

# 第一章 电控液力自动变速器概述

## 第一节 自动变速器的发展概况

美国通用汽车公司在 1939 年首先研制成功了由液力耦合器和行星齿轮变速器组成的四挡液力自动变速器，并安装在 Oldsmobile 轿车上。这是批量生产的美国汽车上最早的全自动变速器，并在 1941 年卡迪拉克（Cadillac）轿车装用该变速器，1948 年旁帝克（Pontiac）轿车也装用了自动变速器。美国生产的这种自动变速器是现代自动变速器的代表。它的传动件使用液力耦合器，变速器部分使用行星齿轮变速器。这种结构形式的液力自动变速器结构简单、成本低；缺点是传动部分不能变扭矩，只能起耦合作用，也就是起联轴节作用，而传递扭矩的改变完全由行星齿轮机构完成。而在 1950 年美国福特汽车公司成功地研制出使用液力变矩器的三挡液力自动变速器。这种液力自动变速器第一个采用三元件液力变矩器结构，从此以后各国生产的自动变速器均采用三元件液力变矩器结构，这三元件是导轮、泵轮和涡轮。

液力变矩器可增大起步时扭矩、提高车辆的加速性能、降低传动系的冲击、对发动机曲轴的扭转振动具有隔振作用，但由于它的泵轮与涡轮间存在转速差，致使传动效率低。采用锁定离合器机构，使泵轮和涡轮锁定，使发动机的动力直接传递给变速器的行星齿轮机构，从而解决了传动效率低的问题。为实现发动机和变速器之间的直接传动，目前现代轿车普遍使用液力操纵锁定离合器。最早采用液力变矩器锁定离合器的是美国帕卡德三挡自动变速器。在变矩器中安装离心式离合器、液力操纵离合器和行星齿轮机构，可以实现发动机与变速器的直接传动。当锁定离合器处于接合状态时，涡轮和变矩壳锁在一起，这时发动机动力进行直接传递。

20 世纪 80 年代中期，日本丰田汽车公司生产了具有超速挡的电控液力自动变速器。该变矩器采用三元件液力变矩器与多挡行星齿轮机构相结合的结构。液力变矩器不但在高挡时能锁定，在其它挡位也能锁定。使该变速器扭矩比不但得到提高，并且使换挡圆滑、传动效率高。在 1990 年以后，美国三大汽车公司先后都生产出了电控液力自动变速器，其变矩器都采用三元件结构。

美国克莱斯勒汽车公司，最早采用了在液压阀体上使用电磁阀控制变矩器锁定离合器的接合和分离。由发动机电脑通过继电器控制电磁阀的工作。电脑根据冷却液温度、进气真空度、车速和节气门开度信号决定变矩器锁定离合器的接合和分离，使离合器的锁定控制更为精确。如克莱斯勒汽车 A-604/41TE 自动变速器，它是电控四挡变速驱动桥，它利用液力操纵离合器，变速驱动桥从传感器输入信息、通过继电器控制电磁阀组件的工作。电磁阀组件包括四个电磁阀、它们用于控制离合器和变矩器锁定离合器的液压、实现换挡和锁定。这种自动变速器在二挡、三挡和超速挡均能实现变矩器锁定。

美国通用汽车公司生产的 4T60-E 及 4T65-E 变速驱动桥，在 1991 年被安装在别克轿车上。该自动变速器由电脑控制，实现对变速器的换挡和变矩器锁定离合器的结合与分离。4T65-E 是在 4T60-E 的基础上改进而成 它被安装使用在上海通用别克新世纪轿车上。

福特汽车公司 1991 年在两种前轮驱动轿车上装用 AXOD-E 型四挡电控液力自动变速器，它的电子控制装置为福特 EC-IV 中央控制系统。福特汽车公司与马自达汽车公司合作生产的另一种 4EAT 自动变速器是一种电子和液力两种方式控制的四挡变速驱动桥。该变速器的各种传感器信号输入 4EAT-马自达电控系统，由马自达电控系统控制四个电磁阀的动作、实现换挡和变矩器离合器的锁定。

在 20 世纪 80 年代末，日本本田汽车公司生产的自动变速器是一种平行轴式齿轮变速器。该变速器使用与手动变速器相似的常啮合齿轮，当齿轮的组合通过离合器结合时，动力从第一轴传到中间轴产生不同的挡位。它的电控系统由 TCM 电控组件、各种传感器和四个电磁阀组成。由换挡电磁阀控制调节油压，使离合器结合实现换挡。锁定电磁阀使变矩器锁定，进行动力直接传递。由于本田轿车采用发动机横置布置、前轮驱动，它的主减速器、差速器和自动变速器组成变速驱动桥结构，因此本田轿车平行轴式齿轮变速器是一种独特的电控液力自动变速器。

## 第二节 自动变速器的组成与分类

### 一、自动变速器的组成

自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速器、油泵、控制系统等部分组成。

液力变矩器：液力变矩器安装在变速器的前端，并与发动机飞轮突缘相连接。它的作用与手动变速器的离合器相似。现代轿车液力变矩器都由泵轮、涡轮和导轮三元件组成，并设有锁定离合器和减振器。利用液力传动把发动机的动力传递给变速器的输入轴，而当变矩器锁定时，发动机的动力直接传递给齿轮变速器。

齿轮变速器：齿轮变速器包括行星齿轮变速器和普通齿轮式变速器两种。行星齿轮变速器可以是三行星排或二行星排机构，而普通齿轮式变速器可以是平行轴式普通齿轮变速器。齿轮变速器由换挡执行机构操纵换挡，实现不同挡位的传动比。自动变速器的齿轮变速机构一般有 3~4 个前进挡和 1 个倒挡。这些挡位与液力变矩器相匹配，可以使车辆从起步到最高车速范围自动进行无级变速。

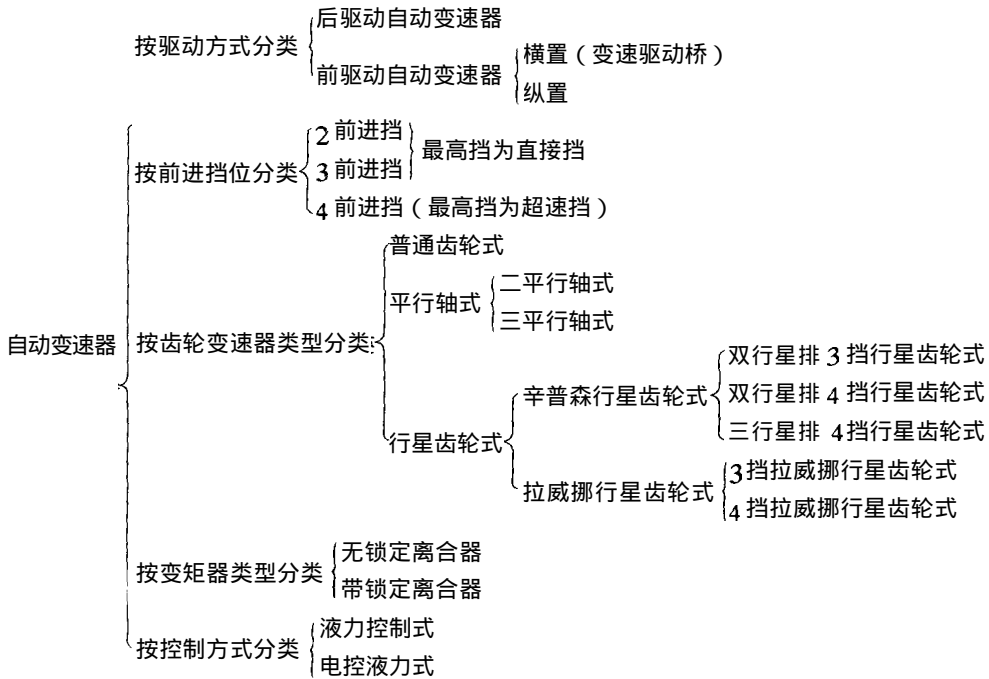
油泵：油泵安装在液力变矩器后面，由飞轮通过变矩器壳直接驱动。油泵用来为变矩器、液压控制系统和换挡执行机构提供油压。自动变速器使用的油泵通常有齿轮泵、转子泵和叶片泵三种。

控制系统：现代轿车自动变速器控制系统有液力式和电液式两种。由于电子技术的发展，使用电控式和液力式相结合的电控液力式控制方式已经很普遍。电控液力式控制系统由电脑、传感器和控制机构组成。其中液力控制系统由液压阀体等元件组成，液压阀体由上阀体、下阀体组成，它安装在齿轮变速器的下方油底壳内。驾驶员可以通过操纵换挡手柄改变阀体内手动阀的位置。而控制系统根据手动阀的移动位置，节气门开度、车速、换挡模式开关状态等因素，电控系统按一定的规律控制换挡执行机构的工作，实现自动换挡。

在变速器的外部安装有液压油散热器，用于散发自动变速器油液在工作过程中产生的热量。

## 二、自动变速器的分类

自动变速器的分类如下：



按驱动方式分类：自动变速器在汽车上的布置可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器。

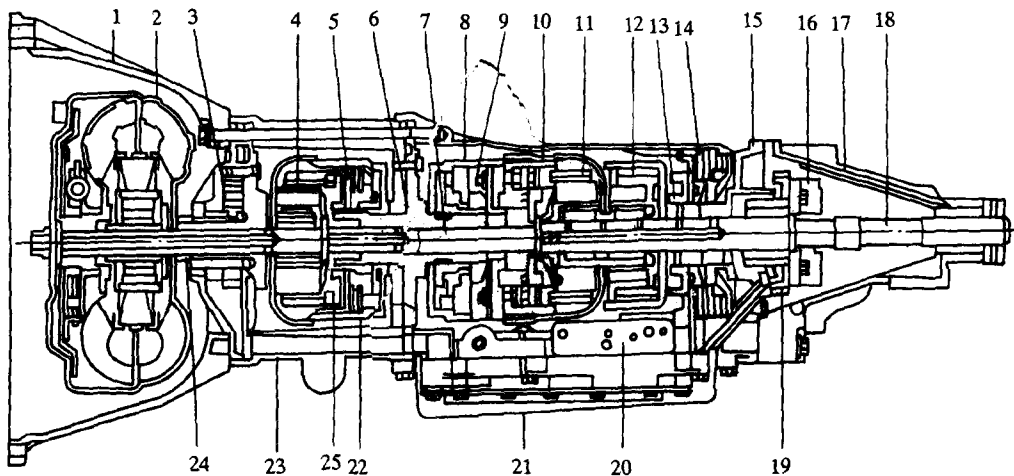


图 1-1 后驱动自动变速器

1. 变矩器壳；2. 变矩器；3. 油泵组件；4. 超速挡行星齿轮；5. 直接挡离合器；6. 中间轴支承；7. 中间轴；
8. 第二挡制动器；9. 前离合器；10. 后离合器；11. 前行星齿轮；12. 后行星齿轮；13. 单向离合器；
14. 低挡和倒挡离合器；15. 变速器壳；16. 调速器组件；17. 后加长壳体；18. 输出轴；19. 油液分配器；
20. 控制阀组件；21. 油底壳；22. 超速挡制动器；23. 超速挡壳；24. 输入轴；25. 超速挡单向离合器。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一条轴线上,发动机动力沿直线向后传递,因此它的轴向尺寸较长。后驱动自动变速器,如图 1-1 所示。

前驱动自动变速器在结构上与后驱动自动变速器相同,但在变速器壳体内还安装有差速器以及主减速器,形成变速驱动桥结构,这种前驱动自动变速器一般要求发动机横置布置,在前驱动使用自动变速器的轿车上应用较为普遍。前驱动变速驱动桥,如图 1-2 所示。

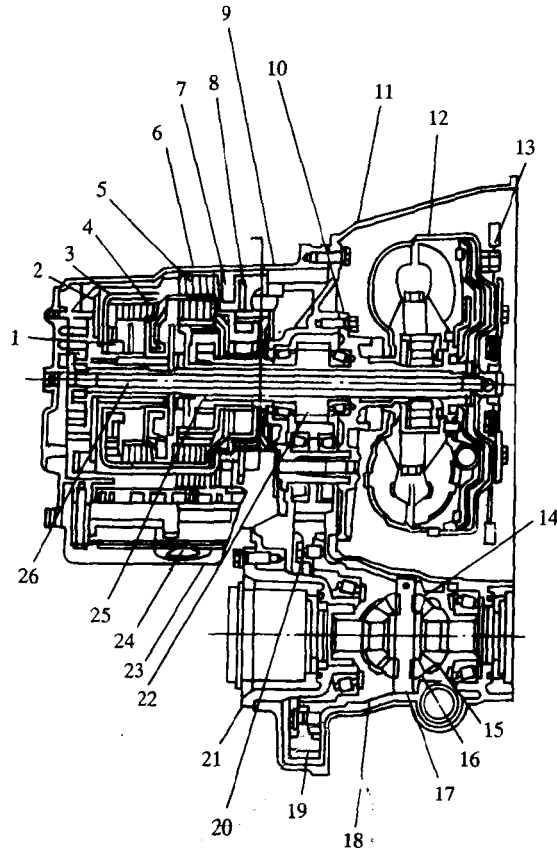


图 1-2 前驱动变速驱动桥

1. 油泵; 2. 高挡和倒挡离合器(前); 3. 制动器; 4. 前进挡离合器(后); 5. 低挡和倒挡制动器;  
 6. 前排行星齿轮; 7. 单向离合器; 8. 后排行星齿轮; 9. 变速器壳; 10. 前盖; 11. 变矩器罩壳; 12. 变矩器;  
 13. 驱动盘; 14. 止推垫片; 15. 半轴齿轮; 16. 行星齿轮; 17. 行星齿轮轴; 18. 差速器壳; 19. 从动齿轮;  
 20. 惰轮; 21. 轴承座; 22. 输出轴; 23. 油底壳; 24. 控制阀; 25. 输入轴; 26. 油泵轴。

纵置发动机前驱动自动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同,只在变速器的后端增加一个差速器。

按前进挡位分类:自动变速器按前进挡位分类,可分为二个前进挡、三个前进挡和四个前进挡三种。具有二个前进挡或三个前进挡的自动变速器,最高挡为直接挡,没有超速挡。现代轿车自动变速器基本上是四个前进挡,最高挡为超速挡,三挡为直接挡。由于四挡自动变速器具有超速挡,不但使自动变速器换挡范围加宽,更多的是由于超速

挡的加盟，大大改善了燃油经济性。

按齿轮变速器类型分类：变速器按使用的齿轮变速器类型的不同，可分为普通齿轮式、平行轴式齿轮变速器和行星齿轮式三种。普通齿轮式自动变速器体积较大、最大传动比较小，只在早期生产的轿车上使用。本田轿车使用平行轴式齿轮变速器，分二平行轴和三平行轴式两种，它的齿轮变速器采用常啮合齿轮，由不同挡位的离合器啮合而实现挡位变换。

行星齿轮式自动变速器又分为辛普森式行星齿轮自动变速器和拉威挪行星齿轮式自动变速器。行星齿轮式自动变速器结构紧凑，它能根据发动机转速、负荷、车速和行驶条件选择传动比，实现自动换挡，因此大多数轿车采用行星齿轮式自动变速器。

按变矩器类型分类：轿车自动变速器基本上采用由泵轮、涡轮和导轮组成的液力变矩器。早期生产的变矩器没有锁定离合器，变矩器只起耦合器的作用，传动效率低。现代轿车自动变速器大都采用带锁定离合器的变矩器，变速器在高挡时，控制系统根据车速等信号可以使锁定离合器结合，使液力变矩器输入部分和输出部分连成一体，发动机动力直接传入齿轮变速器，使传动效率得到提高，同时也降低了燃油消耗。有些轿车变矩器根据车速，它在其它挡位时，控制系统也可以使锁定离合器结合。

按控制方式分类：自动变速器由于控制方式的不同，可分为液力控制自动变速器和电子控制式或称电控液力式自动变速器。液力控制自动变速器是通过机械传动，将车速和节气门开度信号转换成液压控制信号，而液压控制阀体中的控制阀根据液压控制信号大小，按照设定的换挡规律，通过控制换挡执行机构的动作，实现自动换挡。液力自动变速器的换挡过程示意图，如图 1-3 所示。电控液力式自动变速器是通过各种传感器，把发动机转速、节气门开度、车速、冷却液温度、液压油温度等参数转变为电信号并输入自动变速器电脑；电脑根据这些电信号，按预先设定的换挡规律，向换挡电磁阀、油压电磁阀发出电信号，当需要锁定时还向锁定电磁阀发出电信号。换挡电磁阀和油压电磁阀等再将电脑输入的电信号转变成液压系统控制信号，液压阀体中的各个换挡阀根据液压控制信号，控制换挡执行机构进行自动换挡。电控液力式自动变速器的换挡过程示意图如图 1-4 所示。

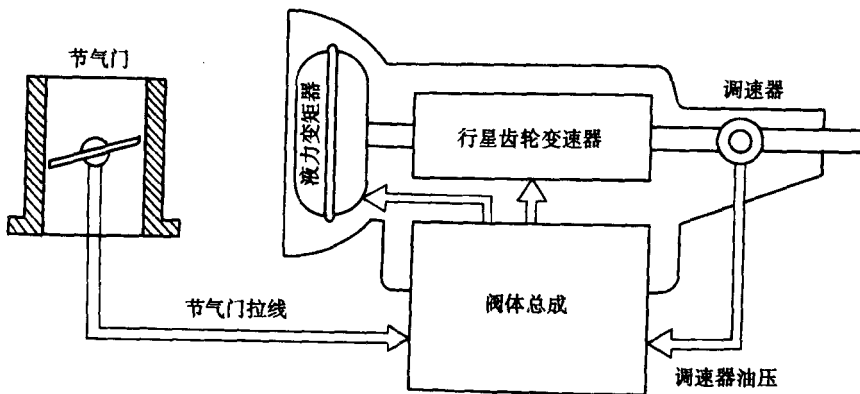


图 1-3 液力自动变速器的换挡过程示意图

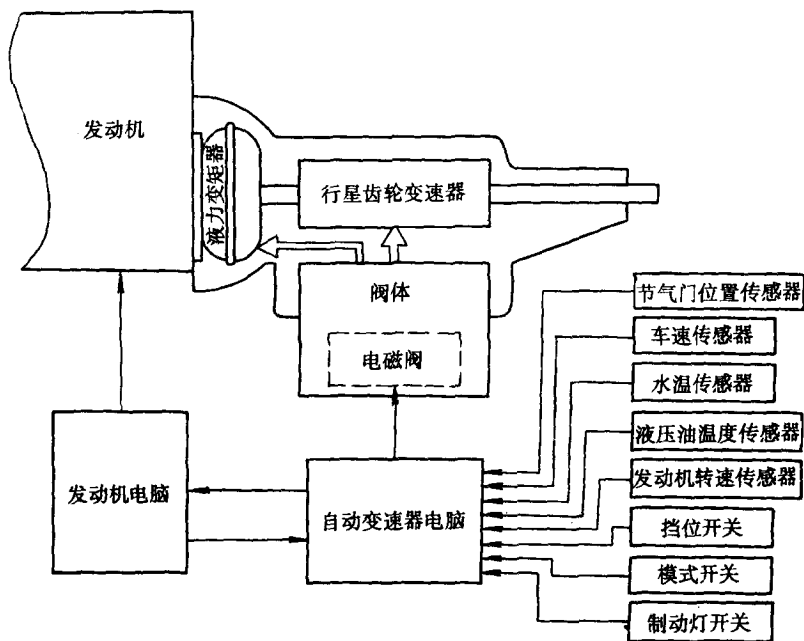


图 1-4 电控液力式自动变速器的换挡过程示意图

### 第三节 自动变速器的特点与工作过程

#### 一、自动变速器的特点

手动变速器因为采用机械传动，因此传动效率高、工作可靠，但其在换挡时易产生冲击，产生动载荷，容易使零件早期损坏。在道路条件较为复杂时驾驶员需要频繁地操纵换挡手柄，踩离合器踏板进行换挡，增加了驾驶员的负担，使驾驶员易于疲劳，影响行车安全。

目前许多中高挡轿上相继采用自动变速器，它与手动变速器相比，有下列优点：

(1) 由于自动变速器没有离合器踏板，因此消除了离合器操作和频繁换挡，减轻了驾驶员的负担，使驾驶操作简单、省力，有利于行车安全。

(2) 自动变速器能适应道路阻力的变化，在最低挡和最高挡之间能自动实现无级变速。特别是车速达到一定程度时，液力变矩器锁定离合器进行锁定，使发动机动力经过齿轮变速器直接传递给输出轴，使发动机的动力性和经济性均得到了提高。

(3) 汽车起步、加速时平稳，能吸收和减轻换挡过程中产生的振动与冲击，使乘坐舒适性得到提高。

(4) 自动变速器采用液力传动，发动机和传动系处于“弹性”连接，有效地减少了接合冲击，使传动系的负担减轻，使变速器零部件寿命得到延长。

(5) 当外界负荷增加时，自动变速器能避免发动机熄火，使发动机启动次数减少，提高燃油经济性，同时也减轻了排气污染。

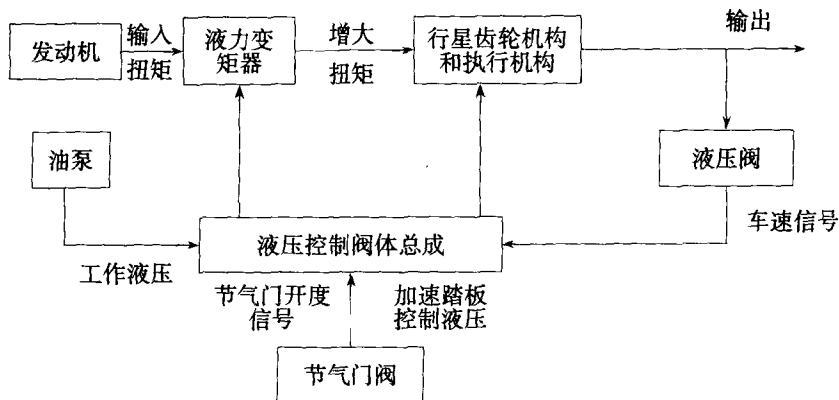
随着科学技术的进步，自动变速器结构复杂、工艺水平高、造价昂贵等缺点都得到

了逐步改善，所以国内外使用自动变速器的车辆在日益增多。从发展趋势看，轿车使用自动变速器已经成为一种潮流。

## 二、自动变速器的工作过程

液力变矩器内液压油的流动，把发动机的扭矩增大并传递给行星齿轮机构。与此同时，液压控制系统又根据节气门开度、车速等信号操纵行星齿轮机构，使其获得相应的传动比和挡位，使自动变速器进行升挡、降挡、前进、倒退。自动变速器在使扭矩增大、油门开度和车速信号对液压控制装置的操纵、行星齿轮机构传动比的变化，都在自动变速器内部自动进行，不需要驾驶员操纵，自动进行换挡。

自动变速器的工作过程可按下面框图进行：



## 第四节 自动变速器的正确使用

### 一、自动变速器换挡手柄的使用

自动变速器换挡手柄布置在转向柱上或地板上，驾驶员通过操纵换挡手柄操纵自动变速器，使车辆停止、前进或倒退。自动变速器换挡手柄一般设有 P 停车挡、N 空挡、D 前进挡、R 倒挡、S 和 L 前进低挡和 O/D 超速挡开关；有的自动变速器换挡开关设有 P、R、N、OD、3、2、1 挡，其 OD 为超速挡开关、3、2、1 为低速挡。对于自动变速器换挡手柄的挡位与自动变速器本身所处的挡位是不同的，换挡手柄只能改变自动变速器阀体总成中手动阀的位置，而自动变速器本身的挡位则由换挡执行机构的动作决定。换挡执行机构又由自动变速器控制电脑根据车速、节气门开度等因素进行控制工作。

#### 1. P 停车挡

自动变速器停车挡位于换挡手柄的前方。当换挡手柄处于 P 时，自动变速器的停车锁定机构将变速器的输出轴锁住，使驱动轮不能转动，可防止车辆移动；这时换挡执行机构使自动变速器处在空挡状态。当换挡手柄置入其它挡位时，停车锁定机构被解除锁定。

#### 2. N 空挡

换挡手柄处于 N 空挡位置时，换挡执行机构的动作和停车挡相同，自动变速器处

于空挡状态。这时，发动机的动力经输入轴传入自动变速器、只能使各齿轮空转，输出轴没有动力输出。

### 3. D 前进挡

换挡手柄在 D 位置时，可以实现四个不同传动比的挡位，即 1 挡、2 挡、3 挡和超速挡。其中 1 挡传动比最大；2 挡次之；3 挡为直接挡、传动比为 1；超速挡传动比小于 1。汽车在行驶时，换挡手柄在前进挡位置时，自动变速器的控制系统根据车速、节气门开度等因素、按照预先设定的换挡规律，自动进行换挡。

### 4. S 和 L 前进低挡

自动变速器换挡手柄处于 S 或 L 挡位时，控制系统将限制前进挡的变化范围。换挡手柄在 S 位时，自动变速器只能在 1 挡、2 挡、3 挡之间自动变换；当换挡手柄在 L 位时，自动变速器只能在 1 挡或只能在 1 挡、2 挡之间变换。有些车型标有 OD、3、2、1 挡位，OD 为超速挡。当换挡手柄在 OD 位置时，自动变速器可在 1 挡至 4 挡之间自动变换；换挡手柄在 3 位置时，自动变速器可在 1 至 3 挡之间自动变换；换挡手柄在 2 位置时，自动变速器可在 1 与 2 挡位自动变换；换挡手柄在 1 位置时，自动变速器只能在 1 挡。

### 5. R 倒挡

换挡手柄在 R 位置时，自动变速器处在倒挡，可以使车辆倒退。

## 二、自动变速器控制开关的使用

自动变速器除了操纵换挡手柄，选择不同的挡位对它进行控制以外，还可以操纵安装在换挡手柄上或仪表板上的一些控制开关来对它进行其它控制。不同厂家生产的自动变速器的控制开关名称和作用不完全一样，现介绍常见的几种控制开关。

### 1. O/D 超速挡开关

O/D 英文全称为 OVER DRIVE。O/D 超速挡开关用来控制自动变速器的超速挡，它一般安装在换挡手柄或仪表板上。对于四个前进挡自动变速器的 4 挡通常是传动比小于 1 的超速挡。当车辆行驶在平坦的城市柏油路上使用超速挡时，发动机的转速较低，不但可以减小发动机噪声，而且可以减少磨损和降低燃油消耗。当把 O/D 开关打开后，超速挡控制电路被接通，如果换挡手柄在 D 位，自动变速器随车速的提高而升挡时，最高可升 4 挡，即超速挡；当 O/D 开关处在 OFF 位置时，自动变速器最高也只能升到 3 挡。O/D 开关处在 OFF 位置，表示 O/D 开关关闭，超速挡控制开关被断开，仪表板上的“O/D OFF”指示灯随之亮起，已经表示限制超速挡的使用。当换挡手柄在 D 位时，自动变速器能否升入 4 挡除了与超速控制开关有关外，还与发动机冷却液温度、节气门开度、车速等因素有关。在坡道上行驶时，应注意视情况切断 O/D 超速挡开关。

### 2. 换挡模式选择开关

为了适应不同的行驶道路条件，发挥车辆本身的动力性、经济性，电控自动变速器都装有换挡模式选择开关。这些开关安装在换挡手柄上或地板上。自动变速器换挡模式选择开关一般有以下几种：

(1) ECONOMY 经济模式 当车辆在城市道路行驶，接通经济模式时，可以降低油耗，这时自动变速器的换挡规律能使发动机在汽车行驶过程中经常在经济转速范围内

运转，因此燃油经济性好。在使用经济模式时，相同的节气门开度，升挡车速较高，液力变矩器锁定离合器工作范围宽，可在较低挡位上实现直接传动。由于液力变矩器锁定离合器的接合，使液力变矩器的涡轮和泵轮接合起来直接传动，减少了液力损失，提高了传动效率，发动机的燃油经济性也得到了提高。

(2) POWER 动力模式 当车辆在上坡时或在山路上行驶或希望发动机在高转速下工作时，可选择动力模式。这时自动变速器的换挡规律能使发动机在车辆运行过程中经常处在大功率范围运转，可大大发挥它的动力性和爬坡能力。汽车在动力模式下行驶，它的加速能力很强。

(3) NORMAL 标准模式 标准模式的换挡规律介于经济模式和动力模式之间。当选择 NORMAL 标准模式时，即可兼顾车辆的动力性和经济性，又可保证一定的动力性，但又有较好的燃油经济性。

有些车辆的自动变速器换挡模式选择开关有 ECONOMY、POWER 和 MANUAL 或 POWER、COMFORT、AUTO。其中 MANUAL 开关为手动换挡模式开关，当使它接通时、自动变速器不再自动换挡。当汽车起步时，驾驶员应先把换挡手柄放在 L 位，根据车速高低换入 2 挡位，最后手动换入 D 位，如同手动变速器一样。在雨雪、泥泞路面或湿滑路面起步，并要求挡位固定不变的情况下使用手动换挡模式。由于使用手动换挡模式，自动变速器不能自动换挡，在低挡位要防止油门过大引起发动机转速过高而使发动机过热。COMFORT 为舒适换挡模式开关。当使用 COMFORT 模式时，可以使发动机获得较好的燃油经济性，这个模式开关相当于 ECONOMY 经济模式。AUTO 为自动模式开关，自动模式是介于舒适和动力 POWER 模式之间的一种方式。一般情况下，自动变速器换挡模式采用 COMFORT 舒适模式，控制装置以 COMFORT 舒适模式控制换挡，但当使节气门迅速打开时，换挡模式会自动转换到 POWER 动力模式，以适应突然加大油门、对动力的需要。

### 3. CC 巡航控制开关

CC 英文全称为 CRUISE CONTROL。CC 巡航控制开关安装在转向柱上或仪表板上。在行驶时，当加速到规定车速以上时接通此开关，汽车会以稳定车速持续行驶，使驾驶操作方便、节省燃油。但当按下巡航控制取消开关或踩制动等操作时可使巡航控制自动解除。

### 4. HOLD 保持开关

HOLD 保持开关安装在换挡手柄锁定按钮的下方 如图 1-5 所示。HOLD 保持开关实际上是一个定挡行驶控制开关。自动变速器换挡手柄设有 P、R、N、D、S、L、O/D 或 P、R、N、OD、3、2、1。当使 HOLD 断开时，各挡位的作用执行自动变速器的作用。当使 HOLD 开关接通时，D 位高速时自动变速器固定在 3 挡行驶；低速时固定在 2 挡行驶，S 位

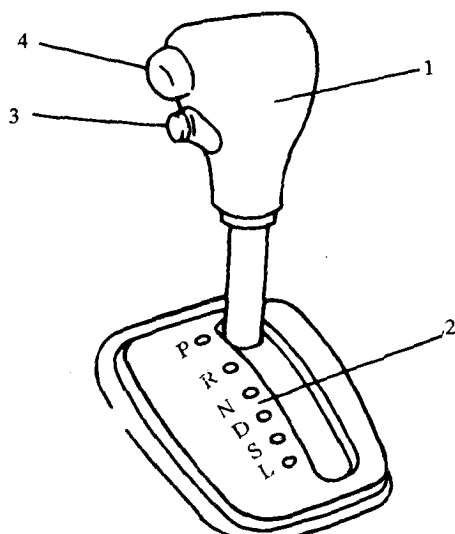


图 1-5 自动变速器换挡手柄

1. 换挡手柄；2. 挡位；  
3. O/D 开关或 HOLD 保持开关；4. 锁定按钮。

时固定在 2 挡，L 位固定在 1 挡。当车辆在冰雪路面行驶、起步或在山区行驶就很便利。例如，D 位 4 挡下坡时，如果需要发动机制动，可接通 HOLD 保持开关，则变速器由 4 挡自动降到 3 挡；如果再把换挡手柄从 D 位换至 S 位，可使自动变速器在 2 挡行驶，可得到强有力的发动机制动效果；当车速降到预定车速后，解除保持开关，即使 HOLD 开关断开，汽车又能换至 3 挡正常行驶。

#### 5. S4 控制开关

在许多运动型跑车上都设有 S 位，自动变速器在 S 位工作时加速性能比 D 位还好，但它只能使自动变速器在 1 至 3 挡之间自动变换。设置 S4 控制开关的自动变速器，当它接通时，汽车在 S 位行驶时就能自动换到 4 挡。S4 控制开关只在 S 位起作用，在其它位置时均自动解除 S4 控制。当采用 S4 控制时，相当于其它车型的动力换挡模式。

### 三、自动变速器的正确使用

#### 1. 启动

装有自动变速器的轿车在启动发动时，应拉紧手制动器或踩下制动踏板，把换挡手柄置于 P 或 N 位，再把点火开关转至启动位置，才能使启动机运转。换挡手柄如果置于 P 或 N 以外其它任何位置，把点火开关转至启动位置，启动机不会运转。

汽车行驶过程中，途中熄火启动，需将换挡手柄移至 P 或 N 位转动启动开关至启动位置、才能启动发动机。

#### 2. 起步

发动机启动后应进行预热，使温度达到预热温度再挂挡起步。

起步时应先踩下制动踏板，然后再挂挡、松开手制动、抬起制动踏板、汽车会缓慢起步，起步后再缓慢加油。

#### 3. 一般道路行驶

使用自动变速器的轿车在一般道路上行驶时，应把换挡手柄置于 D 位，并按下 O/D 超速挡开关。自动变速器在控制系统控制下能根据车速、道路阻力、节气门开度等因素，在 1 挡、2 挡、3 挡和超速挡之间自动升挡或降挡，选择合适的挡位使汽车行驶。

在选择经济模式或标准模式时，需要加速时，应缓慢加大油门，使油门开度保持在 1/2 开度范围内。采用“提前升挡”操作方法，使自动变速器较早地升入高一挡，提高发动机的负荷、可降低发动机转速达到节省燃油的目的，同时也减少发动机的磨损、减小噪声。“提前升挡”具体操作是，汽车起步后，先加大油门使汽车加速，然后松开油门踏板、并持续 2~3s，这时自动变速器立即从 1 挡升至 2 挡；当感觉到升挡后，再踩下油门踏板，继续加速，再松开油门踏板，持续 2~3s 自动变速器又从 2 挡升至 3 挡。

在选择动力模式时，采用“强制低挡”可实现急加速超车。具体操作方法是，把油门踏板迅速踩到底，此时自动变速器会自动下降 1 个挡位，使汽车获得突然加速效果，可以进行高速超车。但当急加速之后，应很快松开油门踏板，以防止发动机超速，造成损坏。使用“强制低挡”操作，自动变速器在这种工况下，多片离合器摩擦片磨损、发热均很严重，容易造成损伤，使用时应注意，不适宜经常使用。

#### 4. 坡道行驶

在一般坡道上行驶，换挡手柄在 D 位，用油门和制动踏板控制车速进行上下坡。

当汽车以超速挡上坡时，如果坡道阻力大于驱动力，会导致车速下降，到一定车速时自动变速器会从超速挡降到 3 挡；到 3 挡后，又因驱动力大于坡道阻力，汽车被加速，到一定车速后自动变速器又升至超速挡。当坡道较长时，会重复出现上述过程，即在超速挡减速降挡、降挡后在 3 挡又加速，到一定车速又升至超速挡，造成自动变速器“循环跳挡”现象，会造成变速器摩擦片的磨损。在这种情况下，应关闭 O/D 超速挡开关，限制超速器的使用，这时汽车会在 3 挡稳定加速上坡。若坡道较长，自动变速器会在 3 挡和 2 挡之间跳挡，如果把换挡手柄置于 2 位，自动变速器便会在 2 挡稳定行驶。

#### 5. 发动机制动

在汽车下坡时，可利用发动机制动控制车速，缓慢下坡。具体操作是，在下坡时，当油门踏板完全松开车速仍很高时，可将换挡手柄置于 S 或 L 位，并把油门踏板松到最小，此时驱动轮经传动轴、变速器、变矩器拖动发动机运转，使发动机运转产生阻力进行减速，这种效果称为发动机制动。当车速较高时决不能把换挡手柄从 D 位移至 S 位或 L 位，这样操作会使自动变速器摩擦片急剧摩擦造成损坏。当车速较高时，应先脚制动器降低车速，再把换挡手柄从 D 位换至 S 位或 L 位。

#### 6. 雨雪、泥泞路面行驶

在雨雪或泥泞路面上行驶时，换挡手柄若在 D 位，当驱动轮打滑时，松开油门踏板，由于打滑驱动轮转速快，自动变速器会出现提前升挡，会进一步加剧驱动轮打滑。这时应把换挡手柄移至 2 位或 L 位，固定在低挡行驶，避免驱动轮打滑。带有 HOLD 保持开关的自动变速器可以使它接合，然后操纵换挡手柄来选择适合行驶的挡位。在雨雪、泥泞路面行驶为防止驱动轮打滑、使用 HOLD 保持开关，并将换挡手柄置入 S 位或 2 位或 L 位，自动变速器会固定在低挡行驶。

#### 7. 临时停车

汽车在交叉路口等交通信号或因堵车需要临时停车时，停车时间不长，可让换挡手柄保持在 D 位，用脚制动停车，需要起步时，只要松开制动踏板，车就前进。如果停车时间稍长，也可不动换挡手柄，让它保持在 D 位，同时用脚制动和手制动，避免松开脚制动时车向前闯。如果停车时间较长，应把换挡手柄置于 N 位，并拉紧手制动停车，避免自动变速器油温升高。

#### 8. 倒车

在汽车停稳后，把换挡手柄置于 R 位，松开脚制动，车就可以倒退。在平坦路面倒车时，不踩油门踏板，发动机怠速就可倒车。

### 四、自动变速器使用注意事项

为充分发挥自动变速器自动换挡性能，防止因使用不当造成早期损坏，在驾驶自动变速器车辆，应注意以下几点：

(1) 在车辆正常行驶时，不要把换挡手柄从 D 位、S 位、L 位之间来回移位。特别应注意事项为：车辆行驶中决不能把换挡手柄移入 N 位，或在下坡时用空挡滑行。因为此时发动机怠速运转，自动变速器内由发动机驱动的油泵出油量少，而自动变速器内齿轮零件在汽车的拖动下高速运转，这些零件会因润滑不良造成坏。

(2) 自动变速器自动升挡或降挡的瞬间，不应急踩油门踏板，否则会使自动变速器

的摩擦片、制动带受损坏。

(3) 汽车没有停稳时，不允许从前进挡换至倒挡，也不允许从倒挡换至前进挡，否则会损坏自动变速器的摩擦片和制动带。

(4) 汽车停稳后再把换挡手柄移入停车挡位置，否则自动变速器会出现金属撞击声，容易损坏停车锁定机构。

(5) 发动机怠速一定要调整好，否则会影响自动变速器的使用效果。如果怠速过高，会使汽车挂挡起步时产生强烈的闯动；怠速过低，在坡道上起步，松开制动后没有及时加油，汽车会下滑，增加坡道起步的困难。

(6) 在由 P 位换至其它任何挡位或由其它任何挡位换至 P 位、或由任何挡位换至 R 位时，必须按下换挡手柄上的锁定按钮，否则换挡手柄将被锁定而不能移动。

自动变速器按由低挡至高挡变换时，可以不受车速的限制，无论车速高低都可按由低到高的顺序改变换挡手柄的位置。但如果要按由高挡至低挡的顺序变换换挡手柄的位置，例如按“D 位→2 位→1 位”的顺序，必须先使汽车减速至低于相应的升挡车速后才能进行。如果把换挡手柄由高挡位换至低挡位时车速过高，就相当于手动强制低挡，结果会使发动机受到强烈制动，会损伤自动变速器低挡执行机构。

## 第二章 电控液力自动变速器结构与工作原理

### 第一节 液力变矩器结构与工作原理

#### 一、液力变矩器结构与工作原理

汽车使用的液力变矩器由泵轮、涡轮和导轮组成，它的功能是传递并增大发动机扭矩。变矩器的这三个工作轮组成一个环形内腔，在腔内充满自动变速器油。泵轮与变矩器壳连成一体，固定在发动机曲轴后端的飞轮上。涡轮与变速器的输入轴连接，对变矩器来说，涡轮是变矩器的输出元件。涡轮由来自泵轮的液流驱动，并以它特有的速度转动，泵轮和涡轮都有内叶片，但方位相反，两轮的叶片相对。泵轮是变矩器的主动元件，它的叶片直接固定在变矩器壳上，所以泵轮是变矩器的输入装置，它由发动机带动旋转。导轮通过单向超越离合器安装在变速器壳体的导管上。液力变矩器三元件，如图 2-1 所示，液力变矩器结构图，如图 2-2 所示。

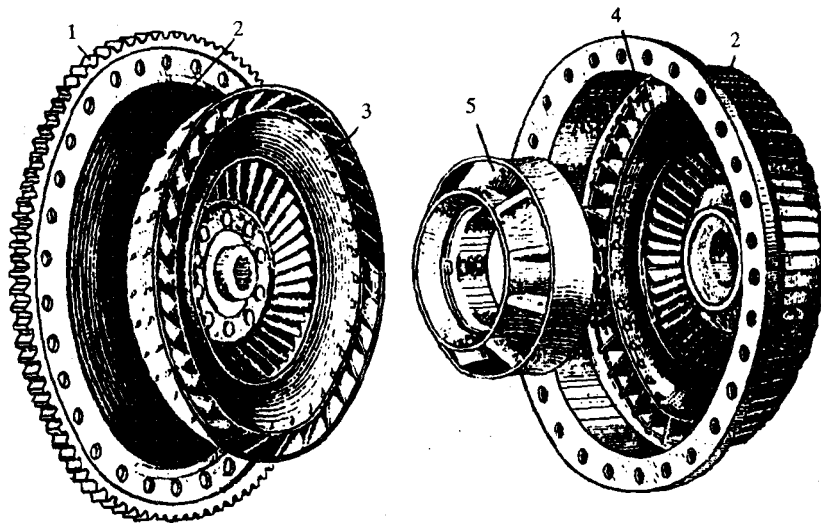


图 2-1 液力变矩器三元件

1. 飞轮；2. 变矩器壳；3. 涡轮；4. 泵轮；5 导轮。

液力变矩器的工作是由发动机带动液力变矩器壳体和泵轮转动，泵轮的转动又带动工作腔内的油液一起转动，将机械能转换成液体功能。这时具有动能的液体随泵轮的转动，冲入涡轮内腔，液体在涡轮内腔叶片中流动，推动涡轮旋转，将液体的动能转换成机械能，通过变速器的输入轴输出。油液从涡轮流出，经导轮叶片变换方向后流回泵轮。在油液循环流动过程中，油液从固定不动的导轮流出时，给涡轮作用一个反作用力矩，力矩的大小和作用方向随涡轮转速的变化而变化，从而起到改变扭矩的作用。

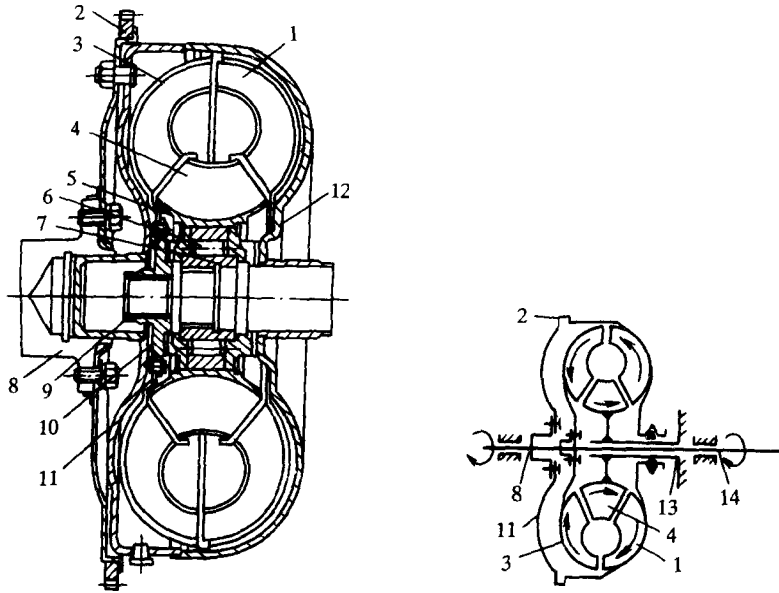


图 2-2 液力变矩器结构图

1. 泵轮; 2. 飞轮; 3. 涡轮; 4. 导轮; 5. 单向离合器外座圈; 6. 单向离合器滚柱;  
7. 单向离合器内座圈; 8. 曲轴; 9. 涡轮壳; 10. 垫片;  
11. 变矩器壳体; 12. 止推垫片; 13. 导轮固定套管; 14. 从动轴。

## 二、综合式液力变矩器结构与工作原理

现代轿车自动变速器使用的变矩器都是综合式液力变矩器,综合式液力变矩器三元件中的导轮不是完全固定不动的,它通过单向超越离合器支承在固定于变速器壳体的导轮固定套上。单向超越离合器的作用是它可以使导轮顺时针方向转动,而不能朝逆时针方向转动。综合式液力变矩器结构,如图 2-3所示。

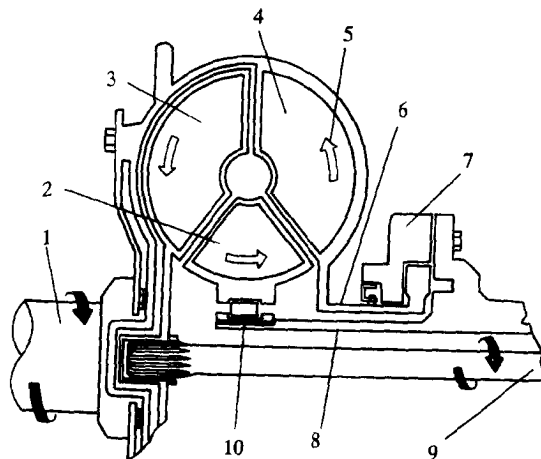


图 2-3 综合式液力变矩器结构

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. 变矩器输出轴; 10. 单向超越离合器。

为说明综合式液力变矩器工作原理，假定把变矩器 3 个工作轮叶片从循环流动的液流中心线剖开并展开，如图 2-4 所示的示意图，并假定液力变矩器工作时，发动机转速和负荷不变为一常数。

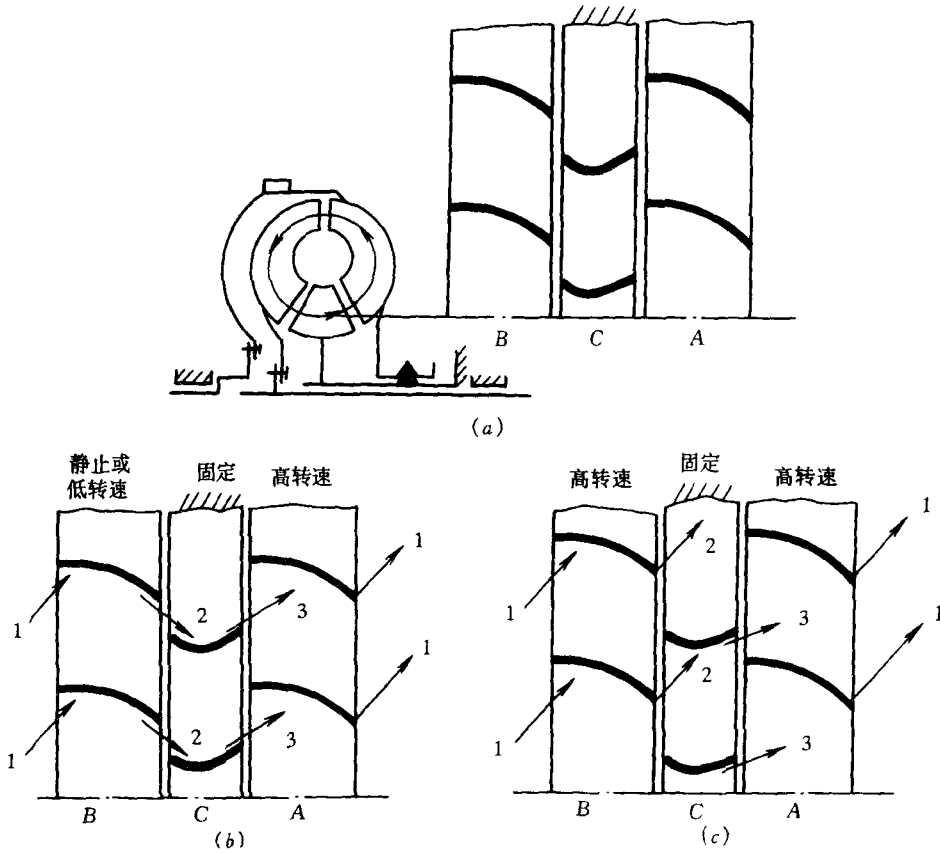


图 2-4 液力变矩器工作原理

(a) 叶片展开示意图；(b) 起步时；(c) 车速较高时。

1. 由泵轮冲向涡轮液压油方向；2. 由涡轮冲向导轮液压油方向；
3. 由导轮流回泵轮液压油方向；A 泵轮；B 涡轮；C. 导轮

在汽车起步之前，涡轮转速为 0，发动机通过液力变矩器壳体带动泵轮转动，液压油被推动，产生一个扭矩，该扭矩即为变矩器输入扭矩。液压油在泵轮叶片的推动下，以一定的速度，按图 2-4 (b) 箭头 1 所示方向冲击涡轮上缘处叶片，对涡轮产生冲击扭矩，这个扭矩即为变矩器输出扭矩。这时涡轮静止不动，而冲向涡轮的液压油沿涡轮叶片流向涡轮下缘，在涡轮下缘液压油又以一定的速度冲向导轮，对导轮产生冲击力矩，液压油沿着固定不动的导轮叶片流回泵轮。当液压油对涡轮和导轮产生冲击扭矩时，涡轮和导轮也对液压油产生一个与冲击扭矩大小相等，方向相反的反作用扭矩。因此，液力变矩器输出扭矩在数值上等于输入扭矩与导轮对液压油的反作用扭矩之和，液力变矩器起增大扭矩作用，最大输出扭矩可达输入扭矩的 2.6 倍左右。而当涡轮转速较低时，从涡轮流出的液压油从正面冲击导轮叶片，如图 2-4 (b)，对导轮作用一个逆时针方向力矩，但由单向超越离合器的使用，它在逆时针方向具有锁定作用，会将导轮锁

定在导轮固定套上固定不动，这时变矩器的作用与上面分析相同，变矩器具有增大扭矩的作用，这时的变矩系数  $k$  大于 1。这里所说的变矩系数为涡轮上输出扭矩与泵轮上的输入扭矩之比，称为液力变矩器的变矩系数，或叫做变矩比，用  $k$  表示。而当涡轮转速大到一定程度时，液压油的冲击方向对导轮叶片之间的夹角变为  $0$ ，这时变矩系数  $k$  等于 1。如果涡轮转速继续增大，液压油会从反面冲击导轮，如图 2-4 (c) 所示，会对导轮产生一个顺时针方向的扭矩。而由于单向超越离合器在顺时针方向没有锁定作用，可以像轴承一样转动，所以导轮在液压油的冲击作用下开始顺时针方向转动，由于自由转动的导轮对液压油没有反作用力矩，液压油只受到泵轮和涡轮的反作用力矩作用，这时变矩器不起增扭作用，起耦合作用。由于涡轮这时转速较高，变矩器处在高效率传递扭矩范围。

导轮开始空转的工作点称为耦合点。综合式液力变矩器在涡轮转速由 0 至耦合点的工作范围内按液力变矩器的特性工作，在涡轮转速超过耦合点转速之后按液力耦合器的特性去工作。所以，综合式液力变矩器既有增扭作用又有传动效率高的特性。

变矩器的元件数指变矩器中泵轮、涡轮和导轮的总个数，现在大多数轿车自动变速器都使用三元件液力变矩器。

变矩器的级数是指涡轮的列数。只有 1 列涡轮的叫单级变矩器，有 2 个以上涡轮的称为多级变矩器。

变矩器的相数，是指变矩器中离合器或制动器不同工作特性的个数，即为变矩器的相数。例如：综合式液力变矩器由于导轮中单向超越离合器的锁定和滑转而使变矩器的工作发生变化，以耦合点为界分别具有变矩器和耦合器的工作特性，所以称为 2 相变矩器。变矩器还有增加带单向超越离合器的导轮或泵轮的个数或采用锁定离合器方式，成为 3 相、4 相变矩器。

目前轿车上使用三元件单级两相变矩器较多，综合式液力变矩器基本上都采用这种结构。

### 三、带锁定离合器的综合式液力变矩器结构与工作原理

现代轿车自动变速器大多采用一种带锁定离合器的综合式液力变矩器。这种综合式液力变矩器采用一个由液压油操纵的锁定离合器，锁定离合器的主动盘即为变矩器壳体；从动盘是一个可以作轴向移动的压盘，叫作锁定离合器压盘或叫作锁定活塞，锁定活塞通过花键套与涡轮连接。带锁定离合器的综合式液力变矩器，如图 2-5 所示。从图中分析得知，锁定活塞右侧的液压油与泵轮、涡轮中的液压油相通，保持一定的油压；而在锁定活塞左侧的液压油通过变矩器输出轴中间的控制油道与阀体总成上的锁定控制阀相通。锁定控制阀由自动变速器电控组件 TCM 通过锁定电磁阀控制工作。

自动变速器电控组件根据车速、节气门开度、发动机转速、自动变速器油温、换挡手柄位置、换挡模式等因素，按预先设定的锁定程序向锁定电磁阀输出信号，控制锁定控制阀，借以改变锁定活塞两侧的油压，以达到控制锁定离合器工作的目的。

锁定离合器工作原理图如图 2-6 所示。在车速较低时，锁定控制阀使液压油从油道 B 进入变矩器，使锁定离合器活塞两侧保持相等的油压，使它处于分离状态，输入变矩器的动力完全通过液压油传至涡轮，变矩器按正常工作进行。变矩器锁定离合器的

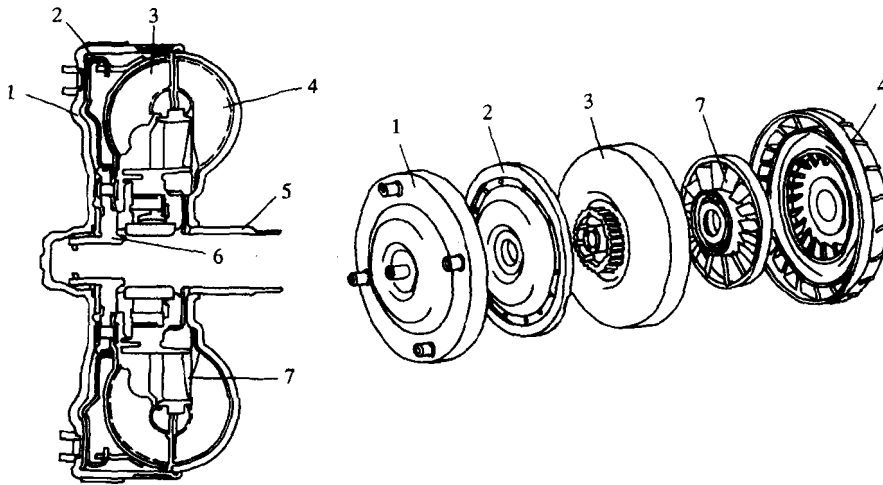


图2-5 带锁定离合器的液力变矩器

1. 变矩器壳; 2. 锁定活塞 (锁定离合器压盘); 3. 涡轮;  
4. 泵轮; 5. 变矩器轴套; 6. 输出轴花键套; 7. 导轮。

结合取决于发动机转速和车速,并由电控组件进行控制。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的要求时,电控组件便操纵锁定控制阀,让油液从油道 C 流入变矩器,这时油道 B 与泄油口相通,使锁定离合器活塞左侧油压下降。但由于活塞右侧油压仍为变矩器油压,从而使活塞在前后两面压力差的作用下压紧在变矩器壳体上,这时输入变矩器的动力通过锁定离合器的机械传动,由锁定活塞直接传递至涡轮输出,传动效率达到百分之百。锁定离合器的结合而使泵轮和涡轮相结合,消除了运转时两工作轮之间存在的转速差和由此带来的液力损失,从而提高了变矩器在高转速下的传动效率。另外,锁定离合器在结合时减少了变矩器中液压油因液体摩擦而产生的热量,有效地降低了液压油的温度。

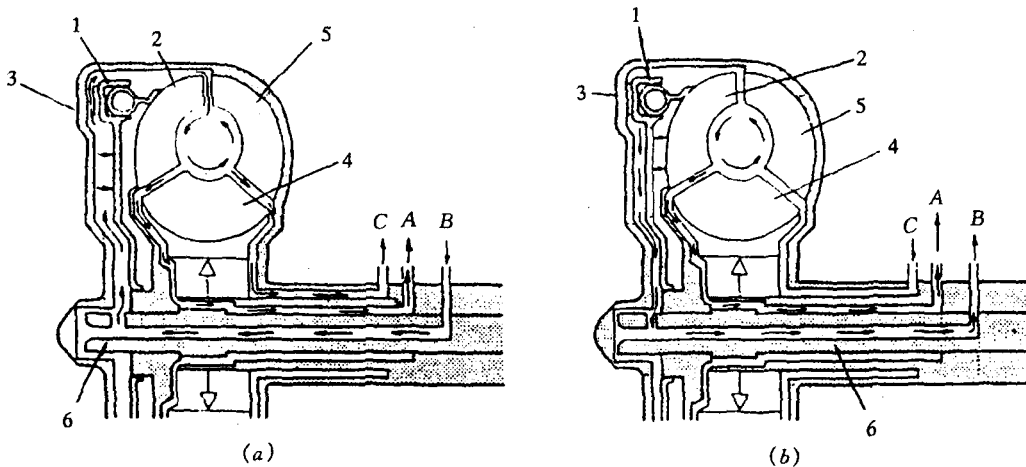


图2-6 锁定离合器工作原理图

(a) 锁定离合器分离时; (b) 锁定离合器结合时。

1. 锁定活塞; 2 涡轮; 3. 变矩器壳; 4. 导轮; 5. 泵轮; 6. 变矩器输出轴;  
A. 变矩器出油道; B、C. 锁定离合器控制油道。