



中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 **特别推荐**



21世纪高职高专规划教材 · 汽车类

自动变速器 原理与检修

赵振宁 主编
李春明 主审

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

内容简介

21 世纪高职高专规划教材·汽车类

自动变速器原理与检修

张松林 李春明

赵振宁 主编 (911) 吕泉刚 封面设计

李春明 主审



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

自动变速器在汽车中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。本书对目前轿车上出现的各种形式的变速器作了全面介绍,具体分析了各种变速器的优点及其使用范围,探讨了轿车变速器的发展趋势。内容包括液力变速器的组成、作用、使用和注意事项;变扭器结构与工作原理;油泵结构与工作原理;齿轮变速器结构与工作原理;“人机”控制系统;阀体;自动变速器检查与故障诊断;典型变速器故障;自动变速器电路图。

本书为高职高专汽车类规划教材,可供汽车领域培训和进修的工程技术人员参考阅读,也可作为大众、丰田、奔驰汽车维修培训教材使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

自动变速器原理与检修/赵振宁主编. —北京:北京理工大学出版社, 2008.7

21 世纪高职高专规划教材. 汽车类

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1522 - 0

I. 自… II. 赵… III. ①汽车 - 自动变速装置 - 理论 - 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. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 070827 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 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 15.5

字 数 / 365 千字

版 次 / 2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

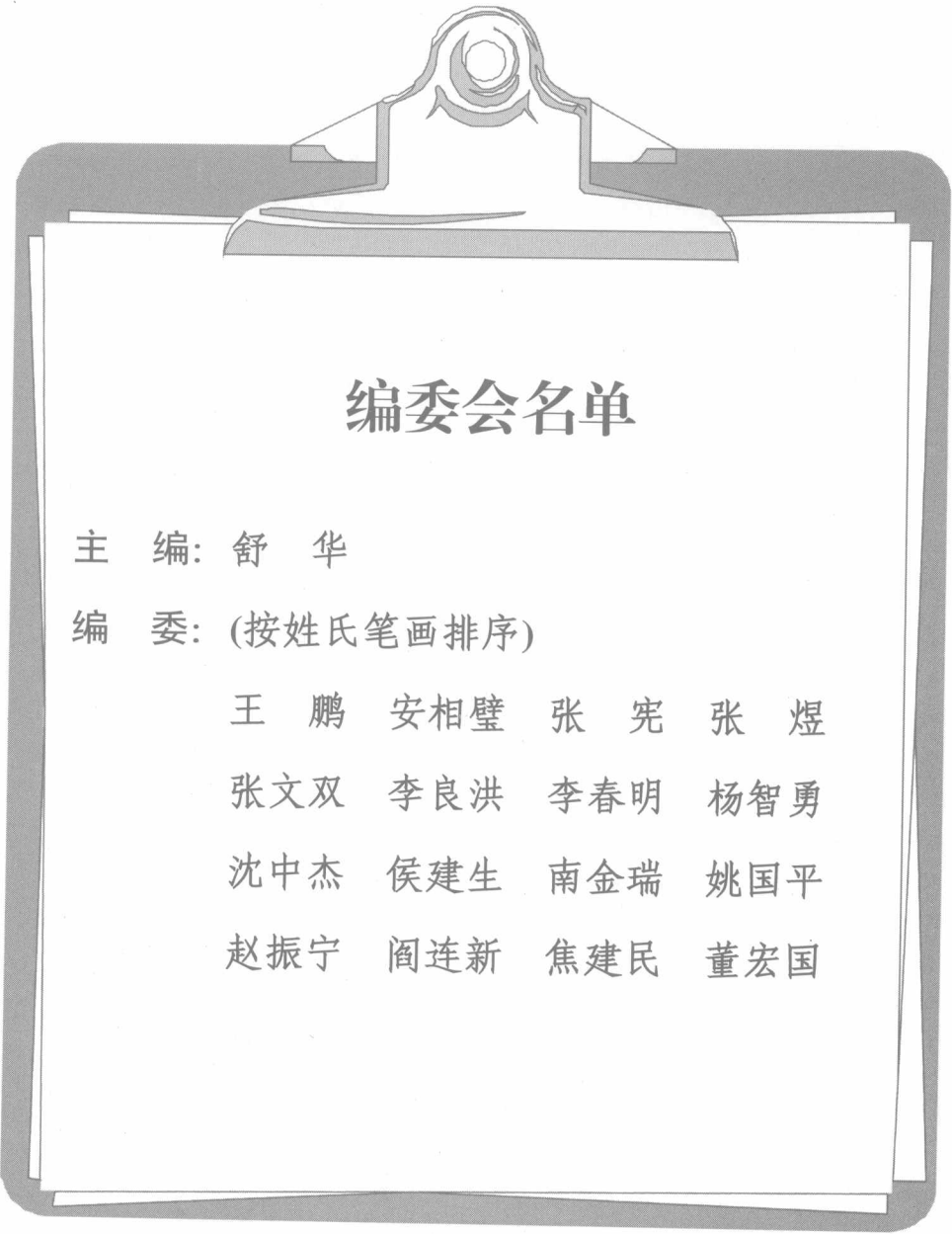
印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 32.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 周瑞红

图书出现印装质量问题,本社负责调换



编委会名单

主 编：舒 华

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 鹏	安相璧	张 宪	张 煜
张文双	李良洪	李春明	杨智勇
沈中杰	侯建生	南金瑞	姚国平
赵振宁	阎连新	焦建民	董宏国

编写说明

汽车作为人类文明发展的标志,从 1886 年发明至今,已有 100 多年的历史。近几年,我国的汽车生产量和销售量都迅速增大,全国汽车拥有量大幅度上升。世界知名汽车企业进入国内汽车市场,促进了国内汽车技术的进步。汽车保有量的急剧增加,汽车技术又不断更新,使得汽车运用与维修行业的车源、车种、服务对象以及维修作业形式都已发生了新的变化,使得技能型、应用型人才非常紧缺。

根据“职业院校开展汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训工程”的通知精神,并配合高等职业院校关于紧缺人才培养计划的实施,北京理工大学出版社组织了一批多年工作在教学一线的优秀教师,根据他们多年的教学 and 实践经验,再结合高等职业院校汽车运用与维修专业的教学大纲要求,编写了本套教材。

本套教材既有专业基础课,又有专业技术课。在专业技术课中又分几个专门化方向组织编写,分别是:汽车电工专门化方向,检测技术专门化方向,汽车机修专门化方向,大型运输车维修技术专门化方向,车身修复技术专门化方向,技术服务与贸易专门化方向,汽车保险与理赔专门化方向。

本套教材是按照“高等职业教育汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养指导方案”要求而编写的。在内容的编排上根据汽车专业教育教学改革的要求,注重职业教育的特点,按技能型、应用型人才培养的模式进行设计构思。本套教材编写中,坚持以就业为导向,以服务市场为基础,以能力为本位,以培养学生的职业技能和就业能力为宗旨;合理控制理论知识,丰富实例,注重实用性,突出新技术、新工艺、新知识和新方法。

本套教材适用于培养汽车维修、检测、管理、评估、保险、销售等方面的高技术应用型人才的院校使用。

本套教材经中国汽车工程学会汽车工程图书出版专家委员会评审,并做了适量的修改,内容更具体,更实用。本套教材由汽车工程图书出版专家委员会推荐出版。

汽车工程图书出版专家委员会

前言

世界经济一体化给我国带来了机遇和挑战,中国汽车工业迅速兴起,从数量上已变成汽车大国。世界各国汽车公司都争先恐后地涌入我国,由原来向中国进口汽车,转向与中国在中国国内合作生产汽车,并带来了大量先进的汽车技术。对于修理行业来讲,知识的更新需要跟上汽车工业的发展。

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、电脑、执行器外,还包括汽车上最复杂的机械传动、液压系统。由于各高校、职业类学校的学生往往学完自动变速器后不能把机、电、液三者有机联系起来,只是分立学习自动变速器几个部件的作用、组成、工作原理,不学实际车型、典型故障、具体维修方法,所以最终不知道自动变速器到底是怎样的一个装置。

本书第一章对目前轿车上出现的各种形式的变速器作了全面介绍,具体分析了各种变速器的优缺点及其使用范围,探讨了轿车变速器的发展趋势。第二章介绍液力自动变速器的组成、作用、使用和注意事项。第三章讲述变扭器的结构、工作原理及检测更换。第四章介绍油泵和油泵的检修。第五章介绍国内外广泛使用的辛普森式、拉维娜尔赫式、改进辛普森式及奔驰类拉维娜尔赫式4类自动变速器的各挡机械传动过程。第六章介绍液压控制部分和电子控制部分。电子控制部分包括基本组成、主要控制功能、输入传感器、控制器和输出执行机构,详细地介绍了典型的轿车电子控制系统。第七章介绍典型变速器的油路图分析。第八章介绍变速器的自诊断和故障。第九章介绍变速器常见故障。第十章为自动变电路图。

关于无级变速器 01J 和双离合器式变速器 02E 及 AMT 的典型产品的具体原理和检修,限于篇幅,不在本书中讲解。

该书的编写难度较大,主要是由于 AT 的资料较少,加之不特别清晰,且与所讲的内容对得上的电子图片素材太少,一般是处于厂家内部修理层面的培训状态。能见到的国外报道的内容又不具体,而且涉及知识产权,给编写时收集资料带来很大困难。

本书由赵振宁主编,李东兵和冯希武参与编写,一汽教育培训中心李春明校长对本书提出了宝贵的意见,在此作者表示最诚挚的谢意。

本书的著作权归作者所有。对本书的任何再版、复制,包括对其任何内容的引用或职业学校自己翻印作为内部教材,必须得到作者的书面许可并详细了解情况,作者保留对本书的修改权。

本书可供:汽车领域培训和进修的工程技术人员,在汽车车间工作的技师

和工程技术人员,中、高职学校教师和学生,高等学校的教师、学生以及所有汽车技术爱好者阅读。同时,本书可作为大众、丰田、奔驰汽车维修培训教材。

书中提出的观点、方法有的是作者个人的看法，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。

目 录

第一章 自动变速器概述	(1)
第二章 液力自动变速器概述	(10)
第一节 自动变速器的组成	(10)
第二节 AT 型自动变速器分类	(13)
第三节 自动变速器的控制面板	(18)
第三章 变扭器结构与工作原理	(27)
第一节 液力耦合器结构与工作原理	(27)
第二节 液力变扭器结构与工作原理	(29)
第三节 综合式液力变扭器结构与工作原理	(32)
第四节 带锁止离合器的综合式液力变扭器	(33)
第五节 液力变矩器故障的判断与更换	(37)
第六节 变扭器液压油的供给与冷却	(45)
第四章 油泵结构与工作原理	(46)
第一节 内啮合齿轮泵结构与工作原理	(46)
第二节 摆线转子泵结构与工作原理	(47)
第三节 双行程叶片泵结构与工作原理	(48)
第四节 变量泵结构与工作原理	(48)
第五节 奔驰副油泵	(50)
第六节 油泵的检修	(51)
第七节 油泵检修总结	(54)
第五章 齿轮变速器结构与工作原理	(56)
第一节 行星齿轮机构结构与变速原理	(56)
第二节 换挡执行机构结构与工作原理	(65)
第三节 典型行星齿轮机构结构与工作原理	(80)
第六章 “人机”控制系统	(107)
第一节 丰田汽车控制系统	(107)
第二节 大众汽车控制系统	(123)
第三节 捷达、宝来、高尔夫 01M 变速器数据流分析	(138)
第四节 奔驰汽车变速器控制系统	(141)
第七章 阀体	(145)
第一节 丰田变速器阀体	(145)
第二节 大众 01M 变速器阀体	(155)

第三节	奔驰 722.6 变速器阀体	(162)
第四节	污染物和高温环境对阀体的影响	(165)
第八章	自动变速器检查与故障诊断	(169)
第一节	自动变速器的基本检查和调整	(169)
第二节	变速器油更换周期和故障	(173)
第三节	自动变速器性能检验	(175)
第四节	电子控制自动变速器故障自诊断	(189)
第五节	自动变速器的故障	(193)
第九章	典型变速器故障	(206)
第一节	奔驰车系液控变速器故障	(206)
第二节	奔驰车系电控变速器故障	(210)
第三节	大众自动变速器故障	(215)
第十章	自动变速器电路图	(219)
第一节	新奥迪 01V 五速自动变速器电路图	(219)
第二节	MAGOTAN (迈腾) 6 挡自动变速器 09G 电路图	(224)
第三节	2001 年捷达 01M 变速器电路图	(229)
第四节	捷达二次优化线束 01M 变速器电路图	(231)
第五节	2005 捷达 01M 变速器电路图	(234)
参考文献		(237)

第一章 自动变速器概述

自动变速器包括有级变速器和无级变速两种。

有级变速器即通常所说的有挡变速器，例如，某手动变速器有 5 个前进挡，那么变速器就有 5 个级。每次加挡时发动机会因负荷过大突然转速下降，所以只能靠司机控制慢抬离合器，把负荷慢慢加到发动机上。换挡后随着车速的升高，发动机转速也升高，气缸内燃料燃烧下推能量在发动机高转速时推活塞的力变小，或理解为有劲使不上，发动机动力不能得以充分发挥。为了发挥发动机的有用功率，司机就得通过加挡来压制发动机转速的提高和降低发动机噪声。此种换挡过程由于需踩离合器，所以有动力中断。

对于无级变速器，在发动机高转速时，气缸内燃料燃烧下推活塞能量变小时，电控系统把传动比逐渐由大变小，压制发动机转速在经济转速范围内，发动机动力得以充分发挥，同时降低了噪声，且没有换挡过程中的动力中断，其结果是变速器省油。

知识点滴：无级变速器若仍采用变扭器作为发动机和变速器之间的传动装置，则整个变速器是费油的。若采用双质量飞轮作中间传动装置则节油。

常见的有级变速器有手动变速器 MT、自动变速器 AT，不常见的有自动机械式有级式变速器 AMT、双离合器式自动变速器 DCT（DSG）。无级变速器有钢带传动或钢链传动的 CVT 两种。

其中只有 AT 比较复杂，其他在原理上只要稍懂变速器即可以看懂。关于“AT 的概述”会在第二章中讲到，AT 原理和检修为本书主要内容。本章概述包括 AMT、DCT、CVT，不包括 AT。相关英语词汇如下。

MT: Manual Transmission 手动变速器；

AT: Automatic Transmission 自动变速器；

AMT: Automatic Mechanical Transmission 自动机械式变速器；

DCT: Dual Clutch Transmission 也叫 DSG: Direct Shifting Gearbox；

CVT: Continuously Variable Transmission 无级变速器。

一、自动机械式自动变速系统 AMT

简单地讲，AMT 和手动变速器 MT 相比，换挡时不需用脚去踩离合器踏板，而由电脑根据传感器信号控制离合器分离，再由电脑控制手动箱盖子上的拨叉轴做轴向移动，完成换挡后，电脑再控制慢抬离合器，完成自动换挡。

AMT 系统的优点：取消了液力变矩器，可减少维修和加工费用；取消了油冷却，减轻了质量，提高了可靠性；无论驾驶员水平如何，都可实现完美换挡；“辅助坡路起步”功能可避免在坡路起车倒溜；“保持”功能允许驾驶员控制换挡点。

AMT 和手动变速器的区别主要是 AMT 在变速器和换挡手柄之间取消了机械连接，变速

器完全实现电控。这种方式较传统的换挡手柄的机械传动方式提供了更多的换挡手柄的设计方式。

AMT 的主要缺点是换挡舒适性不好,并且在换挡过程中产生动力中断,使得在换挡过程中加速性能不好,特别是在驾驶员要求急加速的情况下更明显。而且当前市场上的 AMT 没有失效安全保护模式,系统失效将导致车辆不能行驶。AMT 与 AT 相比,AMT 系统的价格稍微便宜,但增加的元件使变速器实现自动化要增加 10% 的质量。

德国 ZF (采埃孚) 公司和萨克斯公司共同开发了 ZF - AS (Automatic Shifting, AS) 机械式自动变速器。该自动变速器的大量生产始于 1997 年,首先在依维柯车上装配。2000 年在欧洲推出 12 挡和 16 挡的 AMT 使用在重型载货汽车上,并在电控柴油发动机长途旅行客车上也推出 ZF - AS 变速器。

由于离合器是自动的,因此取消了离合器踏板。换挡是在电控系统的控制下自动实现,所以原来手动变速器人为控制离合器、选挡轴和换挡轴的 3 个动作由电控系统完成模拟。为了满足一部分购车人员要求有手动感觉的需求,可以通过换挡手柄在控制面板上向加减号移动来控制手动换挡,也可通过在转向盘上安装带加减号的加减挡按钮来控制手动换挡,实际变速器所处挡位可由仪表显示出来。

离合器的动作要与发动机电子节气门开度动作及换挡操纵动作协调配合,控制系统对这种配合的要求很高。只有实现离合器的最佳接合规律,才能保证汽车正常平稳的起步和换挡过程的平顺,减少对传动系统零部件的冲击,延长这些部件的使用寿命和提高乘坐的舒适性。

在起步换挡过程中,离合器操纵不仅受车辆载荷、坡度、发动机转速、车速及挡位等因素的影响,也受驾驶员的人为因素和一些偶然因素的影响。因此,离合器的最佳接合规律不仅是以人机工程学来模拟优秀驾驶员的操纵动作和感觉,而且应该做得更好。

下面分析离合器接合的主要影响因素。从离合器分离到接合为止,其行程大致可分 3 个阶段。

(1) 第一阶段:从离合器分离到稍有接合时无转矩传递。

(2) 第二阶段:从离合器稍接合到完全接合转矩传递急速增长,动作速度受节气门控制。

(3) 第三阶段:完全接合恒转矩传递,动作速度不受节气门控制。

在踩下油门踏板准备启动发动机时,离合器不接合,而需发动机达到一定转速(即发动机在该节气门开度下最大转矩对应的转速,这是个不能再提高的转速)以后才平稳接合,以防止熄火。

第一阶段无转矩传递,故接合速度较快,可实现快速起步或减少换挡时功率中断的时间。以上 3 个过程正是模仿了人抬离合器的 3 个动作过程:快抬消除离合器的自由间隙;慢抬使离合器平稳接合;平稳接合后,快抬防止继续打滑,损失动力。

第二阶段速度较慢,以获得平稳起步或换挡,提高乘坐舒适性和减少传动系冲击载荷;但过慢的速度又会造成滑磨时间长,影响离合器寿命,故需控制在一定时间内完成。此时油门踏板的操纵位置用于控制离合器的接合速度。在离合器接合的开始阶段,离合器的接合速度与油门开度成正比。离合器接合的速度分缓慢、正常和急速等不同程度,主要根据油门踏板的踏入量来控制。中、高车速范围时的离合器控制,除受节气门大小的影响外,还与节气

门开度的变化率有关。

第三阶段速度也较快，以使压紧力尽快达到最大值，并保留分离轴承与分离叉之间的间隙。离合器接合后，因发动机与变速器输入轴已接近同步，接合速度不需再受节气门控制。

目标转速控制：离合器接合时，发动机转速会出现变化，接合的速度越快，发动机转速的波动量越大。为防止发动机输出转矩小于离合器从动轴阻力产生的转矩，使发动机转速下降过多而引起车身振动，甚至发动机熄火，电控系统的电脑需先计算发动机的目标转速，如果发现该节气门开度下的实际转速小于目标转速，则离合器分离，停止接合。

车速信号控制：由于变速器输出转矩的大小与挡位即传动比成正比，低挡传动比大，后备牵引力就大，从而使汽车的加速度也大，传动系统可能产生的动载荷也越大。因此，从提高离合器接合平顺性、乘坐舒适性及减小动载考虑，应放慢离合器接合速度，故低挡时换挡时间长。此外，由于车速间接地反映了外界的负荷大小，在同一节气门开度下行驶时，车速越高说明外部阻力越小，所以离合器接合速度可以加快。

道路坡度和汽车载荷控制：道路坡度和汽车载荷会引起发动机转速及输出转矩的明显变化。为了降低动载荷与提高接合的平稳性，电脑根据节气门开度和车速信号，共同确定道路坡度和汽车载荷，离合器的接合速度被适当放慢。

根据影响离合器接合的因素对离合器提出的基本要求，由各种节气门开度、发动机转速、道路坡度、传动比、车重及车速等条件下确定离合器最佳接合规律。

离合器的执行机构有液动和气动两种。如果从使用性能来看，液动控制要优于气动控制，但对已有气压系统的汽车而言，使用气动方案可降低成本。

为方便理解液压系统示意图，先要了解液压系统的符号意义，如图 1-1 所示。此阀是 2 位 3 通电磁阀，即不通电时可以向斜下方进油，通电后滑阀克服弹簧左移向上回油。

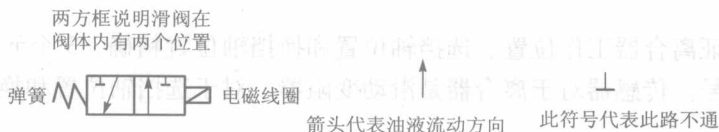


图 1-1 液压系统的符号意义

典型 AMT 的液压系统如图 1-2 所示。操纵离合器动作的是一个单作用液压缸，系统由电磁阀 Y1、Y2、Y3、Y4 控制，这些阀有直径各不相同的节流孔，以满足不同接合速度的要求。系统的工作模式有以下 4 种。

(1) 离合器分离：电磁阀 Y1 接通，Y2、Y3 和 Y4 断电，压力油进入液压缸，离合器分离，用于防止发动机熄火及换挡。

(2) 保持分离：Y1、Y2、Y3 和 Y4 均断电，缸内液压油被封闭，活塞不动，离合器保持分离。

(3) 车辆起步、换挡：接合 Y1 断电，Y2、Y3 和 Y4 由驱动电磁阀的脉冲电流的脉冲幅值控制，分别或同时接通，脉冲越宽，活塞运动速度越快。系统根据行程传感器的信号，对执行机构的实际运动进行修正，使离合器按最佳接合规律动作，配合车辆起步、换挡。

(4) 保持接合离合器接合后，除 Y2 外所有电磁阀全部断电，汽车进入正常行驶。

当电磁阀接通后，压力油进入液压缸左腔，推动活塞右移，使离合器分离；行程传感器

将离合器的位置信号随时提供给微型计算机，以使微型计算机能根据工况对电磁阀进行控制，达到离合器适时分离或接合的目的。

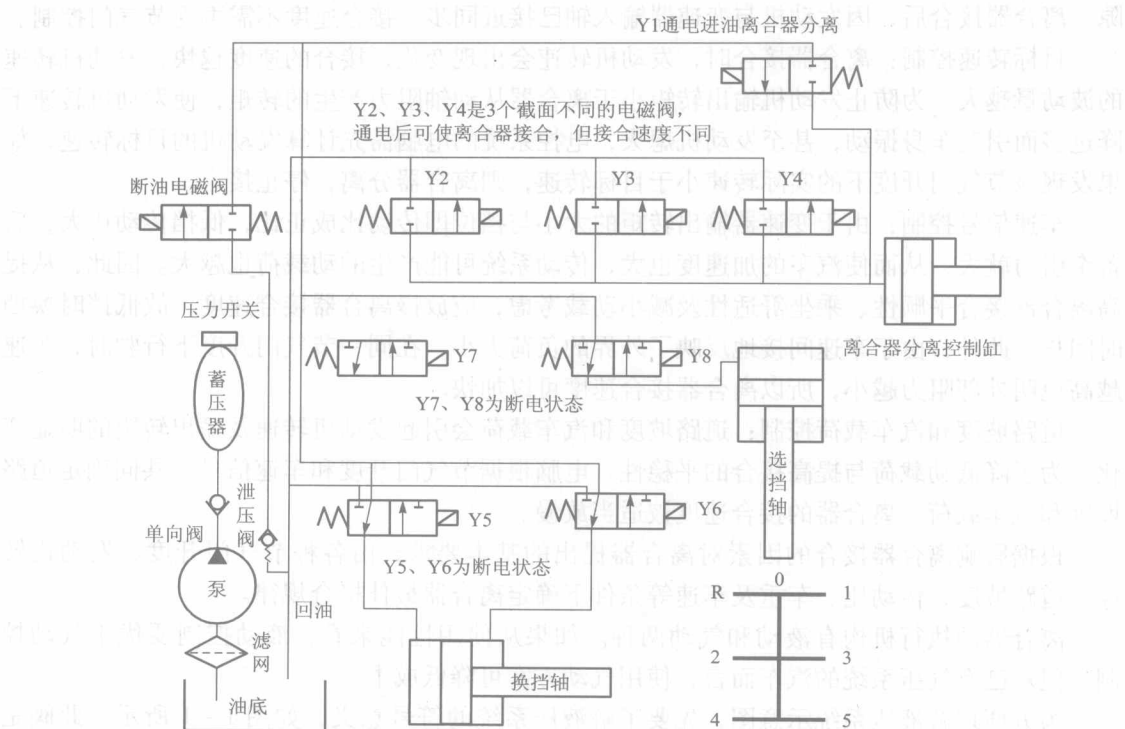


图 1-2 机械式自动变速器的液压系统

注意：为保证离合器工作位置、选挡轴位置和换挡轴位置精确，3 个元件的位置需要行程传感器反馈信号。传感器对于离合器是滑动变阻器，对于选挡轴位置和换挡轴位置为霍尔位置传感器。

当关闭整车电源开关后，电磁阀电流也被切断，离合器接合。如此时变速器还挂着挡，而发动机尚未完全停止运转，则会因离合器的接合产生很大的冲击，甚至有可能使车向前窜动。为保证安全，防止这种危险情况发生，离合器卸压阀 Y2 可采用常开型，并设置延迟电源电路，使其在电源切断后 2~3 s 内仍让离合器保持分离状态。

AMT 是一个集机、电、液控制技术于一体的高新技术，是商用车和大型客车实现自动变速的最佳途径。目前国内外的 AMT 技术已经成熟，并已经开始在豪华商用车和豪华长途大型客车上应用。

二、双离合式自动变速器系统 DCT 或 DSG

2007 年国内正在应用一种双离合式自动变速器 (Dual Clutch Transmission, DCT)，也叫 DSG (Direct Shift Gearbox, 直接换挡变速器)。它综合了 AMT 的优势和 AT 动力换挡的优点，具有很好的换挡品质和车辆动力性、经济性，所以非常适合于目前手动变速器占主导地位的国家。

DSG (Direct Shift Gearbox) 直接换挡变速器有两组多片式湿式离合器，前进挡、倒挡每

个挡位都有同步器操作模式，也可以实现手自动一体。

双离合式自动变速器是基于手动变速器发展而来的，其工作原理是通过将变速器挡位按奇、偶数分开布置，分别与两个离合器连接，通过离合器的交替切换完成换挡过程，以实现动力换挡。大众六速迈腾 02E DSG 变速器外形如图 1-3 所示。

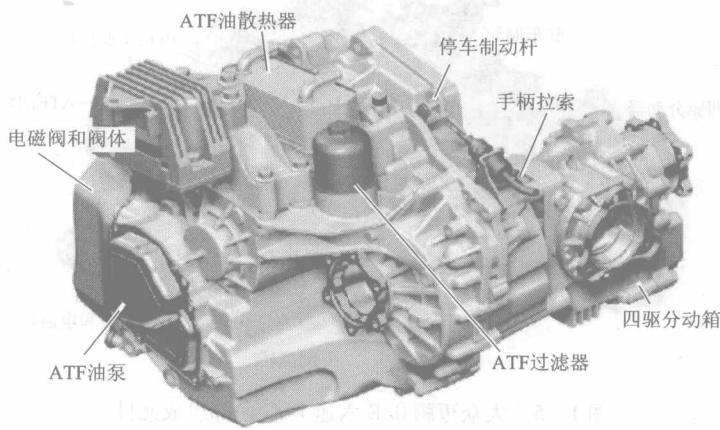


图 1-3 大众六速迈腾 02E DSG 变速器外形

由于目前存在的各种自动变速器各具优缺点，因此对其评价也各不相同。液力自动变速器（AT）具有起步平稳、柔和，以及换挡迅速、无冲击等优点。除其装有的液力变矩器可以改善车辆性能外，还主要归功于它实现了动力换挡，即换挡过程中不切断动力传递，只是通过离合器（或制动器）间的切换完成，换挡时间极短，换挡品质与车辆性能好。

图 1-4 所示为某种布置形式的 DCT 工作原理图，其主要组成部分有 K1、K2 两个湿式离合器，以及按奇、偶数挡位分别布置的变速器齿轮组。

在图 1-4 中，1、3、5 挡、R 挡与离合器 K1 连接在一起，2、4、6 挡连接在离合器 K2 上。当车辆以某一个挡位运行时，下一个即将进入运行的挡位可以始终处于啮合状态；当达到下一个挡位的换挡点时，只需将正处于接合状态的离合器分离，将处于分离状态的离合器接合，即切换两个离合器的工作状态，就可以完成换挡动作。由于在两个离合器的切换过程中，只会使发动机动力传递出现一个减弱的过程，而不需要完全切断动力传递，因此，DCT 实现的是动力换挡，其换挡过程与 AT 的换挡过程基本类似。

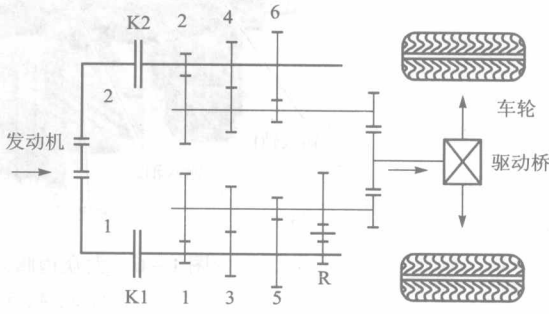


图 1-4 大众六速迈腾 02 DSG 的工作原理图

图 1-5 所示为大众六速 DSG 内部组成元件。图 1-6 所示为大众六速 DSG 内部传动机构。

DCT 主要包括带扭转减振器的湿式离合器系统、按 DCT 工作原理配置的变速器、换挡系统及相应的控制系统。

由于在 DCT 中没有使用液力变矩器吸收系统振动，所以需要采用扭转减振器来吸收系统的扭转振动。在 DCT 系统中，可以采用普通的单级或多级扭转减振器，其安装位置在发

动机飞轮与 DCT 动力输入部件之间, 因此需要将飞轮的转动惯量与 DCT 动力输入件的惯量综合匹配, 并确定系统的扭转刚度来设计扭转减振器。

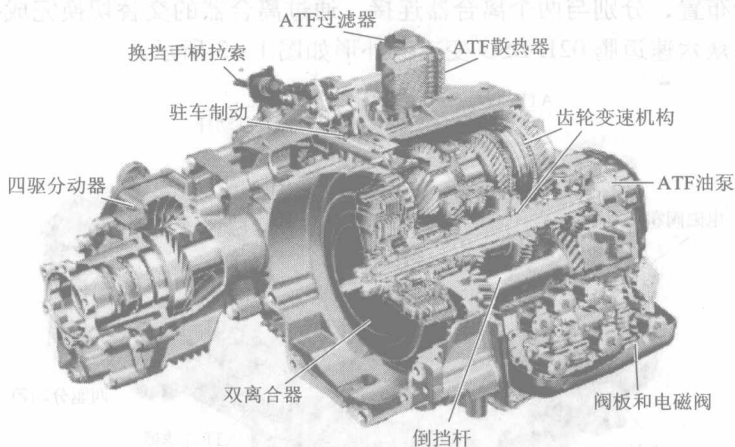


图 1-5 大众迈腾 02E 六速 DSG 内部组成元件

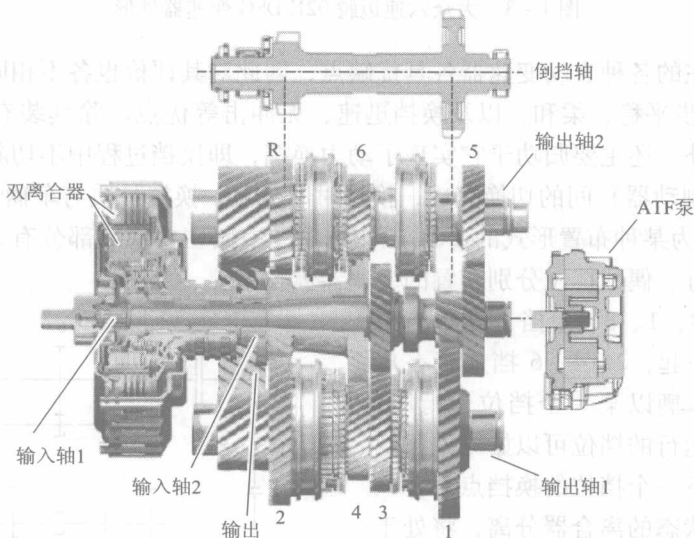


图 1-6 大众迈腾六速 DSG 内部传动机构

1、2、3、4、5、6、R—传动齿轮

但是, 为了使整车实现更高的舒适性, 可以将扭转减振系统设计为带有双质量飞轮式的扭转减振器, 这样可以非常有效地控制汽车动力传动系统的扭转振动及噪声。

DCT 的液压控制系统主要负责接受电控系统的控制指令, 对离合器和变速器的换挡机构进行操纵。液压控制系统主要包括双离合器控制部分、换挡机构控制部分和冷却部分。

在 DCT 中, 既可以采用干式离合器, 也可以采用湿式离合器。双离合器控制部分是通过向离合器油缸充入和释放液压油来实现离合器的分离和接合的。离合器油缸通过直接使用电磁阀或采用电磁阀做先导阀进行动作控制, 并且也可以使用线性电磁阀对离合器接合实现压力控制, 这对实现动力传动系统的扭矩控制有利。

在 DCT 中, 必须实现换挡过程的自动化, 这就要增加自动换挡机构来完成换挡任务, 图 1-7 所示为大众迈腾六速 DSG 换挡机构。通常使用一个拨叉轴、两个油缸来控制, 如图 1-8 所示为大众迈腾六速 DSG 换挡拨叉控制。拨叉控制每个挡有一个同步器, 其控制过程与 AMT 类同。

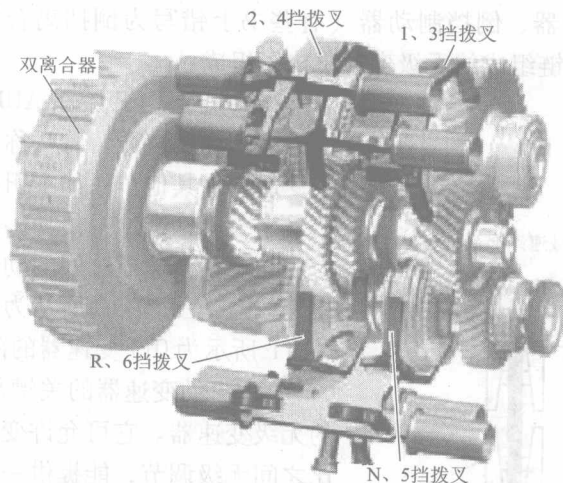


图 1-7 大众迈腾六速 DSG 换挡机构

为了保证换挡时拨叉到达指定位置, 拨叉位置应受到精确控制。图 1-9 所示为大众迈腾六速 DSG 换挡拨叉位置精确度控制。行程传感器把拨叉位置传给电脑确定拨叉是否到位。

在 DCT 中, 对离合器进行滑差控制将必然产生滑磨热量, 使油液温度升高。如果热量不能及时排出去, 将使离合器的性能和寿命受到影响, 因此有必要对液压油进行冷却。

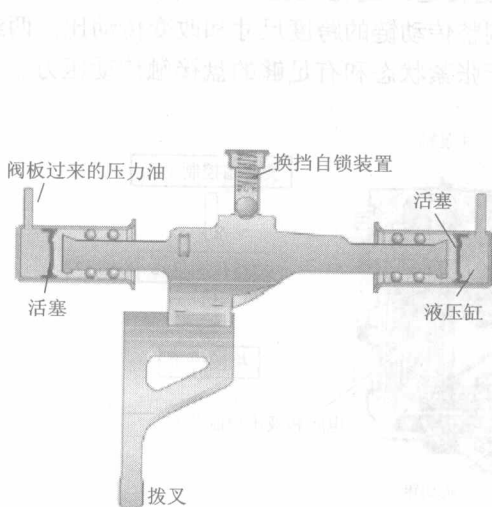


图 1-8 大众迈腾六速 DSG 换挡拨叉控制

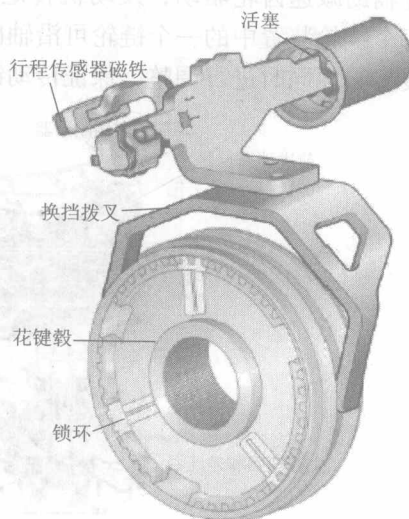


图 1-9 大众迈腾六速 DSG 换挡拨叉位置精确度控制

三、湿式复合带（链）无级自动变速器系统 CVT

无级变速器 (Continuously Variable Transmission, CVT) 一直是人们的理想目标。通过

改变双锥体上传动带或传动链半径的方法，可以很容易地实现主动锥盘和从动锥盘半径的增大和减小，实现低速挡至高速挡的过渡。但因接触部分压力太高而难于实用化，对于带传动只能用在小排量的家庭用车上，链传动可以用到稍大排量的轿车上。

CVT 由电控系统部分，液压部分，液力变扭器（也可用双质量飞轮代替），双行星轮换向行星排、前进挡离合器、倒挡制动器（有些书上错写为倒挡离合器）组成的换向机构，主从双锥体、钢带或钢链组成的无级变速机构等组成。

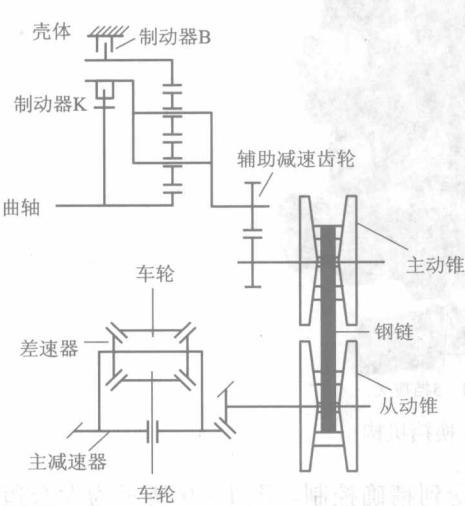


图 1-10 01J 变速器示意图

2002 年国内开始在 AUDI A6 2.8L 装备的 01J 链传动无级变速器，可以称为迄今为止最先进的无级变速器。其他车系如本田的飞度和菲亚特的西也纳采用多层钢带的带传动，由于仍然使用变扭器作为发动机和变速器之间的动力传递装置，所以功率损失较大，图 1-10 所示为 01J 变速器示意图，图 1-11 所示为 01J 变速器的剖视图。

01J 自动变速器的关键部件是由传动链轮实现的无级变速器。它可允许变速比在最小和最大变速比之间无级调节，能提供一个合适的传动比，这个传动比压制发动机总是工作在最佳经济转速范围内，进而使汽车动力性或燃油经济性最优化。无级变速器由两个带锥面的主链轮装置（链轮装置 A）和副链轮装置（链轮装置 B）以及工作于两个锥形链轮组之间 V 形槽内的专用传动链组成。传动链是动力传动装置。链轮装置 A 是由发动机通过辅助减速齿轮驱动，发动机转矩通过传动链传递到链轮装置 B，并由此传给主减速器。每个链轮装置中的一个链轮可沿轴向移动，调整传动链的跨度尺寸和改变传动比。两组链轮装置必须同时进行调整，保证传动链始终处于张紧状态和有足够的盘接触传动压力。

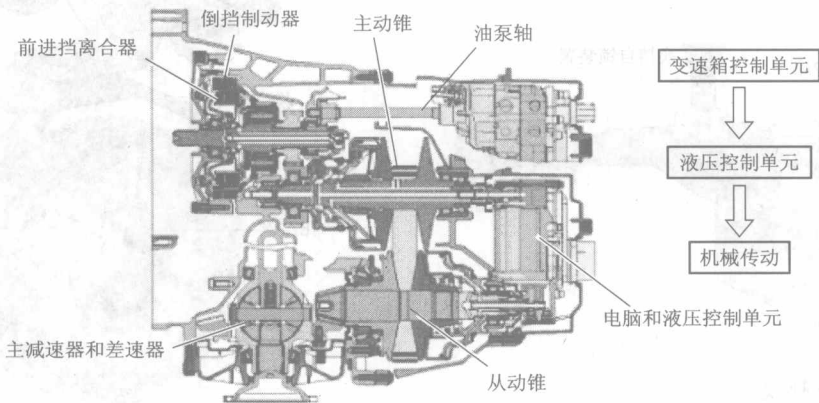


图 1-11 01J 变速器的剖视图

行星齿轮换向机构采用一个双行星轮行星排，主要作用是实现前进挡和倒挡的转换。前进挡时，前进挡离合器 K（德语 Klutch）接合，行星架直接输出动力，双行星轮行星排不改变传动比。倒挡时，制动器 B（Brake）制动内齿圈，太阳轮输入顺时针，内行星轮逆时针，