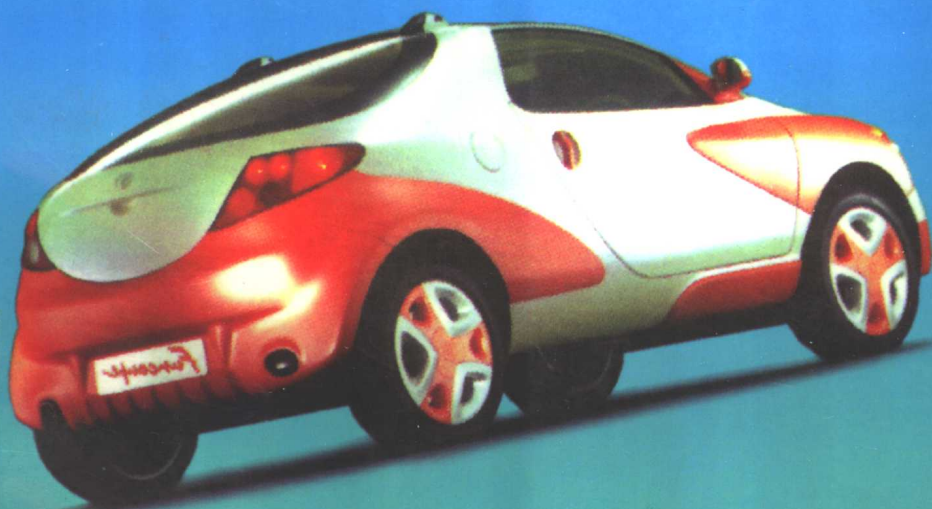


汽车空调系统的 结构与维修

汽车实用
维修技术丛书

李良洪 编



国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书

汽车空调系统的结构与维修

李良洪 编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调系统的结构与维修/李良洪编. —北京:国防
工业出版社, 1998. 8
(汽车实用维修技术丛书)
ISBN 7-118-01909-7

I. 汽… II. 李… III. 汽车-空气调节设备 IV. U463.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 08037 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 4 $\frac{7}{8}$ 插页 1 129 千字

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 8.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高,汽车的作用越来越重要,无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升,而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务,保证汽车的正常运行,减少事故的发生,如何正确使用、检查、保养、维护汽车,诊断、排除故障、维修汽车,已成为驾驶人员、保修人员的当务之急,特别是一大批汽车驾驶员只会开车,对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生,是汽车安全运行的极大隐患。为解决这一问题,我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此,我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍,吸取其精华,剔除其不足,对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查,力求使本丛书能够贴近读者,解决实际问题。确定编写原则后,我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为15册,书目详见每本书的封底。

本丛书略去了诸多的汽车理论,内容侧重实践,强调针对性和实用性,图文并茂,语言通俗易懂,具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们期望,本丛书将成为驾驶人员、维修人员的良师益友,为我国汽车的安全运行做出贡献。

前 言

汽车空调提高了汽车的安全性和舒适性，是汽车现代化的重要标志。

汽车空调系统比汽车发动机和底盘容易发生故障，为使汽车空调系统少发生故障，必须正确地使用和保养；当汽车空调系统发生故障后，必须按技术要求进行维修。因此，如何正确使用和维护汽车空调系统，就成了广大汽车驾驶员和修理工迫切需要解决的问题。为了帮助读者了解汽车空调系统的结构、原理、使用和检修技术，编者在参考国内外有关资料的基础上，结合实际工作经验，编写了这本《汽车空调系统的结构与维修》。

本书从汽车驾驶员与修理工的实际出发，全面、系统地介绍了汽车空调系统的结构、原理、使用和检修技术。内容包括汽车空调基础知识；汽车空调制冷系统；汽车空调暖风、通风与空气净化装置；汽车空调系统电路；汽车空调控制系统；汽车空调系统的使用与保养；汽车空调系统的检修等。本书图文并茂，内容简明易懂，方法具体实用，有较强的实用性和可读性。

本书由李良洪主编。参加编写工作的还有黄丽、黄福兴、俞伟明、彭标兴、王克才、李丽、俞才等。

编者在此向为本书提供资料的厂家和有关人员表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免有缺点和错误，恳请读者和专家批评指正。

编 者

1998年2月于天津

内 容 简 介

本书系“汽车实用维修技术”丛书之一。

本书从汽车驾驶员和修理工的实际出发，全面、系统地介绍了汽车空调系统的结构、原理、使用和检修技术。内容包括汽车空调基础知识；汽车空调制冷系统；汽车空调暖风、通风与空气净化装置；汽车空调系统电路；汽车空调控制系统；汽车空调系统的使用与保养；汽车空调系统的检修等。本书图文并茂，内容简明易懂，方法具体实用，有较强的实用性和可读性。

本书可供汽车驾驶员和修理工阅读，也可供其他有关技术人员参考。

目 录

第一章 汽车空调基础知识	1
第一节 汽车空调概况.....	1
第二节 汽车空调常用的名词术语.....	4
第三节 制冷剂与冷冻油	13
第四节 汽车空调系统的组成与分类	17
第二章 汽车空调制冷系统	19
第一节 汽车空调制冷系统的工作原理	19
第二节 制冷压缩机	22
第三节 其他部件	42
第三章 汽车空调暖风、通风与空气净化装置	57
第一节 汽车空调暖风装置	57
第二节 汽车通风与空气净化装置	63
第四章 汽车空调系统电路	68
第一节 汽车空调系统电路的控制元件	68
第二节 汽车空调系统电路	78
第五章 汽车空调控制系统	96
第一节 手动调节的汽车空调系统	96
第二节 电控气动的汽车空调系统.....	101
第三节 全自动的汽车空调系统.....	108
第四节 微机控制的汽车空调系统.....	111
第六章 汽车空调系统的使用与保养	116
第一节 汽车空调系统的正确使用.....	116
第二节 汽车空调系统的保养.....	117
第七章 汽车空调系统的检修	122

第一节	汽车空调制冷系统检修的基本工具·····	122
第二节	汽车空调制冷系统检修的基本操作·····	133
第三节	汽车空调制冷系统的故障分析·····	145

第一章 汽车空调基础知识

第一节 汽车空调概况

一、汽车空调的基本概念

空调是空气调节器的简称。汽车空调用于对汽车驾驶室和车厢内空气的温度、湿度、流速和清洁度等参数进行调节，使乘员感到舒适，并预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪，保障乘员身体健康、视野和行车安全。

衡量汽车空调质量的指标主要有四个，即温度、湿度、流速和清洁度。

1. 温度

在夏季人感到最舒适的温度是 $22\sim 28^{\circ}\text{C}$ ，在冬季则是 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 。温度低于 14°C ，人就会感觉到“冷”，温度越低，越觉得手脚动作僵硬，不能灵活操作机件。温度超过 28°C ，人就会觉得燥热，温度越高，越觉得头昏脑胀，精神集中不起来，思维迟钝，容易造成交通事故，超过 40°C ，则称为有害温度，对身体的健康造成损害。另外，人体面部所需求的温度比足部略低，即要求“头凉足暖”，温差大约为 2°C 。

2. 湿度

人觉得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，皮肤觉得特别光滑、柔嫩。湿度过低，人的皮肤会痒，这是由于湿度太低时，皮肤表面和衣服都较干燥，它们之间（特别是化纤衣服）摩擦产生静电的缘故。湿度过高，人会觉得闷，这是由于人体皮肤的水分蒸发不出来，干扰了人体正常的新陈代谢过程。

3. 流速

人在流动的空气要比在静止的空气中要舒适，这是因为流动的空气能促进人体内外散热的缘故。所以，空气流速是汽车空调调节的重要内容之一。空气流速在 0.2m/s 以下为好，并且以低速变动要佳。

4. 清洁度

由于车内空间小，乘员密度大，全封闭空间的空气极易产生缺氧和二氧化碳浓度过高；汽车发动机废气中的一氧化碳和道路上的粉尘、野外有毒的花粉都容易进入车室内，造成车内空气闷浊，严重影响乘员的身体健康。

舒适性环境参数如表 1-1 所示。

表 1-1 舒适性环境参数

项目 范围	温度 / $^{\circ}\text{C}$		相对湿度 /%	换气量 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	风速 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	CO_2 含量 /%	CO 含量 /%	加速度 $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	振动 /mm	噪声 /dB
	冬	夏								
舒适带	16~18	22~28	50~70	20~30	$0.075 \sim 0.2$	<0.03	<0.01	<3	<0.2	<45
不舒适带	0~14	30~35	15~30	5~10	<0.075	>0.03	>0.015	>3	>2	>65
			90~95		>0.3					
有害带	<0	>43	$<15, >95$	<5	>0.4	>10	>0.03	>4	>15	>120

二、汽车空调的重要性

目前，汽车空调不仅是为了改善工作条件、提高工作效率、提高汽车安全性，而且是为了提高汽车等级、提高市场竞争力。汽车空调，是汽车现代化的重要标志。

现在世界上的轿车和轻型汽车，几乎百分之百装有汽车空调。越高级的汽车，汽车空调的性能越完善、越自动化。可以说，没有汽车空调，就没有现代化的轿车和轻型汽车市场。汽车空调已是现代汽车不可缺少的重要附件。

三、汽车空调技术的发展

汽车空调技术是随着汽车的普及而发展起来的，汽车空调技

术的发展史是从低级到高级,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五个阶段:

第一阶段:单一供暖,即利用房间取暖的方法。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,成为汽车空调的先驱。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,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,这显然增加了驾驶员的工作量,同时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拉克(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,实现了空调运行与汽车运行的相关统一,极大地提高了调节效果,节约了燃料,从而提高了汽车的整体性能和最佳的舒适性。

第二节 汽车空调常用的名词术语

一、温度

在日常生活中，我们经常用手接触某种物体，凭皮肤的感觉来判断它是冷还是热。如果物体的温度高于人体温度，我们就感觉它热；反之，如果物体的温度低于人体温度，就会感觉它冷。所以，冷和热只是相对的，二者之间并无明确的分界，单凭人的主观感觉是不能准确地判断物体的冷热程度的。要科学地度量物体冷热程度，就需要有一个客观标准——温度。

温度是用来衡量物体冷热程度的物理量，测量温度的标尺称为温标。工程上常用的温标有：

(1) 摄氏温标：用符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示，它将标准大气压下冰的熔点定为 0°C ，水的沸点定为 100°C ，两者之间均分为 100 小格，每小格为摄氏一度，表示为 1°C 。当温度低于 0°C 时，要在温度数字的前面加一个负号“-”，零度以上的温度为正值，习惯上数字前面不加“+”号。

(2) 华氏温标：用符号 $^{\circ}\text{F}$ 表示。它将标准大气压下冰的熔点定为 32°F ，水的沸点定为 212°F ，两者之间均分为 180 小格，每小格为华氏一度，表示为 1°F 。

(3) 热力学温标：这是一种不受测温介质影响的客观温标，理想地符合对温标的要求，但实践上要完全符合这个温标是不可能的。这个温标所定义的热力学温度以绝对零度 (-273°C) 为起算点，因而热力学温标又称为绝对温标，热力学温度又称为绝对温度，其单位为开尔文，用字母 K 表示。

三种温标的比较如表 1-2 所示。

用于测量温度的仪表称为温度计。测试汽车空调性能常用的温度计有：压力表式温度计、热电偶温度计和热敏电阻式温度计，它们是利用蒸汽的饱和压力和饱和温度的对应关系（压力表式温度计）或某些材料的热电效应进行温度测量的。

表 1-2 三种温标的比较

温度标定名称	代 号	单 位	换 算 方 法
摄氏温度	t	C	$t(^{\circ}\text{C}) = 5/9 \times (f - 32)(^{\circ}\text{F})$
华氏温度	f	F	$f(^{\circ}\text{F}) = 9/5 \times t + 32(^{\circ}\text{C})$
绝对温度	T	K	$T(\text{K}) = t + 273(^{\circ}\text{C})$

下面介绍干球温度、湿球温度、干湿球温差、露点温度、冷凝温度、蒸发温度、饱和温度等。

1. 干球温度和湿球温度

①干球温度是指用干球温度计测量空气温度时，干球温度计所指示的温度，就是我们通常使用的温度计所测试的空气温度。

②湿球温度是指在稳定条件下，湿球温度计所指示的温度。如图 1-1 那样，在感温球上包上布，把布的一端放进水槽中，靠毛细管现象把水吸上去，使感温球湿润。由于湿布上的水分蒸发需要吸收相应的汽化潜热，所以湿球温度计上的读数将要比干湿球温度计的读数低一些，此时湿球温度计所指示的温度叫湿球温度。

标准湿球温度应是在感温球周围有 3~5m/s 的风速。

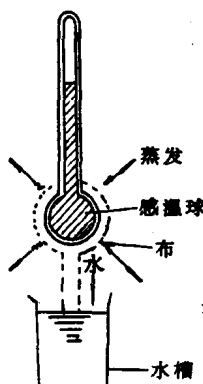


图 1-1 湿球温度的测定

2. 干湿球温差

用干、湿球温度计测量未饱和空气时，干、湿球温度计所显示的温度不同，湿球温度低于干球温度，二者形成的温差叫干湿球温差，这个温差越大，表明空气越干燥，反之，空气越潮湿。

3. 露点温度

将我们周围的空气冷却后，空气的湿度便降低，当湿度成为 100% 时，即干球温度和湿球温度相同时，空气中所含有的水蒸气便成为饱和状态，再进一步冷却，水蒸气便不能以其原来的状态

存在下去，其中一部分凝结成露水。于是，我们把湿度成为 100% 的温度叫做凝结成露水的温度——露点温度。

4. 冷凝温度

在空调系统中，在冷凝器中制冷剂在一定高压下由气态变为液态时的温度称为冷凝温度。

5. 蒸发温度

在空调系统中，在蒸发器中制冷剂低压汽化时的温度称为蒸发温度。

6. 饱和温度

在一定温度下，气体与产生它的液体处于平衡状态，即所能容纳的蒸气密度不变，此时的气体称为饱和气体，液体称为饱和液体。

饱和时，相应的压力称为饱和压力，其温度称为饱和温度。

二、湿度

湿度用来表示空气的含湿程度。1m³ 湿空气中所含水蒸气的重量，叫空气的绝对湿度。由于湿空气是空气和水蒸气的均匀混合物，所以绝对湿度在数值上等于水蒸气的含量，用 r_w 表示。

绝对湿度只能说明湿空气在某一温度下实际所含水蒸气的重量，但不能说明湿空气的吸湿能力。因此，采用湿空气的相对湿度来说明空气的潮湿程度，或说明空气接近饱和的程度。相对湿度就是湿空气中实际所含的水蒸气量与同温度下饱和湿空气所含的水蒸气量的比值，用 Ψ 表示，即

$$\Psi = \frac{r_w}{r_s} = \frac{P_w}{P_s} \times 100\%$$

式中 r_w ——空气的绝对湿度；

r_s ——饱和湿空气的密度；

P_w ——空气中水蒸气的分压力；

P_s ——饱和湿空气中的水蒸气分压力（简称饱和水蒸气压力）。

Ψ 值越小,表示湿空气离饱和状态越远,空气较干燥,还能吸收更多的水分;反之,若 Ψ 值越大,则表示空气越潮湿,吸收水分的能力越差。当 $\Psi=0$ 时,则为干空气;当 $\Psi=100\%$ 时,则为饱和空气,再也不能吸收水分了。

湿空气在状态变化过程中,由于水分蒸发,水蒸气凝结,其体积和重量会发生变化。即使湿空气中的水蒸气含量不变,由于温度变化,其体积也跟着变化,故绝对湿度也将发生变化。

三、压力与真空度

压力就是固体、液体或气体垂直作用于物体表面上的力。在实际应用中是以物体单位面积上所受压力——压强来表示的,常用 p 表示,其单位为帕斯卡,简称帕 (Pa)。

地球表面包围着一层很厚的空气层,我们称它为大气层,大气的重量对地球表面物体单位面积上所产生的压力称为大气压力(简称大气压)。把在地球纬度 45° 、温度为 0°C 时,大气对海平面的压力称为标准大气压,它相当于 101.3kPa 。凡地面上的物体,都承受着等于 101.3kPa 的空气压力。

在实际工作中,表示压力常用方式有绝对压力、表压力和真空度。

(1) 绝对压力:它表示实际的压力值,是把完全真空状态作为零值。

(2) 表压力:通过压力表上指示读出的压力值,称为表压力值。它是将标准大气压作为零值,在此基础上进行压力计量的结果。

(3) 真空度:低于大气压力的数值称为真空度。

上述三种压力在制冷技术领域经常应用,绝对压力是设计及查阅制冷剂特性表时使用,表压力则是观察系统运行状况时使用,真空度则是维修系统抽真空时使用。它们之间的关系如图1-2所示,用公式表示如下:

$$\text{表压力} \quad P_{\text{表}} = \text{绝对压力 } P_{\text{绝}} - \text{大气压力 } B$$

真空度

$$P_{\text{真}} = \text{大气压力} B - \text{绝对压力 } P_{\text{绝}}$$

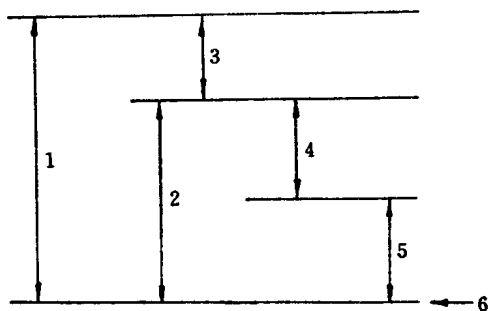


图 1-2 压力与真空度的关系

1—绝对压力（大于大气压力）；2—大气压力；3—表压力；4—真空度；
5—绝对压力（小于大气压力）；6—绝对0压力。

(4) 送风压力：在制冷技术中，通常使用风扇或鼓风机将空气加压，使之通过蒸发器、散热器或热交换器。一般以送风机入口和出口之间的压力差来表示其送风能力，如图 1-3 所示。

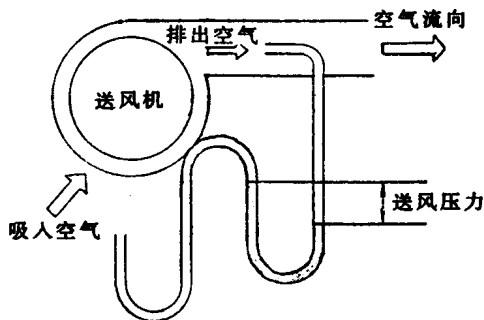


图 1-3 送风机的送风能力

四、汽化与冷凝

1. 汽化

物质由液态变为气态的过程称为汽化。汽化过程有两种形式，

即蒸发和沸腾。

蒸发是指在任何温度下液体表面上所发生的汽化过程。蒸发过程一般为吸热过程。沸腾是一种在液体表面和内部同时进行的汽化现象。任何一种液体只有在一定的温度下才能沸腾，沸腾时的温度称为沸点。在一定压力下，蒸发可以在任何温度下进行，而沸腾只能在一定温度下发生。制冷剂在蒸发器内吸收了热量后，由液态汽化为蒸气，这个过程就是沸腾。

在制冷技术中，对蒸发一词通常是理解为液体的沸腾过程。

饱和蒸气是指容器中存在有蒸气与液体，两者处于平衡状态，此状态称为饱和蒸气状态。

干饱和蒸气指在容器中的液体全部蒸发成蒸气的状态。

在制冷技术中，主要是利用制冷剂在蒸发器内的低压下，不断吸收周围空气的热量进行汽化的过程来制冷的。这种过程通常是在蒸发器中以沸腾的方式进行的。但习惯上称它为蒸发过程，并把沸腾时的温度称为蒸发温度，沸腾时所保持的压力称为蒸发压力。

2. 冷凝

冷凝是指气态物质经过冷却(通过空气或水等热交换方式)使其转变为液体。冷凝过程一般为放热过程。在制冷技术中，指制冷剂在冷凝器中由气态凝结为液态过程，同时放出热量，放出的热量由冷却空气带走。

在汽车空调制冷系统中，制冷剂在冷凝器中由气态变成液态的变化过程就是一个冷凝过程。

五、热量与热容

(1) 热量：有热出入，温度就有变化，温度变化的大小和出入热的量成比例，这种热的量叫做热量。热量的单位为焦耳(J)。

温度不同的物体接触时，热量从温度较高的物体传到温度较低的物体，或从同一物体内部温度较高的部分传到温度较低的部分，直到温度趋于一致为止。热的传递有传导、对流和辐射三种形