

汽车空调维修

高润生 编

人民交通出版社



Qiche Kongtiao Weixiu

汽车空调维修

高润生 编

人民交通出版社

(京)新登字091号

汽车空调维修

高润生 编

插图设计：静芳 京辉 正文设计：刘晓方 责任校对：刘素燕

人民交通出版社出版发行

(100013北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

顺义张镇印刷厂印刷

开本：787×1092 1/32 印张：6.75 字数：155千

1993年12月 第1版

1994年4月 第1版 第2次印刷

印数：5001—11000册 定价：5.90元

ISBN7-114-01730-8

U·01142

内 容 提 要

本书从汽车驾驶与修理的实际出发，对汽车空调设备的结构、原理、使用和维修技术作了全面地叙述。内容简明易懂，方法具体实用，对该者有一定的指导作用。可供汽车驾驶员和修理工使用，也可供有关技术人员参考。

前 言

近年来，我国进口了多种类型的汽车，这些汽车通常都装有空气调节设备，同时，带有空调设备的国产汽车也逐渐增加。为此，如何正确使用和维修汽车空调设备，就成为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设备的结构、原理、使用和维修技术，作者参考国内外有关资料，并结合实际工作积累的经验，编写了本书。

书中介绍了空调设备的制冷原理及有关基础知识，对制冷循环系统和电子温度控制系统的结构及工作原理作了较为详细的叙述，并提供了实际操作技术、常见故障分析和处理方法等方面的知识。

本书从汽车驾驶员和修理工人的实际出发，内容叙述上力求简明扼要、通俗易懂，操作和维修方法力求具体实用。

由于编者知识和经验有限，不当之处恳请广大读者予以指正。

编 者

目 录

第一章 汽车空调设备的基本知识	1
一、空调概述	1
二、制冷常用的名词及概念	1
三、制冷剂与冷冻机油	11
四、制冷原理	16
第二章 汽车空调设备的组成及构造原理	19
一、空调设备在汽车上的布置	19
二、汽车空调设备的工作原理	28
三、汽车空调主要部件介绍	31
四、电气系统	51
五、怎样查读电路图	66
六、空气净化装置	77
第三章 汽车空调设备的操作与维护	83
一、使用前的准备	83
二、汽车空调设备的操作方法	83
三、温度调节旋钮的使用	94
四、汽车空调设备正常工作的标志	95
五、汽车空凋制冷系统的检查与保养	98
六、部件拆卸修理	103
七、软管、管子和接头之间的连接	111
八、螺钉、螺栓类的安装	115
第四章 汽车空调设备使用检修方法	117
一、常用检测工具的操作	117
二、汽车空调系统维修作业	127
三、汽车空调系统抽真空的方法	129

四、充氟 (R—12) 试漏	132
五、向制冷系统充注制冷剂的方法	134
六、从制冷系统排出制冷剂的方法	138
七、补充制冷剂的方法	138
八、在制冷系统高压端管路中储存制冷剂的方法	139
九、补充冷冻机油的方法	143
十、修理后性能的简易试验方法	144
十一、汽车空调性能试验的程序	148
第五章 汽车空调系统的故障与排除	152
一、分析故障的常用方法	152
二、压力表组检查	156
三、汽车空调机常见故障的原因及排除	16 ²
四、制冷系统主要部件常见故障及原因	173
五、电气系统故障检查与排除	180
六、常见故障便查表	187
第六章 汽车暖气设备	190
一、暖气设备的种类	190
二、热水式暖气装置	190
三、独立燃烧式取暖装置	191
四、常见故障的原因及排除方法	202
五、常见故障便查表	206

第一章 汽车空调设备的 基本知识

一、空调概述

所谓空气调节，就是按照人们的使用目的，用人为的方法把工作场所内的空气温度、湿度、洁净度和气流速度调节控制在要求的范围内，提供一种较为理想的人工气候环境。

空气调节装置不仅广泛应用于工农业生产和科研领域，而且在交通运输、医疗卫生、地下建筑和人民生活等方面使用也很普遍。目前国内外生产的豪华型大小客车上都装有空调设备。

汽车的空气调节，主要是以蒸汽制冷机供给的低温气流对车厢内的温度、湿度、洁净度和气流进行调节，使车内空气清洁，温度适宜。这不仅可为乘客提供良好而舒适的乘坐环境，减少旅途疲劳，而且可改善驾驶员的劳动条件，使其保持清醒头脑，作到安全驾驶。

由于汽车空调的主要设备是蒸汽制冷机，因此，本章将着重阐述蒸汽制冷技术的有关物理概念及基础知识。

二、制冷常用的名词及概念

1. 冷和热、温度

(1) 冷和热。在日常生活中，我们常常用手接触某种物体，并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，当其温度低于人体温度时，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可靠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。

(2) 温度。它是用来衡量物体冷热程度的物理量，单位为摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$)。

摄氏温度是把在大气压下冰的溶解点做为零度，把水的沸腾温度做为 100 度。在前者和后者之间分为 100 等分，每等分称为 1 摄氏度，用符号 $^{\circ}\text{C}$ 来表示。华氏温度是把水的冻结温度定为 32 度，水的沸腾温度定为 212 度，在这之间划分成 180 度，用符号 $^{\circ}\text{F}$ 来表示。因此，零摄氏度等于 32 华氏度，100 摄氏度等于 212 华氏度。

除上述两种温度标准之外，在热力学中还采用一种叫做热力学温度（又叫绝对温度）的温度标准，它是以为 -273°C 作为零度，用符号 K（开尔文）来表示。

把摄氏温度 [$t(^{\circ}\text{C})$] 换算为华氏温度 [$t(^{\circ}\text{F})$] 公式为：

$$t(^{\circ}\text{F}) = 32 + 1.8 \times t(^{\circ}\text{C})$$

把华氏温度 [$t(^{\circ}\text{F})$] 换算成摄氏温度 [$t(^{\circ}\text{C})$] 公式为：

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{t(^{\circ}\text{F}) - 32}{1.8}$$

2. 热的种类

物体受热，温度就会上升，温度上升到一定程度就会改变物体状态。冰加热后融化成水（固体——液体）。水加热，温度上升到 100°C 开始沸腾汽化（液体——气体），这时即使继续加热，温度也不再升高。在水未达到 100°C 之前，所增加的热能使温度上升，这种热能感觉出来，我们称之为显热，用温度计可以测出。达到 100°C 以后，继续加的热，用于使液体变成气体产生状态变化，这种热叫做潜热，是不能用温度计测出的，如图 1-1 所示。潜热是物体状态变化热的

总称，它有下列几种。

从气体变成液体时放出的热叫做液化潜热；从液体变成气体时所需的热叫做蒸发潜热；从固体变成液体时吸收的热叫做溶解潜热；从固体直接变成气体时吸收的热叫做升华热，如图1-2所示。

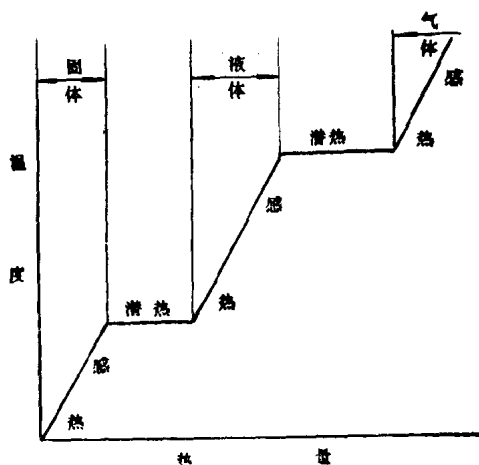


图 1-1 显热与潜热

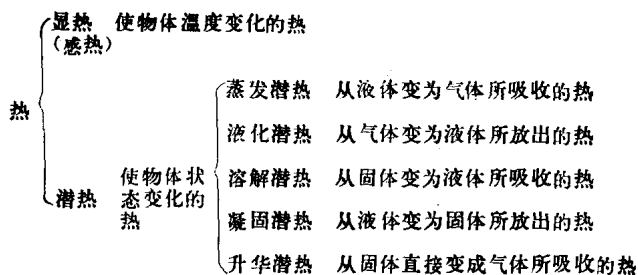


图 1-2 热的种类

3. 热量、比热

(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、对流和辐射三种形式。

①传导。在物体 (固体) 两点之间有温差时，温度将通过物体内部从高温点向低温点移动，这种现象就是热的传导。一般说来，金属是热的良导体，一些非金属，如木头、石棉等导热能力极差，称为绝热材料。

②对流。气体和液体依它本身的流动使热量转移，这种热的传递方式称为热的对流。冷凝器就是利用空气对流进行冷却的。

③辐射。它是指发热源直接向其周围的空间散发热量，通过辐射波将热量传递给其它物体的过程。热辐射和电波的传播很类似。其特点是热量由热源表面以光 (电磁波) 的形式连续发射，以光速传播，可以不依靠其它物质。

(2) 比热。把单位质量 (1kg) 物质的温度升高 1°C 所需要的热量称为比热。比热大的物体有不易热和不易冷的性质。

比热的单位为 $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

4. 湿度和露点温度

(1) 湿度。日常所说的湿度，表示空气里含水蒸汽的数量。一定体积和温度的空气中所含有的水蒸汽越多，空气越潮湿；反之，含有的水蒸汽越少，空气越干燥。这个水蒸汽量的多和少，叫做湿度。

(2) 露点温度。将存在于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汽便成为饱和状态，再进

一步冷却，水蒸汽便不能以其原采的状态存在下去，其一部分冷凝而成露水。于是，把湿度成为 100% 的温度叫做凝结露水的温度——露点温度。

5. 干球温度和湿球温度

空调温度是用干球温度和湿球温度来表示的。

(1) 干球温度，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。如图 1-3 那样，在测温球（感热部）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，使感热部湿润。由于湿布上的水分蒸发需要吸收相应的气化潜热，所以湿球温度计上的读数将要低一些，此时温度计所指示的温度叫湿球温度。

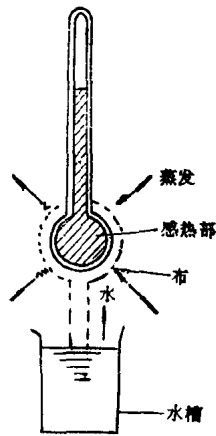


图 1-3 湿球温度的测定

标准湿球温度应是温球（感温部）周围有 3~5m/s 的风速。

6. 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的力——压强来表示的，其单位为帕 (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°、0℃ 时，大气对海平面的压力称为标准大气压。它相当于 101.3kPa。

凡地面上的东西，都承受着等于 101.3kPa 的空气压力。

在实际工作中，经常见到表示压力大小的方式有绝对压

力、表压力和真空度。

(1) 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。

在本书中，为了方便现场维修，凡是提到制冷剂R-12压力数据时，除特别标明者外，都是指表压力。

(2) 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。

(3) 真空度。低于大气压力的数值称为真空度。

上述三种压力在冷气技术领域中经常应用，真空度用于维修系统抽真空用，表压力则是对系统操作运行时观察所用，绝对压力则是设计及查阅制冷剂特性表所用。其关系如下：

$$\text{绝对压力 } p_1 = \text{表压力 } p_2 + \text{大气压力 } p_3$$

(4) 送风压力。在制冷技术中，通常使用风扇或鼓风机

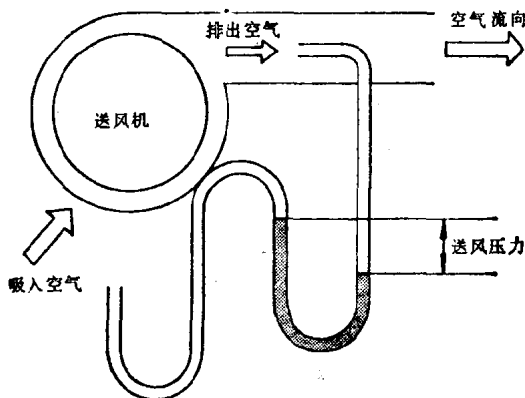


图 1-4 送风机的能力

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 1-4 所示。

7. 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，制冷剂在冷凝器中由气态凝结为液态，这一凝结过程，同时放出热量，放出的热量由冷却空气带走。

8. 汽化、蒸发与沸腾

物质从液态转变为气态的现象称为汽化。汽化有两种形式，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。

饱和蒸汽是指在容器中存有蒸汽与液体，两者处于平衡状态，此状态称为饱和蒸汽状态。

干饱和蒸汽 指在容器中的液体全部蒸发成蒸汽的状态。

过热蒸汽 指较饱和蒸汽在同样压力下，具有更高的温度。

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。

9. 制冷能力与负荷

（1）制冷能力。制冷机就是把热量不断地从低温物体转移给高温物体的装置。制冷能力的大小是以单位时间内所

能转移的热量来表示的，单位为J/h。

(2) 制冷负荷。为了把车室的温度和湿度保持在一定的范围内，必须将来自车外太阳的辐射热（用 Q 表示）和车室内人体发出的热量（用 q 表示）排除到大气中去。这两种热量的总和就叫做制冷负荷。制冷负荷示意如图1-5。

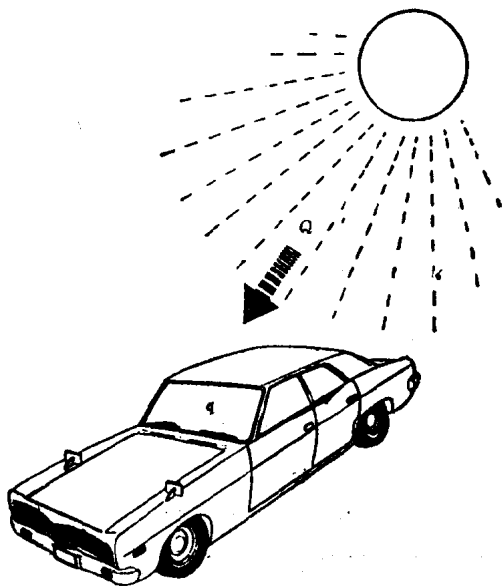


图 1-5 制冷负荷示意

汽车空调机的制冷负荷较大。由于汽车在室外行驶且车壁较薄，所以受外界影响很大，在日光直射下车内温度可达 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。在室外大气温度为 34°C 的晴天，汽车在马路上放置1h后，车顶温度可达 75°C ，车内前座 58°C ，后座 54°C 。同时由于玻璃窗面积大，辐射量也大。由于车内空间所限，座位相隔，加之乘客体形各异，因而形成许多小的区域，造成气流受阻，乘客人数与所占空间的比率小。因此我们说汽车空调制冷负荷受到外界大气温度、湿度、车速等客观条件和

乘客数量的影响。

10. 舒适带

人体所感觉到的热和冷，除了空气温度的高低之外，还受空气中水蒸汽多少，即湿度高低的影响。一般说来，外界气温高时，如果湿度低，则使人也感到凉爽；而外界气温即使低，而湿度大时，亦使人感到热。

当然对舒适的要求，还与人的穿衣习惯、性别、年龄及健康状况等因素有关。

人体对温度、湿度的要求一般分别为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 与 $45\%\sim 55\%$ 。汽车内乘客的舒适性有效温度要求如表 1-1 所示。从表中可看出，人体对温度的要求是“头冷足暖”，即头部与脚部有一定的温差，一般足头与脚有 $1.5\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 的温差，就具有舒适性。

空调是把冷风或暖风送进车室来调节室内空气的，这就形成了空气的流动。如果空气流动不好，就不能很好地进行调节。人们通常把空气看成是热的不良导体，如果空气不流通，散热物体就象盖上了一层看不见的被子一样，热量散不出去，自身温度升高。为此，要达到散热目的，就必须使空气流动，把热转换到空气中去。空气流动形成风，但风速并不是越快越好，特别是对人来说，风速太大反而使人感到不舒服，或者有碍健康（比如产生脱水症），这一点也应注意。

一般情况下，室内空气的流动速度，在离地面 1.2 m 左右、用冷气设备时为 0.3 m/s ，用暖气设备时为 0.5 m/s 。如果风速不同，即使室内温度相同，体感却不一样。在 1 m/s 的风速下，与无风相比，体感是低 1°C ，在 2 m/s 的风速下，体感则是低 2°C 。室内环境条件如表1-2所示。

空气的净化 空调车内的空气被污染的原因很多，因

使人体舒适的有效温度 (°C)

表1-1

部 位	夏	冬
全 身	22.3	22.7
面 部	22.0	22.0
肩	22.5	22.5
胸	23.0	23.0
腿	23.0	23.5
脚	23.5	24.0

室内环境条件

表1-2

季 节		干球温度, °C	湿球温度, °C	相对湿度
夏 季	外 界	33	(27)	(63%)
	室 内	26	19	(50%)
冬 季	外 界	0	(-4.5)	(35%)
	室 内	22	(14)	(40%)

注：() 内为参考值。

此，要经常采取保持清洁的措施。保持空气清新的方法，可采用换气或利用净化空气的装置等方式。

11. 冷气设备对身体的影响

尽管周围温度变化是经常性的，但在空调车内人体总是保持着恒温。如果从很热的室外突然进入冷室，人的体温调节机能就会不适应，很可能得冷气病。

为了预防冷气病，使用空调时应注意：

- ①把车内外的温差控制在6°C以内。
- ②不让冷风直接吹到身体上。