



21世纪全国高职高专汽车类规划教材

汽车自动变速器 原理与维修

QICHE ZIDONG BIAN SUQI YUANLI YU WEIXIU

揭琳锋 主 编

邵跃华 史文杰 参 编
刁锦桥 董 颖

江浩斌 李庭斌 主 审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专汽车类规划教材

汽车自动变速器原理与维修

揭琳锋 主 编

邵跃华 史文杰 参编

刁锦桥 董 颖

江浩斌 李庭斌 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书共分10章,系统地介绍了汽车自动变速器的结构和工作原理,内容包括液力变矩器、行星齿轮变速器、液压控制系统、电子控制系统、自动变速器新技术、自动变速器的使用、测试检修以及自动变速器的拆装维修。书中以国内外典型汽车自动变速器为实例,系统地讲解了汽车自动变速器的结构、原理、使用检修及拆装维修。

本书可作为交通运输专业、车辆工程专业、汽车运用与维修等专业高职高专教材,可作为普通高校有关专业的教学参考书,也可供从事汽车检测维修、汽车设计制造、汽车运输管理等行业的工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器原理与维修/揭琳锋主编. —北京:北京大学出版社, 2006.8

(21世纪全国高职高专汽车类规划教材)

ISBN 7-301-10985-7

I. 汽… II. 揭… III. ①汽车—自动变速装置—理论—高等学校—教材②汽车—自动变速装置—车辆修理—高等学校—教材 IV. U463.212

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第096437号

书 名: 汽车自动变速器原理与维修

著作责任者: 揭琳锋 主编

责任编辑: 桂 春

标准书号: ISBN 7-301-10985-7/TH·0064

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 15.25印张 330千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

定 价: 24.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

汽车变速器的任务是传递动力,并在动力的传递过程中改变传动比,以调节或变换发动机的特性,同时通过变速来适应不同的驾驶要求。人工操作的有级变速器转速变化突然,常使发动机处于非稳态工况,这样汽车排出的有害物质多,污染严重。要保证发动机在行驶过程中处于良好的工作状态,发展自动变速器技术至关重要。汽车自诞生至今的百余年期间,人们一直在研究车辆变速技术,希望汽车运行更加快捷、舒适、安全、可靠。从最初挡位固定的变速器,到有多个挡位可变换的齿轮变速器,直到现在应用计算机控制实现换挡的自动变速器,都有力地推动了汽车技术的发展。加入 WTO 给我国国民经济的支柱产业——汽车工业的发展开辟了更广阔的市场。随着汽车工业的迅速发展,汽车对人们的生活方式有了很大的影响。人们要求汽车快捷、舒适、安全、可靠、低油耗和低排污。采用自动变速器实现自动换挡,是提高汽车舒适性、安全性、使用性能和降低排气污染的有效措施。

为适应形势的发展和满足社会的需要,同时也为了提高汽车服务业从业人员的业务素质,我们推出了本书。本书是高等职业技术教育理工科类教学用书,也可作为成人高校、高专、夜大、职大、业大、函大等层次的教学用书和广大自学者及工程技术人员的自学用书。也可作为普通高等院校有关专业的教学参考书。

在编写本书时,我们从高职教育的实际出发,结合教学和生产实际的需要,确定了编写的指导思想和教材特色。以应用为目的,强化应用为重点,力求内容系统、准确、新颖。

本书主要介绍汽车用自动变速器的构造、工作原理、使用、性能测试和拆装维修,还专门介绍了国外自动变速器发展的新技术方向。在编写本书时注意了全书理论的系统性和各部分相对的独立性。本书内容全面,概念清楚,理论阐述由浅入深,以国内外常见车型的自动变速器为实例,通俗易懂。

全书共 10 章,计划总课时为 60 学时,对部分章节可采用现场教学和实验教学等方式,各院校可根据实际情况决定内容的取舍。

参加编写的人员有:邵跃华(第 1 章、第 2 章和第 10 章);刁锦桥(第 3 章、第 4 章和第 7 章);史文杰(第 5 章和第 6 章);董颖(第 8 章和第 9 章)。本书由揭琳锋任主编,全书文稿由邵跃华统稿,由江苏大学汽车与交通工程学院江浩斌,江苏交通技师学院李庭斌审定。编写中我们参考了大量资料和文献,在此,对所引文的作者表示深深的谢意。

由于作者水平有限,在编写过程中,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 4 月

目 录

第1章 概述	1
1.1 汽车自动变速器的发展概况	1
1.1.1 自动变速器的历史	1
1.1.2 现代轿车自动变速器的发展方向	3
1.2 自动变速器的类型及应用形式	5
1.2.1 自动变速器的结构分类	5
1.2.2 自动变速器的应用	6
1.2.3 自动变速器的特点	8
1.3 自动变速器的组成和功用	9
1.3.1 自动变速器的组成	9
1.3.2 自动变速器的型号说明	12
1.4 思考与练习题	13
第2章 液力变矩器的结构原理	14
2.1 液力变矩器的作用及其结构	14
2.2 液力耦合器	17
2.2.1 工作原理	17
2.2.2 液力耦合器的工作特性	18
2.3 液力变矩器工作原理	19
2.4 液力变矩器的特性	23
2.4.1 液力变矩器的特性参数	23
2.4.2 液力变矩器的特性曲线	25
2.5 综合式液力变矩器	26
2.5.1 三元件综合式液力变矩器	27
2.5.2 四元件综合式液力变矩器	28
2.6 锁止型液力变矩器	29
2.6.1 液压锁止型液力变矩器	30
2.6.2 离心锁止型液力变矩器	33
2.6.3 黏性锁止型液力变矩器	33
2.6.4 液力机械分流传动变矩器	34
2.7 思考与练习题	35

第3章 行星齿轮变速器的结构与原理	36
3.1 行星机构的基本组成及形式	37
3.1.1 单排行星齿轮机构的结构与齿轮啮合方式	37
3.1.2 单排行星齿轮机构类型	38
3.1.3 单排齿轮机构变速原理	39
3.1.4 单排行星齿轮机构各情况下的传动比	43
3.1.5 多排行星齿轮机构	44
3.1.6 行星传动的特点和优点	44
3.2 行星齿轮机构结构及变速原理	45
3.2.1 红旗牌轿车行星齿轮系统工作分析	46
3.2.2 行星齿轮系统(辛普森式)	48
3.2.3 拉维奈尔赫式行星齿轮变速器	63
3.3 思考与练习题	65
第4章 自动变速器的执行机构	66
4.1 离合器	66
4.1.1 离合器的结构和原理	66
4.1.2 多片湿式离合器的特点	71
4.2 制动器	71
4.2.1 制动器的种类及结构	72
4.2.2 制动带工作原理	74
4.3 单向离合器	75
4.3.1 滚柱斜槽式单向离合器	75
4.3.2 楔块式单向离合器	76
4.4 思考与练习题	77
第5章 自动变速器的液控液压系统	78
5.1 液控系统的工作原理	78
5.2 液控系统的组成	80
5.2.1 油泵	80
5.2.2 主油路系统	83
5.2.3 换挡控制信号及装置	85
5.2.4 换挡阀组	89
5.2.5 缓冲安全装置	91
5.2.6 液力变矩器控制装置	92
5.3 思考与练习题	94

第 6 章 自动变速器的电控液压系统.....	95
6.1 电子控制系统的工作原理.....	95
6.2 电子控制装置	96
6.2.1 微电脑 (ECU)	97
6.2.2 传感器.....	100
6.2.3 控制开关.....	103
6.2.4 执行元件——电磁阀.....	105
6.3 思考与练习题	107
第 7 章 自动变速器新技术.....	108
7.1 自动变速器发展趋势.....	108
7.2 电控液力机械式 (EAT) 变速系统	110
7.3 自动机械变速器 (AMT) 变速系统.....	111
7.3.1 AMT 变速系统的特点.....	111
7.3.2 AMT 变速系统的结构与原理.....	111
7.4 电子控制无级变速系统 (ECVT)	113
7.4.1 CVT 的基本结构.....	114
7.4.2 CVT 的特点.....	115
7.4.3 CVT 变速原理.....	115
7.4.4 ECVT 控制系统.....	116
7.4.5 ECVT 工作特性.....	117
7.5 顺序换挡自动变速器 (SMG)	118
7.6 双离合直接换挡自动变速器 (DSG)	119
7.7 思考与练习题	122
第 8 章 自动变速器的使用.....	123
8.1 自动变速器换挡手柄的使用.....	123
8.2 自动变速器控制开关的使用.....	124
8.3 自动变速器油的正确使用.....	125
8.4 自动变速器的正确操作.....	127
8.5 使用自动变速器时的注意事项.....	131
8.6 思考与练习题	132
第 9 章 自动变速器的检修.....	133
9.1 自动变速器的检修仪器及其使用.....	133
9.1.1 汽车专用万用表.....	133
9.1.2 汽车综合电脑检测仪.....	135

9.2 自动变速器的性能检验.....	138
9.2.1 自动变速器的基础检验.....	138
9.2.2 失速试验.....	141
9.2.3 时滞试验.....	142
9.2.4 油压试验.....	143
9.2.5 道路试验.....	147
9.2.6 电控自动变速器的手动换挡试验.....	149
9.3 自动变速器维修总则.....	150
9.4 思考和练习题.....	153
第10章 自动变速器的拆装.....	154
10.1 传动系的分解和组装.....	154
10.2 典型自动变速器的拆卸与组装.....	163
10.3 其他自动变速器的拆装与组装.....	203
10.3.1 切诺基、凌志自动变速器的拆装.....	203
10.3.2 日产 L4N71B 自动变速器的拆装.....	205
10.3.3 奥迪自动变速器的拆装.....	206
10.4 思考与练习题.....	208
附录 A 液控液压系统工作时的油路分析.....	209
附录 B 别克轿车自动变速器的故障诊断.....	220
参考文献.....	233

第 1 章 概 述

变速器是汽车底盘中的主要总成之一，它与发动机配合工作，使汽车具有良好的动力性能和经济性能。汽车变速器可以扩大发动机传给驱动车轮上的转矩和转速的变化范围，以适应汽车在各种条件下行驶的需要。变速器能在保持发动机转动方向为变的情况下，实现倒车；还能利用空挡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。

正确地操纵变速器是驾驶员一项重要技能和繁重的工作。为提高驾驶操作的轻便性，减轻驾驶员的疲劳程度，提高汽车的动力性和经济性，人们在改进变速器的结构和换挡方法上做出了很大的努力，目前已经广泛使用的自动变速器便是其杰出的代表。

1.1 汽车自动变速器的发展概况

1.1.1 自动变速器的历史

汽车变速器是汽车传动系的“心脏”。早期的汽车传动系，从发动机到车轮之间的动力传递的形式很简单。发动机驱动桥上的链轮之间采用皮带传动。小链轮通过在一个驱动轮上的内齿轮啮合，使汽车行驶。

1892 年法国制造出第一部装有变速器的汽车。1904 年美国通用汽车公司的凯迪拉克（Cadillac）汽车采用了手操纵的三挡行星齿轮变速器，福特（Ford）汽车采用了二挡行星齿轮变速器；1914 年，由德国奔驰公司最先推出第一个全自动齿轮变速器，当时装在少数为高级官员制造的汽车上；1926 年别克小轿车开始使用液力机械传动的变速器；1933 年美国的瑞欧汽车使用了一种半自动变速器；1938 年美国克莱斯勒汽车公司采用了液力耦合器，并在 1939 年，率先成功研制了由液力耦合器和行星齿轮变速器组成的 4 挡液力变速器，并装于该公司生产的轿车奥兹莫比尔（Oldsmobile）上。该变速器被认为是自动变速器的代表，是当今自动变速器的原始形式。随着新技术的不断发展，自动变速器结构不断得到改进，逐步走向成熟。

1939~1950 年的 11 年间是液力自动变速器的成长期。这时期的结构特点是液力传动部件采用液力耦合器，机械变速部分采用行星齿轮。这种形式结构虽简单，成本也低，但液力传动部分只能起到联轴节的作用，不能改变转矩，而传动转矩的改变则完全由行星齿

轮机构来完成。1950年美国福特汽车公司成功研制了装用液力变矩器的3挡液力自动变速器,从此轿车用的液力自动变速器进入了成熟期。

1977年美国克莱斯勒公司首先开发出了带锁止离合器的液力变矩器。这种锁止装置实际上是全自动离合器。锁止离合器时,变矩器将不起作用。这对改善汽车燃油的经济性和降低变速器的温度都将有很大的益处。1977年后,日本丰田汽车公司成功研制了具有超速挡的液力自动变速器。该变速器采用三元件液力变矩器与多挡行星齿轮相组合的结构,这不但提高了变速器的变矩比,而且使换挡圆滑,传动效率也更高。

液力自动变速器行星齿轮机构的挡数和速比范围,随着汽车的高速比、低油耗和低噪声等要求的不断提高而有增加的倾向,1977年丰田公司开发的4挡液力自动变速器和1989年日产汽车公司开发的5挡液力自动变速器都已装车使用。这两种变速器都是在原3挡和4挡液力变速器的基础上,加装一组行星变速齿轮机构而形成的,1983年,日产汽车公司成功研制了4挡液力自动变速器用的行星齿轮机构,其最大特点是结构紧凑,从而为液力自动变速器的多挡化提供了条件。

国产轿车中采用自动变速器最早的车型,当属第一汽车制造厂生产的红旗CA770型三排座高级轿车,该型轿车在1965~1980年间共生产了1283辆,其所装用的自动变速器在结构上与美国克莱斯勒汽车公司生产的Power Flite同心自动变速器、苏联1958年开始生产ИЛ-111及其后的改进型ЗИЛ-114、ЗИЛ-117上所装用的自动变速器相同,显而易见,ИЛ-111和CA770的自动变速器都是按1953~1957年间生产的Power Flite仿制的。

近年来,我国汽车工业在引进消化吸收国外先进技术的基础上,产品不断跃上新台阶,从产品一投产就采用自动变速器的车型亦已出现。例如1998年12月在上海通用汽车有限公司首辆下线,1999年4月12日正式批量生产的上海别克轿车,以美国通用汽车公司1997年新上市的北美别克轿车为基础,成为我国目前批量生产的轿车中车型最新的。该车型装备LA6E2.98LV6电控燃料喷射(EFI)发动机和4T65-E电控4挡自动变速器,采用双恒温控制系统、磁液助力转向系统,动力总成(发动机与自动变速器)控制系统、双安全气囊、防抱制动系统等世界先进水平技术与装备,还可根据需要选装卫星导航系统和语音声控系统等,从而填补了国产轿车多项技术空白。

与无级变速器相比,液力自动变速器最大的不同是在结构上,它是由液压控制的齿轮变速系统构成。因此,液力自动变速器并不是真正的无级变速,还是有挡位的。其所能实现的是在两挡之间的无级变速。而无级变速器则是两组变速轮盘和一条传动带组成的,因此,其比传统自动变速器结构简单,体积更小。另外,它可以自由改变传动比,从而实现全程无级变速,使汽车的车速变化平稳,没有传统变速器换挡时那种“顿”的感觉。

无级变速器无级变速原理的关键是两个传动滑轮和联接此两个滑轮的传动带,每个滑轮都由一对彼此合成V形槽的锥体组成,通过传动带联接两滑轮,利用液压操纵机构移动锥体的开合,使传动带离滑轮轴心的径向位置发生变化,从而获得二滑轮之间的传动比一般最大范围可达5:1。自动变速器多挡化虽能扩大自动变速的范围,但它并非安全迅速,

只有在有级变速与无级变速之间,理想的无级变速器是在整个传动范围内能连续的、五挡比的切换变速比,使变速器始终按最佳换挡规律自动变速。无级化是对自动变速器的理想追求。

现代无级变速器传动效率提高,油门反应快、油耗低,随着汽车技术的进步,已经越来越不满足于液力自动变速器,希望彻底改进无级变速器,从实现汽车从有级变速阶段向无级变速阶段的飞跃。福特、菲亚特、奥迪等企业纷纷推出了能够匹配大排量发动机的无级变速器。目前国内自动挡轿车的自动变速器基本上全是液力自动变速器,只有奥迪采用了无级变速器。奥迪无级/手动一体式变速器,其就在原有的无级变速器基础上,进行多项技术上的创新、改进和提高。

无级变速装备有自动控制装置,行车中可根据车速自动调整挡位,无需人工操作,省去许多换挡及踏踩离合器的工作。其不足之处在于价格昂贵、维修费用很高,而且使用起来比手动挡车费油,因为自动变速器的动力传递上通过液压来完成的,在工作中会造成动力损失。尤其是低速行驶或堵车中走走停停时,更会增大油耗。

现代汽车变速器的发展趋势是向着可调自动变速器或无级变速器方向发展。采用无级变速器可以节约燃油,使汽车单位油耗的行驶里程提高30%。通过选择最佳传动比,能够使发动机保持在很窄的转速范围内运转,从而获得最有利的功率输出,无级变速器传动比传统的自动变速器轻,结构更简单而紧凑。

近年来,随着微电子技术的飞速发展,以及用户对它的操纵性能、舒适性、安全性能等方面的苛刻要求,世界上许多汽车生产厂家不断投入人力和财力,大力加强自动变速器的技术研究,电子控制自动变速器的问世,给汽车带来了更理想的传动系统。机电一体化技术进入汽车领域,推动了汽车变速装置的重大变革。自动变速器装置均出现了电子化的趋势。

1.1.2 现代轿车自动变速器的发展方向

(1) 电子控制全域锁止离合器及液力缓速装置:为了提高传动效率,改善经济性能,轿车用自动变速器普遍采用了变矩器锁止离合器,并进行电子控制以保持其换挡的平顺性。锁止式液力变矩器其功能特点决定了自动变速器由液力耦合器—液力变矩器—锁止式液力变矩器的变化过程。液力变矩器除了能传递转矩外,还能增大发动机的转矩,吸收扭转振动的作用,液力耦合器却不能。带锁止离合器的液力变矩器,克服了液力变矩器输出轴与输入轴之间存在滑动而使液力变矩器传动效率降低的缺点,这种锁止装置实际上是全自动离合器。锁止离合器时,变矩器将不起作用。这对改善燃料的经济性和降低变速器的温度有益处。如日产汽车公司的公爵牌及荣光牌轿车。在一些重型汽车及公共汽车上装有液力缓速装置将得到大多数驾驶员的拥护,它可以大大提高行车安全性及制动系统零件的寿命。

(2) 适合于整车驱动系统的电子控制智能型自动变速器:智能型的电子控制自动变速

器的电子系统可以在汽车行驶过程中,对汽车的运行参数进行控制,合理地选择换挡点,而且在换挡过程中对恶化的参数进行修正。如:摩擦片的摩擦系数、油的粘度、车辆的负荷变化等。同时具有自动诊断系统,可以将汽车运行中的故障记录下来,便于维护。

电子控制技术利用微机控制变速器,不仅使换挡程序更加符合驾驶员的意愿,而且还能利用模糊控制理论,解决特殊情况下变速程序的复杂问题,使自动变速器的控制能力及可靠性大幅度提高。现代电子控制自动变速器的主要特点是一机(微机)多参数、多规律性的控制。多参数指输入微机的控制参数多元化,即控制参数不仅有发动机转速、车速、节气门开度等信号,而且又反映发动机、变速器工作环境和行驶等信号。可见控制参数多元化,更能全面地反映发动机和变速器的实际工况;多规律是指控制微机中间时存储多种不同的换挡规律,如最佳经济性、动力性,各种加速行驶时的最佳经济性、最佳排放量等,驾驶员可按需要调用相应的规律实现最佳控制。总之电子控制能实现多参数、多规律性的控制,使发动机和变速器在不同油门开度和各种行驶环境下都能处于最佳工作状态。

日本丰田凌志牌高级轿车应用了智能型发动机-变速器综合控制系统。该系统利用计算机控制系统进行综合控制。在变速时,使发动机扭矩临时降低,与此同时,控制离合系统油压,使变速平稳。在离合系统油压控制中,检测与预计最优化值的偏差,并利用新开发的线性电磁阀进行修正反馈控制。

(3) 电子控制无级变速器:无级变速器能够自由改变速比,故能进行理想的变速控制,比多挡位齿轮传动机构更优越。自动变速器多挡化虽能扩大自动变速的范围,但它并非安全迅速,只有在有级变速与无级变速之间。理想的无级变速器是在整个传动范围内能连续的、无挡比的切换变速比,使变速器始终按最佳换挡规律自动变速。无级化是对自动变速器的理想追求。

但是无级变速器存在着体积大、笨重和传动效率低的问题,而且也缺少解决耐久性问题的相应措施。但随着电子技术的应用,电子控制的V型金属带型无级变速器在西欧及日本得到重视,正在积极开发市场,以希望其一步到位。目前研制开发并在微型轿车上采用此类变速器的有日本富士重工公司及荷兰VDT公司等。

由于电子技术的不断发展和进步,特别是微机控制功能的进一步增加,各种传感器和执行机构性能的改善,所以在自动变速器上也开始大量采用。1969年出现的程序式变速器是电子技术在自动变速器中的首次应用。进入80年代后,大规模集成电路技术的发展,使得由微机控制发动机和变速器自动换挡成为可能。在我国,上海通用公司在其生产的别克轿车上装备了4T65-E电控自动变速器,这是我国第一家汽车公司将自动变速器作为标准装置装于轿车,该变速器于1998年10月份正式下线生产。

(4) 自动预选式换挡系统:近来ZF公司又开发了一种自动预选式换挡系统,它可以使驾驶员体会到驾驶车辆的快感,又不需要紧张费力的操作。这种自动预选式换挡装置,是全自动换挡系统的基础,它的性能包括:电子控制自动选挡,换挡时刻由驾驶员确定(驾驶员不需要手操作换挡);主动和被动保护装置;诊断屏幕实现系统监督。

自动变速器除采用无级变速作用的变矩器外,其齿轮数也在不断增多,从而使变速范围不断加宽。这有助于改善发动机的燃油经济性和动力性,使发动机工况进一步向最佳化逼近。

(5) 小型化:减轻重量、缩短动力传递路线,能使汽车节油,自动变速器的小型化正起着这种作用。70年代以来微型车急剧增多,从而为自动变速器小型化提供了前提条件。此外,自动驱动桥(即把变速器与驱动桥合为一个整体)的趋势十分突出,小型化又推动了FF化和自动驱动桥的发展。

电子控制与液压控制相比,具有明显的优势:电子控制可以实现以前由液压控制难以实现的更复杂多样的控制功能,使变速器的性能得到提高。电子控制可以极大地简化液压控制结构,减少生产投资等。电子控制功能借助于软硬件结合才能实现,由于软件易于修改,可使产品具有适应结构参数变化的特性。随着汽车电子化的发展,汽车传动系的电子控制可以与发动机、制动系、安全气囊等系统通过总线联网,资源共享,实现整体控制,进一步简化控制结构。

当今世界各大汽车公司对无级变速器的研制都十分活跃。不久的将来,可望电子控制式的无级变速器将得到广泛的应用和发展。

1.2 自动变速器的类型及应用形式

1.2.1 自动变速器的结构分类

一般车用变速器可分为手动变速器和自动变速器两大类。自动变速器是指不依靠人的手力,而能自动实现换挡功能的变速器。目前汽车上常用的自动变速器的类型有:液力自动变速器、液压传动自动变速器、电力传动自动变速器、有级式机械自动变速器和无级式机械自动变速器等。

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即自动驱动桥。后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上,发动机的动力经变矩器、变速器、传动轴、后驱动桥的主减速器、差速器和半轴传给左右两个后轮。

前驱动自动变速器在自动变速器的壳体内还装有主减速器和差速器。纵置发动机前驱动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同;横置发动机前驱动变速器由于汽车横向尺寸的限制,要求有较小的轴向尺寸,通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式,变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方,输出轴布置在下方,减少了变速器总体的轴向尺寸,但增加了它的高度。

自动变速器按前进挡的挡位数不同,可分为2个前进挡、3个前进挡、4个前进挡、5

个前进挡。新型轿车装用的自动变速器基本上都是4个前进挡，没有超速挡。目前已经开发出装有5个前进挡自动变速器的轿车。

无级变速器是自动变速器的一种手动变速器，结构简单、准确有效，但是，也存在操纵复杂、长期使用容易疲劳，换挡时冲击较大等不足之处。自动挡（又称无极变速）装备有自动控制装置，行车中可根据车速自动调整挡位，无需人工操作，省去了许多换挡及踏踩离合的工作。

无级变速器可以从一种扭矩（或转速）平稳地转变为另一种扭矩（或转速），在变化过程中不是一级一级（或一挡一挡）地跃变，而是稳定、缓和地渐变。无级变速器有液力式无级变速器（亦称液力变扭器）和机械式无级变速器两种。

电控自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮机构、液压控制系统和电控系统四大部分组成。

机械式无级变速器按其作用又可分为冲击式和摩擦式两种。冲击式为一种断续的传动，即跳动式的，构造非常复杂，且工作时要产生很大的冲击载荷，应用在汽车上尚有很多困难。摩擦式则为一种连续的传动，发动机的扭力系借摩擦扭矩的变化而匀顺地传到后面，其构造比较简单，目前已经应用在汽车上。

1.2.2 自动变速器的应用

现代车用自动变速器的应用，主要有以下两种形式：

（1）液压控制式自动变速器：这是一种利用车速和加速踏板踏入量之间的关系所决定的传动比，通过油压控制机构进行自动控制的变速器。常用的液压控制式自动变速器一般由液力耦合器或变矩器、液压操纵系统和行星齿轮传动系统组成。液力耦合器利用液体流动，把发动机的动力传递给齿轮传动系统，行星齿轮传动系统可以利用本身的传动特点，改变发动机的转速和转矩，起着换挡的作用。液压操纵系统可以根据汽车行驶的实际需要操纵行星齿轮系统，使其加挡、减挡或倒车，从而改变汽车的行驶速度和方向。

液力变速器由三个工作轮，即泵轮、涡轮和固定不变的液流导向装置——导轮（又称反应器）组成。为了保证液力变扭器的性能及液流很好地循环，三个工作轮的叶片都弯成一个角度，这是与液力耦合器的叶片不同的。泵轮和涡轮为冲压件，导轮为铝合金精密铸造件，泵轮与变速器壳体连成一体，固定于发动机曲轴后端的凸缘上，导轮装在自由轮机构上，自由轮内座花键孔径经导轮固定套管固定在壳体上，涡轮通过轮毂的花键孔与从动轮连接，导轮浮动于泵轮和涡轮之间，并保持一定轴向间隙。在工作过程中轴向力较大，导轮端装有止推垫片，涡轮与壳体装有聚甲醛塑料垫片。变扭器壳体的外面装有供启动机的齿圈，三个工作轮在液力变扭器装配好之后形成环形的内腔，其纵向端面称为变扭器的循环圆。

液力变扭器和液力耦合器一样，正常工作时贮于环形内腔的工作液，除有绕变扭器轴

线的圆周运动外, 还有在循环圆内的循环流动, 故能将扭矩由泵轮传到涡轮上。液力变扭器在传动作用上不同于液力耦合器的是: 液力耦合器只能将扭矩大小不变地传给涡轮, 即只能起离合器的作用; 但液力变扭器则不仅能传递扭矩, 而且能在泵轮扭矩不变的情况下, 随着涡轮的转速 (反映着汽车的行驶速度。不同面能自动地改变涡轮轴上的输出扭矩数值, 故能兼起离合器和变速器的变扭作用。

液力变扭器虽然能在一定范围内无级地改变扭矩比, 但由于它存在着变扭能力与效率之间的矛盾, 目前应用的液力变扭器一般变扭系数都不够大, 难以满足汽车使用要求, 故在高级轿车上, 广泛采用的是液力变扭器与齿轮式变速器联合组成液力机械式无级变速器。与液力变扭器配合使用的齿轮式变速器有行星齿轮式变速器和固定轴线式齿轮变速器两种。国产红旗牌高级轿车上采用的就是液力变扭器与行星齿轮式变速器联合的液力机械式变速器, 它由一个四元件 (泵轮、涡轮、第一导轮与第二导轮) 的综合液力变扭器与可以自动换挡的两行星齿轮变速器所组成。

工作中驾驶员踏下油门的位置或发动机进气管的真空度和汽车的行驶速度, 能指挥液压操纵系统工作, 液压操纵系统利用液体压力控制行星齿轮系统的离合器和制动器, 并改变行星齿轮传动的状态。以上过程完全是在变速器内部进行的, 不需要驾驶员的操作, 即所谓的自动换挡。在这里液力变矩器的作用是: 增大汽车起步的转矩以提高车辆的起步性能, 可减少变速冲击, 隔断发动机输出转矩的振动, 但却存在输入轴和输出轴流动空转打滑引起发动机功率损失的问题, 因而在其后又引入了锁止机构, 虽然解决了一些问题, 但由于受各控制元件的制约, 变矩器的作用难以充分发挥, 特别是减小发动机转矩变动的问题还需要解决。况且这种锁止离合器只能在发动机转矩变小的高转速范围内起作用, 因此不能充分提高燃油的经济性, 为解决这一问题, 世界上各大汽车公司采取了种种措施, 如采用锁止离合器微量滑动方式; 采用粘性连轴器吸收振动的方式等, 但效果并不是很理想, 后来人们把电子技术引进汽车领域, 于是作为一种新型的自动变速器, 电子控制式自动变速器应运而生。

(2) 电子控制式自动变速器: 常规的汽车自动变速器中锁止式变矩器均靠液压传动, 但随着电子技术在汽车上的推广应用, 采用微型电子计算机等装置作为自动变速器的液压控制装置, 再用某些液压控制装置对变速器换挡机构进行操纵控制, 这样不仅使换挡时间更加精确、换挡更加平稳, 而且操纵自如灵活; 另一方面可以使变速挡尽量与驾驶员的意愿相结合; 其次采用电子控制, 通过选择适合行驶状态的最佳传动比, 可以提高汽车的动力性, 提高乘坐的舒适性, 并与发动机控制相结合, 相应提高燃油的经济性。

电子控制式自动变速器是利用油压回路的电磁线圈通电和断电, 来控制变速器的变速定时及变速时的过渡特性。其电子控制系统主要有: 变速点控制、自锁控制、变速时过渡特性控制、油压控制、变速时锁止控制等。在电子控制式自动变速器中, 由车速传感器和节流阀开度传感器将车速和节流阀开度转换成电信号后, 作为电子控制装置 ECU 的输入信号, 经变速器中的 ECU 计算处理后, 再适时输出信号给电磁阀, 利用这些电磁阀来控制油

压回路。显而易见, 液压控制式自动变速器与电子控制式自动变速器的不同之处在于利用电子技术检测方式和对油压的控制方式上, 电子控制式自动变速器是采用传感器来检测车速和节流阀开度, 利用电子技术对电磁阀进行控制, 从而实现对汽车自动变速器进行更迅速、适时和更精确的控制。

1.2.3 自动变速器的特点

汽车自动变速器一般和变矩器一起使用, 带有液力传动的特点, 可以弥补机械变速器的一些缺点。它可以根据发动机的工况和车速情况, 自动选择挡位, 而且具有下列显著特点:

(1) 整车具有更好的驾驶性能: 汽车驾驶性能的好坏, 除与汽车本身的结构有关外, 还取决于正确的控制和操纵。自动变速器能通过系统的设计, 使整车自动去完成这些使用要求, 以获得最佳的燃油经济性和动力性, 使得驾驶性能与驾驶员的技术水平关系不大, 因而特别适用于非职业驾驶。

(2) 良好的行驶性能: 自动变速装置的挡位变换不但快而且平稳, 提高了汽车的乘坐舒适性。通过液体传动和微电脑控制换挡, 可以消除或降低动力传递系统中的冲击和动载, 这在地形复杂、路面恶劣条件下作业的工程车辆、军用车辆尤为重要。试验表明, 在坏路段行驶时, 自动变速器的车辆传动轴上, 最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 20%~40%。原地起步时最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 50%~70%, 且能大幅度延长发动机和传动系零部件的寿命。

(3) 高行车安全性: 在车辆行驶过程中, 驾驶员必须根据道路、交通条件的变化, 对车辆的行驶方向和速度进行改变和调节。以城市大客车为例, 平均每分钟换挡 3~5 次, 而每次换挡有 4~6 个手脚协同动作。正是由于这种连续不断的频繁操作, 使驾驶员的注意力被分散, 而且容易产生疲劳, 造成交通事故增加; 或者是减少换挡, 以操纵油门大小代替变速, 即以牺牲燃油经济性来减轻疲劳强度。自动变速的车辆, 取消了离合器踏板和变速操纵杆, 只要控制油门踏板, 就能自动变速, 从而减轻了驾驶员的疲劳强度, 使行车事故率降低, 平均车速提高。

(4) 降低废气排放: 发动机在怠速和高速运行时, 排放的废气中, CO 或 CH 化合物的浓度较高, 而自动变速器的应用, 可使发动机经常处于经济转速区域内运转, 也就是在较小污染排放的转速范围内工作, 从而降低了排气污染。

(5) 可以延长发动机和传动系的使用寿命: 因为自动变速器采用液力变矩器和发动机“弹性”连接, 外界的冲击负荷可以通过耦合器缓冲, 有过载保护的功能。在汽车起步换挡、制动时能吸收振动, 相应减小了发动机和传动系的动载荷。

(6) 操纵简单: 只需设置液压工作阀的位置, 自动变速器就可以根据需要进行自动加挡和减挡, 省去了起步和换挡时踏离合器、更换变速杆位置和放松油门等复杂的操作规程,

大大减小了驾驶员的劳动强度。

(7) 提高了汽车的平顺性: 因采用液力变矩器在汽车起步时, 车轮上的牵引力逐步增加, 无振动并减少车轮滑动, 使起步容易平稳。汽车在行驶中的稳定车速也可以降到最低, 甚至为零。行驶阻力增大时, 发动机也不会出现熄火。

(8) 提高生产率: 换挡时功率基本没有间断, 可保证汽车有良好的加速性和较高的平均车速, 使发动机的磨损减少, 延长了大修间隔里程, 提高了出车率。

与手动变速器相比, 自动变速器结构较复杂, 零件加工难度大, 生产成本较高, 修理也较麻烦。另外自动变速器的传动效率也不够高。然而这些缺点是相对的, 由于大大延长了发动机和传动系的使用寿命, 提高了出车率和生产率, 减少了维修成本, 提高了发动机功率的平均利用率, 提高了平均车速, 虽然燃油经济性有所降低, 却提高了汽车整体使用经济性。此外, 通过与发动机的匹配优化、增加挡位数等措施, 可使自动变速器的传动效率接近手动变速器的水平。目前还采用一种带锁定离合器的液力变矩器, 在一定行驶条件下, 锁定离合器结合, 使液力变矩器失去作用, 输入轴与输出轴变为直接传动, 传动效率可接近 100%, 这时液力自动变速器的传动效率与机械变速器的传动效率相近。

1.3 自动变速器的组成和功用

1.3.1 自动变速器的组成

由图 1-1 可见, 汽车自动变速器在结构上, 要远较普通的手动变速器复杂。一般来说, 汽车自动变速器由液力变矩器、液压自动换档控制系统、自动变速器电子控制装置(TCU)、行星齿轮机构、冷却装置和自动变速器油滤清器几部分组成。

1. 液力变矩器

(1) 液力变矩器的组成

液力变矩器内有动力输入装置——泵轮, 动力输出装置——涡轮, 增矩装置——导轮。还有固定导轮的单向离合器和锁止的闭锁离合器。

(2) 液力变矩器的作用

① 驱动油泵

大部分汽车由变矩器驱动轴直接驱动, 少部分汽车由变矩器涡轮带动的油泵轴间接驱动。

② 低速区域内增矩

汽车起步时所需转矩很大, 运行中逐渐减小, 变速器低速时增矩, 主要依靠变矩器。所以汽车在低速时速度上不去, 中、高速后汽车加速良好, 是典型的液力变矩器故障。