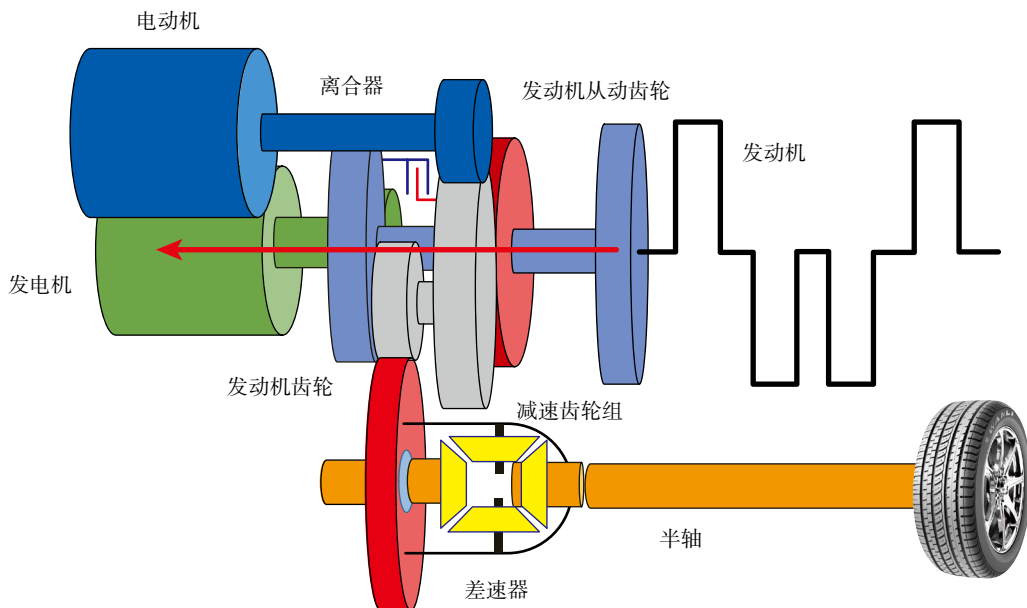


图 2-1-6 发动机带动发电机发电

3) HEV 串联模式

在行驶过程中，当高压电池电力很低时，使用 HEV 串联模式。

此时，离合器断开，首先，发电机通过发电机齿轮带动发动机齿轮启动发动机着车，如图 2-1-7 所示；发动机着车后，发动机通过发动机齿轮带动发电机齿轮运转，发电机转动开始发电，向高压蓄电池充电，同时向电动机供电，电动机通过电动机齿轮驱动减速机构带动差速器，驱动车轮运转，如图 2-1-8 所示。

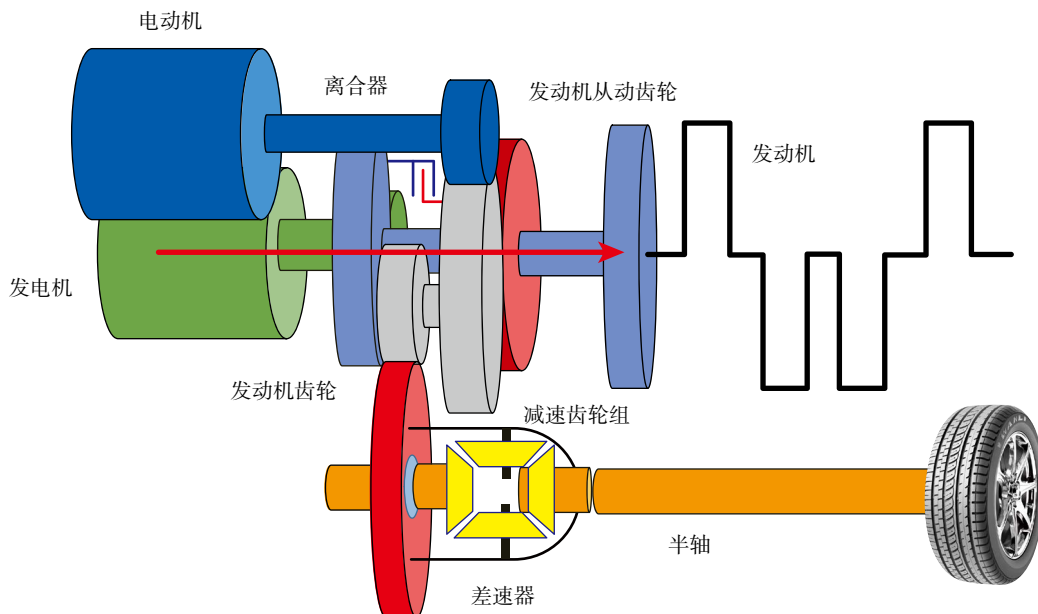


图 2-1-7 车辆行驶中发动机的启动

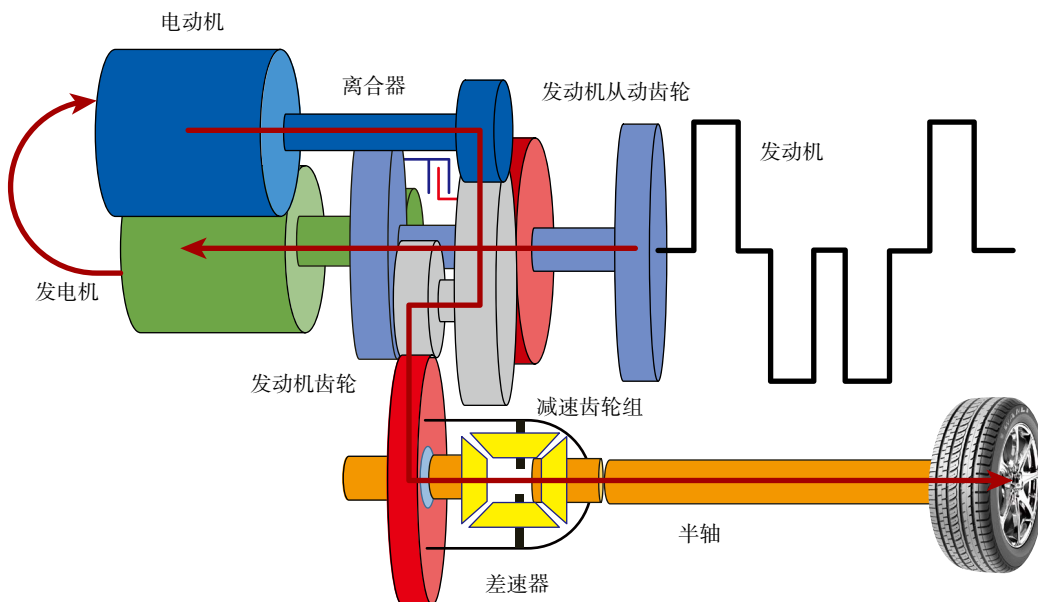


图 2-1-8 HEV 串联模式

4) HEV 并联模式

在行驶过程中，当需要较强的动力时，使用 HEV 并联模式。

此时，首先，发电机通过发电机齿轮带动发动机齿轮启动发动机着车。离合器结合，发动机通过发动机齿轮离合器带动发电机从动齿轮运转，发动机从动齿轮通过减速机构驱动差速器，驱动车轮运转；另一路，电动机通过电动机齿轮驱动减速机构带动差速器，驱动车轮运转，如图 2-1-9 所示。

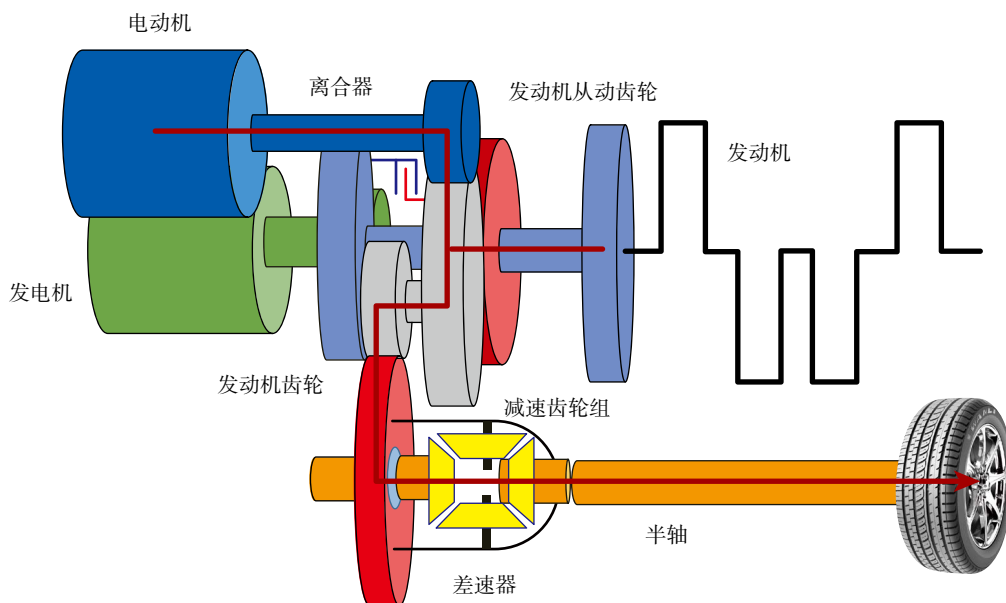


图 2-1-9 HEV 并联模式

3. 液压控制系统

(1) 液压泵

EHS 系统需要复杂的齿轮结构来完成，齿轮结构的运转需要润滑、冷却，另外发动机驱动车轮需要离合器的结合，这些都需要液压油来完成。

在 EHS 系统系统中，液压油的循环由液压泵来完成，其作用是将液压油形成一定压力，输送给离合器机润滑系统。

EHS 系统中有两个液压泵，一个由差速器的主减速齿轮驱动，一个由发动机通过油泵齿轮驱动，以此来保证在任何实施均可保证有液压的供应。油泵如图 2-1-10 所示，驱动示意图如图 2-1-11 所示。



图 2-1-10 油泵

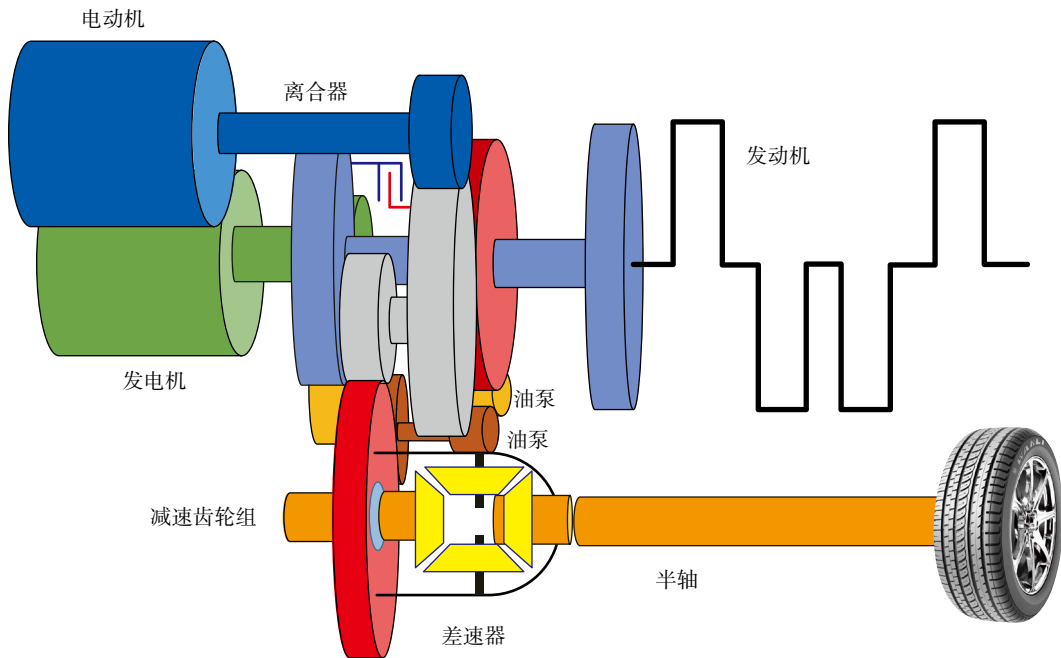


图 2-1-11 驱动示意图

(2) 离合器

离合器用来控制发动机齿轮和发动机从动齿轮的结合，如图 2-1-12 所示。

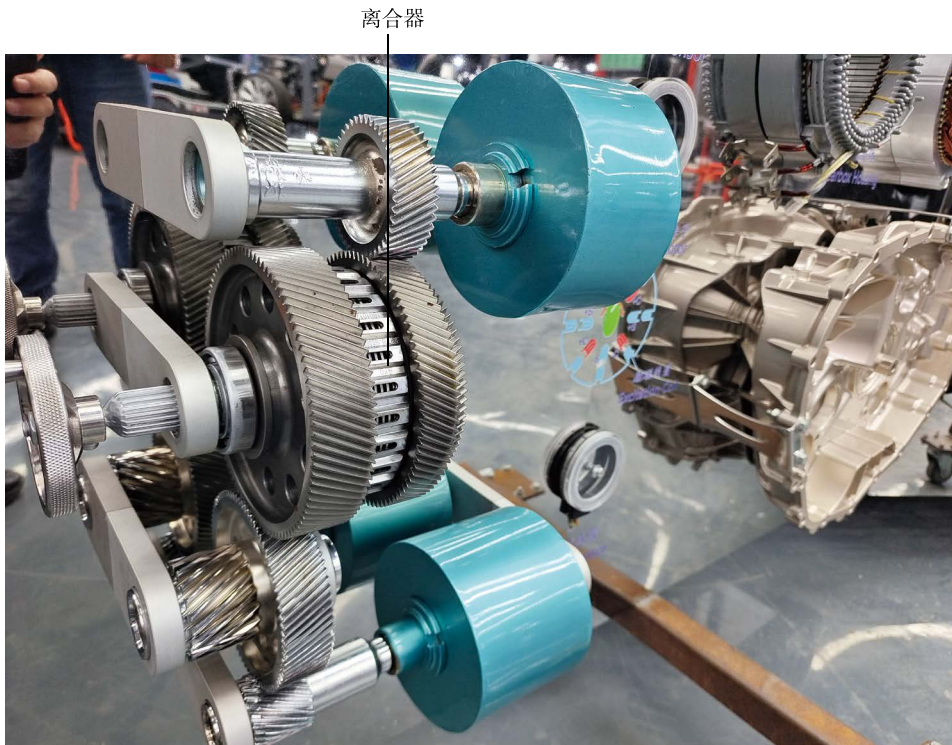


图 2-1-12 EHS 系统离合器

其有离合器鼓、离合器壳、活塞、钢片、摩擦片组成，如图 2-1-13 所示。

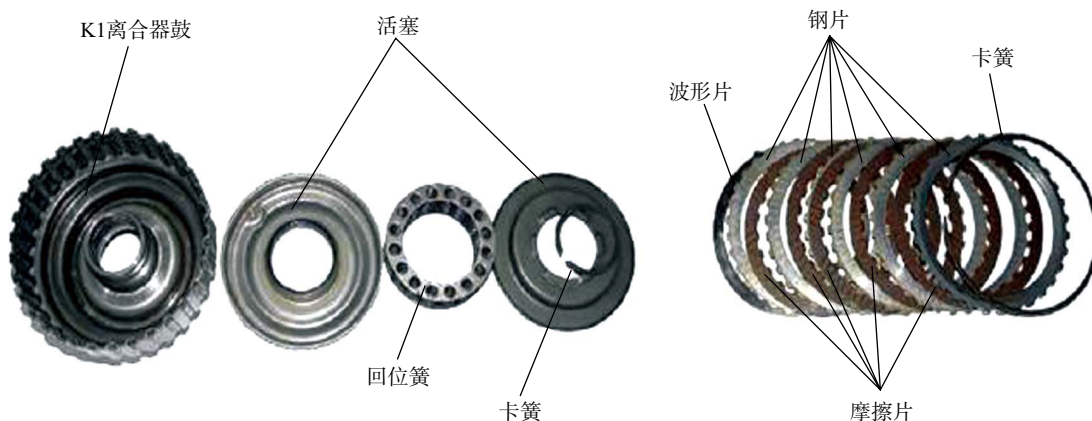


图 2-1-13 离合器的组成

离合器鼓装在发动机齿轮上，离合器壳装在发动机从动齿轮上，在离合器鼓上装有活塞和钢片，在离合器壳装有摩擦片。离合器工作时，给离合器活塞内的油腔注入液压油，使其推动活塞运动，将钢片和摩擦片压紧，使离合器鼓和离合器壳结合在一起，使发动机齿轮与发动机从动齿轮结合在一起，如图 2-1-14 所示。

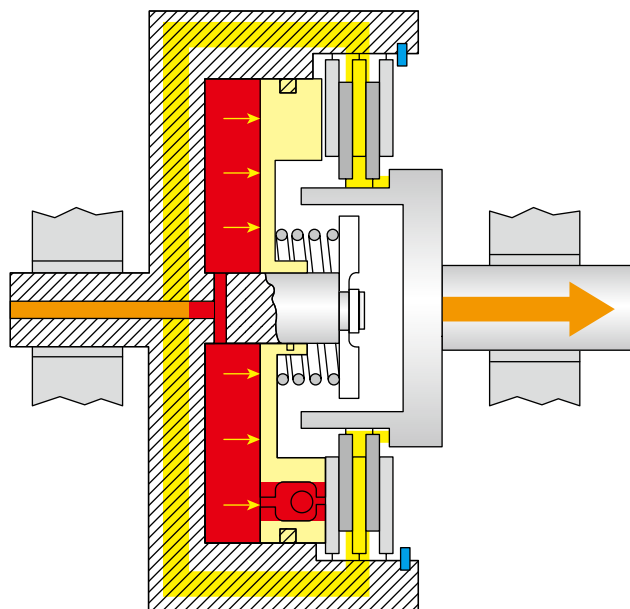


图 2-1-14 离合器工作过程

(3) 液压控制组件

润滑油压有两个作用，一个是驱动离合器，一个是给齿轮机构提供润滑冷却油液。

相对而言，驱动离合器的油压要比润滑冷却油压要低，因此需要对各管路油压进行控制，液压控制系统液压控制组件来完成，如图 2-1-15 所示。



图 2-1-15 液压控制组件

液压控制组件包括油泵、油路、主油压调节阀、离合器油压调节阀、过冷保护电磁阀（润滑冷却油压）、离合器油压传感器、主油压传感器、油箱压力传感器（润滑冷却油压传感器）、油温传感器等，如图 2-1-16 所示。

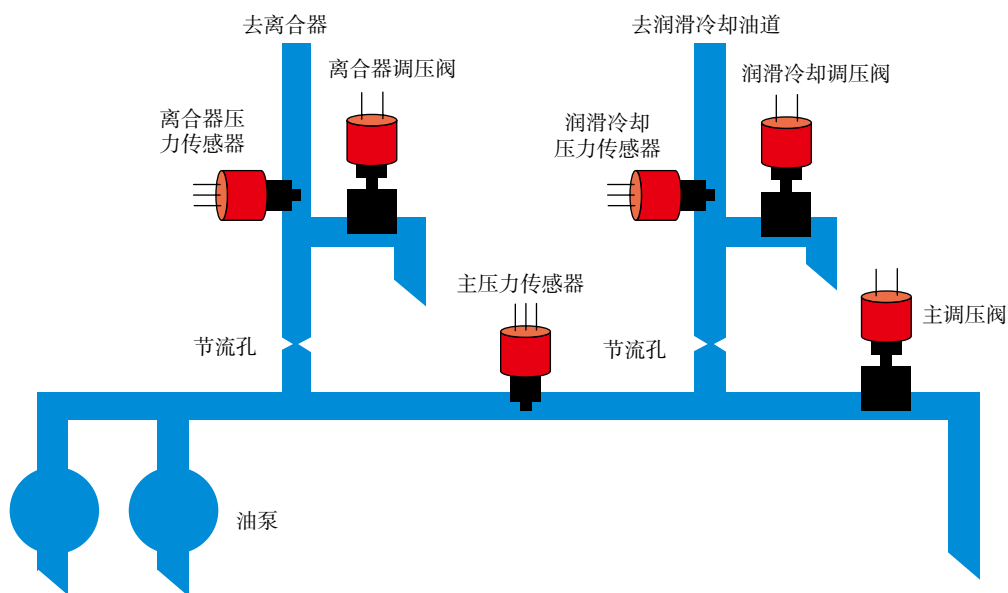


图 2-1-16 液压控制组件控制原理

液压控制组件由整车控制器控制，电磁阀为泄压阀，当泄压阀打开的比例大时，油路油压降低，反之升高。整车控制器控制根据油压传感器控制油压调节阀打开泄压阀的比例，依次调整各部分油压。

二、任务实施

1. 电混系统机构认识
2. 电混系统拆装
3. 秦 PLUS DM-i 电混系统离合器的检测

任务二 秦 PLUS DM-i 混合动力 高压电池及管理系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 电池包的结构
- 秦 PLUS DM-i 刀片电池的特点
- 秦 PLUS DM-i 刀片电池的信息采集
- 秦 PLUS DM-i 电池包配电箱的结构
- 秦 PLUS DM-i 互锁原理
- 秦 PLUS DM-i 电池包的加热
- 秦 PLUS DM-i 电池包的冷却

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 电池包（BMC）电源及通讯的检测
- 秦 PLUS DM-i BMS 的检测常见故障的诊断
- 秦 PLUS DM-i 高压互锁的诊断

一、技术原理

1. 高压电池包

秦 PLUS DM-i 使用刀片电池，在电池包内装 10 个锂电池组（刀片电池）、一套信息采集器总成、一套高压配电箱（含 HVSU、总正继电器、总负继电器、预充电阻、预充继电器等部件）、BMC 电控接插件以及其他相关零部件，如图 2-2-1 所示。

2. 刀片电池组

刀片电池如图 2-2-2 所示，其内部有 10 个磷酸铁锂电池串联而成，每个磷酸铁锂电

池电压为 3.2V，则每个刀片电池的电压为 32V，如图 2-2-3 所示。

高压电池包由 10 个刀片电池组串联而成，输出电压为 320V，如图 2-2-4 所示。



图 2-2-1 秦 PLUS DM-i 刀片电池及电池包



图 2-2-2 刀片电池

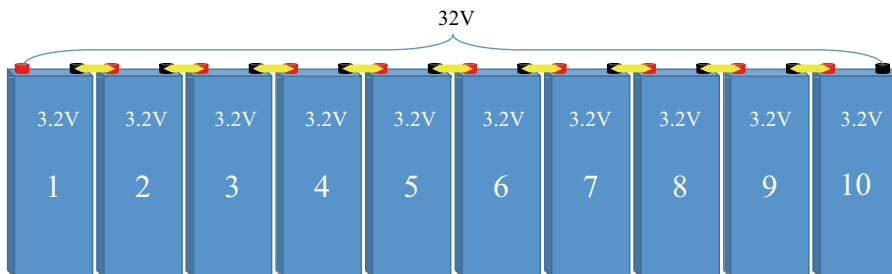


图 2-2-3 刀片电池组单体电池连接方式

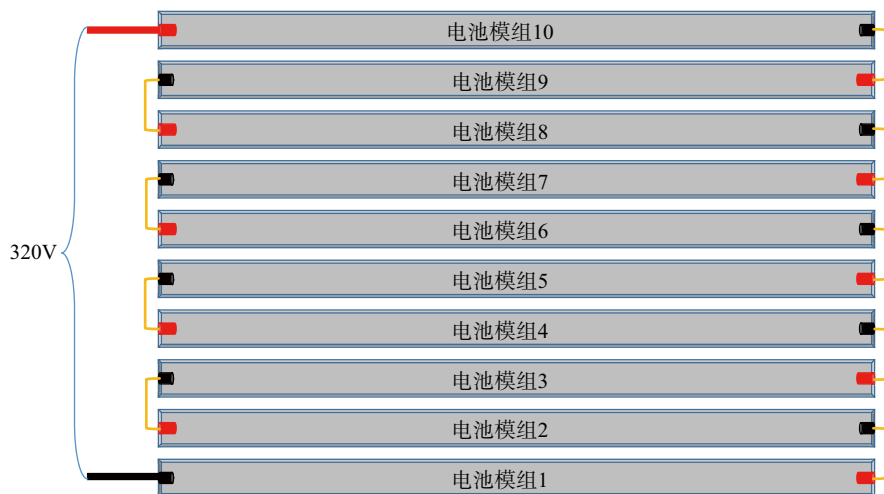


图 2-2-4 刀片电池组的连接

3. 刀片电池信息采集

刀片电池的电压、温度信息采集线束与刀片电池集成为一体，如图 2-2-5 为刀片电池信息采集插头。



图 2-2-5 刀片电池信息采集插头

电池包内有两个信息采集器，每个信息采集器采集 5 个刀片电池组单体电压及温度的信息，如图 2-2-6 所示。信息采集器通过总线与 BMC 连接，电路如图 2-2-7 所示。

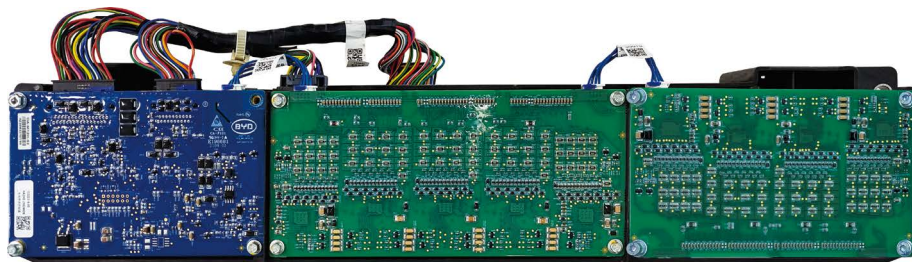


图 2-2-6 信息采集器

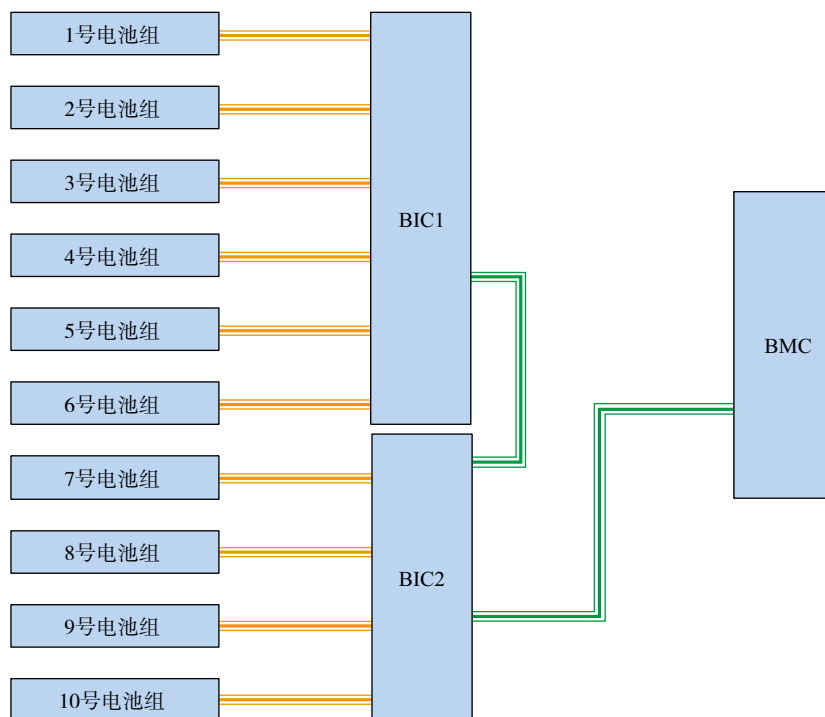


图 2-2-7 信息采集器通讯电路

4. 高压电池输出控制

秦 PLUS DM-i 电池高压输出由电池包内部的高压配电箱控制，内部包括总正接触器、总负接触器、预充电阻、总保险等组成，如图 2-2-8 所示，其控制电路如图 2-2-9 所示。

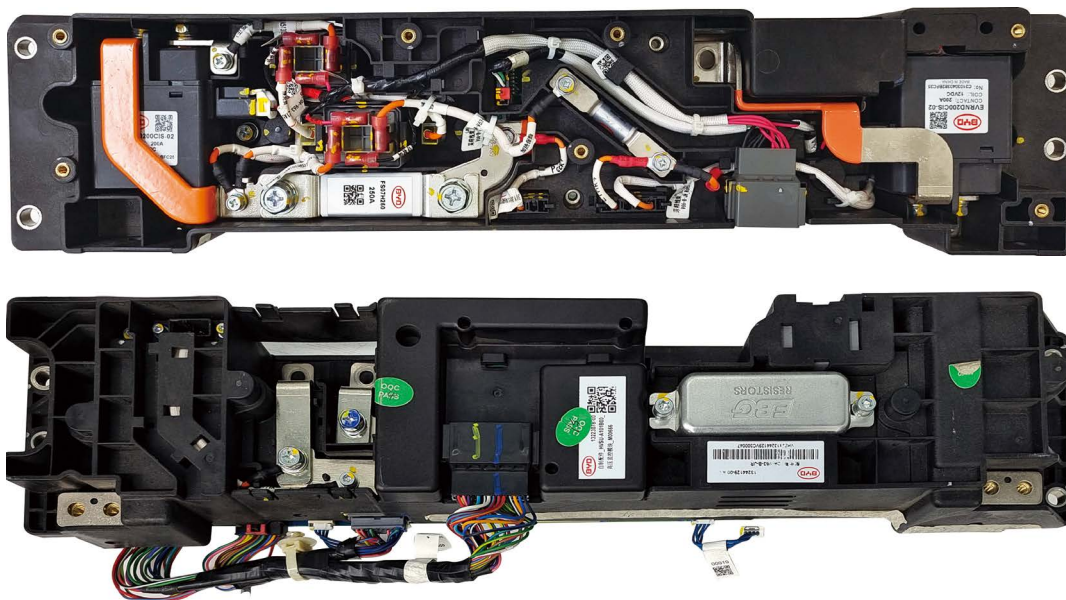


图 2-2-8 秦 PLUS DM-i 电池包高压配电箱

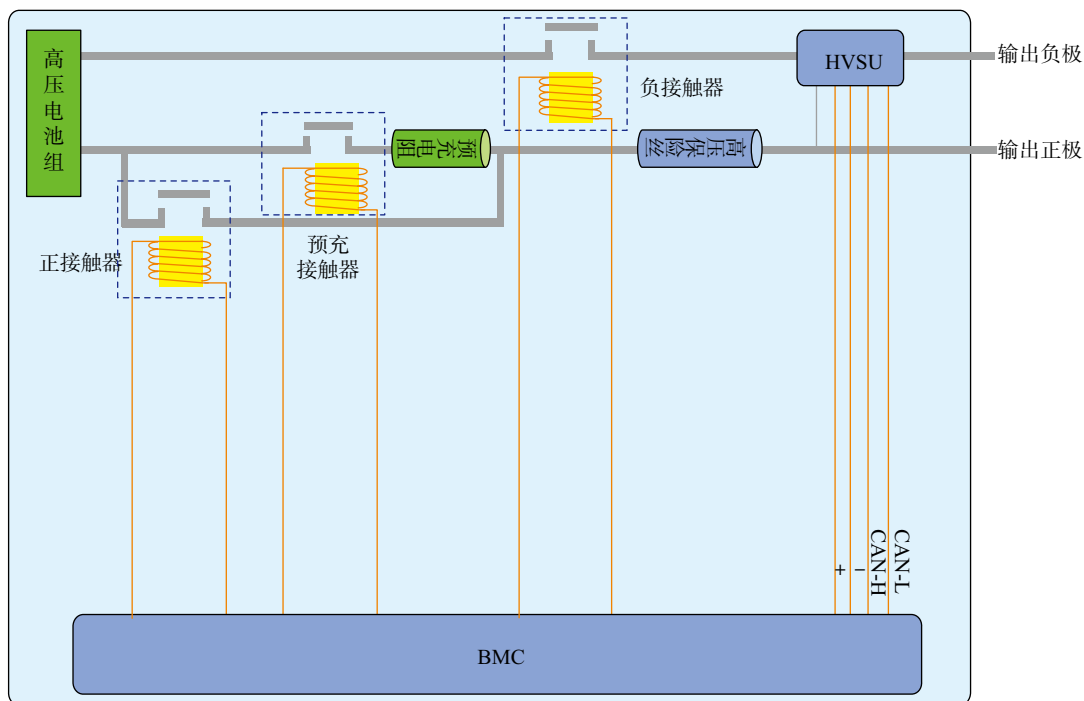


图 2-2-9 电池高压输出控制电路

1) 上电次序

当上电条件允许后，BMC 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，串联预充电阻输出高压电。BMC 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。

2) 下电次序

下电时，BMC 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。

5. 高压监控模块

秦 PLUS DM-i 高压监控模块(HVSU)如图 2-2-10 所示，具有电流传感器和绝缘监控、总电压检测、总接触器烧蚀检测的功能，其通过 CAN 与 BMC 进行通讯。



图 2-2-10 秦 PLUS DM-i 高压监控模块 (HVSU)

电池电流传感器为分流式，如图 2-2-11 所示，安装在负极高压线路上。



图 2-2-11 秦 PLUS DM-i 分流式电流传感器

高压监控模块通过测量高压线与外壳之间的阻值检测高压漏电状态；通过测量高压电池输出端的正极与负极检测总电压；下电后，通过检测继电器后方的电压差来判断接触器是否烧连。

6. 高压互锁

由于秦 PLUS DM-i 系统只有电控总成的高压输入的一个高压插头，因此，BMC 通过互锁系统只检测此一处高压连接情况，其电路如图 2-2-12 所示。其相关端子如图 2-2-13 所示。

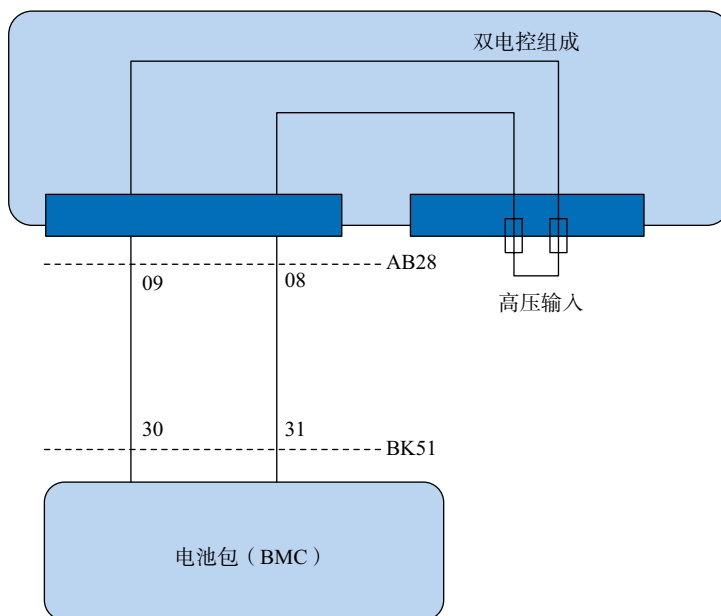
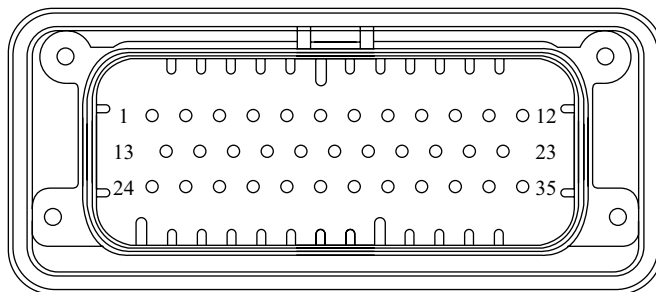
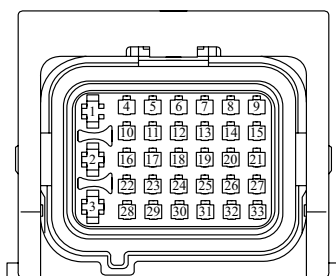


图 2-2-12 秦 PLUS DM-i 高压互锁电路



AB28



BK51

图 2-2-13

BMC 通过电池包的 BK51 插头 31 端子向电控总成 AB28 插头的 8 端子输出 PWM 信号，经过高压互锁插头到达电控总成 AB28 插头的 9 端子，随后经过电池包的 BK51 插头 31 端子回到 BMC，若电脑能够检测到 PWM 返回信号，则证明高压插头连接良好，若检测不到 PWM 返回信号，明高压插头连接不良，则切断高压供电。

7. 冷却控制

秦 PLUS DM-i 系统高压电池包使用空调系统直接冷却，图 2-2-14 所示为高压电池包空调冷却口的电子膨胀阀。

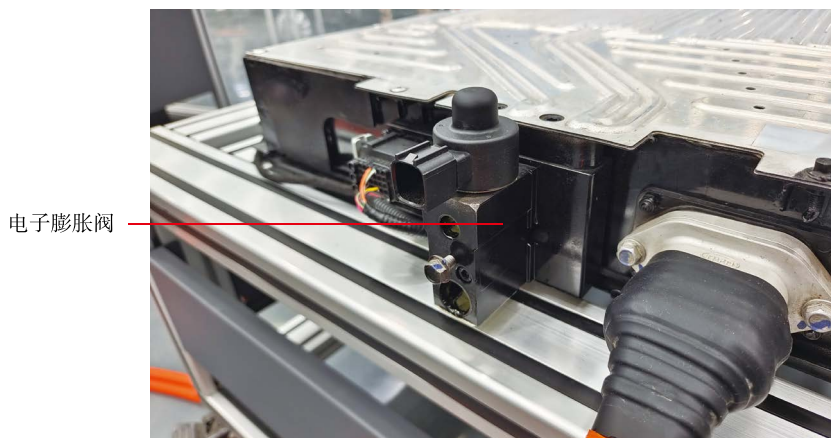


图 2-2-14 秦 PLUS DM-i 高压电池包空调冷却口

在电池包内装有蒸发箱，直接给电池散热，蒸发箱的制冷剂流量由整车控制器通过电子膨胀阀控制。

8. 加热控制

秦 PLUS DM-i 高压电池包其加热使用电热丝，如图 2-2-15 所示，电热丝的电力由高压包提供。

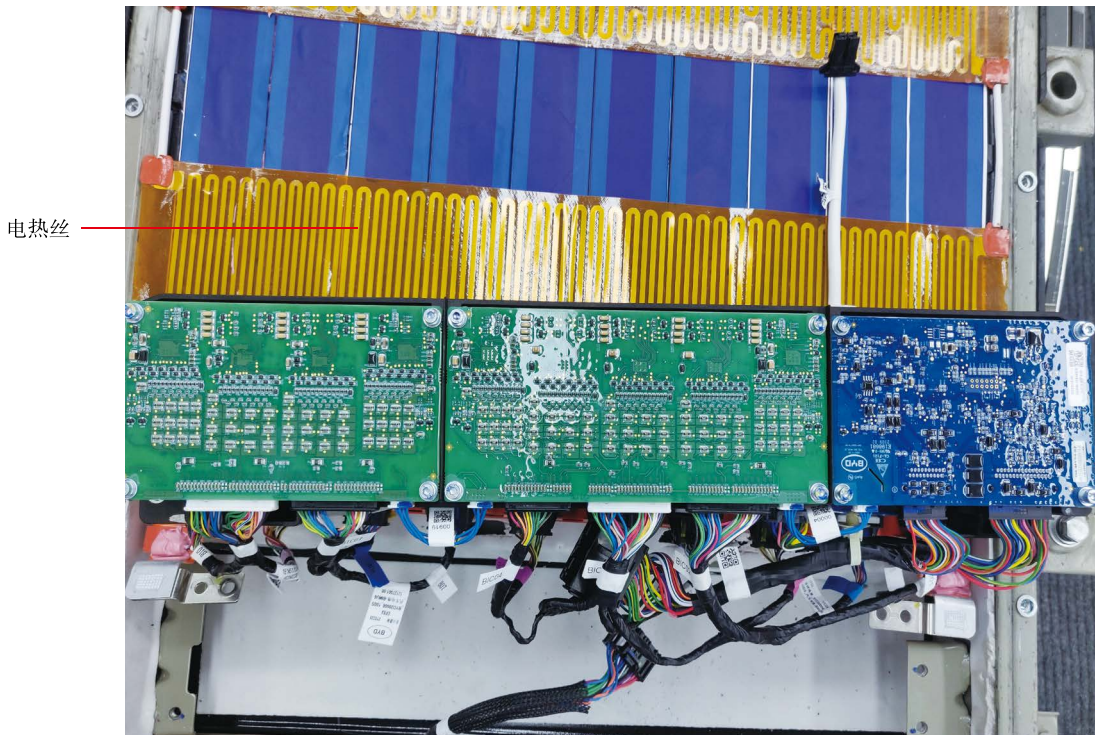


图 2-2-15 高压电池包电热丝

BMC 通过信息采集系统检测的电池温度信息控制高压电池加热继电器的工作，高压加热继电器控制电热丝电源。

高压电池加热继电器如图 2-2-16 所示，电热丝控制电路如图 2-2-17 所示。



图 2-2-16 秦 PLUS DM-i 高压电池加热继电器

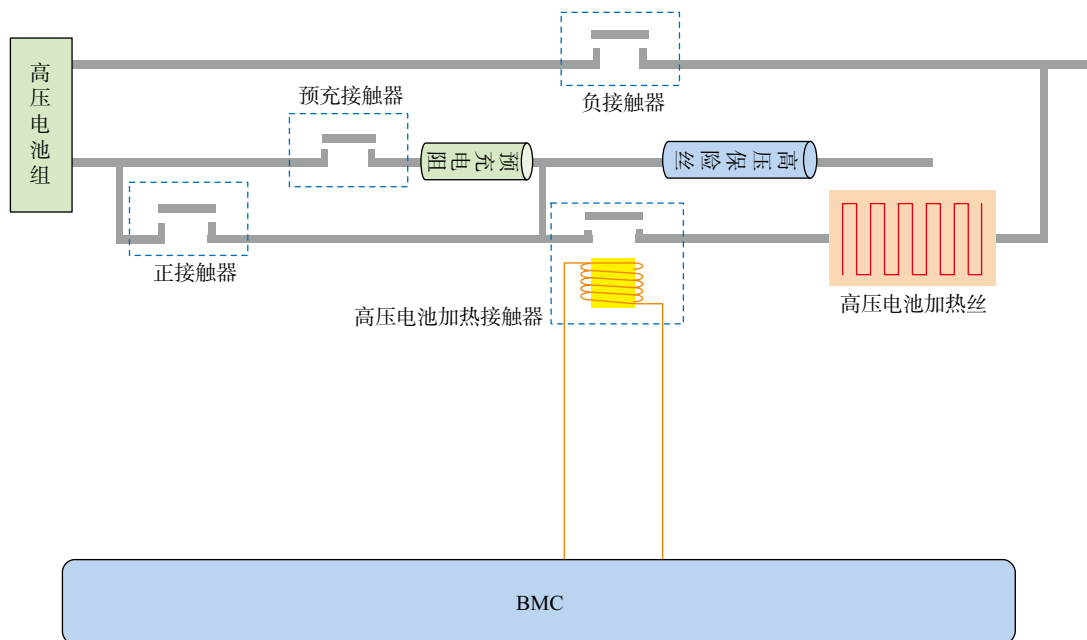


图 2-2-17 秦 PLUS DM-i 电热丝控制电路图

9. 碰撞信号

秦 PLUS DM-iSRS 与 BMC 通过硬线传递信息，未碰撞时，此线为 5V，当车辆发生碰撞后，此电压为 0V。这样设计的目的是如果由于碰撞，使硬件或线路断开，BMC 均不能收到 5V 的电压，如此即可断开高压电源，如此就确保了安全性。如果使用 CAN 线传递，如果硬件或线路被碰撞损坏，它们就失去了传递碰撞信息能力，这样安全性就减低了。

碰撞信号电路如图 2-2-18 所示。其相关端子插头如图 2-2-19 所示。

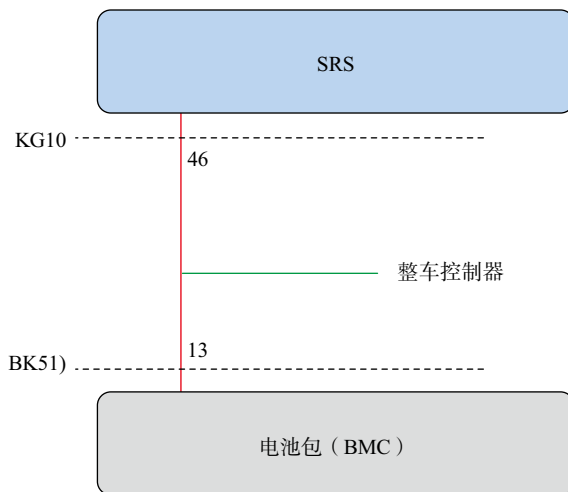
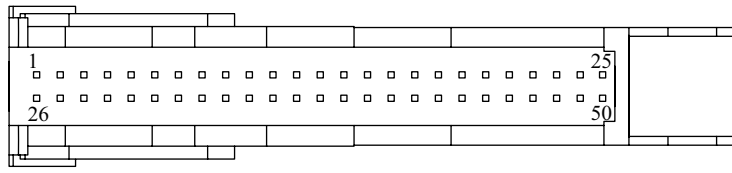
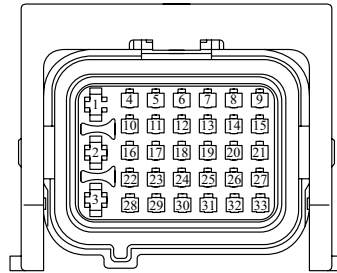


图 2-2-18 秦 PLUS DM-i BMC 碰撞信号的传递



KG10



BK51

图 2-2-19

10.BMS

秦 PLUS DM-i 的 BMS 集成在高压电池包内，其在高压电池包内部通过线路搜集高压电池单体电压、模块电压、总电压、电池温度、输出电流、绝缘性能、接触器粘连等信息，并控制总正接触器、总负接触器、预充接触器、高压加热接触器等。

BMS 通过电池包的低压插头与充电系统、安全气囊、高压互锁等联系，并通过总线与整车其他模块信息互通。BMS 工作电源来自常火和 IG3，BMS 的电源及总线电路如图 2-2-20 所示。相关端子插头如图 2-2-21 所示。

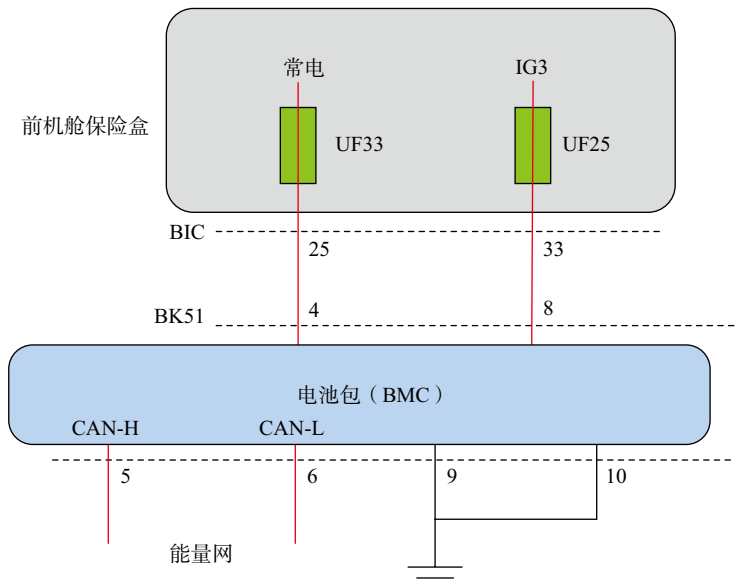


图 2-2-20 秦 PLUS DM-i BMS (高压电池包) 的电源及总线电路

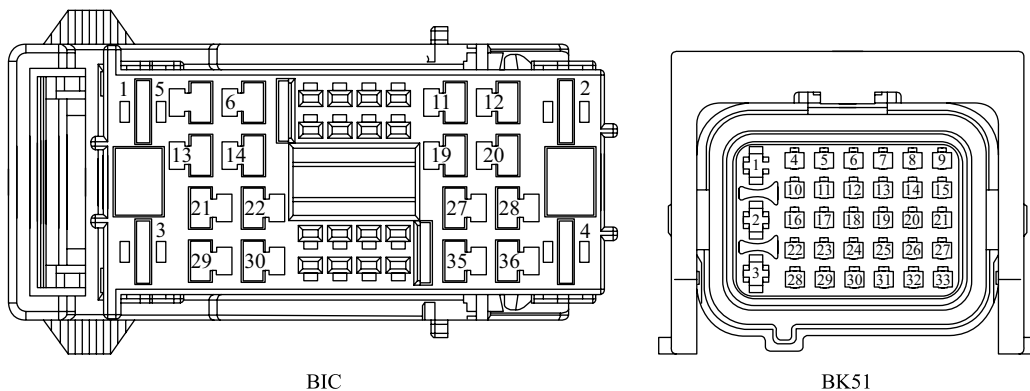


图 2-2-21

二、任务实施

1. 高压电池包的故障诊断

(1) 电源的检测

1) 故障现象

2) 线路检测

(2) 信息传输的检测

1) 故障现象

2) 线路检测

(3) 相关故障码

2. 高压互锁的诊断

3. 高压电池包的拆装

任务三 秦 PLUS DM-i 配电系统的检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 高压系统结构
- 秦 PLUS DM-i 高压配电盒结构

能力目标

- 高压配电盒保险丝更换

一、技术原理

1. 秦 PLUS DM-i 高压系统结构

秦 PLUS DM-i 高压系统主要包括：双电机（前驱动电机 + 发电机 + 变速器总成）、双电控（发电机控制器 + 驱动电机控制器）、高压配电盒、动力电池包、PTC、电动压缩机、车载电源总成（车载充电器、DC-DC）、充电口、高压电缆等，如图 2-3-1 所示。

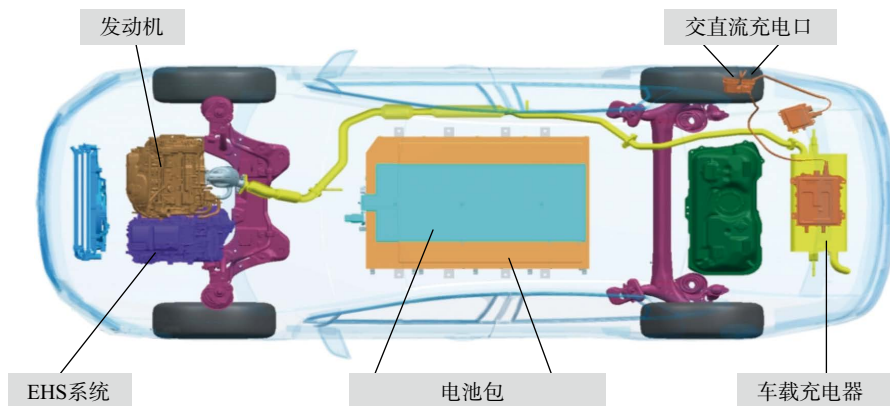


图 2-3-1 秦 PLUS DM-i 高压系统

秦 PLUS DM-i 高压布局原理如图 2-3-2 所示。

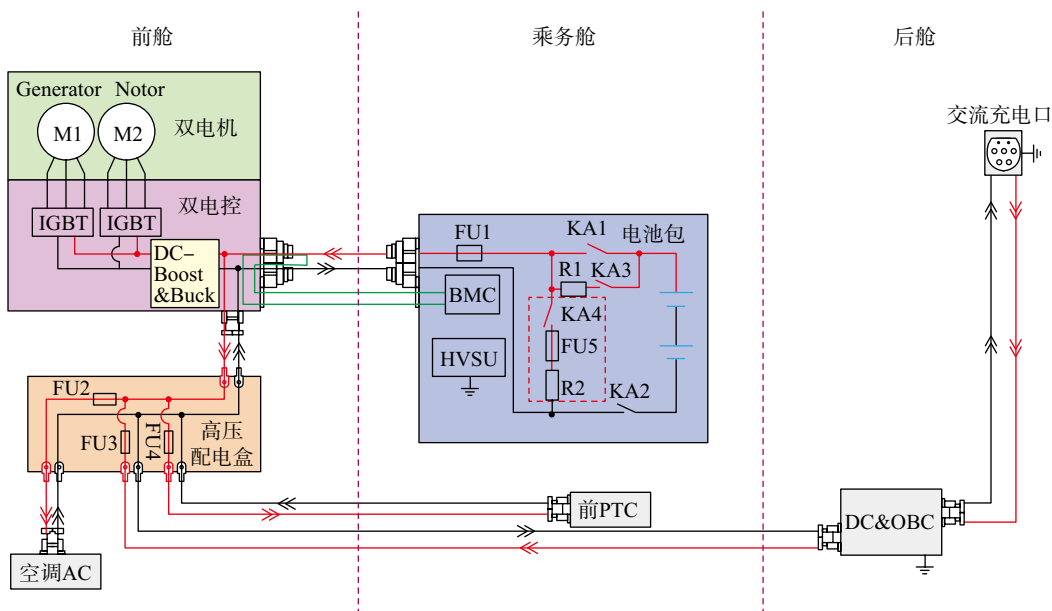


图 2-3-2 秦 PLUS DM-i 高压布局原理图

秦 PLUS DM-i 动力电池包输出的高压电经过前电控，通过高压配电箱分配给压缩机、PTC 及 OBC/DC。正极接触器、预充接触器、负极接触器、高压监控模块 HVSU（集成漏电传感器、电流霍尔传感器、接触器烧结检测等）及 BMC（动力电池包管理器）集成在电池包内部。

2. 秦 PLUS DM-i 高压配电箱结构

秦 PLUS DM-i 高压配电箱结构如图 2-3-3 所示。

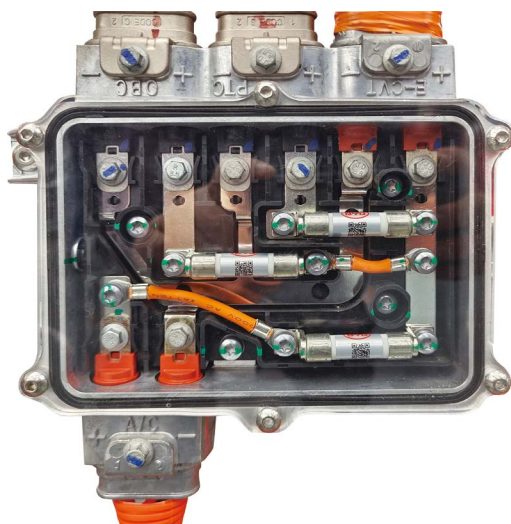


图 2-3-3 秦 PLUS DM-i 高压配电箱

二、任务实施

高压配电箱保险丝更换

任务四 秦 PLUS DM-i 电机及控制系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 发电机结构原理
- 秦 PLUS DM-i 驱动电机结构原理
- 秦 PLUS DM-i 双电控结构组成
- 秦 PLUS DM-i 双电控增压驱动原理
- 秦 PLUS DM-i 双电控电容及放电电阻工作过程
- 秦 PLUS DM-i 冷却系统的控制

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 电机控制器电源、总线的检测
- 秦 PLUS DM-i 双电控温度传感器检测
- 秦 PLUS DM-i 旋变传感器检测
- 秦 PLUS DM-i 驱动电机的拆解

一、技术原理

秦 PLUS DM-i 电机包括双电控、发电机、驱动电机三部分组成。

1. 发电机

发电机作用是启动发动机，并且在发动机启动着车后发电，一方面可以向驱动电机供电，使驱动电机驱动电动汽车行驶；另一方面，可以向高压电池充电。

发电机由定子、转子、水温传感器、旋变传感器等组成。

发电机定子如图 2-4-1 所示。安装在外壳上，由三个线圈绕组组成，三个绕组的三

个接线端连接双电控系统。在定子外壳上安装有水道，用于冷却定子线圈，在定子线圈内装有温度传感器，用于检测发电机转子线圈的温度。

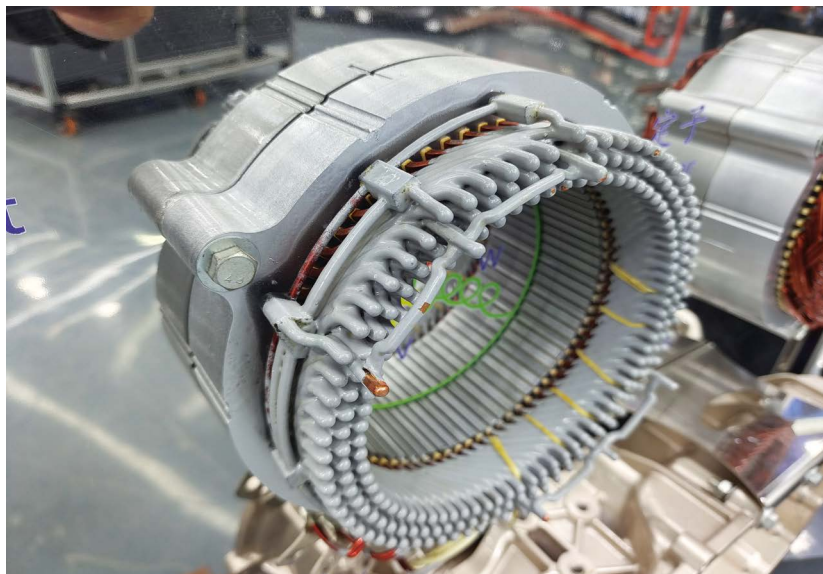


图 2-4-1 秦 PLUS DM-i 发电机定子

转子有永磁材料制成，如图 2-4-2 所示，在其轴的一端为旋变传感器的定子部分。

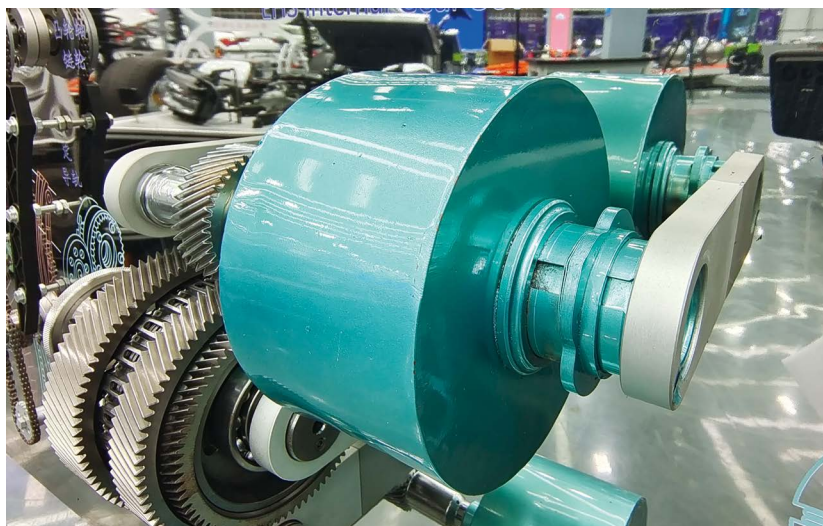


图 2-4-2 秦 PLUS DM-i 发电机转子

旋变传感器用于检测转子的位置，双电控系统根据此信息控制发电机的转动（其启动发动机时），和计算发电机的转速。其转子部分在转子轴上，定子上有励磁、正弦、余弦三组线圈，如图 2-4-3 所示。其阻值分别为 $12.5 \pm 2\Omega$ 、 $27 \pm 3\Omega$ 、 $26 \pm 3\Omega$ ，励磁线圈由双电控系统提供脉冲驱动，正弦、余弦根据传感器转子位置产生感应信号输送给双电控系统。

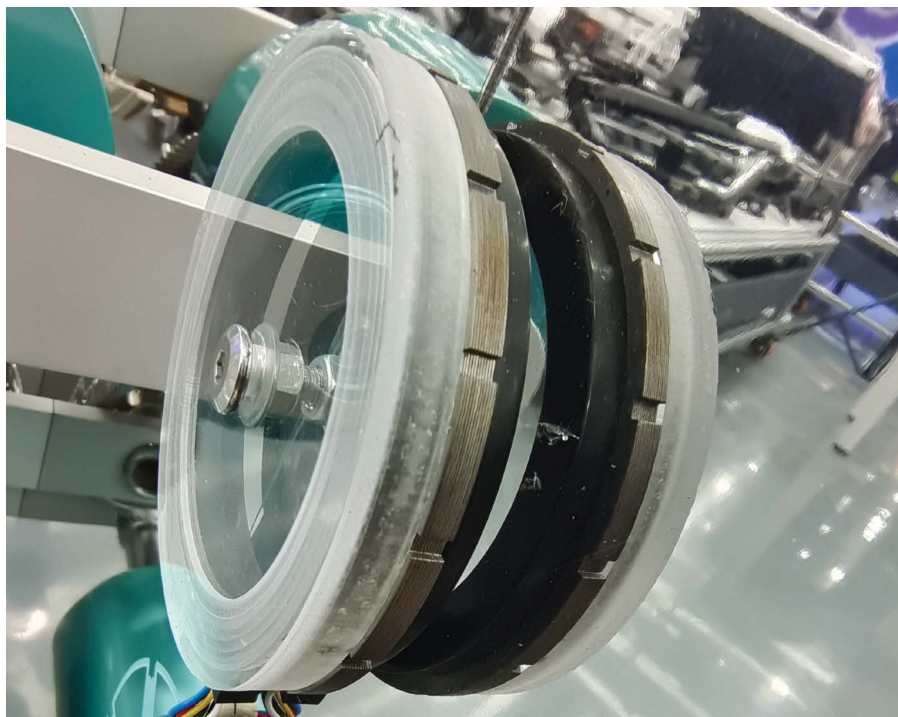


图 2-4-3 秦 PLUS DM-i 发电机旋变传感器线圈

发电机温度传感器及旋变传感器电路如图 2-4-4 所示。其相关端子如图 2-4-5 所示。

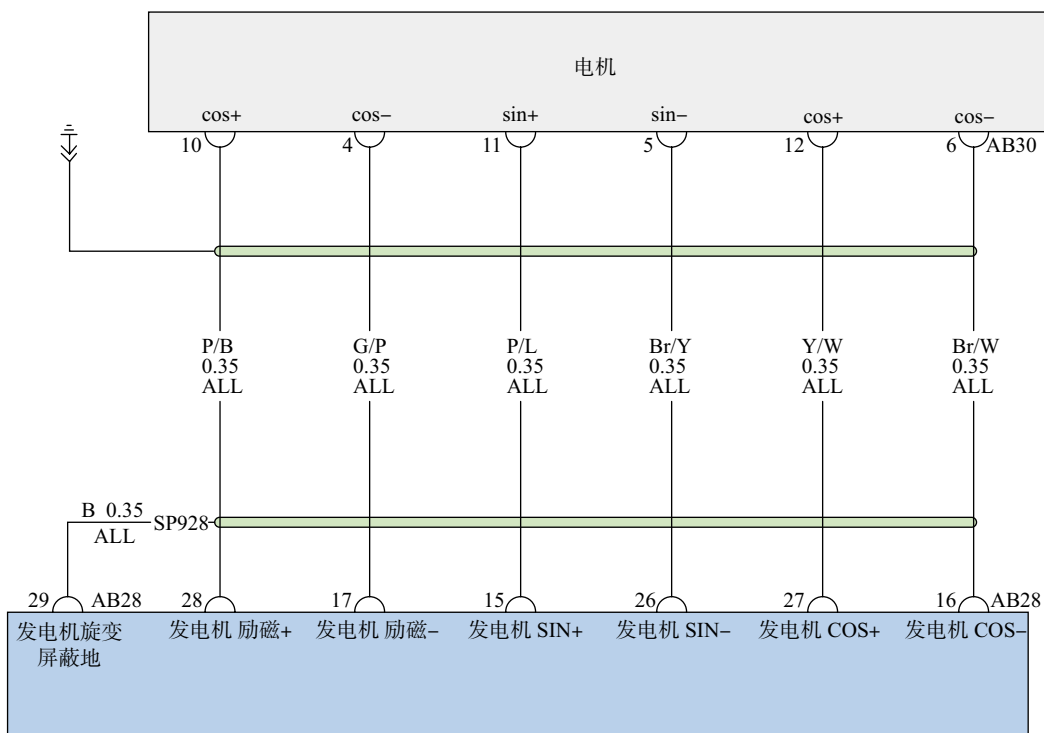


图 2-4-4 秦 PLUS DM-i 发电机温度传感器及旋变传感器电路

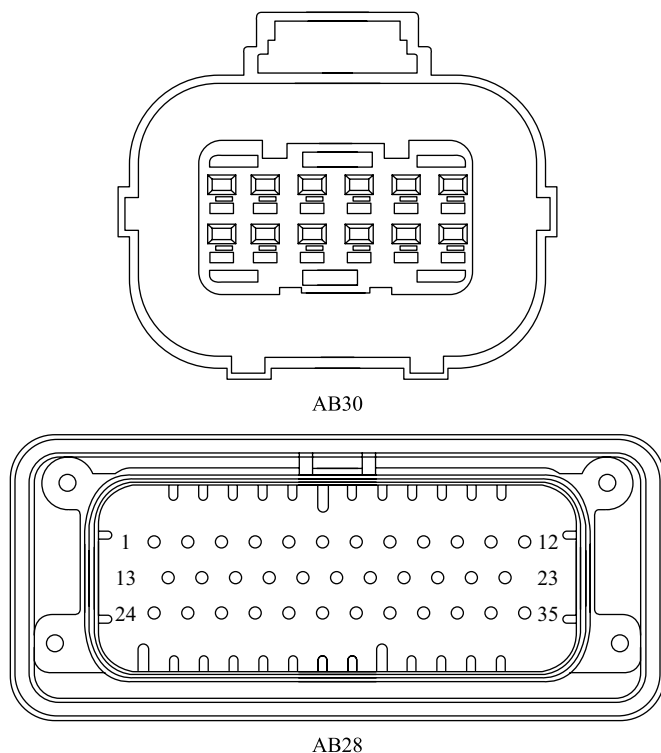


图 2-4-5

2. 驱动电机

驱动电机作用汽车行驶，由定子、转子、水温传感器、旋变传感器等组成。

驱动电机定子如图 2-4-6 所示。安装在外壳上，由三个线圈绕组组成，三个绕组的三个接线端连接双电控系统。在定子外壳上安装有水道，用于冷却定子线圈，在定子线圈内装有温度传感器，用于检测驱动电机转子线圈的温度。



图 2-4-6 秦 PLUS DM-i 驱动电机定子

转子由永磁材料制成，如图 2-4-7 所示，在其轴的一端为旋变传感器的定子部分。

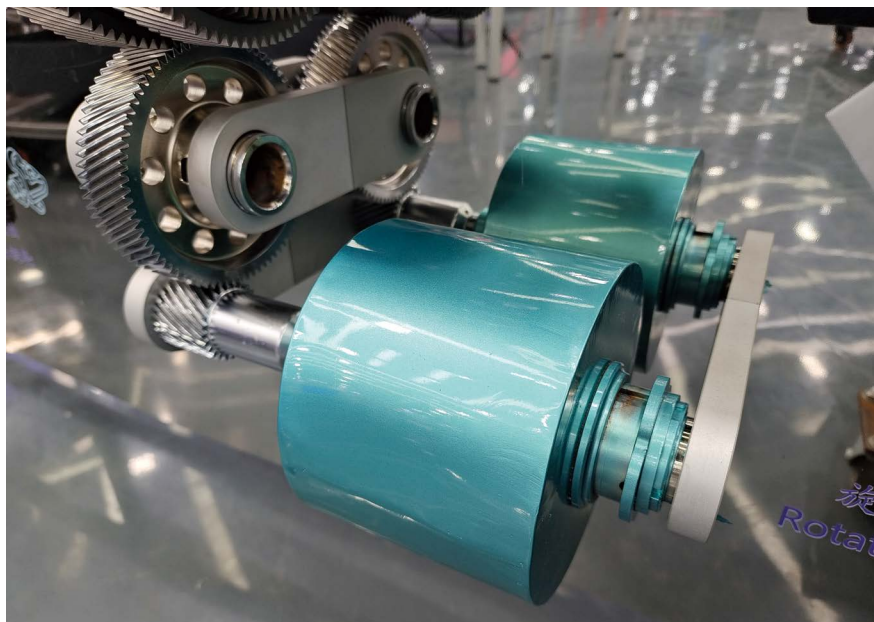


图 2-4-7 秦 PLUS DM-i 驱动电机转子

旋变传感器用于检测转子的位置，双电控系统根据此信息控制驱动电机的转动（其启动发动机时），和计算驱动电机的转速。其转子部分在转子轴上，定子上有励磁、正弦、余弦三组线圈，如图 2-4-8 所示。其阻值分别为 $12.5 \pm 2\Omega$ 、 $27 \pm 3\Omega$ 、 $26 \pm 3\Omega$ ，励磁线圈由双电控系统提供脉冲驱动，正弦、余弦根据传感器转子位置产生感应信号输送给双电控系统。

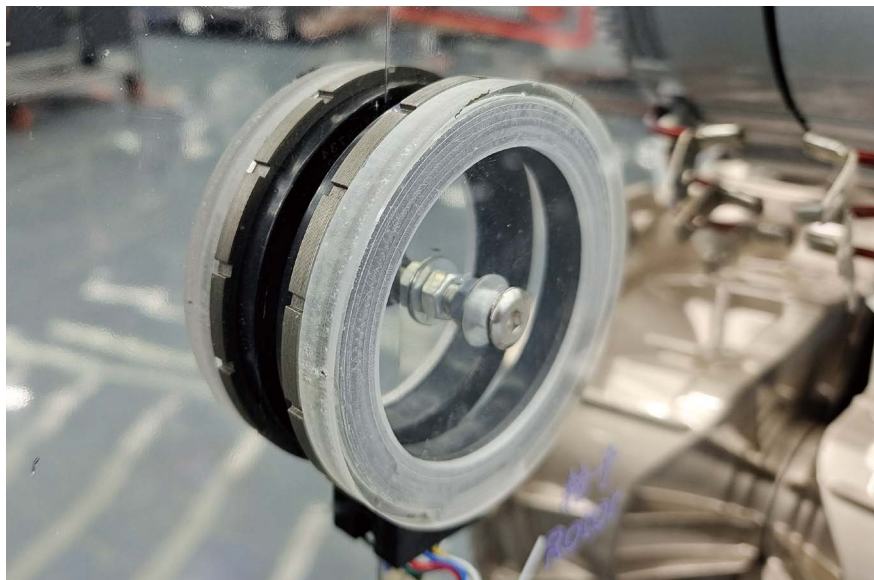


图 2-4-8 秦 PLUS DM-i 驱动电机旋变传感器线圈

驱动电机温度传感器及旋变传感器电路如图 2-4-9 所示。其相关端子号如图 2-4-10 所示。

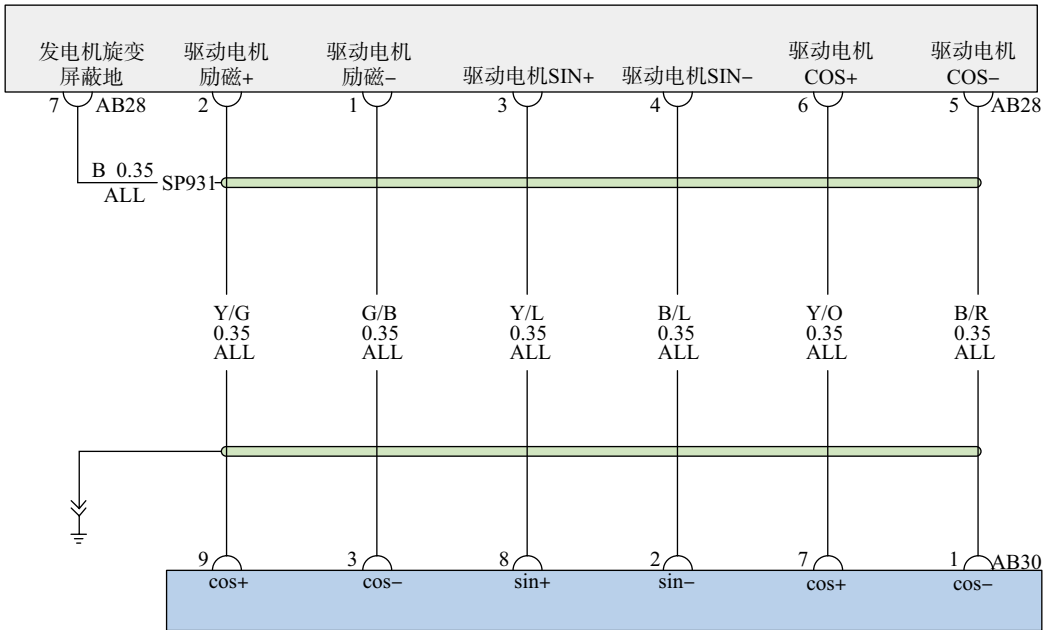


图 2-4-9 秦 PLUS DM-i 驱动电机温度传感器及旋变传感器电路

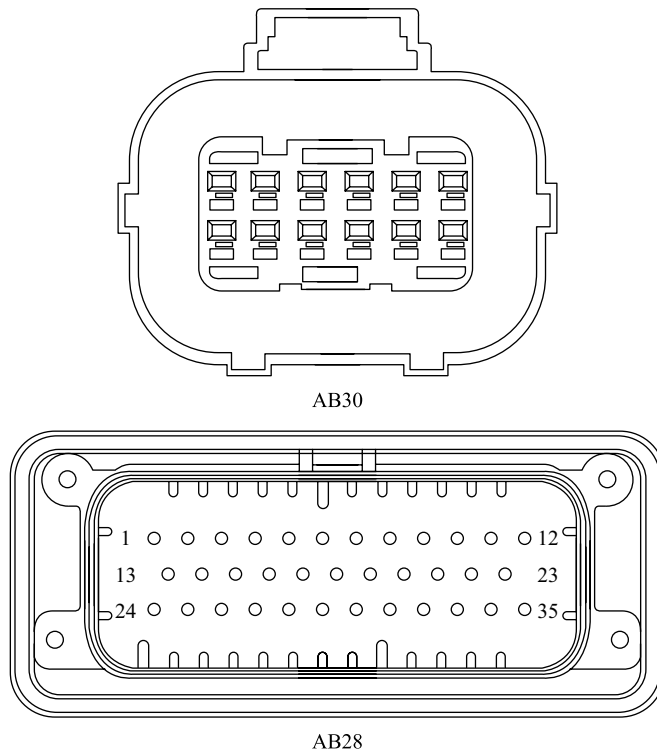


图 2-4-10

3. 双电控结构原理

双电控的作用是根据来自电机的信息及VCU的指令驱动发电机及驱动电机运转。其由控制单元、超级电容、稳压电容、增压与发电机IGBT及其驱动器、驱动电机IGBT及其驱动器、电流传感器等组成，其控制结构组成2-4-11所示，其控制框架如图2-4-12所示。

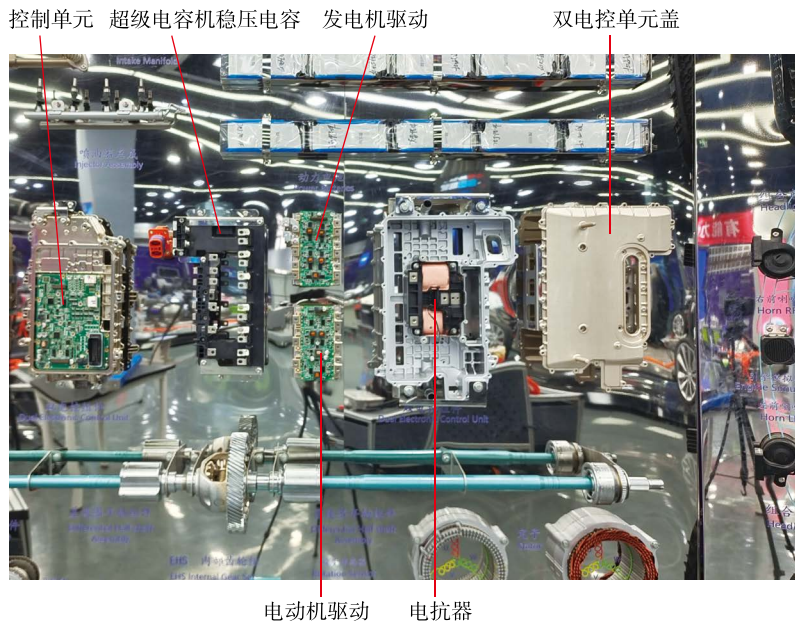


图 2-4-11 秦 PLUS DM-i 双电控控制组成

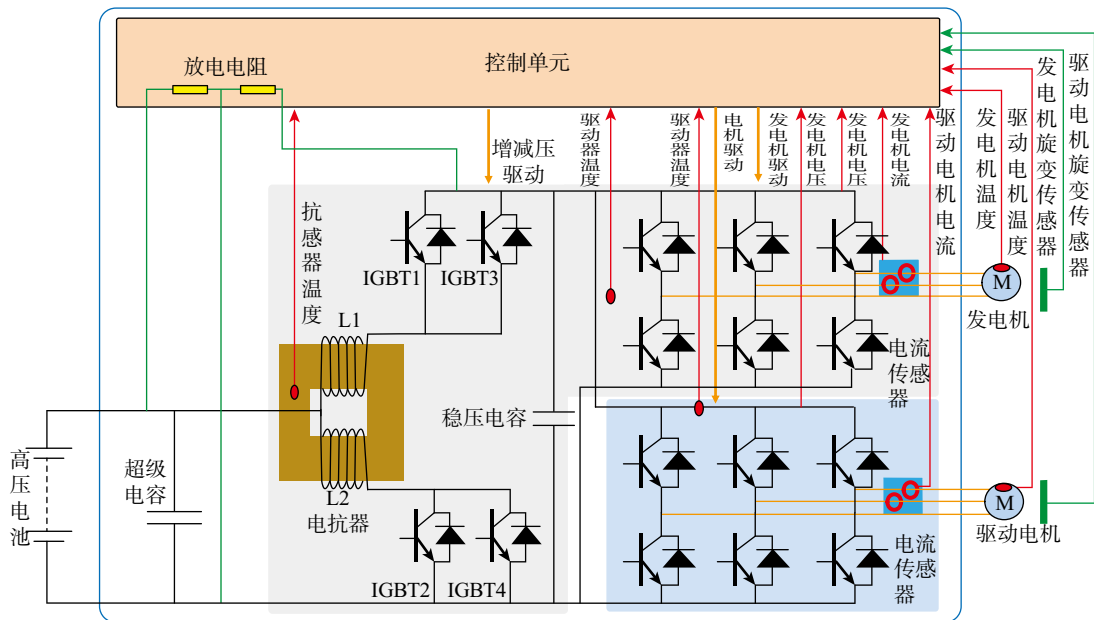


图 2-4-12 秦 PLUS DM-i 双电控控制

(1) 增压驱动

秦 PLUS DM-i 动力电池电压为 320V，为了降低发电机与驱动电机的尺寸，同时保障其功率，需要将电压再次提升。因此，在秦 PLUS DM-i 增加了增压驱动系统，其主要由电抗器（如图 2-4-13 所示）、增压 IGBT 及其驱动器（与发电机 IGBT 及其驱动器为一个模块，如图 2-4-14 所示）组成，超级电容及稳压电容（如图 2-4-15 所示）起到稳压的作用。

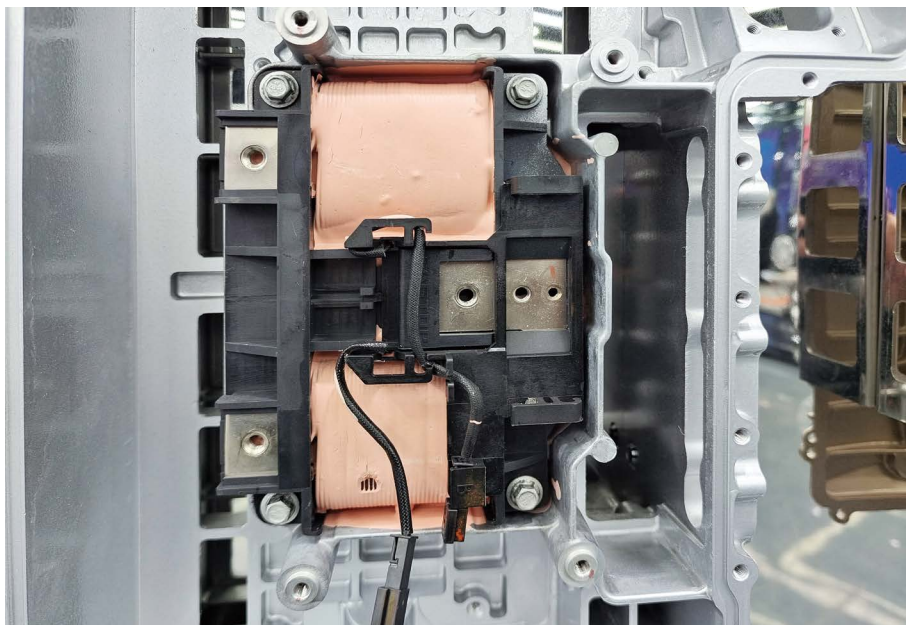


图 2-4-13 秦 PLUS DM-i 电抗器

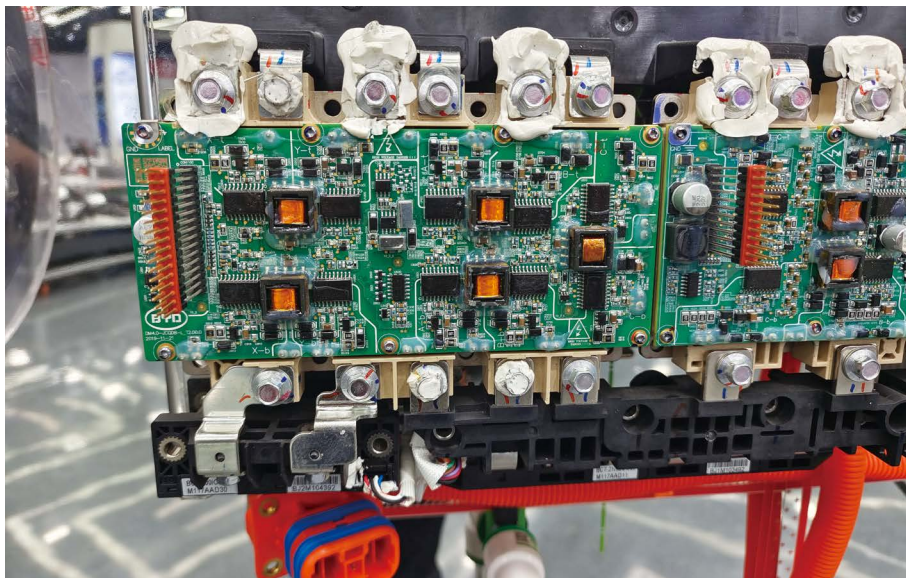


图 2-4-14 秦 PLUS DM-i 增压与发电机 IGBT 及其驱动器

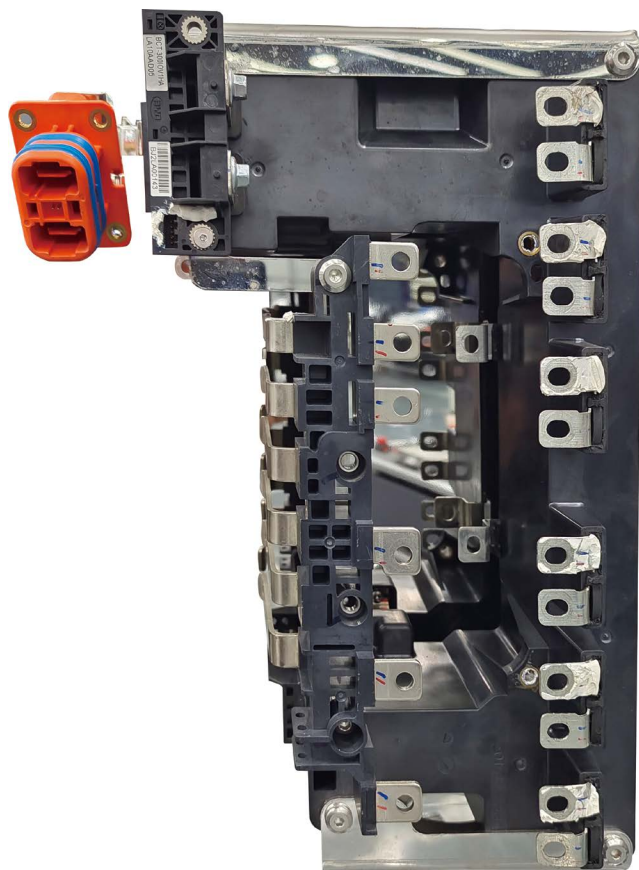


图 2-4-15 秦 PLUS DM-i 超级电容及稳压电容

增压驱动过程如下：

步骤 1: IGBT2 和 IGBT4 接通，使高压蓄电池使电抗器 L1 和 L2 线圈导通，如图 2-4-16 所示。

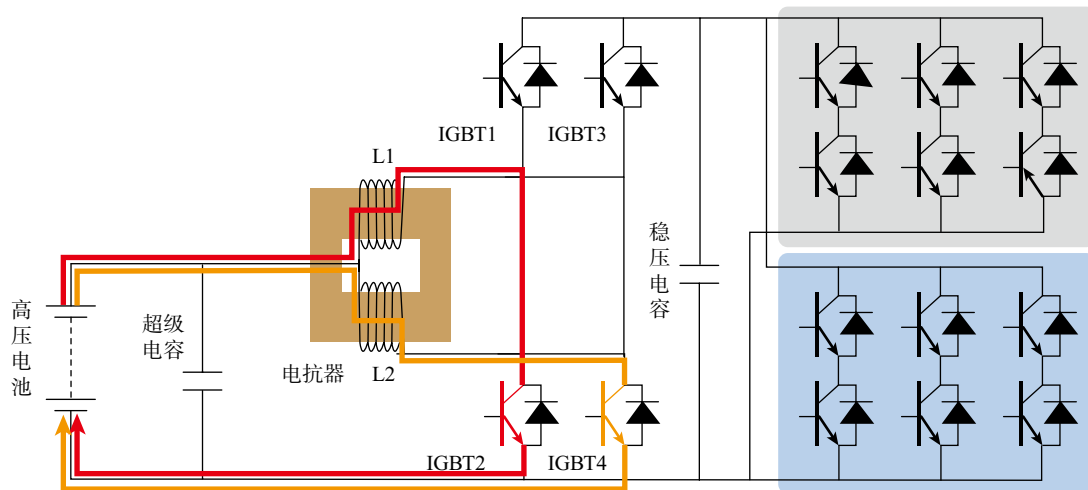


图 2-4-16 秦 PLUS DM-i 电抗器 L2 线圈导通

步骤 2: IGBT2 和 IGBT4 截止, 使电抗器 L1 和 L2 线圈断开, 如图 2-4-17 所示。

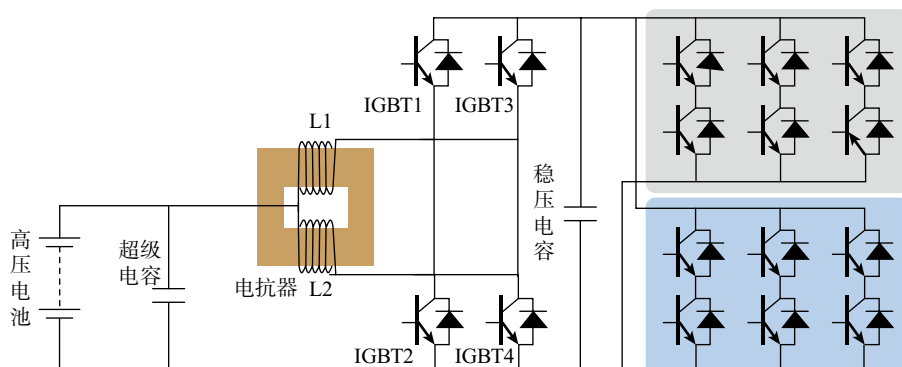


图 2-4-17 秦 PLUS DM-i 电抗器 L2 线圈断开

步骤 3: 电抗器 L1 和 L2 线圈自感产生高电压, 通过二极管向发电机及驱动电机 IGBT 提供高电压, 如图 2-4-18 所示。

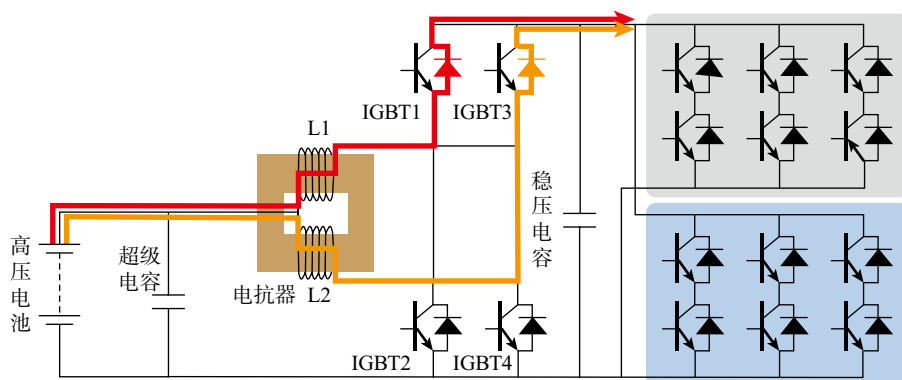


图 2-4-18 秦 PLUS DM-i 电抗器 L1 线圈提升总电压

增压驱动降压驱动:

由于发电机发电或驱动电机能量回收后的电压较高, 此时通过控制 IGBT1 和 IGBT3 导通的占空比, 即可把电压降至 320 V, 向电池高压电池充电, 如图 2-4-19 所示。

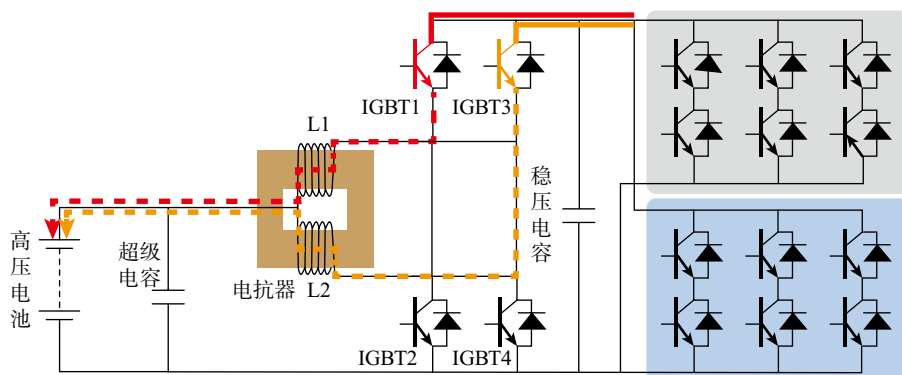


图 2-4-19 秦 PLUS DM-i 增压驱动降压驱动

在电抗器和 IGBT 驱动上均有温度传感器，当温度过高时，控制冷却液为其散热。

(2) 发电机驱动

发电机 IGBT 驱动器如图 2-4-14 所示，在发电机发电时，其负责将发电机发出的三相高压交流电转变成高压直流电。

当发电机启动发动机时，双电控控制单元根据旋变传感器等信息通过发电机 IGBT 及其驱动器驱动发电机运转。

双电控控制单元根据检查发电机输入及输出电流计算其功率，并根据温度传感器控制冷却系统工作。

(3) 驱动电机驱动

驱动电机 IGBT 及其驱动器如图 2-4-20 所示，在其驱动车轮行驶时，双电控控制单元根据旋变传感器等信息及来自整车控制器的控制指令通过驱动电机 IGBT 及其驱动器驱动驱动电机运转。

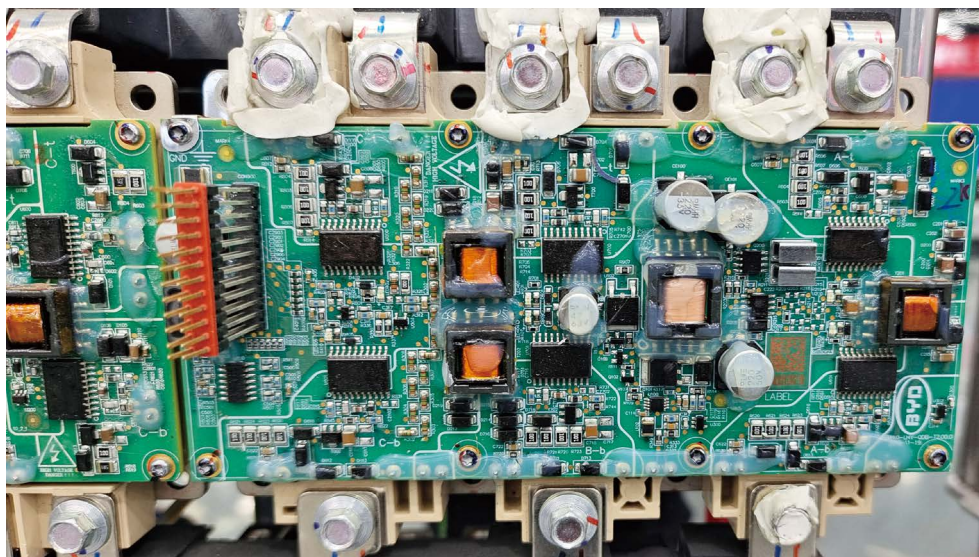


图 2-4-20 秦 PLUS DM-i 驱动电机 IGBT

在制动或减速能量回收时，驱动电机 IGBT 及其驱动器负责将驱动电机发出的三相高压交流电转变成高压直流电。

双电控控制单元根据检查驱动电机输入及输出电流计算其功率，并根据温度传感器控制冷却系统工作。

(4) 电容及放电电阻

秦 PLUS DM-i 双电控系统中有两个电容，其中超级电容用来缓冲高压电池充电和放电时形成的电压冲击，以保护高压电池。稳压电容则是用来稳定经升压模块提升后的电压。

由于超级电容和稳压电容的存在，在下电后，切断了双电控系统与高压电池的联系，此时，超级电容和稳压电容是储存有高压电的。此时如果拔下高压插头，就有被电容所

存储的电压电击的危险。因此就需要把超级电容和稳压电容电压卸掉。

超级电容和稳压电容卸掉电压有两个步骤，首先，下电后，电机控制器控制相应的 IGBT 导通，从而使电容的电压通过泄至 60V 以下，随后，关闭 IGBT，此时剩余的电压通过放电电阻持续放电，3 分钟内把电压放完。

放电电阻如图 2-4-21 所示，其集成在双电控控制单元上，其阻值较大。因为它一直并联在高压电路中，较大的阻值可以降低上电后其对高压电的消耗。

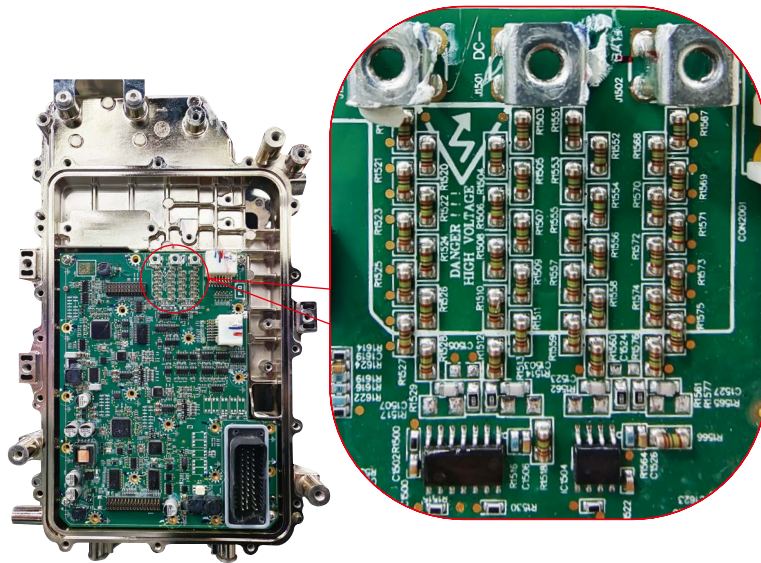


图 2-4-21 秦 PLUS DM-i 双电控控制单元与放电电阻

(5) 碰撞信号

当整车发生碰撞时，安全气囊系统发出碰撞信号，双电控收到碰撞信号后关断 IGBT。碰撞信号采用硬线连接，信号由安全气囊电脑发出，其电路如图 2-4-22 所示。安全气囊电脑发出的信号是常态的，为 5V 电压，一旦发生碰撞，安全气囊电脑则切断此 5V 电压。其相关端子插头如图 2-4-23 所示。

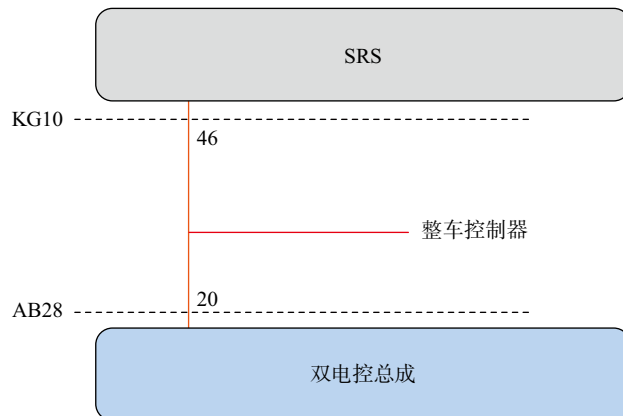


图 2-4-22 双电控碰撞信号

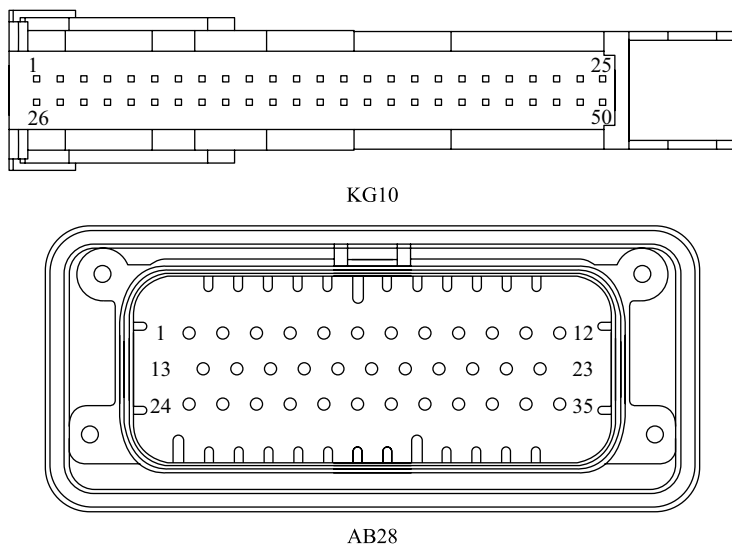


图 2-4-23

(6) 电源及总线线路

秦 PLUS DM-i 双电控电源及总线电路如图 2-4-24 所示。其相关端子插头如图 2-4-25 所示。其通过总线与其他整车控制器、电池包等控制模块进行信息交互。

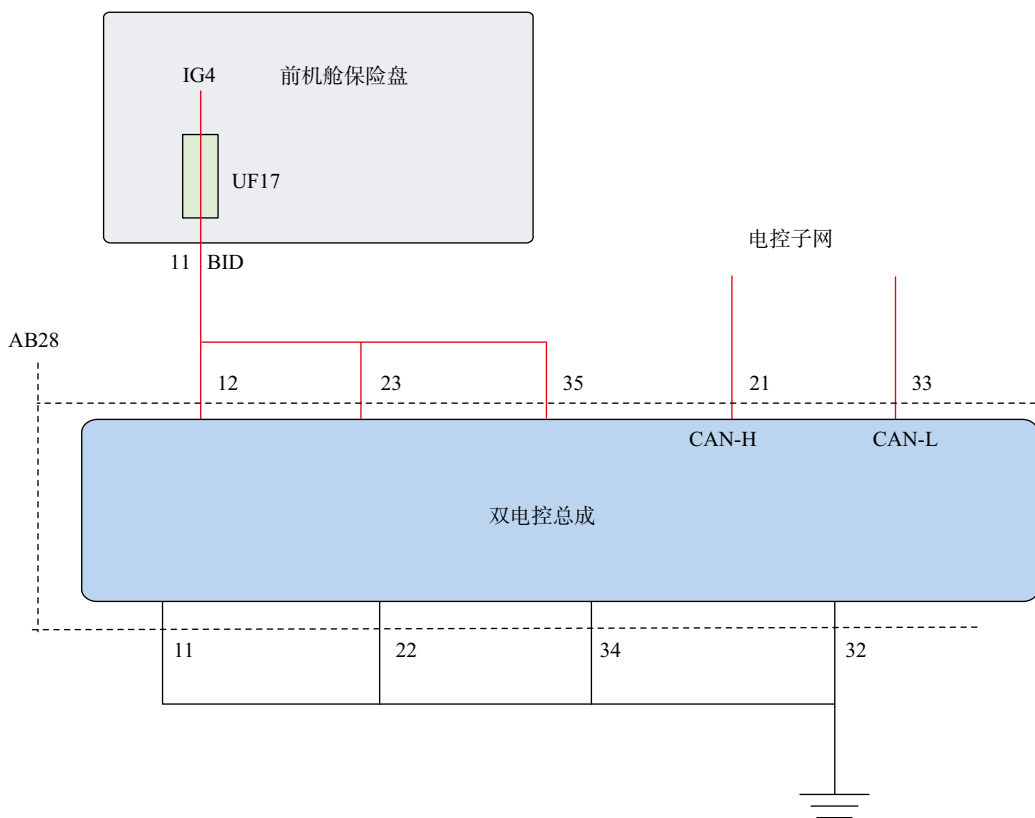


图 2-4-24 秦 PLUS DM-i 双电控电源及总线电路

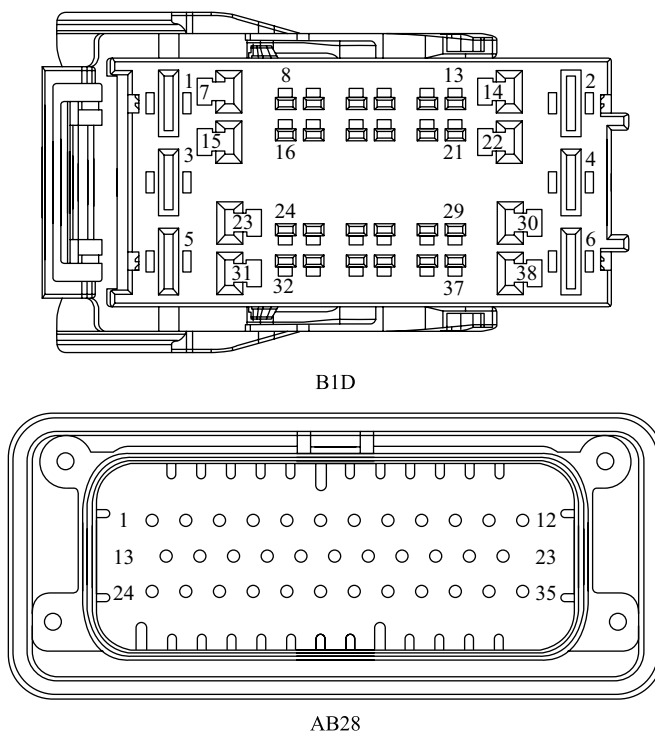


图 2-4-25

4. 高压线路

秦 PLUS DM-i 双电控高压电来自高压电池，其端子为插接式，内部有互锁端子。高压电进入双电控后，分出一路给高压分配盒提供高压电，如图 2-4-26 所示。



图 2-4-26 秦 PLUS DM-i 双电控高压连接

5. 冷却系统

秦 PLUS DM-i 电机及驱动电机与发动机使用各自独立的冷却系统，双电控及发电机和驱动电机的冷却水道在内部连接，其与车载电源总成（车载充电器与 DC-DC）使用一套冷却水路，如图 2-4-27 所示。其冷却路线为散热器→电控冷却水泵→双电控与发电机及驱动电机总成→车载电源总成→散热器。

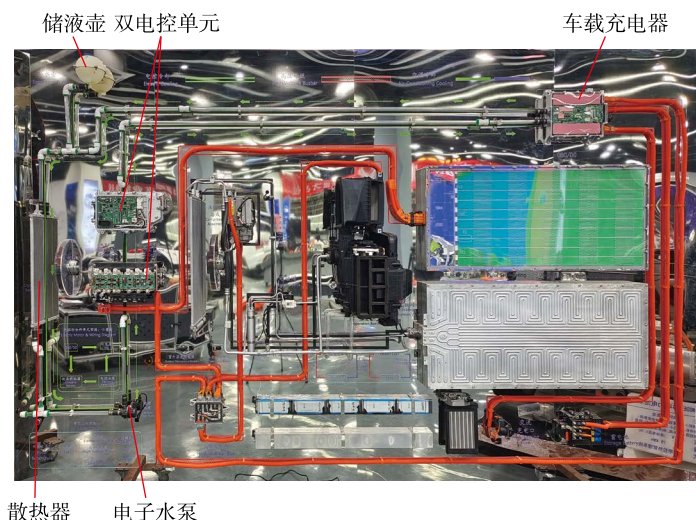


图 2-4-27 秦 PLUS DM-i 电控冷却路线

冷却系统散热风扇和电控冷却水泵通过转速的高低进行调节。散热风扇和电控冷却水泵的转速由整车控制器根据双电控内的电抗器、增压 IGBT、发电机 IGBT、驱动电机 IGBT 等温度传感器及发电机温度传感器、驱动电机温度传感器、车载电源总成温度传感器等信号计算出占空比进行控制，如图 2-4-28 所示。

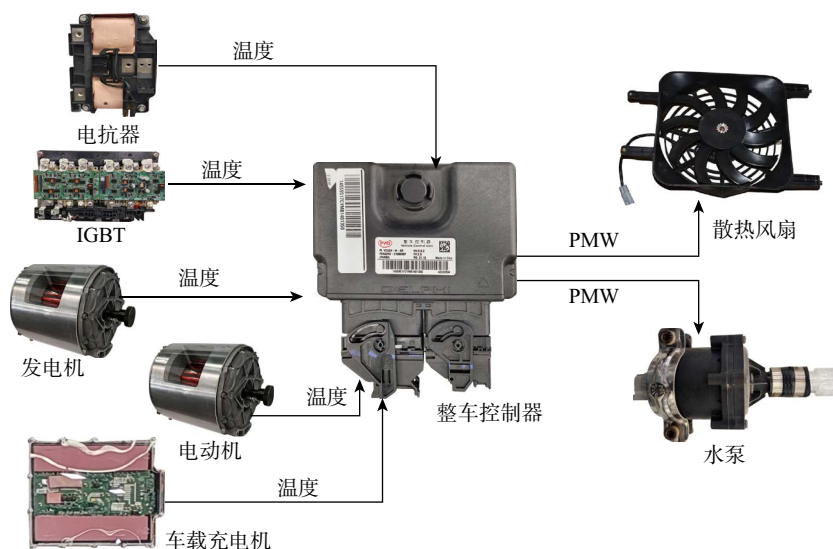


图 2-4-28 秦 PLUS DM-i 散热风扇及电控冷却水泵的控制

二、任务实施

1. 电机控制器电源、总线的检测
2. 温度传感器检测
3. 旋变传感器检测
4. 驱动电机的拆解

任务五 秦 PLUS DM-i 发动机系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 发动机电控系统结构
- 秦 PLUS DM-i 发动机冷却系统工作过程

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 发动机电脑电源通讯的检测的检测
- 秦 PLUS DM-i 发动机传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 发动机执行器的检测

一、技术原理

1. 发动机简介

秦 PLUS DM-i 采用公司自主研发的高效版 B30 (BYD472QA) 发动机 (如图 2-5-1 所示), 采用阿特金森循环。B30 发动机电子控制管理系统的特点为进气道喷射、电子节气门控制, 同时采用基于扭矩的控制策略。扭矩为主控制策略的主要目的是把大量各不相同的控制目标联系在一起, 实现动力



图 2-5-1 B30 (BYD472QA) 发动机

完美分配与应用，使整车获得优异的驾驶性能和高能效。

2. 电控系统结构

B30 发动机电子控制管理系统控制电路如图 2-5-2、2-5-3 所示。其相关端子插头如图 2-5-4 所示。

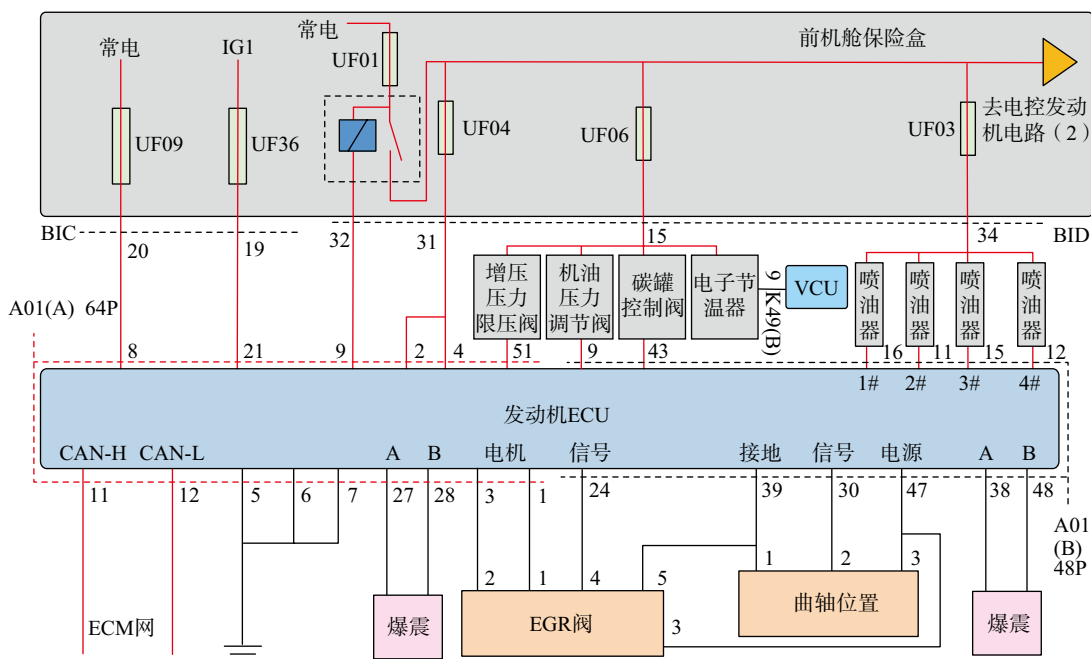


图 2-5-2 B30 发动机电子控制管理系统电路图 (1)

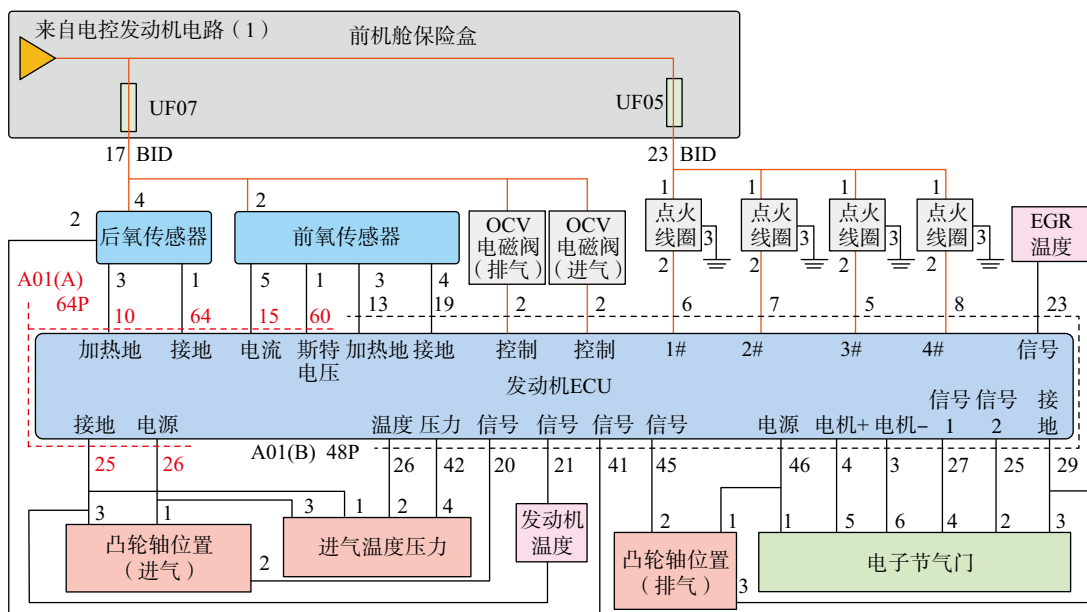


图 2-5-3 B30 发动机电子控制管理系统电路图 (2)

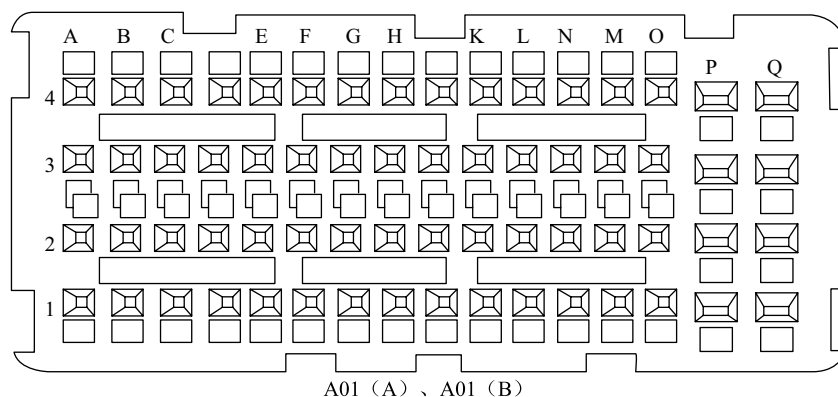


图 2-5-4

3. 冷却系统

智能热管理系统功能为提高暖机速度、温度精准控制、降低摩擦功、提高热效率。

其主要由整车控制器通过调节水泵转速、电子节温器开度、冷却风扇转速等来保持发动机始终工作在正常的温度范围。

二、任务实施

1. 发动机电脑电源通讯的检测的检测
2. 传感器的检测
3. 执行器的检测

任务六 秦 PLUS DM-i 车载电源总成检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 车载电源总成结构
- 秦 PLUS DM-i 车载充电器工作过程
- 秦 PLUS DM-i 工作过程

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 充电系统故障诊断
- 秦 PLUS DM-i DC-DC 故障诊断

一、技术原理

秦 PLUS DM-i 主要是通过家用插头和交流充电桩接入交流充电口，通过车载电源总成将家用 220V 交流电转为直流高压电给动力电池进行充电。也将动力电池的高压电转化成约 14V 的低压电给低压电池充电并向全车低压用电器供电。

秦 PLUS DM-i 车载电源总成如图 2-6-1 所示，其直流高压电连接高压分配盒，通

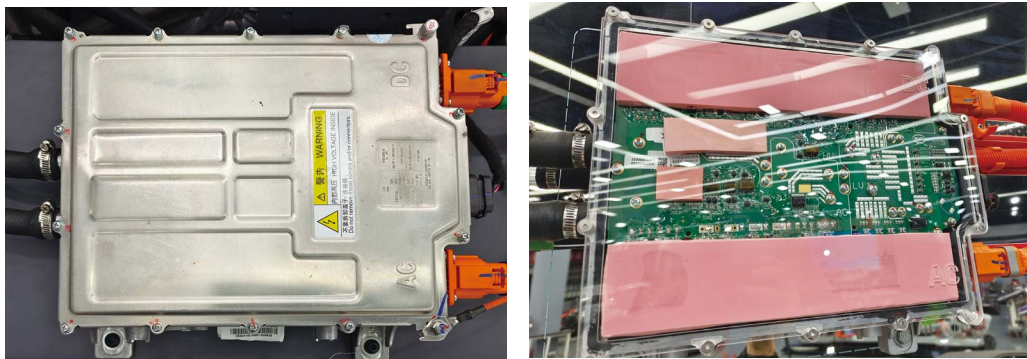


图 2-6-1 秦 PLUS DM-i 车载电源总成

过高压分配盒、电控系统到达动力电池；其交流电来自交流充电口；其低压 DC 正极输出端连接低压蓄电池正极及全车低压电器，其外壳为低压 DC 负极。其低压端子连接电池包的 BMC、交流充电口、动力网、及低压电源等，其电路如图 2-6-2 所示。其相关端子如图 2-6-3 所示。

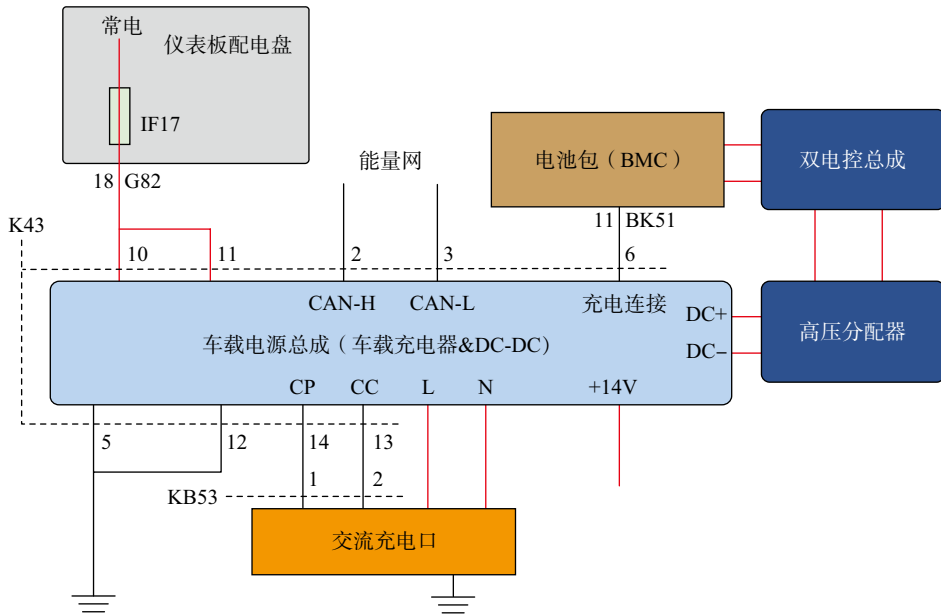


图 2-6-2 秦 PLUS DM-i 车载电源总成电路图

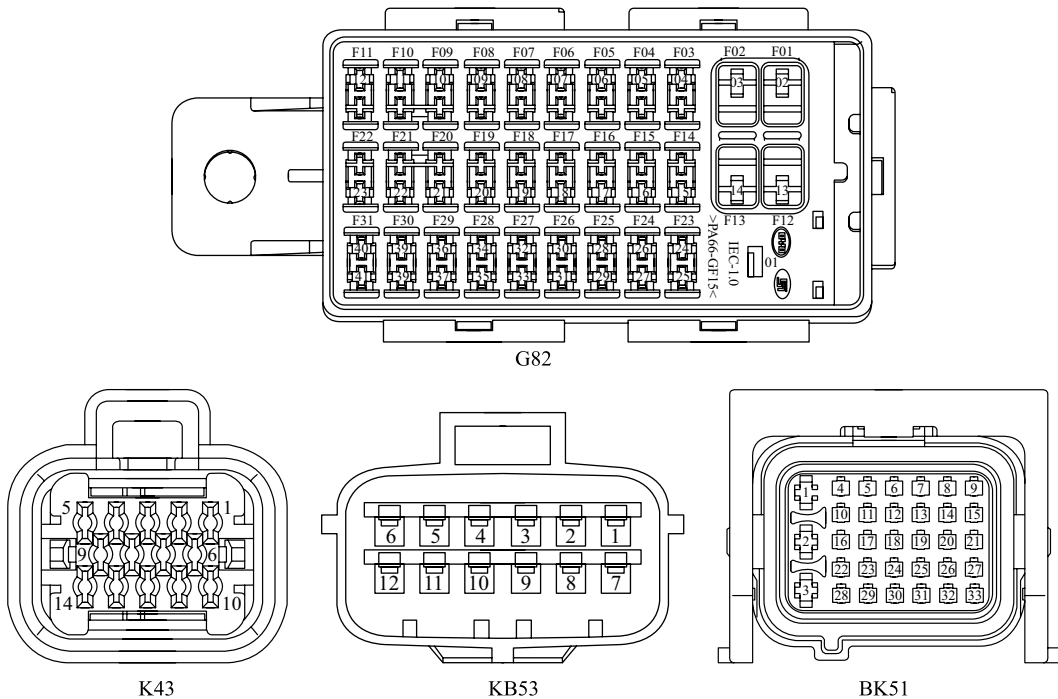


图 2-6-3

二、任务实施

1. 充电系统故障诊断
2. DC-DC 故障诊断

任务七 启动铁电池系统

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 启动铁电池工作过程

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 低压电池不能够放电故障诊断

一、技术原理

秦 PLUS DM-i 低压电源使用启动铁电池系统。

启动铁电池系统由铁电池及电池管理器（LBMS）组成，结构如图 2-7-1 所示，电路如图 2-7-2 所示。其相关端子号如图 2-7-3 所示。

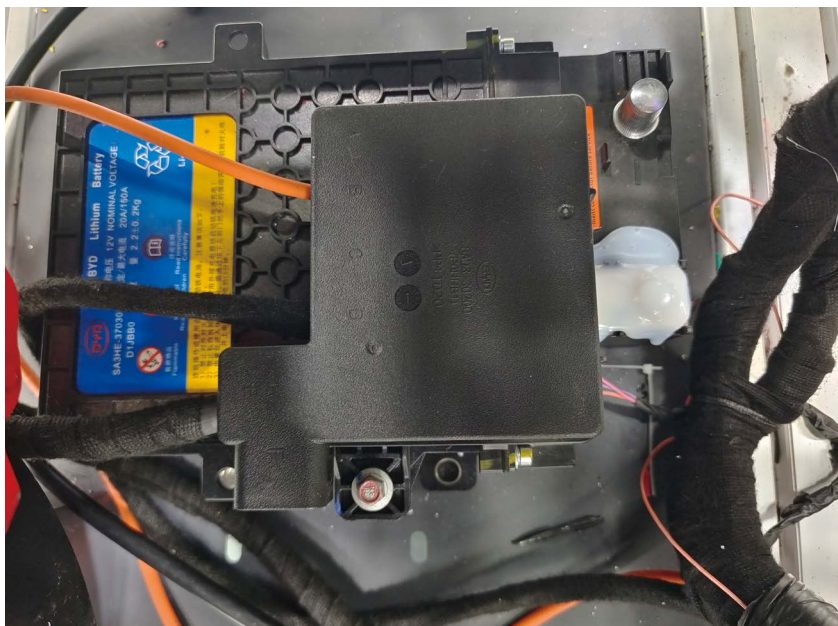


图 2-7-1 启动铁电池

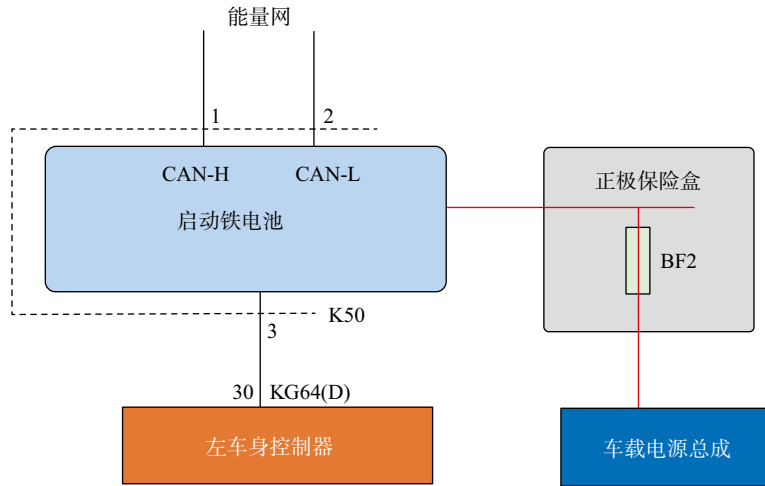


图 2-7-2 启动铁电池系统电路

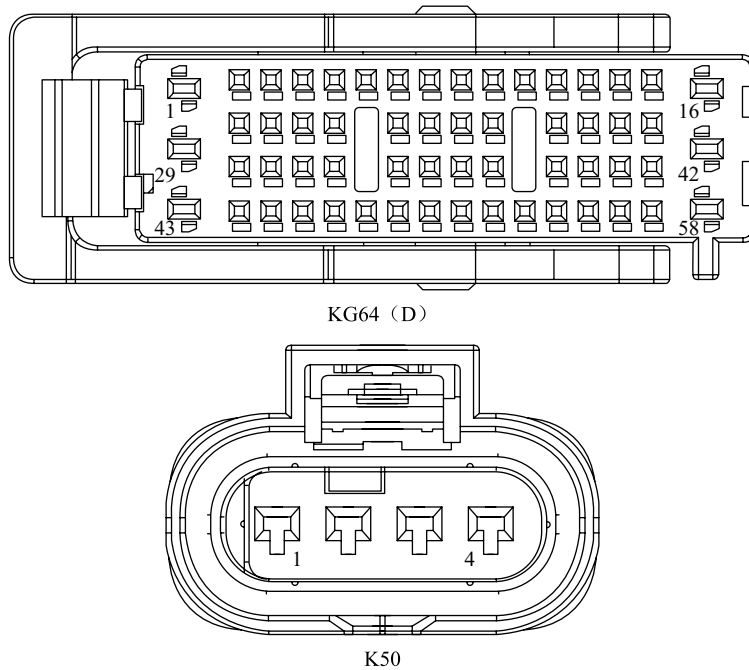


图 2-7-3

启动铁电池功能如下：

对于电气系统来说，未进入超低功耗或低电量保护状态情况下，启动铁电池都是电气设备的常电供给电源。

当 DC-DC 输出不足时，由启动铁电池辅助向用电设备供电。

启动铁电池还可以吸收电路中的瞬时过电压，保持汽车电器系统电压的稳定，保护电子元件。

启动铁电池有电压和温度监测功能，存在异常状态会触发故障报警功能，当启动铁

电池故障报警时，仪表上故障指示灯点亮（常亮），同时显示“请检查低压供电系统”。

当启动铁电池电量偏低时，将发出智能充电请求给整车控制器 VCU，VCU 判断条件满足智能充电允许后，允许动力电池吸合主接触器并通过 DC-DC 放电给启动铁电池充电，满足时间要求后结束此智能充电过程。

当车辆存放时间过长未启动时（超过半个月），为防止启动铁电池过多放电而亏电，则其切断电源，进入超低功耗模式，汽车防盗系统将停止工作。此时若按下左前门的微动开关，可将启动电池从超低功耗模式下唤醒。

二、任务实施

低压电池不能够放电故障。

1. 故障现象

全车无电，用电器不能工作。

2. 故障原因

启动铁电池故障、通讯故障、唤醒信号故障、电池本身故障

3. 相关故障码

U112087 LBMS 与 VCU 失去通讯

B1FB300 电源电压过高故障

B1FB400 电源电流过大

B1FB500 电源温度过高故障

B1FB700 智能充电无效故障

B1FC800 不允许智能充电故障

B1FC712 继电器粘连或 MOS 短路失效

B1FC713 继电器正常 MOS 断路失效

B1FB200 电源电压过低

B1FCE00 启动电池电压检测异常

4. 故障诊断

测量低压电源电压，如果电压约为 0V，尝试按微动开关进行唤醒，若唤醒成功，则将车辆上 OK 电，给启动铁电池充电 10 分钟以上；若唤醒失败，则尝试外接 12V 电源对火唤醒启动铁电池。若不能唤醒，全面检查线路，若线路无故障，则更换电池。

5. 线路测量

(1) 总线测量

汽车上电，测量启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子电压，应为 2.5V 左右，如果为低压电源电压或 5V，则依次拨下控制器插头，边侧启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子电压，若变为无电，则证明此控制器故障，若控制器插头全部拨下电压依然为低压电源电压或 5V，证明线路对火线短路。

如果启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子电压为 0V，关闭低压电源，测启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子对地电阻应为无穷大，如果相通，则依次拨下控制器插头，边测启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子对地电阻，若变为无穷大，证明改控制器故障，若控制器全部拨下依然对地接通，证明线路接地。

如果启动铁电池)的 K50 插头的 1 端子电压为 0V，且对地电阻应为无穷大，则关闭低压电源，测量与启动铁电池)的 K50 插头的 2 端子电阻，若电阻应为 60Ω 或 120Ω ，若阻值无穷大，证明线路开路，如果阻值很小，证明电池包(集成 BMS) CAN 线之间短路。

同样的方法测量 K50 插头的 2 端子。

(2) 唤醒信号线测量

测启动铁电池的 K50 插头的 3 端子与左车身控制器的 KG64 (D) 插头的 30 端子之间的阻值，应小于 1Ω ，如果不通，证明开路，如果大于 1Ω ，证明虚接；测启动铁电池的 K50 插头的 3 端子对地电阻应无穷大，如果导通证明线路对地短路；拨下左车身控制器的 KG64 (D) 插头，测量 30 端子电压，若依然为 5V 或 12V 证明线路对火线短路。

任务八 秦 PLUS DM-i 空调系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i 空调制冷系统的组成
- 秦 PLUS DM-i 高压电池的制冷原理
- 秦 PLUS DM-i 制暖系统的组成
- 秦 PLUS DM-i 通风系统的组成
- 秦 PLUS DM-i 电动压缩机的工作过程
- 秦 PLUS DM-i 电子膨胀阀的工作过程
- 秦 PLUS DM-i PTC 的工作过程
- 秦 PLUS DM-i PT 传感器的工作过程
- 秦 PLUS DM-i 伺服电机的工作过程
- 秦 PLUS DM-i 自动空调的控制原理

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 压缩机的检测
- 秦 PLUS DM-i PTC 的检测
- 秦 PLUS DM-i 电子膨胀阀的检测
- 秦 PLUS DM-i 空调电磁阀的检测
- 秦 PLUS DM-i PT 传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 蒸发箱温度传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 室内温度传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 伺服电机的检测

一、技术原理

秦 PLUS DM-i 空调系统为自动空调，其由制冷系统、制热系统、通风系统、空气净化系统等组成，其空调控制器与有车身控制器集成于一体。

1. 制热冷系统

(1) 组成

秦 PLUS DM-i 空调系统由电动压缩机、冷凝器、冷凝风扇、干燥器、蒸发箱、H 型膨胀阀、高压电池蒸发箱、电子膨胀阀、压温传感器、空调压力传感器、电磁阀等组成，如图 2-8-1 所示。

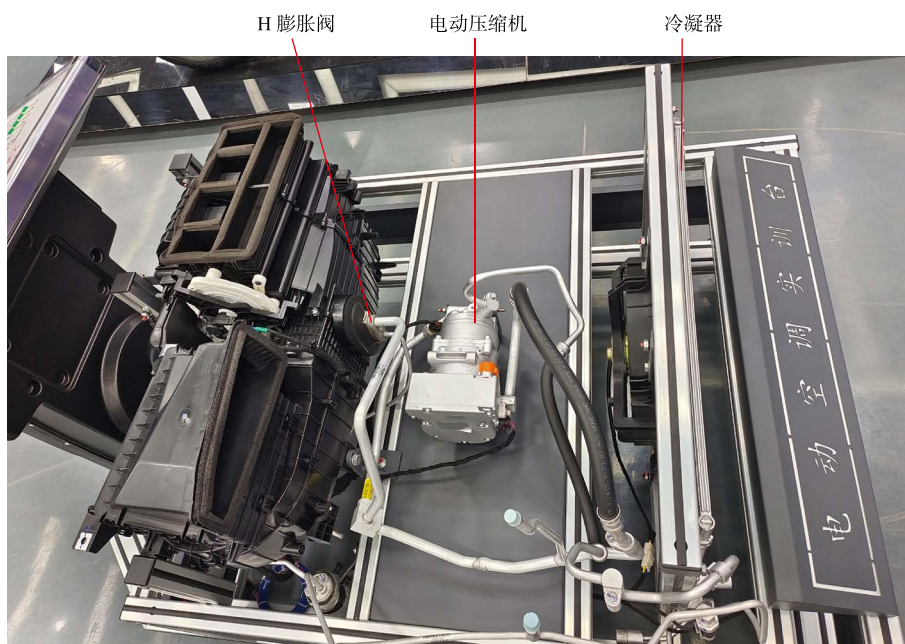


图 2-8-1 秦 PLUS DM-i 空调制冷系统

空调系统给室内和高压电池制冷。

当室内制冷时，电子膨胀阀关闭高压电池制冷剂通道。空调驱动器驱动的电动压缩机将气态的制冷剂从蒸发器中抽出，并将其压入冷凝器。高压气态制冷剂经冷凝器时液化而进行热交换（释放热量），热量被车外的空气带走。高压液态的制冷剂经膨胀阀（H 型）的节流作用而降压，低压液态制冷剂在蒸发器中气化而进行热交换（吸收热量），蒸发器附近被冷却了的空气通过鼓风机吹入车厢。气态的制冷剂又被压缩机抽走，泵入冷凝器，如此使制冷剂进行封闭的循环流动，不断地将车厢内的热量排到车外，使车厢内的气温降至适宜的温度。秦 PLUS DM-i 冷凝风扇与冷却系统使用同一风扇，由整车控制器通过占空比进行控制。

当高压电池温度高时，电磁阀切断去往蒸发器的制冷剂通道，电子膨胀阀控制进

入高压电池制冷剂的量，给高压电池制冷。

若室内和高压电池均需要制冷时，电磁阀和电子膨胀阀均处于打开状态，使制冷剂进入蒸发箱和高压电池。

(2) 电动压缩机

秦 PLUS DM-i 电动压缩机（如图 2-8-2 所示）使用高压电驱动，高压电来自高压配电箱。其工作通过总线进行控制，其控制电路如图 2-8-3 所示。其相关端子号如图 2-8-4 所示。

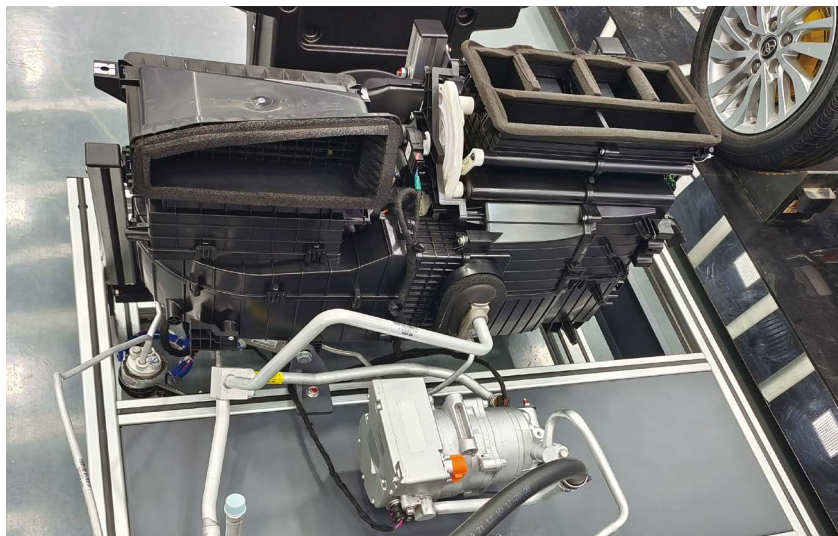


图 2-8-2 秦 PLUS DM-i 电动压缩机

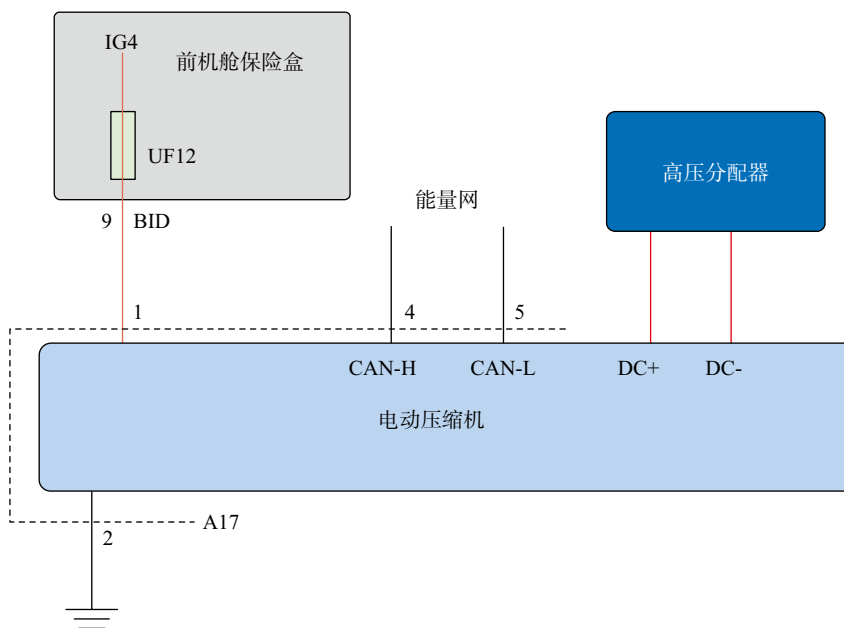


图 2-8-3 秦 PLUS DM-i 电动压缩机控制电路

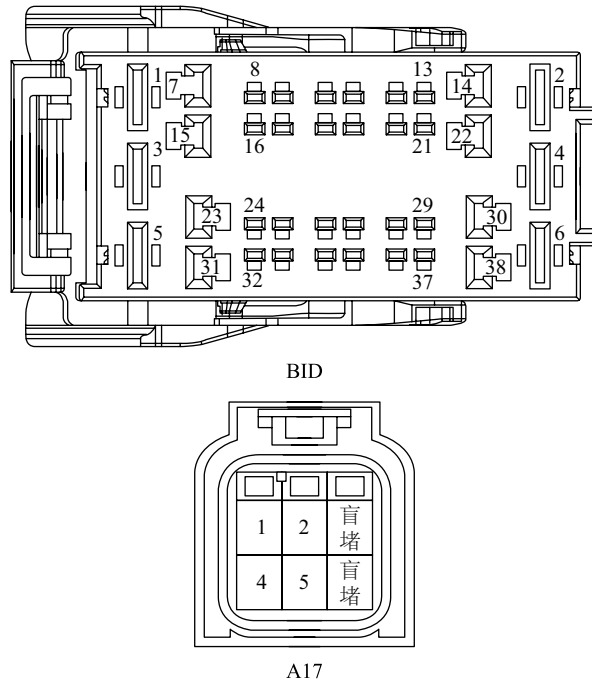


图 2-8-4

(3) 膨胀阀

秦 PLUS DM-i 室内蒸发箱使用 H 型膨胀阀，如图 2-8-5 所示。



图 2-8-5 秦 PLUS DM-i H 型膨胀阀

高压电池冷却使用电子膨胀阀，如图 2-8-6 所示，电子膨胀阀采用步进电机式，其电路如图 2-8-7 所示。其相关端子如图 2-8-8 所示。在高压电池不需要冷却而室内需要制

冷时，电子膨胀阀关断制冷剂通路，防止制冷剂进入高压电池；在高压电池需要冷却时，整车控制器根据电池温度传感器通过右车身电脑控制电子膨胀阀的开度。

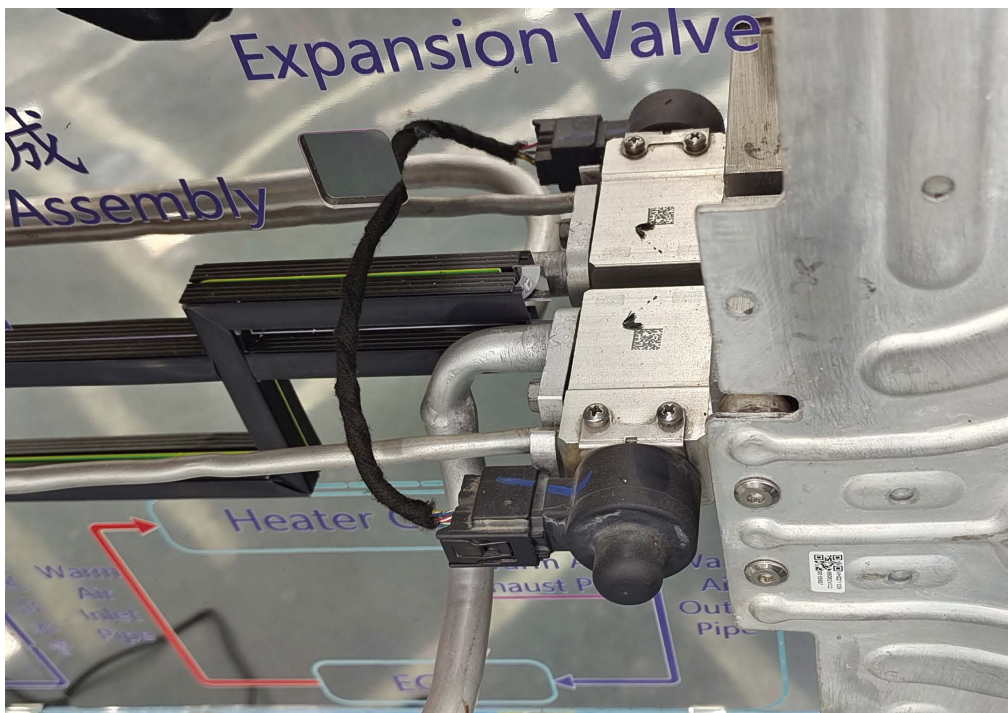


图 2-8-6 秦 PLUS DM-i 电子膨胀阀

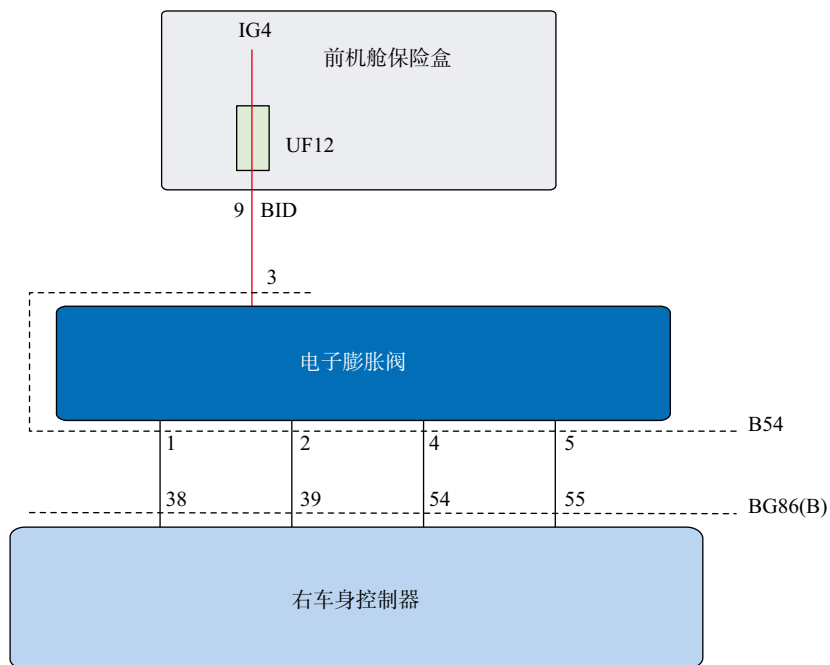


图 2-8-7 秦 PLUS DM-i 电子膨胀阀电路

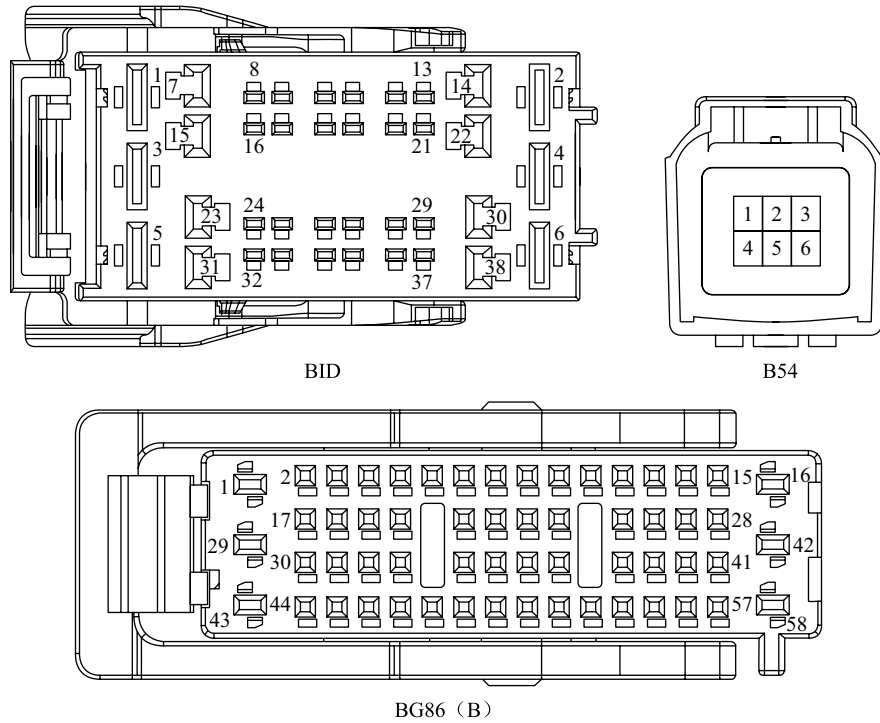


图 2-8-8

(4) 电磁阀

由于秦 PLUS DM-i 室内蒸发箱使用 H 型膨胀阀，H 型膨胀阀处于常开状态。为防止高压电池需要冷却而室内不需要制冷时制冷剂进入室内蒸发箱，在通往 H 型膨胀阀的管路上安装有电磁阀，控制室内蒸发箱制冷剂的通道，如图 2-8-9 所示，电磁阀电路如图 2-8-10 所示。其相关端子插头如图 2-8-11 所示。

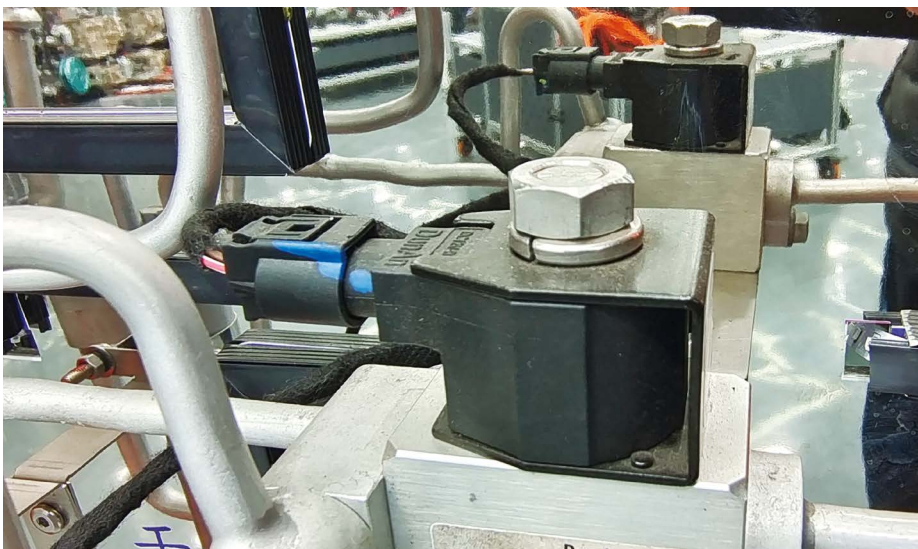


图 2-8-9 秦 PLUS DM-i 电磁阀

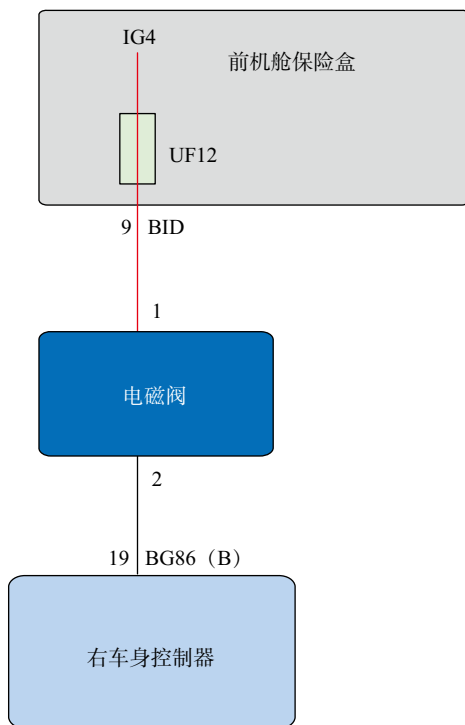


图 2-8-10 秦 PLUS DM-i 电磁阀电路

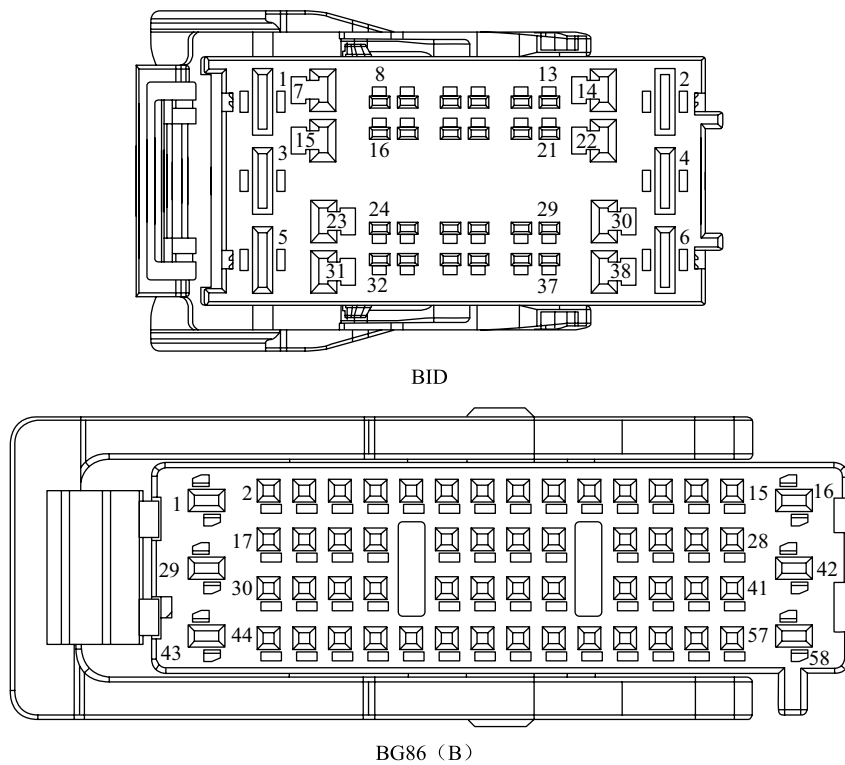


图 2-8-11

(5) 空调压力传感器

秦 PLUS DM-i 空调压力传感器（如图 2-8-12 所示）用于检测高压侧的压力，控制器根据此压力控制压缩机的工作。空调压力传感器电路如图 2-8-13 所示。其相关端子插头如图 2-8-14 所示。



图 2-8-12 秦 PLUS DM-i 空调压力传感器

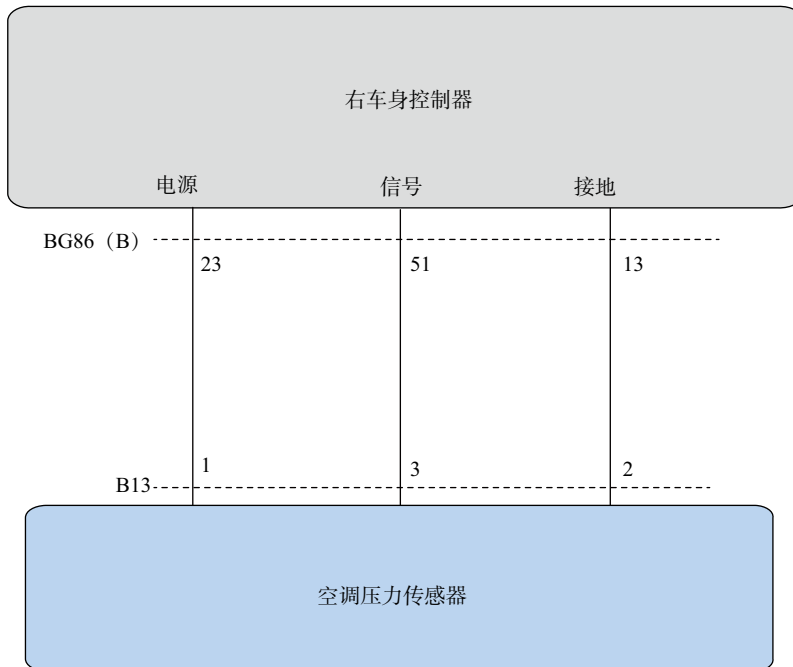


图 2-8-13 秦 PLUS DM-i 空调压力传感器电路图

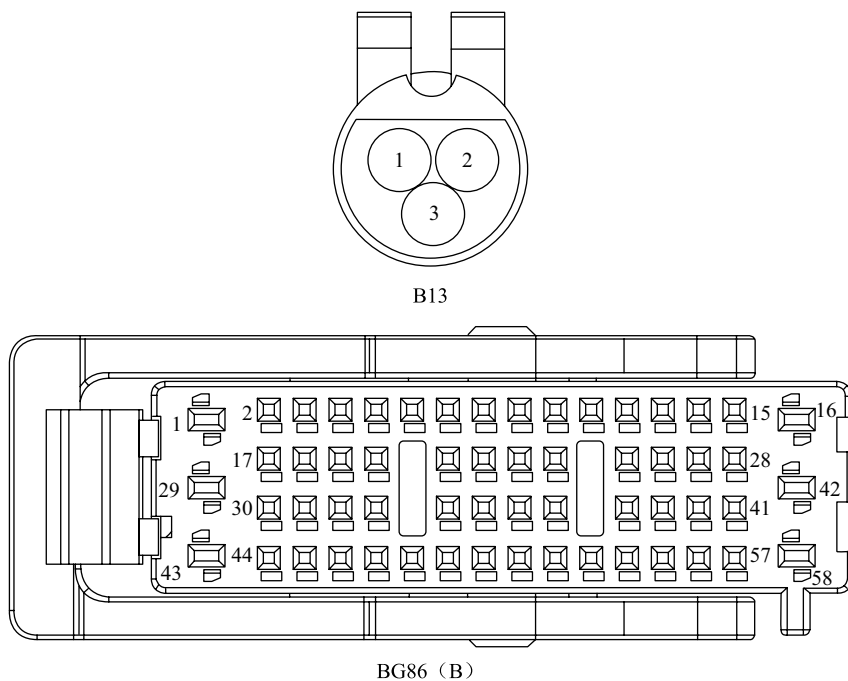


图 2-8-14

(6) PT 传感器

秦 PLUS DM-i 的 PT 传感器（如图 2-8-15 所示）安装在蒸发器和高压电池冷却的出口，用来检测出口的温度和压力，右车身控制模块根据此温度和压力信息控制电子膨胀阀的开度。PT 传感器电路如图 2-8-16 所示。其相关端子插头如图 2-8-17 所示。



图 2-8-15 秦 PLUS DM-i 的 PT 传感器

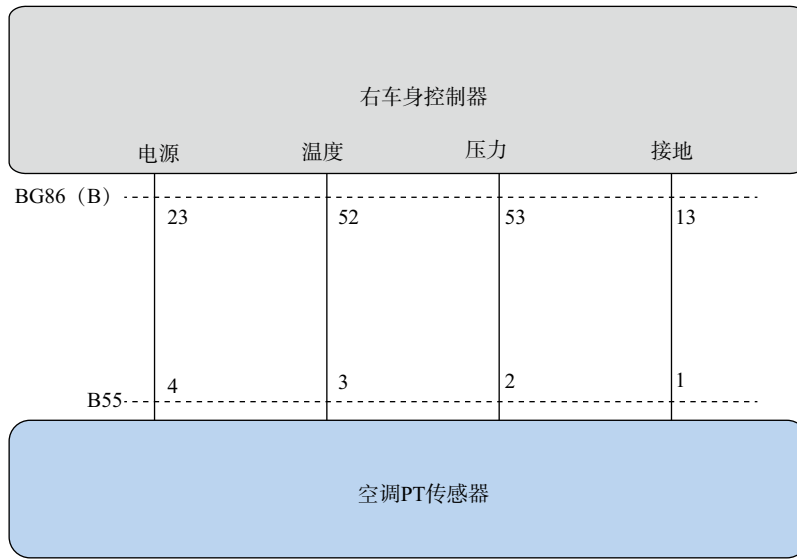


图 2-8-16 秦 PLUSDM-i 的 PT 传感器电路图

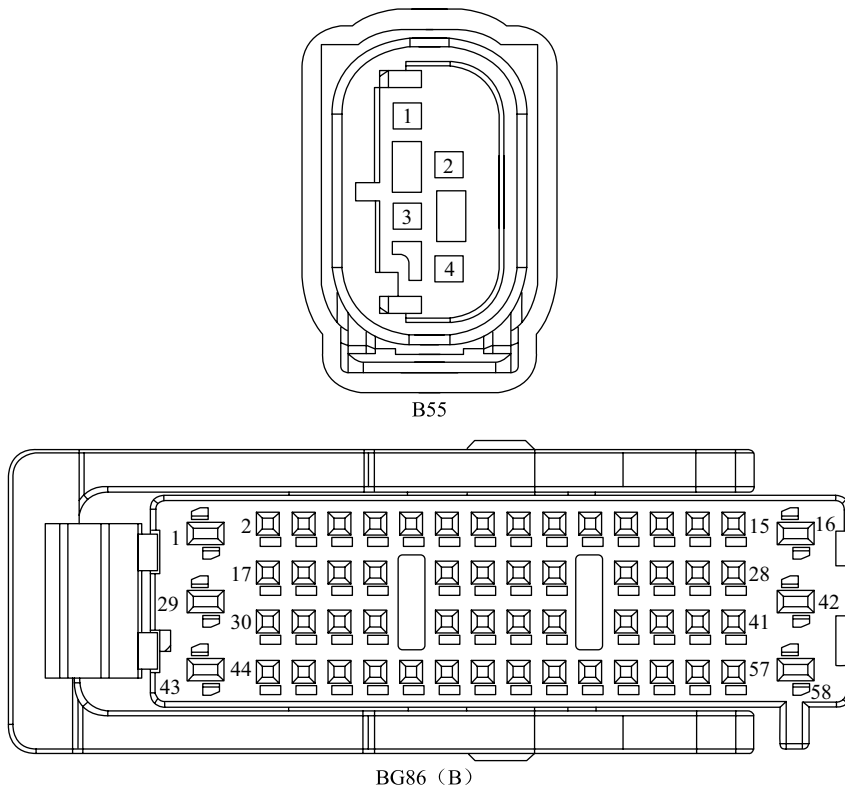


图 2-8-17

(7) 蒸发箱温度传感器

蒸发箱温度传感器用来检测蒸发的温度，右车身控制模块据此控制压缩机运转，防止蒸发箱结冰，其电路如图 2-8-18 所示。

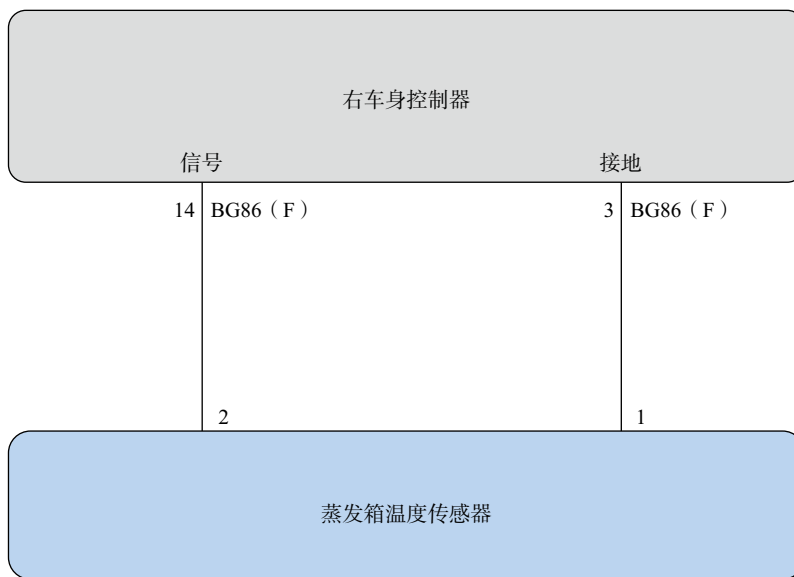


图 2-8-18 蒸发箱温度传感器电路

2. 制热系统

秦 PLUS DM-i 在 EV 模式使用风加热式 PTC 制热，如图 2-8-19 所示，风加热式 PTC 使用高压电驱动，高压电来自高压配电箱。其工作通过总线进行控制，其控制电路如图 2-8-20 所示。其相关端子插头如图 2-8-21 所示。

秦 PLUS DM-i 在 HEV 模式时通过发动机冷却液和 PTC 制热，发动机工作时，被发动机气缸燃烧高温加热的冷却液在发动机冷却系统水泵的作用下，经暖风进水管进入暖风芯体，通过鼓风机吹出的空气将冷却液散发出的热量送到车厢内。

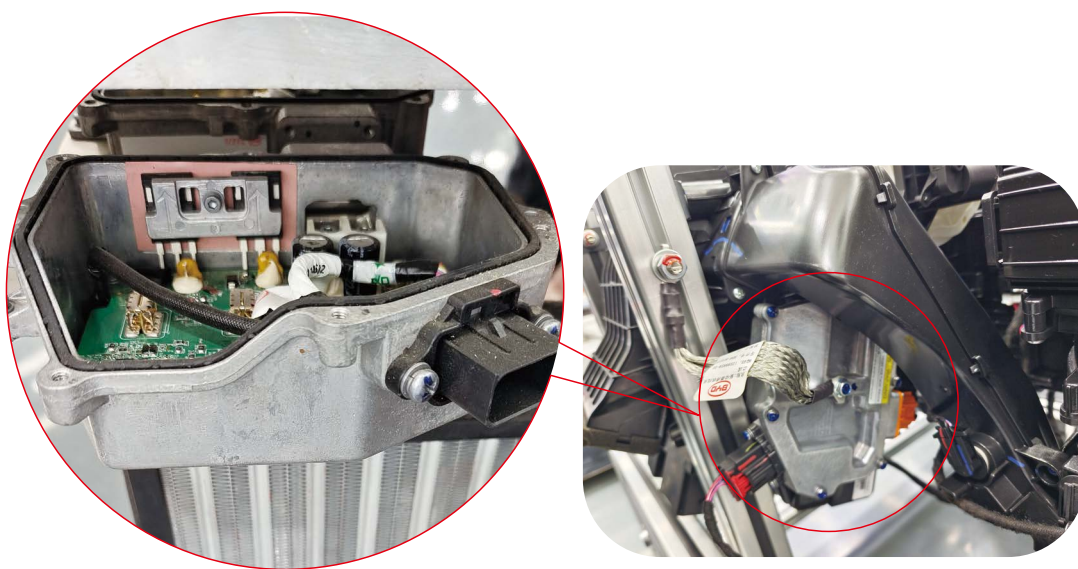


图 2-8-19 秦 PLUS DM-i 风加热式 PTC

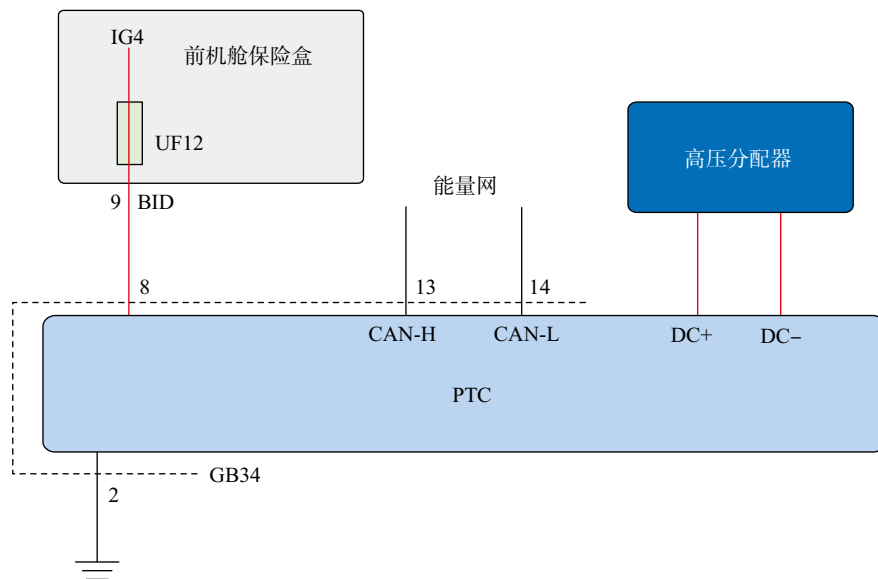


图 2-8-20 秦 PLUS DM-i 风加热式 PTC 电路

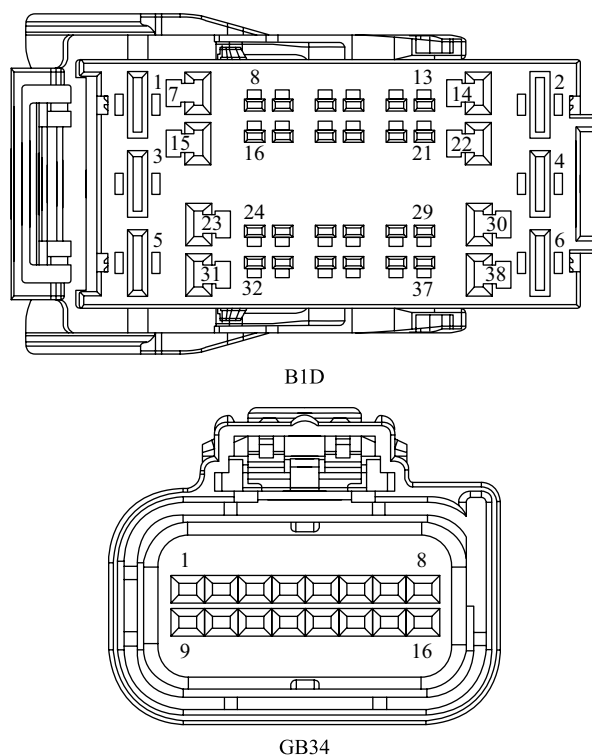


图 2-8-21

3. 通风系统

秦 PLUS DM-i 为双温区空调，其司机和副驾驶可以各自调整温度，其通风系统，如图 2-8-22 所示，包括内外循环控制（如图 2-8-23 所示）、模式风门控制（如图 2-8-24

所示)、主驾冷暖模式控制(如图 2-8-25 所示)、副驾冷暖模式控制(如图 2-8-26 所示)等,其分别使用伺服电机进行控制。

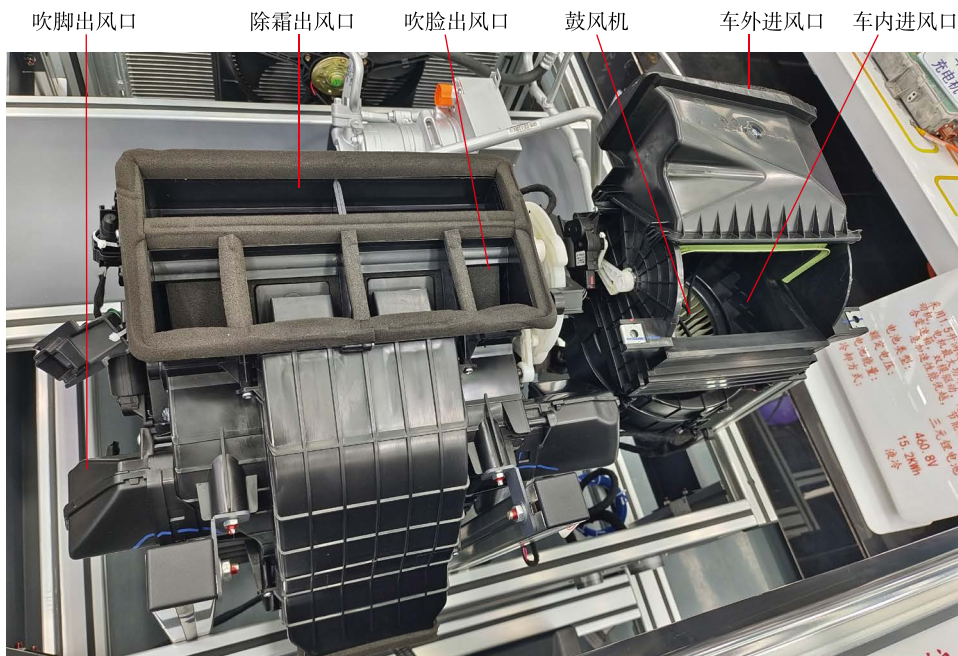


图 2-8-22 秦 PLUS DM-i 通风系统



内外循环伺服电机

图 2-8-23 秦 PLUS DM-i 内外循环控制

出风模式伺服电机

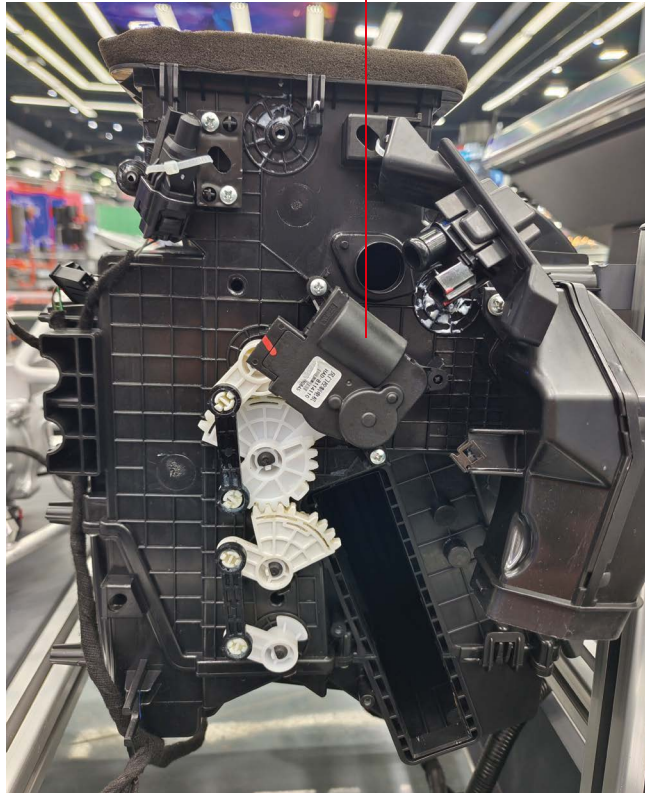
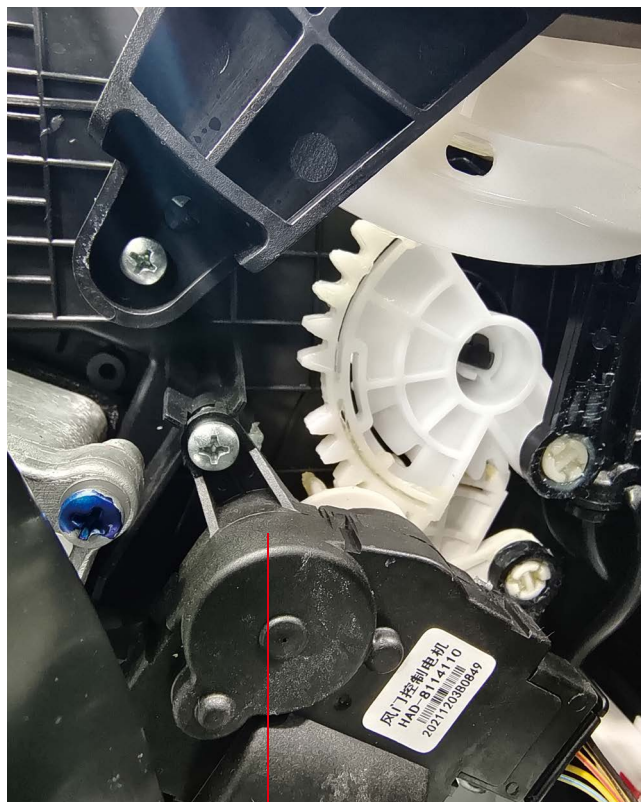


图 2-8-24 秦 PLUS DM-i 出风口控制

主驾冷暖风门伺服电机



图 2-8-25 秦 PLUS DM-i 主驾冷暖模式控制



副驾冷暖风门伺服电机

图 2-8-26 秦 PLUS DM-i 副驾冷暖模式控制

伺服电机电路如图 2-8-27 所示。其相关端子插头如图 2-8-28 所示。伺服电机在右车身控制模块的作用下可以正向和反向转动。其内部有滑动电阻式位置传感器，其使用 5V 电源，信号线电压反应电机转动的位置，滑动电阻式位置传感器讲电机实际转动的位置传送给右车身控制模块，右车身控制模块据此控制电机进行位置调整。

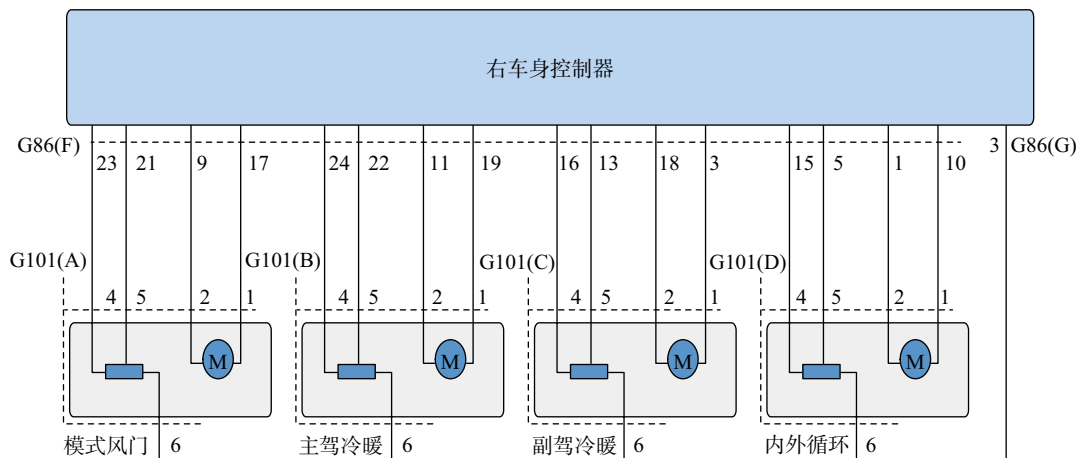


图 2-8-27 秦 PLUS DM-i 伺服电机电路

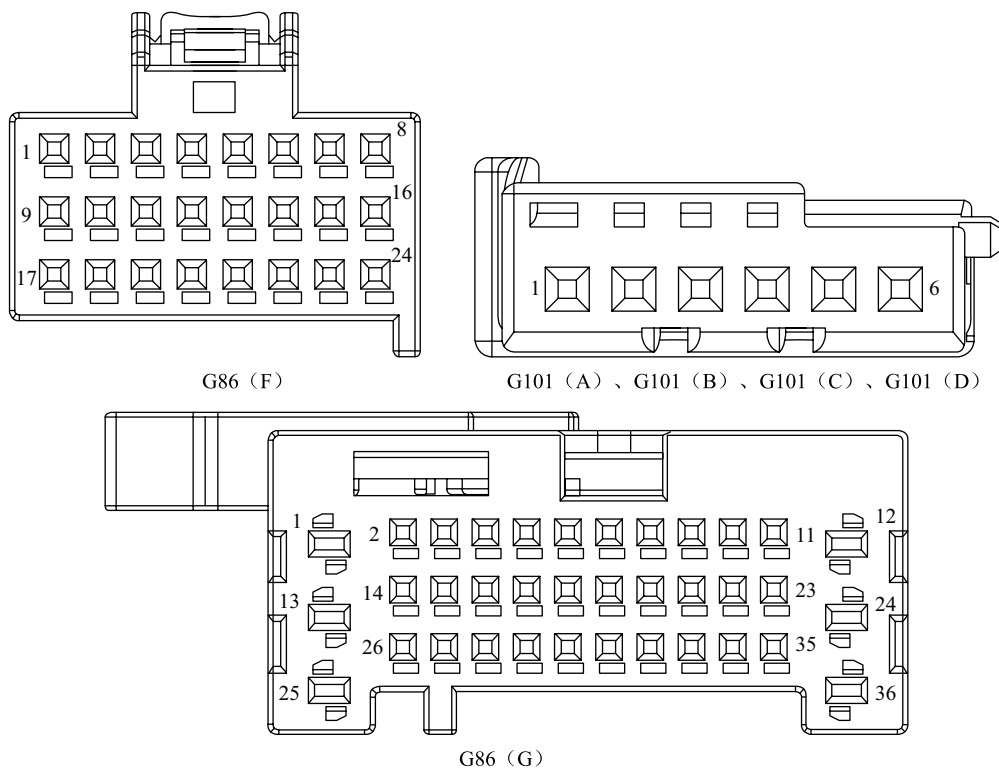


图 2-8-28

秦 PLUS DM-i 通风系统空气流速由鼓风机驱动，鼓风机为无级调速控制，右车身控制模块通过占空比对鼓风机进行控制，鼓风机电路如图 2-8-29 所示。其相关端子插头如图 2-8-30 所示。

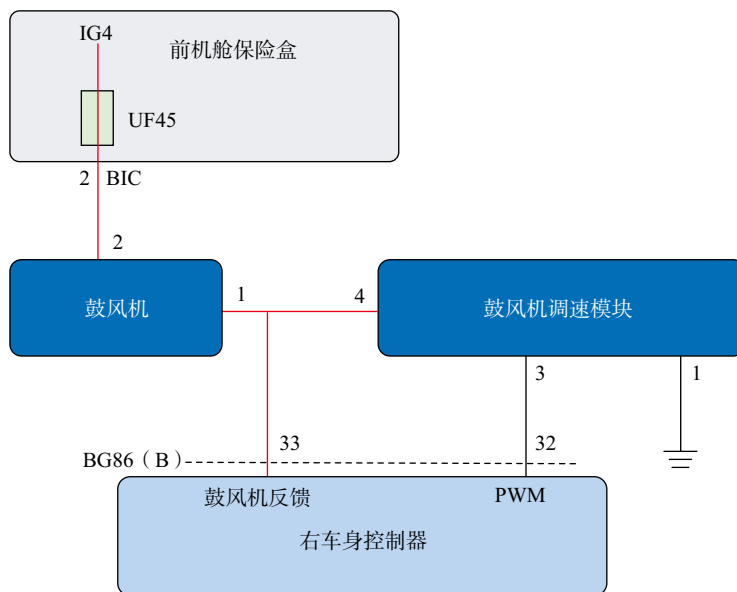


图 2-8-29 秦 PLUS DM-i 鼓风机电路

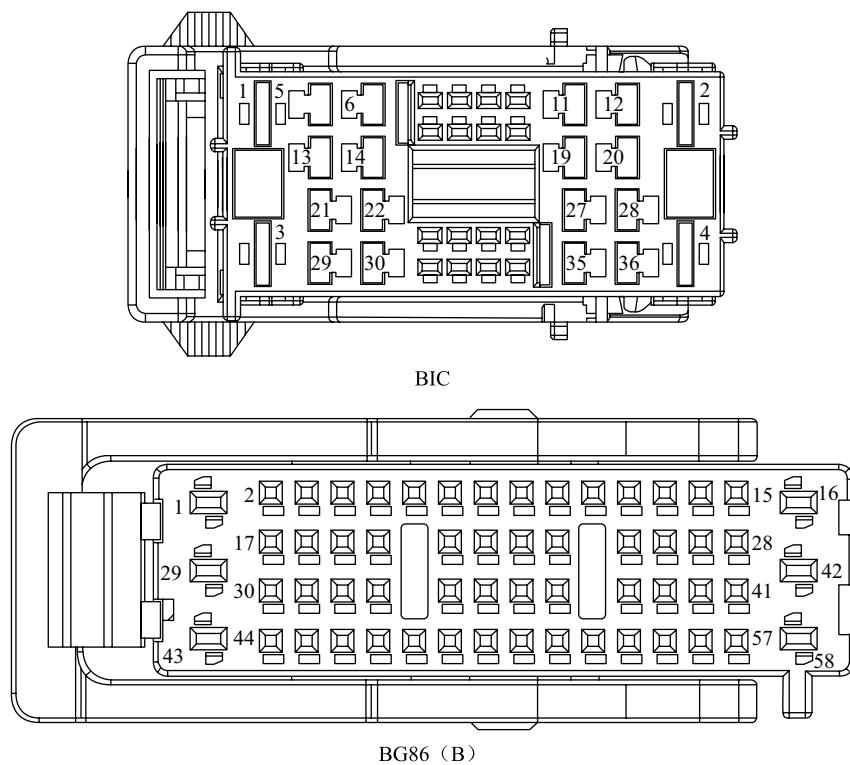


图 2-8-30

4. 控制系统

秦 PLUS DM-i 鼓风机风速及各伺服电机的位置既可以使用手动控制，也可以实现自动控制。

秦 PLUS DM-i 控制面板在由多功能显示屏上设置，如图 2-8-31，多功能显示屏通过总线将信息传输给右车身控制模块。

图 2-8-31 多功能显示屏

在开启自动空调的模式下，空调通风系统、鼓风机转速、压缩机、PTC 的工作由右车身控制模块根据控制面板上设定的温度及阳光传感器、主驾吹脚通道传感器、副驾吹脚通道传感器、主驾吹面出风温度传感器、副驾吹面出风温度传感器、车外温度采集传感器、车内温度采集传感器等传感器进行自动控制。秦 PLUS DM-i 阳光传感器和自动变光的环境光传感器、防盗指示灯集成在一起为三合一传感器，电路如图 2-8-32 所示，其相关端子插头如图 2-8-33 所示；温度传感器电路如图 2-8-34 所示。其相关端子插头如图 2-8-35 所示。

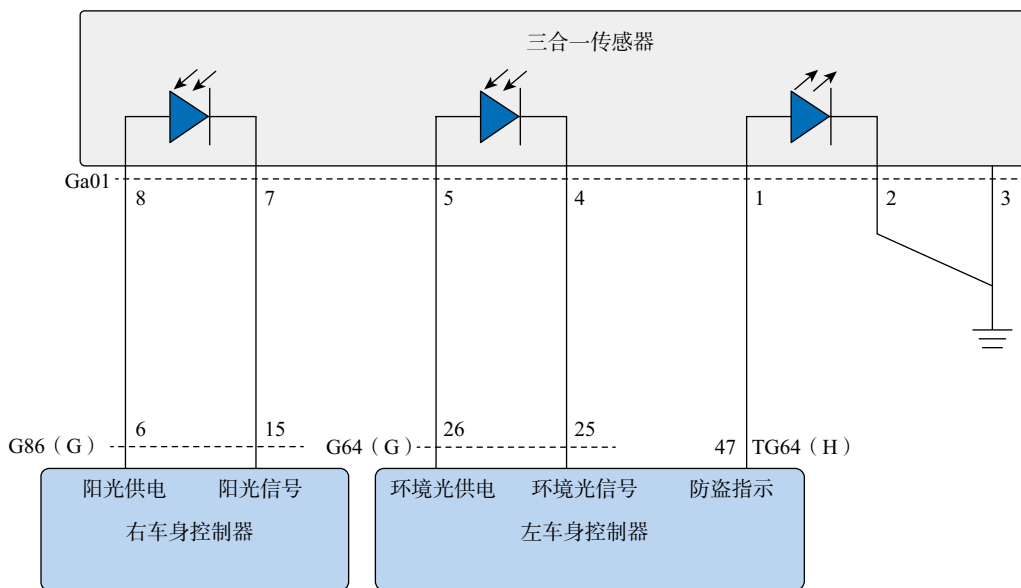


图 2-8-32 秦 PLUS DM-i 阳光传感器电路

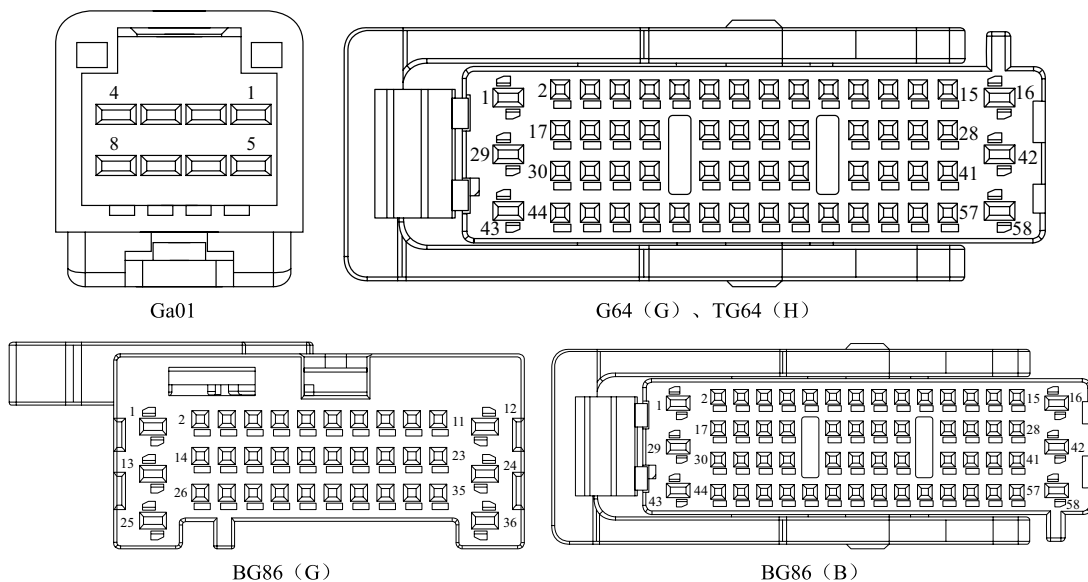


图 2-8-33

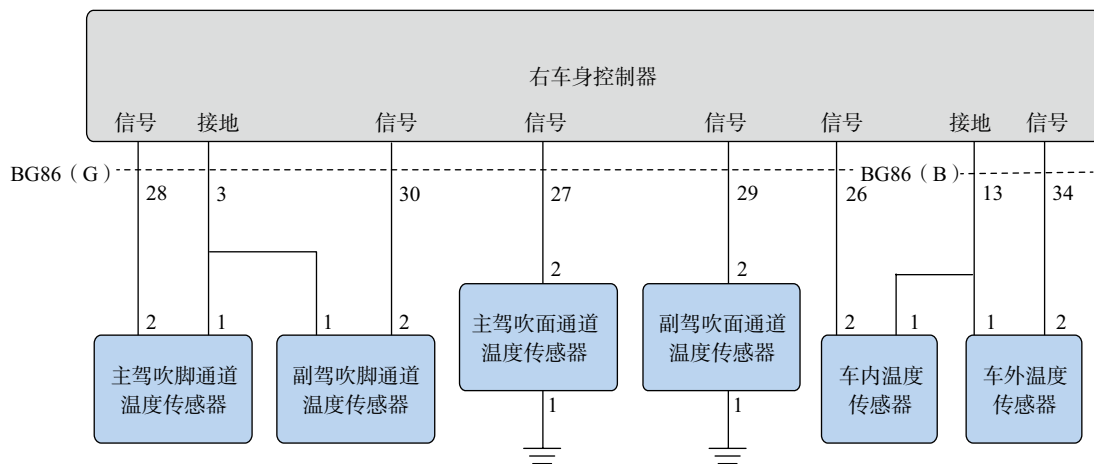


图 2-8-34 秦 PLUS DM-i 温度传感器电路

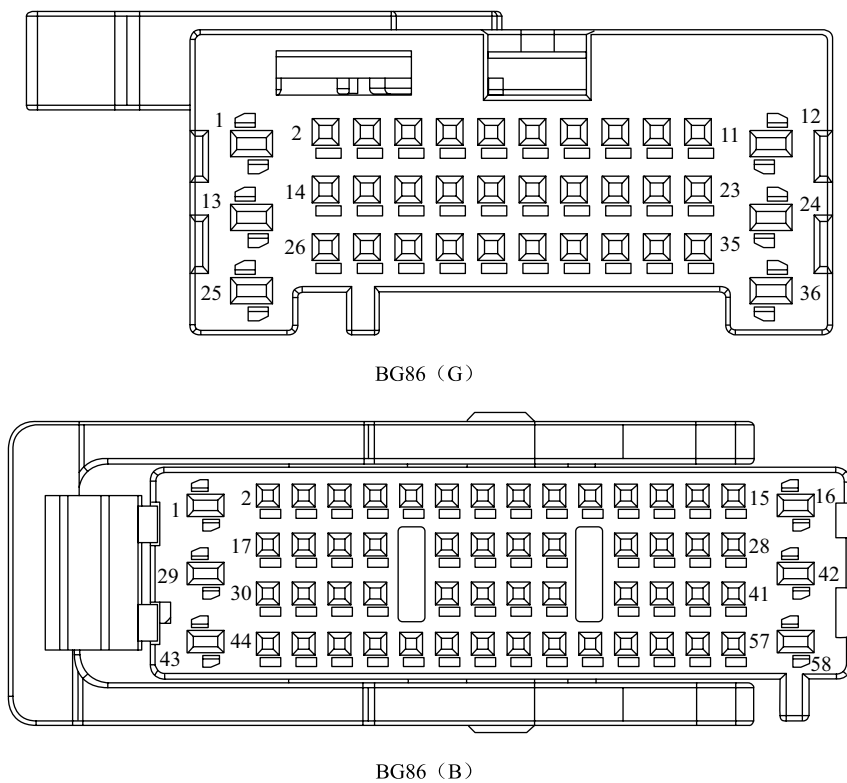


图 2-8-35

二、任务实施

1. 压缩机的检测
2. PTC 的检测

3. 电子膨胀阀的检测
4. 空调电磁阀的检测
5. PT 传感器的检测
6. 蒸发箱温度传感器的检测
7. 室内温度传感器的检测
8. 伺服电机的检测（以出风口模式电机为例）

任务九 秦 PLUS DM-i 整车控制系统检修

学习目标

知识目标

- 秦 PLUS DM-i VCU 与 BMS 关系
- 秦 PLUS DM-i VCU 与双电控系统的关系
- 秦 PLUS DM-i VCU 与发动机的关系
- 秦 PLUS DM-i VCU 与 EHS 系统的关系
- 秦 PLUS DM-i VCU 与车载电源总成关系
- 秦 PLUS DM-i 高压电池热管理系统控制

能力目标

- 秦 PLUS DM-i 整车控制器的电源通讯故障的检修
- 秦 PLUS DM-i 油门踏板传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 电控水泵的检测
- 秦 PLUS DM-i 发动机水泵的检测
- 秦 PLUS DM-i 电子冷却风扇的检测
- 秦 PLUS DM-i 压力传感器的检测
- 秦 PLUS DM-i 电磁阀组件的检测
- 秦 PLUS DM-i 制动开挂信号的检测
- 秦 PLUS DM-i 换挡操纵机构和换挡操纵机构面板的检测

一、技术原理

秦 PLUS DM-i 整车控制器模块 (VCU) 具备实时动力计算和动力分配、通过总线与车辆其他控制模块连接, 实时信息交互与集中处理转发、传感器信号采集及处理, 同时包括 CAN 通讯、故障报警及处理、程序升级、与其他模块配合完成整车的工作要求以及自检等功能, 其对 BMS、车载电源总成、双电控系统、发动机系统、EHS、空调及热管理系统进行综合管理。

秦 PLUS DM-i 整车控制器模块 (VCU) 电源及总线电路如图 2-9-1 所示。其相关端子插头如图 2-9-2 所示。

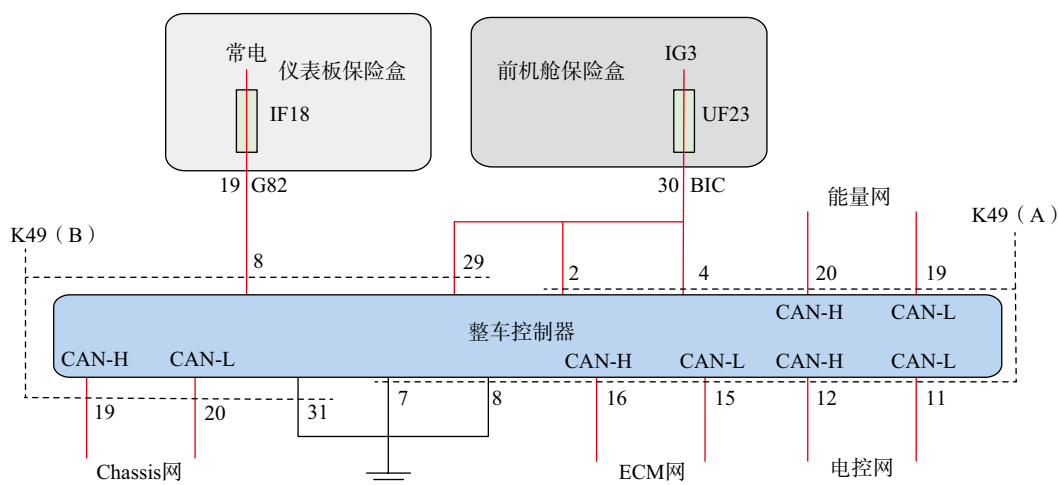


图 2-9-1 秦 PLUS DM-i 整车控制器模块电源及总线电路

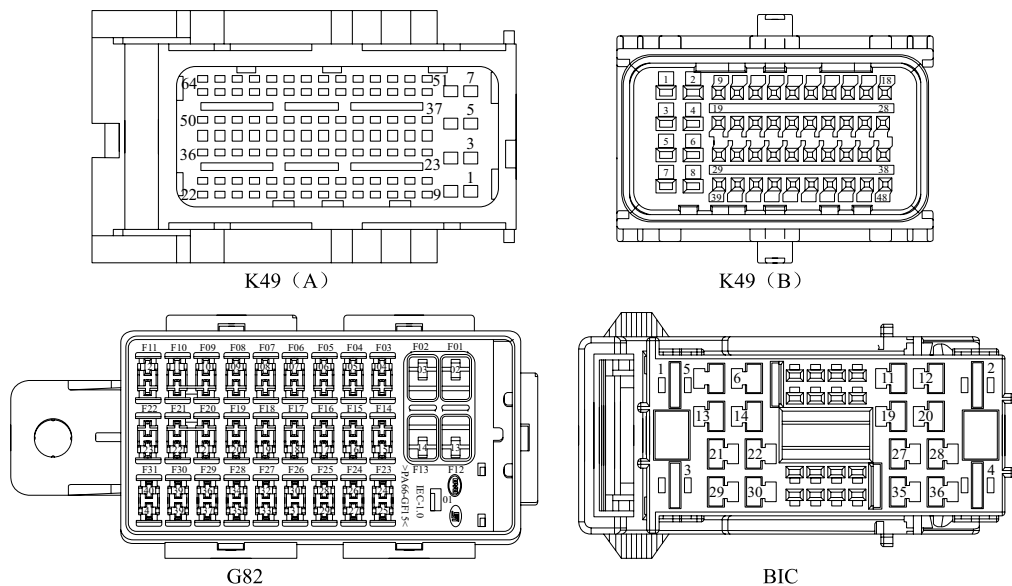


图 2-9-2

1. 与 BMS 关系

(1) 故障报警

秦 PLUS DM-i VCU 通过 BMS 检测电池单体电压、模块电压、总电压、漏电状态、接触器粘连状态、输出电流等信息确定电池包的状态，进行故障判断和通过仪表系统报警。当故障等级达到时，控制电机降低输出功率或停止运转，控制高压接触器断开电压输送，如图 2-9-3 所示。

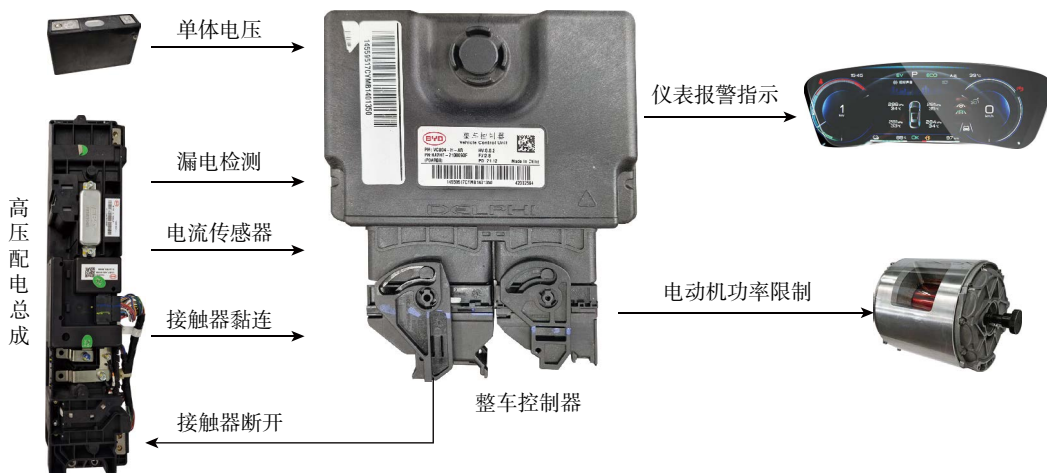


图 2-9-3 秦 PLUS DM-i 故障报警

(2) 上下电控制

秦 PLUS DM-i VCU 统筹 BMS、双电控系统、发动机系统、EHS 系统、VCU 系统、车身防盗系统、SRS 系统等状态，确定高压系统的上下电，如图 2-9-4 所示。

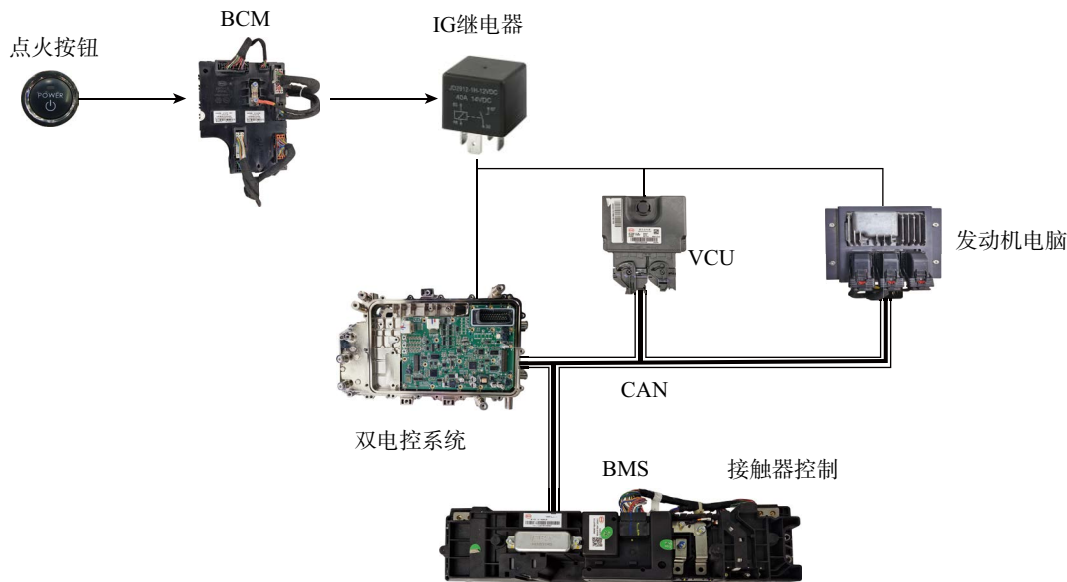


图 2-9-4 秦 PLUS DM-i 上下电控制

2. 与双电控系统的关系

(1) 发电机的控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据高压电池电量等确定发电机工作, 如图 2-9-5 所示, 当高压电池 SOC 值降低时, 控制发电机启动发动机, 随后, 发动机带动发电机发电。

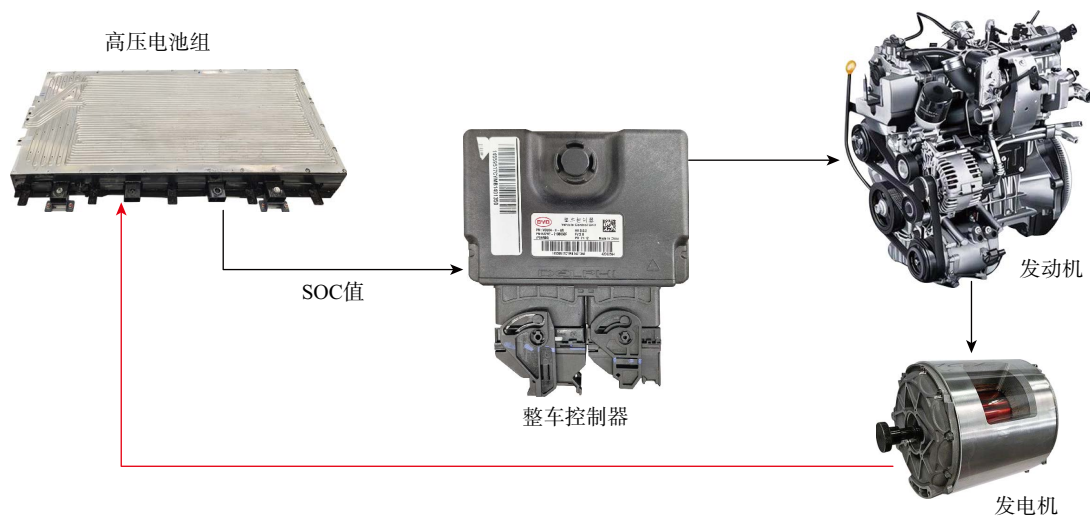


图 2-9-5 秦 PLUS DM-i 发电机控制

(2) 电动机功率控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据加速踏板深度传感器、档位开关信息、发动机功率、电机实际功率等计算电动机实际功率的需求, 并给双控系统发出指令控制电动机功率输出, 如图 2-9-6 所示。



图 2-9-6 秦 PLUS DM-i 电动机功率控制

秦 PLUS DM-i VCU 直接接受加速踏板深度传感器的信息, 加速踏板深度传感器电路如图 2-9-7 所示, 其相关端子插头如图 2-9-8 所示。加速踏板深度传感器采用冗余式设计, 其由两个传感器组成, 两个传感器电源电压均为 5V, 其信号电压成 2 倍关系。

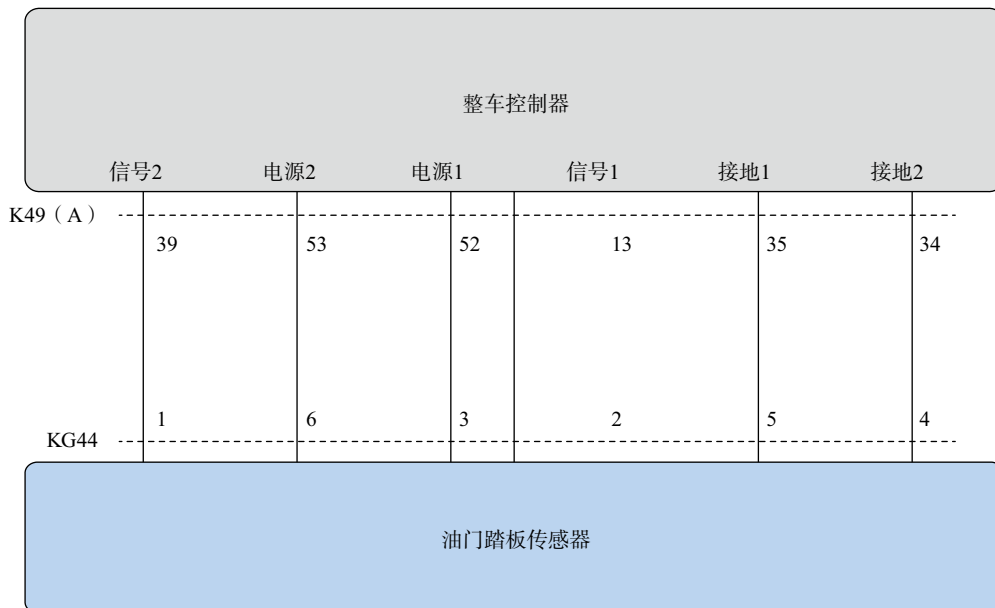


图 2-9-7 秦 PLUS DM-i 加速踏板深度传感器电路

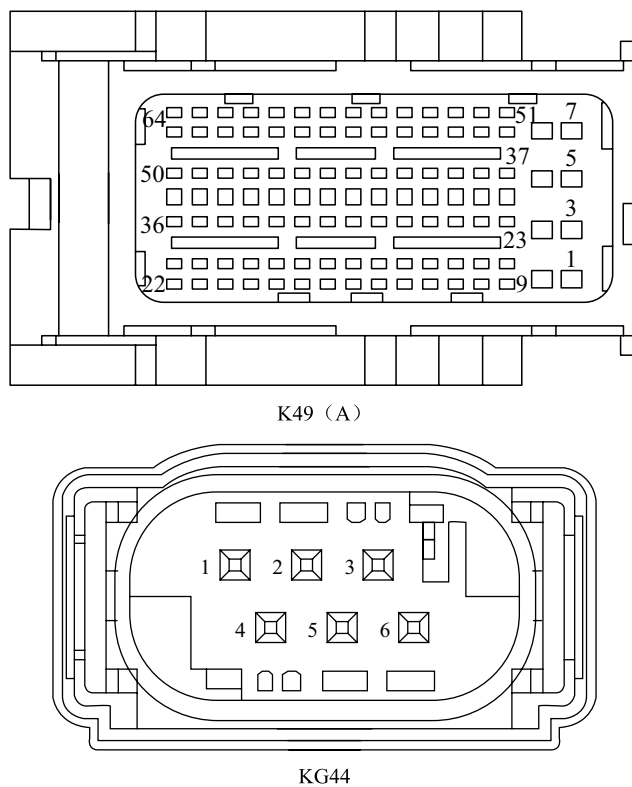


图 2-9-8

秦 PLUS DM-i 换挡操纵机构和换挡操纵机构面板总成集成在一起，如图 2-9-9 所示，在换挡操纵机构上有指示灯来显示当下换挡机构所处的档位。



图 2-9-9 秦 PLUS DM-i 换挡操纵机构和换挡操纵机构面板总成

换挡操纵机构和换挡操纵机构面板总成电路如图 2-9-10 所示。其相关端子插头如图 2-9-11 所示。档位开关为霍尔开关，换挡操纵机构打到不同的档位，霍尔传感器将信息传递给换挡操纵机构面板总成，换挡操纵机构面板总成控制相应的指示灯点亮，同时，将信息通过总线传递给 VCU。

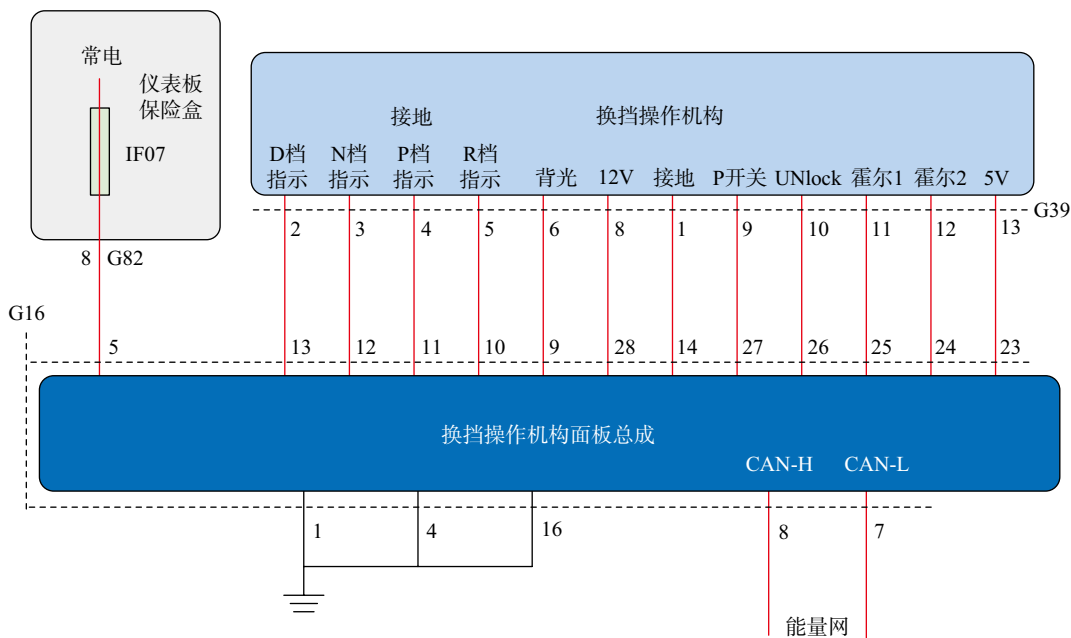
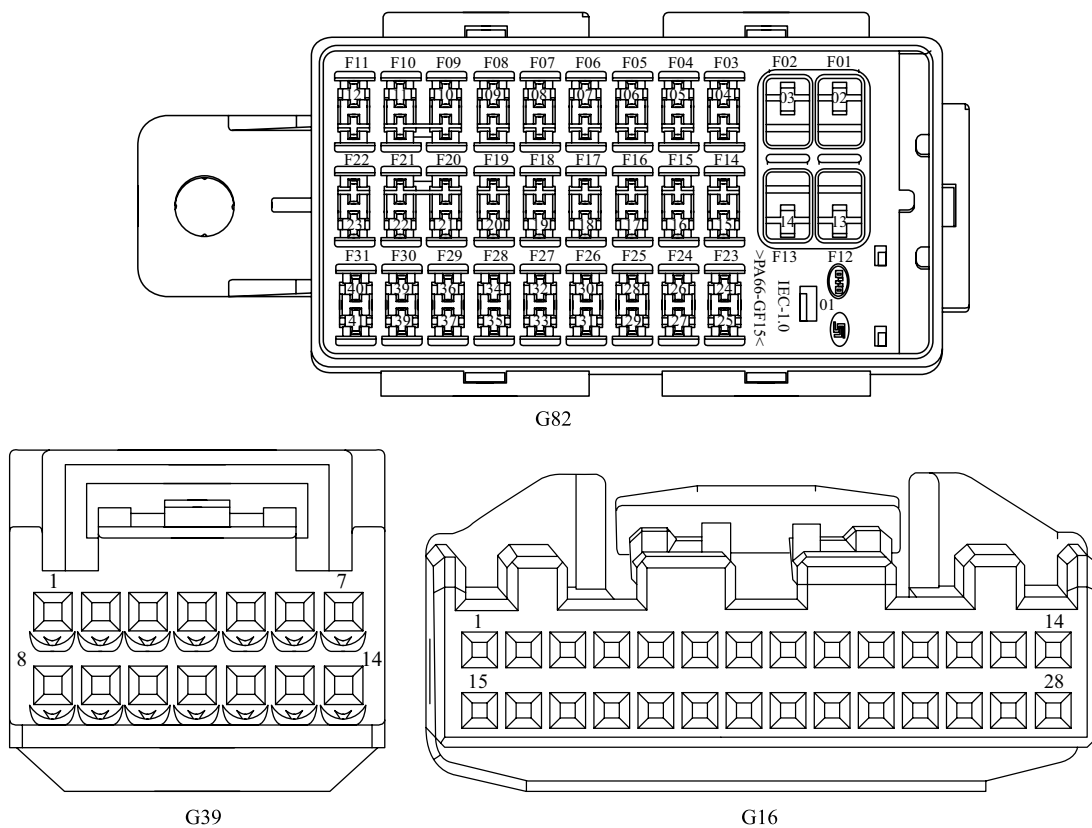


图 2-9-10 秦 PLUS DM-i 换挡操纵机构和换挡操纵机构面板总成电路



2-9-11

秦 PLUS DM-i 的 VCU 根据制动开关确定制动信息，当 VCU 收到制动信息后，控制驱动电机停止运转，并根据高压电池的的剩余电量信息控制能量回收。秦 PLUS DM-i 制动开关电路如图 2-9-12 所示。其相关端子插头如图 2-9-13 所示。

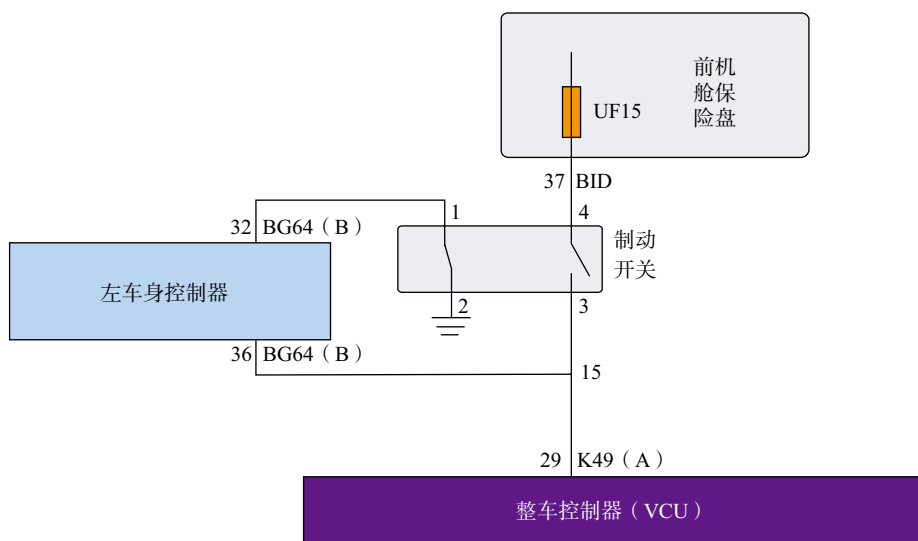


图 2-9-12 秦 PLUS DM-i 制动开关电路

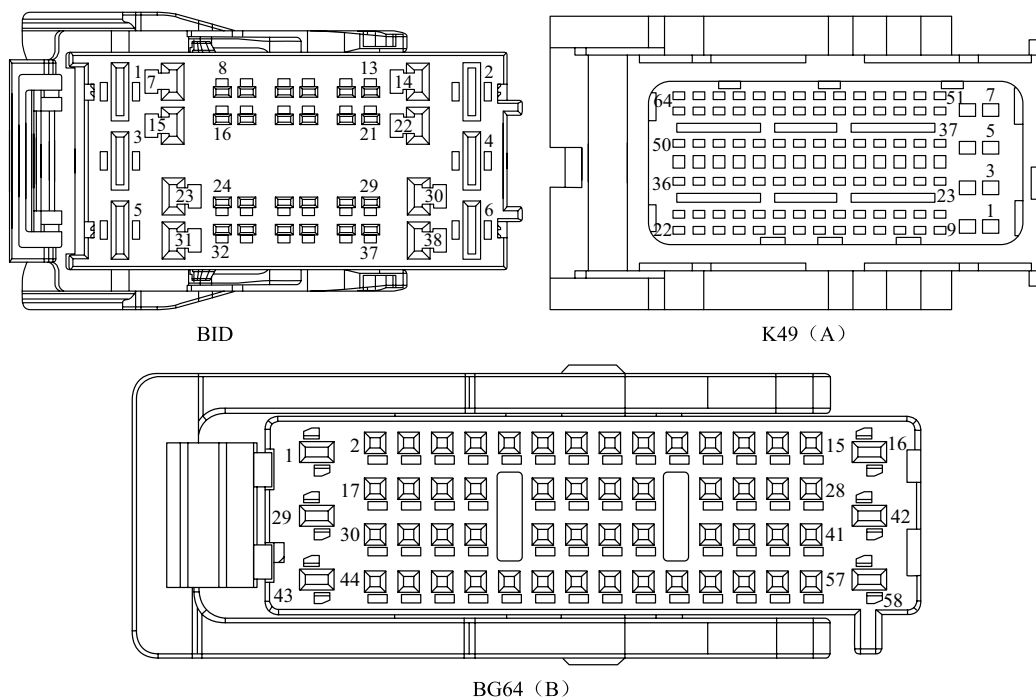


图 2-9-13

(3) 电动机冷却控制

秦 PLUS DM-i VCU 通过发电机、电动机温度传感器及双电控系统温度传感器信息确定电控冷却水泵及散热风扇的转速。

秦 PLUS DM-i 电控冷却水泵控制电路如图 2-9-14 所示，其相关端子插头如图 2-9-15 所示。VCU 通过 PWM 控制水泵的转速，并通过回馈线对 PWM 信息进行检测。

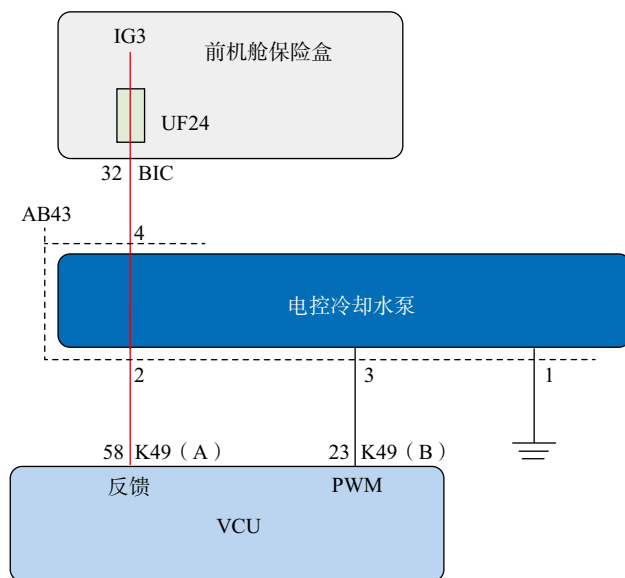


图 2-9-14 秦 PLUS DM-i 电控冷却水泵控制电路

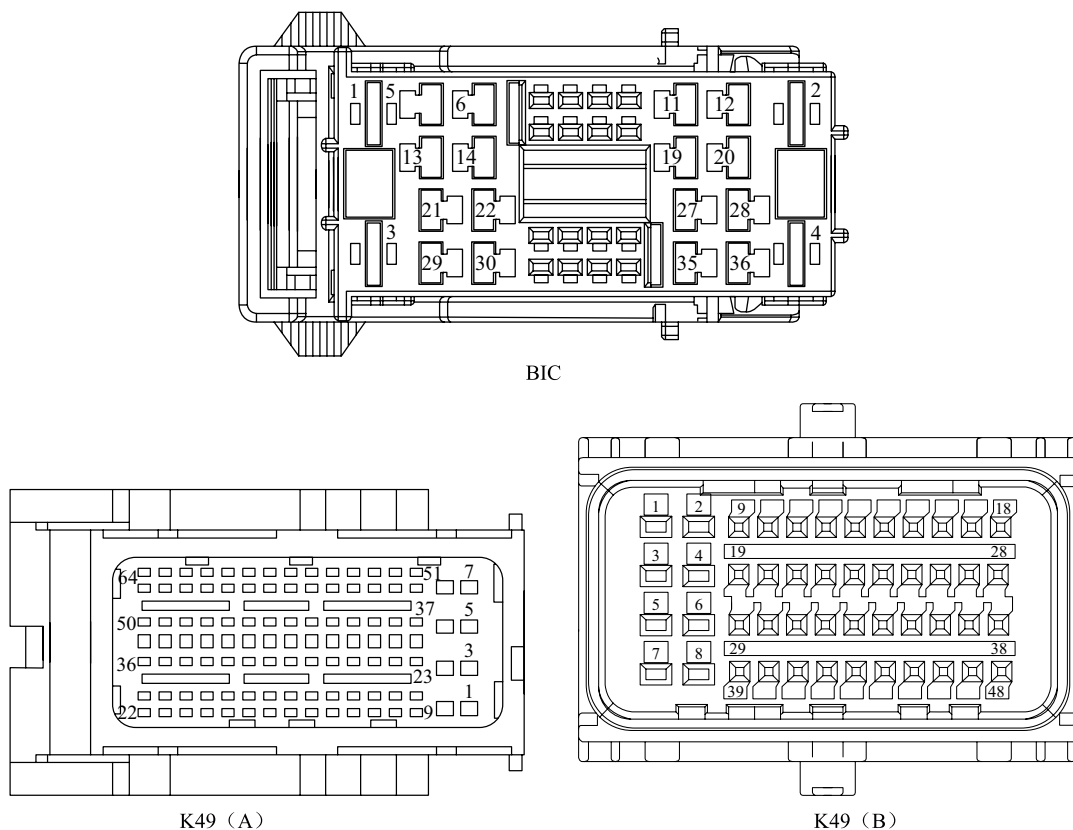


图 2-9-15

秦 PLUS DM-i 冷却风扇电路如图 2-9-16 所示，基相关端子插头如图 2-9-17 所示。VCU 通过使能信号控制散热风扇工作，并通过 PWM 控制其的转速。

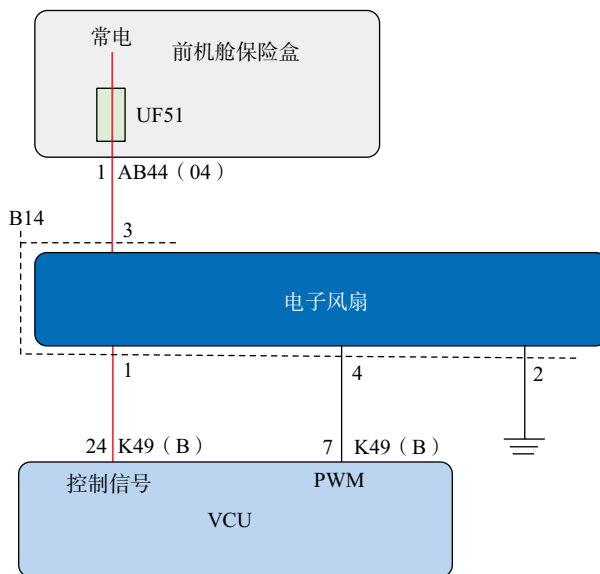


图 2-9-16 秦 PLUS DM-i 冷却风扇电路

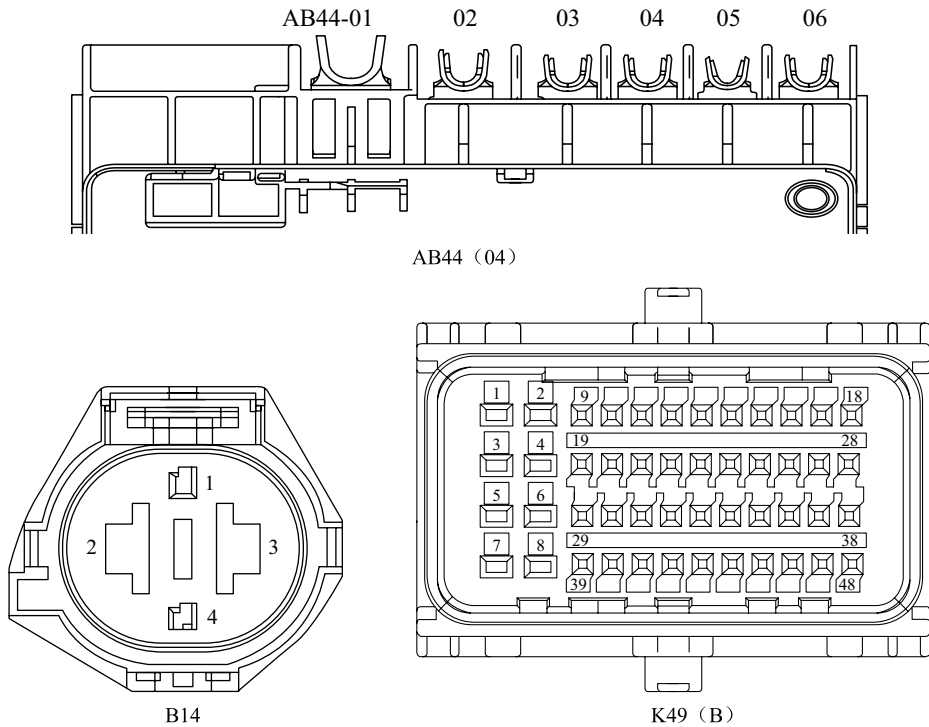


图 2-9-17

3. 与发动机的关系

(1) 发电机发电控制

当高压电池 SOC 值低时，VCU 控制发动机带动电动机发电。

(2) 功率控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据加速踏板深度传感器反应的动力需求，当功率需求较大时，控制发电机启动发动机，使离合器结合，使发动机参与驱动车轮的工作，并通过节气门控制发动机功率，如图 2-9-18 所示。

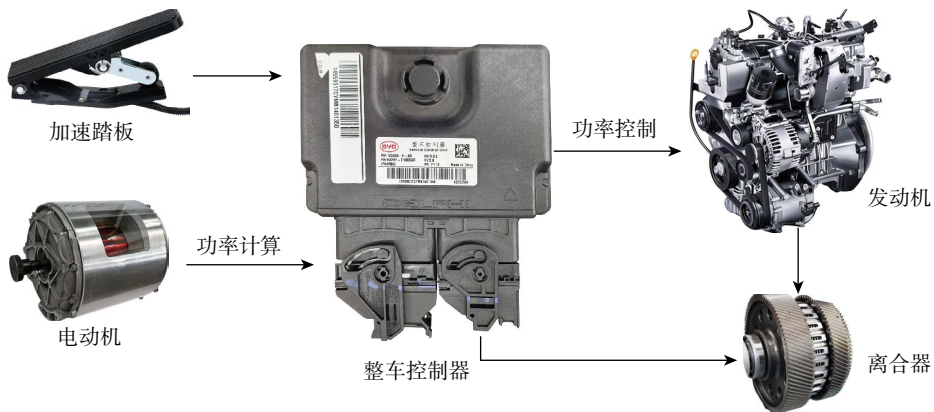


图 2-9-18 秦 PLUS DM-i 发动机功率控制

(3) 冷却控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据发动机冷却液温度传感器确定散热系统的循环，通过调节发动机电子水泵转速、电子节气门开度、散热风扇的转速智能控制发动机的温度。

1) 发动机电子水泵和散热风扇

发动机电子水泵电路如图 2-9-19 所示，其相关端子插头如图 2-9-20 所示。VCU 通过 PWM 控制水泵的转速，并通过回馈线对 PWM 信息进行检测。

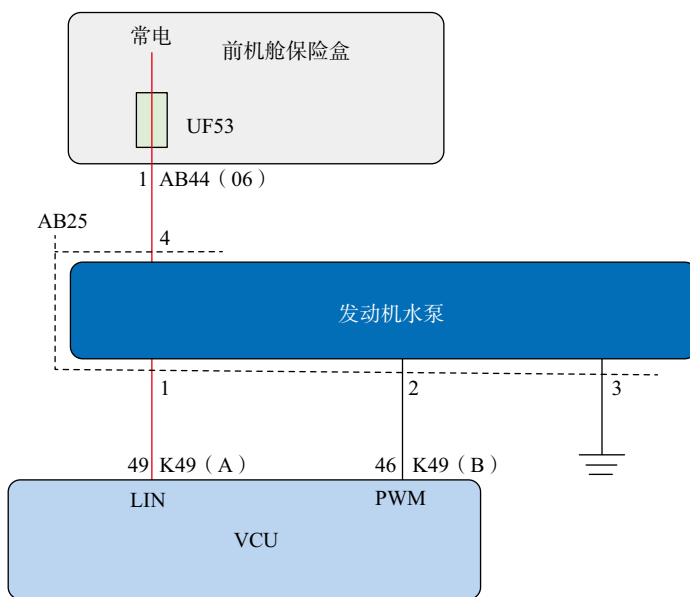


图 2-9-19 秦 PLUS DM-i 发动机电子水泵控制电路

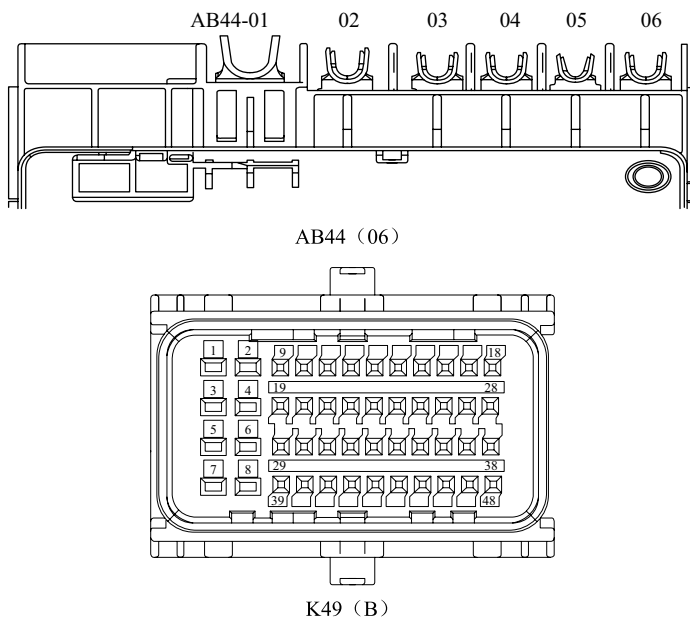


图 2-9-20

发动机同电机双电控系统使用同一个电子风扇，电子风扇根据两个冷却系统的温度进行调节，当两个系统对温度需求不同时，可以通过调节各自系统的水泵运转速度进行智能调控。

2) 电子节温器

电子节温器由节温器本体总成、加热器组件、壳体，如图 2-9-21 所示。

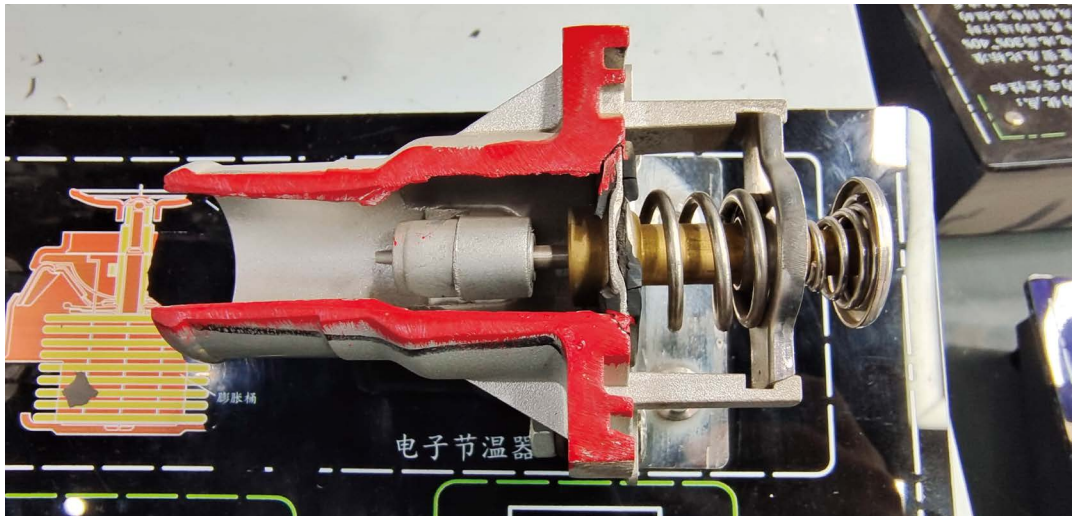


图 2-9-21 秦 PLUS DM-i 电子节温器

电子节温器控制电路如图 2-9-22 所示，VCU 通过 PWM 控制加热装置，对感温蜡内部进行加热，实现调温器阀门开闭自我控制，具备发动机冷却液大循环开启温度可控功能。

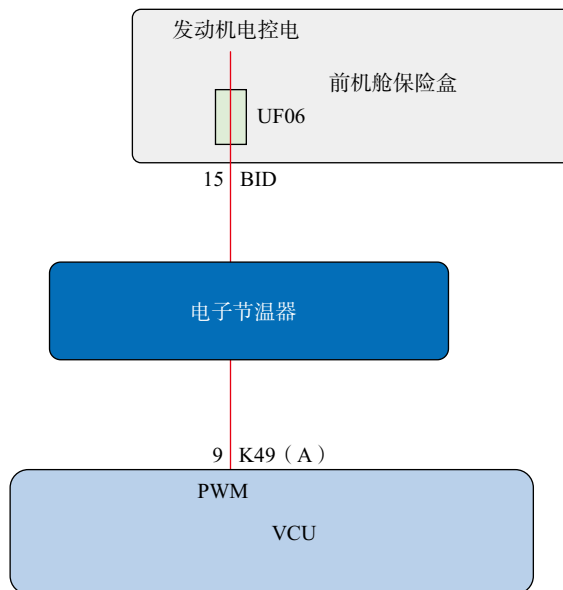


图 2-9-22 秦 PLUS DM-i 电子节温器控制电路

与传统调温器相比，电子节温器具有以下优点：

- ①电子调温器可设置初开温度更高，实现小负荷、暖机时间缩短；
- ②电子调温器相比传统调温器，灵敏度更高，响应更加迅速；
- ③电子调温器使冷却系统能较快响应工况变化，并能对发动机冷却液大流量调节智能可控，可以提高发动机性能和使用寿命，减少废气排放。

4. 与 EHS 系统的关系

(1) 液压压力控制

秦 PLUS DM-i VCU 通过离合器油压传感器、主油压传感器、油箱压力传感器（润滑冷却油压传感器）检测各自油路的压力，并通过 PWM 控制主油压调节阀、离合器油压调节阀、过冷保护电磁阀（润滑冷却油压）开启比例对各油路的压力进行调整。

离合器油压传感器、主油压传感器、油箱压力传感器（润滑冷却油压传感器）及主油压调节阀、离合器油压调节阀、过冷保护电磁阀（润滑冷却油压）控制电路如图 2-9-23 所示。其相关端子插头如图 2-9-24 所示。

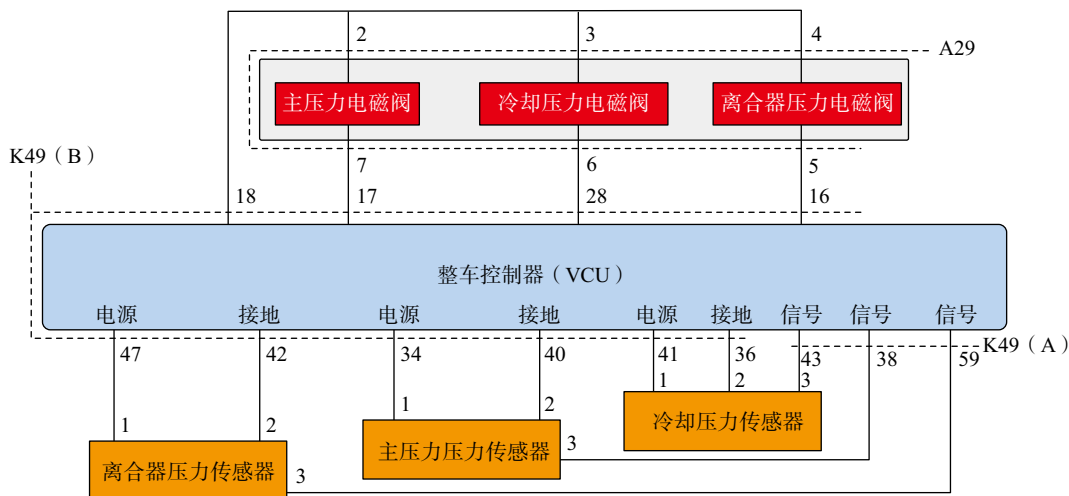


图 2-9-23 秦 PLUS DM-i 液压压力控制电路

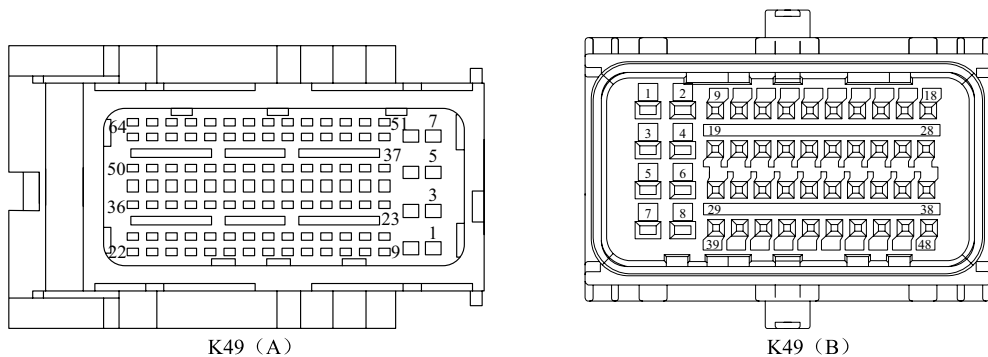


图 2-9-24

(2) 离合器控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据加速踏板深度传感器反应的动力需求,当功率需求较大时,控制离合器结合,使发动机参与驱动车轮的工作。

离合器的工作由 VCU 通过离合器油压传感器和离合器油压调节阀进行控制,当离合器油压升高时,离合器处于结合状态,当离合器油压降低时,离合器处于分离状态。

(3) 油温检测

秦 PLUS DM-i VCU 油温传感器检测液压油的温度,当液压油的温度升高时,进行报警,若温度再高时,使离合器退出工作,使温度下降。

秦 PLUS DM-i VCU 直接采集油温传感器信息,其电路如图 2-9-25 所示。

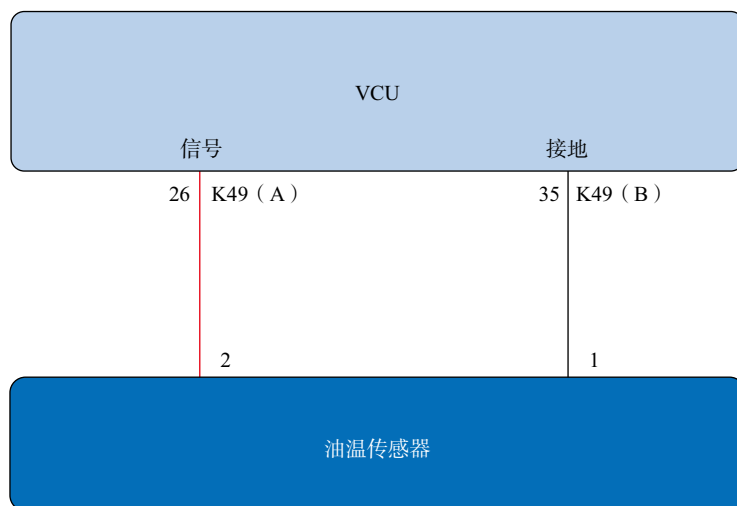


图 2-9-25 秦 PLUS DM-i 油温传感器电路

5. 与车载电源总成关系

秦 PLUS DM-i VCU 通过车载电源总成确定充电状态,协调其他单元工作,如总接触器结合、仪表显示充电状态、双电控系统不得运转等。

秦 PLUS DM-i VCU 根据车载电源温度传感器确定冷却液循环及散热风扇工作,其冷却水路与电机及双控系统为同一水路。

6. 高压电池热管理系统控制

秦 PLUS DM-i VCU 根据 BMS 的高压电池温度信息,对高压电池进行热管理控制。

当高压电池温度低时,通过 BMC 控制高压加热继电器吸合,给高压电池加热丝供电,高压电池加热。

当高压电池温度高时,通过右车身控制模块(空调电脑部分)控制电动压缩机和电池膨胀阀工作,为高压电池降温。

二、任务实施

1. 整车控制器电源、接地、CAN 故障的诊断

(1) 故障现象

车辆不能启动、CAN 部分功能丧失。

(2) 线路检测

1) 常火线检测

用万用表测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 8 端子, 应为低压电源电压, 如果没有电压, 检查前机舱保险盘的 IF18 保险丝, 如果保险丝开路, 则进行更换, 如果保险丝正常, 测量仪表台保险盘的 G82 插头的 8 端子电压, 若无电压, 更换前机舱保险盘, 若有电压, 证明仪表台保险盘的 G82 插头的 8 端子到整车控制器的 K49 (B) 插头的 8 端子之间的线路开路; 若整车控制器的 K49 (B) 插头的 8 端子电压低于低压电源电压, 测量仪表台保险盘的 G82 插头的 8 端子电压, 如果电压依然低于低压电源电压, 检查 B 的前机舱保险盘 IF18 保险丝是否虚接, 如果正常则为前机舱保险盘故障; 如果整车控制器的 K49 (B) 插头的 8 端子低于低压电源电压, 但仪表台保险盘的 G82 插头的 8 端子电压正常, 则证明仪表台保险盘的 G82 插头的 8 端子到整车控制器的 K49 (B) 插头的 8 端子之间的线路虚接。

2) IG3 测量

汽车上电, 用万用表测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 2、4 端子及 K49 (B) 插头的 29 端子, 应为低压电源电压, 如果没有电压, 检查前机舱保险盘的 UF23 保险丝, 如果保险丝开路, 则进行更换, 如果保险丝正常, 测量前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 端子电压, 若无电压, 更换前机舱保险盘, 若有电压, 证明前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 端子到整车控制器的 K49 (A) 插头的 2、4 端子及 K49 (B) 插头的 29 端子之间的线路开路; 若整车控制器的 K49 (A) 插头的 2、4 端子及 K49 (B) 插头的 29 端子电压低于低压电源电压, 测量前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 端子电压, 如果电压依然低于低压电源电压, 检查前机舱保险盘的 UF23 保险丝是否虚接, 如果正常则为前机舱保险盘故障; 如果整车控制器的 K49 (A) 插头的 2、4 端子及 K49 (B) 插头的 29 端子低于低压电源电压, 但前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 端子电压正常, 则证明前机舱保险盘的 B1C 插头的 30 端子到整车控制器的 K49 (A) 插头的 2、4 端子及 K49 (B) 插头的 29 端子之间的线路开路虚接。

3) 地线测量

汽车上电, 用万用表测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 7、8 端子及 K49 (B) 插头的 31 端子的电压, 应为 0V, 如果为低压电源电压, 证明接地线开路, 如果在 0V 到低压电源电压之间, 证明线路虚接。

4) CAN 线测量

①能量网 CAN

汽车上电，测量整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压，应为 2.5V 左右，如果为低压电源电压或 5V，则依次拔下控制器插头，边侧整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压，若变为无电，则证明此控制器故障，若控制器插头全部拔下电压依然为低压电源电压或 5V，证明线路对火线短路。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压为 0V，关闭低压电源，测整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子对地电阻应为无穷大，如果相通，则依次拔下控制器插头，边测整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子对地电阻，若变为无穷大，证明改控制器故障，若控制器全部拔下依然对地接通，证明线路接地。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压为 0V，且对地电阻应为无穷大，则关闭低压电源，测量与整车控制器的 K49（A）插头的 19 端子电阻，若电阻应为 60Ω 或 120Ω，若阻值无穷大，证明线路开路，如果阻值很小，证明电池包（集成 BMS）CAN 线之间短路。

同样的方法测量整车控制器的 K49（A）插头的 19 端子。

② ECM 子网 CAN

汽车上电，测量整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子电压，应为 2.5V 左右，如果为低压电源电压或 5V，则依次拔下控制器插头，边侧整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子电压，若变为无电，则证明此控制器故障，若控制器插头全部拔下电压依然为低压电源电压或 5V，证明线路对火线短路。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子电压为 0V，关闭低压电源，测整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子对地电阻应为无穷大，如果相通，则依次拔下控制器插头，边测整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子对地电阻，若变为无穷大，证明改控制器故障，若控制器全部拔下依然对地接通，证明线路接地。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 16 端子电压为 0V，且对地电阻应为无穷大，则关闭低压电源，测量与整车控制器的 K49（A）插头的 15 端子电阻，若电阻应为 60Ω 或 120Ω，若阻值无穷大，证明线路开路，如果阻值很小，证明电池包（集成 BMS）CAN 线之间短路。

同样的方法测量整车控制器的 K49（A）插头的 15 端子。

③ 电控子网 CAN

汽车上电，测量整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子电压，应为 2.5V 左右，如果为低压电源电压或 5V，则依次拔下控制器插头，边侧整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子电压，若变为无电，则证明此控制器故障，若控制器插头全部拔下电压依然为低压电源电压或 5V，证明线路对火线短路。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子电压为 0V，关闭低压电源，测整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子对地电阻应为无穷大，如果相通，则依次拔下控制器插头，边测整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子对地电阻，若变为无穷大，证明改控制

器故障，若控制器全部拔下依然对地接通，证明线路接地。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 12 端子电压为 0V，且对地电阻应为无穷大，则关闭低压电源，测量与整车控制器的 K49（A）插头的 11 端子电阻，若电阻应为 60Ω 或 120Ω，若阻值无穷大，证明线路开路，如果阻值很小，证明电池包（集成 BMS）CAN 线之间短路。

同样的方法测量整车控制器的 K49（A）插头的 11 端子。

④底盘网

汽车上电，测量整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压，应为 2.5V 左右，如果为低压电源电压或 5V，则依次拔下控制器插头，边侧整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压，若变为无电，则证明此控制器故障，若控制器插头全部拔下电压依然为低压电源电压或 5V，证明线路对火线短路。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压为 0V，关闭低压电源，测整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子对地电阻应为无穷大，如果相通，则依次拔下控制器插头，边测整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子对地电阻，若变为无穷大，证明改控制器故障，若控制器全部拔下依然对地接通，证明线路接地。

如果整车控制器的 K49（A）插头的 20 端子电压为 0V，且对地电阻应为无穷大，则关闭低压电源，测量与整车控制器的 K49（A）插头的 19 端子电阻，若电阻应为 60Ω 或 120Ω，若阻值无穷大，证明线路开路，如果阻值很小，证明电池包（集成 BMS）CAN 线之间短路。

同样的方法测量整车控制器的 K49（A）插头的 19 端子。

2. 油门踏板传感器的故障诊断

（1）故障现象

加速不良，严重时不能起步。

（2）故障诊断

1) 油门踏板位置传感器 1 电源测量

汽车上电，用万用表测量油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 3 端子，应为 5V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49（A）插头的 52 端子电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49（A）插头的 52 端子电压的油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 1 端子之间的线路开路；若油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 1 端子电压低于 5V，测量整车控制器的 K49（A）插头的 52 端子电压，如果电压依然低于 5V，为发动机电脑故障；如果油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 1 端子低于 5V，但整车控制器的 K49（A）插头的 52 端子电压为 5V，则证明整车控制器的 K49（A）插头的 52 端子电压的油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 1 端子之间的线路虚接。

2) 油门踏板位置传感器 1 接地测量

汽车上电，用万用表测量油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 5 端子电压，应

为 0V，如果为 5V 电压，测量整车控制器的 K49（A）插头的 35 端子电压如果依然是 5V，证明发动机电脑内部接地不良，如果为 0V，证明线路开路；如果油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 3 端子电压在 0V 到 5V 之间，测量整车控制器的 K49（A）插头的 35 端子电压，如果电压为 0V，证明线路开路，如果电压同油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 3 端子电压一样，证明线路虚接。

3) 油门踏板位置传感器 1 信号线测量

拔下油门踏板位置传感器的 KG44 插头，测插头侧的 2 端子与整车控制器的 K49（A）插头的 35 端子之间的阻值，应小于 1Ω ，如果不通，证明开路，如果大于 1Ω ，证明虚接。

4) 按同样的方法测量油门踏板位置传感器 2。

5) 插上 K49（A）插头测量，测 2、1 端子对地电压应为 2 倍关系，并随着节气门的开度变化而变化。

3. 电控冷却水泵的故障诊断

(1) 故障现象

冷却水泵不转

(2) 故障诊断

1) 电源测量

汽车上电，用万用表测量电控冷却水泵的 AB43 插头的 4 端子，应为低压电源电压，如果没有电压，检查前机舱保险盘的 UF24 保险丝，如果保险丝开路，则进行更换，如果保险丝正常，测量前机舱保险盘的 B1C 插头的 32 端子电压，若无电压，更换前机舱保险盘，若有电压，证明前机舱保险盘的 B1C 插头的 32 端子到电控冷却水泵的 AB43 插头的 4 端子之间的线路开路；若电控冷却水泵的 AB43 插头的 4 端子电压低于低压电源电压，测量前机舱保险盘的 B1C 插头的 32 端子电压，如果电压依然低于低压电源电压，检查前机舱保险盘的 UF24 保险丝是否虚接，如果正常则为前机舱保险盘故障；如果电控冷却水泵的 AB43 插头的 4 端子低于低压电源电压，但前机舱保险盘的 B1C 插头的 32 端子电压正常，则证明前机舱保险盘的 B1C 插头的 32 端子到电控冷却水泵的 AB43 插头的 4 端子之间的线路开路虚接。

2) 接地测量

汽车上电，用万用表测量电控冷却水泵的 AB43 插头的 1 端子电压，应为 0V，如果为低压电源电压，证明接地线开路，如果在 0V 到低压电源电压之间，证明线路虚接。

3) 控制线测量

拔下电控冷却水泵的 AB43 插头，测量其 3 端子与整车控制器的 K49（B）插头的 23 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

4) 反馈线测量

拔下电控冷却水泵的 AB43 插头，测量其 2 端子与整车控制器的 K49（A）插头的

58 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

4. 发动机水泵的故障诊断

(1) 故障现象

发动机水泵不转

(2) 故障诊断

1) 电源测量

用万用表测量发动机水泵的 A25 插头的 4 端子，应为低压电源电压，如果没有电压，检查前机舱保险盘的 UF53 保险丝，如果保险丝开路，则进行更换，如果保险丝正常，测量前机舱保险盘的 B44 (06) 插头的 1 端子电压，若无电压，更换前机舱保险盘，若有电压，证明前机舱保险盘的 B44 (06) 插头的 1 端子到发动机水泵的 A25 插头的 4 端子之间的线路开路；若发动机水泵的 A25 插头的 4 端子电压低于低压电源电压，测量前机舱保险盘的 B44 (06) 插头的 1 端子电压，如果电压依然低于低压电源电压，检查前机舱保险盘的 UF53 保险丝是否虚接，如果正常则为前机舱保险盘故障；如果发动机水泵的 A25 插头的 4 端子低于低压电源电压，但前机舱保险盘的 B44 (06) 插头的 1 端子电压正常，则证明前机舱保险盘的 B44 (06) 插头的 1 端子到发动机水泵的 A25 插头的 4 端子之间的线路开路虚接。

2) 接地测量

汽车上电，用万用表测量发动机水泵的 A25 插头的 3 端子电压，应为 0V，如果为低压电源电压，证明接地线开路，如果在 0V 到低压电源电压之间，证明线路虚接。

3) 控制线测量

按下发动机水泵的 A25 插头，测量其 2 端子与整车控制器的 K49 (B) 插头的 46 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

4) 反馈线测量

按下发动机水泵的 A25 插头，测量其 1 端子与整车控制器的 K49 (A) 插头的 49 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

5. 电子风扇的故障诊断

(1) 故障现象

电子风扇不转

(2) 故障诊断

1) 电源测量

用万用表测量电子风扇的 B14 插头的 3 端子，应为低压电源电压，如果没有电压，

检查前机舱保险盘的 UF51 保险丝，如果保险丝开路，则进行更换，如果保险丝正常，测量前机舱保险盘的 B44（04）插头的 1 端子电压，若无电压，更换前机舱保险盘，若有电压，证明前机舱保险盘的 B44（04）插头的 1 端子到电子风扇的 B14 插头的 3 端子之间的线路开路；若电子风扇的 B14 插头的 3 端子电压低于低压电源电压，测量前机舱保险盘的 B44（04）插头的 1 端子电压，如果电压依然低于低压电源电压，检查前机舱保险盘的 UF51 保险丝是否虚接，如果正常则为前机舱保险盘故障；如果电子风扇的 B14 插头的 3 端子低于低压电源电压，但前机舱保险盘的 B44（04）插头的 1 端子电压正常，则证明前机舱保险盘的 B44（04）插头的 1 端子到电子风扇的 B14 插头的 3 端子之间的线路开路虚接。

2) 接地测量

汽车上电，用万用表测量电子风扇的 B14 插头的 2 端子电压，应为 0V，如果为低压电源电压，证明接地线开路，如果在 0V 到低压电源电压之间，证明线路虚接。

3) 控制信号线测量

拨下电子风扇的 B14 插头，测量其 1 端子与整车控制器的 K49（B）插头的 7 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

4) PWM 线测量

拨下电子风扇的 B14 插头，测量其 4 端子与整车控制器的 K49（B）插头的 24 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

6. 离合器压力传感器的故障诊断

(1) 故障现象

发动机不能驱动车轮运转、驱动动力不足。

(2) 故障诊断

1) 电源检测

汽车上电，用万用表测量离合器压力传感器的 A30 插头的 1 端子，应为 5V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49（B）插头的 42 端子电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49（B）插头的 42 端子电压的离合器压力传感器的 A30 插头的 1 端子之间的线路开路；若离合器压力传感器的 A30 插头的 1 端子电压低于 5V，测量整车控制器的 K49（B）插头的 42 端子电压，如果电压依然低于 5V，为发动机电脑故障；如果离合器压力传感器的 A30 插头的 1 端子低于 5V，但整车控制器的 K49（B）插头的 42 端子电压为 5V，则证明整车控制器的 K49（B）插头的 42 端子电压的离合器压力传感器的 A30 插头的 1 端子之间的线路虚接。

2) 搭铁线测量

汽车上电，用万用表测量离合器压力传感器的 A30 插头的 2 端子电压，应为 0V，

如果为 5V 电压，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 42 端子电压如果依然是 5V，证明发动机电脑内部接地不良，如果为 0V，证明线路开路；如果离合器压力传感器的 A30 插头的 2 端子电压在 0V 到 5V 之间，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 42 端子电压，如果电压为 0V，证明线路开路，如果电压同离合器压力传感器的 A30 插头的 2 端子电压一样，证明线路虚接。

3) 信号线测量

汽车上电，用万用表测量离合器压力传感器的 A30 插头的 3 端子，应为 0.5-4.8V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 59 端子电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 59 端子电压的离合器压力传感器的 A30 插头的 3 端子之间的线路开路；若离合器压力传感器的 A30 插头的 3 端子电压低于与整车控制器的 K49 (A) 插头的 59 端子电压不一致，证明线路虚接；若离合器压力传感器的 A30 插头的 3 端子为 0V，拔下 A30 插头，测 3 端子对地电阻应无穷大，如果导通证明线路对地短路；若离合器压力传感器的 A30 插头的 3 端子为 5V 或 12V，拔下整车控制器的 K49 (A) 插头，测量 59 端子电压，若依然为 5V 或 12V 证明线路对火线短路。

7. 主压压力传感器的故障诊断

(1) 故障现象

发动机不能驱动车轮运转、驱动动力不足、离合器磨损加速。

(2) 故障诊断

1) 电源检测

汽车上电，用万用表测量主压力传感器的 A30 (B) 插头的 1 端子，应为 5V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 40 端子电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49 (B) 插头的 40 端子电压的主压力传感器的 A30 (B) 插头的 1 端子之间的线路开路；若主压力传感器的 A30 (B) 插头的 1 端子电压低于 5V，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 40 端子电压，如果电压依然低于 5V，为发动机电脑故障；如果主压力传感器的 A30 (B) 插头的 1 端子低于 5V，但整车控制器的 K49 (B) 插头的 40 端子电压为 5V，则证明整车控制器的 K49 (B) 插头的 40 端子电压的主压力传感器的 A30 (B) 插头的 1 端子之间的线路虚接。

2) 搭铁线测量

汽车上电，用万用表测量主压力传感器的 A30 (B) 插头的 2 端子电压，应为 0V，如果为 5V 电压，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 34 端子电压如果依然是 5V，证明发动机电脑内部接地不良，如果为 0V，证明线路开路；如果主压力传感器的 A30 (B) 插头的 2 端子电压在 0V 到 5V 之间，测量整车控制器的 K49 (B) 插头的 34 端子电压，如果电压为 0V，证明线路开路，如果电压同主压力传感器的 A30 (B) 插头的 2 端子电压一样，证明线路虚接。

3) 信号线测量

汽车上电，用万用表测量主压力传感器的 A30 (B) 插头的 3 端子，应为 0.5-4.8V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 38 电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 38 电压的主压力传感器的 A30 (B) 插头的 3 端子之间的线路开路；若主压力传感器的 A30 (B) 插头的 3 端子电压低于与整车控制器的 K49 (A) 插头的 38 电压不一致，证明线路虚接；若主压力传感器的 A30 (B) 插头的 3 端子为 0V，拔下 A30 插头，测 3 端子对地电阻应无穷大，如果导通证明线路对地短路；若主压力传感器的 A30 (B) 插头的 3 端子为 5V 或 12V，拔下整车控制器的 K49 (A) 插头，测量 38 端子电压，若依然为 5V 或 12V 证明线路对火线短路。

8. 电磁阀组件故障诊断

(1) 故障现象

混合动力驱动系统没有油压，离合器不能工作。

(2) 故障诊断

1) 电磁阀组件（电磁阀穿缸件）的电源测量

汽车上电，用万用表测量电磁阀穿缸件 29 插头的 2、3、4 端子，应为 12V，如果没有电压，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 18 端子电压，若无电压，更换发动机电脑，若有电压，证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 18 端子电压的电磁阀穿缸件 29 插头的 2、3、4 端子之间的线路开路；若电磁阀穿缸件 29 插头的 2、3、4 端子电压低于 12V，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 18 端子电压，如果电压依然低于 12V，为发动机电脑故障；如果电磁阀穿缸件 29 插头的 2、3、4 端子低于 12V，但整车控制器的 K49 (A) 插头的 18 端子电压为 12V，则证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 18 端子电压的油门踏板位置传感器的 KG44 插头的 1 端子之间的线路虚接。

2) 主压力电磁阀控制测量

汽车上电，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 17 端子电压，电压值应在 12V，如果电压为 0V，测量电磁阀穿缸件 A29 插头的 7 端子电压，如果为 12V，证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 17 端子与电磁阀穿缸件 A29 插头的 7 端子线路开路，如果也是 0V，拔下电磁阀穿缸件 A29 插头，测量 A29 插头的 7 端子对地电阻，如果相通，证明线路电路，如果电阻无穷大，证明主压力电磁阀开路。

3) 离合器压力电池阀控制线

汽车上电，测量整车控制器的 K49 (A) 插头的 16 端子电压，电压值应在 12V，如果电压为 0V，测量电磁阀穿缸件 A29 插头的 5 端子电压，如果为 12V，证明整车控制器的 K49 (A) 插头的 16 端子与电磁阀穿缸件 A29 插头的 5 端子线路开路，如果也是 0V，拔下电磁阀穿缸件 A29 插头，测量 A29 插头的 5 端子对地电阻，如果相通，证明线路电路，如果电阻无穷大，证明离合器压力电池阀开路。

4) 过冷保护电池阀控制线

汽车上电，测量整车控制器的 K49（A）插头的 28 端子电压，电压值应在 12V，如果电压为 0V，测量电磁阀穿缸件 A29 插头的 6 端子电压，如果为 12V，证明整车控制器的 K49（A）插头的 28 端子与电磁阀穿缸件 A29 插头的 6 端子线路开路，如果也是 0V，拔下电磁阀穿缸件 A29 插头，测量 A29 插头的 6 端子对地电阻，如果相通，证明线路电路，如果电阻无穷大，证明过冷保护电池阀开路。

9. 制动开关信号检测

（1）故障现象

开路时，不能上电，启动车辆。对火短路时，能上电，但不能行驶。

（2）检测

1) 观察制动灯，如果常亮，证明制动开关连电。拔下开关 BG28 插头，如果还亮证明线路连电，如果不亮证明开关连电。

2) 踩下制动踏板，观察制动灯，若不正常工作，检查 BG28 插头 4 端子电源。若有电，短接 BG28 插头 3、4 端子，若灯亮为制动开关故障，若不亮检查 BG28 插头 3 与制动灯线路是否开路、虚接，检查 BG28 插头 3 与整车控制器 K49(A)29 端子之间线路是否开路、虚接。若制动灯工作正常，检查 BG28 插头 3 与整车控制器 K49（A）的 29 端子之间线路是否开路、虚接。

3) 电源线测量

用万用表测量制动开关的 BG28 插头 4 端子，应为低压电源电压，如果没有电压，检查前机舱保险盘的 UF15 保险丝，如果保险丝开路，则进行更换，如果保险丝正常，测量前机舱保险盘的 BID 插头的 37 端子电压，若无电压，更换前机舱保险盘，若有电压，证明前机舱保险盘的 BID 插头的 37 端子到制动开关的 BG28 插头 4 端子之间的线路开路；若制动开关的 BG28 插头 4 端子电压低于低压电源电压，测量前机舱保险盘的 BID 插头的 37 端子电压，如果电压依然低于低压电源电压，检查 B 的前机舱保险盘 UF15 保险丝是否虚接，如果正常则为前机舱保险盘故障；如果制动开关的 BG28 插头 4 端子低于低压电源电压，但前机舱保险盘的 BID 插头的 37 端子电压正常，则证明前机舱保险盘的 BID 插头的 37 端子到制动开关的 BG28 插头 4 端子之间的线路虚接。

4) 检测制动开关到整车控制器线路

测量制动开关的 BG28 插头 3 端子与整车控制器的 K49（A）插头的 29 端子之间的电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 证明线路虚接，如不通为开路，测量其与车身之间阻值，应为无穷大，否则为接地故障。

10. 档位传感器

（1）故障现象

车辆不能行驶。

（2）故障检测

- 1) 开启不同档位，档杆相应指示灯若能够点亮，检查换挡操纵面板总线。
 - 2) 如果相应档杆指示灯不亮，检查换挡杆操作机构与换挡操纵面板之间的所有线路是否开路虚接。
 - 3) 若线路正常，测量换挡操作机构的 G39 插头的 13 端子是否有 5V 电压，如果没有，为换挡操纵面板故障；如果有 5V 电压，测量换挡操作机构的 G39 插头的 1 端子对地电阻，应小于 1Ω ，如果大于 1Ω 为换挡操纵面板故障。
- 若以上正常，更换换挡操作机构，若不正常，更换换挡操纵面板。