



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

# 汽车自动变速器 构造与维修

QICHE ZIDONG BIANSUQI  
GOUZAO YU WEIXIU



赵海波 张涛◎主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

# 汽车自动变速器构造与维修

赵海波 张 涛 主编



机械工业出版社

本书主要介绍了汽车自动变速器的结构、工作原理、检查试验、诊断与维修等内容。全书分为10章,包括自动变速器的基础知识、液力自动变速器和行星齿轮变速器的结构与工作原理、液压控制自动换档系统和电子控制自动换档系统的结构与工作原理、电子控制机械式自动变速器、机械式无级自动变速器以及自动变速器的基本检查与试验、故障诊断、拆检与维修等内容,并安排了相应的复习思考题。

本教材注重理论联系实际,图文并茂,深入浅出,通俗易懂。

本书可作为高职高专汽车检测与维修技术专业及相关专业的教材,也可作为学习现代汽车自动变速器维修的教材,还可供汽车驾驶员、汽车自动变速器维修技术人员阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器构造与维修/赵海波,张涛主编. —北京:机械工业出版社,2009.3

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材

ISBN 978-7-111-25747-9

I. 汽… II. ①赵…②张… III. ①汽车—自动变速装置—结构②汽车—自动变速装置—检修 IV. U463.212

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第194382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 洪丽红

责任校对:申春香 封面设计:王伟光

责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2009年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm ·13.5印张·10插页·334千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-25747-9

定价:36.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379368

封面无防伪标均为盗版

# “高职高专汽车类专业技能型教育规划教材” 编委会

主任 蔡兴旺（韶关大学）  
副主任 胡光辉（湖南交通职业技术学院）  
梁仁建（广东轻工职业技术学院）

编委（按姓氏笔画排序）：

万捷（北京计划劳动管理干部学院）  
马纲（江苏城市职业学院）  
仇雅莉（湖南交通职业技术学院）  
戈秀龙（嘉兴职业技术学院）  
王飞（广州城市职业学院）  
王一斐（甘肃交通职业技术学院）  
王海林（华南农业大学）  
刘威（北京计划劳动管理干部学院）  
刘兴成（甘肃交通职业技术学院）  
纪光兰（甘肃交通职业技术学院）  
何南昌（广州科技职业技术学院）  
吴松（广东轻工职业技术学院）  
张涛（沈阳理工大学应用技术学院）  
李幼慧（云南交通职业技术学院）  
李庆军（黑龙江农业工程职业学院）  
李建兴（宁波城市职业技术学院）  
李泉胜（嘉兴职业技术学院）  
陈红（广州科技职业技术学院）  
范爱民（顺德职业技术学院）  
范梦吾（顺德职业技术学院）  
贺大松（宜宾职业技术学院）  
赵彬（无锡商业职业技术学院）  
赵海波（沈阳理工大学应用技术学院）  
夏长明（广州金桥管理干部学院）  
钱锦武（云南交通职业技术学院）  
曹红兵（浙江师范大学高等技术学院）  
黄红惠（江苏城市职业学院）  
谭本忠（广州市凌凯汽车技术开发有限公司）

# 序 言

据统计，“十一五”期间中国汽车运用维修人才缺口80万。未来5年汽车人才全面紧缺，包括汽车研发人才、汽车营销人才、汽车维修人才和汽车管理人才等。2003年，教育部启动了“国家技能型紧缺人才培养项目”，“汽车运用与维修”是其中的项目之一。2006年，教育部和财政部又启动了国家示范性高等职业院校建设计划，其中的一个重要内涵就是以学生为主体，以就业为导向，建立新的职教课程体系、教育模式与教学内容，而教材建设是最重要的一个环节。

为适应目前高等职业技术教育的形势，机械工业出版社汽车分社召集了全国20多所院校的骨干教师于2007年6月在广东省韶关大学组织召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”研讨会，确定了本套教材的编写指导思想和编写计划，并于2007年8月在湖南长沙召开“高职高专汽车类专业技能型教育规划教材”主编会，讨论并通过了本套教材的编写大纲。

本套教材紧紧围绕职业工作需求，以就业为导向，以技能训练为中心，以“更加实用、更加科学、更加新颖”为编写原则，旨在探索课堂与实训的一体化，具有如下特点：

1. 教材编写理念：融入课程教学设计新理念，以学生为主体，以老师为指导，以提高学生实践职业技能和创新能力为目标，理论紧密联系实际，思想性和学术性相统一。理论知识以够用为度，技能训练面向岗位需求，注重结合汽车后市场服务岗位群和维修岗位群的岗位知识和技能要求，使学生学完每一本教材后，都能获得该教材所对应的岗位知识和技能，反映教学改革和课程建设的新成果。

2. 教材结构体系：根据职业工作需求，采用任务驱动、项目导向的新模式构建新课程体系。理论教学与技能训练有机融合，系统性与模块化有机融合，方便不同学校、不同专业、不同实验条件剪裁选用。

3. 教材内容组织：精选学生终身有用的基础理论和基本知识，突出实用性、新颖性，以我国保有量较大的轿车为典型，注意介绍现代汽车新结构、新技术、新方法和新标准，加强“实训项目”内容的编写，引导学生在“做”中“学”。内容安排采用实例引导的方式，以激发学生的阅读兴趣，符合学生的认知规律。

4. 教材编排形式：图文并茂，通俗易懂，简明实用，由浅入深，深浅适度，符合高职学生的心理特点。每一章均结合人力资源和社会保障部职业资格证书考试要求，给出复习思考题，使教学与职业资格证书考试有机结合。

此外，为构建立体化教材，方便教师和学生学习，本套教材配备了实训指导光盘和多媒体教学课件。实训指导光盘的内容为实训项目的规范性操作录像和相关资料，附在



教材中；多媒体教学课件专供任课教师采用，可在机械工业出版社教材服务网 ([www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)) 和中国科技金书网 ([www.goldenbook.com](http://www.goldenbook.com)) 免费下载。

虽然本套教材的各参编院校在教、学、做一体化教学方面进行了有益的探索，但限于认识水平和工作经历，教材中难免仍有不足之处，恳请各位专家、同行给予批评指正。

高职高专汽车类专业技能型教育规划教材编委会

# 前 言

本书是根据高职高专汽车类专业技能型教育规划教材研讨会的精神和教材编写大纲编写的。

随着技术发展和社会进步，汽车已经成为人们生活中不可缺少的交通运输工具，在国内的普及率正在迅速逼近国外发达国家的水平。然而，国内汽车检测与维修技术、汽车技术服务与营销专业的人才数量远远不能满足需要，成为国内紧缺人才。近年来，国内培养汽车维修、服务方面人才的高职类院校如雨后春笋般地涌现出来，培养目标基本上定位于培养社会急需的高等技能型人才。

汽车自动变速器是目前公认的汽车传动系统中的重要和难点技术，目前已经成为各大汽车制造商开发、引进、制造、装备的重点和标准配置。自动变速器的使用，提高了汽车的驾驶性能、行驶性能和乘坐舒适性，提高了汽车发动机和传动系统的使用寿命，降低了废气排放污染。

汽车自动变速器是汽车上最为复杂的总成之一，由于它结构复杂，技术先进，工作原理复杂，掌握这门技术难度很大，因此有必要为学习汽车检测与维修技术、汽车技术服务与营销等专业专门开设“汽车自动变速器构造与维修”这门课程。编者根据在广泛调研的基础上，结合近几年的教学经验，编写了这本书。

在编写过程中，力求概念清楚、内容完整、条理明晰、顺序自然，注重理论与实践的紧密结合，内容具有针对性和实用性，旨在培养学生的技术应用能力，具有鲜明的特色。本书共分10章，重点内容为自动变速器的构造、工作原理、故障诊断与维修等，并且对无级变速器进行了较为系统地介绍。本书可以作为高等学校汽车类专业教材使用，对汽车及相关行业工程技术人员也具有一定的参考价值。

本书由赵海波、张涛担任主编。其中由沈阳理工大学赵海波编写第1章、第10章，宜宾职业技术学院贺大松编写第2章，沈阳理工大学崔永刚编写第3章、第4章、第8章，沈阳理工大学张涛编写第5章、第6章、第7章，沈阳理工大学李付俊编写第9章。

抚顺石油化工大学郭会教授作为主审，对全书进行了认真的审阅，并提出了许多宝贵意见，在此深表感谢！

在本书编写过程中，曾得到许多专家和同行的热情支持，并参考了许多国内外公开出版和发表的文献，在此对文献的作者们一并致谢！

由于水平有限，书中难免存在不妥或疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 序言

## 前言

|   |    |
|---|----|
| <b>第1章 绪论</b> .....                       | 1  |
| 1.1 自动变速器的发展与应用 .....                     | 1  |
| 1.1.1 自动变速器的发展 .....                      | 1  |
| 1.1.2 国内自动变速器的应用情况 .....                  | 3  |
| 1.2 液力自动变速器的基本组成和原理 .....                 | 4  |
| 1.2.1 基本组成 .....                          | 4  |
| 1.2.2 基本原理 .....                          | 5  |
| 1.3 自动变速器的分类及特点 .....                     | 6  |
| 1.3.1 自动变速器的分类 .....                      | 6  |
| 1.3.2 自动变速器的优点 .....                      | 8  |
| 1.3.3 自动变速器的缺点 .....                      | 8  |
| 1.4 自动变速器的型号识别 .....                      | 9  |
| 1.4.1 自动变速器型号含义 .....                     | 9  |
| 1.4.2 自动变速器型号识别方法 .....                   | 10 |
| 1.5 自动变速器变速杆的使用 .....                     | 12 |
| 1.5.1 变速杆的布置 .....                        | 12 |
| 1.5.2 变速杆的档位情况 .....                      | 12 |
| 本章小结 .....                                | 13 |
| 复习思考题 .....                               | 14 |
| <b>第2章 液力自动变速器的结构和<br/>    工作原理</b> ..... | 15 |
| 2.1 液力偶合器 .....                           | 15 |
| 2.1.1 液力偶合器的结构 .....                      | 15 |
| 2.1.2 液力偶合器的工作原理 .....                    | 15 |
| 2.1.3 液力偶合器的工作效率 .....                    | 17 |
| 2.2 液力变矩器 .....                           | 17 |
| 2.2.1 液力变矩器的结构 .....                      | 17 |
| 2.2.2 液力变矩器的工作原理 .....                    | 18 |
| 2.2.3 液力变矩器特性及工作效率 .....                  | 20 |
| 2.2.4 典型液力变矩器介绍 .....                     | 20 |
| 2.2.5 液力变矩器的冷却补偿系统 .....                  | 23 |
| 本章小结 .....                                | 24 |
| 复习思考题 .....                               | 25 |

## 第3章 行星齿轮变速器结构与工作

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>原理</b> .....                   | 26 |
| 3.1 齿轮传动的一般规律 .....               | 26 |
| 3.1.1 齿轮传动的组成 .....               | 26 |
| 3.1.2 齿轮的转速与传动比 .....             | 29 |
| 3.1.3 齿轮的传动规律 .....               | 29 |
| 3.2 行星齿轮机构的结构与传动原理 .....          | 29 |
| 3.2.1 行星齿轮机构的组成 .....             | 30 |
| 3.2.2 单排行星齿轮机构的运动规律 .....         | 30 |
| 3.2.3 行星齿轮机构的变速原理 .....           | 30 |
| 3.2.4 多排行星齿轮机构 .....              | 32 |
| 3.2.5 行星齿轮传动的优缺点 .....            | 33 |
| 3.3 行星齿轮变速器的换档执行机构的<br>工作原理 ..... | 34 |
| 3.3.1 离合器 .....                   | 34 |
| 3.3.2 制动器 .....                   | 35 |
| 3.3.3 单向离合器 .....                 | 37 |
| 3.4 典型行星齿轮传动原理及工作分析 .....         | 38 |
| 3.4.1 拉威娜式行星齿轮传动原理 .....          | 38 |
| 3.4.2 辛普森式行星齿轮传动原理 .....          | 44 |
| 本章小结 .....                        | 51 |
| 复习思考题 .....                       | 53 |

## 第4章 液压控制自动换档系统结构

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>和工作原理</b> .....              | 54 |
| 4.1 自动变速器常用液压元件及其工作<br>原理 ..... | 54 |
| 4.1.1 油泵 .....                  | 54 |
| 4.1.2 控制元件 .....                | 57 |
| 4.1.3 执行元件 .....                | 60 |
| 4.1.4 辅助装置 .....                | 61 |
| 4.2 液压控制系统的结构与原理 .....          | 62 |
| 4.2.1 主油路系统 .....               | 63 |
| 4.2.2 换档信号系统 .....              | 64 |
| 4.2.3 换档阀组 .....                | 67 |
| 4.2.4 缓冲安全系统 .....              | 73 |
| 4.2.5 液力变矩器控制装置 .....           | 74 |





|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 4.3 液压控制系统的工作原理及回路分析 .....          | 76         |
| 4.4 自动换档规律 .....                    | 84         |
| 本章小结 .....                          | 85         |
| 复习思考题 .....                         | 86         |
| <b>第5章 电子控制自动换档系统的结构与工作原理 .....</b> | <b>87</b>  |
| 5.1 电子控制自动变速器与液压控制自动变速器的比较 .....    | 87         |
| 5.2 电液式自动变速器控制系统及其工作原理 .....        | 89         |
| 5.2.1 电子控制系统及组成 .....               | 89         |
| 5.2.2 输入装置及功能 .....                 | 90         |
| 5.2.3 控制装置及内容 .....                 | 92         |
| 5.2.4 执行装置(电磁阀) .....               | 97         |
| 5.3 电子控制系统的工作原理及回路分析 .....          | 98         |
| 本章小结 .....                          | 102        |
| 复习思考题 .....                         | 104        |
| <b>第6章 电子控制机械式自动变速器 .....</b>       | <b>105</b> |
| 6.1 概述 .....                        | 105        |
| 6.2 离合器的自动控制 .....                  | 106        |
| 6.2.1 离合器最佳接合规律 .....               | 106        |
| 6.2.2 离合器的操纵机构 .....                | 108        |
| 6.3 变速器换档及发动机节气门开度的控制 .....         | 109        |
| 6.3.1 变速器换档的自动控制 .....              | 109        |
| 6.3.2 发动机节气门开度的自动控制 .....           | 111        |
| 6.4 电子控制单元 .....                    | 112        |
| 6.4.1 电子控制单元的组成及特点 .....            | 112        |
| 6.4.2 控制功能及原理 .....                 | 114        |
| 6.5 特殊控制单元 .....                    | 115        |
| 6.5.1 坡道辅助起步装置 .....                | 115        |
| 6.5.2 电控式应急系统 .....                 | 116        |
| 6.5.3 机械式应急系统 .....                 | 116        |
| 本章小结 .....                          | 117        |
| 复习思考题 .....                         | 118        |
| <b>第7章 自动变速器的基本检查与试验 .....</b>      | <b>119</b> |
| 7.1 基本检查 .....                      | 119        |
| 7.1.1 节气门及拉索的检查 .....               | 119        |
| 7.1.2 怠速的检查 .....                   | 120        |
| 7.1.3 自动变速器油的检查 .....               | 120        |
| 7.1.4 控制开关的检查 .....                 | 122        |
| 7.1.5 传感器的检查 .....                  | 124        |
| 7.1.6 电磁阀的检查 .....                  | 126        |
| 7.2 自动变速器试验 .....                   | 128        |
| 7.2.1 手动换档试验 .....                  | 128        |
| 7.2.2 失速试验 .....                    | 129        |
| 7.2.3 时滞试验 .....                    | 130        |
| 7.2.4 油压试验 .....                    | 130        |
| 7.2.5 道路试验 .....                    | 131        |
| 本章小结 .....                          | 133        |
| 复习思考题 .....                         | 134        |
| <b>第8章 自动变速器的故障诊断 .....</b>         | <b>135</b> |
| 8.1 自动变速器常见故障的诊断与排除 .....           | 135        |
| 8.1.1 汽车不能行驶 .....                  | 135        |
| 8.1.2 变速器打滑 .....                   | 136        |
| 8.1.3 换档冲击大 .....                   | 137        |
| 8.1.4 升档过迟 .....                    | 138        |
| 8.1.5 不能升档 .....                    | 139        |
| 8.1.6 无超速档 .....                    | 139        |
| 8.1.7 无前进档 .....                    | 140        |
| 8.1.8 无倒档 .....                     | 140        |
| 8.1.9 频繁跳档 .....                    | 141        |
| 8.1.10 挂档后发动机怠速熄火 .....             | 142        |
| 8.1.11 无发动机制动 .....                 | 143        |
| 8.1.12 不能强制降档 .....                 | 144        |
| 8.1.13 自动变速器异响 .....                | 145        |
| 8.1.14 自动变速器油质变质 .....              | 146        |
| 8.2 自动变速器故障诊断的原则与程序 .....           | 147        |
| 8.2.1 故障诊断原则 .....                  | 147        |
| 8.2.2 故障诊断程序 .....                  | 148        |
| 8.2.3 检修注意事项 .....                  | 149        |
| 8.3 应用实例 .....                      | 150        |
| 维修实例一: 自动变速器打滑无法行驶故障 .....          | 150        |
| 维修实例二: 自动变速器换档冲击 .....              | 152        |
| 维修实例三: 别克世纪轿车升档过迟 .....             | 152        |
| 维修实例四: 三菱太空车自动变速器                   |            |



|                                |     |                          |     |
|--------------------------------|-----|--------------------------|-----|
| 不能升 3 档·····                   | 153 | <b>第 10 章 机械式无级自动变速器</b> |     |
| 维修实例五: 皇冠变速器无超速档·····          | 154 | (CVT)·····               | 189 |
| 维修实例六: 捷达都市先锋轿车频繁              |     | 10.1 概述·····             | 189 |
| 跳档·····                        | 155 | 10.1.1 CVT 的特点·····      | 189 |
| 维修实例七: 01M 自动变速器挂档             |     | 10.1.2 CVT 技术的发展历程·····  | 190 |
| 怠速熄火·····                      | 156 | 10.1.3 典型 CVT 类型·····    | 191 |
| 维修实例八: 丰田 A140E 型汽车 L 位        |     | 10.1.4 CVT 使用特性·····     | 192 |
| 无发动机制动·····                    | 157 | 10.2 CVT 结构·····         | 193 |
| 本章小结·····                      | 158 | 10.2.1 CVT 基本构成·····     | 193 |
| 复习思考题·····                     | 159 | 10.2.2 动力接续装置·····       | 194 |
| <b>第 9 章 自动变速器的拆检与维修</b> ····· | 160 | 10.2.3 无级变速传动系统·····     | 195 |
| 9.1 自动变速器的拆解·····              | 160 | 10.2.4 液压控制系统·····       | 198 |
| 9.2 液力变矩器的检修·····              | 165 | 10.2.5 方向转换系统·····       | 200 |
| 9.3 油泵的检修·····                 | 166 | 10.2.6 电子控制系统·····       | 201 |
| 9.4 换档执行构件的检修·····             | 167 | 10.2.7 换档控制系统·····       | 202 |
| 9.4.1 换档执行构件的分解·····           | 167 | 10.3 CVT 工作原理·····       | 202 |
| 9.4.2 换档执行构件的检修和装配·····        | 172 | 10.3.1 CVT 传动特点·····     | 202 |
| 9.5 行星排的检修·····                | 174 | 10.3.2 CVT 变速过程·····     | 202 |
| 9.6 液压控制系统的检修·····             | 176 | 10.3.3 CVT 变矩控制·····     | 203 |
| 9.6.1 阀体的检修·····               | 176 | 10.4 CVT 控制原理·····       | 203 |
| 9.6.2 检修阀体时的注意事项·····          | 178 | 10.4.1 自动控制模式·····       | 203 |
| 9.7 电控系统的检修·····               | 180 | 10.4.2 手动控制模式·····       | 204 |
| 9.8 自动变速器的组装·····              | 181 | 本章小结·····                | 205 |
| 本章小结·····                      | 187 | 复习思考题·····               | 206 |
| 复习思考题·····                     | 188 | <b>参考文献</b> ·····        | 207 |

# 第 1 章

## 绪 论



### 学习目标:

- 了解汽车自动变速器的发展
- 掌握自动变速器的分类和型号识别
- 掌握自动变速器的基本组成和工作原理
- 学会使用自动变速器的变速杆

现代汽车采用的活塞式内燃发动机转矩变化范围较小,不能适应汽车在各种条件下阻力变化的要求,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;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。最初设计的汽车采用的是手动变速器,虽然手动变速器能够实现上述功能,但在操纵轻便性及动力性方面存在缺陷。为此,人们在改进变速器的结构和换档方法上作了很大的努力,自动变速器便是人们改进手动变速器的结果。

自动变速器是汽车传动系统的一个重要组成部分,自动变速器之所以能够实现自动换档是因为工作中驾驶员踏下加速踏板的位置(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档系统工作,自动换档系统中各控制阀的工作状态将控制变速齿轮机构中离合器的分离与接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。其功能及基本工作原理主要源于普通手动变速器和离合器等部件。了解和掌握汽车传动系统的相关知识,了解动力传输特点,正确进行道路试车、故障现象验证、故障原因诊断分析和排除,对提高维修人员自身的整车诊断能力,以及在今后检查和维修汽车自动变速器时,都会有极大的帮助和启发作用。

## 1.1 自动变速器的发展与应用

### 1.1.1 自动变速器的发展

1914年,德国奔驰(Benz)汽车公司生产出第一台自动变速器,但只安装在达官贵人的车上,并没有商品化。1926年,美国通用(GM)汽车公司第一次在别克轿车上将液力偶合器和机械变速器装在一起。1939年美国通用汽车公司首先在其生产的奥兹莫比尔(Oldsmobile)轿车上装用了液力偶合器和行星齿轮机构组成的液力变速器,这是现代自动变速器的雏形。



20 世纪 40 年代末 50 年代初,出现了根据车速和节气门开度自动控制换档的液力控制换档自动变速器,使自动变速器进入了迅速发展时期。到 1975 年,自动变速器在重型汽车及公共汽车上的应用已相当普及。

1968 年,法国雷诺(Renault)汽车公司第一次在自动变速器上使用电子元件。20 世纪 70 年代末电子控制技术开始应用于汽车变速器,1982 年,日本丰田(Toyota)汽车公司生产出第一台由微机控制的电控自动变速器,即丰田 A140E 自动变速器。1983 年,德国研制成功电喷发动机和自动变速器共用的电子控制单元(ECU)。1984 年,美国第一台电控自动变速器 THM440-T4 由通用汽车公司推出。自此,以电脑为控制核心的电子控制自动变速器迅速发展。目前美国大部分的汽车装用了自动变速器,日本和西欧国家汽车自动变速器普及率也达到了 80% 左右。进入 21 世纪,自动变速器的发展趋势如下:

### 1. 多档位

早期的自动变速器多为三档,如日本 AISIN 公司给丰田汽车提供的 A40 自动变速器。随着汽车技术的发展,20 世纪 70 年代中期开始生产四档自动变速器,如丰田的 A40D 自动变速器。随后的电控自动变速器,如丰田汽车公司的 A140E 自动变速器、通用汽车公司的 4T60E/4T65E 自动变速器、福特汽车公司的 AXOD-E 自动变速器也都为四档。

五档电控自动变速器较早由德国的 ZF 公司生产,用于 1991 年左右生产的宝马轿车上。随后五档电控自动变速器成为高档轿车的标志,宝马公司绝大多数轿车使用五档电控自动变速器,如 5HP18、5HP30 等自动变速器。随着自动变速器技术的成熟,2002 年宝马和 ZF 公司合作开发了六档自动变速器,型号为 6HP19、6HP26,主要用于宝马 745i 等轿车。奔驰汽车公司在 2003 年 8 月以后的 V8 车型上使用了七档自动变速器,称为 722.9 自动变速器,这是目前轿车上使用档位最多的自动变速器。多档位自动变速器的主要优点是变速器的换档品质、加速性能以及经济性都较好,因此多档位自动变速器成为自动变速器的发展趋势。

### 2. 手动/自动一体化

自动变速器可以实现自动换档,减少了驾驶员的疲劳,但部分驾驶员认为自动变速器车辆没有手动档操纵的驾驶乐趣,因此 20 世纪 90 年代末开始在中高档轿车上采用手动/自动一体化变速器,可兼顾自动档的便利和手动档的操纵乐趣,如大众奥迪 A6、帕萨特 1.8T 的 Tiptronic 手动/自动一体化变速器,奥迪 A6、A4 的 Multitronic 手动/自动一体化无级变速器,马自达 M6 的 Activematic 手动/自动一体化变速器,现代索纳塔 2.7L 的 H-Matic 手动/自动一体化变速器,宝马 325i 的 StepTronic 手动/自动一体化变速器等。

### 3. 高智能、模糊逻辑控制

智能型的电子控制自动变速器可以在汽车行驶过程中,对汽车的运行参数进行控制,合理地选择换档点,而且在换档过程中对恶化的参数进行修正,如变速器内摩擦片的摩擦系数、自动变速器油的粘度、车辆的负荷变化等。而且还能利用模糊控制(Fuzzy Control),使自动变速器的电子控制单元可以自我学习、模拟驾驶员的驾驶习惯。如斜坡逻辑控制,会根据加速踏板位置信号、车速信号、制动信号,判断驾驶员的特性以进行换档的修正,以达到性能化、舒适化、人性化的要求。

### 4. 无级变速

传统的自动变速器采用液力传动,因此传动效率低于机械变速器,且只能实现部分的无级变速,因此液力自动变速器在经济性、动力性及行驶平顺性都稍有不足。



无级变速器(CVT)的传动比可以在一定范围内连续变化,从而得到传动系与发动机工况的最佳匹配,最大限度地利用发动机的特性,提高汽车的动力性和经济性,目前在汽车上的应用越来越多。如奥迪 A6 的 Multitronic 手动/自动一体化无级变速器、派力奥 Speedgear 手动/自动一体化无级变速器、飞度的 CVT 无级变速器、旗云的 VT1F 无级变速器、天籁的 X-TRONIC 无级变速器等。

### 1.1.2 国内自动变速器的应用情况

目前我国轿车和豪华大客车装用电子控制自动变速器已呈普及之势。一汽大众汽车有限公司 1998 年底在国内首家推出批量生产的装用电控自动变速器的轿车捷达 AT,该车采用德国大众(VW)原厂生产的第三代 95 型 01M 电控四档自动变速器。神龙汽车公司亦于 1999 年初推出了其装备四档电控自动变速器的富康 988 轿车,这种自动变速器由法国的雪铁龙和雷诺公司共同研制,在意大利生产,1998 年 6 月才开始应用。上海通用汽车公司投产的 4T65E 自动变速器是通用汽车公司 1994 年正式投产的。目前,自动变速器在轿车上已经逐步成为标准配置,国产轿车普遍装用自动变速器的时代也已经到来。国产轿车装用自动变速器的情况如表 1-1 所示。

表 1-1 国产轿车装用自动变速器的情况

| 汽车公司         | 车型                      | 自动变速器型号             |
|--------------|-------------------------|---------------------|
| 一汽大众汽车有限公司   | 捷达、高尔夫、宝来               | 01M                 |
|              | 奥迪 A6                   | 01V(又称 5HP19 或 AG5) |
|              | 奥迪 A4、A6                | 01J                 |
|              | 奥迪 A8                   | 09E                 |
|              | 奥迪 A6L                  | 09L、01J             |
| 一汽马自达        | 马自达 M6                  | Activematic         |
| 海马汽车有限公司     | 福美来(323)、普力马            | FN4A-EL             |
| 上海大众汽车有限公司   | 桑塔纳 2000/3000、帕萨特 B5    | 01N(又称 AG4)         |
|              | 帕萨特 B5                  | 01V(又称 5HP19 或 AG5) |
|              | 波罗                      | 001                 |
|              | 途安                      | 09G(又称 AG6)         |
| 上海通用汽车有限公司   | 别克世纪、君威、GL8             | 4T65E               |
|              | 别克君越                    | 4T45E、AF20          |
|              | 别克荣御                    | 5L40E               |
|              | 别克凯越、雪佛兰景程              | 4HP16               |
|              | 雪佛兰赛欧                   | AF13                |
|              | 雪佛兰乐骋                   | 81-40LE             |
| 神龙汽车有限公司     | 雪铁龙富康、爱丽舍、赛纳、毕加索、标志 307 | AL4                 |
| 东风日产乘用车公司    | 蓝鸟                      | RL4F03A/RLA4F03V    |
|              | 阳光、颐达/骐达                | RE4F03B             |
|              | 天籁                      | RE4F04B             |
| 东风本田汽车有限公司   | CR-V                    | GRVA、GRXA           |
|              | Civic                   | BMXA、SLKA           |
| 东风悦达起亚汽车有限公司 | 千里马                     | A4AF3               |
|              | 嘉华                      | 50-40LE             |
|              | 远舰                      | F4A42               |



(续)

| 汽车公司       | 车 型           | 自动变速器型号                  |
|------------|---------------|--------------------------|
| 北京现代汽车有限公司 | 索纳塔、伊兰特、途胜、御翔 | F4A42-2                  |
| 一汽丰田       | 花冠            | U341E                    |
|            | 皇冠、锐志         | A760E                    |
|            | 威驰            | U540E                    |
|            | 普拉多           | A340F                    |
| 长安福特汽车有限公司 | 蒙迪欧           | CD4E                     |
|            | 福克斯           | 4F27E                    |
|            | 嘉年华           | 81-40LE                  |
| 广州本田汽车有限公司 | 雅阁            | MAXA、B7XA、BCLA、MCLA、BAYA |
|            | 飞度            | 飞度 CVT                   |
|            | 奥德赛           | S-Matic                  |

## 1.2 液力自动变速器的基本组成和原理

### 1.2.1 基本组成

液力自动变速器主要由液力变矩器、机械变速器、液压控制系统、冷却滤油装置等组成。电控液力自动变速器除上述四部分外还有电子控制系统，如图 1-1 所示。

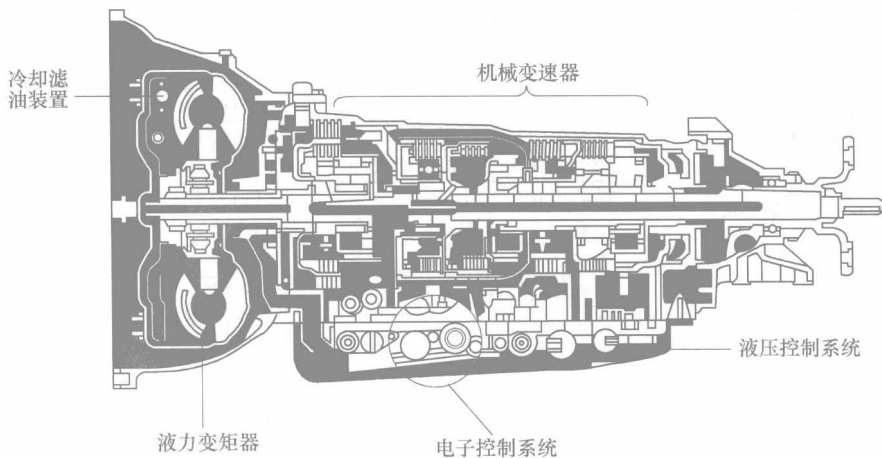


图 1-1 自动变速器的基本组成

#### 1. 液力变矩器

液力变矩器是一个通过自动变速器油(ATF)传递动力的装置，其主要功用是：

- 1) 在一定范围内自动、连续地改变转矩比，以适应不同行驶阻力的要求。
- 2) 具有自动离合器的功用。在发动机不熄火、自动变速器位于动力档(D或R位)的情况下，汽车可以处于停车状态。驾驶员可通过控制节气门开度控制液力变矩器的输出转矩，逐步加大输出转矩，实现动力的柔和传递。



## 2. 机械变速器

以常见的行星齿轮变速器为例,机械变速器由2~3排行星齿轮机构组成,不同的运动状态组合可得到2~5种转速比,其功用主要有:

- 1) 在液力变矩器的基础上再将转矩增大2~4倍,以提高汽车的行驶适应能力。
- 2) 实现倒档传动。

## 3. 液压控制系统

液压控制系统是由油泵、各种控制阀及与之相连通的液压换档执行元件(如离合器、制动器、油缸等)组成的液压控制回路。汽车行驶中根据驾驶员的要求和行驶条件的需要,控制离合器和制动器的工作状况的改变来实现机械变速器的自动换档。

## 4. 电子控制系统

电子控制系统将自动变速器的各种控制信号输入电子控制单元(ECU),经ECU处理后发出控制指令来控制液压系统中的各种电磁阀实现自动换档,并改善换档性能。

## 5. 冷却滤油装置

自动变速器油(ATF)在自动变速器工作过程中会因冲击、摩擦产生热量,并吸收齿轮传动过程中所产生的热量,油温将会升高。油温升高将导致ATF粘度下降,传动效率降低,因此必须对ATF进行冷却,保持油温在50~80℃(最高温度可达90~110℃)。ATF是通过油冷却器与冷却液或空气进行热量交换的。自动变速器工作中各部件磨损产生的机械杂质,由滤油装置从油中过滤分离出去,以减小机械的磨损,防止堵塞液压油路和控制阀卡滞。

### 1.2.2 基本原理

图1-2所示为液控自动变速器的组成和原理示意图。

液控自动变速器是通过机械传动方式,将汽车行驶时的车速和节气门开度这两个主控制参数转变为液压控制信号;液压控制系统的阀体总成中的各控制阀根据这些液压控制信号的变化,按照设定的换档规律,操纵换档执行元件的动作实现自动换档。

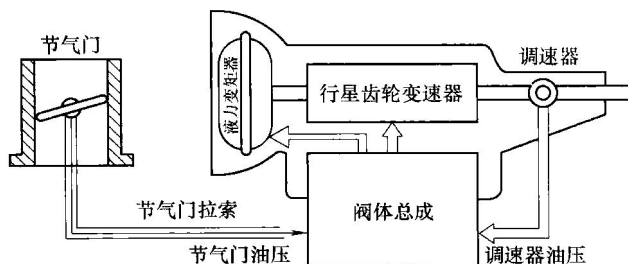


图1-2 液控自动变速器的组成和原理示意图

图1-3所示为电控自动变速器的组成和原理图。

电控自动变速器是通过各种传感器,将发动机的转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器油(ATF)温度等参数信号输入ECU,ECU根据这些信号,按照设定的换档规律,向换档电磁阀、油压电磁阀等发出动作控制信号,换档电磁阀和油压电磁阀再将ECU的动作控制信号转变为液压控制信号,阀体中的各控制阀根据这些液压控制信号,控制换档执行元件的动作,从而实现自动换档过程。

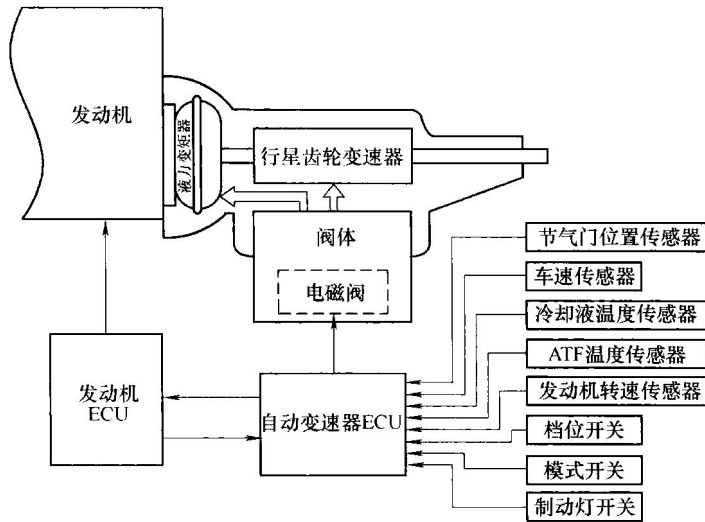


图 1-3 电控自动变速器的组成和原理图

## 1.3 自动变速器的分类及特点

### 1.3.1 自动变速器的分类

自动变速器根据车型的不同，在形式上、结构上、工作方式上和控制方式上均有很大的不同。按照其形式上和工作方式上的不同等，有如下的分类方式。

#### 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(图 1-1)和无级自动变速器(图 1-4)两种。

#### 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。

后轮驱动的布置形式，由于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。

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。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。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，因此常将阀体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

按照自动变速器变速杆置于前进档时的档位数，可以分为 4 个前进档、5 个前进档、6 个前进档等。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。目前新型轿车装用的自动变速器基本上都是 4 个或者 5 个前进



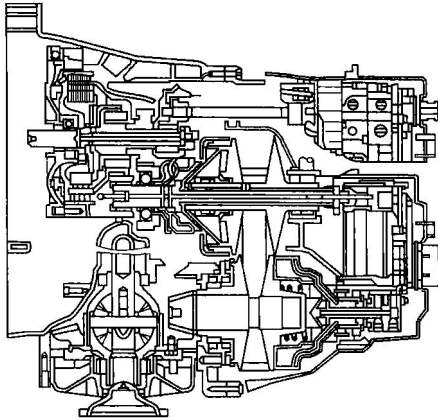


图 1-4 无级自动变速器

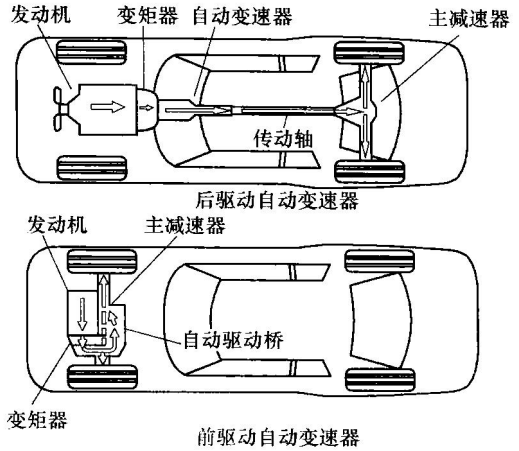


图 1-5 自动变速器汽车驱动方式

档,某些高级轿车(比如丰田皇冠、宝马7系、奥迪A8、奔驰等)采用6个前进档,甚至7个前进档的变速器。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. 按齿轮变速器的类型分类

自动变速器按齿轮变速器的类型不同,可分为行星齿轮式和普通圆柱齿轮式两种,如图1-6所示。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。普通圆柱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)。

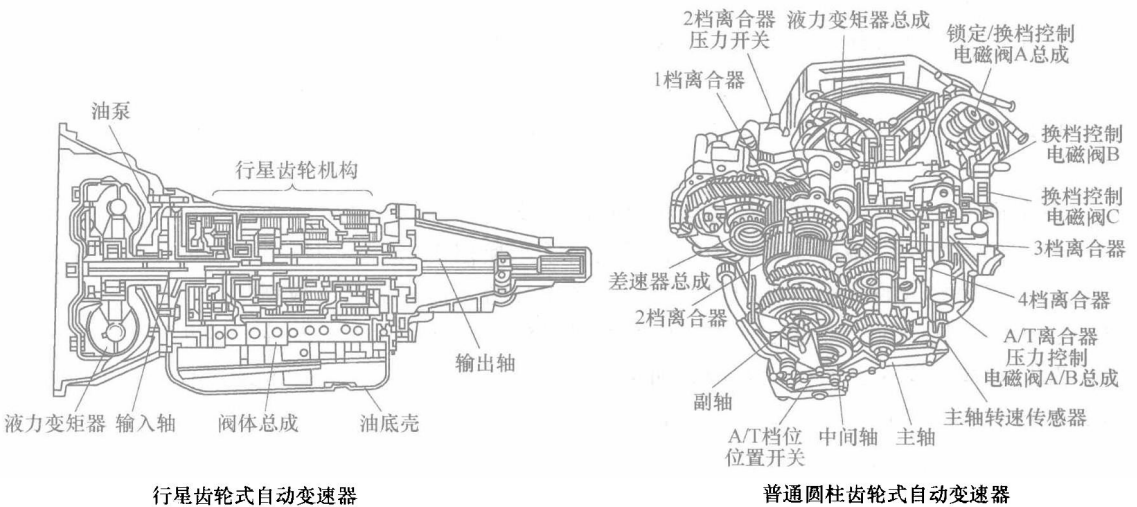


图 1-6 采用不同类型齿轮的自动变速器

5. 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及节气门开度两个参数转变为