

第一章 自动变速器概述

第一节 自动变速器的发展概况

变速器在汽车传动系中主要起改变转速和转矩的作用。传统的机械变速器（机械变速器指不带液力变矩器的齿轮传动变速器）具有传动效率高、工作可靠、结构简单和价格低廉等优点，但它存在以下几项缺点。

1. 不能充分利用发动机的功率。要提高发动机功率的利用率，对机械式变速器只能增加档位数，而这会使变速器结构复杂、操纵不方便。

2. 换挡操作复杂，增加了行车不安全因素。在道路状况变化大，交通情况复杂时，驾驶员需要频繁地进行换挡操作，劳动强度大，易紧张、疲劳及注意力分散，从而增加汽车行驶的不安全因素。

3. 换挡操作产生动载荷影响发动机和传动系的寿命。换挡时必须切断发动机的动力，因此发动机和传动系都将承受因换挡而引起的冲击力，从而降低了发动机和传动系的使用寿命。

4. 不易把握换挡的最佳时机，影响汽车的行驶性能并增加了油耗。

5. 换挡操作使行车不平稳影响乘坐舒适性。

正是因为机械式变速器存在上述缺点，为满足人们对安全、舒适、节油和排放的要求，各国的汽车设计师们研制设计了各种各样的自动变速器。

1939 年美国通用汽车公司首先在其生产的奥兹莫比尔（Oldsmobile）轿车上装用了液力变矩器——行星齿轮组成的液力变速器，可谓之现代自动变速器的雏形。40 年代末 50 年代初，出现了根据车速和节气门开度自动控制换挡的液力控制换挡自动变速器，使自动变速器进入了迅速发展时期。到 1975 年，自动变速器在重型汽车及公共汽车上的应用已相当普及。

20 世纪 70 年代末电子控制技术开始应用于汽车变速器，日本丰田汽车公司研制成功了世界上第一台电子控制变速装置，并在 1976 年实现了批量生产。但由于这种电子控制自动变速器在控制精度和自由度方面效果并不十分理想，因此，包括日本在内的许多国家又把重要精力转向电脑控制变速器的研究和开发。以电脑为控制核心的电子控制自动变速器迅速发展。目前美国大部分的汽车装用了自动变速器，日本和西欧国家汽车自动变速器普及率也达到了 80% 左右。

国产轿车中采用自动变速器最早的车型当属第一汽车制造厂生产的红旗

CA770 型三排座高级轿车，该型轿车在 1965 ~ 1980 年间共生产了 1283 辆，其所装用的自动变速器在结构上与美国克莱斯勒汽车公司生产的 Power Filte 自动变速器相似。一汽大众 1998 年底在国内首家推出批量生产的装用电控自动变速器的轿车捷达 AT，该车采用德国大众（VW）原厂生产的第三代 95 型 01M 电控 4 档自动变速器。国内的神龙富康汽车公司亦于 1999 年初展示了其装备自动变速器的富康 988 轿车，这种电控 4 档自动变速器由法国的雪铁龙和雷诺公司共同研制，在意大利生产，1998 年 6 月才开始应用。可以断言，国产轿车普遍装用自动变速器的时代正在到来。

第二节 自动变速器的优点

相比于传统的机械式手动变速器，自动变速器具有如下优点。

1. 汽车起步平稳，能吸收、衰减振动与冲击，提高乘坐的舒适性。
2. 自动适应行驶阻力和发动机工况的变化，实现自动换档，有利于提高汽车的动力性和平均车速。
3. 液力变矩器使传动系的动载荷减小，提高了汽车的使用寿命。
4. 驾驶操纵简单，实现换档自动化，有利于行车安全。
5. 能以较低的车速稳定行驶，提高车辆在坏路上的通过性。
6. 减少排放。
7. 可降低油耗。尤其是现代汽车电子控制自动变速器，可按照最佳油耗规律控制自动换档，加之采用了超速档和变矩器锁止控制等，从而使自动变速器汽车的油耗有了明显的下降。

自动变速器的主要缺点是结构复杂、成本高、传动效率低。

第三节 自动变速器的组成

自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮机构、油泵、控制系统等几个部分组成。如图 1-1 所示。

1. 液力变矩器。位于自动变速器的最前端，安装在发动机的飞轮上，其作用与采用手动变速器的汽车中的离合器相似。可在一定范围内实现减速增矩。
2. 行星齿轮机构。包括行星齿轮组和换档执行机构。换档执行机构可以使行星齿轮组处于不同的啮合状态，以实现不同的传动比。大部分自动变速器的行星齿轮机构有 3 ~ 4 个前进档和 1 个倒档。这些档位与液力变矩器相配合，就可获得由起步至最高车速的整个范围内的自动换档。

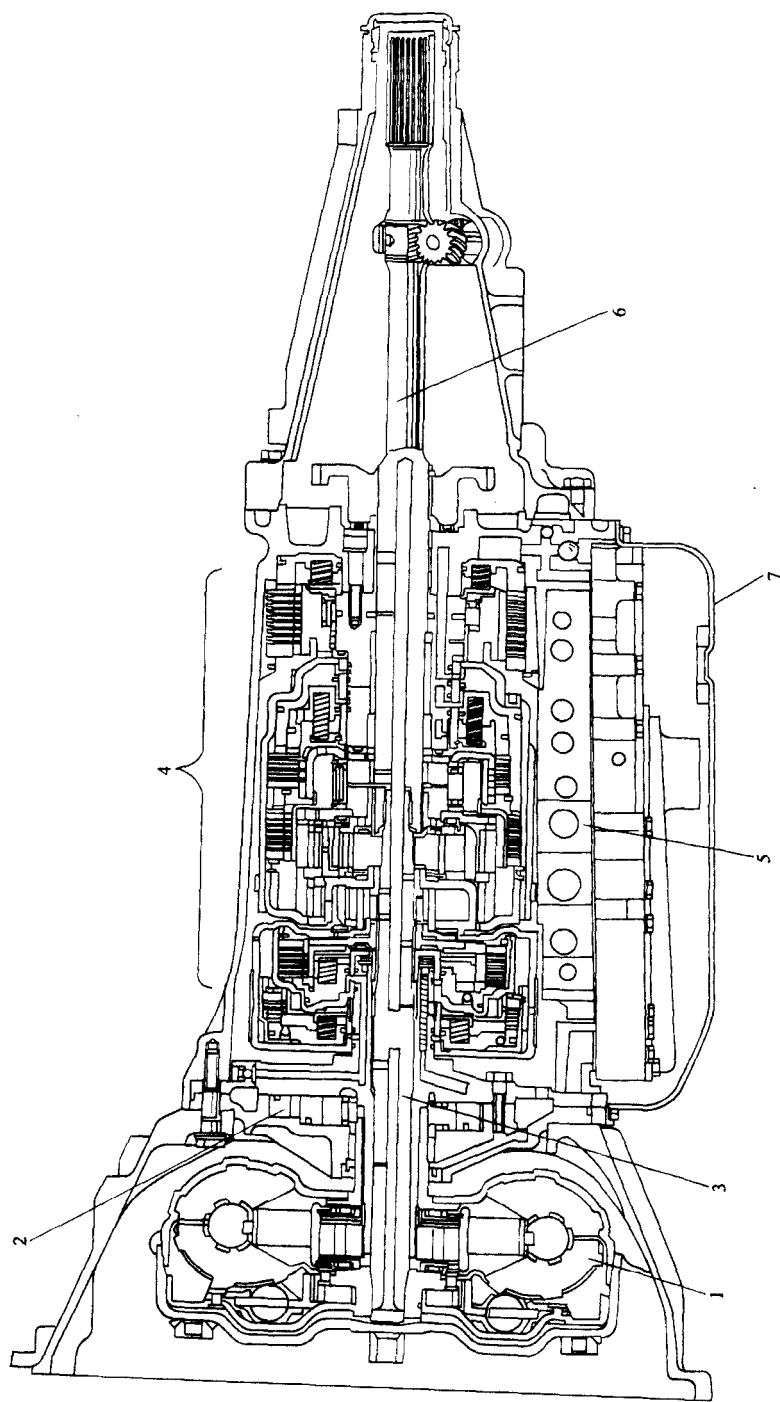


图 1-1 自动变速器的组成
 1—液力变矩器 2—油泵 3—输入轴 4—行星齿轮机构 5—阀体总成 6—输出轴 7—油底壳

3. 油泵。通常安装在液力变矩器之后，由飞轮通过液力变矩器壳直接驱动，为液力变矩器、控制系统及换档执行机构的工作提供一定压力的自动变速器油。

4. 控制系统。新型汽车自动变速器的控制系统有液压式和电液式两种。液压式控制系统包括由许多控制阀组成的阀体总成以及液压管路。电液式控制系统除了阀体及液压管路之外，还包括电脑、传感器、执行器及控制电路等。阀体总成通常安装在行星齿轮机构下方的油底壳内。驾驶员通过自动变速器的操纵手柄改变阀体内的手动阀的位置，控制系统根据手动阀的位置及节气门开度、车速、控制开关的状态等因素，利用液压自动控制原理或电子自动控制原理，按照一定的规律，控制行星齿轮机构中的换档执行机构的工作，实现自动换档。

此外，在自动变速器的外部还设有一个自动变速器油散热器，用于散发自动变速器油在工作过程中产生的热量。

第四节 自动变速器的类型

在自动变速器的发展过程中出现了多种结构形式。自动变速器的驱动方式、档位数、变速齿轮的结构型式、变矩器的结构类型及换档控制形式等都有不同之处。下面从不同角度对自动变速器进行分类。

一、按汽车驱动方式分类

自动变速器按照汽车驱动方式的不同，可分为后驱动自动变速器和前驱自动变速器两种。后驱动自动变速器的变矩器和行星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，阀体总成则布置在行星齿轮机构下方的油底壳内。如图 1-1 所示。

前驱自动变速器（又叫自动变速驱动桥）除了具有与后驱动自动变速器相同的组成外，在自动变速器的壳体内还装有差速器和主减速器。前驱汽车的发动机有纵置和横置两种。纵置发动机的前驱自动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器汽车基本相同，只是在后端增加了一个差速器。横置发动机的前驱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，因此通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式，如图 1-2 所示。变矩器和行星齿轮机构输入轴布置在上方，输出轴则布置在下方。这样的布置减少了变速器总体的轴向尺寸，但增加了变速器的高度，因此常将阀体总成布置在变速器的侧面或上方，以保证汽车有足够的最小离地间隙。

二、按自动变速器前进档位数分类

自动变速器按前进档的档数的不同，可分为 2 个前进档、3 个前进档、4 个

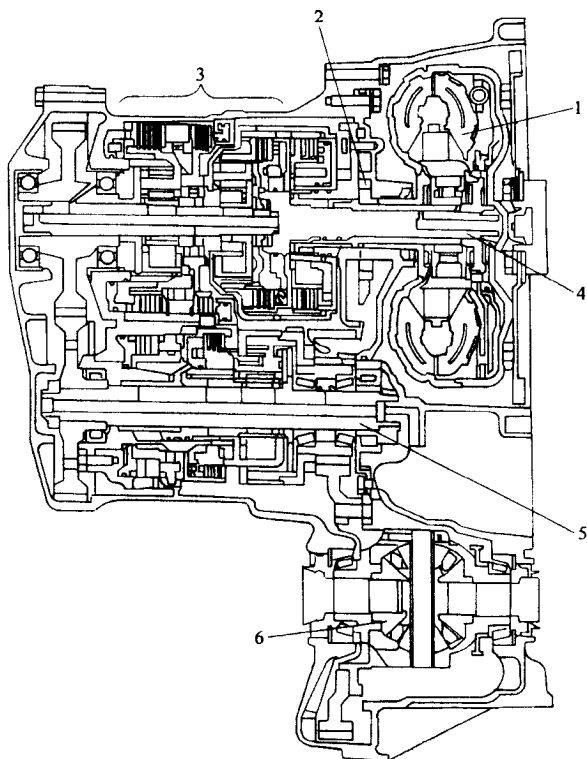


图 1-2 前驱动自动变速器（自动变速驱动桥）

1—变矩器 2—油泵 3—行星齿轮机构
4—输入轴 5—输出轴 6—差速器

前进档三种。早期的自动变速器通常为 2 个前进档或 3 个前进档。这两种自动变速器都没有超速档，其最高档为直接档。新型轿车装用的自动变速器基本上都是 4 个前进档，即设有超速档。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，大大改善了汽车的燃油经济性。

三、按变矩器的类型分类

按液力变矩器的类型，自动变速器大致可分为普通液力变矩器式、综合液力变矩器式和带锁止离合器的液力变矩器式三种。普通液力变矩器是指由泵轮、涡轮和导轮 3 个元件组成的液力变矩器。综合式液力变矩器是指在导轮与固定导轮的套管之间装有单向离合器的液力变矩器，它可以自动进行变矩器工况与液力偶合器工况的转换。新型轿车的自动变速器普遍采用带锁止离合器的液力变矩器。

当汽车达到一定车速时，控制系统使锁止离合器接合，将液力变矩器的输入部分和输出部分连成一体，使发动机动力直接传入齿轮变速器，从而提高了传动效率，降低了油耗。

四、按齿轮传动机构的类型分类

自动变速器按其齿轮传动机构的类型不同，可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大，最大传动比小，只有少数几种车型使用。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。

五、按控制方式分类

自动变速器按控制方式不同，可分为液力控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。液力控制的自动变速器是通过机械的手段，将汽车行驶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，如图 1-3 所示。

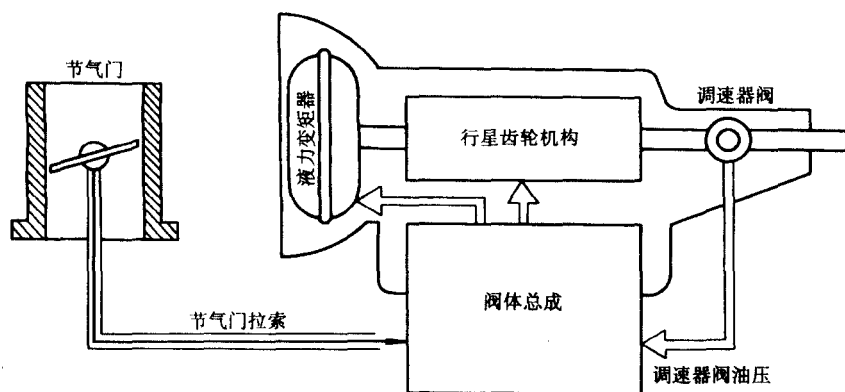


图 1-3 液力控制自动变速器控制过程示意图

电子控制自动变速器是通过各种传感器，将发动机转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器油温度等参数转变为电信号，并输入电脑；电脑根据这些信号，按照设定的换档规律，向换档电磁阀、油压电磁阀等发出电子控制信号，换档电磁阀和油压电磁阀再将电脑的电子控制信号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，控制换档执行机构的动作，从而实现自动换档，如图 1-4 所示。

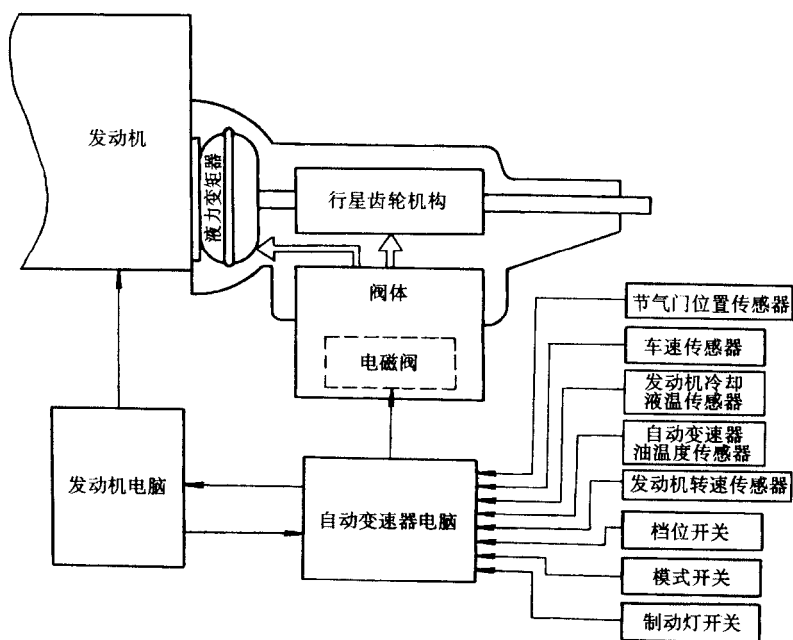


图 1-4 电子控制自动变速器控制过程示意图

第二章 自动变速器的结构与原理

第一节 液力变矩器的结构与原理

变矩器是自动变速器不可缺少的重要组成部分之一。它安装在发动机的飞轮上，利用工作油液将发动机的转矩传递给自动变速器中的齿轮变速机构，并有小范围内的降低转速增加转矩和自动变速的功能。自动变速器的传动效率主要取决于变矩器的结构和性能。新型汽车自动变速器中所用的变矩器都是综合式液力变矩器。这种变矩器综合了液力耦合器和液力变矩器的优点。

一、液力耦合器的结构与原理

在最早期的自动变速器上曾使用液力耦合器，后被液力变矩器取代。但液力变矩器是液力耦合器发展而来，所以了解液力耦合器的结构和原理非常重要。

图 2-1 为液力耦合器的结构示意图，其主要零件形状如图 2-2 所示。

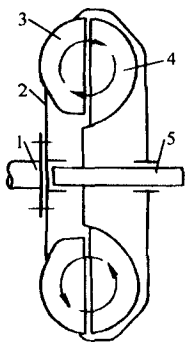


图 2-1 液力耦合器示意图

1—发动机曲轴 2—耦合器外壳
3—泵轮 4—涡轮 5—从动轴

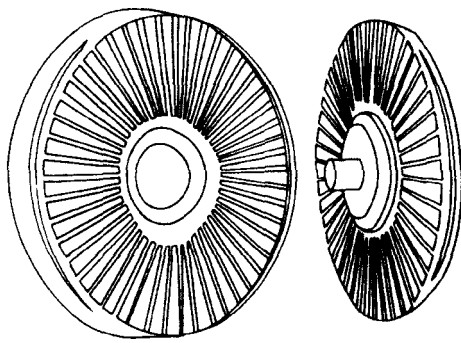


图 2-2 液力耦合器主要零件

在发动机曲轴 1 的凸缘上，固定着耦合器外壳 2。叶轮 3 与外壳 2 刚性连接且与曲轴一起旋转，为耦合器的主动元件，称为泵轮。与从动轴 5 相连的叶轮 4，为耦合器的从动元件，称为涡轮。泵轮与涡轮统称为工作轮。在工作轮的环状壳体中，径向排列着许多叶片。涡轮装在密封的外壳 2 中，其端面与泵轮端面相对，二者之间留有一定间隙（约 3 ~ 4mm）。泵轮与涡轮装合后，通过轴线的纵

断面呈环形，称为循环圆。在环状壳体中贮有工作油液。

当发动机工作时，曲轴带动液力耦合器的壳体和泵轮一同转动，泵轮叶片内的工作油液在泵轮带动下随之一同旋转，即随工作轮绕轴 1 和 5 的轴线作圆周运动；同时在离心力的作用下，工作油液被甩向泵轮叶片外缘处，并在外缘处冲向涡轮叶片；使涡轮在工作油液冲击力的作用下旋转；冲向涡轮叶片的工作油液沿涡轮叶片向内缘流动，又返回到泵轮的内缘，被泵轮再次甩向外缘。即工作油液沿循环圆箭头所示方向作循环流动。液体质点的流线形成一个首尾相连的环形螺旋线，如图 2-3 所示。

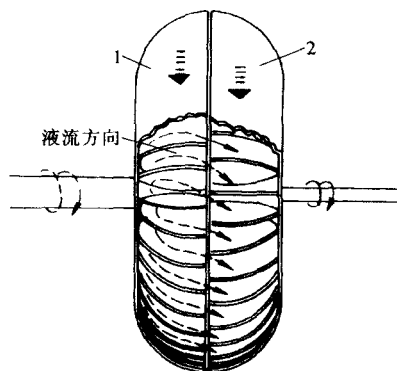


图 2-3 液力耦合器工作示意图

1—泵轮 2—涡轮

在液力耦合器泵轮和涡轮叶片内循环流

动的工作油液，从泵轮叶片内缘流向外缘的过程中，泵轮对其做功，其速度和动能逐渐增大；而在从涡轮叶片外缘流向内缘的过程中，工作油液对涡轮做功，其速度和动能逐渐减小。因此液力耦合器的传动原理是：发动机的动能通过泵轮传给工作油液，工作油液在循环流动的过程中又将动能传给涡轮输出。工作油液在循环流动的过程中，除了与泵轮和涡轮之间的作用力之外，没有受到其它任何附加的外力。根据作用与反作用力相等的原理，工作油液作用在涡轮上的转矩应等于泵轮作用在工作油液上的转矩，即：发动机传给泵轮的转矩与涡轮上输出的转矩相等。这就是液力耦合器的传动特点。

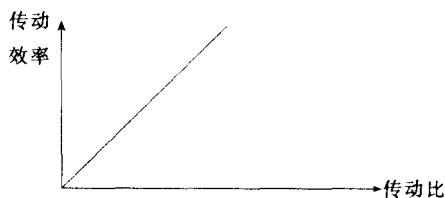


图 2-4 液力耦合器效率特性

液力耦合器的传动效率等于涡轮转速与泵轮转速之比如图 2-4 所示。涡轮与泵轮的转速差越大，传动比越小，传动效率就越低；反之，涡轮与泵轮的转速差越小，传动比越大，传动效率就越高。具体言之，在刚刚挂上档而汽车未起步时，涡轮转速为 0，液力耦合器的传动效率为 0；汽车刚起步时，车速较低，涡轮转速也低，因而传动效率也较低；随着汽车加速，涡轮转速逐渐提高，涡轮与泵轮的转速差逐渐减小，因而液力耦合器的传动效率亦随之增高。理论上，当涡轮转速等于泵轮转速时，传动效率应为 100%，但实际上，若涡轮转速等于泵轮

转速，则泵轮与涡轮叶片外缘处的工作油液的压力相等，导致泵轮上的工作油液不能冲向涡轮，液力耦合器内的工作油液没有循环流动，从而不能将泵轮上的动能传递给涡轮输出，液力耦合器将失去传递转矩的作用。因此，液力耦合器工作正常时，涡轮的转速必须小于泵轮的转速，也就是说，液力耦合器的传动效率永远达不到 100%。

液力耦合器曾在早期少数几种车型的自动变速器上使用过，由于其在减速时不能起到增加转矩的作用，而且在汽车低速行驶时传动效率很低，所以目前采用液力耦合器的车型甚少。但是它所具有的在高传动比工况下有较高传动效率的特性在综合式液力变矩器中得到了充分利用。

二、液力变矩器的结构与原理

液力变矩器有 3 个工作轮，即泵轮、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；导轮则位于泵轮和涡轮之间，并与泵轮和涡轮保持一定的轴向间隙，通过导轮固定套固定于变速器壳体上，如图 2-5 所示。发动机运转时带动液力变矩器的壳体和泵轮与之一同旋转，泵轮内的工作油液在离心力的作用下，由泵轮叶片外缘冲向涡轮，并沿涡轮叶片流向导轮，再经导轮叶片流回泵轮叶片内缘，形成循环的液流。导轮的作用是改变涡轮上的输出转矩。由于从涡轮叶片下缘流向导轮的工作油液仍有相当大的冲击力，只要将泵轮、涡轮和导轮的叶片设计成一定的形状和角度，就可以利用上述冲击力来提高涡轮的输出转矩。液力变矩器主要零件如图 2-6 所示。

三、综合式液力变矩器的结构与原理

目前在装用自动变速器的汽车上使用的变矩器都是综合式液力变矩器（图 2-7）。在导轮与导轮固定套之间装有单向离合器的液力变矩器称为综合式液力变矩器。这一单向离合器使导轮可以朝顺时针方向旋转（从发动机前面看），但不能朝逆时针方向旋转。

在涡轮转速较低时，单向离合器处于锁止状态，工作油液从正面冲击导轮叶片，对导轮施加一个朝逆时针方向旋转的转矩，将导轮锁止固定，它按液力变矩器特性工作。当涡轮转速增大到工作液从涡轮叶片出口处冲向导轮背面，对导轮产生一个顺时针方向的转矩时，单向离合器顺时针方向处于自由状态，导轮便朝着涡轮转动的方向转动，综合式液力变矩器转为按液力耦合器特性工作，从而提高了传动效率。

综合式液力变矩器在发展过程中出现很多复杂类型，这些类型可以用变矩器

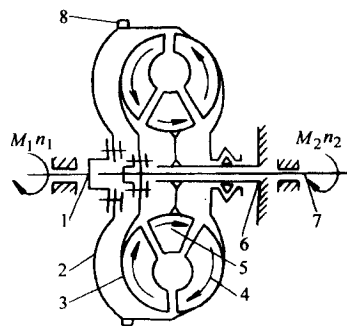


图 2-5 液力变矩器示意图

- 1—发动机曲轴 2—变速器壳 3—涡轮
- 4—泵轮 5—导轮 6—导轮固定套管
- 7—从动轴 8—起动齿圈

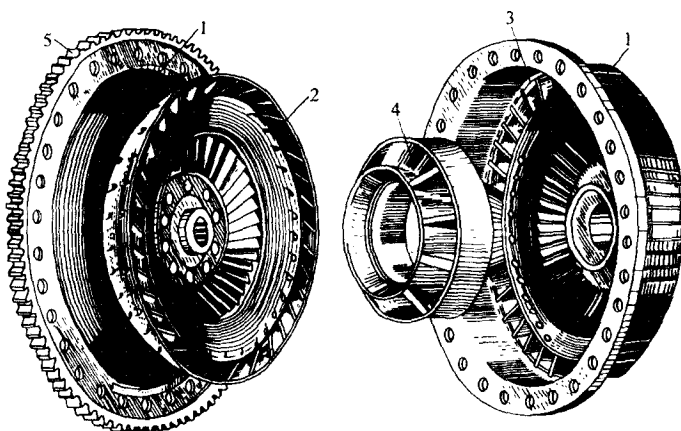


图 2-6 液力变矩器主要零件图

1—变矩器壳 2—涡轮 3—泵轮 4—导轮 5—起动齿圈

的元件数、级数和相数表示。

变矩器中的元件数指变矩器中泵轮、涡轮、导轮的总个数。

变矩器的级数是指涡轮的列数。1 列涡轮称单级变矩器。

变矩器的相数指变矩器可能有的工况数。

目前轿车自动变速器上使用的变矩器基本上都是 3 元件 2 相综合式液力变矩器。

四、带锁止离合器的综合式液力变矩器的结构与原理

变矩器是用液力来传递汽车动力的，而工作油液的内部摩擦会造成一定的能量损失，因此传动效率较低。为提高汽车的传动效率，减少燃油消耗，现代很多轿车自动变速器采用一种带锁止离合器的综合式液力变矩器。如图 2-8 和图 2-9 所示。

锁止离合器由主动部分、从动部分和控制部分组成。主动部分为液力变矩器壳 2，从动部分为一个可作轴向移动的压盘 1（通过花键套与输出轴连接）。压盘右侧的工作油液与液力变矩器泵轮、涡轮等中的工作油液相通，压盘左侧（压盘与液力变矩器壳之间）的工作油液通过变矩器输出轴中间的控制油道与阀体总成上的锁止控制阀相通。锁止控制阀有油道与压盘的左右油腔相接，通过改变压盘两侧的油压使锁止离合器处于分离或接合状态。

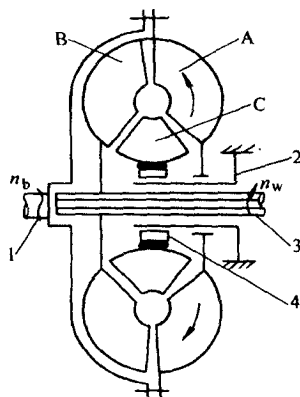


图 2-7 综合式液力变矩器

1—输入轴 2—导轮固定套
3—输出轴 4—单向离合器
A—泵轮 B—涡轮 C—导轮

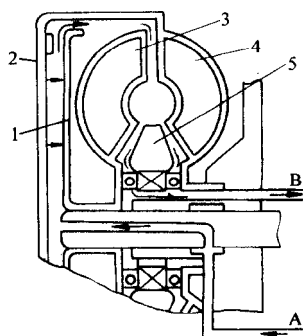


图 2-8 锁止离合器处于分离状态的锁止式液力变矩器

1—压盘 2—变矩器壳 3—涡轮 4—泵轮 5—导轮
A、B——锁止离合器控制油道

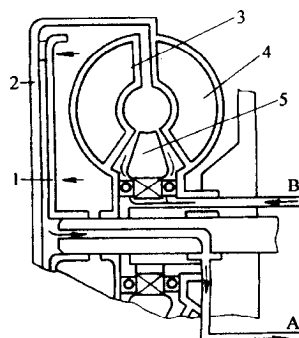


图 2-9 锁止离合器处于接合状态的锁止式液力变矩器

1—压盘 2—变矩器壳 3—涡轮 4—泵轮 5—导轮
A、B——锁止离合器控制油道

当车速较低时，锁止离合器压盘左侧油腔与来自锁止离合器控制装置的进油道 A 相通，锁止离合器压盘两侧保持相同的油压，此时锁止离合器处于分离状态，如图 2-8 所示，输入液力变矩器的动力通过工作油液全部传至涡轮。当车速等因素满足锁止离合器的锁止条件时，控制装置便改变油路方向，使 B 油道进油，A 油道回油；锁止离合器压盘左侧的油压下降，而压盘右侧的油压仍为液力变矩器油压，压盘在左右两侧压力差的作用下压紧在液力变矩器壳上，此即锁止离合器处于接合状态，如图 2-9 所示。这时输入液力变矩器的动力通过锁止离合器的机械连接，由压盘直接传至输出轴输出，传动效率为 100%。

第二节 行星齿轮机构的结构与原理

汽车自动变速器在外观结构上，大致可分为两段，前一段主要是液力变矩器，虽然它可以在一定的范围内自动而且无级地改变转矩比和转速比，但由于目前实际应用的轿车自动变速器液力变矩器的最高转矩比仅为 1.70~2.50 左右，而且还存在着变矩能力与传动效率之间的矛盾，难以满足汽车的使用要求；同时，再考虑到汽车倒退行驶的需要，因而在自动变速器中，尚需增设齿轮变速机构，且自动变速器大多采用行星齿轮机构。

一、单排行星齿轮机构的结构与原理

在考虑行星齿轮工作前，我们简略介绍一下齿轮动作。

如图 2-10 所示，两个外啮合齿轮互相啮合旋转时，它们以相反方向旋转。

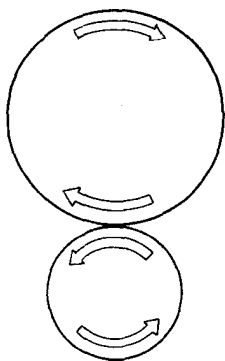


图 2-10 齿轮外啮合的旋转方向

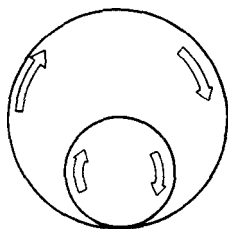


图 2-11 齿轮内啮合的旋转方向

如图 2-11 所示，一个外齿轮和一个内齿轮相互啮合旋转，两个齿轮以相同方向旋转。

如图 2-12 所示，在主动和从动齿轮之间加入另一中间齿轮时，各齿轮相互接触，各以相反方向旋转，因此从动齿轮的旋转方向和主动齿轮相同。

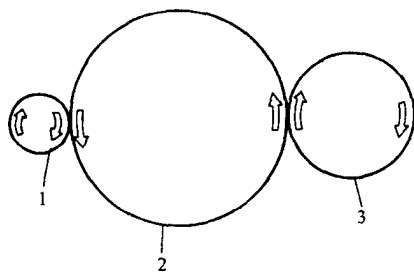


图 2-12 中间齿轮对传动的影响
1—主动齿轮 2—中间齿轮 3—从动齿轮

行星齿轮机构有很多类型，其中最简单的行星齿轮机构是由一个太阳轮、一个齿圈、一个行星架和支承在行星架上的几个行星齿轮组成的。称为一个行星排，如图 2-13 所示。

行星齿轮的一种典型动作如图 2-14 所示。当行星齿轮在内齿圈内“行走”并在其轴上旋转时，行星齿轮围绕太阳轮旋转。换言之，即是行星架围绕太阳轮旋转。这种动作类似我们太阳系中的地球运动。在行星齿轮机构中，太阳轮相似于太阳，行星齿轮相似于地球，行星架相似于地球的轴心。图 2-15 为行星齿轮机构的示意图。

行星齿轮的动作（每个部件的转速和方向）取决于给定的条件。

由于单排行星齿轮机构有两个自由度，因此它没有固定的传动比，不能直接用于变速传动。为了组成具有一定传动比的传动机构；必须将太阳轮、内齿圈和行星架这 3 个基本元件中的 1 个加以固定（即使其转速为 0，也称为制动）或使其运动受到一定约束（即让该机构以某一固定的转速旋转），或将两个基本元件互连接在一起（即两者转速相同），使行星排变为只有一个自由度的机构，获得确定的传动比。

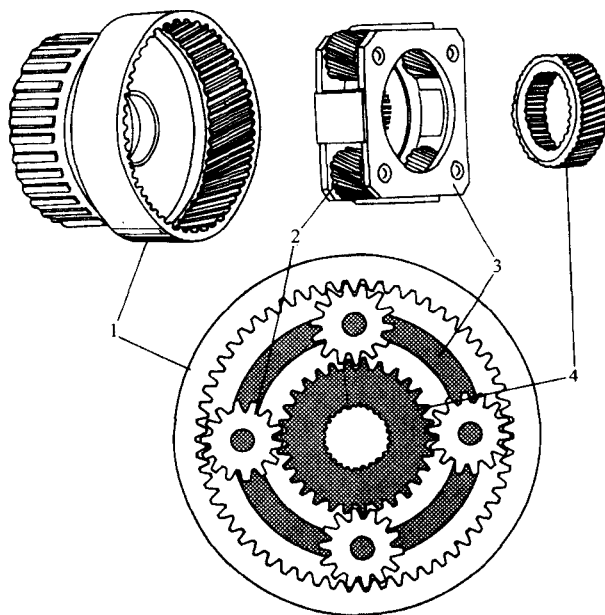


图 2-13 行星齿轮机构

1—齿圈 2—行星齿轮 3—行星架 4—太阳轮

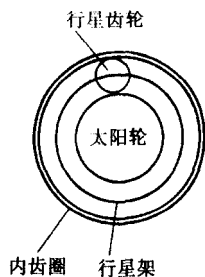


图 2-14 行星齿轮机构的典型运动

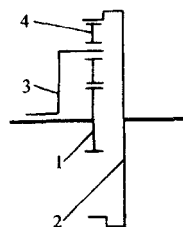


图 2-15 行星齿轮机构示意图

1—太阳轮 2—齿圈 3—行星架 4—行星齿轮

下面讨论单行星排中的三元件之一被约束时，所得到传动情况。

- 齿圈……固定
- 太阳轮……主动件
- 行星架……从动件

可获得减速传动，见图 2-16a。

- 太阳轮……固定
- 齿圈……主动件

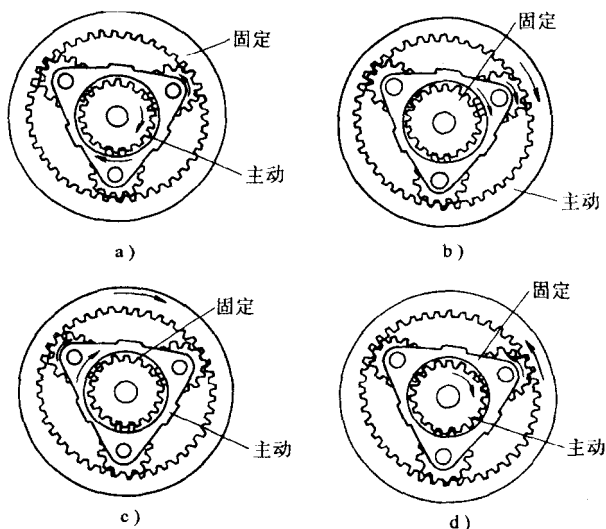


图 2-16 行星齿轮机构变速原理示意图

•行星架……从动件

可获得减速传动，见图 2-16b。

•太阳轮……固定

•行星架……主动件

•齿圈……从动件

可获得增速传动，见图 2-16c，用于变速器的超速档。

•行星架……固定

•太阳轮……主动件

•齿圈……从动件

可获得反向减速传动，用于变速器中倒档，见图 2-16d。

⑤ 3 个基本元件都没有被固定，各基本元件都可以自由转动，则此时该机构具有两个自由度，因此不论以哪两个基本元件为主动件、从动件，都不能获得动力传递，即此刻该机构失去传动作用。这种情况用于空档。

⑥ 若将任意两个基本元件互相连接起来，第三个基本元件的转速必与前两个基本元件的转速相同，即 3 个基本元件将以同样的转速一同旋转。此时，不论以哪两个基本元件为主动件、从动件，其传动比都是 1。这种情况用于变速器的直接档。

汽车上所用的行星齿轮机构都是由几个行星排组成的，单行星排的变速原理和传动比的计算方法同样适用于这种多排行星轮机构。只要该机构经约束后的自由度为 1，其传动比都可通过由各个单行星排齿轮机构的运动特性求得。

表 2-1 归纳了行星齿轮机构部件在各种状态下的旋转速度和旋转方向。

表 2-1 行星齿轮机构各部件工作状态

状 态	固 定	主 动 部 件	从 动 部 件	旋 转 速 度	旋 转 方 向
1	内 齿 圈	太阳齿轮	行星架	转速下降	相同方向
2		行星架	太阳轮	转速上升	
3	太 阳 轮	内 齿 圈	行星架	转速下降	相同方向
4		行星架	内 齿 圈	转速上升	
5	行 星 架	太阳轮	内 齿 圈	转速下降	相反方向
6		内 齿 圈	太 阳 轮	转速上升	

归纳上述关于单排行星齿轮的各种动作，行星齿轮机构将根据下列基本规则进行动作。

- 当行星架为主动部件时，从动部件超速运转。
- 当行星架为从动部件时，行星架引起转速下降。
- 当行星架被固定时，主动和从动部件按相反方向旋转。
- 当太阳轮为主动部件时，从动部件引起转速下降。
- 当太阳轮为从动部件时，从动部件高速运转。

⑥ 当两个主动部件以相同转速，按相同方向旋转时，行星齿轮机构以直接传动操作。

⑦ 当仅有一个主动部件并且两个其他部件未被夹持时，行星齿轮机构处于空档状态。

二、辛普森式行星齿轮机构

辛普森式行星齿轮机构是一种双排行星齿轮机构，其结构特点是：前后两个行星排的太阳轮连接为一个整体，称为共用太阳轮组件；前一个行星排的行星架和后一个行星排的齿圈连接为另一个整体，称为前行星架和后齿圈组件；输出轴通常与前行星架和后齿圈组件连接，如图 2-17 所示。经过上述的组合后，该机构成为一种具有 4 个独立元件的行星齿轮机构。这 4 个独立元件是：前齿圈、前后太阳轮组件，后行星架，前行星架和后齿圈组件。根据前进档的档数不同，可将辛普森式行星齿轮机构分为辛普森式 3 档和 4 档行星齿轮机构两种。

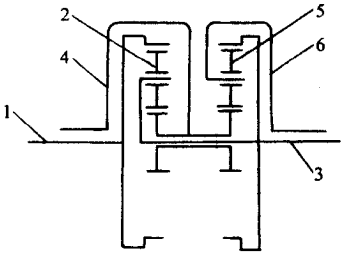


图 2-17 辛普森式行星齿轮机构
1—前齿圈 2—前行星轮 3—前行星架
和后齿圈组件 4—共用太阳轮组件
5—后行星轮 6—后行星架

辛普森机构以其简单、传动效率高以及运转平稳、噪声低等优点而著称，尤其因为其制造成本低而获得了广泛的应用。

三、拉维尼克斯行星齿轮机构

拉维尼克斯行星齿轮机构是一种复合式行星齿轮机构。它由一个单行星轮式行星排和一个双行星轮式行星排组合而成：后太阳轮和长行星轮、行星架、齿圈共同组成一个单行星轮式行星排；前太阳轮、短行星轮、长行星轮、行星架和齿圈共同组成一个双行星轮式行星排，如图 2-18 所示。两个行星排共用一个齿圈和一个行星架。因此它只有 4 个独立元件，即前太阳轮、后太阳轮、行星架、齿圈。这种行星齿轮机构具有结构简单、尺寸小，传动比变化范围大，灵活多变等特点。可以组成有 3 个前进档或 4 个前进档的行星齿轮机构。自 70 年代开始应用于许多轿车自动变速器；特别是前驱动式轿车的自动变速器，如奥迪、大众、福特、马自达等型的自动变速器。

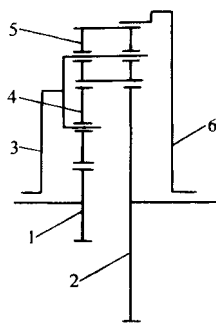


图 2-18 拉维尼克斯行星齿轮机构

1—前太阳轮 2—后太阳轮
3—行星架 4—短行星轮
5—长行星轮 6—齿圈

第三节 换档执行机构的结构与原理

行星齿轮机构的换档执行机构和传统的手动齿轮变速器不同，行星齿轮机构中的所有齿轮都处于常啮合状态，它的档位变换不是通过移动齿轮使之进入啮合或脱离啮合来进行的，而是通过以不同的方式对行星齿轮机构的基本元件进行约束（即固定或连接某些基本元件）来实现的。通过适当地选择被约束的基本元件和约束的方式，就可以使该机构具有不同的传动比，从而组成不同的档位。

换档执行机构由离合器、制动器和单向离合器 3 种不同的执行元件组成，它有 3 个基本作用，即连接、固定和锁止。

一、离合器

作用——连接，即将行星齿轮机构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，使之成为一个整体。以实现直接传动。

组成——离合器是一种多片湿式离合器，它通常由活塞、回位弹簧、弹簧座、一组钢片、一组摩擦片、调整垫片、离合器鼓及几个密封圈组成，如图 2-19 所示。

原理——多片离合器既用作驱动元件，也可用作锁止元件，其工作原理如图 2-20 所示。驱动离合器多位于变矩器和油泵之间，多片离合器鼓通过花键与涡轮轴相连或与其制成一体。主动片通过外缘键齿与离合器鼓的内花键槽配合，与涡