

高职高专汽车类规划教材



汽车底盘电控 原理与检修

周大军 刘映凯 李 强 主编



吉林教育出版社

高职高专汽车类规划教材

汽车底盘电控 原理与检修

主 编：周大军 刘映凯 李 强

副主编：董 玉 徐 罕 张 楠

编 委：于海博 张 震 陈 阳

吉林教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控原理与检修/周大军编著. —长春:吉林教育出版社,2009.6

ISBN 978-7-5383-5692-2

I. 汽… II. 周… III. ①汽车—底盘—电气控制系统—理论—教材②汽车—底盘—电气控制系统—车辆修理—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 091525 号

汽车底盘电控原理与检修

周大军 刘映凯 李 强 主编

责任编辑 孙华群

装帧设计 王洪义

出版 吉林教育出版社(长春市同志街 1991 号 邮编 130021)

发行 吉林教育出版社(www.jleph.com)

印刷 长春市恒源印务有限公司

开本 787 毫米×1092 毫米 16 开 16.5 印张 字数 385 千字

版次 2009 年 6 月第 1 版 2009 年 6 月第 1 次印刷

书号 ISBN 978-7-5383-5692-2

定价 35.00 元

前 言

为了贯彻高职高专教育由“重视规模发展”转向“注重提高质量”的工作思路，适应我国当前高职高专教育教学改革和教材建设的需要，培养以就业为导向的具备职业化特征的高等技术应用型人才，吉林教育出版社组织编写了《汽车底盘电控原理与检修》一书。

本书是按照授课时数约为 70 学时编写的。各学校在选用本书作为教材时，可根据自己的教学大纲适当增、减学时。

本教材内容丰富，实用性强，紧跟技术发展步伐，适合高职高专汽车电子技术专业、汽车运用技术专业师生使用，也可作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程的教材，同时可供广大汽车工程技术人员和汽车维修人员参考。

在本教材的建设过程中，着重突出以下特色：

1. 注重教材的实践性和基础性，贯彻理论必需、够用和能力本位的原则。理论部分的编写本着必需、够用的原则，且理论和实践都围绕提高学生的实际动手能力、分析问题和解决问题的能力入手，体现能力本位的原则。

2. 注重教材的科学性和先进性，及时追踪，反映汽车最新的技术和结构。近年来在汽车特别是轿车上一些高新技术已经逐渐得到普及，如无级自动变速器、电控动力转向、电控行驶稳定系统等，这些新技术、新结构在本教材中都有体现。

3. 突出高职教学的实用性和可操作性，与汽车维修职业技能要求紧密结合起来，在理论知识方面要达到汽车维修技师的标准，在实际技能方面要达到汽车维修高级工的标准。

4. 打破传统基础课教材自身知识框架的封闭性，尝试多方面知识的融会贯通；注重知识层次的递进，同时在具体内容上突出实际运用知识的能力。使本系列教材做到“教师易教，学生乐学，技能实用”。

本教材共分 9 单元，主要包括电控液力自动变速器、无级变速器、防抱死制动系统、电控驱动防滑系统、汽车行驶稳定控制系统、电控悬架系统、安全气囊系统、电控动力转向和四轮转向系统的结构、原理、故障诊断、检测分析等知识，并有丰富的故障案例供读者分析参考，通过案例教学来加强实践能力的培养。

本书由辽宁工程技术大学职业技术学院周大军、抚顺职业技术学院刘映凯、辽宁石油化工大学李强任主编，辽宁职业学院董玉、营口职业技术学院徐罕、张楠任副主编。其中第一单元由刘映凯编写；第二单元、第三单元、第六单元、第八单元由周大军编写；第四

单元由董玉编写；第五单元由李强编写；第七单元由张楠编写；第九单元由徐罕编写。哈尔滨职业技术学院于海博老师也参与了编写工作。

在本书的编写过程中，得到了许多专家和同行的热情支持，并参阅了许多国内外公开出版与发表的文献，在此一并表示感谢。

尽管我们在探索《汽车底盘电控原理与检修》的教材特色方面做了许多努力，但是由于编者水平有限，加之时间仓促，书中内容难免有疏漏之处，恳请使用本教材的广大读者对书中的错误和疏漏之处予以关注，并将意见和建议及时反馈给我们，以便修订时改进。

编 者

目 录

第一单元 自动变速器结构组成与工作原理	(1)
学习任务一 电控自动变速器概述	(1)
学习任务二 液力耦合器和液力变矩器	(4)
学习任务三 齿轮变速传动系统	(11)
学习任务四 液压控制系统	(17)
学习任务五 电子控制系统	(23)
学习任务六 典型电控自动变速器简介	(32)
第二单元 电控自动变速器的故障诊断与检修	(49)
学习任务一 电控自动变速器的诊断程序	(49)
学习任务二 典型电控自动变速器的故障自诊断	(51)
学习任务三 电控自动变速器的性能测试与检修	(66)
学习任务四 电控自动变速器常见故障诊断与排除	(86)
学习任务五 典型案例分析	(97)
第三单元 汽车无级变速器	(103)
学习任务一 汽车无级变速器概述	(103)
学习任务二 典型无级变速器	(104)
学习任务三 无级变速器的故障诊断	(130)
第四单元 电子控制防抱死制动系统	(133)
学习任务一 电子控制防抱死制动系统概述	(133)
学习任务二 电子 ABS 系统结构与工作原理	(137)
学习任务三 博世 ABS 系统的结构与工作原理	(141)
学习任务四 戴维斯 ABS 系统的结构与工作原理	(143)
学习任务五 ABS 系统使用与维修	(148)
学习任务六 电子制动力分配系统简介	(152)

第五单元 电控驱动防滑与行驶稳定控制系统	(154)
学习任务一 电控驱动防滑与行驶稳定控制系统	(154)
学习任务二 ASR 系统的基本组成及工作原理	(156)
学习任务三 ESP 系统的基本组成及工作原理	(162)
学习任务四 典型车型驱动防滑与行驶稳定控制系统	(166)
第六单元 电控动力转向系统	(184)
学习任务一 动力转向系统概述	(184)
学习任务二 电控动力转向系统的结构与工作原理	(185)
学习任务三 四轮转向控制系统	(191)
学习任务四 典型车型电控动力转向系统及检修	(200)
学习任务五 故障案例分析	(204)
第七单元 电控悬架系统	(206)
学习任务一 电控悬架系统概述	(206)
学习任务二 电控悬架系统的结构与工作原理	(209)
学习任务三 典型车型的电控悬架系统	(212)
学习任务四 故障案例分析	(215)
第八单元 巡航控制系统	(222)
学习任务一 巡航控制系统的组成与工作原理	(222)
学习任务二 巡航控制系统的使用	(228)
学习任务三 丰田凌志 LS400 轿车的巡航控制系统	(230)
第九单元 安全气囊系统	(239)
学习任务一 安全气囊系统的组成与原理	(239)
学习任务二 安全气囊系统部件的结构与原理	(242)
学习任务三 装备安全带收紧器的安全气囊系统	(251)
学习任务四 安全气囊的使用与处置	(252)
学习任务五 安全气囊系统的故障诊断	(253)
参考文献	(258)

第一单元 自动变速器结构组成与工作原理

引言

电控自动变速器是汽车底盘中最重要的电子控制总成之一，它由液力变矩器、辅助变速器与电子控制系统三大部分组成，其中电子控制系统是自动变速器的核心。随着电子控制技术的发展，电控自动变速器的发展朝着与发动机及底盘其他控制系统一体化的方向发展。

学习任务一 电控自动变速器概述

学习目标：掌握电控自动变速器的作用、类型、结构及工作原理。

学习方法：本任务为电控自动变速器基础知识，可以通过多媒体、实物来完成。

一、电控自动变速器的特点

自动变速器之所以得到如此迅速的发展，这主要体现在：

(1) 提高发动机和传动系的使用寿命。液力自动变速器通过液力变矩器将发动机和传动系“柔性”联接起来，能起到缓冲和过载保护的作用。

(2) 提高了行车安全性，降低了劳动强度。由于简化了驾驶操作，驾驶员可以更集中注意力观察和处理道路情况，掌握好行驶方向和车速。

(3) 提高了乘坐舒适性。自动变速器把发动机的转速控制在一定范围内，避免急剧变化，有利于降低发动机的震动和噪声，同时能实现自动平顺地换挡，因此可提高汽车行驶的平顺性，即乘坐舒适性。

(4) 改善了汽车的动力性。由于液力变矩器的性能以及自动变速器能实现自动换挡，在自动换挡的过程中功率传递不中断，从而使汽车起步加速性大大提高以及发动机功率得以充分利用。

(5) 操作简便省力。取消了离合器和变速杆，使驾驶操作大大简化。自动变速器设置了自动换挡挡区选择手柄，当选定某1挡区位置后，在行驶中，驾驶员只需控制好油门即可。

(6) 可减少汽车排放污染。自动变速器在行驶换挡过程中能把发动机转速限制在较小的范围内工作，不需要频繁变换油门开度大小，从而使发动机的排放污染大大减小。

二、电控自动变速器的分类

自动变速器因驱动方式、挡位数、变速齿轮结构形式、变矩器的结构及换挡控制形式的不同，而有不同的分类：

(1)按自动换挡控制方式不同划分，自动变速器可分为液控式(液力式)和电控式(电液式)两种。液控式自动变速器是由液力变矩器与带有换挡执行元件的辅助变速器装置组合而成，并通过控制装置使换挡执行元件工作。电控式自动变速器根据发动机转速、节气门开度和挡位开关等电信号，由电控单元 ECU(或动力控制模块 PCM)通过电磁阀控制液压系统的工作，从而确定最佳的换挡时机与换挡挡位。

(2)按汽车驱动方式不同划分，可分为自动变速器和自动变速驱动桥。

(3)按齿轮变速机构不同划分为行星齿轮式和定轴齿轮式两种。

(4)按动力传递方式不同分为液力式、气压式、电磁式和机械式等不同形式。

(5)按前进挡位的不同分为 2 挡、3 挡、4 挡或 5 挡自动变速器。

(6)按变矩器类型不同分为有锁止离合器 and 无锁止离合器的自动变速器。

三、电控自动变速器的基本组成与功用

自动变速器常见的组成部分有液力变矩器、行星齿轮机构、液压控制机构、电子控制机构等，如图 1-1 所示。

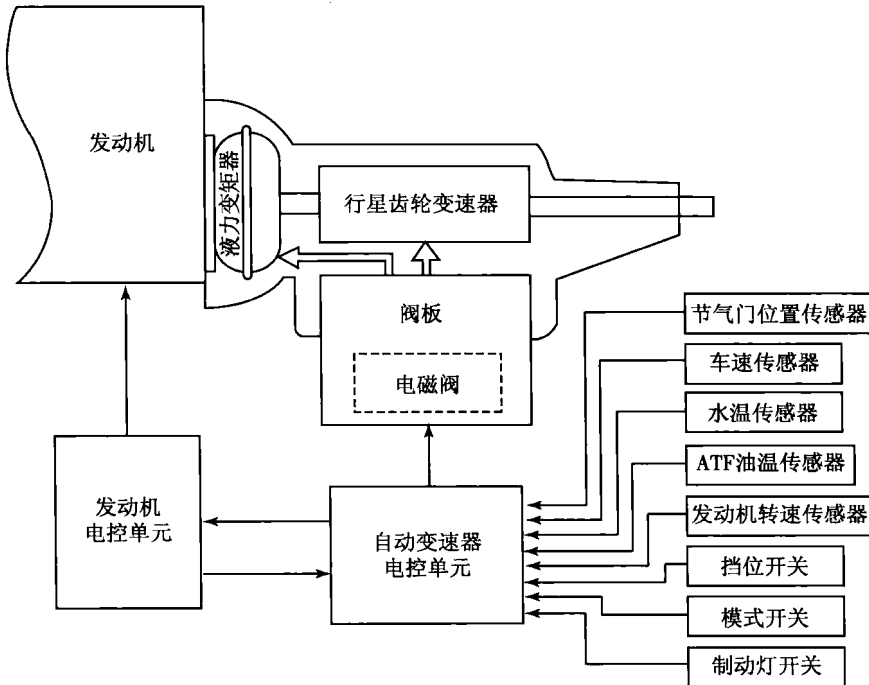


图 1-1 电控自动变速器的基本组成

(1)液力变矩器。液力变矩器的功用是：在一定范围内自动连续地改变转矩比以适应不同行驶阻力的要求，具有自动离合器的功用。在发动机不熄火，自动变速器位于行驶挡的情况下，汽车可以处于停车状态，驾驶员可通过控制节气门开度控制液力变矩器的输出转矩，逐步加大输出转矩，实现动力的柔和传递。

(2)行星齿轮变速机构。行星齿轮变速机构的功用主要是：在变矩的基础上再将扭矩增大2~4倍，以提高汽车行驶适应能力，实现倒挡传动。

(3)液压控制系统。液压控制系统是由各种油压控制阀电磁阀及与之连通的液压执行元件。如离合器制动器油缸等组成液压控制回路。汽车行驶中根据驾驶员的要求和行驶条件的需要，控制液压离合器和制动器的工作状况的改变来实现行星轮系统的自动换挡。

(4)电子控制系统。电子控制系统是将自动变速器的各种控制信号输入电子控制单元ECU，经ECU处理后发出控制指令，控制液压系统中各种电磁阀实现自动换挡，并改善使用性能。

(5)冷却滤油装置。液压油在自动变速器工作过程中会因冲击摩擦产生热量。并还要吸收齿轮传动过程中所产生的热量，油温将会升高，油温升高将导致液压油黏度下降，传动效率降低，因此必须对液压油进行冷却，保持油温在 80°C ~ 90°C 左右，液压油是通过油冷却器与冷却水或空气进行热量交换的。自动变速器工作过程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，以减小机械磨损和堵卡液压油路。

四、电控自动变速器的使用

自动变速器是由驾驶员通过驾驶室内的操纵手柄来控制的。操纵手柄有拉钮式和拨杆式两种。拉钮式的一般布置在仪表盘上，拨杆式的布置形式有两种，一种布置在转向柱上，另一种布置在地板上。目前，绝大多数自动变速器挡位的设置数目及操纵手柄上各挡位的位置如图1-2所示。

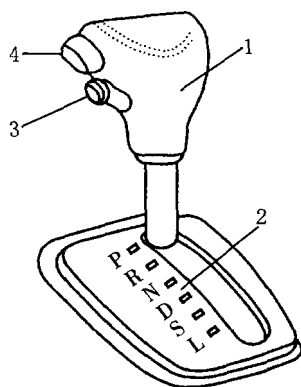


图1-2 自动变速器操纵手柄挡位的布置

1 - 操纵手柄；2 - 挡位；3 - 超速挡开关或保持开关；4 - 锁止按钮

自动变速器操纵手柄挡位的意义与手动变速器的变速杆不一样。手动变速器变速杆拨

至某 1 挡位，也就是变速器实际工作所处的挡位。但自动变速器操纵手柄只是改变液压控制系统中的手动阀的位置，除了倒挡、驻车挡和空挡由它确定外，其实际工作的前进挡位还取决于车速和节气门的开度等因素。认识自动变速器操纵手柄挡位的含义，是正确使用自动变速器的前提。

(1) 驻车挡(P 位)。驻车挡(P 位)在停放车辆时使用，自动变速器操纵手柄置于 P 位时，自动变速器齿轮处于自由转动状态，不传递动力；同时，通过锁止机构将变速器的输出轴锁止，可防止车辆移动。P 位只能在汽车停稳后才能挂入，否则就容易损坏驻车锁止机构。为避免驾驶员在汽车未停稳时误推入 P 位，在 P 位联动杆上设有位置锁止板，因此需将操纵手柄上的锁止按钮按下才能推入 P 位。

(2) 空挡(N 位)。空挡(N 位)当操纵手柄置于 N 位时，自动变速器齿轮处于空转状态，不传递动力。这一点与 P 位相同，但 N 位没有锁止变速器输出轴的作用。

(3) 前进挡(D 位)。前进挡(D 位)在起步和一般行驶时使用。当操纵手柄置于 D 位时，自动变速器可根据车速和节气门的开度自动换挡。对于有 4 个前进挡的自动变速器，3 挡为直接挡，4 挡为超速挡。超速挡可以通过超速挡开关关闭，以阻止自动变速器升入超速挡。

(4) 倒车挡(R 位)。倒车挡(R 位)在倒车时使用。当置入 R 位时，变速器输入轴与输出轴转向相反。R 位也只能在汽车停稳后才能挂入，否则就容易损坏变速器。为避免驾驶员在汽车未停稳时误推入 R 位，在 R 位联动杆上也设有位置锁止板，因此需要将操纵手柄上的锁止按钮按下才能推入 R 位。

(5) 前进低挡 2 挡(S 位)。前进低挡 2 挡(S 位)有的汽车自动变速器标为“2 位”。当操纵手柄置于 S 位时，变速器在前进挡 1、2 挡之间自动变换。操纵手柄在 S 位时与 D 位时的区别是：S 位下获得的发动机各挡转速较高，可以有较大的动力性，较适用于长坡路和坏路行驶；此外，它还可以使自动变速器逆向传递动力，实现发动机制动。

(6) 前进低挡 1 挡(L 位)。前进低挡 1 挡(L 位)有的汽车自动变速器标为“1 位”，当操纵手柄置于 L 位时，自动变速器被锁定在 1 挡时，只能在该挡行驶无法升入高挡。操纵手柄在 L 位时与 D 位时的区别是：L 位下可以获得更大的动力性，较适用于陡坡和坏路行车；此外，它还可以使自动变速器逆向传递动力，获得的发动机制动力比较大。

学习任务二 液力耦合器和液力变矩器

学习目标：掌握液力变矩器的作用、类型、结构及工作原理。

学习方法：本任务为电控自动变速器基础知识，可以通过多媒体、实物来完成。

液力耦合器只在最初的自动变速器中使用，目前自动变速器中都是采用液力变矩器。但为了更好地理解液力变矩器的结构和工作原理，先介绍液力耦合器。

一、液力耦合器

1. 液力耦合器构造

液力耦合器的结构如图 1-3 所示,包括主动的泵轮、从动的涡轮及与涡轮连接的输出轴。泵轮与耦合器壳体刚性连接,并与发动机飞轮相连接,是液力耦合器的主动部分。涡轮通过花键与输出轴(涡轮轴)相连接,是液力耦合器的从动部分。在泵轮和涡轮里面有许多径向叶片,在叶片之间充满 ATF。泵轮和涡轮装合后,泵轮和涡轮之间约有 3mm~4mm 的间隙,两者之间没有机械连接。两轮的内腔共同构成圆形或椭圆形的环状空腔,称为循环圆或工作腔。泵轮与涡轮的叶片数一般不等,以防止液力耦合器产生震动。

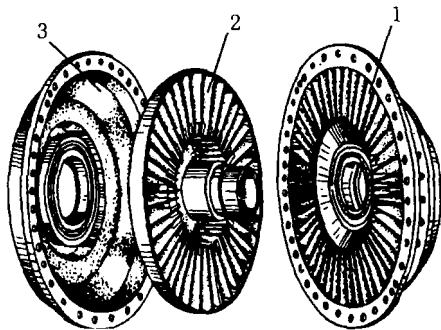


图 1-3 液力耦合器的结构
1 - 泵轮; 2 - 涡轮; 3 - 壳体

2. 液力耦合器的工作原理

当发动机转动时,泵轮也随之转动,液力耦合器中的 ATF 被泵轮叶片带动起来一起旋转而获得动能,具有能量的 ATF 再冲击涡轮叶片,使涡轮也转动起来,输出动力。液力耦合器中 ATF 的流动是两种运动的合运动,并形成一条首尾相连的环形螺旋线,如图 1-4 所示。ATF 的一种流动是沿着循环圆的循环流动,另一种流动是随着泵轮、涡轮旋转的圆周流动。

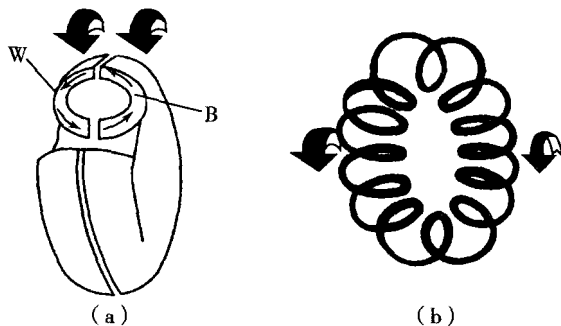


图 1-4 液力耦合器中 ATF 的流动
(a) 圆周流动和循环流动; (b) 首尾相接的螺旋线
W - 涡轮; B - 泵轮

当发动机转动时,而涡轮不动时(如汽车起步时),泵轮叶片带动 ATF 绕着泵轮轴线旋转起来,在离心力的作用下,ATF 从泵轮叶片内缘向外缘流动,进而冲击到涡轮叶片,使涡轮获得能量逐渐转动起来,流到涡轮的 ATF 从涡轮叶片的外缘流向内缘,并返回到泵轮叶片内缘,形成循环流动。随着涡轮转速的逐渐增加,涡轮中的 ATF 也会由于离心力的作用从涡轮叶片内缘向外缘流动,但由于涡轮转速低于泵轮转速,因而泵轮叶片外缘的液压高于涡轮叶片外缘的液压,所以在上述压差的作用下,依然存在循环流动。能产生循环流动是传递动力的条件,即泵轮、涡轮存在转速差是液力耦合器实现动力传递的条件。当泵轮与涡轮转速相同时,由于没有循环流动,从泵轮叶片流出的 ATF 不能冲击涡轮叶片,所以不能传递动力。

3. 耦合器的特性

为了更好地了解液力耦合器，下面简单介绍液力耦合器的特性。

液力耦合器的特性是指在发动机转速和转矩一定的条件下，液力耦合器的转矩比 K 和传动效率 η 与转速比 i 之间的变化关系。转矩比 K 是指液力耦合器涡轮输出转矩与泵轮输入转矩的比值，即 $K = T_w/T_b$ ；传动效率 η 是指液力耦合器涡轮输出功率与泵轮输入功率的比值，即 $\eta = P_w/P_b$ ；转速比 i 是指液力耦合器涡轮输出转速与泵轮输入转速的比值，即 $i = n_w/n_b$ 。

由于液力耦合器只能传递转矩，即 $T_w = T_b$ ，所以 $K = 1$ ；则 $\eta = K_i = i$ 。液力耦合器的特性曲线如图 1-5 所示。

由特性曲线可以看出以下几点：

- (1) 液力耦合器的转矩比 $K = 1$ ，即液力耦合器只能传递转矩，起到了离合器传递转矩的功用。
- (2) 随着转速比 i 的增加，即随着涡轮转速的增加，液力耦合器的传动效率线性增加，一般最大可达 95% ~ 96%。但当涡轮转速等于泵轮转速时，液力耦合器不能传递动力。

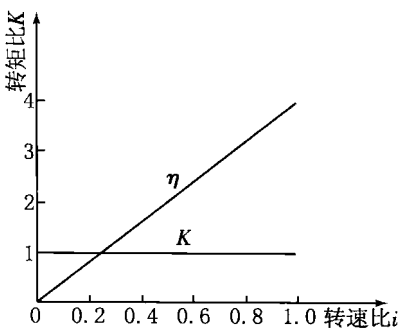


图 1-5 液力耦合器的特性曲线

二、液力变矩器

1. 液力变矩器的功用及组成

液力变矩器位于发动机和机械变速器之间，以自动变速器油(ATF)为工作介质，主要完成以下功用：传递转矩；无级变速；放大转矩；自动离合；驱动油泵。

如图 1-6 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。液力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，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，使得导轮只能单向旋转(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，其间充满 ATF。

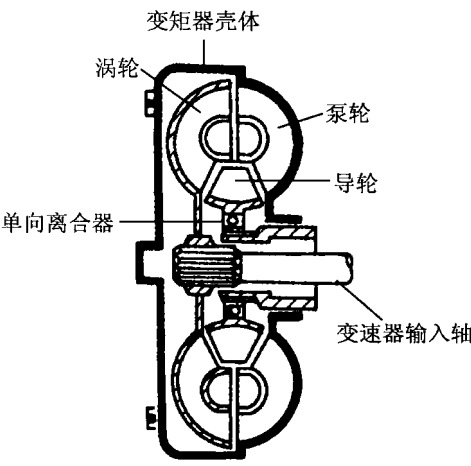


图 1-6 液力变矩器简图

2. 变矩器的工作原理

(1)动力的传递。液力变矩器工作时，壳体内充满 ATF，发动机带动壳体旋转，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 经过导轮后再流回到泵轮，形成如图 1-7 所示的循环流动。具体来说，上述 ATF 的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 也旋转起来，形成绕着泵轮轴线做圆周运动；同样随着涡轮的旋转，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，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，在上述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。

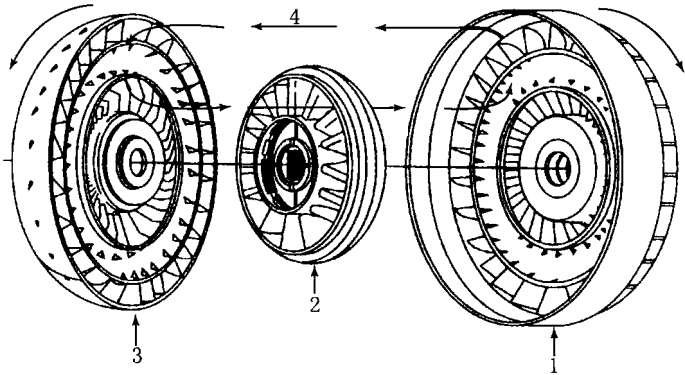


图 1-7 ATF 在液力变矩器中的流动
1 - 泵轮；2 - 导轮；3 - 涡轮；4 - 油流

液力变矩器要想能够传递转矩，必须要有 ATF 冲击到涡轮的叶片，即泵轮与涡轮之间一定要有转速差（泵轮转速大于涡轮转速）。

(2)转矩的放大。在泵轮与涡轮的转速差较大的情况下，由涡轮甩出的 ATF 以逆时针方向冲击导轮叶片，如图 1-8 所示，此时导轮是固定不动的，因为导轮上装有单向离合器，它可以防止导轮逆时针转动。导轮的叶片形状使得 ATF 改变为顺时针方向流回泵轮，即与泵轮的旋转方向相同。泵轮将来自发动机和从涡轮回流的能量一起传递给涡轮，使涡轮输出转矩增大。液力变矩器的转矩放大倍数一般为 2.2 左右。

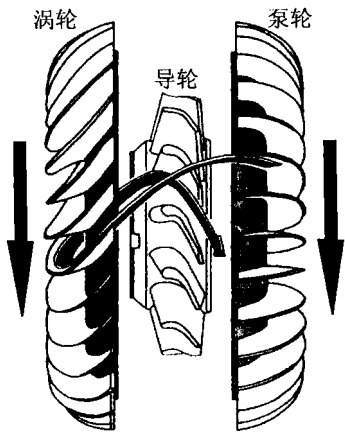


图 1-8 液力变矩器转矩放大原理

(3)无级变速。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，随着涡轮转速的逐渐提高，涡轮输出的转矩要逐渐下降，而且这

种变化是连续的。同样，如果涡轮上的负荷增加了，涡轮的转速要下降，而涡轮输出的转矩增加正好适应负荷的增加。

3. 液力变矩器的特性

(1) 定义

当发动机转速和转矩一定时，泵轮的转速和转矩也一定，变矩比 K 、传动效率 η 与转速比 i 之间的变化关系。与液力耦合器相同，液力变矩器的变矩比 $K = T_w/T_B \geq 1$ ，转速比 $i = n_w/n_B \leq 1$ ，传动效率 $\eta = P_w/P_B = K_i \leq 1$ 。

(2) 特性曲线

液力变矩器的特性曲线如图 1-9 所示，其横坐标为转速比 i ，纵坐标为变矩比 K 和传动效率 η 。由于泵轮的转速和转矩一定，所以转速比 i 的变化也体现了涡轮转速 n_w 的变化，而变矩比 K 的变化也体现了涡轮转矩 T_B 的变化。

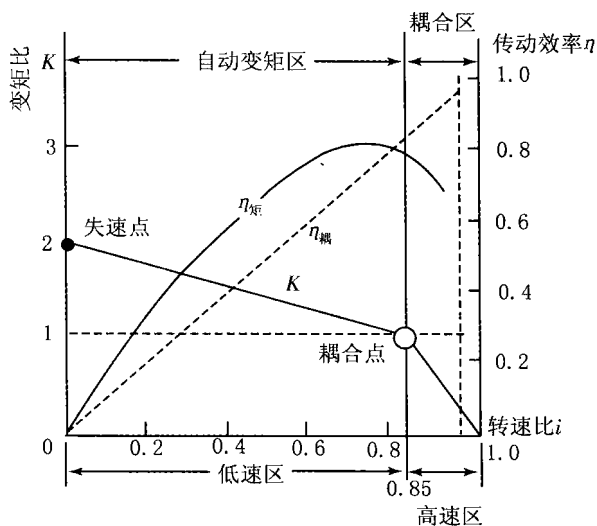


图 1-9 液力变矩器的特性曲线

对于转矩比而言，当转速比 $i=0$ ，即涡轮转速 $n_B=0$ 时，称其为失速点，此时转矩比最大，一般为 $1.7 \sim 2.5$ ，这种工况是汽车刚起步时的情况。然后随着涡轮转速的增加，转矩比减少，这一阶段称为变矩区。当涡轮转速增大到 0.85 倍的泵轮转速时，转矩比为 1 ，即涡轮转矩等于泵轮转矩，此时为耦合点，液力变矩器进入耦合区。液力变矩器在耦合区时导轮与泵轮、涡轮一起旋转，成为液力耦合器。

对于传动效率而言，当转速比 $i=0$ ，即涡轮转速 $n_B=0$ 时，因为没有动力输出，则液力变矩器的传动效率为 0 。随着涡轮转速的增加，传动效率迅速增加，在到达耦合点稍前一点达到最高传动效率（一般为 $85\% \sim 88\%$ 左右），然后开始降低。即在高速区时液力变矩器的传动效率下降非常明显。

液力变矩器的工作过程可以概括为两个工况，一是变矩，另一个是耦合。当泵轮与涡轮转速相差较大，或者说在低速区时，液力变矩器实现变矩（增矩）；当涡轮转速达到泵

轮转速的 85% ~ 90%，或者说在高速区时，液力变矩器实现耦合传动，即输出(涡轮)转矩等于输入(泵轮)转矩。

4. 典型液力变矩器的结构

典型的液力变矩器如图 1-10 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。下面只介绍单向离合器和锁止离合器。

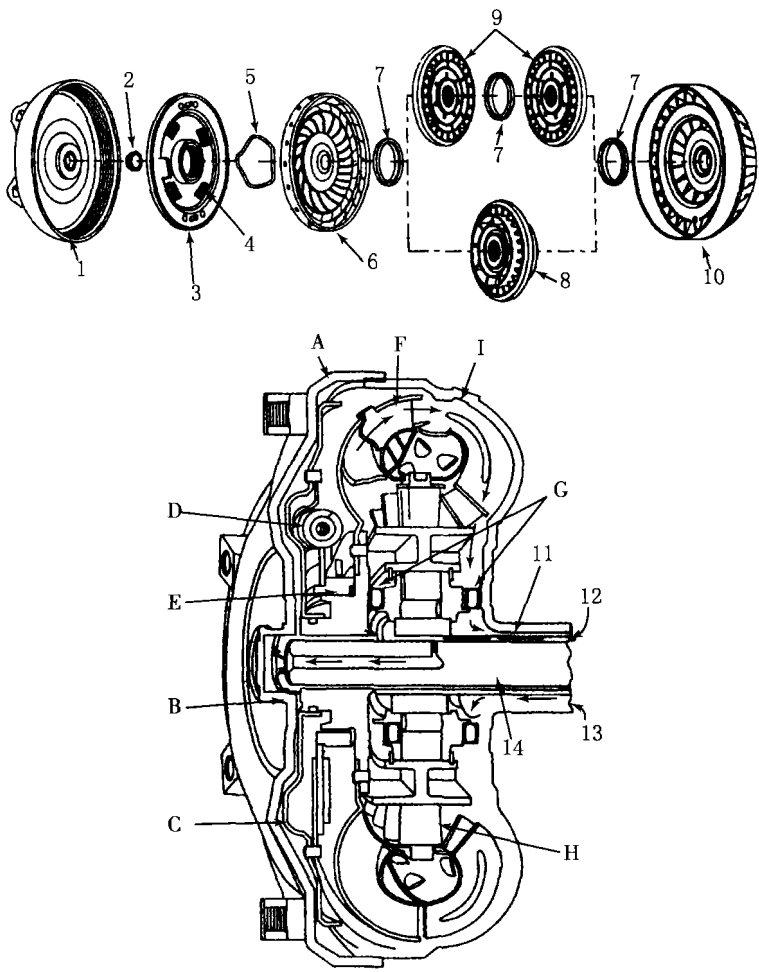


图 1-10 典型的液力变矩器

1 - 变矩器壳体(A); 2 - 涡轮止推垫片(B); 3 - 压盘(C); 4 - 扭转减震器(D); 5 - 压盘弹簧(E);
6 - 涡轮(F); 7 - 止推轴承(G); 8 - 带单向离合器的单导轮(H); 9 - 带单向离合器的双导轮(H);
10 - 泵轮(I); 11 - 导轮轴; 12 - 分离油液; 13 - 接合油液; 14 - 涡轮轴

(1) 单向离合器

①功用 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，使得液力变矩器在高速区实现耦合传动。

②结构和原理 常见的单向离合器有楔块式和滚柱式两种结构形式。

◆楔块式单向离合器如图 1-11 所示,由内座圈、外座圈、楔块、保持架等组成。导轮与外座圈连为一体,内座圈与固定套管刚性连接,不能转动。当导轮带动外座圈逆时针转动时,外座圈带动楔块逆时针转动,楔块的长径与内、外座圈接触,如图 1-11(a)所示由于长径长度大于内、外座圈之间的距离,所以外座圈被卡住而不能转动。当导轮带动外座圈顺时针转动时,外座圈带动楔块顺时针转动,楔块的短径与内、外座圈接触,如图 1-11(b)所示由于短径长度小于内、外座圈之间的距离,所以外座圈可以自由转动。

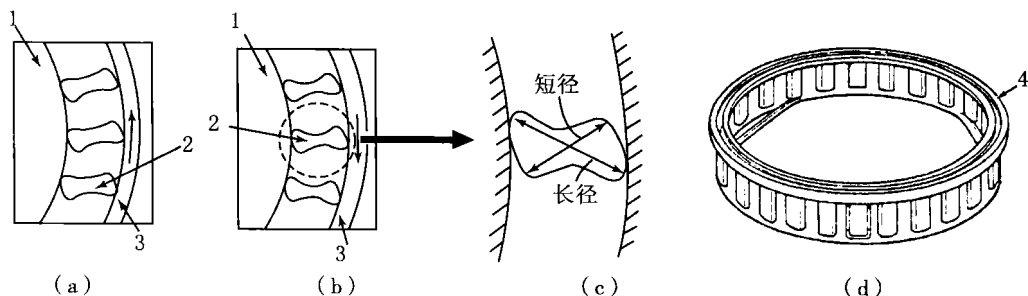


图 1-11 楔块式单向离合器

(a) 不可转动; (b) 可以转动; (c) 楔块结构; (d) 楔块式单向离合器

1 - 内座圈; 2 - 楔块; 3 - 外座圈; 4 - 保持架

◆滚柱式单向离合器如图 1-12 所示,由内座圈、外座圈、滚柱、叠片弹簧等组成。当导轮带动外座圈顺时针转动时,滚柱进入楔形槽的宽处,内、外座圈不能被滚柱楔紧,外座圈和导轮可以顺时针自由转动。当导轮带动外座圈逆时针转动时,滚柱进入楔形槽的窄处,内、外座圈被滚柱楔紧,外座圈和导轮固定不动。

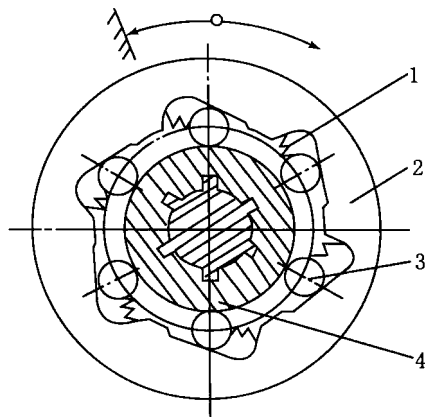


图 1-12 滚柱式单向离合器

1 - 叠片弹簧; 2 - 外座圈; 3 - 滚柱; 4 - 内座圈

(2) 锁止离合器

锁止离合器简称 TCC, 是英文 Torque Converter Clutch 的缩写。锁止离合器有三种类型: 离心式的、液压式的和行星齿轮机构式的锁止离合器。目前常见的都为液压式的锁止离合器。

锁止离合器的常见结构如图 1-13 所示,其压盘以花键与涡轮前端连接,压盘的前面和变矩器前壳体内表面黏结有摩擦材料。锁止离合器都装有扭转减震器,动力通过其上的一组减震弹簧传递。

当车辆在良好路面行驶,满足下面五个条件时,锁止离合器将接合;冷却液温度不低于 $55 \sim 65^{\circ}\text{C}$; 选挡杆处于 D 位,且挡位在 D_2 、 D_3 或 D_4 挡;没有踩下制动踏板,即制动灯开关