



汽车维修技能修炼丛书

QICHE WEIXIU JINENG XIULIAN CONGSHU

图解汽车自动变速器、 无级变速器构造与检修

李伟◎等编著

TUJIE QICHE ZIDONG BIAN SUQI
WUJI BIAN SUQI GOUZAO YU JIANXIU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车维修技能修炼丛书

图解汽车自动变速器、无级 变速器构造与检修

李伟 等编著



机械工业出版社

本书从现代汽车底盘结构与维修的特点出发,突出操作技能的培养,采用了大量实物图片与结构原理图,对自动变速器的拆装及故障检修的操作步骤和思路做了详细的介绍,有针对性地讲解了自动变速器的关键技术。变速器型号包括:大众 01M、湿式双离合器 DSG 7 挡位、干式双离合器 DSG 8 挡位、本田平行轴齿轮式自动变速器、01J CVT、本田飞度无级变速器、智能 16 挡位 AMT、混合动力双模式 EVT、丰田混合动力变速器等。工作原理叙述简洁、清晰、明了,并精选了维修实例,便于读者查阅。

本书内容新颖,图文并茂,车型新,实用性强。可作为大、中专院校汽车专业基础教材,也可供现代汽车维修人员及相关技术人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

图解汽车自动变速器、无级变速器构造与检修/李伟等
编著. —北京:机械工业出版社, 2010.11
(汽车维修技能修炼丛书)
ISBN 978-7-111-32113-2

I. ①图… II. ①李… III. ①汽车—自动变速装置—
构造—图解②汽车—自动变速装置—车辆修理—图解③汽
车—无级变速装置—构造—图解④汽车—无级变速装置—
车辆修理—图解 IV. ①U463.212.03-64②U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 193501 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:连景岩 责任编辑:黄红珍 责任校对:申春香
封面设计:鞠 杨 责任印制:李 妍
北京振兴源印务有限公司印刷
2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·20.25 印张·510 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-32113-2
定价:49.80 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
销售一部:(010) 68326294
销售二部:(010) 88379649
读者服务部:(010) 68993821

门户网:<http://www.cmpbook.com>
教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前 言

自动变速器集机械、电子、液压为一体，结构复杂，其故障诊断与维修难度居汽车各大总成之首。欧美有80%~90%的汽车采用了自动变速器，我国装用自动变速器的轿车也越来越多，故而自动变速器的维修需求增大，从事自动变速器维修的人员数量也在增加。但是自动变速器的维修在汽车维修专业学习中难度很大，要想掌握这门技术比较困难。为了使读者尽快了解和熟练掌握最新变速器的使用和维修技术，我们编写了本书。本书提供的思路和方法，将使读者走出学习困境，突破难题，成为社会急需的高技能人才。

本书在车型选择上，主要考虑国内保有量大、技术含量高、代表性强的车型的自动变速器，对其结构原理、动力传递路线、液压控制油路、控制电路、使用与维护、基本参数、故障诊断、各部件维修工艺及维修案例作了较为详细全面的阐述。

本书具有以下特点：

1) 能力目标定位准确。本书的编写以汽车运用与维修行业人才的技能需求为基本依据，面向汽车后市场相关企业各岗位，以提高维修人员和高职高专院校学生的职业实践能力和职业素养为宗旨，突出职业教育特色，着力提高操作技能和技术服务能力。

2) 突出操作技能的培养。采用大量实物图片与结构原理图相配合，从自动变速器的拆装到故障检修有详细的操作步骤和清晰的分析思路，注重动手能力的培养。

3) 有针对性地讲解自动变速器维修的关键技术。自动变速器的拆装、挡位传动分析、油路分析贯穿全书，可以使读者在最短时间内学到更多技术。

4) 全面讲解最新汽车自动变速器技术，有大众01M、湿式双离合器DSG 7挡位、干式双离合器DSG 8挡位、本田平行轴齿轮式自动变速器、01J CVT、本田飞度无级变速器、智能AMT、混合动力双模式EVT、丰田混合动力电控无级变速器，可以使读者更好地掌握自动变速器最前沿技术。

5) 本书突出最新技术技能培养，理论讲解简明易懂，与车间维修实践相结合，以培养与企业接轨、实用型、技能型人才为出发点。特别适合高职高专、培训学校、鉴定机构作为教材使用，也可供广大汽车维修技术人员使用。

本书由资深自动变速器专家史方博审稿，技术内容较新，由于作者水平有限，书中的错误和不完善之处在所难免，恳请广大读者批评指正、探讨。

编 者

目 录

前言

第一章 自动变速器的构造与拆装····· 1

第一节 自动变速器分类及型号····· 1

- 一、自动变速器的特点····· 1
- 二、自动变速器的分类····· 1
- 三、自动变速器的型号识别····· 1

第二节 自动变速器结构原理····· 3

- 一、液力元件····· 3
- 二、行星轮机构····· 6
- 三、换挡执行元件····· 8
- 四、01M 型自动变速器各挡动力

传递路线分析····· 10

第三节 液压电控制系统····· 12

- 一、液压控制系统组成····· 12
- 二、电液控制系统····· 15
- 三、液压控制系统油路分析····· 18
- 四、01M 型自动变速器的

维护与保养····· 25

五、电控系统故障诊断····· 30

第四节 自动变速器常见故障

与排除····· 38

- 一、自动变速器油变质····· 38
- 二、汽车不能行驶····· 39
- 三、自动变速器打滑····· 40
- 四、自动变速器换挡时
- 有较大的冲击····· 40
- 五、自动变速器升挡过迟····· 41
- 六、自动变速器不能升挡····· 42
- 七、自动变速器无超速挡····· 42
- 八、自动变速器无前进挡····· 43
- 九、自动变速器无倒挡····· 44
- 十、自动变速器频繁跳挡····· 44
- 十一、自动变速器无发动
- 机制动作用····· 45

十二、自动变速器不能强制降挡····· 45

十三、自动变速器有异响····· 46

第二章 双离合器 DSG 自动变速器····· 47

第一节 DSG 7 挡位湿式双离合器

自动变速器结构原理····· 47

- 一、DSG 变速器的特点····· 47
- 二、DSG 基本结构····· 48
- 三、双离合器基本结构····· 50
- 四、变速器换挡顺序····· 52
- 五、输入轴····· 53
- 六、输出轴····· 53
- 七、倒挡····· 54
- 八、P 位锁止机构····· 54
- 九、同步器····· 54
- 十、换挡轴····· 55

第二节 DSG 7 挡位自动变速器

动力传递路线分析····· 56

第三节 DSG 电控液压系统····· 58

- 一、DSG 电子液压控制单元····· 58
- 二、油路控制····· 60
- 三、挡位选择····· 63
- 四、更换变速器油····· 66
- 五、DSG 油道注释····· 67
- 六、系统概貌····· 67
- 七、DSG 双离合器变速器电路图····· 67
- 八、编码表····· 71
- 九、CAN 数据总线连接····· 71

第四节 DSG OAM 8 挡位干式双离合器

自动变速器结构原理····· 73

- 一、干式双离合器····· 73
- 二、输入轴····· 75
- 三、输出轴····· 76
- 四、换挡拨叉····· 76
- 五、电-液控制单元····· 77



六、控制系统	78	第一节 EVT 双模式变速器	128
七、变速杆总成 E313(F189)	78	一、基本参数与结构特点	128
第五节 DSG OAM 8 挡位干式双离合 器自动变速器挡位分析	78	二、动力系统的操作	129
一、DSG 8 挡位干式双离合变速器 动力传递路线	78	三、动力传递路线	129
二、变速器各挡位传动比	80	第二节 AMT 智能手自一体 变速器	133
第六节 DSG OAM 8 挡位干式离合 器操纵机构	81	一、智能手自一体变速器的 结构特点	133
第七节 DSG 8 挡位干式双离合变速 器拆装检修	89	二、手自一体变速器操作模式	136
一、技术数据	89	三、手自一体变速器车辆的操作	136
二、离合器拆卸	90	第三节 AMT 手自一体变速器故障 诊断与排除	139
三、调整 K_1 和 K_2 压入式轴承的位置	92	一、手自一体变速器诊断专用工具	139
四、安装双离合器	94	二、故障诊断的基本步骤	139
五、换挡操纵机构、壳体	97	第五章 01J CVT 无级变速器	143
六、关于双离合变速器机械 电子单元 J743 的安全说明	101	第一节 01J CVT 无级变速 器结构原理	143
第三章 本田平行轴式齿轮自动 变速器	106	一、无级变速器的分类	143
第一节 本田平行轴式齿轮变速器 构造与挡位分析	106	二、奥迪 01J 无级变速器结构原理	145
一、平行轴式齿轮机构	106	第二节 01J CVT 无级变速器 液压控制系统	161
二、本田平行轴式自动变速器挡 位分析	106	一、供油系统	161
第二节 本田平行轴式自动变速器油 路分析与电控系统	112	二、液压控制单元	163
一、本田 AOYA、MPOA 和 APJA 自动变 速器油路图说明	112	三、换挡和停车锁	166
二、自动变速器的电子控制系统	114	四、变速器壳体/通道和密封系统	166
第三节 本田平行轴式自动变 速器检修	115	五、ATF 冷却系统	167
一、自动变速器各总成的分解	115	第三节 01J CVT 无级变速器 电控系统	168
二、本田平行轴式自动变速器阀 体分解与装配	115	一、电控系统的组成	168
三、本田平行轴式自动变速器 检修方法	115	二、控制单元 J217	168
第四章 AMT 智能手自一体变速器、 EVT 双模式变速器	128	三、输入装置	172
		四、输出装置	176
		五、控制系统电路图	177
		第四节 01J 型无级变速器操作、 维护及拆装	178
		一、奥迪 01J 型无级变速器 驾驶操作说明	178
		二、奥迪 01J 型无级变速器维护说明	178
		三、奥迪 01J 型无级变速器的拆装	181

第五节 01J CVT 无级变速器	
常见故障诊断	205
一、常见故障及原因	205
二、制动开关常见故障	206
三、离合器压力传感器和接触压力传感器的 工作原理和检查方法	208
四、输入转速传感器以及输出转速传感 器的作用和检查方法	208
五、01J 型无级变速器 ECU 检查 步骤	209
六、P 位、R 位、N 位、D 位、S 位 数据流测试方法	210
七、01J 型无级变速器 ECU 的常见 故障表现形式	213
八、01J 型无级变速器电路图	214
九、故障码含义、故障原因及 排除方法	217
十、检测数据流	224
十一、电控单元及端子检测数据	225
十二、注意事项	226
第六章 本田飞度无级变速器	228
第一节 本田飞度无级变速器原 理与结构	228
一、本田飞度无级变速器基本 原理与结构特点	228
二、本田飞度无级变速器动力 传递分析	229
第二节 本田飞度无级变速器液压 系统及电子控制系统	234
一、本田飞度无级变速器液压系统	234
二、本田飞度无级变速器 电子控制系统	241
第三节 本田飞度无级变速器 检查与维修	249
一、解体前的检查	249
二、电控系统检修	252
三、电控系统的检测数据	255
四、常见故障诊断	259
第四节 本田飞度无级变速器的 分解及拆装	265
一、无级变速器的分解	265
二、主要部件的分解与检查	268
三、无级变速器的组装	274
第七章 丰田混合动力轿车 无级变速器	280
第一节 混合动力汽车	280
一、混合动力汽车简介	280
二、丰田混合动力系统的 主要组成部件	280
三、混合动力汽车的特点	280
第二节 变速驱动桥的结构与 原理	283
一、变速驱动桥的结构	283
二、变速驱动桥的主要组成部件	283
三、换挡控制系统	286
第三节 混合动力无级变速器 检修	293
一、无级变速器检修注意事项	293
二、无级变速器的拆卸与安装	294
三、无级变速器的检修	302
第四节 控制系统及其故障的 诊断	308
一、控制系统	308
二、电控系统主要部件的检测	309
三、故障诊断	312
四、电控单元及端子检测数据	314
五、数据流读取	316

第一章 自动变速器的构造与拆装

第一节 自动变速器分类及型号

自动变速器可根据汽车行驶速度和发动机负荷自动改变传动系传动比，使汽车获得良好的动力性和经济性，并减少发动机排气污染。

自动变速器具有自动变速、连续变矩、换挡时不中断动力传递的特点，并具有操作轻便换挡平稳、乘坐舒适、过载保护性能好等优点。目前越来越多的汽车，尤其是轿车，装备了自动变速器。

一、自动变速器的特点

与机械变速器相比，自动变速器有以下几个特点：

- 1) 汽车起步更加平稳，能吸收和衰减振动与冲击，提高乘坐的舒适性。
- 2) 使汽车能以很低的速度稳定行驶，提高车辆的通过性。
- 3) 可自动适应道路阻力的变化，提高汽车的平均速度及动力性。
- 4) 便于实现自动换挡、减轻驾驶员体力消耗，提高汽车行驶安全性。
- 5) 可把发动机转速限制在排气污染较小的转速范围内，从而减少了空气污染。
- 6) 采用液力元件，消除了动力传动的动载荷；另外，自动换挡避免了换挡中产生的冲击，可延长机件的使用寿命。
- 7) 结构复杂，制造精度和成本高。
- 8) 传动效率较机械变速器低（一般低8%~12%）。
- 9) 由于结构复杂，在使用、修理及故障排除等方面，技术水平要求较高。

二、自动变速器的分类

1. 按操纵方式分

- (1) 半自动变速器 仅可在汽车起动和部分挡位时实现自动换挡。
- (2) 全自动变速器 在变速器全部挡位范围内均能实现自动改变速比。

2. 按变速控制方式分

- (1) 液控液压自动变速器 在手控阀位置选定后，靠液压信号直接控制换挡阀进行换挡。
- (2) 电控液压自动变速器 在手控阀位置选定后，由电子控制单元控制液压阀和液压执行机构进行换挡。

三、自动变速器的型号识别

一种自动变速器可能被用在多个公司不同的汽车上，而同一种车型也可能装用不同型号

的自动变速器。如果不了解自动变速器的型号，在维修中就会对故障分析、资料查找、零配件采购等造成障碍。下面介绍自动变速器型号含义及常见自动变速器的主要识别方法。

1. 自动变速器型号含义

自动变速器型号一般可反映以下内容：

(1) 变速器的性质 A 表示自动变速器；M 表示手动变速器；AM 表示自动手动一体化变速器。

(2) 生产公司 如德国 ZF 公司、日本 AISIN 公司等。

(3) 驱动方式 F 表示前驱，R 表示后驱。丰田公司用数字表示驱动方式，有的四轮驱动车辆在型号后面加“H”或“F”表示驱动方式。

(4) 前进位位数 用数字表示。

(5) 控制类型 电控为 E，液控为 H，电液控为 EH。

(6) 改进序号 表示该变速器是在原变速器上作过改进的。

(7) 额定驱动转矩 通用、宝马公司的自动变速器型号中有此参数。

下面对几个公司的自动变速器型号作具体说明：

(1) 宝马 ZF4HP22-EH ZF 表示是 ZF 公司生产，4 表示前进挡数，H 表示液压，P 表示行星轮类，22 表示额定转矩，EH 表示电液控。

(2) 丰田自动变速器 其型号有两类：一类除字母外还有两位阿拉伯数字；另一类除字母之外有 3 位阿拉伯数字。

1) 有两位数字的如：A40、A41、A55、A40D、A43DL、A44DL、A45DL、A45DF、A43D 等。A 表示自动变速器；第一位数字为 1、2、5 表示前驱，3、4、6 为后驱；第二位数字表示生产序号。后面的 D 表示有超速挡，L 表示有锁止离合器，E 表示电控有锁止离合器，无 E 表示全液控。

2) 有三位数字的如：A130L、A131L、A132L、A140L、240L、A241L、243L、A440L、A440F、442F、A340E、A340H、A340F、A341F、140E、A141E、A240E、A241H、A540E、A540H 等。A 表示自动变速器；第一位数字为 1、2、5 表示前驱，3、4、6 表示后驱；第二位数字表示前进位数；第三位数字表示生产序号。

特别说明：A340H、A340F、A540H 后省了 E，均为电控，有锁止离合器。A241H、A440F、A45DF 后省了 L，均有锁止离合器。若改进后的自动变速器只增加了锁止离合器或增加了驱动轮的个数，其余未做改动，则只在原型号后加注“L”、“H”、“F”，原型号不变。“H”、“F”表示四轮驱动。

(3) 克莱斯勒自动变速器型号识别 1992 年克莱斯勒公司规定变速器型号由两位数字和两个字母组成，如 41TE、42RE、42LE 等。

第一位数字代表前进挡数。

第二位数字代表输入转矩负荷。0 表示轻负荷，1 表示中负荷，2 表示重负荷。

第三个字母：R 表示后驱，T 表示发动机横置前驱，L 表示发动机纵置前驱，A 表示四轮驱动。

第四个字母：E 表示电控，H 表示液压控制。

(4) 通用公司 型号有 4T60E、4L60E。4 表示前进挡数，T 表示变速器横置，L 表示后置后驱，60 表示额定驱动转矩，E 表示电控。



2. 变速器型号识别方法

(1) 看变速器铭牌 一般有：生产公司、型号、序号代码、日期等。如丰田 A341E 自动变速器，型号 03-41LE。宝马车上直接标 ZF4HP-22 等。有的没标型号，而是型号代码，如通用 4T65E 等。

(2) 看汽车铭牌 一部分汽车在发动机室内、驾驶室内、门柱等位置有汽车铭牌，这些铭牌上有生产厂商名称、汽车型号、车身型号、底盘型号、发动机型号、变速器型号、出厂编号等内容。

(3) 壳体标号识别 奔驰自动变速器型号为数字代码，刻在变速器壳体侧面与油底壳接合面向上一点，有一长串字符，其中 722 × × × 共 6 位数字即为变速器型号。

(4) 零部件识别法 看滤清器、油底壳、油底密封垫，电磁阀个数，导线端子数等。

(5) 根据结构特征识别 油底壳在上方的日产千里马 RE4F04A 自动变速器，有一大一一小两个油底壳的宝马或欧宝 4L30E 变速器，有加长壳体奔驰 S320 轿车的 722.502 五速自动变速器，油底壳在前面的马自达 626 轿车 GF4A-EL 变速器等。

第二节 自动变速器结构原理

自动变速器由液力元件、控制系统和变速机构三大部分组成，液力元件主要是指变矩器；控制系统又可分为电控与液控两部分，为与全液压控制式自动变速器相区别，电控液压自动变速器又称为电控自动变速器；变速机构包括行星轮机构和换挡执行元件。前轮驱动车辆的自动变速器还包含主减速器和差速器，故又称自动变速器驱动桥；后轮驱动车辆的自动变速器内部一般不包含主减速器和差速器，这些部件安装在车辆后桥上。

一、液力元件

1. 液力耦合器与液力变矩器

液力耦合器如图 1-1 所示，它由泵轮、涡轮和壳体(与泵轮一体)组成。它的工作过程如图 1-2 所示，相当于两个风扇。风扇 A 和 B 保持合适的距离，接通风扇 A 的电源，虽然风扇 B 处于断电状态，但通过 A 吹出的空气推动 B 的叶片，使风扇 B 随之旋转。液力耦合器中的泵轮就相当于风扇 A，涡轮相当于风扇 B，其工作介质是 ATF，相当于空气。

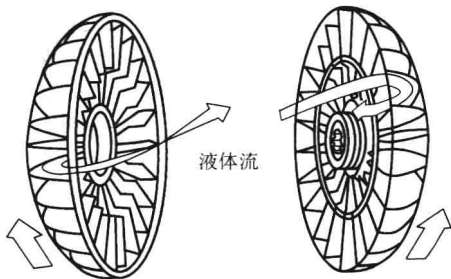


图 1-1 液力耦合器示意图

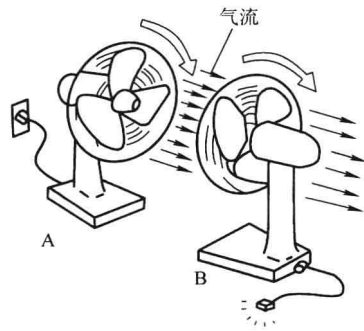


图 1-2 液力耦合器的工作原理

液力耦合器的工作过程如图 1-3 所示，当工作轮旋转时，其中的工作液也被叶片带动一起旋转。在离心力作用下，工作液从叶片内缘向外缘流动。泵轮转速总是大于涡轮转速。如果二者转速相等，液力耦合器则不能起动力传递作用。

2. 液力变矩器

由以上分析可知，液力耦合器利用液力传递动力，在泵轮和涡轮转速差较大时，涡流速度加快，传动效率降至很低将不能起到增矩作用。液力耦合器只在早期少数几种车型的自动变速器上使用过。目前轿车上装用的液力变矩器克服了这种缺点，它与液力耦合器的最大不同是增加了一个导轮，导轮单向固定(只能单向转动)，从而改变了低转速时变矩器内油液的流动方向，使输出转矩增加。液力变矩器的组成如图 1-4 所示。液力变矩器的内部结构如图 1-5 所示。

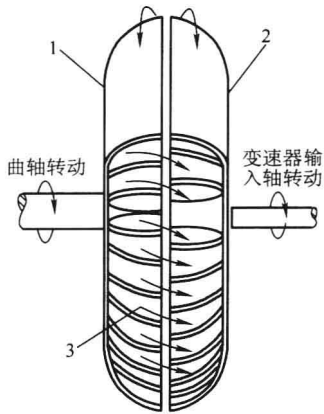


图 1-3 液力耦合器的工作过程
1—泵轮 2—涡轮 3—油流方向

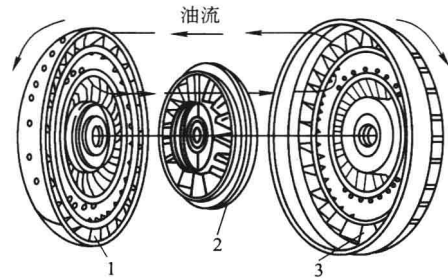


图 1-4 液力变矩器的组成
1—涡轮 2—导轮 3—泵轮

与液力耦合器一样，液力变矩器正常工作时，储存于环形内腔中的工作液，除环绕其做圆周流动外，还在图 1-4 所示的循环圆中沿箭头方向做循环流动，故能将转矩从泵轮传到涡轮上。与液力耦合器不同的是，液力变矩器不仅能传递转矩，还能在泵轮转矩不变的情况下，随着涡轮的转速(反映汽车行驶速度)不同而改变涡轮输出的转矩数值。液力变矩器之所以能起变矩作用，是由于结构上比液力耦合器多了导轮机构。在涡轮相对于泵轮低转速时，在液体循环流动的过程中，固定不动的导轮改变了回液流向，给涡轮一个反作用力矩，使涡轮输出的转矩高于泵轮输入的转矩。

液力变矩器的增矩作用可用图 1-6 来描述，其传动效率可用图 1-7 描述。

液力变矩器的转矩比(f)是指输出转矩与输入转矩之比。如图 1-6 所示，图上涡轮转速为 0 时的点，称为失速点。此时液力变矩器的输出转矩最大，转矩比达到 1.7~2.5。随着

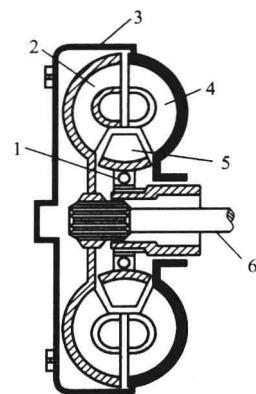


图 1-5 液力变矩器的内部结构
1—单向离合器 2—涡轮 3—变矩器壳体 4—泵轮 5—导轮 6—变矩器输入轴



涡轮转速升高, 转矩比减小, 这一段称为变矩区。当涡轮转速接近泵轮转速时(传动比升为 0.85 左右), 转矩比为 1, 液力变矩器进入耦合区, 就和普通液力耦合器一样。

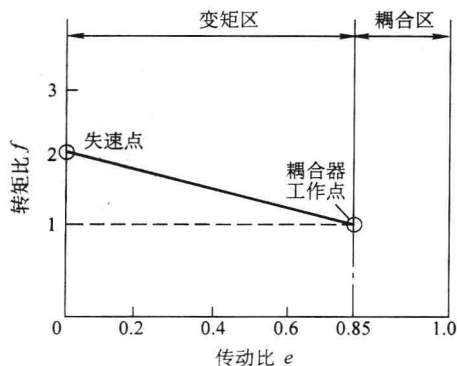


图 1-6 液力变矩器转矩特性曲线

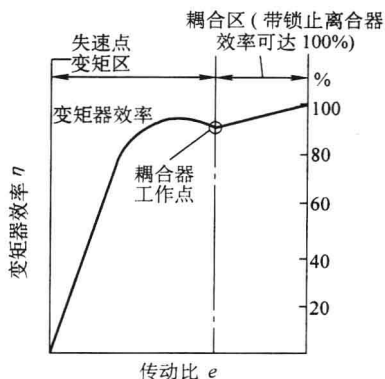


图 1-7 液力变矩器效率特性曲线

液力变矩器传动效率(η) = (涡轮输出转矩/泵轮输出转矩) × 传动比。当传动比为 0 时, 泵轮旋转而涡轮不转, 最大转矩传递到涡轮, 但因涡轮不转, 故效率为 0。当涡轮开始旋转时, 效率陡然上升, 在达到耦合点稍前一点时, 一直处于上升趋势, 之后开始下降。当导轮开始旋转时, 液力变矩器变为液力耦合器, 此时转矩比约为 1, 效率与速比直线上升。假定涡轮与泵轮转速相同, 则变矩器效率为 100%, 但此时也就无法传递动力, 因此液力变矩器效率无法达到 100%, 最高约为 95%。正因为液力变矩器的效率受到一定限制, 加之自动变速器内其他部件也存在一定的能耗, 故装用自动变速器的车辆比装用手动变速器的车辆油耗要略高一些。

液力变矩器位于自动变速器最前端, 它能切断发动机与变速器间的动力传递, 还能增加发动机飞轮的旋转质量, 使发动机运转平稳; 多数自动变速器油泵也是由液力变矩器驱动。不同型号的自动变速器所配用的液力变矩器的内部构造基本相似, 图 1-8 所示为 O1M 液力变矩器结构分解图。

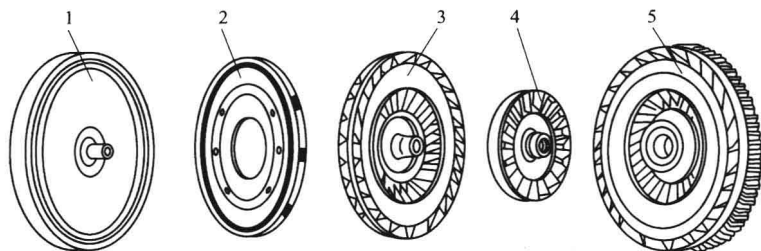


图 1-8 O1M 液力变矩器

1—变矩器壳体 2—锁止离合器(带扭转变振器) 3—涡轮 4—导轮 5—泵轮

3. 液力变矩器工作原理

发动机转动时, 带动泵轮一起转动, 泵轮内的工作液受离心力作用沿泵轮叶片通道向叶片外缘流动, 并以一定的速度冲击涡轮叶片, 使涡轮转动, 然后沿着涡轮叶片通道向中间的导轮流动, 同时导轮给工作液一个反向作用力, 进一步推动涡轮转动, 如图 1-9 所示。

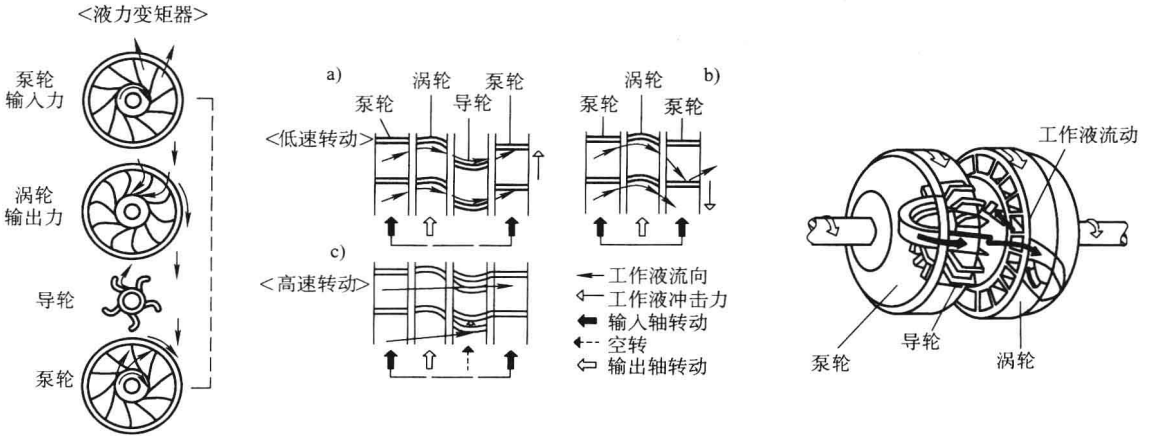


图 1-9 液力变矩器工作时工作液的流向

若从涡轮流出的工作液直接流回泵轮(不经导轮)其方向如图 1-9b 所示,这和泵轮的转动方向相反,而此时由于工作液仍有能量,会对泵轮产生逆向作用力。因此须通过导轮,使工作液流入泵轮方向如图 1-9a 所示,与泵轮的转动方向一致,会对泵轮产生正向作用力,使泵轮转速加快,进而增大输出转矩。

导轮转速越慢,转矩增加越大(最大转矩增加 2.5 倍),且导轮可以使工作液的能量继续循环。泵轮快速转动涡轮低速转动,就可以得到很大的驱动力,与一对大小齿轮组合的原理一样。

因此,在汽车起动和上坡时,发动机和泵轮高速转动,涡轮低速转动,转矩增加。汽车车速增加时,涡轮转速不断增加,不久就和泵轮转速相同,此时工作液的流向如图 1-9c 所示,工作液冲击导轮叶片背面。故在液力变矩器中设置了单向离合器,使导轮不能逆向转动,只能绕导轮固定套管空转。这样就可以继续保持液力变矩器的增矩性能。这和变速器挂直接挡效果相同,直接传递发动机动力。

二、行星轮机构

1. 简单的行星轮机构

最简单的行星轮机构由一个太阳轮、一个内齿圈和一个行星架组成,如图 1-10 所示,

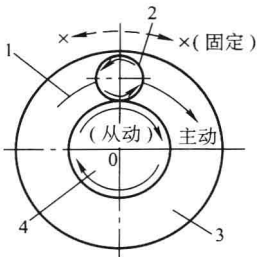


图 1-10 行星轮机构示意图

1—行星架 2—行星轮 3—内齿圈 4—太阳轮

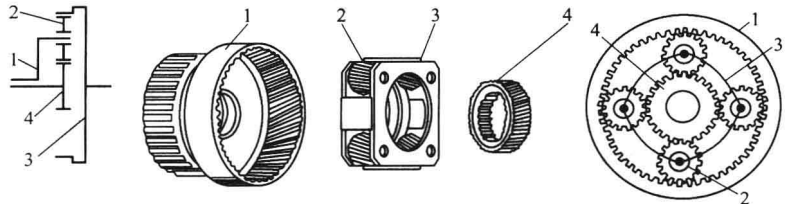


图 1-11 行星轮机构实物图

1—内齿圈 2—行星轮 3—行星架 4—太阳轮



这种结构称为单排行星轮，其实物如图 1-11 所示。由于单排行星轮机构具有两个自由度，为了获得固定的传动比，需将太阳轮、内齿圈或行星架三者之一制动（转速为 0）或约束（以某一固定的转速旋转），以获得所需的传动比；如果将三者中的任何两个连接为整体，则整个行星轮机构以同一速度旋转。单排行星轮机构在不同状态下的旋转速度和方向见表 1-1。

表 1-1 单排行星轮机构的旋转速度和方向

固定件	主动件	从动件	转速	转向
太阳轮	行星架	内齿圈	增速	同向
太阳轮	内齿圈	行星架	减速	同向
内齿圈	行星架	太阳轮	增速	同向
内齿圈	太阳轮	行星架	减速	同向
行星架	内齿圈	太阳轮	增速	反向
行星架	太阳轮	内齿圈	减速	反向

由表 1-1 可知，驱动行星架时，内齿圈和太阳轮均为增速；固定行星架时，内齿圈和太阳轮互为反向输出。

2. 行星轮机构的组合

在实际应用中，常常采用多个单排行星轮机构进行串、并联或串联主、从动构件的方法来满足不同汽车行驶挡位的需要。两个单排单级行星轮机构组合起来形成辛普森式行星轮结构；一个单排单级行星轮机构和一个单排双级行星轮机构按特定的方式组合起来形成的机构，称为拉维奈式行星轮机构。

(1) 辛普森式行星轮机构 图 1-12 所示为辛普森式行星轮机构，其特点是前、后两个行星排的太阳轮连为一体，称为共用太阳轮；前排的行星架和后排的内齿圈连接为一体，称为前行星架/后内齿圈组件，常作为动力输出端。该行星轮机构共有 4 个独立元件，分别是：共用太阳轮、前内齿圈、前行星架/后内齿圈组件和后排行星架。

辛普森式行星轮机构结构简单，传动效率高，运转平稳，噪声低，多用于日本及美国轿车，特别是后轮驱动式轿车。

(2) 拉维奈式行星轮机构 图 1-13 所示为拉维奈式行星轮机构，其前排为双级结构，后排是单级结构，前后排共用一个内齿圈和一个行星架。在行星架上，外行星轮为长行星

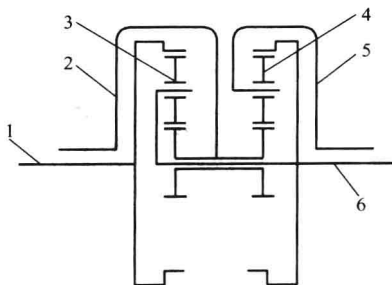


图 1-12 辛普森式行星轮机构

1—前排行星架 2—共用太阳轮 3—前排行星轮 4—后排行星轮 5—后排行星架 6—前排行星架/后排内齿圈组件

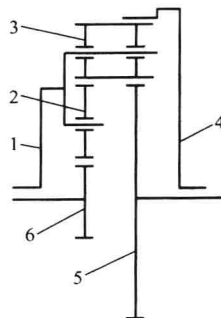


图 1-13 拉维奈式行星轮机构

1—行星架 2—短行星轮 3—长行星轮 4—共用行星架 5—后排太阳轮 6—前排太阳轮

轮，与后排太阳轮啮合；内行星轮为短行星轮，与前排小太阳轮和长行星轮同时啮合。这种结构被 01M 型自动变速器所采用，共用内齿圈为输出端。

拉维奈式行星轮机构结构简单，尺寸小，传动比变化范围大，灵活多变，被许多欧、日（如奥迪、大众、福特、马自达等）汽车公司生产的前轮驱动式轿车所采用。

三、换挡执行元件

换挡执行元件用于约束（固定并使其转速为 0 或连接某部件使其按某一规定转速旋转）行星轮机构的某些构件，通过适当选择被约束的基本元件和约束方式，得到不同的传动比，形成不同的挡位。换挡执行元件包括离合器、制动器和单向离合器。

1. 离合器

离合器的常见结构是湿式多片式离合器，图 1-14 所示是 4T65E 型自动变速器中的 2 挡离合器分解图。离合器壳又称离合器鼓，是主动件，其内装有活塞，无液压时，活塞被回位弹簧压回至离合器壳底部。在离合器壳体内表面有轴向内花键，与钢片的外花键嵌合，将动力传递给离合器钢片。在从动花键毂的外表面有外花键，与纤维摩擦片的内花键嵌合。湿式多片离合器的工作原理如图 1-15 所示，当油压流入活塞前端的腔体时，活塞受液压力后移，使离合器钢片与摩擦片接合，动力得以传递。波纹片是为了使离合器接合平稳而设计的，有的离合器装用，有的离合器不装用。如果用普通钢板代替波纹板，会造成换挡冲击。

一般情况，离合器的进油和泄油只有一个油道，为保证油压迅速泄放，在离合器活塞或壳体的液压腔壁上中装有一个单向球阀，当油压建立时，钢球顶住锥形阀座，液压腔成为封闭的油腔；当油压消失时，随着液压力的下降，钢球与阀座脱开，油液从阀座中排出，使离合器迅速完全脱开。图 1-16 为 4T65E 型自动变速器二挡离合器上的单向阀，它位于离合器的壳体上。有些单向球阀位于活塞上。

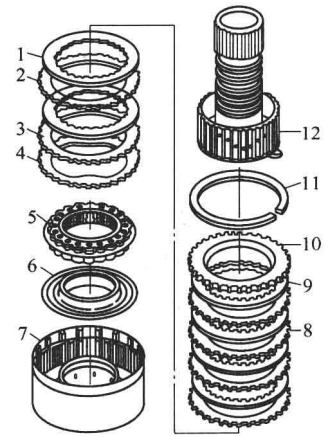


图 1-14 湿式多片离合器分解
1、9—纤维摩擦片 2—钢片
3—接合板 4—波纹板 5—回位弹簧 6—活塞 7—离合器壳体（主动件） 8—钢片 10—衬板 11—卡环 12—从动花键毂（从动件）

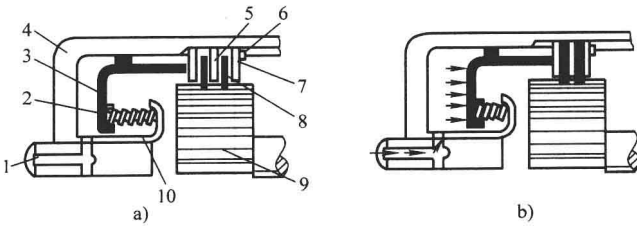


图 1-15 湿式多片离合器的工作原理

a) 未接合状态 b) 接合状态

1—油孔 2—回位弹簧 3—活塞 4—离合器壳 5—钢片 6—卡簧
7—压板（衬板） 8—纤维摩擦片 9—从动毂 10—回位弹簧保持座

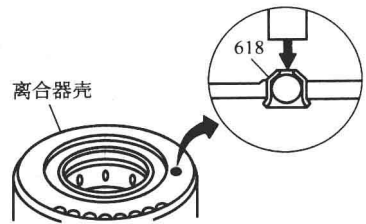


图 1-16 单向球阀的结构



2. 制动器

制动器的作用是固定行星轮机构中的某一基本元件，工作时将被制动元件与变速器壳体连接在一起，使其固定不能转动。制动器可分为湿式多片制动器和带式制动器两种。

(1) 湿式多片制动器 湿式多片制动器的结构与离合器相似，图 1-17 为 4T65E 型自动变速器 4 挡制动器结构图。制动器壳与变速器壳体相连，固定不动，其内装有活塞及钢片、摩擦片。在制动器壳体内表面有轴向内花键，与钢片的外花键嵌合，在 4 挡轴花键毂的外表面有外花键，与纤维摩擦片的内花键嵌合。制动器工作时，钢片与摩擦片接合，使 4 挡轴不能转动。

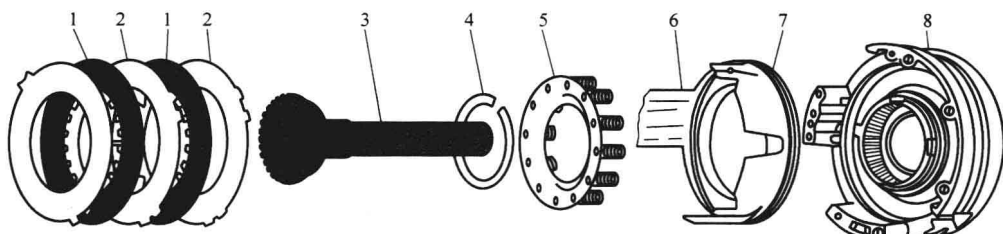


图 1-17 湿式多片制动器的结构

1—纤维摩擦片 2—钢片 3—4 挡轴(连接前排太阳轮) 4—卡环 5—回位弹簧
6—活塞 7—密封圈 8—制动器壳体(与变速器壳体相连)

由上述可知，离合器和制动器不能从其外形和结构来区分，只能从工作效果来区分，工作时驱动某元件的是离合器；工作时制动某元件的则是制动器。在一些别克轿车维修资料中将上面的“4 挡制动器”说成“4 挡离合器”或“第四级离合器”是不确切的，不利于理解其工作原理，请读者注意。

(2) 带式制动器 由制动带及伺服器组成。制动带内敷摩擦材料，包绕在制动鼓的外表面，制动带一端固定在变速器壳体上，另一端与伺服器的活塞相连。带式制动器的工作原理如图 1-18 所示，当液压施加于活塞时，活塞克服回位弹簧(内弹簧)的阻力向左移动，压缩与推杆相连的缓冲弹簧(内弹簧)，使推杆左移，推动制动带的一端，制动带夹紧制动鼓，使制动鼓不能转动。伺服器里面有两个弹簧，其中内弹簧起缓冲作用，可以防止换挡冲击；外弹簧是回位弹簧，在制动解除后，使活塞回位。在制动带未夹紧时，与制动鼓间有一定的间隙，间隙的调整有两种方法，一是调整固定端(支承点)的位置，二是调整伺服器推杆的长度。但是现在的新型自动变速器中因加工精度能够保证合适的间隙，这种调整装置已不多见。

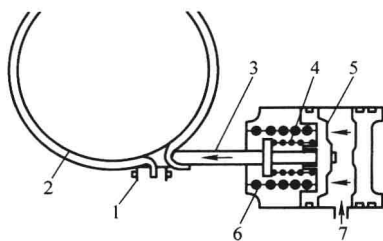


图 1-18 带式制动器的工作原理

1—变速器壳体 2—制动带 3—推杆
4—缓冲弹簧 5—活塞 6—回位
弹簧 7—伺服油路

3. 单向离合器

单向离合器具有单向锁止的特点，当与之相连接的零件的受力方向与其锁止方向相同时，该元件被固定制动，或连接驱动；当受力方向与锁止方向相反时，该元件被释放脱离连接。单向离合器在不同的状态下具有与离合器、制动器相同的作用。常见的单向离合器有楔块式和滚柱式两种。

(1) 楔块式单向离合器 楔块式单向离合器由内圈、楔块、保持架和外圈组成, 工作原理如图 1-19 所示, 楔块长端的长度大于内圈和外圈之间的距离, 而短端的长度小于内、外圈之间的距离。当内圈固定, 外圈沿图中 A 方向(逆时针)旋转, 摩擦力使楔块向倒下的方向转动, 楔块对外圈没有阻力, 外圈可以转动, 单向离合器的这种状态为超越状态; 当外圈沿图中 B 方向(顺时针)旋转, 摩擦力使楔块向立起的方向转动, 便内圈和外圈卡死连为一体, 外圈不能转动, 单向离合器处于锁止状态。

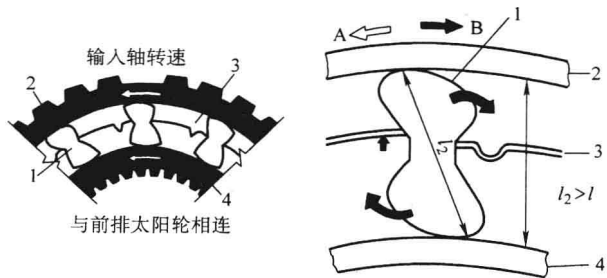


图 1-19 楔块式单向离合器的工作原理
1—楔块 2—外圈 3—保持架 4—内圈

(2) 滚柱式单向离合器 滚柱式单向离合器由内圈、滚柱、保持架和外圈组成, 工作原理如图 1-20 所示, 在外圈中开有楔形槽, 当内圈固定, 外圈沿图 1-20a 所示方向(逆时针)旋转时, 摩擦力使滚柱压缩弹簧向楔形槽的宽端移动, 内圈与外圈脱开, 外圈可以转动, 单向离合器的这种状态为超越状态; 当外圈沿图 1-20b 所示方向(顺时针)旋转, 摩擦力和弹簧力使滚柱向楔形槽的窄端移动, 滚柱将内圈与外圈连为一体, 外圈不能转动, 单向离合器处于锁止状态。楔形槽在外圈上, 也有的是开在内圈上, 两者的效果是一样的。

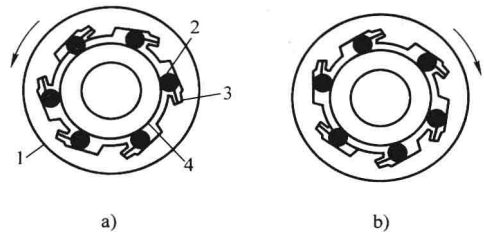


图 1-20 滚柱式单向离合器
a) 超越状态 b) 锁止状态
1—外圈 2—滚柱 3—弹簧 4—内圈

四、01M 型自动变速器各挡动力传递路线分析

1. 1 挡动力传递路线

如图 1-21 所示, 液力传动 1 挡时, K_1 、F 工作。由液力变矩器传来的动力经输入轴、离合器 K_1 传到小太阳轮, 带动小太阳轮顺时针旋转, 小太阳轮又驱动短行星轮逆时针旋转, 短行星轮带动长行星轮顺时针旋转, 长行星轮和内齿圈啮合, 长行星轮在顺时针自转的同时有带动行星架沿内齿圈逆时针转动的趋势。此时单向离合器 F 工作, 防止行星架逆时针旋转, 所以行星架固定不动, 这时长行星轮按顺时针方向旋转, 驱动内齿圈按顺时针方向旋转, 通过内齿圈把动力向后输出。

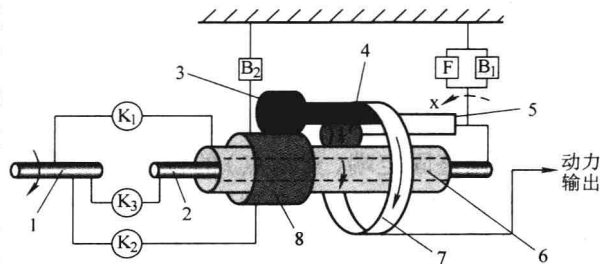


图 1-21 01M 型自动变速器 1 挡工作原理
1—输入轴 2—中间轴 3—长行星轮 4—短行星轮
5—行星架 6—小太阳轮 7—内齿圈 8—大太阳轮

1 挡动力传递路线为: 液力变矩器→输入轴→离合器 K_1 →小太阳轮→短行星轮→长行星轮→内齿圈→动力输出。