



“十四五”职业教育国家规划教材



扫描二维码
共享立体资源

汽车安全与舒适系统 检测诊断与修复

(第二版)

工作页式教材

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会组织编写

主 编 张胜宾 李国杰



北京出版集团
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车安全与舒适系统检测诊断与修复 / 张胜宾, 李国杰主编. — 2 版. — 北京: 北京出版社, 2020. 9 (2024 重印)
ISBN 978-7-200-15917-2

I. ①汽… II. ①张… ②李… III. ①汽车—安全装置—故障诊断—高等教育—教材 ②汽车—安全装置—车辆修理—高等教育—教材 IV. ① U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 197352 号

汽车安全与舒适系统检测诊断与修复 (第二版)

QICHE ANQUAN YU SHUSHI XITONG JIANCE ZHENDUAN YU XIUFU (DI-ER BAN)

主 编: 张胜宾 李国杰
出 版: 北京出版集团
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团
经 销: 新华书店
印 刷: 定州启航印刷有限公司
版 印 次: 2020 年 9 月第 2 版 2023 年 12 月修订 2024 年 1 月第 2 次印刷
成品尺寸: 185 毫米 × 260 毫米
印 张: 16
字 数: 307 千字
书 号: ISBN 978-7-200-15917-2
定 价: 48.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572341 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572341 010-58572393

目录

学习工作页

学习单元一 汽车空调系统故障的诊断与修复	2
学习任务一 汽车空调系统故障的检修	2
学习任务二 汽车自动空调系统故障的检修	10
学习任务三 汽车暖风不热故障的检修	18
学习单元二 汽车音响系统故障的诊断与修复	22
学习任务 汽车音响锁码无法工作故障的检修	22
学习单元三 汽车电动座椅故障的诊断与修复	28
学习任务一 汽车电动座椅调节功能失效故障的检修	28
学习任务二 汽车自动座椅记忆功能失效故障的检修	32
学习单元四 中控门锁与防盗系统故障的诊断与修复	37
学习任务一 汽车内外门拉手无法打开车门故障的检修	37
学习任务二 汽车防盗系统频繁报警故障的检修	42
学习单元五 乘员保护系统故障的诊断与修复	46
学习任务一 汽车安全带报警灯异常点亮故障的检修	46
学习任务二 汽车安全气囊指示灯行驶中闪亮故障的检修	49
学习单元六 汽车防碰撞系统故障的诊断与修复	54
学习任务 汽车倒车雷达异常报警故障的检修	54
学习单元七 汽车导航系统故障的诊断与修复	58
学习任务 汽车导航系统定位异常故障的检修	58

学习单元八 巡航控制系统故障的诊断与修复 65

学习任务 巡航控制系统无法设定故障的检修 65

学习参考

学习单元一 汽车空调系统故障的诊断与修复 70

学习任务一 汽车空调系统故障的检修 70

学习任务二 汽车自动空调系统故障的检修 83

学习任务三 汽车暖风不热故障的检修 100

学习单元二 汽车音响系统故障的诊断与修复 105

学习任务 汽车音响锁码无法工作故障的检修 105

学习单元三 汽车电动座椅故障的诊断与修复 128

学习任务一 汽车电动座椅调节功能失效故障的检修 128

学习任务二 汽车自动座椅记忆功能失效故障的检修 142

学习单元四 中控门锁与防盗系统故障的诊断与修复 156

学习任务一 汽车内外门拉手无法打开车门故障的检修 156

学习任务二 汽车防盗系统频繁报警故障的检修 176

学习单元五 乘员保护系统故障的诊断与修复 191

学习任务一 汽车安全带报警灯异常点亮故障的检修 191

学习任务二 汽车安全气囊指示灯行驶中闪亮故障的检修 199

学习单元六 汽车防碰撞系统故障的诊断与修复 214

学习任务 汽车倒车雷达异常报警故障的检修 214

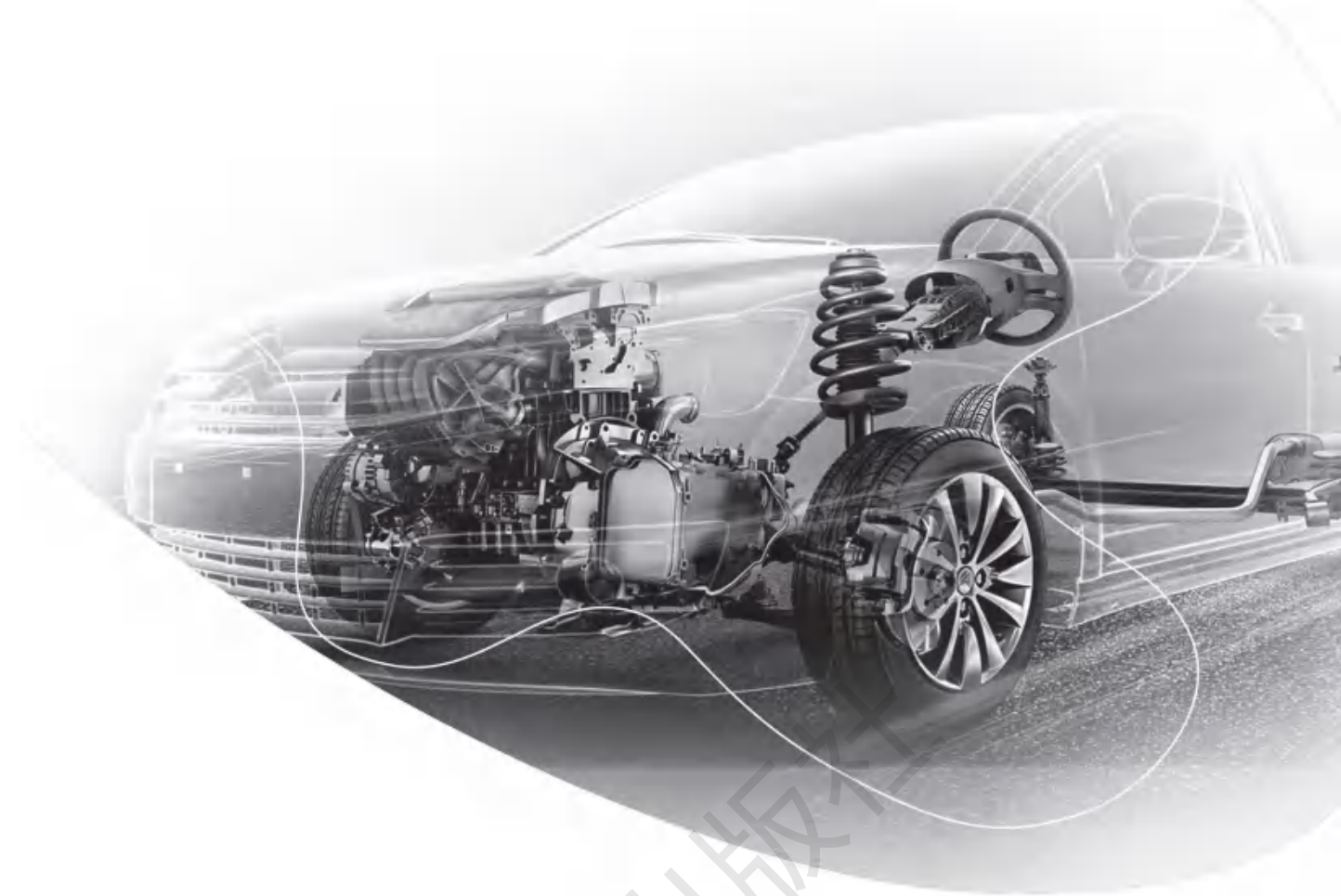
学习单元七 汽车导航系统故障的诊断与修复 220

学习任务 汽车导航系统定位异常故障的检修 220

学习单元八 巡航控制系统故障的诊断与修复 229

学习任务 巡航控制系统无法设定故障的检修 229

参考文献 244



学习工作页

汽车空调系统是实现对车厢内空气进行制冷、加热、换气和净化的装置。它可以为乘车人员提供舒适的乘车环境，降低驾驶员的疲劳强度，提高行车安全。现代汽车空调系统由制冷系统、供暖系统、通风和空气净化装置及控制系统组成。

本单元概述了汽车空调系统制冷的物理学基本原理和制冷剂与制冷剂油的相关知识，重点对汽车空调系统的结构组成、工作过程及汽车空调系统的控制部件进行了详细介绍，通过本单元的学习，要求学生能正确使用汽车空调，掌握其主要部件的拆装方法，能够诊断、排除汽车空调不制冷、供暖不足等常见故障。

学习任务一 汽车空调系统故障的检修

任务描述

一辆迈腾轿车空调不制冷，经检查，系统压力仅 7 bar，给空调系统做保压实验，检查系统是否有泄漏，20 min 后，系统无明显泄漏，检查高低压管接口，未发现异常。给该车辆充入制冷剂后，空调制冷正常，交车。30 天后客户再次反映空调不制冷，维修人员再次检查发现，与上次一样，系统压力低，保压 20 min 后，观察系统仍无明显泄漏，观察外部亦没有发现明显泄漏。再次加入制冷剂，不到 10 天客户再次反映空调不制冷。请按规范对空调系统进行检测，确定故障所在。

学习目标

- (1) 能够阐述汽车空调的结构和工作过程。
- (2) 能够阐述汽车空调的控制原理。
- (3) 会查找与汽车空调系统相关的中英文技术资料。
- (4) 会正确使用维修工具、仪器、仪表，具备一定的技术数据分析能力。
- (5) 会正确使用汽车空调系统。
- (6) 会正确拆装汽车空调系统的各个部件。
- (7) 会按照维修手册操作规程制订汽车空调制冷常见故障检修计划，并实施。
- (8) 遵循汽车空调检修相关职业标准和规范操作，培养学生的职业情怀和节能环保意识。

学习准备

1. 理论知识

- (1) 汽车空调系统的结构组成。
- (2) 汽车空调系统的工作过程。
- (3) 汽车空调系统的控制部件。

2. 实践准备

- (1) 配备有汽车空调系统的整车或示教板若干台，相应的电路图等维修手册，汽车通、专用拆装工具，汽车万用表、电子检漏仪、高低压压力表组、示波器、诊断仪等教学工具。
- (2) 配置有投影机的理实一体化教室。

计划与实施

1. 技术要求与注意事项

应先根据汽车空调系统的工作原理结合电路图进行分析检查，将故障可能存在的部位缩小到一定范围，再进行空调系统部件的泄漏检测。

2. 作业准备

- (1) 拆装工具及检测设备检查。
- (2) 空调系统故障点设置。
- (3) 安全检查。

3. 汽车空调系统故障排除

- (1) 汽车空调不制冷的一般排查方法。
- (2) 汽车空调制冷剂泄漏的诊断方法。
- (3) 制冷剂和冷冻润滑油的加注方法。

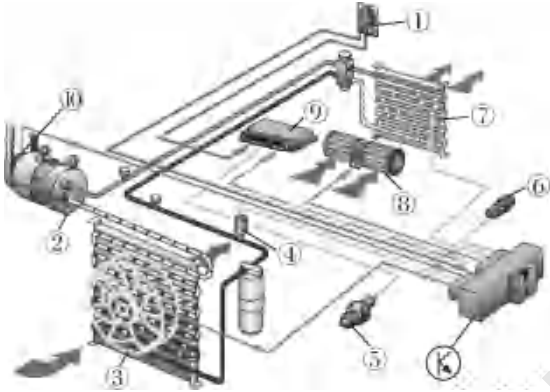
请完成下面工作页。

空调系统检修工作页

汽车空调系统的故障检修	姓名:	学号:
	班级:	日期:
任务要求	学习相关资料，指出汽车空调系统部件在车上的安装位置，描述空调制冷系统的工作原理，掌握汽车制冷系统检修工具的使用方法，在教师指导下完成汽车空调制冷系统检漏、抽真空和加注任务。	

续表

1. 请在空调工作原理图上标注部件名称、作用，并在实车上找出安装位置。



空调检漏仪的功能和结构

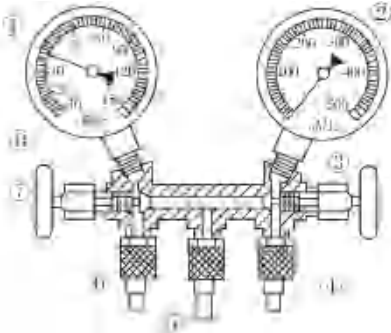


空调歧管压力表的
结构

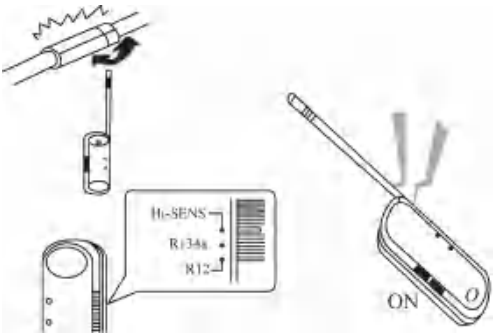
任务
实施

部件名称	安装位置	作用
①空调开关 AC	驾驶室仪表板	控制空调电磁离合器电路接通或断开
②		
③		
④		
⑤		
⑥		
⑦		
⑧		
⑨		
⑩		

2. 汽车空调制冷系统由哪些部件组成？各部件有哪些作用？请在车上找到其安装位置。
3. 写出检修汽车空调制冷系统故障所需工具，并说出其作用及操作注意事项。



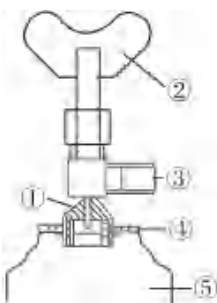
(1)



(2)

续表

任务实施



(3)



(4)



(5)

工具名称	作用	操作注意事项
①		
②		
③		
④		
⑤		

4. 汽车空调控制面板的使用与操作。

当汽车空调装置出现故障时，为核实系统的实际情况，需操作空调进行使用操作和系统检查，并做好检查记录。

(1) 手动空调（在车上找到相应开关并检查操作）。



手动空调控制面板

空调启动开关 A/C	正常 ☐	否 ☐	送风模式旋钮	正常 ☐	否 ☐
内外循环控制开关	正常 ☐	否 ☐	鼓风机控制开关	正常 ☐	否 ☐
温度调节开关	正常 ☐	否 ☐	后风窗除霜旋钮	正常 ☐	否 ☐

5

续表

(2) 自动空调（在车上找到相应开关并检查操作）。

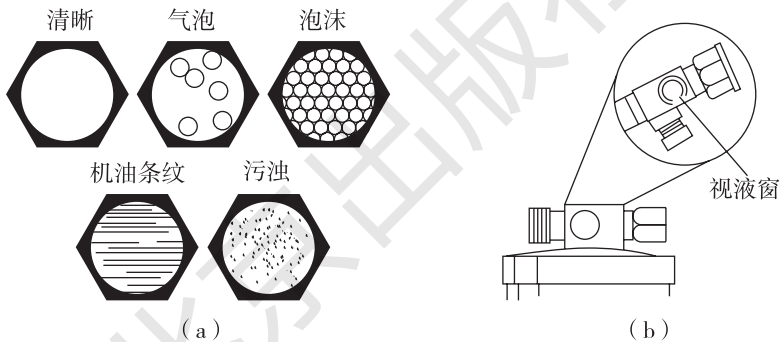


自动空调控制面板

空调启动开关 AC	正常 ☐	否 ☐	送风模式旋钮	正常 ☐	否 ☐
内外循环控制开关	正常 ☐	否 ☐	鼓风机控制开关	正常 ☐	否 ☐
温度调节开关	正常 ☐	否 ☐	后风窗除霜旋钮	正常 ☐	否 ☐
左右分区调节开关	正常 ☐	否 ☐	自动调节开关	正常 ☐	否 ☐

5. 制冷剂量的检查。

启动发动机并打开空调开关至最冷，打开车门，使发动机转速为 1 500~2 000 r/min，风扇速度最大，观察视液窗显示为_____，判断制冷剂储量_____（是 / 否）正常。



任务
实施

- (1) 清晰、无气泡，说明制冷剂适量。
- (2) 偶尔出现气泡，并且时而伴有膨胀阀结霜，说明系统中有水分。
- (3) 有气泡、泡沫不断流过，说明制冷剂不足。如果泡沫很多，可能有空气。
- (4) 有长串油纹，观察孔的玻璃上污浊，说明冷冻机油油量过多。

6. 制冷系统工作压力的检查。

- (1) 卸掉系统高、低压管路中的检修阀护帽。
- (2) 歧管压力表组件高、低压侧手动阀都关闭，蓝色的低压侧软管接低压检修阀，红色的高压侧软管接高压检修阀。
- (3) 启动发动机，调整发动机转速至 1 500~2 000 r/min，启动空调系统，将风机开关置于高速状态，温度控制开关置于最冷位置，按需要使发动机温度正常（约运行 5 min）后，进行检测。

(4) 从歧管压力表组件高、低压侧读数，制冷系统高压端的压力为_____kPa，低压端的压力为_____kPa。（制冷系统高压端的压力一般为 1 103~1 517 kPa，低压端压力一般为 103~241 kPa，其压力会因车型和环境温度不同而有所不同）

(5) 检测完后，关闭发动机，卸掉歧管压力表组件，把检修阀的护帽旋回。

7. 汽车空调系统的检漏。

制冷剂泄漏是汽车空调系统最常见的故障之一，制冷剂泄漏严重将会导致空调制冷系统不制冷或制冷不足。利用肥皂泡沫检漏法和电子检漏仪检漏，检查汽车空调制冷系统是否存在泄漏，若泄漏，其部位在_____。



空调歧管压力表的使用

任务实施	(1) 肥皂泡沫检漏。 把肥皂溶液涂在所有接头处和怀疑有泄漏的地方，出现气泡的位置便是泄漏处。 重点检查渗漏的部位是： ①各个管道接头及阀门连接处。 ②全部软管，尤其在软管接头附近察看有无鼓泡、裂纹、油渍等。 ③压缩机轴封、前后盖板、密封垫、检修阀等处。 ④冷凝器表面被刮坏、压扁、碰伤处。 ⑤蒸发器表面被刮坏、压扁、碰伤处。 ⑥膨胀阀的进出口连接处，膜盒周边焊接处，以及感温包与膜盒焊接处。 ⑦储液干燥器的易堵塞、视镜、高低压阀连接处。 ⑧歧管压力表组件（如果安装的话）的连接头、手动阀及软管处。 (2) 电子检漏仪检漏。 ①旋转 ON/OFF 开关至 ON。 ②将灵敏度开关拨至“LEVEL1(R12)”或“LEVEL2(R134a)”。 ③平衡调节。调节平衡调节直至听到最大警报声，再往回调节直至听到缓慢连续的嘀嗒声，最下面的指示灯有一个闪亮。 ④开始搜索泄漏处。把测针慢慢靠近被检测处的下方，如果检测仪发出警报声，说明此处存在泄漏。 注意：电子检漏仪应在通风良好的地方使用，避免在存放爆炸性气体的地方使用。实施检查时，发动机要停止转动，不能将探头置于制冷剂有严重泄漏的地方，这样会使检漏仪的灵敏元件损坏。 8. 制冷剂的排放、回收及充注。 在汽车空调制冷系统的具体检修过程中，离不开制冷剂的排放或回收、抽真空与加注等基本操作。拆开空调系统后，需要将系统中的制冷剂加以回收或者排放。要用真空泵完全抽空空调系统，目的是清除空调系统内的空气和水分。 (1) 利用歧管压力表组件排放制冷剂。 ①缓慢打开高压手动阀，以调节制冷剂流量，不要把阀门开得太大。 ②检查包在排放口端的毛巾，以确认没有机油排出。 ③在高压表计数降到 350 kPa 以下时，缓慢打开低压手动阀。 ④当系统压力下降时，逐渐打开高压和低压手动阀，直到两者压力计的读数达到 0 为止。 注意：排出制冷剂时，要慢慢打开阀门，让制冷剂慢慢流出，以免带走冷冻机油，并且不可让制冷剂直接喷到车身壁面或车内，最好通过加一层白毛巾或干净布的方式放出，从而可判断有无油被带出。若发现布上有油迹，则要进一步关小阀门。过快排放制冷剂还可能造成压缩机阀门损坏。 (2) 利用歧管压力表组件、真空泵抽真空，加注制冷剂。 汽车制冷系统修理之后，由于接触了空气，必须用真空泵抽真空，排除制冷系统内的空气和水分，以维护空调制冷系统的正常工作。充注液态制冷剂（高压端加注，适合给新系统加注制冷剂）；充注气态制冷剂（低压端加注，适合给空的或部分空的系统补充加注制冷剂）。
-------------	---



空调抽真空操作



空调检漏仪的使用

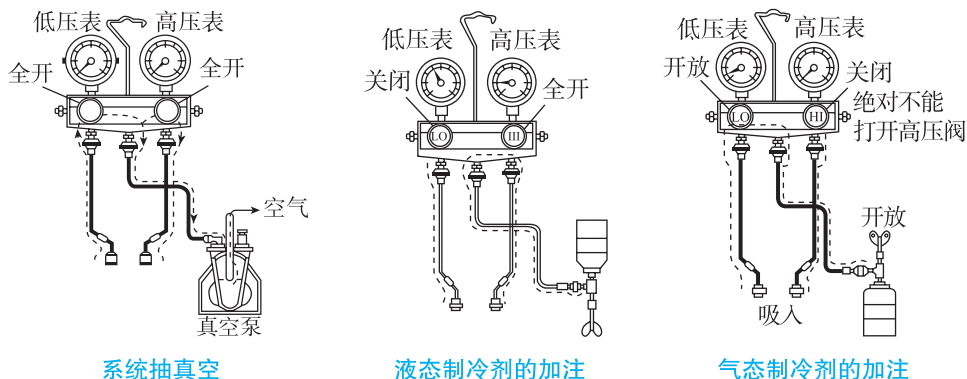


空调检漏仪的使用注意事项



空调制冷剂的加注实操

续表

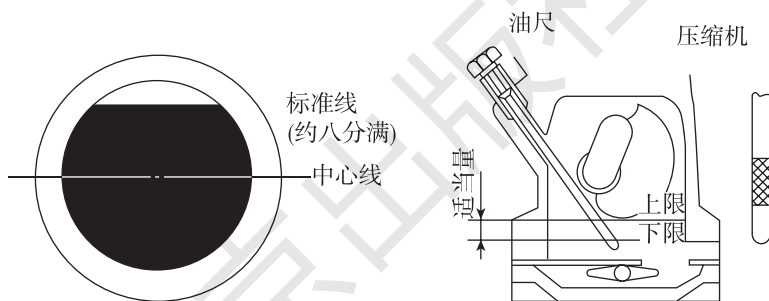


9. 压缩机冷冻机油的检查及加注。

空调压缩机中的润滑油通常被称为冷冻机油，在压缩机运行中起着重要作用。制冷压缩机中冷冻机油的品种、规格和数量是否合适对系统的制冷效果及压缩机的寿命都有极大的影响。修理过程中，需要维修人员能够检查、补充和添加冷冻机油。

(1) 压缩机冷冻机油量及品质检查。

任务
实施



由观察孔观察冷冻机油量

用油尺量冷冻机油液面

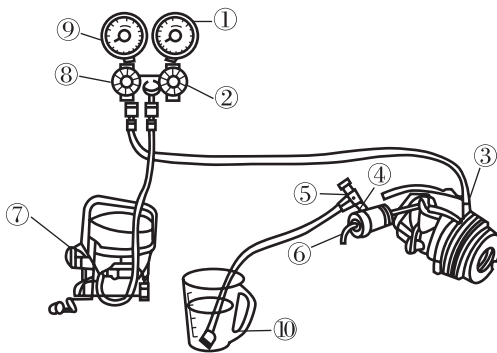
冷冻机油是否变质需通过一定的化验手段确认。平时使用时，可从油的颜色、气味等现象粗略判断油的质量。冷冻机油工作一段时间后，颜色一般要变深，但不一定是变质，简易的判断方法如下：将油滴在吸水性好的白纸上，若油滴中心部分没有黑色，则说明油没有变质，可以继续使用；若油滴中心部分呈现黑色斑点，说明油质已开始变坏，应换油了。若油中含有水分，油的透明度会降低，出现这种情况也需换油。

(2) 压缩机冷冻机油的加注。

①直接加入法。

将冷冻机油按标准量称好或用洁净的量杯量好，直接倒入压缩机内，这种方法只在更换蒸发器、冷凝器和储液干燥器时可以采用。

②真空吸入法。



采用真空吸入法添加冷冻机油

①-高压表；②-高压手动阀；③-回气门；④-排气口；⑤-辅助阀；⑥-高压管路；⑦-真空泵；⑧-低压手动阀；⑨-低压表；⑩-油杯

评价与反馈

1. 判断题

- (1) 空调制冷剂越多制冷效果越好。 ()
- (2) 蒸发器表面的温度越低越好。 ()
- (3) R134a 空调系统的冷冻机油可以和 R12 的混用。 ()
- (4) 用于 R12 和 R134a 制冷剂的干燥剂是不相同的。 ()
- (5) 制冷系统工作时, 压缩机的进、出口应无明显温差。 ()

2. 选择题

- (1) 储液器要直立安装, 斜度不要超过 () 度, 否则气液不易完全分离。
A. 90 B. 45 C. 15 D. 30
- (2) 在正常状态下, 每当制冷系统进行拆装检修时, 要更换 ()。
A. 膨胀阀 B. 储液器 C. 密封圈 D. 橡胶管
- (3) 压缩机出气口连接冷凝器进气口的软管是 ()。
A. 低压管 B. 硬管 C. 高压管 D. 橡胶管
- (4) 压缩机拆开部分的所有密封件都需 (), 并用干净冷冻机油在其上抹一遍。
A. 洗干净 B. 再用 C. 涂上黄油 D. 换新的
- (5) 一般情况下, 热力膨胀阀应根据蒸发器的压力损失来选用, 当蒸发压力损失较大时, 宜选用 () 膨胀阀。
A. 外平衡式 B. 内平衡式 C. H 型 D. 热平衡型

3. 填空题

- (1) 汽车空调系统一般由_____系统、_____系统、_____装置及控制系统四大部分组成。
- (2) 汽车空调制冷系统主要由_____、_____、_____、_____、_____、_____、管道、冷凝风扇、真空电磁阀和控制系统等组成。
- (3) 制冷剂在_____内吸收被冷却介质的热量而汽化, 在_____中将热量传递给周围空气或水而冷凝。
- (4) 冷冻油的作用是_____、密封、_____及降低噪声。
- (5) 压缩机将_____气态制冷剂压缩为_____气态制冷剂, 将_____的气态制冷剂排出压缩机并送到冷凝器。
- (6) 低温、低压的_____制冷剂立即进入蒸发器内, 在蒸发器内吸收流经蒸发器的空气热量, 使空气温度降低, 经过鼓风机吹出冷风, 产生制冷效果, 制冷剂本身因吸收了热量而蒸发成低温、低压的_____制冷剂。
- (7) _____的作用是根据车内温度的变化来自动控制压缩机电磁离合器, 以使压缩机开或停, 保持车内温度的相对稳定。
- (8) _____安在高压侧管路, 与压缩机电磁离合器串联。当系统压力超过一定压

力时，开关断开，压缩机停止工作，以防损坏机件。

4. 简答题

- (1) 请绘制制冷循环的示意图。
- (2) 请将制冷循环划分为高压区域和低压区域。制冷剂在什么地方是液态，在什么地方是气态？
- (3) 空调制冷循环系统中有水分，开启空调开关后会有什么现象？为什么？
- (4) 制冷剂常见的泄漏部位有哪些？
- (5) 如何进行汽车空调制冷系统抽真空？
- (6) 简述从高压端加注制冷剂的方法和步骤。

学习任务二 汽车自动空调系统故障的检修

任务描述

一辆帕萨特 B51.8T 轿车，行驶里程为 100 000 km。入夏后空调偶尔出现不制冷并且出热风的现象，无论车主怎么调整空调相关按钮都不起作用，且空调控制面板显示“-50~40℃”。进厂后用 V.A.G1552 检测，显示有虚假故障码，想到每次出现故障时空调控制面板上都会出现“-50~40℃”，这个数字前面应该是车外温度显示，后面是车内设定温度显示。当温度出现零下时，空调制冷系统不工作。而感知这一温度的除外界温度传感器之外，还有室内温度传感器。在对照维修手册检查传感器的过程中，发现新鲜空气进气温度由传感器 G89 控制，当它失灵时由外部温度传感器 G17 替代。请按规范对 G89 进行诊断与检测，并分析故障机理。

学习目标

- (1) 能够阐述汽车自动空调控制系统的组成和控制过程。
- (2) 能够阐述汽车自动空调系统常用的传感器、控制器和执行器的结构和工作原理。
- (3) 会查找与汽车自动空调系统相关的中英文技术资料。
- (4) 会正确使用维修工具、仪器、仪表，具备一定的技术数据分析能力。
- (5) 会正确使用汽车自动空调系统。
- (6) 会正确拆装汽车自动空调系统的各个部件。
- (7) 会按照维修手册操作规程制订汽车自动空调制冷常见故障检修计划，并实施。
- (8) 从汽车空调机械故障到电路系统故障，培养学生精益求精、追求进步的职业精神。

学习准备

1. 理论知识

- (1) 汽车自动空调控制系统的组成及工作过程。
- (2) 汽车自动空调控制系统常用的传感器和执行器。

2. 实践准备

- (1) 配备有汽车自动空调控制系统的整车或示教板若干台，相应的电路图等维修手册，汽车通、专用拆装工具，汽车万用表、示波器、诊断仪等教学工具。
- (2) 配置有投影机的理实一体化教室。

计划与实施

1. 技术要求与注意事项

应先根据自动空调工作原理结合电路图进行分析检查，将故障可能存在的部位缩小到一定范围，再进行自动空调控制系统故障部件的检测与排查。

2. 作业准备

- (1) 拆装工具及检测设备检查。
- (2) 自动空调系统故障点设置。
- (3) 安全检查。

3. 汽车自动空调故障检修

- (1) 汽车自动空调故障诊断的特点。
- (2) 汽车自动空调故障诊断的基本方法。

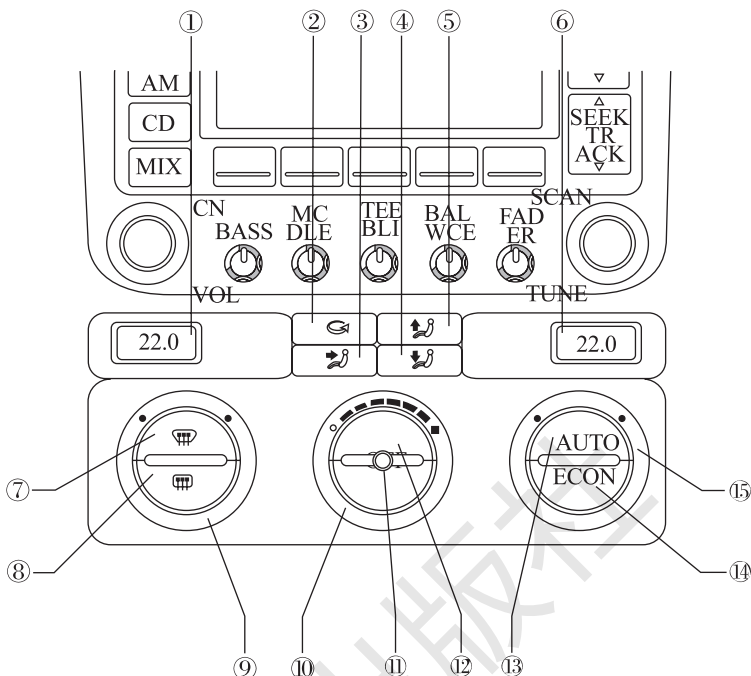
请完成下面工作页。

自动空调系统检修工作页

自动空调系统的检修	姓名:	学号:
	班级:	日期:
任务要求	学习相关资料，指出汽车自动空调系统部件在车上的安装位置，描述自动空调系统的工作原理，掌握汽车自动空调系统检修工具的使用方法，在教师指导下完成汽车自动空调系统故障检修任务。	

续表

1. 以速腾轿车为例，熟悉自动空调控制面板的操作和显示功能。

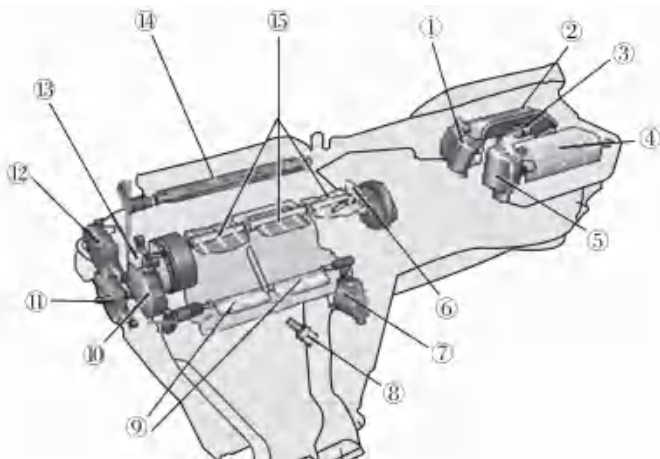


速腾轿车自动空调操作和显示单元

任务
实施

①-显示所选择的车内温度（左侧）；②-车内空气循环按钮；③-按钮-中部气流分配；④-按钮-下部气流分配；⑤-按钮-上部气流分配；⑥-显示所选择的车内温度（右侧）；⑦-挡风玻璃除霜按钮；⑧-后窗玻璃加热装置按钮；⑨-车内温度旋钮（左侧）；⑩-风扇调节器；⑪-车内温度传感器；⑫-加热-通风-空调开关按钮；⑬-按钮AUTO；⑭-按钮ECON；⑮-车内温度旋钮（右侧）

2. 速腾汽车自动空调系统传感器、执行器位置图如图，请在实车上找出各组成部件的安装位置，并指出其作用。



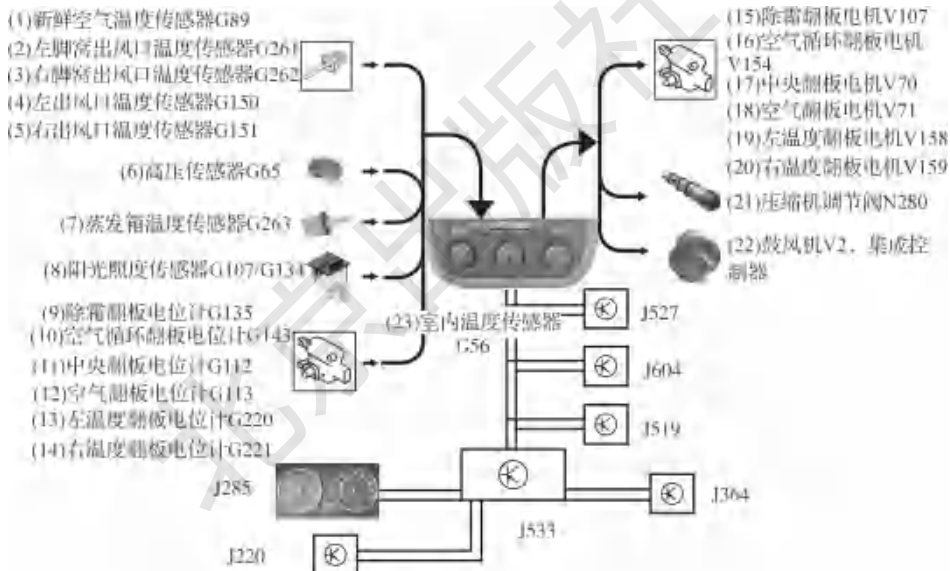
速腾汽车自动空调系统传感器、执行器位置图

续表

部件名称	作用	部件名称	作用
①		⑨	
②		⑩	
③		⑪	
④		⑫	
⑤		⑬	
⑥		⑭	
⑦		⑮	
⑧			

3. 速腾汽车自动空调控制系统工作原理图如图，请写出计算机控制型的汽车自动空调控制系统具有哪些控制功能。其工作原理如何？

任务
实施



速腾汽车自动空调控制系统工作原理图

4. 以速腾轿车为例，检测和调整空调部件。

(1) 进行自动空调执行元件自诊断功能测试。

打开点火开关，发动机未运转，未开空调，同时按压 和 键，激活空调自诊断功能。

执行元件自诊断顺序：

- ✓ 所有活门都转至两个终端极限位置；
- ✓ 触发鼓风机各挡位（5 V，7 V，10 V）；
- ✓ 触发压缩机（35%，55%，75%）；
- ✓ 液晶显示屏全亮；
- ✓ END 结束。



检测和调整空调部件

续表

检测：检查其电阻值，其可能的电阻值如下表。

温度 /℃	0	10	20
电阻值 / kΩ	2.9~3.1	1.78~1.86	1.14~1.18

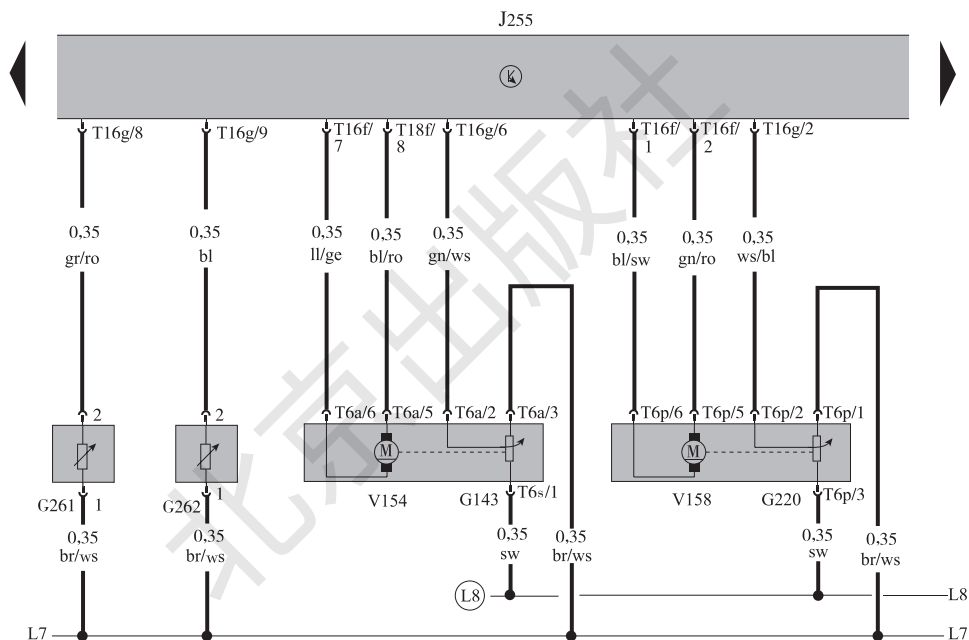
⑤左 / 右出风口温度传感器 G150/G151。

左 / 右出风口温度传感器 G150/G151 读数表示当前左 / 右脚窝出风口温度，其实际值为 -20~80 ℃。

检测：检查其电阻值，其可能的电阻值如下表。

温度 /℃	0	10	20	30
电阻值 / kΩ	27.6~27.9	17.9~18.4	12~12.3	8.2~8.34

任务
实施



⑥左 / 右脚窝出风口温度传感器 G261/ G262。

左 / 右脚窝出风口温度传感器 G261/ G262 读数表示当前左 / 右脚窝出风口温度，其实际值为 -20~80 ℃。

检测：检查其电阻值，其可能的电阻值如下表。

温度 /℃	0	10	20	30
电阻值 / kΩ	27.6~27.9	17.9~18.4	12~12.3	8.2~8.34

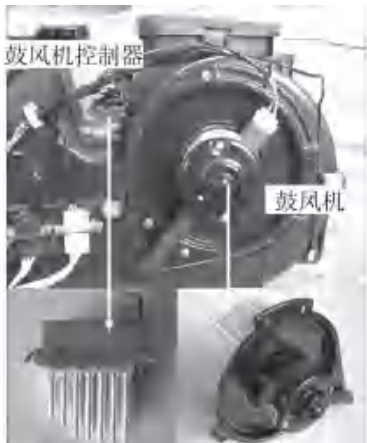
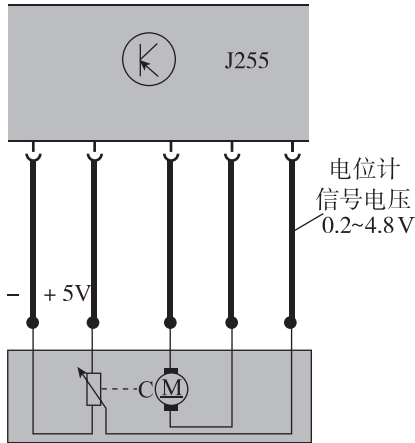
(3) 自动空调系统各执行电机及其电位计的检查。

空调系统各执行器和空调控制单元通过 5 根线相连接，其中 2 根电机线（通过极性变化控制正反转），3 根电位计线，其供电电压为 5 V。

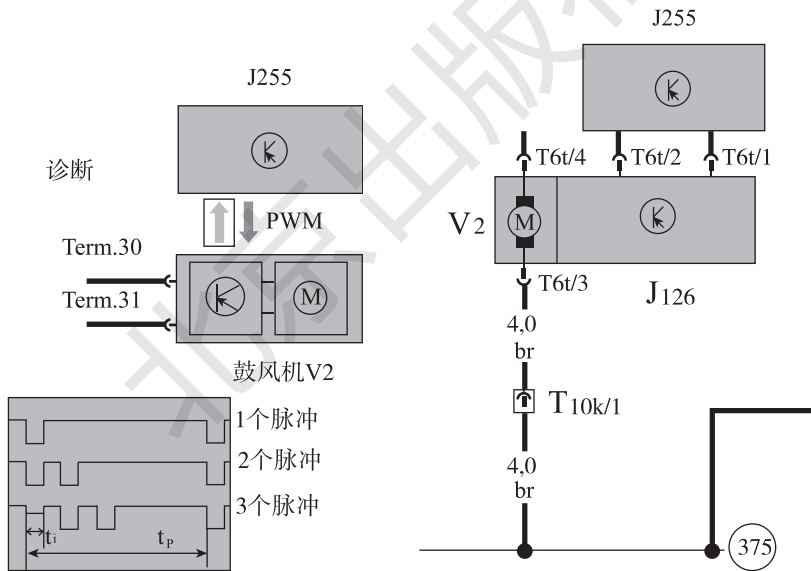
检测：检查各执行电机正反转情况；用万用表测量其电位计信号电压值。

续表

任务
实施



(4) 鼓风机 V2。
空调控制单元 J255 通过一个脉宽调制信号来控制鼓风机，而鼓风机控制器 J126 则将一个自诊断信号反馈给 J255。例如，当反馈信号中有 1 个脉冲时，表明没有故障；有 2 个脉冲时，表明电流被限制；有 3 个脉冲时，表明温度太高，可能导致输出效率降低甚至鼓风机不工作。



评价与反馈

1. 判断题

- (1) 自动空调可根据环境温度自动空调控制系统运转，不受驾驶员控制。（ ）
(2) 自动空调采用的温度传感器一般都是负温度系数热敏电阻。（ ）

2. 选择题

- (1) 以下说法正确的是（ ）。
- A. R12 制冷剂与高温表面接触会产生有毒气体

- B. 制冷剂与高温表面接触会分解
C. R12 制冷剂与明火接触会产生有毒气体
D. 制冷剂与明火接触会爆炸
- (2) 空调工作时, 若蒸发器内制冷剂不足, 离开蒸发器是()的制冷剂。
A. 高于正常压力, 温度较低
B. 低于正常压力, 温度较高
C. 高于正常压力, 温度较高
D. 低于正常压力, 温度较低
- (3) 下列情况需要更换储液干燥器的有()。
A. 储液干燥器泄漏
B. 储液干燥器吸足了水分
C. 空调系统与大气相通 2 h 以上
D. 储液干燥器凹陷
- (4) 某空调系统高压侧压力偏低, 而低压侧压力偏高, 导致这种情况的原因可能有()。
A. 系统的高压侧有堵塞
B. 膨胀阀被卡在打开位置
C. 压缩机簧片阀损坏
D. 压缩机磨损
- (5) 关于 R134a, 下列说法正确的是()。
A. 它的工作压力比使用 R12 时高
B. 它比 R12 更容易泄漏
C. 对环境的污染要大一些
D. 与 R12 系统比较要用不同的控制阀

3. 填空题

- (1) 车内空气的循环方式有_____、_____和混合循环三种。
- (2) 手动空调控制系统的控制内容包括_____控制、_____控制和_____控制 3 种。
- (3) 计算机控制型的汽车自动空调控制系统, 具有_____、_____、_____和故障诊断存储、显示等诸多功能。
- (4) 汽车自动空调系统使用了很多不同类型的温度传感器, 但最多采用的还是_____的热敏电阻 (NTC)。
- (5) 汽车自动空调系统的执行器主要是_____、_____、_____等。

4. 简答题

- (1) 简述汽车自动空调系统的基本组成及工作原理。
- (2) 简述放大器控制型的汽车自动空调的工作过程。
- (3) 计算机控制型的汽车自动空调系统的功能有哪些?
- (4) 什么是变排量压缩机? 其工作过程是怎样的?
- (5) 汽车自动空调系统故障码如何读取? 其检修注意事项有哪些?

学习任务三 汽车暖风不热故障的检修

任务描述

一辆迈腾 1.6T 轿车无法取暖，经检查，加热器芯泄漏，且这个加热器芯在其他修理厂已经更换了 4 次。首先检查冷却系统，查找是否有烧蚀漏洞，未发现。更换一个高质量的加热器芯，两个半月后该车加热器芯再次泄漏。技术人员初步怀疑冷却系统含颗粒状物质，导致暖风系统失效。请按规范对水循环系统进行检修。

学习目标

- (1) 能够阐述汽车空调供暖系统的组成和类别。
- (2) 能够阐述汽车空调供暖系统的结构和基本工作。
- (3) 会查找与汽车空调供暖系统相关的中英文技术资料。
- (4) 会正确使用维修工具、仪器、仪表，具备一定的技术数据分析能力。
- (5) 会正确使用汽车空调供暖系统。
- (6) 会正确拆装汽车空调供暖系统的各个部件。
- (7) 会按照维修手册操作规程制订汽车空调供暖常见故障检修计划，并实施。
- (8) 从汽车空调不制冷故障到暖风故障，培养学生的知识迁移、自学和可持续发展能力。

学习准备

1. 理论知识

- (1) 汽车空调供暖系统的作用和分类。
- (2) 汽车水暖式暖风装置的结构与工作。

2. 实践准备

- (1) 配备有汽车空调暖风系统的整车或示教板若干台，相应的电路图等维修手册，汽车通、专用拆装工具，汽车万用表、示波器、诊断仪等教学工具。
- (2) 配置有投影机的理实一体化教室。

计划与实施

1. 技术要求与注意事项

应先根据暖风系统的工作原理进行分析检查，将故障可能存在的部位缩小到一定

范围，再进行暖风系统故障部件的检测与排查。

2. 作业准备

- (1) 拆装工具及检测设备检查。
- (2) 暖风系统故障点设置。
- (3) 安全检查。

3. 汽车暖风系统故障检修

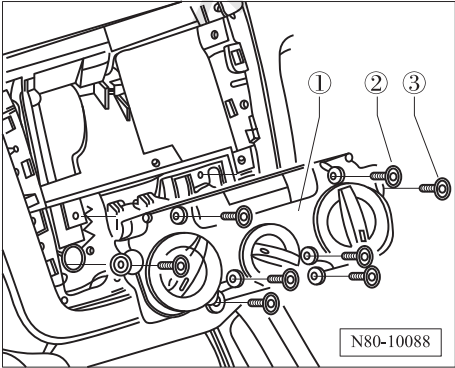
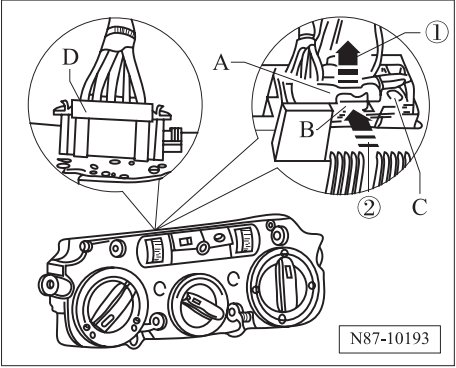
- (1) 汽车暖风系统故障诊断的特点。
- (2) 汽车暖风系统故障诊断的基本方法。

请完成下列工作页。



红外测温仪的使用

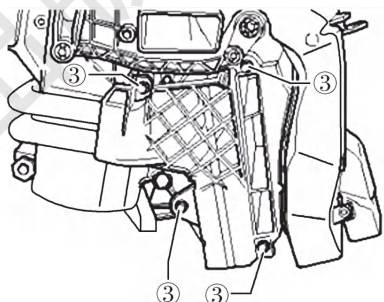
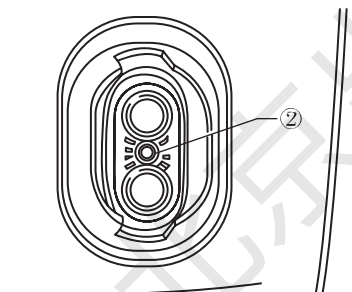
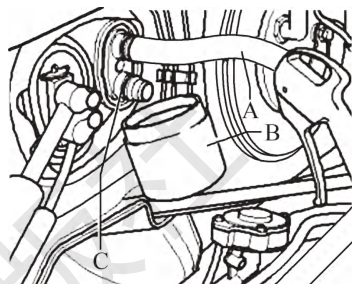
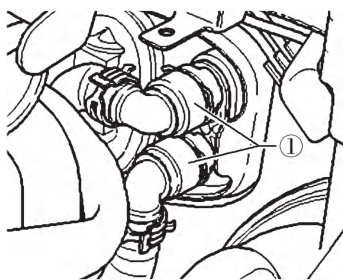
空调暖风系统检修工作页

空调暖风系统的检修		姓名:	学号:
		班级:	日期:
任务要求	学习相关资料，指出汽车空调暖风系统部件在车上的安装位置，描述空调暖风系统的工作原理，在教师指导下完成汽车空调暖风系统故障检修任务。		
任务实施	在对暖风系统进行修理工作之前，先调取收音机的防盗密码，然后将蓄电池的接地线断开。再重新接上蓄电池的时候要对汽车的设备（收音机、时钟、电动摇窗机）进行检验。暖风系统常见的故障有：热交换器漏水、热水阀损坏、管路破裂等。出现故障后要对暖风装置进行拆装、更换。 1. 以速腾轿车为例，拆卸和安装暖风和新鲜空气调节装置。 (1) 拆卸。 提示：调节装置由两个可分离的壳体组成。在拆下调节装置之前，请将旋钮拨到下列位置：将加热调节器拨到“冷”位置；将鼓风机拨到“0”位置；将出风方向拨到“脚部空间”。 ①拆卸收音机；在没有收音机的车辆上拆卸中间挡板、仪表板。 ②先旋出下图 N80-10088 螺栓②和③，再将加热调节器①从中控台拆下。 ③沿下图 N87-10193 箭头①方向转动以松开插座销 A。 ④将下图 N87-10193 插座销 B 按入插座并沿箭头②取出插座 C。 ⑤松开下图 N87-10193 插座销 D 并取出插座 D。   (2) 安装以相反顺序进行，这里要注意旋钮的位置与拆卸时相同。 2. 以速腾轿车为例，进行暖风系统热交换器的拆卸和安装。 操作注意：拆卸时可能存在烫伤危险。在发动机暖机时，冷却系统处于压力下，冷却液温度可能超过 100℃。在维修之前，应根据需要释放压力并降低温度。 (1) 拆卸。 ①拆下排水槽前围；		

续表

任务
实施

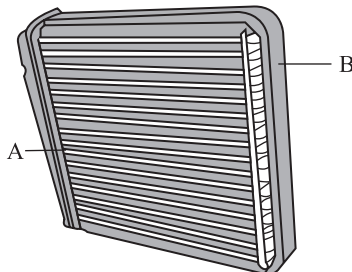
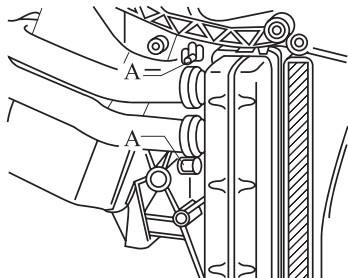
- ②将车间收集盘放在发动机下面；
- ③通过直径为 40 mm 的软管夹松开冷却液软管①，然后脱开至热交换器的冷却液软管；
- ④将一条橡皮管 A 插到热交换器的上接口上；
- ⑤将容器 B 放到下面的接口 C 下；
- ⑥用压力空气枪提前将冷却液从热交换器中射入容器 B；
- ⑦将螺栓（6 mm 内六角）②从热交换器连接接头中旋出；
- ⑧拆卸驾驶员侧的脚部空间饰板；
- ⑨拆下左侧脚部空间出风口；
- ⑩拧出螺栓③，然后取下热交换器饰板；
- ⑪用不渗水的薄膜和吸水性较好的纸片覆盖热交换器下区域内的地毯；
- ⑫解开软管卡箍 A，然后从热交换器中拉出冷却液管路；
- ⑬从加热器中取出热交换器。



(2) 安装。

安装以倒序进行，安装过程中要注意以下几点：

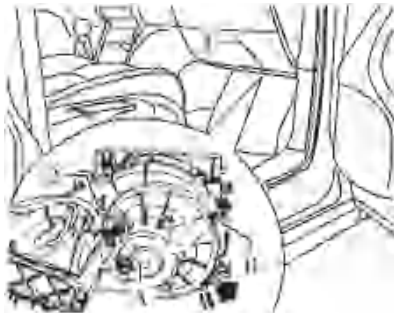
- ①检查热交换器上的密封圈 A 和 B 是否完好，只安装密封圈没有损坏的热交换器。
- ②检查拆卸下的热交换器上的加热装置（在热交换器的柄 A 上）的污染情况。必要时，清除加热装置中的废冷却液中可能存在的脏物和残留物。
- ③将热交换器推到加热装置中。



安装提示：

- ①在推入热交换器时，密封圈应全部更换，注意密封圈在侧面是否安装正确。安装不当的密封圈会卷起，如果密封圈损坏或者没有正确安装，冷空气就会流进热交换器。

续表

任务实施	②如果软管卡箍出现变形,就必须更换。 ③在更换了热交换器之后,应完全更新冷却液。 ④检查冷却液循环的密封性,特别注意冷却液管和热交换器之间的连接。 3. 以速腾轿车为例,进行暖风系统新鲜空气鼓风机的拆卸和安装。 (1) 拆卸。 新鲜空气鼓风机 V2 可在副驾驶员侧从脚部空间进行拆装。 ①从加热器上拆下隔离板。 ②将插头连接 A 从新鲜空气鼓风机 V2 上拔出。 ③将螺栓 B 从新鲜空气鼓风机 V2 上拧出 (1 N·m)。 ④脱开卡子②,然后将新鲜空气鼓风机 V2 沿箭头方向转动取出。 (2) 安装。 安装以相反顺序进行,这里要注意旋钮的位置与拆卸时相同。 
-------------	---

评价与反馈

1. 判断题

- (1) 汽车空调采暖系统的热源一般来自发动机冷却水和废气。 ()
- (2) 利用发动机冷却液的热量提供热源的装置称为水暖式暖风装置,这种供暖多用于轿车和大型货车上。 ()

2. 选择题

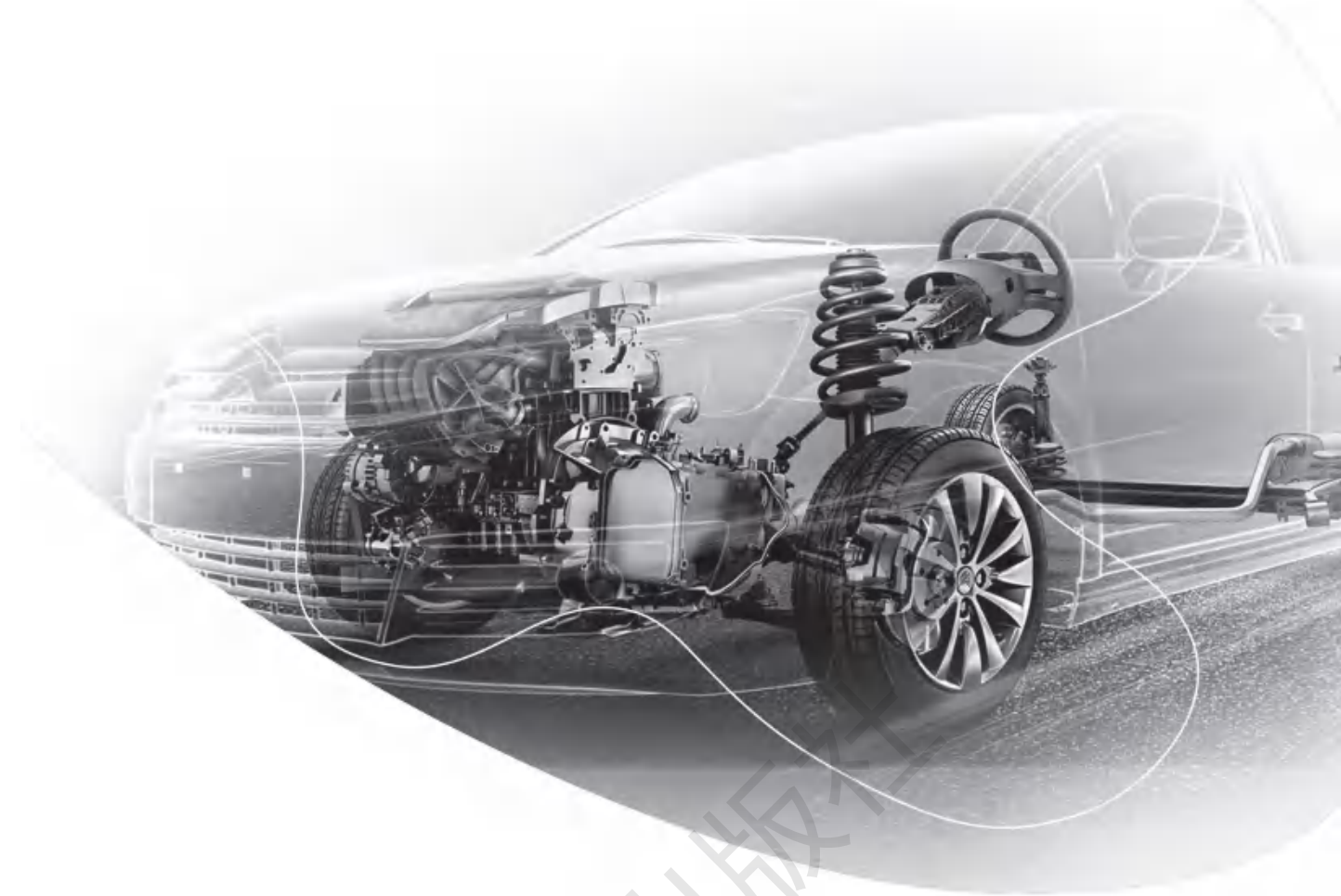
- (1) 小轿车采暖量的强度一般是通过 () 进行调节的。
- A. 风量大小 B. 发动机水温 C. 调节暖水阀 D. 真空膜盒
- (2) 水暖式暖风装置的另一种结构是将加热器和 () 组装在一个箱体内,共用一个鼓风机和壳体,可以实现全功能空气调节。
- A. 蒸发器 B. 冷凝器 C. 热水阀 D. 膨胀阀

3. 填空题

- (1) 汽车空调供暖系统的主要作用是将新鲜空气送入_____,吸收汽车热源的热量,从而提高空气温度,并将_____送入车内的装置。
- (2) 汽车空调供暖系统的作用:一是能与_____一道将车内空气调节到乘客感觉舒适的温度;二是在冬季向车内提供暖气;三是除掉挡风玻璃及车窗玻璃上的_____和_____。
- (3) 汽车空调供暖系统按所使用的热源不同,主要分为_____式、_____式、_____式和_____式四种;其中大客车上普遍采用的是_____式。
- (4) 轿车需要的热量较少,可以用_____的余热来进行直接供暖,简单、经济。

4. 简答题

- (1) 汽车水暖式暖风系统的组成与工作原理是什么?
- (2) 汽车水暖式暖风系统的常见故障有哪些?如何排除?



学习参考

学习任务一 汽车空调系统故障的检修

相关知识

在一定的环境温度和湿度下，人们会感到很舒适，这对于驾驶过程不受影响来说非常重要，对驾驶员无疲劳驾驶和行驶安全有直接影响。目前轿车都装有空调，在不同季节都能给驾驶员提供一个舒适的车内环境。汽车空气调节系统简称汽车空调系统，目的是在任何气候和行驶条件下，为乘员提供舒适的车内环境。人对环境的要求常因体质、年龄、性别、习惯和健康状况的差异而不同，但在正常情况下，多数人的要求还是大致相同的。适宜的温度、湿度、气流以及清洁的空气，构成了汽车空调的四要素，即温度、湿度、气流和洁净度。为完成上述功能，现代汽车空调系统一般由制冷系统、供暖（暖风）系统、通风和空气净化装置及控制系统组成。

一、汽车空调系统的结构组成

1. 汽车空调制冷的物理学基本原理

为理解空调系统及其功能，在此先介绍一些物理学基本原理。

（1）温度。

温度是表示物体冷热程度的物理量，从物理学观点来看没有冷，只有不同温度水平的热。用来量度物体温度数值的标尺叫温标。它规定了温度的读数起点（零点）和测量温度的基本单位。温度的国际单位为热力学温标（K），目前用得较多的还有华氏温标（°F）和摄氏温标（°C）。

提示：我国表示温度通常使用摄氏温标，欧美等国华氏温标使用得比较普遍，两者的换算关系为： $\text{摄氏度} = (\text{华氏度} - 32) \times \frac{5}{9}$ ， $\text{华氏度} = 32 + \text{摄氏度} \times \frac{9}{5}$ 。

（2）湿度。

湿度用来表示空气中水蒸气的含量。湿度较高时，人就会感到不舒适。湿度大小用绝对湿度和相对湿度表示。

（3）冷凝与蒸发。

许多物质可以以三种状态存在：固态、液态、气态，三种状态变换时伴随着热量

交换。物质从液态变为气态时吸收热量，物质从气态变为液态或固态时释放出热量。例如水从液态变为气态的过程叫汽化（蒸发），水从气态变为液态的过程称为冷凝（液化）。物质在某些条件下改变其状态时会发生热交换。空调技术就是采用了这种热交换原理。

（4）压力和沸点。

如果改变液体的压力，那么液体的沸点也会随之改变，如图 1-1 所示。压力越低，液体沸点也越低。压力保持相同时，通过降低温度使气体变为液体（在空调系统循环回路中这个过程在冷凝器中进行），或者通过降低压力使液体变为气体（在空调系统循环回路中这个过程在蒸发器中进行）。为此，汽车空调系统使用了易沸腾的物质，我们称之为制冷剂。

提示：沸腾是在一定温度下液体内部和表面同时发生的剧烈汽化现象。液体沸腾时的温度被称为沸点。

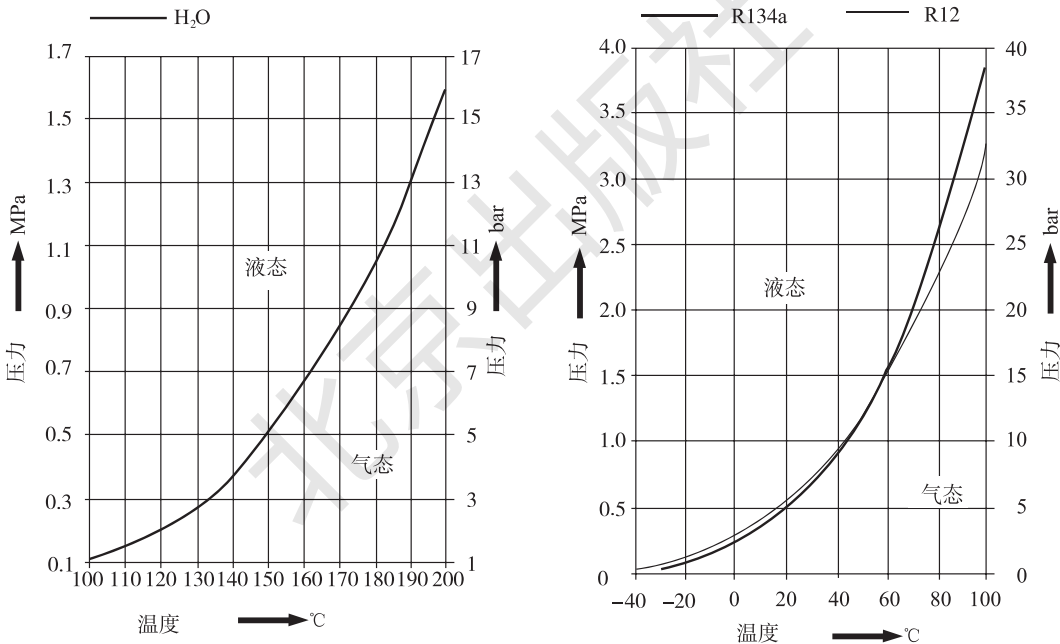


图 1-1 蒸气压力曲线

2. 汽车空调制冷剂的物理学基本原理

制冷剂又称制冷工质，在南方一些地区俗称雪种。它是在制冷系统中不断循环并通过其本身的状态变化以实现制冷的工作物质。制冷剂在蒸发器内吸收被冷却介质（水或空气等）的热量而汽化，在冷凝器中将热量传递给周围空气或水而冷凝。制冷剂在常温下很容易汽化，加压后很容易液化。制冷剂既无毒也不易燃烧，而且不容易挥发。

以前的汽车空调用的制冷剂是 R12（二氯二氟甲烷），这种制冷剂各方面的性能都很好，但因其含有氯原子会破坏大气臭氧层，目前在我国已经停止使用，现在汽车上

广泛采用的制冷剂是 R134a（四氟乙烷），此制冷剂不再含有氯原子。同 R12 无色无味相比，R134a 有轻微的乙醚味道，且比 R12 易吸收水分。R134a 会腐蚀铜和 R12 系统内的各种密封和部件材料，因此绝不允许在 R12 系统内使用 R134a，否则会加速该系统毁坏。

空调系统内所有移动部件都需要利用一种专用机油（制冷剂油）来润滑，制冷剂油必须与制冷剂相容，并且随着制冷剂一起循环。不允许使用其他机油，因为这些机油将导致形成铜镀层、焦化和沉积，造成移动部件提前磨损和损坏。制冷剂油除了起到润滑作用外，还有冷却、密封和降低机械噪声的作用。用于 R134a 的制冷剂油为 PAG（聚亚烷基二醇），制冷剂循环回路中润滑油的分布如图 1-2 所示。

提示：2001 年中国汽车空调行业全部完成了替代 R12 的改造工作，2002 年 1 月 1 日新生产汽车全部停止装配 R12 的汽车空调系统。回收的制冷剂应遵守当地的废弃物处理规定，作为特殊垃圾处理。

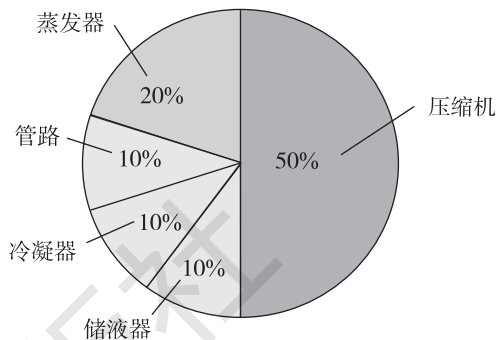


图 1-2 制冷剂循环回路中润滑油的分布

3. 汽车空调制冷系统的结构组成

汽车空调制冷系统主要由压缩机、电控离合器、冷凝器、蒸发器、膨胀阀、储液干燥器、管道、冷凝风扇、真空电磁阀和控制系统等组成，如图 1-3 所示。汽车空调分高压管路和低压管路，高压管路包括压缩机输出侧、高压管路、冷凝器、储液干燥器和液体管路；低压管路包括蒸发器、积累器、低压管路、压缩机输入侧等。

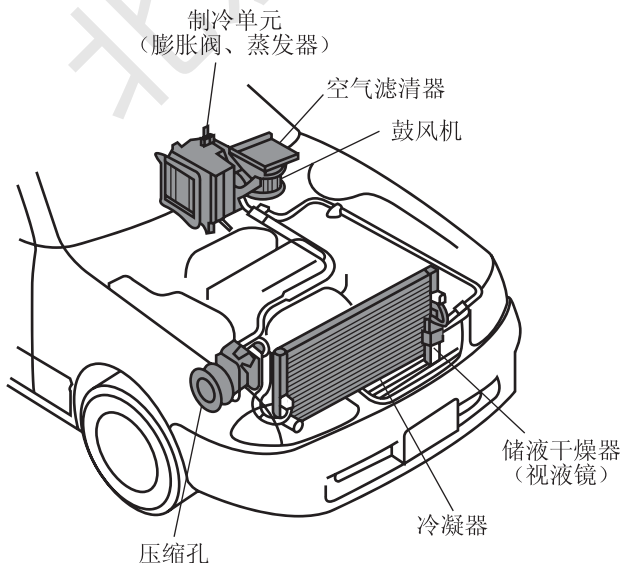


图 1-3 汽车空调制冷系统的组成

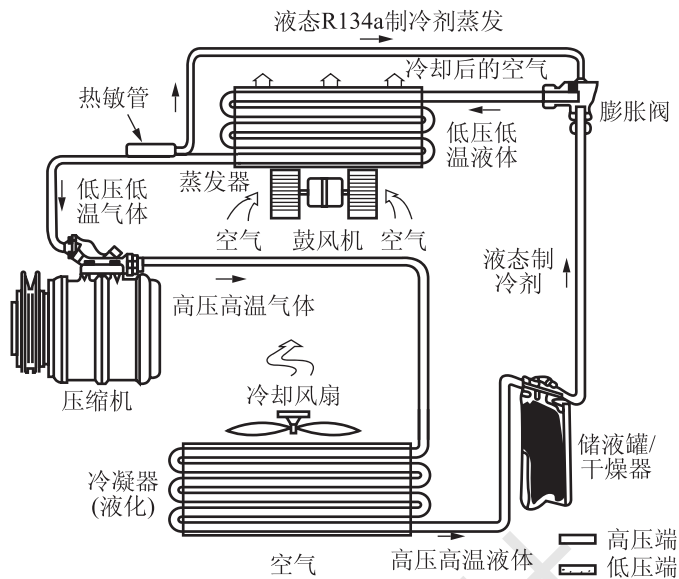


图 1-3 汽车空调制冷系统的组成 (续)

(1) 压缩机。

压缩机是空调制冷系统的核心，是使制冷剂在系统内循环的动力源。压缩机的作用是使制冷剂完成从低压气态到高压气态的转变过程，同时在整个空调系统，压缩机还是管路内制冷剂流动的压力源，没有它，系统不仅不制冷而且还失去了运行的动力。

汽车空调系统的压缩机按工作原理不同，可分为往复式压缩机、螺旋式压缩机、叶片式压缩机和斜盘式压缩机（如图 1-4 所示）。

压缩机的旋转是通过电磁离合器及皮带与发动机曲轴相连取得动力的，这是因为当装在蒸发器出风口的温度传感器感知出风的温度不够低时，它就会通过电路使压缩机的电磁离合器闭合，这样压缩机随发动机运转，实现制冷。而当出风温度低于设定的温度时，它则控制电磁离合器分离，这样压缩机不工作。如果这一控制失灵，那么压缩机有可能不间断工作，使蒸发器结冰造成管道压力超标，最终破坏空调系统甚至造成损坏。

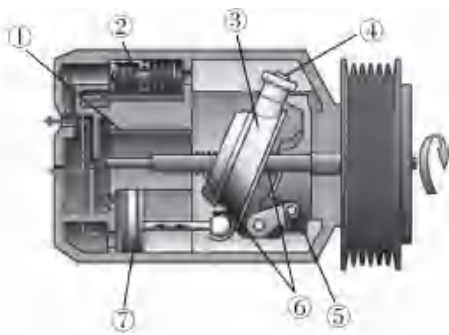


图 1-4 斜盘式压缩机的结构图

- ①-定径节流管；②-调节阀；③-斜盘；
④-输入轴；⑤-驱动毂；⑥-弹簧；⑦-活塞

(2) 冷凝器和蒸发器。

冷凝器和蒸发器都是在一排弯绕的管道上布满散热用的金属薄片，以实现外界空气与管道内制冷剂热交换的装置。冷凝器的冷凝，指的是将其管道内的制冷剂散热并把制冷剂状态从气态凝成液态。冷凝器经常被安装在车头，与水箱一起，共同接受来自前方的散热凉风，以便加快其散热从而冷凝，如图 1-5 所示。

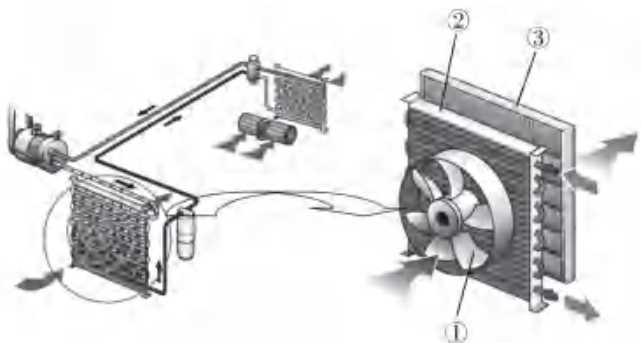


图 1-5 冷凝器

①-冷凝风扇；②-冷凝器；③-散热器

蒸发器与冷凝器正好相反，它是制冷剂由液态变成气态（即蒸发）吸收热量的场所，装在驾驶室内手套箱后部。蒸发器的作用是将经过节流降压后的液态制冷剂在蒸发器内沸腾汽化，吸收蒸发器表面周围空气的热量而降温，风机再将冷风吹到车室内，达到降温的目的，如图 1-6 所示。

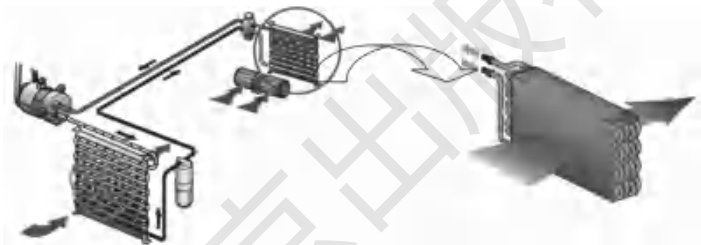


图 1-6 蒸发器

（3）膨胀阀。

膨胀阀是将来自冷凝器的中温高压制冷剂节流，降压成为低温低压的雾状液体，然后送入蒸发器，并能根据蒸发器出口温度，来自动调节进入蒸发器的制冷剂的数量，以防止流经的制冷剂过多而导致压缩机液击，或流经的制冷剂过少而使蒸发器过热。现在汽车大多用 H 型膨胀阀，如图 1-7 所示。

（4）储液干燥器。

储液干燥器是用来储存制冷剂、吸收制冷剂中水分、去除杂质的装置，如图 1-8 所示。一方面，它相当于汽车的油箱，为可能泄漏的制冷剂补充新的制冷剂；另一方面，它又像空气滤清器那样，过滤掉制冷剂中掺杂的杂质；同时储液干燥器中还装有一定的硅胶物质，能够起到吸收水分的作用。

（5）管道。

由于整个空调系统存在一定压力的制冷剂，所以必须采用金属管道。特别是空调系统的高压部分（从压缩机到冷凝器，到储液干燥器，如图 1-8 所示，再到膨胀阀这段），所以空调系统的高压段比其他管道有更高的耐高压要求。

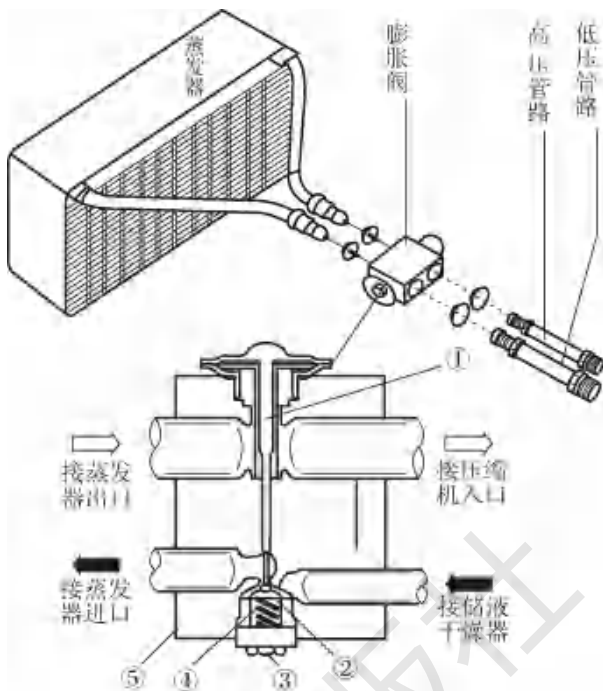


图 1-7 H 型膨胀阀

①-感温元件；②-球阀；③-调节螺栓；④-预紧弹簧；⑤-膨胀阀体

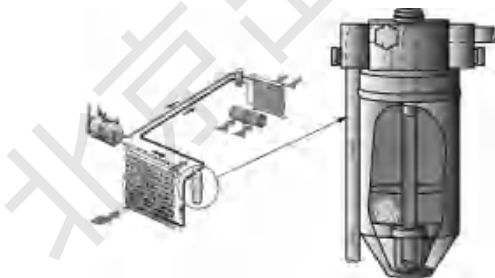


图 1-8 储液干燥器



空调系统制冷的过程

二、汽车空调系统的工作过程

汽车空调系统不产生冷气，而是将热量从车内排到车外。

制冷剂在封闭的循环回路中循环并不断在液态与气态之间转换，其结果是从车内吸收热量并排到车外，实质上就是在液态制冷剂转变为气态制冷剂的过程中，吸收热量达到制冷目的，循环工作过程示意图如图 1-9 所示。

1. 压缩过程

打开汽车空调后，压缩机就在发动机的带动下开始工作，驱使制冷剂 R134a 在密封的空调系统中循环流动，压缩机将低温、低压气态制冷剂压缩为高温、高压气态制冷剂，将高温、高压的气态制冷剂排出压缩机并送到冷凝器。

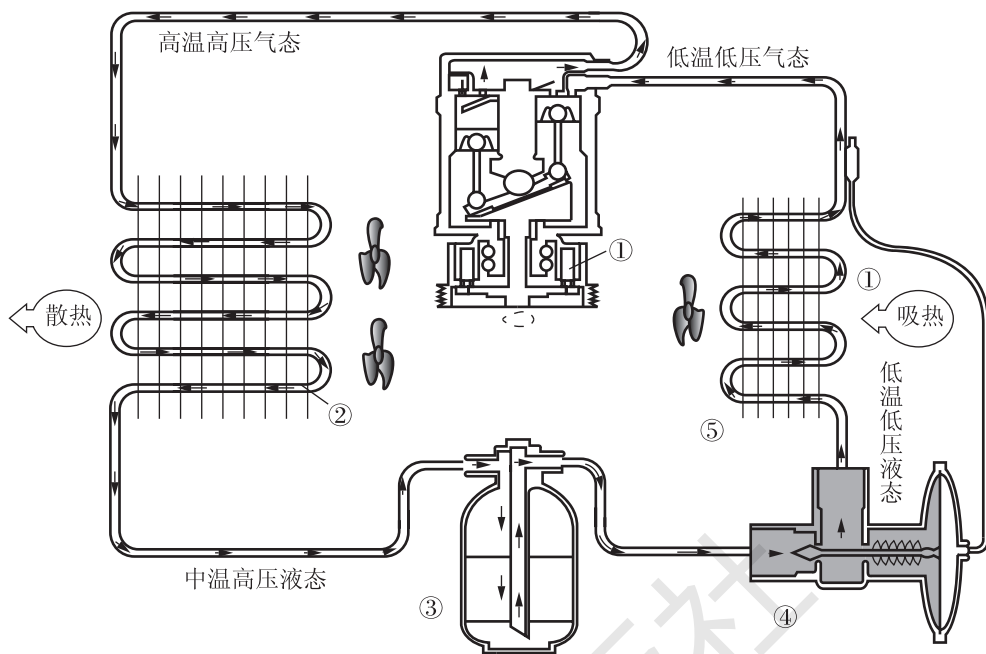


图 1-9 空调系统制冷的过程

①-压缩机；②-冷凝器；③-储液干燥器；④-膨胀阀；⑤-蒸发器

2. 冷凝过程

高温、高压的气态制冷剂经管路流入冷凝器后，在冷凝器内散热降温，这样冷凝器就实现了从蒸发器过来的高温气态制冷剂的冷却，制冷剂变为中温、高压的液态制冷剂，并进入储液干燥器。

3. 干燥过程

中温、高压的液态制冷剂经管路进入储液干燥器中，干燥、过滤，除去制冷剂中的杂质和水分，送入膨胀阀，同时储存小部分液态制冷剂。

4. 节流过程

中温、高压的液态制冷剂经膨胀阀节流，利用节流原理，状态发生急剧变化，变成低温、低压的液态 / 气态制冷剂，进入蒸发器。

5. 蒸发过程

低温、低压的液态 / 气态制冷剂立即进入蒸发器内，在蒸发器内吸收流经蒸发器的空气热量，使空气温度降低，经过鼓风机吹出冷风，产生制冷效果，制冷剂本身因吸收了热量而蒸发成低温、低压的气态制冷剂。

低温、低压的气态制冷剂经管路被压缩机吸入，进行压缩，进入下一个循环，只要压缩机连续工作，制冷剂就在空调系统中连续循环，产生制冷效果；上述过程周而复始地进行，从而达到降低蒸发器周围空气温度的目的。压缩机停止工作，空调系统内制冷剂随之停止流动，制冷过程结束。

三、汽车空调系统的控制

图 1-10 是汽车空调制冷系统的控制电路，包括电源控制、电磁离合器控制和安全控制三部分。

电源控制部分：包括蓄电池、点火开关、保险丝、继电器、鼓风机开关、电磁离合器。电源控制部分的功能是点火开关在接通位置时，只要鼓风机开关闭合（即高中低三挡任一位置上），空调就投入正常工作，也就是说电磁离合器吸合，压缩机工作。



汽车空调系统的控制

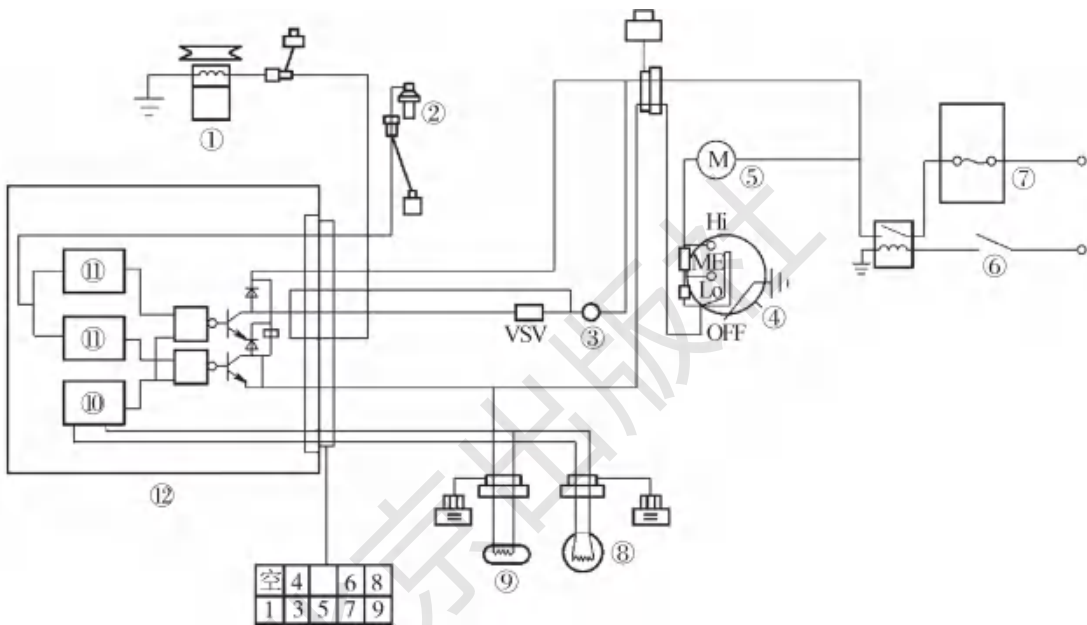


图 1-10 汽车空调制冷系统的控制电路示意图

- ①-压缩机/电磁离合器；②-点火线圈；③-压力开关；④-鼓风机开关；⑤-电动机；⑥-点火开关；⑦-熔断器；⑧-温度调节旋钮；⑨-热敏电阻；⑩-温度检测电路；⑪-发动机检测电路；⑫-放大器

电磁离合器控制电路：电磁离合器通电与否受温度检测电路、发动机转速检测电路和安全控制电路的控制。热敏电阻的电阻值随蒸发器出风口的温度变化而变化，即温度上升时电阻值下降，温度下降时电阻值上升，具有电阻负感温特性。这种电阻值变化被转换为电信号，传到怠速稳定放大器。怠速稳定放大器是控制速度和温度的电路，它相当于很多开关串联在一起，只要有一个开关断开了，继电器就会断电，压缩机就不再运转。

安全控制电路：当制冷系统由于某种原因出现压力、温度异常时，如果没有安全措施，就会发生运行故障，因此，在汽车空调系统中都设有安全控制电路。安全控制电路很简单，就是当系统出现压力异常、温度异常时，通过压力开关、温度开关等，切断压缩机电磁离合器电路，使制冷压缩机停止运转，对制冷系统起到保护和自动控制的作用。

1. 电磁离合器

电磁离合器装在压缩机前端，当空调系统不需要压缩机工作时，电磁线圈内无电流，线圈的吸力消失，在弹簧片作用下驱动盘和皮带轮脱离，压缩机停止工作；当空调开关接通时，电流通过线圈，产生电磁吸力，使压缩机的驱动盘与皮带轮结合，压缩机在发动机的带动下开始旋转，如图 1-11 所示。图中左侧的电磁离合器从动盘⑤与压缩机主轴是通过花键连接的，从动盘上固定了几个弹簧爪⑥，弹簧的另一端固定在摩擦板④上，线圈③固定在压缩机壳体②上，皮带轮①装在轴承上，自由转动。

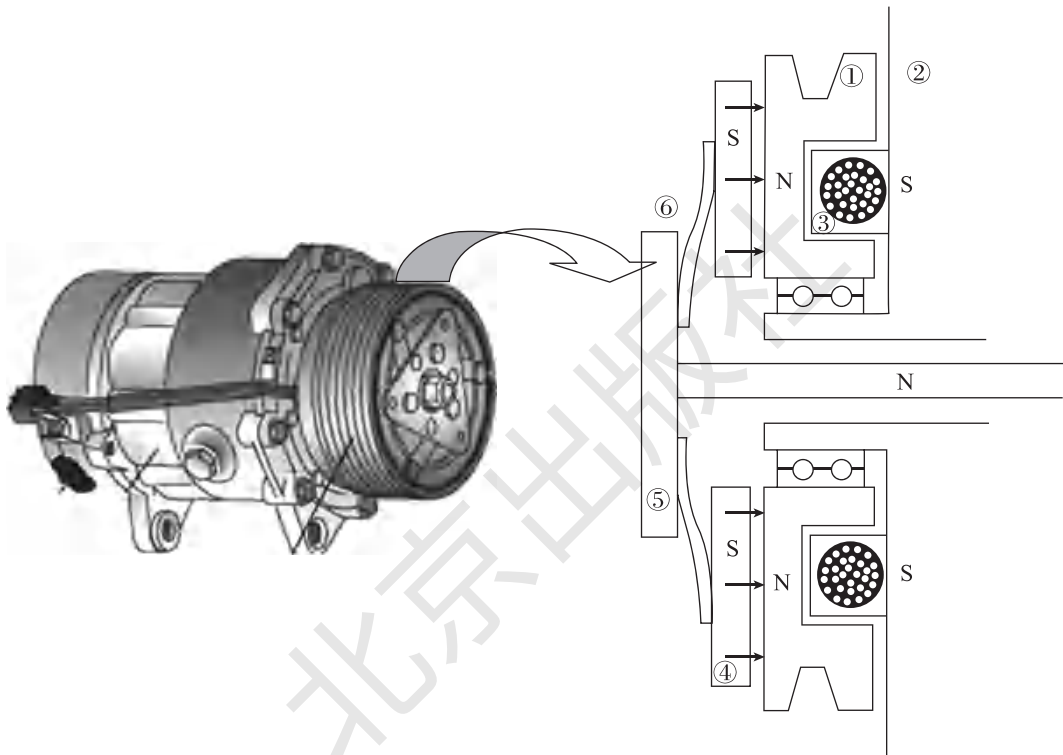


图 1-11 电磁离合器工作原理图

①-皮带轮；②-压缩机壳体；③-线圈；④-摩擦板；⑤-从动盘；⑥-弹簧爪

2. 温度控制器

根据车内温度的变化来自动控制压缩机电磁离合器，以使压缩机开或停，保持车内温度的相对稳定，常用的有机械波纹管式温度控制器。

机械波纹管式温控器是一种热力杠杆式结构，如图 1-12 所示为桑塔纳轿车空调用的温控器，感温管通常插在蒸发器上或安在蒸发器进风口处。

当蒸发器出口温度变化时，毛细管里的气体膨胀，对纹管组件产生一个压力，使得触点闭合，于是电流流过电磁离合器，压缩机开始工作；当温度下降到调节值时，感温管里的气体收缩，波纹管带动摆动支架使触点断开，压缩机停止工作。

当人为拧动外部旋钮带动凸轮逆时针或顺时针方向旋转时，凸轮升程增大或减小，调节杠杆通过弹簧使触点的压力减小或增大，压缩机工作时间就会缩短或增长，使车

内温度上升或下降。

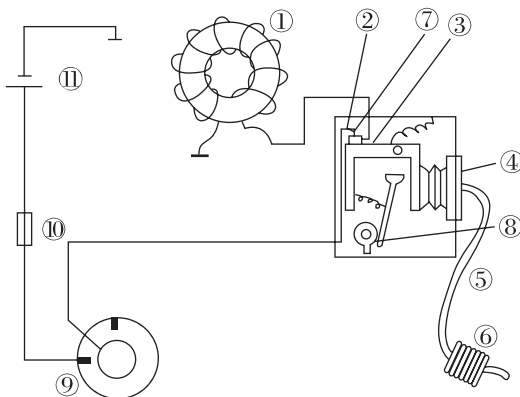


图 1-12 机械波纹管式温度控制器

①-电磁离合器线圈；②-触点；③-弹簧；④-波纹管伸缩管；⑤-毛细管；⑥-感温管；⑦-触点；⑧-凸轮轴；⑨-正极触点；⑩-保险丝；⑪-蓄电池

3. 空调系统保护装置

(1) 低压保护装置。

①环境开关：实际上是一个热敏电阻开关，串入压缩机电路中，安装在汽车室外的进风口处，当温度低于 4℃ 时，环境开关便切断压缩机电磁离合器电流，使压缩机不能启动。

②低压开关：安在储液干燥器上，接收制冷剂高压侧的压力。当系统中高压侧压力高于低压值（0.14~0.28 MPa）时，其膜片在制冷剂压力作用下，使触点闭合，压缩机开始工作；当系统中无制冷剂或制冷剂过少时，膜片在弹簧力作用下，触点打开，压缩机停止工作。

(2) 高压保护装置。

①高压切断开关：安在高压侧管路，与压缩机电磁离合器串联。当系统压力超过 2.3 MPa 时，开关断开，压缩机停止工作，以防损坏机件。

②高压闭合开关：在桑塔纳等轿车空调上设有这种开关，作用是当系统压力超过 2.3 MPa 时，开关闭合，使冷凝器风扇高速运转，以降低系统的温度和压力。

4. 发动机保护装置

(1) 水温保护开关。

水温保护开关装在发动机水箱或冷却水管路中，是一个热敏元件，用来感应发动机水温，以防发动机水温过高。当水温达到 120℃ 时，开关断路，使空调压缩机停止工作；当水温降至 100℃ 时，开关又自动接通。

(2) 加速断流（功率保护）开关。

加速断流（功率保护）开关的作用为当驾驶员需要发动机发出大的功率（如加速踏板踩到底）时，为了减少空调系统的功率消耗，通过它暂时停止空调压缩机的工作，此开关在小型发动机上普遍使用。

（3）怠速保护（低速控制）装置。

发动机怠速时，功率较小，只能维持低速空转，若此时制冷系统工作，则会引起发动机熄火或过热。怠速保护有两种：一种是立即切断空调压缩机的工作；另一种是立即提高发动机的转速，后一种在现代汽车上广泛应用。

拓展知识

汽车空调系统故障的检修

一、实践目的与要求

- （1）能够排除汽车空调不制冷的一般故障。
- （2）能够完成汽车空调制冷剂泄漏故障的诊断与处理。
- （3）会正确加注制冷剂和冷冻润滑油。

二、实践仪器和设备

汽车整车（或空调系统台架）、歧管压力计、电子检漏仪、真空泵、制冷剂。

三、实践步骤

1. 掌握汽车空调不制冷的一般排查方法

- （1）制冷剂质量不过关或制冷剂泄漏。

汽车其他功能一切正常，但空调却不制冷，有可能是使用了劣质的制冷剂，需要更换汽车制冷剂；如果空调制冷剂没有问题，需要检查下是否存在汽车空调制冷剂泄漏的情况。制冷剂泄漏主要表现：汽车空调内外机都工作，压缩机也工作，但汽车空调却没有制冷效果。

对空调不制冷的故障，首先一定要确认故障原因，在确定是泄漏导致不制冷时，检查泄漏点时一定要耐心、仔细，不能想当然而不愿意检查需要拆装的部件。

- （2）压缩机电容损坏或不良。

汽车空调压缩机电容损坏或不良，会导致压缩机不工作。主要表现：汽车空调内外机都工作，但压缩机不转动，且引起过热。

- （3）空调室内温度传感器故障。

若汽车室内温度没有达到设定温度就可能是传感器存在故障，致使空调压缩机停止工作，主要表现：车内达到一定温度后，空调进入停机状态。

- （4）空调内机或外机控制板故障。

此故障主要表现：汽车空调开机后无反应或者汽车空调出现“乱动”的现象。

- （5）空调电源火线地线接反。

在汽车空调重新装机的时候，可能会出现火线地线接反，该情况较为危险，一定



掌握汽车空调不制冷的一般排查方法

要仔细检查，排除故障。

(6) 空调内外机风扇或电容损坏。

如果空调散热风扇损坏，从冷凝器出来的制冷剂温度过高或压力过高；如果是鼓风机风扇损坏，则为蒸发器结霜。

当然，只要汽车空调上的任意一个重要部件出现问题，都会出现汽车空调不制冷的现象，都需要仔细检查排除故障。

2. 汽车空调制冷剂泄漏故障的诊断与处理流程（图 1-13）

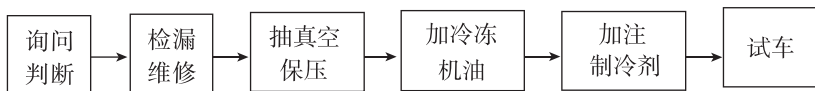


图 1-13 空调制冷剂泄漏故障的诊断与处理流程图

(1) 询问判断。

①询问车主汽车空调的运行状况和故障现象等。

②判断制冷剂储量。启动发动机并打开空调开关至最冷，打开车门，发动机转速 1 500~2 000 r/min，风扇速度最大，观察视野窗判断制冷剂储量。

如果窗内呈透明，发动机转速稳定，无气泡出现，转速变化瞬间，偶尔出现气泡，关闭空调后随即出现气泡，然后渐渐消失，说明制冷剂储量适中。

如果看不到气泡，关闭空调后，窗内处于澄清状态，无泡沫出现，说明制冷剂加注过量，应该释放部分制冷剂。

如果看到间断而微量的气泡，说明制冷剂储量不足；如果是连续不断地出现气泡，或者在空调关闭和开启过程中，没有任何气泡出现，说明制冷剂严重不足或者漏光，应加注。

如果制冷剂储量不足，必须进行空调泄漏的检查与维修。

(2) 检漏维修。

①确定制冷剂泄漏部位。

检漏时，擦净被漏检部位，向空调系统充入 1.2~1.5 MPa 的氮气，用肥皂水溶液涂抹怀疑渗漏的接口、接头、配件等处，若有泄漏，则会出现气泡；也可以用电子检漏仪，查明具体泄漏部位。

②维修泄漏部位。

对相应的泄漏部位的部件按要求进行维修或者更换。

(3) 抽真空保压。

空调系统维修后，需要抽真空去除系统中的水分和空气，而抽真空过程中保压是为了进一步确认系统在低压下无泄漏，具体流程如下。

①分别将高压管接入储液罐的检修阀，低压表接入蒸发器至压缩机低压管路上的检修阀，中间注入软管安装于真空泵接口。

②启动真空泵，打开歧管表高、低压手动阀。

③系统抽真空，使低压表所示为负压，抽真空时间为 10 min。

④关闭真空泵手动阀，真空泵继续运转，打开制冷剂罐，让少量 R134a 进入系统，关闭制冷剂罐阀门。

⑤放置 5 min，观察压力表，若指针继续上升，说明真空下降，系统有泄漏之处，应使用检漏仪检查并堵漏。

⑥继续抽真空 20 min，重复第⑤项，若压力表指针保持不变，说明无泄漏。

⑦关闭高、低压压力表的手动阀，关闭真空泵，停止抽真空，从真空泵的接口拆下中间注入软管，准备注入冷冻机油和制冷剂。

（4）加注冷冻机油和制冷剂。

①加注冷冻机油。

a. 先抽真空，然后关闭真空泵和高、低压手动阀。

b. 将要加入的冷冻机油放至量杯。

c. 将低压软管从表组一段卸下并伸进冷冻机油中，高压软管仍接高压检修阀，中间软管仍接真空泵。

d. 开启真空泵，打开高压手动阀，冷冻机油徐徐加入压缩机中，加注完毕，关闭真空泵及高压手动阀。

②从高压侧加注制冷剂。

a. 重新抽真空，然后关闭高、低压手动阀，将中间软管接在制冷剂罐中，用手拧紧接头，制冷剂罐必须正立。

b. 先顺时针方向旋动注入阀旋转手柄，使阀针扎破罐口，然后逆时针旋转，使阀针抬起。

c. 拧松歧管压力计中间接头，听到气流声且有白气冒出时，立即将其拧紧（目的是排出中间软管的空气）。

d. 将制冷剂罐倒立，打开高压手动阀，当从表组观察孔中观察到液态制冷剂（淡黄色）流入空调高压管内时，立即关闭高压手动阀。

e. 启动空调，使压缩机运转 5 min，然后停机。

f. 重复 d、c 两步，直到加注足量为止。

四、实践注意事项

（1）在操作过程中注意防止制冷剂泄漏到皮肤上，以免冻伤。

（2）规范操作，合理、正确使用工具。

五、实践思考题

上述实践中，从低压端加注制冷剂与从高压端加注制冷剂有何不同？各自的优缺点是什么？

学习任务二 汽车自动空调系统故障的检修

相关知识

现代汽车自动空调控制系统，采用了先进的控制理论和应用了计算机技术，在控制方式、控制精度和舒适性及工作可靠性方面，与传统手动控制空调系统已经有了本质的区别，只要驾驶员设定好所需工作温度，系统即自动检测车内温度和车外温度、太阳辐射和发动机工况，自动调节鼓风机转速和所送出的空气温度，从而将车内温度保持在设定范围内，并适度调节空气质量，美化车内环境。有些高级轿车的空调自动控制系统除了温度控制和鼓风机转速控制外，还能进行进气控制、气流方式控制和压缩机控制，保证系统安全可靠地工作。当系统出现故障时，还可以自动检测和诊断故障部位，用故障代码的方式通知维修技术人员。

一、汽车自动空调控制系统概述

汽车自动空调控制系统的应用，免去了手动调节的麻烦，减轻了驾驶员的疲劳，在人类现代化进程中，使汽车作为代步和运输交通工具的单一性能得以不断地拓展和延伸。

典型的汽车自动空调控制系统的基本组成和工作原理如图 1-14 所示。

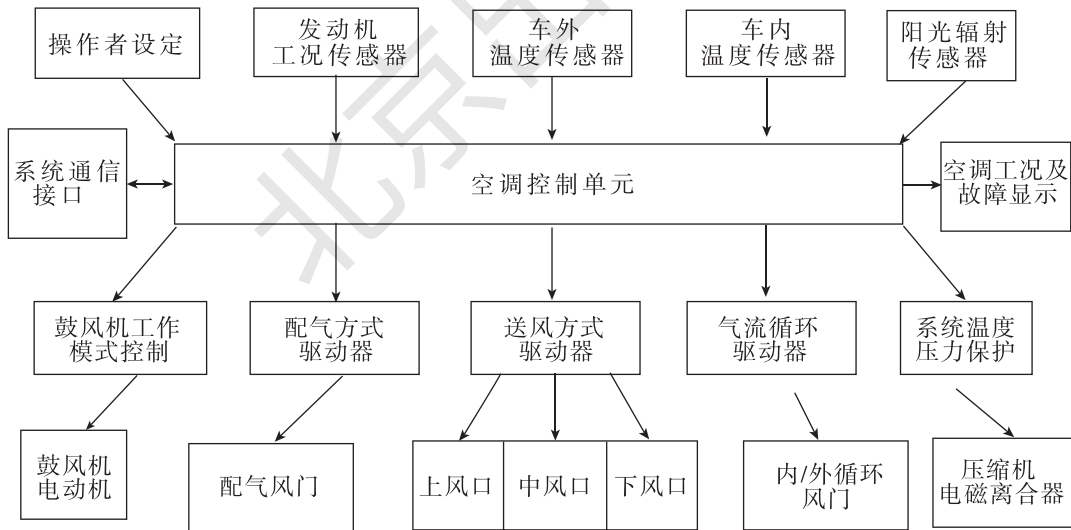


图 1-14 汽车自动空调控制系统的基本组成和工作原理图

汽车自动空调控制系统的基本工作模式为：传感器（设定参数）—控制器—执行器。其中，传感器包括一系列检测车内车外导风管空气温度变化和太阳辐射的传感器，以及发动机工况的传感器，并将它们变成相应的电量（电压、电流、电阻），送入控制器。早期的控制器是由电子元器件（分立晶体管、运算放大器）组成，现代控制器由单片微处理器或组成系统的车身计算机构成，它根据各传感器所检测的温度参数、发

动机运行工况参数和空调系统工况参数，经内部电路分析、比较后，单独或集中对执行器的动作进行控制。这种控制过程，可以计算出设定参数与实际状况的工作差别，精确地控制执行器按照程序完成空调的既定工作。而执行器则采用大量的自动元件，如调速电动机控制的鼓风机、步进电动机控制的风门等，高效、可靠地完成调节空气质量的任務。同时，自动空调还具备完善的自我检测诊断功能，并与汽车其他控制模块交换数据，协调车辆平稳、安全、舒适地运行。

汽车自动空调控制系统基本结构如图 1-15 所示。

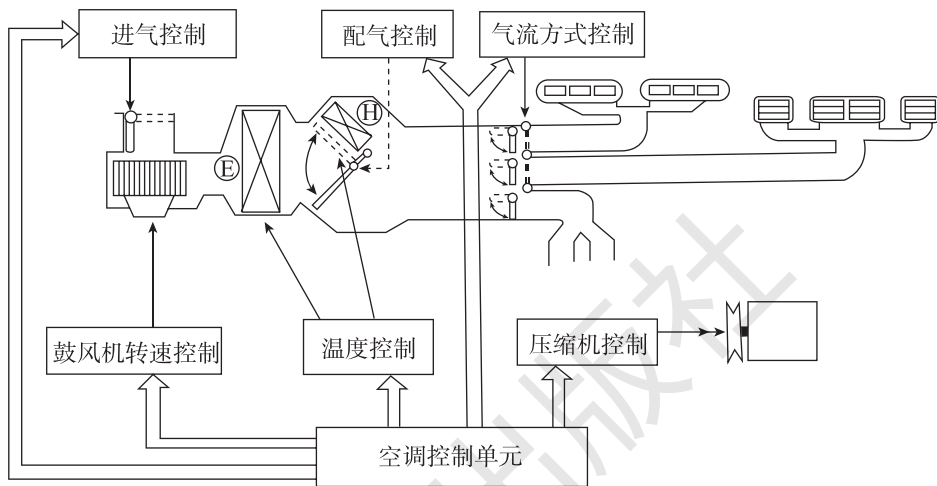


图 1-15 汽车自动空调控制系统基本结构图

E-蒸发器；H-暖风芯

二、放大器控制型的汽车自动空调控制系统

如图 1-16 所示为放大器控制型自动空调系统工作原理图。该系统由电桥—运算放大器组成的比较器电路组成。电桥由车外温度传感器、车内温度传感器、阳光辐射传感器和调温电阻组成，它和比较器 OP_1 、 OP_2 组成一个系统，分别控制升温 and 降温真空电磁阀，将电信号转变成真空信号，调节真空伺服驱动器，带动控制杆对调温门开度、鼓风机转速和热水阀开闭进行综合控制，达到控制温度恒定的目的。

放大器控制型自动空调系统工作过程如下。

当设定的温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，车外温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，空调系统初始运行，在电桥电路中，由于设定调温电阻比传感器桥臂的总电阻小，电桥不平衡，此电桥输出电位 $V_B > V_A$ ，比较器 OP_1 有电流输出，降温真空电磁阀 DV_c 通电工作，使管路与大气相通。比较器 OP_2 无电流输出，升温真空电磁阀 DV_h 截止，切断管路与真空罐的通路，从而使真空伺服驱动器的真空度减少，同时使鼓风机转速上升，空调混合气温度下降。如果设定温度与环境温度相差较大，调温门在控制杆的作用下使通往加热器的空气通道关闭至最小，鼓风机转速达到最大，加快车内降温速度。

随着车内温度逐渐降低，调温电阻与车内温度传感器电阻之间的差值不断减小，直至为零， $V_B = V_A$ ，比较器 OP_1 、 OP_2 均无电流输出， DV_c 关闭大气通道，真空伺服驱

动器维持在最大制冷量时的工作状态，调温门仍然关死，鼓风机高速运转。

当车内温度继续下降，车内温度传感器电阻高于调温电阻值时，电桥电位 $V_B < V_A$ ，比较器 OP_2 输出电流信号，升温真空电磁阀 DV_h 打开真空气路， OP_1 无电流输出， DV_c 关闭大气通路，真空伺服驱动器的真空度增大，膜片克服弹力下移，带动控制杆下移。调温门逐渐打开加热器空气通路，冷空气重新加热，车内温度回升，随着控制杆的下移，反馈电位器电阻不断减小，电桥总电阻差值不断减小，当车内温度达到设定温度时，电桥 $V_A = V_B$ ，即 OP_1 、 OP_2 均无信号输出，真空伺服驱动器保持原工作位置。

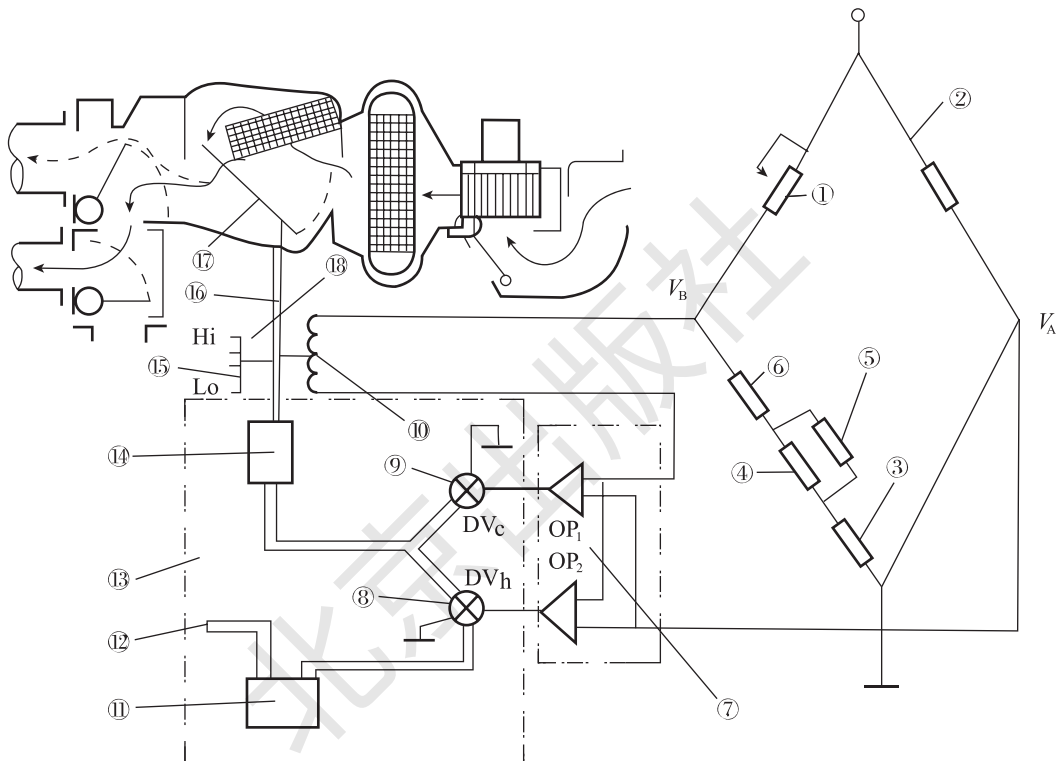


图 1-16 放大器控制型自动空调系统工作原理图

①-调温电阻；②-电桥；③-车外温度传感器；④-阳光辐射传感器；⑤-风道温度传感器；⑥-车内温度传感器；⑦-比较器；⑧-升温真空电磁阀；⑨-降温真空电磁阀；⑩-反馈电位器；⑪-真空罐；⑫-接发动机进气歧管；⑬-真空控制器；⑭-真空伺服驱动器；⑮-风扇转速开关；⑯-控制杆；⑰-温度门；⑱-热水阀开关

由于环境的温度、太阳辐射和其他因素变化使车内温度变化，两个比较器交替工作，输出电流控制真空电磁阀，使真空伺服驱动器调节控制调温门的位置，输出空气温度相应变化，保证车内温度在设定温度范围内。

当空调输出最大制冷量时，真空伺服驱动器控制杆上的装置可切断热水阀开关，加热器不工作，同时控制杆使调温门关闭加热器空气通路。另外，功能选择键在自然风位置时，也不需要加热器工作。鼓风机在需要制冷量较大时高速工作，在不需要制冷或制冷较少时，低速运行。

随着微电子技术的应用，这类放大器控制型自动空调系统已逐渐淘汰。

三、计算机控制型的汽车自动空调控制系统

计算机控制型的汽车自动空调系统，不仅能按照乘客的需要吹出最适宜温度的风，而且可以根据实际需要调节风速、风量，极大地简化了操作。在计算机控制的自动空调系统中，每个传感器独立地将信号传送至自动空调系统放大器（自动空调 ECU），控制器根据在自动空调系统中预置程序，识别这些信号，从而独立地控制各个相应的执行器，如图 1-17 所示。

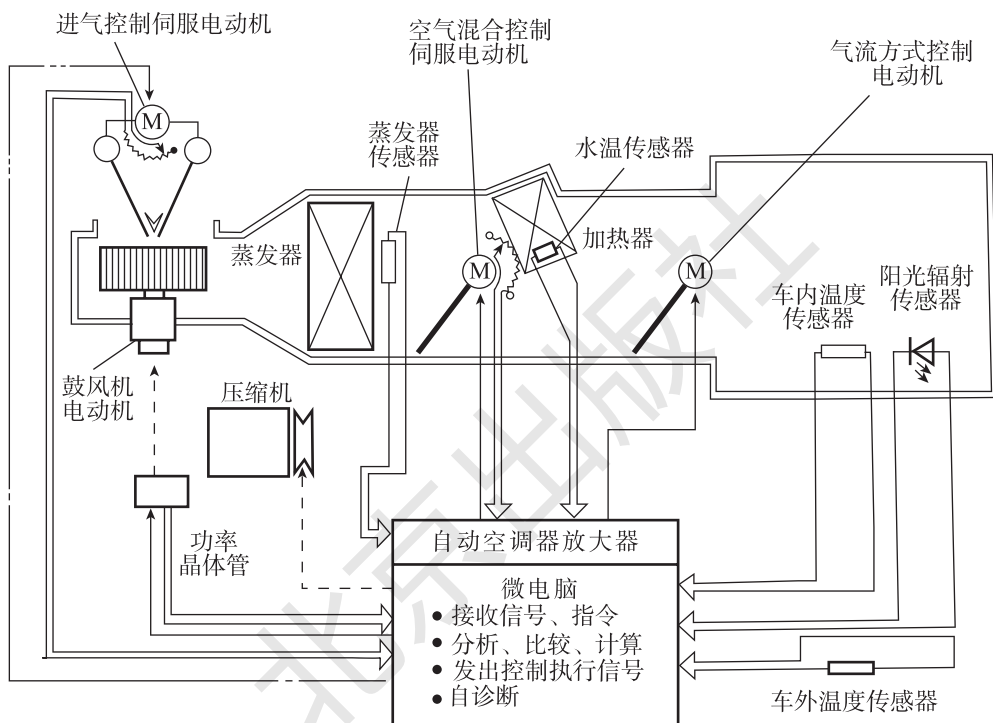


图 1-17 计算机控制型的汽车自动空调系统基本结构图

计算机控制型的汽车自动空调控制系统，具有以下诸多功能。

1. 空调控制

空调控制包括温度自动控制、风量控制、运转方式给定的自动控制、换气量控制等，满足乘客对空调舒适性的要求。

2. 节能控制

节能控制包括压缩机运转控制、换气量的最适量控制、随温度变化的换气控制、自动转入经济模式运行、根据车内外温度自动切断压缩机电源等。

3. 故障、安全报警

故障、安全报警包括制冷剂不足报警、制冷压力低或高报警、离合器打滑报警、各个控制部件的故障报警等。



计算机控制型的汽车
自动空调控制系统

4. 故障诊断存储

汽车空调系统发生故障后,计算机将故障部位用代码的形式存储起来,在需要修理时指示故障的部位。

5. 显示

显示包括显示给定的温度、控制温度、控制方式、运转方式的状态等。

输入信号有三种:①车内温度传感器、车外温度传感器、阳光辐射传感器等各种传感器传来的信号;②驾驶员设定的温度信号、选择功能信号等;③由电位器检测出空气混合风门的位置信号等。

输出信号也有三种:①为了驱动各种风门,向真空开关阀或伺服电动机输送的信号;②为了调节风量,向鼓风机马达输送的调节电压信号;③向压缩机输送的起停信号。

为了保证车内温度不变,计算机必须根据传感器实时监测的车内温度,不断调节空调器送出的空气温度和送风量。同时由于车内空间狭窄、车窗多、车体受阳光辐射的影响较大,因此还必须对车内送风温度进行修正。此外,还有由于冷却液温度变化而进行的对加热量的修正,以及在经济模式运转时,由于压缩机停止运转而进行的对蒸发器出口温度上升的修正等。

汽车空调送风量是决定车内温度的重要因素之一。计算机控制系统根据车内温度与给定温度之间的偏差,对送风量进行连续的、无级的调节。夏季,当蒸发器冷却温度变化时,送风量应随之改变,即送风温度低时应减少送风量,送风温度高时应增加送风量。冬季,当水温低不能充分供暖时,若仍然送风会使得乘客感觉不适,自动控制机构可使送风中斷,由预热器加热空气,使空气温度上升,待温度正常后,又开始送风。

车外新鲜空气与车内循环空气的自动切换也是通过计算机进行控制的。在炎热的夏季,车内温度较高,为了迅速降低车内温度,可暂时不使用车外新鲜空气。当空调系统使车内温度下降到一定温度后,自动切换装置可进行新鲜空气、循环空气的风门切换,按一定比例引入新鲜空气。此外,对玻璃窗上的除霜,也需要进行新鲜空气与循环空气的自动切换。在冬季或夏季雨天,必须除去玻璃窗上的结霜和凝露,以保证驾驶员的安全操作和乘客视线的清晰。在驾驶员前方有除霜送风口吹出热风,在仪表盘两侧也装有侧面除霜送风口。

根据乘客对吹风的要求,吹风口可自动切换,上方和侧面吹风口吹出凉风,而下方则吹出暖风,可满足乘客头凉脚暖的舒适性要求。如车内温度设定值为 25°C ,夏季车外温度为 35°C 时送凉风,空气经蒸发器冷却后由冷风口吹出;在春、秋季节,车外温度接近车内给定温度,则采用经济运行模式,此时压缩机停止运转不制冷,这种换气模式既经济又节能。在冬季,当车外温度低于 15°C 时,空调供暖循环开始工作,加热后的空气由下部暖风口送出。

夏季阳光辐射量的变化是修正项之一。由于汽车玻璃窗面积大,车内热负荷明显增加,使车内温度升高,因此通过对阳光辐射量的修正使送风温度降低,同时混合空气调节器对车外新风量和车内回风量进行调节,以使车内温度满足要求。对于使用变容量压

缩机的制冷系统，压缩机的节能输出会使蒸发器温度上升，这时计算机可自动调节混合风门位置，保持输出空气温度不变，使车内温度恒定。计算机控制型的汽车自动空调系统的工作方式设定，只需轻轻触摸一下电子触摸板按钮即可实现一切空调功能。

四、汽车自动空调控制系统的传感器和控制执行器件

汽车自动空调系统的传感器和控制执行器件典型结构如图 1-18 所示。

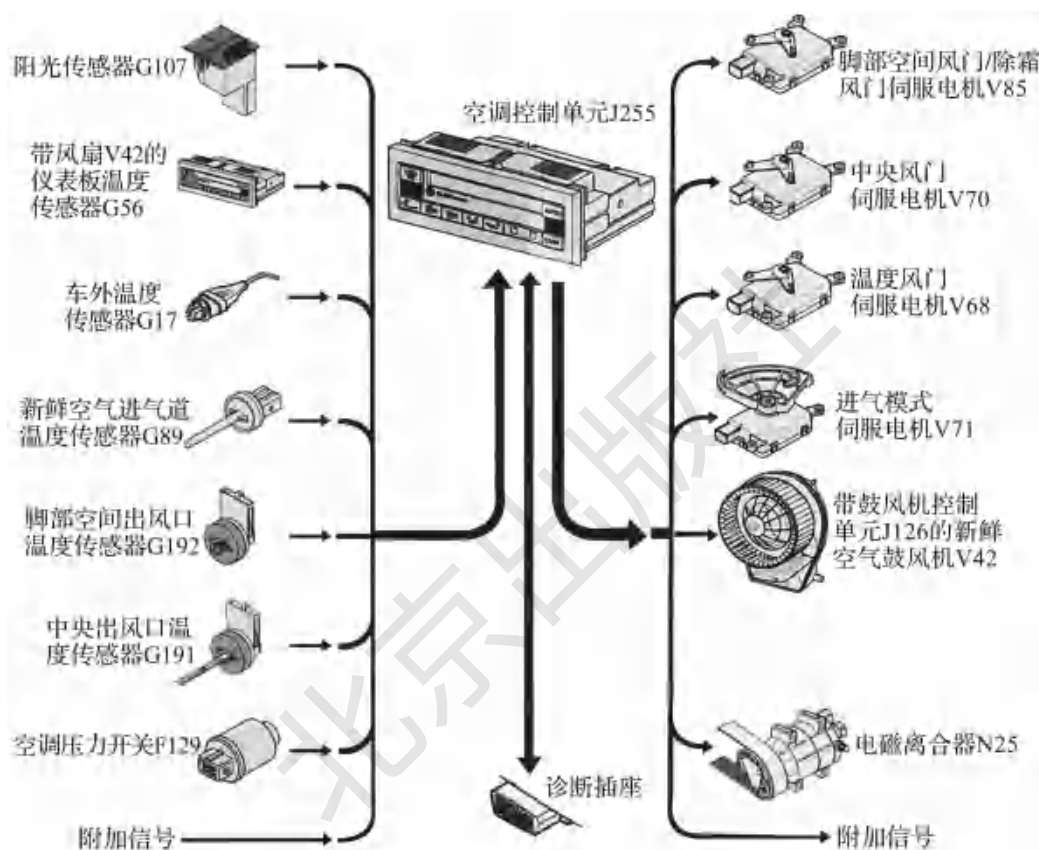


图 1-18 汽车自动空调系统的传感器与控制执行器件组成图

1. 传感器

(1) 温度传感器。

汽车空调自动控制系统使用了很多不同类型的温度传感器，但采用最多的还是负温度系数的热敏电阻（NTC）。热敏电阻（NTC）阻值的变化是随着温度的升高而减小，反之，则电阻变大，其特性曲线如图 1-19 所示。

① 车内温度传感器（室温传感器）。

车内温度传感器吸入车内空气，以确定车内的平均气温。以前多采用电动机型车内温度传感器（采用电动机吸入空气），现在

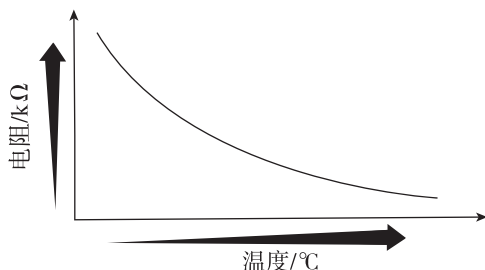


图 1-19 热敏电阻（NTC）特性

普遍采用气流通过暖气装置的吸气型。使用这种采集温度的方式，可以克服轿车内空间狭小、温度分布不均匀的缺点，如图 1-20 所示。

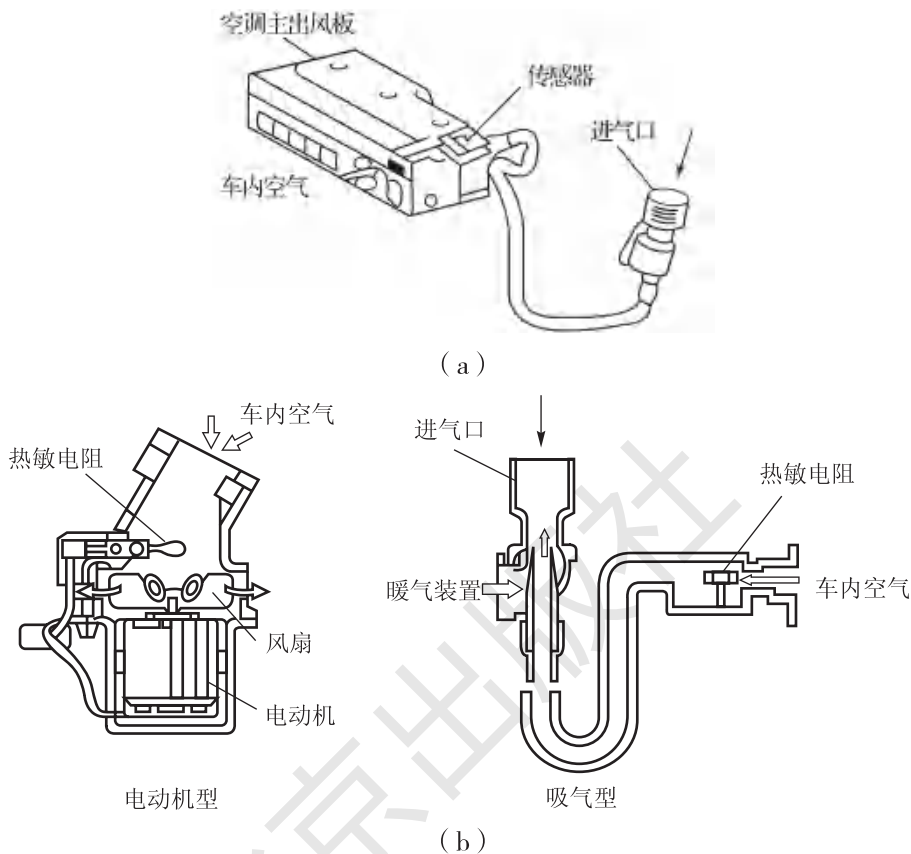


图 1-20 车内温度传感器

②车外温度传感器（环境温度传感器）。

如图 1-21 所示，车外温度传感器通常封装在一个注塑料树脂壳内，以防止受潮和避免对温度的突然变化做出反应，适度的惰性使其能准确地检测到车外的平均气温。

③蒸发器温度传感器。

蒸发器温度传感器检测通过蒸发器的空气温度。如图 1-22 所示，在采用热敏电阻型除霜设备的空调器中，蒸发器通常安装有两个热敏电阻：一个用于除霜设备，另一个用于蒸发器温度传感器。

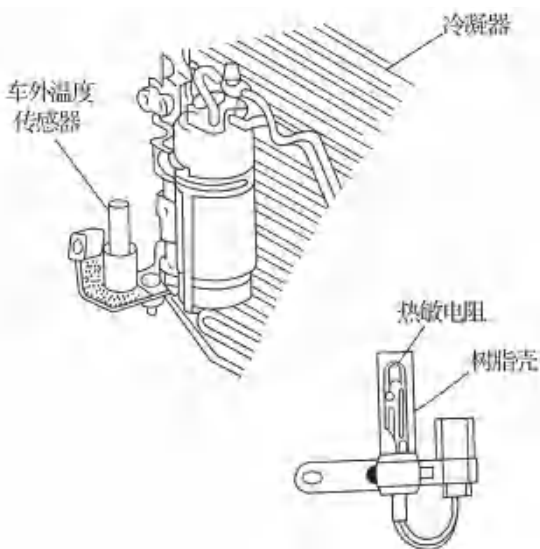


图 1-21 车外温度传感器

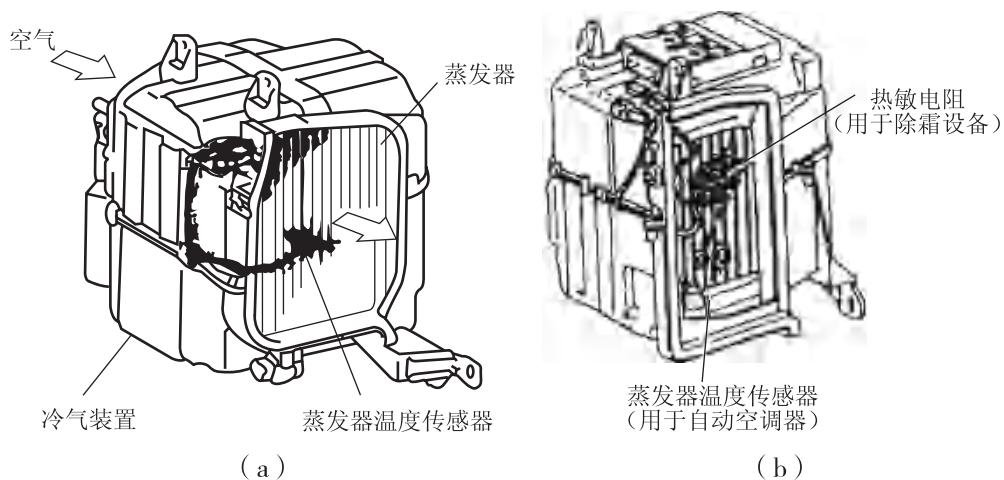


图 1-22 蒸发器温度传感器

(2) 阳光辐射传感器（热辐射传感器）。

阳光辐射传感器一般采用光电二极管制成，它能检测太阳能辐射的变化，并将太阳能辐射转换为电流的变化，送入微处理器，它的安装位置和特性曲线如图 1-23 所示。

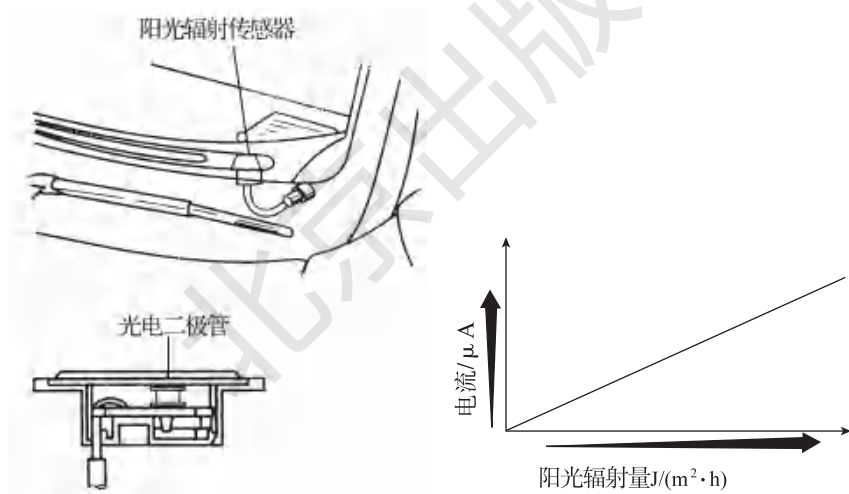


图 1-23 阳光辐射传感器

(3) 烟雾传感器。

烟雾传感器由传感器本体和盖子组成，传感器本体内有发光二极管和光敏二极管，以及程序控制电路，传感器盖上有一些通风槽，以便于空气流通。

当传感器检测到烟雾的含量达到设定值时，即向微机发送一电压信号，微机即指示空气过滤装置工作。

发光二极管间断性发射红外线脉冲，由于安装位置的关系，在车内有烟雾的情况下，烟雾传感器内有烟雾微粒，微粒将反射红外线脉冲，光敏二极管接收红外线信号脉冲后，即测出车内烟雾含量，如图 1-24 所示。

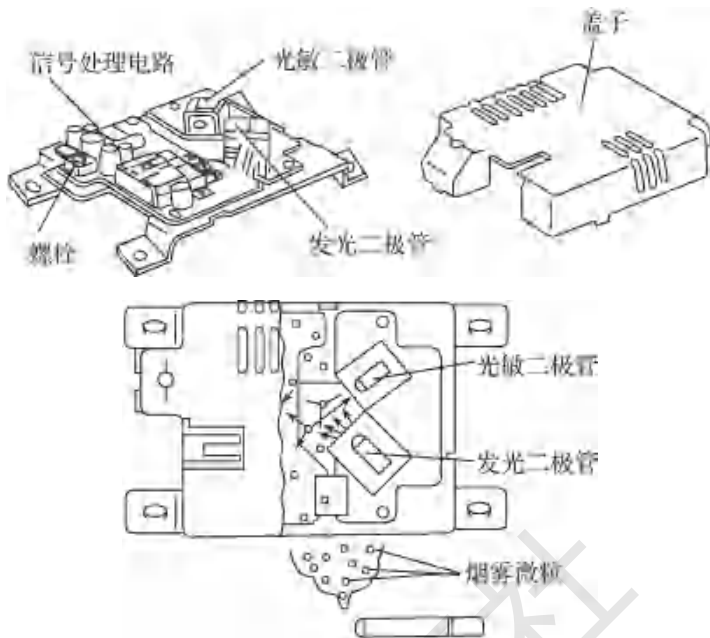


图 1-24 烟雾传感器

(4) 系统共有传感器。

除了上述自动空调系统主要的传感器外，普通空调所有的传感器自动空调系统也都有设置。另外，在计算机控制的自动空调系统中，与发动机、车身工况有关的各类传感器，如发动机转速、冷却水温度、节气门位置等，都将信号与其共享。

2. 控制器

控制器可分为两种类型：一种是采用 IC（集成电路）控制的自动空调系统，称为放大器控制型自动空调系统；另一种是采用微处理器控制的空调系统，则称为计算机控制型自动空调控制系统。这些控制器也可称为系统放大器、自动空调系统放大器，或者空调系统 ECU（空调系统模块）。

图 1-25 所示为计算机控制型自动空调控制系统的基本组成，其控制原理如下。

系统传感器包括光照传感器、温度传感器、转速传感器、压力传感器等，向微处理器提供信号的输入；驾驶员的一些操作，如空调的启动、温度及送风运行方式的选择等，也经过操作面板轻触开关传送给微处理器。输入的信号中既有用作状态指示的开关量数字信号，也有连续变化的用于调节、控制的模拟信号，对于模拟信号则通常由微处理器内部进行模数（A/D）转换后采用。

自检及状态指示，是系统工作的初始化过程，当系统正常时，一般由仪表板或信息中心的状态显示屏或者指示灯来告诉驾驶员可以操作。

输出控制信号实际有两种：一是对需要较大电流的元件，如电磁阀、鼓风机等，输出信号去驱使驱动单元（模块）间接控制；二是对于小电动机、继电器、阀门的启闭等，则由微处理器直接输出驱动。

诊断接口是为空调系统出现故障检修时用的，通常还与整车微机控制系统经 CCD

总线互联，使传感器信号和空调系统工作状态信号与全车微机共享，防止重复设置传感器和数据冲突。

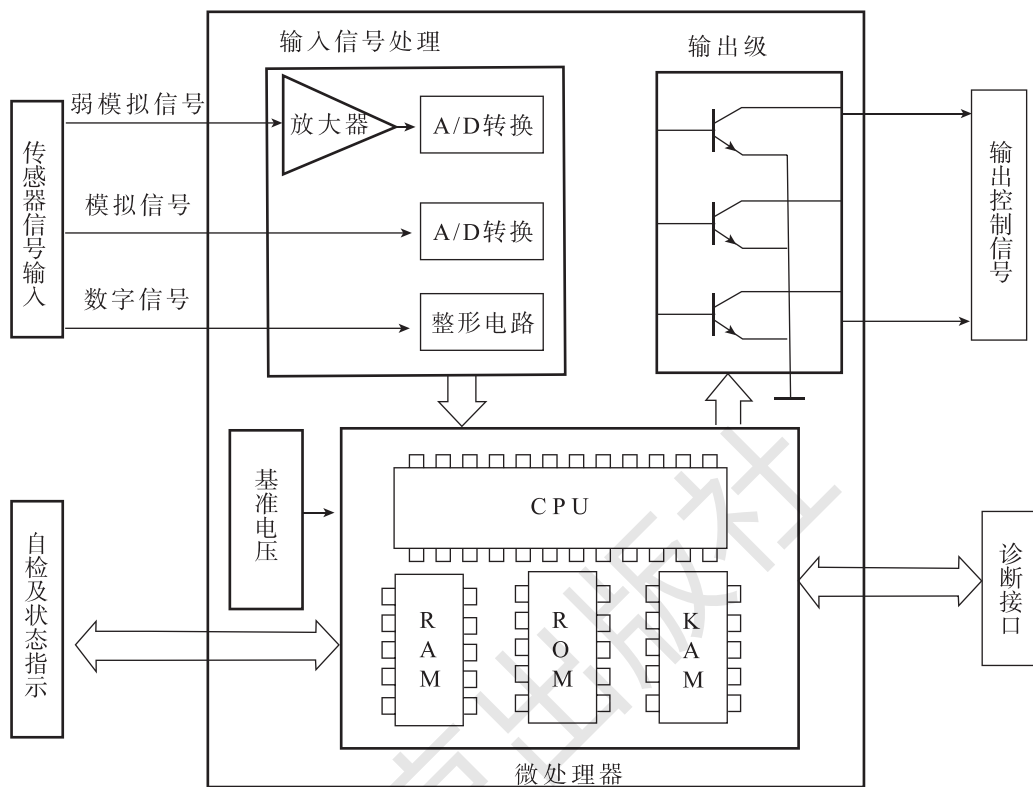


图 1-25 计算机控制型自动空调控制系统的组成

空调控制单元模块与普通单片机结构基本相同，但根据汽车空调使用的特点，除了装有 ROM、RAM 外，还设置了可保持存储器 KAM，其工作原理与 EEPROM 相似。微处理器能从 KAM 中读取信息，也能把信息写入 KAM 中，或者擦除 KAM 中的信息。当点火开关断开时，KAM 仍能保持信息，但当微处理器与蓄电池电源断开时，KAM 存储器中的信息可能被擦除。这种 KAM 存储器在微处理器中，具有利用自适应输入或输出的微小缺陷能力，具备自学习的能力。例如，温度传感器向它输入的电压在 0.45~0.6 V 之间变化，如果给一个旧传感器 0.3 V 的信号，微处理器就认为这个信号为器件损坏症状，并把变更了的数据存储在 KAM 中。于是，微处理器在以后的处理中就参照这个新的标定，空调系统就可以保持正常的性能。如果传感器的输出信号不稳定，或者超出正常范围，微机就不接受该信号。当然，系统的自适应能力需要在下列情况出现时，有一小段学习时间，即断开蓄电池电源后，或者更换空调系统的某个模块以后，装在新车上时，这个学习时间一般为 5 min 左右。

微处理器的工作通常按以下四个步骤进行。

（1）输入。

传送来自输入装置的电压信号，输入装置可以是传感器或是由驾驶员操纵的开关。

（2）处理。

微处理器采集输入信号并将它与程序指令比较，逻辑电路把输入信号处理成输出指令。

（3）存储。

程序指令存储在电子存储器中，某些动态信号也存储在其中便于处理。

（4）输出。

微处理器处理完传感器输入信号，并核查其程序指令后，向各个输出装置发出控制指令，包括向仪表板显示和总线提供的共享数据。典型的自动空调系统控制面板如图 1-26 所示。

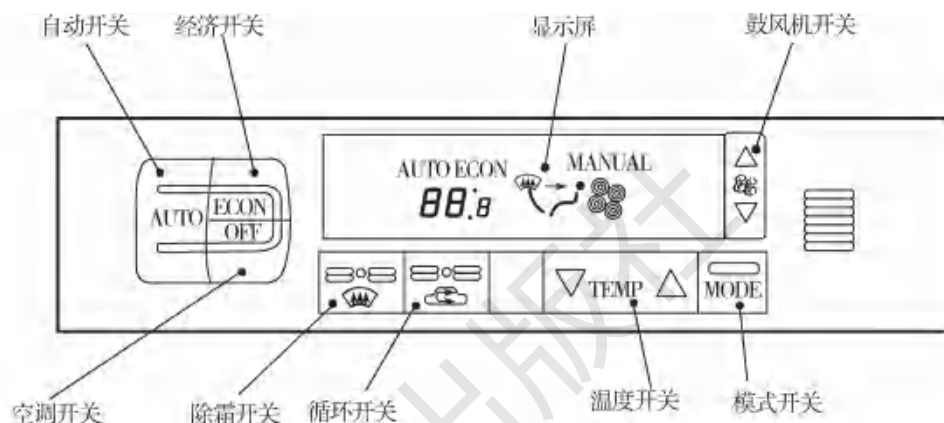


图 1-26 自动空调系统控制面板

3. 执行器

汽车空调自动控制系统的执行器，主要是对鼓风机、电动机、压缩机、风门伺服电动机等动作部件进行控制。由于在自动空调系统中，这些部件和在手动空调系统中的工作大不相同，所以采用了先进的控制理论和控制方法。

（1）鼓风机。

鼓风机是空调系统十分重要的执行器。为了达到高效、舒适调节车内空气的目的，自动空调系统对鼓风机转速的控制，通常采用以下几种方式。

①晶体管与调速电阻组合型。

鼓风机控制开关有自动挡（或经济运行模式）、不同转速的人工选择模式。当鼓风机转速开关设定在自动挡时，它的转速由微处理器根据传感器参数和人为设定的参数控制，晶体管导通电流的大小，决定鼓风机的转速。若是人工选择模式，则空调取消自动控制功能，执行人工设定的转速，其电路结构简图如图 1-27 所示。

②脉冲控制全调速型。

目前，较为先进的鼓风机调速电路采用脉冲控制全调速型，在很多车上已经开始使用，其原理结构如图 1-28 所示。

这种鼓风机转速控制系统是由微处理器根据系统送风量的要求，控制内部脉冲发生器，提供不同占空比的导通信号，调速模块中一般由大功率晶体管组成驱动鼓风机

电路，完成对其转速的无级控制。

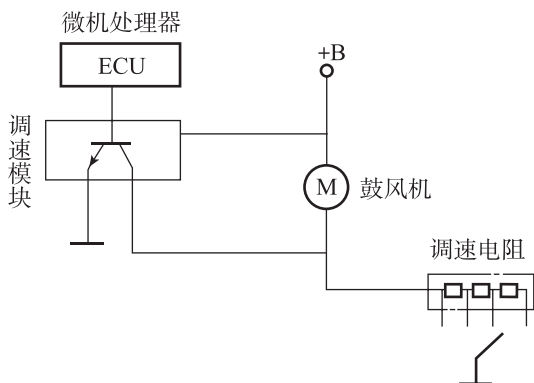


图 1-27 组合型调速电路

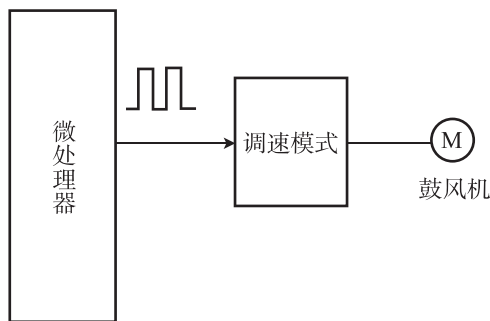


图 1-28 脉冲调速式鼓风机电路原理图

采用这种调速方式，既可以将功率损耗降至最低，又可以在一个很大范围内实现无级调速的功能，是较为先进的一种控制方式。

（2）压缩机。

先进的空调自动控制系统很多都采用了可变排量压缩机的控制技术，它可以根据空调系统的制冷负荷或发动机的工况，来控制压缩机的排气量以达到改变制冷量的目的，从而减少不必要的能量浪费，减轻发动机的负载。

轿车空调压缩机是由发动机直接驱动的，对于定排量压缩机汽车空调系统，用蒸发器出风温度来控制压缩机电磁离合器吸合或脱离，用间歇运行来控制系统制冷能力和车内空调负荷相适应。这种控制方式除了车内空调温度波动大、系统的频繁开停的不可逆损失使系统能耗增加等缺点外，最大的一个问题是压缩机的周期性离合对汽车发动机引起的干扰，这种情况在汽车发动机容量较小时显得更为突出。为了解决这个问题，变排量发动机应运而生。

所谓的变排量压缩机，结构是基于传统的斜盘式或摇板式压缩机，传统的斜盘式压缩机中，斜盘的偏转角度是固定不变的，即活塞的最大行程是固定的。而升级为可变排量压缩机后，调节斜盘的角度，从而调节活塞的最大行程，改变压缩机的排气量。

相对于传统的定排量压缩机系统，需要在压缩机前端安装电磁离合器控制压缩机间歇工作，用以调节制冷量，可变排量压缩机取消了电磁离合器，通过活塞行程的无级连续调节，调节制冷量，降低能耗，其结构如图 1-29 所示。

可变排量压缩机变排量的控制方式有两种：一种是机械式可变排量，即在压缩机内部有调节阀，依据空调的管路压力自适应地改变压缩机的排量；另一种是电控可变排量，在原机械调节阀的基础上增加了一个电磁调节阀，空调控制单元从蒸发器出风温度传感器获得信号，对压缩机的功率进行无级调节，其内部构造如图 1-30 所示。

压缩机内部有三个压力：一是压缩机的吸入低压的制冷剂的压力；二是压缩机排出的高压制冷剂的压力；三是斜盘所在的曲轴箱的压力，这个曲轴箱内的压力基本是大于或等于压缩机的吸入压力，而远小于压缩机的排气压力。



图 1-29 可变排量压缩机结构图

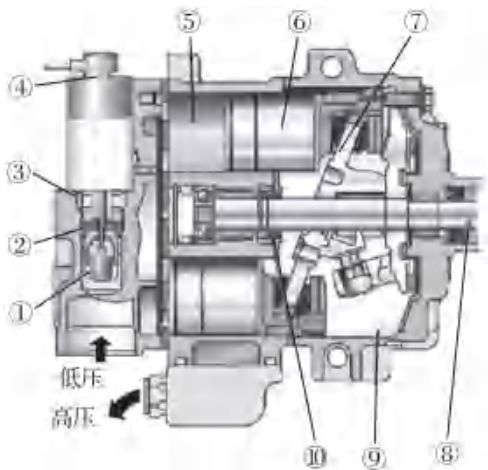


图 1-30 可变排量式压缩机内部构造图

- ①-进气压力；②-高压；③-曲轴箱压力；④-空调压缩机调节阀；⑤-压缩室；⑥-空心活塞；⑦-斜盘；⑧-驱动轴；⑨-曲轴箱；⑩-回位弹簧

控制阀用于调节曲轴箱内的压力，当曲轴箱压力等于压缩机的吸气压力时，压缩机处于最大排量；当控制曲轴箱压力高于吸气压力时，斜盘角度减小，压缩机的排量减小，其工作原理如图 1-31 所示。

控制阀由机械元件和电磁单元组成。机械元件按照低压侧的压力关系借助于一个位于控制阀低压区的压敏元件来控制调节过程，电磁单元由操纵和显示单元通过 500 Hz 的通断频率进行控制。

电控可变排量压缩机在无电流的状态下，调节阀阀门打开，压缩机的高压腔和压缩机曲轴箱相通，高压腔的压力和曲轴箱的压力达到平衡。满负荷时，阀门关闭，曲轴箱和高压腔之间的通道被隔断，曲轴箱的压力下降，斜盘的倾斜角度加大直至排量达到 100%；关掉空调或所需的制冷量较低时，阀门开启，曲轴箱和高压腔之间的通道被打开，斜盘的倾斜角度变小直至排量低于 2%。当系统的

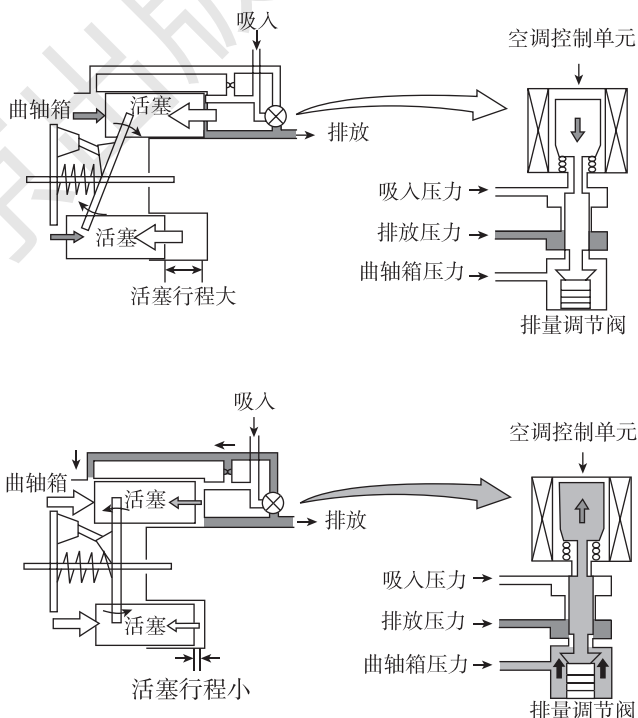


图 1-31 可变排量式压缩机工作原理图

低压较高时,真空膜盒被压缩,阀门挺杆被松开,继续向下移动,使得高压腔和曲轴箱被进一步隔离,从而使压缩机达到 100% 的排量。当系统的吸气压力特别低时,压力元件被释放,使挺杆的调节行程受到限制,这就意味着高压腔和曲轴箱不再能完全被隔断,从而使压缩机的排量变小。

新结构皮带轮离合器,电控调节变排量压缩机采用了新结构皮带轮,如图 1-32 所示。皮带盘由皮带轮和随动轮组成,通过一橡胶元件将皮带轮和随动轮有力地连接起来。当压缩机因损坏而卡死时,随动轮和皮带轮之间的橡胶元件的传递力急剧增大,皮带轮在旋转方向将橡胶元件挤压到卡死的随动轮上,橡胶元件产生变形,对随动轮产生的压力增大,随动轮随之产生变形直至随动轮和皮带轮之间脱离连接,从而避免了皮带传动的损坏。

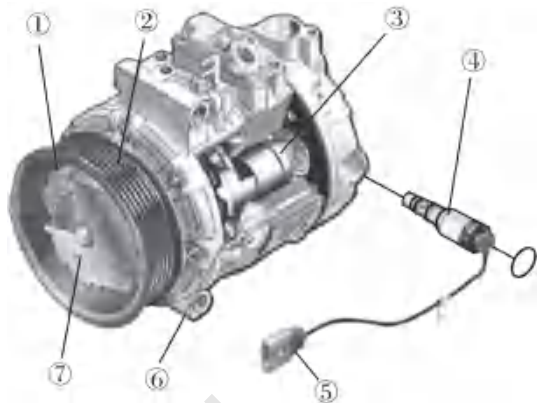


图 1-32 新结构皮带轮离合器

- ①-橡胶成型元件；②-集成过载保护的胶带轮；
③-活塞；④-调节阀；⑤-线束插头；⑥-斜盘；
⑦-压盘

随动轮的变形量取决于橡胶元件温度的高低,橡胶元件的弹性取决于结构件的温度。由于橡胶元件和随动轮的形变,避免了发动机皮带传动的损坏,同时防止了诸如水泵和发电机的损坏,起到了动力的过载保护的作用。

电控调节的变排量压缩机的优点:压缩机一直运转,无接合冲击,提高了舒适性;通过调节蒸发器的温度使制冷量和热负荷及能量消耗完美匹配,减小了再加热过程,使出风口的温度、湿度恒定调节;由于排量可以降低很多,省去了离合器的电磁线圈和减少皮带轮质量,可使质量减轻约 20% (500~800 g);压缩机的功率消耗下降,燃油消耗下降;新结构的皮带轮由于皮带传动和空调压缩机之间的力传递,消除了扭矩波动并同时起到过载保护的作用。

(3) 气流方式控制。

气流方式控制的作用是根据空气调节的目标值自动地控制送气方式。

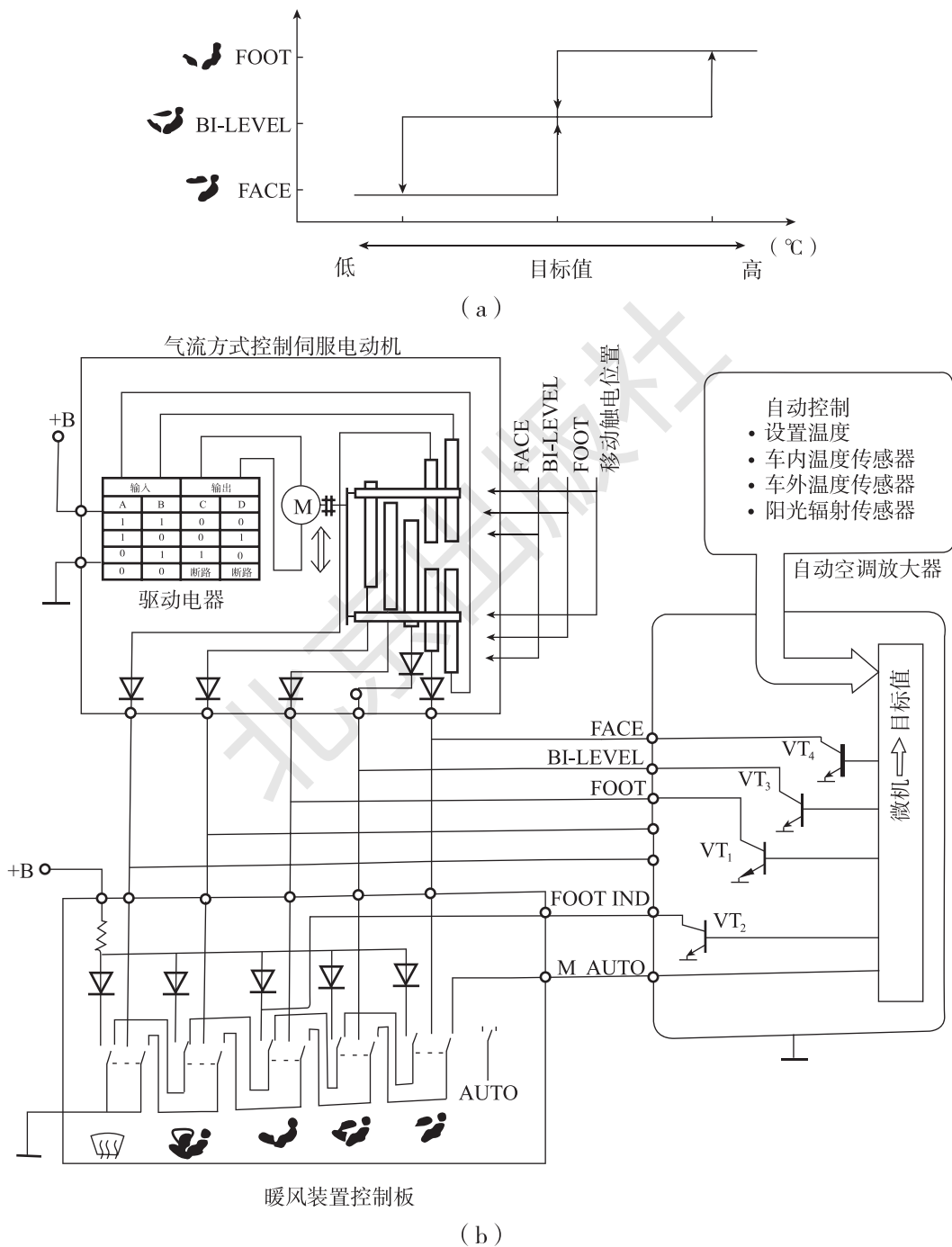
当位于空调面板上的 AUTO (自动) 开关接通时,安装在自动空调器内的计算机收到这一信息,并根据目标值按照如图 1-33 所示方式控制送气方式。其工作过程是:当车内温度与设定值产生偏差时,计算机发出指令改变气流方式,执行元件晶体管 VT 导通,使得驱动电路的输入、输出关系按照内部程序为电动机提供工作通路,伺服电动机旋转,带动触点组移动到相应位置后停止,完成气流配送。

(4) 进气模式控制。

进气模式控制根据目标值确定 RECIRC (循环空气) 或 FRESH (新鲜空气) 是否作为当时工作方式,或者按照并将这个决定输出至进气控制伺服电动机,从而执行控制。

如图 1-34 所示的电路中,当电压施加在端子①②或①③上时,电动机启动。内

置于自动空调器中的计算机参考目标值，确定以何种方式作为当前工作方式，并根据这一决定接通新鲜空气晶体管。它还具有新鲜空气强制进气控制模式。当按下开关时，这个控制就强制将进气方式转至 FRESH，清除风窗内侧的雾气，同时，还可改变新鲜空气与循环空气的比例，以改善空气质量。



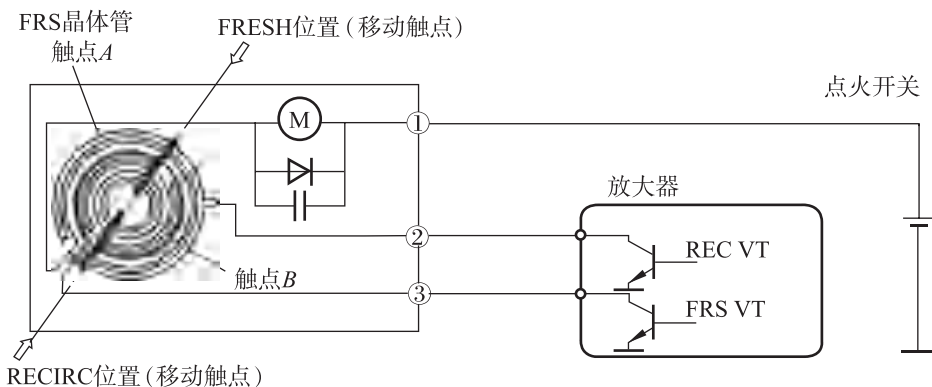


图 1-34 进气模式控制电路

拓展知识

汽车自动空调系统故障检修

一、实践目的与要求

- (1) 会使用自动空调，并能够描述其工作原理。
- (2) 能够完成自动空调系统自诊断功能及检修任务。

二、实践仪器和设备

汽车整车（或自动空调系统台架）、故障诊断仪、万用表等。

三、实践步骤

汽车自动空调系统电气线路较传统车型复杂了许多，它给检修和维护带来了一定的困难，但它具有自我诊断和失效保护功能，工作时，ECU 不断监测系统工作情况，监测是否存在潜在的故障，并把系统状况与程序参数相比较，如果某状况超出了这些极限，ECU 就探测到一项故障，于是就设置一些故障码指出系统的故障部位。所以维修自动空调系统时，先用自我诊断功能来获取汽车空调系统故障的第一手资料，如读取故障码、调用元器件动作测试功能等，根据获取的信息来进行检查和维修。只要能够对上述工作原理有较为详细的了解，按照正确的方法和程序进行检修，是可以收到事半功倍的效果的。具体的检修方法如下。

1. 读取故障码

大多数自动空调系统都能把存储器中的故障码在电子仪表板上显示出来，对于不同车型，读取故障码所用的方法不尽相同，维修时必须参阅维修手册中正确的操作规范。根据系统设计，一般计算机可以把故障代码存储很长时间，但当点火开关关闭时，会丢失一部分故障码；若是断开蓄电池电源，则故障码丢失殆尽。所以对于点火开关关闭时不能保持故障码的系统，则需要驾驶汽车让其故障重现。一旦计算机监测到故障，必须在关闭点火开关之前读取故障码。

需要注意的是,故障码未必指明故障部件,它只指出系统不正常的电路。例如,当显示出的代码空调系统环境温度传感器出现问题时,这并不意味着该传感器已经损坏,而是可能与其相关的导线、连接点、传感器的问题,查找故障时一定要以维修手册的标准诊断流程为准。

2. 使用故障诊断仪

现代轿车都用了许多计算机模块,它们通过一个多路系统 CCD 与 ECU 共享信息,使用故障诊断仪,将其连接到诊断接口,就可以读出故障码,按照检修程序手册,便能快速地找到故障点。

例如,对大众的 OBD II 诊断系统,它们都配备了较丰富的车型适配器与程序存储卡。以 OBD II 为例,进入 ECU 诊断程序的步骤如下。

- (1) 利用部件结构图找出诊断插接器。
- (2) 将正确的程序存储器卡插入 OBD II 诊断仪中。
- (3) 打开点火开关,当完成发动程序后,显示屏将出现一个多层选择菜单。
- (4) 下拉菜单进入 ECU 诊断程序,读出故障码。
- (5) 按照检修程序手册,查找故障部位并排除。

3. 使用普通仪表检修

由于 ECU 系统软件是预先写入并固化好的,很少会出现问题,所以,故障出现概率大的是传感器信号输入和输出控制部分,在不具备专业检测设备或无法读出故障码的条件下,掌握了 ECU 的工作原理和检修规律,使用普通仪表(如万用表),也可以排除故障,其基本方法如下。

(1) 首先要判断 ECU 系统主模块的工况,一般情况下,状态指示灯能正常点亮,系统控制部件有一部分能工作,计算机就不会有大的故障存在,此时检查熔断器和相应的接线端子有无磨损、断路、短路等。

(2) 检查对执行器的控制情况(如对鼓风机电动机、压缩机电磁离合器等的控制),这个信号通常是开关数字信号,当指令不同时,输入到执行器的电压决定了输出的工作状态,这个数值可以用万用表测量,这是与传统空调控制信号明显的不同之处。

(3) 当输入正常时,可进一步测量继电器、电动机的状态,判断其好坏,进而进行检修或更换。如果输入正常而没有输出的话,则可能是 ECU 输出单元故障。应及时处理,可以临时接入机械开关手动控制。

4. 自动空调系统检修注意事项

由于自动空调系统实际上是一个计算机控制的电子电路,所以不能按照传统方法检修,以免造成人为故障或器件的损坏,应遵守以下原则。

(1) 禁止采用“试火”的方法让任何控制电路搭铁或对其施加电压。

(2) 只能用高阻抗的万用表(如数字万用表)检测电路,特别是对各种传感器的检测应尤为小心。

(3) 更改接线,断开任何到传感器或执行器件的电气连接之前,应首先关掉点火开关。

(4) 接触 ECU 模块时, 应将手指摸在良好的搭铁处, 更换元件时, 应戴好静电金属护腕, 防止静电损坏模块。

(5) 拆下蓄电池时, 应该遵守维修说明手册, 防止掉电时间过长以致 ECU 内部数据丢失。

汽车故障检测仪器只是指引我们思考和排除问题的一个工具, 不能完全相信检测仪器, 尤其在使用非原厂诊断设备时, 更应加倍谨慎, 遇到问题应该多思多想, 综合确定故障原因, 仔细解决所遇故障。

四、实践注意事项

- (1) 在操作过程中注意读取汽车故障码的标准流程。
- (2) 规范操作, 合理、正确使用工具。

五、实践思考题

上述实践中, 断开蓄电池负极前, 若是没有读取故障码会出现什么情况?

学习任务三 汽车暖风不热故障的检修

相关知识

一、汽车空调供暖系统的主要作用与分类

汽车空调供暖系统的主要作用是将新鲜空气送入热交换器, 吸收汽车热源的热量, 从而提高空气温度, 并将热空气送入车内的装置。

1. 汽车空调供暖系统的主要作用

(1) 加热器和蒸发器一起将冷热空气调节到人体所需要的舒适温度。现代汽车空调已经发展到冷暖一体化的水平, 可以全年对车内的空气温度进行调节。

(2) 冬季供暖。冬天由于天气寒冷, 人在运动的汽车内会感到更冷, 这时汽车空调可以向车内提供暖气, 以提高车厢内的温度, 使乘员感到舒适。

(3) 车上玻璃除霜。冬季或者夏季的雨季, 室内外温差较大, 车上玻璃会结霜或者起雾, 影响司机和乘客的视线, 这样不利于行车安全, 这时可以用热风来除霜或除雾。

2. 汽车空调供暖系统的分类

(1) 根据热源不同分类。

汽车空调供暖系统的种类很多, 根据热源不同, 汽车暖风装置可以分为以下几类。

①利用发动机冷却液的热量, 称为水暖式暖风装置, 这种供暖多用于轿车和大型货车上。

②利用发动机排气系统的热量, 称为气暖式暖风装置, 这种供暖多用于风冷式发



汽车空调供暖系统的主要作用与分类

动机车上。

③装有专门燃烧的机构，称为独立燃烧式暖风装置，这种供暖多用于大客车上。

④既有发动机冷却液的热量，又装有燃烧预热器的综合加热装置，称为综合预热线式暖风装置，多用于豪华大客车上。

(2) 根据空气循环方式分类。

汽车供暖系统又可分为内气式、外气式和内外气并用式。

①内气式（或内循环式）。

指利用车内空气循环，将车厢内部空气作为载热体，让其通过热交换器升温，使升温后的空气再进入车厢内取暖，这种方式消耗热源小，升温快，但从卫生标准看则最不理想。

②外气式（或外循环式）。

指利用车外空气循环，全部利用车外新鲜空气作为载热体，让其通过热交换器升温，使升温后的空气再进入车厢内取暖，从卫生标准看，外气式最理想，但消耗的热源也最大，初始升温慢，经济性差。

③内外气并用式（或内外混合式）。

既引进车外新鲜空气，又利用车内部分原气，以新旧结合的混合体作为载热体，通过热交换器，向车内供暖，从卫生标准和热源消耗看，正好介于内气式和外气式之间，但此种方式控制比较复杂，多应用于高档轿车自动空调系统中。

不论是何种热源，热量都是通过热交换装置传递给空气，并通过鼓风机把热空气送入车厢内。

二、水暖式暖风装置的结构与工作

水暖式暖风装置一般用于水冷式发动机冷却系统中，将冷却液引入车内的热交换器中，使鼓风机送来的车厢内的空气或者外部空气与热交换器中的冷却液进行热交换，鼓风机将加热后的空气送入车厢中。

轿车需要的热量较少，可以用发动机冷却液的余热进行直接供暖，余热供暖装置简单、使用安全、运行经济，缺点是热量较小，受汽车运行工况的影响，发动机停止运行即没有暖气提供。水暖式加热系统的工作过程如图 1-35 所示。

从发动机出来的冷却液经过节温器⑪，在温度达到 80℃ 时，节温器开启，让发动机冷却液流到供暖系统的加热器⑤中，在节温器和加热器中间设置一个热水开关⑧，用来控制热水的流动，冷却水的另一部分流到水箱散热。冷却液在加热器散热，加热周围的空气，然后再用风扇④送到车内；冷却液从加热器出来，在水泵⑭的泵吸下，又重新进入发动机的水箱内，冷却发动机，完成一个供暖循环。

图 1-36 所示为独立式水暖暖风装置的结构，它由暖风热交换器、鼓风机及外壳组成一个完整的总成，壳体上有吹向脚部、前部的出风口及吹向车窗起除霜作用的出风口，此种形式多用于普通轿车、货车上。



水暖式暖风系统的
结构与工作原理

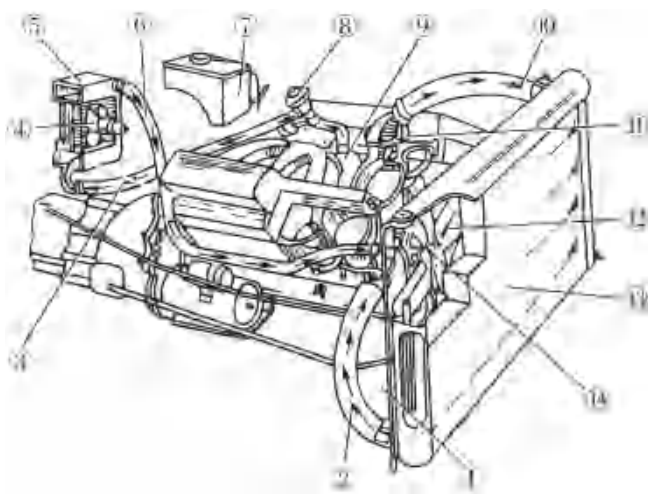


图 1-35 水暖式加热系统的工作过程

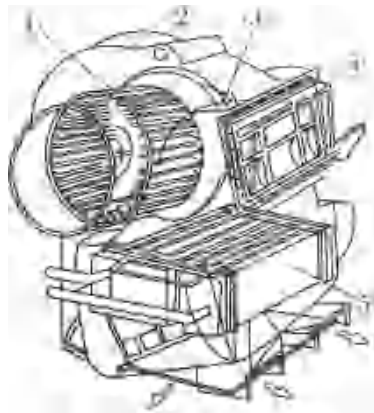


图 1-36 独立式水暖暖风装置的结构

①-溢流管；②-回液管；③-加热器送水管；④-风扇；⑤-加热器；⑥-加热器出水管；⑦-副水箱；⑧-热水开关；⑨-发动机；⑩-出液管；⑪-节温器；⑫-风扇；⑬-散热器；⑭-水泵

①-风机叶轮；②-壳体；③-电动机；④-暖风加热器；⑤-调节风门

图 1-37 所示为水暖式内外混合循环暖风装置。由外部空气吸入口⑦吸入新鲜空气，内部空气吸入口⑤吸入内部空气，在混合室④混合后，由鼓风机⑧送入热交换器①空气侧，热交换器管内侧由发动机循环水提供热源，混合气体被加热后送往前座脚下，通过连接管输送到前窗和侧窗除霜或除雾，这种结构的暖风装置效果较好，一般用在中、高档轿车上。

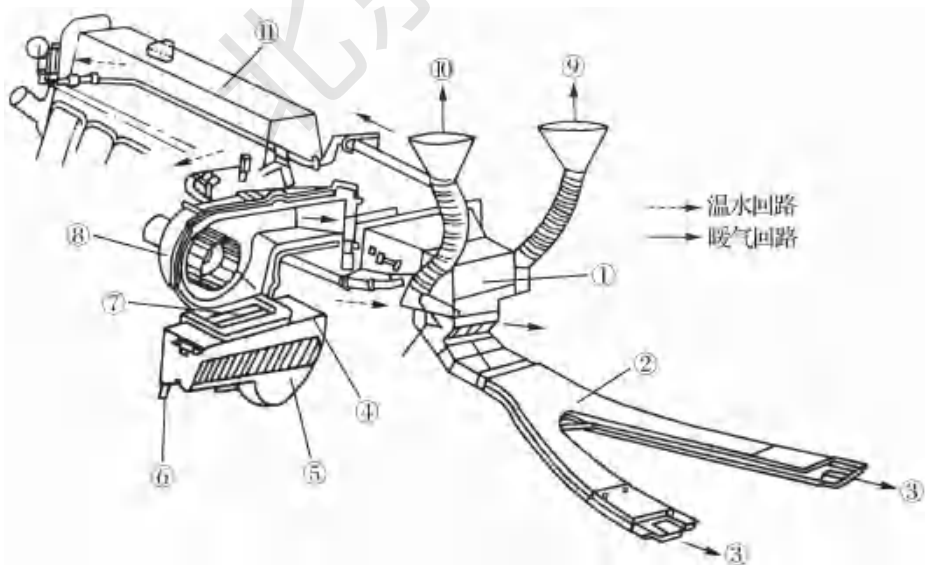


图 1-37 水暖式内外混合循环暖风装置

①-热交换器；②-后座导管；③-管道；④-混合室；⑤-内部空气吸入口；⑥-风门操纵杆；⑦-外部空气吸入口；⑧-鼓风机；⑨-前窗除霜；⑩-侧窗除霜；⑪-发动机

水暖式暖风装置的另一种结构如图 1-38 所示，它是将加热器和蒸发器组装在一个箱体内，共用一个鼓风机和壳体，可以实现全功能空气调节，大多数豪华轿车采用这种结构形式。

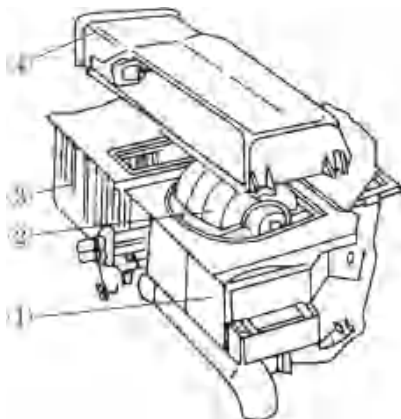


图 1-38 整体式空调

- ①-加热器；②-轴流式鼓风机；
③-蒸发器；④-进风口

拓展知识

汽车暖风系统故障检修

一、实践目的与要求

能够排除汽车暖风系统的常见故障。

二、实践仪器和设备

汽车整车（或汽车暖风系统台架）、故障诊断仪、万用表等。

三、实践步骤

汽车供暖系统的故障主要表现为元件工作不正常，通常在空调系统检测期间出现，通过进一步的测试，能够查出导致这些故障的具体原因。

1. 加热器的检测

大多数加热器的故障表现为：供暖不足、前舱地板地毯潮湿、风窗结雾严重或漏气，偶尔还会出现一些其他故障，如表 1-1 所示。最常见的故障是供暖不足或泄漏，造成供暖不足的原因主要是流过加热器芯的冷却液太少或冷却液温度不够高。

表 1-1 加热器系统故障分类

故障	原因	解决措施
供暖不足	加热器芯阻塞； 加热器热水阀关闭； 加热器软管扭曲； 混合调温风门调节不当； 加热器芯密封不良； 冷却液不足； 发动机节温器失效	更换加热器芯； 修理或调整阀门控制装置； 修理或更换阀门； 重新调整或更换软管； 修理或重新调整风门； 更换或修理加热器芯密封件； 补足冷却液； 检查冷却系统内是否有泄漏并修复； 更换节温器
过热	混合调温风门调整不当； 热水阀失效	修理或调整混合调温风门； 修理或更换热水阀； 修理或更换阀门控制
地毯潮湿 / 风窗结雾	加热器芯泄漏	更换加热器芯
工作噪声	加热器芯进气	排出空气

2. 冷却液循环的检测

要保证系统内充满冷却液，冷却液液位过低将不能提供给加热器芯充足的热量。如果故障是循环不良，需要检查系统内是否装有一个水阀；如果没有安装节流水阀，就应该拆开加热器水管，检查一下是否堵塞。

要检查加热器芯的冷却液循环，还需要：

- (1) 放置一个排水槽接住流出的冷却液，拆下连在发动机一端的加热器软管；
- (2) 向其中的一个软管中吹气，空气应该随着冷却液从另一个软管中流出；
- (3) 如果吹的气不能穿过整个系统，拆下这个软管的另一端并且往里吹气，若吹不通，说明软管有问题；
- (4) 在另一软管上重复第(3)步；
- (5) 拆下软管，从加热器芯的一个接头往里吹气，如果吹不通，说明加热器芯堵塞，应该更换。

3. 加热器芯泄漏检测

加热器芯泄漏通常表现为：冷却液从空调加热器箱滴出、地毯潮湿或除霜器热风管路有水汽或浓雾。通过在系统压力测试时发现压力减少，可以进一步证实这一泄漏。

要检测加热器芯是否泄漏，需要：

- (1) 放出部分冷却液，拆下加热器芯的软管；
- (2) 塞住其中一个接口，在它另一端接口处连接压力检测器；
- (3) 加压一个压力，若是该压力可以保持 2 min 以上，那么就没有问题，否则加热器芯就应该更换。

更换加热器芯时要检查一下冷却液，如果冷却液脏污或者陈旧要把它换掉，许多加热器芯的泄漏都是由于冷却液脏污堵塞或者陈旧腐蚀引起的，对于一些有经验的维修技术人员来说，考虑周到经常可以使用捷径来简化维修工作，这将加速修理速度，同时为客户节约费用。

四、实践注意事项

- (1) 在操作过程中注意冷却液循环检测的标准流程。
- (2) 规范操作，合理、正确使用工具。

五、实践思考题

在实践中，若是汽车的前置加热器芯没有热量输出，而后置加热器芯输出正常，这会是什么原因呢？