

VEHICLE



汽车类（图解版）职业教育精品规划教材

汽车自动变速器维修

王俊青 贺民主 编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车自动变速器维修

主 编 王俊青 贺 民

副主编 王 彬 莫平凡

内 容 简 介

本书根据汽车类专业教学标准及从事汽车职业的在岗人员对基础知识、基本技能和基本素质的需求,结合汽车专业人才培养的目的,重点介绍汽车自动变速器的基础知识、液力变矩器、机械传动系统、液压控制系统、电子控制系统和自动变速器的拆装与常见故障诊断等内容。

全书讲解清晰、简练,配有大量的图片,明了直观。本书按照汽车维修作业项目的实际工艺过程,结合目前职业院校流行的模块化教学的实际需求,理论联系实际,重视理论,突出实操。

本书适合作为职业院校汽车专业教材,也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器维修 / 王俊青, 贺民主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5682-3623-2

I. ①汽… II. ①王… ②贺… III. ①汽车-自动变速装置-车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 018236 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 定州市新华印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 11.75

字 数 / 274 千字

版 次 / 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

定 价 / 36.00 元

责任编辑 / 张荣君

文案编辑 / 党选丽

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

前言 *PREFACE*

截至 2015 年 6 月,我国汽车保有量已经突破了 1.63 亿辆。在这种形式下,汽车维修、售后服务以及汽车销售人才所存在的缺口问题越来越严重。特别是建立在先进传感技术基础上的故障诊断系统在各种汽车上大量应用之后,各种现代化检测诊断仪器和维修技术也应运而生,现代汽车已发展成为机电一体化的高科技载体。这给汽车维修业带来了极大的机遇和挑战,同时也对汽车维修人员的技术水平提出了更高、更新的要求。

同时,为了解决学生学不懂、学习兴趣不浓、教材内容枯燥乏味,老师不好教等问题,北京理工大学出版社特邀请一批知名行业专家、学者以及一线骨干教师结合新的专业教学标准,规划出版了该套图解版汽车职业教育系列教材。

本系列教材坚持如下定位:

- ◆ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的;
- ◆ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合职业教育汽车类课程体系设置;
- ◆ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高;
- ◆ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便于学生接受。

本系列坚持理论知识图解化的基本理念,教材配有大量的插图、表格和立体化教学资源,介绍了大量的故障诊断、维修服务和营销案例。

- ◆ 在内容上强调面向应用、任务驱动、精选案例、严控质量;
- ◆ 在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖;
- ◆ 在理论阐述上,遵循“必需”、“够用”的原则,在保证知识体系相对完整的同时,做到知识讲解实用、简洁和生动。

汽车自动变速器是汽车上最为复杂的总成之一,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。

PREFACE

本书共分为 6 个课题，重点汽车自动变速器的基础知识、液力变矩器、机械传动系统、液压控制系统、电子控制系统和自动变速器的拆装与常见故障诊断等内容。

本书由北京城市学院王俊青、广西理工学校贺民担任主编，珠海市理工职业技术学校王彬、广西百色农业学校莫平凡担任副主编。其中，课题一、课题三由王俊青编写，课题二由莫平凡编写，课题四、课题五由贺民编写，课题六由王彬编写，全书由王俊青统稿。

本书图文并茂、通俗易懂，适合作为职业院校汽车专业教材，也可作为汽车售后服务站专业技术人员的培训教材。

由于作者水平有限，书中可能会有疏漏和不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者

目录 CONTENTS

课题一 汽车自动变速器的基础知识 1

任务一 认识自动变速器	2
任务二 自动变速器的使用	12
思考与练习	20

课题二 液力变矩器 21

任务一 液力变矩器的结构与原理	22
任务二 锁止离合器的结构与工作原理	36
任务三 液力变矩器的检修	44
思考与练习	49

课题三 机械传动系统 51

任务一 齿轮传动机构	52
任务二 换挡执行机构	73
任务三 组合行星齿轮系统机构	86
思考与练习	104

课题四 液压控制系统 106

任务一 液压控制系统的组成	107
任务二 油泵	116
任务三 液压系统油泵的检修	120
思考与练习	125

课题五 电子控制系统 126

任务一 电子控制系统的组成	127
任务二 电子控制原理	136
任务三 电子控制系统的检修	143
思考与练习	147

课题六 自动变速器的拆装与常见故障诊断 148

任务一 自动变速器的拆装	149
任务二 自动变速器常见故障诊断	169
思考与练习	181

课题一

汽车自动变速器的基础知识

学习任务

1. 了解自动变速器的分类;
2. 熟悉自动变速器的组成结构;
3. 掌握自动变速器的工作原理;
4. 了解自动变速器的发展史。

技能要求

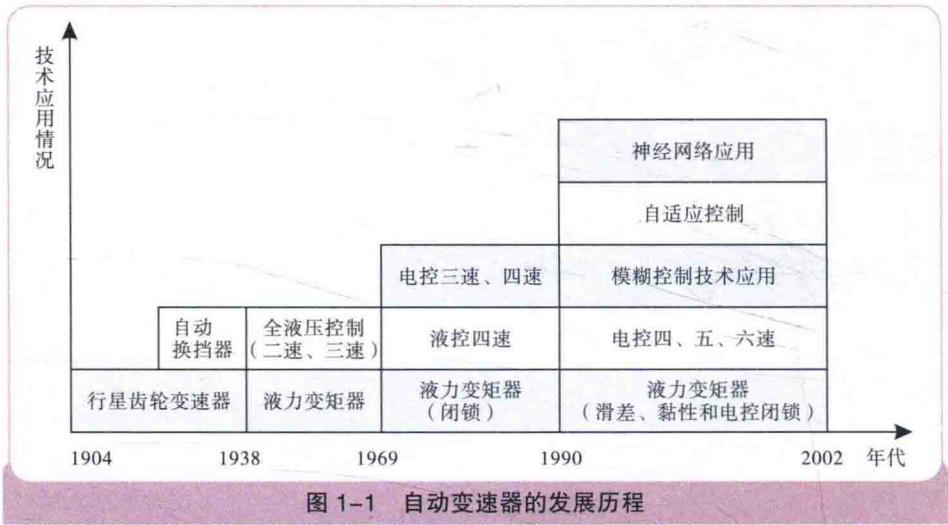
1. 能够正确使用自动变速器;
2. 能够正确描述自动变速器的工作原理。

任务一

认识自动变速器

一、自动变速器的发展史

汽车自动变速器是随着车辆技术及其相关技术的发展而产生的。纵观汽车自动变速器的发展历史，大体上可以分为四个阶段：自动变速前期、液力自动变速阶段、电控自动变速阶段和智能自动变速阶段，各阶段的技术应用情况如图 1-1 所示。



1. 自动变速前期

最早在 1904 年出现了离合器和制动器等摩擦元件操纵变速的行星齿轮机构，该机构首先用于英国 Wilson Picher 汽车上。1907 年，福特车上大量使用行星齿轮变速器，它的出现实现了不切断动力进行的“动力换挡”，并避免了固定轴式变速器中的“同步问题”。而液力耦合器的出现为自动操纵的实现提供了可能，1938 年至 1941 年，美国 General Motors 和 Chrysler 公司采用液力耦合器代替离合器，省去了驾驶时的离合器踏板操作。随后出现了液力自动变速器的前身，开始有了车速和油门两个参数信号，即用液压逻辑油路控制的液力自动变速时代。

2. 液力自动变速阶段

该阶段以 1938 年的通用 Oldsmobile 车上的 Hydromatic 开始，以液力自动变速器的普遍应用和迅速推广为特征。这个阶段的液力自动变速器由液力变矩器和行星齿轮变速器组成，控制系统

是通过液压系统来实现的；控制信号的产生，主要是通过反映油门开度大小的节气门阀和反映车速高低的速控阀来实现的；其控制系统是由若干个复杂的液压阀和油路构成的逻辑控制系统，按照设定的换挡规律，控制换挡执行机构的动作，从而实现自动换挡。代表性的产品有：丰田的 A40 系列自动变速器，通用的 4T60E、EF、CHPE9 等系列产品。但液压系统的控制精度较低，难以适应车辆行驶状况的变化，无法按使用者的愿望实现精确的换挡品质控制。

3. 电控自动变速阶段

1969 年，法国的雷诺 R16TA 轿车首先使用了电子控制自动变速器，与全液压的区别在于自动换挡的控制系统是由电脑来实现的，但当时电子技术不成熟，应用范围较窄，到 20 世纪 80 年代末，电子控制逐步实用化，越来越多的自动变速器采用了电子控制。

自动变速器的控制系统包括电控和液控两部分，电控系统由计算机、各种传感器、电磁阀及控制电路等组成，它将控制换挡的参数（如车速和油门开度等）通过传感器转换为电信号输送给计算机，计算机通过处理将换挡的信号作用于换挡电磁阀，从而利用液压换挡执行机构实现自动换挡。由于计算机能存储和处理多种换挡规律，在改善换挡品质控制方面，有明显的优越性，并且与整车的其他控制系统兼容性好，最终可以实现车辆电子控制系统一体化。

4. 智能自动变速阶段

随着车辆技术和自动变速技术的发展，人们不再满足于简单的功能实现，车辆自动变速技术即将进入智能化阶段，控制策略的不断改进成为车辆自动变速技术的特点。德国的宝马公司从 1992 年起，陆续推出用于四挡和五挡自动变速器的自适应控制系统，能够自动识别驾驶员的类型、环境条件和行驶状况，并对换挡规律作出适当调整。尼桑的 E4N71B 自动变速器，采用模糊推理对高速公路坡道进行识别，采取禁止升挡的措施消除循环换挡；三菱新型四挡自动变速器，将各种输入信息和驾驶员的换挡通过神经网络建立联系，利用神经网络的学习功能，使得车辆能够按照驾驶员意图自动换挡。

我国应用液力传动始于 20 世纪 50 年代，自行研制出了内燃机车和红旗 CA770 三排座高级轿车的液力传动系统，随后液力传动也在我国获得了一定的发展。此外，部分军用车辆上使用了液力自动变速器，但发展速度要落后于发达国家。

由于对自动变速器良好性能的逐渐认识，用户的需求量也越来越大，使国内汽车企业加快了研究自动变速器的步伐，并且在液力自动变速器的研究、生产、修理等方面都有了一定的基础。例如，1998 年，一汽大众的新捷达王装备了 AG4 自动变速器；1999 年，神龙富康推出智能型 AL4 自动变速器，上海别克装备了 4T65-E 自动变速器；此外，广州本田、天津夏利、重庆奥拓等也先后加入其中，尤其是上海帕萨特 B5 还装备了具有模糊控制功能的自动变速器。不仅是轿车，深圳华海公司还为深圳市大型公共汽车改装了进口的艾里逊液压自动变速器。因此，在国产车上选装自动变速器已成为必然之势。

二、自动变速器的类型

自动变速器是指汽车驾驶中离合器的操纵和变速器的操纵都实现自动化的变速器，简称 AT，是英文 Automatic Transmission 的缩写。目前，自动变速器的自动换挡等过程都是由自动变速器的电子控制单元（英文缩写为 ECU，俗称电脑）控制的，因此，自动变速器又可简称为 EAT、ECAT、ECT 等。

自动变速器可以按结构和控制方式、车辆驱动方式、挡位数的不同来分类。

1. 按结构和控制方式分类

自动变速器按结构、控制方式的不同，可以分为以下几种类型。

（1）液力式自动变速器

这种自动变速器是目前应用最广泛、技术最成熟的自动变速器。按照控制方式的不同，液力自动变速器可以分为液控液力自动变速器和电控液力自动变速器，目前轿车上都是采用电控液力自动变速器，如图 1-2 所示。

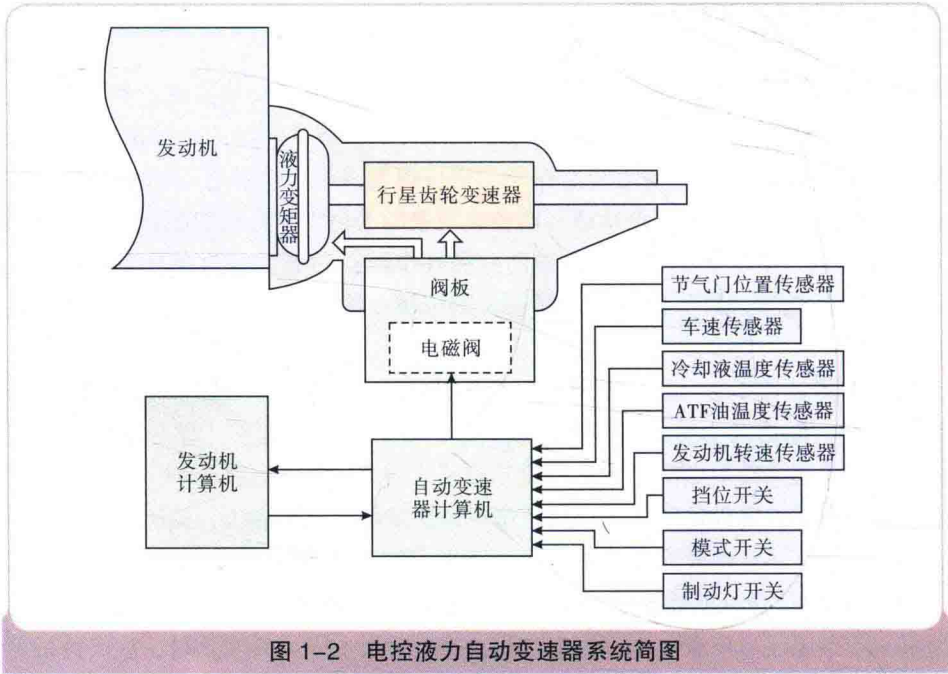


图 1-2 电控液力自动变速器系统简图

按照变速机构（机械变速器）的不同，液力自动变速器又可以分为行星齿轮自动变速器和非行星齿轮自动变速器。行星齿轮自动变速器又可以分为辛普森式、拉威挪式和串联式等。宝马 5 系 6 速自动变速器如图 1-3 所示。行星齿轮自动变速器应用最广泛，非行星齿轮自动变速器（平行轴式）只在本田等个别车系中应用。本田 5AT 平行轴式自动变速器如图 1-4 所示。

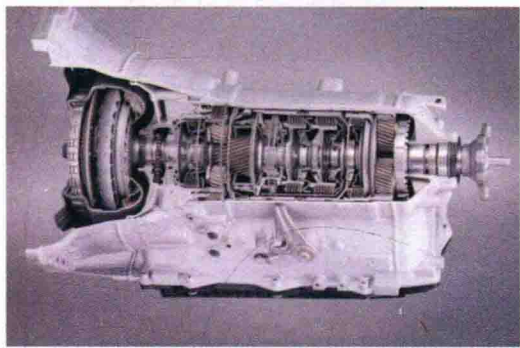


图 1-3 宝马 5 系 6 速自动变速器



图 1-4 本田 5AT 平行轴式自动变速器

《 (2) 无级自动变速器

无级自动变速器简称 CVT，是英文 Continuously Variable Transmission 的缩写，它采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合来传递动力，可以实现传动比的连续改变。这也是一种具有广阔发展前景的自动变速器，目前在汽车上的应用已具有一定的市场份额。目前常见的有奥迪 A6 的 Multitronic 无级自动变速器、派力奥的 Speedgear 无级自动变速器、旗云的 VTIF 无级自动变速器、奔驰无级自动变速器、本田飞度 CVT 等，这些变速器都采用链条（钢带）连续调节传动比。图 1-5 所示为奇瑞 e5 无级自动变速器。

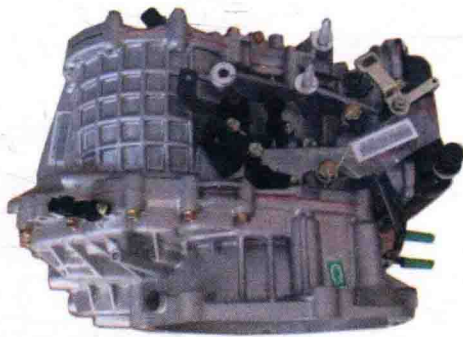


图 1-5 奇瑞 e5 无级自动变速器

《 (3) 机械式自动变速器

机械式自动变速器简称 AMT，是英文 Automated Mechanical Transmission 的缩写，它是在原有手动、有级、普通齿轮变速器的基础上增加了电子控制系统，来自动控制离合器的接合、分离和变速器挡位的变换。机械式自动变速器由于原有的机械传动结构基本不变，所以，齿轮传动固有的传动效率高、机构紧凑、工作可靠等优点被很好地继承了下来，在重型车的应用上也有很好的发展前景。以下是几种比较常见的机械式自动变速器。

①以电、液执行器为自动换挡机构的 AMT 变速器。这种变速器已经在诸如奇瑞 QQ3、瑞麒 M1、雪佛兰赛欧、上汽 MG3 等车型上得到广泛的应用，目前采用马瑞利电、液执行器的 AMT 变速器在国内应用范围最为广泛。宝马 SMG、兰博基尼 ISR 是比较特殊且典型的 AMT 变速器。图 1-6 所示为宝马 SMG 变速器。

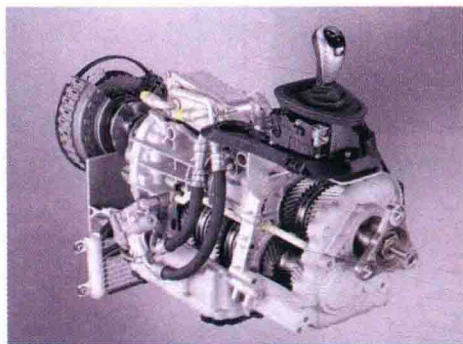


图 1-6 宝马 SMG 变速器

②以电动执行器为自动换挡机构的 AMT 变速器。它的换挡、选挡速度优于电、液执行器，而且体积小、质量小，但因变速器型号少而没有被广泛应用。

③直接换挡变速器 DSG。DSG (Direct Shift Gearbox) 变速器也称为 S-Tronic 变速器或者双离合变速器 (Double-clutch Gearbox)。其特殊的地方是采用两个离合器进行自动换挡，比别的变速器换挡更快，传递的转矩更大而且效率更高。大众汽车在 2002 年于德国沃尔夫斯堡首次向世界展示了这一技术创新。其优点在于 DSG 可以手动换挡也可以自动换挡，它比传统的自动变速器易于控制，也能传递更多功率。图 1-7 所示为大众 DSG 变速器。



图 1-7 大众 DSG 变速器

DSG 是在连续手动变速器 SMT (Sequential Manual Transmission) 的基础上发展而来的，从本质上来说，SMT 是一款全自动电控离合的手动变速器。大多数 SMT 都是可以自动和手动换挡的，其优点在于它采用固力连接而非传统自动、手自一体变速器所采用的液力连接（液力变矩）。

2. 按车辆的驱动方式分类

自动变速器按车辆驱动方式的不同,可以分为自动变速器(Automatic Transmission)和自动变速驱动桥(Automatic Transaxle),如图1-8所示。

自动变速器用于发动机前置后轮驱动的布置形式,变速器与主减速器、差速器分开。

自动变速驱动桥用于发动机前置前轮驱动,变速器与主减速器、差速器构成一个总成。

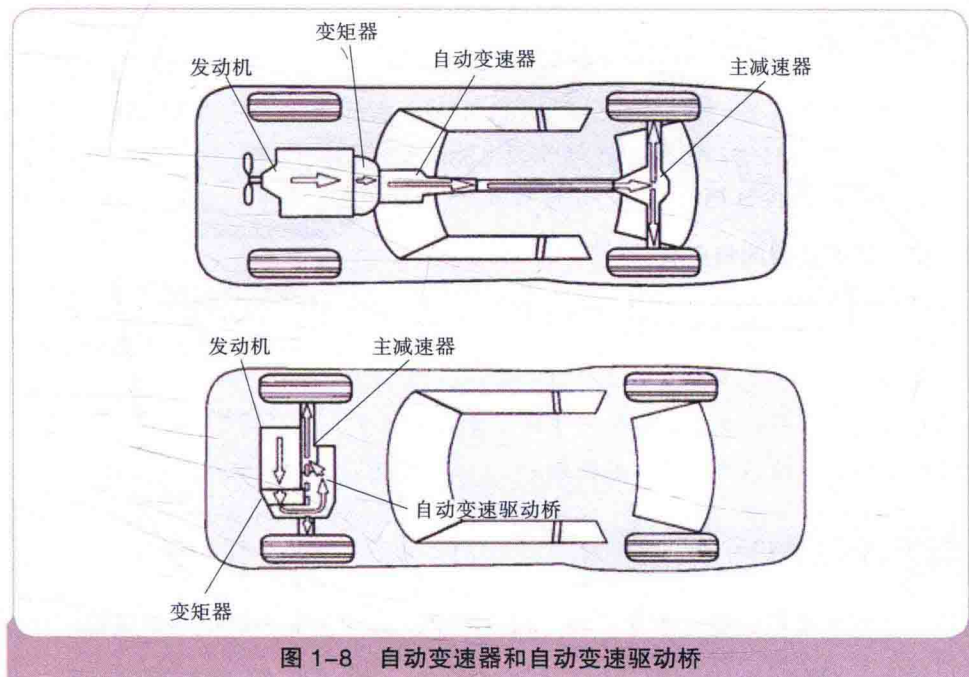


图 1-8 自动变速器和自动变速驱动桥

3. 按自动变速器前进挡的挡位数分类

按照自动变速器变速杆置于前进挡时的挡位数,可以分为4挡、5挡、6挡、7挡等。目前比较常见的是4挡和5挡自动变速器,在某些高级轿车中采用6挡或7挡自动变速器。

三、自动变速器的特点和作用

1. 自动变速器的特点

自动变速器利用行星齿轮机构进行变速,它能根据油门踏板程度和车速变化,自动地进行变速,而驾驶者只需操纵加速踏板控制车速即可;使用液力耦合器替代传统接触式离合器的变速箱,由液压机构完成换挡动作。

自动变速器的特点有:

- 由液力变矩器、行星变速器、液压操作系统组成。
- 目前国内自动变速器大多数都是使用AT自动变速箱。

- 操作容易, 驾驶舒适, 能减少驾驶者的疲劳。
- 不需要配合操作离合器, 技术成熟。
- 油耗比手动变速器增加 10% 左右, 保养费用较高。

自动变速器的优点: 操作简单, 可以适应于大多数的发动机形式(横置和纵置)和驱动形式(前驱, 后驱, 4 驱, 全时)。

自动变速器的缺点: 因为采用液力耦合器, 所以传动效率极低。

2. 手自一体自动变速器的特点

手动 / 自动变速器由德国保时捷车厂在 911 车型上首先推出, 称为 Tiptronic, 它可使高性能跑车不必受限于传统的自动挡束缚, 让驾驶者也能享受手动换挡的乐趣。此车型在其挡位上设有 “+” “-” 选择挡位。在 D 挡时, 可自由变换降挡 (-) 或加挡 (+), 如同手动挡一样。

手自一体自动变速器的特点有:

- 制造技术难度相对较低, 自动换挡; 主要用于 F1 赛车及中低档民用汽车上。例如, 博悦、SMART、AMT 北斗星、QQ3、AMT 炫丽、奔奔 MINI、AMT 同悦、路宝节油 π 、MG3、传祺、新赛欧、瑞麒 X1 等。
- 变挡时有顿挫, 影响乘坐舒适性。市场上使用比较少。
- 换挡时要松一下油门才能减少顿挫感。

3. 自动变速器的作用

它使汽车能以非常低的稳定车速行驶, 而这种低的转速只靠内燃机的最低稳定转速是难以达到的。

变速器的倒挡使汽车可以倒退行驶。

其空挡使汽车在起动发动机、停车和滑行时能长时间将发动机与传动系分离。

四、自动变速器的结构与工作原理

1. 自动变速器的结构

自动变速器主要由液力变矩器、变速机构、液压操纵系统、控制系统、冷却滤油装置等几部分组成, 如图 1-9 所示。

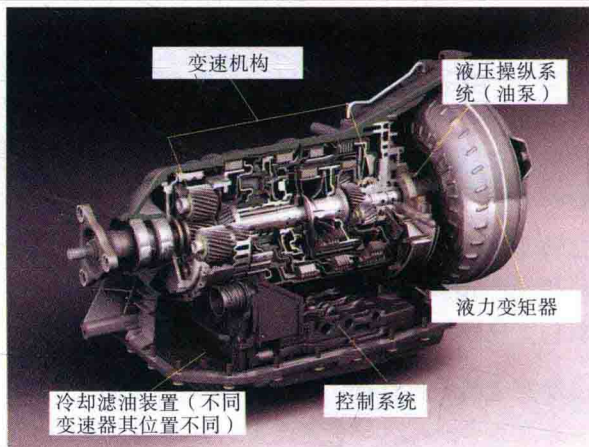


图 1-9 自动变速器的结构

《 (1) 液力变矩器

液力变矩器（见图 1-10）位于自动变速器的最前端，安装在发动机的飞轮上，利用液力传递动力，具有一定的减速增扭功能，并能实现无级变速。



图 1-10 液力变矩器

《 (2) 变速机构

变速机构包括传动机构和换挡执行机构。图 1-11 所示为辛普森式行星齿轮传动机构。

传动机构有 3~4 个前进挡和 1 个倒挡。换挡执行机构（离合器、制动器、单向离合器）可以使传动机构处于不同的啮合状态，以实现不同的传动比。



图 1-11 辛普森式行星齿轮传动机构

《 (3) 液压操纵系统

液压操纵系统包括油泵、阀体、电磁阀及液压管路等，用于控制自动变速器的升降挡。液压操纵系统如图 1-12 所示。



(a) 油泵；(b) 阀体（包括电磁阀及液压管路）

《 (4) 控制系统

新型汽车自动变速器的控制系统有液压式和电子控制液压式两种。液压式控制系统包括由许多控制阀组成的阀体总成以及液压管路。电子控制液压式控制系统除了阀体及液压管路之外，还包括电控单元（ECU，见图 1-13）、传感器、执行器及控制电路等。



《 (5) 冷却滤油装置

冷却滤油装置包括冷油器和滤油器，用于控制油温和分离杂质。图 1-14 所示为冷却滤油装置。



(a) 冷却装置；(b) 滤油装置