

第一部分 汽车自动变速器概述

1. 汽车变速器有哪些类型？

按不同的分类方法，可以把汽车变速器分为不同的类型：

(1) 按传动比变化方式分类

按变速器传动比变化方式，变速器可分为有级式、无级式和综合式三种。

有级式变速器。采用齿轮传动，具有若干个数值一定的传动比。其中，把传动比 $i_g=1$ 的档位称为直接档；把传动比 $i_g<1$ 的档位称为超速档。有级式变速器的常见型式有普通齿轮式（也称为轴线固定式）和行星齿轮式（也称为轴线旋转式）两种。

无级式变速器。相对有级式变速器而言，无级式变速器的传动比在一定范围内是无限连续变化的。常见的有电力式、液力式和机械式三种。电力式无级变速器的变速传动部件为直流串激电动机。液力式无级变速器的传动部件为液力变矩器。机械式无级变速器一般利用直径可变的传动轮来实现无级变速。

综合式变速器。传动比在最大值与最小值之间的几个不连续的范围內作无级变化。例如由液力变矩器和齿轮变速机构组成的液力机械式变速器就属于综合式变速器。这种综合式变速器目前使用非常普遍。

(2) 按操纵方式分类

按操纵方式不同，变速器可分为强制操纵式、自动操纵式和半自动操纵式三种。

强制操纵式变速器。由驾驶员直接操纵变速器操纵杆换挡。

自动操纵式变速器。传动比的选择和换挡自动进行，驾驶员只需操纵加速踏板与制动踏板来控制车速。

半自动操纵式变速器。半自动操纵式变速器有两种型式，一种是常用的几个档位自动操纵，其余档位则由驾驶员操纵；另一种是预选式，驾驶员预先用按钮选定档位，在踩下离合器踏板或松开加速踏板时，由电磁或液压装置自动换挡。

2. 汽车自动变速器有何优缺点？

(1) 自动变速器的优点

操纵简便。汽车变速的自动化消除了驾驶员换档技术的差异性，减轻了驾驶员的劳动强度，提高了行车安全性。汽车采用自动变速器后传动系统不需再设离合器，省去了离合器的操作。即使在城市交通情况复杂的道路上行驶，也不需进行频繁的换档操作，而由控制系统自动控制换档。当遇到红灯需要短暂停车时，也可不移动选档手柄直接刹车，驾驶员只需通过加速踏板和制动踏板来控制车速。如果道路条件变化，需要移动选档手柄的位置时，操作也很简单。若配备巡航控制系统，当汽车加速到一定的车速时，只要接通巡航控制开关，这时驾驶员不必操纵加速踏板，在巡航控制系统的控制下，汽车会自动地保持稳定的车速，使驾驶操作更加简便。

改善了汽车乘坐舒适性。汽车乘坐舒适性取决于多种因素，如汽车的悬挂系统、发动机的振动、噪声以及换档过程的平顺性等。由于自动变速器能把发动机的转速控制在一定范围内，并能避免转速急剧变化，有利于减小发动机的振动和噪声。自动变速器通过专门的控制系统，可以使换档过程非常平稳，减少换档次数，因此可以提高汽车行驶的正平顺性，有效地改善乘坐舒适性。

改善了汽车的排放性。采用液力传动和自动换档技术，能充分发挥发动机的性能，有利于减少排气污染。由于排气污染与发动机转速有关，手动变速器换档时常伴随供油量急剧变化，发动机转速大起大落，工况突变导致燃烧恶化，污染加重。

延长了有关零部件的使用寿命。自动变速器采用了液压元件，可吸收、消除传动装置的动载荷，而且由于自动换档减少了换档时产生的冲击与动载荷，延长了有关零部件的使用寿命。据统计，采用自动变速器，发动机寿命可提高 1.5~2 倍，变速器零件寿命可提高 2~3 倍，其他零件寿命也可提高。在恶劣的行驶条件下，装用自动变速器的汽车，其传动轴上的最大转矩振幅只相当于手动机械变速器的 20%~40%，原地起步时的转矩峰值只相当于 50%~70%。因此可提高发动机等机件的使用寿命。

(2) 自动变速器的缺点

结构较复杂，设计、制造、维修技术要求较高，因此购置及维护费用较高。

因采用液力变矩器，传动效率降低，对汽车的动力性、经济性有一定的影响。一般液力传动的传动效率，最高只能达到 86%~90%，比机械传动

效率要低 8%~12%，因而对汽车的加速性和燃油经济性有一定的影响。20 世纪 80 年代对自动换档与手动换档作过对比试验，加速时间差 1~5s，最高车速差 5 km/h。因此，在自动变速器上采取了一些提高变矩器效率的结构措施，如改进自动变速器与发动机的匹配，增大变速范围；设置液力变矩器锁止机构；设置超速档等等。另外，电子控制技术能使自动变速器按最佳动力性或最佳经济性换档规律工作，可在一定程度上减轻自动变速器对汽车性能的不利影响。

3. 汽车自动变速器的基本结构如何？

常见的自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速机构、油泵、控制系统、液压油散热器等部分组成，如图 1-1 所示。

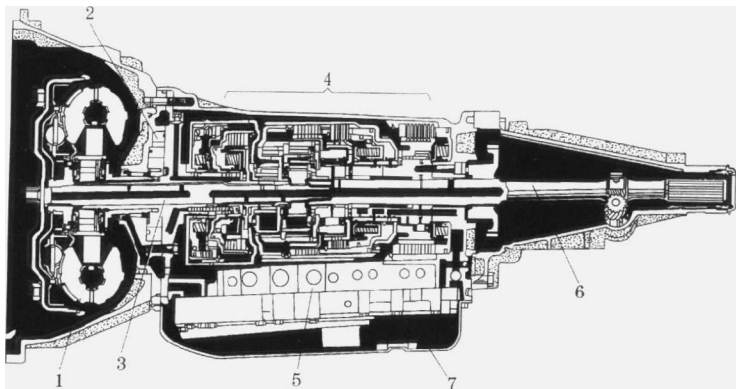


图 1-1 自动变速器的基本组成

1. 液力变矩器 2. 油泵 3. 输入轴
4. 齿轮变速机构 5. 阀板总成 6. 输出轴 7. 油底壳

(1) 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，它安装在发动机的飞轮上，其作用与离合器相似。液力变矩器利用液力传动将发动机输出的转矩传给齿轮变速机构的输入轴。液力变矩器能实现无级变速，并具有一定的减速增矩功能。

(2) 齿轮变速机构

齿轮变速机构是自动变速器的主要组成部分，它包括齿轮机构和换档执行机构。换档执行机构可以使齿轮机构处于不同的档位，以实现不同的传

动比。大部分自动变速器的齿轮机构有 3~4 个前进档和 1 个倒档。这些档位与液力变矩器相配合,可获得由起步至最高车速整个范围内的无级变速。

(3) 油泵

油泵通常安装在液力变矩器后部,由液力变矩器泵轮直接驱动,为液力变矩器、控制系统及换档执行机构提供一定压力的液压油(称为自动变速器油)。

(4) 控制系统

汽车自动变速器的控制系统有液力控制式和电子控制式两种。液力控制式也称为液控液动式,简称液控式。电子控制式也称为电控液动式,简称电控式。液控式包括由许多控制阀组成的阀板总成以及液压管路。电控式除了阀板及液压管路之外,还包括电控单元(ECU)、传感器、执行器及控制电路等。阀板总成通常安装在齿轮变速机构下方的油底壳内。驾驶员通过自动变速器的选档手柄改变阀板内的手动阀的位置,控制系统根据手动阀的位置及节气门开度、车速、控制开关状态等因素,利用液压自动控制或电子自动控制原理,按照一定的规律控制齿轮变速机构中的换档执行机构工作,实现自动换档。

(5) 液压油散热器

在自动变速器的外部一般设有一个液压油散热器,用于散发自动变速器内的液压油在工作过程中产生的热量,以保持自动变速器油温度在正常的范围。

4. 液力变矩器的基本结构及原理如何?

液力变矩器结构如图 1-2 所示。组成液力变矩器的主要元件有三个:泵轮、涡轮及导轮。泵轮与变矩器壳连成一体,用螺钉固定在发动机曲轴后端的凸缘上,是变矩器的主动件。壳体制成两半,装配后焊成一体(有的用螺钉连接),壳体外有起齿圈。涡轮悬浮在变矩器内,通过输出轴与其他传动部件相连,是变矩器的从动件。液力变矩器三元件中的导轮不是完全固定不动的,导轮悬浮在泵轮与涡轮之间,通过单向离合器及导轮固定套固定在变速器外壳上。单向离合器的作用是使导轮沿顺时针(向前)转动,而不能逆时针(向后)转动。

发动机启动后,曲轴带动泵轮旋转,因旋转产生的离心力使泵轮叶片间的液压油沿叶片从内缘向外缘甩出。这部分液压油既具有随泵轮一起转动的圆周向的分速度,又有冲向涡轮的轴向分速度。这些液压油冲击涡轮叶片,推动涡轮与泵轮向同一方向转动。

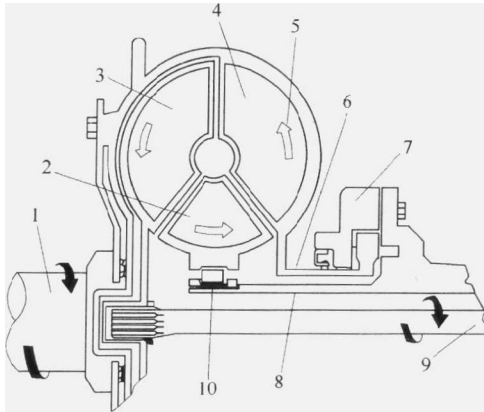


图 1-2 综合式液力变矩器

1. 曲轴 2. 导轮 3. 涡轮 4. 泵轮 5. 液流 6. 变矩器轴套
7. 油泵 8. 导轮固定套 9. 涡轮输出轴 10. 单向离合器

当涡轮转速较小时，从涡轮流出的液压油向后流动，冲击导轮叶片的前面。因为导轮被单向离合器限定不能向后转动，所以导轮叶片将向后流动的液压油引导向前，推动泵轮叶片使泵轮旋转。这相当于导轮、泵轮都对液压油施加了正向转矩。当输入与输出转速稳定时，两正向转矩之和在大小上等于涡轮对液压油施加的反向转矩，从而使涡轮的输出转矩大于泵轮的输入转矩，此时液力变矩器处于增大转矩的变矩工况。涡轮的转速越低，导轮改变液压油流动方向的作用越强，变矩器增大转矩的效果越明显。

随着涡轮转速的增加，从涡轮流出的液压油逐渐转为向前流动，当液压油开始流向导轮叶片的背面时，变矩器到达临界点。因为单向离合器允许导轮一同向前旋转，在向前流动液压油的带动下，导轮沿泵轮转动方向自由旋转（空转），液压油顺利地回流到泵轮。当从涡轮流出的液压油正好与导轮叶片出口方向一致时，自由转动的导轮对液压油没有反作用转矩，液压油只受到泵轮和涡轮的反作用转矩作用，此时变矩器不起增矩作用而起耦合作用。由于涡轮这时转速较高，变矩器工作在高效率传递转矩范围。

总之，变矩器不仅能传递转矩，而且能在泵轮转矩不变的情况下，随着涡轮转速（反映汽车行驶速度）的不同而改变涡轮输出转矩的数值、实现无级变速。变矩器之所以能起变矩作用，是由于结构上在泵轮与涡轮之间装了导轮机构。在油液循环流动的过程中，导轮给涡轮一个反作用转矩，使涡轮输出的转矩不同于泵轮输入的转矩。

5 液力变矩器能传递和增大发动机转矩，为什么还要增设齿轮变速机构？

液力变矩器虽然能够传递和增大发动机转矩，但是还存在三个方面的问题：一是变矩比不够大、变速范围不够宽，不能满足汽车行驶的需要；二是传动效率较低，高效率范围不大；三是难以实现倒档。因此，一般不采用单纯的液力传动，而是采用液力传动与机械传动相结合的方式，即在液力变矩器后面再装一个有级式齿轮变速机构。该齿轮变速机构可以采用普通齿轮或行星齿轮，采用行星齿轮机构的占大多数。行星齿轮机构通常由多个行星排组成，自动变速器的档位数与行星排的多少有关。

6. 液力变矩器上为什么设置锁止离合器？

液力变矩器靠自动变速器油传递转矩，因变矩器涡轮与泵轮之间存在转速差和液力损失，故传动效率比机械变速器低，因而对汽车燃油经济性有一定的影响。为了提高变矩器在高传动比工况下的传动效率，目前，在电子控制液力自动变速器上广泛采用带锁止离合器的综合式液力变矩器。

在液力变矩器中设置一个由液压油自动操纵的锁止离合器。当汽车起步或在不平路面上行驶（车速较低）时，将锁止离合器分离，使变矩器起作用，以充分发挥液力传动自动适应行驶阻力变化的优点。当汽车在良好道路上行驶时，将锁止离合器接合，使变矩器的输入轴和输出轴成为刚性连接，即直接机械传动，传动效率达 100%。这样就提高了汽车的行驶速度和燃油经济性。锁止离合器的接合与否取决于发动机转速和车速，由液压操纵控制机构自动控制。当发动机转速、车速、节气门开度、自动变速器油温等达到预先设定值时，锁止离合器便接合。

7. 汽车自动变速器的行星齿轮机构有哪些结构形式？

汽车自动变速器的行星齿轮机构可以按不同的方式进行分类。

(1) 按齿轮的啮合方式分类

行星齿轮机构可以分为内啮合式和外啮合式两种（图 1-3a、图 1-3b）。

外啮合式行星齿轮机构体积大，传动效率低，故在汽车上已被淘汰。内啮合式行星齿轮机构结构紧凑，传动效率高，因而在自动变速器中基本上都采用这种结构。

(2) 按齿轮的排数分类

行星齿轮机构可以分为单排和多排两种。多排行星齿轮机构是由几个

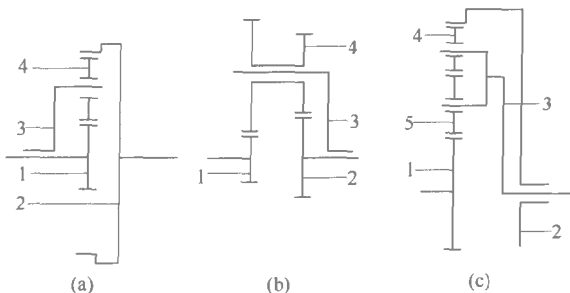


图 1-3 汽车自动变速器行星齿轮机构的类型

(a) 内啮合行星齿轮机构 (b) 外啮合行星齿轮机构 (c) 双行星齿轮机构

1. 太阳轮 2. 齿圈 3. 行星架 4. 行星齿轮 5. 内行星齿轮

单排行星齿轮机构组成的。在汽车自动变速器中通常采用由两个或三个单排行星齿轮机构组成的多排行星齿轮机构。

(3) 按太阳轮和齿圈之间的行星齿轮组数分类

行星齿轮机构可以分为单行星齿轮式(图 1-3a、图 1-3b)和双行星齿轮式(图 1-3c)两种。双行星齿轮机构在太阳轮和齿圈之间有两组互相啮合的行星齿轮,其中外面一组行星齿轮和齿圈啮合,里面一组行星齿轮和太阳轮啮合,在其他条件相同的情况下它与单行星齿轮机构相比,齿圈可以得到反向传动。

8. 行星齿轮机构的换档执行元件有哪些?

行星齿轮机构的换档执行元件包括换档离合器、换档制动器 and 单向离合器及锁止离合器。它们的布置形式主要由行星齿轮机构前进档的档数及所采用的行星齿轮机构的类型而定。

现代轿车大多数采用有四个前进档的行星齿轮式自动变速器。前进档的数目越多,换档执行机构的元件数量就越多。

(1) 换档离合器

换档离合器的作用是连接行星齿轮机构的输入轴和行星排的某个基本元件,或把行星排的某两个基本元件连接起来成为一个整体以便传递动力。如图 1-4 所示,换档离合器为湿式多盘离合器,由若干相间排列的从动盘(表面粘有摩擦材料的钢片)、主动盘和压盘组成。每个主动盘的外缘上有突出键,卡在壳体的内键槽内,与输入轴连接。从动盘的内缘上设有内花键与花键毂互相啮合。壳体内设有活塞及回位弹簧,当油压使活塞把主动盘和从

动盘压紧时，花键毂与壳体接合在一起，见图 1-4b 当液压油从活塞缸排出时 回位弹簧使活塞后退 离合器便分离 见图 1-4a。

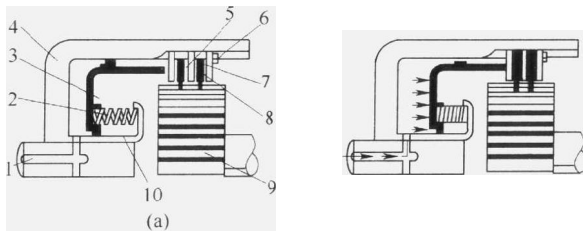


图 1-4 换挡离合器

1. 输入轴 2 回位弹簧 3. 活塞 4. 壳体 5. 主动盘 6. 卡环 7. 压盘
8. 从动盘 9. 花键毂 10. 弹簧保持座

(2) 换挡制动器

换挡制动器用于把行星排的太阳轮、齿圈、行星架三个基本元件之一固定，使之不能转动，通常有两种型式：一种是湿式多片制动器，其结构与湿式多盘离合器基本相同，不同之处是制动器用于连接转动件和变速器壳体，使转动件不能转动；另一种是外束带式制动器，如图 1-5 所示。外束带式制动器是将内侧粘有摩擦材料的制动带包在制动鼓的外围，制动带的一端固定在自动变速器壳体上，另一端连接液压伺服油缸。平时制动带与制动鼓间有一定的间隙，制动时液压伺服油缸的活塞推动制动带另一端，把制动带束紧在制动鼓上，使制动鼓不能转动。

(3) 单向超越离合器

行星齿轮机构中的单向离合器也是换挡执行元件，与液力变矩器中的单向离合器结构相同，目前用得较多的有滚柱斜槽式和楔块式两种。单向离合器是依靠单向锁止原理，起到固定或连接几个行星排中的某些基本元件的作用，使行星齿轮机构组成不同传动比。它的工作不需要控制机构对其进行控制，而完全由和它相连接元件的受力方向来控制。它会随着行星齿轮机构档位的变换，在与它相连接的基本元件受力方向发生变化的瞬间产生接合进行锁止或脱离，可保证换挡平顺无冲击，同时也使液压控制系统得到简化。

9. 自动变速器油泵有哪些结构形式？

自动变速器油泵向液力变矩器和液控自动操纵系统提供所需的液压油，并满足行星齿轮机构润滑的需要。自动变速器油泵有内啮合渐开线齿轮

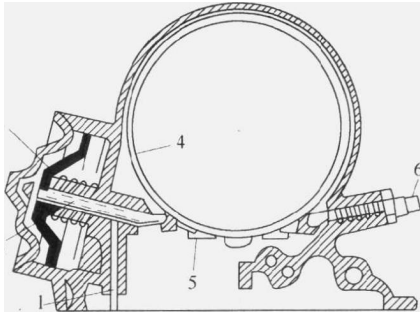


图 1-5 外束带式制动器

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

泵 简称内齿泵 也称月牙形齿轮泵或月牙泵)摆线齿轮泵 转子泵 和叶片泵 三种型式。

(1) 内齿泵

内齿泵由主动齿轮、从动齿轮、壳体等组成 如图 1-6 所示。从动齿轮是一个内齿圈，主动齿轮内圈切成两小平面或凸耳，与变矩器相配合。泵体的齿轮槽内有一个月牙形隔板，把主、从动齿轮不啮合的部分隔开，两齿轮轮齿与月牙形隔板间形成了一个封闭的空间。

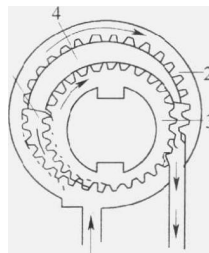


图 1-6 内齿泵

1. 吸油区 2. 从动齿轮
3. 主动齿轮 4. 月牙形隔板

工作时主动齿轮带动从动齿轮转动，封闭空间也一起转动，把油从吸油区（两齿轮脱离啮合的一端）带到压油区（两齿轮进入啮合的一端）。月牙形隔板形成小齿轮部分导圆，可防止两齿轮在一侧啮合，月牙还有助于油泵的进油口和出油口分开，在高压条件下，液压油不会从出口流回进口。吸油区与泵体上的进油口相通 压油区与泵体上的出油口相通。进油口通过油道与变速器底部的集滤器相连，出油口通过油道接到相应的液压控制阀等处。油泵不停地转动，将有一定压力、流量的液压油供给液压自动操纵系统。

(2) 转子泵

转子泵主要由一对内啮合的转子组成，内转子的外齿轮齿廓曲线为外摆线，外转子的内齿轮齿廓为圆弧曲线，内、外转子的齿廓是一对共轭曲线。内转子齿数比外转子齿数少一个，这样，内转子转到任何角度，各齿均处于啮合状态，且都只有一个齿啮合，即内转子每个齿的齿廓曲线上总有一点和外转子的齿廓曲线相接触，从而在内转子、外转子之间形成与内转子齿数相同个数的工作腔。

内转子的各齿顶通常与外转子的齿面滑动接触，当两转子顺时针啮合转动时，左上部分两转子的齿间容积变大，形成吸油区；右下部分两转子的齿间容积变小，形成压油区，如图 1-7 所示。

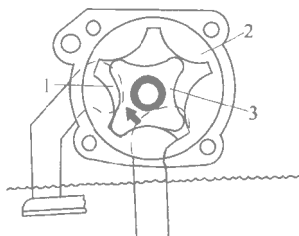


图 1-7 转子泵

1. 吸油区 2. 外转子 3. 内转子

长，适用于高速，缺点是低速效率低。

转子泵是内齿泵的变型，由内、外转子代替主、从动齿轮。二者的主要区别在于泵室结构：内齿泵的轮齿与月牙间的面积形成泵室；转子泵则是几个轮齿之间组成泵室。转子泵由于泵体内无月牙形凸台，加工容易，寿命

Chrysler公司的轿车自动变速器油泵用转子泵。

(3) 叶片泵

图 1-8所示为叶片泵。叶片泵由转子、定子、叶片和配油盘组成，相邻叶片间形成密闭的工作腔。当转子按图示方向旋转时，叶片间工作腔的容积不断变化。其中，下半部分叶片间工作腔容积逐渐增大，形成吸油区；上半部分叶片间工作腔容积逐渐减小，形成压油区。

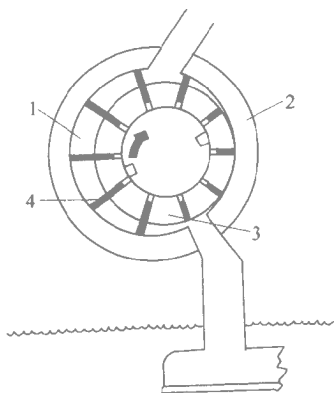


图 1-8 叶片泵

1 工作腔 2. 定子 3. 转子 4. 叶片

使用叶片泵的车型有福特、马自达、大宇，以及通用公司的 Hydramatic、THM125 自动变速器。叶片泵是可变工作容积泵，当不需要高油压时，可以减少油泵的输出。为了监控油

泵的输出压力，使输出油压信号作用在滑座背面，借助滑座背面的压力克服紧贴滑座的弹簧力，而改变滑座与叶片转子的相对位置。这样在进油孔处就控制了工作腔的容积，从而控制了油泵的输出流量。

上述三种油泵共同点是：内部元件（内转子）由液力变矩器的泵轮驱动，外部元件与内部元件之间有一定偏心距。由于自动变速器属于低压系统，其工作油压通常不超过 200kPa，目前应用最广泛的是内齿泵。

10. 汽车自动变速器有哪些类型？

按不同的分类方法，可以把自动变速器分为以下不同的类型：

(1) 按前进档档位数不同分类

自动变速器分为 2 档、3 档、4 档三种。早期的自动变速器通常为 2~3 个前进档，无超速档，其最高档为直接档。新型轿车装用的自动变速器大多都是 4 个前进档，其中增加了 1 个超速档。这种设计虽然使自动变速器的构造更加复杂，但由于设有超速档，改善了汽车的燃油经济性。

(2) 按控制方式不同分类

可分为液控式和电控式两类。

(3) 按液力变矩器的类型分类

分为有锁止离合器和无锁止离合器两种。早期的变矩器中没有锁止离合器，在任何工况下都是以液力的方式传递发动机动力，因此传动效率较低。新型轿车自动变速器大多采用带锁止离合器的液力变矩器。

(4) 按齿轮机构的类型不同分类

分为普通齿轮式和行星齿轮式两种。普通齿轮式自动变速器体积较大，最大传动比较小，只有少数几种车型使用（如本田 Accord 轿车）。行星齿轮式自动变速器结构紧凑，能获得较大的传动比，为绝大多数轿车采用。

(5) 按汽车驱动方式分类

自动变速器分为后桥驱动自动变速器和前桥驱动自动变速器。这两种自动变速器在结构和布置上有很大的不同。

后桥驱动自动变速器的变矩器和齿轮机构的输入轴及输出轴在同一轴线上，因此轴向尺寸较大。阀板总成则布置在齿轮机构下方的油底壳内。

前桥驱动自动变速器除了具有与后桥驱动自动变速器相同的组成部分外，在自动变速器的壳体内还装有差速器。前桥驱动汽车的发动机有纵置和横置两种。发动机纵置、前桥驱动自动变速器结构和布置与后桥驱动自动变速器基本相同，只是在后端增加了一个差速器。横置发动机的前桥驱动自动变速器由于汽车横向尺寸的限制，要求有较小的轴向尺寸，但增加了自动

变速器的高度,因此常将阀板总成布置在自动变速器的侧面或上方,以保证汽车有足够的最小离地间隙。

11. 液控式自动变速器的工作原理如何?

液控式自动变速器的工作原理如图 1-9 所示。液控式自动变速器是通过机械手段,将汽车行驶时的车速及节气门开度这两个参数转变为液压控制信号,阀体中的各个控制阀根据这些液压控制信号的大小,按照设定的换档规律,通过控制换档执行机构的动作,实现自动换档。

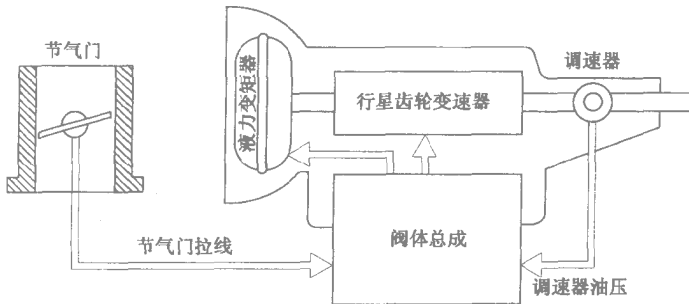


图 1-9 液控式自动变速器工作原理示意图

液压控制系统控制自动换档的信号主要有:

(1) 选档手柄位置

驾驶员操纵选档手柄,操纵手控阀可实现油路的转换,从而改变自动变速器工作范围。

(2) 节气门开度

节气门阀产生与节气门开度成正比的油压,与速控油压共同控制换档阀,实现自动换档。

(3) 车速

速控阀产生与车速成正比的速控油压,与节气门阀的油压共同控制换档阀,实现自动换档。

当驾驶员将选档手柄的位置选定之后,由反映节气门开度的节气门阀和反映车速的速控阀把节气门开度和车速转变为液压控制信号,在换档点,这些液压信号由阀体中的控制阀直接控制换档阀,使换档执行机构(换档离合器、换档制动器和单向离合器)进行换档。在行驶中,驾驶员根据行驶情况通过操纵加速踏板来改变发动机的输出转矩。与此同时,车速也不断变化,

控制阀将发动机负荷和车速变换为控制液压信号，然后按照汽车动力性、经济性及舒适性等要求，控制阀控制换档变速。例如，低速、大负荷应换入低档；中高速、小负荷应换入高档；超车时用强制低档等。换档要求与手动变速器相同，只不过自动变速器更合理，更迅速，更能发挥汽车的动力性和经济性。

液控式自动变速器结构复杂，对液压系统元件的制造精度要求高，出现故障不易检查排除，所以逐渐被电控式自动变速器取代。

12. 电控式自动变速器的工作原理如何？

电控式自动变速器的工作原理如图 1-10 所示。液力变矩器和行星齿轮变速机构是自动变速器的主体，而自动换档控制系统则是自动变速器的核心和技术关键。电控单元（ECU）收集来自各传感器的电信号（节气门开度、车速、冷却液温度、液压油温度、发动机转速以及选档手柄、制动踏板、模式开关的位置等），对这些电信号进行综合处理后按照程序设定的换档规律向换档电磁阀、油压电磁阀、液力变矩器锁止电磁阀、强制低档电磁阀、超速档电磁阀、停车档锁止电磁阀等发出电子控制信号，电磁阀再将 ECU 的电子控制信号转变为液压控制信号，阀板中的各液压控制阀根据这些液压控制信号，控制换档执行机构的动作，从而实现自动换档。

13. 电控式自动变速器的主要特点有哪些？

与液控式自动变速器相比，电控式自动变速器主要特点是：

(1)在由油泵、阀体和若干控制阀组成的液压操纵系统的基础上增加了若干电磁阀。电控单元（ECU）控制这些电磁阀，再由电磁阀的通断来改变油路，参与液压系统的控制。各种车型的电控自动变速器电磁阀的个数不同，从而使电控单元对自动变速器的控制项目及范围也不相同。电磁阀的个数有 3 个、4 个、5 个和 6 个四种。3 个电磁阀是最基本的类型，其中两个是控制换档电磁阀，另一个控制变矩器的锁止离合器。6 个电磁阀控制的项目最多，其中两个控制换档，一个控制变矩器的锁止，一个控制系统油压，一个控制蓄压器背压，一个控制超速档。

电控式自动变速器在结构上具有以下特征：

液控式换档阀两端分别承受着速控油压和节气门油压。电控式换档阀一端承受着弹簧的弹力，另一端承受着电磁阀控制油压的压力。

锁止离合器的接合与分离也是由一个电磁阀控制。

由电控单元来控制电磁阀开闭油路，换档点准确。

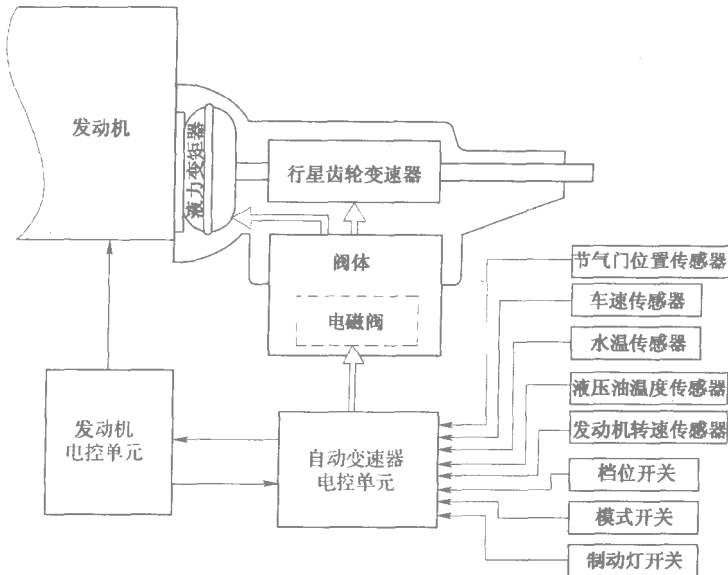


图 1-10 电控式自动变速器工作原理示意图

④ 第一调节阀控制液压泵的输出油压（主油道油压），第二调节阀控制油通向变速器、冷却器、润滑油路的油压。

(2) 表征节气门开度的信号是电信号，利用节气门开度传感器把节气门开度信号传给电控单元。但对于液压操纵系统的油压不是由电磁阀控制的车型，也设有节气门阀，以便根据发动机负荷的变化相应地调节系统油压和变速器补偿油压。

(3) 表征车速高低的信号是车速传感器输出的电脉冲信号，没有表征车速的调速器液压信号。因此，各档换挡阀的动作不再是取决于表征节气门开度和车速的液压信号，而是由电控单元控制两个换挡电磁阀，再由电磁阀改变油路来控制换挡阀的动作实现换挡。

(4) 换挡范围除由选档手柄控制的手动阀外，还增设了档位指示器，由电控单元和手动阀油路共同控制换挡范围。此外，在液控液动换挡系统中换挡规律只有一种，而在电控液动换挡系统中换挡规律可有几种供选择。驾驶员可通过换挡模式选择开关选择不同的模式。当选择某一种模式后，电控单元就按照该模式的换挡规律来控制换挡并进行其他方面的控制。

因此，电控式自动变速器具有以下优点：

由于电控单元能够存储与处理多种换档规律，所以电控式自动变速器可以按车辆的行驶需要选择相应换档规律，可以实现更合理、更复杂的控制，突破液压阀结构的限制，获得更理想的燃油经济性。

可大大简化液压系统，从而使结构紧凑、质量好。

压 控制精度高、反应快且动作准确。

便于整车的控制系统（如发动机控制、巡航控制、牵引力控制、制动系统、四轮驱动控制等）集成，控制系统兼容性好。

自动换档系统变更换档规律或参数时，只需改变控制程序和某些电子元件的型号规格就能达到要求，而无须更换自动变速器零件，所以适应性强，开发周期短，在系列产品中更能显示优越性。

14. 自动变速器电控系统的控制功能有哪些？

不同车型的自动变速器电子控制系统的控制功能有所不同，有的功能多一些，有的功能少一些，现将电控系统的有关功能归纳如下：

(1) 换档时刻控制

在控制程序存储器内存有几种换档模式。驾驶员可根据需要通过模式选择开关选择适当的换档模式。控制系统根据选定的换档模式、车速和节气门开度，向电磁阀发出控制信号，实现换档。

(2) 锁止时机和锁止压力的控制

车辆行驶时，电控单元根据选定的换档模式、车速和节气门开度向锁止电磁阀发出控制信号，使锁止离合器接合或分离。在换档时，即使锁止离合器处于接合状态也会暂时分离，使换档冲击减少，换档更加平顺，换档后会自动锁止。

此外电控单元还利用锁止电磁阀调节作用于锁止离合器的液压，使锁止离合器接合和分离更为柔和、平顺。

(3) 油压控制

电控单元根据节气门开度、选档手柄位置、车速等信号，控制油压电磁阀的通电和断电时间比，从而控制系统油压。

(4) 发动机转矩控制

当电控单元判断需要换档时，电控单元会使点火时间暂时延迟少许，用以控制发动机输出转矩，从而使换档的动作更加平稳。

(5) 蓄压缓冲器背压控制

当电控单元判断需要换档时，在向电磁阀发出控制信号的同时也向蓄压缓冲器背压电磁阀输出控制信号，用来调节蓄压缓冲器活塞背压，使换档时离

合器、制动器的接合更加柔和，从而使换挡动作更加平稳。

(6) 自动故障诊断功能

电控单元在工作的同时不断地检测各传感器、执行器和电控单元的本身。当检测到故障时，电控单元自动作出判断，并点亮仪表板的故障指示灯，同时把故障以代码形式记忆在存储器中，以便检修时读取。

(7) 失效保护功能

失效保护功能的目的是在传感器或电磁阀出现故障时，仍可以使汽车继续行驶。例如，若 1 号或 2 号电磁阀出现故障，电控单元仍可以通过控制另一个电磁阀使汽车继续行驶。即使 1 号和 2 号电磁阀都出现故障，仍然可以通过手动变速使汽车行驶。

几种典型车型自动变速器的电控系统控制功能见表 1-1。

表 1-1 几种典型车型自动变速器的电控系统控制功能

车型	AT 型号	控制功能					驱动方式	
		变速控制	模式转换	锁止	油路油压	自诊断		安全保护
丰田	A140E	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
	A240E	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
	A42DE	✓	✓	✓		✓	✓	F/R 4 速
	A340E	✓	✓	✓		✓	✓	F/R 4 速
	A341E (ECT-1)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/R 4 速
日产	RE4F 02A	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
	RE4R 01A	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/F 4 速
	RE5R 01A	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/R 5 速
	E4N 71B	✓	✓	✓		✓		F/R 4 速
三菱	F4A22	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
	AS-300	✓		✓	✓	✓	✓	F/R 3 速

续表 1-1

车型	AT 型号	控制功能						驱动方式
		变速控制	模式转换	锁止	油路油压	自诊断	安全保护	
马自达	R4A-EL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/R 4 速
	F4A-EL	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
	N4A-EL	✓	✓	✓		✓	✓	F/R 4 速
大发	A4GA	✓				✓	✓	F/F 4 速
	A3G (A,B,C)	✓				✓	✓	F/F 3 速
斯巴鲁	E-4AT	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/F 4 速
本田	PX4B	✓	✓	✓		✓	✓	F/F 4 速
五十铃	JF 403E	✓	✓	✓	✓	✓	✓	F/F 4 速
铃木	A160	✓				✓	✓	F/F 3 速
	EH	✓			✓	✓	✓	F/F 3 速
	HJ100	✓			✓	✓	✓	F/F 4 速

表注：✓表示有该项控制功能；F/F 表示前置前驱动，F/R 表示前置后驱动

15. 电控式自动变速器的控制系统有哪些部件？

电控式自动变速器控制系统分液压操纵系统和电子控制装置两大部分。各部分组成部件如下：

(1) 液压操纵系统

液压操纵系统通常由供油、手动选档、参数调节、换档时刻控制、换档品质控制等部分组成。

供油部分包括滤清器、油泵、主油路调压阀(主调压阀)、第二调压阀(副调压阀)、液压油冷却器等。

换档时刻控制部分包括换档阀、手控阀和强制低档阀。换档阀用于转换通向各换档执行机构(离合器和制动器)的油路,从而实现换档控制。手控阀属于自动变速器液压操纵系统手动选档部分,由选档手柄直接操纵,其作用是根据驾驶员的意愿,将主油路液压油送至换档阀或直接送到执行机构进