

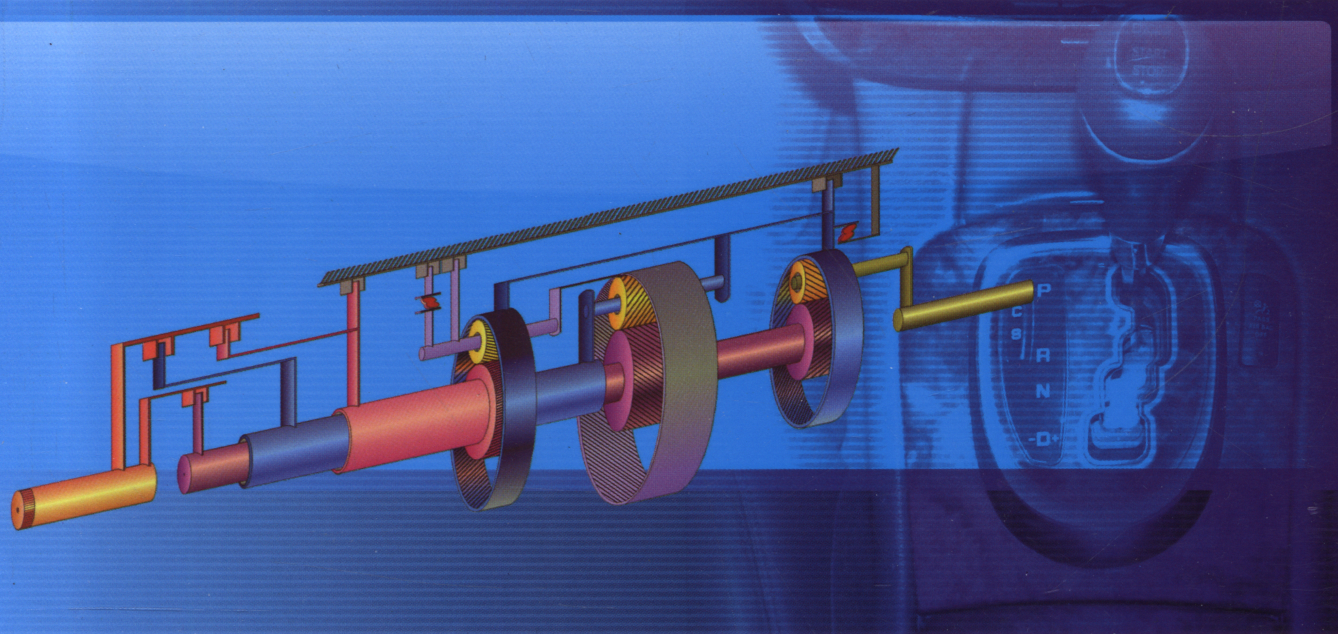
汽车维修与服务高技能人才培养丛书

QICHE WEXIU YU FUWU GAOJINENG RENCAI PEIYANG CONGSHU

汽车自动变速器

原理与检修

徐家顺 郑志中 主编



AUTO TRANSMISSION

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



汽车维修与服务高技能人才培养丛书

汽车自动变速器原理与检修

徐家顺 郑志中 主编



机械工业出版社

本书涉及到目前轿车搭载的绝大多数型式自动变速器,内容包括自动变速器基础,辛普森式、辛普森改进型、平行轴式、拉维娜式、复合式、CVT式和DSG式自动变速器的原理,以及油路、电路检测与故障判断等。本书特色是采用项目式一体化先进职业教育模式,有清晰具体的拆装检修操作步骤、操作说明和对应图示,突出解决动手能力不足问题。

本书是中高职汽车专业高技能人才培养的特色教材,也可作为汽修技师培训教材及供汽修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车自动变速器原理与检修/徐家顺,郑志中主编. —北京:机械工业出版社,2012.1(2016.8重印)

(汽车维修与服务高技能人才培养丛书)

ISBN 978-7-111-36984-4

I. ①汽… II. ①徐…②郑… III. ①汽车-自动变速装置-理论-教材②汽车-自动变速装置-车辆修理-教材 IV. ①U463.212
②U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第280120号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:齐福江

版式设计:常天培 责任校对:陈延翔

封面设计:路恩中 责任印制:杨曦

三河市国英印刷有限公司印刷

2016年8月第1版第4次印刷

184mm×260mm·17.5印张·4插页·434千字

6501—7700册

标准书号:ISBN 978-7-111-36984-4

定价:39.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国的汽车保有量急剧增加，装备自动变速器的车型也越来越多，自动变速器的类型在增加，如 CVT、DSG 等，档位数已经增加到 7、8 档，这对汽车维修业提出了更高要求。为了培养更多能够适应新型汽车维修的人员，结合多年维修、教学培训经验，以及对国外先进职业教育模式的探讨与实践，特编写本教材，以期全面推广一体化教学。

本书特点：

1. 自动变速器类型新、全，包括辛普森式、辛普森改进型、平行轴式、拉维娜式、复合式和 CVT、DSG 式自动变速器。

2. 以职业工作任务为目标，采用项目式一体化先进职业教育模式，有清晰具体的拆装检修操作步骤、操作说明和对应图示，突出解决动手能力不足问题。

针对具体车型将汽车自动变速器的理论与操作有机结合，特别是将多年工厂维修实际和教学过程中的重点、难点拍成实物照片，详细展示其结构、工作原理、拆装检修及故障排除步骤，图文并茂、可操作性强；结合实际维修案例，强调职业导向与动手能力培养，在学中做、做中学。

本书是中高职汽车专业高技能人才培养的特色教材，也可作为汽修技师培训教材及供汽修人员学习参考。

本书由广州市白云工商技师学院徐家顺、郑志中主编，参编人员有朱德乾、周麟、黎柱鸿、袁灿权、江毅、冯开齐、李孔棣、陈淑纪、杨英、杨青云等，还有很多同志对本书编写提供方便和大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，难免有遗漏、错误和不妥之处，还望读者批评指正！

编 者

目 录

前言

项目一 汽车自动变速器基础…………… 1

任务一 汽车自动变速器组成…………… 1

任务二 辛普森式行星齿轮机构传动
基础…………… 10

任务三 液压控制基础及液力变矩器
检修…………… 13

任务四 离合器、制动器、单向离合器
检修…………… 22

综合练习一…………… 27

综合练习二…………… 28

项目二 辛普森式自动变速器检修…………… 29

任务一 丰田 A341E 自动变速器
概述与档位分析…………… 29

任务二 A341E 自动变速器的组装
要点…………… 36

综合练习…………… 58

项目三 辛普森改进型自动变速器 检修…………… 59

任务一 通用 4T65E 自动变速器结构
与检修…………… 59

任务二 神龙富康 A14 自动变速器
的传动路线…………… 77

任务三 日产 RE4F02A 自动变
速器…………… 82

综合练习…………… 84

项目四 拉维娜式自动变速器检修…………… 85

任务一 01N 自动变速器结构及
检修…………… 85

任务二 大众 097、01F、01K、01V

自动变速器传动…………… 112

综合练习…………… 118

项目五 平行轴式自动变速器检修…………… 119

任务 本田雅阁自动变速器的
检修…………… 119

综合练习…………… 147

项目六 复合式自动变速器检修…………… 148

任务一 丰田 A761E 自动变速器的
传动路线与检修…………… 148

任务二 本田 CVT、大众 CVT、DSG
自动变速器…………… 164

综合练习…………… 178

项目七 自动变速器电液控制系统 检修…………… 180

任务一 A341E 油泵及阀体检修…………… 180

任务二 丰田 A341E、大众 01M/01N
各档油路分析…………… 199

项目八 自动变速器维护检测与故障 判断…………… 224

任务一 自动变速器基本检查、调整
与试验…………… 224

任务二 自动变速器电气系统
检修…………… 236

任务三 自动变速器定期维护、检测
与故障诊断…………… 259

综合练习…………… 275

参考文献…………… 276

1

项目一 汽车自动变速器基础

学习目标

- ☆ 自动变速器实物的认识
- ☆ 能够分辨自动变速器的分类
- ☆ 能够理解自动变速器的优点
- ☆ 能够正确使用变速杆

案例链接

装有自动变速器的汽车，在车辆未停稳时从D位换入R位，只听到一声异响，汽车无法行驶。经过检测，原来是在车未停稳时，汽车换入R位，造成齿轮机构卡滞，变速器损坏。

任务一 汽车自动变速器组成

一、自动变速器的基本组成

自动变速器的厂牌型号很多，外部形状和内部结构也有所不同，但它们的组成基本相同，都是由液力变矩器和齿轮式变速机构组合起来的。前驱动自动变速器结构如图1-1-1所示。自动变速器与发动机的连接如图1-1-2所示。常见的组成有液力变矩器、行星齿轮机构、离合器、制动器、油泵、滤清器、控制阀体、转速传感器等。按照这些部件的功能，可将它们分成液力变矩器、变速齿轮机构、供油系统、自动换档控制系统和换档操纵机构等五大部分。

1. 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，安装在发动机的挠性板上，其作用与采用手动变速器的汽车中的离合器相似。液力变矩器实物剖视图与组成如图1-1-3所示。液体流动过程中动能的变化将发动机的动力传递给自动变速器的输入轴，并能根据汽车行驶阻力的变化，在一定范围内自动地、无级地改变传动比和转矩比，具有一定的减速增矩功能。

2. 变速齿轮机构

自动变速器中的变速齿轮机构所采用的型式有普通齿轮式和行星齿轮式两种。采用普通

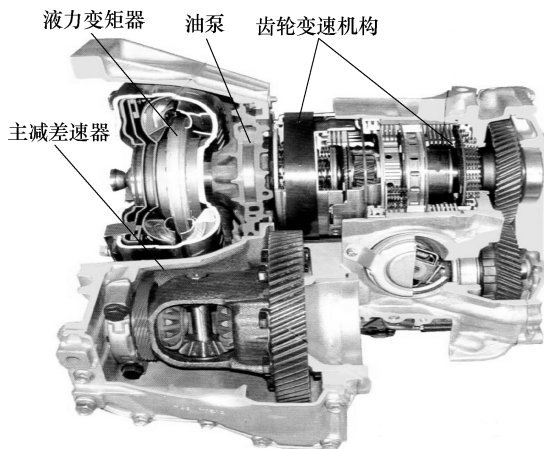


图 1-1-1 前驱动自动变速器结构

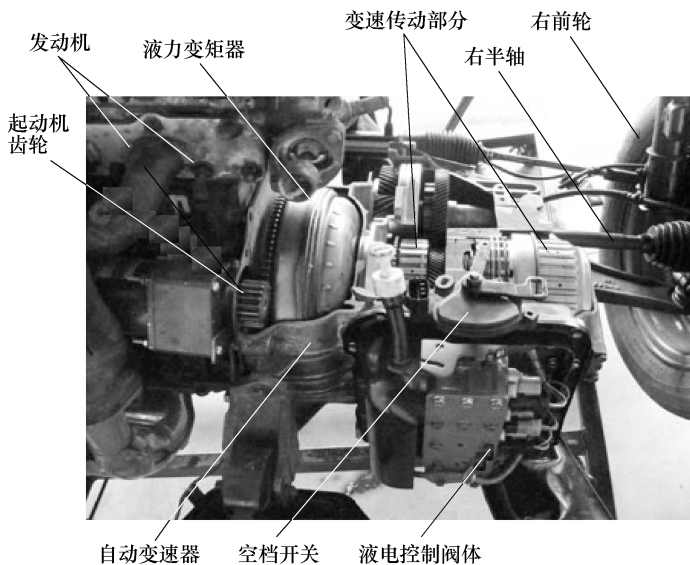


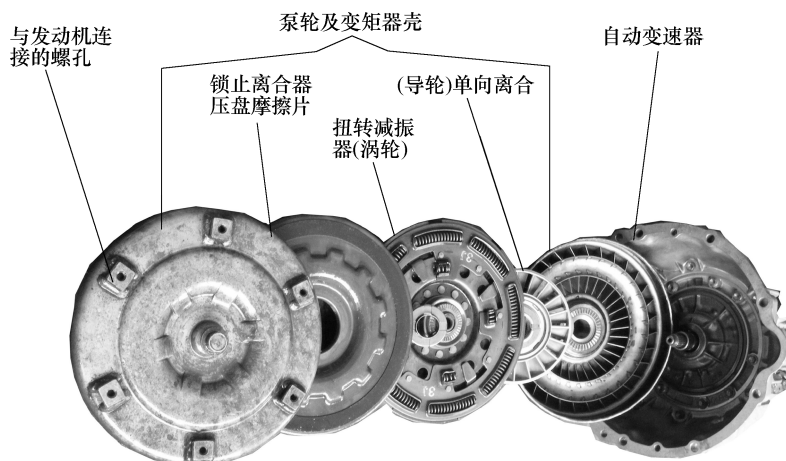
图 1-1-2 自动变速器与发动机连接

齿轮式的变速器由于尺寸较大，最大传动比较小，只有少数车型采用。目前，绝大多数轿车自动变速器中的齿轮变速器采用的是行星齿轮式。

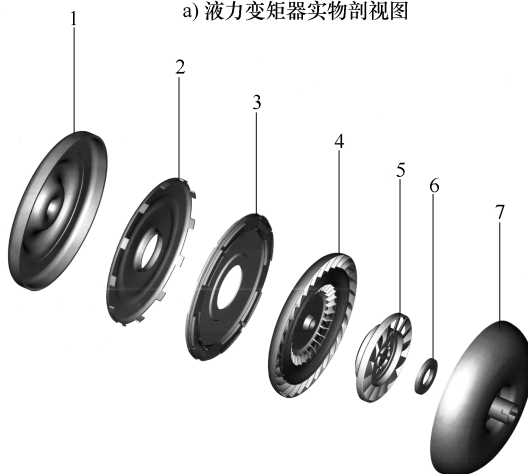
行星齿轮式变速机构主要包括行星齿轮机构和换档执行机构两部分。

(1) 行星齿轮机构 行星齿轮机构是自动变速器的重要组成部分之一，主要由太阳轮（也称中心轮）、内齿圈、行星架和行星齿轮等元件组成。行星齿轮机构是实现变速的机构，速比的改变是通过以不同的元件作主动件和限制不同元件的运动而实现的。在速比改变的过程中，整个行星齿轮组还存在运动，动力传递没有中断，因而实现了动力换档。

(2) 换档执行机构 换档执行机构主要是用来改变行星齿轮中的主动元件或限制某个



a) 液力变矩器实物剖视图



b) 液力变矩器的组成

图 1-1-3 液力变矩器实物剖视图与组成

1—前盖 2—锁止离合器片 3—减振器 4—涡轮 5—导轮 6—推力轴承 7—泵轮

元件的运动，改变动力传递的方向和速比。它主要由多片式离合器、制动器和单向超越离合器等组成。

3. 供油系统

自动变速器的供油系统主要由油泵、油箱、滤清器、调压阀及管道所组成。

4. 自动换档控制系统

自动换档控制系统能根据发动机的负荷（节气门开度）和汽车的行驶速度，按照设定的换档规律，自动地接通或切断某些换档离合器和制动器的供油油路，使离合器结合或分开，制动器制动或释放，以改变齿轮变速器的传动比，从而实现自动换档。

自动变速器的自动换档控制系统有液压控制和电液（电子）控制两种。

5. 换档操纵机构

自动变速器的换档操纵机构包括手动阀的操纵机构和节气门阀的操纵机构等。驾驶人通过自动变速器的变速杆改变阀板内的手动阀位置，控制系统根据手动阀的位置及节气门开



度、车速、控制开关的状态等因素，利用液压自动控制原理或电子自动控制原理，按照一定的规律控制齿轮变速器中的换档执行机构的工作，实现自动换档。

二、自动变速器的类型

不同车型所装用的自动变速器在型式、结构上往往有很大的差异。自动变速器常见的分类方法和类型如下：

1. 按变速方式分类

汽车自动变速器按变速方式的不同，可分为有级变速器和无级变速器两种。

有级变速器是具有有限几个定值传动比（一般有4~6个前进档和一个倒档）的变速器。无级变速器（CVT）是能使传动比在一定范围内连续变化的变速器。无级变速器目前在汽车上应用较少。

2. 按汽车驱动方式分类

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两种。这两种自动变速器在结构和布置上有很大的不同。

3. 按自动变速器前进档的档位数不同分类

自动变速器按前进档的档位数不同，可分为4个前进档、5个前进档、6个前进档、7个前进档、8个前进档等多种。

4. 按齿轮变速器的类型分类

自动变速器按齿轮变速器的类型不同，可分为普通外啮合齿轮式和行星齿轮式两种。

5. 按变矩器的类型分类

轿车自动变速器基本上都是采用结构简单的三轮两器综合式液力变矩器。这种变矩器都有锁止离合器。

三、自动变速器变速杆位置

自动变速器的换档方式有按钮式、拉杆式和智能开关式三种。驾驶人通过操纵按钮或拉杆、或转向盘两边的智能开关进行档位选择，使车辆前进、停止或倒退。按钮式一般布置在仪表板上；拉杆式即换档手柄，可布置在转向柱上或驾驶室地板上，驾驶人在选择档位时，通过按钮或变速杆，使连杆机构、钢索、电子信号与液压系统控制元件的手控阀连接，为液压系统和电子控制系统提供操纵信号。变速杆一般设有P（停车档）、N（空档）、D（前进档）、R（倒档）、S和L（前进低档）档位和O/D（超速档开关）；有的自动变速器变速杆设有P、R、N、自然力、3、2、1档。其中自然力档为超速档开关，3、2、1档为低速档，自动变速器变速杆的位置与自动变速器本身所处的档位是不同的。变速杆只能改变自动变速器阀体总成中手动阀的位置，而自动变速器本身的档位则由换档执行机构的动作决定。换档执行机构又由电子控制单元ECU根据车速、节气门开度等信号进行控制工作（智能开关有P、R、N、D、等位置）。变速杆在不同位置的功能如下：

1. P（停车档）

自动变速器停车档位于变速杆的前方，当变速杆处在P档位置时，自动变速器的停车锁定机构将变速器的输出轴锁住，使驱动轮不能转动，可防止车辆移动，这时换档执行机构使变速器处在空档状态。当变速杆置入其他档位时，停车锁定机构被解除锁定。



2. R (倒档)

以拉杆式为例,自动变速器变速杆在 R 位时,自动变速器处在倒档,这时液压系统倒档油路被接通,驱动轮反转,实现倒档行驶。

3. N (空档)

变速杆处于 N 位时,换档执行机构的动作和停车档相同,自动变速器行星齿轮系统空转,处于空档状态。这时,发动机的动力经输入轴传入自动变速器只能使各齿轮空转,输出轴没有动力输出。

只有使变速杆处在 P 位或 N 位时,汽车才能起动,以保证安全,该功能依靠空档起动开关来实现。

4. D (前进档)

当变速杆处于 D 位时,液压系统根据节气门位置信号和车速信号等自动接通相应的前进档油路,行星齿轮系统在换档执行机构的控制下得到相应的传动比。车辆在行驶过程中,随着阻力的变化,在前进档中自动升降档,实现自动变速。变速杆在该档位置时,可以实现所有前进档不同传动比的档位,即 1、2、3、4 档和 N 个超速档。其中 1 档传动比最大;2 档次之;3 档再次之;4 档为直接档,传动比为 1;超速档传动比小于 1。

5. 2 位

2 位为高速时发动机制动档。自动变速器变速杆处在 2 位时,液压系统只能接通前进档中的 1、2 档油路,自动变速器只能在这两个档位间自动换档,无法引入更高的档位,使汽车获得发动机的制动效果。

6. 1 位

1 位为低速时发动机制动档。变速杆处在 1 档位置时,发动机被锁定在前进档的 1 档,只能在该档位行驶而无法升入高档。这时发动机的制动作用更强。该档一般多用在山区行驶,爬陡坡或下坡时,有效地利用发动机制动作用,稳定车速,以确保行驶安全,避免频繁换档,可提高变速器的使用寿命。

7. S 和 L (前进低档) 位

有些自动变速器换档位置设有 S 和 L 位。变速杆在 S 位时,自动变速器只在 1、2、3 档之间自动变换;当变速杆在 L 位时,自动变速器只能在 1 档或只能在 1、2 档之间变换。

2 位和 1 位又叫作闭锁档,其他一些不同型号的自动变速器标有 3、2、1 位或 S、L 位,也叫做闭锁档。现在又有了手自一体变速杆。

四、自动变速器控制开关的使用

自动变速器除了操纵变速杆,选择不同的档位对它进行控制以外,还可以操纵安装在变速杆上或仪表板上的一些控制开关来对它进行其他控制,不同厂家生产的自动变速器的控制开关名称和作用不完全一样,现介绍常见的几种变速杆和控制开关,见图 1-1-4。

1. OD 超速档开关

OD 英文全称为 Over Drive。OD 超速档开关(图 1-1-5)用来控制自动变速器的超速档,它一般安装在换档手柄或仪表板上。对于具有 4 个前进档的自动变速器,其 4 档通常是传动比小于 1 的超速档。当把 OD 开关打开后,如果变速杆在 D 位,自动变速器随车速的提高而升档时,最高可升到 4 档,即超速档;当 OD 开关处在 OFF 位置时,自动变速器最高只能升

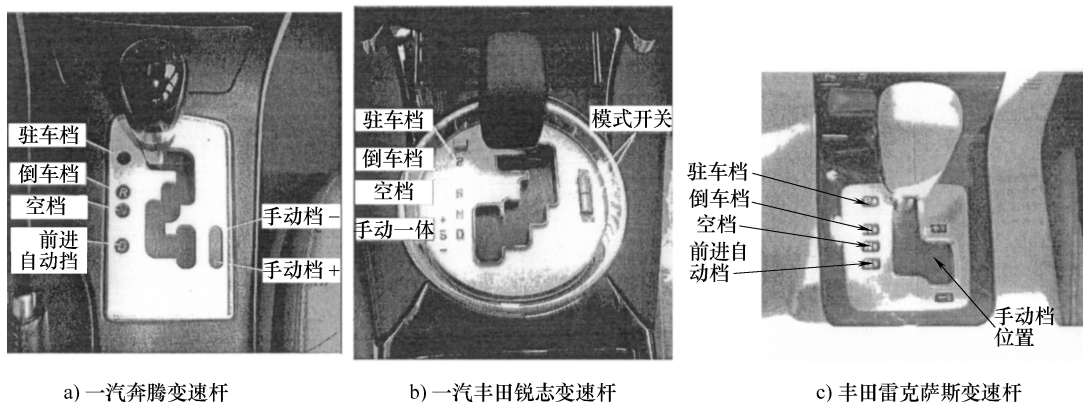


图 1-1-4 自动变速器变速杆和控制开关

到 3 档。OD 开关处在 OFF 位置，表示 OD 开关关闭，超速档控制开关被断开，仪表板上的“OD OFF”指示灯随之亮起，表示已经限制超速档的使用。当变速杆在 D 位置时，自动变速器能否升入 4 档除了与超速控制开关有关外，还与发动机冷却液温度、节气门开度、车速等因素有关。在坡道上行行驶时，应注意根据情况切断 OD 超速档开关。

2. 换档模式选择开关

为了适应不同的行驶道路条件，发挥车辆本身的动力性、经济性，电控自动变速器都装有换档模式选择开关。这些开关安装在变速杆上或地板上。自动变速器换档模式选择开关一般有以下几种。

(1) ECONOMY 经济模式。车辆在城市道路行驶，接通经济模式时，自动变速器的换档规律能使发动机经常在经济转速范围内运转，因此燃油经济性好。在使用经济模式时，若具有相同的节气门开度，升档车速较高，液力变矩器锁定离合器工作范围宽，也可在较低档位上实现直接传动。由于液力变矩器锁定离合器的接合，使液力变矩器的涡轮和泵轮接合起来直接传动，减少了液力损失，提高了传动效率，发动机的燃油经济性也得到了提高。

(2) POWER 动力模式。当车辆在上坡时或在山路上行驶时或希望发动机在高转速下工作时，可选择动力模式。这时，根据自动变速器的换档规律，能使发动机在车辆运行过程中经常在大功率范围运转，可大大发挥它的动力性和爬坡能力。汽车在动力模式下行驶，它的加速能力很强。

(3) NORMAL 标准模式。标准模式的换档规律介于经济模式和动力模式之间。当选择 NORMAL 标准模式时，可兼顾车辆的动力性和经济性，在保证一定的动力性的同时，又有较好的燃油经济性。图 1-1-6 所示为换档模式选择开关。

(4) MANUAL 手动换档模式。有些车辆的自动变速器换档模式选择开关有 ECONOMY、



图 1-1-5 OD 超速档开关



图 1-1-6 换挡模式选择开关

POWER、MANUAL 或 POWER、COMFORT、AUTO。其中 MANUAL 开关为手动换挡模式开关，当它接通时，自动变速器不再自动换挡。当汽车起步时，驾驶人应先把变速杆放在 L 位，根据车速高低换入 2 位，最后手动换入 D 位。由于使用手动换挡模式，自动变速器不能自动换挡，在低档位要防止节气门过大，引起发动机转速过高而使发动机过热。

COMFORT 为舒适换挡模式开关。当使用 COMFORT 模式时，可以使发动机获得较好的燃油经济性，这个模式开关相当于 ECONOMY 经济模式。

AUTO 为自动模式开关，自动模式是介于 COMFORT 舒适模式和 POWER 动力模式之间的一种方式。一般情况下，自动变速器换挡模式采用 COMFORT 舒适模式，控制装置以 COMFORT 舒适模式控制换挡，但当节气门迅速打开时，换挡模式会自动切换到 POWER 动力模式，以适应突然加大节气门对动力的需要。

3. CC 巡航控制开关

CC 英文全称为 Cruise Control。CC 巡航控制开关安装在转向柱上或仪表板上。在车辆行驶过程中，当加速到规定车速以上时接通此开关，汽车会以稳定车速持续行驶，使驾驶操作方便、节省燃油。但当再次按下巡航控制开关或踩制动等操作时取消巡航控制，可使巡航控制自动解除。

4. HOLD 保持开关

HOLD 保持开关安装在变速杆锁定按钮的下方。HOLD 保持开关实际上是一个定档行驶控制开关，自动变速器变速杆标注有 P、R、N、D、S、L、OD 档位或 P、R、N、OD、3、2、1 档位。当使 HOLD 断开时，各档位执行自动变速器的作用。当使 HOLD 开关接通时，D 档位高速时自动变速器固定在 3 档行驶；低速时固定在 3 档行驶，S 档位时固定在 2 档。L 档位固定在 1 档，当车辆在冰雪路面行驶、起步或在山区行驶就很便利。例如，D 档位 4 档下坡时，如果需要发动机制动，可接通 HOLD 保持开关，则变速器由 4 档自动降到 3 档；如果再把换挡手柄从 D 档位换至 S 档位，可使自动变速器在 2 档行驶，可得到强有力的发动机制动效果。当车速降到预定车速后，解除 HOLD 保持开关，汽车又能换至 3 档正常行驶。



5. S4 控制开关

在许多运动型跑车上都设有 S 档位。自动变速器在 S 档位工作时加速性能比 D 档位还好，但它只能使自动变速器在 1 至 3 档之间自动变换。设置 S4 控制开关的自动变速器，当它接通时，汽车在 S 档位行驶时就能自动换到 4 档。S4 控制开关只在 S 档位起作用，在其他位置时均自动解除 S4 控制。当采用 S4 控制时，相当于其他车型的动力换档模式。

6. 强制降档开关

对电子节气门发动机，强制降档开关与节气门拉索一体，位于加速踏板位置传感器内。若驾驶人触发此开关，自动变速器会降低一个档位，以增加汽车的加速性能。

五、自动变速器的正确使用

1. 起动

装有自动变速器的轿车在起动发动时，应拉紧驻车制动器或踩下制动踏板，把变速杆置于 P 位或 N 位，再把点火开关转至起动位置，才能使起动机运转。变速杆如果置于 P 位或 N 位以外其他任何位置把点火开关转至起动位置，起动机不会运转。

2. 起步

发动机起动后应进行预热，使温度达到预热温度再挂档起步。起步时应先踩下制动踏板，然后再挂档，松开驻车制动，抬起制动踏板，汽车会缓慢起步，起步后再缓慢加油。

3. 临时停车

汽车在交叉路口等交通信号或因堵车需要临时停车时，停车时间不长，可将变速杆保持在 D 位，用脚制动停车；需要起步时，只要松开制动踏板，车就前进。如果停车时间稍长，也可不动变速杆，让它保持在 D 位，同时用脚制动和驻车制动，避免松开脚制动时车向前闯。如果停车时间较长，应把变速杆置于 N 位，并拉紧驻车制动停车，避免自动变速器油温升高。

4. 倒车

在汽车停稳后，按下变速杆上的锁定按钮，把变速杆置于 R 位，松开脚制动，车就可倒退。在平坦路面倒车时，不踩加速踏板，发动机怠速就可倒车。

六、自动变速器型号的含义

自动变速器型号代表的主要内容如下。

1. 变速器的性质

字母“A”表示自动变速器，字母“M”表示手动变速器。

2. 自动变速器的生产厂家

例如，德国 ZF 公司生产的自动变速器，其型号前面大多为“ZF”字样。

3. 驱动方式

一般用字母“F”表示前驱动，用字母“R”表示后驱动。

4. 前进变速档位数

表示自动变速器前进档位个数，用数字表示。

5. 控制类型

主要说明变速器是电控或是电液控制，电控一般用字母“E”表示，电液控制用“EH”



表示。

6. 改进序号

自动变速器在原变速器基础上改进的顺序号。

7. 额定驱动转矩

在宝马、通用、丰田、奔驰、大众等公司的自动变速器型号中有此参数。

下面将几个主要公司的自动变速器具体型号含义举例说明。

(1) 宝马 ZF5HP19—EH。德国 ZF 公司生产，前进档位数为 5，控制类型“H”代表液压控制，齿轮类型“P”代表行星齿轮，额定转矩 $19\text{N}\cdot\text{m}$ ，末尾的“EH”表示电液控制类型。

(2) 通用公司自动变速器型号。该公司自动变速器的型号主要有 4T60E、4L60E 等。第一位阿拉伯数字表示前进档的个数，“4”表示有 4 个前进档。第二位字母表示驱动方式，“T”表示自动变速器横置（横向的）；“L”表示后置后驱动。第三、四位数字表示自动变速器的额定驱动转矩。第五位字母表示控制类型，“E”表示电子控制。

(3) 丰田公司自动变速器型号。丰田自动变速器大部分为日本爱信公司（AISIN）生产的，型号分为 A 系列和 U 系列。

A 系列如 A340E、A340H、A341E、A340F、A341F、A140E、A141E、A240E、A241E、A540E、A540H 等：左起第一个字母“A”表示自动变速器，左起第一位阿拉伯数字 1、2、5 为前驱，3、4、6、7、9 为后驱。左起第二位阿拉伯数字代表该自动变速器前进档的个数。左起第三位阿拉伯数字代表生产序号。

还需说明的是，上述各型自动变速器中，A340H、A340F、A540H 型自动变速器后面均省略了“E”。丰田公司近年来升级版本的自动变速器型号有 A750E、A760、761E 和 AA80E 等。U 系列有 U151、U241、U250、U540、U660 等型号。

(4) 德国奔驰公司自动变速器型号为 722.4，（4 个前进档）、722.5、722.6（5 个前进档）、722.7（5 档平行轴式）、722.9（7 个前进档 2 个倒档）等。

(5) 德国大众公司自动变速器型号分为两大系列即 09 系列和 01 系列。

09 系列有 096、097、098、099、09G、09E、09L、09D 等。

01 系列有 01M、01N、001、01V（是大众服务号，实为 ZF 公司生产的 ZF-5HP-19）、01J（无级变速器系列）。

(6) 德国宝马车自动变速器型号有 5HP—18、5HP—19、5HP—22/24、5HP—30、6HP—19、6HP—26、A4S310R（GM 4L30-E）、A5S360R（GM 5L40-E 和 GM 4LA0-E）等。

七、自动变速器的优点

尽管自动变速器存在结构复杂、价格昂贵、低速行驶时传动效率低及维修难等缺点，但它的优点则远大于它的不足。而且随着科学技术的发展，自动变速器电控系统的技术水平日益提高，在一定程度上弥补了它的不足，使自动变速器的优势更加突出地表现出来。汽车自动变速器具备手动变速器不可替代的优点。

(1) 摆脱了驾驶员操作离合器和频繁的手动换挡，减轻了驾驶员的负担，提高了汽车行驶的安全性。

(2) 由于适时升降档，延长了发动机及传动系统的使用寿命，减少了传动过程的冲击，



既改善了乘坐的舒适性，又可延长传动零部件寿命两倍以上。

(3) 能根据道路状况和发动机的负荷状况，在一定的范围内恰到好处地升降档，从而提高了汽车的动力性和经济性。当汽车在公路上行驶时，装备自动变速器的汽车一般可比手动变速器车型节油 5% ~ 20%。

(4) 汽车起步加速平稳，通过液力变矩器又可吸收和衰减升降档过程中的振抖和冲击，提高了汽车行驶的平稳性。

(5) 通过电脑控制，可与发动机的工况恰当配合，降低排气污染。

(6) 能够适应汽车智能化的需要。



综合练习

一、填空题

1. 装有自动变速器的汽车，上下陡坡时应用_____档。
2. 装有自动变速器的汽车，上下较长缓坡时应用_____档。
3. 在 P、R、N、D、2、L 档位中，可以起动发动机的是_____。

二、问答题

1. 自动变速器有什么优点？
2. 自动变速器由哪些部分组成？
3. 自动变速器的组成部分各起什么作用？
4. 变速杆各位置提供的功能有什么不同？
5. ZF4HP22—EH、A341E 的含义是什么？
6. 自动变速器与手动变速器比较哪一种更有发展前景？
7. 接待客户时，怎样以最快的速度掌握自动变速器的相关信息并与客户交流？

任务二 辛普森式行星齿轮机构传动基础

学习目标

- ☆ 能够分析单排行星齿轮机构的工作原理
- ☆ 能够识别行星齿轮机构中各元件名称
- ☆ 掌握行星齿轮机构 8 种传动方案

应会技能

- ☆ 能够进行行星齿轮机构检修

一、行星齿轮机构变速原理概述

行星齿轮机构是由太阳轮及均布在太阳轮周围的几个行星轮，及与行星轮相啮合的齿圈组成，几个行星轮都同时装在一个公用的行星架上。图 1-2-1 为一个单行星排的结构示意图。

(1) 行星齿轮机构中，要形成档位必须有输入、输出和约束。其中约束包含制动、连接、减速三种类型。

(2) 行星架固定，无论其他两元件中哪个输入或输出，都为反向传动。

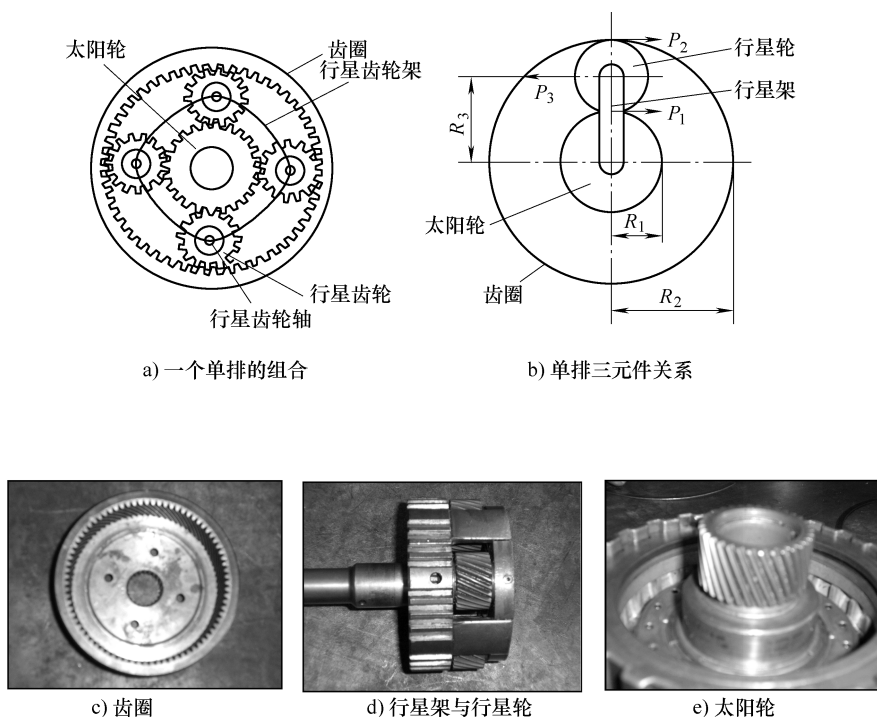


图 1-2-1 单行星排的结构示意图

- (3) 行星架输入，无论其他两元件中哪个输出或固定，都为升速传动。
- (4) 行星架输出，无论其他两元件中哪个输入或固定，都为降速传动。
- (5) 三个元件中，任意两元件连为一体，只要存在运动，输出的转速与方向相同。

上述的几个结论是对单行星排而言的，虽然一个单排行星齿轮系可以演变出 8 个不同的传动比（其中包括空档），但实际上却很少全部用到。其原因是在变速时，要经常交叉变换地使用离合器和制动器，给设计制造带来麻烦；另一个原因是单排行星齿轮受力平衡性较差。

在一个自动变速器内，行星排的多少取决于自动变速器设计档位的多少。自动变速器就靠这些行星排中元件的不同组合来实现不同档位的输出。

- ① 一个单排行星齿轮系，完成一个 1:1 输出和一个超速档。
- ② 两个行星齿轮排，并联 + 串联完成三个前进档和一个倒档，这种形式称为辛普森式。
- ③ 两个行星齿轮排，并联 + 串联 + 换联完成四个前进档和一个倒档，这种形式称为改进型辛普森式。
- ④ 一个半行星齿轮排（就是两排公用一个齿圈，一个行星架），完成四个前进档和一个倒档，这种形式称为拉维娜式。
- ⑤ 三个以上行星齿轮排，并联 + 串联 + 换联完成五至八个前进档和一至两个倒档，这种形式称为复合式。

复合式分两种：辛普森复合式、拉维娜复合式自动变速器。只有一个行星排满足不了自动变速的要求，最少要有两个或三个行星排的联合，才能满足换档要求。

综合上述情况，将单排辛普森行星齿轮机构的运动情况归纳见表 1-2-1。



表 1-2-1 单排行星齿轮机构的运动情况

序号	太阳轮 Z_1	行星架 Z_3	齿圈 Z_2	传动比 i	档位说明
1	输入	输出	制动	$n_2 = 0 \quad i = 1 + \alpha$	减速传动, 前进低档
2	制动	输出	输入	$n_1 = 0 \quad i = (1 + \alpha)/\alpha$	减速传动, 前进高档
3	制动	输入	输出	$n_1 = 0 \quad i = \alpha/(1 + \alpha)$	前进超速传动
4	输出	输入	制动	$n_2 = 0 \quad i = 1/(1 + \alpha)$	前进超速传动
5	输入	制动	输出	$n_3 = 0 \quad i = -\alpha$	倒档
6	输出	制动	输入	$n_3 = 0 \quad i = -1/\alpha$	倒档升速
7	三元件任何两个连成一体, 第三元件与前两个转速相等			$i = 1$	直接档传动
8	所有元件都不受约束			自由转动	机构失去传动作用

注: $\alpha = \frac{\text{齿圈齿数}}{\text{太阳轮齿数}}$ 。

二、行星齿轮机构的检修

- (1) 检查太阳轮、行星齿轮、齿圈的齿面, 如有磨损或疲劳剥落, 应更换整个行星排。
- (2) 检查行星齿轮与行星架之间的间隙, 为 0.2 ~ 0.6mm, 最大不得超过 1.0mm。否则, 应更换止推垫片或行星架和行星齿轮组件, 如图 1-2-2 和图 1-2-3 所示。

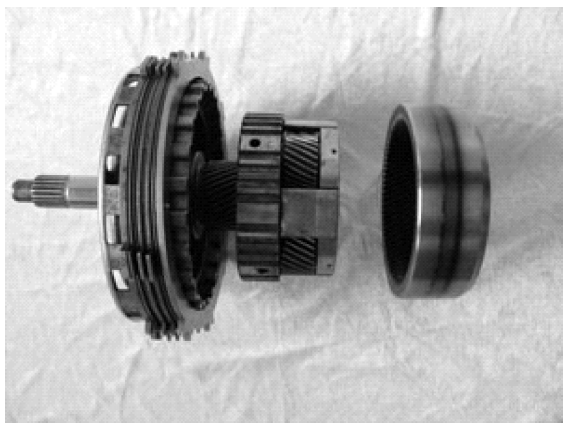


图 1-2-2 行星齿轮机构三元件实物

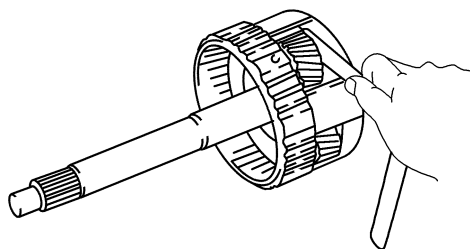


图 1-2-3 行星齿轮与行星架之间间隙的检查

- (3) 如图 1-2-4 所示。检查太阳轮、行星架、齿圈等零件的轴颈或滑动轴承处有无磨损, 如有异常, 应更换新件。