



汽车维修高级培训教材

一套面向汽车

重点解答电控系统

每一分册均分成原理篇和维修难点的

讲述诊断复杂故障所必不可缺少的

系统

编排生动，循序渐进，易于掌握

循序渐进，易于掌握

循序渐进，易于掌握

自动 变速箱系统

福建科学技术出版社

珠海市欧亚汽车技术有限公司

黄林彬 编著





汽车维修高级培训教材

珠海市欧亚汽车技术有限公司
黄林彬 编著

自动变速箱系统

福建科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

自动变速箱系统/黄林彬编著. —福州: 福建科学技术出版社, 2001. 7

汽车维修高级培训教材

ISBN 7-5335-1762-8

I. 自… II. 黄… III. 汽车-自动变速装置-教材 N. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 05511 号

- 书 名** 自动变速箱系统
汽车维修高级培训教材
- 作 者** 黄林彬
- 出版发行** 福建科学技术出版社 (福州市东水路 76 号, 邮编 350001)
- 经 销** 各地新华书店
- 排 版** 福建省科发电脑排版服务公司
- 印 刷** 三明日报社印刷厂
- 开 本** 787 毫米×1092 毫米 1/16
- 印 张** 16
- 插 页** 2
- 字 数** 400 千字
- 版 次** 2001 年 7 月第 1 版
- 印 次** 2001 年 7 月第 1 次印刷
- 印 数** 1—4 000
- 书 号** ISBN 7-5335-1762-8/U·90
- 定 价** 23.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

丛书编写委员会

策划 刘晓冰
主编 高玉民
编委 吴荣辉 黄林彬 马华祥
 朱建凤 王正润 高峰

前 言

随着汽车工业的飞速发展,电子技术已在汽车上广泛应用,加上人们对汽车优越性能的不断追求,传统的手动变速器已逐渐转为自动变速器。相应地,维修工作也从机械维修转为现在的以机械维修为基础的电子控制系统的维修。这也迫使现代的汽车修理技术人员必须尽快掌握相应的维修技术。

本书全面介绍了自动变速器的结构、工作原理及检修技术。内容上分为上下篇。上篇为原理篇,以丰田车系所采用的自动变速器为主要介绍对象,从变速器的发展史开始,依次介绍了自动变速器的功能及基本组成,同时用大量的篇幅和详尽的文字说明,介绍了变矩器、液压控制系统以及机械变速机构和电子变速机构的结构与原理。通过上篇的学习,读者可以掌握自动变速器的基础知识。下篇为实战篇,以解决维修现场碰到的实际问题为宗旨,介绍了维修技术人员急需的知识,内容涉及自动变速器维修基本知识,各具体车型所采用自动变速器系统的分解图、元器件规格、故障码读取和分析方法、油压测试位置图、油压规格以及控制模块电路图等。

本书曾长期作为珠海欧亚汽车技术有限公司定期特训班和驻厂(维修厂)培训班教材使用,历经多次修改与完善。可推荐各级行业培训、在职培训和社会培训办班选用。

由于时间仓促及编者水平有限,本书难免存在错误与不足,敬请读者批评指正。

编者

2009/03

目 录

上篇 基础篇

第一章 自动变速器概述

第一节 自动变速器的发展	(1)
第二节 自动变速器的功能特点	(1)
第三节 自动变速器的组成	(3)
一、变矩器	(3)
二、行星齿轮机构	(5)
三、液压控制系统	(8)
四、手动操纵机构	(9)
五、主传动机构	(10)
六、电子控制系统	(11)
七、自动变速器油(ATF)	(13)

第二章 自动变速器的结构与工作原理

第一节 液力耦合器和液力变矩器	(15)
一、概述	(15)
二、液力耦合器的结构与工作原理	(15)
三、液力变矩器的结构与工作原理	(19)
第二节 机械变速机构	(26)
一、齿轮	(27)
二、单排行星齿轮机构	(27)
三、辛普森行星齿轮机构	(32)
四、离合器和制动器	(47)
五、主减速器和差速器	(55)
第三节 液压控制系统	(57)
一、液压控制系统组成	(57)
二、电控液压控制系统组成	(58)
三、油泵	(59)
四、液压管路	(63)
五、自动变速器油(ATF)	(80)
第四节 电子控制系统	(85)
一、电子控制自动变速器结构	(85)
二、电控系统的工作原理	(89)
三、电控系统元件	(94)

下篇 实战篇

第三章 故障分析及排除基础

第一节 故障分析及排除流程	(111)
第二节 基本检验	(114)
一、发动机怠速检验	(114)
二、节气门全开检验	(114)
三、节气门与换档拉索检验	(114)
四、自动变速器液位检验	(115)
五、超速档控制开关检验	(116)
六、手控换档试验	(116)
第三节 各种测试	(117)
一、失速测试	(117)
二、时滞测试	(119)
三、液压测试	(120)
四、道路测试	(122)

第四章 各车型典型变速器的维修

第一节 美国车自动变速器的维修	(126)
一、GM 4T60-E 自动变速器的维修	(126)
二、CHRYSLER 41TE 自动变速器的维修	(142)
三、FORD AX4S 变速器的维修	(152)
第二节 亚洲车变速器的维修	(170)
一、丰田 A-340E 自动变速器	(170)
二、日产 RE4F04A/V 自动变速器	(187)
三、本田 MPOA 变速器的维修	(198)
四、三菱 F4A20 系列自动变速器	(212)
第三节 欧洲车变速器的维修	(226)
一、AUDI 097 变速器的维修	(226)
二、BENZ W4A020/W4A040 变速器的维修	(233)
三、宝马 ZF 4HP-22/24 自动变速器	(242)

上篇 基础篇

第一章 自动变速器概述

第一节 自动变速器的发展

1914年,由德国奔驰公司最先推出第一个全自动齿轮变速器,当时装在少数为高级官员制造的汽车上。

1940年奥兹莫比尔(OLDSMOBILE)采用液力自动变速器,这是在批量生产的美国汽车上最早采用的全自动变速器。该变速器采用两排行星齿轮机构提供四个前进档,利用节气门油压和速控油压进行换挡控制。1941年凯迪拉克(CADILAC)汽车装用液力自动变速器;1948年旁帝克(PONTIAC)汽车装用液力自动变速器。1941年克莱斯勒(CHRYSLER)推出了带有液力耦合器的4速半自动变速器。

自动变速器最重要的改进是在二战期间,别克(BUICK)公司为坦克开发了液力变矩器,到1948年,这种液力变矩器与其他部件结合成为液力变速器而定型为现在通用的自动变速器。

1949年,帕卡德(PACKARD)的超自动传动装置(ULTRAMATIC)采用了锁止液力变矩器。但由于该变矩器具有工作冲击性,而于1957年被弃置,直到20世纪70年代才又被重新采用。

1956年,克莱斯勒(CHRYSLER)汽车公司投产了陶克福利特变速器(TORQUEFLITE),这种变速器是最早带有变矩器的现代自动3速变速器并且首先采用辛普森(SIMPSON)复合行星齿轮机构。

1983年,丰田(TOYOTA)汽车公司生产了A140E型自动驱动桥,这是第一种电控换挡自动变速器,这种变速器开创了变速器发展的新趋势。从1990年起,大部分轿车自动变速器都采用了电控自动变速器,特别是美国国内的各汽车制造厂,至少各推出了一种电控自动变速器(ECT)。如1991年通用汽车公司在前轮驱动的豪华型轿车上装用了4T60-E型自动变速器;福特汽车公司也在其生产的林肯-大陆上装用了AXOD-E型4速电控自动驱动桥。

在我国,上海通用公司在其生产的别克轿车上装备了4T65-E电控自动变速器,这是我国第一家汽车公司将自动变速器作为标准装置装于轿车,该变速器于1998年10月份正式下线生产。

第二节 自动变速器的功能特点

汽车在行驶过程中,有时需要驱动轮有较大的驱动力(如起步、上坡或加速时),有时需要驱动轮有较高的旋转速度(如高速行驶时);另一方面,汽车除了前进之外有时也还需要倒行。因此,汽车上需要有一种可以根据车辆当时的工况能随时改变传动比和驱动轮旋转方向

的装置。传动系是满足上述各种要求的装置，主要包括变速器、差速器和驱动桥。变速器由一系列不同齿数比的齿轮实现不同的传动比。

变速器有两种基本类型，即手动变速器和自动变速器。

手动变速器由一系列齿轮和轴组装而成(图 1-1)，以便把发动机的动力传递到驱动桥，并且由驾驶员手动改变齿轮传动比。

自动变速器使用一个变矩器和一个行星齿轮机构(图 1-2)，可以自动改变齿轮传动比。自动变速器系统又称自动变速箱系统。

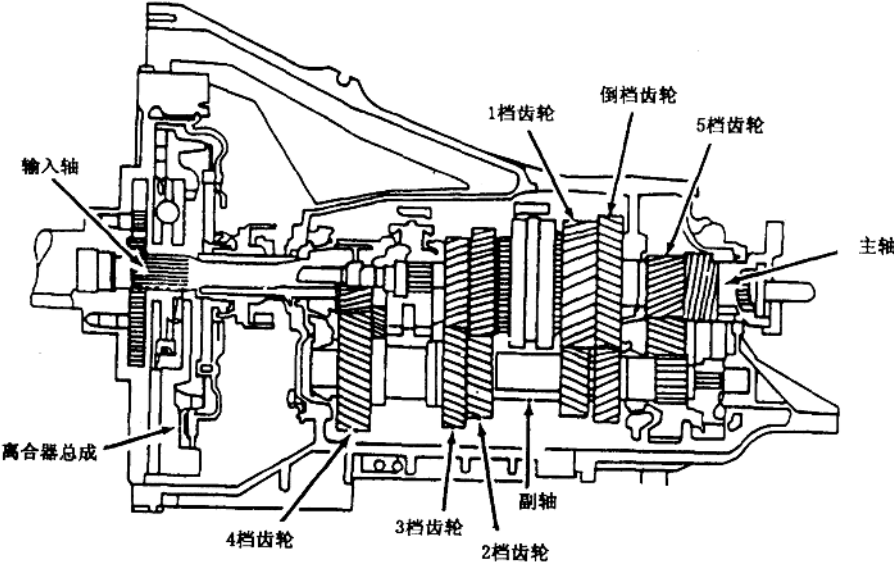


图 1-1 典型手动变速器

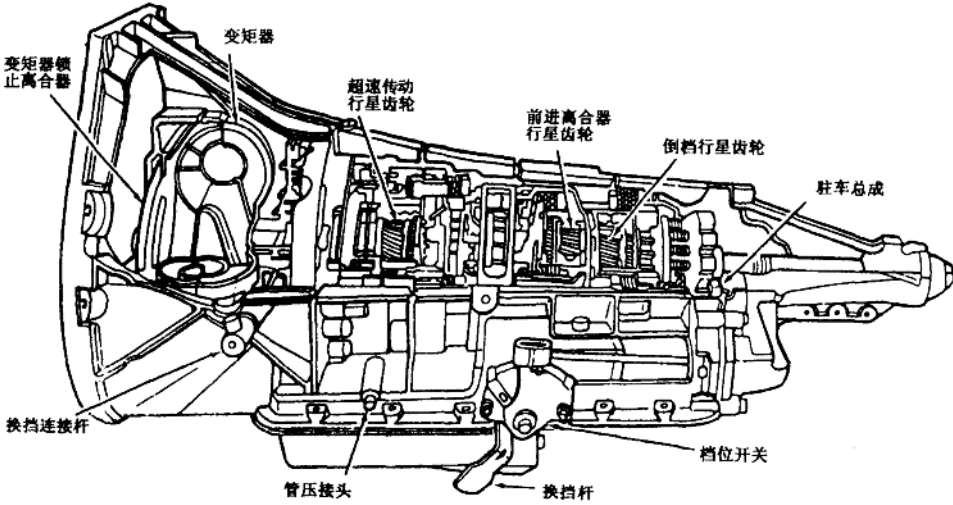


图 1-2 典型自动变速器

自动变速器按照车辆的驱动方式分类,可分为自动变速器(后驱)和自动变速驱动桥(前驱)。如图 1-3 所示。按照车辆的档位分类,可分为 3 速自动变速器、4 速自动变速器和 5 速自动变速器。按照变速器的控制方式分类,可分为液压控制自动变速器和电子控制自动变速器。

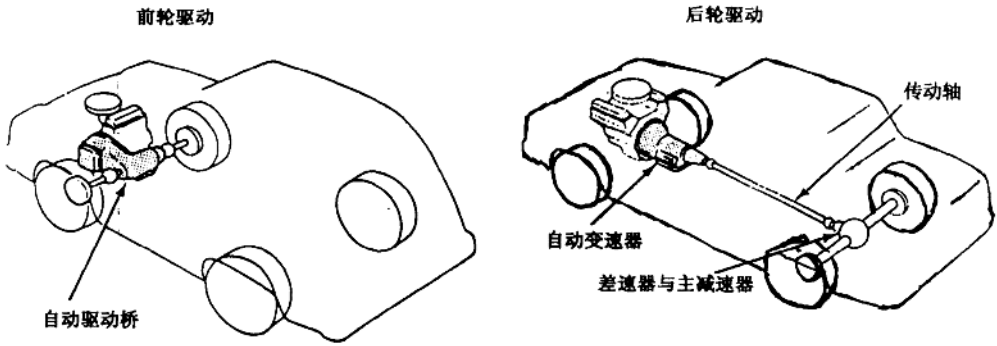


图 1-3 自动变速器与自动驱动桥

自动变速器最典型的功能是采用自动齿轮换档的方法,增大或减小由发动机产生的转矩,无需驾驶员进行离合器操作。

因此,与手动变速器相比,自动变速器具有如下优点:

- ①不必掌握诸如离合器操作这种既困难又麻烦的驾驶技术,从而使操作方便。
- ②根据实际驾驶条件自动而又平稳地换档,达到舒适驾驶的目的,减少驾驶员的疲劳。
- ③自动变速器是通过液压(通过变矩器)将发动机及传动系统连接起来,使发动机及传动系统不至于过载。
- ④根据行车条件自动选择最合适的档位(即 1 档、2 档、3 档、超速档来行驶),使换档平滑、无冲击性。
- ⑤尽可能持续、增大从发动机产生的转矩。
- ⑥振动和噪声小。
- ⑦发动机起动和怠速时无干扰。
- ⑧耐久性和可靠性好。
- ⑨维修方便。

第三节 自动变速器的组成

自动变速器的基本组成如图 1-4 所示。由图中可知,自动变速器由几个大部件构成。要充分发挥自动变速器的功能,这些部件就必须协调一致,正确地进行工作。为全面理解自动变速器的运作,就要充分理解这些部件的基本作用,这一点非常重要。

一、变矩器

变矩器安装于变速器齿轮传动系的输入端,通过驱动盘固定在发动机曲轴的后端(图 1-5)。变矩器内充满自动变速器液,它或者使发动机产生的转矩成倍增大,将增大的转矩传送

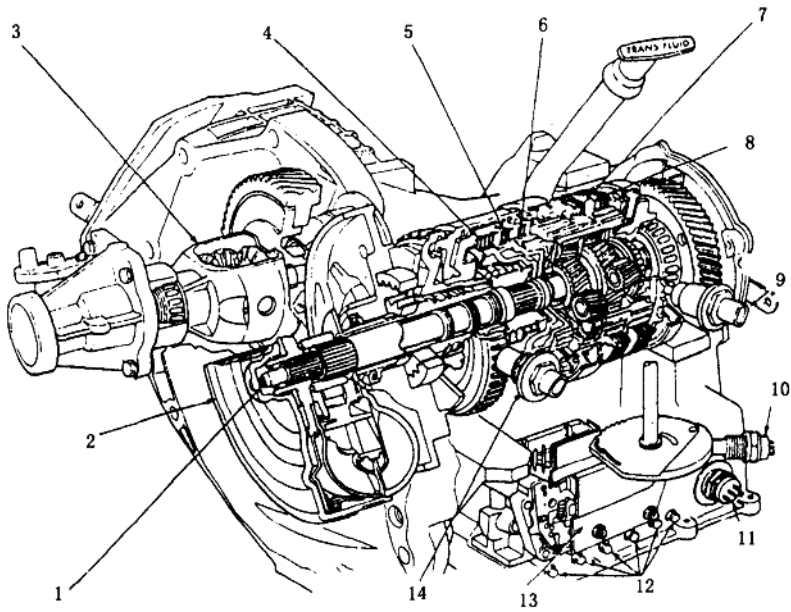


图 1-4 自动变速器

1-输入轴；2-变速器总成；3-差速器总成；4、5、6、7-各组离合器；8-行星齿轮装置；9、10、11、12、14-电控元件；13-控制器总成

给变速器；或者起到液力耦合器的作用，将发动机的转矩直接传递给变速器。

在装备自动变速器的车辆中，变速器还起着发动机飞轮的作用。装备手动变速器的车辆需要有笨重的飞轮，而装备自动变速器的车辆则使用一个驱动盘（图 1-6），此驱动盘的外缘是一个齿圈，这是用于起动机起动机时所需要的。在驱动盘带着变速器高速旋转时，其重量分布很均衡，可防止高速旋转时产生振动。

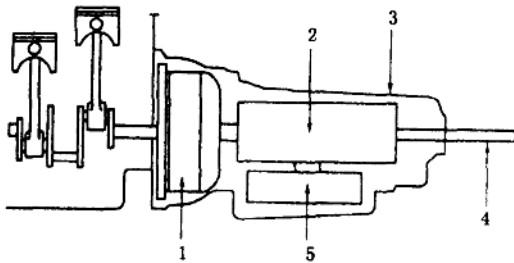


图 1-5 变矩器

1-液力变矩器；2-行星齿轮系统；3-壳体；4-输出轴；5-阀体

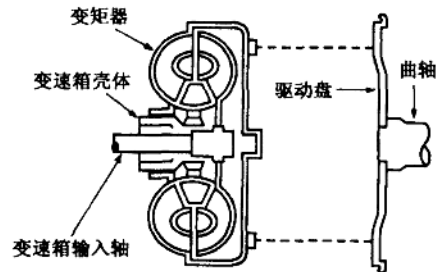


图 1-6 驱动盘

变矩器的作用：

- ①使发动机产生的转矩成倍增长。
- ②起到离合器的作用，传送发动机转矩至变速器。
- ③缓冲发动机及传动系的扭转振动。
- ④起到飞轮的作用，使发动机转动平稳。
- ⑤驱动液压控制系统的油泵。

二、行星齿轮机构

行星齿轮机构安装于铝合金制成的变速器壳体内，其功能是改变变速器输出转速及输出轴转动的方向，并将输出功率传送到主传动机构。

行星齿轮机构由行星齿轮、离合器、制动器、轴与轴承组成。行星齿轮改变输出转速；离合器及制动器由液压操纵，以控制行星齿轮工作；轴传输发动机动力；轴承则使每个轴平滑转动。

（一）作用

- ①根据行车条件及驾驶员所需，提供几种传动比，以获得适当的转矩及转动速度。
- ②为倒车提供倒档齿轮。
- ③提供停车时所需要的空档齿轮，让发动机怠速运转。

（二）行星齿轮组

行星齿轮组实际是一系列互联的齿轮，包括一个太阳齿轮、几个小齿轮、连接小齿轮与齿圈的行星齿轮架以及齿圈（图 1-7）。

这些齿轮之所以被称作“行星”齿轮，是因为这些小齿轮（也称作“行星齿轮”）就像绕太阳旋转的行星一样。

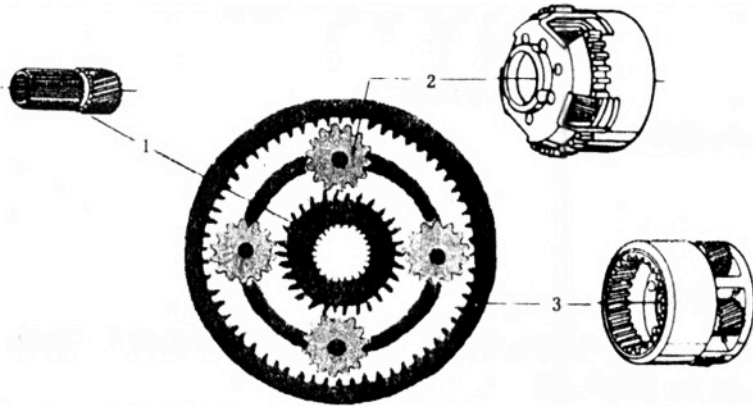


图 1-7 行星齿轮组

1-太阳轮；2-行星齿轮和行星齿轮架；3-齿圈

(三) 制动器

制动器是用来夹住行星齿轮中的一个部件（太阳齿轮、齿圈或行星齿轮架），使其不能运动，以获得必要传动比的机构。制动器由液压操纵。

制动器有二种，一种是湿式多片式制动器（图 1-8）。这种制动器的制动片固定在变速器壳体上，制动盘与各个行星齿轮组一起转动，制动片与制动盘互相挤压在一起，产生制动，从而使行星齿轮中的一个部件不能运动。

另一种制动器是带式制动器（图 1-9）。这种制动器有一绕着制动鼓的制动带，而制动鼓与行星齿轮部件之一连成为一整体。当活塞受到液压时，就接触制动带，而制动带就挤压制动鼓，使行星齿轮这一部件不能运动。

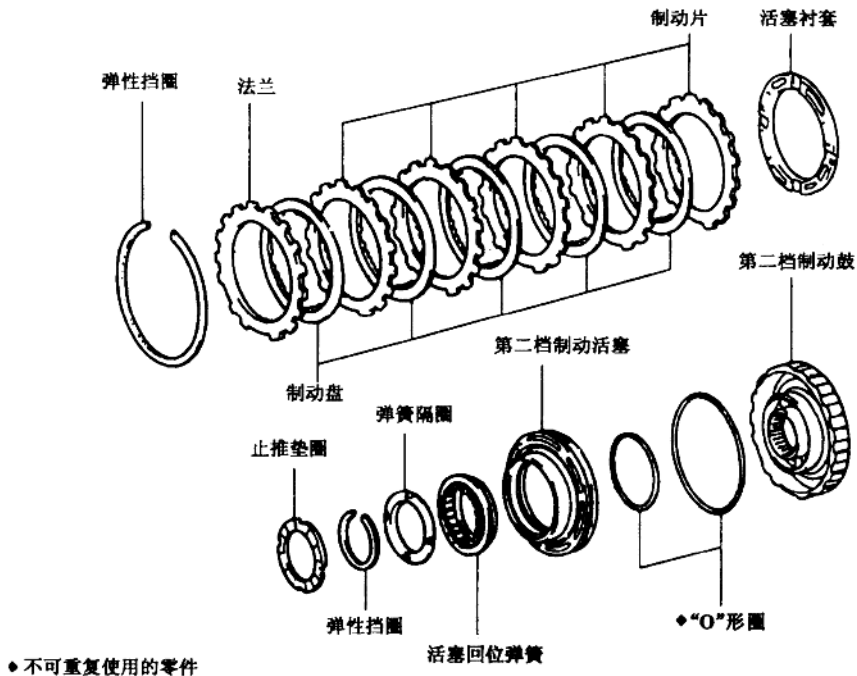


图 1-8 湿式多片式制动器

(四) 离合器

离合器将变速器与行星齿轮连接起来，从而将发动机的转矩传送给中间轴，并且使变速器与行星齿轮脱开，以切断转矩传递。

离合器盘与离合器片交替排列组成的湿式多片式离合器（如图 1-10 所示）普遍应用于现代自动变速器中，液压则用于控制离合器的连接及断开。

单向离合器由内座圈和外座圈构成，在内、外座圈之间则有几个楔块或滚柱（如图 1-11 所示），单向离合器仅沿一个方向传递转矩。

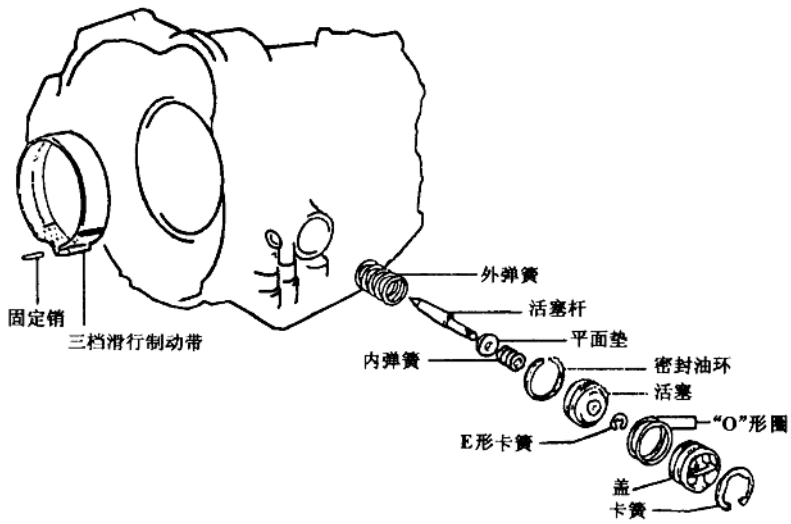
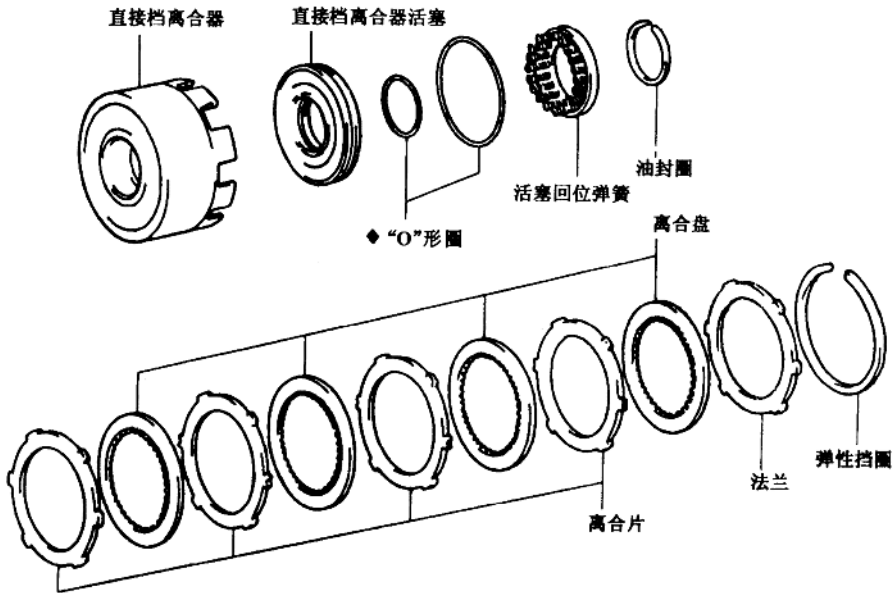


图 1-9 带式制动器



◆ 不可重复使用的零件

图 1-10 湿式多片式离合器

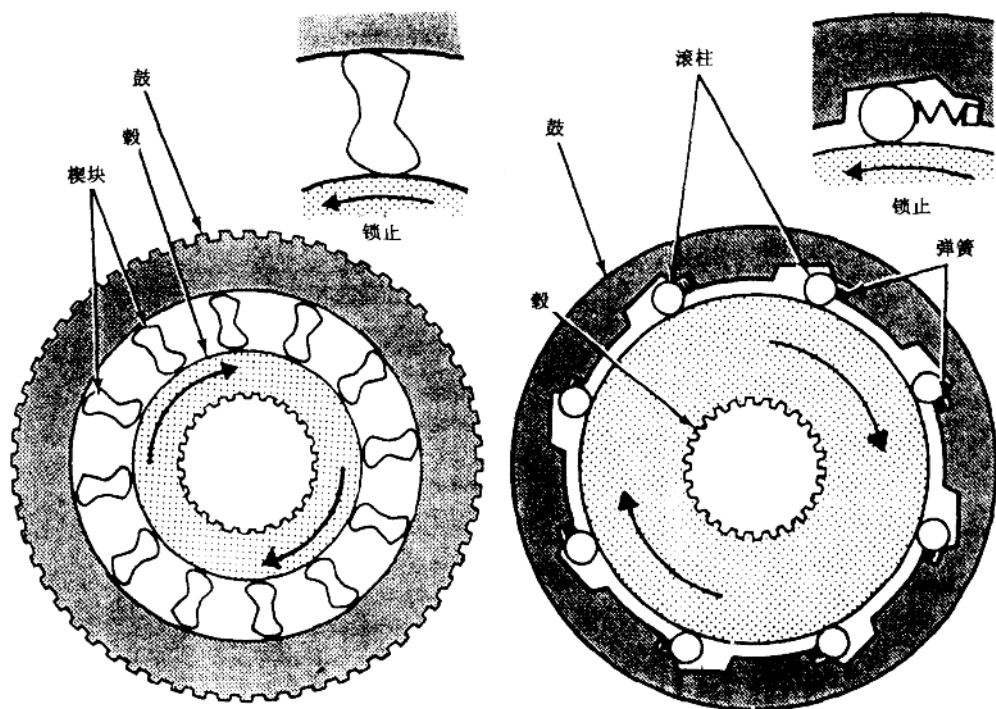


图 1-11 典型单向离合器

三、液压控制系统

液压控制系统由油底壳、油泵、各种阀门、液压油通道与管道组成。油底壳用作贮油槽；油泵产生液压；各种阀门有各种功能；液压油通道与管道将变速器液传送到离合器、制动器及液压控制系统的其他部件(如图 1-12 所示)。液压控制系统的大多数阀门安装在行星齿轮下方的阀体总成内。

(一) 作用

- ①向变矩器提供变速器液。
- ②控制油泵产生的液压。
- ③将发动机载荷及车速转换成液压“信号”。
- ④对离合器及制动器施加液压，以控制行星齿轮动作。
- ⑤用变速器液润滑转动部件。
- ⑥用变速器液为变矩器及变速器散热。

(二) 换挡控制

液压控制系统将车速及发动机载荷转换成液压“信号”。根据这些信号,控制变速器液,使行星齿轮离合器及制动器受到液压,根据行车条件自动调整传动比。换挡控制方式如图 1-13 所示。

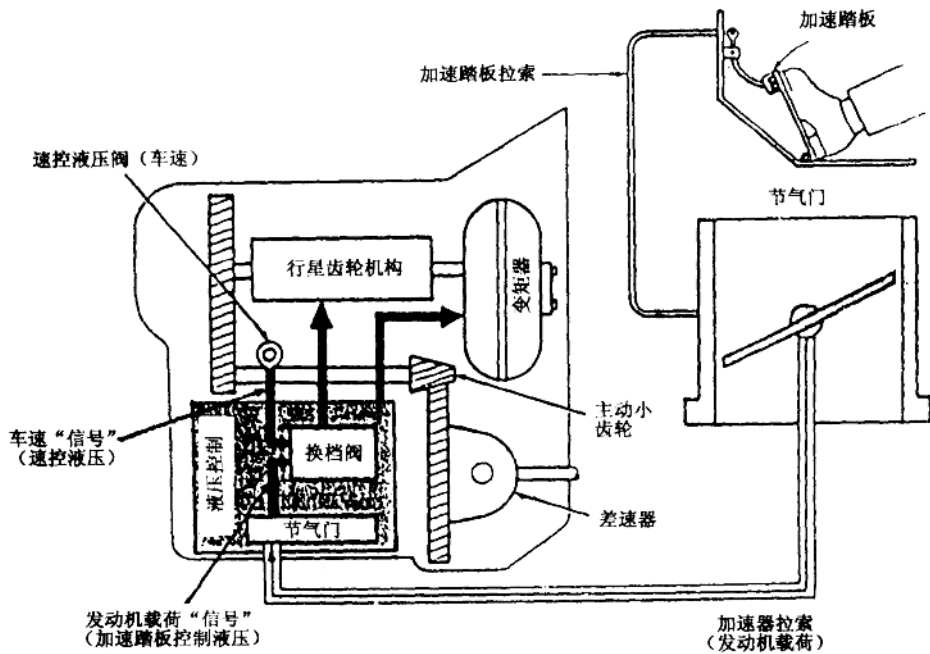


图 1-12 液压系统图

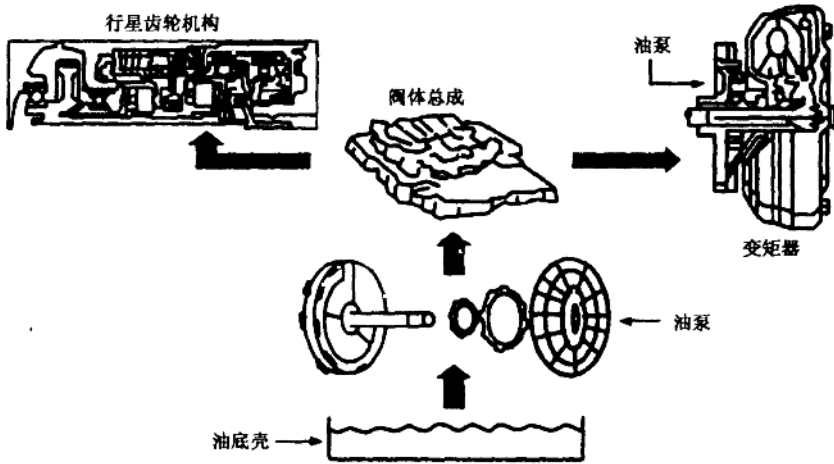


图 1-13 换挡控制图

四、手动操纵机构

自动变速器能自动换入高速档和低速档，但自动变速器还有两套手动操纵机构，由驾驶员手动操作。一套是换挡选择杆和拉索（图 1-14），一套是加速踏板和节气门拉索（图 1-15）。

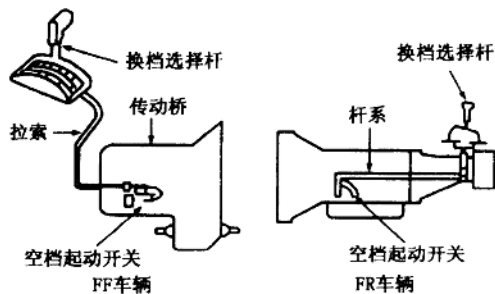


图 1-14 换挡选择杆拉索

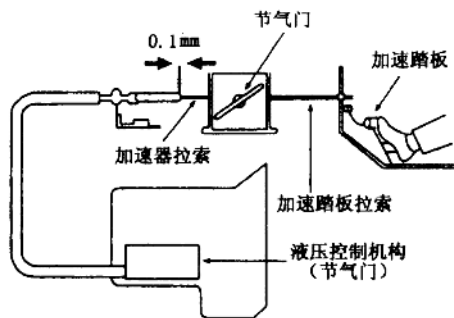


图 1-15 节气门拉索

(一) 换挡选择杆

换挡选择杆相当于手动变速器的换挡杆，它通过拉索或杆系与变速器连接，驾驶员操作此杆，即可选择行车方式——前进、倒车、空档或停车。几乎所有4速自动变速器的前行方式均有3个档域“D”（前进）、“2”（2档）及“L”（低速）。

为安全起见，发动机仅在选择杆置于“N”（空档）或“P”（驻车）档时才能起动，即变速器无法将动力从发动机传送到传动系时才可以启动。

注意：

- ①当车子向前运行时，决不可将换挡选择杆置于“R”（倒档），因为这可能损坏变速器。
- ②当车子运行时，决不可将换挡选择杆置于“P”（驻车）档，因为这也可能损坏变速器。
- ③变速器位于前进或倒车档位，制动踏板踩下时，不可踩下加速踏板，因为这会使变速器超载，有可能损坏。
- ④要暂时停车而不熄火，可将换挡选择杆置于“P”或“N”档域，同时使用驻车制动器。如选择杆置于“P”、“N”以外的档位时，车子有可能会移动（在车内空调开着时，这种情况尤为可能。因为空调提速装置可使发动机怠速增加至高于通常怠速）。

(二) 加速踏板

加速踏板由加速踏板拉索连接至化油器的节气门（在EFI发动机，则连接到节气门段）。而加速踏板踩下的程度（即节气门打开程度）就是通过这一拉索准确地传送至变速器。自动变速器换高档和换低档的速度，取决于发动机载荷大小（节气门开启度），而驾驶员则可通过控制加速踏板踩下的程度来改变换档速度。

当加速踏板只踩下少许时，变速器换高档或低档的速度就相对较低。

当进一步踩下加速踏板时，换档速度就相对较高。所以加速踏板拉索必须正确地调整至规定长度。这是因为变速器换档时，要求将加速踏板踩下的程度转换成发动机节气门开启度，然后将节气门开度正确地传送至变速器。

五、主传动机构

在自动传动桥中，变速器及主传动机构作为一个整体置于同一壳体内。主传动机构由一对主传动减速齿轮（主动齿轮和被动齿轮）和差速器行星齿轮组成（图1-16）。