

汽车空调系统检修

主 编◎吴兴敏 姜 革 穆文闯

汽车空调系统检修

主 编 吴兴敏 姜 革 穆文闯



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共设置3个课题,分别是汽车空调总体认识、汽车空调制冷系统的维修、汽车采暖与通风装置的维修。以国内外比较流行的车型为例,系统地讲述了汽车空调系统的组成及分类、汽车空调制冷系统的工作原理、汽车空调系统主要部件的结构与工作原理、汽车空调制冷系统控制装置的结构与工作原理、汽车采暖与通风系统的结构与工作原理、汽车空调系统主要装置的拆装方法、元器件及电路的检修方法及常见故障诊断方法。

本书可作为高等院校汽车相关专业的教材,也可供汽车维修行业的工程技术人员及汽车维修人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调系统检修/吴兴敏,姜革,穆文闯主编. —北京:北京理工大学出版社, 2016.4

ISBN 978-7-5682-1825-2

I. ①汽… II. ①吴… ②姜… ③穆… III. ①汽车—空气调节系统—维修
IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第021898号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京通县华龙印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/11.75

字 数/275千字

版 次/2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷

定 价/48.00元

责任编辑/陆世立

文案编辑/陆世立

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

FOREWORD

随着人们对汽车舒适性要求的不断提高，汽车电子技术也在不断发展。汽车空调系统日常使用频率高，损坏率也相对其他电器要高，其维修量和难度大。为了使学生能够熟练地掌握现代汽车空调系统的检修方法，我们组织一线资深教师和汽车维修企业技术人员编写了本书。

我们对本书的体系结构做了精心的设计，根据学生的认知规律，由简单到复杂来安排本书的学习任务。每个学习任务按照“学习目标→任务分析→相关知识学习→技能学习与考核→学习检验”这一体例进行编排。各学习任务内容相对独立且涉及的知识比较先进，针对性强，图文并茂，通俗易懂。

由于编者水平有限，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请同行专家和广大读者批评指正。

编者

目录

CONTENTS

课题一 汽车空调总体认识	1
任务一 汽车空调总体认识	1
学习目标	1
任务分析	1
相关知识学习	2
技能学习与考核	17
学习检验	19
课题二 汽车空调制冷系统的维修	21
任务二 制冷系统的拆装	21
学习目标	21
任务分析	21
相关知识学习	21
技能学习与考核	36
任务三 制冷系统的检修	61
学习目标	61
任务分析	61
相关知识学习	62
技能学习与考核	85
任务四 制冷系统故障诊断	97
学习目标	97
任务分析	97
相关知识学习	97
技能学习与考核	111
学习检验	152



课题三 汽车采暖与通风装置的维修.....	157
任务五 汽车采暖与通风装置的维修	157
学习目标.....	157
任务分析.....	157
相关知识学习.....	158
技能学习与考核.....	170
学习检验	178
附录 学习检验部分试题参考答案.....	180
参考文献.....	181

课题一

汽车空调总体认识

任务一 汽车空调总体认识

○【学习目标】

- (1) 能够正确描述汽车空调的功能;
- (2) 能够正确描述汽车空调的组成;
- (3) 能够正确描述汽车空调的分类;
- (4) 能够正确描述汽车空调的特点;
- (5) 能够通过阅读汽车维修手册,说明汽车空调的类型、空调装置的布置;
- (6) 能够注意培养良好的安全、环保、卫生习惯与团队协作意识;
- (7) 能够检查、评价、记录工作结果。

○【任务分析】

汽车空调即车内空气调节,是指对车内的温度、湿度、气流速度、空气的清洁度及噪声等进行调节控制,使其在舒适的标准范围之内的技术。随着人们生活水平的提高,以及家庭汽车的普及,提高汽车的舒适性是各汽车制造商不断追求的目标,而汽车空调就是汽车舒适性的重要标志之一,因此,汽车空调已成为现代汽车的标准配置。

汽车空调包括制冷系统和取暖系统,根据不同的分类方法,有多种类型。每一种类型的汽车空调,都有其自身的特点。因此在对汽车空调装置进行维修之前,维修技师必须明确所维修车型的空调装置类型和总体布置,以便根据具体的特点制定合理的维修方案。

本学习任务主要学习汽车空调的基本类型、组成。



。【相关知识学习】

➡ 一、汽车空调技术的发展历程

制冷原理早在一万年前就为人所知。当时，中国人就经常在冬天切割池塘和湖泊中的冰块，放入柴堆中保藏，以备夏日之用。古埃及人利用沙漠地区昼夜温差大的特点，让几千名奴隶在夜里将宫墙的石块拆下后，运至沙漠中散热，破晓之前，奴隶又将石块运回原处并砌成墙。通过这种方法，使法老在高温 54.4℃ 的炎热夏日中能够享受到宫内 26℃ 的宜人温度。上述制冷称为天然制冷。

现代制冷又称为人工制冷。人工制冷不再需要耗费巨大的人力与时间，它利用制冷机，消耗的是电能或其他能源。

汽车空调系统的发展经历了由低级到高级、由单一功能到多功能的六个阶段。

第一阶段：

单一取暖。1925 年首先在美国出现利用汽车冷却水通过加热器取暖的方法，到 1927 年发展到具有加热器、风机和空气滤清器的比较完整的供热系统。这种供热系统直到 1948 年才在欧洲出现。而日本到 1954 年才开始使用加热器取暖。目前，在寒冷的北欧、亚洲北部地区，汽车空调仍然使用单一供热系统。

第二阶段：

单一冷气。1939 年，美国通用汽车帕克（Packard）公司首先在轿车上安装由机械制冷的空调器。这项技术由于第二次世界大战而停止了发展。战后的美国经济迅速发展，特别是因 1950 年美国石油产地的炎热天气，急需大量的冷气车，从而使单一降温的空调汽车得以迅速发展起来。欧洲、日本到 1957 年才生产加装这种单一冷气的轿车。单一降温的方法目前仍然在热带、亚热带地区使用。

第三阶段：

冷暖一体化。1954 年，通用汽车公司首先在纳什牌轿车上安装了冷暖一体化的空调器，汽车空调才基本上具有调节控制车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进，目前的冷热一体空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种方式目前仍然在大量的经济型汽车上使用，是目前使用量最大的一种方式。



第四阶段:

自动控制的汽车空调。冷暖一体汽车空调需要人工操纵,这显然增加了驾驶人员的工作量,同时控制质量也不大理想。自从冷暖一体化技术出现后,通用公司就着手研究自动控制的汽车空调,并于1964年首先安装在凯迪拉克牌轿车上,紧接着通用、福特、克莱斯勒三大汽车公司竞相在各自的高级轿车上安装自动空调。日本、欧洲直到1972年才在高级轿车上安装自动空调。

第五阶段:

微机控制的汽车空调。1973年,美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司一起联合研究由微型计算机控制的汽车空调系统,1977年同时安装在各自的汽车上,将汽车空调技术推到一个新的高度。微机控制的汽车空调系统由微机按照车内外的环境,实现微调化。该系统具备数字化显示、冷暖通风三位一体化、自我诊断、执行器自检、数据流传输等功能。通过微机控制,实现了空调运行与汽车运行的相关统一,极大地提高了制冷效果,节约了燃料,从而提高了汽车的整体性和舒适性。

第六阶段:

注意环保阶段。汽车空调的制冷剂多年来采用R12,但已证明它对臭氧层有害,因此,自1996年以后,改用R134a作为制冷剂。

我国汽车空调的发展经历了三个阶段。第一阶段是从20世纪60年代初到70年代末,主要是利用汽车发动机排出的尾气或冷却水产生的热量来给车内供暖。第二阶段是80年代初到90年代初,从国外购进一些制冷除湿的汽车空调系统。第三阶段从90年代开始,国内形成一批有一定生产规模的汽车空调制造企业。至此,我国汽车空调技术在短时间内接近了世界先进水平。

二、汽车空调的功能

汽车空调的基本功能是:在任何气候条件下,将车内空气调整到对人体最适宜的状态,改善驾驶人和车内乘员的舒适性。舒适性是人对车内空气的温度、湿度、流速及清洁度等指标的综合感觉。因此,汽车空调的功能要包括调节车内温度、湿度、空气流速及方向、空气清洁度及除霜(除雾)等方面。

1. 调节车内温度

车内温度是指车内空气的冷热程度。为给乘员创造适宜的车内温度环境,在寒冷的冬季,利用采暖装置提高车内的温度,而在炎热的夏季,则利用制冷装置来降低车内温度。



图 1-1 所示为舒适环境示意图,从图中可以看出,人感到舒适的温度是 $20 \sim 28^{\circ}\text{C}$ 。但应注意,车内外的温差不宜太大,否则也会使乘客感觉不舒适。为降低汽车空调系统的负荷,减少动力消耗,并为乘客创造一个适宜的温度环境,汽车空调车内推荐值为:夏季一般应控制车内温度在 $25 \sim 28^{\circ}\text{C}$,冬季应控制车内温度在 $15 \sim 18^{\circ}\text{C}$;夏季车内外温差宜保持在 $5 \sim 7^{\circ}\text{C}$ 范围内,冬季车内外温差也不宜过大,应保持在 $10 \sim 12^{\circ}\text{C}$ 范围内,否则会使乘客感觉太冷或太热,易感冒。

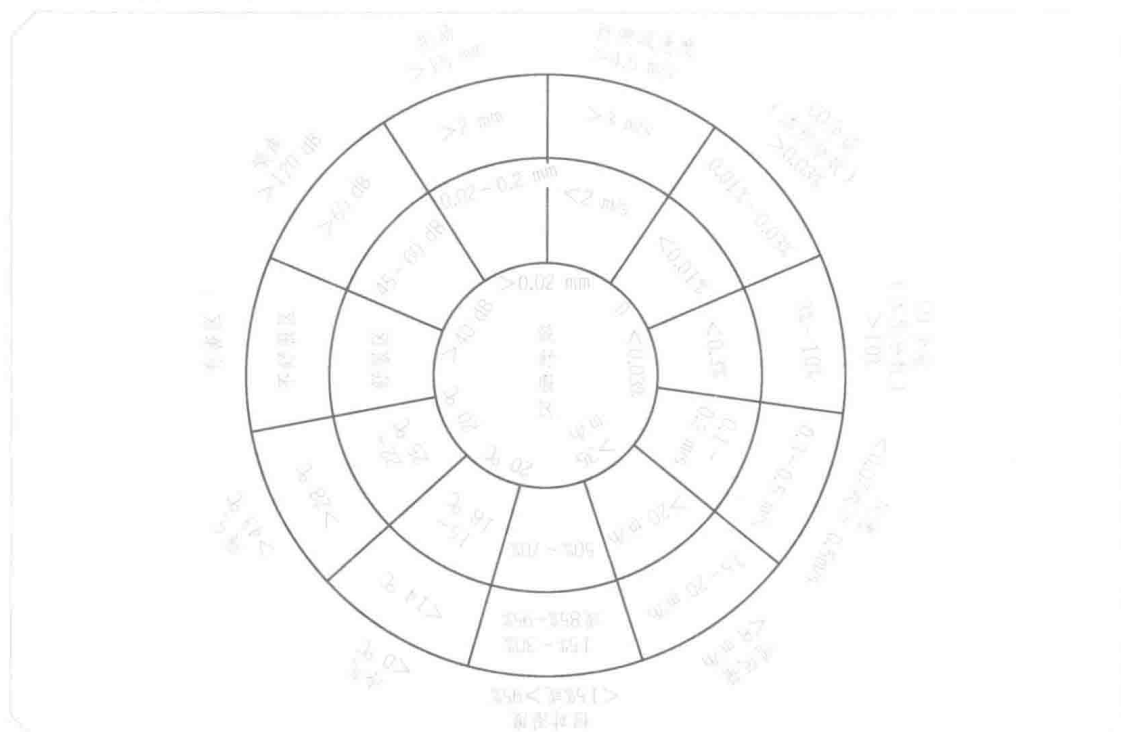


图 1-1 舒适环境示意图

2. 调节车内湿度

车内湿度是指车内空气中所含水蒸气的多少,用相对湿度来表示。车内湿度过小或过大会使乘员感觉干燥或闷热。从图 1-1 中可以看出,人感觉舒适的相对湿度为 $50\% \sim 70\%$,所以汽车空调的湿度参数要求控制在此范围内。

普通汽车空调一般不具备调节车内湿度的功能,只有高级豪华汽车采用的冷暖一体化空调器,才能对车内的湿度进行适量调节。

说明:空气有吸收水分的特征,湿度的概念是空气中含有水蒸气的多少。它有如下三种表示方法。

- (1) 含湿量。含湿量表示湿空气中水蒸气质量(g)与干空气质量(kg)之比,单位是 g/kg。
- (2) 绝对湿度。绝对湿度表示每立方米的湿空气中含有的水蒸气的质量,单位是 kg/m^3 。



(3)

相对湿度。相对湿度表示空气中的绝对湿度与同温度下的饱和绝对湿度的比值,结果是一个百分比,也就是指某湿空气中所含水蒸气的质量与同温度下饱和空气中所含水蒸气的质量之比,这个比值用百分数表示。例如,某机房平常所说的湿度为 60%,即指相对湿度而言。

图 1-2 和图 1-3 说明了饱和空气与饱和液体的概念。在图 1-2 所示的密闭容器内加入一定量的水,静置一段时间,忽略容器内外温度的细小变化,从微观看,密闭容器的上部空间会有水蒸气出现,即水表面附近活动着的一部分水分子,克服水表面张力飞离水面到达容器的上部自由空间,液体蒸发;同时上部自由空间中好动的水分子会与水面碰撞后飞回水中,气体凝结。

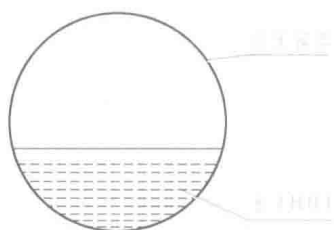


图 1-2 装有水的密闭容器

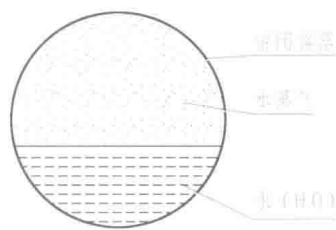


图 1-3 密闭空中内气-液相平衡

水分子的飞出与飞回永无止境,因为分子永远处于运动中,但其有规律可循。开始时,水面上部自由空间没有水分子,蒸发飞出的水分子数多于凝结飞回的水分子数;随着上部自由空间水分子数的增多,水分子浓度增大,飞回水面的水分子数也相应增加,最终它们将达到一个气、液两相的动态平衡,即同一时间内液体表面飞出的水分子数等于飞回的水分子数,如图 1-3 所示。此时,称密闭容器内液体达到了饱和状态。液面上的蒸气称为饱和蒸气,液体称为饱和液体。容器内的蒸气压力称为饱和压力,对应的气、液温度称为饱和温度。饱和温度与饱和压力一一对应,即对应于一定的饱和温度,就有一确定的饱和压力;反之,对应于一定的饱和压力,就有一确定的饱和温度。例如,当水的饱和压力 $P=101\ 325\text{ Pa}$ (1atm) 时,饱和温度 $t=100\text{ }^{\circ}\text{C}$; 饱和压力 $P=12\ 335\text{ Pa}$ (0.12atm) 时,饱和温度 $t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$; 饱和压力 $P=873.8\text{ Pa}$ (0.008 6 atm) 时,饱和温度 $t=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

实际检测相对湿度时,通常检测水气的密度或压强来间接计算相对湿度,因而就有两种相对湿度计算办法。第一种计算方法是:相对湿度用 RH 表示。相对湿度的定义是单位体积空气内实际所含的水气密度(用 d_1 表示)和同温度下饱和水气密度(用 d_2 表示)的百分比,即 $\text{RH}(\%) = \frac{d_1}{d_2} \times 100\%$; 另一种计算方法是:实际的空气水气压强(用 p_1 表示)和同温度下饱和水气压强(用 p_2 表示)的百分比,即 $\text{RH}(\%) = \frac{p_1}{p_2} \times 100\%$ 。

3. 调节车内空气流速及方向

空气流速(风速)和方向对人体舒适性的影响很大。气流速度稍大,有利于夏季人体散热,但冬季风速大了会影响人体保温,过大的风速直接吹到人体上也会使人感觉不舒服。从图 1-1 中可以看出,人感觉舒适的风速为 $0.1 \sim 0.2\text{ m/s}$,通常车内空气流速以夏季不超过 0.5 m/s 、



冬季不超过 0.3 m/s 为宜。

此外,根据人体生理特点,头部对冷比较敏感,脚部对热比较敏感。为此,汽车空调系统不仅可利用控制装置来调节车内空气流速,而且通过对汽车空调冷、热出风口的合理布置,调节车内空气流向,夏季让冷风吹到乘员头部,冬季让暖风吹到乘员脚部。

4. 调节车内空气清洁度

由于车内空间小,乘员密度大,车内极易出现缺氧和二氧化碳浓度过高的情况;发动机废气和道路上的粉尘等也会造成车内空气污浊,影响乘员的身体健康,因此汽车空调装置上一般都设有进风门、排风门、空气过滤装置和空气净化装置。

5. 除霜(除雾)

汽车内外温度相差过大时,风窗玻璃上会出现雾或霜,影响驾驶人的视线。通过适当的操作,利用汽车空调系统能够将雾或霜除去。

三、汽车空调的特点

对于燃料汽车而言,汽车空调制冷是以耗用发动机的动力为代价来调节车厢内空气环境的。与室内空调相比,汽车空调主要有如下特点:

1. 汽车空调安装困难

汽车空调安装在行驶的车辆上,承受着剧烈频繁的振动和冲击,因此,连接处容易松动,冷凝器容易受损伤,易产生制冷剂泄漏故障。

2. 汽车空调一般要消耗发动机的动力

大多数汽车空调所需的动力均来自汽车发动机,如轿车、轻型汽车、中小型客车的空调均如此。对于豪华大、中型客车,由于所需制冷量大,一般采用专用的发动机驱动制冷压缩机。在汽车空调领域,将用汽车发动机做动力源的汽车空调称为非独立式空调系统;将用专用发动机做动力源的汽车空调称为独立式空调系统。非独立式空调系统影响汽车的动力性和经济性,使用空调时,一般发动机的输出功率减少 10% ~ 12%,耗油量平均增加 10% ~ 20%。

对于采暖系统,非独立式空调系统一般是利用发动机冷却水的余热来采暖的;而独立式空调系统由于所需要的暖气量大,因此一般采用独立的采暖燃烧器。

3. 汽车空调的制冷、制热能力要求高

汽车的特定工作环境要求汽车空调的制冷、制热能力尽可能地大,其原因如下:

(1) 夏天车内乘客密度大,产热量大,热负荷高;冬天人体所需要的热量也大。

(2) 为了减轻自重,汽车隔热层一般都很薄,加上汽车门多、面积大,所以汽车隔热性差,热损失多。

(3) 乘客乘车时,都希望在最短的时间里使车内达到舒适的温度环境,这就要求汽车空调的夏季制冷能力和冬季制热能力要尽可能好。

(4) 汽车通常在室外工作,直接承受太阳的热辐射、霜雪及风雨,环境恶劣,温度



变化大。夏季车内温度特别高，而冬季车内温度又特别低，这也要求汽车空调的夏季制冷能力和冬季制热能力要尽可能好。

4. 制冷效果受发动机工况影响

由于汽车发动机工况变化频繁，制冷系统的制冷剂流量变化很大，对汽车空调的制冷效果有很大影响。

5. 系统结构受汽车本身结构影响

由于汽车本身结构紧凑，空间有限，因此，汽车空调各组成部分的安装位置的局限性很强，零件的形状及安装位置因车而异，不同车型的空调系统，其零部件通用性差，同时给空调系统的检测与维修带来不便。

6. 汽车空调大多采用制冷与取暖分开的方式

汽车空调的取暖方式与室内空调完全不同，非独立式汽车空调取暖一般利用汽车发动机的冷却液实现，而独立式汽车空调系统采用燃油取暖装置实现。

四、汽车空调系统的组成

完善的汽车空调系统一般由制冷系统、采暖系统（又称暖风系统）、通风系统、操纵控制系统及空气净化系统组成。

1. 制冷系统

制冷系统的作用是对车内或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却或除湿，使车内空气变得凉爽舒适。

如图 1-4 所示，制冷系统主要由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀（又称节流阀）、蒸发器、管路等组成。

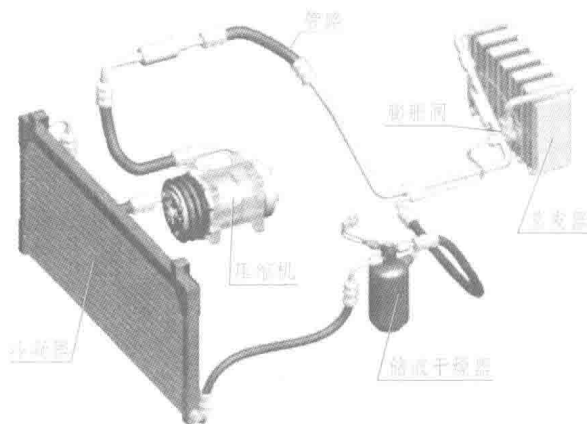


图 1-4 制冷系统的组成

2. 采暖系统

采暖系统的作用是对车内或由外部进入车内的新鲜空气进行加热，达到取暖、除霜的目的。



如图 1-5 所示,采暖系统主要由鼓风机和暖风散热器等组成。

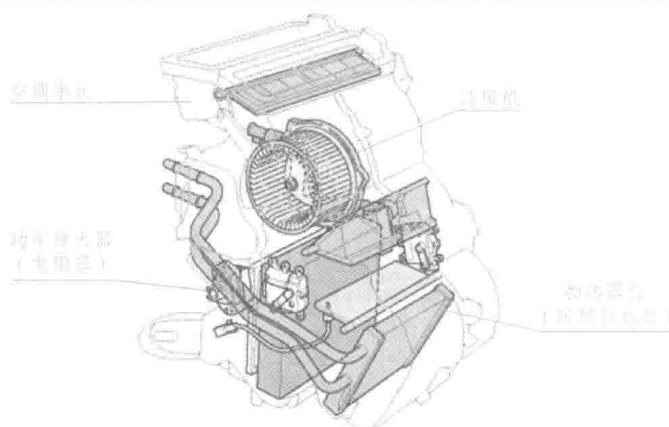


图 1-5 采暖系统的组成

3. 通风系统

通风系统的作用是将车外的新鲜空气引入车内,起通风和换气的作用。同时,通风对防止车窗玻璃起雾也起着良好作用。

如图 1-6 所示,通风系统主要由鼓风机、空气进气口、配气出风口和送风管道等组成。

4. 操纵控制系统

操纵控制系统的作用是对制冷系统、采暖系统及通风系统的工作进行控制,同时对车内的空气温度、风量、流量进行调节,保证空调系统正常工作。

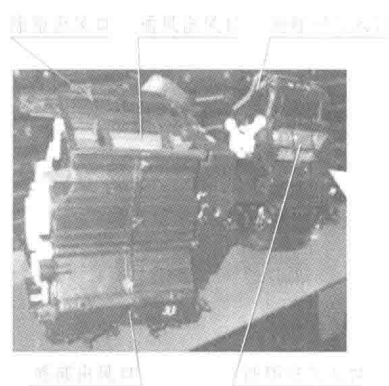


图 1-6 通风系统的组成

如图 1-7 所示,操纵控制系统主要由空调控制单元及各类传感器和执行器等组成。

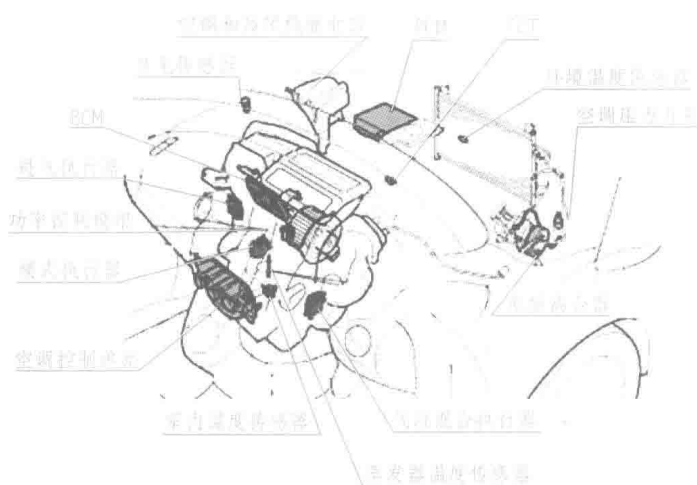


图 1-7 汽车空调操纵控制系统的组成



5. 空气净化系统

空气净化系统的作用是对车内空气中的尘埃、异味、烟气进行过滤,保证车内空气清洁。

汽车空调空气净化系统通常有空气过滤式和静电除尘式两种。空气过滤式空气净化系统是在空调系统的进风口和回风口处设置空气滤清装置。它仅能滤除空气中的灰尘和杂物,结构简单,工作可靠,只需定期清理过滤网上的灰尘和杂物即可,故被广泛用于各种汽车空调系统中。静电除尘式空气净化系统则是在空气进口的滤清器后再设置一套静电除尘装置或单独安装一套用于净化车内空气的静电除尘装置。

图 1-8 所示为静电除尘式空气净化装置示意图。它除具有过滤和吸附烟尘等微小颗粒杂质的作用外,还具有除臭、杀菌作用,有的还能产生负离子,使车内空气更为清新、洁净。

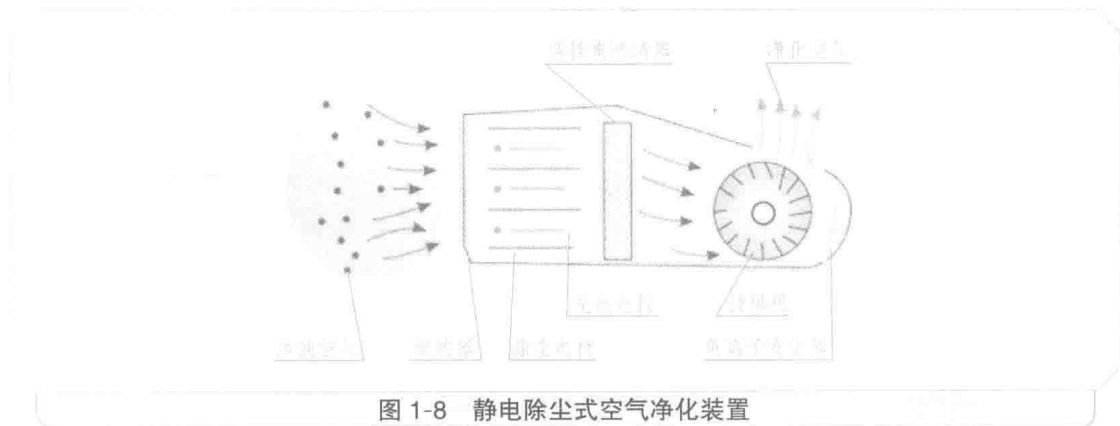


图 1-8 静电除尘式空气净化装置

五、汽车空调系统的分类

1. 按动力源分类

汽车空调按驱动空调压缩机的动力源不同可分为发动机驱动和电驱动两种。电驱动空调系统也称为电动空调,其能量来源于蓄电池或其他车载储能装置,通过电动机驱动空调压缩机。发动机驱动的空调系统的能量来源于发动机,由发动机曲轴通过传动带驱动空调压缩机。发动机驱动的空调系统按驱动方式不同又可分为非独立式空调系统和独立式空调系统。

1) 非独立式空调系统

大多数轿车及客车、货车上采用非独立式空调系统。非独立式空调系统驱动空调压缩机的动力来自主发动机。其优点是结构简单,噪声小,便于安装布置;缺点是要消耗发动机 10%~15% 的动力,降低发动机后备功率,影响汽车的动力性。

尽管如此,由于非独立式空调系统具有成本低、质量可靠等优点,成为现代汽车用空调的主流,其组成如图 1-9 所示。

2) 独立式空调系统

所谓独立式空调系统,就是主发动机驱动汽车前进,专门用一个副发动机带动空调压缩机运转。其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。它主要装于大客车上，有的豪华轿车上也有采用。图 1-10 所示为应用在大客车上的独立式空调系统的布置图。

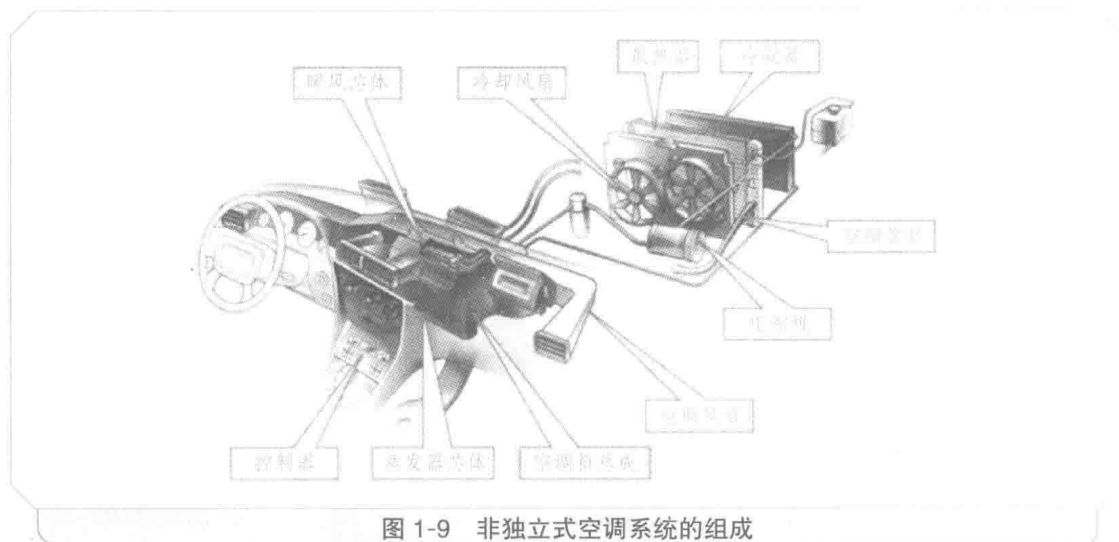


图 1-9 非独立式空调系统的组成

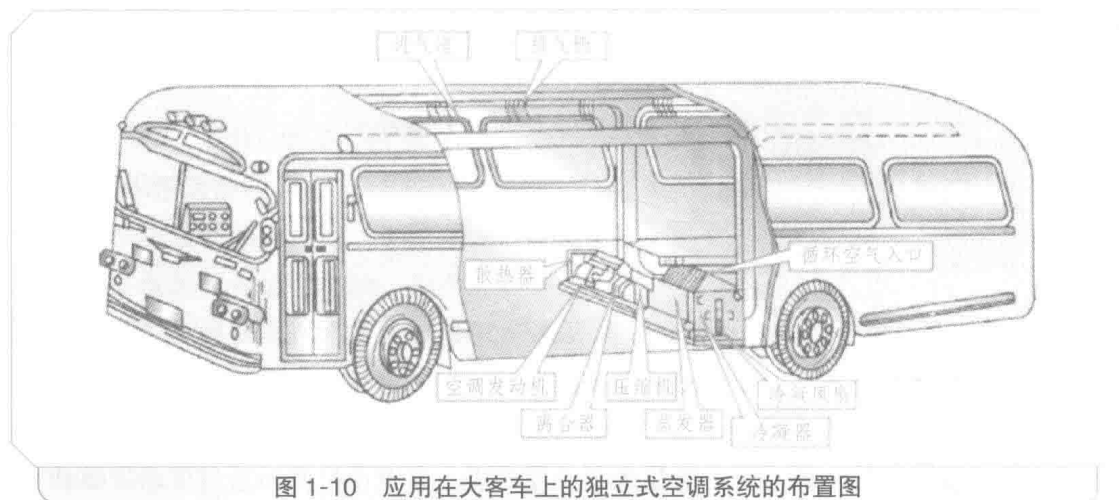


图 1-10 应用在大客车上的独立式空调系统的布置图

2. 按布置形式分类

汽车空调按布置形式不同可分为整体式空调、分体式空调、分散式空调。

1) 整体式空调

整体式空调是将副发动机、压缩机、冷凝器、蒸发器等通过传动带和管道连成一个整体，安装在一个专门机架上，构成一个独立总成，动力源为副发动机，最终由送风管将冷风送入车内。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、蒸发器以及独立式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系统的布置。



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车上。这种形式主要用于非独立式空调系统的布置。

3. 按送风方式分类

汽车空调按送风方式不同可分为直吹式空调和风道式空调两种。

1) 直吹式空调

这种方式的空调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,通风阻力小,但车内送风均匀性差。这种形式主要用于非独立式空调系统。

2) 风道式空调

这种方式的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。风道式空调送风均匀,但结构复杂且送风阻力大。这种形式主要用于独立式空调系统。

4. 按功能分类

汽车空调按功能不同可分为冷暖分开型空调、冷暖合一型空调和全功能型空调。

1) 冷暖分开型空调

冷暖分开型空调的制冷与取暖功能完全分开,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

冷暖合一型空调在制冷系统的基础上增装了加热器及暖风出口,但制冷与取暖功能不能同时工作。冷暖合一型汽车空调系统结构示意图如图 1-11 所示。

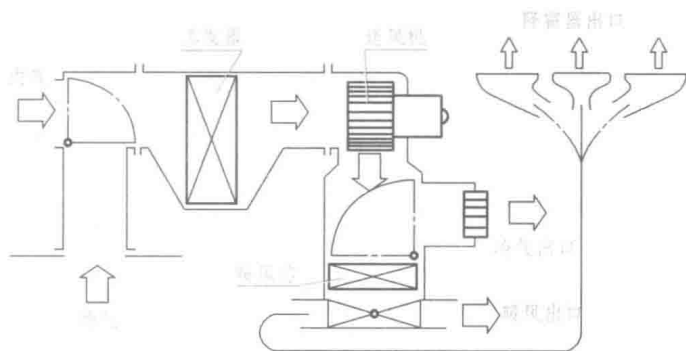


图 1-11 冷暖合一型汽车空调系统结构示意图

3) 全功能型空调

全功能型空调集制冷、取暖、除霜、去湿、通风、净化等功能于一体,由于其功能完善,提高了乘员的舒适性,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结构示意图如图 1-12 所示。