

现代轿车底盘电控技术丛书

现代轿车 自动变速器 构造原理 和检修

王焱 编



北京理工大学出版社

现代轿车底盘电控技术丛书

现代轿车自动变速器构造原理和检修

王 焱 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书介绍了现代轿车自动变速器的构造、工作原理及其保养、检修。全书共分两篇,主要内容包括,典型自动变速器各部分构造和工作原理;自动变速器常规保养;自动变速器故障检修程序;液控自动变速器检修实例;电控自动变速器检修实例。

本书适合于汽车制造、维修行业的工程技术人员及大中专院校相关专业的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车自动变速器构造原理和检修/王焱编. —北京:北京理工大学出版社,1998.5
(1999.8重印)

(现代轿车底盘电控技术丛书)

ISBN 7-81045-385-8

I. 现… II. 王… III. ①轿车-自动变速装置-理论 ②轿车-自动变速装置-检修
IV. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 06508 号

责任印制:李绍英 责任校对:陈玉梅

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路7号)

邮政编码 100081 电话 (010)68912824

各地新华书店经售

北京国马印刷厂印刷

*

787毫米×1092毫米 16开本 12.75印张 307千字

1999年5月第1版 1999年8月第2次印刷

印数:5001—8000册 定价:17.50元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

自动变速器作为应用于汽车底盘上的新技术,目前还不为广大从事研究和维护的专业人员所熟知。随着汽车技术的不断发展和进口汽车数量的大幅度增加,了解自动变速器的典型构造和工作原理,掌握自动变速器的常规保养和故障检测方法已成为急需解决的问题。

本书由自动变速器的结构原理和保养检修两部分组成。结构原理篇通过大量插图,详细介绍了典型自动变速器各部分构造、工作原理,内容生动,易于理解。保养检修篇讲述了自动变速器常规保养方法、故障检修标准程序及详细步骤,并举例介绍日本、美国、欧洲常见液控、电控自动变速器的故障检测以供参考。

由于时间仓促及作者水平限制,书中难免出现疏漏和不当之处,望读者批评指正。

编者

1998.1

目 录

第一篇 结构原理篇

第一章	自动变速器概述	(1)
第二章	手控连杆机构	(4)
第三章	液力变矩器	(6)
第一节	典型液力变矩器的构造和工作原理	(6)
第二节	常见液力变矩器	(9)
第四章	行星齿轮系统	(14)
第一节	简单行星齿轮机构	(14)
第二节	执行机构	(16)
第三节	组合式行星齿轮系统	(20)
第五章	液压系统	(30)
第一节	概述	(30)
第二节	自动变速器油	(32)
第三节	动力源	(33)
第四节	控制机构	(34)
第五节	冷却、润滑和锁止系统	(40)
第六节	典型液压系统的工作原理	(42)
第六章	电控自动变速器电子控制系统	(46)
第一节	概述	(46)
第二节	传感元件	(46)
第三节	电磁阀	(49)
第四节	电子控制单元	(50)
第七章	非行星齿轮自动变速器	(53)

第二篇 保养检修篇

第八章	自动变速器的常规保养和检查	(55)
第一节	检查、更换自动变速器油	(55)
第二节	检查、调整节气门连杆机构	(57)
第三节	检查、调整手控连杆机构	(60)
第四节	调整制动间隙	(61)
第五节	检查发动机怠速	(62)
第九章	自动变速器故障检修	(63)
第一节	检修注意事项	(63)
第二节	检修程序	(64)
第三节	检修电子控制系统	(70)

第四节	自动变速器的维修	(74)
第十章	液控自动变速器检修实例	(75)
第一节	丰田 A240L 自动变速器检修	(75)
第二节	日产 L4N71B 自动变速器检修	(89)
第三节	通用公司 THM325—4L 自动变速器简单故障诊断	(108)
第四节	克莱斯勒公司 A999 自动变速器检修	(111)
第十一章	电控自动变速器检修实例	(118)
第一节	丰田 A341E 自动变速器检修	(118)
第二节	马自达自动变速器故障诊断简介	(160)
第三节	福特 A4LD 自动变速器故障诊断简介	(167)
第四节	通用 4T—60E 自动变速器故障诊断简介	(168)
第五节	宝马 ZF 4HP 22/EH 自动变速器故障诊断简介	(170)
第六节	奔驰自动变速器故障诊断简介	(174)
第七节	克莱斯勒 A604 自动驱动桥故障诊断方法简介	(176)
第十二章	常见自动变速器	(179)
第一节	丰田公司自动变速器	(179)
第二节	通用公司自动变速器	(188)
第三节	福特公司自动变速器	(192)
第四节	克莱斯勒公司自动变速器	(193)
参考文献		(196)

第一篇 结构原理篇

第一章 自动变速器概述

随着现代汽车工业的快速发展,电子技术和自动控制技术在汽车上得到日益广泛的应用。出现在现代汽车底盘上的新技术,如 ABS 防抱死装置、自动变速器(AT 或 ECAT)、主动悬架和电子控制动力转向等,都体现了这种发展趋势。

在本世纪 40 年代以前,汽车上采用的变速装置都是普通手动齿轮式变速器。直到 1940 年,安装在 Oldsmobile 汽车上的自动变速器才被第一次介绍给世人。从此,自动变速器技术逐渐稳步地发展起来。到 90 年代,在汽车工业比较发达的国家,那些生产于 60 年代的笨重的变速器已被相对轻巧的电控自动变速器所替代了。至今,我国生产的采用自动变速器的车辆种类和数量都很少。但随着引进技术生产的车辆及进口车辆的日益增多,我们所能接触到的自动变速器也越来越多。因此,进一步了解自动变速器的构造和工作原理是十分必要的。

采用自动变速器和采用普通齿轮式变速器的汽车最显著的差异是:采用自动变速器的汽车在换挡时既需要操纵离合器,又需要操纵变速杆。为了提高换挡的平顺性,这两个动作还要协调配合,因此操纵过程较为复杂,不但增加了劳动强度,还容易影响换挡品质。而采用自动变速器的汽车不需要人工控制离合器就可以在一定范围内实现自动换挡。

按结构的不同,自动变速器可以分为两种类型,一种是行星齿轮式自动变速器,这是目前应用最为广泛的自动变速器。若不加以说明,本书所介绍的自动变速器均为这种类型。另一种是非行星齿轮式自动变速器,这种类型的变速器将在第七章中介绍。按控制方式的不同,自动变速器又可分为全液压控制式和电控液压式两种类型。全液压控制式自动变速器是以其液压系统为工作基础,通过液压控制阀的工作控制液流的方向和流量等参数,从而达到自动变速的目的。电控液压式自动变速器则是通过电子元件来控制其液压系统的工作。需要指出的是,电子控制式自动变速器并非电子元件与液控自动变速器的简单组合,而是这两部分在最大限度内的融合。电子控制自动变速器是日本于 70 年代开发成功并装用于 Cotona 轿车上。除此之外,还有一种半自动变速器。它介于普通与自动变速器之间,兼备两者之长。这种变速器在轿车上应用较少,本书不作介绍。

典型的轿车用液控自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮系统、液压系统、手控连杆机构、冷却润滑系统、自动变速器油和变速器壳体等部分组成(图 1-1)。如果是电控自动变速器,还应包括电子控制系统。

液力变矩器是自动变速器的重要组成部分。它与发动机的曲轴相连,将发动机的动力传给行星齿轮系统。由于液力变矩器以液体作为传动介质,因此实现了发动机与传动系间的“软”连接,使传动系的扭转振动得到进一步衰减,延长了发动机和传动系零件的使用寿命。同时,液力变矩器具有特殊的变矩特性,这也是自动变速器具有无级变速功能的根本原因。

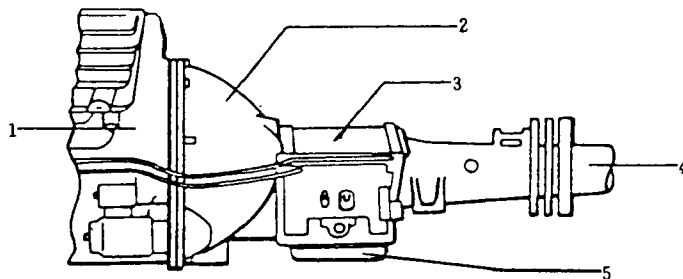


图 1-1 典型自动变速器示意图

1—发动机；2—液力变矩器；3—行星齿轮系统；4—自动变速器壳体；5—控制阀体总成

行星齿轮系统是自动变速器的变速传动机构，它由行星齿轮机构和执行机构组成。行星齿轮机构由若干个行星排构成，执行机构一般包括多片离合器、制动器和单向离合器。自动变速器通过执行机构控制行星齿轮机构的工作，使其以不同路线传递动力，为前进挡提供不同的传动比，并提供倒挡和空挡。

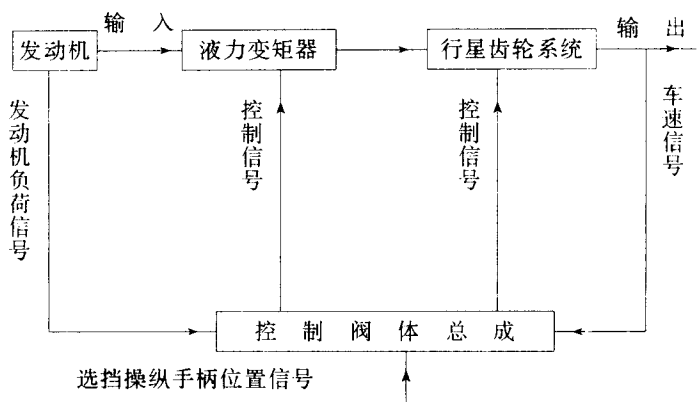
液压系统为自动变速器提供自动变速器油，因此，它是自动变速器各系统的工作基础。它的作用还包括：根据选挡操纵手柄的位置、发动机负荷和车速的高低等行驶信号控制行星齿轮系统执行机构的工作，实现自动换挡；同时，它还负责向润滑、冷却系统供油。前面所介绍的自动变速器的全液压控制和电子控制两种类型，其划分依据就是液压系统控制方式的不同。

自动变速器油是液力变矩器的传动介质和液压系统的工作液。对于变速器内部零件来讲，它还起到润滑剂的作用。因此，自动变速器油的质量是自动变速器工作品质的根本保证。

手控连杆机构供驾驶员选择挡位，它同时为液压系统提供驾驶员的操纵信号。

在工作过程中，自动变速器油会产生大量热量，若不及时散发，将会影响自动变速器的正常工作，所以必须设置冷却系统。润滑系统的作用是延长零件的使用寿命，保证变速器可靠工作。

自动变速器靠上述各系统的协调配合进行工作，各系统之间的关系可参考下面的框图。



与普通手动齿轮式变速器相比，自动变速器具有以下突出优点：

- ①在一定范围内可以实现无级变速，自动适应行驶阻力的变化，提高汽车的动力性。
- ②可以有效地衰减传动系的扭转振动。保证汽车平稳起步；提高换挡品质；防止传动系过

载损坏；延长发动机和传动系零件的使用寿命。

③避免频繁地操纵离合器，减少换挡次数，使驾驶员的操纵简单、轻便，降低劳动强度。

④可以通过选择适当的行驶模式，使汽车按照获得最佳油耗的行驶规律自动换挡，有利于提高汽车的燃油经济性。

虽然自动变速器还存在结构复杂、加工工艺难度高、传动效率低和成本较高等缺点，但随着汽车工业技术的不断发展，这些问题将被逐步解决，使自动变速器的性能更加完善，优点更加突出。近二十年以来，采用自动变速器的汽车越来越多，这种趋势仍在不断加强。统计数字表明：美国的城市用车在 1983 年已有 84% 安装了自动变速器，而 1992 年上升为 100%；日本采用自动变速器的城市轿车的数量也由 1986 年的 41% 上升至 60%；欧洲生产的汽车中，大排量、高档次的轿车及商用汽车均配用了自动变速器。由此可以看到自动变速器具有良好的使用前景。

第二章 手控连杆机构

手控连杆机构包括选挡元件和停车锁止机构（在第三章中介绍）。

驾驶员通过选挡元件进行挡位选择。选挡元件有按钮式和拉杆式两种类型。按钮式一般布置在仪表板上，拉杆式即通常所称的选挡操纵手柄，它既可以布置在转向柱上，也可以布置在驾驶室地板上（图 2-1）。自动变速器的选挡元件以拉杆式最为常见。选挡操纵手柄通过连杆机构或钢索与液压系统控制元件的手控制阀相连，为液压系统提供操纵信号。

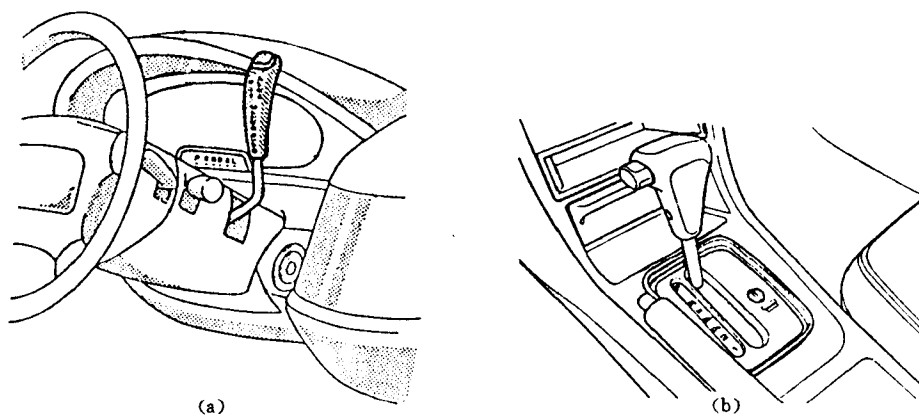


图 2-1 选挡操纵手柄在轿车上的布置

(a) 布置在转向柱上；(b) 布置在驾驶室地板上

自动变速器选挡操纵手柄位置的意义与普通变速器有所不同，它不是根据行星齿轮系统传动比的数值确定的。轿车自动变速器的选挡操纵手柄通常有六个位置，如图 2-2 所示。

各位置功能如下：

P 位：停车挡。当选挡操纵手柄置于该位时，停车锁止机构将变速器输出轴锁止。因为没有动力输出，驱动轮得不到驱动力矩，车辆停在原地。

R 位：倒挡。若将选挡操纵手柄置于此位，液压系统的倒挡油路将被接通，汽车驱动轮反转，汽车实现反向行驶。

N 位：空挡。此时，行星齿轮系统空转，不能输出动力。

D 位：前进挡。当选挡操纵手柄置于该位时，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。目前大多数自动变速器在前进挡中有

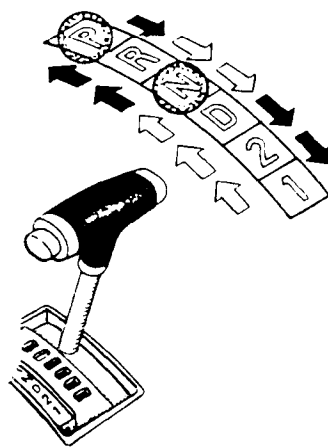


图 2-2 选挡操纵手柄位置示意图

三个或四个挡位，相应称为三速或四速自动变速器。其中，四速自动变速器前进挡的四挡多为超速挡。但是是否能够接通超速挡，还取决于位于选挡操纵手柄上的专用开关的工作状态。

2 位：高速发动机制动挡。当选挡操纵手柄置于该位时，液压控制系统只能接通前进挡中的一、二挡油路，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的效果。

L 位（也称 1 位）：低速发动机制动挡。此时，汽车被锁定在前进挡的一挡，只能在该挡位行驶而无法升入高档，发动机制动效果更强。这样的挡位多用于在山区行驶、上坡加速或下坡时有效地稳定车速等特殊行驶情况。这样可避免自动变速器频繁换挡，提高其使用寿命。

自动变速器有多种型号，即使选挡操纵手柄位置相同，它所代表的实际意义有所差别。表 2-1 中列出了自动变速器常见操纵手柄位置及其意义。

表 2-1 常见选挡操纵手柄位置

选挡操纵手柄位置	变速器代表型号	备注
P, R, N, D, 2, L	A240L	①
P, R, N, D, 3, 2, 1	ZF 4HP-22	
P, R, N, D, S, L	THM425	②
P, R, N, D, 2, 1	L4N71B	③
备注：①这是自动变速器中最常见的手柄位置种类。上文介绍的就是这种类型； ②当选挡操纵手柄位于 S 位时，自动变速器被锁止在二挡； ③当选挡操纵手柄位于 2 位时，自动变速器被锁止在二挡；当选挡操纵手柄位于 1 位时，自动变速器在一、二挡之间自动换挡		

需要说明的是，发动机只有在选挡操纵手柄位于 N 位或 P 位时才能启动。这种功能是靠空挡启动开关实现的。

第三章 液力变矩器

液力变矩器固定于发动机曲轴后端，将发动机的动力传递给变速器输入轴（图 3-1）。在传递动力的过程中，它有两个主要功能，一是在一定范围内能自动、无级地改变转矩比，二是具有自动离合器的作用，在发动机不熄火、自动变速器位于前进挡的情况下，汽车可以处于停车状态。

驾驶员可以通过控制节气门开度控制液力变矩器的输出转矩。在发动机怠速运转时，变速器的输出动力不足以克服阻力使汽车起步。随着节气门开度的增大，发动机转速升高。这时，变矩器将转矩放大，能够输出足够动力驱动汽车。由于以液体作为传动介质，因此起步平稳，不会出现使用普通手动变速器时的抖动现象。

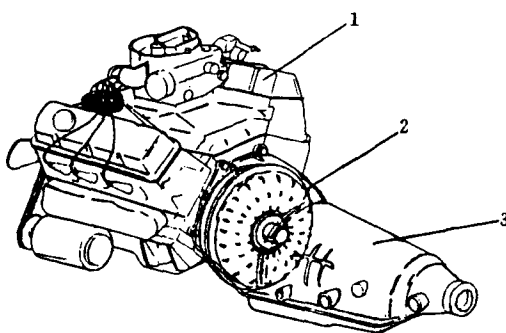


图 3-1 液力变矩器在自动变速器中的位置
1—发动机；2—液力变矩器；3—自动变速器壳体

第一节 典型液力变矩器的构造和工作原理

典型液力变矩器由三个主要元件——泵轮、涡轮和导轮组成（图 3-2）。它们都是由铝合金精密铸造或用钢板冲压而成。在它们的环状壳体中径向排列着许多叶片。这些叶片对自动变速器油的流动有很大影响。其中泵轮和涡轮是旋转元件。

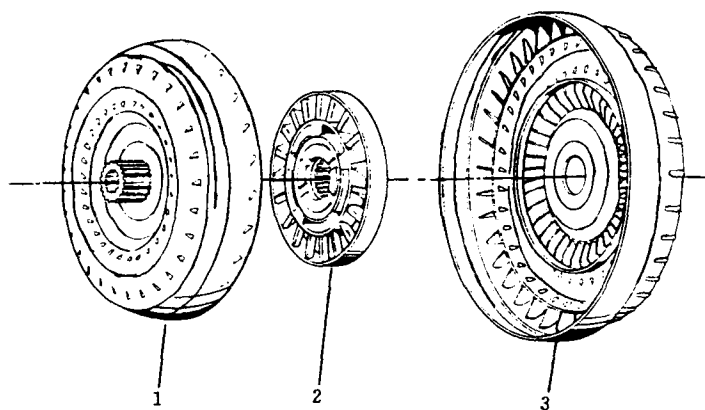


图 3-2 液力变矩器三元件
1—涡轮；2—导轮；3—泵轮

泵轮是液力变矩器的输入元件，它位于液力变矩器后端，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。

涡轮是液力变矩器的输出元件。它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。

导轮位于泵轮和涡轮之间，是液力变矩器的反应元件。导轮固定在导轮轴或导轮套管上。通过这种方式安装的导轮在工作过程中固定不动。将这些元件装配好之后，会形成断面为循环圆的环状体，它的环形内腔充满自动变速器油。

液力变矩器与大多数液压装置的不同之处在于它通过动态液流而不是静态液压传递转矩。如图 3-3 所示，发动机启动后，泵轮随之旋转，变矩器环形内腔的油液在离心力作用下从泵轮叶片的内缘向外缘流动。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叶片外缘的液压。所以，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。如果涡轮静止或者涡轮的转速比泵轮小得多，那么，由液体传递给涡轮的动能就很小。因为大部分能量在油液从涡轮反弹回泵轮的过程中损失了。油液在从涡轮叶片外缘流向内缘的过程中，圆周速度和动能逐渐减小。当油液回到泵轮后，泵轮对油液做功，使之在从泵轮叶片内缘流向外缘的过程中动能和圆周速度渐次增大，再流向涡轮。油液的循环流动就是这样形成的。

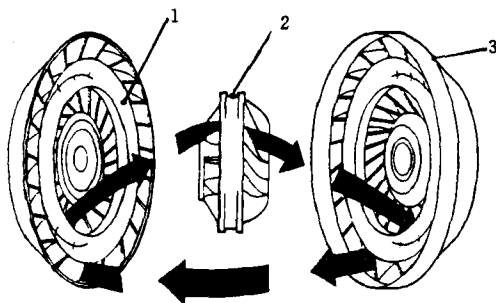


图 3-3 油液在液力变矩器中的循环流动

1—涡轮；2—导轮；3—泵轮

下面介绍变矩器的三大工作特性：转矩放大原理，偶合工作特性和失速特性。

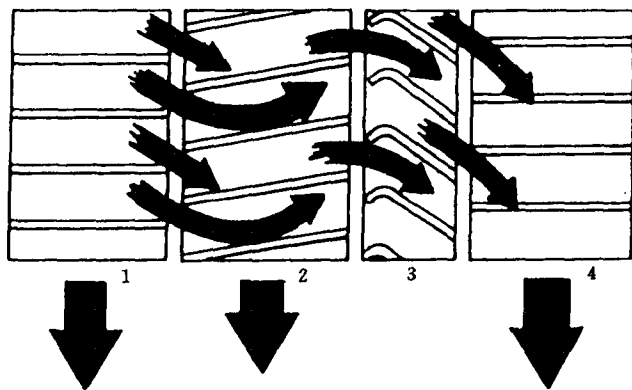


图 3-4 液力变矩器转矩放大原理

1—泵轮；2—涡轮；3—导轮；4—泵轮

前面提到，液力变矩器的一大功用是改变转矩——增扭。这个功能归功于导轮机构，导轮的作用是改变油液的流向。在涡轮与泵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（图 3-4），它试图使泵轮逆时针旋转。由于涡轮与泵轮之间有固定不动的导轮，因此油液回流时必将以逆时针方向冲击导轮。于是，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，使它的输出转矩增大，这就是液力变矩器的转矩放大原理。

很显然，如果没有导轮机构，按逆时针方向回流的油液会使泵轮转速下降，能量损失增大。

液力变矩器的输出转矩 (M_w) 与输入转矩 (M_b) 之比称为变矩系数。变矩系数不是定值，而随涡轮转速的改变而连续变化（图 3-5）。在发动机转速和负荷均不变的情况下，当汽车起步、上坡或遇到较大阻力时，涡轮转速下降，变矩系数反而增大，使汽车能获得足够动力克

服增大的阻力继续行驶。可见液力变矩器能随汽车行驶阻力的变化而自动改变变矩系数。这就是自动变速器能在一定范围内实现无级变速的原因。但这种变矩特性只有在泵轮和涡轮的转速相差较大的前提条件下才能成立。随着涡轮转速的不断提高，涡轮与泵轮的转速差逐渐减小，油液流动方向将会改变。这时，从涡轮回流的油液按顺时针方向冲击泵轮，推动泵轮顺时针旋转。若导轮仍然固定不动，油液将会产生涡流，阻碍其自身的流动，造成更多能量损失。为此，绝大多数液力变矩器在导轮机构中增设了单向离合器，也称自由轮机构（图 3-6）。单向离合器在液力变矩器中起单向导通的作用。

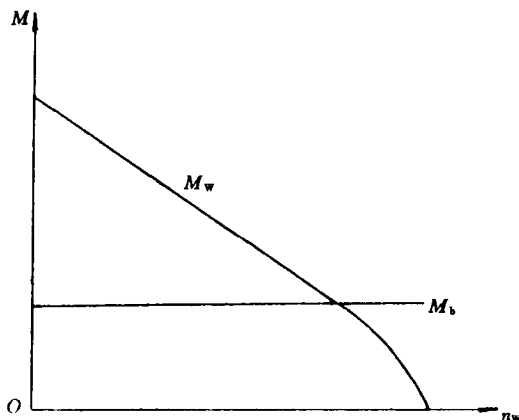


图 3-5 液力变矩器变矩特性

当涡轮和泵轮存在较大的转速差时，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程度后，单向离合器导通，允许导轮按涡轮的旋转方向旋转，避免涡流的产生，使油液顺利回流至泵轮。单向离合器的构造与工作原理将在下一章作详细介绍。

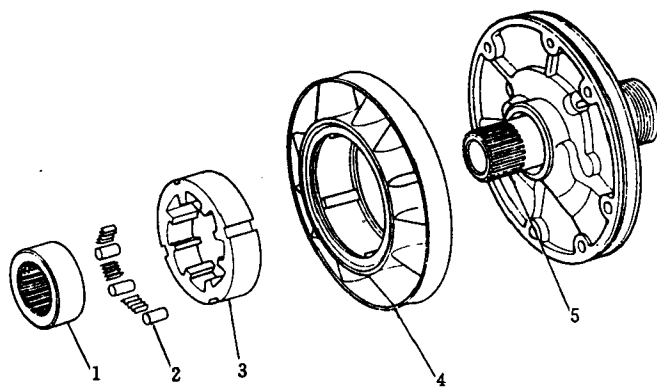


图 3-6 液力变矩器的单向离合器

1—内座圈；2—滚柱和弹簧；3—外座圈；4—导轮；5—导轮套管

液力变矩器有与偶合器类似的偶合工作区。当涡轮转速达到泵轮转速的 90% 时，单向离合器导通，液力变矩器进入偶合工作区。需要指出的是，液力变矩器进入偶合区的转速受发动机节气门开度和车速的影响而有所不同。该液力变矩器的工作特点是：在低速时按变矩器特性工作，在高速时按偶合器特性工作，高效率工作的范围有所扩大。这种能进入偶合区工作的液力变矩器称为综合式液力变矩器。但对于不带有锁止机构的液力变矩器来讲，涡轮和泵是不可能同步旋转。

液力变矩器的另一个特殊工作状态是失速状态。所谓失速状态是指涡轮因负载过大而停止转动，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。当车辆在变速器位于前进挡的情况下进行制动时，液力变矩器将会出现失速状态。失速点转速是指涡轮

轮停止转动时液力变矩器的输入转速。该转速的高低取决于以下因素：发动机的转矩、变矩器的尺寸和导轮、泵轮叶片的角度。

当汽车处于静止状态时，涡轮不转动。随着汽车不断加速，发动机转速迅速升高，变矩器达到额定转矩。如果发动机的功率较高，与之相匹配的变矩器的尺寸较大，则其失速点转速也较高。

相对于变矩器的旋转方向，泵轮叶片可能有三种不同方向：向前倾斜、垂直或向后倾斜。泵轮叶片向后倾斜能提高失速点转速。改变泵轮叶片角度是改变失速点转速的一个简单方法。除此之外，导轮叶片角度的改变对失速点转速也有影响。导轮叶片倾斜角度越大，以相同旋转方向回流至泵轮的油液就越多，失速点转速相应升高。60年代末期，通用公司的自动变速器上采用过一种导轮叶片角度可变的液力变矩器(图3-7)，它通过电磁阀操纵安装在导轮总成中的液压控制活塞的运动。当车速较低或节气门开度较大时，导轮叶片的倾斜角度会自动增大，可得到较高的失速点转速和变矩系数。若叶片倾斜角度较小，则汽车具有良好的燃油经济性和平稳的工作状态。

失速实验是进行自动变速器故障诊断不可缺少的环节。它通过测试在任一挡位下的失速点转速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，因此变矩器中油液的温度急剧上升。这种情况会对变矩器造成严重损害。所以对失速实验的持续时间有严格要求。

液力变矩器结构简单，成本低廉，但是效率发挥不够充分。例如，在失速状态下，液力变矩器效率为0。随着涡轮转速的升高，变矩器的效率不断升高，在偶合区可达到90%~97%。

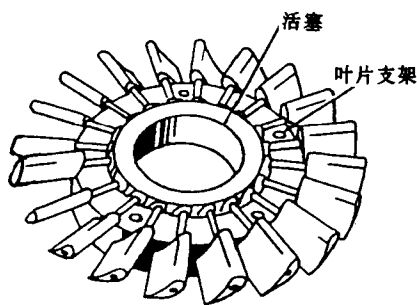


图3-7 叶片角度可变的导轮总成

第二节 常见液力变矩器

目前在自动变速器上应用较为广泛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。

一、三元件液力变矩器

三元件液力变矩器在自动变速器中最为常见，上一节所介绍的液力变矩器就属于这种类型，其结构如图3-8所示。三元件液力变矩器主要由泵轮、涡轮和导轮组成。变矩器壳体由前后两半焊接而成。与壳体前端相连的托盘用螺钉固定于发动机曲轴后端凸缘上，螺钉在圆周上呈不均匀分布状态以确保动平衡。为保证变矩器与曲轴同心，设有专门的导向装置。当变矩器的体积因受热膨胀或受压变形发生变化时，导向装置可沿曲轴的凹槽滑动，使变矩器壳体产生轴向变形，保证变矩器可靠工作。托盘一般用挠性板制成，可产生一定变形量，进一步适应了上述需要。

泵轮安装有平直的叶片，泵轮轮毂焊在变矩器外壳上，可以自由转动。带有倾斜曲面叶

片的涡轮通过涡轮轮毂的花键与变矩器的输出轴相连。铝合金导轮与单向离合器外座圈固连。单向离合器内座圈用花键与固定套管相连而固定不动。

三元件液力变矩器的工作特点是：工作效率在进入偶合区之前先达到最大值，然后有所下降，进入偶合区之后又继续升高。

三元件液力变矩器工作可靠，性能稳定，在偶合区效率可达 96%，变矩比为 1.9~2.5。这种变矩器在轿车、大型客车和工程车辆上应用得较为广泛。

二、四元件液力变矩器

为使液力变矩器的工作效率在进入偶合区之前不会显著降低，可将一个导轮分割成两个，分别装在各自的单向离合器上，这就是四元件液力变矩器（图 3-9）。

四元件液力变矩器的特点是：在工作过程中，两个导轮依次导通。当涡轮转速较低时，两个导轮的单向离合器都处于锁止状态，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，第二导轮也被导通，于是液力变矩器进入偶合工况。

与三元件液力变矩器相比，四元件液力变矩器的突出优点是进入偶合区之前，其效率始终保持在较高的水平上。

三、带有锁止机构的液力变矩器

由于液力变矩器的涡轮与泵轮之间存在转速差和液力损失，所以液力变矩器的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和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。通过锁止机构的工作，可使变矩器的输入与输出轴刚性相连，变液力传动为机械传动，增大传动效率。

根据锁止机构结构的不同，带有锁止机构的液力变矩器可分为以下三种类型：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

带有锁止机构的液力变矩器中，以锁止离合器作为锁止机构最为常见，其结构如图 3-10 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

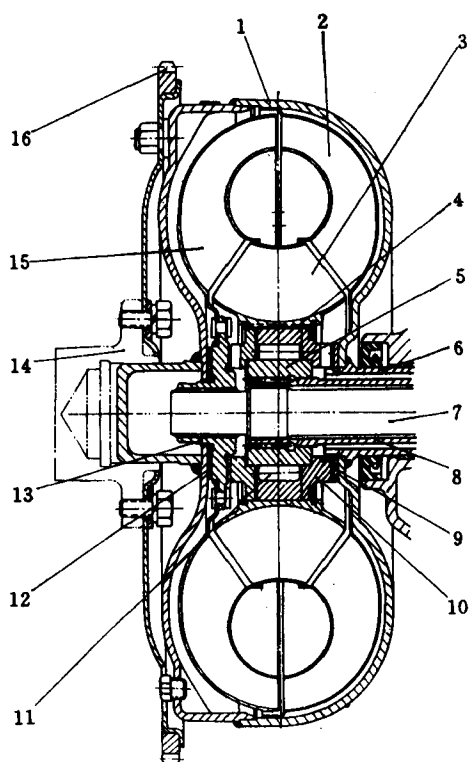


图 3-8 三元件液力变矩器

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—启动齿圈

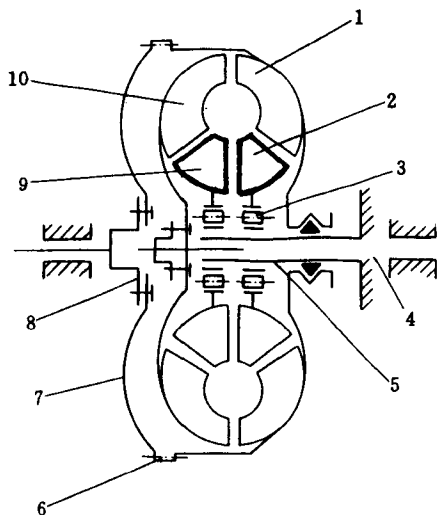


图 3-9 四元件液力变矩器

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—曲轴凸缘；9—第一导轮；10—涡轮

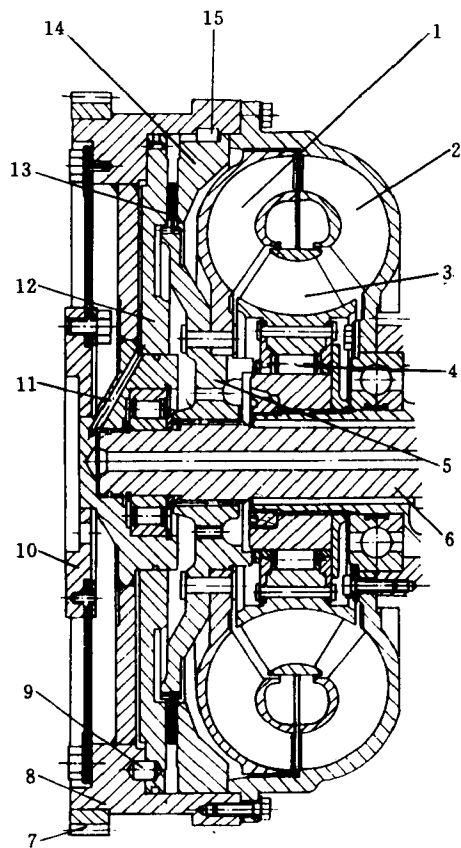


图 3-10 带锁止离合器的液力变矩器

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—连接键

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 3 11 是带锁止离合器的液力变矩器的另一种常见结构。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矩器壳，传力盘上的摩擦材料与变矩器壳接触并逐渐压紧。涡轮与变矩器壳，即泵轮连接成一体。可见，这种锁止离合器的工作是由压力油的流向所控制的。