

高职高专试用教材

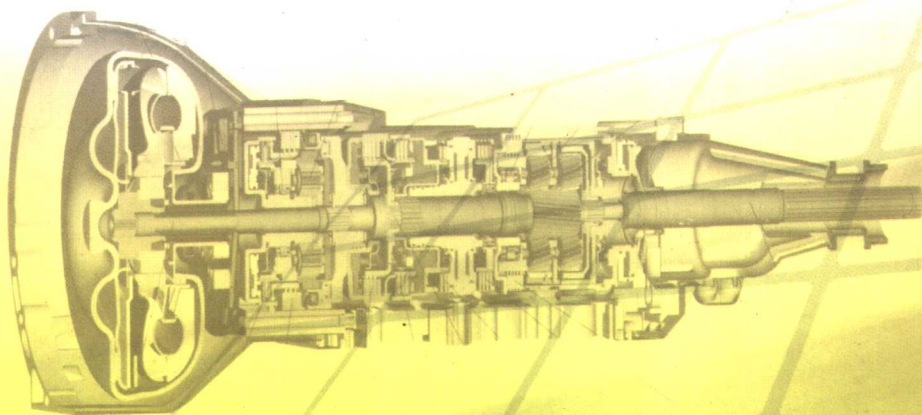


汽车

自动变速器

(汽车运用与维修专业)

主编 张德友 王洪艳



哈尔滨地图出版社

高职高专试用教材

汽车自动变速器

QICHE ZIDONG BIAN SUQI

(汽车运用与维修专业)

主 编 张德友 王洪艳
副主编 张建华 韩振生
主 审 张月相

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器/张德友,王洪艳主编. —哈尔滨:
哈尔滨地图出版社,2005.12
ISBN 7-80717-222-3

I. 汽… II. ①张…②王… III. 汽车-自动变速
装置 IV. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 153884 号

哈尔滨地图出版社出版、发行
(地址:哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮编:150086)

哈尔滨庆大印刷厂印刷

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.625 字数:290 千字

2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

印数:1~1 000 定价:25.00 元

编 审 人 员

主 编

张德友（黑龙江农业工程职业学院）

王洪艳（哈尔滨科龙电控汽车技术学校）

副主编

张建华（黑龙江工程学院）

韩振生（黑龙江农业工程职业学院）

编 者

李佳民（罗定职业技术学院）

田淑波（黑龙江农业工程职业学院）

主 审

张月相（哈尔滨科龙电控汽车技术学校）

内 容 简 介

为适应高职教育发展,加快教学改革,提高教学质量,我们四所院校结合高职教育实际,组织编写了汽车自动变速器教材。

本册讲解汽车自动变速器的类型、基本组成及结构特点;液力变矩器的结构与工作原理及其应用;换挡执行器的结构与工作原理,齿轮变速系统的结构与工作原理;平行轴齿轮变速系统、行星齿轮变速系统;典型辛普森、拉维奈尔赫式汽车自动变速器的各挡传动路线及传动比;基本阀门的工作原理;液压自动操纵系统的主要部件的结构与工作原理;几种典型液控液动液力变矩式汽车自动变速器的液压油路系统工作原理;电子控制系统的结构与工作原理;典型电控液动液力变矩式汽车自动变速器的电子控制油路系统工作原理;汽车自动变速器故障诊断方法综合分析;汽车自动变速器的拆装与检修、汽车自动变速器装配后的检验。

本教材紧跟当今国内外通用的辛普森式、拉维奈尔赫式、平行轴式等自动变速器的发展,具有理论与实践结合紧密、深入浅出、图文通俗易懂等特点。

本教材在编写时参考众多专家、学者文献,在此对其深表感谢。由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有不妥和错误之处,恳请使用本书的广大师生及读者批评指正。

作者

2005 年 12 月

编写说明

本书由黑龙江农业工程职业学院张德友担任主编并编写了第一章、第四章第三节;哈尔滨科龙电控汽车技术学校王洪艳编写了第四章第一节、第五章第五节;黑龙江工程学院张建华编写了第六章、第七章;黑龙江农业工程职业学院韩振生编写了第二章、第四章第二节;罗定职业技术学院李佳民编写了第四章第四节、第五章第四节;黑龙江农业工程职业学院田淑波编写了第三章、第五章第一节、第二节、第三节。全书由张德友统稿,由张月相担任主审。

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 自动变速器的功用、分类	1
第二节 典型自动变速器及组成.....	1
第二章 综合液力变矩器的结构原理.....	5
第一节 综合液力变矩器的构造.....	5
第二节 综合液力变矩器的结构与性能.....	9
第三节 液力变矩器的变矩过程	10
第三章 离合器、制动器.....	12
第一节 离合器结构与原理	12
第二节 制动器的结构与原理	13
第四章 齿轮变速系统	15
第一节 辛普森式行星齿轮变速系统	15
第二节 辛普森行星齿轮式四挡自动变速器结构与原理	19
第三节 拉维奈尔赫行星齿轮变速器结构与传动原理	56
第四节 本田 MPOA 自动变速器的传动原理	72
第五章 自动变速器液压控制系统	74
第一节 油泵	74
第二节 液压控制部分基本知识	76
第三节 液压控制系统的控制滑阀的结构及工作原理	79
第四节 各挡油路循环原理	92
第五节 双行星排电液控制自动变速器油路系统.....	114
第六章 自动变速器电子控制系统.....	141
第一节 自动变速器电控系统组成及工作原理.....	141
第二节 主要传感器的检测.....	156
第七章 齿轮式自动变速器使用调整与检修.....	158
第一节 齿轮式自动变速器的正确使用.....	158
第二节 自动变速器试验.....	172
参考文献.....	177

第一章 概 述

汽车变速器自 1939 年在汽车轿车上使用以来至今已经进入了新时期,今天汽车变速器广泛应用于现代汽车上。汽车自动变速器,主要是靠液力传动来完成的。最早是液力耦合器和变矩器。1938 年生产液力变矩器和液力自动变速器组合的自动变速器是现代液力自动变速器的原型。1948 年,美国研制了两挡的液力机械自动变速器,1947 年,美国 GM 公司首先在轿车上批量使用,经历 40 多年,自动变速器得到了空前的发展,自动变速器的控制方式由液压控制向电控液压控制及智能化的方向发展。

第一节 自动变速器的功用、分类

一、自动变速器的功用

现代汽车上广泛地采用了活塞式内燃发动机,由于其扭矩变化范围比较小,不能适应汽车在各种条件下阻力变化的要求,而且在复杂的使用条件下则要求汽车的牵引力和车速能在相当大的范围内变化。因此,汽车传动系统的传动比必须是可变的,能起到变速的作用。

自动变速器功用是自动变换传动比,以适应按汽车行驶中负荷与路面条件变化的需要,提高发动机动力性和经济性。实现汽车正向行驶,还能倒向行驶,在发动机不熄火情况下能中断动力传递,呈怠速状态,使汽车停车、滑行,亦能接合动力传递、平稳起步、换挡变速等。

二、汽车自动变速器分类

按变速方式分,可分为有级变速器和无级变速器两种。通常,具有有限几个定值传动比(一般有 3~5 个前进挡和一个倒挡)的变速器,称为有级变速器,能使其传动比在一定范围内连续变化的变速器,称为无级变速器,无级变速器目前在汽车上应用较少。

按传动方式分为:定轴式的平行轴式自动变速器、行星齿轮式自动变速器和带轮式自动变速器。

按齿轮变速器系统的控制方式分为:液控液动自动变速器、电控液动自动变速器。

第二节 典型自动变速器及组成

世界汽车广泛使用的自动变速器一般指四种类型,一种是辛普森行星齿轮式自动变速器,一种是拉维奈尔赫式行星齿轮式自动变速器,另一种是平行轴式自动变速器,还有一种是无级变速器。

一、典型自动变速器

常见液力自动变速器的剖视图如图 1-1 所示。

从图 1-1 可以看出,液力自动变速器由三大部分组成,即液力变矩器、油泵、自动变速器本体。自动变速器本体内装有行星齿轮机构、多片湿式离合器、制动器和单向离合器,以及驱动离合器和制动器的液压活塞。其中液压活塞是压紧或放松离合器片或制动器片的。离合

器、制动器或单向离合器工作后,可把行星齿轮机构的太阳轮、行星架和齿圈进行不同的组合,以便得到不同传动比的输出。

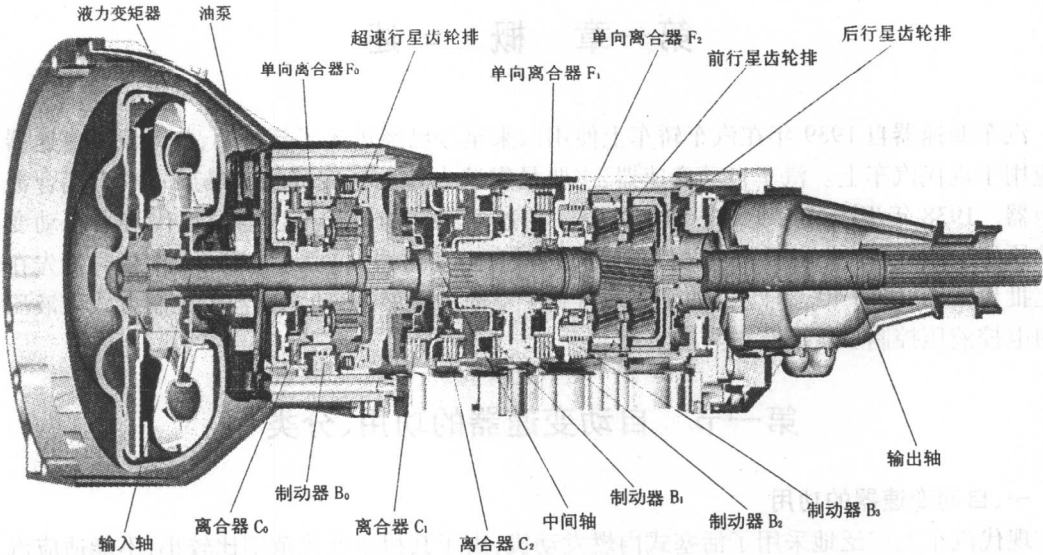


图 1-1 液力自动变速器的剖视图

1. 辛普森行星齿轮式自动变速器

辛普森行星齿轮式自动变速器是出现最早、应用最广的一种自动变速器,广泛应用在欧、美、亚各大汽车公司生产的汽车上,其总体结构如图 1-2 所示。

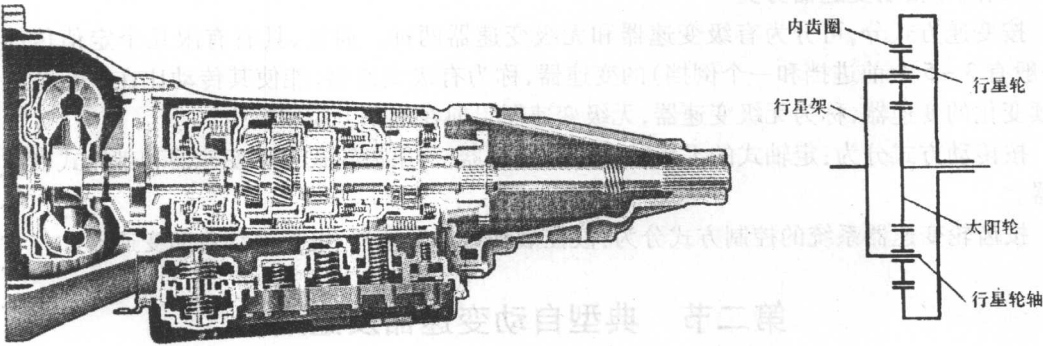


图 1-2 辛普森行星齿轮式自动变速器及示意图

这种型式自动变速器的特点是在齿圈与太阳轮之间只有一级行星齿轮,该种结构被称为辛普森行星齿轮机构,从图 1-2 可见,此行星齿轮机构是几个行星齿轮均布在太阳轮与齿圈间,而且几个单级行星轮共用一个行星架,行星齿轮分别装在行星架的行星齿轮轴上,行星齿轮在行星架上可以自转,也可以一同随行星架绕太阳轮公转。行星轮在传动中不影响传动比,只起转矩传动作用。

2. 拉维奈尔赫式行星齿轮变速器

拉维奈尔赫式行星齿轮自动变速器是除辛普森式行星齿轮自动变速器之外应用较广的一

种变速器,如捷达轿车装备的 096 型自动变速器就是拉维奈尔赫式的,096 型自动变速器结构如图 1-3 所示。

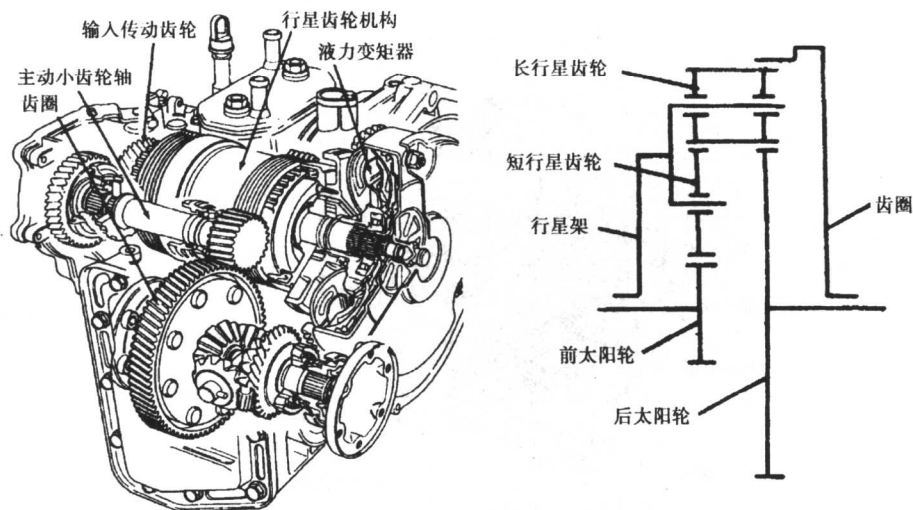


图 1-3 拉维奈尔赫式行星齿轮自动变速器及示意图

这种型式的自动变速器的特点是在行星齿轮机构中有两个太阳轮,在太阳轮与齿圈间有两级行星轮,两级行星轮分别与各自的太阳轮相啮合,两级行星轮共用一个行星架,该种结构被称为拉维奈尔赫式行星齿轮机构。从图 1-3 可知,这种行星齿轮机构是在太阳轮与齿圈间有两级行星轮,故这种结构有两个太阳轮、两个行星轮、一个行星架,组成了两个行星排,前后两个行星排共用一个齿圈,共用一个长行星轮,短行星轮与其中一个小太阳轮啮合,并与长行星轮啮合,长短行星轮公用一个行星架。长行星轮与大太阳轮啮合,根据齿轮传动原理,行星轮在行星齿轮机构组合传递中,它不参与速比的计算,即不对传动比产生任何影响,只是改变力的传递方向。

3. 平行轴式自动变速器

平行轴式自动变速器由日本本田公司发明,属于本田公司的专利技术。该种变速器主要应用在本田系列轿车上,在其他车型上很少见到。平行轴式自动变速器的特点是在几根相互平行的轴上装有几组类似于手动变速器齿轮的常啮合齿轮(如图 1-4 所示),通过几组多片式离合器和单向离合器,将传动齿轮和轴以不同的组合方式组合,得到各种不同传动比的输出。

平行轴式自动变速器多用三轴,少数采用两轴,配合一个单行星齿轮机构。图 1-4 所示为三轴平行轴式自动变速器,平行轴式自动变速器的优点是构造原理简单。

4. 无级变速器

在自动变速器汽车上,除了使用上述的液力变矩器式自动变速器之外,还使用无级变速器,图 1-5 所示无级变速器由起步时使用的自动离合器和无级变速装置两部分组成。

从手动变速到液力自动变速是动力传动系统的一次进步,而从液力自动变速到无级变速则是动力传动系统的第二次进步。近年来随着电子技术的发展,无级变速装置均使用了电子控制,电控无级变速器使汽车的动力性和操纵性能均大幅度提高。

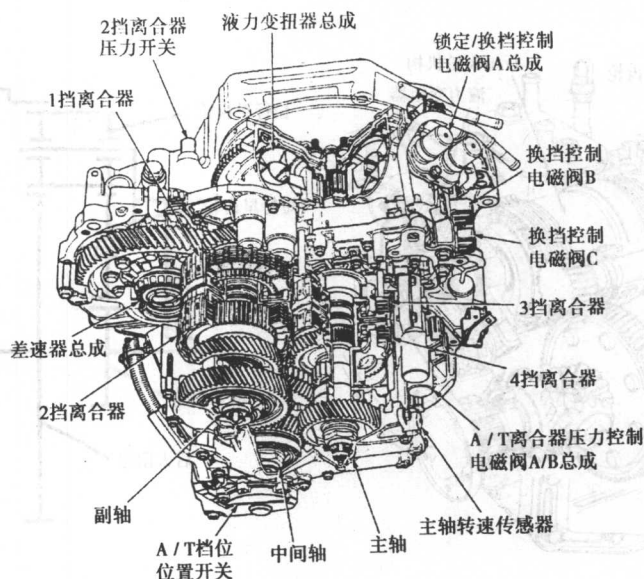


图 1-4 平行轴式自动变速器

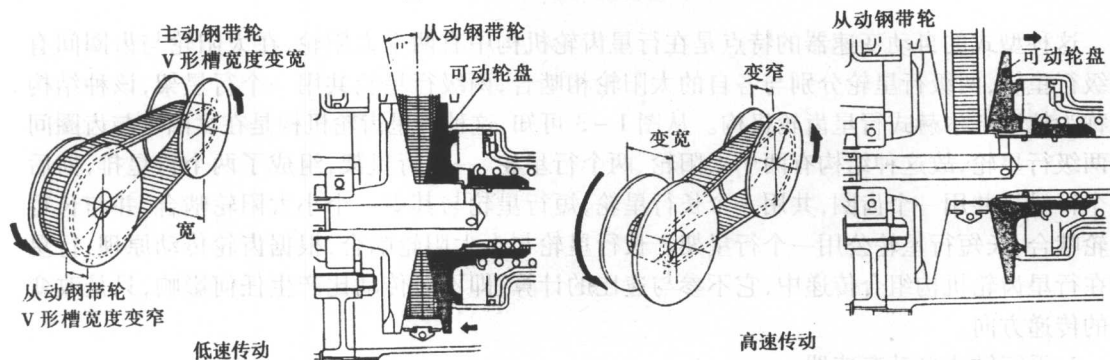


图 1-5 无级变速器变速原理

二、汽车自动变速器的组成

电子控制自动变速器一般由液力变矩器、换挡执行器、行星齿轮变速系统、液压自动控制系统、电子控制系统等部分组成。

第二章 综合液力变矩器的结构原理

液力变矩器结构完善与性能的提高经历了液力偶合器、液力变矩器、安装单向离合器与锁止离合器的综合液力变矩器等几个过程。

第一节 综合液力变矩器的构造

液力变矩器是自动变速器系统的重要组成部分,它安装在发动机与自动变速器之间,即相当于手动变速器离合器的位置上,起自动离合器和飞轮的作用。

综合液力变矩器的总体构造示意图如图 2-1 所示。

从图 2-1 可知,它由三轮二器组成。所谓的三轮是指泵轮、导轮和涡轮;所谓二器是指单向离合器和锁止离合器。

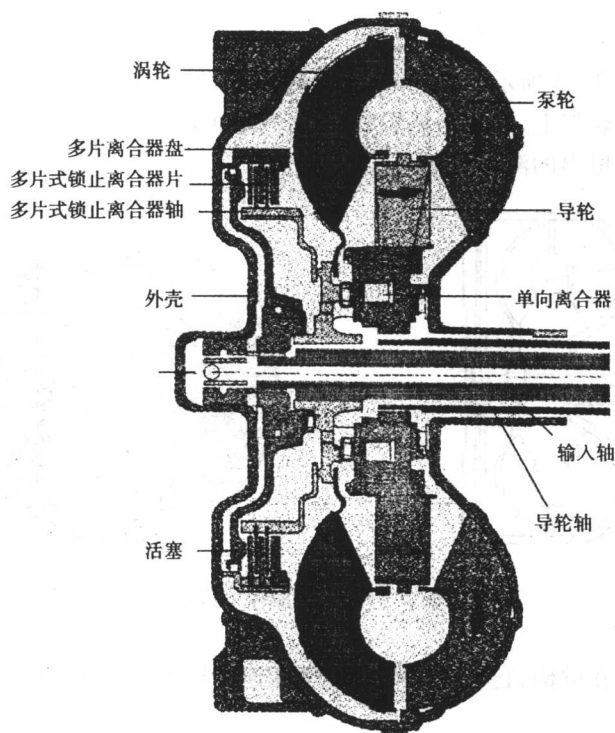


图 2-1 液力变矩器总体构造示意图

一、泵轮的结构

泵轮结构如图 2-2 所示。

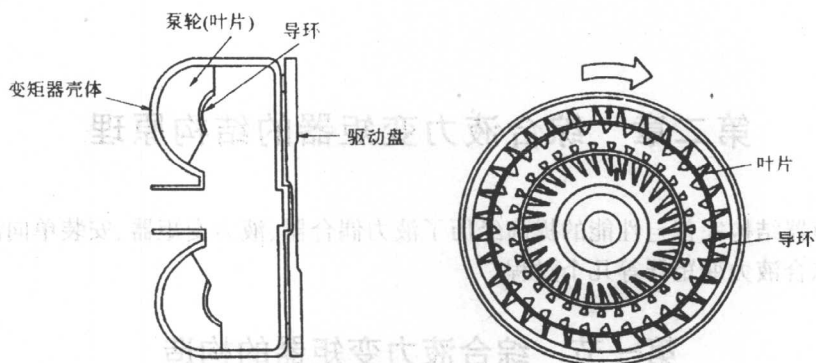


图 2-2 液力变矩器泵轮结构示意图

从图 2-2 可知,泵轮是由许多具有一定曲率的叶片,按一定的方向辐射状安装在泵轮壳体上,泵轮的壳体固定在曲轴大飞轮上,因此,曲轴旋转时,泵轮便随曲轴同方向同速旋转,而每两个叶片间均充满自动变速器油液,因此当泵轮旋转时,叶片便带动其间的液体介质一同运动。

二、涡轮的构造

涡轮的结构如图 2-3 所示。从图 2-3 可知,涡轮也是由具有一定曲率、一定方向的叶片成辐射状地安装在涡轮架上,组装后涡轮叶片的方向和泵轮叶片的方向是相反的,涡轮每两个叶片间循环着从泵轮甩出的液体介质。

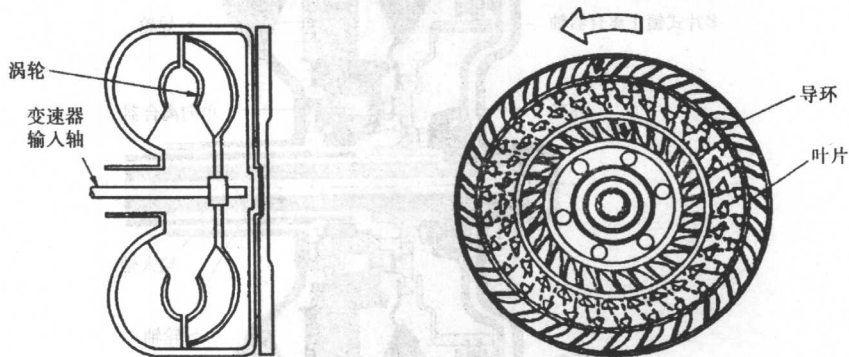


图 2-3 涡轮结构示意图

涡轮的轴孔上有花键槽,它与输出轴即自动变速器输入轴的花键配合,以便把涡轮的转矩转送给自动变速器。

三、导轮的构造

如图 2-4 所示。

从图 2-4 可知,导轮上也有许多具有一定曲率一定方向的叶片组装在导轮架上,导轮轴孔内装有单向离合器,单向离合器的外环与导轮孔紧密配合,单向离合器的内环用花键槽与变速器的壳体上的轴配合,因此,导轮只能向一个方向自由转动,而向另一方向转动时,则被单向离合器锁止在壳体上。

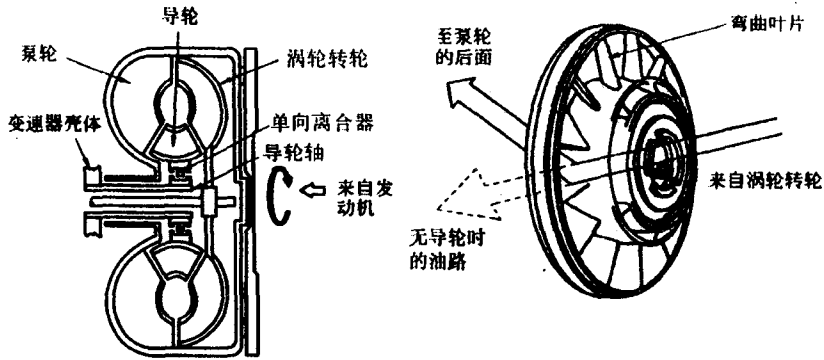


图 2-4 导轮构造示意图

四、单向离合器的构造、原理

自动变速器内安装有单向离合器,常见的有楔块式和滚柱式两种单向离合器。

1. 楔块式单向离合器

这种单向离合器是在内环与外环间夹着一个不规则的楔块,如图 2-5 所示。

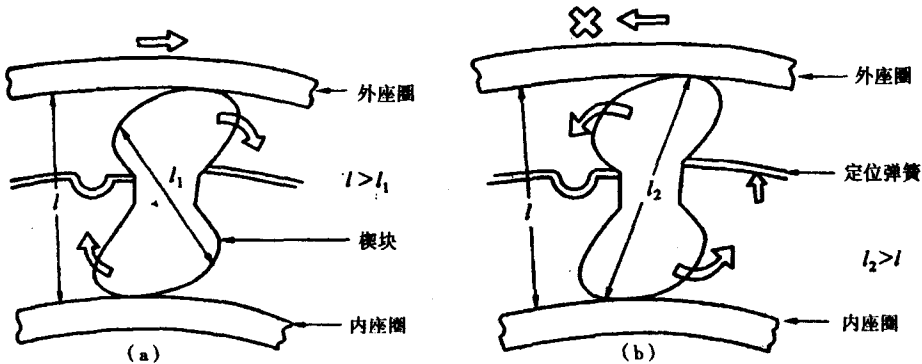


图 2-5 楔块式单向离合器构造示意图

从图 2-5 可见,单向离合器的内外环间距为 L ,不规则的楔块的最小跨度为 L_1 , L_1 小于内外环的间距 L ,楔块的最大跨度为 L_2 , L_2 大于内外环的间距,因此,当内外环相对转动时,若使楔块卧倒,则其最小距离 L_1 小于内外环的间距 L ,因此楔块不干涉内外环的相对运动,如图 2-5(a)所示,当外环顺时针转动时,外环和内环的相对运动使楔块卧倒,因此楔块不干涉外环的顺时针旋转。若内外环之间的相对运动使楔块立起,则楔块的跨度 L_2 大于内外环之间的间距,因此楔块被挤在内外环间,如图 2-5(b)所示。此时因外环反时针旋转,内外环的相对运动使楔块立起,对内外环的相对运动便产生干涉。可见这种装置只允许内环或外环单方向旋转,否则楔块便把内外环锁成一体。

2. 滚柱式单向离合器的构造

这种单向离合器是在单向离合器的内环外环之间夹有滚柱,但内外环所形成的安装滚柱的空间是一个楔形,如图 2-6 所示。

从图 2-6 可知,在内外环无相对运动时,滚子被弹簧推至楔形空间的最大处,当内外环产生相对运动时,若内外环相对运动时的摩擦力使滚柱压缩弹簧滚至楔形空间的宽敞处,滚柱不

对内外环的相对运动产生干涉,内环或外环可以自由相对运动,但如果内外环相对运动对滚柱产生的摩擦力使滚柱压缩弹簧滚至楔型空间的狭窄处,滚柱便被挤住而对内外环的相对运动产生干涉,可见,这种结构起到了单向离合的作用。

五、锁止离合器的构造原理

锁止离合器安装在液力变矩器内,如图 2-7 所示。

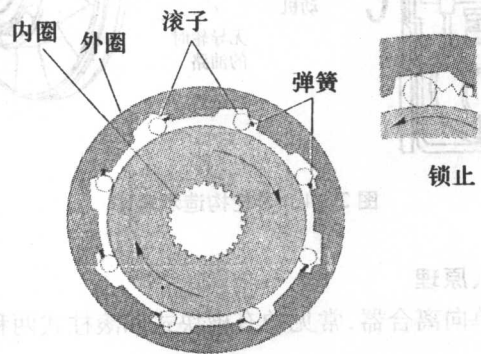


图 2-6 滚柱式单向离合器构造示意图

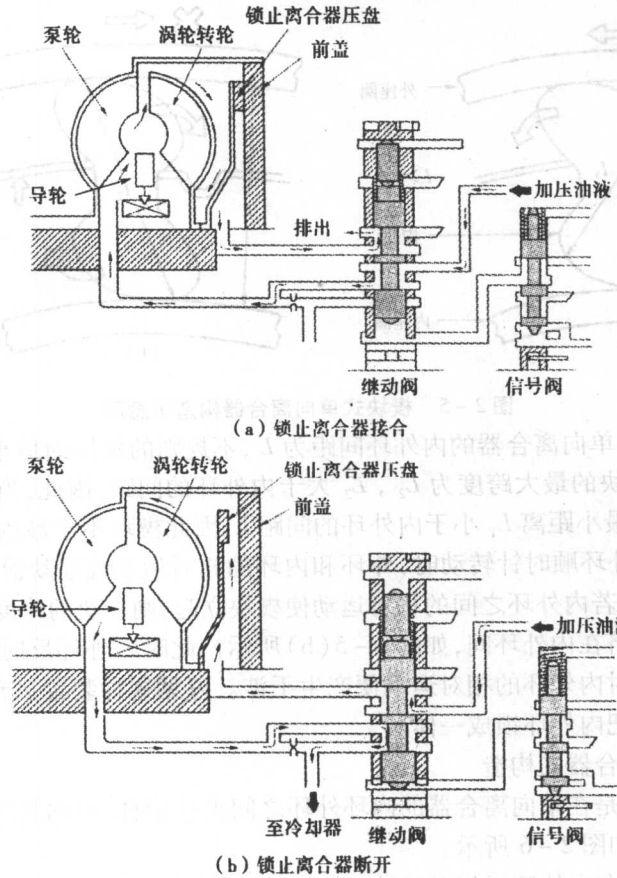


图 2-7 锁止离合器构造原理示意图

从图 2-7 可知,锁止离合器内有一个锁止离合器压盘,锁止离合器压盘外圆上有许多均布的键,它与涡轮架外圆上的键槽相配合,或有的是锁止离合器压盘轴孔上有花键槽,它与涡轮轴键配合,可见,锁止离合器压盘在涡轮架上可以轴向移动,但与涡轮架不能相对运动。

当变矩器油液流入,若使锁止离合器压盘压紧在变矩器泵轮的壳体上时,因泵轮壳体与锁止离合器压盘相接触的端面上涂有摩擦材料,靠摩擦力便把锁止离合器压盘连同涡轮同泵轮锁成一体,于是涡轮便与泵轮同数旋转,如图中 2-7(a)图所示。当变矩器液从另一方向流入时,则液体将锁止离合器压盘推回,使泵轮与涡轮脱离锁止,如图 2-7(b)所示。

总之,液力变矩器内的三轮二器一同组装在变矩器壳体内,为提高它们的传动效率,它们之间的距离应当很近,为使其在运动中提高传动效率,不产生干涉,它们之间装有很薄的止推轴承。

第二节 综合液力变矩器的结构与性能

一、液力耦合器的结构与性能

液力耦合器由泵轮、涡轮和外壳、输入轴与输出轴组成。液力耦合器以液体为介质,输入轴驱动泵轮使液体在泵轮和涡轮之间循环流动来传递动力。即泵轮推动液体、液体顺泵轮叶片由内缘向外缘推动涡轮,再顺涡轮叶片从外缘流到内缘后,返回到泵轮的内缘,如此不断地循环传递动力。工作过程中液体的运动是圆周运动与环流运动的合成是一条首尾相接的环形螺旋线,液体在循环流动过程中没有受到其他任何外力的作用,泵轮输入扭矩与涡轮输出扭矩最高是发动机传给泵轮的扭矩。所以说,液力耦合器只传递扭矩,而不能改变扭矩的大小。

当汽车起步时,泵轮与涡轮转速差大时,传递的扭矩不增大,涡轮输出的扭矩最大是发动机给泵轮的扭矩。同时液体从涡轮回流到泵轮冲击泵轮的叶片前部,阻挡泵轮旋转。

二、液力变矩器的结构与性能

液力耦合器只传递扭矩,而不能改变扭矩的大小,因此在泵轮和涡轮之间增加了一个固定不动的导轮。液力耦合器成为液力变矩器,这是液力变矩器与液力耦合器在结构上的主要区别。

液力变矩器一般由泵轮、涡轮和导轮三个基本元件组成。输入轴驱动泵轮使液体在泵轮和涡轮之间循环流动来传递动力。即泵轮推动液体、液体顺泵轮叶片由内缘向外缘推动涡轮,再顺涡轮叶片从外缘流到内缘后,进入固定不动的导轮,经导轮改变方向后再返回到泵轮的内缘,推动泵轮叶片,使扭矩增大。如此不断地循环传递动力。工作过程中液体的运动是圆周运动与环流运动的合成,是一条首尾相接的环形螺旋线。

三、安装单向离合器综合液力变矩器

当汽车起步时,泵轮与涡轮转速差大,扭矩比大,一般在 1.7~3.5 之间,液体冲击泵轮叶片的背面的力矩大,涡轮输出扭矩大,使汽车顺利起步,传动效率小。

当汽车高速行驶时,泵轮与涡轮转速差小时,涡轮速度增高,液体冲击导轮的背面如导轮固定不动液体产生涡流,阻碍涡轮的旋转,使涡轮输出扭矩下降,传动效率大幅下降。

所以固定不动的导轮,在速成比小的范围内,起到变扭的作用,来适应汽车行驶阻力的变化需求。而在速比大的范围内,导轮不动使涡轮输出扭矩下降,传动效率大幅下降是不利的。因此,在导轮上加装单向离合器。设置单向离合器后,当转速差大,速比小时,导轮被锁住不动,

总成起变矩器作用;当转速差小,速比大时,导轮被解锁而自由转动,总成起偶合器作用。

四、锁止离合器

液力变矩器安装在发动机与变速器之间,即安装在相当于离合器的位置上,它可视为一个自动离合器,变矩器的泵轮、涡轮和导轮安装在变矩器泵轮的壳体内,为增大传动效力,它们之间相距很近,为避免相互刮碰,它们之间装有很薄很薄的止推轴承。

液力变矩器内充满具有一定压力的变速器油,当泵轮旋转时,泵轮叶片间的液体介质便在泵轮叶片的驱动下,一方面作圆运动,一方面在离心力作用下沿泵轮叶片向外甩,可见,液体介质在作圆运动和向泵轮外甩运动的合成,即液体介质是在作涡旋运动,称之为涡旋流,这股涡旋流从泵轮甩出后流入涡轮,又从涡轮冲向导轮,然后又流回泵轮,涡旋流在泵轮、涡轮及导轮间的流动路线如图 2-8 所示。

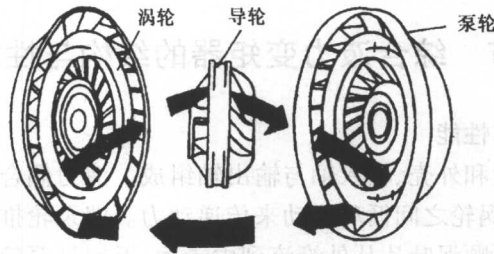


图 2-8 液力变矩器内液体涡旋流的运动示意图

第三节 液力变矩器的变矩过程

当发动机起动着火后,泵轮便随发动机曲轴一起转动,但因涡轮和变速器输出轴相连,在汽车起步时或运行时,涡轮的转数低于泵轮的转数,称转数差。转数差随汽车转速的升高而逐渐减小。

从图 2-9 可知,涡旋流以一定的动能从泵轮冲击流入涡轮的情况,在涡旋流动能的冲击下,涡轮以一定的转数与泵轮同方向旋转而输出动力。但进入涡轮的涡旋流除使涡轮旋转外,还有一部分剩余能量,这个带有剩余能量的液体介质便沿涡轮叶片曲率流出冲向导轮,如图 2-10 所示。

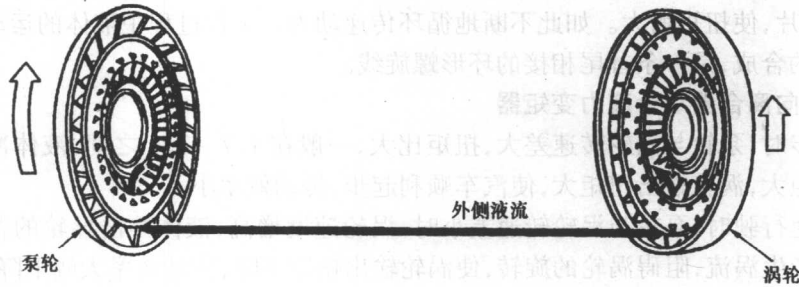


图 2-9 液体