

电控悬架系统的结构与检修



任务一



电控悬架系统概述

任务分析

电控悬架系统(electronic control suspension system,ECS)又称为电子调节悬架系统(electronic modulated suspension system,EMS)。电控悬架系统能够通过控制和调节悬架的刚度和阻尼力使汽车的悬架特性、道路状况与行驶状态相适应,提高汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性。本任务将介绍电子控制悬架系统的相关知识。

相关知识

一、电控悬架系统的组成和工作原理

1. 电控悬架系统的组成

传统的汽车悬架主要由弹簧、减振器、稳定杆和弹性轮胎等组成,悬架的高度和弹性是不可调整的,在行车中车身高度的变化取决于弹簧的变形。传统汽车悬架的结构简单、实用,但因其弹性和阻尼不能随外部路况变化,故使汽车的驾驶及乘坐舒适性较差。电控悬架系统则在传统汽车悬架的基础上加装了电子控制单元(ECU)、传感器、开关(图中未标出)和执行机构等元件,如图 6-1 所示,使悬架随着不同的路况和行驶状态做出相应的调整,既可以使汽车的乘坐舒适性达到令人满意的状态,又能使汽车的稳定性要求得到满足。

电控悬架系统的传感器主要有车身高度传感器、车速传感器、加速度传感器、转向盘转角传感器和节气门位置传感器等,开关有模式选择开关、车身高度控制开关、制动灯开关和车门开关等,执行机构有可调阻尼的减振器、可调节弹簧高度和弹性大小的弹性元件等。电子控制单元一般由微机和信号放大电路组成。

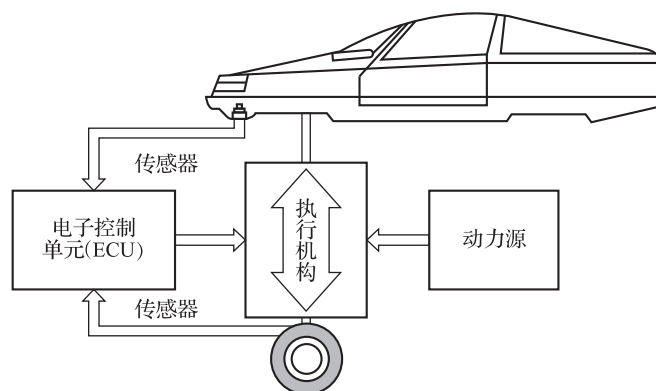


图 6-1 电控悬架系统的组成

电控悬架系统各元件在车上的安装位置如图 6-2 所示,电控悬架各元件的作用如表 6-1 所示。

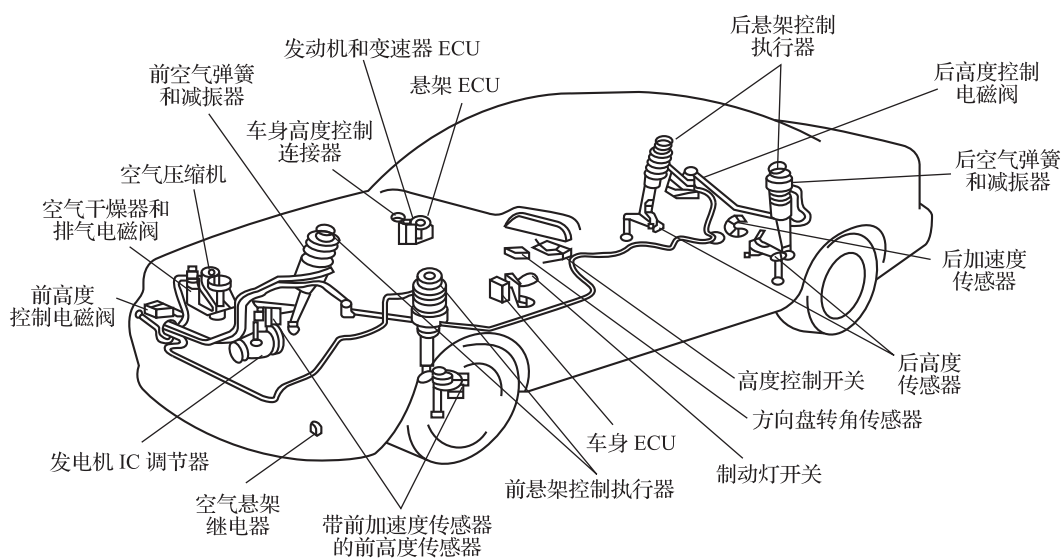


图 6-2 电控悬架系统各元件在车上的安装位置

表 6-1 电控悬架各元件的作用

元件名称	作用
车身高度传感器	检测汽车悬架高度和不平路面造成的空气悬架高度变化
车速传感器	测量车辆的行驶速度
方向盘转角传感器	检测转向轮的转向角度

续表

元件名称	作用
节气门位置传感器	将节气门开闭的角度信号转换为数字信号传送至悬架系统 ECU
加速度传感器	检测车身的摆动,间接反映汽车行驶的路面情况
悬架控制开关	用于选择悬架的控制模式
高度控制开关	允许或禁止车辆高度调节
制动灯开关	检测制动踏板是否处于制动状态
门控开关	检测车门的开关状态
悬架控制执行器	改变空气悬架弹性系数和减振器阻尼力
高度控制电磁阀	控制空气弹簧气室内的压缩空气量,按要求充气或排气
悬架控制继电器	控制系统的工作电路
发电机 IC 调节器	调节发电机的发电电压
空气压缩机	为系统提供所需的压缩空气
空气干燥器	吸收压缩空气中的水分
排气电磁阀	控制空气弹簧气室内的压缩空气的排出,降低汽车悬架高度
车身高度控制连接器	通过连接端子直接调节悬架高度
悬架 ECU	根据驾车者设定模式调节弹性系数、阻尼力和车辆高度;在悬架控制系统发生故障时,使指示灯闪烁

2. 电控悬架系统的工作原理

电控悬架系统的工作原理如图 6-3 所示。汽车利用传感器(包括各种开关)检测汽车行驶时路面的状况和车身的状态,将检测信号输入计算机控制装置进行处理,计算机控制装置通过驱动(放大推动)电控悬架系统的执行器(电磁阀、步进电机等)动作,完成悬架特性参数的调整。



图 6-3 电控悬架系统的工作原理

二、电控悬架系统的控制功能

电控悬架系统主要对车身高度、车身姿态、车速与路面感应进行控制。

1. 车身高度控制

不管车辆负载在规定范围内如何变化,电控悬架都可以使汽车保持一定高度,使车身保持水平,大大减少汽车在转向时产生的侧倾。车身高度控制有自动高度控制、高速感应控制和点火开关 OFF 控制。

(1) 自动高度控制。不管乘客和行李重量如何变化,操作高度控制开关都能使汽车的目标高度变为 NORM 或 HIGH 的状态,保持车身高度恒定。

(2) 高速感应控制。当汽车在良好路面上高速行驶,车速超过设定值(一般为 90 km/h)时,若汽车高度控制开关选择在 HIGH 上,汽车高度将自动转换到 NORM,自动降低车身高度,减少空气阻力,提高汽车行驶的稳定性;当汽车在连续差路面上行驶,车速较低(一般为 40~90 km/h)时,电控悬架系统自动提高车身高度,提高汽车的通过性。

(3) 点火开关 OFF 控制。驻车时,当点火开关关闭后,乘客和行李重量的变化使汽车高度高于目标高度时,系统会自动将汽车高度降低到目标高度,改善汽车驻车时的姿势,提高汽车的乘坐舒适性。

2. 车身姿态控制

电控悬架系统可以通过调节弹簧刚度、减振器阻尼力对车身转向时侧倾、制动时点头、加速时后坐等姿态进行控制。

(1) 转向时侧倾控制。汽车在横向坡道高速行驶和汽车高速急转向时,电控悬架系统能根据汽车的行驶速度和转向角度,使减振力和弹簧刚度转换为“坚硬”状态,抑制汽车转弯期间的侧倾,改善汽车的操纵性。这种控制持续时间大约为 2 s,然后汽车恢复到最初的减振力和弹簧刚度。

(2) 制动时点头控制。紧急制动时,电控悬架系统能根据汽车的行驶速度、制动开关信号和汽车高度的变化,提高弹簧刚度和减振器阻尼力,将减振力和弹簧刚度转换为“坚硬”状态,使汽车制动时的姿势变化尽量小,抑制制动期间的车头点头。

(3) 加速时后坐控制。急加速时,电控悬架系统能根据汽车速度、节气门开启角度和速度的变化,提高弹簧刚度和减振器阻尼力,将减振力和弹簧刚度转换为“坚硬”状态,用于抑制汽车起步和急加速时的后部下坐。这种控制持续时间大约为 2 s,然后汽车恢复至最初的状态。

3. 车速与路面感应控制

电控悬架系统能够根据车速和道路的状况对弹簧刚度和减振力进行控制,抑制汽车在不平道路上行驶时的颠簸或上下跳动,从而改善汽车在不平道路上行驶时的乘坐舒适性。当汽车行驶速度低于 10 km/h 时,车速与路面感应控制不起作用。车速与路面感应控制的工作原理如下:

(1) 当车速高时,提高弹簧刚度和减振器阻尼力,改善汽车高速行驶时的操纵稳定性。

(2) 当前轮遇到突起时,减小后轮悬架弹簧刚度和减振器阻尼力,减小车身的振动和冲击。

(3) 当路面差时,提高弹簧刚度和减振器阻尼力,抑制车身的振动。

三、电控悬架系统的分类

电控悬架系统可按以下方式进行分类:

1. 按有源和无源进行分类

电控悬架系统按有源和无源可分为半主动式悬架和全主动式悬架。

(1) 半主动式悬架。半主动式悬架为无源控制,可以根据需要调节悬架元件中的弹簧刚度和减振器阻尼力。半主动式悬架不能对悬架的刚度和阻尼进行有效的控制,但可以根据

汽车运行时的振动及行驶工况变化情况,对悬架阻尼参数进行自动调整。

(2)全主动式悬架。全主动式悬架又称主动式悬架,它是一种有源控制悬架,需要一个动力源(液压泵或空气压缩机等)为悬架系统提供连续的动力输入,其附加装置用于提供能量和控制作用力。全主动式电控悬架可以在汽车行驶过程中,根据行驶状况,自动调整弹簧刚度、减振器阻尼力及前后悬架的匹配,抑制车身姿态变化,防止转弯、制动和加速等工况造成的车身姿态的改变,还可以根据路面起伏、车速高低和载荷大小自动控制车身高度变化,确保汽车行驶平顺性和操纵稳定性。

2. 按悬架介质的不同进行分类

电控悬架系统按悬架介质的不同可分为油气式电控悬架和空气式电控悬架。

(1)油气式电控悬架。油气式电控悬架系统以油为介质压缩气室中的氮气,实现刚度调节,以液压管路中的小孔节流形成阻尼特性。

(2)空气式电控悬架。空气式电控悬架系统采用空气弹簧,通过改变空气弹簧中的主、副空气室的通气孔的截面积来改变气室压力,实现悬架刚度控制,并通过对空气弹簧气室的充气或排气来实现汽车高度控制。

3. 按悬架调节方式的不同进行分类

电控悬架系统按悬架调节方式的不同可分为有级调整式悬架和无级调整式悬架。

(1)有级调整式悬架。有级调整式悬架是指由驾驶员手动选择或 ECU 根据各传感器的信号自动选择,将悬架的阻尼或刚度分为 2~3 级进行调整的悬架系统。

(2)无级调整式悬架。无级调整式悬架是指可实现连续调整阻尼/刚度的悬架系统。电子控制悬架系统采用的控制方式有控制车身高度、控制空气弹簧的刚度和控制油液减振器的阻尼等。根据电子控制悬架系统的功能不同,目前采用的电子控制悬架系统主要有电子控制变高度悬架系统、电子控制变刚度空气弹簧悬架系统、电子控制变阻尼减振器悬架系统、电子控制变刚度空气弹簧与变阻尼减振器悬架系统、电子控制变高度与变刚度空气弹簧变阻尼减振器悬架系统等。

任务二



电控悬架系统的检修

任务分析

当电控悬架系统出现故障时,如何对电控悬架系统的故障进行快速有效的诊断与检修,是学习电控悬架系统的重要内容。本任务将介绍电控悬架系统检修的相关知识,以便读者能够掌握电控悬架系统检修的相关技能。

相关知识

一、传感器及开关

1. 车身高度传感器

车身高度传感器的作用是检测汽车行驶时车身高度的变化情况,将车身与车桥之间的相对高度变化(悬架变形量的变化)转换为电信号并送给电子控制单元。有的车型有3个车身高度传感器,而有的车型有4个车身高度传感器。汽车的每个悬架上都装有一个车身高度传感器,通过它监测车身与悬架下臂之间的距离变化,检测汽车高度和因道路不平而引起的悬架位移量。车身高度传感器常用的有片簧开关式、霍尔式和光电式三种,其中,片簧开关式和霍尔式是接触式车身高度传感器,使用中存在自身磨损,会影响检测精度;光电式传感器是非接触式车身高度传感器,不存在上述缺点,所以,现代轿车越来越多地采用了光电式车身高度传感器。

(1)光电式车身高度传感器。光电式车身高度传感器一般安装在车身与车桥之间,如图6-4所示,其结构及工作原理如图6-5所示。

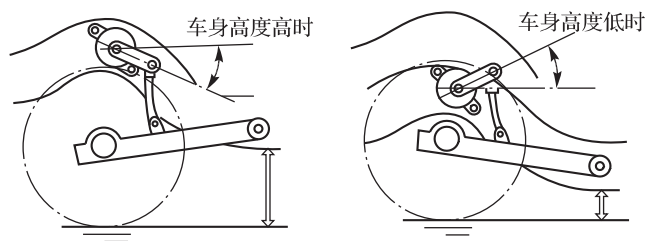


图6-4 光电式车身高度传感器的安装位置

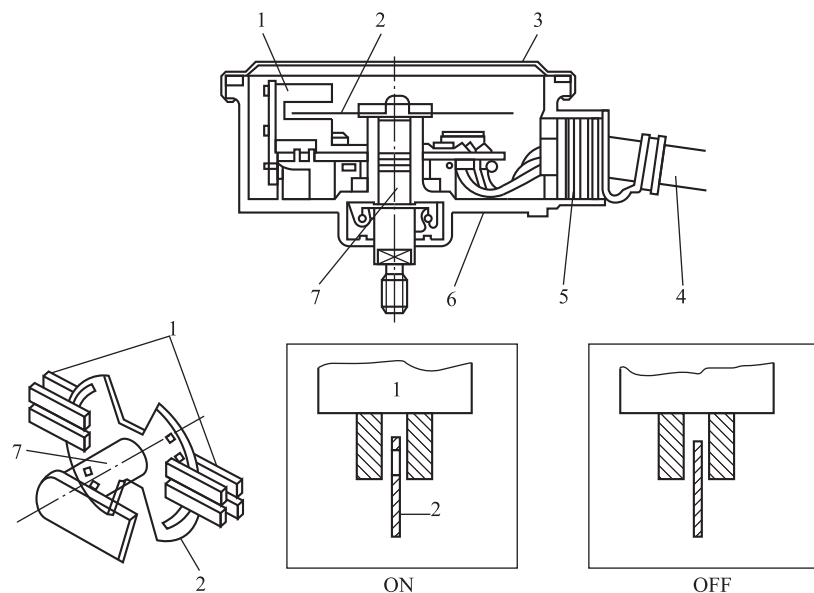


图6-5 光电式车身高度传感器的结构及工作原理

1—光电耦合器; 2—圆盘; 3—传感器盖; 4—信号线; 5—金属油封环; 6—传感器壳; 7—传感器轴

光电式车身高度传感器内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,圆盘两边是由发光二极管和光敏三极管组成的光电耦合器。每个光电耦合器由4组发光二极管和光敏三极管组成。当车身高度变化时(如汽车载荷发生变化),车身与车轮的相对运动使车身高度传感器的连杆转动,通过传感器轴带动圆盘转动,使光电耦合器相对应的发光二极管和光敏三极管上的光线产生 ON/OFF 转换。光敏三极管把接收到的光线转换成电信号,并传送至电子控制单元。电子控制单元根据光电耦合器 ON/OFF 转换不同组合的变化,可判断出圆盘转过的角度,从而计算出车身高度的变化。

(2)片簧开关式车身高度传感器。片簧开关式车身高度传感器的结构及工作原理如图 6-6 所示,片簧开关式车身高度传感器有 4 组触点式开关,分别与对应的两个三极管相连,构成 4 个检测回路。该传感器将车身高度划分为低、正常、高和超高 4 个检测区域。

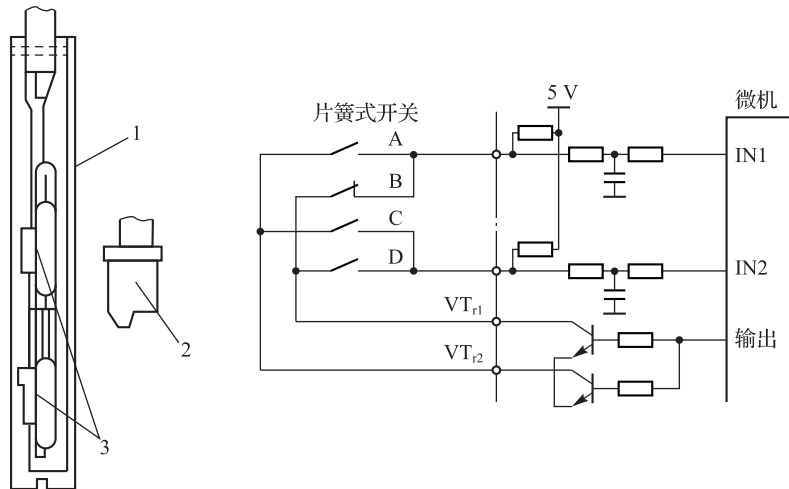


图 6-6 片簧开关式车身高度传感器的结构及工作原理

1—车身高度传感器; 2—磁体; 3—片簧式开关

当车身高度调到正常高度时,若车辆乘员增加使车身高度降低,则片簧开关式车身高度传感器就会有一对触点接触,将产生的车身高度降低的电信号输送给电子控制单元,电子控制单元根据得到的信号对执行器进行控制,使车身高度恢复到正常高度。

(3)霍尔式车身高度传感器。霍尔式车身高度传感器的结构与工作原理如图 6-7 所示。霍尔式车身高度传感器一般由磁体和两个霍尔集成电路等组成。当车身高度发生变化时,两个磁体就会产生相对位移,在两个霍尔集成电路上产生相应的霍尔电压信号,电子控制单元根据接收的信号可以判定车身高度状态,从而发出指令控制执行器做出相应调整。由于两个霍尔集成电路和两个磁体在安装时,其位置进行了不同的组合,因而可以将车身高度状态分为 3 个区域进行检测。

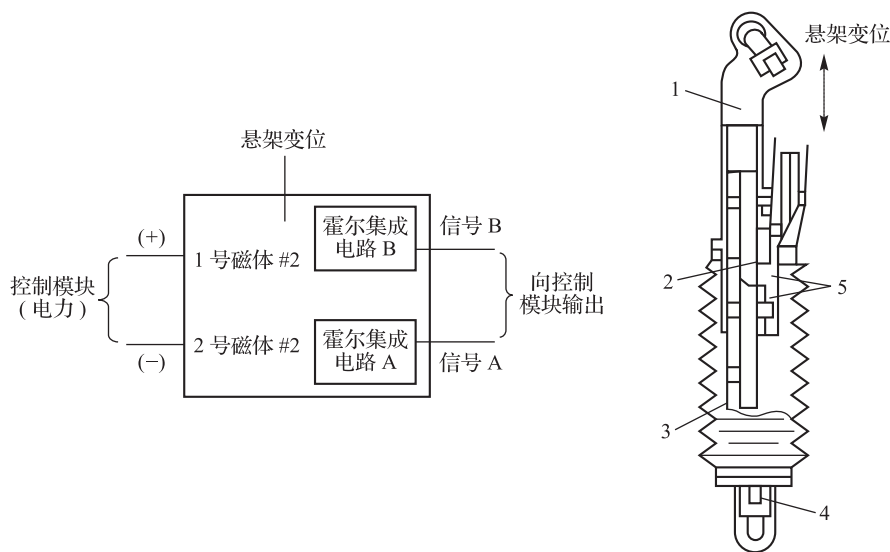


图 6-7 霍尔式车身高度传感器的结构与工作原理

1—传感器体；2—窗孔；3—滑动轴；4—弹簧夹；5—霍尔式集成电路

2. 转向盘转角传感器

转向盘转角传感器安装在转向轴上,用于检测转向盘的中间位置、转动方向、转动角度和转动速度。在电子控制悬架系统中,电子控制单元根据车速传感器信号和转角传感器信号判断汽车转向时侧向力的大小和方向,防止车身侧倾,提高操纵稳定性。

现代汽车多采用光电式转角传感器,图 6-8 所示为光电式转角传感器的安装位置和结构。在转向盘的转向轴上装有一个带等距均匀分布窄缝的遮光盘,遮光盘的两侧分别装有两个光电元件(发光二极管)和光敏接收元件(光敏三极管),形成两组光电耦合器。

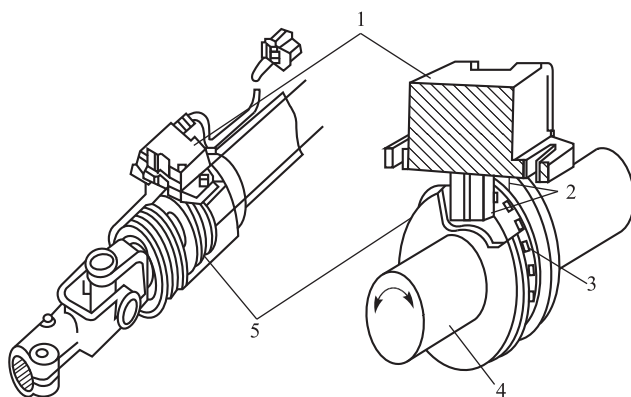


图 6-8 光电式转角传感器的安装位置和结构

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

光电式转角传感器的工作原理及电路图如图 6-9 所示。当转向盘的转轴带动圆盘偏转时,带窄缝的遮光盘使光电耦合器之间的光束产生 ON/OFF 变化,将产生与转角成一定比例的一系列数字信号,电子控制单元可以根据此信号的变化判断转向盘的转角与转速。同

时,由于传感器上两个光电耦合器 ON/OFF 信号变换的相位错开约 90° ,因而可根据检测到的脉冲信号的相位差来判断转向盘的旋转方向。

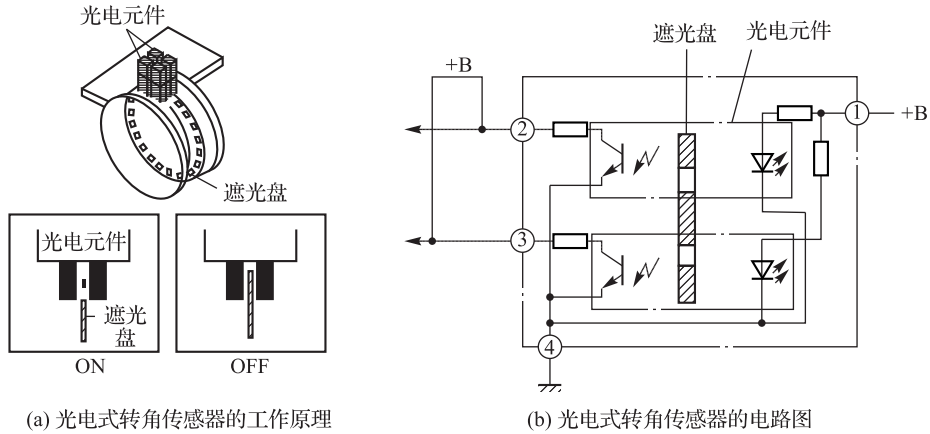


图 6-9 光电式转角传感器的工作原理及电路图

3. 加速度传感器

当车轮打滑时,电子控制单元不能再以转向角和汽车车速判断车身侧向力的大小,这时可以利用加速度传感器直接测出车身横向加速度和纵向加速度。横向加速度传感器主要用于检测汽车转向时,汽车因离心力的作用而产生的横向加速度,并将产生的电信号输送至电子控制单元,判断悬架系统的阻尼力改变的大小及空气弹簧中空气压力的调节情况,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等类型。

(1)差动变压器式加速度传感器。图 6-10 所示为差动变压器式加速度传感器的结构,图 6-11 所示为其工作原理。

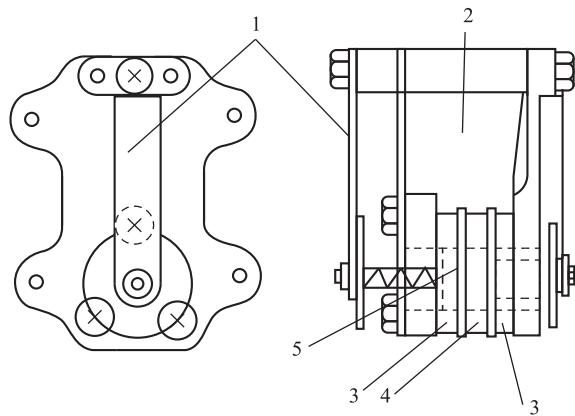


图 6-10 差动变压器式加速度传感器的结构

1—弹簧; 2—封入硅油; 3—检测线圈; 4—励磁线圈; 5—芯杆

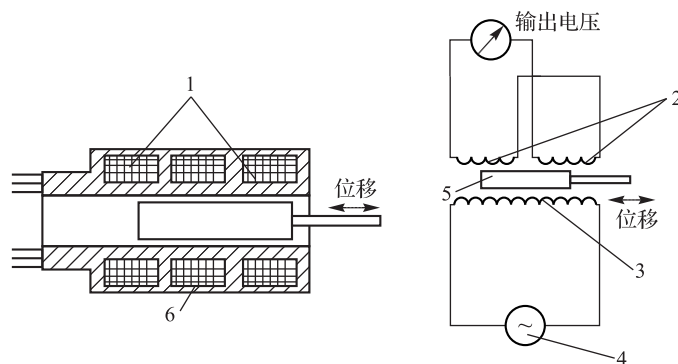


图 6-11 差动变压器式加速度传感器的工作原理

1、2—二次绕组；3、6—一次绕组；4—电源；5—芯杆

在励磁线圈（一次绕组）通以交流电的情况下，当汽车转弯（加、减速）行驶时，芯杆在汽车横向力（纵向力）的作用下产生位移，随着芯杆位置的变化，检测线圈（二次绕组）的输出电压发生变化。检测线圈的输出电压与汽车横向力（纵向力）对应，反映了汽车横向力（纵向力）的大小，电子控制单元根据此信号对车身姿势进行控制。

(2) 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 6-12 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。例如，汽车转弯行驶时，钢球在汽车横向力的作用下产生位移，随着钢球位置的变化，线圈的输出电压发生变化。悬架电子控制装置根据加速度传感器输入的信号即可正确判断汽车横向力的大小，从而实现对汽车车身姿势的控制。

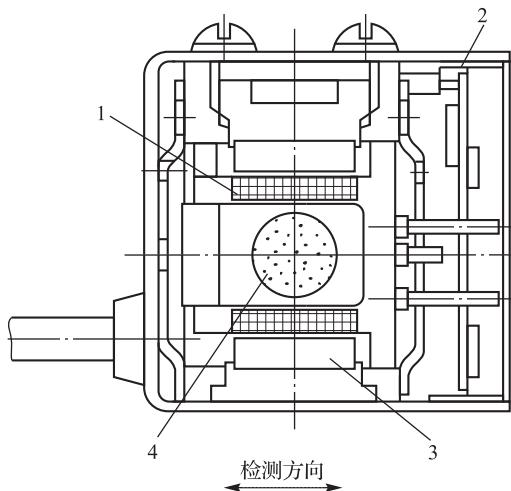


图 6-12 钢球位移式加速度传感器的结构

1—线圈；2—检测电路；3—磁铁；4—钢球

4. 节气门位置传感器

节气门位置传感器与发动机共用，可以间接检测汽车加速信号，判断汽车是否在进行急加速。节气门位置传感器将信号输入发动机电子控制单元，发动机电子控制单元将此信号

输入悬架电子控制单元,悬架电子控制单元利用此信号作为汽车控制的参数之一。

5. 车速传感器

车速传感器与 ABS 共用,用于检测车轮转速信号,汽车车身的侧倾程度取决于车速和汽车转弯半径的大小。车速传感器通过对车速的检测来调节电控悬架的阻尼力,从而改善汽车行驶的安全性。

6. 模式选择开关

模式选择开关位于变速器操纵手柄旁,其位置 and 操作方法如图 6-13 所示。驾驶员根据汽车的行驶状况和路面情况选择悬架的运行模式,即悬架的软、中、硬状态,从而决定减振器的阻尼力大小。

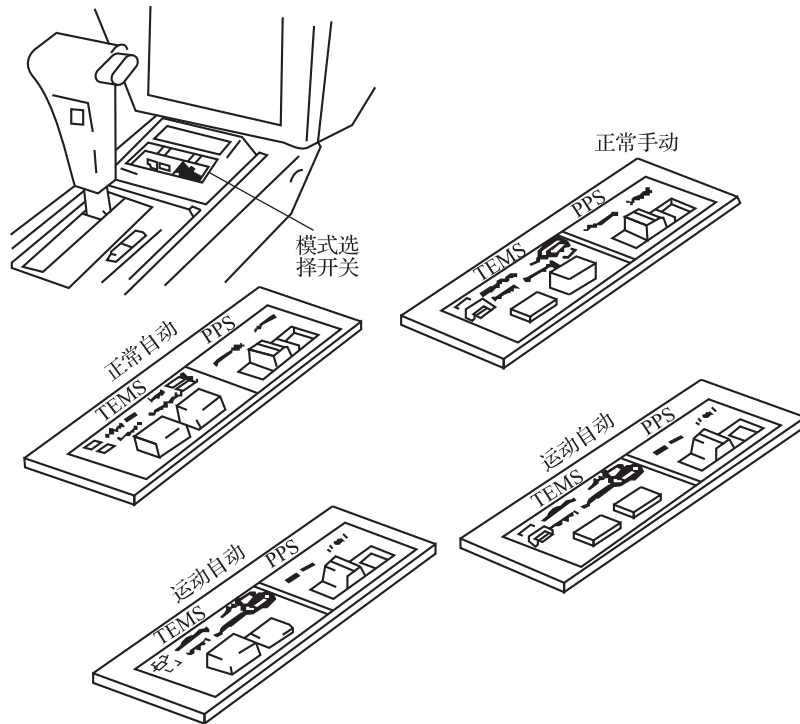


图 6-13 模式选择开关的位置和操作方法

驾驶员通过控制模式选择开关,可使悬架系统工作在 4 种运行模式,即自动(auto)、正常(normal),自动(auto)、运动(sport),手动(manu)、正常(normal),手动(manu)、运动(sport)。当选择自动模式时,悬架系统可以根据汽车的行驶状态自动调节减振器的阻尼力,保证汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性。当选择手动挡时,悬架系统的阻尼力只有标准(中等)和运动(硬)两种状态。

7. 高度控制开关

高度控制开关用来选择汽车高度,一般有 NORM 和 HIGH 两种模式,电子控制单元检测高度控制开关的状态并相应地使汽车高度上升和下降,有的汽车还有高度控制 ON/OFF 开关,用于停止车身高度控制。

8. 制动灯开关

当踩下制动踏板时,制动灯开关接通,电子控制单元接收这个信号作为防点头控制的一个起始状态。

二、悬架电子控制单元

悬架电子控制单元(ECU)接收各传感器、开关输入的信号,通过运算处理,发出控制指令,控制执行器工作,保持车辆的平顺性和操纵稳定性。悬架电子控制单元一般由输入电路、微处理器、输出电路和电源电路等组成,如图 6-14 所示。ECU 具有提供稳压电源、传感器信号的放大、输入信号的计算、驱动执行机构和故障检测及保护等功能。

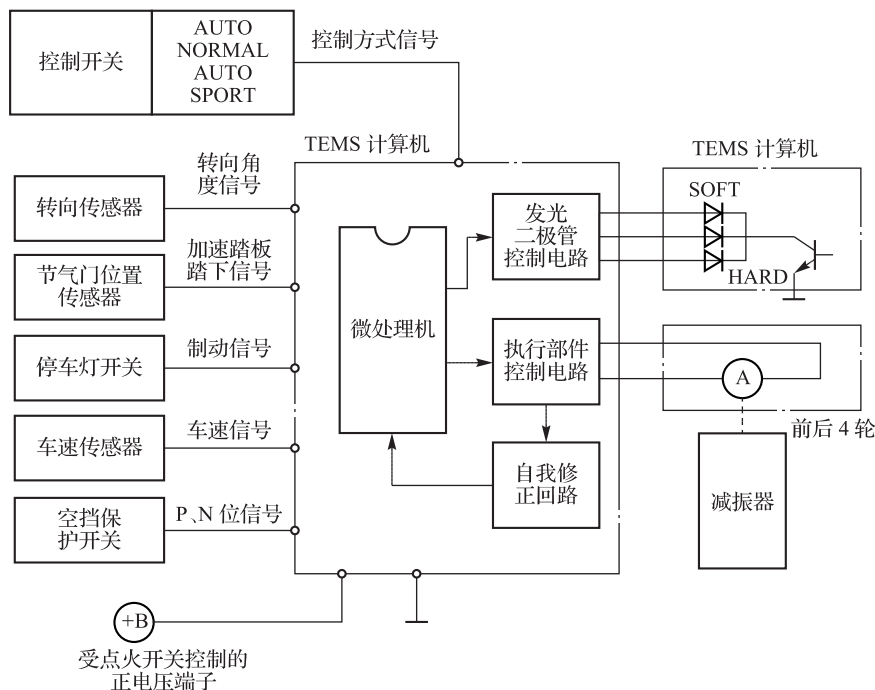


图 6-14 悬架电子控制单元的组成

(1)提供稳压电源。悬架电子控制单元为控制装置内部的各种传感器提供稳压电源。

(2)传感器信号的放大。悬架电子控制单元用接口电路将输入信号(各种传感器信号和开关信号)中的干扰信号除去,然后放大、变换极值,比较极值,变换为适合输入控制装置的信号。

(3)输入信号的计算。悬架电子控制单元根据预先写入只读存储器(ROM)中的程序对各输入信号进行计算,并将计算结果与内存的数据进行比较后,向执行机构(电动机、电磁阀、继电器等)发出控制指令。输入 ECU 的信号除了 ON/OFF 信号以外,还有电压信号,应进行 A/D 转换。

(4)驱动执行机构。悬架电子控制单元用输出驱动电路将输出驱动信号放大,然后输送至各执行机构,如电动机、电磁阀和继电器等,实现对汽车悬架参数的控制。

(5)故障检测及保护。悬架电子控制单元用故障检测电路来检测传感器、执行器和线路等的故障,当发生故障时,ECU 将以故障码的形式存储故障,以便维修时调取,帮助确定故障所在位置并使指示灯点亮,提醒驾驶员注意。ECU 还具有对系统的保护功能,即在控制系统出现故障时暂时切断对悬架的控制,使悬架系统安全工作。

三、悬架控制系统的执行机构

悬架控制系统的执行机构包括电磁阀、步进电机或气泵电动机等,它们根据电子控制单元的控制信号及时、准确、快速地动作,实现对弹簧刚度、减振器阻尼力或车身高度的调节。根据所用悬架结构的不同,执行机构可分为空气悬架执行机构和油气弹簧悬架执行机构两种。

1. 空气悬架执行机构

如图 6-15 所示,空气悬架执行机构主要包括压缩机、调压器(图中未标出)、电动机(图中未标出)、干燥器、排气阀和高度控制电磁阀等。空气悬架的结构如图 6-16 所示,主要由悬架执行器、可调阻尼力减振器和悬架机构调节机构组成。空气悬架执行器内的电动机根据接收到的电子控制单元信号进行工作,当电动机转动时,带动控制杆转动,使弹簧的刚度和减振器的阻尼系数达到理想值。空气弹簧是利用压缩空气做的弹簧,由主、副气室组成,密封的气体具有弹簧的功能,可通过空气悬架执行器控制主、副气室之间的通道大小来实现空气弹簧刚度的调节。可调阻尼力减振器可通过执行器控制阻尼孔的开闭,改变减振器阻尼孔的流通截面积,实现软、运动、硬三种模式。车身高度的调节是通过向空气弹簧主气室充放压缩气体来实现的。

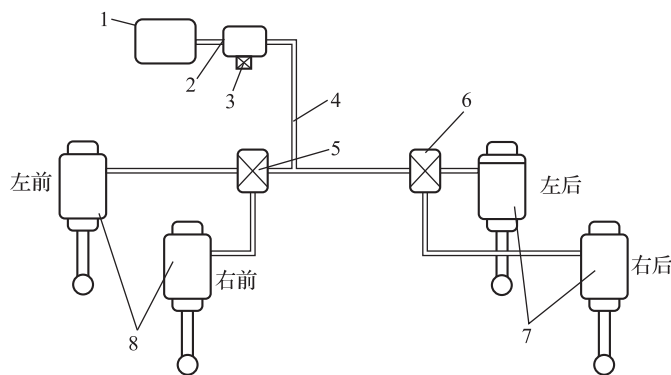


图 6-15 空气悬架执行机构示意图

- 1—压缩机; 2—干燥器; 3—排气阀; 4—空气管路; 5—1号高度控制阀;
6—2号高度控制阀; 7—前空气弹簧;
8—后空气弹簧

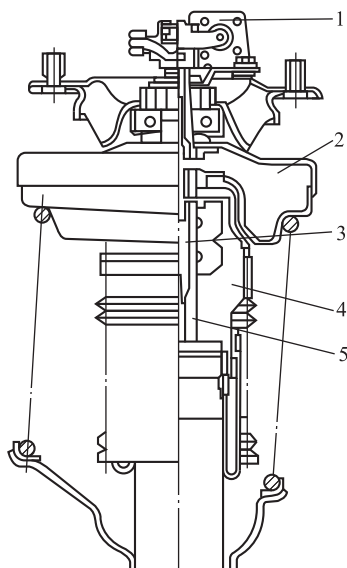


图 6-16 空气悬架的结构

- 1—悬架执行器；2—副气室；3—阻尼调节杆；
4—主气室；5—减振器活塞杆

(1)空气悬架执行器。空气悬架执行器的作用是通过步进电机驱动减振器阻尼孔的回转阀和主、副气室的空气阀阀芯转动,使悬架的各参数保持在稳定的状态,其结构如图 6-17 所示。

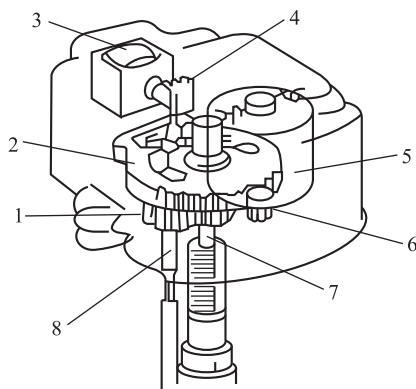


图 6-17 空气悬架执行器的结构

- 1—空气阀驱动齿轮；2—扇形齿轮；3—电磁线圈；4—制动杆；5—电动机；
6—小齿轮；7—阻尼调节杆；8—空气阀控制杆

当步进电机带动小齿轮驱动扇形齿轮转动时,与扇形齿轮同轴的阻尼调节杆带动回转阀转动,使阻尼孔开闭的数量变化,从而调节减振器阻尼力。同时,阻尼调节杆驱动齿轮带动空气阀驱动齿轮转动,空气阀控制杆转动,随着阀芯角度的改变,悬架的刚度也得到调节。

当电磁线圈控制的电磁制动开关松开时,制动杆处于扇形齿轮的滑槽内,扇形齿轮可以转动。当电磁制动开关吸合时,制动杆往回拉,各齿轮处于锁止状态,各转阀均不能转动,使悬架的参数保持稳定状态。

(2)可调阻尼式减振器。可调阻尼式减振器主要由缸筒、活塞及活塞杆、回转阀等组成,如图 6-18 所示。活塞杆是一空心杆,在其中心装有控制杆,控制杆的上端与执行器相连。控制杆的下端装有回转阀,回转阀上有 3 个油孔,活塞杆上有两个通孔。缸筒中的油液一部分经活塞上的阻尼孔在缸筒的上下两腔流动,另一部分经回转阀与活塞杆上连通的孔在缸筒的上下两腔流动。

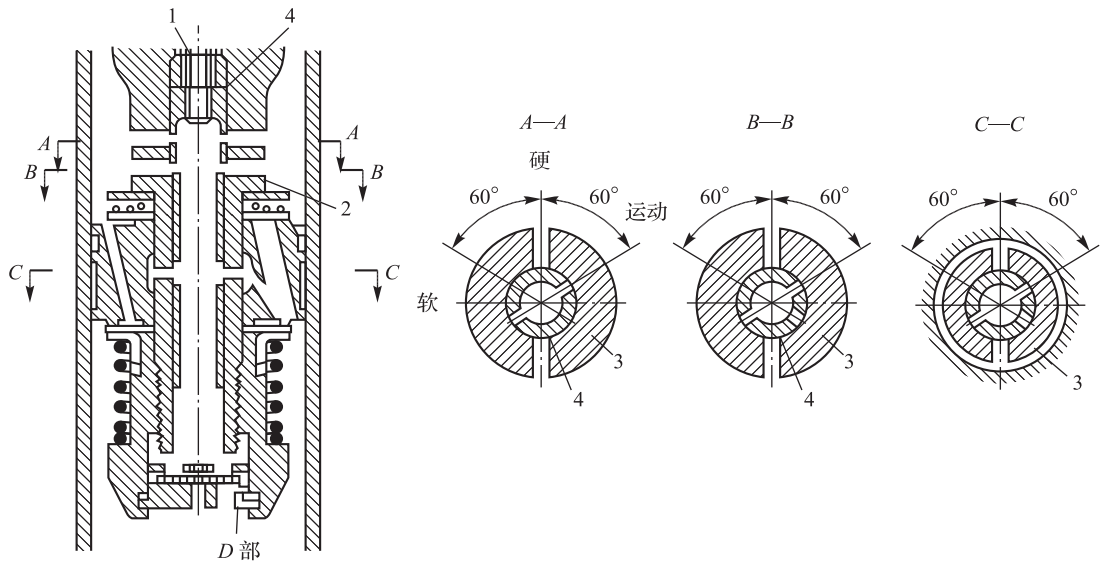


图 6-18 可调阻尼式减振器的结构

1—回转阀控制杆; 2—阻尼孔; 3—活塞杆; 4—回转阀

当电子控制单元控制执行器工作时,控制杆带动回转阀相对活塞杆转动,回转阀与活塞杆上的油孔连通或切断,增加或减少油液的流通面积,使油液的流动阻力改变,达到调节减振器阻尼力的目的。当回转阀转动使 A—A、B—B、C—C 3 个截面的阻尼孔全都被封住时,只有减振器下面的主阻尼孔仍在工作,阻尼值达到最大,减振器被调节至“硬”状态。当回转阀从“硬”状态位置顺时针转动 60° 时,B—B 截面的阻尼孔打开,A—A、C—C 两截面的阻尼孔仍关闭,因多了一个阻尼孔参加工作,故减振器处于相对较硬的“运动”状态。当回转阀从“硬”状态位置逆时针转动 60° 时,A—A、B—B、C—C 3 个截面的阻尼孔全部打开,这时减振器的阻尼力最小,减振器处于“软”状态。

(3)悬架刚度调节装置。悬架刚度的调节是通过悬架刚度调节执行机构改变主、副气室之间气体通道的大小,来改变主、副气室之间的气体流量,使悬架刚度发生变化。悬架刚度调节执行机构由悬架刚度控制阀和执行机构等组成。悬架执行机构位于减振器的顶部,与阻尼系数控制机构组装在一起。悬架刚度控制阀装在空气弹簧副气室的中部,由空气阀、阀体和空气阀控制杆组成,其结构和控制原理如图 6-19 所示。

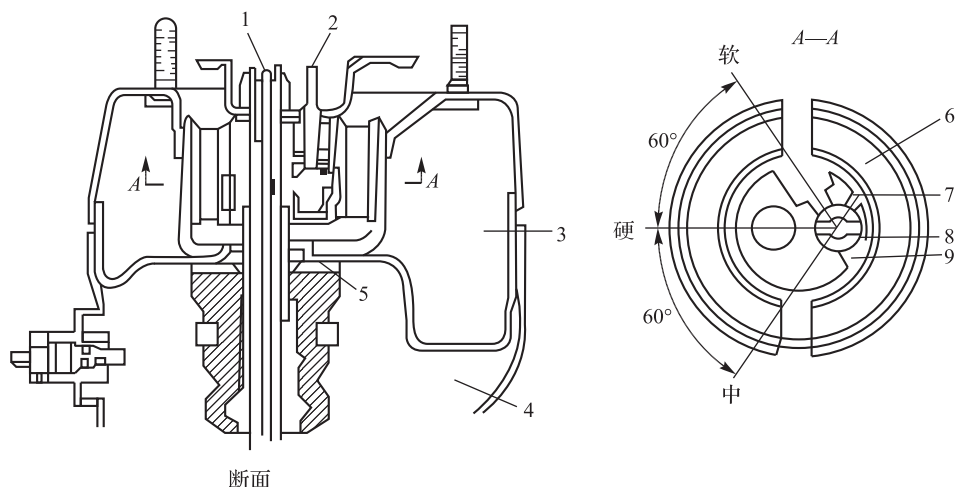


图 6-19 刚度控制阀的结构和控制原理

1—阻尼调节杆；2—空气阀控制杆；3—副气室；4—主气室；5—主、副气室通道；
6—气阀体；7—气体通道；8—阀芯；9—大气通道

主、副气室之间的气阀体 6 上有大、小两个气体通道。由悬架控制执行器(步进电机)带动空气阀控制杆 2 转动,使空气阀阀芯 8 转过一个角度,从而改变气体通道的大小,改变主、副气室之间的气体流量,使悬架刚度发生变化。当空气阀由步进电机驱动的控制杆带动旋转到“软”位置时,空气弹簧主气室的气体经过空气阀的中间孔,阀体侧面的大空气孔(大流通孔)与副气室相连,此时参与工作的气体容积最大,悬架刚度处于最小状态;当空气阀被旋转到“中”位置时,主气室与副气室的气体经过空气阀的中间孔和阀体侧面的小空气孔相互流通,主、副气室之间的气体流量较小,悬架刚度处于中等状态;当空气阀被旋转到“硬”位置时,主气室与副气室的空气通道被切断,此时仅有主气室中的气体承担缓冲任务,悬架刚度处于最大状态。

(4) 车身高度控制执行机构。车身高度控制是车身高度控制执行机构指根据乘员人数、装载质量和汽车的状态自动调节汽车车身高度。车身高度控制是车身高度执行机构控制空气弹簧中主气室空气量的多少进行调节。车身高度控制执行机构主要由空气压缩机、直流电动机、高度控制电磁阀和排气电磁阀和空气干燥器等组成,如图 6-20 所示。

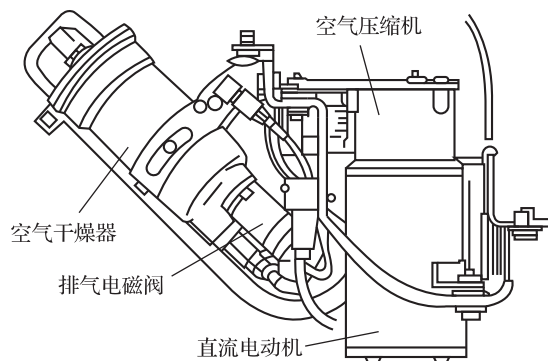


图 6-20 空气压缩机的结构

排气电磁阀和空气干燥器都安装在空气压缩机上。空气干燥器可以将空气中的水分过滤掉；排气电磁阀可以从系统中放出压缩空气，同时排掉空气干燥器滤出的水分；空气压缩机由直流电动机驱动，根据需要向主气室内提供升高车身所必需的压缩空气。

高度控制电磁阀是一个二位二通电磁阀，也称为进气阀，如图 6-21 所示。其用于控制充入或排出空气弹簧压缩空气，从而改变弹簧的和车身的高度。

空气悬架系统高度调节控制过程：悬架电子控制单元根据车高传感器送来的信号来判断车身的高度状况，当判定车身需要升高时，向高度控制阀发出指令，高度控制阀打开，压缩空气进入空气弹簧的主气室，车身升高；当判定车身需要降低时，发出指令，控制高度控制阀和排气电磁阀同时通电打开，悬架的主气室中的空气通过高度控制阀、管路，最后由排气电磁阀排出，车身高度下降；当车身达到规定高度时，高度控制阀关闭，空气弹簧的主气室中的空气量保持不变，车身维持一定高度不变。同时，高度传感器将调节后的反馈信号发送给悬架电子控制单元，悬架电子控制单元进行分析判断后确定是否需要继续进行调节。

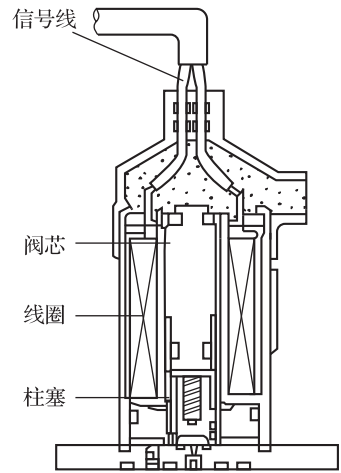


图 6-21 高度控制电磁阀

2. 油气弹簧悬架执行机构

油气弹簧悬架执行机构主要包括油气弹簧、悬架刚度调节器、电动液压泵和电磁阀等，如图 6-22 所示。

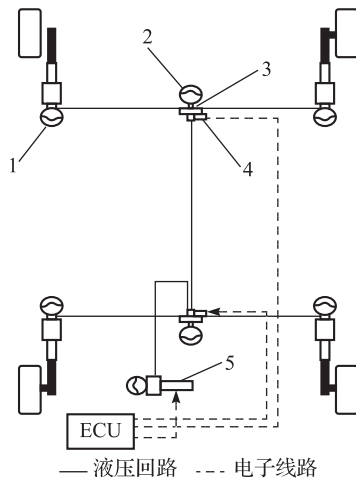


图 6-22 油气弹簧悬架执行机构的组成

1—油气弹簧；2—中间气体弹簧；3—悬架刚度调节器；4—电磁阀；5—电动液压泵

油气弹簧是利用压缩氮气作为弹性元件，用油压来压缩密封氮气的一种弹性元件，一般由气体弹簧和相当于液力减振器的液压缸组成，其结构如图 6-23 所示。它通过油液压缩储气室中的氮气来实现变刚度特性，通过电磁阀控制油液管路中的小孔节流来实现变阻尼特性。

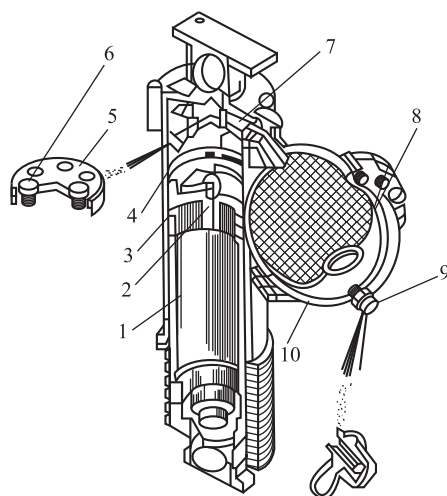


图 6-23 油气弹簧的结构

1—储液筒；2—活塞；3—缸筒；4—复原阀；5—加油阀；6—压缩阀；7—减振器阀座；
8—储气室膜片；9—气门嘴；10—储气室

电子控制单元根据车速、转向传感器、加速度传感器、制动压力传感器、车速传感器和车身高度传感器等数据信息,判断车辆的运行状态;然后根据预设程序向油气弹簧刚度调节器和电磁阀等执行元件发出指令,控制油气弹簧增高或降低车身,控制油气弹簧液压减振器中的油缸增压或泄压,保持合适的车身高度和减振器阻尼力。

任务实施

下面主要以丰田雷克萨斯 LS400 轿车的电控悬架系统为例,介绍电控悬架系统检修的基本方法。

一、雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的检修要求及注意事项

雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的检修要求及注意事项如下:

(1)在维修过程中,当点火开关在打开状态下时,不要随意断开蓄电池接线,否则会丢失控制模块中存储的信息,也不要拆卸或安装控制模块及其插接器。

(2)当用千斤顶将汽车顶起时,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,则电子控制单元中会记录一个故障码。如果记录了故障码,务必将其从存储器中清除掉。

(3)在放下千斤顶或将汽车从支架上放下之前,应将汽车下面的所有物体挪走。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,汽车落地后,车身高度会降低,将下面的物体压住。

(4)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。因为在维修过程中悬架中的空气可能被放掉,在维修时空气弹簧中的空气被放掉,车身高度变得很低,此时,汽车起步会造成车身与悬架、轮胎等的相互摩擦或碰撞。

(5)若汽车装有安全气囊系统,在维修电控悬架前,应将安全气囊系统断开。一些汽车的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,否则不要触碰这个传感器。若要触碰,必须按照安全气囊维修说明,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。

(6)在控制系统的检测中,必须使用生产厂家在维修手册中要求的检测工具,否则可能损坏控制系统的零部件。

二、雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的检修方法及步骤

1. 雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的功能检查

电控悬架系统的功能检查主要包括汽车高度调整功能的检查、溢流阀的检查和系统漏气检查。

(1)汽车高度调整功能的检查。

①轮胎气压检查。检查轮胎气压是否正常,若不正常,则应调整到正常值。

②汽车高度检查。将高度控制开关置于 NORM 位置,车辆停放在水平面上,在相应的测量点检查车身高度是否合适,如图 6-24 所示。

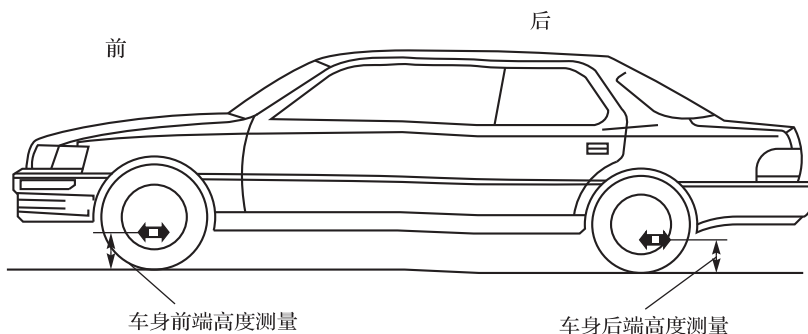


图 6-24 车身高度测量

③汽车高度调整。如果车辆高度不符合标准,必须先将其高度调整到标准范围内。旋松车身高度传感器连接杆上的两只锁紧螺母,转动车身高度传感器连接杆的螺栓进行调节车身高度,如图 6-25 所示。

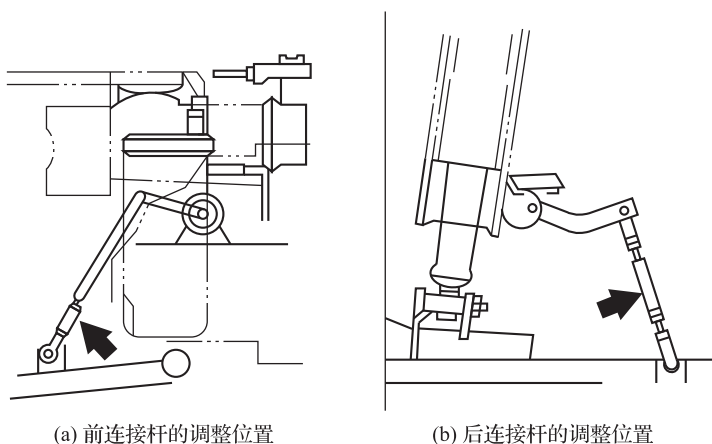


图 6-25 高度传感器连接杆的调整位置

④高度调整功能检查。起动发动机,将高度控制开关(见图 6-26)由 NORM 位置转换到 HIGH 位置,车身高度应升高 10~30 mm;将高度控制开关从 HIGH 位置转换到 NORM 位置,车辆高度应降低 10~30 mm,每次调整所需时间为 20~40 s。

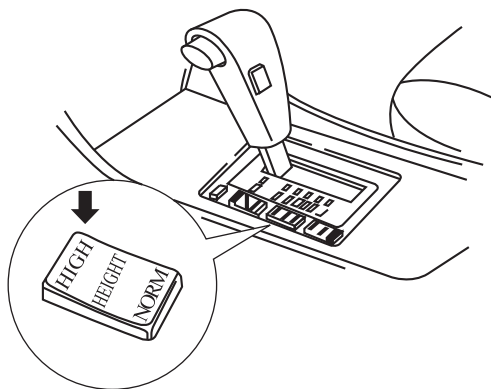


图 6-26 高度控制开关

(2)溢流阀的检查。当压缩机工作时,检查溢流阀是否工作,其检查方法如下:

①将点火开关置于 ON 位置,将高度控制连接器的 1 和 7 端子跨接,如图 6-27 所示,使压缩机工作。

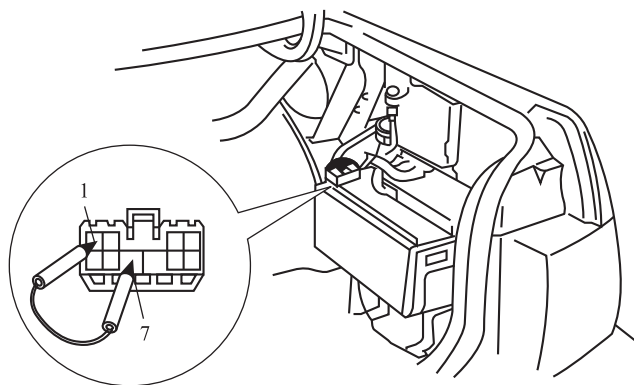


图 6-27 跨接高度控制连接器的 1 和 7 端子

注意:此操作会在电控悬架电子控制单元内记录 1 个故障码。

②压缩机工作一会儿后,检查溢流阀是否放气,如图 6-28 所示;若不放气,则溢流阀堵塞、压缩机故障或有漏气的部位。

③检查结束后,将点火开关置于 OFF 位置,清除故障码。

(3)系统漏气检查。系统漏气检查主要是检查空气软管和软管接头是否漏气,其具体方法如下:

①将高度控制开关置于 HIGH 位置,使车辆高度升高。

②使发动机熄火。

③在管子的接头处涂抹肥皂水,检查是否漏气,具体检查位置如图 6-29 所示。

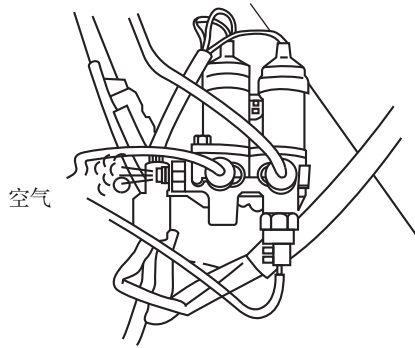


图 6-28 检查溢流阀

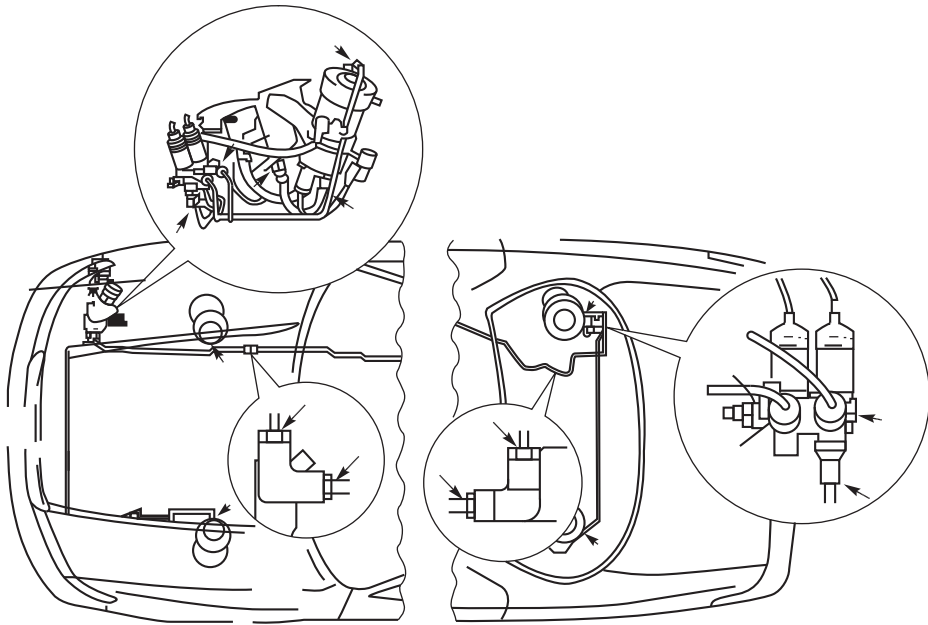


图 6-29 漏气具体检查位置

2. 雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的故障自诊断

(1) 指示灯检查。电控悬架中的指示灯有高度控制指示灯 NORM、刚度阻尼指示灯 LRC 和高度控制照明灯 HEIGHT, 如图 6-30 所示。

当点火开关转到 ON 位置时, LRC 指示灯(SPORT 指示灯)和高度控制指示灯(NORM 和 HI 指示灯)应点亮 2 s 后熄灭, 2 s 后, 各指示灯的亮灭则取决于其控制开关的位置。若 LRC 和高度控制开关分别设定到 SPORT 指示灯和 HIGH 位置, 则 SPORT 指示灯和高度指示灯将点亮。若高度指示灯以每 1 s 的间隔闪亮, 则表明 ECU 中存有故障码, 出现故障应检查相应电路。

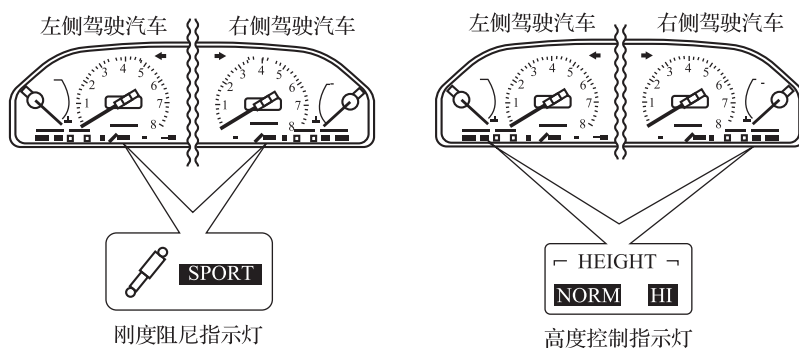


图 6-30 电控悬架系统指示灯的位置

(2) 读取故障码。

- ① 将点火开关置于 ON 位置。
- ② 跨接 TDCL 或检查连接器的 TC 与 E₁ 端子,如图 6-31 所示。

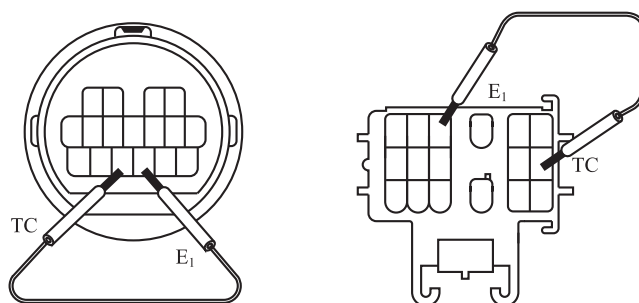


图 6-31 跨接 TDCL 或检查连接器的 TC 与 E₁ 端子

③ 通过 NORM 指示灯闪烁频率和间歇次数读取故障码,具体方法如图 6-32 所示。第一次闪烁代表故障码的第一位数字,在停歇 1.5 s 后,数第二次闪烁的次数,它代表故障码的第二位数字。如果故障码不止一个,就会有一个较长的间歇(2.5 s),然后显示下一个故障码的第一位和第二位数字。如果电子控制单元内存储的故障码多于一个,则由小数字向大数字逐个显示。

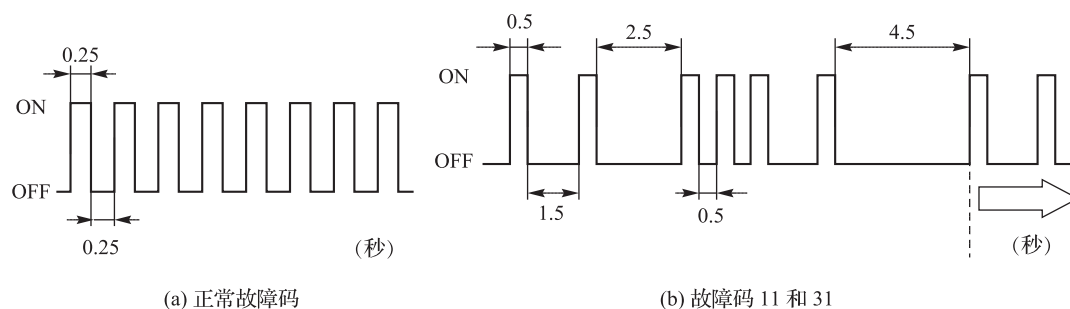


图 6-32 故障码的读取方法

雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的故障码如表 6-2 所示。

表 6-2 雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架系统的故障码

故障码	系 统	故障原因	故障部位
11	右前车身高度传感器电路	车身高度传感器电路开路或短路	(1)ECU 与车身高度控制传感器之间的配线或插接器。 (2)车身高度控制传感器。 (3)ECU
12	左前车身高度传感器电路		
13	右后车身高度传感器电路		
14	左后车身高度传感器电路		
21	前悬架控制执行器电路	悬架控制执行器电路开路或短路	(1)ECU 与悬架控制执行器之间的配线或插接器。 (2)悬架控制执行器。 (3)ECU
22	后悬架控制执行器电路		
31	1 号高度控制阀电路	高度控制阀电路开路或短路	(1)ECU 与高度控制阀之间的配线或插接器。 (2)高度控制阀。 (3)ECU
33	2 号高度控制阀电路(用于右悬架)		
34	2 号高度控制阀电路(用于左悬架)		
35	排气阀电路	排气阀电路开路或短路	(1)ECU 与排气阀之间的配线或插接器。 (2)排气阀。 (3)ECU
41	1 号高度控制继电器	1 号高度控制继电器电路开路或短路	(1)ECU 与 1 号高度控制继电器之间的配线或插接器。 (2)ECU
42	压缩机电动机电路	压缩机电动机电路短路。 压缩机电动机被卡住	(1)ECU 与压缩机电动机之间的配线或插接器。 (2)压缩机电动机。 (3)ECU
51	至 1 号高度控制继电器的持续电流	向 1 号高度控制继电器的供电时间达 8.5 min 以上	(1)压缩机电动机。 (2)压缩机。 (3)空气管。 (4)1 号、2 号控制阀。 (5)排气阀。 (6)车身高度传感器连接杆。 (7)车身高度传感器。 (8)溢流阀。 (9)ECU

续表

故障码	系 统	故障原因	故障部位
52	排气阀的持续电流	向排气阀的供电时间达 6 min 以上	(1)高度控制阀。 (2)排气阀。 (3)空气管。 (4)车身高度传感器连接杆。 (5)车身高度传感器。 (6)ECU
61	悬架控制信号	ECU 故障	
71	高度控制 ON/OFF 开关电路	高度控制 ON/OFF 开关位于 OFF 位置或高度控制 ON/OFF 开关电路短路	(1)ECU 与高度控制开关之间的配线或插接器。 (2)高度控制 ON/OFF 开关。 (3)ECU
72	悬架控制执行器供电电路	悬架控制执行器供电电路开路或悬架熔丝烧断	(1)AIR SUS 熔丝。 (2)ECU 与发动机主继电器之间的配线或插接器。 (3)ECU

(3)清除故障码。系统故障排除后要将故障码清除,清除系统故障码有以下两种方法。

①将点火开关置于 OFF 位置,拆下 1 号接线盒中的 ECU-B 熔丝 10 s 以上,如图 6-33 所示,便可清除故障码。

②将点火开关置于 OFF 位置,跨接高度控制连接器的 E(8 号)与 CLE(9 号)端子,同时使检查连接器的端子 TS 与 E₁ 连接,如图 6-34 所示,保持此状态 10 s 以上,然后接通点火开关,并脱开以上各端子,即可清除故障码。

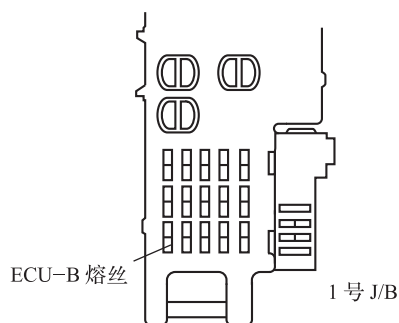


图 6-33 拆下 1 号接线盒中的 ECU-B 熔丝

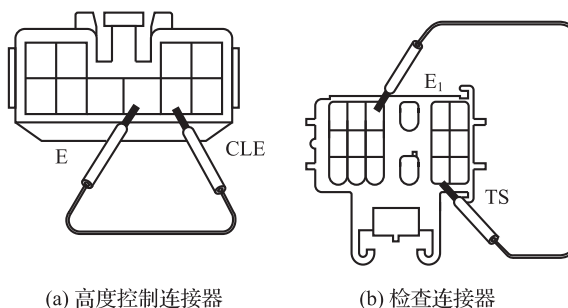


图 6-34 跨接高度控制连接器和检查连接器

3. 输入信号检查

输入信号检查主要是检查输入电子控制系统的转向传感器和停车开关的信号是否正常,具体操作方法如下:

(1)将点火开关转到 ON 位置。

(2)将每个检查项目调整到表 6-3 所示的“操作内容 1”栏所示状态。

(3)短接发动机室内的诊断插接器 TS 和 E₁ 端子。

注意:这时,在发动机停机状态下,高度控制 NORM 指示灯会以 0.25 s 的间隔闪烁,并一直持续到发动机运转时为止(这表明系统已经进入输入信号检查状态)。

(4)再将每个检查项目调到表 6-3 所示的“操作内容 2”栏所示状态,检查 NORM 指示灯的状态是否与表 6-3 所示状态一致。

表 6-3 悬架 ECU 输入信号检查

检查项目	操作内容 1	NORM 指示灯状态		操作内容 2	NORM 指示灯状态	
		发动机 停机	发动机 运转		发动机 停机	发动机 运转
转向传感器	车向摆正	闪烁	常亮	转向角在 45° 以上	常亮	闪烁
停车灯开关	OFF(不踩制动踏板)	闪烁	常亮	ON(踩制动 踏板)	常亮	闪烁
门控灯开关	OFF(所有车门关闭)	闪烁	常亮	ON(所有车 门打开)	常亮	闪烁
节气门位置传 感器	不踩加速踏板	闪烁	常亮	加速踏板踩 到底	常亮	闪烁
1 号车速传 感器	车速低于 20 km/h	闪烁	常亮	车速不低于 20 km/h	常亮	闪烁
高度控制 ON/ OFF 开关	ON 位置	闪烁	常亮	OFF 位置	常亮	闪烁
高度控制开关	NORM 位置	闪烁	常亮	HIGH 位置	常亮	闪烁
LRC 开关	NORM 位置	闪烁	常亮	SPORT 位置	常亮	闪烁

注 1:闪烁是指 NORM 指示灯以 0.25 s 的间隔正常闪烁,常亮是指 NORM 指示灯不闪烁一直点亮。

注 2:在进行这项检查时,减振器的阻尼力控制和弹簧刚度控制被暂时停止,减振器的阻尼力和弹簧刚度都被固定为“硬”状态,而车身高度控制正常进行。

4. 线路及元件检查

电控悬架出现了故障,无论自诊断系统有无故障码输出,都需要对系统线路及元件进行检查。若有故障码,则可根据故障码的提示对故障线路进行检查,找出确切的故障部位,排除故障。若无故障码显示,则需根据故障分析的结果,对与故障有关的线路及元件逐个进行检查。若所有可能的故障线路及元件检查均无问题,但悬架控制系统的故障确实存在,则应对悬架 ECU 进行检查或更换。

在对系统进行线路检查时,需要参照系统线路图进行分析。图 6-35 所示为 LS400 电子控制空气悬架系统的线路连接图。图 6-36 所示为悬架系统 ECU 连接器的端子。

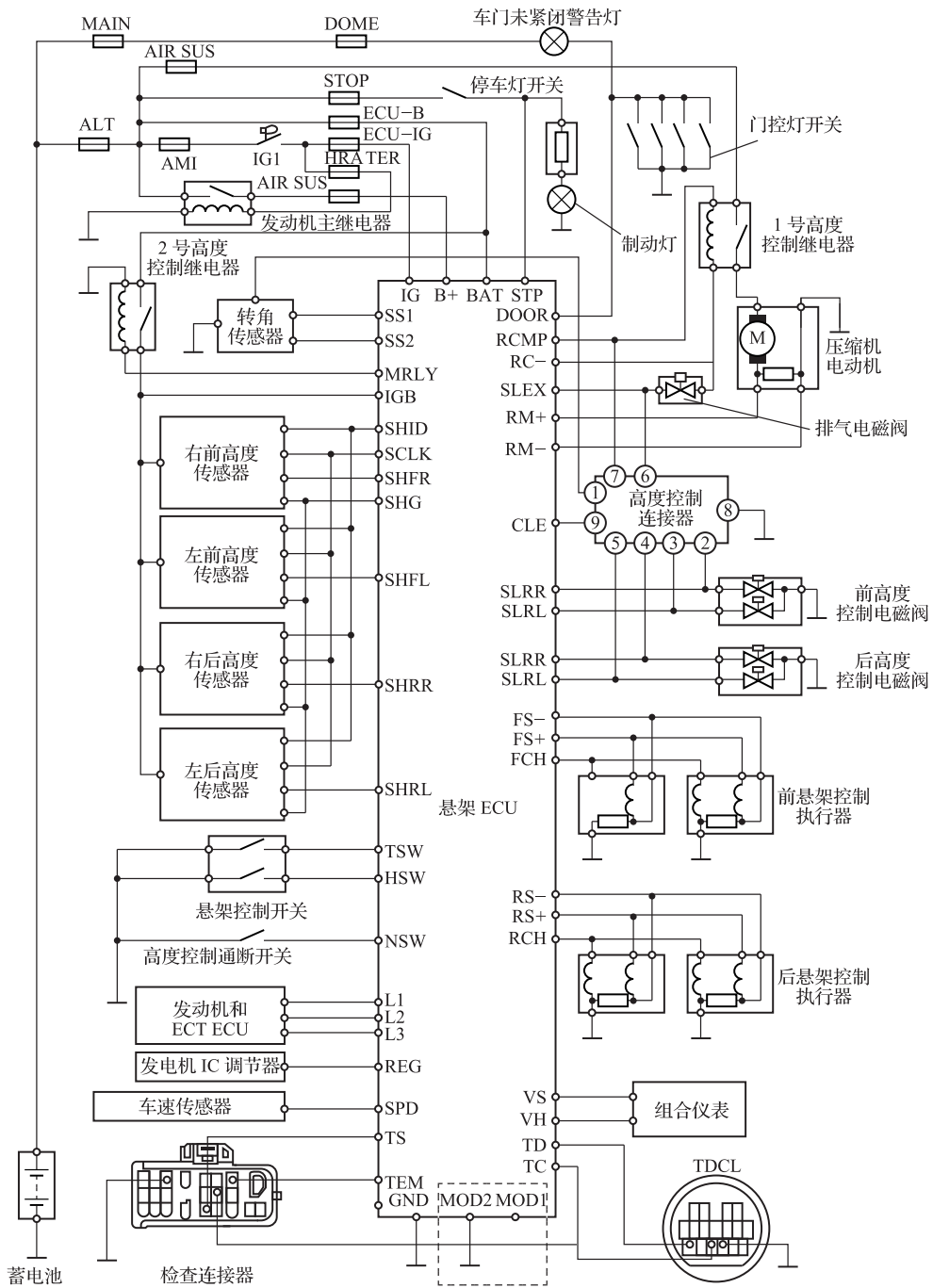


图 6-35 LS400 电子控制空气悬架系统的线路连接图

51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	30	29	28	27	26	25	24	23	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	38	37	36	35	34	33	32	31	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12

图 6-36 悬架系统 ECU 连接器的端子

连接器各接线端子与 ECU 连接对象的对应关系如表 6-4 所示。

表 6-4 连接器各接线端子与 ECU 连接对象的对应关系

序 号	代 号	连接对象	序 号	代 号	连接对象
1	SLFR	1 号右高度控制阀	33		
2	SLRR	2 号右高度控制阀	34	CLE	高度控制连接器
3	RCMP	1 号高度控制继电器	35		
4	SHRL	左后高度控制传感器	36		
5	SHRR	右后高度控制传感器	37		
6	SHFL	左前高度控制传感器	38	RM-	压缩机电动机(马达)
7	SHFR	右前高度控制传感器	39	B+	悬架控制执行器电源
8	NSW	高度控制 ON/OFF 开关	40	IGB	高度控制电源
9			41	BAT	备用电源
10	TSW	LRC 开关	42		
11	STP	停车灯开关	43	SHLOAD	高度控制传感器
12	SLFL	1 号左高度控制阀	44	SHCLK	高度控制传感器
13	SLRL	2 号左高度控制阀	45	MRLY	2 号高度控制继电器
14			46	VH	高度控制 HI 指示灯
15			47	VN	高度控制 NORM 指示灯
16			48		
17			49	FS+	前悬架控制执行器
18			50	FS-	前悬架控制执行器
19			51	FCH	前悬架控制执行器
20	DOOR	门控灯开关	52	IG	点火开关
21	HSW	高度控制开关	53	GND	ECU 搭铁
22	SLEX	排气阀	54	RC-	1 号高度控制继电器
23	L1	发动机和 ECT ECU	55	SHG	高度控制传感器
24	L3	发动机和 ECT ECU	56		
25	TC	TDCL 和检查连接器	57		
26	TS	检查连接器	58		
27	SPD	汽车车速传感器	59	VS	LRC 指示灯
28	SS2	转向传感器	60		
29	SS1	转向传感器	61		
30	RM+	压缩机传感器	62	RS+	后悬架控制执行器
31	L2	发动机和 ECT ECU	63	RS-	后悬架控制执行器
32	REG	IG 调节器	64	RCH	后悬架控制执行器

(1) 车身高度传感器线路检查。当车身高度传感器线路出现故障时,ECU 存储器中存入故障码 11,12,13 或 14。在车身高度传感器向 ECU 输入正常信号之前,汽车高度控制、减振器阻尼力和弹簧刚度控制被禁止。车身高度传感器的线路如图 6-37 所示,车身高度传感器的线路检查流程如图 6-38 所示。

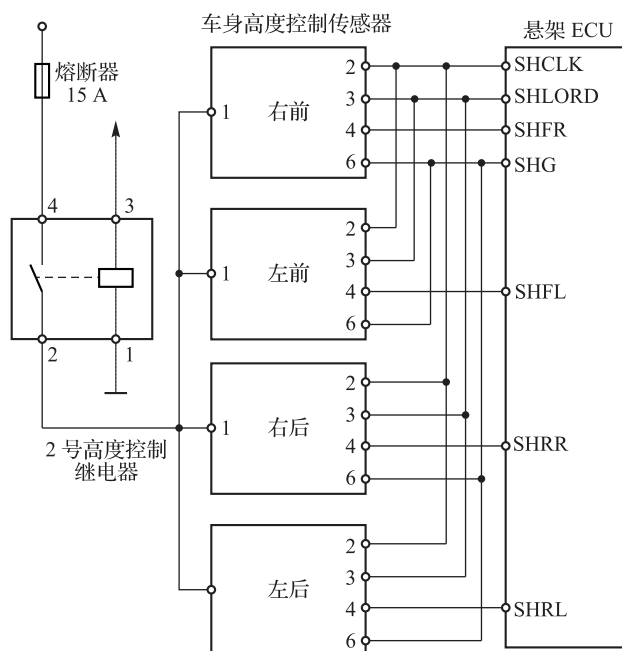


图 6-37 车身高度传感器的线路

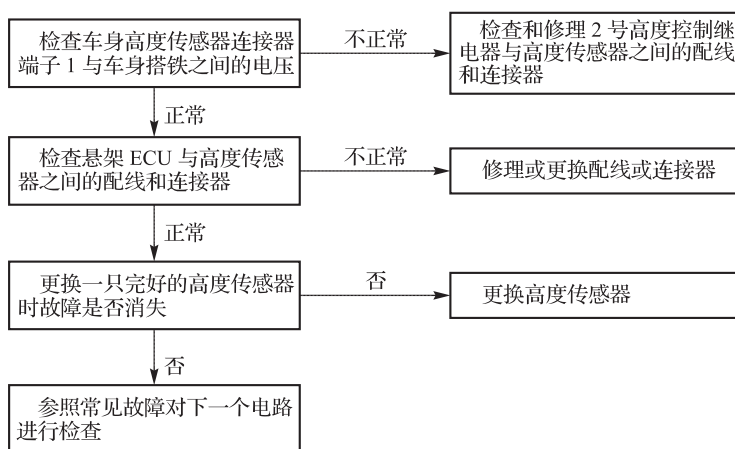


图 6-38 车身高度传感器的线路检查流程

(2) 悬架控制执行器线路检查。当悬架控制执行器线路出现故障时,ECU 存储器中存入故障码 21 或 22,减振器阻尼力和弹簧刚度控制被禁止。悬架控制执行器的线路如图 6-39 所示,悬架控制执行器的线路检查流程如图 6-40 所示。

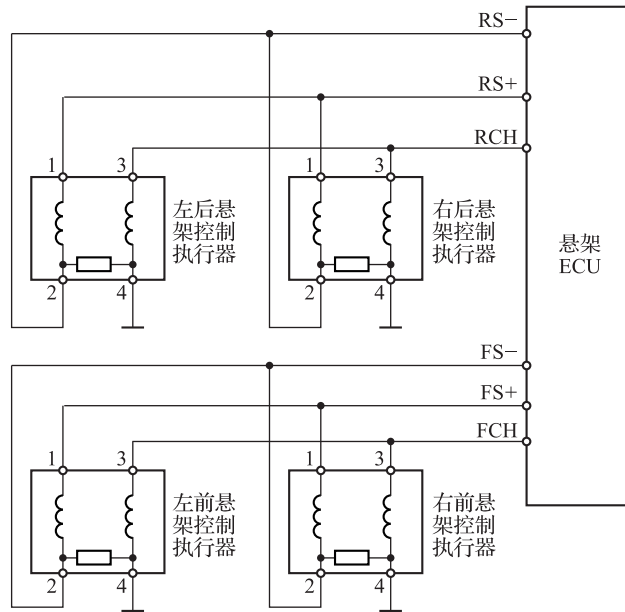


图 6-39 悬架控制执行器的线路

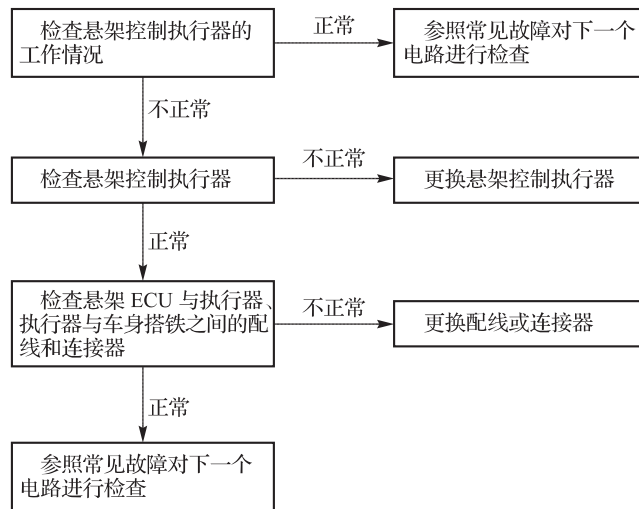


图 6-40 悬架控制执行器的线路检查流程

(3)高度控制阀、排气阀线路检查。1 号高度控制阀用于前悬架控制，它由两个电磁阀分别控制左、右气压缸。2 号高度控制阀用于后悬架控制，它由两个电磁阀组成，但两个电磁阀不单独工作。为了防止空气管路中产生不正常的压力，2 号高度控制阀中有一个溢流阀。1,2 号高度控制阀的线路如图 6-41 所示，1,2 号高度控制阀的线路检查流程如图 6-42 所示。

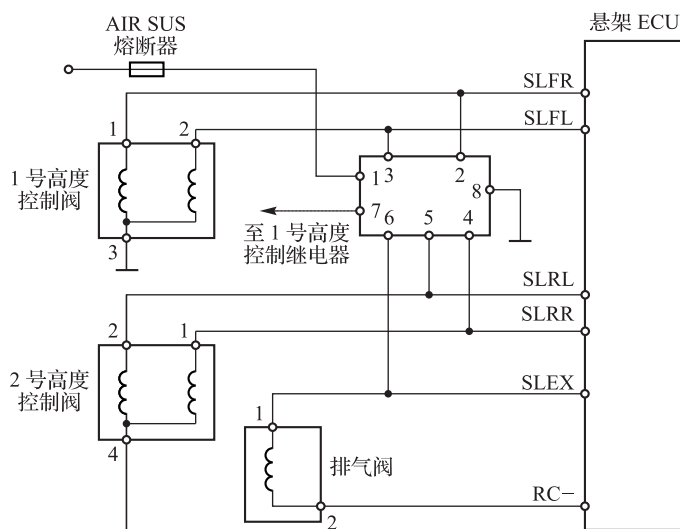


图 6-41 1,2 号高度控制阀的线路

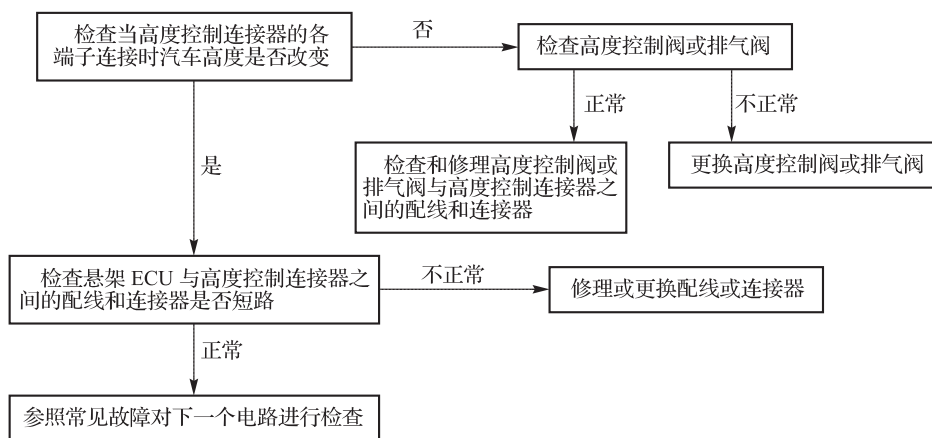


图 6-42 1,2 号高度控制阀的线路检查流程

将点火开关置于 ON 位置,当高度控制连接器的端子按表 6-5 所示方式连接时,检查汽车高度的变化(为了保护电路,切勿将端子 1 与 8 连接)。

表 6-5 高度控制连接器的端子连接

状 态	端子 1	端子 2	端子 3	端子 4	端子 5	端子 6	端子 7
右前汽车高度上升	○	○	—	—	—	—	○
左前汽车高度上升	○	—	○	—	—	—	○
右后汽车高度上升	○	—	—	○	—	—	○
左后汽车高度上升	○	—	—	—	○	—	○
右前汽车高度下降	○	○	—	—	—	○	—
左前汽车高度下降	○	—	○	—	—	○	—

续表

状态	端子 1	端子 2	端子 3	端子 4	端子 5	端子 6	端子 7
右后汽车高度下降	○	—	—	○	—	○	—
左后汽车高度下降	○	—	—	—	○	○	—

注：○表示连接，—表示不连接。

(4)空气压缩机电动机线路的检查。当空气压缩机电动机线路出现故障时,ECU 存储器中存入故障码 42,此时,汽车高度控制及减振阻尼力和弹簧刚度控制被禁止。空气压缩机的控制线路如图 6-43 所示,空气压缩机电动机的线路检查流程如图 6-44 所示。

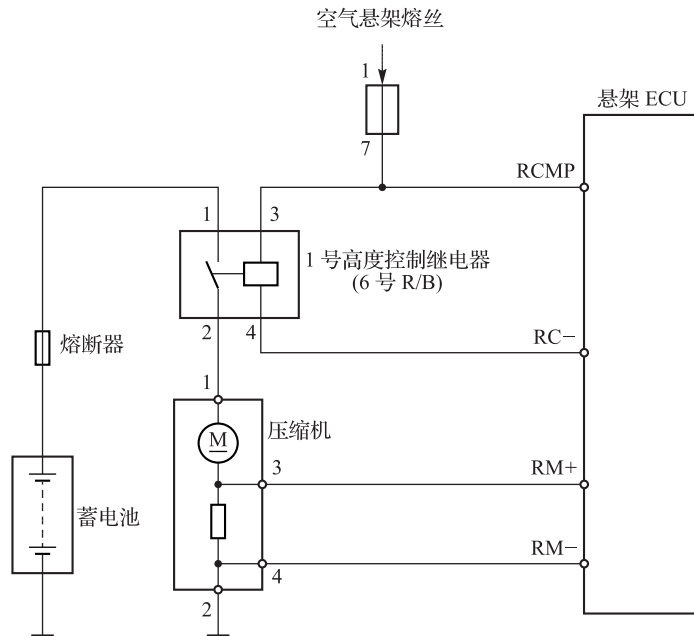


图 6-43 空气压缩机的控制线路

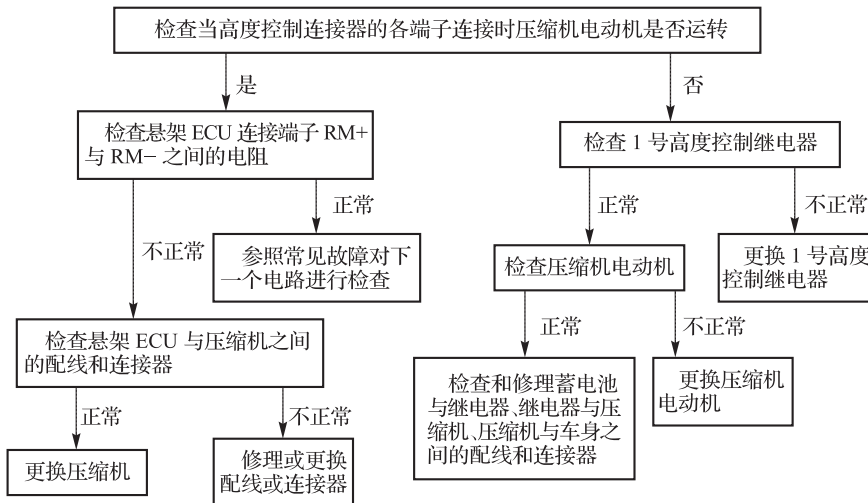


图 6-44 空气压缩机电动机的线路检查流程

(5)高度控制开关线路检查。当高度控制开关在 OFF 位置时,高度控制开关线路接通,但系统不执行汽车高度控制,输出故障码 71。高度控制开关的线路如图 6-45 所示,其线路检查流程如图 6-46 所示;当高度控制开关在 ON 位置时,高度控制开关线路断开。



图 6-45 高度控制开关的线路

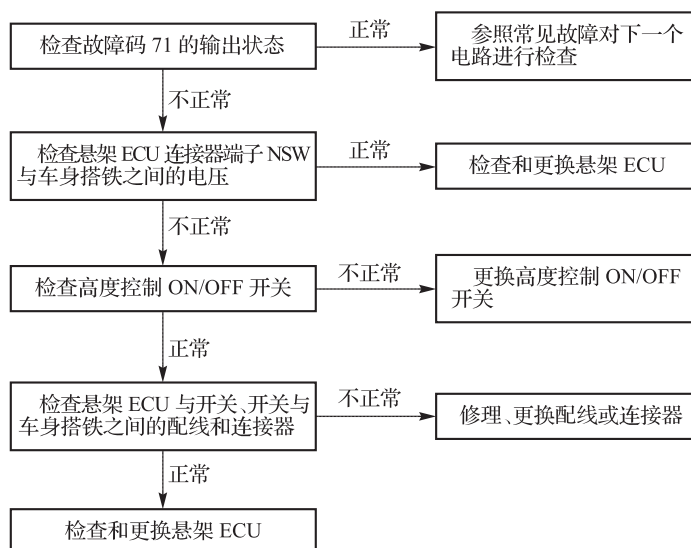


图 6-46 高度控制开关的线路检查流程

(6)LRC 开关线路检查。LRC 开关拨到 SPORT 时接通,拨到 NORM 时断开。电子控制单元检查 LRC 开关的状态后,操纵悬架控制执行器,从而改变减振器的阻尼力和空气弹簧的刚度。LRC 开关的线路如图 6-47 所示,其线路检查流程如图 6-48 所示。

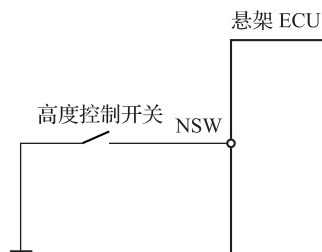


图 6-47 LRC 开关的线路

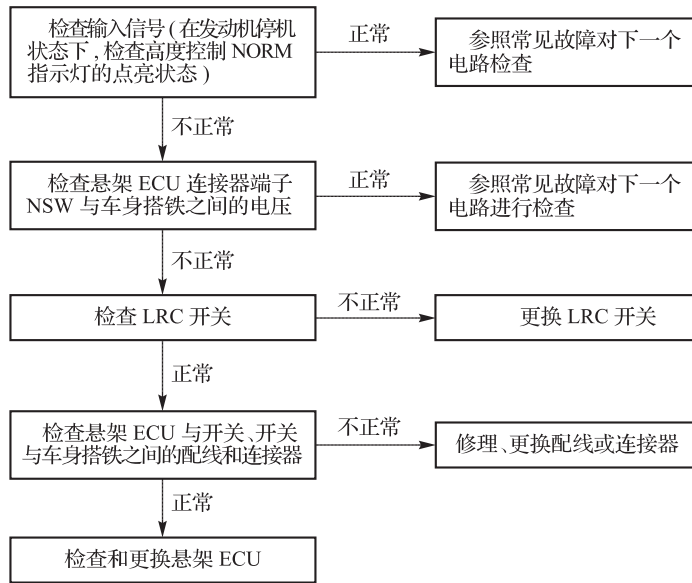


图 6-48 LRC 开关的线路检查流程

(7) 制动灯开关线路检查。当踩下制动踏板时, 制动灯开关接通, 蓄电池电压加到 ECU 的 STP 端子上。ECU 利用这个信号作为防制动点头控制用的一个起始状态。制动灯的开关线路如图 6-49 所示, 其线路检查流程如图 6-50 所示。

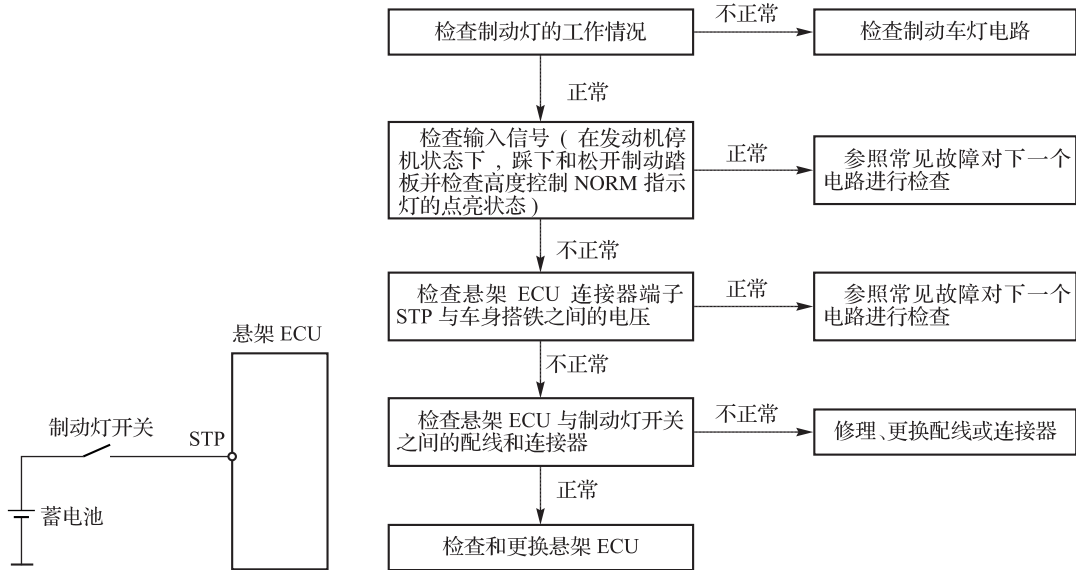


图 6-49 制动灯开关线路

图 6-50 制动灯开关线路检查流程

(8) 转角传感器线路检查。转角传感器检测方向盘的转动方向和角度并输入悬架 ECU, 当 ECU 判定方向盘的转角和车速大于设定值时, 就促使减振阻尼力和弹簧刚度增加。转角传感器的线路如图 6-51 所示, 其线路检查流程如图 6-52 所示。

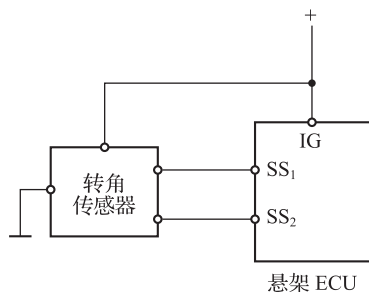


图 6-51 转角传感器的线路

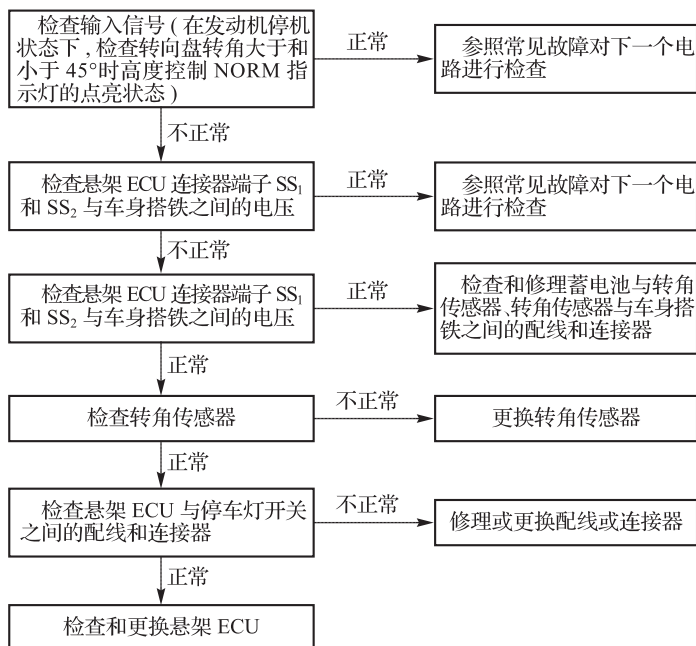


图 6-52 转角传感器的线路检查流程

(9) 节气门开度信号线路检查。悬架 ECU 通过与发动机和 ECT ECU 之间的通信联系检测节气门的开启角度和开启速度。悬架 ECU 利用这一信号作为防制动下坐控制的一个工作状态。节气门开度信号的线路如图 6-53 所示,其线路检查流程如图 6-54 所示。

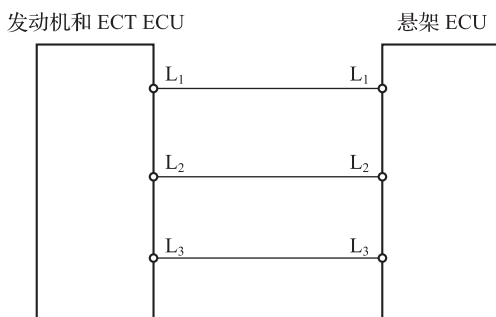


图 6-53 节气门开度信号的线路

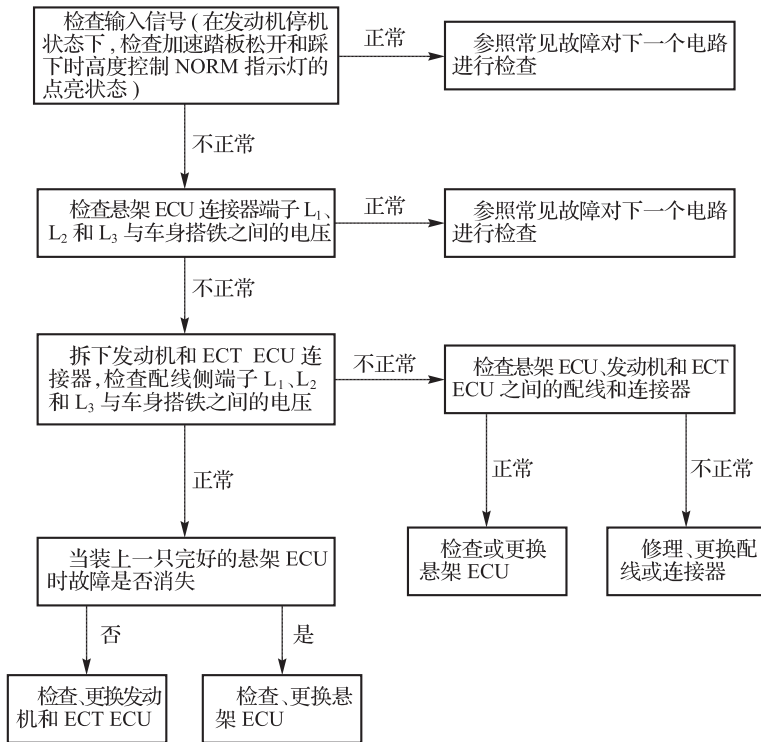


图 6-54 节气门开度信号的线路检查流程

(10)IC 调节器电路检查。当发动机停机时,发电机不发电,此时,ECU 端子 REG 上的电压很低。当发动机运转时,ECU 端子 REG 上的电压变高。因此,ECU 据此检测发电机的发电状态,只有在发电机处于发电状态时才能控制汽车高度(除点火开关 OFF 控制以外)。IC 调节器的线路如图 6-55 所示,其线路检查流程如图 6-56 所示。

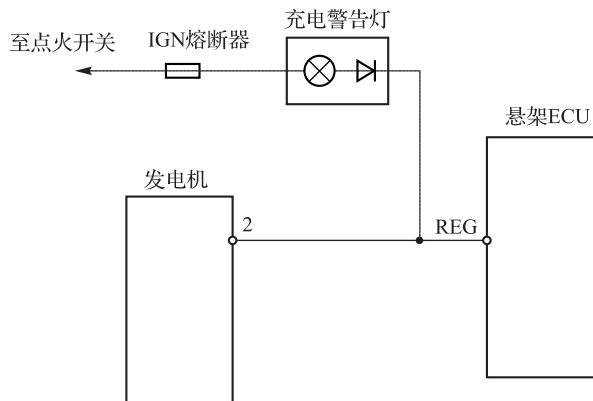


图 6-55 IC 调节器的线路

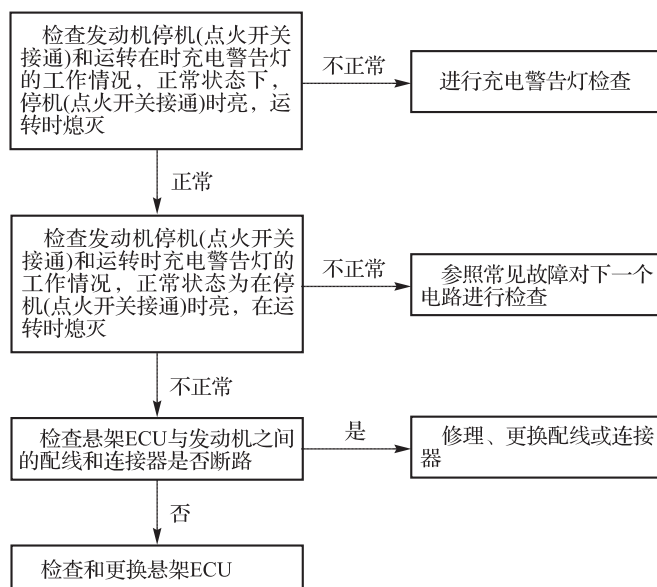


图 6-56 IC 调节器的线路检查流程

5. 雷克萨斯 LS400 轿车电控悬架常见故障分析

(1) 悬架刚度和阻尼系数控制失灵。悬架刚度和阻尼系数控制失灵故障分析如表 6-6 所示。

表 6-6 悬架刚度和阻尼系数控制失灵故障分析

序号	故障现象	可能的故障部件
1	操作 LRC 开关时, LRC 指示灯的状态不变	LRC 开关电路、悬架控制系统 ECU
2	悬架的刚度和阻尼控制不起作用	悬架控制执行器及其电路、TB 端子电路、TS 端子电路、LRC 开关电路、悬架控制执行器电源电路、悬架控制系统 ECU
3	只有防俯仰控制不起作用	气压缸或减振器、悬架控制系统 ECU、节气门位置传感器及其电路
4	只有防侧倾控制不起作用	悬架控制系统 ECU、转角传感器及其电路
5	只有在高速时不起作用	悬架控制系统 ECU、车速传感器及其电路

(2) 汽车车身高度控制失灵。汽车车身高度控制失灵故障分析如表 6-7 所示。

表 6-7 汽车车身高度控制失灵故障分析

序号	故障现象	可能的故障部件
1	汽车高度控制不起作用	汽车高度控制电源电路、汽车高度控制开关及其电路、汽车高度控制 ON/OFF 开关及其电路、发电机调节器电路、悬架控制系统 ECU

续表

序号	故障现象	可能的故障部件
2	车身高度控制指示灯不随高度控制开关的动作变化	车身高度传感器、发电机调节器电路、车身高度控制开关及其电路、汽车高度控制电源电路、悬架控制系统 ECU
3	汽车车身高度出现不规则变化	车身高度传感器、有空气泄漏、悬架控制系统 ECU
4	只有高速时不起作用	车身高度传感器、悬架控制系统 ECU
5	汽车高度控制功能作用,但汽车高度变化不均匀	车速传感器及其电路、车身高度传感器调节杆、高度控制阀、排气阀及其电路、悬架控制系统 ECU
6	汽车高度控制开关在 OFF 位置时,汽车高度控制仍起作用	高度控制 ON/OFF 开关及其电路、悬架控制系统 ECU
7	点火开关关断控制不起作用	门控开关及其电路、汽车高度控制电源电路、悬架控制单元 ECU
8	车门打开时,点火开关关断控制仍起作用	门控开关及其电路
9	汽车停车时车身高度很低	有空气泄漏、气压缸或减振器

三、故障实例

1. 实例一

(1)故障现象。一辆装有 TEMS 电控悬架系统的丰田花冠轿车,无论什么路况都只能以一种模式运行,不能根据行驶路况进行调节。

(2)故障检修。根据车主反映,该车是在铺地胶之后出现的故障,而该车的模式选择开关在自动变速器变速杆的前方,铺地胶时需要揭开模式选择开关附近的胶皮,并且需要拆下开关护板,很可能在拆装过程中,模式选择开关的线束受损。根据以上分析,先检查模式选择开关,将模式选择开关拆下,开关有 4 根引线,如图 6-57 所示,其中两根分别通向悬架控制系统电控单元的 A₁ 和 A₁₃脚,第三根搭铁,第四根通向 TEMS 电源的 20 A 熔丝。将点火开关拨到 ON 位置,用万用表测开关的电源线,发现该线电压始终为零。仔细检查该线插脚,发现该线伸入插头内的部分已经脱开。将该线接好,将方式选择开关装复试车,故障排除。无论按哪一个方式选择开关的按钮,电控悬架控制系统都能根据相应的选择自动进行相应调节。

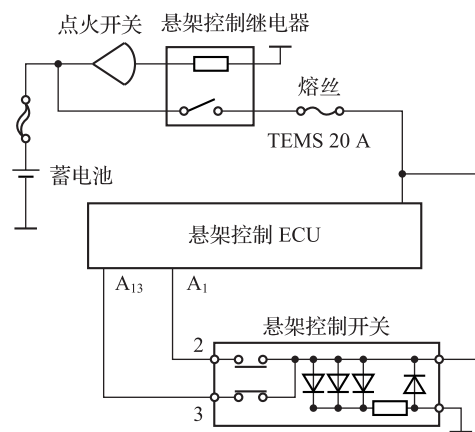


图 6-57 模式选择开关线路图

2. 实例二

(1)故障现象。一辆装有电控悬架系统的别克轿车,尾部趴下起不来,导致底盘后部离地距离很小,严重影响了车辆行驶的通过性。

(2)故障检修。车主反映该车的故障是在底盘被碰过一下后突然出现的,根据这一线索,初步判定为充气管破裂或减振器气囊漏气。于是举升车辆,查看充气管和减振器的情况,但没有发现漏气迹象。

因为该车系统是独立的,与检测仪不能通信,所以不能通过数据流或故障码来对其检测,可通过图 6-58 所示电路图进一步分析故障所在。首先检查压缩机线路,由浅入深,检查熔断器,发现靠近转向柱左下方仪表板上的 12,17 号熔断器均是好的。然后拔掉压缩机总成线束插头,用万用表直接测量电动机的 B、D 脚电阻为 $2.4\ \Omega$ 。为了确认电动机是否能够正常工作,用两根带熔丝的跨线,B 脚接正极,D 脚接负极,压缩机能够正常运转。此时,用试灯检查插头 B、D 脚的供电及搭铁情况,结果是 D 脚搭铁情况正常,B 脚无电。重新接好压缩机总成插头,拔下高度传感器,用一根带熔丝的跨线一端接在高度传感器的 B 脚,另一端搭铁,压缩机还是不能运转。此时,用万用表测量压缩机一端 B 脚有 $12.34\ \text{V}$ 的电压。因此,判断压缩机线路上肯定存在接触不良的问题,怀疑继电器触点烧蚀。更换一个完好的继电器进行替换试验,此刻可以听到压缩机发出了一连串“哒哒”的响声,车辆后部渐渐升了起来,系统恢复了正常,故障排除。

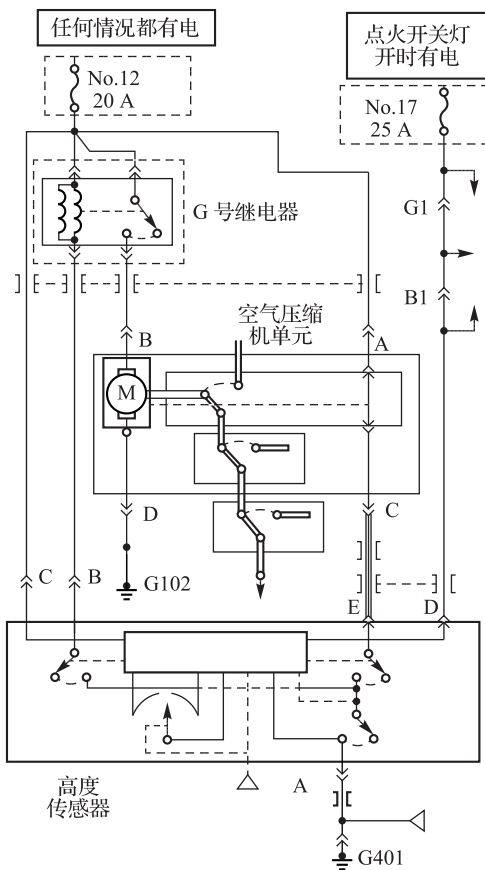


图 6-58 别克电控悬架系统线路图

任务三



典型电控悬架系统

任务分析

为了便于读者更好地理解和掌握电控悬架系统,本任务将向读者介绍一种典型的电控悬架系统——三菱车系电控悬架系统。该系统为主动式空气弹簧悬架,它可以对车身高度、

弹簧刚度及减振器阻尼力进行综合控制,可以抑制车辆侧倾、制动时前部点头和高速行驶中后部下沉等汽车行驶状态变化,具有良好的乘坐舒适性和操纵稳定性。

相关知识

一、典型电控悬架系统的组成

三菱 GALANT 轿车上装备的电控空气主动悬架系统(A-ECS),能够根据本身的负载情况、行驶状态和路面情况等,主动地调节包括悬架系统的阻尼力、汽车车身高度、行驶姿态和弹性元件的刚度在内的多项参数,使汽车的相关性能处于最佳状态。

该系统主要由电子控制单元、车速传感器、G 传感器、转角传感器、节气门位置传感器、前(后)高度传感器、阻尼力转换执行器、电磁阀、空气压缩机总成和前(后)储气筒等组成,如图 6-59 所示。

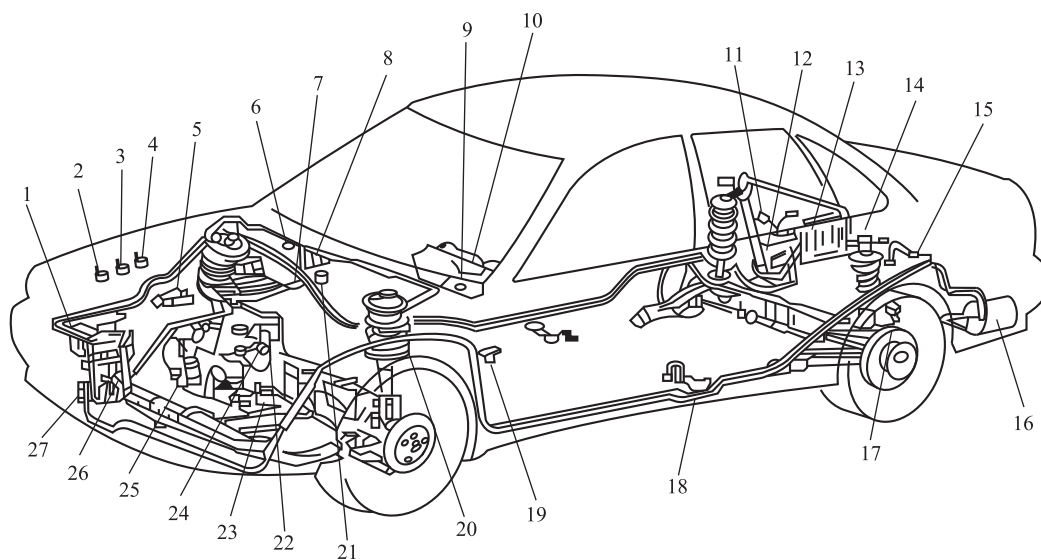


图 6-59 三菱电子控制空气主动悬架系统

- 1—前储气筒; 2—回油泵继电器; 3—空气压缩机继电器; 4—ECS 电源继电器; 5—电磁阀; 6—加速度计开关;
- 7—节气门位置传感器; 8—制动灯开关; 9—车速传感器; 10—转角传感器; 11—右后车门开关;
- 12—后电磁阀总成; 13—电子控制单元; 14—阻尼力转换执行器; 15—左后车门开关;
- 16—后储气筒; 17—后高度传感器; 18—左前车门开关; 19—ECS 开关;
- 20—阻尼力转换执行器(步进电机型); 21—加速度计位置;
- 22—空气压缩机总成; 23—G 传感器; 24—前高度传感器;
- 25—系统禁止开关; 26—空气干燥器;
- 27—流量控制电磁阀总成

该系统用转角传感器、节气门位置传感器、高度传感器、G 传感器和压力传感器检测汽车行驶状态。转角传感器用于检测汽车转向操作,节气门位置传感器用于检测汽车加速度,高度传感器用于检测汽车车身高度,G 传感器用于检测汽车转弯时的横向加速度,压力传感器用于检测空气弹簧中的空气压力。悬架 ECU 根据上述传感器的输入信号,控制电磁阀的开闭及悬架阻尼力转换执行器的工作状况,以控制空气弹簧的压力和减振器的阻尼力,使汽

车在各种条件下都能保持较高乘坐舒适性和操纵稳定性。

二、典型电控悬架系统的工作原理

1. 汽车车身高度调节系统的工作原理

空气主动悬架系统车身高度的调节也是通过向空气弹簧内充放压缩空气来实现的。此系统的空气回路是由空气压缩机、空气干燥器、储气筒、流量控制电磁阀、前(后)悬架控制电磁阀、空气弹簧和连接管路(图中未标出)等组成的封闭回路,从空气弹簧排出的空气不排入大气,而排入稍加压的低压腔。汽车车身高度调节系统的空气回路布置如图 6-60 所示。

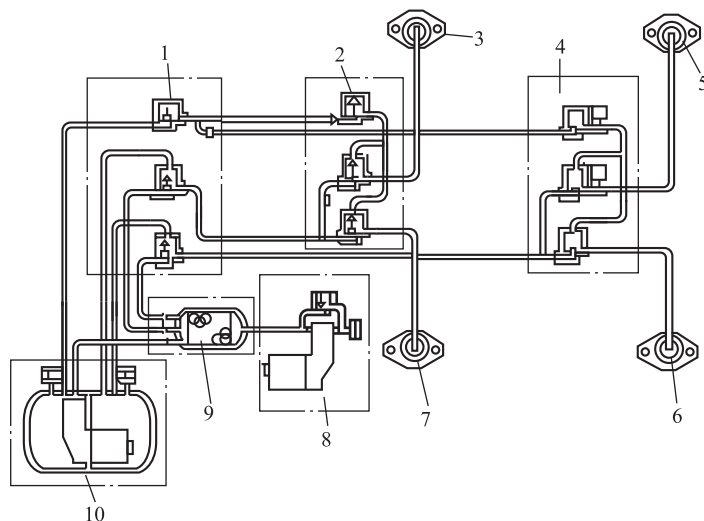


图 6-60 汽车车身高度调节系统的空气回路布置

- 1—流量控制电磁阀；2—前悬架控制电磁阀；3—右前带减振器的空气弹簧；4—后悬架控制电磁阀；
5—右后带减振器的空气弹簧；6—左后带减振器的空气弹簧；7—左前带减振器的空气弹簧；
8—空气压缩机；9—空气干燥器；10—储气筒

其具体的工作过程如下：

(1) 气压的建立。发动机起动后,当处于充电状态时(若发电机没有发电,此时空气压缩机不工作,以防止消耗蓄电池电能),直流电动机将带动空气压缩机工作。空气经过滤后,从进气阀进入气缸,被压缩后的空气由排气阀流向干燥器,经干燥后进入储气筒。储气筒上有空气压力调节装置,当气压达到规定值时,空气压缩机将进气阀打开,空气压缩机空转,以减少对发动机功率的消耗。储气筒的气压一般保持在 $0.75 \sim 1 \text{ MPa}$ 。

(2) 车身高度的升高。当电子控制单元判断车身需要升高时,便发出升高车身高度控制指令,使流量控制电磁阀和前、后悬架控制电磁阀的进气阀打开,储气筒的空气进入空气弹簧使其气压升高,当车身高度上升至规定高度时,各电磁阀关闭。

(3) 车身高度的降低。当电子控制单元判断车身需要降低时,便发出降低车身高度的控制指令,使流量控制电磁阀和前、后悬架控制电磁阀的排气阀打开,空气弹簧中的空气经这些阀门流向储气筒的低压腔。当车身降低至预定调节高度时,各电磁阀关闭。

(4) 空气的内部循环。由于该系统是一个封闭系统,从空气弹簧排出的空气并不排向大气,而排入储气筒的低压腔。因此,当储气筒中需要补充气压时,低压腔中压力较高的空气

又经空气压缩机进气阀进入气缸,被压缩和干燥后,进入储气筒的高压腔。这有助于提高充气效率,减少能量消耗,防止过多的水分进入系统污染元器件。

空气主动悬架系统的各空气弹簧并联独立式布置,各空气弹簧可以单独进行充气 and 排气操作,互不干扰空气的流动。控制电磁阀由悬架 ECLT 进行控制。空气弹簧有三种工作状态,即低、正常和高。汽车在一般的行驶状态下,车身高度保持正常;车速超过 120 km/h 时,车身高度为低;在坏路上行驶时,车身高度为高。其他的车身高度控制由汽车的行驶状态决定。

2. 减振器阻尼力的调节

此系统减振器的阻尼力的调节也是通过可调阻尼力减振器来实现的。可调阻尼力减振器的执行器是安装于悬架系统上方的步进电机。步进电机根据 ECU 发出的控制信号驱动可调阻尼力液压减振器回转阀动作,改变减振器油孔的流通截面来改变减振器的阻尼力,使悬架系统具有软、中和硬 3 种阻尼力模式。

3. 空气弹簧刚度的自动调节

空气弹簧刚度的自动调节是通过改变空气弹簧主、副气室间的气体流量来实现的。悬架刚度调节执行机构根据电子控制单元的控制信号,控制空气弹簧主、副气室控制阀转动,控制阀的转动可以改变主、副气室间气体通道的大小,从而改变主、副气室间气体的流量,使空气悬架的刚度发生变化。因此,电子控制单元可通过精确控制主、副气室控制阀转过的角度,来精确控制空气弹簧的刚度,满足不同车况下对弹簧刚度的要求。

小结

本项目主要介绍了电控悬架系统的组成、结构、工作原理和系统故障检修等相关的理论和实践维修知识。在理论知识方面,重点介绍电子控制悬架系统的控制方式及相应执行元件的结构和工作原理;在故障检修方面,按照故障维修的实际流程,对基本的检查和调整、电控系统自诊断、线路检测等进行了详细的介绍,并且对典型故障现象进行了分析,能够帮助读者开拓思维,提高电控悬架系统故障诊断与维修的能力。

思考与练习

- (1) 简述电控悬架系统的基本组成和工作原理。
- (2) 电控悬架系统常用的传感器有哪些? 它们各有什么作用?
- (3) 电控悬架系统的控制功能有哪些?
- (4) 试述可调阻尼式减振器的工作原理。
- (5) 简述悬架刚度调节的基本原理。
- (6) 简述空气悬架系统车身高度控制的工作原理。
- (7) 电控悬架系统检修的注意事项有哪些?
- (8) 简述电控悬架系统检修的基本方法。
- (9) 如何诊断和排除悬架刚度和阻尼系数控制失灵故障?