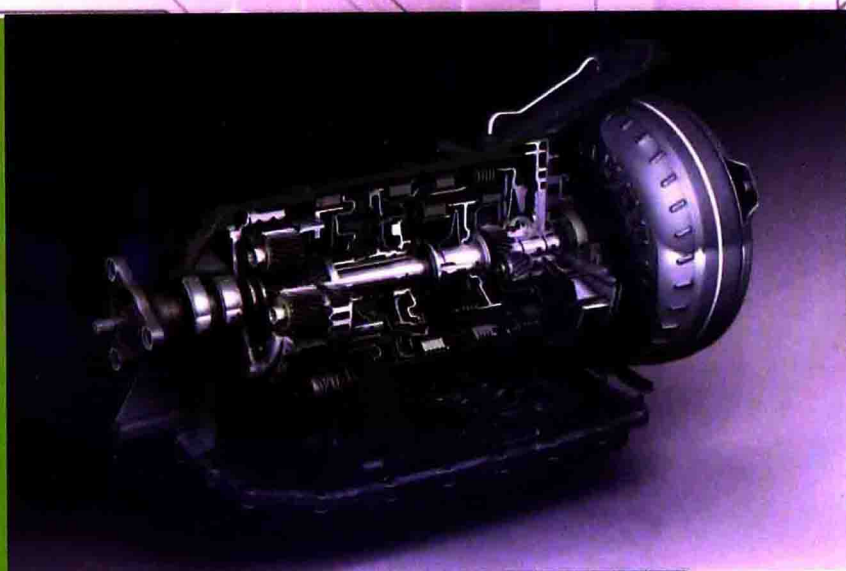


汽车自动变速器 构造与维修

周 勇 欧阳雪◎编著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

汽车自动变速器构造与维修

编 著 周 勇 欧阳雪
副主编 王 强 祁先来
参 编 何会福 晏和坤
田佩先

西安交通大学出版社

内容简介

为推动和加快汽车产业的发展,提高汽车维修从业人员群体的素质,使得广大汽车维修人员为消费者提供更加方便、快捷、优质的汽车维修服务,我们根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,讨论并编写了汽车维修专业技能实训教材。

全书系统地介绍了自动变速器维修基础知识和基本技能,并以最近生产的国产轿车及部分进口轿车的自动变速器为例,简要地介绍了其典型结构特点、故障诊断方法及其维修技能。本书取材新颖、内容实用、条理清晰、图文并茂,可作为技术学院汽车维修及汽车运用等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器构造与维修/周勇,欧阳雪编著. —西安:
西安交通大学出版社, 2014. 5
ISBN 978-7-5605-6222-3

I. ①汽… II. ①周…②欧… III. ①汽车—自动变速装置—
理论②汽车—自动变速装置—维修 IV. ①U463.212
②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 100681 号

书 名 汽车自动变速器构造与维修
编 著 周 勇 欧阳雪
责任编辑 李 文

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029) 82668357 82667874 (发行中心)
(029) 82668315 82669096 (总编办)
传 真 (029) 82668280
印 刷 北京荣玉印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 字数 288 千字
版次印次 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-6222-3
定 价 32.00 元

如发现印装质量问题,请与印刷厂联系、调换 电话:(010) 57131667
订购热线:(010) 56591657 QQ: 1803819931
投稿热线:(010) 56591670 QQ: 1395738560
读者信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

前 言

2013 年我国汽车年产量均双双突破 2000 万辆,已连续五年蝉联全球第一大汽车市场。随着汽车的保有量逐渐增加,汽车后市场的从业人员也逐渐增多。为了适应汽车后市场对技能型人才需求增加的变化,许多院校纷纷新增了汽车相关专业。然而市面上适合汽车维修专业技能培训的教材少之又少,特别是多种新技术、新结构在汽车上的应用等方面更少有涉及。现代汽车无论在结构与原理上,还是在使用与维修上均与传统汽车有着根本的区别。传统的汽车维修技术和工艺已远远不能适应现代汽车工业的发展。

为推动和加快汽车产业的发展,提高汽车维修从业人员群体的素质,使得广大汽车维修人员为消费者提供更加方便、快捷、优质的汽车维修服务,我们根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,讨论并编写了汽车维修专业技能实训教材。

全书系统地介绍了自动变速器维修基础知识和基本技能,并以最近生产的国产轿车及部分进口轿车的自动变速器为例,简要地介绍了其典型结构特点、故障诊断方法及其维修技能。本书取材新颖、内容实用、条理清晰、图文并茂,可作为技术学院汽车维修及汽车运用等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。

本书由贵州交通职业技术学院周勇,湖北职业技术学院欧阳雪编著。贵州交通职业技术学院王强,湖北职业技术学院祁先来担任副主编,贵州交通职业技术学院何会福、晏和坤、田佩先也参与了编写,其中周勇负责项目一的编写以及全书的统稿工作,欧阳雪负责项目二的编写,王强、祁先来负责项目三的编写,何会福、晏和坤、田佩先负责项目四的编写。

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者



CONTENTS

项目一 自动变速器的总体认识	1
项目纵览	1
项目任务	1
任务一 掌握自动变速器的基本结构和工作原理	2
任务背景	2
知识疏理	2
课堂反馈	6
任务二 掌握液力传动装置的结构及工作原理	7
任务背景	7
知识疏理	7
课堂反馈	16
任务三 电液式控制系统	17
任务背景	17
知识疏理	17
课堂反馈	22
任务四 液压控制系统	22
任务背景	22
知识疏理	22
课堂反馈	37
任务五 行星齿轮系统	37
任务背景	37
知识疏理	38



课堂反馈	58
拓展思考与反馈	58
实训练习	59

项目二 自动变速器常用的维修工具准备 60

项目纵览	60
项目任务	60
任务一 自动变速器常用维修工具及设备	60
任务背景	60
知识疏理	61
课堂反馈	67
任务二 电控自动变速器自诊断功能	67
任务背景	67
知识疏理	68
课堂反馈	72
任务三 非车载式电控自动变速器诊断装置	73
任务背景	73
知识疏理	73
课堂反馈	88
任务四 自动变速器试验设备	88
任务背景	88
知识疏理	88
课堂反馈	91
任务五 现代化汽车专用检测仪器	91
任务背景	91
知识疏理	91
课堂反馈	96
拓展思考与反馈	96
实训练习	96

项目三 自动变速器基本元件的检测与维修 99

项目纵览	99
------------	----

项目任务	99
任务一 自动变速器的常规检查与调整	99
任务背景	99
知识梳理	100
课堂反馈	109
任务二 电控自动变速器检修程序	110
任务背景	110
知识梳理	110
课堂反馈	124
任务三 自动变速器零件的检修	124
任务背景	124
知识梳理	124
课堂反馈	137
任务四 自动变速器常见故障诊断与排除	138
任务背景	138
知识梳理	138
课堂反馈	163
拓展思考与反馈	163
实训练习	164

项目四 自动变速器的性能试验与分析

项目纵览	166
项目任务	166
任务一 如何进行失速试验与故障分析	166
任务背景	166
知识梳理	167
课堂反馈	170
任务二 如何进行系统油压试验及分析	170
任务背景	170
知识梳理	171
课堂反馈	177
任务三 如何进行换挡试验与道路试验	177



任务背景	177
知识梳理	177
课堂反馈	179
任务四 道路试验	179
任务背景	179
知识梳理	179
课堂反馈	181
拓展思考与反馈	181
实训练习	181

项目一 自动变速器的总体认识

项目纵览

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。20世纪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当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。

汽车在行驶中需要有各种状态，如前进、倒车、停车等。汽车在前进中，有时需要较大的驱动力，如在上坡时；有时需要较高的车速，如在高速行驶时。变速器是满足汽车以上所述各种需求的机构。当汽车需要大的驱动力时，变速器使用减速挡，达到减速、增加转矩的目的；而当汽车在高速时，变速器使用超速挡，达到增速的目的，同时车轮的驱动力下降。变速器在汽车传动系统中主要起改变转速和转矩的作用。

项目任务

1. 掌握自动变速器的组成原理。
2. 熟悉液力耦合器、液力变矩器。
3. 掌握电液式控制系统、液压控制系统及行星齿轮系统的相关知识。

任务一 掌握自动变速器的基本结构和工作原理

任务背景

传统的机械式变速器（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，但手动变速器必须根据汽车运行条件的变化，由驾驶员随时变更挡位，因此要求驾驶员对离合器踏板、加速踏板和变速操纵杆 3 个操纵件的操作动作有准确协调的配合，能根据路面交通情况及发动机工作状况准确及时地进行换挡，以保证良好的动力性和经济性。因此，手动机械变速器因换挡频繁、动作多、劳动强度大而分散驾驶员的注意力，增加了行车中的不安全因素，而且由于换挡时刻掌握不好，使发动机不能经常保持在最佳工况下工作。此外，由于换挡时须切断与发动机的联系，导致速度损失，而高挡换低挡时，为达到同步换挡常需在切断动力后加大节气门，使变速器输入轴转速提高，这些都导致汽车的动力性和经济性下降。

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，汽车设计师们研制设计了各种各样的自动变速器，它可根据车辆的实际的负载情况自动完成传动比的变化，使发动机在最有效的操作范围内运转。同时，现代轿车上使用自适应控制自动变速器，微机能适合更多的不同性格驾驶员的需求。



知识梳理

一、自动变速器基本结构组成

不同的生产厂商和不同的汽车制造厂采用不同型号的自动变速器。不同型号的自动变速器其结构虽然有所不同，但各部件的基本功能及工作原理都基本相同。

自动变速器主要由液力变矩器、控制系统、行星齿轮机构、油泵等几个部分组成。如图 1-1 所示。要充分发挥自动变速器的功能，这些系统就必须协调一致，正确地进行工作。为全面理解自动变速器的运作，就要充分理解这些系统的基本作用，这一点非常重要。

1. 液力变矩器

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汽车中的离合器相似。可在一定范围内实现减速、增矩。

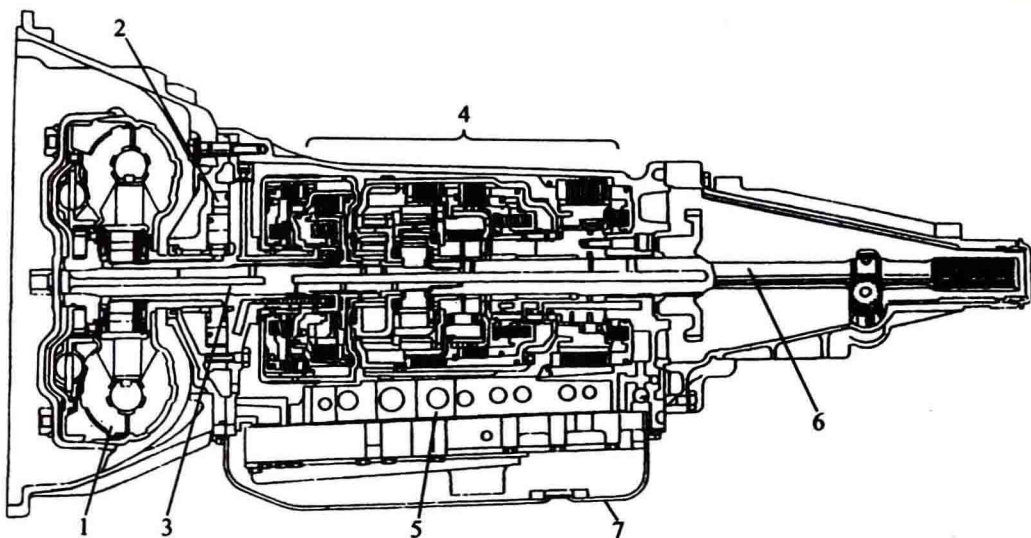


图 1-1 自动变速器的结构组成

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

2. 控制系统

新型汽车自动变速器的控制系统有液压式控制系统和电液式控制系统两种。

- 液压式控制系统包括由许多控制阀组成的阀体总成及液压管路。
- 电液式控制系统除了阀体总成及液压管路之外，还包括微机、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挡执行机构的工作，实现自动换挡。

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

3. 行星齿轮机构

行星齿轮机构包括行星齿轮组和换挡执行机构。换挡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组机构有 3~4 个前进挡和 1 个倒挡。这些挡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挡。

4. 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、控制系统及换挡执行机构的工作提供一定压力的自动变速器油。

二、自动变速器的类型

1. 从控制方式上看

按控制方式的不同，自动变速器可分为液力控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。



2. 从齿轮变速器的类型看

按齿轮变速器类型的不同,自动变速器可分为行星齿轮式自动变速器和平行轴式自动变速器两种:

- 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。
- 平行轴式自动变速器体积较大,最大传动比较小,只有少数几种车型使用(如本田 ACCORD 轿车)。

3. 从驱动方式上看

按驱动方式的不同,自动变速器可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器。

• 后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上,发动机的动力经变矩器、变速器、传动轴、后驱动桥的主减速器、差速器和半轴传给左右两个后轮。

• 前驱动自动变速器在自动变速器的壳体内还装有主减速器和差速器。纵置发动机前驱动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同;横置发动机前驱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,通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式,变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方,输出轴布置在下方,减少了变速器总体的轴向尺寸,但增加了变速器的高度。

4. 根据前进挡的挡位数不同来分

自动变速器按前进挡的挡位数不同,可分为 2 个前进挡、3 个前进挡、4 个前进挡、5 个前进挡。新型轿车装用的自动变速器基本上是 4 到 6 个前进挡,即设有超速挡。目前已经开发出装有 9 个前进挡自动变速器的轿车。

三、自动变速器的工作原理

1. 传统液力控制自动变速器

传统液力控制自动变速器根据汽车的行驶速度和节气门开度变化,自动变换挡位。其换挡控制方式是通过机械方式将车速和节气门开度信号转成控制油压,并将该油压加到换挡阀的两端,以控制换挡阀的位置,从而改变换挡执行元件(离合器和制动器)的油路。这样,工作液压油进入相应的执行元件,使离合器结合或分离,制动器制动或松开,控制行星齿轮变速器的升挡或降挡,从而实现自动变速。

2. 电控式液力自动变速器

电控液力自动变速器是在液力控制自动变速器的基础上增设电子控制系统而形成的,通过传感器和开关监测汽车和发动机的运行状态,接受驾驶员的指令,将发动机转速、节气门开度、车速、发动机水温、自动变速器液压油温等参数转变为电信号,并输入电子控制信号;换挡电磁阀和油压电磁阀再将 ECU 发出的控制信号转变为液压控制信号,阀板中的各个控制阀根据这些液压控制信号,控制换挡执行机构动作,从而实现自动换挡,如图 1-2 所示。

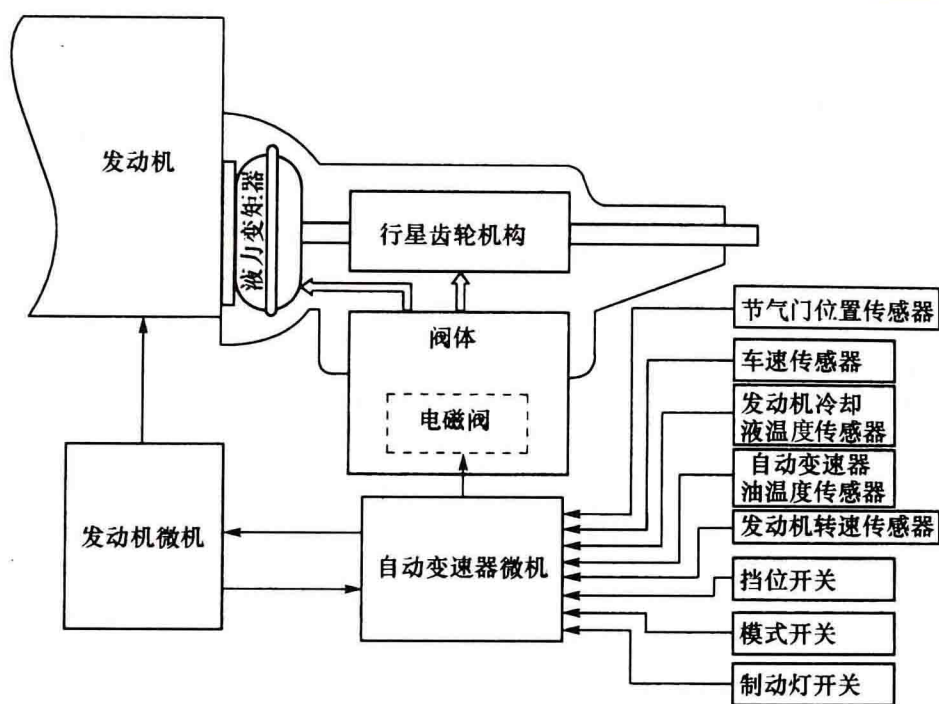


图 1-2 电控式液力自动变速器控制原理

四、自动变速器的特点

1. 自动变速器的优点

使用自动变速器的汽车具有下列显著的优点。

1) 发动机和传动系统寿命高

采用自动变速器的汽车与采用机械变速器的汽车对比试验表明，前者发动机的寿命可提高 85%，变速器的寿命提高 12 倍，传动轴和驱动半轴的寿命可提高 75%~100%。

液力传动汽车的发动机与传动系统，由液体工作介质“软”性连接。液力传动起一定的吸收、衰减和缓冲的作用，大大减少冲击和动载荷。例如，当负荷突然增大时，可防止发动机过载和突然熄火。汽车在起步、换挡或制动时，能减少发动机和传动民随的冲击及动载荷，因而提高了有关零部件的使用寿命。

2) 驾驶性能好

汽车驾驶性能的好坏，除与汽车本身的结构有关外，还取决于正确的控制和操纵。自动变速能通过系统的设计，使整车自动去完成这些使用要求，以获得最佳的燃料经济性和动力性，使得汽车的驾驶性能与驾驶员的技术水平关系不大，因而特别适合于非职业驾驶员驾驶。

装备液力自动变速器的汽车，采用液压操纵或电子控制，使换挡实现自动化。在变换变速杆位置时，实质上是操纵液压控制的滑阀，这比普通机械变速器用拨叉拨动滑动齿轮实现换挡要简单、轻松得多。而且，它的换挡齿轮组一般都采用行星齿轮组，是常啮合齿轮组，这就降低或消除了换挡时的齿轮冲击，可以不要离合器，大大减轻了驾驶员的劳动强度。



3) 行驶性能好

采用液力自动变速器的汽车,在起步时,驱动轮上的驱动转矩是逐渐增加的,防止很大的振动,减少车轮的打滑,使起步容易且更加平稳。

自动变速装置的挡位变换不但快而且平稳,提高了汽车的乘坐舒适性。通过液力传动或微电脑控制当,可以消除或降低动力传动系统中的冲击和动载荷。这对在地形复杂、路面恶劣条件下作业的工程车辆、军用车辆来说尤其重要。

4) 安全性好

在车辆行驶过程中,驾驶员必须根据道路、交通条件的变化,对车辆的行驶方向和速度进行改变和调节。以城市大客车为例,平均每分钟换挡 3~5 次,且每次换挡有 6~10 个手脚协调动作。正是由于这种连续不断的频繁操作,使驾驶员的注意力被分散,而且易产生疲劳,造成交通事故增加。而如果是以减少换挡、操作加速踏板大小操纵中,那样会牺牲燃油经济性。由于自动变速的车辆,取消了离合器踏板和变速操纵杆,所以只要控制加速踏板,就能变速,从而改善了驾驶员的劳动强度,使行车事故率降低,平均车速提高。

5) 降低废气排放

发动机在怠速和高速运行时,排放的废气中一氧化碳(CO)或碳氢化合物的浓度较高。而自动变速器的应用,可使发动机经常在经济转速区域内运转,也就是在较小污染排放的转速范围内工作,从而降低了排放污染。

2. 自动变速器的缺点

从目前的情况来看,自动变速还存在着两方面的缺点。

1) 结构较复杂

与手动变速器相比,自动变速器结构较复杂,零件加工难度大,生产成本较高,维护费用较高,修理也较麻烦。

2) 效率不够高

与手动变速器相比,自动变速器的效率还不够高。当然,通过实施动力传动控制一体化、液力变矩器闭锁、增加挡位数等措施,可使自动变速接近手动变速的效率水平。



课堂反馈

任务二 掌握液力传动装置的结构及工作原理

任务背景

汽车上所采用的液力传动装置通常有液力耦合器和液力变矩器两种，二者均属于液力传动，即通过液体的循环流动，利用液体动能的变化来传递动力。



知识梳理

一、液力变矩器

1. 液力变矩器的结构组成

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。

典型的液力变矩器是由泵轮、涡轮和导轮组成，如图 1-3 所示，是由铝合金精密铸造或用钢板总压而成，在它们的环状壳体中径向排列着许多叶片。

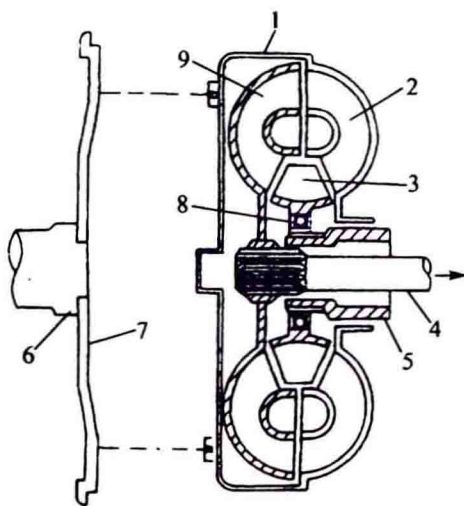


图 1-3 液力变矩器

1—变矩器壳体；2—泵轮；3—导轮；4—变速器输入轴；

5—变矩器壳体；6—曲轴；7—驱动端盖；8—单向离合器；9—涡轮

(1) 泵轮 泵轮是液力变矩器的输入元件，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在发动机曲轴后端，随发动机曲轴一起旋转。

(2) 涡轮 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。

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

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油。

2. 液力变矩器的工作原理

(1) 与液力耦合器的比较

- 与液力耦合器一样，液力变矩器在正常工作时，储存于环形腔内的油液，除有绕变矩器轴线的圆周运动外，还有在循环圆中的循环流动，故可将转矩从泵轮传至涡轮。

- 与液力耦合器不同的是，液力变矩器不但能传递转矩，而且能在泵轮转矩不变的情况下，随着涡轮转速的不同自动地改变涡轮所输出的转矩值，即“变矩”。

液力变矩器之所以能起变矩作用，是因为在结构上比耦合器多一个导轮机构。在液体循环流动的过程中，固定不动的导轮给涡轮一反作用力矩，使涡轮输出的转矩不同于泵轮输入的转矩。

(2) 工作原理 现以变矩器工作轮的展开图来说明液力变矩器的工作原理。沿工作循环圆中间流线将 3 个工作轮叶片假想地展开，得到泵轮、涡轮和导轮的环形平面，各叶轮叶片的形状和进出口角度也被显示于图中。

为便于说明，设发动机转速及负荷不变，即变矩器泵轮的转速 n_B 及转矩 T_B 为常数。先以汽车起步工况为例。

①当发动机运转而汽车还未起步时。当发动机运转而汽车还未起步时，涡轮转速 n_w 为 0，如图 1-4 (a) 所示。变速器油在泵轮叶片带动下，以一定的绝对速度沿图中箭头 1 的方向冲向涡轮叶片，对涡轮有一作用力，产生绕涡轮轴的转矩，此即液力变矩器的输出转矩。因此时涡轮静止不动，液流则沿着叶片流出涡轮并冲向导轮，其方向如图中箭头 2 所示，该液流也对导轮产生作用力矩。然后液流再从固定不动的导轮叶片沿箭头 3 的方向流回到泵轮中，当液流流过叶片时，对叶片作用有冲击力矩，根据作用力与反作用力定律，液流此时也会受到叶片的反作用且与工作轮的方向有关的力。

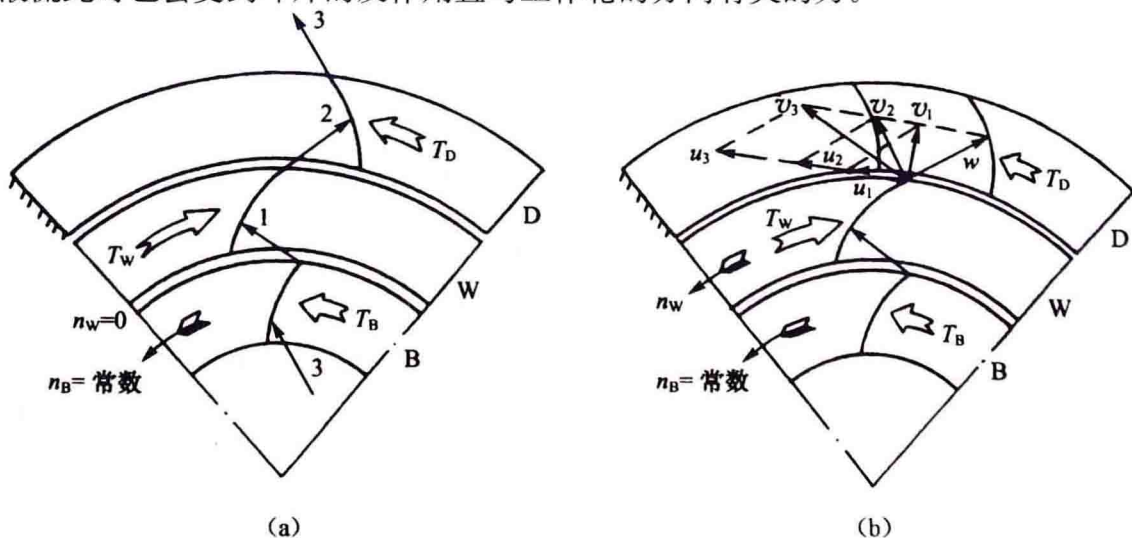


图 1-4 液力变矩器工作原理图

B—泵轮；W—涡轮；D—导轮

设泵轮、涡轮和导轮对液流的作用力矩为 T_B 、 T_W 和 T_D ，其大小与使用力矩相等，方向相反。作用力矩或反作用力矩的方向大小与液流进出如图中箭头所示。根据液流受力平衡条件，三者数值上满足关系式 $T_W = T_B + T_D$ ，即涡轮转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。显然，当涡轮转矩 T_W 大于泵轮转矩时，对涡轮有一作用力矩，此为泵轮给液流的力矩；当液流从涡轮流出冲击导轮时，对导轮也有一作用力矩，因导轮被固定在变速器壳体上，从而导轮给液流的反作用力矩通过液流再次作用到涡轮上，使得涡轮的转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。

②当液力变矩器输出的转矩，经传动系统传到驱动轮上所产生的牵引力足以克服汽车起步阻力时，汽车起步并开始加速，与之相连的涡轮转速 n_w 也从 0 开始逐渐增加。定义液流沿叶片方向流动的速度为相对速度 ω ，在叶轮的作用下所具有的沿圆周方向运动的速度为牵连速度 u ，二者的矢量和为绝对速度 v 。涡轮转速 n_w 不为 0 时，液流在涡轮出口处，不但具有相对速度 ω ，而且具有牵连速度 u_1 ，故冲向导轮叶片的液流的绝对速度 v_1 为两者的合成速度，如图 1-4 (b) 所示。因设泵轮转速不变，即液流循环流量基本不变，故涡轮出口处的相对速度 n_w ，即牵连速度 u 发生变化。由图可见，冲出导轮叶片的液流的绝对速度 v 将随牵连速度 u 的增加而逐渐向左倾斜，使导轮上所受转矩值逐渐减小。

③当涡轮转速增大到一定值时。当涡轮转速增大到一定值时，由涡轮流出的液流 (v_2) 正好沿导轮出口方向冲向导轮。由于液体流经导轮时的方向不改变，故导轮转矩 T_D 为 0，即涡轮转矩与泵轮转矩相等， $T_W = T_B$ 。

④若涡轮转速 n_w 继续增大，液流绝对速度 v 方向继续向左倾斜。如图 1-4 (b) 中 v_3 所示方向，液流冲击导轮叶片反面，导轮转矩方向与泵轮转矩方向相反，则涡轮转矩为前二者转矩之差 ($T_W = T_B - T_D$)，即变矩器输出转矩反而比输入转矩小。当涡轮转速 n_w 增大到与泵轮车速相等时，工作液在循环圆内的循环流动停止，不能传递动力。

二、液力耦合器

1. 液力耦合器的结构组成

液力耦合器是一种液力传动装置，又称液力联轴器，在不考虑机械损失的情况下，输出力矩与输入力矩相等。它的主要功能有两个，一是防止发动机过载，二是调节工作机构的转速。其结构主要由壳体、泵轮和涡轮 3 部分组成。

2. 液力耦合器的工作原理

(1) 工作原理 液力耦合器的壳体安装在发动机飞轮上，泵轮与壳体焊接在一起，随发动机曲轴转动而转动，是液力耦合器的主动部分。涡轮和输出轴连接在一起，是液力耦合器的从动部分。泵轮和涡轮相对安装，统称为工作轮。在泵轮和涡轮上有径向排列的平直叶片，泵轮和涡轮互不接触，两者之间有一定的间隙 (为 3~4mm)。泵轮与涡轮装合成一个整体后，其轴线断面一般为圆形，在其腔中充满液压油。

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