

## 知识目标

- 掌握汽车空调装置的分类；
- 了解汽车空调装置的组成及布置；
- 实车熟悉汽车空调装置；
- 了解汽车空调的历史与发展；
- 分析汽车空调的特点；
- 汽车空调的发展展望；
- 掌握汽车空调基础知识。



## 知识准备

## 一、汽车空调概述

汽车诞生距今已有 100 多年,但第一台汽车空调装置直到 1927 年才出现。当时汽车空调的内容仅仅是加热器和通风系统。1940 年,英国 Packard 汽车公司第一次提供了通过制冷方式使车内空气凉爽的方法。第二次世界大战后,汽车空调开始有了实质性的发展,在技术和数量上都有了很大的提高。

目前,汽车空调已经被广泛应用在汽车上。它不仅可以改善驾驶员的工作条件,提高工作效率和驾驶安全性,同时还可以提高汽车等级,改善汽车的乘坐舒适性。汽车空调已经不再是一种奢侈品,而是汽车现代化的重要标志之一。目前,美日两国乘用车的空调安装率已达 90% 以上,而且大多数采用自动控制。我国虽然起步较晚,但近年来发展很快。

汽车空调除在轿车上广泛应用外,在大客车、工程车、旅行车及城市公交车上也已经开始大量采用。随着车辆水平和人们需求的不断提高,汽车空调技术也不断得到发展。高性能制冷压缩机、新型热交换器材料和工艺及自动控制技术等不断出现,并得到广泛应用。

## 1. 汽车空调的概念

汽车的空气调节装置(简称汽车空调),就是人为地对车厢内的空气温度、空气湿度、空气流动速度和空气洁净度等全部或部分地进行调节,将其控制在合适范围内,从而创造一个舒适的工作及乘坐环境。

完整的车用空调一般由下列几种装置组成。



- (1) 制冷装置。对车内或吸进来的新鲜空气进行降温或除湿的装置。
- (2) 通风装置。把车外的新鲜空气吸进车内进行换气。
- (3) 暖气装置。加热车内或吸进来的新鲜空气,使车内加温(有时还除湿)的装置。
- (4) 空气净化装置。除去车内存在的灰尘及难闻气味,使空气净化的装置。

### 2. 汽车空气调节的内容

汽车空气调节的主要内容包括以下几个方面。

#### 1) 空气温度

对空气温度的调节包括冬季采暖和夏季制冷两种情况。采暖一般是利用冷却水或排气管的余热来进行,而制冷必须通过专门的制冷设备,也就是汽车空调制冷系统来进行。

在实际中,当气温为 25℃ 时,人感觉最舒适。当使用汽车空调系统制冷时,设定的制冷温度比环境温度低 5℃~10℃ 即可。过大的车内外温差不但易使乘员患感冒,而且会导致压缩机故障增多、寿命缩短,耗费过多的功率。推荐使用的调节温度为:冬季 18℃~20℃,夏季 25℃~27℃。

#### 2) 空气湿度

空气湿度是指空气中水蒸气含量的百分数。对湿度的调节一般都是降低湿度,即除湿,在夏季尤其如此。在同样的温度下,湿度越大人感觉越热,因此,在降低温度的同时降低湿度能使人感到更凉爽、更舒适。湿度的降低是通过车内空气中的水蒸气在蒸发器表面凝结成水,然后流出车外完成的。

人感觉最舒适的空气湿度是 60%~70%。实践证明,如果空气湿度过小,人会感到口干舌燥;相反,若空气湿度过大,人又会感到闷热憋气。因此,当空气湿度过大或过小时,都应进行调节。

#### 3) 空气洁净度

汽车门窗长时间关闭,车内充满了人呼出的二氧化碳等各种影响空气洁净的气体,影响乘坐的舒适性,因此必须将这些难闻气味除去。可通过引入外界新鲜空气(经过滤)、采用活性炭吸附剂、安装负离子发生器等方法来解决。

#### 4) 空气流动速度

汽车空调系统的空气流动速度包含两个方面的含义。

(1) 车内外空气的交换速度。即引入外界新鲜空气的比例,外界新鲜空气进入量的多少由新鲜空气阀门开度的大小来控制。

(2) 内部空气的流动速度。内部空气的流动速度主要解决车厢内温度不均的现象,这种情况主要由出风口的位置、出风方向、鼓风机挡位等来决定。

### 3. 汽车空调技术的发展历程

汽车空调技术是随着汽车的普及而发展起来的。和任何事物的发展规律一样,汽车空调技术的发展也经历了从低级到高级,从单一功能到多功能的历程。汽车空调的发展经历了以下五个阶段。

(1) 第一阶段:单一采暖阶段。1925 年首先在美国出现利用汽车冷却水流过加热器来采暖的方法。1927 年发展到由加热器、风机和空气滤清器组成的比较完整的暖气系统。目前,在寒冷的地区(北欧等),这种单一采暖的空调系统仍在汽车上使用。

(2) 第二阶段:单一制冷阶段。1940 年,英国 Packard 汽车公司首次在轿车上安装机械制冷降温的空调器,成为汽车空调的先驱。随后,这一技术在汽车上迅速发展起来。目前,



在热带、亚热带地区的汽车上,单一制冷的空调装置仍然应用广泛。

(3)第三阶段:冷暖一体化阶段。美国通用汽车公司于1954年首先在轿车上安装了冷暖一体化的空调器,汽车空调才具备了调节车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的发展,目前的冷暖一体化空调基本上可以实现降温、采暖、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种空调器目前仍然在大量的经济型轿车上使用。

(4)第四阶段:全自动控制阶段。冷暖一体化汽车空调虽然在功能上已经比较完备,但需要人工操纵,而且控制质量也不太理想。因此,美国通用汽车公司于1964年首先在凯迪拉克轿车上安装了自动控制的汽车空调。随后,日本、欧洲各国相继在高级轿车上安装自动空调。

这种全自动空调装置,只需预先设定好温度,系统就可以根据传感器监测到的车内、车外环境的温度信息自动调节空调各部件的动作,从而使车内温度保持在设定范围。目前,大部分中、高级轿车,豪华大巴车都安装全自动空调。

(5)第五阶段:微机控制阶段。1973年,美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司联合研制微机控制的汽车空调系统,并于1977年同时安装在各自的汽车上,从而将汽车空调技术推进到一个新的高度。微机控制的汽车空调功能增加,控制更加精确,显示数字化,可实现空调运行和汽车运行的相关统一,而且具备故障自诊断功能,从而极大地提高了汽车的整体性能和乘坐的舒适性。

目前微机控制空调的市场占有率越来越高。

#### 4. 汽车空调的发展趋势

在今后一段时间内,汽车空调将在以下方面得到进一步发展。

(1)控制向自动微调智能化发展。微机控制汽车空调系统,不仅将在轿车上广泛应用,在大客车及其他车型上也将得到进一步发展。此系统不但可以实现冷、暖、通风一体化,控制设定、运行及故障报警实行数字显示化,还具有故障判断和记忆功能,因而可以提高乘员舒适性,而且节省能源、方便故障诊断。

(2)新型空调结构和系统得到发展。目前,汽车空调除了单向制冷以外,不少汽车开始使用双向空调,即像室内空调一样,采用热泵系统,夏季制冷,冬季采暖(逆向工作)。但在采暖效率的提高、系统密封耐压等方面还需进一步研究。

另外,跨临界 $\text{CO}_2$ 的制冷循环技术将日趋成熟。由于用 $\text{CO}_2$ 作为制冷剂对环境的影响非常小,因此,在环境问题日益严峻的今天, $\text{CO}_2$ 汽车空调系统无疑有着非常好的发展前景。

(3)变排量压缩机进一步得到发展和应用,涡旋式压缩机应用前景广阔。变排量压缩机以其独特的优点,无疑在汽车空调中将会得到更加广泛的应用。1993年,日本三电公司正式开发出适用于汽车空调的涡旋式压缩机。在加工工艺、材料等问题得到更好解决后,涡旋式压缩机将以其高效、节能、零部件少等优点大受人们喜爱。

(4)新材料、新结构、新工艺将不断应用于汽车空调部件,特别体现在热交换器和管口连接上,以保证其得到更理想的性能。

## 二、汽车空调的特点

汽车空调与一般室内空调相比,具有一些特点,主要表现在以下方面。

(1)汽车空调热负荷大,而且要求降温(或升温)迅速。汽车车壁较薄,而且多是金属壁面,车体隔热困难;另一方面,汽车长时间直接暴露在太阳下(或风雪中),车厢内的热负荷(或冷负



荷)比一般房间大得多。而且乘员希望在车室一开启空调,就能迅速感受到空调的效果(采暖或制冷)。这些因素综合起来,就要求汽车空调机组的制冷(或采暖)能力比室内空调大得多。

(2)实验表明,汽车安装了非独立式空调系统后,油耗平均增加10%(和汽车行驶速度有关),发动机的输出功率下降10%~12%。汽车空调开启,或多或少会影响发动机的运转。汽车空调不便利用电力作为动力源,一般用汽车发动机或辅助发动机来带动压缩机。对于主机带动的空调系统(非独立式空调),制冷压缩机由发动机通过皮带驱动,这样就必然会影响到发动机的工作。特别是在一些极端工况下,如怠速、加速、爬坡等,影响就显得更明显。因此,有必要通过一些相应的措施或装置减少这些不利影响。

(3)汽车空调安装在车辆上,要承受汽车运行带来的剧烈和频繁的振动和冲击,因而对其机组的强度、抗振性能要求较高。除了要求各部件有足够的机械强度和缓冲减振措施外,对连接管路的走向、弯曲形状、密封性能等也有严格要求,否则管路就会因振动而松动,容易引发制冷剂泄漏。统计数据表明,因制冷剂泄漏而引起的空调故障约占汽车空调全部故障的80%,可见泄漏频率很高。

(4)由于汽车结构本身的特点,汽车空调应结构紧凑,体积小,重量轻。这样一来,就会引起汽车空调部件(主要是蒸发总成)通用性变差。

(5)由于汽车内部结构复杂,风量分配不易均匀,因而车内温度分布不易均匀,影响乘坐舒适性。

### 三、汽车空调基础知识

#### 1. 物质基本状态参数

##### 1) 温度

温度是物体冷热程度的量度。温度高低反映的是物体内部分子无规则热运动动能的大小。温度只表示物体冷热的程度而并不表示物体具有热量的多少。

物体温度的高低可用温度计来测量。温度计是利用某些物质的体积随温度的变化而改变的特性而制成的,最常用的温度计有水银温度计和酒精温度计。

温度计的温标一般有摄氏温标、华氏温标(欧美用)和绝对温标。

(1)摄氏温标( $^{\circ}\text{C}$ )。摄氏温标是选用纯水在一个大气压下的冰点作为 $0^{\circ}\text{C}$ ,沸点作为 $100^{\circ}\text{C}$ ,把这两者之间100等分,每一份定为 $1^{\circ}\text{C}$ 的温度表示体系。摄氏温标在人们日常生活中应用最为广泛。

(2)华氏温标( $^{\circ}\text{F}$ )。华氏温标将标准大气压下纯水的冰点定为 $32^{\circ}\text{F}$ ,沸点定为 $212^{\circ}\text{F}$ ,二者之间180等分,每一份定为 $1^{\circ}\text{F}$ 。华氏温标在欧美国家的日常生活中应用较广。

摄氏温标与华氏温标之间存在下列换算关系。

$$t = 5(F - 32) / 9$$

$$F = 9t / 5 + 32$$

式中, $t$ 为摄氏温度; $F$ 为华氏温度。

(3)绝对温标(K)。在摄氏温标的基础上,把水的冰点定为 $273.16\text{K}$ ,沸点定为 $373.16\text{K}$ ,且理论上把物体内部完全停止分子热运动之点定为绝对零度,即 $0\text{K}$ 。

摄氏温标与绝对温标之间的关系如下。

$$T = t + 273.16$$



式中,  $T$  为绝对温度。

## 2) 压力

单位面积上所受的垂直作用力称为压力(物理上称压强)。气体对容器壁所产生的压力,是大量气体不断运动,频繁撞击容器壁面的结果。分子运动越强烈,则压力越高,反之则压力越低。

压力(压强)的国际单位是帕斯卡,简称帕,用 Pa 表示。

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

因为 Pa 这个单位太小,故实际中常用千帕(kPa)或兆帕(MPa)。

$$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$$

物理上,将纬度  $45^\circ$  海平面上的常年平均气压称为 1 个标准大气压。

$$1 \text{ 标准大气压} = 101.3 \text{ kPa} (760 \text{ mmHg}) = 0.1013 \text{ MPa}$$

工程上,压力的常用单位是  $\text{kgf/cm}^2$ ,称为工程大气压。有些国家会用到巴(bar)这个压力单位,它和帕之间有如下换算关系。

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

## 2. 热力学基础

### 1) 热量

热量是物体分子不规则热运动动能大小的量度。热量可从高温处向低温处传递,其传递方式有以下三种。

(1) 传导。传导是热量在物体内部从高温端向低温端直接传递的现象。容易传递热量的材料称为热导体。热的良导体一般也是电的良导体,如铜、银、铁、铝等。不容易使热通过的材料为绝热体,如软木、空气、棉花及泡沫材料等。

(2) 对流。在液体或气体中,通过其自身的流动,把热量从一处传递到另一处的现象称为对流。

(3) 辐射。火焰或加热到高温的固体表面会向外放出光线,并向周围传热,热的这种传热方式称为辐射。热辐射在真空中都可进行(如太阳光照到地球上)。

常用的热量单位如下。

(1) 卡。在标准大气压下,将 1 g 纯水加热(或冷却),使其温度升高(或降低) $1^\circ\text{C}$ 时,所吸收(或放出)的热量即为 1 卡(cal)。因为卡这个单位太小,工程上常用千卡(即大卡)表示,其符号为 kcal。

(2) 焦耳。作用着 1 N 力的作用点在力的方向上移动 1 m 所做的功,称为 1 焦耳(J)。

在国际单位制中,将热量单位与功的单位统一为焦耳。

(3) 英热单位。在标准大气压下,将 1 磅(1 磅 $\approx 0.454$  千克)水加热,使其温度升高  $1^\circ\text{F}$  时所需要的热量,称为一个英热单位,用 Btu 表示。

下面是一些常用热量单位的换算关系。

$$1 \text{ kJ} = 0.239 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ kcal} = 3.969 \text{ Btu}$$

$$1 \text{ 美国冷吨} = 3\,024 \text{ kcal/h}$$

$$1 \text{ 日本冷吨} = 3\,320 \text{ kcal/h}$$

**注:** 1 冷吨就是一吨  $0^\circ\text{C}$  的水在 24 h 内变成同温度的冰所放出的热量。



### 2) 比热

将 1 kg 物质的温度每升高(或降低)1 K 所需要吸收(或放出)的热量数值称为比热。

在国际单位制中,比热的单位为  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ (千焦/千克·绝对温度)。

物质的比热值越大,就越难升温或降温。例如,水的比热为  $4.19 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ,铜的比热为  $0.39 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$ ,因此将 1 kg 水的温度升高 1 K(亦即  $1^\circ\text{C}$ )需要吸收 4.19 kJ 的热量,而将 1 kg 铜的温度升高 1 K 则只需要吸收 0.39 kJ 的热量。

### 3) 汽化与液化

物质从液态转变为气态的过程称为汽化。物质汽化时要吸收一定的热量,汽化的方式有蒸发与沸腾两种。

(1)蒸发。在液体表面进行的汽化现象称为蒸发。蒸发可在任何温度下进行,温度越高或液体表面压力越低,则蒸发越快。

(2)沸腾。在液体表面和内部同时进行的汽化现象称为沸腾。沸腾必须在温度达到沸点(准确地说应该是达到饱和温度)时才能进行。对液体加热或降低液体表面压力,都可以使液体沸腾。

在汽车空调系统中,是采用降低压力的方法使制冷剂在蒸发器内完成汽化过程的。

物质从气态转变为液态的过程称为液化。物质液化时要放出一定的热量,对气体冷却或对其加压,都可使其液化。

在汽车空调系统中,是通过增大压力促使制冷剂在冷凝器中完成液化过程的。

### 4) 显热与潜热

在对物质加热的过程中,只要物质的状态不发生变化,那么加入的热量就会使物质的温度升高,这种不改变物质状态而只引起物质温度变化的热量称为“显热”。也就是说,显热只对物质的温度有影响,并不影响物质的状态。例如,在水的冰点与沸点范围内对水进行加热,它的温度就会上升,在此期间水的状态并不会发生改变。

当水温达到沸点时,若继续给其加热,水温便停留在沸点处并不上升,直至水完全变成水蒸气为止。在整个过程中,加入的热量只是使水变成水蒸气,也就是说这部分热量使水发生了状态的变化。这种不改变物质温度而只改变物质状态的热量称为“潜热”。

(1)汽化潜热。1 kg 液体全部变为同温度气体所需吸收的热量称为汽化潜热( $\text{kJ/kg}$ )。水的汽化潜热为  $22\ 571 \text{ kJ/kg}$ ,制冷剂 R12 的汽化潜热为  $165 \text{ kJ/kg}$ 。

(2)溶解潜热。1 kg 固体全部变为同温度液体所需吸收的热量称为溶解潜热( $\text{kJ/kg}$ )。汽车空调制冷循环中不涉及溶解潜热。

### 5) 过热度与过冷度

蒸气的温度高于其所处压力下对应的饱和温度时,此蒸气称为过热蒸气,而过热蒸气的温度与其饱和温度之差称为过热度。

液体的温度低于其所处压力下对应的饱和温度时,此液体称为过冷液体,而过冷液体的温度与其饱和温度之差称为过冷度。

### 6) 空气湿度

空气湿度是指空气中所含水蒸气量的多少。

(1)空气湿度的表示方法。空气湿度的表示方法有以下三种。

①绝对湿度。单位容积空气中所含水蒸气的质量,称为空气的绝对湿度( $\text{kg/m}^3$ )。



②含湿量。在湿空气中,与单位质量干空气同时存在的水蒸气量称为该空气的含湿量(湿空气是由干空气和水蒸气组成的),它表示空气中水蒸气的含量多少,即

$$\text{含湿量} = \frac{\text{湿空气中水蒸气的质量}}{\text{湿空气中干空气的质量}}$$

③相对湿度。空气中水蒸气的分压力与同温度下饱和水蒸气分压力之比称为相对湿度,它表示空气接近饱和的程度,即

$$\text{相对湿度} = \frac{\text{空气中水蒸气的分压力}}{\text{同温度下饱和水蒸气的分压力}} \times 100\%$$

相对湿度越小,表示空气越干燥,吸收水蒸气的能力就越强;相对湿度越大,表示空气越接近饱和程度,说明空气越潮湿,吸收水蒸气的能力就越弱。当相对湿度等于零时,则为干空气;当相对湿度等于100%时,则为饱和空气。

我们平常所说的空气湿度,就是指空气的相对湿度。雨天的空气湿度可认为是100%。在我国,南方比北方的空气湿度大,夏天比冬天的空气湿度大;夏天,在相同的温度下,空气湿度越大,人感到越热,水越难汽化。

(2)空气湿度的测量方法。在汽车空调系统中,常用干、湿球温度计来测量空气的温度和湿度,其结构如图1-1所示。

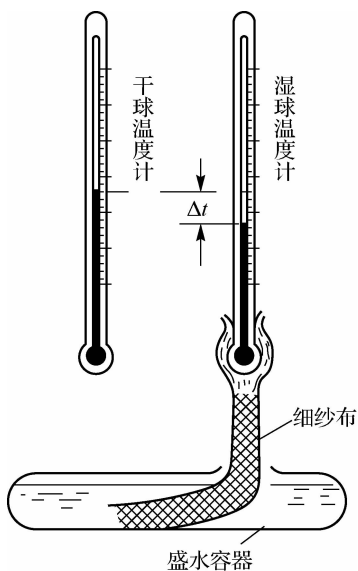


图 1-1 干、湿球温度计

干、湿球温度计由两支完全相同的水银温度计组成。其中一支温度计就是一般的水银温度计,称为干球温度计,它测出的是干球温度,也就是通常意义上的温度;另一支温度计是在水银温度计的水银球上裹有细纱布,此即湿球温度计,它测出的温度为湿球温度。很显然,由于水的蒸发吸收了热量,因此湿球温度计的读数要小于干球温度计的读数。空气的相对湿度越低,细纱布上的水分蒸发速度就越快,吸收的热量就越多,湿球温度便越低,两支温度计的读数数值相差就越大;相反,空气的相对湿度越高,湿纱布上的水分蒸发速度就越慢,吸收的热量就越少,湿球温度便越接近干球温度,两支温度计的读数数值相差就越小;当空气的相对湿度达到100%,即为饱和空气时,干、湿球温度计的读数相同。



图 1-2 所示为以水为例说明相变过程的进行情况。

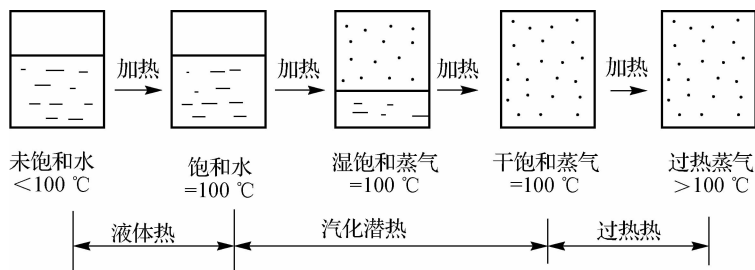


图 1-2 水的相变过程图

### 7) 制冷系数

制冷压缩机的制冷性能系数(COP)是指在某一工况下,制冷压缩机的制冷量与同一工况下制冷压缩机功率的比值。

COP 值是制冷系统的经济指标,COP 值越大,说明此制冷系统越经济。COP 值与制冷循环的工作参数、制冷剂的种类、压缩机的类型等因素有关。

### 8) 容积效率

压缩机在运行过程中,由于存在节流损失、余隙损失、预热及泄漏等损失,引起实际输气量总是小于理论输气量,为此引入容积效率的概念。容积效率是指压缩机在吸气状态下的实际输气量与理论输气量之比。

### 9) 制冷能力

制冷能力是指汽车空调制冷系统在稳定状态下从蒸发器处测得的制冷量。由于压缩机转速是随发动机转速的变化而变化的,其制冷量也是经常变化的。因此,我们只能以某一种固定工况来说明制冷能力,即额定工况时的制冷量。

额定制冷量是指汽车空调制冷系统在规定的实验条件及实验设备下运行时,单位时间内蒸发器从空气中吸收的热量,用  $\omega$  表示。这个规定的实验条件各国是不一样的。我国和日本规定的实验条件是:压缩机转速为 1 800 r/min,蒸发器进风干球温度为  $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,湿球温度为  $(19.5 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ,冷凝器进风温度为  $(35 \pm 1)^\circ\text{C}$ ,风速为 4.5 m/s,风机额定电压为 12 V。

## 四、汽车空调的结构

由于汽车种类繁多,结构各不相同,同一形式的汽车,又由于使用对象不同而有不同的车内布置及要求,需要不同的空调机组与之相匹配。例如,轿车、中小型旅行车与大型客车,豪华型客车与普通型客车,高顶车与平顶车,它们的空调机组显然是不同的。而且,不同的汽车对空调装置的性能要求也不尽相同。因此,与房间空调器或其他用途空调器相比,汽车用空调装置的种类要繁杂得多。

### 1. 汽车空调的基本组成

#### 1) 汽车空调的基本功能

汽车空调的基本功能是用人为的办法在车厢中造成使人感到舒适的气候环境,即在夏天能使车室降温(制冷)、冬天能使车室升温(采暖),并尽可能满足“头凉足暖”的循环送风原则。当车内空气混浊时要能补充新鲜空气(新风)或净化空气。对于高级车辆,还要求上述





功能自动实现,需要一套高级的自动控制与调节设备。

## 2) 采暖系统

汽车采暖系统主要具有在冬季车厢内进行采暖及风窗除霜两种作用,由暖风散热器、风机、操纵系统及送风管路等总成组成。现代轿车及卡车上常将采暖与制冷合成一套装置,称为全空调装置,此时制冷与采暖系统共用一套风机及操纵设施。采暖器根据能源不同,分为余热式和独立燃烧式两种。余热式是利用汽车发动机的余热(冷却水或排气)作为热源,独立燃烧式则是以燃油为能源的独立的暖风装置。一般轿车都以发动机冷却水为热源进行采暖。

## 3) 制冷系统

人们俗称的汽车空调主要指汽车空调中的制冷系统(冷气系统),本书也以制冷作为空调的主要内容,若无特别说明则汽车空调系统主要指制冷系统。

汽车空调利用蒸发制冷,即利用沸点很低的制冷工质在汽化过程中要吸收周围空气中热量的原理将车室内空气的热量转移给制冷剂,最终带至车外大气中,达到车室内降温的目的。图 1-3 所示为汽车空调制冷循环中空气的热量转移和制冷工质状态的变化过程。

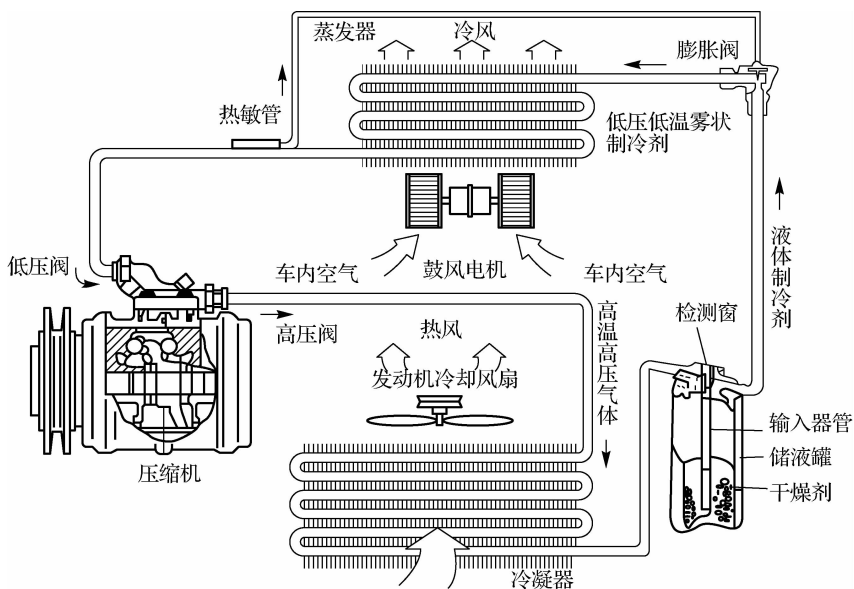


图 1-3 汽车空调制冷循环中空气的热量转移和制冷工质状态的变化过程

汽车空调制冷系统主要由电气调节与控制系统及制冷循环系统两大部分组成。

(1) 制冷循环系统主要由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、输液(气)软管以及风机(冷凝器风扇、蒸发器风机)等组成。

(2) 电气调节与控制系统主要包括电源开关、电磁离合器(也有把它与压缩机制成一体的)、风机转换开关及电阻器、各种温度控制器(或称恒温器)、高、低压力开关、怠速继电器、加速延迟器、真空阀门控制及操纵装置等。

对于以汽车发动机为动力源的压缩机,它的开、停由电磁离合器决定,而控制电磁离合器工作的是各种温度、压力控制设备以及车速传感设备。为了解决汽车怠速、加速等运行工



况时的动力匹配问题,往往采取中断压缩机运行或加大油门的办法。为了使车内温度稳定,避免出现蒸发器表面结霜、压缩机在缺少制冷剂或气温过低的状态下运行,以及避免发动机水温过高、冷凝温度与压力过高,采取了一系列温度、压力控制和保护措施,通过电磁离合器使压缩机停止工作是一种主要的措施。

轿车空调器要满足分别向乘员头部、足部送冷风、热风、新风及向前风窗送热风除霜等要求,需要控制多个阀门。除手动和用钢丝绳拉以外,常常采用真空控制装置。为了减少驾驶员对空调控制的注意力,提高舒适性并节省能耗,出现了全自动计算机控制空调系统。各种不同类型的汽车,制冷系统的布置方式各不相同,但基本上由压缩机(含电磁离合器)、冷凝器(包括冷凝风机)、储液干燥器(有时与冷凝器制成一体)、蒸发器(包括膨胀阀、鼓风机)及控制板组成。

### 4) 送风系统

送风系统包括冷气送风、暖气送风(包括除霜送风)、新风与换气(即通风系统)三部分。冷气可直接从蒸发箱送出,也可由专门的送风管道及回风口送出。暖气可直接从暖风机送出,也可通过暖风管道送出。通风系统分为车辆本身的自然通风(车身设有进风口和排气孔)及强制通风(利用小风机或排风扇),有的还带有空气净化装置。一般冷气送风口安排在车身上部,暖气送风口安排在地板上面,以满足“头凉足暖”的要求及热空气上升、冷空气下沉的气体对流原理。新风进风口一般安排在车身正压区,排气孔安排在负压区。

## 2. 轿车空调的一般结构

轿车空调的压缩机全部由发动机驱动,冷凝器一般布置在水箱前面。蒸发器有三种布置方式,即仪表板式、后行李厢式及一体式。许多后加装冷气的轿车都采用仪表板式结构,后行李厢式现今主要作为前空调器的补充,增加后座空调效果。储液罐一般布置在冷凝器附近。

目前绝大部分轿车都采用冷暖合一及全空调两种结构形式,这两种结构形式尺寸紧凑,车内布置美观,与车身融为一体;出风分布均匀,可以调整新风量;冷暖合用一个鼓风机和一套操纵机构,冷暖调节可各自分开,也可混合同时开冷暖(对于冷暖完全合一型空调调节相对湿度时用),后者为实现高精度的温湿度自动调节提供了条件。

冷暖合一型空调器的组成及送风管路立体图如图 1-4 所示。除了蒸发器、加热器、鼓风机、控制板以外,还有一套新风进风与过滤装置及前送风管、后座暖风送风管和除霜送风口。对于暖风系统,还有热水调节阀;对于真空控制系统(操纵各风门的开闭),还有真空储气罐。

水箱与冷凝器的冷却风扇最初都采用发动机直接驱动,冷却能力受发动机转速影响。现在大多数轿车的水箱风扇已改为电子风扇,可根据需要改变风量大小,并加设冷凝器风扇以提高冷凝器效果。这种结构及布置根据冷凝器、水箱的尺寸及车上的空间位置可以有几种不同方式。

轿车空调器的制冷量一般为 3~4.5 kW,压缩机排量为 120~140 mL,少数豪华型轿车会采用 200 mL 排量的压缩机。压缩机的结构形式以斜盘式为主,旋转式为辅。主要机型有六缸和十缸回环斜盘式、五缸和七缸摇摆斜盘式。旋转式中涡旋式是新开发成功的,刮片式得到改进,其他机型用得较少。为了节省高速运行时的功耗,可变排量压缩机得到重视,美国通用公司的 V-5 型、日本三电公司的七缸变排量都取得了成功。随着 R12 逐步被禁用,各



公司陆续对原有压缩机进行了改进,使其适用于 R134a 制冷剂。

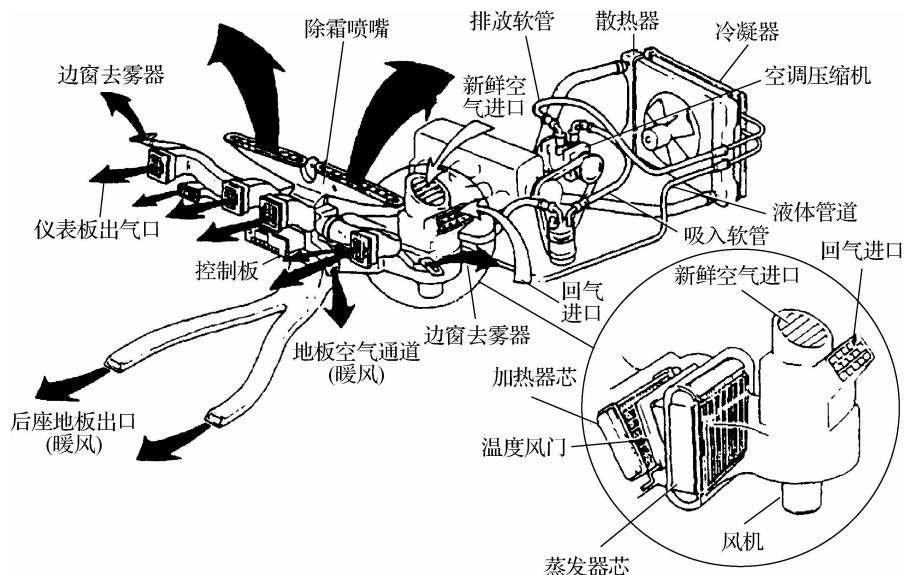


图 1-4 冷暖合一型空调器的组成及送风管路立体图

蒸发器除了传统的管片式及管带式以外,层叠式(板翅式)得到了比较快的发展,尤其是随着 R134a 的使用,要求提高蒸发器的效率,层叠式以其结构紧凑、换热效率高而得到青睐。

冷凝器主要有管片式和管带式,在不少高级轿车上曾采用鳍片式冷凝器,提高了抗振性和换热效率。近年来又纷纷改用高换热效率的多元平流式冷凝器,以适应 R134a 的需要。节流膨胀机构以热力膨胀阀为主,美国在 20 世纪 70~80 年代曾广泛采用 CCOT(循环离合器节流孔)方式,部分奥迪 100 也采用此种形式。美国在不少车型上加有吸气节流阀,近年来采用 H 型膨胀阀的比较多。H 型膨胀阀是外平衡式,调节灵敏度高,没有传统的感温包,不存在感温包位置不当、绝热不良等弊病,而且可以安放在发动机室,维修更换方便。我国生产的捷达、切诺基、标致等车型都采用 H 型膨胀阀。

操纵与控制方式由手动向计算机全自动控制发展。全自动电控技术在高级轿车上得到迅速发展,控制挡位中增设了 ECONOMICAL(经济挡)。

蒸发器风机普遍采用离心式叶轮。传动皮带除常规的三角形强力皮带外,齿形皮带也得到了应用。由于空调压缩机起动频繁,起动扭矩大,扭矩变化也大,皮带承受的拉力比一般用途的皮带大,因此空调用皮带的强度要求高,皮带成为影响空调正常工作的关键零件之一。一般在皮带用橡胶中加有锦纶拉丝,以增加强度。

空调压缩机由发动机主机带动,而蒸发器、冷凝器分装在不同的位置上,它们之间的连接必须用柔性软管。因为制冷剂对普通橡胶有侵蚀作用,制冷软管必须采用特殊的橡胶,不能用一般软管代替。高压管路内工质的压力可达 2 943 kPa 以上,因此对软管的强度有一定要求。适用于 R12 的软管中的内层橡胶一般用耐氟利昂的材料(如氯丁橡胶或丁酯橡胶)制造;若用于 R134a 制冷剂系统,则要用带尼龙内衬的复合胶管或其他 R134a 专用胶管。



## 五、汽车空调的分类

### 1. 按驱动方式分类

#### 1) 非独立式空调

非独立式空调是用主发动机通过皮带传动带动空调压缩机运转,由电磁离合器控制二者之间的动力传递。电源接通,电磁离合器吸合,压缩机运转制冷;电源切断,电磁离合器断电分离,压缩机停转。

非独立式空调的优点是结构简单、噪声小,便于安装布置;缺点是要消耗发动机 10%~15%的动力,降低汽车后备功率,影响汽车的动力性。

非独立式空调主要用于轿车、货车及小型客车上。

#### 2) 独立式空调

独立式空调专门用一个副发动机带动空调压缩机运转,其运行过程稳定,不受主发动机工作情况的影响。

独立式空调的优点是制冷与行驶互不影响,制冷量大,制冷效果稳定;缺点是结构复杂、成本高、噪声大,布置难度大。

独立式空调主要装于大型客车上。

### 2. 按布置形式分类

#### 1) 整体式空调

整体式空调是将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器等通过皮带和管道连成一个整体,安装一个专门机架上,构成一个独立总成,其动力源为副发动机。这种形式主要用于独立式空调系统的布置。

#### 2) 分体式空调

分体式空调是将压缩机、冷凝器、蒸发器及独立空调系统中的副发动机根据汽车具体结构部分或全部分开布置,用管道相互连接。这种形式主要用于独立式空调。

#### 3) 分散式空调

分散式空调是将压缩机、冷凝器、蒸发器等各部件分散安装于相应部位,用管道相互连接。这种布置形式用于非独立式空调系统。

### 3. 按送风方式分类

#### 1) 直吹式空调

直吹式空调的气流直接从空调器送风面板吹出,也称仪表板式空调,其结构简单,送风阻力小,但车内送风均匀性差。非独立式空调系统一般采用这种方式。

#### 2) 风道式空调

风道式空调是将气流用风机送到塑料风道,再由风道送到车顶或座位下的出风口吹出。这种方式送风均匀,但结构复杂且送风阻力大。独立式空调系统一般采用这种方式。

### 4. 按功能分类

#### 1) 冷暖分开型空调

制冷与采暖完全分开,各自独立控制,结构分开布置。这种形式占用空间较多,主要用于早期的汽车空调上,现已淘汰。



## 2) 冷暖合一型空调

在制冷系统的基础上增装加热器及暖风出口,但制冷与采暖不能同时工作,其结构形式如图 1-5 所示。

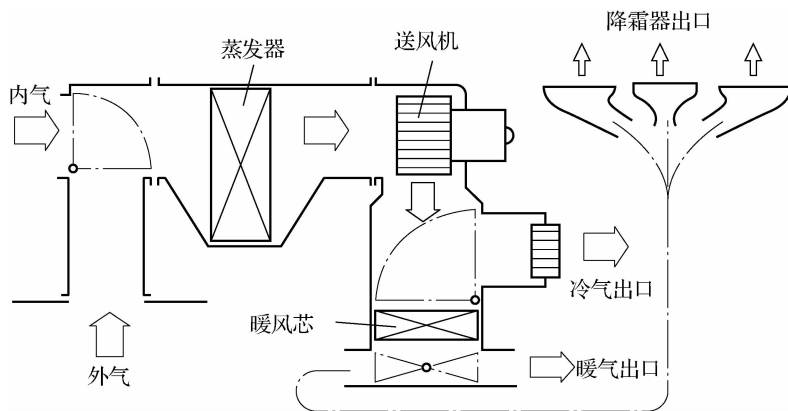


图 1-5 冷暖合一型汽车空调系统

## 3) 全功能型空调

这种形式的汽车空调集制冷、采暖、除霜、去湿、通风、净化等功能于一体,由于其功能完善、提高了乘坐的舒适性,因此越来越多的汽车空调采用了这种形式。全功能型汽车空调系统的布置如图 1-6 所示。

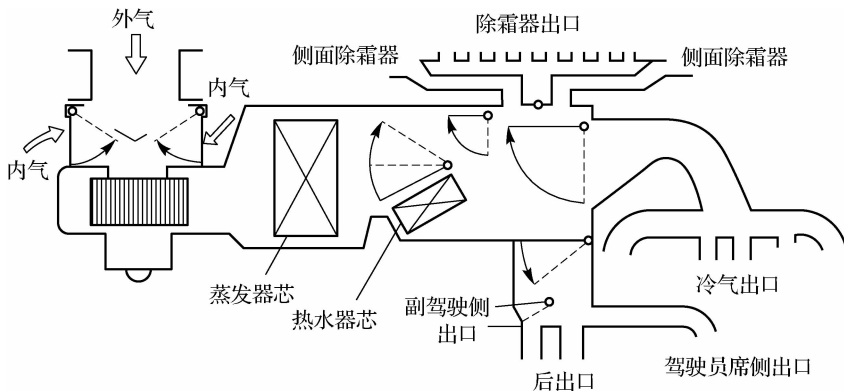


图 1-6 全功能型汽车空调系统的布置

## 5. 按控制方式分类

### 1) 手动空调

手动空调用拨杆或旋钮控制,一般设有开关键、调温键和调风键等。其操纵机构一般为拉索式,也有少数为气动式(真空)。手动空调控制面板如图 1-7 所示。

### 2) 半自动空调

半自动空调一般用拨杆控制,设有温度选择键和功能选择键,其控制面板如图 1-8 所示。半自动空调的操纵机构一般为气动式。

### 3) 全自动空调

全自动空调一般用按键控制,其操纵机构一般为电控气动式。其控制面板如图 1-9 所示。

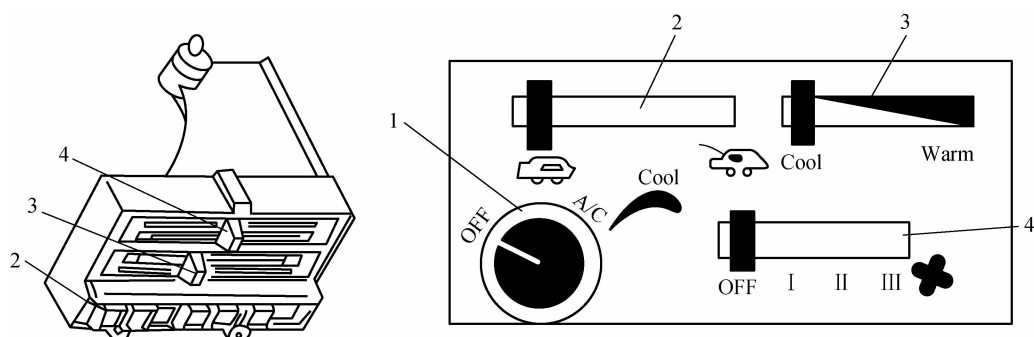


图 1-7 手动空调控制面板

1—功能选择键；2—后窗除霜键；3—调温键；4—调风键

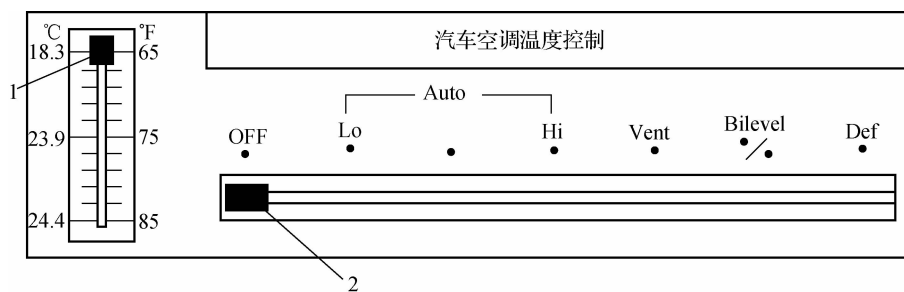


图 1-8 半自动空调控制面板

1—温度选择键；2—功能选择键

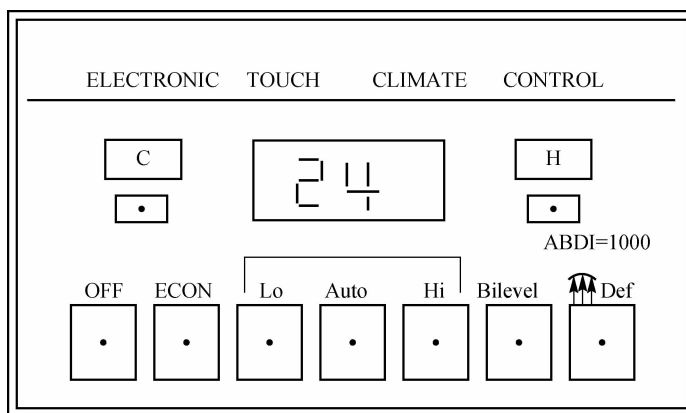


图 1-9 全自动空调控制面板



#### 4) 电控空调

电控空调一般用触摸开关控制,它是用计算机控制的空调系统,其操纵机构一般为电动式,也有少数用电控气动式。其控制面板如图 1-10 所示。

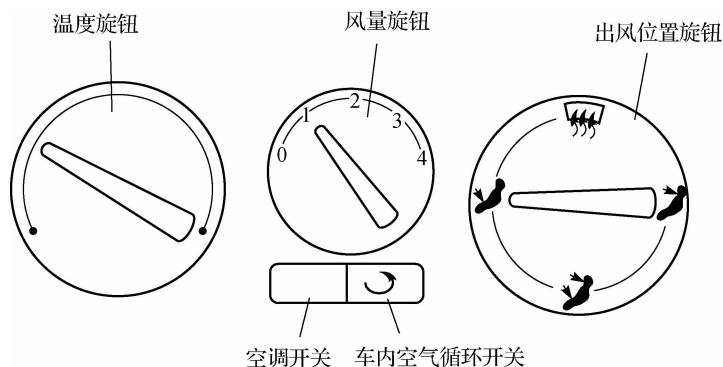


图 1-10 电控空调控制面板



### 一、任务说明

通过实车或台架,分组熟悉汽车空调系统。

### 二、任务要求

1. 掌握汽车空调系统的基本组成。
2. 熟悉车内空调系统控制面板。
3. 找到车内各个进出风口。
4. 在发动机舱内找到制冷系统的主要组成部件。

### 三、设备器材

实验用车或台架(手动空调和自动空调)各 1 辆。

### 四、操作步骤

1. 记录车辆基本信息。
2. 确定实训车辆空调类型,找到并记录制冷系统主要部件位置。
3. 写出空调控制面板上主要按键的名称及功能。
4. 记录车内进出风口的位置。



## 五、任务考核与评价

项目名称							
班级		学号		姓名		日期	
评价内容						学生自评得分	教师评价得分
知识评价 (20分)	应用到所学的知识 (10分)						
	在项目工作中 学到的新知识 (10分)						
技能评价 (60分)	车辆基本信息记录 (15分)						
	主要部件查找 (15分)						
	熟悉控制面板 (15分)						
	记录进出风口位置 (15分)						
态度与合作评价 (20分)	服从安排、遵守纪律、 态度端正、团队合作 (10分)						
	安全操作 (10分)						
合计							
综合评分(学生自评占30%,教师评价占70%)							



## 汽车空调的正确使用

汽车空调的正确使用方法如下。

(1)普通空调要在全封闭状态下使用,汽车空调也是如此。在使用过程中若车门、车窗关闭不严,将导致制冷效果不佳,而且浪费燃油。

(2)注意空调出风口方向的正确调整。有些车主在使用空调时,不注意调整空调吹风的方向,这不利于发挥空调的最佳效果。根据冷空气下沉、热空气上升的原理,正确的做法应该是开冷气时将出风口向上,开暖气时将出风口向下。

(3)避免长时间开空调。有些车主常常在上车后就一直开着空调,但是长时间使用空调





会使冷凝器压力过大,这会对制冷系统造成损耗。因为空调是发动机的一个沉重负担,而发动机本身就是一个发热体,尤其是在高温天气下。一些小排量汽车在这种情况下甚至会出现水沸现象,影响驾驶也降低了空调效率。因此,每次使用空调的时间不宜过长,如果车内温度已经达到舒适的温度,就可以把空调关掉,隔一会儿再开。

(4)选择合适的空调温度。在夏季,许多人喜欢把温度调得很低。但温度过低会影响身体健康,所以空调温度调整一定要适宜。人体最适宜的温度是 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,超过 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,人就会觉得闷热,而低于 $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,人就会觉得冷。因此,汽车空调应将车内温度控制在 $18\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

(5)夏季进车不要立即开启内循环。汽车在烈日下停放的时间较长时,有些车主喜欢一起动汽车就立刻开启空调并开启内循环,认为这样可以使车厢内温度下降得快一些。但因为车内的温度比车外温度高,所以这样做效果反而不好。刚进入车内的时候,应该先开窗通风,并开启外循环,把热气都排出去。待车厢内温度下降之后,再换成内循环。

(6)不要开着空调在车内吸烟。在车厢内吸烟时,由于烟雾不能迅速排出,会刺激眼睛和呼吸系统,不利于健康。若必须吸烟,应将空调通风控制调整到“排出”位置,使车厢内烟雾排出车外。

(7)不在开着空调停驶的车内长时间休息或睡眠。由于汽车密封性好,车辆停驶时,车厢内通气性差,若此时开着空调休息或睡眠,很可能因发动机排出的CO气体漏入车内引起人员中毒,甚至死亡。

(8)低速行驶时尽量不使用空调。行车中遇到交通堵塞时,不要为提高空调效能而使发动机以较高转速运转,因为这样做对发动机和空调压缩机的使用寿命都有不利影响。

(9)先关空调再熄火。有些车主常常在熄火之后才想起关闭空调,这对发动机是有害的,因为这样在车辆下次启动时,发动机会带着空调的负荷启动,而高负荷会损伤发动机。因此,每次停车后应先关闭空调再熄火。与此同时,应该在车辆启动 $2\sim 3\text{ min}$ 、发动机得到充分润滑后,再打开空调。



1. 汽车空调如何分类?
2. 汽车空调装置包括哪些部分? 在车上如何布置?
3. 列举汽车空调控制面板的主要按键和功能。