

# 微型汽车空调 原理 结构 检测与维修

吴礼军

编著

国防工业出版社



# 微型汽车空调

## 原理 结构 检测与维修

吴礼军 编著

国防工业出版社

·北京·

**图书在版编目(CIP)数据**

微型汽车空调原理、结构、检测与维修/吴礼军编著.  
北京:国防工业出版社,2001.1

ISBN 7-118-02379-5

I. 微... II. 吴... III. ①汽车,微型-空气调节设备-理论②汽车,微型-空气调节设备-车辆修理  
IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 43279 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)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 850×1168 1/32 印张 7¼ 188 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:10.00 元

---

(本书如有印装错误,我社负责调换)

## 前 言

2000年已经到来,截止1999年底为止的统计表明,中国汽车的年产量已达180.0323万辆,销售达183.2470万辆;其中微型汽车的产销量分别为57.9307万辆和58.6924万辆,占全国汽车行业总产销量的比例分别为31.65%和32.03%;在微型汽车中,微型轿车占微型汽车销量的比例为26.69%,微型面包车(客车)占的比例为50.58%;微型乘用车所占比例超过77%;如此大的微车保有量及微车用户,全国微车厂家十几家,全国维修网点维修人员如此之多,可是目前微车行业尚未出版一本微型汽车空调方面的专著,本书便是在这一情况下应运而生;另外,即便是偶尔见到“汽车空调”之类的书中对微型汽车空调作了一些简要介绍,有的可能是凭原作者的个人理解,与实物和图纸有一定的差异,本书尽量用第一手设计资料和试验资料编辑而成。

考虑到本书的重点及实用性,未将“微型汽车的热负荷计算”部分纳入。为便于读者查阅,本书在附录中汇集了制冷空调常用的英语词汇;同时将国内主要微车空调制冷系统的技术参数汇总于后,便于查阅和比较。

本书承蒙上海德尔福汽车空调系统有限公司董国平博士审阅,第五章承蒙重庆汽车空调器有限公司葛渝清工程师审阅,在此深表谢意。

由于编者水平有限,经验不足,时间有限,错误及不妥之处在所难免,恳请同行专家学者及读者批评斧正。

编 者

# 目 录

<b>第一章 微型汽车与制冷基本知识</b> .....	1
第一节 微型汽车简介.....	1
第二节 制冷基本知识.....	2
<b>第二章 制冷剂 and 润滑油(冷冻机油)</b> .....	6
第一节 制冷剂(CFC12 和 HFC134a) .....	6
第二节 润滑油(冷冻机油) .....	12
<b>第三章 微型汽车空调的基本工作原理</b> .....	16
第一节 微型汽车空调的组成 .....	16
第二节 微型汽车空调的基本工作原理 .....	17
<b>第四章 微型汽车空调的分类及基本结构</b> .....	19
第一节 微型汽车空调的分类 .....	19
第二节 压缩机总成 .....	25
第三节 冷凝器总成 .....	37
第四节 贮液干燥器总成 .....	43
第五节 膨胀阀与蒸发器总成 .....	45
第六节 制冷管道 .....	50
<b>第五章 微型汽车空调的自动调节与控制</b> .....	54
第一节 微型汽车空调控制电路 .....	54
第二节 空调风量控制 .....	73

第三节	空调启动(A/C)开关 .....	73
第四节	点火开关控制 .....	75
第五节	蒸发器温度控制 .....	76
第六节	发动机的水温过热保护 .....	80
第七节	加速切断控制系统 .....	81
第八节	空调系统压力控制 .....	84
第九节	空调控制放大器 .....	86
第十节	怠速自动控制系系统 .....	94
第十一节	空调系统过热保护 .....	100
第十二节	空调控制用继电器 .....	100
第十三节	空调用电子风扇 .....	102
第十四节	电磁离合器 .....	103
<b>第六章</b>	<b>微型汽车空调的检测 .....</b>	<b>105</b>
第一节	汽车空调系统台架性能试验 .....	105
第二节	微型汽车空调性能道路试验 .....	107
第三节	微型空调车环境模拟试验 .....	108
<b>第七章</b>	<b>微型汽车空调的保养与维修 .....</b>	<b>110</b>
第一节	汽车空调的抽真空、检漏及充填作业 .....	110
第二节	微型汽车空调的性能检查 .....	115
第三节	微型汽车空调的维护与保养 .....	119
第四节	微型汽车空调的故障诊断与维修 .....	120
第五节	微型汽车空调的拆卸、检查与安装 .....	129
第六节	微型汽车空调制冷系统的典型故障 .....	158
第七节	微型汽车空调维修的注意事项 .....	160
<b>第八章</b>	<b>微型汽车无氟(HFC134a)空调系统 .....</b>	<b>162</b>
第一节	CFC12 的禁用和新制冷剂的选择 .....	162
第二节	HFC134a 系统取代 CFC12 系统的改变之处 .....	168

<b>第九章 微型汽车加装空调系统</b> .....	176
第一节 微型汽车对加装空调系统的缺陷.....	176
第二节 微型汽车空调系统的加装.....	177
第三节 发动机冷却系统的改变.....	180
<b>第十章 微型汽车暖气、除霜与通风系统</b> .....	183
第一节 微型汽车暖风系统的工作原理.....	183
第二节 微型汽车暖风系统的结构特点.....	184
第三节 微型汽车暖气系统的电路控制.....	190
第四节 微型汽车暖气系统的操作控制.....	191
第五节 微型汽车暖气系统的拆卸、检查与安装 .....	196
第六节 微型汽车暖气系统的故障诊断.....	203
第七节 微型汽车的除霜.....	204
第八节 微型汽车的通风.....	205
<b>附录 1 几种微车制冷系统技术参数</b> .....	207
<b>附录 2 常用制冷单位及其换算</b> .....	216
<b>附录 3 制冷常用英语词汇</b> .....	218
<b>主要参考文献</b> .....	223

# 第一章 微型汽车与制冷基本知识

## 第一节 微型汽车简介

### 一、微型汽车的定义

微型汽车包括微型货车、微型客车和微型轿车。

根据国家标准 GB3730.1-88 的规定,定义如下:

#### 1. 微型货车

公路运行时,其厂定最大总质量小于或等于 1.8t 的货车称为微型货车(Mini-truck),如长安单、双排微型载货汽车,五菱单排载货汽车,昌河单、双排载货汽车,松花江、汉江载货汽车,天津华利载货汽车等。

#### 2. 微型客车

车辆长度小于或等于 3.5m 的客车称为微型客车(Mini-bus),如长安、昌河、五菱、松花江(中意)、汉江、天津华利及佳宝等微型客车(面包车);但目前也有部分微车的车辆长度超过 3.5m 的,如柳微的 LZW6370 的长度就为 3.7m。

#### 3. 微型轿车

发动机排量小于或等于 1L 的轿车,称作微型轿车(Minicar),如夏利、奥拓及云雀等微型轿车。但目前也有部分微车的排量超过 1L 的,如夏利 TJ7130U 和长安之星 SC6350B 的排量就达 1.3L。

而发动机排量小于 500mL 的则通常称为超微型汽车。

### 二、微型汽车主要生产厂家

我国生产的微型汽车大多数是引进日本开发成功的产品,少数



是改进开发的。

### 1. 微型轿车系列

(1) 日本大发系列:夏利微型轿车,由天津汽车工业(集团)有限公司生产。

(2) 日本铃木系列:奥拓微型轿车,由长安汽车(集团)有限责任公司生产。

(3) 日本富士重工系列:云雀微型轿车,由贵州云雀汽车有限公司生产。

### 2. 微型面包车、卡车系列

(1) 日本铃木系列:生产铃木公司 ST90K、ST90V、SK410 系列的主要有重庆“长安”、江西“昌河”、哈飞“松花江”、陕飞“汉江”、原吉林的“吉林”和原安徽“飞虎”。

(2) 日本大发系列:主要是天津微车厂的“天津华利”。

(3) 日本三菱系列:主要是柳州微型汽车厂的“五菱”和“柳州”。

## 第二节 制冷基本知识

### 一、空调

空调即空气调节,就是用人力的方法将工作场所内的温度、湿度、气流速度及洁净度调节到所要求的范围内。而汽车空调就是利用蒸气压缩式制冷方式,以低温的气流对车内的温度、湿度、气流及洁净度进行调节。广义的汽车空调,包括冷气、暖气、通风及除霜;狭义地说,主要指冷气,即制冷系统。

### 二、冷凝过程

由气体转变为液体的过程称为液化过程。它包括冷却和冷凝两个过程。饱和蒸气完全变成饱和液体的过程,叫做冷凝过程。氟利昂蒸气液化过程是一个放热过程。

### 三、气化过程

由液态变成气态的过程称为气化过程。气化过程是一个吸热过程。气化过程有两种方式,即蒸发和沸腾。蒸发指在任何温度下液体表面上所发生的气化过程。沸腾是一种在液体表面及内部同时产生的气化现象。在空调系统的蒸发器内部主要进行的是沸腾过程,但人们还是习惯地把它叫做蒸发器。

### 四、过热及过热度

过热就是将蒸气的温度加热到高于相应压力下饱和温度的过程。其温度高于其所处压力下对应饱和温度的蒸气称为过热蒸气,过热蒸气温度与其饱和温度之差称为过热度。

### 五、过冷及过冷度

过冷就是把液体的温度冷却到低于相应压力下饱和温度的过程。其温度低于其所处压力下对应饱和温度的液体称为过冷液体,过冷液体温度与其饱和温度之差称为过冷度。

### 六、冷吨

1冷吨就是把1吨0℃的水在24h之内结成0℃的冰所需的制冷量。目前主要有三种:

1 日本冷吨 = 3861W

1 美国冷吨 = 3576W

1 英国冷吨 = 3922W

### 七、制冷系数

亦称“性能系数”。制冷循环中产生的制冷量与所耗功量之比,常用COP或 $\epsilon$ 表示。

COP值是制冷系统的经济指标,COP值越大,就越经济,COP值与制冷循环的工作参数、制冷剂的种类等因素有关。

## 八、容积效率

压缩机在实际运行过程中,由于存在余隙损失、节流损失、预热及泄漏损失,以致实际输气量总小于理论输气量,为此定义单位时间内,压缩机在吸气状态下的实际输气量与理论输气量之比称做容积效率,一般用 $\lambda$ 表示,它表示汽缸工作容积实际利用的程度。影响容积效率的因素很多,但主要是压缩比。

## 九、标准工况与空调工况

不同的制冷工况,压缩机及系统的制冷量是不一样的,为了能在同一标准下说明其性能,国家规定制冷机在一种特定工作温度条件下的运转工况,这特定的工作温度对标准工况和空调工况是不同的,如CFC12在标准工况和空调工况下的工作温度见表1-1。制造厂在机器铭牌上标出的制冷量一般是指标准工况下的制冷量。

表 1-1 标准工况与空调工况(CFC12)

工作温度/℃	标准工况	空调工况
冷凝温度	+30	+35
过冷温度	+25	+30
蒸发温度	-15	+5
吸气温度	+15	+15

## 十、制冷能力

制冷能力是指汽车空调系统在稳定状态下从蒸发器处测得的制冷量。而稳定状态指空调达到平衡时的状态。由于压缩机转速是随发动机转速的波动而波动的,其制冷量也是经常改变的。因而,我们只能就某一种固定工况来说明制冷能力,即额定工况时的制冷量。

额定制冷量指汽车空调在规定的试验条件及试验设备下运行时,单位时间内蒸发器从空气中吸收的热量,用 $W$ 表示。这个规定的试验条件各国是不一样的。我国和日本均是以压缩机转速为

1800r/min,蒸发器进风干球温度  $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,湿球温度  $19.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ,  
冷凝器进风温度为  $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ,风速为  $4.5\text{m/s}$ ,蒸发器规定风量或风  
机额定电压为  $12\text{V}$  为条件测得的制冷量。

## 第二章 制冷剂 and 润滑油(冷冻机油)

### 第一节 制冷剂(CFC12 和 HFC134a)

#### 一、制冷剂简述

##### 1. 卤代烃制冷剂简述

制冷剂即制冷循环中的工作介质,凡是能进行气液两相转换的物质,均可作为蒸发制冷系统的制冷剂。水(R718)、空气(R729)都可算作制冷剂。我们所熟知的使用最多的氟里昂(freon)只是其中的一个类别。所有制冷剂的总代号均为 R,即制冷剂 refrigerant 的第一字母,世界各国都统一使用美国制冷工程师协会(ASRE)编制的制冷剂代号系统。但氟里昂是个定义不够确切的俗称。它可以泛指卤代烃类(halocarbon),即卤族元素与碳氢元素的化合物。这些化合物都有由一个或多个卤族元素,主要是氟原子(F)和氯原子(Cl)去取代碳氢化合物,主要是甲烷( $\text{CH}_4$ )和乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )中的部分或全部氢(H)原子而形成的,其组合多种多样。因此,卤代烃也是一个大的化合物族。它们虽有某些共性,但彼此间的个性仍有很大差异,笼统称之谓氟里昂,就不太准确。自从采用 ASRE 制冷剂代号系统后,氟里昂这个名称就不再在正式场合下使用了。R134a 及 R12 就是制冷剂标准编号系统中的两种制冷剂。

##### 2. 卤代烃制冷剂编号及命名

制冷剂编号所代表的意义及编号方法如下:

卤代烃制冷剂主要有两个系列,一是以甲烷( $\text{CH}_4$ )为基的卤代烃类。该类用两位数字表示,第一位数表示在取代反应后所剩 C、H 原子数之和,第二位数仅表示所含 F 的原子数。例如 R12 中,第一

位数表示 C、H 原子数之和为 1, C 是不能被取代的, 说明甲烷中的 4 个 H 原子全部被取代了。其中的 2 个 F 原子取代了 2 个 H 原子, 那么还有 2 个 H 原子被什么原子取代了呢? 如果数字后面不出现别的卤族元素符号, 则默认为 Cl 原子所取代。因此 R12 的分子式即可推断为  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ 。另一是乙烷( $\text{C}_2\text{H}_6$ )为基的卤代烃类。该类用三位数表示, 第一位数均为 1, 即从两个 C 原子中抽出一个 C 原子, 以表示乙烷基卤代烃系列。后面两位数的定义则与甲烷基卤代烃相同。例如 R134, 第一位数是 1, 指明它是乙烷基卤代烃系列; 第二位数是 3, 这说明取代反应后尚余 3 个 C、H 原子。乙烷只有两个 C, 第一位已经取走一个 C, 所以数字 3 中只有一个 C, 另加 2 个 H。第三位数字表示有 4 个 F 原子取代了 4 个 H 原子, 即:  $6(\text{H}) \rightarrow 2(\text{H}) + 4(\text{F})$ , 再也不会其它卤族元素进入了, 由此, 我们可以推断 R134 的分子结构式是  $\text{CHF}_2\text{CHF}_2$  或  $\text{CH}_2\text{FCF}_3$ 。这区别这两种结构, 将对称取代的  $\text{CHF}_2\text{CHF}_2$  命名为 R134, 而非对称取代的则加角码 a, 所以 R134a 的分子结构式为  $\text{CHF}_2\text{CF}_3$ 。

通过以上分析, 为了研究的方便, 凡由 Cl、F、C 三种元素组成的制冷剂通称为 CFC 类, 或氯氟(代)烃类:

**CFC 类:** R11、R12、R13、R113、R114、R115 等;

凡由 H、F、C 三种元素组成的制冷剂通称为 HFC 类, 或不完全氟(代)烃类:

**HFC 类:** R23、R32、R41、R125、R134、R143、R152 等;

凡由 H、Cl、F、C 四种元素组成的制冷剂通称为 HCFC 类, 或不完全氯氟(代)烃类:

**HCFC 类:** R22、R123、R133 等。

制冷剂命名时, 通常用制冷剂 Refrigerant 的 R 去代替 CFC 和 HFC 表示制冷剂, 而学术讨论上还是用 CFC、HFC 和 HCFC 较多, 例如:  $\text{CFC}_{12} \rightarrow \text{R}_{12}$ ;  $\text{HFC}_{134a} \rightarrow \text{R}_{134a}$ 。

### 3. 制冷系统对制冷剂的要求

制冷剂是制冷循环系统中靠本身相变来进行热交换的工作介质, 它的最大特点是在制冷系统中要发生相变。

既然在如汽车空调利用蒸汽压缩式制冷循环中,是利用制冷剂的相变来传递热量,当制冷剂蒸发时吸热,冷凝时放热,那么制冷剂就应该具备以下特征:

- (1) 蒸发温度要低,一般不超过  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
- (2) 易凝结,冷凝压力不要太高,一般在  $1.2\sim 1.5\text{MPa}$ ;
- (3) 单位容积制冷量要大;
- (4) 蒸发潜热要大;
- (5) 临界温度要高;
- (6) 粘度和密度要尽可能小,以减小系统中的流动阻力;
- (7) 较高的换热系数;
- (8) 应有一定的吸水性能,不致让制冷系统发生“冰堵”;
- (9) 化学稳定性好,不爆炸、不燃烧、无腐蚀;
- (10) 对人体无毒、无害、无刺激;
- (11) 易于批量生产,价格便宜;
- (12) 臭氧层破坏系数(ODP)值和温室效应系数(GWP)值要小,

以适应环保的要求。

## 二、CFC12

氟利昂是饱和碳氢化合物的氟氯溴衍生物的总称,即氟氯溴原子取代饱和碳氢化合物中的氢原子所得的化合物。CFC12 是氟利昂中的一种,常用 R-12 或 F-12 简化表示,学名为二氟二氯甲烷,分子式是  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ 。

CFC12 在常温常压下为无色、无味、无毒的气体,在大气压力下蒸发温度为  $-29.8^{\circ}\text{C}$ ,凝固温度为  $-158^{\circ}\text{C}$ ;R-12 化学性能较稳定,不易燃烧,与空气混合时不爆炸,对人体也无毒,但与火焰接触时会分解成有毒的气体;CFC12 本身虽然无毒,但是排出时会使局部空间内的氧气浓度下降,易使人窒息;CFC12 在大气中会急剧蒸发,因而它喷在皮肤上时会迅速吸热蒸发,冻伤皮肤。此外,CFC12 的渗透能力极强。由于 CFC12 无臭、无味,渗漏也不易发现,作为空调用的高压氟利昂胶管也会有轻微的渗漏。可以这样说,装油、水、气不

渗漏的容器或系统,装 CFC12 不一定不渗漏;但装 R-12 不渗漏的,装油、水、气一般不会渗漏。

CFC12 与压缩机油即冷冻机油可以完全互溶,任意混合。因此,冷冻机油可以随 CFC12 在制冷系统中流动到各个部位润滑。但 CFC12 与水几乎互不相溶。若制冷系统中混有水分,会使膨胀阀发生冰堵及贮液干燥器内的吸水物质过早失效。因此,应严禁水分进入制冷系统。

CFC12 对金属无腐蚀作用,水的溶解度很小,且随着温度的降低,水的溶解度也愈小。

CFC12 对大气臭氧层破坏作用最大,臭氧层破坏系数(ODP)值为 1,温室效应(GWP)值达 3 左右,所以,在蒙特利尔协议书中列为首批禁用物质。

### 三、HFC134a

热力性质与 CFC12 相近;与 CFC12 一样,化学性质稳定,安全性能好,无色、无臭、无毒、无腐蚀性,不燃烧、不爆炸;其最大的特点是不含氯原子,ODP 值为 0,GWP 也很低,大约 0.25~0.26;另外,其蒸发潜热值高,定压比热大,具有较好的制冷能力;粘度较低,流动性好,分子直径与 CFC12 接近,饱和蒸气压力亦与 CFC12 接近。其性质与 CFC12 的对比详见表 2-1。

表 2-1 CFC12 与 HFC134a 特性对比

项 目	HFC134a	CFC12
学名称	四氟乙烷	二氟二氯甲烷
分子式	$\text{CH}_2\text{FCF}_3$	$\text{CCl}_2\text{F}_2$
分子量	102.03	120.91
分子大小/nm	0.42	0.44
沸点/℃	-26.5	-29.8
凝固温度/℃	-101	-158
临界温度/℃	101.1	111.8



(续)

项 目		HFC134a	CFC12
临界压力/MPa		4.065	4.125
临界密度/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$		511	558
密度(25℃) $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	饱和液体	1206.0	1310.9
	饱和蒸气	32.249	36.921
饱和蒸气的比容积(25℃) $\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1}$		0.0310	0.0271
蒸汽潜热(0℃)/ $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$		197.5	151.4
水的溶解性(g/100g 制冷剂) (25℃, 1atm)		0.11	0.009
燃烧性		不燃	不燃
臭氧破坏系数 ODP		0.0	1.0
温室效应系数 GWP		0.25	3
与矿物油的互溶性		不相溶	相溶
与橡胶的互溶性		氟丁橡胶, 高丁腈橡胶, 尼龙	氟丁橡胶, 氟橡胶, 丁腈橡胶
毒性 TLV8h/%		0.1	0.1
相对价格		5	1

从以上对比表可以看出, 总体看来, HFC134a 与 CFC12 热力学性质接近。

但是, 如图 2-1 所示, HFC134a 在高温时饱和压力比 CFC12 高, 低温时饱和压力比 CFC12 低; 18℃ 为一界限, 在此点两种制冷剂的饱和蒸气压相同, 18℃ 以下时, HFC134a 的蒸气压比 CFC12 低, 18℃ 以上时, HFC134a 的蒸气压比 CFC12 高。例如, 在 0℃: HFC134a 的蒸气压比 CFC12 低 0.015MPa (0.16kgf/cm<sup>2</sup>), 在 50℃: HFC134a 的