

汽车空调



中国北方国际汽车教育

项目一	汽车空调认知	001
项目二	空调制冷系统的维修	013
	任务一 空调制冷系统制冷效果的检测	014
	任务二 空调压缩机的检修	026
	任务三 冷凝器与蒸发箱的检修	042
	任务四 储液干燥罐与膨胀阀	058
	任务五 空调系统的检修	071
项目三	暖风与加热系统的检修	083
	任务一 汽车暖风的检修	084
	任务二 除霜和加热装置的检修	090
项目四	电动汽车的热管理系统	093
	任务一 电动汽车热管理系统	094
	任务二 热泵空调	108
项目五	汽车空调通风配气系统检修	119
	任务一 空调通风系统的检修	120
	任务二 汽车空调配气系统的检修	126
	任务三 汽车净化系统的检修	139

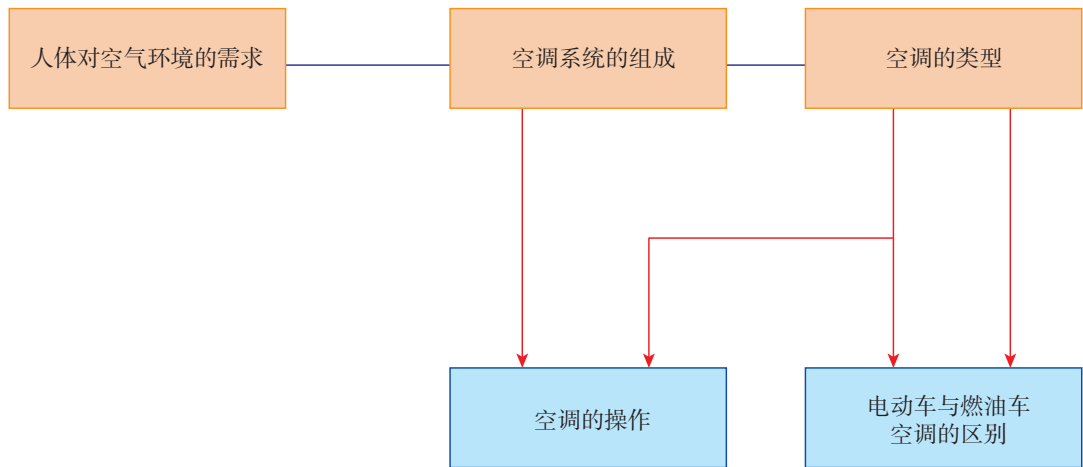


目录

项目六	空调控制系统的检修	145
任务一	空调系统传感器的检修	146
任务二	空调控制面板的检修	156
任务三	空调控制系统的检修	165



项目一 汽车空调认知



学习目标

知识目标

- 人体对空气环境的需求
- 汽车空调的组成
- 汽车空调的类型

能力目标

- 空调的操作
- 从结构上区别传统燃油车和纯电动汽车空调

一、技术知识

1. 人体对空气环境的需求

(1) 温度的需求

人体对空气环境的需求首先是温度，如图 1-1 所示。据实验数据人体在 71°C 环境中，能坚持 1 个小时；在 82°C 时，能坚持 49 分钟；在 93°C 时能坚持 33 分钟；在 104°C 时，则仅仅能坚持 26 分钟。

人体最为舒适的环境温度在夏季约为 $25\text{-}28^{\circ}\text{C}$ ，冬天则为 $15\text{-}18^{\circ}\text{C}$ 。



图 1-1 人体对温度的需求

(2) 湿度的需求

人体的水分蒸发时，会带走一部分热量，如图 1-2 所示。因此，在同样的温度下，如果人体水分蒸发的快，人体就会感觉温度低；如果人体水分蒸发的慢，人体就会感觉温度高。

在环境相对湿度高时，人身上的水分不易蒸发，会感到闷热；在环境相对湿度低时，人身上的水分容易蒸发，就会感到凉爽。人在夏季感觉最舒适的相对湿度是 50%-60%，冬季则是 40%-50%。

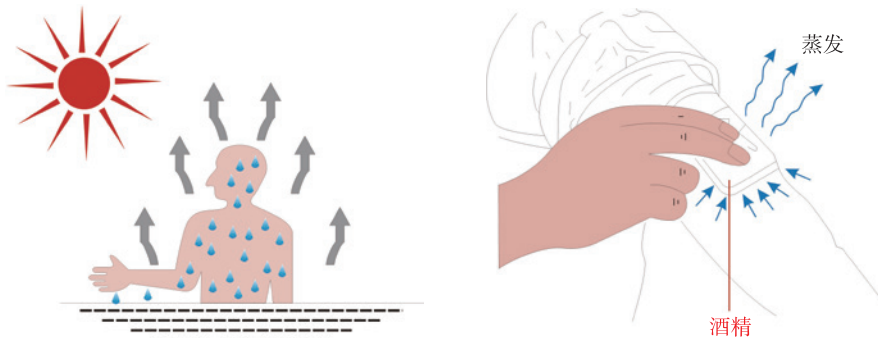


图 1-2 人体的水分蒸发时会带走人体的热量

(3) 空气流速

人在流动的空气中比在静止的空气中要舒服，如图 1-3 所示。这一方面是因为流动的空气能促进人体向外散热的缘故，另一方面，流动的空气可以促进人体周围空气的代换。通常冬季空气流速在 0.2m/s 以上较为舒适，并且以低速流动为宜，在夏季则大于 0.5m/s。

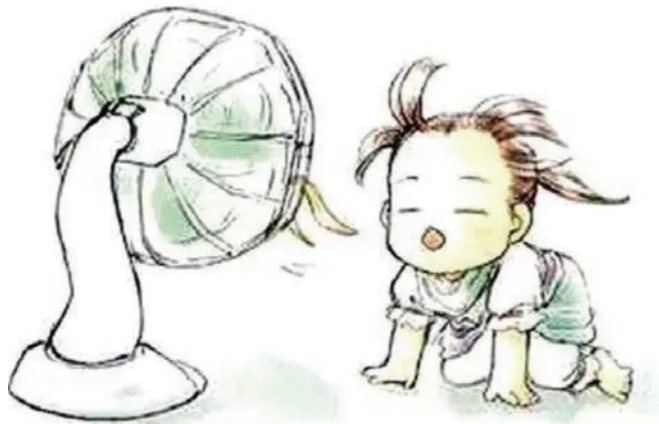


图 1-3 人在流动的空气中

(4) 空气清洁度的需求

污浊的空气中包含有细菌、病毒、粉尘、花粉、带菌颗粒、异味、甲醛等污染物，如图 1-4 所示，对人体的健康有着不利的影响，因此，人体需要更加清洁的空气环境。



图 1-4 污浊的空气

2. 汽车空调的组成

汽车被称为人们生活的第二空间，因此对汽车内空气环境也有着更高的要求。

空调是空气调节器（Air Conditioning, A/C）的简称。汽车空调的作用是为车内人员提供舒适的空气环境，保护车内人员的健康，其主要有控制或调节室内空气温度、湿度、空气流速、空气流动方向等功能，还可以控制室内外空气的交换，可以对污浊的空气进行净化。

汽车空调系统有以下部分组成。

（1）制冷系统

制冷系统用于对车内空气或车外进入车内的新鲜空气进行降温、除湿，使车内达到凉爽舒适，如图 1-5 所示。



图 1-5 空调制冷

(2) 采暖系统

采暖系统用于对车内空气或车外进入车内的新鲜空气进行加热，使车内达到温暖舒适，如图 1-6 所示。



图 1-6 空调制暖

(3) 通风系统

通风系统用于将车外的新鲜空气引进车内，达到通风、换气的目的，当室外空气质量差时，还可以关闭室外通风，使空气进行室内循环。通风系统还可以将设置出风的位置，调节出风的温度，如图 1-7 所示。

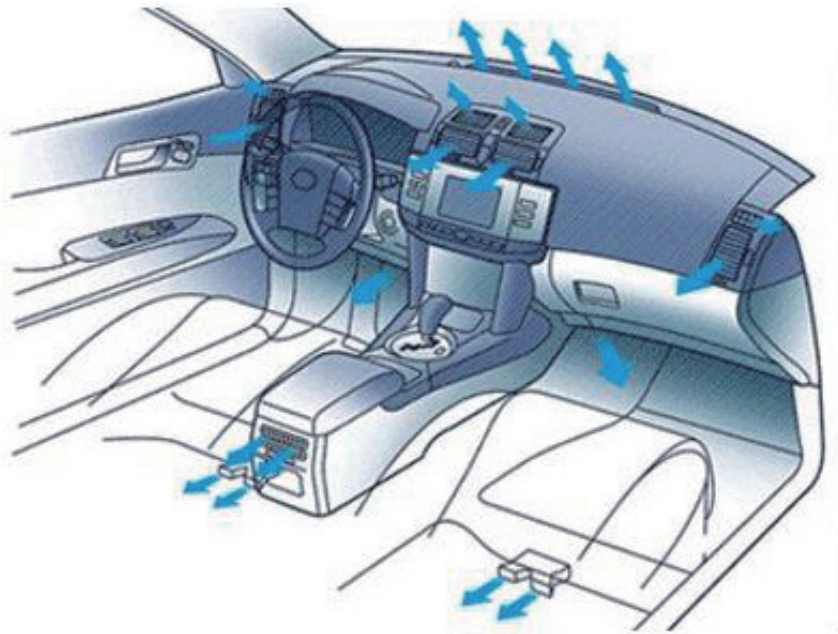


图 1-7 空调通风

(4) 空气净化装置

空气净化装置用于去除车内空气中的尘埃、异味，使车内空气变得清洁，如图 1-8 所示。



图 1-8 空调净化

(5) 控制系统

控制系统将制冷、采暖、通风、空气净化功能进行有机组合，形成冷暖适宜的气流，并能对车内环境进行全季节、全方位、多功能的最佳控制和调节。

将上述系统（或装置）全部或部分组合在一起，按照一定的布置形式安装在汽车上，便组成了汽车空调系统。在一般的客车、货车上，通常只安装制冷系统和采暖系统，在一些高级乘用车和高级大、中型客车上，还安装加湿装置、空气净化装置以及强制通风装置。

3. 空调的类型

(1) 按汽车的类型分

目前汽车主要的类型有传统的燃油车、混合动力汽车、电动汽车。不同的汽车类型，其动力源不同，因此也导致他们制冷的动力源和热源不同。

1) 传统燃油汽车空调系统

汽车制冷需要压缩机提供动力，在传统燃油车上，其压缩机是由发动机带动的，如图 1-9 所示。



图 1-9 燃油车压缩机

由于发动机工作时产生很大的热量，因此，在燃油车上，制热系统的热源来自于发动机，如图 1-10 所示。



图 1-10 燃油车暖风热源

2) 纯电动汽车空调系统

纯电动汽车没有发动机，其驱动电机是用来驱动车轮运转的，并且在车辆停止时不能够转动。因此制冷系统的压缩机就单独使用一个电动机来驱动，这个电动机使用的依然是高压电，为了提升集成化程度，将其与压缩机的压缩机构集成在一起，称为电动压缩机，如图 1-11 所示。



图 1-11 电动压缩机

同样,纯电动汽车没有了发动机这个热源,而驱动电机本身产生的热量也有限,因此,其制热系统的热量也来自于高压电。使用高压电产生热量的部件是一种 PTC 的材料,其有着较强的电生热性能。在纯电动汽车上,这个以 PTC 材料制成的生热的配件就称之为 PTC,如图 1-12 所示。

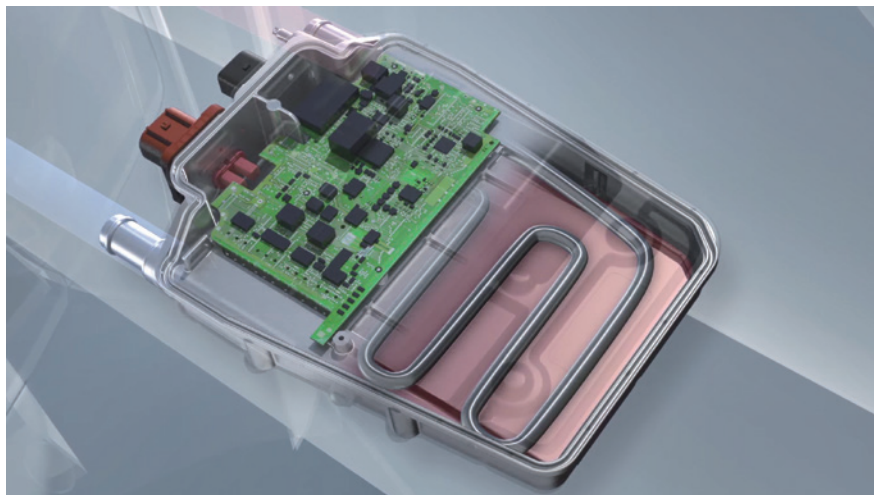


图 1-12 PTC

3) 混合动力汽车空调系统

在混合动力汽车上既装有发动机,又装有高压电池,因此,在制冷方面,其可以装配两个压缩机,一个是由发动机驱动机械压缩机,一个由高压电驱动电动压缩机,如图 1-13 所示;在制热方面,其也装由由高压电驱动的 PTC,但在控制上,其也可以在发动机工作时有发动机提供热源。

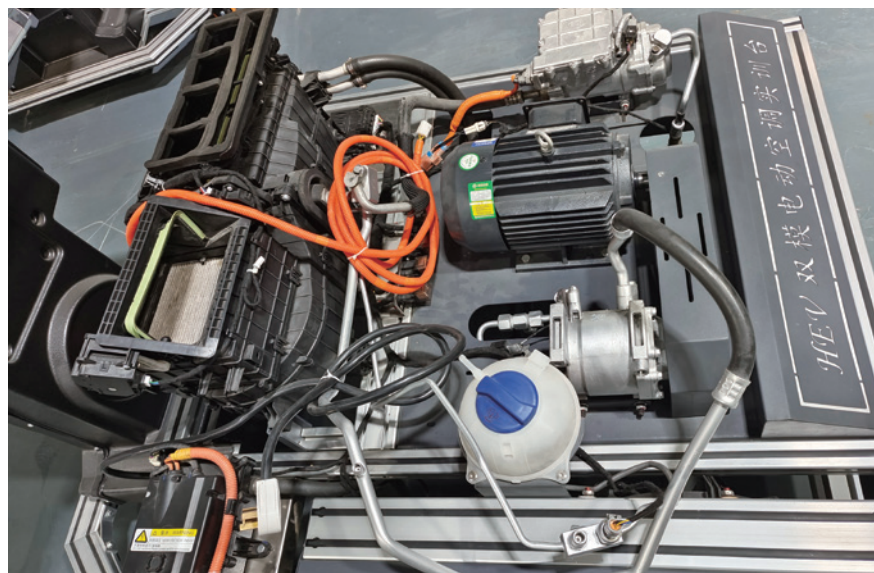


图 1-13 混合动力制冷系统

(2) 从操作方式上分

从操作方式上分可以分为手动空调、自动空调。

在手动空调上，内外循环的选择、风量的选择、温度的选择、制冷的开启、出风口的吹向等，均需要手动调节，其空调按键如图 1-14 所示；在自动空调上，有一“**AUTO**”按键，如图 1-15 所示，当按下“**AUTO**”按键后，电脑就可根据室外的温度（季节性判断）、阳光强度、司机需求设定一个最为舒适的空气环境需求，自动控制内外循环、风量、温度、制冷、制热的开启、出风口的吹向等。



图 1-14 空调按键



图 1-15 “AUTO” 按键

当然，自动空调上也有各种功能的选择按键，司机和乘客也可以采用手动方式自己设定各部分功能，如图 1-16 所示。



图 1-16 自动空调按键

(3) 从控制区域上分

汽车空调从区域控制的角度可分为独立式空调和多区空调。

独立式空调的汽车内部只能设置一个温度，多区域空调则可以实现在不同的汽车区域内设置不同的温度，一般分为双区空调（驾驶室内左右两部分温度可以自行设置，如图 1-17 所示），四温区空调（驾驶室内左前、左后、右前、右后四个部分温度可以自行设置）。



图 1-17 双区空调按键

二、任务实施

1. 空调的操作

(1) 按键式空调系统的操作

按键式空调操作按钮在中控台上，其按键如图 1-18 所示。



图 1-18 空调按键

1) 制冷开关（压缩机开关）

按下 AC 开关，开启空凋制冷功能，此时压缩机在空调系统的控制下进行工作。

2) 制热的开启

在新能源汽车设置有“HEAT”键，按下开关，开启空凋制热功能，此时 PTC 在空凋系统的控制下进行工作。

3) 温度的调节

按动温度调节键，可以根据需要选择出风口的温度。

4) 风量的调节

按动风量调节键，可以根据需要选择出风口的气流速度。

5) 出风的调节

按动出风调节键，可以选择除霜、吹脸、吹脚、除霜 / 吹脚、吹脸 / 吹脚等出风模式。

6) 内外循环的调节

按动内外循环键，可以选择新鲜和内循环的进风模式。

7) 自动空调的开启

按下 AUTO 按键，开启自动空调，空调会根据车内外的温度自动调节风速和出风方向，无论是制冷还是制热，都能保持设定的温度，实现自动恒温控制，无需用户手动频繁调节温度。

(2) 液晶按键的操作

以秦 EV 空调为例，秦 EV 空调可通过中控多媒体屏进行操作，各按钮功能如图 1-19 所示。



图 1-19 秦 EV 液晶空调界面

2. 传统燃油车空调和纯电动汽车空调的结构区别

(1) 制冷动力源的区别

1) 传统燃油车空调上使用机械压缩机，如图 1-20 所示。

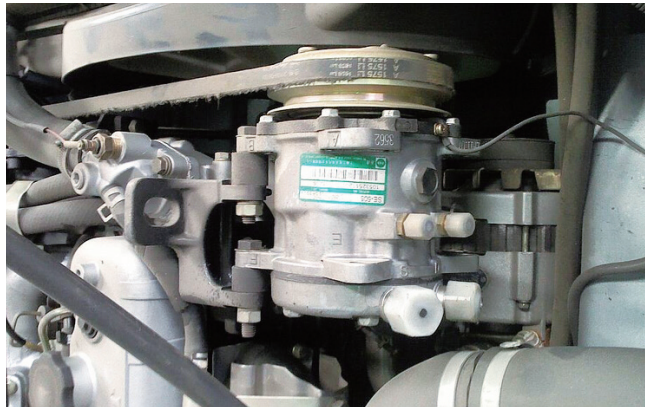


图 1-20 机械压缩机

2) 纯电动汽车空调使用电动压缩机, 如图 1-21 所示。

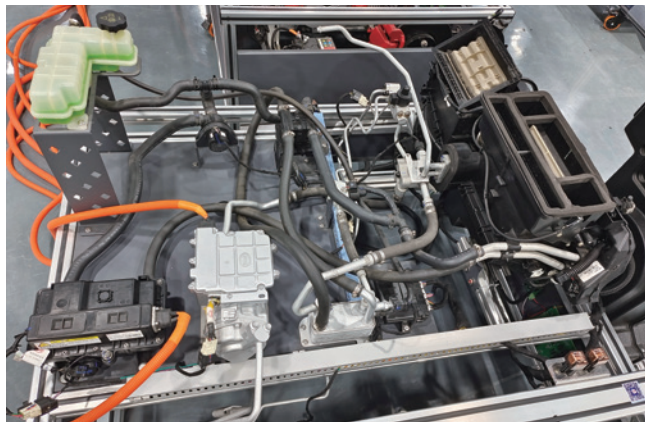


图 1-21 电动压缩机与 PTC

(2) 热源的区别

1) 传统燃油车空调上使用发动机做热源, 如图 1-22 所示。

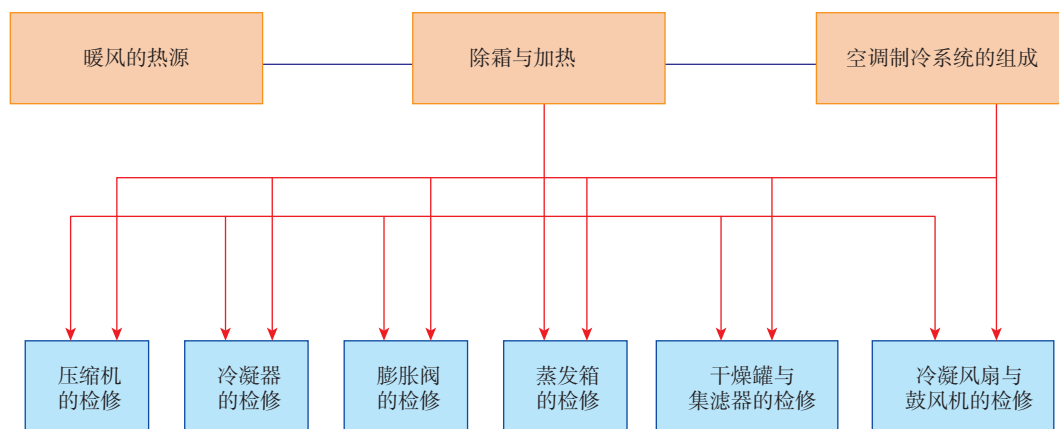


图 1-22 发动机

2) 纯电动汽车空调使用 PTC 做热源, 如图 1-21 所示。



项目二 空调制冷系统的维修



任务一 空调制冷系统制冷效果的检测

学习目标



知识目标

- 物质状态的转化
- 空调制冷原理
- 制冷剂的特征
- 汽车空调制冷系统组成



能力目标

- 空调制冷系统部件温度的检修

一、技术原理

1. 物质状态的转化

(1) 蒸发制冷

蒸发是物质从液态转化为气态的过程，如图 2-1-1 所示。



图 2-1-1 蒸发

液体在蒸发过程中要从周围（和它依附的物体、留下的液体、空气等）吸热，致使周围物体温度降低、变冷，这种现象称为蒸发制冷。

降低液体所处环境的压力（如图 2-1-2 所示）及增加液体的表面积（如图 2-1-3 所示）可有效增加蒸发的速度。



图 2-1-2 液体在高原地区比平原地区容易蒸发



图 2-1-3 把液体变成雾状使其表面积加大了就容易蒸发

(2) 压缩生热

将气体进行压缩，就会产生热量（如图 2-1-4 所示），这种现象称为压缩生热。



图 2-1-4 使用打气筒打气时其底部温度升高

(3) 冷却液化

液化是物质从气态转化成液态的过程，如图 2-1-5 所示。在此过程中释放热量，因此我们可以通过冷却的方式加速物质的液化。



图 2-1-5 液化

2. 空调制冷原理

(1) 制冷剂

空调制冷系统是利用物质的蒸发制冷、压缩生热、冷却液化的特征制造的。

在空调制冷系统中，需要一种物质，其可以在常温或较低温度下完成液态和气态之间的转换，这种物质被称为制冷剂，俗称“冷媒”。可以当做冷媒的物质有多种，例如 R-12 和 R-134a、R410a，如图 2-1-6 所示。由于 R-12 对地球大气层中的臭氧层有破坏作用，因此，目前汽车使用的制冷剂多为 R-134a、R410a。



图 2-1-6 制冷剂

(2) 节流膨胀

节流膨胀是较高压力下的液体经节流阀后向较低压力方向进行的膨胀过程，如图 2-1-7 所示。在流体通路中，通道突然缩小，液体压力便下降，此时，在节流阀后形成的小液滴使液体的表面积增加，在此作用下，液体快速蒸发为气体，根据蒸发制冷致原理，这种蒸发会使周围物体温度降低、变冷。

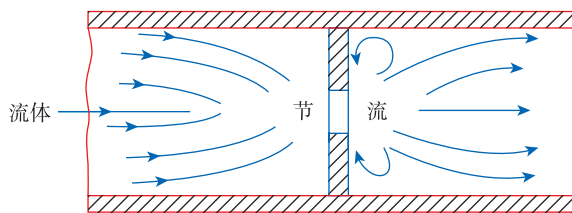


图 2-1-7 节流膨胀

(3) 空调制冷过程

空调制冷利用了制冷剂气态与液态转化的过程中吸热和放热的特征制造的。空调制冷一般经历以下几个过程。

1) 节流膨胀

首先，将液态的制冷剂转化成气态就用到了节流阀，节流阀的节流作用是把液态转化成小液滴，在这个过程中，制冷剂体积就膨胀了，因此这个节流阀又被称为膨胀阀（如图 2-1-8 所示），这个过程被称为节流膨胀。

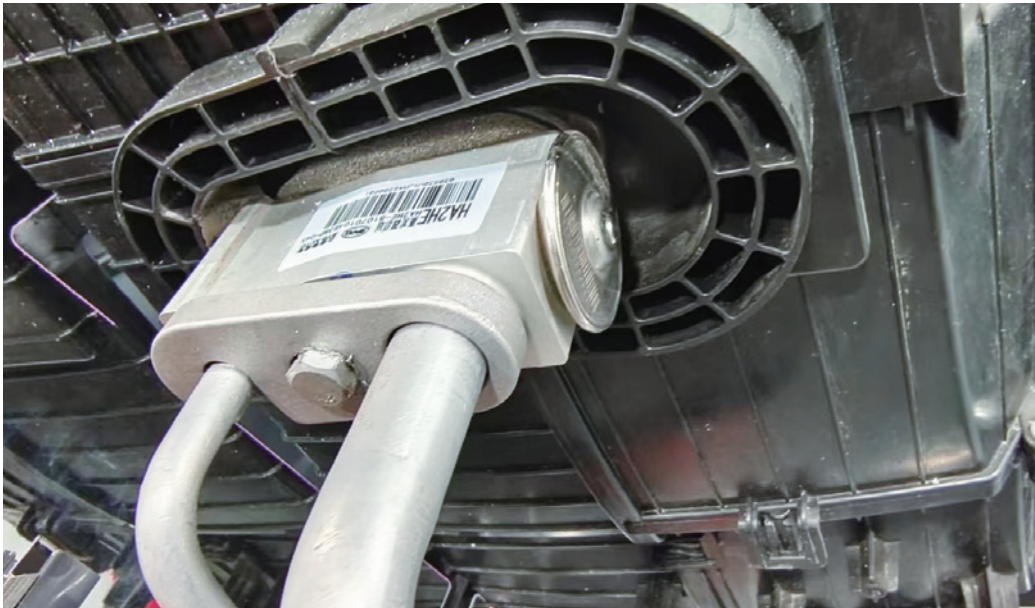


图 2-1-8 膨胀阀

2) 蒸发制冷

经过节流后的制冷剂小液滴很快就变成了气体，这个过程叫做蒸发，蒸发过程在一个容器内进行，这个容器被称为蒸发箱，如图 2-1-9 所示。在制冷剂小液滴蒸发的过程中会吸热，这就会使蒸发箱周围的气体的温度降低，这个过程叫做蒸发制冷。此时用一鼓风机（如图 2-1-10 所示）将蒸发箱周围的空气吹出，就形成了冷风。

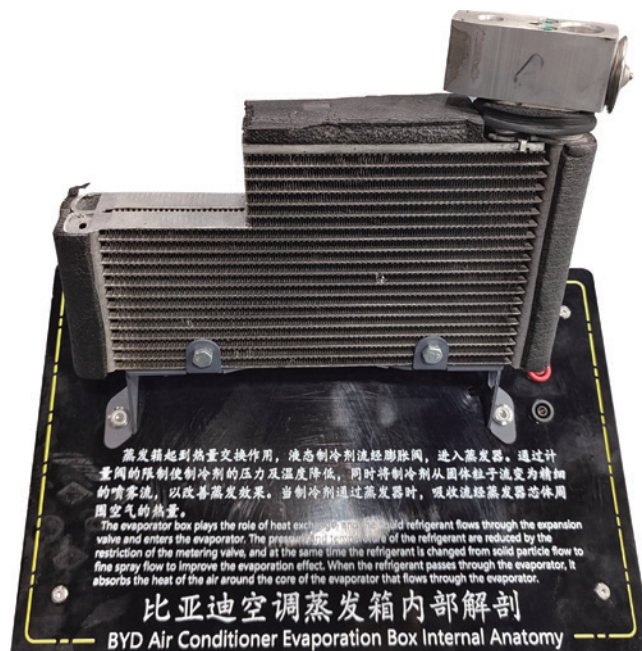


图 2-1-9 蒸发箱

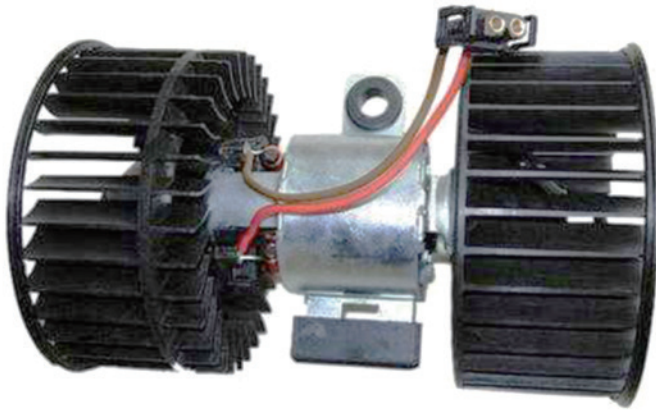


图 2-1-10 鼓风机

4) 压缩生热

若要加快蒸发箱内的气体蒸发，就要降低蒸发箱内的压力，这就需要将其内部的气体抽走，这就用到了压缩机（如图 2-1-11 所示），压缩机将蒸发箱气体抽出，这也就使压缩机后方的气体压力增加，同时温度也得到提升，这个过程称为压缩生热。

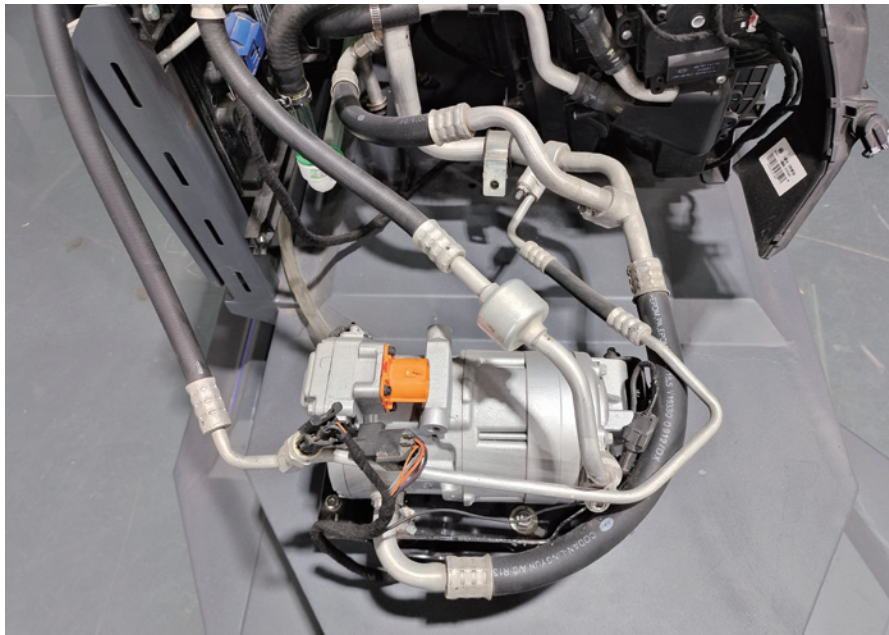


图 2-1-11 压缩机

5) 冷却液化

被压缩机压缩的气态制冷剂进入另外一个容器，这个容器内聚集了大量的制冷剂，其内部压力较高。用散热风扇对其进行散热，如图 2-1-12 所示，就可以使容器内的气体冷凝成液体，这个容器被称为冷凝器，这个过程被称为冷却液化。

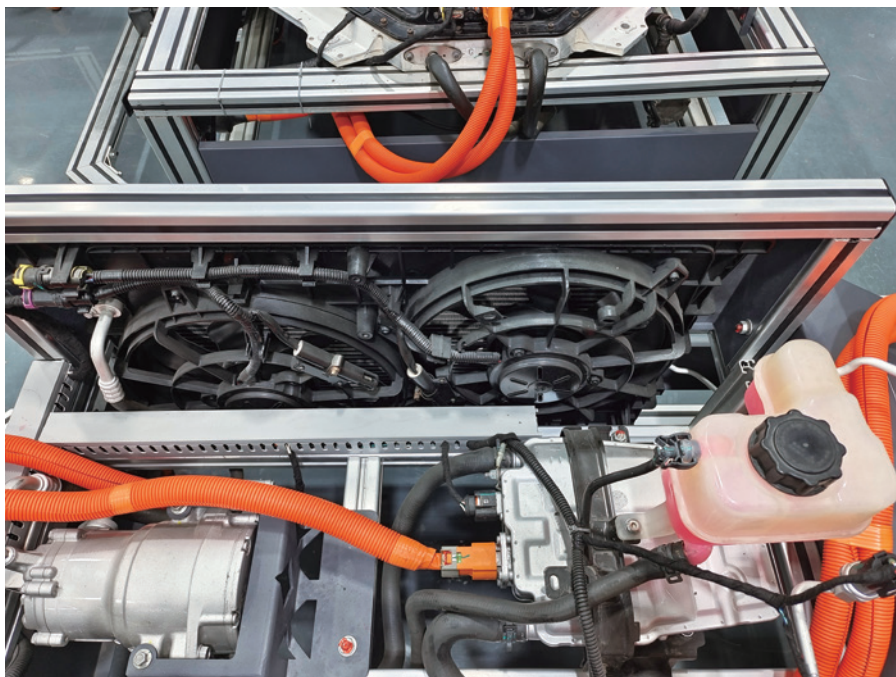


图 2-1-12 散热风扇与冷凝器

在冷凝器的上方是高压的气态制冷剂，在冷凝器的下方是高压的液态制冷剂，液态制冷剂流向一个储液瓶，在储液瓶内装有干燥剂，用于去除制冷剂里面的水分。这个储液瓶又称为干燥瓶，如图 2-1-13 所示。



图 2-1-13 储液瓶干燥瓶

液态制冷剂从干燥瓶流向膨胀阀，又进行了下一个循环。

(4) 空调制冷系统的热量转移

从空调的制冷过程中我们可以看到，液态制冷剂在蒸发箱内吸收了驾驶室的热量变成气体，压缩机又把气体进行了压缩，到了冷凝器又通过散热风扇将热量吹入大气中，使气体变成了液体。

在这个过程中，根据热量守恒定律可以这样理解：空调的制冷系统是把蒸发箱附近空气的热量转移到了冷凝器附近的空气中。当然，从冷凝器附近处的热量也有一部分是压缩机消耗动力产生的热量。

(5) 空调制冷系统的压力分区

膨胀阀由于开口较小，使制冷剂在此处运行受阻，因此其前方压力高，后方压力低。由于压缩机的压缩作用将其前方的制冷剂压向后方，因此其前方压力低，后方压力高。如此，以压缩机和膨胀阀为分界线，将空调的制冷系统分成两个区域，一个是高压区，一个是低压区，如图 2-1-14 所示。



图 2-1-14 空调制冷系统的压力分区

3. 汽车空调制冷系统组成

汽车空调制冷系统结构由压缩机、冷凝器和散热风扇、储液干燥器、膨胀阀、蒸发箱和鼓风机、高低压管路、控制器及电路等组成，如图 2-1-15 所示。

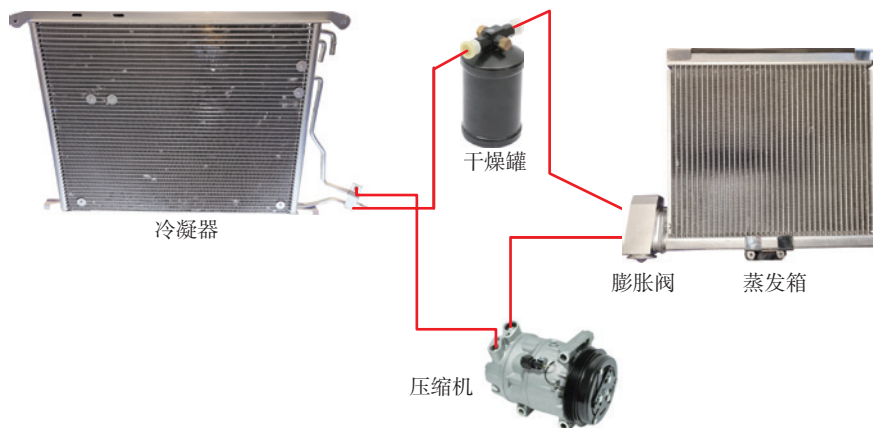


图 2-1-15 汽车制冷系统的组成

蒸发箱和鼓风机安装在驾驶室内，冷凝器和散热风扇安装在汽车的前脸后部，如此，制冷系统运转后，就可以把驾驶室的热量转移到车外，以此达到室内制冷的目的。

二、任务实施

1. 空调制冷系统部件的认知

以比亚迪秦 EV 为例，其空调系统如图 2-1-16 所示，认识其压缩机、冷凝器和散热风扇、储液干燥器、膨胀阀、蒸发箱和鼓风机、高低压管路、控制器等并能阐述各部件的作用。

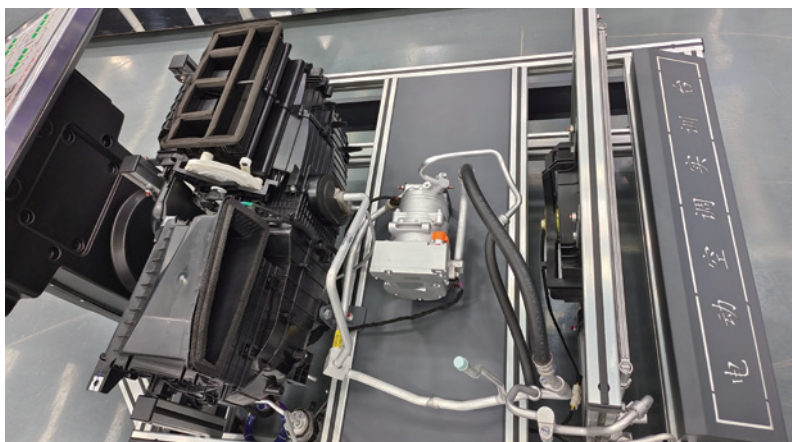


图 2-1-16 比亚迪秦 EV 空调系统

2. 空调制冷系统部件温度的检测

以比亚迪秦 EV 为例，使空调制冷系统运转，用测温枪检测压缩机进口处温度（图 2-1-17 所示）、压缩机出口处温度（图 2-1-18 所示）、冷凝器进口温度（图 2-1-19 所示）、冷凝器出口温度（图 2-1-20 所示）、膨胀阀进口温度（图 2-1-21 所示）、膨胀阀出口温度（图 2-1-22 所示）、蒸发箱进口温度（图 2-1-23 所示）、蒸发箱出口温度（图 2-1-24 所示）等，找寻其中规律，说明其道理。注：以上温度为冬季测量，数据会有所差异。



图 2-1-17 压缩机进口处温度



图 2-1-18 压缩机出口处温度



图 2-1-19 冷凝器进口温度



图 2-1-20 冷凝器出口温度



图 2-1-21 膨胀阀进口温度



图 2-1-22 膨胀阀出口温度



图 2-1-23 蒸发箱进口温度



图 2-1-24 蒸发箱出口温度

任务二 空调压缩机的检修

学习目标



知识目标

- 燃油车的压缩机类型与结构
- 燃油车的压缩机控制
- 电动压缩机的结构
- 电动压缩机的控制



能力目标

- 燃油车压缩机电磁离合器的检修
- 电动压缩机的检修

一、技术原理

压缩机是空调制冷系统的核心，其有两个作用，一方面使蒸发箱内形成低压环境，以利于热态制冷剂的蒸发，另一方面将制冷剂进行压缩成高温高压的状态。

汽车用压缩机由压缩机构和驱动机构组成，目前，汽车上压缩机有两种，一种是用在燃油车的压缩机，一种是用在电动汽车上的压缩机。这两种压缩机无论在压缩机构和驱动机构上，均有不同的侧重。

1. 燃油车的压缩机

(1) 驱动机构

在燃油车上，压缩机由发动机经过皮带驱动，如图 2-2-1 所示。

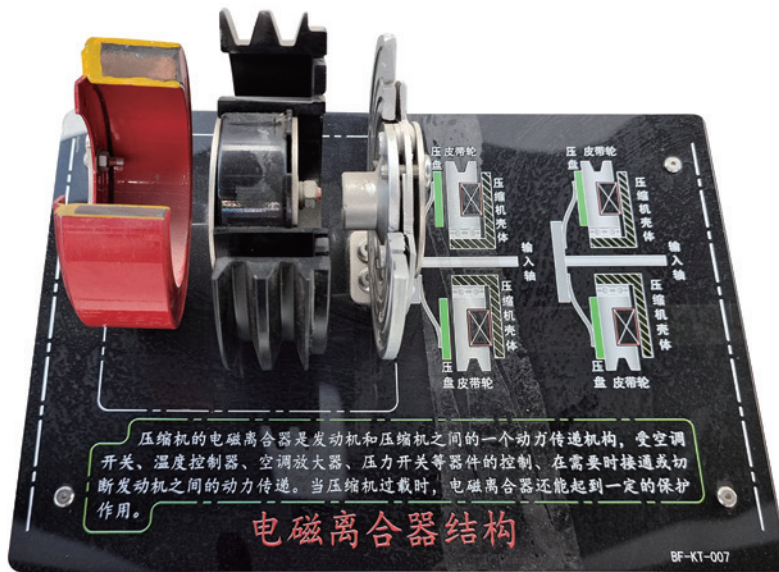


图 2-2-1 燃油车压缩机的驱动方式

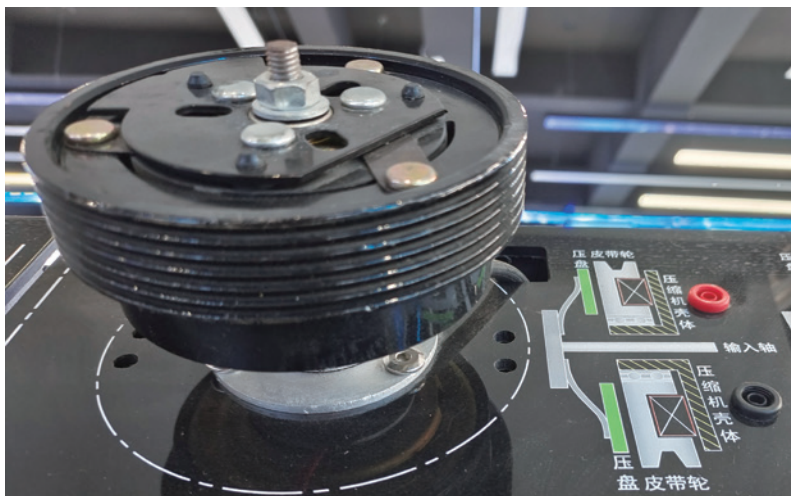
由于皮带一直与曲轴的皮带轮相连接，因此，压缩机的皮带轮是一直随着发动机转动的。压缩机的工作，意味着汽车空调制冷系统的运行。汽车上并不是一直需要制冷系统工作，因此在压缩机皮带轮和压缩机构之间装有一个离合器来控制它们之间是结合和分离。

在离合器分离的状态下，皮带轮和压缩机构是互不干涉的，皮带轮虽然在转动，但不能将动力传输给压缩机构；在离合器结合的状态下，皮带轮和压缩机构是连接在一起的，皮带轮可以将动力传输给压缩机构。

压缩机上的离合器是有电磁力来控制的，因此，这个离合器又称为电磁离合器，如图 2-2-2 所示，其结构如图 2-2-3 所示，主要由电磁线圈、皮带轮、压盘组成。



整体



解剖

图 2-2-2 电磁离合器

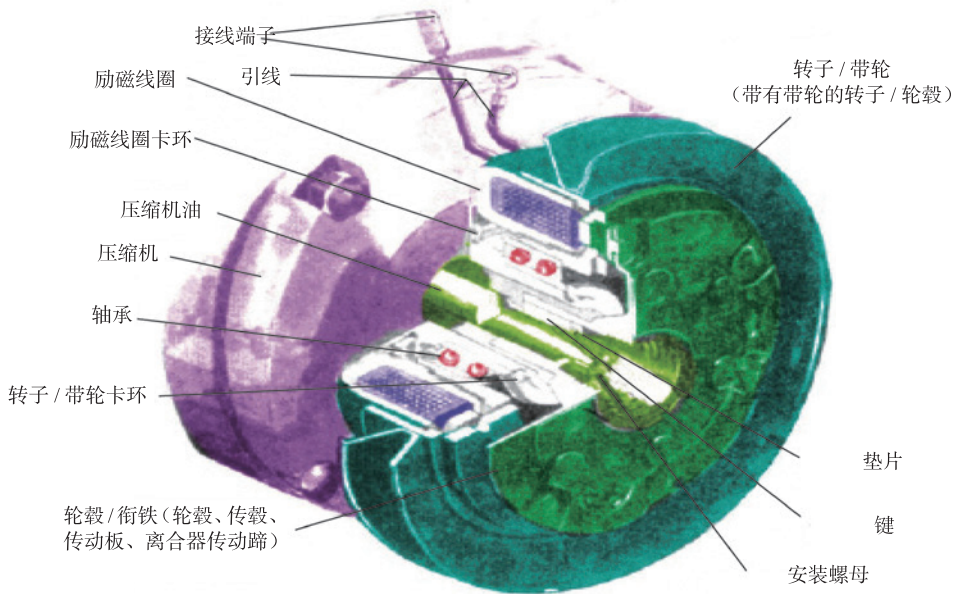


图 2-2-3 电磁离合器结构

压缩机的皮带轮由轴承支承在壳体前端，在电磁线圈没有通电时，压盘与带轮之间保持一定的间隙而分离，即电磁离合器处于分离状态。此时，带轮可以随发动机空转，但输入轴（压缩机主轴）不转，压缩机不工作，如图 2-2-4（a）所示。

当电磁线圈通电时，产生磁场，电磁吸力将压盘吸附在带轮上，即电磁离合器处于接合状态，带轮通过压盘带动输入轴旋转，压缩机工作，如图 2-2-4（b）所示。

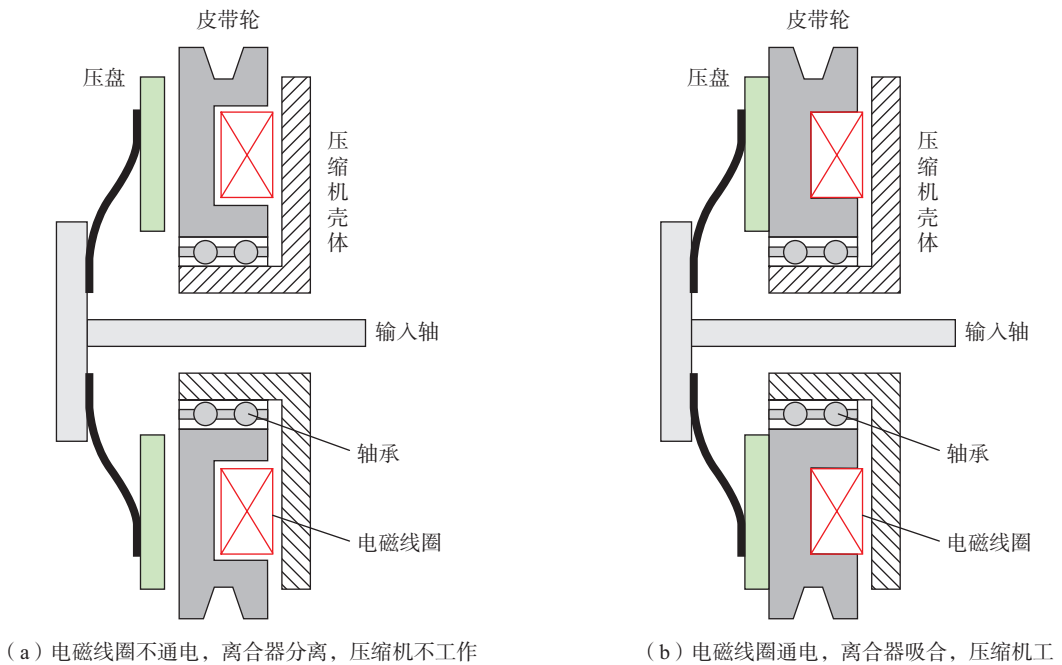


图 2-2-4 电磁离合器的工作过程

当压缩机运转阻力因故异常增大时，压盘可以通过打滑的方式实现对压缩机的过载保护。

(2) 压缩机机构

燃油车压缩机的压缩机构一般有摇盘式和斜盘式两种结构。

1) 摇盘式压缩机

摇盘式压缩机如图 2-2-5 所示，其结构如图 2-2-6 所示主要由主轴、摇盘、活塞和缸体和阀板等组成。

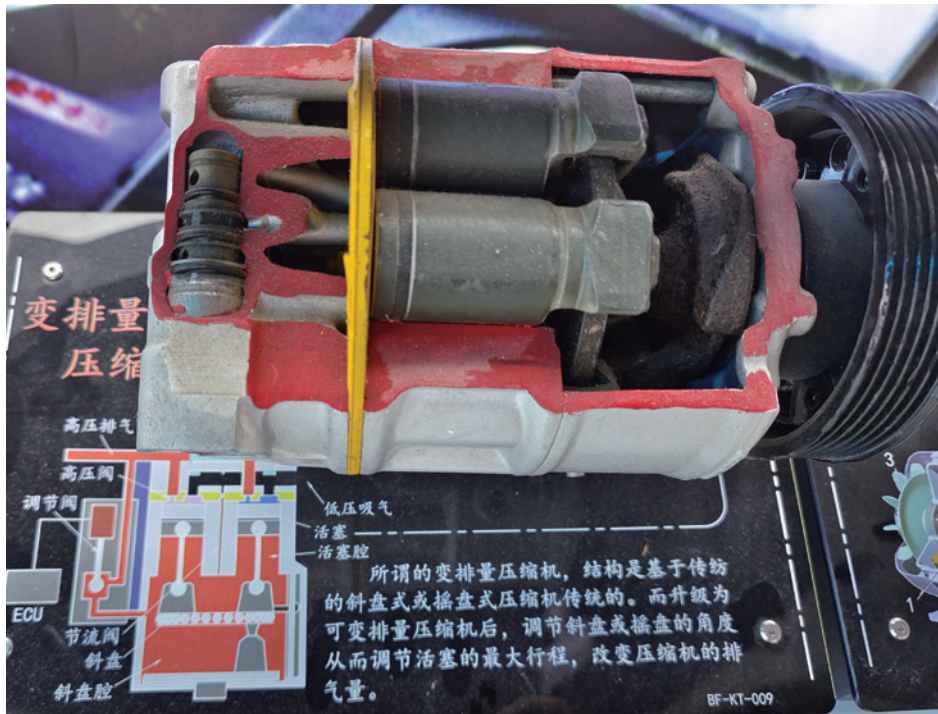


图 2-2-5 摇盘式压缩机

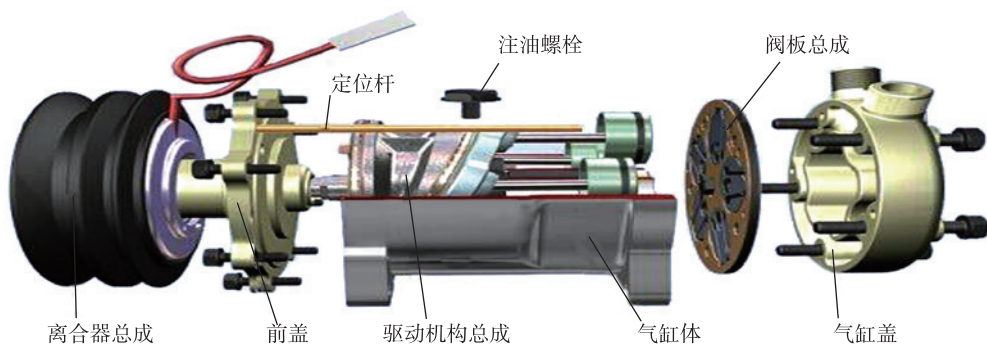


图 2-2-6 摇盘式压缩机机构

在阀板上装有装有吸气簧片和排气簧片，如图 2-2-7 所示。吸气簧片和排气簧片可在气流的推动下打开和关闭，如图 2-2-8 所示。



图 2-2-7 阀板上的吸气簧片和排气簧片

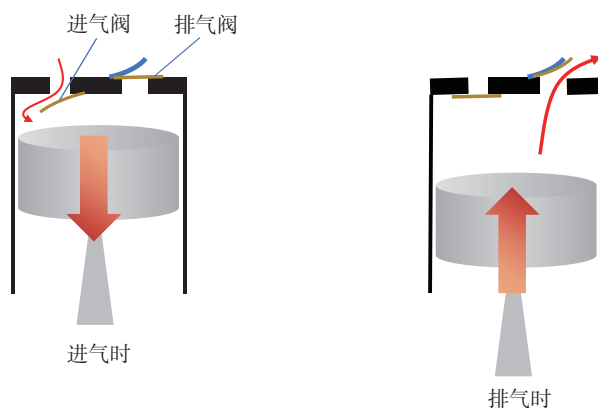


图 2-2-8 簧片在气流作用下的打开和关闭

摇盘式压缩机工作原理如图 2-2-9 所示。当压缩机工作时，主轴旋转，并带动楔形传动板一起转动。在楔形传动板的推动下以及一对锥齿轮的限制下，摇盘沿主轴轴线方向来回摆动，进而通过连杆带动活塞作轴向往复运动，完成对应的压缩→排气→膨胀→吸气四个行程。

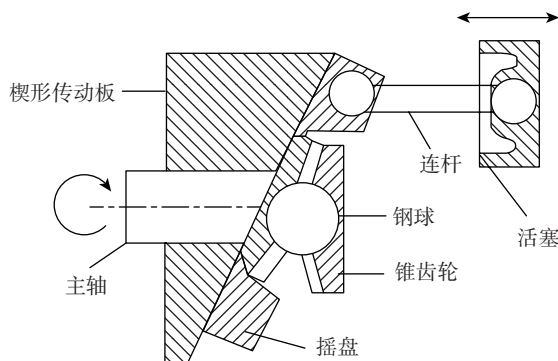


图 2-2-9 摇盘式压缩机工作过程

2) 斜盘式压缩机

斜盘式压缩机的结构如图 2-2-10 所示，主要由缸体、前后缸盖、前后阀板、活塞等组成。斜盘固定在主轴上，球用滑靴和活塞的连接架固定。

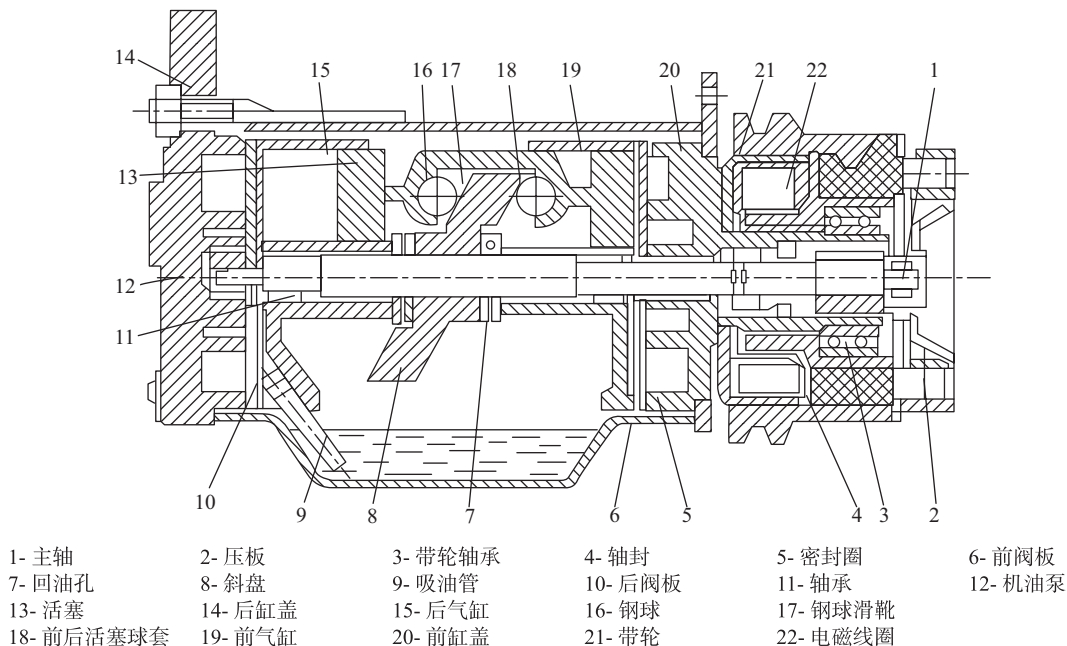


图 2-2-10 斜盘式压缩机的结构

斜盘式压缩机的双缸结构如图 2-2-11 所示，其工作原理分别如图 2-2-12 所示。当主轴带动斜盘转动时，斜盘便驱动活塞作轴向运动，活塞在前后布置的气缸中同时作轴向运动，这相当于两个活塞在作双向运动，即前缸活塞向左移动时，排气阀关闭，余隙容积内的气体首先膨胀。

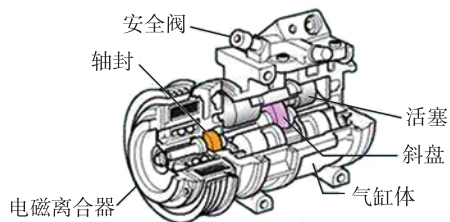


图 2-2-11 斜盘式压缩机的双缸结构

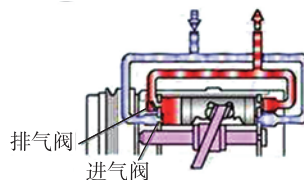


图 2-2-12 斜盘式压缩机的工作原理

当缸内压力略小于吸气腔压力时，吸气阀打开，低压蒸气进入气缸开始吸气行程，一直到活塞向左移动到终点为止。当后缸活塞向左移动时，开始压缩行程，蒸气被不断压缩，其压力和温度不断上升。当压缩蒸气的压力略大于排气腔压力时，排气阀打开，转到排气行程，一直到活塞移动到左边为止。

这样斜盘每转动一周，前后两个活塞各自完成吸气、压缩、排气、膨胀行程，完成一个工作循环，相当于两个气缸同时工作。这意味着缸体截面均布五个气缸和五个双向

活塞时，主轴旋转一周，相当于有十个工作气缸，所以称这种有五个气缸、五个双向活塞的压缩机为斜盘式十缸压缩机。

钢球的作用是使斜盘的旋转运动经钢球转换为活塞的直线运动时，由滑动变为滚动，这样可减少摩擦阻力和磨损，延长滑板的使用寿命。

2. 电动压缩机

在电动汽车上没有发动机，压缩机需要高压电来驱动，称为电动压缩机，如图 2-2-13 所示。



图 2-2-13 电动压缩机

电动压缩机将控制器、电动机、压缩机构集成在一起，如图 2-2-14 所示。



控制器

图 2-2-14 电动压缩机结构

电动压缩机使用的是高压直流电，其驱动电机采用三相异步或同步电机，因此其控制器的一个功能是将来自高压电池的高压直流电转化成三相交流电，另外其还控制着电机的运转速度和功率及运行与停止等，电动压缩机的控制器通过 CAN 线与车载网络联系，其控制电路如图 2-2-15 所示。

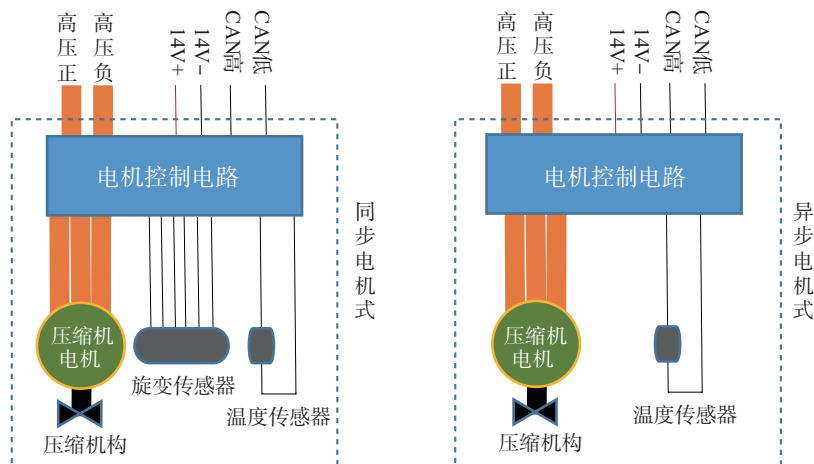


图 2-2-15 电动压缩机电路

整车控制器和空调控制器根据整车运行情况、高压电池 SOC 值等参数以及汽车对制冷系统的需求控制压缩机的工作，图 2-2-16 所示为秦 EV 电动汽车电动压缩机控制电路。电动压缩机和空调控制器 VCU 之间用总线进行通讯。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 BID、BIC 等，如图 2-2-17 所示。

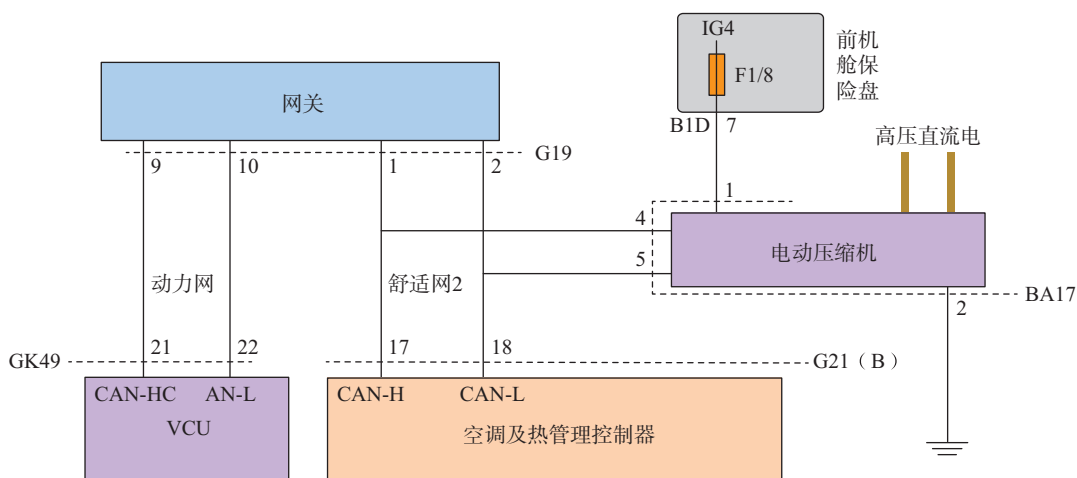


图 2-2-16 秦 EV 电动汽车电动压缩机控制电路

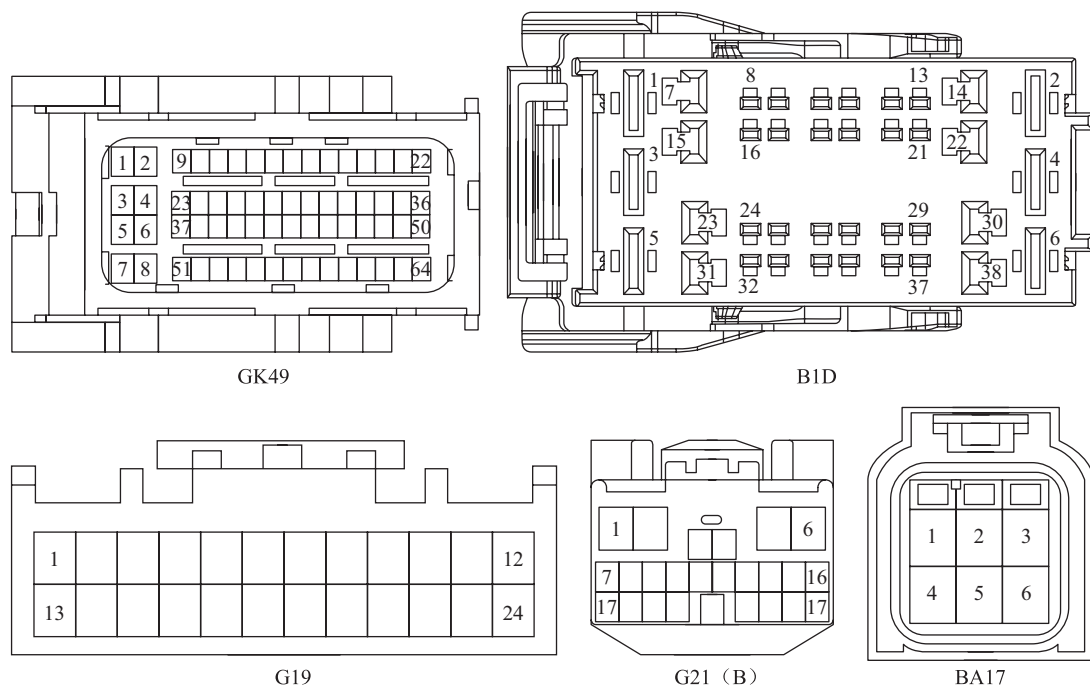


图 2-2-17 秦 EV 电动汽车电动压缩机相关插头

电动压缩机的压缩机构一般使用涡旋式。涡旋式压缩机构如图 2-2-18 所示，包括一个静涡杆和一个动涡杆，其形状像一个螺旋管。动涡杆和静涡杆的型线参数完全相同，但在安装时存在着 180° 的相位角，即两者正好错开 180° ，从而使动涡杆和静涡杆相互啮合形成一系列的月牙形空间。

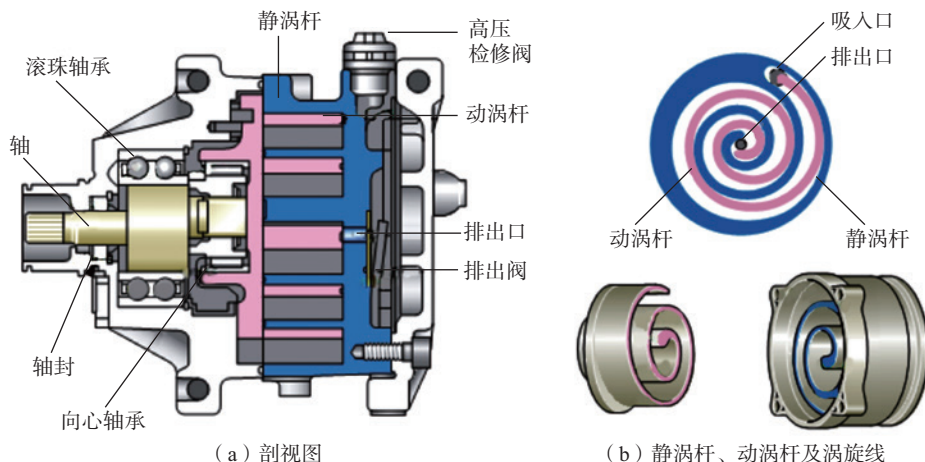


图 2-2-18 涡旋式压缩机构

动涡杆由一个偏心距很小的曲轴带动，使之绕静涡杆的轴线转动。此外，在动涡杆背后利用一连接机构，用来保证动涡杆和静涡杆之间的相对平动。在此平动过程中，制冷剂蒸气由涡杆的外边缘吸入到月牙形工作空间中，工作空间逐渐向中心移动并减小，

使制冷剂蒸气被压缩，最后经中心部位的排气口轴向排出，从而完成吸气、压缩和排气的整个循环。涡旋式压缩机的工作过程如图 2-2-19 所示。

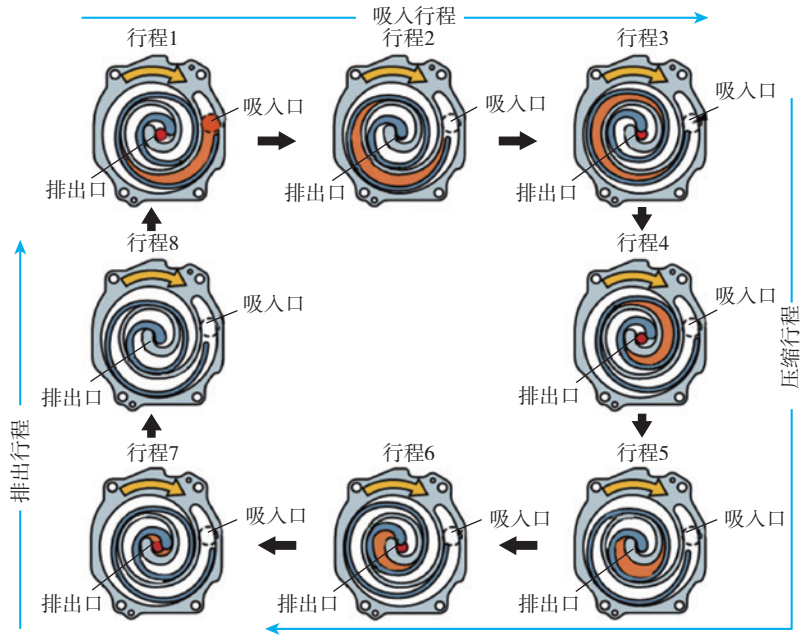


图 2-2-19 涡旋式压缩机的工作过程

二、任务实施

1. 燃油车压缩机电磁离合器的检测

(1) 线路的检查

用万用表测电磁离合器的电源端子，启动车，开空调制冷系统时，应有电源电压，如图 2-2-20 所示。



图 2-2-20 电磁离合器的电源端子测量

注意：电磁离合器并不是开启空凋制冷后一直工作，当蒸发箱温度下降的一定值后，其就会停止工作一定时间，直至蒸发箱温度再度上升。为能精确测量电磁离合器电压，可先关闭空凋制冷一定时间，随后在开启时检测。

(2) 电磁离合器吸力的检查

拔下电磁离合器电源插头，给电磁离合器供给电源电压，如图 2-2-21 所示，此时，电磁离合器应有力结合。

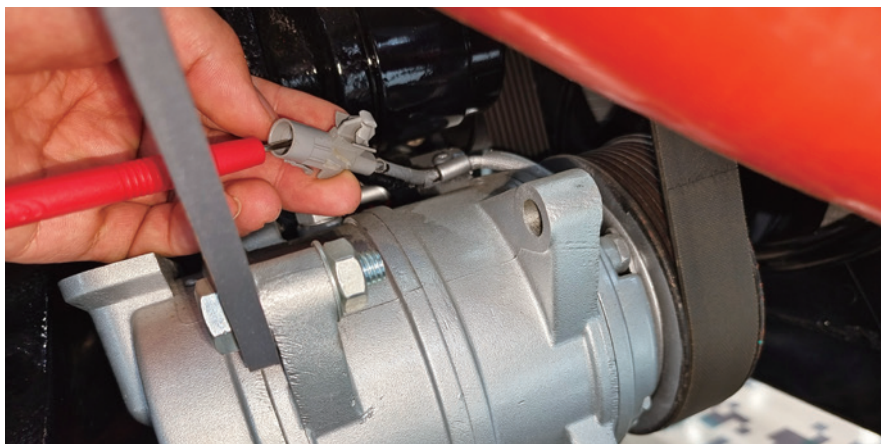


图 2-2-21 给电磁离合器供给电源电压

(3) 电磁离合器运转状态的检测

启动车，开启空凋制冷，电磁离合器应吸合，与压缩机皮带轮应无打滑、无噪音。

2. 电动压缩机的检测（以秦 EV 为例）

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 2-2-22 所示。



图 2-2-22 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 2-2-23 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 BID 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。

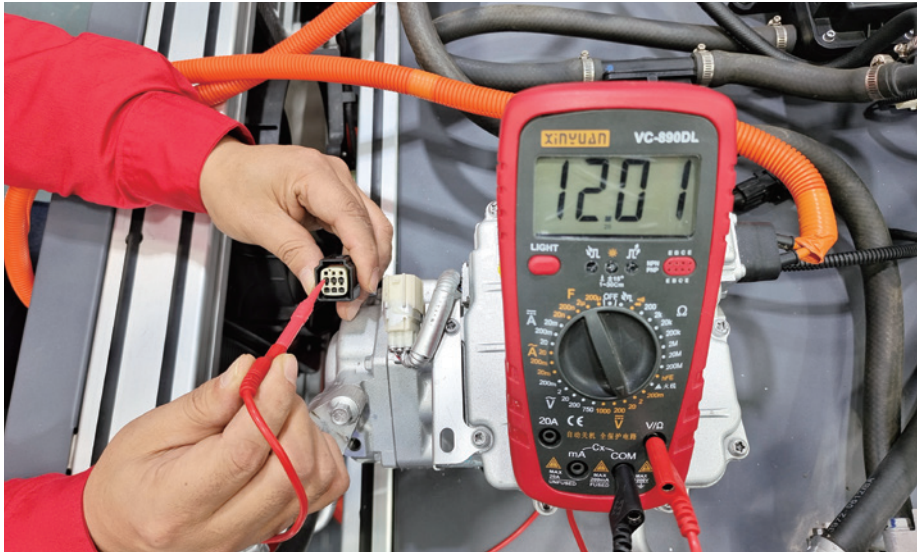


图 2-2-23 电动压缩机 BA17 插头的 1 号端子测量

(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 1Ω ，如图 2-2-24 所示，否则为断路或接触不良。



图 2-2-24 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 2-2-25 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 60Ω，如图 2-2-26 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。

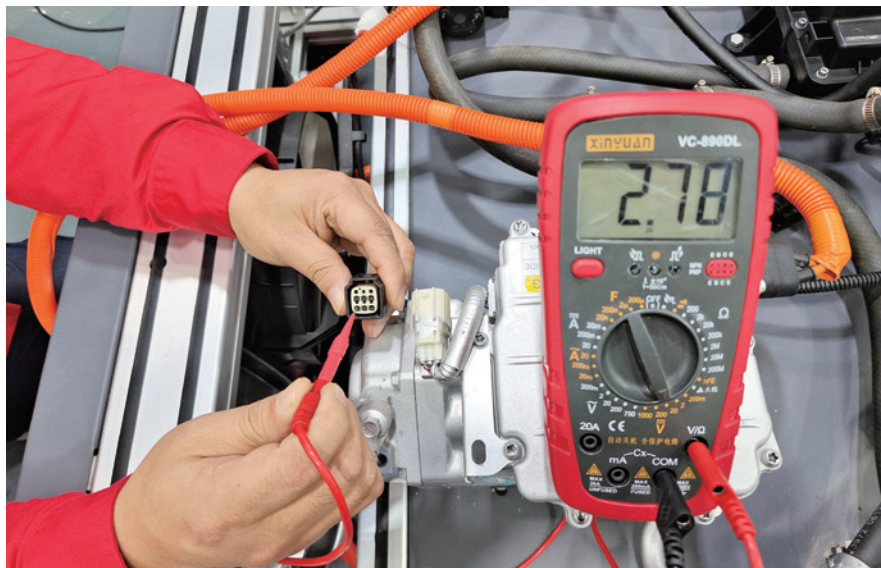


图 2-2-25 BA17 插头的 4 号端子测量



图 2-2-26 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 2-2-27 所示。

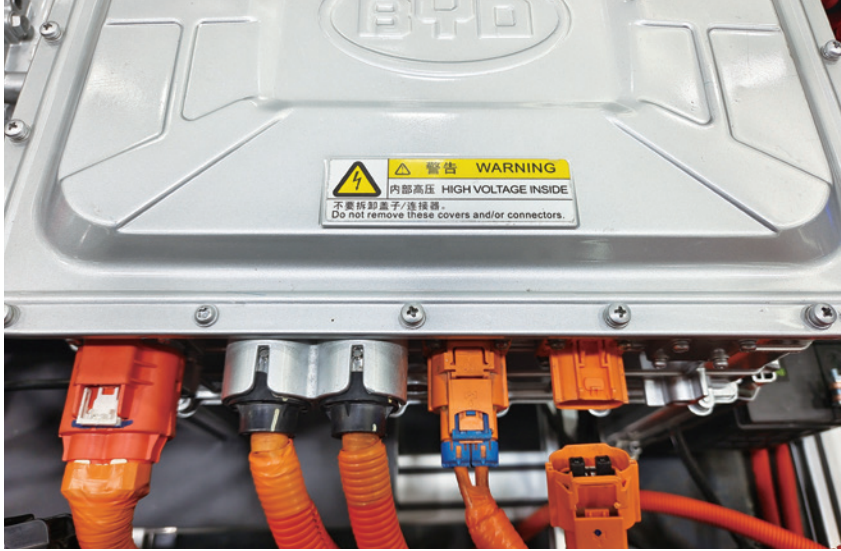


图 2-2-27 拔下高压分配器上的 PTC 的高压插头

(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 2-2-28 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 B1D 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 2-2-28 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 2-2-29 所示，否则为断路或接触不良。



图 2-2-29 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 2-2-30 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 2-2-31 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 2-2-30 B34 插头的 4 号端子测量 3

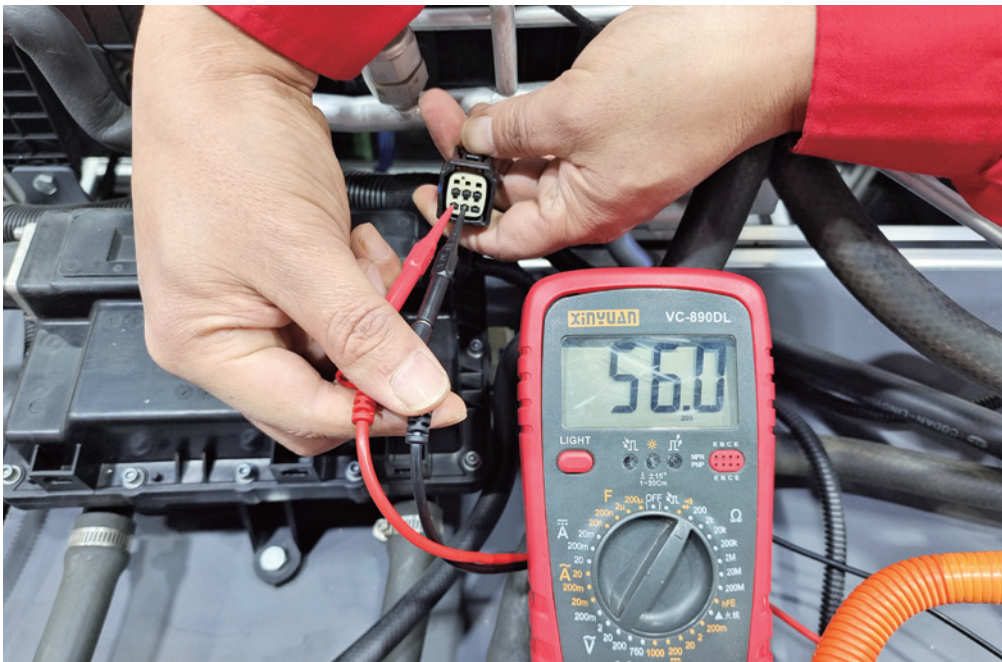


图 2-2-31 B34 插头的 4、5 号端子测量

任务三 冷凝器与蒸发箱的检修

学习目标

知识目标

- 冷凝器的作用
- 散热风扇的作用与控制
- 蒸发箱的作用
- 鼓风机的作用与控制

能力目标

- 散热风扇的检修
- 鼓风机的检修

一、技术原理

1. 冷凝器和散热风扇

(1) 冷凝器和散热风扇作用

汽车空调的冷凝器是一种由管子与散热片组合起来的热交换器，如图 2-3-1 所示。其作用是对压缩机排出的高温高压制冷剂蒸气进行冷却，使之凝结成高温高压的液体。制冷剂蒸气放出的热量由周围空气带走，排到大气中。

冷凝器一般安装在发动机冷却系统散热器之前，如图 2-3-2 所示，利用冷凝器散热风扇和行驶中凉的迎面吹来的空气流进行冷却。



图 2-3-1 冷凝器

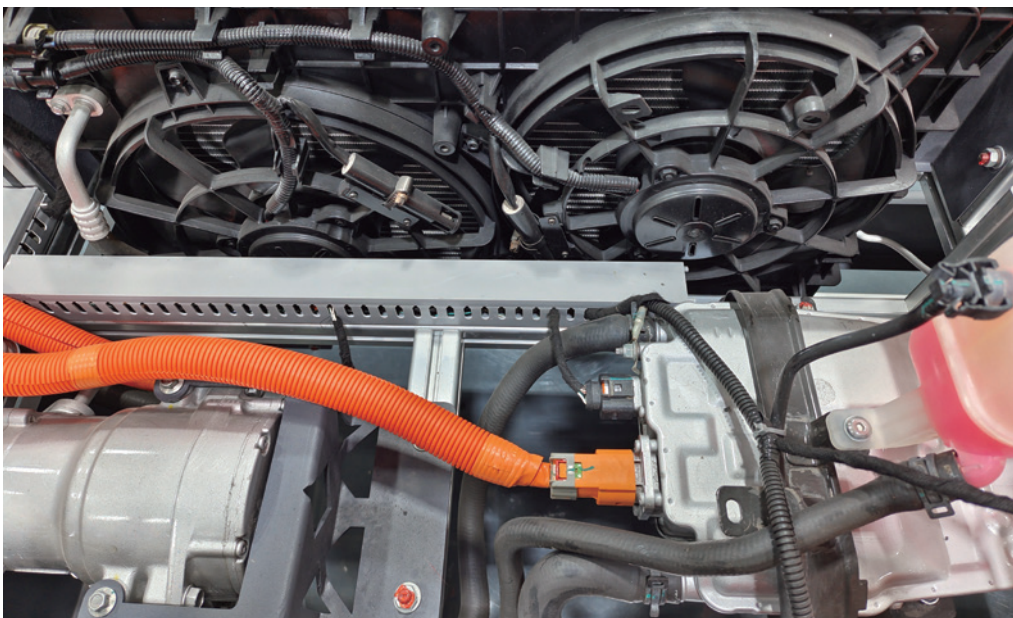


图 2-3-2 冷凝器的位置

冷凝器散热风扇一般和发动机（燃油车）或驱动电机（电动车）的散热风扇使用同一风扇，风机为轴流式，空气流向与风机主轴平行，如图 2-3-3 所示为秦 EV 的散热风扇。

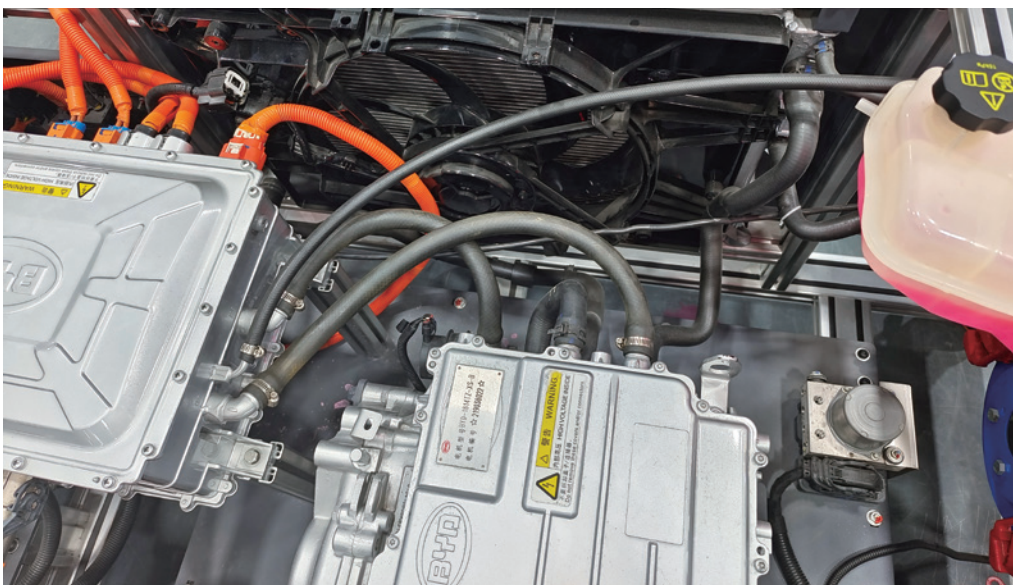


图 2-3-3 秦 EV 散热风扇

散热一般有高速和低速两个转速，当开启空调后，空调控制器根据安装在高压管道上的用于检测高压侧压力的压力开关进行控制。秦 EV 空调压力开关如图 2-3-4 所示，其电路如图 2-3-5 所示，其可以向空调控制器提供中压和高压两个管道压力信息，空调控制器据此控制散热风扇的低速和高速的运转。

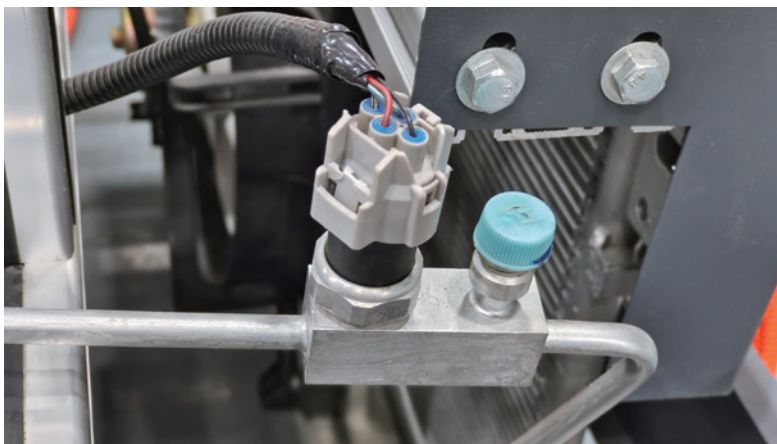


图 2-3-4 秦 EV 空调压力开关

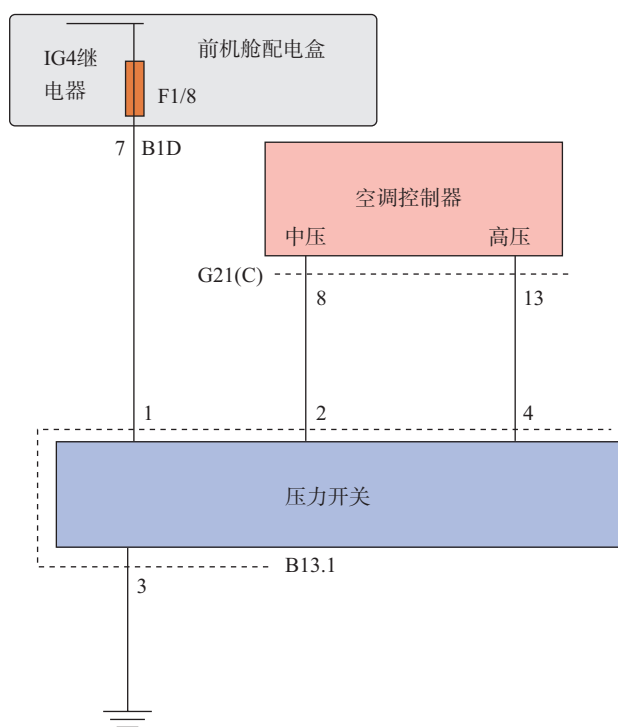


图 2-3-5 秦 EV 空调压力开关电路图

(2) 散热风扇的高低速控制

散热风扇的控制的高低速实现方式一般有高低速电机式、限流电阻式和双电机串并联式。

1) 高低速电机式

以秦 EV 为例，其散热风扇为双速电机，当给电机的高速、低速碳刷供电时，其即可实现高低速的功能。秦 EV 的散热风扇控制电路如图 2-3-6 所示，其相关插头如图 2-3-7 所示，其高速、低速碳刷的供电由 VCU 通过继电器进行控制。

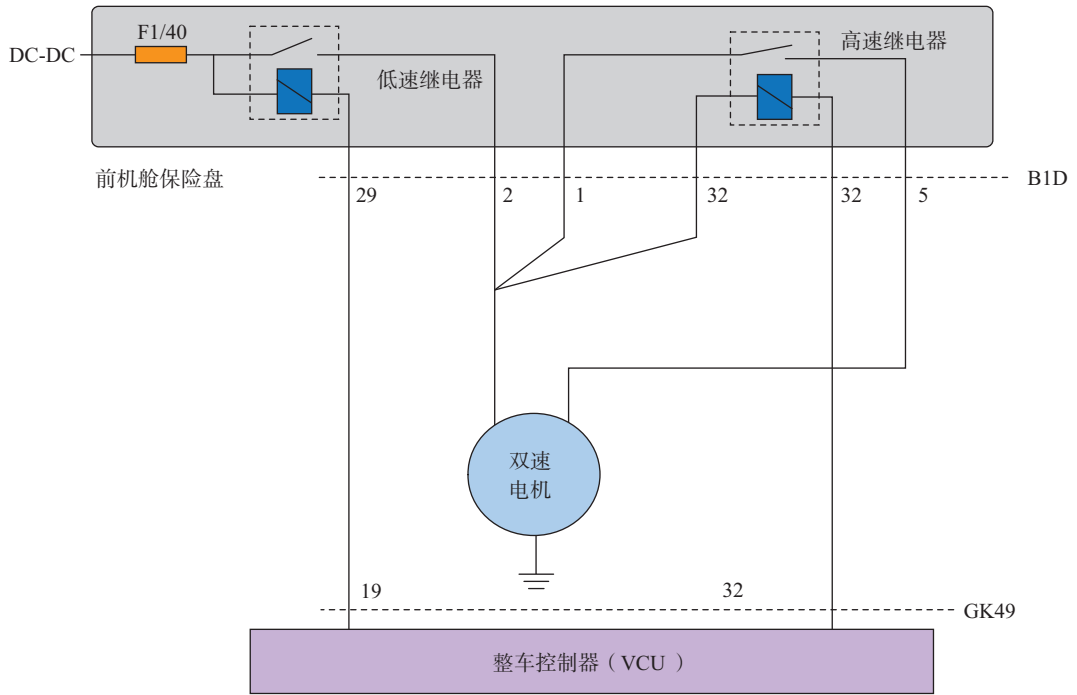


图 2-3-6 秦 EV 的散热风扇控制电路

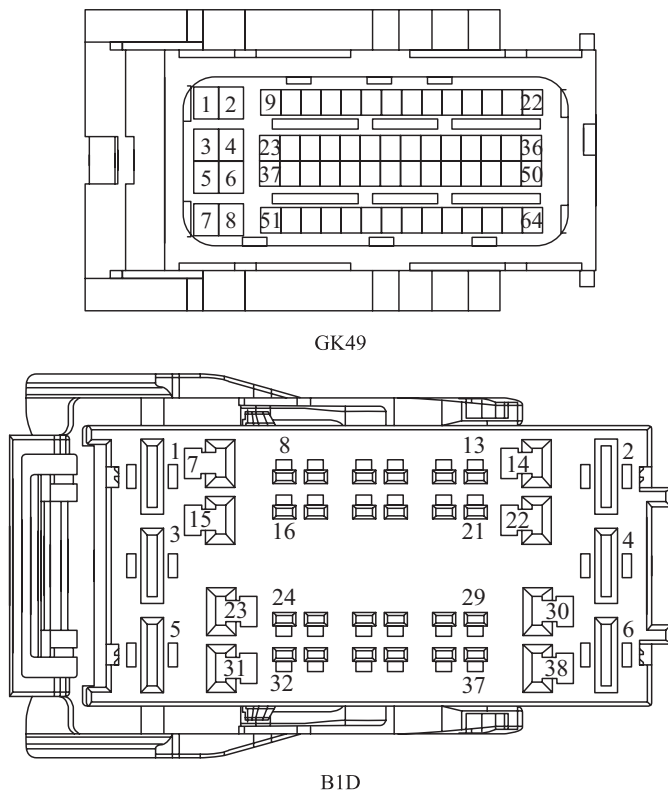


图 2-3-7 秦 EV 的散热风扇相关插头

2) 限流电阻式

在风扇的电路中串联一个电阻，此电阻起到限流作用，以此实现风扇的低速运转。当需要高速运转时，则跨过限流电阻直接给电机供电。电机的供电电路依然有继电器进行控制，如图 2-3-8 所示。

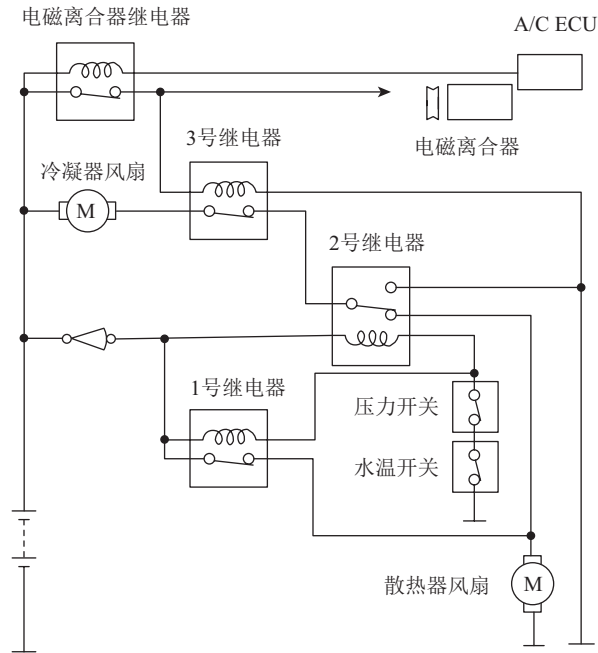


图 2-3-8 限流电阻式散热风扇控制电路

3) 双电机串并联式

很多车型在车上装有两个散热风扇电机，当两个散热风扇电机串联时，散热风扇以低速运转，当两个电机并联式，散热风扇以低速运转。其串并联的实现由三个继电器进行控制，其控制电路如图 2-3-9 所示。

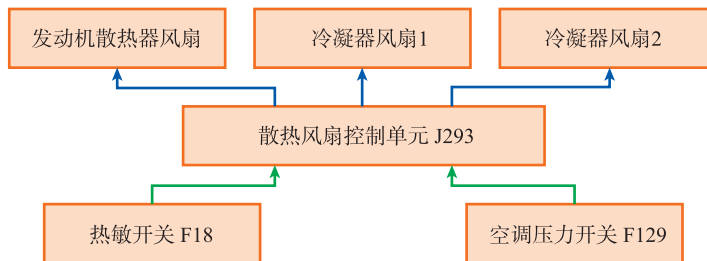


图 2-3-9 双电机串并联式散热风扇控制电路

当需要散热风扇低速运转时，3 号继电器线圈通电，使触电闭合，此时，两个电机呈现串联关系，以低速运转。

当需要散热风扇高速运转时，1、2、3 号继电器线圈通电，使 1、3 号继电器触电闭合，2 号继电器的常闭触点断开，常开触点闭合，此时，冷凝器风扇通过 3 号、2 号继电器的

触点接地，散热风扇由1号继电器的触点直接供电，两个电机呈并联关系，都以高速运转。

2. 蒸发箱与鼓风机

(1) 蒸发箱和鼓风机作用

蒸发箱是汽车空调制冷系统中的另一个热交换器，安装在驾驶室内，如图 2-3-10 所示，其作用是将经过节流降压后的液态制冷剂在其内部蒸发汽化，吸收其表面周围空气的热量而使之降温，鼓风机再将降温的空气吹到车室内，如图 2-3-11 所示。



图 2-3-10 蒸发箱位置

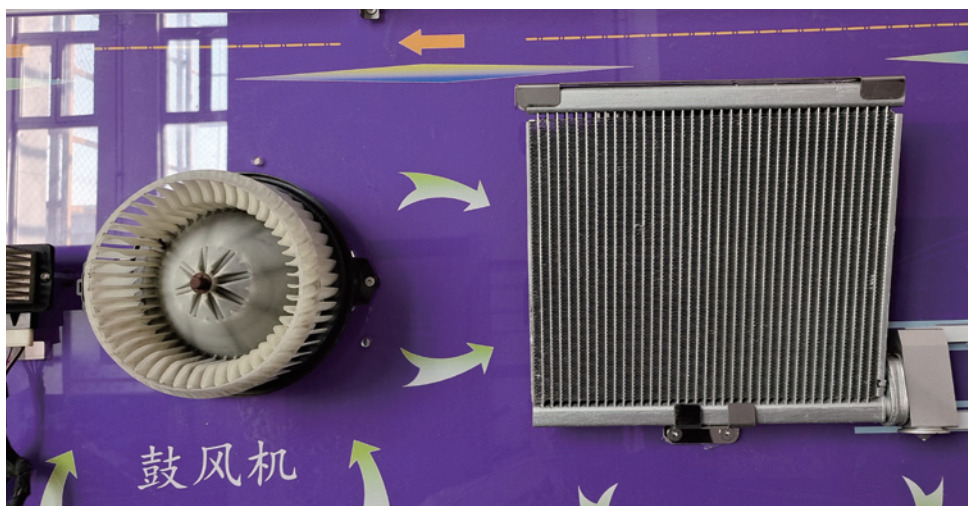


图 2-3-11 鼓风机与蒸发箱

蒸发箱鼓风机为离心式风机，离心式风机的空气流向与风机主轴成直角，如图 2-3-12 所示。

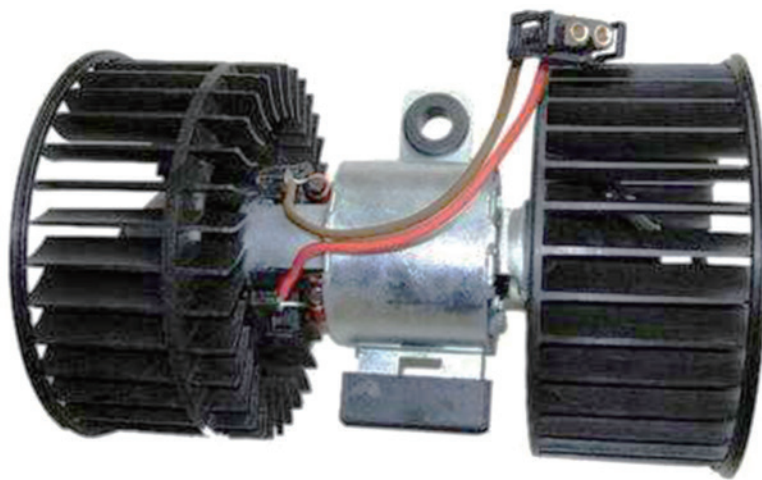


图 2-3-12 蒸发箱鼓风机

(2) 鼓风机的调速

蒸发箱鼓风机转速控制方法常用的有串联电阻有级调速方法，晶体管与调速电阻组合调速法、脉宽调制无级调速方法。

1) 串联电阻有级调速法

所谓串联电阻有级调速方法，是指在鼓风机电路中，串接一个变阻器，亦称调速电阻，如图 2-3-13 所示，通过鼓风机开关（如图 2-3-14 所示）改变鼓风机驱动电路的电阻值来控制鼓风机转速，其电路如图 2-3-15 所示。



图 2-3-13 调速电阻



图 2-3-14 鼓风机开关

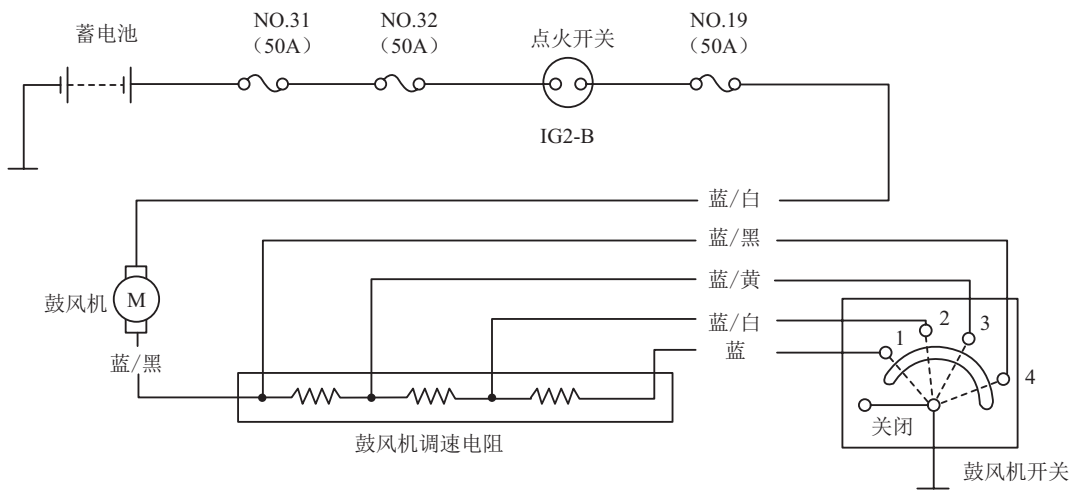


图 2-3-15 鼓风机串联电阻有级调速电路

2) 脉宽调制无级调速法

脉冲调制全调速调速风机转速控制系统是由微处理器向调速模块发送一个占空比信号，调速模块中一般由大功率晶体管组成驱动风机电路，完成对其转速的无级调整工作。采用这类调速方式，既可以将功率损耗降至最低，又可以在一个很大范围内实现无级调速的功能，秦 EV 电动汽车鼓风机即使用这种调速方式，鼓风机调速模块在空调风箱鼓风机一侧的底部，如图 2-3-16 所示。秦 EV 鼓风机电路如图 2-3-17 所示，其相关插头如图 2-3-18 所示。

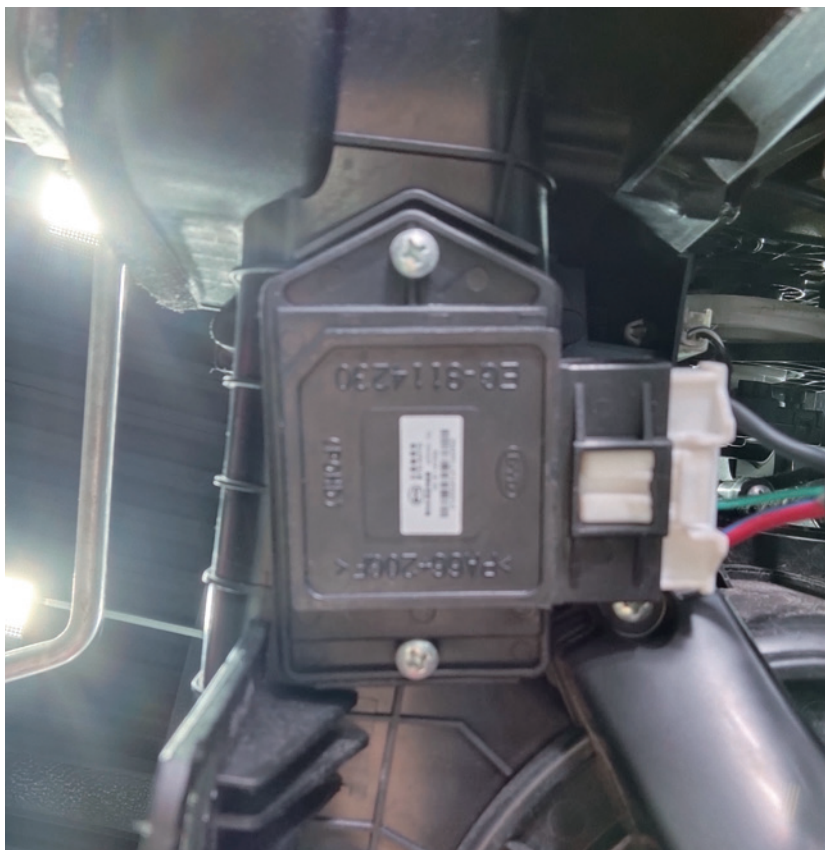


图 2-3-16 秦 EV 鼓风机调速模块

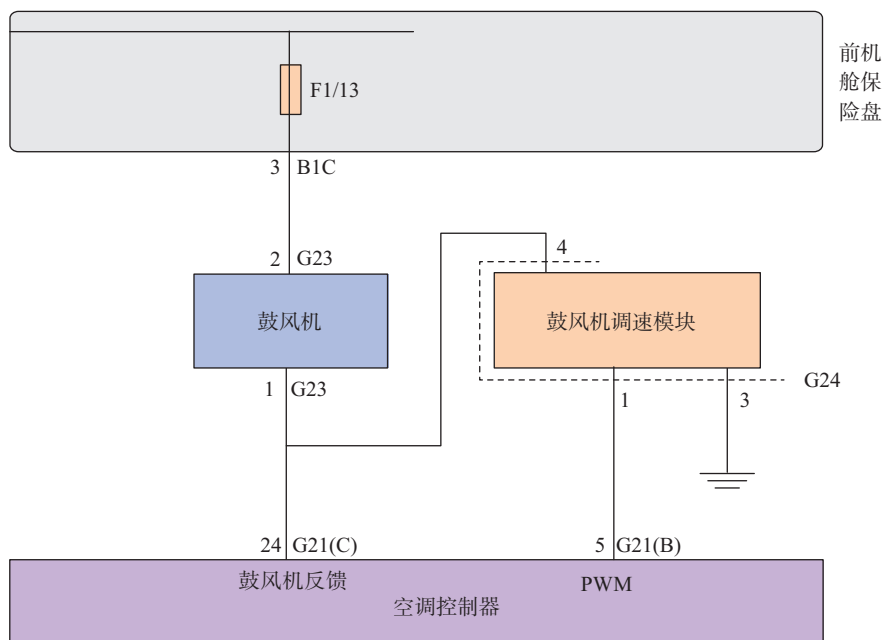


图 2-3-17 秦 EV 电动汽车鼓风机控制电路

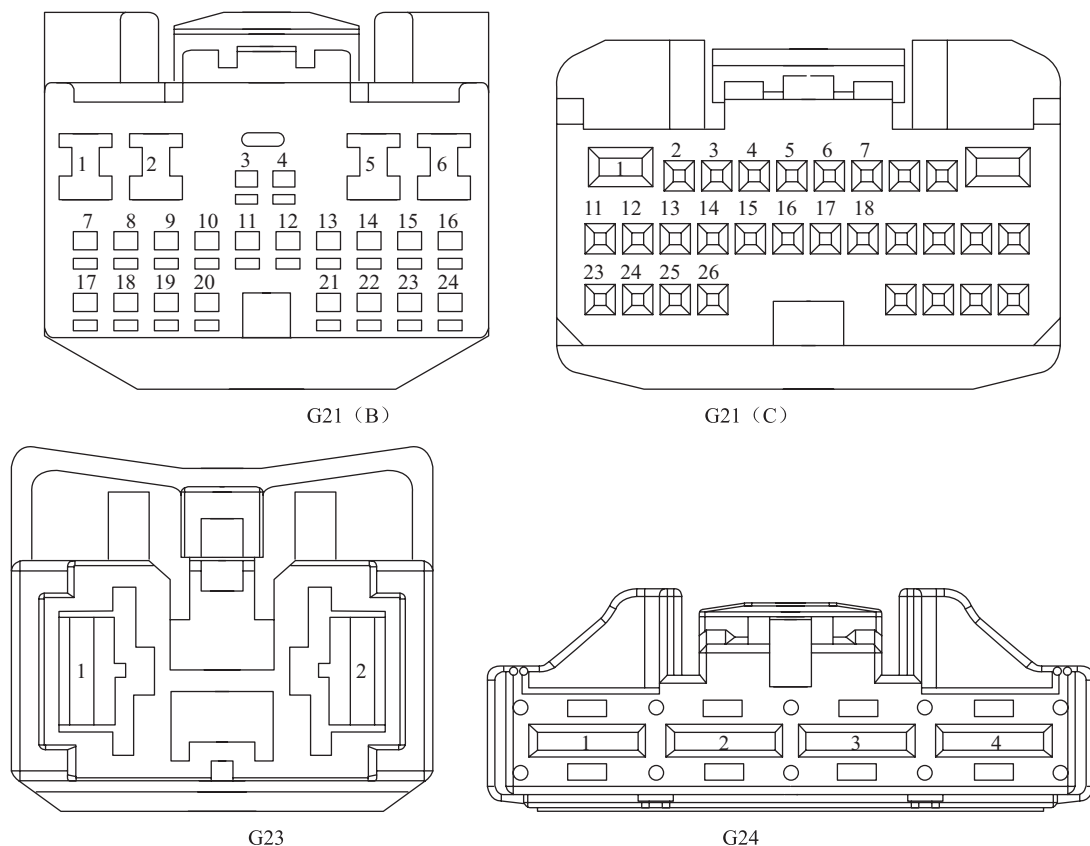


图 2-3-18 秦 EV 电动汽车鼓风机控制相关插头

二、任务实施

以下以秦 EV 车型进行阐述。

1. 散热风扇的电路的检修

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 2-3-19 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 2 号端子到双速电机的连线是否开路。

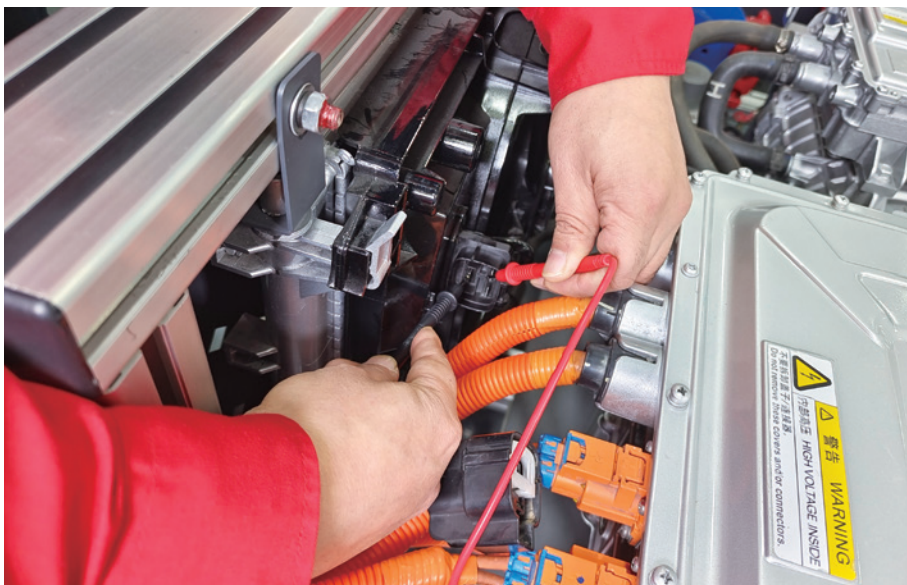


图 2-3-19 双速风扇低速供电测试

(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 拔下双速风扇插头，给双速风扇高速线束供电，接地线接地，如图 2-3-20 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 2-3-20 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 2-3-21 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 2-3-22 所示，阻值不应大于 1Ω ，否则为继电器触点故障。

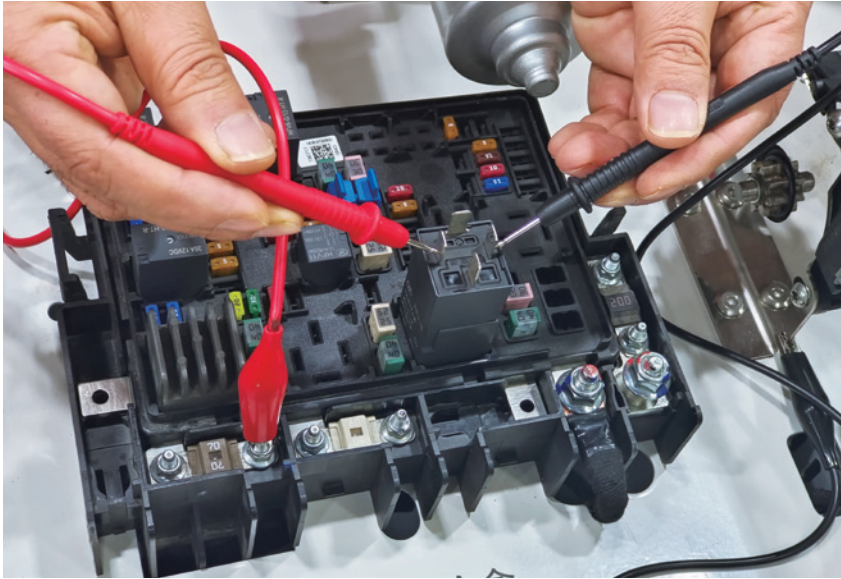


图 2-3-21 高速继电器线圈检测

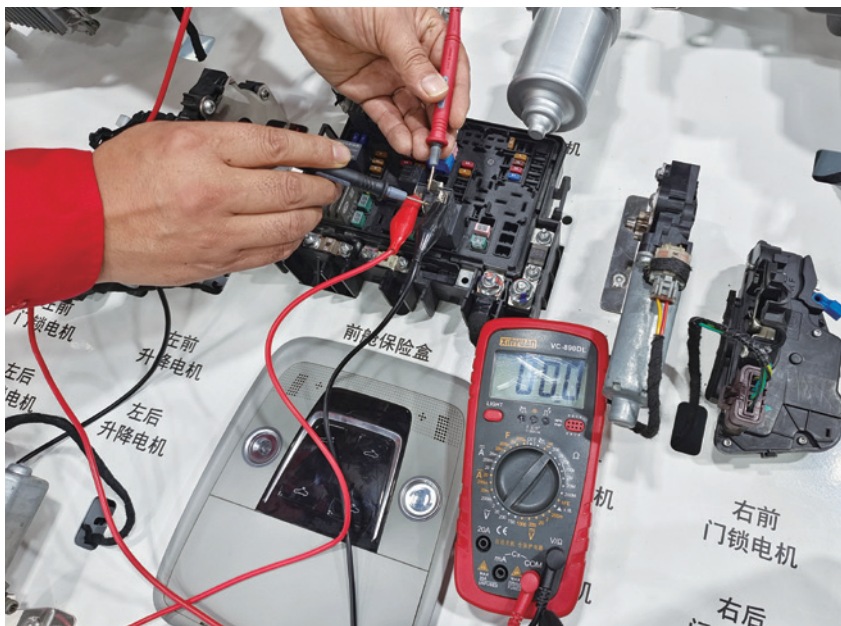


图 2-3-22 高速继电器触点检测

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. 鼓风机电路的检修

(1) 鼓风机的检测

1) 通电实验

给鼓风机电源 G23 插头的 2 号端子接电源正极，1 号端子接电源负极，电机应运转正常，如图 2-3-23 所示。

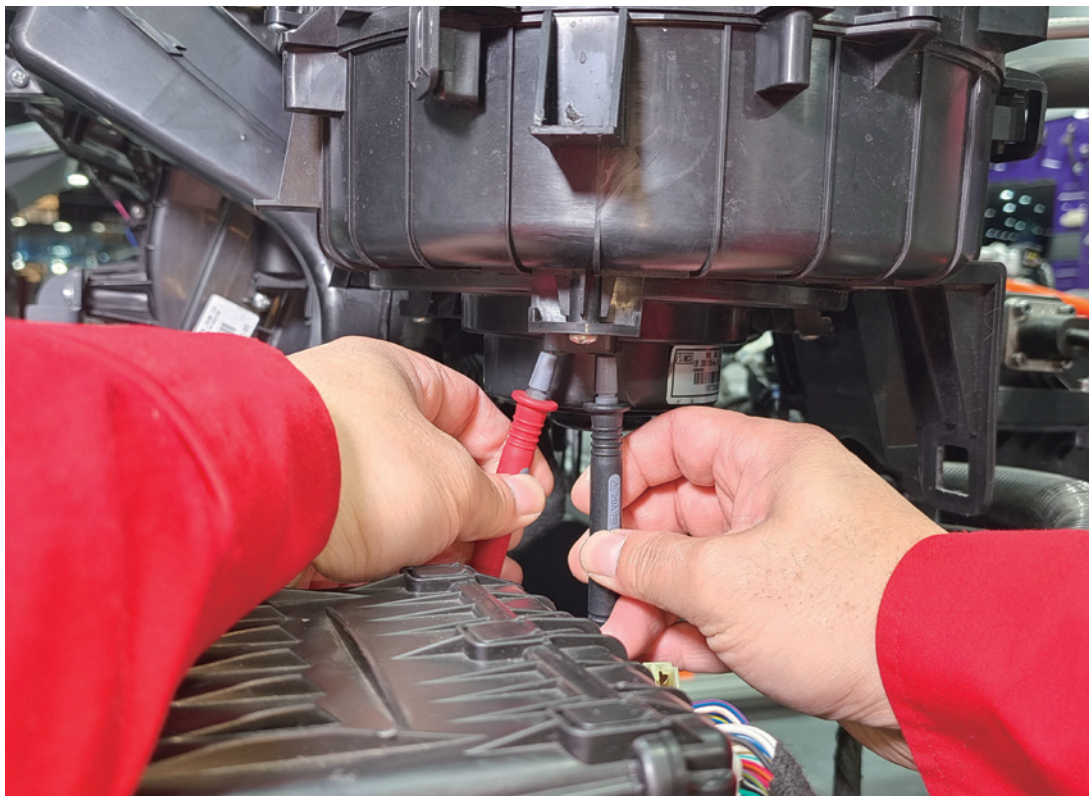


图 2-3-23 鼓风机通电实验

2) 线路测量

鼓风机电源线路在不拔插头的前提下进行测量。

测量鼓风机电源 G23 插头的 2 号端子应为电源电压，如图 2-3-24 所示。



图 2-3-24 测量鼓风机电源 G23 插头的 2 号电压

关闭空调，测量鼓风机测量鼓风机电源 G23 插头的 1 号端子应为电源电压；开启空调并调节鼓风机的转速，其电压应随着转速的升高而下降。如图 2-3-17 所示。若电压不变化，检查鼓风机调节模块或线路。



图 2-3-25 测量鼓风机电源 G23 插头的 1 号电压

(2) 鼓风机调速模块的检测

1) 电源的测量

关闭空调，测量鼓风机调速模块 G24 插头的 4 号端子应为电源电压；开启空调并调节鼓风机的转速，其电压应随着转速的升高而下降，如图 2-3-26 所示。如果无电压，检查鼓风机及电路。



图 2-3-26 测量鼓风机调速模块 G24 插头的 4 号端子电压

测量鼓风机调速模块 G24 插头的 3 号端子与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$ ，如图 2-3-27 所示，否则检查接地线路。

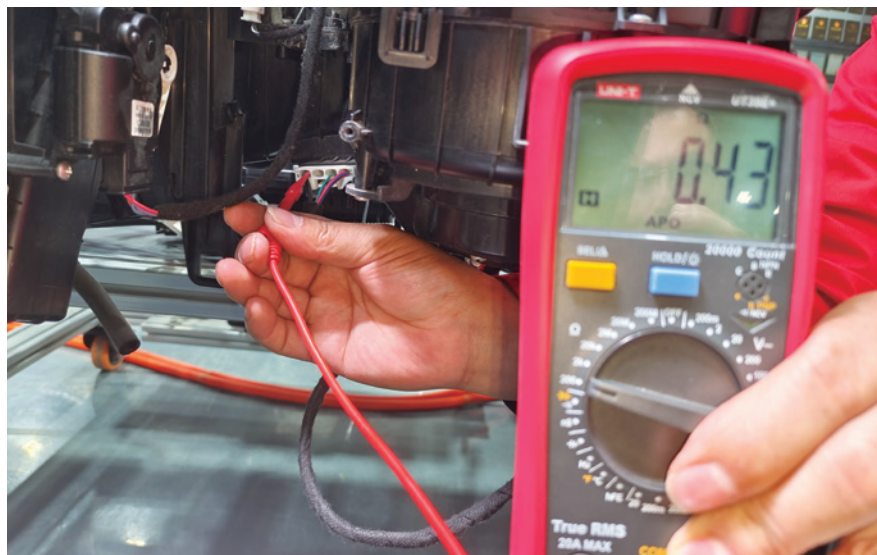


图 2-3-27 测量鼓风机调速模块 G24 插头的 3 号端子接地

2) 控制信号检测

开启空调并调节鼓风机的转速，测量鼓风机调速模块 G24 插头的 1 号端子电压应随着转速的升高而上升。如图 2-3-28 所示。若电压不变化，检查控制控制器或线路。

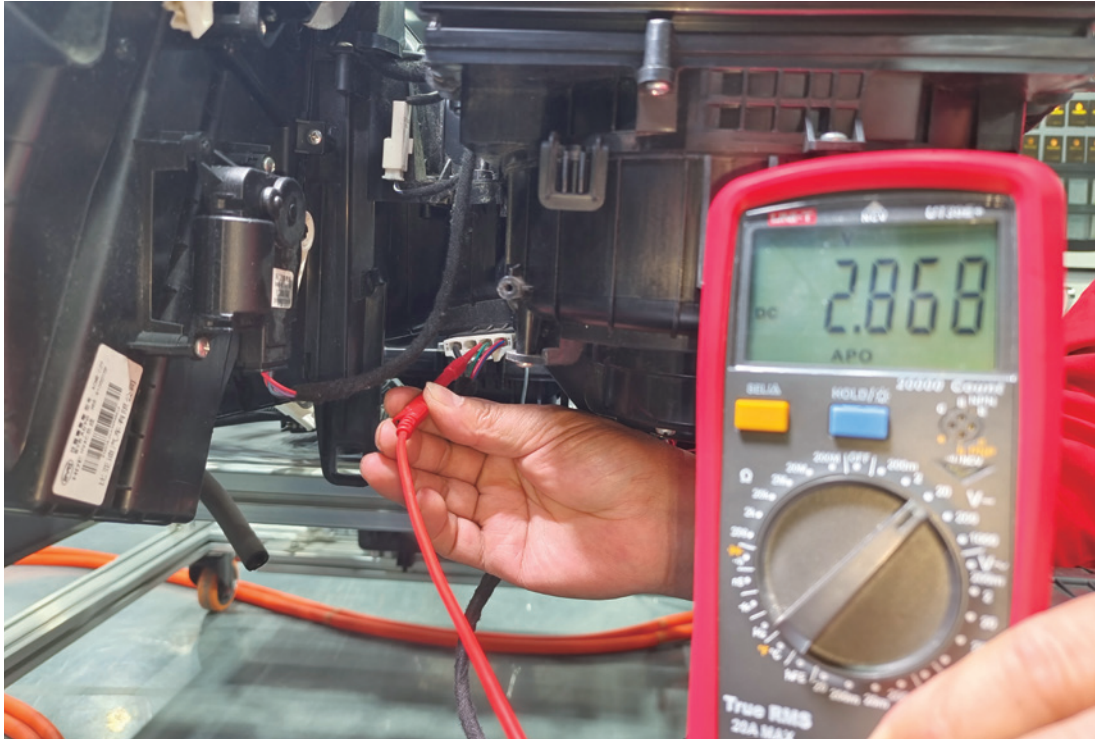


图 2-3-28 测量鼓风机调速模块 G24 插头的 1 号端子电压

任务四 储液干燥罐与膨胀阀

学习目标

知识目标

- 储液干燥器的作用、结构
- 膨胀阀的作用、类型、结构
- 孔管式空调的结构特征

能力目标

- 膨胀阀的检修

一、技术原理

1. 储液干燥器

储液干燥器安装在冷凝器与膨胀阀之间，其作用有两个，一个是存储从冷凝器流出的制冷剂并将其进行气态和液态的分离，另一个是去除制冷剂中的水分和杂质，其内部结构如图 2-4-1 所示。

干燥剂的作用是去除制冷剂中的水分，制冷剂中的水分主要来自新添加的冷冻机油和在充注制冷剂过程中不慎混入的。这些水分会在制冷剂通过膨胀阀时，由于压力和温度下降而结冰形成“冰堵”而堵塞膨胀阀的出口。

从冷凝器出来是制冷剂从储液

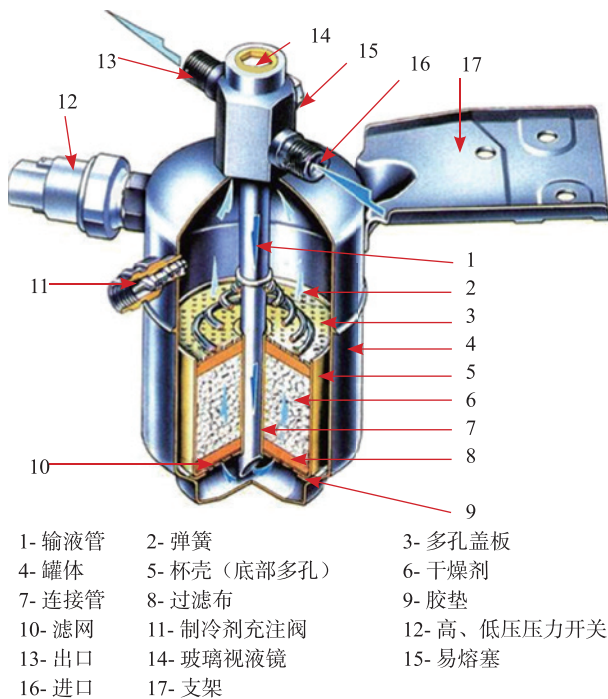


图 2-4-1 储液干燥器的内部结构

干燥罐的上方进入，经过干燥剂和过滤器过滤掉杂质和水分，进入到下方，如此，就可以是制冷剂进行液汽分离，液态制冷剂在下方，气态制冷剂在上方，液态制冷剂从下方流入到膨胀阀，如图 2-4-2 所示。

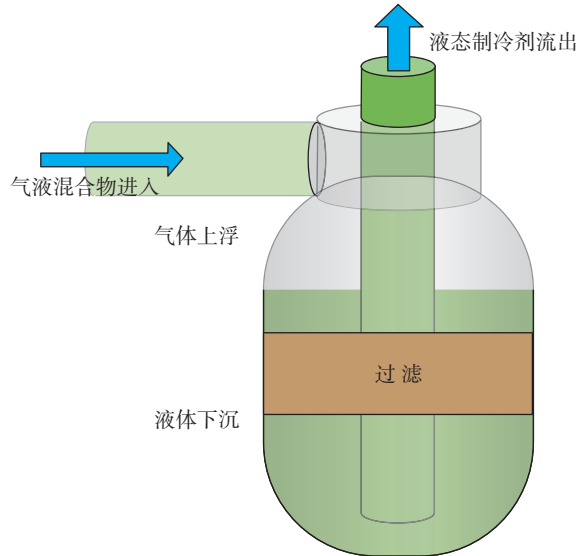


图 2-4-2 储液干燥器液汽分离过程

目前很多车已将储液干燥罐与冷凝器加装在了一起，如图 2-4-3 所示，其内部结构如图 2-4-4 所示。

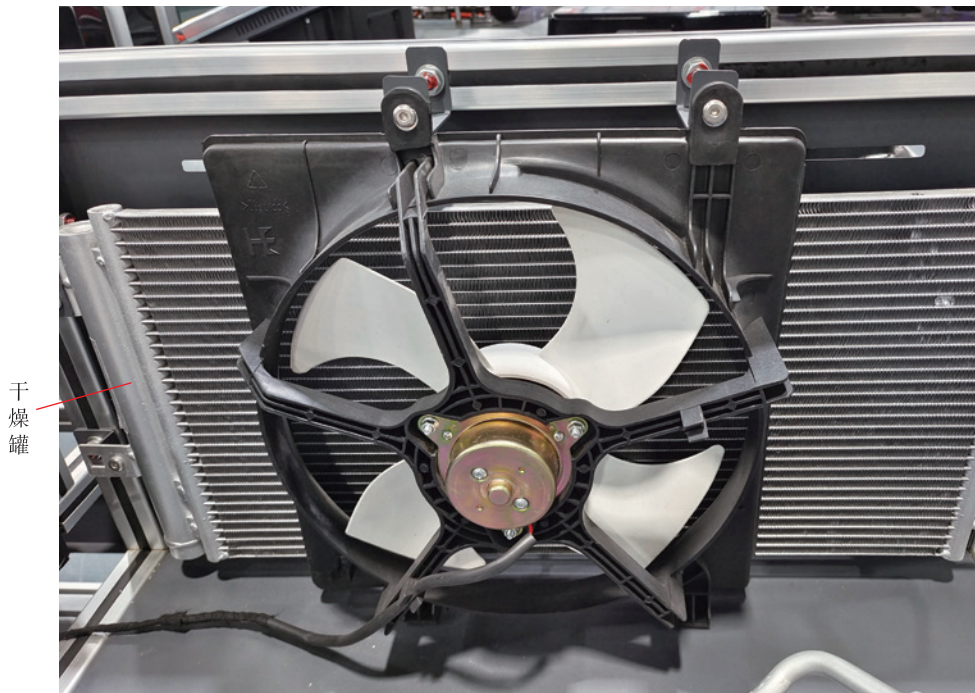


图 2-4-3 与冷凝器一体的储液干燥罐

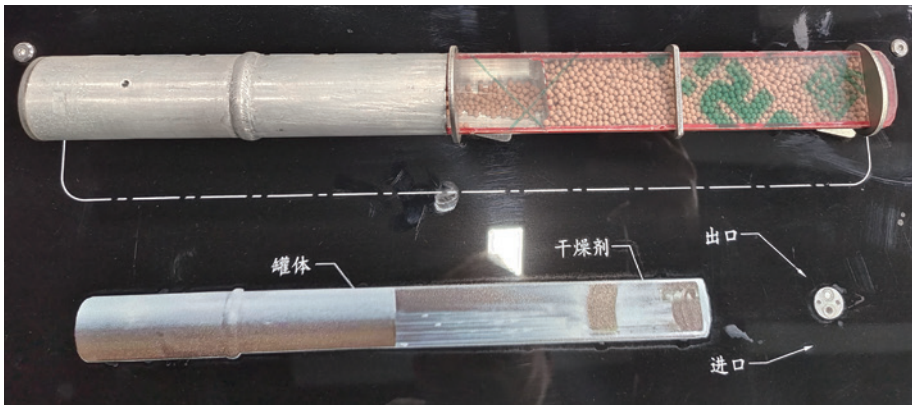


图 2-4-4 与冷凝器一体式储液干燥罐内部结构

2. 膨胀阀

1) 作用

膨胀阀安装在蒸发箱的进口侧，如图 2-4-5 所示，其的作用是，把来自储液干燥器的高压液态制冷剂节流减压，并调节和控制进入蒸发箱中的液态制冷剂量，使之适应制冷负荷的变化。

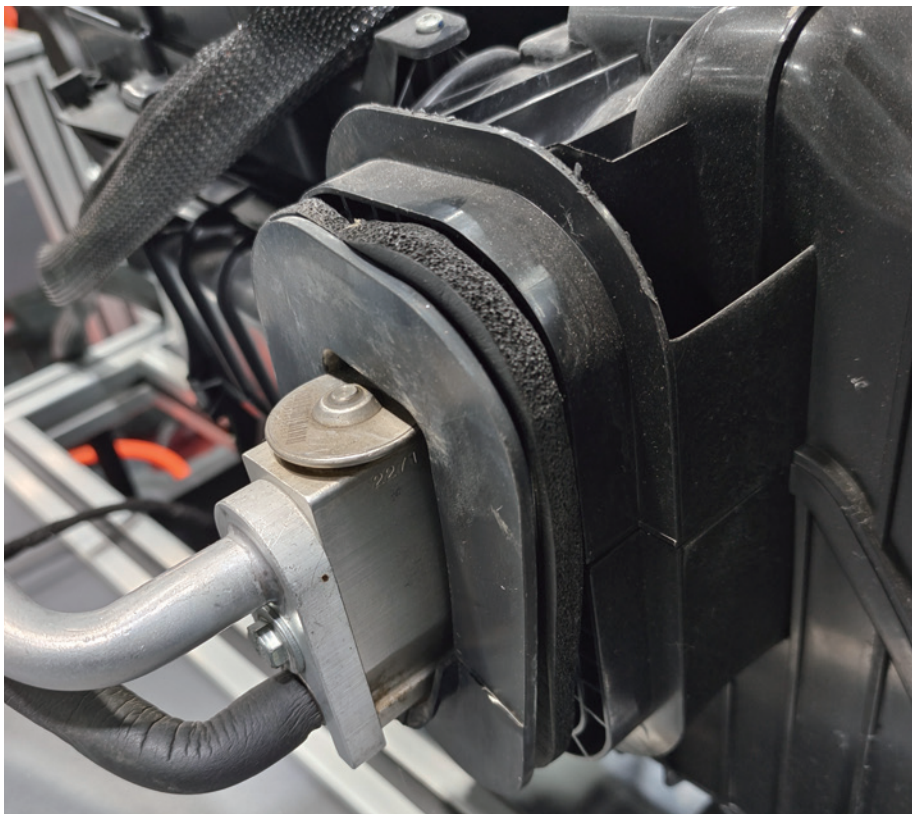


图 2-4-5 膨胀阀安装位置

膨胀阀流入蒸发箱的开口比较小，但也需要调节，当其开口大时，进入蒸发箱内的制冷剂较多，空调的制冷量较大；当其开口小时，进入蒸发箱内的制冷剂较少，空调的制冷量较小。

膨胀阀流入蒸发箱的开口的大小受到蒸发箱出口侧的温度与压力的制约。

目前，常用的膨胀阀为 H 型膨胀阀和电子膨胀阀。

2) H 型膨胀阀

H 型膨胀阀如图 2-4-6 所示，其结构如图 2-4-7 所示。H 型膨胀阀外观为长方体，其内部有四条主管路，低压侧一边连接冷凝器（干燥罐），另一边连接蒸发箱入口，高压侧一边连接蒸发箱出口，一边连接压缩机，通路为 H 形。

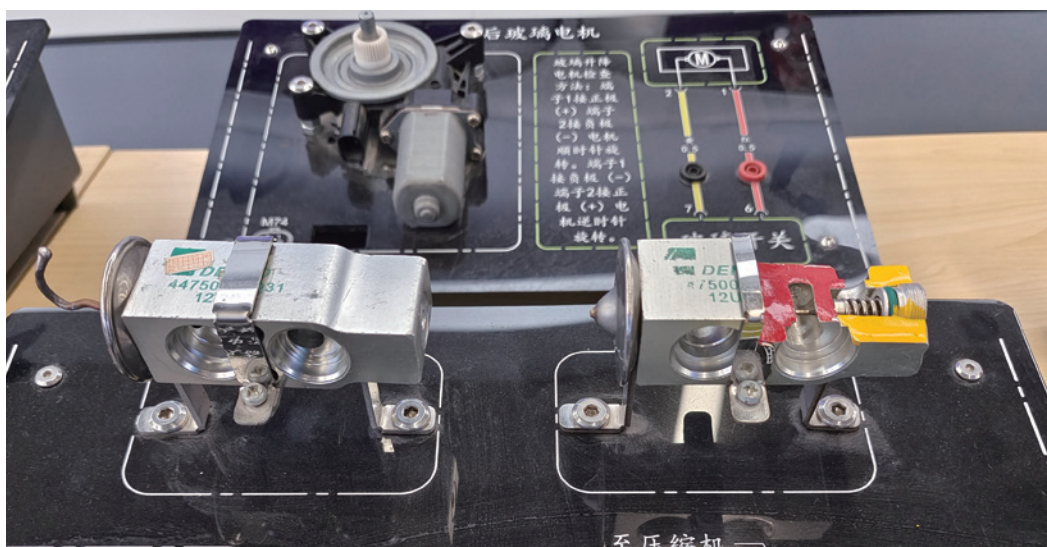


图 2-4-6 H 型膨胀阀

如图 2-4-7 所示，膨胀阀钢球 2 向下活动的量决定着进入蒸发箱内制冷剂的多少，钢球向下活动量越大，阀口的开度越大，进入蒸发箱内制冷剂量越多。

钢球向下活动量受到从蒸发箱出来的制冷剂压力和温度的影响。

①压力影响

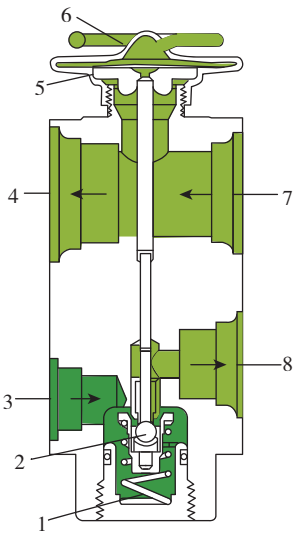
当从蒸发箱（如图 2-4-7 中 7）出来的压力较高时，压力顶动膜片 5 向上压缩膜片上腔，同时带动球阀向上移动，减少进入蒸发箱的制冷剂的量。

当从蒸发箱（如图 2-4-7 中 7）出来的压力较低时，压缩膜片上腔向下压动膜片 5，推动球阀向下移动，增加进入蒸发箱的制冷剂的量。

②温度影响

当从蒸发箱（如图 2-4-7 中 7）出来的温度较高时，连接膜片与钢球之间的温度感知杆伸长，向下推动球阀移动，增加进入蒸发箱的制冷剂的量。

从蒸发箱（如图 2-4-7 中 7）出来的温度较低时，连接膜片与钢球之间的温度感知杆缩短，向上拉动球阀移动，减少进入蒸发箱的制冷剂的量。



- 1-调节（过热）弹簧
- 2-钢球
- 3-接冷凝器（高压）
- 4-至压缩机（低压）
- 5-膜片
- 6-膜片室上腔
- 7-从蒸发器来（低压）
- 8-至蒸发器（低压）



图 2-4-7 H 型膨胀阀结构示意图

3) 电子膨胀阀

电子膨胀阀是由电机来控制其开口大小的，如图 2-4-8 所示。

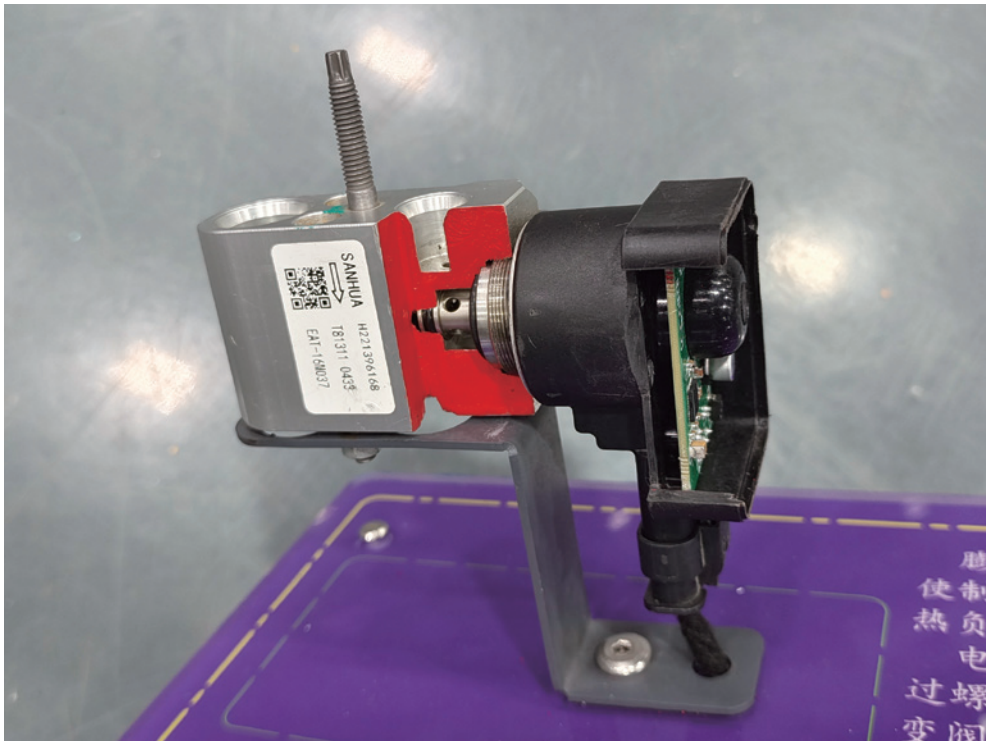


图 2-4-8 电子膨胀阀

电子膨胀阀电机的控制方式有两种，一种是电机直动式，其内部由直流电机和位置传感器两部分组成，位置传感器的作用是通过检测电机转动的位置进而检测膨胀阀的开度，其控制电路如图 2-4-9 所示。

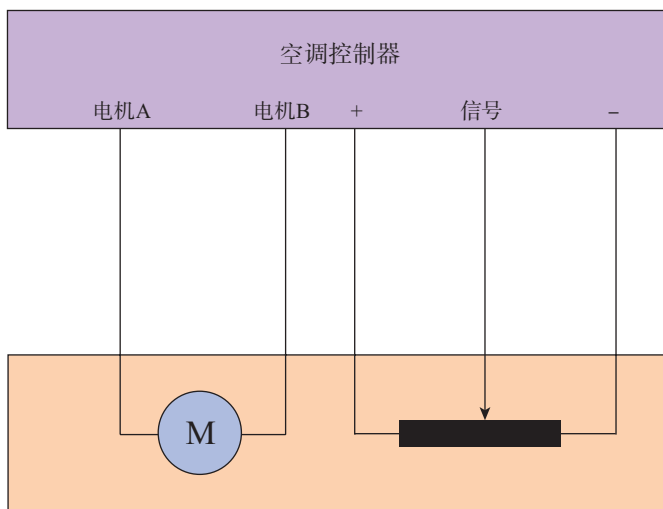


图 2-4-9 电机直动式膨胀阀电路

另一种方式是步进电机控制式，如图 2-4-10 所示为秦 EV 步进电机式电子膨胀阀控制电路，图 2-4-11 所示为电子膨胀阀相关插头。空调控制器通过检测蒸发箱出口的温度和和压力对电子膨胀阀的开度进行控制，如图 2-4-12 所示为秦 EV 蒸发箱出口的温度压力传感器，图 2-4-13 所示为秦 EV 温度压力传感器电路，图 2-4-15 为秦 EV 温度压力传感器相关插头。

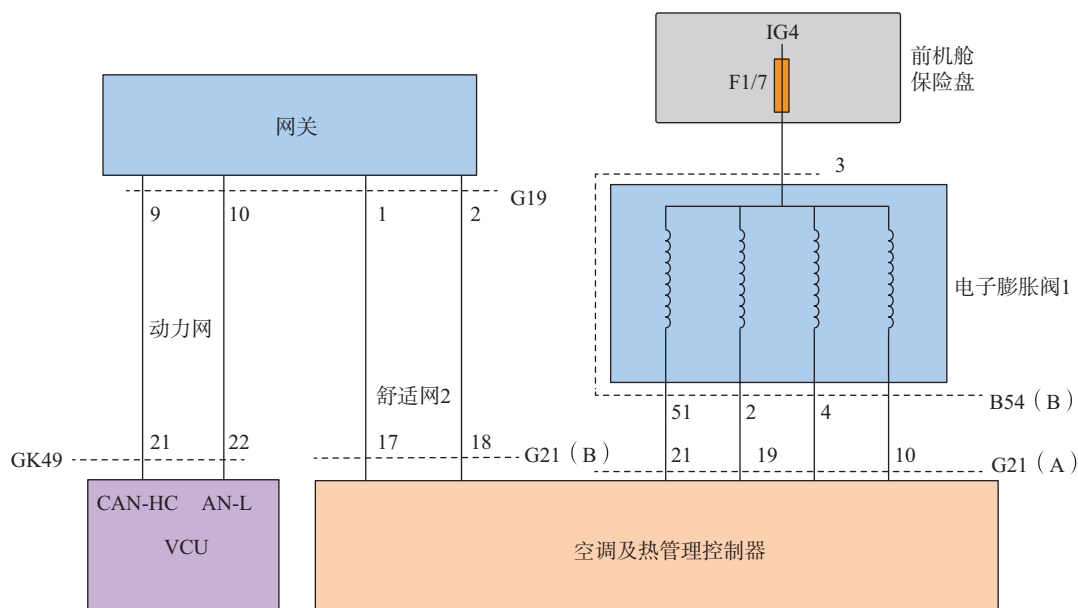
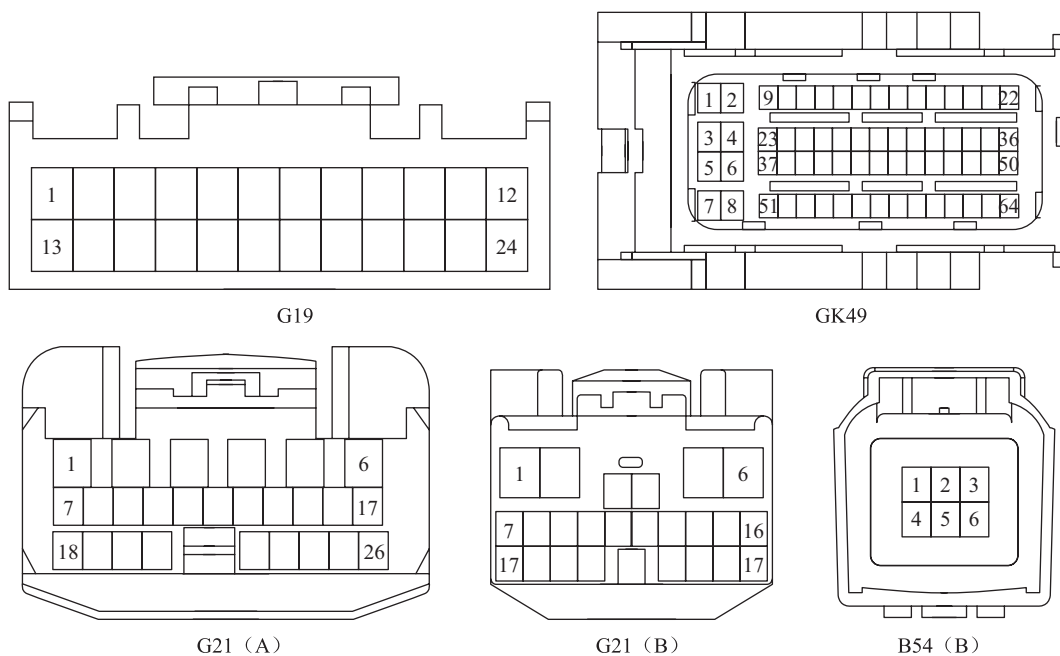


图 2-4-10 秦 EV 电子膨胀阀控制电路



2-4-11 秦 EV 电子膨胀阀插头



图 2-4-12 秦 EV 温度压力传感器

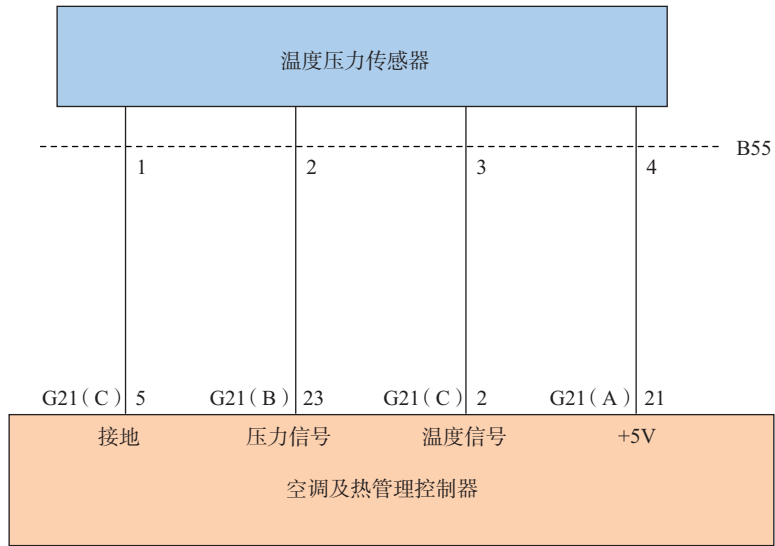


图 2-4-13 秦 EV 温度压力传感器电路

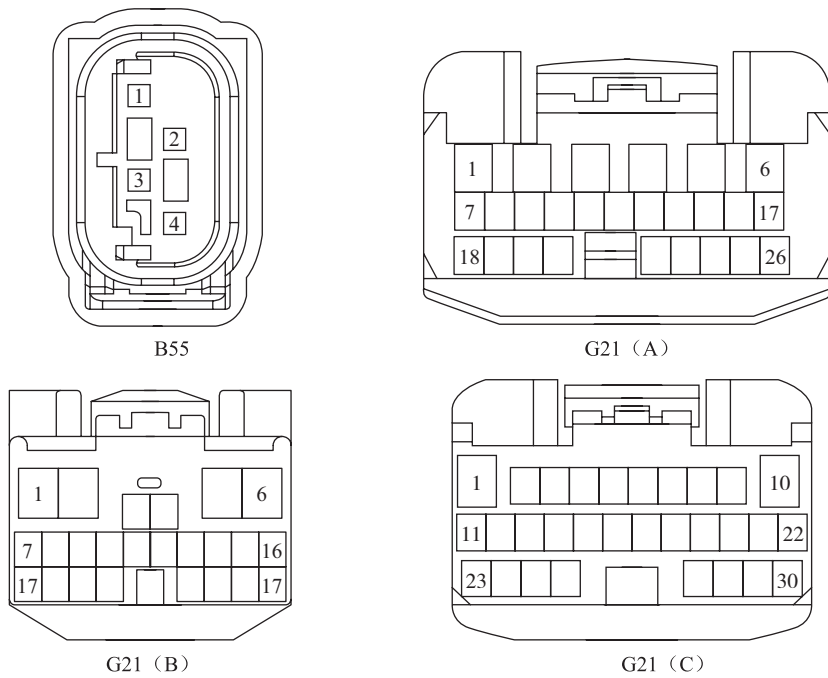


图 2-4-14 秦 EV 温度压力传感器相关插头

3. 孔管式制冷系统

(1) 孔管

孔管式制冷系统是使用孔管做节流阀的空调制冷系统。孔管是一根装在塑料套内的小铜管，其结构如图 2-4-15 所示。



图 2-4-15 孔管

孔管与膨胀阀的差别在于，孔管没有运动零件，也不可调整。由于孔管的不可调整性，可能会出现进入蒸发箱的制冷剂来不及雾化而进入压缩机的情况，为了防止这种现象的发生，在蒸发箱后方安装了集液器，集液器具备与储液干燥罐相同过滤制冷剂中杂质和水分的功能，所不同的是，它不是用来存储液态制冷剂，而是将制冷剂进行液态和气态的分离，防止液态制冷剂进入压缩机，形成液击现象。

(2) 集液器

集液器的内部结构如图 2-4-16 所示，制冷剂从集液器上部进入，液态制冷剂落入容器底部，气态制冷剂积存在上部，并通过 U 形管的进入压缩机。在 U 形管底部拐弯处装有带小孔的滤网（过滤器），其采用特殊的过滤材料，允许少量的积存在拐弯处的机油返回压缩机，但液体制冷剂不能通过。

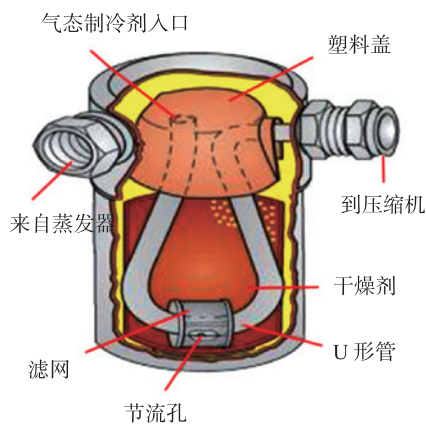


图 2-4-16 集液器的内部结构

虽然集液器将制冷剂进行了液态和气态的分离，但也难免一些液态的制冷剂进入U形管。在U形管道上设有节流孔，将进入U形管的一些液态制冷剂再次节流，使其变为气态，进入压缩机，防止了压缩机的液击。

(3) 孔管式制冷系统与膨胀阀式制冷系统的区别

由于孔管的性能特点，将集液器置于了蒸发箱与压缩机之间，因此，孔管式制冷系统与膨胀阀式制冷系统在结构上有了一些不同，孔管式制冷系统的结构如图2-4-17所示，其与膨胀阀式制冷系统的区别如下：

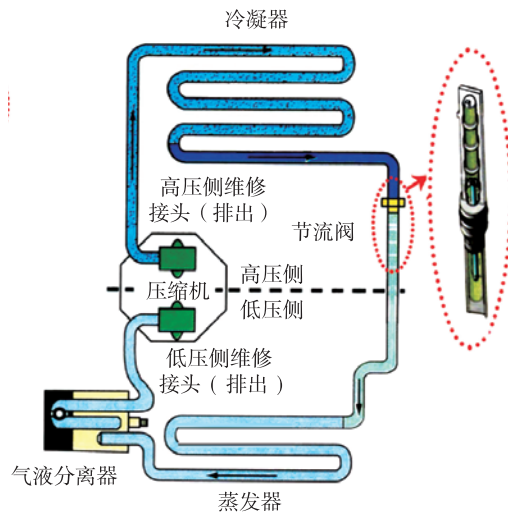


图 2-4-17 孔管式制冷系统

1) 膨胀阀式空调

膨胀阀为过热度温度反馈的可以控制流量的节流阀，是可以改变流量的节流装置，对系统的制冷量反应较快速，不容易引起压缩机液击。

2) 孔管式空调

孔管是由实验室精确标定的戴有过滤网的固定流量节流管：是固定流量的节流装置，对制冷量反应较慢，压缩机吸气端必须带气液分离装置，否则容易引起压缩机液击，因此在压缩机和蒸发箱之间安装了一个集液器，其内部设有节流孔，从而防止了液态制冷剂进入压缩机，因集液器内部有干燥剂，因此孔管式空调上没有加装干燥罐。

二、任务实施

1. 电子膨胀阀的检测

(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 2-4-18 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 2-4-18 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 2-4-19 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。

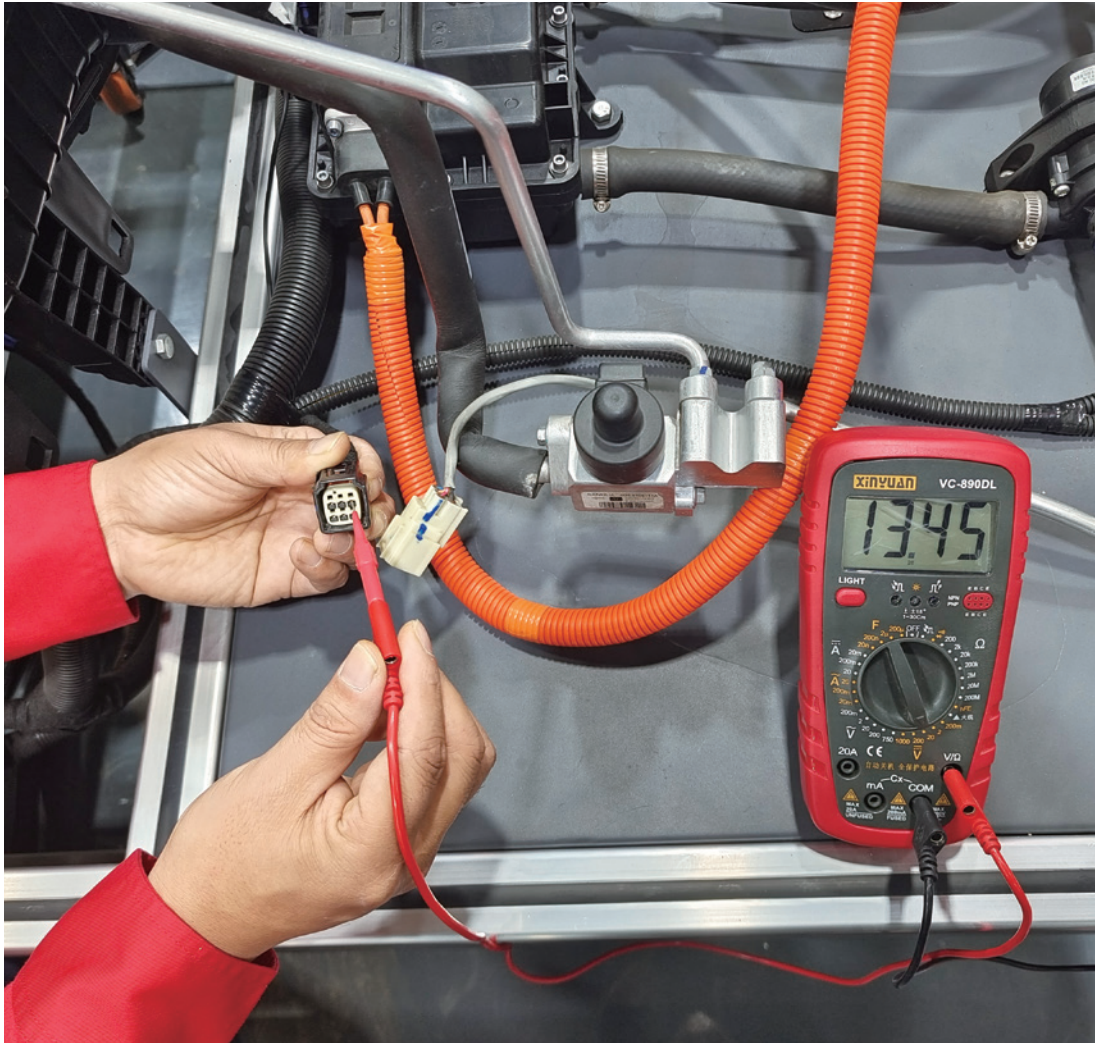


图 2-4-19 B54 (B) 插头的 3 号端子测量

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. 膨胀阀与孔管式空调结构对比

结合实际车辆或教具, 做以下区分。

(1) 从制冷剂流动的路线上来区分
膨胀阀空调和孔管式干燥器安装位置不同。

(2) 从部件的特征来区分
膨胀阀空调和孔管式的节流方式不同。

任务五 空调系统的检修

学习目标

知识目标

- 冷冻油的作用与特征
- 压力与真空的概念

能力目标

- 汽车空调制冷系统压力的检测
- 汽车空调制冷系统抽真空
- 汽车空调制冷系统侧漏
- 汽车空调制冷系统加注制冷剂和冷冻油

一、技术原理

1. 冷冻油

冷冻机油如图 2-5-1 所示，是制冷压缩机的专用润滑油，用于保证压缩机正常运转、可靠工作和延长使用寿命。



图 2-5-1 冷冻机油

(1) 作用

在空调制冷系统中，冷冻机油的具体作用如下：

1) 润滑作用

压缩机是高速运转的机器，轴承、活塞、活塞环、曲轴、连杆等零件表面需要润滑，以减少阻力和磨损，延长使用寿命，降低功耗，提高制冷系数。

2) 密封作用

汽车使用的压缩机传动轴需要油封来密封，防止制冷剂泄漏。有润滑油，油封才能起密封作用。同时，活塞环上的润滑油，不仅起减摩作用，而且超密封压缩机蒸气的作用。

3) 冷却作用

运动的摩擦表面会产生高温，需要用冷冻机油来冷却。冷冻机油冷却不足，会引起压缩机过热，排气压力过高导致，制冷系数降低，甚至烧坏压缩机。

4) 降噪作用

降低压缩机工作噪声。

(2) 使用

由于不同的制冷剂的化学性能不同，需要使用与之匹配的冷冻油，不同的制冷剂使用不同的冷冻油。

2. 检修设备

(1) 压力表

1) 结构

歧管压力表组是用来测定空调系统的高、低压侧的压力，高、低压侧的压力值反映了空调系统的运转情况，以此来判断空调系统的故障，表组如图 2-5-2 所示。图 2-5-2 中表组的左侧是低压表，所连接的是蓝色低压软管；右侧为高压表，连接的是红色高压软管；中间是黄色软管（又称维护软管），用来对制冷系统抽真空、打压、加氟。蓝色阀门为低压阀门，红色为高压阀门，他们也是用来对系统抽真空、打压、加注制冷剂的；。



图 2-5-2 歧管压力表组

2) 制冷剂充注阀

制冷剂充注阀在加注制冷剂时使用，如图 2-5-3 所示。

使用时，将其连接在歧管压力表组中间黄色管路上，先逆时针旋转针阀直到针阀完全缩回。然后将制冷剂充注阀圆盘逆时针旋转到最高点。将制冷剂罐安装到充注阀上，顺时针将圆盘向下旋转到底，直到圆盘与制冷剂罐锁紧。

顺时针旋转充注阀的顶针，拧到底钻透制冷剂罐之后将顶针逆时针拧到头，让制冷剂进入中间维护软管。

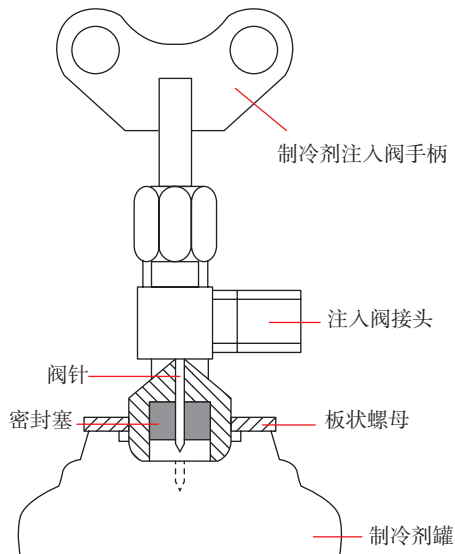


图 2-5-3 制冷剂充注阀

3) 压力与真空

压力就是固体、液体或气体垂直作用于物体表面上的力。在实际应用中是以物体单位面积上所受压力、压强来表示的，一般是用 p 表示，其单位为帕斯卡，简称帕 (Pa)。地球表面包围着一层很厚的空气层，称为大气层，大气的质量对地球表面物体单位面积上所产生的压力称为大气压力 (简称大气压)。工程上把在地球纬度 45° 温度为 0°C 时，大气对海平面的压力称为标准大气压，它相当于 101.325kPa 。常用的压力表示方式有绝对压力、表压力和真空度三种。

①绝对压力

绝对压力表示实际的压力值，是把完全真空状态作为零值。

②表压力

通过压力表指示读出的压力值，称为表压力值，简称表压力。表压力是将标准大气压作为零值，在此基础上进行压力计量的结果，故又称为相对压力。表压力一般用 P 表或 P_G 表示。

③真空度

低于大气压力的数值称为真空度。

上述三种压力在制冷技术领域中经常应用，绝对压力在设计及查阅制冷剂特性表时使用，表压力则是在观察系统运行状况时使用，真空度则是在维修系统抽真空时使用。它们之间的关系如图 5-2-4 所示。

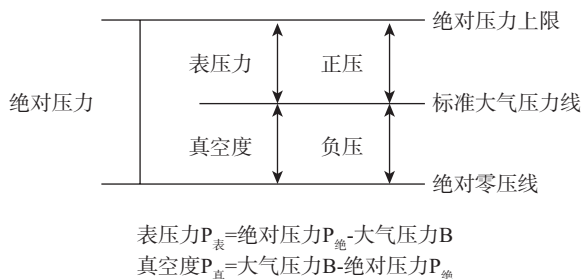


图 2-5-4 绝对压力和表压力与真空度的关系

3) 空调正常压力值

汽车 R134a 空调系统压力标准一般正常的高压端压力应在 1.3-1.7MPa (13-17bar) 之间 (测量空调系统的高压压力时，环境温度 35° C 时测量为准) 正常的低压端压力应在 0.15-0.25MPa (1.5-2.5bar) 之间 (如果低压压力高出或低于此范围，都说明膨胀阀调节不正常)。具体还要看不同车辆空调系统匹配情况和环境温度情况。

(2) 真空泵

在空调维修或更换配件后，由于空调管道中进入了空气的水分，在加注制冷剂前，需要用真空泵对制冷管道抽真空，真空泵如图 2-5-5 所示。



图 2-5-5 真空泵

二、任务实施

1. 汽车空调制冷系统压力检测

制冷剂过多或者过少都会影响空调的性能，制冷系统压缩机与膨胀阀的工作状态、管道中是否堵塞、冷发箱与冷凝器散热不良等都会影响空调的制冷效果。以上这些都

以反映在制冷系统压力上。

(1) 连接压力表

将歧管压力计的高、低压表分别接在压缩机的排气、吸气口的维修阀上如图 2-5-6 所示。开启空调制冷系统，将风机风速调至高档，温度调至最冷档，5min 后，从歧管压力计读取压力值。

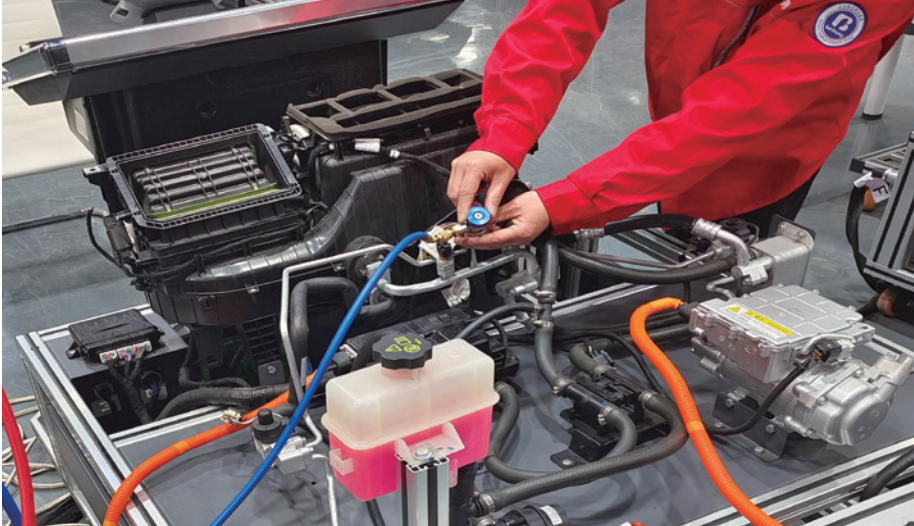


图 2-5-6 连接压力表

(2) 压力正常范围

空调系统正常时 R134a 空调系统歧管压力表读数：低压侧为 0.15-0.25MPa（1.5-2.5bar）；高压侧为 1.3-1.7MPa（13-17bar），如图 2-5-7 所示。



图 2-5-7 压力表数值显示

(3) 压力非正常原因分析

若不在此范围，则说明系统有故障，如下所示：

1) 高压侧与低压侧压力表组指示值比正常值低，通过观察孔可见气泡。

症状：没有制冷或制冷不足。

诊断：制冷剂不足。

原因：制冷系统漏气；制冷剂没有定期补足。

措施：用测漏仪测漏，并进行修理；补足制冷剂。

2) 低压侧压力表组指示负压，高压侧指示比正常值低。

症状：不制冷。

制冷系统中见到的现象：低压侧呈负压，高压侧呈低压或高压；集储器 / 干燥器前后管路存在温差，集储器 / 干燥器后管路出现冻结；膨胀阀出口管不冷。

诊断：制冷剂不循环。

原因：灰尘或污物阻塞膨胀阀或低压管路；灰尘或污物阻塞储液干燥器或高压管路；由于膨胀阀感温包漏气，针阀完全关闭。

措施：清除灰尘或污物，清除不掉时，更换有关部件和集储器 / 干燥器，如感温包漏气，更换膨胀阀。

3) 在低压与高压两侧，压力表组均指示比标准值高，冷凝器排出侧不热。

症状：空调器制冷效果差。

制冷系统中见到的现象：低压侧与高压侧都指示比正常值高。通常高压侧压力高时冷凝器温度也高，但冷凝器排出侧不热；即使在用水浇冷凝器时，通过观察孔也看不到气泡。

诊断：制冷剂过量。

原因：制冷剂充填过量。

措施：排出多余制冷剂，使留下的制冷剂达到标准量。

4) 在低压与高压两侧，压力表组均指示比正常值高，但在压缩机停止以后，高压侧压力骤降至 196kPa。

注意：压力表组的指示值是在系统维修后未抽好真空就填充制冷剂的情况下测量的。

症状：制冷效果差。

制冷系统中见到的现象：低压与高压两侧指示都比标准值高；在空调器停止并放置至少 10 小时后，低压侧与高压侧之间平衡的压力呈高值；压缩机停止工作后，高压侧压力立即很快降至约 196kPa，表针一直在振动；压缩机运行的同时由于高压损失，此时压力降至约 98kPa。

诊断：制冷系统中混入空气。

原因：填充时抽真空不够；抽真空后充气过程中有空气进入制冷系统。

措施：继续进行抽真空；如在抽真空中仍然出现上述症状，更换集储器 / 干燥器及压缩机油，并清洗制冷系统。

5) 在低压侧与高压侧, 压力表组指示均比正常值高, 低压侧管路形成霜冻或深度冷凝。

症状: 制冷效果差。

制冷系统中见到的现象: 低压与高压两侧指示均比正常值高; 低压侧管路出现霜冻或深度冷凝。

诊断: 低压管路中液态制冷剂过量。

原因: 膨胀阀故障或失效 (针阀开启过宽); 膨胀阀压力包与蒸发器的连接断开。

措施: 检查和重新接好压力感温塞; 若压力感温塞连接无断开故障, 更换膨胀阀。

6) 低压侧制冷剂压力高, 高压侧制冷剂压力低。

症状: 无制冷。

制冷循环中见到的现象: 低压侧压力高, 高压侧压力低; 空调器停止工作后, 低压侧与高压侧的压力立即趋于平衡。

诊断: 压缩机不能进行有效压缩。

原因: 不能有效压缩的原因在于压缩机活塞、活塞环或者阀门损坏。

措施: 更换压缩机。

7) 在低压与高压两侧, 压力表组指示值波动。

症状: 空调器有时制冷, 有时不制冷。制冷系统中见到的现象: 低压侧有时呈负压指示, 低压及高压两侧压力周期波动。

诊断: 集储器 / 干燥器超饱和。

原因: 由于干燥器超饱和, 制冷剂中的湿气不能去除, 使膨胀阀中的针阀冻结, 而引起堵塞, 当制冷剂不再循环时, 冰被周围热量解冻, 然后再冻结成冰, 这一过程反复循环。

措施: 更换集储器 / 干燥器及压缩机油通过抽真空去除系统中的湿气。

8) 在低压与高压两侧, 压力表组指示值均低。

症状: 冷气不足。

制冷系统中见到的现象: 低压与高压两侧压力均低, 从集储器 / 干燥器至制冷组件的管子有霜。

诊断: 集储器 / 干燥器堵塞。

原因: 集储器 / 干燥器中脏物阻碍制冷剂流动。

措施: 更换集储器 / 干燥器。

在实际维修中总结了一些小技巧, 下面是空调修理助记短语, 生动形象, 容易记忆, 有助于快速查找和排除故障:

压力双低冷媒亏, 否则就是有堵塞,

查堵靠节流, 堵塞能查清。

压力双高要排气, 不排冷媒排空气。

污物堵塞冷凝器, 节流失效要注意。

表针低抖有湿气，排湿方法要牢记。
 低压高，高压低，要换压缩机。
 有困难，迎上去，深思熟虑成大器。

2. 汽车空调制冷系统抽真空

若汽车空调制冷系统管路中有水分，会使系统工作过程中在节流装置（膨胀阀或孔管）处结冰，产生“冰堵”现象而使空调系统制冷效果不良或不制冷，所以在制冷系统维修后、在加注制冷剂之前，必须对系统抽真空。

(1) 将歧管压力表组的高低压软管连接到表座上，将制冷系统的维修手阀连接到高低压软管上，并通过制冷系统的高低压维修手阀，将歧管压力表组高低压软管与制冷系统高低压侧检修阀连接。

(2) 将歧管压力表组的中间软管连接到真空泵上，如图 2-5-8 所示。

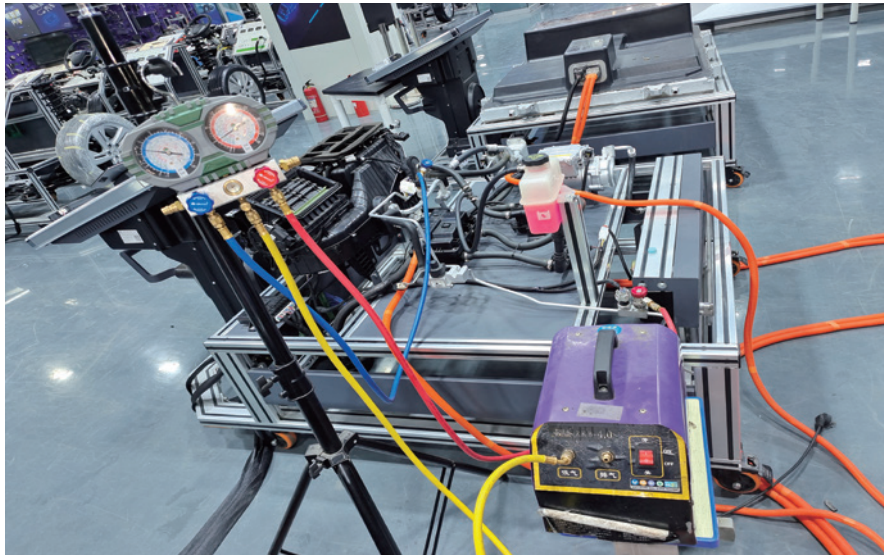


图 2-5-8 连接真空泵

- (3) 将制冷系统的维修手阀顺时针拧至空调系统与歧管压力表组连通。
- (4) 开启真空泵，将歧管压力表组阀座上的高低压手动阀逆时针拧到最大。
- (5) 用真空系抽真空 15~30min，使制冷系统管路的真空度达到技术要求（75cmHg）
- (6) 将歧管压力表组的高低压手动阀顺时针拧紧，使其完全关闭。断开真空泵上的电源开关，逆时针拧制冷系统管路上的高低压检修手阀，断开与制冷系统的连通。

3. 汽车空调制冷系统侧漏

制冷系统检漏的方法主要有目测检漏法、肥皂水检漏、卤素灯检漏、电子检漏仪检漏、打压检漏、染料示踪法检漏、抽真空作气密试验检漏（负压检漏）。

(1) 观察法检漏

观察法检漏是指用眼睛查看制冷系统（特别是制冷系统的管接头）部位有否冷冻机油渗漏痕迹的一种检漏方法。因为制冷剂通常与冷冻机油互溶，所以在泄漏处必然也带出冷冻机油，因此系统管道有油渍的部位就是泄漏处，如图 2-5-9 所示。

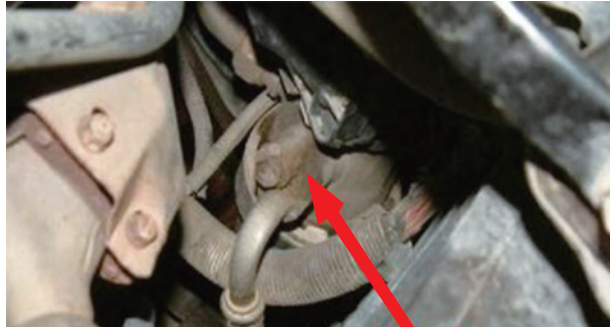


图 2-5-9 泄漏处油渍

（2）肥皂泡沫法检漏

肥皂泡沫法检漏就是在怀疑泄漏区域，涂上肥皂液，如有泄漏点，该处必然起泡泡，如图 2-5-10 所示。

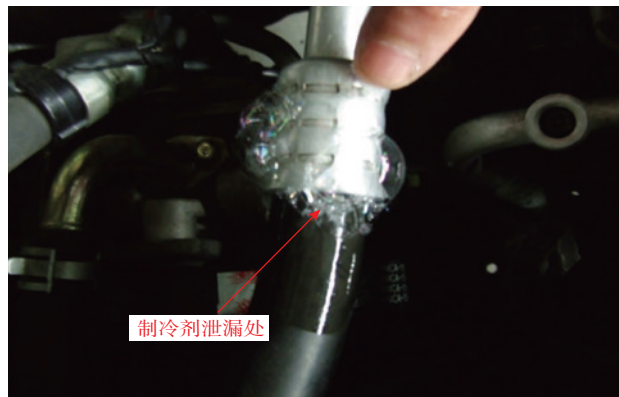


图 2-5-10 制冷剂泄漏处

此法简单易行，是目前修理行业经常用的一种方法，但现在汽车各种构件布置得越来越紧凑，有些部位及检修死角，用此法不易检查出来。

（3）加压法检漏

加压法检漏是指将少量制冷剂及一定压力的氮气加入制冷系统中，如图 2-5-11 所示。将歧管压力表正确连接到制冷系统的高、低压维修阀上，维护软管连接到氮气瓶上，打开表组高、低压阀门并开启氮气瓶上的阀门，使系统中的压力达到 1000Kpa（压力不能过高，否则会造成制冷系统的部件损坏），然后关闭高、低压手动阀门和氮气瓶上的阀门，用肥皂泡沫涂抹在制冷系统的管路和部件上，观察并找到泄漏的部位或部件。

要注意的是，在高压条件下操作时尽量不要用空气压缩机打压或制冷系统本身的压缩机打压，因为这样会使制冷系统带入一部分水分。



图 2-5-11 打压实验（表组及打压泵空调系统连接图）

（4）真空法检漏

是指对制冷系统抽真空以后，保持系统真空状态一段时间（至少 60min），观察系统中的真空压力表指针是否移动（即指针是否发生变化）的一种检漏方法。如真空指示没有变化，则说明系统无泄漏，如真空指示回升，则说明系统有泄漏。

4. 汽车空调制冷系统加注制冷剂和冷冻油

（1）连接歧管压力表组

将歧管压力表组按要求安装在空调制冷管道上。

（2）测漏

采用适当的方法对空调系统测漏。

（3）释放制冷剂

1) 排放至外部

- ①慢慢打开低压手动阀，并用集油器收集流出的冷冻润滑油。
- ②低压降到 345KPa 时，慢慢打开高压表阀。
- ③压力表降到 0 时，放空结束。

2) 使用制冷剂回收机

制冷剂回收机一种专用于回收制冷剂的设备，用于回收制冷机械中的制冷剂。回收的同时又对制冷剂进行一定的处理，如干燥、杂质的过滤、油分等，以便于制冷剂的二次利用，无论在环保还是经济的角度上，广泛用于空调生产厂家及售后服务。

（4）加注冷冻机油

添加冷冻机油可用两种方法。

1) 直接加入法

将冷冻机油按标准称量好，直接倒入压缩机内，这种方法只在更换蒸发器、冷凝器和干燥瓶时用。

2) 真空吸入法

将注油器接在空调制冷系统低压检修阀上，关闭歧管压力表组低压端阀口，将真空泵连接在歧管压力表组中间的黄色软管上，打开歧管压力表组高压侧阀口。

启动真空泵，打开注油器的上放油阀，补充的冷冻机油就从制冷系统的低压侧进入压缩机，当冷冻机油油量达到规定量时，停止真空泵，关闭放油阀。把低压软管接在制冷系统的低压气门阀，接着对系统进行抽真空，加注制冷剂。

(5) 抽真空

按照抽真空的步骤进行抽真空。

(6) 加注制冷剂

1) 从制冷系统高压侧充入液态制冷剂

①抽真空后，中间软管与制冷剂瓶连接，顺时针转动制冷剂瓶注入阀手柄，则阀上顶针将制冷罐顶开一个小孔，然后逆时针旋松注入手柄退回顶针，制冷剂进入中间注入软管。

②旋松表阀中间注入软管螺母，如有白色气体或“嘶嘶”声。为注入软管中空气已排除，可以拧紧该螺母，将注入软管中的空气赶走。

③旋开高压表侧手动阀，将制冷剂罐倒立制冷剂以液态进入，如图 2-5-12 所示。

④倒放于磅称上，以便从高压侧充注液态制冷剂，控制加入量。从高压侧注入规定量的液态制冷剂后，关闭制冷剂罐上的开启阀。

注意：从高压侧向系统注制冷剂时，发动机处于不动状态，不可以打开歧管压力表的低压手动阀，以防液击。

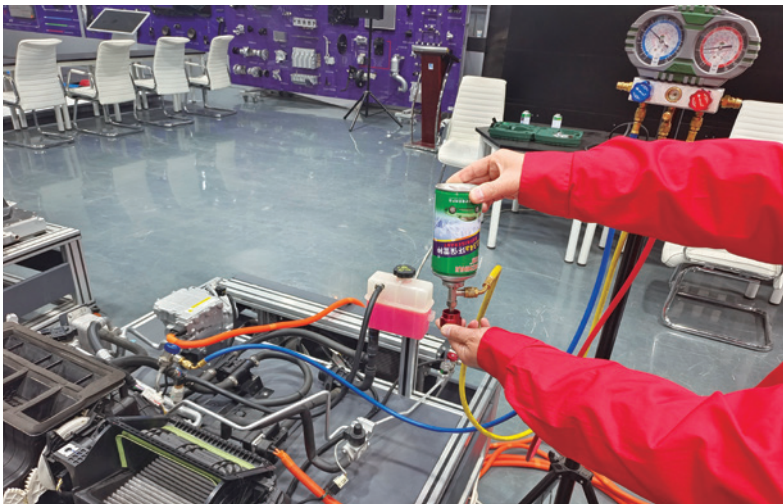


图 2-5-12 高压侧充入液态制冷剂（制冷剂罐倒立）

(2) 从制冷系统高压侧充入液态制冷剂

1) 把歧管压力表组件与压缩机和制冷剂罐连接好。

2) 打开制冷剂罐，拧松中间注入软管在歧管压力表组件侧的螺母，直到听见制冷剂蒸汽有流动的声音，然后拧紧螺母，将注入软管中的空气赶走。

3) 打开低压阀, 将制冷剂罐倒立制冷剂以气态进入, 如图 2-5-13 所示。当系统的压力值达到 420kPa 时, 关闭低压手动阀。

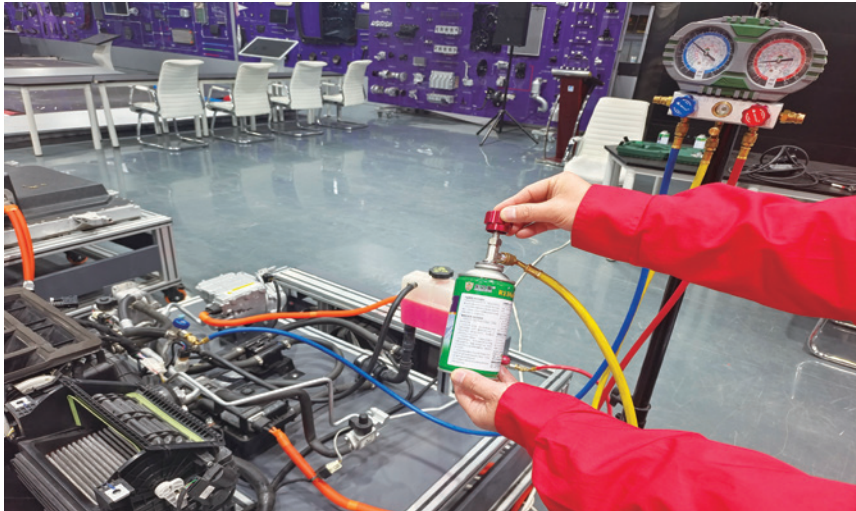


图 2-5-13 低压侧充入液态制冷剂 (制冷剂罐正立)

4) 让制冷剂进入系统 3-5 分钟, 起动发动机, 以防压缩机第一次开动时, 润滑油被抽走, 使压缩机发生卡住或其他故障。把空调开关接通, 把风机开关和温度开关都开到最大。

5) 再打开低压侧手动阀, 让制冷剂继续进入冷气系统, 直到充注量达到规定值。

6) 充注完毕之后, 关闭歧管压力表组件的低压侧手动阀, 关闭装在制冷剂罐上的注入阀, 使发动机停止运转, 从压缩机上迅速拆除制冷剂软管接头。

此时要特别注意, 高压侧管路里的制冷剂处于高压状态, 必须十分小心, 防止损伤眼睛和皮肤。

(3) 使用制冷剂加注机加注制冷剂的方法

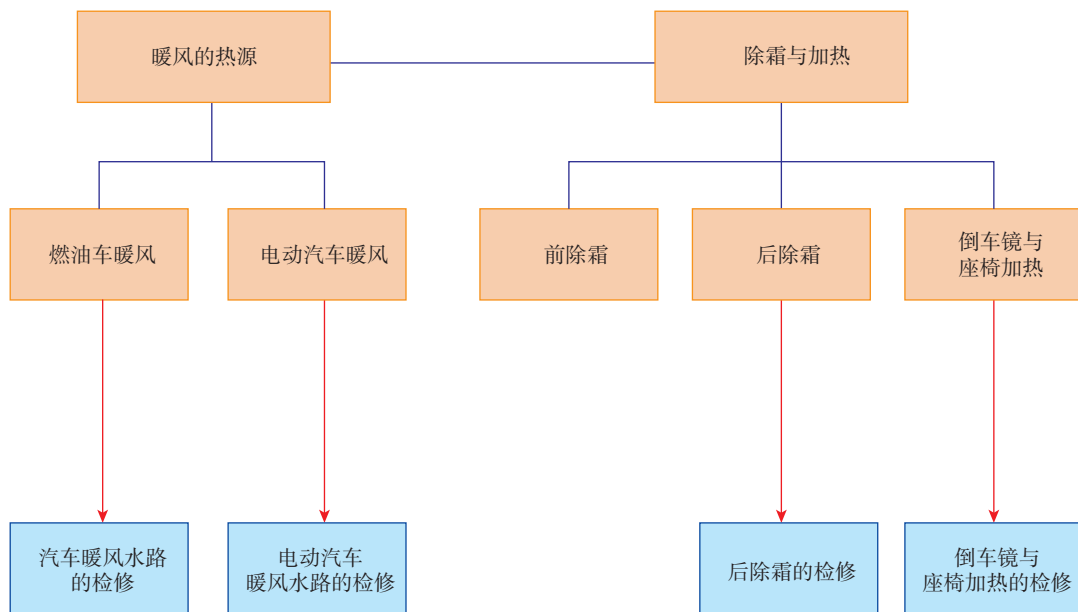
与使用歧管压力表组加注制冷剂不同, 一方面, 制冷剂加注机内置电子秤, 可以准确地控制制冷剂的加注量; 另一方面, 制冷剂加注机是由汽车空调系统的高压端加注制冷剂, 而且制冷剂是以液态形式被加入空调系统内的。最大的优点是加注量控制准确, 加注速度快。

在加注过程中, 同采用歧管压力表表组加注制冷剂的方法相似, 也要先加注一部分制冷剂进入空调系统, 直至低压侧表显示值为 98kpa, 关闭高压阀。用制冷剂检漏仪检测是否存在制冷剂泄漏, 如果空调系统存在泄漏就需要回收空调系统内的制冷剂, 修理泄漏的地方。之后, 重复回收、抽真空和加注过程的以上各步操作, 直至无制冷剂泄漏后, 再将制冷剂加至标准量。检查表压变化, 检查视窗状态, 测试空调性能来验证汽车空调系统工作状态良好。

在实际加注过程中, 可采取先从制冷系统高压侧充入一部分液态制冷剂后, 再从制冷系统高压侧充入液态制冷剂。



项目三 暖风与加热系统的检修



任务一 汽车暖风的检修

学习目标

知识目标

- 暖风的作用
- 暖风的热量来源
- 燃油车暖风系统的结构
- 电动汽车暖风系统的结构

能力目标

- 燃油车暖风系统的结构辨识
- 电动车暖风系统的结构辨识

一、技术原理

1. 暖风的作用

(1) 供暖（制热）

在寒冷的冬天以及深秋、早春时节，汽车暖风系统可以给车内提供暖风，提高车内的温度，如图 3-1-1 所示。



图 3-1-1 汽车的供暖

(2) 除霜

在冬、春、秋季,空气湿度大,且车内、外温差较大时,车窗玻璃上会结霜雾,如图 3-2 所示,从而影响驾驶人的视线,不利于行车安全。这时,开启暖风系统可除去车窗玻璃上的霜雾。



图 3-1-2 汽车玻璃的雾霜

(3) 调节温度与湿度

制冷与暖风系统联合工作,既可全年将车内的温度调节到设定值,来提高车内的舒适性。

2. 暖风的热量来源

(1) 燃油车

在燃油车上,由于燃油机运转产生很多的热量,这些热量对发动机是有害的,是必须要散发掉的,在秋季或冬天,把这部分热量用冷却液输送到车厢内,就起到了供暖的作用。如图 3-1-3 所示。

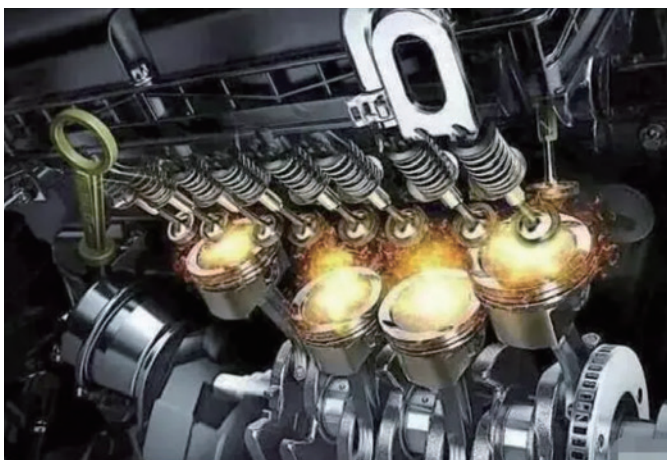


图 3-1-3 发动机

(2) 电动汽车

在电动汽车上，由于没有发动机，而电动机在工作过程中产生的热量不足与供给暖风使用，因此必须装有专门的发热设备以给暖风供热，目前，电动汽车暖风普遍采用 PTC 制热。

PTC 加热有两种形式，一种是用 PTC 加热水，然后加热的水进入室内，如图 3-1-4 所示；另一种是直接安装在室内，称为干式 PTC，如图 3-1-5 所示。

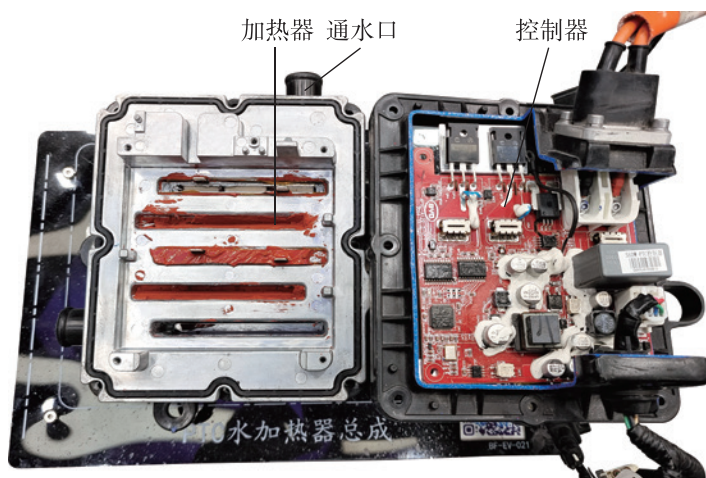


图 3-1-4 湿式 PTC

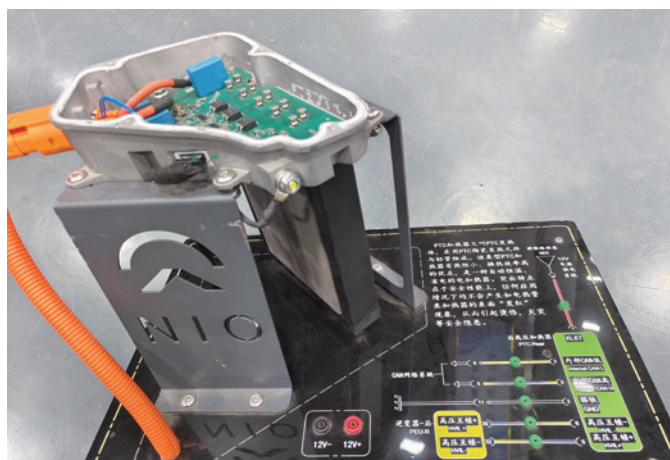


图 3-1-5 干式 PTC

3. 暖风系统的结构

(1) 燃油车暖风系统

燃油车暖风系统如图 3-1-7 所示，将驾驶室外的暖风水芯通过暖水管发动机的进水口和出水口，将经过发动机加热的冷却液引入到暖风水芯，使暖风水芯周围的空气温度升高，经过鼓风机将升高温度的空气吹入驾驶室内。

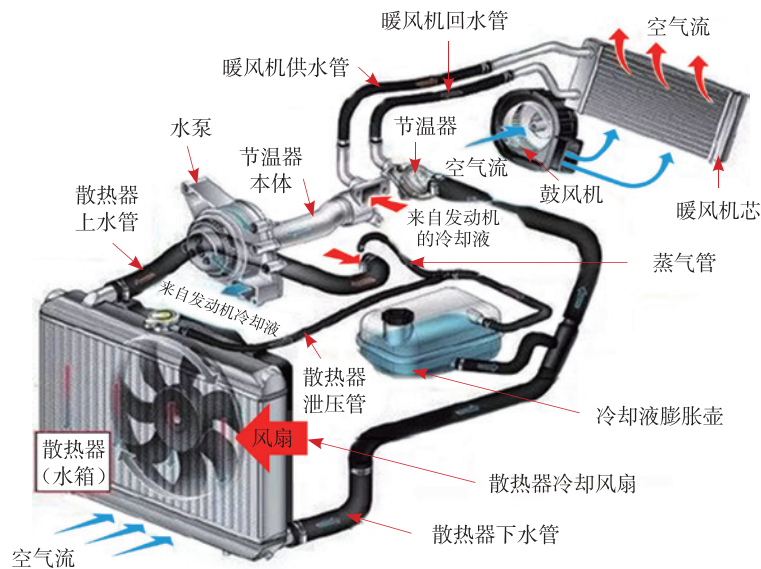


图 3-1-7 燃油车暖风系统

(2) 电动汽车暖风系统

电动汽车上暖风系统由 PTC 冷却液循环系统和吹风系统两部分组成，如图 3-1-8 所示。

PTC 冷却液循环系统由 PTC 加热器、加热器水泵、加热芯组成。吹风系统由鼓风机、加热芯、风道组成。

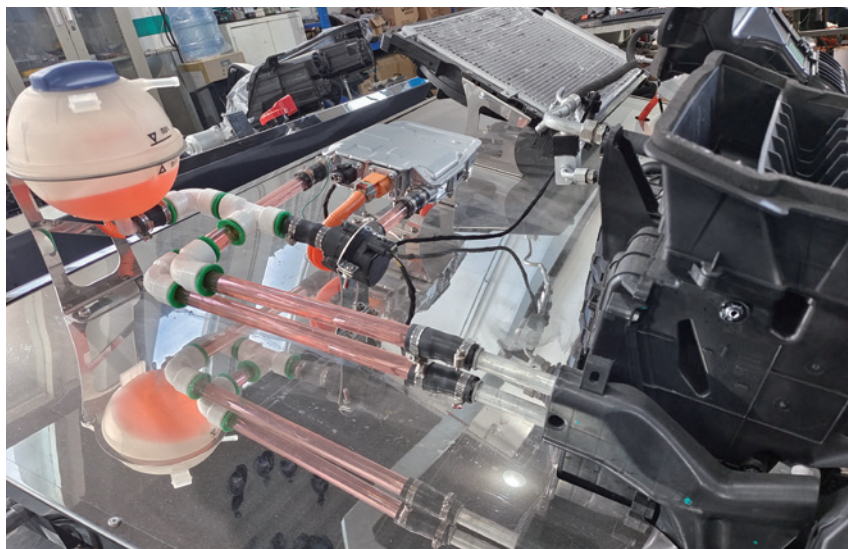


图 3-1-8 电动汽车上暖风系统的结构

当空调需要加热时，空调控制器控制 PTC 加热器加热，同时控制加热器水泵工作，将冷却液从 PTC 加热器经加热器水泵，到加热芯体在回到 PTC 加热器，此时鼓风机进行运转，将使自然风进人 PTC 加热器形成热风从出风口吹出。

二、任务实施

1. 燃油车暖风系统的结构辨识

(1) 认识燃油车暖风系统的暖风水管与发动机的接口，如图 3-1-9 所示。



图 3-1-9 暖风水管与发动机的接口

(4) 认识燃油车车的暖风水芯冷却液接口，如图 3-1-10 所示。



图 3-1-10 燃油车暖风水芯冷却液接口

2. 电动车暖风系统的结构辨识

以秦 EV 为例，其暖风如图 3-1-11 所示。

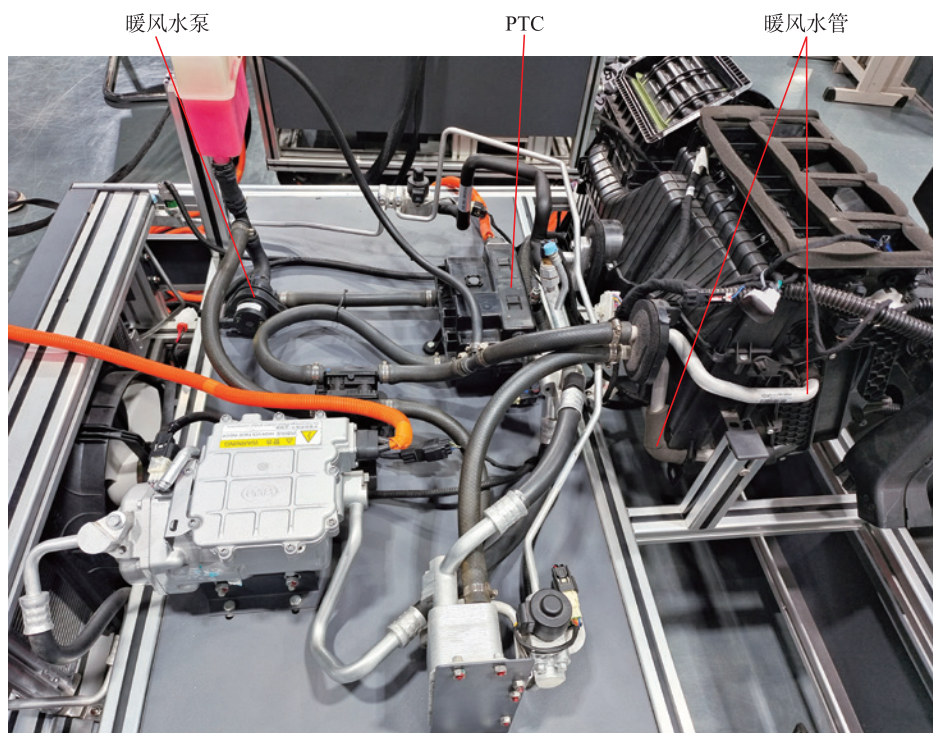


图 3-1-11 秦 EV 暖风系统

- (1) 认识电动汽车的 PTC。
- (2) 认识电动汽车的暖风水泵。
- (3) 认识电动汽车的暖风水芯。

任务二 除霜和加热装置的检修

学习目标

知识目标

- 汽车除霜系统的组成及控制
- 汽车座椅加热系统的组成及控制

能力目标

- 后风挡加热装置的检修

一、技术原理

在冬季和春秋季节，作为暖风系统的有效补充，汽车安装了一些加热设备，用于除霜和座椅加热。

1. 除霜

除霜的作用是除去玻璃上的霜雾，在前风挡上，使用暖风吹拂进行除霜，如图 3-2-1 所示。



图 3-2-1 前风挡的除霜

由于后风窗玻璃距离暖风装置比较远，多采用电加热的方法进行除霜。在汽车玻璃的内侧印制导电胶，或者镀上氧化钢导电薄膜，通电后，导电胶或氧化钢导电薄膜发热，即可使汽车玻璃温度升高，实现除霜的目的，如图 3-2-2 所示。



图 3-2-2 后风挡的除霜

此外，一些汽车车外后视镜的镜片上也装有除霜加热器，如图 3-2-3 所示，在开启后除霜时，车外后视镜的镜片上的加热器同步加热。



图 3-2-3 后视镜加热

后风挡的除霜和倒车镜镜片的加热电路如图 3-2-4 所示，按下除霜按钮后，除霜继电器结合，向后风挡和倒车镜镜片的加热器通电。

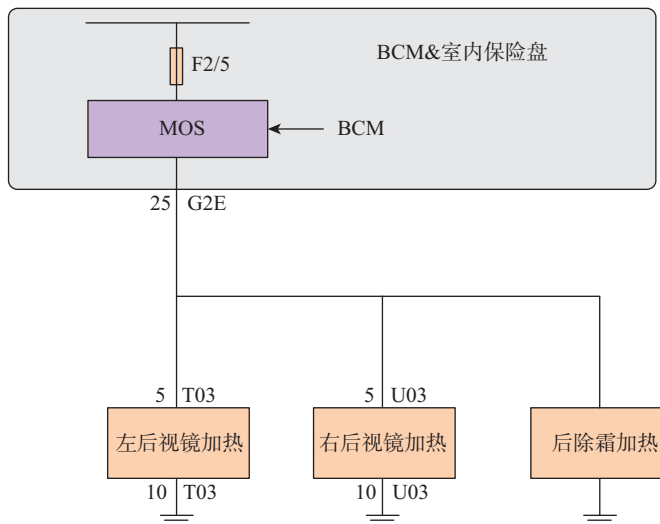


图 3-2-4 秦 EV 后风挡的除霜和倒车镜镜片的加热电路

后风挡的除霜和倒车镜镜片除霜加热一般会在按下除霜按钮 15min 后由控制器或 BCM 断开电源，以节约电能。

2. 座椅加热

在一些汽车上，设有座椅加热功能，在座椅的底部和靠背位置装有加热器，如图 3-2-5 所示，通电后生热，为驾驶员或乘客提供热量。



图 3-2-5 座椅加热

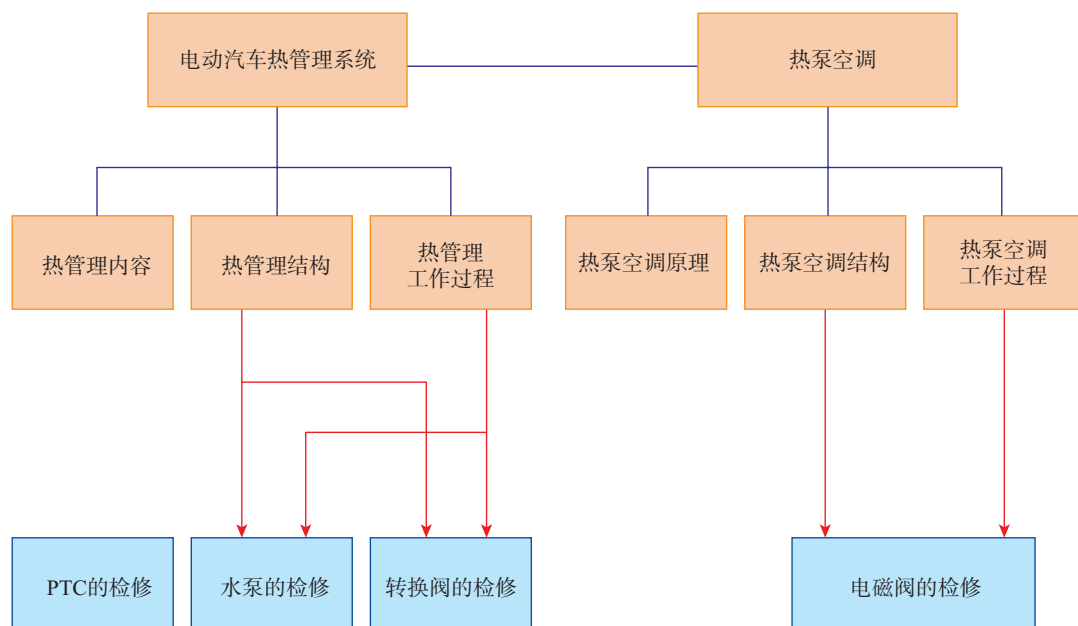
二、任务实施

后风挡加热装置的检测

1. 开启除霜按钮，检测后除霜器电源电压，应为 12V，若无此电压，检查线路。
2. 开启除霜 15min 后，电源电压应消失。



项目四 电动汽车的热管理系统



任务一 电动汽车热管理系统

学习目标

知识目标

- 电动汽车热管理系统的控制内容
- 电动汽车热管理系统的结构
- 电动汽车热管理系统的控制过程
- PTC 与电子水泵的控制原理

能力目标

- PTC 的检修
- 电子水泵的检修

一、技术原理

在电动汽车上，由于锂电池对温度要求较高，当温度低时，需要 PTC 对其加热，温度高时，甚至需要空调系统对其冷却。因此，在电动汽车上，汽车热管理系统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。以下以秦 EV 为例讲解一下热管理系统的基本原理。

1. 秦 EV 热管理系统结构

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 4-1-1 所示。

2. 秦 EV 热管理系统结构工作过程

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 4-1-2 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。

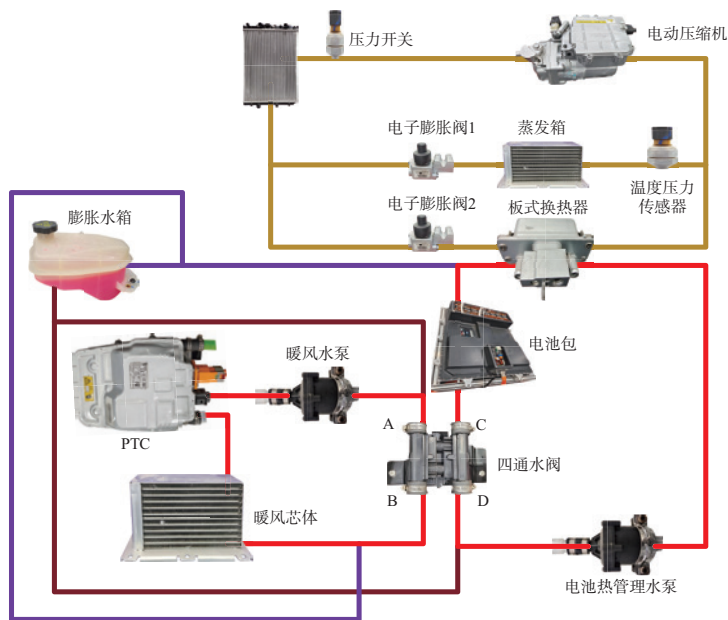


图 4-1-1 秦 EV 高压电池与空调热管理系统

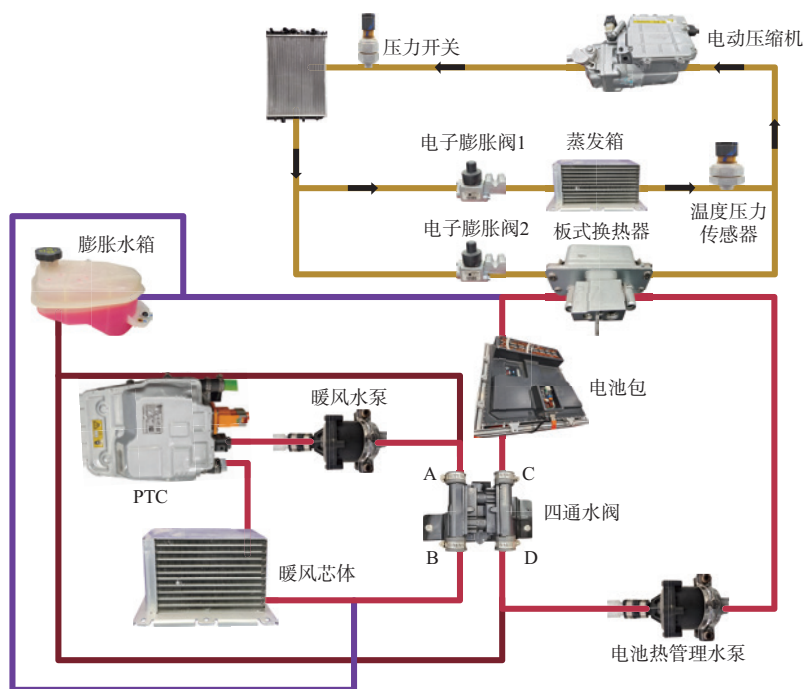


图 4-1-2 室内制冷

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 4-1-3 所示。

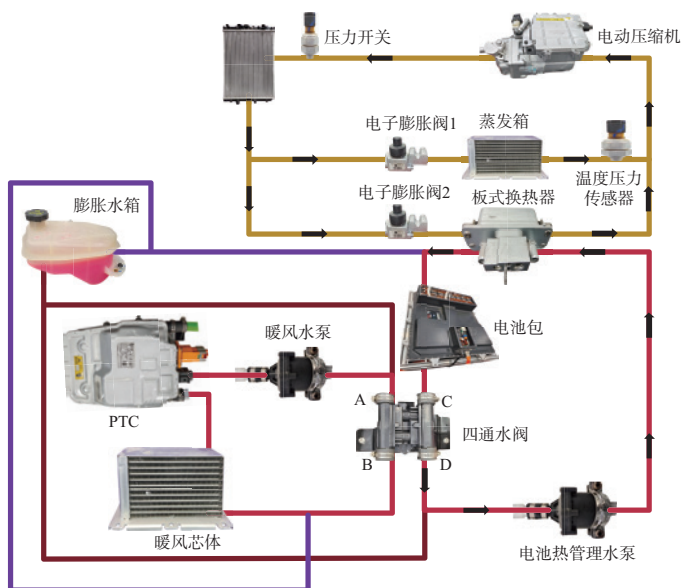


图 4-1-3 电池包散热

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 4-1-4 所示。

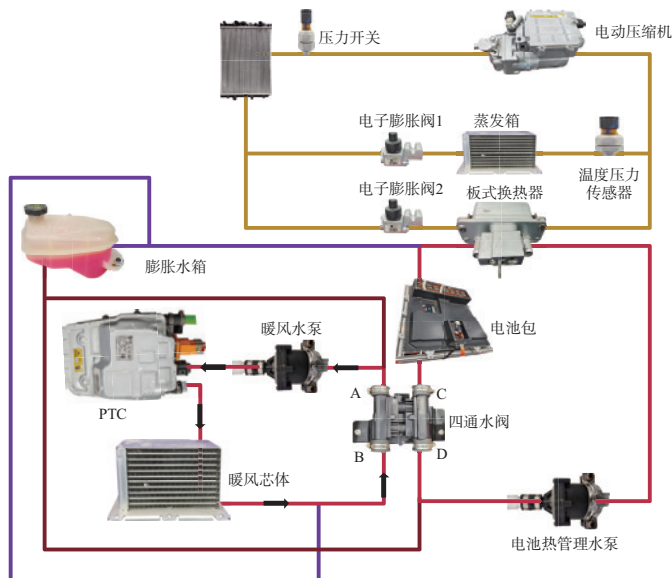


图 4-1-4 室内制热

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 4-1-5 所示。

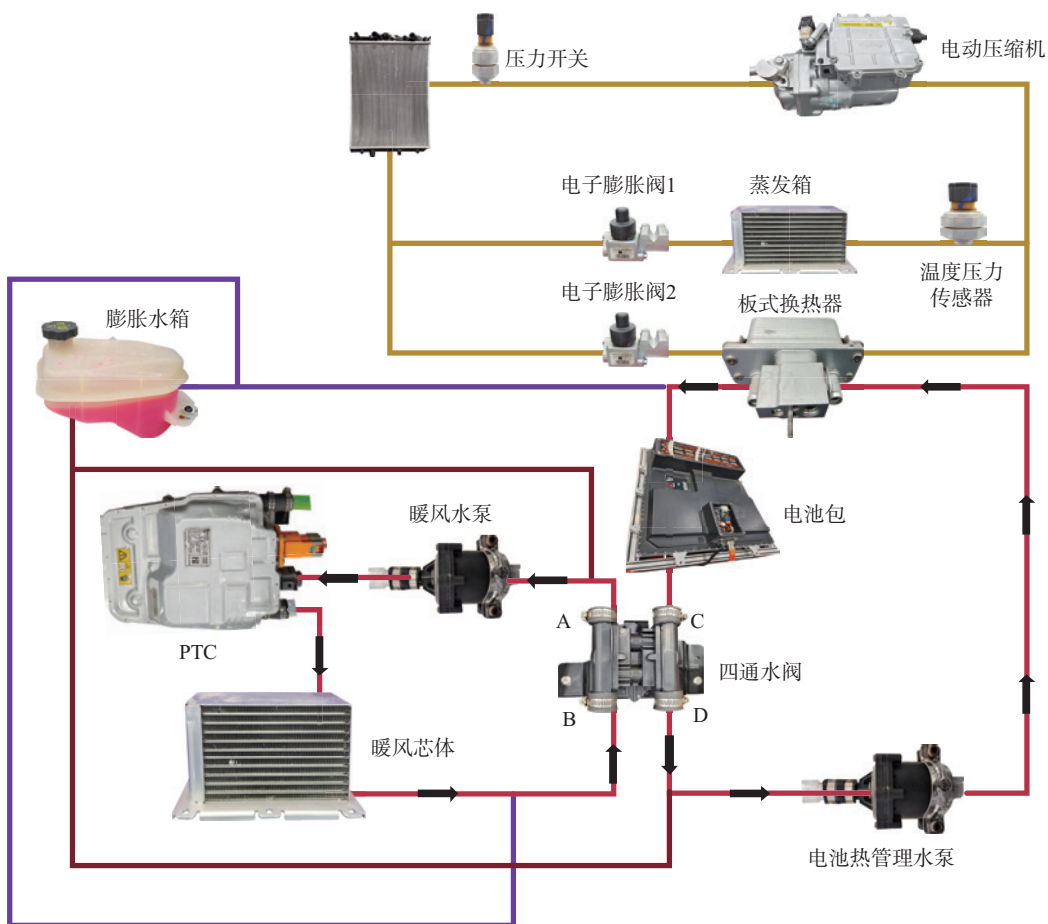


图 4-1-5 电池包加热

3.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

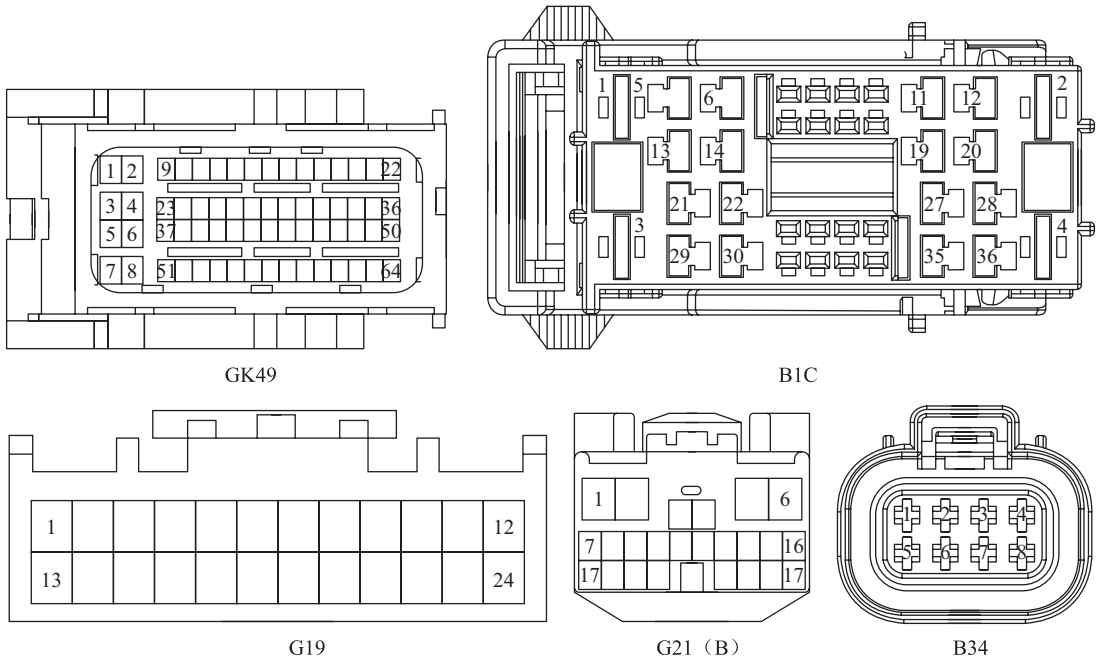


图 4-1-8

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 4-1-9，因此，低压插头上没有互锁端子。

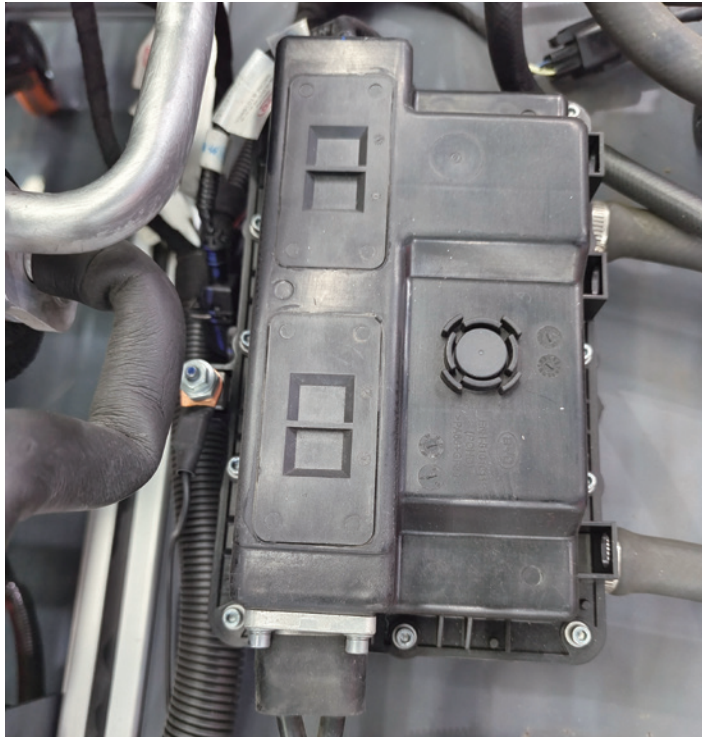


图 4-1-9 具备电池加热功能秦 EV PTC 上没有高压插头

4. 电子水泵的控制原理

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热。

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 4-1-10 所示。



图 4-1-10 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 4-1-11 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。

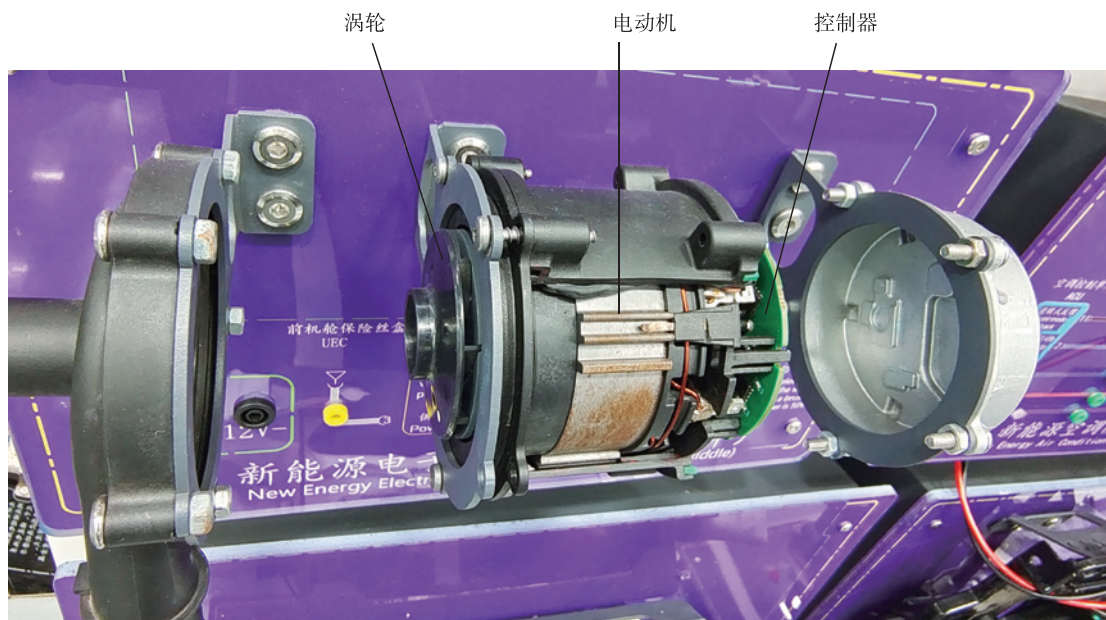


图 4-1-11 带控制器的电动水泵

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 4-1-12 所示。

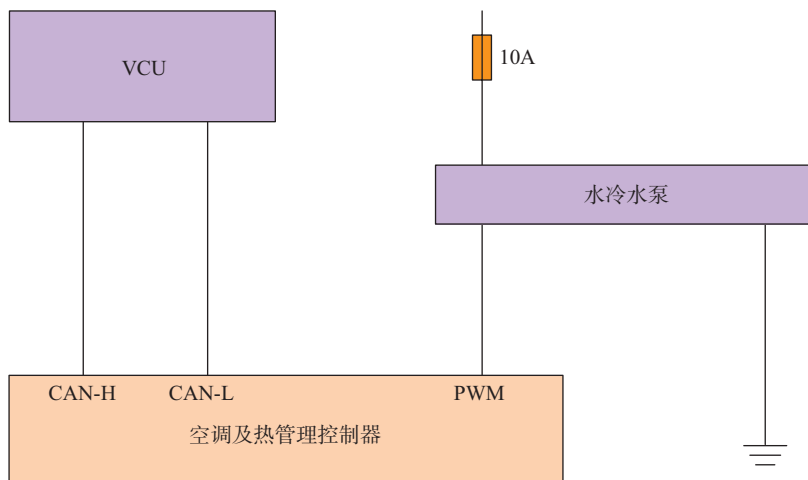


图 4-1-12 吉利帝豪电动水泵控制电路

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。

二、任务实施

以下以秦 EV 为例进行故障诊断。

1.PTC 的检测

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 4-1-13 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。

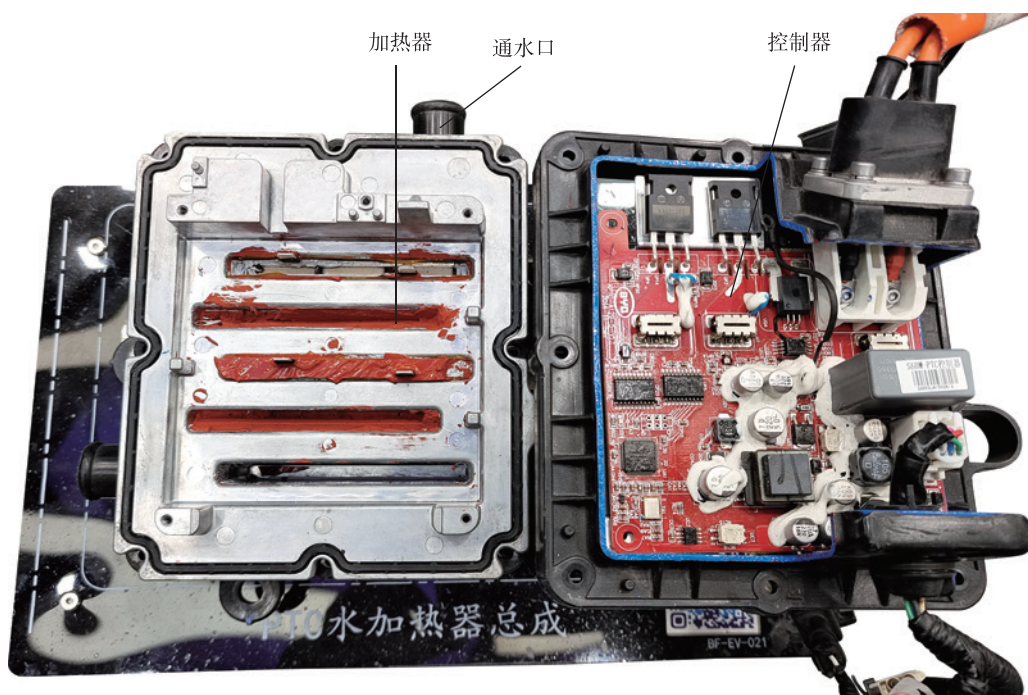


图 4-1-13 PTC

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 4-1-14 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 4-1-15 所示。

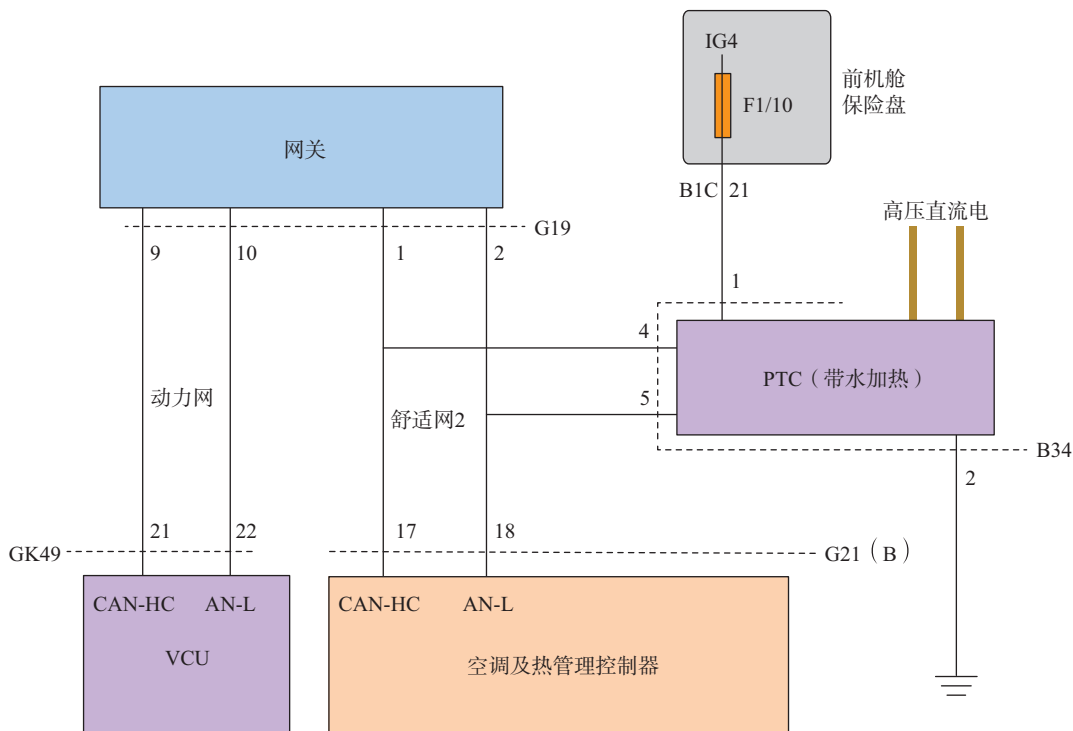


图 4-1-14 秦 EV PTC 电路

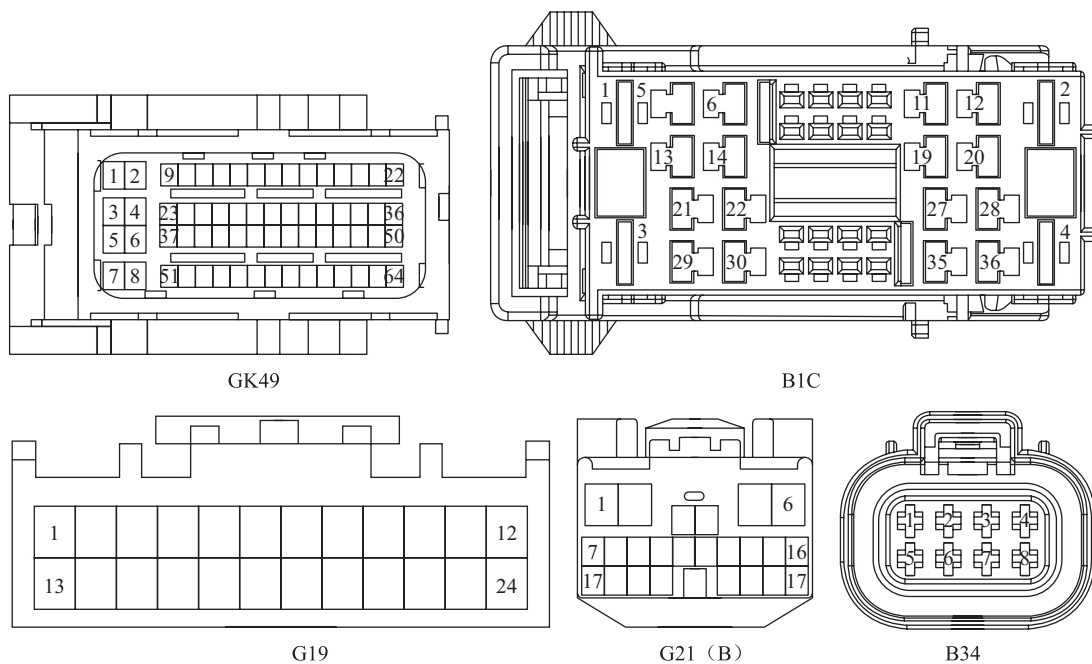


图 4-1-15

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 4-1-16，因此，低压插头上没有互锁端子。

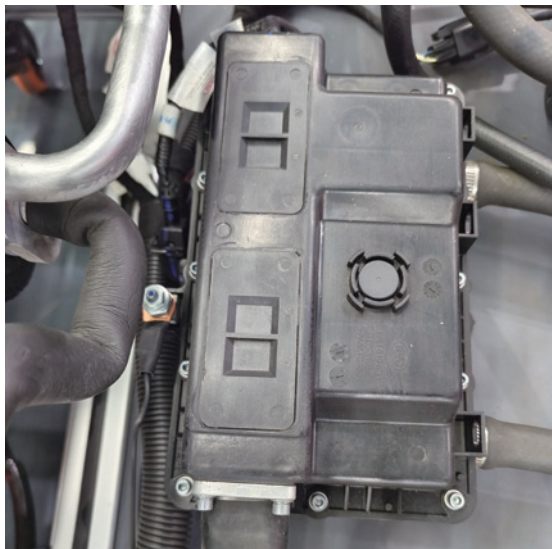


图 4-1-16 具备电池加热功能秦 EV PTC 上没有高压插头

2. 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 4-1-17 所示，此时电机应转动，对调电源再试一次。



图 4-1-17 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 4-1-18 所示。然后在测 1、2 和 2、3 之间的阻值，分别如图 4-1-19、4-1-20 所示。其两者阻值之和应为 1、3 端子之间的阻值。



图 4-1-18 B56 插头 1、3 号端子之间阻值

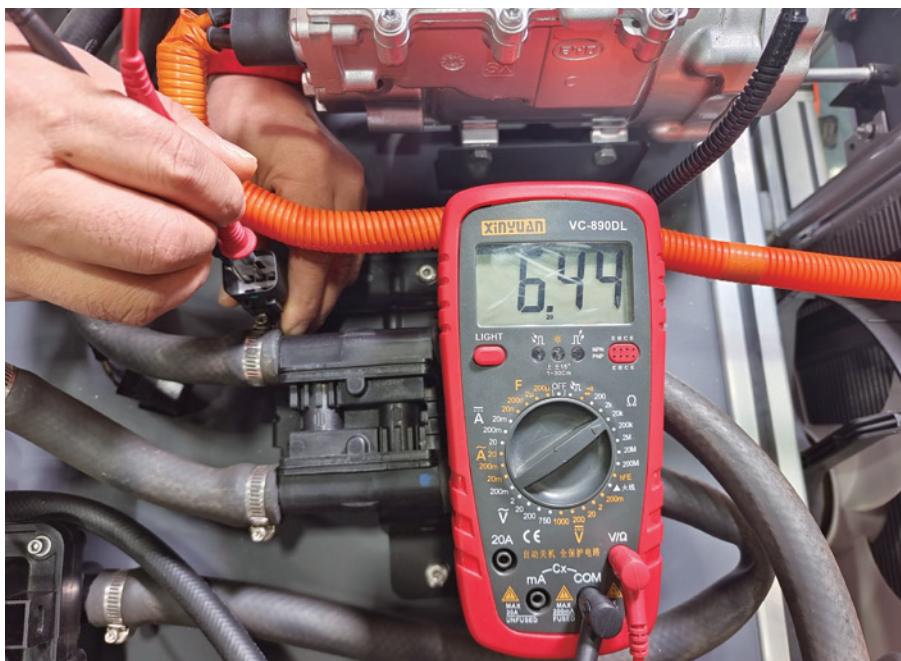


图 4-1-19 B56 插头 1、2 号端子之间阻值



图 4-1-20 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 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 4-1-21 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。

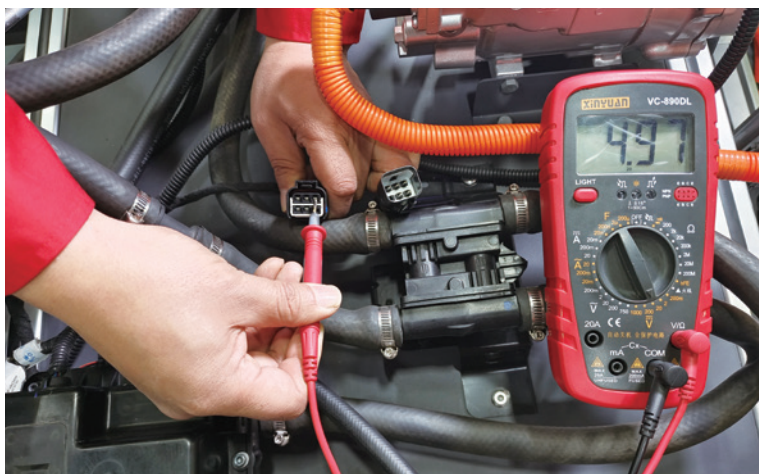


图 4-1-21 B56 插头的 3 号端子测量

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 4-1-22 所示，否则为接地线开路或接触不良。

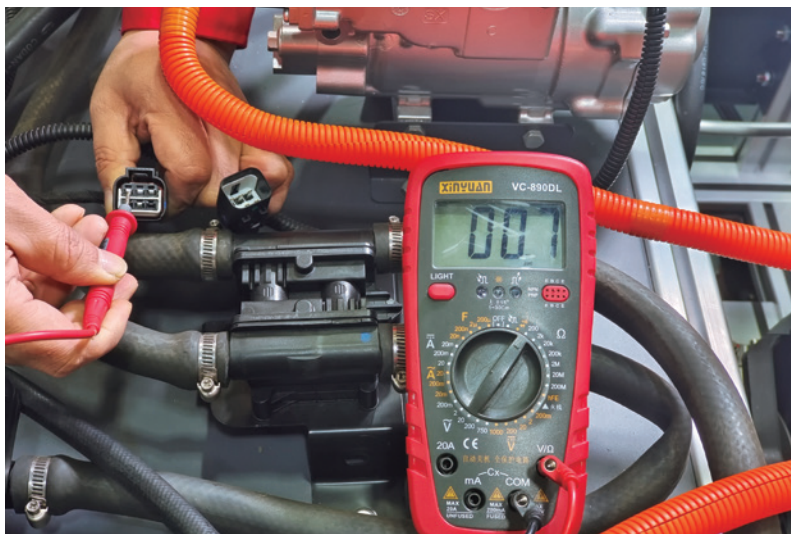


图 4-1-22 B56 插头的 1 号端子测量

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 4-1-23 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，则检查空调及热管理控制器 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。

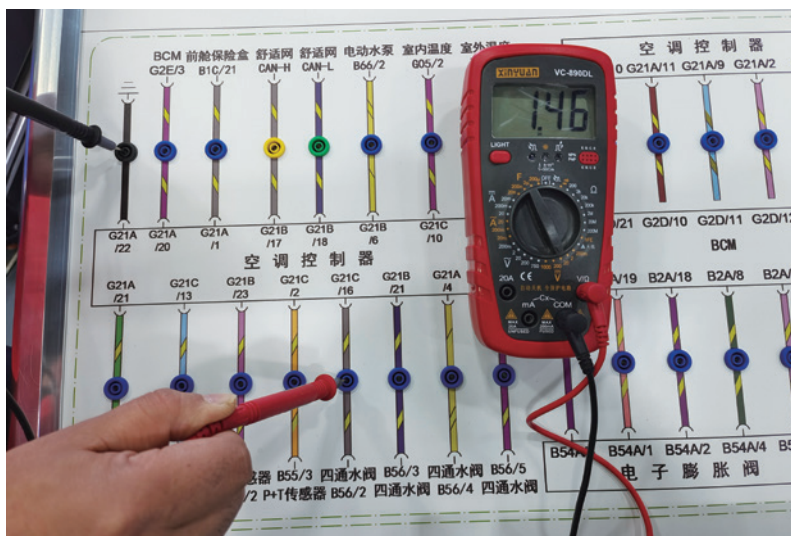


图 4-1-23 B56 插头的 2 号端子测量

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。

任务二 热泵空调

学习目标

知识目标

- 热泵空调的基本原理
- 热泵空调的工作过程

能力目标

- 电磁阀的检修

一、技术原理

1. 热泵空调原理

汽车空调制冷系统包括冷凝器（一般带干燥罐）、膨胀阀、蒸发箱、压缩机等部件，其中蒸发箱安装在汽车驾驶室内部，冷凝器安装在汽车驾驶室外部，在工作过程中，蒸发箱的作用是吸收驾驶室的热量，冷凝器的作用是散热，也就是说制冷剂吸收的驾驶室内部的热量散掉。也就是说，空调的制冷系统的作用就是把驾驶室内的热量转移到驾驶室外面去，从而达到驾驶室内空气温度冷却的目的如图 4-2-1 所示。

那如果把冷凝器装在室内，把蒸发箱装在室外，如图 4-2-2 所示。蒸发箱就吸收了驾驶室外的热量，通过制冷剂带到冷凝器，冷凝器再把热量释放到驾驶室内，这样就可以把室外的热量转移到室内来。从而达到了驾驶室空气温度升高的目的。

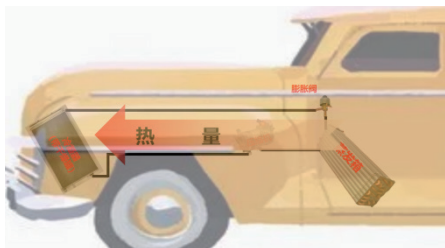


图 4-2-1 驾驶室制冷原理



图 4-2-2 驾驶室制热原理

为节约电能，目前电动汽车正在使用这种利用制冷剂可以使驾驶室内达到制冷和制热两种结果的空调系统，这种空调系统就称为热泵空调。

2. 比亚迪热泵空调

(1) 结构

比亚迪热泵空调搭载在 23 款秦 PLUS EV 等车型上，其采用了独特的设计方式，其结构如图 4-2-3 所示。

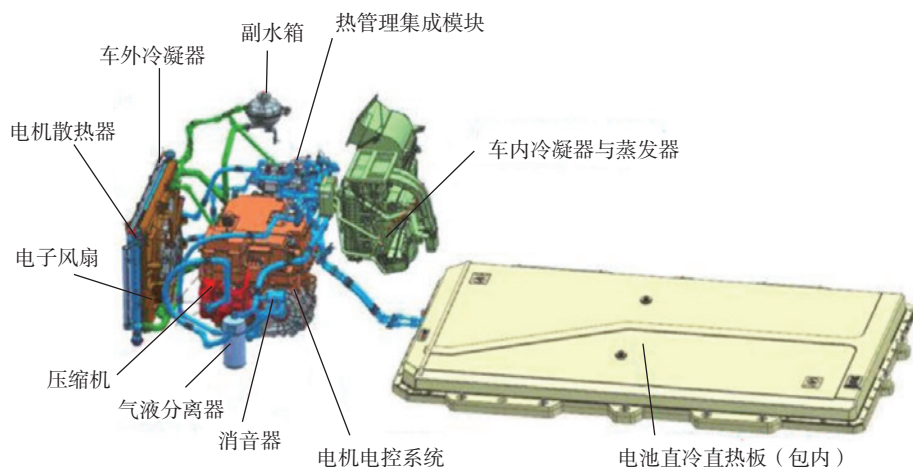


图 4-2-3 比亚迪热泵空调

比亚迪热泵空调中的电磁阀及电子膨胀阀均安装在热管理集成模块上，热管理集成模块如图 4-2-4 所示，其电磁阀及电子膨胀阀位置及其连接管路如图 4-2-5 所示。



图 4-2-4 热管理集成模块

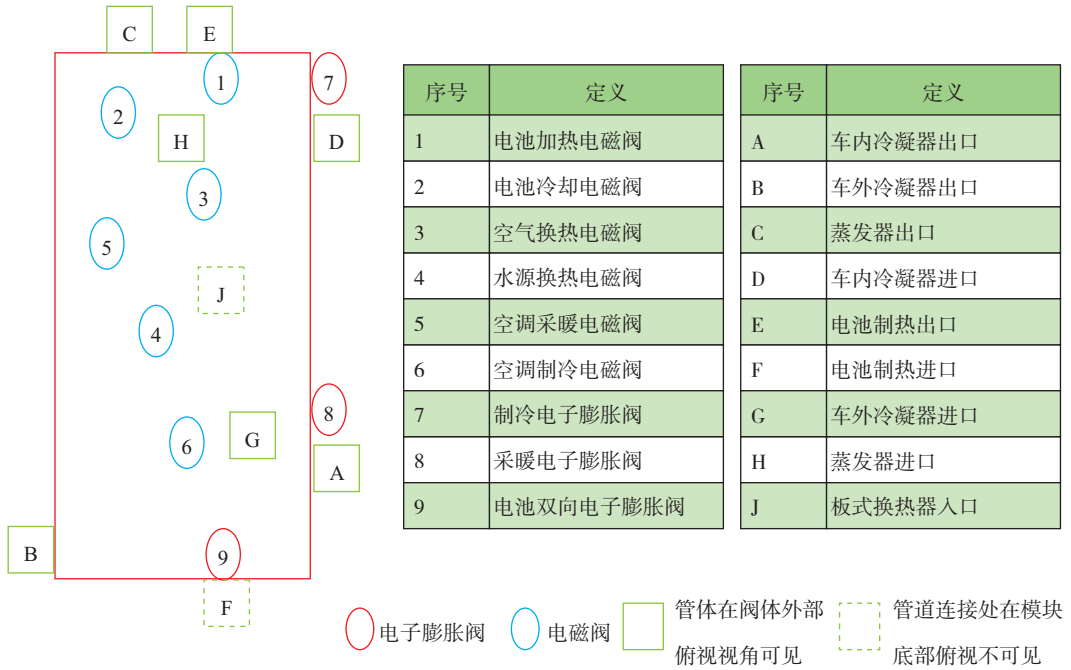


图 4-2-5 热管理集成模块各部件位置示意图

比亚迪热泵空调原理图如图 4-2-6 所示。

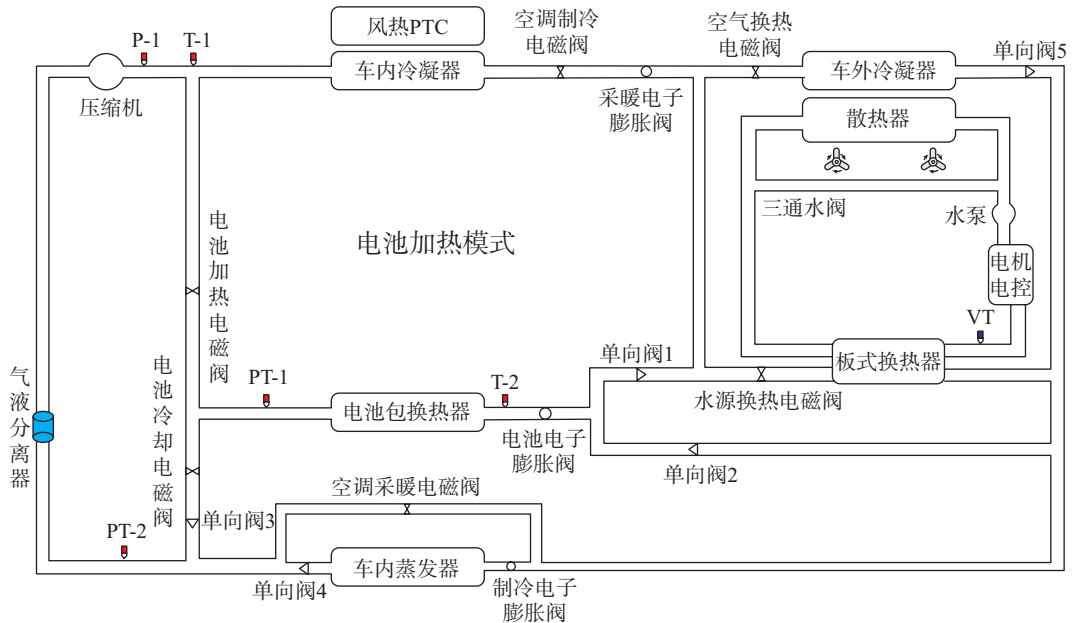


图 4-2-6 比亚迪热泵空调原理图

(2) 工作过程

1) 室内制冷

室内制冷时的工作过程如图 4-2-7 所示。

当需要电池冷却时，电池加热电磁阀关闭、空调制冷电磁阀打开、空调换热电磁阀打开、水源换热电磁阀关闭、电池冷却电池阀打开、空调采暖电磁阀关闭；采暖电子膨胀阀完全导通、电池电子膨胀阀工作、制冷电子膨胀阀完全关闭。

此时，制冷剂的工作路线为：压缩机→车内冷凝器（只做制冷剂通道，不进行热交换）→空调制冷电磁阀→采暖电子膨胀阀→车外冷凝器（在散热风扇的作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂）→电池电子膨胀阀（节流）→电池包换热器（蒸发制冷，冷却电池）→电池冷却电磁阀→气液分离器（气液分离，防止压缩机液击）→压缩机

3) 室内制冷和电池冷却

室内制冷和电池冷却时的工作过程如图 4-2-9 所示。

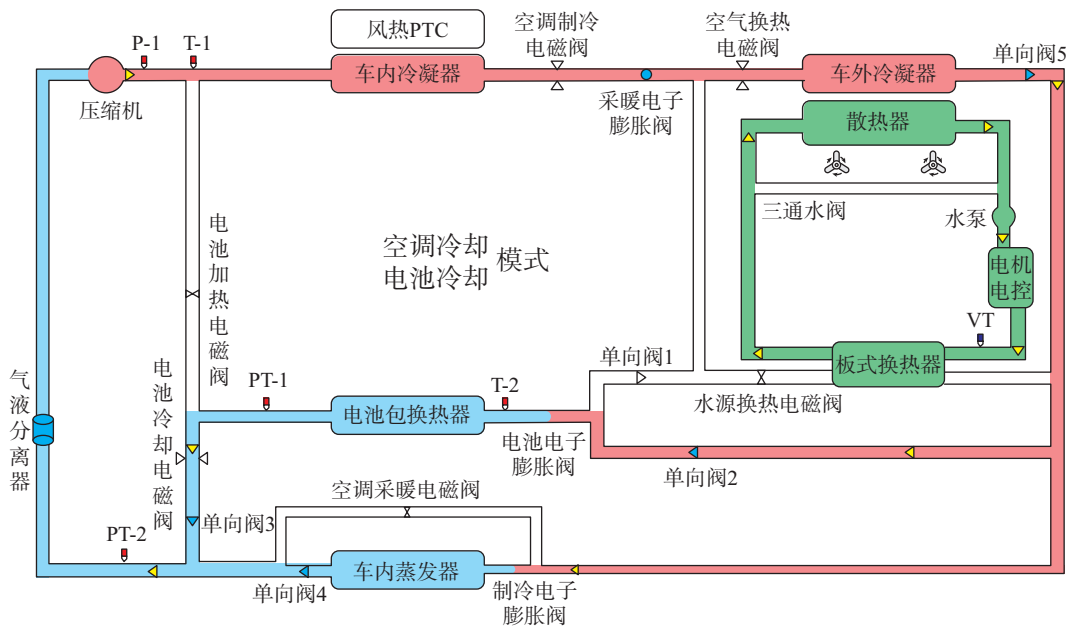


图 4-2-9 室内制冷和电池冷却工作过程

当需要室内制冷和电池冷却时，电池加热电磁阀关闭、空调制冷电磁阀打开、空调换热电磁阀打开、水源换热电磁阀关闭、电池冷却电池阀打开、空调采暖电磁阀关闭；采暖电子膨胀阀完全导通、电池电子膨胀阀工作、制冷电子膨胀阀工作。

此时，车内蒸发器制冷剂的工作路线为：压缩机→车内冷凝器（只做制冷剂通道，不进行热交换）→空调制冷电磁阀→采暖电子膨胀阀→车外冷凝器（在散热风扇的作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂）→制冷电子膨胀阀（节流）→车内蒸发器（蒸发制冷，在鼓风机的作用下将冷风吹到室内）→气液分离器（气液分离，防止压缩机液击）→压缩机

此时，电池包换热器的制冷剂的工作路线为：压缩机→车内冷凝器（只做制冷剂通道，不进行热交换）→空调制冷电磁阀→采暖电子膨胀阀→车外冷凝器（在散热风扇的

作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂) → 电池电子膨胀阀 (节流) → 电池包换热器 (蒸发制冷，冷却电池) → 电池冷却电磁阀 → 气液分离器 (气液分离，防止压缩机液击) → 压缩机

4) 室内制热

室内制热时的工作过程如图 4-2-10 所示。

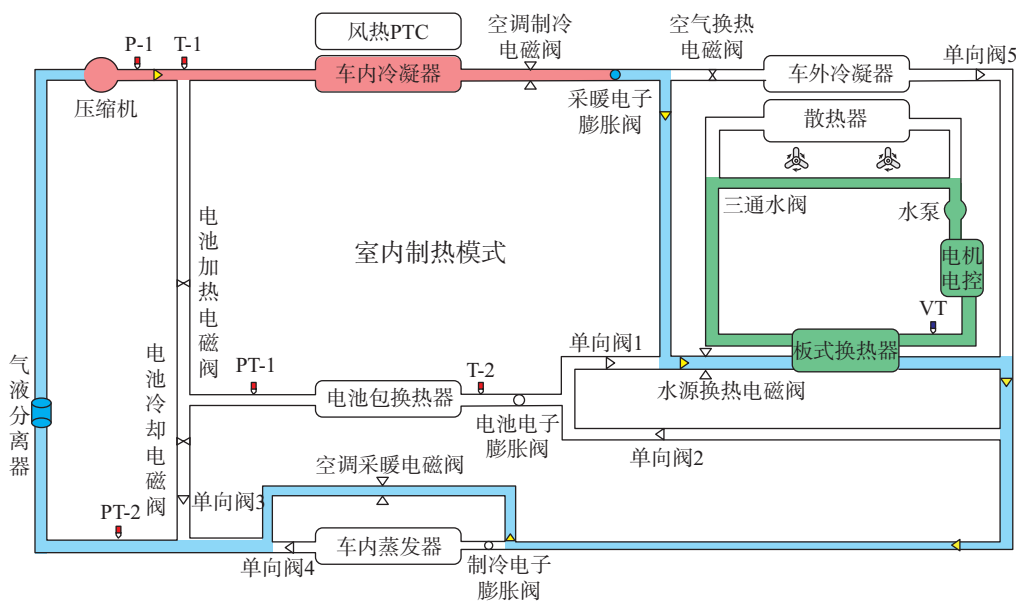


图 4-2-10 室内加热工作过程

当需要室内制热时，电池加热电磁阀关闭、空调制冷电磁阀打开、空调换热电磁阀关闭、水源换热电磁阀打开、电池冷却电磁阀关闭、空调采暖电磁阀打开；采暖电子膨胀阀工作、电池电子膨胀阀完全关闭、制冷电子膨胀阀完全关闭。

此时，制冷剂的工作路线为：压缩机 → 车内冷凝器（在鼓风机的作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂） → 空调制冷电磁阀 → 采暖电子膨胀阀（节流） → 水源换热电磁阀 → 板式热交换器（蒸发制冷，此时水运转，对电控系统的冷却液进行散热） → 空调采暖电磁阀 → 气液分离器（气液分离，防止压缩机液击） → 压缩机。

5) 电池加热

电池加热时的工作过程如图 4-2-11 所示。

当需要电池加热时，电池加热电磁阀打开、空调制冷电磁阀关闭、空调换热电磁阀关闭、水源换热电磁阀打开、电池冷却电磁阀关闭、空调采暖电磁阀打开；采暖电子膨胀阀完全关闭、电池电子膨胀阀工作、制冷电子膨胀阀完全关闭。

此时，制冷剂的工作路线为：压缩机 → 电池加热电磁阀 → 电池包换热器（为电池加热，制冷剂冷却，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂） → 电池电子膨胀阀（节流） → 水源换热电磁阀 → 板式热交换器（蒸发制冷，此时水运转，对电控系统的冷却液进行散热） → 空调采暖电磁阀 → 气液分离器（气液分离，防止压缩机液击） → 压缩机。

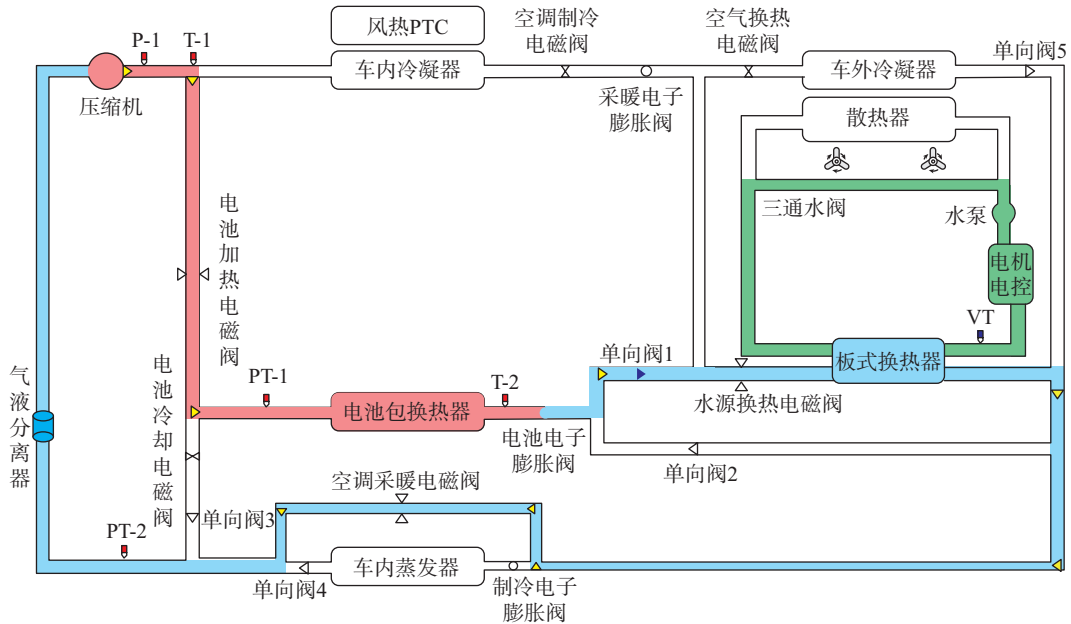


图 4-2-11 电池加热工作过程

6) 室内制热和电池加热

室内制热和电池加热时的工作过程如图 4-2-12 所示。

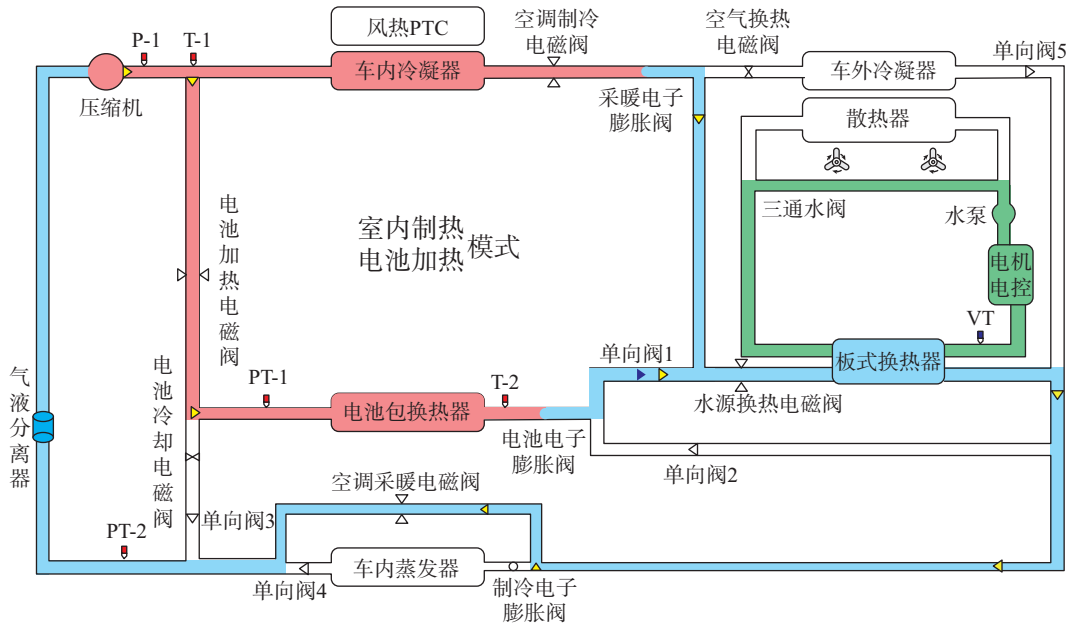


图 4-2-12 室内制热和电池加热工作过程

当需要室内制热和电池加热时，电池加热电磁阀打开、空调制冷电磁阀打开、空调换热电磁阀关闭、水源换热电磁阀打开、电池冷却电磁阀关闭、空调采暖电磁阀打开；采暖电子膨胀阀工作、电池电子膨胀阀工作、制冷电子膨胀阀完全关闭。

此时，车内冷凝器制冷剂的工作路线为：压缩机→车内冷凝器（在鼓风机的作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂）→空调制冷电磁阀→采暖电子膨胀阀（节流）→水源换热电磁阀→板式热交换器（蒸发制冷，此时水泵运转，对电控系统的冷却液进行散热）→空调采暖电磁阀→气液分离器（气液分离，防止压缩机液击）→压缩机。

此时，电池包换热器制冷剂的工作路线为：压缩机→电池加热电磁阀→电池包换热器（为电池加热，制冷剂冷却，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂）→电池电子膨胀阀（节流）→水源换热电磁阀→板式热交换器（蒸发制冷，此时水泵运转，对电控系统的冷却液进行散热）→空调采暖电磁阀→气液分离器（气液分离，防止压缩机液击）→压缩机。

7) 室内制热和电池冷却

室内制热和电池冷却时的工作过程如图 4-2-13 所示。

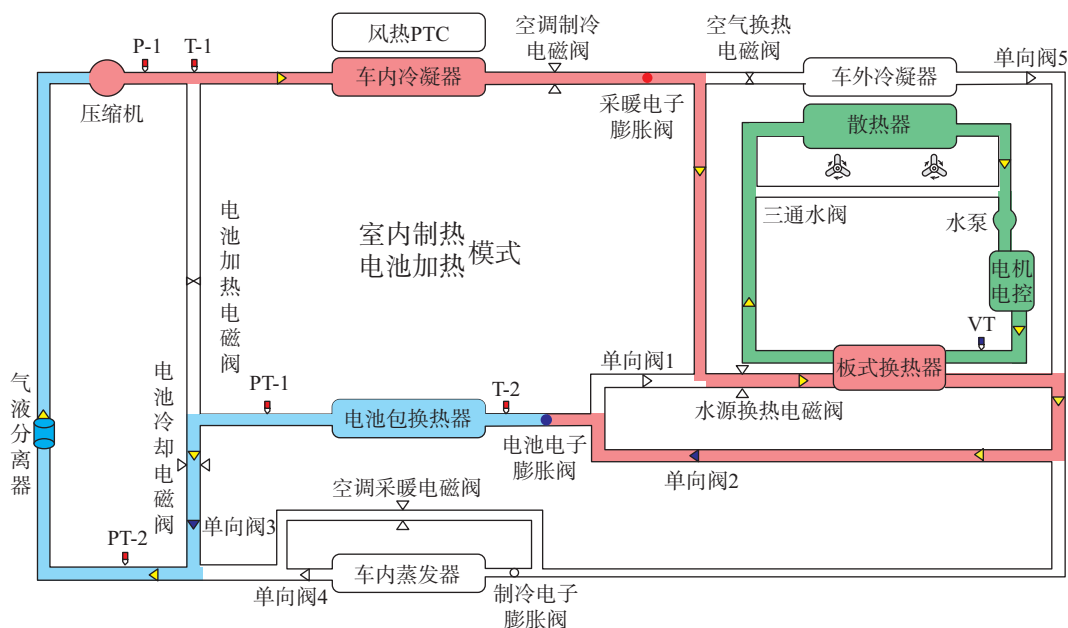


图 4-2-13 室内制热和电池冷却工作过程

当需要室内制冷和电池冷却时，电池加热电磁阀关闭、空调制冷电磁阀打开、空调换热电磁阀关闭、水源换热电磁阀打开、电池冷却电磁阀打开、空调采暖电磁阀关闭；采暖电子膨胀阀完全导通、电池电子膨胀阀工作、制冷电子膨胀阀完全关闭。

此时，车内冷凝器制冷剂的工作路线为：压缩机→车内冷凝器（在鼓风机的作用下散热，将高温高压的气态制冷剂变为液态制冷剂）→空调制冷电磁阀→采暖电子膨胀阀→水源换热电磁阀→板式热交换器（此时水泵运转，电控系统的冷却液对制冷剂散热，形成液态制冷剂）→电池电子膨胀阀（节流）→电池包换热器（蒸发制冷，冷却电池）→电池冷却电磁阀→气液分离器（气液分离，防止压缩机液击）→压缩机。

(3) 控制电路

23 款比亚迪秦 PLUS EV 的热管理集成模块的电路如图 4-2-14 所示，其插头如图 4-2-15 所示。

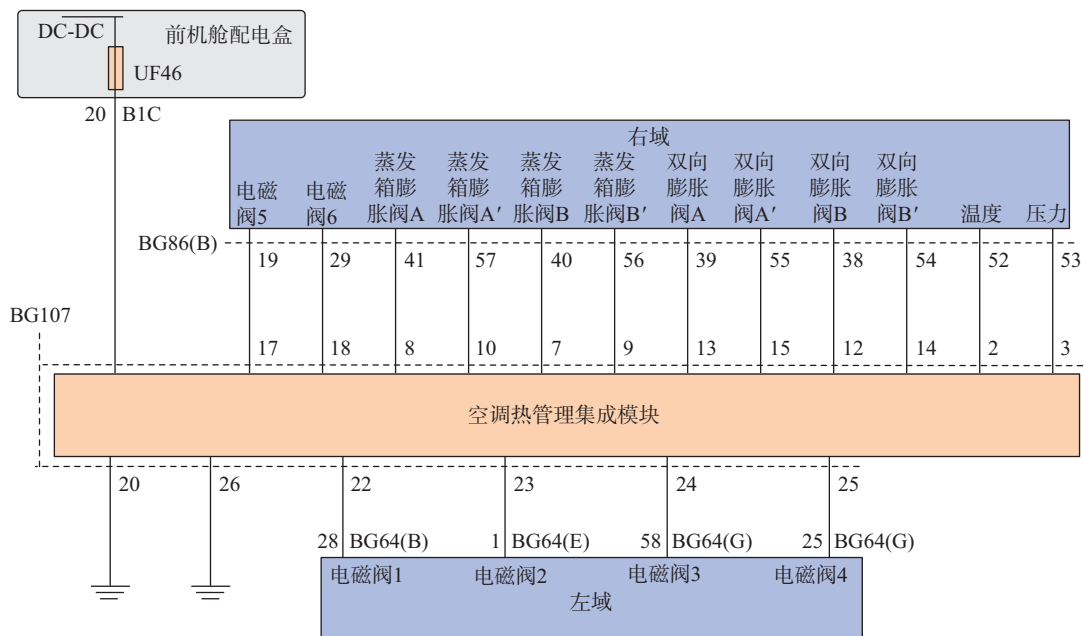


图 4-2-14 23 款比亚迪秦 PLUS EV 的热管理集成模块的电路图

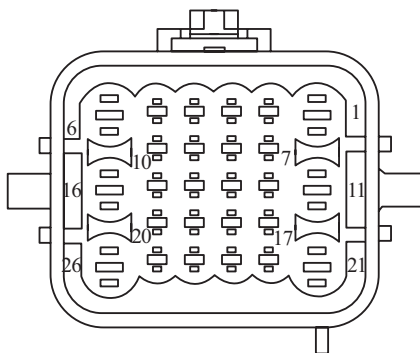


图 4-2-15 23 款比亚迪秦 PLUS EV 的热管理集成模块的插头端子

比亚迪秦 PLUS EV 的 BCM 分为左、右、后三个域进行控制，其中，右为具有空调控制器的功能。电子膨胀阀为四线步进电机式。

二、任务实施

电磁阀检测

比亚迪秦 PLUS EV 的热管理集成模块如图 4-2-16 所示。

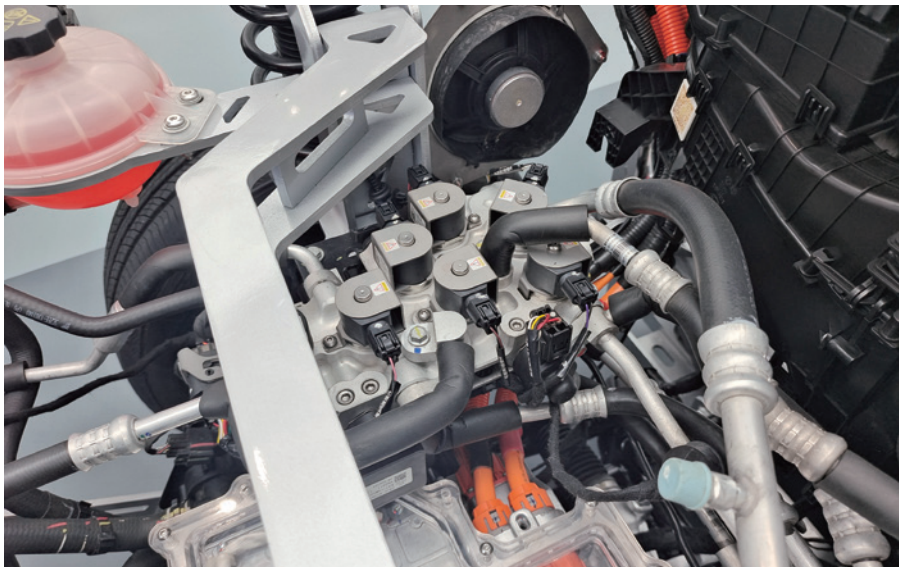


图 4-2-16 比亚迪秦 PLUS EV 热管理集成模块

1. 电阻的测量

用万用表电阻档，测量 6 个电磁阀的阻值，应一致，否则进行更换。

2. 电路的测量

用万用表电阻档，测量 6 个电磁阀接地线与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$ ，如图 4-2-17 所示，否则进行检修。

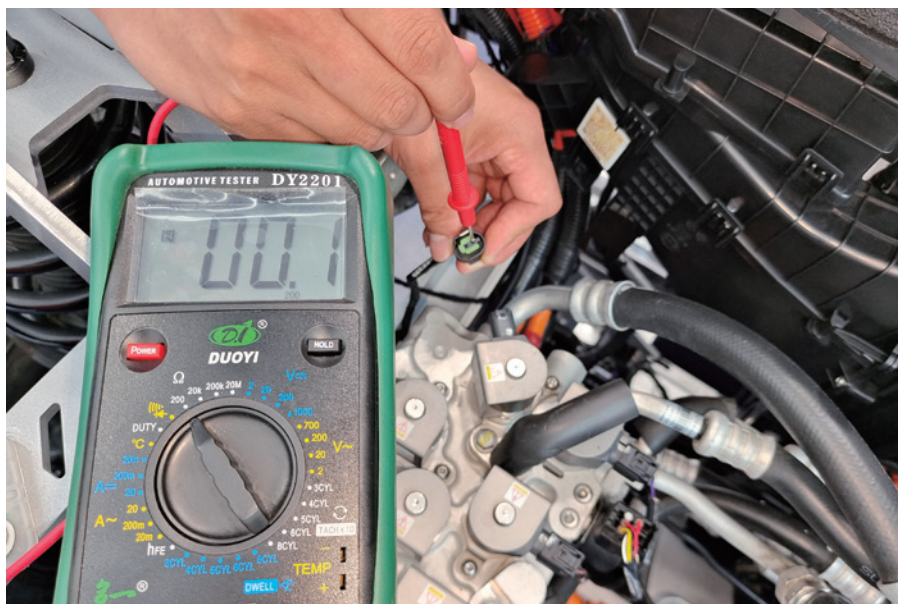


图 4-2-17 电磁阀与接地之间的阻值测量

调整空调的运转模式，测量对应工作电磁阀电源电压，应为 12V，如图 4-2-18 所示，否则检修线路或左、右域控制模块。

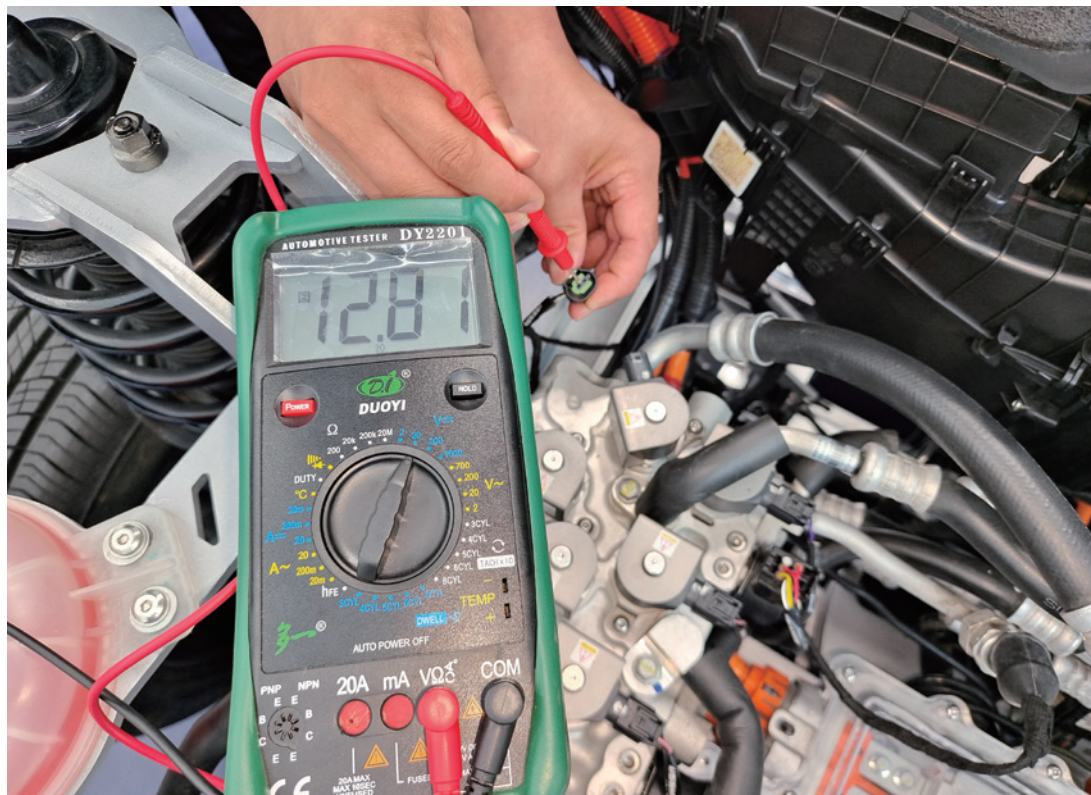
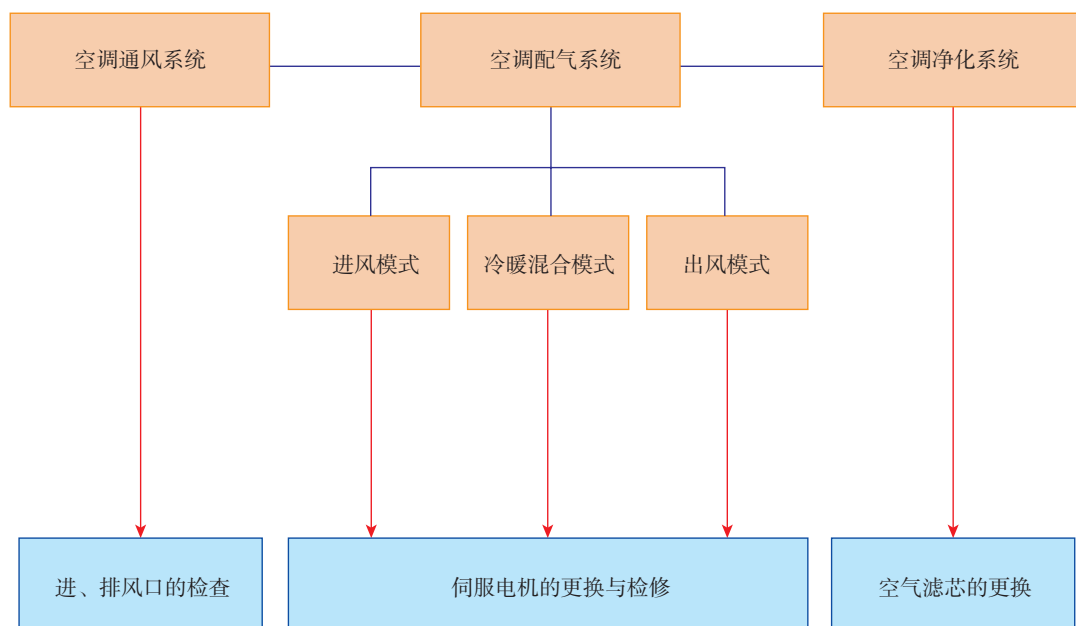


图 4-2-18 电磁阀电源电压测量



项目五 汽车空调通风配气系统检修



任务一 空调通风系统的检修

学习目标

知识目标

- 汽车空调的通风的方式

能力目标

- 汽车空调进风口的检查
- 汽车空调排风口的检查

一、技术原理

汽车空调通风装置的主要功能是换气，最自然的通风就是开车窗（如图 5-1-1 所示）或天窗（如图 5-1-2 所示）。



图 5-1-1 车窗通风



图 5-1-2 天窗通风

在关闭车窗和天窗时，也需要与外界环境进行换气。主要有三种方式：动压通风、强制通风与综合通风。

即打开通风口，利用汽车迎面风的空气动压进行通风或利用空调系统中的鼓风机进行强制通风换气。

汽车空调的通风主要有三种方式：动压通风、强制通风与综合通风

1. 动压通风方式

动压通风是汽车迎面风的空气动压进行通风，在汽车行驶时，车身上会形成正压区和负压区，一般仅前面风窗玻璃及前围上部分为正压区，在车身其他部分是负压区，如图 5-1-3 所示。

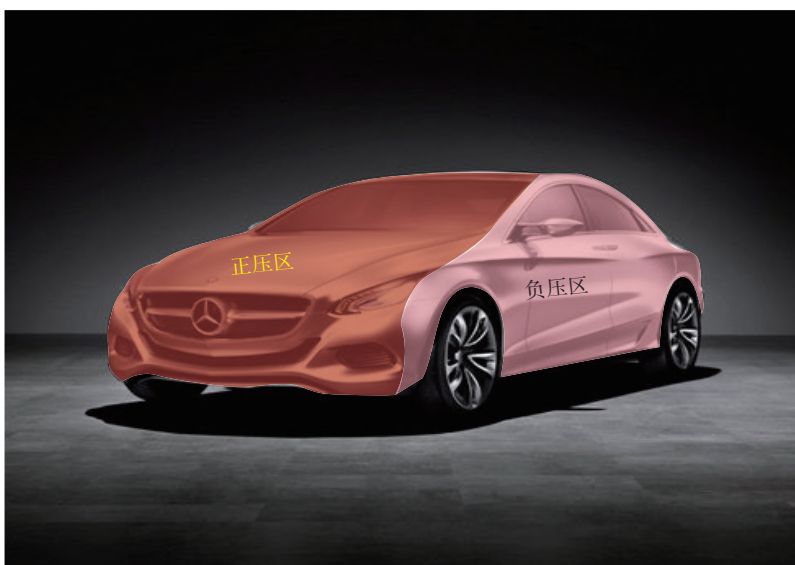


图 5-1-3 车身的正压区和负压区

在车身的正压区设置进风口，一般设置在副驾驶的前方，如图 5-1-4 所示，为汽车的进风口。在车身的负压区设置排风口，其车内口一般在后挡风玻璃下方，如图 5-1-5 所示为车内排风口；其车外口一般在车尾左右侧围钣金上，如图 5-1-6 所示为车外排风口，在车外排风口一般为格栅式设计，这种格栅是一种活动的单向阀，只允许空气从车内向外排出，车外排风口位置一般比较隐秘，从外部不容易找到。



图 5-1-4 进风口



图 5-1-5 排风口（车内）

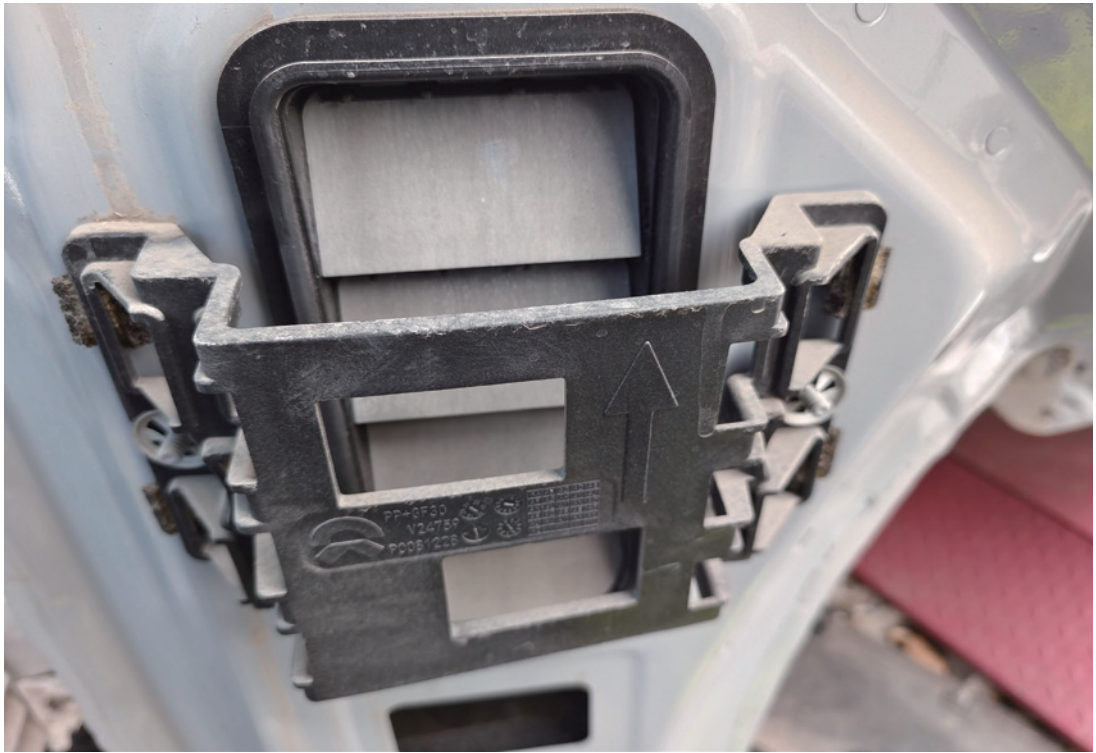


图 5-1-6 排风口（车外）

汽车行驶时，将进风口打开，在车身正压区和负压区压差的作用下，气流从进风口流入，从排风口流出，在室内形成 1.6-2.0m/s 风速的气流，如图 5-1-7 所示。

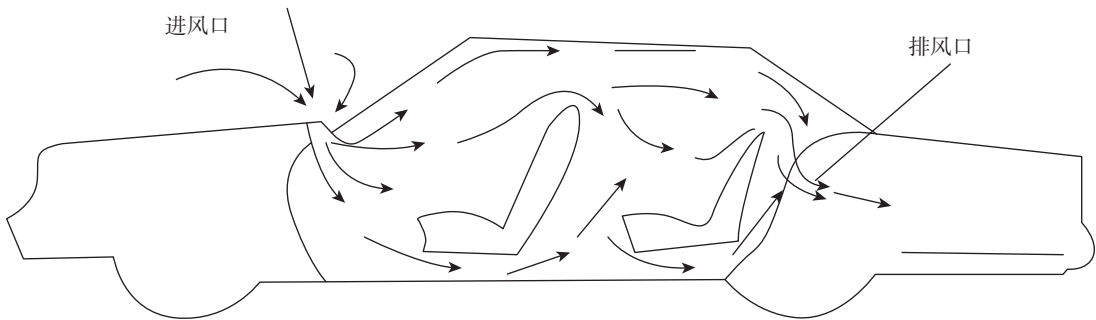


图 5-1-7 动压通风

动压通风只是在行驶中，使空气流动，不消耗动力，且结构简单，通风效果较好，汽车大都设有动压通风口。

2. 强制通风方式

车辆在静止和在低速行驶时，采用动压通风方式进行换气，通风量过小，故绝大多数汽车都加装有强制通风系统。强制通风是采用电动鼓风机强制将车外新鲜空气进入车厢内的一种通风方式，如图 5-1-8 所示。

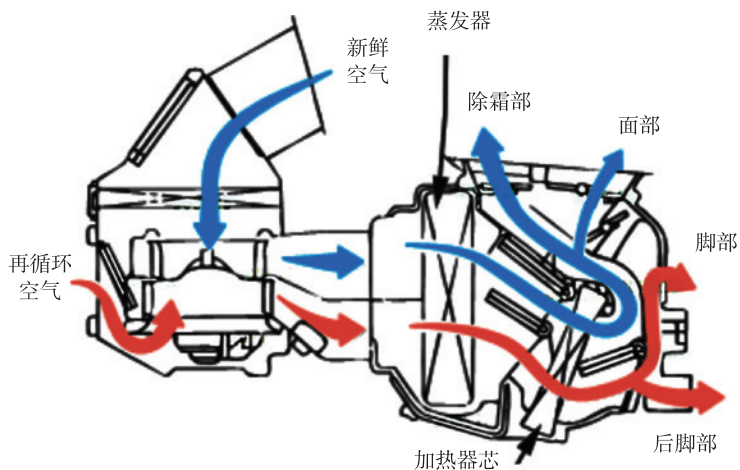


图 5-1-8 强制通风

3. 综合通风方式

综合通风是指汽车上同时采用自然通风和强制通风。目前汽车上基本都是采用综合通风的方式。

二、任务实施

1. 进风口的认识

- (1) 在车外副驾驶前方位置找到进风口。
- (2) 打开鼓风机，如图 5-1-9 所示。



图 5-1-9 开启鼓风机

(3) 用可飘动布条感受进风口的空气流动，如图 5-1-10 所示。

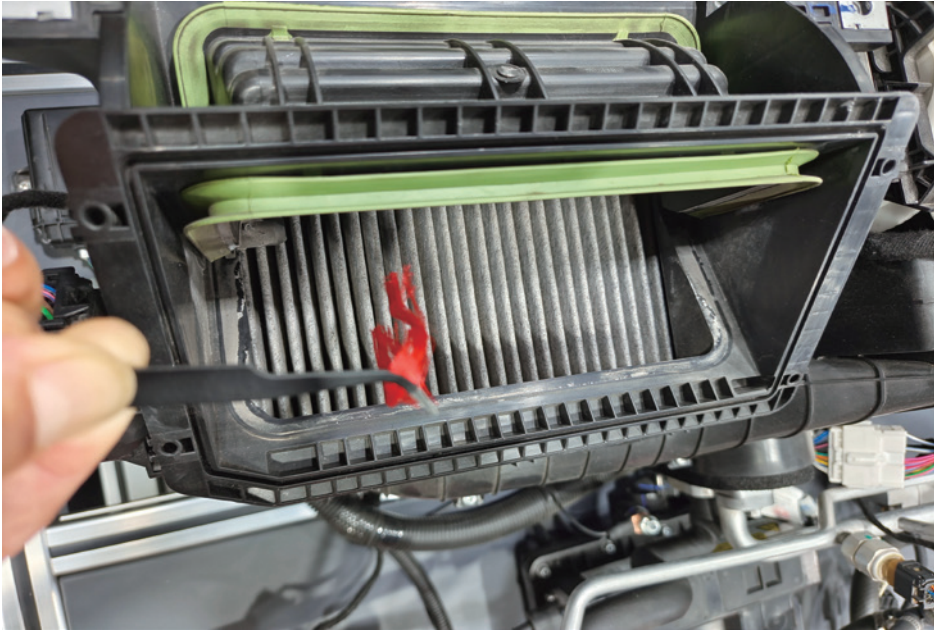


图 5-1-10 进风口的空气流动

2. 车内排风口的认识

- (1) 在车后挡风玻璃下方位置找到排风口。
- (2) 打开鼓风机。
- (3) 用释放烟雾观察出风口的位置。

任务二 汽车空调配气系统的检修

学习目标

知识目标

- 汽车空调配气系统的组成
- 汽车空调进气的控制
- 汽车空调冷暖空气的控制
- 汽车空调出风模式的控制
- 汽车空调伺服电机的工作原理

能力目标

- 伺服电机的更换
- 伺服电机的检修

一、技术原理

1. 汽车空调配气系统的组成

汽车空调配气系统如图 5-2-1 所示，其作用是选择室内空气的进入或循环方向、控制空气的流速、调节冷风和热风的比例、选择出风口的方向，使车内获得乘员所需要的温度和湿度以及新鲜度、清洁度均适宜的气流，提高汽车的乘坐舒适性。

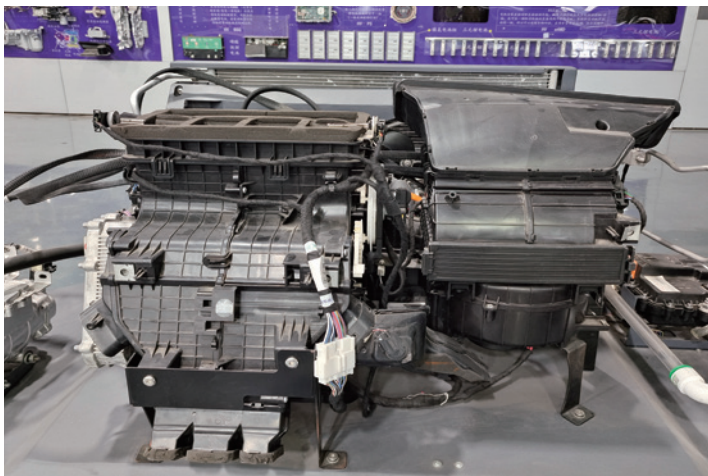


图 5-2-1 空调配气系统

汽车空调配气系统一般有进气段（包括内外进风口、翻板）、鼓风机、空气混合段（包括暖风箱水热式或电热式、蒸发箱、混合风门）、空气分配段（包括出风口、翻板、联动控制机构等）。

2. 进气的控制

在强制通风过程，进风有两种选择，一种是从车外进气，称为新鲜，如图 5-2-2 所示；一种是从车内进气，如图 5-2-3 所示，称为再循环。

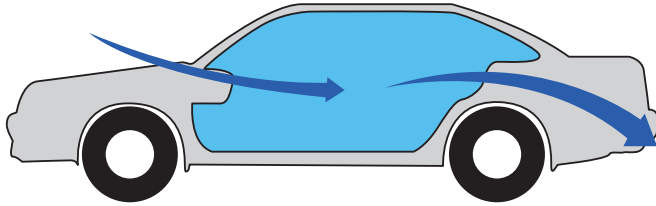


图 5-2-2 新鲜进气模式

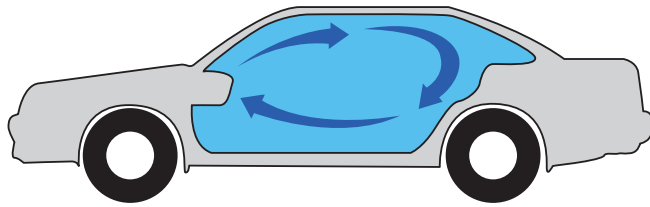


图 5-2-3 再循环进气模式

在空调的进气处，有通向车外和车内的两个进风口，在进风口中间，设置有翻板用于完成内外循环的转换，如图 5-2-4 所示为秦 EV 进风口的结构，如图 5-2-5 所示为在新鲜和再循环两种模式下进气风门的位置。

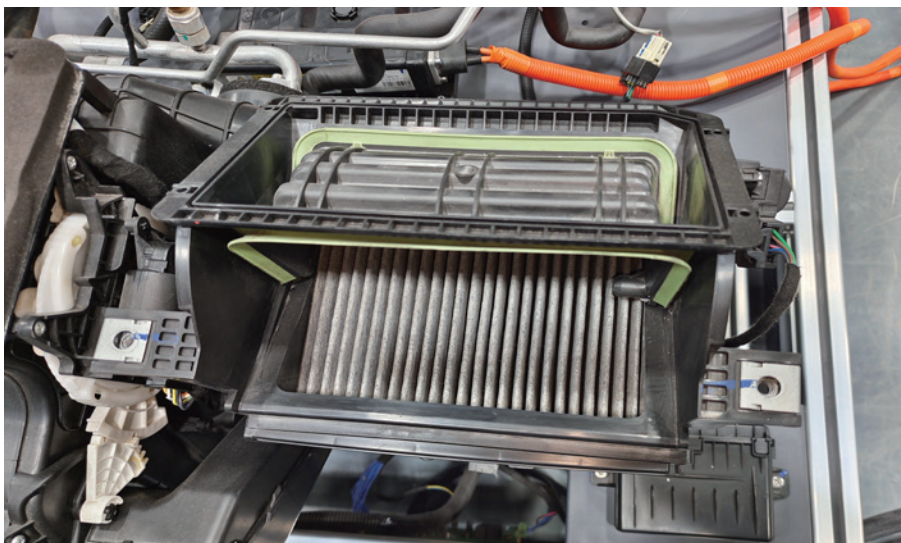


图 5-2-4 秦 EV 进风口

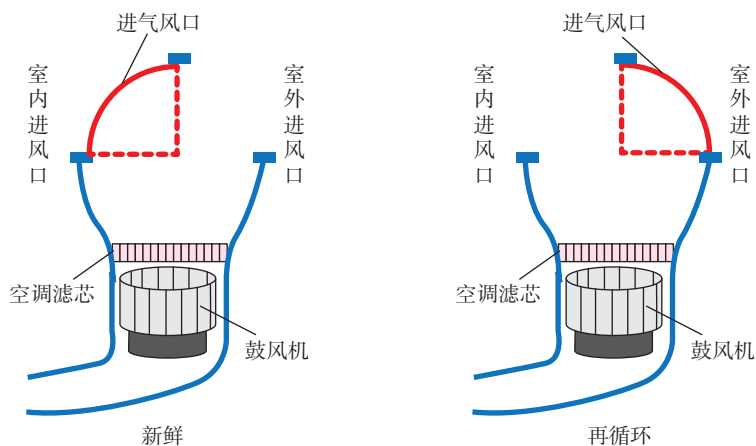


图 5-2-5 进气风门的位置

进气风门可以使用拉索进行控制，目前汽车多使用伺服电机对其进行控制其开度，如图 5-2-6 所示，为秦 EV 进风口风门的控制机构。

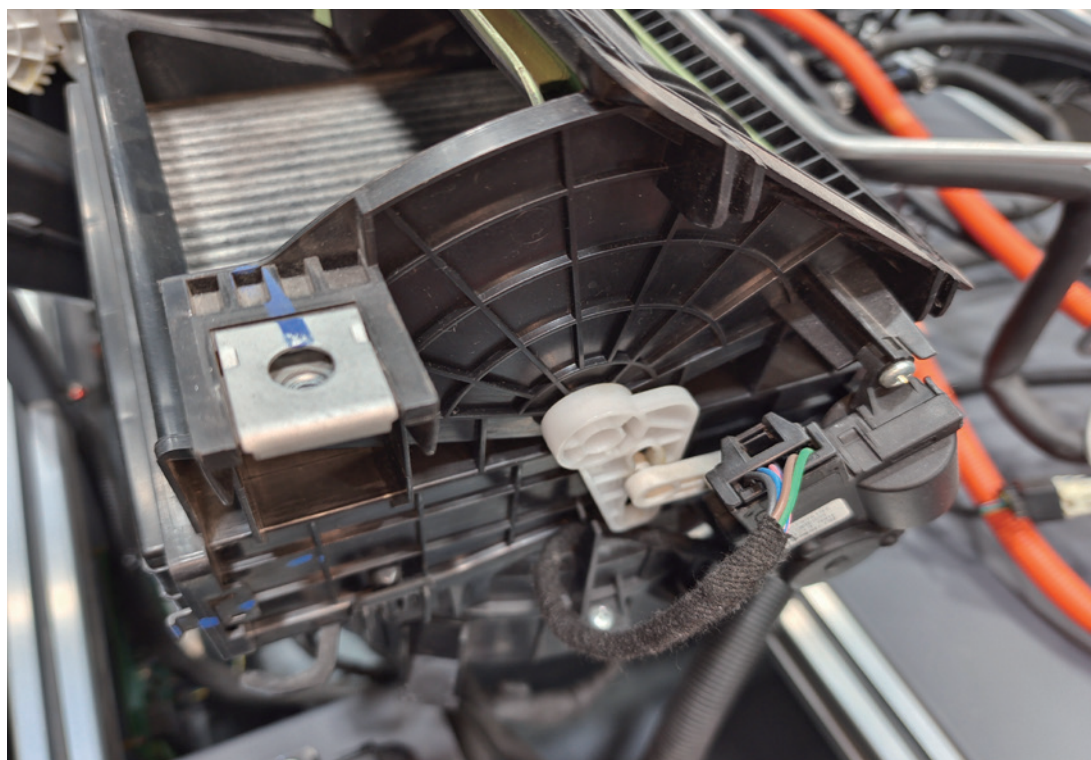


图 5-2-6 秦 EV 进气风门控制机构

当夏季室外空气气温较高、冬季室外温度较低的情况下，宜减小风门开度，增大室内循环空气的比例，以求迅速实现温度调节之目的。

当车内空气品质下降，汽车长时间运行或者室内外温差不大时，宜加大风门开度，增加车外新鲜空气的比例，以求迅速改善车内空气品质。

3. 鼓风机

鼓风机安装在进气口的下方，其从进风后吸入空气，使其吹向蒸发箱和暖风箱，温度改变后，通过出风口吹向驾驶室，如图 5-2-7 所示为秦 EV 鼓风机，鼓风机是使车内空气流动的动力源。

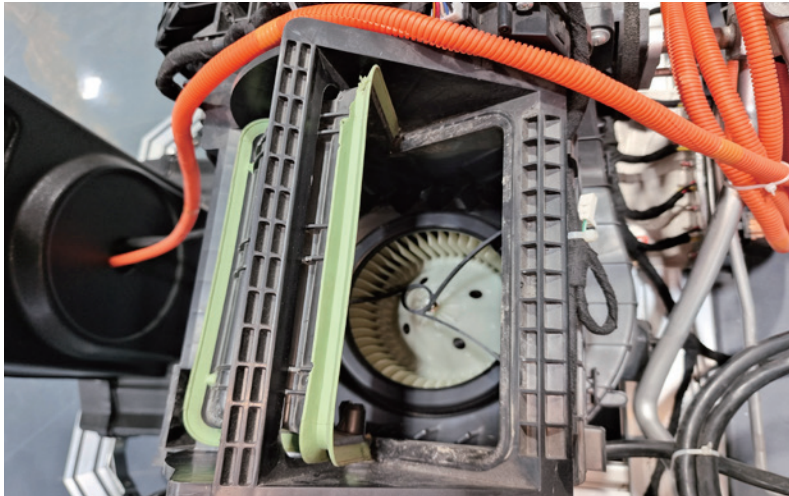


图 5-2-7 秦 EV 鼓风机

鼓风机的转速可调，可以人工调节，也可以由空调电脑自动调节。

4. 冷暖空气的混合

冷暖控制混合段，是将暖风箱和蒸发箱的空气进行混合，使温度达到合适的要求。

在冷暖控制混合段，一般的设计为将蒸发箱和暖风箱别放置在两个空气通道中，用一混合风门控制进入两个空气通道中空气的量，以此进气冷暖空气的调节。

如图 5-2-8 所示，为秦 EV 冷暖控制混合段的结构。

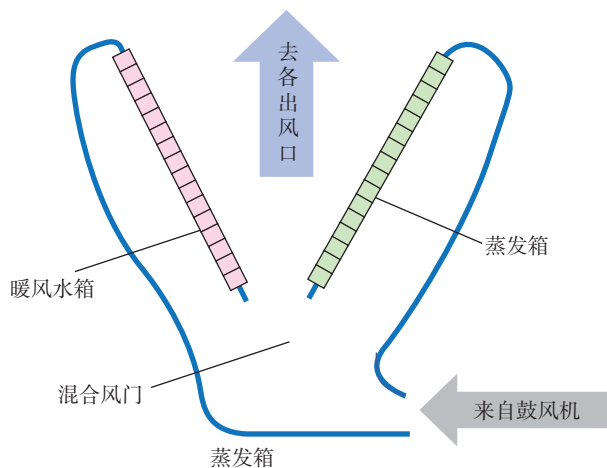


图 5-2-8 秦 EV 冷暖控制混合段结构示意图

当混合风门处于最上方时，混合风门将通往蒸发器的出风口完全关闭，各出风口吹出的全部是暖风；当混合风门处于最下方时，混合风门将通往加热器的出风口完全关闭，各出风口吹出的全部是冷风。如果蒸发器和加热器均不工作时，无论混合风门的开度如何，各出风口吹出的都是自然风。

混合风门开度一般由伺服电机进行控制，如图 5-2-9 为秦 EV 冷暖控制混合风门的控制。

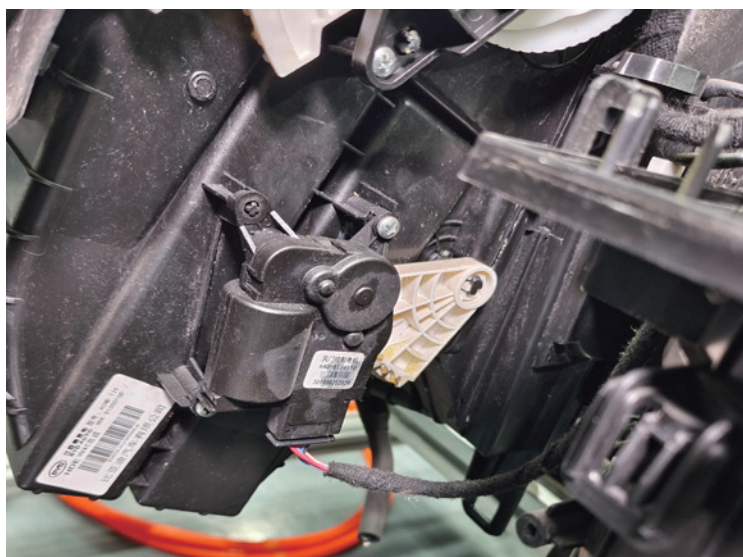


图 5-2-9 秦 EV 冷暖控制混合风门的控制

5. 出风模式控制

出风模式由空气分配段完成，其负责将空气按照驾驶员或乘客的要求吹向面部、脚部和风窗玻璃处，图 5-2-110 所示为秦 EV 空调出风口。

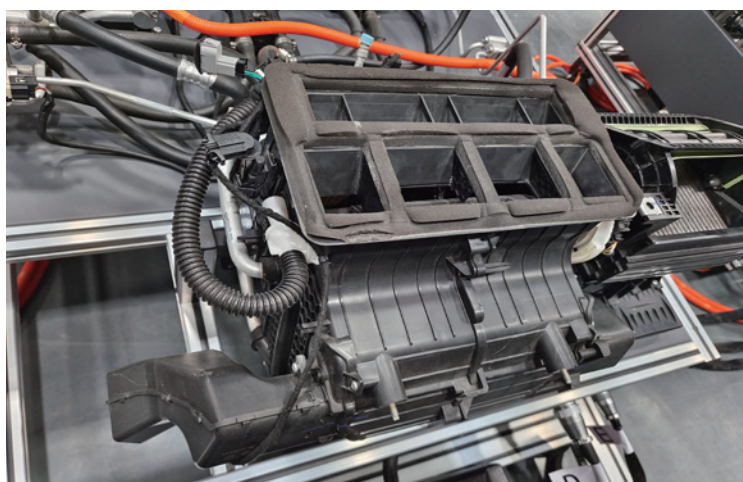


图 5-2-10 秦 EV 空调出风口

在空调的面部、脚部、风窗位置，有各自的通风到，风道由各自的风门控制，如图 5-2-11 所示，示意图如图 5-2-12 所示。



图 5-2-11 秦 EV 出风口风门

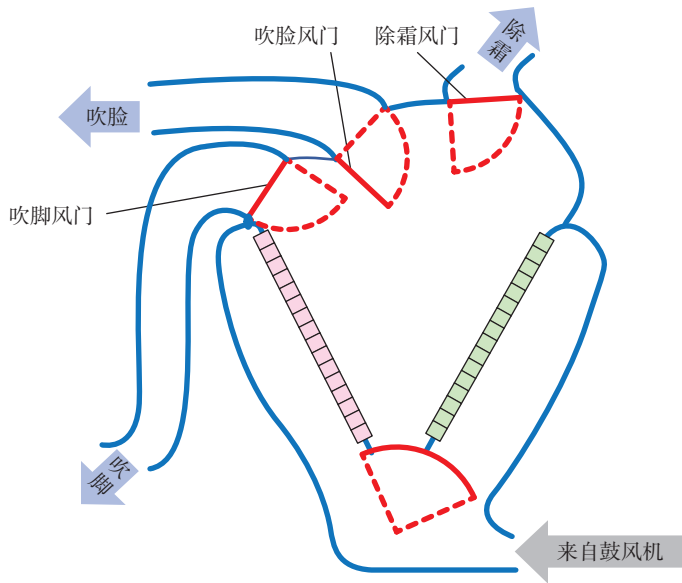


图 5-2-12 秦 EV 出风口风门控制示意图

空调的出风模式有除霜（风窗）、面部、脚部、面部与脚部、脚部与除霜五种模式进行选择。司机和乘客可以通过空调面板操作。空调控制面部、脚部、风窗三个出风方向的风门通过一套联动机构连接，出风模式伺服电机驱动这套联动装置运转到五个不同的位置，这些位置正好对应空调的出风五种模式。秦 EV 出风模式联动装置如图 5-2-13 所示。

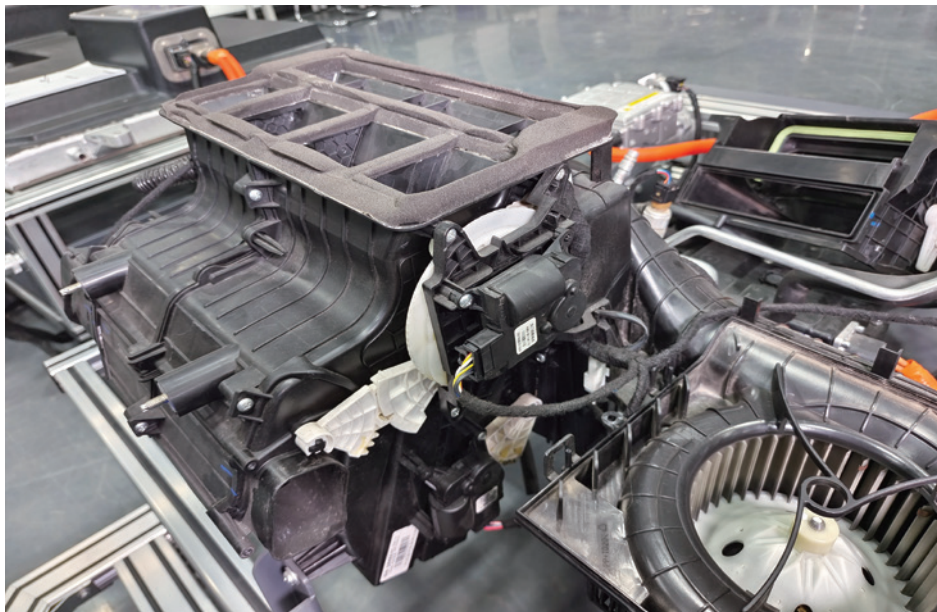


图 5-2-13 秦 EV 出风模式联动装置

6. 伺服电机

目前，汽车空调风门控制多采用伺服电机控制，伺服电机的运转由空调电脑根据手动功能时人为操纵的不同按键或全启动空调时根据各传感器计算的结果进行驱动。按其控制方式分可分为单极性步进电机、双极性步进电机和直流电机式，如图 5-2-14 所示，若使用直流电机式，则需要位置信息反馈。



图 5-2-14 伺服电机

二、任务实施

以下以秦 EV 为例进行阐述

1. 伺服电机的更换（以出风模式风门为例）。

(1) 拔下伺服电机插头，如图 5-2-17 所示，拆下伺服电机，如图 5-2-18 所示。



图 5-2-17 拔下伺服电机插头



图 5-2-18 拆下伺服电机

(4) 按下调整出风模式进行实验。

2. 伺服电机故障的诊断（以出风模式风门为例）

(1) 测试伺服电机及机械机构

1) 断开箱体插头 G22，不拆下电机。

2) 箱体插头 G22 的 17 号端子接蓄电池正极，20 号端子接蓄电池负极，如图 5-2-21 所示，伺服电机应当运行自如，在吹面风门完全打开时马上断开电源。

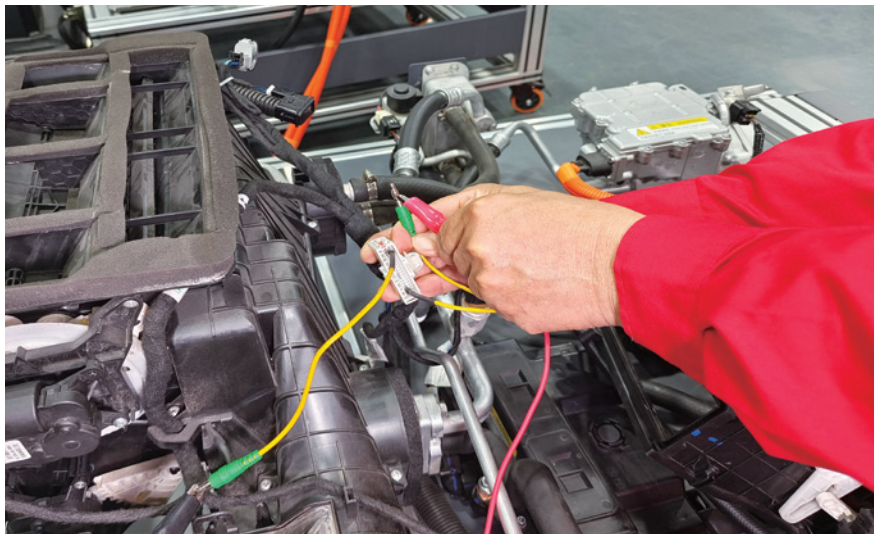


图 5-2-21 出风模式风门伺服电机通电实验（转向吹面端）

3) 箱体插头 G22 的 20 号端子接蓄电池正极，17 号端子接蓄电池负极，如图 5-2-22 所示，伺服电机应当运行自如，并在除霜风门完全打开时马上断开电源。

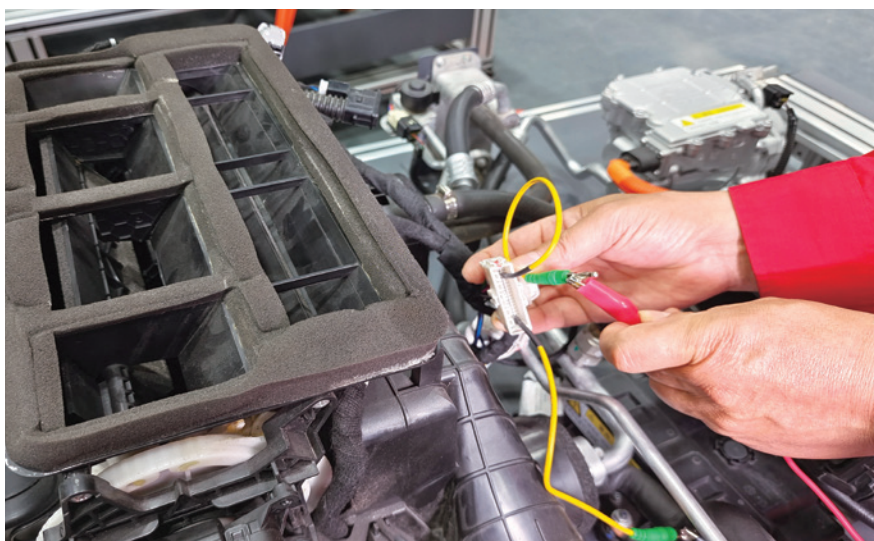


图 5-2-22 出风模式风门伺服电机通电实验（转向除霜端）

4) 若电机运转不灵活, 则检查箱体插头 G22 到伺服电机的线路, 若线路正常拆下电机, 检查机械机构是否有发卡现象, 若无发卡现象, 则更换电机。

5) 检查箱体插头 G22 与空调控制器之间的线路是否正常。

(2) 测量传感器

1) 不拔箱体插头 G22, 测量其 11 号与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$, 如图 5-2-23 所示, 否则检查接地线路。



图 5-2-23 G22 插头 11 号端子接地测量

2) 不拔箱体插头 G22, 打开空调, 测量其 21 号端子电压应为 5V, 如图 5-2-24 所示, 否则检查来自空调控制器的线路或空调控制器。



图 5-2-24 G22 插头 21 号端子电压测量

3) 不拔箱体插头 G22, 打开空调, 测量其 16 号端子电压, 如图 5-2-25 所示, 应符合以表 5-2-1 中数值, 否则, 检查传感器、线路或空调控制器。



图 5-2-25 G22 插头 16 号端子电压测量

表 5-2-1 出风模式风门伺服电机反馈信号电压值

条件	正常情况
吹面	0.76V
吹面除零点	1.39V
吹机吹脚除霜	1.95V
除霜	4.11V
吹脚除霜	3.56V
吹面吹脚	2.48V
吹脚	3V

任务三 汽车净化系统的检修

学习目标

知识目标

- 空调滤芯的类型和其功能
- PM2.5 过滤装置的功能及工作过程
- 静电除尘的结构与原理
- 紫外线杀菌系统的结构与原理

能力目标

- 空气滤芯的更换

一、技术原理

汽车在公路上行驶时，车外空气中最大的污染是各种悬浮粉尘。悬浮粉尘主要由固体物质破碎形成的固体颗粒、各种烟雾、花粉、细菌等组成。而且车内循环空气受到人的活动和工作过程的污染，如身体散发出的汗味等，这些都影响人体的健康，降低了空调的舒适性。空调净化系统对室外空气中粉尘的净化，主要采取过滤除尘和静电除尘两种形式，而紫外线杀菌则可以有效杀死有害微生物。

1. 空调滤芯

空调滤芯安装在空调进风口的后方，鼓风机的前方，如图 5-3-1 所示，为秦 EV 空调滤芯位置。对从室内和室外进入空气的尘埃灯颗粒无进行过滤。

目前汽车空调过滤器根据滤芯的材质不同可分为仅具有过滤浮尘作用的单效滤芯，带活性炭具备吸



图 5-3-1 空调滤芯

附微小灰尘作用的双效滤芯、使用多元酚或者静电层具备吸附抗菌功能的多效滤芯等如图 5-3-2 所示。

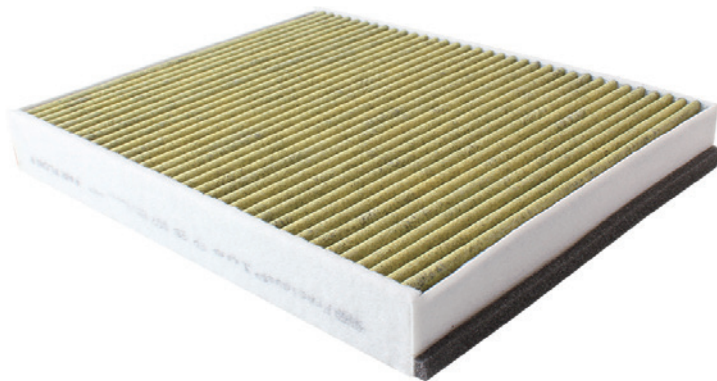


图 5-3-2 多效滤芯

随着使用时间的增加，汽车空调过滤器表面附着的灰尘和空气漂浮物越来越多，导致通风阻力持续上升，达到一定程度就会影响其通风效果，使得空调性能变差，需要对滤芯进行更换。空调过滤器的寿命由容尘量决定。通常情况，空调过滤器的更换周期是汽车每使用 6 个月或者行驶里程达 10000km。

2.PM2.5 过滤装置

PM2.5 是指大气中直径小于或等于 2.5 微米的颗粒物，也称为可入肺颗粒物。它的直径还不到人的头发丝粗细的 1/20。细微颗粒物对人身体会产生较大危害，尤其是敏感人群，所以部分厂家会在车内加装 PM2.5 过滤装置。

PM2.5 过滤装置主要部件是 PM2.5 滤芯，在早期车型上，安装在空调滤芯的后方，现在的车型基本上和空调滤芯合二为一，如图 5-3-3 所示为秦 Pro 一体式 PM2.5 滤芯。

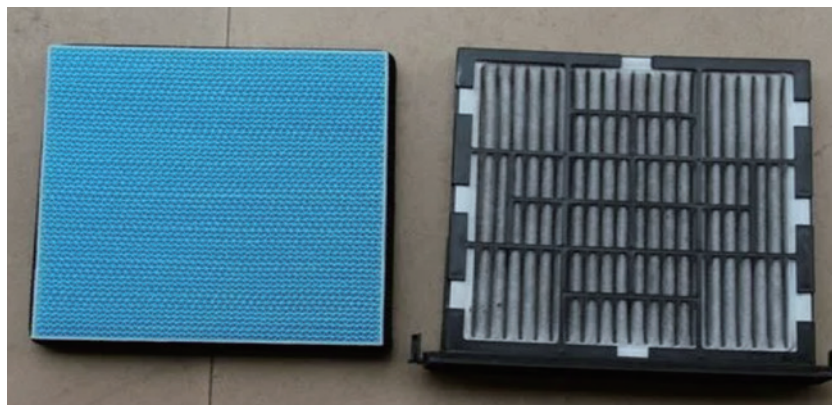


图 5-3-3 PM2.5 滤芯

在空调内循环进风口的旁边，装有 PM2.5 检测装置，其有管道，通向室内。也有一些 PM2.5 检测装置有两个管道，一个通向室内，一个通向室外，其可以检测室内和室外

的 PM2.5 含量。

如图 5-3-4 为比亚迪秦 Pro 的 PM2.5 检测装置，其时刻检测室内 PM2.5 的含量，并可通过中控屏进行查询，如图 5-3-5 所示。当室内 PM2.5 的值高于一定值时，空调控制器开启鼓风机并控制内外循环翻板控制内循环，使室内的空气经过 PM2.5 滤芯过滤。



图 5-3-4 PM2.5 检测装置



图 5-3-5 PM2.5 显示

对于可检测室内和室外 PM2.5 的车型来说，如果检测到室外 2.5 的值高于某一定值时，则关闭新鲜通道口，改用内循环模式。

3. 静电除尘

一般空调滤芯用于过滤空气中粗大的尘埃杂质，静电除尘式空气净化系统可以去除

微小的颗粒尘埃。

一些车型在空气滤芯后方加装有一套静电除尘装置结构如图 5-3-6 所示，其工作原理是通过电离区的辉光放电（电压高达 6000V）时产生的加速离子通过热扩散或相互碰撞而使浮游尘埃颗粒带电，然后在电场力的作用下，克服空气的黏性阻力而被吸附在集尘电极板上，从而达到除尘的效果。

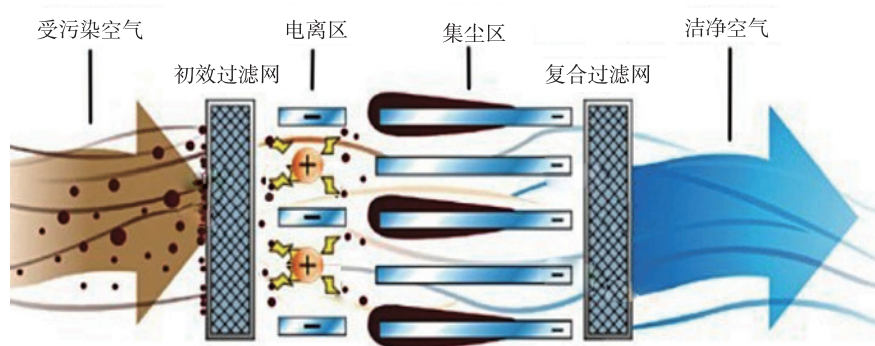


图 5-3-6 静电除尘净化系统的结构

一些静电除尘装置可以独立安装在车内，如图 5-3-7 所示，接通电源后，为室内空气除尘。



图 5-3-7 独立式静电除尘装置

4. 紫外线杀菌

适当波长的紫外线能够破坏微生物机体细胞中的 DNA（脱氧核糖核酸）或 RNA（核糖核酸）的分子结构，造成生长性细胞死亡和（或）再生性细胞死亡，从而达到杀菌消毒效果。

紫外杀菌装置一般安装于静电集尘板的附近或空调过滤器后面的汽车空调箱内。采用空调箱内置式安装，可避免在运行时对车内环境和人体造成不良影响。

5. 空调杀菌及除味

(1) 活性炭

活性炭具有良好的吸附作用，是去除异味的主要方法，活性炭能吸附空气中有毒有害气体成分，如汗臭，烟味和人体发出的各种异味，另外还能吸收有害的氯化物和硫化物。

(2) 催化反应器

对于室外流入室内的空气中的有毒气体 CO、NO_x、HC 等几乎不起吸附作用，就需要另外的催化反应器将这些气体进行净化。催化反应器通过增强 CO、HC 和 NO_x 三种气体的活性，使 CO 在高温下氧化成为无色、无毒的二氧化碳气体；HC 化合物在高温下氧化成水（H₂O）和二氧化碳（CO₂）；NO_x 还原成氮气和氧气。三种有害气体变成无害气体。

(3) 负离子发生器

负离子是指原子、分子获得电子后所形成的带负电粒子，负离子发生器就是利用电晕放电使空气负离子化的装置，如图 5-3-7 所示。

空气中的负离子与细菌、霉菌、病毒等接触，由于负离子本身携带多余电子，会破坏它们的分子蛋白结构，从而使细菌病毒等微生物死亡。适量浓度的负离子不但对人体无害，而且还有益于人体健康。

此外负离子作为一种带负电粒子，能使空气中肉眼看不见的颗粒以及飘尘异味分子，通过正、负离子间相互吸引、碰撞、中和，而形成中性分子团，下沉落地，达到降尘、除臭、净化的效果。有实验证实，当室内空气负离子的浓度达到 20000 个 /cm³ 时，空气中的微粒飘尘量减少 98% 以上。

(4) 臭氧消毒

臭氧消毒可通过在较短的时间内破坏细菌、病毒和其它微生物的结构，使之失去生存能力，杀菌速度快，当其浓度超过一定数值后，消毒杀菌甚至可以瞬间完成。汽车臭氧消毒机对很多病菌、霉菌、病毒、真菌、原虫、卵囊都具有明显的杀灭效果。还可以通过氧化反应有效去除有毒气体如 CO、NO、SO₂、芥子气等。消毒效果立竿见影，还可除异味。

(5) 化学消毒

化学消毒是指使用消毒剂直接清洗或将其雾化流入空调系统中的一种消毒方式，化学消毒剂对很多病菌、霉菌、病毒、真菌、原虫、卵囊有明显的杀灭效果。

二、任务实施

空气滤芯的更换

1. 拆下副驾驶杂物箱，如图 5-3-8 所示。

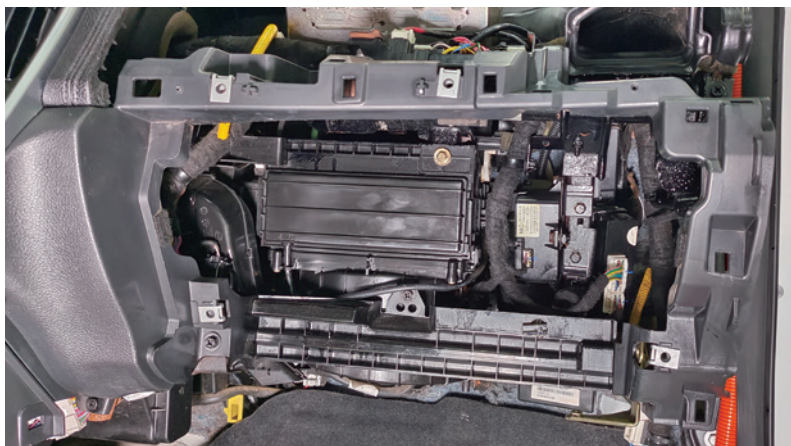


图 5-3-8 拆下副驾驶杂物箱

2. 拆下空气滤芯盖，如图 5-3-9 所示。



图 5-3-9 拆下空气滤芯盖

3. 取下空气滤芯，如图 5-3-10 所示。

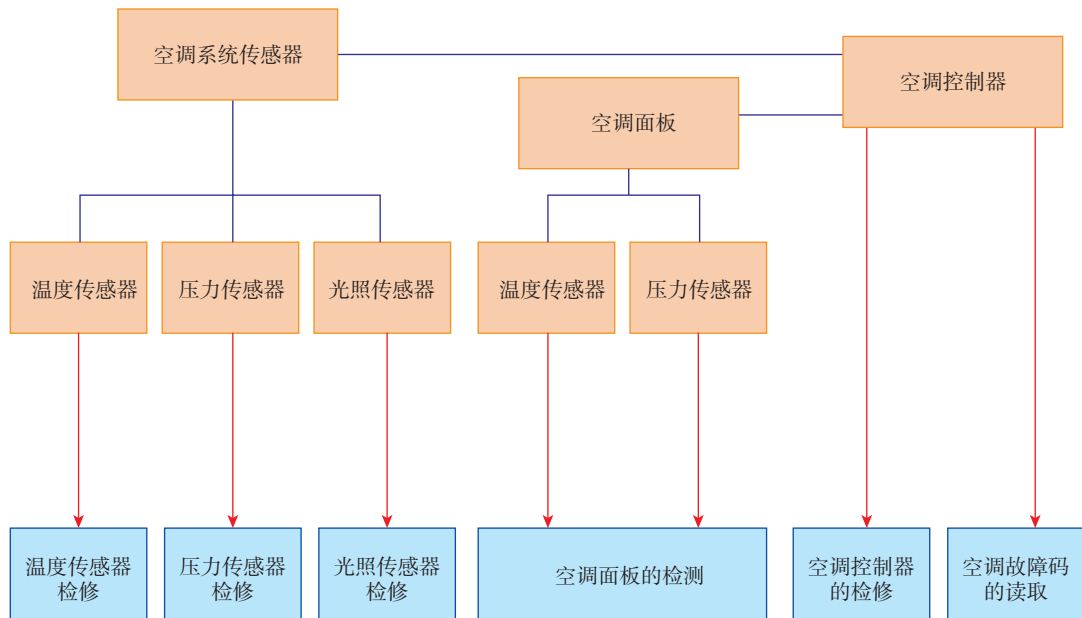


图 5-3-10 取下空气滤芯

4. 装上新空气滤芯，盖上空气滤芯盖，装上副驾驶行李箱。



项目六 空调控制系统的检修



任务一 空调系统传感器的检修

学习目标

知识目标

- 汽车空调温度传感器的类型及作用
- 汽车空调阳光强度传感器作用及原理
- 汽车空调压力传感器作用及原理

能力目标

- 汽车空调温度传感器的检修
- 汽车空调压力传感器的检修

一、技术原理

目前,汽车空调大多为自动空调系统,在自动空调系统中,空调的模式风门、鼓风机、压缩机、PTC 等部件的工作,均是空调控制单元根据各种传感器来控制的。

根据结构类型不同传感器主要有温度传感器、压力传感器、光照传感器和烟度传感等。

1. 温度传感器

温度传感器一般由 NTC 热敏电阻制成,其用来感知空气温度的变化。NTC 热敏电阻(如图 6-1-1 所示)的阻值随着温度的上升而下降,空调控制器根据其引起的电压变化而获得温度信息,其电路如图 6-1-2 所示,温度传感器的电压也随着温度的上升而下降。



图 6-1-1 NTC 热敏电阻

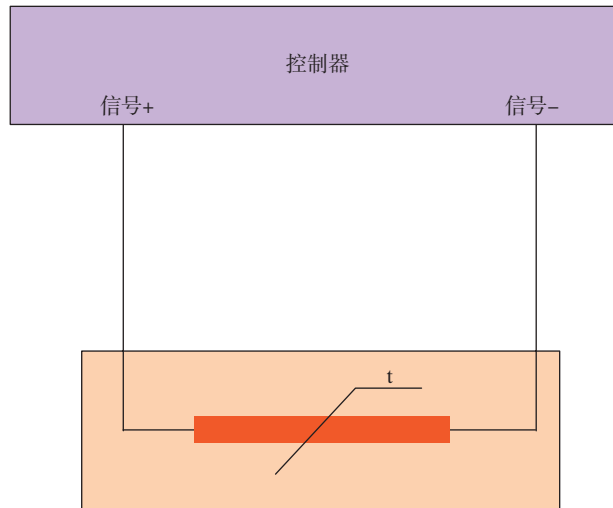


图 6-1-2 温度传感器电路

汽车空调系统常用的温度传感器有：车内温度传感器，车外温度传感器，冷却液温度传感器和蒸发器温度传感器等。

(1) 车内温度传感器

车内温度传感器也称室内温度传感器，其用于检测室内的温度。通常安装在仪表台后面的内循环的进气口处。

现在很多车型上使用了分区空调，其使用了多个车内温度传感器，用于检测不同位置的温度，使空调控制更加精确。如比亚迪秦 EV，在很多出风口安装了车内温度传感器，如主驾吹面出风温度传感器，主驾吹脚出风温度传感器，副驾吹面出风温度传感器，副驾吹脚出风温度传感器等，如图 6-1-3 所示为主驾吹脚温度传感器，其电路如图 6-1-4 所示，其相关端子如图 6-1-5 所示。



6-1-3 主驾吹脚温度传感器

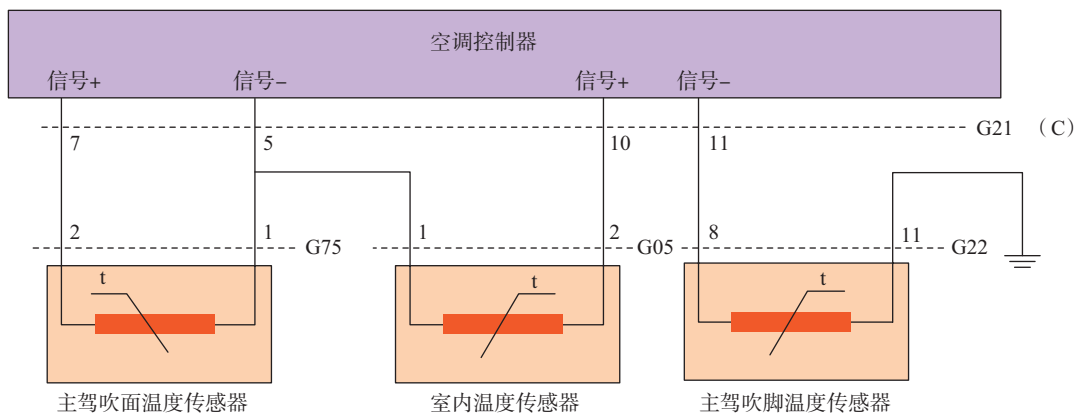


图 6-1-4 秦 EV 各车内温度传感器电路

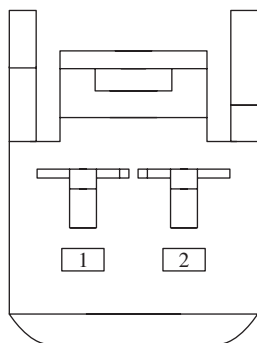


图 6-1-5 秦 EV 各车内温度传感器相关端子

空调控制器根据车内温度传感器来控制出风口空气的温度、鼓风机的转速、进气门的位置以及模式门的位置等。

(2) 车外温度传感器

车外温度传感器也称环境温度传感器、外界空气温度传感器或大气温度传感器。一般安装在前保险杠或散热器前，如图 6-1-6 所示，秦 EV 车外温度传感器电路如图 6-1-7 所示。空调控制器根据车外温度传感器来控制出风口空气的温度、鼓风机的转速、进气门模式门的位置以及压缩机的工作状态等。



图 6-1-6 秦 EV 车外温度传感器

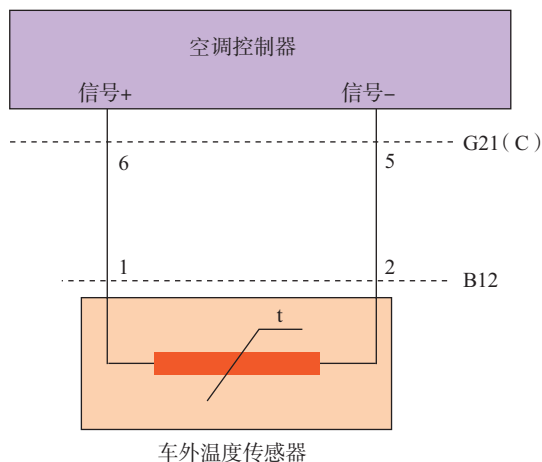


图 6-1-7 秦 EV 车外温度传感器电路

(3) 蒸发器温度传感器

蒸发器温度传感器一般安装在蒸发器传热片上，有的安装在蒸发器出风口位置，其电路如图 6-1-8 所示，用来测量从蒸发器出来的空气温度。

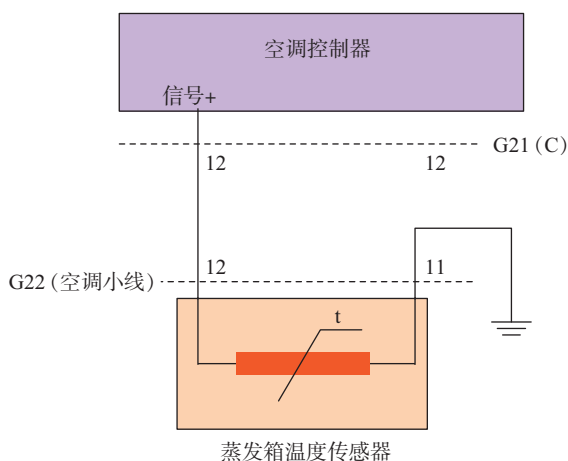


图 6-1-8 秦 EV 蒸发器温度传感器电路

空调控制器根据检测蒸发器表面温度来控制压缩机，即在蒸发器表面温度低于某一特定值时，使压缩机停止工作，防止蒸发器表面结霜，当蒸发器表面温度高于某一特定值时启动压缩机。

空调控制器还根据检测蒸发器表面温度来修正混合门位置，以保证出风口吹出合适的温度。

(4) 冷却液温度传感器

在燃油车上，空调系统需要检测发动机冷却液的温度，用于修整混合门的位置，同时也防止压缩机在发动机高温状态下工作。

汽车空调中的冷却液温度获取有两种方式：一种是采用单独的冷却液温度传感器，

如图 6-1-9 所示，冷却液温度传感器一般安装在暖风水箱底部的管道上；另一种是通过发动机 ECU 获得冷却液温度信号。



图 6-1-9 燃油车冷却液温度传感器

(5) 制冷管道温度传感器

制冷管道温度传感器用来监测空调管路内的制冷剂温度，空调系统依次作为压缩机工作的判断信息。

2. 阳光强度传感器

阳光强度传感器主要由壳体、滤光片及光敏二极管组成，如图 6-1-10 所示，光敏二极管对日光的照射变化反应敏感，通过光敏二极管可检测出日光照射量的变化，而自身不受温度的影响。



图 6-1-10 阳光强度传感器

阳光强度传感器一般安装在仪表板的上侧，这里容易检测日照的变化。秦 EV 光照传感器如图 6-1-11 所示，其电路如图 6-1-12 所示。空调控制器根据阳光强度传感器信号调整车内空调鼓风机的转速和混合风门位置。



图 6-1-11 秦 EV 光照传感器

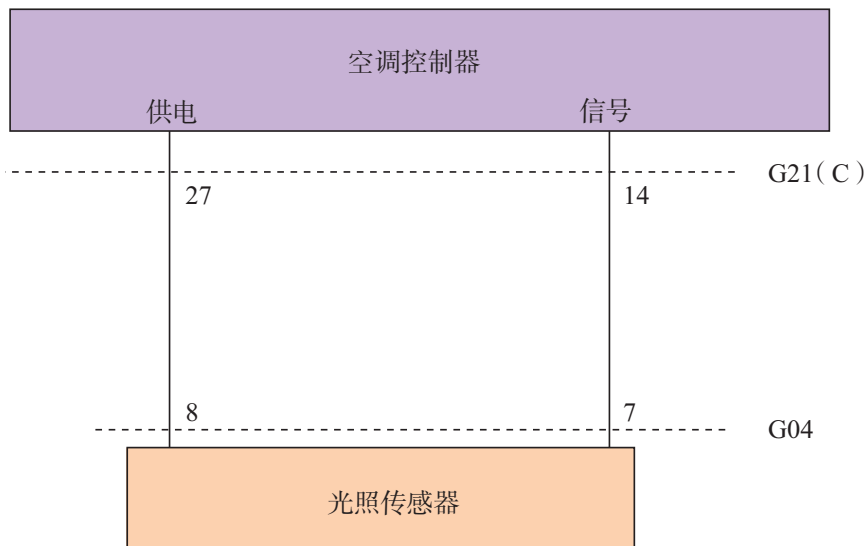


图 6-1-12 秦 EV 光照传感器电路

3. 空气质量传感器

空气质量传感器也称多功能传感器。它主要用于测量车内外空气中的水分、环境温度和外界空气的污染程度（PM_{2.5}、CO、CO₂、NOX 等的含量）等。

当检测到室内温度差时而室外温度质量好时，则开启外循环进行通风；当室外温度差时，则关闭外循环，开启内循环，使室内空气经过多功能空调滤芯过滤；当检测到室内湿度高时，则使压缩机工作，进行除湿。

4. 压力传感器

空调压力传感器用来监测空调管路内的制冷剂压力，防止压力过高损坏压缩机，并配合其余功能部件控制散热风扇和压缩机的开启与关闭。

空调压力传感器一般安装于发动机舱内空调高压管路上，秦 EV 压力传感器如图 6-1-13 所示，其与温度传感器集成在一起，电路如图 6-1-14 所示。



图 6-1-13 秦 EV 压力温度传感器



图 6-1-14 秦 EV 压力温度传感器电路

空调压力传感器损坏后会导致车内不制冷、压缩机不工作或反复启停等故障现象，并在发动机 ECU 或空调控制模块内部储存相对应的故障代码。

空调压力传感器一般为三线式，其输出信号有三种，分别是模拟信号、LIN 总线以及占空比信号。

二、任务实施

秦 EV 压力温度传感器的检测

(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 6-1-15 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 6-1-15 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 6-1-16 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 6-1-16 B55 插头的 1 号端子测量

4) 压力信号线测量

电动车上电，测量温度压力传感器 B55 插头的 2 号端子电压，如图 6-1-17 所示，压缩机机运转时，电压信号应有变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查空调及热管理控制器 G21 (B) 插头的 23 号端子到温度压力传感器 B55 插头的 2 号端子之间的线路是否开路。

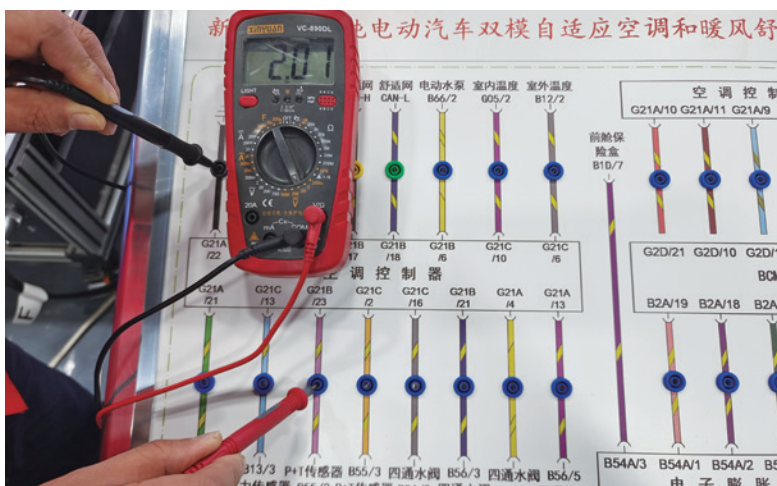


图 6-1-17 B55 插头的 2 号端子测量

5) 温度信号线测量

电动车上电，测量温度压力传感器 B55 插头的 3 号端子电压，如图 6-1-18 所示，开启空调和关闭空调一端时间后电压应有变化，否则为传感器故障。若信号变化正常，则检查空调及热管理控制器 G21 (C) 插头的 2 号端子到温度压力传感器 B55 插头的 3 号端子之间的线路是否开路。

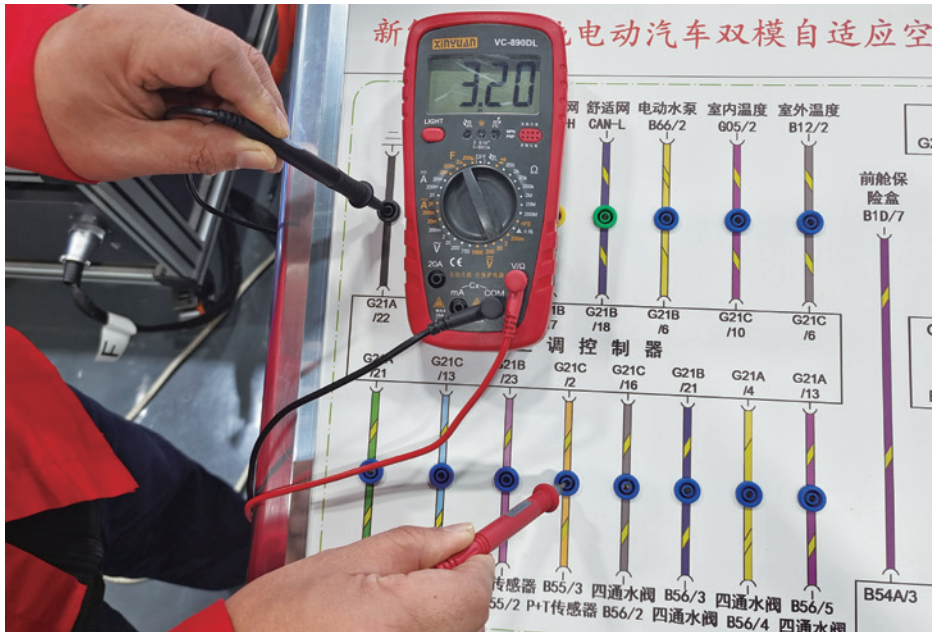


图 6-1-18 B55 插头的 3 号端子测量

6) 若以上均正常，检查空调加热管理控制器。

任务二 空调控制面板的检修

学习目标



知识目标

- 空调面板的作用
- 汽车面板的类型
- 汽车液晶面板的结构与电路



能力目标

- 汽车面板的检测

一、技术原理

1. 空调面板的作用

空调控制面板常见的有两种：按键式（如图 6-2-1 所示）和触摸屏式（如图 6-2-2 所示）其的作用一方面是让司机或乘客通过手动操作以实现空调的各种功能（比如进行调节风速，调节温度高低，以及进行空调除雾功能的开启和关闭操作等）；另一方面是显示当时的设置温度、车内温度、车外温度、送风速度、回风和送风口状态以及空调系统运行方式等信息，使驾驶员能够及时全面地了解空调系统的工作状态。



图 6-2-1 按键式空调面板



图 6-2-2 触摸屏式空调面板

2. 按键（旋钮）面板

（1）按键（旋钮）的类型及作用

1) A/C 开关

A/C 开关也称为空调开关，如图 6-2-3 所示，按下开关后，给空调控制模块一个请求开空调信号，控制模块检测到满足开冷风空调条件后，控制压缩机开始工作，整个空调制冷系统开始进入工作状态。



图 6-2-3

因此，A/C 开关也是狭义的空调开关，其只控制制冷系统的工作。

2) 内外循环按钮

内外循环按钮如图 6-2-4 所示，用于控制内外循环伺服电机的运转，以控制进入空调系统的空气是来自于室内还是室外。



图 6-2-4 内外循环按钮

3) 温度调节旋钮

温度调节旋钮如图 6-2-5 所示，用于调节空气的混合风门的开度，当旋钮调整到冷顶端时，冷暖空气的混合风门将暖风水箱出口完全堵死，使进入室内的空气全部经过蒸发箱，如图 6-2-6 所示；当旋钮调整到热顶端时，冷暖空气的混合风门将蒸发箱出口完全堵死，使进入室内的空气全部经过暖风水箱，如图 6-2-7 所示；如果旋钮调整在中间位置某，则冷暖空气的混合风门也在中间，进入室内的空气一部分经过暖风水箱，一部分经过蒸发箱，其比例取决于冷暖风门的位置，如图 6-2-8 所示。



图 6-2-5 温度调节旋钮

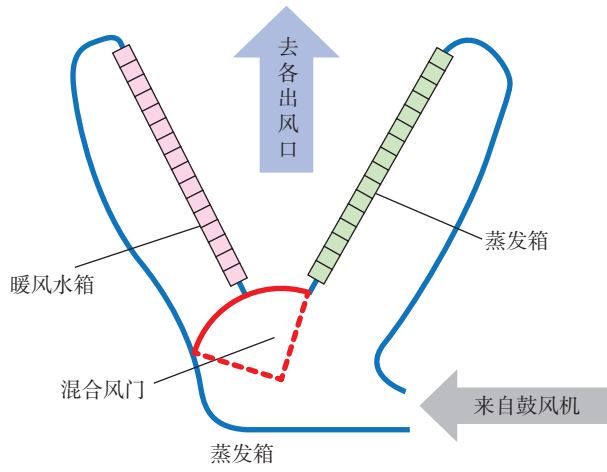


图 6-2-6 温度调节旋钮冷端时冷暖空气混合风门位置

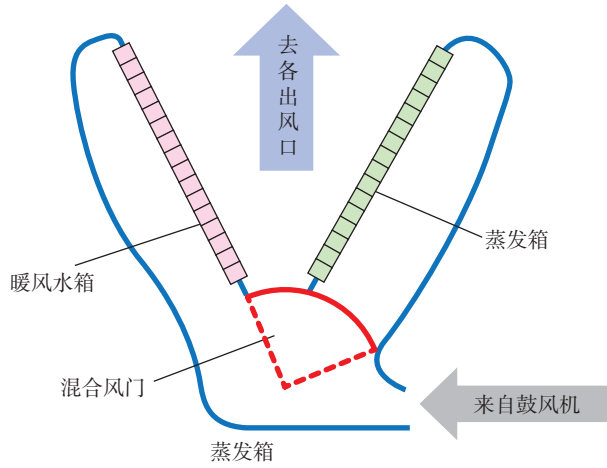


图 6-2-7 温度调节旋钮热端时冷暖空气混合风门位置

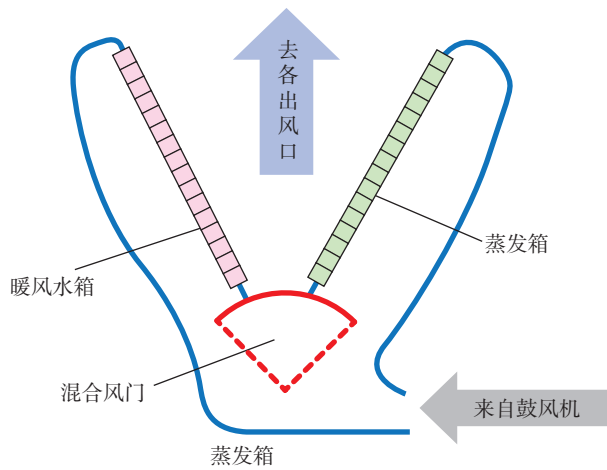


图 6-2-8 温度调节旋钮中间时冷暖空气混合风门位置

4) 出风口选择按键 / 旋钮

出风口选择旋钮用于控制出风口控制伺服电机，当按下不同的选择按钮时，出风口控制伺服电机控制驱动不同的出风口翻板打开。常见的出风口模式有除霜、吹脸、吹脚、除霜 / 吹脚、吹脸 / 吹脚等模式，其对应按键 / 旋钮如图 6-2-9 所示。



按键型



旋钮型

图 6-2-9 出风口选择按键 / 旋钮

6) 鼓风机转速旋钮

鼓风机转速旋钮用于调节鼓风机的转速，如图 6-2-10 所示。在按下 A/C 按键后，鼓风机会自动一低速运转。

7) 除雾

除雾按键如图 6-2-11 所示，用于控制后窗除雾器和倒车镜除雾器等，按下按键时除雾功能便开始工作。



图 6-2-10 鼓风机转速旋钮



图 6-2-11 除雾按键

8) 温度设定键

温度设定键用于设定室内的温度，如图 6-2-12 所示。分区空调左右区域可以分别设置。



图 6-2-12 温度设定键

9) 温区同步

温度同区按键如图 6-2-13 所示，当温区同步功能打开后，调整驾驶位温度，其余温区不需额外调整，而发生同步的改变。关闭此温区同步后，每个分区可以自行个性化的设置，满足不同位置乘员需要。



图 6-2-13 温度同区按键

10) AUTO 开关

按下 AUTO 开关后，如图 6-2-14 所示，即可开启 AUTO 功能，空调进入智能调控阶段，不再需要人工进行设置。不管是制冷或者制热、风量该调高还是调低，都能够智能进行适时的调整。



图 6-2-14 AUTO 开关

(2) 按键面板电路

3. 液晶面板

(1) 液晶面板的操作

以秦 EV 为例，液晶面板及操作区域如图 6-2-15 所示。

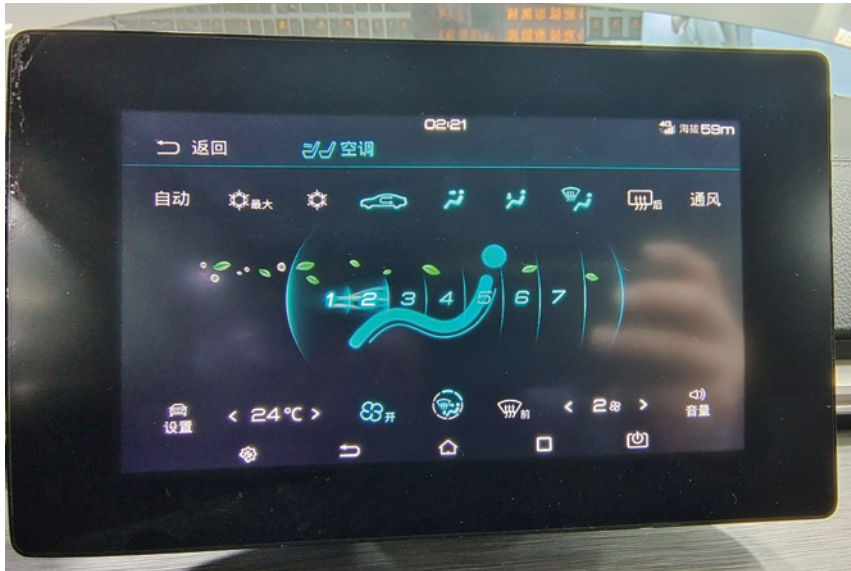


图 6-2-15 秦 EV 液晶面板空调操作区域

(2) 液晶面板的电路

以秦 EV 为例，液晶面板电路如图 6-2-16 所示，其通过 CAN 总线将操作信息传输给空调控制器。

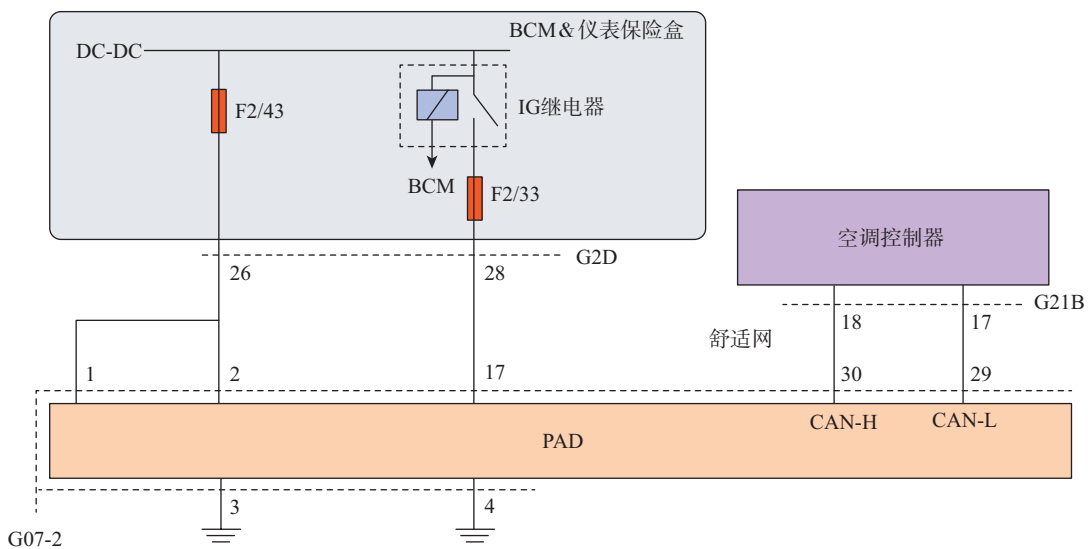


图 6-2-16 秦 EV 液晶面板电路

二、任务实施

秦 EV 液晶面板的检测

1. 电源检测

- 1) 测量液晶面板 G07-2 插头的 1、2 号端子电压应为 12V。
- 2) 电动车上电，测量液晶面板 G07-2 插头的 17 号端子电压应为 12V。
- 3) 电动车下电，拔下液晶面板 G07-2 插头，测量 3、4 号端子其与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$ 。

2. 总线检测

- 1) 电动车上电，测量液晶面板 G07-2 插头的 30、29 号端子电压应为 2.5V 左右。
- 2) 电动车下电，拔下液晶面板 G07-2 插头，测量其 30、29 号端子之间的电阻应为 $60\ \Omega$ 。

任务三 空调控制系统的检修

学习目标

知识目标

- 汽车手动空调的控制
- 汽车自动空调的控制
- 汽车双区空调的结构及控制

能力目标

- 汽车空调控制系统的检修

一、技术原理

1. 手动空调的控制

手动空调是指室内温度调节（混合风门的开度）、出风模式（吹脸、吹脚、除霜等模式选择）、进气方式（新鲜与循环）、鼓风机档位均为手动操作。其中室内温度调节、出风模式、进气方式一般采用拉索式的控制，如图 6-3-1 所示。



图 6-3-1 拉索式控制

2. 半自动空调

半自动空调事实上其室内温度调节、出风模式、进气方式、鼓风机档位也为手动操作，其与手动空调不同的是室内温度调节、出风模式、进气方式不再采用拉索式的控制。而是由开关将信号传输给空调控制器，由空调控制器控制伺服电机来实现，如图 6-3-2 所示。



图 6-3-2 伺服电机的控制

3. 自动空调

自动空调又称全自动空调，其室内温度调节、出风模式、进气方式、鼓风机档位全部由微机进行调节，其在全自动空调的基础上增添了一个“**AUTO**”按钮，按下此按钮，空调实施全自动控制。

如图 6-3-3 所示，为秦 EV 空调控制框架逻辑。

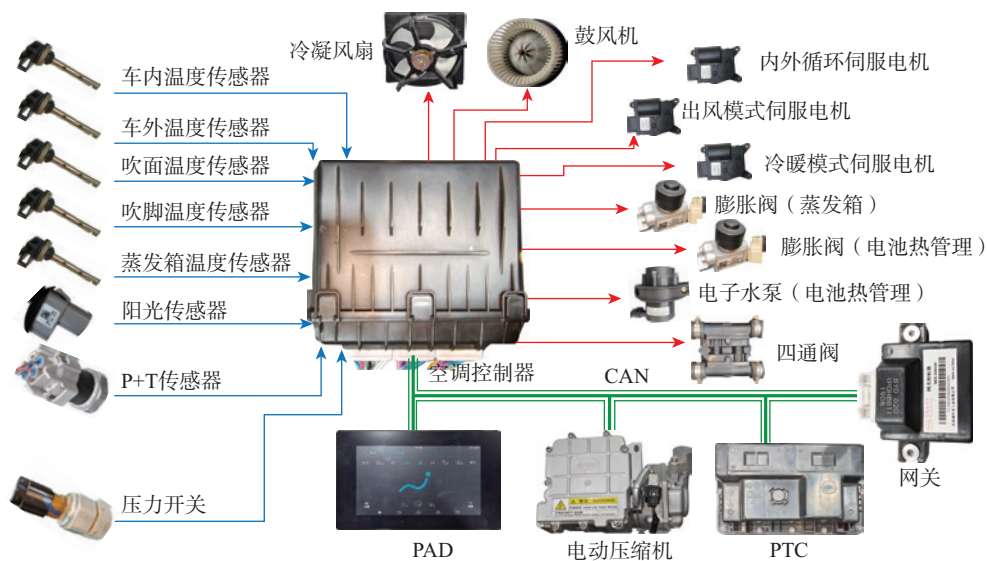


图 6-3-3 秦 EV 空调电路控制框架

4. 分区空调

分区空调可以实现汽车上多个温区的控制，一般为双温区控制和四温区控制，分别如图 6-3-4、6-3-5 所示。

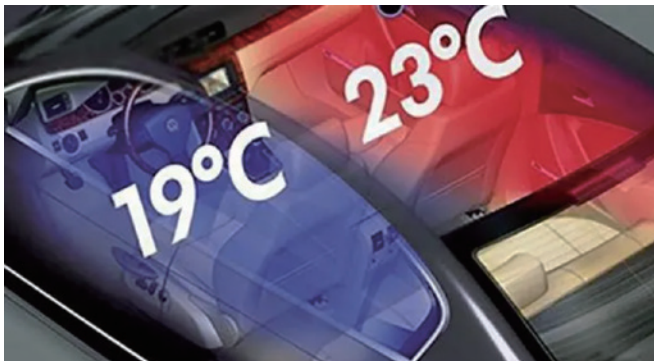


图 6-3-4 双温区控制



图 6-3-5 四温区控制

(1) 双温区空调

自动恒温双温区空调大致可分为三个等级：

一级：只有出风温度可分别控制，即有左右温度翻板电机，模式翻板电机不分左右，鼓风机也只有 1 个。

二级：出风温度和风量可分别控制，即有左右温度翻板电机，模式翻板电机不分左右，鼓风机有 2 个。

三级出风温度，风量，模式均可分别控制，即有左右温度翻板电机，左右模式翻板电机，鼓风机有 2 个。

(2) 四温区空调

四区空调采用前后两个空调总成即前后空调器，如图 6-3-6 所示，前部空调器负责对汽车前部空间（驾驶人区域和前乘员区域）进行空气调节；后部空调器负责对汽车后部空间（左后、右后乘员区域）进行空气调节。

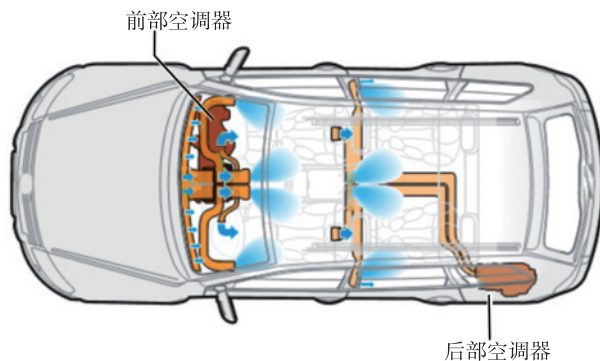


图 6-3-6 前后空调器

由于采用了前后两个空调器总成，空调系统的制冷循环回路有两个蒸发器，如图 6-3-7 所示。与此相适应，装备了两个膨胀阀和两个鼓风机。这两个蒸发器在管路中以并联方式连接，制冷剂的循环工作由一个压缩机驱动。

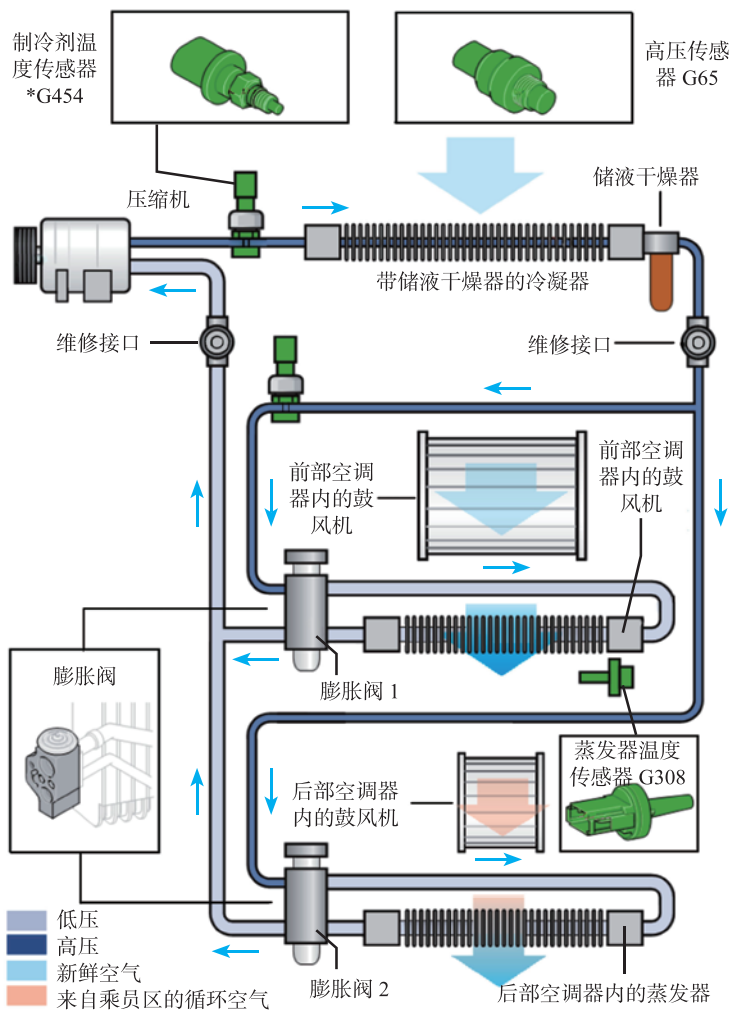


图 6-3-7 四温区空调制冷回路

暖风系统循环回路同样有两个暖风热交换器，如图 6-3-8 所示。这两个热交换器在管路中以并联方式连接，暖风的循环工作由一个 PTC 加热，用一个水泵进行驱动。

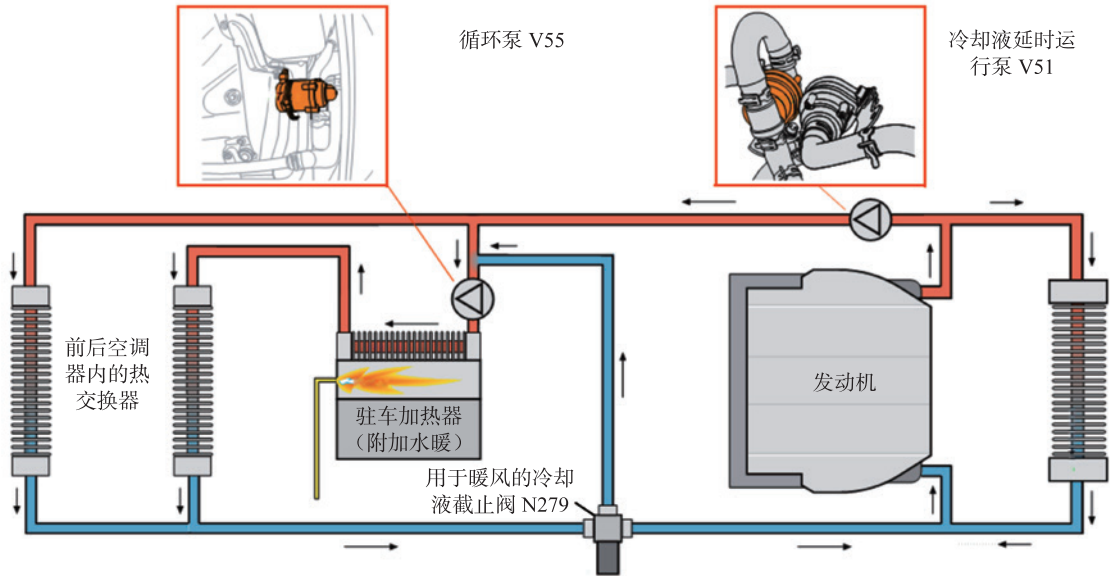


图 6-3-8 四温区空调制热回路

5. 控制电路

比亚迪秦 EV 自动空调控制电路如图 6-3-9 所示。

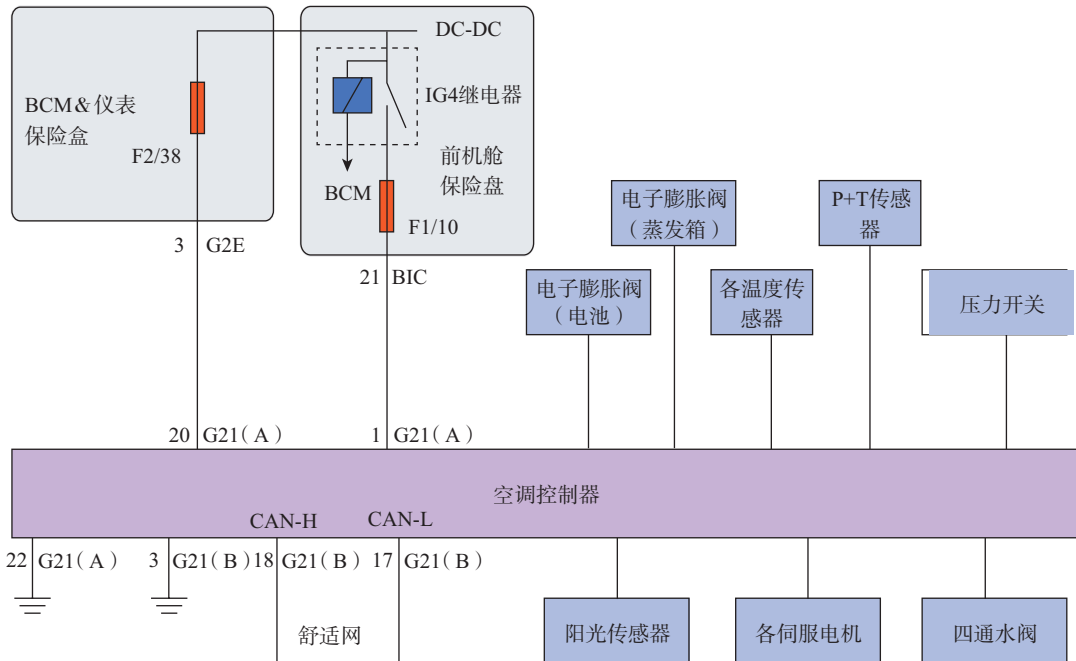


图 6-3-9 秦 EV 自动空调控制电路

二、任务实施

1. 比亚迪秦 EV 自动空调的故障诊断

(1) 检查低压电池

测量低压电池电压，应在 11-14V 之间，如图 6-3-10 所示。

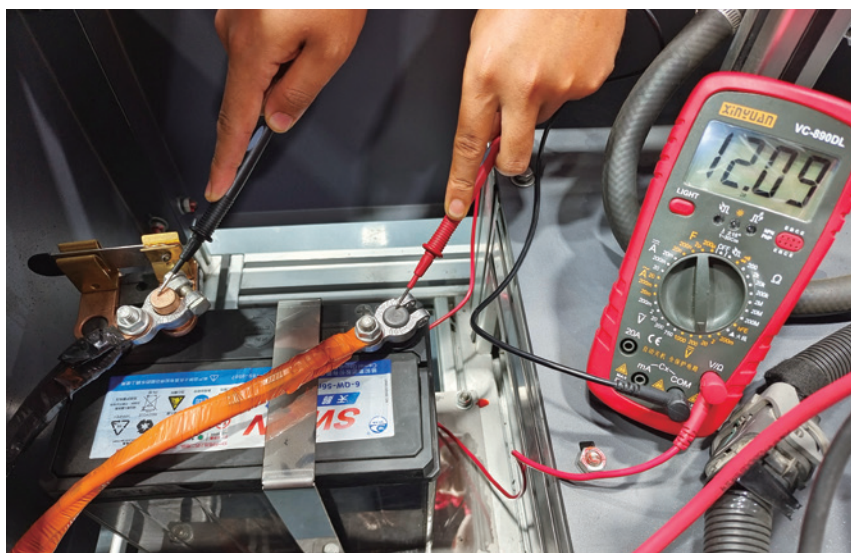


图 6-3-10 测量低压电池电压

(2) 检查空调控制器电源

1) 测量空调控制器 G21 (A) 插头的 20 号端子电压应为 12V，如图 6-3-11 所示。



图 6-3-11 空调控制器 G21 (A) 插头的 20 号端子电压测量

2) 电动车上电, 测量空调控制器 G21 (A) 插头的 1 号端子电压应为 12V, 如图 6-3-12 所示。



图 6-3-12 空调控制器 G21 (A) 插头的 1 号端子电压测量

3) 电动车下电, 拔下空调控制器 G21 (A) 插头, 测量其 22 号端子与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$, 如图 6-3-13 所示; 拔下空调控制器 G21 (B) 插头, 测量其 3 号端子与接地之间的阻值应小于 $1\ \Omega$ 。

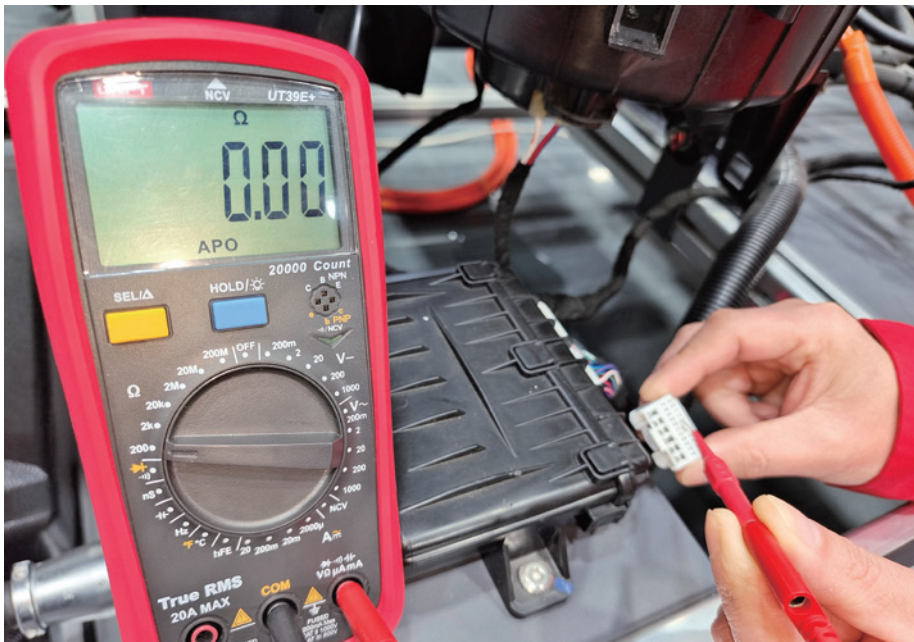


图 6-3-13 G21 (A) 插头 22 号端子与接地之间的阻值测量

(3) 检查空调控制器通讯

1) 电动车上电，测量空调控制器 G21 (B) 插头的 18、17 号端子电压应为 2.5V 左右，如图 6-3-14、6-3-15 所示。



图 6-3-14 空调控制器 G21 (B) 插头的 18 号端子电压测量



图 6-3-15 空调控制器 G21 (B) 插头的 17 号端子电压测量

2) 电动车下电, 拔下空调控制器 G21 (B) 插头, 测量其 18、17 号端子之间的电阻应为 $60\ \Omega$, 如图 6-3-16 所示。



图 6-3-16 空调控制器 G21 (B) 插头的 18、17 号端子之间阻值测量

(4) 读取空调系统故障代码

读取比亚迪秦 EV 自动空调故障代码, 并根据故障码对故障进行诊断。空调系统故障代码见表 6-3-1。

表 6-3-1 空调系统故障代码

B2A2013	车内温度传感器断路	车内温度传感器回路
B2A2111	车内温度传感器短路	车内温度传感器回路
B2A2213	车外温度传感器断路	车外温度传感器回路
B2A2311	车外温度传感器短路	车外温度传感器回路
B2A2413	蒸发器温度传感器断路	蒸发器温度传感器回路
B2A2511	蒸发器温度传感器短路	蒸发器温度传感器回路
B2A5813	主驾吹面出风温度传感器断路	主驾吹面温度传感器回路
B2A5811	主驾吹面出风温度传感器短路	主驾吹面温度传感器回路
B2A5913	主驾吹脚出风温度传感器断路	主驾吹脚温度传感器回路
B2A5911	主驾吹脚出风温度传感器短路	主驾吹脚温度传感器回路
B2A5A13	副驾吹面出风温度传感器开路	副驾吹面温度传感器回路
B2A5A11	副驾吹面出风温度传感器对地短路	副驾吹面温度传感器回路
B2A5B13	副驾吹脚出风温度传感器开路	副驾吹脚温度传感器回路

B2A5B11	副驾吹脚出风温度传感器对地短路	副驾吹脚温度传感器回路
B2A2712	阳光传感器短路	阳光传感器回路
B2A4E13	高压管路的压力传感器断路	压力传感器回路
B2A4F11	高压管路的压力传感器短路	压力传感器回路
B2A2A14	模式电机对地短路、或开路	模式电机回路
B2A2A12	模式电机对电源短路	模式电机回路
B2A2A92	模式电机转不到位	模式电机回路
B2A2914	除霜电机对地短路、或开路	除霜电机回路
B2A2912	除霜电机对电源短路	除霜电机回路
B2A2992	除霜电机转不到位	除霜电机回路
B2A4B14	循环电机对地短路、或开路	循环电机回路
B2A4B12	循环电机对电源短路	循环电机回路
B2A4B92	循环电机转不到位	循环电机回路
B2A2B14	主驾冷暖电机对地短路、或开路	主驾冷暖电机回路
B2A2B12	主驾冷暖电机对电源短路	主驾冷暖电机回路
B2A2B92	主驾冷暖电机转不到位	主驾冷暖电机回路
B2A2C14	副驾冷暖电机对地短路、或开路	副驾冷暖电机回路
B2A2C12	副驾冷暖电机对电源短路	副驾冷暖电机回路
B2A2C92	副驾冷暖电机转不到位	副驾冷暖电机回路
B2A0717	电源电压过压（高于 16V）	蓄电池或供电回路
B2A0716	电源电压欠压（低于 9V）	蓄电池或供电回路
B2A2F09	空调管路处于高压状态或低压状态	空调制冷管路
U014687	与网关失去通讯（接收不到水温和车速）	车身 CAN 网络
B2AF614	后排鼓风机对地短路、或开路	后排鼓风机回路
B185014	后排鼓风机调整信号对地短路、或开路	后排鼓风机回路
B2A3214	前排鼓风机对地短路、或开路	前排鼓风机回路
B2A3314	前排鼓风机调整信号对地短路、或开路	前排鼓风机回路
B2A0D13	电池包进口水温传感器断路	线束电池包进口水温传感器
B2A0E12	电池包进口水温传感器短路	线束电池包进口水温传感器
B2A0F13	板式换热器端冷媒温度传感器断路	线束板式换热器端冷媒温度传感器
B2A1012	板式换热器端冷媒温度传感器短路	线束板式换热器端冷媒温度传感器
B2A1113	板式换热器端冷媒压力传感器断路	线束板式换热器端冷媒压力传感器
B2A1212	板式换热器端冷媒压力传感器短路	线束板式换热器端冷媒压力传感器
U012E87	空调控制器与电子风扇失去通信	线束电子风扇
B2A7914	暖风芯体四通水阀电机对地短路、或开路	线束暖风芯体四通水阀电机
B2A7A12	暖风芯体四通水阀电机对电源短路	线束暖风芯体四通水阀电机
B2A7B92	暖风芯体四通水阀电机转不到位	线束暖风芯体四通水阀电机

B132816	电池热管电动水泵欠压故障	电源电压电池热管电动水泵
B132817	电池热管电动水泵过压故障	电源电压电池热管电动水泵
B132971	电池热管电动水泵堵转故障	电池热管电动水泵
B132A00	电池热管电动水泵空转故障	电池热管电动水泵
U014987	电池热管控制与电池热管电动水泵失去通讯	线束电池热管电动水泵
B2A6700	电动压缩机多次启动失败（多次启动失败导致请求机械压缩机则报此故障）	线束电动压缩机
U011187	空调控制器与 BMS 失去通信	线束 BMS
U025487	与 PTC 失去通讯	线束 PTC
U025387	与压缩机失去通讯	线束压缩机

2. 比亚迪秦 EV 空调故障症状

比亚迪秦 EV 空调故障症状见表 6-3-2。

表 6-3-2 比亚迪秦 EV 空调故障症状

症状	可疑部位
空调系统所有功能失效	空调控制器 / 面板电源电路
	空调控制器
	线束或连接器
仅制冷系统失效（鼓风机工作正常）	压力传感器
	请求允许回路
	压缩机保险
	压缩机继电器
	压缩机
	线束或连接器
制冷系统工作不正常（实际温度与设定温度有偏差）	各传感器（车内、车外温度传感器、通道温度传感器）
	空调控制器
	线束和连接器
鼓风机不工作	前鼓风机保险
	前鼓风机
	前调速模块
	空调控制器
	线束或连接器
鼓风机风速不可调（鼓风机工作正常）	前 / 后鼓风机调速模块
	空调控制器
	线束或连接器

出风模式调节不正常	出风模式控制电机
	空调控制器
	线束和连接器
温度调节不正常	冷暖混合控制电机
	空调控制器
	线束和连接器
内外循环调节失效	循环控制电机
	空调控制器
	线束和连接器
电除霜失效	电除霜电加热丝保险
	电除霜电加热继电器
	电除霜电加热丝
	继电器控制模块
	线束或连接器
冷凝、散热风扇故障	保险
	继电器
	风扇