

汽车自动变速器解难

汽车自动变速器

原理与检修

张月相 赵英君 主编

黑龙江科学技术出版社

汽车自动变速器解难

汽车自动变速器原理与检修

张月相 赵英君 主编

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器原理与检修 / 张月相, 赵英君主编.
哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 2004. 12
(汽车自动变速器解难)
ISBN 7-5388-4691-3

I. 汽... II. ①张...②赵... III. 汽车-自动变
速装置-车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 071838 号

内容提要

本书以独创的各挡机械传动图和别具一格的叙述方法, 把国内外广泛使用的辛普森式、拉维奈尔赫式、平行轴式以及无级变速器等四类自动变速器的各挡机械传动过程, 以及复杂的油路循环描绘得淋漓尽致, 通俗易懂, 彻底解决了国内外公认的自动变速器总体构造难, 机械传动难, 油路循环难这三个难题。本书图文并茂, 书后有彩色油路图, 便于查找, 是一本不可多得的检修自动变速器的工具书。书中所选各变速器均具有极强的代表性, 以求借此达到举一反三, 触类旁通的目的。

本书可供汽车维修人员和大专院校汽车专业师生学习参考。

责任编辑 张坚石

封面设计 晴天工作室

汽车自动变速器解难

汽车自动变速器原理与检修

QICHE ZIDONG BIAN SUQI YUANLI YU JIANXIU

张月相 赵英君 主编

出版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印刷 哈尔滨市工大节能印刷厂

发行 全国新华书店

开本 787×1092 1/16

印张 23.75

插页 28

字数 526 000

版次 2005 年 1 月第一版·2005 年 1 月第一次印刷

印数 1-3 000

书号 ISBN 7-5388-4691-3/U·133

定价 56.00 元

作者简历

张月相 东北农学院汽车拖拉机运用与维修专业毕业,后留校任教。“文革”开始后调入汽车修理厂,从事汽车修理工作。1985年先后任哈尔滨市汽车工业修配公司总经理,主管哈尔滨市各汽修厂。后任哈尔滨市政府汽车办企管处处长。1990年创建哈尔滨市科龙汽车实用技术研究所。2000年创办哈尔滨市科龙电控汽车维修技术培训学校。

几十年来,通过在大学、社会办学中任教和在修理厂修车,既有了坚实的理论功底,又有了丰富的实际经验。于1980年开始编著出版了《汽车故障排除100例》、《汽车发动机修理标准手册》、《汽车底盘修理标准手册》、《电控汽油喷射系统的原理与检修》、《自动变速系统的原理与检修》和《电子点火系统的原理与检修》等多部著作,其中多部在北方十省市优秀科技图书评比中获奖。

赵英君 哈尔滨工业大学毕业后,投身于汽车电控系统的修理工作已十余年。历任中国一汽轿车服务站技术员、日本本田汽车特约维修站技术总管等职,并在日本研修归国。主要作品有:《轿车故障诊断与排除实例》、《'99新款雅阁轿车结构与维修》、《电控汽车维修数据手册》(共四册)、《轿车选购》、《轿车科学使用》和《世界汽车博览手册》等多部著作。

前 言

自动变速器是现代汽车的重要组成部分,很多零件重重叠叠、环环相扣地拥挤在一个很小的变速器壳体内。其结构原理和传动过程又很复杂,加上蜘蛛网般的油路,真叫人看得眼花缭乱,十分头痛。因此,汽车自动变速器被认为是汽车中最难弄懂的部分,这就给汽车自动变速器的检修带来一定的困难。

本丛书是作者多年教学和修车实践的总结。书中以简明的文字、独创的传动原理图和彩色油路图,对广泛使用的四种类型的自动变速器结构、原理与检修进行了介绍,真正破解了学习自动变速器的“三难”——总体结构难、机械传动难和油路循环难。

对于具体车型的自动变速器的检修,书中分别详尽地介绍了自动变速器的电控系统电路图、电脑接脚注解、电控系统各元件检测以及自动变速器的分解与装配图等。

本丛书图文并茂,表现手法独特。通过学习,既可帮助广大汽车修理人员走出自动变速器难学的困境,又能尽快提高他们分析与判断自动变速器故障的水平。

深信,本丛书一定会成为汽车修理人员的好朋友。

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 变速器的发展、分类及优点	(1)
一、变速器的功用和分类	(1)
二、自动变速器的优点	(7)
第二节 液力变矩器的结构原理与检修	(8)
一、液力变矩器的结构	(8)
二、液力变矩器的工作原理	(13)
三、液力变矩器的检修	(14)
第三节 辛普森行星齿轮机构的工作原理与运动方程	(17)
一、行星齿轮机构传动原理	(17)
二、行星齿轮机构运动方程及传动比计算	(25)
第四节 离合器、制动器和单向离合器	(31)
一、离合器结构与检修	(31)
二、制动器的结构与检修	(34)
三、单向离合器的结构与检修	(35)
第二章 辛普森式行星齿轮自动变速器	(36)
第一节 带超速挡箱辛普森式行星齿轮式四挡自动变速器结构原理与故障 分析诊断	(36)
一、带超速挡箱辛普森式四挡自动变速器总体结构	(36)
二、自动变速器的传动原理	(38)
第二节 无超速挡箱辛普森式双行星排四挡自动变速器结构与传动原理	(59)
一、自动变速器总体结构	(59)
二、自动变速器各挡传动原理	(60)
第三章 自动变速器液压控制系统	(79)
第一节 自动变速器控制阀的结构及工作原理	(79)
一、调压阀结构与工作原理	(79)
二、开关阀的结构原理	(90)
三、定时阀的结构原理	(105)

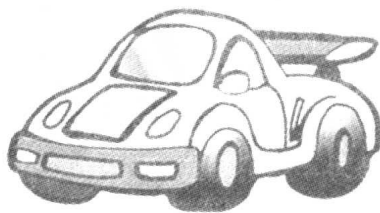


四、阀体的检修	(108)
第二节 辛普森行星齿轮变速器全液压控制油路工作原理	(109)
第三节 自动变速器电控系统	(120)
一、电子控制系统的结构、原理	(120)
二、电子控制自动变速器油路阀体工作原理	(143)
三、辛普森自动变速器电子控制系统各挡油路工作原理	(144)
第四章 拉维奈尔赫行星齿轮变速器结构原理与故障分析	(152)
第一节 拉维奈尔赫行星齿轮变速器结构与传动原理	(152)
一、自动变速器总体结构	(152)
二、拉维奈尔赫行星齿轮四挡变速器传动原理	(152)
第二节 宝马 4L30-E 型拉维奈尔赫式自动变速器结构原理与故障分析	(170)
一、宝马 4L30-E 型自动变速器总体结构	(170)
二、宝马 4L30-E 型自动变速器传动原理	(172)
三、宝马 4L30-E 自动变速器电控油路系统工作原理	(181)
四、宝马 4L30-E 自动变速器故障诊断	(190)
第三节 捷达 096 自动变速器结构原理	(192)
一、096 自动变速器结构	(192)
二、096 自动变速器各挡传动原理	(194)
第五章 平行轴式自动变速器的结构原理与故障分析	(210)
第一节 平行轴式自动变速器的总体结构	(210)
一、机械传动部分的总体结构	(210)
二、平行轴式自动变速器电控液压系统的结构	(212)
第二节 本田 MPOA 自动变速器的传动原理	(216)
第三节 本田 MPOA 自动变速器锁止离合器组成及工作原理	(223)
一、锁止离合器的组成	(223)
二、锁止离合器的工作原理	(226)
第四节 本田 BCLA/MCLA 平行轴式五挡自动变速器结构原理与检修	(229)
一、本田 BCLA/MCLA 平行轴式五挡变速器总体结构及原理	(229)
二、本田 BCLA/MCLA 型五挡平行轴式自动变速器电控系统结构原理	(240)
三、本田 BCLA/MCLA 型五挡平行轴式自动变速器油路系统工作原理	(244)
四、液力变矩器锁止离合器工作原理	(260)
五、BCLA/MCLA 自动变速器故障诊断分析	(264)
第六章 飞度轿车无级变速器的结构与检修	(269)
第一节 飞度轿车电子控制无级变速器总体结构	(269)



一、本田飞度无级变速器机械部分组成	(269)
二、电子控制系统的组成及工作原理	(273)
三、油路系统的组成及阀的工作原理	(280)
第二节 飞度轿车无级变速器传动原理	(286)
第三节 飞度无级变速器油路系统工作原理	(290)
一、倒挡制动器起步离合器油路循环原理	(290)
二、各挡油路循环原理图	(292)
第四节 无级变速器主要故障	(297)
第七章 齿轮式自动变速器的正确使用、调整、试验及故障诊断技巧	(298)
第一节 液力自动变速器的正确使用与调整	(298)
一、液力传动油及其使用	(298)
二、选择挡位及其使用方法	(300)
三、汽车液力自动变速器使用中注意事项	(304)
四、自动变速器的检查与调整	(308)
第二节 自动变速器的检测与试验	(311)
一、液力自动变速器的检测	(311)
二、自动变速器电控系统的检测	(345)
第三节 齿轮式自动变速器故障诊断技巧	(346)
一、目视法	(347)
二、仪器诊断和仪表测量方法	(347)
三、执行元件工作表分析法	(355)
四、试验诊断法	(356)
五、听诊法	(358)
第四节 行星齿轮式自动变速器主要故障诊断分析	(360)

第一章 概述



汽车变速器是通过改变转速比,从而改变传动扭矩比的装置,它与发动机配合工作,保证汽车有良好的动力性能和经济性能。变速器可以增大发动机传到驱动车轮上的扭矩和调整转速的变化范围,以使汽车适应在各种情况下行驶的需要。变速器还能在保持发动机原转动方向不变的情况下,使汽车实现倒车,并能暂时地切断发动机与传动系统的动力传递,使发动机处于空转的怠速状态。

自从人类将各种形式的能量如机械能、水力能、电能、热能等广泛地应用于社会各个生产实践中之后,科学技术得到迅速发展,生产力不断提高。因此,能量的控制、转换和传递成为人们在广阔科学技术领域中重视和研究的主要课题。随着科学技术的不断进步,液压技术、电子技术的相继应用和发展,人们在寻求一种能根据汽车行驶速度和阻力大小,在一定范围内能自动地、或无级地改变传动,实现换挡自动化、半自动化,使驾驶员操作简便,车辆行驶平衡,以提高汽车平均速度和乘坐舒适性的装置,自动变速器的发明解决了这一难题。自动变速器早在二战时期就开始研制,20世纪80年代在国外得到广泛使用,但在国内生产的汽车上,到21世纪初才大批量装备。

第一节 变速器的发展、分类及优点

一、变速器的功用和分类

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。

变速器是传动系统中主要的变速机构,且在多数汽车上还是惟一的变速机构。变速器能使汽车正向行驶,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。

汽车变速器按变速方式,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。按其操纵方式,分为手动变速器和自动变速器两种。手动变速器靠驾驶员操作,利用齿轮传动的基本原理,通过大小不同的齿轮组合方案,获得不同的传动比。但在自动变速器中,发动机曲轴转速与驱动车轮之间不同的传动比是自动获得的,驾驶员不



需要操作换挡。

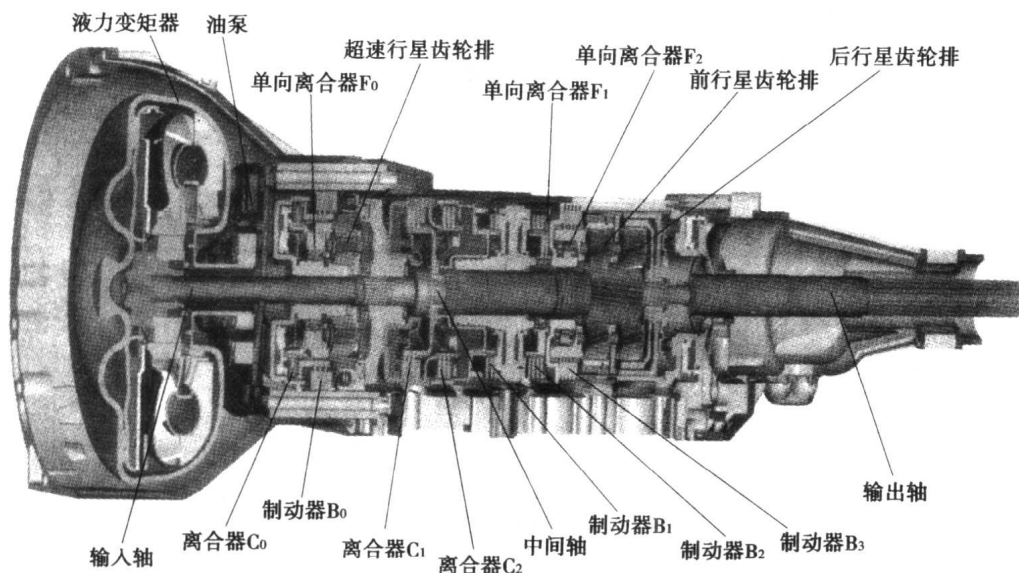


图 1-1-1 液力自动变速器的剖视图

由于齿轮式有级变速器的效率高,作可靠,结构比较简单等优点,故被广泛地应用在各种汽车上。但是对于诸如高级轿车、超重型自卸汽车、要求高通过性的军用越野汽车以及城市用的大型公共汽车等车型,由于特殊的使用条件和要求,普通强制操纵的齿轮式有级变速器往往不能适应,而较多采用液力机械传动。目前高级轿车愈来愈多地采用液力自动变速器,常见液力自动变速器的剖视图如图 1-1-1 所示。

从图 1-1-1 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。

目前使用的汽车自动变速器,主要是靠液力传动来完成的。液力传动于 20 世纪初发明于欧洲,最初应用于液力耦合器和变矩器,随后美国 GM 汽车公司采用了这种变矩器。1938 年液力自动变速器批量生产,它是变矩器和液力自动变速器的组合,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 公司首先将液力传动用于批量生产的轿车上,直至 1948~1950 年间才出现了可根据车速节气门开度进行自动换挡的自动变速器,此后 40 年间自动变速器得到了空前的发展,从发展趋势看,自动变速器的控制方式从液压控制向电控液压控制及智能化的方向发展。

目前,世界汽车广泛使用四种类型的自动变速器:辛普森行星齿轮式自动变速器;拉维奈尔赫式行星齿轮式自动变速器;平行轴式自动变速器;无级变速器。下面分别介绍其结构的主要特点。



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,广泛应用于欧、美、亚各大汽车公司生产的汽车上,其总体结构如图 1-1-2 所示。

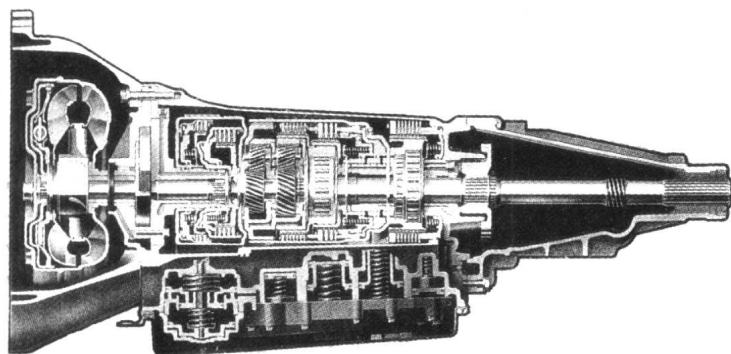


图 1-1-2 辛普森行星齿轮式自动变速器

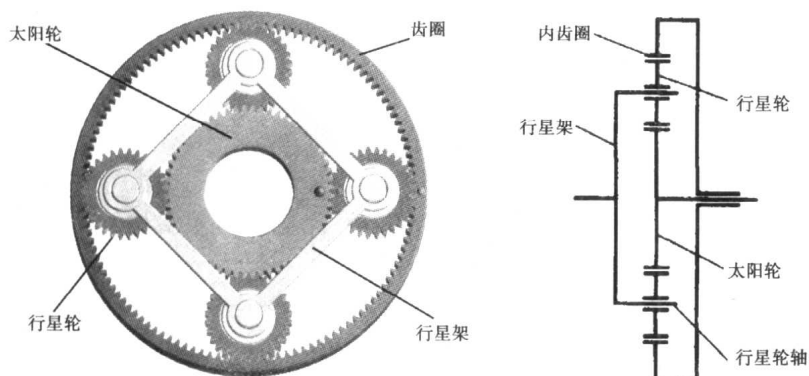


图 1-1-3 辛普森行星齿轮机构示意图

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,辛普森行星齿轮机构元件位置关系如图 1-1-3 所示。

从图可见,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 1-1-4 所示。

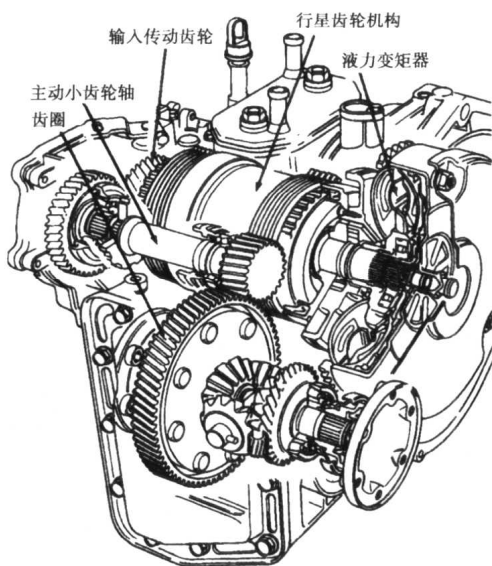


图 1-1-4 拉维奈尔赫式行星齿轮自动变速器

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。拉维奈尔赫式行星齿轮机构元件位置关系如图 1-1-5 所示。

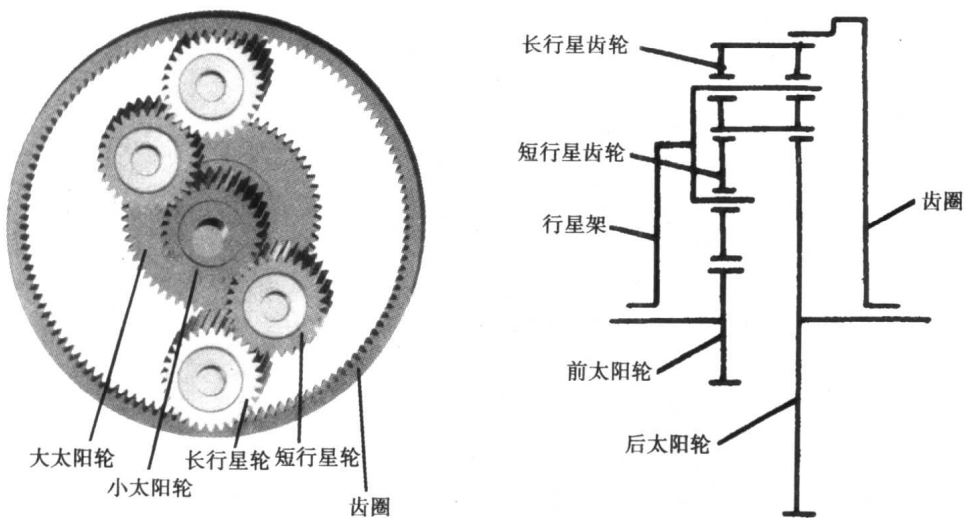


图 1-1-5 拉维奈尔赫式行星齿轮机构示意图



从图可知,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。根据行星齿轮机构运动方程的推导,可知拉维奈尔赫式行星齿轮机构的运动方程为

$$n_1 - a \cdot n_2 - (1 - a) \cdot n_3 = 0$$

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。英国的陆虎,日本的铃木公司,因为和本田公司存在技术合作关系,所以我们可以陆虎及铃木公司的一些车型上见到平行轴式自动变速器。

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(图 1-1-6),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。

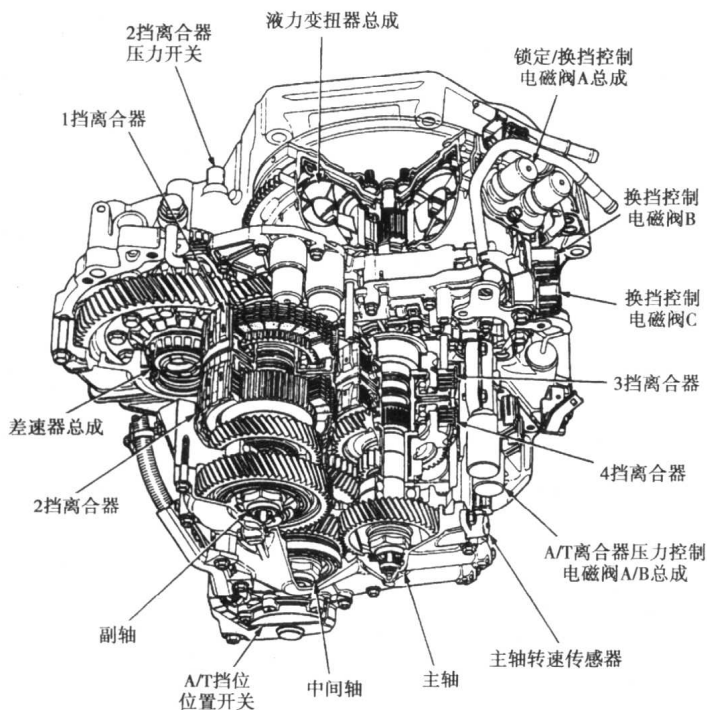


图 1-1-6 平行轴式自动变速器

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 1-1-6 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,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。

最简单的无级变速器是V形皮带无级变速器,V形皮带将两个能够连续不断改变直径的皮带轮连在一起,通过改变输入、输出带轮的直径来实现无级变速,其变速原理如图1-1-7所示。

无级变速器可保持最佳的传动比和圆滑的过渡。这使得汽车的牵引性能连续、无间断,驱动力与车速曲线呈平衡圆滑下降趋势,提高了乘坐的舒适性。

有的无级变速器采用行星齿轮机构与无级传动组合的方式,即采用单行星排的行星齿轮机构,以获得前进挡和倒挡,将行星排扭矩输入给无级传动系统。

与液力变矩器式自动变速器相比,无级变速器结构简单,典型的无级变速器如图1-1-8所示。

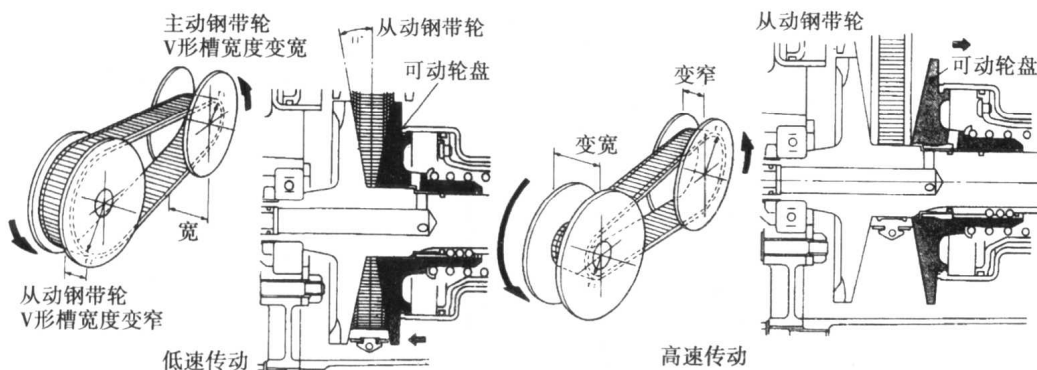


图1-1-7 无级变速器变速原理

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1-1-9所示为一种电控无级变速器(ECVT)的结构图。

无级变速器的优点:外形尺寸小,操纵简单,行驶平稳,舒适性好,可有效衰减传动系扭转振动,延长发动机及传动部件寿命,改善和提高汽车的动力性,减少燃油消耗。

无级变速器的缺点:制造难度大,生产成本高,钢带传动容易打滑。无级变速器目前还只能应用在功率较小的汽车上,大功率汽车如使用无级变速器则存在传动效率低的问题。

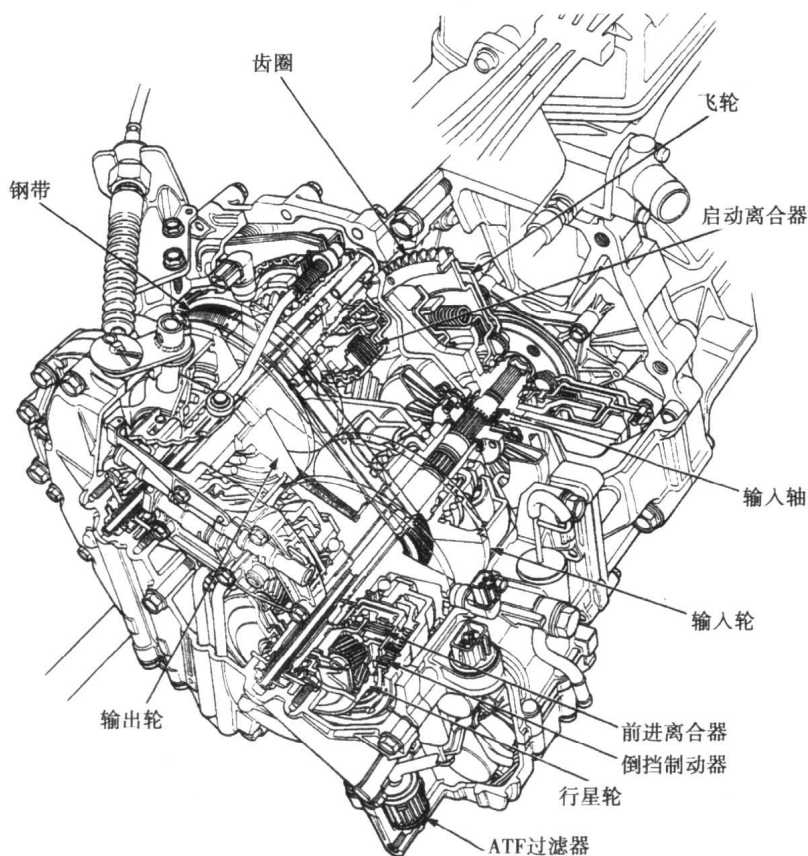


图 1-1-8 典型无级变速器

在国产汽车上,奥迪 A6 轿车于 2002 年首先装备无级变速器。

二、自动变速器的优点

尽管自动变速器存在结构复杂,价格昂贵,低速行驶时传动效率低及维修难等缺点,但它的优点则远大于它的不足,而且随着科学技术的发展,自动变速器电控系统的技术含量日益增加,一定程度上弥补了它的不足,自动变速器的优势更加突出地表现出来。

汽车自动变速器具备手动变速器不可替代的以下优点:

(1) 摆脱了驾驶员操作离合和频繁的手动换挡,减轻了驾驶员的负担,提高了汽车行驶的安全性。

(2) 由于适时升降挡,延长了发动机及传动系统的使用寿命,减少了传动过程的冲击,既改善了乘坐的舒适性,又可大约延长传动零部件寿命的两倍以上。

(3) 能根据道路状况和发动机的负荷状况,在一定的范围内,恰到好处地升降挡,从而提高了汽车的动力性和经济性,当汽车在公路上行驶时,装备自动变速器的汽车一般可比手动变速器车型节油 5% ~ 20%。

(4) 汽车起步和加速平稳,通过液力变矩器又可吸收和衰减升降挡过程中的振抖和冲击,提高了汽车行驶的平稳性。

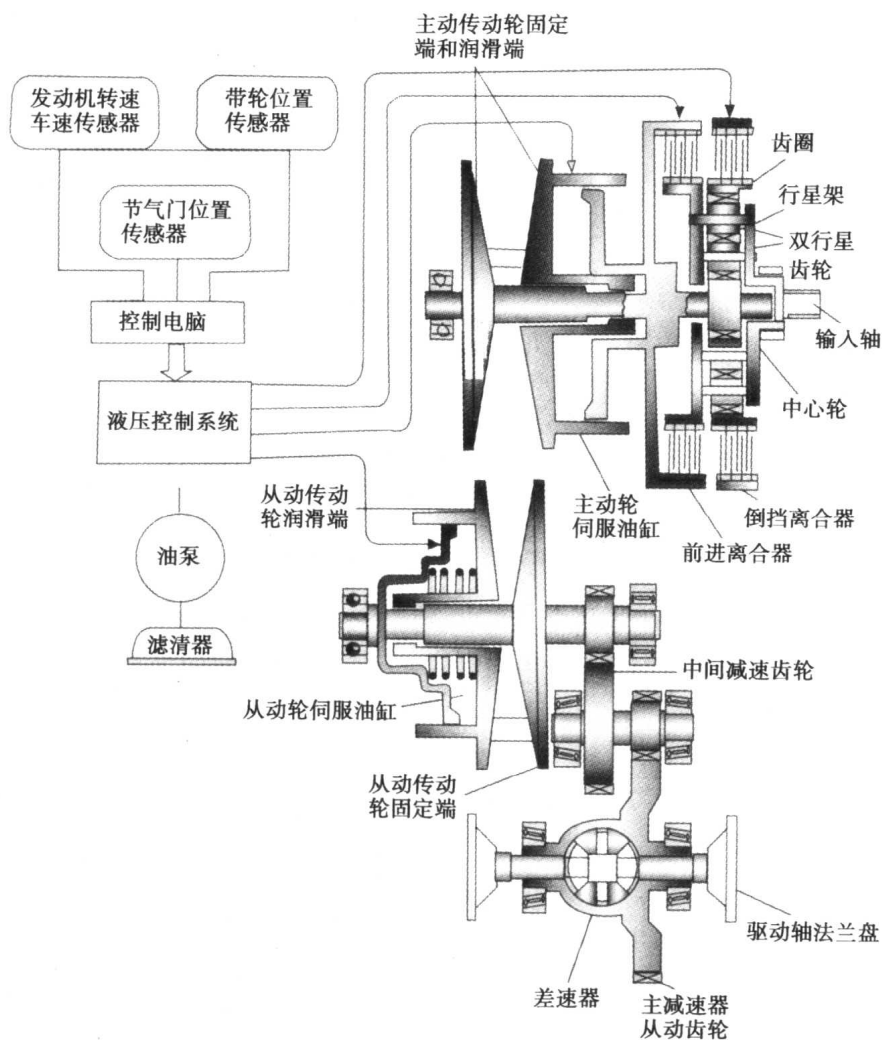


图 1-1-9 电控无级变速器结构

(5) 通过电脑控制,可与发动机的工况恰当配合,降低排气污染。

第二节 液力变矩器的结构原理与检修

一、液力变矩器的结构

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,起自动离合器的作用。



液力变矩器的总体结构示意图如图 1-2-1 所示。

从图可知,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。

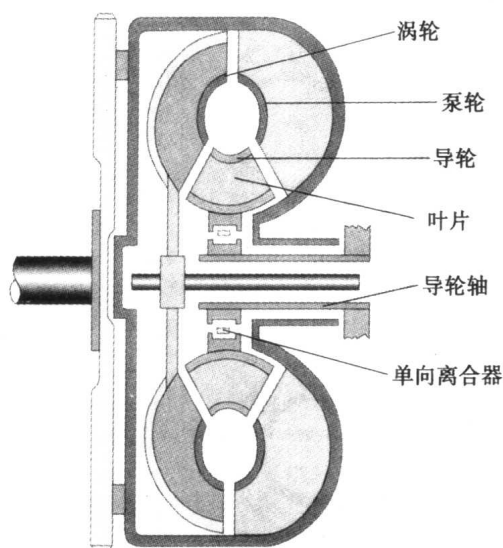


图 1-2-1 液力变矩器总体结构示意图

1. 泵轮的结构

泵轮结构如图 1-2-2 所示。

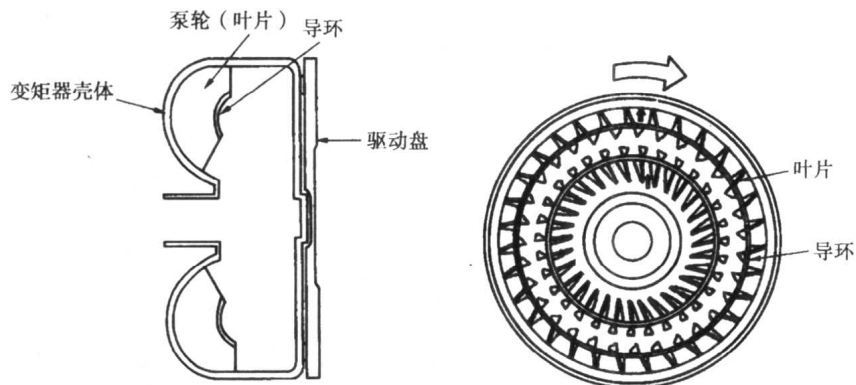


图 1-2-2 液力变矩器泵轮结构示意图

从图可知,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,当曲轴旋转时,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,当泵轮旋转时,叶片便带动其间的液体介质一同运动。

2. 涡轮的结构

涡轮的结构如图 1-2-3 所示。从图可知,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