

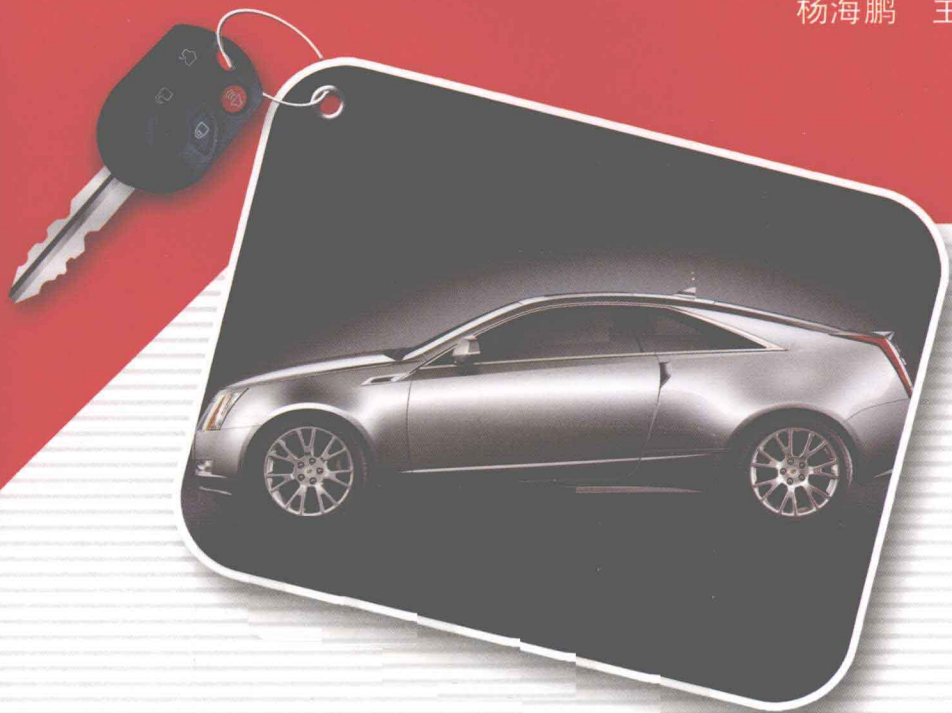
面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车自动变速器

原理与维修

QICHE ZIDONG
BIANSUQI
YUANLI YU WEIXIU

凌凯汽车资料编写组 组编
杨海鹏 主编



面向“十二五”高等教育课程改革项目研究成果

汽车自动变速器 原理与维修

QI CHE ZI DONG BIAN SU QI
YUAN LI YU WEI XIU

凌凯汽车资料编写组 组编

主 编：杨海鹏

参 编：杨继忠 于海东 蔡永红 陈 波
靳方国 徐银泉 冯建玉 邓冬梅
李丽娟 钟利兰 黄 静

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书分为认识自动变速器、液力变矩器、齿轮传动机构、换挡执行机构、组合行星齿轮系统、液压控制系统、电子控制系统和自动变速器的调试与故障诊断八大课题进行讲述。本书图文并茂,通俗易懂,将复杂的理论融入到实践中,有助于学生的理解。本书适合做高等院校的教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器原理与维修 / 杨海鹏主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2011. 6

ISBN 978-7-5640-4481-7

I. ①汽… II. ①杨… III. ①汽车—自动变速装置—理论 ②汽车—自动变速装置—维修 IV. ①U463. 212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 077818 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市兆成印刷有限责任公司

开 本 / 710 毫米 × 1000 毫米 1/16

印 张 / 11.5

字 数 / 197 千字

版 次 / 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 1500 册

定 价 / 30.00 元



责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

近年来,随着我国汽车行业的不断发展,汽车保有量呈现出迅猛增加的趋势,汽车维修、售后服务以及汽车销售人才所存在的缺口问题也越发明显。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。

为适应企业和市场对人才需求的变化,满足社会对技能型人才的需求,北京理工大学出版社特邀请一批知名行业专家、学者以及一线教学名师,规划出版了这套“面向‘十二五’高等教育课程改革项目研究成果”系列教材。

作者在编写之际,广泛考察了各校学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,着力培养能直接从事实际工作、解决具体问题、维持有序工作的应用型人才。

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,以达到学以致用为目的;
- 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合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,以便学生易于接受。

本系列教材配有大量的插图、表格和大量的图片资料,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、严把质量;
- 在风格上力求文字简练、脉络清晰、图表明快、版式新颖;
- 在理论阐释上,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。

本系列教材可作为高等教育应用型本科院校汽车类相关专业的课程教学用书,也可作为相关行业从业人员的培训和参考用书。

前言

随着自动变速器在汽车上的广泛应用，汽车维修行业亟须大量懂技术、高素质的人才。由于自动变速器结构、原理和传动过程很复杂，可以说自动变速器是汽车中让人最难懂的部分，所以，我们编写了本书。

本书共分8个课题。第一课题为认识自动变速器，简要介绍了汽车自动变速器的特点、分类、组成及控制原理；第二课题为液力变矩器，主要介绍了液力耦合器的结构与工作原理，液力变矩器的组成和工作原理，液力变矩器的检修方法，锁止离合器的结构与工作原理；第三课题为齿轮传动机构，主要介绍了平行轴式齿轮机构齿轮传动原理，行星齿轮变速机构的分类，单排行星齿轮变速机构的传动原理，行星排的检修方法；第四课题为换挡执行机构，主要介绍了离合器的组成、工作原理与检修方法，制动器的组成、工作原理与检修方法，单向离合器的组成与工作原理；第五课题为组合行星齿轮系统，主要介绍了辛普森式3挡、辛普森式4挡行星齿轮变速器的结构与工作原理，拉威挪式3挡、拉威挪式4挡行星齿轮变速器的结构与工作原理，并以丰田A340E自动变速器、大众01M自动变速器为例介绍了各挡动力传动原理；第六课题为液压控制系统，主要介绍了液压控制系统的组成，油泵的结构、工作原理与检修方法，控制机构的结构与工作原理；第七课题为电子控制系统，主要介绍了电子控制系统元件的结构、工作原理及检测方法；第八课题为自动变速器的调试与故障诊断，主要介绍了自动变速器的一般性检查与调整，自动变速器的试验，自动变速器的拆解要点，常见故障的诊断与排除方法。

本书图文并茂，通俗易懂，适用于高等院校汽车类专业的教材。

由于编者水平所限，书中难免有不当和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

自动变速器概述

→ 课题一 1

任务一 认识自动变速器 1

- 一、自动变速器的发展史 1
- 二、自动变速器的分类 2
- 三、自动变速器的特点 4
- 四、自动变速器的组成 4
- 五、自动变速器的控制原理 6

任务二 自动变速器的使用 8

- 一、自动变速器型号含义 8
- 二、自动变速器各挡位标识与控制开关 10

课题小结 12

思考与练习 12

液力变矩器

→ 课题二 13

任务一 液力变矩器的结构与原理 13

- 一、液力耦合器 13
- 二、液力变矩器 16

任务二 液力变矩器的检修 19

- 一、液力变矩器的检查 19
- 二、液力变矩器损坏的常见原因 21

任务三 锁止离合器 22

- 一、锁止离合器的作用 22
- 二、锁止离合器的结构 22
- 三、锁止离合器的工作原理 23

课题小结 25

思考与练习 25

齿轮传动机构

→ 课题三 26

任务一 平行轴式齿轮传动机构 26

平行轴式齿轮机构 26

任务二 行星齿轮变速机构 28

- 一、行星齿轮变速机构的作用 28
- 二、行星齿轮变速机构的分类 29
- 三、单排行星齿轮机构的传动原理 29
- 四、行星排的检修 33

课题小结 34

思考与练习 34

换挡执行机构

→ 课题四 35

任务一 离合器 35

- 一、离合器的作用 35
- 二、离合器的组成 35
- 三、离合器工作原理 36
- 四、离合器单向阀 37
- 五、离合器的检修 38

任务二 制动器.....41

- 一、片式制动器.....41
- 二、带式制动器.....42
- 三、制动器的检修.....43

任务三 单向离合器.....44

- 一、滚柱斜槽式单向离合器.....44
- 二、楔块式单向离合器.....45

- 课题小结.....46
- 思考与练习.....46

组合行星齿轮系统

→ 课题五.....48

任务一 辛普森式自动变速器.....48

- 一、辛普森式3挡行星齿轮变速器结构与工作原理.....49
- 二、辛普森式4挡行星齿轮变速器结构与工作原理.....50

任务二 拉威挪式自动变速器.....62

- 一、拉威挪式3挡行星齿轮变速器结构与工作原理.....62
- 二、拉威挪式4挡行星齿轮变速器结构与工作原理.....64
- 三、拉威挪式自动变速器的运用.....65

- 课题小结.....71
- 思考与练习.....71

液压控制系统

→ 课题六.....72

任务一 液压控制系统的组成.....72

任务二 油泵.....74

- 一、内啮合齿轮泵.....74
- 二、摆线转子泵.....75
- 三、叶片泵.....76
- 四、油泵的检修.....78

任务三 控制机构.....83

- 一、主油路调压装置.....83
- 二、换挡信号装置.....85
- 三、换挡阀组.....90
- 四、安全缓冲装置.....93
- 五、液力变矩器控制装置.....96
- 课题小结.....99
- 思考与练习.....99

电子控制系统

→ 课题七.....100

任务一 电子控制系统的组成.....100

- 一、传感器.....101
- 二、控制开关.....104
- 三、电子控制单元.....108
- 四、执行器.....108

任务二 电子控制原理.....111

- 一、换挡控制.....111
- 二、主油路油压控制.....112
- 三、锁止离合器控制.....112
- 四、换挡品质控制.....112
- 五、发动机制动控制.....113
- 六、故障自诊断及失效保护功能.....114

任务三 电子控制系统元件的检测.....115

- 一、传感器及控制开关的检测.....115
- 二、自动变速器ECU的检测.....117
- 三、执行器的检测.....118

四、自动变速器故障自诊断·····	120
课题小结·····	125
思考与练习·····	125

自动变速器的调试 与故障诊断

→ 课题八 126

任务一 自动变速器的基本检查与调整·····126

一、自动变速器油液的检查与更换·····	126
二、发动机怠速的检查·····	130
三、节气门拉索的检查与调整·····	130
四、驻车/空挡开关的调整·····	132

任务二 自动变速器试验·····133

一、手动换挡试验·····	133
二、失速试验·····	134
三、油压试验·····	136
四、延时试验·····	139
五、道路试验·····	141

任务三 自动变速器的拆解·····144

一、拆卸·····	144
二、总成分解·····	146

任务四 常见故障的诊断与排除·····152

一、汽车不能行驶·····	152
二、自动变速器打滑·····	154
三、换挡冲击大·····	156
四、不能升挡·····	158
五、升挡过迟·····	159
六、无前进挡·····	161
七、无超速挡·····	162
八、无倒挡·····	164
九、频繁跳挡·····	165
十、挂挡后发动机怠速易熄火·····	166
十一、无发动机制动·····	168
十二、不能强制降挡·····	169
十三、无锁止·····	170
十四、液压油易变质·····	172
课题小结·····	174
思考与练习·····	174



课题一 自动变速器概述

○ [学习任务]

- (1) 了解自动变速器的发展史和特点。
- (2) 了解自动变速器的分类。
- (3) 熟悉自动变速器组成。
- (4) 掌握自动变速器的控制原理。
- (5) 自动变速器的使用。

[技能要求]

能正确阐述自动变速器的控制原理。

任务一 认识自动变速器

汽车自动变速器即自动操纵式变速器。它可根据发动机负荷和车速等工况的变化自动变换传动系统的传动比,使汽车获得良好的动力性和燃油经济性,提高车辆行驶的安全性、乘坐舒适性和操纵轻便性。

一、自动变速器的发展史

汽车自动变速器的发展经历了一个漫长的过程:

1926年别克汽车第一次将液力耦合器和手动变速器装在一起。尽管不是自动变速器,但耦合器的优点已经显出来。变速器在前进挡上,发动机也可以怠速运转。

1940年美国奥兹莫比尔汽车上装上了第一台现代意义的自动变速器。这是一种行星齿轮机构的液压控制变速器,20世纪50年代起美国三大汽车公司都已经开始批量生产自动变速器。

1968年法国雷诺第一次在自动变速器上使用了电器元件。

1982年丰田公司生产出第一台由微机控制的电控自动变速器——装配在四缸佳美上的A-140E自动变速器。

1984年美国奥兹莫比尔汽车装上了THM440-T4型自动变速器,这也是美国



汽车史上的第一台电控自动变速器。

1992—1994年是电子控制变速器飞速发展的阶段。电磁阀特别是换挡电磁阀数量的增加,使得换挡电磁阀已经完全取消了节气门油压和速度油压对D位升挡的控制。

1995年自动变速器发展基本成熟,原来的换挡电磁阀主要是控制D位上各挡的升降,1995年后某些变速器的换挡电磁阀对D位各挡、手动挡、倒车挡全都负责,所以被称为全电子控制自动变速器。

现在我国轿车和豪华大客车上电子控制的自动变速器已成普及之势。上海通用汽车公司投产的4T-65E变速器是通用公司1994年才正式投产的。上海大众帕萨特、宝来、波罗、桑塔纳、奥迪、捷达王都已装用自动变速器。

二、自动变速器的分类

自动变速器的种类繁多,下面从多个角度对自动变速器进行分类。

1. 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,可分为前驱自动变速器和后驱自动变速器,如图1-1所示。

前驱自动变速器与后驱自动变速器的不同之处:在自动变速器的壳体内还装有差速器和主减速器,所以前驱自动变速器又叫自动变速驱动桥。

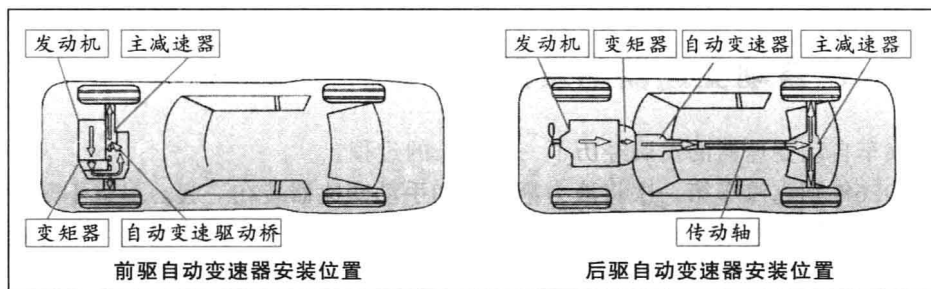


图1-1 前、后驱自动变速器安装位置

2. 按变矩器的类型分类

按照液力变矩器的类型,自动变速器大致可分为普通液力变矩器、综合液力变矩器和带锁止离合器的液力变矩器三种。普通液力变矩器是指由泵轮、涡轮和导轮三个元件组成的液力变矩器。综合液力变矩器是指在导轮与固定导轮的套管



之间装有单向离合器的液力变矩器，新型轿车的自动变速器普遍采用带锁止离合器的液力变矩器，如图1-2所示。

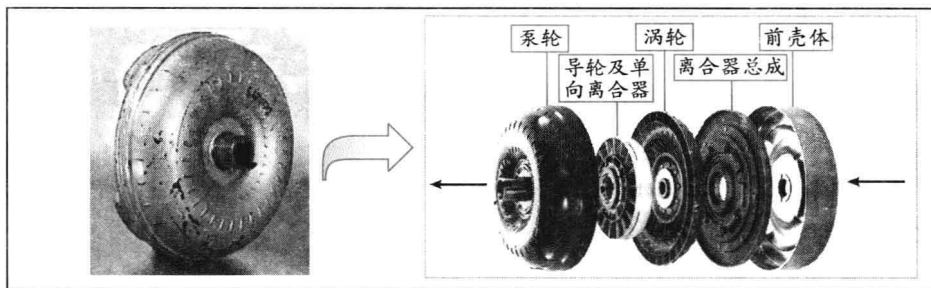


图1-2 液力变矩器

3. 按传动机构的类型分类

自动变速器按其传动机构的类型不同，可分为平行轴式、行星齿轮式和链条式三种，如图1-3所示。平行轴式自动变速器体积大，最大传动比小，只有少数几种车型使用。行星齿轮式自动变速器结构紧凑，能获得较大的传动比，为绝大多数轿车所采用。链条式传动为新型的无级变速器，它只需两个滑轮和一个钢带，就能实现无数个前进挡位的无级变速。

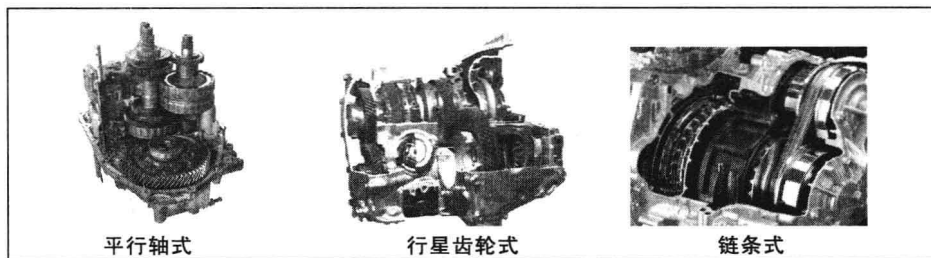


图1-3 不同传动机构的自动变速器

4. 按控制方式分类

自动变速器按控制方式不同，可分为全液压控制自动变速器和电子液压控制自动变速器两种。

5. 按自动变速器前进挡位分类

自动变速器按前进挡的挡数的不同分类，早期的自动变速器通常为2~3个前进挡；而现在常见的自动变速器有5~6个前进挡，甚至有些达到7个前进挡。



三、自动变速器的特点

自动变速器具有的优点：

- 优点1 操纵简单省力，整车具有更好的驾驶性能。
- 优点2 较好的行车安全性。
- 优点3 行驶平稳，舒适性好。
- 优点4 防止传动系过载，延长传动部件寿命。
- 优点5 减少燃油消耗，降低排放污染。

自动变速器的缺点：

- 缺点1 结构较为复杂。
- 缺点2 制造难度大。
- 缺点3 生产成本高。
- 缺点4 维修困难。
- 缺点5 传动效率低。

四、自动变速器的组成

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、冷却滤油装置等几个部分组成，如图1-4所示。

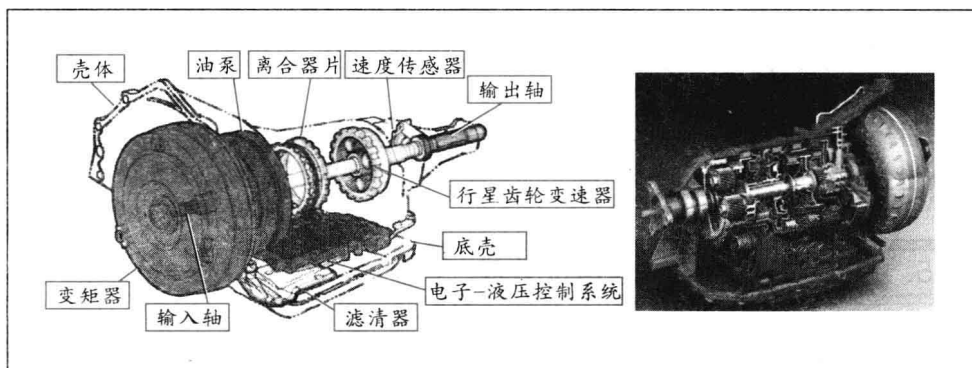


图1-4 自动变速器的组成



1. 液力变矩器

液力变矩器（见图1-5）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。

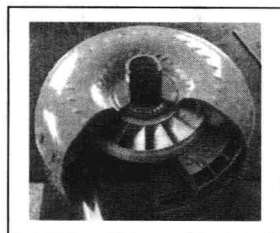


图1-5 液力变矩器

2. 变速机构

变速机构包括传动机构和换挡执行机构。图1-6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，如图1-7所示。

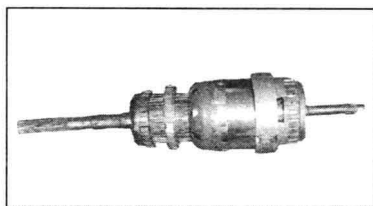


图1-6 辛普森式行星齿轮机构



离合器

制动器

单向离合器

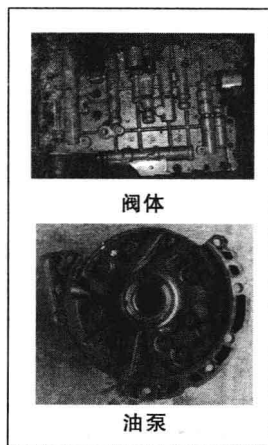
图1-7 换挡执行机构

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升降挡。液压操纵系统如图1-8所示。

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）、传感器、执行器及控制电路等。



阀体

油泵

图1-8 液压操纵系统

5. 油冷却和滤清装置

油冷却和滤清装置包括冷油器和滤油器，用于控制油温和分离杂质。



五、自动变速器的控制原理

1. 全液压控制自动变速器控制原理

全液压控制自动变速器控制原理如图1-9所示。

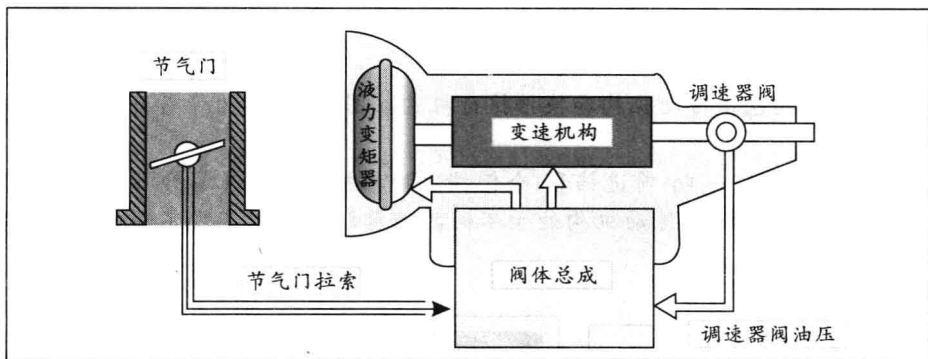


图1-9 液力控制自动变速器系统简图

在全液压自动变速器中，液压控制系统根据节气门（油门）开度和变速器输出轴上输送来的信号控制升降挡。根据节气门开度变化，液压控制系统中的调节阀产生与加速踏板踏下量成正比的液压，该液压作为节气门开度“信号”加到液压控制装置；另外有装配在输出轴上的速控液压阀可产生与转速（车速）成正比的液压，作为车速“信号”加到液压控制装置。因此，就有节气门开度“信号”和车速“信号”，液压控制装置根据这两个“信号”自动调节变速器油量，从而控制换挡时机。也就是说，在汽车驾驶中，驾驶员踏下加速踏板（油门踏板），控制节气门开度和汽车的行驶速度（变速器输出轴转速），就能自动控制变速器内的液压控制装置，液压控制装置会利用液力去控制传动系统的离合器和制动器，以改变行星齿轮的传动状态。自动变速器的核心控制装置是液压控制装置，液压控制装置由油泵、阀体、离合器、制动器以及连接所有这些部件的液体通路所组成。关键部件是阀体，因此它是自动变速器的控制中心。阀体的作用是根据发动机和底盘传动系的负载状况（节气门开度和输出轴转速），对油泵输出到各执行机构的油压加以控制，以控制液力变矩器，控制各离合器和制动器的结合与分离，实现自动换挡。

2. 电子液压控制自动变速器控制原理

电子液压控制自动变速器主要由液压系统、变速机构、电控系统等几个部分组成。



任务二 自动变速器的使用

一、自动变速器型号含义

(一) 自动变速器型号主要内容

自动变速器型号代表的主要内容如下。

➡ 1. 变速器的性质

字母“A”表示自动变速器，字母“M”表示手动变速器。

➡ 2. 自动变速器的生产厂家

例如，德国ZF公司生产的自动变速器，其型号前面大多为“ZF”字样。

➡ 3. 驱动方式

主要是标明前驱还是后驱动，一般用字母“F”表示前驱动，用字母“R”表示后驱动。但也有特殊情况，如日本丰田公司则用数字表示驱动方式。部分四轮驱动的车辆，在型号后面附字母“H”或“F”表示。

➡ 4. 前进变速挡位数

表示自动变速器前进挡位个数，用数字表示。

➡ 5. 控制类型

主要说明变速器是电控、液控，还是电液控制。电控一般用字母“E”表示，液控一般用“L”表示，电液控制用“EH”表示。

➡ 6. 改进序号

自动变速器在原变速器基础上改进的顺序号。



7. 额定驱动转矩

在通用、宝马等公司的自动变速器型号中有此参数。

(二) 几个主要公司的自动变速器型号

下面将几个主要公司的自动变速器具体型号含义举例说明一下。

1. 通用公司自动变速器型号

该公司自动变速器的型号主要有4T60E、4L60E等。第一位阿拉伯数字表示前进挡的个数,“4”表示有4个前进挡。第二位字母表示驱动方式,“T”表示自动变速器横置(Transverse);“L”表示后置后驱动。第三、第四位数字表示自动变速器的额定驱动转矩。第五位字母表示控制类型,“E”表示电子控制。

2. 宝马ZF4HP22 EH

德国ZF公司生产,前进挡位数为4。控制类型“H”代表液压控制,齿轮类型“P”代表行星齿轮,额定转矩22 N·m。末尾的“EH”表示电液控制类型,如图1-11所示。

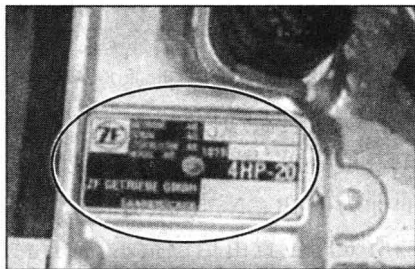


图1-11 ZF 4HP自动变速器型号标记

3. 丰田公司自动变速器型号

丰田自动变速器的型号分为两大类:一类由两位阿拉伯数字和字母组成;另一类由3位阿拉伯数字和字母组成。

型号中有两位阿拉伯数字的自动变速器,如A40、A41、A55、A55F、A40D、A42DL、A43DL、A44DL、A45DL、A45DF、A43D等。字母“A”代表自动变速器。若左起第一位阿拉伯数字分别为“1”“2”“5”,则表示该自动变速器为前驱车辆用,即自动变速器内含主减速器与差速器。若左起第一位阿拉伯数字分别为“3”“4”,则表示该自动变速器为后驱车辆用。左起第二位阿拉伯数字代表生产序号。数字后附字母的含义分别为:“H”或“F”表示该自动变速器用于四轮驱车辆;“D”表示该自动变速器有超速挡;“L”表示该自动变速器有锁止离合器;“E”表示该自动变速器为电控式,同时带有锁止离合器;若无“E”,则表示为全液压控制自动变速器。

型号中有三位阿拉伯数字的自动变速器,如A130L、A131(L)、A132(L)、A140L、A240L、A241L、A243L、A440L、A440F、A442F、A340E、A340H、A340F、A341F、A140E、A141E、A240E、A241E、A540E、A540H等。