

零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列

主 编 汪立亮 艾春萍
副主编 徐寅生 满维龙

轿车自动变速器 维修技能实训

常见故障的**症状**是什么？

可能发生故障的**部位**在哪里？

这些故障**如何**解决？

■ 揭开汽车神秘面纱，从这里**零点起飞**！

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

零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列

轿车自动变速器维修技能实训

主 编 汪立亮 艾春萍

副主编 徐寅生 满维龙

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书详细介绍了轿车自动变速器的基础理论知识和基本维修技能,并附有大量的图文资料。本书内容完整、系统,通俗易懂,既可作为高职高专、职业技能培训及鉴定机构的技能培训教材,也适用于广大汽车维修及教学人员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

轿车自动变速器维修技能实训/汪立亮,艾春萍主编;徐寅生,满维龙副主编.——北京:北京理工大学出版社,2005.1

(零点起飞·轿车新技术新结构维修技能实训系列)

ISBN 7-5640-0434-7

I.轿… II.①汪…②艾…③徐…④满… III.轿车-自动变速装置-车辆修理 IV.U469.110.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 079664 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(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 20.25

字 数 / 479 千字

版 次 / 2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 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 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

进入 21 世纪,随着我国国民经济的迅速发展,汽车工业已成为我国的支柱产业。近年来,我国汽车(尤其是轿车)的数量迅速增加,特别是加入 WTO 后,中国将有可能成为世界上最大的汽车市场。在此背景下,从事汽车运用、检测和维修等工作的各类职业人员日益增多,而作为培养汽车专业人才的职业技术教育正处于初期发展阶段。近几年随着各地职业技术学院和职业技能培训及鉴定机构的大量涌现,职业教育呈现出良好发展势头。然而,适合汽车维修专业职业技能培训的教材少之又少,特别是多种新技术、新结构在汽车上的应用,使得现代汽车无论从结构与原理上,还是使用与维修上均与传统汽车有着根本的区别。

为满足各职业技术学院、职业技能培训部门以及广大汽车维修人员的需要,我们结合职业教育注重实践的教学特点,精心策划编写了“轿车维修技能实训系列丛书”。此套丛书包括:

- (1)《轿车电控发动机维修技能实训》
- (2)《轿车自动变速器维修技能实训》
- (3)《轿车 ABS/ASR 维修技能实训》
- (4)《轿车 SRS 维修技能实训》
- (5)《轿车电控防盗系统维修技能实训》
- (6)《轿车自动空调系统维修技能实训》

《轿车自动变速器维修技能实训》一书较详细地介绍了自动变速器的基础理论知识和基本维修技能,并以最近生产的国产轿车及部分进口轿车的自动变速器为例,简要地介绍了其典型结构特点、故障诊断方法及其维修技术,并精选典型维修案例加以分析,既有针对性,又有实用性,为广大汽车维修人员快速掌握自动变速器的维修技能提供了一条捷径。该书实用性强、内容丰富,涉及车型广,所选实例具有广泛的代表性,图文并茂,通俗易懂,特别适合于高职高专、培训学校、职业技能培训及鉴定机构作为汽车维修工的技能培训教材,同时也可供广大汽车维修检测人员及汽车教学人员阅读参考。

本书主编为汪立亮、艾春萍,副主编为徐寅生、满维龙,同时编写人员还有张志刚、赵学鹏、陈安宇、王元龙、杨昌明、章宏、余亚武、刘春玲、王国荣、范祥杰、陈一永等。在编写过程中,我们参阅了大量的文献资料,并得到许多汽车维修同行,特别是朱军、王凯明、魏俊强、李东江等知名专家的大力支持和帮助,在此特向他们表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 自动变速器的应用与发展	(1)
第二节 自动变速器的组成	(3)
第三节 自动变速器的分类及型号识别	(4)
第二章 自动变速器基本结构与原理	(8)
第一节 液力耦合器及液力变矩器	(8)
第二节 行星齿轮系统	(18)
第三节 液压控制系统	(38)
第四节 电液控制系统	(42)
第三章 自动变速器维修基础知识	(57)
第一节 自动变速器的正确使用	(57)
第二节 自动变速器的性能检验	(64)
第三节 自动变速器故障诊断	(95)
第四节 自动变速器的维修基础	(131)
第五节 测试工具与诊断设备	(142)
第四章 液力变矩器的维修	(167)
第一节 液力变矩器的检修	(167)
第二节 典型实例维修及分析	(177)
第五章 行星齿轮系统的维修	(183)
第一节 行星齿轮系统的检修	(183)
第二节 典型实例维修及分析	(198)
第六章 液压控制系统的维修	(202)
第一节 液压控制系统的检修	(202)
第二节 典型实例维修及分析	(217)
第七章 电子控制系统的维修	(220)
第一节 电子控制系统的检修	(220)
第二节 典型实例维修及分析	(241)
第八章 典型自动变速器的检修	(248)
第一节 大众公司自动变速器	(248)
第二节 丰田公司自动变速器	(267)
第三节 雪铁龙公司自动变速器	(270)
第四节 现代、三菱公司自动变速器	(277)
第五节 通用公司自动变速器	(279)
第六节 日产、马自达公司自动变速器	(282)

第七节 本田公司自动变速器·····	(286)
第八节 奔驰公司自动变速器·····	(289)
第九章 自动变速器疑难故障会诊·····	(293)
【案例 1】凌志 ES300 轿车进倒挡后加速时车速反应慢·····	(293)
【案例 2】日产千里马(MAXIMA)轿车加速无力·····	(294)
【案例 3】丰田皇冠 3.0 自动变速器故障一例·····	(296)
【案例 4】雪佛兰子弹头自动变速器换挡冲击·····	(299)
【案例 5】赛欧轿车发动机动力下降·····	(300)
【案例 6】宝马车换挡有冲击现象·····	(300)
【案例 7】富康 A11 轿车冷车能起步,热车不能起步·····	(301)
【案例 8】欧宝威达轿车高速踩制动时发动机易熄火·····	(304)
【案例 9】日产千里马(MAXIMA)轿车自动变速器多次打滑·····	(306)
【案例 10】奥迪 A6 轿车在故障保护模式时冲击大·····	(308)
【案例 11】海南马自达 MPV 旅行车换挡振动·····	(308)
【案例 12】富康 A14 自动变速器一起疑难故障的排除·····	(309)
【案例 13】丰田大霸王换挡时发窜·····	(311)
【案例 14】本田雅阁 2.0L 轿车自动变速器上挡迟滞·····	(311)
【案例 15】凌志 LS400 轿车热车时有异响·····	(313)
【案例 16】本田 ACCORD 自动变速器异响故障排除技巧·····	(314)
参考文献·····	(317)

第一章 概述



本章导读

随着汽车技术的飞速发展和人们安全、舒适、节油及意识的提高,自动变速器在汽车上的应用越来越广泛。汽车维修和检测人员为适应现代汽车新技术发展的需要,必须主动去了解、认识自动变速器,为下一步的学习作好铺垫。



重点提示

变速器在汽车传动系中主要起改变转速和转矩的作用。传统的机械变速器(机械变速器指不带液力变矩器的齿轮传动变速器)具有传动效率高、工作可靠、结构简单和价格低廉等优点,但驾驶员必须根据汽车运行条件的变化变更挡位。因此要求驾驶员能够协调操纵离合器踏板、加速踏板及变速操纵杆这三个操纵件并能根据路面交通情况及发动机工作状况准确及时地进行换挡,以保证汽车具有良好的动力性和经济性。因此,手动机械变速器因换挡频繁、动作多、劳动强度大且会分散驾驶员的注意力,增加了行车中的不安全因素,而且由于换挡时刻掌握不好,使发动机不能经常保持在最佳工况下工作。此外,由于换挡时需切断与发动机的联系,会导致速度损失,而高档换低挡时,为达到同步换挡常需在切断动力后加大节气门,使变速器输入轴转速提高,这些都导致汽车的动力性和经济性下降。

因此,为满足人们对安全、舒适、节油和环保的要求,各国的汽车设计师们研制设计了各种各样的自动变速器。

第一节 自动变速器的应用与发展

1939年美国通用汽车公司首先在其生产的奥兹莫比尔(Oldsmobile)轿车上装用了液力变矩器——行星齿轮组成的液力变速器,可谓之现代自动变速器的雏形。40年代末50年代初,出现了根据车速和节气门开度自动控制换挡的液力控制换挡自动变速器,使自动变速器进入了迅速发展时期。到1975年,自动变速器在重型汽车及公共汽车上的应用已相当普及。

20世纪70年代末电子控制技术开始应用于汽车变速器,日本丰田汽车公司研制成功了世界上第一台电子控制变速器装置,并在1976年实现了批量生产。但由于各种电子控制自动变速器在控制精度和自由度方面效果并不十分理想,因此,包括日本在内的许多国家又把重要精力转向电脑控制变速器的研究和开发。自此,以电脑为控制核心的电子控制自动变速器迅速发展。目前美国大部分的汽车装用了自动变速器,日本和西欧国家汽车自动变速器普及率也达到了80%左右。

现在我国轿车和豪华大客车电子控制的自动变速器已呈普及之势。一汽大众1998年底在国内首家推出批量生产的装用电控自动变速器的轿车捷达AT,该车采用德国大众(VW)原厂生产的第三代95型01M电控4挡自动变速器。国内的神龙富康汽车公司亦于1999年初展示了其装备自动变速器的富康988轿车,这种电控4挡自动变速器由法国的雪铁龙和雷诺公司共同研制,在意大利生产,1998年6月才开始应用。上海通用汽车公司投产的4T-65E变速

器是通用汽车公司 1994 年才正式投产的。上海大众汽车公司已制造出帕萨特、宝来、波罗、桑塔纳等大众系列车型使用的自动变速器,国产轿车普遍装用自动变速器的时代已经到来。表 1-1 为国产轿车自动变速器的使用情况。

表 1-1 国产轿车自动变速器应用车型

企业名称	车 型	变速器型号
北京现代汽车有限公司	现代索纳塔	KM175
北京吉普有限公司	切诺基	AW-4(A340E)
	大切诺基	42RE
	帕杰罗	V4A51
上海大众汽车有限公司	POLO	001
	桑塔纳 2000	01N
	帕萨特 B5	01N
	1.8 L 帕萨特	01V
	奇瑞	ZF4HP-14
一汽大众汽车有限公司	捷达王、宝来	01M
	奥迪 100	097
	奥迪 V6	ZF4HP-18
	奥迪 A6	01V
一汽轿车有限公司	红旗旗舰	AODE
二汽神龙汽车有限公司	富康 C5、毕加索 MPV	AL4
二汽雪铁龙汽车有限公司	雪铁龙	AL4
二汽风神汽车有限公司	风神蓝鸟	RL4F03A
东风悦达起亚汽车有限公司	千里马	RE4F02A
广州本田汽车公司	雅阁、奥德赛	B7XA
上海通用汽车公司	别克	4T65E
	赛欧	AF13
海南马自达汽车公司	马自达 323	FA4A-EL
武汉长丰汽车制造厂	猎豹	V4A51
长安福特汽车公司	蒙迪欧	CD4E
天津丰田汽车有限公司	雅酷、威驰、威姿	丰田 A-143E

第二节 自动变速器的组成

重点提示

自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮机构、油泵及控制系统等几个部分组成,如图 1-1 所示。

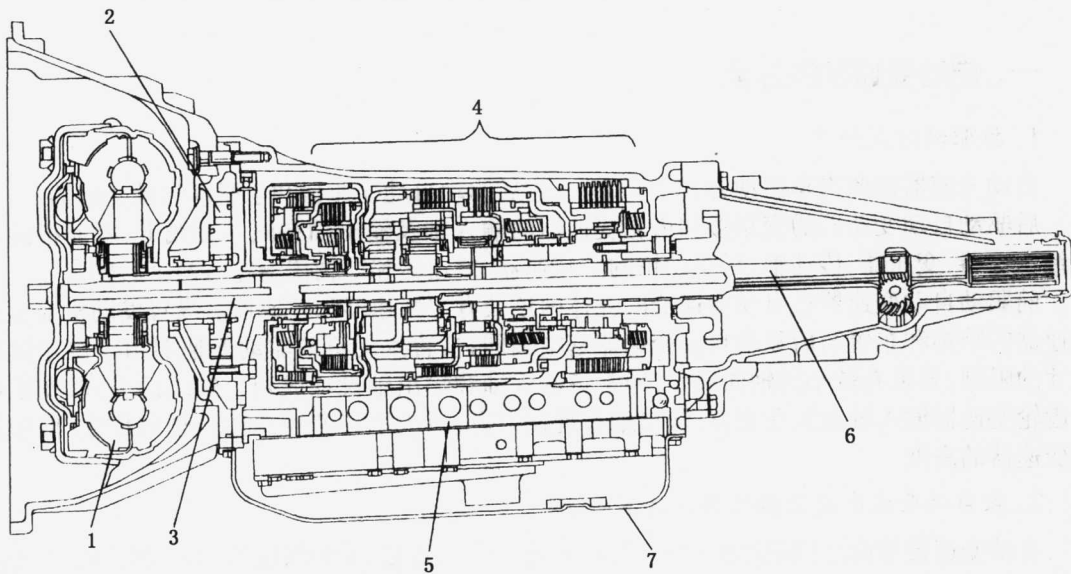


图 1-1 自动变速器的组成

1—液力变矩器;2—油泵;3—输入轴;4—行星齿轮机构;5—阀体总成;6—输出轴;7—油底壳

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,其作用与装用手动变速器的汽车中的离合器相似。它可在一定范围内实现减速增矩。

2. 行星齿轮机构

行星齿轮机构包括行星齿轮组和换挡执行机构。换挡执行机构可以使行星齿轮组处于不同的啮合状态,以实现不同的传动比。大部分自动变速器的行星齿轮组机构有 3~4 个前进挡和 1 个倒挡。这些挡位与液力变矩器相配合,就可实现由起步至最高车速的整个范围内的自动换挡。

3. 油泵

油泵通常安装在液力变矩器之后,由飞轮通过液力变矩器壳直接驱动,为液力变矩器、控制系统及换挡执行机构的工作提供一定压力的自动变速器油。

4. 控制系统

新型汽车自动变速器的控制系统有液压式和电液式两种。液压式控制包括由许多控制阀组成的阀体总成以控制液压管路。电液式控制系统除了阀体及液压管路之外,还包括电脑、传感器、执行器及控制电路等。阀体总成通常安装在行星齿轮机构下方的油底壳内。驾驶员通

过自动变速器的操纵手柄改变阀体内手动阀的位置。控制系统根据手动阀的位置、节气门开度、车速及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行星齿轮机构中的换挡执行机构的工作,实现自动换挡。此外,在自动变速器的外部还设有一个自动变速器的散热器,用于散发自动变速器油在工作过程中产生的热量。

第三节 自动变速器的分类及型号识别

一、自动变速器的分类

1. 按驱动方式分类

自动变速器按照汽车驱动方式不同,可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上,发动机的动力经变矩器、变速器、传动轴、后驱动桥的主减速器、差速器和半轴传给左右两个后轮。

前驱动自动变速器在自动变速器的壳体内还装有主减速器和差速器。纵置发动机前驱动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同;横置发动机前驱动变速器由于汽车横向尺寸的限制,要求有较小的轴向尺寸,通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式,变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方,输出轴布置在下方,减少了变速器总体的轴向尺寸,但增加了变速器的高度。

2. 按自动变速器前进挡的挡位数不同分类

自动变速器按前进挡的挡位数不同,可分为2个前进挡、3个前进挡、4个前进挡、5个前进挡。新型轿车装用自动变速器基本上都是4个前进挡,即设有超速挡。目前已经开发出装有5个前进挡自动变速器的轿车。

3. 按齿轮变速器的类型分类

自动变速器按齿轮变速器类型的不同,可分为行星齿轮式自动变速器和平行轴式自动变速器两种。行星齿轮式看上去变速器结构紧凑,能获得较大的传动比,为绝大多数轿车所采用;平行轴式自动变速器体积较大,最大传动比较小,只有少数几种车型使用(如本田 ACCORD 轿车)。

4. 按控制方式分类

按控制方式不同,自动变速器可分为液力控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。

二、自动变速器的型号识别

特别提醒

一种变速器可能被用在多个公司不同款式的汽车上,而同一种车型根据其使用的地区和用途不同,也可能装备不同型号的变速器。如果对自动变速器的型号不了解,在维修中就会对故障分析、资料查找及零配件采购等造成障碍。目前有很多维修人员对自动变速器的型号不熟悉、不重视,以至于在维修中出现了很多问题。

下面先介绍一下自动变速器型号含义,然后对目前常见自动变速器的主要识别方法进行简要介绍,并列出常用自动变速器与车型的对照表。

1. 自动变速器型号含义

自动变速器的型号主要代表了变速器的性质、自动变速器的生产公司、驱动方式、前进变

速器挡位数、控制类型、改进序号及额定驱动转矩等内容。

变速器的性质主要是指是自动变速器还是手动变速器。一般用字母“A”表示自动变速器,用字母“M”表示手动变速器。

自动变速器的生产公司。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。

驱动方式主要标明是前驱动还是后驱动。一般用字母“F”表示前驱动,字母“R”表示后驱动,但也有特殊情况,如丰田公司则用数字表示驱动方式。一部分四轮驱动车辆在型号后面附字母“H”或“F”表示。

前进变速器挡位数主要是表示自动变速器前进挡的变速比的个数,用数字表示。

控制类型主要说明变速器是电控、液控还是电液控制,电控一般用字母“E”表示,液控一般用“L”表示,电液控制用“EH”表示。

改进序号表示自动变速器是否在原变速器的基础上做过改进。

额定驱动扭矩,在通用与宝马等公司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做具体说明。

(1) 宝马 ZF4HP22-EH 的含义。系列号码分别表示:ZF 公司生产,挡位数 4,控制类型 H(液压),齿轮类型 P(行星类)和额定扭矩 $22 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。系列号码的末尾“E”或“EH”分别表示电控或电液控制类型的变速器。

(2) 丰田自动变速器型号识别。丰田自动变速器的型号可分为两大类:一类为型号中除字母外有两位阿拉伯数字,另一类为型号中除字母外有三位阿拉伯数字。

① 型号中有两位阿拉伯数字,如 A40、A41、A55、A55F、A40D、A42DL、A43DL、A44DL、A45DL、A45DF、A43D 等。字母“A”代表自动变速器。若左起第一位阿拉伯数字分别为“1”、“2”、“5”,则表示该自动变速器为前驱车辆用,即自动变速器内含主减速器与差速器,称为自动传动桥。若左起第一位阿拉伯数字分别为“3”、“4”,则表示该自动变速器为后驱车辆用。左起第二位阿拉伯数字代表生产序号。

后附字母的含义如下:“H”或“F”表示该自动变速器用于四轮驱动车辆。“D”表示该自动变速器有超速挡。“L”表示该自动变速器有锁止离合器。“E”表示自动变速器为电控式,同时带有锁止离合器。若无“E”,则表示为全液压控制自动变速器。

② 型号中有 3 位阿拉伯数字,如 A130L、A131(L)、A132(L)、A140L、A240L、A241H、A243L、A440L、A440F、A442F、A340E、A340H、A340F、A341F、A140E、A141E、A240E、A241E、A540E、A540H 等。字母“A”表示自动变速器,左起第一位阿拉伯数字及后附字母的解释同上;左起第二位阿拉伯数字代表该自动变速器前进挡的个数;左起第三位阿拉伯数字代表生产序号。

 **特别提醒** 上述自动变速器中的 A340H、A340F 和 A540H 型自动变速器,后面均省略了“E”,均为电控自动变速器,带锁止离合器。A241H、A442F 和 45DF 型自动变速器,其后均省略了“L”,但均带有锁止离合器。

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”、“F”或“H”,原型号不变。

(3) 克莱斯勒自动变速器新型号识别。1992 年,克莱斯勒公司开始执行一套新的自动变速器识别型号,这套系统是由 4 个字母组成的识别系统,每个字母代表变速器的一个特性。第一个字母代表变速器前进挡挡数。第二个字母代表输入转矩容量。0~2(从轻负荷至重负荷)

是乘用车用的,0~7是卡车用的。第三个字母表示车辆是前轮驱动还是后轮驱动,以及发动机在驱动系中的位置。“R”代表后轮驱动车辆,“T”代表发动机横置的前轮驱动车辆,“L”代表发动机纵置的前轮驱动车辆,“A”表示四轮驱动车辆。第四个字母代表变速器的控制类型。“E”表示电控,“H”表示液压控制。在这以后的几年,克莱斯勒公司的变速器既可以根据旧型号识别,也可以根据新的型号识别。

(4) 通用自动变速器型号识别。该公司自动变速器的型号主要有 4T60E、4L60E 等,从型号上我们便可知道此变速器的一些特点。第一位阿拉伯数字表示前进挡传动比的个数。如上面的 4 表示四速,即有 4 个前进传动比。第二位字母表示驱动方式。上面的“T”表示变速器为横置(Transverse),“L”表示变速器为后置后驱动式。第三、四位数字表示变速器的额定驱动扭矩。第五位字母表示控制类型。“E”表示变速器为电子控制。

2. 主要识别方法

重点提示

在很多变速器壳体上都有一个金属铭牌,上面一般标有自动变速器生产公司名称、型号、生产序号代码及液力变矩器规格等内容,因此可很方便地对自动变速器型号进行识别。例如,丰田 A341 自动变速器在铭牌栏中的字符为 03-41LE,宝马轿车自动变速器的铭牌上直接标有 ZF4HP-22 或 ZF5HP-18。

(1) 变速器铭牌识别法。图 1-2 所示为 4L30E 自动变速器的铭牌识别,图 1-3 所示为通用 4T60E 自动变速器的铭牌识别。

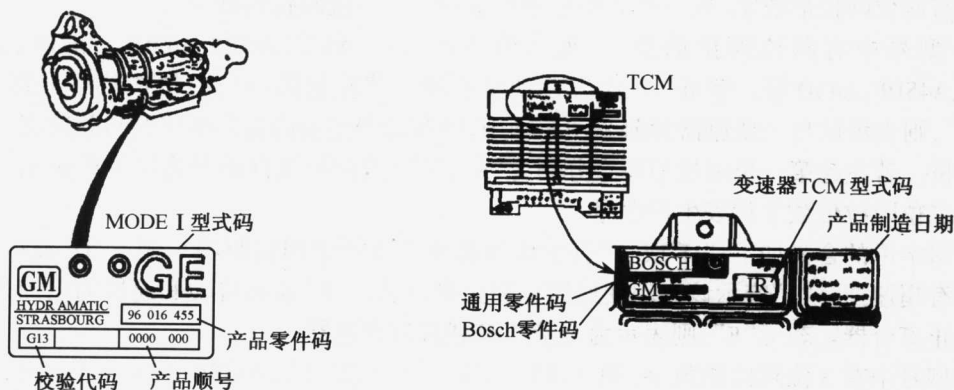


图 1-2 4L30E 自动变速器的铭牌识别

(2) 汽车铭牌识别法。一部分汽车在发动机舱内、驾驶室内及门柱等位置有汽车铭牌,这些铭牌上一般有生产厂商名称、汽车型号、车身型号、底盘型号、发动机型号、变速器型号和出厂编号等内容。通过汽车铭牌上的内容可对自动变速器的型号进行识别。图 1-4 所示为丰田汽车铭牌识别,在变速器型号这一栏内标有自动变速器的型号。

(3) 壳体标号识别法。一部分变速器的壳体和油底壳部位,在生产时将其型号留在上面,因此我们便可以很直观地识别出自动变速器的型号。例如,福特公司的 AXOD 自动变速器,在其端部的阀体油底壳上有很大的“AXOD”字符。

(4) 奔驰自动变速器型号识别方法。奔驰汽车的自动变速器为其下属公司生产,其型号

以数字代码形式表示。其号码刻在变速器壳体侧部、油底壳接合面上面一点的部位。在这里有一长串字符号,其中“722×××”的6位字符即为自动变速器的型号。

(5) 零部件特征识别法。自动变速器的型号就像人的名字,在交流中用来代表该物。人们常用一些绰号来指某人,同理在汽车工程中也常用一些特征的部件来代指某一装置。为了区分与识别一些自动变速器的型号,常用其具有特殊开关及导线端子数等进行区分与识别。图1-5所示为通过油底壳垫开关区分通用4T60E与4T65E自动变速器。

(6) 变速器结构特征识别法。除了可以用上述的零部件特征对自动变速器进行识别区分外,还可以根据自动变速器一些独特

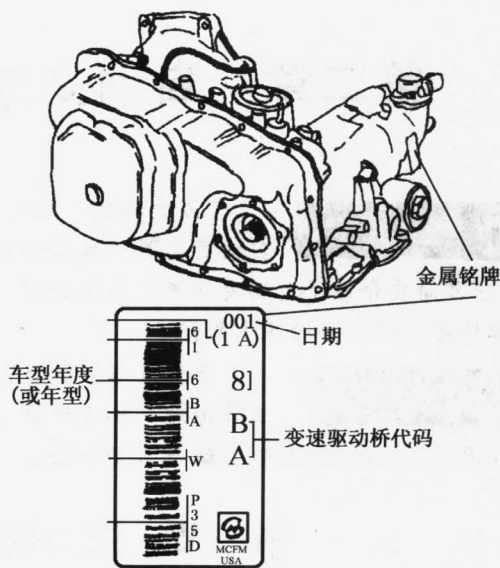


图1-3 通用4T60E自动变速器铭牌识别

TOYOTA	MOTOR	CORPORATION	JAP
MODEL	UZJ100L	- GNMEKV	
ENGINE	2UZ-FE	4664	CC
FRAMENo	JTB11WJA0W8001992		
	COLOR	TRIM	GVM (KG)
	607	LC10	
TRANS/AXLE	A442F	A04A	
PLANT/BUILT	A11		
30881	トヨタ自動車株式会社		

图1-4 丰田汽车铭牌识别

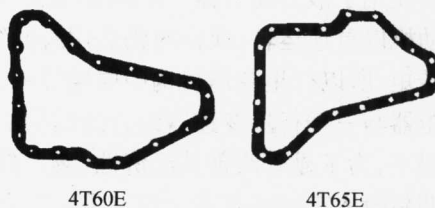


图1-5 通用4T60E与4T65E自动变速器油底壳垫开关对比

的结构特征来对自动变速器进行识别区分。比如油底壳在上方的日产千里马 RE4F04A 自动变速器,有一大一小两个油底壳的宝马或欧宝 4L30E 自动变速器,有加长壳体的奔驰 S320 轿车的 722.502 五速自动变速器,外部有电磁阀阀体的克莱斯勒 41TE(A604)自动变速器,油底壳在前侧的马自达 626 轿车 GF4A-EL 自动变速器等。

(7) 车型型号对照表。如果通过以上方法均不能准确地判断出自动变速器的型号,则可通过车型与变速器型号对照表。

第二章 自动变速器基本结构与原理



本章导读

“万丈高楼平地起”，要想成为一名出色的维修专家，就必须掌握自动变速器的结构组成及工作原理，为维修打好扎实的理论基础。为此，本章简要介绍了自动变速器中各组成部分的常见结构和工作原理，为自动变速器的拆装和故障检修提供必要的基本知识。



重点提示

现代汽车上所用自动变速器在结构上虽有差异，但基本结构组成和工作原理却较为相似。自动变速器主要由液力变矩器、变速齿轮机构、供油系统、自动换挡控制系统及自动换挡操纵装置等部分组成。

第一节 液力耦合器及液力变矩器

汽车上所采用的液力传动装置通常有液力耦合器和液力变矩器两种，二者均属于液力传动，即通过液体的循环流动，利用液体动能的变化来传递动力。只有为数甚少的液力自动变速器使用了液力耦合器。手动变速器传动系中增设了液力耦合器后，即使变速器处于行驶挡，发动机以怠速运转，换挡时仍需用脚操纵离合器。同时，由于采用液力耦合器时，不能提高输出转矩，所以行星变速机构中要增加一个挡。由于液力耦合器与四挡行星变速器组合比液力变矩器与三挡行星变速器组合的结构复杂，所以采用甚少。现代轿车在不舍弃汽车动力性的前提下，为了显著改善其经济性，液力自动变速器均普遍地从三个前进挡发展为四个前进挡，近期中投入市场的基本上没有采用液力耦合器的。

为了更好地了解液力变矩器，首先介绍液力耦合器。

一、液力耦合器

1. 液力耦合器的结构组成

液力耦合器是一种液力传动装置，又称液力联轴器。在不考虑机械损失的情况下，输出力矩与输入力矩相等。它主要有两个功能，一是防止发动机过载，二是调节工作机构的转速。其结构主要由壳体、泵轮和涡轮三个部分组成，如图 2-1 所示。

2. 液力耦合器的工作原理

液力耦合器的壳体安装在发动机飞轮上，泵轮与壳体焊接在一起，随发动机曲轴转动而转动，是液力耦合器的主动部分。涡轮和输出轴连接在一起，是液力耦合器的从动部分。泵轮和涡轮相对安装，统称为工作轮。在泵轮和涡轮上有径向排列的平直叶片，泵轮和涡轮互不接触，两者之间有一定的间隙（约 3~4 mm）。泵轮与涡轮合成一个整体后，其轴线断面一般为圆形，在腔中充满液压油。

当发动机工作时，曲轴带动液力耦合器的壳体和泵轮一同转动，泵轮叶片内的工作油液在泵轮带动下随之一同旋转，即随工作轮绕轴 1 和 4 的轴线作圆周运动；同时在离心力的作用

下,工作液被甩向泵轮叶片外缘处,并在外缘处冲向涡轮叶片;使涡轮在工作油液冲击力的作用下旋转,冲向涡轮叶片的工作油液沿涡轮叶片向内缘流动,又返回到泵轮的内缘,被泵轮再次甩向外缘。即工作油液沿循环圆箭头所示方向作循环流动。液体质点的流线形成一个首尾相连的环形螺旋线,如图 2-2 所示。

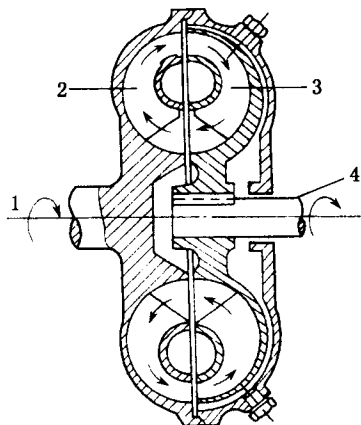


图 2-1 液力耦合器的基本构造

1—输入轴;2—泵轮叶轮;3—涡轮叶轮;4—输出轴

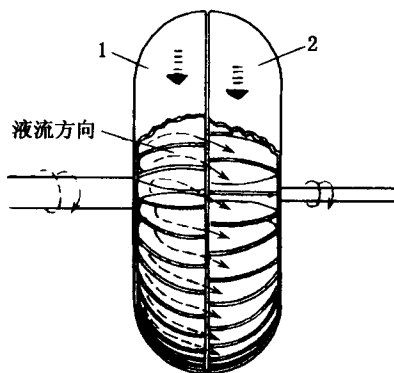


图 2-2 液力耦合器工作示意图

1—泵轮;2—涡轮

在液力耦合器泵轮和涡轮叶片内循环流动的工作油液,从泵轮叶片内缘流向外缘的过程中,泵轮对其作用功,使其速度和动能逐渐增大;而在从涡轮叶片外缘流向内缘的过程中,工作油液对涡轮作功,使其速度和动能逐渐减小。因此液力耦合器的传动原理是:发动机动能通过泵轮传给工作油液,工作油液在循环流动的过程中又将动能传给涡轮输出。工作油液在循环流动的过程中,除了与泵轮和涡轮之间的作用力之外,没有受到其他任何附加的外力。根据作用与反作用力相等的原理,工作油液作用在涡轮上的转矩应等于泵轮作用在工作油液上的转矩,即:发动机传给泵轮的转矩与涡轮上输出的转矩相等。这就是液力耦合器的传动特点。

液力耦合器的传动效率等于涡轮转速与泵轮转速之比如图 2-3 所示。涡轮与泵轮的转速差越大,传动比越小,传动效率就越低;反之,涡轮与泵轮的转速差越小,传动比越大,传动效率就越高。具体言之,在刚刚挂上挡而汽车未起步时,涡轮转速为 0,液力耦合器的传动效率为 0;汽车刚起步时,车速较低,涡轮转速也低,因而传动效率也较低;随着汽车加速,涡轮转速逐渐提高,涡轮与泵轮的转速差逐渐减小,因而液力耦合器的传动效率亦随之增高。理论上,当涡轮转速等于泵轮转速时,传动效率应为 100%,但实际上,若涡轮转速等于泵轮转速,则泵轮与涡轮叶片外缘处的工作油液的压力相等,导致泵轮上的工作油液不能冲向涡轮,液力耦合器内的工作油液没有循环流动,从而不能将泵轮上的动能传递给涡轮输出,液力耦合器将失去传递转矩的作用。因此,

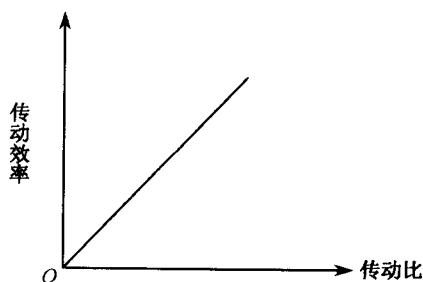


图 2-3 液力耦合器效率特性

液力耦合器工作正常时,涡轮的转速必须小于泵轮的转速,也就是说,液力耦合器的传动效率永远达不到100%。



重点提示

液力耦合器曾在少数几种车型的自动变速器上使用过,由于在减速时它不能起到增加转矩的作用,且在汽车低速行驶时传动效率很低,所以目前采用液力耦合器的车型甚少。但是它所具有的在高传动比工况下有较高传动效率的特性在综合式液力变矩器中得到了充分利用。

二、液力变矩器

1. 液力变矩器的结构组成

液力变矩器安装在发动机和变速器之间,以液压油(ATF)为工作介质,起传递转矩、变矩、变速及离合的作用。

典型的液力变矩器是由泵轮、涡轮和导轮组成,见图2-4所示。它们都是由铝合金精密铸造或用钢板冲压而成,在它们的环状壳体中径向排列着许多叶片,见图2-5所示。

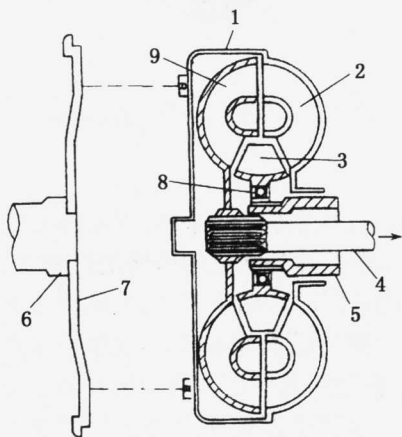


图2-4 液力变矩器

1—变矩器壳体;2—泵轮;3—导轮;4—变速器输入轴;
5—变矩器壳体;6—曲轴;7—驱动端盖;8—单向离合器;9—涡轮

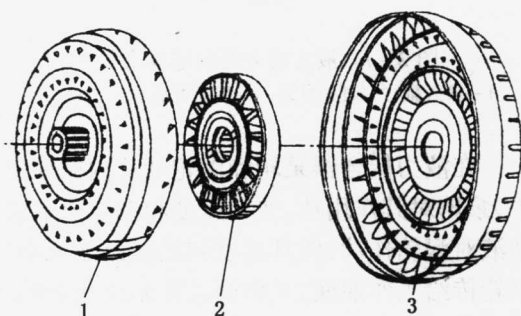


图2-5 泵轮、涡轮和导轮

1—涡轮;2—导轮;3—泵轮

泵轮是液力变矩器的输入元件,位于液力变矩器后端,与变矩器壳体刚性连接。变矩器壳体总成用螺栓固定在发动机曲轴后端,随发动机曲轴一起旋转。

涡轮是液力变矩器的输出元件,它通过花键孔与行星齿轮系统的输入轴相连。涡轮位于泵轮前方,叶片面向泵轮叶片。

导轮位于涡轮和泵轮之间,是液力变矩器的反应元件,通过单向离合器单方向固定在导轮轴或导轮套管上。

泵轮、涡轮和导轮装配好后,会形成断面为循环圆的环状体,在环形内腔中充满液压油。

2. 液力变矩器的工作原理

和液力耦合器一样,液力变矩器在正常工作时,环形腔内的油液除有绕变矩器轴线的圆周

运动外,还有在循环圆中(如图 2-6 中箭头所示)的循环流动,故可将转矩从泵轮传至涡轮。

与液力耦合器不同的是,液力变矩器不仅能传递转矩,而且能在泵轮转矩不变的情况下,随着涡轮转速的不同自动地改变涡轮所输出的转矩值,即“变矩”。



重点提示

液力变矩器之所以能起变矩作用,就是因为结构上比耦合器多一个导轮机构。在液体循环流动的过程中,固定不动的导轮给涡轮一反作用力矩,使涡轮输出的转矩不同于泵轮输入的转矩。

现以变矩器工作轮的展开图来说明液力变矩器的工作原理。沿图 2-6 所示的工作循环圆中间流线将三个工作轮叶片假想地展开,得到泵轮、涡轮和导轮的环形平面,各叶轮叶片的形状和进出口角度也被显示于图中。

为便于说明起见,设发动机转速及负荷不变,即变矩器泵轮的转速 n_B 及转矩 T_B 为常数。先以汽车起步工况为例进行讨论。

(1) 当发动机运转而汽车还未起步时,涡轮转速 n_W 为零,如图 2-7(a)所示。变速器油在泵轮叶片带动下,以一定的绝对速度沿图中箭头 1 的方向冲向涡轮叶片,对涡轮有一作用力,产生绕涡轮轴的转矩,此即液力变矩器的输出转矩。因此时涡轮静止不动,液流则沿着叶片流出涡轮并冲向导轮,其方向如图中箭头 2 所示,该液流也对导轮产生作用力矩。然后液流再从固定不动的导轮叶片沿箭头 3 的方向流回到泵轮中,当液流流过叶片时,对叶片作用有冲击力矩,根据作用力与反作用力定律,液流此时也会受到叶片的反作用且与工作轮的方向有关。设泵轮、涡轮和导轮对液流的作用

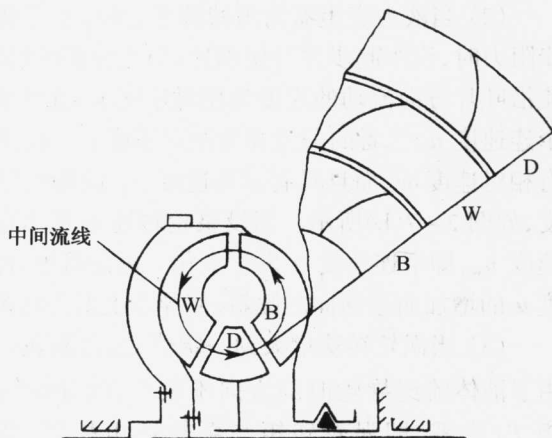


图 2-6 液力变矩器工作轮展开示意图

B—泵轮;W—涡轮;D—导轮

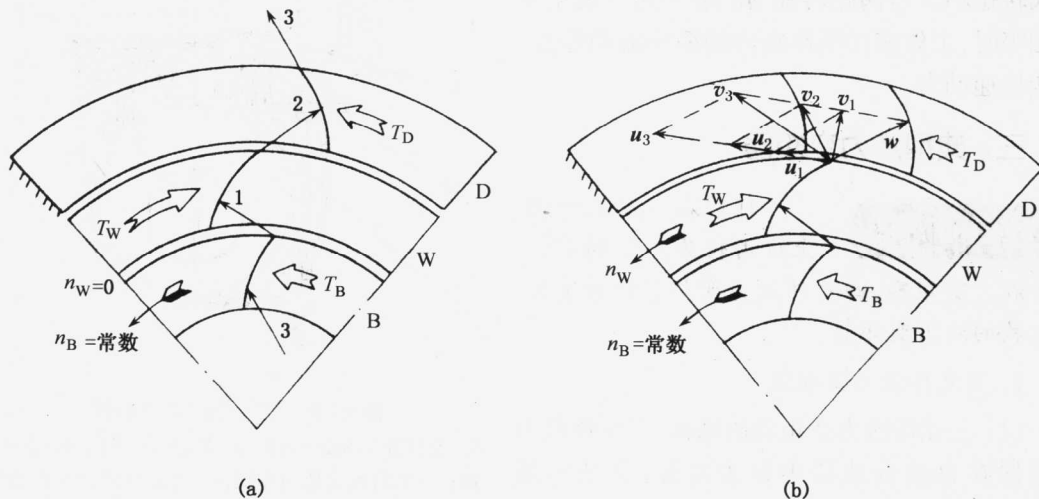


图 2-7 液力变矩器工作原理图

B—泵轮;W—涡轮;D—导轮