



国家技能型紧缺人才培养培训工程
中等职业教育汽车运用与维修专业规划教材

自动变速器构造与维修

马立峰 卢 明 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



目 录

前言

单元 1 概述	1
单元 2 自动变速器基本知识	4
课题 1 自动变速器的使用	4
课题 2 自动变速器的组成及基本原理	7
课题 3 自动变速器的类型及编号	8
单元 3 液力变矩器	13
课题 1 变矩器的作用原理	13
课题 2 单向离合器及锁止离合器	16
课题 3 变矩器的故障诊断	18
单元 4 变速原理	26
课题 1 液压离合器与制动器	26
课题 2 单排行星齿轮机构	33
课题 3 普通型辛普森式行星齿轮机构	34
课题 4 丰田 A341E 和 A342E 自动变速器	40
课题 5 东南菱帅 F4A41 自动变速器	44
课题 6 SPARK 汽车自动变速器	47
课题 7 日产风度 RE4F03 自动变速器	49
课题 8 富康 AL4 自动变速器	54
课题 9 拉维娜轮系的自动变速器	58
单元 5 液压控制系统	63
课题 1 油泵	63
课题 2 油压调整阀	65
课题 3 换挡压力信号系统	68
课题 4 手动阀与换挡基础	71
课题 5 换挡阀	74
单元 6 电子控制系统	84
课题 1 电子控制单元 (ECU) 的工作条件	84
课题 2 输入信号的检查与调整	88
课题 3 输出控制	97

单元 1 概 述

学习目标:

1. 了解自动变速器的发展及应用简况。
2. 掌握自动变速器的特点。

自动变速器是美国于 20 世纪 30 年代研制开发出来的, 至今已有 80 多年的发展历史, 由于其具有许多优良性能, 故在现代汽车上得到广泛应用。各国在该技术上起步早晚的不同、国情的不同, 导致了该技术的应用与发展在不同国家具有不同的情况。

一、自动变速器的发展

自动变速器是在机械式变速器、液力变矩器等液力传动技术和电子控制技术的基础上发展而成的。液力传动技术 19 世纪初发明于欧洲, 最早于 1912 年应用在船舶上。由于液力变矩器不仅具有防止发动机过载的作用, 而且还能无级地改变转速比和转矩比, 因此在其他领域该技术也迅速得到应用, 且主要用于公共汽车。

1930 年, 英国研制生产了一种三级变矩器应用于公共汽车上; 1932 年, 美国通用公司也在公共汽车上采用了这种变矩器, 1937 年又用于内燃机车上。第二次世界大战期间, 液力变矩器又用于军用汽车和专用汽车。与此同时, 美国开始自行研发液力传动技术。

最早生产自动变速器的是美国通用公司, 该公司于 1938 年推出了将行星齿轮变速器与液力耦合器组合而成的液力自动变速器。此种变速器是采用液压控制自动变速, 是现代轿车自动变速器的雏形。1942 年, 通用汽车公司又研制成功了一种两挡液力机械变速器, 其采用了“阿里逊”型双导轮、可闭锁的综合式变矩器。1947 年, 该公司将液力传动装置用于批量生产的小客车上, 并在第二年作为小客车用的标准部件, 逐步应用到该公司生产的其他车型上。1948 年, 通用汽车公司在别克轿车上装备了著名的 NYNAFLOW 型变速器, 这种变速器由单级多相五元件变矩器(一个泵轮、一个涡轮、三个导轮)和具有两个前进挡、一个倒挡的行星齿轮变速器组成, 采用液压控制, 在结构上已接近现代汽车用液力自动变速器。

带锁止离合器的锁止式液力变矩器出现于 20 世纪 70 年代末期。美国克莱斯勒公司 1978 年投放市场的 A-413 型等自动变速驱动桥中, 就装备有锁止式液力变矩器。早期自动变速器的控制系统均为液压控制, 而 1969 年雷诺 16AT 型汽车装备的液力自动变速器, 则采用了电子计算机控制自动变速, 成为了电子控制液力自动变速器的先驱。

目前, 液力自动变速器的变速齿轮机构已由单行星排发展到多行星排, 使变速器的挡位数量由两个前进挡增加到三个或四个前进挡, 部分高档轿车装配 5~6 个前进挡。

由于液力自动变速器具有许多优点, 因此在汽车上应用越来越广泛。美国三大汽车公司液力自动变速器的装车率在 1982 年分别为: 通用公司 91.7%、福特公司 71.5%、克莱

斯勒公司 83.2%；在 1983 年分别为：通用公司 93.9%、福特公司 74.4%、克莱斯勒公司 86.4%。1992 年美国轿车液力自动变速器年装车率为 80%（其中城市轿车为 100%）。日本生产的轿车上液力自动变速器的装车率 1982 年为 26%、1986 年为 41%、1992 年为 60%、1993 年为 75%。

我国在 20 世纪 50 年代，成功地研制了“红旗”高级轿车用液力自动变速器。目前中国的自动变速器装车率也越来越高，上海通用、上海大众、一汽大众、长安福特、东风日产、东风雪铁龙、一汽及海南马自达、奇瑞、北京现代等在我国生产的汽车，均有自动变速器车型。但由于国内的机油品质、驾驶员的驾驶习惯、环境及道路状况等因素，自动变速器会经常出现各种各样的故障。而与手动变速器相比，自动变速器结构更复杂。所以，掌握自动变速器的原理、结构与维修是当代汽车维修人员的基本功。

二、自动变速器的特点

自动变速器能进行反复的加速、减速、换挡，具有变速平滑、驾驶轻便等优点。汽车自动变速器一般和变矩器一起使用，使液力传动的特点，可以弥补机械变速器的一些缺点。自动变速器可以根据发动机的工况和车速情况，自动选择挡位，并具有下列显著特点。

1. 整车具有良好的驾驶性能及安全性

变速器的换挡由其电子控制单元根据行驶的信号来控制，不需驾驶人员过多地去感受换挡的最佳时机，因而比较适合于非职业驾驶人员，特别是女性人群。并且同样可以获得较佳的燃油经济性和动力性，使得驾驶性能与驾驶员的技术水平关系不大，同时减少换挡的动作，较大程度上提高了行车安全性。

2. 良好的行驶性能

自动变速器的换挡最终是以液压传动来实现的，因而可以消除或降低动力传递系统中的冲击和动载。试验表明，在坏路段行驶时，自动变速器的车辆传动轴上，最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 20%~40%，能大幅度延长发动机和传动系统零部件的寿命。

3. 降低废气排放

发动机在怠速和高速运行时，排放的废气中 CO 或 CH 化合物的浓度较高，而自动变速器的应用，可使发动机经常处于经济转速区域内运转，也就是在较小污染排放的转速范围内工作，从而降低了排气污染。

4. 提高了汽车的平顺性

液力变矩器在汽车起步时，使车轮上的牵引力逐步增加，使车轮无振动并减少滑动，所以使起步更容易、更平稳。行驶阻力增大时，发动机也不会出现熄火。

但自动变速器与手动变速器相比，其结构较复杂、零件加工难度大、生产成本较高、修理也较麻烦。同时由于自动变速器的传动效率不够高，在实际的应用当中，油耗一般比手动挡的稍高。

三、自动变速器的发展趋势

由于电子技术的不断发展和进步，特别是电子控制功能的进一步增加，各种传感器和执行机构性能的改善，使现代汽车变速器的发展趋势向着可调自动变速器或无级变速器方

向发展。

1. 电子控制全域锁止离合器及液力缓速装置

这种锁止装置实际上是全自动离合器,可以大大提高行车安全性及变速器内部制动系统零件的寿命,同时尽量提高各种工况下的传动效率。

2. 适合于整车驱动系统的电子控制智能型自动变速器

智能型的电子控制自动变速器的电子系统可以在汽车行驶过程中对汽车的运行参数进行控制,合理地选择换挡点,而且在换挡过程中对恶化的参数进行修正,例如,摩擦片的摩擦系数、油的黏度、车辆的负荷变化等。同时,智能型电子控制自动变速器具有自动诊断系统,可以将汽车运行中的故障记录下来,便于维护。特别是车载网络系统的应用,提高了各参数之间的数据交换及处理,使自动变速器的响应速度更快。

3. 模糊控制理论的应用

模糊控制理论解决了特殊情况下变速程序的复杂问题,使自动变速器的控制能力及可靠性大幅度提高。

4. 电子控制无级变速器 (CVT)

无级变速器能够自由改变速比,故能进行理想的变速控制,如目前国内市场上的奥迪及广本飞度都采用了无级变速器。它具有传动效率高、节气门反应快、油耗低等优越性,但目前还主要用于中小排量的发动机,而随着技术的不断更新与进步,各制造厂纷纷推出了能够匹配大排量发动机的无级变速器。

试一试:您能在一个星期的业余时间内完成下面工作吗?

1. 应用网络查阅我国各汽车厂家在自动变速器方面的发展情况。
2. 应用网络查阅或到修理厂了解自动变速器与手动变速器在实际使用中油耗的差距。
3. 现在国内的神龙汽车公司的爱丽舍配用什么型号的自动变速器?
4. 上海通用汽车有限公司在1999年4月12日正式批量生产的上海别克轿车配用的是什么型号的自动变速器,国内应用较广的又是什么型号?
5. 捷达轿车上配用什么型号的自动变速器?
6. 东风悦达起亚千里马汽车上配用什么型号的自动变速器?
7. 东南菱帅汽车上配用什么型号的自动变速器?

单元2 自动变速器基本知识

学习目标：

1. 了解自动变速器挡位的组成特点。
2. 能针对汽车不同的行驶状况选择合适的挡位。
3. 掌握自动变速器换挡的基本条件。
4. 理解自动变速器各组成部件的作用及相互关系。
5. 能针对拆开的自动变速器说出各组成部件的名称及作用。
6. 了解自动变速器的类型。

课题1 自动变速器的使用

2.1.1 部分车型的变速杆形式

变速杆形式主要有自排挡形式及手自一体式（见图 2-1f），大多安装于驻车制动（手刹）前方，而少部分车型的变速杆置于转向盘的立柱上。主流的挡位形式有 P、R、N、D、2、L 位，但也存在其他的标识形式。

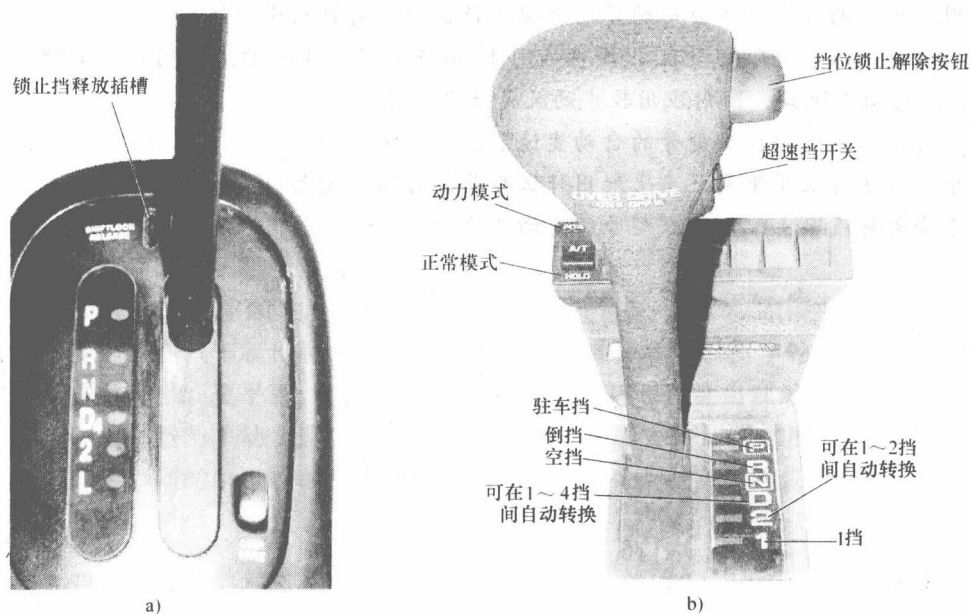


图 2-1 常见变速杆外形

a) SPARK b) FORD PROBEZ

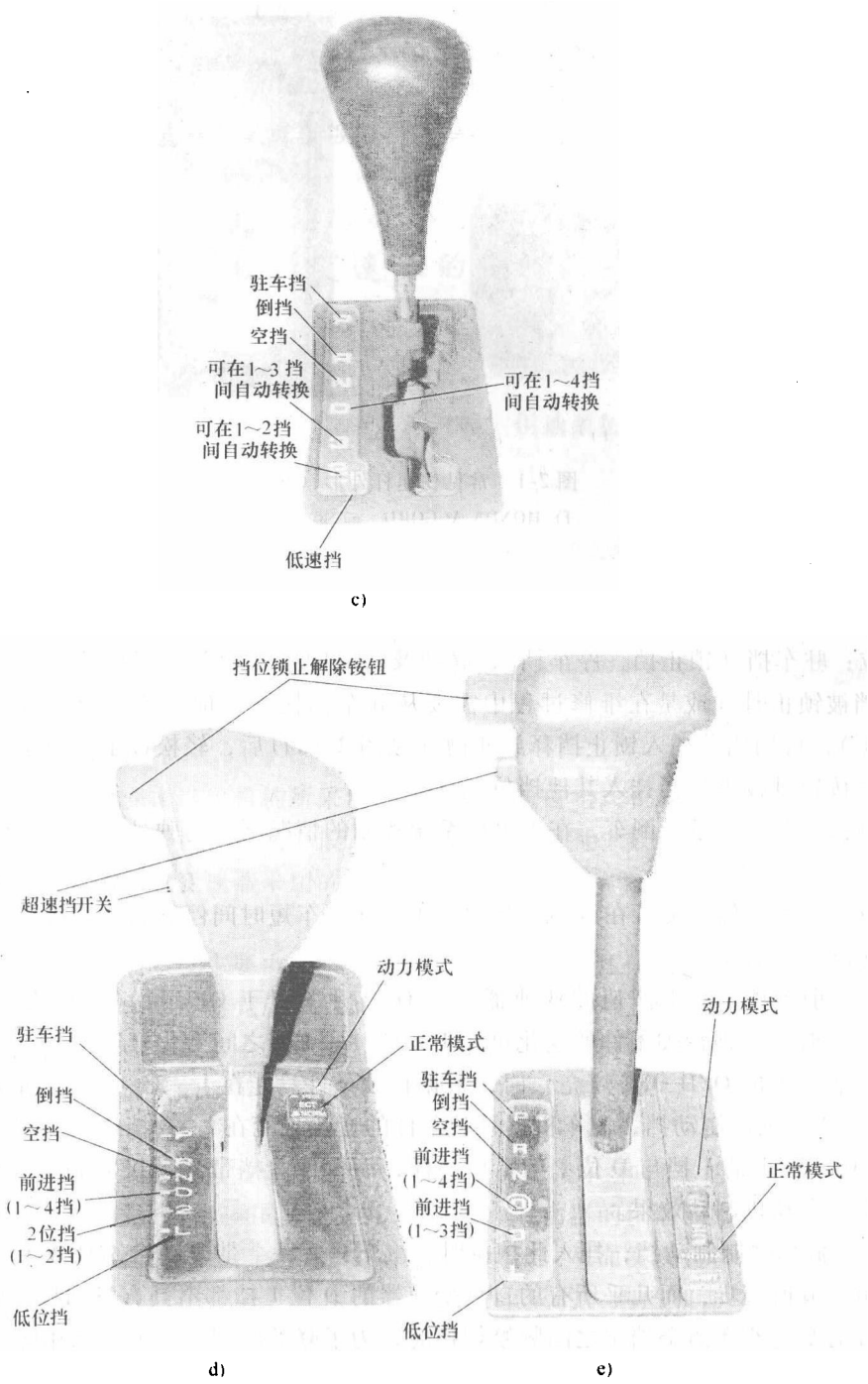


图 2-1 常见变速杆外形 (续)

c) BENZ 380SEL d) TOYOTA CROWN2.5 e) NISSAN MAXIMA

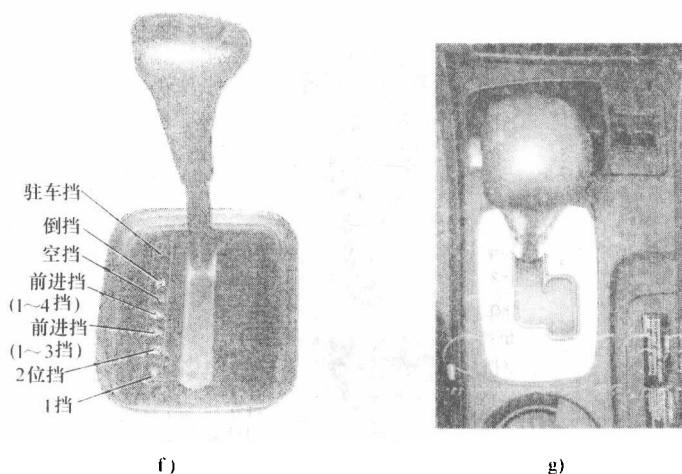


图 2-1 常见变速杆外形 (续)

(f) HONDA ACCORD (g) 欧兰德

2.1.2 各挡位的合理使用

P 位：驻车挡（锁止挡、停车挡），起动及长时间停车使用；当挡位锁止电磁阀损坏后驻车挡被锁止时（或是在维修过程中需要从驻车挡换入其他挡位，而蓄电池又已断电的情况下），可用钥匙插入锁止挡释放插槽（见图 2-1a）后，轻松拔出；对于按钮式的挡位，可将按钮键按下后再挂入其他挡位。

R 位：倒车挡，用于倒车，在无电控系统控制的情况下，驾驶员也可挂入倒车挡进行倒车。

N 位：空挡，驾驶员可在该挡位起动汽车，在汽车短时间停驶而发动机又不熄火时使用，如过红绿灯时。

D 位：前进挡，对于四速的变速器，当 O/D 开关置于 OFF 位（即仪表盘上的 O/D OFF 灯灭）时，根据行驶条件的变化可在 1—2—3—4 挡之间变化；当 O/D 开关置于 ON 位（即仪表盘上的 O/D OFF 灯亮）时，根据行驶条件只能在 1—2—3 挡之间变化。

2 位：2 挡强制制动挡，汽车根据行驶条件的变化只能在 1—2 挡之间转换，不能进入 3 挡；其中 2 位上的 1 挡与 D 位上的 1 挡一样，而 2 位 2 挡带发动机的制动效果，D 位 2 挡一般不带发动机制动效果。

L 位：低挡强制制动挡，挂入此挡位时，汽车只有一个带发动机制动效果的 1 挡，此挡位多用于坡道起步，而几乎所有的自动变速器的 D 位 1 挡都不具有发动机的制动效果。

当自动变速器在两个挡位之间频繁切换时，为了降低磨损，一般可采用降挡使用的方法。如发现汽车在 2—3 挡之间频繁换挡时，可将变速杆拨入 2 位即可。

思考：

1. 当发现变速器在 3—4 挡之间长时间频繁切换时，应怎样做会对自动变速器更好一些？

2.2.2 自动变速器的基本原理

有级自动变速器的发展主要分两个阶段，一是早期使用的全液控自动变速器与现在应用较广的电液控自动变速器，本书主要介绍电液控自动变速器。

变速器的换挡主要是由自动变速器电脑（有些车型将自动变速器电脑与发动机电脑作成一体）根据汽车的行驶速度（车速传感器提供）和节气门开度（节气门位置传感器提供）的变化，控制油路的电磁阀，改变变速器内部起作用的挡位液压元件，从而实现自动换挡，其工作过程如图 2-2 所示。

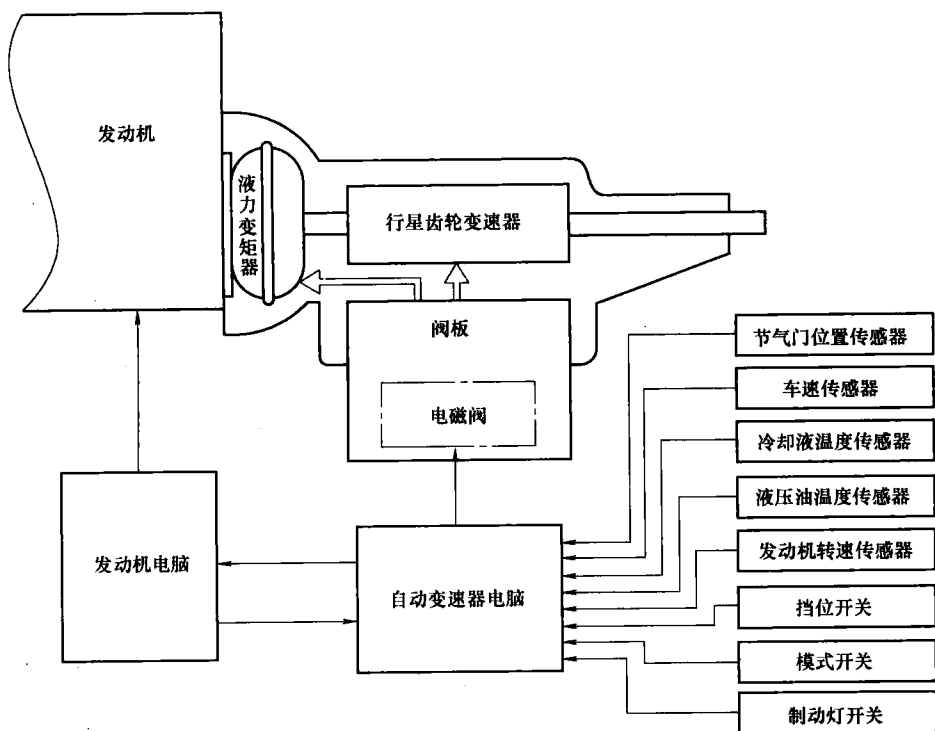


图 2-2 电控液力自动变速器工作过程示意图

课题 3 自动变速器的类型及编号

2.3.1 自动变速器分类方式

1. 按变速方式分

按变速方式可分为有级变速器和无级变速器两种。有级变速器是具有 3~5 个前进挡和 1 个倒挡的变速器，无级变速器是能使传动比在一定范围内连续变化的变速器。

2. 按汽车驱动方式分

按汽车驱动方式可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器两种。前驱动自动变速器在其壳体内装有差速器，其发动机的布置有纵置和横置两种。

3. 按齿轮变速器类型分

按齿轮变速器类型可分为普通齿轮式自动变速器和行星齿轮式自动变速器两种。普通齿轮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 AC-CORD 轿车等)。行星齿轮式自动变速器结构紧凑,在同轴传递动力时能获得较大的传动比,为绝大多数轿车所采用。

4. 按变矩器有无锁止离合器分

按变矩器有无锁止离合器可分为有锁止离合器和无锁止离合器两种。早期的变矩器中没有锁止离合器,在任何工况下都是以液力的方式传递发动机动力,因此传动效率较低。新型轿车自动变速器大都采用带锁止离合器的变矩器,这样当汽车达到一定车速时,控制系统使锁止离合器结合,液力变矩器输入部分和输出部分连成一体,发动机动力以机械传递的方式直接传入齿轮变速器,从而提高了传动效率,降低了汽车的燃油消耗量。

5. 按换挡的控制方式分

按换挡的控制方式可分为全液控制式自动变速器和电子控制式自动变速器两种,全液控制式自动变速器在早期有较大的应用,现绝大多数已为电子控制式自动变速器。

2.3.2 自动变速器的编号

从自动变速器的型号可以了解变速器的基本配置。

1. 丰田车系

如丰田 A-140E:

- 1) 第一个字母 A: 自动变速器。
- 2) 第一位数字: 1、2、5——前轮驱动; 3、4——后轮驱动。
- 3) 第二位数字: 3——三速前进挡; 4——四速前进挡。
- 4) 第三位数字: 0——产品序列。
- 5) 最后一个字母: E 表示电子控制变速器; H 表示四轮驱动。

重要信息: TOYOTA/LEXUS 车系在 1999 年以后的部分车型中采用了新型自动变速器,称为 U 系列自动变速器,也称为智能型超级自动变速器。U 系列自动变速器和以前的 A 系列自动变速器相比较,其电脑控制系统、机械传动机构及油路系统的控制都进行了改进。而 U 系列中不同型号的自动变速器的执行元件在各挡位中的工作是不同的。1999 年以后 TOYOTA 车型自动变速器型号见表 2-1。1999 年以后 LEXUS 车型自动变速器型号见表 2-2。

2. 三菱车系

三菱/现代的大部分车型采用了 F4A20 系列(包括 F4A21、F4A22、F4A23)、F4A30/W4A30 系列(包括 F4A32/W4A32、F4A33/W4A33)、F4A40 系列(包括 F4A41、F4A42 等)和 F4A50 系列的自动变速器,三菱越野还采用 V4AW2 和 V4AW3 型号的自动变速器。

以型号 F4A222 为例,其编号意义如下:

F	4	A	22	2
①	②	③	④	⑤

① 表示驱动方式: F——前轮驱动; W——全轮驱动。

表 2-1 1999 年以后 TOYOTA 车型变速器型号识别

年份 型号	1999	2000	2001	2002	2003
Avalon	A541E	A541E	A541E	A541E	A541E
Camry	A140E, A541E	A140E, A541E	U140E, U241E	U140E, U21E	U140E, U241E
Celice	U240E, U341E	U240E, U341E	U240E, U341E	U240E, U341E	U240E, U341E
Corolla	A1311, A245E	A1311, A245E	A1311, A245E	A1311, A245E	A245E
ECHO	N/A	U340E	U340E	U340E	U340E
High lander	N/A	N/A	U140E/F, U241E	U140E/F, U241E	U140E/F, U241E
Land Cruiser	A343F	A343F	A343F	A343F	A343F
RAV4	A247E, A540H	A247E, A540H	U140F, U241E	U140F, U241E	U140F, U241E
Sequoia	N/A	A340E/F	A340E/F	A340E/F	A340E/F
Sienna	A540E	A540E	A541E	A541E	A541E
Solara	A140E, A541E	A140E, A541E	A140E, A541E	A140E, U241E	A140E, U241E
Tacona	A340E/F, A430	A340E/F, A43D	A340E/F, A44D	A340E/F, A44D	A340E/F, A440
Tundra	A340E/F	A340E/F	A340E/F	A340E/F	A340E/F
4Runner	A340E/F	A340E/F	A340E/F	A340E/F	A750E
Matrix	N/A	N/A	N/A	N/A	A246E, U240E, U341F

表 2-2 1999 年以后 LEXUS 车型变速器型号识别

年份 型号	1999	2000	2001	2002	2003
GS 300	A650E	A650E	A650E	A650E	A650E
GS 400	A650E	A650E	N/A	N/A	N/A
ES 300	A541E&5650E	U140E	U140E	U150E	U150E
RX 300 2WD	U140E	U140E	U140E	U140E	U140E
RX 300 4WD	U140F	U140F	U140F	U140F	U140F
LS 400	A650E	A650E	N/A	N/A	N/A
SC 300	A340E&A350E	A340E	N/A	N/A	N/A
SC 400	A650E	A650E	N/A	N/A	N/A
SC 430	N/A	N/A	N/A	A650E	A650E
LS 430	N/A	N/A	A650E	A650E	A650E
GS 430	N/A	N/A	A650E	A650E	A650E
IS 300	N/A	N/A	A650E	A650E	A650E
LX 470	A343F	A343F	A343F	A343F	A750E

② 表示变速器的挡位：3——3 前进挡；4——4 前进挡；5——5 前进挡。

③ 表示变速器形式：A——自动变速器。

④ 表示变速器型号：22——标准速比；21——轻型速比；23——重型速比；32——新设计标准速比；33——新设计重型速比；41——轻型低功率应用；42——

重型高功率应用。

⑤ 表示变速器版本：1——基本型，第一版本；2——第二版本。

3. 通用车系

通用汽车公司生产的自动变速器的新旧型号对照见表 2-3。

表 2-3 通用车系自动变速器新旧型号对照

旧型号名	新型号名	
THM 180C	HYDRA-MATIC	3L30 3L30-E
THM R-1	HYDRA-MATIC	4L30-E
THM A-1	HYDRA-MATIC	3T40-A
THM 125/125C	HYDRA-MATIC	3T40
THM 700-R4	HYDRA-MATIC	4L60
440-T4	HYDRA-MATIC	4T60 4T60-E
THM 400	HYDRA-MATIC	3L80 4L80-E
THM 425	HYDRA-MATIC	3L80-HD

新型号名中各字符的含义如下：

第一个字符：3、4、5——3、4、5 个前进挡。

第二个字符：T——发动机曲轴中心线横向设置；L——发动机曲轴中心线纵向设置；M——手置换挡。

第三个字符：两位数字——传输转矩的大小。

第四个字符：E——电子控制；A——全车轮转动；HD——重型。

4. 克莱斯勒车型

克莱斯勒自动变速器新旧型号对照见表 2-4。

表 2-4 克莱斯勒自动变速器新旧型号对照

旧型号	新型号	旧型号	新型号
A-404	30TH	A-727HD 柴油	37RH
A-413/A-670	31TH	A-500(A-904 原型)	40RH
A-604 轻型	40TE	A-500(A-999 原型)	42RH
A-604	41TE	A-500ES(电子换挡)	42RE
A-606	42LE	A-500ES(1996 年及以后)	44RE
A-904	30RH	A-518	46RH
A-999	31RH	A-518ES	46RE
A-727	36RH	A-618	47RH

单元3 液力变矩器

学习目标：

1. 了解变矩器的组成及工作原理。
2. 针对剖开的变矩器的锁止油路控制，说出其工作过程。
3. 学会检查自动变速器油面高度及油质状况。
4. 学会作失速试验，并能根据试验结果进行简单的故障分析。

课题1 变矩器的作用原理

变矩器是自动变速器的重要组成部分，安装在发动机的飞轮上，能够将发动机的动力传递给自动变速器中的齿轮变速机构，并具有一定的自动变速功能。自动变速器的传动效率主要取决于变矩器的结构和性能。

3.1.1 作用

变矩器具有如下作用：

- 1) 驱动自动变速器的油泵，建立换挡所需的液压。
- 2) 通过液压传递力矩，取代手动变速器的离合器，减少传动系统的冲击。
- 3) 在一定程度上改变发动机的扭矩，俗称大力靺。

3.1.2 组成

变矩器主要由泵轮、涡轮和导轮3个工作轮组成。导轮位于泵轮和涡轮之间，并与泵轮和涡轮保持一定的轴向间隙，通过导轮固定套固定于变速器壳体上，如图3-1b所示。

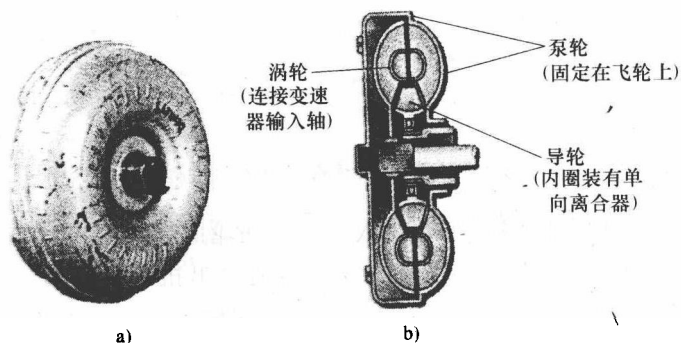


图 3-1 液力变矩器的组成

a) 外观图 b) 断面图

3.1.3 工作原理

如图 3-2 所示, 泵轮、涡轮及导轮都是由具有一定弧度的叶片所组成。

发动机运转时带动液力变矩器的壳体和泵轮与之一同旋转, 泵轮内的液压油在离心力的作用下, 由泵轮叶片外缘冲向涡轮, 并沿涡轮叶片流向导轮, 再经导轮叶片流回泵轮叶片内缘, 形成循环的液流。导轮的作用是改变涡轮上的输出扭矩。由于从涡轮叶片下缘流向导轮的液压油仍有相当大的冲击力, 只要将泵轮、涡轮和导轮的叶片设计成一定的形状和角度, 就可以利用上述冲击力来提高涡轮的输出扭矩。



图 3-2 变矩器工作原理简图

1. 涡轮转速为 0 的情况

在汽车起步之前, 涡轮转速为 0, 发动机通过液力变矩器壳体带动泵轮转动, 并对液压油产生一个大小为 M_p 的扭矩 (此状态称为失速状态)。如图 3-3 所示, 液压油在泵轮叶片的推动下, 以一定的速度冲向涡轮上缘处的叶片, 对涡轮产生冲击扭矩。此时涡轮静止不动, 冲向涡轮的液压油沿涡轮叶片流向涡轮下缘, 在涡轮下缘以一定的速度, 沿着与涡轮下缘出口处相同的方向冲向导轮, 对导轮也产生一个冲击力矩, 并沿固定不动的导轮叶片流回泵轮。当液压油对涡轮和导轮产生冲击力矩时, 涡轮和导轮也对液压油产生一个与冲击扭矩大小相等, 方向相反的反作用扭矩 M_t 和 M_s , 其中 M_t 与 M_p 的方向相反, 而 M_s 与 M_p 的方向相同, 由受力平衡原理, 得:

$$M_t = M_s + M_p$$

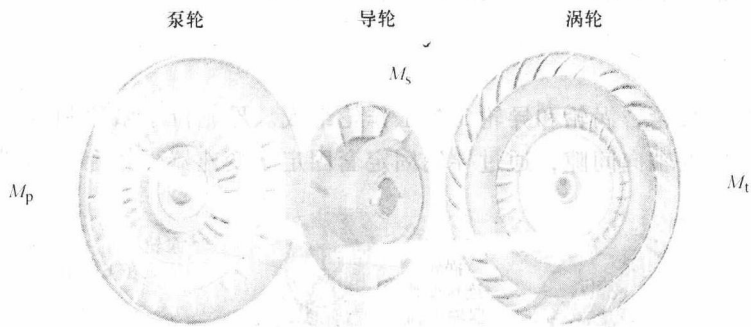


图 3-3 液力变矩器的增扭传力过程

由于涡轮对液压油的反作用扭矩 M_t 与液压油对涡轮的冲击扭矩 (即变矩器的输出扭矩) 大小相等, 方向相反, 因此可知, 液力变矩器的输出扭矩在数值上等于输入扭矩与导轮对液压油的反作用扭矩之和。由于这一扭矩要大于输入扭矩, 因此液力变矩器具有增大扭矩的作用。一般液力变矩器的最大输出扭矩可达输入扭矩的 2.6 倍左右。

2. 涡轮转速大于泵轮转速 0.85 倍时的情况

当汽车在液力变矩器输出扭矩的作用下起步后, 与驱动轮相连接的涡轮也开始转动,

其转速随着汽车的加速不断增加。这时由泵轮冲向涡轮的液压油除了沿着涡轮叶片流动之外,还要随着涡轮一同转动,使得由涡轮下缘出口处冲向导轮的液压油的方向发生变化,不再与涡轮出口处叶片的方向相同,而是顺着涡轮转动的方向向前偏斜了一个角度,使冲向导轮的液流方向与导轮叶片之间的夹角变小,导轮上所受的冲击力矩也减小,液力变矩器的增扭作用亦随之减小。车速愈高,涡轮转速愈大,冲向导轮的液压油方向与导轮叶片的夹角就愈小,液力变矩器的增扭作用亦愈小;反之,车速愈低,液力变矩器的增扭作用就愈大。液力变矩器在汽车低速行驶时有较大的输出扭矩,在汽车起步、上坡或遇到较大行驶阻力时,能使驱动轮获得较大的驱动力矩。

当涡轮转速随车速的提高而增大到某一数值时(一般设计是泵轮转速的0.85倍),冲向导轮的液压油的方向与导轮叶片之间的夹角减小为0,这时导轮将不受液压油的冲击作用,液力变矩器失去增扭作用,其输出扭矩等于输入扭矩,如图3-4所示。

$$M_t = M_p$$

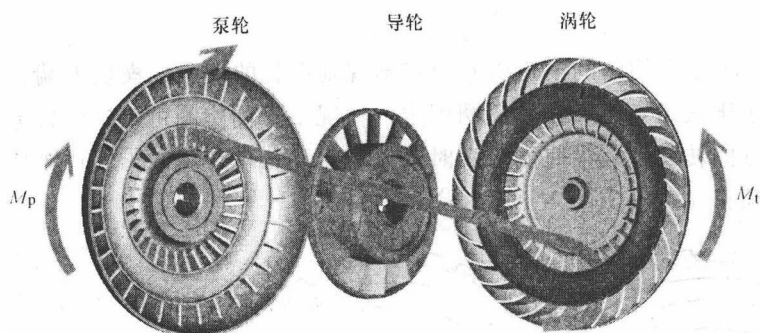


图3-4 液力变矩器的等扭传力过程

若涡轮转速进一步增大,冲向导轮的液压油方向继续向前偏斜,使液压油冲击在导轮叶片的背面,如图3-5所示,这时导轮对液压油的反作用扭矩 M_s 的方向与泵轮对液压油的扭矩 M_p 的方向相反,故此时涡轮上的输出扭矩为二者之差,即

$$M_t = M_p - M_s$$

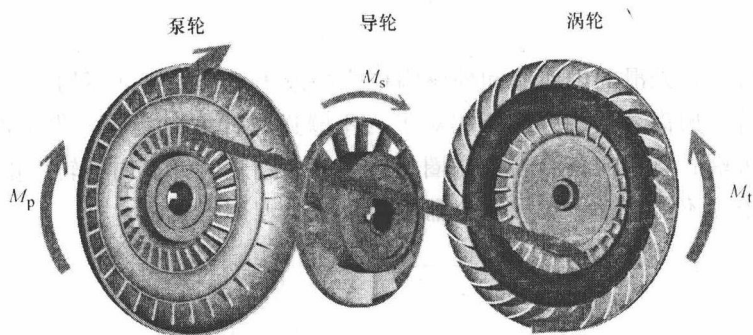


图3-5 液力变矩器的减扭传力过程

思考:

1. 汽车在行驶的过程中,液力变矩器是起增扭的作用还是减扭的作用?这个扭矩是

固定不变的吗？

2. 泵轮与涡轮叶片的方向是相同的吗？
3. 划船时桨的方向与泵轮转动时有相似之处吗？
4. 导轮上没有单向离合器时是什么效果呢？
5. 当蓄电池无电时，自动变速器的汽车可推起动吗？

课题2 单向离合器及锁止离合器

3.2.1 单向离合器

单向离合器是只能单方向传递动力的一种特殊的离合器，主要有楔块式单向离合器及滚子式单向离合器。单向离合器单向锁止时，变矩器增大发动机的输出扭矩。

1. 楔块式

如图 3-6 所示，在均匀的滚道内安装有不规则形状的楔块，楔块大端长度大于滚道宽度，小端长度小于滚道宽度，在外座圈固定的情况下，内座圈可沿逆时针方向旋转，带动楔块沿顺时针方向转动；若内座圈沿顺时针方向转动，楔块将被卡在内外座圈之间，单向离合器内座圈锁止。

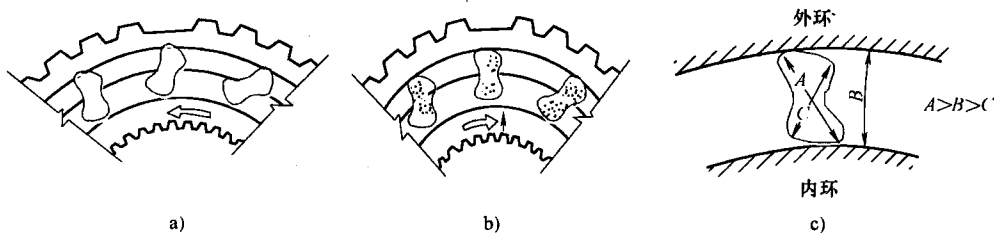


图 3-6 楔块式单向离合器
a) 释放 b) 锁止 c) 尺寸特点

2. 滚子式

如图 3-7 所示，光滑的内座圈和外座圈构成的滚子滚道的宽度不均匀，滚子被弹簧压向滚道小端。若单向离合器的外座圈相对于内座圈逆时针方向旋转，带动滚子压缩弹簧，使其落入滚道大端；若单向离合器内座圈相对于外座圈顺时针方向旋转，滚子被带向滚道小端，内座圈卡住不能转动，单向离合器锁止。该类型用得较少。

3.2.2 锁止离合器

1. 组成

锁止离合器的组成如图 3-8 所示，在汽车中高速行驶时，为了降低变矩器的动力损耗，锁止离合器将变矩器的泵轮与涡轮锁止为一体旋转，提高动力传递的效率。

2. 锁止与释放

锁止离合器的锁止与释放主要通过液压油路来控制变矩器的工作而实现。

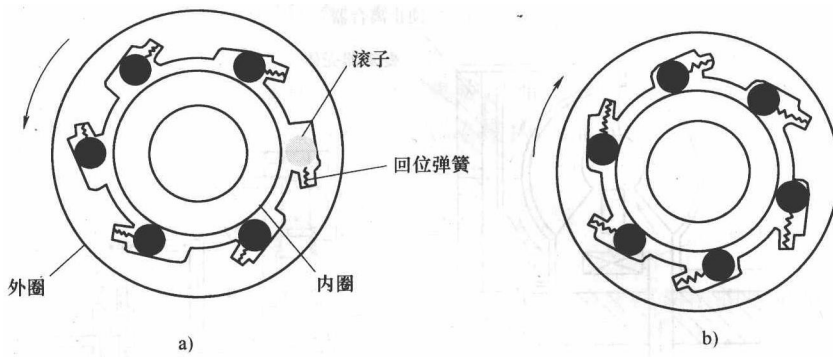


图 3-7 滚子式单向离合器

a) 自由状态 b) 锁止状态

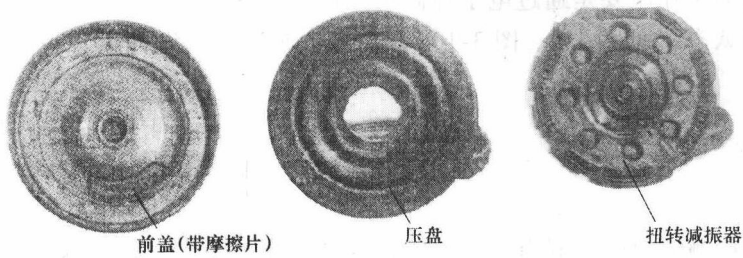


图 3-8 锁止离合器的组成

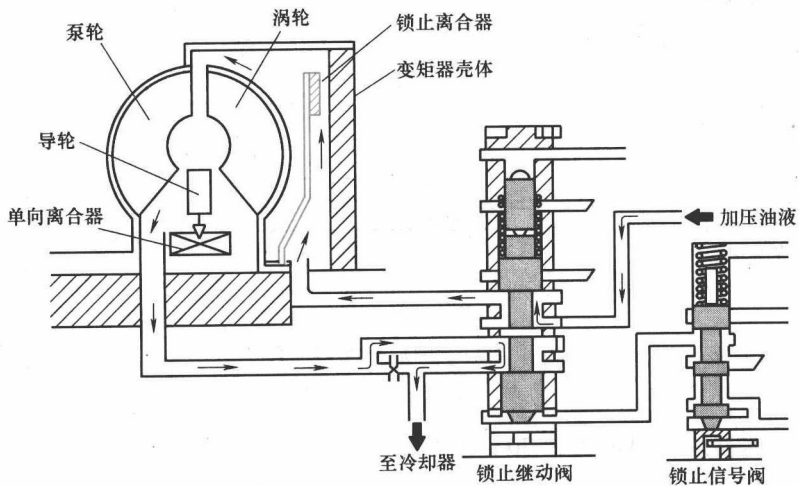


图 3-9 锁止离合器分离状态（增扭传力情况）