



项目五

汽车行驶舒适性控制系统



内容提要

汽车电控悬架用于自动调节车身高度、悬架刚度和减振器阻尼的大小,汽车空调用于实现车内的温度、湿度和空气清新度的调节。汽车电控悬架和汽车空调的使用提高了车内驾乘人员的舒适性。本项目主要介绍电控悬架系统和电控自动空调系统的组成、控制原理及维修等知识。本项目引入汽车电控悬架系统的故障诊断与维修和汽车电控自动空调系统工作异常故障维修两个学习任务。

任务一 汽车电控悬架系统的故障诊断与维修



任务引导

一辆装有电控悬架的轿车在行驶中悬架指示灯闪亮,且车身高度控制不起作用,出现“侧倾”和“点头”现象,便去维修厂维修。如果你接修,应如何进行维修?

悬架指示灯闪亮表明汽车电控悬架系统存在电器故障,应对电控悬架系统的传感器、电子控制单元(ECU)、执行器等进行检查。如果对电控悬架系统不了解,就无法维修。本任务学习汽车电控悬架系统的故障诊断与检修。



任务分析

汽车悬架是连接于车身和车轮之间的一切传力装置的总称,悬架性能直接影响车辆的操纵稳定性和乘坐舒适性。电控悬架系统能利用各种传感器将车载质量、车速、路面情况、转向轮角速度等参数转变为电信号,传送给 ECU,ECU 对输

入的数据进行综合处理后,自动控制车辆悬架的刚度、阻尼系数及车身高度,从而较好地保持汽车行驶的平顺性和操纵稳定性,满足人们对汽车乘坐舒适性的要求。因此,有必要学习电控悬架系统的结构和原理等相关知识,从而正确诊断与维修电控悬架系统的故障。

任务目标

- (1)了解汽车电控悬架系统的分类及功能。
- (2)掌握弹簧刚度控制系统的组成及控制原理。
- (3)掌握减振器阻尼控制系统的组成及控制原理。
- (4)掌握车身高度控制系统的组成及控制原理。
- (5)学会检查电控悬架系统的控制功能。
- (6)能够对电控悬架系统的常见故障进行诊断与排除。

相关知识

一、电控悬架系统概述

传统悬架的弹簧刚度和减振器阻尼在悬架结构确定后是固定不变的,不能满足变幻莫测的路面状况及汽车在不同行驶状态下对弹簧刚度和减振器阻尼变化的要求。

随着人们对汽车操纵性和舒适性要求的不断提高,以及电子技术的飞速发展,电子控制技术被有效地应用于现代汽车悬架系统。电控悬架系统(electronic modulated suspension system,EMS)能使悬架随不同路况和行驶状态做出不同的反应,既能使汽车的乘坐舒适性达到令人满意的状态,又能使汽车的操纵稳定性达到最佳的状态。

1. 电控悬架系统的功能

电控悬架系统的基本目的是通过控制调节悬架的刚度、阻尼系数及车身高度,突破传统被动悬架的局限性,使汽车的悬架特性与道路状况和行驶状态相适应,从而保证汽车行驶的平顺性和操纵的稳定性。其基本功能如下:

(1)车身高度自适应。当车辆载荷变化时,可自动调整车身高度,使车身保持水平;通过加速度传感器探测路面的好坏,当汽车在坏路面上行驶时,可以使车高升高,防止车桥与路面相碰;当汽车行驶于高速路面时,又可以使车高降低,以减少空气阻力,提高操纵稳定性。

(2)减振器阻尼力和弹簧刚度自适应。电控悬架系统能够根据汽车行驶的各种工况,自动调整减振器阻尼系数和弹簧刚度,防止汽车急速起步或急加速时的“后蹲”,防止紧急制动时的“点头”,防止汽车急转弯时的车身横向摇动,防止汽车换挡时的车身纵向摇动,等等,从而提高汽车行驶平顺性和操纵稳定性。

2. 电控悬架系统的分类

(1)按传力介质分类。按传力介质的不同,电控悬架系统可分为气压式电控悬架和油压式电控悬架两种。

①气压式电控悬架。气压式电控悬架采用空气弹簧,通过改变空气弹簧中主、副气室通气孔的截面积来改变气室压力,实现悬架刚度控制,并通过对气室充气或排气实现车身高度控制。

②油压式电控悬架。油压式电控悬架以油为介质压缩气室中的氮气,实现刚度调节,以管路中的小孔节流形成阻尼特性,调节悬架的阻尼力。

(2)按有无动力源分类。根据有无动力源,电控悬架分为半主动悬架和主动悬架两大类。

①半主动悬架。半主动悬架通常是由弹簧和减振器组成的悬架系统,为减少执行元件所需的功率,主要采用调节减振器的阻尼系数法。半主动悬架没有动力源为悬架提供连续的能量输入,它是根据路面冲击、车轮与车体的加速度、速度及位移信号调节悬架的阻尼系数,消耗来自不平路面的冲击能量,使车身的振动控制在某个范围之内。半主动悬架结构简单、造价低、能量消耗小,但不能随外界的输入进行最优控制和调节。

②主动悬架。主动悬架通过动力源(液压泵或空气压缩机等)为悬架系统提供连续的动力输入,是一种有源控制。主动悬架可以根据汽车行驶条件的变化,主动改变悬架的刚度和阻尼系数。主动悬架在汽车行驶路面、速度变化及在汽车起步、转向、制动等工况时都可进行有效的控制。此外,主动悬架还可以根据车速的变化控制车身的高度。

(3)按控制目的分类。根据控制目的的不同,电控悬架系统分为车身高度控制系统、弹簧刚度控制系统、减振器阻尼控制系统、综合控制系统等形式。

二、电控悬架系统的结构与工作原理

1. 电控悬架系统的组成与工作原理

目前广泛应用的气压式和油压式主动悬架系统在结构上有差异,但其控制系统和控制原理基本相同。下面只介绍气压式电控悬架系统。

(1)电控悬架系统的组成。电控悬架系统与其他汽车电控系统一样,由传感器(控制开关)、电子控制单元(ECU)和执行器三部分组成。

传感器一般有车身高度传感器、车速传感器、加速度传感器、转向盘转角传感器、节气门位置传感器等,控制开关有模式选择开关、制动灯开关、停车开关和车门开关等。传感器和控制开关有多种形式,它们在系统中承担着将汽车的行驶状况(汽车的振动)、车速及启动、加速、转向、制动等工况转变为电信号,并输送给电子控制单元(ECU)的任务。

电子控制单元(ECU)由计算机和信号输入、输出电路组成,它对传感器输入的电信号进行综合处理,向执行器发出控制指令。

执行器是电磁阀、步进电机或气泵电动机等。它们接收来自电子控制单元的控制信号,准确、快速和及时地做出动作反应,实现对弹簧刚度、减振器阻尼或车身高度的调节。

(2)电控悬架系统的工作原理。电控悬架系统的工作原理是:利用传感器(包括控制开关)对汽车行驶时路面的状况和车身的状态进行检测,将检测信号输入计算机进行处理,计算机通过驱动电控悬架系统的执行器动作,完成悬架特性参数的调整。

2. 电控悬架系统的主要构件

(1)电控悬架系统的主要传感器。

①车身高度传感器。车身高度传感器的作用是检测车身高度的变化,将车身高度值转变为电信号输入电控单元,作为车身控制的主要依据。车身高度传感器一般采用光电式传感器,安装在车身上,传感器与控制杆相连。对于前悬架,控制杆的另一端与减振器下支承相连;对于后悬架,控制杆的另一端连接到悬架下摆臂。如图 5-1 所示。

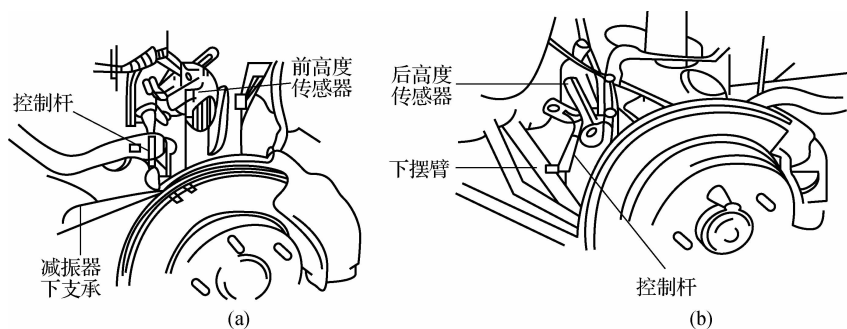


图 5-1 车身高度传感器的安装位置
(a)前悬架 (b)后悬架

在光电式传感器内部有一根靠连杆带动转动的转轴，转轴上固定一个开有许多窄槽的圆盘，圆盘两侧是由发光二极管和光敏晶体管组成的光电耦合器。每个光电耦合器由四组发光二极管和光敏晶体管(光电耦合元件)组成，如图 5-2 所示。

当车身高度发生变化，或因路面不平造成各悬架的位移量发生变化时，车身与车轮的相对运动使车身高度传感器的导杆转动，通过传感器轴带动圆盘转动，使发光二极管的光被遮挡或通过。如果发光二极管发出的光线正对圆盘的槽，光线通过槽照射到与其对应的光敏晶体管上，光敏晶体管导通(ON)；如果发光二极管发出的光线没有对准圆盘的槽，光线便被挡住，不能照射到光敏晶体管上，光敏晶体管截止(OFF)。光敏晶体管产生的 ON/OFF 信号通过如图 5-3 所示电路转换成电信号后送入悬架电子控制单元(ECU)。当圆盘位于不同的位置时，四组光电耦合元件的导通、截止情况就不同，ECU 根据光电耦合元件 ON/OFF 转换不同组合的变化，即可检测出车身高度的变化(见表 5-1)，从而对车身高度进行精确的控制。

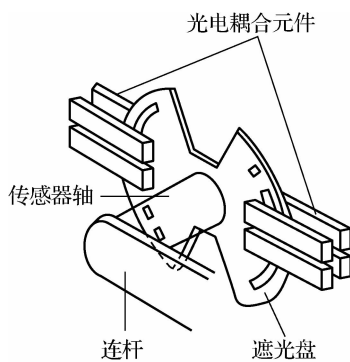


图 5-2 光电耦合器

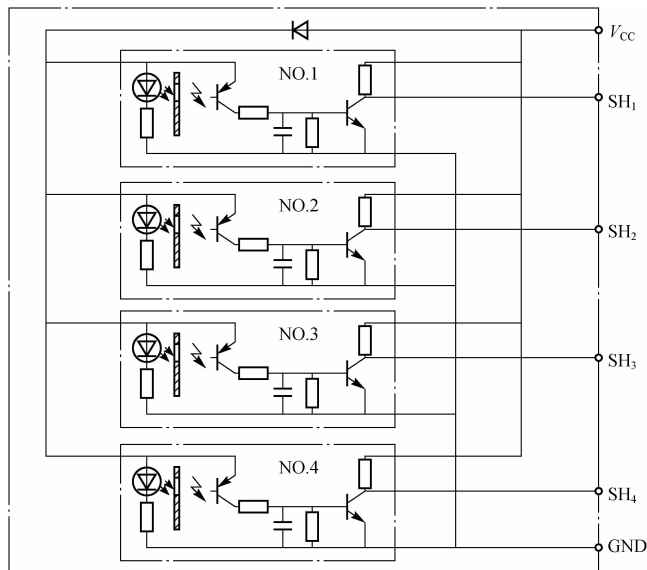


图 5-3 车身高度传感器电路

表 5-1 车身高度与四组光电耦合元件输出信号的关系

光电耦合元件输出信号状态				车高范围	车 高
NO. 1(SH ₁)	NO. 2(SH ₂)	NO. 3(SH ₃)	NO. 4(SH ₄)		
1	1	0	1	15	高 ↑ ↓ 低
1	1	0	0	14	
0	1	0	0	13	
0	1	0	1	12	
0	1	1	1	11	
0	1	1	0	10	
0	0	1	0	9	
0	0	1	1	8	
0	0	0	1	7	
0	0	0	0	6	
1	0	0	0	5	
1	0	0	1	4	
1	0	1	1	3	
1	0	1	0	2	
1	1	1	0	1	
1	1	1	1	0	

②转向盘转角传感器。转向盘转角传感器用于检测转向盘的转向速率、转角大小及转动方向等信息,ECU 根据车速传感器信号和转向盘转角传感器信号判断汽车转向时侧向力的大小和方向,确定需调节哪些车轮的悬架及其调节量,该传感器主要用于对汽车悬架系统侧倾刚度的调节。

如图 5-4 所示,转向盘转角传感器一般采用光电式传感器,安装在转向轴上,主要由光电元件、遮光盘、传感器圆盘等组成。

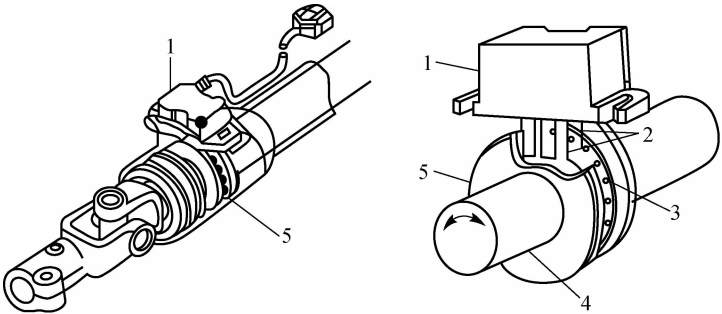


图 5-4 光电式转向盘转角传感器的安装位置和结构

1—转角传感器; 2—光电元件; 3—遮光盘; 4—转向轴; 5—传感器圆盘

传感器圆盘压装在转向轴上,在信号圆盘的圆周上制作间隔距离相等、均匀排列的窄缝。光电元件由发光二极管和光敏晶体管组成,套装在信号圆盘两侧与遮光盘配合工作,其工作原理如图 5-5 所示。当遮光盘随转向轴转动时,窄缝圆盘将扫过遮光器中间的空穴,从而在遮光盘的输出端形成通(ON)、断(OFF)脉冲信号,ECU 根据传感器输出信号通、断的速率,即可检测出转向轴的转动速率;通过计算通、断变换的次数,即可检测出转向轴的转角。同时,为了识别转向盘的偏转方向,传感器在结构上采用两组光电元件 A 和 B,且在安装上使它们的 ON、OFF 变换的相位错开 90° 。电子控制器可根据 A 信号从高电平转为低电平(下降沿)时,B 信号是高电平还是低电平来判断转向。若 A 信号在下降沿时,B 信号为高电平,则转向盘为右转向;若 A 信号在下降沿时,B 信号为低电平,则转向盘为左转向,如图 5-6 所示。

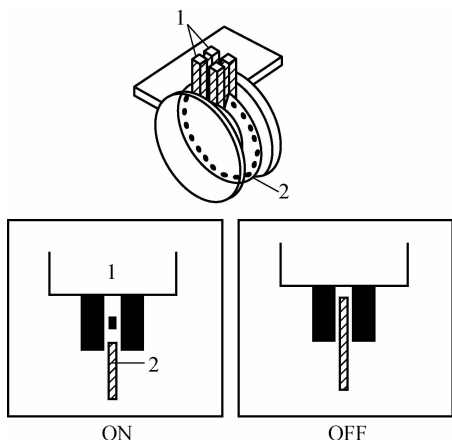


图 5-5 光电式转向盘转角传感器的工作原理

1—光电元件; 2—遮光盘

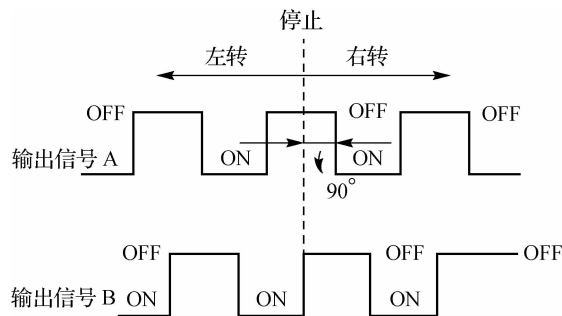


图 5-6 转向盘转动方向判断原理

③加速度传感器。在车轮打滑时不能以转向角和汽车车速正确判断车身侧向力的大小,此时可以利用加速度传感器测量汽车的纵向加速度及汽车转向时因离心力而产生的横向加速度,并将产生的电信号传送给 ECU,由 ECU 判断悬架系统的阻尼力及空气弹簧中空气压力的大小,并进行调节,以维持车身的最佳姿势。常用的加速度传感器有差动变压器式和钢球位移式两种。

• 差动变压器式加速度传感器。差动变压器式加速度传感器的结构如图 5-7 所示,由励磁线圈、检测线圈、弹簧、心杆等组成。

其工作原理如图 5-8 所示。在励磁线圈(一次绕组)中通入交流电,产生磁场,当汽车转弯(或加、减速)行驶时,心杆在汽车横向力(或纵向力)的作用下产生位移,随着心杆位置的变化,使穿过检测线圈(二次绕组)的磁场发生变化,从而使感应输出电压发生变化。检测线圈的输出电压与汽车横向力(或纵向力)一一对应。电控悬架系统根据此输入信号即可判断汽车横向力(或纵向力)的大小,从而对车身姿势进行控制。

• 钢球位移式加速度传感器。钢球位移式加速度传感器的结构如图 5-9 所示。根据所检测的力(横向力、纵向力或垂直力)不同,加速度传感器的安装方向也不一样。其工作原理是:当汽车行驶时,钢球在汽车横向力、纵向力或垂直力的作用下产生位移,随着钢球位置的变化,引起磁场的变化,从而使线圈输出电压发生相应的变化。电控悬架系统根据此输入信号即可

计算出汽车横向力(或纵向力、垂直力)的大小,从而实现对汽车车身姿势的控制。

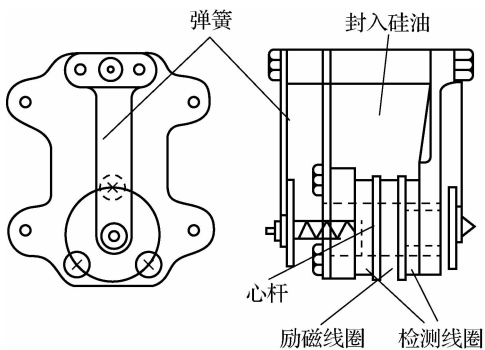


图 5-7 差动变压器式加速度传感器的结构

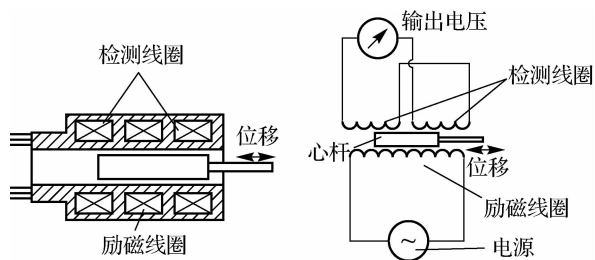


图 5-8 差动变压器式加速度传感器的工作原理

④车速传感器。车速传感器反映汽车行驶的速度,其信号是汽车悬架系统常用的控制信号。车速传感器安装于变速器的输出轴上,如图 5-10 所示。电子控制装置通过对车速的检测来调节电控悬架的阻尼力,从而提高汽车行驶的安全性。

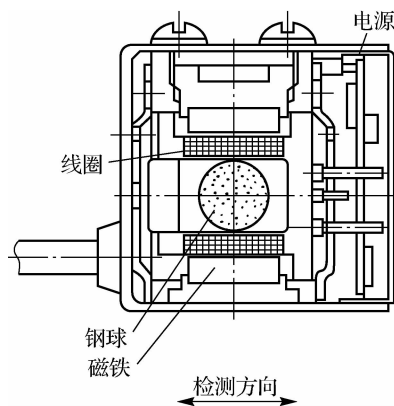


图 5-9 钢球位移式加速度传感器的结构

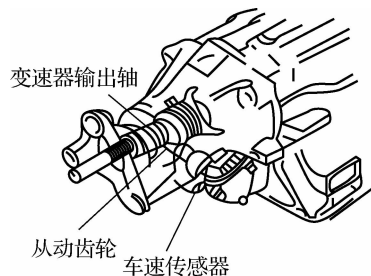


图 5-10 车速传感器

常用的车速传感器有舌簧开关式车速传感器、磁阻元件式车速传感器、磁脉冲式车速传感器和光电式车速传感器。一般情况下,舌簧开关式车速传感器和光电式车速传感器安装在汽车仪表板上,与车速表装在一起,并用软轴与变速器的输出轴相连。磁阻元件式车速传感器和磁脉冲式车速传感器安装在变速器上,通过蜗轮蜗杆机构与变速器的输出轴相连。

(2)电控悬架系统的主要控制开关。

①模式选择开关。模式选择开关位于驾驶座旁,由驾驶员根据汽车行驶状态选择悬架运行模式。运行模式有四种:自动、标准(Auto、Normal),自动、运动(Auto、Sport),手动、标准(Manu、Normal),手动、运动(Manu、Sport)。当选择自动挡时,悬架控制系统可以根据汽车行驶状态自动调节减振器的阻尼力,以保证汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性。

②高度控制通断开关。高度控制通断开关安装在汽车的行李厢中,将开关拨至 OFF 位置,悬架控制系统中止车辆高度控制。当使用千斤顶、举升机上升车辆,或汽车被牵引,或在起伏的路面上驻车时,都应切断高度控制开关。否则,顶起车辆时,悬架控制系统会控制压缩空气从空气弹簧中排出;当放下车辆时,车身可能会因过低而受损。

③制动灯开关。制动灯开关位于制动踏板支架上,当踩下制动踏板时,开关接通,使悬架 ECU 的 STP 端子及制动灯与 12 V 电源接通,点亮制动灯,同时悬架 ECU 利用这一信号进行制动状态的判别,抑制车身“点头”。制动灯开关的安装位置与电路如图 5-11 所示。

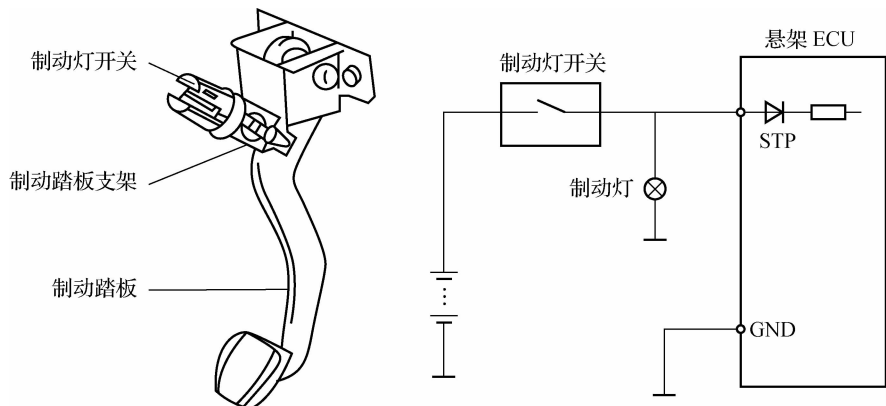


图 5-11 制动灯开关的安装位置与电路

④车门开关。车门开关位于汽车各门的门柱上或行李厢内,其安装位置与电路如图 5-12 所示。当所有车门(和行李厢盖)都关上时,门控开关断开,蓄电池电压加在悬架 ECU 的 DOOR 端子上;当有任何一个门打开时,DOOR 端子上的电压变为 0 V。

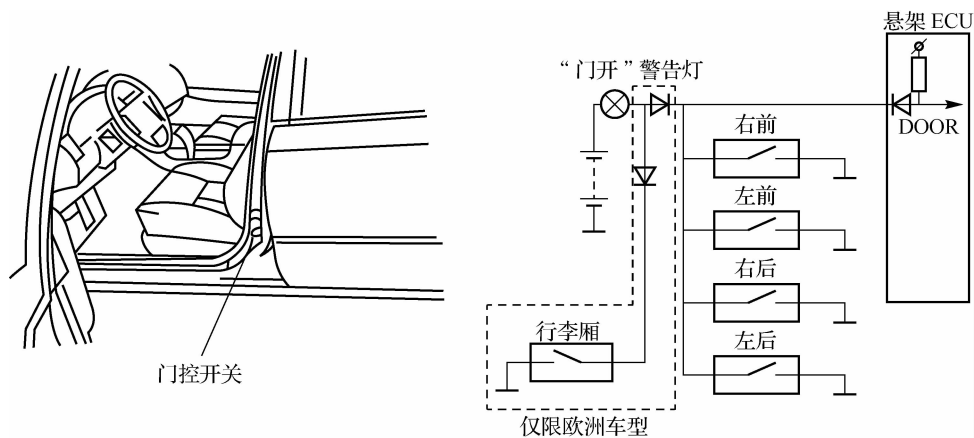


图 5-12 车门开关的安装位置与电路

悬架 ECU 根据该信号判断车门是否打开,因为在车辆停止后,悬架控制系统会自动使车身降到较低的高度,若此时悬架 ECU 检测到车门打开(下客或卸货),车高自动控制必须停止,以免造成危险。

⑤发电机 IC 调节器。发电机 IC 调节器位于发动机的交流发电机内,其安装位置与电路如图 5-13 所示。IC 调节器的 L 端子的电压在发动机运转时(即发电机发电)为蓄电池电压,在发动机停止时(即发电机不发电)不高于 1.5 V。IC 调节器的 L 端子直接与悬架 ECU 的 REG 端子连接,悬架 ECU 据此判断发动机是否运转。悬架 ECU 利用这一信号,进行如转角、高度等传感器的检查和失效保护。

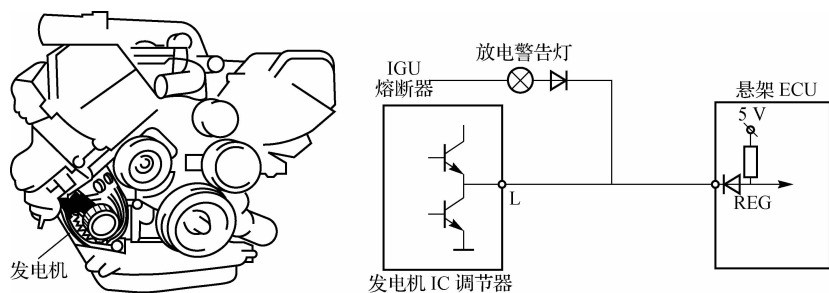


图 5-13 发电机 IC 调节器的安装位置与电路

(3) 电控悬架系统的主要执行器。

①空气压缩机。空气压缩机是一个由电动机驱动的单缸活塞连杆式结构装置，是悬架控制系统的动力源，由悬架 ECU 控制的继电器供电。空气压缩机用于产生供车身高度调节所需的压缩空气，具有极大的转矩特性和显著的快速压缩空气的特性。

②干燥器。干燥器的作用是分离压缩机产生的压缩空气中的水分。干燥器中充满氧化硅胶，当汽车高度下降时，分离的水分被释放到大气中，不需要更换氧化硅胶。空气悬架系统维修时，若需拆卸干燥器，必须密封好空气管道接口，以延长硅胶的使用寿命。

③高度控制阀和排气电磁阀。高度控制阀的结构和排气电磁阀的结构完全相同，都是由电磁线圈、柱塞、活动铁心等组成的，图 5-14 为高度控制阀的结构。两者都用来调节车身高度和空气弹簧的刚度，区别在于安装位置不同。高度控制阀有四个，安装在空气管和空气弹簧气室之间，控制压缩空气的通断；排气阀电磁只有一个，安装在干燥器的末端，控制压缩空气与大气通断，将空气弹簧内的压缩空气排出到大气中，同时将干燥器中的水分带走。

④继电器。悬架控制系统中设有高度控制继电器，当车身高度开始上升时，继电器接收 ECU 控制信号，开关闭合，压缩机就能通电产生压缩空气，否则压缩机不工作。

⑤空气弹簧。空气弹簧由主气室、副气室等组成，与可变阻尼力的减振器一起构成悬架支柱，其上端与车架相连，下端安装在悬架摆臂上，如图 5-15 所示。

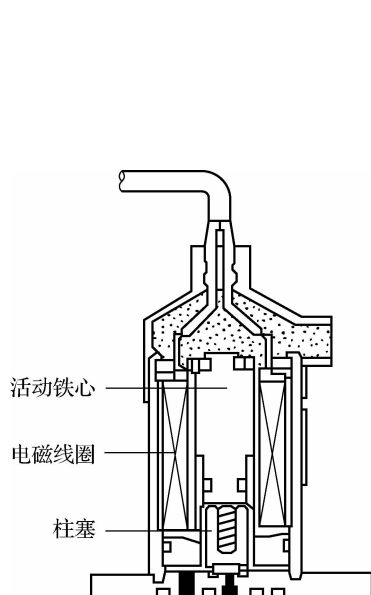


图 5-14 高度控制阀的结构

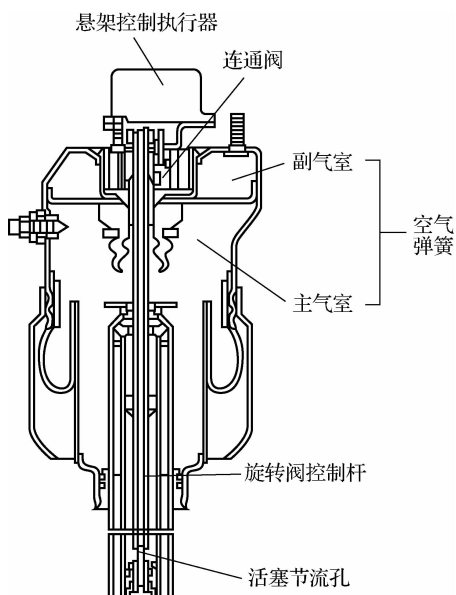


图 5-15 空气弹簧

主气室是容积可变的,在它的下部有一个可伸展的隔膜,压缩空气进入主气室可升高悬架高度,反之使悬架下降。

主、副气室之间有大、小两个通道。通过改变主、副气室之间通道的大小,可改变主、副气室之间的空气流量,使空气弹簧的有效容积改变,进而改变悬架空气弹簧的弹性系数。通道变小,弹簧变硬;通道变大,弹簧变软。

⑥悬架控制执行器。悬架控制执行器驱动气动减振器的旋转空气阀,以改变减振器的阻尼力和空气弹簧的刚度,每个气动减振器顶部均有一个悬架控制执行器。悬架控制执行器的结构如图 5-16 所示,在收到悬架 ECU 的信号后,电磁线圈通电,从而控制挡块动作,电动机得到电流,产生磁场使电动机转动,驱动齿轮做相应方向的旋转,带动控制杆来改变减振器回转阀与活塞杆阻尼孔的连通情况,从而改变减振器的阻尼力和空气弹簧的刚度。当阻尼力和弹簧刚度调整合适后,电动机和电磁线圈都断电,挡块重新进入齿轮的凹槽,使被调整好的阻尼力和弹簧刚度大小能稳定保持。

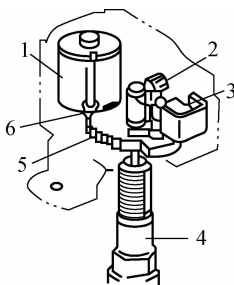


图 5-16 悬架控制执行器的结构

1—直流电动机；2—挡块；3—挡块用电磁铁；4—减振器；5—扇形齿轮；6—小齿轮

(4)悬架 ECU。悬架 ECU 接收各种传感器的输入信号并进行分析计算,并将运算结果输出给执行器,控制悬架的刚度、阻尼力和车身的高度。同时,悬架 ECU 还用来检测传感器、执行器、线路等的故障,当发生故障时,能够存储故障码和相关参数,并点亮故障指示灯。

3. 车身高度控制系统

车身高度控制系统可根据车内乘员或载荷的变化情况自动调整车身高度,以保持汽车行驶所需要的高度及汽车行驶状态的稳定。车身高度控制系统分为两大类型,一类是仅对两个后轮悬架进行高度控制,另一类是对全部四个车轮的悬架进行高度控制。两种类型的车身高度控制系统的控制原理基本相同。

(1)系统组成。车身高度控制系统的结构如图 5-17 所示,其主要由车身高度传感器、空气压缩机、排气阀、干燥器、进气阀、储气罐、调压阀和高度控制电磁阀等组成。

(2)控制原理。ECU 根据车身高度传感器和驾驶员输入的控制模式指令,给控制车高的电磁阀发出指令。直流电动机带动空气压缩机工作,从压缩机出来的压缩空气经干燥器干燥后进入储气罐,储气罐的气体压力由调压阀进行调节。

当车身需要升高时,电磁阀动作,压缩空气进入空气悬架的主气室,主气室的充气量增加,车身上升。若电磁阀不动作,则悬架主气室的充气量保持不变,车身维持在一定的高度。如果乘客增加而使车身高度降低,车高传感器输出的车高信号将与 ECU 存储的车高信息不符,ECU 就会发出指令,电磁阀通电打开,给悬架主气室充气,直到车身达到规定的高度为止。

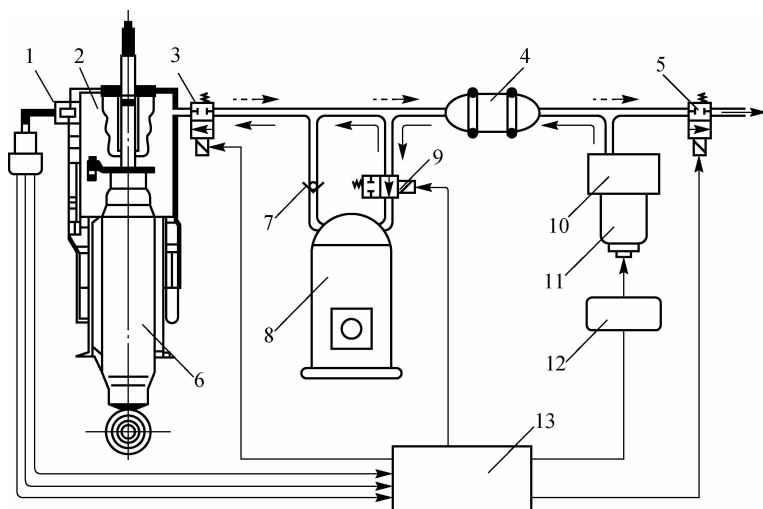


图 5-17 车身高度控制系统的结构

1—车身高度传感器；2—空气弹簧；3—高度控制电磁阀；4—干燥器；5—排气阀；6—空气减振器；7—调压阀；
8—储气罐；9—进气阀；10—空气压缩机；11—电动机；12—继电器；13—悬架 ECU

当车身需要下降时，空气压缩机停止工作，电磁阀通电打开；同时排气阀也通电打开，悬架主气室的气体通过电磁阀、空气管路、干燥器、排气阀而排出，车身下降。

当汽车高速行驶时，高车速控制令车身自动降低高度，从而提高汽车高速行驶的稳定性，并减少空气阻力。当车速超过 140 km/h 时，即使高度控制开关设置在 HIGH 位置，车身高度仍会降至 NORM 位置，且仪表板上的 NORM 指示灯点亮。当车速降至 120 km/h 以下时，高车速控制便自动取消，车身恢复至原来的高度。

当车身高度传感器输入悬架 ECU 的信号表示车身高度在设定高度范围内时，悬架 ECU 将向车身高度控制执行机构发出指令使空气压缩机停止转动，空气减振器内空气量保持不变，车身高度保持在正常位置。

(3)系统保护措施。干燥器的封闭容器内装有硅胶，在压缩空气经干燥器送至储气罐时，硅胶将压缩空气中的水分吸出。当排气阀打开、压缩空气经排气阀从系统中排出时，通过抽气喷嘴将干燥器内吸出的潮湿气雾排出，使干燥剂不被湿气浸透。

为了防止悬架系统正常运动时所造成的车身升高或降低，在高度传感器发出车身高度变化信号 7~13 s 后，悬架 ECU 才会向执行元件发出控制信号。在这段时间内，若悬架 ECU 没有再收到高度传感器的高度变化信号，悬架 ECU 就不会改变车身高度。空气压缩机的一次运转时间最长不超过 2 min，排气电磁阀打开时间不超过 1 min，主要是为了防止系统泄漏时压缩机不停地工作及阻止排气孔不停地放气。

行李厢中设有高度控制自动切断开关，当车身高度上升到极限值时，高度控制开关自动切断高度控制系统，防止后部车身升高过多或拖车时产生意外运动。

4. 弹簧刚度控制系统

(1)系统组成。悬架刚度电子控制系统又称为变刚度空气弹簧悬架系统，由高度传感器、控制开关、悬架 ECU、高度控制电磁阀、空气压缩机、干燥器和空气管路等组成。它与车身高度控制系统的组成基本相同，主要区别在于空气弹簧气压缸的内部结构及其调节机构。

(2)控制原理。在汽车行驶过程中,为了防止或抑制车身出现“点头”“侧倾”“后坐”等现象,悬架刚度电子控制系统需要调节相应悬架的高度和减振器的阻尼。例如,当汽车紧急制动时,为了抑制“点头”现象,悬架 ECU 弹簧放气,减小其刚度。当 ECU 计算的车速变化量表明无须抗“点头”控制时,系统就使前后空气弹簧恢复到原来的压力。

图 5-18 为空气弹簧悬架刚度控制原理。在主、副气室之间的气阀体上设有大小两个通道。气阀控制杆由步进电机驱动,控制杆转动时,阀芯随之转动。当阀芯转过一定角度时,气体通道的大小随之改变,从而使主、副气室之间气体的流量改变,达到空气弹簧悬架刚度调节作用。空气弹簧悬架的刚度分为“低”“中”“高”三种状态。

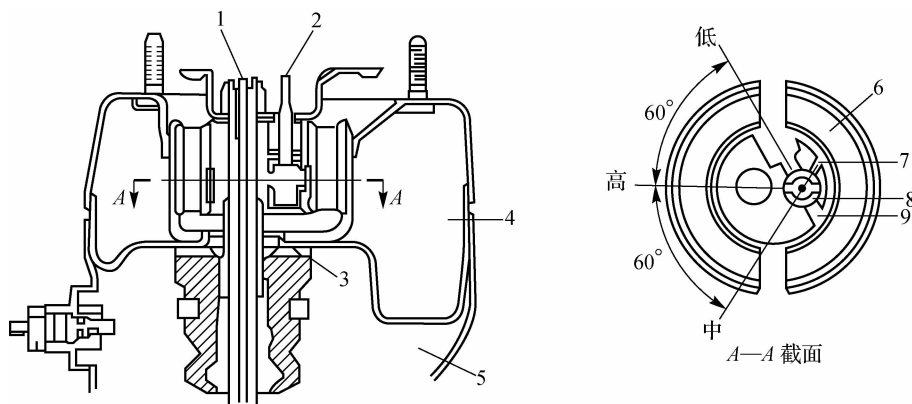


图 5-18 空气弹簧悬架刚度控制原理

1—阻尼调节杆；2—气阀控制杆；3—主副气室通路；4—副气室；5—主气室；
6—气阀体；7—小气体通路；8—阀芯；9—大气体通路

当气阀控制杆带动阀芯旋转到图 5-18 中的“高”位置时,阀芯的开口被封闭,主、副气室之间的气体通道被切断,两气室之间的气体不能流动。与此同时,高度控制电磁阀和压缩机继电器接通,空气充入主气室使空气压力升高、密度增大。因为在悬架振动过程中,缓冲任务主要由主气室的气体承担,所以悬架刚度处于“高”状态。

当气阀控制杆带动阀芯沿“高”位置逆时针方向旋转 60° ,使阀芯开口对准图中“中”位置时,气体小通道构成通路,主、副气室之间的气体流量小。与此同时,高度控制电磁阀和压缩机继电器断电,因此主气室空气量变化很小,从而使悬架刚度处于“中”状态。

当气阀控制杆带动阀芯沿“高”位置顺时针方向旋转 60° ,使阀芯开口对准图中“低”位置时,气体大通道构成通路,主气室的气体经阀芯中央的气孔、阀体侧面的气孔通道与副气室气体相通,两气室之间的气体流量大。与此同时,高度控制电磁阀和排气阀接通,部分空气从排气阀排出,因此主气室的空气减少、压力降低、密度减小,使悬架刚度处于“低”状态。

5. 减振器阻尼控制系统

在电子控制悬架系统中,最常用的是变阻尼悬架系统。改变减振器阻尼的悬架系统相对于使用空气弹簧悬架系统有许多优点,最突出的优点是质量轻,因为空气弹簧悬架系统需要空气压缩机和干燥器,使整车质量大大增加,而变阻尼悬架系统只需增加电子控制元件和改变减振器阻尼的执行元件的质量。

(1)系统组成。减振器阻尼控制系统主要由车速传感器、转向盘转角传感器、节气门位

置传感器、减振器工作模式选择开关、制动灯开关、空挡起动开关(自动变速器汽车)、悬架 ECU 和阻尼调节执行器等组成。节气门位置传感器的信号由发动机 ECU 提供。

(2)控制原理。减振器阻尼大小的调节是通过改变减振器阻尼孔截面积的大小实现的,如图 5-19 所示。减振器阻尼控制杆连接的回转阀上有三个阻尼孔,悬架控制执行器通过控制杆带动回转阀旋转,使回转阀上的小孔与活塞杆上的小孔接通或切断,从而增加或减少减振器上下油室之间的过流面积,达到调节减振器阻尼的目的。

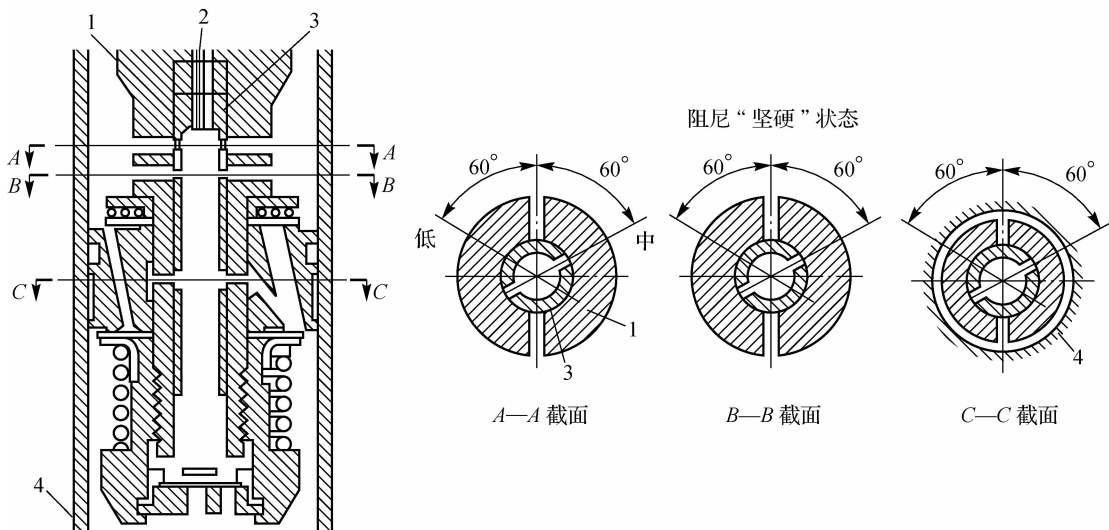


图 5-19 减振器阻尼大小的调节原理

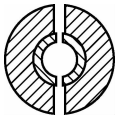
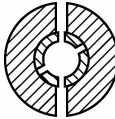
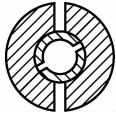
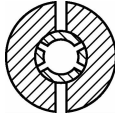
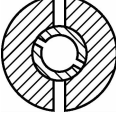
1—活塞杆；2—控制杆；3—回转阀；4—活塞筒

电控悬架系统对减振器阻尼的控制分为“柔软”“坚硬”和“中等”三种状态。

①阻尼“柔软”的控制。当悬架 ECU 收到传感器和控制开关信号并分析,确定阻尼为“柔软”状态时,悬架 ECU 便向步进电动机发出控制指令,使其沿顺时针方向旋转,则小齿轮驱动扇形齿轮沿逆时针方向转动,直到扇形齿轮凹槽的一边靠在挡块上为止,如图 5-20(a)所示。扇形齿轮转动时,带动回转阀控制杆和回转阀转动,回转阀上的阻尼孔与活塞杆上的减振油液孔的相对位置如表 5-2 中“柔软”行所示。由于 A—A、B—B 和 C—C 截面上的三个阻尼孔全部打开,使得减振油液以很快的速度流过活塞,因而减振器能很快伸缩,使阻尼处于“柔软”状态。

②阻尼“坚硬”的控制。当悬架 ECU 收到传感器和控制开关信号并分析,确定阻尼为“坚硬”状态时,悬架 ECU 便向步进电动机发出控制指令,使其从阻尼“柔软”的极限位置沿逆时针方向旋转 60° ,则小齿轮驱动扇形齿轮沿顺时针方向转动 60° (若在“中等”的极限位置,则沿顺时针方向旋转 60° ,小齿轮驱动扇形齿轮沿逆时针方向转动 60°),此时,悬架 ECU 控制接通电磁线圈电流,其电磁吸力将挡块吸出,使挡块进入扇形齿轮凹槽中间部位的一个凹坑内,如图 5-20(b)所示。与此同时,扇形齿轮带动回转阀控制杆和回转阀旋转,回转阀上的阻尼孔与活塞杆上的减振油液孔的相对位置如表 5-2 中“坚硬”行所示。由于 A—A、B—B 和 C—C 截面上的三个阻尼孔全部关闭,使得减振油液不能流动,因此减振器伸缩非常缓慢,使阻尼处于“坚硬”状态。

表 5-2 阻尼孔与油液孔的相对位置

阻尼孔位置	A—A 截面 阻尼孔	B—B 截面 阻尼孔	C—C 截面 阻尼孔
柔软			
坚硬			
中等			

③阻尼“中等”的控制。当悬架 ECU 收到传感器和控制开关信号并分析,确定阻尼为“中等”状态时,悬架 ECU 便向步进电动机发出控制指令,使其沿逆时针方向旋转,则小齿轮驱动扇形齿轮沿顺时针方向转动,直到扇形齿轮凹槽的另一边靠在挡块上为止(从“坚硬”的极限位置顺时针旋转 60°),如图 5-20(c)所示。与此同时,扇形齿轮带动回转阀控制杆和回转阀旋转,回转阀上的阻尼孔与活塞杆上的减振油液孔的相对位置如表 5-2 中“中等”行所示。由于只有 B—B 截面上的阻尼孔打开,使得减振油液流过活塞的速度不快也不慢,因此减振器能以缓慢速度伸缩,使阻尼处于“中等”状态。

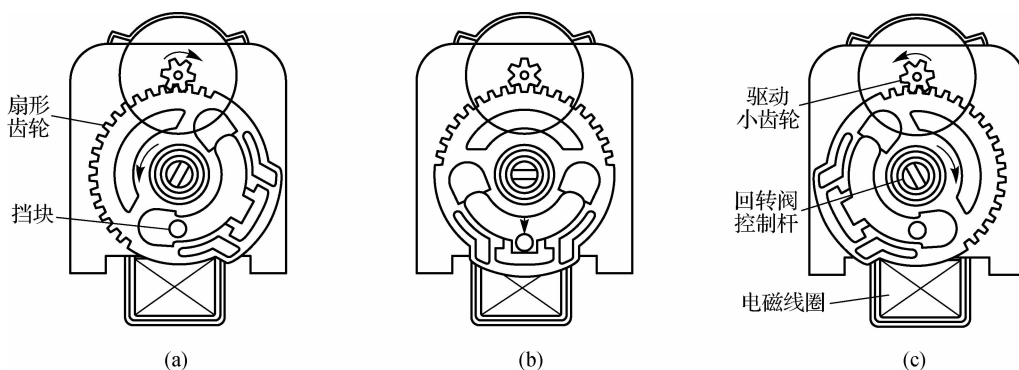


图 5-20 扇形齿轮旋转方向与位置

(a)柔软 (b)坚硬 (c)中等

(3)系统指示灯控制。悬架 ECU 除了向执行元件发出控制信号外,同时还控制汽车仪表盘上的三个悬架系统指示灯。当减振器处于“柔软”阻尼状态时,控制左边一个指示灯发

亮;当减振器处于“中等”阻尼位置时,控制左边和中间两个指示灯发亮;当减振器处于“坚硬”阻尼位置时,控制三个指示灯全部发亮。悬架系统指示灯在接通点火开关时,大约发亮 2 s 后熄灭,以便驾驶员检查指示灯及其线路是否完好。如果控制单元发现系统有故障,将使指示灯闪烁,提示驾驶员系统有故障。

6. 变高度、变刚度、变阻尼综合控制

现代汽车采用的电子控制悬架系统,通常同时使用了空气弹簧和变阻尼减振器。同前述悬架系统一样,其减振器的螺旋弹簧用于支承汽车的质量,减振器控制系统用于调节减振器的阻尼,空气弹簧用于调节车身高度和刚度。

在汽车行驶过程中,各种传感器和控制开关将车身状态信息输入悬架 ECU,传感器和控制开关主要包括转向盘转角与转向传感器、加速度传感器、节气门位置传感器、车速传感器、车身高度传感器、运行模式选择开关、车身高度选择开关、制动灯开关、门控灯开关、倒车灯开关、前照灯开关、空气供给系统的压力传感器和压力开关等。悬架 ECU 根据这些信息计算、判断驾驶员所选择或希望的车身高度、刚度,减振器的阻尼,转向盘的转动方向及转动角度,转弯时侧向惯性力的大小,汽车是否在加速,驾驶员是否在踩制动踏板,实际车身高度,车门是否打开,汽车是否倒车行驶,前照灯是否接通,等等,并控制执行元件执行相应的动作,从而达到自动调节车身高度、空气弹簧刚度和减振器阻尼的目的。

任务实施

一、实训设备

- (1)常用工具一套。
- (2)故障诊断仪。
- (3)装有电控悬架的实训轿车一辆。
- (4)汽车专用万用表若干。

二、实训步骤

1. 电控悬架系统的基本检查

(1)检修过程中的注意事项。在检修汽车电控悬架系统时,应注意以下事项:

①当用千斤顶将车顶起时,应将高度控制 ON/OFF 开关拨到 OFF 位置。如果在高度控制 ON/OFF 开关拨到 ON 位置的情况下顶起汽车,那么 ECU 会记录一个故障码。如果 ECU 记录了故障码,务必将其从存储器中清除掉。将高度控制 ON/OFF 开关拨到 OFF 位置时,会显示故障码“71”;当开关重新拨到 ON 位置时,该故障码即被清除。

②在放下千斤顶前,应将汽车下面所有的物体搬走。因为在维修过程中,可能进行了空气悬架的放气、空气管路拆检等操作,此时空气弹簧中的主气室可能无气或存有少量剩余气体,汽车落地之后,因自身的重量使车身高度很低,就会将下面的物体压住。

③在开动汽车之前,应起动发动机将汽车的高度调整到正常状态。因为在维修时空气弹簧中的空气被放掉,车身高度变得很低,如果此时汽车起步,势必造成车身与悬架或轮胎相互碰撞。因此,维修后首先起动发动机,用空气压缩机给空气弹簧气室输送压缩空气,使汽车高度恢复正常,这样汽车便可正常行驶。

④前安全气囊碰撞传感器安装在空气压缩机和1号车身高度控制阀上面。因此,除非必要时,不要触及这个传感器。若要触及,必须按照安全气囊维修中的说明,在维修前拆下前安全气囊碰撞传感器,避免影响安全气囊系统的正常工作。

(2)汽车高度调整功能的检查。操作高度控制开关检查汽车高度变化情况的步骤如下:

①检查轮胎充气是否正确。

②检查汽车高度。

③起动发动机,将高度控制开关从 NORM 位置切换到 HIGH 位置。检查完成高度调整所需的时间和汽车高度变化量。调整时间:从操作高度控制开关到压缩机起动约需 2 s,从压缩机起动到完成高度调整需 20~40 s。汽车高度的变化量为 10~30 mm。

④在汽车处于 HIGH 高度状态下,起动发动机并将高度控制开关从 HIGH 位置切换到 NORM 位置。检查完成高度调整所需的时间和汽车高度变化量。调整时间:从操作高度控制开关到开始排气约 2 s;从开始排气到完成高度调整需 20~40 s。汽车高度的变化量为 10~30 mm。

(3)溢流阀的检查。强制压缩机工作,检查溢流阀动作。

①将点火开关转到 ON 位置,将图 5-21 中高度控制连接器的端子 1 与端子 7 连接,以迫使压缩机工作。

②等压缩机工作一段时间后,检查溢流阀是否放气。若不能放气,则检查管路中有无漏气、压缩机工作是否正常、溢流阀是否堵塞等。

③将点火开关转到 OFF 位置。

④清除故障码。

当强制压缩机工作时,ECU 会记录一个故障码;在完成检查后,务必将这个故障码清除掉。

(4)漏气检查。检查空气软管和软管接头是否漏气,具体步骤如下:

①将高度控制开关拨到 HIGH 位置,使汽车高度上升。

②使发动机熄火。

③在空气软管和软管接头处涂抹肥皂水,检查空气管路接头处是否有气泡出现。

④若有气泡出现,则表明有漏气现象,此时应进行修理。

(5)汽车高度的检查与调整。在进行汽车高度调整时,必须让高度控制开关处于 NORM 位置。应在水平面上进行高度调整,务必将汽车的高度调整到标准范围内,以避免由此引起的故障误诊断。

①检查汽车高度。将高度控制开关拨到 NORM 位置,使车身上下跳振几次,以便悬架处于稳定状态;前、后推动汽车,以使车轮处于稳定状态;将变速器操纵手柄置于 N 挡位置,松开驻车制动器(应挡住车轮不让它转动),起动发动机;将车身高度控制开关拨到 HIGH 位置,车身升高后,等待 60 s,然后再将车身高度控制开关拨到 NORM 位置,使车身下降,待车身下降后再过 50 s,重复上述操作,以使悬架各部件稳定下来;测量车身高度,使车身高度符合表 5-3 的要求,否则应通过转动车身高度传感器导杆进行高度调整。

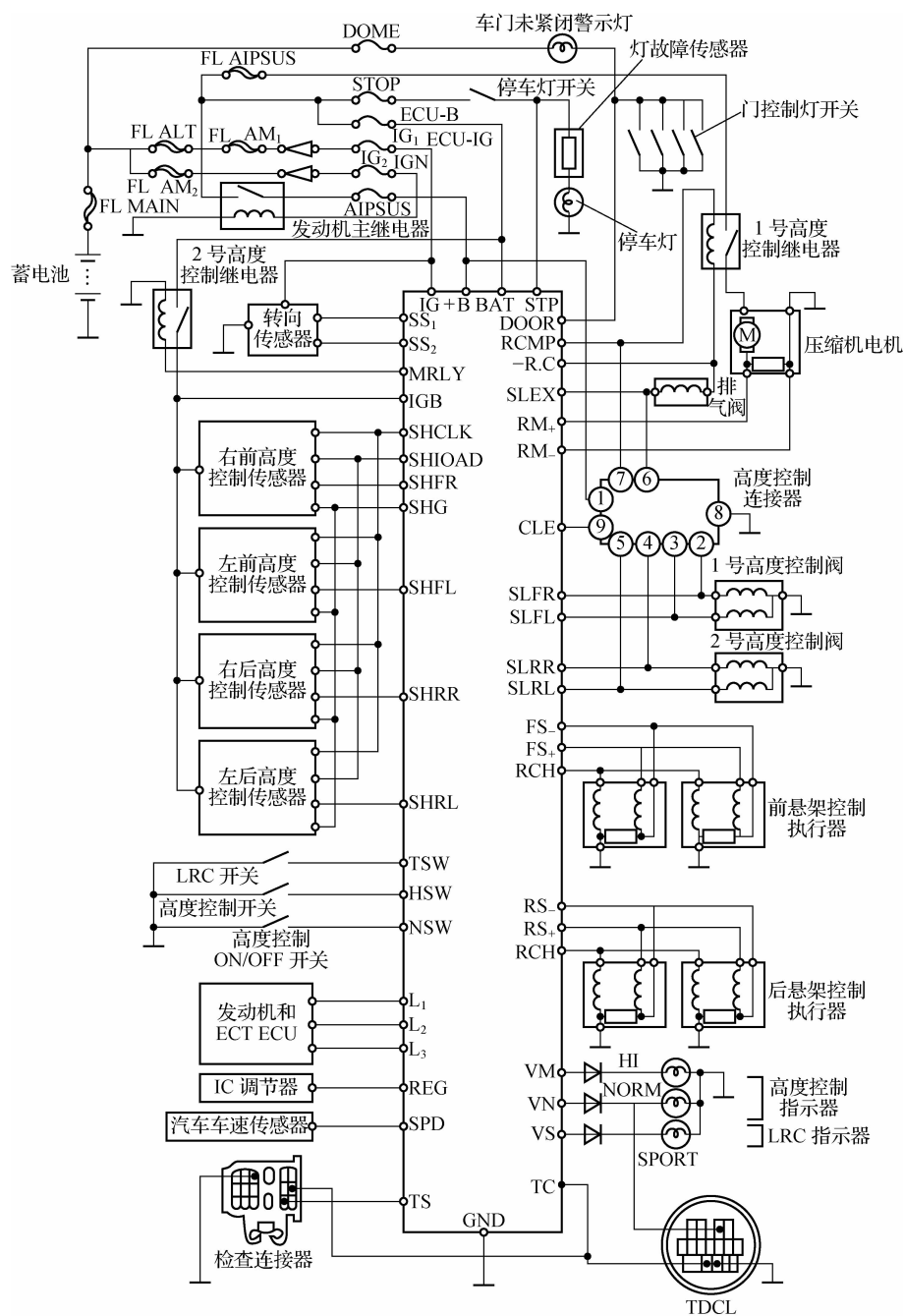


图 5-21 电控悬架系统线路图

表 5-3 车身高度标准值

部 位	车前端	车后端	左右误差值	前后误差值
高度/mm	228±10	210±10	<10	17.5±1.5

②调整汽车高度。旋松车身高度传感器连接杆上的两个锁紧螺母,转动车身高度传感器连接杆,以调节长度。车身高度传感器连接杆每转一圈能使汽车高度改变大约 4 mm;检

查车身高度传感器连接杆的尺寸是否小于极限值,前、后悬架的极限值均为 13 mm;暂时拧紧两个锁紧螺母;再检查一次汽车高度;车身高度调整完成后,拧紧锁紧螺母,拧紧力矩为 $4.4 \text{ N} \cdot \text{mm}$;汽车高度调整完成后,需检查车轮定位情况。

2. 电控悬架系统的故障诊断与排除

(1)故障码读取。

①接通点火开关。

②跨接 TDCL 或检查连接器的 T_c 与 E_1 端子。

③根据仪表板高度控制 NORM 指示灯的闪烁情况读取故障码。

④检查完毕后,将端子 T_c 与 E_1 脱开,并关闭显示器。

(2)故障码清除。

①关闭点火开关,找到中央接线盒,拆下其中给 ECU 供电的 ECU-B+熔丝 10 s 以上,即可清除故障码。

②关闭点火开关,用跨接线将高度控制连接器的端子 9 与端子 8 连接,同时使检查连接器的端子 T_s 与 E_1 连接。保持这一状态 10 s 以上,然后接通点火开关,并脱开以上各端子,也可以清除故障码。

(3)故障的诊断与排除。当电控悬架系统出现故障后,首先使用故障自诊断系统,读取故障码,查找故障部位,排除电控系统的故障。若故障码所示的故障排除后仍存在故障现象,则应根据故障现象分析故障原因,然后对系统进行检查。具体操作如下:

①电控悬架指示灯不正常。接通点火开关,观察电控悬架的指示灯。若 S(刚度、高度低)、M(刚度、高度中等)、F(刚度、高度高)指示灯在点亮 2 s 后熄灭,则为正常;若 S、M、F 指示灯都不亮,则悬架指示灯不正常,需进行以下检查:

检查悬架 ECU 上的 +B、GND 两端子之间的电压,如果电压为 12 V,说明 S、M、F 指示灯灯泡或连线有故障;如果电压不是 12 V,应检查系统熔丝(ECU-IG, 15 A)是否熔断,蓄电池连接导线是否脱落或接触不良,点火开关是否损坏,悬架 ECU 接地是否良好,若发现故障应予以排除。

将悬架控制模式选择开关置于 NORM 位置,接通点火开关,指示灯 S 点亮, M 和 F 灯不亮。否则应检查悬架控制模式选择开关及其连接线路是否正常,若正常,则应检查悬架 ECU 是否有故障。

将悬架控制模式选择开关置于 SPORT 位置,接通点火开关,指示灯 S、M 点亮, F 灯不亮。否则应检查选择器开关及其连接线路是否正常,若正常,则应进一步检查悬架 ECU 是否有故障。

②汽车“后仰”故障。汽车在起步、加速时,前后轴载荷会发生变化,指示灯 S、M、F 应全部点亮,表明悬架刚度、高度属于强模式,否则就会产生“后仰”故障。对此,需进行以下检查。

检查车速传感器电路,即悬架 ECU 的 SPD 端子至车速传感器至搭铁的线路是否正常,若线路正常,车速里程表轴每转一圈,用万用表检测 SPD 端子和 GND 端子之间的电路,应导通四次,且电压在 0~6 V 变化。不正常时,表明车速传感器有故障,必要时予以更换。

检查悬架 ECU、发动机 ECU、节气门位置传感器之间的电路是否正常,正常时,接通点火开关,逐渐踩下加速踏板,检查悬架 ECU 中 L1、L2、L3 至 GND 端子间电压,应在 0~5 V 变化。不正常时,应检查节气门位置传感器各输出端子之间的电阻值及发动机 ECU 是否正

常,若上述检查正常,则表明悬架 ECU 有故障,应修理或更换。

③汽车“侧倾”故障。汽车以 40 km/h 行驶,突然转向时,不管悬架控制模式选择开关处于 NORM 位置还是 SPORT 位置,指示灯 S、M、F 应全部点亮,表明悬架刚度、高度都处于强模式,否则会出现“侧倾”或“摆头”故障。对此,需进行以下检查。

首先,检查车速传感器电路,其检查方法与“汽车后仰故障”中的检查方法相同。

其次,检查转向传感器与悬架 ECU 之间的连接线路是否正常,线路正常时,接通点火开关,悬架 ECU 中 VS、GND 两端子间电压应为 3.5~4.2 V。若 VS、GND 之间的电压不正常,则表明悬架 ECU 有故障,应予以检修或更换。慢慢转动转向盘,检查 SS1 端子与 GND 端子间电压、SS2 端子与 GND 端子间电压,两个电压均应在 0~5 V 反复变化。如果电压不正常,表明转向传感器有故障,应予以修理或更换。

④汽车“点头”故障。汽车以 60 km/h 速度行驶,采用紧急制动时,不管悬架控制模式选择开关处于 NORM 位置还是 SPORT 位置,指示灯 S、M、F 应全部点亮,表明悬架刚度、高度都处于强模式,否则会出现“点头”故障。对此,须进行以下检查:

首先,检查车速传感器电路,其检查方法与“汽车后仰故障”中的检查方法相同。

其次,检查制动灯开关、制动灯与悬架 ECU 之间的连接是否正常。若线路正常,在不踩制动踏板时,悬架 ECU 上 STP、GND 两端子间电压为 0 V;当踩下制动踏板时,STP、GND 之间电压为 12 V。若电压不正常,则为制动灯开关有故障,应予以更换;若电压正常,则须检修或更换悬架 ECU。

⑤汽车“高速失控”故障。当汽车以 100 km/h 逐渐加速到 120 km/h 时,悬架控制模式选择开关处于 NORM 位置,悬架刚度、高度变为中等模式,则指示灯 S、M 点亮,F 灯不亮。否则,应检查车速传感器电路是否正常,其检查方法与“汽车后仰故障”中的检查方法相同。若正常,则须检修或更换悬架 ECU。

三、注意事项

- (1)遵守实验室规章制度,未经许可,不得擅自移动和拆卸仪器与设备。
- (2)在教师允许和监控下,起动发动机时,须保证设备周围的人员安全,防止意外发生。
- (3)维修过程中,当点火开关在打开状态时,不要随意断开蓄电池,否则会丢失控制模块中存储的信息。
- (4)使用万用表测量导通性能和电阻大小时,一定先断开蓄电池负极,再进行测量。

任务实施单

姓名	学号	组别
任务名称	汽车电控悬架系统的故障诊断与维修	
任务训练目标	(1)学会电控悬架控制系统的基本检查。 (2)能够对电控悬架系统的常见故障进行诊断与排除。	
任务准备	(1)常用工具一套。 (2)故障诊断仪。 (3)装有电控悬架的实训轿车一辆。 (4)汽车专用万用表若干。	

(续表)

任务执行
步骤

一、资讯

- (1) 电控悬架系统的功能：_____。
- (2) 车身高度传感器的安装位置：_____。
- (3) 转向盘转角传感器的组成：_____。
- (4) 电控悬架的主要开关信号有：_____。
- (5) 车身高度控制的原理：_____。
- (6) 弹簧刚度控制系统的组成：_____。
- (7) 减振器阻尼控制系统的控制原理：_____。

二、决策与计划

请根据任务要求,确定所需要的检测仪器、工具和设备,小组成员分工,并制定具体作业计划。

- (1) 需要的检测仪器、工具和设备。
- (2) 组员分工：
- (3) 作业计划：

三、实施

- (1) 电控悬架系统的基本检查。

序号	检查项目	检查结论
1	汽车高度调整功能的检查	
2	溢流阀的检查	
3	漏气检查	

- (2) 故障码的读取与清除。

序号	故障码	故障所在
1		
2		
3		

- (3) 故障的诊断与排除。

序号	故障现象	排除方法
1	电控悬架指示灯不正常	
2	汽车“后仰”	
3	汽车“侧倾”	
4	汽车“点头”	
5	汽车“高速失控”	

四、检查

- (1) 电控悬架系统的基本检查掌握情况：_____。
- (2) 故障码读取与清除的掌握情况：_____。
- (3) 故障的诊断与排除情况：_____。

五、任务拓展

搜集并整理新型电控悬架系统的相关知识。

六、评估

- (1) 请根据自己任务完成的情况对自己的工作进行自我评估,并提出改进意见。
- (2) 教师对小组工作情况进行评估,并进行点评。
- (3) 成绩评定。

小组对本人的评定：_____。

教师对小组的评定：_____。

学生本次任务成绩：_____。



一、填空题

- (1) 根据控制目的不同,电控悬架系统分为_____、_____、_____等形式。
- (2) 电控悬架系统与其他控制系统一样,由_____、_____和_____三部分组成。
- (3) 若车身高度传感器的发光二极管发出的光线正对圆盘的槽,则光敏晶体管_____;若发光二极管发出的光线没有对准圆盘的槽,则光敏晶体管_____。
- (4) 转向盘转角传感器用于检测转向盘的_____、_____、_____等信息。
- (5) 常用的加速度传感器有_____、_____两种。
- (6) _____用来产生供车身高度调节所需的压缩空气。
- (7) 行李厢中设有_____自动切断开关,当车身高度上升到_____时,自动切断高度控制系统,防止后部车身升高过多或拖车时产生意外运动。
- (8) 空气弹簧悬架的刚度分为_____、_____和_____三种状态。
- (9) 电控悬架系统对减振器阻尼的控制分为_____、_____和_____三种状态。
- (10) 电控悬架系统的主要传感器有_____、_____、_____、_____等。
- (11) 电控悬架系统一般都设有_____,随时监测系统的工作情况。

二、判断题

- (1) 传统悬架的弹簧刚度和减振器阻尼在悬架结构确定后是可变的。()
- (2) 半主动悬架和主动悬架都是通过动力源(液压泵或空气压缩机等)为悬架系统提供连续的动力输入。()
- (3) 半主动悬架不能随外界的输入进行最优控制和调节。()
- (4) 车身高度传感器只能采用光电式。()
- (5) 转向盘转角传感器主要用于对汽车悬架系统的“侧倾”刚度调节。()
- (6) 电控悬架系统的模式是自动选择的,不需要驾驶员选择。()
- (7) 干燥器中的氧化硅胶需定期更换。()
- (8) 空气弹簧的主、副气室之间有大、中、小三个通道。()
- (9) 控制单元计算的车速变化量表明无须抗“点头”控制时,就使前后空气弹簧恢复到原来的压力。()
- (10) 减振器阻尼大小调节是通过改变减振器阻尼孔截面积的大小得以实现的。()

三、简答题

- (1) 简述电控悬架系统的功能。
- (2) 简述电控悬架系统的分类。
- (3) 简述电控悬架系统的工作原理。
- (4) 简述车身高度传感器的工作原理。
- (5) 如何利用转向盘转角传感器测量转向?

- (6) 电控悬架系统开关信号主要有哪些？它们的作用是什么？
- (7) 简述弹簧刚度控制系统的组成及控制原理。
- (8) 简述减振器阻尼控制系统的组成及控制原理。
- (9) 简述车身高度控制系统的组成及控制原理。
- (10) 电控悬架系统在检修过程中的注意事项有哪些？

任务二 汽车电控自动空调系统工作异常故障维修

任务引导

一位大众奥迪 A6 轿车客户开车到汽车 4S 店,向前台维修接待反映,车辆在行车的过程中开冷空调的时候,有时左边会吹热风,而右边吹冷风,并且这种故障现象发生的频率越来越高。如果你接修,应如何进行维修?

任务分析

汽车空调自问世以来经过几十年的发展,已经由最初的奢侈品成为必需品,是汽车舒适度的一个重要体现,同时是影响汽车安全性的重要因素。汽车空调采用暖风和冷气装置来保持车内适宜的温度;采用除湿和加湿装置来保持车内空气湿度适宜;采用通风装置和空气净化器来保持车内空气清新洁净。尤其是在严寒季节,采暖系统可使乘员避免过量着装,为车窗提供除雾和除霜功能,提高乘坐舒适性并保障驾乘安全。要对汽车电控自动空调系统工作异常进行故障维修,首先要学习电控自动空调系统的结构、工作原理等知识,从而正确判断汽车电控自动空调系统工作异常的原因并进行维修。

任务目标

- (1) 了解汽车空调系统的发展历程、作用及组成。
- (2) 掌握电控空调主要部件的结构与工作原理。
- (3) 掌握电控空调系统的控制功能。
- (4) 学会电控空调系统的正确使用与维护方法。
- (5) 能够对电控空调系统的常见故障进行诊断与排除。

相关知识

一、电控自动空调概述

空调是空气调节器的简称。汽车空调的功能是对汽车室内的空气温度、湿度、流速和清洁度等参数进行调节,使乘员感到舒适,并预防或去除风窗玻璃上的雾、霜和冰雪,保证乘员身体健康和行车安全。

1. 汽车空调的发展历程

汽车空调的发展经历了以下几个阶段：

(1)第一阶段,单一暖风系统。1925年,美国首先利用汽车发动机冷却液通过加热器的方式取暖,1927年发展到具有加热器、鼓风机和空气滤清器等的比较完整的取暖系统,这种供热系统直到1948年才在欧洲出现。而日本到1954年才开始使用加热器取暖。在寒冷的北欧、亚洲北部地区现在仍然使用这一系统。

(2)第二阶段,单一制冷系统。1939年,美国通用汽车帕克公司首先在轿车上使用了机械制冷的空调器,欧洲、日本到1957年才加装这种单一制冷系统。在热带、亚热带地区现在仍然使用这种单一制冷的系统。

(3)第三阶段,冷暖一体化系统。1954年,美国通用汽车公司首先在纳什牌轿车上安装了冷暖一体化的手动操作空调系统,汽车空调才基本具有调节车内温度、湿度的功能。随着汽车空调技术的改进,目前的冷暖一体空调基本上具有降温、除湿、通风、过滤、除霜等功能。在大量的经济型汽车上目前仍然使用这种方式。

(4)第四阶段,半自动控制的汽车空调系统。冷暖一体汽车空调需要人工操纵,这显然增加了驾驶员的工作量,同时控制质量也不大理想。1964年,美国通用汽车公司研制出半自动控制的空调系统,首先安装在凯迪拉克轿车上,紧接着,通用、福特、克莱斯勒三大汽车公司竞相在各自的高级轿车上安装半自动空调。使用电子控制的真空回路操纵空调系统,驾驶员只需输入某一个温度,系统就会为达到这一温度而自动工作。不管车外的温度如何变化,均可达到调节车内温度的目的。日本、欧洲直到1972年才在高级轿车上安装半自动空调。

(5)第五阶段,全自动汽车空调系统。1973年,美国通用汽车公司和日本五十铃汽车公司联合研究由微型计算机控制的汽车空调系统,1977年同时安装在各自的汽车上,将汽车空调技术推到一个新的高度。全自动汽车空调系统由微机按照车内外的环境,根据驾驶员所设定的温度,自动调节鼓风机出气温度和鼓风机转速,从而使车内保持在设定温度,实现了空调运行和汽车运行的相关统一。该系统具备数字化显示、冷暖通风三位一体化、自我诊断系统、执行器自检、数据流传输等功能,节约了燃料,提高了汽车的整体性能,并获得最佳的舒适性。

2. 汽车空调的作用

汽车空调是改善汽车舒适性的装置,它可对车内空气的温度、湿度、清洁度等进行控制,以提高行车时车内的空气质量。汽车空调主要有以下几个方面的作用:

(1)调节温度。汽车空调可对车内的空气或外部进入车内的空气进行冷却或加热,将车内的空气调节到使人体感觉舒适的温度。

(2)调节湿度。汽车空调通过内、外循环的转换等措施,将车内空气湿度调节到人体感觉舒适的程度,并能防止车窗玻璃起雾或结霜。

(3)通风换气。汽车空调将外部新鲜的空气吸入车内,调节车内的气流并保持空气的清新。

(4)空气净化。汽车空调利用空气滤清器过滤空气及对空气进行消毒。

3. 空调系统的组成

完善的汽车空调系统应由制冷系统、取暖系统、通风系统、加湿系统、空气净化系统和电子控制系统组成。

(1)制冷系统。制冷系统由压缩机、储液干燥器(积累器)、膨胀阀(膨胀管)、蒸发器、冷凝器、散热风扇、鼓风机、制冷管道、制冷剂等组成。制冷系统通过压缩机的压缩和抽吸作用,使制冷剂在管路中循环,在蒸发器汽化吸热,以降低蒸发器周围空气的温度,并将冷空气送入车内;在冷凝器处液化散热,并将吸收了热量的热空气散发到车外大气中。如此,制冷系统工作时通过制冷剂气态与液态相互转换,进行着吸热和放热循环过程,对车内空气或由外部进入车内的新鲜空气进行冷却或除湿,使车内空气变得凉爽舒适。

(2)取暖系统。取暖系统由暖风芯子、暖风水阀、水管、发动机冷却液等组成。利用汽车发动机冷却液、废气的余热或通过加热器对车内空气或由车外进入车内的新鲜空气进行加热,达到取暖、除湿的目的。

(3)通风系统。通风系统由进气模式风挡、鼓风机、风道、混合模式风挡、气流模式风挡等组成。通过鼓风机、进风口风门和风道,将车外的新鲜空气引入车内,达到通风、换气的目的;通过相应的控制开关和风门控制进风量,并将冷风、热风、新鲜空气有机地混合,形成温度适宜、风量适当的气流送入车内。

(4)加湿系统。加湿系统利用空气质量传感器检测车内的空气湿度,对车内空气进行加湿,提高车内空气的相对湿度。

(5)空气净化系统。空气净化系统由空气过滤装置、磁电除尘装置、灭菌装置、除臭装置等组成。其作用是除去车内空气中的尘埃、臭味、烟气及有毒气体,使车内空气变得清洁。

(6)电子控制系统。电子控制系统由传感器、ECU 和执行器组成。其用于自动调节车内空气的温度、湿度、空气流量和流向,使车内形成冷暖适宜的气流,实现车内环境在各个季节、全方位多功能的最佳调节。

二、电控自动空调的结构与工作原理

随着电子技术的发展,越来越多的汽车上采用了电子控制的自动空调。电控自动空调的结构如图 5-22 所示,由传感器、ECU 和执行器组成。

电控自动空调利用传感器随时检测车内温度及车外环境温度的变化,并把检测到的信号送给空调 ECU,ECU 按预先编制的程序对信号进行处理,并通过执行元件不断地对风机转速、出风温度、送风方式及压缩机工作状况等进行调节,从而使车内温度、空气湿度及流动状况始终保持在驾驶员设定的水平上。

1. 传感器

(1)车内温度传感器。车内温度传感器也称室内温度传感器、车内气温传感器。它一般安装在仪表板下端,前后双空调式车上多在前后座上各装一个。

为了准确且及时地测量当前的车内平均温度,系统会强制把车内空气不断地导向车内温度传感器。按强制导向车内温度传感器的气流方式不同,车内温度传感器分为两种:吸气器型车内温度传感器和电机型车内温度传感器,其结构和安装位置如图 5-23 所示。吸气器型车内温度传感器,有一根抽风管连接车内温度传感器与空调的管道,与空调管道连接处有文杜里效应装置,鼓风机工作,空气快速流过就会产生负压,这样就有少量空气流过车内温度传感器;电机型车内温度传感器是电机带动一个小风扇,风扇工作产生吸力,使车内空气流过传感器。

车内温度传感器是具有负温度系数的热敏电阻,当车内温度发生变化时,热敏电阻的阻值改变,从而向空调 ECU 输送车内温度信号,其电路如图 5-24 所示。

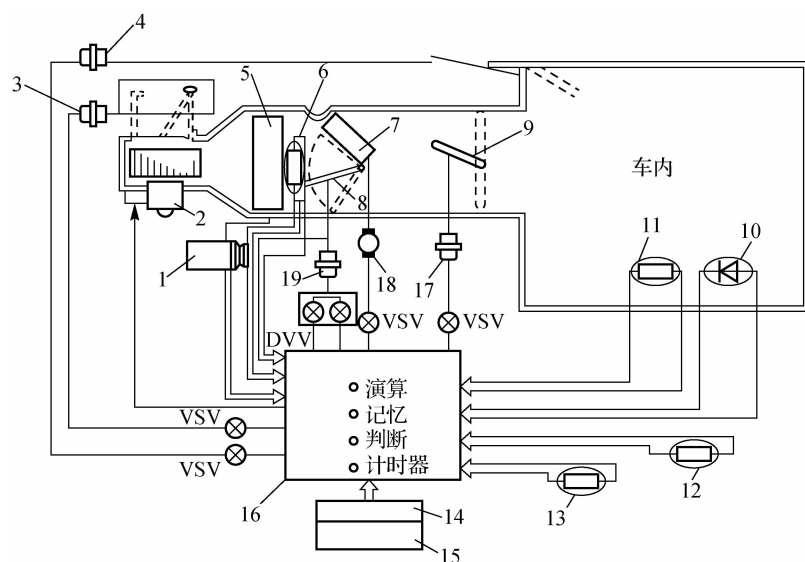


图 5-22 电控自动空调的结构

- 1—压缩机；2—风机；3—外来空气真空驱动器；4—上风口真空驱动器；5—蒸发器；6—蒸发器温度传感器；
7—加热器；8—空气混合风门；9—吹出口转换风门；10—车内温度传感器；11—阳光传感器；
12—车温度传感器；13—冷却水温度传感器；14—控制开关；15—预定温度键；16—ECU；
17—风口切向真空驱动器；18—热水阀真空驱动器；19—反馈电位计
VSV—真空转换阀；DVV—降温 and 升温真空电磁阀

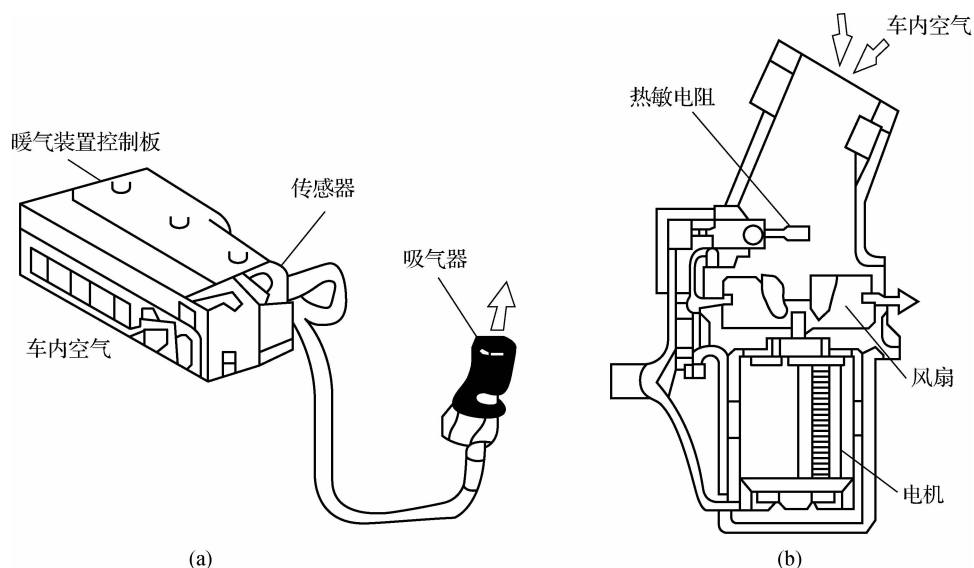


图 5-23 车内温度传感器的结构和安装位置

(a) 吸气器型 (b) 电机型

(2) 车外温度传感器。车外温度传感器也称环境温度传感器、外界空气温度传感器、大气温度传感器，如图 5-25 所示。

如图 5-26 所示，车外温度传感器一般都是安装在前保险杠内或水箱之前，该传感器也

是采用热敏电阻检测车外空气温度,并把温度信号输入到空调 ECU。

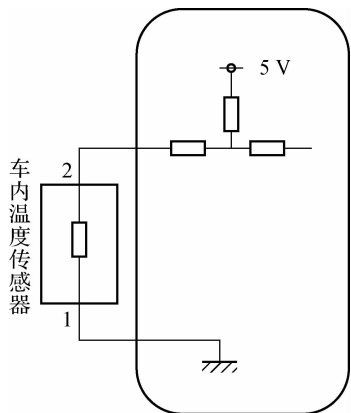


图 5-24 车内温度传感器电路图

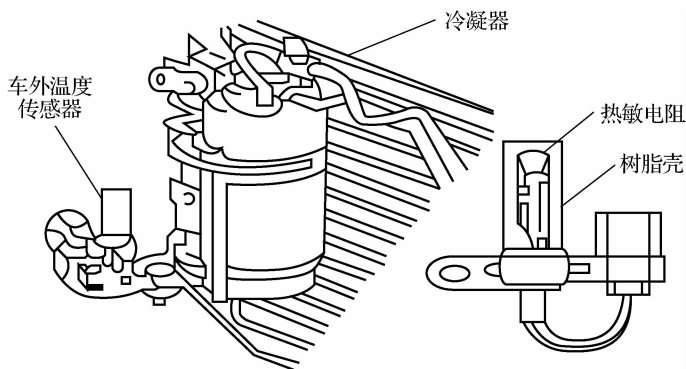


图 5-25 车外温度传感器

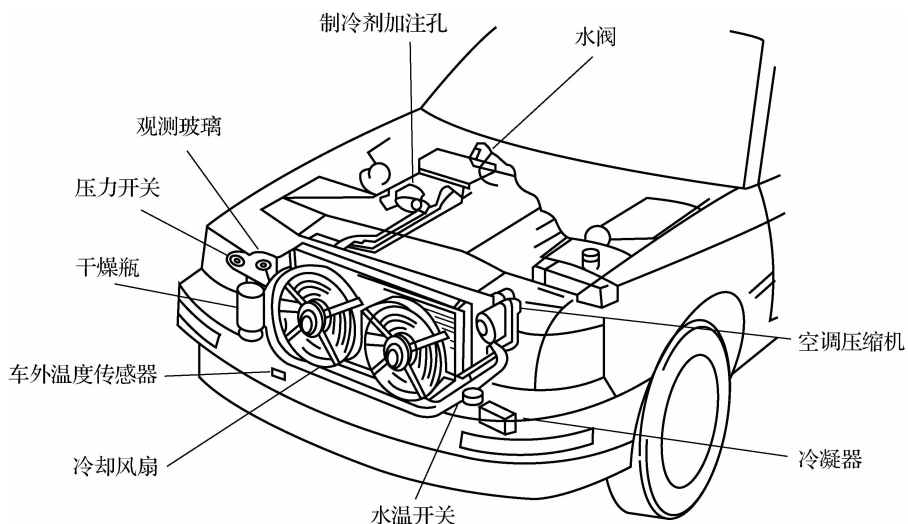


图 5-26 车外温度传感器的安装位置

(3)蒸发器温度传感器。蒸发器温度传感器安装在蒸发器壳体上,它用于检测蒸发器表面温度;控制压缩机,在蒸发器表面温度低于 0°C 时,使压缩机不工作,防止蒸发器表面结霜。

电控自动空调所采用的蒸发器温度传感器,都是采用负温度变化系数的热敏电阻,即热敏电阻随着温度的升高,阻值会减小;随着温度的降低,阻值会增大。利用传感器的这一特性来检测温度,并将检测信号输入空调 ECU,以此确定对电磁离合器供电或断电并控制蒸发器避免结冰。

(4)冷却水温度传感器。冷却水温度传感器也称水温传感器、冷却液温度传感器,它安装在发动机的冷却水道上,如图 5-27 所示。

冷却水温度传感器由负温度系数热敏电阻制成,用于检测冷却水的温度并把信号输入空调 ECU,空调 ECU 利用此信号控制低温时风机的转速,在水温过低时,系统会起动鼓风机的预热控制。即在取暖工况下,为了防止吹出的风是冷风,在水温低于系统设定温度时,鼓风机低速工作或不工作。

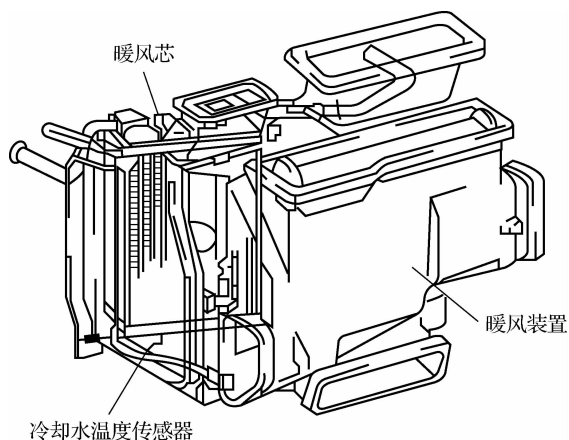


图 5-27 冷却水温度传感器的安装位置

有些车型不单独设置水温传感器,而是通过发动机 ECU 获得水温信号。

(5)阳光传感器。阳光传感器也称阳光辐射传感器、日光传感器、光照传感器。阳光传感器主要由壳体、滤光片及光电二极管组成,通过光电二极管可检测出日光照射量的变化。光电二极管对日照变化反应敏感,而自身不受温度的影响,其将日照变化转换成电流,根据电流的大小就可以知道准确的日照量。

阳光传感器安装在驾驶室仪表板上方容易接受日光照射的位置,把日光照射量变化转换为电流的变化,并将信号输入空调 ECU,ECU 根据此信号调整空调吹出的风量与温度。

(6)制冷剂流量传感器。制冷剂流量传感器可用于电控自动空调系统上检测制冷剂流量,安装在储液罐和膨胀阀之间。

制冷剂流量传感器的结构如图 5-28 所示。传感器内部有多个电极,当通过传感器的制冷剂流量发生变化时,电极间的静电容量发生变化,并以频率信号输入到空调 ECU,空调 ECU 根据此信号判断制冷剂流量是否正常。当出现异常时,制冷剂流量传感器利用监控显示系统进行报警。

(7)烟雾传感器。烟雾传感器设在后空调装置内。当接通点火开关且空调处于 AUTO 模式,烟雾传感器开始检测烟雾。

光电式烟雾传感器由发光元件、光敏元件及信号处理电路部分组成,其工作原理如图 5-29 所示,通过细缝的空气可以自由地流动,发光元件间歇地发出红外线。在没有烟雾的情况下,红外线射不到光敏元件上,电路不工作;但当烟雾等进入传感器内部时,烟雾粒子对间歇的红外光进行漫反射,就有红外光射到光敏元件上,空调 ECU 判断出车内有烟雾,就会使鼓风电动机旋转,以保持车内空气清新。

(8)湿度传感器。湿度传感器主要有热敏电阻式和结露式两种形式,用于汽车风窗玻璃的防霜和电控自动空调车内相对湿度的检测。

热敏电阻式湿度传感器装有金属氧化物系列陶瓷材料制成的多孔烧结体,传感器就是利用烧结体表面对水分子的吸附作用来工作的。当烧结体吸附了水分子时,其电阻值发生变化,湿度传感器根据这一变化就可以检测出湿度的变化。当湿度增加时,传感器的阻值减少;当相对湿度从 0 变化至 100% 时,传感器的阻值有数千倍变化。这种传感器的阻值随温度变化而变化,所以必须给湿度传感器配以温度补偿热敏电阻后,才能提高测试精度。

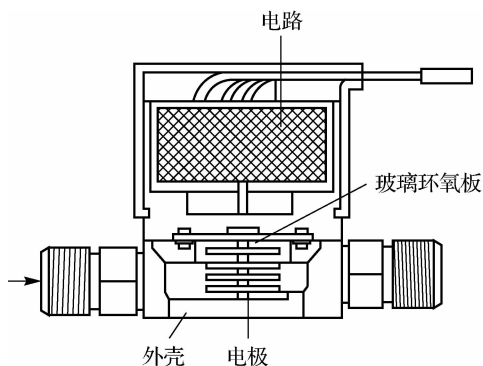


图 5-28 制冷剂流量传感器的结构

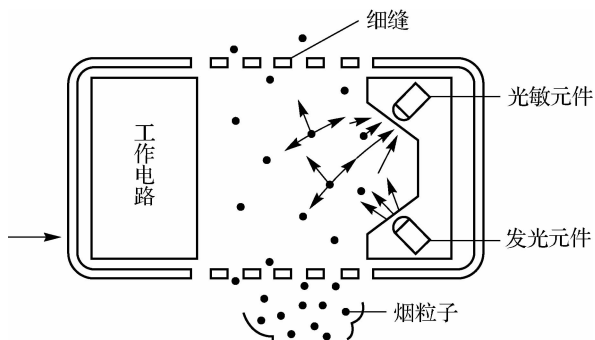


图 5-29 光电式烟雾传感器的工作原理

结露式湿度传感器是利用厚膜状陶瓷半导体在接近结露状态的高温区域，其阻值会急剧变化这一原理制成的。其测试精度高，响应特性好。

(9)压缩机锁止传感器。压缩机锁止传感器是一种磁电式传感器，安装在空调压缩机内，用于检测压缩机转速。压缩机每转一转，该传感器线圈就产生四个脉冲信号并输送到空调 ECU。

2. 执行器

汽车电控空调的执行器主要包括进风控制伺服电动机、空气混合伺服电动机、送风方式控制伺服电动机、最冷控制伺服电动机、可变排量压缩机等，用来实现汽车空调的进风、送风、温度等的控制。

(1)进风控制伺服电动机。进风控制伺服电动机的作用是控制进风方式，其结构如图 5-30 所示。进风控制伺服电动机的转子经连杆与进风挡风板相连，当驾驶员通过进风方式控制键选择“车外新鲜空气导入”或“车内空气循环”模式时，空调 ECU 便控制进风控制伺服电动机正转或反转，带动连杆顺时针或逆时针旋转，从而带动进风挡风板闭合或开启，达到改变进风方式的目的。该伺服电动机内装有电位计，且随电动机转动，其作用是向空调 ECU 反馈电动机活动触点的位置情况。

(2)空气混合伺服电动机。空气混合伺服电动机连杆转动位置如图 5-31 所示。当进行温度控制时，空调 ECU 根据各传感器送入的信号及驾驶员设置的温度，计算出所需要的出风温度并控制空气混合伺服电动机连杆顺时针或逆时针转动，改变空气混合挡风板的开启角度，从而改变冷、暖空气混合比例，使出风温度与计算值相符。电动机内设有电位计，其作用是向空调 ECU 输送空气混合挡风板的位置信号。

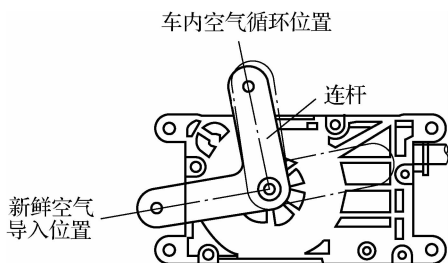


图 5-30 进风控制伺服电动机的结构

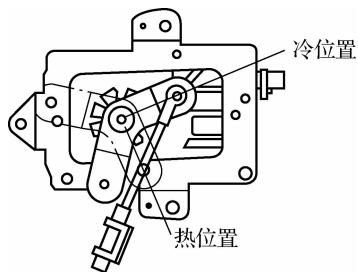
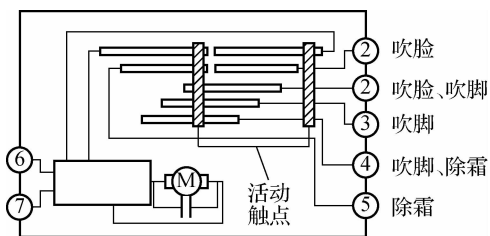


图 5-31 空气混合伺服电动机连杆转动位置

(3)送风方式控制伺服电动机。当进行送风方式控制时,空调 ECU 根据驾驶员选择的送风方式,控制送风方式控制伺服电动机上的相应端子搭铁(见图 5-32),由此将电动机连杆转动,将送风控制挡风板转到相应的位置上,打开相应的送风通道。

若按下“自动控制”键,空调 ECU 会根据各传感器送入的信号计算,进行综合分析,在人脸、脚和脸、脚之间自动改变送风方式。

(4)最冷控制伺服电动机。最冷控制伺服电动机的挡风板具有全开、半开和全闭三个位置。如图 5-33 所示,空调 ECU 控制伺服电动机上的相应端子搭铁,电动机驱动电路使电动机旋转,带动最冷控制挡风板位于相应位置上。



5-32 送风方式控制伺服电动机的工作电路

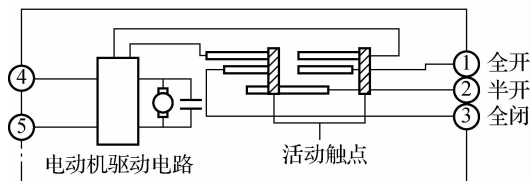


图 5-33 最冷控制伺服电动机的工作电路

(5)可变排量压缩机。可变排量压缩机是在压缩机移动活塞的旋转斜盘上增加了一个可变排量机构,它能在所有气缸上工作[称全容量(100%)工作],或在一半气缸上工作[称半容量(50%)工作],可减轻发动机的负担。

空调 ECU 根据冷却液温度传感器的输入信号,控制压缩机电磁线圈通电或不通电,从而控制压缩机在全容量和半容量之间转换。

3. 电子控制单元

电控自动空调系统电子控制单元(ECU)与操纵面板制成一体,能对各种传感器输入信号和设定方式进行计算、分析、比较后向伺服电动机等执行元件发出控制指令,通过空气混合风门改变冷热风的比例,进而控制空气流的温度。当车内温度达到设定温度值时,ECU 停止驱动伺服电动机,并把此位置存入存储器;ECU 还通过方式风门控制气流流向;通过进气风门控制进气来自车内还是来自车外。

当驾驶员把温度设定在最冷或最热时,空调 ECU 利用存储在 ECU 中的固定值进行自动控制,使空调具有较快的响应速度。此外,电控自动空调 ECU 还具有故障自诊断功能。

4. 控制功能

电控自动空调的控制功能包括送风方式控制、车内温度控制、进风方式控制、风机转速控制、压缩机控制等。电控自动空调的控制逻辑框图如图 5-34 所示。

(1)送风方式控制。当按下送风方式控制键时,空调 ECU 控制送风方式伺服电动机动作,将送风方式控制在相应状态上。当进行自动控制时,空调 ECU 根据计算值自动调节送风方式。当计算值非常小时,最冷控制挡风板完全开启以增加送风风力。

(2)车内温度控制。空调 ECU 根据计算出的送风温度及蒸发器温度信号,确定是否向空气混合伺服电动机通电,控制空气混合挡风板的位置,实现车内温度控制。

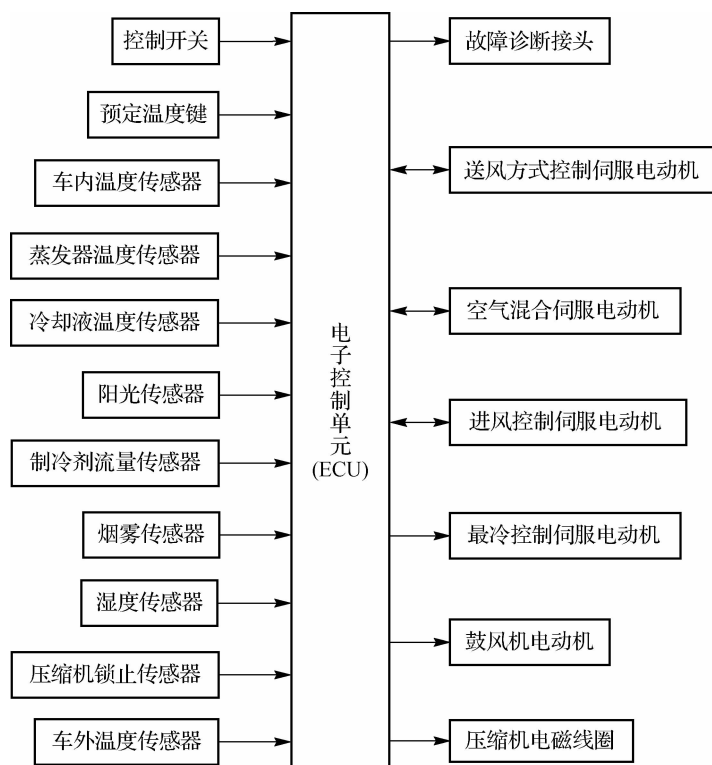


图 5-34 电控自动空调的控制逻辑框图

当空气混合挡风板开度值近似为零时,空调 ECU 断开输入空气混合伺服电动机的控制电流,空气混合挡风板居于原位置;若空气混合挡风板的开度值小于零,空调 ECU 控制空气混合挡风板向冷的方向转动,降低出风温度。与此同时,电动机内的电位计将挡风板的转动位置信息反馈给 ECU,当温度降低使空气混合挡风板的开度近似为零时,空调 ECU 切断电流,伺服电动机停止转动;若空气混合挡风板的开度值大于零,空调 ECU 控制空气混合挡风板向热的方向转动,提高出风温度,直至混合挡风板的开度重新接近零。

(3)进风方式控制。当按下进风方式控制键时,空调 ECU 控制进风控制伺服电动机转动,将进风挡风板固定在“车外新鲜空气导入”或“车内空气循环”位置上。当按下“自动控制”键时,空调 ECU 根据计算值,在上述两种方式之间交替自动改变进风方式。

(4)风机转速控制。空调 ECU 根据驾驶员选择的“低速”键、“中速”键或“高速”键,控制相应的端子搭铁,使风机电动机以低速、中速或高速旋转。

当按下“自动控制”键时,空调 ECU 便根据计算值自动调整风机电动机转速。若水温传感器检测到水温低于 40°C ,ECU 便控制风机电动机停止运转。

(5)压缩机控制。同时按下空调 A/C 键和“风机”键,或按下“自动控制”键,空调 ECU 使电磁离合器吸合,压缩机开始工作。空调 ECU 首先向发动机 ECU 发出压缩机工作信号,发动机 ECU 控制继电器吸合,电流流入磁吸,使压缩机运转。与此同时,电流也加到空调 ECU 的 A/C 端,向空调 ECU 反馈磁吸工作信号。

进行自动控制时,若环境温度或蒸发器温度降到一定值以下,空调 ECU 将控制压缩机间歇工作,即磁吸交替导通与断开,以节省能源。

当空调装置工作时,空调 ECU 同时从发动机点火器及压缩机锁止传感器采集发动机转速与压缩机转速信号,并进行比较。若两种转速信号的偏差率连续 3 s 超过 80%,ECU 判定压缩机锁死,同时与电磁离合器脱开,防止空调装置进一步损坏;并使操纵面板上的 A/C 指示灯闪烁,以提示驾驶员。

任务实施

汽车电控空调系统的故障诊断与排除。

一、实训设备

- (1)常用工具一套。
- (2)故障诊断仪。
- (3)测试灯。
- (4)奥迪 A6 轿车一辆。
- (5)汽车专用万用表若干。

二、实训步骤

1. 空调系统的定期保养

(1)检查压缩机润滑油液面高度是否在正常范围;在压缩机运转情况下,听是否有异常响声,如有,说明压缩机的轴承、阀片、活塞环或其他部件有可能损伤或冷冻润滑油过少;用手检查压缩机的高、低压端有无温差,否则制冷剂泄漏或阀片漏;运转中如压缩机有振动,应检查传动带的松紧度。

(2)检查冷凝器、蒸发器两者是否清洁,保持通道畅通可使其能通过最大的通气量。

(3)检查膨胀阀有无堵塞,感温包与蒸发器出口管路是否贴紧,工作是否正常,膨胀阀能否根据温度的变化自动调节制冷剂的供给量。

(4)查看高、低压软管有无裂纹、鼓包、老化或破损现象;硬管是否有裂纹或渗漏现象,是否会碰到硬物或运动件;管道螺栓是否紧固。

(5)储液干燥器易熔塞是否熔化,各接头处是否有油迹;正常工作时,其表面应无露珠或挂霜现象;每年 4、5 月份维护期中视需要更换干燥剂或储液干燥器总成。

(6)检查电磁离合器是否有打滑现象;低温保护开关在规定的气温下,若能正常启动压缩机,则说明其有故障;检查电线连接是否可靠;检查风机工作时有无异常响声,叶片有无破损,固定螺栓、螺母是否齐全牢固,电动机轴承有无缺油现象等。

(7)检查高低压压力开关,高压开关在压力为 2.2 MPa 时,应能自动接通声光报警电路并使电磁离合器断电,当压力小于 2 MPa 时应能自动复位;低压开关在压力小于 0.2 MPa 时,应能自动接通声光报警电路并使电磁离合器断电,当压力大于 0.2 MPa 时应能自动复位。

2. 使用故障诊断仪诊断排除电控空调系统故障

为了能在部件发生故障或导线断路时快速查到原因,奥迪 A6 轿车的控制和显示单元 E87 中装备了一个故障存储器,如果空调系统发生故障,可使用故障诊断仪 V. A. G 1551、VAS 5051 或 V. A. G 1552 读出故障,将显示出的故障信息与故障代码表对照,即可选择适

当的修理方法。奥迪 A6 轿车空调系统部分故障代码如表 5-4 所示。

表 5-4 奥迪 A6 轿车空调系统部分故障代码表

V. A. G 1551 输出代码	可能的故障原因	故障排除
00624	(1)发动机电控单元与 E87 之间对正极短路或插头有故障; (2)发动机电控单元有故障; (3)E87 不能中止输出	(1)按电路图查找并排除短路或插头故障; (2)检查发动机电控单元; (3)检查 E87“压缩机接通”输出(执行诊断)
00710	(1)伺服电机 V107 和 E87 之间短路、断路或插头有故障; (2)除霜翻板运动困难; (3)伺服电机 V107 损坏	(1)按电路图查找并排除短路、断路或插头故障; (2)检查除霜翻板是否运动自如; (3)检查伺服电机 V107
00756	(1)左出风口温度传感器 G150 和 E87 之间短路或断路; (2)左出风口温度传感器 G150 损坏	(1)按电路图查找并排除短路或断路故障; (2)检查 G150
00757	(1)右出风口温度传感器 G151 和 E87 之间短路或断路; (2)右出风口温度传感器 G151 损坏	(1)按电路图查找并排除短路或断路故障; (2)检查 G151
00792/3224 (闪码)	(1)空调压力开关 F129 和 E87 之间导线断路; (2)风扇 V7(1 挡)有故障; (3)冷凝器或散热器脏污; (4)空调压力开关 F129 对风扇 V7(2 挡)控制有故障; (5)空调压力开关 F129 损坏; (6)制冷剂管路有故障(过压或真空)	(1)按电路图查找并排除断路或松动处; (2)检查风扇 V7(1 挡)的功能,进行执行元件诊断和电气检测; (3)清洁冷凝器和散热器; (4)检查风扇 V7 的功能(通过压力开关 F129 接 2 挡); (5)检查压力开关 F129; (6)修理制冷剂管路
01044	(1)未按规定给 E87 编制代码; (2)输入了错误编码	按规定给 E87 编码
01206	(1)仪表板与 E87 之间断路或短路; (2)仪表板损坏	(1)按电路图查找并排除短路、断路或插头故障; (2)检查仪表信号(读取测量数据块)
65535	(1)E87 导线断路、有接触电阻、松动; (2)E87 损坏	(1)按电路图查找并排除 E87 导线故障; (2)更换 E87

(1)进行自诊断时,空调控制装置应处于工作状态,不可关闭(压缩机、伺服电机、散热器风扇等是可控的)。进行自诊断开始后,空调控制不能中断,但选择执行元件诊断和基本设定后,空调将关闭。如选择其他功能,空调控制装置仍可工作。查询故障代码的步骤如下:

①连接 V. A. G 1551,输入地址码 08“空调/暖风电器系统”,继续操作,直至屏幕显示:

快速数据传输	帮助
输入地址码××	

②按 0 和 2 键(02 选择“查询故障代码”)。屏幕显示:

快速数据传输	Q
02-查询故障代码	

③按 Q 键确认输入。显示屏显示存储的故障数量或显示“无故障”。屏幕显示:

发现×个故障

或

没有发现故障

④按“→”键。存储的故障依次显示并打印出来。显示屏打印完最后一个故障,应按故障代码表排除故障。按“→”键回到初始状态并结束输出(功能 06)。关闭点火开关并拔下自诊断线。

若查不到故障,但空调系统仍然工作不正常(如压缩机不转或只是有时转,空调控制状况不良,新鲜空气鼓风机转速无法控制等),则应读取测量数据块(功能 08),进行执行元件诊断(功能 03)。

(2)根据查询的故障代码,进行相应的故障排除;故障排除后,按下述步骤清除故障代码:

①按 0 和 5 键选择“清除故障代码”。屏幕显示:

快速数据传输	Q
05-清除故障代码	

②按 Q 键确认输入。屏幕显示:

快速数据传输	→
故障代码已被清除	

③按→键。屏幕显示:

快速数据传输	帮助
选择功能××	

④输入 0 和 6,选择“结束输出”。屏幕显示:

快速数据传输	Q
06-结束输出	

⑤按 Q 键确认输入。关闭点火开关,拔下自诊断插头。

3. 使用普通仪表诊断排除电控空调系统的常见故障

(1)压缩机电磁离合器和蒸发器风扇都不工作的故障诊断与排除。

①在熔断器高电位端与搭铁之间连接一测试灯,将点火开关置于 ON 位置。若测试灯不亮,说明从蓄电池到熔断器之间有断点、脱线或失效导线;若测试灯亮,则进行下一步操作。

②将测试灯连接在熔断器的低电位端与搭铁之间,如果测试灯不亮,说明熔断器有故障,确定原因并维修,更换故障部件;若测试灯亮,则进行下一步操作。

③将测试灯连接在主控开关与熔断器相连的接头和搭铁之间,如果测试灯不亮,说明熔断器与主控开关之间的导线有断路故障,维修或更换导线;如果测试灯亮,说明主控开关有故障,更换主控开关;如果测试进行到这里,测试灯仍亮是很少见的。若仍亮,可能在风扇电动机、风扇转速控制器、压缩机电磁离合器和离合器电路等处有故障,则需继续进行下面步骤(2)和步骤(3)的测试,以确定故障。

(2)只有压缩机电磁离合器工作的故障诊断与排除。

①在主控开关与风扇电动机相连的接头和搭铁之间接一测试灯。检查主控开关与搭铁之间是否连通,把开关控制钮拨到每个位置。如果在某一位置测试灯不亮,说明主控开关有故障,应更换主控开关;如果测试灯在每个位置都亮,就进行下一步操作。

②在电动机高电位端与搭铁之间,接一测试灯并转动主控开关,如果测试灯不亮,说明导线有断路故障,应维修或更换导线;如果测试灯亮,说明电动机有故障或电动机搭铁松动、断开或脱线,应进行下一步操作。

③在熔断器高电位和电动机壳体之间接一测试灯,如果测试灯不亮,说明电动机搭铁松动、断开或有其他故障,维修并更换;如果测试灯亮,说明电动机有故障,需维修或更换。

(3)只有蒸发器风扇工作的故障诊断与排除。

①在恒温器高电位端与搭铁之间连接测试灯,如果测试灯不亮,说明主开关到恒温器间导线断开或脱线,维修并更换;如果测试灯亮,就进行下一步操作。

②将恒温器调到最冷,在恒温器、压缩机电磁离合器端和搭铁间接测试灯,如果测试灯不亮,前后转动恒温器几次。如果测试灯仍不亮,说明恒温器有故障,应更换;如果测试灯亮,就进行下一步操作。

③将恒温器调到最冷,在压缩机电磁离合器线圈引线 with 搭铁之间接测试灯,如果测试灯不亮,说明恒温器与压缩机电磁离合器线圈间导线断开、脱线或故障,维修或更换;如果测试灯亮,说明压缩机电磁离合器线圈或离合器失效。

(4)送风系统故障诊断与排除。

①通常为鼓风机或其控制电路故障,用万用表检查鼓风机电机电阻,若鼓风机电机电阻过大或过小,则应更换。

②鼓风机继电器、调温器故障,用万用表测继电器线圈电阻和调温器电阻,若为零或无穷大,则应更换。

③热风管堵塞故障,则清除堵塞物。

④温度门真空驱动器故障,检查真空驱动管路是否漏气,检查相关真空部件是否正常。如都正常应更换真空驱动器。

三、注意事项

- (1) 遵守实验室规章制度,未经许可,不得擅自移动和拆卸仪器与设备。
- (2) 在教师允许和监控下,起动发动机时,需保证设备周围的人员安全,防止意外发生。
- (3) 不得用加热(如热水冲浇)的方法清洗可能含有液态制冷剂的容器。
- (4) 使用万用表测量导通性能和电阻大小时,一定先断开蓄电池负极,再进行测量。

任务施工单

姓名		学号		组别																												
任务名称	汽车电控自动空调系统工作异常故障维修																															
任务训练目标	(1) 学会空调系统的正确使用与维护方法。 (2) 能够对电控空调系统的常见故障进行诊断与排除。																															
任务准备	(1) 常用工具一套。 (2) 故障诊断仪。 (3) 测试灯。 (4) 奥迪 A6 轿车一辆。 (5) 汽车专用万用表若干。																															
任务执行步骤	一、资讯 (1) 汽车空调的作用: _____。 (2) 汽车空调系统的组成: _____。 (3) 电控自动空调的工作原理: _____。 (4) 车内温度传感器的组成: _____。 (5) 进风控制伺服电动机的作用: _____。 (6) 可变排量压缩机的特点: _____。 二、决策与计划 请根据任务要求,确定所需要的检测仪器、工具和设备,小组成员分工,并制订具体作业计划。 (1) 需要的检测仪器、工具和设备: (2) 组员分工: (3) 作业计划: 三、实施 (1) 空调系统的定期保养。 <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>序号</th> <th>保养项目</th> <th>保养方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>压缩机润滑油</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>冷凝器</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>蒸发器</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>膨胀阀</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>高、低压软管</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>储液干燥器易熔塞</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>电磁离合器</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>高、低压压力开关</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					序号	保养项目	保养方法	1	压缩机润滑油		2	冷凝器		3	蒸发器		4	膨胀阀		5	高、低压软管		6	储液干燥器易熔塞		7	电磁离合器		8	高、低压压力开关	
序号	保养项目	保养方法																														
1	压缩机润滑油																															
2	冷凝器																															
3	蒸发器																															
4	膨胀阀																															
5	高、低压软管																															
6	储液干燥器易熔塞																															
7	电磁离合器																															
8	高、低压压力开关																															

(续表)

任务执行 步骤	(2)故障码的读取与清除。		
	序号	故障码	故障所在
	1		
	2		
	3		
	(3)故障的诊断与排除。		
	序号	故障现象	排除方法
	1	压缩机电磁离合器和蒸发器风扇都不工作	
	2	只有压缩机电磁离合器工作	
	3	只有蒸发器风扇工作	
	4	送风系统故障与排除	
四、检查 (1)空调系统定期保养方法的掌握情况：_____。 (2)故障诊断仪的正确使用情况：_____。 (3)故障的诊断与排除情况：_____。 五、任务拓展 小组讨论压缩机离合器噪声异常故障的排除方法。 六、评估 (1)请根据自己任务完成的情况对自己的工作进行自我评估,并提出改进意见。 (2)教师对小组工作情况进行评估,并进行点评。 (3)成绩评定。 小组对本人的评定：_____。 教师对小组的评定：_____。 学生本次任务成绩：_____。			

思考与练习

一、填空题

- 完善的汽车空调系统应由_____、_____、_____、_____、空气净化系统和电子控制系统组成。
- 取暖系统由_____、_____、_____、_____等组成。
- 车内温度传感器也称_____、_____。
- 阳光传感器主要由_____、_____和_____组成。
- 湿度传感器主要有_____和_____两种形式。
- 汽车电控空调的执行元件主要包括_____、_____、_____、_____、_____等。
- 最冷控制伺服电动机的挡风板具有_____、_____和_____三个位置。
- 阳光传感器对_____反应敏感,而自身不受温度的影响。
- 进风控制伺服电动机的作用是控制_____。

二、判断题

- (1) 汽车电控空调只具有制冷和制热功能。 ()
- (2) 湿度传感器用于汽车风窗玻璃的防霜和电控自动空调车内相对湿度的检测。 ()
- (3) 为了准确且及时地测量当前的车内平均温度,系统会把车内空气强制不断地导向车内温度传感器。 ()
- (4) 在蒸发器表面温度低于 10 °C 时,压缩机不工作,防止蒸发器表面结霜。 ()
- (5) 有些车型不单独设置水温传感器,而是通过发动机 ECU 获得水温信号。 ()
- (6) 空气混合伺服电动机内设有电位计。 ()
- (7) 进行自动控制时,空调 ECU 将控制压缩机一直工作。 ()
- (8) 压缩机锁止传感器是一种磁电式传感器,安装在空调装置的压缩机内,用于检测压缩机转速。 ()

三、简答题

- (1) 简述汽车空调的作用。
- (2) 简述空调制冷系统的组成。
- (3) 简述空气净化系统的作用。
- (4) 简述电控自动空调的组成。
- (5) 简述车内温度传感器的工作原理。
- (6) 简述制冷剂流量传感器的工作原理。
- (7) 电控自动空调的控制功能有哪些?
- (8) 简述空调系统的正确使用方法。
- (9) 简述空调系统不制冷故障的诊断与排除方法。