

图解汽车新技术快速入门丛书



图解

汽车底盘

新技术入门

阙广武 信悦 吕玲 主编

内容包括:

- 汽车电控自动变速器
- 汽车无级变速器
- 汽车防滑转电子控制系统 (ASR)
- 电控悬架系统
- 电控动力转向系统
- 电控防抱死制动系统
- 电控行驶平稳系统 (ESP)



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

图解汽车新技术快速入门丛书

图解

汽车底盘 新技术入门

阙广武 信悦 吕玲 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《图解汽车新技术快速入门丛书》之一,即《图解汽车底盘新技术入门》分册。本书以图解的形式讲述了汽车底盘新技术的基本知识。主要内容包括:汽车电控自动变速器、汽车无级变速器、ASR 构造原理与检修、电控悬架系统、电子控制动力转向系统、电控防抱死制动系统、电控行驶平稳系统(ESP)。

本书主要特点有:① 零起点起步。即从入门讲起,适合汽车维修技术的初学者,即使无任何基础也同样适用。② 图文并茂。本书以图解形式编写,一目了然,简明实用。

本书可作为掌握和提高汽车维修基本技术的自学课本,也可供汽车维修培训机构和相关院校作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

图解汽车底盘新技术入门/阙广武,信悦,吕玲主编. —北京:
中国电力出版社,2009

(图解汽车新技术快速入门丛书)

ISBN 978-7-5083-8060-5

I. 图… II. ①阙…②信…③吕… III. 汽车-底盘-图解
IV. U463.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 168569 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 4 月第一版 2009 年 4 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 22 印张 435 千字

印数 0001—3000 册 定价 39.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前 言

随着汽车技术和电子技术的发展，汽车上使用的新技术不断增加，围绕着汽车的行驶性、安全性、舒适性进行了大量的电子化的研究和应用。电子控制的汽车安全气囊系统、防盗报警系统、雷达防碰撞系统、电控前照灯照明系统、轮胎压力检测系统、中央门锁控制系统、电动车窗与电动天窗、电动座椅、电动后视镜、电控除霜系统、自动空调系统、汽车电子导航系统、蜂窝电话、汽车网络系统、汽车黑匣子等新技术层出不穷，这就急需大批具备相关专业知识和实际操作技能的维修人员不断加入，以满足日益增长的市场需求。

为此，我们编写了《图解汽车新技术快速入门丛书》。本套书根据汽车三大部分来划分，包括《图解汽车底盘新技术入门》、《图解汽车车身电控系统新技术入门》、《图解汽车发动机新技术入门》。本套书主要有如下特点：

(1) 零起点起步。本套书从入门讲起，适合汽车维修技术的初学者，即使无任何基础也同样适合。

(2) 图文并茂。本书以图解形式编写，一目了然，简明实用。本书可作为掌握和提高汽车维修基本技术的自学读本，也可供汽车维修培训机构和相关院校作为培训教材使用。

本书由阙广武、信悦、吕玲主编，张讯、田勇根、虞少敏参与编写。在编写过程中得到杭州交通职业高级中学、杭州市汽车驾驶技工学校、绍兴市技工学校、山东淄博职业学院等的大力支持，同时参阅和引用了许多公开出版和发表的文献资料，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，在此敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 1 月



目 录

前言

第一章 汽车电控自动变速器	1
第一节 概述	1
第二节 电控自动变速器的结构与工作原理	3
第三节 电控自动变速器的使用与检修	40
第二章 汽车无级变速器	61
第一节 概述	61
第二节 奥迪 01J 型无级变速器的结构原理与维修	67
第三章 ASR 的构造原理与检修	158
第一节 概述	158
第二节 ASR 的控制方式	160
第三节 ASR 的组成与工作原理	163
第四节 ASR 的主要部件	167
第五节 ASR 的故障诊断	170
第四章 电控悬架系统	185
第一节 概述	185
第二节 电控悬架系统的构造原理	187
第三节 电控悬架系统的故障诊断	209

第五章 电控动力转向系统	219
第一节 液压式 EPS 的结构与工作原理	219
第二节 电动式 EPS 的结构与工作原理	225
第三节 四轮转向系统	233
第四节 电控动力转向系统的故障诊断与检修	244
第六章 电控防抱死制动系统	247
第一节 概述	247
第二节 ABS 的结构及工作原理	259
第三节 ABS 的故障诊断与维修	275
第七章 电控行驶平稳系统 (ESP)	306
第一节 ESP 的基本组成与工作原理	306
第二节 BOSCH ESP 的结构特点与诊断	308
第三节 ITT ESP 的结构特点与诊断	326
参考文献	346



第一章

汽车电控自动变速器

第一节 概 述

一、自动变速器的分类

1. 按变速形式分

按变速形式自动变速器可分为有级变速与无级变速两种。

2. 按无级变矩的种类分

(1) 液力变矩式自动变速器。它是在液力变矩器后面装一个齿轮变速系统。

(2) 机械式自动变速器。它是由离合器以及依据车速、油门开度来改变 V 型带轮的作用半径而实现无级变速的。

(3) “电动轮”无级变速器。它取消了机械传动中的传统结构，而代之以电流输至电动机，以驱动和电动机（包括减速装置）装成一体的车轮（电动轮）。其传动形式有：直流发电机——直流（电动机）驱动、交流发电机——直流驱动、交流发电机——变频调速——交流驱动几种。

3. 按齿轮变速系统的控制方式分

(1) 液控液动自动变速器。该自动变速器中的执行机构（各种液动离合器、制动器，由它们控制齿轮变速机构进行有级变矩）由各种液压阀（主要是手控制阀、换挡阀、反映节气门开度的节气门阀和反映车速的调速器阀）根据油门开度和车速决定的换挡点进行液压控制，完成自动换挡。

(2) 电控液动自动变速器。此种变速器的齿轮存级变速部分是通过液压油缸对各种离合器、制动器等执行机构进行液压控制来实现的，但换挡阀（换挡阀控制进入离合器油室、制动器油室的液压）受控于电子控制器（ECU），而电子控制器又是根据反映节气门开度和汽车速度的传感器输入的电信号决定换挡时刻和换挡挡位的。这种电控液动自动变速器通常称作 ECT（Electronic Controlled Transmission）。

二、自动变速器操纵手柄的使用

自动变速器换挡元件有按钮式和拉杆式两种，驾驶员可以通过其进行挡位选择。按

钮式一般布置在仪表板上；拉杆式即换挡操纵手柄：可布置在转向柱上或驾驶室地板上，如图 1-1 所示，通过连杆机构或钢索与液压系统控制元件的手控阀相连接，为液压系统及电控系统提供操纵信号。

自动变速器的换挡操纵手柄通常有 4~7 个位置。丰田轿车系列常见换挡操纵手柄位置如图 1-2 所示，其功能如下。

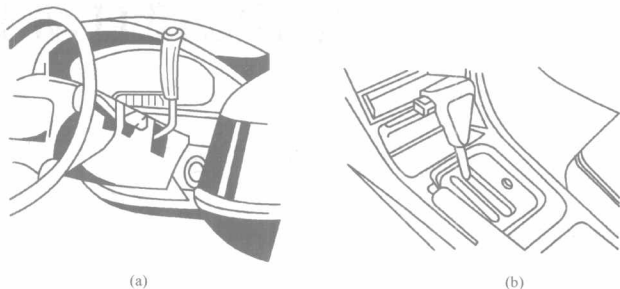


图 1-1 换挡操纵手柄在轿车上的布置

(a) 布置在转向柱上；(b) 巧置在驾驶室地板上

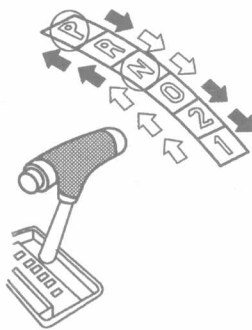


图 1-2 换挡操纵手柄示意图

(1) P 挡：停车挡。当换挡操纵手柄置于该位置时，停车锁止机构将变速器输出轴锁止。

(2) R 挡：倒挡。操纵杆置于此位时，液压系统倒挡油路被接通，驱动轮反转，实现倒挡行驶。

(3) M 挡：空挡。此时行星齿轮系统空转，不能输出动力。发动机只有在换挡操纵手柄位于 P 或 N 挡时，汽车才能启动，此功能靠空挡起动开关来实现。

(4) D 挡：前进挡。当换挡操纵手柄置于该位置时，液压系统控制装置根据节气门开度信号和车速信号自动接通相应的前进挡油路，行星齿轮系统在执行机构的控制下得到相应的传动比，随着行驶条件的变化，在前进挡中自动升降挡，实现自动变速功能。

(5) 2 挡：高速发动机制动挡。操纵手柄位于该位时，液压控制系统只能接通前进挡中的 1、2 挡油路，自动变速器只能在这两个挡位间自动换挡，无法升入更高的挡位，从而使汽车获得发动机制动效果。

(6) 1 挡（也称 1 位）：低速发动机制动挡。此时发动机被锁定在前进挡的 1 挡，只能在该挡位行驶而无法升入高挡，发动机制动效果更强。此挡位多用于山区行驶、上坡加速或下坡时有效地稳定车速等特殊行驶情况，可避免频繁换挡，提高其使用寿命。

“2”和“1”挡又称为闭锁挡，另外有些车型的“3”、“2”、“1”或“s”挡也为闭锁挡。



第二节 电控自动变速器的结构与工作原理

电控自动变速器通常由液力变矩器、行星齿轮变速系统、换挡执行器、液压自动操纵系统、电控系统 5 部分组成。其结构如图 1-3 所示。

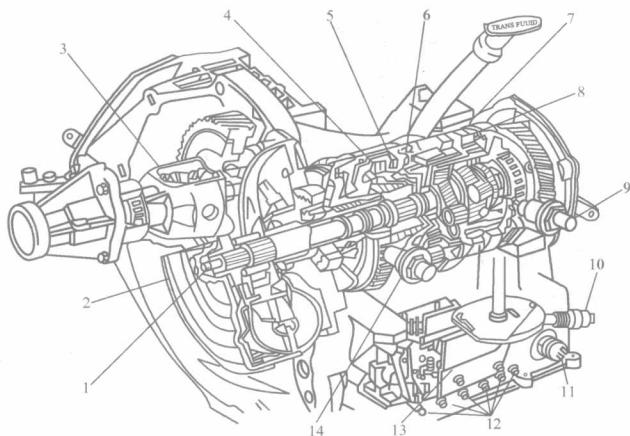


图 1-3 电控自动变速器的结构

- 1—输入轴；2—变矩器总成；3—差速器总成；4—低挡离合器；5—超速挡离合器；6—制动器；
7—2~4 挡离合器；8—行星齿轮传动总成；9—输出轴速度传感器；10—空挡启动开关；
11—停车开关；12—液压孔钉；13—控制器总成；14—涡轮速度传感器

一、液力变矩器

(一) 液力变矩器的组成

典型的液力变矩器由 3 个主要元件组成，即泵轮、涡轮和导轮，如图 1-4 所示。它们都由铝合金精密铸造或用钢板冲压而成，在其环状壳体中径向排列着许多叶片。

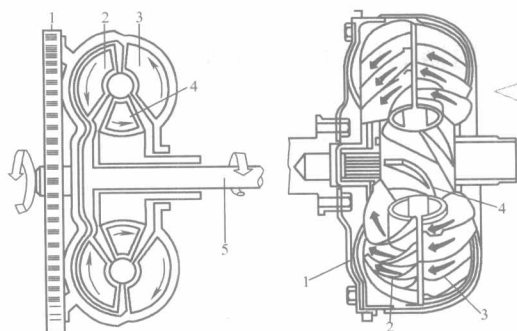
泵轮、涡轮和导轮装配好后，会形成断面为循环圆的环状体，在环形内腔中充满液压力油。



泵轮：液力变矩器的输入元件，位于液力变矩器的后端，与变矩器壳体刚性连接。变矩器壳体总成用螺栓固定于发动机曲轴后端，随发动机曲轴一起旋转。

涡轮：液力变矩器的输出元件，通过花键孔与行星齿轮系统的输入轴相连。涡轮位于泵轮前方，其叶片面向泵轮叶片。

导轮：位于涡轮和泵轮之间，是液力变矩器的反应元件。导轮通过单向离合器单方向固定在导轮轴或导轮套管上。



液力变矩器安装在发动机和变速器之间，以液压油（ATF）为工作介质，起传递转矩、变矩、变速及离合的作用。



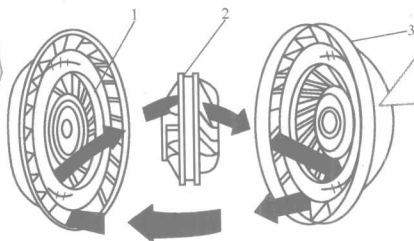
图 1-4 液力变矩器结构

1—飞轮；2—涡轮；3—泵轮；4—导轮；5—变矩器输出轴

（二）液力变矩器的工作原理

液力变矩器的工作原理如图 1-5 所示。

当泵轮转速大于涡轮转速时，泵轮叶片外缘的液压大于涡轮外缘的液压。因此，油液在绕着泵轮轴线作圆周运动的同时，在上述压差的作用下由泵轮流向涡轮。泵轮顺时针旋转，油液将带动涡轮同样按顺时针方向旋转。如果涡轮静止或涡轮的转速比泵轮的转速小得多，则由液体传递给涡轮的动能就很小，而大部分能量在油液从涡轮反弹回泵轮的过程中损失了。



变矩器工作时，壳体内充满液压油，发动机带动外壳旋转，外壳带动泵轮旋转，泵轮叶片间的液压油在离心力的作用下，从内缘流向外缘。



图 1-5 油液在液力变矩器中的循环流动

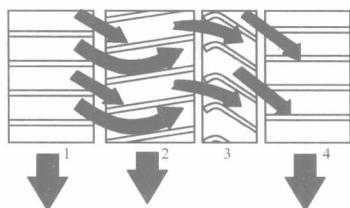
1—涡轮；2—导轮；3—泵轮

（三）液力变矩器的工作特性

1. 转矩放大特性

在泵轮与涡轮的转速相差较大的情况下，油液被涡轮反弹回泵轮时以逆时针方向冲击泵轮叶片，如图 1-6 所示，它试图使泵轮逆时针旋转。

液力变矩器的变矩特性只有在泵轮与涡轮转速相差较大的情况下才成立，随着涡轮转速的不断提高，从涡轮回流的油液会按顺时针方向冲击泵轮，推动泵轮旋转。若导轮仍然固定不动，油液将会产生涡流，阻碍其自身的运动。为此，绝大多数液力变矩器在导轮机构中都增设了单向离合器，也称自由轮机构，如图 1-7 所示。



由于涡轮与泵轮之间有固定不动的导轮，使油液回流时以逆时针方向冲击导轮，而导轮的叶片使油液改变为顺时针方向流回泵轮。泵轮将来自发动机和从涡轮回流的能量一起传递给涡轮，使涡轮输出转矩增大。



图 1-6 液力变矩器转矩放大原理

1—泵轮；2—涡轮；3—导轮；4—泵轮



单向离合器在液力变矩器中起单向导通的作用，当涡轮与泵轮转速相差较大时，单向离合器处于锁止状态，导轮不能转动。涡轮转速升高到一定值后，单向离合器导通，允许导轮按涡轮的旋转方向转动，避免产生涡流，使油液顺利回流至泵轮。

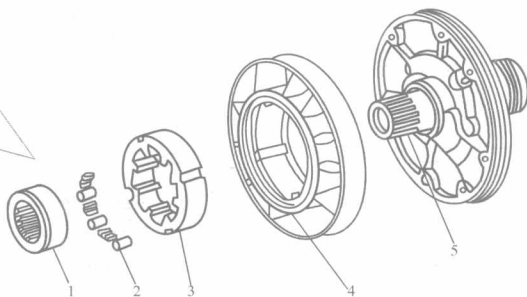


图 1-7 液力变矩器的单向离合器

1—内座圈；2—滚柱和弹簧；3—外座圈；4—导轮；5—导轮套管

2. 耦合工作特性

液力变矩器工作时，当涡轮转速达到泵轮转速的 90% 时，单向离合器导通，液力变矩器进入耦合工作区，即导轮空转，变矩器不能改变输出转矩，只起液力耦合器作用。液力变矩器进入耦合区的转速由于受发动机节气门开度和车速的影响而有所不同。液力变矩器在低速时按变矩器特性工作，在高速时按耦合器特性工作，高效区工作的范围有所扩大。

3. 失速特性

液力变矩器失速状态是指涡轮因负荷过大而停止转动，但泵轮仍保持旋转的现象，此时液力变矩器只有动力输入而没有输出，全部输入能量都转化成热能，因此变矩器中的油液温度急剧上升，会对变矩器造成严重危害。失速点转速是指涡轮停止转动时的液力变矩器输入转速，该转速大小取决于发动机转矩、变矩器的尺寸和导轮、涡轮的叶片角度。



失速实验是进行自动变速器故障诊断的重要环节，它可通过在任一挡位下的失速点转速来判断变速器工作状态是否正常。在实验过程中，动力只有输入而没有输出，根据能量守恒原理，全部输入能量都转化成热能，因此变矩器中的油液温度急剧上升，这会对变矩器造成严重危害，所以对失速实验的持续时间有严格的要求。

(四) 典型液力变矩器

目前自动变速器应用较多的有三元件液力变矩器、四元件液力变矩器和带有锁止机构的液力变矩器。

1. 三元件液力变矩器

三元件液力变矩器在自动变速器中的应用最多，主要由泵轮、涡轮和导轮组成，其结构如图 1-8 所示。

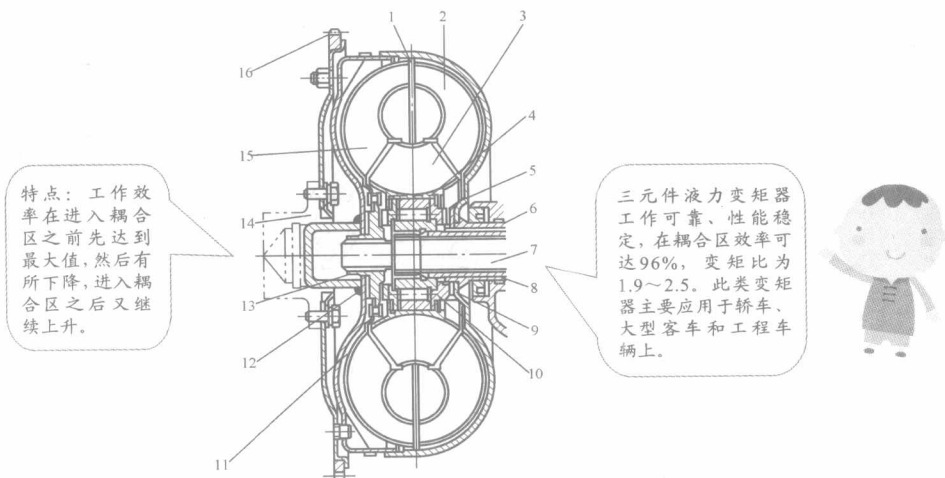


图 1-8 三元件液力变矩器

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

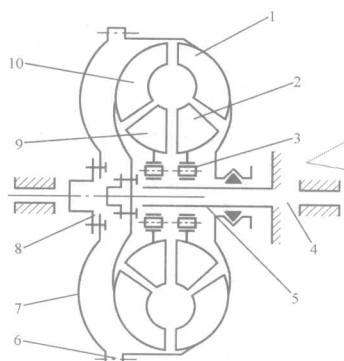
2. 四元件液力变矩器

为使液力变矩器工作效率在进入耦合区之前不会显著下降，采用两个导轮，分别装在各异的离合器上，如图 1-9 所示。

3. 带有锁止机构的液力变矩器

由于液力变矩器的泵轮和涡轮之间存在转速差和液力损失，其效率不如普通机械式变速器高。为提高液力变矩器在高传动比工况下的效率及汽车正常行驶时的燃油经济性，绝大部分液力变矩器增设了锁止机构，使变矩器输入轴与输出轴刚性连接，增大传动效率。其类型主要有由锁止离合器锁止的液力变矩器、由离心式离合器锁止的液力变矩器和由行星齿轮机构锁止的液力变矩器。

(1) 由锁止离合器锁止的液力变矩器。在带有锁止机构的液力变矩器中，以锁止离



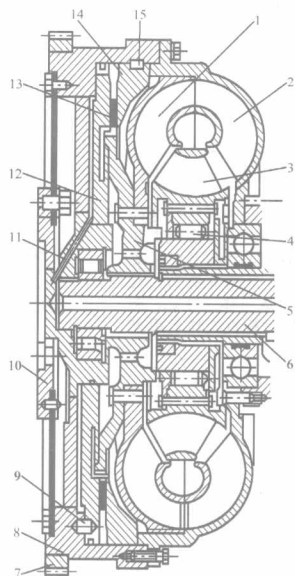
工作时，两个导轮依次导通。当转速较低时，两个导轮的单向离合器均处于锁止状态，导轮均固定不动。随着涡轮转速的上升，第一导轮首先导通而与涡轮同向旋转。若涡轮转速继续升高，第二导轮也导通，于是液力变矩器进入耦合工况，从而使液力变矩器的工作效率始终保持在较高的水平上。



图 1-9 四元件液力变矩器

- 1—泵轮；2—第二导轮；3—单向离合器；4—输出轴；5—导轮固定套管；
6—启动齿圈；7—变矩器壳体；8—曲轴；9—第一导轮；10—涡轮

合器作为锁止机构是最常见的，其结构如图 1-10 所示。



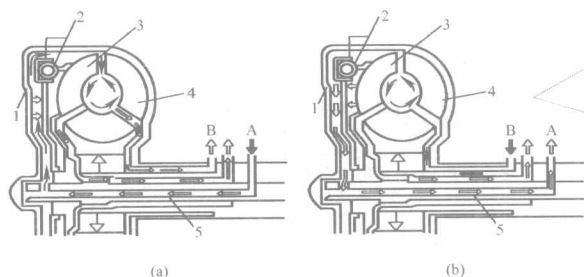
锁止离合器的从动盘安装在涡轮轮毂花键上，主动部分压盘（包括传力盘和活塞）与泵轮固连。如果压力油经过油道进入活塞左腔室，推动压盘右移压紧从动盘，离合器接合，泵轮与涡轮固连成一体，于是变矩器的输入轴与输出轴刚性连接。当活塞左腔室油压被卸除后，主、从动部分分离，锁止离合器解除锁止状态，变矩器恢复正常液力传动。当锁止离合器接合时，单向离合器脱开，导轮可在油液中自由旋转。



图 1-10 带锁止离合器的液力变矩器

- 1—涡轮；2—泵轮；3—导轮；4—单向离合器；5—涡轮轮毂；6—输出轴；
7—启动齿圈；8—伺服油缸；9—导向销；10—曲轴凸缘盘；11—油道；
12—活塞；13—从动盘；14—传力盘；15—连接盘

带锁止离合器的液力变矩器的工作原理如图 1-11 所示。



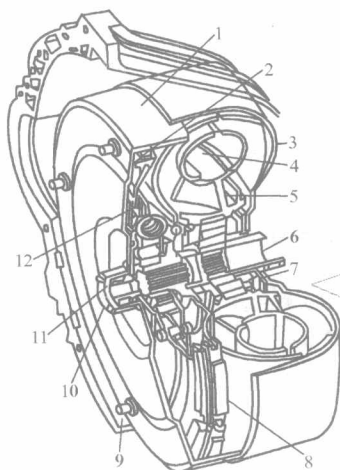
带有摩擦材料的传力盘总成与涡轮相连，随涡轮一起旋转。涡轮轴制有内、外两条压力油道，当压力油从内油道进入传力盘左腔而经外油道排出时，离合器处于分离状态。当压力油经涡轮轴外油道进入传力盘右腔而由内油道排出时，传力盘总成被压向变速器壳，传力盘上的摩擦材料与变速器壳接触并逐渐压紧。涡轮与变速器壳即泵轮连接成一体。可见，这种锁止离合器的的工作由压力油的流向控制。

图 1-11 带锁止离合器的液力变矩器工作原理

(a) 分离状态；(b) 锁止状态

1—变矩器壳体；2—传力盘总成；3—涡轮；4—泵轮；5—输出轴；A—内油道；B—外油道

(2) 由离心式离合器锁止的液力变矩器。由离心式离合器锁止的液力变矩器如图 1-12 所示。



离心式离合器通过单向离合器与涡轮轮毂相连，其外缘通过弹簧与腹板相连，腹板上固定有若干片摩擦片。当离合器处于分离状态时，腹板被弹簧拉向离合器中心。随着涡轮转速的升高，腹板在离心力的作用下外张，靠近变矩器壳。当涡轮达到一定转速时，摩擦片压紧变矩器壳，离合器通过单向离合器带动涡轮旋转。此时，涡轮与泵轮连接成一体。可见，离心式离合器锁止的液力变矩器的工作是由发动机转速和负荷控制的。



图 1-12 由离心式离合器锁止的液力变矩器

1—变矩器壳体；2—腹板；3—泵轮；4—涡轮；5—导轮；6—油泵驱动轴；7—导轮单向离合器；8—离心式离合器摩擦片；9—启动齿圈固定螺栓；10—输入轴；11—单向离合器；12—离心式离合器总成

上述两种锁止机构通常带有减振器总成，由若干减振弹簧组成。其主要作用是衰减发动机的扭转振动，减小噪声和冲击。

(3) 由行星齿轮机构锁止的液力变矩器。此类变矩器在三元件液力变矩器的基础上增加了行星齿轮机构，如图 1-13 所示。



行星架与发动机曲轴相连，为输入元件。太阳轮通过花键与涡轮轴相连，齿圈与泵轮相连。与太阳轮和齿圈同时啮合的行星齿轮安装在行星架上。发动机的动力传递给行星架后，一部分经太阳轮传至涡轮轴，另一部分经齿圈传给泵轮，再由涡轮输出。传递动力的多少由变速器所处的挡位决定。如当变速器位于3挡时，有93%的动力经过机械传动的途径传递，而液力传动只占7%。这时可认为液力变矩器被锁止，泵轮与涡轮连接成一体，通过机械传动的方式传递动力。

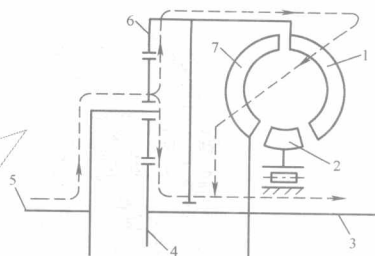


图 1-13 由行星齿轮机构锁止的液力变矩器

1—泵轮；2—导轮；3—涡轮轴；4—太阳轮；5—行星架；6—齿圈；7—涡轮



以上3种带有锁止机构的液力变矩器的共同特点为：当汽车在良好路面上行驶时，变矩器的输入轴与输出轴刚性连接，此时变矩系数为1，变矩器效率达到100%，提高了汽车的行驶速度和燃油经济性。若汽车在坏路面行驶或起步时，锁止机构解除锁止，变矩器发挥变矩作用，自动适应行驶阻力的变化，保证汽车正常行驶。

因此，目前采用自动变速器的汽车越来越多地使用带有锁止机构的液力变矩器。

二、行星齿轮系统

液力变矩器可以在一定范围内自动无级地改变转矩比和传动比，以适应行驶阻力的变化，但变矩系数小，不能完全满足汽车使用的要求，必须与行星齿轮系统组合使用，扩大传动比的变化范围。目前绝大多数自动变速器都采用行星齿轮系统与液力变矩器配合使用，行星齿轮系统由行星齿轮机构和执行机构组成，执行机构根据自动变速器控制系统的命令放松或固定行星齿轮机构的某个元件，通过改变动力传递路线而得到不同的传动比。

（一）单排行星齿轮机构

单排行星齿轮机构由三元件太阳轮、齿圈和装有行星齿轮的行星架组成，如图1-14所示。

液力变矩器将发动机的动力传递给行星齿轮机构三元件之一，若另外两元件中的一件被固定，则动力由另一件输出。通常齿圈采用制动器固定，太阳轮采用单向离合器固定，行星齿轮采用行星齿轮支架固定。行星齿轮机构有多条动力传递路线，动力经不同路线传递可得到不同的传动比，动力传递路线取决于三元件的相对运动状态。



行星齿轮有以下3种运动方式。

- （1）行星齿轮静止不动，随着行星架绕太阳轮旋转——公转。
- （2）在静止的行星架上绕行星齿轮轴旋转——自转。
- （3）既有自转又有公转。动力传递路线不同，行星齿轮的运动状态不同。



图 1-14 单排行星齿轮机构

1—齿圈；2—太阳轮；3—行星齿轮轴；4—行星齿轮

设定太阳轮齿数为 S ，齿圈齿数为 R 。由于行星齿轮是内外啮合，可想象固定行星齿轮的行星齿轮支架的齿数必大于齿圈齿数，应为 $S+R$ ，而齿圈齿数必大于太阳轮齿数。

行星齿轮系统的传动规律可由下式表达。

传动比(i) = 被动元件的齿数/主动元件的齿数

(1) 如图 1-15 所示，输入元件是太阳轮，由行星架输出，齿圈被固定。

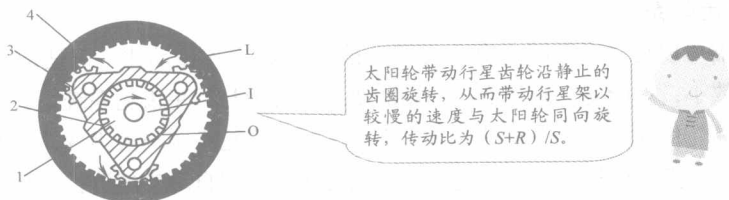


图 1-15 单排行星齿轮机构的工作状态 (一)

1—太阳轮；2—行星架；3—行星齿轮；4—齿圈；I—输入元件；O—输出元件；L—固定元件

(2) 如图 1-16 所示，输入元件是行星架，由太阳轮输出，齿圈被固定，传动比为 $S/(S+R)$ 。

(3) 如图 1-17 所示，固定元件是太阳轮，动力经齿圈输入，由行星架输出，传动比为 $(S+R)/R$ 。该传递路线在 3 速变速器的 2 挡中很常见。



图 1-16 单排行星齿轮机构的工作状态 (二)

图 1-17 单排行星齿轮机构的工作状态 (三)



(4) 如图 1-18 所示, 固定元件是太阳轮, 输入元件是行星架, 输出元件是齿圈, 传动比为 $R/(S+R)$ 。该传递路线为 4 速自动变速器 (含超速挡) 中 4 挡的常用传递路线。

(5) 如图 1-19 所示, 太阳轮是输入元件, 行星架被固定, 行星齿轮只能自转, 并带动齿圈旋转输出动力。齿圈的旋转方向与太阳轮相反, 是倒挡的传递路线, 传动比为 S/R 。

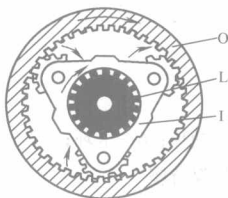


图 1-18 单排行星齿轮机构的工作状态 (四)

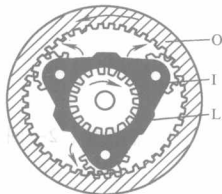


图 1-19 单排行星齿轮机构的工作状态 (五)

(6) 如图 1-20 所示, 与图 1-19 相反, 是超速挡的传递路线, 传动比为 R/S 。

(7) 若三元件中的两元件被连接在一起转动, 则第三元件必然与这两者以相同的转速转动, 形成传动比为 1 的直接挡。

(8) 若所有元件均不受约束, 都可自由转动, 则行星齿轮机构失去传动作用, 变速器位于空挡。

(二) 执行机构

常见的执行机构有多片离合器、单向离合器和制动器 3 种形式。按功能又将其区分为两种类型: 将涡轮的输出轴与行星齿轮机构三元件之一连接成一体的驱动元件, 将三元件之一被固定的锁止元件。

1. 多片离合器

多片离合器既可作为驱动元件, 也可作为锁止元件, 其结构如图 1-21 所示。多片离合器回位弹簧有周置螺旋弹簧、中央布置螺旋弹簧和中央布置碟形弹簧 3 种不同形式。

离合器的主、从动片均由钢板冲压而成。从动片表面有厚度为 $0.38 \sim 0.76\text{mm}$ 的摩擦材料层, 因此也称为摩擦片。为便于散热, 主动片表面通常比较光滑。

为保证分离彻底, 离合器工作应满足以下要求。

(1) 离合器处于分离状态时, 主、从动片之间必须有足够的间隙, 标准间隙范围为 $0.25 \sim 0.38\text{mm}$ 。可通过选择适当的压盘、卡环及从动片厚度等方法调整此值。

(2) 油压撤除后, 活塞进油腔不能残存压力油。为此, 某些驱动离合器在活塞进油

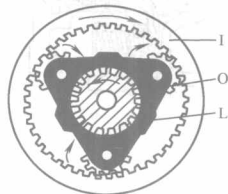


图 1-20 单排行星齿轮机构的工作状态 (六)