

车身倾斜

故障描述:

一辆奔驰 S600，底盘型号为 W220，发动机型号为 M137，VIN 码为 WDB2201781A183098。该车因主动车身电控系统出现故障在某修理厂进行维修，维修人员更换了 ABC 液压泵，之后便出现了左侧车身高度明显低于右侧车身高度的故障现象。

故障诊断:

- 1). 用卷尺测量 4 个车轮的轮毂罩与地面之间的距离，然后进行对比，结果左前轮毂罩和左后轮毂罩的高度都比右侧对应位置的高度低了大约 2.5cm。启动发动机，仪表板没有出现主动车身电控系统的故障信息。按下仪表台中央的高度控制开关 N72/1s2，4 个车轮悬架高度能够同时升高，当 ABC 液压泵停止运转后，左侧车身高度依然明显比右侧车身高度低。连接汽车故障诊断仪进行自诊断，选择 220178 车型，在控制模块组中选取“ABC active body control”电控系统，查询故障信息，没有故障码。在“Actual values”功能菜单中选取“Vehicle level”测试项目，查看 4 个车轮悬架的高度传感器数据。4 个车轮悬架的高度传感器数据见表 2-1。

表 2-1 4 个车轮悬架的高度传感器数据

mm

数据项目	当前数据
B22/8 (left front level sensor)	0
B22/9 (right front level sensor)	-6
B22/7 (left rear level sensor)	-10
B22/10 (right rear level sensor)	12

- 2). 将前面用卷尺测量出来的车身实际高度值与表 2-1 中的高度传感器数据进行对比，得出以下结论：只有右前高度传感器数据与实际车身高度呈相反状态，也就是说，假如 4 个高度传感器均能正确地反映车轮悬架的实际高度，那么右前高度传感器 B22/9 数据至少应该大于 0 mm。分析故障原因最有可能是右前高度传感器 B22\9 的连杆位置不正确。举起车辆，检查位于悬架上的高度传感器，结果每个高度传感器及其连杆都正常。虽然有可能是悬架本身变形导致高度传感器数据有偏差，但是经过了解该车从未肇事碰撞过。车间正好有一辆配置空气悬架电控系统(AIRmatic 电控系统)的奔驰 S320 轿车，将该车两个前轮悬架的高度传感器换到故障车上，故障症状没有任何改善。
- 3). 由主动车身电控系统工作原理可知，车身高度基本上取决于减振器长度，也就是说，主动车身电控系统利用减振器阀芯来控制车身的实际高度，因此接下来的检测工作就是查看减振器阀芯的工作行程。在“Actual values”功能

菜单中选取“Plunger travel sensor of suspensionstruts”测试项目，查看活塞行程传感器工作数据。活塞行程传感器工作数据见表 2-2。

数据项目	当前数据
B22/4 (left front plunger travel sensor)	40
B22/5 (right front plunger travel sensor)	40
B22/1 (left rear plunger travel sensor)	67
B22/6 (right rear plunger travel sensor)	62

- 4). 从表 2-2 中的工作数据可以看出，同一车轴（即左前轮与右前轮、左后轮与右后轮）上的减振器阀芯伸出量基本相同，结合表 2-1 中的高度传感器数据进行分析，能够得出右后高度传感器 B22/9 数据与实际车身高度偏差最大的结论。针对这种情况，笔者决定对右后高度传感器进行人工调整。
- 5). 在人工调整之前，先使用汽车故障诊断仪对减振器高度进行校正，这是因为前期维修工作更换过 ABC 液压泵，液压管路可能存在气阻现象，应先排除这个故障因素。选择“Control unit adaptation”功能菜单，点击其中的“Calibration of the plunger travel sensor”测试项目，执行车身高度自动校正功能。在车身高度自动校正期间，4 个减振器不断地伸缩，排除空气。在完成车身高度自动校正后，汽车故障诊断仪显示相关数据：左前活塞行程传感器 B22/4 数据为 87mm，右前活塞行程传感器 B22/5 数据为 87mm，左后活塞行程传感器 B22/1 数据为 76mm，右后活塞行程传感器 B22/6 数据为 76mm。将汽车故障诊断仪返回到“Actual values”功能菜单操作界面，查看 4 个高度传感器数据的变化状况，左前高度传感器 B22/8 数据变为-10mm，右前高度传感器 B22/9 数据变为-15mm，左后高度传感器 B22/7 数据变为-32mm，右后高度传感器 B22/10 数据变为-19mm。用卷尺测量车身的实际高度，结果左前车身比右前车身高 15mm，左后车身比右后车身高 2mm。将以上数据结合起来进行计算，得出后轮高度传感器数据与实际车身高度不符的结论，这个结论与车身高度校正前的推算结果存在差异。重新执行车身高度自动校正功能，经过多次操作，前轮悬架的高度传感器数据、后轮悬架的高度传感器数据和活塞行程传感器数据等与车身实际高度数据终于基本吻合了。相关数据对比结果见表 2-3。

高度传感器安装位置	高度传感器数据 (mm)	活塞行程传感器数据 (mm)	车身实际高度数据对比
左前轮悬架	0	40	左前车身比右前车身高 15mm
右前轮悬架	-2	27	
左后轮悬架	13	48	左后车身比右后车身高 25mm
右后轮悬架	0	33	

6). 接下来就可以对高度传感器进行人工调整了, 以便主动车身控制模块 N51/2 执行车身高度自动调节功能, 抵消实际车身高度值的偏差量。为了让大理解笔者的调整思路, 有必要对两个技术方面的问题进行说明。

A). 主动车身控制模块 N51/2 的车身高度识别及控制特性。主动车身控制模块 N51/2 对高度传感器信号和活塞行程传感器信号进行分析, 得出同车轴的两个高度传感器的数据差、同车轴的两个基本点活塞传感器的数据差, 然后将数据差调整至最小, 车身高度状况才能趋于稳定, 而且在车辆行驶过程中保持车身高度数据差不变, 否则主动车身控制模块 N51/2 将不断地对车身高度进行调节, 车身高度会不断地发生变化。

B). 活塞行程传感器工作数据的含义。活塞行程传感器的工作数据是指阀芯伸进减振器的数据, 工作数据越大, 减振器总长度就越短, 实际车身高度就越低。这就是说, 活塞行程传感器的工作数据与高度传感器的数据所反映的车身高度状态正好相反。根据表 2-3 中的数据, 应该将左前高度传感器 B22/4 的数据调大, 以便主动车身控制模块 N51/2 判断左前车身过高-执行车身高度自动调节功能, 将左前车身高度降下来。

7). 对高度传感器进行人工调整, 具体方法是将左前高度传感器 B22/8 的连杆缩短, 在接下来的调整过程中, 其难度和车身高度变化状况的不确定性超出了笔者的想象, 究其原因, 就是上面提到的主动车身控制模块 N51/2 不断地执行车身高度自动调节功能。在第一次调整之后路试回来, 车身实际高度发生了变化。经过分析, 得出主动车身电控系统对车身高度的控制效果存在“对角”变化规律, 也就是说, 将 4 个车轮悬架的高度点连接成一个矩形平面, 当矩形某个端角的高度降低时, 影响最大的是对角线的那个端角高度, 即那个端角高度将显著升高。结合本车的故障状况, 还要对右后高度传感器 B22/10 进行人工调整。根据这种检修思路, 笔者将车身调整至这种状况: 左前车身比右前车身高 3mm, 右后车身比左后车身高 4mm。经过路试, 前、后车身均基本保持在水平状态。人工调整的数据变化见表 2-4。

表 2-4 人工调整的数据变化

数据项目	mm				
	第一次人工调整	第二次人工调整	第三次人工调整	第四次人工调整	第五次人工调整
B22/8 (left front level sensor)	5	5	4	9	13
B22/9 (right front level sensor)	2	-3	-1	-3	6
B22/7 (left rear level sensor)	1	-7	-7	-8	-8
B22/10 (right rear level sensor)	-1	8	8	-1	2
B22/4(left front plunger travel sensor)	31	21	29	32	25
B22/5 (right front plunger travel sensor)	26	29	25	27	21
B22/1 (left rear plunger travel sensor)	58	64	49	50	49
B22/6 (right rear plunger travel sensor)	46	56	34	38	37

8). 从第五次人工调整后的数据变化来看, 虽然车身实际上已接近水平状态, 但是对于同一车轴, 高度传感器的差值与活塞行程传感器的差值之间仍存在明显偏差, 这说明人工调整结果只是强制性修正结果, 真正的故障原因并没有

找到。到底是什么原因造成这种车身高度偏差现象呢？经过仔细思考，终于理出一些头绪。首先，由车轮悬架系统的基本构造可知，上控制臂、下控制臂与减振器之间形成三角形的结构，车身高度基本上决定了减振器长度。假设左前轮减振器的自然长度符合标准值，而右前轮减振器的自然长度短于标准值，那么只要维持车身高度的水平状态，则右前轮减振器的阀芯必然要多伸出一些，于是就形成了人工调整过程中的变化规律：一方面，左前活塞行程传感器数据比右前活塞行程传感器数据大，左前高度传感器数据比右前高度传感器数据大，在这种数据差异状态下，主动车身控制模块 N51/2 执行为车身高度自动调节功能。使车身达到相对稳定的平衡状态；另一方面，左前车身实际高度比右前车身实际高度低，这是因为减振器阀芯的支撑方向是垂直的，它的略微变化会明显影响车身的实际高度。笔者得出结论：右前轮减振器损坏，自然长度缩短了。

- 9). 对两个前轮的减振器进行检查。首先测量减振器阀芯与固定座之间的距离，结果发现右前轮减振器阀芯比左前轮减振器阀芯长 5mm。接着举升车辆，四轮离地，测量前轮轮毂罩内侧的减振器阀芯伸出量，结果右前轮减振器阀芯伸出量比左前轮减振器阀芯伸出量长 20mm，证明前面的结论是正确的，决定更换右前轮减振器总成。更换两个前轮减振器总成，进行路试，车身高度恢复正常（要将高度传感器的连杆恢复原样）。检查旧的右前轮减振器，发现其胶座碎裂，这是导致右前轮减振器总长度缩短的原因，与笔者前面的推断相吻合。

维修总结：

由本例检修工作可知，奔驰主动车身电控系统比其他类型的悬架电控系统复杂得多，原因在于主动车身电控系统根据高度传感器信号和活塞行程传感器信号对车身高度进行控制，空气悬架电控系统只根据高度传感器信号对车身高度进行控制。主动车身电控系统的电气部件见图 2-1。

主动车身电控系统能够按照车辆工作状况对车身高度进行动态调节，使车身高度自动调节基准点不断发生变化。维修经验表明，在主动车身电控系统中，减振器总成是故障率较高的部件。由于发动机为前置形式，车身大部分重量落在前轮悬架上，因此两个前轮减振器损坏的几率就更大了，在检修工作中要多加注意。

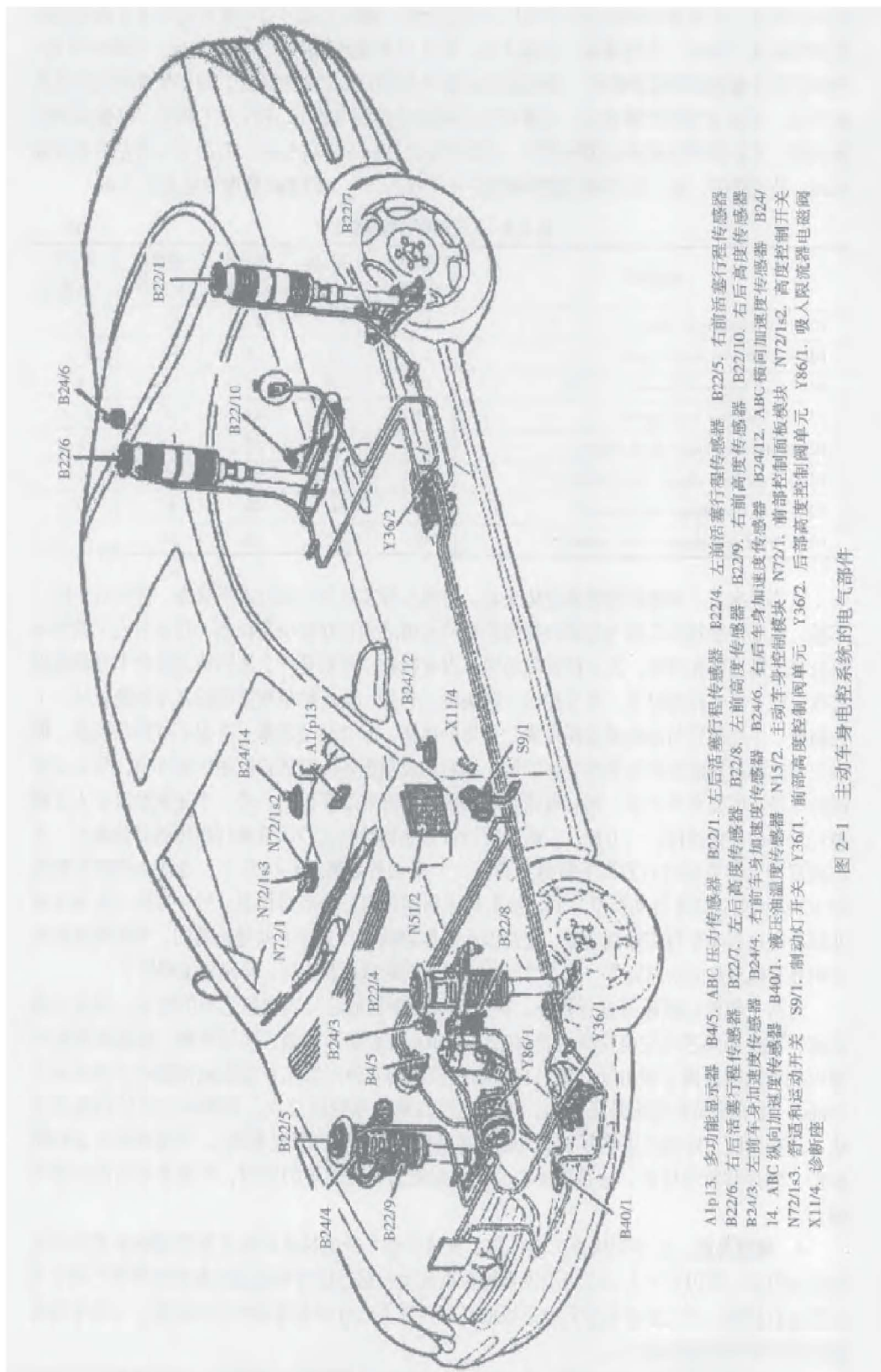


图 2-1 主动车身电控系统的电气部件

A1p13. 多功能显示器 B4/5. ABC 压力传感器 B22/1. 左右活塞行程传感器 B22/4. 左前活塞行程传感器 B22/5. 右前活塞行程传感器 B22/6. 右后活塞行程传感器 B22/7. 左后高度传感器 B22/8. 左前高度传感器 B22/9. 右前高度传感器 B22/10. 右后高度传感器 B24/3. 左前车身加速度传感器 B24/4. 右前车身加速度传感器 B24/6. 右后车身加速度传感器 B24/12. ABC 纵向加速度传感器 B24/14. ABC 纵向加速度传感器 N72/1. 主动车身控制模块 N72/1s2. 高度控制开关 N72/1s3. 舒适和运动开关 S9/1. 制动灯开关 Y36/1. 前部高度控制单元 Y36/2. 后部高度控制单元 Y86/1. 吸人限流器电磁阀 X11/4. 诊断座