

Q C K T Y L Y W X



王久生 张昌 陈祥林 编著

汽车空调 原理与维修

武汉测绘科技大学出版社

汽车空调的原理与维修

王久生 张 昌 陈祥林 编著

武汉测绘科技大学出版社

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了有关汽车空调器方面的知识。书中对汽车空调器的工作原理作了阐述；对它的各个部件作了详细的介绍；对它的常见故障进行了分析，介绍其排除方法；并且简述了目前汽车空调器的发展动态。书中文字通俗易懂，插图丰富。因此，本书特别适于汽车修理工和司机阅读，也可供有关技术人员及大专院校师生参考。

汽 车 空 调 的 原 理 与 维 修

王久生 张 昌 陈祥林 编著

责任编辑：张本莲

武汉测绘科技大学出版社出版发行

丹江口市印刷厂印刷

·
开本：787×1092 毫米1/32 印张：6.5 字数：146千字

1990年10月第1版 1990年10月第1次印刷

印数：001-10 000

ISBN 7-81030-026-1 / T · 6 定价：2.80元

前 言

近年来，随着我国汽车工业的发展，汽车空调的使用已经相当普及。除小轿车外，各种大中型客车、面包车、重型矿用车、工程机械等车辆上也都装有空调装置。

汽车空调从原理上讲，与普通空调器基本上是相似的。但是，由于汽车空调使用条件的特殊性，又使其设备结构、布置方式与普通空调器有较大的差别。另外，国内实行开放搞活的经济政策，使进口的车辆也越来越多，汽车空调器的使用与维修也随之增加。到目前为止，有关这方面知识的书籍还甚少。为了向广大的读者介绍有关汽车空调方面的知识，我们把近几年中所收集到的国内、外汽车空调器的资料，结合岳阳制冷设备总厂引进汽车空调的实践经验编著成这本书。

全书内容按概述、原理、结构、控制、安装、试验、维护与修理等顺序编写。在文字叙述上力求理论联系实际，通俗易懂，便于自学。因此，特别适合汽车修理工和司机阅读，也可供有关技术人员及大专院校师生参考。

编著这本书的人员有岳阳制冷设备总厂高级工程师王久生、武汉纺织工学院张昌、华中理工大学陈祥林，由张昌同志负责统稿。本书经华中理工大学制冷教研室李文林副教授审稿，并提出了宝贵的意见。

在编写过程中得到岳阳制冷设备总厂刘兆雄厂长的大力

支持，借此予以致谢。

由于我们的水平有限，书中的缺点和错误在所难免，敬请读者和同行们批评指正。

编著者

1988年12月于武汉

目 录

第一章 汽车空调系统概述	(1)
一、汽车空调的发展史.....	(1)
二、汽车空调的采暖方式.....	(3)
三、汽车空调的制冷方式.....	(4)
四、汽车冷气装置的特点.....	(5)
五、汽车冷气装置的热负荷.....	(6)
六、汽车空调系统的总体布置.....	(8)
七、汽车空调的气流分配.....	(14)
第二章 蒸汽压缩式制冷原理	(18)
一、制冷技术基础.....	(18)
二、制冷剂.....	(24)
三、冷冻机油.....	(31)
四、汽车冷气装置的工作原理.....	(33)
第三章 汽车空调压缩机	(37)
一、对汽车空调压缩机的特殊要求.....	(37)
二、汽车空调压缩机的作用与工作过程.....	(38)
三、活塞式压缩机的结构.....	(41)
四、回转式压缩机的结构.....	(46)
五、空调压缩机的发展趋势.....	(53)
第四章 汽车冷气装置的换热器	(56)
一、换热的基本原理与方式.....	(56)

二、冷凝器的结构与维护.....	(60)
三、蒸发器的结构与维护.....	(63)
四、换热器的研究与发展.....	(68)
第五章 膨胀阀与其它辅助设备.....	(70)
一、热力膨胀阀.....	(70)
二、干燥过滤器.....	(78)
三、视液镜.....	(81)
四、贮液器.....	(82)
五、电磁阀.....	(83)
六、电磁离合器.....	(86)
七、维修辅助阀.....	(87)
八、耐氟橡胶管.....	(88)
第六章 汽车冷气系统的电气控制.....	(90)
一、汽车冷气系统常用控制电器.....	(90)
二、小型车辆空调系统控制电路分析.....	(98)
三、大、中型客车空调系统控制电路分析.....	(103)
四、汽车空调控制系统的发展.....	(111)
第七章 汽车空调的安装.....	(114)
一、汽车空调器的选配.....	(114)
二、轿车空调的安装.....	(116)
三、面包车空调的安装.....	(117)
四、大客车空调的拆卸与安装.....	(120)
第八章 汽车空调的试验.....	(124)
一、汽车空调器的出厂检验.....	(124)
二、汽车空调器的性能试验.....	(126)
三、汽车空调压缩机的试验.....	(127)
四、汽车空调修理后的测试.....	(132)

第九章	汽车空调的维护与修理	(137)
一、	汽车空调系统的日常维护.....	(137)
二、	独立式客车空调器的定期维护.....	(138)
三、	检修时常用的工具及设备.....	(142)
四、	汽车空调维修的基本操作技能.....	(148)
五、	小型汽车空调的故障分析及修理.....	(155)
六、	大型客车空调的故障分析及修理.....	(164)
七、	空调压缩机的修理.....	(171)
八、	辅助动力装置的检修.....	(177)
	主要参考文献	(181)
附录 1	国外某些汽车空调压缩机规格	(182)
附录 2	制冷工程常用单位换算	(184)
附录 3	R12饱和状态下的热力性质表	(188)

第一章 汽车空调系统概述

一、汽车空调的发展史

汽车自诞生以来,一直被人们公认为是一种不可缺少的最好的交通工具,它与人类的生活及生产活动有密切关系。从国民经济、国防运输到城乡的交通,都离不开汽车。汽车对劳动生产率的提高,人民生活的改善起着相当重要的作用。而汽车空调系统作为汽车发展的一个重要部分日益受到关注。

汽车空调是指对汽车座厢内的空气质量进行调节,即不管车外的天气情况如何,把车内空气的温度、湿度、流速与清洁度都保持在满足舒适要求的一定范围内。

汽车空气调节的历史,是从通风开始的。最初的通风很简单,就是开窗换气。1927年,汽车市场上出现了第一台有空调装置的汽车。当时的汽车空调装置只不过是由一台加热器、一套通风系统和一个空气过滤器组成。这种汽车空调装置是不具有降温功能的。汽车空调的历史,从制冷技术上来说,可以追溯到三十年代末期美国的几部公共汽车及四十年代初期的几干部派卡兹(Packards)车上。到1960年,利用制冷的汽车空调才开始逐渐地普及起来。此后,人们对汽车空调的兴趣逐年增长。汽车空调技术也日臻完善,性能也越来越先进。

从销售情况看,全世界每年出售的安装有空调装置的汽

车数量，占年汽车出售总数量的比例已从1962年的11%上升到八十年代初的80%左右。汽车空调器的年销售量在数千万套以上。国外的许多汽车制造公司在小轿车上配装了空调器后，使汽车销售量大增。美国1977年生产的小汽车中，81%在出厂时已配装了空调系统。另外，每年还要生产140万台汽车空调器用于美国车辆的售后安装。日本在1980年就有60%以上的汽车装有空调器。1977年至1985年美国在汽车上配置空调器的数量如下：

年 份	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
数量(千台)	7707	7415	6730	5076	5068	4526	5148	7216	5383

汽车空调器不再是一种奢侈品，而是一种必需的装备。汽车空调器不仅能产生舒适的车内环境，而且能给乘员带来安全与健康方面的许多好处。如使驾驶员头脑清晰，提高安全驾驶性能，减少交通事故；防尘降温，使货车驾驶员坚持行驶较长的路程，从而创造较高的运输经济效益。

在国内，许多国产小汽车以及重型汽车出厂时也配置了空调器。特别是在重型矿用汽车上装了空调器与没有装空调器时大不一样，因为夏季我国南方的冶金矿山上气温可达40℃以上，且尘土飞扬。驾驶员在凉爽防尘的驾驶室内工作，劳动效率大大提高。

我国的汽车空调制造业起步较晚，但最近几年发展迅速。从简单地安装进口汽车空调系统，到引进、消化、自行设计生产各种汽车空调器。岳阳制冷设备总厂在引进西德KONVEKTA汽车空调制造技术和关键制造设备的基础上，设计并制造了名义冷量为3.488~29kW (3000~25000

千卡/时)七个系列10多个品种的大、中、小客车和工程机械上使用的空调器。在广东、上海等地,也有厂家在引进汽车空调器生产技术。至于安装维修点更是遍及全国。我们相信,随着我国四化建设的深入和旅游事业的发展,我国汽车空调事业将会更迅速地发展起来。

二 汽车空调的采暖方式

目前世界上各种车辆所采用的采暖方式大体上可分为非独立类和独立类。

非独立类采暖,是利用发动机的冷却热水来实现的。把发动机来的热水通过一个热交换器和离心风机组成的暖风机,空气流经暖风机时就被加热,使室内的温度上升。由于发动机冷却热水的热量不大,非独立类采暖方式只适用于轿车、微型车、卡车和工程机械车。目前国内生产这类暖风机的厂家较多,如一汽、二汽的暖风机厂,沈阳、北京、长沙、武汉等地也有厂生产。

在装有冷气装置的小型车辆中,往往把采暖换热器、制冷换热器和离心风机组合成空调系统,用操纵风门的办法来控制气流方向,达到室内空气调节的目的。这种空调系统采用高效换热器,因而结构紧凑。我国一汽、二汽出产的轿车以及上海(大众)、广州(标致)、天津(夏利)、北京(切诺基)等小汽车上均采用这种空调系统。

独立类采暖,是在底盘上另外装上一个采暖器,由采暖器向车箱内供暖。大、中型客车上的采暖都是独立类的。采暖器分为直接式和间接式两种。直接式采暖器是由油料燃烧后由换热器直接加热来自车箱内的空气,然后用风机和地板

风道均匀将暖风送到车内各部。间接式采暖器是由油料燃烧后加热水，把热水送到换热器中再加热车箱内的空气，空气循环也是靠风机来实现。直接式采暖器结构简单，成本低，但是若密封欠妥时则有燃烧废气混入车内造成空气污染。间接式采暖器的优点是可提供清洁的暖空气，但结构较复杂，成本也高。高级豪华大客车多采用间接式采暖器供暖。

三、汽车空调的制冷方式

在小型汽车空调中，利用发动机废热作为供暖热源是可行的。但是要制冷的话，空调器就需要消耗能量。消耗能量的人工制冷方式方法有许多种类，其中蒸汽压缩式制冷是利用制冷剂在回路中反复地相变来进行制冷的。目前汽车上所采用的制冷方式全部是蒸汽压缩式。其它的制冷方式，如利用余热的吸收式、氟里昂蒸喷式等，都因制冷系数低，热源不足而引起制冷效率差，换热器过大，目前在汽车上实际应用是困难的。表1-1是各种制冷方式的应用情况。

表 1-1 各种制冷方式的应用

	制 冷 方 式	一 般 应 用	汽 车 用	制冷系数
热 驱 动	吸收式冷冻机	1. 研究太阳能利用 2. 工厂的余热利用	1. 研究用于重型汽车 2. 作为客车，热源不足	0.5~0.7
	蒸汽喷射式冷冻机	用于工厂，特别是低温热源	多限于模型计算	0.2~0.4
	朗肯循环冷冻系统	多数被用于太阳能利用的研究	——	0.6~1
马 达 或 发 动 机 驱 动	空气压缩式冷冻机	飞 机 空 调	ROVAC公司正着手研究	1~2
	蒸汽压缩式冷冻机	最一般情况下使用	目前全部是这种类型	2~4

续表

制 冷 方 式		一 般 应 用	汽 车 用	制冷系数
蓄 冷	潜 热 蓄 冷	冷负荷低时蓄冷， 冷负荷高时使用	—	0.5~0.7
	化 学 蓄 冷	随着氢能的兴起， 正引人注目	在氢气发动机 车辆上的研究	0.5~0.7
半 导 体 制 冷		多用于电子元件的 冷却等特殊用途	汽车冷藏，部 分已商品化	0.1~0.3

四、汽车冷气装置的特点

汽车用制冷装置虽然与一般建筑物的冷气设备从制冷原理上来说没什么两样。但是，由于汽车是“移动房间”，因而存在着一些特殊要求。这个“移动房间”的特点是：

(1) 汽车室内体积小，车窗所占面积比例较大，易于受直射阳光的影响。一般建筑物可用窗帘防止阳光直射，但是在汽车上因要确保视野而无法做到。

(2) 车内有座椅和操纵装置等较多凸凹，所以，想使整个车内的风速分布均匀一致，是困难的。

(3) 汽车在由低速到高速的任何行驶状态，即使是怠速情况，也应该经常确保车内降温舒适。

(4) 汽车冷气系统工作时，对汽车的其它性能，如燃料经济性、加速性能等的影响，应尽可能的小。

汽车冷气系统为了满足以上四点要求，就必须具有零部件体积小、重量轻、效率高、耗能少的优点，特别是在强烈的颠簸条件下工作可靠性要高。由于上述原因，因而空调压

缩机的平均寿命要求与汽车上其它零部件寿命大体相当，但低于普通制冷机的压缩机。

五 汽车冷气装置的热负荷

汽车冷气系统是为夏季时车厢内降温而设置的。因此，了解进入车厢内热量的来源，对于正确使用空调器和经济合理地减少能源消耗，具有一定的指导意义。

1. 通风换气热负荷

为保证乘员能呼吸新鲜空气，车内需要一定的通风量。根据人体卫生要求，空气中 CO_2 的含量不能超过0.1%， O_2 含量应控制在18~20.7%之内，为此每人必须有20~25 $\text{米}^3/\text{时}$ 的新鲜空气。考虑汽车条件所限，新鲜空气量下限为11 $\text{米}^3/\text{时}$ 。另外，由于门窗等处存在缝隙，汽车行驶时就有新风漏入。这些新鲜空气由车外进入车内就必然会带入许多热量，使车内温度上升。

2. 传导热负荷

由于车外气温高于车内空气温度，热量必然要通过车厢壁、底板和窗面的传导传入车内。发动机仓里的热量也经罩壁传入车内。因此要求汽车车厢的保温隔热性能要好，以减少传导热负荷。

3. 辐射热负荷

车厢里相当大的热量是以太阳光的辐射形式通过玻璃窗传入的，这一部分进入车内的热量约占空调器热负荷的20~30%。采用反射玻璃或遮阳贴膜，对轿车功率可减少0.735kW的消耗；对中型客车功率可以减少2.2kW左右的消耗。

另外，由于太阳辐射使得车身外表面温度升高，这样也会使车身表面的热量由温差传热而渗入车内。

4. 乘员热负荷

为了保持恒定的体温，人体不断地产生热量并散发出去。图1-1示出影响热舒适环境的各种因素。对于一个在空调场所休息或作轻微劳动的人来说，人体散发的热量主要是通过通过对流（由周围空气带走）和辐射（传递到比人体表面温度更低的物体表面上）的方式进行。这两种方式大约各散发30%左右的热量。通过呼吸和出汗而蒸发的散热量约为40%。由于环境条件或活动量是变的，上述百分比也是变化的。有四种环境因素会对人体的散热能力发生影响：空气温度、周围物体的温度、湿度和空气流速。车内乘员每人散热量为 0.1163kW ，司机散热量为 0.1744kW 。

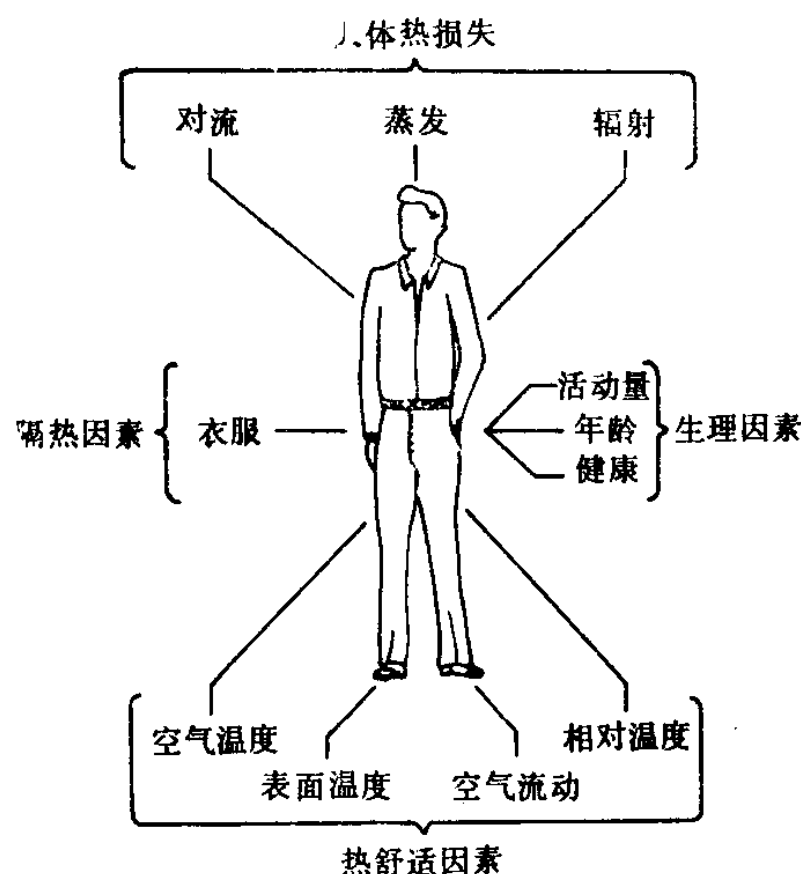


图1-1 影响热舒适的因素

表1-2 车辆的冷气装置热负荷 (kw)

汽车种类	乘员发 热量	通风 热量	从车壁传入 热量	从玻璃传入 辐入热量	合 计
普通轿车 (乘6人)	0.6978 24	0.2558 9	0.7210 25	1.2327 42	2.90 100%
小型轿车 (乘5人)	0.5815 24	0.2558 10	0.710 29	0.896 37	2.44 100%
大型客车 (乘52人)	6.338 33	5.082 26	3.814 19	4.186 22	19.37 100%

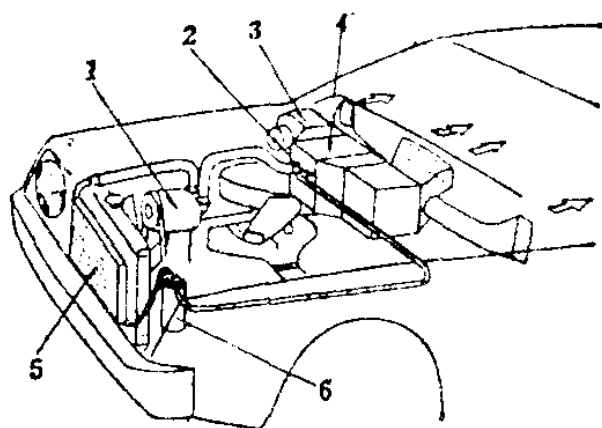
表1-2是汽车冷气装置热负荷情况。其条件是：车外空气35℃；60%日照；车内，轿车25℃，客车26℃；车速40公里/时。从该表中可以看出，从玻璃面传入的热量的比例是较高的。

六、汽车空调系统的总体布置

1. 轿车空调系统及布置方式

鉴于轿车要求结构紧凑、重量轻、舒适和节能，故轿车空调系统设计原则是在可靠运行的前提下尽可能地简化。如将视液镜、干燥过滤器和贮液器设计成一体，取消系统中的截止阀，采暖盘管与冷气盘管置入一个壳体内等。空调压缩机由发动机驱动，并在压缩机轴端设置了电磁离合器，不用空调时便停止运转以减少能耗。冷凝器装在水箱的前方，一般采用水箱冷却风扇进行冷却。有些热负荷大的轿车也有在冷凝器前方再加一个冷凝风扇。由采暖盘管和冷气盘管组成的冷气、暖气、除湿为一体的空调系统安装在仪表板内。也有将

冷气盘管分置于轿车的前后部位，以利于送风均匀，达到提高车内舒适性的目的。图1-2是轿车空调系统分布示意图。



1.压缩机 2.膨胀阀 3.鼓风机
4.冷却盘管和采暖盘管 5.冷凝器 6.贮液器

图1-2 轿车空调系统分布示意图

2. 工程机械车辆空调系统及布置方式

工程机械车辆包括挖掘机、推土机、拖拉机、铲斗车、重型矿用车等等。由于工作环境恶劣，为了提高劳动效率，这类车辆一般都装有空调。空调系统的冷、暖装置是分开安装的。暖风机置于仪表板下，采用发动机冷却水作热源。冷气装置大都置于车顶，从上往下向驾驶室内送冷气。空调压缩机也是安装在发动机旁，由发动机驱动。图1-3是工程机械车辆的冷气装置分布情况。

我国近年来进口了西欧和美国的一些顶置式空调系统装在大型工程机械车辆上，收到了很好的效果。岳阳制冷设备总厂引进西德技术，已批量生产这种空调器，型号为KQZDT (K85—TRU)，名义冷量4000~4800千卡/时。国内也有些用户在工程机械车辆上装了普及型的小车空调器，由于气流组织欠佳，舒适性差，故逐渐不采用。