

轮胎压力报警装置失效

故障描述:

一辆行驶里程约 7.8 km, 车型为 E60 的 2007 年宝马 523Li。用户反映: 该车辆的轮胎压力报警装置失效, 车辆的轮胎在没有气压的情况下行驶, 结果轮胎损坏, 并造成其他的损失。

故障诊断:

- 1). 接车后: 首先用汽车故障诊断仪进行车辆的诊断, 检查结果没有相关的故障记录。维修人员按照标准要求对车辆的四个轮胎进行气压的调整, 两个前轮为 220kPa, 两个后轮 240kPa。接着打开点火开关通过车辆的中央信息显示屏 (CID) 和控制器 (CON) 进行轮胎压力监控系统的初始化设置, 在 CID 的菜单“设置”“RPA”, 按下 CON 确认, 选择“轮胎压力确认”并确认, 说明轮胎压力报警系统已经启动, 并处于激活学习阶段。
- 2). 宝马车型的胎压报警指示系统 RPA 在下列情况之下需要进行初始化: 轮胎压力改变后 (校正或重新调整轮胎充气压力)、车轮的位置改变后 (整个车桥上或对角) 即使压力没有发生变化、更换一个车轮或多个车轮后, 而初始化设置成功后并不表示轮胎的压力立刻受到 RPA 的监控, 需要车辆在行车的过程中进行学习, 学习的过程就是 RPA 检测并分析各个车轮的滚压周长的过程。
- 3). 为了能够识别轮胎的压力损失, 系统观察不同的速度范围和行驶状况, 在考虑到各种行驶状况的情况下, 将这些速度范围全部分别进入戒备状态。
- 4). 目前的 RPA 已将这速度范围和行驶状况合并成 3 个学习范围, 各个学习范围的初始化设置阶段持续 5~15 min, 学习时不显示初始化设置阶段结束。但至少要求一个速度范围的学习进程达到 67%, RPA 才监控胎压并报警提示。学习的过程可能因不同的情况而延迟, 如动态驾驶方式, 弯曲的道路, 负载频繁的变化等。
- 5). 维修人员在启动轮胎的胎压报警初始化后进行了半小时左右的路试, 车辆行驶大约 30 千米的路程, 然后用胎压表卸掉左后轮的气压, 使压力降到 150kPa, 然后继续路试。车辆又行驶了 10 多千米, 大约用时 20min, 结果 RPA 还是没有显示报警。
- 6). 这时, 维修人员便怀疑是车辆的动态稳定控制 DSC 有故障, 因为 RPA 功能集成在 DSC 控制单元内, RPA 正是通过 DSC 的车轮速度传感器检测车轮转速, 并分析比较各个车轮的滚压周长后计算出胎压损失的, 于是维修人员便武断地更换掉 DSC, 并进行全车编程。然后按上述的方法同样试车操作了一遍, 没有想到 RPA 还是没有报警提示, 看来不是 DSC 的故障。

- 7). 只有从头再来分析, RPA 的控制过程其实不是很复杂, 其涉及工作的部件也不是很多, 车轮速度传感器、多音频系统控制器 (M-SAK 或 Car Communication Computer 即 CCC)、中央信息显示屏 (CID)、组合仪表 (KOMBI)、诊断导线、车身 CAN (K-CAN), DSC 控制单元、便捷进入及启动系统 (CAS)、控制器 (CAN)、安全和网关模块 (SGM)、动力系统 CAN (PT-CAN)。DSC 通过的车轮速度传感器检测车轮的转速, RPA 监控各个车轮 (主要是对角线的轮胎) 滚压周长, 某个轮胎内充气压力与其他轮胎相比明显下降时, 轮胎的直径将发生变化, 也将变小滚压周长也将变小, 轮速随即发生轻微的变化, 因此 RPA 可以识别轮胎的压力损失。低于学习值的 $30\% \pm 10\%$ 以上的压力损失时 RPA 在车辆较短的行驶距离后 (通常几分钟后) 红色指示灯在仪表中点亮, 黄色的轮胎压力损失信息在 CID 中报警显示。
- 8). 而一般情况下, RPA 如果不正常报警很有可能由几种原因造成, 如 RPA 或 DSC 有故障、车轮速传感器有故障、RPA 没有成功的初始化。
- 9). 前两点基本已经排除, DSC 控制单元已经更换, 车轮速传感器是通过 PT-CAN 总线的信号, 其他系统都正常, 况且也没有故障代码储存, 说明应该也没有问题。就只剩下最后一点, RPA 的初始化是否成功, 如果 RPA 没有成功的初始化, 系统将无法学习标准参考值, 即使轮胎失压, RPA 也无法报警提示。
- 10). 如果说用户第一是因为没有初始化设置的原因造成轮胎失压后无法监控, 但在维修店的两次试车都是经过标准的初始化, 并且车辆已经进入了学习阶段, 那为什么不报警呢? 只是初始化学习的过程完成无法通过车辆的 CID 观察到, 这时突然想起了汽车故障诊断仪的服务功能中的实时数据流可以观察到车辆的各种设置情况。
- 11). 于是把汽车故障诊断仪搬到车辆上, 连接网线和 ICOM, 把四个车轮的压力调整到标准范围内后, 进行车辆的快速测试后进入服务功能项, 读取的数据流。现在可以很清楚了, 用户在使用中很有可能没有进 RPA 的初始化, 这点通过数据流可以反映出来, 第一次初始化是 44 616km, 当时进厂登记的里程数是 44 425 km, 有 91 km 左右的误差, 两次初始化后的试车行驶距离基本吻合。
- 12). 数据流中显示没有一次警告记录 and 实际也不矛盾。三种学习范围和速度状态都显示为 0.00%, 是因为刚刚完成初始化的设置没有行驶。
- 13). 接下来在试车行驶的过程中, 一个人驾驶车辆, 一个人观察三种学习范围和速度的状态。试车中以 80km/h 左右的车速行驶, 观察到第一种和第二种学习范围和速度的状态随着车速和里程数的增加在缓慢地变化, 第三种一直显示不变。当车辆行驶了接近 1 小时, 第一种学习范围达到 100%, 第二种达到 49% 时, 立刻停下车辆把右后轮的胎压调整到 150kPa, 然后继续行驶。当行驶距离不到 1km 时, 仪表中红色报警灯点亮, CID 的胎压损失信息也显示出来。这时在观察数据流, 故障排除。

维修总结:

其实本案例中 RPA 系统根本就没有问题,一切都是我们对 RPA 的控制原理理解的不是很透彻造成了维修的误判。用户第一次反映的现象很有可能是由于没有进行 RPA 初始化造成的,而维修人员在维修的试车中虽然进行了 RPA 的初始化设置,但学习的完成率没有达到标准的要求,所以即使轮胎严重泄掉压力, RPA 也不会报警,这个概念必须要弄明白。而学习的完成率和需要行驶的里程数也不是固定不变的,而是要根据各种综合工况而定的,如车速、路况等。设计要求最少有一种学习里程数和车速的完成率达到 67% RPA 才可以进行有效的工作。

对于轮胎压力的监控,宝马车型有两种控制方式,一种是本案例中的 RPA,另一种是 RDC。RPA 即 Tyre Failure Indicator (胎压报警指示系统),主要是利用 DSC 的车轮速度传感器数据进行分析比较,最终确认轮胎压力损失的。RPA 系统不监控所有 4 个轮胎均匀的自然泄气,如果 4 个轮胎的压力损失相同,那么车轮转速变化程度相同,系统不识别这种压力损失,因此客户必须自己定期检查轮胎充气压力。RDC 即 Tyre Pressure Control (胎压控制系统),是利用安装在每个轮胎上金属气门嘴上的电子装置进行轮胎压力的监控。RDC 在车辆行驶期间和静止时持续监控在用车轮的轮胎充气压力。每个车轮内的车轮电子装置都不断测量当前的轮胎充气压力和温度,这些数值以无线信号的形式发送给 RDC 控制单元,系统利用压力差方法识别轮胎充气压力是否过低。在此将控制单元接收到的轮胎充气压力与控制单元内存储的限值进行比较。低于限值时就会通过组合仪表提醒(警告)驾驶员。两种胎压的报警系统设计和工作原理截然不同,但有一点是相同的,即轮胎的胎压及安装的位置如果发生任何形式的改变,特别是更换轮胎或者调整轮胎气压后必须进行初始化学习,而学习的目的就是为了让有标准值可以参考,并确保学习完成率达到规定的要求后才可以保证对胎压进行有效的监控。