



# 《汽车底盘电控系统检修》习题及答案

## 项目一 汽车自动变速器检修

### 任务一 自动变速器概述

#### 1. 简述自动变速器是如何分类的？

答：

自动变速器可以按结构和控制方式、车辆驱动方式、档位数的不同来分类。

自动变速器按结构和控制方式的不同，可以分为液力式自动变速器、无级自动变速器和机械式自动变速器。

自动变速器按车辆驱动方式的不同，可以分为自动变速器（Automatic Transmission）和自动变速驱动桥（Automatic Transaxle）。

按照自动变速器选档杆置于前进档时的档位数，可以分为四档、五档、六档等。

#### 2. 自动变速器由哪几部分组成？各组成部分的功用是什么？

答：

自动变速器主要由液力变矩器、机械变速机构、液压控制系统、电子控制系统以及冷却滤油装置等组成。

（1）液力变矩器：液力变矩器是一个通过自动变速器油（ATF）传递动力的装置，安装在发动机与变速器之间，将发动机的转矩传给变速器输入轴，相当于普通汽车上的离合器。

（2）机械变速机构：机械变速机构包括齿轮变速机构和换档执行元件两大部分。齿轮变速机构可形成不同的传动比，组合成电控自动变速器不同的档位。换档执行元件主要包括离合器、制动器和单向离合器。

（3）液压控制系统：液压控制系统是由油泵、各种控制阀及与之相连通的液压换档执行元件（如离合器、制动器油缸）等组成液压控制回路。汽车行驶中根据驾驶员的要求和行驶条件的需要，通过控制离合器和制动器的工作状况来实现机械变速器的自动换档。

（4）电子控制系统：电子控制系统将自动变速器的各种控制信号输入电子控制单元（ECU），经ECU处理后发出控制指令控制液压系统中的各种电磁阀实现自动换档，并改善换档性能。

（5）冷却滤油装置：ATF是通过油冷却器与冷却水或空气进行热量交换的。自动变速器工作中各部件磨损产生的机械杂质，由滤油器从油中过滤分离出去，以减小机械的磨损、堵塞液压油路和控制阀卡滞。

#### 3. 自动变速器选档杆位置分别表示什么含义？

答：

**P位**：驻车档。选档杆置于此位置时，驻车锁止机构将自动变速器输出轴锁止。

**R位**：倒档。选档杆置于此位置时，液压系统倒档油路被接通，驱动轮反转，实现倒向行驶。

**N位**：空档。选档杆置于此位置时，机械变速器的齿轮机构空转，不能输出动力。

**D位**：前进档。选档杆置于此位置时，液压系统控制装置根据节气门开度信号和车速信号等自动接通相应的前进档油路，行星齿轮变速器在换档执行元件的控制下得到相应的传动比。随着行驶条件的变化，在前进档中自动升降档，实现自动变速功能。

**3位**：高速发动机制动档。操纵手柄位于该位置时，液压控制系统只能接通前进档中的



一、二、三档油路，自动变速器只能在这三个档位间自动换档，无法升入四的档位，从而使汽车获得发动机制动效果。

**2位：**中速发动机制动档。选档杆置于此位置时，液压控制系统只能接通前进档中的一、二档油路，自动变速器只能在这两个档位间自动换档，无法升入更高的档位，从而使汽车获得发动机制动效果。

**L位（也称1位）：**低速发动机制动档。选档杆置于此位置时，汽车被锁定在前进档的1档，只能在该档位行驶而无法升入高档，发动机制动效果更强。

只有当选档杆置于N或P位时，才能起动发动机，此功能靠空档起动开关来实现。

#### 4. 装备自动变速器的汽车，拖车时应注意哪些问题？

答：

使用自动变速器的汽车，拖车时必须低速行驶（不得超过30~50km/h），每次牵引距离不应过长（如不得超过50km）。高速长距离牵引时，自动变速器内的旋转件会因缺乏润滑而烧蚀并发生卡滞。自动变速器自身有故障需要牵引时，后轮驱动的车辆应拆去传动轴，前轮驱动的车辆应支起驱动轮。

## 任务二 液力变矩器检修

### 1. 液力变矩器的具体功用有哪些？

答：

液力变矩器位于发动机和机械变速器之间，以自动变速器油（ATF）为工作介质，主要完成以下功用：

（1）传递转矩。发动机的转矩通过液力变矩器的主动元件，再通过ATF传给液力变矩器的从动元件，最后传给变速器。

（2）无级变速。根据工况的不同，液力变矩器可以在一定范围内实现转速和转矩的无级变化。

（3）自动离合。液力变矩器由于采用ATF传递动力，当踩下制动踏板时，发动机也不会熄火，此时相当于离合器分离；当抬起制动踏板时，汽车可以起步，此时相当于离合器接合。

（4）驱动油泵。ATF在工作的时候需要油泵提供一定的压力，而油泵一般是由液力变矩器壳体驱动的。

同时由于采用ATF传递动力，液力变矩器的动力传递柔和，且能防止传动系过载。

### 2. 典型的液力变矩器由哪些元件组成？它是如何实现转矩放大的？

答：

液力变矩器的结构如图1-7所示，通常由泵轮、涡轮和导轮三个元件组成，称为三元件液力变矩器。也有的采用两个导轮，则称为四元件液力变矩器。

当发动机运转而汽车还未起动时，涡轮转速 $n_w$ 为零，见图1-13a。自动变速器油在泵轮叶片的带动下，以一定的绝对速度沿图中箭头1的方向冲向涡轮叶片，对涡轮有一作用力，产生绕涡轮轴的转矩。因此时涡轮静止不动，液流则沿着叶片流出涡轮并冲向导轮，其方向见图中箭头2所示，该液流对导轮产生作用力矩。然后液流再从固定不动的导轮叶片沿箭头3的方向流回到泵轮中。当液流流过叶片时，对叶片作用有冲击力矩，液流此时也受到叶片的反作用力矩，其大小与作用力矩相等，方向相反。作用力矩与反作用力矩的方向及大小与液流进出工作轮的方向有关。设泵轮、涡轮和导轮对液流的作用力矩分别为 $M_B$ 、 $M_W$ 和 $M_D$ ，方向见图中箭头所示。根据液流受力平衡条件，三者数值上满足关系式 $M_W = M_B + M_D$ ，即涡轮转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。显然，此时涡轮转矩 $M_W$ 大于泵轮转矩 $M_B$ ，即液力变



矩器起了增大转矩的作用。

当液力变矩器输出的转矩,经传动系传到驱动车轮上所产生的牵引力足以克服汽车起步阻力时,汽车即起步并开始加速,与之相连的涡轮转速 $n_w$ 也从零起逐渐增加。设液流沿叶片方向流动的相对速度为 $w$ ,沿圆周方向运动的牵连速度为 $u$ ,设泵轮转速不变,即液流在涡轮出口处的相对速度不变,由图1-13b)可见,冲向导轮叶片正面的液流的绝对速度 $v$ 将随牵连速度 $u$ 的增大而逐渐向左倾斜,使导轮上所受的转矩值逐渐减小,即液力变矩器的转矩放大作用随之减小。

### 3. 什么是液力变矩器的耦合工作特性和失速特性?

答:

**耦合工作特性:**液力变矩器的变矩特性只有在泵轮与涡轮转速相差较大的情况下才成立,随着涡轮转速的不断提高,从涡轮回流的ATF冲击导轮的背面。若导轮仍然固定不动,ATF将会产生涡流,阻碍其自身的运动。为此绝大多数液力变矩器在导轮机构中增设了单向离合器,也称自由轮机构。当涡轮与泵轮转速相差较大时,单向离合器处于锁止状态,导轮不能转动。当涡轮转速达到泵轮转速的85%~90%时,单向离合器导通,导轮空转,不起导流的作用,液力变矩器的输出转矩不能增加,只能等于泵轮的转矩,此时称为耦合状态。

**失速特性:**液力变矩器失速状态是指涡轮因负荷过大而停止转动,但泵轮仍保持旋转的现象,此时液力变矩器只有动力输入而没有输出,全部输入能量都转化成热能,因此变矩器中的油液温度急剧上升,会对变矩器造成严重危害。失速点转速是指涡轮停止转动时的液力变矩器输入转速,该转速大小取决于发动机转矩、变矩器的尺寸和导轮、涡轮的叶片角度。

### 4. 锁止离合器的功用是什么?它是如何工作的?

答:

**功用:**锁止离合器可以将泵轮和涡轮直接连接起来,即将发动机与机械变速器直接连接起来,这样减少液力变矩器在高速比时的能量损耗,提高了传动效率,提高汽车在正常行驶时的燃油经济性,并防止ATF过热。

**原理:**当车辆起步、低速或在坏路面上行驶时,应将锁止离合器分离,使液力变矩器具有变矩作用。此时ATF按图1-16 a)所示的方向流动,将锁止活塞与液力变矩器壳体分离,解除液力变矩器壳体与涡轮的直接连接。锁止离合器接合时,进入液力变矩器中的ATF按图1-16 b)所示的方向流动,使锁止活塞向前移动,压紧在液力变矩器壳体上,通过摩擦力矩使二者一起转动。此时发动机的动力经液力变矩器壳体、锁止活塞、扭转减振器、涡轮轮毂传给后面的机械变速器,相当于将泵轮和涡轮刚性连在一起,传动效率为100%。

## 任务三 机械变速机构检修

### 1. 分析单排行星齿轮机构的动力传动方式。

答:

根据能量守恒定律,由作用在单排单级行星齿轮机构各元件上的力矩和结构参数可以得出表示单排单级行星齿轮机构运动规律的特性方程式

$$n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha) n_3 = 0$$

式中, $n_1$ 为太阳轮转速; $n_2$ 为齿圈转速; $n_3$ 为行星架转速; $\alpha$ 为齿圈齿数 $z_2$ 与太阳轮齿数 $z_1$ 之比,即 $\alpha = z_2/z_1$ ,且 $\alpha > 1$ 。

(1) 齿圈为主动件(输入),行星架为从动件(输出),太阳轮固定,见图1-23a)。此时, $n_1 = 0$ ,则传动比 $i_{23}$ 为:



$$i_{23} = n_2/n_3 = 1 + 1/\alpha > 1$$

由于传动比大于1, 说明为减速传动, 可以作为降速档。

(2) 行星架为主动件(输入), 齿圈为从动件(输出), 太阳轮固定, 见图1-23b)。此时,  $n_1=0$ , 则传动比 $i_{32}$ 为:

$$i_{32} = n_3/n_2 = \alpha / (1 + \alpha) < 1$$

由于传动比小于1, 说明为增速传动, 可以作为超速档。

(3) 太阳轮为主动件(输入), 行星架为从动件(输出), 齿圈固定, 见图1-23c)。此时,  $n_2=0$ , 则传动比 $i_{13}$ 为:

$$i_{13} = n_1/n_3 = 1 + \alpha > 1$$

由于传动比大于1, 说明为减速传动, 可以作为降速档。

对比这两种情况的传动比, 由于 $i_{13} > i_{23}$ , 虽然都为降速档, 但 $i_{13}$ 是降速档中的低档, 而 $i_{23}$ 为降速档中的高档。

(4) 行星架为主动件(输入), 太阳轮为从动件(输出), 齿圈固定, 见图1-23d)。此时,  $n_2=0$ , 则传动比 $i_{31}$ 为:

$$i_{31} = n_3/n_1 = 1 / (1 + \alpha) < 1$$

由于传动比小于1, 说明为增速传动, 可以作为超速档。

(5) 太阳轮为主动件(输入), 齿圈为从动件(输出), 行星架固定, 见图1-23e)。此时,  $n_3=0$ , 则传动比 $i_{12}$ 为:

$$i_{12} = n_1/n_2 = -\alpha$$

由于传动比为负值, 说明主从动件的旋转方向相反; 又由于 $|i_{12}| > 1$ , 说明为增速传动, 可以作为倒档。

(6) 如果 $n_1=n_2$ , 则可以得到 $n_3=n_1=n_2$ 。同样,  $n_1=n_3$ 或 $n_2=n_3$ 时, 均可以得到 $n_1=n_2=n_3$ 的结论。因此, 若使太阳轮、齿圈和行星架三个元件中的任何二个元件连为一体转动, 则另一个元件的转速必然与前二者等速同向转动。即行星齿轮机构中所有元件(包含行星轮)之间均无相对运动, 传动比 $i=1$ 。这种传动方式用于变速器的直接档传动。

(7) 如果太阳轮、齿圈和行星架三个元件没有任何约束, 则各元件的运动是不确定的, 此时为空档。

## 2. 自动变速器的换档执行元件有哪些? 它们是如何工作的?

答:

换档执行元件主要包括离合器、制动器和单向离合器三种。离合器和制动器以液压方式控制行星齿轮机构元件的旋转; 单向离合器则是以机械方式对行星齿轮机构的元件进行锁止。

### (1) 离合器的工作原理:

当一定压力的ATF经控制油道进入活塞左面的液压缸时, 液压作用力便克服弹簧力使活塞右移, 将所有离合器片压紧, 即离合器接合, 与离合器主、从动部分相连的元件也被连接在一起, 以相同的速度旋转。

当控制阀将作用在离合器液压缸的油压撤除后, 离合器活塞在回位弹簧的作用下回复原位, 并将缸内的变速器油从进油孔排出, 使离合器分离, 离合器主从动部分可以不同转速旋转。

### (2) 制动器的工作原理:

制动带开口处的一端通过支柱支撑于固定在变速器壳体的调整螺钉上, 另一端支撑于油缸活塞杆端部, 活塞在回位弹簧和左腔油压作用下位于右极限位置, 此时, 制动带和制动鼓之间存在一定间隙。

制动时, 压力油进入活塞右腔, 克服左腔油压和回位弹簧的作用力推动活塞左移, 制动



带以固定支座为支点收紧。在制动力矩的作用下，制动鼓停止旋转，行星齿轮机构某元件被锁止。随着油压撤除，活塞逐渐回位，制动解除。若仅依靠弹簧张力，则活塞回位速度较慢，目前大多数制动器设置了左腔进油道。在右腔撤除油压的同时，左腔进油，活塞在油压和回位弹簧的共同作用下回位，可迅速解除制动。

### (3) 单向离合器工作原理：

楔块式单向离合器由内座圈、外座圈、楔块、保持架等组成。内外座圈组成的滚道宽度是均匀的，采用不均匀形状的楔块，楔块的大端长度大于滚道宽度。当内座圈固定，外座圈逆时针转动时，外座圈带动楔块逆时针转动，楔块的长径与内、外座圈接触，由于长径长度大于内、外座圈之间的距离，所以外座圈被卡住而不能转动。外座圈顺时针转动时，外座圈带动楔块顺时针转动，楔块的短径与内、外座圈接触，由于短径长度小于内、外座圈之间的距离，所以外座圈可以自由转动。

滚柱式单向离合器由内座圈、外座圈、滚柱、叠片弹簧等组成。当外座圈顺时针转动时，滚柱进入楔形槽的宽处，内、外座圈不能被滚柱楔紧，外座圈可以顺时针自由转动。当外座圈逆时针转动时，滚柱进入楔形槽的窄处，内、外座圈被滚柱楔紧，外座圈固定不动。

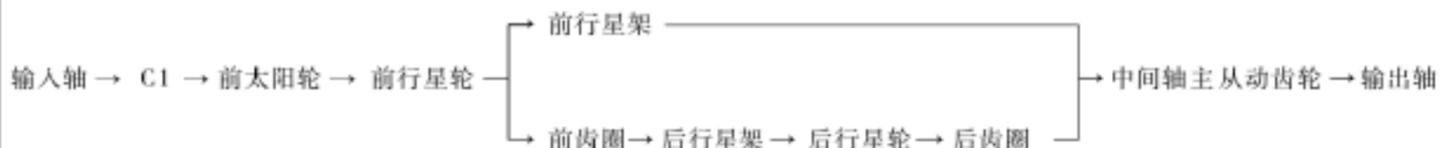
### 3. 结合实物或图片，说明丰田U341E型自动变速器各档动力传动路线。

答：

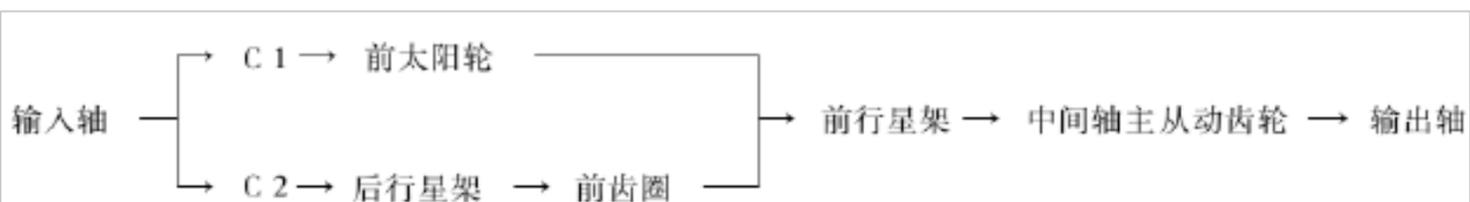
(1) 一档。换档杆处于“D”、“3”和“2”位置的一档时，参与工作的换档执行元件有C1、F2。一档时动力传递发生在前行星排，F2阻止前齿圈逆输入轴的旋转方向转动，此时，后排行星齿轮组没有元件被约束，因此处于空转状态，动力传递路线如下：

输入轴 → C1 → 前太阳轮 → 前行星轮 → 前行星架 → 中间轴主从动齿轮 → 输出轴

(2) 二档。换档杆处于“D”和“3”位置的二档时，参与工作的换档执行元件有C1、B2、F1。二档时动力传递发生在前、后2个行星排，B2、F1联合作用，阻止后太阳轮逆输入轴的旋转方向转动，动力传递路线如下：



(3) 三档。换档杆处于“D”和“3”位置的三档时，参与工作的换档执行元件有C1、C2、B2。三档时前、后排行星齿轮机构互锁与一体旋转，动力传递路线如下：



(4) 四档。换档杆处于“D”位置的四档时，参与工作的换档执行元件有C2、B1、B2。四档时动力传递发生在后行星排，此时前排行星齿轮组处于空转状态，动力传递路线如下：

输入轴 → C2 → 后行星架 → 后行星轮 → 后齿圈 → 中间轴主从动齿轮 → 输出轴

(5) R档。换档杆处于“R”位置时，参与工作的换档执行元件有C3、B3。R档时动力传递发生在后行星排，此时前排行星齿轮组处于空转状态，动力传递路线如下：

输入轴 → C3 → 后太阳轮 → 后行星轮 → 后齿圈 → 中间轴主、从动齿轮 → 输出轴



#### 4. 结合实物或图片, 说明大众**01V**型自动变速器各档动力传动路线。

答:

##### (1) 1档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**A**工作, 驱动大中心齿轮(后排太阳轮); 单向离合器**Ff**锁止, 单向固定前行星架, 则齿圈同向减速输出。

次行星齿轮组: 动力由齿圈输入; 制动器**G**工作, 固定后接中心齿轮(太阳轮), 后接行星架同向减速输出。

在直接1档, 因单向离合器**Ff**锁止是动力传递不可缺少的条件, 故没有发动机制动。

##### (2) 2.1档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**A**工作, 驱动大中心齿轮(后排太阳轮); 单向离合器**Ff**锁止, 同时, 制动器**D**工作, 双向固定前行星架, 则齿圈同向减速输出。

次行星齿轮组: 动力由齿圈输入; 制动器**G**工作, 固定后接中心齿轮(太阳轮), 则后接行星架同向减速输出。

在2.1档, 制动器**D**工作, 将行星架双向固定, 故有发动机制动。

##### (3) 2档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**A**工作, 驱动大中心齿轮(后排太阳轮); 制动器**C**工作, 固定小中心齿轮(前排太阳轮), 则齿圈同向减速输出。

次行星齿轮组: 动力由齿圈输入; 制动器**G**工作, 固定中心齿轮(太阳轮), 则后接行星架同向减速输出。

在直接2档, 因没有单向离合器参与动力传递, 故有发动机制动。

##### (4) 3档动力传递路线

主行星齿轮组: 3档时, 主行星齿轮组的状态与2档相同。

次行星齿轮组: 动力由齿圈输入; 离合器**F**工作, 将齿圈与后接太阳轮连接为一体, 则整个行星齿轮机构为一体旋转, 后接行星架的输出相对于齿圈的输入没有减速。

在直接3档, 因没有单向离合器参与动力传递, 故有发动机制动。

##### (5) 4档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**A**工作, 驱动大中心齿轮(后排太阳轮); 同时, 离合器**E**工作, 驱动前行星架, 因行星齿轮机构中有两个部件被同时驱动, 则整个行星齿轮机构为一体旋转。

次行星齿轮组: 次行星齿轮组的状态与3档时相同。

4档时, 主、次级行星齿轮组的传动比均为**1: 1**, 故为直接档。在直接4档, 因没有单向离合器参与动力传递, 故有发动机制动。

##### (6) 5档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**E**工作, 驱动前行星架; 制动器**C**工作, 固定小中心齿轮(前排太阳轮), 则齿圈同向增速输出。

次行星齿轮组: 次行星齿轮组的状态与3档时相同。

5档时, 主行星齿轮组传动比小于**1**, 次行星齿轮组传动比为**1**, 故总体传动比小于**1**, 为超速档。在直接5档, 因没有单向离合器参与动力传递, 故有发动机制动。

##### (7) 倒档动力传递路线

主行星齿轮组: 离合器**B**工作, 驱动小中心齿轮(前排太阳轮); 制动器**D**工作, 固定前行星架, 则齿圈反向减速输出。

次行星齿轮组: 动力由齿圈输入; 制动器**G**工作, 固定后接中心齿轮(太阳轮), 则后接行星架同向减速输出。

#### 5. 结合实物或图片, 说明本田**MAXA**型自动变速器各档动力传动路线。



答:

(1) P位: 液压油不作用到任何离合器, 所有离合器均分离, 动力不传递给副轴。此时, 依靠制动锁块与驻车档齿轮的互锁作用实现驻车。

(2) N位: 发动机动力由液力变矩器传递给主轴惰轮、副轴惰轮和中间轴惰轮, 但液压油没有作用到任何离合器上, 动力没有传递给副轴。

(3) D4或D3位一档。液力变矩器→主轴→主轴惰齿轮→副轴惰齿轮→中间轴惰齿轮→中间轴→一档离合器→中间轴一档齿轮→副轴一档齿轮→单向离合器→副轴→最终驱动齿轮。

(4) D4或D3位二档或2位。液力变矩器→主轴→主轴惰齿轮→副轴惰齿轮→中间轴惰齿轮→中间轴→二档离合器→中间轴二档齿轮→副轴二档齿轮→最终驱动齿轮。

(5) D4或D3位三档。液力变矩器→主轴→三档离合器→主轴三档齿轮→副轴三档齿轮→副轴→最终驱动齿轮。

(6) D4位四档。液力变矩器→主轴→四档离合器→主轴四档齿轮→副轴四档齿轮→倒档滑套→副轴→最终驱动齿轮。

(7) 1位一档。动力传递路线与D4或D3位一档基本相同, 区别仅在于一档固定离合器接合, 使动力分流, 实现发动机制动。阻力传递路线: 车轮→驱动桥→最终驱动齿轮→副轴→一档固定离合器→副轴一档齿轮→中间轴一档齿轮→一档离合器→中间轴→中间轴惰齿轮→副轴惰齿轮→主轴惰齿轮→主轴→液力变矩器→发动机。

(8) R位。液力变矩器→主轴→四档离合器→主轴倒档齿轮→倒档惰轮→副轴倒档齿轮→副轴→最终驱动齿轮。

## 任务四 液压控制系统检修

1. 自动变速器液压控制系统由哪几部分组成? 各组成部分包括哪些元件?

答:

液压控制系统的基本组成包括动力源、执行机构和控制机构三大部分。

(1) 动力源。液压控制系统的动力源是油泵(或称为液压泵), 它是整个液压控制系统的工作基础。各种阀体的动作、换档执行元件的工作等都需要一定压力的ATF。油泵的基本功用就是提供满足需求的ATF油量和油压。

(2) 执行机构。执行机构主要由离合器、制动器油缸等组成。其功用是在控制油压的作用下实现离合器的接合和分离、制动器的制动和松开动作, 以便得到相应的档位。

(3) 控制机构。控制机构包括阀体和各种阀, 包括主调压阀、手动阀、换档阀等。

液压控制系统还包括一些辅助装置, 如用于防止换档冲击的蓄能器、单向阀等。

2. 简述油泵的功用、结构及工作原理。

答:

(1) 功用

油泵是液压控制系统的动力源, 其功用是产生一定压力和流量的ATF, 供给液力变矩器、液压控制系统和行星齿轮机构。

(2) 结构、原理

内啮合齿轮泵主要由主动齿轮、从动齿轮、月牙板、壳体等组成。主动齿轮为外齿轮, 从动齿轮为内齿轮, 在壳体上有一个月牙板, 把主、从动齿轮不啮合的部分隔开, 并形成两个工作腔, 分别为进油腔和出油腔。进油腔与泵体上的进油口相通, 出油腔与泵体上的出油口相通。主动齿轮内径上有两个对称的凸键, 与液力变矩器后端油泵驱动毂的键槽或平面相配合。因此, 只要发动机转动, 油泵便转动并开始供油。



油泵在工作过程中，主动齿轮带动从动齿轮转动，在齿轮脱离啮合的一端（进油腔），容积不断变大，产生真空吸力，把ATF从油底壳经滤网吸入油泵。在齿轮进入啮合的一端（出油腔），容积不断减小，油压升高，把ATF从出油腔挤压出去。这样，油泵不断地运转，就形成了具有一定压力的油液，供给自动变速器工作。

### 3. 油泵在使用过程中应当注意哪些问题？

答：

1) 发动机不工作，油泵不转，自动变速器无油压，即使在D位和R位，也不能靠推车起动发动机。

2) 长距离拖车时，由于发动机不转，油泵也不转，齿轮系统没有润滑油，磨损会加剧，因此要求车速慢、距离短。如丰田车系要求拖车车速不高于30km/h，距离不超过80km；奔驰车系要求拖车车速不高于50km/h，距离不超过50km。

3) 变速器齿轮机构有故障或严重漏油时，牵引车辆应将传动轴脱开。对于前轮驱动的汽车，应将前轮悬空牵引。

### 4. 不同工况时，自动变速器对油压有何要求？

答：

(1) 节气门开度较小时，自动变速器所传递的转矩较小，执行机构中的离合器、制动器不易打滑，主油路压力可以降低。而当发动机节气门开度较大时，因传递的转矩增大，为防止离合器、制动器打滑，主油路压力要升高。

(2) 汽车低速档行驶时，所传递的转矩较大，主油路压力要高。而在高速档行驶时，自动变速器传递的转矩较小，可降低主油路油压，以减少液压泵的运转阻力。

(3) 倒档的使用时间较少，为减小自动变速器尺寸，倒档执行机构被做得较小，为避免出现打滑，需提高操纵油压。

### 5. 按图说明自动变速器液压控制系统的工作原理。

答：

图1-71a) 为1档，此时电磁阀A断电，电磁阀B通电，1~2档换档阀阀心左移，关闭2档油路；2~3档换档阀阀心右移，关闭3档油路。同时使主油路油压作用在3~4档换档阀阀心右端，使3~4档换档阀阀心停留在右位。

图1-71b) 为2档，此时电磁阀A和电磁阀B同时通电，1~2换档阀右端油压下降，阀心右移，打开2档油路。

图1-71c) 为3档，此时电磁阀A通电，电磁阀B断电，2~3档电磁阀右端油压上升，阀心左移，打开3档油路。同时使主油路油压作用在1~2档换档阀左端，并让3~4档换档阀阀心左端控制油压泄空。

图1-71d) 为4档，此时电磁阀A和电磁阀B均不通电，3~4档换档阀阀心右端控制压力上升，阀心左移，关闭直接档离合器油路，接通超速制动器油路，由于1~2档换档阀阀心左端作用着主油路油压，虽然右端有压力油作用，但阀心仍然保持在右端不能左移。

## 任务五 电子控制系统检修

### 1. 自动变速器电子控制系统由哪几部分组成？各组成部分分别包括哪些元件？

答：

自动变速器的电子控制系统包括传感器及开关、电子控制单元(ECU)和执行器三部分。



传感器及开关部分主要包括节气门位置传感器、车速传感器、发动机转速传感器、输入轴转速传感器、冷却水温传感器、ATF油温传感器、空档起动开关、强制降档开关、制动灯开关、模式选择开关、OD开关等。

执行器部分主要包括各种电磁阀和故障指示灯等。

ECU主要完成换档控制、锁止离合器控制、油压控制、故障自诊断和失效保护等功能。

## 2. 节气门位置传感器有何功用？简述其结构及工作原理。

答：

### (1) 功用

节气门位置传感器安装在节气门体上，用于检测节气门开度的大小，并将数据传送给电脑，电脑根据此信号判断发动机负荷，从而控制自动变速器的换档、调节主油压和对锁止离合器控制。节气门位置信号相当于液控自动变速器中的节气门油压。

### (2) 结构、原理

一般是采用线性输出型节气门位置传感器，也称可变电阻式传感器，实际上是一个滑动变阻器，E是搭铁端子，IDL是怠速端子， $V_{TA}$ 是节气门开度信号端子， $V_C$ 是ECU供电端子，电脑提供恒定5V电压。当节气门开度增加，节气门开度信号触点逆时针转动， $V_{TA}$ 端子输出电压也线性增大。 $V_{TA}$ 端子输出电压与节气门开度成正比。当怠速时，怠速开关闭合，IDL端子电压为0V。

## 3. 简述电磁式车速传感器的结构及工作原理。

答：

结构：主要由永久磁铁、电磁感应线圈、转子等组成。转子一般安装在变速器输出轴上，永久磁铁和电磁感应线圈安装在变速器壳体上。

原理：当输出轴转动，转子也转动，转子与传感器之间的空气间隙发生周期性变化，使电磁感应线圈中磁通量也发生变化，从而产生交流感应电压，并输送给电脑。交流感应电压随着车速（输出轴转速）具有两个响应特性，一是随着车速的增加，交流感应电压增高；二是随着车速的增加，交流感应电压脉冲频率也增加。电脑是根据交流感应电压脉冲频率大小计算车速，并以此控制自动变速器的换档。

## 4. 自动变速器中常用的电磁阀有哪些类型？各有什么特点？

答：

开关式电磁阀的功用是开启或关闭液压油路，通常用于控制换档阀和部分车型锁止离合器的工作。

开关式电磁阀由电磁线圈、衔铁、阀芯等组成。当电磁阀通电时，在电磁吸力作用下衔铁和阀芯下移，关闭泄油口，主油压供给到控制油路。当电磁阀断电时，在回位弹簧的作用下衔铁和阀芯上移，打开泄油口，主油压被泄掉，控制油路压力很小。

占空比式电磁阀与开关式电磁阀类似，也是由电磁线圈、滑阀、弹簧等组成。它通常用于控制油路的油压，有的车型的锁止离合器也采用此种电磁阀控制。与开关式电磁阀不同的是，控制占空比式电磁阀的电信号不是恒定不变的电压信号，而是一个固定频率的脉冲电信号。在脉冲电信号的作用下，电磁阀不断开启、关闭泄油口。

占空比式电磁阀有两种工作方式，一是占空比越大，经电磁阀泄油越多，油压就越低；另一种是占空比越大，油压越高。

## 5. 自动变速器电子控制系统的控制功能有哪些？



答:

电子控制单元英文缩写为ECU, 俗称电脑。自动变速器ECU具有换档控制、锁止离合器控制、换档平顺性控制、故障自诊断、失效保护等功能。

#### (1) 换档控制

自动变速器换档时刻的控制是ECU最重要的控制内容之一。汽车在某个特定工况下都有一个与之对应的最佳换档时刻, 使汽车发挥出最好的动力性和经济性。汽车行驶过程中, 自动变速器ECU根据模式选择开关信号、节气门开度信号、车速信号等参数来打开或关闭换档电磁阀, 从而打开或关闭通往离合器、制动器的油路, 使变速器升档或降档。

#### (2) 锁止离合器控制

自动变速器ECU将各种行驶模式下锁止离合器的工作方式编程存入存储器, 然后根据各种输入信号, 控制锁止离合器电磁阀的通、断电, 从而控制锁止离合器的工作。

#### (3) 换档平顺性控制

自动变速器改善换档平顺性的方法有换档油压控制、减少转矩控制和N-D换档控制。

#### (4) 故障自诊断

电控自动变速器ECU具有内置的自我诊断系统, 它不断监控各传感器、信号开关、电磁阀及其线路, 当有故障时, ECU使故障指示灯闪烁, 以提醒驾驶员或维修人员; 并将故障内容以故障码的形式存储在存储器中, 以便维修人员采用人工或仪器的方式读取故障码。

当故障排除后, 故障指示灯将停止闪烁, 不过故障码仍然会保留在ECU存储器中。

#### (5) 失效保护

当自动变速器出现故障时, 为了尽可能使自动变速器保持最基本的工作能力, 以维持汽车行驶, 便于汽车进厂维修, 电控自动变速器ECU都具有失效保护功能。

### 6. 锁止离合器工作的条件有哪些? 如何强制取消其工作?

答:

#### (1) 锁止离合器工作的条件

如果满足以下5个条件, 自动变速器ECU会接通锁止离合器电磁阀, 使锁止离合器处于接合状态。

- 1) 选档杆置于D位, 且档位 $D_2$ 、 $D_3$ 或 $D_4$ 档;
- 2) 车速高于规定值;
- 3) 节气门开启(节气门位置传感器IDL触点未闭合);
- 4) 冷却液温度高于规定值;
- 5) 未踩下制动踏板(制动灯开关未接通)。

#### (2) 锁止的强制取消

如果符合下面以下条件中的任何一项, ECU就会给锁止离合器电磁阀断电, 使锁止离合器分离。

- 1) 踩下制动踏板(制动灯开关接通);
- 2) 发动机怠速(节气门位置传感器IDL触点闭合);
- 3) 冷却液温度低于规定值(如 $60^{\circ}\text{C}$ );
- 4) 当巡航系统工作时, 如果车速降至设定车速以下至少 $10\text{km/h}$ 。

## 任务六 自动变速器性能检查

### 1. 简述自动变速器故障诊断流程。

答:



常见的电控自动变速器一般采用的故障诊断与排除程序为：

- (1) 初步检查；
- (2) 读取故障码；
- (3) 手动换档试验；
- (4) 失速试验；
- (5) 油压试验；
- (6) 换档迟滞试验；
- (7) 道路试验；
- (8) 电控系统检查；
- (9) 车上和车下修理。

2. 自动变速器ATF液面高度如何检查？如何判断油质的好坏？

答：

ATF油液面高度检查的具体方法、步骤是：

- 1) 行驶车辆，使发动机冷却液温度和自动变速器ATF温度达到正常工作温度；
- 2) 将车辆停在水平地面，并可靠驻车；
- 3) 发动机怠速运转，将选档杆由P位换至L位，再退回P位；
- 4) 拉出变速器油尺，并将其擦拭干净；
- 5) 将油尺全部插回套管；
- 6) 再将油尺拉出，检查油面是否在HOT范围；如果不在，应加油。

一般车辆经过1万公里的行驶里程就要检查ATF液面高度。

(2) ATF油质的检查

从油质中可以了解自动变速器具体的损坏情况。油质的好坏主要从以下几个方面去判断：

- 1) ATF的颜色：正常颜色为鲜亮、透明的红色，如果发黑则说明已经变质或有杂质，如果呈粉红色或白色则说明油冷却器进水。
- 2) ATF的气味：正常的ATF没有气味，如果有焦糊味，说明ATF过热，有摩擦材料烧蚀。
- 3) ATF的杂质：如果ATF中有金属切屑，说明有元件严重磨损或损伤；如果ATF中有胶质状油，说明ATF因油温过高或使用时间过长而变质。

检查ATF油质时，从油尺上闻一闻油液的气味，在手指上点少许油液，用手指互相摩擦看是否有颗粒，或将油尺上的油液滴在干净的白纸上，检查油液的颜色及气味。

3. 自动变速器道路试验包括哪些内容？简述其操作方法？

答：

道路试验是诊断、分析自动变速器故障最有效的手段之一。此外，自动变速器在修复之后，也应进行道路试验，以检查其工作性能，检验修理质量。自动变速器的道路试验内容主要有：检查换档车速、换档质量以及检查换档执行元件有无打滑等。在道路试验之前，应先让汽车以中低速行驶5~10min，让发动机和自动变速器都达到正常工作温度。在试验中，通常应将OD开关置于ON的位置（即OD OFF熄灭），并将模式选择开关置于常规模式或经济模式。道路试验的方法如下：

(1) D位置的测试。换至D位置并完全踩下加速踏板，然后检查以下几点：

- 1) 检查加档操作。检查并确认一档→二档、二档→三档、三档→四档可加档，且换档点与自动换档规范一致。
- 2) 检查是否出现换档冲击和打滑。检查一档→二档、二档→三档和三档→四档加档时的是否出现冲击和打滑现象。



3) 检查是否出现异常噪声和振动。行驶时换挡杆置于 D 位置并进行一档→二档、二档→三档和三档→四档加档, 以及在锁止状态期间行驶时, 检查是否存在异常噪声和振动。

4) 检查强制降档操作。行驶时换挡杆置于 D 位置, 检查从二档至一档、三档至二档和四档至三档强制降档时的车速。确认各速度都处于自动换挡规范指示的适用车速范围内。

5) 检查强制降档时的异常冲击和打滑。

6) 检查锁止机构。

①换挡杆在 D 位置(四档)时, 以稳定的速度行驶(锁止打开)。

②轻踩加速踏板, 检查并确认发动机转速不急剧变化。注意: 如果发动机转速出现较大跳跃, 则不能锁止。

(2) 3 位置测试。换至 3 位置并完全踩下加速踏板, 然后检查以下几点。

1) 检查加档操作。检查并确认一档→二档和二档→三档可加档, 且换挡点与自动换挡规范一致。注意: 在 3 位置时不能加档至四档。

2) 检查发动机制动。在 3 位置 3 档下行驶时, 松开加速踏板, 并检查发动机制动效果。

3) 在加速和减速期间, 检查是否存在异常噪声, 并在加档和减档时检查是否存在冲击。

(3) 2 位置测试。换至 2 位置并完全踩下加速踏板, 然后检查以下几点:

1) 检查加档操作。检查并确认一档→二档可加档, 且换挡点要与自动换挡规范一致。

2) 检查发动机制动。在 2 位置 2 档下行驶时, 松开加速踏板, 并检查发动机制动效果。

3) 在加速和减速期间, 检查是否存在异常噪声, 并在加档和减档时检查是否存在冲击。

(4) L 位置测试。换至 L 位置并完全踩下加速踏板, 然后检查以下几点:

1) 检查是否不能加档。在 L 位置下行驶时, 检查是否不能加档至二档。

注意: 在 L 位置时不能加档至二档并锁止。

2) 检查发动机制动。在 L 位置下行驶时, 松开加速踏板, 并检查发动机制动效果。

3) 在加速和减速期间, 检查是否出现异常噪声。

(5) R 位置测试。换至 R 位置, 轻踩加速踏板, 并检查车辆向后移动时是否出现任何异常噪声或振动。

(6) P 位置测试。将车辆停在斜坡(大于 5°)上, 换至 P 位置后松开驻车制动器。然后检查并确认驻车锁爪能使车辆保持在原地。

(7) 上坡/下坡控制功能测试。

1) 检查车辆在上坡时, 是否不能加档至四档。

2) 检查车辆在下坡时, 踩下制动器后, 是否从四档自动减档至三档。

4. 如何进行失速试验? 根据试验结果分析失速转速不正常的原因。

答:

方法、步骤

1) 塞住前后车轮。

2) 在发动机上安装转速表(如果仪表盘上有转速表可省略此步)。

3) 拉紧驻车制动手柄或踩下驻车制动踏板。

4) 左脚踩下制动踏板。

5) 起动发动机。

6) 将选档杆置于 D 位。用右脚把加速踏板踩到底, 同时迅速读发动机转速, 此转速即为失速转速。

注意: 如果在发动机转速未达到规定失速转速之前, 驱动轮开始转动, 应放松加速踏板停止试验。

试验结果分析



常见车型自动变速器的失速转速一般为2200rpm左右，丰田U341E自动变速器的标准失速转速为2400±300rpm。

故障	可能的故障原因
D位置时发动机失速转速低	1. 发动机动力输出可能不足 2. 液力变矩器导轮单向离合器工作异常 注意：如果测量值比规定值低600r/min或更多，则变矩器可能有故障
D位置时发动机失速转速高	1. 管路压力过低 2. 前进档离合器打滑 3. 2号单向离合器工作异常 4. 液位不正确

5. 简述自动变速器油压试验的方法，根据试验结果分析油压不正常的原因。

答：

方法、步骤：

- 1) 运转发动机，让发动机和变速器温度正常。
- 2) 拔去变速器壳体上的检查接头塞，连接压力表。
- 3) 拉紧驻车制动手柄，塞住四个车轮。
- 4) 起动发动机，检查怠速转速。
- 5) 左脚踩下制动踏板，将选档杆换入D位。
- 6) 发动机怠速下测量主油压。
- 7) 将加速踏板踩到底。在发动机达到失速转速时迅速读下油路最高压力。

注意：如果在发动机转速未达到失速转速之前，驱动轮开始转动，则松开加速踏板停止试验。

- 8) 在R位重复试验。

试验结果分析：

不同车型自动变速器的主油路油压不完全相同。若主油路油压不正常，说明油泵或控制系统有故障。

故障	可能的故障原因
如果在所有位置测量值都偏高	1. 换档电磁阀故障 2. 调压器阀故障
如果在所有位置测量值都偏低	1. 换档电磁阀故障 2. 调压器阀故障 3. 油泵故障
如果仅在D位置压力偏低	1. D位置油路漏油 2. 前进档离合器故障
如果仅在R位置压力偏低	1. R位置油路漏油 2. 倒档离合器故障 3. 一档和倒档制动器故障

## 任务七 CVT和DSG

1. 简述奥迪01J CVT的动力传动路线。

答：

- 1) P/N档的动力传动路线。换档杆处于P或N位时，前进档离合器和倒档制动器都不工



作。发动机的转矩通过输入轴相连接的太阳轮传到行星齿轮机构并驱动行星齿轮1，行星齿轮1再驱动行星齿轮2，行星齿轮2与齿圈相啮合。车辆尚未行驶时，做为辅助减速齿轮输入部分的行星架（行星齿轮机构的输出部分）的阻力很大，处于静止状态，齿圈以发动机转速一半的速度怠速运转，旋转方向与发动机相同。

2) 前进档的动力传动路线。换档杆处于D位时，前进档离合器工作。由于前进档离合器钢片与太阳轮连接，摩擦片与行星架相连接，此时，太阳轮（变速器输入轴）与行星架（输出部分）连接，行星齿轮机构被锁死成为一体，并与发动机运转方向相同，传动比为1:1。

3) 倒档的动力传动路线。换档杆处于R位时，倒档制动器工作。由于倒档制动器摩擦片与齿圈相连接，钢片与变速器壳体相连接此时，齿圈被固定，太阳轮（输入轴）主动，转矩传递到行星架，由于是双行星齿轮（其中一个为惰轮），所以行星架就会以与发动机旋转方向相反的方向运转，车辆向后行驶。

## 2. 简述02E双离合器自动变速器的结构及工作原理。

答：

双离合器自动变速器主要由机械传动机构、电控系统、液压控制机构等几部分组成。

机械传动机构主要由双质量飞轮、两个多片离合器、输入轴及齿轮、输出轴及齿轮等组成。

电控系统主要由输入装置（传感器和开关信号）、电子控制单元和执行机构组成。

液压控制系统主要由变速器油、供油装置、冷却装置、过滤装置、电液控制装置和油路组成。

各档动力传递路线

1) 一档动力的传递路线。发动机动力经离合器K1→输入轴1→输入轴1上的一、倒档齿轮→输出轴1上的一档齿轮→一、三档同步器→输出轴1→输出轴1上的输出齿轮→差速器。

2) 二档动力的传递路线。发动机动力经离合器K2→输入轴2→输入轴2上的二档齿轮→输出轴1上的二档齿轮→二、四档同步器→输出轴1→输出轴1上的输出齿轮→差速器。

3) 三档动力的传递路线。发动机动力经离合器K1→输入轴1→输入轴1上的三档齿轮→输出轴1上的三档齿轮→一、三档同步器→输出轴1→输出轴1上的输出齿轮→差速器。

4) 四档动力的传递路线。发动机动力经离合器K2→输入轴2→输入轴2上的四、六档齿轮→输出轴1上的四档齿轮→二、四档同步器→输出轴1→输出轴1上的输出齿轮→差速器。

5) 五档动力的传递路线。发动机动力经离合器K1→输入轴1→输入轴1上的五档齿轮→输出轴2上的五档齿轮→五档同步器→输出轴2→输出轴2上的输出齿轮→差速器。

6) 六档动力的传递路线。发动机动力经离合器K2→输入轴2→输入轴2上的四、六档齿轮→输出轴2上的六档齿轮→六、R档同步器→输出轴2→输出轴2上的输出齿轮→差速器。

7) 倒档动力的传递路线。发动机动力经离合器K1→输入轴1→输入轴1上的一、倒档齿轮→倒档轴上的倒档齿轮1→倒档轴→倒档轴上的倒档齿轮2→输出轴2上的倒档齿轮→六、R档同步器→输出轴2→输出轴上的输出齿轮→差速器。

8) P档。换档杆移动到P位置时，驻车锁结合，制动爪卡入驻车锁止齿轮的轮齿内。

## 项目二 汽车防滑控制系统检修

### 任务一 ABS检修

1. 什么是滑移率？试分析路面附着系数与滑移率的关系。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/948051031140006033>