

自动挡车辆不能升挡故障检修



情境目标

能进行客户的故障委托,与客户进行有效沟通;
掌握典型自动变速器各系统的组成和作用;
了解、掌握典型自动变速器的基本结构和工作原理;
了解、掌握典型自动变速器的检修项目;
典型自动变速器各检修项目的内容及检修方法和步骤;
会使用自动变速器维修的工具和设备;
会进行自动变速器初步检查、基本调整;
会做自动变速器的各种性能试验;
能综合运用试验数据,会分析、诊断故障,能解决生产中的实际问题;
能够运用标准数据结合检测所得数据进行综合分析诊断故障。



情境导入

故障现象

一辆丰田(TOYOTA)大霸王(Previa)MPV被拖车拖进丰田4S店,据车主反映车辆早上打火起步时突然出现严重故障,故障症状为车辆在D挡位时只有1挡,不能自动升挡,无法提速,并伴随齿轮敲击声,遂不敢再驾驶拨打了救援电话,希望排除故障。

故障分析

该车型装备的是典型辛普森式A340E自动变速器,故障主要原因包括有机械系统和电控系统两方面。机械系统的原因包括一挡—二挡换挡阀卡死在一挡位置、 B_2 间隙过大、 F_1 失效,行星排齿轮打齿或轴承损坏等;电控系统的原因包括换挡电磁阀及其线路故障、节气门位置传感器及其线路故障、车速传感器及其线路故障。因为有异响,现在只探讨齿轮变速器故障的可能性。若想系统全面分析解决此类故障,必须先掌握该种变速器行星齿轮部分的变速原理、换挡路线及拆装技能。



学习单元一 自动变速器的操纵与认识

自动变速器(automatic transmission,AT)是指汽车驾驶中离合器的操纵和变速器的操纵都实现了自动化。目前自动变速器的自动换挡等过程都是由自动变速器的电子控制单元(ECU,俗称电脑)控制的,因此自动变速器又可简称为EAT、ECAT、ECT等。

一、自动变速器的发展与应用

1886年世界上诞生了第一辆汽车——奔驰1号,它是没有变速器的汽车。

1892年法国造出了第一部装有变速器的汽车。

1904年凯迪拉克汽车第一次将行星齿轮机构使用在变速器上。

1914年德国奔驰公司生产出第一台自动变速器,但它产量极少,不是现代意义上的自动变速器。

汽车自动变速器的研究和应用可以追溯到20世纪30年代。

液力耦合器在20世纪初就用在以蒸汽机为动力的小火车上,不久后又被用来衰减柴油机振动,1920年前后液力耦合器应用到轮船上。

1926年别克汽车第一次将液力耦合器和手动变速器装在一起。尽管不是自动变速器,但液力耦合器的优点已经显现出来。变速器在前进挡上,发动机也可以怠速运转。

1939年美国通用汽车公司首先在其生产的奥兹莫比尔(Oldsmobile)轿车上装用了液力耦合器+四挡行星齿轮机构组成的液力变速器,可谓现代自动变速器的雏形和鼻祖。

1950年美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司再次装备的自动变速箱已经开始完善。

20世纪60年代中期自动变速器开始采用电子控制系统。法国雷诺(Renault)公司于1968年率先在自动变速器上使用了电子元件,首次装备了电控+液控的自动变速箱R16TA。

1976年日本丰田汽车公司首先研制成功了世界上第一台电子控制变速装置,并实现了批量生产。

1984年美国的第一台电控的自动变速器THM440-T4由通用汽车公司推出,该横置式变速驱动桥至今仍是通用汽车公司的主导产品。

80年代,日本、意大利、德国等大公司都致力于自动变速箱的发展,电控自动变速箱日趋完善,如开发电子控制液力变矩式自动变速器、电子控制多级齿轮变速器等。随后德国Bosch公司于1983年研制成功发动机和自动变速器共用的电子控制单元,并可获得最佳的经济性、动力性、安全性。因此,电子控制变速器广泛用于轿车、客车、大型公共汽车、越野车及重型牵引车上,并且装车率迅速提高。

我国车辆装备自动变速器的时间较晚,1965年,在红旗CA770型轿车上首次装备了自动变速箱,其形式上大多是仿造50年代美国和苏联的自动变速箱,累计生产了1283台,尚不具备工业化生产的意义。20世纪90年代末期,上海通用、一汽大众、二汽神龙、上海大众等众多合资企业先后都装备了自动变速箱。近年来,随着我国轿车工业的快速发展,各轿车制造企业都推出了装有自动变速器的车型。合资轿车普遍装用自动变速器的时代已经到



来,合资轿车装用自动变速器的情况见表 4-1。

表 4-1 合资轿车装用自动变速器的情况

汽车公司	车 型	自动变速器型号
一汽丰田汽车有限公司	普拉多	A340F
	花冠	U341E
	威驰	U540E
	皇冠、锐志	A760E
长安福特汽车有限公司	嘉年华	81-40LE
	福克斯	4F27E
	蒙迪欧	CD4E
上海通用汽车有限公司	别克君越	4T45E、AF20
	别克世纪、君威、GL8	4T65E
	别克荣御	5L40-E
	别克凯越、雪佛兰景程	4HP-16
	雪佛兰赛欧	AF13
	雪佛兰乐骋	81-40LE
神龙汽车有限公司	富康、爱丽舍、赛纳、毕加索、标志	AL4
东风日产乘用车公司	轩逸蓝鸟	RL4F03A/RL4F03V
	颐达/骐达	RE4F03B
	天籁	RE4F04B
东风本田汽车有限公司	CR-V	GRVA、GRXA
	思域	BMXA、SLXA
北京现代汽车有限公司	索纳塔、伊兰特、途胜、御翔	F4A42-2
一汽大众	捷达、高尔夫、宝来	01M
	奥迪 A6	01V
	奥迪 A4、奥迪 A6	01J
	奥迪 A8	09E
	奥迪 A6L	09L、01J
上海大众汽车有限公司	桑塔纳 2000/3000、帕萨特 B5	01N
	帕萨特 B5	01V
	波罗	001
	途安	09G
广州本田汽车有限公司	雅阁	MAXA、B7XA、BCLA、MCLA、BAYA
	飞度	CVT
	奥德赛	S-Matic



二、自动变速器的优点与缺陷

1. 自动变速器的优点

自动变速器之所以能如此迅速地得到发展,与它的一系列优越性是分不开的。

(1)自动变速器可消除职业和非职业驾驶员操作技能上的差异。随着轿车的大量普及,老人和妇女越来越多地涉及汽车的使用领域,体能和操作技能上的差异往往给这些人的使用带来许多障碍,甚至引发交通事故。追求商品的操作简便,往“傻瓜”型的操作方式发展是普及商品的重要途径。自动变速器能根据实际路况条件自动选择最合适的挡位行驶,减少因技能和体能差异所造成的影响。

(2)减轻驾驶员操作时的劳动强度,提高行驶安全性。随着轿车的普及、公路的高速化,酿成交通事故的隐患也在增大。社会的激烈竞争使人们的思想高度紧张,极易产生身体的疲劳,人们需要追求一种放松的作业环境,减轻劳累、放松情绪。自动变速器由于简化操作,具有自适应的控制功能,因此驾驶员可将注意力集中于对外界情况的观察,提高了行驶安全性。

(3)电子控制技术的快速发展,促使自动变速器燃油经济性明显改善。自动变速器燃油经济性较差的问题一直制约自动变速器在普及型轿车上的广泛应用,关键是液力变矩器“软连接”引起的高速状态时的滑转,传动效率很低。20世纪80年代后期,由于电子控制技术的快速发展,电子元件的成本大幅度降低且可靠性大幅度提高,为电控自动变速器的发展创造了良好条件,液力变矩器“软连接”引起的一系列问题也随之解决。

(4)自动变速器可以降低发动机排放的污染。发动机变工况下工作是造成发动机排放指标差的重要原因之一。在手动变速器的汽车上,通过稳定发动机转速而频繁变更变速器挡位是很难实现的。但在自动变速器的汽车上,可把发动机转速稳定在低污染和低油耗的区域,通过变速器挡位的自动变换来适应外界的路况变化。

2. 自动变速器的缺陷

自动变速器也存在一些先天的局限。

(1)结构复杂,精密度高的零件多,制造困难,成本高,相应的维修技术要求较高。

(2)传动效率较低。对液力变矩器而言,最高传动效率一般只有82%~86%,燃油经济性较低。但这个缺点是相对的,因其大大延长了发动机和传动系统的使用寿命,减少了维修成本,提高了发动机功率的平均利用率,提高了平均车速,虽然燃油经济性有所降低,却提高了汽车整体使用经济性。此外,目前均采用带锁止离合器的液力变矩器,在多数行驶条件下,锁止离合器接合,使液力变矩器失去作用,传动效率可接近100%,此时液力自动变速器的传动效率与机械变速器的传动效率相近。

三、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、挡位数、变速齿轮的结构形式、变矩器的结构类型及换挡控制形式等都有不同之处。如图4-1所示从不同角度对自动变速器进行简单的分类。

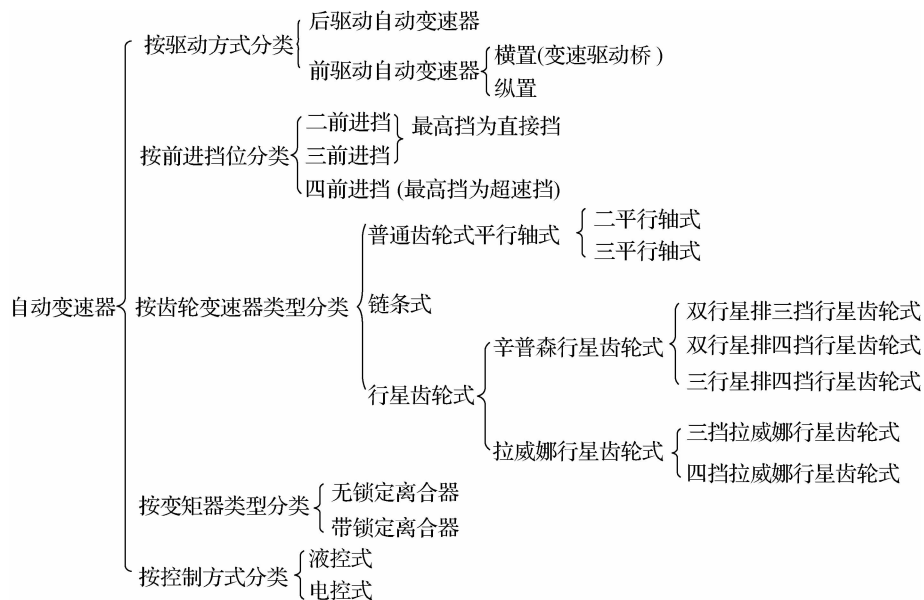


图 4-1 自动变速器的类型分类

1. 按齿轮变速系统的控制方式分类

自动变速器按齿轮变速系统的控制方式可分为液控自动变速器和电控自动变速器,如图 4-2 所示为液控与电控自动变速器的总体控制区别。

1) 液控自动变速器

在手控制阀选定位置后,由反映节气门开度的节气门阀和反映车速的调速器阀把节气门开度和车速转变为液压信号。在换挡点,这些液压信号直接控制换挡阀进行换挡。

2) 电控自动变速器

在手控制阀选定位置后,由反映节气门开度的节气门位置传感器和反映车速的车速传感器把节气门开度和车速转变为电信号。这些电信号输入电子控制单元(ECU),由电子控制单元控制液压阀和液压执行机构进行换挡。

2. 按汽车驱动方式的不同分类

自动变速器按汽车驱动方式的不同可分为前置后驱、前置前驱和四轮驱动自动变速器。

1) 前置后驱自动变速器

前置后驱自动变速器仅使用在后轮驱动的轿车上,通常发动机呈纵向布置。变速器内部仅有变速机构,主减速器和差速器均装备在后驱动桥上。这种变速器具有一个输入轴,一根输出轴,发动机曲轴和变矩器、变速机构三者均在同一中心线上,变速器的外形呈细长状,如图 4-3 所示。

2) 前置前驱自动变速器

前置前驱自动变速器仅使用在前轮驱动的轿车上,通常发动机呈横向布置,如图 4-4 所示。变速器兼有驱动桥的功能,在变速器内部除了具有变速机构外,还装备了主减速器和差速器,因此又称变速驱动桥(transaxle)。这种变速器是一个输入轴,两根输出轴。其中变矩器和发动机曲轴在同一中心线上,而变速机构可以布置在同一中心线上。由于发动机横置可以使主减



变速器采用圆柱斜齿轮传动,避免使用螺旋伞齿轮,因此可以简化调整,共用一种润滑油。

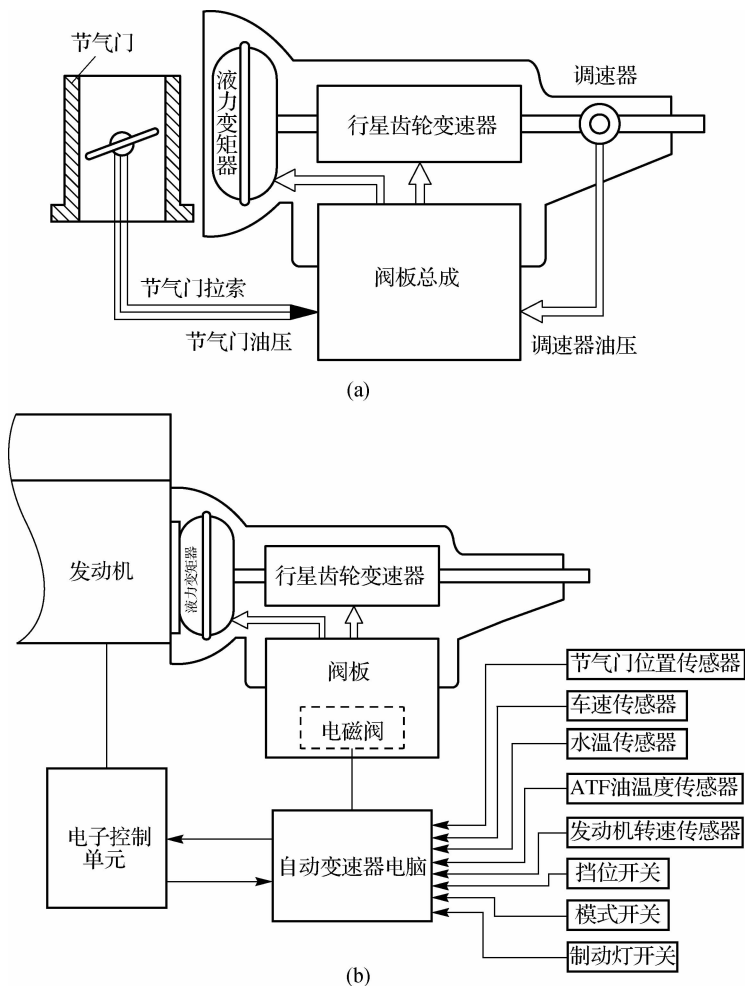


图 4-2 液控与电控自动变速器总体控制区别

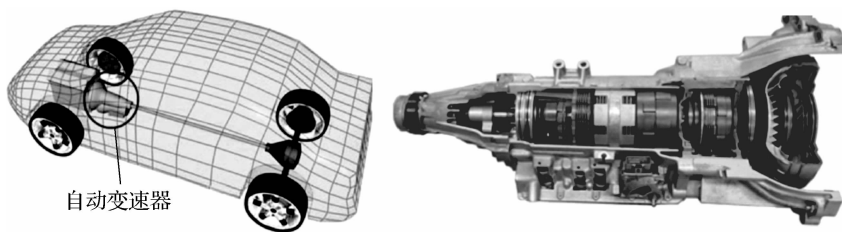


图 4-3 前置后驱自动变速器

3) 四轮驱动自动变速器

四轮驱动的轿车主要用于探险、越野和休闲旅游,这种轿车保有量正在逐步扩大。该变速器具有三根输出轴,除了前轮驱动两根输出轴外,还附加后桥传动的输出轴。在变速器内部含有一个主减速器、两个差速器,一个是前轮的轮间差速器,另一个是前、后轴间差速器,其结构更为复杂。

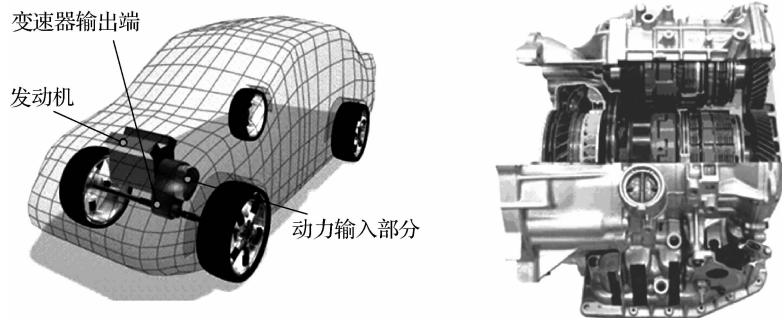


图 4-4 前置前驱自动变速器

3. 按变速器主体齿轮结构分类

自动变速器按变速器主体齿轮结构可分为行星齿轮式、普通齿轮式和链条式自动变速器。

1) 行星齿轮式自动变速器

行星齿轮式自动变速器占主导地位,能获得较大的传动比,具有结构紧凑、传递平稳等众多优点,绝大多数自动变速器都采用这种传动方式。

2) 普通齿轮式自动变速器

普通齿轮式自动变速器又称为平行轴式自动变速器或定轴轮式自动变速器。这种变速器结构简单,维修保养方便。换挡方法和手动变速器一样,由人力拨动啮合套变换成多片,离合器自动接合或释放。采用这种传动方式的有日本本田公司和美国福特公司和广州本田雅阁 ACCORD 轿车。

3) 链条式自动变速器

目前研制开发并在微型轿车上采用链条式自动变速器的有日本富士重工公司及荷兰 VDT 公司等。链条式自动变速器在 CVT 无级变速器中广泛使用。

四、自动变速器换挡手柄的操作使用

自动变速器是由驾驶员通过驾驶室内的操纵手柄来操纵的,操纵手柄一般都有 5~8 个挡位。如图 4-5 所示为几种典型车型自动变速器的操纵手柄及挡位布置。

自动变速器操纵手柄挡位的含义与手动变速器有很大的不同。对于自动变速器来说,操纵手柄的挡位与自动变速器本身所处的挡位是两个完全不同的概念。实际上,操纵手柄只改变自动变速器阀板总成中手动阀的位置,相当于只控制空挡、前进挡和倒挡。而自动变速器本身的挡位则是由换挡执行机构的动作决定的。它除了取决于手动阀的位置外,还取决于汽车的车速、节气门的开度等因素。

手柄位置挡位和变速器内所选实际挡位不相同,要正确操纵自动变速器,首先了解自动变速器操纵手柄各挡位的含义。

1. 驻车挡(P 位)

P(park)停车挡位通常位于操纵手柄的最前方。当操纵手柄位于该位置时,手动变速器中的停车锁锁住驻车棘轮,从而锁住驱动轮。而现在的手制动全是锁住后轮。例如,前驱奥迪 A6 自动变速器锁前轮,这时推 P 位后 4 个轮全抱死。而后驱的雷克萨斯 LS400 或奔驰 S320 推 P 位和手制动效果一样,全用于抱死后轮。在 P 位时,变速器内部齿轮变速机构为



空挡,当手柄由 P 位移出后,驻车锁释放驻车棘轮。



图 4-5 典型自动变速器的操纵手柄及挡位布置

P 挡可作为手制动器的辅助制动器,但驱动轮仍可差速;另外在有坡度的路面长期停车不使用手制动器完全靠挂 P 挡驻车,易造成驻车棘轮早期损坏,所以挂 P 挡不可代替手制动器。P 挡踩刹车才能解除控制面板下电磁阀对手柄的锁止。

2. 倒车挡(R 位)

R(reverse)倒挡用于倒车,一般只有一个倒挡,个别车 R 位有两个倒挡传动比,ECU 根据不同模式选择不同的传动比。

3. 空挡(N 位)

N (neutral)空挡通常位于操纵手柄的中间位置,在倒车挡和前进挡之间。当操纵手柄位于空挡位置时,换挡执行机构与 P 位相同,也是处于空挡状态。此时,发动机的动力虽经输入轴输入,但只能使各齿轮空转,输出轴无动力输出。N 位也需要踩刹车才能解除控制面板下电磁阀对手柄 N 位的锁止。

4. 前进挡(D 位)

D(drive)位、2 位、L 位都是前进挡。变速器在 $D_1 \sim D_4$ 四挡之间换挡,不能间隔升挡,降挡时特殊条件新款车可以间隔降挡。D 位用于正常行车,其中四挡一般为超速挡。只有少数车最高挡为直接挡。例如,奔驰 722.4 液控自动变速器四挡为直接挡,五挡变速器在 $D_1 \sim D_5$ 之间换挡,四挡为直接挡。

5. 前进低挡(2 位和 L 位)

丰田车系统前进低挡通常有 2 个位置,即 2 位和 L 位。当操纵手柄位于这两个位置时,自动变速器的控制系统将限制前进挡的变化范围。当操纵手柄位于 2 位时,因车而异,自动变速器在一挡、二挡、三挡之间自动变化挡位,有的只能在一挡、二挡之间自动变换挡位;当操纵手柄位于 L 位时,自动变速器在一挡、二挡之间自动变换挡位,或固定在一挡。

大众车系四挡 01M 或 01N 变速器前进低挡通常有三个位置,如图 4-6 所示,即 3 位、2



位和 1 位。若五挡奥迪 A6 的 01V 变速器为 4 位、3 位、2 位,则操纵手柄位于这 3 个位置时,自动变速器的控制系统将限制前进挡的变换范围。当操纵手柄位于 3 位时自动变速器在一挡、二挡、三挡之间自动变换挡位,位于 2 位时,在一挡、二挡之间自动变换挡位;当操纵手柄位于 1 位时,固定在一挡。大众车的前进低挡数字表示手柄在此位置能升的最高挡位。

在新款车里前进低挡已经取消,手柄变换为 P、R、N、D、S 位,如图 4-7 所示。前进低挡功能由手动挡功能代替。新款车在 D 位后加了一个换挡滞后的 S 位。除了换挡滞后,与 D 位换挡范围相同。



图 4-6 大众前进低挡及控制开关按钮



图 4-7 新款变速器典型操纵手柄

如图 4-8 所示为特殊自动变速器典型操纵手柄。操纵手柄除了正常布置在地板上之外,也可布置于转向柱(丰田大霸王)或者仪表台上(丰田普锐斯)。

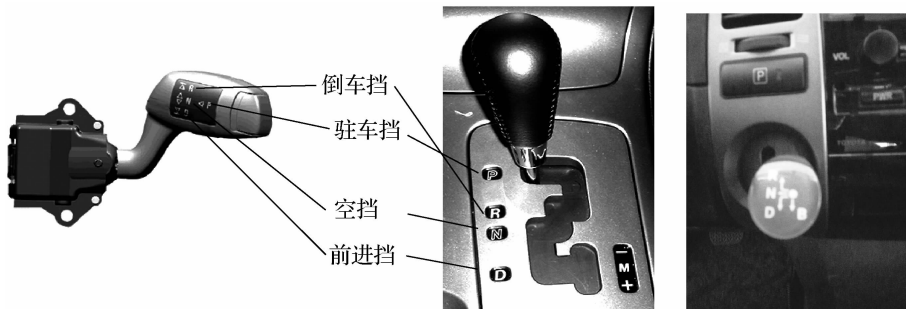


图 4-8 特殊自动变速器典型操纵手柄

学习单元二 液力变矩器的结构与检修

一、液力变矩器的前身——液力耦合器

液力耦合器是靠高速运动油液传递动力的一种液力机械。液力耦合器由输入轴、泵轮、输出轴、涡轮等组成,如图 4-9 所示。

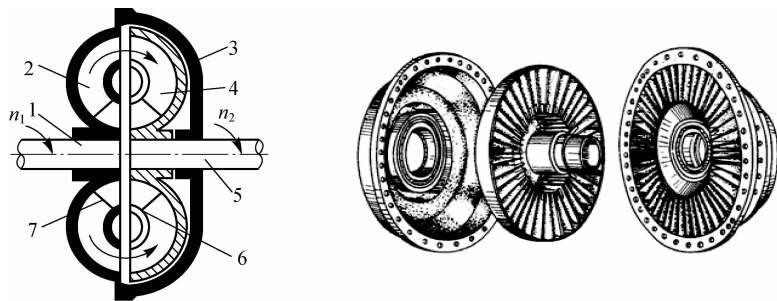


图 4-9 液力耦合器组成

1—输入轴；2—泵轮；3—泵轮壳；4—涡轮；5—输出轴；6—涡轮叶片；7—泵轮叶片

输入轴和泵轮构成主动部分,输出轴和涡轮构成从动部分,两者之间有 3~4 mm 的间隙,没有机械连接。泵轮和涡轮内腔有许多径向叶片,液力耦合器中充满油液。当泵轮由发动机带动旋转时,其中油液也高速旋转,离心力使油液从外端飞出,冲进涡轮的叶片,飞出的高速旋转的油液还从切向冲击涡轮的叶片,使它随着泵轮一起转动,这样,高速运动的油液实现了动力传递。由于作用力与反作用力大小相等,所以液力耦合器的特点是涡轮输出转矩与泵轮输入转矩基本相同,它不能改变转矩的大小。

液力耦合的原理可以用两个风扇来说明,如图 4-10 所示。通电转动风扇带动空气流动,冲击在对置的静止不通电的风扇的叶片上。空气流动的能量推动了对置的风扇叶片,因此能量从一个风扇传递到另一个风扇上。尽管这种耦合的效率很低,但事实告诉人们,两个相互间没有刚性连接的叶轮同样可以进行能量的传递。它是一种“软连接”能量传递方式。为了提高两叶轮间的传递效率,人们就把两叶轮安装在一个密闭的容器中,让两叶轮对置的间隙尽可能减少,其中一个叶轮由发动机曲轴直接驱动,称之为泵轮,而另一个被动的叶轮则作为输出,称之为涡轮,如图 4-11 所示。

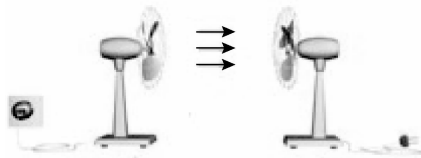


图 4-10 液力风扇耦合的原理

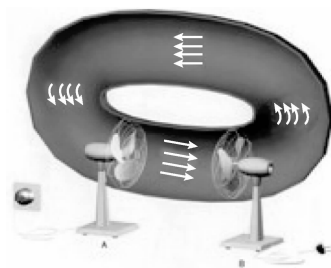


图 4-11 密闭容器中的泵轮和涡轮

这种仅有两个叶轮,只能进行转矩传递的耦合装置称为耦合器。虽然耦合器只能传递转矩,但“软连接”给汽车带来多方面的好处。

(1)在没有附加其他机械操纵装置的情况下,能够通过它平稳地切断和接通发动机和驱动轮之间的动力传递,能够很好地适应汽车平稳起步的要求。

(2)“软连接”可以通过液体为介质,吸收传动系统的冲击和振动,延长零部件的寿命和减少噪声。

基于上述优点,至今在有些越野车和特种车辆上还广泛采用耦合器。在保留耦合器优点的基础上,又诞生了液力变矩器,它不仅能够传递扭矩,而且还能增大扭矩。



液力耦合器不能使输出扭矩增大,只起液力联轴离合器的作用,因此,汽车上很少采用。它不能使发动机与传动系统彻底分离,为解决换挡问题,在液力耦合器和机械变速器之间还需安装一个换挡用变速器,从而增加了传动系统重量及纵向尺寸,所以换用液力变矩器。

二、液力变矩器

液力变矩器早在 20 世纪 40 年代就开始使用了。液力变矩器是靠液力传递动力和转矩的装置,相当于手动变速器里的离合器。液力变矩器与行星齿轮变速器的组合形成了液力机械变速器,是自动变速器的主要组成部分。

1. 液力变矩器的优点

(1)柔和地传递转矩。液体在传力的同时,可以比机械传动更有效地吸收振动。液力变矩器与摩擦式离合器不同之处是在停车时不用脱开传动系统也能维持发动机的怠速工作。

(2)低速区域内增矩。汽车起步时所需转矩很大,运行中逐渐减小。变速器低速时增矩主要依靠液力变矩器。所以汽车在低速时速度上不去,中、高速后汽车加速良好是典型的液力变矩器故障。

(3)充当发动机的飞轮。液力变矩器前端安装在挠性板上,挠性板设计得具有足够的弹性,以允许液力变矩器受热或受压时的膨胀以及冷却时收缩带来的前后移动。液力变矩器自身重量、液力变矩器内油液的重量及挠性板的重量一起充当发动机的飞轮。

(4)驱动自动变速器的液压泵。大部分汽车自动变速器的液压泵由液力变矩器直接驱动。

(5)起动发动机的齿圈可以直接焊在液力变矩器壳上,在起动时起作用。

2. 液力变矩器的结构组成

液力变矩器也是靠高速运动油液传递动力的一种液力机械,但结构与液力耦合器稍有不同。液力变矩器通常由泵轮、涡轮、导轮三部分构成,结构图如图 4-12 所示,实物图如图 4-13 所示。其中,泵轮用螺栓联接于发动机曲轴端的凹缘上,为主动件;涡轮为输出部分,与变速系统的输入轴相连。液力变矩器能够改变转矩大小的关键在于装了一套导轮机构。导轮通常分为单导轮和双导轮(第一、第二导轮),装于单向离合器上(或固定),使导轮只能向一个方向转动。在液力变矩器油循环流动过程中,导轮给了涡轮一个反作用力矩,使涡轮输出的转矩不等于泵轮输入的转矩。

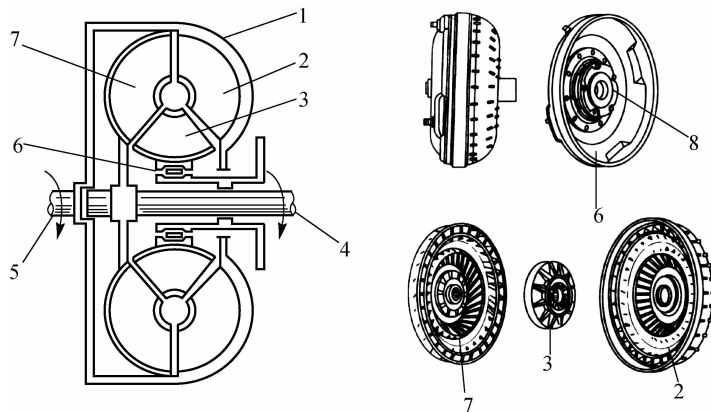


图 4-12 液力变矩器结构示意图

1—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

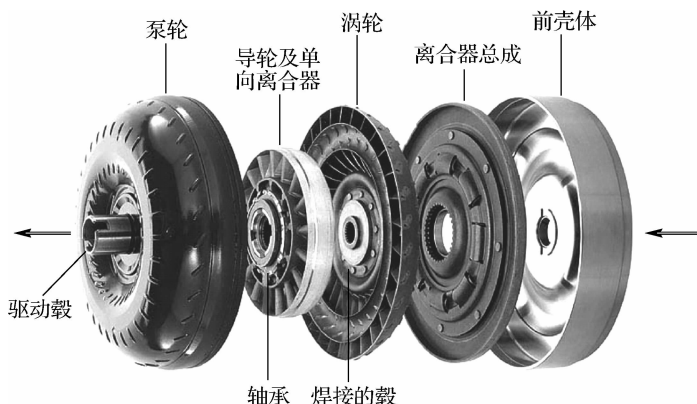


图 4-13 液力变矩器实物图

从结构上看,液力变矩器与液力耦合器的主要区别在于液力变矩器除了泵轮、涡轮外,还有一个可以单向转动的导轮。

1) 单向离合器

液力变矩器的导轮与导轮固定套筒之间安装有单向离合器,使变矩器在转矩增大工况和耦合工况下,导轮与导轮固定套筒之间保持固定,即导轮不转。而在转矩减小工况下,导轮与导轮固定套筒之间可以自由转动,即导轮不固定,导轮的反冲力不存在,变矩器变成耦合器,使转矩减小工况不再存在。这样做的目的是提高变矩器的传动效率,在转矩减小工况下,变矩器的传动效率太低。由于变矩器可利用的变矩范围有限,一般还要采用一个多挡机械变速器与它配合。使其有较大的变矩和变速范围,适应汽车行驶的需要。多挡机械变速器大多数采用行星变速机构,也有采用定轴变速机构的。

单向离合器又称为自由轮离合器、超越离合器,其功用是实现导轮的单向锁止,即导轮只能顺时针转动而不能逆时针转动,使得液力变矩器在高速区实现耦合传动。常见的单向离合器包括楔块式和滚柱式两种结构形式,液力变矩器中使用的单向离合器多为滚柱式。

(1) 楔块式单向离合器。楔块式单向离合器如图 4-14 所示,由外座圈、内座圈和楔块等组成。导轮与外座圈连为一体,内座圈与固定套管刚性连接,不能转动。当导轮带动外座圈顺时针转动时,外座圈带动楔块顺时针转动,楔块的短径与内、外座圈接触,由于短径长度小于内、外座圈之间的距离,所以外座圈可以自由转动;当导轮带动外座圈逆时针转动时,外座圈带动楔块逆时针转动,楔块的长径与内、外座圈接触,由于长径长度大于内、外座圈之间的距离,所以外座圈被卡住而不能转动。

楔块式单向离合器在拆卸安装时一定要注意方向性,若装反将会导致工作失效。楔块式单向离合器也是各类齿轮变速器中不可或缺的换挡执行元件之一。

(2) 滚柱式单向离合器。滚柱式单向离合器如图 4-15 所示,由外座圈、内座圈、叠片弹簧和滚柱等组成。当导轮带动外座圈逆时针转动时,滚柱进入楔形槽的窄处,内、外座圈被滚柱楔紧,外座圈和导轮固定不动;当导轮带动外座圈顺时针转动时,滚柱进入楔形槽的宽处,内、外座圈不能被滚柱楔紧,外座圈和导轮可以顺时针自由转动。

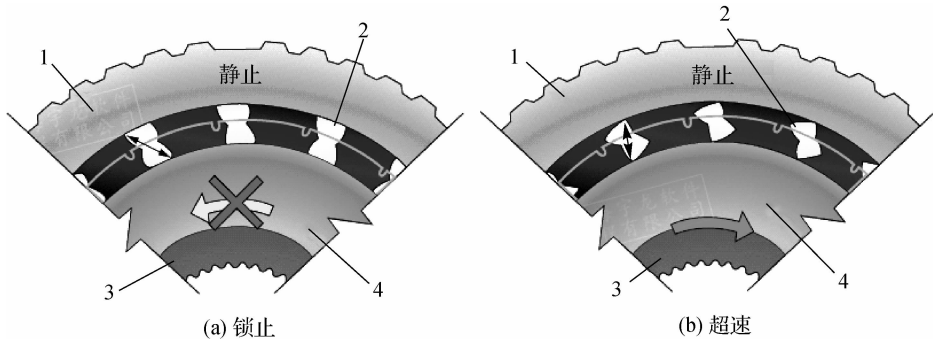


图 4-14 模块式单向离合器

1—外座圈；2—模块；3—内座圈；4—离合器壳

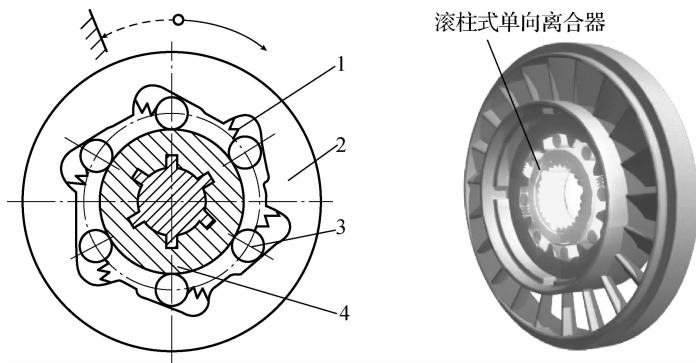


图 4-15 滚柱式单向离合器

1—叠片弹簧；2—外座圈；3—滚柱；4—内座圈

2) 锁止离合器

耦合器和变矩器都属于“软连接”机构，它们具有许多优点。但是这种连接装置也存在明显缺点，高速状态时，泵轮和涡轮之间会产生较大的滑转现象，传动效率大幅度下降，特别反映在耦合点之后。长期以来，配置自动变速器的轿车油耗高的主要症结就在于此。

锁止离合器简称 TCC，是 torque converter clutch 的缩写。液力变矩器锁止离合器的主要功能是在汽车低速时，利用液力变矩器低速扭矩增大的特性，提高汽车起步和行驶在坏路面时的加速性；在高速时，液力变矩器锁止离合器作用，使液力耦合（“软连接”）让位于直接的机械传动（“硬连接”），提高传动效率，降低燃油消耗。

液力变矩器的锁止离合器与外壳相连，也就是与泵轮相接，而锁止离合器片与涡轮相接。带锁止离合器的液力变矩器的活塞在油压的作用下，可以将多片式锁止离合器的盘与摩擦片压紧成为一体，这就使涡轮与泵轮连接成一体，此时液力传动变为离合器传动，相当于刚性连接，这样提高了传动效率，接近 100%。同时还避免液力变矩器的油温升高。

液力变矩器壳体即是锁止离合器的主动盘，从动盘是一个可做轴向移动的压盘，它通过花键套与涡轮连接。压盘背面的液压油与变矩器泵轮、涡轮中的液压油相通，保持一定的油压；压盘与变矩器壳体之间的液压油通过变矩器输出轴中间的控制油道与阀板总成上的锁止控制阀相通。锁止控制阀由自动变速器电脑通过锁止电磁阀来控制。锁止离合器扭转减振器、压盘及与涡轮的配合关系如图 4-16 所示。

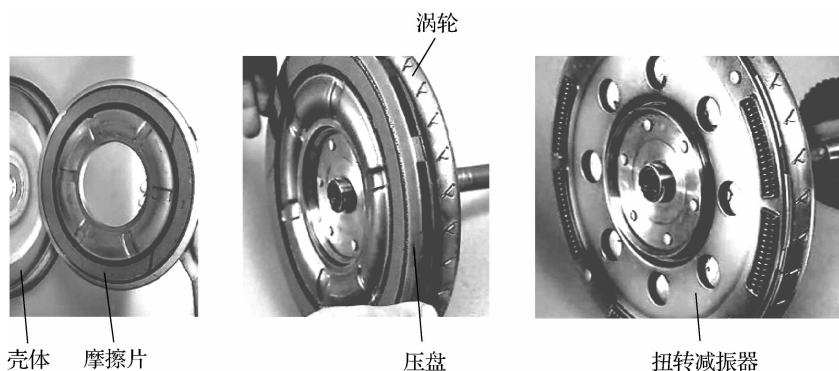


图 4-16 锁止离合器扭转变振器、压盘及与涡轮的配合关系

3. 液力变矩器的工作原理

在液力变矩器中,发动机驱动泵轮以一定转速旋转,充满于泵轮叶片间的工作油液在离心力的作用下,以很高的速度和压力从泵轮的外缘流出并进入涡轮,在高速液流冲击力作用下涡轮旋转,这时涡轮受到一个冲击力矩。进入涡轮的液流与涡轮一起旋转运动(牵连运动),同时又沿着涡轮叶片通道高速流动(相对运动),进入下一个工作轮——导轮。

也就是说,液力变矩器在工作过程中,其中的液体存在两种运动:一是液体随液力变矩器旋转轴线的圆周运动,称为环流;二是液体由泵轮甩向涡轮的旋转运动,称为涡流。两种旋转运动的合成如图 4-17 所示。

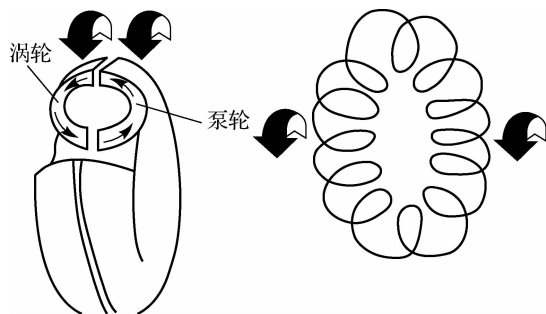


图 4-17 两种旋转运动的组合

从涡轮流出的工作油液进入导轮,由于导轮固定不转动,当高速工作油液从涡轮流向导轮时,油液对导轮产生一个冲击力。根据作用力和反作用力大小相等、方向相反的原理可以知道,导轮给油液一个反冲力,这个反冲力通过液体传给涡轮叶片,这是涡轮获得的另一个力矩。如果导轮的反冲力与泵轮给涡轮的作用力方向相同,则增加涡轮上的转矩;如果导轮的反外力与泵轮给涡轮的作用力方向相反,则减小涡轮的转矩。由于涡轮得到的转矩是上面两种力矩之和,因此,输出轴(涡轮)得到的转矩不一定等于发动机的输出转矩。

在液力变矩器设计中保证了以下三种情况:当涡轮转速低时,导轮的反冲力增加涡轮的转矩,使输出转矩变大(液力变矩器的转矩增大工况);当涡轮转速升高到某一数值时,导轮的反冲力等于零,不增加涡轮上的转矩,使输出转矩与输入转矩相等(液力变矩器的耦合工况);当涡轮转速再高时,导轮的反冲力减小涡轮上的转矩,使输出转矩变小(液力变矩器的



转矩减小工况)。

因此,在传递转矩的特性方面,液力变矩器不仅能传递转矩,还能在泵轮转矩不变的情况下,随着涡轮的转速不同(反映在汽车行驶速度不同)而改变涡轮输出的转矩。在输入功率不变的情况下,当外载变大时,液力变矩器能够自动降低输出速度,增大输出转矩;当外载变小时,液力变矩器能够自动升高输出速度,减小输出转矩,自动适应外载的变化。

三、液力变矩器的检修

1. 液力变矩器常规检修

(1)故障现象。前后挡不走,但油压正常。

(2)故障检查。拆检,目视检查液力变矩器的外部有无损坏和裂纹,液压泵驱动毂外径有无磨损、缺口和损伤。如有异常,应更换液力变矩器。

2. 单向离合器的检修

(1)故障现象。车辆加速起步无力,不踩加速踏板车辆不走,但车辆行驶起来之后换挡正常。

(2)故障检查。单向离合器损坏失效后,如果在锁止方向上出现打滑,则液力变矩器就没有了转矩放大的功用,将出现如下故障现象:车辆加速起步无力,不踩加速踏板车辆不行驶,但车辆开始行驶后换挡正常,发动机功率正常,如果做失速试验会发现失速转速比正常值低 400~800 r/min。如果单向离合器卡住,在汽车进入耦合工作区(即涡轮转速接近泵轮转速)、中高速行驶时,由于导轮卡住不转,从涡轮流出的涡流在导轮上受阻,因此使汽车高速行驶时动力性能变差。

单向离合器的检查如图 4-18 所示,用专用工具插入液压泵驱动毂和单向离合器外座圈的槽口中,然后用手指压住单向离合器的内座圈并转动它,检查是否顺时针转动平稳而逆时针方向锁止。如果单向离合器损坏,则需要更换液力变矩器总成。

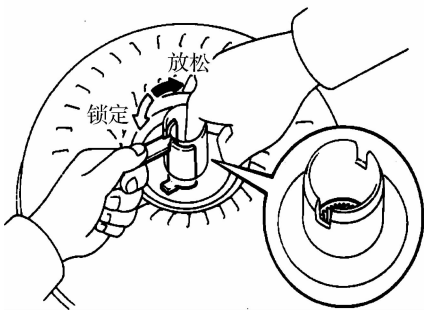


图 4-18 单向离合器的检查

3. 锁止离合器的检查

当车辆起步、低速或在坏路面上行驶时,应将锁止离合器分离,使液力变矩器具有变矩作用。锁止离合器的常见故障有不锁止和常锁止。

1) 不锁止

故障现象:车辆的油耗高、发动机高速运转而车速不够快。

故障原因:控制系统的问题、机械方面的问题等。



2) 常锁止

故障现象: 发动机怠速正常, 但选挡杆置于动力挡(R、D、2、L)后发动机熄火。

故障检修: 拆检, 锁止离合器的检查需要将液力变矩器切开后才能进行, 但这只能由专业的自动变速器维修站来完成。

4. 元件干涉的检查

导轮和涡轮之间的干涉检查如图 4-19 所示。将液力变矩器与飞轮连接侧朝下放在台架上, 然后装入液压泵总成, 确保液力变矩器液压泵驱动毂与液压泵主动部分接合良好。将变速器输入轴(涡轮轴)插入涡轮轮毂中, 使液压泵和液力变矩器保持不动, 然后顺时针、逆时针反复转动涡轮轴。如果转动不顺畅或有噪声, 则更换液力变矩器。

导轮和泵轮之间的干涉检查如图 4-20 所示。将液压泵放在台架上, 并把液力变矩器安装在液压泵上, 旋转液力变矩器使液力变矩器的液压泵驱动毂与液压泵主动部分接合好, 然后固定住液压泵并逆时针转动液力变矩器。如果转动不顺畅或有噪声, 则更换液力变矩器。



图 4-19 导轮和涡轮之间的干涉检查

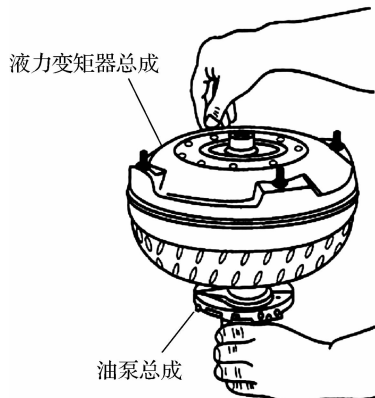


图 4-20 导轮和泵轮之间的干涉检查

5. 液力变矩器轴套径向圆跳动检查

将液力变矩器所在位置做个标记, 暂时装到飞轮上, 用千分表检查液力变矩器轴套的径向圆跳动误差, 如图 4-21 所示。如果径向圆跳动超过 0.30 mm, 则重新调整液力变矩器的安装方位; 如果径向圆跳动过大而不能修正, 则应更换液力变矩器。

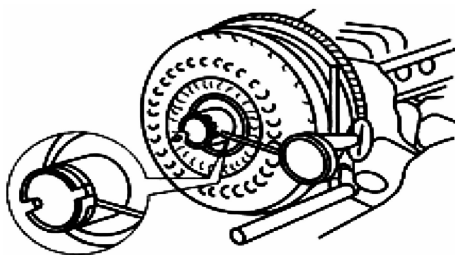


图 4-21 液力变矩器轴套径向圆跳动检查

6. 液力变矩器噪声的诊断

若液力变矩器有噪声, 当轻踩制动踏板后噪声立刻消失, 放松制动踏板后噪声又出现, 反复测试现象依旧, 则可判定锁止离合器有故障。



可能原因:液力变矩器泄油,锁止压力不足,由打滑引起噪声;锁止离合器锁止压盘与液力变矩器壳体因变形接触不良造成打滑;液力变矩器壳体端面摆动或失去动平衡造成旋转时共振引起噪声。

用电控锁止电磁阀控制锁止离合器的液力变矩器,若锁止电磁阀回位弹簧因使用时间过长而疲劳时,也会因锁止油压不良而产生噪声。

学习单元三 自动变速器中齿轮变速器的结构与检修

自动挡车辆不能正常升挡是非常典型的故障,故障现象为汽车行驶中自动变速器始终保持在一挡,不能升入二挡和高速挡;或行驶中自动变速器可以升入二挡,但不能升入三挡和超速挡。问题出现最主要的原因是相应挡位齿轮传动过程的执行情况。若要解决类似的故障问题,必须通晓各车型行星齿轮变速器的结构、组成、特点及各挡位动力传动路线。盲目拆卸不能解决实际问题。

自动变速器中的变速齿轮机构和传统的手动齿轮变速机构一样,具有倒挡、空挡及4~10个不同传动比的前进挡,只是自动变速器的挡位变换不是由驾驶员直接控制的,而是由自动变速器电子控制系统控制换挡执行机构的动作来改变齿轮变速机构的传动比,从而实现自动换挡。

行星齿轮变速器是由两排或多排行星齿轮机构和换挡执行机构等组成,需先掌握单排行星齿轮机构的相关知识,为后续课程的学习打下良好基础。

一、单排行星齿轮机构

1. 单排行星齿轮机构的组成

行星齿轮机构有很多种类型,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,这称为一个行星排,如图4-22所示。

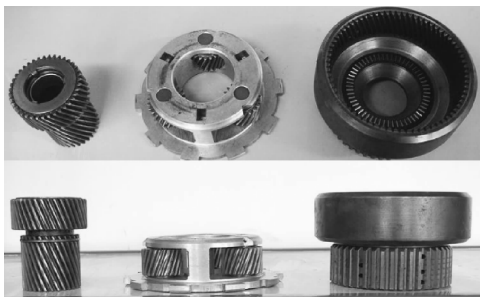


图 4-22 单排行星齿轮机构

行星齿轮机构中的太阳轮、齿圈及行星架有一个共同的固定轴线,行星齿轮支承在固定于行星架的行星齿轮轴上,并同时与太阳轮和齿圈啮合。当行星齿轮机构运转时,空套在行星架上的行星齿轮轴上的几个行星齿轮一方面可以绕着自己的轴线旋转,另一方面又可以随着行星架一起绕着太阳轮回转,就像天上行星的运动那样,兼有自转和公转两种运动状态,在行星排中,具有固定轴线的太阳轮、齿圈和行星架称为行星排的三个基本元件。



用行星齿轮机构作为变速机构,由于有多个行星齿轮同时传递动力,而且常采用内啮合式,充分利用了齿圈中部的空间,故与普通齿轮变速机构相比,在传递同样功率的条件下,可以大大减小变速机构的尺寸和重量,并可实现同向、同轴减速传动;另外,由于采用常啮合传动,动力不间断,加速性好,工作也可靠。

2. 单排行星齿轮机构运动规律

如图 4-23 所示为单排行星齿轮机构的传动简图。

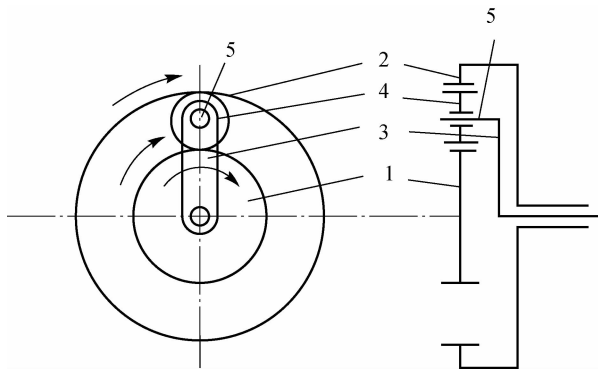


图 4-23 单排行星齿轮机构传动简图

1—太阳轮; 2—齿圈; 3—行星架; 4—行星齿轮; 5—行星齿轮轴

设太阳轮的齿数为 z_1 , 齿圈齿数为 z_2 , 太阳轮、齿圈和行星架的转速分别为 n_1 、 n_2 、 n_3 , 并设齿圈与太阳轮的齿数比为 α , 即 $\alpha = z_2/z_1$ 。根据能量守恒定律, 由作用在单排行星齿轮机构各元件上的力矩和结构参数, 可以得出单排行星齿轮机构的一般运动规律特性方程。

$$n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha)n_3 = 0 \quad (4-1)$$

3. 单排行星齿轮机构不同动力传递

由单排行星齿轮机构一般运动规律特性方程可以看出, 在太阳轮、齿圈和行星架三个基本元件中, 可任选两个分别作为主动件和从动件, 而使另一个元件固定不动(使该元件转速为零)或使其运动受一定约束(使该元件的转速为某一定值), 则整个轮系即以一定的传动比传递动力。不同的连接和固定方案可得到不同的传动比, 三个基本元件的不同组合可有 6 种不同的组合方案, 相应能获得 6 种不同的传动比, 加上直接挡传动和空挡, 共有 8 种组合。

(1) 齿圈为主动件(输入), 行星架为从动件(输出), 太阳轮固定, 如图 4-24(a) 所示。此时, $n_1 = 0$, 则传动比 i_{23} 为

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

由于传动比大于 1, 说明为减速传动, 可以作为降速挡。

(2) 太阳轮为主动件(输入), 行星架为从动件(输出), 齿圈固定, 如图 4-24(b) 所示。此时, $n_2 = 0$, 则传动比 i_{13} 为

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

由于传动比大于 1, 说明为减速传动, 可以作为降速挡。

对比这两种情况的传动比, 由于 $i_{13} > i_{23}$, 虽然都为降速挡, 但 i_{13} 是降速挡中的低挡, 而 i_{23} 为降速挡中的高挡。



(3)行星架为主动件(输入),齿圈为从动件(输出),太阳轮固定,如图4-24(c)所示。此时, $n_1=0$,则传动比 i_{32} 为

$$i_{32} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{\alpha}{1+\alpha} < 1$$

由于传动比 i_{32} 小于1,说明为增速传动,可以作为超速挡。

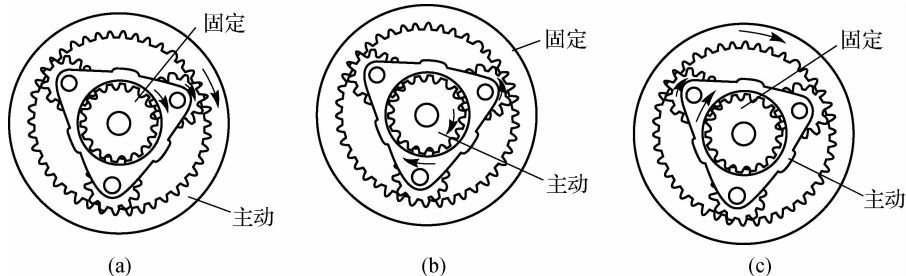


图 4-24 单排行星齿轮机构传动简图(一)

(4)行星架为主动件(输入),太阳轮为从动件(输出),齿圈固定,如图4-25(a)所示。此时, $n_2=0$,则传动比 i_{31} 为

$$i_{31} = \frac{n_3}{n_1} = \frac{1}{1+\alpha} < 1$$

由于传动比 i_{31} 小于1,说明为增速传动,可以作为超速挡。

(5)太阳轮为主动件(输入),齿圈为从动件(输出),行星架固定,如图4-25(b)所示。此时, $n_3=0$,则传动比 i_{12} 为

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

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

(6)齿圈为主动件(输入),太阳轮为从动件(输出),行星架固定,如图4-25(c)所示。此时, $n_3=0$,则传动比 i_{21} 为

$$i_{21} = \frac{n_2}{n_1} = -\frac{1}{\alpha}$$

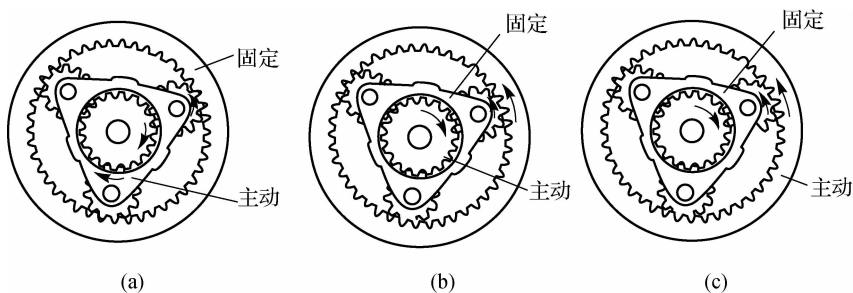


图 4-25 单排行星齿轮机构传动简图(二)

由于传动比 i_{21} 为负值,说明主从动件的旋转方向相反;又由于 $|i_{21}| < 1$,说明为超速传动,一般不能被作为倒挡。



(7)如果 $n_1 = n_2$, 则可以得到 $n_3 = n_1 = n_2$ 。同样, $n_1 = n_3$ 或 $n_2 = n_3$ 时, 均可以得到 $n_1 = n_2 = n_3$ 的结论。因此, 若使太阳轮、齿圈和行星架三个元件中的任何两个元件连为一体转动, 则另一个元件必然与前二者等速同向转动。即行星齿轮机构中所有元件(包含行星轮)之间均无相对运动, 传动比 $i=1$ 。这种传动方式用于变速器的直接挡传动。

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

单排行星齿轮机构的传动特点及变速规律可归纳为表 4-2, 其中 α 为齿圈与太阳轮齿数之比。

表 4-2 单排行星齿轮机构传动特点及变速规律

主动件	从动件	固定件	传动比	结论
太阳轮	行星架	齿圈	$1 + \alpha$	减速增矩
齿圈		太阳轮	$1 + \frac{1}{\alpha}$	
行星架	齿圈	太阳轮	$\frac{\alpha}{1 + \alpha}$	增速减矩
	太阳轮	齿圈	$\frac{1}{1 + \alpha}$	
齿圈	太阳轮	行星架	$-\frac{1}{\alpha}$	反向
太阳轮	齿圈		$-\alpha$	
任意两个连成一体			1	直接传动
既无任意一个元件制动, 又无任意两个元件连成一体			三元件自由转动	不传递动力

4. 单排行星齿轮机构运转情况

1) 减速情况

当行星架作为从动件时, 不论其他哪个元件作为主动件和固定件, 其变速结果都是减速, 并且齿圈与太阳轮转向相同。由传动比等于从动件齿数与主动件齿数之比可知, 当行星架作为从动件时, 其传动比都大于 1(行星架齿数为齿圈齿数与太阳轮齿数之和)。齿圈固定时, 传动比为 2.5~5; 太阳轮固定时, 传动比为 1.25~1.67, 且为同向传动。

2) 增速情况

当行星架作为主动件时, 不论其他哪个元件作为从动件和固定件, 其变速结果都是增速, 并且齿圈与太阳轮转向相同。当行星架作为主动件时, 其传动比都小于 1。齿圈固定时, 传动比为 0.2~0.4; 太阳轮固定时, 传动比为 0.6~0.8, 且为同向传动。

3) 倒挡情况

当行星架被固定时, 不管其他哪个元件作为主动件和从动件, 其变速结果都是反向。

由式(4-1)可知, 当行星架作为固定件时, 因为齿圈齿数与太阳轮齿数之比始终大于 0, 所以太阳轮转速与齿圈转速为一正一负, 即太阳轮转向与齿圈转向必然相反。

单排行星齿轮机构无法满足自动变速器多挡位的变换需求, 所以自动变速器中的行星齿轮变速器一般是采用 2~3 排行星齿轮机构传动, 其各挡传动比就是根据上述单排行星齿轮机构传动特点进行合理组合得到的。常见的行星齿轮变速器有辛普森式、拉威娜式以及串联复合式三种。

二、三挡辛普森行星齿轮变速器

不同车型自动变速器在结构上往往有一些差异, 主要表现在: 前进挡的挡数不同, 离合



器、制动器及单向超越离合器的数目和布置方式不同,所采用的行星齿轮机构的类型不同。前进挡的数目越多,行星齿轮变速系统中的离合器、制动器及单向超越离合器的数目就越多。离合器、制动器、单向超越离合器的布置方式主要取决于行星齿轮变速系统前进挡的挡数及所采用的行星齿轮机构的类型。

辛普森式(Simpson)行星齿轮变速器是在自动变速器中应用最广泛的一种行星齿轮变速器,目前多采用四挡辛普森行星齿轮变速器,为了便于掌握,首先介绍三挡辛普森式变速器。

1. 三挡辛普森式变速器结构组成

如图 4-26 所示,三挡辛普森式双排行星齿轮机构由两个内啮合式单排行星齿轮机构组成,其结构特点是:前后两个行星排的太阳轮连接为一体,称为前后太阳轮组件;前一个行星排的行星架和后一个行星排的齿圈连接为一体,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。经过上述组合后,该机构成为一种具有四个独立元件的行星齿轮机构。这四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。

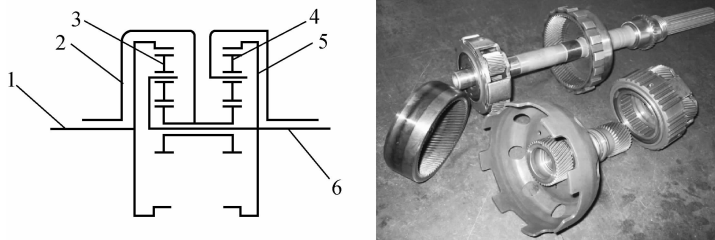


图 4-26 三挡辛普森式双排行星齿轮机构组合传动简图

1—前齿圈; 2—前后太阳轮组件; 3—前行星轮; 4—后行星轮; 5—后行星架; 6—前行星架和后齿圈组件

同时该行星齿轮机构中设置了五个换挡执行元件(两个离合器、两个制动器和一个单向超越离合器),使该系统成为一个具有三个前进挡和一个倒挡的行星齿轮变速系统。这里需要特别说明的是离合器 C_1 用于连接输入轴和前后太阳轮组件,离合器 C_2 用于连接输入轴和前齿圈,制动器 B_1 用于固定前后太阳轮组件,制动器 B_2 和单向超越离合器 F_1 都是用于固定后行星架。离合器用于连接,制动器用于固定,而是单向制动或锁止,这三类元件统称为换挡执行机构。这五个换挡执行元件在各挡位工作情况见表 4-3。

表 4-3 辛普森三挡行星齿轮变速器换挡执行元件各挡位工作情况

操纵手柄位置	挡位	换挡执行元件				
		离合器 C_1	离合器 C_2	制动器 B_1	制动器 B_2	单向超越离合器 F_1
D	一挡		○			○
	二挡		○	○		
	三挡	○	○			
R	倒挡	○			○	
S、L 或 2、1	一挡		○		○	
	二挡		○	○		

注:○表示换挡元件工作。

由表 4-3 可知,当行星齿轮变速系统处于停车挡和空挡之外的任何一个挡位时,五个换



挡执行元件中都有两个处于工作状态(接合、制动或锁止),其余三个不工作(分离、释放或自由状态)。处于工作状态的两个换挡执行元件中至少有一个是离合器 C_1 或 C_2 ,以便使输入轴与行星排连接。当变速器处于任一前进挡时,离合器 C_2 都处于接合状态,此时输入轴与行星齿轮机构的前齿圈接合,使前齿圈成为主动件,因此离合器 C_2 也称为前进离合器。倒挡时,离合器 C_1 接合, C_2 分离,此时输入轴与行星齿轮机构的前后太阳轮组件接合,使前后太阳轮组件成为主动件;另外,离合器 C_1 在三挡(直接挡)时也接合,因此,离合器 C_1 也称为倒挡及直接挡离合器。制动器 B_1 仅在二挡才工作,称为二挡制动器。制动器 B_2 在一挡和倒挡时都工作,因此称为低挡及倒挡制动器。由此可知,换挡执行元件的不同工作组合决定了行星齿轮变速系统的传动方向和传动比,从而决定了行星齿轮变速系统所处的挡位。

2. 三挡辛普森式变速器各挡的传动路线

1) 一挡

如图 4-27 所示,此时前进离合器 C_2 接合,使输入轴和前齿圈连接;同时单向超越离合器 F_1 处于自锁状态,后行星架被固定。来自液力变矩器的发动机动力经输入轴、前进离合器 C_2 传给前齿圈,使前齿圈朝顺时针方向旋转。在前行星排中,前行星齿轮在前齿圈的驱动下一方面朝顺时针方向公转,带动前行星架朝顺时针方向转动,另一方面做顺时针方向的自转,并带动前后太阳轮组件朝逆时针方向转动;在后行星排中,后行星轮在后太阳轮的驱动下朝顺时针方向做自转时,对后行星架产生一个逆时针方向的力矩,而低挡单向超越离合器 F_1 对后行星架在逆时针方向具有锁止作用,因此后行星架固定不动,使后齿圈在后行星轮的驱动下朝顺时针方向转动。因此,在前进一挡时,由输入轴传给行星齿轮机构的动力是经过前后行星排同时传给前行星架和后齿圈组件,再传给与之相连接的输出轴,从而完成动力输出。

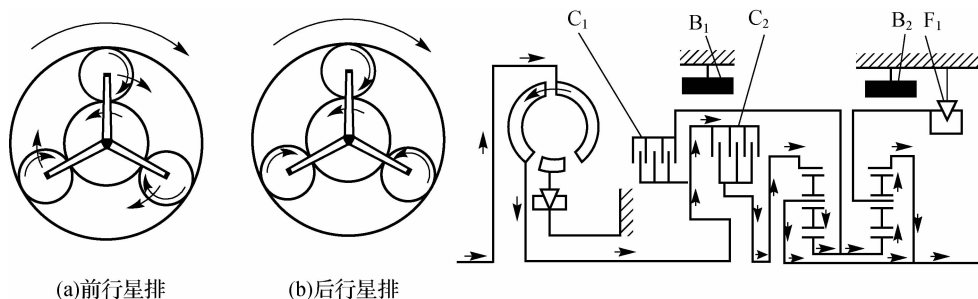


图 4-27 一挡动力传动路线示意图

2) 二挡

如图 4-28 所示,前进离合器 C_2 和二挡制动器 B_1 同时工作。此时输入轴仍经前进离合器 C_2 和前齿圈连接,同时前后太阳轮组件被二挡制动器 B_1 固定。发动机动力经液力变矩器和行星齿轮变速系统的输入轴传给前齿圈,使其朝顺时针方向转动。由于前太阳轮转速为 0,因此前行星轮在前齿圈轮的驱动下一方面朝顺时针方向自转,另一方面朝顺时针方向公转,同时带动前行星架及输出轴朝顺时针方向转动。此时后行星排处于自由状态,后行星轮在后齿圈的驱动下朝顺时针方向一边自转一边公转,带动后行星架朝顺时针方向空转。由此可知,二挡时发动机的动力全部经前行星排传到输出轴。

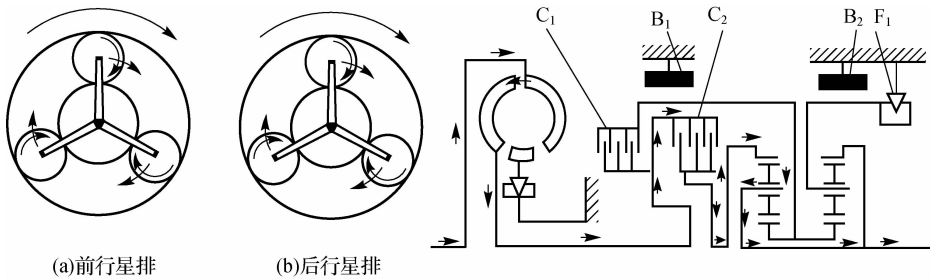


图 4-28 二挡动力传动路线示意图

3) 三挡

如图 4-29 所示,前进离合器 C_2 和倒挡及直接挡离合器 C_1 同时接合,把输入轴与前齿圈及前后太阳轮组件连接成一体。由于这时前行星排中有两个基本元件互相连接,从而使前行星排连成一体旋转,输入轴的动力通过前行星排直传给输出轴,即直接挡。此时后行星排处于自由状态,后行星轮在后齿圈驱动下朝顺时针方向一边自转一边公转,带动后行星架朝顺时针方向空转。

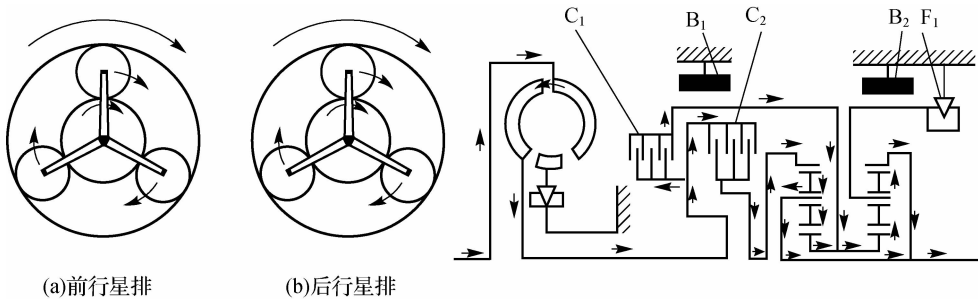


图 4-29 三挡动力传动路线示意图

4) 倒挡

如图 4-30 所示,倒挡及直接挡离合器 C_1 接合,使输入轴与前后太阳轮组件连接,同时低挡及倒挡制动器 B_2 产生制动,将后行星架固定。此时发动机动力经输入轴传给前后太阳轮组件,使前后太阳轮朝顺时针方向转动。由于后行星架固定不动,后行星轮在后太阳轮的驱动下朝逆时针方向转动,并带动后齿圈朝逆时针方向转动,与前行星架和后齿圈组件连接的输出轴也随之朝逆时针方向转动,从而改变了传动方向。此时,由于前行星排中前齿圈可以自由转动,前行星排处于自由状态,前齿圈在前行星轮的带动下朝逆时针方向自由转动。

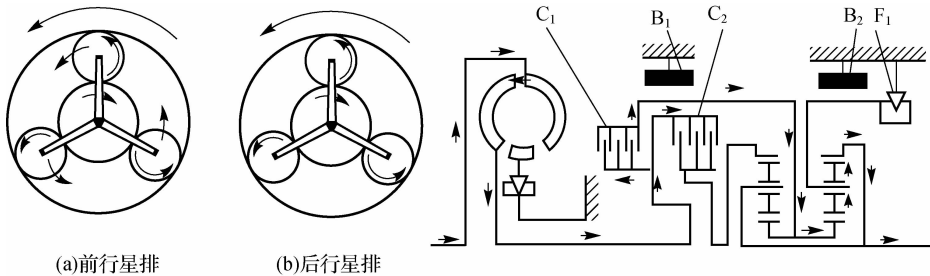


图 4-30 倒挡动力传动路线示意图