

全華

★ 引进版职业院校精品教材 ★



汽车 自动变速器 构造与维修

QICHE ZIDONGBIANSUQI GOUZAOYUWEIXIU
QICHE ZIDONGBIANSUQI GOUZAOYUWEIXIU



左成基 杨明钦 主编



人民交通出版社
China Communications Press

引进版职业院校精品教材

QICHE ZIDONG BIAN SUQI
汽车自动变速器
GOUZAO YU WEIXIU
构造与维修

左成基 杨明钦 主编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书主要介绍自动变速器的主要构件及其功用,以及自动变速器的演进、分类、检修等方面的知识。本书在条理分明的叙述中,使读者对自动变速器能有一个系统的认识与了解,为目前市场上最新的介绍汽车变速器方面的书籍。

本书适合作为职业院校汽车专业的教材,也可供相关从业人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器构造与维修 / 左成基, 杨明钦主编.

— 北京: 人民交通出版社, 2011. 9

引进版职业院校精品教材

ISBN 978-7-114-09312-8

I. ①汽… II. ①左… ②杨… III. ①汽车—自动变速装置—构造—高等职业教育—教材 ②汽车—自动变速装置—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第154721号

■ 引进版职业院校精品教材

书 名: 汽车自动变速器构造与维修

著 作 者: 左成基 杨明钦

责任编辑: 戴广超

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 12.75

字 数: 236千

版 次: 2011年9月 第1版

印 次: 2011年9月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09312-8

定 价: 34.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

作 者 左成基 杨明钦

出版者  全华图书股份有限公司

<http://www.chwa.com.tw>

原著于2009年10月发行

《本书中文简体字版由台湾全华图书股份有限公司独家授权,仅限于中国内地出版发行,不含台湾地区、香港特别行政区、澳门特别行政区》

有著作权·侵害必究

本书版权登记号: 图字: 01-2011-5639号

编者序

一、近年来，由于驾驶环境逐渐复杂及自动变速器技术的纯熟，配备自动变速器的车辆日益普遍。鉴于此，编者深感此类技术书籍缺乏、选用不便，于是将历年收集的资料及个人研究心得编撰完成此书。

二、本书探讨的内容以小型汽车所使用的自动变速器为主。为符合时代性，撰写时采用的资料为现今车种使用的自动变速器技术资料，以期能在理论与实务方面更符合需求。

三、本书共分8章，前5章着重介绍机构及原理，后3章着重介绍新式自动变速器的原理及实务，文字简洁扼要，内容难易适中，旨在帮助启发学生对自动变速器的概念性学习。

四、各章所附插图是以日产、福特、本田、丰田、斯巴鲁、马自达等汽车公司使用的自动变速器为例，齿轮机构、油压回路都清晰易懂，以增进学生的学习印象，帮助理解。

五、为了增进学习效果，本书制作了一些插图和表格，以方便学生了解各零件构造及其工作原理，且各章均有“理论测试”，帮助学生增进对内容的理解及复习使用。

六、本书部分图表承蒙中国台湾东势高工机图科傅庆荣老师协助绘制，在此由衷的表示感谢。

七、本书内容虽经多次严谨校对，由于编者才疏学浅，不妥之处仍在所难免，敬祈广大读者不吝赐教，谢谢！

编者

左成基 杨明钦

目录 CONTENTS

第1章 自动变速器概论

1.1 概述.....	2
1.2 自动变速器的演变发展.....	2
1.3 自动变速器的分类.....	7
1.4 自动变速器的优缺点.....	9
1.5 自动变速器的主要构件及功用.....	9

第2章 综合式液力变矩器

2.1 概述.....	20
2.2 液力耦合器 (Fluid coupling)	20
2.3 液力变矩器 (Torque Converter) ——三元件液力变矩器..	23
2.4 综合式液力变矩器.....	25
2.5 锁定控制机构.....	27

第3章 齿轮传动系统

3.1 概述.....	38
3.2 普通齿轮组.....	38

3.3	行星齿轮组 (Planetary Gear Assembly) 的构造及优点	39
3.4	单一型行星齿轮组	40
3.5	复合型行星齿轮组	42
3.6	齿轮控制机构	44
3.7	自动变速器的变速组合	48

第4章 液压控制系统

4.1	概述	60
4.2	油泵	61
4.3	阀门体与阀门	62
4.4	主功能阀 (Main Function Valve)	64
4.5	辅助阀	70
4.6	管路压力、节流阀压力、调速器压力及液力变矩器压力	76

第5章 各变速挡位的作用

5.1	概述	82
5.2	四速自动变速器结构介绍	82
5.3	液压控制系统	84
5.4	各变速挡位的齿轮传动	92
5.5	其他自动变速器的变速方式	100

第6章 电子控制式自动变速器

6.1	概述	108
6.2	电子控制式自动变速器的优点	108
6.3	电子控制系统	109

6.4	液压控制系统.....	122
-----	-------------	-----

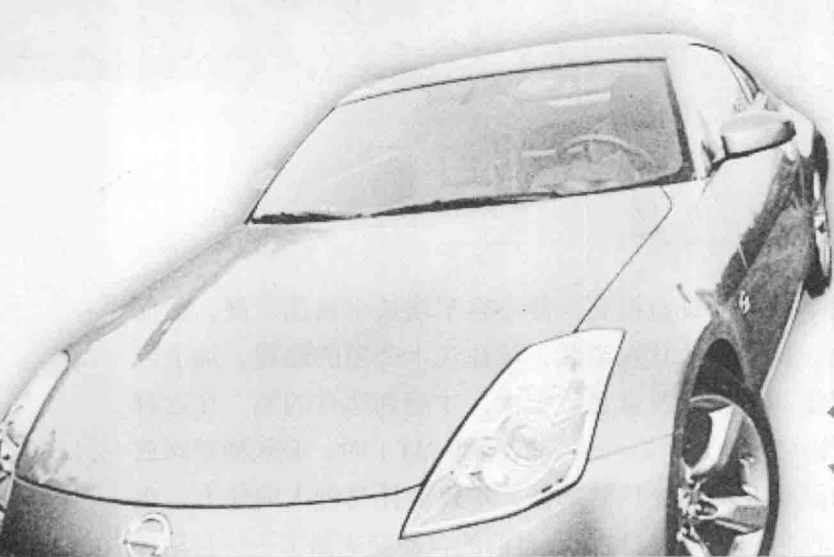
第7章 电子控制式无级变速器

7.1	概述.....	134
7.2	电子控制式无级变速器.....	135
7.3	无级变速器的电子控制系统.....	139
7.4	液压系统.....	142
7.5	电磁无级变速器的速度特性.....	148

第8章 自动变速器维修

8.1	概述.....	154
8.2	自动变速器油的检查.....	154
8.3	自动变速器的调整.....	156
8.4	自动变速器性能检查及诊断.....	160
8.5	电子控制式自动变速器的诊断.....	166
8.6	自动变速器的修理.....	171

附录.....	179
---------	-----



第1章

自动变速器概论

学习目标

- | | |
|---------------------|-------------------|
| ■ 1.1 概述 | ◆ 认识自动变速器的重要性 |
| ■ 1.2 自动变速器的演变发展 | ◆ 了解自动变速器的演变发展 |
| ■ 1.3 自动变速器的分类 | ◆ 认识自动变速器的分类 |
| ■ 1.4 自动变速器的优缺点 | ◆ 了解自动变速器的优缺点 |
| ■ 1.5 自动变速器的主要构件及功用 | ◆ 了解自动变速器的主要构件及功用 |

1.1 概 述

由于工商业的发达,人民生活水平日益提高,使小客车增长率快速发展,然而却造成国内交通状况更为恶化、拥挤,尤其在市区,往往几十公里的路程,加上红绿灯的变换,汽车的停车、起步动作可能要重复数十次,才能到达目的地。在这种情形下,驾驶手动挡变速器汽车(Manual Transimission,简称MT)时,必须频繁踩放离合器踏板、加速踏板、制动踏板及操纵换挡的动作,不仅消耗驾驶人的体力,也可能因离合器踩放不当,造成无谓意外伤害。所以,目前的自动变速器车——自动挡车(Automatic Transimission,简称AT)已在一般小客车上普及(占90%),而大型客车、货车也都已配备自动变速器,自动变速器车不仅可简化开车程序,消除频繁换挡动作,而且可根据车速及发动机负荷实现自动换挡,减少驾驶人的疲劳,可见AT车优点多于MT车。

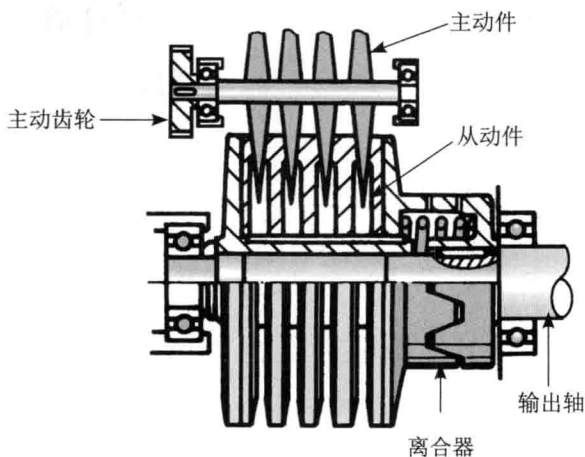
部分驾驶人认为,自动挡车没有手动挡车的操纵乐趣,因此,目前自动挡车趋向于手动挡/自动挡变速器两用系统,可兼顾(自动挡的便利)及(手动挡的操纵乐趣)。近代部分的自动变速器也具备智慧控制型学习模式(Fuzzy Control),例如:斜坡逻辑控制,它会按加速踏板位置的信号、车速及制动信号,判断驾驶人的特性以进行换挡的修正,以达到高性能化、舒适化、人性化的要求。

1.2 自动变速器的演变发展

一、(早期)纯机械式

1. 摩擦盘式

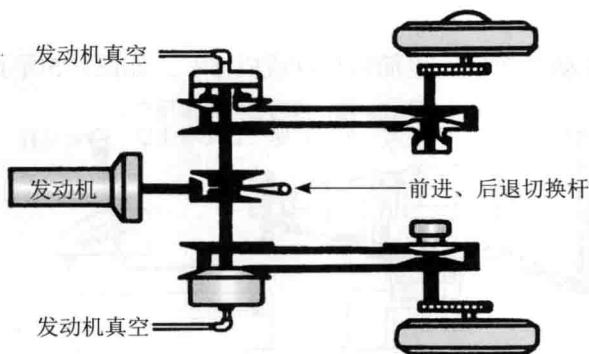
摩擦盘式变矩器如图1-1所示。



◆ 图1-1 摩擦盘式变矩器

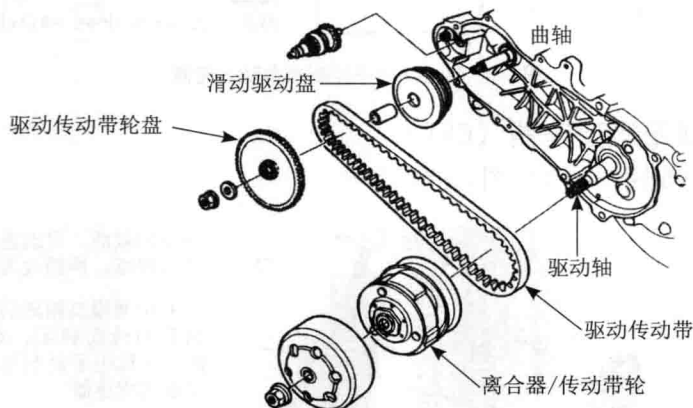
2. 可变节距传动带盘式

可变节距传动带盘式变矩器如图1-2所示。



◆ 图1-2 可变节距传动带盘式变矩器的基本构造

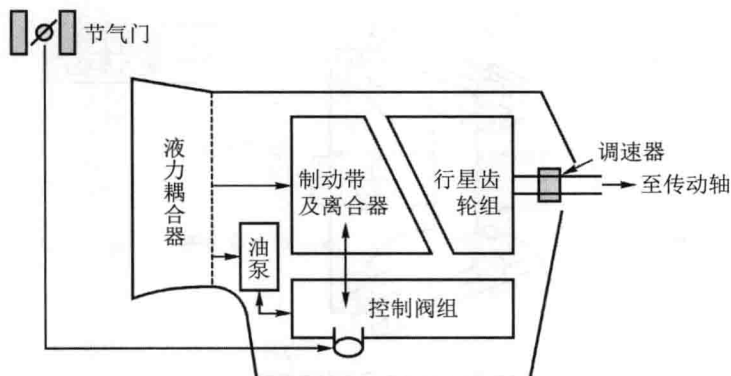
目前车辆上所使用的变速器大都采用可变节距传动带盘式，如图1-3所示。



◆ 图1-3 车辆变速系统

二、（中期）液压式

液压机械式自动变速器如图1-4所示，有2段速、3段速及4段速。

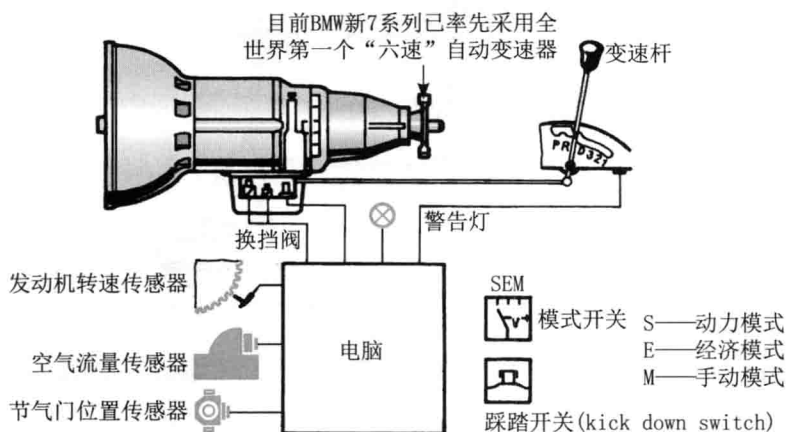


◆ 图1-4 液压机械式自动变速器

三、(近期) 电子控制式

1. 电子控制传统自动变速器 (EC-AT) (Electronic Control Automatic Transmission)

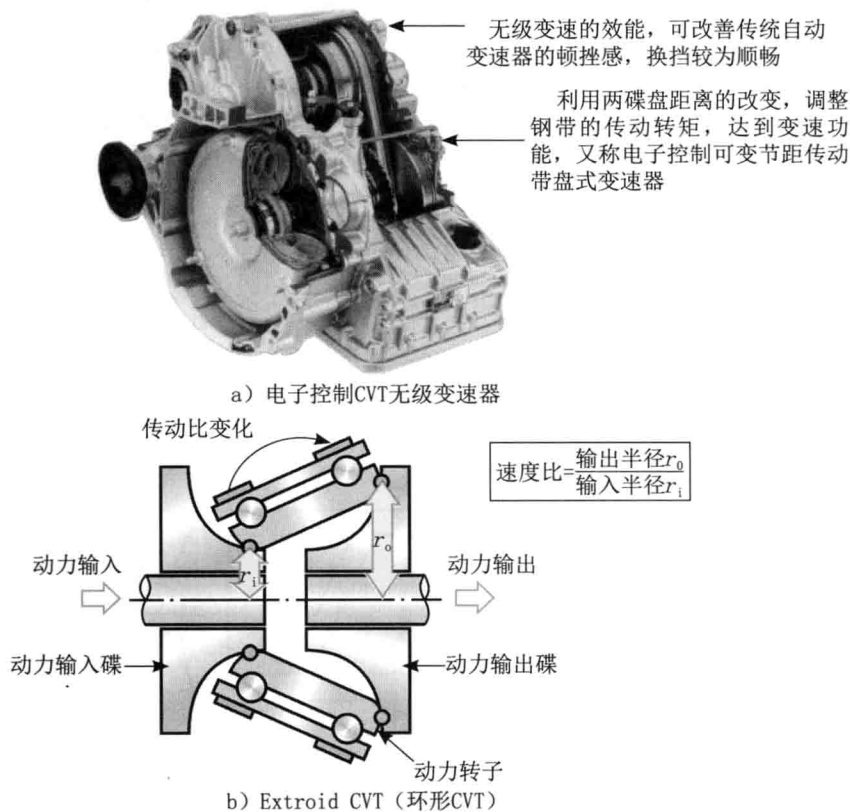
电子控制传统自动变速器 (也简称EAT或ECT), 如图1-5所示。



◆ 图1-5 Bosch电子控制式自动变速器

2. 电子控制无级变速器 (CVT)

电子控制无级变速器CVT如图1-6所示。



◆ 图1-6 CVT变速器

斯巴鲁 (Justy) - ECVT (Electro-Continuously Variable Transmission)

日产 (March) - NCVT (Nissan Continuously Variable Transmission)

铃木 (Suzuki) - SCVT (Suzuki Continuously Variable Transmission)

菲亚特 (UNO) CVT (Continuously Variable Transmission)

日产-Extroid CVT, 利用动力转子的角度变化达成速率变化。

3. 手动挡/自动挡两用变速器

这种变速器其基本结构为自动变速器, 同时具有“手动”升降挡(或)的功能, 其优点是升降挡时顿挫感的抑制及换挡平顺度和一般自动变速器一样, 又可享受手动挡车的操纵乐趣。

当变速杆换至D挡, 驾驶人可将变速杆置于驾驶人控制模式位置, 可视当时状况推动变速杆进行升挡或降挡的控制, 控制单元接收(或)信号后, 会按当时行驶条件判断是否进行升挡或降挡。

按变速器的型式分为两类:

(1) 采用传统自动变速器: 目前市场上大都采用此类。

(2) 采用CVT变速器(使用液力变矩器): 如飞雅特PUNTO(七速)、三菱New Lancer Virage、Galant、Audi Multitronic Nissan Bluebird 2.0等。

4. 自动挡/手动挡变速器 (Automated Manual Transmission 简称AMT) (手动挡变速器+自动离合、换挡模式)

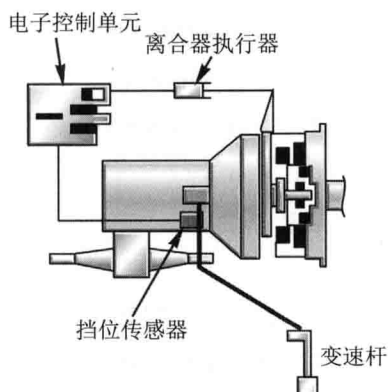
自动挡/手动挡变速器最早出现在F1赛车场上, 它是一种没有离合器踏板的手动变速器, 只要拨动变速杆+、- (按钮、拨片), 借由精密的电脑控制元件, 控制油压缸或电动机以推动释放轴承的轴向移动, 使离合器自动离合而执行升降挡的动作。另附有AUTO模式(自动换挡模式), 尤其在市区行驶时, 使用AUTO模式就可以省略不断换低速挡起走的麻烦, 把换挡的动作完全交给电脑, 其优点为兼有手动变速器的动力传输效能与自动变速器的便利性。其油耗更低, 各方面性能皆超越传统AT。

(1) 自动离合器式 (Auto-clutch Manual Transmission 简称AcMT)

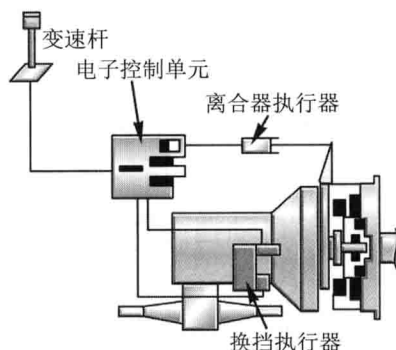
如图1-7所示, 当驾驶人移动变速杆时, 挡位位置传感器将此信号送至电子控制单元, 经电子控制单元处理后发出控制指令给离合器执行器, 再由变速杆进行换挡动作, 因离合器完全自动控制, 故无需离合器踏板。其变速杆与一般手动挡变速器变速杆功能相同(传递机械功能)。

(2) 单离合器式 (Automated Manual Transmission 简称AMT)

如图1-8所示, 变速杆上N、R、A、M、+、-等的切换只是信号的切换, 当变速杆移动时, 电子控制单元会接收信号而下命令给离合器执行器及换挡执行器做挡位切换, 由于该变速杆已无直接传递机械力的功能, 目前已有附加设计成按钮或拨片(驾驶人容易操作的地方, 如转向盘后方两侧)。



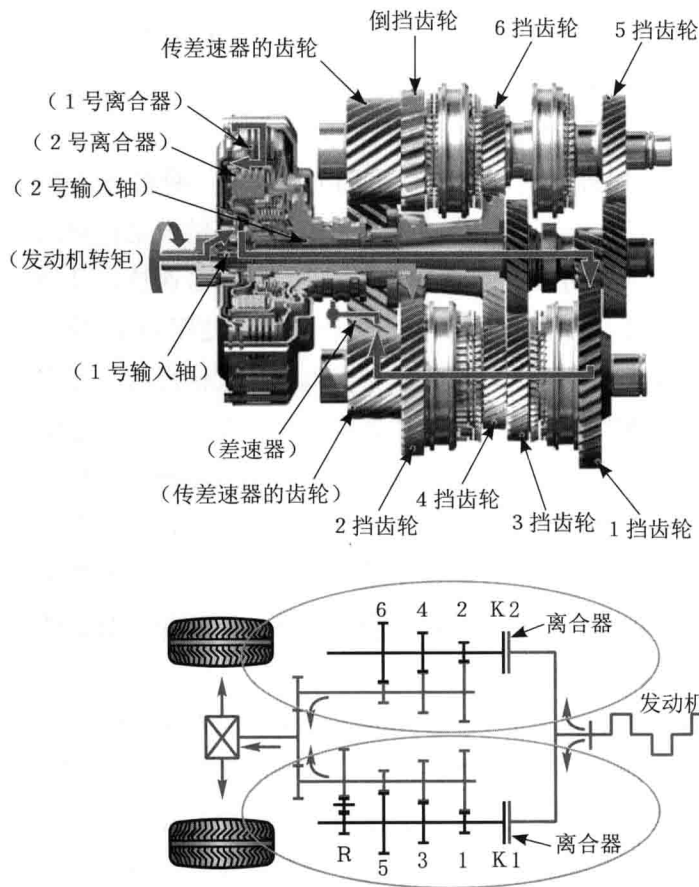
◆ 图1-7 自动离合器式



◆ 图1-8 单离合器式

(3) 双离合式 (Double Clutch Automated Manual Transmission 简称DCT)

此种形式变速器如图1-9所示，变速器内有2组多片式离合器与2根输入轴及6个挡位机构装在一起，一组离合器及输入轴控制奇数（1、3、5、倒车）挡的动力输入与中断，另一组离合器及输入轴控制偶数（2、4、6）挡的动力输入与中断，加上灵敏的电子控制，让这两组传动装置可以同时工作。

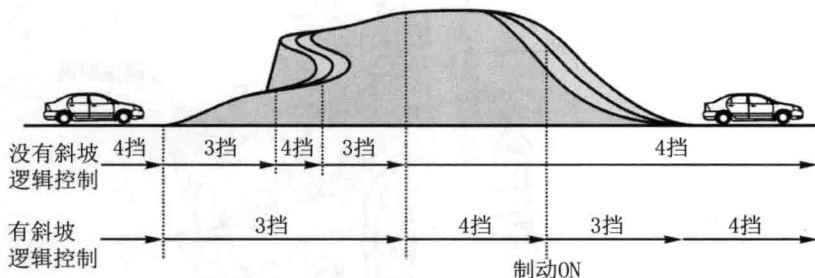


◆ 图1-9 VW DSG双离合式

例如：当一辆车以2挡行驶时，3挡齿轮已接合但离合器位于分离位置，等车速升高准备换挡时，2挡的离合器分离（动力中断）而3挡的离合器接合（动力输入），3挡开始工作，两组多片式离合器的接合与分离几乎保持在同一时刻内，而整个过程只需要0.2s，使得动力传递更加平顺而有效率（减少变速器的顿挫），让整体加速过程不中断。目前，博世集团开发的DSG（Direct Shift Gearbox直接换挡变速器），已配置在Audi TT3.2 V6及VW Golf R32两款车上。2008年初，大众全球首款7速DSG问世（Golf TSI）。

5. 智慧控制型自动变速器

由于科技的进步，部分电子控制式自动变速器已具有智慧型自动变速系统，例如：新一代的（斜坡逻辑控制系统），除了降低上下坡换挡次数、减低燃油消耗外，并以适当的挡位提供强大扭力，以保持驾驶的舒适与顺畅，如图1-10所示。

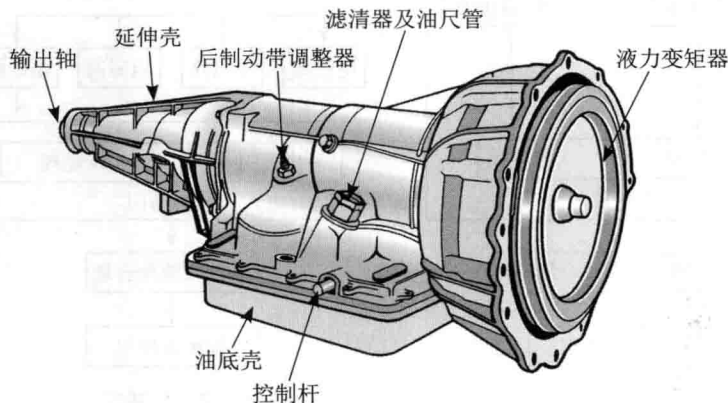


◆ 图1-10 斜坡逻辑控制系统的作用

1.3 自动变速器的分类

一、按车辆驱动形式分类

(1) 使用于前置发动机后轮驱动（FR Type）自动变速器，如图1-11所示。



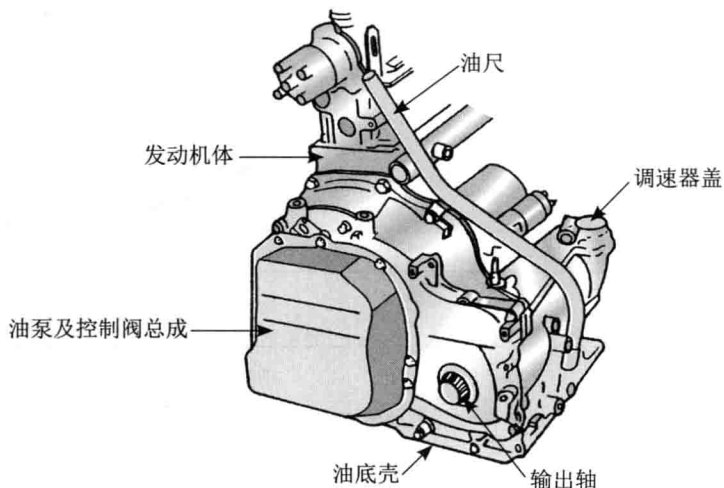
◆ 图1-11 FR式车所使用AT

(2) 使用于前置发动机前轮驱动 (FF Type) 自动变速器, 如图1-12所示, 因包含差速器及最后传动装置, 又称自动联合传动器。

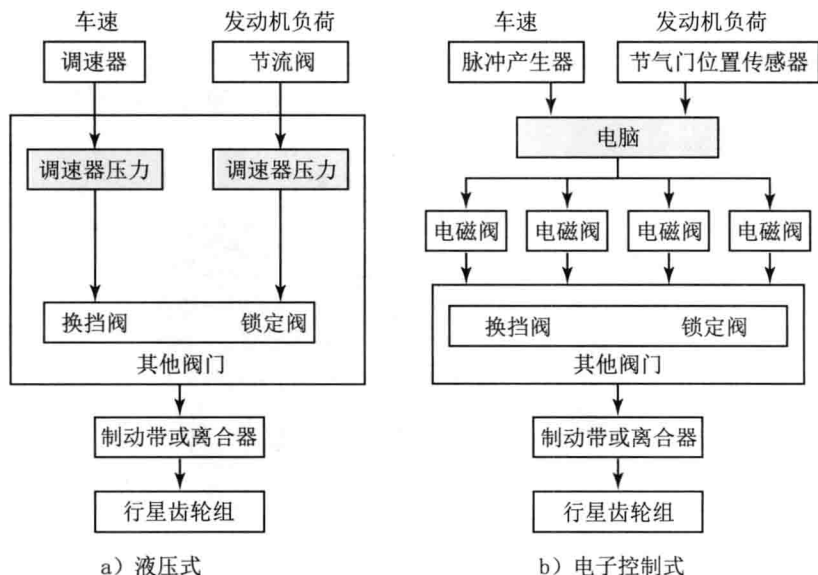
二、按控制方式分类

(1) 液压控制式——自动变速器的换挡与锁定都是利用液压控制, 靠发动机负荷及车速来决定。

(2) 电子控制式——利用节气门位置传感器 (发动机负荷) 及车速传感器将信号送到ECU, 经电脑判断后, 由记忆体中选出最恰当的变速曲线, 再将此信号送到电磁阀、操作离合器和制动器, 及控制换挡点的时机。两者的差别如图1-13所示。



◆ 图1-12 FF式车所使用AT



◆ 图1-13 液压式与电子控制式作用流程图

◆三、按使用轴分类

- (1) 单轴式：一般FR型自动变速器皆采用。
- (2) 双轴式：如本田系列自动变速器采用。
- (3) 三轴式：如丰田A240L自动变速器采用。

1.4 自动变速器的优缺点

◆一、优点

- (1) 减少驾驶人的疲劳：不需经常性的踩放离合器踏板及换挡的动作。
- (2) 提高乘坐舒适性：自动变速器无论起步、加减速、换挡的控制都圆滑平顺。
- (3) 不必精通驾驶技巧：踩下加速踏板即行驶，踩下制动踏板即停止。
- (4) 发动机及变速器传动部位寿命可延长：自动变速器使用液压传动，因此发动机和传动系统的振动可减至最低。
- (5) 操控较容易：转向盘操控时，两手都会留在转向盘上，不像手动挡变速器的换挡，右手非离开转向盘不可，因此，行车操控较为实在。
- (6) 不易造成误起动：手动变速器于任何一挡位均可起动发动机，容易造成冲出的危险，而自动变速器只能在P或N挡位时，才能起动发动机。

◆二、缺点

- (1) 价格昂贵：比手动挡变速器价格高20 000 ~ 30 000元。
- (2) 维修费用较高。
- (3) 无法以推车起动发动机。
- (4) 耗油：除非在锁定状态，否则液力变矩器的传动效率将无法达到100%。
- (5) 发动机功率损失较大。
- (6) 制动蹄片的磨损较快：发动机制动性能较差（D挡位的1、2挡均无发动机制动的设计）。
- (7) 会有蠕行（Creep）现象产生：当发动机怠速时，变速杆置于D挡，若不踩住制动踏板，车辆会有向前蠕动现象，但电磁离合器的CVT变速器不会产生这种现象。

1.5 自动变速器的主要构件及功用

自动变速器除变速器壳外由以下主要零部件组成：①综合式液力变矩器；②齿轮传动系统；③液压控制系统；④控制杆；⑤最终传动装置；⑥自动变速器油（ATF）。

◆一、综合式液力变矩器

- (1) 构造：由泵轮（Pump）、涡轮（Turbine）、导轮（Stator）、自动变速器

油所组成。其安装在行星齿轮输入轴上，与曲轴尾端传动板用螺栓连接，如图1-14所示。泵轮相当于手动挡车的离合器压板，涡轮相当于手动挡车的离合器片。

(2) 功用：

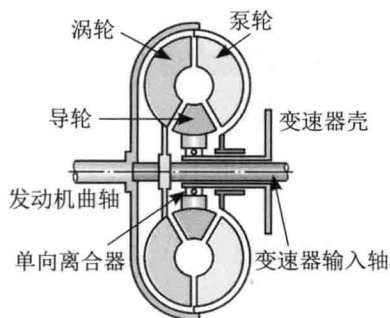
- ①增大发动机转矩（起步时）。
- ②充当液力耦合器传递动力（转速增加时）。
- ③驱动变速器内的油泵。
- ④相当于飞轮，可使发动机运转平稳，并且可吸收发动机与传动零件的振动。

二、齿轮传动系统

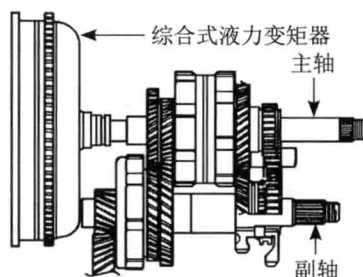
齿轮传动系统包括齿轮组、多片式离合器及制动器。

(1) 齿轮组：目前自动变速器所使用的齿轮组形式可分为两种：

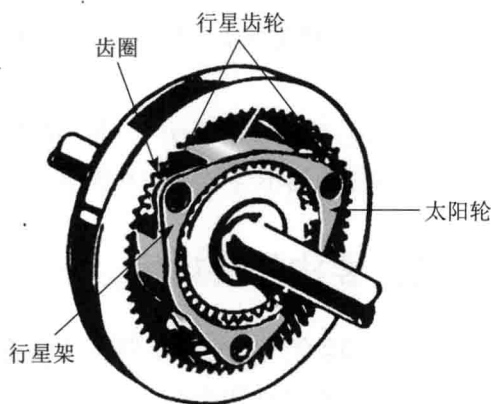
①平行轴式齿轮组：如图1-15所示，与手动挡变速器齿轮排列类似。



◆ 图1-14 综合式液力变矩器



◆ 图1-15 平行轴式齿轮组 (Honda)



◆ 图1-16 行星齿轮组

②行星齿轮组：如图1-16所示，由齿圈、太阳轮、行星齿轮及行星架所组成，任何一个组件都可以作为主动件或从动件，各齿轮都是永久啮合，使用寿命较长。本书以介绍行星齿轮组为主。

(2) 制动器：将行星齿轮组其中一件固定，以获得齿轮比，其作用必须靠油压作用伺服活塞，其形式有两种，一种是制动带，如图1-17所示，另一种是湿多片式制动器（不需定期调整也无法调整）。