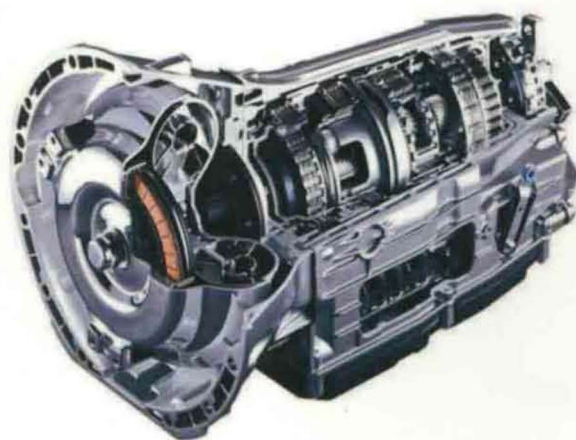


“国家中等职业教育改革发展示范学校”项目建设校本系列教材

汽车自动变速器 结构与维修

QICHE ZIDONG BIAN SUQI
JIEGOU YU WEIXIU

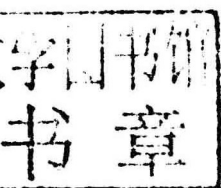
主编 任晓兵



 郑州大学出版社

汽车自动变速器 构造与维修

任晓兵 主编



郑州大学出版社
• 郑州 •

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器结构与维修/任晓兵主编. —郑州: 郑州
大学出版社, 2014. 7
“国家中等职业教育改革发展示范学校”项目建设校本系列教材
ISBN 978 - 7 - 5645 - 1462 - 4

I. ①汽… II. ①任… III. ①汽车 - 自动变速装置 - 构造 - 中等
专业学校 - 教材②汽车 - 自动变速装置 - 车辆修理 - 中等专业学校 - 教
材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 113284 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人: 王 锋

全国新华书店经销

河南省诚和印刷有限公司印制

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 24.75

字数: 586 千字

版次: 2014 年 7 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行电话: 0371 - 66966070

印次: 2014 年 7 月第 1 次印刷

书号: ISBN 978 - 7 - 5645 - 1462 - 4 定价: 39.40 元

本书如有印装质量问题, 由本社负责调换

作者名单

主 审 孔祥申

主 编 任晓兵

副主编 聂光辉

编 委 (按姓氏笔画排序)

王庆合 王学荣 任晓兵 陈化奎

聂光辉

内容提要

本教材是高等职业技术院校汽车检测与维修专业的教学用书,亦适用于同类中职学校,还可用于从事汽车设计,运用与维修工作人员的参考用书。

本教材的编写,侧重于汽车维修与检测专业的工作实际。详细介绍了汽车自动变速器方面的知识技能。内容包括液力变矩器的结构与原理、行星齿轮变速机构的结构与原理、液压控制系统、电子控制系统、典型自动变速器的结构与原理、自动变速器的故障诊断与排除等。

前 言

目前从事汽车维修等工作的各类职业人员日益增多,而作为培养汽车专业人才的职业教育教育正处于初级发展阶段,近年来随着各地职业技术学院(校)的大量涌现,职业教育呈现出良好的发展势头。然而适合汽车维修专业职业技能培训的教材很少,特别是目前现有的汽车自动变速器结构与维修方面的教材内容较为陈旧,不适应职业学校的教学实际,所以我校结合教学实际和生产实际,确定了编写本教材的指导思想和特色。本教材以应用为目的,强化应用为重点,力求内容系统、准确。

本教材通过项目驱动方式主要介绍汽车用自动变速器的构造、工作原理、使用、性能测试和拆装维修,还专门介绍了国外自动变速器发展的新技术方向。在编写本教材时注意了全书理论的系统性和各部分相对的独立性。本教材内容全面,概念清楚,理论阐述由浅入深,以国内外常见车型的自动变速器为实例,通俗易懂。

本教材共分五个教学模块。模块一为自动变速器概述,介绍了自动变速器发展历史、类型、使用知识和优缺点;模块二、模块三为基本理论部分,以各主要车系的自动变速器为实例,介绍自动变速器的结构和原理;模块四为自动变速器故障诊断与排除,详细讲解了故障诊断的基本流程和诊断方法;模块五为新型自动变速器知识,以典型自动变速器为实例,讲解自动变速器新技术。

编写的人员及分工如下:任晓兵统稿。聂光辉编写模块二的任务三,模块三,模块四的任务一;王庆合编写模块二的任务二、任务五,模块四的任务二,模块五的任务一;王学荣编写模块一,模块二的任务一、任务四,模块五的任务三;陈化奎编写模块二的任务六,模块五的任务二。本教材由孔祥申主审。

由于编写人员水平有限,在编写过程中,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2013 年 12 月

目 录

模块一 自动变速器概述	1
模块二 电控液力自动变速器齿轮变速机构	9
任务一 液力变矩器	9
任务二 行星齿轮变速机构基本原理	16
任务三 丰田系列轿车自动变速器	33
任务四 日产轿车自动变速器	84
任务五 大众系列轿车自动变速器	95
任务六 本田系列轿车自动变速器	126
模块三 电控液力自动变速器控制系统	183
任务一 液压控制系统	183
任务二 电控液力自动变速器的电子控制系统	221
模块四 电控液力自动变速器的故障排除	241
任务一 FN4A-EL 型自动变速驱动桥故障排除	241
任务二 大众电控液力自动变速器故障排除	290
模块五 其他电控液力自动变速器	298
任务一 CVT 变速器	298
任务二 8 挡自动变速器	328
任务三 7 挡双离合变速器 0AM	350
参考文献	385

模块一 自动变速器概述

知识点

1. 了解汽车自动变速器发展史;
2. 掌握自动变速器的分类;
3. 掌握自动变速器的基本组成;
4. 理解自动变速器的工作过程;
5. 知道自动变速器的优缺点。

技能点

1. 熟悉自动变速器的基本组成;
2. 掌握自动变速器的工作过程。

任务引入

汽车从诞生至今的 100 余年间,汽车工业从无到有,以惊人的速度向前发展。汽车对人的生活方式有了很大的影响,人们的生活需求又对汽车的发展产生了极大的推动作用。随着人民生活水平的提高,对汽车的要求也越来越高。希望汽车更快捷、舒适、安全、可靠。现在计算机的应用,有力地推动了汽车工业的发展,汽车传动系变速的自动化是目前车辆发展的高级阶段。近年来,由于自动变速理论及设计相对完善,所以自动变速器已越来越广泛地应用于轿车、大客车等车辆上。尤其是现代中高档轿车几乎都采用了电子控制的液力自动变速器。

自动变速器集机械、电子、液压为一体,且结构复杂,种类繁多,不同车型自动变速器的结构差异较大,其故障诊断与维修难度高居汽车的各大总成之首。目前,国产轿车大量装用自动变速器,与手动变速器相比,自动变速器的故障率稍高,涉及知识面广泛、机械结构复杂、控制原理难于掌握,维修、检测技术要求较高。由于自动变速器的制造成本较高,所以自动变速器出现故障后,不能以简单的更换新变速器的方式来消除故障。自动变速器维修已成为汽车维修行业中最具普遍性的技术问题。汽车行业的技术人员应了解、掌握自动变速器的使用、结构原理和测试维修,以满足我国交通运输行业发展的需要。

任务分析

通过学习自动变速器,了解其分类、结构与工作原理,为以后进行维修和故障排除打下坚实的基础。

相关知识

一、汽车自动变速器发展史

早在 1940 年汽车自动变速器已经应用在美国通用的奥兹莫比尔汽车上,这是一台串联式行星齿轮结构的液控变速器。经过 60 多年的发展,国产汽车自动变速器已经应用非常广泛。比如:1998 年上海通用汽车公司率先在国产的别克新世纪轿车上推出了 4T65E 自动变速器,紧接着长春一汽大众在捷达王轿车上也推出了自动变速器,广州本田雅阁轿车、东风神龙富康轿车、东风风神轿车以及上海大众推出的帕萨特轿车都配置了自动变速器。其中东风神龙富康轿车和长春一汽大众推出的捷达都市阳光型轿车都是配置 1.6 L 排量的电喷发动机,是国产轿车配置自动变速器中发动机排量最小的车型。另外长春一汽大众推出的奥迪 A6,该车配置了手、自动混合控制的变速器,代表了较新的自动变速器控制技术。在仅仅两年多的时间里,在国产轿车上自动变速器的普及率发展非常之快。这种发展主要体现在以下几个方面。

一是汽车自动变速器向多挡位方向发展。7 挡或者 8 挡自动变速器将逐步取代 6 挡自动变速器的主导地位。挡位多使变速器具有更大的速比范围和更细密的挡位之间的速比分配,从而改善汽车的动力性、燃油经济性和换挡平顺性。但是,挡位越多意味着变速器越复杂,执行元件和齿轮数目会随之增加,不但成本增加,体积和质量也会增大,对于前轮驱动的汽车而言还会增加动力传递系统布置的困难。因此,为了缩小体积和减轻质量,要采用紧凑化设计,简化内部结构,引入电子控制系统,采用轻质材料。例如 ZF6H26 变速器设计基于一种名为 Lepetler 的齿轮设计,使 6 个挡位之间的齿轮大为减少,简化了内部结构,齿轮质量减少了 11 公斤。整个操作界面改为线控技术,由电子信息操纵换挡。用塑料材料做油底壳及铝合金变速器箱体,进一步减轻质量。

二是采用多电磁阀方式控制换挡,明显改善换挡质量。以前的自动变速器的执行器只有一两个电磁阀,现在使用的自动变速器已有多多个电磁阀。尤其是换挡电磁阀数量的增加使得换挡电磁阀完全取代了节气门油压和速度油压对 D 挡位升降挡的控制。变速器上各种新的电磁阀相继出现,例如正时电磁阀、倒挡电磁阀、扭力转换电磁阀、扭力缓冲电磁阀、强制降挡电磁阀等大量涌现使得电控系统对变速器的控制范围进一步扩大。现在,一些变速器的换挡电磁阀完全负责了对 D 挡、手动模式、倒挡的控制,被称为全电子控制自动变速器。模糊控制技术的设置使变速器电脑可以学习、模拟驾驶者的驾驶习惯,自动修正控制指令,使汽车进一步体现人性化。例如在 ZF6 挡自动变速器中,为了控制系统压力实现换挡,设置了 6 个具有高流量特点的脉宽调制电磁阀,1 个可变量(VFS)电磁阀等。中央电脑中还附加了 1 个自适应式换挡,这个系统持续不断地收集行车数据,例如挡位、行驶状态、驾驶者驾驶习惯等,通过变速器电脑学习与模拟并建立起相关

的行车程式,以最佳效果满足驾驶者的需求。

另外,通过传动机构类型多样化设计,结构细部的设计改进,多排行星齿轮组合机构、优化齿轮特性参数和支承结构等技术改进,今天的自动变速器技术已有重大发展,但是从整体看自动变速器的传动效率与手动变速器相比仍存在一定的差距。

自动变速器的图片,如图 1-1-1 所示。

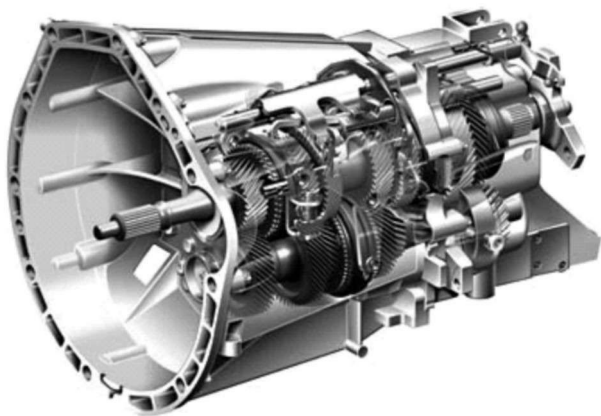


图 1-1-1 自动变速器

二、自动变速器的分类

1. 按变速形式不同

自动变速器按变速形式不同可分为有级变速器与无级变速器两种。

有级变速器是具有有限几个定值传动比(一般有 5~7 个前进挡和 1 个倒挡)的变速器。

无级变速器是能使传动比在一定范围内连续变化的变速器,无级变速器目前在汽车上应用已逐步增多。

2. 按无级变矩的种类不同

1) 液力变矩器自动变速器 液力变矩器自动变速器是指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 机械式自动变速器是由离合器和依据车速、油门开度改变 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 “电动轮”无级变速取消了机械传动中的传统机构,而代之以电流输至电动机及以驱动和电动机装成一体的车轮。

3. 按自动变速器前进挡的挡位数不同

自动变速器按前进挡的挡位数不同,可分为 6 个前进挡、7 个前进挡、8 个前进挡三种。早期的自动变速器通常为 2 个前进挡或 3 个前进挡,这两种自动变速器都没有超速挡,其最高挡为直接挡。新型轿车装用的自动变速器基本上都是 6 个前进挡,即设有超速挡。这种设计虽然使自动变速器的构造更加复杂,但由于设有超速挡,大大改善了汽

车的燃油经济性。

4. 按齿轮变速器的类型不同

自动变速器按齿轮变速器的类型不同,可分为普通齿轮式和行星齿轮式两种。普通齿轮式自动变速器体积较大,最大传动比较小,使用较少。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。

5. 按齿轮变速系统的控制方式不同

1) 液控自动变速器 液控自动变速器是通过机械的手段,将汽车行驶时的车速及节气门开度两个参数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的大小,按照设定的换挡规律,通过控制换挡执行机构动作,实现自动换挡,现在使用较少。

2) 电控液动自动变速器 电控液动自动变速器是通过各种传感器,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度等参数转变为电信号,并输入电脑;电脑根据这些电信号,按照设定的换挡规律,向换挡电磁阀、油压电磁阀等发出电控信号;换挡电磁阀和油压电磁阀再将电脑的电控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,控制换挡执行机构的动作,从而实现自动换挡。

三、自动变速器的基本组成

自动变速器的厂牌型号很多,外部形状和内部结构也有所不同,但它们的组成基本相同,都是由液力变矩器和齿轮式自动变速器组合起来的。常见的组成部分有液力变矩器、行星齿轮机构、离合器、制动器、油泵、滤清器、管道、控制阀体和速度调压器等,按照这些部件的功能,可将它们分成液力变矩器、变速齿轮机构、供油系统、自动换挡控制系统和换挡操纵机构五大部分。

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的汽车中的离合器相似,如图 1-1-2 所示。它利用油液循环流动过程中动能的变化将发动机的动力传递到自动变速器的输入轴,并能根据汽车行驶阻力的变化,在一定范围内自动、无级地改变传动比和扭矩比,具有一定的减速增扭功能。

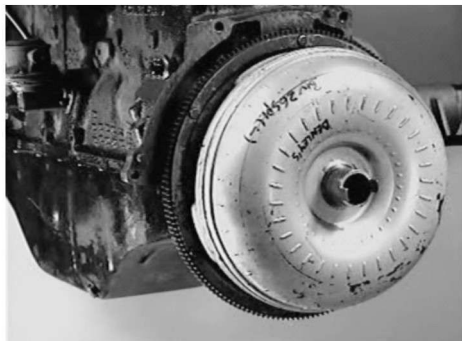


图 1-1-2 液力变矩器

2. 变速齿轮机构

自动变速器中的变速齿轮机构所采用的型式有普通齿轮式和行星齿轮式两种。普通齿轮式的变速器,由于其尺寸较大,最大传动比较小,只有少数车型才采用。目前绝大多数轿车自动变速器中的齿轮变速器采用的仍是行星齿轮式,如图 1-1-3 所示。

变速齿轮机构主要包括行星齿轮机构和换挡执行机构两部分。

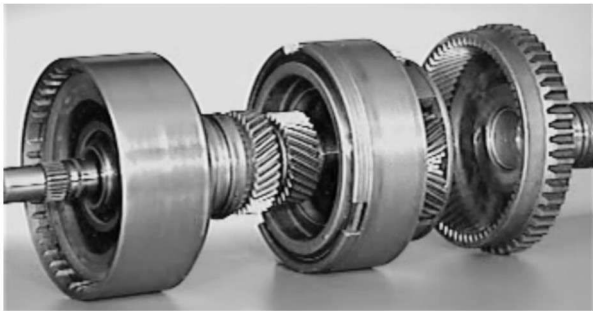


图 1-1-3 变速齿轮机构

3. 供油系统

自动变速器的供油系统主要是由油泵、油箱、滤清器、调压阀及管道所组成的。油泵是自动变速器最重要的总成之一,如图 1-1-4 所示,它通常安装在变矩器的后方,由变矩器壳后端的轴套驱动。在发动机运转时,不论汽车是否行驶,油泵都在运转,为自动变速器中的变矩器、换挡执行机构、自动换挡控制系统部分提供一定油压的液压油。油压的调节由调压阀来实现。



图 1-1-4 油泵

4. 自动换挡控制系统

自动换挡控制系统能根据发动机的负荷(节气门开度)和汽车的行驶速度,按照设定的换挡规律,自动地接通或切断某些换挡离合器和制动器的供油油路,使离合器结合或分开、制动器制动或释放,以改变齿轮变速器的传动比,从而实现自动换挡。

自动变速器的自动换挡控制系统有液压控制和电液压(电子)控制两种。

5. 换挡操纵机构

自动变速器的换挡操纵机构包括手动选择阀的操纵机构和节气门阀的操纵机构等。驾驶员通过自动变速器的操纵手柄改变阀板内的手动阀位置,如图 1-1-5 所示,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齿轮变速器中的换挡执行机构的工作,实现自动换挡。



图 1-1-5 变速器操纵杆

四、自动变速器的工作过程

自动变速器之所以能够实现自动换挡是因为工作中驾驶员踏下油门的位置或发动机进气歧管的真空度和汽车的行驶速度能指挥自动换挡系统工作,自动换挡系统中各控制阀不同的工作状态将控制变速齿轮机构中离合器的分离与结合和制动器的制动与释放,并改变变速齿轮机构的动力传递路线,实现变速器挡位的变换。

传统的液力自动变速器根据汽车的行驶速度和节气门开度的变化,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换成控制油压,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,制动器制动或解除制动,控制行星齿轮变速器的升挡或降挡,从而实现自动变速。

电控液力自动变速器是在液力自动变速器基础上增设电子控制系统而形成的。它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,并将所获得的信息转换成电信号输入到电控单元。电控单元根据这些信号,通过电磁阀控制液压控制装置的换挡阀,使其打开或关闭通往换挡离合器和制动器的油路,从而控制换挡时刻和挡位的变换,以实现自动变速。

五、自动变速器挡位的使用

1. P 挡

P 挡也叫停车挡,只有在车辆完全停稳时,才可挂入该挡,挂入该挡后,驱动车轮被机械装置锁止而使车轮无法转动。若想将排挡杆移出该位置,须踏下制动踏板并按下排挡杆手柄上的锁止按钮。

2. R 挡

R 挡也叫倒车挡,只有当车辆静止且发动机怠速运转时,才可挂入倒车挡,按下排挡杆手柄按钮,即可将排挡杆移入或移出倒车挡。在车辆前行时,不要误将排挡杆挂入 R 挡,特别是在变速器处于应急状态时,千万不能在前行中挂入 R 挡,那样会使自动变速器严重损坏。

3. N 挡

N 挡也叫空挡,在点火开关打开状态下,车辆静止或车速低于 5 km/h 时,挂入该挡后,排挡杆会被锁止电磁铁锁止。若想移出该挡,须踏下制动踏板,同时按下手柄按钮,在车速高于 5 km/h 时,只需按下手柄按钮即可将排挡杆移入或移出 N 挡。

4. D 挡

D 挡也叫自动挡,一般情况下可选用此挡,在 D 挡位置,变速器控制单元根据车速及发动机负荷等参数,控制变速器在 1~4 挡中自由切换。

5.3 挡

3 挡也叫坡路挡,在有坡度的路面上行驶时,可挂入该挡,此时变速器会在 1~3 挡中自动换挡,但不会换入 4 挡,这样,在下坡时可充分利用发动机的制动效果。

6.2 挡

2 挡又叫长坡挡,遇到较长距离的坡路时选用此挡,控制单元根据行驶速度及节气门的开度变化,控制车辆在 1、2 挡中自动换挡,这样一方面避免了挂入不必要的高速挡,另一方面在下坡时可更好地利用发动机的制动效果。

7.1 挡

1 挡也叫陡坡挡,在上下非常陡峭的坡路时选用此挡,挂入 1 挡后,汽车总处于 1 挡行驶状态,而不会换入其他 3 个前进挡位,这样一方面可以保证在爬坡时有足够的动力,另一方面在下坡时可最大限度地利用发动机的制动效果。

六、自动变速器的优缺点

1. 自动变速器的优点

1) 提高行车的安全性 汽车在行驶过程中,驾驶员必须根据道路、交通条件的变化,对汽车的行驶方向和速度进行改变和调节。以在城市中心为例,平均每分钟换挡 2 次而每次换挡有 4~6 个手脚协调动作。正是这种连续不断的频繁换挡操作,使得驾驶员产生疲劳,安全性下降。而配备自动变速器的汽车大大降低了驾驶员的疲劳强度,提高了行车安全性。

2) 降低有害气体的排放 发动机在怠速和高速运行时,排放的废气中 CO 和碳氢化

合物的浓度较高。而自动变速器的应用使发动机经常处于低有害气体排放的区域内运转,从而降低了排气污染。

3) 整车具备更好的驾驶性能 汽车驾驶性能的好坏一定程度上取决于正确的操纵与控制。自动变速器能通过系统的设计,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,使得驾驶性能与驾驶员的技术关系减小。

4) 良好的行驶性能 自动变速器的挡位变换不但快而且平稳,提高了汽车的乘坐舒适性。通过液体传动或电脑控制换挡,可以消除或降低传动系统中的冲击和动载。这对在地形复杂、路面恶劣条件下的工程车辆、军用车辆尤其重要。

2. 自动变速器的缺点

1) 结构复杂、成本高 与手动变速器相比,自动变速器结构复杂,零部件加工难度大,制造成本高;技术不够成熟,寿命短;维护和维修要有昂贵的专业设备,难度和成本都较大。

2) 效率不够高 这也制约了自动变速器在小排量汽车上的使用。同类型的汽车,职业驾驶员驾驶,安装自动变速器的汽车比安装手动变速器的汽车油耗大 15% 左右。

3) 缺少驾驶乐趣 配备自动变速器的汽车大大降低了驾驶个性,这也是“爱车族”不愿驾驶自动变速器汽车的原因。这也是近年来产生了自动、手动两用变速器的主要原因。

模块二 电控液力自动变速器齿轮变速机构

任务一 液力变矩器

知识点

1. 掌握液力变矩器的结构和工作原理；
2. 掌握锁止离合器的结构和工作原理。

任务引入

本节任务主要是观察和掌握液力变矩器的结构,理解其工作过程。

相关知识

一、液力耦合器

液力耦合器是通过工作液作为介质进行传递动力和转矩的一种装置。

1. 液力耦合器的结构

液力耦合器的结构如图 2-1-1 所示。

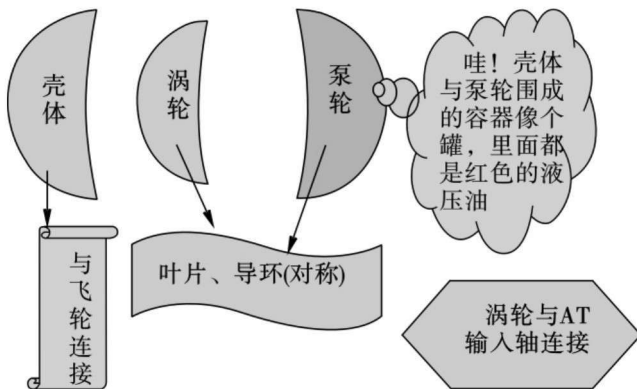


图 2-1-1 液力耦合器的结构

2. 液力耦合器的工作原理

1) 两个电扇的动力传递 电扇 A 吹出的空气推动电扇 B 的叶片, 导致电扇 B 旋转。电扇 A 和电扇 B 通过空气实现了动力传递。

2) 液力耦合器的工作原理 液力耦合器采用自动变速器油作为动力传递介质后, 能够产生更高的动力传递效率。

当泵轮在发动机的带动下高速旋转时, 油液被泵轮叶片带动高速甩出, 并冲击到涡轮的叶片上, 带动涡轮高速旋转, 对外输出动力。

3. 液力耦合器的工作过程

液力耦合器的工作过程如图 2-1-2 所示。

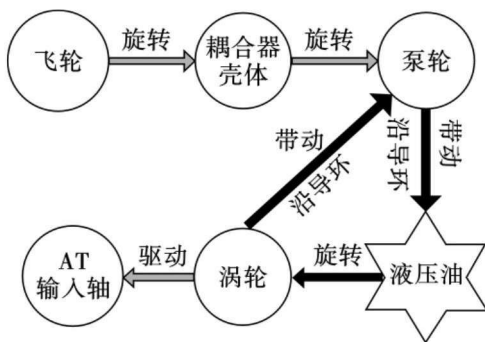


图 2-1-2 液力耦合器的工作过程

4. 液力耦合器中的液体流动

1) 涡流 工作油液由泵轮流向涡轮, 而后再流回泵轮, 在泵轮和涡轮叶片槽之间形成的油流的循环运动, 又称为循环流动。

涡流是由于泵轮与涡轮之间存在转速差异时产生的。

2) 环流 环流的方向与泵轮的转动方向一致, 又称为圆周流动, 环流是由泵轮叶片的圆周运动推动工作液引起的。当流动的工作液冲击转速较低或静止的涡轮叶片时, 把转动的力施加到涡轮上。

这两种不同的流动相互复合而产生的流动, 取决于泵轮与涡轮之间的速度差。当泵轮快速转动, 而涡轮的负荷较大使转速降低时, 耦合器内的油液以涡流为主。当载荷被克服, 涡轮转速增加时, 工作油液圆周运动速度增大, 耦合器内的油液以环流为主。

5. 液力耦合器的工作效率

1) 传动比 输出转速与输入转速之比, 即涡轮转速与泵轮转速之比。

$$i = n_t / n_p \quad (2-1-1)$$

式中 i ——传动比;

n_t ——涡轮转速;

n_p ——泵轮转速。

2) 传动效率 涡轮的输出功率与泵轮的输出功率之比。

$$\eta = N_t / N_p = i \quad (2-1-2)$$