

车身抖动

故障描述:

振动的产生由振动源开始,通过共振系把振动放大,然后通过传动系进行传递,之后在振动体上反映出具体的振动状况。可见车辆振动涉及的因素很多,因此比较难以判断。本文阐述使用测量工具对车辆发生振动时的频率进行测量,然后根据测量的频率通过理论计算推断是哪部分的系统出现了问题,最后通过OBD数据和车辆路试验证之前的推断,由此形成一套有理有据的对车辆振动故障的诊断思路,对于我们缩短诊断的时间和提高诊断的准确性有很大的帮助。

故障诊断:

- 1). SUV-汉兰达是发动机前置 4WD 车辆。该车行驶了约 1 万 km,没有任何事故和车辆大修记录。对该车首先检查轮胎的状况:四个轮胎的型号一样,轮胎的气压在标准值。然后对轮胎进行换位调整,试车故障没有消除。之后更换了四条同型号的轮胎,故障仍然存在。因此初步判断故障和轮胎没有太大关系。又测量四轮定位数据,在标准数据范围之内。检查底盘和悬架部分:确认传动轴的安装位置正确,并且传动轴和车架之间的紧固螺栓正常,传动轴的十字轴节没有异常磨损。由于从外观看不出传动轴有任何的异常,因此更换一条同型号的传动轴试车,但是故障仍然存在。此外还检查了发动机的脚胶和排气管的安装情况,也正常,没有任何的松旷。还检查了变速器的 ATF 的量,正常,颜色呈粉红色,并没有发黑。
- 2). 从外围检查没有发现异常之后,我们考虑是否发动机和变速器的控制方面出现了问题。车辆的基本规格如表 1 所示。

表1 车辆基本规格

名称	发动机	驱动形式	变速器	车身型式
汉兰达	2GR-FE (3.5 L)	FF 4WD	U151F (5-速)	5-门厢式 (7-座)

- 3). 该车使用的是 V6 排量为 3.5L 的发动机,发生振动时和负载没有关系。首先使用丰田专用 OBD 检测空燃比和喷油信号,在标准范围之内,并且和同型号正常车辆的数据对比几乎一样。替换发动机 ECU (发动机和变速器控制共用一个 ECU),车辆的故障仍然存在。该车的驱动形式是发动机前置四轮驱动,如图 1 所示。

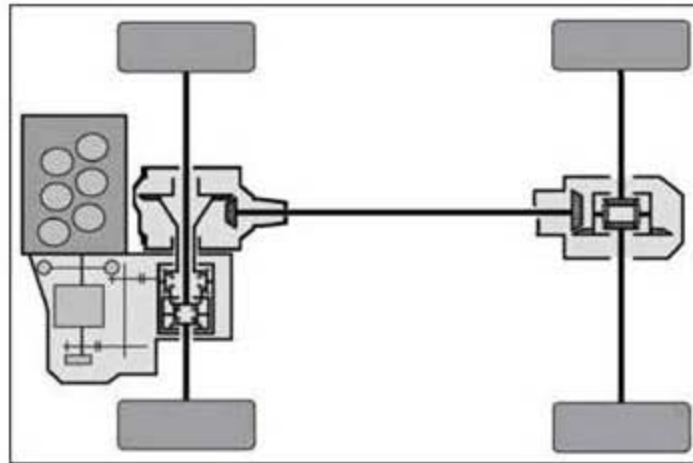


图1 车辆驱动形式

- 4). 使用丰田专用OBD检测车速在40~60km/h时候的ECU挡位数据，没有发现异常。把ECU初始化，车辆的故障仍然存在。即使是更换新的变速器ECU，故障仍然没有消除。从之上的分析知道电子控制系统没有问题，推测可能是变速器的机械或液压部分出现故障。接着用振动分析仪VA-11测量车辆的振动频率，测量方法如图2所示，测得的数值约为12~13Hz。

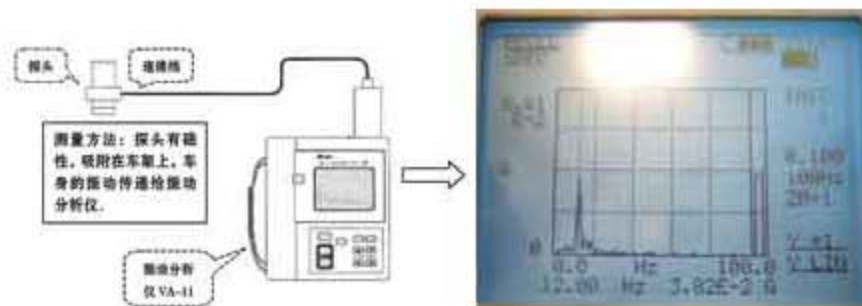


图2 车辆振动频率测量方法示意图

6缸发动机扭矩变动导致车身的振动频率（Hz）按如下方法计算：

$$\frac{\text{发动机转速}(r/\text{min}) \times 3\text{次}}{60(\text{s}) \times T/M(\text{齿轮比})} = \frac{1000(r/\text{min}) \times 3\text{次}}{60(\text{s}) \times 1.047 \times 3.478} = 13.73(\text{Hz})$$

注：a. 4挡传动比是1.047（车速40~60km/h时是4挡），差速器传动比3.478。当柔性锁止有故障时，频率为13.73(Hz) × 0.95=13.04(Hz)，这和测量值13Hz非常接近。

b. 柔性锁止的传动效率约为0.95~0.98。

表2 各挡工作范围

	D, S5	S4
1挡	×	×
2挡	×	×
3挡	×	×
4挡	○	●
5挡	○	—

○—工作

×—不工作

●—仅减速时滑动锁止

- 5). 由此初步判断故障为变速器柔性锁止。为了验证该推测，分别采用带柔性锁止功能的D挡域和S5挡域与不带柔性锁止功能的S4挡域进行路试，结果在D挡域和S5挡域，当柔性锁止功能作用时车辆会发生前述的振动，但是在不带柔性锁止功能的S4挡域不会发生振动。因此确定为柔性锁止功能故障。各挡工作范围见表2，柔性锁止功能的控制原理如图3所示。

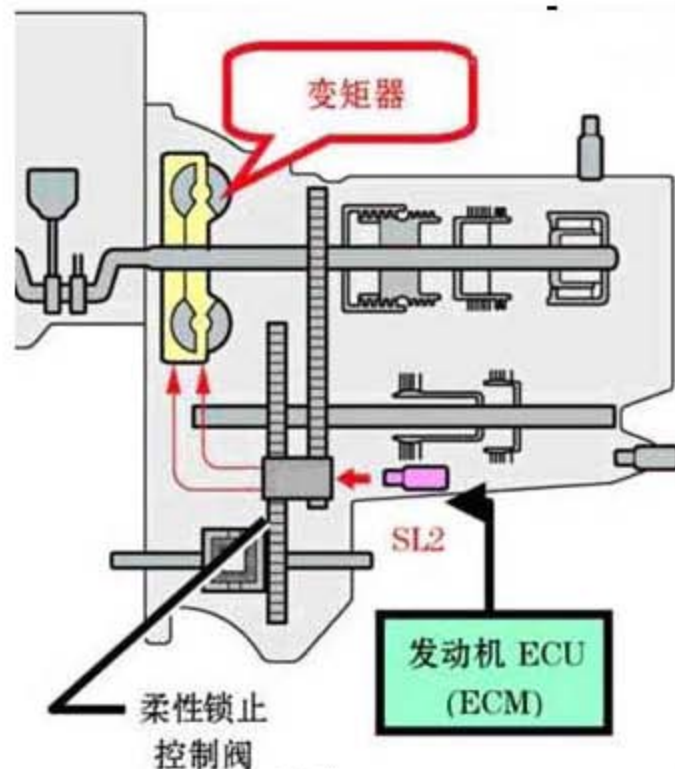


图3 柔性锁止功能的控制原理图

- 6). 工作原理：在中低车速范围，柔性锁止离合器控制调节电磁阀 SL2，提供锁止离合器在 ON 和 OFF 之间的中间状态，提高在该范围的能量传输效率。结果，扩大了锁止离合器的工作范围，提高了燃油经济性。
- 7). 根据图3可以确定，当变速器内部 SL2 阀或者柔性锁止控制阀出现故障时，会导致柔性锁止失效；变矩器打滑也可能导致柔性锁止失效。更换变矩器和变速器后，试车确认故障消除。

维修总结：

本文的诊断思路是，首先通过基本的检查和常规零件的替换，从容易着手的步骤开始诊断，然后再逐步推进。推测是发动机或变速器的控制方面出现问题之后，在替代 ECU 不能解决故障的情况下，通过使用振动分析仪测量车身振动的频率，然后通过理论计算得到变速器柔性锁止有问题的结论；同时采用带柔性锁止功能和不带柔性锁止功能的挡域分别进行路试，确定振动总是在柔性锁止起作用的时候发生，在理论联系实际的情况下确定故障原因。