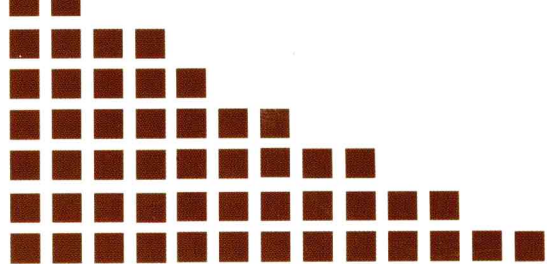




普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材



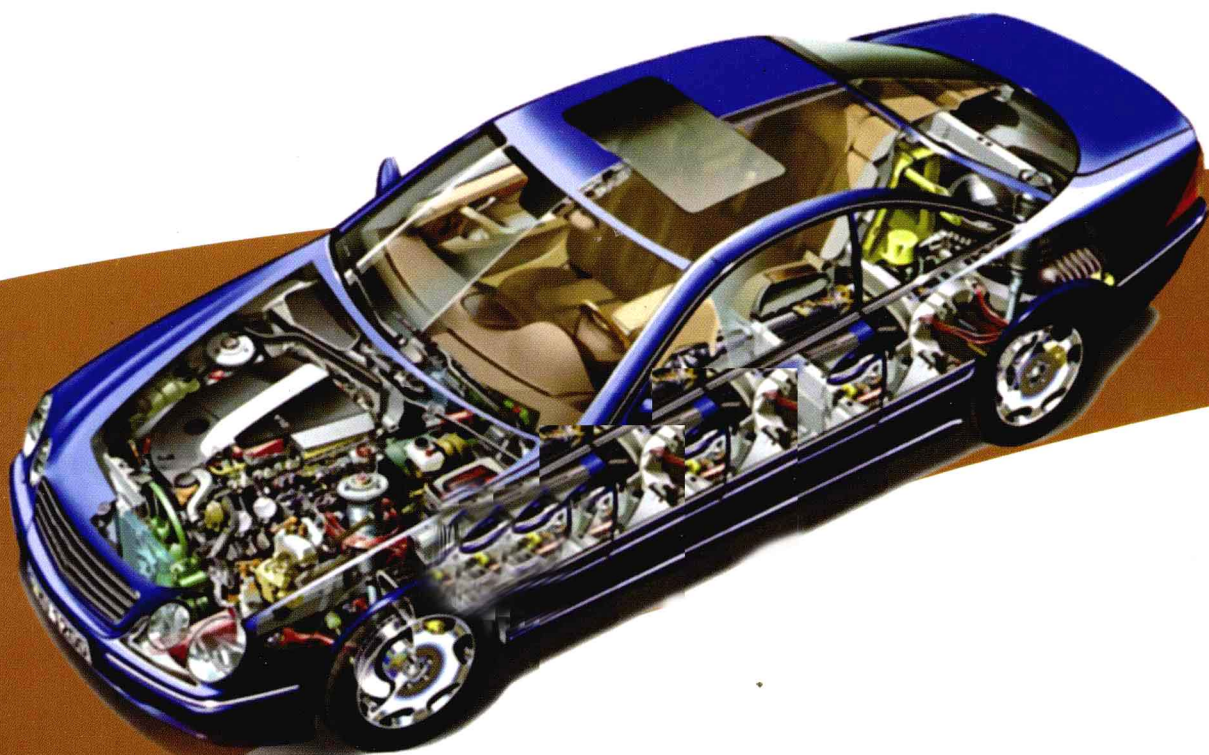
汽车自动变速器构造与检修

QICHE ZIDONG BIAN SUQI GOUZAO YU JIANXIU

组编 华汽教育

主编 黄林彬

主审 陈文华 夏令伟



同济大学出版社

TONGJI UNIVERSITY PRESS



普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

汽车自动变速器构造与检修

组 编 华汽教育
主 编 黄林彬
副主编 钱 强
主 审 陈文华 夏令伟



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书共有 8 章理论内容及实训项目作业书,主要包括:自动变速器概述、液力变矩器、机械传动机构、液压控制系统、电子控制系统、无级变速器结构与原理、双离合变速器结构与原理、自动变速器检修及自动变速器拆装与检修实训。全书注重理论与实践相结合,遵循模块化教学思路,根据人才培养方案的要求,尊重高职学生的学习特点和认知规律,选编了“必需、够用”的理论内容,又融入了足够的实训项目。

本书适合高职高专汽车运用技术、汽车检测与维修技术、汽车技术服务与营销、汽车电子等专业的师生使用,也可以作为成人高等教育相关课程教材,还可以供汽车维修人员、驾驶员、汽车技术爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器构造与检修/黄林彬主编.--上海:同济大学出版社,2010.8

普通高等职业教育规划教材 21 世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

ISBN 978 - 7 - 5608 - 4406 - 0

I. ①汽… II. ①黄… III. ①汽车—自动变速装置—构造—高等学校:技术学校—教材②汽车—自动变速装置—车辆修理—高等学校:技术学校—教材
IV. ①U463.212.03②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 157191 号

普通高等职业教育规划教材
21 世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

汽车自动变速器构造与检修

组编 华汽教育 主编 黄林彬 副主编 钱 强 主审 陈文华 夏令伟

责任编辑 张 莉 责任校对 徐春莲 封面设计 庞 波 项目执行 陈佳蔚

出版发行 同济大学出版社(www.tongjipress.com.cn 地址:上海市四平路 1239 号
邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常熟市大宏印务有限公司

开 本 889 mm×1194 mm 1/16

印 张 14

印 数 1—2 000

字 数 448 000

版 次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978 - 7 - 5608 - 4406 - 0

定 价 30.00 元

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

专业建设指导委员会

顾 问 李理光(同济大学)
洪 亮(清华大学)
赵丽丽(中国汽车工程学会)
林海临(中国汽车工业国际合作公司)

主 任 刘大洪 邹晓东(中锐教育集团)

副主任 周肖兴 田洪雷(中锐教育集团)
王 刚(无锡南洋职业技术学院)

委 员(排名不分先后)

张元树 刘 萌(武汉商业服务学院)
刘兴鼎 廖 勇(重庆机电职业技术学院)
陈万强 李永刚(西安航空职业技术学院)
胡世明 丁继安(湖州职业技术学院)
陈焕文 尹立贤(湖南信息职业技术学院)
黄卫星 赵鹏飞(广东清远职业技术学院)
薛茂云(江苏经贸职业技术学院)
刘 华(江西现代职业技术学院)
王茂元 周玉碧(包头职业技术学院)
姜 军 任国庆(辽宁装备制造职业技术学院)
汤 才 林惠华(广东工贸职业技术学院)
刘延明 罗显克(广西水利电力职业技术学院)
林韧卒 金 武(牡丹江大学)
李 新 孟德泉(四川管理职业学院)
夏令伟(无锡南洋职业技术学院)
吴荣辉(中锐教育集团)
沈冠东(中锐教育集团)

普通高等职业教育规划教材
21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材

编审委员会

- 主 任 李理光(同济大学)
- 副主任 夏令伟(中锐教育集团)
吴荣辉(中锐教育集团)
沈冠东(中锐教育集团)
张平官(同济大学)
左曙光(同济大学)
孙泽昌(同济大学)
马 钧(同济大学)
朱西产(同济大学)
张执玉(清华大学)
王登峰(吉林大学)
李登明(长春汽车工业高等专科学校)
- 编 委 朱 立(武汉商业服务学院)
李仕生(重庆机电职业技术学院)
宋继红(西安航空职业技术学院)
李天真(湖州职业技术学院)
梁旭坤(湖南信息职业技术学院)
张中明(成都农业科技职业学院)
李漫江(江苏经贸职业技术学院)
陈智钢 袁建新(江西现代职业技术学院)
白树全(包头职业技术学院)
杨俊莲(辽宁装备制造职业技术学院)
梁建和(广西水利电力职业技术学院)
钟 平(牡丹江大学)
吴 斌(四川管理职业学院)
曹 建(同济大学)
席振鹏(中锐教育集团)
- 组 编 华汽教育



序

汽车产业是我国最重要的支柱产业之一,对国民经济的发展起着重要的作用。经过几代人的共同努力,20世纪90年代初我国的汽车产业进入了前所未有的全面快速发展阶段。2009年国内汽车产业实现了历史性跨越,以年产、销量均超1000余万辆而居全球之首。

我们国家虽已成为汽车大国,但还远不是汽车强国。我们还没有大型国际化汽车公司,没有世界知名的自主汽车品牌,没有完全掌握汽车工业的核心技术,对国外汽车市场的开拓尚处于起步阶段。显然,要成为汽车强国,任重而道远。

汽车产业具有人才密集、资金密集、技术密集、装备集约化和生产规模化的特点。在这些产业要素中,专业人才具有极为重要的地位。无论是在汽车的研发、制造等汽车产业链的前端,还是在汽车的销售、应用、维修乃至报废处理等汽车产业链的后端,都需要大批具备基本理论知识、掌握现代汽车核心技术、具有熟练操作技能的工程技术人员和技术工人。

就汽车后市场而言,随着我国汽车产业的加速发展、汽车技术的不断进步、汽车社会保有量的持续增加,从事汽车技术服务与营销、汽车检测与维修的从业人员已日益增多,对高质量、高技能人才的需求仍将不断扩大,各类训练有素的高技能人才的短缺是不争的事实,这已引起全国上下的广泛关注。

开展多层次、多种形式的职业教育,加强从业人员的职前和职后培训,是解决汽车专业人才紧缺的有效途径。为此,许多高等职业院校增设了汽车专业,与汽车技术普及和提高相关的各类培训机构和技能鉴定机构亦大量涌现,职业教育呈现出良好的发展势头。然而,由于传统教学体制和教学理念的局限性,高等职业院校的专业建设水准与汽车产业发展的实际需要还有很大差距;各类培训机构也同样面临提高培训质量的问题。诚如教育部“教高[2006]16号文件《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》”中所指出的,“随着我国走新型工业化道路、建设社会主义新农村和创新型国家对高技能人才要求的不断提高,高等职业教育既面临着极好的发展机遇,也面临着严峻的挑战”。显然,提高教育质量和技能培训质量是当前高等职业教育面临的最大挑战。

教材建设是高等职业院校专业建设的基石,是人才培养计划得以成功的必要条件,是提高高等职业教育质量的重要保障。为认真贯彻党的十七大会议精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,同济大学出版社联合上海中锐教育集团旗下的华汽教育、无锡南洋职业技术学院以及与中锐教育集团合作开办汽车相关专业的全国15所高等职业院校,在总结近几年教学经验的基础上,组织编撰了“普通高等职业教育规划教材·21世纪卓越汽车应用型人才培养专用教材”丛书。

为了做好教材的组编工作,编撰人员深入探讨了国内高等职业院校的特点和教学规律,对德国、美国、日本等发达国家的汽车职业教育进行了多次考察,同时结合中锐教育集团为汽车生产厂商开发企业内部培训课程的经验,力求在“因材施教、学以致用”上有所突破;力求在“淡化学科分类、突出综合应用”



上有所突破;力求在高等职业院校教材的内容、体例、风格上有所突破。

本丛书是为培养高素质、高技能紧缺人才而编写的,为此组建了以高等院校、高等职业技术学院、汽车工程学术组织、汽车技术研究机构、汽车生产企业、汽车经销服务企业、汽车维修行业协会、汽车流通行业协会以及汽车职业技能培训机构等各方人士相结合的教材编审委员会,以保证教材质量,促进我国高等职业教育事业的发展,造福于莘莘学子。

真诚地希望本丛书的出版能对我国的职业教育和技能培训有所裨益,热切期待广大读者提出宝贵意见和建议,使教材更臻完善。

李理光

2010年7月



前言

随着汽车工业的快速发展,作为汽车重要组成部分的自动变速器,性能越来越优越,其结构也越来越复杂。在使用过程中,对自动变速器的使用、维护、检测、故障诊断和维修要求在逐渐提高,自动变速器的维修能力已是汽车类人才能力评价的重要指标。“汽车自动变速器构造与检修”是汽车类各专业必修的一门核心专业课程,为此,我们根据国家教育部对高职高专教学的有关规定,以及从事汽车变速器维修及诊断工作所需的基本专业知识要求及素质要求,特组织具有多年教学经验的专业教师、汽车维修行业专家和企业技术骨干一起参与编写此教材,目的是使汽车类学生及技术人员能更全面地、系统地掌握有关汽车自动变速器构造的基础知识,为后续课程打下坚实基础。

本书在编写过程中,注重理论与实践相结合,遵循模块化教学思路,根据人才培养方案的要求,尊重高职学生的学习特点和认知规律,选编了“必需、够用”的理论内容,又融入了足够的实训项目。本书有配套的教学视频以及实训项目作业书,可帮助学生举一反三地练习自动变速器拆装及检测步骤及掌握必要规范,对无法在学校完成的但又必须了解的实训,也以视频的方式让学生了解。书中尽量多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容,淘汰了陈旧知识,使内容具有实用性和宽广性;选用的基本车型具有代表性,力争做到所介绍的汽车与国内汽车发展保持同步,在教材的不断改版过程中,力争做到内容与行业技术使用上同步更新。

本书理论内容共8章,后面附有实训项目作业书。第1章(自动变速器概述)介绍了自动变速器的功能、自动变速器的生产厂商、自动变速器的型号识别、自动变速器油、自动变速器的组成及自动变速器的技术发展动态等;第2章(液力变矩器)介绍了液力变矩器的功用及结构、液力变矩器工作原理、锁止离合器结构与工作原理、液力变矩器常见故障及检修等;第3章(机械传动机构)介绍了自动变速器机械传动机构的基本构成、执行元件的结构原理、典型行星齿轮机构等;第4章(液压控制系统)介绍了液压控制系统的基本构成,液压的基础原理,液压油路图识读、电液控制自动变速器液压控制原理等;第5章(电子控制系统)介绍了常见的电子控制系统的构成及工作原理、电子控制系统的常见故障及检修等;第6章(无级变速器结构与原理)介绍了无级变速器的含义、特点及发展,以及无级变速器的结构及工作原理、无级变速器的常见故障与检修;第7章(双离合变速器结构与原理)简单



介绍了双离合变速器的结构及工作原理等；第8章(自动变速器检修)介绍了自动变速器常用的检验、测试的方法等。

本书编写过程中,广泛征求了华汽教育各相关院校和大量专业维修技术人员的意见,并且得到了华汽教育教材编写委员会委员和许多同行的大力支持,在此表示诚挚的感谢。本书参考了大量国内外技术资料、相关著作和文献资料,虽然大部分资料来源都尽可能在书后的参考文献中一一说明,但可能仍有遗漏,或是资料几经引用,致使未提及相关知识的原作者,在此一并向相关资料原作者、原所有权人表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中若有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2010年6月



目 录

序 前言

1 自动变速器概述	1
1.1 自动变速器功能	2
1.2 自动变速器生产厂商及型号识别	2
1.3 各车型自动变速器型号识别	4
1.4 自动变速器油	6
1.5 自动变速器构成及各系统功能	8
1.6 自动变速器技术的发展动态	15
本章小结	18
复习思考题	18
2 液力变矩器	19
2.1 液力变矩器的功能及结构	20
2.2 液力变矩器的工作原理	20
2.3 锁止离合器的结构与原理	24
2.4 液力变矩器常见故障与检修	27
本章小结	30
复习思考题	31
3 机械传动机构	33
3.1 齿轮基础原理	34
3.2 简单行星齿轮组工作原理	35
3.3 执行元件工作原理	39
3.4 典型行星齿轮机构	44
本章小结	67
复习思考题	67
4 液压控制系统	69
4.1 液压控制系统概述	70
4.2 液压控制系统基础原理	75
4.3 液压油路图识读	95
4.4 电液控制自动变速器液压控制原理	103
本章小结	112



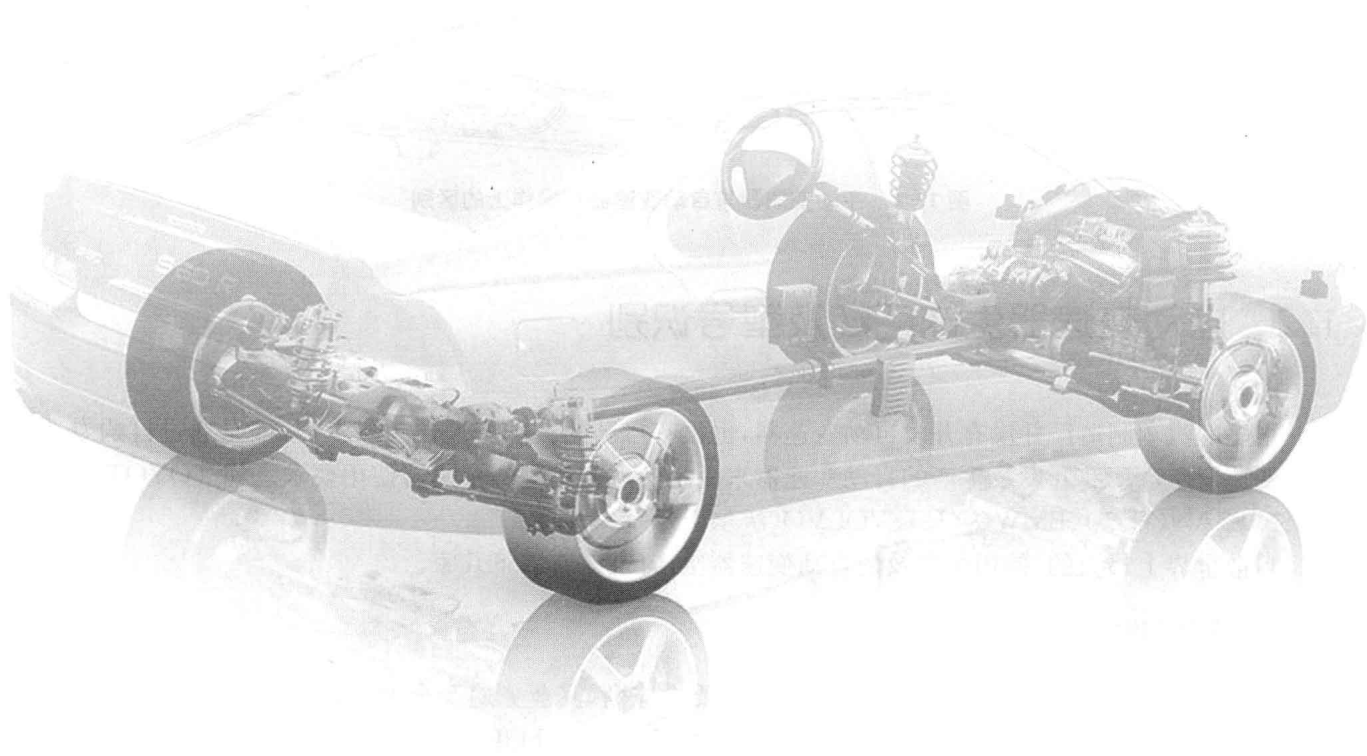
复习思考题	112
5 电子控制系统	113
5.1 电子控制系统的构成及工作原理	114
5.2 电子控制系统的常见故障与检修	127
本章小结	129
复习思考题	129
6 无级变速器结构与原理	131
6.1 无级变速器概述	132
6.2 无级变速器结构	134
6.3 无级变速器工作原理	134
6.4 无级变速器常见故障与检修	136
复习思考题	137
7 双离合变速器结构与原理	139
7.1 双离合变速器概述	140
7.2 双离合变速器结构	140
7.3 双离合变速器机械工作原理	142
7.4 双离合变速器液压控制原理	147
复习思考题	150
8 自动变速器检修	151
8.1 带有自动变速器的汽车使用注意事项	152
8.2 液力变矩器	152
8.3 行星齿轮机构	153
8.4 液压控制系统	153
8.5 自动变速器失速测试	162
8.6 自动变速器路试	162
复习思考题	166
实训 自动变速器拆装与检修	167
1. 认知自动变速器系统的基本组成	168
2. 认知液力变矩器的基本组成	169
3. 自动变速器的拆装与检修	171
4. 自动变速器的常规检查、调整和试验	180
5. 使用解码器检测自动变速器系统	193
参考文献	211



1 自动变速器概述

学习目标

通过本章的学习,可以了解自动变速器的功能及结构,了解变速器识别编码及型号的表示方法,识别自动变速器的类型,这对于理解自动变速器、维修中零部件的订购、资料查询等都有所帮助。另外,也可以了解自动变速器用油的知识,增进自动变速器日常保养的常识。同时,通过本章的学习,可以了解自动变速器的技术发展动态。





1.1 自动变速器功能

汽车在行驶中需要有各种状态存在,如前进、倒车、停车等。在前进时,由于路况的变化,汽车有时需要较大的驱动力,例如在上坡时;有时需要较高的车速,例如在平路、下坡等小负载状态下行驶时。变速器是满足汽车上述各种需求的机构。目前,在汽车上运用的变速器有手动变速器和自动变速器两种类型。

手动变速器在换挡操作时需要由驾驶人通过操控离合器及换挡机构来完成,而自动变速器能够自动根据车况及路况的变化,结合发动机负载,通过自动改变变速器的挡位来满足汽车在各种行驶条件下的需求。例如,当汽车需要大的驱动力时,自动变速器自动选择低速挡,达到减速增扭的目的;而当汽车需要高速行驶时,自动变速器自动选择高速挡,达到增速的目的,更大程度上改善了操控性能。

自动变速器与手动变速器相比较,免去了在升降挡时离合器频繁操作过程,换挡点由自动变速器自动控制,因此在舒适性上得到了大大的改善,降低了汽车的操作难度。手动变速器与自动变速器在操作上的区别,如图 1-1 所示。

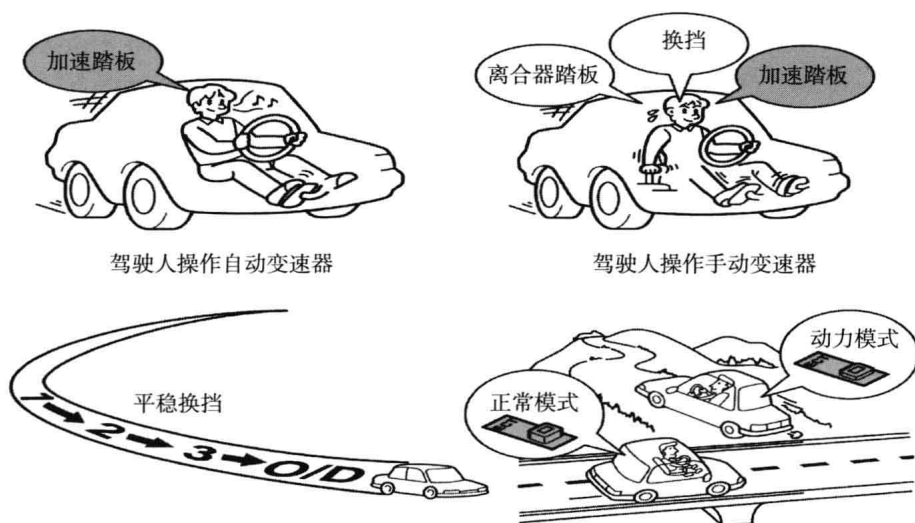


图 1-1 手动变速器与自动变速器在操作上的区别

1.2 自动变速器生产厂商及型号识别

很多的汽车制造厂并没有开发自动变速器,也没有自己的自动变速器生产工厂,而是通过订购专业自动变速器生产厂商开发及生产的自动变速器来满足各系列车型的变速器使用要求。如 TOYOTA(丰田)、NISSAN(日产)、BMW(宝马)、VOLVO(沃尔沃)等均是如此。

目前世界上最大的、使用最普及的自动变速器生产厂商,有以下几家。

1.2.1 日本 AISIN(爱信)

爱信成立于 1949 年,是丰田汽车零部件的主要供应商,其业务遍及全世界,目前各大主流汽车制造厂如 TOYOTA(丰田)、AUDI(奥迪)、VW(大众)、GM(通用)、FORD(福特)、VOLVO(沃尔沃)等大批



汽车制造商均选择爱信的产品。爱信的自动变速器在其变速器上都可以通过标牌进行识别,如图 1-2 所示。

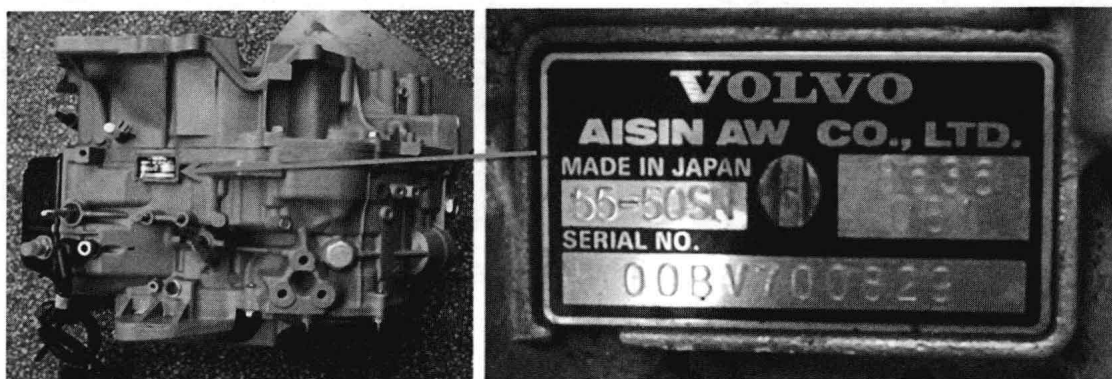


图 1-2 爱信自动变速器

1.2.2 日本 JATCO(捷特科)

成立于 1943 年的日本 JATCO(捷特科)公司。最早是由 FORD(福特)、MAZDA(马自达)、NISSAN(尼桑)联合成立的一家专门生产自动变速器的公司,其业务遍及欧洲、亚洲和美洲,主要为日产、三菱、马自达、宝马、大众、路虎、捷豹、起亚、现代、大宇、长安福特、华晨等汽车制造厂提供自动变速器。目前,国内很多车型的自动变速器和无级变速器均来自 JATCO。JATCO 变速器如图 1-3 和图 1-4 所示。

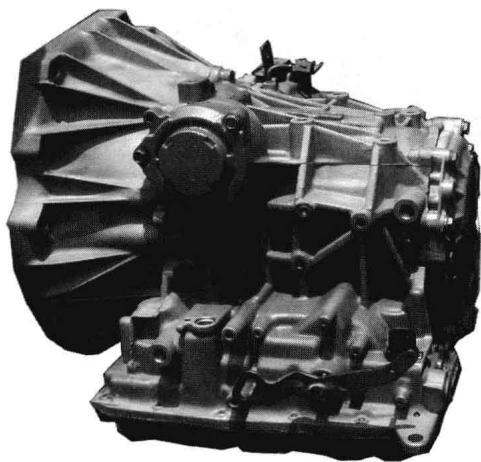


图 1-3 捷特科自动变速器

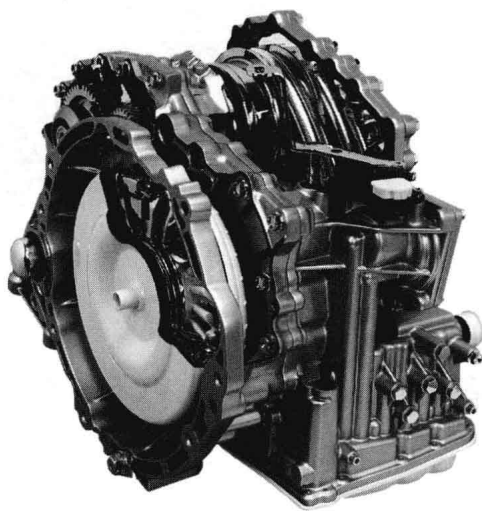


图 1-4 捷特科无级变速器

1.2.3 德国 ZF(采埃孚)

采埃孚股份公司(ZF Friedrichshafen AG)总部位于德国,是全球汽车行业的合作伙伴和零配件供应商,专业提供传动、转向、底盘系统等汽车零配件。采埃孚集团的汽车动力传动系统和底盘技术具有世界领先地位。奥迪、大众、宝马、捷豹等高档车型均有采用 ZF 的产品。ZF 的变速器也可以通过变速器的标牌来识别,如图 1-5 所示。

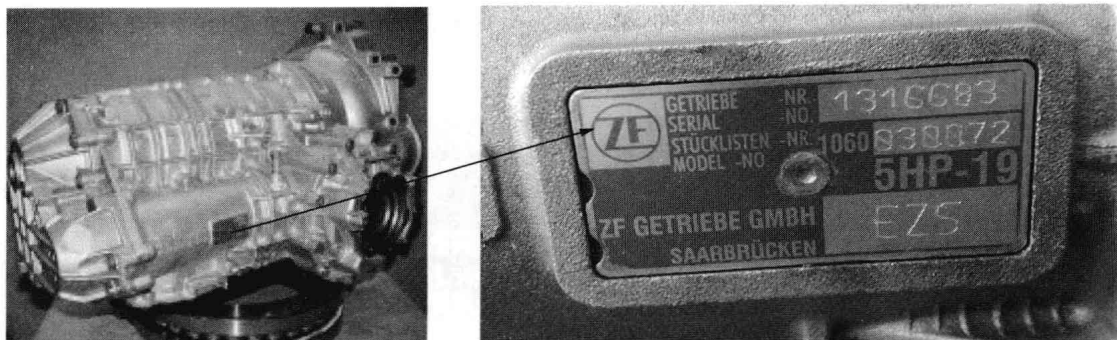


图 1-5 ZF 变速器

1.2.4 美国 GM(通用)

美国通用公司曾经是全世界最大的汽车制造厂,其旗下车型众多,通用有其自己的自动变速器生产厂,不过都应用在相对较大排量的车型上。通用的前驱变速器一般都是 L 形状的,如图 1-6 所示。

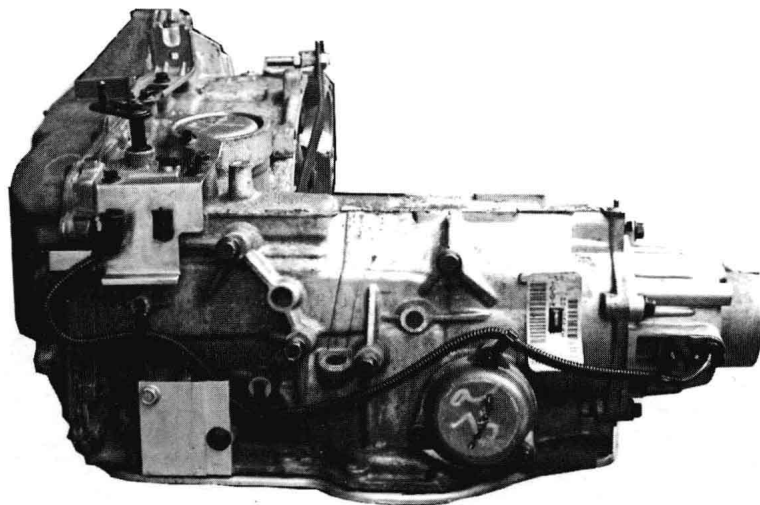


图 1-6 GM 4T65E 变速器

1.3 各车型自动变速器型号识别

1.3.1 丰田自动变速器型号识别

丰田汽车的自动变速器大部分采用爱信的产品,但丰田的编码与爱信的编码有所不同。例如,爱信的 AW30-40LE 型号的变速器,用在丰田车上时,丰田的编码则为 A340E。下面以 A340E 编码为例,介绍丰田自动变速器编码的识别。

A	3	4	0	E
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

(1) 表示变速器类型,A 为自动变速器,U 为智能型控制自动变速器,如 U140E、U241E 等;



- (2) 表示系列号,丰田有 1,2,3,4,5,6,7,9 系列的自动变速器,如 A750E、A960E 等;
- (3) 表示前进挡数量,4 为 4 个前进挡,5 为 5 个前进挡;
- (4) 表示变速器版本,0 为基本型,1 为经过第一次改进,2 为经过第二次改进;
- (5) 表示控制系统,E 表示电子控制单元控制。

1.3.2 三菱自动变速器型号识别

三菱系列的自动变速器一般在壳体上铸有变速器的型号,如 F4A2、F4A3、F4A4、F4A5 及 F5A5 等系列的自动变速器,下面以 F4A22 系列变速器为例,介绍其变速器编码识别。

F	4	A	22	2	M	P	A	1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

- (1) 表示驱动方式,F 为前轮驱动,W 为全轮驱动;
- (2) 表示变速器的挡位,3 为 3 前进挡,4 为 4 前进挡,5 为 5 前进挡;
- (3) 表示变速器形式,A 为自动变速器;
- (4) 表示变速器型号,22 为 KM175,即标准速比;21 为 KM176,即轻型速比;23 为 KM177,即重型速比;32 为新设计的标准速比;33 为新设计的重型速比;41 为轻型低马力应用;42 为重型高马力应用。
- (5) 表示变速器版本:1 为基本型,第一版本;2 为第二版本。
- (6) 表示主减速器的传动比:
E 为 F4A21(3.600)/F4A22 和 F4A23(3.705);
L 为 F4A23(3.900);
M 为 F4A21(4.062)/F4A22(4.007)/F4A30 系列(4.374);
U 为 F4A21(4.367)/F4A22 和 F4A23(4.350)/F4A30 系列(4.374)。
- (7) 表示车速表的齿轮比:
B 为 29/36 Q 为 30/36 C 为 30/36 R 为 31/36
D 为 31/36 S 为 32/36 E 为 32/36 T 为 16/19
N 为 28/36 V 为 17/19 P 为 29/36
- (8) 表示行星齿轮速比:
A—M 为宽的速比带锁止离合器;
N—Z 为紧密的速比带锁止离合器。
- (9) 制造商使用:
1—5 为宽的速比不带锁止离合器;
6—9 为紧密的速比不带锁止离合器。

1.3.3 宝马自动变速器型号识别

宝马大部分都采用采埃孚的自动变速器,变速器型号在变速器侧边的标牌上,型号分别有 ZF 4HP 系列、5HP 系列、6HP 系列和 8HP 系列,下面以 5HP 系列为例,介绍宝马的变速器编码含义。

ZF	5	H	P	30
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

- (1) 表示变速器生产厂商,ZF 为德国的变速器生产厂商;
- (2) 表示变速器前进挡数量,4 为四前速,5 为五前速,6 为六前速,如 5HP19、6HP26、8HP70 等;



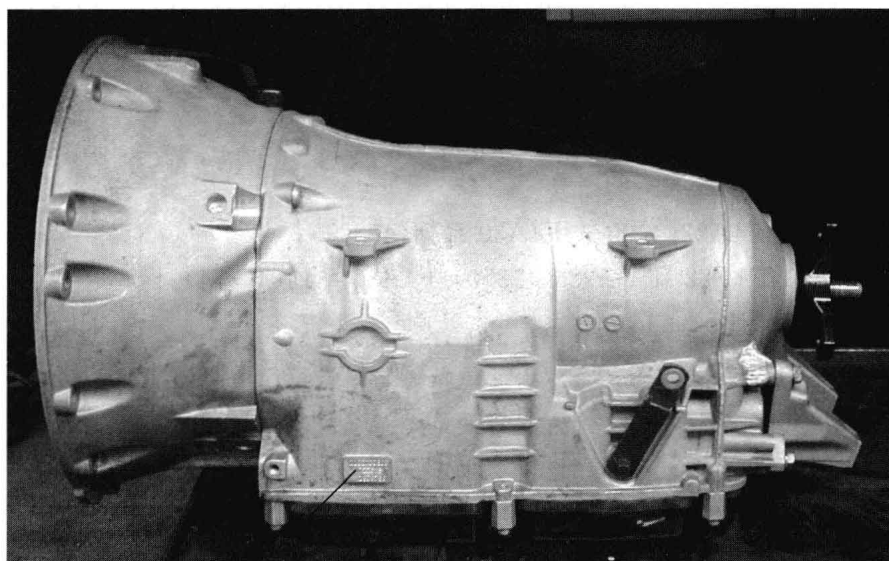
- (3) 表示变速器工作的最终执行通过液压完成;
- (4) 表示变速器机械传动机构带有行星齿轮装置;
- (5) 表示变速器号码,根据发动机排量不同而相应变化,如 30 表示变速器最大传递扭矩为 $560 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。

1.3.3 奔驰自动变速器型号识别

奔驰有其自己的变速器生产厂,其变速器一般都有四前速 722.3 系列,五前速 722.5 系列,五前速电控 722.6 系列和七前速 722.9 系列等变速器。下面以 722.6 系列的变速器为例,介绍其变速器编码含义。

722.	6	18
(1)	(2)	(3)

- (1) 表示乘用车使用的自动变速器;
 - (2) 表示变速器型号,奔驰有 3、4、5、6 等,其中 3、4 为液控四前速变速器,5 为液控五速变速器,6 为五速电控自动变速器;
 - (3) 表示变速器号码,根据底盘及发动机不同而相应变化。
- 722.6 变速器型号识别位置,如图 1-7 所示。



变速器型号位置

图 1-7 奔驰变速器型号位置

1.4 自动变速器油

自动变速器油简称 ATF,是使用在自动变速器中的液体。自动变速器油是含有特殊添加剂的混合液,这种混合液是能更好地满足流动性和改善变速器摩擦需要的润滑油。自动变速器油添加了多种化学添加剂,以保证油液的耐久性和综合性能。自动变速器添加清洁剂,帮助保持变速器部件的清洁,也添加分解剂,以使杂质悬浮在油液中,便于滤清器过滤。

所有被验证过的型号和牌号的自动变速器油必须通过制造厂的测试,以保证符合标准。其中一些检验适用于所有型号的自动变速器油,例如抗氧化性、腐蚀性、闪点、燃点和抗泡沫性。另外一些特殊标