

电动汽车空调

一、电动汽车空调与传统燃油汽车比较

电动汽车空调相对于传统燃油汽车空调而言，压缩机驱动力发生了改变，传统燃油汽车压缩机动力来自于发动机，而电动汽车则来自于与压缩机集成为一体的电动机，电动机电源来自汽车动力电池。由于电动压缩机单独控制，因此对压缩机的排量控制就比传统燃油汽车简单便捷。

另外，由于电动汽车的动力电池产生的热量较大，使用自然冷却和水冷却不足以对带走动力电池的热量，一些车型采用空调系统对其进行冷却。

由于失去了发动机的热源，电动汽车的暖风系统采用电加热的方式，电力来自于动力电池。

电动汽车空调的进气系统、风门控制系统、空气净化系统等均与燃油汽车相同。

由于电动汽车空调和传统燃油汽车存在着不同点，因此在控制系统上也存在着不同之处。传统汽车和电动汽车空调的比较表 1 所示。

表 1 传统汽车和电动汽车空调的比较

| 系统或部件 | | 传统燃油机 | | 电动汽车 | |
|--------|------|-------------|--|---------------------------|---|
| | | 结构 | 控制 | 结构 | 控制 |
| 制冷系统 | 压缩机 | 由发动机带动皮带驱动 | 1. 控制电磁离合器 2. 控制变排量电磁阀 3. 工作状态除受压力开关和蒸发器温度的控制外还受到发动机温度等运动状态的制约 | 由压缩机集成为一体的电动机驱动，电力来自于动力电池 | 控制器通过检测压力开关和蒸发器温度的通过变频器来控制电动机的转速，其工作条件受到动力电池参数的影响 |
| | 其他部件 | 相同 | | | |
| 暖风系统 | | 热能来自于发动机冷却液 | 1. 水阀控制 2. 混合风门控制 | 热能来自电加热装置，电力来自于动力电池 | 控制器根据各种传感器控制电加热装置的热量 |
| 通风系统 | | 存在混合风门装置 | | 由于电动加热可控性较强，可以取消混合风门装置 | |
| 空气净化系统 | | 相同 | | | |

二、电动汽车空调制冷系统

1. 制冷系统的组成

随着国内电动汽车逐步产业化、市场化，电动汽车必然要配备空调系统。因为受到电动汽车独特性影响，国内汽车厂家从传统燃油汽车空调的基础上进行部分改装设计，将燃油发动机带动的压缩机替换成直流电动机直接驱动的压缩机，控制上相应变化，来完成空调制冷的功能。

在空调的主要零部件选用上，目前国内的电动汽车除了压缩机与控制模式外，其他主要零部件还是沿用燃油汽车空调的零部件，冷凝设备主要使用的是平行流冷凝器，蒸发设备主要用的是层叠式蒸发器，

节流装置依然是热力膨胀阀，制冷剂仍然是 R134a。

制冷系统主要包括纯电动或混合动力汽车的混动压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发箱和控制电路等，如图 1 所示。

低压管路：从节流阀出口到压缩机入口，沿程有蒸发箱、低压加注口、积累器。

高压管路：从压缩机出口到节流阀入口，沿程有压缩机、冷凝器、干燥器、高压加注口、高低压开关、节流阀。

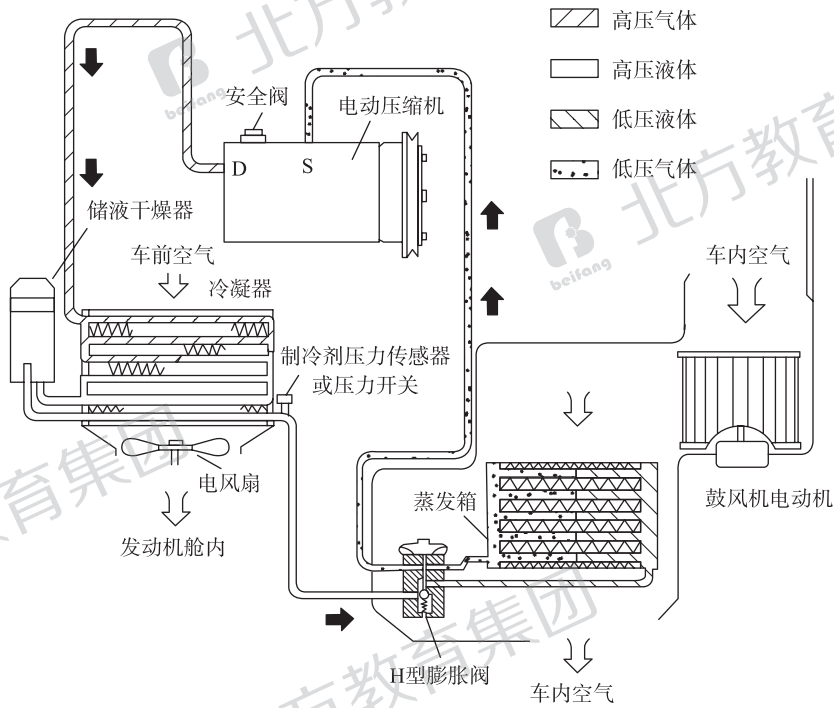


图 1 制冷系统的组成

2. 具有动力电池冷却功能的空调系统

具有动力电池冷却功能的空调系统如图 2 所示，控制器检测到动力电池温度超过规定值时，打开高压锂电池冷却切断阀，利用空调系统为高压电池冷却。

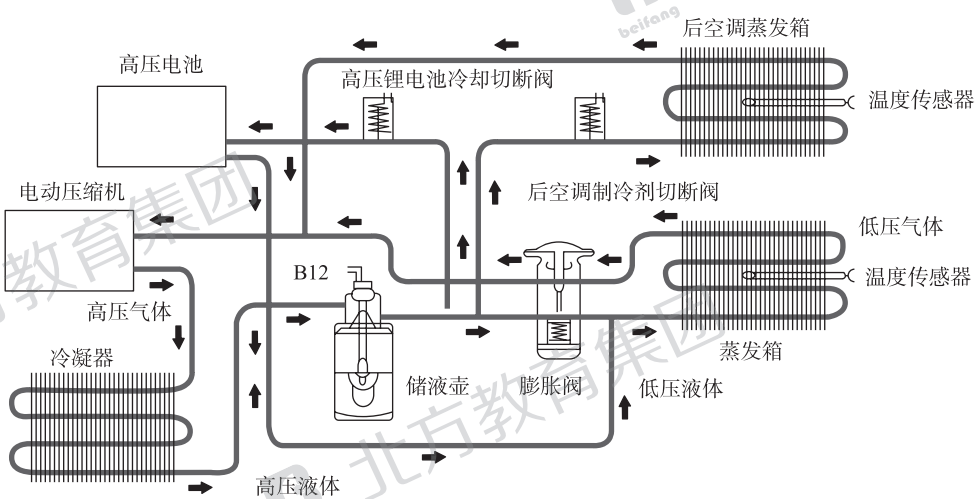


图 2 具有动力电池冷却功能的空调系统

3. 电动压缩机

在电动汽车空调系统中，压缩机的转速是制冷量的主要控制量，对于压缩机的转速采用的控制方法归纳如下。当车内温度高于设定温度 1°C 时，为了快速使温度达到设定值，压缩机以最大转速运行；如果车内温度低于设定温度 1°C ，压缩机以最低转速运行；当室温偏差在 $-1\sim 1^{\circ}\text{C}$ 之间时，压缩机的转速通过模糊控制算法进行控制，以每一采样时刻室温 and 设定值的温差及温差的变化率为输入量，通过模糊推理得出压缩机的转速值。

目前国内大多数汽车空调系统采用的是由发动机直接带动的斜盘式、摇摆式等形式的压缩机，其制冷系数 (COP) 为 $1.3\sim 1.6$ ，空调系统的耗功会消耗很大一部分的电功率。为了提高电动汽车空调系统的能效比，通常采用新型高效的压缩机（如全封闭电动涡旋压缩机），它直接由电池提供的直流电源驱动。它可以根据车内温度及环境温度等传感器测得的温度，采用适当的控制算法，通过变频器来调节压缩机的转速，改变系统的制热 / 冷量，达到车内舒适性的要求。涡旋式压缩机比活塞式压缩机和滚动转子式适用于更宽的速度范围。

三、电动汽车空调制热系统

电动汽车与传统汽车的驱动动力不同，使得它们的空调系统也有极大的区别。电动汽车没有用来采暖的发动机余热，无法提供作为汽车空调冬天采暖用的热源，电动汽车的空调系统必须自身具有供暖的功能。目前电动汽车空调分为半导体式（热电偶）、电动热泵式、燃油加热式、PTC 加热式等。

电动汽车采用加热器的电制热方式时，加热器通常配置在驾驶席和副驾驶席之间的地板下方。加热器由可用电发热的 PTC 加热器元件、将加热器元件的热量传送到散热剂（冷却水）的散热扇、散热剂流路和控制底板等组成。因要求加热器要有较高的制暖性，所以，电源使用的是驱动电动机的锂离子充电电池的高压，而非辅助电池（ 12V ）。若是纯电动汽车专用产品，也可以不使用冷却液，直接用鼓风机吹送经 PTC 加热器加热的暖风。

使用发动机的汽车的制暖系统由发动机、冷却液、加热芯及送风的鼓风机电动机组成。散热剂从加热芯中内部流过，由于其吸收了发动机的热量使得自身温度升高。车内冷空气从加热芯外部流过，为车内制暖。因此只要有冷却液式的加热器和电动水泵就能工作。

另外，目前加热器的 ECU 与空调系统整体是各自独立的，也可将 ECU 和加热器融为一体。汽车厂商努力为 EV 配备多个加热器元件，能够使其制暖能力提高到与使用发动机的汽车相当。但是，为了尽可能把电池容量用于行驶，汽车厂商在设计时对制暖耗电进行了抑制。以弱混电动汽车在市区行驶速度（ $40\sim 60\text{km/h}$ ）为例，在某些条件下，使用制暖时的行驶距离将短于使用制冷时的行驶距离，因为制暖的电池消耗比制冷的电池消耗更大。弱混电动汽车采用了手动式空调，用户按下“MAX”开关后，温控性能与风量会以最高设定运行。

四、其他形式空调

1. 半导体式电动汽车空调系统

半导体制冷又称电子制冷（热），或者温差电制冷（热），是从 20 世纪 50 年代发展起来的一门介于制冷技术与半导体技术边缘的学科，与压缩式制冷和吸收式制冷并称为世界三大制冷方式。半导体制冷器的基本器件是热电偶对，即将一个 N 型半导体与一个 P 型半导体连接成热电偶，如图 3 所示为半导体制冷片，通上直流电后，在接口处就会产生温差和热量的转移。在电路上串联起数个半导体热电偶对，而传热方面是并联的，这样就构成了一个常见的制冷热电堆。借助于热交换器等各种传热手段，使热电堆的热端不停散热并且保持一定的温度，而将热电堆的冷端放到工作环境中去吸热降温，这就是半导体制冷的原理。

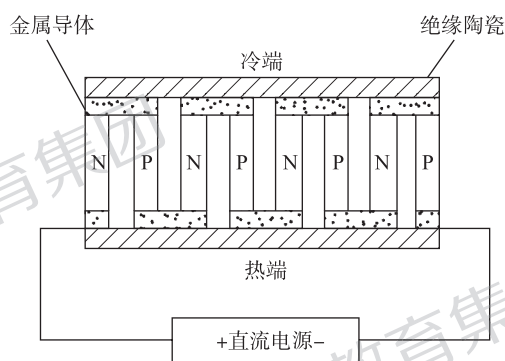


图 3 半导体制冷片

从空调技术成熟性和能源利用效率比较来看，对于半导体制冷片技术的电动汽车空调系统，目前存在着热电材料的热值系数较低、制冷性能不够理想等缺点，而且热电堆产量受到构成热电元件元素产量的限制，不具备电动汽车空调节能高效的要求。该技术方案对于不同类型电动汽车通用性良好，并且对整车结构改变较小，是将来电动汽车空调发展的趋势。

2. 热泵型电动汽车空调系统

热泵型电动汽车空调系统是指利用传统制冷系统的逆循环制热的空调系统。这种循环的转换可以通过压缩机后部的四通转换阀来实现，如图 4 所示。

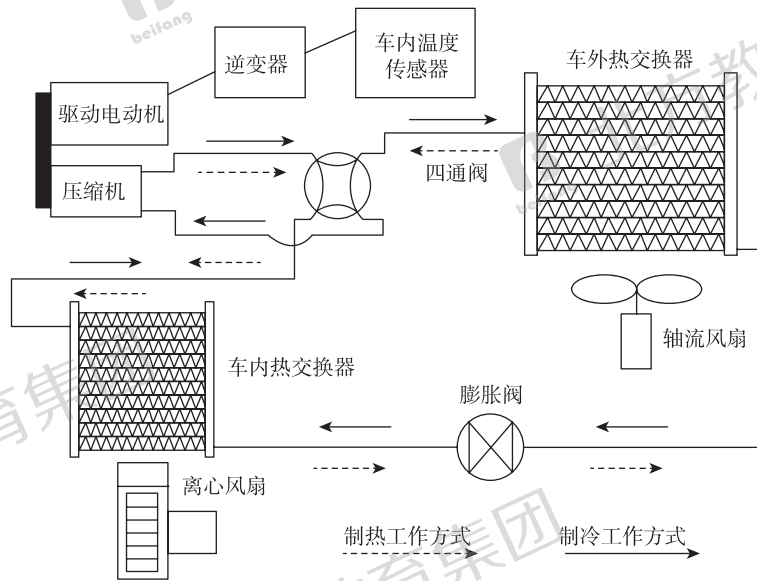


图 4 热泵型空调系统的工作原理

在理论上，制冷循环逆转可以用来制暖。但在环境气温低的情况下，制暖性能会降低，无法满足在低温区具备高制暖性能的汽车制暖性能要求。目前热泵型电动汽车空调最大的瓶颈是低温制热问题，特别是在我国的东北地区，这也是将来该行业研究的难题之一。