

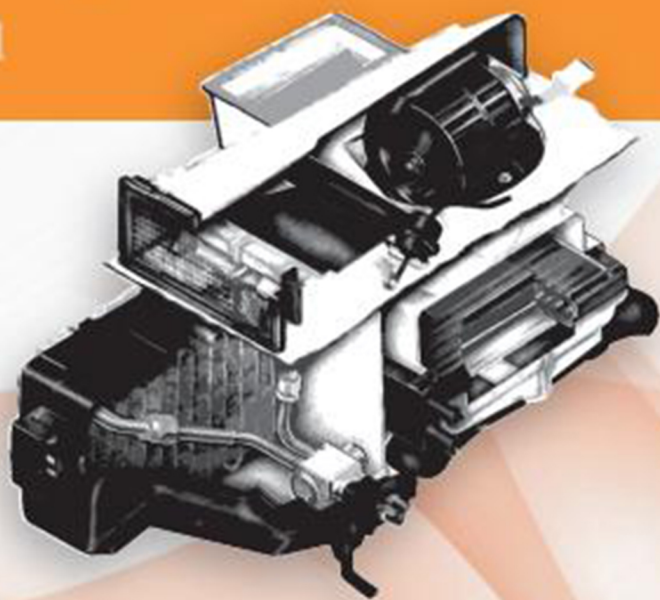


职业院校汽车类专业“十三五”规划教材

汽车空调 维修

张立新 陈奎 主编

Qiche Kongtiao
Weixiu



湖南大学出版社

职业院校汽车类专业“十三五”规划教材

汽车空调维修

主 编 张立新 陈 奎
副主编 王东兴 袁英辉 刘 超 张新永
编 委 (以姓氏笔画为序)
王东兴 刘 超 陈 奎 李 强
张立新 张新永 唐剑锋 袁英辉
谢朝辉

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书依据《湖南省汽车运用与维修专业教学标准》编写。全书由六大项目组成：概述，汽车空调制冷系统的结构原理，汽车空调取暖与配气系统，汽车空调系统的控制，汽车空调系统的维修，汽车空调系统的故障诊断。

本书可作为中等职业学校汽车类专业学生教学用书，也可作为汽车行业从业人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车空调维修/张立新, 陈奎主编. —长沙: 湖南大学出版社, 2015. 8

(职业院校汽车类专业“十三五”规划教材)

ISBN 978 - 7 - 5667 - 0978 - 3

I. ①汽… II. ①张… ②陈… III. ①汽车空调—车辆修理—中等专业学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 211289 号

汽车空调维修

QICHE KONGTIAO WEIXIU

主 编: 张立新 陈 奎

责任编辑: 张建平 责任校对: 全 健 责任印制: 陈 燕

印 装: 衡阳顺地印务有限公司

开 本: 787×1092 16 开 印张: 6 字数: 143 千

版 次: 2015 年 9 月第 1 版 印次: 2015 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5667 - 0978 - 3/U · 24

定 价: 14.00 元

出 版 人: 雷 鸣

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮 编: 410082

电 话: 0731 - 88822559(发行部), 88821251(编辑室), 88821006(出版部)

传 真: 0731 - 88649312(发行部), 88822264(总编室)

网 址: <http://www.hnupress.com>

电子邮箱: presszhangjp@hun.com

版权所有, 盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错, 请与发行部联系

职业院校汽车类专业“十三五” 规划教材编委会

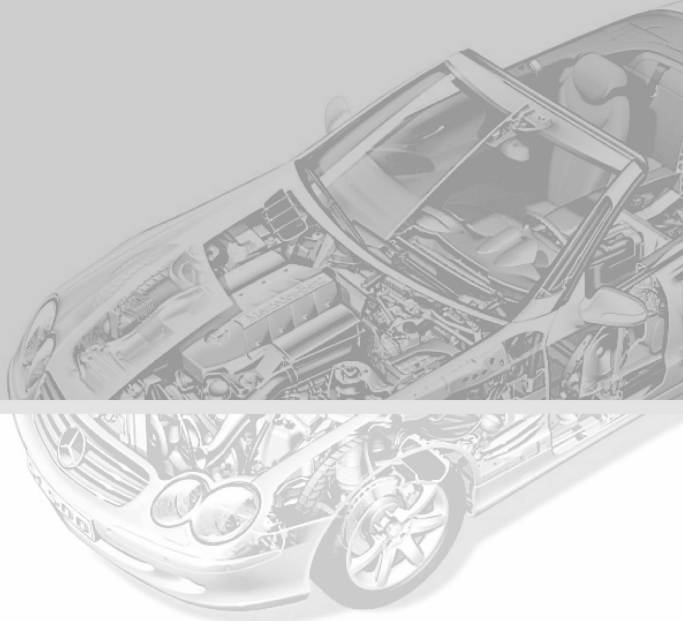
主 任 张维刚

总主编 阳小良

委 员 (以姓氏笔画为序)

王才用	王东兴	尹成存	邓向军
王定勇	王 静	龙清华	许泳滨
刘毅斌	张 力	邹龙军	李世杰
吴玉亮	张立新	陈红阳	陆先梅
杨志茹	陈昆明	陈建波	汪学秋
李显仁	陈 奎	林 山	郑生明
郭米红	郑志刚	青国全	范雄光
胡冬生	侯岳峰	姜 洪	胡秋初
姚博瀚	袁 亮	徐楚良	黄治平
曾 胜	熊首元		

序



汽车产业是国民经济重要的支柱产业，产业链长、关联度高、就业容量大、消费拉动力强，在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。国务院《节能与新能源汽车产业发展规划（2010—2020年）》（国发〔2012〕22号）已经明确指出，我国要“大力发展节能和新能源汽车”，中共湖南省委湖南省人民政府《关于进一步加快和推进工业化的决定》（湘发〔2014〕11号）明确将汽车产业作为省工业发展的支柱产业。2014年，我国汽车产销量达到2 000万辆，我省的汽车产销量也达到100万辆以上。

汽车产业的快速发展急需各种汽车类人才，而职业院校特别是中职学校是培养汽车人才的主力军。高水平汽车人才需要科学、专业的培养方案才能造就，而培养方案的核心在于课程，课程质量又主要通过教材来体现的。原有中职汽车类专业教材在教育教学、人才培养等方面发挥了重要作用，但由于科学技术的飞速发展和新材料的广泛应用，致使原有教材部分存在理念落后、体系陈旧、知识老化等一系列问题，已经不能适应当今汽车专业教育和汽车人才培养的新要求。教材已成为制约汽车专业人才培养目标的瓶颈。

鉴于此，湖南大学出版社严格依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》和湖南省《关于加快发展现代职业教育的决定》（湘发〔2014〕18号）等文件的精神，在湖南省教育厅和湖南省职成学会的指导下，牵头组织了省内30多所中、高职骨干院校汽车职教专家和一批来自汽车维修企业的技术精英，依据“教育部中等职业学校汽车应用与维修专业课程标准”“湖南省中等职业学校汽车应用与维修专业技能抽查标准”，针对国内汽车维修行业发展对技术技能人才的需求，结合目前省内中职学校汽车维修类专业的课程现状，在市场调研和专家论证的基础上列出了本系列教材的十多门课程，并组建了省内一流的编写团队，在专家的指导下完成了本套“职业院校汽车类专业‘十三五’规划教材”的编写。

教材基于学习情境设计，以任务作驱动，以项目为载体，将理论知识和实践操作进行一体化的教学设计，体现了工学结合的本质特征——“学习的内容是工作，通过工作实现学习”，突出学生的综合职业能力培养。

相比于传统教材，该套教材具有五大明显的特点：

1. 所有知识内容都是根据职业岗位能力要求选取的，更贴近工作岗位，学生更易接受，有利于提高学习效果；

2. 每个知识点都穿插有形象生动的案例，实现了学生在学习过程中从记忆知识到运用知识的转变，有利于培养学生完成工作任务的职业能力；

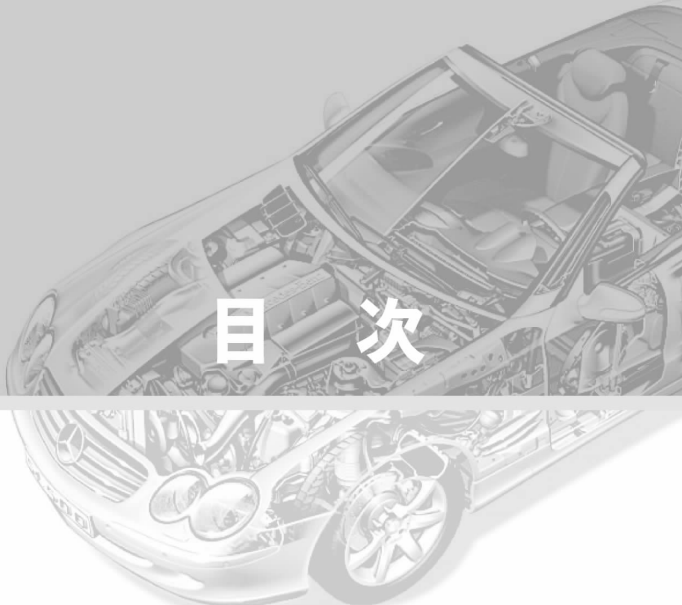
3. 充分体现了“教、学、做”合一的总体原则，真正实现了职业教育“做中学、做中教”的特点，有利于提高学生的学习兴趣；

4. 以工作任务为中心，要求教学活动必须在真实或者仿真的工作场景及先进的生产技术设备环境中进行，学生可以现学现用，更易于培养把基本知识应用于实践的应用能力和操作技能；

5. 编写方式充分考虑了中职学生的知识背景和学习特点，便于教师授课，实现学生“愿学、易学、实用”的目标。

相信本套教材的出版，能促进湖南省职业院校汽车类专业科研与教学水平迅速提高，提升湖南省汽车类职业教育在全国的地位。衷心地希望中职汽车专业学生在这套新教材的帮助下，掌握基本知识点，训练操作技能，养成良好的职业素养，使自己成为一名优秀的“汽车护士”。

第八届国家督学 湖南省人民政府督学 杨国旗
湖南省职业教育与成人教育学会会长
2015年7月



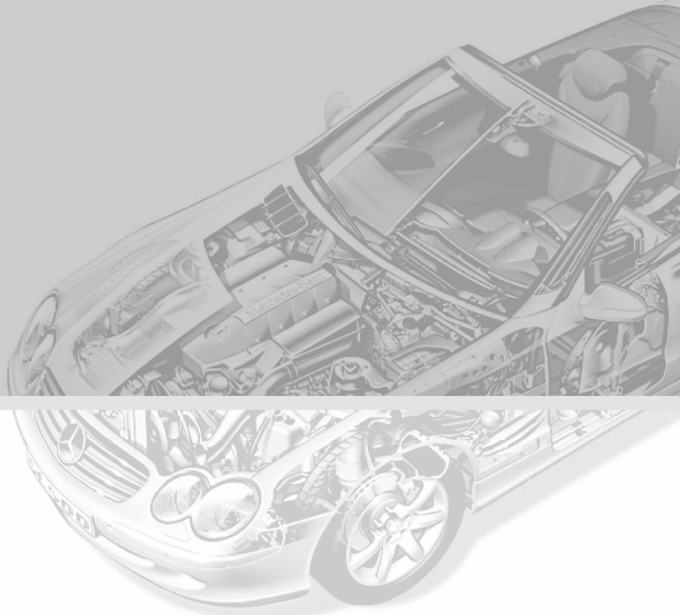
目次

项目 1 概 述	001
一、制冷原理	001
二、制冷剂与冷冻机油	002
三、汽车空调系统的功能及组成	003
复习训练 1	004
项目 2 汽车空调制冷系统的结构原理	005
一、汽车空调制冷系统的分类	005
二、蒸汽压缩制冷系统的构成和工作原理	006
三、汽车空调制冷系统的结构部件	008
复习训练 2	019
实训项目 1 压缩机的检修	020
评价与反馈	021
项目 3 汽车空调取暖与配气系统	023
一、汽车空调取暖系统	023
二、汽车空调配气系统	024
复习训练 3	026
实训项目 2 空调系统压力的检测	027
评价与反馈	029
项目 4 汽车空调系统的控制	031
一、汽车空调控制系统	031
二、汽车空调控制系统的控制元件	032
三、汽车空调控制系统的控制电路	042

复习训练 4	053
实训项目 3 轿车空调系统控制电路	054
评价与反馈	057
项目 5 汽车空调系统的维修	059
一、常用检修工具及设备	059
二、汽车空调系统的检测	063
复习训练 5	070
实训项目 4 空调系统的维护	070
实训项目 5 空调系统的故障自诊断	072
评价与反馈	074
项目 6 汽车空调系统的故障诊断	076
一、汽车空调系统基本诊断检测	076
二、汽车空调系统故障分析	077
三、汽车空调系统常见故障的诊断	078
复习训练 6	081
实训项目 6 空调系统不制冷的故障诊断	082
实训项目 7 空调系统制冷不足的故障诊断	082
评价与反馈	084
参考文献	086
后 记	087

项目 1

概述



工作情景描述

刘同学是职业技术学校汽车专业的学生，他这样给人介绍汽车空调：“汽车空调调节”简称汽车空调，采用人为方式对车内空气流量、温度、湿度和清洁度进行调节。汽车安装空调系统，给司机及乘客创造了舒适的环境，改善了工作条件，减轻了旅途疲劳，从而也提高了工作效率和安全性。你认为他说的对么？

学习目标

- ①了解制冷原理。
- ②了解制冷剂与冷冻机油。
- ③掌握汽车空调系统的功能及组成。

学习时间

3 学时。

知识准备

一、制冷原理

物质的三种形态气态、液态和固态会互相转化，称为相变。

汽车空调所采用的蒸气压缩式制冷就是利用液态制冷剂汽化，发生相变吸热来产生冷效应。

如图 1-1 所示，低温低压液态制冷剂进入用来冷却车内空气的蒸发器，在定压下汽化。由于制冷剂汽化时的温度低于环境温度，因此能自动吸收空气中的热量，使空气温度下降，产生冷效应。制冷剂吸热汽化，由液体变成低温低压蒸气，然后被压缩机压缩变成高于环境温度的高温高压气体，进入冷凝器将热量释放给外界空气，从而冷

凝成高压的液态制冷剂，最后经过节流阀，变为低温低压的液态制冷剂，再进入蒸发器汽化吸热，这样就完成了一个制冷循环。

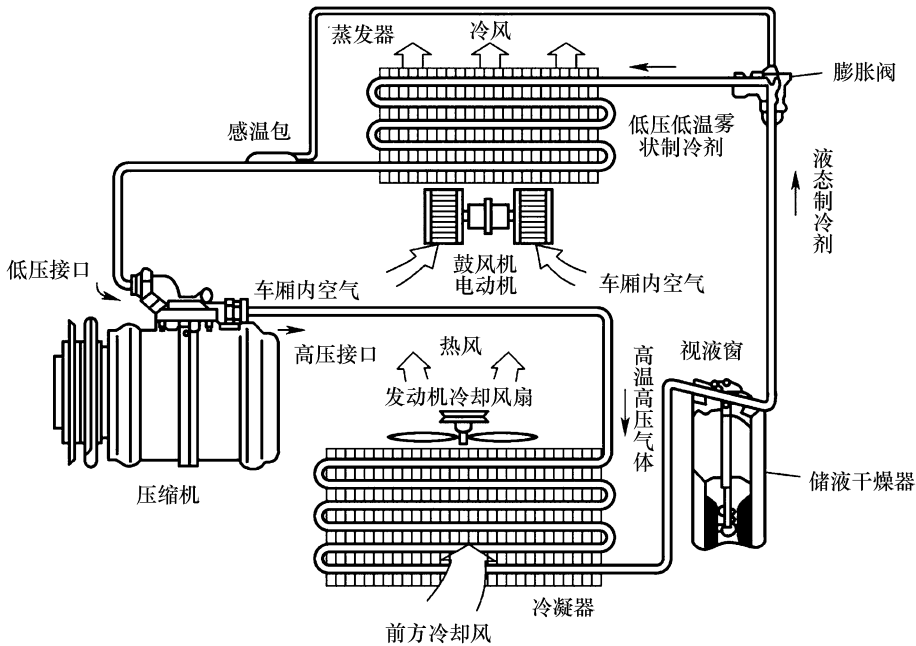


图 1-1 制冷原理图

二、制冷剂与冷冻机油

1. 制冷剂

制冷剂种类很多，主要性质如表 1-1 所示。

表 1-1 制冷剂种类和性质

项目 \ 制冷剂代号	R12	R22	R134a
化学式	CCl_2F_2	CHClF_2	$\text{CH}_2\text{F}-\text{CF}_3$
分子量	120.9	86.5	102.3
标准大气压下沸点 (°C)	-29.8	-40.8	-26.2
临界温度 (°C)	111.80	96.10	101.14
临界压力 (MPa)	4.125	4.975	4.065
临界密度 (kg/m^3)	558	525	511
饱和液体密度 (25°C) (kg/m^3)	1311	1192	1206
饱和蒸汽比容 (25°C) (m^3/kg)	0.0271	0.0235	0.0310
汽化潜热 (kJ/kg)	151.5	205.4	197.5
ODP 值 (臭氧破坏潜能值)	1.0		0.1

制冷剂的选用原则：

- ①压缩机的类型；
- ②蒸发压力和蒸发温度；
- ③冷凝温度和冷凝压力；
- ④制冷装置的使用条件。

制冷剂的选用：

①R12：由于含有氯原子，分离出氯离子导致大气臭氧层的破坏，因此，R12 已经被禁止使用。

②R22：除了汽车空调行业外，其他领域的制冷设备如家用冰箱、空调、食品冷冻冷藏柜、运输冷藏设备、速冻机、中央空调等，基本上还是以过渡性冷媒 R22 为主要的产品。

③R134a：现在汽车空调制冷剂的首选制冷剂。

2. 冷冻机油

是一种在高低温工况下均能正常工作的特殊润滑油。性能要求：

- ①凝点低，具有良好的低温流动性；
- ②黏度受温度的影响要小；
- ③与制冷剂的溶解性能要好；
- ④要有较高的热稳定性；

⑤化学性质要稳定。根据上述原则，适用于 R134a 的润滑油只有两大类：聚烷基乙二醇（PAG）和聚酯油（ESTER）。

表 1-2 为 PAG 油与 ESTER 油性质比较：

表 1-2 PAG 油与 ESTER 油性质比较

性 能 \ 润滑油	PAG 油	ESTER 油
与 R134a 互溶性	较好（高温下降低）	很好
热稳定性	较好	较好
吸湿性	强	强（结合态）
润滑性	比矿物油差	比矿物油差
与橡胶相容性	好（易渗透）	较好

三、汽车空调系统的功能及组成

1. 汽车空调系统的功能

调节车内温度。汽车空调在冬季利用其采暖装置升高车内温度，夏季利用制冷装置对车内降温。

调节车内湿度。利用制冷装置冷却降温去除空气中的水分，再由采暖装置升温以降低空气的相对湿度。

调节车内的空气流速。夏季空气流速稍大有利于人体散热降温，冬季气流速度过大影响人体保温，因此夏季舒适风速一般为 0.25m/s，冬季的舒适风速一般为

0.20m/s。

过滤净化车内空气。由于车内空间小，乘员密度大，车内极易出现缺氧，而车外道路上的粉尘等又容易进入车内造成空气污浊，影响乘员的身体健康，因此要求空调必须具有补充车外新鲜空气、过滤和净化车内空气的功能。

2. 汽车空调系统的组成

通风装置：把车外新鲜空气吸进车内进行换气。

暖气装置：把车内空气或吸进来的新鲜空气加热。

冷气装置：把车内空气或吸进来的新鲜空气冷却或除湿。

空气净化装置：净化空气，除去车内存在的灰尘和气味。

控制装置：对制冷和暖风装置进行控制，使空调正常工作。

复习训练 1

正确填写单词以完成句子：

- ①在一辆汽车的内部，创造舒适性环境的三个要素是 _____、
_____ 和 _____。
- ②制冷剂从汽车的内部吸收和释放大量的 _____。
- ③当制冷剂从液体变化到气体，这个过程被看做是一次 _____。
- ④在乘客车厢的通风口通常有 _____，它使得乘客可以向上或者向下调节气流，并且从一侧到另一侧。
- ⑤空调提高驾驶员和乘客的舒适性是通过 _____ 和 _____ 车里面的空气。

项目 2

汽车空调制冷系统的结构原理



● 工作情景描述 ●

李先生的汽车开了两年多，今年夏天在使用汽车空调时，感觉制冷效果非常差。李先生立即关闭空调，将车开到 4S 店进行检查。经维修师傅诊断后，确定为空调压缩机的故障。

学习目标

- ①掌握汽车空调制冷系统的分类。
- ②掌握汽车空调制冷系统的工作原理。
- ③掌握汽车空调制冷系统的结构部件。

学习时间

6 学时。

知识准备

一、汽车空调制冷系统的分类

目前主要采用单级压缩蒸气制冷循环系统，主要有四种类型，共同点是都能防止蒸发器结霜：

- ①恒温膨胀阀-吸气节流阀系统。
- ②储液器-阀组合系统：通过节流方法减少排气量控制。
- ③离合器恒温膨胀阀系统：通过压力开关或热敏开关控制。
- ④离合器节流管系统。

1. 恒温膨胀阀-吸气节流阀系统

吸气节流阀在蒸发器出口和压缩机进口之间，以便将蒸发压力控制在设定值范

围内。

工作原理：

系统工作时，蒸发器出口处压力作用到吸气节流阀的活塞上，再通过活塞上的小孔作用到膜片下方。

当该压力大到克服弹簧压力时，将阀的活塞打开，蒸发压力下降，弹簧压力又使活塞向关闭位置移动。

活塞不停地开和关，直到蒸发压力和弹簧压力平衡为止。这里的弹簧预紧力可通过调节螺钉来调整。

2. 储液器-阀组合系统

由吸气节流阀、热力膨胀阀、储液器/干燥器组成的一个整体部件，储液器-阀组合件与蒸发器进出口相连。

工作原理：系统工作时，液体制冷剂从冷凝器通过储液器-阀组合件流向蒸发器。流入储液器-阀组合件的液体制冷剂降落到储液器底部，通过干燥剂除去水分后进入膨胀阀节流降压，再流向蒸发器。从蒸发器返回的制冷剂蒸气流向吸气节流阀后，进入压缩机，吸气节流阀能控制蒸发压力稳定在规定值范围内。

3. 离合器恒温膨胀阀系统

由热力膨胀阀和离合器控制蒸发压力。

工作原理：由热力膨胀阀来控制蒸发器供液量，从而保证蒸发压力在一定范围内变化。汽车车速增加时，压缩机转速随之增加，蒸发压力则随之降低，蒸发器表面结霜。这时，压力开关或热敏开关使离合器脱开压缩机，使压缩机停机，待霜层融化后，压力开关或热敏开关又自动接通，压缩机开始运行。

4. 离合器节流管系统

离合器节流管系统与离合器恒温膨胀阀系统不同之处在于，它用节流管代替了膨胀阀。节流管结构简单，不易损坏。但只能起节流降压作用，不能控制蒸发器的供液量，不能保证蒸发压力的稳定。

工作原理：汽车车速增加时，压缩机转速随之增加，蒸发压力降低，蒸发器表面结霜。这时，压力开关或热敏开关切断离合器电源，使压缩机停机，待霜层融化后，压力开关或热敏开关又自动接通，压缩机开始运行。

二、蒸汽压缩制冷系统的构成和工作原理

蒸气压缩制冷系统主要由压缩机、冷凝器、液体膨胀装置和蒸发器等总成构成。制冷系统工作时，制冷剂以不同的状态在这个密闭系统内循环流动，汽车空调系统的制冷循环流程如图 2-1 所示，制冷循环是由压缩、放热、节流和吸热四个过程组成。

1. 压缩过程

压缩机吸入蒸发器出口处的低温低压的制冷剂气体，把它压缩成高温高压的气体，然后送入冷凝器。此过程的主要作用是压缩增压，以便气体易于液化。压缩过程中，制冷剂状态不发生变化，而温度、压力不断升高，形成过热气体。

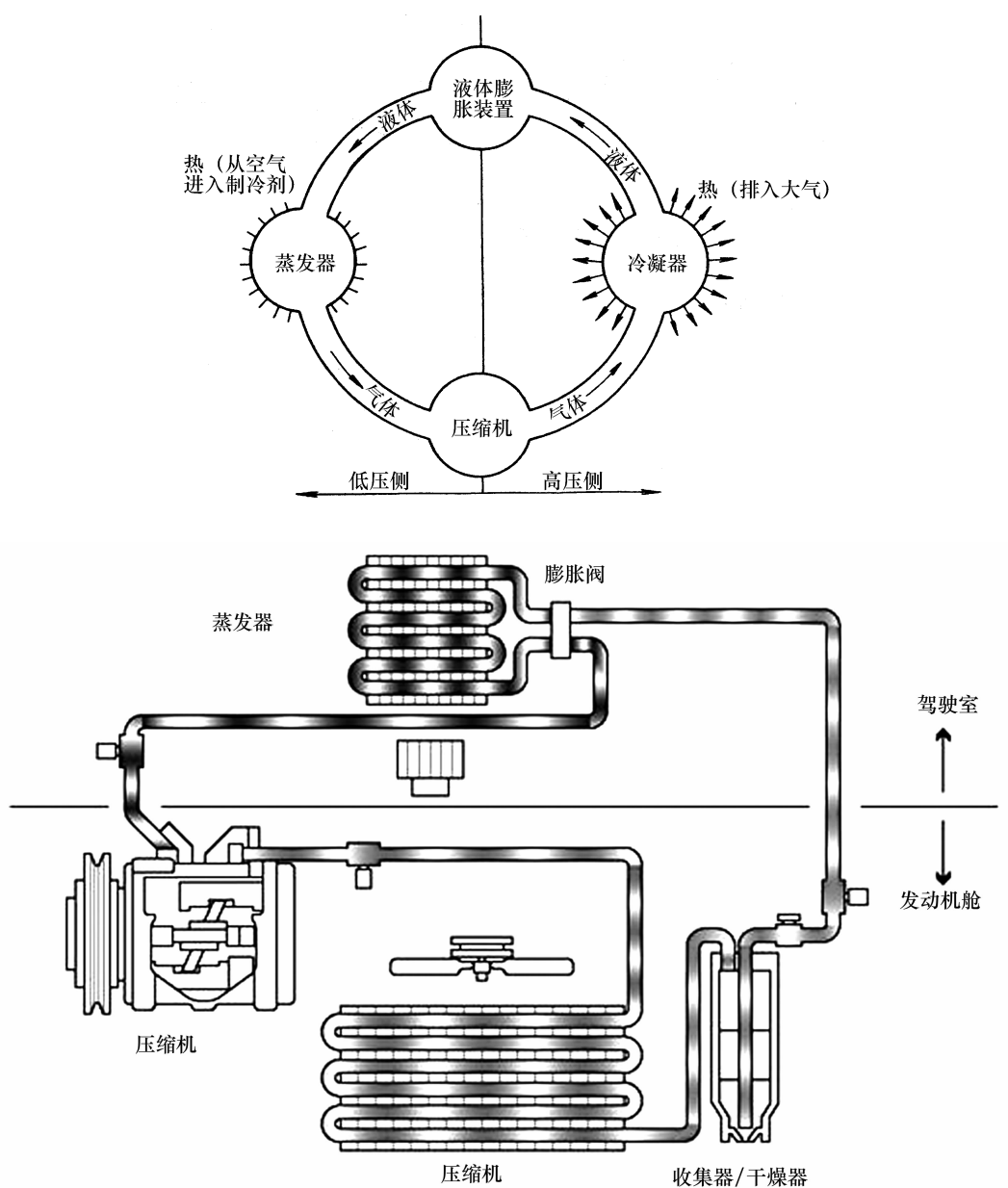


图 2-1 制冷循环流程原理图

2. 放热过程

高温高压的过热制冷剂气体进入冷凝器（散热器）与大气进行热交换。由于压力及温度的降低，制冷剂气体冷凝成液体，并放出大量的热。此过程作用是排热、冷凝。冷凝过程的特点是制冷剂的状态发生变化，即在压力、温度不变的情况下，由气态逐渐向液态转变。冷凝后的制冷剂液体是高压高温液体。制冷剂液体过冷，过冷度越大，在蒸发过程中其蒸发吸热的能力也就越大，制冷效果越好，即产冷量相应增加。

3. 节流过程

高压高温制冷剂液体经膨胀阀节流降温降压，以雾状（细小液滴）排出膨胀装置。该过程的作用是使制冷剂降温降压，由高温高压液体，迅速地变成低温低压液体，以利于吸热、控制制冷能力以及维持制冷系统正常运行。

4. 吸热过程

经膨胀阀降温降压后的雾状制冷剂液体进入蒸发器，因此时制冷剂沸点远低于蒸发器内温度，故制冷剂液体在蒸发器内蒸发、沸腾成气体。在蒸发过程中大量吸收周围的热量，降低车内温度。而后低温低压的制冷剂气体流出蒸发器等待压缩机再次吸入。吸热过程的特点是制冷剂状态由液态变化到气态，此时压力不变，即在定压过程中进行这一状态的变化。

上述过程周而复始地进行，便可使汽车内温度达到并维持在给定的状态。

三、汽车空调制冷系统的结构部件

汽车空调制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、风机及制冷管道等组成。见图 2-2。

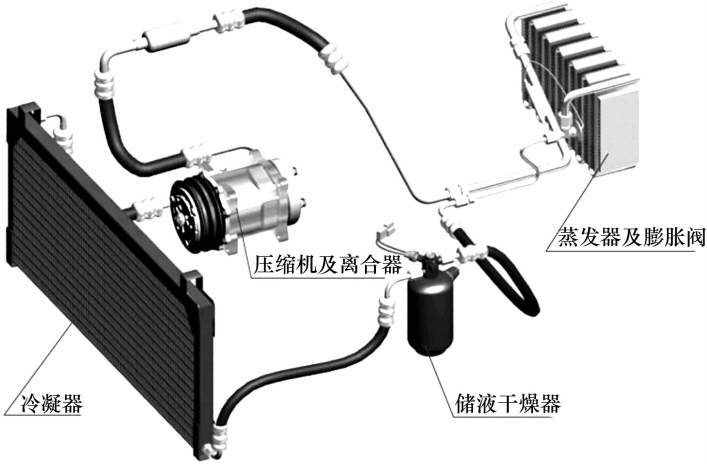


图 2-2 汽车空调制冷系统的组成

1. 制冷压缩机

制冷压缩机是汽车空调制冷系统的核心，其作用是：维持制冷剂在制冷系统中的循环，吸入来自蒸发器的低温、低压制冷剂蒸气，压缩制冷剂蒸气使其压力和温度升高，并将制冷剂蒸气送往冷凝器。其原理与普通空气压缩机相似，只是密封程度要求更高。

目前应用于汽车制冷系统的压缩机，主要采用容积型制冷压缩机（图 2-3）。容积型制冷压缩机按其运动型式和主要零部件形状，分类如表 2-1 所示。

表 2-1 容积型制冷压缩机的分类

往复活塞式	曲轴连杆式	直列式、V 型、W 型、S 型
	变容曲轴连杆式	
	径向活塞式	
	轴向活塞式	翘板式、斜板式
旋转式	旋叶式	气缸圆形、气缸椭圆形
	变容旋叶式	
	转子式	滚动活塞式、三角转子式
	螺杆式	单转子螺杆、双转子螺杆
	变容螺杆式	
	涡旋式	
	变容涡旋式	

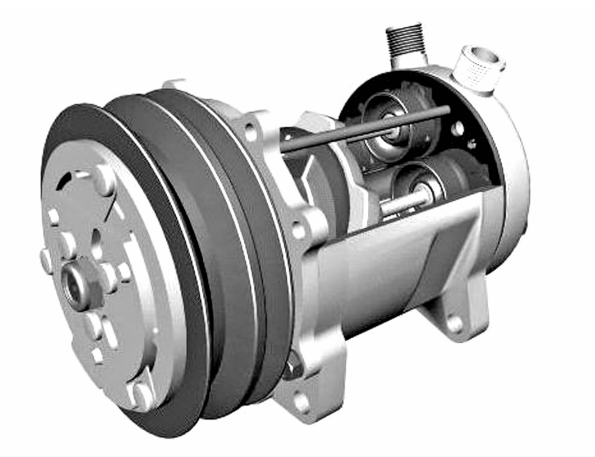


图 2-3 容积型压缩机

(1) 斜板式压缩机

斜板式压缩机是一种轴向活塞式压缩机。其工作原理如图 2-4 所示：主要零件是主轴和斜板，各气缸以压缩机主轴为中心布置，活塞运动方向与压缩机的主轴平行。图 2-5 为其结构分解图。

三缸斜板式，为三活塞等间隔 120°分布，五缸斜板式为五活塞等间隔 72°分布。为了使机器受力合理，结构紧凑，通常将活塞制成双头活塞，如是轴向 6 缸，3 缸在压缩机前部，另外 3 缸在压缩机后部；如是轴向 10 缸，5 缸在压缩机前部，另外 5 缸在压缩机后部。双头活塞的两活塞各自在相对的气

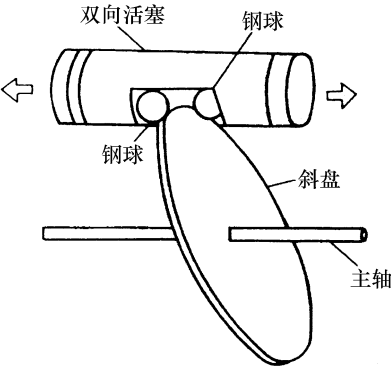


图 2-4 斜板式压缩机工作原理图