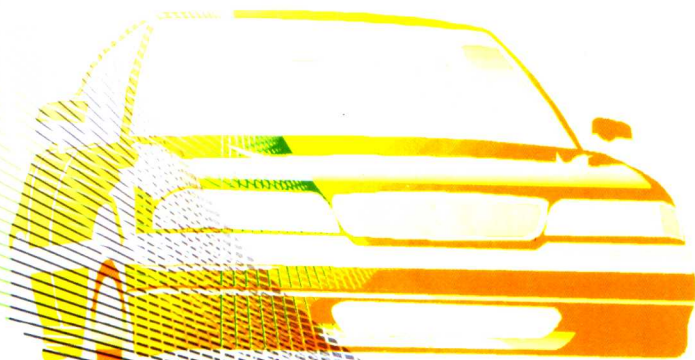


轿车新技术检修培训丛书

轿车空调系统 检修培训教程

张西振 毛 峰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



轿车新技术检修培训丛书

轿车空调系统检修培训教程

主 编 张西振 毛 峰
副主编 田有为



机械工业出版社

本教程系统地介绍了轿车空调系统的发展、基本结构、基本工作原理,并对目前保有量较大的典型轿车空调系统的结构特点、故障诊断及检修方法做了详细的介绍。

本教程内容全面、通俗易懂、实用性强,可作为汽车维修人员学习轿车空调系统的培训教材,也可作为汽车专业高职、中职等学生的补充教材,同时也可作为汽车维修人员和工程技术人员的实用维修资料。

图书在版编目(CIP)数据

轿车空调系统检修培训教程/张西振,毛峰主编. —北京:机械工业出版社,2004.9

(轿车新技术检修培训丛书)

ISBN 7-111-14819-3

I. 轿... II. ①张...②毛... III. 轿车-空气调节设备-车辆检修-技术培训-教材 IV. U469.110.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第063400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:杨民强

责任编辑:郑 铨 版式设计:张世琴 责任校对:唐海燕

封面设计:姚 毅 责任印制:李 妍

成都新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004年8月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·6.625 印张·256千字

0 001-4 000册

定价:20.00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)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着社会的发展和人民生活水平的不断提高，人们对汽车乘坐舒适性的要求日益提高，汽车空调已不再是只有高档轿车才有的配置，中、低档轿车，甚至各型客车、货车、工程车和特种车辆，已将汽车空调系统作为一种标准配置。随着汽车空调的日益普及和不断完善，汽车空调系统检修已成为汽车维修行业的一个重要组成部分。

目前，轿车空调系统的众多品牌和各自不同的系统设计，常常给汽车用户和维修人员带来诸多不便。为此，我们在广泛收集各国汽车维修技术资料的基础上，结合多年的教学与维修经验编写了本教程。本教程着重介绍了目前轿车上占主流的空调系统的基本组成、基本结构、基本原理，并对目前保有量较大的典型轿车空调系统的结构特点、故障诊断及检修方法做了详细的介绍。本教程力求做到内容丰富、通俗易懂、实用性强，以期能为广大的轿车空调用户、维修人员和培训学员提供参考。

本书由张西振、毛峰任主编，田有为任副主编，其他参编人员有惠有利、马志宝、李德伟、李景仲、杨洪庆、吴兴敏、沈沉、李培军等。由于我们的水平所限，错漏和不足之处在所难免，敬请各位读者不吝指教。

编 者

目 录

前言

第一章 轿车空调系统的基本结构与工作原理	1
第一节 汽车空调概述	1
一、汽车空调系统的发展	1
二、汽车空调系统的功能	2
三、汽车空调系统的特点	3
四、汽车空调系统的组成	3
第二节 轿车空调制冷系统的结构与工作原理	5
一、制冷系统基本原理	5
二、制冷剂和冷冻润滑油	6
三、制冷系统的类型	7
四、压缩机的结构与工作原理	10
五、冷凝器的结构与工作原理	16
六、储液干燥器的结构与工作原理	18
七、膨胀节流装置的结构与工作原理	19
八、蒸发器的结构与工作原理	22
九、维修辅助阀的结构与工作原理	23
第三节 轿车空调制冷系统的控制装置	24
一、电磁离合器	24
二、制冷剂压力开关	25
三、恒温器	26
四、过热开关与热力熔断器	28
五、环境温度开关、水温开关与除霜开关	28
六、旁路电磁阀	29
七、蒸发压力调节阀	30
八、发动机怠速控制装置	34
第四节 轿车空调的采暖与通风系统	36
一、采暖系统	36
二、通风与空气净化系统	40
第五节 轿车空调系统的布置	41
第六节 轿车空调的操纵控制系统	42
一、手动控制的空调操纵控制系统	42
二、放大器控制的空调操纵控制系统	45

三、电脑控制的空调操纵控制系统	49
第二章 汽车空调系统的检测与维修基础	54
第一节 汽车空调系统的检测与维修常用的专用仪器及设备	54
一、温度测量仪表	54
二、湿度测量仪表	54
三、维修专用成套设备	54
四、真空泵	55
五、歧管压力表组	55
六、制冷剂注入阀	56
七、空调系统检修专用阀	56
八、检漏仪	57
第二节 制冷系统的抽真空及制冷剂的充注	59
一、制冷系统制冷剂的排放	60
二、制冷系统的抽真空	60
三、制冷系统的制冷剂充注	61
四、制冷系统补充制冷剂	63
第三节 制冷系统润滑油的充注	63
一、空调压缩机冷冻润滑油油量的检查	63
二、冷冻润滑油的加注	65
三、正确使用冷冻润滑油	66
第四节 制冷系统的维护	66
一、汽车空调的使用注意事项	66
二、汽车空调维护时的检查方法	67
三、汽车空调的维护内容	70
第五节 空调系统常见故障诊断与排除	74
一、暖风系统故障	75
二、系统不制冷	75
三、系统制冷不足	76
四、制冷系统发生异常噪声	78
五、常见故障的检查步骤	78
六、自动空调系统的故障诊断与排除	82
第六节 制冷系统的检修	85
一、制冷系统制冷剂压力的检测	85
二、冷冻润滑油的检测	88
三、压缩机的检修	88
四、离合器的检修	89
五、冷凝器及蒸发器的检修	89
六、干燥罐的检修	89

七、制冷管路的检修	89
八、膨胀阀的检修	89
第三章 汽车空调系统的结构与检修	93
第一节 红旗轿车和奥迪轿车的空调系统	93
一、红旗轿车和奥迪轿车空调系统的组成及结构	93
二、红旗轿车和奥迪轿车空调系统的检修	103
第二节 本田雅阁轿车的空调系统	104
一、本田雅阁轿车空调系统的组成及结构	104
二、空调系统电路图	105
三、主要部件的检修	106
四、故障诊断	114
第三节 上海通用别克汽车的空调系统	125
一、空调系统的结构	125
二、基本数据	127
三、部件的安装位置	128
四、控制电路	131
五、插接器	132
六、总成拆装	137
七、故障诊断	140
第四节 上海帕萨特汽车的空调系统	142
一、空调系统的组成及结构	142
二、空调系统装置的拆装	152
三、空调系统的检查与维护	158
第五节 风神蓝鸟汽车的空调系统	159
一、空调系统的组成	159
二、空调系统的检修	166
三、故障诊断	170
第六节 丰田 LS400 汽车的自动空调系统	180
一、空调系统的组成及特点	180
二、自动空调系统电控部分主要部件的结构及测试	184
三、电控自动空调系统的控制功能	194
四、电控自动空调系统的检修	200
参考文献	205

第一章 轿车空调系统的基本结构与工作原理

第一节 汽车空调概述

一、汽车空调系统的发展

汽车空调是指对汽车的车内空气进行调节,从而为乘员创造清新舒适的车内环境。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五个阶段。

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,由美国通用汽车帕克公司(Packard)首先在轿车上安装由机械制冷的空调器。这项技术由于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,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(NASH)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。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(CADILLAC)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年才在高级的轿车上安装自动空调。

第五阶段,微机控制。1973年美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司(后合并到三菱集团)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。该系统具备数字化显示、冷暖通风三位一体化、自我诊断系统、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。

二、汽车空调系统的功能

在汽车空调系统的发展历程中，“汽车空调”的含义随着其功能的扩展，也在不断变化，时至今日，其功能已包括调节车内的温度、湿度、气流速度、空气洁净度等。

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。

人感到最舒适的温度是 $20\sim 28^{\circ}\text{C}$ 。但应注意，车内外的温差、车内升温或降温的速率均不宜过大，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，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 $15\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。夏季车内降温速率保持在 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 为宜，冬季采用发动机冷却液或废气余热取暖不必考虑升温速率。

2. 调节车内湿度

车内湿度是指车内空气中所含水蒸气量的多少，车内湿度过小或过大会使乘员感觉干燥或闷热。人感觉最舒适的相对湿度为 $30\%\sim 70\%$ ，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。

3. 调节车内空气流速

空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。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感觉不舒服。车内空气流速以夏季不超过 0.5m/s 、冬季不超过 $0.3\sim 0.35\text{m/s}$ 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，冬季暖风吹到乘员脚部。

4. 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。

一般应保证车内每位乘客所需的新鲜空气量为 $20 \sim 30 \text{ m}^3/\text{h}$ ，车内二氧化碳的体积浓度应保持在 0.1% 以下。

三、汽车空调系统的特点

众所周知，汽车空调是以耗用发动机的动力为代价来完成调节车厢内空气环境的。了解汽车空调的特点，有利于进行汽车空调的使用和维修。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汽车空调不便于用电力作为动力源，所需的动力来自汽车发动机（简称主机）或辅助发动机（简称辅机）。用主机作动力源的汽车空调叫非独立式空调系统，轿车、轻型汽车、中小型客车的空调一般均属此类型。用辅机作动力源的汽车空调叫独立式空调系统，需制冷量和暖气量大大型客车和豪华型大、中客车一般采用独立式空调系统。

③汽车的特定工作环境要求汽车空调的制冷、制热能力尽可能的大，其原因如下：

a. 夏天车内乘客密度大，产热量大，热负荷高；冬天人体所需吸热量亦大。

b. 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。

c. 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大。

④由于汽车发动机工况变化频繁，采用非独立式空调系统时，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由于汽车本身要求结构紧凑，汽车空调各组成部分的安装位置局限性很强，所以各车型的空调系统零部件通用性差。

⑥冷凝温度高。冷凝器的通风冷却效果受发动机水箱热辐射、汽车行驶速度和尘土污染的影响，尤其汽车在大负荷、低速行驶时，冷凝温度和压力非常高。

⑦由于车内高度较小，风量分配不易均匀，因而车内温度不易均匀。

⑧汽车空调的供暖方式与室内空调完全不同，车内冬季供暖一般都是利用汽车发动机的冷却液或废气余热供暖。

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、送风系统、电气控制系统四大部分组成。严格说来，还应包括空气净化系统。高级轿车装备有碳罐、空气滤清器和静电除尘式净化器等一套较完整的空气净化系统，但在普通型轿车中，

空气净化任务则由蒸发器直接完成。

1. 制冷系统

制冷系统由压缩机、冷凝器、储液干燥器、膨胀阀、蒸发器、冷凝器散热风扇、制冷管道、制冷剂等组成，如图 1-1 所示。

2. 采暖系统

采暖系统是由加热器、热水阀、水管、发动机冷却液等组成，如图 1-2 所示。

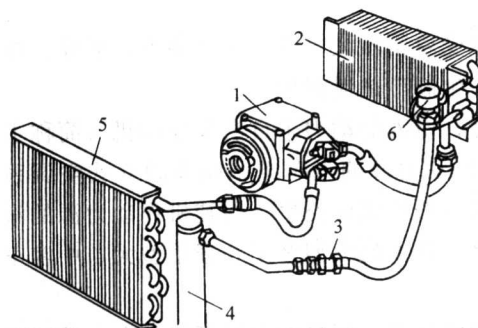


图 1-1 制冷系统的组成

1—压缩机 2—蒸发器 3—液窗
4—储液干燥器 5—冷凝器 6—膨胀阀

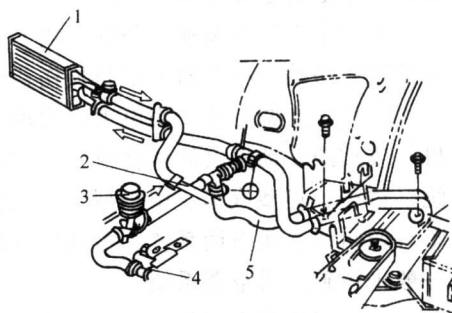


图 1-2 采暖系统的组成

1—加热器 2—发动机进水管 3—热水阀
4—发动机出水管 5—预热管

3. 送风系统

送风系统是由进气模式风门、鼓风机、混合气模式风门、气流模式风门、导风管等组成。汽车室内或室外未经调节的空气，经鼓风机作用送至蒸发器或暖风心处，被调节成冷空气或暖空气的空气流，根据风门模式伺服马达开启角度而流向相应的出风口，如图 1-3 所示。

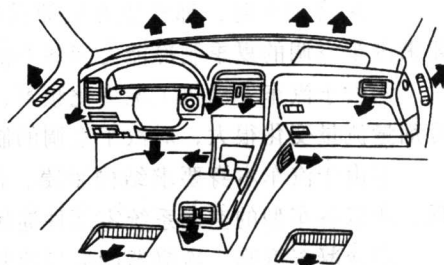


图 1-3 送风系统的风门布置

4. 控制电路

控制电路包括点火开关、A/C 开关、电磁离合器、鼓风机开关及调速电阻器、各种温度传感器、制冷剂高低压力开关、温度控制器、送风模式控制装置、各种继电器。控制电路主要是根据各种温度、压力、转速等信号，通过电磁离合器控制空调压缩机的工作。

第二节 轿车空调制冷系统的结构与工作原理

一、制冷系统基本原理

汽车空调制冷系统采用蒸气压缩式制冷方式，即利用液态制冷剂汽化时的吸热来产生制冷效应。蒸气压缩式制冷基本原理如图 1-4 所示。

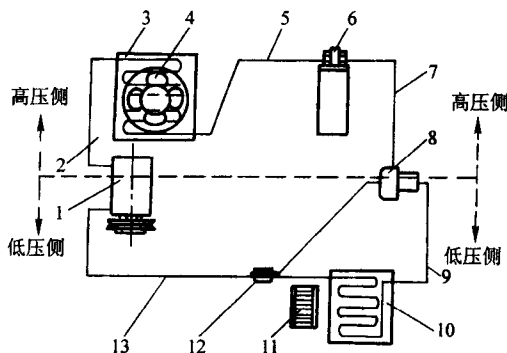


图 1-4 制冷系统基本原理

1—压缩机 2—排气管 3—冷凝器 4—风扇 5、7—高压软管
6—储液干燥器 8—膨胀阀 9—低压软管 10—蒸发器 11—鼓风机 12—热敏管 13—吸气管

汽车制冷系统工作时，发动机驱动空调压缩机工作，在空调压缩机作用下，制冷剂在制冷系统内进行循环，其工作过程如下：

①低温、低压的液态制冷剂在蒸发器内定压汽化，由于制冷剂的汽化吸热，使流经蒸发器外部的空气温度降低，低温空气通过鼓风机送入车内，从而使车内空气温度下降。

②汽化后的制冷剂蒸气被压缩机吸入并进行压缩，变成高温、高压的制冷剂蒸气，并送往冷凝器。

③由于进入冷凝器的高温、高压蒸气温度高于车外大气温度，其部分热量可自发地传递给车外空气。同时，借助冷凝器风扇的作用，提高对制冷剂蒸发的冷却强度，以便使制冷剂温度降到其沸点以下，从而使高温、高压的制冷剂蒸气在冷凝器内变为中温、高压的液态制冷剂。

④中温、高压的液态制冷剂流经储液干燥器时，制冷剂中的杂质被过滤，水分被吸收，并在储液干燥器中储存少量制冷剂。

⑤清洁、干燥的液态制冷剂流至膨胀阀，流过膨胀阀的中温、高压液态制冷剂，由于膨胀，其温度和压力迅速降低，重新变为低温、低压的液态制冷剂，从而完成一个制冷循环。在空调压缩机的作用下，制冷循环周而复始地进行，就可使车内空气温度逐渐降低。

二、制冷剂和冷冻润滑油

1. 制冷剂

制冷剂的种类很多，凡是能够进行气液两相转换的物质均可作为蒸气压缩式制冷系统的制冷剂。汽车空调系统所用的制冷剂主要有 R12 和 R134a 两种，其中“R”是 Refrigerant（制冷剂）的缩写，世界各国都统一采用美国制冷工程师协会（ASRE）编制的制冷剂代号系统，R12 和 R134a 就是制冷剂标准编号系统中的两种制冷剂。

R12 制冷剂的分子式为 CF_2Cl_2 ，是一种无色、无味的气体，易于制造、原料来源丰富、价格相对低廉，且可回收重复使用，但它对大气臭氧层有一定的破坏作用，因此近年来逐渐被环保型 R134a 制冷剂取代，R134a 的分子式为 CH_2FCF_3 。由于 R12 与 R134a 两种制冷剂的特性不同，所以对制冷系统的要求也不同，R12 制冷系统与 R134a 制冷系统的主要区别如下：

（1）密封件和软管使用的橡胶材料不同，R12 制冷系统中的密封件和软管通常采用 NBR（硝丁二烯橡胶）橡胶材料，由于 R134a 能溶解 NBR 橡胶材料，会导致密封件和软管的损坏而引起制冷剂泄漏，因此 R134a 制冷系统密封件和软管必须采用不同的橡胶材料。

此外，R134a 制冷系统中使用的 O 形密封圈断面尺寸较大，目的是增强其密封性，并便于识别。

（2）干燥剂不同，R12 制冷系统通常使用硅胶干燥剂，由于 R134a 制冷剂的极性接近于水的极性，能和水一起被硅胶吸收，容易导致硅胶吸水能力下降，因此 R134a 制冷系统采用一种叫沸石的干燥剂，它不吸收 R134a。

（3）冷冻润滑油不同，制冷系统中的冷冻润滑油是与制冷剂溶为一体参与制冷循环的，冷冻润滑油必须与制冷剂有良好的溶解性能。与 R12 配用的冷冻润滑油为矿物质油，而与 R134a 配用的冷冻润滑油必须是专用的合成油。

（4）系统匹配不同，R134a 制冷系统比 R12 制冷系统的压力高 10%~15%，制冷能力较低，压缩机负载较大，为保证其制冷效果，系统匹配有所不同，主要包括：磁性离合器的传动力矩、冷凝器的热辐射性能、冷凝器压力开关的控制压力值、膨胀阀的开启压力等。

由于制冷剂特性不同，制冷系统中的相关功能部件及冷冻润滑油各有特点。为此，在使用中，绝对禁止两种制冷剂交换使用，即使少量的误用，也会引起制冷剂沉淀和压缩机损坏。为避免误用不同的制冷剂，在维修时必须弄清系统使用的制冷剂类型，一般可通过贴于空调系统上的警告标识来区别，R134a 空调系统的警告标识通常为“R134a USE ONLY”，在空调压缩机上通常也贴有“R134a 仅使用 ND8# 油”的标识。

2. 冷冻润滑油

空调压缩机使用的润滑油称为冷冻润滑油，它必须能在高温和低温条件下都能正常工作。

冷冻润滑油的功用主要是润滑压缩机轴承、活塞等零件表面，以降低相对运动件之间的摩擦阻力和减少零件磨损。此外，冷冻润滑油对零件摩擦表面还具有冷却作用，渗入各配合间隙具有阻止制冷剂渗漏的密封作用，也可使压缩机噪声降低。

空调系统选用冷冻润滑油时，必须充分考虑压缩机内部的润滑油工作环境，如压缩机的吸气温度、排气温度等，并根据冷冻润滑油的特性适当选择。按粘度不同，国产冷冻润滑油牌号有 13 号、18 号、25 号和 30 号 4 种，牌号越大，其粘度也越大。进口冷冻润滑油有 SUNISO 3GS、SUNISO 4GS、SUNISO 5GS 三种牌号。目前，汽车空调制冷系统通常选用国产 18 号和 25 号冷冻润滑油，或进口 SUNISO 5GS 冷冻润滑油。

三、制冷系统的类型

汽车空调制冷系统工作时，由于制冷剂在蒸发器内蒸发吸热，使蒸发器周围空气中的相对湿度随蒸发器温度的降低而增加，这时若蒸发器外表温度又降至 0°C 以下，蒸发器外表凝结的水分将结霜甚至发生冻结，影响制冷系统的正常工作。防止蒸发器结霜，是汽车空调制冷系统必须具备的功能，这一功能可通过控制蒸发器温度的方法来实现。根据控制蒸发器温度的方法不同，汽车空调制冷系统可分为两大类：蒸发器压力控制的制冷系统和离合器控制的制冷系统。

1. 蒸发器压力控制的制冷系统

蒸发器压力控制的制冷系统又称传统温控系统，它是汽车空调系统中最早采用的制冷系统。只要选定空调功能，该系统中的空调压缩机就连续运转，在制冷循环中，通过节流来控制压缩机排气量，以控制蒸发器内制冷剂的蒸发压力，使蒸发压力保持在 0°C 对应的饱和压力，从而达到防止蒸发器结霜的目的。根据蒸发压力控制装置的结构不同，蒸发器压力控制的制冷系统又可分为吸气节流阀 (STV) 制冷系统、先导阀操纵的绝对吸气节流阀 (POA) 制冷系统和罐中阀 (VIR) 制冷系统。

(1) 吸气节流阀制冷系统 如图 1-5 所示，系统工作时，压缩机将制冷剂压缩后先送到冷凝器冷却，然后经过储液干燥器干燥、过滤，经膨胀阀的节流降压后，再进入蒸发器吸热蒸发，最后蒸发器出来的低压蒸气经过吸气节流阀后，回到压缩机。在制冷循环中，利用膨胀阀和吸气节流阀联合控制进入蒸发器的制冷剂流量，从而使蒸发压力控制在某一设定值范围（一般为 $0.215 \sim 0.891\text{MPa}$ ）内，以保证蒸发器表面不结霜。

膨胀阀安装在蒸发器进口处，膨胀阀的感温包安装在蒸发器出口处，感温包感测的蒸发器出口处制冷剂温度不同，膨胀阀开度随之改变，从而控制进入蒸发

器的制冷剂流量,随温度升高制冷剂流量增大。

吸气节流阀安装在蒸发器出口与压缩机进口之间。当蒸发器温度下降到 0°C 时,吸气节流阀自动关小蒸发器出口,减小压缩机的排量,从而控制蒸发器内的蒸发压力和温度,防止蒸发器结霜。

(2) 先导阀操纵的绝对吸气节流阀制冷系统 该系统工作原理与吸气节流阀制冷系统基本相同,只是用 POASTV 阀取代了 STV 阀,如图 1-6 所示。

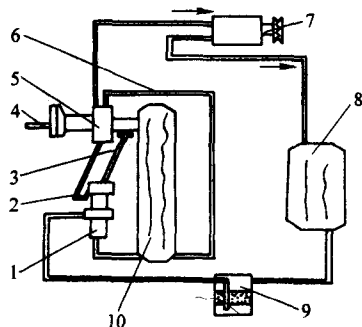


图 1-5 吸气节流阀制冷系统

1—膨胀阀 2—平衡管 3—毛细管
4—真空接口 5—吸气节流阀 6—溢流管
7—压缩机 8—冷凝器 9—储液干燥器 10—蒸发器

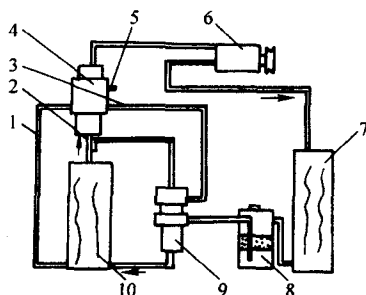


图 1-6 先导阀操纵的绝对吸气节流阀制冷系统

1—溢流管 2—毛细管 3—平衡管 4—POA 阀
5—压力检测器 6—压缩机 7—冷凝器
8—储液干燥器 9—膨胀阀 10—蒸发器

POASTV 阀安装在蒸发器出口与压缩机进口之间,用来控制压缩机的排量,以实现蒸发器内的蒸发压力和温度的控制。POASTV 阀将蒸发压力控制在 0.298MPa 以上,此时对应的蒸发温度为约 -1°C ,蒸发器外表温度约为 0°C ,从而可防止蒸发器结霜。

POASTV 阀开有一个小孔,其作用是当 POA 阀关闭气流的主通口后,由此小孔输送一些气体到压缩机,以避免压缩机作真空泵运动而损失过多能量。

在蒸发器底部与 POASTV 阀之间接有溢流管,其作用是使积存在蒸发器底部的冷冻润滑油回到压缩机。清除积存在蒸发器内的冷冻润滑油,可提高系统的制冷能力。

(3) 罐中阀制冷系统 1978 年,美国通用汽车公司发明了一种罐中阀,即将储液干燥器、膨胀阀、POA 阀集中在一个罐中,只有一个进口接头和一个出口接头,克服了 STV 制冷系统和 POA 制冷系统接头较多的缺点,可有效地减少制冷剂泄漏故障,同时也减少了安装、维护的工作量。

罐中阀 (VIR) 制冷系统在中、高级轿车上应用广泛,其工作原理如图 1-7 所示。从压缩机出来的高温制冷剂蒸气经过冷凝器液化后,进入 VIR 阀,经节流降压后进入蒸发器,在蒸发器中蒸发吸热成为低压蒸气,再进入 VIR 阀。VIR 阀对制冷剂的蒸发压力进行控制,然后制冷剂再从 VIR 阀出来到压缩机,

完成一个制冷循环。

2. 离合器控制的制冷系统

离合器控制的制冷系统一般用在经济型中级轿车上，与蒸发器压力控制的制冷系统相比，最大的区别就是空调压缩机是间歇工作的。制冷系统工作时，利用离合器控制压缩机是否工作，以此控制蒸发器的温度，防止蒸发器结霜。而控制压缩机的电磁离合器接合或断开，受安装在其电路中的恒温器（压力开关或热敏开关）控制。根据系统装用的膨胀节流装置不同，离合器控制的制冷系统又可分为膨胀阀制冷系统，孔管制冷系统。

(1) 膨胀阀制冷系统 该系统工作时，由膨胀阀和离合器共同控制蒸发压力，如图 1-8 所示。膨胀阀安装在蒸发器与储液干燥器之间，用于控制进入蒸发器的制冷剂量；当蒸发器温度较高时，膨胀阀开度较大，有较多的制冷剂进入蒸发器，制冷系统的制冷量也较大；反之，蒸发器温度较低时，膨胀阀开度也较小，进入蒸发器的制冷剂流量减少，制冷系统的制冷量也减小。同时在电磁离合器线圈的电路中装有恒温器，当蒸发器温度下降到 0°C 以下时，恒温器自动切断电磁离合器线圈电路，使压缩机停止工作，以防止蒸发器结霜。

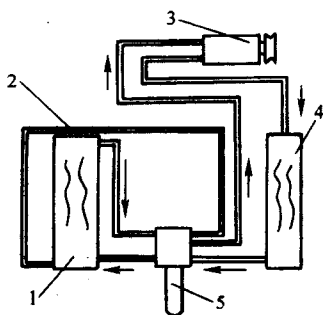


图 1-7 罐中阀制冷系统

1—蒸发器 2—溢流管 3—压缩机
4—冷凝器 5—VIR 阀压力

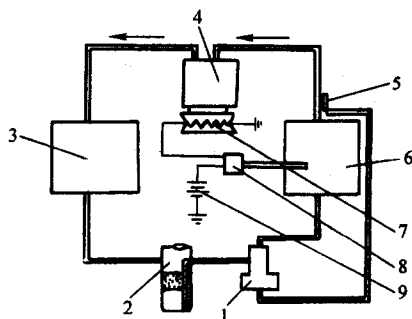


图 1-8 膨胀阀制冷系统

1—膨胀阀 2—储液干燥器 3—冷凝器
4—压缩机 5—感温包 6—蒸发器
7—电磁离合器线圈 8—恒温器 9—蓄电池

在离合器与膨胀阀共同控制的制冷系统中，装用的膨胀阀按其结构原理不同，也可分为热力膨胀阀、H 型膨胀阀，其结构原理详见本章后叙相关内容。

(2) 孔管制冷系统 孔管（CCOT）制冷系统于 1974 年由美国通用汽车公司发明，该系统的工作原理与膨胀阀制冷系统基本相同，但用简单的节流孔管取代了复杂的膨胀阀，如图 1-9 所示。孔管只能结构简单，不易损坏，但不能有效控制进入蒸发器的制冷剂流量，只能起到节流降压作用，也不能保证蒸发压力稳定，为防止蒸发器结霜，也是由恒温器控制压缩机的工作来实现；当蒸发器温度较高时，恒温器接通压缩机电磁离合器电路，压缩机工作，制冷系统进行制冷

循环；当蒸发器温度下降到一定范围时，恒温器断开压缩机电磁离合器电路，压缩机停止工作，制冷系统停止制冷循环。

由于孔管不能控制进入蒸发器的制冷剂流量，所以当压缩机高速运转时，蒸发器内的制冷剂有可能蒸发不彻底，为此，在其出口处安装了吸气储液器，使制冷剂气液分离，防止液体制冷剂进入压缩机导致液击。吸气储液器具有储液干燥器的一般功能。

四、压缩机的结构与工作原理

不同车型的汽车空调制冷系统类型

虽有所不同，但都是由压缩机、蒸发器、冷凝器、膨胀节流装置和储液干燥器五个基本部件组成。

压缩机是空调制冷系统的主要部件之一，其功用是：一方面维持制冷剂在系统中的循环流动，另一方面对低温、低压的气态制冷剂进行加压和升温，使之超过冷凝器外界大气的温度和压力，以便在冷凝器中向外界大气放热，并形成液态制冷剂。

轿车空调制冷系统压缩机，一般都是由汽车发动机驱动，其结构形式有曲柄连杆式、斜盘式、旋转式等。随着汽车空调技术的发展，近年来出现了许多结构紧凑、重量轻、效率高、省动力的新型车用空调压缩机，如涡旋式、三角转子式、贯穿叶片式、辐射式、十缸斜盘式及各种可变容量压缩机，目前已投入使用的汽车空调压缩机多达几十种，在此仅介绍轿车空调制冷系统应用比较广泛的几种压缩机。

1. 曲柄连杆式压缩机

早期的汽车空调制冷系统基本都采用曲柄连杆式压缩机，工作比较可靠，但由于效率较低、尺寸较大、转速不易提高的缺点，近年来在轿车制冷系统中的应用逐渐减少。

按气缸数不同，曲柄连杆式压缩机又可分为二缸机、三缸机和四缸机。按气缸排列形式，曲柄连杆式压缩机可分为直列式、V型、W型、S型。各种曲柄连杆式压缩机的结构和原理基本相同，如图1-10所示为应用较多的二缸、直列式曲柄连杆式压缩机，主

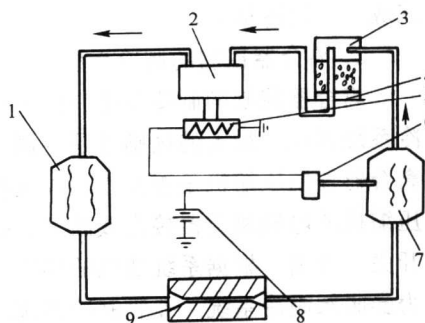


图 1-9 孔管制冷系统

- 1—冷凝器 2—压缩机 3—吸气储液器
4—溢流孔 5—电磁离合器线圈 6—恒温器
7—蒸发器 8—蓄电池 9—孔管

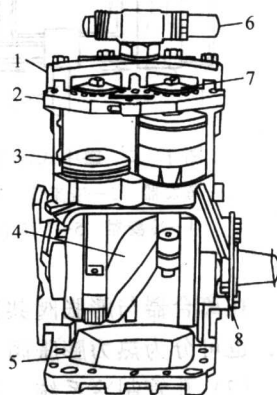


图 1-10 曲柄连杆式压缩机

- 1—气缸盖 2—阀门板
3—活塞 4—曲轴
5—机油盘 6—维修辅助阀
7—排气阀 8—轴封