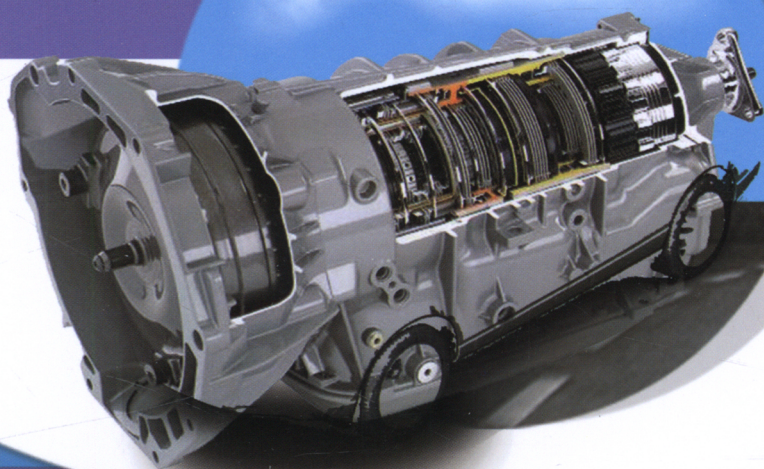


现代汽车
技术丛书

第3版



汽车自动变速器 原理与检修

胡光辉 仇雅莉 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

现代汽车技术丛书

汽车自动变速器原理与检修

第 3 版

胡光辉 仇雅莉 编著



机械工业出版社

本书从工作实践的角度出发,结合作者多年从事教学、实践的经验,系统介绍了汽车自动变速器的基本组成、工作原理、自动变速器控制系统以及自动变速器的故障诊断和检修方法。本书根据职业岗位群所需的知识结构,以培养技术能力为主线,力求不雷同于同类型图书,做到通俗易懂,使学习过程变得轻松。

本书适合于汽车维修人员自学,同时也可作为高职、中专教材使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车自动变速器原理与检修 / 胡光辉,仇雅莉编著. —3版.

—北京:机械工业出版社,2012.7 (2016.7重印)

(现代汽车技术丛书)

ISBN 978-7-111-38386-4

I. ①汽… II. ①胡…②仇… III. ①汽车-自动变速装置-理论②汽车-自动变速装置-检修 IV. ①U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 099145 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:徐巍 责任编辑:徐巍 刘焯

封面设计:鞠杨 责任校对:李锦莉

责任印制:常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016年7月第3版·第5次印刷

184mm×260mm·12.5印张·6插页·324千字

10 001—12 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-38386-4

定价:38.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.compedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

汽车上采用的自动变速器主要有液力自动变速器（AT）、机械式自动变速器（AMT）、无级变速器（CVT）和双离合器变速器（DCT）等。《汽车自动变速器原理与检修》自出版以来，一版再版，均得到了广大汽车爱好者的肯定，使读者多了一个了解自动变速器构造、原理与检修的途径。改版后的这本书籍删除了使用较少的纯液压控制自动变速器部分，增加了电子控制自动变速器内容，继承了第1、2版通俗易懂，使学习复杂的自动变速器过程变得轻松的特点。

本书共分为八章。第一章为自动变速器概述，简要介绍了自动变速器的发展历史、类型、识别方法和优缺点；第二、三、四章为自动变速器的基本理论部分，包括液压供给系统部件的工作原理、液力偶合器和液力变矩器、行星齿轮变速器等几个部分，介绍自动变速器基本结构和原理；第五章为自动变速器换挡控制系统的组成和工作原理，介绍电子控制装置和液压换挡系统工作回路；第六章为自动变速器基本检查与试验，简要介绍了自动变速器的基本检查和试验方法；第七章为自动变速器的故障诊断，详细讲解了故障诊断的基本流程和常用的测试方法，包括故障码诊断；第八章为自动变速器的检修，详细介绍自动变速器总成部件的基本拆解步骤和维修要点。为了便于理解，在编写时主要以丰田、大众、别克等自动变速器为例，对实际维修操作具有重要的指导意义。

在编写过程中参考了国内外有关学术论文、技术资料，在此对原作者表示衷心感谢。由于作者水平有限，书中疏漏之处或差错在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 自动变速器概述	1
第一节 自动变速器的发展及应用	1
一、自动变速器的发展概况	1
二、不同类型自动变速器的特点	2
三、自动变速器的应用	4
第二节 自动变速器的基本组成和工作过程	5
一、自动变速器的基本组成	5
二、自动变速器的工作过程	5
第三节 自动变速器的类型和优缺点	6
一、自动变速器的类型	6
二、自动变速器的优点	8
三、自动变速器的缺点	9
第四节 自动变速器的正确使用	10
一、变速杆的正确使用	10
二、各控制开关的使用	12
三、变速杆状态及模式指示装置	14
四、自动变速器的正确使用	14
第五节 自动变速器的型号识别方法	16
一、自动变速器型号含义	16
二、自动变速器的主要识别方法	18
第二章 液压供给系统部件的工作原理	20
第一节 油泵	20
一、内啮合式齿轮油泵	20
二、转子式油泵	21
三、叶片式油泵	21
第二节 控制阀	22
一、压力控制阀	22
二、方向控制阀	24
三、流量控制阀	26
四、比例阀	26
第三节 辅助装置	26
一、油箱	26
二、滤清器	27
三、冷却系统	27

第三章 液力耦合器和液力变矩器	29
第一节 液力耦合器	29
一、液力耦合器的结构	29
二、液力耦合器的工作原理	30
三、液力耦合器的传动效率	31
第二节 液力变矩器	31
一、液力变矩器的结构	31
二、液力变矩器工作及增矩原理	33
三、液力变矩器的传动效率	35
四、双导轮液力变矩器	36
五、带锁止离合器的液力变矩器	37
第四章 行星齿轮变速器	40
第一节 行星齿轮传动原理	40
一、行星齿轮机构的组成	40
二、行星齿轮机构变速原理	40
三、单排行星齿轮机构传动方案	41
第二节 辛普森行星齿轮机构	42
一、辛普森行星齿轮机构的组成	42
二、辛普森行星齿轮机构传动原理	43
三、改进型四档辛普森行星齿轮机构传动原理	49
第三节 拉维娜行星齿轮机构	56
一、三档拉维娜行星齿轮机构传动原理	56
二、四档拉维娜行星齿轮机构传动原理	58
三、大众 01M 四档拉维娜行星齿轮变速器传动原理	63
第四节 换档执行机构	66
一、离合器的结构和工作原理	66
二、制动器的结构和工作原理	68
三、单向离合器的结构和工作原理	70
第五章 自动变速器换档控制系统的组成和工作原理	72
第一节 自动变速器换档控制系统的类型	72
一、液压控制换档系统	72

二、电子控制换档系统	73	九、频繁跳档	142
第二节 电子控制换档系统的组成和工作		十、挂档后发动机怠速熄火	142
原理	74	十一、无发动机制动	143
一、换档电子控制系统	74	十二、不能强制降档	145
二、换档电子控制系统输入装置		十三、自动变速器异响	145
及功能	76	十四、自动变速器油易变质	147
三、电子控制装置及控制内容	81	第二节 电子控制自动变速器故障诊断原则	
四、换档电子控制系统执行器	84	和程序	148
五、换档系统液压控制装置的组成及		一、故障诊断原则	148
工作原理	85	二、故障诊断程序	148
第三节 电子控制换档系统液压控制回路		三、检修注意事项	149
分析	92	第三节 电子控制自动变速器故障诊断	
一、丰田 A140E 电子控制变速器液压控		举例	150
制回路分析	92	一、丰田车系自动变速器故障自诊断	152
二、大众 01M 电子控制变速器液压控制		二、通用轿车自动变速器故障自诊断	154
回路分析	99	三、奥迪轿车自动变速器故障自诊断	157
第六章 自动变速器基本检查与试验	106	四、现代轿车自动变速器故障自诊断	159
第一节 基本检查	106	第四节 电子控制自动变速器故障的仪器	
一、节气门及拉索的检查	106	诊断	160
二、怠速的检查	109	一、用元征 431ME 电眼睛读取自动变速	
三、自动变速器油的检查	109	器故障码	160
四、自动变速器控制开关的检查	113	二、用大众 V. A. G1552 型故障诊断仪	
五、电子控制自动变速器传感器		读取自动变速器故障码	164
的检查	119	三、用元征 ADC 2000 汽车诊断解码器读	
六、电子控制自动变速器控制电磁阀		取自动变速器故障码	166
的检查	121	四、用 X-431 汽车故障诊断仪读取自动	
第二节 自动变速器试验	123	变速器故障码	168
一、手动换档试验	123	第八章 自动变速器的检修	172
二、失速试验	124	第一节 自动变速器的拆卸与分解	172
三、时滞试验	125	一、拆卸自动变速器前后壳体、油底壳及	
四、油压试验	126	阀体	172
五、道路试验	129	二、拆卸油泵总成	174
第七章 自动变速器故障诊断	134	三、分解行星齿轮变速机构	175
第一节 自动变速器常见故障的诊断与排		第二节 液力变矩器的检修	175
除	134	一、变矩器的检查	175
一、汽车不能行驶	134	二、变矩器的清洗	176
二、自动变速器打滑	135	第三节 油泵的检修	176
三、换档冲击大	137	一、油泵的分解	176
四、升档过迟	137	二、油泵零件的检查	177
五、不能升档	139	三、油泵的组装	177
六、无超速档	140	第四节 离合器、制动器的检修	178
七、无前进档	141	一、离合器、制动器的分解	178
八、无倒档	141	二、离合器、制动器的检修	183

三、离合器、制动器的装配	183	三、阀体的装配	188
第五节 行星排、单向离合器的检修	184	四、检修阀体时的注意事项	188
一、行星排、单向离合器的分解	184	五、自动变速器壳体的检修	190
二、行星排、单向离合器的检验	185	第七节 自动变速器的组装	190
三、行星排、单向离合器的装配	186	一、行星齿轮变速机构的组装	190
第六节 液压控制系统的检修	186	二、阀体、油底壳及前后壳体的组装	194
一、阀体的分解	186	三、自动变速器的安装及调整	195
二、阀体零件检修	187		

第一章 自动变速器概述

本章要点：

- 自动变速器的发展及应用
- 自动变速器的基本组成和工作原理
- 自动变速器的分类和优缺点
- 如何识别各种自动变速器

现代汽车上广泛采用活塞式内燃发动机，由于发动机的转矩变化范围较小，不能适应汽车在复杂的使用条件下，牵引力和车速需要在相当大范围内变化的要求，因此在汽车传动系中，采用了可以改变转速比和传动转矩比的装置，即变速器。变速器不但可以扩大发动机传到驱动车轮上的转矩和转速的变化范围，以适应汽车在各种条件下行驶的需要；而且能在保持发动机转动方向不变的情况下，实现倒车；还能利用空档暂时地切断发动机与传动系统的动力传递，使发动机处于怠速运转状态。虽然手动变速器有上述优点，但变速器在操纵轻便性、经济性、动力性方面仍存在缺陷。随着科学技术的不断进步，液压技术和电子技术不断在汽车上得到运用。在变速器发展方面，为提高驾驶操作的轻便性，减轻驾驶人的疲劳程度，提高汽车的动力性和经济性，人们在改进变速器的结构和换档方法上作了很大的努力，液力控制自动变速器、电控液力自动变速器、电子控制机械自动变速器和机械无级自动变速器等便是人们改进手动变速器的结果。

第一节 自动变速器的发展及应用

一、自动变速器的发展概况

自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮变速机构、换档操纵机构等组成，其中液力变矩器、行星齿轮变速机构和换档操纵机构经过了如图 1-1 所示的发展历程。

1904 年，美国福特（Ford）汽车采用了二档行星齿轮变速器，通用汽车公司的凯迪拉克（Cadillac）汽车采用了手操纵的三档行星齿轮变速器。1977 年，日本丰田汽车公司成功研制了具有超速档的四档液力自动变速器。1983 年，日产汽车公司成功研制了四档液力自动变速器用的行星齿轮机构，其最大特点是结构紧凑，从而为液力自动变速器的多档化提供了条件。1989 年，日产汽车公司开发了五档液力自动变速器。这种变速器是在原四档液力自动变速器的基础上，加装一组行星变速齿

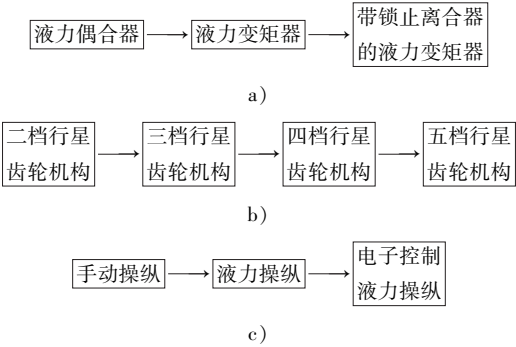


图 1-1 自动变速器主要组成机构发展过程

a) 液力变矩器 b) 行星齿轮机构 c) 操纵方式

轮机构而形成的。1991 年，美国通用汽车公司在前轮驱动的轿车上装用 4T60—E 型电控液力自动变速器。同年，福特汽车公司也在两种前轮驱动的轿车上装用了 AXOD—E 型四档电控液力自动变速器，其电子控制装置并入福特 EC—IV 型发动机的中央控制系统。

1938 年美国克莱斯勒汽车公司采用了液力偶合器，并在 1939 年，首先成功地研制了由液力偶合器和行星齿轮变速器组成的四档液力变速器，并装于该公司生产的奥兹莫尔比轿车（Oldsmobile）上。该变速器是批量生产的美国汽车上最早采用的全自动变速器，被认为是自动变速器的代表，是当今自动变速器的原始形式。1948 年，别克（Buick）公司为坦克开发了液力变矩器，这种液力变矩器与其他部件结合成为液力变速器，进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）采用了带锁止离合器的液力变矩器。1977 年，美国克莱斯勒汽车公司在变矩器上装用由液力控制的带减振器的锁止离合器，使锁止装置进入了成熟期。锁止离合器通常仅在最高档位使用。后来，为了减少滑转损失，1982 年起在其他档位上也开始使用。由于在变速过程中进行锁止会产生较大的冲击，故需要在变速时暂将其解除，而在变速后再进行锁止，即换挡前使锁止离合器自动分离，换挡后使锁止离合器自动结合。为此，多种控制方式被研制出来，其中以电控方式效果较好。锁止离合器的实用化已有十几年历史，目前已非常普遍。

1904 年美国通用汽车公司的凯迪拉克汽车采用了手动操纵的三档行星齿轮变速器。1969 年，法国雷诺汽车公司首先采用了电控液力自动变速器。其控制方式是由计算机依据检测到的车辆速度和节气门开度的电信号，来判断变速的时机，并确定变速程序。进入 20 世纪 80 年代，随着电子技术的发展和计算机的进一步微型化，变速器的控制功能和可靠性得到提高，而且成本也大为降低。

在我国，应用液力传动装置始于 20 世纪 50 年代，当时成功地研制了“红旗”高级轿车液力自动变速器。在 20 世纪 70 年代，液力传动已被应用于一系列的重型矿用汽车上，如 SH380 型 32t 矿用自卸车、CA390 型 60t 矿用自卸车等。

二、不同类型自动变速器的特点

汽车上采用的自动变速器有液力自动变速器（AT）、机械式自动变速器（AMT）、无级变速器（CVT）和双离合变速器（DCT）。

1. 液力自动变速器

液力自动变速器（AT，Automatic Transmission）由液力变矩器、行星齿轮变速器和液压操纵系统组成，通过液力传递和齿轮组合的方式来达到变速变矩。其中液力变矩器是 AT 最重要的部件，它由泵轮、涡轮和导轮等构件组成，兼有传递转矩和离合的作用。

液力自动变速器（AT）的特点：液力自动变速器免除了手动变速器繁杂的换挡和脚踩离合器踏板的频繁操作，使开车变得简单、省力，而且经过多年发展，AT 的生产成本已经相当低。当前 AT 的档位越来越多，从以前的 4 速发展到现在的 8 速，随之改变的是换挡速度和舒适性的提升，以及油耗的改善。

液力自动变速器也存在不足，如对速度变化反应较慢，换挡顿挫感明显，相对耗油高等。虽然档位增加（齿轮增加）可以减轻 AT 的天生缺陷，不过，档位的增多也意味着体积和重量的增大，因此 AT 在未来档位增加上有局限性。

目前，多数自动变速器车型都采用 AT，国内主流 AT 车型都是 5 速 AT，4 速 AT 的车型越来越少，有部分中级车和中高档车搭载 6 速甚至 7 速 AT，而像雷克萨斯、宝马、奥迪和

奔驰等高档进口车型，已经用上 8 速 AT。可以预见，随着生产成本降低，更多档位的 AT 将被装配到更多车型上，而且由于技术成熟和成本优势，AT 在未来很长时间里都将是自动变速器车型的主流技术。

2. 机械式自动变速器

机械式自动变速器（AMT, Automated Mechanical Transmission）通常是在手动变速器和离合器上配备一套电子控制的液压操纵系统，以达到自动变换档位目的。AMT 核心技术是微机系统，电子控制技术将直接决定 AMT 的性能与运行质量。

机械式自动变速器（AMT）的特点：AMT 在性价比、节能环保等方面堪与 AT、CVT 产品媲美，而且解决了手动变速器车辆的驾驶乐趣和自动变速器车辆的安全方便之间的矛盾，AMT 在四类自动变速器中，技术难度相对较低，由于实质上还是手动变速器，AMT 在省油方面也延续了手动变速器的优势。但 AMT 在行车过程中，因档位变动引起的顿挫感较强，舒适性较差，换挡过程中有可能出现动力中断。

目前，在国内乘用车当中，AMT 只应用于一些较低级别的车型，AMT 在商用车上的普及速度比乘用车快。虽然 AMT 能在现生产的手动变速器基础上进行改造，生产继承性好，投入的费用也较低，容易被生产厂接受，但目前大部分厂家都有自己的 AT 供应商，加上 AMT 的舒适性和传动效率一般，AMT 局限应用在经济型轿车之上，推广难度较大。AMT 代表车型有奇瑞 QQ、威志、两厢新赛欧等。

3. 无级变速器

无级变速器（CVT, Continuous Variable Transmission），顾名思义就是没有明确具体的档位，操作上类似自动变速器，但是传动比的变化却不同于自动变速器的换挡过程，而是连续的。CVT 采用传动带和可变槽宽的棘轮进行动力传递，即当棘轮变化槽宽时，相应改变驱动轮与从动轮上传动带的接触半径进行变速，传动带一般用非金属带、金属带和金属链等。

无级变速器（CVT）的特点：CVT 由于没有了一般自动变速器的传动齿轮，也就没有了自动变速器的换挡过程，由此带来的换挡顿挫感也随之消失，因此 CVT 变速器的动力输出是连续的，在实际驾驶中非常平顺。CVT 传动系统理论上档位可以无限多，档位设定更为自由，传统传动系统中的传动比、性能、耗油、废气排放平衡都更容易达到，CVT 还有重量轻、体积小、零件少的优点。相比传统自动变速器而言，CVT 变速器制造成本要略高，并且如果操作不当的话，出故障的概率较高。目前，无论国内还是国外，CVT 变速器很多情况下还无法维修，只能整体更换。CVT 的钢制传动带能够承受的力量有限，一般而言 3.0L 排量或者 300N·m 以上的转矩是它的上限，不过随着技术的不断发展，目前已经打破了这个上限，但是由于构造原理和机械磨损的不可逆性，钢制传动带的使用寿命始终无法完美解决，尤其是在用户喜欢激情驾驶的情况下，可靠性得不到充分的保证。

CVT 技术的发展，已经有了一百多年的历史，德国奔驰公司是在汽车上采用 CVT 技术的鼻祖，日产和本田也是 CVT 的创新者，博世是最新 CVT 变速器的发明和生产者。

在中国市场上应用 CVT 最多的整车企业主要是东风日产和本田，在轩逸、逍客、新天籁以及思域混合动力等车型上都有 CVT，名爵的 MG3 SW 1.8L、奇瑞旗云、奥迪 A6L/A4L 的 Multitronic 也都采用了 CVT 技术。

4. 双离合变速器

双离合变速器（DCT, Double Clutch Transmission）技术最早为大众公司所采用，将

其称为 DSG (Direct-Shift Gearbox)。其实,除了这两种叫法,还有很多名称,比如三菱的 SST,保时捷的 PDK,宝马的 DKG,福特、沃尔沃的 Powershift,奥迪的 S-Tronic 等等。DCT 分湿式和干式两种,湿式用的变速器油比较多,体积较大,可以承受较大的转矩;干式用的变速器油较少,体积更小,更紧凑,效率更高,适合小型车,但能承受的转矩不如湿式大。

双离合变速器(DCT)的特点:DCT 在效率和成本上都显示出许多优势,与传统的自动变速器相比,该系统换挡的舒适性更高,而且能满足消费者对驾驶运动感和车辆节油的双重要求。同时,双离合器的使用,可以使变速器同时有两个档位啮合,换挡速度不到 0.2s,比专业车手的手动变速还快。从技术角度上 DCT 对所有档次的车都非常适合,比其他变速器具有更高的燃油经济性。

目前 DCT 面临的主要问题是制造加工的精度要求很高,导致成本也相对较高。另外,DCT 依靠离合器来传递动力,在城市路况下,驾驶人通常要在较慢的速度下驾驶车辆,此时,DCT 的离合器经常处于半离合状态,在较拥堵的城市路况下,长时间处于半离合状态的离合器容易过热,因此温度传感器会感知温度过高,从而使变速器停机。目前已知的 DSG 变速器停机案例多半发生在市区行驶过程中。

DSG 双离合变速器是以大众集团为首的欧洲车系主推的一款新型自动变速器。由于大众和一汽、上汽的合作,在我国拥有广泛的市场基础,由此 DCT 变速器拥有广阔的推广平台。除了大众车系大力普及 DSG 外,2008 年底,在国家发改委推动下,由 12 家(一汽、上汽、东风、长安、奇瑞、华晨、江淮、长丰、吉利、广汽、中顺、长城)中国车企联合成立的中发联实业有限公司,联合全球顶级自动变速器企业博格华纳成立合资公司,生产和开发双离合自动变速器中的核心产品:双离合模块、扭振减振器模块和控制模块。博格华纳相关人士预计,到 2020 年,中发联的 12 家股东厂商生产的自动变速器车型中,将有 80% 采用 DCT。

目前,除大众的车型外,国产车型方面,主要是沃尔沃 S40 2.0L Powershift,福特的新一代福克斯和嘉年华搭载 DCT 变速器,进口车方面,保时捷 Panamera、宝马 M3、法拉利、三菱 EVO、日产 GT-R、奔驰部分 AMG 车型都采用 DCT 技术。

三、自动变速器的应用

1. 国外自动变速器的应用情况

根据世界最大的手动变速器制造商德国采埃孚(ZF)公司预测,到 2012 年北美市场出售的汽车中将只有 6% 是手动变速器。而 2002 年在美国和加拿大市场出售的汽车中,还有 10% 配备的是手动变速器。同样的情况也发生在欧洲市场,原本是手动变速器的市场,不断被自动变速器占领。欧洲汽车制造商和经销商协会日前统计的数据显示,在英国,现在装配自动变速器的汽车占汽车总量的 15%,而 5 年前这个数字是 13.5%。据预测,2013 年欧洲变速器市场上,配备手动变速器(MT)的汽车将占 52%,配备机械式自动变速器(AMT)的将占 10%,配备无级变速器(CVT)的将占 2%,配备双离合变速器(DCT)的将占 16%,配备液力自动变速器(AT)的将占 20%。另有报告显示,在重型商用车上,自动变速器的比例也在增加。从 1996 年到 2006 年的 10 年里,重型商用车中自动变速器的比例已经从 5% 上升到 18%。目前国际上高档乘用车装配自动变速器已占到 90%、中档和低档乘用车分别接近 60% 和 40%。

2. 国内自动变速器的应用情况

有数据统计，目前国内乘用车中手动变速器、自动变速器的比例是 6:4，其中，在高档乘用车上装配自动变速器的比例为 89%，中档和经济型家庭乘用车的比例分别为 40% 和 10%。事实上，从 2005 年至 2009 年，我国乘用车装配自动变速器的比例每年都有近 6% 的提升，与北美汽车市场相比，国内高档乘用车的自动变速器装配比例已经相当接近，而中档和经济型乘用车的自动变速器装配比例仍有较大提升空间。据专家预测，到 2015 年，我国乘用车自动变速器的配备率将达到 35% ~ 40%，这意味着大概有 500 万辆轿车将装配自动变速器。

第二节 自动变速器的基本组成和工作过程

一、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而成的。自动变速器常见的组成部分有液力变矩器、行星齿轮变速器、离合器、制动器、油泵、滤清器、管道、各种控制阀等，按照这些部件的功能，可将它们分成液力供给系统、液力变矩器、变速齿轮机构、液力控制自动换挡系统或电子控制自动换挡系统等四大部分。

各部分功能见表 1-1，各组成部分位置见图 1-2。

表 1-1 自动变速器的组成及各部分功用

组 成	功 用	组成零部件
液力供给系统	为自动变速器中的液力变矩器锁止机构、换挡执行机构、液力控制自动换挡系统等部分提供一定压力、流量的液压油	油泵、油箱、滤清器、调压阀、冷油器、管道等
液力变矩器	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给自动变速器的输入轴，并能根据汽车行驶阻力的变化，在一定范围内自动地、无级地改变传动比和转矩比	泵轮、涡轮、导轮等
变速齿轮机构	实现变速的机构，改变动力传递的方向和速比	行星齿轮机构、离合器、制动器、单向离合器等
液力控制自动换挡系统	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，利用液力自动控制原理，按照一定的规律控制行星齿轮变速器中的换挡执行机构的工作，实现自动换挡	液力控制的各种控制阀及油路
电子控制自动换挡系统	通过电磁阀，控制换挡执行机构工作，实现自动换挡功能，若这些电磁阀是由电子计算机根据某些传感器信号进行控制的，则成为电子控制的换挡系统	自动变速器控制电脑、各种传感器、电磁阀等

二、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人踩下加速踏板的位置（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，以改变变速齿轮机构的动力传递路线，实现变速器档位的变换。

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，自动变换档位。其换挡控制方式是将节气门开度信号和车速信号转换成控制油压，并将该油压加到换挡阀的两端（节气门油压信号加到换挡阀上端，车速油压信号加到换挡阀下端），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，制动器制动或松开，控制行星齿轮变速器的升档或降档，从而实现自动变速。其工作过程如图 1-3 所示。

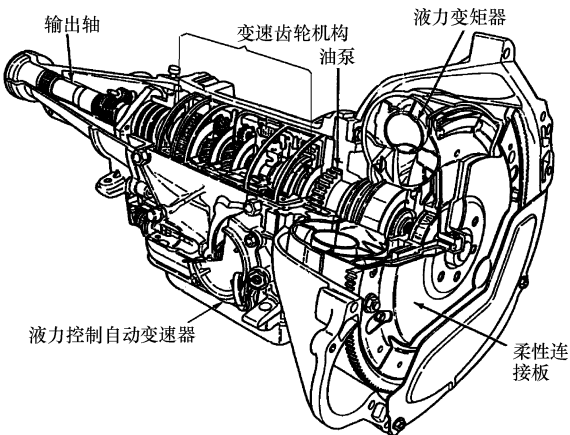


图 1-2 自动变速器各组成部分位置

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。它通过各种传感器和开关监测汽车和发动机的运行状态，接受驾驶人的指令，并将所获得的信息转换成电信号输入到自动变速器电子控制单元。电子控制单元根据这些信号，通过电磁阀控制液力控制装置的换挡阀，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档位的变换，以实现自动变速。其工作过程如图 1-4 所示。

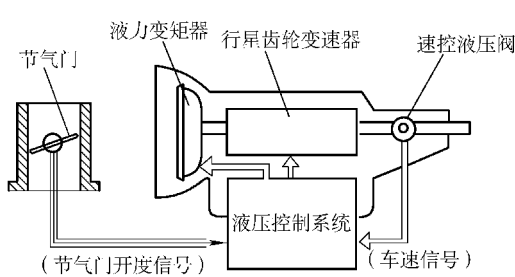


图 1-3 液力自动变速器工作过程框图

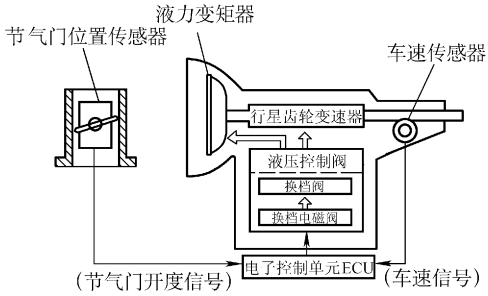


图 1-4 电控自动变速器工作过程框图

第三节 自动变速器的类型和优缺点

一、自动变速器的类型

不同车型所装用的自动变速器在形式、结构上往往有很大的差异，常见的分类方法和类型如下：

1. 按变速方式分类

汽车自动变速器按变速方式的不同，可分为有级变速器和无级变速器两种。

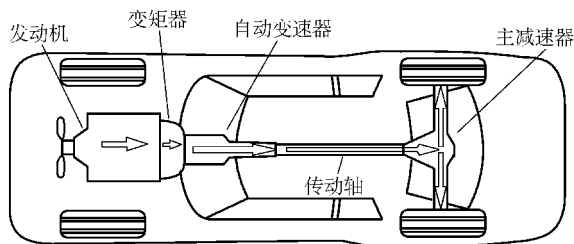
有级变速器是具有有限几个定值传动比（一般有 3~5 个前进档和 1 个倒档）的变速器。无级变速器是能使传动比在一定范围内连续变化的变速器，无级变速器目前在汽车上应用较少。

2. 按汽车驱动方式分类

自动变速器按照汽车驱动方式的不同，可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器两

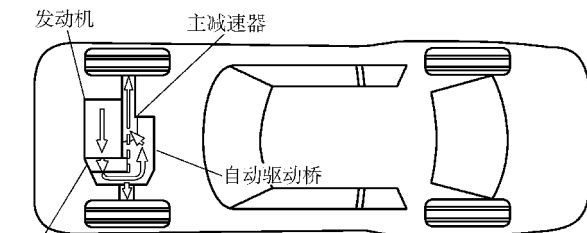
种。这两种自动变速器在结构和布置上有很大的不同，如图 1-5 所示。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上，发动机的动力经变矩器、自动变速器、传动轴、后驱动桥的主减速器、差速器和半轴传给左右两个后轮。这种发动机前置，后轮驱动的布置形式，其发动机和自动变速器都是纵置的，因此轴向尺寸较大，在小型客车上布置比较困难。



后驱动自动变速器

前驱动自动变速器除了具有与后驱动自动变速器相同的组成部分外，在自动变速器的壳体内还装有差速器。前驱动汽车的发动机有纵置和横置两种。纵置发动机的前驱动自动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同，只是在后端增加了一个差速器。横置发动机前驱动自动变速器由于汽车横向尺寸的限制，要求有较小的轴向尺寸，因此通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式；变矩器和变速器输入轴布置在上方，输出轴布置在下方。这样的布置减少了变速器总体的轴向尺寸，但增加了变速器的高度，因此常将阀板总成布置在变速器的侧面或上方，以保证汽车有足够的最小离地间隙。



前驱动自动变速器

图 1-5 自动变速器汽车驱动方式

这样的布置减少了变速器总体的轴向尺寸，但增加了变速器的高度，因此常将阀板总成布置在变速器的侧面或上方，以保证汽车有足够的最小离地间隙。

3. 按自动变速器前进档的档位数不同分类

自动变速器按前进档的档位数不同，可分为 2 个前进档、3 个前进档、4 个前进档、5 个前进档四种。早期的自动变速器通常为 2 个前进档或 3 个前进档，这两种自动变速器都没有超速档，其最高档为直接档。目前轿车装用的自动变速器基本上都是 4 个前进档或 5 个前进档，即设有超速档。这种设计虽然使自动变速器的构造更加复杂，但由于设有超速档，大大改善了汽车的燃油经济性。

4. 按变速器齿轮的类型分类

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，如图 1-6 所示。普通齿轮式自动变速器体积较大，最大传动比较小，只有少数几种车型使用（如本田 ACCORD 轿车）。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. 按变矩器的类型分类

轿车自动变速器基本上都是采用结构简单的单级三元件综合式液力变矩器。这种变矩器又分为有锁止离合器 and 无锁止离合器两种，如图 1-7 所示。

早期的变矩器中没有锁止离合器，在任何工况下都是以液力的方式来传递发动机动力，因此传动效率较低。新型轿车自动变速器大都采用带锁止离合器的变矩器，这样当汽车达到一定车速时，控制系统使锁止离合器结合，液力变矩器输入部分和输出部分连成一体，发动机动力以机械传递的方式直接传入齿轮变速器，从而提高了传动效率，降低了汽车的燃油消耗量。

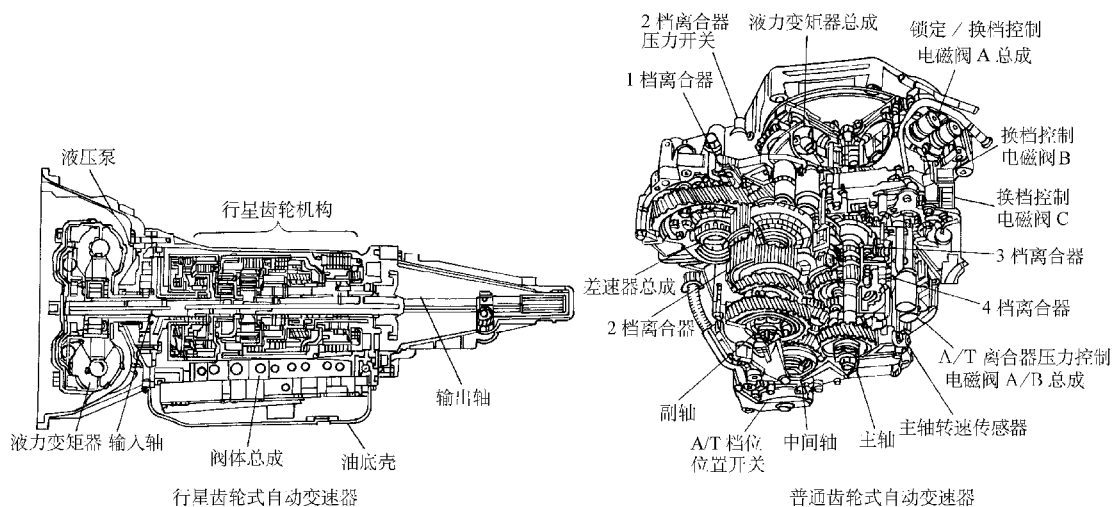


图 1-6 采用不同类型齿轮的自动变速器

6. 按控制方式分类

自动变速器按控制方式不同，可分为液力控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。液力控制自动变速器是通过机械的手段，将汽车行驶时的车速和节气门开度两个参数转变为液压控制信号。控制阀板总成中的各个控制阀根据这些液压控制信号的大小，按照设定的换档规律，通过控制换档执行机构动作，实现自动换档。电子控制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、发动机冷却液温度、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，按照设定的换档规律，向换档电磁阀、油压电磁阀等发出控制信号。换档电磁阀和油压电磁阀根据电脑发出的控制信号接通或切断不同的油路，改变控制阀板总成中各个控制阀的位置，使控制换档的执行机构动作，从而实现自动换档。

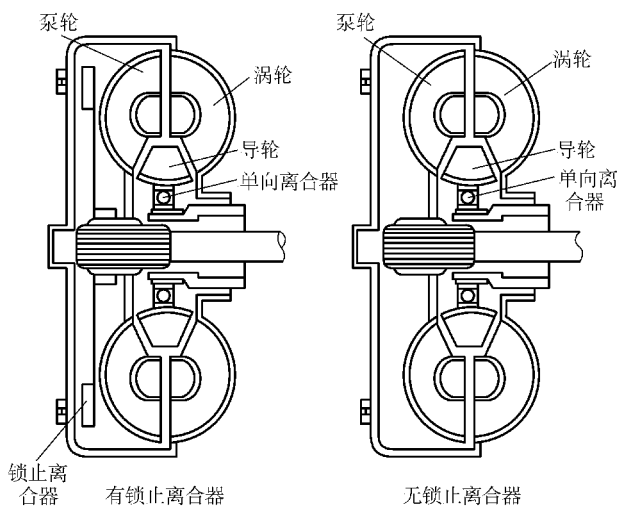


图 1-7 有或无锁止离合器的自动变速器

二、自动变速器的优点

机械齿轮变速器由于其机械效率高，工作可靠，结构比较简单等优点，仍被广泛地应用在各种汽车上。但由于其换档过程过于复杂，换档中不但易造成零部件损坏，而且驾驶人也容易疲劳。目前装用自动变速器的车辆越来越多。装用自动变速器的车辆具有下列显著的优点：

1. 发动机和传动系统寿命高

采取液力自动变速器的汽车与采用机械变速器的汽车对比试验表明：前者发动机的寿命可提高 85%，变速器的寿命提高 12 倍，传动轴和驱动半轴的寿命可提高 75% ~ 100%。

液力自动变速器汽车的发动机与传动系，由液体工作介质“软”性连接。液力传动起一定的吸收、衰减和缓冲的作用，大大减少了冲击和动载荷。例如，当负荷突然增大时，可防止发动机过载和突燃熄火。汽车在起步、换档或制动时，能减少发动机和传动系所承受的冲击及动载荷，因而提高了有关零部件的使用寿命。

2. 驾驶性能好

汽车驾驶性能的好坏，除与汽车本身的结构有关外，还取决于正确的控制和操纵。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人的技术水平关系不大，因而特别适合于非职业驾驶人驾驶。

装备液力自动变速器的汽车，采用液力操纵或电子控制，使换档实现自动化。在变换变速杆位置时，只需操纵液力控制的滑阀，这比普通机械变速器用拨叉拨动滑动齿轮实现换档要简单轻松得多。而且，它的换档齿轮组一般都采用行星齿轮组，是常啮合齿轮组，这就降低或消除了换档时的齿轮冲击，可以不要离合器，大大减轻了驾驶人的劳动强度。

3. 行驶性能好

采用液力自动变速器的汽车，在起步时，驱动轮上的驱动转矩是逐渐增加的，它可以防止产生很大的振动，并减少车轮的打滑，使起步容易，且更加平稳。

自动变速装置的档位变换不但快而且平稳，且可提高汽车的乘坐舒适性。通过液体传动或微电脑控制换档，可以消除或降低动力传动系统中的冲击和动载荷。这对在地形复杂、路面条件恶劣的情况下作业的工程车辆、军用车辆尤其重要。

4. 安全性好

在车辆行驶过程中，驾驶人必须根据道路、交通条件的变化，对车辆的行驶方向和速度进行改变和调节。以城市大客车为例，平均每分钟换档 3 ~ 5 次，且每次换档有 6 ~ 10 个手脚协调动作。正是由于这种连续不断的频繁操作，使驾驶人的注意力被分散，而且易产生疲劳，造成交通事故增加；而如果是以减少换档，操纵加速踏板代替换档变速，那样又会牺牲燃油经济性。自动变速的车辆，取消了离合器踏板和变速杆，只要控制加速踏板，就能自动变速，从而改善了驾驶人的劳动强度，使行车事故率降低，平均车速提高。

5. 降低废气排放

发动机在怠速和高速运行时，排放的废气中 CO 或 HC 的质量分数较高。而自动变速器的应用，可使发动机经常处于经济转速区域内运转，也就是在较小污染排放的转速范围内工作，从而降低了排气污染。

三、自动变速器的缺点

从目前的情况来看，自动变速还存在着两方面的缺点：

1. 结构较复杂，重量有所增加

与手动变速器相比，自动变速器结构较复杂，零件加工难度大，生产成本较高，修理也较麻烦。同时，操纵机构较手动变速器复杂，重量较手动变速器大。

2. 效率不够高

自动变速器的效率约为 86% ~ 90%。通过实施动力传动控制一体化、液力变矩器闭锁、增加档位数等措施，可使自动变速接近手动变速的效率水平。

3. 维修要求有较高的技术水平

自动变速器结构复杂，零件繁多，各种控制阀配合精密，装配工艺要求高，因而在维修时要求有较高的技术水平。

第四节 自动变速器的正确使用

一、变速杆的正确使用

驾驶人通过变速杆和一些控制开关来操控自动变速器，自动变速器变速杆的位置和含义与手动变速器有较大不同，变速杆所处的位置和变速器内部的档位是两个完全不同的概念。自动变速器的变速杆用来控制手动阀在自动变速器控制阀板中的位置（手动变速器的变速杆直接控制变速器中换档齿轮的啮合位置），而变速器内部啮合的档位是由变速机构的状态决定的，档位除了取决于手动阀的位置外，还取决于车速及节气门开度等信号。

1. 变速杆各位置的含义及正确使用

图 1-8 是典型的自动变速器变速杆位置图，自动变速器变速杆一般有 6 个或 7 个位置，分别标为 P、R、N、D（或 D₄）、S（或 2）、L（或 1）或 P、R、N、D、3、2、1。一般装备自动变速器的车辆，起动发动机或接通点火开关，踩下制动踏板，提起释放爪，可将变速杆移到 P、R、D、3、2、1 位置。图 1-8 中自动变速器采用阶梯式换档控制，它没有变速杆锁止/解除按钮，移动变速杆时需要先将其拨向一侧或按下手柄才能拨动变速杆，在特定档位之间换档时，需要在换档的同时将变速杆推向乘客侧，其目的是在车辆移动时阻止变速杆朝前或朝后移动，以防止意外改变选择的档位。

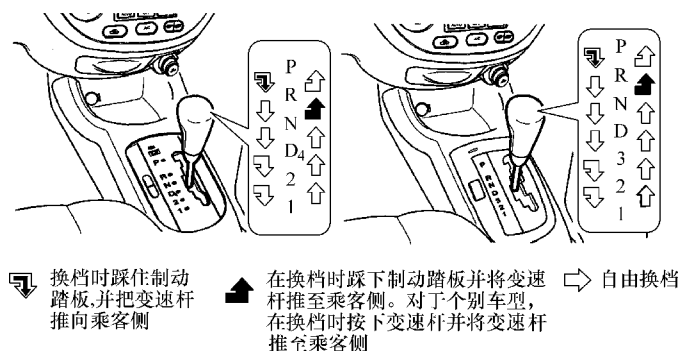


图 1-8 自动变速器变速杆位置

(1) P 位 变速杆置于 P 位时，处于驻车档，自动变速器内部驻车锁止机构将输出轴锁死，以防止车辆移动，但有些自动变速器驻车锁止机构设置在差速器前部，故不能防止两只车轮反方向转动，当在斜坡上停车时特别危险。出于安全性的考虑，P 位不能代替驻车制动使用。只有在汽车停稳后方可挂入 P 位，否则会损坏变速器内部驻车锁止机构。对一般自动变速器而言，需要接通点火开关，踩下制动踏板，按下操纵手柄旁的变速杆锁止/解除按钮后，变速杆才能移出 P 位。变速杆位于 P 位时，变速器内部行星齿轮机构处于自由空转状态。另外，只有变速杆位于 P 或 N 位时，起动机电路才接通，方可起动发动机。

(2) R 位 变速杆置于 R 位时，处于倒档，用于倒车。只有在车辆静止时，才可将变速杆移入 R 位。

(3) N 位 变速杆置于 N 位时，处于空档，变速器内部行星齿轮机构处于自由空转状