

第一章 自动变速器

一、基础知识

1. 自动变速器有哪些特点？

自动变速器具有自动变速、连续变矩、换档时不中断动力传递等特点，并具有操作轻便、换档平稳、乘坐舒适、过载保护性能好等优点。采用自动变速器，可大大减轻驾驶员的劳动强度，提高车辆行驶的机动性、越野性及交通安全性等。

2. 什么是变速驱动桥？

变速驱动桥就是将变速器、主减速器和差速器安装在同一个外壳（常称为变速器壳）之内。这样可以有效地简化结构，减小体积，提高传动效率。而且取消了传动轴，可使汽车自重减轻。变速驱动桥广泛应用于发动机前置前轮驱动的轿车上，如一汽奥迪 100 型、捷达 / 高尔夫、上海桑塔纳、二汽富康、韩国现代等轿车。

3. 自动变速器由几部分组成？

自动变速器一般由五部分组成（图 1-1）：

(1) 液力变矩器 液力变矩器多为三元件综合式，其作用是柔和传递力矩，自动将输出件的扭矩增大 2~4 倍。

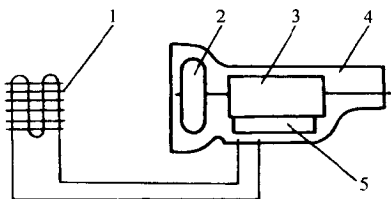


图 1-1 自动变速器组成示意图

1—油冷却及滤清装置 2—液力变矩器

3—行星齿轮变速器 4—壳体

5—自动操纵系统

(2) 行星齿轮变速器 它由 2~3 排行星齿轮组成 2~5 种速比。其作用是使扭矩再增大 2~4 倍 提高汽车

对道路的适应能力。其特点是同向同轴减速增扭，结构紧凑；此外，它是常啮合传动、无冲击，齿轮接触面积大，动力不间断，加

速性能好，简化了操作。

(3) 自动操纵系统 它包括动力源、执行机构和控制机构三部分。前两部分均为液压式，整个操纵系统可按控制机构的形式分为液压控制液压力式（简称液控式）和电子控制液压力式（简称电控式）两种。动力源的主要组成部分是油泵，它除向执行机构和控制机构供应压力油外，还向液力变矩器提供工作油液，向行星齿轮变速器供应润滑油。执行机构主要包括离合器和制动器。随着各执行机构中油压的建立或卸除，使离合器接合或分离，使制动器制动或释放，从而改变动力传递路线，得到不同的变速器工作档位。控制机构是自动变速器的核心部分，它的作用是根据驾驶员的意图、选档手柄的位置、油门的开度和汽车的速度，精确调节油泵输出的压力，并输入执行机构，自动控制离合器和制动器的工作状态，从而实现自动变换档位。

(4) 油冷却及滤清装置 在油液工作过程中，因冲击和摩擦生热，并吸收一部分热量，使油温升高。油温过高，会使油液变质，缩短其使用寿命，传动效率也会降低。为保持正常的油温（80~90℃），必须利用冷油器在水箱内部或外部使油液与冷却水或空气进行热量交换。变速器工作中产生的金属屑会混入油中，需由滤清装置将其分离。

(5) 壳体 它是自动变速器各组成部分装配及安装的基础。

4. 自动变速器选档手柄设有哪些档位？

各种汽车的自动变速器设置的档位虽有区别，但一般通用的是 P—R—N—D—2—L 档位。应当注意，自动变速器设置的档位是指选档手柄的位置，它与自动变速器本身档位的数目是不同的，其含义如下：

P——驻车档，在驻车或起动发动机时选用。

R——倒车档，汽车倒车时选用。

N——空档，起动发动机时选用。

D——行驶档，一般汽车行驶时选用。

2——2 速档，采用轻发动机制动或需要瞬间增加驱动力时选

用。当手柄选在 2 档位置，汽车在一档起步，车速提高到合适时换入二档，但无论车速多高，也不能换入三档。

L——低速档，汽车上坡需要较大驱动力时选用。选档手柄在 L 档位，汽车只能以一档行驶，无论车速如何变化，也不会升档。

常见轿车自动变速器选档手柄位置见表 1-1。

表 1-1 常见轿车自动变速器选档手柄位置

车型或公司名称	自动变速器型号	选档手柄位置
日本丰田 (TOYOTA)	A340E、A341E A342E	P、R、N、D、2、L
宝马 (BMW)	ZF 4HP 22	P、R、N、D、3、2、1
克莱斯勒 (CMC)	AW-4	P、R、N、D、3、1-2
通用 (GM)	4T60E、4L60E	P、R、N、D、2、L
韩国现代 (SONATA)	KM176	P、R、N、D、2、L
韩国大宇 (DAEWOO)	AW03—71L	P、R、N、D、2、1

5. 怎样正确使用自动变速器油？

自动变速器油（简称 AT 油）兼有多种功能：在液力变矩器中借以传递发动机动力，经冷却装置强制冷却后的油液再返回自动变速器，对行星齿轮和诸多摩擦副进行强制润滑；自动操纵系统还用它作为操纵用油。由于自动变速器油在自动变速器中的功能多，因此对用油规格、加油方法、油量、换油里程均有严格的规定。

各种车型自动变速器油应按生产厂家指定品牌选用。目前各国自动变速器规定用油见表 1-2。

表 1-2 各国自动变速器规定用油

中国	8 号自动传动油
美国	DEXRON 型或 DEXRON-1 型
日本	推荐用 DEXRON 型
欧洲	推荐用 DEXRON-B (GMC) ESW-M2C-33E/F (Ford)
德国 Benz	推荐用 DEXRON-B

每台自动变速器的加油量都有明确的规定。在加油或检查油面高度时，应将汽车停放在水平路面上，使发动机怠速运转，然后将自动变速器选档手柄在前进、倒车等各位位置轮换停留短时，使油液充满液力变矩器和油缸。抽出油尺检查自动变速器油面高度时，应考虑油温的变化。如图 1-2 所示，油温较低（在室温为 $15\sim 20\text{C}$ ）时，油面高度应在油尺刻线的下限附近；在自动变速器正常工作温度（ $80\sim 90\text{C}$ ）时，油面高度应在油尺刻线的上限附近；在长时间拖载或高速行驶后，油面可能超出油尺刻线上限，此时检查油面高度是得不到正确结果的，应至少停车 30min 后再检查。

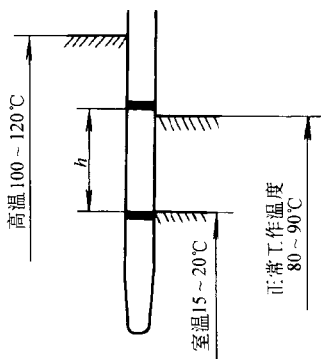


图 1-2 自动变速器油面高度

自动变速器必须定期换油。各种品牌的自动变速器换油周期略有不同，一般为 $8000\sim 10000\text{km}$ 或一年。换油时，应将变矩器和变速器内的残油放净，并将油底壳清洗干净，用汽油将自动变速器油冷却器冲洗干净，并更换滤油器的滤芯。

6. 如何正确使用自动变速器档位？

自动变速器选档手柄位置不同，可实现不同的功能。在汽车使用中，必须正确使用变速器档位。

选档手柄只有在“N”（空档）位时，才能接通空档开关，实现发动机起动，这样不仅易于起动，而且自动变速器起保护作用。

“D”（前进档）档位是自动变速器汽车起步和行驶使用的档位。选档手柄在“D”位，自动变速器能根据发动机节气门开度及汽车行驶速度实现自动换档（传动比增大或减小）。一般轿车自动变速器有 $2\sim 4$ 个前进档，也就是说，选档手柄在“D”位时，变速器可在 $2\sim 4$ 种传动比之间自动升降。

“R”（倒车档）档位只有在汽车倒车时使用。应注意，汽车需倒车时，待汽车完全停止后，才允许把选档手柄从“D”档移到“R”档；反之，倒车完毕，应等汽车完全停止后，再将选档手柄从“R”档移到“D”档。

“L”（低速档）是前进行驶时的低速档位。选档手柄在此位置时，自动变速器被锁止在低档位，即使汽车行驶速度升高，也不会升入高档。此档位适用于汽车上坡加速或下坡有效地利用发动机制动，也可用于有目的地控制汽车低速行驶。

对自动变速器汽车，绝不允许选用“N”档滑行。如果为了节省燃油，在汽车高速行驶或下坡时，将选档手柄从“D”档换到“N”档，使发动机处于怠速，而汽车利用惯性滑行，自动变速器油泵会因发动机怠速出油量减少，而自动变速器输出轴上的所有零件仍高速运转，这样会导致由于润滑不充分而烧坏。

在交叉路口或堵车等情况下短暂停车时，一般停车时间较短时可选用“D”档，若时间较长最好将选档手柄从“D”档换到“N”档，尤其在夏季更有必要，否则会导致自动变速器油升温，影响自动变速器的功能。

7. 驾驶自动变速器汽车应注意什么？

(1) 起动 自动变速器汽车的起动不同于机械变速器汽车，根据自动变速器的特性，在起动前要把选档手柄移到“P”档或“N”档。汽车在停驻状态下起动，应拉紧手制动并把选档手柄移到“P”档，踩下制动踏板，然后转动点火开关，起动发动机，准备起步。汽车在行车途中熄火，自动变速器选档手柄仍处于行驶模式，此时转动点火开关，发动机不能起动，必须把选档手柄移到“P”或“N”档位后才能起动。自动变速器选档手柄位置一般是由前到后按P、R、N、D……顺序排列，用“P”档位起动发动机，在起步时有可能在慌乱中误将选档手柄移到“R”档，这样一踩油门，汽车倒车极易发生危险。而用“N”档起动发动机，起步时一般不会出现误挂“R”档，因此汽车在行驶途中熄火时选用N档起动发动机比较安全。此外，在熄火后重新起动时，必须踩下

制动踏板，最好再拉紧驻车制动器，以防发生意外。

(2) 起步 自动变速器汽车起步前，首先应确认踩下制动踏板并拉紧了驻车制动器，然后将选档手柄由“P”档或“N”档换入“D”档或“R”档。必须确认选档手柄位置准确无误后，放松驻车制动器，再平稳地放松制动踏板，使汽车缓慢起步，在确认行驶方向正确后再缓慢踩下加速踏板。

(3) 临时停车 自动变速器汽车在“D”档行驶状态下，驾驶员可随意选用行车制动器、驻车制动器（或两者同时使用）停车。一般临时停车时间较短并选用“D”档位时，只用行车制动器停车即可，这样一松开车制动器就可快速重新起步。在临时停车时间较长时，最好同时使用行车制动器和驻车制动器，以免行车制动器稍有放松汽车前行而发生危险。临时停车时间过长时，必须拉紧驻车制动器并将选档手柄移到“N”档，同时放松行车制动器，以免行车制动器使用时间过长，而使驾驶员疲劳，而且制动灯耗电较多对蓄电池也不利。

(4) 停放和入库 自动变速器汽车在任何情况下停放时，都必须将选档手柄移到“P”档位。汽车入库时，一般需要多次重复进、退操作，这意味着需要多次变换选档手柄位置，同时还要操纵方向盘和加速踏板，驾驶员应特别注意，以免错误操作而引发事故。汽车入库操作中，节气门开度不能过大，同时利用行车制动控制好汽车速度，并注意一定要在汽车停稳后，再从前进档换到倒档或从倒档换到前进档，以免导致自动变速器损坏。汽车入库停放好后要确实踩下制动踏板才能熄火，然后拉紧驻车制动器并将选档手柄移到“P”档位。

(5) 坡道行驶 上坡时，在坡度较小的情况下，利用“D”档即可通过坡道，坡度较大时，必须将选档手柄移到“L”档或“1”档位。自动变速器汽车下长坡时，除采用制动踏板控制车速外，在车速降低到30km/h以下时，将选档手柄移到“L”档位，可得到强有力的发动机辅助制动。

(6) 超车 自动变速器汽车行驶中需要迅速加速超车时，必

须把加速踏板瞬间踩到底，其它操作和注意事项与一般汽车相同。

8. 自动变速器一般有几个前进档？

自动变速器一般有 3~4 个前进档，早期生产的自动变速器一般设有一档、二档、三档（即直接档）三个前进档。近年来，随着汽车技术的发展，为提高发动机功率利用率，改善汽车燃料经济性，多数轿车的自动变速器采用四个前进档：一档、二档、三档（即直接档）、四档（超速档）。

9. 自动变速器根据什么条件自动换档？

汽车行驶时（选档手柄在“D”档位），自动变速器的自动控制系统根据车速和节气门开度来确定是否换档，换档时机一到，控制系统向执行机构发出执行命令，自动进行换档。

自动变速器换档的时刻称为换档点。换档点与车速及节气门开度的关系曲线称为换档图（见图 1-3）。换档图以车速或变速器输出轴转速为横坐标，以节气门开度为纵坐标，曲线表示在车速和节气门开度不同时的换档点。

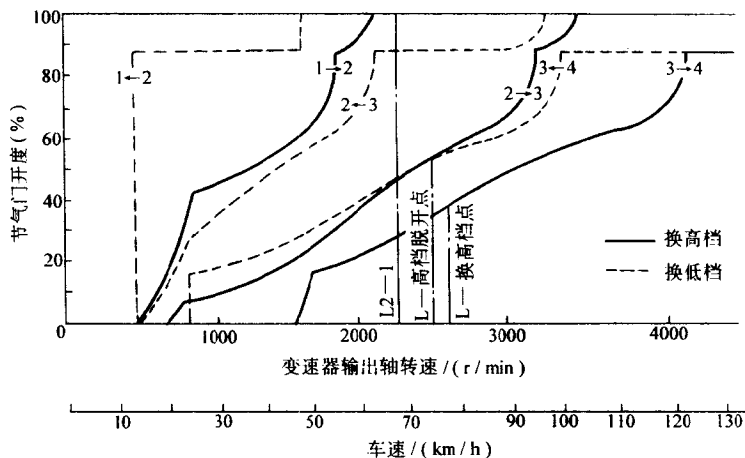


图 1-3 换档图

由换档图可以看出，在升档和降档时车速存在很大差异，这种差异的目的在于当车速接近换档点车速时，可避免频繁换档，以

减少执行元件（离合器和制动器）的磨损。

二、液力变矩器

10. 液力变矩器有何功用？它由哪些部件组成？

液力变矩器是液力自动变速器的重要组成部分，它的前端与发动机飞轮相连接，输出部分与行星齿轮变速器的输入轴相连，发动机的动力经液力变矩器传入行星齿轮变速器，实现发动机与变速器的“软”连接，从而减少了传动机构的动载荷，延长发动机和变速器的使用寿命。同时，在一定范围内实现无级变速。

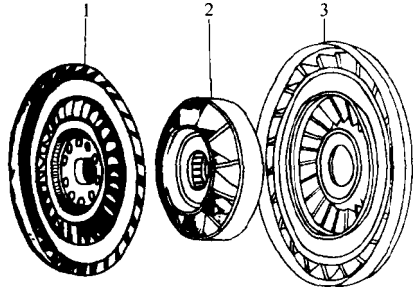


图 1-4 变矩器的构造

1—涡轮 2—导轮 3—泵轮

常见的汽车液力变矩器主要由泵轮 3、涡轮 1 和导轮 2 组成，如图 1-4 所示，称三元件变矩器，此外还有油泵、单向离合器和锁止机构等。图 1-5 是变矩器示意图。

由若干曲面叶片组成的泵轮为主动件，它与发动机飞轮连接。图 1-6 是拆去涡轮和导轮后，只剩下泵轮的示意图。驱动盘 3 是与飞轮相当的薄盘，由于变矩器较重，可当作飞轮使用。装在外圈的齿圈 4 与驱动盘 3 形成一体，驱动盘 3 与泵轮 2 之间用螺栓连接。变矩器左边的凸起部分与曲轴 5 的凹部连接，发动机转动时，变矩器随曲轴转动，变矩器内的自

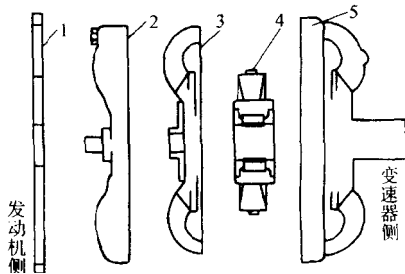


图 1-5 变矩器示意图

1—驱动盘 2—变矩器壳体

3—涡轮 4—导轮 5—泵轮

变矩器随曲轴转动，变矩器内的自

动变速器油在离心力作用下向外射出，形成驱动力。

由若干曲面叶片组成的涡轮为被动件，它与变速器输入轴连接。图 1-7 为涡轮示意图，涡轮轮毂 4 的花键与输出轴 2 的花键相啮合，输出轴 2 的顶端与变矩器内部轴套 5 相配合，涡轮可以在变矩器内自由转动。如果把变矩器比作离合器，则涡轮与离合器从动盘相当，输出轴与离合器第一轴相当。

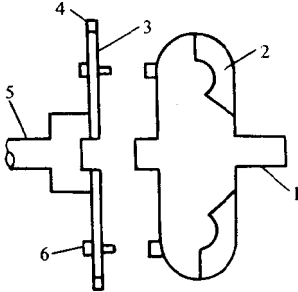


图 1-6 泵轮示意图

1—变速器轴 2—泵轮 3—驱动盘
4—齿圈 5—曲轴 6—螺栓

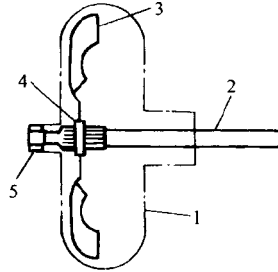


图 1-7 涡轮示意图

1—变速器壳 2—输出轴 3—涡轮
4—轮毂 5—轴套

导轮 4(图 1-5) 是带叶片的小圆轮，它位于泵轮与涡轮之间。导轮安装在导轮轴上，通过单向离合器固定在变速器壳体上。

11. 液力变矩器是怎样工作的？

变矩器工作时，就像两台电风扇对置，其中一台电风扇接通电源，而另一台电风扇不接电源，前者转动时，产生的气流可以吹动后者的叶片使其转动。变矩器的泵轮相当于接通电源的电风扇。变矩器的涡轮相当于不接电源的电风扇，变矩器内的自动变速器油（简称 AT 油）相当于空气。

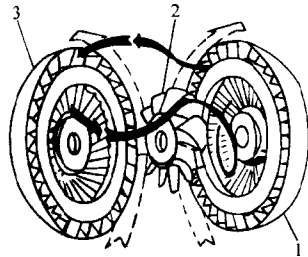


图 1-8 AT 油在变矩器内的流动

1—泵轮 2—导轮 3—涡轮

发动机带动变矩器旋转时，与变矩器壳体连接的泵轮搅动 AT 油

使其沿泵轮叶片高速流入涡轮，推动涡轮叶片使涡轮转动。由于涡轮叶片形状，使 AT 油进入和离开涡轮的方向相反，AT 油从涡轮流出后进入导轮，导轮叶片使油流再次反向并流回泵轮中心部位。AT 油在液力变矩器内的流动如图 1-8 所示。

12. 变矩器中的导轮有何作用？

由于涡轮叶片形状，使进入和流出涡轮的 AT 油方向相反，如图 1-9 所示。变矩器无导轮时从涡轮流回泵轮的 AT 油方向与泵轮转动方向相反，对泵轮转动起阻碍作用，从而会降低传动效率。为防止这种情况发生，在泵轮和涡轮之间安装一个导轮，以改变从涡轮流回导轮的 AT 油方向，如图 1-10 所示，由于流回导轮的 AT 油冲击其叶片背面，不但不会阻碍泵轮旋转，还会增加驱动泵轮的转动动力，从而增大传递给涡轮的转矩。

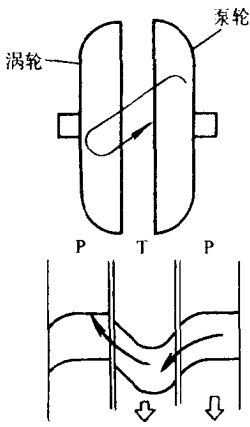


图 1-9 无导轮时 AT 油的流动

P—泵轮 T—涡轮

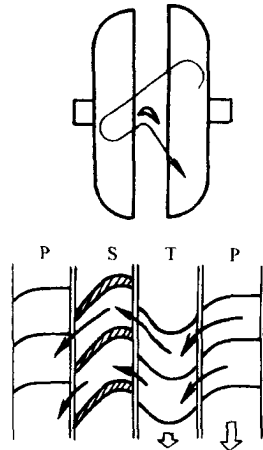


图 1-10 有导轮时 AT 油的流动

P—泵轮 T—涡轮 S—导轮

在变矩器工作 AT 油循环流动的过程中，根据液流受力平衡条件可得出：涡轮的输出转矩等于泵轮的输入转矩与导轮对油流反作用力矩之和。导轮对油流的反作用力矩取决于从涡轮流入导轮的 AT 油方向，而从涡轮流入导轮的 AT 油方向又与导轮和涡轮之间的转速差有关。因此，当泵轮的输入转矩一定时，涡轮的

输出转矩与导轮和涡轮之间的转速差有关。泵轮与涡轮的转速相差较大时，从涡轮流入导轮的 AT 油冲击导轮叶片前表面（凹面），促使导轮按泵轮旋转方向反向转动，如图 1-11 所示。因导轮被单向离合器锁住不能转动，其叶片促使油流改变方向以冲击泵轮背面，增加了传递转矩。随涡轮转速增加，变矩器增扭效果减弱。当涡轮转速增加到某一数值，由涡轮流出的 AT 油正好沿导轮出口方向冲向导轮时，导轮对油流的反作用力矩为零，泵轮输入转矩与涡轮输出转矩相等。若涡轮转速继续增大，从涡轮流入导轮的油流冲击导轮叶片的后表面（凸面），如图 1-12 所示，单向离合器使导轮按泵轮的旋转方向转动，此时泵轮的输入转矩与导轮对油流的反作用力矩方向相反，变矩器输出转矩反而比输入转矩减小。当涡轮转速与泵轮转速相等时，AT 油在变矩器内的循环流动停止，将不能传递动力。

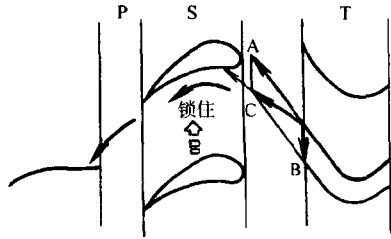


图 1-11 油流冲击导轮叶片前表面
A—沿涡轮叶片流动的工作液速度
B—涡轮旋转速度 C—工作液流动导轮的速度

若涡轮转速继续增大，从涡轮流入导轮的油流冲击导轮叶片的后表面（凸面），如图 1-12 所示，单向离合器使导轮按泵轮的旋转方向转动，此时泵轮的输入转矩与导轮对油流的反作用力矩方向相反，变矩器输出转矩反而比输入转矩减小。当涡轮转速与泵轮转速相等时，AT 油在变矩器内的循环流动停止，将不能传递动力。

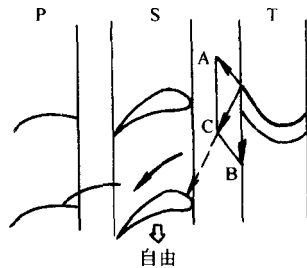


图 1-12 油流冲击导轮叶片后表面

13. 变矩器与偶合器有何不同？何谓变矩器特性？

偶合器只能传递转矩，而不能改变转矩的大小。变矩器不仅能传递转矩，且能在泵轮输入转矩不变的情况下，随涡轮转速（反映汽车行驶速度）不同而改变涡轮输出的转矩数值。

在变矩器泵轮转速和转矩不变的条件下，涡轮转矩随其转速变化的规律称为液力变矩器的特性。涡轮转速（输出转速）与泵轮转速（输入转速）之比称为变矩器传动比。变矩器涡轮输出转

矩与泵轮输入转矩之比称为变矩系数。涡轮轴输出功率与泵轮轴输入功率之比称为变矩器传动效率。变矩器特性如图 1-13 所示。

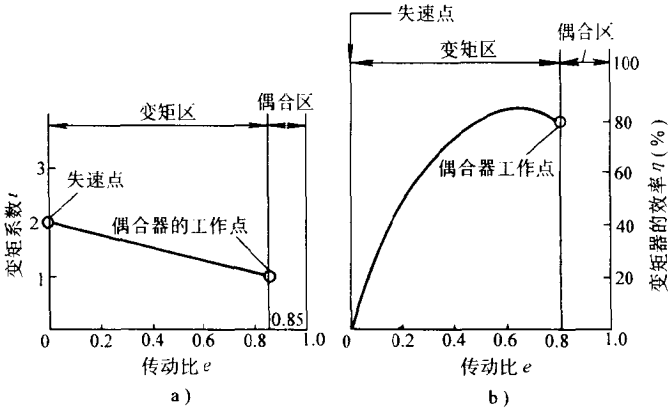


图 1-13 变矩器特性曲线

从变矩器特性曲线可以看出：随传动比减小（涡轮转速降低），变矩系数增大（输出转矩增加），这一特性对行驶阻力变化较大的汽车最为合适。在失速点，涡轮转速为零（相当于汽车起步时），变矩系数最大，其值一般在 1.7~2.5 之间。在耦合器工作点，变矩系数约为 1（即输出与输入转矩相等），变矩器传动比约为 0.85 左右。变矩器传动效率随传动比增大而提高，在失速点传动效率为零，在接近耦合器工作点时传动效率最高，此后由于部分 AT 油从涡轮流出后冲击导轮背面，使传动效率下降。

14. 为什么装用导轮单向离合器？它是怎样工作的？

随涡轮转速不同，从涡轮流入导轮的 AT 油方向也不同，这一方向的变化影响着变矩器的变扭效果和传动效率（参见题 12）。为使变矩器实现“自动变矩”和“自动耦合”的相互转换，也就是使变矩器在低速区自动变矩，高速区允许导轮按泵轮转动的方向自由转动，减小导轮叶片背面对涡轮的有害反作用力（通过油流传递），使变矩器成为耦合器，在液力变矩器中广泛使用了导轮单向离合器。一般轿车常用的液力变矩器型式如图 1-14 所示。

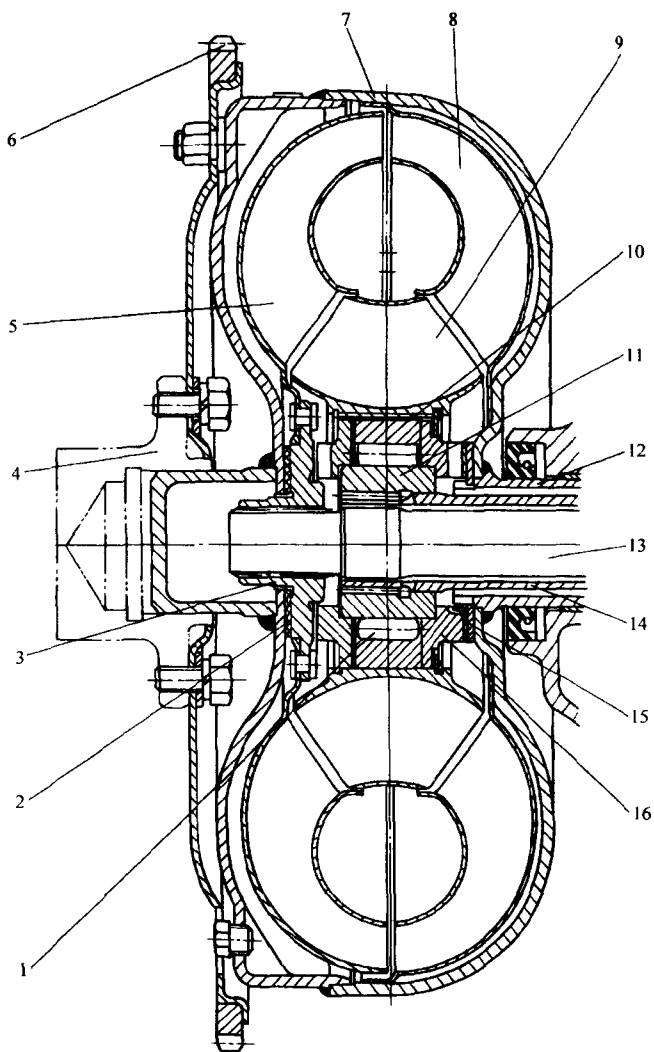


图 1-14 轿车用典型液力变矩器

- 1—单向离合器滚柱 2—塑料垫片 3—涡轮轮毂 4—曲轴凸缘 5—涡轮
 6—起动齿圈 7—变矩器壳 8—泵轮 9—导轮 10—单向离合器外圈
 11—单向离合器内圈 12—泵轮轮毂 13—变矩器输出轴 14—导轮
 固定套管 15—推力垫片 16—单向离合器盖

单向离合器（或称单向自由轮）有滚柱斜槽式和楔块式两种。图 1-15 为使用较多的楔块式单向离合器，其内圈与导轮轴用键连接，导轮轴安装在变速器机油泵盖上。由于机油泵盖用螺栓固定在变速器壳上，所以单向离合器内圈是不能转动的；而外圈与导轮连接，可与导轮一起转动。在内、外圈之间装有若干楔块。

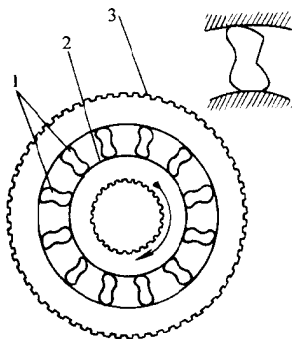


图 1-15 楔块式单向离合器构造

1—楔块 2—内圈 3—外圈

为保持楔块的位置，在单向离合器中安装有保持弹簧，使楔块倾斜一定角度。如图 1-16 所示，当外圈按箭头 A 方向转动时，它推动楔块的顶端，使楔块沿其倾斜方向翻倒，外圈可以自由转动。当外圈按箭头 B 方向转动时，摩擦力使楔块直立，由于楔块最大外形尺寸大于单向离合器内、外圈的径向间隙，楔块顶住外圈使其不能转动，单向离合器锁止。

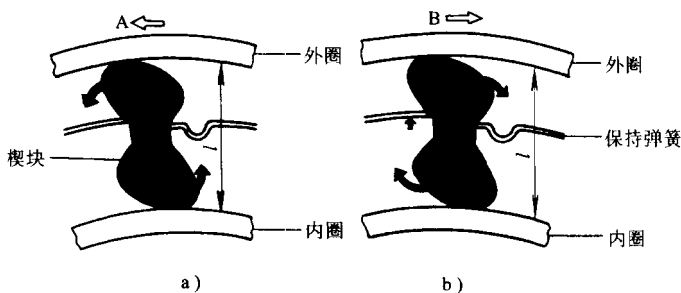


图 1-16 楔块式单向离合器工作原理

15. 变矩器增设锁止离合器有何作用？它是怎样工作的？

液力变矩器在高速偶合区工作时，自动变速和变矩的作用不再明显，但由于泵轮与涡轮之间存在约 4%~5% 的转速差，使变矩器的传动效率达不到 100%，即存在能量损失。为防止这种能量

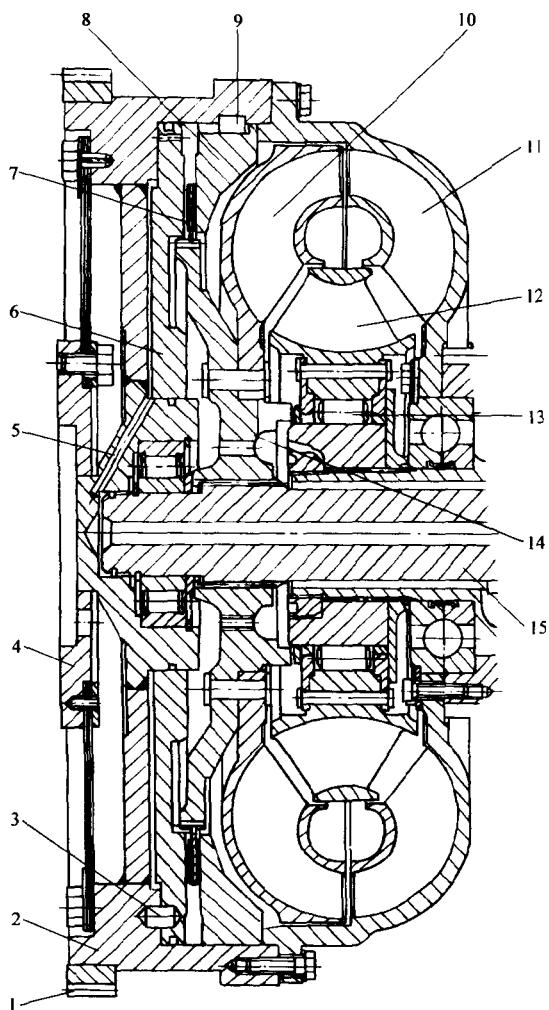


图 1-17 带锁止离合器的液力变矩器

- 1—起动齿圈 2—锁止离合器操纵油缸 3—导向销
 4—曲轴凸缘 5—油道 6—油缸活塞 7—从动盘
 8—传力盘 9—键 10—涡轮 11—泵轮 12—导轮
 13—单向离合器 14—涡轮轮毂 15—变矩器输出轴

损失，变矩器增设锁止离合器，在高速偶合区将泵轮和涡轮机械连接起来，使发动机功率 100% 地传给涡轮，此时变矩器的变矩系数和传动效率均为 1，从而提高了汽车的行驶速度和燃料经济性。

带锁止离合器的液力变矩器如图 1-17 所示，锁止离合器的主动部分为传力盘 8 和油缸活塞 6，它们与泵轮 11 一起旋转，装在涡轮轮毂 14 外花键上的从动盘是离合器的从动部分。压力油经油道 5 进入后，推动活塞右移，压紧从动盘使锁止离合器结合，于是泵轮与涡轮刚性接合为一体旋转，变矩器不起作用。当压力油卸压时，锁止离合器分离，变矩器恢复正常工作。

锁止离合器的控制机构多为发动机转速传感器和车速传感器共同控制一个电磁阀，阀再控制通向锁止离合器的油道，使操纵油缸内的压力油升压或卸压，以实现锁止离合器的接合或分离。另有部分汽车（如韩国大宇等）采用液压控制自动变速器，其锁止离合器的工作由锁止信号阀和锁止转换阀控制（见题 51）。

三、行星齿轮传动机构

16. 自动变速器中为什么采用行星齿轮传动机构？有何优点？

液力变矩器虽然能在一定范围内自动和无级地变矩和变速，但自动变矩能力与传动效率之间存在矛盾，而且变矩器尺寸也不能太大，以致液力变矩器的变矩系数只能达到 2~4 之间，此值远不能满足汽车使用工况的需要。为此，在液力变矩器之后再串联行星齿轮传动机构，使转矩再增大 2~4 倍，这样自动变速器的传动比等于变矩器的变矩系数与行星齿轮机构传动比之积。

行星齿轮传动与普通齿轮传动相比有如下优点：

- (1) 行星齿轮始终处于啮合状态，不存在换档冲击声和由于啮合不正确而造成的自动脱档现象。
- (2) 行星齿轮结构紧凑，载荷分布均匀。
- (3) 换档方便，只要通过制动器使行星齿轮机构的不同元件

固定，即可获得不同传动比。

(4) 行星齿轮机构零件全部是同心的，绕共同的轴线转动，可取消手动变速器中的中间轴和中间齿轮。

17. 简单的行星齿轮机构由哪些元件组成？它有何传动规律？

简单的行星齿轮机构如图 1-18 所示。中央的齿轮称为太阳轮，外面的大齿轮称为内齿轮或齿圈。行星齿轮（一般为 3 个或 4 个）装在行星架上，位于太阳轮和齿圈之间。工作中，行星齿轮除绕行星齿轮轴自转外，同时还要绕太阳轮公转，行星齿轮的这种运动形式类似于太阳系中的行星运动，故称为行星齿轮传动机构。

在行星齿轮机构中，只要将太阳轮、行星齿轮架、齿圈三元件中任一元件强制固定（转速为零），另一元件作为主动件（与输入轴相连），第三元件作为从动件（与输出轴相连），整个行星齿轮机构就能够以某一固定的传动比传递动力。

随着固定元件、主从动元件的不同，行星齿轮为轴转式齿轮系统，与定轴式齿轮系统一样，也是利用减速增矩或升速降矩原理工作的。仅由于自转和公转的存在，传动比的计算方法不同。行星齿轮机构的传动比取决于齿圈和太阳轮的齿数，与行星齿轮的齿数无关。行星齿轮机构传动比等于从动元件的齿数与主动元件的齿数之比。应注

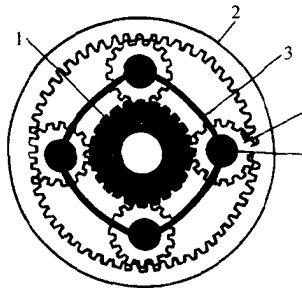


图 1-18 简单行星齿轮机构示意图
1—太阳轮 2—齿圈 3—行星齿轮架 4—行星齿轮 5—行星齿轮轴

获得的传动比是变化的。

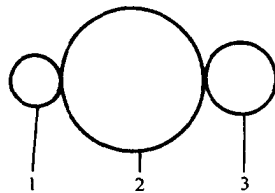


图 1-19 行星齿轮机构元件的形量关系
1—太阳轮 2—行星齿轮架 3—齿圈