

变速器漏油

故障描述:

一辆装配日本富士公司生产的 CA66. N13. 01 型无级变速器 (ECVT) 的 2004 年南京菲亚特派力奥 1. 3L 轿车。该变速器增加了 7 档手动控制模式 (1242 16V 运动型) 和 6 档手动控制模式 (1242 16V ECX 运动型) 两种, 而维修的这款车型则是具有 6 档手动控制模式功能的变速器。

该变速器是在外地经电话指导下维修的。由于该车在乡村道路行驶时不小心将变速器的油底壳撞坏, 当时车主发现变速器漏油后牵引至修理厂进行维修。到了修理厂, 将车放置举升器上检查, 发现变速器油底壳只是撞了一个小洞并凹陷下一块。将变速器油底壳拆下来修整, 发现变速器内的 ATF 并没有完全漏光, 至少还存有 2L 左右, 而且颜色非常正常, 但变速器滤清器有点变形以及电磁阀线束有破损。根据 ATF 颜色可以断定变速器内部元件不应该损坏, 因为驾驶人发现漏油后没有继续行驶, 因此, 暂且不考虑变速器内部元件。将变速器油底壳修复、电磁阀线束重新修复以及对滤清器整形修复后试车 (注: 厂家不提供该变速器的零散部件), 结果试车发现: 踩制动踏板挂前进档和倒档发动机熄火; 不踩制动踏板直接挂前进档行驶变速器根本不换挡, 最高车速能达到 60km/h, 同时, 发动机转速已达到 4 500r/min, 由于是撞击后出现的问题, 该厂一时拿不出维修思路, 只好转移另外一家修理厂进行维修。

当第二家修理厂接此故障车后了解了相关信息: 后补加的 ATF 为市面上较普通自动挡用的 ATF; 由乡村牵引至城市距离约 150km, 远远超出规定的总的牵引距离 (标准总的牵引距离为 50km)。难道由于牵引距离过长而导致变速器内部元件损坏? 而错加 ATF 也不会那么敏感也不至于不换挡。因此征得用户同意, 将变速器从车上拆下来进行接替检查。分解变速器后, 并没有发现异常地方, 同时, 还重点检查了传动钢带与传动锥面轮间磨损程度 (担心因润滑不足而磨损), 两组元件 (前进档离合器和倒档制动器) 也完好无损, 里边常洁净。通过仔细检查没有发现任何情况, 进行部件组装, 使用该车专用 CVT 油液 (ATF) 试车, 结果挂档时发动机还是熄火, 变速器还是不换挡。奇怪了, 变速器其他部位没有受到损伤, 只是油底壳、电磁阀线束破损, 因此还必须从损坏的部件上入手, 再次拆下油底壳检。查原来修理厂对电磁阀线束的包扎。经仔细检查发现有两个电磁阀线束 (初级带轮压力控制电磁阀和次级带轮压力控制电磁阀) 插头插反了。一切恢复后又开始试车, 结果挂档时发动机仍然还会熄火, 但此时变速器在前进档上行驶一切恢复正常, 无论是自动模式还是手动模式操作都一切正常, 变速器能够执行在最高档 6 档。

故障诊断:

1). 为什么变速器一旦进入动力档, 发动机就会立即熄火? 该变速器的动力传递跟自动变速器一样, 也是通过液力变矩器以液压或机械方式来传递发动机动力到变速器的。而变速器内部跟奥迪轿车 01J 型 CVT 一样, 采用一组双行星

轮机构来实现前进、倒车与空档（图 1）。

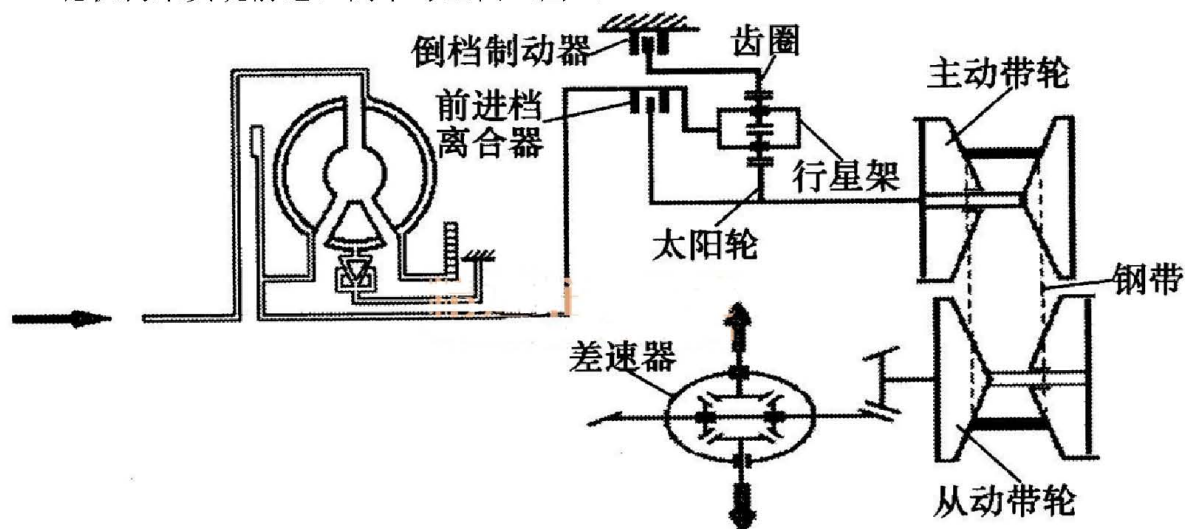


图 1 菲亚特无级变速器动力传递简图

- 2). 从图中可以看出，在空档时，倒档制动器和前进档离合器都泄油，动力无法传递到主动带轮以实现空档；在前进档时，前进档离合器接合，使行星架和太阳轮锁在一起，倒档制动器泄油分离，行星架的动力经前进档离合器、太阳轮不改变方向直接传递到主动带轮而实现前进档；倒档制动器结合齿圈被制动，前进档离合器泄油分离，行星架动力经行星机构改变方向传递到主动带轮实现倒档。
- 3). 因此知道该款变速器的离合器和制动器不像自动变速器那样参与换档控制，而换档控制即传动比的改变则是由两个锥面带轮（主从动轮）通过改变其工作半径来选择低档与高档之间的转换。既然选择液力变矩器来传递发动机输出动力，那么仍然和自动变速器的变矩器一样，既可实现液力传递的软连接离合器功能，也可以实现机械的刚性连接功能。
- 4). 如果车辆在静止状态下踩制动踏板入动力档，变矩器却实现机械连接功能，则发动机一定会立即熄火，因此重点应该考虑变矩器的锁止离合器控制功能，也就是造成变矩器锁止离合器在入动力档时瞬间接合的原因有：
 - A). ECU 错误指令；
 - B). 变矩器锁止离合器控制电磁阀；
 - C). 液压控制阀体中变矩器锁止离合器控制机械阀；
 - D). 变矩器本身问题。
- 5). 由于该变速器的维修资料及其紧缺，所以对 ECU 的指令也几乎分辨不出是否错误，没有办法只能通过阀体控制油路找到变矩器锁止离合器控制电磁阀、锁止离合器控制机械阀。再次拆下阀体，由于没有该阀体的详细资料，因此不能盲目分解。还好阀体上的机械阀并不多，小心地用工具拨动各个滑阀均

没有卡滞现象，这样就没有对阀体进行分解。在阀体上有 4 个电磁阀，其中有两个形状完全一样、线圈阻值也完全相同的线性电磁阀，应该是控制两个锥面带轮压力改变传动比的换档电磁阀，剩下两个电磁阀有一个为开关式，一个为线性电磁阀。

- 6). 考虑到是新款车型，它不应该使用开关式电磁阀来开启和关闭变矩器锁止离合器工作油路，应该个头较小的线性电磁阀就是控制变矩器锁止离合器的。为了验证这一推断，分别将 4 个电磁阀的线束外接在外边。将阀体装回车上，并添加足够的 ATF，一切又恢复后一一进行测量（测量按照阀体电磁阀的顺序，从前到后排列）：



图二：非亚特无级变速器电磁阀组

- A). 1 号电磁阀为开关式，红线，线圈阻值 $17\ \Omega$ 。在不着车情况下，打开点火开关，电压为 0V，断开插头则为 12V。起动发动机在举升器上试车，变速杆置于 D 位，在自动模式下，发动机转速在 $2\ 000\sim 2\ 500\text{r/min}$ ，车速在 60km/h 左右时，ECU 指令打开该电磁阀，此时电压为 3V；当变速杆选择手动模式时，变速器执行在 1 档，发动机转速在 3000r/min ，车速达到 30km/h 时，ECU 指令打开该电磁阀，此时电压也为 3V。这样对自动模式和手动模式进行对比，手动模式 1 档时，发动机转速在 $3\ 000\text{r/min}$ 以下，ECU 不控制该电磁阀，即该电磁阀电压为 0V；同时在自动模式下，车速低于 60km/h 时，ECU 也不控制该电磁阀，即该电磁阀电压也为 0V。

- B). 2 号电磁阀（离合器控制电磁阀），蓝色 / 黑色线，线圈阻值为 $4.4\ \Omega$ 。打开点火开关此时电压 0V （不着车）。在举升机上试车，起动发动机，变速杆置于 P/N 位，此时电磁阀工作电压为 7.2V ，占空比控制为 100%；入倒档或前进档时，在 2s 内电压瞬间由 7.2V 变为 0V ，占空比控制为 0%；在前进档上运行，当车速达到 30km/h 以上时，占空比控制达到 100%。
- C). 3 号电磁阀（次级调节电磁阀），桔黄色线，调节主动带轮缸内的油压，线圈阻值为 $6.5\sim 7\ \Omega$ 。打开点火开关，在不着车情况下，电压为 6.1V 。着车 P 位为 0V ，N 位为 1.04V ；举升器上试车，R 位有 1.07V ，加速行驶能够达到 2.09V ；D 位也有 1.07V ，行驶至约 80km/h 时，有 3V 左右的电压。
- D). 4 号电磁阀（初级调节电磁阀），绿色线，调节从动带轮缸内的油压，线圈阻值为 $6.5\sim 7\ \Omega$ 。打开点火开关，在不着车情况下，电压为 4.8V 。着车情况下，P 位电压为 0V ，N 位电压为 1.04V 。
- 7). 再通过对各档数据流的对比，基本得知控制变矩器锁止离合器的电磁阀确实是 2 号电磁阀。为了进一步区分入档熄火问题是控制系统引起还是执行元件引起，断开电磁阀线束，再重新挂前进档或倒档发动机均不会熄火，但也明显感觉发动机转速有严重下降趋势，同时车身也有抖动，就像发动机与变速器之间形成半联动状态，因此还不能下结论。
- 8). 因为如果是电控问题断开电磁阀线束后再挂档时，发动机接受载荷后转速不能迅速下降许多，奇怪的是电磁阀线束接上后，在前进档起步时不要将制动踏板踩得太重，进档行驶运行一会儿后（换档后），踩制动踏板使车慢慢停下来（车速为零）发动机也不会熄火，此时发动机在不熄火，变速杆仍保持在 D 位状态下踩住制动踏板，再断开电磁阀线束，发动机转速没有任何变化，同时，车身的振动感觉跟未断开电磁阀线束是一样的。
- 9). 如果汽车行驶一段时间制动停车后发动机没有熄火，此时再松开制动踏板行驶一切都正常，也就是如果变速杆始终在前进档位置不动就没事；如果停车后将变速杆置于 P/N 位再重新挂前进档，发动机则又会立即熄火。通过反复试验，反复验证分析，该问题不在电控上，应该在液压或机械上。因为对数据流的分析，发动机熄火与不熄火时变化的数据并没有明显改变。而有人则称跟制动灯开关信息有关，其实早已排除踩制动踏板入档发动机熄火，跟行驶起来再制动停车时的信息有何区别（此时发动机不熄火）。
- 10). 回过头来仔细想想该车是因为撞坏油底壳后出现的问题，对方称电磁阀阀体都没有受到伤害，那问题到底在哪里呢？难道是原来电磁阀线束插头错接后而 ECU 程序控制受到损坏，根据相关数据以及实际故障现象根本就不像电控方面的问题。因此，建议将变矩器和液压控制阀体拿到北京做进一步的检查。到专业自动变速器维修厂将变矩器切开，打开后并没有发现明显问题，只是变矩器锁止离合器活塞密封圈稍微有点问题，更换密封圈后，按照变矩器再生流程将变矩器恢复。

11). 故障排除:

A). 虽说看到一点点问题,但谁也不敢肯定就是变矩器的问题,这样又对液压控制阀体(图3)进行了详细的检查。

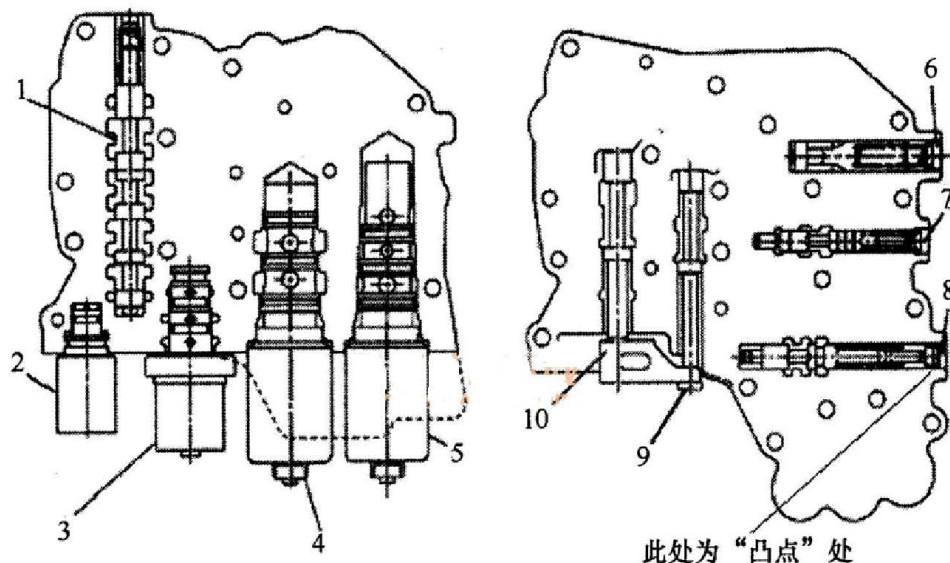


图3 菲亚特无级变速器阀体图

1—开关阀 2—开/关电磁阀 3—伺服电磁阀 4—次电磁阀 5—主电磁阀
6—润滑阀 7—离合器压力阀 8—变矩器压力控制阀 9—反向齿轮信号阀 10—手动阀

B). 在滤清器安装部位处用放大镜看到一点受伤的痕迹。受伤点恰是一机械阀运动位置,用螺钉旋具轻轻拨动该阀,没有卡滞现象。为了验证受伤凹点是否影响该阀的动作,决定将该阀抽出来进行检查。

C). 拆下该机械阀挡块,用尖嘴钳抽取该阀门,但怎么也取不出来。用螺钉旋具将该阀推至弹簧端一侧再用放大镜观察阀孔内凹点位置,发现里面有一凸点,正是这个凸点挡住该阀,使其取不出来。利用微型锉刀将凸点锉掉滑阀顺利取出,此时通过该阀门油路结果得知,此阀门就是变矩器锁止离合器控制阀,平常在检查阀体阀门动作时,只是利用工具对阀门向右弹簧的一侧拨动,从来没有考虑阀门是否在弹簧力的作用下回到原始位置,而这块阀体的锁止离合器控制阀,恰恰正是由于外部受到撞击导致无法回到正常的原始位置。

D). 虽然在检查该阀动作时,没有发现卡滞现象,但完全忽略了其正常自由位置。经过精心打磨处理后该阀运动自如,同时能够在弹簧力的作用下保持静态位置,又通过其受伤点到阀门的最终静态位置距离,也就是影响该阀门的位置距离大概是2-2.5mm。重新装复后故障得以彻底排除。

12). 多么有意思的一起个案。原本简单的问题变得如此复杂。该车故障前和故障后的数据如下,供大家参考。

- 该车 ECU 版本号: 31711Ki181 软件: VF2002
- P 档数据:

- 发动机转速 949r/min
- 主动钢带轮转速 0r/min
- 变速器油温度 58℃
- 次级压力 1. 79MPa
- 初级电磁阀电流（额定）457Ma
- 初级电磁阀电流（实际）469mA
- 次级电磁阀电流（额定）487mA
- 次级电磁阀电流（实际）493mA
- 钢带传动比 2. 42
- 离合器控制电磁阀 100%
- N 档数据：
- 发动机转速 900r/min
- 主动钢带轮转速 0r/min
- 变速器油温度 58℃
- 次级压力 2. 02MPa
- 初级电磁阀电流（额定）457mA
- 初级电磁阀电流（实际）469mA
- 次级电磁阀电流（额定）528mA
- 次级电磁阀电流（实际）547mA
- 钢带传动比 2. 42
- 离合器控制电磁阀 100%

13). 利用手动模式读出 1-6 档数据

A). 1 档数据：

- 车速在 0~30km/h\
- 发动机转速 1 608r/min
- 变速器油温度 42. 00℃
- 次级压力 3. 36MPa
- 初级电磁阀电流（实际）420Ma
- 次级电磁阀电流（额定）388mA
- 次级电磁阀电流（实际）386mA
- 钢带传动比 2. 43
- 离合器控制电磁阀 0. 00%

B). 2 档数据：

- 车速在 30~60km/h
- 发动机转速 2 177r/min
- 变速器油温度 43. 00℃
- 次级压力 2. 41MPa
- 初级电磁阀电流（实际）386Ma
- 次级电磁阀电流（额定）484mA
- 次级电磁阀电流（实际）507mA
- 钢带传动比 1. 47
- 离合器控制电磁阀 100%

C). 3 档数据:

- 车速在 60~90km/h
- 发动机转速 1 845r/min
- 变速器油温度 44. 00℃
- 次级压力 2. 14MPa
- 初级电磁阀电流 (实际) 371Ma
- 次级电磁阀电流 (额定) 573mA
- 次级电磁阀电流 (实际) 571mA
- 钢带传动比 0. 98
- 离合器控制电磁阀 100%

D). 4 档数据:

- 车速在 80~110km/h
- 发动机转速 2 018r/min
- 变速器油温度 45. 00℃
- 次级压力 1. 64MPa
- 初级电磁阀电流 (实际) 378Ma
- 次级电磁阀电流 (额定) 651mA
- 次级电磁阀电流 (实际) 657mA
- 钢带传动比 0. 74
- 离合器控制电磁阀 100%

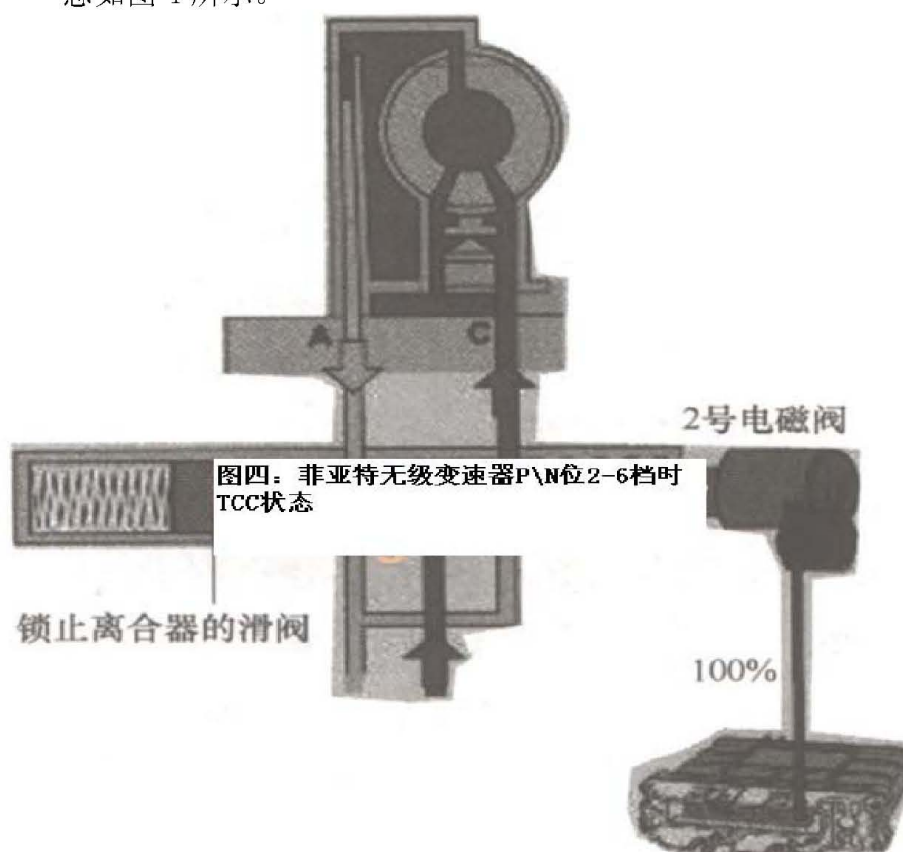
E). 5 档数据:

- 车速在 100~130km/h
- 发动机转速 2 047r/min
- 变速器油温度 45. 00℃
- 次级压力 1. 38MPa
- 初级电磁阀电流 (实际) 382Ma
- 次级电磁阀电流 (额定) 643mA
- 次级电磁阀电流 (实际) 659mA
- 钢带传动比 0. 60
- 离合器控制电磁阀 100%

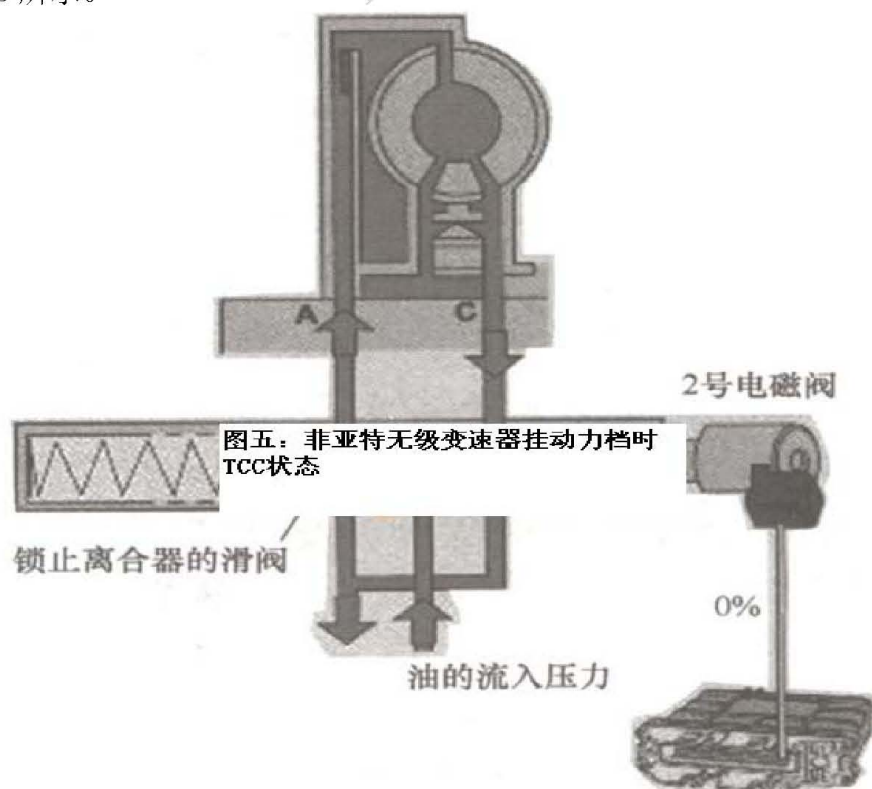
F). 6 档数据:

- 车速在 120~150km/h
- 发动机转速 1 761r/min
- 变速器油温度 45. 00℃
- 次级压力 1. 39MPa
- 初级电磁阀电流 (实际) 373mA
- 次级电磁阀电流 (额定) 643mA
- 次级电磁阀电流 (实际) 656mA
- 钢带传动比 0. 52
- 离合器控制电磁阀 100%

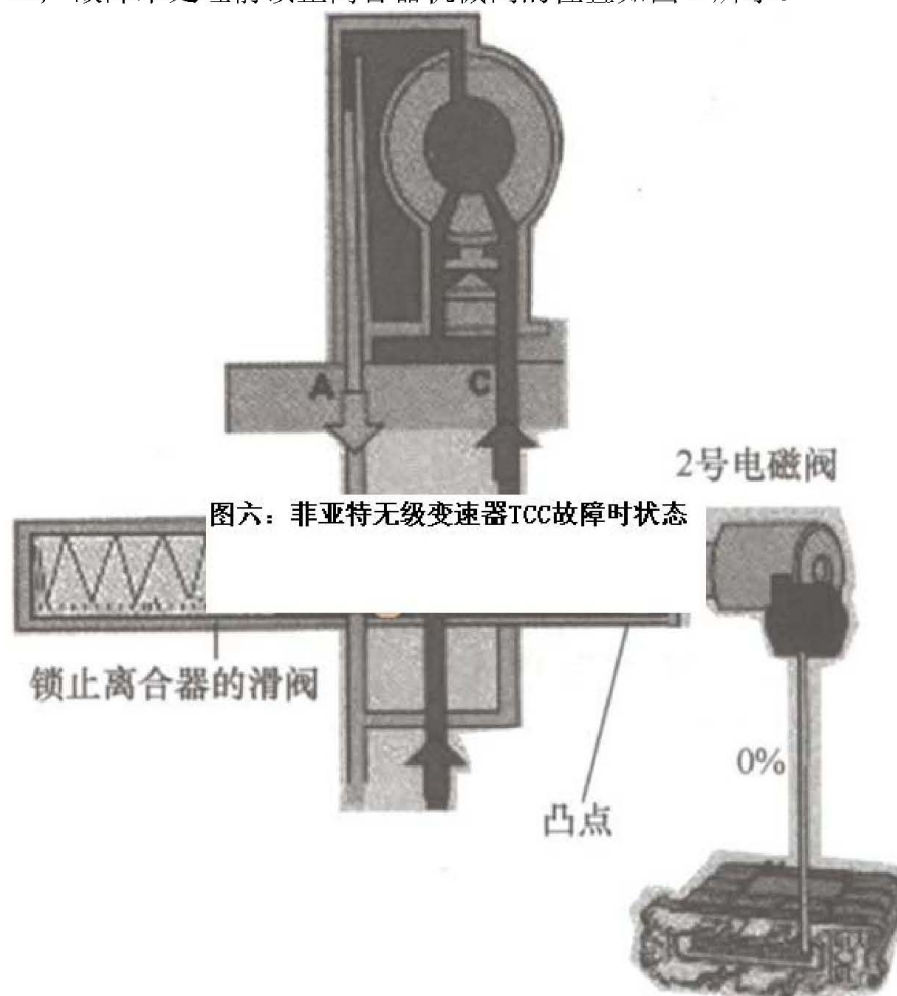
- 14). 正常 P/N 位时以及汽车行驶后 2-6 档时变矩器锁止离合器 (TCC) 的工作状态如图 4 所示。



- 15). 正常踩制动踏板入动力档和 1 档时变矩器锁止离合器 (TCC) 的工作状态如图 5 所示。



16). 故障未处理前锁止离合器机械阀的位置如图 6 所示。



维修总结：

本案例纯属特殊案例。但通过数据不难分析该变速器控制较特别：变速器在 P/N 位时变矩器锁止离合器是工作的（占空比控制 100%），也就是当变速杆在 P/N 位时，变矩器泵轮转速和涡轮转速是一致的（机械传递控制）；当变速杆由 P/N 位移至 R 位时，变矩器锁止离合器迅速脱开，变为液力传递控制，加速行驶电磁阀占空比控制为 0%；当变速杆由 P/N 位移至 D 位时，变矩器锁止离合器也会迅速脱开，变为液力传递控制，在 1 档加速行驶，电磁阀占空比控制为 0%，当车速超过 30km/h 时，变速器换完 2 档后一直达到最高档 6 档，电磁阀占空比控制为 100%。