



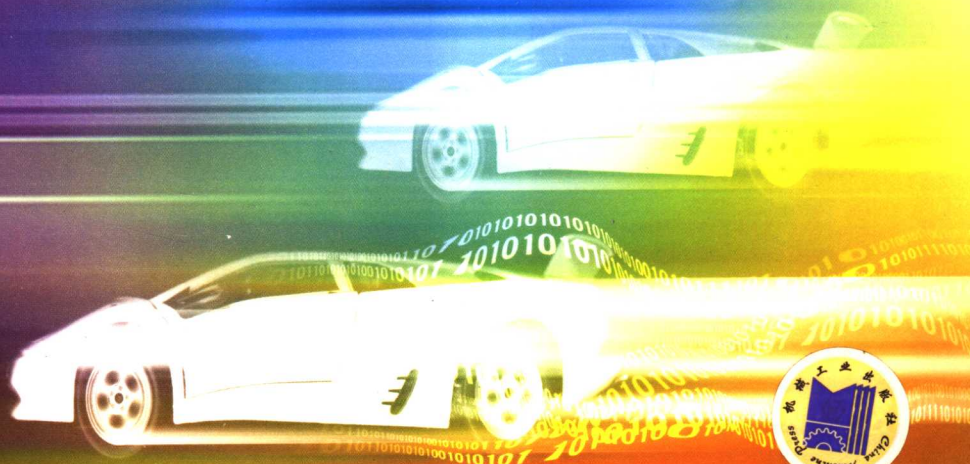
教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
汽车维修模块式短期培训教材

# 汽车空调

主 编 祁 山

副主编 隋礼辉 侯舒

农村劳动力转移培训

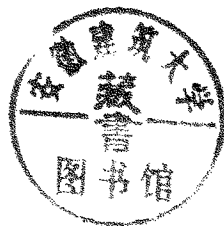


机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
汽车维修模块式短期培训教材

# 汽车空调

主 编 祁 山  
副主编 隋礼辉 侯 舒



机械工业出版社

本书主要讲述了汽车空调系统的基本组成、工作原理、常见作业项目、常见故障的诊断与排除；同时，为了提高读者的分析能力及知识应用能力，书中还安排了故障排除实例。本书在内容编排上力求有所突破，语言通俗易懂，层次简明扼要，强调理论结合实际，并选取了部分实物图以增强读者的感性认识。本书作为汽车维修模块式短期培训教材，同时又能够满足汽车维修工作人员及中职、技校汽车维修专业师生的迫切需要。

## 图书在版编目（CIP）数据

汽车空调/祁山主编. —北京：机械工业出版社，2006.8

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 汽车维修模块式短期培训教材

ISBN 7-111-16326-5

I. 汽... II. 祁... III. 汽车—空气调节设备—技术培训—教材  
IV. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 104556 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：朱 华 责任编辑：王振国 版式设计：霍永明

责任校对：唐海燕 封面设计：陈 沛 责任印制：李 妍

煤炭工业出版社印刷厂印刷

2006 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

140mm×203mm·5.5 印张·143 千字

0001—5000 册

定价：9.50 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379083

封面无防伪标均为盗版

# 汽车维修模块式短期培训教材

## 编委会名单

主 任：张吉国

副 主 任：林为群 张子波 张茂国

委 员：祁 山 祖国海 陈作兴 朱 迅 李 霞

方瑞学 高宏伟 覃维献 黄俊平

秘 书 长：祖国海（兼）

本书主编：祁 山

本书副主编：隋礼辉 侯 舒

本书参编：方瑞学 王士明 赵 舒 王英凯 盛宏彪

赫世文 段亚丽 李志军

本书主审：黄俊平 林为群

# 前 言

随着我国城市化进程的不断加快，每年都要有大量的农村剩余劳动力转移到城市中来。由于这些进城的农民工文化程度不高，又没有一技之长，也没有经过必要的职业技能培训，因此要在城市里顺利就业是比较困难的。为了实施“农村劳动力技能就业计划”，促进农村劳动力转移培训，使其提高职业技能后再就业，是当务之急。

再者，为了贯彻国务院《关于大力发展职业教育的决定》和全国再就业会议精神，实施“下岗失业人员技能再就业计划”，深入推动再就业培训。

汽车维修行业是吸收农村剩余劳动力和下岗再就业人员比较多的行业，也是发展比较快的行业。我们精心策划了这套汽车维修模块式短期培训教材。这套教材也被教育部职业教育与成人教育司列为推荐教材。本套教材共有8种，即《汽车自动变速器+典型系列》、《汽车防滑控制系统（ABS）》、《汽车钣金》、《汽车电器维修》、《汽车电喷发动机+系列车型》、《汽车美容》、《汽车空调》、《汽车一、二级维护》。

作为农村劳动力转移和下岗再就业培训教材有如下特点：

1. 本套教材面向农民工和下岗再就业人员。
2. 本套教材通俗易懂，简明扼要，以单元和课题的形式编写。
3. 本套教材不追求系统，而是突出技能培训。
4. 每种教材都从基本知识讲起，重点突出操作技能。

5. 本套教材注意新技术、新工艺、新材料、新观念的介绍,充分体现 21 世纪汽车维修的特点。

本套教材适合农村剩余劳动力移转就业培训,同时也适合转岗再就业培训用书。由于是初次编写这类教材,不足之处敬请广大读者谅解,并希望及时给予批评和指正。

**编 者**

# 目 录

## 前言

单元一 绪论 .....	1
单元二 汽车空调操纵系统 .....	10
课题一 人工控制面板操纵键的功能及使用 .....	10
课题二 自动控制面板操纵键的功能及使用 .....	12
单元三 汽车空调制冷系统及其工作原理 .....	18
课题一 空调制冷系统的工作原理 .....	18
课题二 压缩机 .....	23
课题三 冷凝器、干燥器 .....	31
课题四 膨胀阀、蒸发器 .....	35
课题五 孔管与积累器 .....	43
课题六 管路及接头 .....	45
课题七 风机和送风管路 .....	49
单元四 汽车空调取暖系统 .....	56
课题一 汽车空调取暖系统的工作原理及结构 .....	56
课题二 汽车空调取暖系统的保养维修 .....	62
单元五 空调系统操纵与控制 .....	64
课题一 机械操纵系统 .....	64
课题二 电子控制系统 .....	68
课题三 恒温自动控制系统 .....	94
单元六 汽车空调系统常见作业项目 .....	101
课题一 汽车空调系统测试 .....	101
课题二 汽车空调系统抽真空 .....	106
课题三 汽车空调系统充放制冷剂 .....	108
单元七 空调系统综合故障诊断与排除 .....	111
课题一 空调系统故障原因分析与常用诊断方法 .....	111
课题二 一般汽车空调的故障判断程序及排除方法 .....	117

---

课题三	独立式汽车空调的故障判断程序和排除方法 .....	127
课题四	自动空调系统的诊断 .....	135
<b>单元八</b>	<b>故障排除实例</b> .....	<b>157</b>
实例一	上海通用别克轿车空调制冷效果不佳 .....	157
实例二	夏利 TJ7100 使用空调时易熄火 .....	158
实例三	上海通用别克轿车鼓风机只有高速而无低速 .....	159
实例四	凌志 LS400 轿车及马自达 929 轿车空调故障.....	159
实例五	帕萨特 B5GSi 空调压缩机不工作 .....	160
实例六	欧宝威达 2.0 空调不凉 .....	161
实例七	上海通用别克轿车行驶过程中空调出风口 冷风出风量不正常 .....	162
实例八	上海通用别克轿车空调间歇性不制冷 .....	163
实例九	奥迪 A6 2.8 空调制冷效果不良 .....	164
<b>参考文献</b>	.....	<b>165</b>



# 单元一 绪 论

空调是空气调节器的简称，它的作用是对室内空气进行调节，使空气的温度、湿度、流速和洁净度达到人体所需要的舒适范围。

## 一、汽车空调系统的组成及特点

### 1. 汽车空调系统的分类、组成

#### (1) 一般汽车空调系统的分类

##### 1) 按功能可分为单一功能和组合式两种

① 单一功能是指制冷、暖风各自独立，自成系统，一般用于大、中型客车上。

② 组合式是指制冷、暖风合用一个鼓风机、一套操纵机构。这种结构多用于轿车上。

2) 按驱动方式可分为非独立式汽车空调系统和独立式汽车空调系统两种

① 非独立式汽车空调系统：空调制冷压缩机由汽车本身的发动机驱动，汽车空调系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大，工作稳定性较差。尤其是低速时制冷量不足，而在高速时制冷量过剩，并且消耗功率较大，影响发动机的动力性能。这种类型的汽车空调系统一般用于制冷量相对较小的中、小型汽车上。

② 独立式汽车空调系统：空调制冷压缩机由专用的空调发动机（也称为副发动机）驱动，汽车空调系统的制冷性能不受汽车主发动机工况的影响，工作稳定，制冷量大，但由于加装了一台发动机，这样不仅使制造成本增加，而且增加汽车的体积和质量。这种类型的汽车空调系统多用于大、中型客车上。

#### (2) 一般汽车空调系统的组成

1) 制冷系统: 对室内空气或由外部进入室内的新鲜空气进行冷却或除湿, 使室内空气变得凉爽舒适。

2) 暖风系统: 主要用于取暖, 对室内空气或由外部进入室内的新鲜空气进行加热, 达到取暖、除湿的目的。

3) 通风系统: 将外部新鲜空气吸进室内, 起通风和换气作用。同时, 通风对防止风窗玻璃起雾也起着良好作用。

4) 空气净化系统: 除去室内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体, 使室内空气变得清洁。

5) 控制系统: 对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制, 同时对室内空气的温度、风量、流向进行控制, 完善了空调系统的正常工作。

图 1-1 所示为丰田佳美轿车的空调系统的组成。

## 2. 汽车空调系统的特点

(1) 抗冲击能力强 由于车辆的运动, 汽车空调要承受剧烈、频繁的振动和冲击, 因此汽车空调的各个零部件应有足够的强度和抗振能力, 接头牢固并防漏。

(2) 动力源多样 空调系统所需的动力来自发动机。轿车、轻型汽车、中小型客车及工程机械, 其空调所需的动力和推动汽车的动力都来自同一发动机, 采暖系统一般利用发动机的冷却水; 对于大型客车和豪华型大中型客车, 由于所需制冷量和暖气量大, 一般采用专用发动机驱动制冷压缩机和设置独立的采暖设备。

(3) 制冷、制热能力强 由于车内乘员密度大, 夏天产生热量多, 而冬天人体所需的热量也大, 但为了减轻汽车自重, 通常车身隔热层较薄, 同时由于门窗多、面积大, 导致隔热性能变差, 热量流失严重, 因此要求汽车的制冷、制热能力强。

(4) 结构紧凑、质量小 由于汽车本身的特点, 要求汽车空调结构紧凑, 能在有限的空间进行安装, 而且安装了空调后, 不至于使汽车增重太多, 影响其他性能。

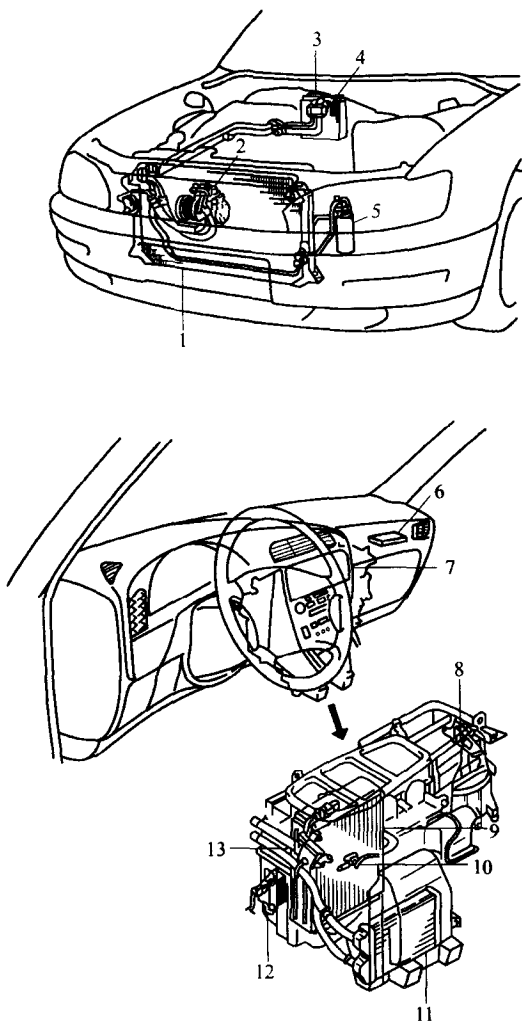


图 1-1 汽车空调系统的组成

- 1—冷凝器 2—压缩机 3—蒸发器 4—膨胀阀 5—储液罐 6—空调放大器  
 7—空调控制器总成 8—进气伺服电动机 9—蒸发器 10—蒸发器传感器  
 11—暖气散热器 12—鼓风机电阻器 13—方式选择伺服电动机

## 二、衡量汽车空调质量的指标

汽车安装空调系统的目的是为了调节车内空气的温度、湿度，改善车内空气的流动状况，并能提高空气的清洁度。因此，衡量汽车空调质量的指标主要有4个，即温度、湿度、流速和清洁度。

### 1. 温度

夏季人体感觉最舒适的温度是 $22 \sim 28^{\circ}\text{C}$ ，冬季则是 $16 \sim 18^{\circ}\text{C}$ 。温度低于 $14^{\circ}\text{C}$ ，人就会感觉到“冷”，手脚动作僵硬，不能灵活操作机件。温度超过 $28^{\circ}\text{C}$ ，人就会觉得热，头昏脑胀，思维迟钝，容易造成交通事故。

### 2. 湿度

人感觉最舒适的相对湿度夏季是 $50\% \sim 60\%$ ，冬季则是 $40\% \sim 50\%$ 。在这种湿度环境中，人会觉得心情舒畅。湿度过低，皮肤表面和衣服都较干燥，人的皮肤会痒。湿度过高时，由于人体皮肤的水分蒸发不出来，人会觉得发闷。

### 3. 流速

人在流动的空气中比在静止的空气中要舒适，因为流动的空气能促进人体向外散热。空气流速是汽车空气调节的重要内容之一，空气流速在 $0.2\text{m/s}$ 以下为好。

### 4. 清洁度

由于车内空间小，车里极易产生缺氧和二氧化碳浓度过高的状况；汽车发动机废气中的一氧化碳和道路上的粉尘都容易进入车内，还会造成车内空气混浊。因此，汽车空调系统应该具有补充车外新鲜空气、过滤和净化车内空气的作用。

## 三、汽车空调技术的发展

汽车空调技术的发展是从低级到高级，由功能简单向功能齐全方向发展的，其发展过程可以概括为以下5个阶段：

第一阶段：单一供暖。1925年首先在美国出现利用汽车冷却液通过加热器的方法取暖。到1927年发展到具有加热器、鼓风机和空气滤清器等比较完整的供热系统。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暖系统。

第二阶段：单一制冷。1939年，由美国通用汽车帕克公司(PACKARD)首先在轿车上安装机械制冷降温的空调器。目前，在热带、亚热带地区，汽车空调仍然使用单一制冷系统。

第三阶段：冷暖一体化。1954年美国通用汽车公司，首先在纳什(NASH)牌轿车上安装了冷暖一体化的空调器。随着汽车空调技术的改进，目前的冷暖一体空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。这种方式是目前使用量最大的一种型式。

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，这增加了驾驶员的工作量，控制质量也不太理想。1964年美国通用汽车公司将自动控制的汽车空调安装在凯迪莱克(CADILLAC)轿车上。这种自动空调装置只要预先调好温度，机器就能自动地在调定的温度范围内工作，达到调节车内空气的目的。

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微机控制的汽车空调系统，1977年同时安装在各自生产的汽车上。微机控制的汽车空调功能增加，显示数字化，冷、暖、通风三位一体化。微机根据车内外的环境条件，控制空调器的工作，极大地提高了调节效果，增强了汽车的整体性能和最佳的舒适性。

#### 四、制冷剂

制冷剂的英文单词是 Refrigerant，因此人们习惯上用首位字母“R”作为制冷剂的代号，它是一种在制冷循环过程中利用液体汽化吸热，气体液化放热进行热量交换并循环流动的物质。没有制冷剂是无法实现制冷的。

制冷剂的种类很多，十分庞杂。常用的汽车空调系统制冷剂有 R12、R134a 两种。我们所熟知的氟里昂只是其中的一种。

##### 1. R12

R12 在常温、常压下为无色、无味的气体，相对密度约为空

气的 4.18 倍。在正常大气压下，其蒸发温度为  $-29.8^{\circ}\text{C}$ ，凝固温度为  $-155^{\circ}\text{C}$ 。其无臭、无味，泄漏时不易发现，需要用专门的仪器或方法进行检测。R12 不易燃烧，与空气混合时不爆炸，对人体无毒害，但与火焰接触时会分解为有毒的气体。R12 能与冷冻油完全互溶，任意混合，但与水几乎互不相溶，因此，在蒸发温度低时，若制冷系统中混合有水分，水就会形成冰从而堵塞制冷系统管道，使制冷工作无法进行。

## 2. R134a

长期以来，R12 一直是汽车空调的惟一制冷剂，近年来科学家们发现，R12 会破坏地球上空  $15 \sim 25\text{km}$  内的臭氧层，从而使更多的太阳紫外线辐射到地球表面危害到人体健康。因此，国际社会于 1987 年 9 月在加拿大缔结了蒙特利尔协议书，明确规定了禁用 R12 的期限为 2000 年，由于臭氧层的破坏程度不断加剧，国际社会把 R12 的完全禁用日期提前到了 1995 年，发展中国家则可推迟 10 年。

我国于 1992 年发文规定：各汽车厂从 1996 年起在汽车空调中逐步用新制冷剂 R134a 替代 R12，2000 年起生产的新车上不准再用 R12。因此，汽车使用人员和维修人员必须了解和熟悉新制冷剂 R134a 的特点，以便能够熟练、正确地使用。

### (1) R134a 的主要特点

- 1) R134a 不含氯原子，对大气臭氧层不起破坏作用。
- 2) R134a 具有良好的安全性能（不易燃，不爆炸，无毒，无刺激性、无腐蚀性）。
- 3) R134a 的传热性能比 R12 好，因此制冷剂的用量可大大减少。

### (2) R134a 与 R12 系统的主要区别

- 1) 存放 R134a 的容器为浅蓝色，而存放 R12 的容器为白色。
- 2) R134a 制冷系统连接软管是用橡胶和尼龙特制的，并且在其外部印有汽车工程学会的标记（S.A.E. # J2196），而 R12 制冷系统连接软管常用一般橡胶管。

3) R134a 制冷系统连接管有颜色标记 ( 低压管是蓝色带黑色条纹, 高压管是红色带黑色条纹, 普通管是黄色带黑色条纹), 而 R12 制冷系统连接管则无标记。

4) R134a 制冷剂入口处使用的是快速接头, 而 R12 制冷系统使用的是螺纹接口。

5) R134a 制冷系统连接软管与仪表的接头具有 1/2in 螺纹, 且高压口的接头比低压口的大; 而 R12 制冷系统连接软管与仪表的接头具有 7/16in 螺纹。

6) 与 R12 制冷系统相比, R134a 制冷系统具有较高的压力和温度, 需要较大的冷却风扇。

### (3) R134a 的使用及维修注意事项

1) 用于 R134a 的仪器、设备和量具等不能与用 R12 的互换, 因为在 R134a 中如混有 R12 会使压缩面损坏, 并且也可能使仪器和设备损坏。

2) R134a 与 R12 制冷剂的冷冻机油不能混用, 因为 R134a 与 R12 制冷系统的冷冻机油不相容。R12 制冷系统一般用国产的 18 号、25 号冷冻机油或日本产的 SUNISO3GS、SUNISO4GS、SUNISO5GS 冷冻机油, 而 R134a 系统一般采用合成聚烷甘醇, 即 PAG (Polyalkylene Glycol) 油或聚酯 (Poly Ester) 油。

3) 检修制冷系统时应戴好安全防护眼镜和手套, 切忌让液态制冷剂接触皮肤, 特别是手和眼睛, 以免被冻伤。

4) 由于 PAG 油与 R134a 在高温区和低温区会产生两层分离 ( 两者分离 ) 现象, 因此, 在加注 R134 时需要将它放在盛热水的容器里进行加热, 但温度不要超过 40℃, 绝对禁止用喷灯一类的加热装置加热, 要尽量防止出现两层分离现象, 以免给压缩机的排气压力和制冷带来不良影响。

5) R134a 系统必须使用专用密封圈与密封垫, 使用的冷却机油会使 R134a 系统使用的密封圈和密封垫起泡失效, 从而导致制冷剂泄露。

6) 在加注 R134a 时, 应使盛 R134a 的容器保持在直立状态,

确保 R134a 以气态方式进入系统，否则，R134a 可能会以液态方式进入压缩面，使压缩机损坏。另外，加注作业必须在空气流通的地方进行，以防操作人员因缺氧而窒息。

7) 储液干燥器（或气液分离器）必须密封保存，且需要迅速进行安装；否则，空气进入储液干燥器（或气液分离器）后会使得干燥剂吸温能力减弱，甚至失效。

## 五、润滑油

制冷设备使用的润滑油一般称冷冻油。润滑油能保证压缩机正常可靠工作和延长使用寿命。

### 1. 润滑油的作用

(1) 润滑作用 压缩机的轴承、活塞、活塞环、连杆曲轴等零件表面需要润滑，减少阻力和磨损、降低功耗。

(2) 密封作用 压缩机输入轴需用油封来密封，防止制冷剂泄漏，有润滑油，油封才起密封作用。同时，活塞环上的润滑油，不仅起减摩作用，而且起密封压缩蒸汽的作用。

(3) 冷却作用 相对运动零件的摩擦表面，产生高温，需要用冷冻油来冷却。

(4) 降低压缩机噪声 制冷剂是溶解润滑油的，小型制冷设备的润滑油和制冷剂一起进行循环。不同的制冷设备有不同的排气温度和压力。对冷冻油的性能要求也不尽相同。

### 2. 使用润滑油注意事项

1) 不同牌号润滑油不能混合使用，否则会引起变质。

2) 润滑油极易吸水，所以使用后的润滑油桶应该马上拧紧。否则混入水分，会生成一种酸性物质，腐蚀金属零部件。同时当压缩温度过高时，使油被氧化分解而炭化变黑。

3) 不能使用变质的润滑油。变质油的简单检查方法是将润滑油滴一点到吸水性好的白纸上，过一段时间后，若油滴中央部分有黑色斑点，则说明这种油已经变质，不能使用。没有变质的油（没有黑色斑点），重新使用时，必须通过过滤及用分子筛吸水后方可。



4) 润滑油是不制冷的，而且还会妨碍热交换器的换热效果，所以，只允许加到规定的用量，绝不允许过量使用，以免降低制冷效果。