

仪表故障警告灯点亮

故障描述:

一辆 2003 年产路虎揽胜越野车, 搭载 4.4 L V8 发动机, 匹配 ZF 公司生产的 5HP24A 型 5 前速手/自一体式四轮驱动自动变速器。该车为某汽车修理厂送来的故障车, 所以并不是用户直接描述的故障。经咨询该修理厂相关人员得知, 起初用户反映该车在高速公路上以约 140 km/h 的车速行驶时, 车辆突然冲击一下, 然后发现仪表板上出现故障提示内容, 且故障警告灯随即点亮。停车后, 出现挂前进挡和 R 挡都冲击、起步无力及行驶起来没有换挡感觉的故障症状, 且手动模式也随之失效。关闭点火开关重新启动发动机后, 故障消失。后来在使用过程中, 该车又出现过几次相同故障。

故障诊断:

- 1). 由于故障频率不高, 所以用户没有做任何检查和修理。后来故障出现的频率越来越高, 用户将车送至该修理厂进行维修。该厂维修人员连接故障诊断仪对车辆进行检测, 发现在自动变速器控制系统中记录了 2 个故障码, 分别是“001——输出轴速度传感器故障、002——CAN 总线分动器范围故障”。维修人员先利用故障诊断仪清除了故障码, 然后进行试车, 起初车辆正常运行了一段时间, 但后来故障再次出现。连接故障诊断仪进行检测, 又出现了故障码“002——CAN 总线分动器范围故障”。由于该修理厂并非专业自动变速器修理厂, 他们根据故障码的含义简单进行了外围检测, 但没有发现异常情况。鉴于发现了与分动器相关的故障码, 于是他们尝试着更换了分动器上的驱动电机, 但此后经试车故障依旧。此时笔者介入了该车故障的维修。

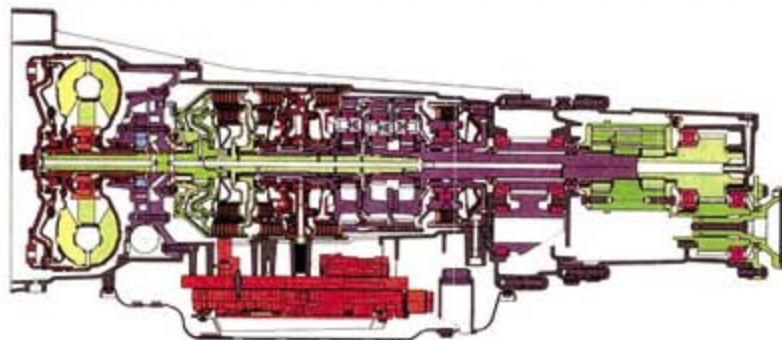


图 1

- 2). 接车后, 该车正处于故障状态。经简单试车, 笔者确定该车自动变速器已进入故障模式(锁挡)。之后连接故障诊断仪对该车自动变速器控制系统进行检测, 设备仍然显示了修理厂反映的故障码“001——输出轴速度传感器故障和 002——CAN 总线分动器范围故障”。结合该车的使用情况及维修养护记录, 加之该车又在故障模式下使用了一段时间, 笔者怀疑该车的自动变速器油已经变质, 故决定先对该车自动变速器进行了油质的检查。经检查发现, 修理厂刚刚更换的自动变速器油已经变质, 里面还掺杂着很多金属颗粒。根据油品检查的情况, 笔者建议对该车自动变速器进行解体维修。

- 3). 在对该车自动变速器进行分解后, 笔者仔细检查了变速器的行星齿轮机构(图1), 发现前进挡离合器摩擦片有轻微烧损迹象(可能是在故障模式下运行的结果), 同时有一个平面止推轴承已严重磨损(图2)。为此笔者让维修人员更换了前进挡离合器摩擦片和严重磨损的轴承(轴承零件号是1058 202 016)。考虑到磨损的轴承可能与输出轴转速传感器有关, 为保险起见, 将传感器一起更换。之后试车故障消失, 为防止故障重现, 笔者又进行了长时间和高速试车, 在确认没有出现任何问题后, 将车交付。



图 2

- 4). 令人没想到的是, 用户将车提走才使用了1天便打回电话称故障再次出现, 且与维修前一样。车辆进厂后, 笔者连接故障诊断仪对自动变速器控制系统进行检测, 设备仍然显示了此前的2个故障码。但此后笔者反复试车, 却始终未能试出故障。如果不能把真实故障试出来, 就只能凭借2个故障码的含义去维修, 那样故障排除的范围及工作量就太大了。因此最好是在路试的过程中捕捉到故障, 同时直接记录下当时的故障内容, 这样就容易找到真实故障点了。但经过较长时间的试车, 仍然没有试出故障。也许是笔者还没有找到故障出现的规律, 但又不能没完没了的试车, 因此应该冷静下来对故障可能产生的原因进行分析。



图 3

- 5). 由于笔者手中路虎车的维修资料较少, 故决定查阅宝马相关资料 (该车与某款宝马 X5 用的发动机、变速器是一样的), 主要想确定自动变速器控制单元在哪些信号不明确时会启动故障模式 (锁挡)。虽说不同厂家的自动变速器启动故障模式的条件不一样, 但大多数电子控制自动变速器一旦出现故障含义为“输出轴转速传感器故障”时, 都会执行故障模式。这样笔者还是把检查目标重点放在了输出轴转速传感器上。在之前的检查过程中, 可以基本排除输出轴转速传感器 (图 3) 本身及线路存在问题的可能性, 因此大家开始怀疑自动变速器控制单元 (图 4) 存在问题。但根据笔者的维修经验, 控制单元本身如果存在问题, 几乎不存在这种偶发性的故障。因为一般情况下如果控制单元有问题, 通常比较容易显现出来。经过仔细分析, 笔者认为不能贸然更换控制单元。这时有人提议还有可能是液压系统的问题 (压力不足导致的打滑) 引起输出速度信号错误, 从而导致故障出现。其实这种分析也不无道理, 但在该款自动变速器的控制系统中, 如果因液压系统压力不足导致离合器打滑, 控制系统首先会记录故障含义为传动比错误的故障码。

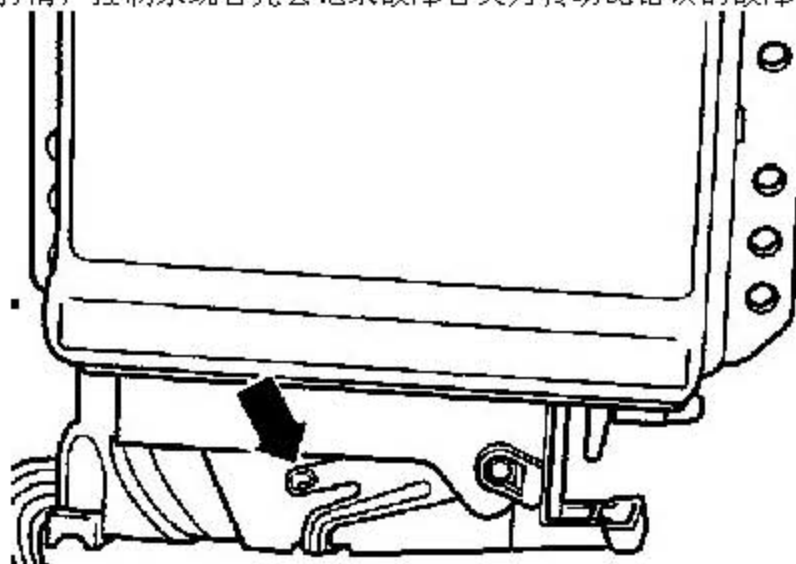


图 4

- 6). 在这种情况下, 笔者不得不进行尝试 (为规避维修风险, 在现有的条件下, 可以替换一些旧件来查找原因)。就这样, 笔者决定更换液压控制阀体 (旧阀体容易找到, 但旧控制单元找起来很麻烦) 替换再说。



图 5

- 7). 更换液压控制阀体（图 5）后，经过长时间试车，故障没有重现，于是再次将车交给用户。但用户接车没多久，又打电话称同样的故障再次出现。为什么车辆一到用户手里就会出问题呢？笔者认为该车的故障还是存在一定的规律性（后来笔者也找到了故障出现的规律，在这里不再描述）。车辆进厂后，再次利用故障诊断仪对自动变速器控制系统进行检测发现，除故障含义为“输出轴转速传感器”的故障码外，还多了一个故障含义为油温传感器故障的故障码，这让笔者感到非常奇怪。笔者利用故障诊断仪反复观察自动变速器控制系统的动态数据，并未发现任何异常，看来可以肯定故障不是出在液压控制阀体上。难道真是自动变速器控制单元的问题？
- 8). 经过几次返修，可以确定问题有些严重，不能再对相关元件换来换去了（其实也不是大家没有真正认识维修诊断的重要性）。后来笔者利用路虎原厂故障诊断仪分别对车辆的各系统进行故障扫描（在自动变速器出现故障后），结果自动变速器系统始终记录的是“输出轴转速传感器”故障。利用故障诊断仪检查分动器控制系统，发现该系统中记录了有关电机对地短路、传动范围等故障内容。此时笔者综合分析认为，不能再单独站在自动变速器一侧来看问题，那么不容忽视的问题是分动器控制系统了。为此，笔者在对自动变速器及分动器控制系统的故障码进行记录后，利用故障诊断仪将 2 个系统的故障码全部清除。再次试车，笔者希望查明究竟是哪个系统先暴露故障信息，那样问题也就容易找了。经过多次确认（路试时结合故障警告灯的点亮），故障发生前先是分动器控制系统记录故障码，然后才是自动变速器系统记录故障含义为“输出轴转速传感器”故障码，随后自动变速器控制系统启动安全运行模式。根据自动变速器控制系统故障码出现的先后顺序，以及自动变速器控制系统安全模式的启动时机，问题已经相当明显了。
- 9). 该车也曾更换过分动器电机，为此经笔者进一步了解得知，由于新的分动器电机价格不菲，修理厂为该车更换的是拆车件。那么究竟是分动器电机本身的问题，还是安装的问题呢？为了排除是安装问题所致，笔者决定尝试对分动器电机进行重新安装。后经笔者仔细观察，分动器电机位置可以调整，为此笔者重新调整了电机的位置。之后，再次进行试车，故障彻底排除。

维修总结：

总结该车整个维修过程可以发现，车辆初次进厂时变速器机械部分损坏的原因应该是变速器长时间运行在故障模式下的结果。笔者在恢复机械性能后，并没有找到其损坏的真正原因便直接交车，所以又出现了反复返修。另外，笔者在故障诊断过程中忽略了分动器控制系统，所以才导致故障诊断起来很困难。而该车的故障正是因为更换了分动器电机且安装分动器电机时又出现了安装位置错误，导致自动变速器控制单元在计算输出速度信号时出现了错误，造成整个的传动系统工作异常。通过对该车故障的维修提醒我们，现代汽车的很多系统都是整体协调控制的，并非完全独立的，因此我们在排除故障时，一定要对问题进行全面诊断和分析，同时也要注意加强对相关汽车控制理论的掌握。