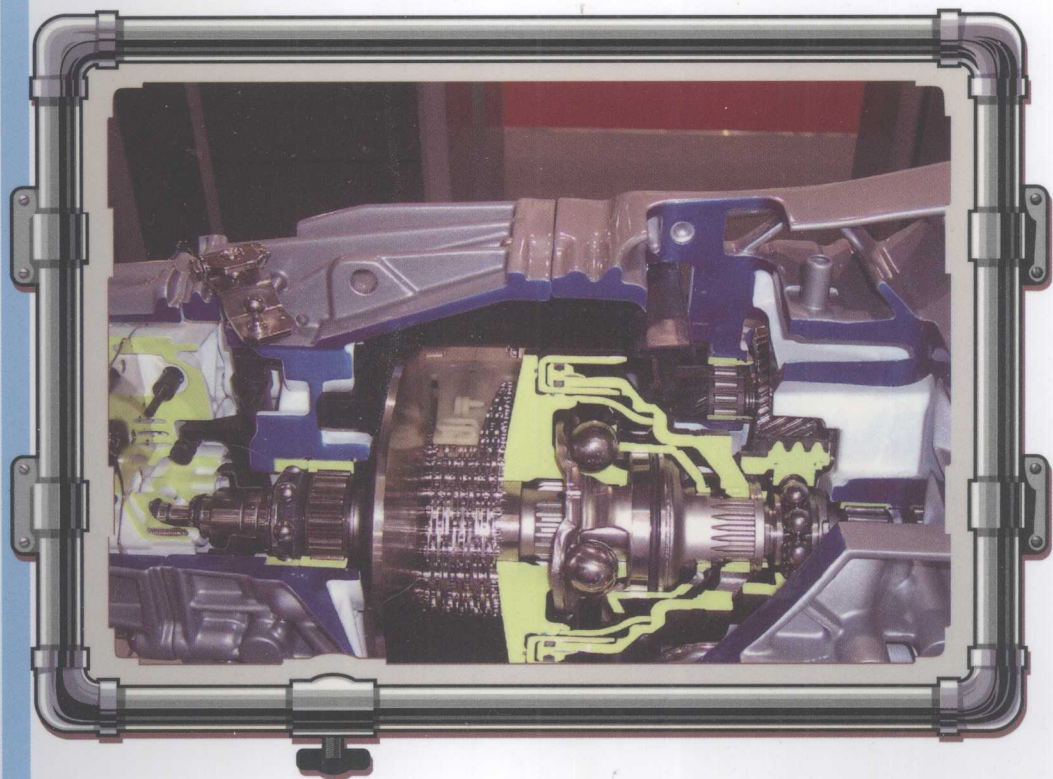




21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

车辆自动变速器 构造原理与设计方法

田晋跃 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

车辆自动变速器构造原理与设计方法

田晋跃 主 编
于 英 副主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

自动变速器在汽车中是仅次于发动机的主要关键部件,是机-电-液一体化的典型产品。本书对目前汽车上出现的各种形式的自动变速器的结构及工作原理进行了全面介绍,并论述了自动变速器的设计方法。

本书主要内容包括液力变矩器的组成、工作原理、结构特点以及设计方法;齿轮变速器的结构、工作原理和设计方法;无级自动变速器和电控机械式自动变速器的结构原理和控制系统;自动变速器的使用和维护注意事项等。全书内容深入浅出,图文并茂,结合实际,并注意引导读者进行深入学习。书中附有多个实例,可供读者在学习和实践中参考。

本书可供高等院校车辆工程专业的学生学习参考,也可供汽车自动变速器维修和运用人员及其他相关行业从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

车辆自动变速器构造原理与设计方法/田晋跃主编. —北京:北京大学出版社, 2009. 8

(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15609-4

I. 车… II. 田… 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—设计—高等学校—教材 IV. U463.212

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第131667号

书 名: 车辆自动变速器构造原理与设计方法

著作责任者: 田晋跃 主编

责任编辑: 童君鑫

标准书号: ISBN 978-7-301-15609-4/TH·0149

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 世界知识印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 17.25印张 彩插2 404千字

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

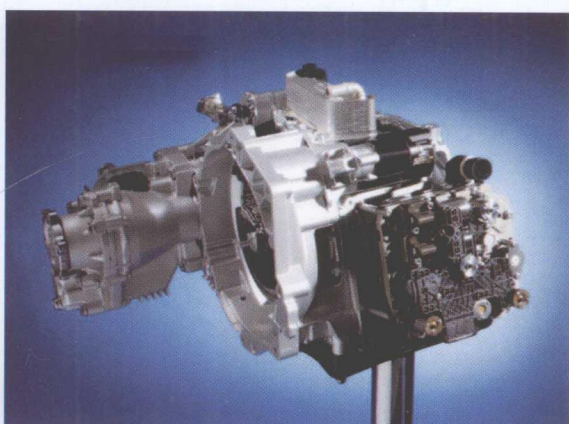
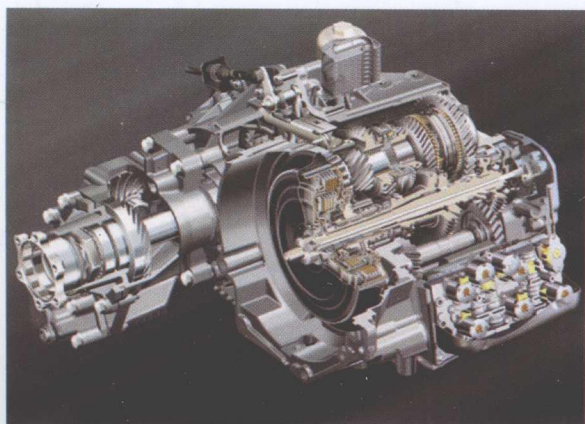
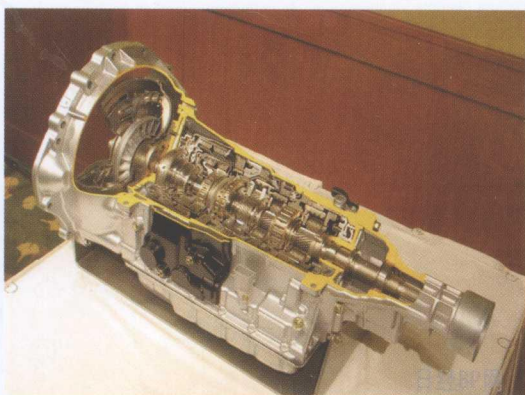
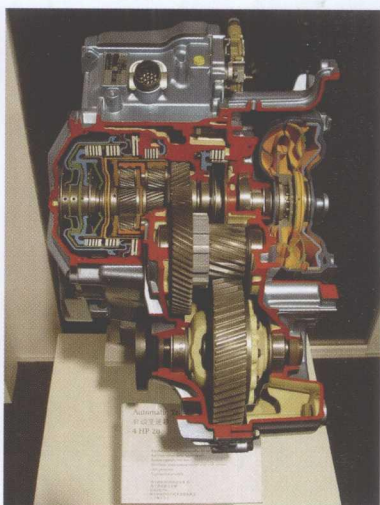
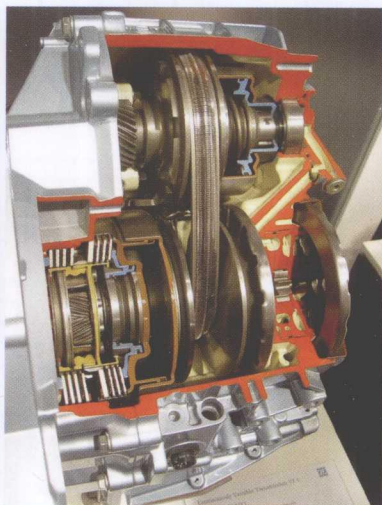
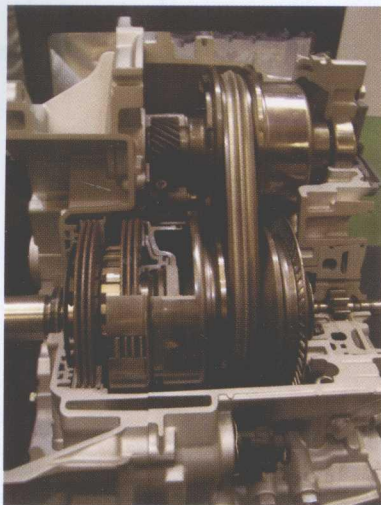
定 价: 30.00元

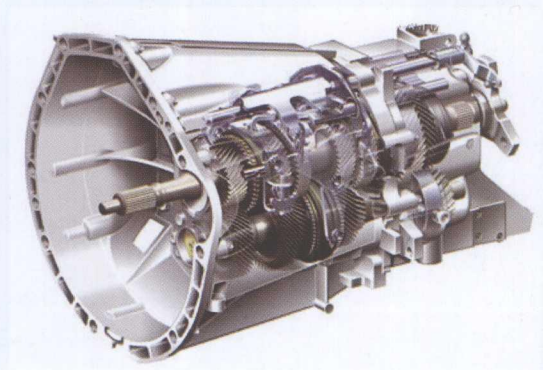
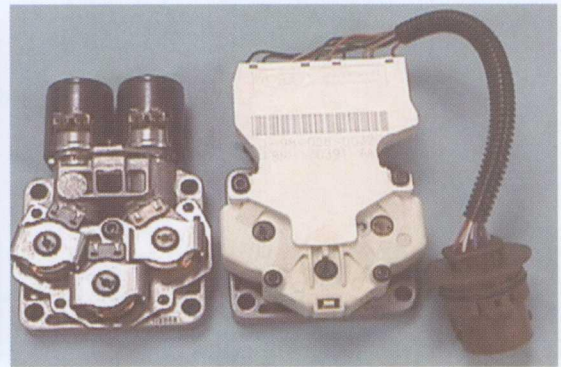
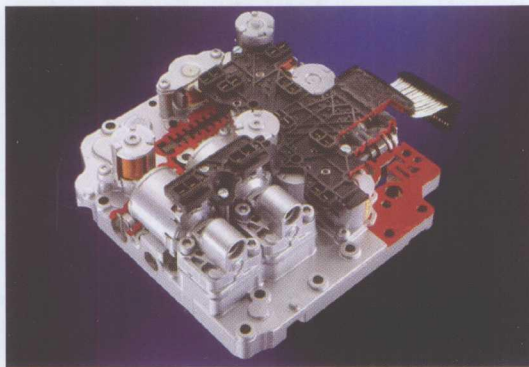
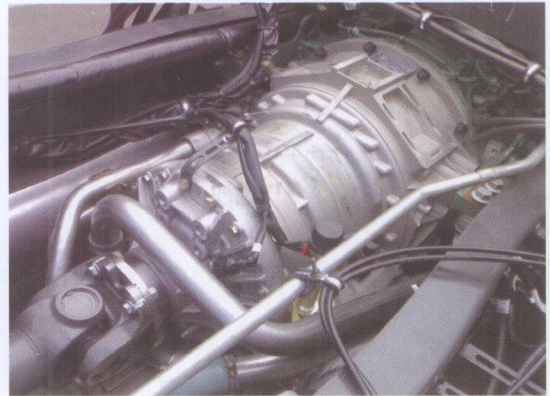
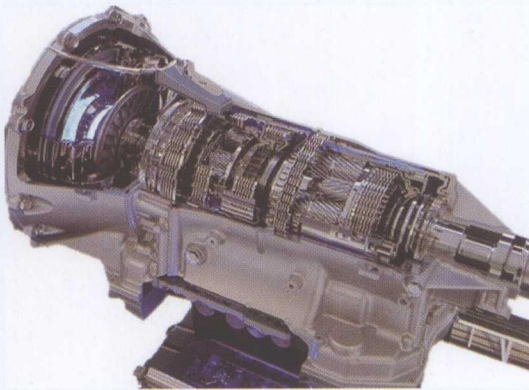
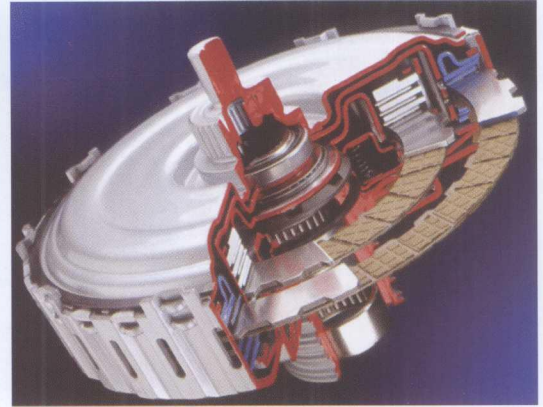
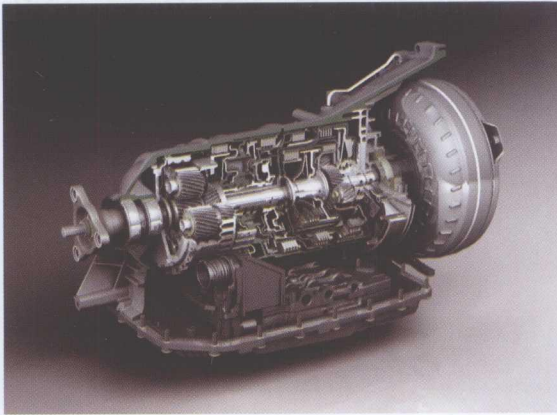
未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

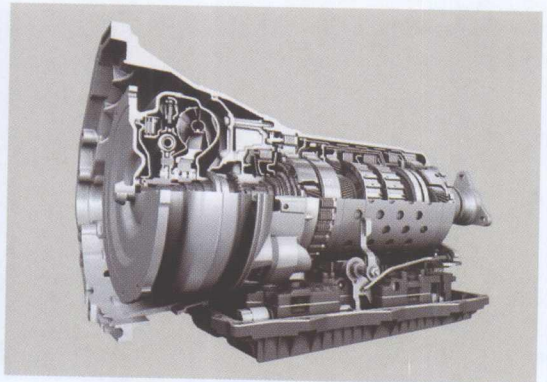
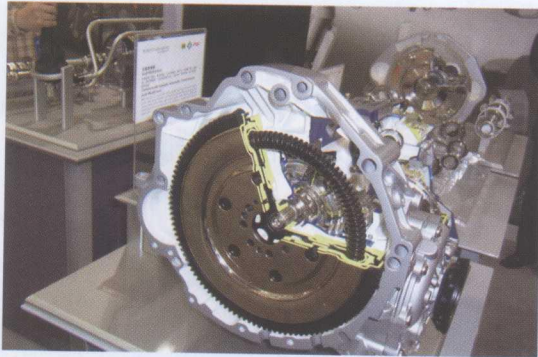
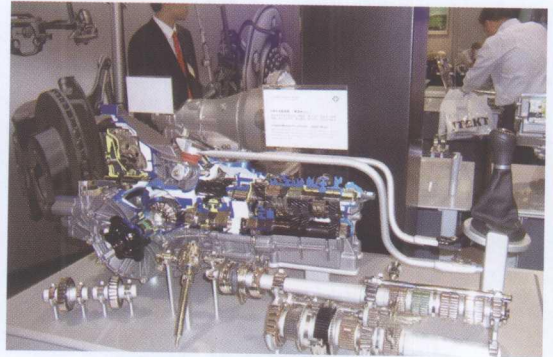
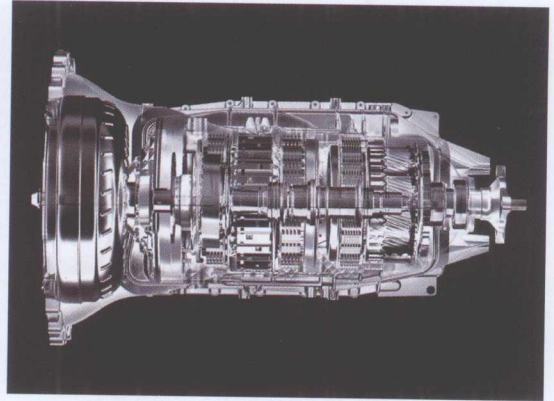
版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn







前 言

本书是为满足我国高等院校车辆工程、汽车运用工程等专业本科生和研究生专业学习及从事汽车维修、设计等行业从业人员的需要而编写出版的。

自动变速器在汽车中是仅次于发动机的主要关键部件，是机-电-液一体化的典型产品。自动变速器系统除包括传感器、计算机、执行器外，还包括汽车上复杂的机械运动、液压与液力传动。由于各高校的学生学习汽车构造和汽车设计课程时，偏重机械变速器的学习，包括机械变速器的作用、组成、工作原理，课程实习课也以演示参考为主，不能将自动变速器与机械设计中的机、电、液控制技术有机联系起来。

随着汽车自动变速器的普遍应用，有关自动变速器的技术书籍也如雨后春笋般呈现在广大读者面前，为读者提供了广泛的选择余地。本书力求不雷同于诸多同类型书籍，结合理论教学，并从实际运用这一角度出发，加入了大量的工程实例，结合编者多年来在自动变速器上实践和教学上的经验和体会，以期能帮助读者掌握和运用自动变速器的基本理论和方法。

本书共分 12 章。第 1 章对目前轿车上出现的各种形式的变速器作了全面介绍，探讨了轿车变速器的发展趋势。第 2 章介绍了各种自动变速器的优缺点及其使用范围。第 3 章讲述了液力变矩器的结构，工作原理及与发动机的匹配。第 4 章介绍了液力变矩器的设计方法。第 5 章介绍了自动变速器的行星齿轮机构，重点讲述了辛普森式、拉维奈尔赫式和平行轴式自动变速器。第 6 章介绍了自动变速器执行机构的基本作用、组成及单向离合器的结构设计。第 7 章介绍了自动变速器的电子控制装置及液压控制阀的相关结构与工作原理。第 8 章介绍了无级自动变速器的组成、工作原理及控制方法等。第 9 章介绍了电控机械式自动变速器的组成、工作原理及控制方法等。第 10 章介绍了液力传动油的相关特性、分类、典型规格及选用。第 11 章介绍了自动变速器的使用及注意事项。第 12 章介绍了自动变速器常见故障及维修。

本书的编写特点如下：

(1) 为体现本课程实践性和应用性较强的特点，书中提供 20 多个案例供学习者分析、研读，同时给出教学目标、教学要求、关键术语等相关内容，加深和巩固所学知识，提供形式多样的思考与练习题，以便学习者巩固、运用自动变速器的相关知识。因此，本书内容体系不同于以往的同类教材。

(2) 紧密结合本课程教学基本要求，全书内容完整系统、重点突出，所用资料力求更新、更准确地解读问题。本书在注重自动变速器理论知识的同时，将实例内容结合在一起，强调知识的应用性，具有较强的针对性。

本书编者近年来一直从事汽车自动变速器实用技术的研究，书中部分内容是国内已有出版物中所未涉及的。希望本书的出版能推动汽车自动变速器的发展，并对广大读者有所帮助。

本书由田晋跃负责全书结构的设计、草拟写作提纲、组织编写工作和最后统稿定稿。



各章具体分工如下：第1~8章由田晋跃编写，第9~12章由于英编写。

在本书写作过程中，研究生金重亮、杨艳庆、常凌燕、王伟伟、彭学磊、龚晨俊、王先锋、李跃、王刚、赵琨等为本书绘制插图，组织编写习题及案例等，编者在此表示致谢。

在本书写作过程中，参考了部分的文献资料，在此，谨向这些文献的作者表示深深的谢意。

书中提出的观点、方法有的是编者个人的看法，不足之处在所难免，希望读者给予谅解和宽容，敬请批评指正。

编者
2009年6月

目 录

第 1 章 绪论	1	4.2.3 理论设计方法类型	73
1.1 汽车的传动方式	2	4.3 液力变矩器的优化设计	73
1.2 汽车变速器	5	4.3.1 目标函数与设计变量	73
1.3 汽车自动变速器控制技术	9	4.3.2 约束条件	75
1.4 车辆自动变速器的发展趋势	11	4.4 液力变矩器参数对性能的影响	76
本章小结	12	4.4.1 内部参数 q^* 对性能的影响	76
综合练习	13	4.4.2 几何参数对性能的影响	76
第 2 章 自动变速器	14	4.4.3 叶片角对性能的影响	77
2.1 自动变速器的特点	16	4.5 循环圆设计	79
2.2 自动变速器的类型	19	4.5.1 液力变矩器循环圆定义	79
2.3 常用的自动变速器	26	4.5.2 循环圆形状设计	80
2.4 液力自动变速器的组成	29	4.5.3 工作轮在循环圆中的排列位置	81
本章小结	31	4.5.4 循环圆尺寸的确定	81
综合练习	32	4.6 叶片设计	84
第 3 章 液力变矩器	33	本章小结	88
3.1 液力偶合器	35	综合练习	88
3.2 液力变矩器的结构与工作原理	37	第 5 章 自动变速器齿轮机构	90
3.3 液力变矩器的补偿冷却系统	44	5.1 行星齿轮机构的结构与工作原理	92
3.4 液力变矩器的特性	47	5.2 行星传动的运动学	94
3.5 液力变矩器与整车的匹配	50	5.3 行星传动的动力学	97
3.5.1 液力变矩器与发动机的共同工作和动力性能计算	50	5.4 行星齿轮机构	98
3.5.2 液力变矩器与发动机匹配	54	5.5 行星齿轮机构的设计与计算	115
本章小结	58	5.6 固定轴式自动变速器	120
综合练习	59	本章小结	126
第 4 章 液力变矩器设计	61	综合练习	126
4.1 液力传动基本知识	65	第 6 章 自动变速器换挡执行机构设计	128
4.2 液力变矩器设计方法	71	6.1 离合器的结构与工作原理	130
4.2.1 相似设计法概述	71	6.2 制动器的结构与工作原理	134
4.2.2 传统设计方法主要步骤	72	6.3 单向离合器结构设计	137



本章小结	141	本章小结	219
综合练习	141	综合练习	219
第 7 章 自动变速器换挡控制系统 ...	143	第 10 章 自动变速器的工作油	220
7.1 自动变速器控制系统的组成	145	10.1 汽车液力传动油的特性	222
7.2 电子控制装置的组成与 工作原理	147	10.2 汽车液力传动油的分类 和典型规格	225
7.2.1 各种传感器的结构与 工作原理	147	10.3 汽车液力传动油的选用	229
7.2.2 各种开关的结构与 工作原理	149	本章小结	231
7.2.3 各种执行器的结构与 工作原理	150	综合练习	232
7.2.4 组件及控制电路的结构与 工作原理	152	第 11 章 自动变速器的使用及 注意事项	233
7.3 液压控制阀结构与工作原理	157	11.1 自动变速器操纵手柄的使用 ...	234
7.4 换挡规律与换挡特性	162	11.2 自动变速器控制开关的使用 ...	236
本章小结	174	11.3 不同工作状况下自动变速器 的使用	238
综合练习	174	11.4 自动变速器使用注意事项	241
第 8 章 无级自动变速器	176	本章小结	243
8.1 无级变速器的类型与特点	179	综合练习	244
8.2 无级变速器的结构与原理	183	第 12 章 自动变速器维修概述	245
8.3 无级变速器的控制原理	189	12.1 自动变速器维修须知	246
8.4 几种无级自动变速器的 典型应用	191	12.2 自动变速器维修一般程序	247
本章小结	201	12.3 电控自动变速器的检验	250
综合练习	201	12.3.1 基础检查	250
第 9 章 电控机械式自动变速器	202	12.3.2 手动换挡试验	256
9.1 电控机械式自动变速器的 组成及分类	204	12.3.3 失速试验	256
9.2 电控机械式自动变速器的 工作原理	210	12.3.4 时滞试验	257
9.2.1 离合器的自动控制	211	12.3.5 油压试验及油压电磁阀 的测试	258
9.2.2 变速器换挡的自动 控制	213	12.3.6 道路试验	259
9.2.3 发动机节气门开度 的自动控制	214	12.4 电控自动变速器常见故障的 诊断与排除	261
9.3 电控机械式自动变速器的 控制方法介绍	218	12.4.1 故障自诊断	261
		12.4.2 常见故障及排除	263
		本章小结	268
		综合练习	268
		参考文献	270

第 1 章

绪 论



教学目标

通过本章的学习，掌握汽车变速器的基础知识，了解车辆自动变速器的发展、控制技术以及车辆自动变速器的发展趋势。



教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
汽车的传动方式	了解汽车的传动方式	机械式、液力机械式、静压式、电力式传动
汽车变速器控制技术	了解各种汽车变速器控制技术	经典控制理论、现代控制理论、鲁棒控制理论



导入案例

汽车为什么需要变速器？

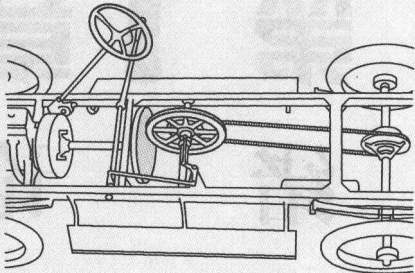


图 1.1 早期车辆变速方式的结构示意图

汽车之所以需要变速器，是因为发动机的工作特性，或者说是由发动机的缺点决定的。

汽车加速时，是最需要扭力的时刻，尤其是静止情况下的加速。但是发动机在怠速时又偏偏最缺乏扭力，如果没有变速器，别说加速，汽车就算正常行驶恐怕也十分的困难。

图 1.1 为早期车辆变速方式的结构示意图。

问题：

试分析图 1.1 中车辆的变速方式。

近几十年来，随着科学技术的不断进步，特别是计算机技术、通信技术、电子技术和智能控制技术等领域的发展，汽车电子控制技术日臻完善，驾驶与操作环境等亦更加符合人体工学原理，具有良好的平顺性，人们可以在舒适的环境中完成工作或旅途行程；新技术、新材料、新能源的应用，大大地提高了汽车的动力性、燃油经济性、操纵稳定性和制动性等综合性能，推动汽车工业迅速发展。

1.1 汽车的传动方式

汽车的传动是指将发动机发出的动力传递给轮胎而驱动车辆行走，并确保车辆在行进或作业过程中具有良好的动力性、经济性和舒适性。目前汽车的动力装置多采用活塞式内燃发动机，虽然能源转换方便、结构尺寸较小，且具有转速高、转矩小以及转矩和转速变化范围小等特性，但汽车的使用则是要求牵引力和车速能有相当大的变化范围。为解决这一矛盾，在传动系中设置了变速器，它的功用是：①改变传动比，扩大驱动轮转矩、转速的变化范围，使发动机在有利的工况下工作；②在发动机旋转方向不变的前提下，使汽车能实现前进、倒退行驶；③利用空挡，中断动力传递。

汽车的传动方式按结构和传动介质分，有机械传动、液力机械传动、静压传动、电力传动等。

1. 机械传动

图 1.2 所示为机械传动中的一种形式，机械传动使用的历史最长，早期车辆普遍采用此种方式传动，其主要优点是结构简单、制造容易、工作可靠、成本低、重量轻和维修容易等。而其主要缺点是：①采用人力换挡，换挡时动力传输要中断，当行驶于交通复杂的情况下换挡频繁，驾驶员容易引起紧张、劳累；

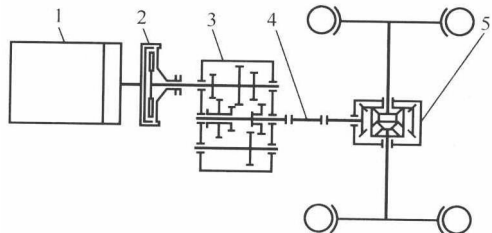


图 1.2 机械式传动系统

1—发动机；2—主离合器；3—变速器；
4—传动轴；5—驱动桥

②传动系统受到附加冲击力、动态负荷大,使得发动机及传动系统零件的使用寿命缩短;③行驶阻力的变化直接改变发动机的状况,为了充分利用发动机的功率,而使变速器结构复杂;④每次换挡要使主离合器分离、接合一次,在接合过程中主离合器片都要经历一个滑磨过程。对于换挡频繁的车辆,缩短了主离合器片的使用寿命和更换周期,增加了维修时间,从而降低了使用效率。

2. 液力机械传动

图 1.3 所示为液力机械传动的一种形式,液力机械传动是液力传动和机械传动的组合。液力传动装置有液力耦合器(fluid couplings)和液力变矩器(torque converters)两种,液力耦合器只能传递力矩,而不能改变力矩的大小,在汽车传动中没有应用;液力变矩器则除了具有液力耦合器全部功能外,还能实现无级变速,但是,液力变矩器的输出力矩与输入力矩的比值变化范围还不足以满足使用需求,通常需与机械变速器组合成液力机械传动装置(变速器)应用于汽车传动。

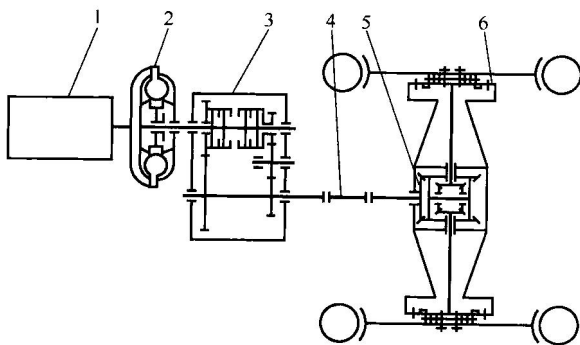


图 1.3 液力机械式传动系统

1—发动机; 2—液力变矩器; 3—机械变速器;
4—传动轴; 5—驱动桥; 6—轮辋

(1) 液力机械传动的主要优点为: ①能在一定范围内根据行驶阻力的变化,自动进行无级变速,因此能防止发动机过载熄火,提高发动机的能量利用率,减少了换挡频率;②液力变矩器利用液体作为传递动力的介质,输出轴和输入轴之间没有刚性的机械联结,大大降低了发动机及传动系统零件的冲击负荷,提高零件的使用寿命;③液力变矩器具有一定的变速能力,因此对于相同的变速范围,可以减少变速器的挡位数,简化变速器结构;④液力变矩器具有自动无级变速的能力,因而起步平稳,并可得到较低的行驶速度,增加了车辆行驶能力;⑤液力变矩器采用液体介质传递动力,且液力变矩器冷却系统中的油泵、滤油器、冷却器等液压组件同时兼用换挡机械变速器液压操纵系统等特点,为自动换挡或动力换挡提供了条件,故其变速器大多采用动力换挡或自动控制换挡。

(2) 与机械传动方式相比,液力机械传动的主要缺点为:成本高、传动效率低、零件制造的技术要求也比较高。

液力机械传动通常由液力变矩器与机械变速器等组成。其结构形式有串联式和并联式。并联式常见为将液力变矩器与二自由度行星齿轮机构并联,然后再与机械变速器串联。在并联部分中,发动机功率的一部分经液力变矩器传递,其余部分经行星齿轮机构传递,因而兼有两种传动的优点,这种以并联方式组成的液力机械传动即为液力机械分流传动。

汽车上采用的液力机械分流传动,可以分为外分流式、内分流式和复合分流式。

3. 静压传动

图 1.4 所示为静压传动中的一种形式,所谓静压传动,是透过液体传动介质的静压力能来传动的,即是用液压泵和液压马达连接的回路。此种传动方式早在 20 世纪初期就被



提出,但一直没有被广泛应用,主要是成本、可靠性和性能方面的问题,随着液压技术不断进步,对于静压传动又开始重新探讨,近十年来,特别是在欧洲,在一些工程车辆上,静压传动已逐步取代液力机械传动,原因是与液力机械式传动相比可以减小变速器的挡位数,且在液压制动时有动力回收的效果,使发动机具有较好的燃油经济性。静压传动与液力传动一样,为了提高整个传动系统的效率,近年来,发展了静压传动与机械传动相结合的静压-机械分流传动,这种传动既保留了液压传动无级变速的优点,又具有接近机械传动高效率的特点,其中的液压组件只传输部分功率,另一部分功率由机械部分传输,从而减少了液压损失。

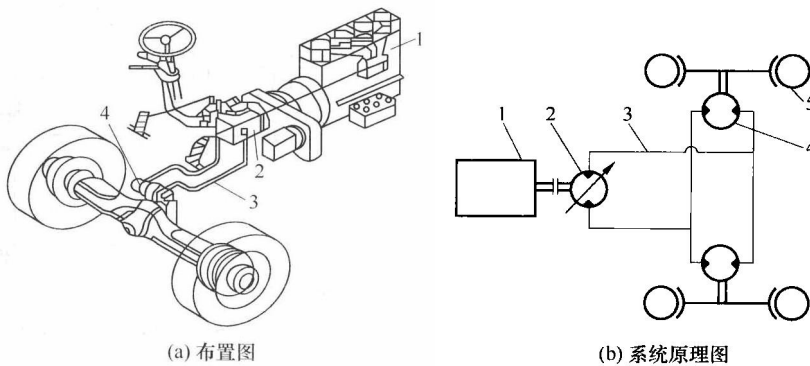


图 1.4 静压式传动系统

1—发动机; 2—液压泵; 3—液压管路; 4—液压马达; 5—车轮

静压传动系统主要缺点是:与液力机械传动相比,增加了结构上和控制调节方面的复杂性,成本高。目前该传动方式已应用于专用车辆、施工作业机械上。

4. 电力传动

图 1.5 为电力传动中的一种形式,电力传动在组成上与静压传动有些类似,即由发动机驱动发电机,由电动机驱动车轮。可以只用一个电动机与传动轴或驱动轴相连,也可在每个驱动轴上各装一个电动机,但由于电动机转速一般较高,转矩较小,因此需要装一个轮边减速器。

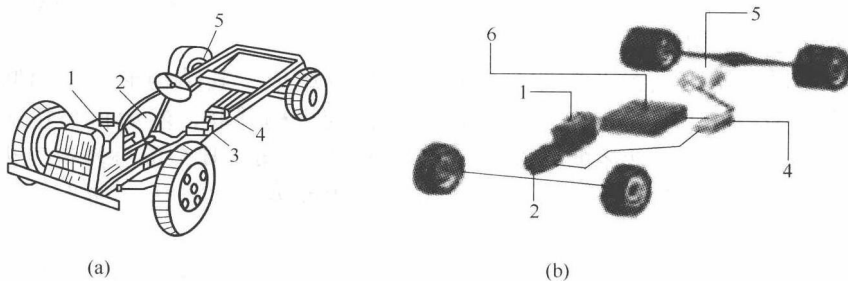


图 1.5 电力式传动系统

1—发动机; 2—发电机; 3—整流器; 4—逆变器; 5—电动机; 6—电池

(1) 电力传动的优点是动力装置和车轮易于布置与维修;可实现无级变速,操纵

方便,在整个速度变化范围内都可充分利用发动机功率;不用变速器,易实现自动化;与静压传动相比,传动效率高。

(2) 电力传动的主要缺点是价格高,容量小(动力装置输出的功率与装置自身重量的比值称为容量)。

1.2 汽车变速器

按传动比变化方式,汽车变速器可分为有级式、无级式和综合式三种。

1. 有级式变速器

有级式变速器应用最广泛。它采用齿轮传动,具有若干个定值传动比,按所用轮系形式不同,有轴线固定式变速器(普通变速器)和轴线旋转式变速器(行星齿轮变速器)两种。在汽车变速器中最初普遍采用的是有级式机械变速器,它使用的历史最长。有级式机械变速器具有效率高、结构简单、制造容易、工作可靠、维修容易和成本低等优点,但存在以下缺点。

1) 为适应汽车行驶中多变的状况,必须经常换挡

在行驶中频频换挡,既要踩离合器踏板还要扳动换挡手柄,驾驶员操作频繁、劳动强度大、易于疲劳,而且容易分散驾驶员的注意力,影响行驶安全。

2) 车辆的动力性和经济性差

由于换挡时刻掌握不好使发动机不能经常在最佳状况下工作,换挡时切断发动机动力会产生换挡冲击,有级式机械变速器挡位有限,不能满足多变的工作状况,因而发动机的功率不能充分利用。

3) 车辆的行驶性能差

当在泥沼、沙地或转弯上坡等路面行车时,若驾驶员技术不够熟练或操作不慎,常会因换挡动作不当或时间不对造成车轮打滑或发动机熄火而无法行驶或重新起动发动机。

4) 车辆的行驶平顺性和机件寿命低

换挡时,由于进入啮合齿轮轴的线速度不一致,在强制啮合中,齿轮会受到冲击,在车辆起步或换挡时,往往会出现不同程度的冲击或颠簸,一方面使乘坐者感到不适,影响了车辆的行驶平顺性,另一方面,使发动机及传动系零件的寿命缩短。

2. 无级式变速器

无级式变速器的传动比在一定数值范围内可有无限多级变化,常见的有电力式、液力式和机械式三种。电力式无级变速器的变速传动组件为直流串激电动机,除在无轨电车上应用外,在汽车传动系中也正在探讨当中。液力式无级变速器的传动组件是液力变矩器,但由于其变速范围有限而无法独立应用。机械式无级变速器是利用直径可变的传动轮来实现无级变速。

3. 综合式变速器

综合式变速器是指由液力变矩器和齿轮式有级变速器组成的液力机械式变速器,其传动比可在最大值与最小值之间的几个间断的范围内作无级变化,目前应用较多。



按操纵方式不同,汽车变速器又可分为手动变速器、自动变速器、半自动变速器三种。

1) 手动变速器

靠驾驶员直接操纵换挡手柄换挡,为汽车最初普遍采用。

2) 自动变速器

传动比选择和换挡是自动进行的,所谓“自动”是指变速器每个挡位的变换,是根据汽车换挡控制参数来控制换挡系统的执行元件自行完成的,驾驶员只需操纵节气门踏板(又称加速踏板)以控制车速。

3) 半自动变速器

半自动变速器有两种形式:一种是常用的几个挡位自动操纵,其余挡位则由驾驶员操纵;另一种是预选式,即驾驶员预先用按钮选定挡位,在踩下离合器踏板或松开节气门踏板时,接通一个电磁装置或液压装置来进行换挡。



阅读材料1-1

自动变速器技术的发展

目前汽车所使用的自动变速器大致可分为三类:一类是由液力变矩器、行星齿轮机构及电液控制系统组成的液力自动变速器;一类是由传统固定轴式变速器和干式离合器以及相应的电-液控制系统组成的电控机械式自动变速器;另一类是无级自动变速器。

1. 液力自动变速器

液力自动变速器(Automatic Transmission, AT)的基本形式是液力变矩器与动力换挡的旋转轴式机械变速器串联。

液力自动变速器已成为当今世界车辆自动变速的主导产品,但它也存在着效率较低、结构复杂、成本高等缺点。根据我国现有国情,不利于低档轿车的普及和应用。

2. 电控机械式自动变速器

电控机械式自动变速器是一种由普通齿轮式机械变速器组成的有级式机械自动变速器(AMT)。AMT的发展大概分为三个阶段。

起步阶段:这一阶段属于半自动变速器发展与成熟阶段,如瑞典 Scania 的 CAG 系统、Daimler Benz 的 EPS 系统、美国 Eaton 的 SAMT 系统所采用的都是半自动变速器,其实质是辅助换挡系统,换挡时刻由驾驶员决定,微机系统主要完成换挡的功能。

发展阶段:其标志是1984年日本五十铃公司投放到市场的 NAVI-5 电控机械式自动变速器。在此阶段,研究的重点是自动离合器、换挡控制与换挡策略。日本的 Nissan、瑞典的 Scania 及 Volvo、美国的 Ford、Eaton、意大利的 FIAT、德国的 ZF、法国的 Renault 均开展此方面的研究。

在日本采用转矩反馈控制后,换挡同步控制已日臻完善,但是离合器起步控制和换挡操纵规律仍是困扰 AMT 发展的难点,易造成自动离合器磨损和坡道、弯道意外换挡

等不良现象。

智能控制形成和发展阶段：由于离合器的起步与自动换挡操纵规律都受环境因素、人的驾驶意图、车辆客观运行状态的影响，日本的 ISUZU、Nissan 等开始采用模糊推理的智能方法进行此方面的研究，包括模糊换挡策略和离合器结合速度的模糊控制。瑞典 SKF 公司采用 X-by-Wire 线传操控系统。使用这种电子控制技术，使得汽车的操控系统能够通过电子方式而不是传统的机械方式进行控制。

机械式自动变速器是在普通固定轴式齿轮变速器的基础上，把选挡、换挡、离合器操纵及发动机节气门操纵由控制器完成，实现自动变速。基本控制思想是：根据汽车运行状况、路面情况和驾驶员的意图，依据事先制定的换挡规律、离合器接合规律及发动机节气门变化规律，对变速器进行最佳挡位判断、离合器动作控制及发动机节气门动作控制，实现发动机、离合器及变速器的联合操纵。

由于机械式自动变速器是非动力换挡，变速器输出转矩与转速变化比较大，易造成冲击比较大，以及换挡期间动力中断等缺点，必须对其进行改进，因此提出了扭矩辅助型机械自动变速器和双离合式机械自动变速器(DCT)。前者通过辅助齿轮机构来实现，后者使变速器相邻挡位的扭矩传递，分别受控于两个独立的离合器，这样可以实现动力不中断换挡。

采用现代电子技术改造传统手动变速器而得到的机械式自动变速器既有液力机械传动自动变速器的优点，又保留了齿轮式机械变速器传动效率高、价廉、易于制造的优点，因而在中低档轿车、大客车重型货车上得到广泛的应用。

3. 无级变速器

带式无级变速器(CVT)利用由许多薄钢片穿成的钢环，使其与两个锥轮的槽在不同的半径上“咬合”来改变速比，以达到无级变速的性能。它克服了前面两种自动变速器固有的齿轮传动比不连续和零件数量过多的缺点，具有传动比连续、传递动力平稳、操纵方便等特点，实现了无级变速。

由于 CVT 是摩擦传动，导致效率低，所使用的传动链制造技术难、加工精度要求较高，使用的材质要求更高，维修更困难。



阅读材料1-2

AT 自动变速器技术

液力传动装置自 20 世纪初问世至今已近百年，最初用于船舶，后来人们认识到液力传动装置的优点，在车辆上开始应用。最初研制的液力传动车辆是第一次世界大战之后，到 20 世纪 30 年代，英国、美国已将液力传动应用于公共汽车，第二次世界大战期间，许多军用车辆和专用汽车也开始采用液力传动装置，目前，液力机械传动装置已广泛应用于各种类型的汽车，如小轿车、小型客车、公共汽车、军用车辆、重型矿山车辆和工程机械等。

在 20 世纪 40 年代初，美国成功地研制出两挡的液力机械变速器。1948 年，美国通用汽车公司率先将命名为 Dynaflo 的自动变速器应用于别克(Buick)小轿车上并大量生