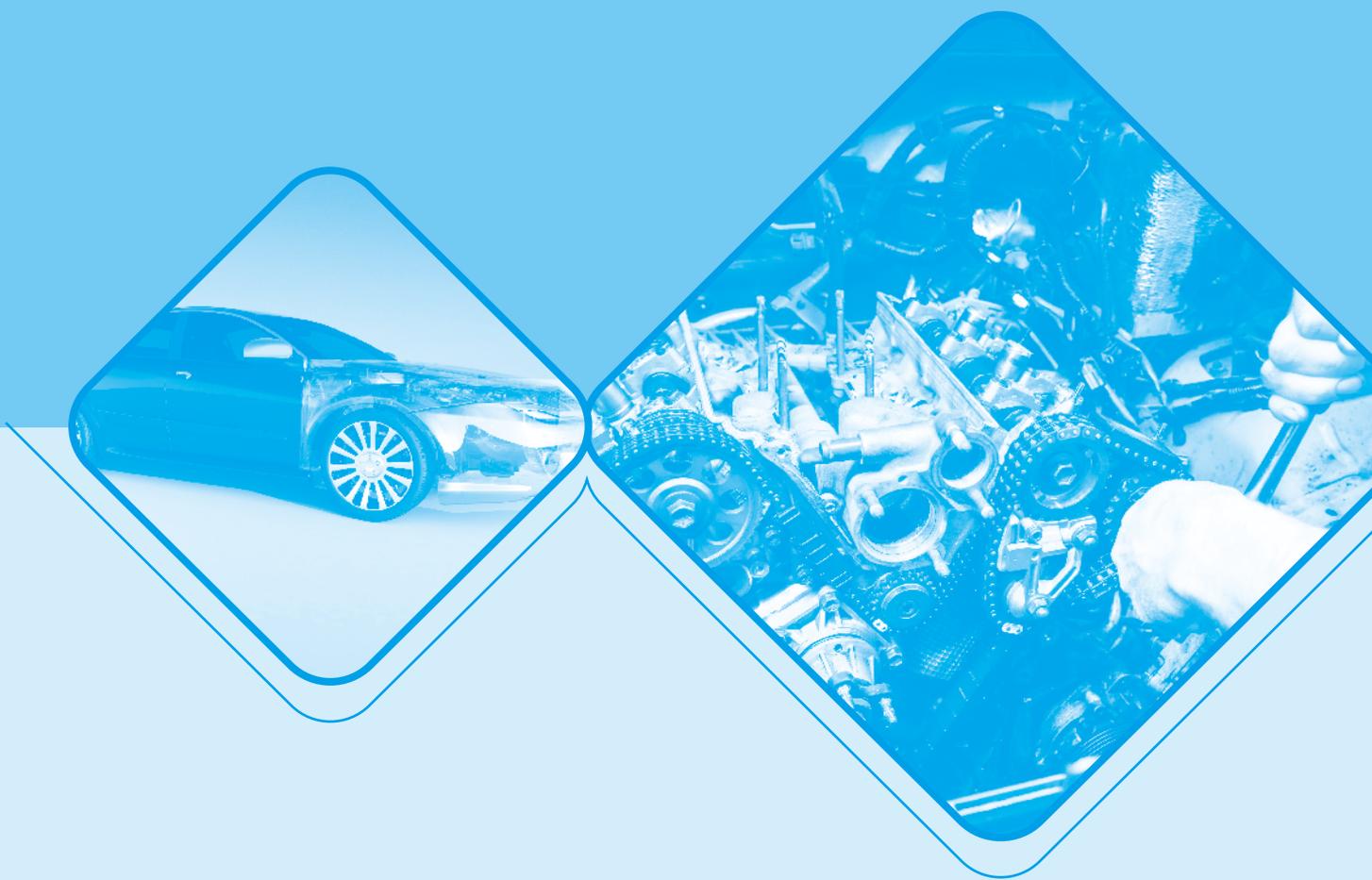


中等职业教育汽车系列精品教材



汽车底盘电控系统检修

QICHE DIPAN DIANKONG XITONG JIANXIU

主 编◎黄启敏 甘宏波
副主编◎曾柱松 崔建华 王臻华

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控系统检修 / 黄启敏, 甘宏波主编. --
青岛: 中国石油大学出版社, 2023. 6
ISBN 978-7-5636-7877-8

I. ①汽… II. ①黄… ②甘… III. ①汽车—底盘—
电气控制系统—车辆检修 IV. ①U472.41

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 118655 号

如有印装质量问题, 请与中国石油大学出版社发行部联系。
服务电话: 400-615-1233

书 名: 汽车底盘电控系统检修

QICHE DIPAN DIANKONG XITONG JIANXIU

主 编: 黄启敏 甘宏波

责任编辑: 刘 璇 栾少锋

责任校对: 高 宇

封面设计: 刘文东

出 版 者: 中国石油大学出版社

(地址: 山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号 邮编: 266580)

网 址: <http://cbs.upc.edu.cn>

电子邮箱: uppbook@upc.edu.cn

排 版 者: 华腾教育排版中心

印 刷 者: 大厂回族自治县聚鑫印刷有限责任公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 010-88433760)

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 13 插页 1

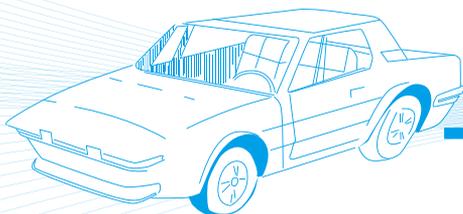
字 数: 238 千字

版 印 次: 2023 年 6 月第 1 版 2023 年 6 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5636-7877-8

定 价: 39.80 元

前言



PREFACE

根据“十四五”职业教育国家规划教材建设工作精神，全面推进习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的二十大精神进教材，积极培育和践行社会主义核心价值观，加强中华优秀传统文化教育等立德树人育人战略；推进教材、教法改革服务于人才培养目标；深化产教融合、校企合作，落实“双元”合作开发教材；及时将产业发展的新技术、新工艺、新规范纳入教材，实现内容紧贴汽车技术的发展；遵循引入国际标准，任务实践案例来自生产实际的设计理念，使本书更具有职业化特色。编者以“积极推进思政教育，符合人才培养需求，体现教育改革成果，确保教材质量，形式新颖创新”为指导思想编写了本书。

据不完全统计，全国民用汽车的保有量在逐年提高。为了培养适应行业和企业需求的人才，本书在内容编排上力求涉及底盘电控领域的新技术，弥补了以往教材部分内容的缺失，为学生学习和研究底盘电控技术奠定了坚实的基础。

本书以案例驱动导入知识点，针对每一个系统，以维护、检测维修等实用知识为主轴，阐述了不同系统的功用、类型、结构和原理、故障现象、诊断、检测与修复方法。很多系统都配备了结构图、原理图、电路图、油路图、波形图、故障诊断流程图等，有利于掌握汽车底盘电控核心技术和检测维修方法。通过理论与实践一体化的讲解，力求使知识讲解与维修实践更

好地结合，使人才培养更贴近社会需求。

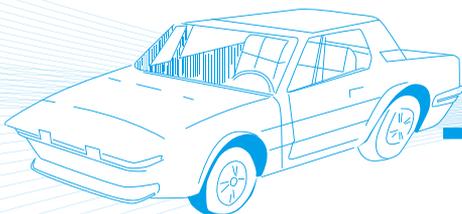
本书由广西理工职业技术学校黄启敏、南宁市第三职业技术学校甘宏波任主编，广西商留高级技工学校曾柱松、新疆工业经济学校崔建华、罗甸县中等职业学校王臻华任副主编。

由于编者的水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS



项目一

汽车自动变速器检修 1

- 任务一 汽车自动变速器的认识 1
- 任务二 液力变矩器的检修 8
- 任务三 变速器的检修 17
- 任务四 液压控制系统的检修 46
- 任务五 电子控制系统的检修 55
- 任务六 自动变速器的检查维护及性能检测 77
- 任务七 无级变速器的检修 90
- 任务八 认识双离合自动变速器 103



项目二

汽车电控制动系统构造原理与检修 113

- 任务一 防抱死制动系统的检修 113
- 任务二 电子稳定程序系统和自动泊车辅助系统的检修 122
- 任务三 上坡、下坡辅助制动控制系统的检修 135
- 任务四 电动真空泵的检修 145
- 任务五 电子驻车制动系统与自动驻车制动系统的检修 149



项目三

电控助力转向系统的检修 158

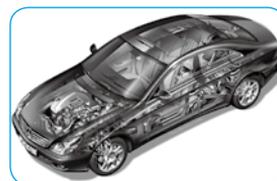
- 任务一 电控液力助力转向系统的
检修158
- 任务二 电动助力转向系统的检修170



项目四

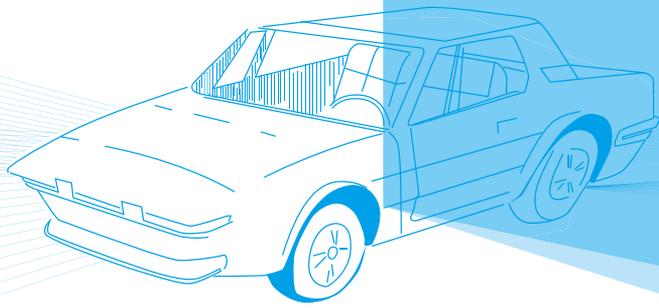
汽车电控行驶系统的检修 177

- 任务一 电控悬架系统的构造原理与
检修177
- 任务二 轮胎气压监测系统的构造原理
与检修186
- 任务三 巡航系统构造原理与检修194



参考文献 204





项目一

汽车自动变速器检修

学习目标

- ◎ 熟悉自动变速器的基本组成及工作原理。
- ◎ 熟练掌握液力变矩器的结构、原理及检修方法。
- ◎ 熟练掌握自动变速器换挡执行元件的结构、原理及检修方法。
- ◎ 正确分析行星齿轮机构的运动规律。
- ◎ 熟练掌握典型自动变速器的结构及工作原理，并能正确进行拆装及检修。
- ◎ 掌握液压控制系统的结构和原理，并能正确分析自动变速器的油路。
- ◎ 掌握电子控制系统的结构和原理，并能检修电子控制系统的主要部件。
- ◎ 熟练进行自动变速器的基本检查及性能测试。
- ◎ 掌握无级变速器的结构和原理，正确检修无级变速器。
- ◎ 了解双离合器自动变速器的结构及工作原理。

任务一

汽车自动变速器的认识

自动变速器（automatic transmission, AT）是指汽车驾驶中离合器的操纵和变速器的操纵都实现了自动化的装置。目前，自动变速器的自动换挡等过程都是由自动变速器的电控单元（electronic control unit, ECU）控制的，因此自动变速器又简称 EAT、ECAT、ECT 等。

一、自动变速器的分类

自动变速器可以按结构和控制方式、车辆的驱动方式、前进挡档位数的不同来分类。

1. 按结构和控制方式分类

自动变速器按结构和控制方式的不同可以分为机械式自动变速器、无级自动变速器和液力式自动变速器。

1) 机械式自动变速器

机械式自动变速器（automated mechanical transmission, AMT）在原有手动、有级、普通齿轮变速器的基础上增加了电子控制系统，来自动控制离合器的接合、分离和变速器挡位的变换。机械式自动变速器由于原有的机械传动结构基本不变，因而齿轮传动固有的传动效率高、机构紧凑、工作可靠等优点被很好地继承了下来，在重型车辆上的应用具有很好的发展前景。

2) 无级自动变速器

无级自动变速器（continuously variable transmission, CVT）采用传动带和工作直径可变的主、从动轮配合来传递动力，可以实现传动比的连续改变。这是一种具有广阔发展前景的自动变速器，在汽车上的应用已具有一定的规模，常见的有奥迪 A6 的 multitronic 无级自动变速器、飞度 CVT 等。

3) 液力式自动变速器

液力式自动变速器是应用广泛、技术成熟的自动变速器之一。按照控制方式的不同，液力式自动变速器可以分为液控液力式自动变速器和电控液力式自动变速器，轿车上采用的

均为电控液力式自动变速器。按照变速机构（机械变速器）的不同，液力式自动变速器可以分为行星齿轮自动变速器和非行星齿轮自动变速器，其中行星齿轮自动变速器应用最广泛，非行星齿轮自动变速器只在本田等个别车系中应用。行星齿轮自动变速器可以分为辛普森式、拉维娜式和串联式等。

2. 按车辆的驱动方式分类

自动变速器按车辆驱动方式的不同可以分为自动变速器和自动变速驱动桥（automatic transaxle），如图 1-1 所示。

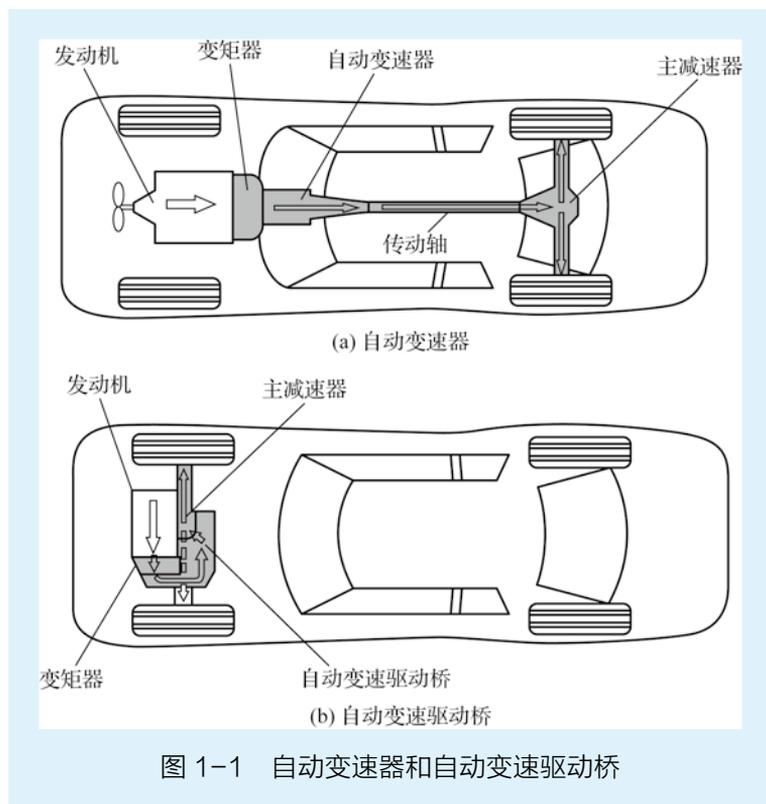


图 1-1 自动变速器和自动变速驱动桥

自动变速器用于发动机前置后轮驱动的布置形式，变速器与主减速器、差速器分开。自动变速驱动桥用于发动机前置前轮驱动的布置形式，变速器与主减速器、差速器合成一个总成。

3. 按前进挡的挡位数分类

按照自动变速器变速杆置于前进挡时的挡位数，自动变速器可以分为4挡、5挡、6挡等，比较常见的是4挡和5挡自动变速器，某些高级轿车（如丰田皇冠、宝马7系、奥迪A8等）采用6挡自动变速器。

二、自动变速器的基本组成和工作原理

在此介绍的自动变速器特指液力式自动变速器。

1. 自动变速器的基本组成

自动变速器主要由液力变矩器、机械变速机构、液压控制系统、电子控制系统和冷却滤油装置等组成，如图1-2所示。

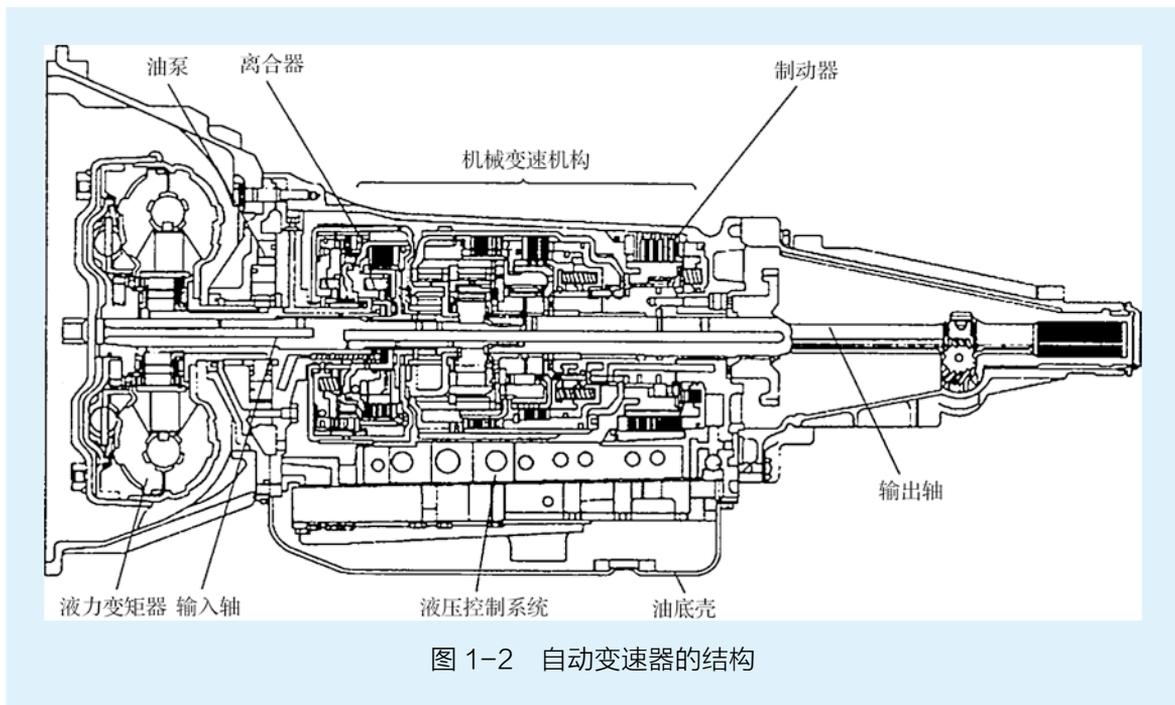


图 1-2 自动变速器的结构

1) 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，安装在发动机的飞轮上，是一个通过自动变速器油（ATF）传递动力的装置，它的作用与采用手动变速器汽车中的离合器相似。它能够根据汽车行驶阻力的变化，在一定范围内自动改变传动比和转矩比，具有一定的减速增矩功能，并且具有自动离合器的功用。

2) 机械变速机构

机械变速机构包括齿轮变速机构和换挡执行元件两大部分。

(1) 自动变速器中的齿轮变速机构所采用的形式有普通齿轮式和行星齿轮式。齿轮变速机构可形成不同的传动比，组合成电控自动变速器不同的挡位。

(2) 换挡执行元件主要包括离合器、制动器和单向离合器。换挡执行元件的功用是改变齿轮机构中主动元件或限制某个元件的运动，从而改变动力传递的方向和速比。

3) 液压控制系统

液压控制系统是由液压泵、各种控制阀及与之相连通的液压换挡执行元件（如离合器、制动器的液压缸等）组成的液压控制回路。汽车行驶时，液压控制系统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，以实现机械变速器的自动换挡。

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控单元（ECU），经 ECU 处理后发出控制指令控制各种电磁阀实现自动换挡，并改善换挡性能。

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，同时还会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 黏度下降，传动效率降低，因此必须对 ATF 进行冷却，保持油温在 $80 \sim 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。ATF 是通过油冷却器与冷却水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器从油中过滤分离出去，以减小机械的磨损、液压油路堵塞和控制阀卡滞。

2. 自动变速器的工作原理

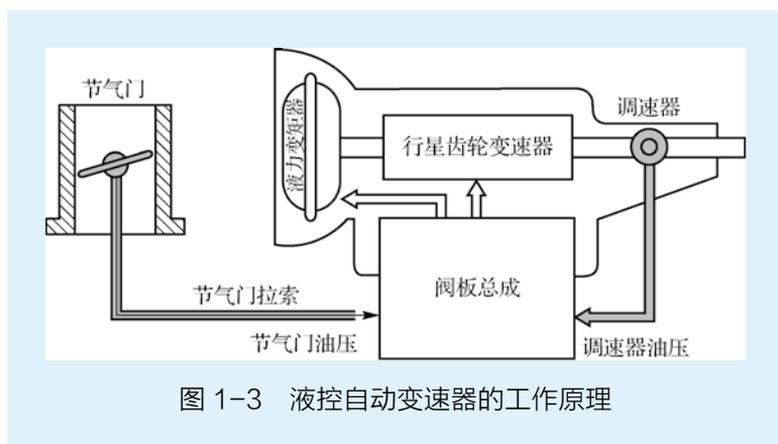


图 1-3 液控自动变速器的工作原理

图 1-3 所示为液控自动变速器的工作原理。

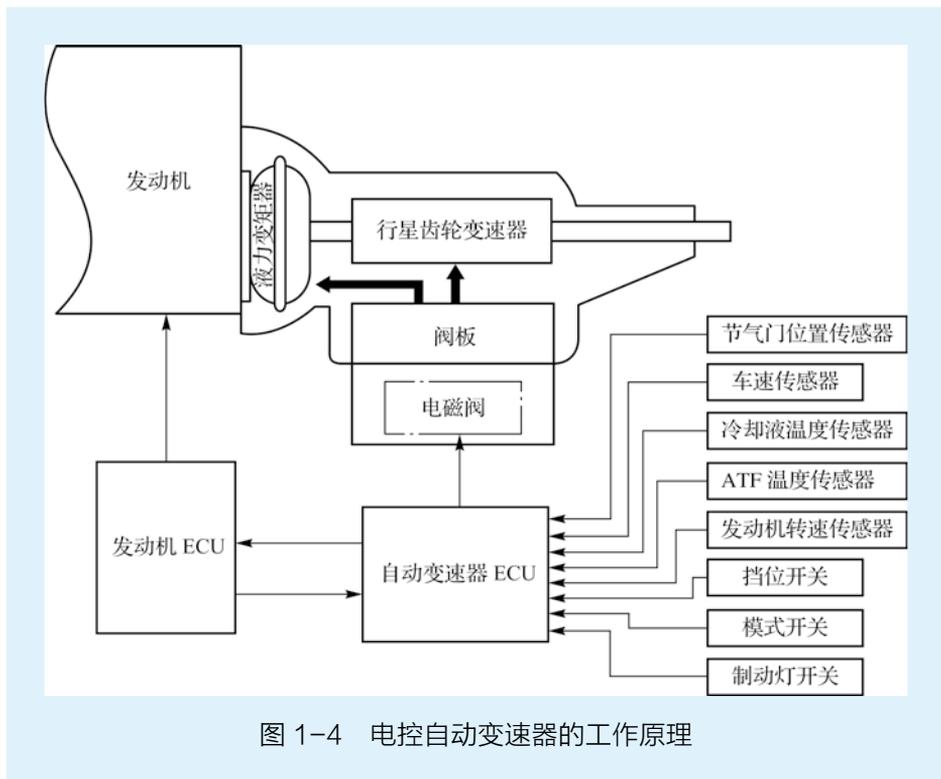
液控自动变速器通过机械传动方式，将汽车行驶时的车速和节气门开度这两个主控制参数转变为液压控制信号；液压控制系统的阀板总成中的各控制阀根据这些液压控制信号的变化，按照设定的换挡规律，控制换挡执行元件的动作

实现自动换挡。

图 1-4 所示为电控自动变速器的工作原理。

电控自动变速器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、ATF 温度等参数信号输入 ECU，ECU 根据这些信号，按照设定的换挡规律向

换挡电磁阀、油压电磁阀等发出动作控制信号，换挡电磁阀和油压电磁阀等将 ECU 的动作控制信号转变为液压控制信号，阀板中的各种控制阀根据这些液压控制信号控制换挡执行元件的动作，从而实现自动换挡。



三、自动变速器变速杆的使用

轿车自动变速器的变速杆通常有 6 个或 7 个位置，如图 1-5 所示，其功能如下。

1. P 位

P 位为驻车挡，变速杆置于此位置时，驻车锁止机构将自动变速器输出轴锁止。

2. R 位

R 位为倒挡，变速杆置于此位置时，液压系统倒挡油路被接通，驱动轮反转，实现反向行驶。

3. N 位

N 位为空挡，变速杆置于此位置时，所有机械变速器的齿轮机构空转，不能输出动力。

4. D 位

D 位为前进挡，变速杆置于此位置时，液压系统控制装置根据节气门开度信号和车



速信号自动接通相应的前进挡油路，行星齿轮变速器在换挡执行元件的控制下得到相应的传动比。随着行驶条件的变化，在前进挡中自动升降挡，实现自动变速功能。

5.3 位

3 位为高速发动机制动挡，变速杆置于此位置时，液压控制系统只能接通前进挡中的 1 挡、2 挡、3 挡油路，自动变速器只能在这 3 个挡位间自动换挡，无法升入 4 挡，从而使汽车获得发动机制动效果。

6.2 位

2 位为中速发动机制动挡，变速杆置于此位置时，液压控制系统只能接通前进挡中的 1 挡、2 挡油路，自动变速器只能在这两个挡位间自动换挡，无法升入更高的挡位，从而使汽车获得发动机制动效果。

7.L 位

L 位（又称为 1 位）为低速发动机制动挡，变速杆置于此位置时，汽车被锁定在前进挡的 1 挡，只能在该挡位行驶而无法升入高挡，发动机制动效果更强。

只有在变速杆置于 N 位或 P 位时，才能启动发动机，此功能靠空挡起动开关来实现。常见的变速杆的位置可布置在转向柱或驾驶室地板上，如图 1-6 所示。

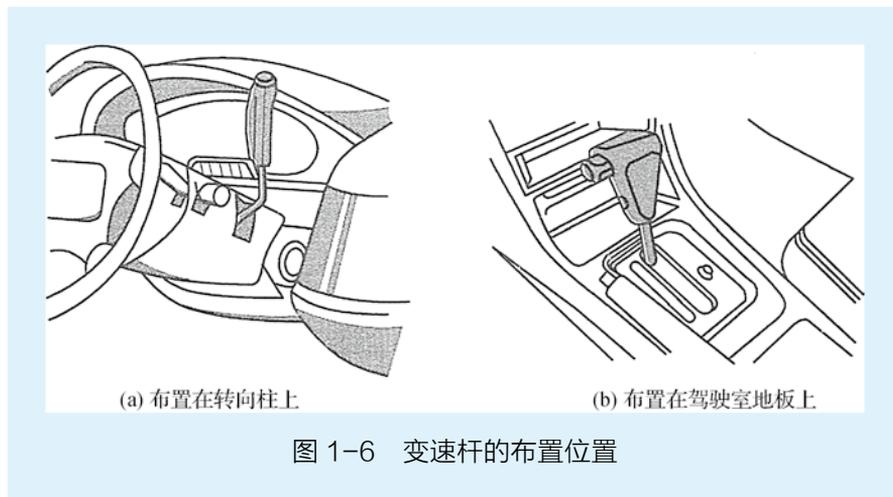


图 1-6 变速杆的布置位置

任务实施

一、任务准备

- (1) 装备自动变速器的车辆。
- (2) 车辆展台。
- (3) 相关车型手册。
- (4) 车辆技术状况良好。

- (5) 仪器操作手册。
- (6) 注意环保及操作安全。

二、实施步骤

- (1) 提供车型手册及相关车辆宣传资料。
- (2) 介绍自动变速器的功能及自动挡车辆的优势。
- (3) 介绍自动变速器的基本结构及工作原理。
- (4) 演示自动变速器变速杆的正确使用方法，并说明使用注意事项。

三、任务实施及评价

任务实施：来到 4S 店的顾客想要了解不同类型自动挡车型的结构及性能特点，以及在使用过程中应该注意的问题，销售人员需要对此做出详细的介绍。

任务评价表

姓名			日期			
测评内容	自动变速器的认识					
考评标准	内容	分值 / 分	自评	互评	师评	
	车辆信息描述	30				
	自动变速器的性能与特点	20				
	自动变速器的组成	20				
	自动变速器变速杆的使用	30				
合计		100				
最终得分 (自评 30%+ 互评 30%+ 师评 40%)						

任务评价：测评满分为 100 分，60 ~ 74 分为及格，75 ~ 84 分为良好，85 分及以上为优秀。60 分以下的学生需要重新进行知识学习、任务训练，直到任务完成度达到合格为止。

思考与练习

1. 简述自动变速器的分类方法。
2. 简述自动变速器各部分组成的功用。
3. 说出自动变速器变速杆各位置的对应含义。

任务二

液力变矩器的检修

一、液力变矩器的功用

液力变矩器位于发动机和机械变速机构之间，以自动变速器油（ATF）为工作介质，主要有以下功用。

1. 传递转矩

发动机的转矩通过液力变矩器的主动元件，再通过 ATF 传给液力变矩器的从动元件，最后传给变速器。

2. 无级变速

根据工况的不同，液力变矩器可以在一定范围内实现转速和转矩的无级变化。

3. 自动离合

由于液力变矩器采用 ATF 传递动力，当踩下制动踏板时，发动机不会熄火，此时相当于离合器分离；当抬起制动踏板时，汽车可以起步，此时相当于离合器接合。

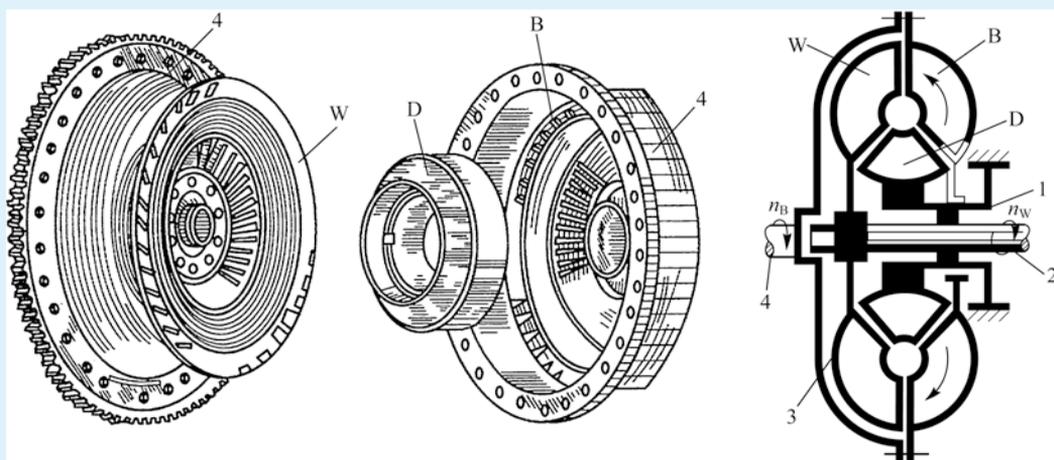
4. 驱动油泵

ATF 在工作时需要油泵提供一定的压力，而油泵一般是由液力变矩器壳体驱动的。由于采用 ATF 传递动力，液力变矩器的动力传递柔和，且能防止传动系统过载。

二、液力变矩器的结构及工作原理

1. 液力变矩器的结构

如图 1-7 所示，液力变矩器通常由泵轮、涡轮和导轮三个元件组成，称为三元件液



1—导轮轴；2—输出轴；3—变矩器壳体；4—输入轴；B—泵轮；W—涡轮；D—导轮。

图 1-7 液力变矩器的结构

力变矩器。有的液力变矩器采用两个导轮，称为四元件液力变矩器。

液力变矩器总成封在一个钢制壳体（变矩器壳体）中，内部充满 ATF。变矩器壳体通过螺栓与发动机曲轴后端的飞轮连接，与发动机曲轴一起旋转。泵轮位于液力变矩器的后部，与变矩器壳体连在一起。涡轮位于泵轮前方，通过带花键的从动轴向后面的机械变速器输出动力。导轮位于泵轮与涡轮之间，通过单向离合器支承在固定套管上，使导轮只能单向旋转（顺时针旋转）。泵轮、涡轮和导轮上都带有叶片，液力变矩器装配好后形成环形内腔。

2. 液力变矩器的工作原理

1) 动力的传递

液力变矩器工作时，发动机带动变矩器壳体旋转，壳体带动泵轮旋转，泵轮的叶片将 ATF 带动起来，并冲击到涡轮的叶片；如果作用在涡轮叶片上的冲击力大于作用在涡轮上的阻力，涡轮将开始转动，并使机械变速器的输入轴一起转动。由涡轮叶片流出的 ATF 经过导轮后流回泵轮，形成图 1-8 所示的循环流动。

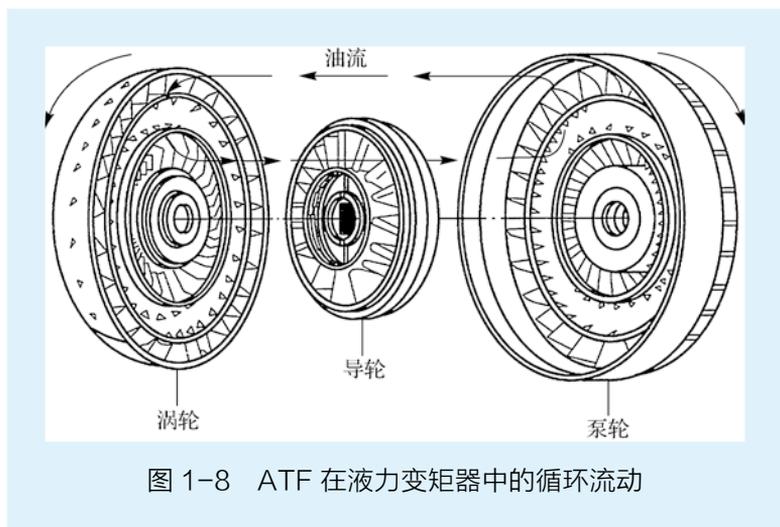


图 1-8 ATF 在液力变矩器中的循环流动

具体来说，上述 ATF 的循环流动是两种运动的合运动。当液力变矩器工作，泵轮旋转时，泵轮叶片带动 ATF 旋转起来，ATF 绕着泵轮轴线做圆周运动；同理，随着涡轮的旋转，ATF 也绕着涡轮轴线做圆周运动。旋转起来的 ATF 在离心力的作用下，沿着泵轮的叶片从内缘流向外缘。当泵轮转速大于涡轮转速时，泵轮叶片外缘的液压大于涡轮外缘的液压。因此，ATF 在做圆周运动的同时，在压差的作用下由泵轮流向涡轮，再流向导轮，最后返回泵轮，形成在液力变矩器环形腔内的循环运动。

液力变矩器的工作原理可以通过一对风扇的工作来描述。如图 1-9 所示，风扇 A 通电，将气流吹动起来，并使未通电的风扇 B 也转动起来，此时动力由风扇 A 传递到风扇 B。为了实现转矩的放大，在两台风扇的背面加上一条空气通道，使穿过风扇 B 的

气流通过空气通道的导向从风扇 A 的背面流回，这会加强风扇 A 吹动的气流，使吹向风扇 B 的转矩增加。即风扇 A 相当于泵轮，风扇 B 相当于涡轮，空气通道相当于导轮，空气相当于 ATF。

2) 转矩的放大

将变矩器的三个工作轮展开，得到泵轮、涡轮和导轮的环形平面图，如图 1-10 所示。为便于说明，假设发动机的转速及负荷不变，即变矩器泵轮的转速 n_B 和转矩 M_B 为常数。



图 1-9 液力变矩器的工作模型

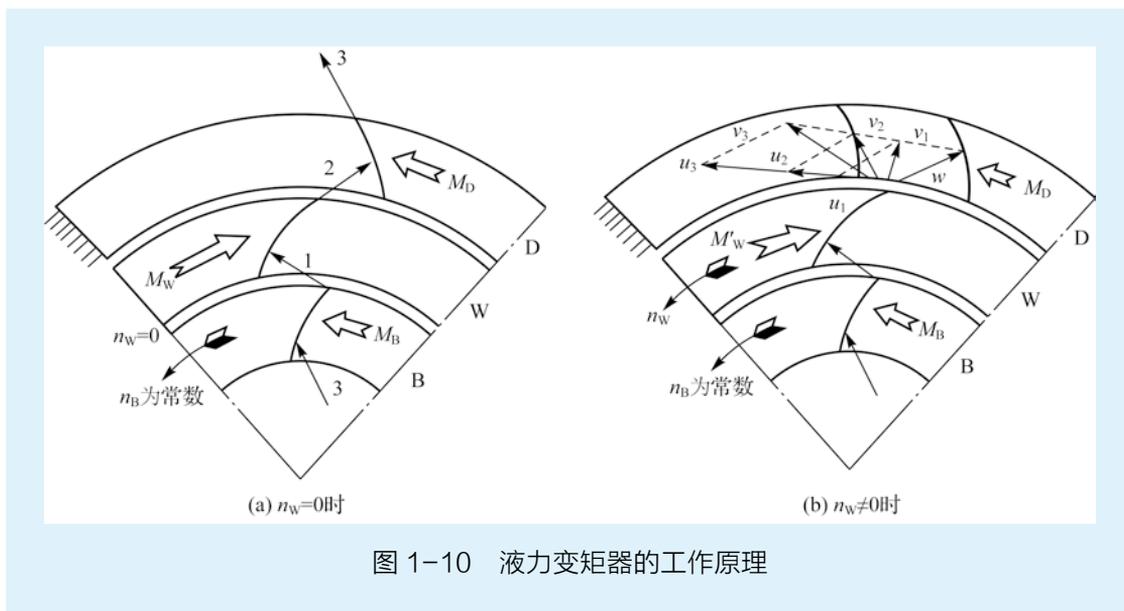


图 1-10 液力变矩器的工作原理

当发动机运转而汽车还未启动时，涡轮转速 $n_w=0$ ，如图 1-10 (a) 所示。ATF 在泵轮叶片的带动下，以一定的绝对速度沿图中箭头 1 的方向冲向涡轮叶片，对涡轮有一个作用力，产生绕涡轮轴的转矩。因为此时涡轮静止不动，所以液流沿着叶片流出涡轮并冲向导轮，其方向如图 1-10 (a) 中的箭头 2 所示，该液流对导轮产生作用力矩。然后液流从固定不动的导轮叶片沿箭头 3 的方向流回泵轮中。当液流流过叶片时，对叶片作用有冲击力矩，液流此时也受到叶片的反作用力矩，其大小与作用力矩相等、方向相反。作用力矩与反作用力矩的方向及大小与液流进、出工作轮的方向有关。设泵轮、涡轮和导轮对液流的作用力矩分别为 M_B 、 M_W 和 M_D ，方向如图 1-10 (a) 中的箭头所示。根据液流受力平衡条件可知，三者数值上满足关系式 $M_W=M_B+M_D$ ，即涡轮转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。显然，此时涡轮转矩 M_W 大于泵轮转矩 M_B ，即液力变矩器起

了增大转矩的作用。

当液力变矩器输出的转矩经传动系统传到驱动车轮上所产生的牵引力足以克服汽车起步阻力时，汽车即起步并开始加速，与之相连的涡轮转速 n_w 也从零逐渐增大。设液流沿叶片方向流动的相对速度为 w ，沿圆周方向运动的牵连速度为 u ，设泵轮转速不变，即液流在涡轮出口处的相对速度不变，如图 1-10 (b) 所示，冲向导轮叶片的液流的绝对速度 v 将随牵连速度 u 的增大而逐渐向左倾斜，使导轮上所受的转矩值逐渐减小，即液力变矩器的转矩放大作用逐渐减小。

3) 耦合作用特性

液力变矩器的变矩特性只有在泵轮与涡轮转速相差较大的情况下才成立，随着涡轮转速的不断提高，从涡轮回流的 ATF 会沿顺时针方向冲击导轮。若导轮仍然固定不动，ATF 将会产生涡流，阻碍其自身的运动。为此，绝大多数液力变矩器均在导轮机构中增设了单向离合器。当涡轮与泵轮转速相差较大时，单向离合器处于锁止状态，导轮不能转动。当涡轮转速达到泵轮转速的 85%~90% 时，单向离合器导通，导轮空转，不起导流的作用，液力变矩器的输出转矩不能增加，只能等于泵轮的转矩，此时称为耦合状态。

4) 失速特性

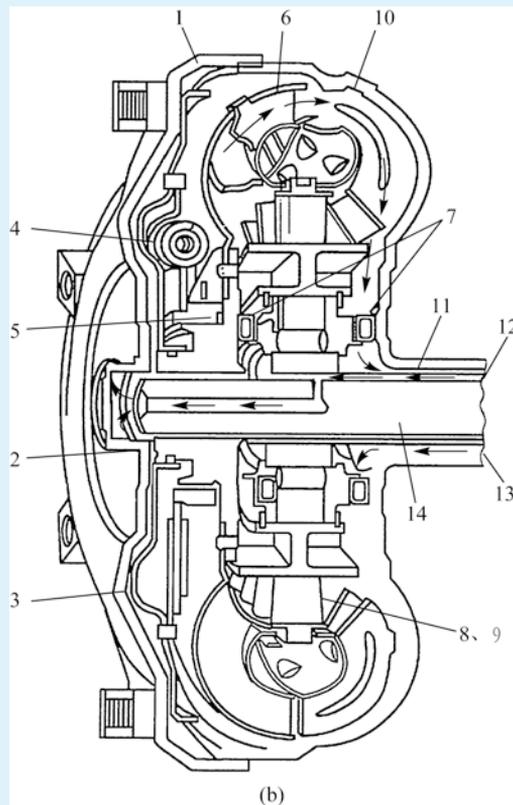
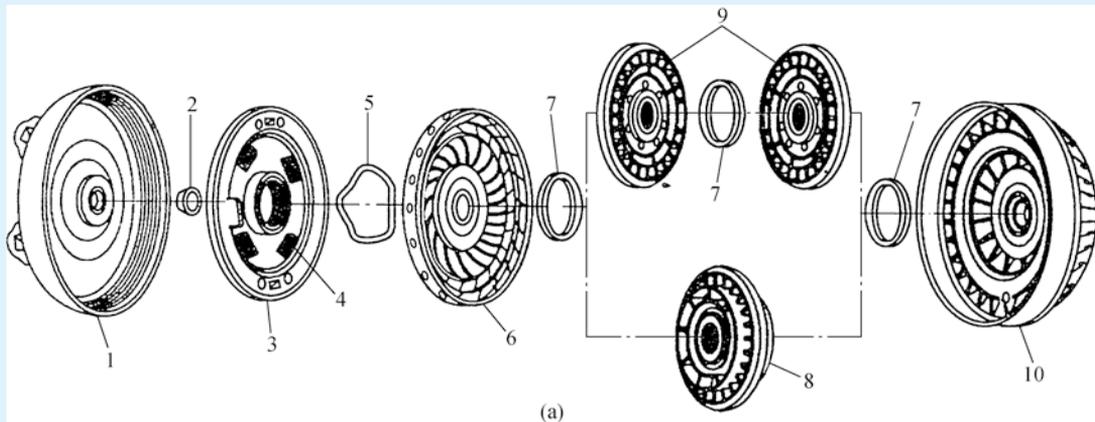
液力变矩器的失速状态是指涡轮因负荷过大而停止转动，但泵轮仍保持旋转的现象，此时液力变矩器只有动力输入而没有输出，全部输入能量都转化成热能，因此变矩器中的油液温度急剧上升，会对变矩器造成严重的危害。失速点转速是指涡轮停止转动时的液力变矩器输入转速，该转速大小取决于发动机转矩、变矩器的尺寸和导轮、涡轮的叶片角度。

三、典型的液力变矩器

典型的液力变矩器如图 1-11 所示，主要由泵轮、涡轮、带单向离合器的导轮、变矩器壳体、涡轮轴、锁止离合器等组成。此处只介绍单向离合器和锁止离合器。

1. 单向离合器

单向离合器又称为自由轮机构、超越离合器，其功用是实现导轮的单向锁止，即导轮只能顺时针转动而不能逆时针转动，当涡轮与泵轮转速差较大时，单向离合器处于锁止状态，导轮不能转动。当涡轮转速升高到一定程度后，单向离合器导通，即导轮空转，使液力变矩器不能改变输出转矩，在高速区实现耦合传动。图 1-12 所示为液力变矩器的单向离合器结构。



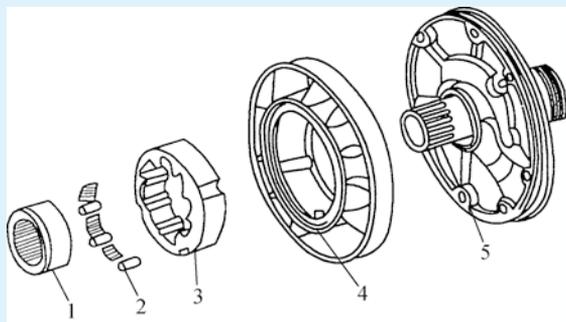
1—变矩器壳体；2—涡轮止动垫片；3—压盘；4—扭转减振器；5—压盘弹簧；6—涡轮；
7—推力轴承；8—带单向离合器的单导轮；9—带单向离合器的双导轮；10—泵轮；
11—导轮轴；12—分离油液；13—接合油液；14—涡轮轴。

图 1-11 典型的液力变矩器

2. 锁止离合器

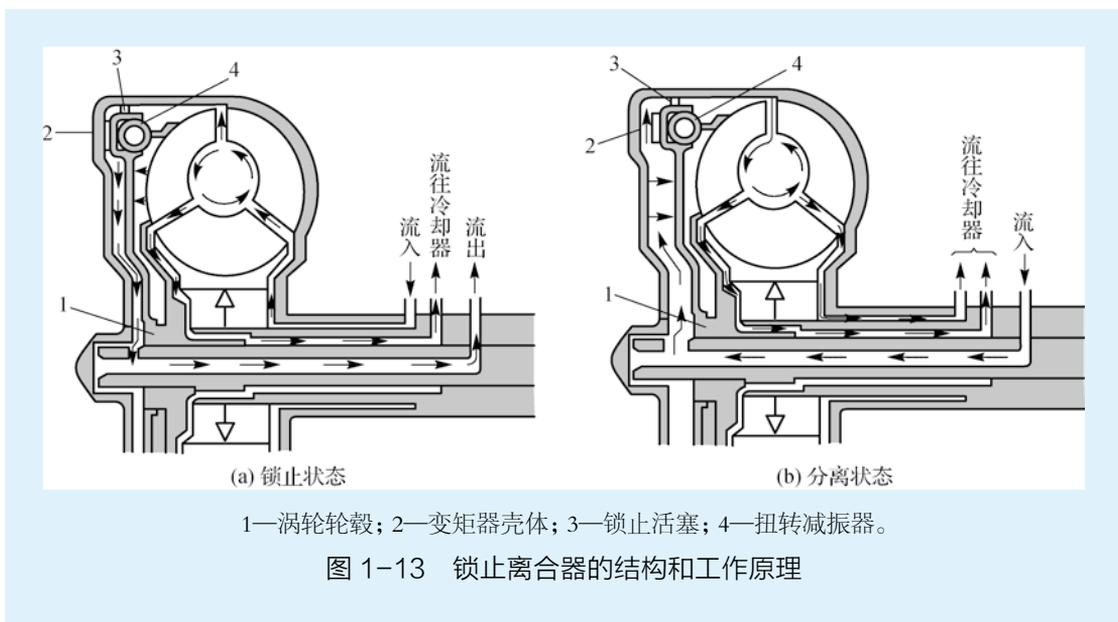
锁止离合器（torque converter clutch, TCC）可以将泵轮和涡轮直接连接起来，即将发动机与机械变速器直接连接起来，这样可以减少液力变矩器在高速比时的能量损耗，提高传动效率，提高汽车在正常行驶时的燃油经济性，并防止 ATF 过热。

锁止离合器的结构和工作原理如图 1-13 所示。锁止离合器接合时，进入液力变矩器中的 ATF 按图 1-13 (a) 所示的方向流动，使锁止活塞向前移动，压紧在液力变矩器壳体上，通过摩擦力矩使两者一起转动。此时发动机的动力经液力变矩器壳体、锁止活塞、扭转减振器、涡轮轮毂传给后面的机械变速器，相当于将泵轮和涡轮刚性连在一起，传动效率为 100%。当车辆起步、低速或在坏路面上行驶时，应将锁止离合器分离，使液力变矩器具有变矩作用，此时 ATF 按图 1-13 (b) 所示的方向流动，将锁止活塞与液力变矩器壳体分离，解除液力变矩器壳体与涡轮的直接连接。



1—内座圈；2—滚柱和弹簧；3—外座圈；
4—导轮；5—导轮套管。

图 1-12 液力变矩器的单向离合器结构



(a) 锁止状态

(b) 分离状态

1—涡轮轮毂；2—变矩器壳体；3—锁止活塞；4—扭转减振器。

图 1-13 锁止离合器的结构和工作原理

任务实施

一、任务准备

- (1) 拆装及检修前车辆可靠驻停。
- (2) 正确选用拆装与检修工具。
- (3) 相关车型维修手册。
- (4) 发动机技术状况良好。
- (5) 仪器操作手册。



视频
自动变速器离
合器

(6) 注意环保及操作安全。

二、实施步骤

1. 单向离合器的检修

单向离合器损坏失效后，如果在锁止方向上出现打滑，则液力变矩器失去转矩放大的功用，并将出现以下故障现象：车辆加速起步无力，不踩加速踏板车辆不行驶，但车辆行驶起来之后换挡正常，发动机功率正常，如果做失速试验会发现失速转速比正常值低 400 ~ 800 r/min。如果单向离合器卡住，在汽车进入耦合工作区（涡轮转速接近泵轮转速）中高速行驶时，由于导轮卡住不转，从涡轮流出的涡流在导轮上受阻，因此使汽车在高速

行驶时的动力性能变差。如果单向离合器在非锁止方向上出现半卡滞故障，则不仅影响发动机动力输出，而且会因半卡滞摩擦生热，使液力变矩器油的油温升高。

单向离合器的检查如图 1-14 所示，使用专用工具插入油泵驱动毂和单向离合器外座圈的槽口中。然后用手指压住单向离合器的内座圈并转动它，检查是否为顺时针转动平稳而逆时针方向锁止。如果单向离合器损坏，则需要更换液力变矩器总成。

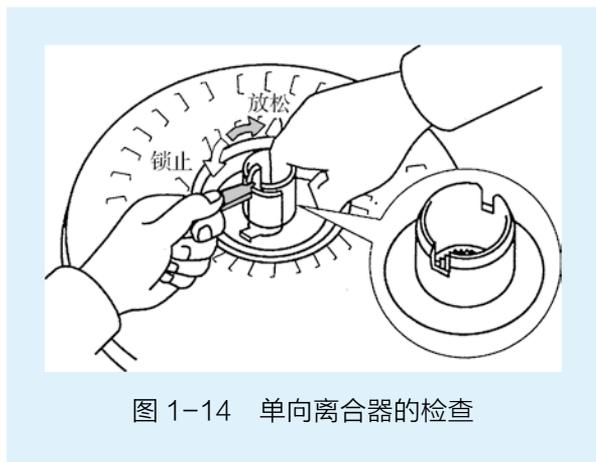


图 1-14 单向离合器的检查

2. 锁止离合器的检修

锁止离合器的常见故障有不锁止和常锁止。

不锁止的现象是车辆的油耗高、发动机高速运转而车速不够快。具体检查时要相应检查电路部分、阀体部分以及锁止离合器本身。

常锁止的现象是发动机怠速正常，但变速杆置于动力挡（R 位、D 位、2 位、L 位）后发动机熄火。

锁止离合器的检查需要将液力变矩器切开后才能进行，但这只能由专业的自动变速器维修站检查。

3. 液力变矩器的检查

1) 检查液力变矩器的外部

目视检查液力变矩器的外部有无损坏和裂纹，油泵驱动毂外径有无磨损、缺口有无损伤。如果有异常，应更换液力变矩器。

2) 液力变矩器的清洗

当自动变速器出现过热现象或 ATF 被污染后，应清洗液力变矩器。清洗液力变矩器

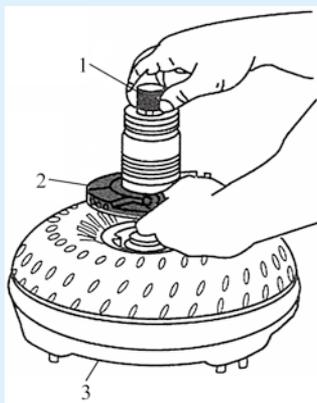
可以采用专用的冲洗机进行，也可以手工清洗，方法是加入干净的 ATF，用力摇晃液力变矩器，然后排净油液，如此反复，直到排出的油液是干净的为止。

3) 液力变矩器内部干涉的检查

液力变矩器内部干涉主要是指导轮和涡轮、导轮和泵轮之间的干涉。如果有干涉，液力变矩器运转时会有噪声。

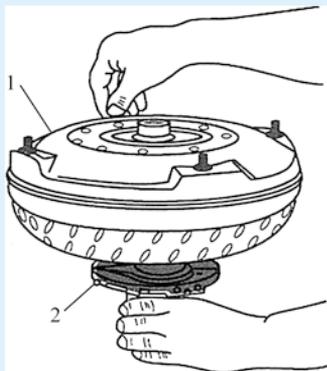
导轮和涡轮之间的干涉检查如图 1-15 所示。将液力变矩器与飞轮连接的一侧朝下放在台架上，然后装入油泵总成，确保液力变矩器油泵驱动毂与油泵主动部分接合好。把变速器输入轴（涡轮轴）插入涡轮轮毂中，使油泵和液力变矩器保持不动，然后沿顺时针、逆时针方向反复转动变速器输入轴，如果转动不顺畅或有噪声，则应更换液力变矩器。

导轮和泵轮之间的干涉检查如图 1-16 所示，将油泵放在台架上，并将液力变矩器安装在油泵上，旋转液力变矩器使液力变矩器的油泵驱动毂与油泵主动部分接合好，然后固定住油泵并沿逆时针方向转动液力变矩器，如果转动不顺畅或有噪声，则应更换液力变矩器。



1—涡轮轴；2—油泵总成；3—液力变矩器总成。

图 1-15 导轮和涡轮之间的干涉检查



1—液力变矩器总成；2—油泵总成。

图 1-16 导轮和泵轮之间的干涉检查

4) 液力变矩器轴套径向跳动检查

在液力变矩器所在位置做个标记，将其暂时装到飞轮上，用百分表检查液力变矩器轴套的径向跳动误差，如图 1-17 所示。如果径向跳动超过 0.30 mm，则应重新调整液力变矩器的安装方位；如果径向跳动过大，而仍然得不到修正，则应更换液力变矩器。

4. 液力变矩器的安装

把液力变矩器安装到变速器上时，要使油泵驱动毂的缺口完全落入油泵主动齿轮的凸块内，并测量自动变速器壳体前端面与液力变矩器前端面的距离，如图 1-18 所示。如果该距离小于标准值，将自动变速器装到车辆上后会压坏油泵齿轮。

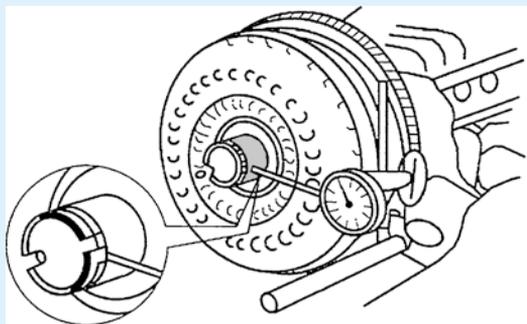


图 1-17 液力变矩器轴套的径向跳动检查

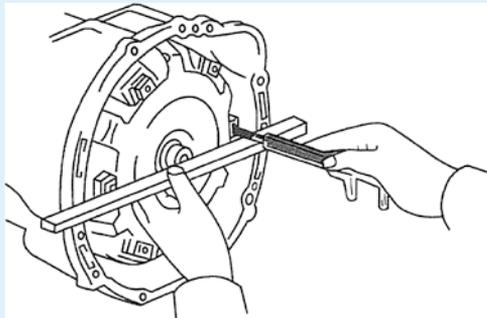


图 1-18 安装液力变矩器

5. 液力变矩器噪声诊断

如液力变矩器有噪声，当轻踩制动踏板后噪声立刻消失，放松制动踏板后噪声又出现，反复测试现象依旧，则可判定锁止离合器有故障。

可能的原因有：液力变矩器泄油，锁止压力不足，由打滑引起噪声；锁止离合器锁止压盘与液力变矩器壳体因变形接触不良造成打滑；液力变矩器壳体端面摆动或失去动平衡造成旋转时共振引起噪声。检查液力变矩器壳体是否偏摆时，可先将变速器拆下，然后将百分表架固定在发动机上，而表针指在液力变矩器壳体外的端面上，转动液力变矩器壳体一周，观察百分表的摆动量，摆动量若大于 0.20 mm ，应更换新的液力变矩器总成。

用电控锁止电磁阀控制锁止离合器的液力变矩器，锁止电磁阀回位弹簧因使用时间过长而疲劳时，也会因锁止油压不良而产生噪声。

6. 液力变矩器检修注意事项

因变速器离合器或制动器片磨损而需要更换或检修变速器时，应特别注意液力变矩器内是否残留杂质。若不清洗干净，总装后杂质从液力变矩器内流出，有可能堵塞滤网，造成变速器再次损坏。因此，应注意对旧液力变矩器的清洗。为清洗彻底，应在对称方向上钻两个直径为 8 mm 的孔，用清洗剂彻底冲出内部杂质，然后用两块铁皮焊封，但应注意保持液力变矩器的动平衡，尽量不要破坏原有的动平衡。

拆卸液力变矩器时，最好打上装配位置的标记，以使装复时按原位装回，不影响动平衡。

更换新的液力变矩器时，一定要注意其型号应相同。

将变速器总成和液力变矩器组合时，要注意油泵驱动轴与油泵主动轮之间的配合键槽应对齐、插靠，否则在紧固固定螺钉时，必将造成液力变矩器或油泵的损坏。

视频
变矩器 1视频
变矩器 2

三、任务实施及评价

任务实施：客户所驾驶的自动挡轿车低速时加速性很差，但高于某一车速（如 50 km/h）后一切正常。维修人员需要对液力变矩器进行检修，并向客户解释故障产生的原因。

任务评价表

姓名			日期		
测评内容	液力变矩器的检修				
考评标准	内容	分值 / 分	自评	互评	师评
	单向离合器的检修	30			
	液力变矩器的检查	20			
	液力变矩器的安装	20			
	液力变矩器噪声诊断	30			
合计		100			
最终得分（自评 30%+ 互评 30%+ 师评 40%）					

说明：测评满分为 100 分，60 ~ 74 分为及格，75 ~ 84 分为良好，85 分及以上为优秀。60 分以下的学生，需要重新进行知识学习、任务训练，直到任务完成度达到合格为止。

思考与练习

1. 液力变矩器的具体功用有哪些？
2. 典型的液力变矩器由哪些元件组成？它是如何实现转矩放大的？
3. 什么是液力变矩器的耦合工作特性和失速特性？
4. 锁止离合器的功用是什么？它是如何工作的？

任务三

变速器的检修

一、齿轮变速机构

液力变矩器可以在一定范围内自动无级地改变转矩和传动比，以适应行驶阻力的变

化,但变矩比小,不能完全满足汽车使用的要求,必须与齿轮变速器组合使用,扩大传动比的变化范围,才能满足汽车行驶的要求。自动变速器的齿轮变速机构主要有行星齿轮变速机构和平行轴齿轮变速机构。目前,绝大多数自动变速器采用行星齿轮变速机构与液力变矩器配合使用。行星齿轮变速机构由行星齿轮机构和执行机构组成,执行机构根据自动变速器控制系统的命令接合或分离、制动或放松行星齿轮机构的某个元件,通过改变动力传递路线获得不同的传动比。

1. 单排单级行星齿轮机构

如图 1-19 所示,单排单级行星齿轮机构主要由一个太阳轮(或称为中心轮)、一个带有若干个行星齿轮的行星架和一个齿圈组成。

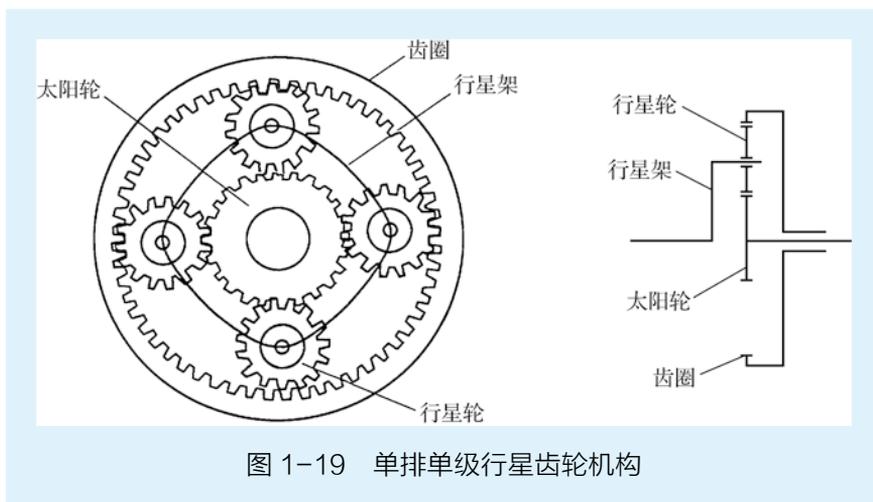


图 1-19 单排单级行星齿轮机构

齿圈又称为齿环,制有内齿,其余齿轮均为外齿轮。太阳轮位于机构的中心,行星轮与其外啮合,并与齿圈内啮合。通常行星轮有 3~6 个,通过滚针轴承安装在行星齿轮轴上,行星齿轮轴对称、均匀地安装在行星架上。行星齿轮机构工作时,行星轮除绕自身轴线自转外,同时还绕着太阳轮公转;行星轮绕太阳轮公转,行星架也绕太阳轮旋转。因为太阳轮与行星轮是外啮合,所以两者的旋转方向是相反的;而行星轮与齿圈是内啮合,两者的旋转方向是相同的。

根据能量守恒定律,由作用在单排单级行星齿轮机构各元件上的力矩和结构参数可以得出表示单排单级行星齿轮机构运动规律的特性方程式,即

$$n_1 + \alpha n_2 - (1 + \alpha) n_3 = 0$$

式中, n_1 为太阳轮转速; n_2 为齿圈转速; n_3 为行星架转速; α 为齿圈齿数 z_2 与太阳轮齿数 z_1 之比,即 $\alpha = z_2/z_1$,且 $\alpha > 1$ 。

由于上述方程有三个变量,如果将太阳轮、齿圈和行星架中某个元件作为主动(输入)部分,将另一个元件作为从动(输出)部分,则由于第三个元件不受任何约束和限

制，导致从动部分的运动是不确定的。因此，为了得到确定的运动，必须对太阳轮、齿圈和行星架三者中的某个元件的运动进行约束和限制。

如图 1-20 所示，通过对不同的元件进行约束和限制，可以得到不同的动力传递方式。

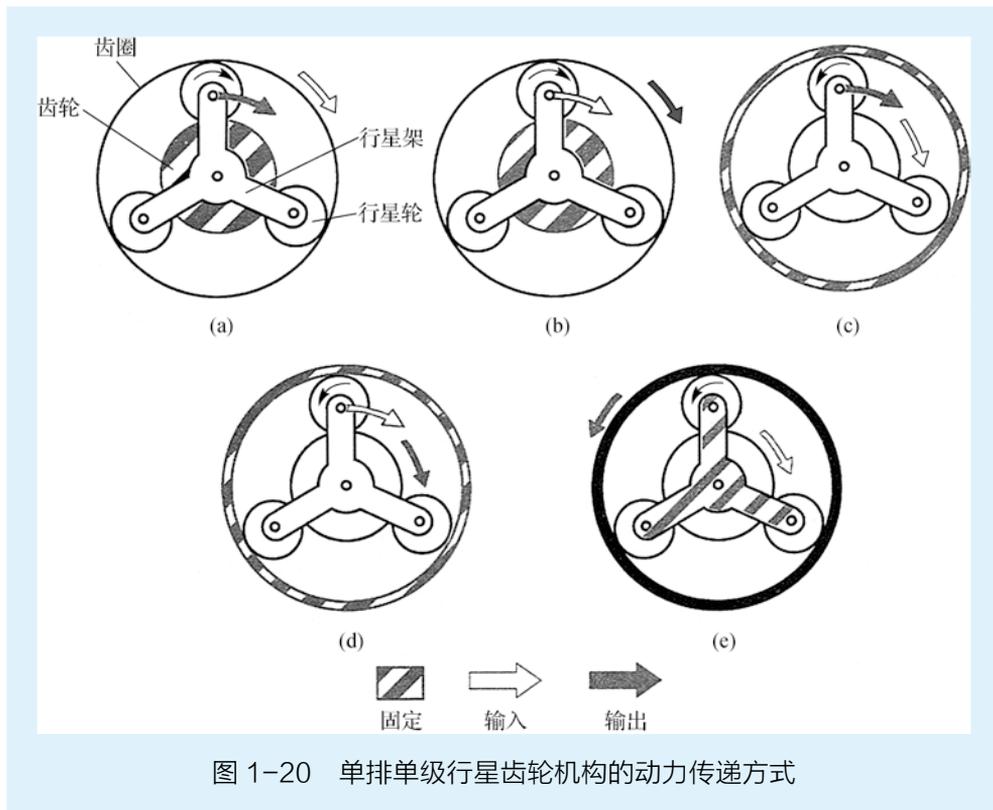


图 1-20 单排单级行星齿轮机构的动力传递方式

(1) 齿圈为主动件（输入），行星架为从动件（输出），太阳轮固定，如图 1-20 (a) 所示。此时， $n_1=0$ ，则传动比 i_{23} 为

$$i_{23}=n_2/n_3=1+1/\alpha>1$$

由于传动比大于 1，说明为减速传动，可以作为降速挡。

(2) 行星架为主动件（输入），齿圈为从动件（输出），太阳轮固定，如图 1-20 (b) 所示。此时， $n_1=0$ ，则传动比 i_{32} 为

$$i_{32}=n_3/n_2=\alpha/(1+\alpha)<1$$

由于传动比小于 1，说明为增速传动，可以作为超速挡。

(3) 太阳轮为主动件（输入），行星架为从动件（输出），齿圈固定，如图 1-20 (c) 所示。此时， $n_2=0$ ，则传动比 i_{13} 为

$$i_{13}=n_1/n_3=1+\alpha>1$$

由于传动比大于 1，说明为减速传动，可以作为降速挡。

对比(1)、(3)两种情况的传动比,由于 $i_{13} > i_{23}$,虽然都为降速挡,但 i_{13} 是降速挡中的低挡,而 i_{23} 为降速挡中的高挡。

(4)行星架为主动件(输入),太阳轮为从动件(输出),齿圈固定,如图1-20(d)所示。此时, $n_2=0$,则传动比 i_{31} 为

$$i_{31} = n_3/n_1 = 1/(1+\alpha) < 1$$

由于传动比小于1,说明为增速传动,可以作为超速挡。

(5)太阳轮为主动件(输入),齿圈为从动件(输出),行星架固定,如图1-20(e)所示。此时, $n_3=0$,则传动比 i_{12} 为

$$i_{12} = n_1/n_2 = -\alpha$$

由于传动比为负值,说明主、从动件的旋转方向相反;由于 $|i_{12}| > 1$,说明为增速传动,可以作为倒挡。

(6)如果 $n_1=n_2$,则可以得到 $n_3=n_1=n_2$ 。同理, $n_1=n_3$ 或 $n_2=n_3$ 时,均可以得到 $n_1=n_2=n_3$ 的结论。因此,若使太阳轮、齿圈和行星架三个元件中的任何两个元件连为

一体转动,则另一个元件必然与前两者等速同向转动。即行星齿轮机构中所有元件(包含行星轮)之间均无相对运动,传动比 $i=1$ 。这种传动方式用于变速器的直接挡传动。

(7)如果太阳轮、齿圈和行星架三个元件没有任何约束,则各元件的运动是不确定的,此时为空挡。

自动变速器中的行星齿轮变速器一般采用2~3排行星齿轮机构传动,其各挡传动比就是根据上述单排行星齿轮机构的传动特点进行合理组合得到的。

2. 单排双级行星齿轮机构

单排双级行星齿轮机构如图1-21所示。设太阳轮、齿圈和行星架的转速分别为 n_1 、 n_2 和 n_3 ,齿数分别为 z_1 、 z_2 和 z_3 ,齿圈与太阳轮的齿数比为 α ,则其运动规律为

$$n_1 - \alpha n_2 + (\alpha - 1)n_3 = 0$$

单排双级行星齿轮机构的运动分析与单排单级行星齿轮机构相同。

二、换挡执行元件

行星齿轮变速器的换挡执行元件包括离合器、制动器和单向离合器。离合器和制动器以液压方式控制行星齿轮机构元件的旋转,单向离合器以机械方式对行星齿轮机构的

