

高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目一 电控液力自动变速器 检修



任务1

汽车行驶抖动且加速无力故障的检修

任务2

变速器换档迟滞故障的检修

任务3

变速器内部漏油故障的检修

任务4

变速器档换档冲击过大故障的检修

任务5

变速箱无法换档并进入应急模式故障的排除



任务1 汽车行驶抖动且加速无力故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆宝马750i轿车，装配了采埃孚（ZF）生产的6HP26型6速电控液力自动变速器，其液力变矩器型号为000 193。该车以60 km/h ~80 km/h之间的速度行驶时，会出现车辆抖动现象，同时伴有加速动力不足现象。



任务分析

接车后经仔细询问发现，该车曾经涉水行驶。结合车辆加速无力的症状，初步怀疑该车液力变矩器可能进水，导致锁止离合器摩擦片上的摩擦材料由于泡水腐蚀而脱落，造成锁止时摩擦片接触不可靠而出现抖动、打滑现象。因此，需要对液力变矩器做进一步检查。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够描述自动变速器的结构特点和使用注意事项 2) 能够对液力变矩器进行检查和维护	1) 理解自动变速器的组成、类型和工作原理 2) 理解液力变矩器结构、工作原理和工作过程	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作与沟通精神

建议学时

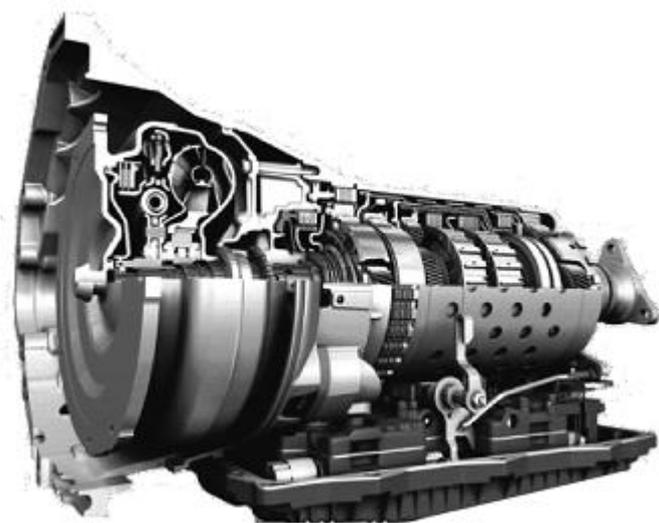
6学时



1 自动变速器的类型



电控液力-机械式自动变速器已经由早期的全液压控制转变为现在的电子—液压控制方式，简称EAT或EC-AT。



采埃孚公司生产的8速自动变速器

AMT是在机械变速器的原有基础上改造而来，在不改变原车变速箱主体结构的基础上，通过加装微电脑控制的电动装置，取代原来由人工操作完成的离合器的分离、接合及变速器的选档、换档动作（取消了离合器踏板），实现换档全过程的自动化。



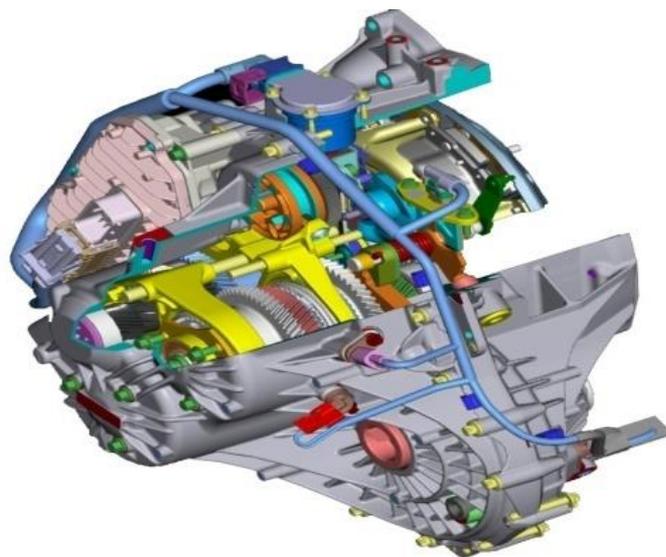
AMT变速器

无级变速器（CVT），它采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合来传递动力并实现传动比的连续可变，从而得到传动系与发动机工况的最佳匹配，因此提高了整车的燃油经济性和动力性。



CVT变速器

双离合器变速器(DCT) 对手动变速器有非常好的兼容性，并且没有了液力变矩器，所以发动机的动力可以完全发挥出来；同时两组离合器交替工作，使得换挡时间极短，发动机的动力中断也就非常有限。由于换挡更直接，动力损失更小。



福特汽车公司的DCT变速器

2 电控液力自动变速器概述



(1)优点：

- ①更好的驾驶舒适性能。
- ②良好的行驶性能。
- ③提高了汽车的行驶平顺性和乘坐舒适性。
- ④提高了发动机的工作稳定性，可避免因外界负荷突增而造成发动机工作不稳或熄火的现象，降低了污染物排放。
- ⑤较好的行车安全性。
- ⑥延长传动系统零件使用寿命。

(2)缺点：

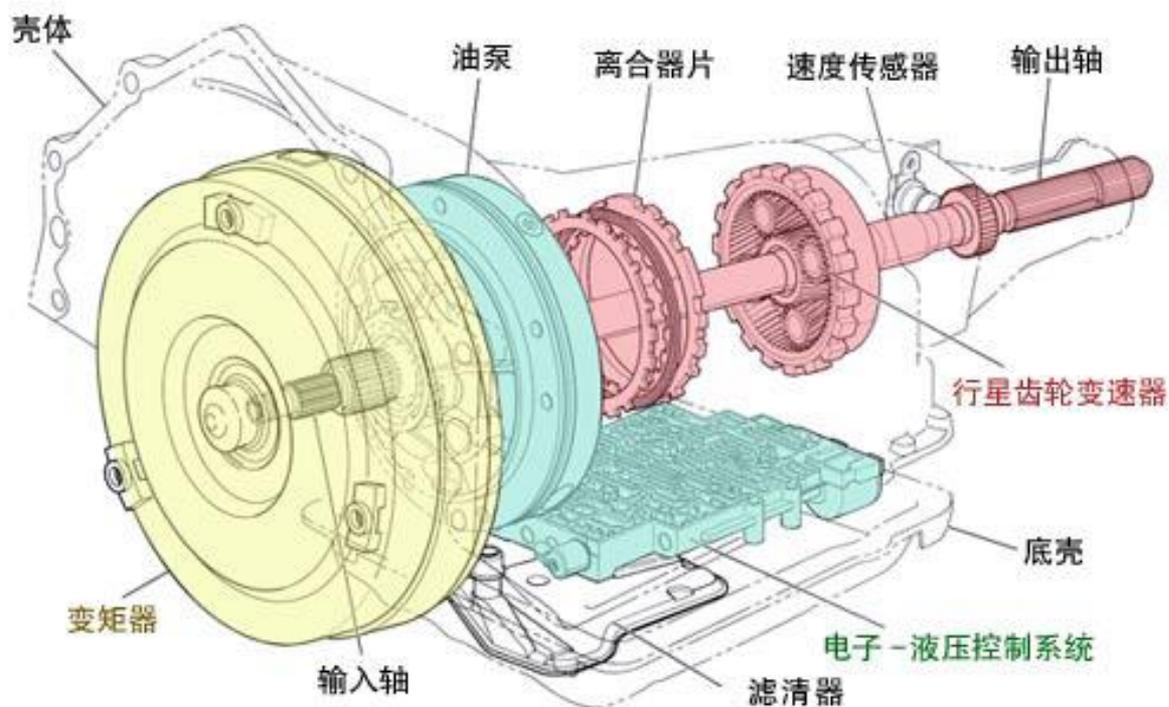
- ①结构复杂。
- ②传动效率低。
- ③使用及维修成本较高。



- (1)按照装配车辆的驱动方式来分：可以分为后轮驱动用、前轮驱动用和四轮驱动用三类。
- (2)按照前进档的数量来分，可以分为4速、5速、6速、7速、8速等。
- (3)按照齿轮变速机构的类型来分，可以分为行星齿轮变速机构（动轴式）和平行轴式齿轮变速机构（定轴式）两大类，其中行星齿轮机构又分为辛普森式和拉维娜式两大基本类型。
- (4)按换档操纵控制方式来分，可以分为全自动式和手自一体式两类。



电控液力自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速传动系统、液压控制系统、电子控制系统等组成。



电控液力自动变速器的结构

(1)液力变矩器的作用是**通过液力来传递力矩**，可以在一定范围内实现无级变速变矩。

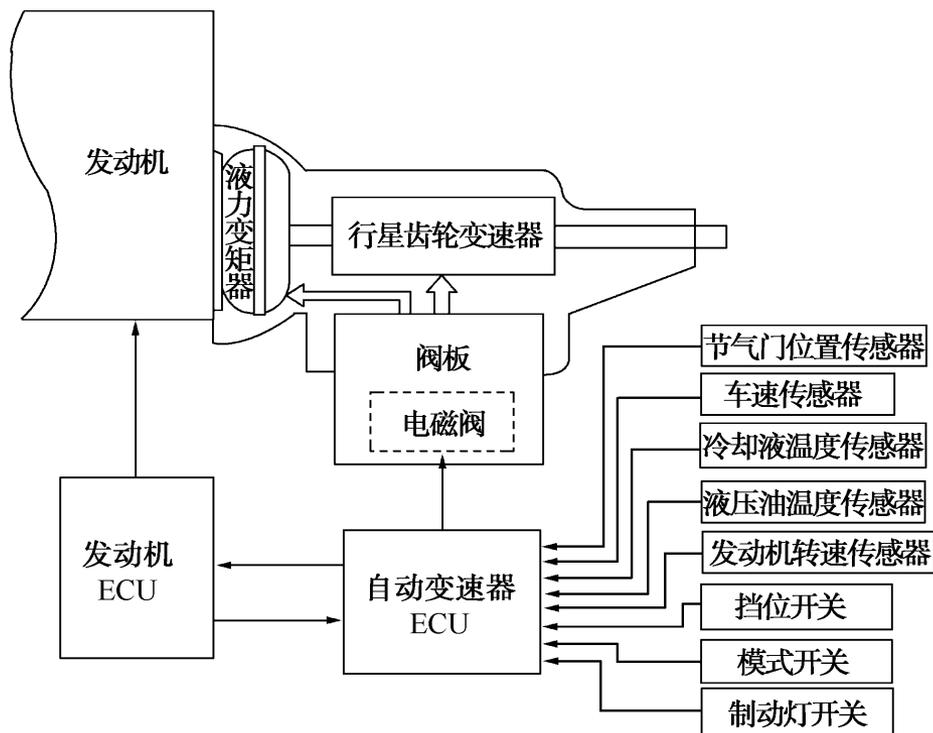
(2)齿轮变速传动系统。包括以下两部分：①**齿轮变速机构**：用来形成不同的传动比；②**换档执行机构**：其功用是**接受液压系统的驱动**，约束齿轮机构中**一些元件的运动**。

(3)液压控制系统。主要作用是**建立适当的油压**，并实现液力传动、控制换档执行元件的动作以及实现**润滑、冷却、密封等**。

(4)电子控制系统。该系统的作用是**监测汽车的运行状态并确定换挡时刻**，通过**电磁阀的动作实现自动换挡过程**。



自动变速器的控制原理:节气门位置传感器、车速传感器、水温传感器、液压温度传感器、发动机转速传感器、档位开关、制动灯开关等将汽车与发动机的运行状态以电信号的形式输送给ECU, ECU对信号进行处理, 并根据内部存储的换挡规律确定出应该执行的档位, 然后转换成电信号驱动需要的电磁阀工作。电磁阀的动作会对油液的流动回路、油压进行控制, 从而控制液力变矩器, 各离合器和制动器的结合与分离, 实现变速器确定的档位以及档位的自动切换。



自动变速器的控制原理

(1) 档位介绍

换挡操纵手柄通常有5~8个位置:

- ① 停车档 (P 位) 。
- ② 倒档 (R 位) 。
- ③ 空档 (N 位) 。
- ④ 前进档 (D 位) 。
- ⑤ 前进低档 (S、L 档) 。



丰田汽车自动变速器操纵手柄

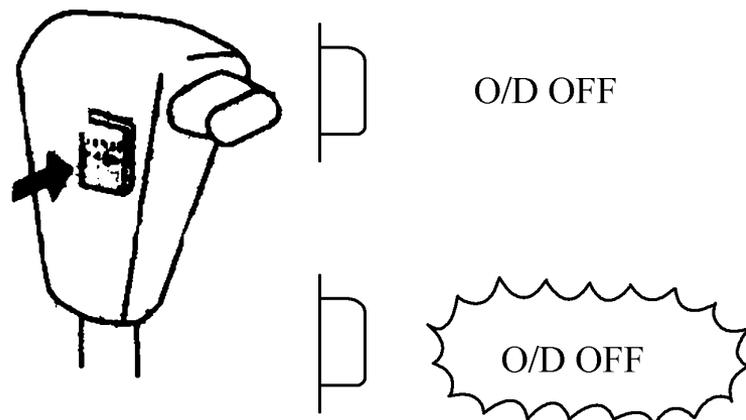
手自一体式变速器：前进低档已经取消，操纵手柄的位置为P、R、N、D、M，其中M位是手动模式（Manual），奥迪称其为Tiptronic（电动电子开关）；同时面板上会有“+”、“-”标记，表示操纵手柄在M位置时，驾驶员通过将操纵杆往前推（+）或往后拉（-）可以实现对自动变速器的升档或降档的手动控制。

丰田汽车自动变速器操纵手柄



(2) 控制开关的使用

① 超速档开关 (O/D开关) : **用来控制自动变速器能否实现超速档。** 当这个开关打开后, 超速档控制电路接通, 此时若操纵手柄位于D位, 则自动变速器随着车速的提高最高可升入4档 (即超速档)。当该开关被断开, 仪表盘 “O/D OFF” 显示灯亮起时, 自动变速器操纵手柄位于D位, 即使车速再高变速器也只能升到3档。



超速档主开关

②模式开关:驾驶员根据驾驶需要自主选择自动变速器的控制模式与换档规律,以满足驾驶员的多样驾驶风格要求。

常见的自动变速器的模式开关主要有以下几种:

a.经济模式(Economy)。在经济模式中,是以获得最小的燃油消耗为目的进行换档控制,因此换档车速相对较低,动力性能稍差。

b.动力模式(Power)。也称为运动模式(Sport),这种控制模式是以汽车获得最大的动力性为目的来设计换档规律的,提高了汽车的动力性能及爬坡能力。

c.标准模式(Normal)。标准模式的换档规律介于经济模式和动力模式之间。它兼顾了动力性和经济性,使汽车既保证一定的动力性,又有较佳的燃油经济性。**电脑在未收到动力开关信号时自动默认为标准模式。**

d.雪地模式(*)。在附着系数较低的路面上行驶时可选择雪地模式驾驶车辆,此时自动变速器将会通过使用二档起步来降低车辆的输出扭力,防止车轮打滑。



(1) 起动

正常起动时，应踩住制动踏板，在操纵手柄置于P位或N位时将点火开关转至起动位置或长按“Start-stop”按钮以起动发动机；当操纵手柄位于其他位置时，起动机是不会工作的。

(2) 起步

① 发动机起动后，可以先停留几秒，待变速器内油压建立起来后才能挂档起步。

② 起步时先挂入D位或R位，然后放松驻车制动，轻抬制动踏板，怠速即可起步，缓慢踩下油门踏板可加速起步。

③ 必须先挂档后踩油门踏板。不允许边踩油门踏板边挂档、先踩油门踏板后挂档、挂档后还未松开驻车制动就加大油门等错误操作。



(3) 一般道路行驶

- ① 向前行驶时，应将操纵手柄置于D位，并打开超速档开关（如有）。
- ② 为了节省燃油，可将模式开关设置在经济模式或标准模式位置上。加速时，应平稳缓慢地加大油门。为了降低燃油消耗也可以采用“提前升档”的操作方法
- ③ 为了提高汽车的动力性，可将模式开关设置在动力模式位置上。在急加速时，可以采用“强制低档”的操作方法。
- ④ 倒车时，应该等车辆完全停稳后才能将操纵手柄移至R位。

(4) 坡道行驶

- ① 爬坡时应该将操纵手柄放置在S或L位置，或关闭超速档，使汽车以低速档爬坡，这样汽车不仅动力充足，而且会更加轻快。
- ② 汽车下长坡时，可以利用低速前进档位实现发动机制动。操作时要注意不能在车速较高时将操纵手柄从D位强制拨至S位或L位，这样会使自动变速器中的摩擦片因急剧摩擦而损坏。



(5) 冰雪或泥泞路面行驶

将操纵手柄置于S位或L位以限制自动变速器升入高速档位，同时开启雪地模式，确保汽车顺利通过冰雪路面或泥泞路面。

(6) 临时停车

临时停车时，若停车时间较短，可将操纵手柄保持在D位，只要通过踩制动踏板保持车辆停车等待即可，一旦放松制动踏板，汽车就可以重新起步。如果等待时间较长，可以将操纵手柄置于N位，同时踩住制动踏板或拉紧驻车制动。

(7) 驻车

汽车需要停放时，应踩住制动踏板使车辆完全停止后，再将操纵手柄移至P位，并拉紧驻车制动，最后关闭点火开关并拔出钥匙。



(8)自动变速器使用注意事项

- ①在驾驶时，如无特殊需要，不要将操纵手柄在D位、S位、L位之间来回拨动。禁止在行驶中将操纵手柄拨入N位或在下坡时用空档滑行。
- ②汽车起步时，不应猛烈地一脚油门踏板到底；当自动变速器自动升档或降档的瞬间，不应再猛烈地加踩油门踏板。
- ③当汽车还没有完全停稳时，不允许从前进档换至倒档，也不允许从倒档换到前进档。
- ④一定要在汽车完全停稳后才能将操纵手柄拨入停车档位；否则会损坏停车锁止机构。
- ⑤要严格按照标准设置发动机怠速，怠速过高或过低都会影响自动变速器的使用效果。
- ⑥在移出P位或换至R位时必须按下锁止按钮以解除换档操纵手柄的锁止。
- ⑦牵引注意事项。如果自动变速器车辆出现故障需要牵引时，应该注意将驱动桥举升起来牵引，同时牵引速度小于50km/h，牵引距离小于50km。

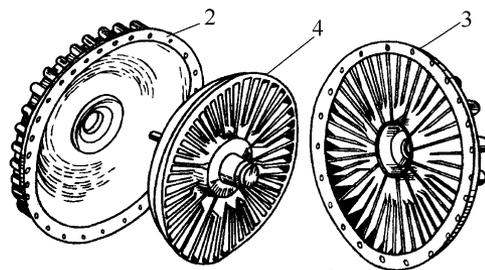


3. 液力变矩器

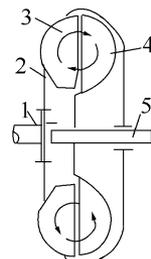


液力耦合器由**泵轮、涡轮及壳体三个元件组成**。泵轮与壳体焊接在一起，与发动机飞轮连接，为耦合器的主动部分；涡轮与输出轴连接，为液力耦合器的从动部分。其动力传递路线为：发动机曲轴→泵轮→油液→涡轮→输出轴。

液力耦合器表现为**等矩传动的“液力联轴器”**，即不能起到变矩变速的作用，而且在汽车低速行驶时传动效率很低。



(a) 实物



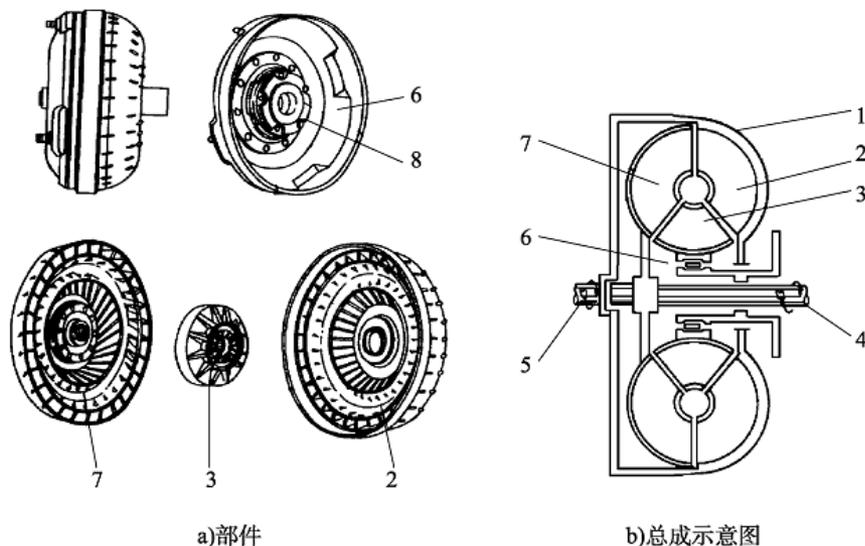
(b) 示意图

液力耦合器的结构

- 1—发动机曲轴；2—耦合器外壳；
3—泵轮；4—涡轮；5—输出轴

(1) 基本结构和原理

液力变矩器有三个工作轮，分别是泵轮、涡轮和导轮。其中泵轮和涡轮的构造与液力耦合器基本相同；导轮位于泵轮和涡轮之间，并通过导轮中心的单向离合器支撑在变速器壳体上。导轮与单向离合器外环相连，而单向离合器的内环通过轴固定在变速器壳体上。



液力变矩器的结构

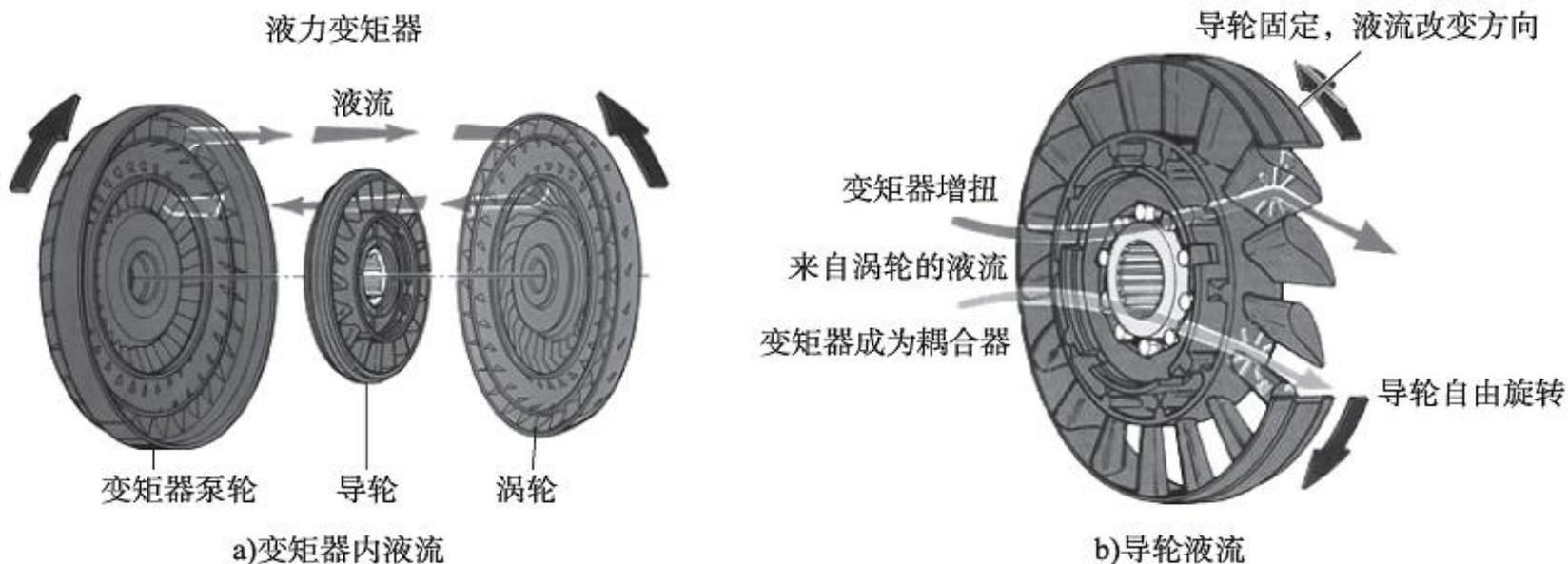
变矩器壳；2—泵轮；3—导轮；
4—输出轴；5—输入轴；6—单向离合器；7—涡轮；8—扭转减振器

① 车辆静止。在车辆停车时，涡轮与泵轮的传动比为零，转矩比则达到最大值。

② 车辆起步阶段。当释放制动器后，在涡轮上的载荷减小。随着踩下加速踏板，液力变矩器在小传动比阶段的增矩作用迅速发挥出来，车辆开始起步。



③ 车辆低速行驶阶段。当车辆低速行驶时，涡轮的转速小于泵轮的转速，工作液在从涡轮回流至泵轮的过程中冲击到导轮叶片的前面，这时导轮固定不动，工作液反射回流到泵轮叶片的后面，从而增大泵轮的转矩，提高了对涡轮的输出转矩。由力矩方程式可知 $M_{\text{蜗}} > M_{\text{泵}}$ 。故变矩器表现为**增矩状态**。



液力变矩器的液流方向

④ 车辆从中速至高速行驶阶段。随着车速的提高，涡轮的转速也逐渐上升，工作液在从涡轮回流至泵轮的过程中改变方向，冲击导轮叶片的后面，有 $M_{蜗} = M_{泵}$ ，变矩器达到耦合点进入耦合区。

⑤ 发动机制动阶段。驾驶员在车辆行驶过程中放松加速踏板，泵轮由于与发动机连接，因此和发动机一起以怠速运转，而涡轮与输出轴连接，其转速与车速有关。在车速较高时，涡轮的转速将会高于泵轮转速，因而反向带动发动机转速增加（辅助制动档），产生发动机制动力。



(2)液力变矩器的工作特性

①特性参数

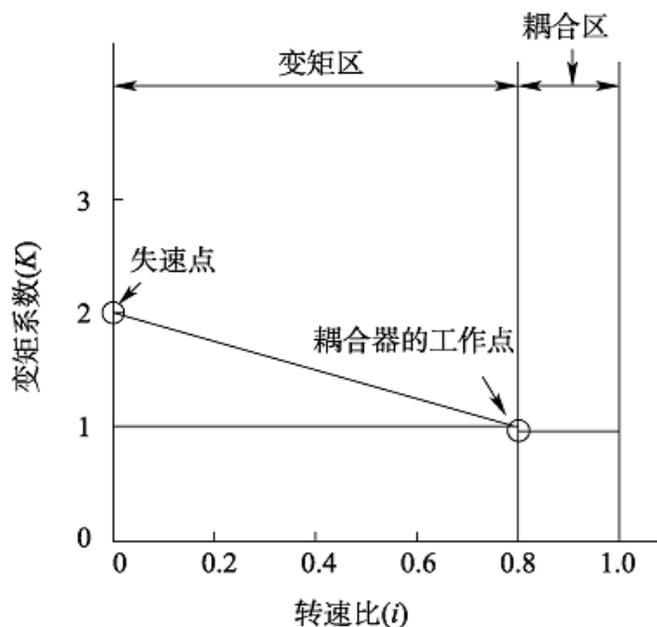
转速比 i 定义为涡轮转速与泵轮转速之比，用来描述液力变矩器的工况；

变矩系数 K 定义为涡轮转矩和泵轮转矩之比，用来描述液力变矩器改变输入转矩的能力。 $K > 1$ 时，称为变矩工况； $K = 1$ 时，称为耦合工况；当涡轮转速为零时，称为起动机况或制动工况，此时变矩系数最大；

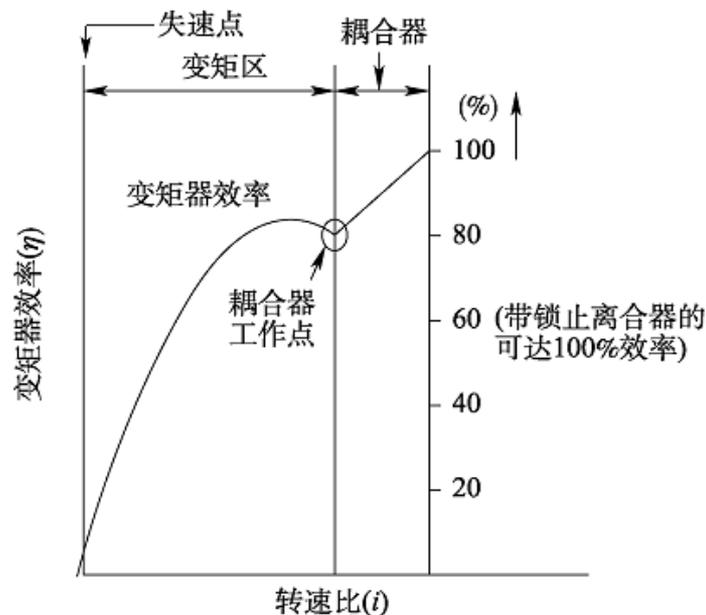
效率 η 指的是涡轮轴输出功率与泵轮轴输入功率之比。



②特性曲线。外特性是指泵轮转速（转矩）不变时，液力元件特性参数与涡轮转速的关系。液力变矩器的这种外特性，能够自动地适应汽车行驶情况的需要。所以，液力变矩器是一种**在一定范围内能够随汽车行驶情况而自动改变转矩的无级变速器**。



a)液力变矩器变矩系数变化规律



b)液力变矩器效率变化曲线

外特性及外特性曲线

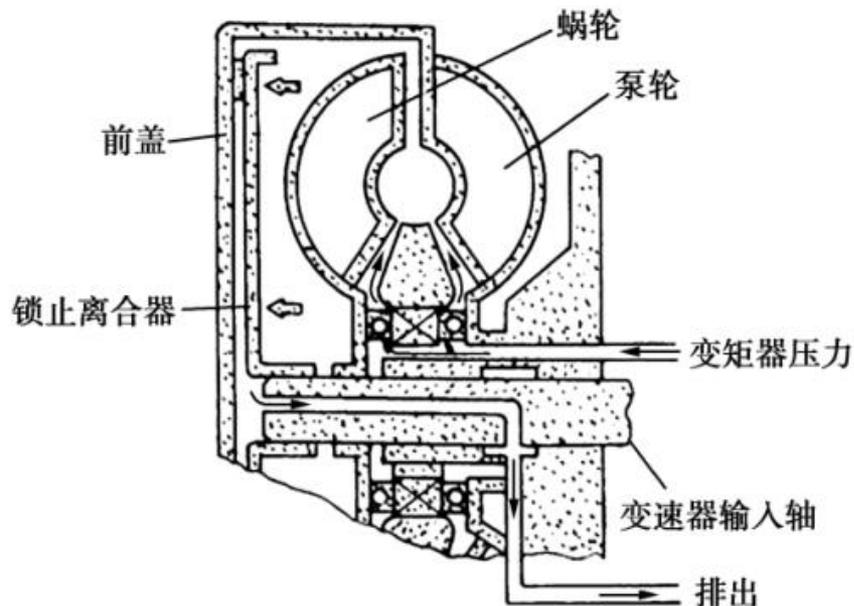
在汽车高速行驶时，通过锁止离合器的锁止，将泵轮和涡轮之间原来的液力传动转变为机械传动，提高传动效率，使发动机产生的动力100%传递给变速器。

根据锁止方式的不同，锁止离合器分为压盘式、离心式、行星齿轮式和多片式等类型。



(1) 锁止离合器的分离

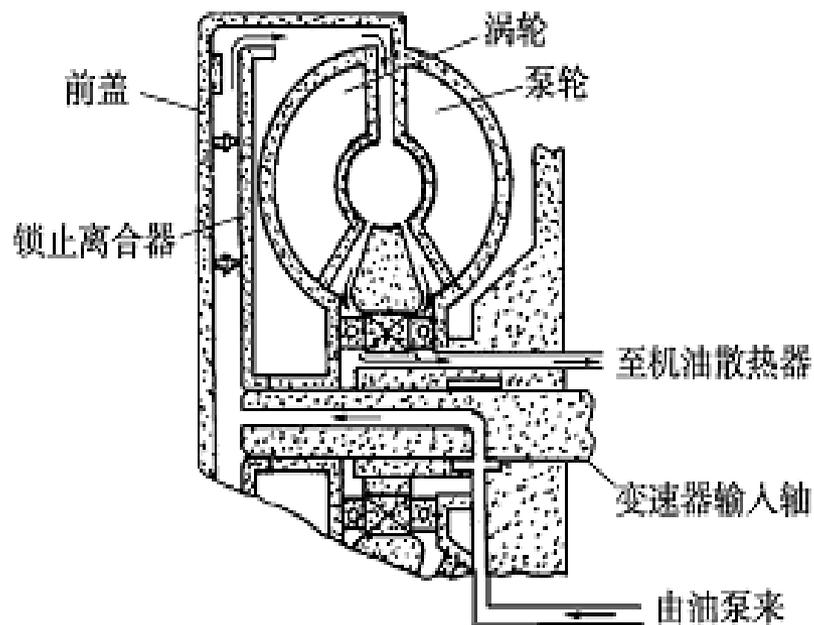
当车辆行驶速度较低时，锁止离合器的前后侧的压力相等，于是锁止离合器的活塞向后移动，不与变矩器的壳体接触，锁止离合器处于分离状态。



锁止离合器的分离

(2) 锁止离合器的接合

当车辆以中高速行驶时，锁止活塞被油压推动压靠在变矩器壳内的前部，与变矩器壳体连成一体并同步旋转，涡轮和泵轮机械地连接在一起。



锁止离合器的接合

任务实施

液力变矩器常见的故障包括：锁止离合器打滑或损坏、单向离合器打滑或卡滞、液力变矩器装配不到位、产生运动干涉等故障。

液力变矩器内部结构复杂，可以从汽车的典型故障现象入手，通过不解体测试**确定故障方向**，必要时**再进行液力变矩器的解体检测与维修**。



1.失速试验

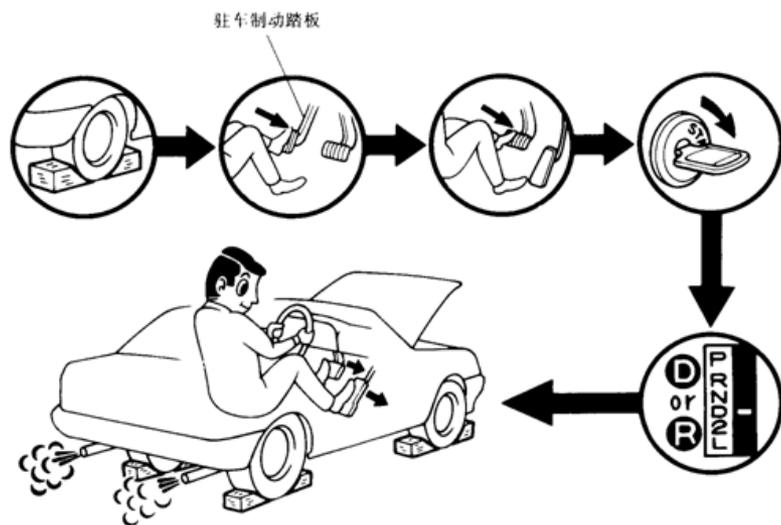
当自动变速器位于前进档或倒档时，踩下制动踏板的同时完全踩下加速踏板，发动机处于最大转速工况，而此时变速器的输入轴及输出轴都静止不动，液力变矩器的涡轮也静止不动，只有变矩器壳和泵轮随发动机一起转动，这种工况称为失速，此时发动机的转速称为失速转速。



- ① 让汽车行驶至发动机和自动变速器均达到正常工作温度。
- ② 检查汽车的手制动和脚制动，确认其性能良好。
- ③ 检查自动变速器油面高度，应正常。



- ① 将汽车停放在宽阔的水平面上，前后车轮用三角木块塞住。
- ② 用手制动或脚制动把车辆刹死。
- ③ 检查自动变速器的油温，一般为为60~80℃，油面高度应正常。
- ④ 起动发动机，将操纵杆置于前进档D位。
- ⑤ 左脚踩制动踏板的同时，用右脚将加速踏板踩到底，在发动机转速不再升高时，读取此时的发动机转速，随后立即松开加速踏板。
- ⑥ 将操纵杆置于P位或N位，让发动机怠速运转1min，以防止油温过高而变质。
- ⑦ 根据需要，将操纵杆置于其他位置，做同样的试验。



失速试验

大部分自动变速器的失速转速标准值为2300r/min左右。

若失速转速高于标准值，说明主油路油压过低或离合器、制动器等换档元件打滑；

如果失速转速明显低于标准值，通常为固定导轮的单向离合器打滑，使单向离合器固定导轮的作用丧失引起；

如果失速转速略低于标准值，则应重点检查发动机点火、喷油及各缸的工作是否正常，看发动机动力是否充足。



2.锁止离合器的检查

故障现象:车速上不去或没有超速档、液力变矩器在锁止工况时有振动或异响、中高速行驶紧急制动时发动机熄火等现象。

检查方法:将汽车车速稳定在80km/h行驶,轻点制动踏板,液力变矩器应该立即解除锁止,发动机由于负荷下降转速会瞬间上升。如果发动机转速没有变化,说明要么是锁止离合器没有进入锁止工况,要么是锁止离合器不能解除锁止工况。再进行一次紧急制动,如果发动机转速仍然没有变化,说明锁止离合器没有进入锁止工况,应该进一步检查电子、液压控制系统。



3. 单向离合器的检查

故障现象:汽车加速不良,车速上不去。

检查方法:将手指从变矩器驱动轴处伸入,用手指直接旋转导轮的花键。如果导轮逆时针能转动,说明单向离合器滚柱或楔块磨损,锁止作用失效;或者导轮逆时针不动,而顺时针转动时有卡滞现象,出现这两种情况都必须更换单向离合器。



4. 液力变矩器内部装配状况的检查

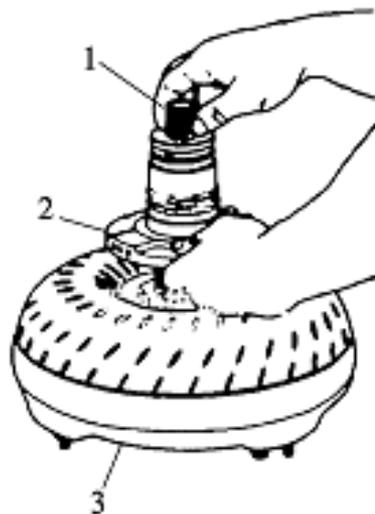
起动发动机时，如果听到变速器内部有异响，此时应检查液力变矩器内部的装配状况。



任务实施

1) 导轮和涡轮运动干涉检查

将变矩器输出端向上放置在平面工作台上，将变速器输入轴插入，与涡轮啮合到位；将油泵输出端向上装入变矩器，在油泵装配到位后用手固定变矩器壳体和油泵，分别沿顺时针和逆时针在两个方向旋转涡轮轴。正常情况下，涡轮轴能够自由转动；如果转不动涡轮轴、或手感发紧、或转动时能听到变矩器内部的金属刮碰声，说明变矩器内部的导轮和涡轮发生了运动干涉，此时应更换液力变矩器。



导轮和涡轮运动干涉检查

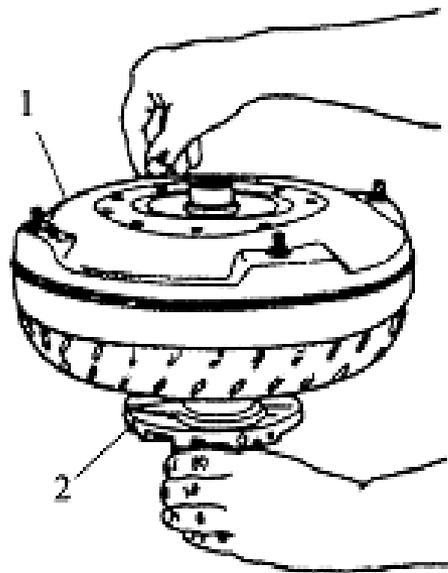
1—涡轮轴；2—油泵总成；3—液力变矩器总成



任务实施

2) 导轮和泵轮运动干涉检查

将油泵输入端向上放置在工作台上，将变矩器输出端向下，装入油泵并完全装配到位，然后用手固定住油泵，使其保持不动时逆时针旋转变矩器。如变矩器转动不畅或产生运动干涉噪声，说明导轮和泵轮发生运动干涉，此时需要更换液力变矩器。



导轮和泵轮运动干涉检查

1—涡轮轴；2—油泵总成；3—液力变矩器总成



5. 液力变矩器维修注意事项



出厂调试好的液力变矩器一般情况下不允许切割解体，特殊情况下只有专门的维修机构可以进行切割解体与维修，修复后需要装在曲轴后端进行动平衡，合格后才能装车。



- (1) 拆卸变矩器前，在曲轴后端挠性板和变矩器间作装配记号，装配时按原记号角度装配。
- (2) 起动齿圈损坏将导致发动机无法起动，因此必须及时更换。
- (3) 需要冲洗清洁变矩器内部时，将驱动毂朝下，将变矩器内的ATF油液尽可能排干净。并加入新的ATF油液，将涡轮轴插入到位并快速旋转片刻，然后将涡轮轴朝下，尽量将ATF油液排放干净。如此重复2~3遍，即可完成对变矩器内部的清洗。
- (4) 在装配时要确保液力变矩器径向圆跳动符合要求。通常要求液力变矩器驱动毂的径向圆跳动量不得大于0.20mm，否则，应检查挠性板、液力变矩器以及曲轴是否存在变形。
- (5) 在安装变矩器时严禁使用气动扳手；安装变矩器时，要注意不要损坏油泵的前油封；更换变矩器时，要注意新、旧变矩器的型号应该相同。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解自动变速器的类型、特点、组成与工作原理及正确使用方法	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行自动变速器液力变矩器的性能测试和解体检查	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修



项目一 电控液力自动变速器 检修



任务1

汽车行驶抖动且加速无力故障的检修

任务2

变速器换挡迟滞故障的检修

任务3

变速器内部漏油故障的检修

任务4

变速器档换挡冲击过大故障的检修

任务5

变速箱无法换挡并进入应急模式故障的排除



任务2 变速器换挡迟滞故障的 检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2008款别克昂科雷汽车，搭载3.6 LSI-DI全铝智能直喷V6发动机和6T75E6速自动变速器，累计行驶里程约为18.5万公里。据驾驶员反映，该车因交通事故在一家综合性修理厂进行大修发动机和自动变速器后，变速器换档明显延迟，发动机转速要到达4000r/min时才能升档，每次换档伴随着发动机的轰鸣声，并且在换入高档的瞬间会感觉到明显的冲击。



任务分析

接车后读取全车故障代码，发现自动变速器控制模块存储有故障代码，故障码含义分别为压力控制电磁阀卡滞在接通位置和压力控制电磁阀性能故障。清除故障代码后试车，故障依旧。根据发动机突然负荷减小、转速上升的故障现象，初步判断换挡执行元件中的离合器打滑，为此需要解体自动变速器，对齿轮变速传动系统进行检查。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够对电控液力自动变速器齿轮变速传动系统进行检查和维护</p> <p>2) 能够对行星齿轮机构、换档执行机构的部件进行检修</p>	<p>1) 理解电控液力自动变速器齿轮变速机构的类型、结构与工作原理</p> <p>2) 理解离合器、制动器等换档执行元件的结构和工作过程</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作精神</p>

建议学时

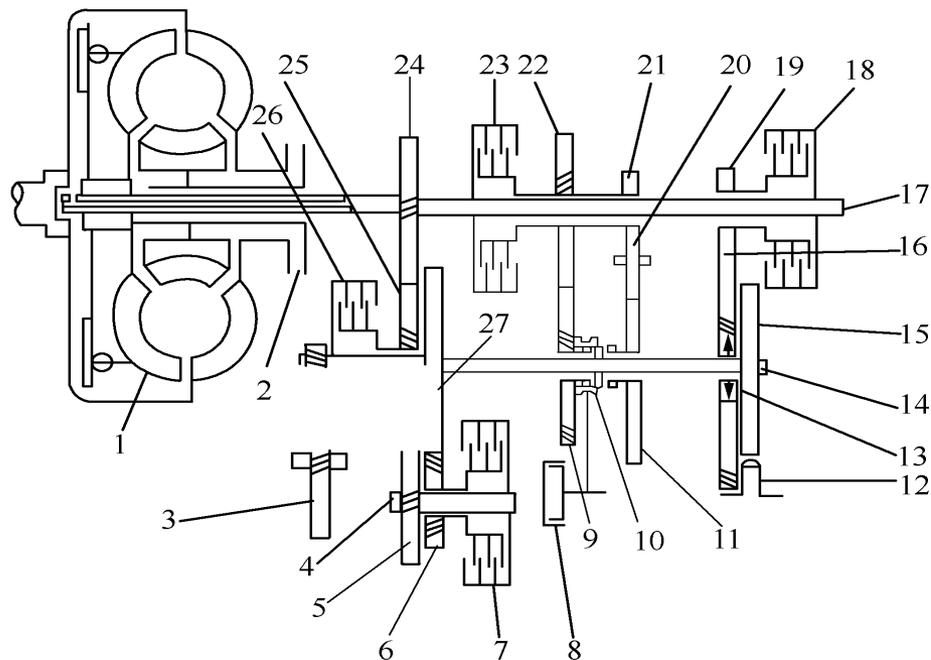
6学时



1. 齿轮变速机构



平行轴式齿轮变速传动系统包括平行轴、各档齿轮和多片湿式离合器等组成。

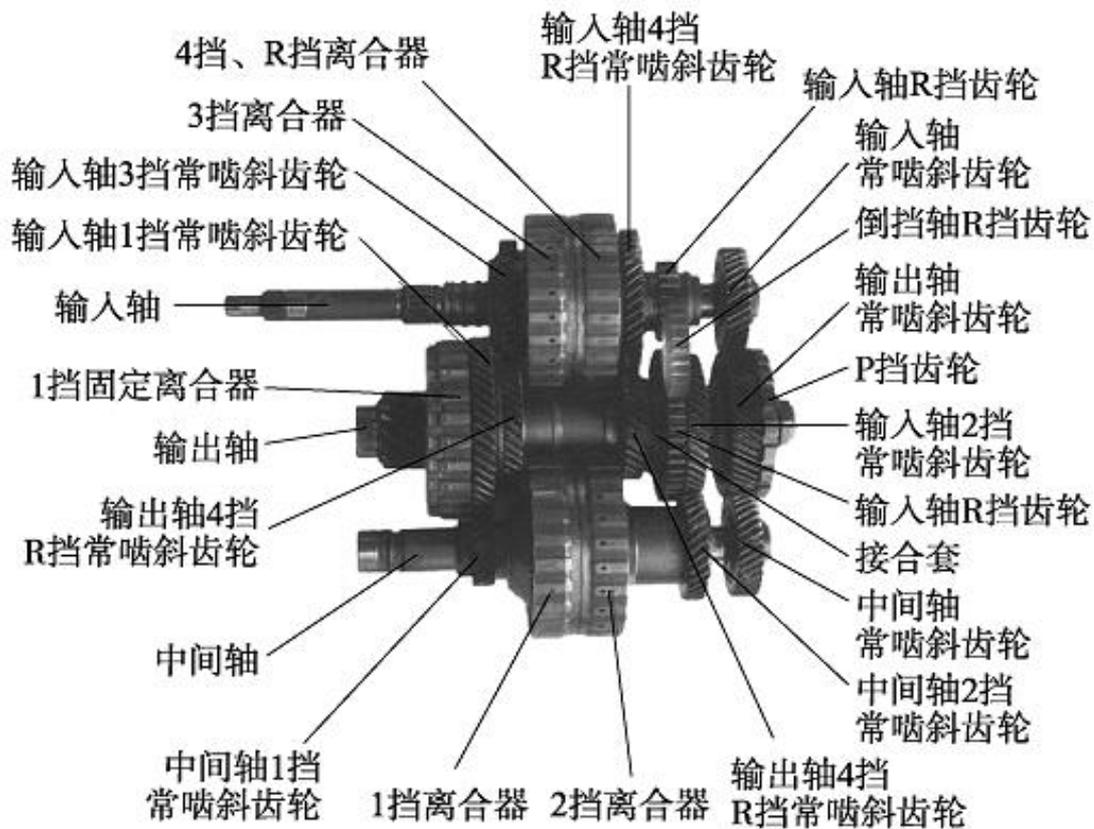


本田MAXA变速器

1—液力变矩器；2—液压泵；3—终传动齿轮；4—2挡齿轮轴；5—第二轴2挡齿轮；6—2挡驱动齿轮；7—2挡离合器；8—作用阀门；9—副轴4挡齿轮；10—倒挡接合器；11—副轴倒挡齿轮；12—驻车棘爪；13—单向离合器；14—副轴；15—驻车齿盘；16—副轴1挡齿轮；17—主轴；18—1挡离合器；19—主轴1挡齿轮；20—倒挡中介齿轮；21—主轴倒挡齿轮

1) 平行轴式齿轮变速机构

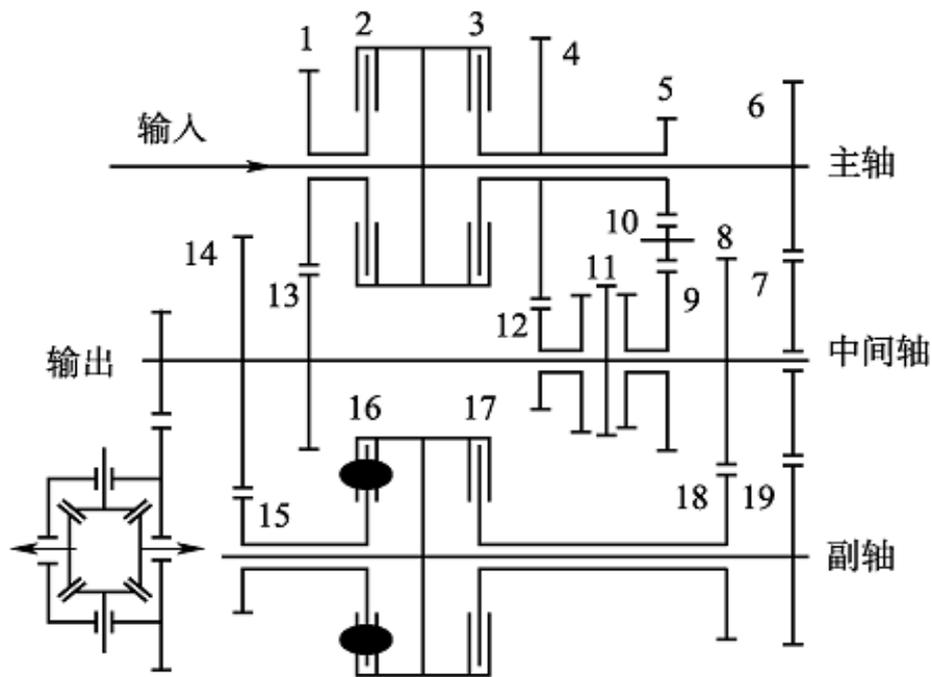
本田平行轴式自动变速器中，只有离合器没有制动器。



MAXA变速器变速机构



其变速传动过程与手动变速器基本相同。1档时，动力由液力变矩器输入主轴，主轴通过惰轮6、7、19带动副轴旋转，液力控制系统使离合器16接合，动力由副轴经齿轮15、14，最终由中间轴输出到主减速器和差速器。

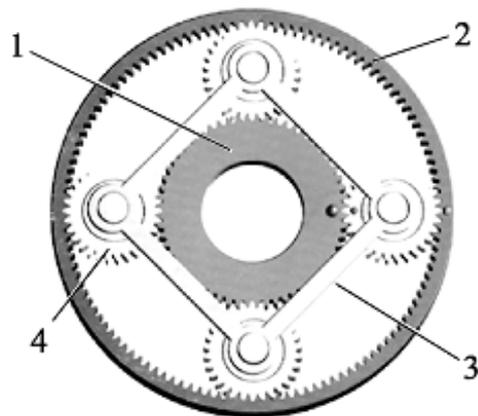


1档动力传动路线分析

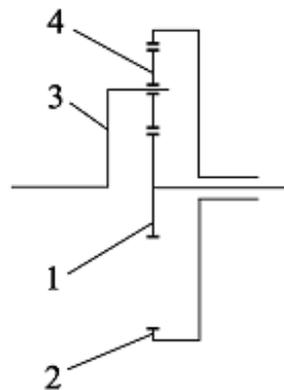
(1) 简单行星齿轮

① 结构组成

由太阳轮、齿圈、行星轮架和行星齿轮四个元件组成，其中**太阳轮、齿圈和行星轮架**三个元件既可作为动力输入件，也可作为动力输出件，因此称其为基本件。



a) 结构图



b) 示意图

简单行星齿轮机构

1—太阳轮；2—齿圈；3—行星轮架；

4—行星齿轮

单排行星齿轮机构一般运动规律的特性方程式为：

$$n_1 + an_2 - (1 + a)n_3 = 0$$

式中：太阳轮、齿圈和行星轮架的转速分别为 n_1 、 n_2 和 n_3 ，齿数分别为 z_1 、 z_2 和 z_3 ，齿圈与太阳轮的齿数比为 a ($a > 1$)。

行星齿轮机构实现确定运动的条件是：**固定任意一个基本件或者将两个基本件连接在一体。**



②传动方式

a. 齿圈固定，太阳轮为输入元件，行星轮架输出动力，则传动比为： $i_{13} = 1 + a$ 。可以实现同向减速传动，因此可以作为低速前进档。

b. 齿圈固定，行星轮架为输入元件，太阳轮输出动力，则传动比为： $i_{31} = 1/(1 + a)$ 。实现同向增速传动，因此可以作为前进超速档。

c. 太阳轮固定，齿圈为输入元件，行星轮架输出动力，则传动比为： $i_{23} = 1 + 1/a$ 。实现同向减速传动，因此可以作为中速前进档。

d. 太阳轮固定，行星轮架为输入元件，齿圈输出动力，则传动比为： $i_{32} = a/(1 + a)$ 。实现同向增速传动，因此可以作为前进超速档。



e.行星轮架固定，太阳轮为输入元件，行星齿轮只能自转，并带动齿圈旋转输出动力，其传动比为： $i_{12} = -a$ 。反向减速传动，可以作为低速倒档。

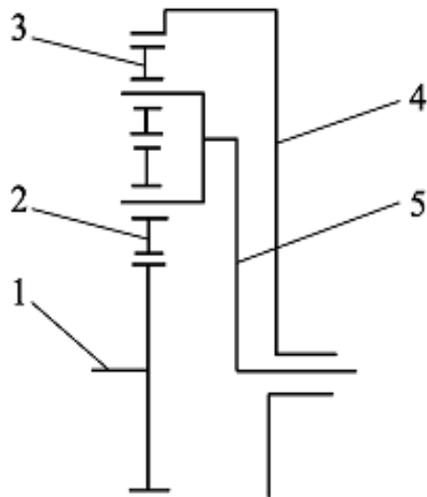
f.行星轮架固定，齿圈为输入元件，行星齿轮只能自转，并带动太阳轮旋转输出动力，其传动比为： $i_{21} = -1/a$ 。反向增速传动，可以作为超速倒档。

g. 若三元件中的两元件被连接在一起转动，则第三元件必然与这两者以相同的转速转动，这时为直接档，传动比为1。

h. 若所有元件均不受约束，则行星齿轮机构无法实现确定的动力传递。



双行星轮系行星齿轮机构：
采用一内一外两圈行星齿轮。



双行星轮系行星齿轮机构

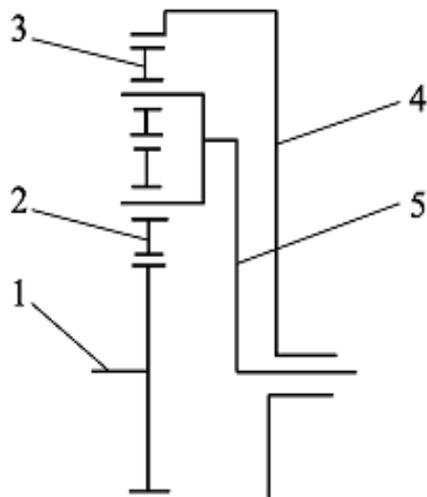
1-太阳轮；2-内行星轮；3-外行星轮；4-齿圈；5-行星架

③行星齿轮机构特点

- a. 所有行星齿轮均参与工作，都承受载荷，行星齿轮工作更安静，强度更大。
- b. 行星齿轮工作时，齿轮间产生的作用力由齿轮系统内部承受，不传递到变速器壳体，变速器可以设计得更薄、更轻。
- c. 行星齿轮机构采用内啮合与外啮合相结合的方式，与单一的外啮合相比，减小了变速器尺寸。
- d. 行星齿轮系统的齿轮处于常啮合状态，不存在挂挡时的齿轮冲击，工作平稳，寿命长。



双行星轮系行星齿轮机构：
采用一内一外两圈行星齿轮。



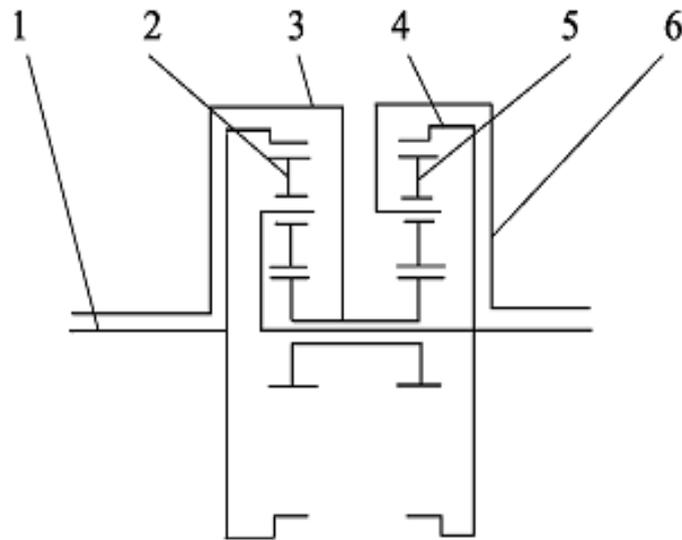
双行星轮系行星齿轮机构

1-太阳轮；2-内行星轮；3-外行星轮；4-齿圈；5-行星架

(2) 双排行星齿轮机构

① 辛普森式 (Simpson)

结构特点是：**前后排共用太阳轮、前排行星架和后排行齿圈（或前排齿圈与后排行星架）连成一体。**

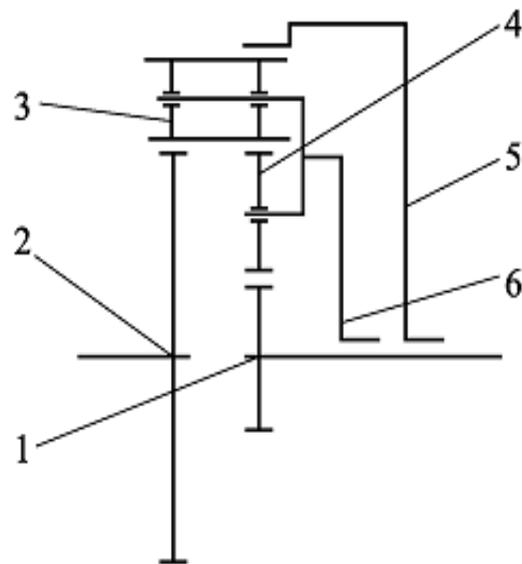


辛普森式双排行星齿轮机构

1-前齿圈；2-前行星轮；3-前后太阳轮；4-前行星轮架
后齿圈组件；5-后行星轮；6-后齿圈

②拉维娜式 (Ravigneaux)

结构特点是：**两排行星齿轮机构共用行星架和齿圈**；小太阳轮、短行星轮、长行星轮、行星架及齿圈组成双行星轮系行星排；大太阳轮、长行星轮、行星架及齿圈组成一个单行星轮系行星排。



拉维娜式双排行星齿轮机构

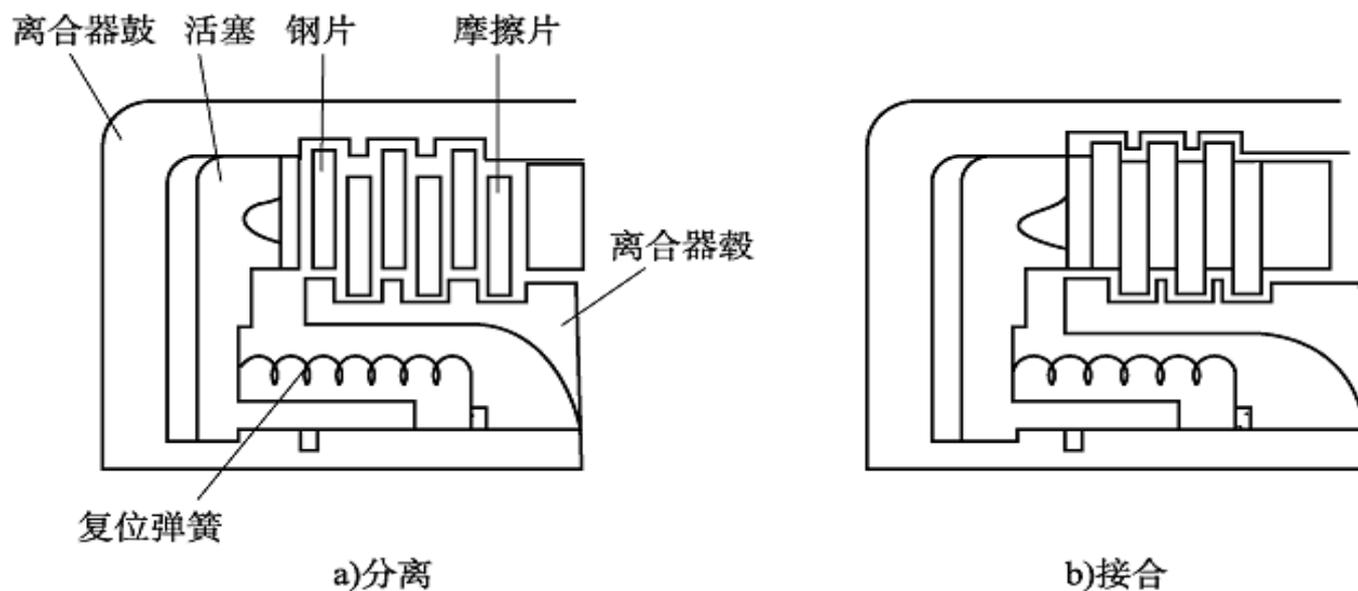
1-小太阳轮；2-大太阳轮；3-长行星轮；4-短行星轮；5-共用齿圈；6-共用行星架

2.换档执行机构

换档执行机构也称为换档执行元件，包括离合器、制动器和单向离合器。



作用：将变速器的输入轴和行星排的某个基本元件连接，或将行星排的某两个基本元件连接在一起。

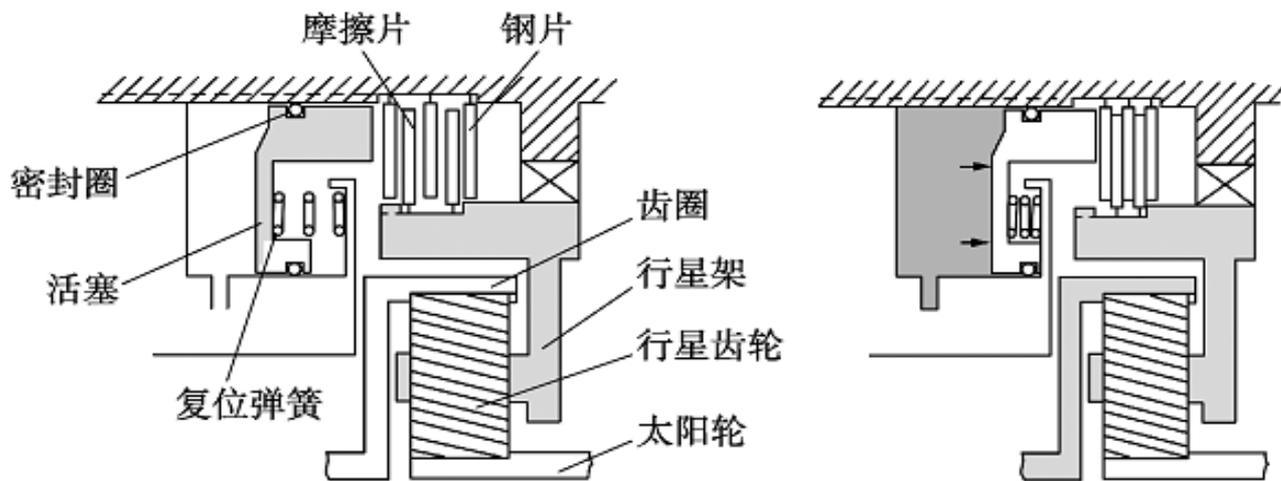


多片摩擦离合器原理图

作用：制动器用于固定行星齿轮机构中的基本元件，阻止其旋转，从而提供行星齿轮机构实现确定运动的条件。

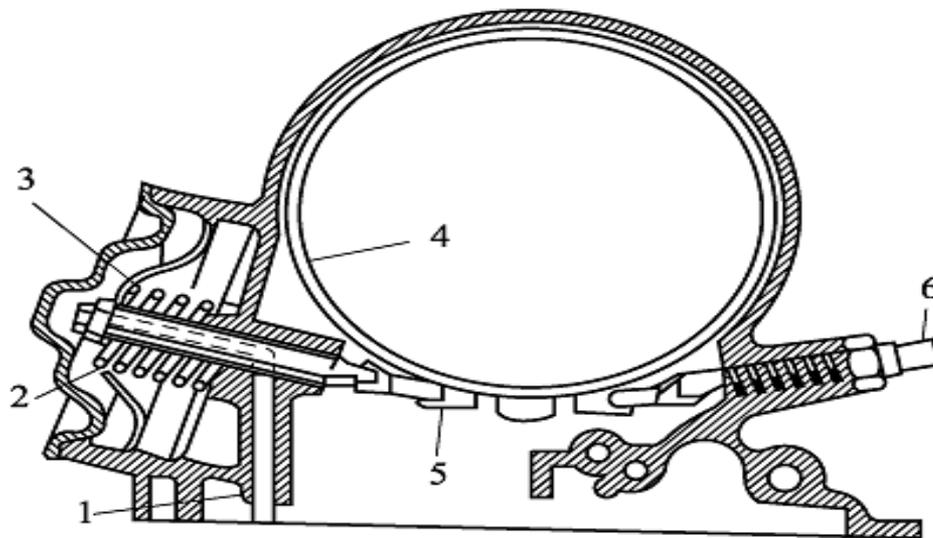
分类：制动器分为片式制动器及带式制动器两类。

(1) 片式制动器



片式制动器结构与原理

(2) 带式制动器

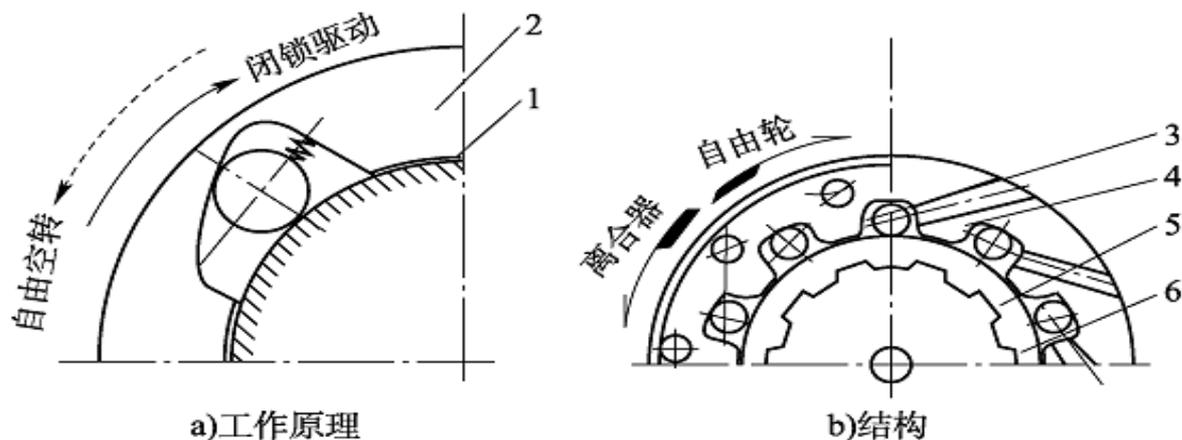


直接作用式带式制动器

1-工作油路; 2-活塞杆; 3-伺服缸活塞; 4-制动鼓; 5-制动带; 6-调整螺钉

作用:实现正向接合传递动力，反向分离空转不传递动力。

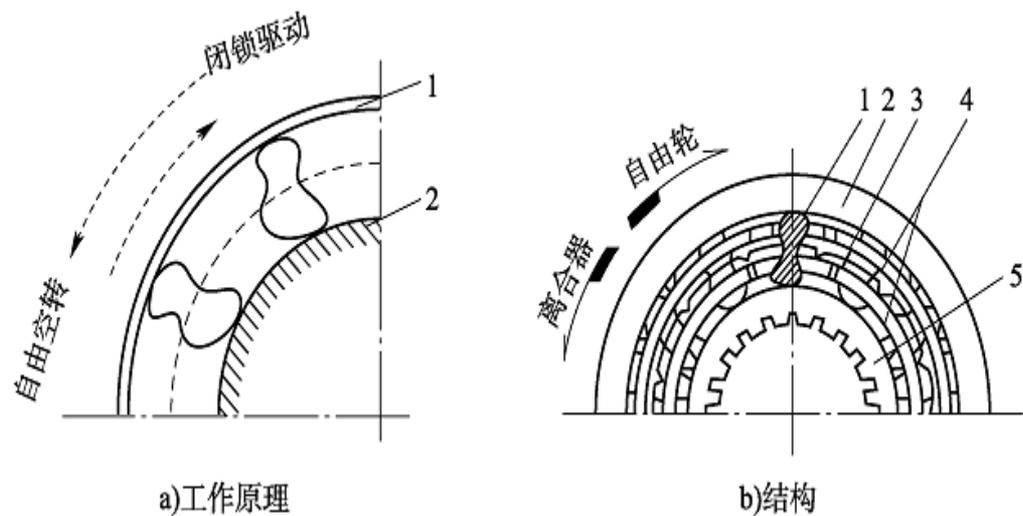
(1)滚柱式单向离合器



滚柱式单向离合器

1—内圈；2—外圈；3—凸轮；4—滚柱；5—弹簧；6—轮毂

(2) 楔块式单向离合器



楔块式单向离合器

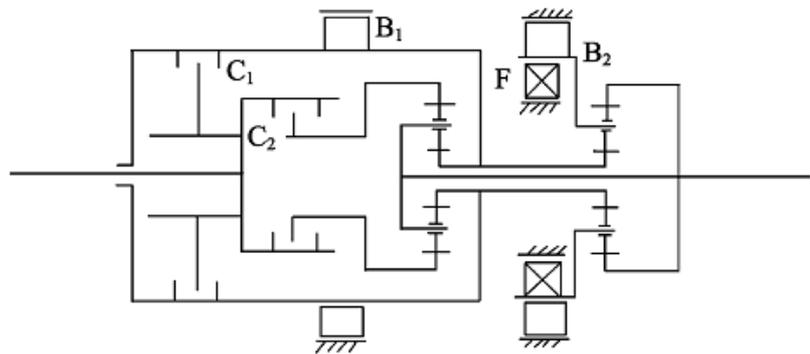
1—楔块；2—外圈；3—弹簧；4—保持架；5—内圈

3. 典型辛普森式行星齿轮变速传动系统分析



换档执行元件包括:

前进档离合器 (C2)、直接档离合器 (C1)、单向离合器 (F)、二档制动器 (B1) 和倒档制动器 (B2) 五个。



日产3N71B行星齿轮变速传动系统

(1) 结构特点

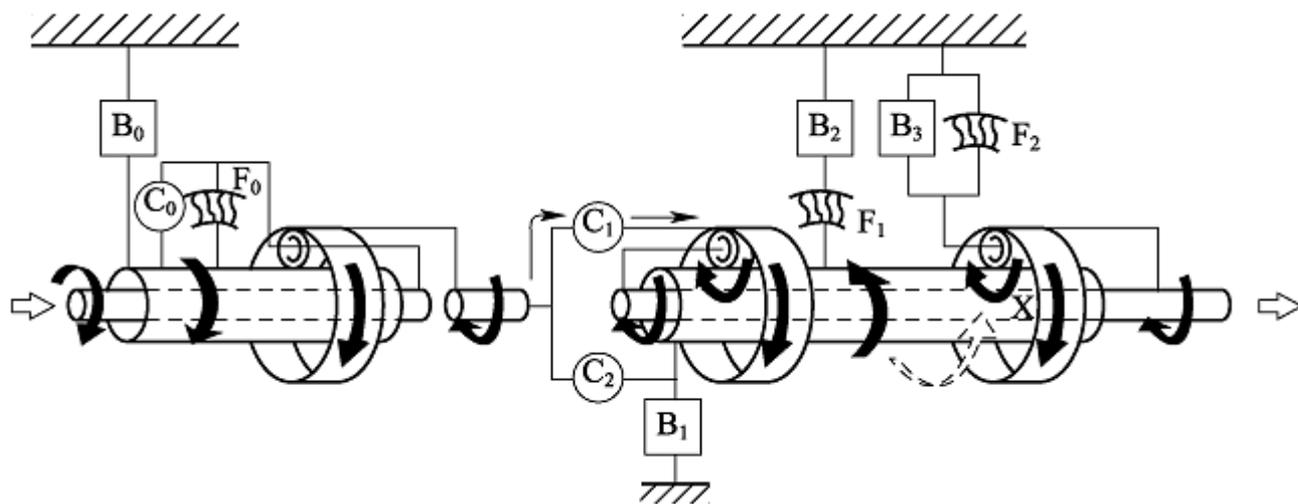
A341自动变速器是典型的三排四档辛普森行星齿轮系统，其行星齿轮变速机构为三排，第一排为单排行星齿轮机构，实现超速，第二、三排为标准辛普森式行星齿轮机构。换档执行元件包括3个离合器、4个制动器和3个单向离合器。



(2)动力传递路线分析

①D位1档

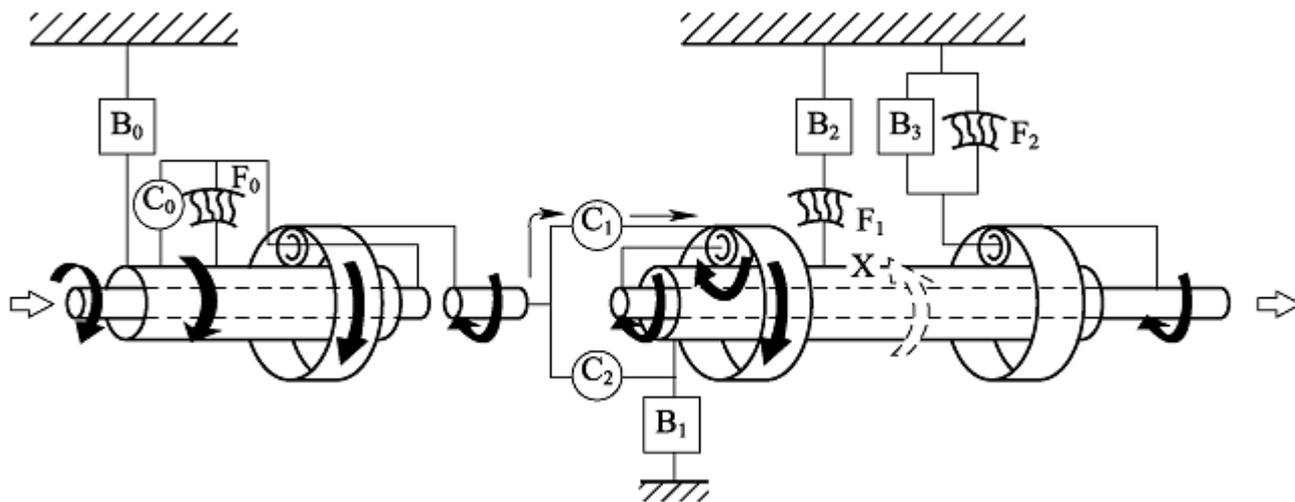
动力由液力变矩器（顺时针转动）→超速输入轴（顺）→超速行星架（顺）→此时由于C0接合，F0锁定，使得超速太阳轮与行星架成为一体，刚性旋转，超速齿圈以相同转速转动（顺）→中间输入轴（顺）→C1接合→前排齿圈（顺）。



D位1档动力传递路线

②D位2档

动力由液力变矩器（顺时针转动）→超速输入轴（顺）→超速行星架（顺）
 此时由于C0接合，F0锁定，使得超速太阳轮与行星架成为一体，刚性旋转，
 超速齿圈以相同转速转动（顺）→中间输入轴（顺）→C1接合→前行星齿
 圈（顺）→前、后太阳轮（逆转趋势）→B2及F1的共同作用→太阳轮固定
 →前行星架公转（顺）→输出轴。



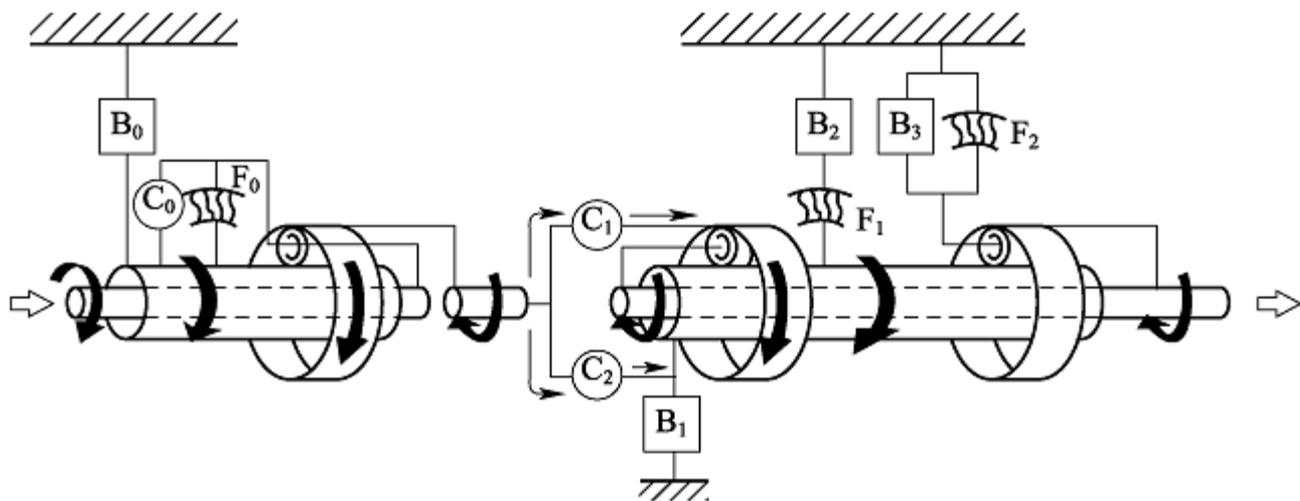
D位2档动力传递路线

学习资讯

2) 三排四档辛普森行星齿轮变速传动系统

③ D位3档

当自动变速器处于D位3档行驶时，动力由液力变矩器（顺时针转动）→O/D超速输入轴（顺）→超速行星架（顺）→此时由于C0接合，F0锁定，使得超速太阳轮与行星架成为一体，刚性旋转，超速齿圈以相同转速转动（顺）→中间输入轴（顺）→C1、C2同时接合→前齿圈与太阳轮的转速相同→前行星架以相同的转速旋转→输出轴。

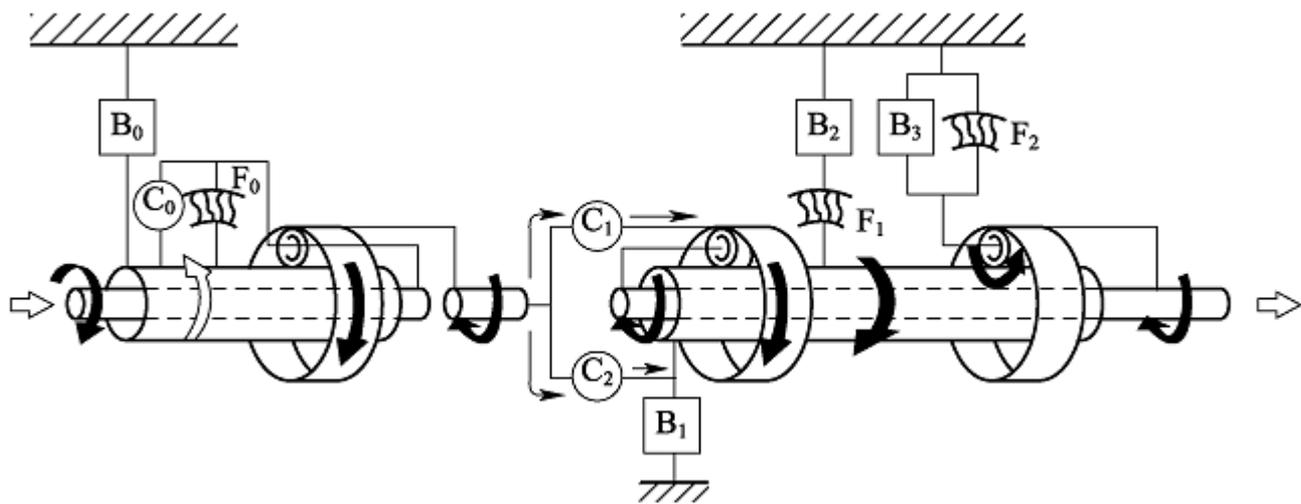


D位3档动力传递路线



④ D位4档

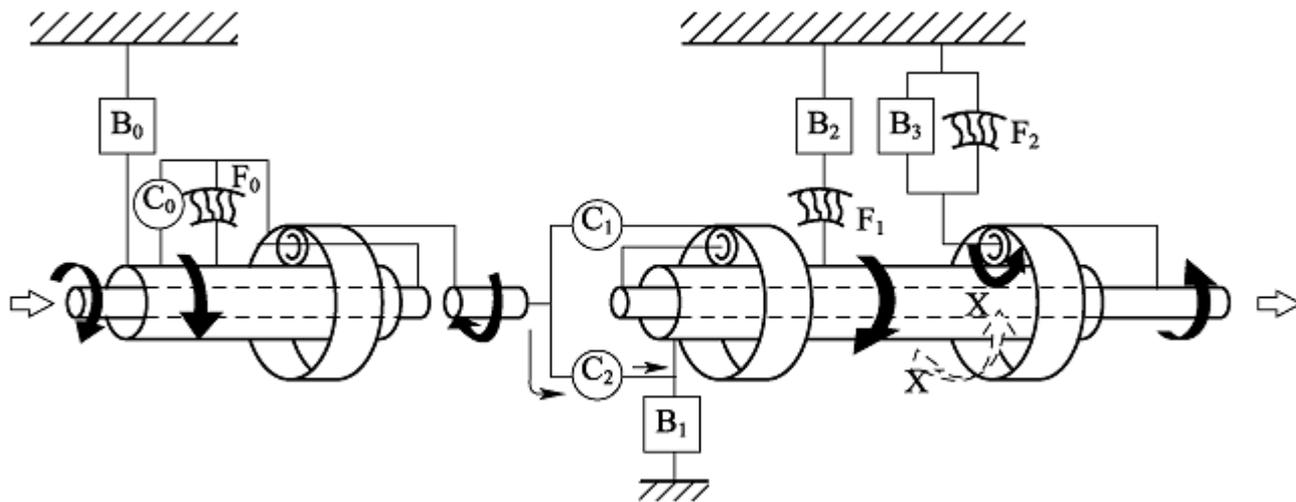
当自动变速器处于D位4档行驶时，液力变矩器（顺时针转动）→超速输入轴（顺）→超速行星架（顺）→ B_0 接合→超速齿圈（顺）→中间输入轴（顺）→ C_1 、 C_2 同时接合→前齿圈与前、后太阳轮以相同转速旋转（顺）→前行星排刚性转动，后行星排也如此，输出轴同向同速输出运动。



D位4档动力传递路线

⑤R位

当自动变速器处于倒档行驶时，液力变矩器（顺时针转动）→超速输入轴（顺）→超速行星架（顺）→C0接合，F0锁定，使得超速太阳轮与行星架成为一体，刚性旋转，超速齿圈以相同转速转动（顺）→中间输入轴（顺）→C2接合→太阳轮（顺）→B3起制动作用，后行星架固定→后行星齿轮自转（逆）→后齿圈（逆）→输出轴（逆）。



倒档动力传递路线

⑥2位各档

自动变速器处于2位时各档传动的情况是：2位1档与D位1档完全相同；2位2档与D位2档基本相同，其区别是2位2档是B1起作用制动前、后太阳轮，而D位2档是通过B2和F1共同起作用制动前、后太阳轮，前者是双向固定有发动机辅助制动作用，后者是单向固定无发动机辅助制动作用。



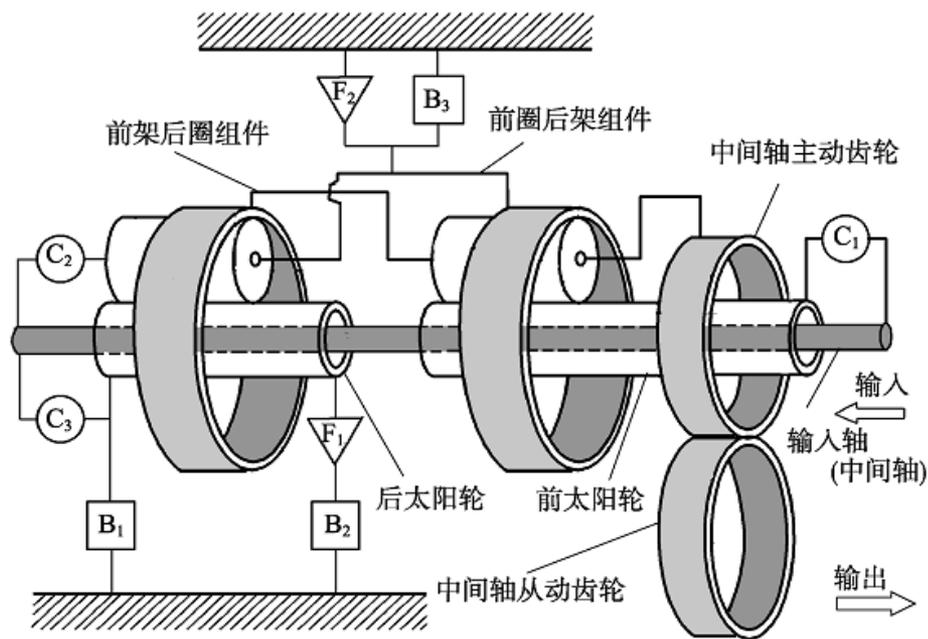
⑦L位1档

L位1档动力传动路线与D位1档基本相同，其区别是L位在1档时，用B3制动后行星架，而D位1档是通过F2来制动后行星架的，前者是双向固定有发动机辅助制动作用，后者是单向固定无发动机辅助制动作用。



辛普森改进型行星齿轮机构也称为CR-CR结构，是指将2组单行星排的行星架C（和齿圈R分别组配，该行星机构只具有4个独立元件，即前太阳轮、后太阳轮、前行星架和后齿圈组件、前齿圈和后行星架组件。

其特点是变速比大、效率高、元件轴转速低。



丰田U341E 两排四档辛普森改进型行星齿轮变速系统

(1) 结构特点

换挡元件工作状态表

操纵手柄位置	挡位	电磁线		离合器			制动器			单向离合器	
		S1	S2	C1	C2	C3	B1	B2	B3	F1	F2
P	驻车挡	OFF	OFF								
R	倒挡	OFF	OFF			○			○		
N	空挡	OFF	OFF								
D	1挡	ON	ON	○							○
	2挡	ON	OFF	○				○		○	
	3挡	OFF	OFF	○	○			○			
	4挡	OFF	ON		○		○	○			
3	1挡	ON	OFF	○							○
	2挡	ON	OFF	○				○		○	
	3挡	OFF	OFF	○	○			○			
2	1挡	ON	ON	○							○
	2挡	ON	OFF	○			○	○		○	
L	3挡	ON	ON	○					○		○

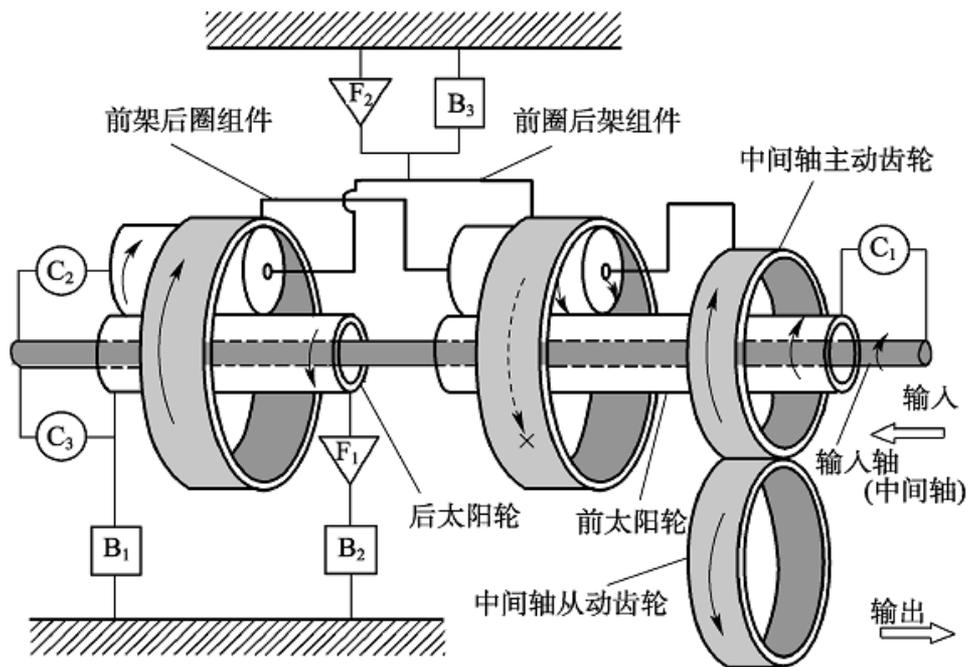
注：○表示工作。



(2) 工作分析

① 1档

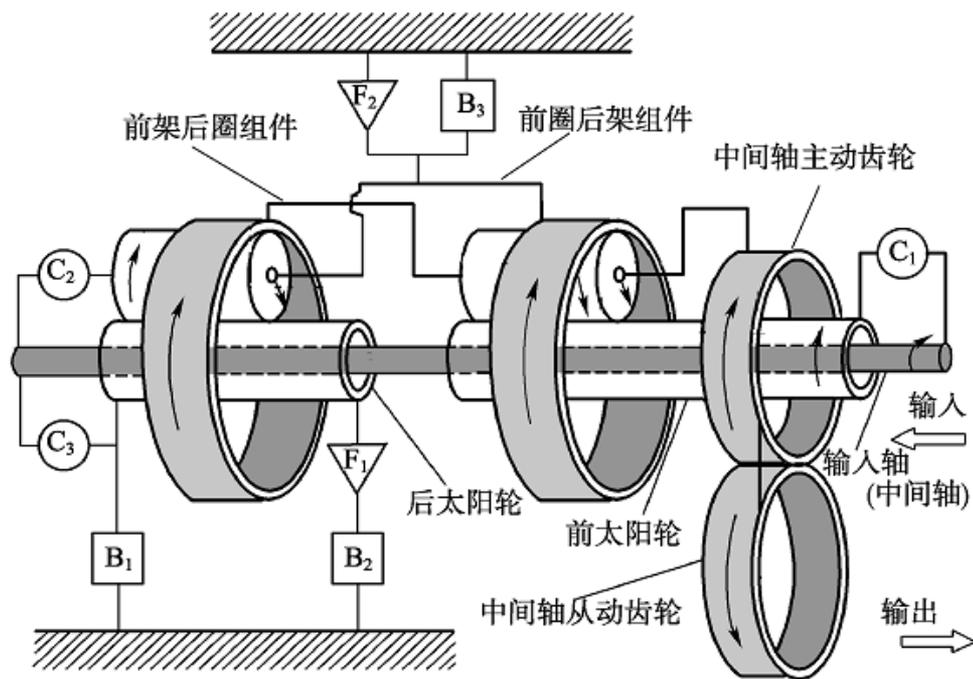
动力由输入轴→C1→前太阳轮→前行星轮→前行星架→中间主、从动齿轮→输出。此时，后排行星齿轮组处于空转状态。



1档动力传递原理

②2档

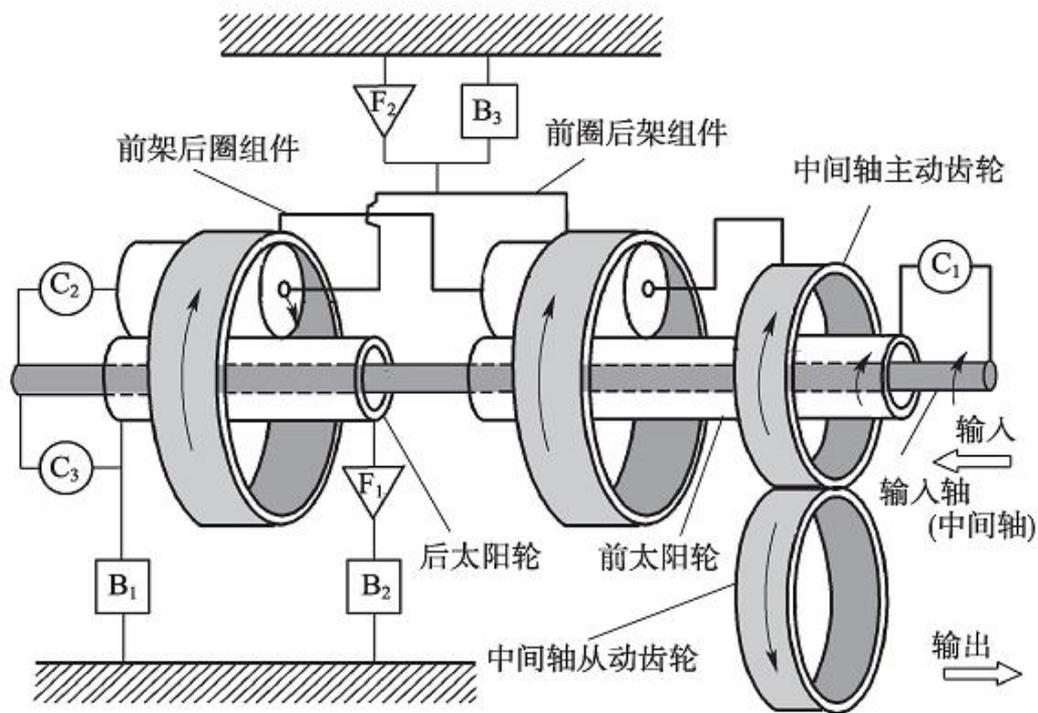
工作的换档执行元件有 C_1 、 B_2 、 F_1 。



2档动力传递原理

③3档

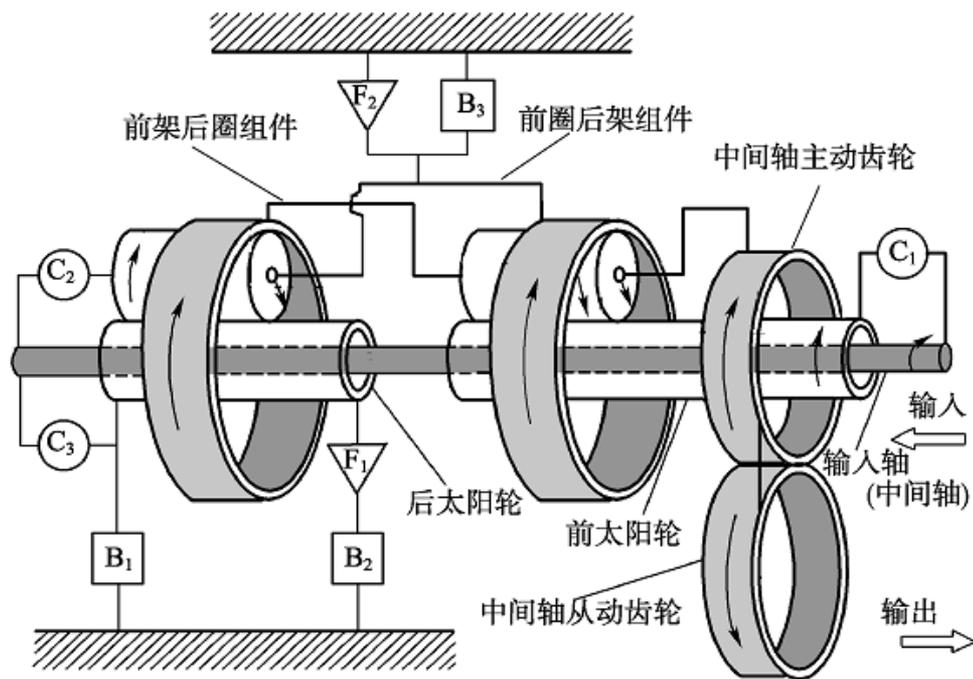
工作的换档执行元件有 C_1 、 B_2 。



3档动力传递原理

④4档

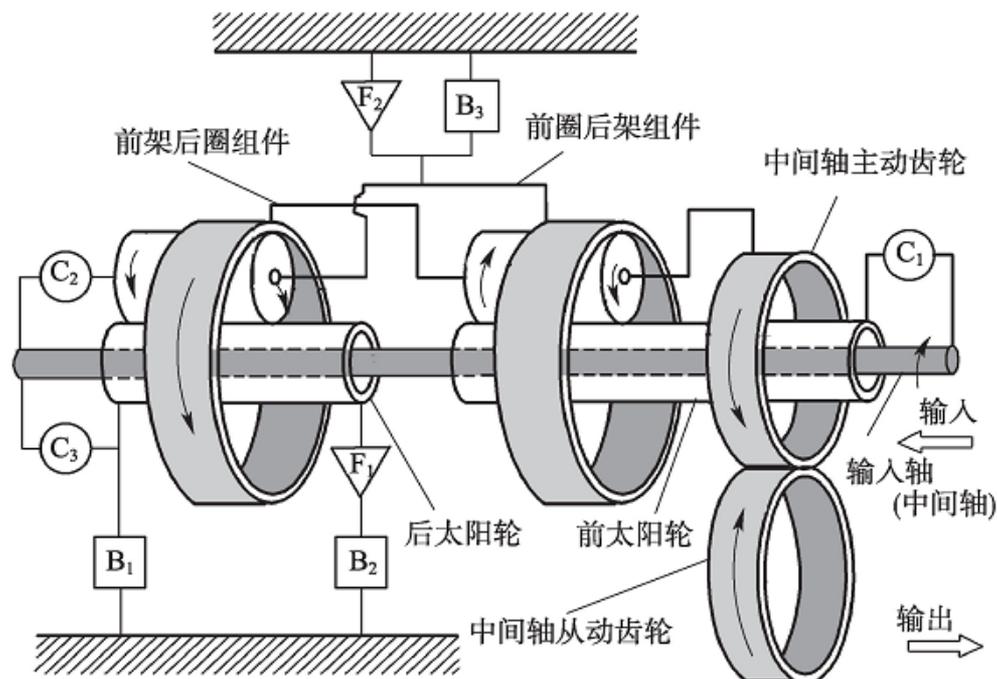
动力传递路线：输入轴→C2→后行星架→后行星足轮→后齿圈→中间主、从动齿轮→输出。
此时，前排行星齿轮组处于空转状态。



4档动力传递原理

⑤倒档

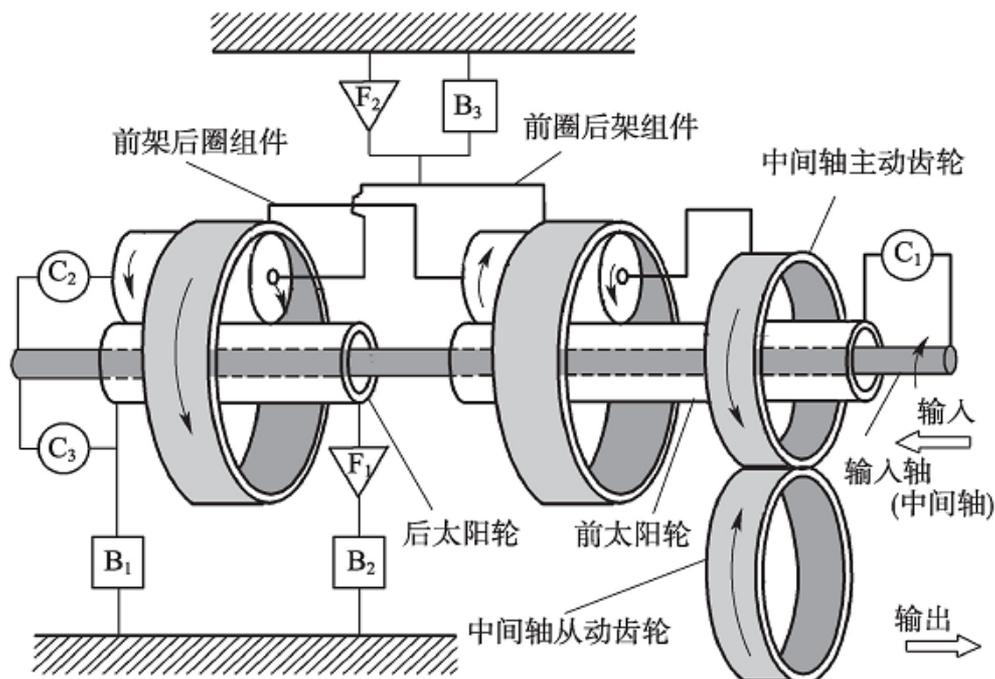
动力传递路线为：输入轴
 →C3→后太阳轮→后行星轮→
 后齿圈→中间主、从动齿轮、
 输出。此时，前排行星齿轮组
 处于空转状态。



5档动力传递原理

⑤倒档

动力传递路线为：输入轴
 →C3→后太阳轮→后行星轮→
 后齿圈→中间主、从动齿轮、
 输出。此时，前排行星齿轮组
 处于空转状态。



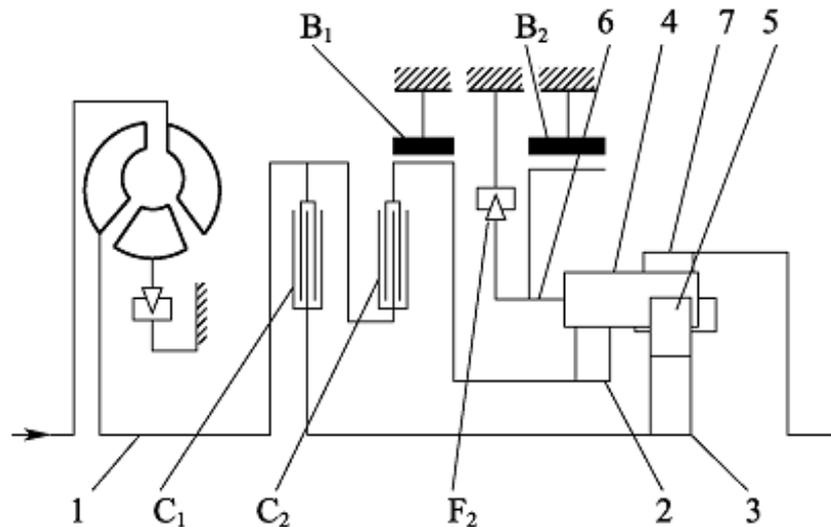
5档动力传递原理

4.典型拉维娜式行星齿轮变速传动系统分析



(1) 结构特点

由双排的行星齿轮机构组成, 具有大、小两个太阳轮、三个长行星轮和三个短行星轮并共用同一行星架, 仅有一个齿圈并和输出轴连接。



两排三档拉维娜式行星齿轮变速传动系统简图

1—输入轴; 2—前排太阳轮; 3—后排太阳轮; 4—长行星齿轮; 5—短行星齿轮; 6—共用行星架; 7—共用齿圈

(2)工作分析

①1档

动力由主太阳轮→主行星轮→第2行星轮→齿圈→输出轴。

②2档

动力从主太阳轮→主行星轮→第2行星轮，由于第2太阳轮被固定，第2行星轮只能在行星架的顺时针转动的基础上实现顺时针自转，最后带动齿圈旋转，齿圈带动输出轴转动，其转动方向和发动机方向一致。

③3档

C1多片离合器和C2多片离合器同时作用，主太阳轮和第2太阳轮同时作为驱动件带动第2行星轮转动,为直接档。

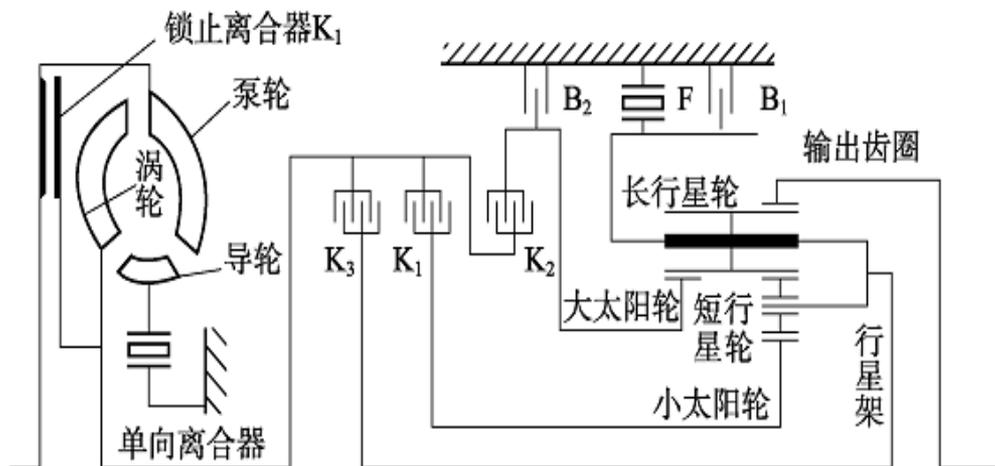
④倒档

动力从涡轮→第2太阳轮→第2行星轮逆时针转动，由于行星架固定不动，第2行星轮只能自转并带动齿圈逆时针转动。输出轴的转动方向与发动机相反，提供倒档。



(1) 结构特点

行星齿轮机构由大、小太阳轮各1个，长、短行星齿轮各3个，共用的行星架和输出齿圈组成。短行星齿轮与小太阳轮和长行星轮啮合；长行星轮和大太阳轮、短行星轮和输出齿圈啮合，动力由齿圈输出。



01M齿轮变速传动系统

(2)工作分析

① 1档

动力传动路线为：泵轮→涡轮→离合器K1→小太阳轮→短行星轮→长行星轮→输出齿圈。此时是通过单向离合器约束行星架的运动，因此反向传动时行星架可以转动，故无法实现发动机制动作用。

② 2档

动力传动路线为：泵轮→涡轮→离合器 K1→小太阳轮→短行星轮→长行星轮(此时绕大太阳轮旋转)→输出齿圈。



③3档

动力传动路线为：泵轮→涡轮→离合器K1和K3→小太阳轮和行星架→长行星轮→齿圈。

④4档

动力传动路线为：泵轮→涡轮→离合器K3→行星架→长行星轮（此时绕大太阳轮旋转）→输出齿圈。在2、3、4档传动时，可以实现发动机制动作用。

⑤R位

动力传动路线为：泵轮→涡轮→离合器K2→大太阳轮→长行星轮→输出齿圈。



任务实施

以大众01M自动变速器为例，进行齿轮变速传动系统的测试以及解体、检测、装配及调整。



1. 换档迟滞试验

发动机怠速运转时，将操纵杆从空档位拨至前进档或倒档位置后，需要有一段时间的迟滞或延迟才能使自动变速器完成档位的接合，这个过程所经历的时间称为自动变速器换档的迟滞时间。换档迟滞试验就是要测出自动变速器的迟滞时间，根据时间的长短来判断主油路油压及换档执行元件的工作是否正常。



- ①让汽车行驶，使发动机和自动变速器达到正常工作温度。
- ②将汽车停放在水平面上，拉紧手制动。
- ③检查发动机怠速，如不正常，应按标准予以调整。
- ④将自动变速器操纵杆从“N”位拨至“D”位，用秒表测量从拨动操纵杆到感觉汽车振动所需的时间，称为N→D迟滞时间。
- ⑤重复上述步骤3次，取平均值。
- ⑥按照上述方法，将操纵杆由“N”位拨至“R”位，以测量N→R迟滞时间。



测试项目	标准值 (s)	测试结果	可能原因
N → D	≤ 1.0	从N → D的时滞时间比标准时间长	阀体故障 (液压系统) 低速前进档离合器打滑 低速前进档单向离合器故障 油泵故障 油滤器堵塞
N → R	≤ 1.5	从N → R的时滞时间比标准时间长	阀体故障 (液压系统) 倒档离合器打滑 倒档制动器打滑 油泵故障 油滤器堵塞



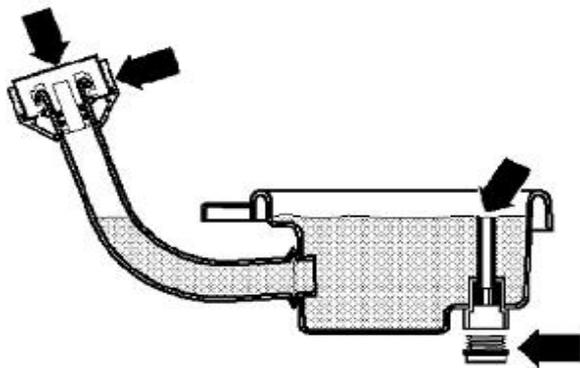
2. 齿轮变速传动系统的解体与装配



任务实施

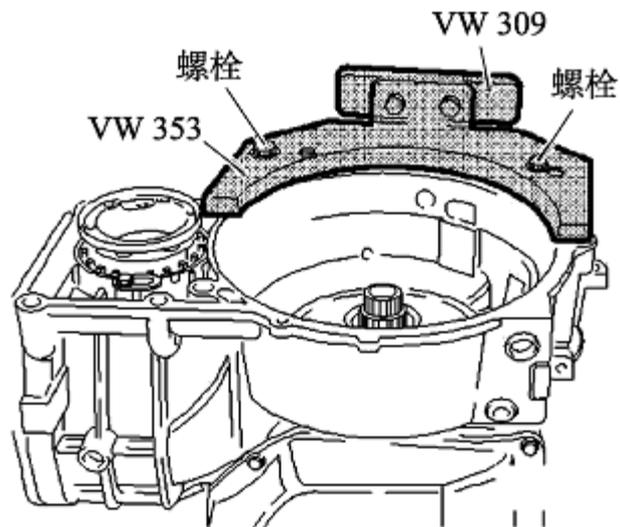
1) 解体

(1)放油后，装上自动变速器油溢流管和螺塞。并关闭自动变速器油冷却器油口，拆下液力变矩器。



装上溢流管和螺塞

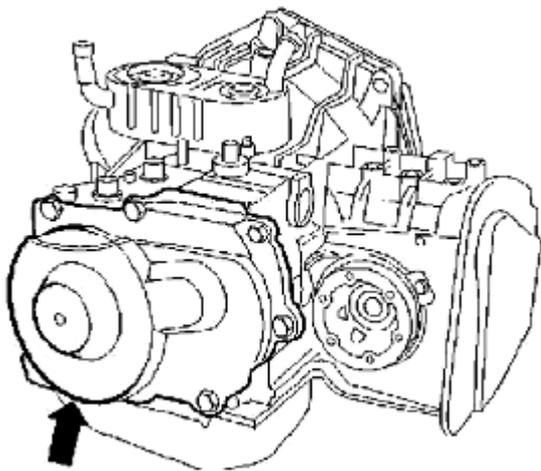
(2)用螺栓将自动变速器固定到安装架上。



将自动变速器固定到安装架



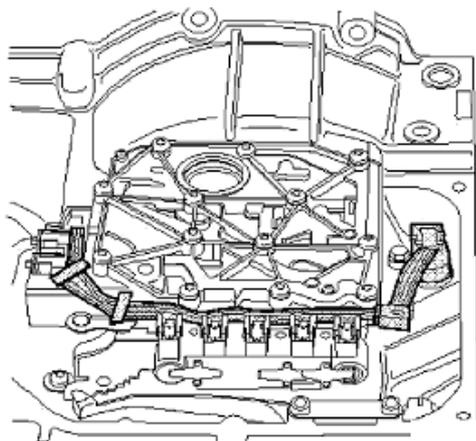
(3) 拆下变速器壳体上带密封垫的端盖。



拆下带密封垫的端盖

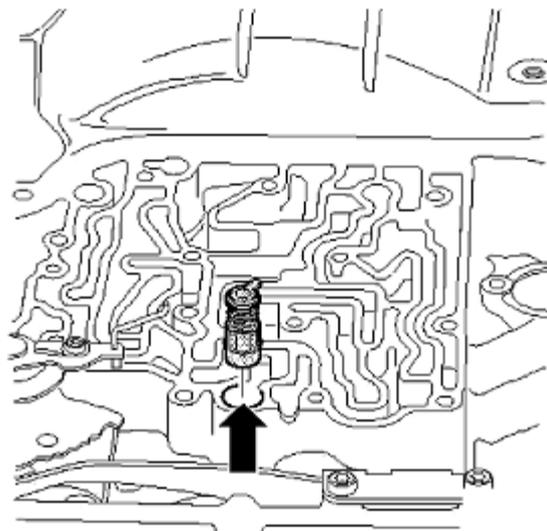
(4) 拆下油底壳，拆下自动变速器油滤网。

(5) 拆下带传输线的滑阀箱。



装上溢流管和螺塞

(6) 拆下B1的密封圈。

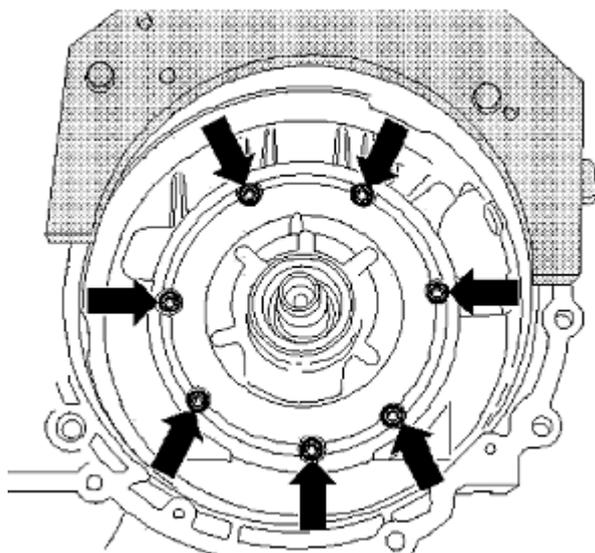


将自动变速器固定到安装架

任务实施

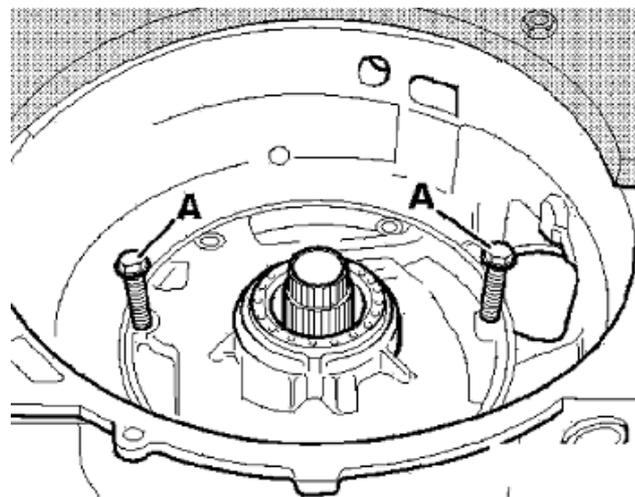
1) 解体

(7) 拆下自动变速器油泵螺栓。



拆下油泵螺栓

(8) 将螺栓A(M8)拧入自动变速器油泵螺栓孔内。均匀拧入螺栓A，可将自动变速器油泵从变速器壳体中压出。



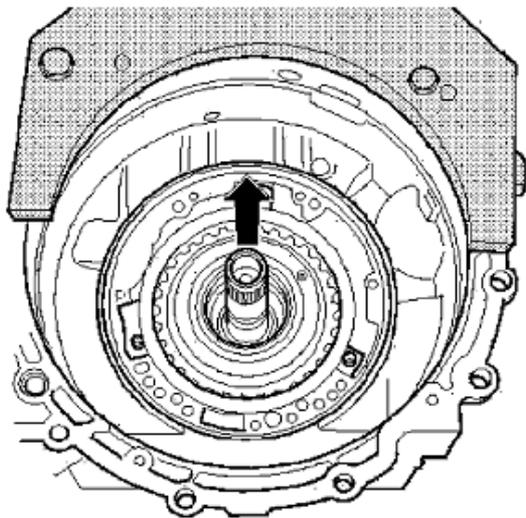
将螺栓拧入油泵螺栓孔



任务实施

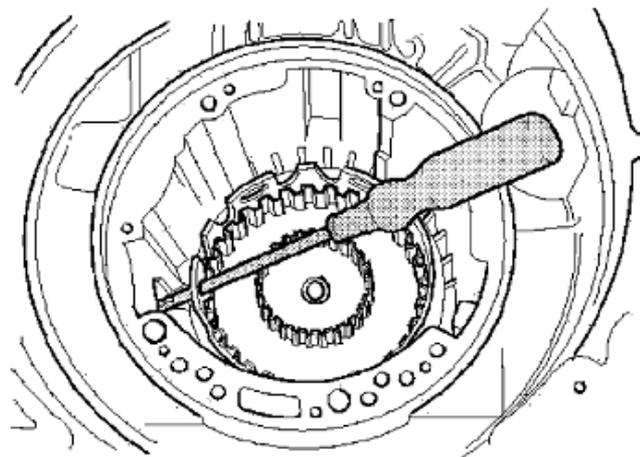
1) 解体

(9)将带有隔离管、B2制动片、弹簧和弹簧盖的所有离合器拔出。



将所有离合器拔出

(10)将旋具插入大太阳轮的孔内以松开小输入轴螺栓。



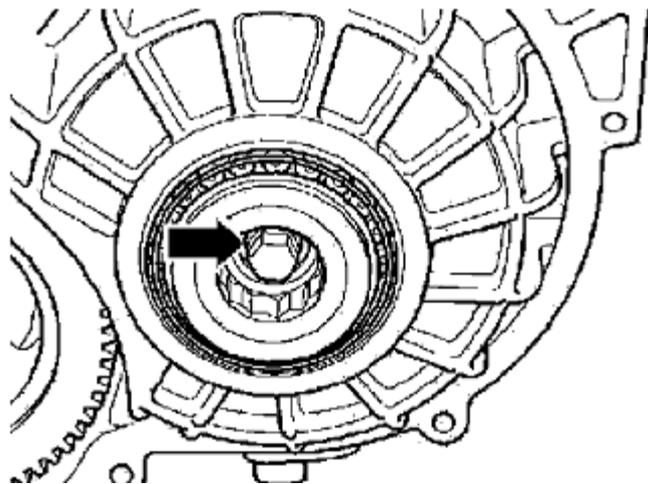
将旋具插入大太阳轮的孔内



任务实施

1) 解体

(1) 拧下小输入轴螺栓。



拧下小输入轴螺栓

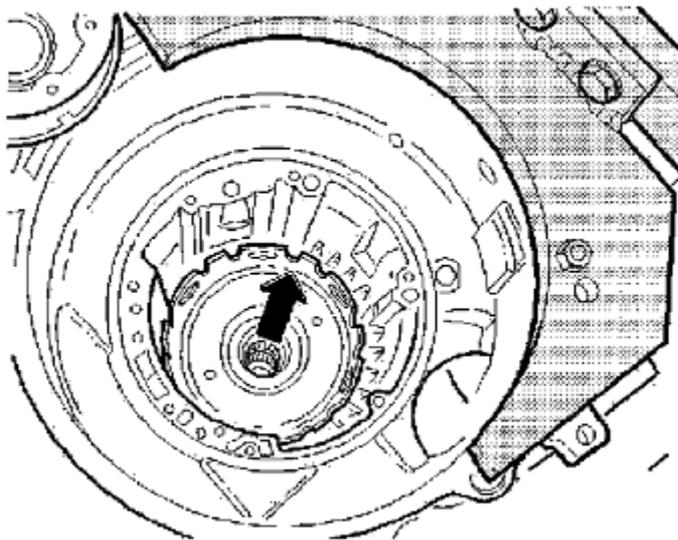
(2) 拆下小输入轴上的螺栓和调整垫圈，行星齿轮支架的推力滚针轴承留在主动齿轮内。



任务实施

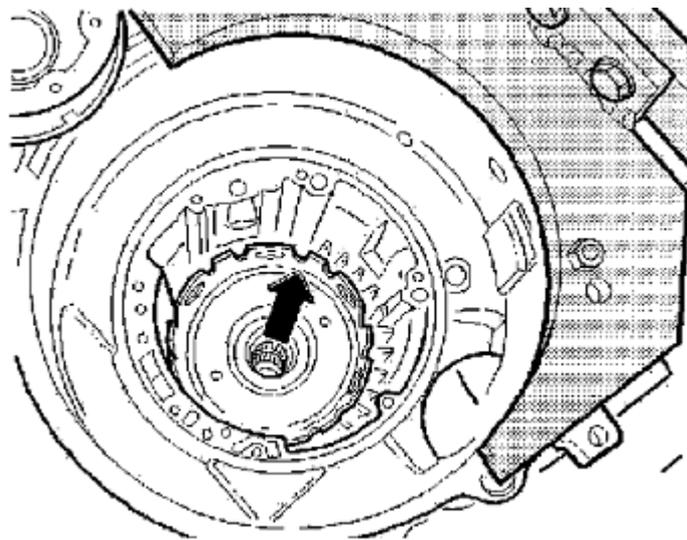
1) 解体

(13) 拔下小输入轴，拔出大输入轴。



拔下小输入轴

(14) 拔出大太阳轮。



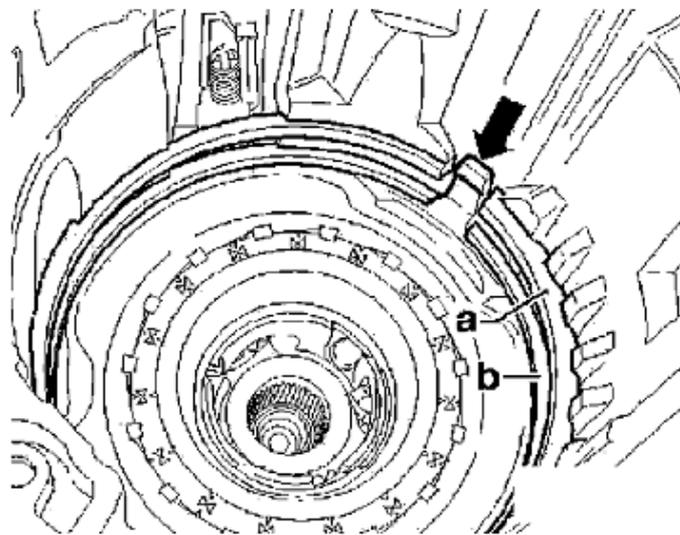
拔出大太阳轮



(15) 拆卸单向离合器前，应先拆下变速器转速传感器G38。

(16) 拆下隔离管弹性挡圈a和单向离合器弹性挡圈b。

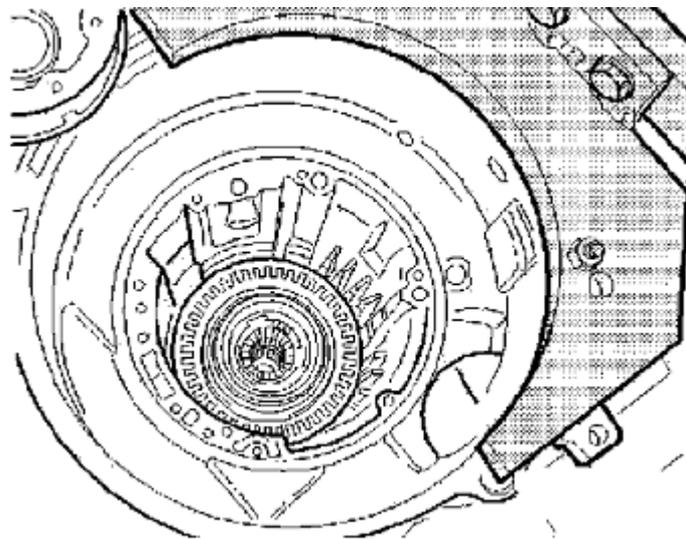
(17) 用钳子从变速器壳体上拔下定位楔上的单向离合器。



拔下单向离合器

(18) 拔下带碟形弹簧的行星齿轮支架。

(19) 拆下倒挡制动器B1的摩擦片。

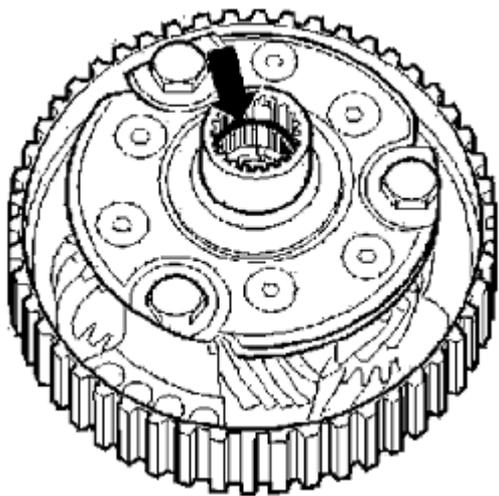


拔下行星齿轮支架

任务实施

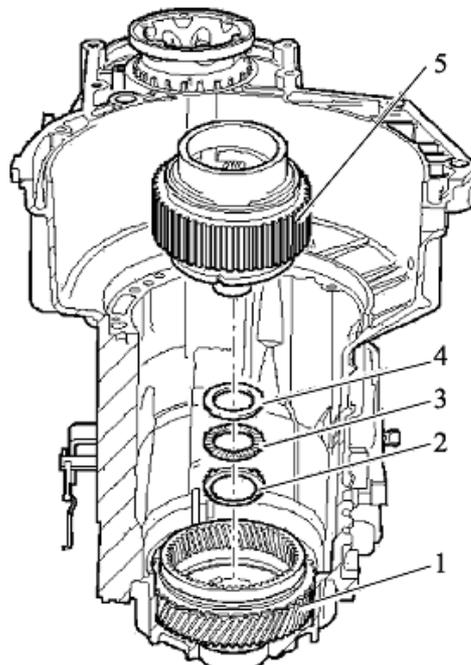
2) 装配

(1)将O形密封圈，装入行星齿轮支架，更换支架时需要调整。



安装O形密封圈

(2)将带垫圈的推力滚针轴承和行星齿轮支架装入主动齿轮。



安装滚针轴承和行星齿轮支架

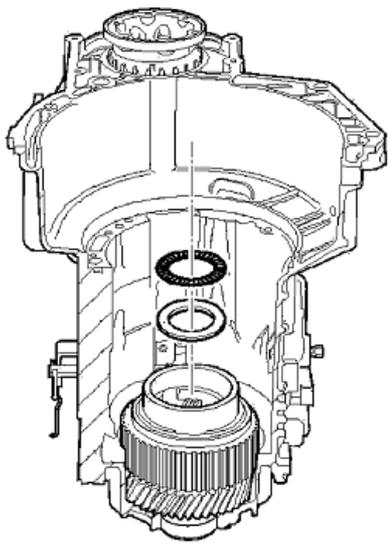
1—壳体内部的主动齿轮；2、4—滚针轴承垫圈；3—滚针轴承；5—装有O型密封圈的行星齿轮支架



任务实施

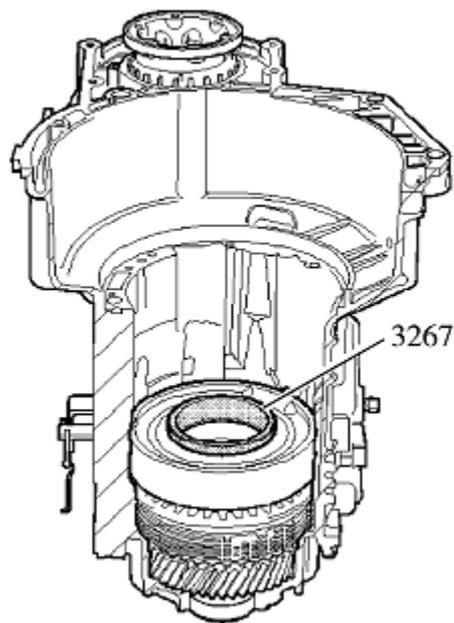
2) 装配

(3) 将垫圈和推力滚针轴承装到行星齿轮支架的小太阳轮上，装入倒挡制动器 B_1 的内、外片。



安装垫圈和推力滚针轴承

(4) 装入压板，扁平面朝向片组。装入碟形弹簧，凸起面朝向单向离合器。用专用工具3267张开单向离合器滚子，并装上单向离合器。

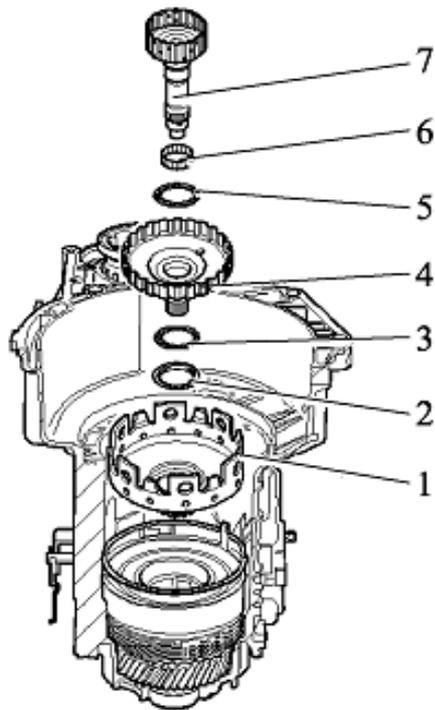


安装单向离合器



(5)安装单向离合器弹性挡圈b和隔离管弹性挡圈a，安装弹性挡圈时开口装到定位楔上。安装变速器转速传感器G38，测量制动器 B_1 。

(6)将大太阳轮到小输入轴部件装入变速器壳体。



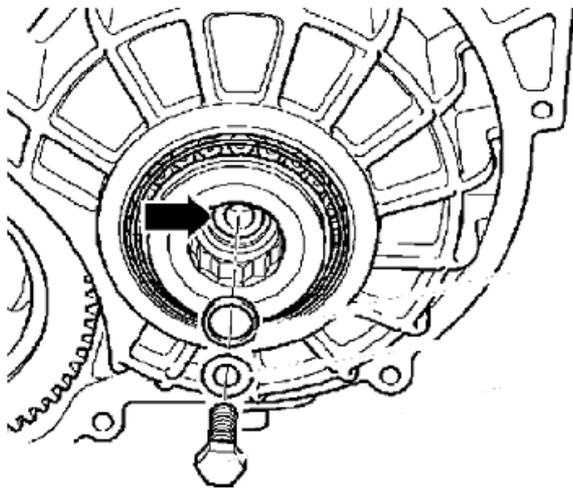
安装大太阳轮

1—大太阳轮；2—推力滚针轴承垫圈；3、5—推力滚针轴承；4—大输入轴；6—滚针轴承；7—小输入轴

任务实施

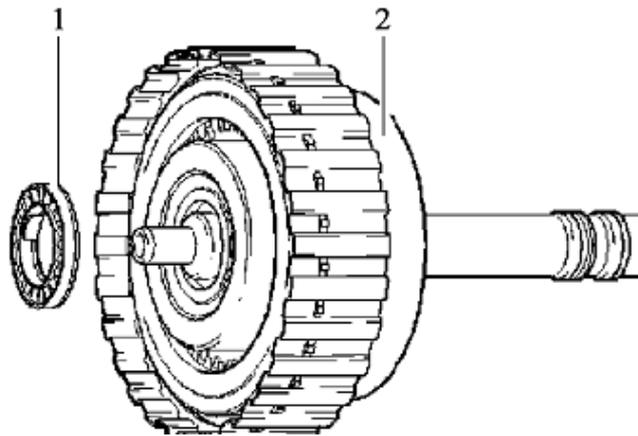
2) 装配

(7) 安装带有垫圈和调整垫圈的小输入轴螺栓。螺栓的拧紧力矩为 $30\text{N} \cdot \text{m}$ 。将调整垫圈装到小输入轴台肩上（箭头所示），确定调整垫圈厚度，测量并调整行星齿轮支架。



安装输入轴螺栓

(8) 将带垫圈的推力滚针轴承装到4挡离合器 K_3 上。用自动变速器油涂于推力滚针轴承垫圈，以便安装时将轴承粘到 K_3 上。



安装滚针轴承

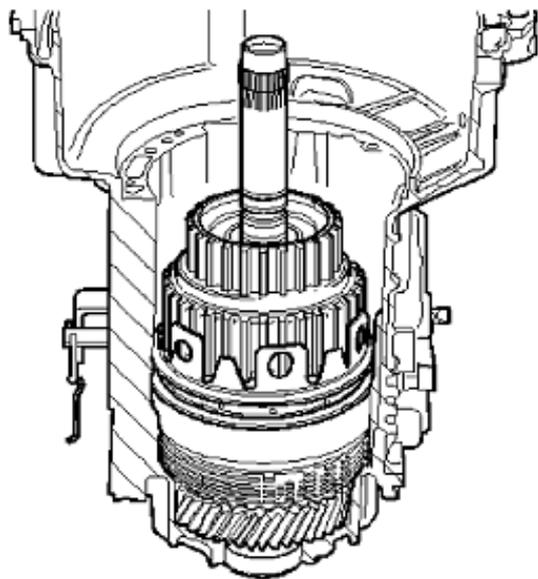
1—推力滚针轴承；2—离合器 K_3



任务实施

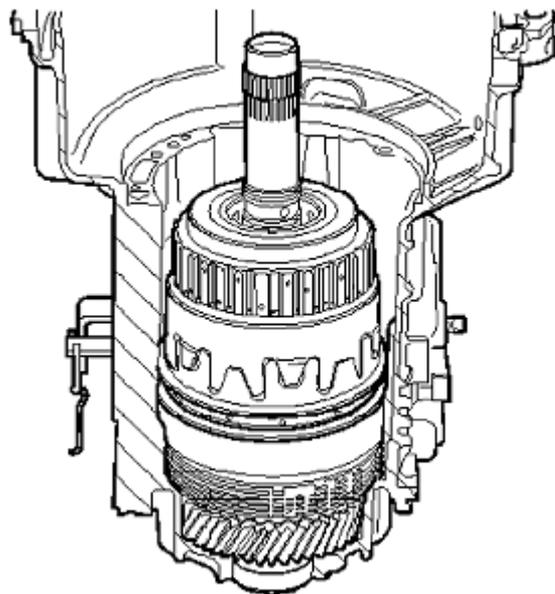
2) 装配

(9) 安装4挡离合器 K_3 ，并将调整垫片安装在 K_1 上。



安装4挡离合器 K_3

(10) 将O形密封圈装入槽内。装入倒挡离合器 K_2 。



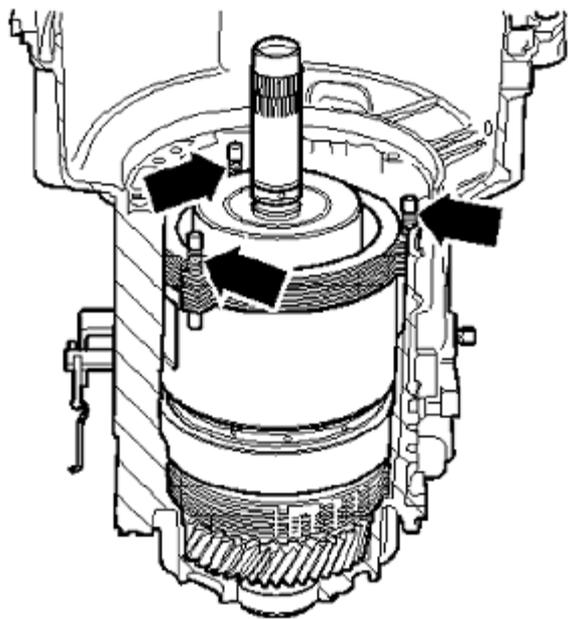
安装离合器 K_2



任务实施

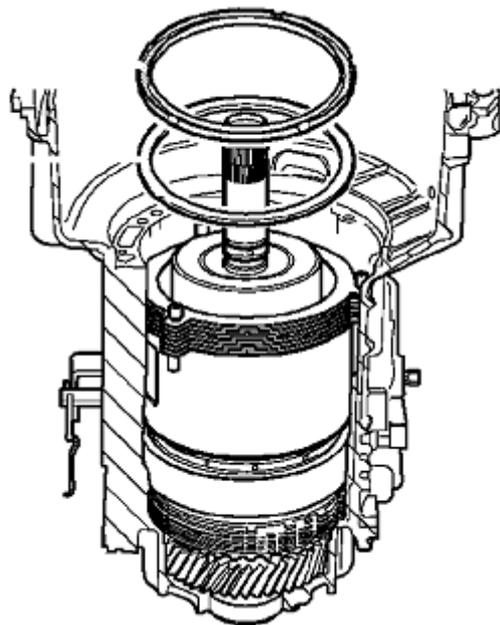
2) 装配

(11) 装入制动器 B_2 片组的隔离管，安装时应使隔离管上的槽进入单向离合器的楔。安装 B_2 的制动片



安装制动器 B_2

(12) 安装自动变速器油泵密封垫。将O形密封圈装到自动变速器油泵上。安装自动变速器油泵。



安装油泵总成



- (13) 均匀交叉拧紧螺栓。注意不要损坏O形密封圈，螺栓拧紧力矩为8N.m，螺栓拧紧再拧90°，此时可分几步进行。
- (14) 测量离合器间隙。
- (15) 将油塞连同滑阀箱和油底壳一同装上。
- (16) 装上带密封垫和隔套的端盖。
- (17) 装上自动变速器溢流管和螺塞。



4. 齿轮变速传动系统的调整

装配过程中，为了保证齿轮变速传动系统正常工作，需要对部件的安装位置进行检查和调整，具体需要调整：

- ①行星齿轮支架；
- ②倒档制动器B1；
- ③离合器K1、K2之间的间隙；
- ④2、4档制动器B2。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解齿轮变速传动系统的类型、特点、组成及工作原理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行齿轮变速传动系统的解体、检查、装配和调整	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目一 电控液力自动变速器 检修



任务1

汽车行驶抖动且加速无力故障的检修

任务2

变速器换挡迟滞故障的检修

任务3

变速器内部漏油故障的检修

任务4

变速器档换挡冲击过大故障的检修

任务5

变速箱无法换挡并进入应急模式故障的排除



任务3 变速器内部漏油故障的 检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2007款雷克萨斯ES350车，搭载2GR-FE发动机和U660E 6速自动变速器，累计行驶里程约为21万km。据客户反映，该车在十字路口等红灯后，发动机工作一切正常，但将换挡杆置于任何行驶档位，车辆都无法移动，组合仪表上面的档位指示正常，故障灯没有点亮。



任务分析

接车后用故障检测仪检测，无故障代码存储。由于发动机运行一切正常，怀疑传动轴或自动变速器机械装置损坏。举升车辆，查看底盘与传动轴，无异常。检查ATF油位正常，ATF呈红色且无糊味。从故障现象结合汽车行驶里程分析，初步怀疑是变速器的液压控制系统内部出现泄漏，导致油压偏低，需要对**液压控制**部分做进一步检查。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够对自动变速器液压控制系统进行检查和维护</p> <p>2) 能够对油泵、压力调节阀等部件进行检修</p>	<p>1) 理解自动变速器的液压控制系统的工作原理</p> <p>2) 理解油泵、压力调节阀等部件的结构和工作过程</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作精神</p>

建议学时

4学时



1. 供油机构



自动变速器油是液力传动油，它是一种高级润滑油，含有多种化学添加剂，通常简称为**ATF油液**。其具体作用如下：

- ①传递发动机输出功率；
- ②操纵换档元件实现自动换档；
- ③对零部件的冷却作用；
- ④对自动变速器内部零部件的润滑和清洁作用。



油箱的功用是储存油液，此外还起着散发油液中的热量，逸出油液中的气体，沉淀油液中的杂质等作用。油箱有整体式和分离式两类。

整体式是油箱与自动变速器连为一体，直接把变速器的油底壳作为油箱使用；分离式则与自动变速器分开独立布置，用管路与变速器相通，因此在布置上比较自由，可以实现较大的容量，散热性能较好。

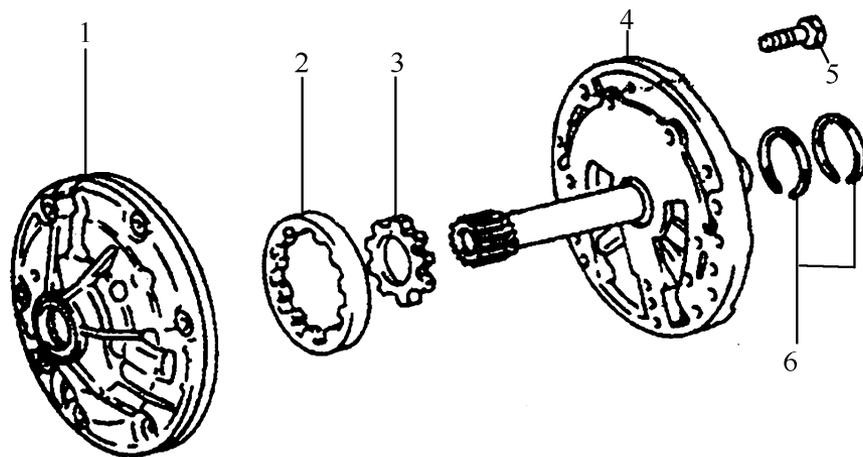


滤清器的任务就是过滤进入ATF的机械杂质，保证自动变速器的正常工作。



(1) 内啮合式齿轮泵

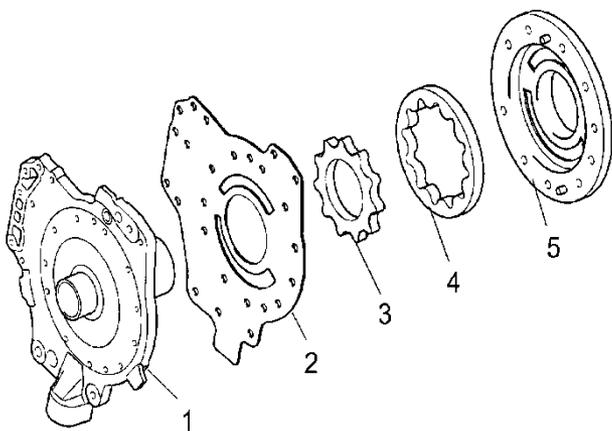
内啮合式齿轮泵由主动齿轮、从动齿轮（内齿圈）、泵体、油封环等部分组成。



内啮合式齿轮泵的结构

1—泵体；2—从动齿轮；3—主动齿轮；4—泵盖；5—螺栓；6—油封环

(2)转子泵。转子泵又称摆线齿轮泵，油泵由内、外两个转子组成。其结构特点是：内、外转子偏心安装，内转子为主动件，内转子齿数比外转子齿数多一个。



分解图



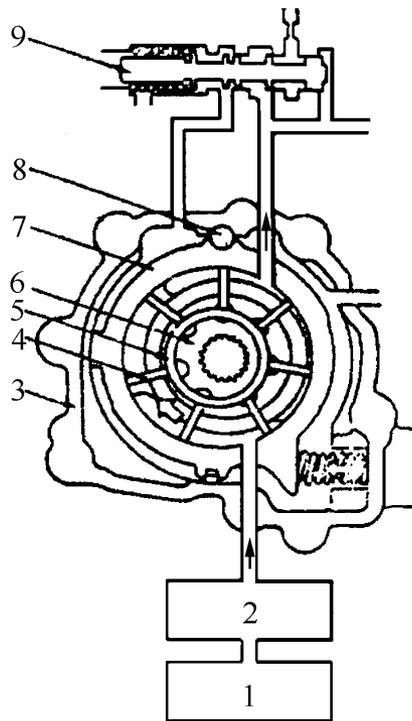
外观图

转子泵

L—供油壳； 2—供油壳盖； 3—外齿轮； 4—内齿轮； 5—泵体

(3) 叶片泵

叶片泵有单作用式和双作用式两种。单作用式叶片泵多为变量泵，双作用式叶片泵多为定量泵。



变排量叶片泵

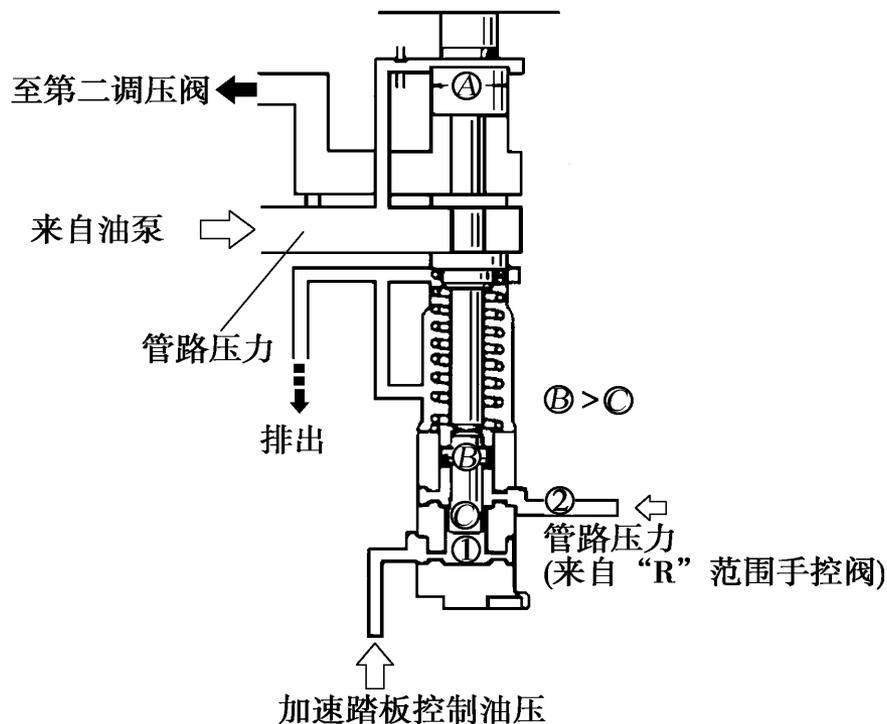
1—滤清器； 2—进油口； 3—壳体； 4—叶片； 5—叶片环；
6—转子； 7—可移动的定子； 8—支点； 9—调压阀

2. 调压机构



调压阀是**将液压油泵输出的液压油压力调节成与行驶状态相适应的工作压力的阀，工作液压是所有其他液压的压力源。**

调节后的工作压力一般为0.5 ~ 1.5MPa，失速时可达2MPa左右。调压阀一般有主调压阀和第二调压阀两种，调压阀按控制方式又分为阶梯滑阀式、导轮反作用式和电磁阀式。



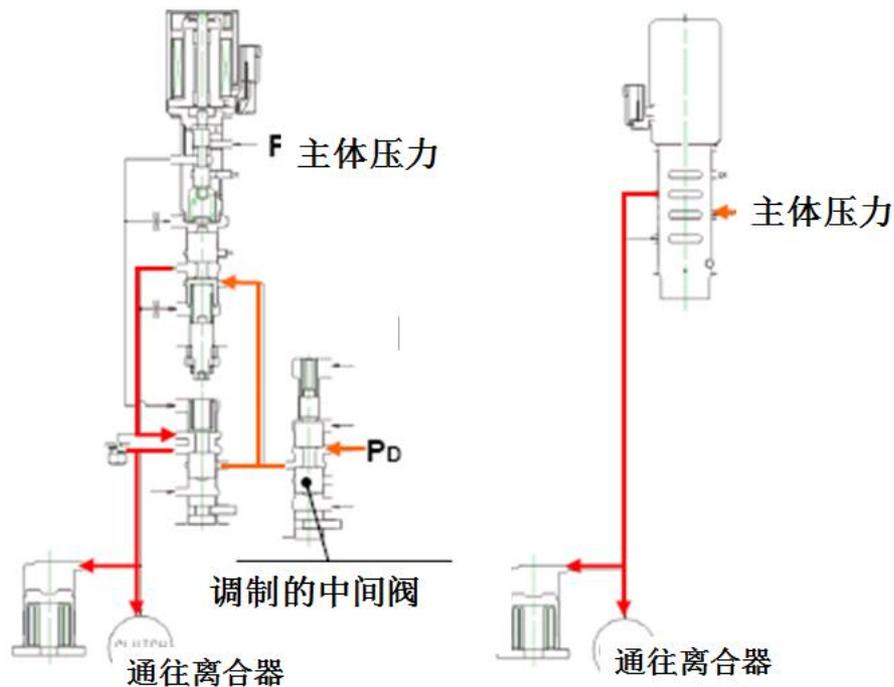
调压滑阀调原理

阶梯滑阀式主调压阀的调压特点：

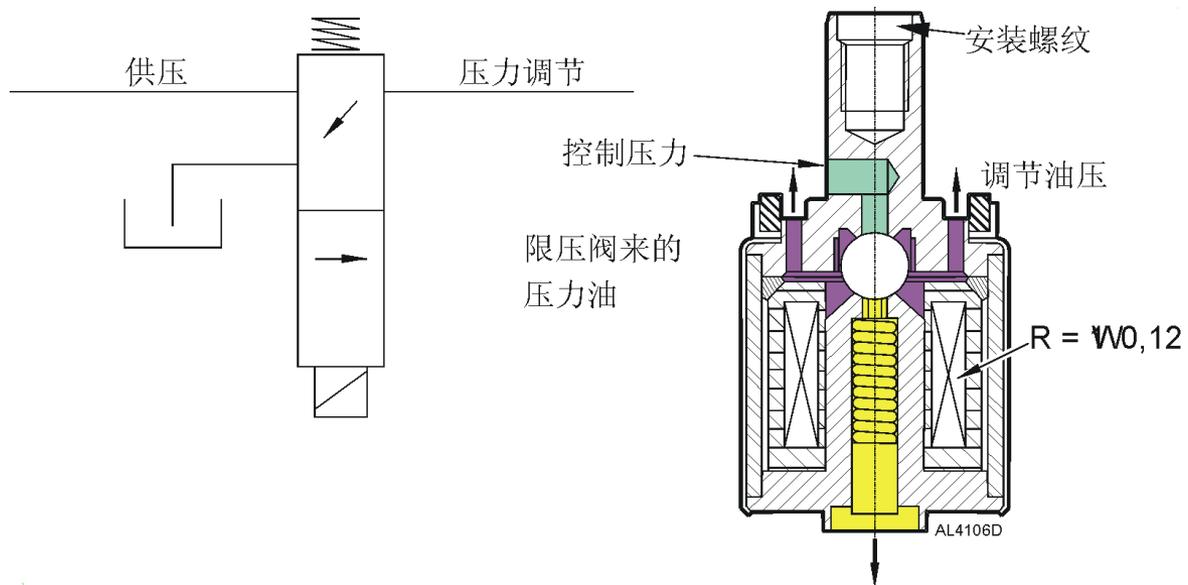
- ①节气门开度加大，主油压升高；
- ②车速升高，主油压降低；
- ③发动机转速升高，主油压升高；
- ④倒档比前进档主油压高；
- ⑤调压弹簧弹力越高，主油压越高。



大多数电控液力自动变速器均使用占空比控制型电磁阀来实现主油路油压的调节。



(a) 有中间调压阀 (b) 无中间调压阀
 调压电磁阀调压原理



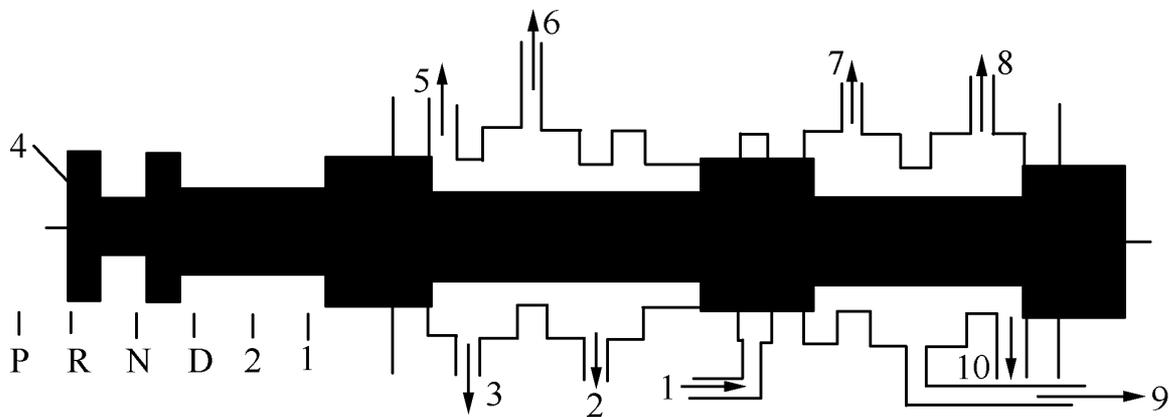
(a) 示意图 (b) 结构图
占空比控制型调压电磁阀

3 . 操纵机构



手控阀也叫**手动阀**，即由驾驶员手动操作的滑阀。当操纵杆位于不同的位置时，手控阀将主油路接通不同的工作油道。

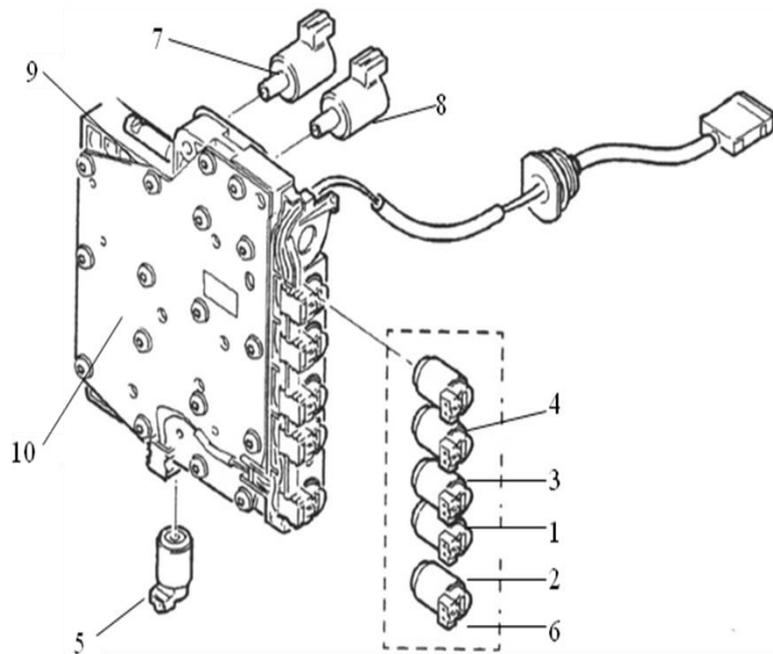
大多数变速器的P、R、N档油路直接由手控阀实现。根据手控阀阀芯上环形密封台阶的数目不同，手控阀分两柱式和三柱式等型式。



三柱式手控阀

1—主油路；2—前进档油路；3—高档油路；4—阀芯；5、10—泄油孔；6—2档油路；7—2档锁止油路；8—倒档油路；9—前进低档油路

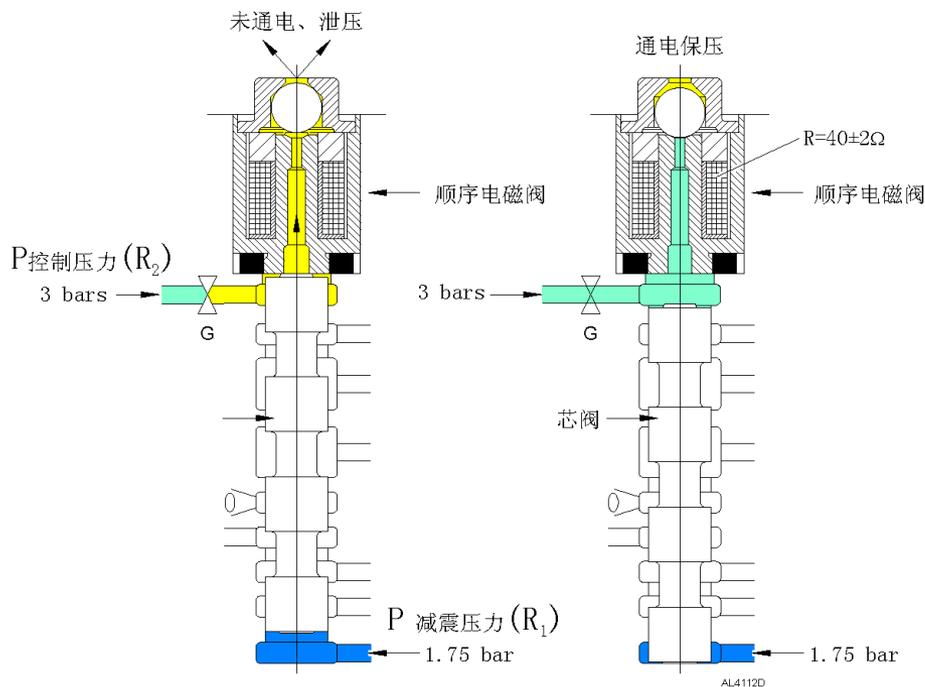
换挡阀是**控制油流方向和通/断的滑阀**。自动变速器通过一组换挡阀控制多个换挡元件进、出油道，以控制换挡元件的组合工作状态，从而实现自动变速器的自动换挡。



AL4变速器滑阀箱电磁阀的布置

1—顺序电磁阀EVS1；2—顺序电磁阀EVS2；3—顺序电磁阀EVS3；4—顺序电磁阀EVS4；5—顺序电磁阀EVS5；6—顺序电磁阀EVS6；7—主油压调节电磁阀EVM；8—变矩器锁止电磁阀EVLU；9—手动阀VM；10—液压单元

换挡电磁阀工作时，计算机给EVS供电，使内部钢制的球阀运动，从而使流向R2的回路关闭。供电时，在R2压力的作用下，球阀回到初始位置。根据EVS的状态（开或关），来改变VS的位置，从而决定离合器和制动器的工作状态，以实现换挡。



芯阀在1.75压力下上移

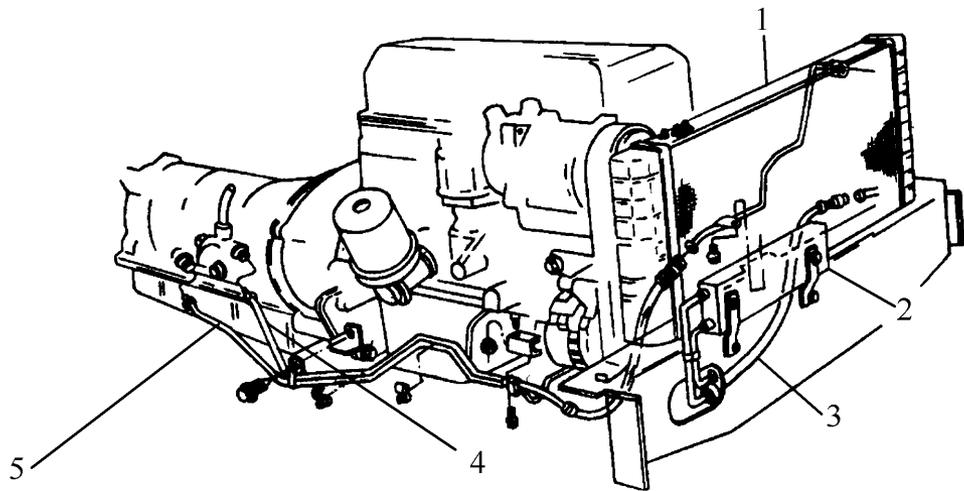
芯阀在3bar压力下克服1.75压力下移

换挡电磁阀对换挡阀的控制

4 . 辅助装置



冷却装置形成一个封闭的压力回路，**用于对ATF的散热冷却**。其回路为油泵→主调压阀→第二调压阀→锁止离合器控制阀→变矩器→锁止离合器控制阀→变速器输出油管→散热器中的冷却器→变速器输出油管→油箱。



冷却装置

1—散热器；2—辅助冷却器；3—冷却器回油管；4—变速器输出油管；5—变速器回油管

润滑回路是利用润滑油道将压力油输送到输入轴衬套，并经过衬套上的油孔流至输入轴表面。输出轴上有径向油孔，油液通过这些油孔对支承衬套、垫圈和行星齿轮机构等元件进行润滑。



(1)修正阀

断流阀就是一种修正阀。当车速上升时，管路压力也上升，若不使用修正阀，就可能因换档元件接合过猛而造成换档时的冲击，油泵消耗也增加。

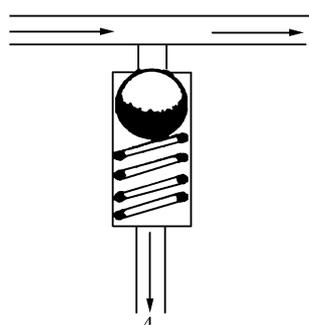
(2)释放阀

当回路压力过高，必须降低压力时，可采用释放阀。

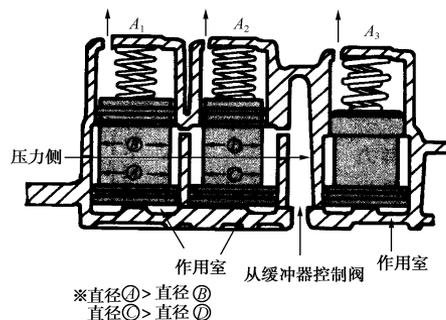
(3)缓冲器（蓄压器）

主要功能是减少换档的冲击振动，调节制动器或离合器压力使其逐渐上升。

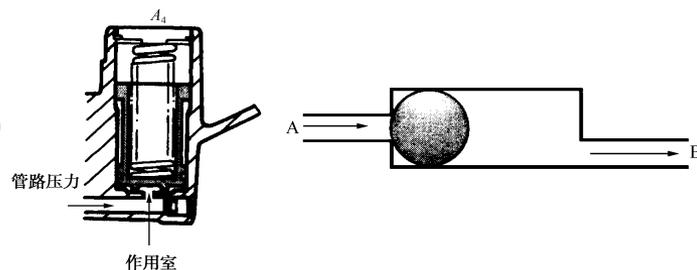
(4)单向阀



(a) 释放阀



(b) 缓冲器
辅助阀



(c) 单向阀

任务实施

自动变速器液压系统常见的故障包括漏油、压力过高或过低、油液变质导致换档故障等。



1. 油液外部泄漏检查

液压控制系统漏油会引起油路压力下降及油位下降，它是换挡打滑和延迟的常见原因。

泄漏通常通过外观检查可以发现。如果有油液漏出，可以仔细观察漏出的油液的来源，到底是变速箱油还是发动机油；如果不能确认，可以擦拭干净外观，添加荧光剂继续行驶一段时间后再进行观察、确认。



2. 自动变速器油液的检查与更换



- (1)将汽车停放在水平地面上，并拉紧手刹制动，让发动机怠速运转，自动变速器油温达到正常值（一般 60°C 以上）。
- (2)踩住制动踏板，将换挡操纵杆拨至倒档（R位）、前进档（D位）、前进低档（S、L或2、1位）等位置。
- (3)从加油管内拔出油尺，擦净后插入加油管内再拔出，检查油尺上的油面高度。
如果自动变速器处于冷态（冷车刚刚起动，自动变速器油的温度较低，为室温或低于 25°C ），油面高度应在油尺刻线的下限附近；如果自动变速器处于热态（如低速行驶5min以上，自动变速器油温度已达 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ ），油面高度应在油尺刻度线的上限附近。
- (4)若油面过低，应向加油管中补充自动变速器油，直至油面高度符合标准为止。



自动变速器油的状态是自动变速器工作状态的集中反映，故应经常观察自动变速器油的颜色和气味，用手指蘸少许油液并在手指间互相摩擦看是否有渣粒。

在正常状况下的颜色应该是淡红色或品红色，而不是棕色或黑色。若为棕色或黑色，则可能在变速器内部发生了磨损，或者变速器油变质。若颜色很淡，则也有可能氧化或者进水。正常状态下，变速器油是无味的。若有焦糊味，则证明变速器内部磨损，若有恶臭，则证明变速器磨损或者变速器油进水、氧化、变质等。



一般汽车的自动变速器油液的各更换周期在5万~10万公里。更换油液时，应使用厂商推荐的自动变速器油液。目前应用较为广泛的自动变速器油型号有Dexron-II、Dexron-III和Mercon等。

换油流程为：

- ①拧出排油螺塞，排空变速器油。
- ②装上排油螺塞，并按照规定力矩拧紧。
- ③从加油口注入规定量的新的变速器油（必要时使用专用工具）。
- ④起动发动机，将换档杆依次换入所有档位并停留3秒，再换回P档位。
- ⑤使发动机怠速运转，检查并调整油位至正常。



3. 液压控制系统压力测试

液压试验是在自动变速器工作时，通过测量各回路的油压来判断各元件和管路的工作是否正常，它是判别故障在液压控制系统还是机械系统的主要依据。液压试验时主要测试的是主油路油压。



- ①汽车行驶至发动机及自动变速器达到正常工作温度。
- ②将车辆停放在水平面上，检查自动变速器的油面高度。如不正常，应予以调整。
- ③准备一个量程为2MPa的压力表。
- ④找出自动变速器各个油路的测压孔位置。



(1)前进档主油路油压测试。

- ①拆下自动变速器主油路油压测试孔或前进档油压测试孔螺塞，接上油压表。
- ②起动发动机，将操纵杆拨至前进档“D”位。
- ③读出发动机怠速运转时的油压，即为怠速工况下的前进档主油路油压。
- ④用左脚紧踩制动踏板，同时用右脚将加速踏板完全踩下，在失速工况下读取油压，该油压即为失速工况下的前进档主油路油压。
- ⑤将操纵杆拨至“N”位或“P”位，让发动机怠速运转1min以上。
- ⑥根据需要，可将操纵杆分别拨至各前进低档位，重复上述步骤，便可读出各前进低档在怠速和失速工况下的主油路油压。



(2)倒档主油路油压测试

- ①拆下自动变速器主油路油压测试孔或倒档油压测试孔螺塞，接上油压表。
- ②起动发动机，将操纵杆拨至前进档“R”位。
- ③~⑤步骤同上，便可测试出倒档在怠速和失速工况下的主油路油压。



主油路油压不正常原因

工况	测试结果	故障原因
怠速	所有档位的主油路油压均太低	油泵故障 主油路调压阀卡死 主油路调压阀弹簧太软 节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 节气门阀卡滞 主油路泄漏 调压电磁阀故障
	前进档和前进低档的主油路油压均太低	前进离合器活塞漏油 前进档油路漏油
	前进档的主油路油压正常 前进低档的主油路油压太低	1档强制离合器或2档强制离合器活塞漏油 前进低档油路漏油
	前进档的主油路油压正常 倒档主油路油压太低	倒档及高档离合器活塞漏油 倒档油路漏油
	所有档位的主油路油压均太高	节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 主油路调压阀卡死 节气门阀卡滞 主油路调压阀弹簧太软 调压电磁阀损坏或线路故障
失速	稍低于标准油压	节气门拉索或节气门位置传感器调整不当 油压电磁阀损坏或线路故障 主油路调压阀卡死或弹簧太软
	明显低于标准油压	油泵故障 主油路泄漏

考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电控液力自动变速器的液压控制系统的组成和工作原理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行自动变速器的液压系统的检查与维护作业	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目一 电控液力自动变速器 检修



任务1

汽车行驶抖动且加速无力故障的检修

任务2

变速器换挡迟滞故障的检修

任务3

变速器内部漏油故障的检修

任务4

变速器档换挡冲击过大故障的检修

任务5

变速箱无法换挡并进入应急模式故障的排除



任务4 变速器换挡冲击过大故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆广汽丰田凯美瑞200E汽车，装配有1AZ-FE发动机和U241E自动变速器，累计行驶了约73000公里，驾驶员发现车辆在换挡瞬间冲击较大，行驶平顺性和乘坐舒适性均变差。



任务分析

接车后通过路试，进行故障现象确认，发现挂入D档和R档时变速器均有明显的冲击。分析导致上述故障现象的原因有两个方面：一是液压控制系统和操纵机构出现机械故障；二是电子控制系统的换档程序出现问题。经过初步检查和油压测试，确认自动变速器液压控制系统及操纵机构正常。因此，需要对**电子控制系统**作进一步检查。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够初步进行电控系统的电路分析</p> <p>2) 能够对电磁阀、传感器、档位开关等部件进行检修</p>	<p>1) 理解自动变速器电子控制系统的组成和工作原理</p> <p>2) 理解电控液力自动变速器的故障自诊断流程</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作精神</p>

建议学时

6学时



1 . 电子控制系统的组成及原理

电控液力自动变速器由传感器来检测车辆、发动机与变速器的状态并传送给变速器ECU，ECU对信号进行分析、处理、判断，并发出指令控制控制一组电磁阀的动作，从而实现**对换挡时刻、锁止时刻、发动机制动和油压的控制。**



(1) 节气门位置传感器

该信号的作用为：

- ①提供载荷变化信号给ECU，ECU计算按载荷变化的换挡时刻；
- ②ECU根据载荷变化对自动变速器油压进行调整；
- ③按照油门踏板的踩下速度，ECU确定换挡时刻。

它是自动变速器的两个主控信号之一。如果该信号缺失，控制单元将用发动机平均负载来确定换挡时刻，自动变速器油压按照档位调整到油门全开时的油压，同时控制单元不再执行换挡程序。



(2) 车速传感器

车速传感器安装在变速器输出轴、差速器或里程表上，其作用是向ECU提供车速信号，以控制换档时刻和锁止离合器的锁止时刻，并进行主油路油压调节。

车速传感器是自动变速器的另一主控信号。如果该信号缺失，则锁止离合器失去锁止功能，同时控制单元用发动机转速信号作为代用信号。



(3)冷却液温度传感器

它的作用是检测发动机温度，作为自动变速器ECU进行换档控制和锁止离合器控制的依据。

(4)发动机转速传感器

该信号来源于发动机ECU。控制单元将发动机转速信号与车速信号进行对比，按转速差识别出锁止离合器的打滑状态。如果转速差过大，则说明滑动过大，控制单元就会增大锁止离合器的压力，以减少相对滑动。



(5) 变速器输入轴转速传感器

该传感器用于测量自动变速器输入轴（大太阳轮）的转速。根据该转速信息，控制单元可以准确识别换挡时刻，并且在换挡过程中通过减小点火提前角来减小发动机转矩。该信号缺失后，控制单元进入应急状态。

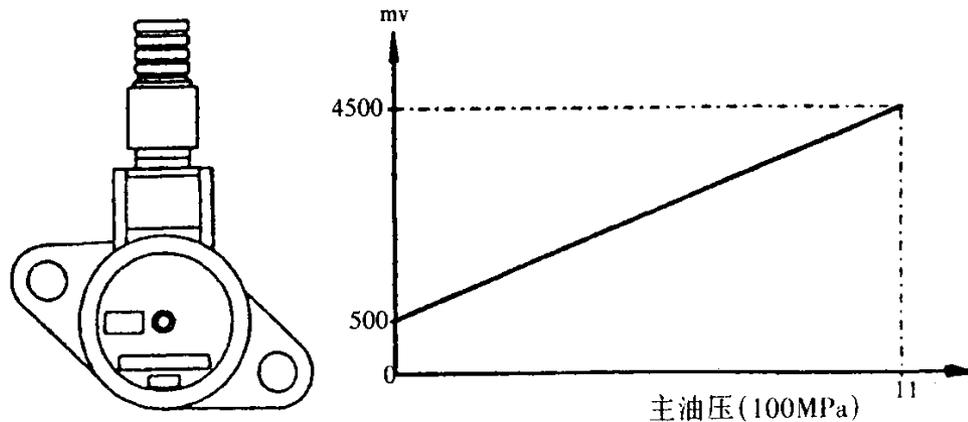
(6) 油温传感器

用于检测自动变速器的油温，作为ECU进行换挡控制、油压控制和锁止离合器控制的依据。当汽车起步或以低速大负荷行驶时，液力变矩器传动效率低，自动变速器油温升高，当油温超过预定的界限时，变速器只有在较高的发动机转速下才开始升档。



(7)油压传感器

油压传感器用于测量自动变速器主油道油压，此信号用于计算机校正主油道压力值。



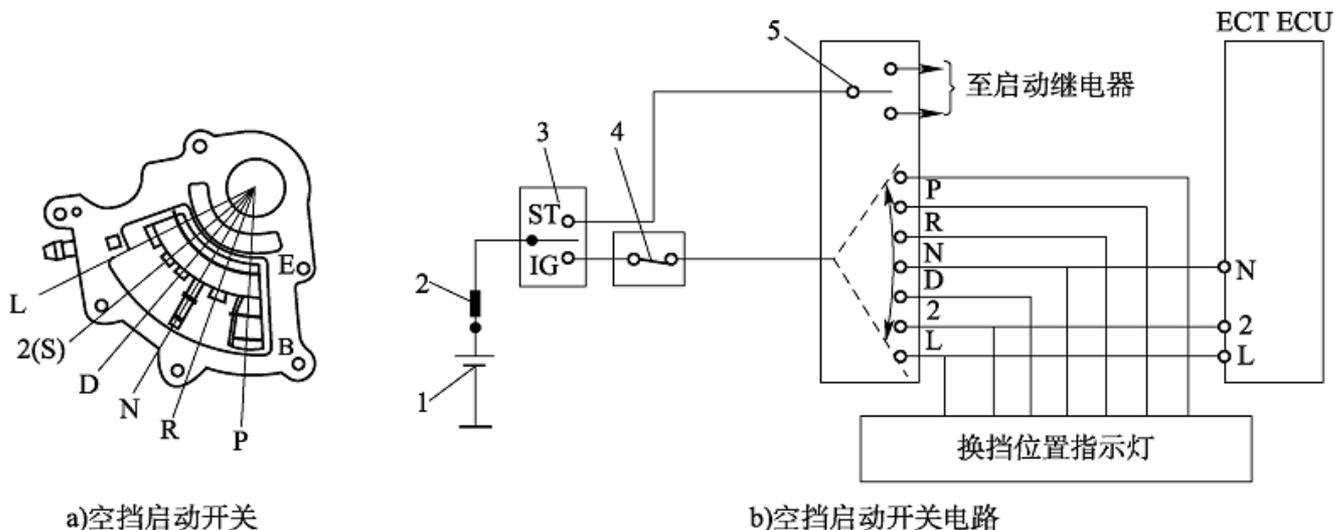
(a) 外观

(b) 输出信号电压
油压传感器

(8) 档位开关

位于手控阀摇臂轴上或档位操纵杆下方，用于**检测换挡操纵杆的位置**。它向ECU提供空档起动信号（P位或N位）、操纵杆位置信号，并控制指示灯显示操纵杆位置、接通倒档信号灯电路等。

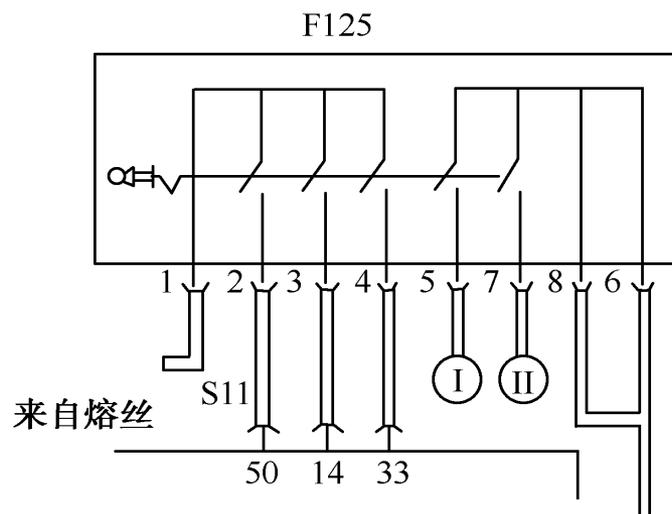
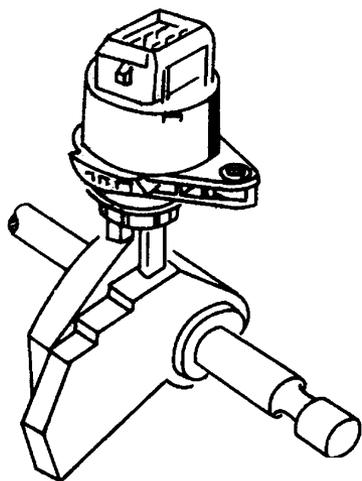
① 触点式



触点式档位开关与电路

1—蓄电池；2—熔断器；3—点火开关；4—熔丝；5—空档起动开关

②逻辑判断式



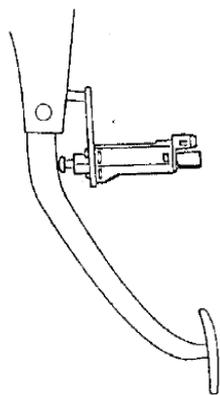
(a) 外观图

(b) 电路图

逻辑判断式空档起动开关

(9) 制动灯开关

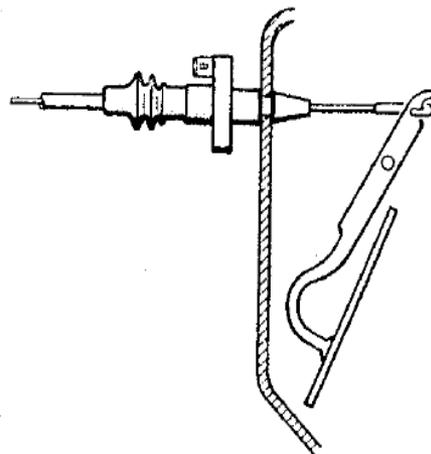
其作用是当驾驶员踩下制动踏板时，将制动信号输入电控单元，电控单元将强制变速器换入低一档；当车轮快抱死时控制液力变矩器中的锁止离合器分离，以避免出现失速现象。



制动开灯关

(10) 强制低档开关

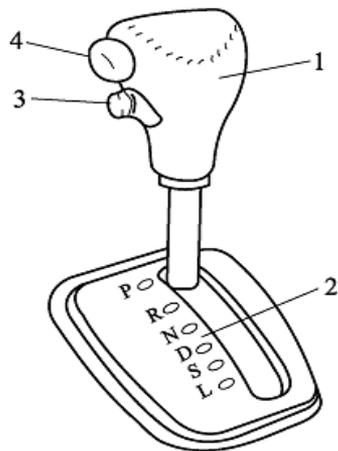
该开关与油门拉索装成一体，油门踏板踩下超过油门全开点时，此开关工作。



强制低档开关

(11)保持开关

按下此开关后，变速器不能自动换档，其档位完全取决于操纵杆所处的位置，即D位3档、S位2档、L位1档。汽车在雪地上行驶时，可按下此开关。

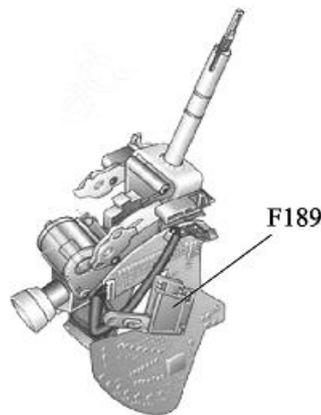


保持开关

1—换档操纵手柄；2—档位；3—O/D开关；
4—保持开关

(12)Tiptronic开关

手动模式，用于手自一体变速器。该开关识别Tiptronic槽以及Tip + 和Tip -，信号通过一根导线发送至变速器控制单元，从而实现自动变速器的手动换档模式。



Tiptronic开关

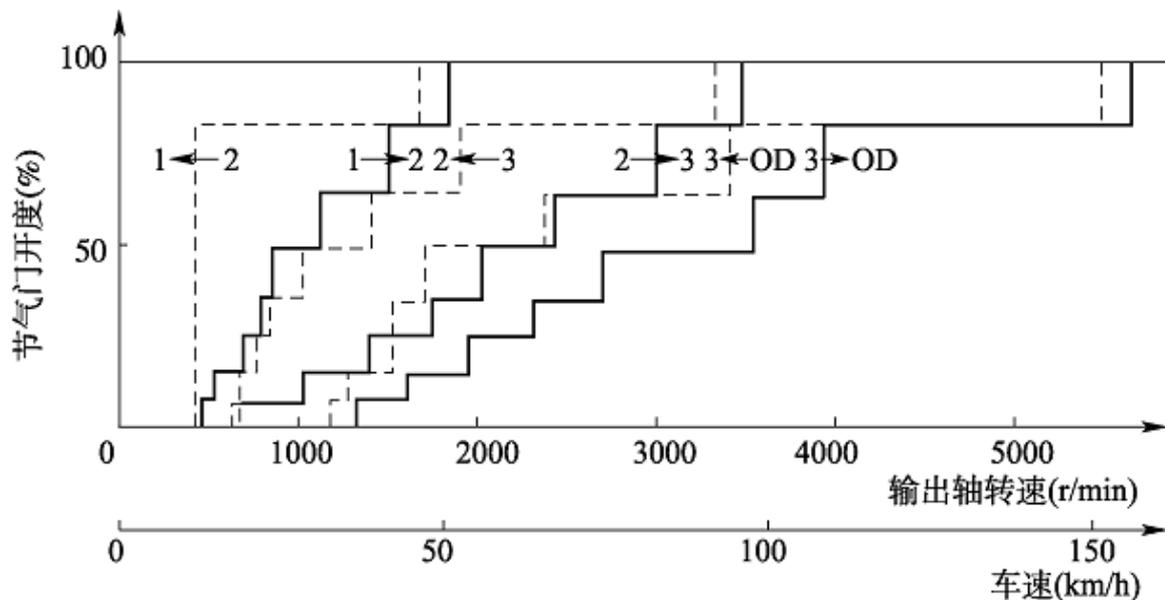
(13)其他信息

包括其他系统ECU的信息和网络传输的信息。



(1) 换档时刻控制

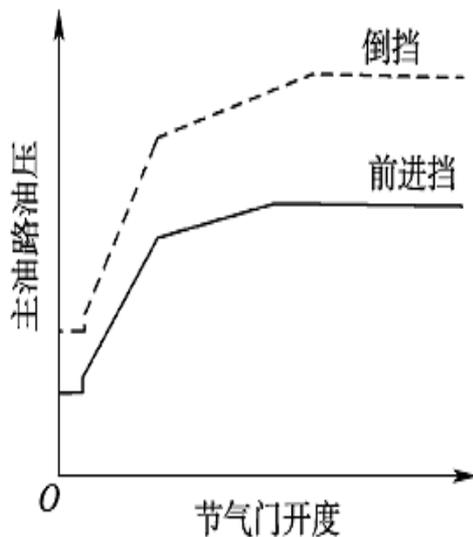
换档时刻控制即**换档时的车速控制**。ECU使变速器在汽车的任意行驶条件下都按最佳换档时刻进行换档，汽车的最佳换档车速主要取决于换档时的节气门开度。



自动变速器的换档曲线

(2) 锁止时刻控制

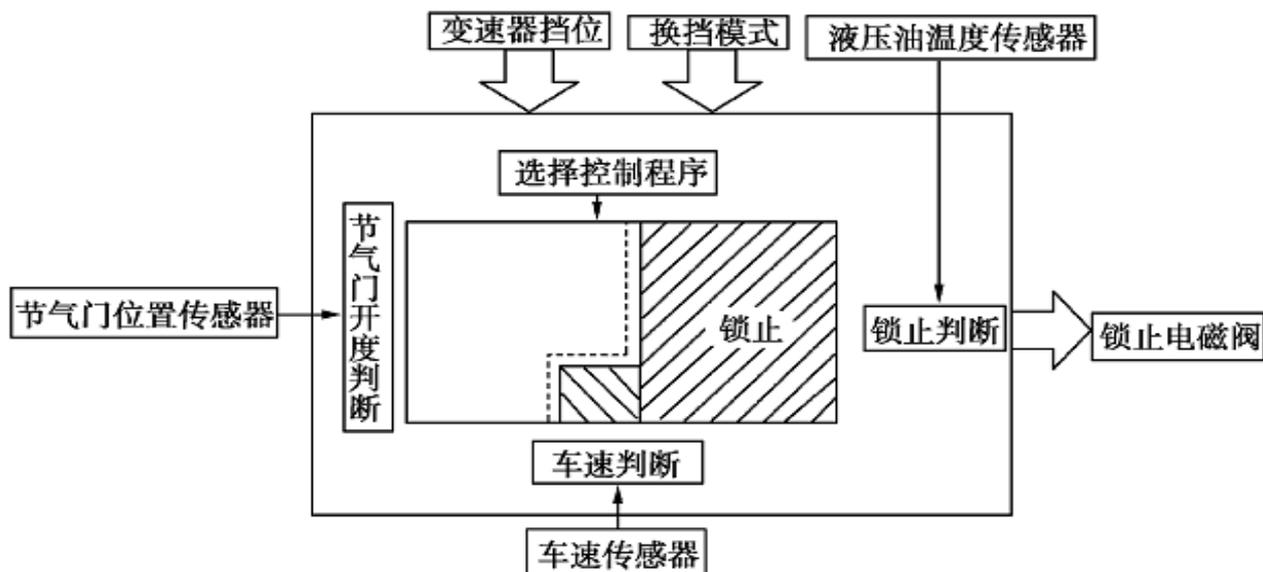
ECU按照设定的控制程序，通过控制锁止电磁阀来控制锁止离合器的接合和分离。工作中，ECU根据档位、换档模式等工作条件，从储存器中选择最佳的控制程序，并与当前的车速和节气门开度进行比较，来控制离合器的锁止时刻。



锁止离合器工作规律

(3)主油压控制

一种是间接控制，电磁阀采用**脉冲线性电磁阀**，它接收ECU发出的占空比信号，通过改变泄油孔的开度，产生随节气门开度变化的油压，即节气门油压。这一油压反馈至主调压阀，主调压阀据此来调节主油路油压。



主油路油压调节曲线

(4) 发动机辅助制动控制

ECU按照设定的发动机辅助制动控制程序，在操纵杆位于前进低档位，车速大于10km/h，节气门开度小于1/8时，控制强制制动器或离合器制动或接合，使电控自动变速器具有反向传递动力的能力，在汽车滑行时可以实现发动机辅助制动。

(5) 故障自诊断

当汽车自动变速器出现故障时，一方面仪表板上的故障报警灯亮起，ECU将检测到的故障以故障代码的形式储存在存储器，并提醒驾驶员立即将汽车送修。自动变速器故障报警灯多数为“O/D OFF”，也有“AT”、“TRANS”、“ECT”、“STOP”、“SERVICE”文字等形式。



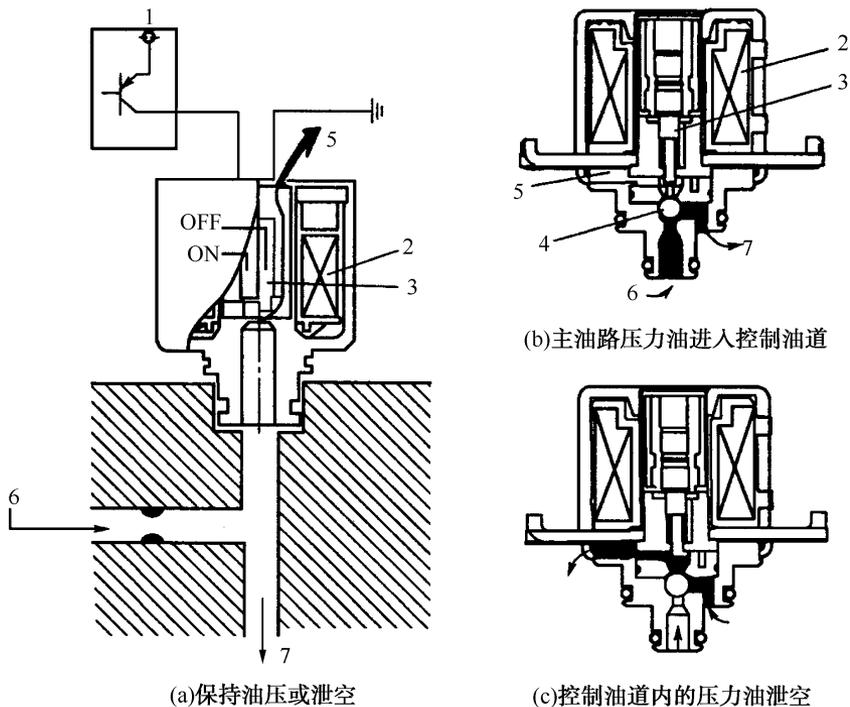
(6) 失效保护

- ①节气门位置传感器故障时，ECU根据怠速开关的信号控制。
- ②车速传感器故障时，变速器不能进行自动换档，改变操纵杆的位置来进行手动换档。
- ③输入轴转速传感器故障时，ECU停止减扭矩控制，换档冲击有所增加。
- ④油温传感器故障时，ECU按80℃油温进行控制。
- ⑤换档电磁阀出现故障时，有两种失效保护方式，一种是停止电控系统工作完全转换为手动换档；另一种是利用无故障的换档电磁阀继续进行换档控制，但换档的规律有所变化。
- ⑥当强制离合器或强制制动器出现故障时，电磁阀停止工作，强制离合器或强制制动器始终处于接合状态，汽车减速时总有发动机辅助制动作用。
- ⑦当锁止电磁阀出现故障时，锁止离合器始终处于分离状态。
- ⑧当调压电磁阀出现故障时，ECU停止调压电磁阀控制作用，使主油路油压保持最大值。



(1) 开关式电磁阀

作用是通过开启或关闭来控制油路油压。它的工作方式有两种：一种是让某条油路保持油压或泄空；另一种方式是开启或关闭某条油路。



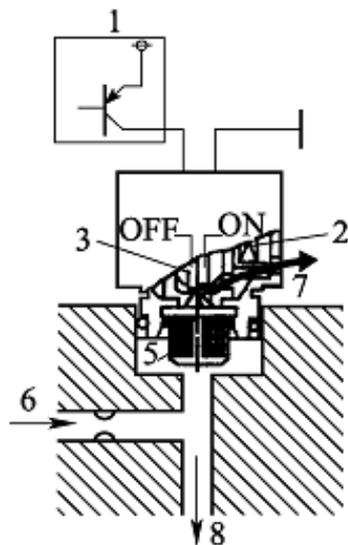
开关式电磁阀

- 1—电子控制单元；2—电磁线圈；3—衔铁或阀芯；
4—阀球；5—泄油孔；6—主油道；7—控制油道

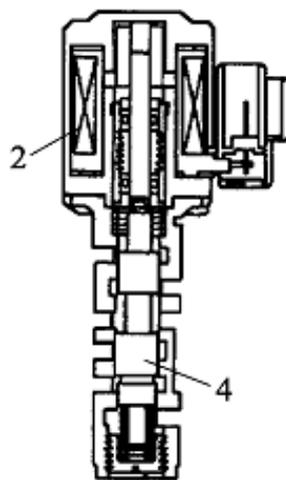


(2) 脉冲线性式电磁阀

脉冲线性式电磁阀通过改变泄油孔的开度来调节油路中的油压，所以它接收ECU的占空比信号。占空比越大，经电磁阀泄出的液压油越多，油路油压就越低；反之，占空比越小，油路油压就越高。



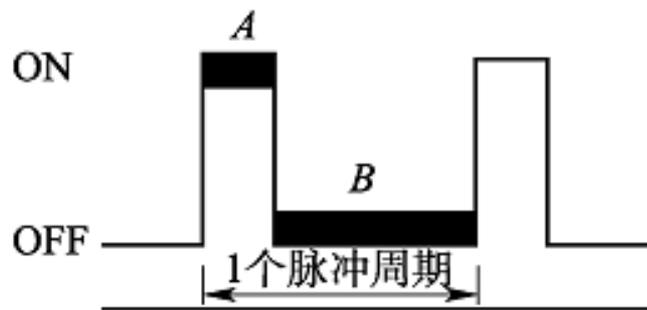
a) 普通脉冲线性式电磁阀



b) 带滑阀的脉冲线性式电磁阀

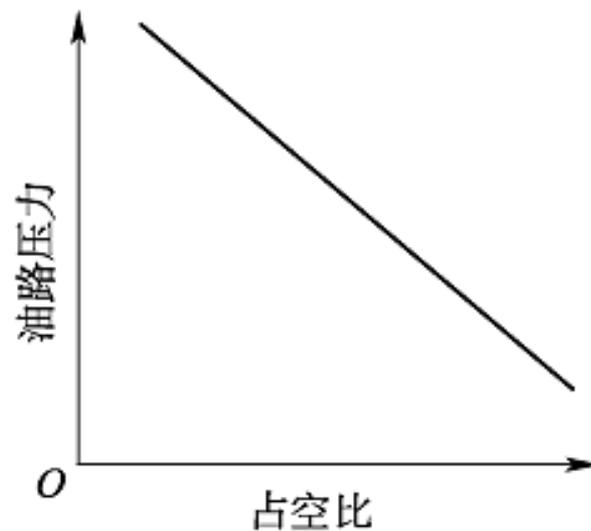
脉冲线性式电磁阀

- 1—电子控制单元；2—电磁线圈；3—衔铁或阀芯；4—滑阀；
5—滤网；6—主油道；7—泄油孔；8—控制油道



$$\text{占空比} = \frac{A}{A+B} \times 100\%$$

a) 占空比定义内容



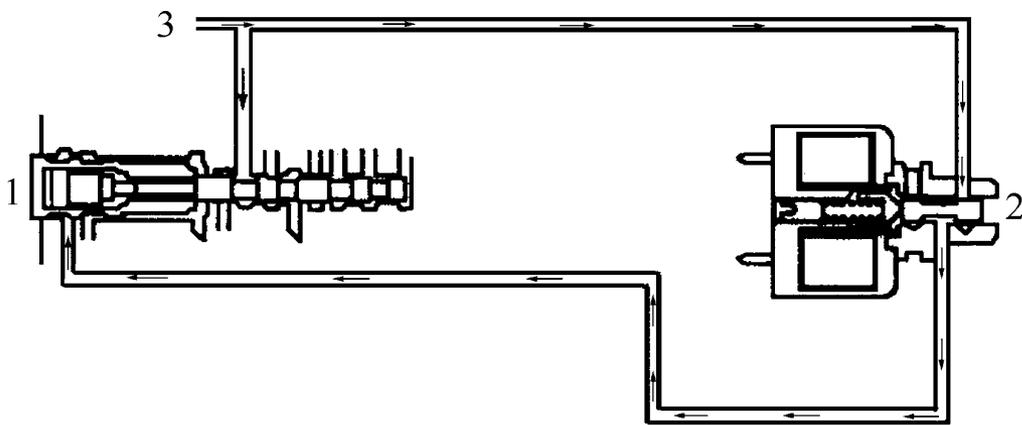
b) 油路压力曲线

脉冲线性式电磁阀的控制信号

2 . 电控液力自动变速器工作过程分析



主油路油压控制可以采用电磁阀控制阶梯式滑阀实现。节气门开度越大，脉冲信号的占空比越大，调压电磁阀开度也越大，作用在主油路调压阀的节气门油压也越大，从而使主油路油压随节气门开度的增大而升高。



电控自动变速器主油路调压阀工作原理图
1—主油路调压阀；2—调压电磁阀；3—主油路压力油

自动变速器的档位由换挡执行元件的工作组合决定，而换挡执行元件的工作由换挡阀控制液压油回路实现。一般的换挡阀由换挡电磁阀控制，一个换挡电磁阀可以控制1~2个换挡阀。

换挡电磁阀的工作有两种方法：一种是**加压控制**，即通过开启或关闭换挡阀控制油路的进油孔来控制换挡阀的工作；另一种是**泄压控制**，即通过开启或关闭换挡阀控制油路的泄油孔来控制换挡阀的工作。



(1) 齿轮变速传动系统结构

丰田A340E的齿轮变速传动系统为**三排四档辛普森**式行星齿轮机构，第一排行星齿轮机构用于实现超速档，后两排为标准三档辛普森行星齿轮机构,系统共有10个换挡执行元件。

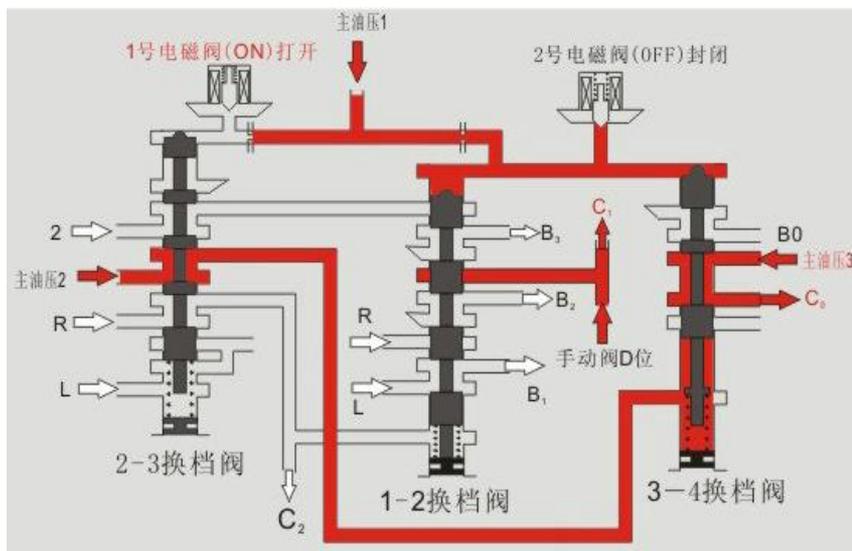


(2)换挡过程控制

①D位1档

主油压1、主油压2和主油压3为三路主油压，直接来源于油泵。当换挡手柄处于D位时，来自手动阀的主油压分两路输出：一路进入离合器C1；一路进入1-2档换挡阀，为升二档作准备。

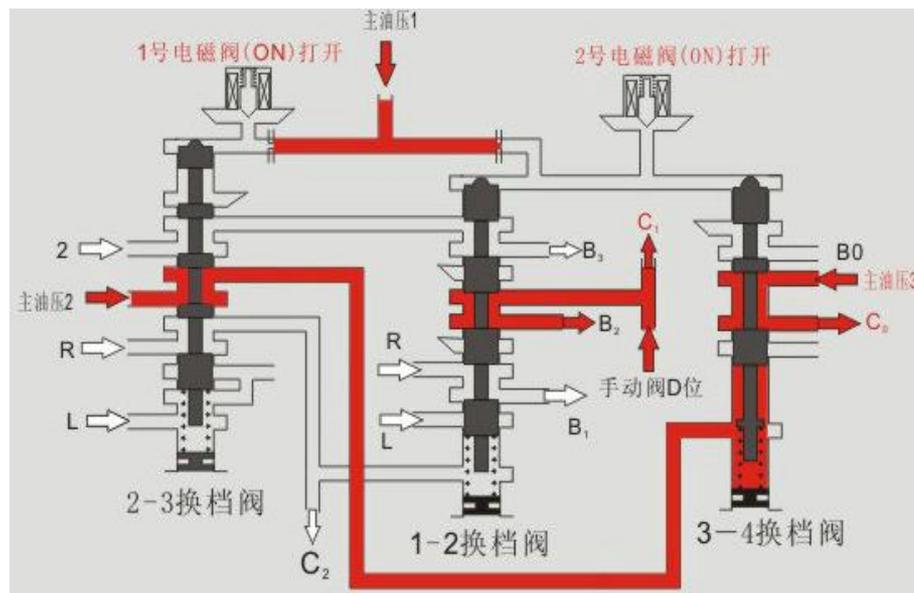
1号换挡电磁阀通电打开泄油；2号换挡电磁阀断电封闭。此时主油压3经过3-4档换阀进入C0。此时C0、C1工作，变速器以1档运行。



D位1档工作状态

②D位2档

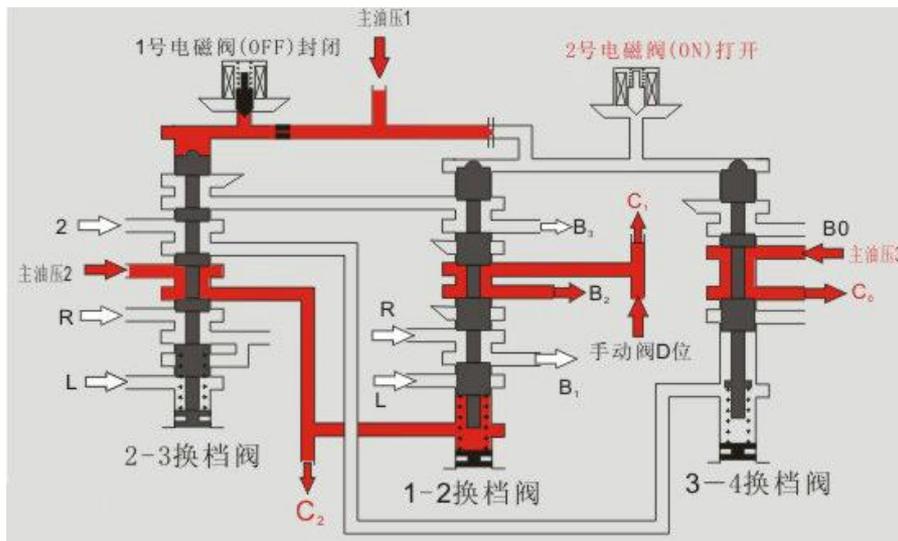
1号换挡电磁阀继续保持泄油，2号换挡电磁阀由断电转换为通电泄油，1 - 2档换挡阀芯上端没有油压，阀芯在弹簧力下上移，来自手动阀D位主油压通过1 - 2档换挡阀进入制动器B2，变速器升至二档工作。



D位2档工作状态

③ D位3档

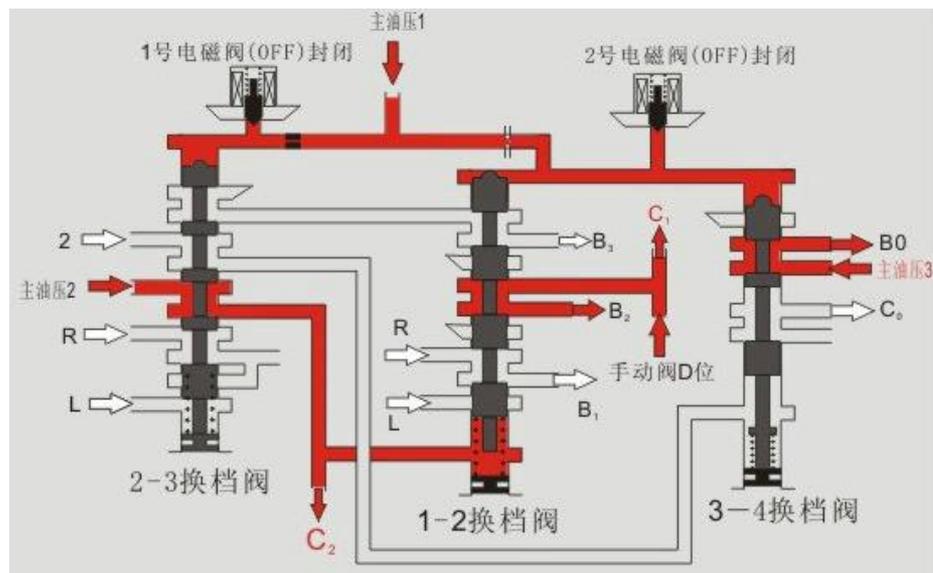
1号电磁阀断电封闭，2 - 3档换挡阀处于下位，主油压2通过2 - 3档换挡阀输出：一路进入离合器C2，变速器升至三档；另一路进入1 - 2档换挡芯最下端，而3 - 4档换挡阀芯下端泄油，为升入四档做准备。



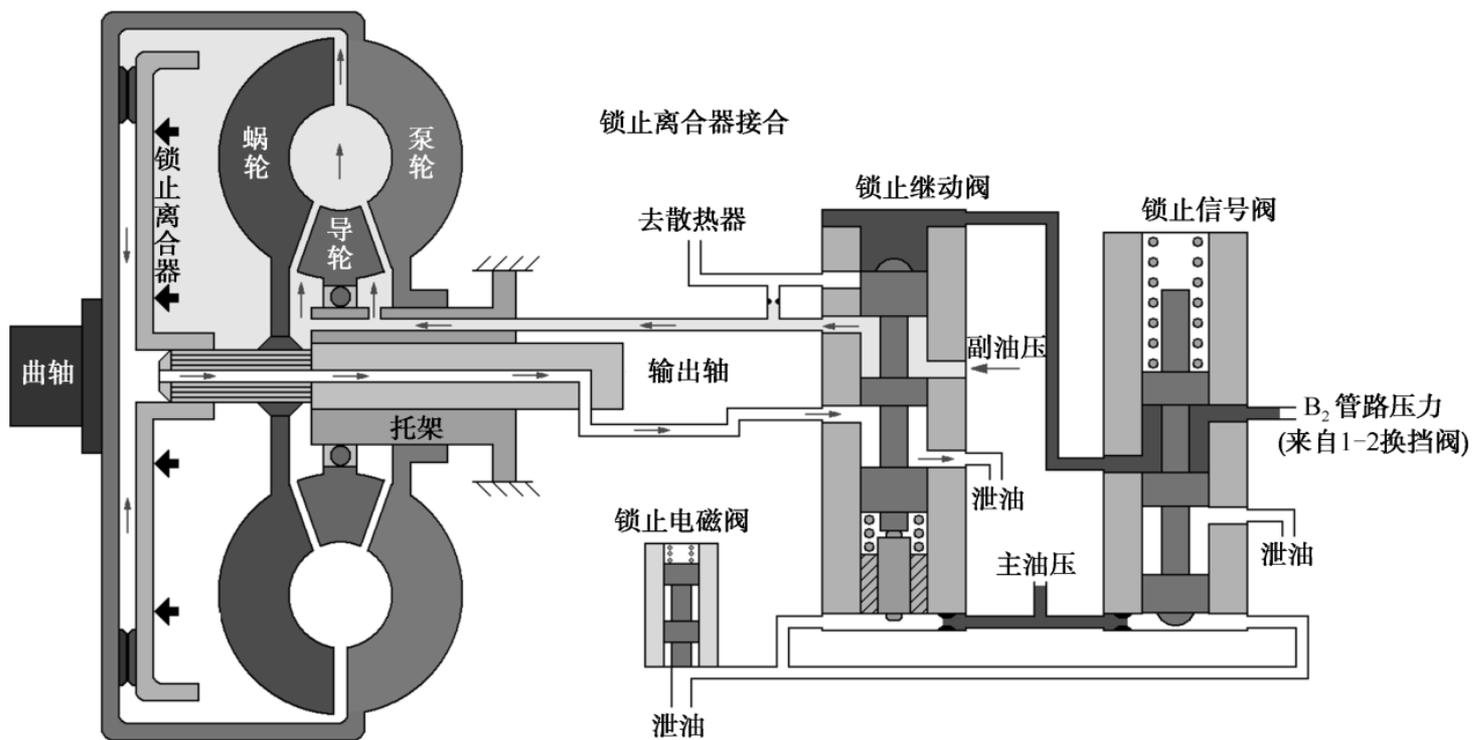
D位3档工作状态

④D位4档

2号换挡电磁阀断电封闭，
3 - 4档换挡上端油压作用力使
阀芯处于下位，主油压3进入制
动器B0，而离合器C0分离，变
速器换入四档工作。



D位4档工作状态



锁止离合器的控制原理

(1) 锁止信号阀

锁止电磁阀通电时，阀门打开泄压，锁止信号阀阀芯上移，使B2的管路压力作用于锁止继动阀。

锁止电磁阀断电时，阀门关闭，锁止信号阀阀芯在管路压力作用下上移，B2的管路压力不再作用于锁止继动阀，锁止继动阀上端泄压上移。

(2) 锁止继动阀

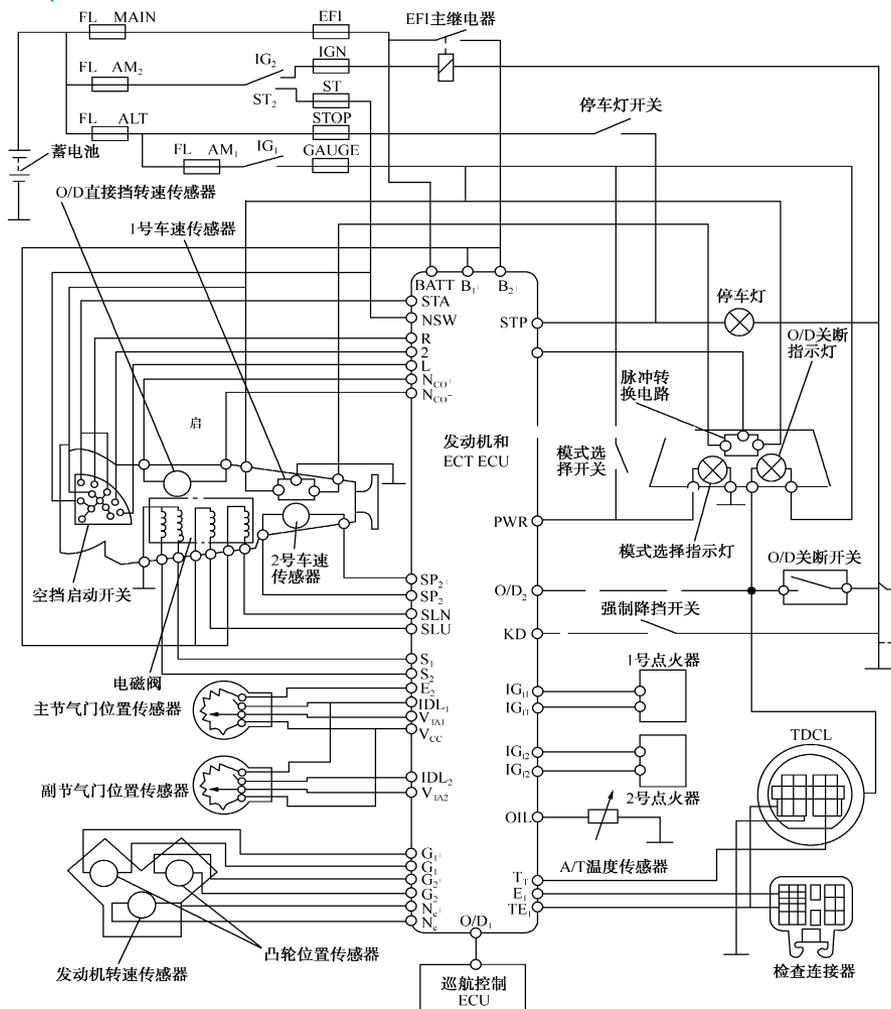
锁止电磁阀通电时，阀门打开泄压，锁止信号阀阀芯下移，使B2的管路压力作用于锁止继动阀上端，使阀芯下移，锁止离合器接合。

锁止电磁阀断电时，阀门关闭，锁止信号阀阀芯在管路压力作用下上移，而油泵来的管路压力作用于锁止继动阀下端，使阀芯上移，通向液力变矩器的ATF改变流向，锁止离合器分离。



3. 典型自动变速器电子控制系统分析

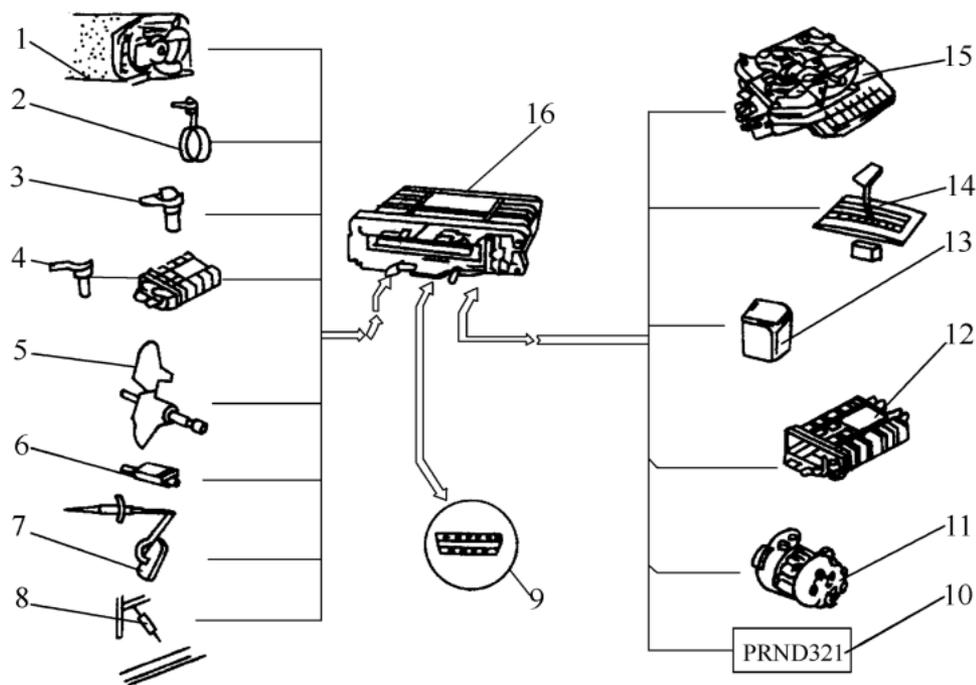




A341E型自动变速器电控系统电路

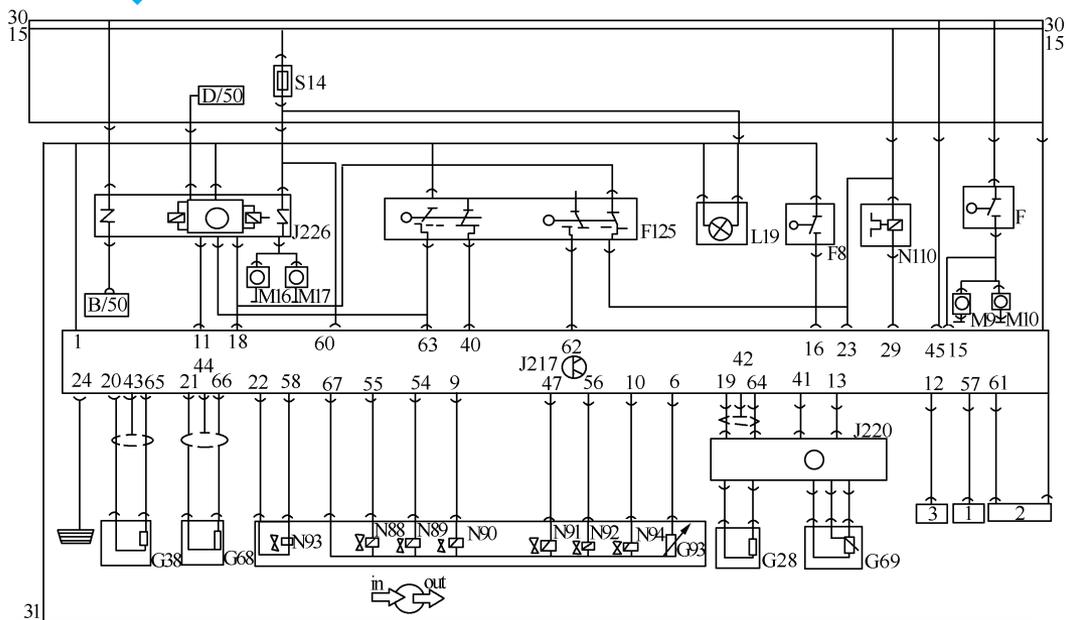
图





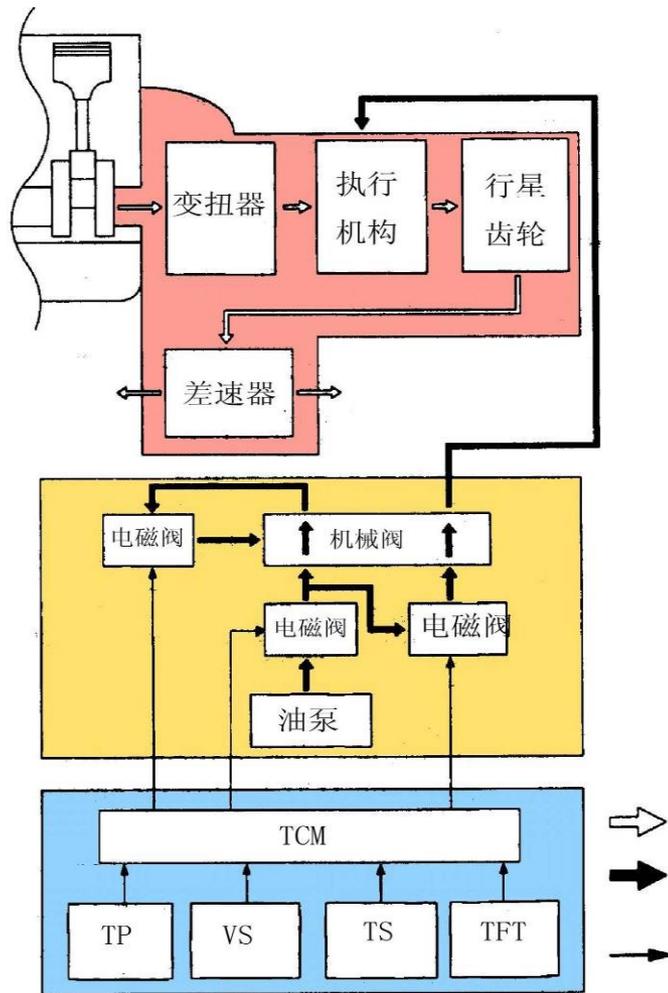
01M自动变速器电控系统的组成

1—节气门电位计G69; 2—变速器转速传感器G38; 3—车速传感器G68; 4—发动机转速传感器G28; 5—多功能开关F125; 6—制动灯开关; 7—强制低档开关F8; 8—变速器机油温度传感器G93; 9—自诊断接口; 10—变速杆位置指示板; 11—空调装置; 12—发动机控制单元J220; 13—起动锁和倒车灯继电器J226; 14—变速杆锁止电磁阀N110; 15—带电磁阀的滑阀箱; 16—变速器控制单元J217



01M自动变速器电控系统电路

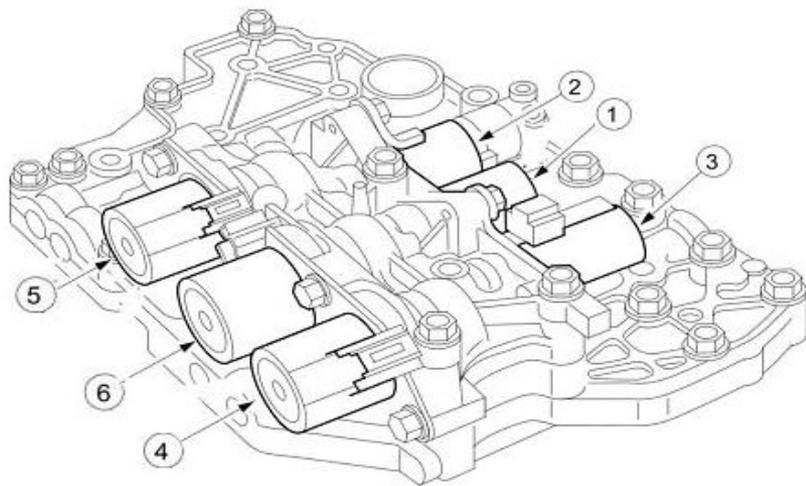
B/50—启动机（接线柱50）；D/50—点火开关（接线柱50）；F—制动灯开关；F8—强制低速挡开关；F125—多功能开关；G28—发动机转速传感器；G38—变速器转速传感器；G68—车速传感器；G69—节气门电位计；G93—变速器机油温度传感器；J226—启动锁和倒车灯继电器；J220—发动机控制单元；J217—自动变速器控制单元；L19—挡位指示板照明灯；M16/M17—倒车灯；M9/M10—制动灯和尾灯；N88—电磁阀；N89—电磁阀2；N90—电磁阀3；N91—电磁阀4；N92—电磁阀5；N93—电磁阀6；N94—电磁阀7；N110—变速杆锁止电磁阀；S14—熔断器附加信号；1—变速杆位置指示板；2—速度调节装置；3—空调装置



福特4F27E变速器组成原理图

4F27E自动变速器装配在1.8L和2.0L排量的福克斯上。型号中4代表4个前进驱动档位；F代表前轮驱动；27代表最大输入扭矩365 N.m (270 lb-ft)；E代表全电子控制。

电磁阀SSA、SSB为开关型电磁阀（ON/OFF型），控制离合器或制动器等执行部件，在OFF状态下无液压流；SSC、SSD、SSE为占空比型，利用调整电流脉宽来控制各执行部件的液压，在OFF状态下为全液压流；EPC也叫VFS电磁阀，主要控制主管路压力。



福特4F27E滑阀箱总成

- 1—换档电磁阀SSA；2—换档电磁阀SSB；3—电子压力控制电磁阀EPC；4—换档电磁阀SSC；5—换档电磁阀SSD；6—换档电磁阀SSE

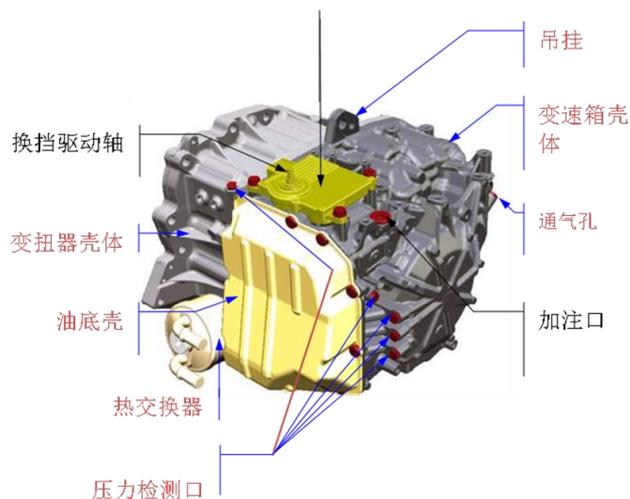
1. TF-70SC变速器特点概述



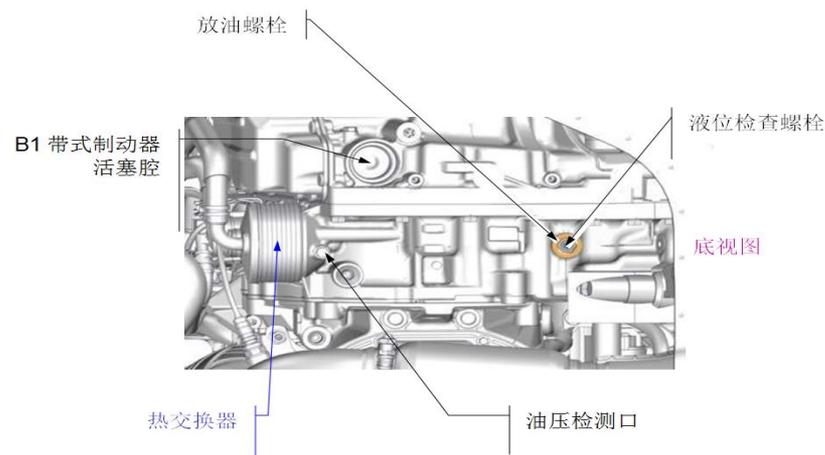
任务实施

1) 总体结构

TF-70SC电控6档自动变速器，采用了多排行星齿轮传动，并利用高精度液压离合控制系统，以保证在换档过程中平顺和响应快。齿轮变速机构由前、后两套行星排组成，后行星排为拉维娜式结构。



(a) 外观图



(b) 底视图

日本爱信TF-70SC变速器



①液力变扭器的锁止控制/打滑控制。基于发动机转速信号（发动机转速和节气门开度）和车速，能实现平顺的锁止控制。

②N档控制。当车辆停在D档，通过释放档位离合器进入N档。通过减少液力变扭器负荷，发动机负荷减少，燃油经济性提高，怠速震动减小。

③自学习管理。自动变速器电脑能进行换档控制学习和维修时档位学习，故能在换档时离合器接合平顺，行驶时换档平稳、精确。

④TIP 模式控制（手动换档模式）。将换档杆从D档移动到手动换档位置，通过+（升档）和-（降档），驾驶者能选择希望的档位。

⑤倒挡保护。如果车速等于或高于7km/h，即使换档杆从N档移动到R档，此时激活倒挡保护，变速箱不会换入倒档。

⑥过热保护。当ATF油温上升至120℃时，热保护装置被激活，此时某些功能会被禁止，变速器性能下降。

⑦失效保护。

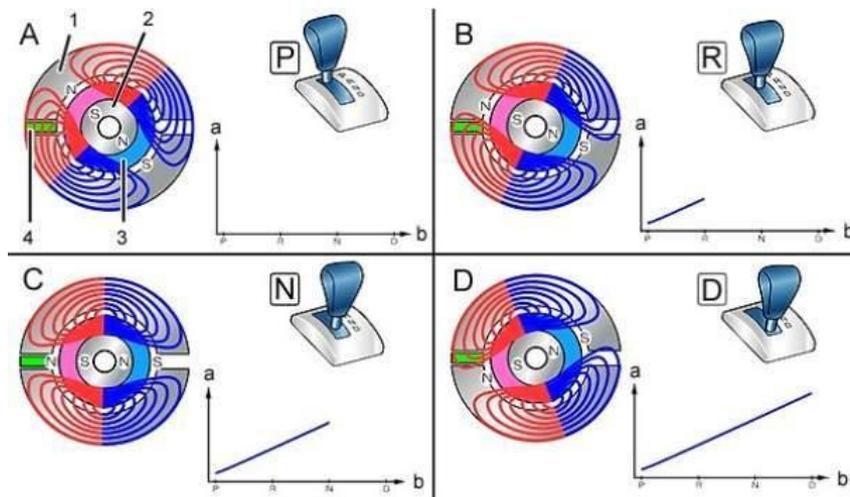
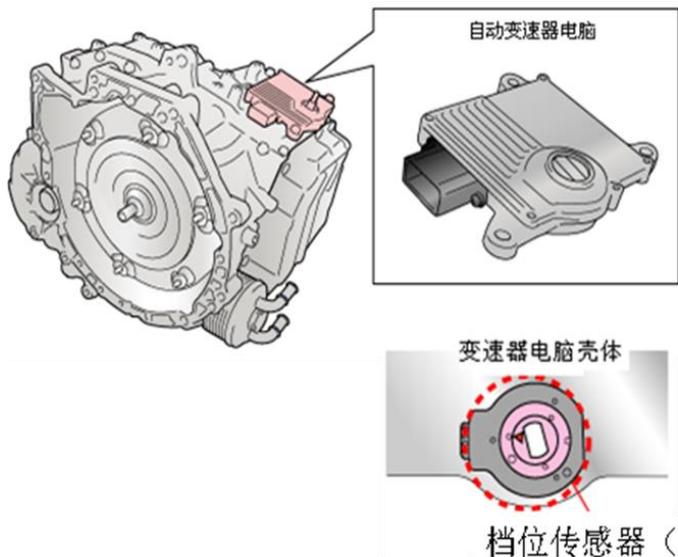


2. 电子控制系统组成与检修



任务实施

1) 变速器控制单元



(a) 外观图

(b) 档位传感器工作原理

自动变速器控制单元和档位传感器

1—外壳；2—核心；3—磁铁；4—传感头

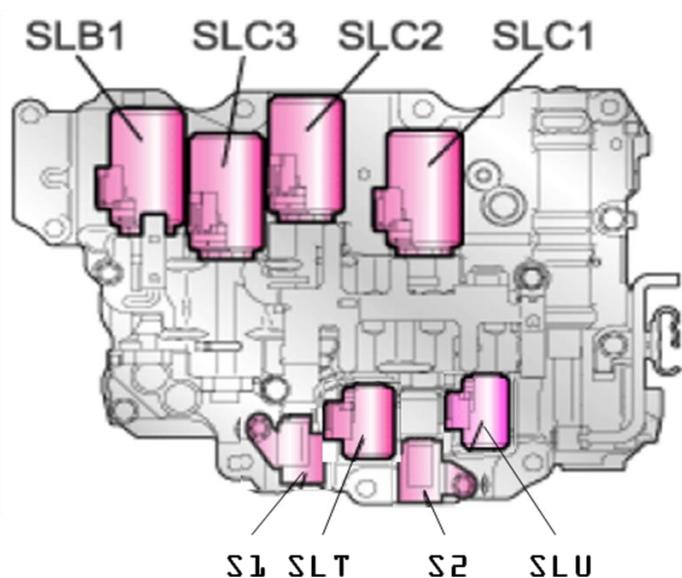
自动变速器控制单元和档位传感器集成为一体，安装于变速器壳体上部，档位传感器采用霍尔式。



任务实施

2) 电磁阀

滑阀箱上有8个电磁阀，其中S1、S2为换挡电磁阀，其余6个为线性脉冲式电磁阀，用于实现油压调节、换挡品质控制与锁止离合器锁止压力控制等。

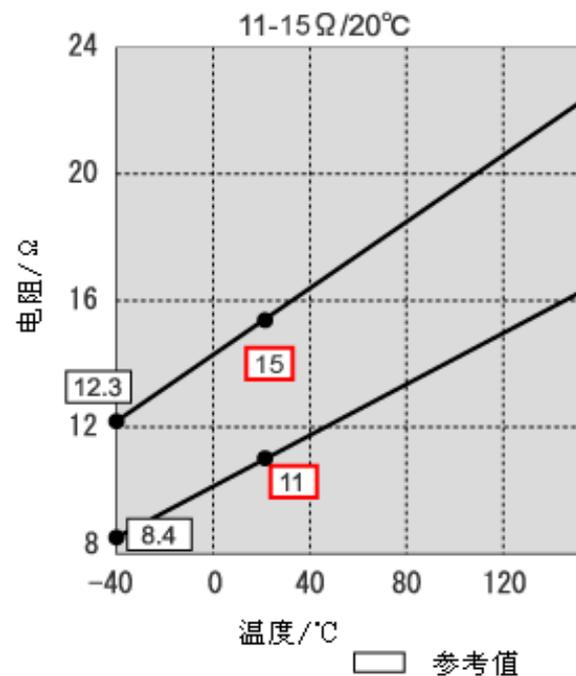
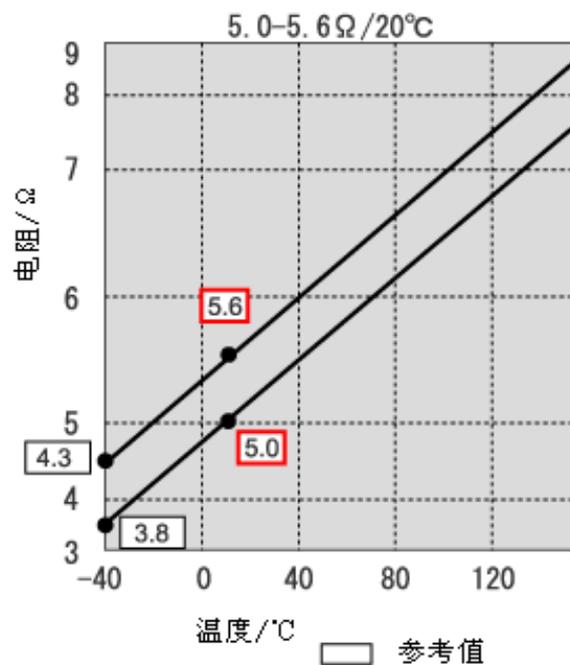


阀板总成与电磁阀



任务实施

2) 电磁阀



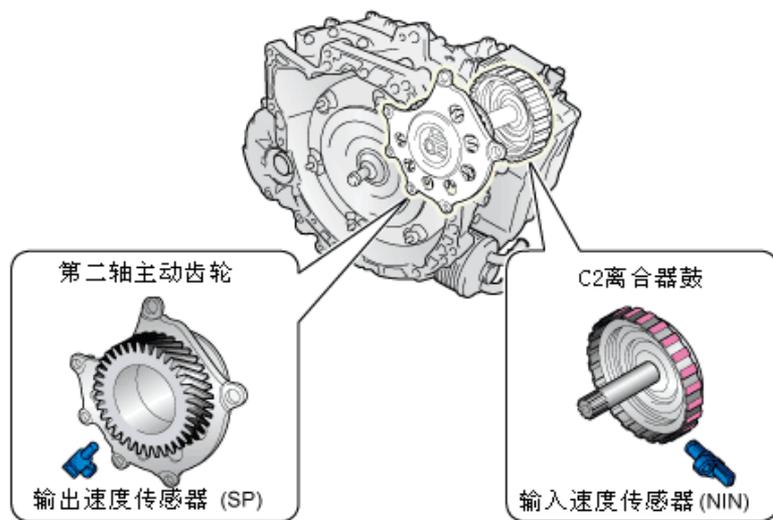
电磁阀的电阻值标准



任务实施

3) 输入、输出速度传感器

变速器输入、输出速度传感器为霍尔效应式传感器。



输出、输入速度传感器检测标准

输入输出速度	电流值(mA)
高	12~16
低	4~8

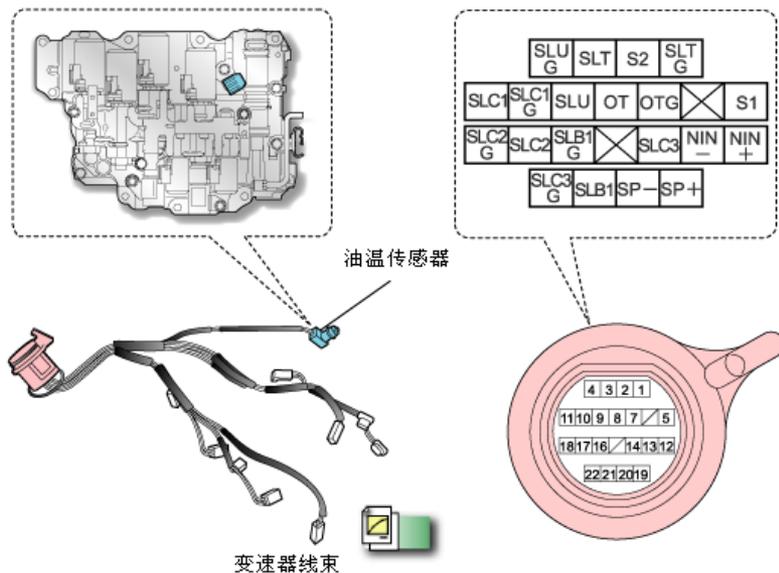
输入速度传感器和输出速度传感器



任务实施

4) 油温传感器

油温传感器安装在变速器线束中，可以通过检测其电阻值判断其性能。



油温传感器

油温传感器电阻值

油温	电阻值
10°C	5.62~7.31 (kΩ)
25°C	3.5 (kΩ)
110°C	0.22~0.27 (kΩ)



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电控液力自动变速器的电子控制系统的组成和工作原理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行自动变速器的电子系统的检修作业	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目一 电控液力自动变速器 检修



任务1

汽车行驶抖动且加速无力故障的检修

任务2

变速器换档迟滞故障的检修

任务3

变速器内部漏油故障的检修

任务4

变速器档换档冲击过大故障的检修

任务5

变速箱无法换档并进入应急模式故障的排除



任务5 变速箱无法换档并进入应 急模式故障的排除



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆丰田皇冠3.0轿车，装用A340E自动变速箱，行驶里程为12.7万公里。该车由于无倒档而在某维修厂进行了大修并更换低倒档制动器摩擦片后，倒档正常。汽车连续行驶了大约4小时后突然出现加速时发动机空转，汽车无动力的感觉，自动变速箱无法进行升降档，进入应急运行模式。



任务分析

由于电控液力自动变速器结构复杂，故障现象也多样。因此，要诊断其故障，需要理清思路，按照故障诊断流程、借助维修资料进行测试，一步一步缩小故障范围，最终确定故障原因和部位。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够对电控液力自动变速器进行基础检查和维护 2) 能够对电控液力自动变速器进行故障问诊和性能测试	1) 理解电控液力自动变速器的诊断流程 2) 理解电控液力自动变速器的故障运行模式	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

4学时



1. 自动变速器故障诊断原则与流程



(1)要把自动变速器作为一个和汽车发动机彼此独立又相互影响的整体总成来看待。

(2)坚持先简后难、由外向内、逐步深化的原则

(3)学会区分故障性质和部位。故障诊断时，要区分故障是通过维护就可以排除的，还是需要拆卸自动变速器彻底修理才能排除的。要确定故障是由自动变速器液压控制系统还是电子控制系统引起的，亦或是齿轮变速传动系统引起的。

(4)充分利用性能检验的结果。通过性能试验，对故障排除确定出大方向。

(5)充分利用故障自诊断功能。

(6)不允许盲目拆检自动变速器。



(1) 自动变速器常见故障原因

①自动变速器油位不正确，油质不佳，节气门拉索、换档杆等联动装置调节不当，发动机带速不正确等。

②液压控制系统回路漏油。液压控制系统漏油会引起液压力不足，从而造成换档打滑、延时等故障。

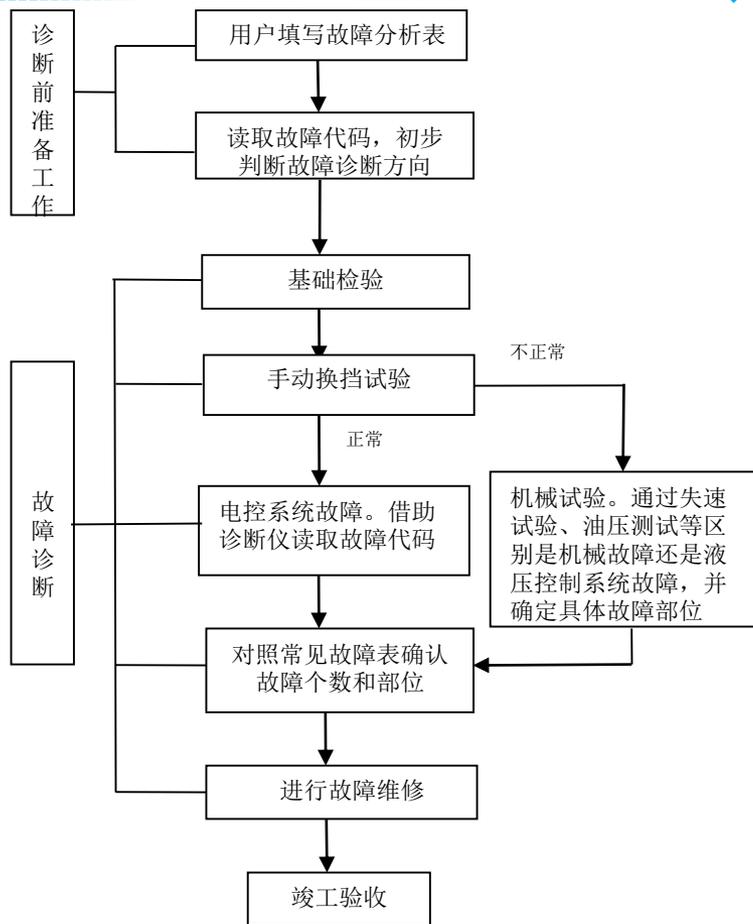
③自动变速器的电子控制系统是继上述两项之后较易发生故障的部位。故障既可能发生在电控系统回路和元器件本身，也可能由电子控制单元（ECU或ECM）本身引起。

除上述三项外，自动变速器的不正确使用以及随着使用时间的延长，自动变速器机械系统和液压控制系统部件也会发生故障，主要原因可能是各离合器、制动器磨损、黏连等。



(2)自动变速器故障 诊断流程与步骤

自动变速器的故障诊断一般程序为：初步检查→故障自诊断→手动换挡试验→机械系统试验→液压系统试验→电控系统试验。



自动变速器故障诊断流程图

2. 自动变速器控制系统故障自诊断

- (1)读取故障码。
- (2)分析动态数据，进行执行元件测试。
- (3)清除故障码。



3 . 电控液力自动变速器的基础检查与维护



一般的检查与调整方法如下：

- ① 推动加速踏板连杆，检查节气门是否全开。如果节气门不能全开，则应该调整加速踏板连杆。
- ② 将加速踏板踩到底，拧松调整螺母。
- ③ 调整节气门拉索，拧动调整螺母，使索套端和索芯上限位杆之间距离为0~1mm。
- ④ 拧紧调整螺母，重新检查调整情况。



发动机应只能在空档（N）和停车档（P）时起动，在其他档时不能起动。若有异常，应调节空档起动开关螺栓和开关电路。

其方法如下：

- ① 松开空档起动开关螺栓，将换档操纵杆放到N位置。
- ② 将槽口对准空档基准线，定住位置并拧紧空档起动开关螺栓。



检查发动机怠速时，应将自动变速器操纵杆置于P或N位。通常装有电控自动变速器的汽车发动机怠速转速为750~800r/min，怠速过高、过低均应调整。



电控自动变速器具有故障自诊断功能，不同的车型，分别通过超速档指示灯“O/D OFF”、“AT”灯、“TRANS”灯、图案等予以警告。

要注意：此项检查，必须在蓄电池电压正常时进行，否则，会引起自诊断系统误诊。



4 . 电控液力自动变速器的性能测试

失速试验
液压试验
时滞试验
手动换档试验
道路试验



为确定故障存在的部位，**区分故障是由液压系统、机械系统还是由电控系统引起的**，应进行手动换挡试验。

手动换挡的步骤：

- ①脱开所有换挡电磁插头或ECU插头。
- ②起动发动机，将操纵杆拨至不同位置，然后做道路试验。
- ③观察发动机转速和车速的对应关系，判断变速器所处的档位。
- ④若操纵结果与档位设定相同，则说明液压控制系统和机械系统基本正常，故障在电控系统；否则说明液压控制系统和机械系统不正常。
- ⑤试验结束后，接上换挡电磁阀的线束插头。
- ⑥清除ECU中的故障代码，防止因脱开换挡电磁阀线束插头而产生故障代码影响系统工作。



手动换挡时档位和操纵杆位置关系

操纵杆位置	档 位
P	停车档
R	倒档
N	空档
D	超速档
2	3档
L	1档



道路试验检查是诊断、分析自动变速器故障的最有效手段之一，路试目的是为了准确获取故障症状并在维修结束后进行核对完成（修理）。



(1) 升档试验

将操纵杆拨至“D”位，踩下加速踏板，使节气门开度保持在1/2左右，让汽车起步加速，这时汽车能逐渐升至各个档位，检查升档情况。升档时，发动机转速会有瞬时下降，同时车身有轻微的抖动。若不正常，说明电控系统、液压控制系统或换档元件有故障。

(2) 升档车速检查

将操纵杆拨至“D”位，踩下加速踏板，使节气门保持某一固定开度，让汽车起步加速。当感觉到变速器升档时，记下升档车速。一般4档变速器在节气门开度保持在1/2左右时，由1档升至2档车速为25~35km/h，2档升至3档车速为55~70km/h，3档升至4档车速为90~120km/h。

升档车速太低，一般是电控系统的故障所致；若升档车速太高，除了电控系统的故障外，还可能是液压控制系统和换档元件故障所致。



(3) 升档时发动机转速的检查

变速器换档时，应注意观察发动机转速的变化，它也是判断自动变速器工作是否正常的重要依据之一。

如果在整个行驶过程中，发动机转速始终过低，加速升档时仍低于2 000r/min，则说明升档时间过早或发动机动力不足；如果在行驶过程中发动机转速始终偏高，升档前后的转速在2 500~3 000r/min之间，而且换档冲击明显，则说明升档时间过迟；如果在行驶过程中，发动机转速过高，经常高于3 000r/min，在加速时达到4 000~5 000r/min，甚至更高，则说明自动变速器换档元件打滑，应拆修变速器。

(4) 换档质量的检查

换档质量检查的主要内容是检查换档有无冲击。若换档冲击过大，则说明电控系统、液压控制系统或换档元件有故障，其原因可能是电控系统工作不良，油压过高，脏污，调整不当或换档元件打滑等。



(5) 锁止离合器工作状态的检查

液力变矩器中的锁止离合器工作是否正常也可通过道路试验的方法来检查。让汽车加速至超速档，以高于80km/h的车速行驶，并让节气门保持1/2以下开度，使液力变矩器进入锁止状态。此时，快速将加速踏板踩下至2/3左右开度，同时检查发动机转速的变化。若发动机转速没有太大的变化，说明锁止离合器进入接合状态；反之，若发动机转速升高很多，则表明锁止离合器没有接合，其原因一般是电控系统和锁止液压控制系统有故障存在。

(6) 发动机辅助制动作用的检查

应将操纵杆拨至前进低档位置（S、L或3、2、1），在汽车以2档或1档行驶时，突然松开加速踏板，检查是否有发动机辅助制动作用。若车速随之降低，则说明有发动机辅助制动作用；否则，说明电控系统、液压控制系统和相关的换档元件有故障存在。



(7)强制降档功能的检查

检查自动变速器的强制降档功能时，应将操纵杆拨至D位，保持节气门1/3左右开度，在以2档、3档、4档或更高档行驶时，突然将加速踏板完全踩到底，检查自动变速器是否强制降低一个档位。若没有出现强制降档，则说明强制降档功能失效，应检查相关的电控系统。若在强制降档时发动机转速升高反常，达5 000~6 000r/min，并在升档时出现换档冲击，则说明换档元件打滑，应拆修自动变速器。



4 . 自动变速器检修注意事项



- (1)应确认故障在自动变速器内部后，方可对其进行拆卸检修。
- (2)举升或支撑车辆，若只需顶起汽车前端或后端，必须用三角木塞住车轮。
- (3)拆检电气元件，应先拆下蓄电池负极接线,并在断电前必须做好有关记录。
- (4)更换熔丝时，新熔丝必须具有相当的电流强度，不能用超过或低于规定电流值的熔丝；检查电气元件应使用量程合适的数字万用表，以免损坏零件。
- (5)分解自动变速器之前应对其外部进行彻底的清洗，以防脏物污染内部零件。
- (6)拆卸自动变速器时，所有零件应按顺序放好，以利装复。



(7)对分解后的自动变速器各零件进行彻底清洗，各油道、油孔用压缩空气吹通，确保不被堵塞。建议用自动变速器油或煤油清洗零件。清洗后用风干的方式使其干燥。

(8)总成装配前，仔细检查各零件与总成，发现损坏零件应更换。一次性零件不可重复使用。

(9)更换新的离合器、制动器摩擦片时，在装配前必须将其放入自动变速器油中浸泡至少15min。所有滚针轴承与座圈滚道都应有正确的位置和安装方向。螺钉应按规定力矩拧紧。

(10)所有拆装过程应严格按照维修手册进行，并正确使用专用工具。



任务实施

以神龙汽车有限公司的东风标致、东风雪铁龙汽车自动变速器为例，对故障诊断流程和步骤进行说明。



(1) 接待故障车辆

服务顾问接待客户，确认故障现象并打印派工单。

(2) 分析顾客表述的故障症状

维修技师与顾客一起核对故障发生时刻的环境、条件并填写诊断检查表。详细检查症状、时间、地点及在什么环境下发生的故障。

(3) 预检查

- ①用蓄电池检测仪检查当发动机停止时的蓄电池电压，确保正常；
- ②目视检查可能的位置，诸如保险丝烧断，线束断开或短路，及插接器的连接状况等。

(4) 检查诊断代码（车辆数据记录）

- ①将发动机充分热机；
- ②用专用诊断仪，检查诊断代码和车辆数据。
- ③使用专用诊断仪，删除诊断代码和车辆数据。



(5) 检查故障症状（再次确认故障代码）

根据从顾客和车辆数据所收集到的信息，重新构建故障发生的条件和环境并核对。

(6) 根据故障代码检修

检查所存储诊断代码的对应内容，并检查相应故障系统的线路和部件。

(7) 检查线路和部件

根据维修手册检查所查明故障区域的线路和部件。

(8) 修理故障位置

进行维修或更换，以恢复所查明的故障位置。



(9)完成测试

①完成维修、更换部件，调整以恢复故障位置后，检查故障症状以确保故障现象不再发生。

②使用专用诊断仪，删除诊断代码和车辆数据。

警告: 如果自动变速器电脑和自动变速器被更换，确保删除已学习的数据并重新进行初始化学习和N档位置学习。

(10)竣工及交付。

故障排除后，进行竣工验收，验收合格后交付车辆给客户。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电控液力自动变速器的基本检查、性能检查方法和故障诊断流程	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业 期末考试	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行自动变速器的基础维护和性能测试	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定	动手能力	15%
				工单填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		
			小组互评			
			教师评定			



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修



项目二 CVT 检修



任务

汽车起步耸车故障的检修



任务 汽车起步耸车故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆奥迪A6 2.8L轿车，装用01J型无级自动变速箱，行驶里程为8万公里。该车最近出现起步耸车、行驶中颤抖的故障。



任务分析

接车后进行了检查，首先排除了发动机的问题，并清洗了节气门和喷油嘴，并更换了变速箱油，但问题依旧。要分析、诊断该故障，需要从CVT的结构和工作原理出发，按照故障诊断流程、借助维修资料和专用诊断设备并进行相关测试测试，一步一步排除机械、液压及电控系统故障，最终确定故障原因和部位。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够对CVT变速器进行基本检查和维护 2) 能够对CVT变速器进行故障问诊和性能测试	1) 理解CVT变速器的基本工作原理 2) 掌握CVT变速器的结构与工作过程	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

6学时



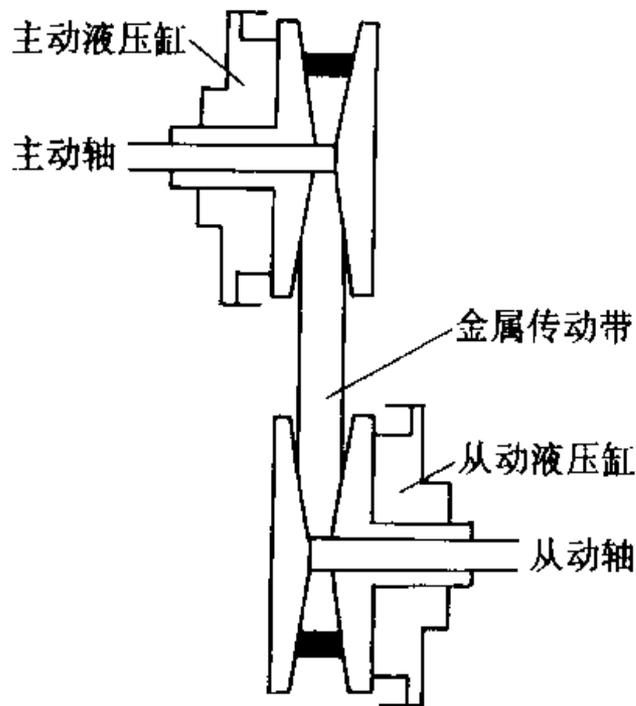
1 . CVT变速器概述

CVT : Continuously Variable Transmission , 无级变速器。



CVT变速器的主要包括主动轮组、从动轮组、金属带和液压缸等基本部件。

工作时通过主动轮组与从动轮组的可动盘作轴向移动来改变主动轮、从动轮锥面与V型传动带啮合的工作半径，从而改变传动比。由于主动轮组和从动轮组的工作半径可以实现连续调节，从而实现了传动比的连续无级变化。



CVT变速器结构和工作原理

(1)经济性。CVT变速器可以在相当宽的范围内实现无级变速，从而获得传动系与发动机工况的最佳匹配，提高整车的燃油经济性。

(2)动力性。由于CVT变速器的无级变速特性，能够获得后备功率最大的传动比，所以CVT变速器的动力性能明显优于MT和AT。

(3)排放。CVT变速器的速比工作范围宽，能够使发动机以最佳工况工作，从而改善了燃烧过程，降低了废气的排放量。

(4)成本。CVT变速器系统结构简单，零部件数目（约300个）比AT（约500个）少，规模化生产的成本低于AT。

(5)改善驾驶舒适性能。安装了无级变速器系统以后，可以在保证发动机具有最佳动力性能的同时实现无级变速，使驾驶者能够真正享受轻松驾驶的感受。因传动比连续性的变化从而使得换档平顺性大为改善，具有**手动变速器的快速反应和液力自动变速器舒适的双重优点。**



(1)金属带结构形状和参数还要不断改进和完善，传递转矩的能力仍需要进一步提高。

(2)在变速过程中，带的轴向偏移会造成主、从动带轮的中心平面不在同一平面上。这种现象会使金属带在运转过程中发生扭曲，在带轮的入端和出端造成冲击，使噪声增大，传动变得不平稳，同时会使带的寿命急剧下降。

(3)使用过程中还有不够理想的地方，起步和低速行驶时会有种无级变速器独特的滞涩、不圆滑的感觉。在紧急停车后再起步时，偶尔会发生低速无法起步。

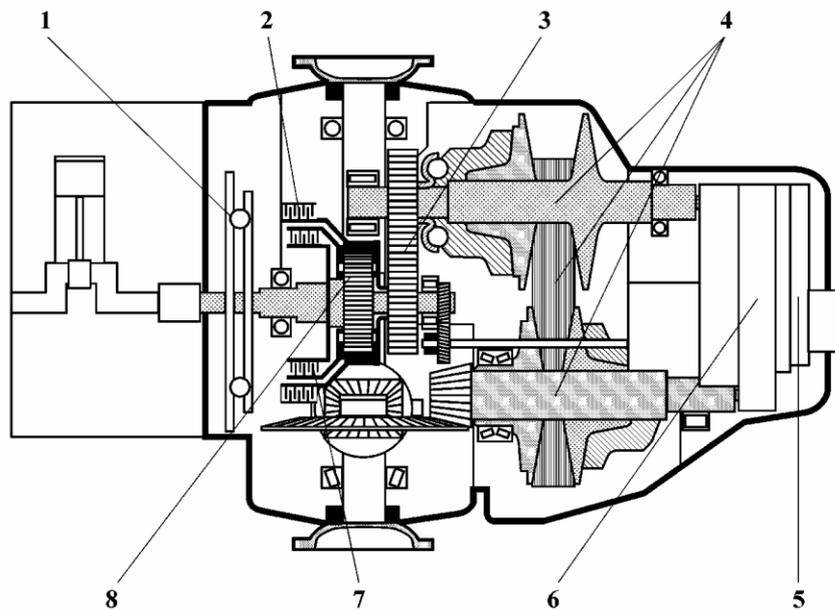
(4)控制系统中存在着不足，包括变速控制、传动带夹紧力控制和起步控制等方面。



2. 奥迪01J型CVT变速器的结构及工作原理



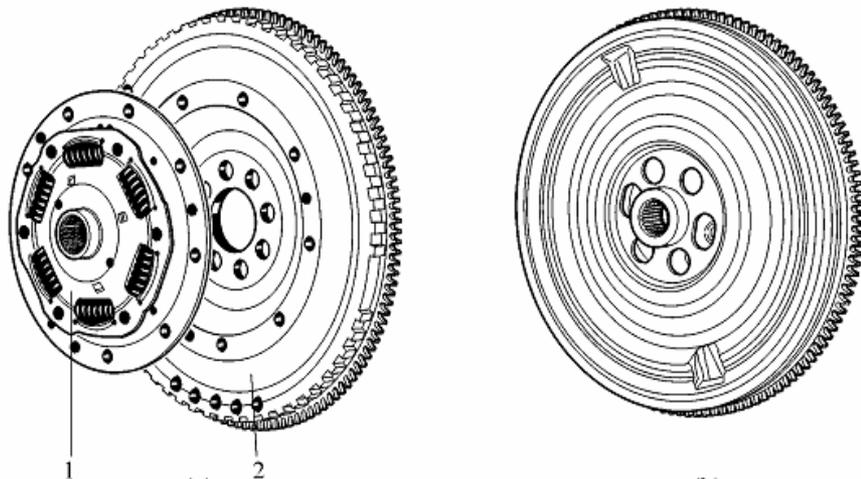
奥迪 01J型CVT变速器被称为 Multitronic，主要由减振缓冲装置、动力连接装置、辅助减速齿轮、变速控制系统、液压控制单元和电控单元组成。液压控制单元和电控单元集成为一体，位于变速器壳体内。



奥迪01J型CVT变速器结构

1—减振缓冲装置；2—倒挡制动器；3—辅助减速齿轮组；4—变速器及传动链；5—变速器电子控制单元；6—液压控制单元；7—前进挡离合器；8—行星齿轮组

奥迪 01J型CVT变速器取消了变矩器。由于飞轮在工作时转动是不均匀的，这种转动不均匀性传递到变速器内就会形成振动。因此需要一个减振缓冲装置来缓冲这种振动。



(a) 飞轮减振装置

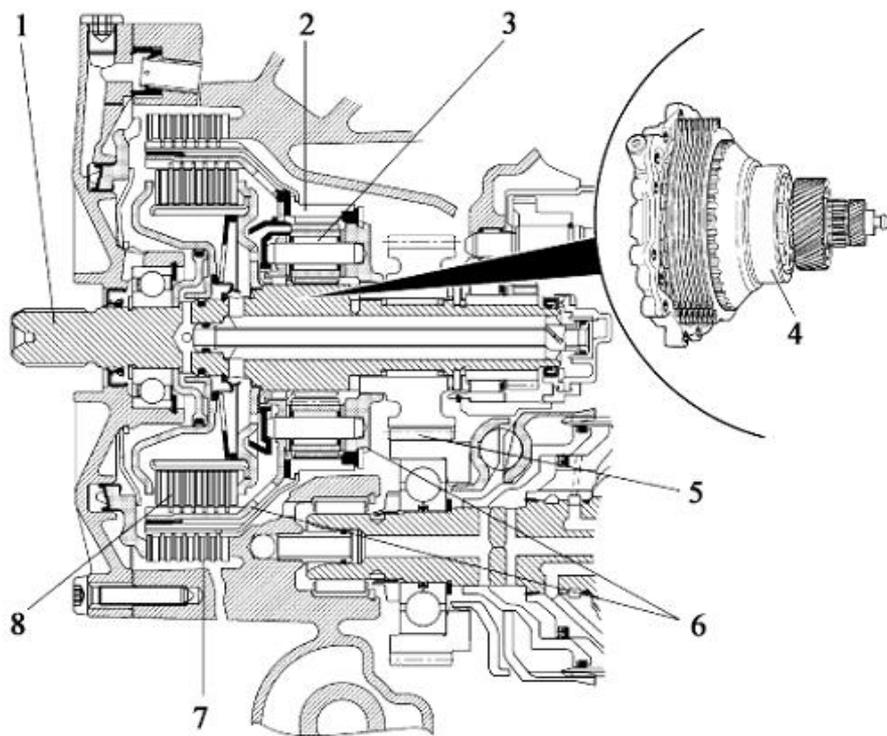
(b) 双质量飞轮

减振缓冲装置

1—减振装置； 2—飞轮前进挡离合器； 8—行星齿轮组

动力连接装置包括行星齿轮装置、前进挡离合器和倒挡制动器。

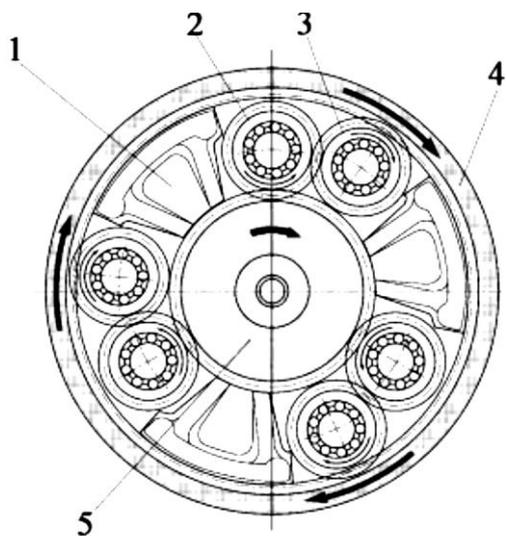
奥迪Multitronic CVT变速器前进挡离合器和倒挡制动器配合单排行星齿轮机构实现前进挡和倒挡。



离合器、制动器及行星齿轮机构

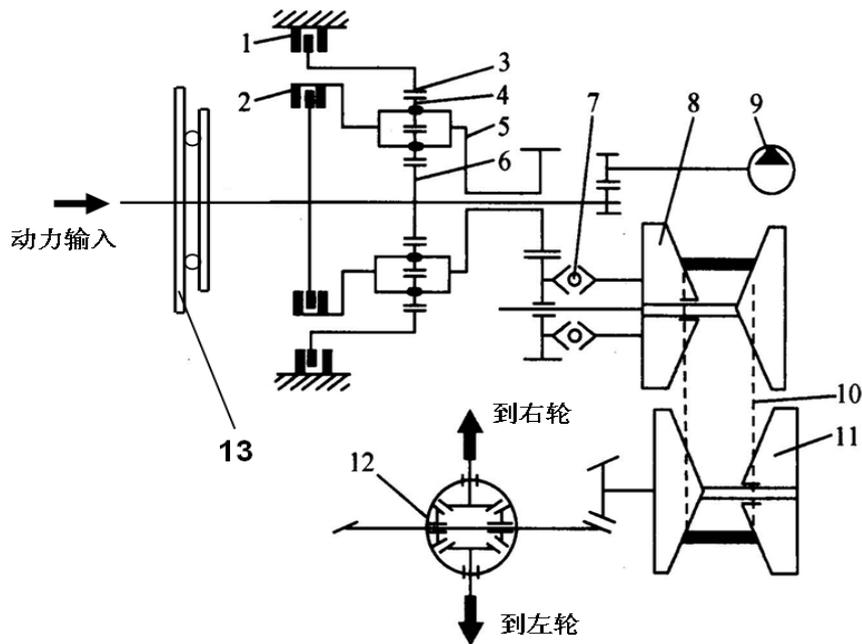
- 1—变速器输入轴；2—齿圈；3—行星齿轮；4—行星齿轮机构；5—辅助减速齿轮组；6—行星架；7—倒挡制动器；8—前进挡离合器

在奥迪CVT中行星齿轮机构唯一的功是倒挡时改变变速器输入轴的旋转方向。



行星齿轮机构

1—行星架；2—行星轮1；3—行星轮2；4—齿圈；5—太阳轮



奥迪 01J型CVT变速器传动简图

1—倒挡制动器；2—前进挡离合器；3—齿圈；4—行星轮；5—行星架；6—太阳轮；7—扭矩感应装置；8—链轮装置1；9—液压泵；10—传动链；11—链轮装置2；12—差速器；13—减振缓冲装置

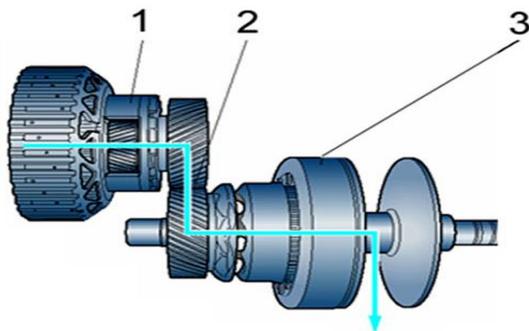
(1) 车辆停止时，前进挡离合器与倒挡制动器均不起作用，此时行星排处于自由状态，齿圈空转，不能传递动力。

(2) 车辆前进时，前进挡离合器钢片与太阳轮连接，摩擦片与行星齿轮架相连接。当前进挡离合器作用时，太阳轮（变速器输入轴）与行星齿轮架（输出）连接，行星齿轮系被成为一个整体，并与发动机运转方向相同，传动比为1。

(3) 车辆倒退时，倒挡制动器摩擦片与齿圈相连接，钢片与变速器壳体相连接。动力由行星架反向输出，实现倒挡。



辅助减速挡齿轮传动副传动比为1.109，使变速器在其最佳转矩范围内工作。

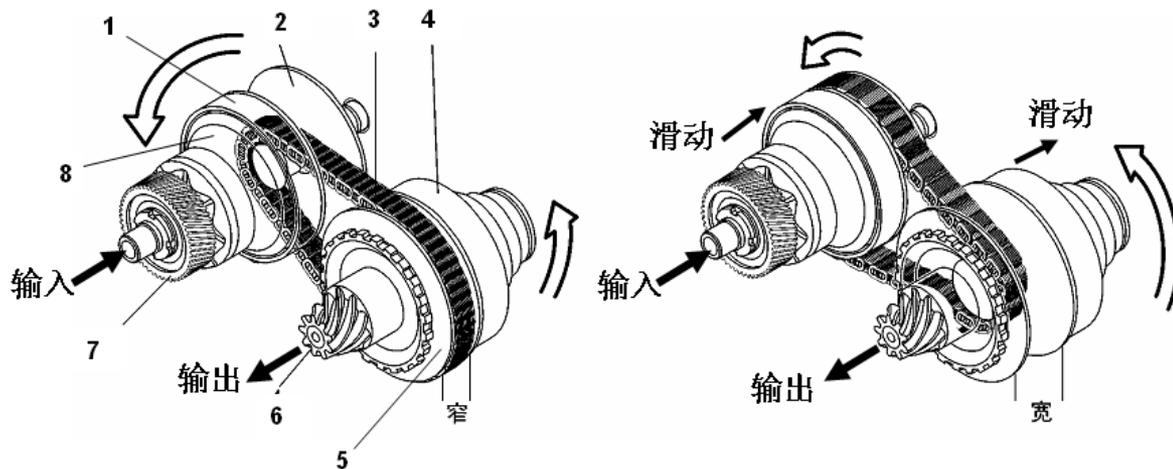


辅助减速齿轮

1—行星齿轮机构；2—辅助减速齿轮；3—主动链轮装置

(1)组成。

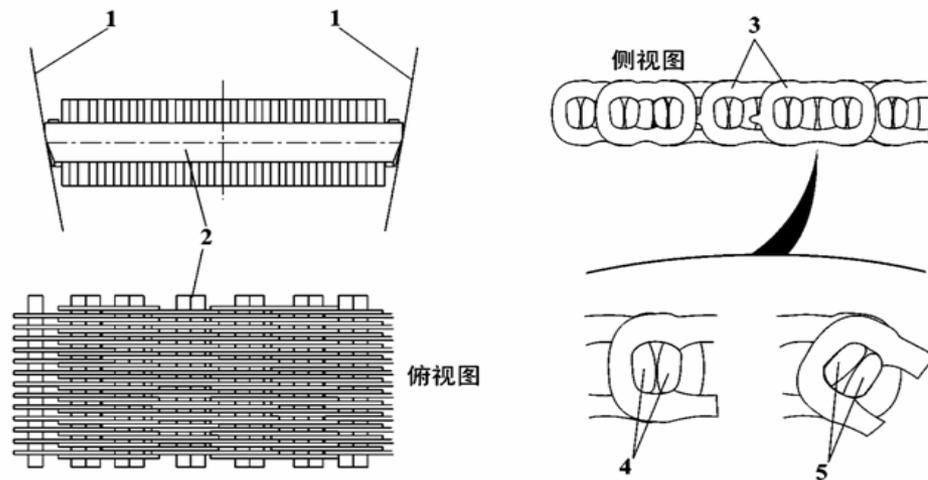
变速控制系统由主动链轮装置、从动链轮装置及传动链三部分组成。主动链轮装置与从动链轮装置的可动盘做轴向滑动来改变可动盘和固定盘锥面与V型传动带啮合的工作半径，从而改变传动比。



变速控制系统

1—可动盘（主动链轮装置）；2—固定盘（主动链轮装置）；3—传动链；4—可动盘（从动链轮装置）；5—固定盘（从动链轮装置）；6—输出齿轮；7—驱动齿轮；8—液压缸

传动链是Multitronic变速器的关键部件，传动链的相邻链节通过转动压块连接成一排（每个销子连接两个链节），转动压块在变速器链轮间“跳动”。转矩靠转动压块正面和链轮接触面的摩擦力来传递，两个转动压块组成一个转动节。

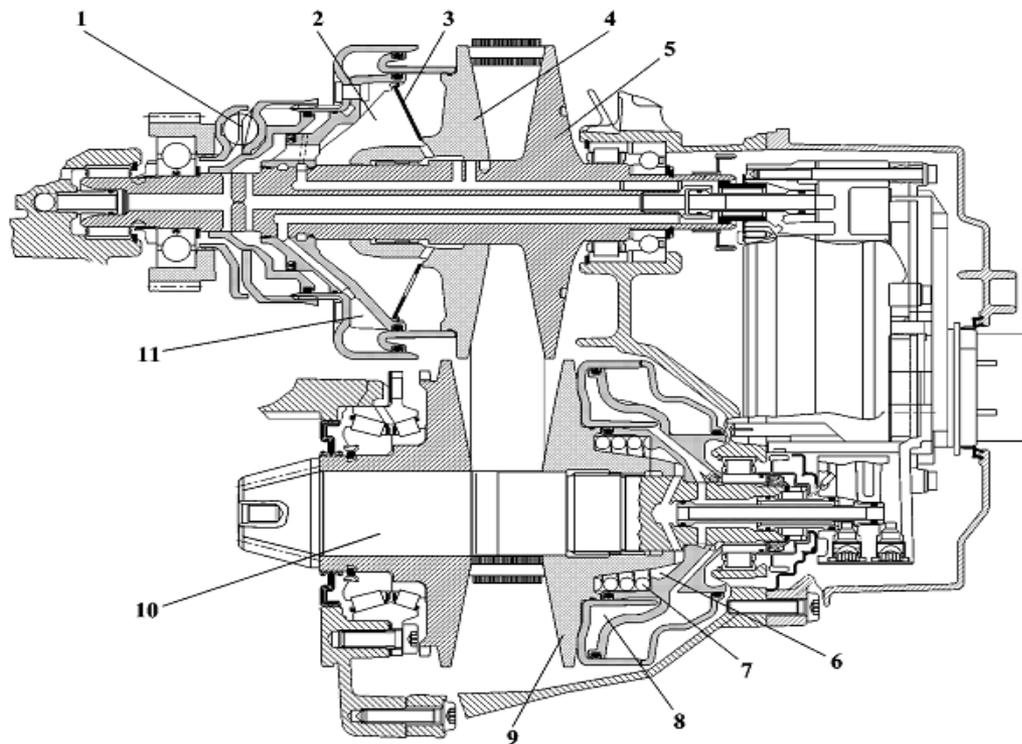


传动链

1—变速器锥面链轮；2—转动压块；3—链节；4—转动压块；5—转动节

(2) 工作原理

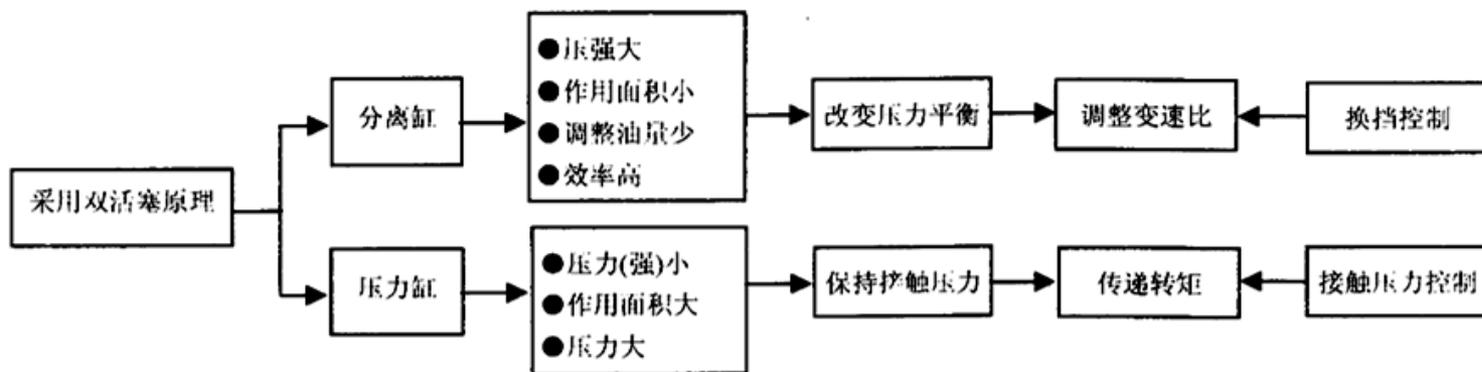
链轮装置5和10各有一个压力缸2、8和分离缸6、11。当一个分离缸进油，而另一个分离缸泄压时，即可调整变传动比。



变速控制系统

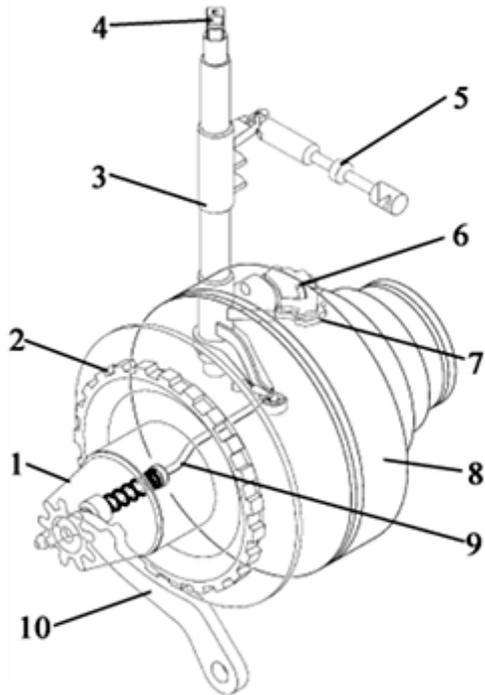
1—转矩传感器；2、8—压力缸；3—膜片弹簧；
4、9—变速器链轮；5、10—链轮装置；6、11—
变速器分离缸；7—螺旋弹簧

链轮和传动链之间的接触压力由压力缸内的油压来保证。当液压系统泄压时，主动链轮膜片弹簧和从动链轮螺旋弹簧产生一个额定的传动链基础张紧力(接触压力)。在泄压状态下，变速器启动转矩变传动比由从动链轮的螺旋弹簧弹力调整。



变速控制系统工作原理

奥迪01J型CVT变速器选挡杆位置有P、R、N、D及手动选挡位置。通过选挡杆可触发液压控制单元手动阀、控制停车锁、触发多功能开关以识别选挡杆位置。在选挡杆处于P位时，与选挡轴相连的锁止推杆9轴向移动，锁止爪10被压向驻车锁止齿轮2，并相互啮合，实现机械锁止功能。

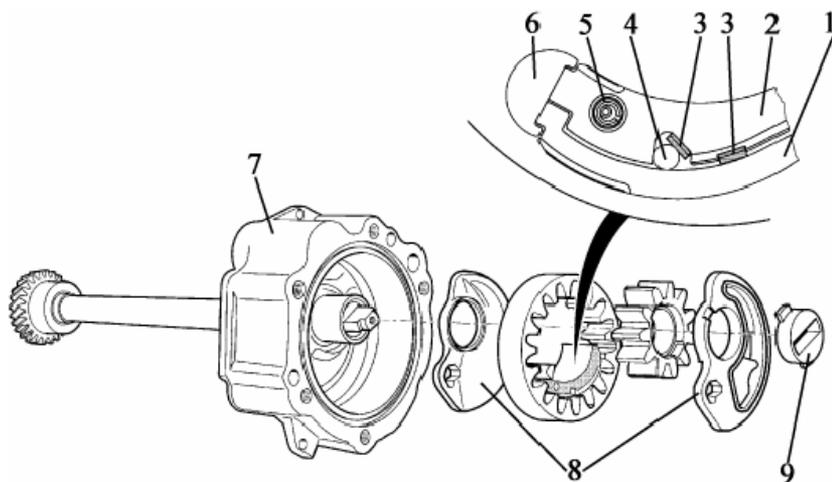


选档轴及驻车机构

1—驱动小齿轮；2—驻车锁止齿轮；3—选档轴；
4—外选档机构；5—手动阀；6—电磁铁；7—
锁止通道；8—链轮装置2；9—锁止推杆；10—
锁止爪

(1) 供油系统

奥迪01J型CVT变速器装有高效率的月牙形内啮合齿轮泵。它作为一个部件集成在液压控制单元上，并直接由输入轴通过直齿轮和泵轴驱动。油泵内部密封良好，因此在发动机低速下仍可产生高压。

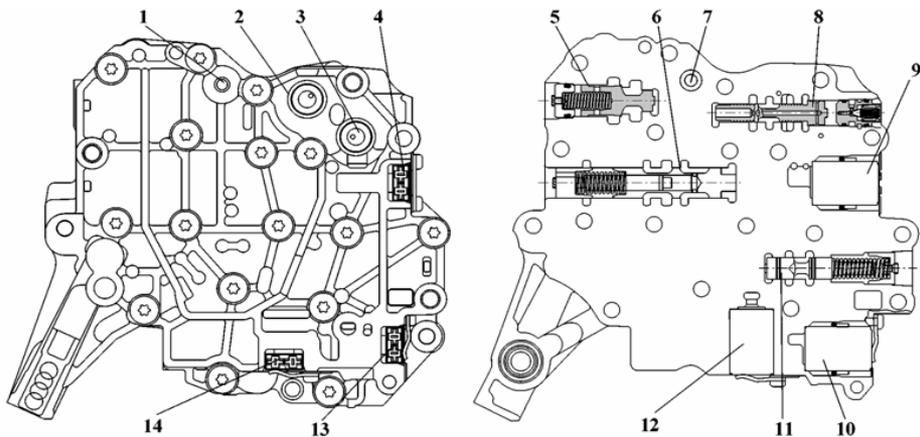


油泵

- 1—外扇形块；2—内扇形块；3—扇形弹簧；4—密封滚柱；5—弹簧杆；6—锁止销；7—液压泵壳体；8—轴向垫片；9—驱动元件

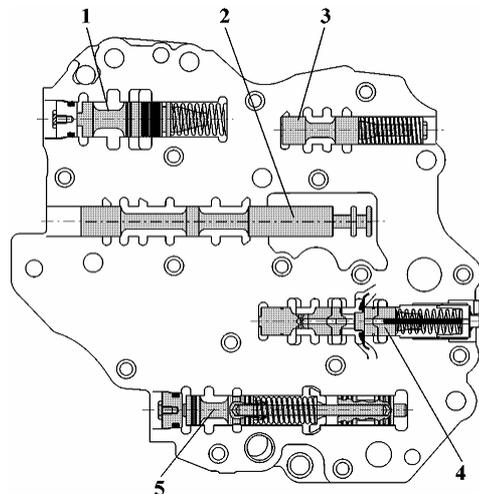
(2) 液压控制单元

液压控制单元通过旋入螺钉（导油管）与链轮装置相连接。液压控制单元由手动阀、9个液压阀和3个电磁阀组成。液压控制单元和变速器控制单元直接插接在一起。



液压控制单元 (一)

1、7—限压阀DBV1；2—连接G193；3—连接G194；4—电磁阀N215插头；5—最小压力阀MDV；6—离合器冷却阀KKV；8—离合器控制阀KSV；9—电磁阀N215；10—电磁阀N216；11—输导压力阀VSTV；12—电磁阀N88；13—电磁阀N216插头；14—电磁阀N88插头

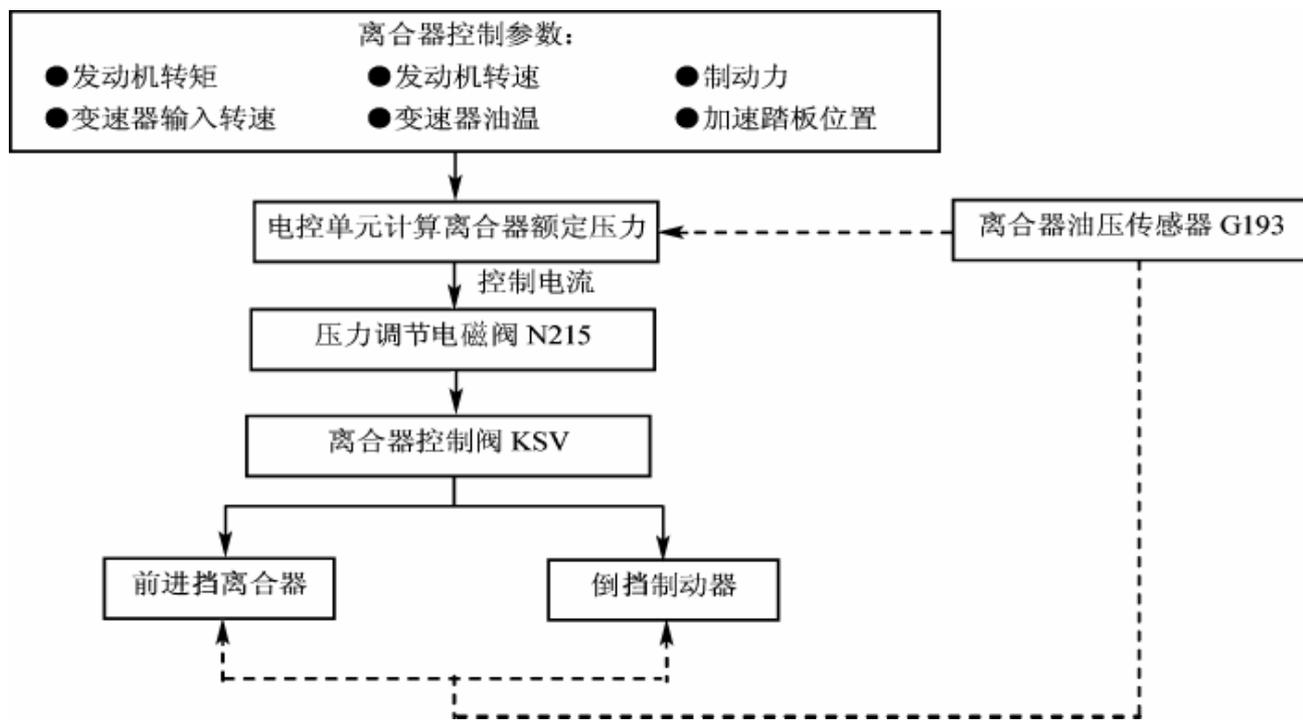


液压控制单元 (二)

1—体积改变率限制阀VSBV；2—手动阀HS；3—溢流阀SIV；4—减压阀UV；5—施压阀VSPV

(3) 离合器和制动器的控制

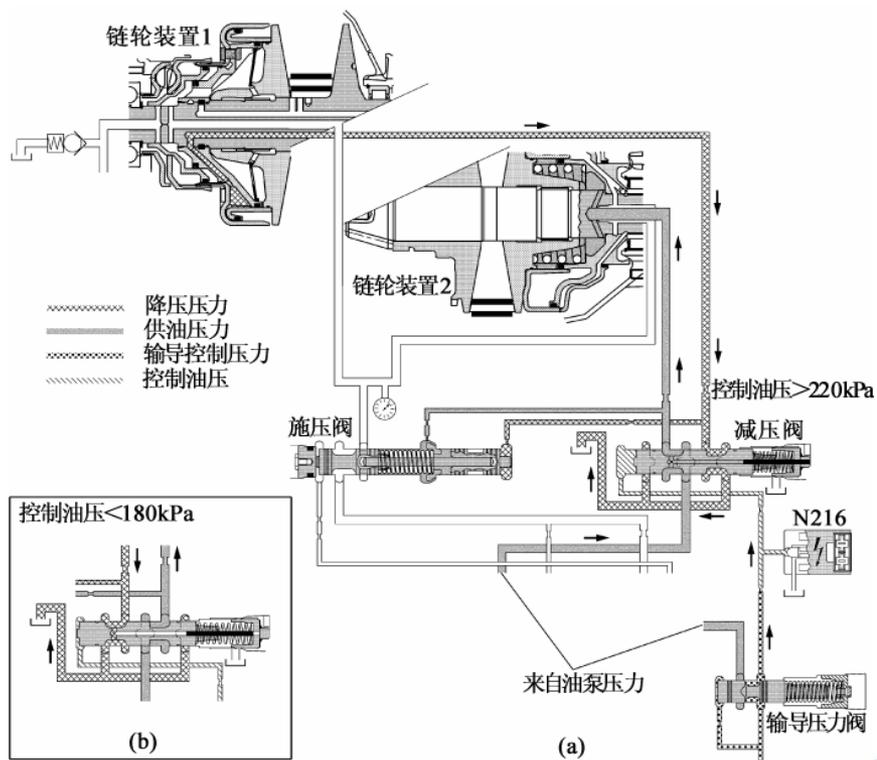
离合器和制动器压力的大小取决于电磁阀N215控制电流的大小，而电磁阀N215控制电流的大小又取决于电控单元的指令。



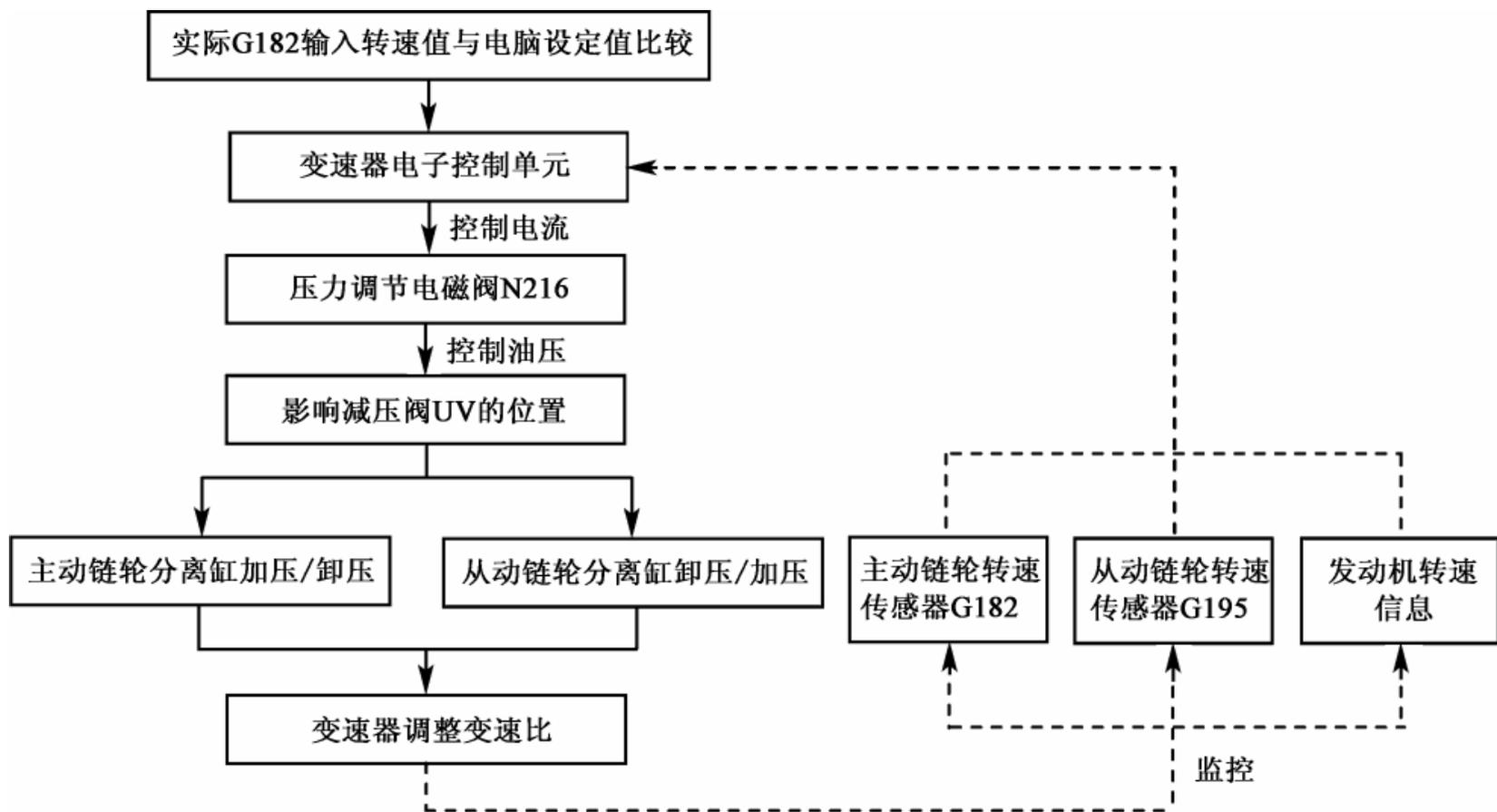
离合器电子控制流程

(4) 变速控制

变速器电控单元通过接收各个输入信息加以计算，最终确定电磁阀N216的控制电流大小，以改变主、从动链轮分离缸压力，从而实现变速控制（传动比变换）。



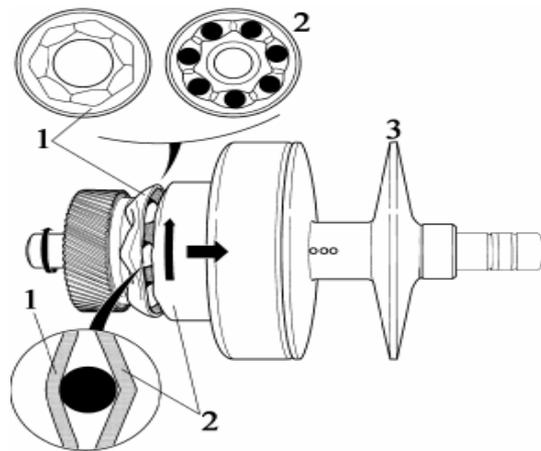
变速控制



变速控制流程

(5) 接触压力控制

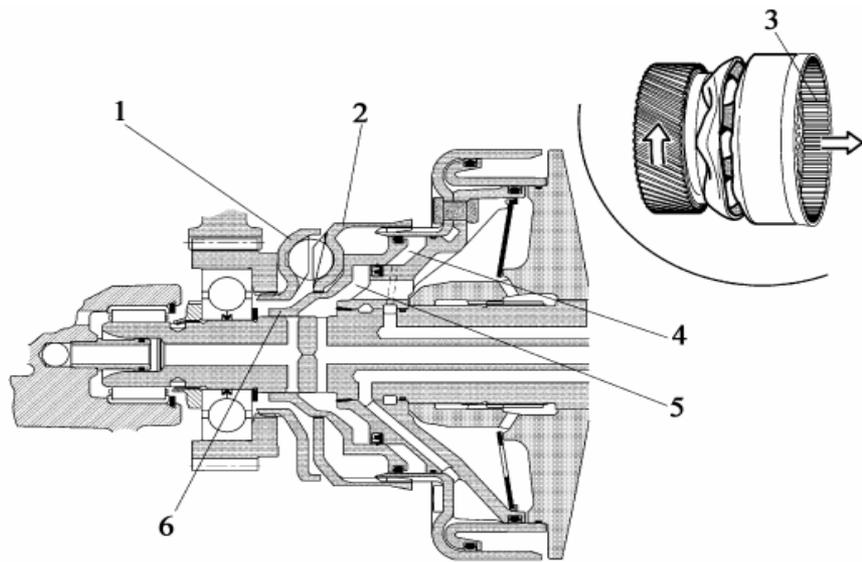
传动链和链轮之间的接触压力由压力缸中的油压产生。主动链内集成有机械液压式转矩传感器，一旦感知链轮打滑或牵引阻力改变，即改变压力缸中油压，进行增压或减压。转矩传感器主要部件为两个滑轨架，每个支架有7个滑轨，滑轨中装有滚子。滑轨架1装于主动链轮的输出齿轮中（辅助减速齿轮），滑轨架2通过内花键与主动链轮连接，并可以轴向移动且由转矩传感器活塞支撑。



转矩传感器结构

1—滑轨架1；2—滑轨架2；3—链轮

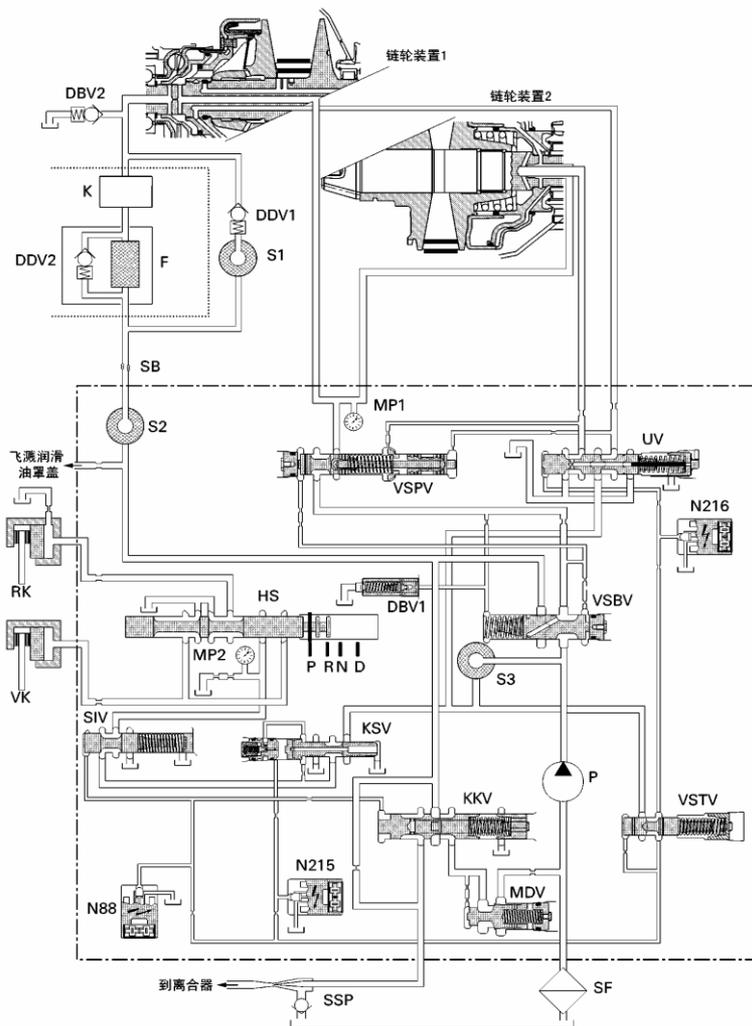
转矩传感器活塞调整接触压力，并形成两个压力腔：转矩传感器腔1和转矩传感器腔2。转矩传感器产生的轴向力作为控制力，与发动机转矩成正比，压力缸中的压力与控制力成正比。转矩传感器支架彼此间可径向旋转，将转矩转化为轴向力（因滚子和滑轨的几何关系），此轴向力施加于滑轨支架2并移动转矩传感器控制凸缘关闭或打开转矩传感器腔输出端。



转矩传感器工作原理

1—滑轨架1；2—滑轨架2；3—花键；4—转矩传感器腔2；5—转矩传感器腔1；6—转矩传感器活塞

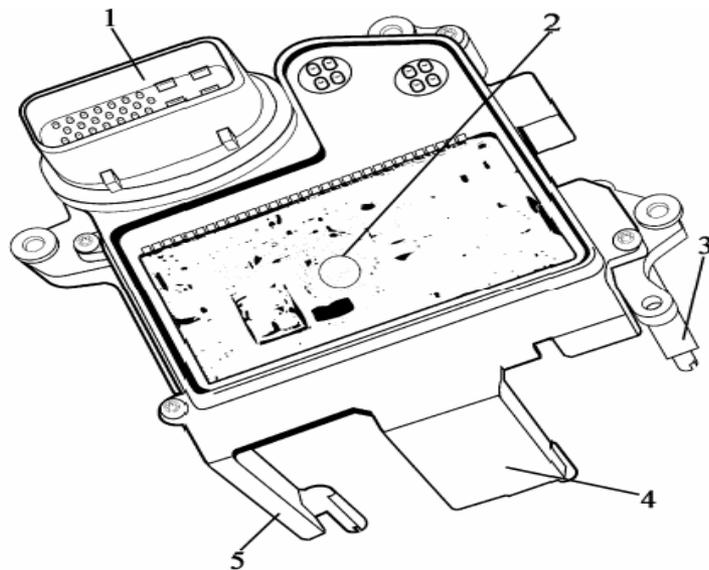
(6) 系统油路



液压控制系统油路图

DBV1—限压阀1; DBV2—限压阀2;
 DDV1—差压阀1; DDV2—差压阀2; F
 —ATF 滤清器; HS—手动选挡阀; K
 —ATF 冷却器; KKV—离合器冷却阀;
 KSV—离合器控制阀; MDV—最小压
 力阀; MP1—接触压力测试点(由G194
 监测); MP2—离合器压力测试点(由
 G193 监测); N88—电磁阀; N215—电
 磁阀; N216—电磁阀; P—油泵; RK
 —倒挡离合器; S1—ATF 滤清器1; S2
 —ATF 滤清器2; S3—ATF 滤清器3;
 SB—链轮润滑/冷却喷孔; SF—ATF 滤
 清器; SIV—安全阀; SSP—吸气喷射泵;
 UV—减压阀; VK—前进挡离合器;
 VSBV—体积改变率限制阀; VSPV—施
 压阀; VSTV—输导压力阀

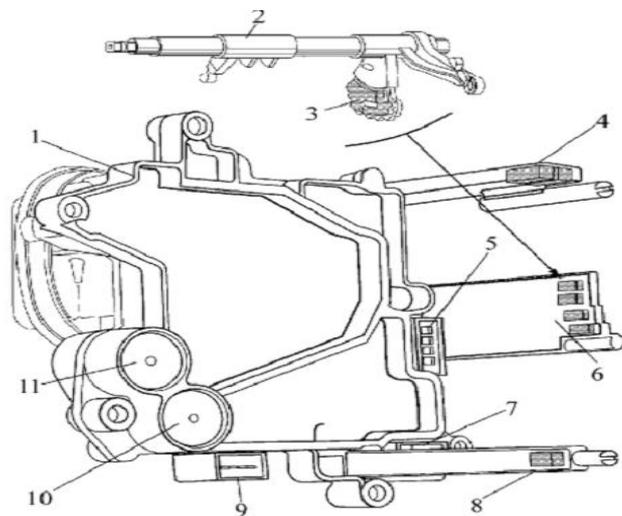
奥迪01J 型无级变速器电控系统由三部分组成：控制单元、输入装置（传感器、开关）和输出装置（电磁阀）。



电控系统的组成

1—25针插头；2—变速器油温传感器；
3—变速器输入转速传感器 G182；4—
多功能开关 F125；5—变速器输出
转速传感器 G195和 G196

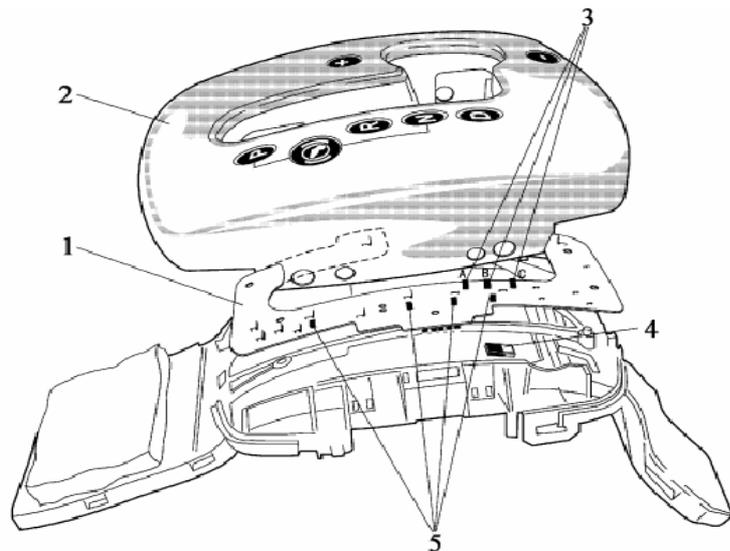
控制单元内集成的传感器包括多功能开关 F125、变速器输入转速传感器 G182、变速器输出转速传感器 G195和 G196、变速器油温传感器 G93、自动变速器油压传感器1（离合器压力）G193和自动变速器油压传感器2（接触压力）G194。



控制单元J217及传感器

1—控制单元J217；2—选档轴；3—电磁铁；
4—变速器输出转速传感器G195和G196；5—N215电磁阀连接；6—多功能开关F125（有4个霍尔传感器）；7—N216电磁阀连接；8—变速器输入转速传感器G182；9—N88电磁阀连接；10—自动变速器油压传感器2（接触压力）G194；11—自动变速器油压传感器1（离合器压力）G193

Tiptronic的手动模式开关F189集成在齿轮变速机构的鱼鳞板中，由3个霍尔传感器组成。霍尔传感器由鱼鳞板上的电磁铁激活。

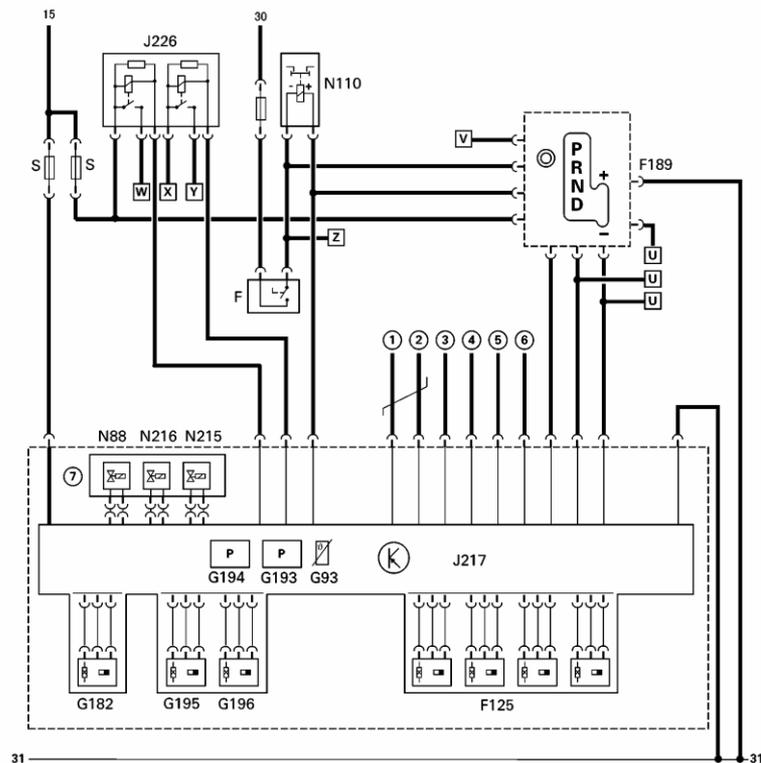


Tiptronic的手动模式开关 F189

1—变速杆护板鱼鳞板；2—变速杆护板；3—3个霍尔传感器(A、B、C)；4—霍尔传感器电磁阀；5—4个霍尔传感器(用于确定变速杆位置)；A—减档传感器；B—Tiptronic识别传感器；C—升档传感器

奥迪 01J型CVT变速器传感器集成在变速器内部，因此传感器信号只能用**自诊断接口进行检测**。奥迪 CVT自动变速器输出装置采用3个电磁阀：N88、N215和N216，它们将控制电流转变成相应的液压控制压力。





奥迪01J型CVT变速器控制系统电路图

F—制动灯开关；F125—多功能开关；F189—Tiptronic 开关；G93—变速器油温传感器；G182—变速器输入转速传感器；G193, G194—自动变速器油压传感器；J217—控制单元；G195, G196—变速器输出转速传感器；N88—电磁阀；N110—换挡杆锁止电磁阀；N215, N216—自动变速器压力调节电磁阀；J226—起动锁止和倒车灯继电器；S—熔断器；U—到Tiptronic 转向盘(选装)；V—来自接线柱58d；W—到倒车灯；X—来自点火开关接线柱50；Y—到起动机接线柱50；Z—到制动灯；1—传动系CAN总线，低位；2—传动系CAN总线，高位；3—换挡指示信号；4—车速信号；5—发动机转速信号；6—诊断插头；7—电磁阀



任务实施

在进行 CVT维护时，不同厂家生产的CVT维护周期也是有区别的，当然ATF的使用也有所区别；同时，当其发生故障需要牵引时，不同厂家的牵引要求也是不一样的。



1. 故障诊断流程



(1) 问诊

(2) 基本检查

主要是一些外围的检查，包括：发动机转速的检查、变速器油面高度的检查、油质的检查外围连接部件的检查以及利用专用检测仪器的诊断，因此只能利用专用检测仪器进行检测。

(3) 维修前的路试

通过路试可以初步确认故障部位，当然，有必要利用随车诊断功能（通过专用检测仪器读取汽车行驶时的动态数据）为下一步维修提供有效的帮助。

(4) 电子液压控制系统的检修

某些 CVT 的液压控制系统是可以直接通过油压试验的方法来检查故障原因的。大多数 CVT 的液压系统是通过油压传感器来反映变速器内部工作油压的，因此必须使用专用检测仪器通过读取汽车运行状态下的动态数据来进一步确认故障信息。

(5) 机械元件的检修



2. 国产奥迪 Multitronic CVT检测与维护



任务实施

1) 维修工作注意事项

- ①发动机处于运转状态，对乘用车进行维修作业前务必将变速杆挂入P位，并拉紧驻车制动器操纵杆，谨防发生事故。
- ②车辆静止，变速杆挂入D位后，切勿因一时疏忽打开节气门（例如在发动机室内作业时不慎用手碰开节气门）。若发生此种情况，乘用车将立即起步行驶，即使拉紧驻车制动器操纵杆也无法阻止乘用车移动。
- ③不允许用超声波清洗装置来清洁液压控制单元和 CVT控制单元（J217）。
- ④当消盖已取下或来加注 ATF时，绝不可起动发动机或拖动车辆。



(1) 检查点火开关与锁止机构

① 打开点火开关，踏下制动踏板并保持该状态：按下变速杆手柄上的按键后，变速杆应能脱离 P 位，在变速杆处于除 P 位以外的其他档位时，应不能拔出点火开关钥匙。将变速杆置于 P 位，点火开关钥匙应能顺利地拔出。

② 拔出点火开关钥匙：在已按下按键且踏下制动踏板时，变速杆应不能脱离 P 位。

(2) 检查换挡操纵机构

变速杆置于 P 位或 N 位，且打开点火开关：变速杆被锁止，在按下按键后不能脱离档位，变速杆锁止电磁阀锁止变速杆；踏下制动踏板，变速杆锁止电磁阀松开变速杆，按下按键后可挂入任一档位，从 P 位将变速杆移入 R、N、D 位，检查一下组合仪表上的档位显示是否与实际挂入的档位一致。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解CVT变速器的基本结构、工作原理、性能检查方法和故障诊断流程	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业 期末考试	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行CVT变速器的基础维护和性能测试	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
				15%		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目三 DCT变速器检修



任务

汽车行驶中动力传递中断故障的检修



任务 汽车行驶中动力传递中断 故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2011款上海大众帕萨特2.0T轿车，装配6速湿式双离合器自动变速器，行驶里程10.6万公里。该车在停车起步时，偶尔会出现踩油门踏板发动机空转不走车的现象。在正常行驶时，偶尔会出现加速动力中断现象。出现故障时，仪表板上的档位指示灯全部变红且闪烁报警。



任务分析

DCT的结构和控制过程都很复杂，在进行故障排除时，应从DCT的结构和工作原理出发，根据故障症状，利用大众专用故障诊断仪VAS 6150确定故障的可能位置，再结合双离合自动变速器的维修手册，对可能故障部件进行相关检查，一步一步找到故障点，最终排除故障。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够对DCT进行基本检查和维护 2) 能够对DCT进行故障诊断和修复	1) 理解DCT的工作过程及控制原理 2) 理解DCT主要电控元件的原理及故障特点	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

4学时

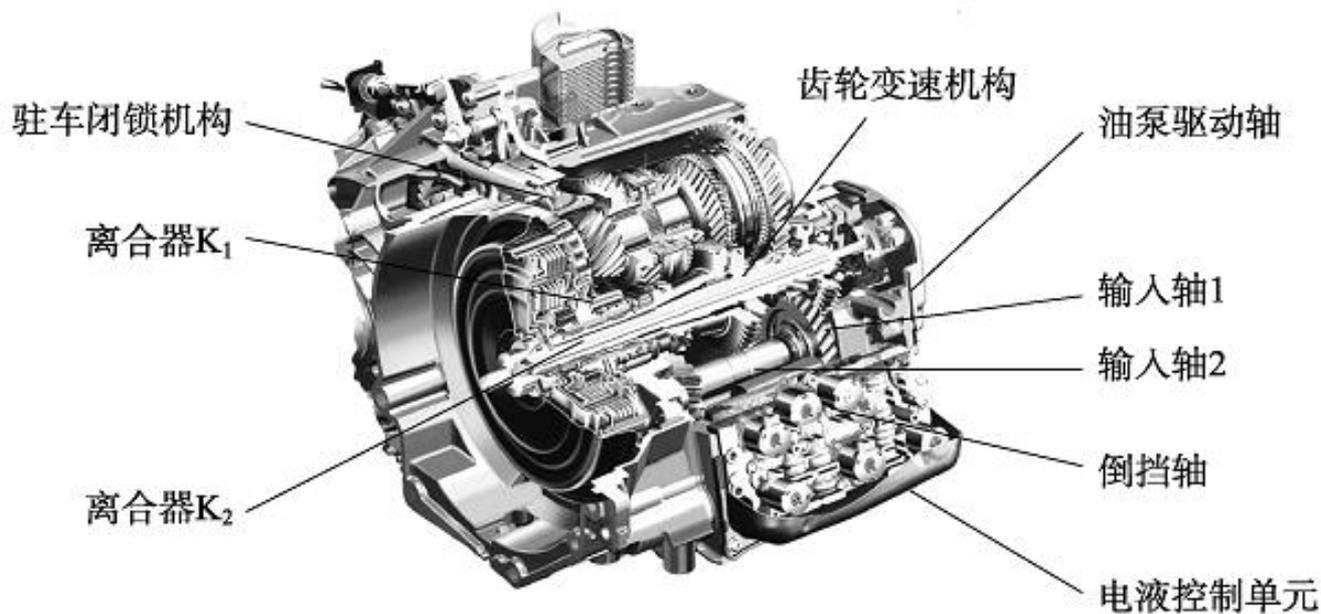


1 . DCT的结构

双离合自动变速器 (Dual Clutch Transmission) , 也称为直接换挡变速器 (DSG , Direct Shift Gearbox) 。



DCT双离合自动变速器主要由电子控制系统、液压控制系统和齿轮变速装置等组成。



CVT变速器结构和工作原理

(1) 传感器

① 离合器机油温度传感器G509：用于检测从多片离合器流出的DSG-机油的温度，控制单元根据该信号来调节离合器的冷却机油量。

② 变速箱输入转速传感器 G182：传感器安装在变速器壳体内，检测的是变速器输入转速，即发动机转速。

③ 输入轴 1和 2的转速传感器G501、G502：用于检测变速器输入轴1、输入轴2的转速。

④ 变速箱输出转速传感器G195和G196：这两个传感器错开安装在变速器壳体上，用于检测变速器的输出转速。这两个传感器的输出信号刚好相反，一个为低电平，另一个就为高电平。控制单元根据这两个输入信号来判断车速和车辆的行驶方向。



⑤ 液压压力传感器G193、G194：安装在液压控制单元上，控制单元根据这两个传感器的信号来确定作用在相应多片离合器上的压力大小。

⑥ 变速箱油温传感器G93和控制器内部温度传感器 G510：这两个传感器安装在电子控制单元上，用于测量控制单元的温度，这两个传感器的信号相互检验。控制单元根据这两个信号采取措施避免机油温度过高。

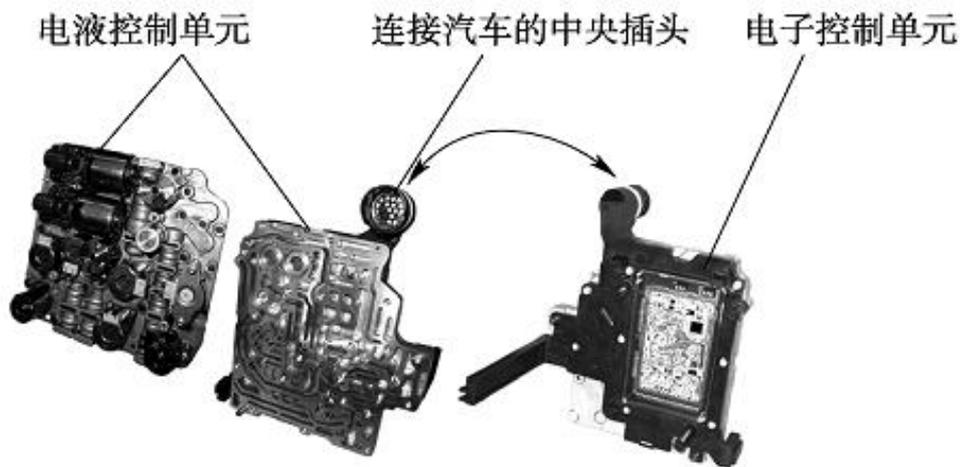
⑦ 行程传感器G487，G488，G489，G490：控制单元根据行程传感器信号来识别换挡拨叉的位置。

⑧ 换挡杆传感器控制单元J587：这个控制单元上集成有用于识别换挡杆位置的霍尔传感器，还可以控制换挡杆锁止电磁阀、同时起到了控制单元和传感器的作用。



(2) 电子控制单元

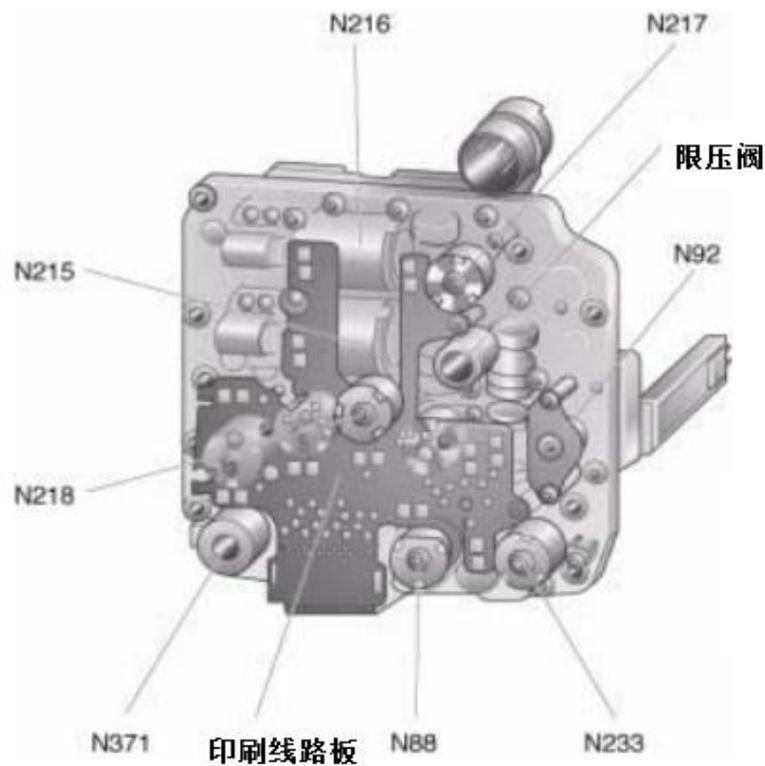
电子控制单元J743与液压控制单元组合在一起，组成了电液控制单元。电液控制单元装在变速器内，并浸在DSG机油中。



电液控制单元外观

(3) 执行器

02E型DSG用到的执行器主要是换档电磁阀和调压电磁阀。



电磁阀的布置

①换档电磁阀N88、N89、N90、N91。电磁阀N88控制至第1档和第5档的机油压力。N89控制至第3档和空档的机油压力。N90控制至第2档和第6档的机油压力。N91控制至第4档和倒档的机油压力。

②多路转换电磁阀N92。电磁阀N92被激活时，可以选择第2档、第4档和第6档；当电磁阀不激活时，可以选择第1档、第3档、第5档和倒档。

③调压电磁阀N215、N216、N217。调压电磁阀N215用于调节离合器K1上的压力。N216用于调节离合器K2上的压力。N217用于调节液压系统的主压力。

④冷却油流量调节电磁阀N218。

⑤安全电磁阀N233、N371。安全电磁阀N233、N371在离合器K1、K2的实际压力超过规定值时，使对应离合器迅速地分离。

⑥换挡杆锁止电磁阀N110。换挡杆锁止电磁阀N110安装在换挡杆上，由换挡杆传感器控制单元J587控制，可将换挡杆锁止在“P”和“N”位。换挡杆锁止电磁阀N110只有通电、断电两种工作状态，

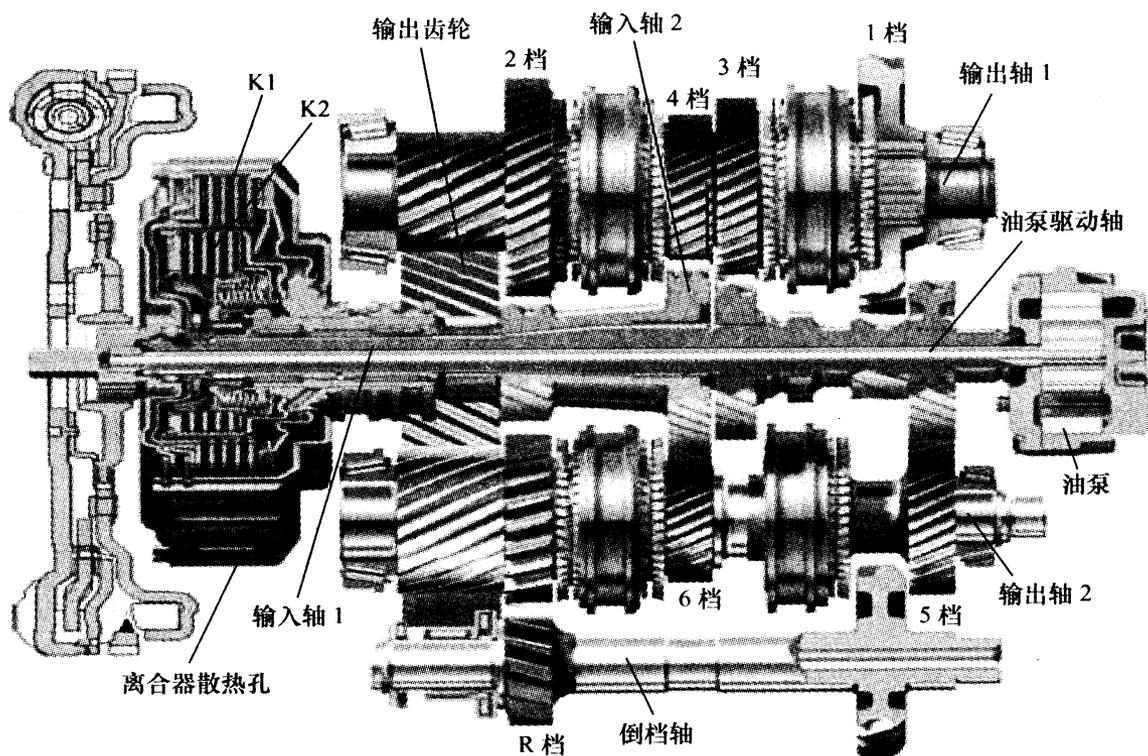


02E型DCT双离合器自动变速器液压控制系统由齿轮油泵、齿轮油滤清器、齿轮油冷却器、油压调节阀、转换阀等多个液压控制阀和离合器液压缸等组成。液压控制系统通过油压控制双离合器和几个档位选择器换挡拨叉的工作。

两个离合器都是由电液控制单元控制，进入离合器液压缸的油压推动活塞压紧离合器钢片和摩擦片，实现结合，在摩擦力的作用下传递转矩；当油压释放时，离合器钢片和摩擦片分离，动力传递中断。

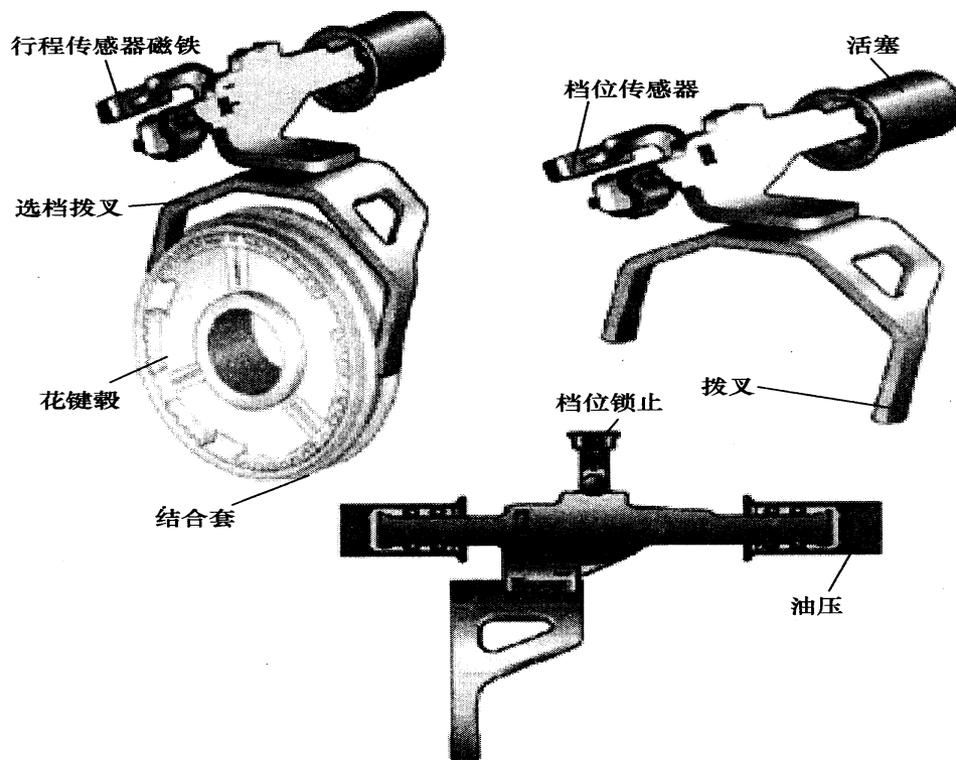


DCT双离合器自动变速器齿轮变速装置主要由两个多片湿式离合器、三平行轴式齿轮变速器、自动换档机构组成。



齿轮变速机构

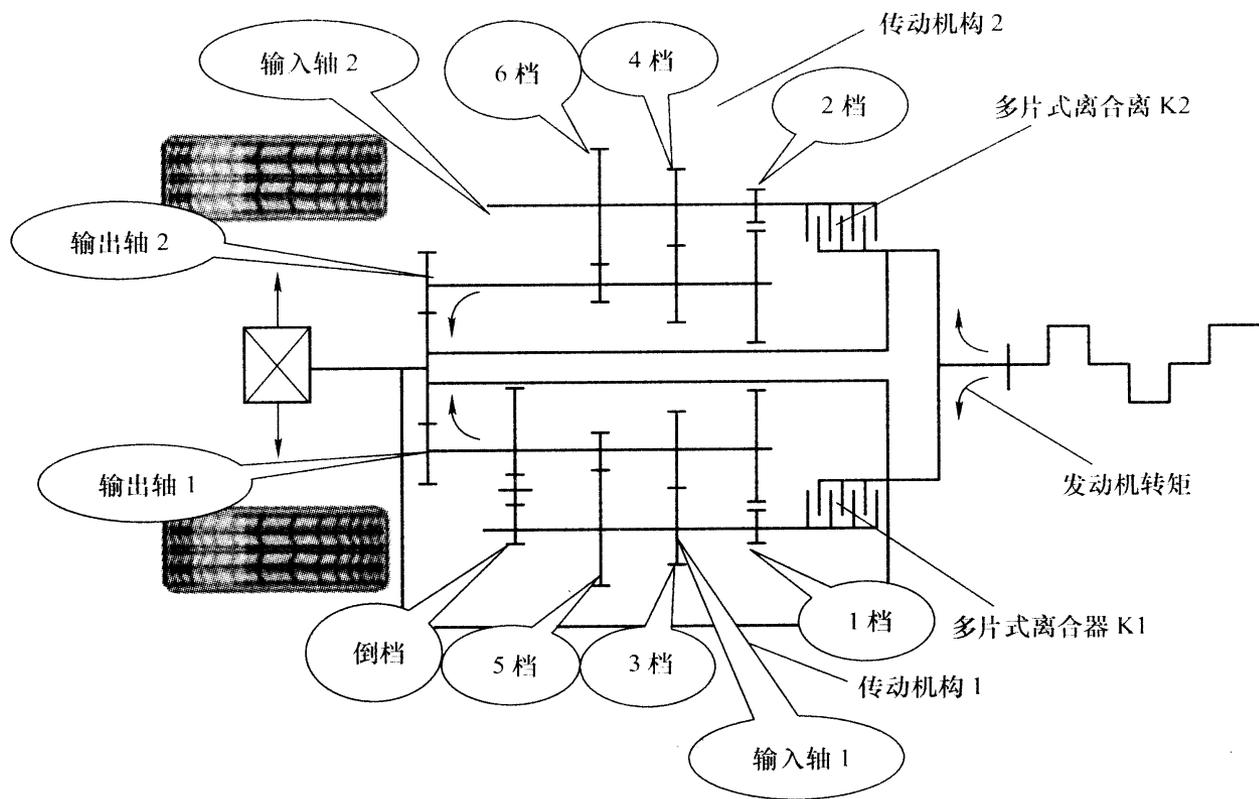
DCT变速器的档位转换是由档位选择器来操作的，档位选择器实际上是个液压马达，推动换挡拨叉就可以进入相应的档位，由电液控制单元来控制它们的工作。



换挡拨叉的结构及工作原理

2. DCT的传动原理及工作过程





02E型DCT的变速传动原理

(1)在车辆处于停车状态时，两个离合器均处于分离状态，不传递动力，因K1分离，自动换档机构将档位切换至1档。

(2)离合器K1结合时，车辆开始起步运行。车辆换入1档运行后，离合器K2处于分离状态，当车辆加速，达到或接近2档的换档点时，自动换档机构可以将档位提前换入2档，离合器K1开始分离，同时离合器K2开始结合，两个离合器交替切换，直到离合器K1完全分离，同时离合器K2完全结合。

(3)DCT的升降档是由电子控制单元进行判断的，踩加速踏板时，电子控制单元定为升档，做好升档准备；踩制动踏板时，电子控制单元确定为降档，做好降档准备。



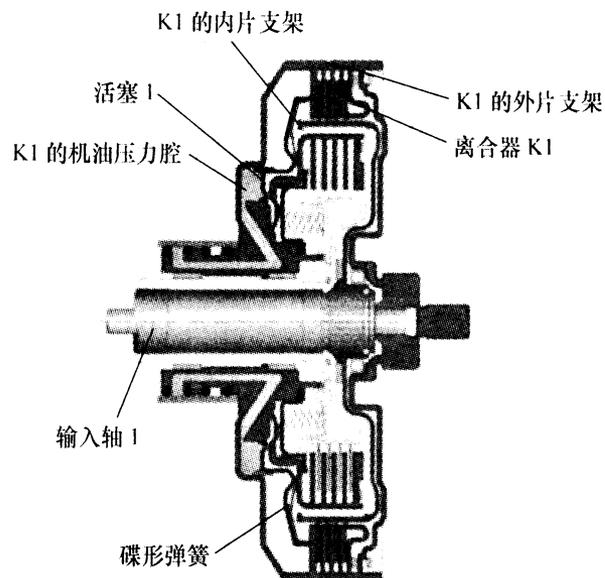
(1) 转矩输入。

发动机的转矩由曲轴传递给双质量飞轮，再由花键将转矩传到片式离合器的主动盘上。

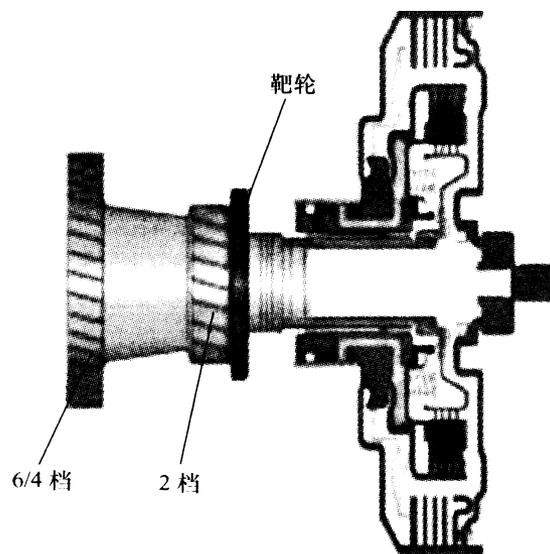


(2)双离合器的工作过程。

双离合器的两个多片式离合器浸在DSG-机油中工作，电控单元根据将要挂入的档位来调节多片式离合器K1或多片式离合器K2结合或者松开。控制单元J743驱动调压电磁阀动作，建立油压，利用液压缸内的油压和活塞压紧离合器，离合器就将动力传递给相应的输入轴。



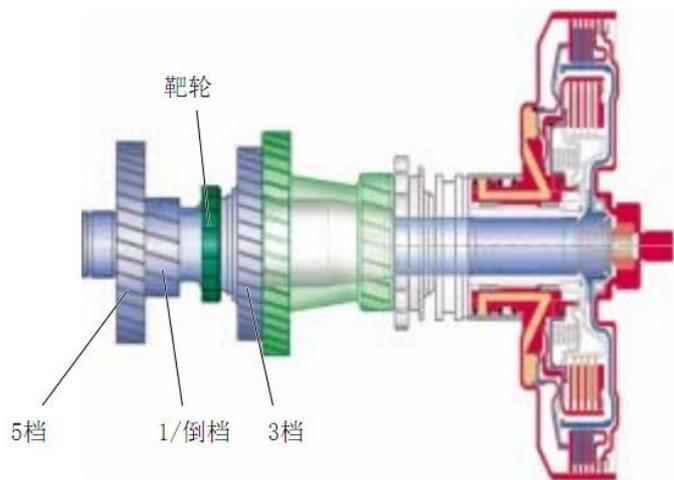
多片式离合器K1



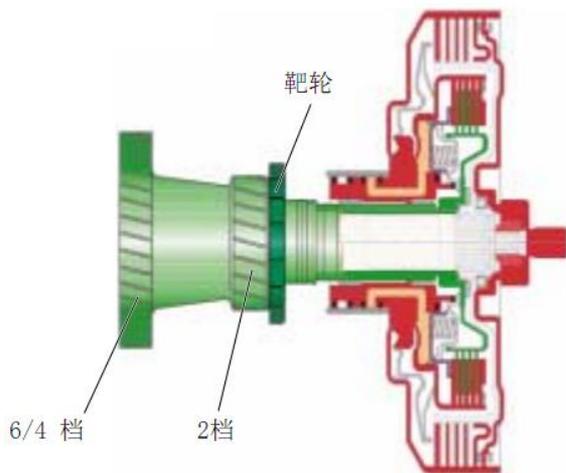
多片式离合器K2

(3) 输入轴

发动机扭矩通过多片盘式离合器K1和K2被传送至输入轴。输入轴2安装在输入轴1之前，输入轴2被加工成空心，通过花键与多片式离合器K2连接在一起，输入轴2上有用于6档、4档、2档的斜齿齿轮。输入轴1在中空的输入轴2内转动，它通过花键与多片式离合器K1连接在一起。



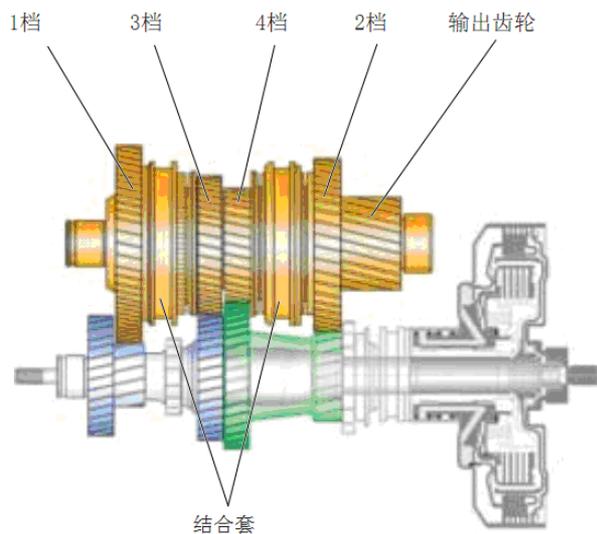
输入轴1



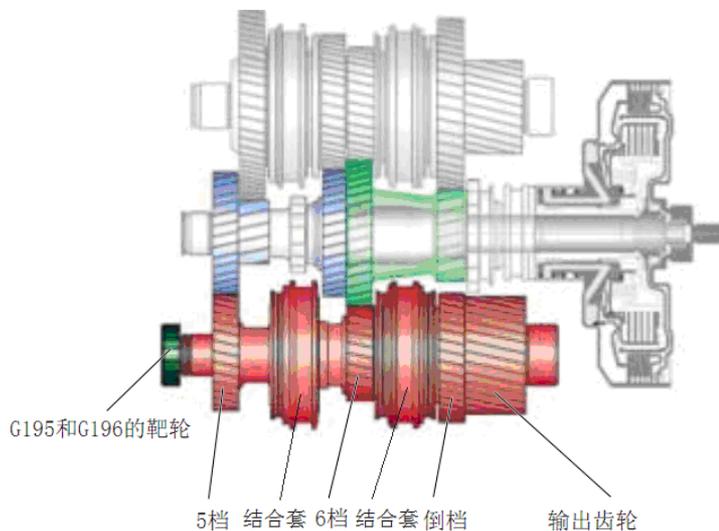
输入轴2

(4) 输出轴

在DCT变速器中，与两个输入轴对应的还有两个输出轴。输出轴1上有1档、2档、3档、4档从动齿轮和输出齿轮，有两套同步器，一套用于1档、3档，一套用于2档、4档。输出轴2上有5档、6档、倒档从动齿轮和输出齿轮；5档用一同步器，6档和倒档共用一同步器，输出齿轮与差速器中的主减速器齿轮啮合。



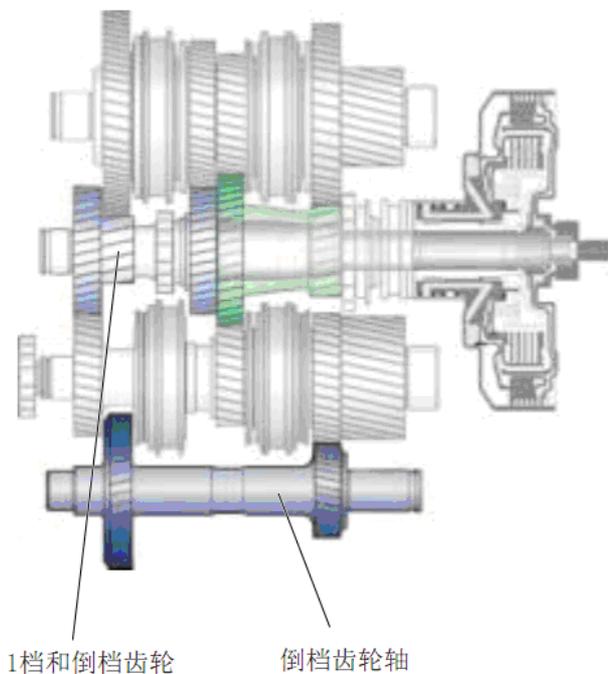
输出轴1



输出轴2

(5)倒档齿轮轴

倒档齿轮轴有两个齿轮，一个与输入轴1上的1档/倒档共用齿轮啮合，另一个与输出轴2上的倒档滑动齿轮相啮合。倒档齿轮轴改变了输出轴2的旋转方向，从而改变了差速器主减速齿轮的旋转方向，实现倒车。



倒档齿轮

①1档：离合器K1→输入轴1→I档主动齿轮→1档从动齿轮→1-3档结合套→1-3档花键毂→输出轴1→输出齿轮。

②2档：离合器K2→输入轴2→2档主动齿轮→2档从动齿轮→2-4档结合套→2-4档花键毂→输出轴1→输出齿轮。

③3档：离合器K1→输入轴1→3档主动齿轮→3档从动齿轮→1-3档结合套→1-3档花键毂→输出轴1→输出齿轮。

④4档：离合器K2→输入轴2→4档主动齿轮→4档从动齿轮→2-4档结合套→2-4档花键毂→输出轴1→输出齿轮。

⑤5档：离合器K1→输入轴1→5档主动齿轮→5档从动齿轮→5档结合套→5档花键毂→输出轴2→输出齿轮。

⑥6档：离合器K2→输入轴2→6档主动齿轮→6档从动齿轮→6-倒档结合套→6-倒档花键毂→输出轴2→输出齿轮。

⑦倒档：离合器K1→输入轴1→倒档主动齿轮→倒档齿轮轴→倒档从动齿轮→6-倒档结合套→6-倒档花键毂→输出轴2→输出齿轮。



3.DCT的性能特点



(1)DCT变速器在传动过程中的能耗损失较少，大大提高了车辆的燃油经济性。

(2)车辆在加速过程中，不会有动力中断的感觉，使车辆的加速更加强劲、圆滑。

(3)DCT变速器的动力传递部件是一台三轴式6前进档的齿轮变速器，扩大了传动比的范围。

(4)DCT变速器多片湿式双离合器是由电子液压控制系统来操控的。

(5)DCT变速器也有手动和自动2种控制模式，除了变速杆可以控制外，转向盘上还配备有手动控制的变速按钮，在行驶中，2种控制模式之间可以随时切换。



(6)选用手动模式时，如果不做升档操作，即使将加速踏板踩到底，DCT变速器也不会升档。

(7)换档逻辑控制可以根据驾驶人的意愿进行换档控制。

(8)在手动控制模式下，可以跳跃降档。

(9)由于没有采用液力变矩器，因此对于小排量发动机而言，低转速下的扭矩不足的特性就会比较突出。

(10)结构复杂，制造工艺要求较高，所以成本较高。



任务实施

首先利用诊断仪检测自动变速器是否存在电控系统故障；再检查控制阀体、控制油路的清洁性和密封性，及滑阀、档位调节器等是否灵活、到位等；最后再分解自动变速器，检查离合器间隙和自动变速器内部齿轮的啮合情况。



1. 故障的诊断



任务实施

1) 读取故障代码

连接大众专用诊断仪VAS6150，读取故障代码。如果有故障代码，按照诊断仪上的提示信息，依次检查故障代码对应的零部件及线路有无故障；如无故障代码，检查与故障相关的控制阀体、及控制油路的清洁性和密封性，及滑阀、档位调节器等是否灵活、到位等。



(1) 传感器的检测

打开诊断仪，进入“引导性功能”，试车，读取自动变速器控制单元J743的数据流，分析相关传感器的数据有无异常，就可以判断对应的传感器及线路是不是出现了故障。

(2) 执行器的检测

检测时，首先确定对应的电磁阀是开关式电磁阀还是线性电磁阀；在工作过程中，分析对应电磁阀的工作电流及占空比，从而判断电磁阀的工作状态是否正常。



2. 零部件的拆装与更换



如果发生下列情况，必须更换齿轮油滤清器：

- ①达到了60,000公里保养服务期限；
- ②冷却液进入齿轮油中；
- ③齿轮油中有金属微粒；
- ④离合器烧坏或存在机械故障。



任务实施

2) 放油螺塞

通过放油螺塞，可以排放齿轮油和检查齿轮油油位。



溢流管的长度决定变速箱中齿轮油的油位。更换溢流管时，首先通过专用诊断仪VAS6150读取齿轮油的温度。如果高于50℃，则让变速箱冷却。在发动机停止工作的状态下，旋出溢流管并排出齿轮油。然后重新安装溢流管并加注齿轮油。



拆卸齿轮油冷却器时，应将换档杆置于“P”档位，将无纤维的布放置在齿轮油冷却器和变速箱上以便吸收冷却液。更换工作完成后，检查冷却液液位，如有必要可继续添加。



更换电子控制单元J743时，要确保没有脏物进入变速箱，脏物进入双离合器变速箱电子控制单元J743或齿轮油泵中会导致变速箱故障。当变速箱温度很高时，双离合器变速箱电子控制单元会卡在定位销上，因此应让变速箱冷却，使双离合器变速箱电子控制单元J743和变速箱具有相同的温度。



任务实施

6) 输入转速传感器 G182/离合器温度传感器 G5093

这两个传感器组合在一起，只能整体更换。它们位于变速箱中离合器的旁边。拆卸前，必须先拆下电子控制单元J743；安装传感器时，先用齿轮油浸润传感器。



更换齿轮油泵时，须采用大众专用工具，更换工作可以在不拆下变速箱的情况下进行。更换时，先将车辆举升起来，然后拆下车辆底部隔音板，只要排放齿轮油并拆下齿轮油泵盖板，就可以更换齿轮油泵。更换油泵后，必须加注新齿轮油并调节至正确油位。



离合器盖板用于密封变速箱，盖板由一个卡环固定。拆下卡环后就可以将盖板从变速箱中撬出。盖板和卡环不得重复使用，每次拆下都必须更换。不允许用锤子安装新盖板，不允许在中心密封圈上涂抹齿轮油或用手触摸。



要拆卸和安装离合器，必须以变速箱开口垂直向上的方式将变速箱固定在装配架上。安装变速箱离合器后，应使用大众专用诊断仪进入引导性功能执行双离合变速箱电子控制单元J743的基础设定。



3. DCT变速器齿轮油的更换



更换齿轮油、齿轮油滤清器，检查齿轮油液位的前提条件是：

- ①发动机已关闭；
- ②车辆处于水平状态；
- ③如果有隔音板，折下隔音板；
- ④换档杆挂入“P”位
- ⑤连接大众专用诊断仪
- ⑥执行换油工作时，齿轮油温度不得高于50℃。



更换齿轮油后，检查齿轮油液位，可按以下操作步骤进行：

- ① 起动发动机；
- ② 踩下制动踏板，并将换档杆切换至每一个档位约3秒钟，将换档杆置于“P”档位；
- ③ 关闭发动机；
- ④ 通过诊断仪读取齿轮油温度为 35°C 至 45°C 之间时；如果齿轮油温度高于 50°C ，则关闭发动机，让变速箱冷却；
- ⑤ 在发动机运行时，分离齿轮油加注适配接头的快速接头；
- ⑥ 让多余的齿轮油流出；
- ⑦ 当多余齿轮油流尽时（齿轮油开始滴落），旋出齿轮油加注适配接头，并旋入带新密封圈的螺塞，拧紧力矩： $45\text{ N}\cdot\text{m}$ ；
- ⑧ 熄火发动机。



4. DCT检修注意事项



- ①如果变速器油底壳的螺栓已松开或变速箱中没有齿轮油，不允许起动发动机或牵引车辆。
- ②解体时首先彻底清洁连接点及其周围区域，然后旋出螺栓。
- ③将拆下的零件放置在干净的地方，使用塑料薄膜和纸张覆盖零件，防止它们被污染。不能使用带纤维的抹布。
- ④在安装前才将零件从包装中取出，以确保安装的是干净零件；如果不是立即进行维修，应小心地覆盖或封闭已打开的零件。
- ⑤变速箱装配后，必须检查DSG机油，同时调整DSG机油油位。
- ⑥不允许将排放的DSG机油重新加入变速箱中。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解DCT的工作过程及控制原理，理解DCT主要电控元件的故障机理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范对DCT进行基本检查维护作业，对DCT常见故障进行诊断和修复	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				作业单的填写	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目四 电子控制防滑稳定系 统检修



任务1

ABS警告灯常亮故障的检修

任务2

汽车起步打滑故障的检修

任务3

VSC警告灯点亮故障的检修



任务1 ABS警告灯常亮故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2013年生产的东风标致2008 1.6L轿车，行驶里程约2.5万km的。该车因行驶时噪声大，检查并更换了左前轮轴承，试车发现噪声大的问题解决了，但ABS灯常亮不熄灭。



任务分析

当点火开关接通时ABS警告灯将瞬间点亮，表明系统正在自检，此灯应在约2s（自检完成）后熄灭。如果ABS警告灯在汽车行驶中常亮，表示防抱死制动系统出现故障，已经不能正常工作，汽车的行驶安全性将会大大降低。所以，应立即对ABS系统进行检修，及时排除其故障。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够对制动防抱死系统进行基础检查和维护 2) 能够对制动防抱死系统进行故障问诊和性能测试	1) 掌握制动防抱死系统的结构、类型及工作原理 2) 掌握制动防抱死系统的故障检修方法及思路	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

6学时



1. ABS系统概述



ABS是Anti-Lock Braking System的缩写，指的是制动防抱死系统。它能够防止汽车在常规制动过程中由于车轮完全抱死而出现的后轴侧滑、前轮丧失转向能力等现象，从而充分发挥轮胎与路面间的潜在附着力、最大限度地改善汽车的制动性能，达到提高汽车在制动过程中的方向稳定性和转向操纵能力的目的，以满足行车安全的需要。



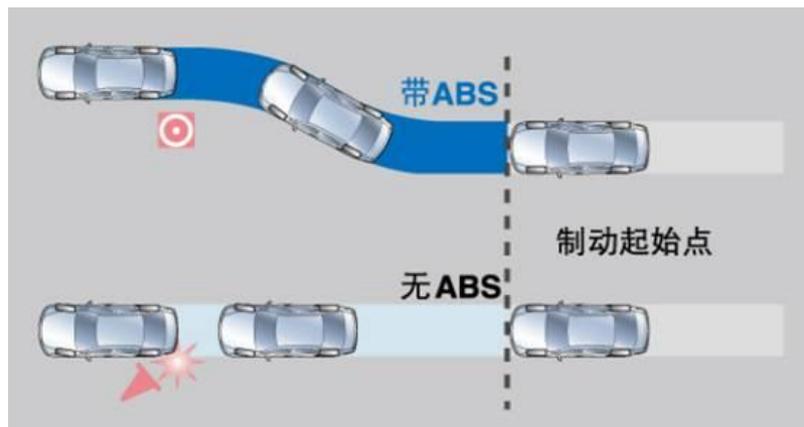
ABS的主要优点体现在：

①保证制动时车辆的方向稳定性，避免侧滑、甩尾现象。

②保证制动时车辆的转向能力。

③一般情况下可以缩短制动距离。

④避免轮胎拖滑磨损，延长轮胎使用寿命。



有无ABS对比

评价汽车制动性能的指标主要有制动效能、制动效能的恒定性、制动时方向的稳定性三个方面，评价制动效能的指标主要包括：制动距离、制动时间和制动减速度。

滑移率是指车轮在制动过程中滑移成分在车轮纵向运动中所占的比例，用“ s ”表示，其定义为：

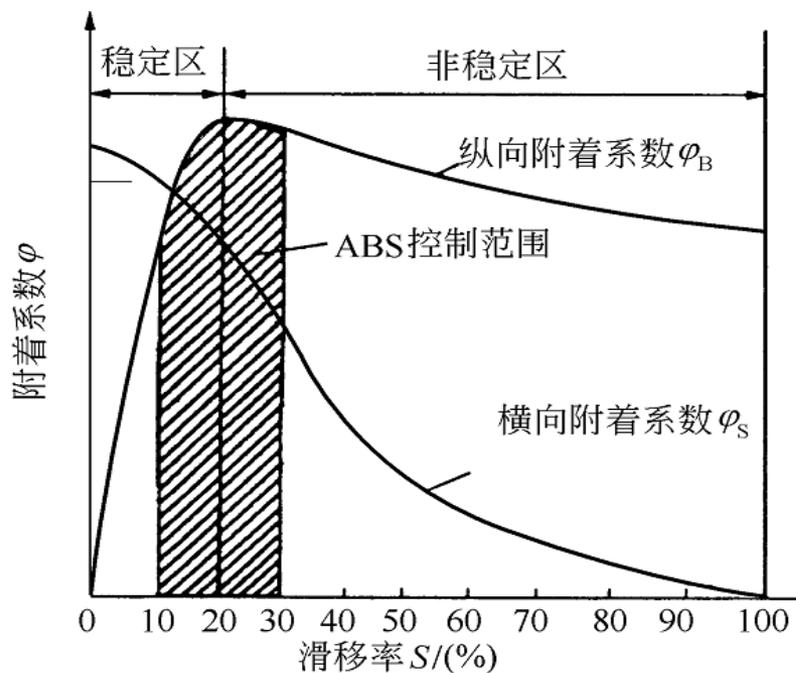
$$S = \frac{v - \omega \cdot r_0}{v} \times 100\%$$

式中： s —车轮的滑移率； v —车速（车轮中心的纵向速度，m/s）； ω —车轮的转动角速度(rad/s)； r_0 —车轮的自由滚动半径(m)。



车辆制动时，车轮与地面的附着系数是随车轮滑移率变化而变化的。当滑移率为100%，即车轮抱死时，制动附着系数相对较小，制动距离加长；同时侧向附着系数降低到近乎为零，失去抗侧滑和转向能力。

如果制动时将车轮滑移率 S 控制在20%左右时，可得到最大的制动力，同时汽车具有良好的抗侧滑能力及制动时的转向操纵能力。



车轮滑移率与附着系数变化关系

2. ABS系统控制策略及工作过程

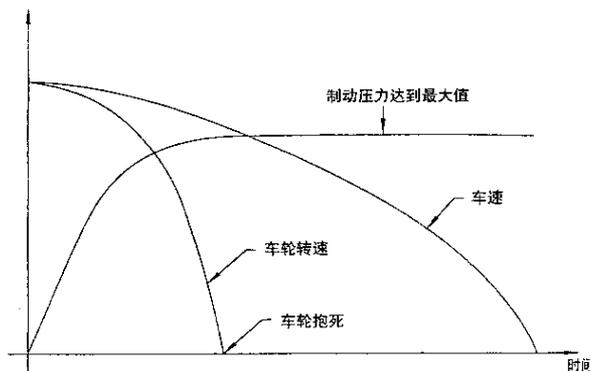


在车辆进行制动时，ABS系统通过不断计算每个车轮的滑移率，控制、调节制动器的制动压力，可以保证每个车轮的滑移率处于20%左右，这样可以防止车轮抱死拖滑，保持车轮与地面的制动附着系数达到最大值，同时可以避免侧向附着系数降变得太小。这样，制动时再给车辆提供较大制动力的同时，也保证了方向稳定性、可操作性。

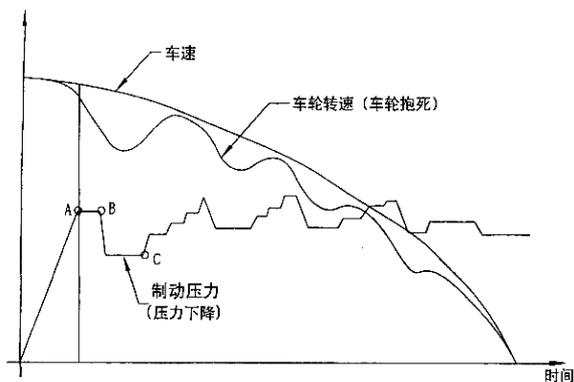


当车辆制动时，如果车轮没有抱死趋势，ABS系统就不起作用，此时制动分泵压力等于制动总泵压力，相当于传统的制动系统。

而如果有一个车轮有抱死趋势时，ABS系统就开始工作，这时制动分泵的压力下降，车轮转速上升；当有抱死趋势车轮的转速上升后，ABS系统又使制动分泵的压力上升，直到重新出现抱死倾向，进入下一调节循环。一般情况下，ABS系统每秒进行4~10个调节循环。



(a) 不带ABS

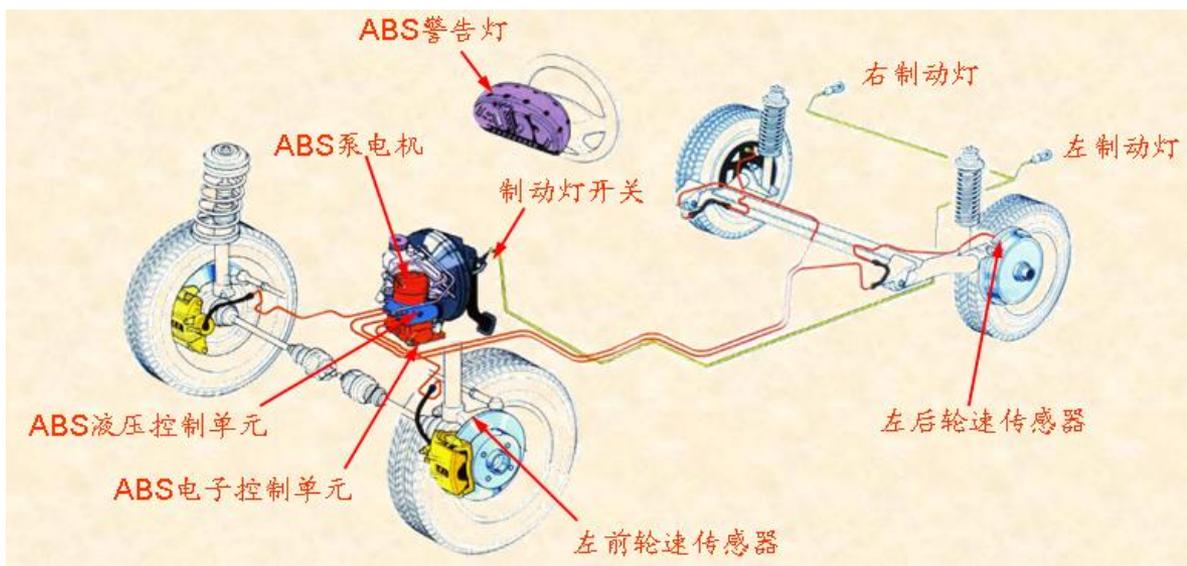


(b) 带ABS

图4-3 制动压力、车速、车轮转速与时间的关系

3.ABS系统组成及工作原理

ABS系统主要由ABS电子控制单元、ABS液压控制单元、液压泵、车轮转速传感器、ABS故障警告灯、制动开关、制动灯等组成。



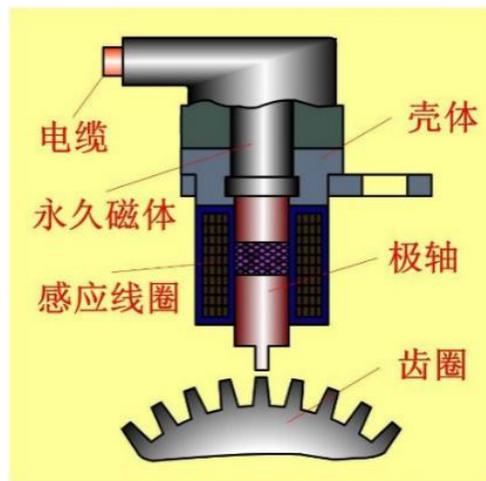
车轮转速传感器简称轮速传感器，轮速传感器的功用是检测车轮的转速，并将转速信号输入ECU。

目前用于ABS系统的轮速传感器主要有**电磁感应式轮速传感器**和**霍尔效应式轮速传感器**两种类型。两种传感器都是数字信号传感器，通过检测信号的频率变化来感应车轮转速大小。



(1)电磁感应式轮速传感器

该传感器由传感头和信号齿圈两部分组成，传感头由永磁体、极轴、感应线圈等组成，通过检测信号的频率变化来感应车轮转速大小。



电磁感应式轮速传感器结构

根据极轴的结构形式不同，轮速传感器又可分为凿式极轴轮速传感器、柱式极轴轮速传感器等形式。



(a) 凿式极轴



(b) 柱式极轴

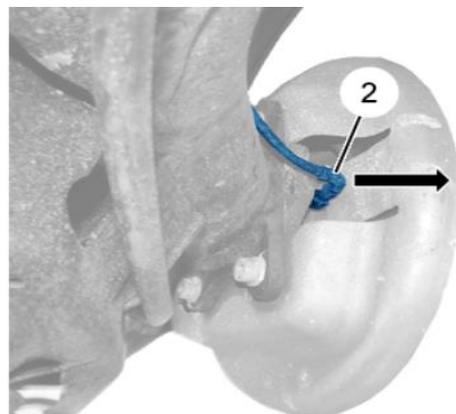
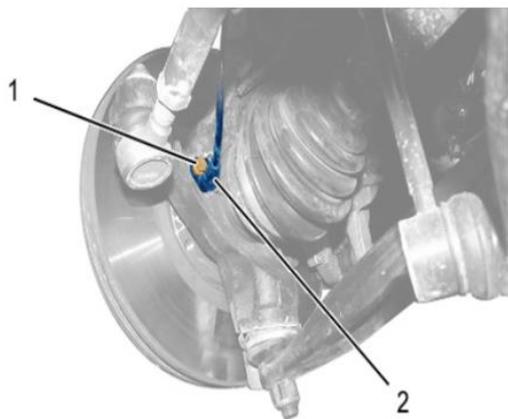
电磁感应式轮速传感器两种类型实物图

齿圈固定安装于车轮制动盘或者制动鼓内侧，有些车辆的齿圈安装于半轴上。



齿圈的安装位置

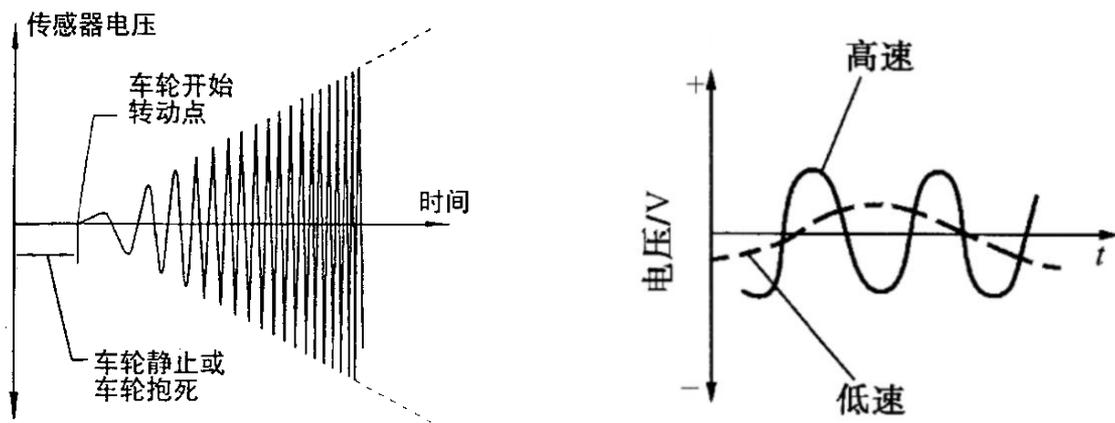
传感头直接安装于齿圈的上方，极轴同永久磁体相连，永久磁体通过极轴延伸到齿圈并于齿圈构成磁路。感应线圈套在极轴外面。齿圈固定在轮毂上与车轮一同旋转。



轮速传感器安装位置

1—传感器固定螺栓；2—轮速传感器

齿圈旋转时，齿顶和齿隙交替对向极轴。当齿顶对向极轴时，磁路磁阻最小，通过感应线圈的磁通最大；当齿隙对向极轴时，磁路磁阻最大，通过感应线圈的磁通最小。齿顶齿隙交替对向极轴，就使通过感应线圈内部的磁通交替变化从而产生感应电动势，通过线圈末端的电缆将此信号输入ECU。感应电动势即电压信号变化的频率便能精确地反映出车轮转速的变化。



电磁感应轮速传感器的波形

电磁感应式轮速传感器结构简单，成本也较低。

电磁式存在下述缺点：

①其输出信号的幅值是随转速的变化而变化。其输出信号的幅值一般在1~15V范围内变化，若车速过慢，其输出信号低于1V，ECU就无法检测。

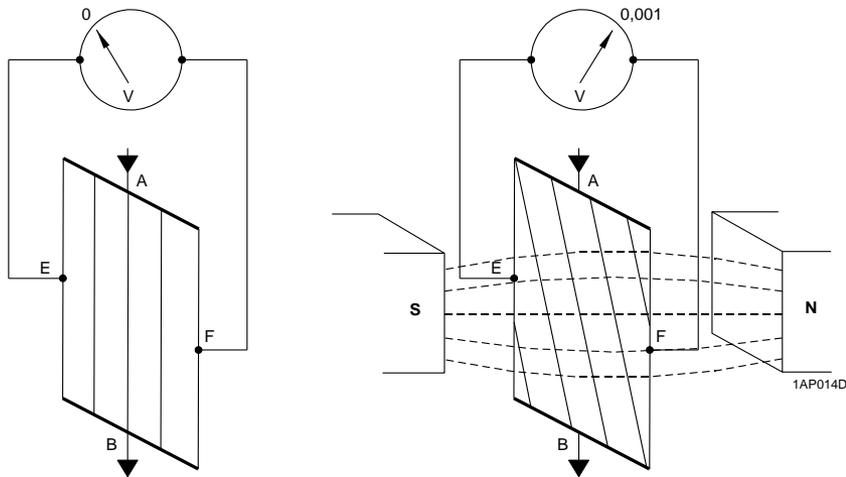
②频率响应不高。当车轮转速过高时，传感器的频率响应跟不上，容易产生误信号。

③抗电磁波干扰能力差，尤其是其输出信号幅值较小时。



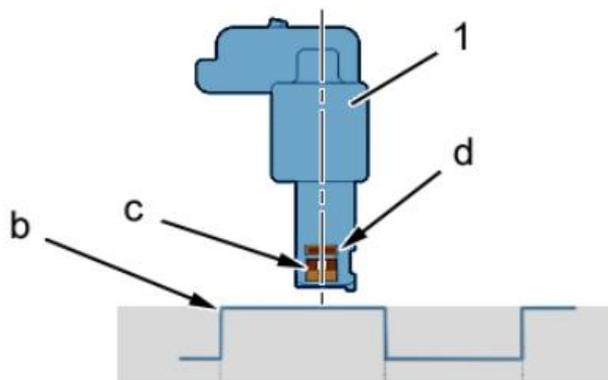
(2) 霍尔效应式轮速传感器

霍尔元件有这样一个特性，其基本元件为1.2mm左右厚度的小薄片，如果在霍尔元件这个小片的A点和B点之间通过一个电流，无磁场时在两侧的E和F两端点上没有任何电压。而当在霍尔元件这个小片的垂直部位施加S-N磁场时，在E和F两点间可接收到一个非常小的0.001V的霍尔电压。



霍尔效应基本原理

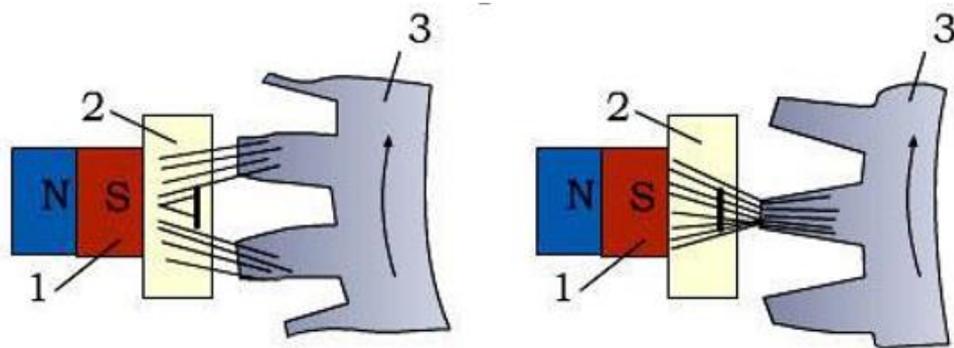
传统的霍尔效应轮速传感器也是由传感头和信号齿圈两部分组成，传感头由永磁体、霍尔元件和电路等组成。



传统霍尔效应轮速传感器结构

1—内部电子电路；b—信号齿圈；c—永磁体；d—霍尔元件

工作原理：永磁体的磁力线穿过霍尔元件通向齿轮，当齿轮位于图（a）所示位置时，穿过霍尔元件的磁力线分散，磁场相对较弱。当齿轮位于图（b）所示位置时，穿过霍尔元件的磁力线集中，磁场相对较强。齿轮转动时，使得穿过霍尔元件的磁力线密度发生变化，因而引起霍尔电压的变化。



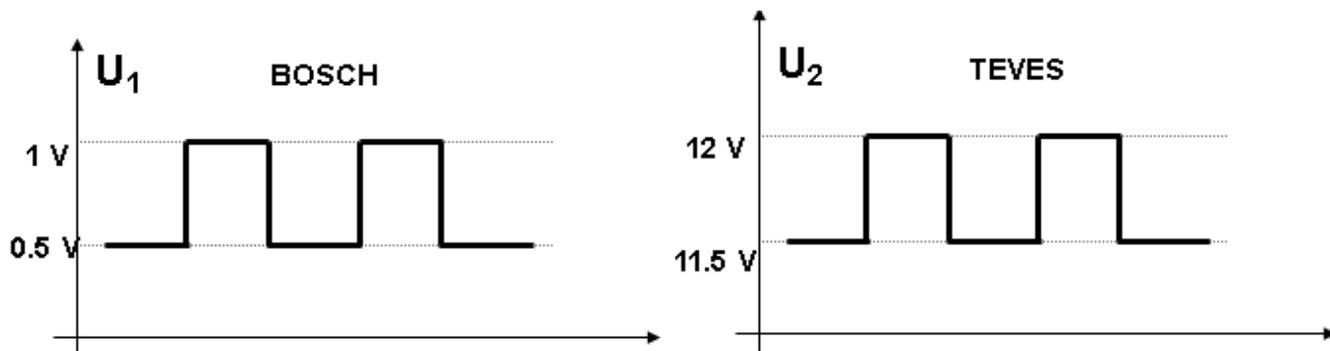
(a) 偏离

(b) 对正

霍尔效应轮速传感器工作原理

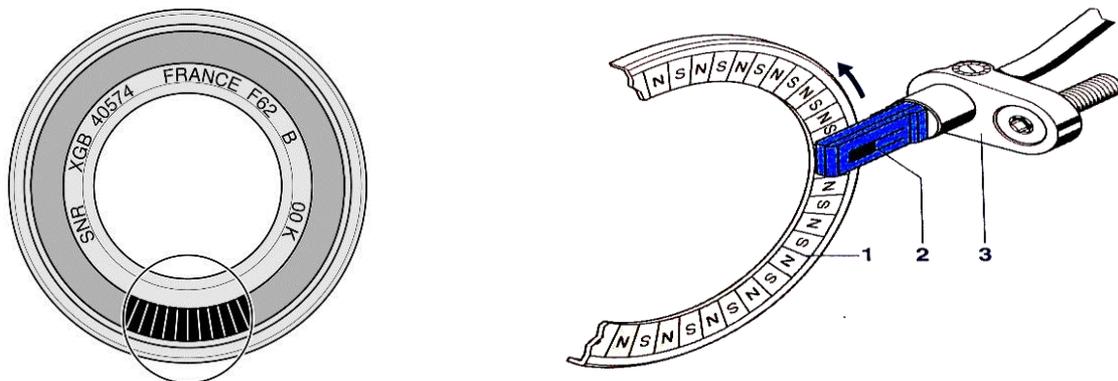
1—永磁体；2—霍尔元件；3—信号齿圈

霍尔效应式轮速传感器对外输出的信号为一个标准的脉冲信号，对外输出的波形为标准的方波波形，根据传感器的内部电子电路结构的不同，输出的电压值在一个电压范围内变化。



两种霍尔式轮速传感器信号波形图

新型的霍尔效应轮速传感器，它的传感器头部只有霍尔元件，并没有永磁体，磁场是由磁性测速磁轮（即信号齿圈）提供，传感器面向磁轮固定。



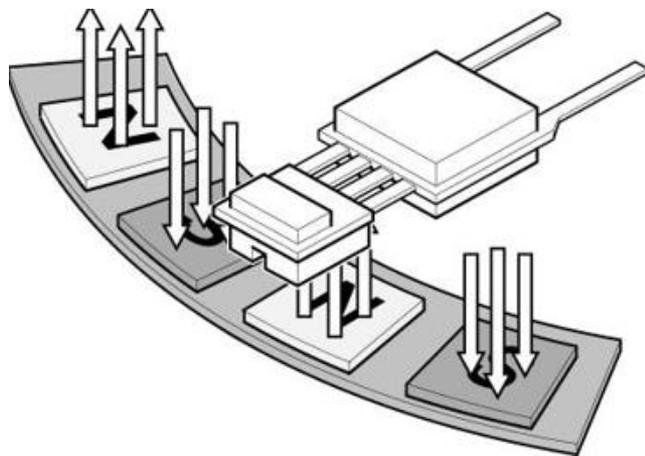
(a) 测速磁轮

(b) 结构组成

东风标致2008霍尔效应轮速传感器结构

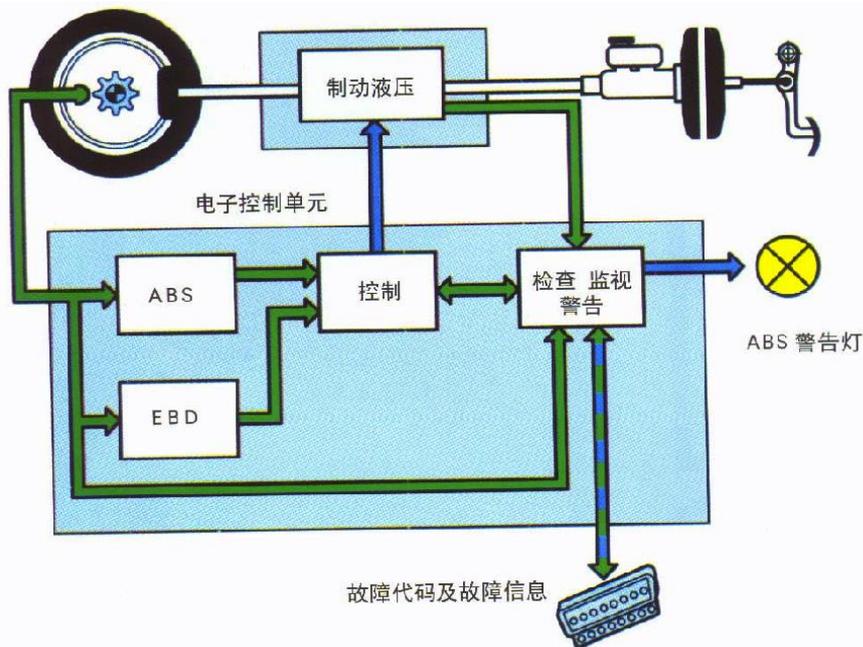
1—磁性测速磁轮；2—霍尔元件；3—内部电子电路

工作原理：转速传感器的传感器头部包括一个对磁场变化敏感的霍尔元件和产生电输出信号的电子电路，在磁性测速磁轮有48对磁极，磁轮旋转过程中，穿过霍尔元件的磁场会在“北极N”和“南极S”之间不停的切换，会引起穿过霍尔元件的磁场发生变化，霍尔电压经过内部电子电路转化成为脉冲信号，脉冲信号的频率大小用来传递车轮转速信息。



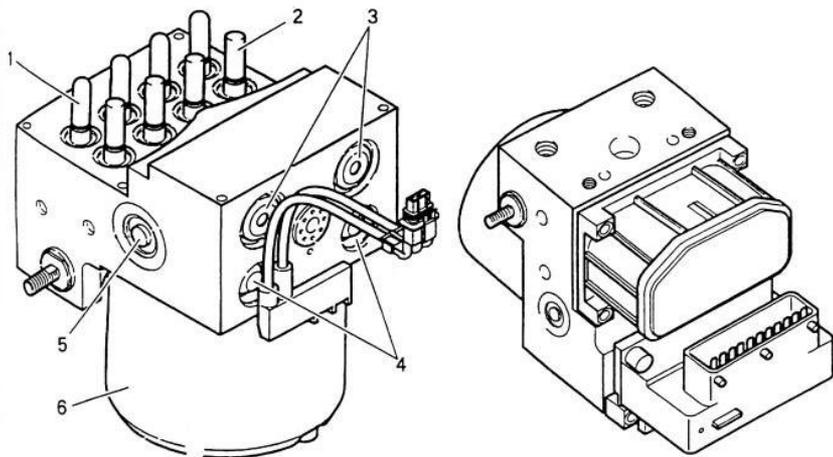
东风标致2008霍尔效应轮速传感器工作原理

ABS ECU通常与液压控制单元连为一体，称为电液控制单元。ABS ECU的作用是接受轮速传感器及其他传感器输入的信号，进行测量、比较、分析和判别处理，通过精确计算，得出制动时车轮的滑移率、车轮的加速度和减速度等信息，判断车轮是否有抱死趋势，发出控制指令给电磁阀，进而控制液压控制系统来调节车轮的制动压力。



ABS ECU的功能

ABS制动压力调节装置接受ECU的指令，通过电磁阀的动作来实现车轮制动器制动压力的自动调节。ABS制动压力调节装置主要有液压式、气压式和空气液压加力式等形式。目前应用最多的是液压式，即ECU通过ABS液压控制单元来实现车轮制动压力的自动调节。ABS液压控制单元一般都安装在发动机舱内，主要由电磁阀、液压泵和储液器等组成。



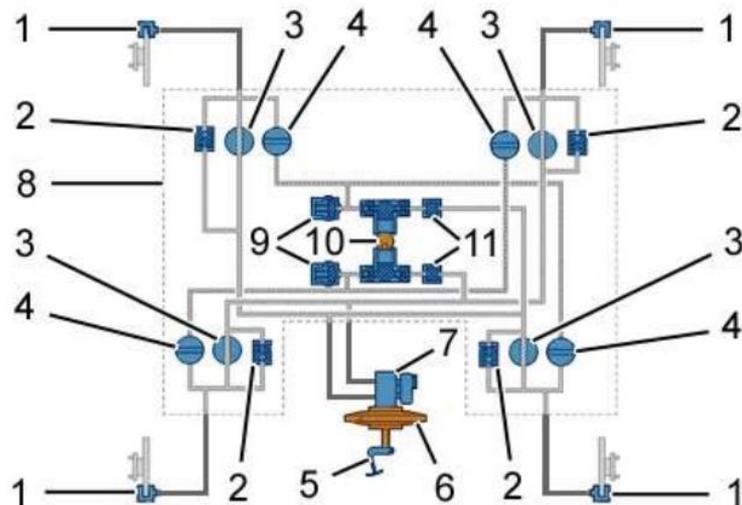
ABS液压控制系统组成

- 1, 2—电磁阀；3—储液器；4—缓冲器；5—液压泵；
6—液压泵电机

ABS液压控制单元串接在制动主缸与轮缸之间。它通过安装在内部的电磁阀直接或者间接控制车轮的制动压力，**通过电磁阀直接控制轮缸制动压力的液压控制系统称做循环式液压控制系统，间接控制制动压力的称为可变容积式液压控制系统。**



循环式制动压力控制系统是在制动总缸与每个轮缸之间串联进一个或者两个电磁阀，直接控制轮缸的制动压力。同时需要在需要制动轮缸“减压”时通过液压泵把制动轮缸流出的制动液经储液器泵回制动主缸。

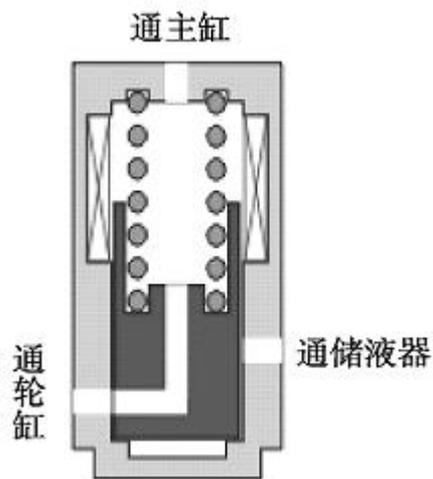


ABS电液控制系统组成及工作原理

- 1—制动分泵；2—解除制动阀；3—常开电磁阀；
- 4—常闭电磁阀；5—制动踏板；6—真空助力器；
- 7—制动总泵；8—ABS液压控制单元（虚线内）；
- 9—储液器；10—液压泵；11—缓冲器

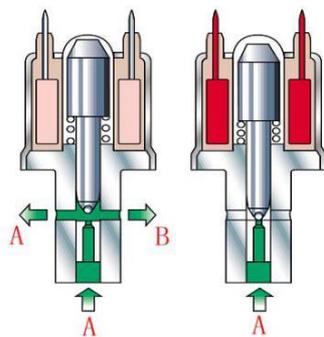
(1)电磁阀

第一种类型是每个轮缸和制动主缸之间都有一个电磁阀，即三位三通电磁阀（3/3电磁阀）。这个电磁阀有三个工作位置（三位）和三个油道口（三通），阀上有三个孔分别通制动主缸、车轮制动器轮缸和储液器。电磁线圈流过的电流由ECU控制，能使阀处于“升压”、“保压”、“减压”三种工作位置，即“三位”，从而控制每个车轮的制动压力。

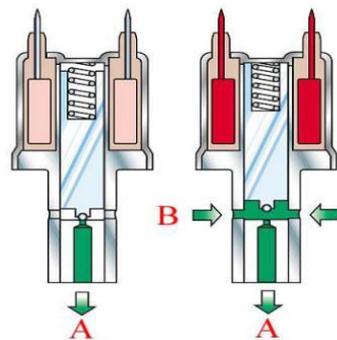


三位三通电磁阀

第二种类型是每个轮缸和制动主缸之间都有两个二位二通电磁阀，即常开电磁阀和常闭电磁阀。常开电磁阀和常闭电磁阀都是有ECU直接控制。常开电磁阀连接制动总泵和制动分泵，不通电时是常开的，通电时关闭；常闭电磁阀连接制动分泵和液压泵，不通电时关闭，通电时打开。



常开电磁阀



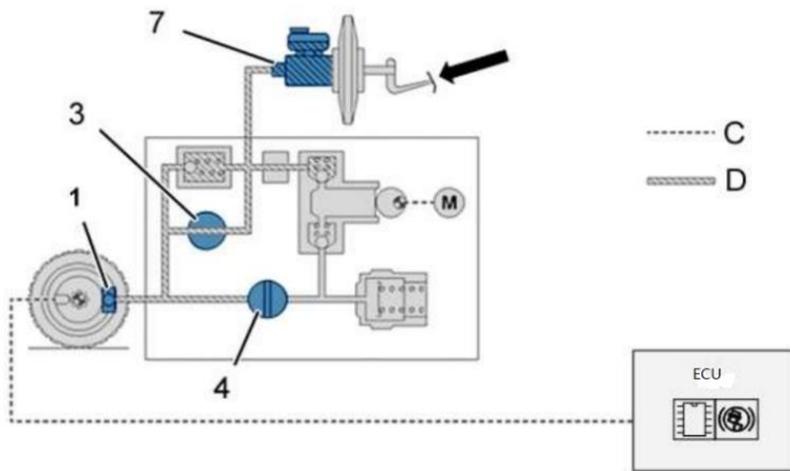
常闭电磁阀

A—接制动总泵；B—接制动分泵

ECU根据车轮的运动状态，可以实现三个压力状态控制：

①压力上升阶段（常规制动阶段）

当驾驶员踩下制动踏板进行制动时，如果车轮没有抱死趋势时，常开电磁阀3不通电处于打开位置，常闭电磁阀4也不通电处于关闭位置，此时制动总泵7与制动分泵1直通，由制动总泵来的制动液经过常开电磁阀进入轮缸，制动分泵的压力随主缸压力而增减。常规制动阶段，ECU并没有介入。

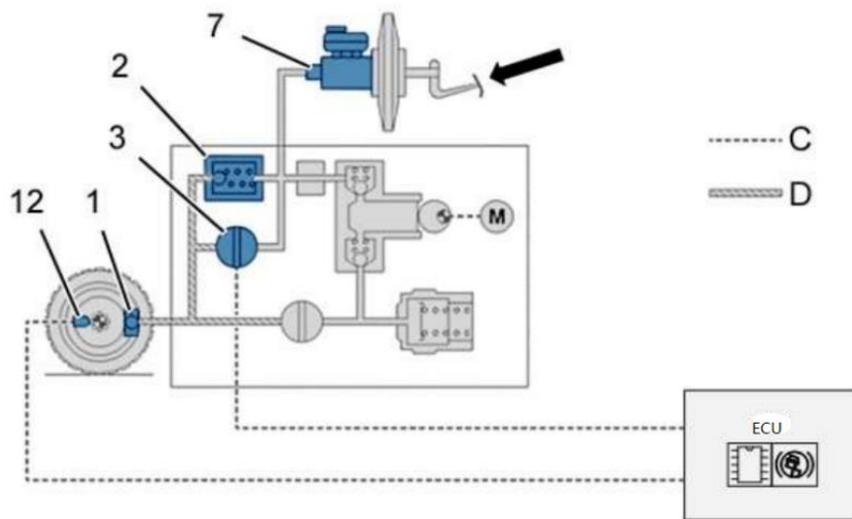


压力上升阶段

1—制动分泵； 3—常开电磁阀；
4—常闭电磁阀； 7—制动总泵；
C—电路； D—液压回路部件

② 压力保持阶段

当施加在车轮上的制动压力逐渐增大，如果制动压力进一步增大，车轮将有抱死的危险，此信息通过轮速传感器12传递给ECU，此时ABS液压系统进入压力保持阶段，在压力保持阶段ECU给常开电磁阀3通电，控制其关闭；常闭电磁阀4不通电，保持关闭状态，制动分泵上的制动压力保持不变。

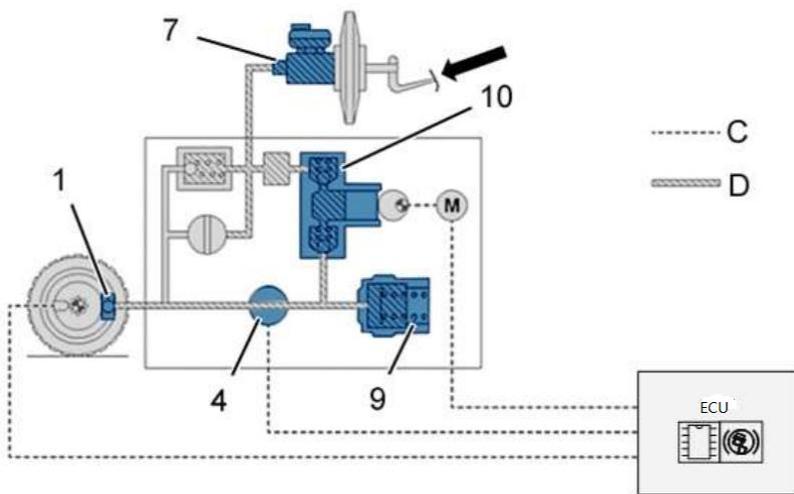


压力保持阶段

1—制动分泵；2—解除制动阀；3—常开电磁阀；7—制动总泵；12—轮速传感器；C—电路；D—液压回路部件

③ 压力下降阶段

在压力下降阶段，ECU给常闭电磁阀4通电，控制其处于打开状态；同时控制液压泵10工作；而常开电磁阀依然通电处于关闭状态。此时，制动分泵1和制动总泵7之间依然被隔离，制动分泵中的制动液流向储液器9，同时液压泵工作把储液器中的制动液泵回制动总泵，制动分泵上的制动压力下降。



压力下降阶段

1—制动分泵；4—常闭电磁阀；7—制动总泵；9—储液器；10—液压泵；C—电路；D—液压回路部件

(2) 液压泵

液压泵多为柱塞泵，由电动机带动凸轮驱动，泵内设有两个单向阀，分别为进油阀和出油阀。柱塞上行时，轮缸及储能器的压力油推开上进油阀进入原体内。柱塞下行时，首先封闭进油孔，继而使泵腔内压力升高，推开下出油阀，将制动液压回制动总泵。

(3) 储液器与缓冲器

储液器是一个包括一个活塞和弹簧的缓冲容器，它在压力下降的阶段充满液体，起液压缓冲的作用，保证在液压泵达到最大速度和流量前，在制动分泵中实现迅速的压力降低。

缓冲器是缓冲由液压泵的压力上升所产生的脉冲。



任务实施

从车辆的典型故障现象入手，通过检测、拆装、更换制动液等操作对ABS系统进行检测与维修。



1.ABS系统检修注意事项



- (1)在点火开关处于ON位置时，不要拆装系统中的电器元件和线束插头，以免损坏电子控制单元。
- (2)在拆卸制动管路或与其关联的部件之前，应首先释放ABS系统尤其是蓄液器内的压力，防止制动液压力过高喷射伤人。
- (3)在更换ABS系统制动管路或橡胶件时，应按规定使用标准件（高压耐腐蚀件），以免管路破损而引起制动突然失灵。
- (4)应保持维修场地和拆卸的零部件的清洁干净，防止尘埃和杂物进入液压控制系统或制动管路中。
- (5)在维修液压部件、拆装制动管路和加注制动液时，应防止制动液溅污油漆表面而使油漆失去光泽和变色。
- (6)在维修轮速传感器时，应避免碰触传感器齿圈的轮齿和传感头；也不可將齿圈作为支点撬动。
- (7)装配有ABS系统的车辆，更换制动液进行常规排气后，需要用诊断仪对系统进行二次排气。

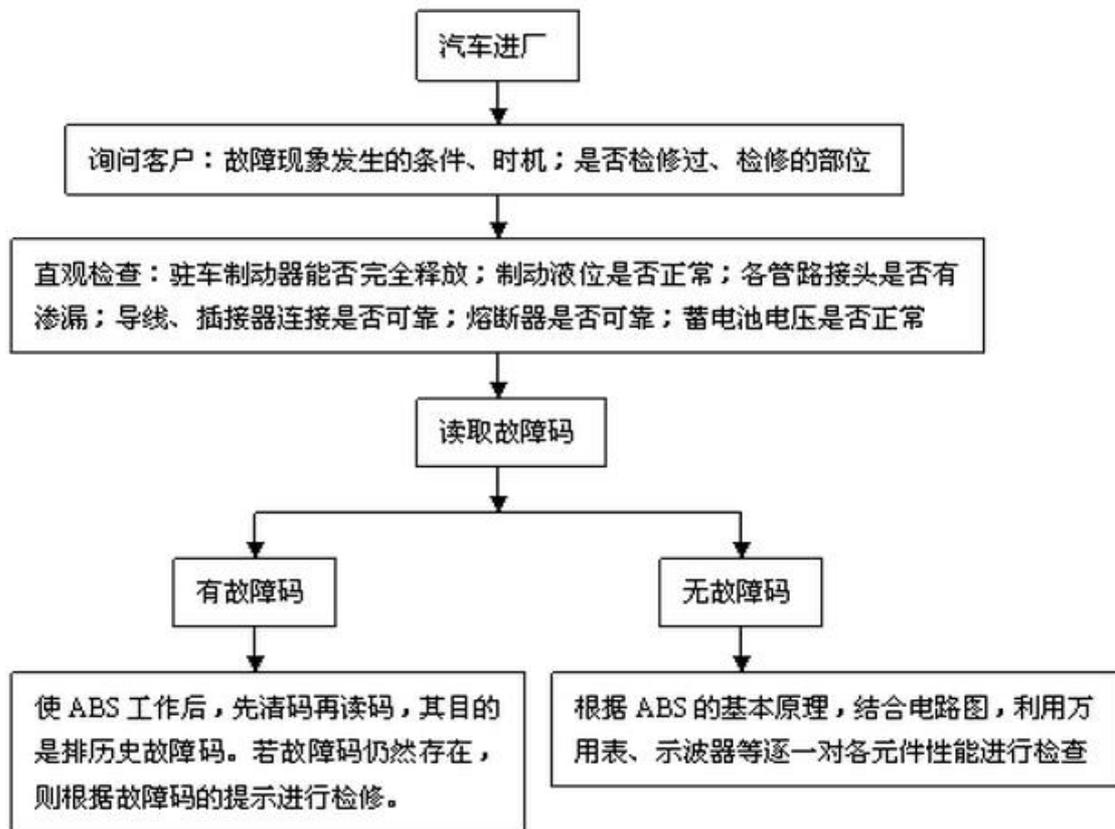


2 . ABS系统故障诊断思路与常规检查



任务实施

1) ABS诊断思路



ABS系统故障诊断思路



常规检查主要包括以下几点：

- ① 检查制动液面是否在规定范围内。
- ② 检查电子控制装置导线插头、插座是否连接良好，有无损坏，搭铁是否良好。
- ③ 检查下列各部件导线插头、插座和导线的连接是否良好：液压控制单元、四个轮速传感器、制动踏板开关、制动液面指示灯开关。
- ④ 检查传感器头与齿圈间隙是否符合规定，传感头有无脏污。
- ⑤ 检查驻车制动器是否完全释放。
- ⑥ 检查轮胎花纹高度是否符合要求。

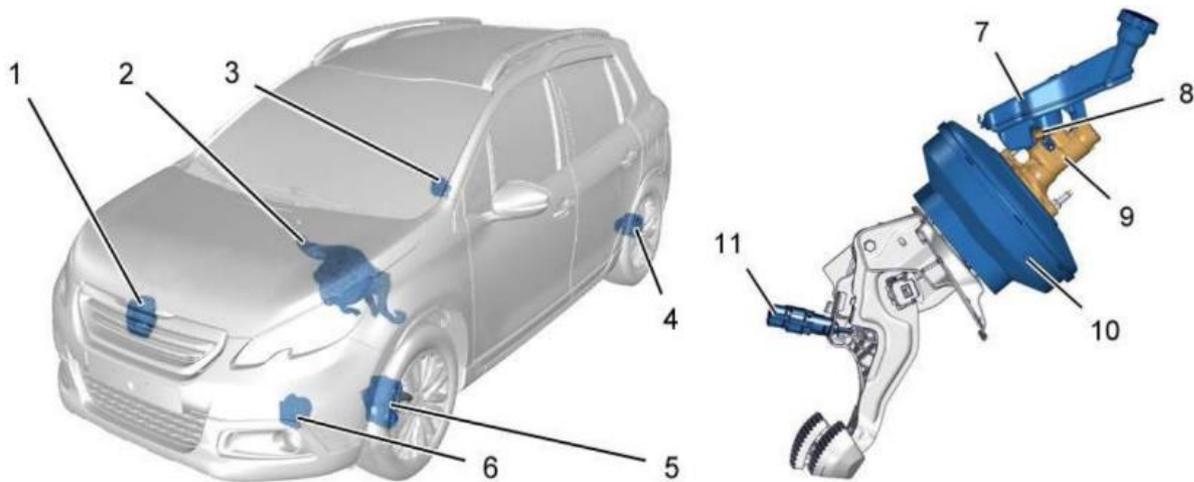


3. 东风标致2008 ABS系统检修



任务实施

1) 系统组成



(a) 布置图 (b) 制动主缸总成局部放大图

东风标致2008车辆ABS系统组成与布置

1、3、4、5—右前、右后、左后、左前轮速传感器；2—制动主缸总成；
6—ABS系统电液总成；7—制动液储液罐；8—制动液液位传感器；9—制动
总泵；10—真空助力器；11—制动开关



(1)一级管路排气：制动总泵至分泵管路的排气，操作方法与常规制动系统排气相同。

(2)二级管路排气：主要进行常闭电磁阀至缓冲器管路的排气，需要借助专用诊断仪进行。

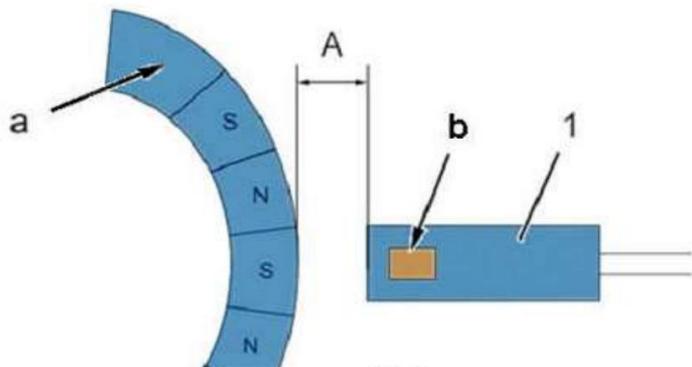
在一般情况下，进行制动泵、分泵管路维修时，只需进行一级管路排气、方法与普通制动系统相同。

但需要注意的是，在排气过程中，要确保ABS系统不工作。如果更换液压控制模块总成时，则需要使用诊断仪等专用工具进行两级排气。



(1) 机械故障检测

安全举升车辆观察轮速传感器安装位置；检查轮速传感器固定是否牢固；检查线束走向有无干涉，线束固定是否牢固；检查轮速传感器头部和磁轮的清洁情况。用塞尺检查传感器头和磁性磁轮之间的间隙A，此间隙值应在0.8mm-1.2mm，如果间隙值过大或者过小，都应进行调整或者更换。

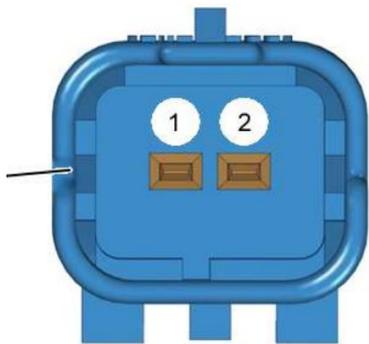


东风标致2008轮速传感器检修

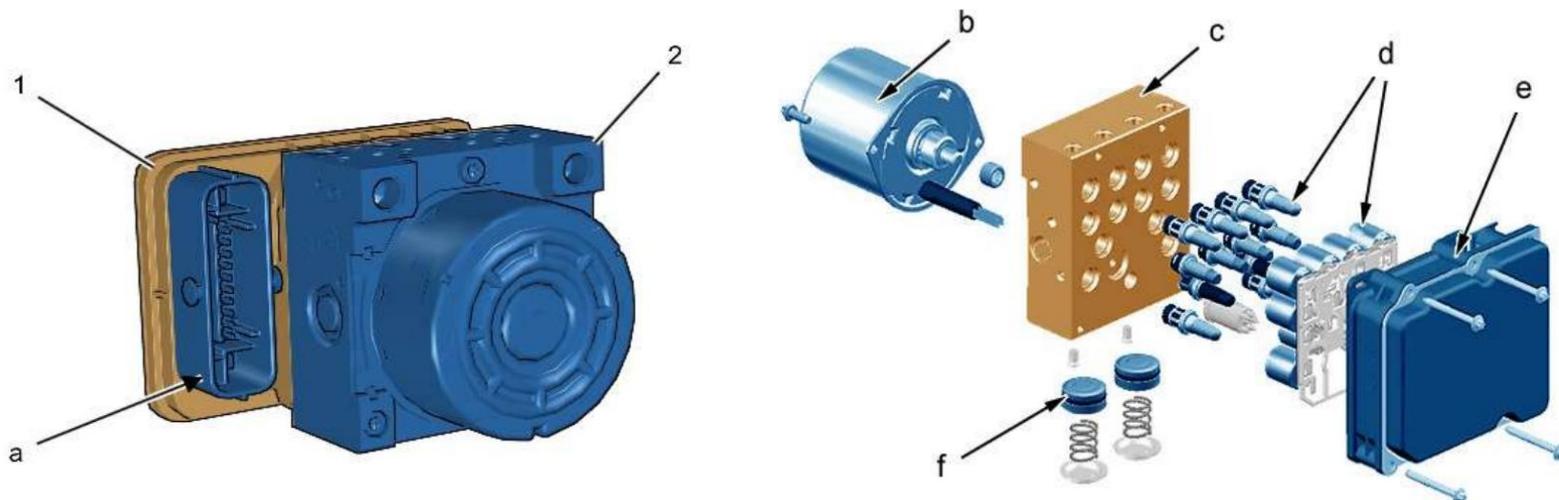
A—传感器头部间隙；a—磁性测速磁轮；b—霍尔元件；1—内部电子电路

(2) 电气故障检测

首先用万用表检测1号脚的供电电压是否正常，如果没有供电电压或者供电电压不是12V，则需检查ECU供电端是否正常，如果正常，再用示波器检测2号脚信号是否标准。检测时，需打开点火开关，模拟车轮转动。



东风标致2008轮速传感器插接器

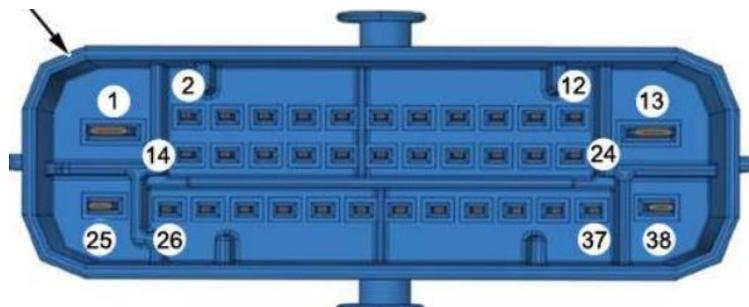


(a) 外观图

(b) 分解图

东风标致2008车辆ABS系统ECU结构

东风标致2008车辆ABS ECU插接器是一个38脚黑色插接器，连接整车上不同的电脑及传感器，来完成自身的功能。



ABS系统ECU 38脚插接器通道号位置

考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解ABS系统的作用、类型、特点、组成及工作原理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行ABS系统的的零部件拆装及检测诊断	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助学生、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目四 电子控制防滑稳定系 统检修



任务1

ABS警告灯常亮故障的检修

任务2

汽车起步打滑故障的检修

任务3

VSC警告灯点亮故障的检修



任务2 汽车起步打滑故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2009年生产的一汽大众新宝来1.6L自动档汽车，该车在冬季冰雪路面起步之后或者挂倒档，稍微转动方向，就出现EPC和ASR警告灯同时亮起的现象。继而车辆保持一个比正常怠速高的转速，踩油门踏板车轮打滑无法行驶，需关闭发动机重新启动后才能恢复正常。



任务分析

ASR系统称为驱动防滑控制系统，一般与ABS系统整合为一体，统称为防滑控制系统。该车出现ASR故障灯点亮和起步打滑的现象，说明该车驱动防滑系统出现故障，需要对驱动防滑控制系统进行全局检修。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够对驱动防滑控制系统进行基础检查和维护 2) 能够对驱动防滑控制系统进行故障问诊和性能测试	1) 掌握驱动防滑控制系统的结构、类型及工作原理 2) 掌握驱动防滑控制系统的故障检修方法及思路	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

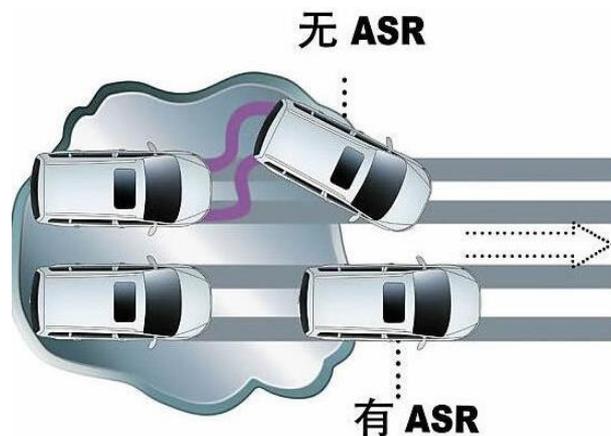
2学时



1.驱动防滑控制系统概述



驱动防滑控制系统 (Acceleration Slip Regulation, 简称ASR) 是在ABS系统的基础上研发出来的。该系统在丰田汽车上称为牵引力控制系统, 即TCS或者TRC, 全称是Traction Control System。它能够防止汽车在湿滑路面起步、加速以及不对称路面行驶时驱动轮的打滑现象。



驱动防滑系统作用

驱动轮的滑转程度可以用滑转率表示，其表达式为

$$S_d = \frac{v_w - v}{v_w} \times 100\%$$

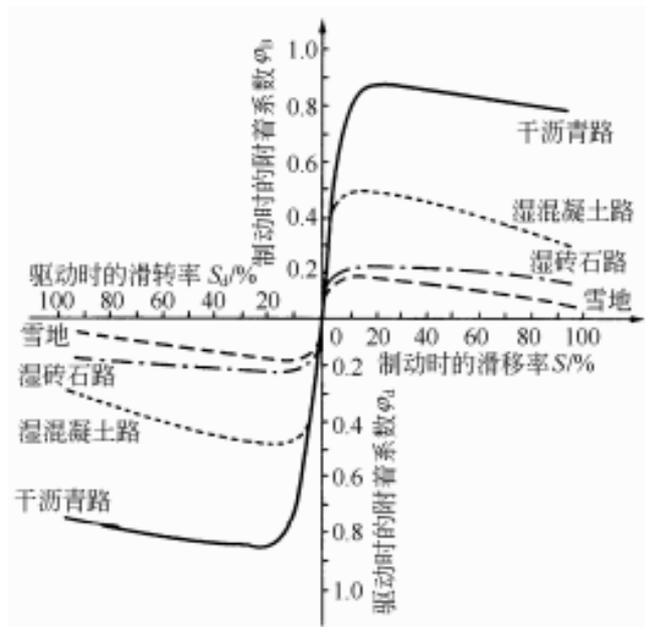
式中， S_d —驱动轮的滑转率； v_w —车轮瞬时圆周速度， $v_w = r \cdot \omega$ ，m/s； r 为车轮半径（m）； ω 为车轮转动角速度（rad/s）； v ——车速（即车轮中心纵向速度，m/s）。当 $v_w = v$ 时，滑转率 $S_d = 0$ ，车轮自由滚动；当 $v = 0$ 时，滑转率 $S_d = 100\%$ ，车轮完全处于滑转状态；当 $v_w > v$ 时，滑转率 $0 < S_d < 100\%$ ，车轮既滚动又滑动。滑转率 S_d 越大，车轮滑转程度也就越严重。时驱动轮的打滑现象。



车轮滑移率和滑转率与纵向附着系数的关系：

①附着系数随路面性质的不同而发生大幅度的变化；

②在各种路面上，附着系数均随滑转率或滑移率的变化而变化，且在各种路面上当滑转率或滑移率为20%左右时，纵向附着系数达到最大值。若滑转率或滑移率继续增大，则纵向附着系数逐渐减小。



滑转率（滑移率）与纵向附着系数之间的关系

ASR系统与ABS具有的共性主要有：

- ①ABS与ASR均可以通过控制车轮的制动力矩来达到控制车轮滑动的目的。
- ②ABS与ASR均要求系统具有迅速的反应能力和足够的控制精度。
- ③两种系统均要求调节过程消耗尽可能小的能量。
- ④ASR与ABS一样，具有自诊断功能。



ASR系统与ABS也存在如下一些明显的区别：

①ABS是防止制动时车轮抱死滑移；ASR系统则是防止驱动车轮原地滑转。

②ABS对所有车轮实施调节，ASR只对驱动轮加以调节控制。

③ABS控制起作用阶段是在制动过程期间；而ASR控制阶段是在汽车驱动期间（尤其是在起步、加速、转弯等过程中）。

④ABS是在制动时，车轮出现抱死情况下起控制作用，在车速很低（小于8km/h）时不起作用；ASR系统则是在整个行驶过程中都工作，在车轮出现滑转时起作用，当车速很高（80~120km/h）时不起作用。

⑤ABS工作时，传动系振动较小，各车轮之间的相互影响不大，而ASR动作时，由于差速器的作用会使驱动车轮之间产生较大的相互影响，传动系易产生较大振动。



2.驱动防滑系统的控制方式



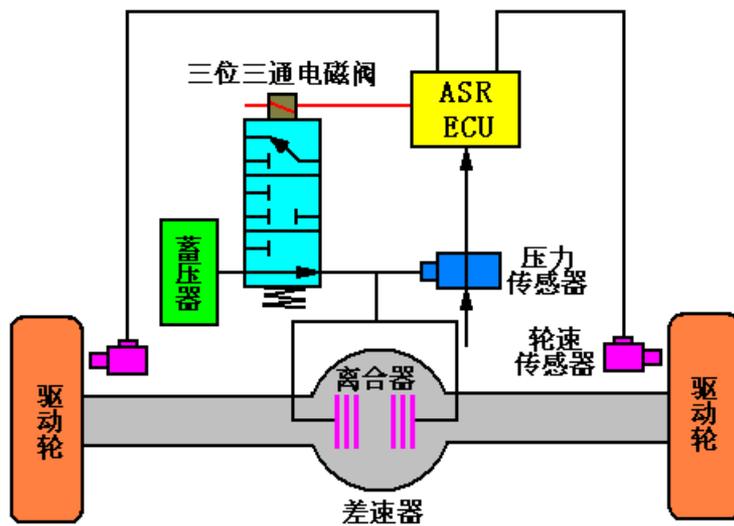
主要采用的方式是控制进气量（减小电子节气门的开度）、调整供油量（控制喷油器的喷油量、断油）、控制点火时间（减小点火提前角）等方法来控制发动机输出功率和转矩。



制动力控制，是使驱动轮保持在最佳滑转率范围内的一种**最迅速的控制方式**，这种控制方式是防止在低附着系数路面行驶的驱动轮滑转，增加一制动力，可获得更大的驱动力，发动机的转矩按最大驱动力进行调节。



电子控制单元通过增加、保持或减少差速器中液压来控制驱动轮的滑转，在不同附着系数的道路上，改善其附着性能，提高低速转向和过度转向的稳定性。



防滑差速器控制原理

离合器控制是指当发现汽车驱动轮发生过度滑转时，适当**减弱离合器的接合程度**，使离合器主、从动盘出现相对滑转，从而**减小传输到半轴的发动机输出扭矩**。

变速箱控制是指**通过改变传动比来改变传递到驱动轮的驱动扭矩**，以**减小驱动轮滑转程度的一种驱动防滑控制**。



通过电控悬架的主动调整使载荷较多地分配在附着条件较好的驱动车轮上,使各驱动车轮附着力的总和有所增大,从而有利于增大汽车的牵引力,提高汽车的起步加速性能;也可以通过悬架的主动调整使载荷较多地分配在附着条件较差的驱动车轮上,使各驱动车轮的附着力差异减小,从而有利于各驱动车辆之间牵引力的平衡,提高汽车的行驶方向稳定性。



3. 驱动防滑控制系统组成及工作原理

驱动防滑控制系统是主要由传感器、电子控制单元(ECU)、执行机构等组成。



车轮轮速传感器与ABS系统共享的，主要作用是检测对车轮转速，并将轮速信号传送给ASR电子控制单元，用来计算车轮的滑转率。

节气门位置传感器安装在节气门附近，与发动机电控系统共享。

ASR开关是驱动防滑控制系统的信号输入装置。ASR开关可以关闭或者开启车辆的驱动防滑功能。



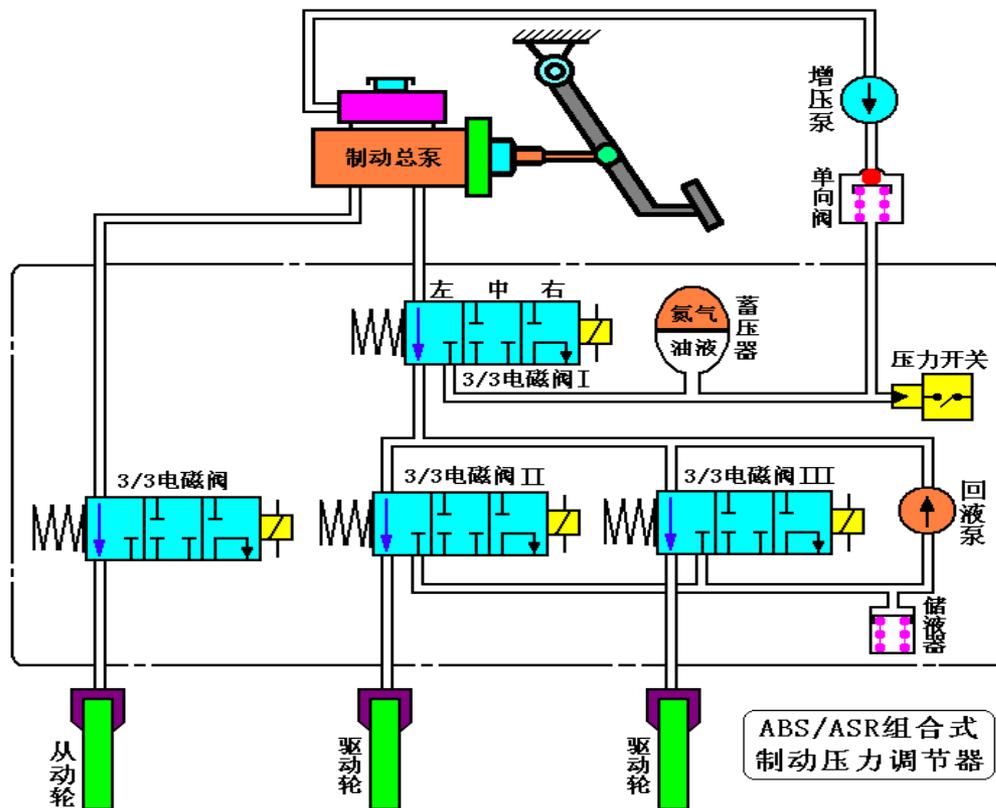
驱动防滑功能开关

(1) 制动压力调节机构

第一种是单独方式的制动压力调节装置，与ABS制动压力调节装置在结构上各自独立，ASR电子控制单元通过电磁阀的控制实现对驱动轮制动力的控制。

第二种是组合方式的ASR制动压力调节器，是与ABS系统制动压力调节器共用。





ABS/ASR组合式制动压力调节器

ASR不起作用时，电磁阀Ⅰ不通电，ABS起制动作用并通过电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ来调节制动压力；

驱动轮滑转时，ASR控制器使电磁阀Ⅰ通电，阀移至右位，电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ不通电，阀仍在左位。蓄压器的压力油通入驱动轮制动泵，制动压力增大；

需要保持驱动轮制动压力时，ASR控制器使电磁阀Ⅰ半通电，阀至中位，隔断蓄压器及制动总泵的通路，驱动轮制动分泵压力保持不变；

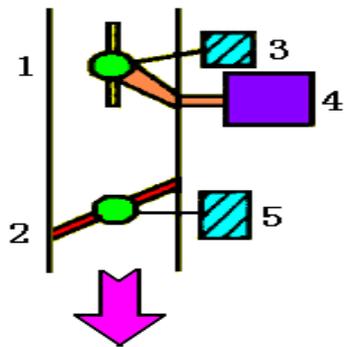
需要减小驱动轮制动压力时，ASR控制器使电磁阀Ⅱ和电磁阀Ⅲ通电，阀移至右位，接通驱动车轮制动分泵与储液室，制动压力下降。



(2) 节气门控制装置

节气门控制装置可以调整节气门的开度，从而控制发动机的进气量，从而起到改变发动机对外输出功率和输出转矩，起到驱动防滑功能。

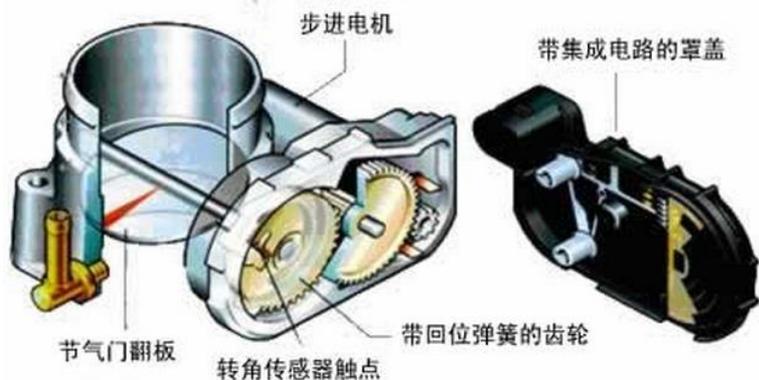
第一种是增加辅助节气门，通过改变发动机辅助节气门的开度来控制其输出功率。节气门驱动装置由步进电机和传动机构组成。



辅助节气门控制装置

1—辅助节气门位置传感器；2—主节气门位置传感器；3—辅助节气门；4—步进电机；5—主节气门

第二种方式是直接应用电子节气门来控制发动机的输出功率。



电子节气门结构



电子节气门实现ASR控制原理

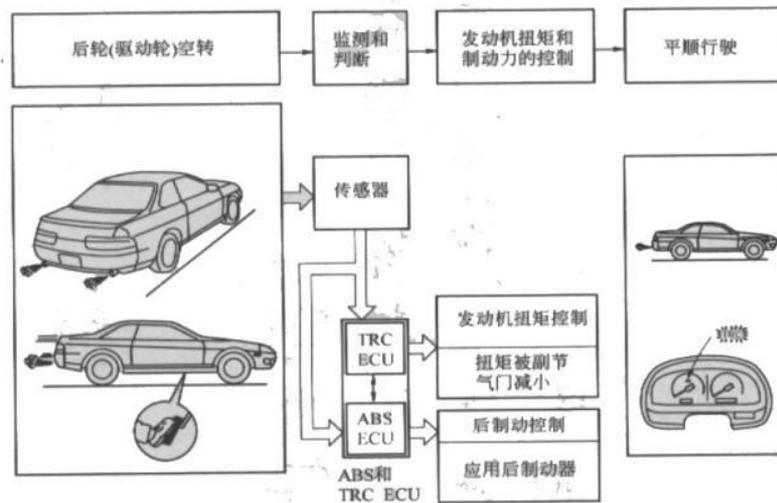
(3)驱动防滑控制系统指示灯
汽车行驶中ASR工作时，控制单元控制组合仪表上的ASR指示灯就会闪亮。



宝来轿车组合仪表上的ASR指示灯

驱动防滑控制系统的ECU也是以微处理器为核心，配以输入输出电路及电源等组成。

ASR与ABS通常共用一个电子控制单元。ABS/ASR ECU用所输入的各个车轮转速传感器的转速信号，计算车轮空转情况和路面情况，即计算车轮的滑转率，用以减小发动机扭矩和控制车轮制动力，从而控制车轮转速。



驱动防滑控制系统工作过程

任务实施

ASR系统的故障也主要集中在：ASR开关损坏、轮速传感器失效、ASR控制单元失效、ASR液压控制系统损坏、线路连接故障等几个方面。

进行故障诊断时，可以根据ABS警告灯、ASR警告灯的状态区分是ABS部件的故障还是ASR系统部件的故障，同时可以按照电子控制系统的诊断流程，借助诊断仪进行故障诊断与检测。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解ASR系统的作用、控制类型、特点、组成及工作原理	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行ASR系统的的零部件拆装及检测诊断	实践练习 小组作业 学生作业单	动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		
			小组互评			
			教师评定			



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目四 电子控制防滑稳定系 统检修



任务1

ABS警告灯常亮故障的检修

任务2

汽车起步打滑故障的检修

任务3

VSC警告灯点亮故障的检修



任务3 VSC警告灯点亮故障的 检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2010款丰田RAV4，车型为ACA37，装备2.0L 1AZ—FE4缸发动机、4速自动变速器U241E，行驶里程为9400km。该车事故修复后上路行驶一段时间，发现ABS/VSC警告灯点亮。



任务分析

接车后进行故障确认，随后用丰田检测仪IT—11调取故障码为“C1210 / 36 横摆率传感器的零点校准未完成”，维修手册上解释为：制动执行器总成（防滑控制ECU）、横摆率和加速度传感器没有做零点校准。因此，需要对该车VSC系统做进一步检修。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
1) 能够描述VSC系统结构特点和使用注意事项 2) 能够对VSC系统故障进行检查和维护	1) 理解电子稳定控制系统的组成、作用和工作原理 2) 理解电子稳定控制系统结构、工作原理和工作过程	1) 具有良好的工作责任心和职业道德 2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识 3) 培养团队协作精神

建议学时

2学时



1.电子稳定控制系统概述

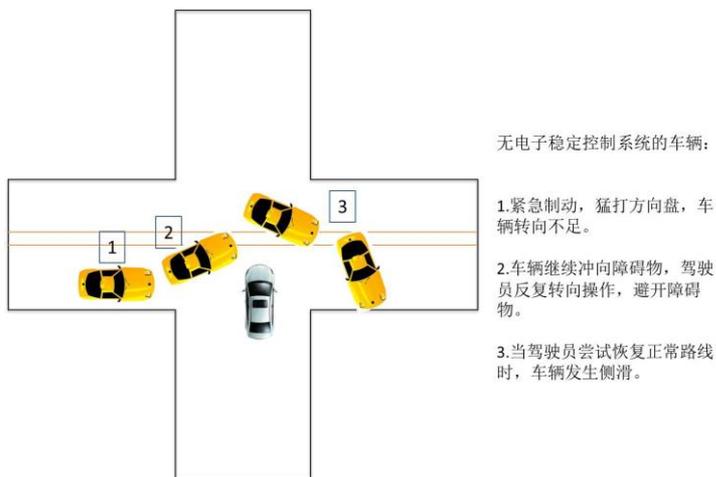


汽车电子稳定控制系统是车辆新型的**主动安全系统**，是汽车防抱死制动系统(ABS)和牵引力控制系统(TCS)功能的进一步扩展。

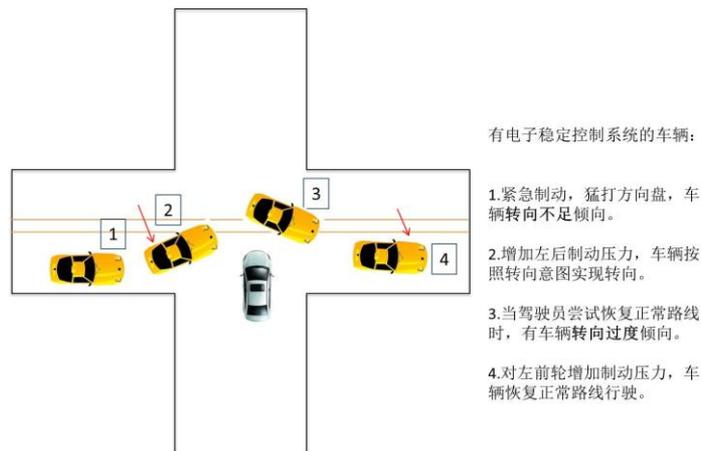
该系统在ABS/ASR的基础上，增加了车辆转向行驶时横摆率传感器、侧向加速度传感器和方向盘转角传感器，通过ECU 控制前后、左右车轮的驱动力和制动力，达到对车辆行驶的稳定性及行驶姿态的准确控制。



配备有电子稳定控制系统的车辆能够帮助驾驶员避免车辆发生侧滑、甚至碰撞等不稳定状态。



没有电子稳定控制系统车辆的行驶状态



有电子稳定控制系统车辆的行驶状态

2.电子稳定控制系统组成

电子稳定控制系统是由传感器（信号输入装置）、执行器、ECU和仪表等组成。



(1) 转角传感器

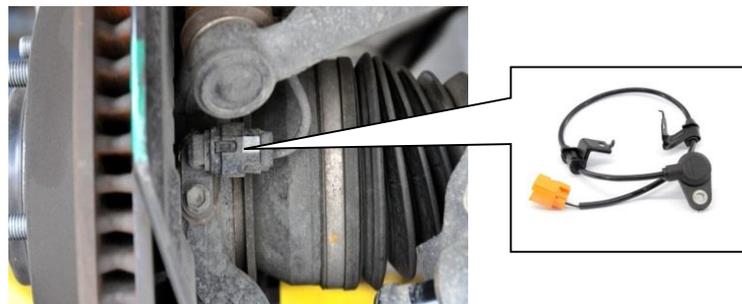
该传感器通过CAN通信获得，监测方向盘的转向量和方向，并将信号传送给防滑控制ECU。



转角传感器

(2) 车轮轮速传感器

该传感器监测各个车轮的转动速度，并将信号传递给ECU。通常安装在半轴旁边。



车轮轮速传感器

(3) 横摆率和加速度传感器

加速度传感器测量电容器的容量，该电容器依据车辆加速度时产生的重力加速度改变成电极之间的距离，并且将测量值改变成电信号。



横摆率和加速度传感器

(4) 电子稳定控制系统开关

短暂按下该开关，关闭牵引力控制；按下并保持住该开关，关闭牵引力和VSC控制。



电子稳定程序开关

执行器包括制动执行器总成、电磁阀等。



包括VSC OFF指示灯、打滑指示灯、多信息显示屏、防滑控制蜂鸣器等。



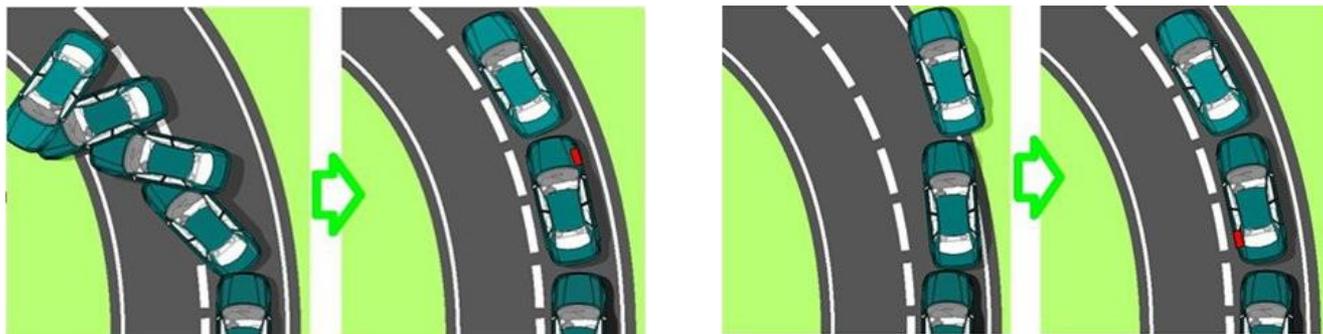
组合仪表指示灯

3. VSC系统工作原理



VSC系统工作时，防滑ECU根据来自车轮转速传感器、横摆率和加速度传感器及转角传感器的信号，确定车辆的工作状态。防滑ECU通过CAN通信系统，发送信号至ECM，以控制发动机的转矩。防滑ECU通过泵和电磁阀，控制各个车轮的制动液压。

与ABS及ASR不同，ABS/ASR只能被动地作出反应，而VSC则能够提前探测和分析汽车的行驶状况并预先纠正驾驶的错误。



(a) 无VSC (b) 有VSC
转向过度时

(a) 无VSC (b) 有VSC
转向过度时

1.电子稳定控制系统常见故障

电子稳定控制系统常见故障有：**VSC不工作、VSC 传感器
DTC检查无法进行、VSC指示灯常亮以及VSC指示灯不亮。**



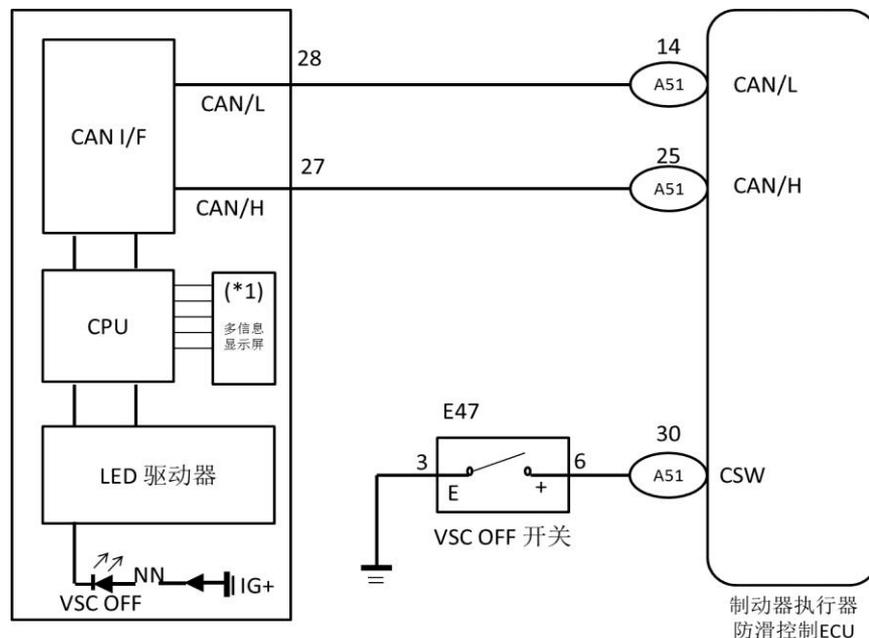
2.VSC故障分析与排除



任务实施

1) 故障分析

防滑控制ECU通过CAN通讯系统连接到组合仪表，如果VSC OFF开关关闭，VSC OFF指示灯和主警告灯将亮起。如果反复按压VSC OFF开关，VSC警告灯一直亮，则说明防滑控制ECU确实存储了DTC，此时VSC OFF指示灯闪烁且在组合仪表的多信息显示屏上显示警告信息。



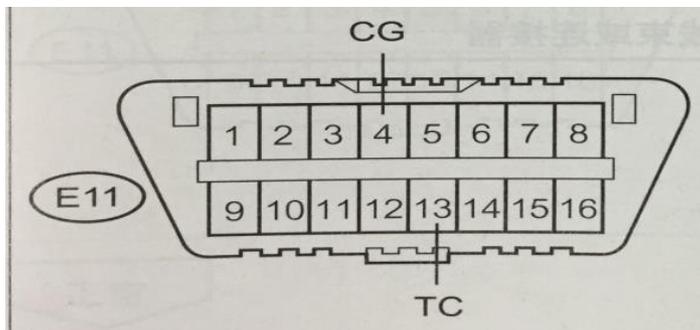
VSC 指示灯电路图



(1) 检查CAN通讯系统

检查CAN通讯系统是否输出DTC，一般若CAN系统故障，就会输出DTC。DTC的检查是将智能检测仪连接到DLC3，将发动机开关置于ON的位置，接通智能监测仪后，根据检测仪屏幕上的提示读取DTC。

若没有检测仪，也可使用SST连接DLC3的端子TC和CG方法将发动机开关置于ON的位置，观察VSC OFF指示灯闪烁方式，并通过多屏幕显示屏识别DTC。

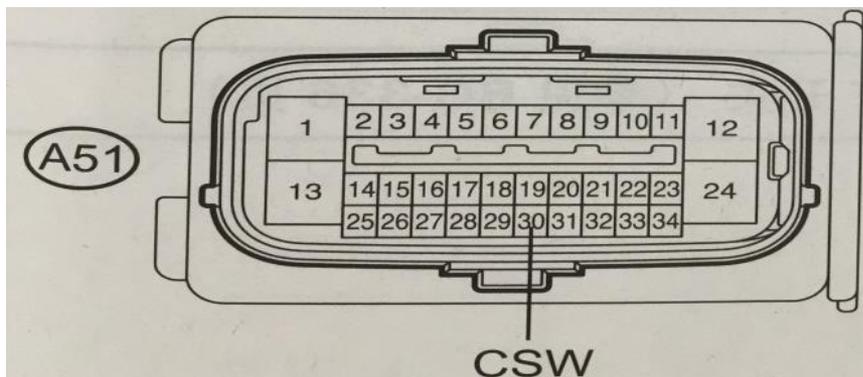


DLC3端子

任务实施

2) 检查步骤

- (2)检查防滑控制ECU连接器是否连接牢固。
- (3)检查蓄电池技术状况。
- (4)检查防滑控制ECU（CSW端子）。
- (5)检查组合仪表总成重新连接防滑控制ECU连接器，使用智能监测仪执行组合仪表（仪表CPU）的主动测试。
- (6)检查VSC OFF开关。



CSW端子



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电子稳定系统的类型、特点、组成及正确使用方法	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行电子稳定控制系统的性能测试和解体检查	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定	动手能力	15%
				工单填写	15%	
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助学生、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目五 电子控制行驶系统 检修



任务1

弹簧减震系统性能不良故障的检修

任务2

四轮驱动系统失效故障的检修与排除

任务3

胎压监测系统失灵故障的检修



任务1 弹簧减震系统性能不良 故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2007款奥迪A6L轿车，搭载3.2L发动机，出现车身高度不能调节的故障，多媒体交互系统（MMI）的悬架调节图标显示为灰色。同时仪表盘上的悬架指示灯闪烁，悬架调节不起作用，系统进入了失效保护状态。



任务分析

连接专用诊断仪，进入电控悬架系统，读到故障码“01437”，含义是“没有基本设定或者设定不正确”。给每个气压减振器充气，然后使用气压表检测，发现左前减振器有泄漏，其他3个减振器正常。检查蓄压器及其管路，均正常。更换新的气压减振器，故障码仍然无法消除，因此，需要对电控悬架系统做进一步检查。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够对电控悬架系统进行基本检查和维护</p> <p>2) 能够对电控悬架系统进行故障问诊和检测</p>	<p>1) 掌握电控悬架系统的功能和分类</p> <p>2) 理解电控悬架系统的结构及工作原理</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作与沟通精神</p>

建议学时

4学时



1. 电子控制悬架系统概述



- (1)减振器阻尼力控制
- (2)弹簧刚度控制
- (3)车身高度控制



(1)按有无动力源来分

①半主动式悬架为无源控制，采用**调节悬架减振器阻尼**的方法。它不能对悬架的刚度和阻尼进行有效的控制，但可以根据汽车运行时的振动及行驶工况变化情况，对悬架阻尼参数进行自动调整。

②全主动式悬架又称主动式悬架，是一种**有源控制悬架**，它的附加装置用来提供能量和控制作用力。



(2)按悬架介质的不同分

①油气式电子控制主动悬架:系统以油为介质压缩气室中的氮气,实现刚度调节,以管路中的小孔节流形成阻尼特性。

②空气式电子控制主动悬架:采用空气弹簧,通过改变空气弹簧中的主、副空气室的通气孔的截面面积来改变气室压力,以实现悬架刚度控制,并通过对气室充气或排气实现汽车高度控制。

(3)按悬架调节的方式不同分

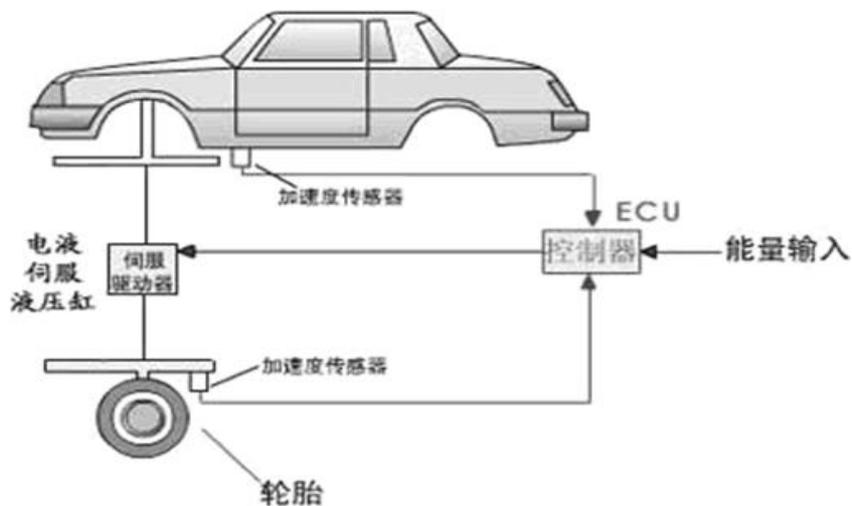
①分级调整式悬架:由驾驶人手动选择或ECU根据各传感器的信号自动选择,将悬架的阻尼/刚度分为2-3级进行调整。

②无级调整式悬架:阻尼/刚度从小到大可实现连续调整的悬架系统。



(1) 电控液压调节悬架减振力 (阻尼力)

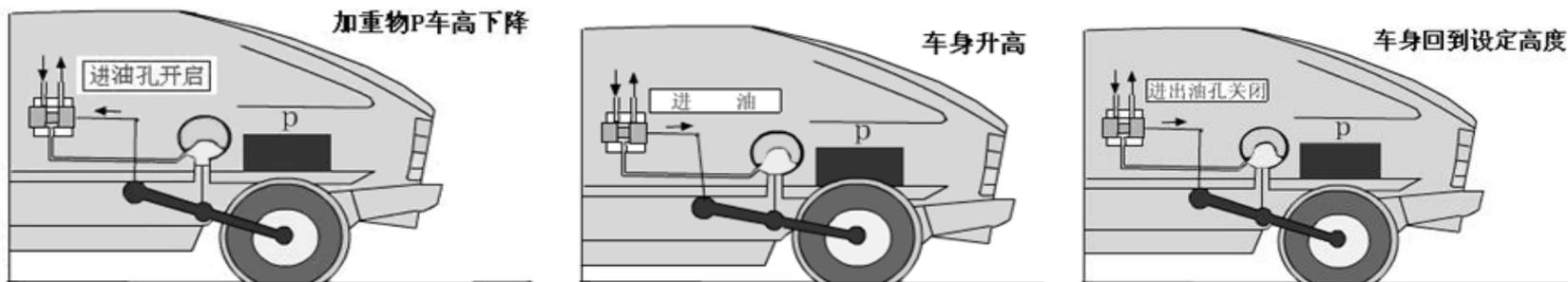
ECU根据行车条件自动调整车辆减振力和阻尼力，通过控制缓冲力的强弱来消除车辆行驶中的不平衡，可以使车辆在颠簸路面上保持平稳姿态，并自动调整车辆在紧急制动时的前倾和急加速时的后仰，以保证乘坐的舒适性。



CVT变速器

(2) 电控液压调节车高

电控液压悬架对车身高度的控制过程:ECU根据行车条件和车辆承载情况自动调整车辆高度。在前轮和后轮的附近设有车高传感器,按车高传感器的输出信号,ECU判断出车辆高度,再控制进、出油孔的开闭,使油气弹簧压缩或伸长,从而控制车辆高度。



车身高度调节控制

(3) 电控空气悬架

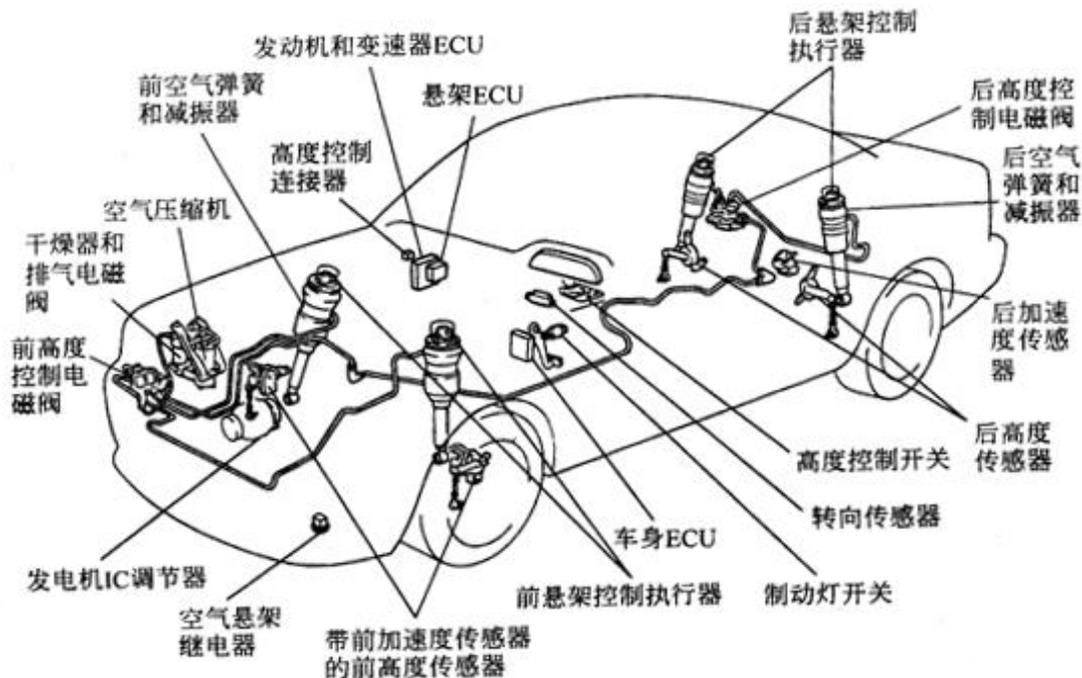
电子调整空气悬架 ECU根据高度位置传感器，检测车身高度，通过控制空气压缩机和高度控制电磁阀的工作状况来完成对空气弹簧的充、放气从而调节车身的高度；根据加速度传感器、制动灯开关、转向传感器等检测车辆的运行情况；通过控制悬架控制执行器的工作状态来调节空气弹簧和减振器的刚度用减振力（阻尼力）。



2. 丰田LS400轿车电控悬架系统

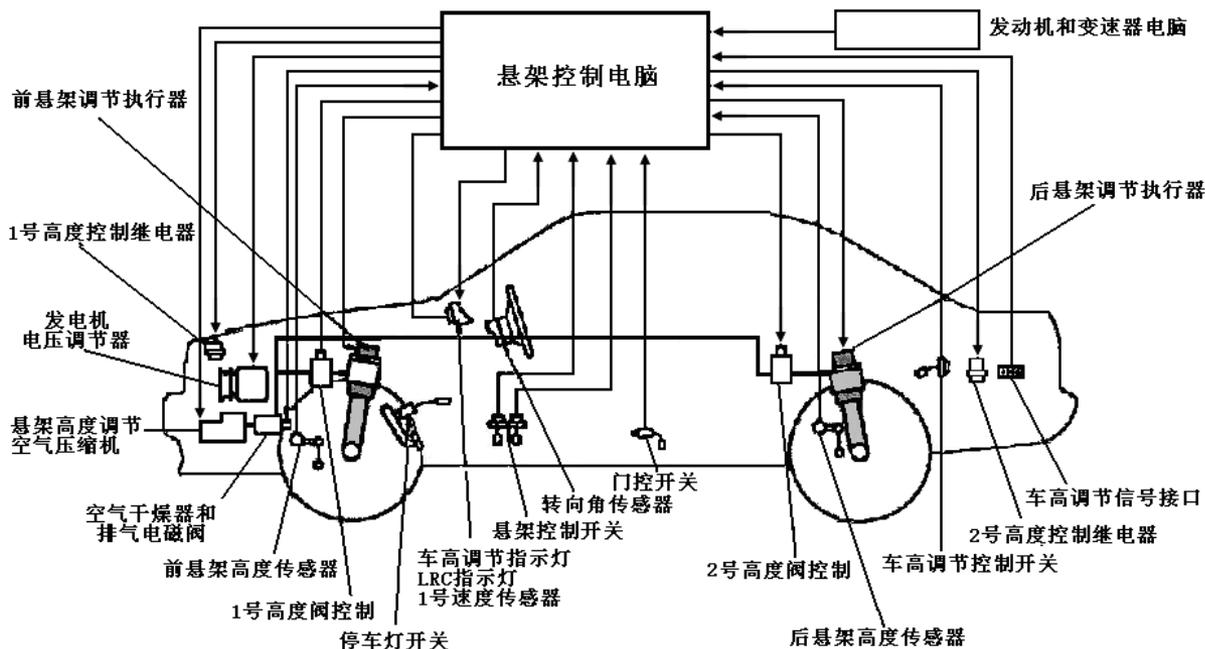


系统主要由压缩空气系统和电子控制系统两部分组成。悬架系统弹簧的弹性模量、减振器的阻尼力、汽车悬架的高度等都可根据开关上的条件来确定，悬架的状态显示在汽车的仪表板上。



丰田 LS400 轿车电控空气悬架

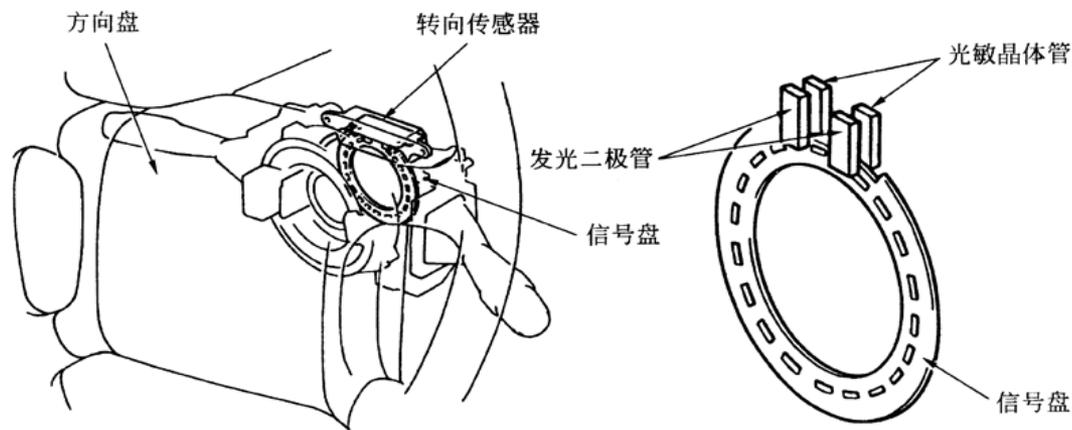
ECU根据行车条件自动调整车辆高度，通过控制阻尼力的强弱来消除车辆行驶中的不平衡，可以使车辆在颠簸路面上保持平稳姿态，并自动调整车辆在紧急制动时的前倾和急加速时的后仰，以保证乘坐的舒适性。



丰田LS400轿车电控空气悬架电子控制系统

(1) 转向盘转角传感器

转向盘转角传感器，也叫转向角传感器、转向传感器等。安装在转向信号开关总成内，主要用于检测转向盘的中间位置、转动方向、转动角度和转动速度等。光电式转向角传感器由一个信号盘（有缝圆盘）和两个光电耦合器组成。每个光电耦合器有一个发光二极管和光敏晶体管，两者相互对置，并固定在转向柱管上。信号盘沿圆周开有20条光缝，它被固定在方向盘主轴上，随主轴转动而转动。

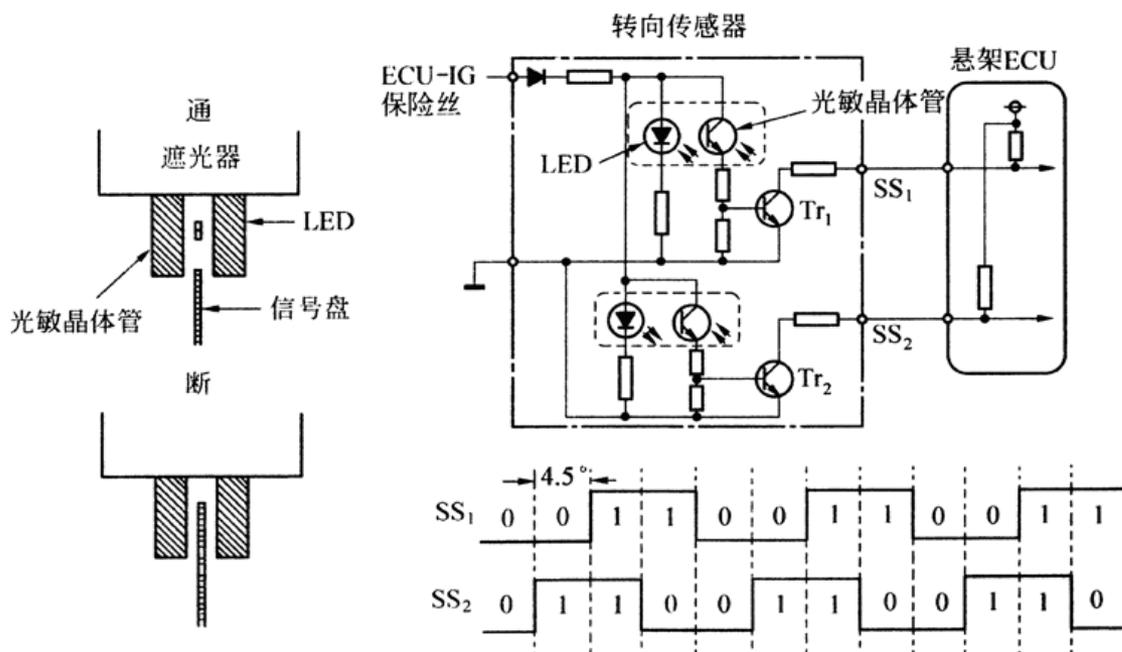


(a) 安装位置

(b) 结构图

光电式转角传感器的安装位置和结构

当信号盘在两个发光二极管和光敏晶体管之间通过时，从发光二极管发出的光线被交替切断和通过，光敏晶体管也就被这光线交替接通和切断。这样，三极管Tr1和Tr2就按照来自光敏晶体管的信号而发出通断信号。



光电式转向盘转角传感器的工作原理
和电路原理

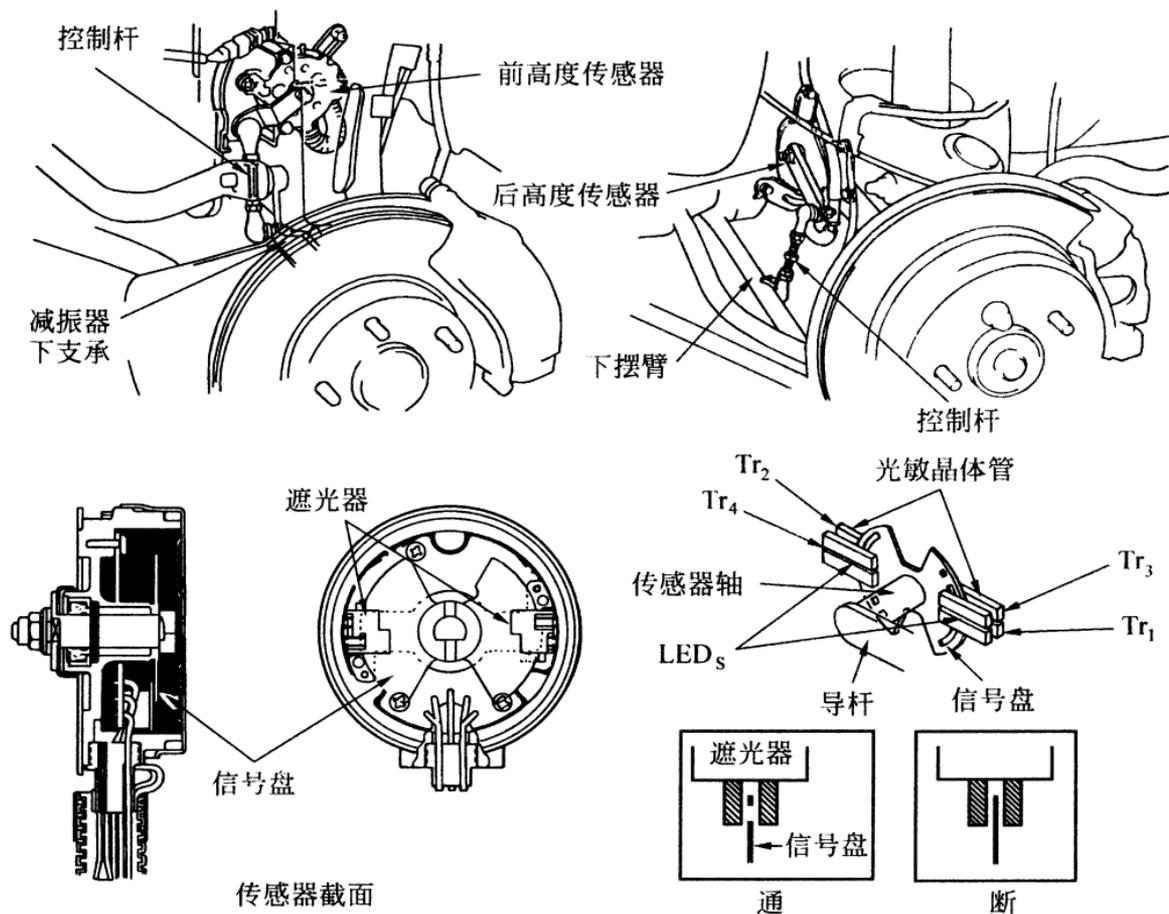
(2) 车身高度传感器

车身高度传感器的作用是把车身高度即汽车悬架装置的位移量转化成电信号，输送给控制单元。

① 光电式高度传感器

传感器内部有一个有缝信号盘和4对光电耦合器，信号盘固定在传感器轴上，由导杆带动而转动。光电耦合器由**发光二极管和光敏晶体管**组成，在发光二极管和光敏晶体管之间隔着信号盘。当车身高度发生变化，或因路面不平造成各悬架的位移量发生变化时，信号盘在导杆的带动下转动，使发光二极管的光被遮挡或通过，从而使接收光线的光敏晶体管切断或导通，并以电信号的形式送到悬架ECU。

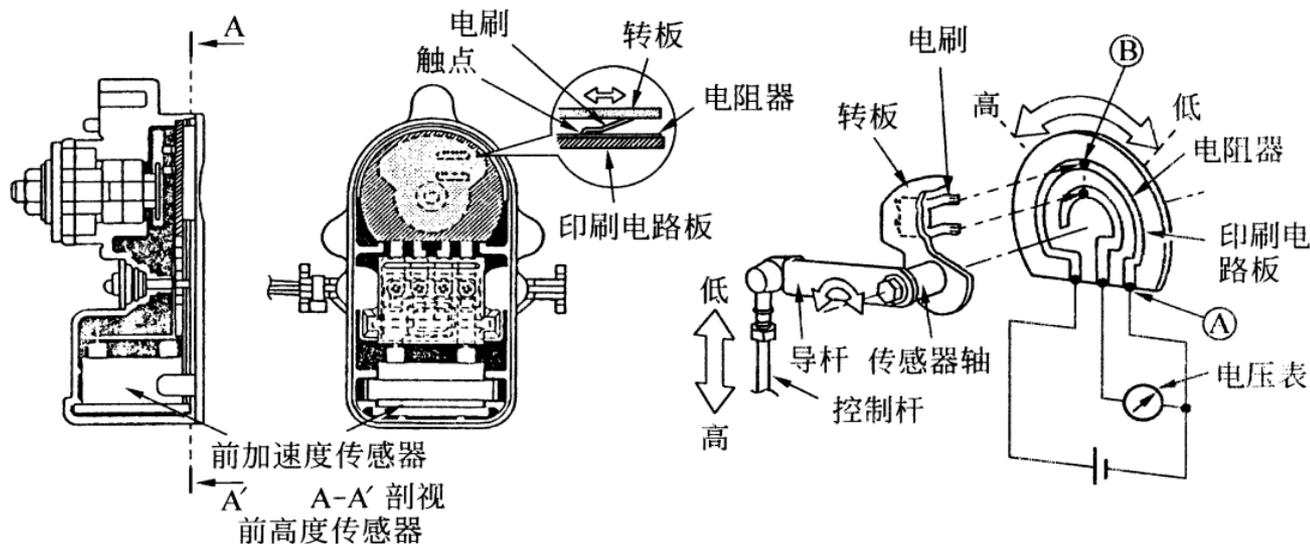




光电式高度传感器

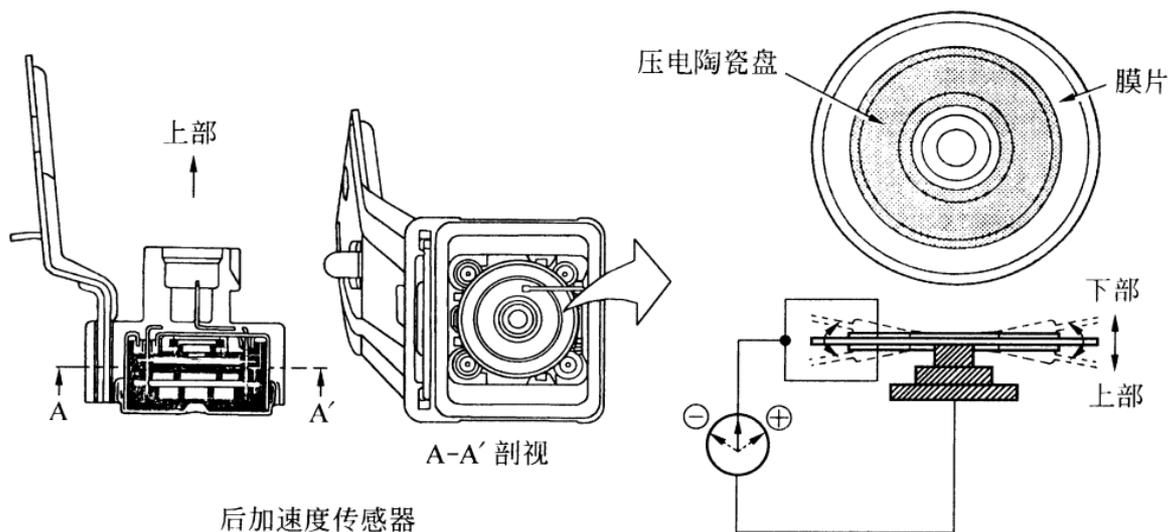
②线性式高度传感器

线性式高度传感器由传感器轴、转板、电刷和印刷电路板组成，传感器轴、转板和电刷组合成一个整体，由导杆带动而转动；印刷电路板上有一电阻器，电刷可在电阻器上滑动，使接收光线的光敏晶体管切断或导通，并以电信号的形式送到悬架ECU。



线性式高度传感器结构和原理

压电式加速度传感器主要由压电陶瓷盘和膜片组成，两个压电陶瓷盘固定在膜片两侧，并支承在传感器中心。当加速度作用在整个传感器时，压电陶瓷盘在其自身重量作用下弯曲变形。根据压电陶瓷的特性，它们将产生与其弯曲率成正比例变化的电荷。这些电荷由传感器内的电子电路转换成与加速率成正比例变化的电压，输送到悬架ECU。



加速度传感器结构及工作原理

(3) 加速度传感器

加速度传感器用来测量车身的垂直加速度。悬架ECU根据加速度信号计算出4个车轮的弹簧支承质量的垂直加速度。此外，悬架ECU还通过高度传感器计算出弹簧支承质量和非弹簧支承质量之间的相对速度。



加速度传感器

(4)节气门位置传感器

悬架控制系统中利用节气门位置传感器信号来判断汽车是否在进行急加速。

(5)车速传感器

汽车车身的侧倾程度取决于车速和汽车转向半径的大小。通过对车速的检测，来调节电控悬架的阻尼力，从而改善汽车行驶的安全性。

(6)高度控制开关

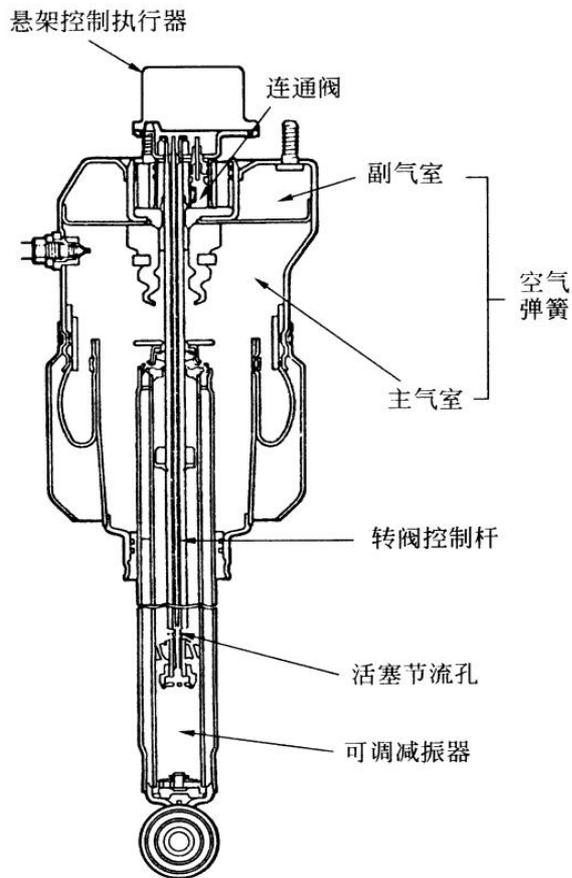
高度控制开关用于选择所希望的车身高度（NORMAL或HIGH）。当高度控制开关处于“High（高）”位置时，系统对车身高度进行“高值自动控制”；当高度控制开关处于“NORM（标准）”时，车身高度则进入“常规值自动控制”状态。



(1) 阻尼力控制执行机构

阻尼力控制执行机构主要由可调阻尼力的减振器和悬架控制执行器两部分组成。

① 可调阻尼力减振器。可调阻尼力减振器装在空气弹簧下面，与空气弹簧一起构成悬架支柱，上端与车架连接，下端装在悬架摆臂上。可调阻尼力减振器减振阻尼的改变是由流过活塞节流孔油量的变化来实现的，而油量的变化是靠改变活塞节流孔的大小来实现。

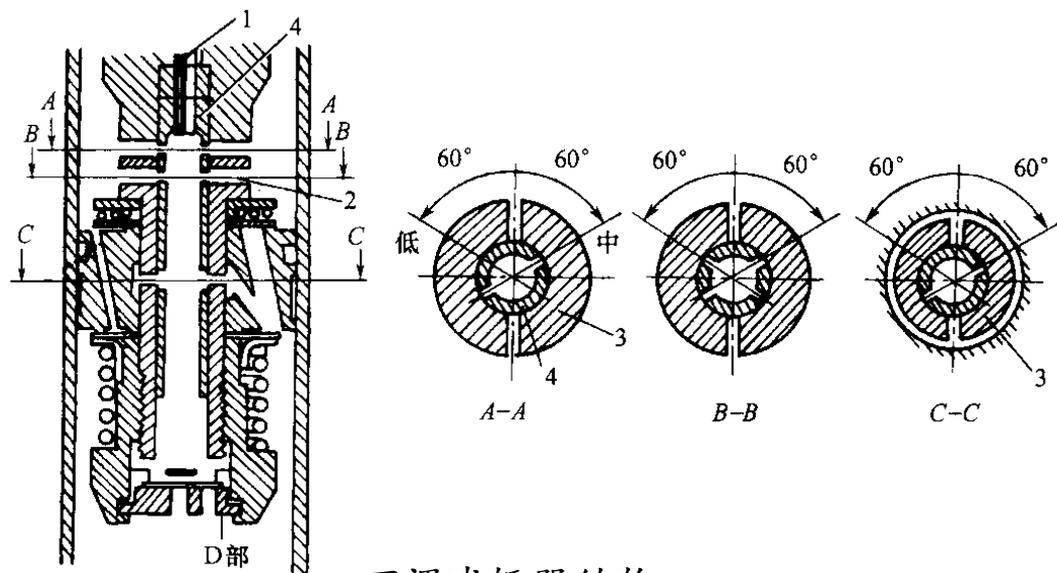


空气弹簧和减振器总成

可调阻尼力的减振器主要由缸筒、活塞及阻尼调节杆、回转阀等构成。阻尼调节杆的上端与执行器相连，调节杆的下端装有回转阀。执行器通过调节杆带动回转阀相对活塞杆转动，回转阀与活塞杆上的阻尼孔连通或切断，从而增加或减少油液的流通面积，使油液的流动阻力改变，从而改变悬架阻尼的大小，达到调节减振器阻尼力的目的。



当回转阀上的A、B、C三个截面的阻尼孔全部被回转阀封住，所以此时阻尼为最大，减振器被调节到“硬”状态。当回转阀从“硬”状态位置顺时针转动60°时，B截面的阻尼孔打开，A、C两截面的阻尼孔仍关闭。减振器处于“运动”状态，也称为中间状态。当回转阀从“硬”状态位置逆时针转动60°时，A、B、C三个截面的阻尼孔全部打开，减振器的阻尼最小，减振器处于“软”状态。



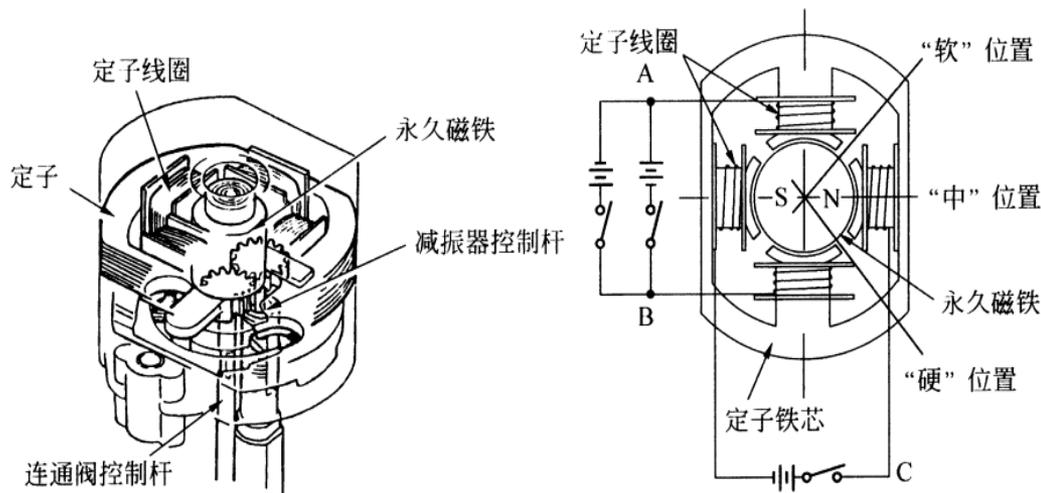
可调减振器结构

1—阻尼调节杆；2—阻尼孔；3—活塞杆；4—回转阀

② 悬架控制执行器

a. 电磁阀式悬架控制执行器

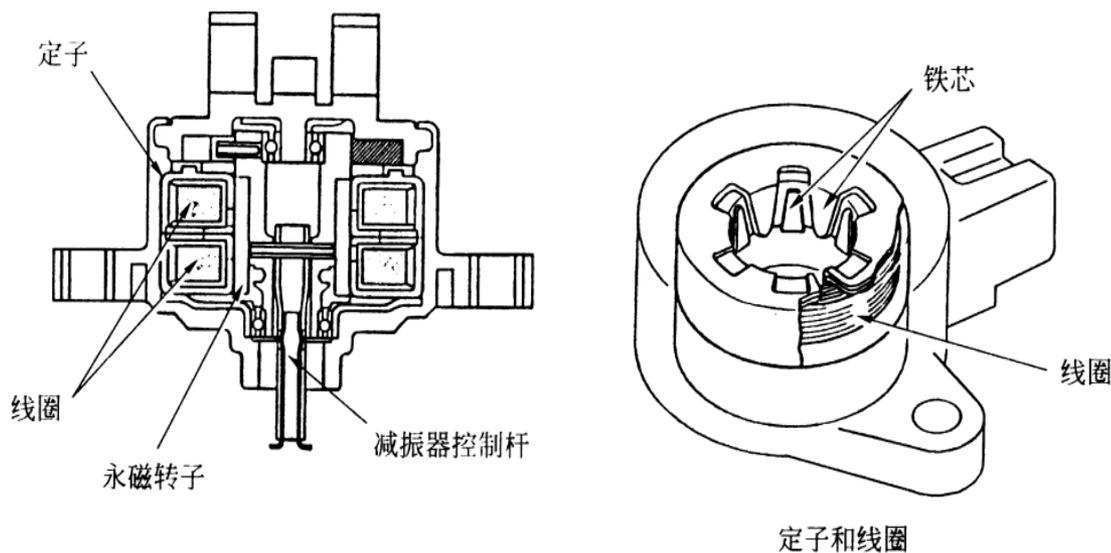
电磁阀由4个定子绕组（铁芯和线圈）和永久磁铁转子组成。电流流到定子绕组的线圈时，在定子铁芯中产生电磁力。悬架ECU通过控制流到定子线圈电流的流向，可以改变定子铁芯的极性。永久磁铁转子由定子线圈产生的磁力而转动。永久磁铁转子与空气弹簧的连通阀控制杆连成一个整体，通过一对齿轮与减振器的转阀控制杆联动。



电磁阀式悬架控制执行器

b. 步进电机式悬架控制执行器

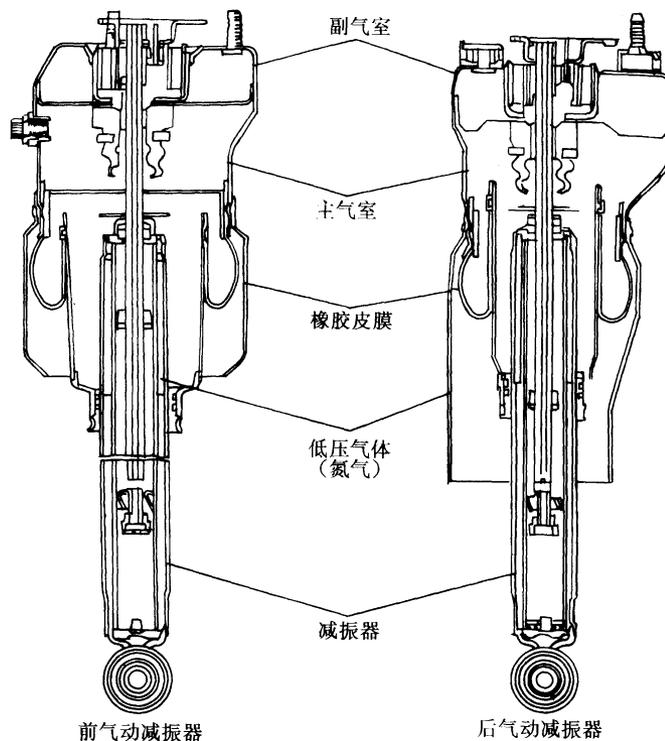
步进电机由定子和线圈以及永磁转子组成。定子有两个12极的铁芯，相互错开半齿而对置，两个线圈绕在两个铁芯上，但绕线方向相反。转子则是一个具有12极的永久磁铁。当悬架ECU对两个线圈通以脉动电流时，在定子上便产生电磁力，使永久磁铁转子转动，从而通过减振器控制杆使减振器转阀转动。



步进电机式悬架执行器

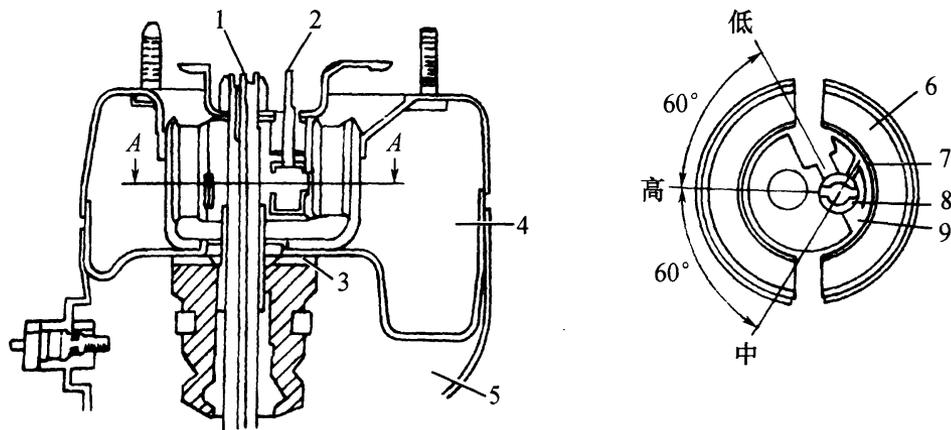
(2) 弹簧刚度控制的执行机构

空气悬架气动缸由封入低压惰性气体和阻尼力可调的减振器、旋转式膜片、主气室、副气室和悬架执行元件组成。主气室是可变容积的，在它的下部有一个可伸展的隔膜，压缩空气进入主气室可升高悬架的高度，反之使悬架高度下降。悬架的上方与车身相连，下方与车轮相连，随着车身与车轮的相对运动，主气室的容积在不断变化。



空气悬架气动缸的基本结构

主、副气室间的气阀体上有大小两个通道。悬架控制执行器（步进电机式）带动空气阀控制杆转动，使空气阀阀芯转过一个角度，改变气体通道的大小。当阀芯的开口转到低位置时，气体通道的大口被打开，悬架刚度处于**低状态**；当阀芯开口转到中间位置时，气体通道的大口被关闭、小口被打开，悬架刚度处于**中间状态**；当阀芯开口转到高位置时，两气室之间的气体通道全部被封闭，悬架刚度处于**高状态**。

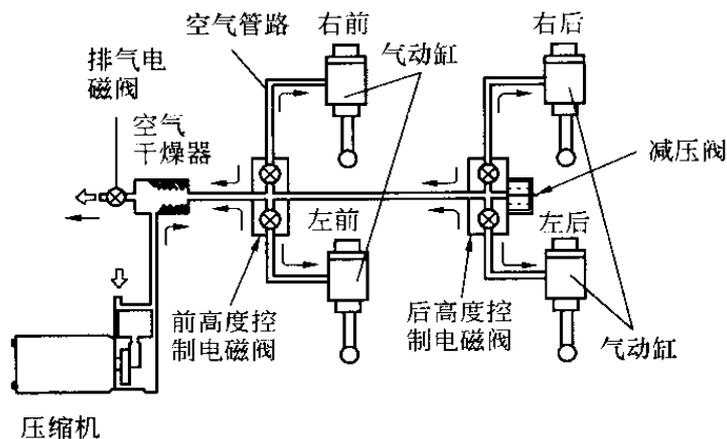


悬架刚度调节原理

1—阻尼调节杆；2—空气阀控制杆；3—主副气室通路；4—副气室；5—主气室；6—气阀体；7—小气体通路；8—阀体；9—大气体通路

(3)车高控制的执行机构

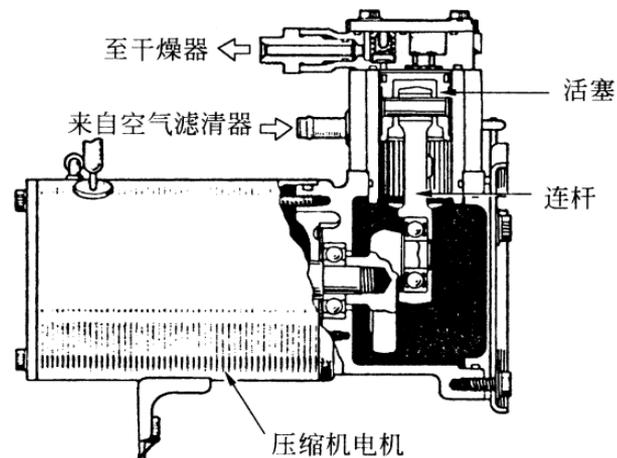
车身高度控制机构是指车身的高度可根据汽车内乘坐人员或车辆载重情况自动做出调整，以保持汽车行驶所需要的高度及汽车行驶姿态的稳定。车身高度控制系统主要由空气压缩机、排气电磁阀、干燥器、高度控制电磁阀、压缩空气管路等组成。



车身高度控制系统

①空气压缩机

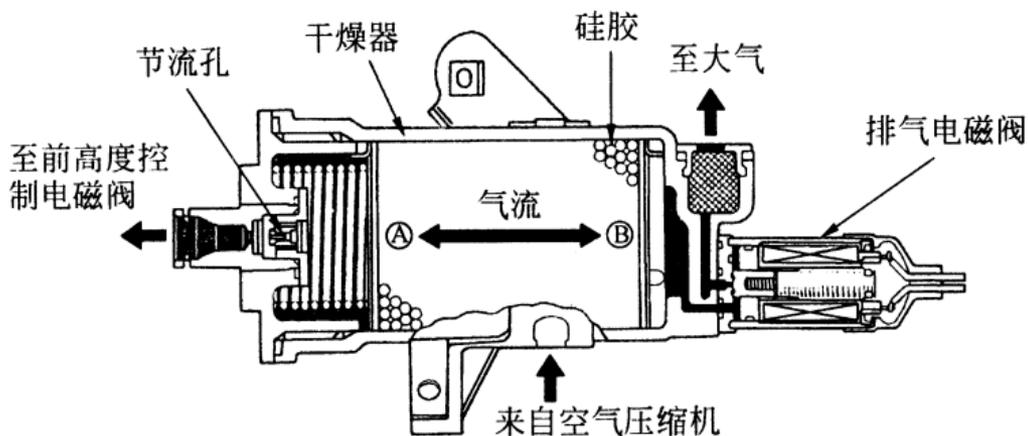
空气压缩机用来产生供车身高度调节所需的压缩空气。空气压缩机采用单缸活塞连杆式结构，由直流电机驱动。



空气压缩机的结构

② 干燥器和排气电磁阀

干燥器的作用是去除压缩空气中的水分。排气电磁阀的作用是将空气弹簧内的压缩空气排出到大气，同时还将干燥器中的水分带走。干燥器内填充有硅胶做干燥剂，所吸收的水分在排气电磁阀打开时排走，所以硅胶干燥剂无需更换。



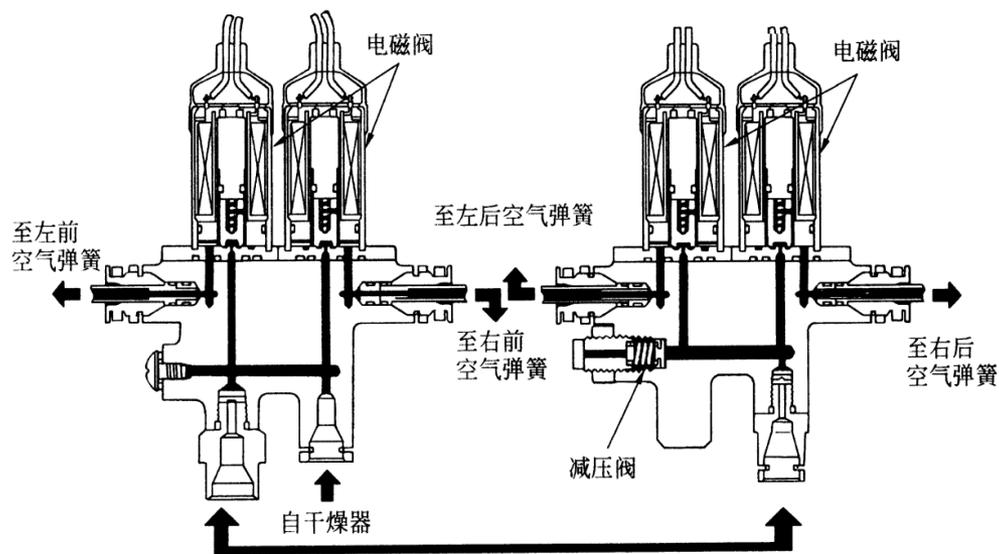
* ① 从压缩机至高度控制电磁阀(增加汽车高度)

② 从高度控制电磁阀至大气(降低汽车高度)

干燥器和排气电磁阀

③高度控制电磁阀

高度控制电磁阀的作用是根据悬架ECU的控制信号控制空气悬架的充气 and 排气。前高度控制电磁阀用于前悬架，它由两个电磁阀组成，分别控制左右空气弹簧。后高度控制电磁阀用于后悬架，也是由两个电磁阀组成，与前控制电磁阀不同的是，两个电磁阀不是单独工作，而是同时工作。



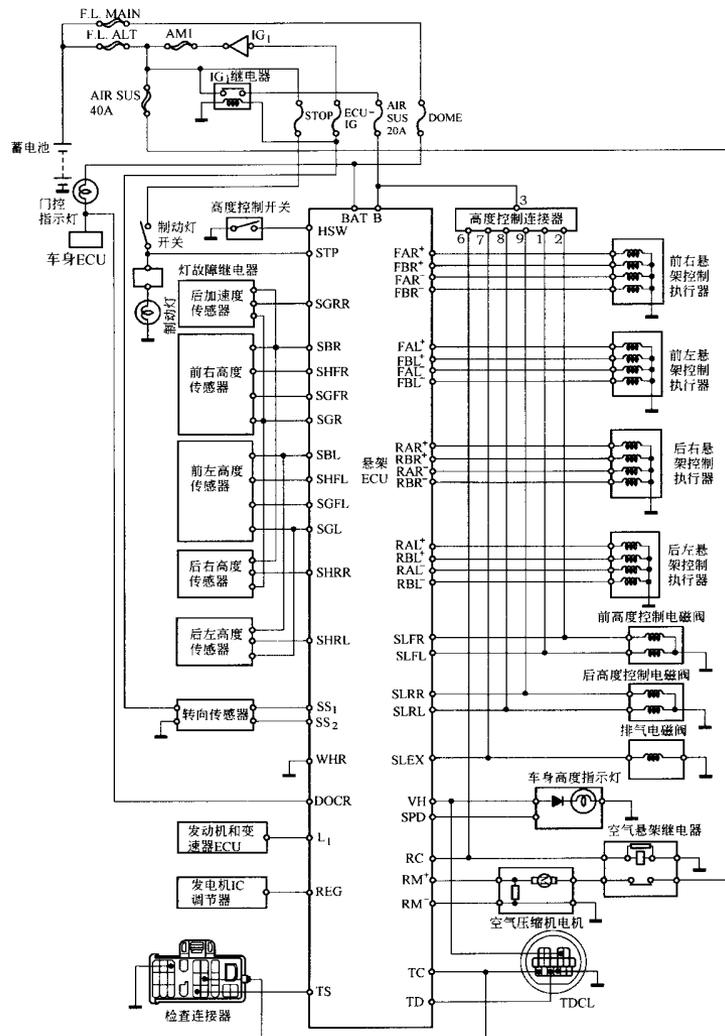
高度控制电磁阀

悬架电控单元ECU是一台小型专用计算机，一般由输入电路、微处理器、输出电路和电源电路等组成，它是悬架控制系统的中枢，其功能如下：

- (1)提供稳压电源。
- (2)传感器信号放大。
- (3)输入信号的计算。
- (4)驱动执行机构。
- (5)故障自诊断。



4) 悬架电控单元ECU



丰田LS400悬架系统电路图



任务实施

电子控制悬架系统中系统出现故障时，电控单元将故障信息以代码的形式存入存储器内；同时，仪表板上的高度控制“NORM”指示灯点亮，以提示驾驶员系统出现故障。



1. 电控悬架系统检修注意事项



- (1)维修过程中，当点火开关在打开状态时，不要随意断开蓄电池接线，也不要拆卸或安装控制模块及其电子插头。
- (2)吊起、支起或拖动汽车之前，应该将高度控制 ON/OFF开关置于OFF位置或断开蓄电池负极。
- (3)在放下千斤顶或将汽车从支架上放下之前，应将汽车下面的所有物体挪走。
- (4)在开动汽车之前，必须起动发动机使汽车高度调整到正常状态。
- (5)如果汽车装有安全气囊系统，在维修电控悬架前，应先将安全气囊系统电路断开。
- (6)在控制系统的检测中，必须使用生产厂家在维修手册中要求的检测工具。
- (7)如果汽车生产厂家的维修手册没有指明，不要将系统的任何电路或元件加电压或搭铁。



2. 电控悬架系统的基本检查

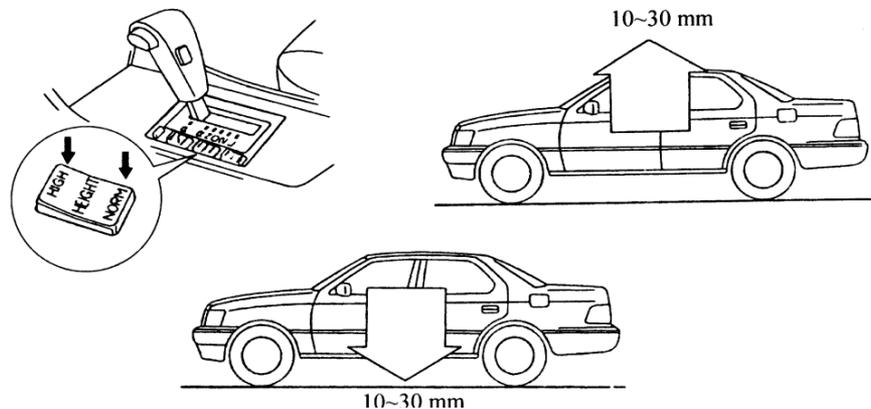


任务实施

1) 车身高度调整功能检查

操作高度控制开关来检查汽车车身高度的变化，步骤如下：

- ①检查轮胎充气压力是否正确。
- ②检查汽车高度。
- ③起动发动机，将高度控制开关从“NORM”位置切换到“HIGH”位置。检查完成高度调整所需的时间和汽车车身高度的变化量。
- ④在汽车处于“HIGH”高度时，起动发动机并将高度控制开关从“HIGH”位置切换至“NORM”位置。检查完成高度调整所需的时间和汽车车身高度的变化量。



车身高度调整检查



任务实施

1) 车身高度调整功能检查

车身高度调整时间及高度变化量标准

从操作高度控制开关至压缩机启动	≈2s
从压缩机启动至高度调整完毕	20~40s
车身高度的改变量	10~30mm

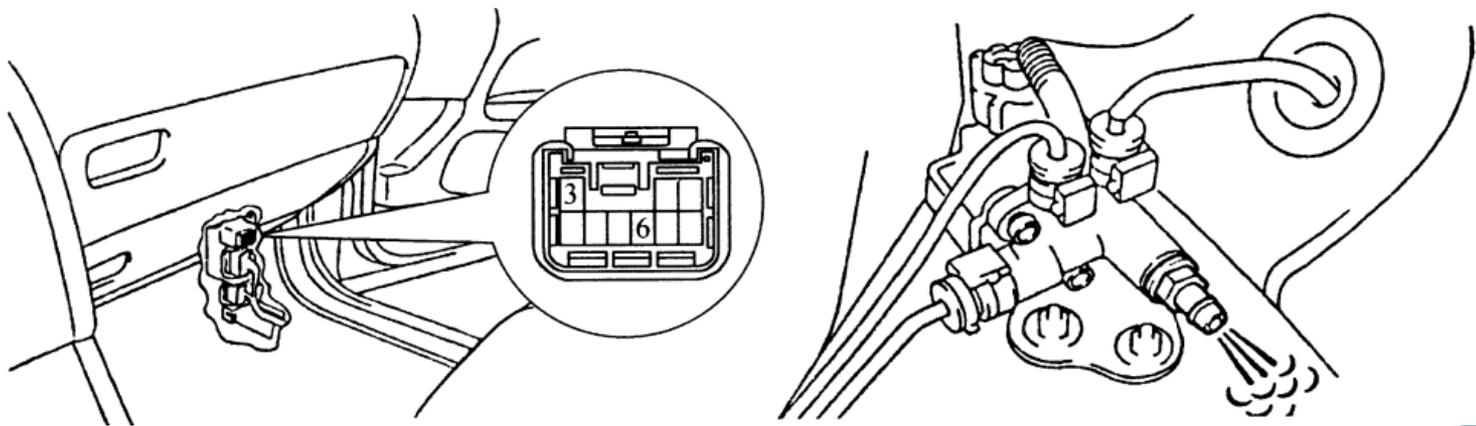
车身高度调整标准

从操作高度控制开关至排气电磁阀打开	≈2s
从排气电磁阀打开至高度调整完毕	20~40s
车身高度改变量	10~30mm



强制压缩机工作以检查减压阀的动作，方法如下：

- ①将点火开关转到ON位置，连接高度控制连接器的端子3和6，使压缩机工作。注意连接时间不能超过15s。
- ②压缩机工作一段时间后，检查减压阀应有空气逸出。
- ③将点火开关转至OFF位置。
- ④清除故障代码。



减压阀检查

检查空气悬架系统的软管、硬管及其连接处是否漏气。方法如下：

- ①将高度控制开关切换至“HIGH”位置，升高车身。
- ②发动机熄灭。
- ③在所有软、硬管连接处涂抹肥皂水检查。



任务实施

4) 车身高度初始调整

此项调整是使车身初始高度处于标准范围内。调整时，高度控制开关必须在“NORM”位置，汽车要停在平坦的路面上。



3. 故障自诊断系统事项



电控悬架系统的指示灯一般有两个：一个是悬架控制指示灯“NORM”，另一个是刚度阻尼指示灯“LRC”，当点火开关在ON位置时，仪表板上的“LRC”指示灯和悬架控制指示灯应亮2s左右，2s后，各指示灯的亮灭取决于其控制开关的位置。



任务实施

2) 读取故障码

可以利用诊断仪读取故障代码。人工读码方法如下：**打开点火开关（ON），用跨接线将TDCL或检查连接器的端子Tc与E1连接，读取高度控制“NORM”指示灯在仪表上输出的故障代码。**



系统故障排除后要将故障码清除，清除方法有以下两种：

①关闭点火开关，找到中央接线盒，拆下其中的给电控单元供电的熔断丝（ECU-B+）10s以上。

②关闭点火开关，用跨接线将高度控制连接器的端子9与端子8连接，同时使检查连接器的端子Ts与E1连接。保持在这一状态10s以上，然后接通点火开关并脱开以上各端子。



ECU的检查，除了前面介绍过的替换法之外，凌志LS400还可以通过检测悬架ECU端子在不同条件下的电压值和电阻值来判断其性能。



4. 主要零部件的检测



方法如下：

①打开点火开关，测量悬架ECU连接器端子SBR、SBL与车身接地之间的电压，标准值约5V。若不正常，则检查和更换悬架ECU。

②高度传感器信号电压检查。拆下高度传感器，然后将3只1.5V的干电池串联起来，将干电池正极连接到传感器的电源端，负极连接到传感器的搭铁端，即给传感器施加约4.5V的电压。使控制杆缓慢地上、下移动，同时检查传感器的信号端子与搭铁之间的信号电压，标准值为：高位置时，信号电压约为2.3~4.1V；正常位置时，信号电压约为2.3V；低位置时，信号电压约为0.5~2.3V。



方法如下：

①打开点火开关，测量悬架ECU连接器端子SBR、SBL与车身接地之间的电压，标准值约5V。若不正常，则检查和更换悬架ECU。

②检查加速度传感器信号电压。拆下加速度传感器（带高度传感器），然后将3只1.5V的干电池串联起来，将干电池正极连接到传感器的电源端，负极连接到传感器的搭铁端，给传感器施加约4.5V的电压。检查传感器信号端子与搭铁之间的信号电压，标准值应为：传感器静止时，信号电压约为2.3V；传感器垂直振动时，信号电压约在0.5~4V之间变化。



任务实施

3) 悬架控制执行器的检测

①连接TDCL的端子TD和E1，打开点火开关，高度控制开关每向“HIGH”（高）侧推动一次，则悬架控制执行器应朝“Hard”（硬）更进一步。

②脱开执行器连接器，测量悬架控制执行器各线圈的电阻，应为 $14.7 \sim 15.7\Omega$ 。

③用螺丝刀将执行器输出轴调至“Soft”（软）位置，然后将蓄电池正、负极按表中所示连接到悬架控制执行器连接器的各端子，此时，悬架控制执行器应朝“Hard”（硬）侧更进一步。

④上述检查若不正常，则更换悬架控制执行器。

悬架控制执行器检测

蓄电池 \oplus	蓄电池 \ominus	位置
2和3	1	“软”1→2
3和4	1	2→3
4和5	1	3→4
5和2	1	4→5
2和3	1	5→6
3和4	1	6→7
4和5	1	7→8
5和2	1	8→9“硬”



任务实施

4) 高度控制电磁阀、排气电磁阀的检测

方法如下：

- ①拆下电磁阀连接器，测量电磁阀线圈之间的电阻，应为 $9 \sim 15\Omega$ 。
- ②将蓄电池电压直接加载在电磁阀的两端，电磁阀应发出卡嗒声。



方法如下：

①拆下转向盘，脱开转向盘转角传感器连接器，打开点火开关，测量转向盘转角传感器连接器端子1、2之间的电压，应为9~14V。

②打开点火开关，慢慢转动方向盘，测量悬架ECU连接器端子SS1和SS2与车身接地之间的电压，应在0~5V之间变化。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电子控制悬架系统的基本组成、工作原理和故障诊断流程	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业 期末考试	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范进行电子控制悬架系统的基础维护和性能测试	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	教师评定		
				学生自评		
				小组互评		
				15%		



谢谢!



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目五 电子控制行驶系统 检修



任务1

弹簧减震系统性能不良故障的检修

任务2

四轮驱动系统失效故障的检修与排除

任务3

胎压监测系统失灵故障的检修



任务2 四轮驱动系统失效故障 的检修与排除



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆凯迪拉克2014款SRX 3.0 SUV，配备六档手自一体变速箱，装用e-AWD全时四驱系统。行驶里程约43093km，平时山路行驶较多。该车仪表最近一直提示后轴、四轮驱动系统有故障，并且故障灯亮起。



任务分析

接车后初检，打开钥匙点火运行，仪表提示：维修后轴、四轮驱动系统。由于该车电控四轮驱动系统部件众多。因此，要排除该故障，需要了解该车型电控四轮驱动系统的结构及控制原理，同时借助维修手册和测试仪器进行分析，逐步缩小排查故障范围，确定故障原因并将其排除。



学习目标

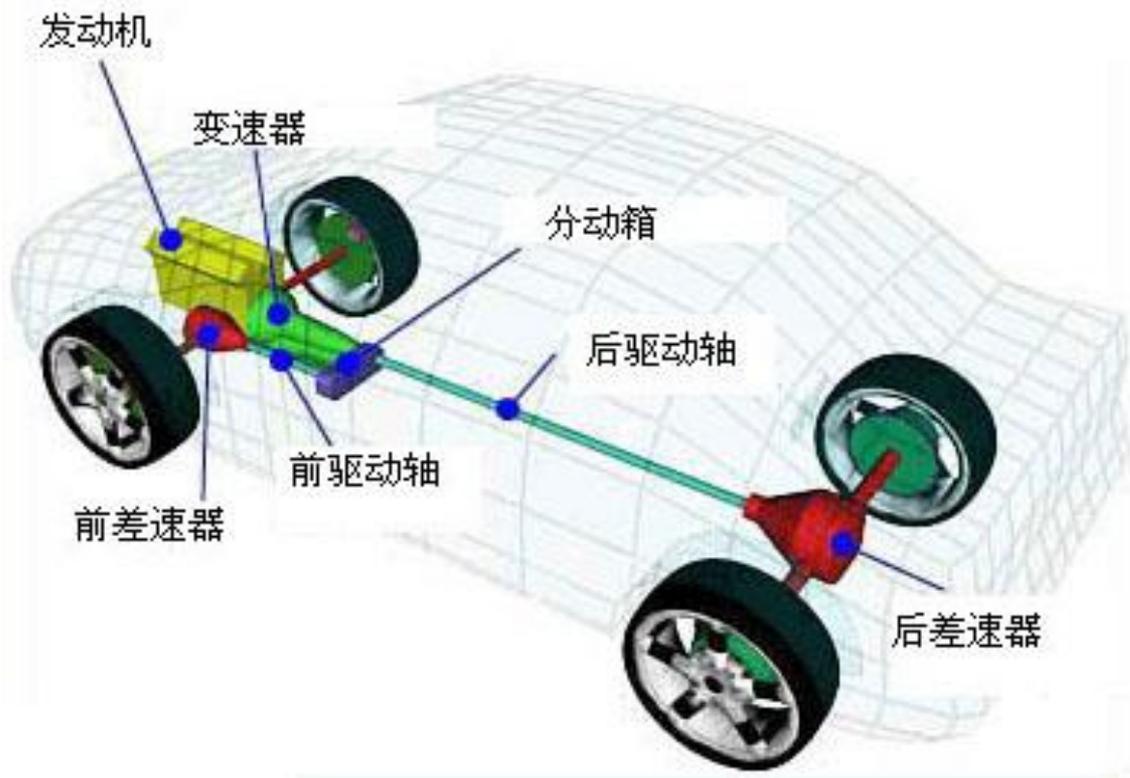
能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够正确拆装四轮驱动系统并进行正确调整</p> <p>2) 能够正确诊断四轮驱动系统的常见机械与电气故障并检修</p>	<p>1) 理解四轮驱动系统的结构、特点与工作过程和控制原理</p> <p>2) 理解四轮驱动系统的基本故障检测诊断方法与步骤</p>	<p>1) 良好的职业道德及规范作业</p> <p>2) 将机械、电气、液压知识有机结合, 并培养检测诊断的逻辑推理能力</p> <p>3) 团队协作能力</p>

建议学时

4学时



1. 四轮驱动系统概述

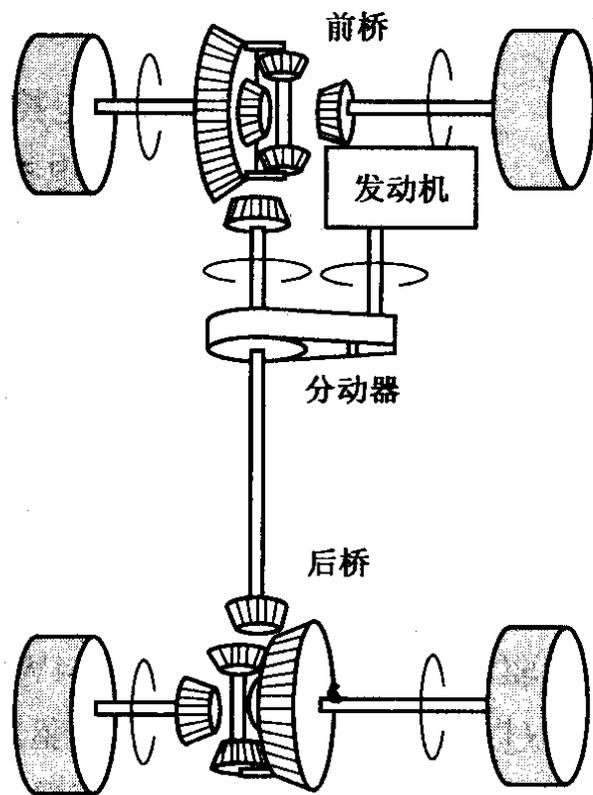


传统四轮驱动系统的基本组成

(1) 分时四轮驱动系统

分时四轮驱动系统的传动系一般由变速器、分动器、前传动轴、前桥差速器、后传动轴和后桥差速器等组成，通常不设置轴间差速器。

分时四轮驱动需要驾驶者根据路面的情况判断选择两轮还是四轮驱动模式，通过操纵分动器在两种模式之间切换。



分时四轮驱动系统

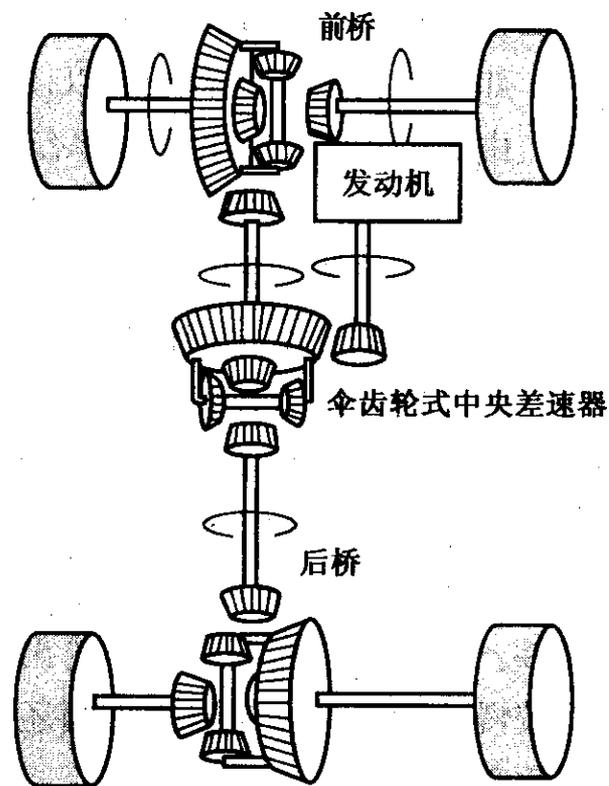
分时四轮驱动系统的汽车，分动器一般有三种驱动模式：**两轮驱动高档2H（2High）**、**四轮驱动高档4H（4High）**及**四轮驱动低档4L（4Low）**。

当汽车在市区郊区路面情况良好的情况下，使用两轮驱动高档模式；当汽车在摩擦系数过低路面时，比如雨雪天气或者沙石路面时，采用四轮驱动高档模式，这样可以提高附着力矩和可操作性；当汽车遭遇摩擦系数很大的情况，比如高难度越野路面，就需要使用四轮驱动低档模式大驱动力驾驶。



(2) 全时四轮驱动系统 (Full-Time 4WD)

全时四轮驱动系统也称全轮驱动AWD (All Wheel Drive) ，该系统任何时候都处于四轮驱动模式。全时四驱系统有三个差速器，即在前后桥差速器基础上增加了一个轴间差速器 (伞齿轮式中央差速器) ，置于前后桥之间，该差速器是判断全时四驱的重要标志。



全时四轮驱动系统

(3) 适时四轮驱动系统 (Part-Time 4WD)

安装适时四轮驱动系统的汽车在行驶过程中只有在需要时采用四轮驱动模式行驶，其他时间仍然采用普通的两轮驱动模式（前轮或者后轮驱动）。

适时四轮驱动系统是在两轮驱动的基础上增加一个四驱功能辅助作用，在两轮驱动汽车的主动桥上引出一根传动轴与从动桥相连，这根传动轴采用黏液耦合器或电控液压多片式离合器。



日产逍客电控适时四轮驱动系统控制旋钮

(1)通过性好。采用四轮驱动系统的车辆四个车轮同时分配到动力，其驱动力矩是两驱车辆的两倍，并且前后车桥可相互作用，可以提升车辆在湿滑路面或不平路面的通过性能。

(2)爬坡性能强。四驱车辆的抓地能力比两驱汽车强，可以爬上比两驱汽车大的陡坡。

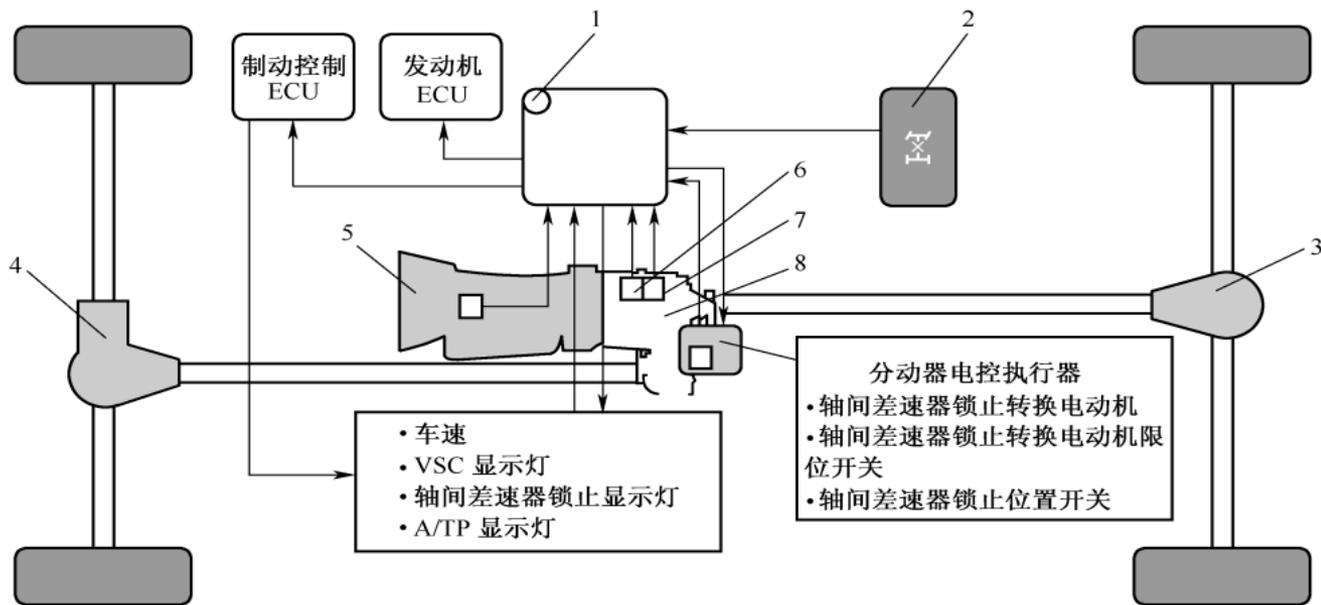
(3)过弯能力好。车轮的附着力矩与车辆的动力大小成反比，车辆传输至道路的动力大，车轮过弯的的力矩就减小；动力下降，过弯力就增大，所以四轮驱动车辆的过弯性能和湿滑路面通过性能比较好。

(4)起动与加速性能好。

(5)直线行驶稳定性好。



2. 四轮驱动系统的组成与工作原理



四轮驱动系统组成

1—蜂鸣器；2—轴间差速器锁止按钮；3—后差速器；4—前后差速器；
5—驻车/空档位置开关；6—L档位置开关；7—空档位置开关；8—分动器

(1) 电气控制部分

四轮驱动的电控部分由制动系统控制ECU、发动机电控ECU、轴间差速器锁止按钮、驻车及空档位置开关、4WD控制ECU和分动器电控执行器等组成。

分动器的电控执行器可以根据驾驶者的意愿、发动机的运转状态、汽车的制动状态、变速器的档位信号灯等对分动器内部的差速器发送锁止信号，以达到锁止控制的目的。

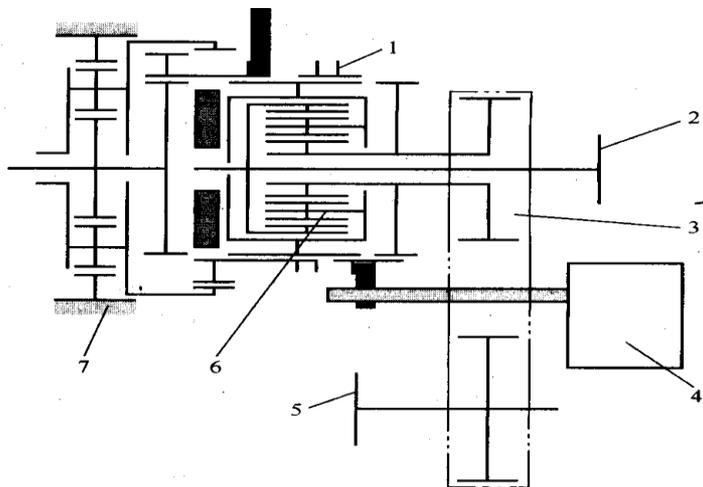
(2) 机械构造部分

四轮驱动系统的机械部分主要由变速器、分动器（电控锁止差速器）、前后传动轴及前后差速器等组成。



(3)分动器及电控执行器

分动器有L、H两档，传动比分别为2.566和1.000。档位切换动作由驾驶者手动操作完成，可实现H4F、H4L、L4F、L4L的换档模式。H4F和L4F为分别对应分动器高、低档的差速器“F”（自由）模式，H4L和L4L则为“L”（锁止）模式。

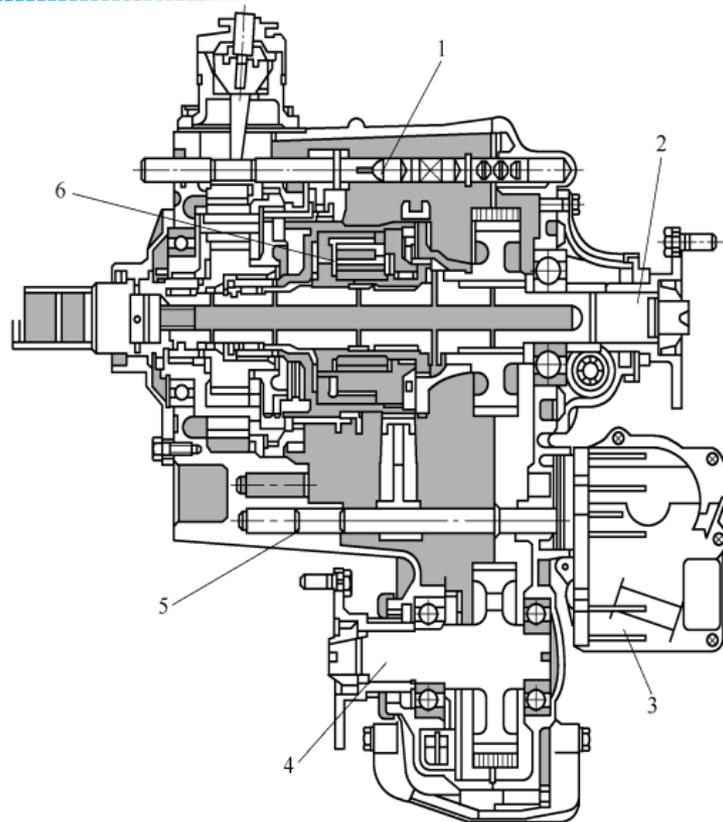


分动器传动系统示意图

1—轴间差速器锁；2—后输出轴；3—传动链；4—轴间差速器锁止电控执行器；5—前输出轴；6—托森LSD；7—H/L档

由变速器传来的动力经分动器的副变速L或H齿轮传到差速器外壳齿轮，再经差速器内的传动机构把动力传到前、后轴，4WD控制ECU对分动器电控执行器进行控制，驱动“轴间差速器锁止拨叉轴”实现轴间差速器锁的切换。



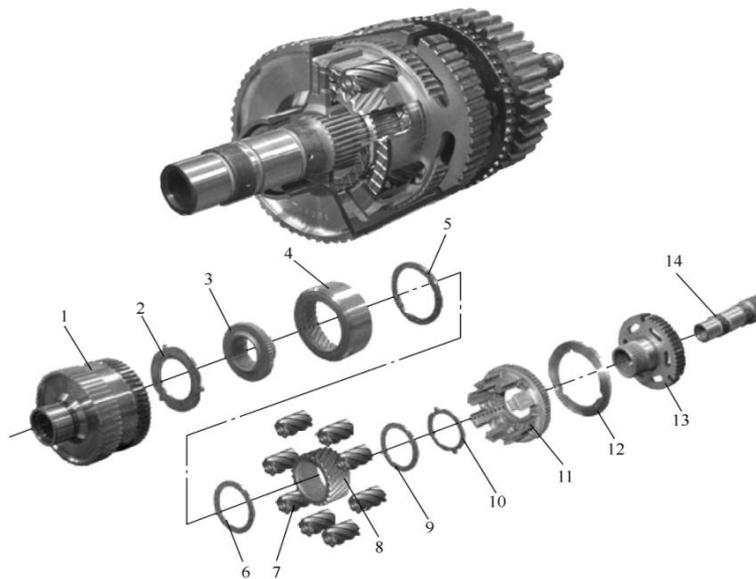


分动器

- 1—L/H档换档轴；2—后输出轴；3—分动器电控执行器（用于轴间差速器锁止）；
4—前输出轴；5—轴间差速器锁止转换拨叉轴；6—Torsen LSD

(4) Torsen LSD 差速器

只要前后驱动轮因为地面附着力的变化产生转矩的变化，差速器就会立即产生比普通差速器大得多的内摩擦转矩。

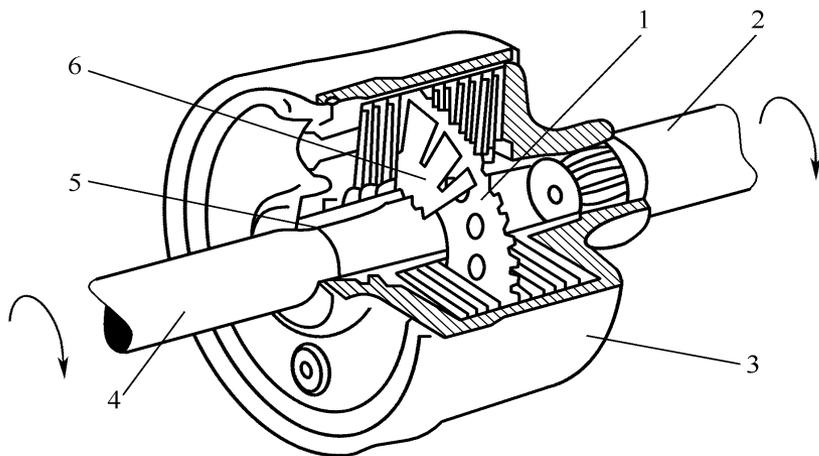


Torsen LSD 差速器

1—差速器外壳；2—1号离合器盘；3—环形齿轮接合齿；4—太阳轮接合齿；5—2号离合器盘；6—4号离合器盘；7—行星齿轮；8—太阳轮；9—环形齿轮；10—3号离合器盘；11—行星齿轮架；12—行星齿轮架支承片；13—太阳轮接合齿；14—前输出轴

(5) 黏液耦合器 (Viscous Coupling)

黏液耦合器又称黏性联轴节，通常安装在以前轮驱动为基础的四轮驱动汽车上。黏性联轴节的最大特点就是不需驾驶员操纵，可根据需要自动把动力分配给后驱动桥。



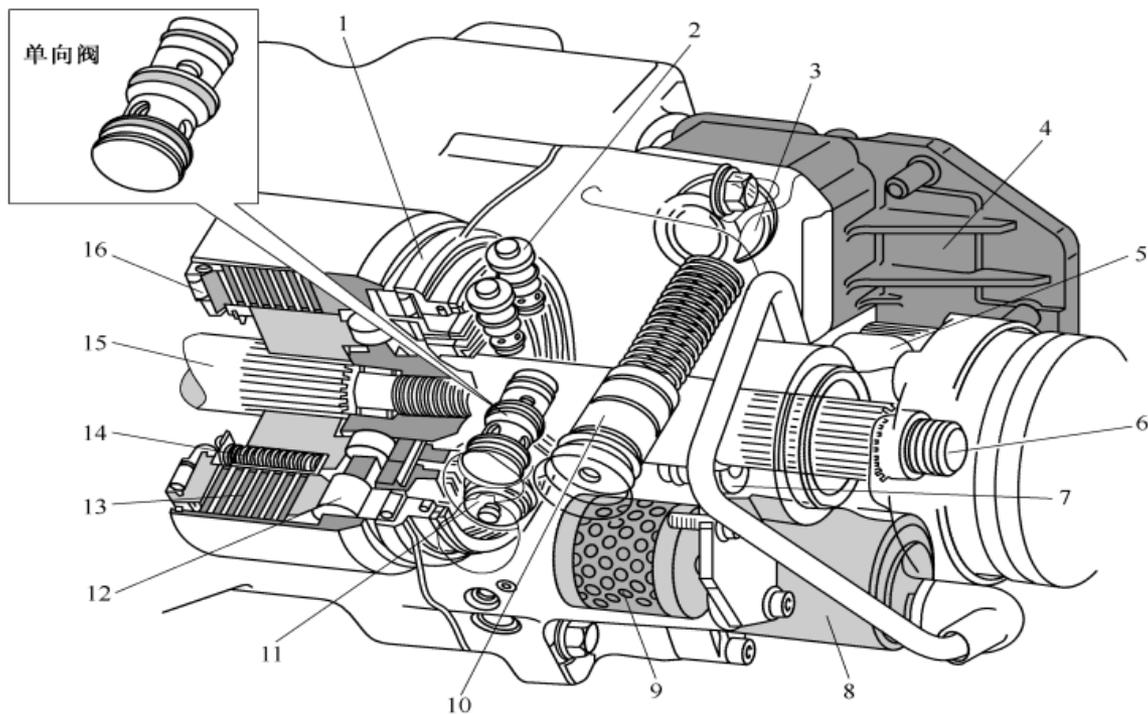
黏液耦合器

1—外盘；2—输出轴；3—连接器壳；4—输入轴；5—毂；6—内盘

(6) 液压多摩擦片式离合器

液压多摩擦片式离合器是液压多摩擦片接通系统的核心。这套装置的主要组成部分就是液压系统和摩擦片。摩擦片分为两组，分别安装在差速器壳与一侧半轴上。当液压系统对摩擦片作用时，两组相邻的摩擦片就会紧紧挤压在一起，从而将差速器锁死，从而达到限滑的目的。





液压多摩擦片式连接装置

1—活塞；2—出油单向阀；3—控制阀；4—DEM差速器电控模块；5—CAN通信及供电；6—输入轴；7—超载保护阀；8—机油泵；9—机油滤清器；10—蓄能器；11—进油单向阀；12—滚子；13—湿式多片离合器；14—平衡弹簧；15—输出轴；16—滚柱轴承

(1) 前轴转速等于后轴转速

当汽车在良好路面直线行驶时，前轮与后轮的转速接近相等，即太阳轮与环齿的角速度也相等。

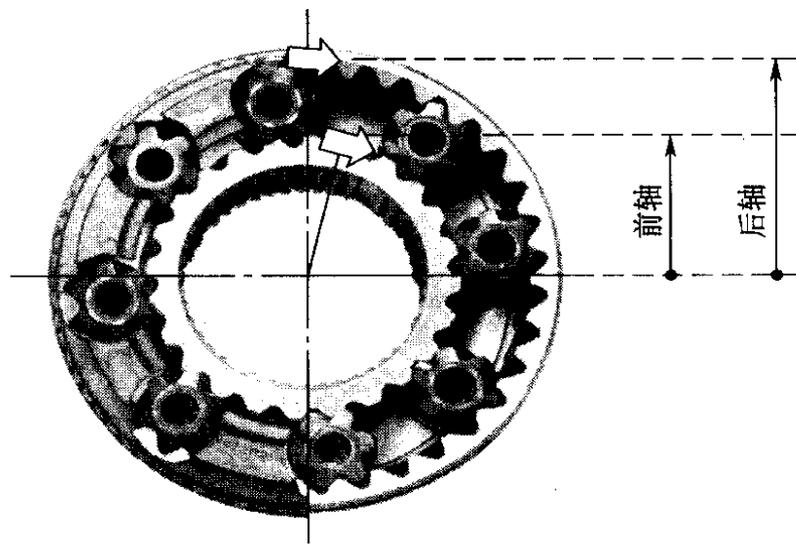


前轴转速等于后轴转速时托森差速器动力传递路线

学习资讯

2) 不同行驶状态时差速器的转矩分配

太阳轮与环齿转速相等，行星齿轮不做自转运动，差速器的内摩擦力为0，太阳轮与环齿半径之比为2:3，前轴与后轴转矩之比为2:3。正常行驶时，后轴得到60%的转矩，前轴得到40%的转矩。这种分配方式与汽车的质量分配相对应，有利于车辆加速时后轴载荷大于前轴的情况下，提升车辆轮胎的抓地力，增加车辆的稳定性。

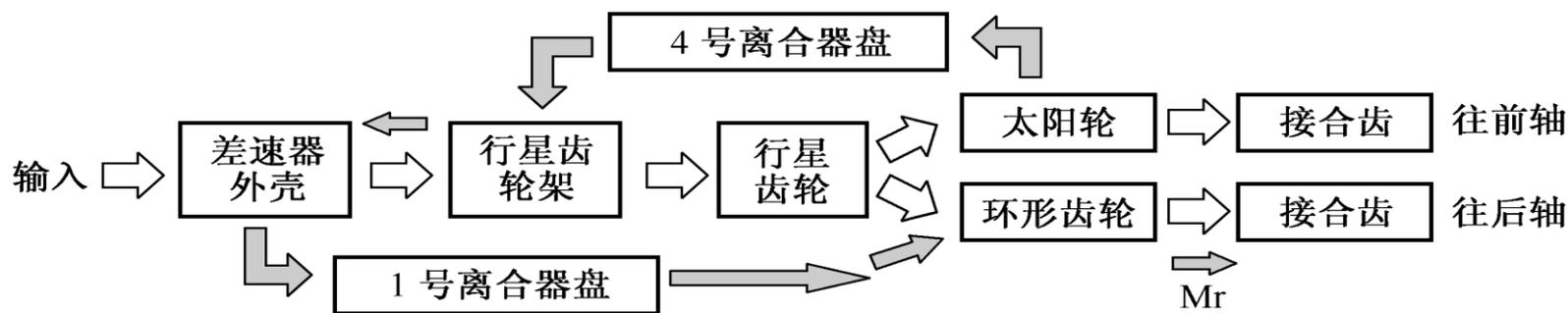


前轴转速等于后轴转速时托森差速器动力传递路线



(2) 前轴转速大于后轴转速

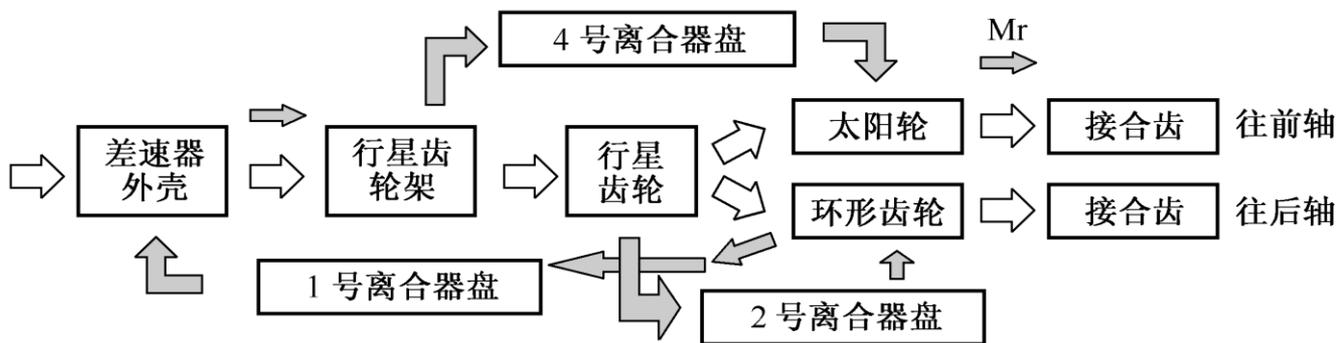
当汽车转向或因湿滑路面导致前轮打滑时，车辆会出现前轴转速大于后轴的情况。太阳轮转速大于环齿转速，两者的相对运动使行星齿轮被迫自转。行星齿轮的自转会受到摩擦力的作用，挤压4号离合器盘。另一方面，环齿沿轴向向左运动，挤压1号离合器盘。4号离合器盘的摩擦力限制了高转速的太阳轮的转速继续增加，1号离合器盘的摩擦力则把差速器外壳上的动力直接传递到环齿。因此，行星齿轮自转的摩擦力和离合器片的摩擦力构成了内摩擦力矩，从而增加了后轴驱动力。前后轴的转矩配比最大可达29:71，从而减小前轴转矩，把更多驱动力分配到附着状况较好的后轴。



前轴转速大于后轴转速时托森差速器动力传递路线

(3) 前轴转速小于后轴转速

当环齿转速大于太阳轮转速，此时行星齿轮也产生自转，自转时与环齿、太阳齿和齿架之间会产生摩擦阻力；同时行星齿轮沿轴向向左运动，环齿和太阳轮分别向左、向右做轴向运动，环齿仍然挤压1号离合器盘，行星齿轮挤压2号离合器盘，太阳轮挤压4号离合器盘，因此，后轴的高转速受到1号和2号离合器片摩擦力的限制，同时动力由行星齿轮架通过4号离合器盘的摩擦力直接传递到太阳轮，增加了前轴的输出扭矩。差速器的内摩擦力由1号、2号、4号和行星齿轮自转的摩擦力组成，使前、后轴的扭矩分配比最大达到53：47。



前轴转速小于后轴转速时托森差速器动力传递路线

(4)轴间差速器锁止

如果前轮的地面附着力较小，出现了滑转趋势，差速器自动限制其滑转，前轮驱动力自动降低到29%。若前轮附着力继续减小，而此时前轮驱动力不能再降低，未滑转的后轴所分配到的扭矩只能达到71%，此时，驾驶员应该锁止差速器，这种情况一般发生在特别恶劣的泥沼路面。如前轮离开地面（悬空），该车轮的驱动力降为0，此时如果未锁止差速器，后轴只能分配到71%的最大驱动力，但如果锁止了差速器，后轴则可分配到100%的驱动力。



1.东风本田CR-V适时四轮驱动系统检修



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co.,Ltd.



人民交通出版社股份有限公司

China Communications Press Co.,Ltd.

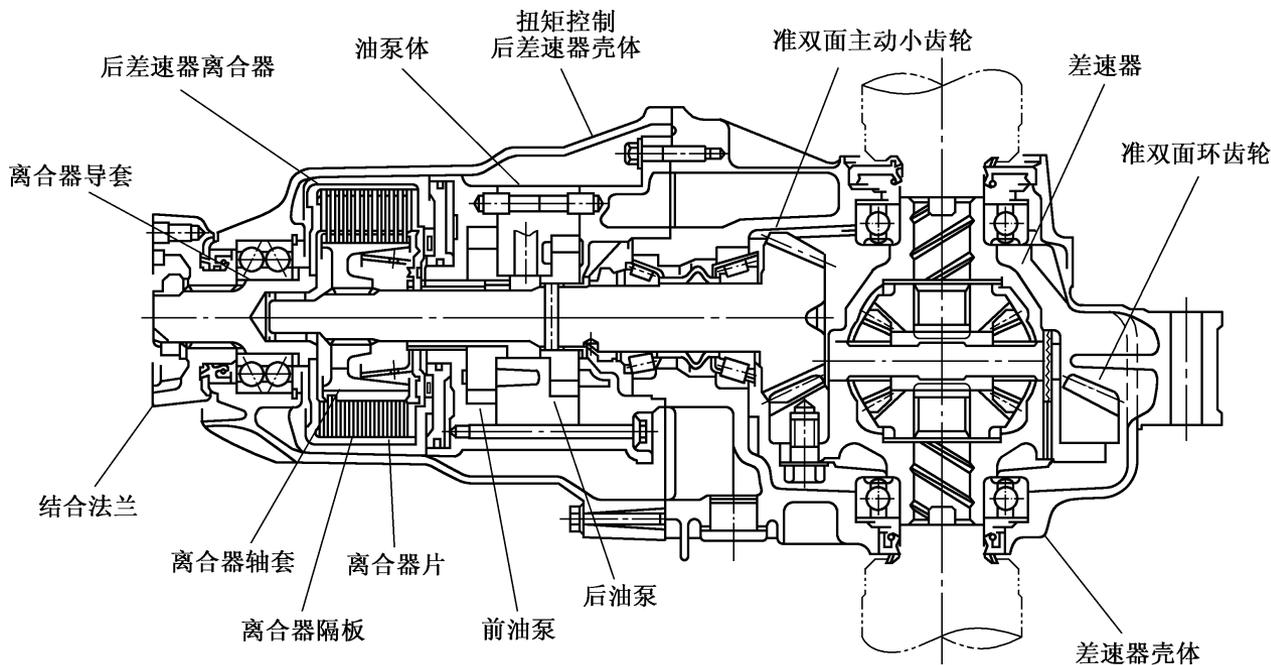
(1) 系统特点

适时四轮驱动（4WD）双泵系统车型的后差速器总成上装备有液压离合器和后差速器机构。正常条件下，车辆由前轮驱动。而根据前轮驱动力和路面条件的不同，无需驾驶员在两轮驱动（前轮驱动）和四轮驱动之间做操作转换，系统就会在瞬间将适当的驱动力传递给后轮。两轮驱动（2WD）和四轮驱动之间的转换机构内置于后差速器总成中，与其合成为一体，这使得系统既轻便又紧凑。



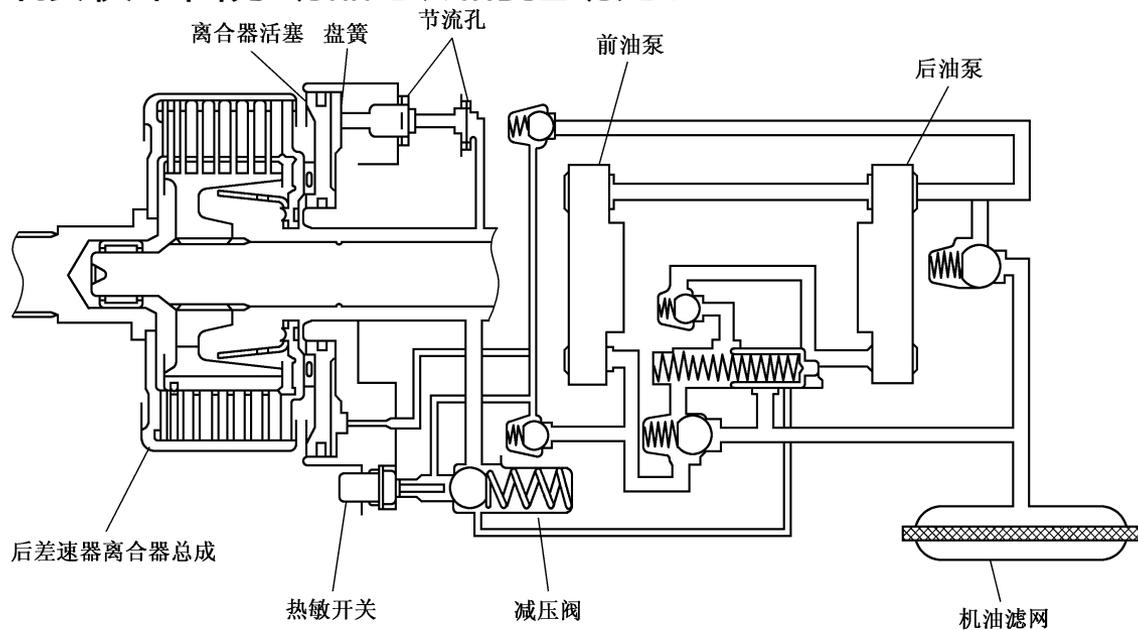
(2) 系统构造

后差速器总成包括扭矩控制后差速器壳体总成和后差速器行星架总成。扭矩控制后差速器壳体总成包括后差速器离合器总成、结合法兰和油泵体总成、后差速器行星架总成等。



后差速器总成

四轮驱动系统油泵体总成包括前油泵、后油泵、液压控制机构和离合器活塞，因此四轮驱动的控制系统称为双泵液压控制系统（简称DPS）。离合器活塞上有一个盘簧，该盘簧向后差速器离合器总成提供预置转矩，以防总成发出异常噪声。后差速器离合器总成中的离合器导套通过结合法兰与传动轴连接，并接收来自分动器总成的驱动力。



DPS 双泵液压控制系统

(3)系统的工作过程

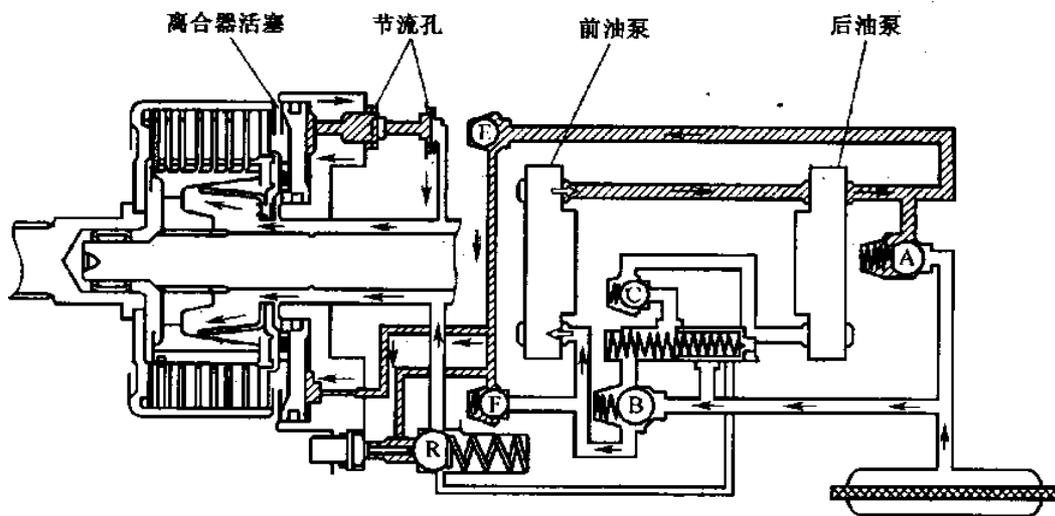
当前轮（离合器导套）和后轮（准双曲面从动齿轮）之间产生转速差时，来自前、后油泵的液压促使后差速器离合器啮齿，将来自分动器总成的驱动力施加到后轮上。



任务实施

1) 系统概述

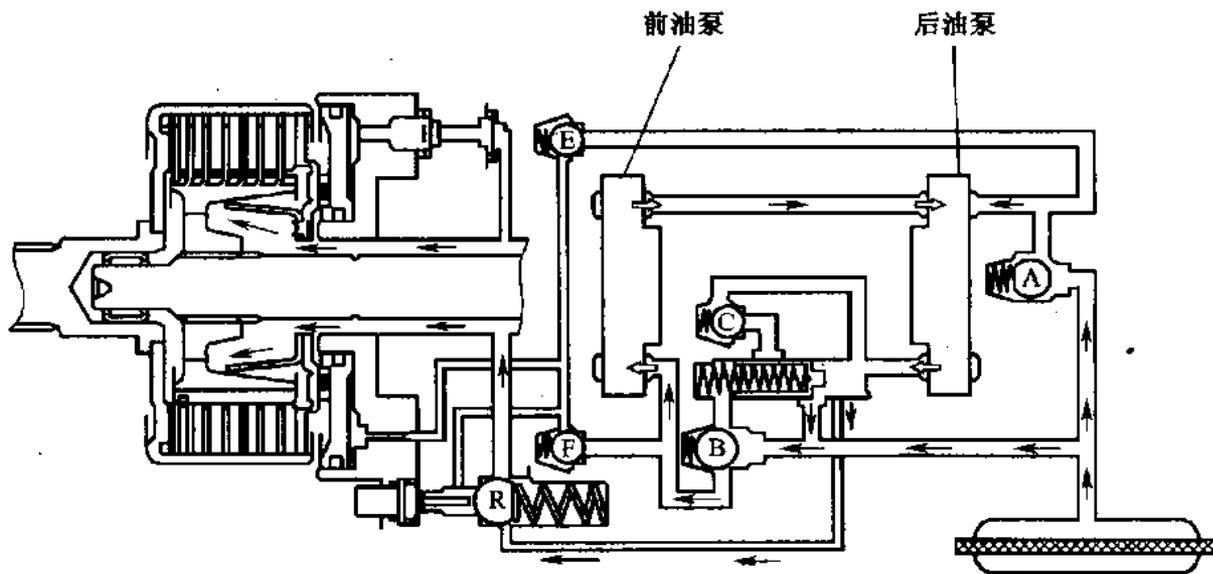
①前进档启动和加速时，前轮比后轮转速快工况。在前进档启动和加速过程中，双泵系统启动齿轮驱动模式。因为前轮比后轮转速快，所以前油泵比后油泵转速快。前油泵经由单向阀B吸入油液，并将油液排出。排出的油液一部分被后油泵吸入，剩余的部分经由单向阀E进入离合器活塞油缸。离合器活塞处的液压通过两个节流孔来控制。离合器活塞处受控的液压推动离合器隔板和离合器片，使之接合在一起，将来自分动器总成的驱动力传递至后车轮，从而启动四轮驱动模式。



前进档启动和加速时，前轮比后轮转速快工况

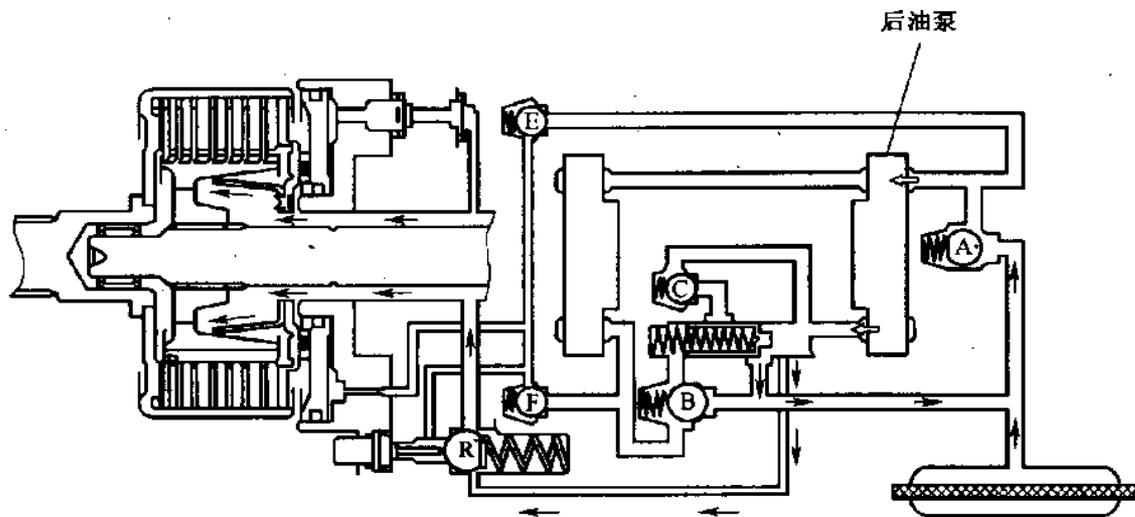


②前进档恒速行驶工况。前进档恒速（定速巡航）行驶时，双泵系统在两轮驱动模式下工作。因前、后转速相同，故前、后油泵转速也相同。从前油泵排出的油液被后油泵吸收，并在整个系统内循环。由于在离合器活塞处未建立起液压，因此离合器不啮合，此时车辆保持两前轮驱动模式。



前进档恒速行驶工况

③前进档减速工况。前进档减速时，双泵系统在两轮驱动模式下工作。在制动减速过程中，后轮转速将超过前轮转速，因此，后油泵转速也将超过前油泵的转速。从后油泵排出的油液只被后油泵再次吸入，并以此方式循环。由于在离合器活塞处未建立起液压，因此离合器不啮合，此时车辆保持两轮驱动模式。

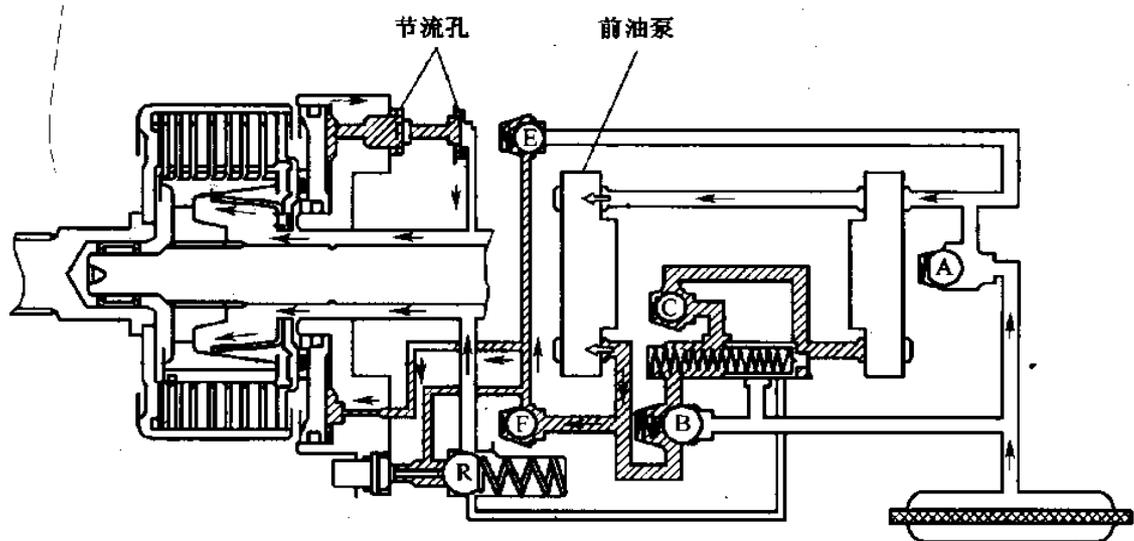


前进档减速工况

任务实施

1) 系统概述

④倒档启动和加速时。在倒档启动和加速过程中，双泵系统将启动四轮驱动模式。因为前轮比后轮转速快，所以前油泵转速比后油泵的转速快。前油泵经由单向阀A吸入油液，并将油液排出（注意：倒档时，油泵的旋转方向与前进档时的旋转方向相反）。前油泵排出的油液有一部分被后油泵吸入，剩余的部分通过单向阀F进入离合器活塞液压缸。离合器活塞处受控的液压推动离合隔板和离合器片，使之接合在一起。啮合的离合器将来自分动器总成的驱动力传递至后车轮，启动四轮驱动模式。



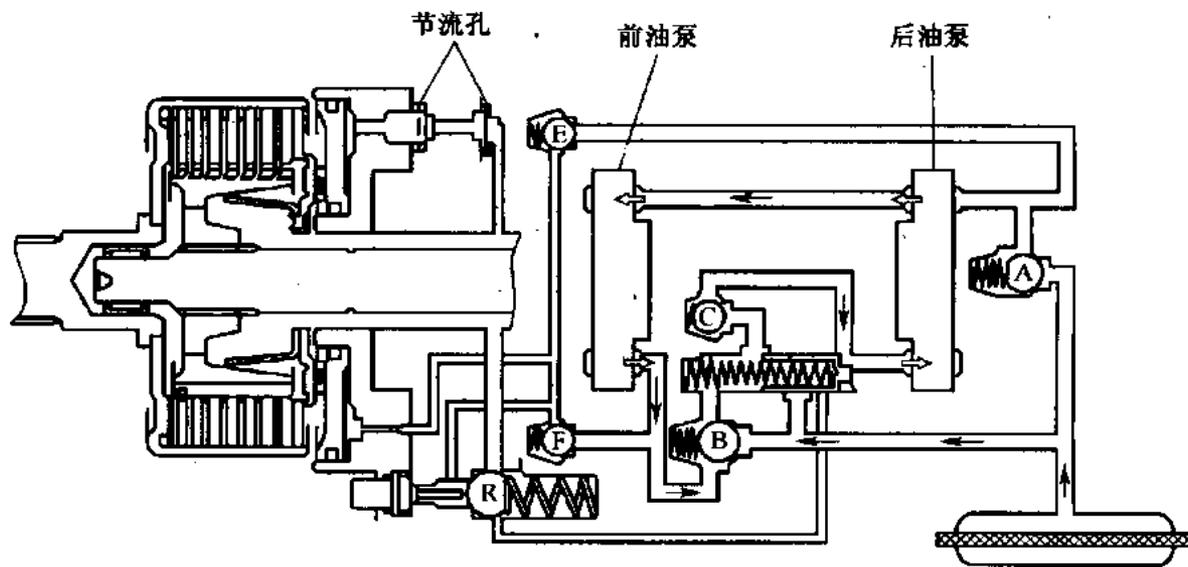
倒档启动和加速时，前轮比后轮转速快工况



任务实施

1) 系统概述

⑤恒速倒档驱动状况。当以恒定的转速进行倒档时，双泵系统将在两轮驱动模式下工作，前、后油泵转速也相同。从前油泵排出的油液被后油泵吸入，并在整个系统内循环。但是，由于前、后油泵容积不同，油液将流经单向阀E，然后流经节流孔，以实现调节。在这种情况下，离合器不啮合，车辆仍保持两轮驱动（前轮驱动）模式。



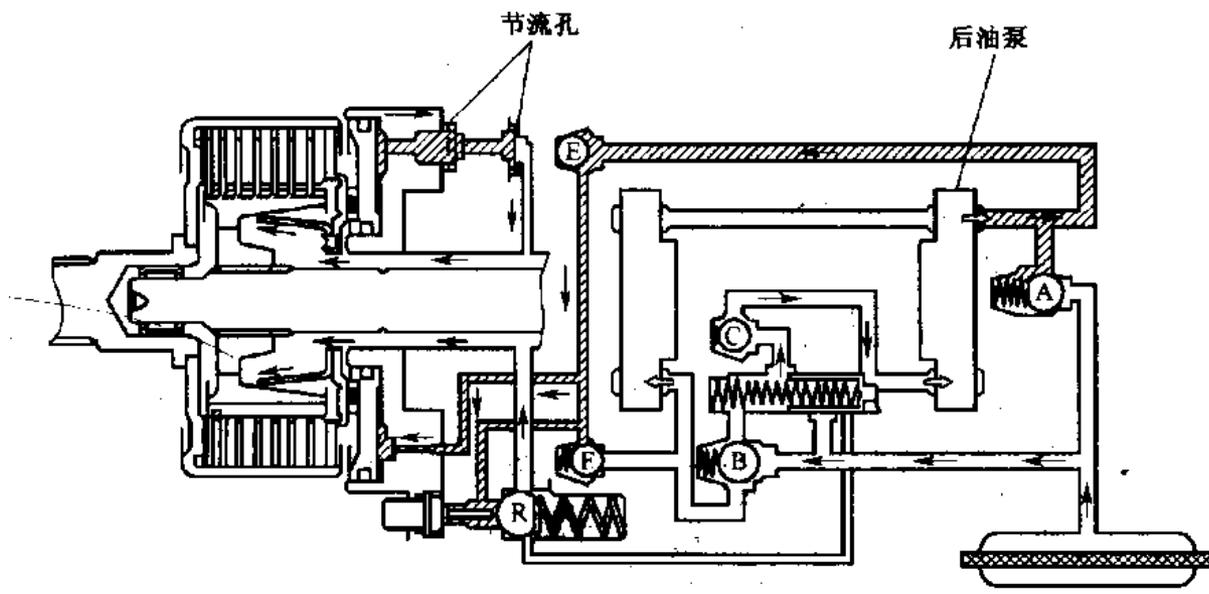
恒速倒档驱动工况



任务实施

1) 系统概述

⑥倒档减速工况。在倒档减速过程中，双泵系统将启动四轮驱动模式。在倒档减速时，后轮转速将超过前轮转速。后油泵经由单向阀B和C吸入油液，从后油泵排出的油液流经单向阀E进入离合器活塞油缸。离合器活塞处的液压通过两个节流孔来控制。离合器活塞处受控的液压推动离合器隔板和离合器片，使之接合在一起。啮合的离合器将来自分动器总成的驱动力传递至后车轮，启动四轮驱动模式。



倒档减速工况

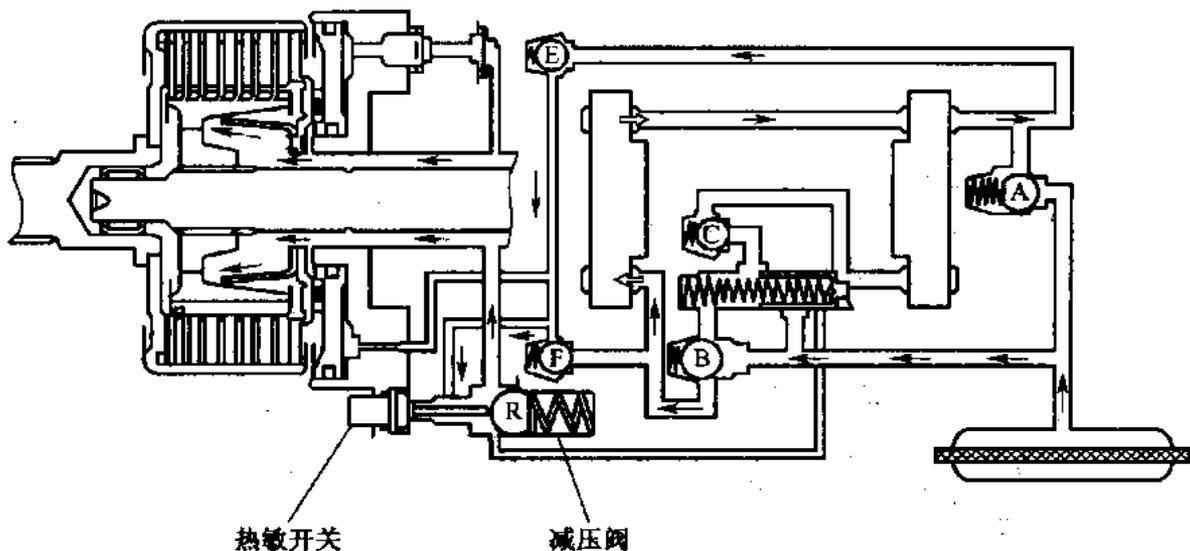


任务实施

1) 系统概述

⑦热敏开关的作用。在四轮驱动过程中，受控的液压油、离合器活塞和热敏开关相接触。如果后差速器油液温度过高，热敏开关将开启减压阀R，这就使离合器活塞的液压下降，故车辆退出四轮驱动模式。

⑧减压阀的作用。当油液压力大于减压阀弹簧的弹力时，单向阀R开启，作用在离合器活塞上的液压保持不变。该特性可防止后轮驱动系统受到过大扭矩的作用，从而增加了车辆的稳定性。



热敏开关的作用



(1)在四轮驱动模式前进档启动和加速条件下：

- ①举升起车辆，使4个车轮均升离地面。
- ②在前节传动轴或后节传动轴上做一个标记。
- ③启动发动机，使其达到工作温度（散热器风扇启动至少两次）。
- ④使发动机怠速运转，并将变速杆换至L档位置。
- ⑤稳固地施加驻车制动，并测定传动轴旋转10圈所需的时间。

如果所测时间超过10s，说明四轮驱动系统正常。如果所测时间小于10s，说明四轮驱动系统有故障。检查后差速器油，如果后差速器油正常，则更换扭矩控制差速器（TCD）壳体组件。



(2)在四轮驱动模式倒档启动和加速条件下：

- ①举升起车辆，使4个车轮均升离地面。
- ②在前节传动轴或后节传动轴上做一个标记。
- ③启动发动机，使其达到工作温度（散热器风扇启动至少两次）。
- ④使发动机怠速运转，并将变速杆换至R档位置。
- ⑤稳固地施加驻车制动，并测定传动轴旋转10圈所需的时间。

如果所测时间超过10s，说明系统正常。如果所测时间小于10s，说明四轮驱动系统有故障。检查后差速器油，如果后差速器油正常，则更换扭矩控制差速器壳体组件。



(3)在两轮驱动模式前进档减速条件下：

①阻挡住前轮，举升起左后轮，并使用安全支座将其支撑。

②用手握持住轮胎，将其逆时针连续旋转超过一整圈。

在旋转过程中，如果没有感觉到旋转轮胎越来越费力，则说明在前进档减速时两轮驱动系统正常；如果感觉到旋转轮胎越来越费力，则说明系统有故障。检查后差速器油，如果后差速器油正常，则更换转矩控制差速器壳体组件。



(4)在倒档减速时（四轮驱动模式）条件下：

①阻挡住前轮，举升起左后轮，并使用安全支座将其支撑。

②用手握持住轮胎，将其顺时针连续旋转超过一整圈。

旋转过程中如果感觉到旋转轮胎越来越费力，则说明在倒档减速时四轮驱动系统正常；如果没有感觉到旋转轮胎越来越费力，则说明系统有故障。检查后差速器油，如果后差速器油正常，则更换转矩控制差速器壳体组件。



东风本田CR-V常见故障及维修方法

症状	可能原因	维修方法
不能进入4WD模式	油液液位太低油液类型不正确	添加油液更换
无法返回2WD模式	油液脏污	排放后差速器油液并重新加注
齿轮或轴承噪声	油液液位太低油液类型不正确或耗尽齿轮损坏或有缺口	添加油液排放后差速器油液并重新加注更换后差速器行星架总成
过热	油液液位太低油液类型不正确	添加油液排放后差速器油液并重新加注
油液渗漏	油液液位太高通风软管堵塞油封磨损或损坏密封垫圈损坏装配螺栓松动或密封不严	降至正常液位清理或更换更换更换重新检查扭矩或施加密封剂

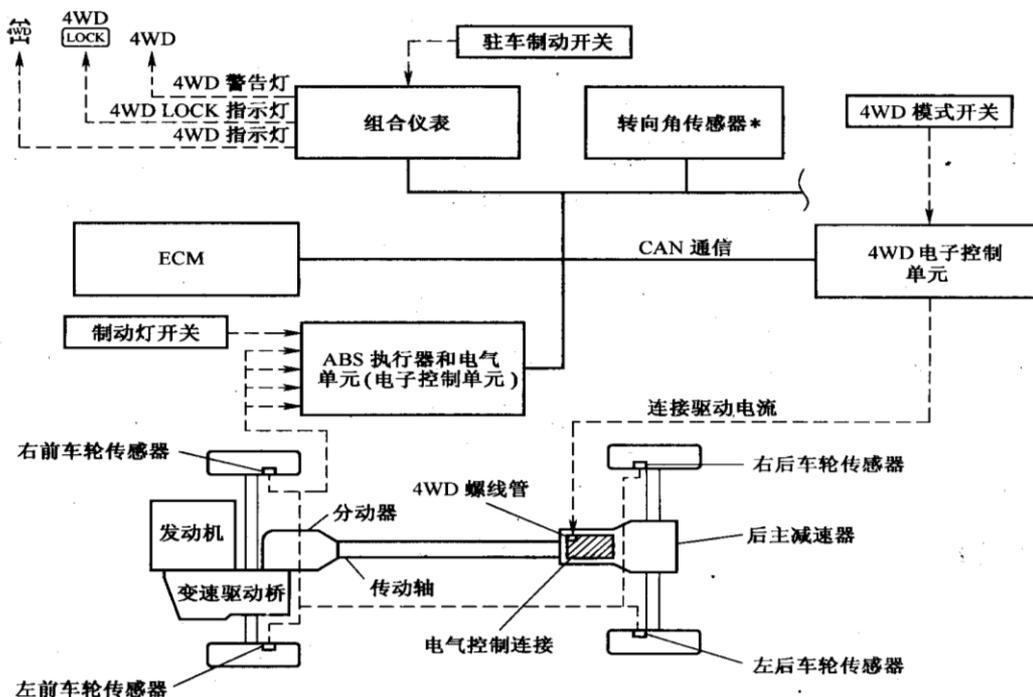
2.东风日产逍客SUV轿车电控四轮驱动系统检修



任务实施

1) 系统概述

东风日产逍客电控四轮驱动系统电子控制单元根据传感器的信号控制前轮驱动（100：0）和4WD（50：50）状态之间驱动功率的分配，并通过CAN通信线路与ABS ECU、ECM、组合仪表、转向角传感器进行通信。



日产逍客电控适时四轮驱动系统控制原理



驾驶员通过旋转位于变速杆后部的一个旋钮即可实现2WD（两驱）模式、AUTO（自动）模式和LOCK（锁止）模式这3种驱动模式的转换模式。

(1)AUTO模式。该模式下ECU会默认为前驱模式，当检测到前轮发生打滑后，ECU会自动转入四轮驱动模式，最多可将50%的动力分配到后轮，同时车身稳定程序也会及时工作，纠正车身姿态。当车辆时速超过40km/h时，又会转换回前轮驱功。

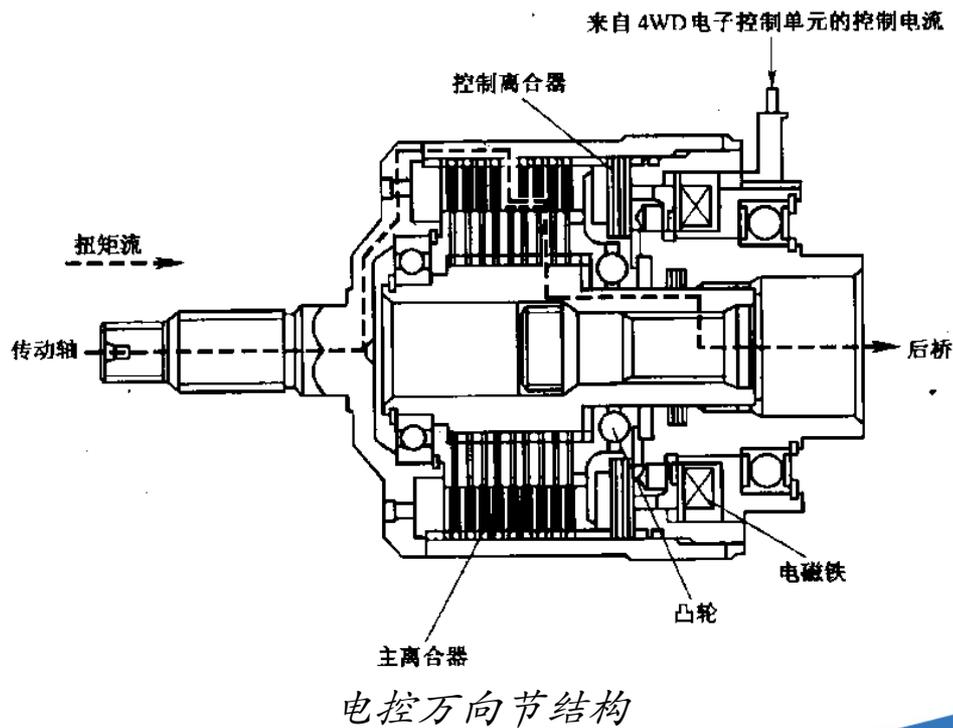
(2)LOCK模式。可以在低速时手动锁定四驱状态，此时前、后轮转矩分配是固定的，以确保在易打滑路况时稳定行驶。如果车速增加，则汽车会自动切换至AUTO模式。如果随后车速下降，则汽车自动返回锁止轮驱动工况，4WD LOCK指示灯保持亮起。当汽车高速行驶时，LOCK模式将自动变为AUTO模式，4WD LOCK指示灯熄灭。当点火开关关闭时，LOCK模式自动变为AUTO模式。



(3)2WD模式。在一般路况行驶时可以选择该模式。如果前轮在2WD模式下打滑，则不会切换至AUTO或LOCK模式。当4WD模式开关处于2WD模式时，4WD电子控制单元有时会根据行驶工况给后轮分配转矩（如用力踩下加速踏板），而4WD指示灯不会亮起。



4WD ECU为电控万向节（4WD电磁阀）提供命令电流，控制离合器被电磁铁接合，在控制离合器中检测到转矩。凸轮在控制离合器转矩的作用下转动，并对主离合器施加压力。主离合器根据压力将转矩传递给前轮，传递给后轮的转矩由命令电流决定。

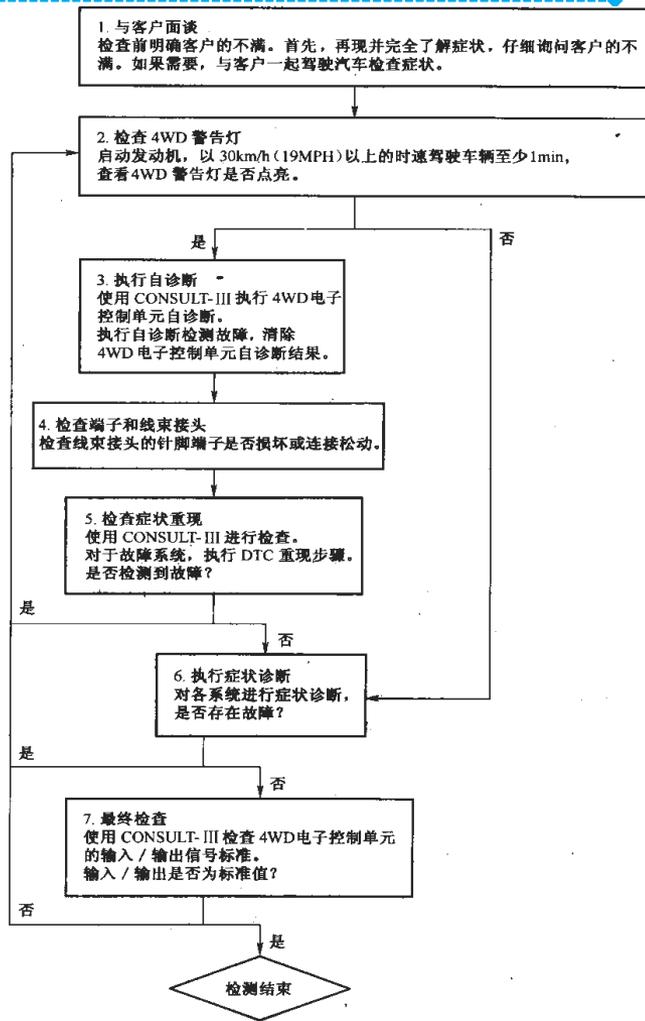


东风日产逍客SUV轿车4WD部件功能

零部件	功能
4WD电子控制单元	利用来自各传感器以及前轮驱动模式和4WD模式的信号，控制驱动力的分配。如果检测到故障，则2WD模式通过安全失效功能启用
车轮传感器	当传感器转子转动时，磁场发生变化，该传感器将磁场的变化转换为电流信号（方波），并发送到ABS执行器和电气单元（电子控制单元）
4WD螺线管	根据来自4WD控制单元的命令电流控制电控万向节
电控万向节	将驱动力传递给后主减速器
4WD警告灯	当4WD系统有故障时点亮，它说明安全，失效模式启动，而汽车变成前轮驱动或换档驱动模式（后轮仍有一些驱动转矩）当点火开关转至ON时打开自检，如果系统正常，则在发动机启动后关闭
4WD指示灯	2WD模式：OFF；AUTO模式、LOCK模式：ON
4WD LOCK指示灯	2WD模式、AUTO模式：OFF；LOCK模式：ON
4WD模式开关	可以选择2WD、AUTO或LOCK模式
ABS执行器和电子控制单元	通过CAN通信将车速信号、制动灯开关信号传递给4WD控制单元
ECM	通过CAN通信将加速踏板位置信号、发动机转速信号传递给4WD控制单元
组合仪表	发动机启动后的指示灯指示，4WD指示灯和4WD LOCK指示灯
转向角传感器	转向角传感器检测到方向盘的旋转量、角速度和方向，并将数据通过CAN通信发送到ABS执行器和电气单元（电子控制单元）

任务实施

4) 诊断和修理工作流程



电控四轮驱动系统故障诊断流程



在进行自诊断前，起动发动机，并以30km/h以上的车速驾驶车辆约1min。

在清除故障码存储器前，应起动发动机并以30km/h以上的速度驾驶约1min，检查ABS警告灯是否熄灭。当出现系统故障码“C1203”而使4WD警告灯亮起时，应以不小于30km/h的速度驾驶汽车1min，并检查ABS警告灯是否熄灭。然后关闭点火开关，并再次起动发动机，否则，即使它正常，4WD警告灯也可能不会熄灭。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	掌握四轮驱动系统的基本类型、组成和原理、性能检查方法和故障诊断流程	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业 期末考试	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	可以进行四驱系统的基础维护和性能测试	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定	动手能力	15%
					工单填写	15%
素养	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		
			小组互评			
			教师评定			



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目五 电子控制行驶系统 检修



任务1

弹簧减震系统性能不良故障的检修

任务2

四轮驱动系统失效故障的检修与排除

任务3

胎压监测系统失灵故障的检修



任务3 胎压监测系统失灵故障 的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆奔驰ML320轿车，行驶里程为3744公里。该车进行了右侧碰撞事故维修，更换了轮胎、转向横拉杆、轴承等配件后多次出现轮胎压力报警，胎压复位后行驶几天又偶尔报警。



任务分析

接车后用胎压表检测轮胎压力，四个轮胎的压力均为2.6巴，正常。连接专用诊断仪进行电脑检测，故障码显示为“右后轮胎压力传感器无信号”。要排除此故障，需要了解胎压监测系统的组成和工作原理，并借助维修资料和和诊断仪进行测试，一步一步缩小故障范围，最终确定故障原因并进行维修。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够进行车辆轮胎压力警告系统的基本检查</p> <p>2) 能够对轮胎压力警告系统进行故障问诊和性能测试</p>	<p>1) 理解轮胎压力警告系统的组成和工作原理</p> <p>2) 理解轮胎压力警告系统的运行模式</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作精神</p>

建议学时

2学时



1. 胎压监测系统的类型



该系统是通过汽车ABS系统的轮速传感器来比较轮胎之间的转速差别，以达到监测胎压的目的。ABS通过轮速传感器来确定车轮是否抱死，从而决定是否启动防抱死系统。当轮胎压力降低时，车辆的重量会使轮胎直径变小，这就会导致车速发生变化，这种变化即可用于触发警报系统来向司机发出警告。可见，间接式的TPMS属于被动型TPMS。

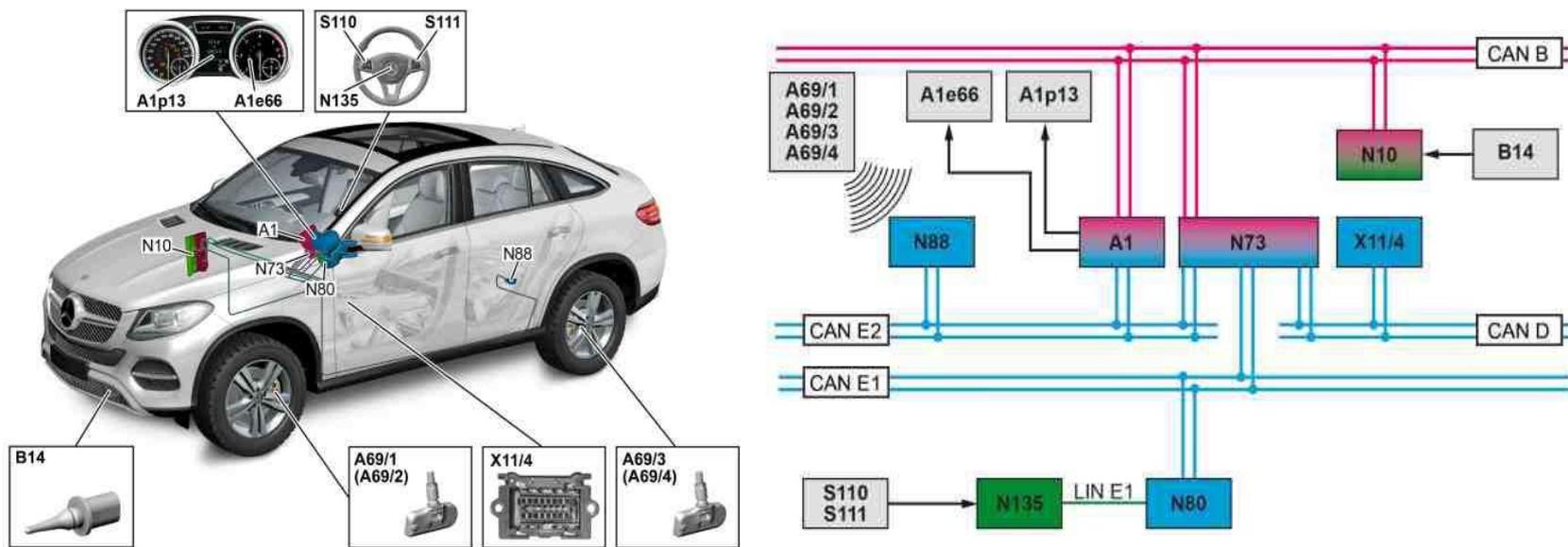


该系统是利用安装在轮胎上的压力传感器来测量轮胎的气压和温度，利用无线发射器将压力信息从轮胎内部发送到中央接收器模块上的系统，然后对轮胎气压数据进行显示。当轮胎出现高压，低压，高温时，系统就会报警提示车主。并且车主可以根据车型，用车习惯，地理位置自行设定胎压报警值范围和温度报警值。直接式的TPMS属于主动型TPMS，世界上最主流的胎压监测系统为英国SCHRADER TPMS，性能稳定，精确度高，灵敏度强。



2. 直接式胎压监测系统





奔驰汽车直接式胎压监测系统组成及布置 奔驰汽车直接式胎压监测系统原理框图

A1—仪表盘；A1e66—轮胎压力监测器警告灯；A1p13—多功能显示屏；A69/1—左前轮胎压力传感器；A69/2—右前轮胎压力传感器；A69/3—左后轮胎压力传感器；A69/4—右后轮胎压力传感器；B14—车外温度传感器；N10—信号采集及促动控制模组(SAM)控制单元；N73—电子点火开关控制单元；N80—转向柱管模块控制单元；N88—轮胎压力监测器控制单元；N135—方向盘电子设备；S110—多功能方向盘左侧按钮组；S111—多功能方向盘右侧按钮组；X11/4—诊断连接器；CAN B—车内控制器区域网络(CAN)；CAN D—诊断控制器区域网络(CAN)；CAN E1—底盘控制器区域网络(CAN) 1；CAN E2—底盘控制器区域网络(CAN) 2；LINE1—转向机构局域互联网(LIN)

轮胎压力监测系统的功能如下：

- ①行驶时，轮胎压力监测器(RDK)持续监测所有转动车轮的轮胎压力；
- ②行驶期间，4个轮胎压力传感器每60秒向轮胎压力监测器控制单元发送一次数据信息电码；
- ③车辆行驶期间，如果轮胎压力损失大于20%则最迟5分钟后，仪表盘上显示一条警告信息，且轮胎压力监测器警告灯亮起；
- ④下一次行驶循环期间，轮胎压力监测器警告灯保持促动状态。

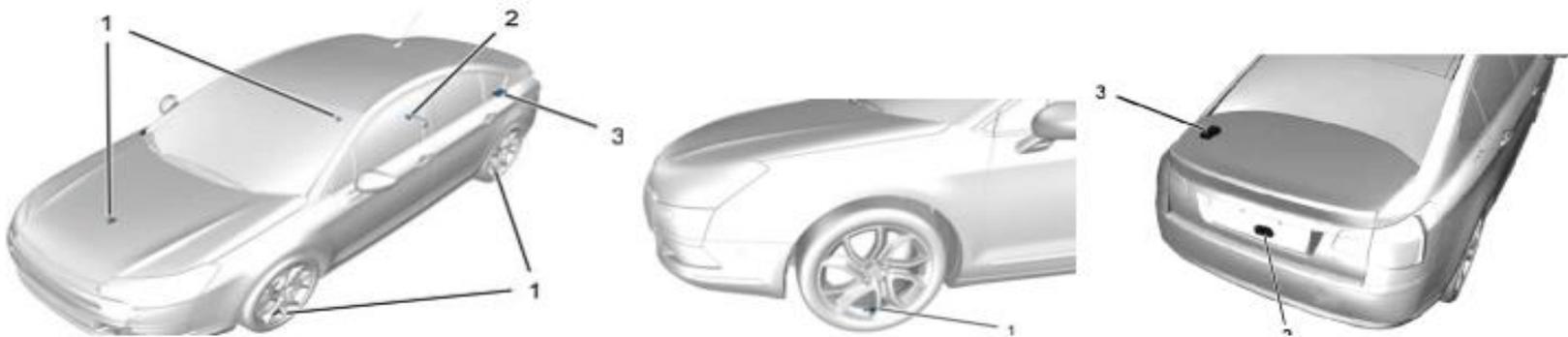


汽车行驶时，轮胎压力监测器控制单元N88通过监测轮胎压力四个轮胎压力传感器的状态，并为驾驶员提供辅助信息，从而实现主动安全性。轮胎压力传感器(TPM) 监测各轮胎中的气压，轮胎压力的测量范围为 $P = 0 \sim 6.375 \text{ bar}$ 。



系统功能包括：

- ①监测车辆轮胎气压的异常状态（气压不足、轮胎爆裂）；
- ②监测不带传感器的轮胎；
- ③监测系统功能故障。



雪铁龙C5汽车直接式胎压监测系统组成及布置

1—车轮发射器模块；2—高频天线；3—轮胎气压不足监测ECU

系统工作时，根据轮胎的运行状况，多功能显示屏上会显示以下四种状态信息。

1) 报告“气压正常”。



2) “轮胎气压不足”报警

- 指明轮胎所在位置；
- “SERVICE”灯点亮；
- 集控方向盘声音提示。



3) “轮胎爆裂”报警

- 指明轮胎所在位置；
- “STOP”灯点亮。
- 集控方向盘声音提示。



4) “轮胎不受监控”报警

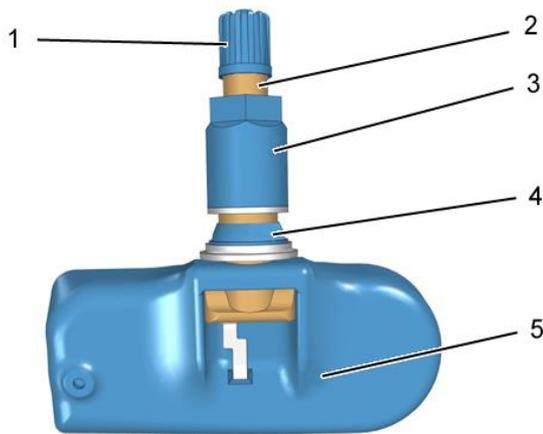
- 指明轮胎所在位置；
- “SERVICE”灯点亮；
- 集控方向盘声音提示。



胎压监测显示信息

(1) 车轮发射器模块

每个车轮上安装一个车轮发射器模块，安装在轮胎气门上，内部装有一个与无线电发射器相连的压力和温度传感器，发射天线安装在车轮气门上。车轮发射器模块装有压电陶瓷型的运动检测传感器。车轮发射器模块传输的无线电信号包括如下信息：压力测量值、温度测量值、加速度测量值、车辆发射器模块识别代码、车轮发射器模块的蓄电池电压测量值。



车轮发射器模块

1—气门盖；2—阀；3—气门固定螺栓；4—固定套；5—电子传感器-发射器控制单元

(2)胎压监测ECU

胎压监测ECU 安装在后备箱内的左侧，具体功能包括：

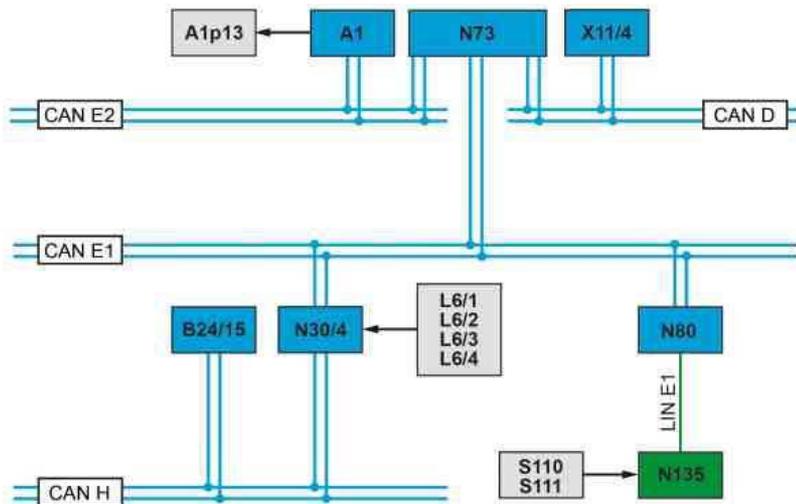
- ①确定车轮发射器模块的位置；
- ②监控行驶和静止时轮胎的压力；
- ③确定警告的类型；
- ④探测车辆轮胎上的压力泄漏或穿孔；
- ⑤相对制造商推荐的压力，警告驾驶员压力变化；
- ⑥在某个部件出现故障时允许备用工作模式。



3 . 间接式胎压监测系统



该系统功能是由ESP控制单元管理实现。当轮胎压力损失报警系统检测到轮胎的严重压力损失后，在仪表盘的多功能显示屏中发出警告信息。



奔驰汽车间接式胎压监测系统原理框图

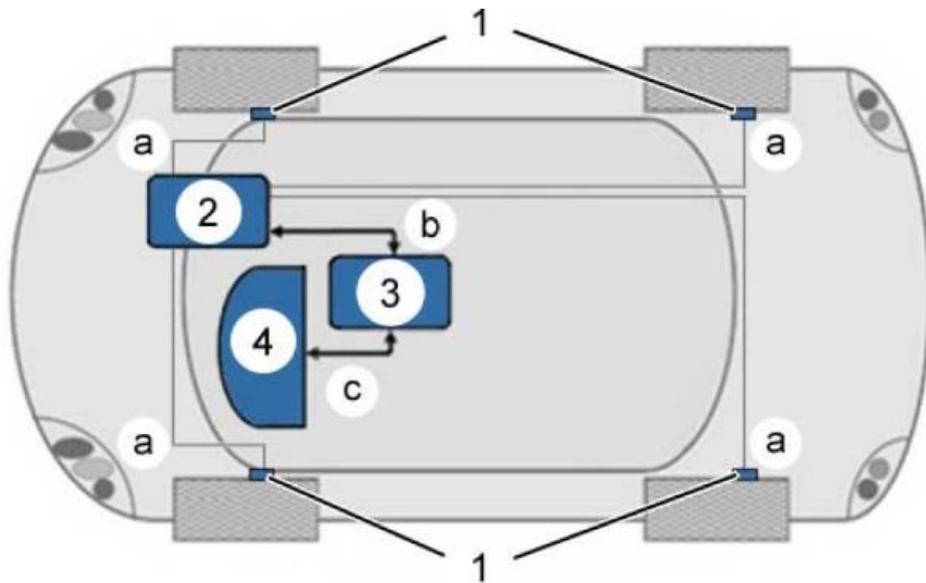
A1—仪表盘；A1p13—多功能显示屏；B24/15—横摆率，横向和纵向加速度传感器；L6/1—左前轴转速传感器；L6/2—右前轴转速传感器；L6/3—左后轴转速传感器；L6/4—右后轴转速传感器；N30/4—电控车辆稳定行驶系统(ESP)控制单元；N73—电子点火开关控制单元；N80—转向柱管模块控制单元；N135 方向盘电子设备；S110 多功能方向盘左侧按钮组；S111 多功能方向盘右侧按钮组；X11/4 诊断连接器；CAN D 诊断控制器区域网络(CAN)；CAN E1 底盘控制器区域网络(CAN) 1；CAN E2 底盘控制器区域网络(CAN) 2；CAN H 车辆动态控制器区域网络(CAN)；LIN E1 转向机构局域互联网(LIN)

系统没有轮胎压力传感器，轮胎压力损失通过轮胎的滚动圆周检测。转速传感器把四个车轮的转速信号传递给电控车辆稳定行驶系统(ESP)控制单元，横向和纵向加速度传感器也把车辆的横向加速度和纵向加速度信息通过网络传递给ESP系统控制单元，ESP系统控制单元在车速大于15 公里/小时时评估四个车轮可能存在的转速差。

多功能方向盘上有复位按钮，每次恢复胎压后需进行复位操作，复位后会以7 种不同的速度间隔(车速介于15和250公里/小时之间) 对相关的轮胎滚动圆周进行学习。



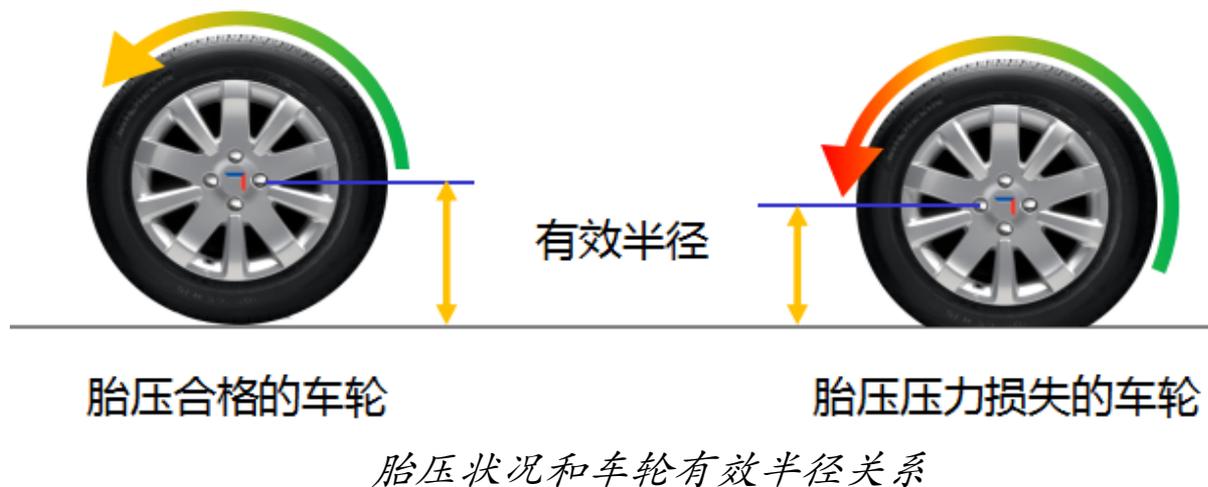
四个车轮转速传感器把车轮转速等相关信息传递给ESP系统ECU，ESP系统ECU通过高速CAN网b、网关3、低速CAN网c把报警信息传递给组合仪表4；同时组合仪表台上的初始化按键将初始化信息通过低速CAN网c、网关3、高速CAN网传递给ESP系统ECU。



标致408汽车胎压监测系统组成

1—车轮轮速传感器；2—ESP系统ECU；3—智能控制盒（车载网络网关）；4—组合仪表；a—连接线；b—高速CAN网；c—低速CAN网

该系统通过分析轮胎直径变化和轮胎物理特性来提供关于轮胎状态（亏气、亏气探测系统故障）的信息。车辆行驶的时候，ESP系统ECU将分析车轮速度传感器的各种信号，轮胎压力损失会导致车轮有效半径的减小，并且降低它的强度，车轮旋转的速度可能会提高。

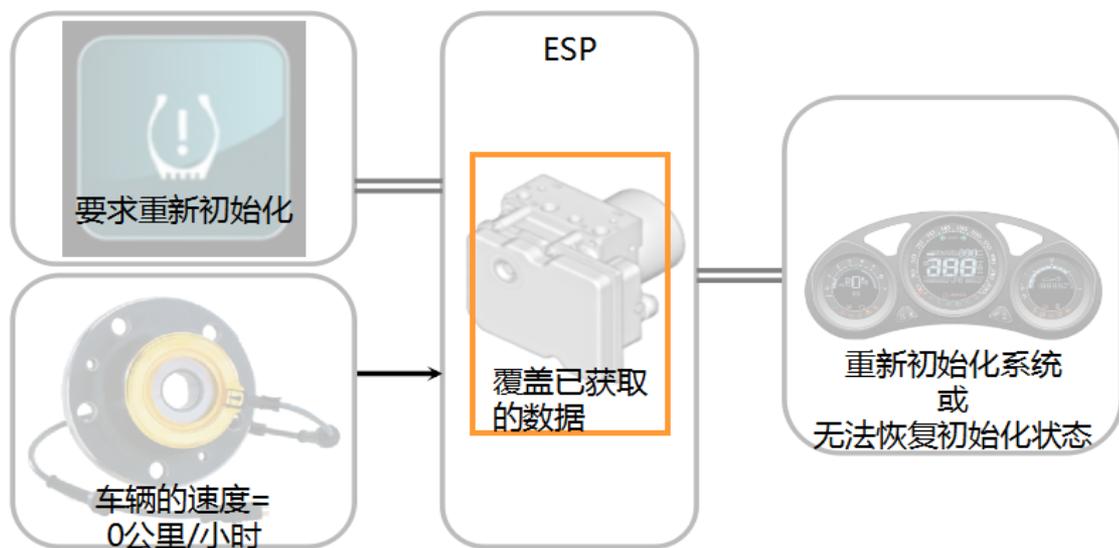


当检测到其中一个轮胎的压力损失超过20%时，间接胎压监测系统就会触发一个报警。检测胎压和出现充气不足报警的时候，组合仪表上都会显示提示信息，408汽车根据配置不同有汉字和图标两种提示信息。



胎压监测不足提示信息

一旦间接胎压监测系统不能正确运行，检查和调节了车轮的胎压以后，需要重新初始化间接胎压监测系统。重新初始化通过组合仪表上的触摸屏重新初始化参考压力，而且必须保证车辆处于静止状态。



间接胎压监测系统初始化过程

1. 轮胎压力故障诊断原则与流程



- (1)把轮胎压力警告系统作为一个独立的系统来看待，并区分清楚其类型。
- (2)坚持先简后难、由外向内、逐步深化的原则。
- (3)学会区分故障性质和部位。
- (4)充分利用电脑本身的自诊断功能，分析实际值。
- (5)不允许盲目拆检部件。



(1) 轮胎压力常见故障

包括：

- ① 胎压报警，胎压不显示；
- ② 轮胎慢漏气；
- ③ 传感器位置错误；
- ④ 控制单元编码错误。

除上述四项外，软件错误，设置不对，也会引起轮胎压力警报系统工作不正确。



(2) 轮胎压力警报系统检修流程

①根据故障现象分析，进行故障范围确认，观察轮胎一圈有无扎钉、平衡块有无缺失等损伤，将4个轮胎冲入较高气压比如（3.2巴），高于正常气压行驶，直到报警，再用胎压表检测，观察是否有轮胎压力不正常。

②如果压力正常，再考虑控制单元的参数设置，传感器位置，软件，轮速传感器，维修过程要考虑时间成本和材料成本。



2.雪铁龙C5胎压监测系统售后维修操作

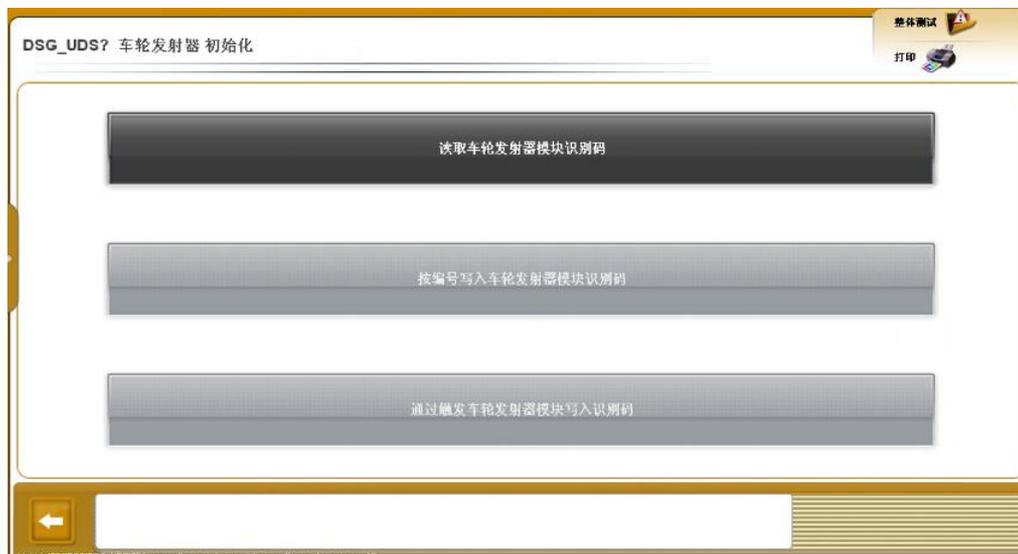


任务实施

1) 车轮发射器模块维修

如果车轮发射器模块不能正常监测传递轮胎胎压状态，则需更换车轮发射器模块。更换车轮发射器模块必须用诊断仪或者专用工具对车辆进行车轮发射器模块初始化。

用诊断仪进行初始化，在把车轮发射器模块安装到车轮上前，必须首先记录车轮发射器模块上的识别码，然后需要用诊断工具在ESP系统ECU写入新的车轮发射器模块识别码通信。



专用诊断仪操作界面图



车轮发射器模块触发器初始化

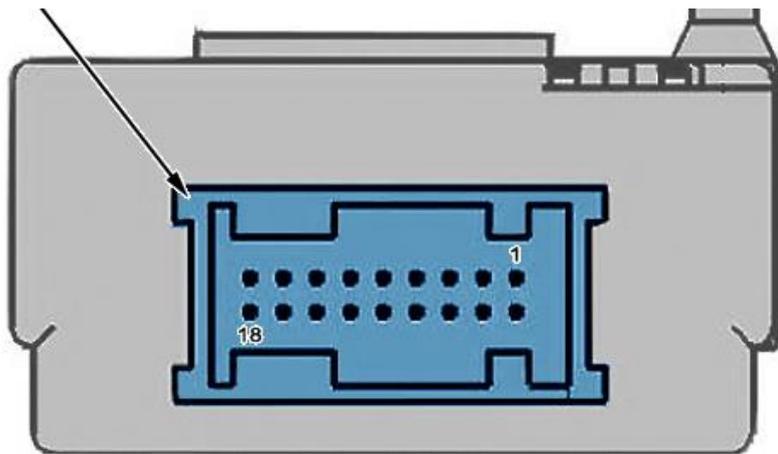


任务实施

2) 胎压监测ECU检测

东风雪铁龙C5汽车胎压监测ECU安装在后备箱左侧翼子板内，带有一个18脚黑色插接器。

可以通过替换法、端子检测法等分析胎压监测电脑ECU本身是否存在故障。如果更换胎压监测ECU后，必须用诊断仪进行初始化设置，即把四个车轮发射器模块中的识别码写入到新的ECU中；如果仅仅拆卸—安装胎压监测ECU，则不需要进行初始化。



间接胎压ECU18脚插接器



3.标致408胎压监测系统售后维修操作



任务实施

1) 对间接胎压检测功能进行重新初始化

对间接胎压检测功能进行重新初始化，其实就是按压胎压初始化按键，并进行数据采集，需要注意的在按车辆重新初始化开关前，必须对所有车轮的型号、胎压进行检查，以确保所有车轮的型号是标准型号、轮胎压力都是标准值，这样才能保证车辆胎压初始化的正常进行。



任务实施

2) 对间接胎压检测功能进行重新初始化

间接胎压检测功能有几种不同的警报，有时很难辨别一种警报是不是正常。如果警告灯点亮，表明一个或几个轮胎胎压不足，出现警报是正常。

如果“SERVICE”灯点亮，说明系统可能存在故障，需要用诊断仪进行诊断，读取故障码，进行数据流读取，以确定具体故障位置，排除故障。

间接胎压监测故障类型

指示灯	警报类型	是否有故障码	首先应进行的操作
	检测到了胎压过低	无	检查轮胎的压力
SERVICE	系统缺陷	有	诊断程序初始化



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	讲述当前胎压监控设计原理类型	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够正确拆装相关部件	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定		
				动手能力	15%	
				工单填写	15%	
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助学生、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		
			小组互评			
			教师评定			



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目六 电子控制转向系统 检修



任务1

低速时转向沉重故障的检修

任务2

转向系统故障灯点亮故障的检修



任务1 低速时转向沉重故障的 检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆2012年款吉利熊猫，装备电子转向助力系统，累计里程56000公里。车辆在连续行驶40分钟后，发现低速时转动方向盘费力。车辆熄火约20分钟后重新启动车辆，发现方向盘明显变轻。但车辆连续行驶约一段时间后故障再次出现。



任务分析

接车后实际驾驶车辆，确认故障出现。根据故障现象初步判断为转向助力机构不工作，造成该车转向费力。由于该车装备电子控制动力转向系统，因此，要排除该故障，需要在了解电控动力转向系统的组成与工作原理的基础上，利用诊断仪读取系统故障代码，并根据提示进一步检查系统电路，最终确定故障部位并排除。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够描述电控转向助力系统类型、组成及特点</p> <p>2) 能够对转矩传感器进行检查更换</p> <p>3) 能够对电控动力转向系统进行故障诊断并排除</p>	<p>1) 理解电控液压转向系统组成、类型和运行原理</p> <p>2) 理解电子助力转向系统组成、类型和运行原理</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作与沟通精神</p>

建议学时

4学时



1. 电控动力转向控制系统概述



传统的液压动力转向系统的助力倍率是不能够调节的，如果所设计的固定放大倍率的动力转向系统是为了减小汽车在停车或低速行驶状态下转动转向盘的力，则当汽车以高速行驶时，这一固定放大倍率的动力转向系统会使转动转向盘的力显得太小，不利于对高速行驶的汽车进行方向控制；反之，如果所设计的固定放大倍率的动力转向系统是为了增加汽车在高速行驶时的转向力，则当汽车停驶或低速行驶时，转动转向盘就会显得非常吃力。



(1) 电子控制动力转向系统的作用

可以根据车速、转向情况等对转向助力实施控制，使动力转向系统在不同的行驶条件下都有最佳的放大倍率；在低速时有较大的放大倍率，可以减轻转向操纵力，使转向轻便、灵活；在高速时则适当减小放大倍率，以稳定转向手感，提高高速行驶的操纵稳定性。



(2) 电子控制动力转向系统的分类

根据转向动力源不同可分为电控液压式动力转向（简称液压式EPS）和纯电动式电控动力转向（简称电动式EPS）两大类。

液压式EPS是在传统的液压动力转向系统的基础上增设了控制液体流量的电子装置、车速传感器和电子控制单元等形成的。

电动式EPS是在传统的机械式转向系统的基础上，利用直流电动机作为动力源，电子控制单元根据转向参数和车速等信号，控制电动机转矩的大小和转动方向。



(3)电控动力转向系统具有以下优点：

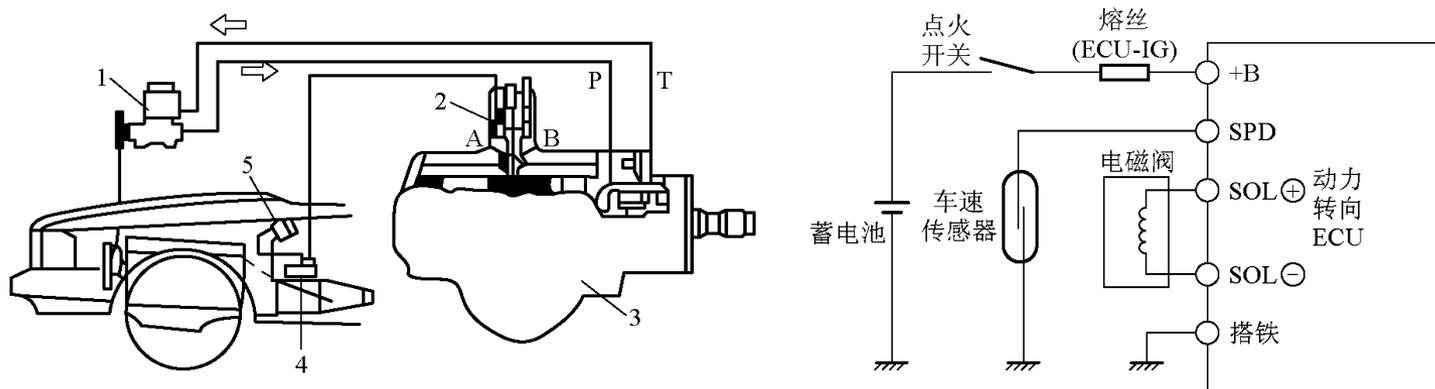
- ①系统结构紧凑、简单，整体质量较轻；
- ②只在转向时电机才提供助力，显著降低车辆燃油消耗；
- ③转向助力大小可以通过ECU调整，保障了低速时的转向轻便和高速时的操纵稳定，改善了汽车的操纵性能。



2. 电控液压动力转向系统



雷克萨斯轿车采用的流量控制式动力转向系统主要由车速传感器、电磁阀、整体式动力转向控制阀、动力转向液压泵和电子控制单元等组成。



(a) 组成图 (b) 电路图

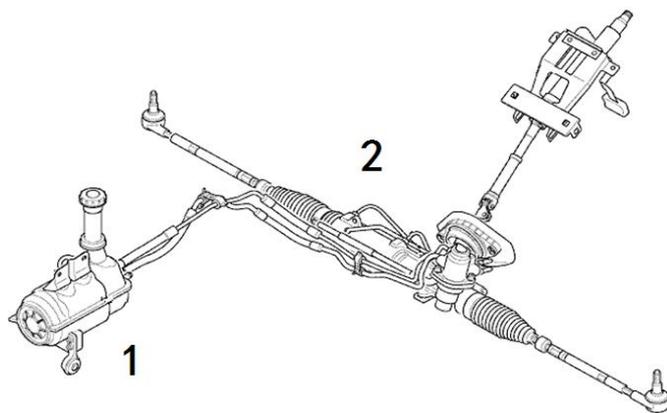
雷克萨斯轿车流量控制式动力转向系统

电磁阀安装在通向转向动力缸活塞两侧油室的油道之间，当电磁阀的阀针完全开启时，两油道就被电磁阀旁通。流量控制式动力转向系统就是根据车速传感器的信号，控制电磁阀阀针的开启程度，从而控制转向动力缸活塞两侧油室的旁路液压油流量，来改变转向盘上的转向力。车速越高，流过电磁阀电磁线圈的平均电流值越大，电磁阀阀针的开启程度越大，旁路液压油流量越大，而液压助力作用越小，使转动转向盘的力也随之增加。

。



该控制方式中，转向助力泵不再由发动机经皮带驱动，而是由电动机来驱动，并且在此基础上加装了电控系统，使得转向助力的大小根据实际需求进行调节。该系统由方向盘角度传感器、电子助力泵、ECU等部件组成。



电动液压泵式动力转向系统
1—电子泵和ECU； 2—转向机总成

该系统采用电子控制，可以实现更为精确的转向助力控制。该系统的转向助力泵由电动机驱动，在发动机意外突然熄火时，系统仍然控制电机工作，提供转向助力，以保障车辆在紧急情况下的行车安全。并且由于发动机不再驱动助力泵的运转，汽车每百公里可节约燃油约 0.1 ~0.2升。



(1) 系统组成

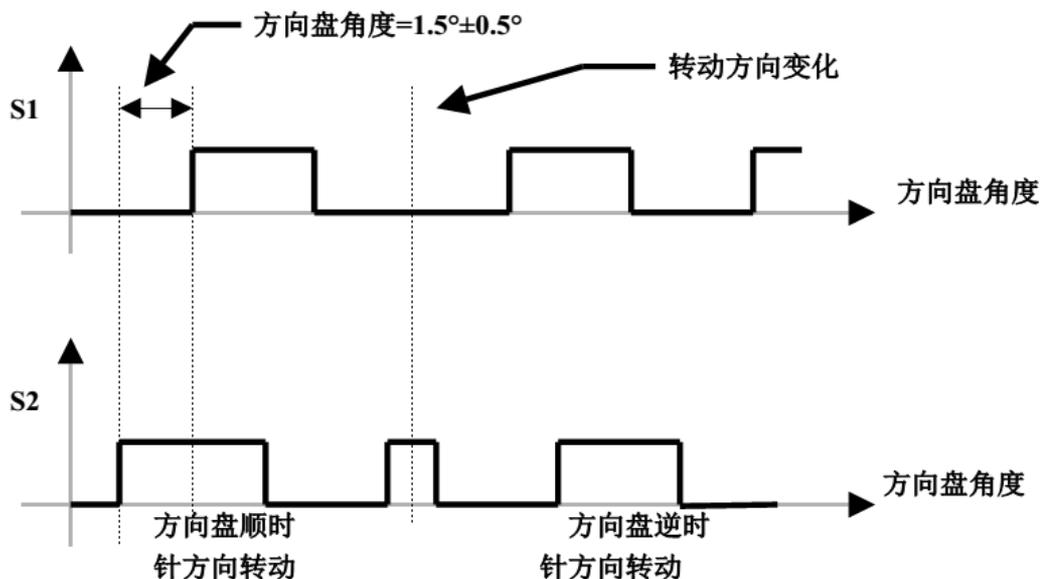
① 方向盘角度传感器。该传感器一般安装在方向盘下方的转向柱上，其用于检测方向盘转动方向（即向左、向右）以及方向盘的角速度。方向盘角度传感器检测角度位置，并将方向盘角度信息发送给电控动力转向ECU。方向盘角度传感器与转向柱采用机械机构连接，该装置能保证方向盘角度传感器随着方向盘的转动而转动。

方向盘角度传感器的类型主要有：霍尔式、光电式、磁电式。



方向盘角度传感器

霍尔式方向盘角度传感器会发送两个方波信号给电控动力转向ECU。ECU通过比对这两个信号确定方向盘转动的速度和方向。霍尔式方向盘角度传感器发送信号 S1 和 S2。通过对比信号S1和S2之间高低电位不同，来判断方向盘的转向。



方向盘角度传感器信号S1和S2比对

②电子助力泵。电子助力泵的作用是接受ECU的指令，通过改变自身的转速来改变进入转向助力缸中的油液的流量和压力。即电子助力泵通过改变电机的转速而实现对转向系统助力的改变。电子助力泵电机转速越高，提供的方向助力就越大。



电子助力泵电机总成

③电控动力转向ECU。其作用是根据方向盘角度传感器、车速传感器等提供的信息控制电子助力泵电机的运转，改变整个转向系统中液压流量，从而改变转向助力的大小。电控动力转向ECU可以和电子助力泵安装在一起，也可以分开布置。



(2) 系统运行原理

电控动力转向ECU采集车辆点火开关信息、发动机运行信息、方向盘转角信息、车辆行驶速度信息等以确定转向助力的大小。**点火开关信息作为系统是否进入工作状态先决条件。发动机运转信息则作为系统是否进入工作状态第二条件。**只有当两个信息都传送给ECU后，ECU经过判断满足启动条件后，才会让转向助力泵电机进入工作状态。在系统工作时，如果发动机突然意外熄火，发动机ECU将会把发动机运行停止信息传递给动力转向ECU，系统为了保证行驶安全，仍然会让转向助力泵电机工作，直至点火开关信息出现关闭后，才会停止转向助力泵电机的工作。

该系统还具有过热保护功能。在电子助力泵内部安装有油温传感器，用于探测转向助力油温。当转向助力油温达到一定程度，系统为了避免电机和ECU因温度过高而损坏，将逐步降低助力泵电机转速。

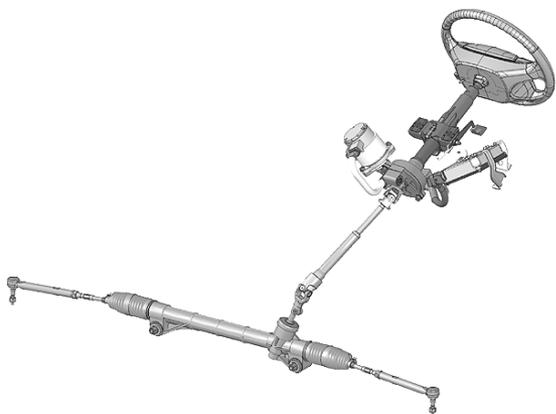


2. 电控液压动力转向系统



电动式EPS由电动机直接提供转向助力，省去了传统液压式动力转向系统中转向油泵、油管、液压油、助力泵皮带、分配阀等零部件。

根据助力电机的安装位置不同，系统可以分为转向轴助力式、齿轮助力式、齿条助力式3种。转向轴助力式EPS的电动机固定在转向轴一侧，通过减速机构与转向轴相连，直接驱动转向轴助力转向。齿轮助力式EPS的电动机和减速机构与小齿轮相连，直接驱动齿轮助力转向。齿条助力式EPS的电机和减速机构则直接驱动齿条提供助力。



EPS系统转向轴助力式



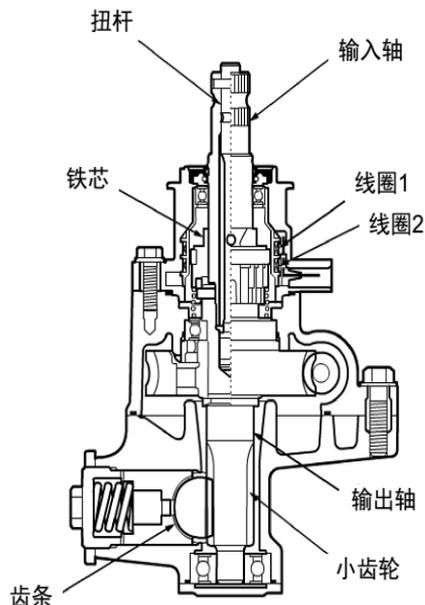
EPS齿轮助力式



EPS齿条助力式

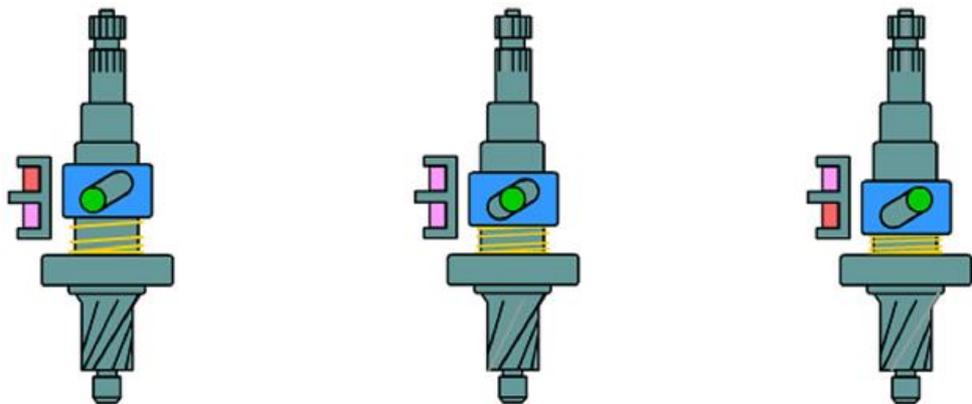
(1)转向力矩传感器。动力转向ECU需要根据驾驶员作用在方向盘的转角、方向和力矩大小信息，来判断提供给转向系统助力的大小。作用在方向盘上力矩多少、方向盘的转角与方向都是由方向盘转矩传感器测量。

方向盘转矩传感器安装在转向系统中的扭杆上，其通过测量扭杆扭转变形量，来测量作用在方向盘上的力矩。



转向力矩传感器位置

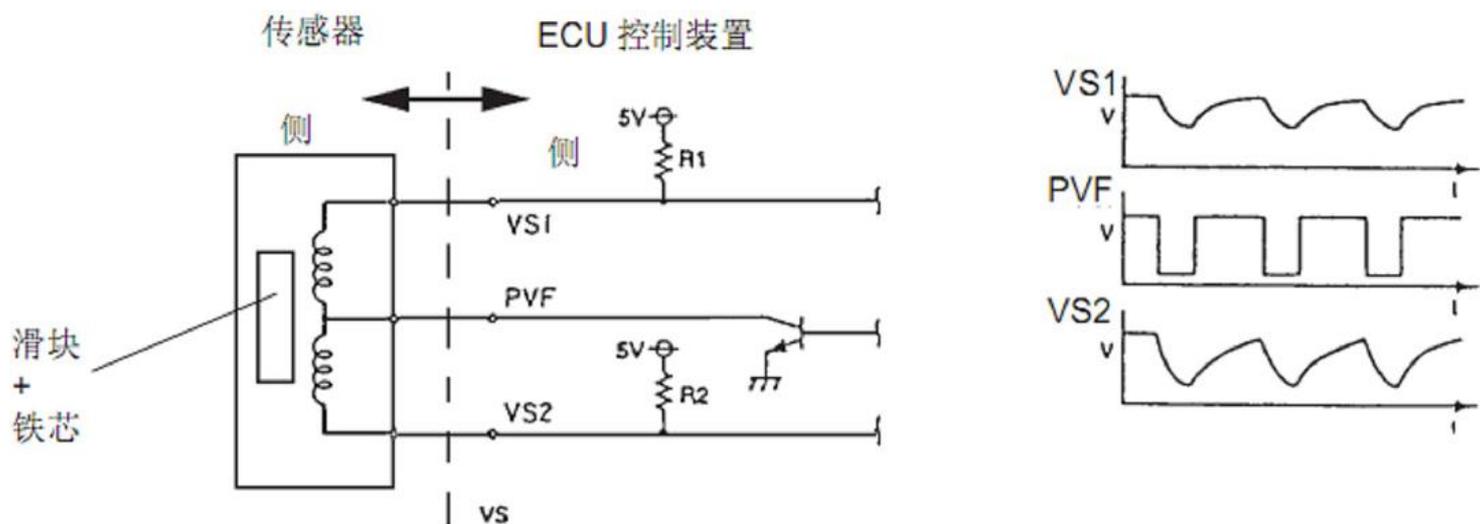
转矩传感器内部由两组线圈和一个铁芯滑块组成。转向输入轴与小齿轮通过扭力杆相连接。滑块与小齿轮共同转动，但其自身还可以垂直移动，通过此种方式，滑块与小齿轮结合。输入轴上安装有导向销，该销位于滑块上的斜槽内。当地面提供阻力较小时，转向输入轴、小齿轮和滑块共同转动，此时滑块不做垂直移动。当地面提供阻力较大时，扭杆扭转变形，并使输入轴和小齿轮的转向角产生差异。从而导致导向销和滑块的转角不同时，导向销迫使滑块垂直移动。



(a) 向右转 (b) 中间位置 (c) 向左转

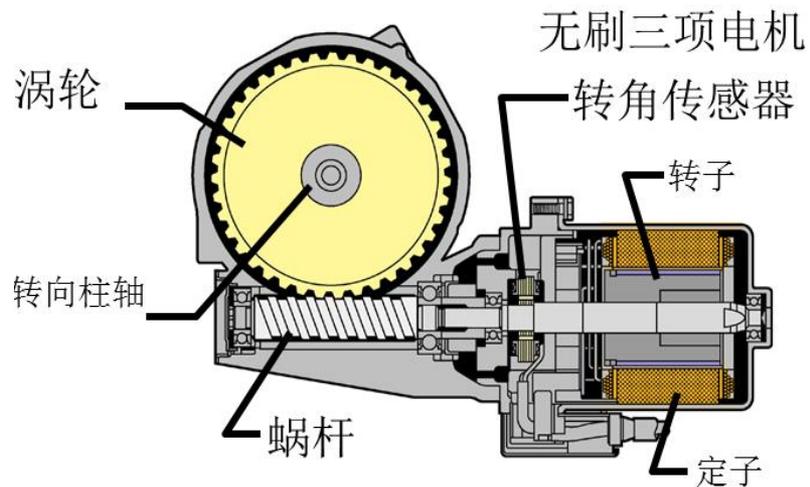
转矩传感器工作原理

当滑块（即铁芯）被两组线圈移动时，每个线圈的阻抗也相应地变化。ECU通过检测这些阻抗的变化，并由此判定转向方向及扭矩大小。



转矩传感器线路及信号

(2)转向助力电机。转向助力电机通过使蜗杆转动，通过蜗杆作用在转向柱上，起到增加转向助力的作用。转向助力电机采用无电刷三相电机。但这类电机工作电压较高，在内部设有电压转换装置，将12V的电压增加至30V左右，才提供给电机供电。



转向助力电机

(1)基本工作原理。纯电动式EPS系统中，转向力矩传感器向动力转向ECU提供方向盘转角、方向、作用在方向盘的力矩信息。同时ECU还收集车辆速度信息，根据这些信息通过计算比较，得出控制转向助力电机电流数值，从而控制转向助力电机的电流强度及方向。

系统ECU通过检测各种信号、电机的运行及自身工作情况，一旦出现问题，系统将点亮电控动力转向系统故障警告灯，并根据异常情况的性质，尽可能保持电子助力转向系统正常工作。如果系统无法继续工作，系统将停止向转向系统提供助力。



该系统内部安装有温度传感器，用于检测电机及其它电子设备温度。如果反复转动方向盘，会造成电子助力电机功率消耗增加，电机会发热，进而影响转向系统工作。当ECU检测到电机中热量增大时，系统会逐渐降低电机电流，以保护系统，从而限制转向助力操作。



(2)系统辅助功能。

①转向主动回正功能。指EPS系统帮助方向盘返回到正直向前位置。车辆在低速行驶时，受到车辆悬架定位参数等因素影响，方向盘自动回正能力变弱。而主动回正就是使其能够通过其在低车速时作用更大的力来补偿方向盘的自动回正。

②保持直线行驶功能。它是主动回正功能的一个扩展，当没有力提供时，系统产生一个助力使车轮回到中心位置。



任务实施

EPS系统的故障主要集中在：助力电动机故障、方向盘转角传感器失效、系统进入热保护导致失效等几个方面。进行故障诊断时，和所有的电控系统类似，可以利用故障诊断仪根据故障自诊断的流程进行一步一步地检查，最终确定故障部位。



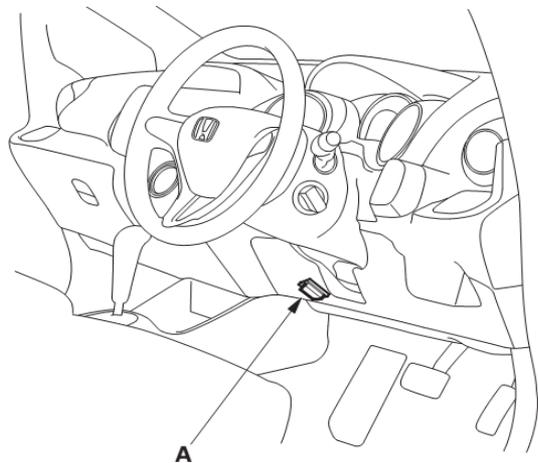
1. 方向盘转矩传感器初始化



任务实施

1. 方向盘扭矩传感器初始化

- (1)关闭车辆点火开关，使其置于LOCK位置，连接诊断仪到驾驶员侧仪表板下的故障诊断接口。
- (2)打开点火开关将点火开关转至 ON位置。
- (3)进入诊断仪相应车型系统，并保持与车辆和 EPS 控制单元正常通信。
- (4)从EPS菜单上，选择扭矩传感器学习指令，并按照诊断仪提示进行操作。
- (5)系统显示初始化结束后，将点火开关转至关闭位置。



连接车辆诊断接口

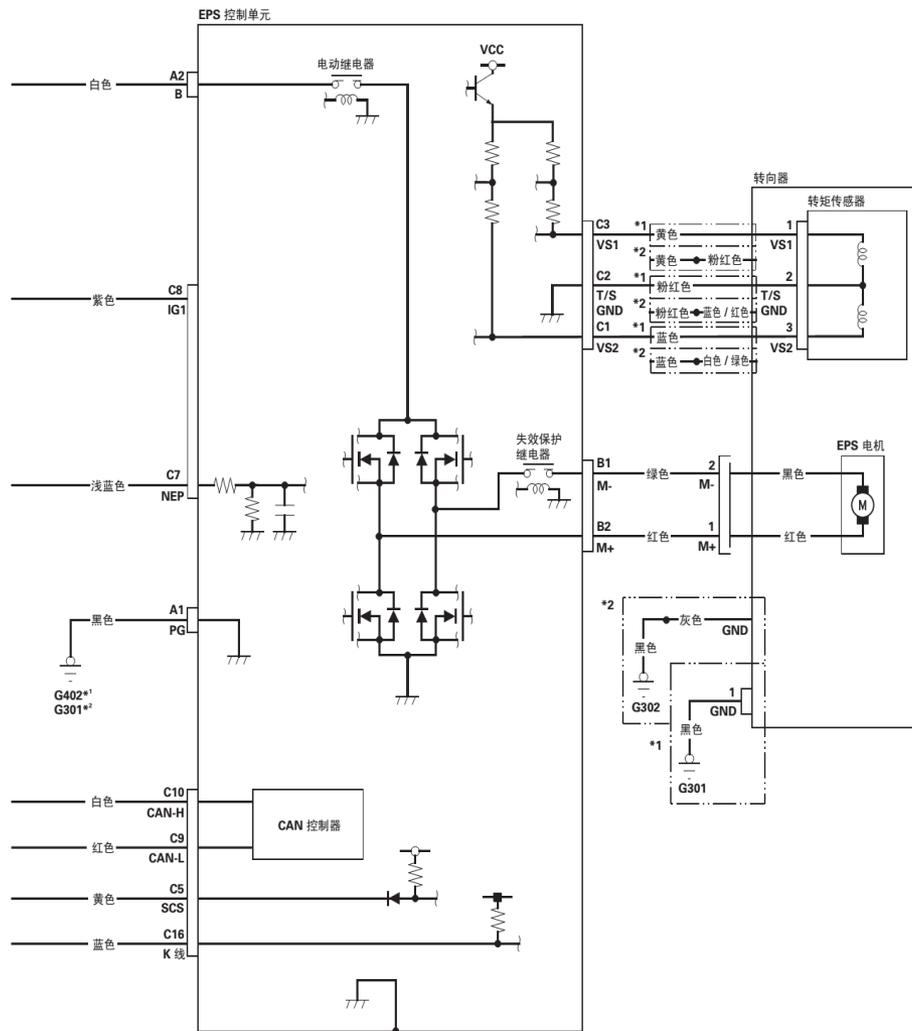


2.电控动力转向系统故障检修



任务实施

2. 电控动力转向系统故障检修



EPS系统电路



- (1) 连接诊断仪后，将点火开关转至 ON 位置。
- (2) 使用诊断仪清除 EPS 系统故障代码。
- (3) 将点火开关转至 LOCK 位置。
- (4) 起动发动机。
- (5) 将方向盘从一个极限位置转到另一个极限位置数次。
- (6) 使用诊断仪读取 EPS 系统故障代码。如果故障代码为电机线路断路。进行步骤 7。如果不是则说明是系统间歇性故障，此时系统正常。检查 EPS 电机和 EPS 控制单元是否连接不良或端子松动。□
- (7) 将点火开关转至 LOCK 位置。
- (8) 断开 EPS 控制单元插接器 B 和 EPS 电机针插接器。



任务实施

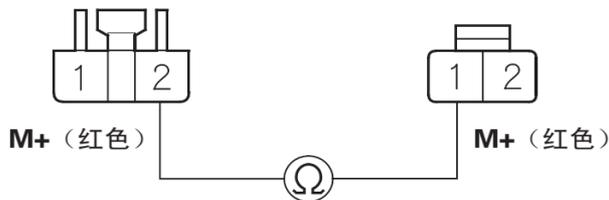
2. 电控动力转向系统故障检修

(9)检查 EPS 控制单元插接器B (2针) 2号端子和EPS电机2针插接器1号端子之间是否导通状况。用万用表欧姆档检查导线状态，如果导通状态良好，进行下一步。如果不导通则修理EPS控制单元和EPS电机之间线束。

(10)检查 EPS 控制单元插接器B (2针) 1号端子和EPS电机2针插接器2号端子之间是否导通。用万用表欧姆档检查导线状态，如果导通状态良好，进行下一步。如果不导通则修理EPS控制单元和EPS电机之间线束。

EPS 控制单元
插接器 B (2 针)

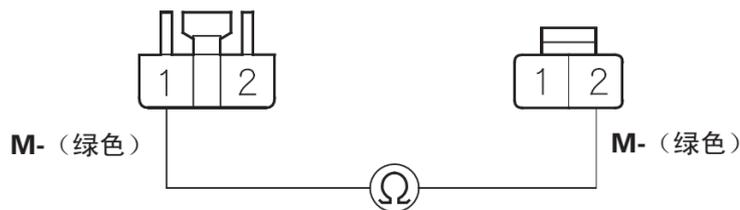
EPS 电机 2 针
插接器



阴端子的线束侧

EPS 控制单元
插接器 B (2 针)

EPS 电机 2 针
插接器



阴端子的线束侧

EPS控制单元与电机导通性检测 (一) EPS控制单元与电机导通性检测 (二)



(1)在 EPS 电机侧，检查EPS电机2针插接器1号和2号端子之间是否导通。用万用表欧姆档检查电机状态，如果EPS电机两个端子导通，则检查 EPS 控制单元插接器是否端子松动，如有必要，进行修理。如果发现连接不良，则更换EPS控制单元。如果不导通，则更换EPS电机。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电控动力转向系统类型、组成及特点	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够进行电控动力转向系统部件检查、更换，针对系统故障进行诊断	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定	动手能力	15%
					工单填写	15%
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%		
			小组互评			
			教师评定			



谢谢!



高等职业教育“十三五”规划教材

汽车底盘电控系统检修

蔺宏良 张光磊 主 编
黄晓鹏 张 玺 副 主 编
崔选盟 主 审



项目一

电控液力自动变速器检修

项目二

CVT 检修

项目三

DCT 检修

项目四

电子控制防滑稳定系统检修

项目五

电子控制行驶系统检修

项目六

电子控制转向系统检修

项目六 电子控制转向系统 检修



任务1

低速时转向沉重故障的检修

任务2

转向系统故障灯点亮故障的检修



任务2 转向系统故障灯点亮故障的检修



1 任务导入

2 任务分析

3 学习目标

4 建议学时

5 学习资讯

6 任务实施

7 考核评价



任务导入

一辆行驶里程约1.1万km，车型为F01的2015年宝马750Li轿车。用户反映：该车辆在行驶中仪表中转向系统故障灯点亮报警，中央信息显示屏显示“转向性能！可以继续行驶，注意转向！由最近的BMW售后服务检查！”。用户感觉转向时比平时稍微有点重。



任务分析

接车后检查，发现转向系统的故障灯还是点亮着；关闭点火开关后重新打开，故障灯无法熄灭。连接ISID进行全车的诊断检测，删除故障代码后重新读取到12个当前存在的故障代码。由于该车装配的是宝马整体式主动转向系统，即电子控制四轮转向系统，因此，要分析诊断该故障，需要在了解电子控制四轮转向系统的组成、原理的基础上，利用诊断仪读取系统故障代码，并根据提示进一步检查系统电路，最终确定故障部位并排除。



学习目标

能力目标	知识目标	素养目标
<p>1) 能够描述四轮转向系统的结构特点</p> <p>2) 能够对电控四轮转向系统故障进行检测诊断</p>	<p>1) 理解电控四轮转向的组成、类型和工作原理</p> <p>2) 理解电控四轮转向系统故障诊断流程</p>	<p>1) 具有良好的工作责任心和职业道德</p> <p>2) 具有安全操作意识和5S作业管理意识</p> <p>3) 培养团队协作与沟通精神</p>

建议学时

2学时



1. 电控四轮转向系统概述

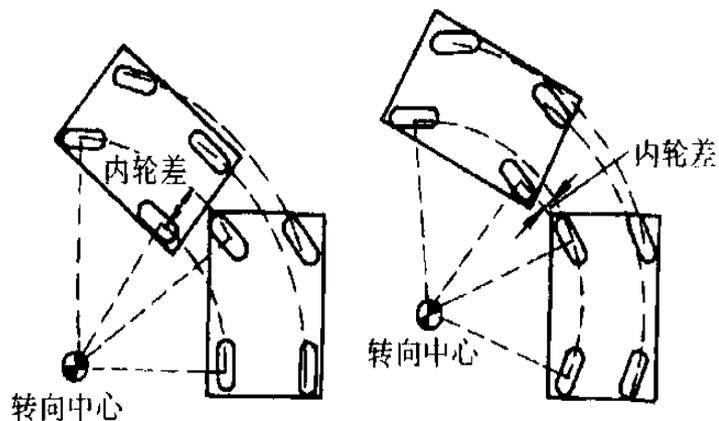


采用四轮转向系统的目的是：在汽车低速行驶时，依靠逆向转向（前、后车轮的转角方向相反），获得较小的转向半径，改善汽车的操纵性；在汽车中、高速行驶时，依靠同向转向（前、后车轮的转角方向相同），减小汽车的横摆运动，使汽车可以利用高速变换行进路线，提高转向时的操纵稳定性。



(1) 4WS车辆低速时的转向特性

汽车在低速下转向时，2WS车辆（前轮转向操纵）的情况是后轮不转向，所以转向中心大致在后轴的延长线上。4WS车辆的情况是对后轮进行逆向转向操纵，转向中心就比2WS车的超前并在靠近车体处。在低速转向时，若前轮偏转角度相同，则4WS车的转向半径更小，内轮差也能减小，所以转向性好。

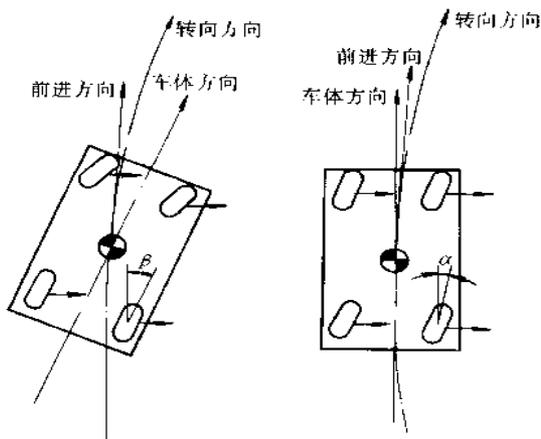


(a) 2WS车辆 (b) 4WS车辆
低速时转向特性对比图

(2)4WS车辆中高速时的转向特性

前轮转向时，前轮产生侧偏角 α ，并产生旋转向心力使车体开始自转。当车体出现偏向时，后轮也出现侧偏角 β ，且也产生旋转向心力。4轮分担自转和公转的力，一边平衡一边转向。但是，车速愈高，离心力就愈大，车体的自转运动就愈不稳定，容易引起车辆的旋转或侧滑。

在4WS车辆上通过对后轮的同向转向操纵，使后轮也产生侧偏角 α ，使它与前轮的旋转向心力相平衡，从而抑制自转运动。这样有可能得到车体方向与车辆前进方向相一致的稳定转向状态。



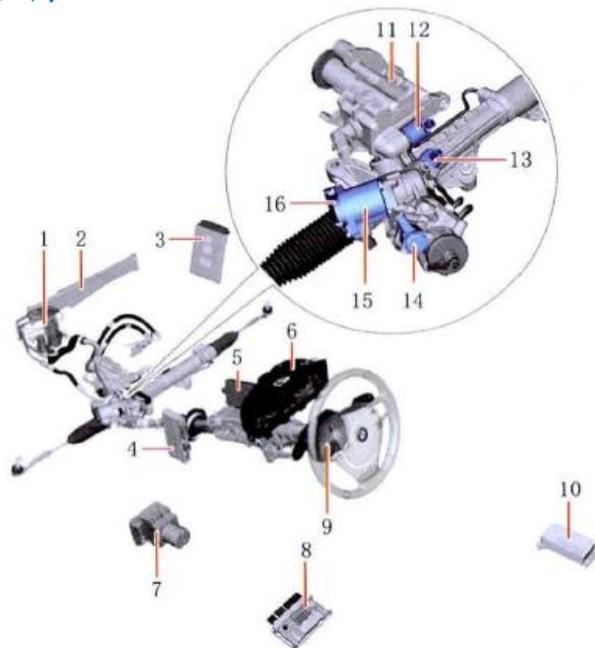
(a) 2WS车辆 (b) 4WS车辆

高速行驶转向特性对比

2. 宝马整体式主动转向系统



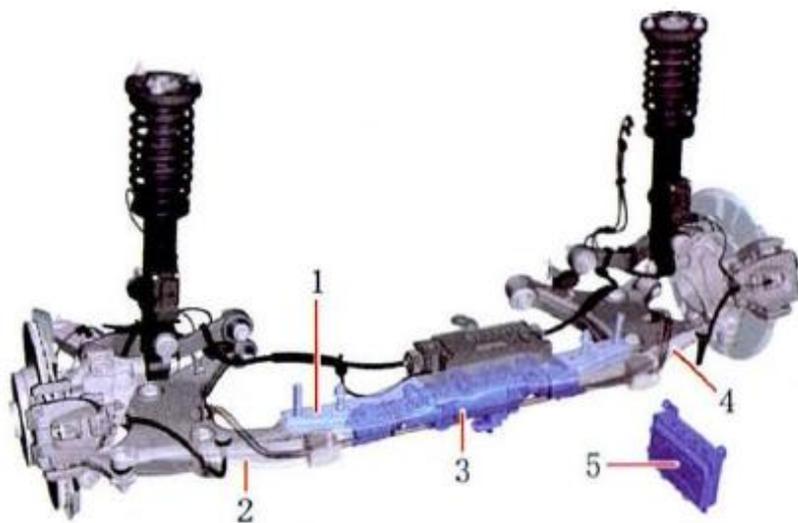
宝马整体式主动转向系统由前轮主动转向系统和后轮侧偏控制系统两部分组成。



- 1—液压油储油罐;2—转向助力系统冷却器;3—DME/DDE(发动机控制模块);4—ZGM(中央网关模块);5—CAS(便捷登车及起动系统控制模块);6—组合仪表;
7—DSC(动态稳定控制系统控制模块);8—AL(主动转向系统控制模块);9—SZL(转向柱开关中心);10—ICM(集成式底盘管理系统控制模块);11—液压泵;
12—EVV 阀;13—锁止件;14—Servotronic 阀;15—执行单元电动机;16—电动机位置角度传感器

宝马主动转向系统结构





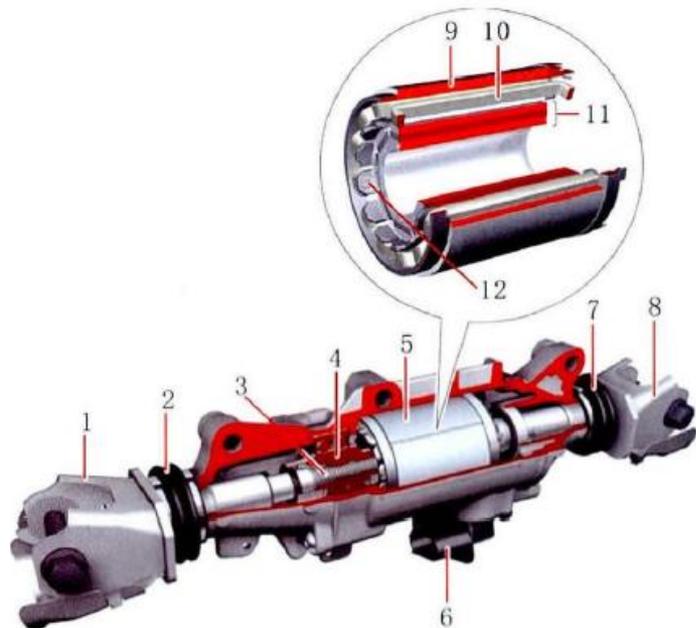
1—支撑板;2—左侧前束控制臂;3—HSR 执行机构;4—右侧前束控制臂;5—HSR 控制模块

宝马后轮侧偏控制系统

后桥上的HSR执行机构固定在后桥托架上的支撑板下。该机构属于电动机械式执行机构，位于后桥的两个横拉杆之间。在执行器中安装有下列部件：

- ① 伺服电机；
- ② 电机位置传感器；
- ③ 转向横拉杆位置传感器。

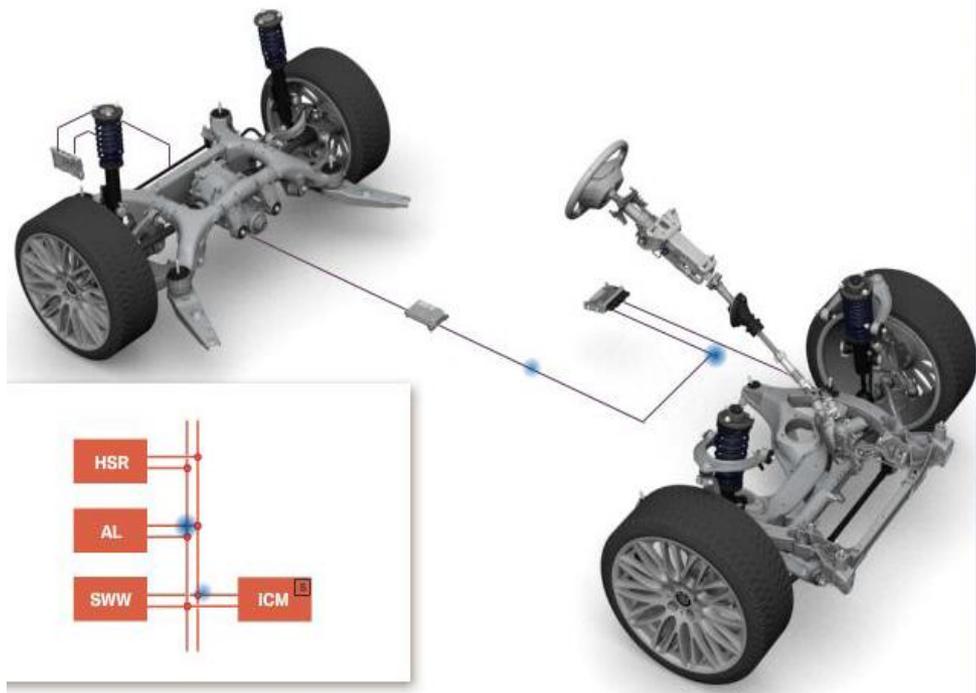
电动机械式作动器由一个伺服电机组成，该电机通过一个螺杆传动装置移动两根转向横拉杆，转向横拉杆与随动转向臂连接。



1—左侧前束控制臂固定架；2—左侧防尘套；3—螺杆传动机构；4—螺杆螺母；5—电动机；6—导线连接器；7—右侧防尘套；8—右侧前束控制臂固定架；9—铁制外套；10—绕组定子；11—永久磁铁；12—托架/电枢绕组铁心

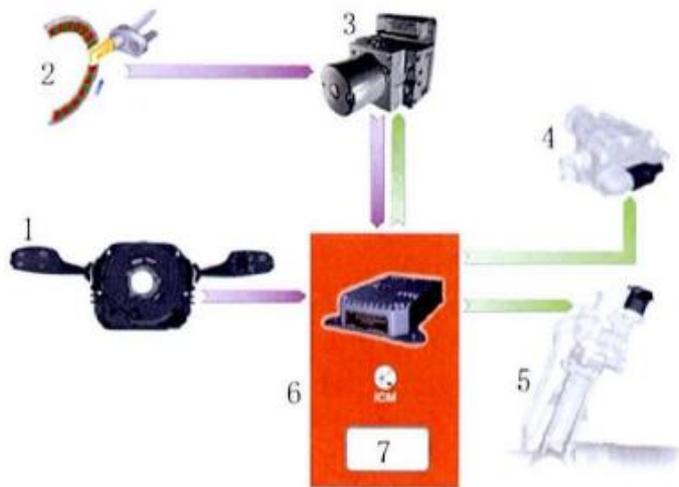
HSR执行机构

该系统涉及主动转向控制（AL）、后桥侧向偏离调节（HSR）、换道警告装置（SWW）和一体式底盘管理系统（ICM）四个模块，各个模块通过车载网路进行通信。主动转向控制（AL）用于实现前轮的转向控制；后桥侧向偏离调节（HSR）用于后轮的转向控制。



整体式主动转向系统工作原理

一体式底盘管理系统（ICM）是上级控制模块，在内部计算整体式主动转向控制的标准值。系统工作时，ICM获取DSC（动态稳定控制单元）通过FlexRay网络传递的四个车轮转速传感器信息、转向柱开关中心（SZL）通过FlexRay网络传递的转向盘角度信息，根据当前行驶状态和驾驶员转向角计算出可变转向器传动比和偏航角速率控制的标准值。



1—转向柱开关中心;2—车轮转速传感器;3—动态稳定控制系统;4—EVV 阀;5—Servotronic 阀;6—ICM;7—ICM 中的“转向系统控制”功能

ICM的工作原理

2. 奥迪四轮驱动转向系统



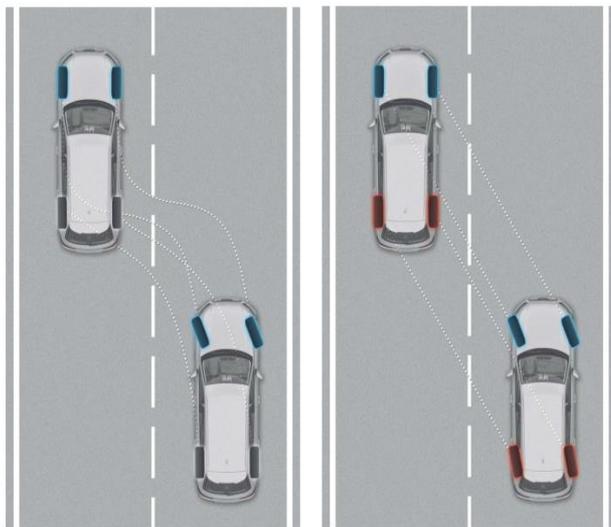
(1)反方向转动

反方向转动前轮和后轮的主要目标是改进低速操作，并缩小行驶车道。对于驾驶员而言，这个操作就降低了同等弯道半径和相同车速下的转向需求。因此主管上更易操纵车辆，并更加敏捷。为了全面利用这些优点，只在低速范围（最高约为 60 km/h）内激活反向转向功能。



(2)同向转动（一同转动）

同方向转动主要目的是改善车辆高速时操控性，能够使驾驶人员更加容易、更加轻便地改变车辆方向，并能够降低车辆高速转向失去稳定的风险。同时在车辆突然转动的情况下，转动后桥车轮可以提高行驶稳定性。后轮转向系统在车辆低速行驶时，采用反向转向后桥车轮，而车辆进入较高行驶速度时会同方向转动后桥。

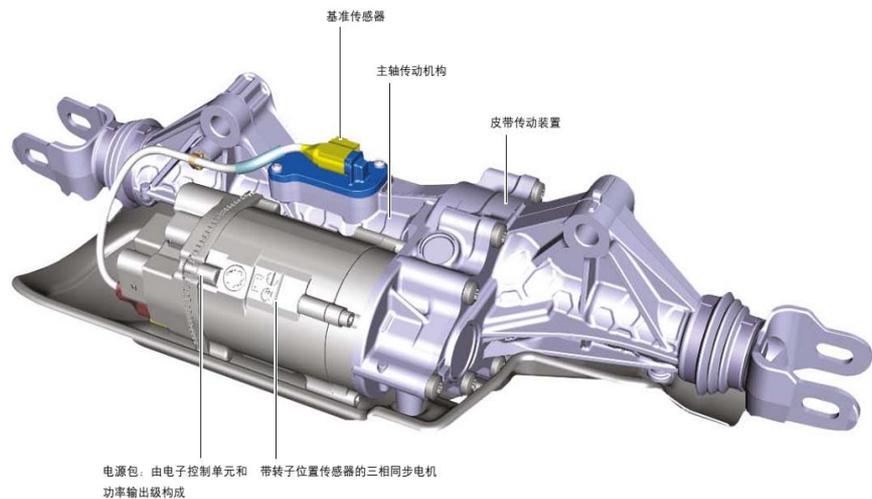


(a) 配备传统转向车辆 (b) 配备四轮驱动转向车辆
紧急避让/突然变道情况对比

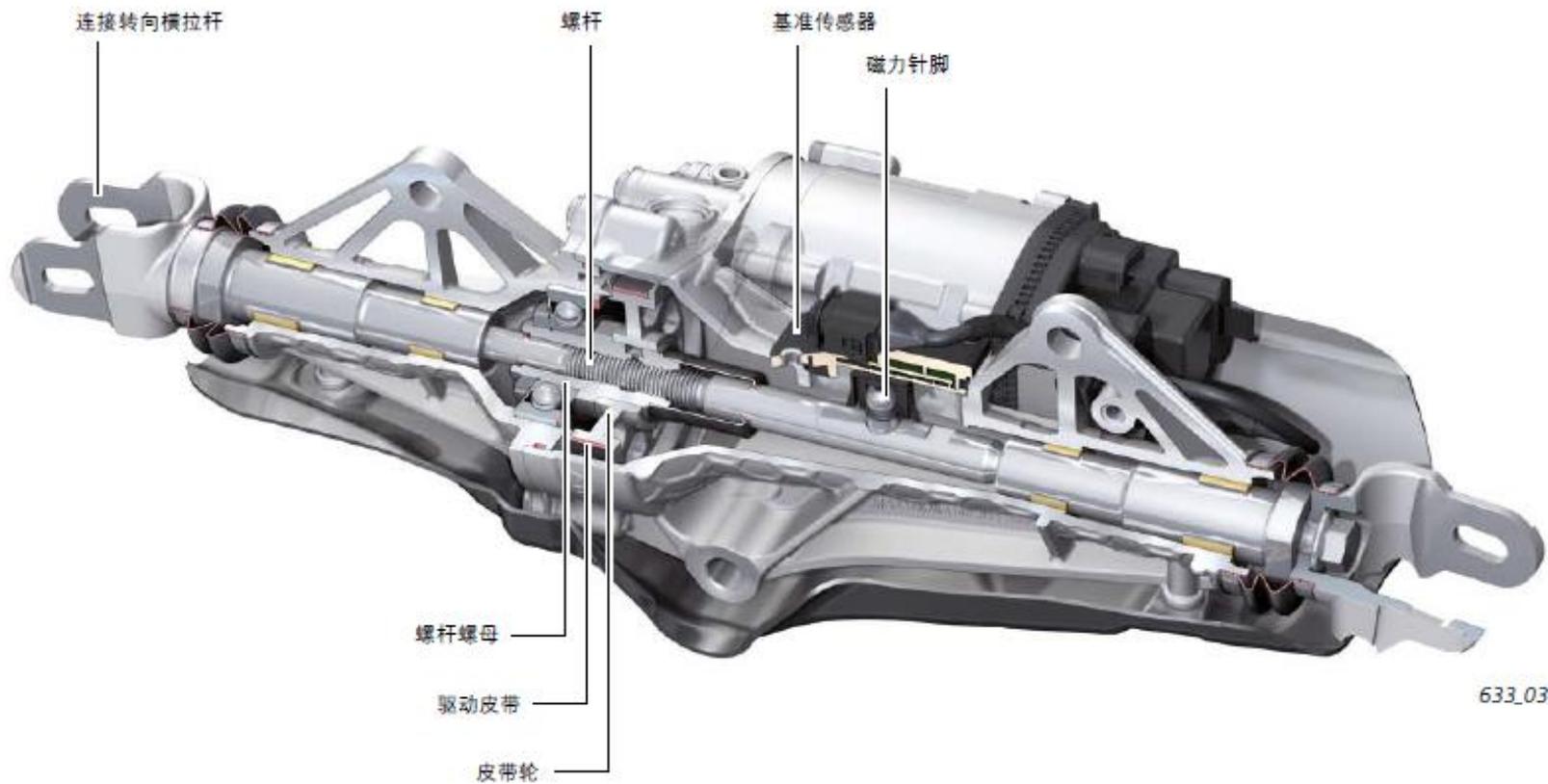
该系统后车轮支架上的转向横拉杆与传统后桥一样，安装在橡胶金属轴承上。调节元件、驱动装置和电子调节系统构成的整个单元固定在副车架上，同时转动车轮相同的转向角。由于偏摆角度最多更改约 5° ，因此不像前桥一样需要使用摆动轴承。通过摆臂与车轮支架之间轴承元件的弹性实现改动角度。



(1) 主轴传动机构。主要由基准传感器、电机、后桥转向系控制单元及传动机构组成。电机通过驱动皮带驱动螺杆螺母。螺杆螺母的转动运动，转换成螺杆的直线运动。相连的转向横拉杆将这种直线运动传递到车轮支架上，车轮一同向右或向左转动（取决于电机的转动方向）。

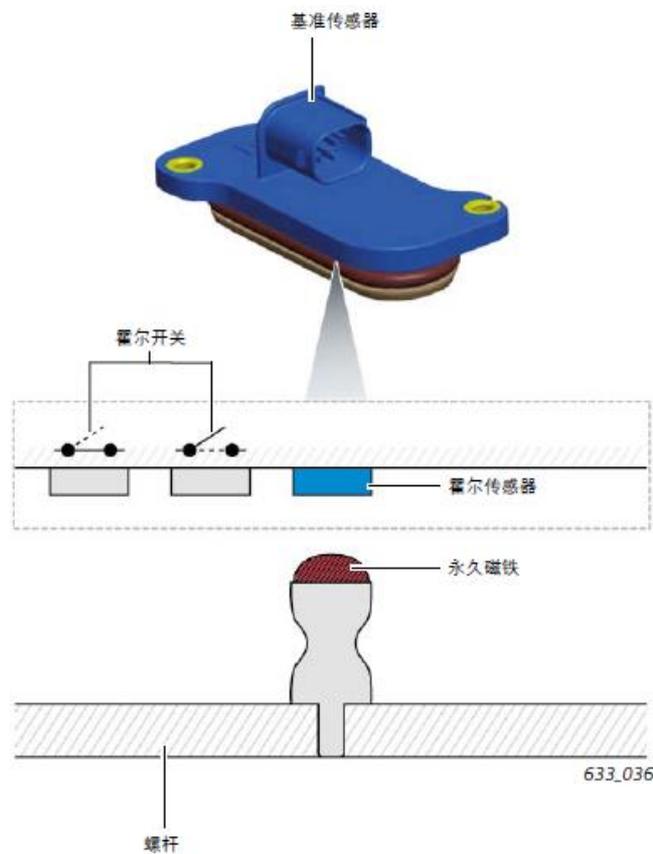


主轴传动机构（正面）



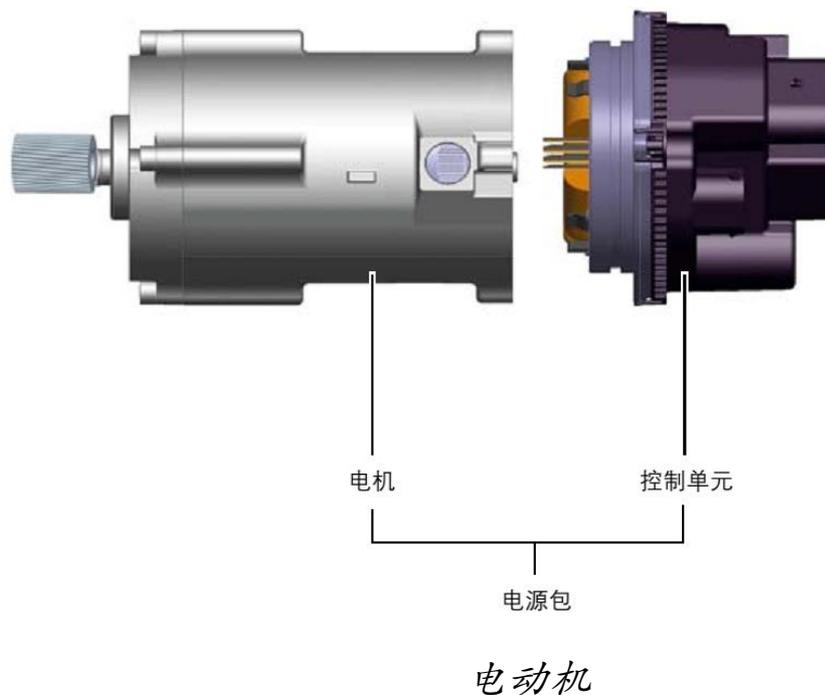
主轴传动机构 (背面)

(2)基准传感器。基准传感器测定零位位置，即螺杆驱动装置的“中间位置”：不在转向位置或是处于不偏不倚的状态。该传感器按照霍尔原理工作。为此，螺杆配有一个轴颈，它固定在永久磁铁上。在零位位置区域内以小幅角度范围识别螺杆位置。在真正霍尔传感器的“上游”，传感器电路板上有两个额外的霍尔开关。这些开关用于识别螺杆运动方向。



基准传感器

(3)电动机。作用是调节后轮转向驱动机构。电机采用三相交流无刷同步电机。电机内部有控制单元用于将直流电转换成三相交流电。同时电机中内置一个转子位置传感器，用于精确记录转子的位置。



(4)后桥转向系控制单元 J1019

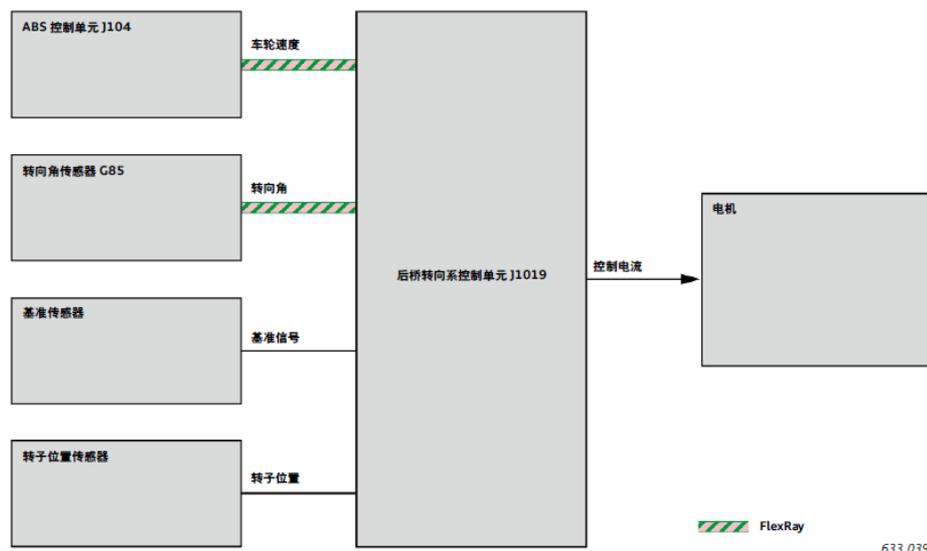
控制单元和触发单元构成了一个复杂的密封单元，通过螺栓与电机连接在一起，防溅水和湿气。该控制单元作为小电阻终端共享单元连接在FlexRay 上。根据定义的输入端信息计算电机所需的触发电流。AC/DC 转换器提供用于触发电机的交变电压。



后桥转向系的功能需要下列信息：

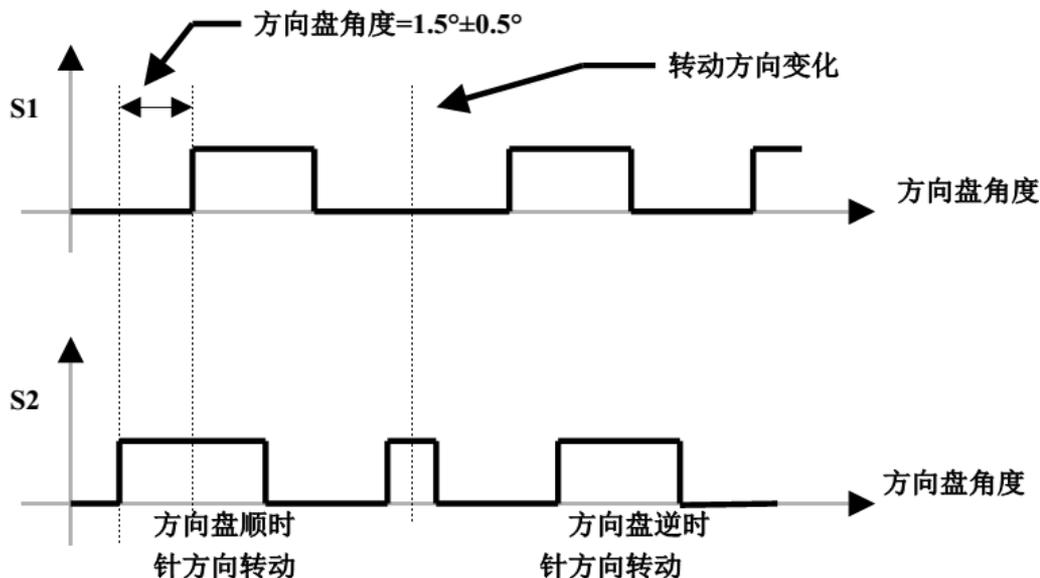
①车轮速度。ABS 控制单元 J104 将车轮速度以信息形式发送到 FlexRay 上。后桥转向系控制单元 J1019 由此确定车辆参考速度，这个速度值作为冗余与由ESC 确定的车辆参考速度进行比较。

②转向角。转向角传感器 G85 记录转向角，同时以信息形式发送到 FlexRay 上。



奥迪四轮驱动转向系统工作原理

霍尔式方向盘角度传感器会发送两个方波信号给电控动力转向ECU。ECU通过比对这两个信号确定方向盘转动的速度和方向。霍尔式方向盘角度传感器发送信号 S1 和 S2。通过对比信号S1和S2之间高低电位不同，来判断方向盘的转向。



方向盘角度传感器信号S1和S2比对

(1) 接线端 15 接通时的特性

打开点火开关时（通过 FlexRay 传输接线端 15 的信息），控制单元检测是否存在运行后桥转向系的下列条件：

- ① 前桥上的电控机械式转向系产生的助力比最高转向助力高出 20 %。
- ② 已经连接车辆蓄电池（接线端 30），并且功能正常。
- ③ 没有对换控制单元/转向单元（比较存储的车辆识别号 VIN 与通过 FlexRay 接收到的当前车辆的 VIN）。
- ④ 已正确匹配 / 编码后桥转向系。



(2) 驾驶员进行转向运动时的特性

通过编码控制单元在控制单元中存储特性曲线，这些特性曲线根据车速和前桥转向角确定后桥转向角。

当驾驶员在低速（最高约为 60 km/h）行驶期间进行转向操作时，朝着与前车轮相反的转动方向转动后车轮，最大不超过 5° 。

当车速更高时（自大约 70 km/h 起），用明显更小的转向角同向转动后车轮。



(3) 车辆静止时的特性

在车辆静止时，后车轮每次都位于中间位置（初始位置）。通过分析基准传感器和转子位置传感器的测量值确定精确的位置。

驾驶员也可以通过在奥迪驾驶模式选择系统中选择车辆特性来直接干涉后桥转向系的功能。根据选择的设置，系统支持运动、协调或舒适的转向特性。只有在系统出现故障时，才会向驾驶员显示后桥转向系的信息。该警告符号与前桥电控机械式转向系的常见符号相一致。



1.电控四轮转向系统的故障诊断



(1)路试。进行故障诊断前应向车主了解故障情况，并进行路试。如果路试中四轮转向指示灯没有亮，说明电子系统是完好的，不需进一步诊断；如果仍有问题，应参考维修手册进行人工检查，以发现和排除故障。

(2)一般检查。举升汽车，检查 4WS 系统所有电气线路、接头和元件有无断路、松动和损坏。如有损坏，进行必要修理和更换。

(3)读取故障码。读取故障代码；从维修手册中查阅故障码含义及处理方法。

(4)清除故障码。消除故障码可用的方法有：断开蓄电池电缆；断开四轮转向 ECU 插座；从发动机罩下的熔断器—继电器盒中拔下 43 号时钟—收音机 10A 熔断器。当系统存有与主转角传感器有关的故障代码时，必须拔下 43 号时钟—收音机熔断器方可消除故障码。



(1) 主、副转角传感器的检查

①检查准备。如果在检查前曾断开过蓄电池、4WS ECU 插接器或43号时钟—收音机熔断器，应将其恢复，并起动发动机，向左、右打满转向盘至少一次。

②作转向记号。将汽车停在车轮转向角检查台上，使4轮处于转向角测量盘的中央，并使测量盘的显示数在车轮处于直行状态时为零。将转向盘置于直行位置，在转向盘上方贴上500mm长的胶带，并标出中心点和左、右各9mm、18mm、55mm点。然后短接4WS检查插座电极（插座位于仪表板中部的下方，短接前应先读取故障码），拉紧手制动，打开点火开关确认手制动灯点亮，使前轮转角传感器处于检测状态。



④前轮副转角传感器的零位检查。打开点火开关（可接③步骤直接进行），慢慢左、右转动转向盘，直到找出使4WS转向灯以0.2s间隔闪烁的位置，应在左、右各55mm处。否则，应调整前轮副转角传感器。

⑤后轮副转角传感器的零位检查。

⑥后轮主转角传感器的电子中性检查（可接⑤步骤进行）。在点火开关打开时，将左后轮转向最左方极限位置，然后慢慢向右转，在左后轮刚刚开始右转向时，4WS指示灯应点亮2s以上。否则，应检查后轮主转角传感器是否损坏。

最后，关断点火开关，拆下后轮转向执行器锁销，并装好螺盖。拆下检查插座短接线，装好4WS执行器罩。



(2) 前轮主转角传感器的调整

①将汽车置于转向角检查台上，4轮处于转向角检查盘的中央，并左、右打满方向数次。

②当转向盘置于总转动圈数一半的中间位置时，转向盘轮辐应处于水平位置。否则，应检查、调整转向盘和前轮主转角传感器。

③拆下转向盘，查看位于转向柱上的主转角传感器的黄色标记是否处于正下方位置。如果是，说明主转角传感器处于电子中性位置；如果不是，应暂时装上转向盘，将黄色标记转到正下方位置，并将转向盘拆下，重新按轮辐水平位置装好。注意，安装转向盘时转向盘上的小孔应与安全气囊电缆的销钉配合好。



(3) 前轮副转角传感器的调整

① 举升汽车使四轮离地，将转向盘置于直行位置，短接好 4WS 检查插座，打开点火开关，安全拉紧手制动，并确认手制动灯亮起，使前轮副转角传感器处于检测状态，再关断点火开关。

② 松开前轮副转角传感器线束，并拆下罩盖，断开线束插接器。

③ 松开前轮副转角传感器锁紧螺母，接上线束插接器，并打开点火开关。

④ 在保持前轮处于直行位置状态的情况下，略转动转向盘使 4WS 指示灯亮起，并保持方向盘这一位置不变。

⑤ 沿顺时针方向慢慢转动前轮副转角传感器至 4WS 指示灯熄灭，记下此时传感器相对于转向器壳体的位置；慢慢沿逆时针方向转动传感器，直到 4WS 指示灯开始闪烁，记下传感器相对于壳体的位置。

⑥ 将前轮副转角传感器调转到 4WS 指示灯熄灭和开始闪烁的中间位置，并锁紧。

⑦ 关断点火开关，并接上插座，固定好线束。

⑧ 进行一次零位检查。



(4)后轮副转角传感器的调整

- ①举升汽车使四轮离地，并短接 4WS 检查插座。
- ②松开手制动，并打开点火开关，确认手制动灯熄灭后关闭点火开关。
- ③拆下后轮转向执行器锁销孔螺盖，并装好锁销；松开后轮副转角传感器导线束，并断开插接器。
- ④松开后轮副转角传感器锁紧螺母。
- ⑤接上线束插接器，并将前轮置于直行位置，打开点火开关。
- ⑥将左后轮向左转到极限位置，然后再将其向右转，直到 4WS 指示灯亮（这使后轮主转角传感器处于电子中性位置）。
- ⑦逆时针方向慢慢转动后轮副转角传感器，直到 4WS 指示灯熄灭时，记下传感器相对于壳体的位置。然后将后轮副转角传感器顺时针转动到 4WS 指示灯开始闪烁的位置，并做好记号。
- ⑧将后轮副转角传感器转动到 4WS 指示灯熄灭和闪烁的中间位置，并锁紧。
- ⑨关断点火开关。
- ⑩固定传感器插接器和线束；拆下锁销，装好锁销孔螺盖和执行器罩；进行一次零位检查。



2. 奥迪四轮驱动转向系统售后维修注意事项



(1)后桥转向模块在供货时，在系统供应商处就已经确定 /校准了初始位置。为此在售后服务期间无需对系统进行操作。至于与相应的汽车相匹配只能通过调整后桥车轮的前束值实现。

(2)在售后服务中，只能以整个模块形式提供后桥转向系。没有规定单个组件的拆卸/更换方法。

(3)在安装该模块时，必须注意精确定位。

(4)更换新模块或对换模块后，需要在线编码全新的控制单元。此时从车辆数据库中下载车辆特定数据组。之后调整后桥前束值时，需要四轮定位电脑。

(5)在开始四轮定位之前，用车辆诊断测试仪通过基本设置“主动转向至齿条中间位置”调整转向系的精确中间位置。此时能够十分精确地确定齿条的中间位置。接着故障存储器中生成一条记录，并激活黄色警告符号。

(6)在设定前束后，关闭并打开接线端 15 一次，接着关闭基本设置，删除故障存储器记录。



考核评价

目标	评价要素	评价标准	评价依据	考核方式	权重	评分
知识	基本知识	理解电控四轮转向系统的类型、特点、组成与工作过程	个人作业 课堂笔记 课堂练习 小组作业	学生自评	10%	
				教师评定	10%	
				学生互评	10%	
能力	基本技能	能够规范地进行电控四轮转向系统故障检查	实践练习 小组作业 学生作业单	教师评定	动手能力	15%
					工单填写	15%
素质	学习态度	遵守纪律、积极参与课堂教学活动、按时完成作业、按要求完成准备	课堂表现记录、考勤表、同学及教师观察、课堂笔记	学生自评	10%	
				小组互评		
				教师评定		
	沟通协作管理	乐于请教和帮助同学、小组活动协调和谐、协作教师教学管理、做好教室值日工作、按要求做课前准备和课后整理	小组作业、小组活动记录、自评及互评记录、同学及教师观察	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		
	创新精神	有自主学习计划、在作业练习中能提出问题和见解、对教学或管理提出意见和建议、积极参与小组活动方案设计	个人作业、自主学习计划、学习活动、个人口头或书面提议	学生自评	15%	
				小组互评		
				教师评定		



谢谢!

