

汽车维修专项技能培训教材

汽车空调

(第二版)

QICHE KONGTIAO

宋年秀 杜彦蕊 梁成江 主 编
陈立辉 张 科 张俊祥 副主编
王耀斌 苏 建 主 审



人民交通出版社

China Communications Press

汽车维修专项技能培训教材

Qiche Kongtiao

汽车空调

(第二版)

宋年秀	杜彦蕊	梁成江	主 编
陈立辉	张 科	张俊祥	副主编
	王耀斌	苏 建	主 审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书共分十二章,第一章至第八章介绍汽车空调的基础知识,其中包括工作原理、结构组成、分类布置以及基本维修常识。第九章至第十二章详细介绍目前国内常见的奥迪、帕萨特、别克和丰田四种汽车空调系统的结构特点、故障诊断和维修技术。

本书适合于汽车维修技术人员、驾驶人员以及汽车空调爱好者使用,也适合大中专院校汽车相关专业的师生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车空调 / 宋年秀等主编. — 2 版. — 北京: 人民交通出版社, 2010. 8
ISBN 978-7-114-08389-1

I. ①汽… II. ①宋… III. ①汽车—空气调节设备
IV. ①U463. 85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 075435 号

汽车维修专项技能培训教材

书 名: 汽车空调(第二版)

著 作 者: 宋年秀 杜彦蕊 梁成江

责任编辑: 翁志新 王金霞

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757969、59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×980 1/16

印 张: 13.5

字 数: 292 千

版 次: 2004 年 3 月 第 1 版

2010 年 8 月 第 2 版

印 次: 2010 年 8 月 第 1 次印刷 累计第 6 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08389-1

印 数: 0001—5000 册

定 价: 27.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

随着汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的日益提高,汽车已经开始走进千家万户。人们在一贯追求汽车的安全性、可靠性的同时,如今也更加注重对舒适性的要求。因而,汽车空调系统作为现代乘用车的标准装备也就成为必然。

伴随汽车空调系统的普及与发展,其使用与维修问题也日益凸显。广大汽车维修人员以及车主迫切希望了解汽车空调的结构和原理,掌握其使用及维修知识,本书正是基于此目的而编写的。

本书在第一版基础之上,对汽车空调的基础知识进行了修订,删减了一些过时的内容,增加了一些最新的空调知识;而且以当今国内常见的四种车型为例,具体讲解了汽车空调系统的维修技术,具有一定的实用性。

本书由宋年秀、杜彦蕊、梁成江任主编,陈立辉、张科、张俊祥任副主编,王耀斌、苏建担任主审。参加本书编写工作的人员还有:刘超、邢世凯、张艳华、滕飞、孙根柱、张莹莹、朱永强、陈正平、张兆合、姜立标、刘玉梅。

本书在编写过程中,借鉴和参考了大量国内外相关图书,在此对这些图书的作者致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中错误和缺点在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2010年3月

目 录

第一章 汽车空调基本知识	1
第一节 汽车空调概述	1
第二节 汽车空调的制冷原理	2
第三节 汽车空调用制冷剂与润滑油	3
第二章 汽车空调制冷系统基本结构部件	11
第一节 压缩机	11
第二节 冷凝器	23
第三节 蒸发器	25
第四节 节流膨胀装置	27
第五节 其他辅助部件	32
第三章 汽车空调装置的分类与布置	35
第一节 汽车空调装置分类	35
第二节 汽车空调装置的布置	38
第四章 汽车空调暖气、通风及净化系统	49
第一节 汽车空调暖气系统	49
第二节 汽车空调通风及空气净化系统	54
第三节 全空调系统	57
第五章 汽车空调控制系统	62
第一节 汽车空调基本控制元件	62
第二节 一般汽车空调控制电路	70
第六章 手动、自动和微机控制空调系统	74
第一节 手动空调系统	74
第二节 自动空调系统	80
第三节 微机控制空调系统	90
第七章 汽车空调的正确使用与检查维护	94
第一节 汽车空调的正确使用	94
第二节 汽车空调的检查维护	96
第八章 汽车空调系统维修工具与部件检修	101
第一节 汽车空调常用检测维修工具	101
第二节 制冷剂的充放	106

第三节 汽车空调系统主要部件的一般检修	119
第九章 奥迪 A6 汽车空调系统的检修	125
第一节 概述	125
第二节 空调系统各部件的工作原理	127
第三节 空调系统常见故障诊断	134
第十章 帕萨特 B5 汽车空调系统的检修	139
第一节 结构特点	139
第二节 故障诊断	140
第三节 维修作业	146
第十一章 别克君威汽车空调系统的检修	151
第一节 结构特点	151
第二节 故障诊断	166
第十二章 丰田雷克萨斯汽车空调系统的检修	187
第一节 结构特点	187
第二节 故障诊断	193
第三节 维修作业	200
参考文献	207

第一章 汽车空调基本知识

本章概括地介绍了汽车空调的功能和特点,简要阐述了其发展历程,并对汽车空调的发展方向作了展望。

第一节 汽车空调概述

一、汽车空调的功能

汽车空调也就是汽车车厢内空气调节的意思,即采用人工制冷和采暖的方法,调节车内的温度、湿度、气流速度、洁净度等参数指标,从而为人们创造清新舒适的车内环境。其功能可主要概括为以下四个方面:

1. 调节车内温度

多数汽车空调只具有这种单一功能。汽车空调在冬季利用其采暖装置提高车室内的温度。轿车和中小型汽车一般以发动机冷却循环水作为暖风的热源,而大型客车则采用独立式加热器作为暖风的热源。在夏季,车内降温由制冷装置完成。

2. 调节车内的湿度

普通汽车空调一般不具备这种功能,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。它通过制冷装置冷却降温,去除空气中的水分,再由采暖装置升温以降低车厢内空气的相对湿度。但在普通汽车上,目前还没有安装加湿装置,只能通过开车窗或通风设施靠车外新鲜空气来调节。

3. 调节车室内的空气流速

空气的流速和方向对人体舒适性影响很大。夏季,气流速度稍大,有利于人体散热降温;但过大的风速直接吹到人体上,也会使人感到不舒服。舒适的气流速度一般为 0.25m/s 左右。冬季,风速大了会影响人体保温,因而冬季采暖希望气流速度尽量小一些,一般为 $0.15 \sim 0.20\text{m/s}$ 。根据人体生理特点,头部对冷比较敏感,脚部对热比较敏感,因此,在布置空调出风口时,应让冷风吹到乘员头部,暖风吹到乘员脚部。

4. 过滤净化车内空气

由于汽车车内空间小,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;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内,造成车内空气污浊,影响乘员的身体健康,因此必须要求汽车空调具有补充车外新鲜空气、过滤和净化车内空气的功能。一般汽车空调装置上都设有进风门、排风门、空气过滤装置和空气净化装置。

二、汽车空调的特点

汽车空调不同于普通房间空调,由于其所处的环境恶劣多变,应具有以下特点:

(1)汽车空调安装在运动中的车辆上,承受剧烈和频繁的振动和冲击。汽车空调的各个零部件应有足够的强度和抗振能力,接头牢固并防漏。汽车空调制冷系统极易发生制冷剂的泄漏,破坏整个空调系统的工作条件,甚至破坏制冷系统的部件,如压缩机。所以,各部件的连接要牢固,要经常检查空调系统内制冷剂的存量。统计表明,汽车空调因制冷剂泄漏而引起的故障约占全部故障的80%,而且泄漏频率很高。

(2)空调系统所需的动力来自发动机。轿车、轻型汽车、中小型客车及工程机械车辆,空调所需的动力和驱动汽车的动力都来自同一发动机,这种空调系统叫非独立式空调系统;对于大型客车和大中型豪华客车,由于所需制冷量和暖气量大,一般采用专用发动机驱动制冷压缩机和设立独立的取暖设备,故称之为独立式空调系统。非独立式空调系统会影响汽车的动力性能,但比独立式空调在设备成本和运行成本上都经济。汽车安装了非独立式空调后,耗油量平均增加10%~20%(与汽车的速度有关),发动机的输出功率减少10%~12%。

(3)汽车空调的制冷制热能力大。其原因主要有以下几点:

①车内乘员密度大、产生热量多、热负荷大;而冬天人体所需的热量也大。

②汽车为了减轻自重,隔热层薄,且门窗多、面积大,所以汽车隔热性能差,热量流失严重。

③汽车都在户外工作,直接经受严寒酷暑、风霜雪雨,环境恶劣且千变万化。要使汽车空调能迅速地降温升温,在最短的时间里达到舒适的环境,要求制冷制热量就特别大。非独立式空调系统,由于汽车发动机的工况变化频繁,制冷系统的制冷剂流量变化也大。例如,汽车高速运动时,发动机的转速高达6000r/min,而在怠速时,仅有600~700r/min,两者相差10倍,导致压缩机输送的制冷剂流量变化大。制冷剂流量变化大,导致汽车空调设计困难,制冷效果不佳,而且会引起压力过高或者压缩机的液击现象,易发生事故。因此,汽车空调制冷系统比室内空调制冷系统复杂得多。

④汽车空调结构紧凑、质量轻。由于汽车本身的特点,要求汽车空调结构紧凑,能在有限的空间进行安装,而且安装后,不至于使汽车增重太多,影响其他性能。现代汽车空调的总质量,已经比20世纪60年代的空调下降了50%,是原始汽车空调质量的25%,而制冷能力却比20世纪60年代的空调增加了50%。

第二节 汽车空调的制冷原理

目前,汽车空调系统所普遍采用的是蒸气压缩式制冷,图1-1为其制冷原理图。

汽车空调压缩机由发动机驱动旋转,由压缩机排出的高温、高压制冷剂蒸气,通过高压软管进入汽车空调的冷凝器。由于高温、高压的制冷剂蒸气温度高于车外的空气温度,因

此,借助冷凝器风扇使冷凝器中制冷剂蒸气的热量被车外空气带走,使高温、高压的制冷剂蒸气冷凝成为较高温度的高压液体,通过高压软管流入储液干燥器,经干燥过滤后,流过膨胀阀。在膨胀阀的节流作用下,制冷剂变成低温、低压的液体进入汽车空调的蒸发器,在稳定压力下汽化并吸收蒸发器管外空气中的热量,使流经蒸发器的车内循环空气的温度降低,成为冷气,再通过鼓风机将其送入车内,降低车内的空气温度。汽化后的制冷剂蒸气,再由压缩机吸入进行压缩,又变成高温、高压的制冷剂气体,通过高压软管压入汽车空调的冷凝器,完成了汽车空调的一个制冷循环。此循环周而复始地进行,就可以使车内的温度维持在人体感觉舒适的范围内。

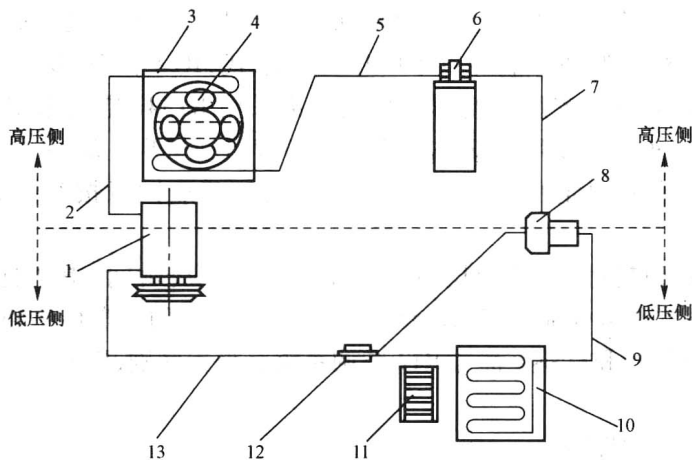


图 1-1 蒸气压缩式制冷原理

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-感温包;13-吸气管

第三节 汽车空调用制冷剂与润滑油

一、制冷剂

制冷剂又称制冷工质,是制冷循环的工作介质。汽车空调是由制冷剂循环流动来实现制冷的。液态制冷剂在空调蒸发器中吸收冷却对象的热量而汽化,使冷却对象得到降温;然后,气态制冷剂又将热量在冷凝器中传递给周围介质而液化。如此不断循环,借助于制冷剂的状态变化,达到制冷目的。如果没有制冷剂,制冷装置就无法实现制冷。

制冷剂在标准大气压下的汽化温度(即蒸发温度)较低,冷凝温度不宜过高;单位容积制冷量要大,汽化潜热大,密度小;应无毒,不易燃烧,不易爆炸,无腐蚀,实用安全;价格便宜且容易取得;还要求对大气臭氧层无破坏作用,以减小地球的温室效应。

在压缩式制冷剂中广泛使用的制冷剂是氨、氟利昂和烃类。按照化学成分,制冷剂可分为五类:无机化合物制冷剂、氟利昂、饱和碳氢化合物制冷剂、不饱和碳氢化合物制冷剂和共沸混合物制冷剂。根据冷凝压力,制冷剂可分为三类:高温(低压)制冷剂、中温(中压)制冷剂和低温(高压)制冷剂。以前汽车上所使用的制冷剂主要有两种:一种为 R12,一种为 R134a。

R12 的化学名为二氟二氯甲烷(CCl_2F_2),也可记为 CFC-12。原有的汽车空调系统基本上都采用 R12 作为制冷剂。但由于 R12 分子中含有氯原子,当其排放到大气中并升入大气同温层后,在太阳光的强烈照射下会分离出氯离子,氯离子与臭氧层发生化学反应,从而破坏大气层,大气层可以吸收太阳紫外线,若大量紫外线直接照射到地球表面,将会使人类患皮肤癌的几率大大增加,同时对地球上其他生物的生长也会造成严重危害。从 1990 年起,R12 正被新型环保制冷剂 R134a 逐步取代,R12 在 2000 年也已完全停止使用。从 1996 年起,发达国家所有新车按规定全部采用 R134a 空调系统。从 2001 年起,我国的全部新生产车不准使用 R12 空调系统。1987 年,世界上 26 个国家在加拿大蒙特利尔签署了《蒙特利尔议定书》,在会议上,与会各国代表同意按时间表逐渐停止生产 R12 制冷剂。

制冷剂 R134a 因其对大气臭氧层 O_3 无危害,温室效应影响小,热力性质稳定并与 R12 接近,是汽车空调首选替代品。但 R134a 具有与 R12 不同的化学性质和物理性质,因此,R134a 空调系统在结构和材料上都与 R12 空调系统有很大区别,R12 制冷剂与 R134a 制冷剂也不可混用。

1. R134a 制冷剂的性质

R134a 的学名为四氟乙烷(CH_2FCF_3),又称为 HFC-134a。因其分子结构中不含氯原子,不会破坏大气臭氧层,且其热物理性能和传热性能均优于 R12,故现在一般都用 R134a 取代 R12 作为空调制冷剂。R134a 具有无毒、无味、不燃烧、与空气混合不爆炸等优点。

1) 热物理性

R134a 的热物理性能包括分子量、沸点、临界参数、饱和蒸气压和汽化潜热等,这些性能均与 R12 相近,如表 1-1 所示。

R134a 与 R12 的热物理性对比表

表 1-1

项 目	R134a	R12
分子式	CH_2FCF_3	CCl_2F_2
分子量	102.031	120.92
标准大气压下的蒸发温度($^{\circ}\text{C}$)	-26.18	-29.80
0 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸气压(kPa)	293.14	308.57
0 $^{\circ}\text{C}$ 汽化潜热(kJ/kg)	197.89	154.87

续上表

项 目	R134a	R12
0℃ 饱和蒸气比容 (m^3/kg)	0.06816	0.05667
10℃ 饱和蒸气压 (kPa)	414.88	423.01
10℃ 汽化潜热 (kJ/kg)	190.13	149.07
10℃ 饱和蒸气比容 (m^3/kg)	0.04872	0.04204
50℃ 饱和蒸气压 (kPa)	1317.19	1214.65
60℃ 饱和蒸气压 (kPa)	1680.47	1518.17
与现有冷冻机油的溶合性	差	好
液态导热系数	大	小

2) 传热性能

R134a 制冷剂的传热性能优于 R12。当冷凝温度为 40 ~ 60℃、质量流量为 45 ~ 20kg/s 时, R134a 的蒸发和冷凝传热系数比 R12 要高出 25% 以上。因此, 在换热器表面积不变的情况下, 可减少传热温差, 降低传热损失; 当制冷量或放热时间相等时, 可减少换热器表面积。

3) 相溶性

(1) 与润滑油的相溶性。R134a 中不含有氯原子, 不能像 R12 一样在压缩机运动部件之间生成润滑性好的氯化物薄层。而且 R134a 与矿物油几乎完全不相溶, 因此, 不能使用矿物油, 必须使用合成润滑油来取代, 如 PAG 类和 ESTER 类润滑油等。

(2) 与干燥剂的相容性。R134a 的分子直径比 R12 小, 若使用 R12 系统中的硅胶型干燥剂, 则 R134a 的分子容易被吸收而发生催化分解, 且由于 R134a 与水的亲和力较大, 吸水性强, 脱水困难, 故应采用新型的沸石干燥剂。

(3) 与塑料及橡胶的相容性。R134a 对除苯乙烯以外的塑料基本没有影响, 但与现在常用的一些橡胶材料不相容。当 R134a 与氟橡胶或丁腈橡胶 (NBR) 共存时, 会使橡胶产生变质膨胀而引起制冷剂的泄漏。故 R134a 制冷系统中的 O 形圈和连接软管采用与 R134a 相容性较好的氢化丁腈橡胶 (HNBR) 来制作。

4) 渗透性

空调系统中, 各个总成之间常用软管相连。由于 R134a 的分子较小, 且对橡胶的溶胀性比 R12 大, 故 R134a 分子的穿透性较强, 在软管中的渗透量较大。

根据《蒙特利尔议定书》, 我国在 2006 年全面禁止 R12 制冷剂的使用, 采用环保性能好的 R134a 制冷剂。由于制冷剂 R134a 与 R12 的性质不同, 所以在使用过程中不能混用, 在系统改装时, 必须做多个方面的改进, 如表 1-2 所示。

使用 R134a 时需进行的改进 表 1-2

项 目	改 进 情 况	项 目	改 进 情 况
制冷剂	R12→R134a	冷凝器	改进散热性能
压缩机油	矿物质油→合成油	干燥剂	硅胶→沸石
管道	O 形圈材料由 NBR→HNBR,改变管道接头形状	熔化螺栓	停止使用
压缩机	封口材料由 NBR→HNBR	安全阀	由 3.14MPa→3.43MPa
维修阀	改变连接接头和接口,换用快速接头	压力开关	由 2.65MPa→3.14MPa
软管	内衬加尼龙层,软管材料改进	膨胀阀	改变流动特性

2. 环保新型制冷剂

因为 R134a 会引起温室效应,《蒙特利尔议定书》规定中国在 2030 年要全面禁止使用 R134a,取而代之的是环保型的碳氢化合物制冷剂。

碳氢化合物制冷剂是天然制冷剂,有甲烷、乙烷、丙烷等,其中丙烷制冷剂是一种较成熟的制冷剂。丙烷在常温下是无色无味的气体,不破坏大气臭氧层,无温室效应产生,但具有可燃性。在标准大气压下,其沸点为 -42℃,凝固温度为 -187.1℃。

二、冷冻润滑油(冷冻机油)

冷冻润滑油通常又称为冷冻机油,简称为冷冻油。它是一种在高、低温工况下均能正常工作的特殊润滑油。在制冷系统中,冷冻机油与制冷剂混合,并随制冷剂一起循环于制冷系统各部分。除对压缩机各运动件起润滑和密封作用外,还能协助润滑制冷系统中各控制阀件的运动构件。

1. 冷冻机油的选用与注意事项

1) 冷冻机油的性能要求

冷冻机油在空调制冷系统中完全溶解于制冷剂中,并随制冷剂一起循环,油温有时会超过 120℃,而在蒸发箱中温度只有 -30 ~ 10℃。因此,冷冻机油的工作环境是在高、低温交替的条件下进行的。为保证其能正常工作,在选用冷冻机油时提出了一些性能要求。

(1) 冷冻机油与制冷剂要能互溶。在制冷系统所有可能的压力、温度范围内,冷冻机油均要与制冷剂互溶,至少要半溶。若两者不互溶,则冷冻机油会从冷凝器的液态制冷剂中分离出来形成油塞阻碍制冷剂的流动,增加噪声;冷冻机油一旦进入蒸发器内,将沉降在管子底部,进一步降低制冷剂流动性,降低热交换能力,同时压缩机内因机油量减少而加剧磨损,甚至损坏。因此,能与制冷剂互溶是冷冻机油的基本要求。

(2) 冷冻机油的凝固点要低,要有良好的低温流动性。冷冻机油低温流动性差,则低温时会沉积在蒸发器内影响制冷能力;或凝结在压缩机底部失去润滑作用,从而损坏压缩机。

(3) 冷冻机油要有适当的黏度和良好的黏温特性。冷冻机油的黏度过大或过小均会对压缩机不利:黏度过大,压缩机会因克服阻力而损耗大量能量,需要更大的起动力矩,压缩机部件也因此会承受较大的压力;黏度过小,则压缩机轴承不能建立所需要的油膜,会加剧

部件磨损,影响压缩机的密封性能。油的黏度过大和过小都会引起气缸温度升高,造成排气温度升高,影响制冷系统的正常工作。同时冷冻机油的黏度与制冷剂种类有关,与冷冻机油互溶的制冷剂会使机油的黏度下降,因此使用时宜采用黏度牌号较高的机油。不同形式的压缩机,由于其结构、间隙、转速范围不同,需要不同黏度的润滑油。如在汽车上采用 R134a 为制冷剂的斜盘式压缩机,宜使用 40℃ 时运动黏度为 $10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ 的合成油。一般而言,间隙小、负荷小、转速高的压缩机应采用黏度较低的冷冻机油;反之,用黏度高一些的。冷冻机油在工作时温度变化很大,所以要求冷冻机油在温度变化时黏度变化要小。

(4) 冷冻机油的闪点温度要高,其具有较高的热稳定性。即高温下不氧化、不分解、不结胶、不积炭。冷冻机油的闪点必须比排气温度高 15 ~ 30℃。

(5) 冷冻机油的吸水性要低。冷冻机油中应无水分,若有水分,则会在膨胀阀节流口处结冰,造成冰堵,影响制冷剂流动,降低制冷效能。

(6) 冷冻机油的化学性质要稳定,不得与制冷剂和其他材料起化学反应。

2) 冷冻机油的选择

我国的冷冻机油种类有 4 个牌号,即 13 号、18 号、25 号和 30 号,牌号越大,黏度越高,其性能如表 1-3 所示。SUNISO 牌冷冻机油有 SUNISO3GS ~ SUNISO5GS 三个牌号,其性能如表 1-4 所示。选用冷冻机油时,要充分考虑空调压缩机内部润滑时的工作状态,如排气温度、工作压力等。在实际选择时,应以低温性能为主来选择,同时考虑冷冻机油的热稳定性。

汽车空调系统一般选择国产 18 号、25 号冷冻机油,或选择 SUNISO5GS 进口冷冻机油。

3) 冷冻机油使用注意事项

使用冷冻机油要注意和遵守以下事项:

(1) 不同牌号的冷冻机油不能混合使用,否则会引起变质。

国产冷冻机油性能

表 1-3

牌 号	13 号	18 号	25 号	30 号
技术参数				
运动黏度 50℃ ($10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)	11.5 ~ 14.5	> 18	> 25.4	< 30
凝固点(℃)	< -40	< -40	< -40	< -40
开口闪点(℃)	> 160	> 160	> 170	> 180
酸值 < (mg) KOH/g	< 0.14	< 0.03	< 0.02	< 0.01
灰分(%)	< 0.012			
机械杂质(%)	无	无	无	无
水分(%)	无	无	无	无

SUNISO 冷冻机油性能 表 1-4

牌 号	SUNISO3GS	SUNISO4GS	SUNIO5GS
技术参数			
黏度(SUS/100℃)	40 ~ 42	44 ~ 47	51 ~ 54
黏度(SUS/37.8℃)	150 ~ 160	280 ~ 300	510 ~ 520
相对密度(15℃/4℃)	0.9155	0.9213	0.9278
引火点(℃)	172	181	196
发火点(℃)	188	200	
流动点(℃)	-45	-37.8	-30
絮状凝固点(℃)	-56.7	-51.1	-45.6
含硫量(%)	0.05	0.06	0.07
含水量(%)	0.002 以下	0.002 以下	0.002 以下
绝缘耐压(kV)	45	45	45

(2) 冷冻机油吸水性强,使用冷冻机油壶后应该马上将其拧紧。

(3) 不能使用变质的冷冻机油。

(4) 加入冷冻机油要加到规定的用量。过少则会使压缩机磨损加剧,过多则会降低空调制冷效果。

2. 冷冻机油的质量检查

1) 滤纸法

当润滑油变质时,其颜色会变深。检验方法是将油样滴在白色吸水纸上,若油中央部分无黑色污迹,则说明它没有变质;若有黑色污迹,则说明油已变质。当油中含有水分时,油的透明度就会降低。

2) 对比法

将冷冻机油与润滑油色度极限样本进行对比。用 50cm³ 玻璃杯取油样 10cm³,观其颜色并与色度样本对照比较:0 ~ 2 号色说明油可继续使用;3 ~ 5 号色表示油已变质,不能再使用。建议 2 号色以上的油不要再使用,判断结果见表 1-5。

对比法检查冷冻机油质量 表 1-5

色度极限样板	透明	白	淡黄	黄	橙	红
号码	0	1	2	3	4	5
判断	可以使用			不能使用		

3. 与 R134a 匹配的冷冻润滑油

1) 聚烷基乙二醇(PAG)润滑油

R134a 制冷剂应用初期主要采用 PAG 油。PAG 是一种合成多元醇,由于有不同的分子结构而分成许多种类,分别呈现出不同的性质。PAG 油在使用过程中出现了下列问题:

(1) PAG 与 R134a 不完全互溶。机油浓度越高,互溶性偏低。有可能在空调蒸发箱中沉积,影响热交换或压缩机的润滑。

(2) PAG 油的吸水性很强,从大气中吸收水分的饱和量可超过 1%。

(3) PAG 与矿物油、R12 及清洗用的 R11 不相溶。若原系统中存在有 1% ~ 2% 的矿物油等残留物,则会使 PAG 油润滑性能下降,甚至变质。

(4) PAG 在高温时有二相分离现象,分解成水、酸、CO 和 CO₂,可能造成压缩机镀铜现象。

(5) PAG 与较多的弹性材料不相容。

(6) PAG 的绝缘性能不好,在全封闭的压缩机中要慎重。

(7) 有些 PAG 在钢、铝表面不能提供所需要的润滑,抗磨损性差。

(8) PAG 油价格较昂贵,是矿物油的 4 ~ 5 倍。

由于以上问题的存在,现在用于 R134a 制冷系统中的 PAG 润滑油均是经过改良处理的。

2) 聚酯类润滑油(ESTER)

ESTER 是一种合成多元醇酯,又称酯类油。主要成分是季戊四醇、三甲基丙酮和各种直链和支链型酯酸。ESTER 具有如下特性:

(1) ESTER 与 R134a 及 R12 等制冷剂互溶,具有良好的抗磨损性、润滑性、稳定性和防腐性。

(2) ESTER 与 R134a 互溶性好,二相分离现象不明显。

(3) ESTER 的吸水性比矿物油强,从大气中吸收水分的饱和量可超过 0.1%。ESTER 中的水和油结合牢固,不会在膨胀阀中结冰,但会影响制冷能力,因此仍应限制 ESTER 中的含水量。

(4) ESTER 受制冷系统中的矿物油等残留物的影响较小,当残留物含量小于 5% 时,基本不受影响。

(5) ESTER 在高温下以铁作为催化剂会分解成水、CO₂ 和足以腐蚀金属的酸。故在 ESTER 中应加一种金属钝化剂保护 ESTER 不分解。

(6) 在 ESTER 中加入极限压力添加剂,其耐磨损、润滑性能良好。

(7) ESTER 与高丁腈橡胶、氯丁腈橡胶等弹性材料的相容性较好。

储存 ESTER 的容器应密闭或用氮封,以防与空气接触而使酸度增加。

ESTER 与 PAG 油的性能比较如表 1-6 所示。

PAG 油、ESTER 油与矿物油的性能比较 表 1-6

项 目 \ 润滑油		PAG 油	ESTER 油	矿物油
互溶性	与 R134a	较好	很好	不溶
	与 R12	不溶	很好	很好
	与矿物油	不兼容	小量兼容	很好
热稳定性		差	较好	好
吸湿性		较好	较差	差
润滑性		差	较好	较好
与弹性材料的相容性		差	差	较好
抗镀铜能力		差	较好	好
电绝缘性		差	较好	好

第二章 汽车空调制冷系统基本结构部件

压缩机、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器等是汽车空调制冷系统的基本结构部件。本章将针对这些结构部件的类型、组成及工作原理分别予以介绍,以使读者对其有一个基本的了解。

第一节 压 缩 机

压缩机作为汽车空调制冷系统的核心部件,具有两个重要功能,一使系统内产生低压;二是把气态制冷剂从低压压缩至高压,并使其温度提高。这两种功能同时完成。压缩机维持制冷剂在制冷系统中的循环,吸入来自蒸发器的低温、低压气态制冷剂,对其压缩,使其压力和温度升高,并将压缩后的制冷剂送进冷凝器。

压缩机是制冷系统中低压和高压、低温和高温的转换装置,它的正常工作是实现热交换的必要条件。

常见的汽车空调压缩机的主要类型有:曲轴连杆式压缩机、斜盘式压缩机、摆盘式压缩机、旋叶式压缩机、滚动活塞式压缩机、涡旋式压缩机等。

一、曲轴连杆式压缩机

曲轴连杆式压缩机发展历史较长、应用较为广泛。其内部的活塞在气缸内往复运动,使气缸的容积发生变化,从而在制冷系统中起到了吸入、压缩和输送制冷剂的作用。

1. 结构组成

曲轴连杆式压缩机的活塞数量可以是一个或多个,活塞的排列可以是直列也可以呈V形排列,其结构如图2-1所示。压缩机的机体由气缸体和曲轴箱组成,活塞装在气缸体的气缸中,曲轴箱中装有曲轴,曲轴与活塞通过连杆连接起来,见图2-2。在气缸顶部设有进气阀和排气阀,通过进气腔和排气腔分别与进气口和排气口相连。当发动机带动曲轴旋转时,通过连杆的传动,活塞便在气缸内做上下往复运动,在进、排气阀的配合下,压缩机完成对制冷剂气体的吸入、压缩和输送。

压缩机内每一个活塞都有一套阀门,一个进气阀,一个排气阀。活塞将制冷剂经由进气阀吸入压缩机,由排气阀排

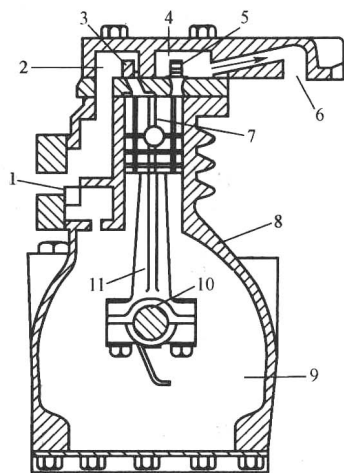


图 2-1 曲轴连杆式压缩机

1-进气口;2-进气腔;3-进气阀;4-排气腔;5-排气阀;6-排气口;7-活塞;8-气缸体;9-曲轴箱;10-曲轴;11-连杆