

# 4T65E自动变速器液压控制系统及故障分析

◆文/浙江 王启文

4T65E自动变速器由叶片式变量泵提供油压,动力系统控制模块(PCM)通过压力控制电磁阀调节系统压力,通过控制2个换挡电磁阀控制换挡点,并且拥有一套管路压力控制系统,变速器通过该系统调节管路压力,对管路压力进行适配,并补偿变速器内部因正常磨损所造成的压力损失。

## 一、基本结构和控制方法

4T65E自动变速器采用两个结构相同的常开电磁阀,分别称为1-2、3-4换挡电磁阀和2-3换挡电磁阀(见图1),它们是开关阀,有开(ON)和关(OFF)两种状态,是变速器实现自动换挡功能中液压控制系统和电子控制系统的桥梁。两个换挡电磁阀在ON或OFF的组合下协同动作形成4个速比,从而实现自动变速器的4个挡位。当断电(OFF)时,换挡信号油路的油压被泄掉;当电磁阀通电(ON)时,信号油压被阀内钢球堵塞,由此在换挡油路上建立起了换挡信号油压。PCM控制两个电磁阀以不同的ON和

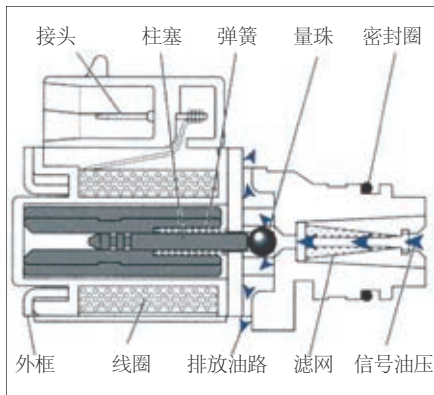


图1 换挡电磁阀结构示意图

表1 挡位控制

挡位	1-2、3-4挡位阀	2-3换挡阀
P/R/N	ON	ON
1	ON	ON
2	OFF	ON
3	OFF	OFF
4	ON	OFF

OFF顺序组合,控制前进挡位以升挡和降挡,其控制情况见表1。

## 二、油液压力调节电磁阀

自动变速器油液压力调节电磁阀又称PC阀(图2),用于调节主油压和扭矩信号油压。它是一个精度很高的电子压力调节器,通过电磁阀线圈的电流去控制变速器管路压力。当电流增大时,电磁线圈产生的磁场使柱塞移动,打开排油口降低油液压力,油液压力的大小由PC阀调节。而动力系统控制模块PCM根据各种输入信号,如节气门位置、油液温度、MAP传感器和齿轮结合状态等控制PC阀的工作。在20℃对其线圈阻值约3.5MΩ~4.6MΩ。PCM以固定的频率292.5Hz的信号驱动PC阀,占空比为5%~40%,占空比越小,平均电流越小,主油路压力越大;占空比越大,平均电流越大,主油路压力越小。

PC阀的电流主要受发动机扭矩的影响,发动机扭矩主要受节气门开度的影响,另外,PC阀电流还受油液温度、进气歧管绝对压力、换挡状态等因素的影响。占空比、平均电流与主油压的关系见表2。

当变速器中心接合零件磨损后,换挡时间会增加,为补偿这些磨损,PCM通过调节PC电磁阀的电流值,从而调节油液压力,以维持规定换挡时间。当PCM检测到指令的PCM阀电流值与实际电流值相差超过规定数值时,将记作故障码P0748,这也是一个C类型故障码。一旦有故障记忆,PAM将会冻结还挡适配,指令最大管路压力。

## 三、换挡电磁阀和PC阀工作原理

### 1. 换挡电磁阀的工作原理

换挡电磁阀是根据制动变速器及整车的工作情况,动力控制模块通过向电磁阀发出ON或OFF的指令来控制电磁阀搭铁。当电磁阀处于OFF状态时,管路压力通过电磁

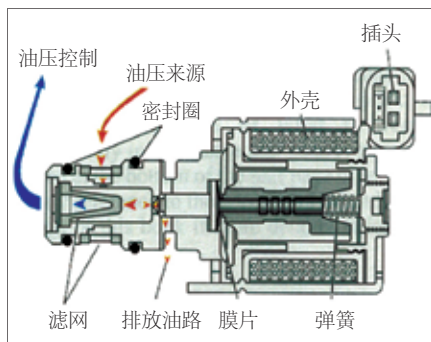


图2 PC阀的结构图

表2 占空比、平均电流与主油压的关系

占空比(%)	平均电流(A)	主油压(kPa)
5	0.02	1400(最大)
40	1.1	512(最小)

阀泄油口释放。当电磁阀处于通电(ON)状态时,泄油孔关闭,阻止管路压力释放。这样液压导入电磁阀的液体通道之后,再输出到1-2、3-4、2-3换挡电磁阀。

换挡电磁阀由PCM控制工作。当PCM通过电磁阀电路输入电流使其搭铁时,电磁阀被接通,电磁阀线圈获得电流而形成磁场,该磁场使电磁阀内的柱塞移动,使进油口关闭,这时换挡阀端的油液压力升高。升高后的油液压力通过移动换挡阀使变速器挂入高一挡位。

### 2. PC阀工作原理

PC阀通过改变电磁阀线圈的电流去控制变速器管路压力来保证换挡质量。

当电流增大时,电磁线圈产生的磁场使柱塞往下移动,打开排油口降低油液压力,促进油液进入减压油管内,使油压管内的油压增大,推动油泵壳体,而油泵轴固定不动,克服回位弹簧的弹力,使主油压输出油压减小;当电流减小时,通过PC阀内磁阀线圈产生的磁场使柱塞往上移动,堵塞排油口使减压油管的油压降低,减压油管的油液未进入促使回位弹簧回位到张力最大时,从而油泵壳体往向上移动,而油泵轴

固定不动,使主油压的压力输出最大。油液压力的大小由PC阀调节,而PCM根据各种输入信号,如节气门位置、油液温度、MAP传感器和齿轮接合状态等控制PC阀的工作(见图3)。

#### 四、换挡电磁阀的检修

换挡电磁阀出现故障,拆下有故障的换挡电磁阀,测量其线圈电阻值,与正常值对比(正常值为20℃时约19~24Ω,换挡电磁阀应在7.5时通电动作,而在电压低于1V时,换挡电磁阀不动作;但用手摇晃时,感觉或听到内部钢球有很小的旷量或根本感觉不到内部钢球的晃动,而新换挡阀内部的钢球有很大的旷量)。由此可见,换挡电磁阀的这种损坏不是电磁阀线圈的短路或断路,而是因其内部钢球或磁芯卡滞所致。换油不及时、混用不同牌号的自动变速器油及加入不当的清洗剂、润滑剂等都会造成球阀卡滞。

在验证故障原因或修理时,可将换挡电磁阀解体,在煤油中清洗干净后,再浸入自动变速器油中的润滑,最后组装好,经这样处理后,换挡电磁阀一般可以恢复正常。需指出的是,建议在修理过程中不要采用修复的方法,因为这种修复的方法可以作为一个验证故障原因的试验,修复可靠性不能完全保证,并且换挡电磁阀也并不昂贵。

#### 五、故障实例

##### 故障现象

上海通用别克轿车,装备4T65E型自动变速器,出现换挡冲击故障。该车先是在低速行驶特别是减速后再加速时,会感到自动变速器换挡生硬,后来发展到车辆在各种速度下都会偶尔感到换挡冲击,变速杆由P挡或N挡挂入R挡或D挡时,会明显抖动一下,且仪表板上的故障指示灯不亮。

##### 故障诊断与排除

根据对4T65E自动变速器的修理经验,换挡冲击故障的原因常常在电控元件上。上海别克轿车只要有一次轻微的能感觉到的换挡冲击,动力系统控制模块就已经记忆了故障码。用专用扫描工具TECH2检测故障码,显示“DTC P1811最大适配和换挡时间过长”。

随着自动变速器内离合器片、制动带的磨损、弹簧弹力的变化及密封件的老化,变速器的换挡时间会发生变化,PCM通过变速器输入轴转速传感器(ISS)和输出轴转速传感器(OSS,即车速传感器VSS)的转速变化来判断换挡时刻的开始及结束,从而计算出换挡时间。如果挂高挡时间大于标准标定时间,则PCM减小PC阀的电流以增大管路压力,使下一次换挡时间缩短;如果PCM检测到挂高挡时间小于标准标定时间,则PCM增加PC阀的电流,以减小管路压力,使下一次换挡时间延长。在换挡后,

0.65s且适配调节器不能缩短此时间,则计数器增加1,如果在一次行程过程中计数器值为2时,PCM将记忆故障码P1811。记忆故障码P1811后,PCM会冻结换挡适配,指令最大管路压力,且不点亮故障灯。

为什么有故障码记忆而故障灯又不点亮呢?别克轿车采用OBD-Ⅱ随车电脑诊断系统(ON BOARD DIAGNOSTIC),OBD-Ⅱ已将故障码分为不同类目。

A型:PCM在第一次执行排放相关的诊断时发现的故障码,PCM将记忆故障码并点亮故障灯。

B型:PCM在第二次执行排放相关的诊断时发现的故障码,PCM将记忆故障码并点亮故障灯。

C型:PCM在第一次执行非排放相关的诊断时发现的故障码,PCM记忆故障码但不点亮故障灯,可能点亮其他警示灯(如果该车型仪表配备的话,并非故障灯)。

D型:PCM在第一次执行非排放相关的诊断时发现的故障码,PCM记忆故障码,但不点亮任何警示灯。

以上分类中,对于C、D类故障码,根据通用公司不同时期生产的车辆和对不同地区生产的车辆而有所不同。

故障码“DTC P1811”是一个C类型故障码,它的出现并不能点亮故障灯。

对于行驶里程较长的车辆,建议解体变速器检查,视情况更换修理包(包括各离合器片)。如果行驶里程不是很长或者对此变速器的结构不很熟悉,则不用解体变速器,就车拆开变速器侧盖更换两个换挡电磁阀和PC阀,最好给1、2挡蓄压器加弹簧,这样可以彻底解决4T65E变速器换挡冲击。

##### 维修小结

在现代汽车电控发动机的维修中经常会碰到一些常见故障以及难以理解的故障现象,如加速发耸、换挡发耸等等,作为维修人员首先必须区分是发动机故障还是变速器故障,如受传统观念诊断思维影响,维修操作者感到无从下手,很难从正确的思维方向去考虑判断,快速准确查到故障根源。M

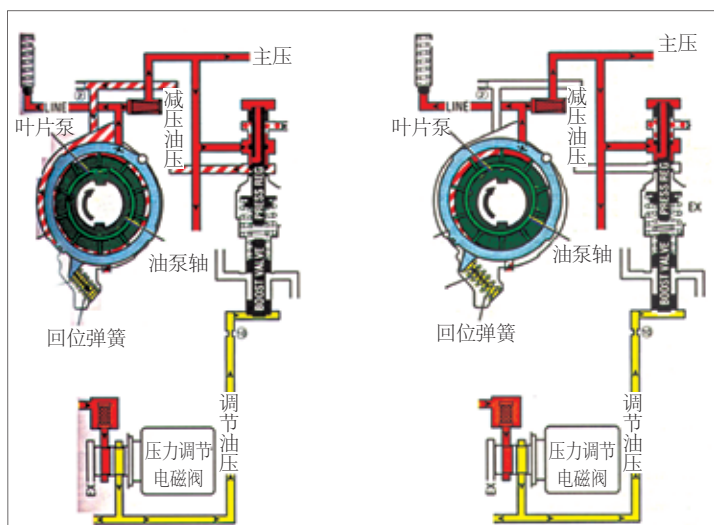


图3 油压电磁阀工作原理示意图

PCM还根据ISS和VSS信号来判断离合器的滑动量,如果检测到过多的滑动,PCM通过减小PC阀的电流值来增加管路压力以维持合适的齿轮传动比。

在PCM进行换挡适配调节时,如果检测到换挡时间超过