

# 电控空气悬架系统的原理、设置与检修

◆文/陕西 蔡亚林 上海 李明诚

悬架是汽车车身与车轮之间连接和传递动力的装置(图1),汽车的全部载荷通过悬架作用在车轮上。目前,不少中、高档轿车和大型客车装备了电子控制空气悬架(ECAS)系统,这种悬架的刚度、阻尼以及车身高度能够自动适应汽车不同载重量、不同道路条件以及不同行驶工况的需要,在保证车辆具有良好操纵性和燃油经济性的前提下,使汽车的舒适性得到进一步提高。

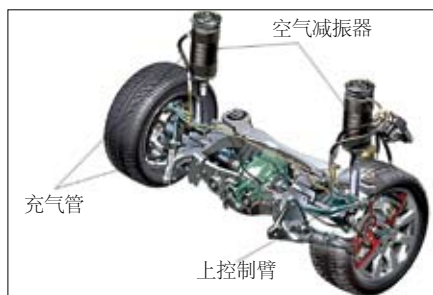


图1 奥迪A8L轿车的空气悬架

## 一、结构原理

电子控制空气悬架系统由模式选择开关、车速传感器、转向角度传感器、加速度传感器、车身高度传感器、悬架ECU、可调阻尼减振器(图2)、空气压缩机、空气弹簧以及高度控制电磁阀等部件组成。

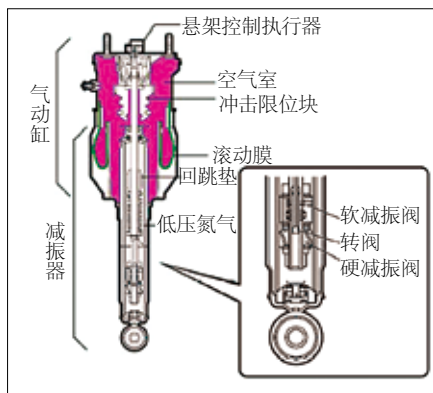


图2 丰田轿车的气动减振器结构

空气悬架ECU采集的信号主要有:车速、转向角度、压力信号、制动开关状态、车身垂直加速度、悬架模式选择、实际车身水

平高度以及驾驶人选择的车身高度等,它的控制原理如图3所示。

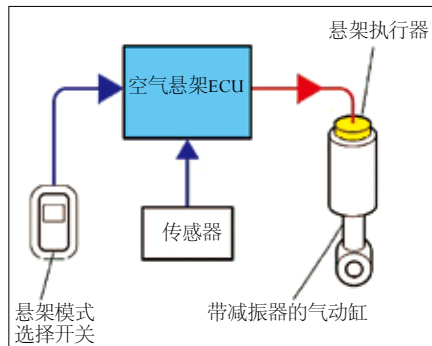


图3 空气悬架系统的控制原理示意图

对于奥迪轿车来说,下列控制单元与空气弹簧悬架控制单元J197有关联:

①J104——ESP控制单元;②J220——发动机控制单元;③J533——网关;④J527——转向柱控制单元;⑤J431——前照灯控制单元;⑥J285——仪表盘控制单元;⑦J345——挂车识别控制单元;⑧J518——进入和授权控制单元。因此,如果空气弹簧悬架系统工作不正常,上述相关联的控制单元可能存在故障。

## 二、主要功能

对于传统的机械式悬架系统,其钢板弹簧的刚度、减振器的阻尼力以及车身高度都是固定不变的,只能被动地吸收因地面不平引起的车轮跳动,因而乘坐不太舒适。电子控制空气悬架系统由于装配了传感器、电子控制单元(ECU)和执行器,能够根据不同的车速、行驶状态、装载质量以及乘客人数的变化,对弹性元件的刚度、减振器的阻尼力以及车身的高度等项目自动地进行无级调节,无需驾驶人员调节,大大提高了乘坐的舒适性和操纵的稳定性。

### 1.控制减振器的阻尼力

空气悬架系统采集车速传感器、转向角度传感器和车身高度传感器等信号,由悬架ECU计算和处理后,指令电磁式或步进电

机式执行器动作,以调节减振器的阻尼力。当汽车急转弯、急加速和紧急制动时,能够抑制汽车后挫、点头和侧翻,防止汽车剧烈变化,提高车辆的操纵稳定性。

### 2.调节弹性元件的刚度

空气悬架系统通过改变减振器弹性系数的方式,调节减振器的刚度,使汽车能够按照实际行驶的需要,自由地选择模式。

### 3.调节车身的高度

如果汽车车身长时间离地面太高,在行驶过程中会感觉非常颠簸,好像没有安装减振器一样;如果车身离地面太低,行驶中汽车底盘下部容易碰撞凸起的地面,会使汽车无法行驶。电控空气悬架系统的主要功能是在各种工况下,使车身的高度始终保持在合理范围之内。电控空气悬架系统通过控制空气压缩机、高度控制阀和排气阀动作,使空气弹簧自动压缩或伸长,从而降低或升高底盘的离地间隙,使车身保持在合适的高度上。当汽车高速行驶时,让车身高度降低,以减小空气阻力,提高操纵的稳定性;当汽车在坏路上行驶时,让车身高度增加,以提高汽车的通过性;当关闭点火开关时,因乘客和行李减少,又让车身高度降低,以保持良好的驻车状态。

## 三、工作模式的设置

有的新车存在急转弯时车身发抖的现象,更换相同型号的减振器后无效,产生原因可能是电控悬架系统的“软”、“硬”工作模式调整 and 选择不当。性能良好的空气悬架系统的标准是:汽车制动不点头、加速不后仰、转弯不外甩、乘坐不晕车、坏路升高走、好路降低跑、普通路舒适、高速路安全。如果不符合这些要求,就要对系统进行设置或者修理。以下以奥迪轿车装备的空气悬架系统为例予以说明。

### 1.操作按键介绍

首先按下多媒体人机交互系统(MMI)控制

面板上的CAR键(图4), 调出MMI显示屏上的可调式空气悬架系统菜单, 然后转动操纵钮, 并且按下相应的按钮, 就可以设置所需要的悬架模式。在显示屏上, 当前模式用白色高亮显示, 调整方向用白色的上箭头或下箭头表示, 因故障或系统限制不允许选择的模式用灰色显示。



图4 奥迪A4L 2.0T轿车的控制面板

## 2.空气悬架的工作模式

空气悬架几种工作模式的选择如图5所示。



图5 奥迪Q7轿车MMI上的空气悬架工作模式调节图

### (1)自动模式

在自动模式下(正常车身高度), 减振器的特性将调整到本车的最佳状态。当车速高于120km/h(在高速公路上)时, 汽车的车身高度在30s内自动降低15mm; 当车速低于70km/h两分钟后, 车身高度自动升高, 或者在车速低于35km/h时立即降低。

### (2)舒适模式

在舒适模式下(正常车身高度), 减振器的特性将调整到舒适状态, 不执行高速公路降低车身高度功能。

### (3)动态模式

在动态模式(车身高度比正常高度低15mm)下, 减振器自动调整为运动型配置, 没有高速公路降低车身高度的功能。

### (4)野地模式

野地模式又称为“越野模式”, 当汽车在崎岖不平的路面上行驶时, 可以选择野地模式。

### (5)高位模式

高位模式又称为“提升模式”, 车身高度比正常高度提升15mm。当汽车低速行驶而且需要极高的离地间隙时, 可以选择高位模式。在车速高于100km/h的情况下, 系统会自动取消高位模式, 返回到先前设置的模式; 当车速不足80km/h时, 可以用手动方式设置高位模式; 当牵引挂车以50km/h的速度行驶时, 自动取消高位模式, 返回到先前设置的模式。

## 3.空气弹簧的放气与充气

空气弹簧的放气与充气必须在汽车静止的状态下进行, 而且故障存储器中不得有故障信息。具体操作方法如下: 连接专用诊断仪, 进入空气悬架系统, 选择04功能——“基本设置”, 然后进入到下列显示组——显示组20: 储压器放气; 显示组21: 前桥空气弹簧放气; 显示组22: 后桥空气弹簧放气; 显示组23: 储压器充气(最大压力16bar, 1 bar=10<sup>5</sup>Pa); 显示组24: 前桥空气弹簧充气; 显示组25: 后桥空气弹簧充气。

注意事项: ①操作空气弹簧放气会导致车身降低, 需要防范人身伤害。②建议在熄火前降低车身高度。一般来说, 发动机熄火后ECAS停止工作, 系统本身不会造成车身歪斜的现象。但是如果ECAS管路漏气, 例如ECAS电磁阀到各气室间的管路密封性变差, 就可能在发动机熄火一段时间后出现车身歪斜的现象。

## 4.空气悬架系统指示灯显示解读

奥迪轿车在仪表盘上安装了空气悬架系统指示灯, 该指示灯显示的含义如下。

(1)黄色指示灯点亮: 说明系统存在故障, 此时应当连接诊断仪, 读取故障信息。

(2)黄色指示灯闪烁: 说明汽车的车身高度过高或者过低。

(3)绿色低位指示灯点亮: 说明汽车的车身低于正常的高度。

(4)绿色低位指示灯闪烁而且黄色指示灯点亮: 说明汽车的车身高度极低。

注意: 如果车身高度过低, 并且不得不在电控空气悬架系统有故障的情况下牵引, 必须使用悬架弹簧挡块。

## 四、更换气压减振器后的匹配方法

奥迪轿车在拆卸和安装空气悬架控制单元J197、更换气压减振器(图6)以及排除某些有关空气悬架系统的疑难故障时, 需要对电控空气悬架系统重新编码, 然后匹配车身高度的默认位置。



图6 气压减振器外形图

一辆2007款奥迪A6L轿车, 搭载3.2L AUK发动机, 出现车身高度不能调节的故障。连接专用诊断仪, 进入电控悬架系统, 读到故障码“01437”, 含义是没有基本设定或者设定不正确。观察多媒体交互系统(MMI)的悬架调节图, 显示为灰色。仪表盘上的悬架指示灯闪烁, 悬架调节不起作用, 说明系统进入了失效保护状态。给每个气压减振器充气, 然后使用气压表检测, 发现左前减振器有泄漏, 其他3个减振器正常。检查蓄压器及其管路, 正常。更换新的气压减振器, 故障码仍然无法消除, 于是执行如下气压减振器的匹配程序。

首先测量车身高度的几个数据(图7)。

①高度X: 指车轮中心至挡泥板中部下边缘的距离, 单位为mm; ②尺寸a: 指轮辋的直径; ③尺寸b: 指轮辋上边缘至挡泥板中部下边缘之间的距离。

然后根据公式 $X = a/2 + b$ , 计算前后左右车身的高度。再执行如下步骤: ①连接专用诊断仪, 进入空气悬架系统; ②在引导性

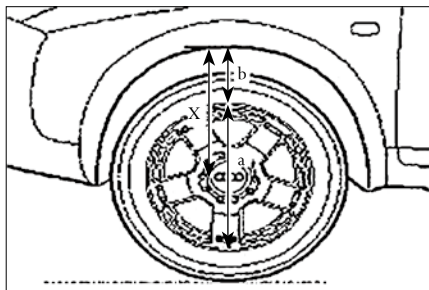


图7 奥迪Q7轿车车身高度的测量

功能里, 执行悬架控制单元J197的默认位置匹配(无论最后的执行结果如何, 这一步都应执行); ③进入自诊断15, 输入授权访问码31564, 登录; ④选择通道号12, 分别进入组号1、2、3、4, 并输入左前、右前、左后、右后车轮中心至对应挡泥板中部下边缘的垂直距离; ⑤选择组号5, 输入数字1, 保存上述数据。这样, 悬架控制单元就记忆了当前四个车轮的高度参数。

注意: 奥迪A6L轿车前桥的高度测量数据一般为384mm, 后桥的高度测量数据为388mm(各车型可能有区别)。

完成上述操作后, 悬架调节功能恢复正常, MMI的悬架调节图的显示由灰色变成了亮白色, 故障被排除。

## 五、两种特殊模式的设置

### 1. 举升模式的启用与禁止

空气悬架的举升模式适用于轿车装上火车、轮船、货车、飞机等运输工具时, 所以又称为“装载模式”。具体设置方法是: 连接VAG5051等诊断仪, 进入控制单元J197, 在自诊断中选择引导性故障查询, 输入空气悬架系统的地址码34, 选择功能16, 进入启用授权, 再用键盘输入不同的代码, 就可启用或者解除举升模式。设置举升模式后, 禁止调节轿车的车身高度。

### 2. “千斤顶模式”的设置

利用升降台或者千斤顶维修装备有空气悬架系统的奥迪轿车, 如果不熟悉该系统的工作特性, 有可能发生空气悬架系统异常动作甚至损坏的现象。为此, 需要通过MMI显示屏进行“千斤顶模式”(即维修模式)的设置, 以奥迪A8轿车为例, 该模式的设置步骤如下:

(1)接通点火开关, 按住MMI的功能按钮CAR。

(2)在保持一定时间后, MMI显示屏出现主菜单“ADAPTIVE AIR SUSPENSION”(自适应空气悬架)。

(3)按压功能按钮SETUP, 出现功能菜单“ADAPTIVE AIR SUSPENSION”。

(4)通过旋转或按压操作按钮, 将菜单调整到所需要的操作模式——CAR JACK

MODE(汽车千斤顶模式), 并且选择“ON”选项, 设置结束。

此时就可以利用千斤顶对奥迪轿车进行操作了。

设置奥迪轿车空气悬架系统千斤顶模式时, 需要注意以下几个问题:

(1)如果MMI有故障, 可以连接诊断仪, 然后在引导性故障查询中启用和禁用千斤顶模式。

(2)如果在MMI上启用了千斤顶模式, 那么只能在MMI中禁用它。

(3)如果通过诊断仪的自诊断功能禁用了千斤顶模式, 则可以在MMI上启用。

## 六、几种车型空气悬架系统的检修

### 1. 保时捷Cayenne E2轿车

该车型空气悬架系统手动设置车身高度及关闭系统的方法如下。

(1)前置条件: 发动机已经启动, 车门已经关闭。

(2)设置方法: 按压中控台上的跷板开关。如果想让车身升高, 可以向前轻按跷板开关, 车身高度会升高一个级别; 如果想让车身降低, 则向后轻按跷板开关, 车身高度会降低一个级别。

关闭车身高度自动控制的方法是: 接通点火开关, 向前按压跷板开关10~15s, 然后松开跷板开关, 直到仪表盘多功能显示屏上显示“车辆水平控制功能关闭”。

(3)状态显示: 操作者所选择的车身高度由跷板开关旁边的LED灯显示。在切换过程中, 该LED灯闪烁, 随后持续点亮。但是, 自动切换的位置不会在仪表盘多功能显示屏上显示。

(4)千斤顶模式: 如果需要使用千斤顶举升汽车, 必须手动设置标准车身高度, 然后关闭车身高度自动控制功能。

### 2. 奔驰W220 S系列轿车

奔驰轿车采用自适应阻尼控制悬架系统(ADS), 该系统能够依据路况、荷重、车辆加速度以及驾驶员的操作来自自动调节减振器的刚性(即软硬程度)。驾驶人可以通过开关设置悬架的工作模式, 例如“舒适”(COMFORT)

或者“运动”(SPORT)。当选择“运动”模式时, 仪表盘上的红色指示灯点亮。该车通过两个电磁阀的不同“ON”/“OFF”组合, 使减振器的阻尼力可以在4个等级之间变换, 即“硬”(FIRM)、“正常”(NORMAL)、“软”(SOFT)和“舒适”(COMFORT)。


奔驰W220 S系列轿车车身高度的调节也可以通过驾驶室内的车身控制按键进行设置。按一下该按键, 车身自动升高25mm。若再按一下, 车身高度恢复到正常状态。

### 3. 福特轿车

当点火开关处在RUN(运转)位置时, 电控空气悬架系统都处于工作状态。在点火开关转至“OFF”位置后, 悬架ECU仍然保持通电状态1h, 通电1h的目的是让悬架ECU在乘员下车和取出行李后进行车身调平校正。因此在点火开关转至“OFF”位置1h内, 禁止对电控空气悬架系统进行维修操作。

在检修空气悬架系统的任何部件之前, 在用举升机举起汽车、用千斤顶顶起汽车、跨接启动发动机以及牵引装有空气悬架系统的汽车之前, 必须切断空气悬架系统的电源, 其方法是: 关闭空气悬架开关或拆下蓄电池的接地线。如果不切断空气悬架系统的电源, 在维修过程中可能导致空气弹簧的意外充气或放气, 从而引起车身移动。

为了预防空气弹簧或电控悬架系统发生突发性故障, 必须遵守下列规定: 在任何情况下, 只要空气弹簧内有压力, 千万不要拆卸空气弹簧; 空气弹簧安装到汽车之前应进行折叠操作, 不要试图安装没有折叠的空气弹簧或者给没有折叠的空气弹簧充气; 在给空气弹簧充气前, 不要给悬架系统施加任何负荷。

福特轿车空气弹簧悬架系统中有一个车门传感器(又称门控灯开关、车门开关), 悬架ECU利用车门传感器输入的信号来实现两个功能: 一是在任何一个车门打开时, 空气弹簧立即停止排气; 二是如果需要的话, 进行车身调平校正。

(作者蔡亚林单位: 西安咸阳国际机场)