

保时捷Cayenne E2 空气悬挂系统原理与故障维修

文/内蒙古 李强

一、保时捷Cayenne E2空气悬挂系统的特点

保时捷Cayenne E2空气悬挂系统是带有车身水平高度控制和高度调节功能的空气悬架系统,在配备该空气悬架系统的车辆上,驾驶员可以设置五种不同的水平高度,系统将自动调整到预先选定的水平高度,从而与车速达到匹配,在车辆装载的状态下,车辆的高度仍自动保持恒定。各个水平高度只能在发动机运转时设置,不允许车辆在一般地形或特殊地形设置下在公路上行驶。

但是,频繁的水平高度调节可能会导致空气压缩机过热,出现这种情况,空气压缩机必须冷却数分钟才能使车身水平高度控制系统完全恢复,该系统会在空气压缩机冷却后自动调节到选定的水平高度。

1. 五种不同的水平高度

标准水平高度设置下的离地间隙约为190mm。

一般地形高度(加高高度I):该高度用于越野行驶、野外道路和丛林道路等,与标准高度相比,车辆升高约28mm(前桥)和25mm(后桥)。越野驾驶程序启用后,车辆自动升高到一般地形高度。一般地形高度只能在车速低于80km/h时手动选择,车速超过80km/h(越野驾驶程序启用后为100km/h)时,车辆将自动降至标准高度。

特殊地形高度(加高高度II):该设置仅用于极其复杂艰难、需要最大离地间隙的地形。与标准高度相比,车辆升高约58mm(前桥)和55mm(后桥)。特殊地形高度只能在车速低于30km/h时手动选择,车速超过30km/h时,车辆自动降至一般地形高度。

低位高度I:该高度用于高速行驶,当车速超过138km/h时,车辆与标准高度相比自动降低约22mm(前桥)和25mm(后桥)。

当车速下降到80km/h以下持续约10s或40km/h以下时,车辆自动升高到标准高度。

如果使用中控台上的跷板开关手动设置了低位高度,在车速低于40km/h时低位高度仍然起作用。

低位高度II:该高度用于高速行驶,当车速超过210km/h持续40s以上时,车辆与标准高度相比自动降低约32mm(前桥)和35mm(后桥)。当车速下降到170km/h以下持续60s或下降到120km/h以下时,车辆自动升高到低位高度I。

装载高度:该设置便于向行李厢内装载物品,但是存在损坏底盘部件、总成和车身体部的风险,如果车辆在装载高度状态下的离地间隙不足,当车辆从路缘上驶下时可能会发生拖底,因此在起步之前务必切换到标准高度。装载高度下车辆与标准高度相比降低约52mm(前桥)和55mm(后桥),在车速超过5km/h时,车辆自动升高到标准高度。

2. 手动设置高度

手动设置高度的前提条件是发动机已启动和车门已关闭,在点火装置关闭后,最近一次选择的高度存储在存储器中。如果

想要升高车辆,向前轻按跷板开关(如图1所示),车辆高度就会升高一个级别;降低车辆高度需要向后轻按跷板开关,车辆高度就会降低一个级别。

所选高度通过跷板开关旁的LED显示,在调节过程中,跷板开关旁的LED指示灯闪烁,随后会持续亮起,高度变化也在仪表板多功能显示器上显示。但是,从标准高度到低位高度的自动切换以及从低位高度到标准高度的自动切换不会在仪表板多功能显示器上显示。如果存在系统故障,仪表板多功能显示器上会显示各种不同的信息。警告信息在控制系统停用时显示,此时不存在故障。当上述操作步骤完成时,警告信息立即消失。

如有必要使用千斤顶升起车辆,则必须手动设置标准高度,然后关闭车身水平高度控制系统。关闭水平高度控制的具体步骤为:开启点火装置,向前按跷板开关10~15s,松开跷板开关后,仪表板多功能显示器上显示“车辆水平控制功能关闭”,此时车辆可以升高。

想要再次开启车身水平高度控制系统,首先要开启点火装置,向前按跷板开关10~15s或者使车辆起步,车身水平高度控制系统自动开启。

二、保时捷Cayenne E2空气悬架系统组成及控制功能

1. 系统组成

新款Cayenne车型的前桥和后桥上的所有的空气弹簧滑柱都经过重量优化,新设计的底盘连接省去了前桥上的固定鞍座。在后桥上,车桥安装件以刚性方式整合在车身上(整合式摇臂),以提高抗扭刚度,此举有助于提高Cayenne车型的操控性。

新的空气悬架系统也设计为封闭式系

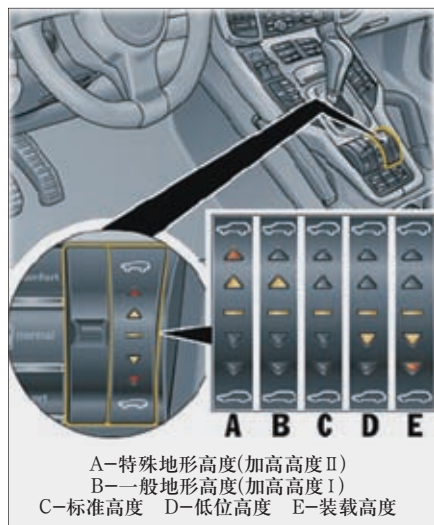
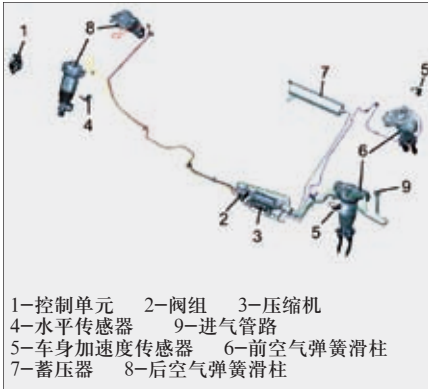


图1 水平高度手动设置开关

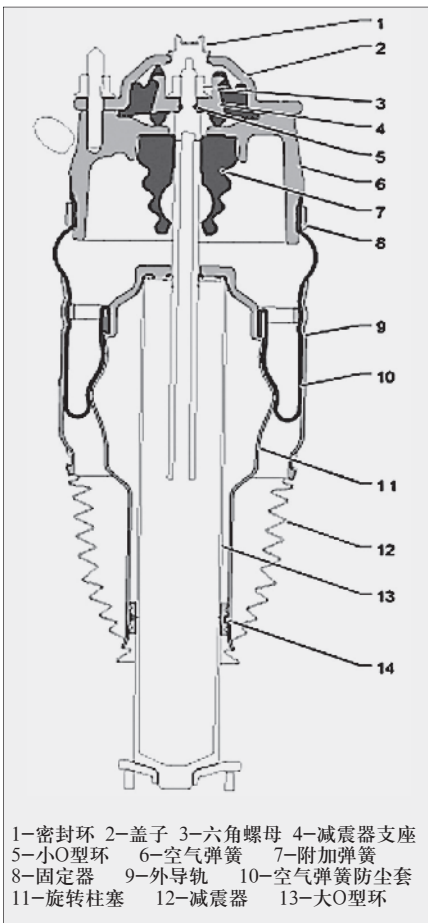


图2 空气弹簧示意图



1-控制单元 2-阀组 3-压缩机
4-水平传感器 9-进气管路
5-车身加速度传感器 6-前空气弹簧滑柱
7-蓄压器 8-后空气弹簧滑柱

图3 水平控制系统部件概图



1-密封环 2-盖子 3-六角螺母 4-减震器支座
5-小O型环 6-空气弹簧 7-附加弹簧
8-固定器 9-外导轨 10-空气弹簧防尘套
11-旋转柱塞 12-减震器 13-大O型环

图4 空气弹簧结构图

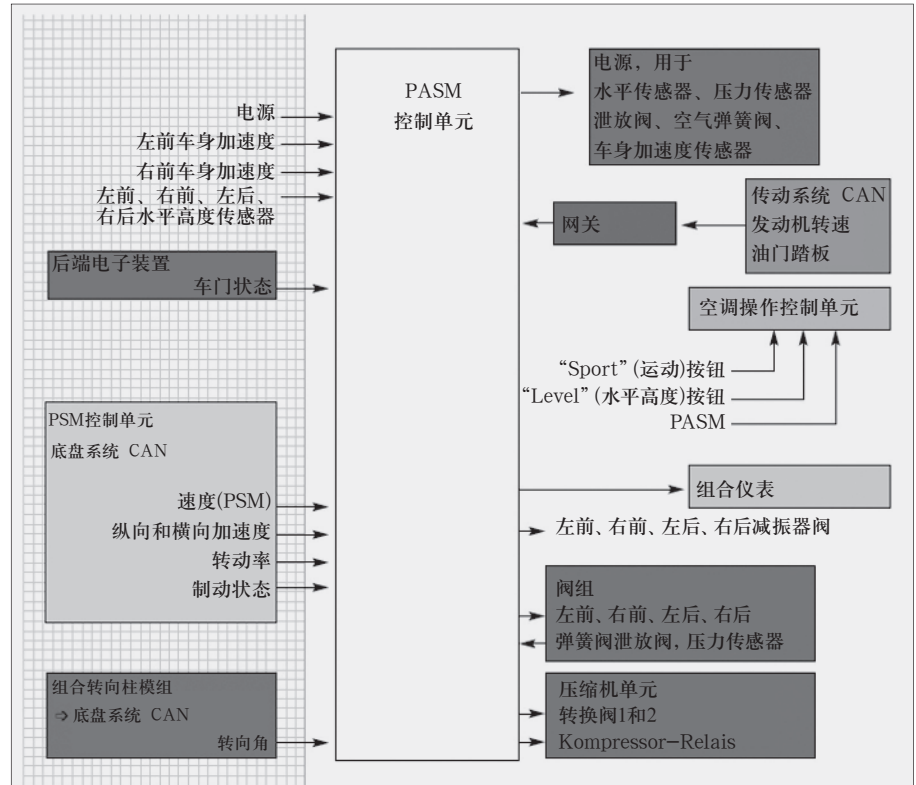


图5 空气悬挂系统控制原理图

统,当水平高度发生变化时,空气暂时存储在蓄压器中。由于使用了针对新需求加以优化的压缩机,可对空气进行中间存储,从而节省能量,图2为空气弹簧示意图。

此外,在手动或自动选择后,高度设置的变化可更快执行。带PASM(保时捷主动悬挂管理系统)的新空气悬架系统具有新的软件编程功能,可为“Comfort(舒适)”、“Normal(标准)”和“Sport(运动)”这三大PASM模式创造更广的调节范围。

在所有Cayenne车型上,驾驶员都可以使用中控台上的独立摇杆开关手动选择不同高度,这样就可通过设置更大的涉水深度以及更大的接近、离去角来进一步增强Cayenne的越野适应性。

如图3所示,Cayenne配备一个带有压缩机的封闭式空气悬架系统、带有集成式压力传感器的电磁阀组和一个蓄压器。为了升高车辆,电动压缩机将空气泵入弹簧装置内,降低车辆时,多余的空气不会释放到外面,而是由压缩机送回到5.2L的蓄压器内。这套系统使Cayenne特别节能,也确保了悬挂系统的快速控制。

自适应空气悬架系统包含以下部件:

- ①用于更好地利用能源以及更快地调节高度的封闭式供气系统;
- ②带有空气干燥器、与内部分离的电动压缩机;
- ③用于控制空气弹簧容积的电磁阀;
- ④轻合金蓄压器;
- ⑤前桥和后桥上2个带有外导轨和整合式减震器的全承载空气弹簧(结构如图4所示);
- ⑥4个用于探测车身运动的水平高度传感器(弹簧行程传感器);
- ⑦PASM(保时捷主动悬挂管理系统)和空气控制整合在一个控制单元内。

2.控制功能

空气悬挂系统的控制原理如图5所示。

(1)举升车辆

如图6所示,为了升高车辆,分别对前桥和后桥上的空气弹簧充气,压缩机将空气泵入蓄压器,并通过管道和阀门导入空气弹

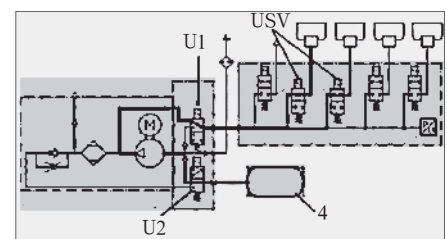


图6 举升车辆阀组控制

簧,为此会切换转换阀1和相应的空气弹簧转换阀(例如USV)。

(2)降低车辆

如图7所示,为了降低车辆,分别切换前桥和后桥上的空气弹簧,压缩机通过转换阀1将空气泵出空气弹簧。空气通过空气干燥器和转换阀2导入蓄压器。这样的回路设计意味着系统中的湿气会被一次次清除。

三、故障案例

故障现象:一辆Cayenne E2报修底盘报警故障,客户对故障进行描述,停车一晚上后,第二天发现车辆左侧车身偏低,启动车辆后行驶底盘报警。

故障诊断:确认故障现象有时出现,操纵水平高度调节开关改变车身高度时,多功能仪表中有时出现“无法实现”的报警提示,如图8所示。

目视检查车辆整体在水平地面上无倾斜现象,水平高度停放正常。用PIWIS Tester进入水平控制单元中,有故障码000284,即控制单元位置不可调,车辆高度过低,故障为不存在,此类故障类型一般为车辆实际悬架高度未达到设定高度时的

报警提示。

进行实际值检测未见明显数据异常:中千斤顶模式停用,说明没有进行空气悬架举升模式的操作;发动机转速为605r/min;高度传感器电压5V;系统压力传感器0.63MPa;紧急操作水平高度控制为“非紧急行驶”;极限级别为“否”;车辆未倾斜。

进行驱动链接功能测试,水平高度控制/PASM的功能:系统空气体积的重新测定,总空气量101L,空气体积流量监测正确,说明空气压缩机与阀组控制功能应为正常状态。将车辆调节到标准高度项中进行调节,车辆设置高度也能够实现操控要求,水平控制系统功能测试正常。

在高度传感器校准功能中对空气悬架高度值测量(如图9所示),发现左侧高度明显低于右侧整体高度,具体数值如表1所示。

然后将车辆设置在千斤顶模式,举升后检查底盘空气悬架系统是否有异常现象。当检查到左前空气悬架时,明显听到左前空气弹簧底部有轻微的漏气声。采用测漏试剂进行喷试,未检测出确定部位,最终用手触法通过漏气气流微量变化确定为空气弹簧底部有泄漏,在空气弹簧中空气完全泄漏尽

时,用手按动空气弹簧上气室,已无充气压力,如图10所示。

将车辆从举升架上落至平地,解锁千斤顶模式,启动发动机,左前空气弹簧开始充气,并升起到水平高度,在空气悬挂泄漏部位仔细听诊,没有明显泄漏声音。再将车辆进行举升检查,当左前空气弹簧在无载全伸时,漏气的现象出现。

在此之前遇到过这样类似的故障,如橡胶充气室底部伸缩沿带疲劳老化裂纹出现时,容易出现此故障现象:当车辆在低位或重载时,伸缩沿裂纹在充气压力及卷曲幅度最大时,裂纹涨开最大,产生压缩气体渗漏较多;当车辆调至高位或举升检查时,由于充气室的伸长,空气弹簧伸缩带延伸拉长,由卷曲状态变为伸长状态,使微泄漏部位裂纹密合,并且空气弹簧没有了对车辆的承载,其中储压压力也是最低的(一般0.2MPa左右),就不容易听到有压缩气体泄漏的现象了。而本车的故障现象正好与此故障案例相反。

故障点基本确定后,对具体故障部位做进一步进行拆检分析。按车间手册要求把左前空气弹簧拆下,如图11所示,放入到水箱

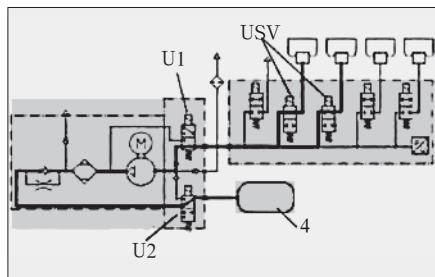


图7 降低车辆阀组控制



图8 多功能仪表出现“无法实现”的报警提示

参数	值	单元
级别	标准水平	
结果	--选择值--	
结果	低位高度 3 (非 Cayenne)	
	低级别 2	
	低位高度 1	
	标准水平	
	加高高度	

图9 车辆调节标准高度测试

表1 空气悬架高度值

控制单元	启动条件	状态	值	单位
水平高度控制/PASM	左前高度		444	mm
	右前高度		449	mm
	左后高度		451	mm
	右后高度		458	mm
	校准		未启动	



图10 对空气弹簧进行泄漏和储存压力检测



图11 对空气弹簧进行泄漏检测



图12 空气弹簧拆检图

中加压进行泄漏检测,在空气弹簧与减震器底部有大量气泡溢出。

对空气弹簧总成部件进行分解检查,流程如图12所示。

故障原因分析:在空气充气室下端密封体与减震器接合部位的导向橡胶环组装过程中,导致空气弹簧下端密封体(铝合金)与套装在减震器上的导向密封环安装不正确而挤压变形,最终致使空气弹簧组件密封面与减震器上的“O”型环密封带密封不严,产生气体泄漏,而使左侧空气悬架降低,最终导致车辆停驶后车身的歪斜,并引起车辆初驶过程多功能仪表中的底盘报警提示。

故障排除:更换新的空气弹簧气室、导向胶环、减震器上的“O”型密封环后(见图13),将空气弹簧总成装回车辆上,并对水平空气悬架系统进行高度校准,试车后故障排出。

关键组装注意点:在涂好润滑脂后,如图14所示,使用合适的一字螺丝刀逐次



图13 新旧导向胶环的对比



图14 导向定位胶环的安装

将导向胶环沿圆周方向推入,直到能够用手臂力量将空气弹簧与减震器压合为止。

空气弹簧滑柱在出厂时经过了预先充气,具有约0.25 MPa的过压。安装新的空气弹簧滑柱时请注意,根据存放时间的长短,空气可能会从空气弹簧滑柱的防尘套中扩散(泄漏)。如果从运输包装中拆卸了空气弹簧滑柱,并且在没有充气的情况下安装,防尘套可能会出现褶皱,因而损坏空气弹簧滑柱。出于这个原因,使用前必须对所有空气弹簧滑柱再次充气,维修安装时也需要预充气。空气弹簧滑柱必须仅充有经批准的气体,即氮气或不含机油的压缩空气。

从压力控制阀上拆下护盖,小心地拆下剩余的任何包装,在充气过程中,确保不要损坏护套。在一些情况下,要求最高1.1MPa的过压(公差上限,弹簧滑柱减压)以打开压力控制阀。使用几个单独的压力枪对气动弹簧撑杆支柱充气,防止给气动弹簧撑杆支柱充入过量的过压,不要对空气弹簧滑柱充入超过0.25MPa的过压。

四、在维修车间中对空气悬架系统为空的车辆执行操作的说明

1.如果升高车辆的空气悬挂系统为空,则不可将车辆放回地面并开动车辆。

2.在空气弹簧滑柱为空时,升高车辆会在空气弹簧中形成真空。将车辆放回地面后,空气弹簧滑柱防尘套可能会发生褶皱,会导致再次升高车辆时,空气弹簧滑柱过早失效。

3.如果在一个或多个空气弹簧为空的情况下驾驶过车辆,则必须更换这些空气弹簧。即使车辆有一个或多个空气弹簧为空,也可在维修车间中对车辆进行操纵。

4.操作空气悬挂系统时必须保持绝对清洁。

如果进入维修车间的车辆的空气悬架系统存在故障,或已完全或部分排出气体,则升高车辆后必须根据需要使用氮气压缩气瓶重新充气,具体取决于故障类型。换言之就是在操作完成后,将车辆放回地面前必须对空气悬架系统充气,可以防止车辆中任何未发生故障的空气弹簧滑柱受到损坏。

五、尚未交付给客户的车辆(新车检测之前)的操作步骤

尚未交付给客户的车辆通过提升平台升高,尚未交付给客户的车辆处于运输模式,空气悬架系统为空。

按照以下“对一个车桥进行排气和充气”和“对整个空气悬架系统和蓄压器进行排气和充气”中的说明对空气悬架系统充气。

在车辆移交之后,可使用保时捷系统检测仪禁用运输模式。

1.车辆移交

“Porsche System Tester”(保时捷系统检测仪)>>“Control unit overview”(控制单元概述)>>F7 - “Additional menu”(附加菜单)>>“Vehicle handover”(车辆移交)<<。

2.运输模式

“Porsche System Tester”(保时捷系统检测仪)>>“Control unit overview”(控制单元概述)>>“Levelling system/PASM”(车身水平高度控制系统/PASM)>>“Actual values/ Input signals”(实际值/输入信号)>>“Transport mode”(运输模式)<<。M