零点起步

技术工人维修技能速成丛书

皮治国 主编

新编汽车空调维修速成图解



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

零点起步——技术工人维修技能速成丛书

新编汽车空调维修速成图解

皮治国　主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编汽车空调维修速成图解/皮治国主编. —南京:江苏科学技术出版社,2009.1

(零点起步—技术工人维修技能速成丛书)

ISBN 978-7-5345-6208-2

Ⅰ.新… Ⅱ.皮… Ⅲ.汽车—空气调节设备—维修—图解 Ⅳ.U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151227 号

新编汽车空调维修速成图解

主　　编	皮治国
责任编辑	汪立亮
特约编辑	徐寅生
责任校对	郝慧华
责任监制	曹叶平
出版发行	江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)
网　　址	http://www.pspress.cn
集团地址	凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)
集团网址	凤凰出版传媒网 http://www.ppm.cn
经　　销	江苏省新华发行集团有限公司
照　　排	南京展望文化发展有限公司
印　　刷	盐城市华光印刷厂
开　　本	787 mm×1 092 mm　1/32
印　　张	8.5
字　　数	246 000
版　　次	2009 年 1 月第 1 版
印　　次	2009 年 1 月第 1 次印刷
标准书号	ISBN 978-7-5345-6208-2
定　　价	18.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书主要内容包括半自动和全自动空调系统的结构组成、制冷剂的使用特点和制冷原理、空调系统故障诊断的程序和方法、空调系统基本维修方法和常见车型的维修等。涉及车型包括国产车型中的上海别克、一汽宝来、帕萨特 B5、奥迪 A6 和进口车型中的日本丰田系列、沃尔沃 960、法国雷诺等。

本书适合于城乡广大汽车维修人员、初学者、业余爱好者阅读，也可供汽车驾驶员、汽车维修工程技术人员和汽车运输部门的技术人员参考，还可作为各类职业学校的培训教材。

Foreword 前 言

进入21世纪，随着社会主义市场经济的发展，经济结构的不断调整与完善，及国有企业改革力度的逐渐加大，农村富余劳动力及城市下岗职工越来越多。下岗再就业，年轻新创业、兼职搞副业、农村办工业，应该从哪里入手呢？古语道："百艺好藏身"，那就从学一门过硬的维修技能入手吧！有了过硬的技术，可以创业当老板，也可以轻松到用人单位找到高薪的职位，真是做人立业之本。为适应广大青年工人下岗、转岗、再就业的需要，同时也为满足军转民，国有、乡镇及农村富余劳动力的需要，江苏科学技术出版社特策划组织编写了"零点起步——技术工人维修技能速成"系列丛书。

本套丛书在编写过程中力求体现"定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗"的特色，为此编写中从维修实际出发，简明扼要，不过于追求系统及理论的深度，突出"入门""速成"的特点，从而使具有初中文化程度的读者读懂学会，稍加训练就可掌握基本维修操作技能，达到实用速成的目的。

本书主要内容包括半自动和全自动空调系统的结构组成、制冷剂的使用特点和制冷原理、空调系统故障诊断的程序和方法、空调系统基本维修方法和常见车型的维修等。涉及的车型包括国产车型中的上海别克、一汽宝来、帕萨特B5、奥迪A6和进口车型中的日本丰田系列、沃尔沃960、法国雷诺等。本书适合于城乡广大汽车维修人员、

需要全本请访问 www.ertongbook.com

初学者、业余爱好者阅读，也可供汽车驾驶员、汽车维修工程技术人员和汽车运输部门的技术人员参考，还可作为各类职业学校的培训教材。

本书由广东轻工业技师学院皮治国主编，戴胡斌、程国元、夏红民、刘言强、王新华、李春亮、汪时武、陈一永、王元龙、满维龙、高群钦、高光明、张志刚同志等参加编写工作。

由于编者水平有限，书中错漏或不当之处在所难免，期望广大读者予以批评指正。

编　者

2008 年 8 月

目　　录

第一章　汽车空调维修基础 …… 1
第一节　汽车空调的基本组成与分类 …… 1
一、汽车空调系统的组成 …… 1
二、汽车空调系统的分类 …… 3
第二节　制冷基本原理与制冷剂 …… 3
一、制冷基本原理 …… 3
二、制冷剂 …… 4
三、冷冻机油 …… 16
第三节　空调系统的结构组成 …… 18
一、概述 …… 18
二、半自动空调系统 …… 19
三、全自动空调系统 …… 37

第二章　汽车空调系统维修基本技能 …… 65
第一节　空调系统基础维修知识 …… 65
一、维修检查步骤 …… 65
二、维修注意事项 …… 66
三、常用维修工具及设备 …… 66
四、基本维修操作技能 …… 77
第二节　全自动空调系统的故障诊断 …… 84
一、故障诊断程序 …… 84
二、常规故障诊断方法 …… 85
三、故障自诊断 …… 87
四、故障症状及排除 …… 95
第三节　全自动空调系统的维修 …… 98

一、传感器的检修 …… 98
二、动作元件的检查 …… 99

第三章 国产轿车自动空调系统的维修 …… 103
第一节 上海别克轿车 …… 103
一、结构特点 …… 103
二、故障检修 …… 123
第二节 一汽宝来轿车 …… 149
一、结构特点 …… 149
二、故障诊断 …… 151
三、维修作业 …… 160
第三节 帕萨特 B5 轿车 …… 164
一、结构特点 …… 164
二、故障诊断 …… 164
三、维修作业 …… 172
第四节 奥迪 A6 轿车 …… 179
一、结构特点 …… 179
二、故障诊断 …… 180
三、维修作业 …… 202

第四章 进口轿车全自动空调系统维修 …… 221
第一节 日本丰田系列轿车 …… 221
一、结构特点 …… 221
二、故障诊断 …… 228
三、维修作业 …… 236
第二节 沃尔沃 960 轿车 …… 243
一、结构特点 …… 243
二、故障诊断 …… 245
三、维修作业 …… 255
第三节 法国雷诺轿车 …… 256
一、结构特点 …… 256
二、故障诊断 …… 258
三、维修作业 …… 264

第一章

汽车空调维修基础

第一节　汽车空调的基本组成与分类

一、汽车空调系统的组成

汽车安装空调系统的目的是为了调节车室内空气的温度、湿度，改善车室内空气的流动，并且提高空气的清洁度。因此，汽车空调系统主要由以下几部分组成：

1. 制冷系统

制冷系统对车室内空气或由外部进入车室内的新鲜空气进行冷却或除湿，使车室内空气变得凉爽舒适。图 1－1 为汽车空调系统的典型制冷系统。

2. 暖风系统

暖风系统主要用于取暖，对车室内空气或由外部进入车室内的新鲜空气进行加热，达到取暖、除湿的目的。典型暖风系统的组成，如图 1－2 所示。

3. 通风系统

通风系统将外部新鲜空气吸进车室内，起通风换气作用。同时，通风对避免风窗玻璃起雾也具有良好的预防作用。

4. 空气净化系统

空气净化系统除去车室内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体，使车室内空气变得清洁。

5. 控制系统

控制系统对制冷和暖风系统的温度、压力进行控制，同时对车室内空气的温度、风量、流向进行控制，实现空调系统的正常工作。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

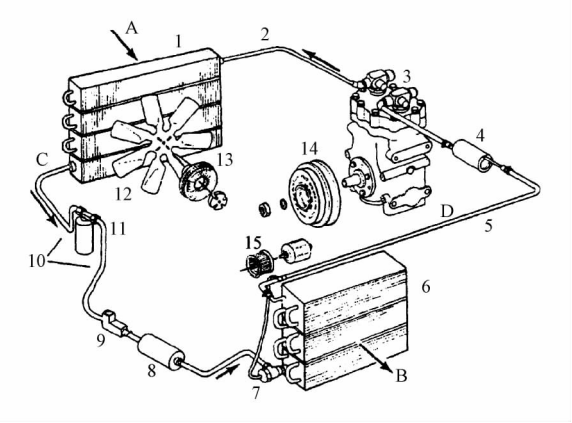


图 1－1　典型制冷系统的组成

1—冷凝器　2—高压管道　3—压缩机　4—消声器
5—低压管道　6—蒸发器　7—膨胀阀　8—管路中的干燥器
9—视液镜　10—液体管路　11—储液干燥剂　12—风扇
13—风扇离合器　14—电磁离合器　15—鼓风电机
A—外界空气　B—室内冷气　C—高压管路　D—低压管路

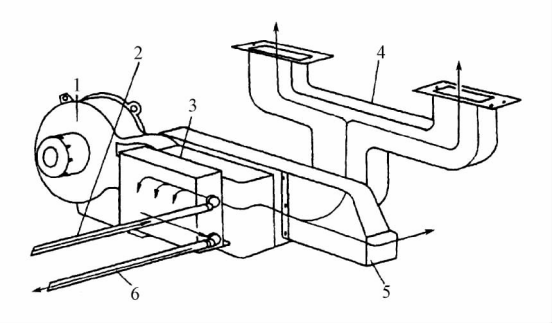


图 1－2　典型暖风系统的组成

1—加热器风扇　2—热水进水管路　3—加热器芯
4—挡风玻璃除霜管路　5—加热器底板出口　6—热水返回管路

二、汽车空调系统的分类

1. 按功能分类

汽车空调系统按功能不同可分为单一功能和组合式汽车空调。

单一功能汽车空调系统是指制冷、暖风各自独立、自成系统的汽车空调系统，一般用于大、中型客车上。

组合式汽车空调系统是指制冷、暖风合用一个鼓风机、一套操纵机构的汽车空调系统。这种结构又分为制冷、暖风分别工作和制冷、暖风可同时工作两种方式，多用于轿车上。

2. 按驱动方式分类

汽车空调系统按驱动方式不同分为非独立方式和独立式汽车空调系统。

非独立式汽车空调系统的空调制冷压缩机由汽车本身的发动机驱动，汽车空调系统的制冷性能受汽车发动机工况的影响较大，工作稳定性较差。尤其是低速时制冷量不足，而在高速时制冷量过剩，并且消耗功率较大，影响发动机动力性。这种类型的汽车空调系统一般用于制冷量相对较小的中小型汽车上。

独立式汽车空调系统的空调制冷压缩机由专用的空调发动机（也称副发动机）驱动，汽车空调系统的制冷性能不受汽车主发动机工况的影响，工作稳定，制冷量大，但由于加装了一台发动机，不仅成本增加，而且体积和质量增加。这种类型的汽车空调系统多用于大中型客车上。

第二节　制冷基本原理与制冷剂

一、制冷基本原理

汽车空调机采用的是蒸气压缩式制冷。

蒸气压缩式制冷是利用液态制冷剂汽化吸热而产生冷效应。如图1-3所示，低压低温液态制冷剂进入用来冷却车内空气的蒸发器，在定压下汽化。由于制冷剂在管内汽化时的温度低于管外空气的温度，因此能自动地吸取空气中的热量，使空气温度降低，产生冷效应。制冷剂吸热汽化，由液体变成低温低压蒸气，然后被压缩机抽吸进行压缩，变成温度高

于车内空气的高温高压气体，使其能在冷凝器内将热量自动地释放给车外空气，从而冷凝成高压的液态制冷剂。最后经过节流，恢复到低压低温的液体状态，以便重新进入蒸发器进行汽化吸热，这样就完成了一个制冷循环。

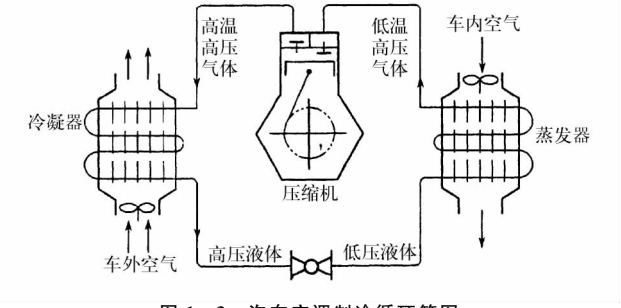


图 1－3　汽车空调制冷循环简图

这种制冷系统的基本设备是压缩机、冷凝器、节流阀（实际中使用的是热力膨胀阀）和蒸发器四大件。实际的制冷装置还有一些辅助的设备和自动控制仪表，以利于提高装置运行的经济性和可靠性。

由此可见，蒸气压缩式制冷装置中，制冷工质的循环不仅要依靠压缩机，而且要依靠它本身在较低的温度下能汽化吸热，而在一定的压力下又能冷凝放热的特性。制冷装置在汽车空调中起着冷源的作用，体现在图 1－3 中就是冷却车内空气。

二、制冷剂

汽车空调是利用蒸气压缩制冷装置来制冷的，是由制冷剂循环流动实现制冷的。液态制冷剂在蒸发器中，低温下吸取被冷却对象的热量而汽化，使被冷却对象得到降温。然后，又在高温下把热量传给周围介质而冷凝成液体。如此不断循环，借助于制冷剂的状态变化，达到制冷目的。

在制冷设备中，如果没有制冷剂，制冷装置就无法实现制冷，其作用就像人的血液一样。制冷剂的性能直接影响制冷循环的技术经济指标。应根据不同制冷装置的特点，合理选择制冷剂，使制冷装置正常和安全运行。

1. 制冷剂的命名方法

蒸气压缩制冷机使用的制冷剂，绝大部分都是氟利昂，国际上用英文字母 R 来表示（取自英文制冷剂 Refrigerant 的第一字母），字母 F 是美国杜邦公司的专用代号。

氟利昂是饱和碳氢化合物的卤族元素的衍生物，即卤族元素的氟、氯，有时加入溴原子取代饱和碳氢化合物，如甲烷、乙烷、丙烷、丁烷的氢原子所得的化合物，因而氟利昂的品种繁多。氟利昂的性质与所含氟、氯、溴、氢、碳元素的原子多少有密切关系。

R 后面的数字表示氟利昂的分子通式 $C_mH_nF_pCl_sBr$。

R 后面是两位数的，表示甲烷衍生的氟利昂。甲烷的分子式为 CH_4，其中 R 后面的首位数字表示碳原子数（$m=1$）加氢原子数 n，故氢原子数 n 等于首位数减去 1，第二位数字表示氟原子数 P，氯原子数 $s=4-p-n$。

例如：R12 表示甲烷衍生的氟利昂制冷剂，其分子通式中的碳原子数 $m=1$，氢原子数 $n=1-1=0$，氟原子数 $P=2$，氯原子数为 $s=4-n-p=2$。R12 的分子式为 CF_2Cl_2；化学名称为二氟二氯甲烷。

如果用溴原子来代替氟利昂中的某些氯原子，则分子式多一个 B，其原子数用 r 来表示。例如，$R12B_2$，则为 CF_2B_2。

R 后面是三位数的，则表示为乙烷、丙烷、丁烷系列的氟利昂衍生物。其中，乙烷衍生的氟利昂，R 后面首位数用 1 表示；丙烷衍生的氟利昂，则 R 后面首位数字用 2 表示；丁烷衍生的氟利昂，R 后面首位数字用 3 表示……很明显，其碳原子数 m 等于首位数加 1；氢原子数 n 等于 R 后面的第二位数字减去 1；R 后面的第三位数表示氟原子数 P；氯原子数，对乙烷衍生物为 $s=6-n-p$，对丙烷衍生物为 $s=8-n-p$，对于丁烷衍生物为 $s=10-n-p$。例如 R142，表示乙烷衍生的氟利昂，乙烷分子式为 C_2H_6，则 $m=2$，$n=4-1=3$，$p=2$，$s=6-3-2=1$。R142 的分子式为 $C_2H_3F_2Cl$，化学名称为二氟一氯乙烷。

同样，R134 的分子式为 $C_2H_2F_4$，R123 的分子式为 $C_2HF_3Cl_2$，R216 的分子式为 $C_3F_6Cl_2$ 等。

2. R12 制冷剂的特性

汽车空调是通过制冷剂循环实现制冷的，所以制冷剂的性能直接影响制冷循环的技术经济指标。

比较而言，在车用空调中广泛使用的制冷剂 R12，可以说是一种较为理想的制冷剂。下面就 R12 主要特性及使用做一具体分析。

① R12 制冷剂无色、无刺激性气味；一般情况下不具有毒性，对人体没有直接危害，不燃烧、无爆炸危险；热稳定性好，535℃以下不分解。当 R12 与明火接触、温度高于 400℃时可产生对人体有剧烈作用的毒气——光气（一种窒息性毒剂，其常温下为无色气体，带有腐烂干草或烂水果味，比空气密度大 2.5 倍，光气经呼吸器官侵入人体后，引起肺水肿和窒息），当人吸入少量光气时，中毒症状为口中有甜味、咳嗽、头晕、全身虚弱，轻度中毒者 12 天内可逐渐恢复，重度中毒者则导致死亡。

所以在修理、焊接空调制冷管路、热交换器、压缩机时，一定要将 R12 排除干净后方可维修。

② R12 是一种中压制冷剂（中压制冷剂：正常蒸发温度小于 0℃大于－70℃，冷凝器压力为 0.32.0 MPa）。在大气压下 R12 的沸点为－29.8℃，凝固温度为－158℃，能在低温下正常工作。节流后损失小，有较大的制冷系数，在正常工作条件下，蒸发器中的压力较大。这样即使在制冷系统不密闭的情况下，外部的空气也不易进入。制冷系统有泄漏时，润滑油将随着 R12 一同漏出。由于有明显的油迹，便于检查出泄漏的部位。R12 的泄漏能力很强，它的泄漏速度与压力的平方成正比，与分子量及黏度的平方根成反比。在汽车空调制冷系统中，其泄漏量应小于 14.2%。

R12 在冷凝器中的压力不超过 1 013.25 kPa，由于压力不是很高，降低了对冷凝器结构强度的要求，降低了质量和材料消耗，降低了制作成本。

③ R12 的密度较大，因此，在制冷循环中较其他制冷剂阻力大。为了减少阻力，R12 在系统中的流速也较其他制冷剂低且系统的管径也较粗。

④ R12 一般呈中性（无水时），对轻金属没有腐蚀作用，但对镁含量超过 2%以上的铝合金除外。温度在 6070℃时，遇氧化铁、氧化铜容易分解。

⑤ 制冷剂密封件的特殊要求：

a. 制冷系统的密封件不能使用天然橡胶制品，因为 R12 会导致橡胶变软、膨胀、起泡。

b. R12 对氯丁烯和氯丁胶制品破坏作用较小。

c. R12 对尼龙和氟塑料制品破坏作用不明显。

⑥ R12 有良好的电绝缘性能，它对制冷系统电器绕组的绝缘性能无影响。

⑦ R12 液态时对润滑油的溶解度无限制，可以以任何比例溶解。但气态时 R12 对润滑油的溶解度有限，并随压力增高、温度降低而增大。R12 与润滑油的这种互溶特性对制冷系统是有益的，因为 R12 液态时润滑油已溶解在其中并随 R12 一起流动，所以在这段管路中不会积存润滑油。在气态管路（特别是蒸发器）中，如果有足够的气体流速，不会在蒸发器壁上产生油膜而影响传热效果，润滑油也能被带回到压缩机中去。当压缩机曲轴箱中存有互溶的 R12 气体和润滑油时，由于曲轴箱内压力突然降低时，因溶解量要减小，于是原来溶解的 R12 就以沸腾形式从油中跑出，从而使曲轴箱中的一部分润滑油将随着 R12 蒸气带到压缩机汽缸和系统中去，对制冷系统的工作带来不利影响。

在曲轴连杆式压缩机初始使用阶段加注的润滑油，有一部分将随着制冷剂被带入制冷循环，所以曲轴箱中的油位会下降，使用过程中必须及时补充。

R12 与润滑油互溶后，使润滑油的黏度降低，油质老化加快，凝固点升高，因而会影响到压缩机的可靠润滑，所以必须加注专用的润滑油——冷冻机油。

冷冻机油的用量必须按规定加注，超量的冷冻机油会妨碍热交换器的交换效率，使制冷量下降。

⑧ R12 基本不溶于水，在气态与液态时的溶解度也不同，气态高于液态。

在制冷剂系统中，R12 的含水量不超过 25×10^{-6}。当有过量的水分随制冷剂运行时，在通过膨胀阀后，在低温、低压下，水分中热量被吸收而形成冰塞，堵塞了制冷系统的循环通道，从而使空调的制冷系统失效。

在制冷系统中，为了防止水分的侵入，影响制冷循环的正常运行而设有干燥器（干燥罐）。但是干燥器的吸水功能极其有限（只能吸收约半滴水），对于大于 25×10^{-6} 的水分是无能为力的。防水措施主要有以下三个方面：

a. 使用纯度高的制冷剂。

b. 在装配或维修制冷剂系统后，一定要严格地抽真空。

c. 选用水量小于 20×10^{-6} 的冷冻机油。

综上所述，R12 虽然是一种易于制造、原料来源丰富、价格相对低廉且可以回收重复使用的制冷剂。但它对大气层的臭氧层有一定破坏作用，因此，必将被新的制冷剂所替代。

3. R134a 制冷剂的特性及其系统需进行的改变

长期以来，汽车空调系统大多采用 R12 作为制冷剂。众所周知，R12 因泄漏而进入大气会破坏地球的臭氧保护层，危害人类的健康和生存环境，引起地球的温室效应。

1987 年国际上制定了控制破坏大气层的蒙特利尔协议。我国于 1991 年加入该协议，并决定从 1996 年起，汽车空调的制冷剂开始使用 R134a，2000 年后全部使用 R134a。因此，作为汽车维修人员，必须掌握使用新型制冷剂的空调系统的使用和维修特点。

(1) R134a 制冷剂的特性

R134a 制冷剂与 R12 制冷剂相比，其热物理性见表 1－1。

表 1－1　R134a 与 R12 的热物理性对比

项　　目	R134a	R12	项　　目	R134a	R12
分子式	$C_2H_2F_4$	CF_2Cl_2	分子式	CH_2FCF_3	CF_2Cl_2
分子量	102.031	120.92	10℃时的汽化潜热/kJ/kg	190.13	149.97
大气压力下的蒸发温度/℃	−26.18	−29.80	10℃时的饱和蒸气比容/m^3/kg	0.487 2	0.042 04
0℃时的饱和蒸气压/kPa	293.14	308.57	50℃时的饱和蒸气压/kPa	1 317.19	1 214.65
0℃时的汽化潜热/kJ/kg	197.89	154.87	60℃时的饱和蒸气压/kPa	1 680.47	1 518.17
0℃时的饱和蒸气比容/m^3/kg	0.068 16	0.056 67	与现有冷冻润滑油的溶合性	差	好
10℃时的饱和蒸气压/kPa	414.88	423.01	溶态导热系数	大	小

R134a 是卤代烃类制冷剂中的一种，具有无毒、无臭、不燃烧、与空气混合不爆炸等优点，并有以下特性：

① 热物理性。R134a 的热力学性能，包括分子量、沸点、临界参数、饱

和蒸气压和汽化潜热等，均与 R12 相近，并具有良好的不可燃性。

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 45～200 kg/s 时，R134a 蒸发和冷凝传热系数比 R12 的高出 25%以上。因此，在换热器表面积不变的条件下，可减少传热温差，降低传热损失，当制冷量和放热量相等时，可减少换热器表面积。

③ 相容性。用 R134a 替代 R12 后，原有的压缩机润滑油（简称冷冻机油）必须更换，这是因为 R134a 本身与矿物油是不相容的，必须使用合成润滑油来取代，如 PAG 类润滑油等。

(2) R134a 系统取代 R12 系统所需进行的改变

R134a 不能简单地应用于原来的 R12 空调系统，当更换制冷剂时，必须在表 1－2 所列的几个方面进行改变：

表 1－2　使用 R134a 时需进行的改变

项　目	改 变 情 况	项　目	改 变 情 况
制冷剂	R12→R134a	接收器干燥剂	硅胶→沸石
冷冻机油	矿物质油→合成油	熔化螺栓	停止使用熔化螺栓
管　道	O 形密封圈材料 NBR→RBR，改变管道接头形状	安全阀	3.14 MPa→3.43 Mpa
压缩机	封口材料 NBR→RBR	压力开关	2.65 MPa→3.14 MPa
维修阀	改变螺孔尺寸	膨胀阀	改变流动特性
软　管	内衬加尼龙层，软管材料由 NBR→CL－HR	接收器干燥剂	硅胶→沸石
冷凝器	改进散热性能		

① 换用新型冷冻机油。空调系统在整个空气调节循环过程中，冷冻机油通过与制冷剂融为一体参与循环，并对压缩机产生润滑作用。

与 R12 配用冷冻机油不溶于 R134a。如果把这种油用于 R134a 空调系统，它不会随制冷剂一起循环，因而不能发挥润滑作用，这将严重影响压缩机的寿命。因此，必须换用能与 R134a 溶合的 PAG 或 ESTER 型人工

需要全本请访问 www.ertongbook.com