




21 世纪中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

自动变速器维修

主 编 朱 迅
副主编 李 晓

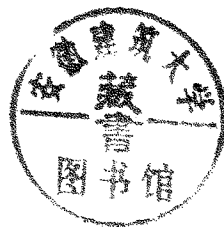


 北京邮电大学出版社

中等职业教育系列教材
中等职业教育系列教材编委会专家审定

自动变速器维修

主 编 朱 迅
副主编 李 晓



北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

自动变速器维修/朱迅主编. —北京:北京邮电大学出版社,2007

ISBN 978 - 7 - 5635 - 1433 - 5

I. 自... II. 朱... III. 汽车—自动变速装置—车辆修理—专业学校—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 028418 号

书 名 自动变速器维修
主 编 朱 迅
责任编辑 周 堃 赵延玲
出版发行 北京邮电大学出版社
社 址 北京市海淀区西土城路 10 号 邮编 100876
经 销 各地新华书店
印 刷 北京市彩虹印刷有限责任公司
开 本 787 mm × 960 mm 1/16
印 张 11.25
字 数 228 千字
版 次 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 5635 - 1433 - 5/TH · 30
定 价 15.00 元

如有印刷问题请与北京邮电大学出版社联系
E - mail: publish@bupt. edu. cn

电话:(010)82551166 (010)62283578
Http://www. buptpress. com

版权所有

侵权必究

出版说明

近年来,我国汽车保有量迅速增加,同时为满足环保、节能、安全和舒适等要求,现代汽车上已经采用了越来越多的新结构和新技术。尤其是随着计算机技术、控制技术的发展,各种先进的电控系统在汽车上得到了广泛应用。自动变速器因其操作简便而获得人们的喜爱。在发达国家中,如美国汽车自动变速器装车率已达到95%以上。注重环境、能源的欧洲和日本,自动变速器的装车率也达到80%以上。在我国自动变速器的优势正在被认识,其装车率也在不断上升。

自动变速器的结构复杂、技术含量高,加大了维修和服务的技术难度,需要维修技术人员具有一定的理论与技能水平。

本书是按照教育部培养紧缺人才对教材建设的要求,紧紧围绕培养汽车维修专门人才目标,适应不断发展的汽车新技术需求编写的。编写过程中,始终贯彻以能力为本位,理论知识够用,突出技能知识为原则,并考虑职业学校学生现有的知识背景,插图尽可能采用立体图、简图,需要学习的理论知识也是通过循序渐进的方法逐步引入。

本书比较系统介绍了汽车主流车型自动变速器结构特点、工作原理、液压控制原理及电子控制原理,自动变速器试验、试验数据分析与维修基本方法。由于本书作者来自教学一线,具有多年自动变速器教学经验,对自动变速器教学中的一些难点、重点的把握及处理方法有比较深的体会,所以本书特点是:语言简洁、通俗易懂,图文并茂,生动直观。特别是液压控制系统由于其结构、工作原理的特殊性,不便学生理解,本书通过借鉴国外同类教材中的插图,从简单示意图入手,逐步扩展到实际油路,更加符合学生的认知规律。

本书是中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关层次的培训及自学用书,还可作为汽车维修工参考书。

由于时间和能力所限,书中难免有不妥之处,恳请读者予以指正。

编者

目 录

引 言	1
第一章 液力耦合器与液力变矩器	5
第一节 液力耦合器	5
第二节 综合式液力变矩器	8
第三节 带锁止离合器的液力变矩器	12
本章小结	13
思考题	13
第二章 机械变速器	14
第一节 行星齿轮变速器结构及工作原理	14
第二节 辛普森式行星齿轮变速器的结构与工作原理	19
第三节 拉威娜式行星齿轮变速器的结构与工作原理	24
第四节 无级调速自动变速器	31
本章小结	35
思考题	36
第三章 自动变速器液压控制系统	37
第一节 液压基础	37
第二节 液压系统的能量转换装置	42
第三节 液压控制元件	50
第四节 液压换挡油路	63
本章小结	81
思考题	81
第四章 电子控制自动变速器	83
第一节 自动变速器的电子控制系统	84
第二节 变矩器控制	95

第三节	计算机—液压控制换挡工作原理	101
本章小结	.....	114
思考题	.....	115
第五章	自动变速器的试验	116
第一节	失速试验	124
第二节	道路试验与挡位试验	127
第三节	系统油压试验	130
第四节	自动变速器测试与诊断设备	137
本章小结	.....	143
思考题	.....	144
第六章	自动变速器的故障诊断与维修	145
第一节	自动变速器的维修准备	145
第二节	机械故障的诊断与维修	148
第三节	液压系统的故障诊断与维修	152
第四节	电子控制系统的故障诊断与维修	162
本章小结	.....	171
思考题	.....	172

引 言

汽车变速器是汽车传动系的重要组成部分。其功用是:按汽车的使用条件选择不同的传动比,以实现变速变扭;不改变发动机旋向也能实现汽车的倒车;必要时,即使发动机旋转也能中断动力传递。

变速器有手动变速器与自动变速器两种基本类型。手动变速器由一系列齿轮和轴组成。司机通过操纵变速杆和断开离合器,选择不同的齿轮啮合以获得相应的传动比,把发动机的动力传递到驱动桥,如图0-1所示。

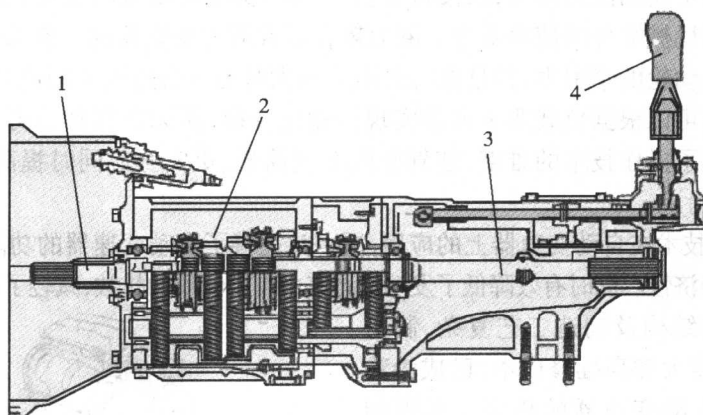


图0-1 手动变速器示意图

1—输入轴;2—平行轴变速机构;3—输出轴;4—换挡手柄

自动变速器是将离合器的功能与变速器的功能合并,实现动力传递并根据道路状况自动改变传动比。一般由液力变矩器、机械变速器和液压控制系统等组成。如图0-2所示。

一、自动变速器的发展

自动变速器的发展源于对手动变速器的改造。为消除汽车起步、停车时的频繁沉重操作,首先在发动机与离合器之间装了液力耦合器。1938年美国通用汽车公司最先推出并批量

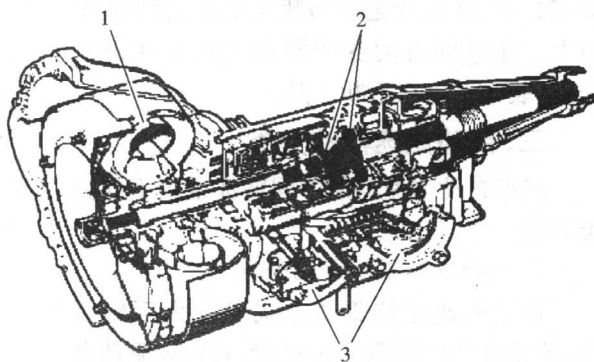


图0-2 自动变速器

1—变矩器;2—行星齿轮变速机构;3—液压控制系统

生产由液力耦合器与行星齿轮变速器组合的变速器。该变速器采用液压传动,从而实现了真正的自动变速。此后,汽车液力传动技术进一步发展,出现根据车速和负荷变化进行自动换挡的自动变速器。液力变矩器的出现进一步完善了自动变速器的功能。四、五十年代,自动变速器在美国得到应用和发展。由于自动变速器表现出一系列优越性,70年代后自动变速器在各国汽车上迅速发展起来。

二、自动变速器特点

自动变速器采用行星齿轮变速机构,降低了换挡时产生齿轮冲击;由于液压传动控制换挡装置,取消了沉重的脚踏式离合器操作,并取代了手动操作过程,从而减轻了汽车变速时的操作复杂程度和劳动强度。

自动变速器中使用液力传动,液体特有的“变形”功能可以吸收振动、缓和冲击,提高了发动机和传动系机械零件的使用寿命。液力耦合器或液力变矩器的工作特性可实现无级变速传动或增加驱动轮的牵引力,并且在行驶阻力很大时也不会造成发动机熄火。

自动变速器可以根据负载要求自动实现传动比变换,而无需驾驶员再为道路变化选择挡位。真正降低了操作技术的难度,使驾驶汽车更简便、更安全。同时提高了汽车动力性、平稳性和舒适性。

随着计算机技术在自动变速器上的应用,进一步完善了自动变速器的功能,降低了汽车能耗,提高了汽车经济性。同时有效降低了发动机尾气中有害物质的排放,减轻了对环境的污染。

自动变速器结构及制造工艺复杂、制造成本高、维修难度大和高维修成本,已成为我国汽车上普及自动变速器的障碍。尽管如此,在发达国家中,如美国汽车自动变速器装车率已达到95%以上。注重环境、能源的欧洲和日本,自动变速器的装车率也达到80%以上。在我国自动变速器的优势正在被认识,其装车率也在不断上升。

三、自动变速器的分类

根据自动变速器的不同特征采用不同分类方法。

(一)按汽车驱动方式分类

自动变速器按驱动方式可分为后轮驱动、前轮驱动(如图0-3所示)和四轮驱动自动变速器。为了便于区分前、后驱动自动变速器,一般将前轮驱动自动变速器称为自动变速驱动桥。

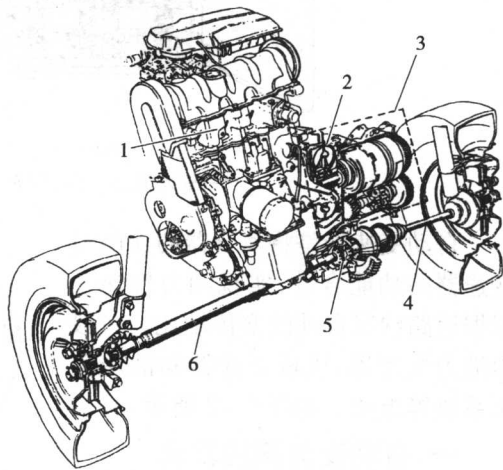


图0-3 自动变速驱动桥

1—发动机;2—变矩器;3—变速机构;
4、6—驱动轴;5—差速器

(二)按变速传动比分类

按汽车变速器的变速传动比分为有级变速器和无级变速器两种。

(1)有级变速器:是指具有有限几个定值传动比(有3个或更多个前进挡和1个倒挡)的变速器。这种变速器的变速传动元件是齿轮和其他机械元件,通过不同齿轮的组合形成有限几个定值传动比,因此属于有级变速器。

(2)无级变速器:是指通过改变V形传动带的作用半径,使传动比在一定范围内连续变化的变速器。

(三)按控制方式分类

按控制方式不同,自动变速器可分为液压控制式自动变速器和电子控制式自动变速器两类。

(1)液压控制式自动变速器 A/T:是由液力变矩器、带有液压控制换挡执行元件(离合器和制动器)的齿轮变速机构(目前普遍采用行星齿轮变速机构)以及液压控制阀(手控阀、换挡阀、反映节气门开度的节气门阀、反映车速的调速阀等)组成,由液压控制阀根据节气门开度和车速的液压信号决定换挡点,并用液力操纵使换挡元件动作进行自动变速的变速器。其全称是全液压机械传动式自动变速器,简称液压自动变速器,通常用字母“A/T”表示,如图0-1所示。

(2)电子控制式自动变速器 ECT:是由液力变矩器、带有液压控制换挡执行元件(离合器和制动器)的齿轮变速器(目前普遍采用行星齿轮变速器)、液压控制换挡阀和电子控制装置 ECU 等组成,由 ECU 根据反映节气门开度的节气门位置传感器 TPS 信号和反映汽车速度的车速传感器 VSS 信号决定换挡挡位和时机,由 ECU 控制换挡电磁阀,再由换挡电磁阀控制换挡执行元件(离合器和制动器)改变液压油缸油压来实现自动变速的变速器,简称电控自动变速器,如图0-4所示。通常用字母“ECT”表示,以此区别于液压自动变速器“A/T”。

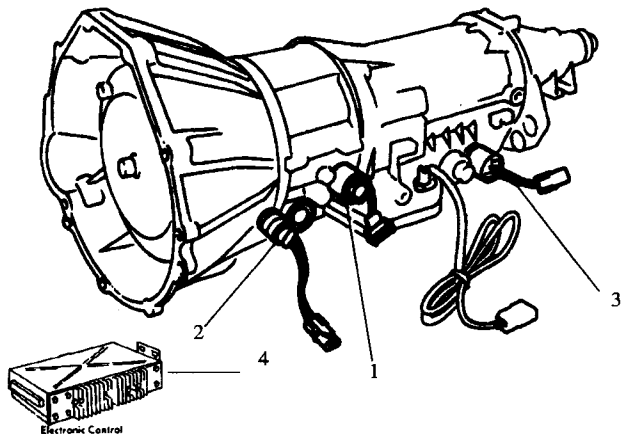


图0-4 电控自动变速器

1—调节点电磁阀;2—转速传感器;3—换挡电磁阀;4—电控装置

四、自动变速器的基本组成

自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速器、液压控制系统、计算机控制系统等部分组成。

1. 液力变矩器

液力变矩器是以液体为介质的既传递动力又改变转矩的叶轮传动机械。工作轮叶片与工作液体相互作用,引起机械能与液体动能的相互转换,并以此传递动力,同时还可以通过液体动量矩变化改变转矩大小。液力变矩器使汽车平稳起步,加速迅速、均匀、柔和,且由于液体传动具有减振特性,降低了传动系的扭转振动,提高乘坐舒适性,延长传动系使用寿命。

2. 行星齿轮变速器机构

有级式机械齿轮变速机构与液力或液压元件组成综合式变速器。其机械结构多采用行星齿轮机构或平行轴齿轮机构。行星齿轮变速机构具有结构紧凑、重量轻、易实现自动化等特点。与传统手动齿轮变速机构相比,存在结构复杂、制造成本高等缺点。

3. 液压控制系统

液压控制系统又称液压传动系统,主要依靠液体压力能的变化传递或变换能量。在自动变速器中,液压传动与机械传动共同完成动力的传递,同时通过液体压力控制实现传动比的自动变换。

4. 计算机控制系统

利用传感器和电磁执行器,由计算机根据行驶要求和负荷变化进行换挡控制和离合器控制,提高换挡的精确性、平顺性,提高燃料经济性的同时,有效降低尾气排放,减化了液压系统结构复杂程度。

第一章 液力耦合器与液力变矩器

液力耦合器和液力变矩器是以液体动能进行动力传递的装置,又称液力传动装置。以其特有的特性广泛应用于汽车自动变速器上。液力耦合器或液力变矩器安装在发动机曲轴后端的连接板上,如图 1-1 所示其作用是将发动机动力传递至变速器,它们可以起到离合器和飞轮的作用。又因是用液体传递动力,可以缓和发动机与传动系统的扭转振动和吸收刚性冲击。使用液力变矩器,在汽车起步或低速行驶时更具有增加扭矩的特性,所以几乎现代自动变速器都使用液力变矩器进行动力传递。而液力耦合器在其他商业机械

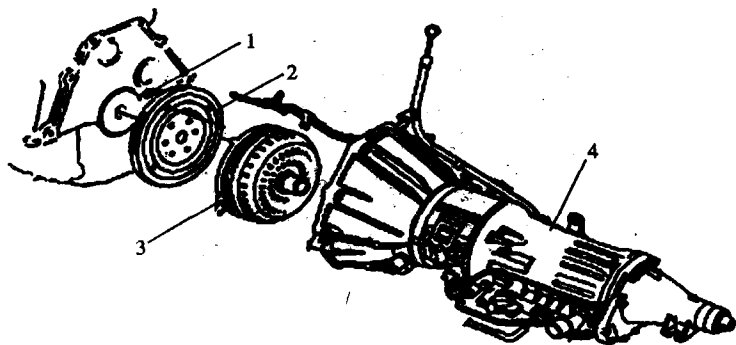


图 1-1 液力变矩器与发动机

1—发动机曲轴;2—挠性联接盘;3—液力变矩器;4—自动变速器

中还有应用。为了帮助认识液力变矩器,下面仍然先介绍液力耦合器。

通过这一单元的学习,你应该了解:

1. 液力耦合器与液力变矩器结构的区别。
2. 液体传动的基本原理。
3. 液体动能所做的功。
4. 液力耦合器与液力变矩器内液体的运动。
5. 液力变矩器的增矩原理。
6. 液力变矩器是如何提高传动效率的。

第一节 液力耦合器

一、液力耦合器的结构

液力耦合器发明于 20 世纪 20 年代。最早被用于轮船上,将发动机的动力耦合到螺旋桨。1924 年起被应用于伦敦市的公共汽车上。

液力耦合器的结构如图 1-2(a)所示。耦合器的主要元件是两个直径、结构相同的叶

轮,统称为工作轮,其形状如图 1-2(b)所示。

由发动机曲轴驱动的叶轮称为泵轮,与变速器输入轴相连的叶轮称为涡轮。工作轮里面有许多半圆形的径向叶片。两工作轮装合后相对之间约有 3~4mm 的间隙,封闭的壳体内充满了油液。当发动机驱动泵轮转动时,泵轮上的叶片推动液体同方向转动。运动的油液冲击在相对位置的涡轮叶片上,使涡轮随之转动,可将动力传递至变速器输入轴。图 1-2(b)中箭头即表示为液体的循环圆运动。

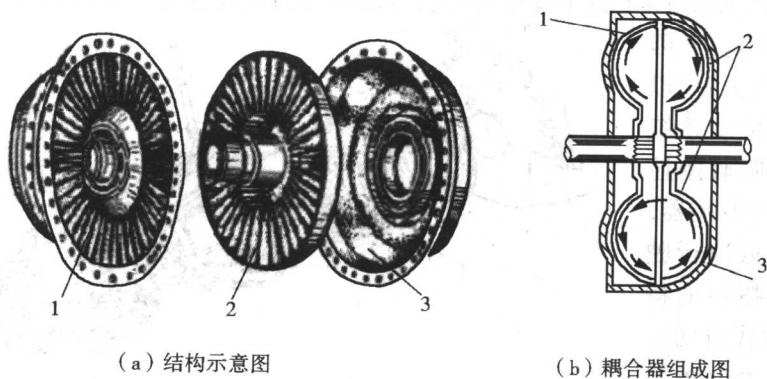


图 1-2 液力耦合器
1—泵轮;2—涡轮;3—耦合器壳

二、液力耦合器的工作原理

液力耦合器的两个工作轮没有刚性联接,动力传递取决于其内部液体的运动。如图

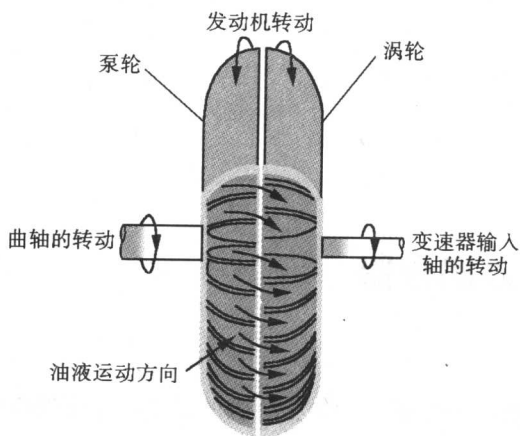


图 1-3 液力耦合器工作原理

1-3所示,发动机驱动泵轮旋转时,耦合器内的油液被叶片搅动一起旋转,液体开始绕耦合器旋转轴线作圆周运动,这一运动使液体具有动能。同时在离心力作用下液体从泵轮叶片的内缘向外流动,在外缘形成较高压力,内缘由于液体流出形成低压区。涡轮与汽车的传动系连接,当汽车处于静止状态时,涡轮并不运动,被甩到泵轮外缘的油液冲入涡轮的叶片,运动的液体及压力对涡轮叶片做功,可使其转动。做功后的液体沿着涡轮叶片向低压力区流动,返回泵轮内缘后再次受离心力作用被甩到外缘。油液不断从泵轮流入涡轮,又返回泵轮形成循环流动。

由上面分析可知,液力耦合器内部的油液可同时存在圆周运动与循环运动,一个油液质点在两种运动的作用下合成为螺旋线运动,如图 1-4 所示。螺旋线的疏密表现了液体运动速度随泵轮与涡轮的速度差的变化。当泵轮快速转动,而涡轮的转速受到负荷的限制转速较低时,耦合器壳内的油液循环运动加剧,螺旋线变密;而当载荷被克服后,涡轮转速增加时,工作油液的循环运动减弱,螺旋线变疏。

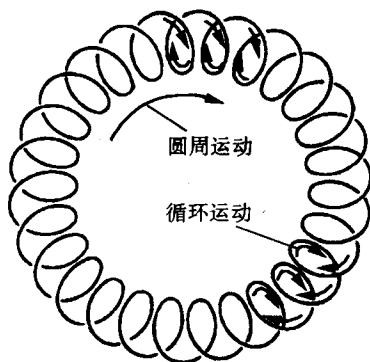


图 1-4 液力耦合器油液运动示意图

当涡轮的阻力矩大于泵轮的驱动力矩,发动机的能量是通过加剧液体的循环圆运动,转变为热能被吸收。所以,当汽车制动时,涡轮处于静止状态,在不切断作用力传输情况下,发动机仍可维持运转。这一特点被应用于汽车的怠速,改善了汽车的停车制动与起步的操作过程。

为了减少液体动能损失,在耦合器中安装了导流环,如图 1-5(a)所示。工作液体在平直叶片的循环圆内流动时,靠近循环圆中心的液体由于压力相近而形成紊流运动,如图 1-5(b)所示。这部分液体阻碍叶片的运动,增加能量消耗。在叶片上去掉中间部分,并安装导流环,可使油液在泵轮与涡轮形成的循环圆内不断循环流动,减少能量损耗,如图 1-5(c)所示。

在循环过程中,泵轮将发动机的机械能转变为油液的动能;而涡轮又将油液的动能转换为机械能对外输出。

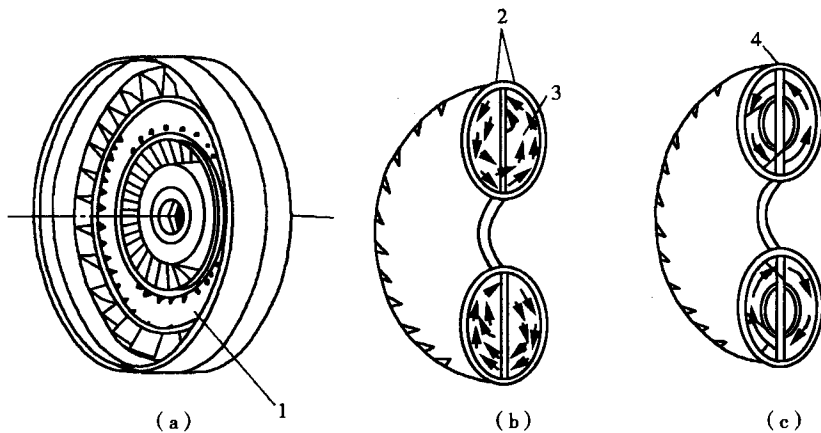


图 1-5 循环圆运动与导流环

1—导流环;2—无导流环的液体循环运动;3—无导流环中的紊流;4—有导流环的液体循环运动

三、液力耦合器的工作特点

由于液力耦合器是用液体作为传动介质,泵轮与涡轮间允许有较大的转速差。因此,可以保证汽车平稳起步和加速。由于液体形状可变,所以能够吸收传动系中的扭转振动并防止传动系过载,从而延长传动系和发动机部件的使用寿命。

由液力耦合器工作原理可知,液体在循环过程中没有受到任何附加外力,如果不考虑液

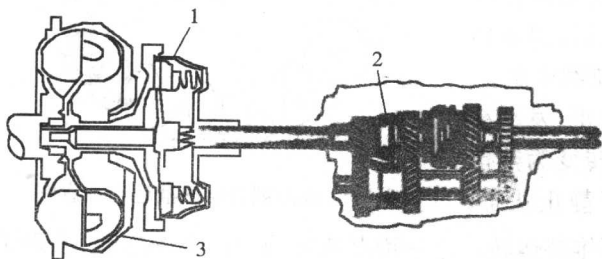


图 1-6 早期液力耦合器与手动变速器
1—摩擦式离合器;2—手动变速器;3—液力耦合器

流损失,则发动机作用于泵轮上的转矩与涡轮所获得并传给传动轴的转矩相等。即耦合器只能起传递转矩的作用,而不能改变转矩的大小。此外,液力耦合器不能使发动机与传动系彻底分离,故在采用普通变速器时,还要使用机械离合器,以便换挡时切断动力,如图 1-6 所示。另外,液力耦合器中存在液流损失,传动效率比机械离合器低。所以现代汽车

上已不再采用液力耦合器。

第二节 综合式液力变矩器

一、综合式液力变矩器的结构

综合式液力变矩器具有耦合器的所有优点,而且还具有增加转矩的作用,更适合汽车的运行工况,所以现代汽车上普遍使用综合式液力变矩器。

变矩器的增矩作用是指由变矩器输出的转矩大于输入转矩。输出转矩与输入转矩的比值称为变矩比。由于结构不同,变矩比一般可达 2.5~4。

1. 综合式液力变矩器的结构

液力变矩器的结构形式较多,但现在轿车上主要使用三段综合式液力变矩器。与耦合器相比,两个工作轮变成三个工作轮,其结构如图 1-7 所示。三个工作轮分别被称为泵轮、涡轮和导轮,每个工作轮上装有叶片,叶片由放射状变为弯曲形状。变矩器壳体与曲轴联接,泵轮叶片固装在变矩器的后壳里面,由发动机驱动旋转。涡轮叶片固装在涡轮壳上,涡轮壳通过花键驱动变速器输入轴。导轮位于泵轮与涡轮之间。导轮通过单向离合器安装于固定的支撑套上。三个工作轮装在封闭的壳体内,整个变矩器内充满油液。

2. 单向离合器工作原理

液力变矩器中,导轮的存在使变矩器具有了增加转矩的能力,单向离合器的作用是限制

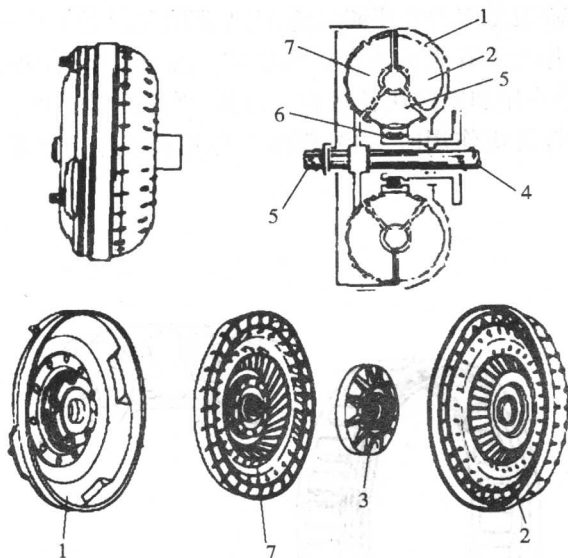


图 1-7 综合式液力变矩器结构与组成

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

导轮只能单方向转动。在介绍液力变矩器增矩原理前,要先了解单向离合器的功能与工作原理。单向离合器有滚柱式和楔块式两种类型。

滚柱式单向离合器由内外座圈、滚柱和弹簧组成,如图 1-8 所示。外座圈的内侧设有若干个楔型槽,槽内装滚柱和弹簧,弹簧将滚柱推向楔型槽窄端。由于内座圈固定不动,当外座圈逆时针转动时,滚柱被推至楔形槽窄端将内外座圈被“卡紧”而不能转动。当外座圈顺时针转动时,滚柱向楔形槽宽端运动,使外座圈能够转动。

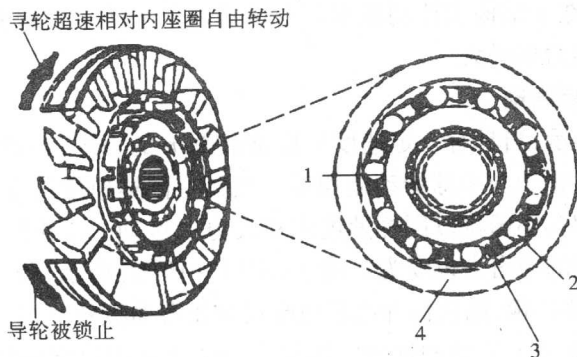


图 1-8 滚柱式单向离合器

1—内座圈;2—滚柱;3—弹簧;4—外座圈

楔块式单向离合器也是由内外座圈组成,内外座圈间由若干楔块支撑,如图1-9所示。楔块在弹簧圈弹性力作用下有使长径直立的趋势。由于内座圈固定,外座圈受逆时针转矩作用,内外座圈的摩擦作用加剧楔块长径直立之势,产生制动力矩,而将外座圈锁止不能转动。当外座圈受顺时针转矩作用时,内外圈摩擦作用使长径有倾倒之势,从而解除制动力矩,外座圈可转动。

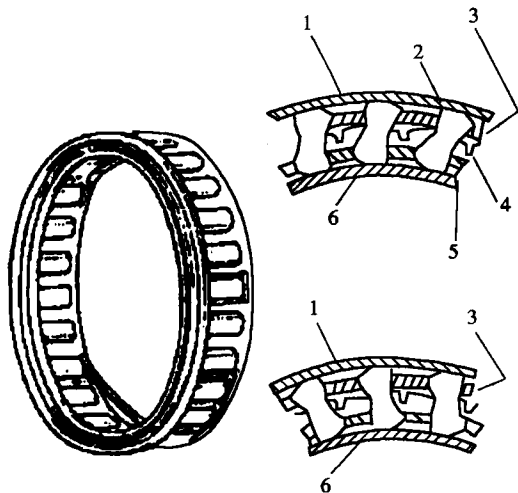


图1-9 楔块式单向离合器

1—外座圈;2—楔块;3、5—保持架;4—回位弹簧;6—内座圈

二、增矩原理

严格讲,综合式变矩器也是液体耦合器,但结构更复杂。二者都是在泵轮与涡轮间通过液体传递动力。不同在于结构和传动效率。变矩器内由于使用了弯曲叶片,并增设了导轮机构,使得变矩器输出力矩增大。

1. 弯曲叶片的增矩原理

如图1-10(a)所示,当具有一定速度 v 且质量为 m 的小球,冲击到固定不动的平面物体 A 时,物体 A 所受冲击力与小球的动能相等。当具有同样速度与质量的小球作用在固定不动的弯曲物体 A 上时,小球将以同样速度向相反方向运动。由作用力与反作用力原理可知,弯曲物体 A 所受到的冲击力也变为二倍。如图1-10(b)所示,若以液体取代小球,在出口侧安装一固定的弯曲挡板,则液体冲出后也会反作用弯曲挡板表面。上例可说明,作用于弯曲表面的推力大于作用于平面的推力。涡轮上的叶片被制成弯曲形状,改变液体运动方向,增大涡轮输出的力矩。

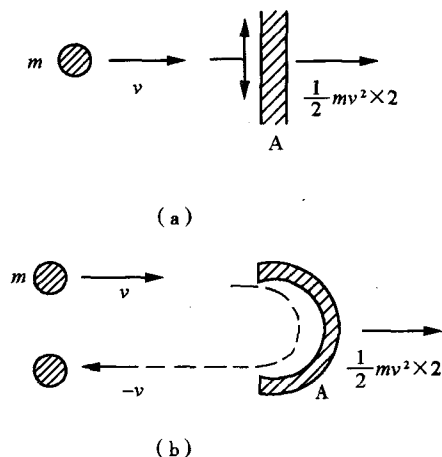


图 1-10 弯曲叶片增矩原理

2. 导轮的增矩原理

变矩器中的导轮位于涡轮液体流动的出口,从涡轮高速流出的油液冲击在导轮叶片前面。此时导轮上的单向离合器发生锁止作用,使弯曲的导轮叶片固定不动。一方面给涡轮一个反作用力,另一方面强制液体改变流动方向,如图 1-11 所示,使油液从导轮流出时具有与泵轮相同的运动方向。其结果是发动机传递给泵轮的动能加上来自导轮的动能共同作用于涡轮,使涡轮的输出力矩进一步增加。

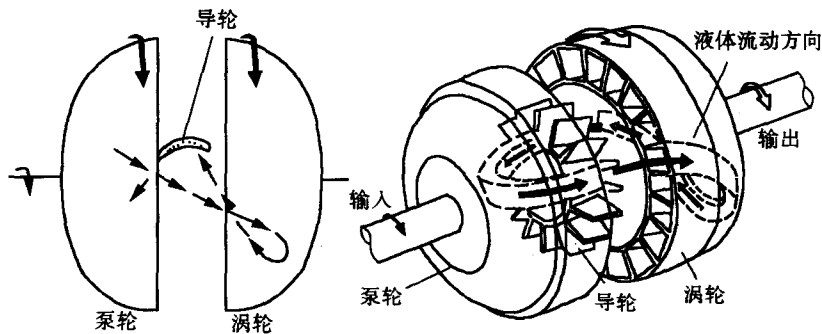


图 1-11 导轮的增矩原理

增矩作用只发生在泵轮与涡轮存在转速差工况。当涡轮转速接近泵轮时,涡轮也带动油液做旋转运动,当流出的液体冲击在导轮叶片的背面时,因单向离合器锁止作用消除,导轮与泵轮和涡轮共同转动。变矩器进入耦合器工作状态。此时导轮增矩作用消失。