



QUANGUO GAODENG ZHIYE JIAOYU QICHELEI SHISANWU GUIHUA JIAOCAI

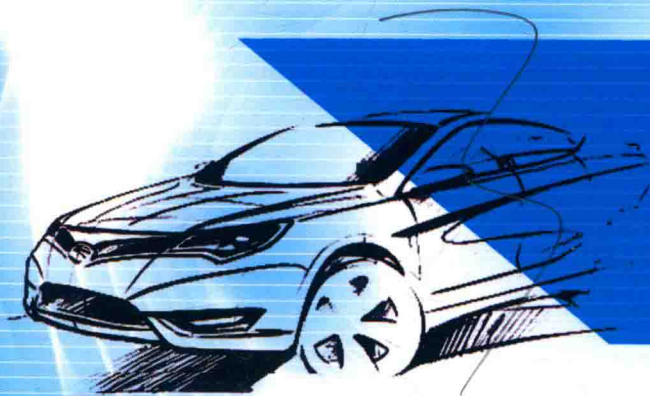
全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材

汽车底盘电子控制技术

QICHE DIPAN DIANZI KONGZHI JISHU

◎ 主编 李晶华

主审 龙名福



中南大学出版社

www.csupress.com.cn

汽车底盘电子控制技术

主 编 李晶华
副主编 李江江
主 审 龙名福

邓政洲 冯月松 李晶华 廖 明
陆耀良 苏 州 孙立宇 王 强
杨立峰 袁红军 周志伟

委 员

朱对峰 李晶华 李江江

蔡乙贵 陈顺强 陈伟信 陈镇亚
成起强 高 明 归华君 何宇强
柯文远 赖晓龙 李春辉 邱 明
周永明 周志伟 周志伟 周志伟

周文刚
周文刚
周文刚
周文刚
周文刚



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电子控制技术/李晶华主编. —长沙:中南大学出版社,
2017.3

ISBN 978 - 7 - 5487 - 2610 - 4

I. 汽... II. 李... III. 汽车 - 底盘 - 电气控制系统 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 057657 号

汽车底盘电子控制技术

李晶华 主编

☐责任编辑 刘 辉

☐责任印制 易红卫

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731 - 88876770

传真:0731 - 88710482

☐印 装 长沙印通印刷有限公司

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 10.75 ☐字数 272 千字

☐版 次 2017 年 3 月第 1 版 ☐2017 年 3 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2610 - 4

☐定 价 28.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换



全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材编委会

主 任

李东江 王法长

副主任

(按姓氏拼音排序)

邓政洲	冯月崧	李晶华	廖 明
陆耀良	苏 州	孙立宇	王国强
杨立峰	袁红军	周志伟	

委 员

(按姓氏拼音排序)

蔡乙贤	陈顺强	陈伟儒	陈镇亚
成起强	高 明	归华君	何宇漾
柯文远	赖晓龙	李春辉	梁灿基
梁永勤	梁志伟	廖毅鸣	林耀忠
蔺文刚	刘及时	刘 宜	龙文婷
明邦平	谭光尧	王建莉	王一斐
韦 清	温锦文	谢岳辉	徐 振
颜其慧	张 隽	张璐嘉	张淑梅



总序

Preface

汽车后市场风云变幻，配件垄断市场的、汽车维修技术信息公开、互联网+、大众创业万众创新等对传统汽车后市场业态产生了巨大冲击，传统业态——4S店、一二类综合性维修企业的发展空间备受挤压，利润大幅缩水，甚至面临企业的生存问题；而新兴业态——上门保养，技术上门，快修快保连锁经营，综合维修企业联盟发展，汽车维保线上下单、线下作业等层出不穷却没有赚到理想中的利润，发展前途堪忧。而随着制造汽车的原材料、汽车零部件的加工工艺、汽车装配工艺、汽车运行材料等的技术进步，以及道路条件的大幅改善，汽车的故障概率大幅度下降，汽车的可靠性大幅度提高，“汽车不坏了”已经是一个不争的事实；在环保和能源的重重重压之下，新能源汽车，特别是纯电动汽车的市场份额将急剧扩大。因此，过去汽车“以修为主”的时代已经成为历史，“以养代修”的汽车后市场时代已经来临。基于以上现实，在不久的将来，传统业态中的4S店、大型综合性汽车维修企业将面临大批倒闭的困境，汽车后市场的转型升级势在必行；流程化、规范化、标准化、专业化、品牌化、连锁化的汽车专项维修将是汽车后市场的必然发展趋势；汽车后市场对汽车类人才的需求将从单一的“技术技能型人才”向“技能服务型人才”过渡，过去汽修职业教育“以就业为导向”的人才培养模式将面临挑战，毕业生将无业可就，倒逼汽修职业教育人才培养向“以创、就业为导向”人才培养模式转变，因此汽修职业教育也必须进行转型升级，从而汽车职业教育也要从人才培养模式、人才培养方案、教学计划、教学大纲、课程建设、师资队伍建设、实训基地建设等方面进行全新规划。

职业教育不是为过去的行业培养人才，而是要为未来的行业发展需求储备人才，因此职业教育要紧跟行业发展，甚至要预判行业未来发展趋势，走在行业发展的前面，千万不能职业教育和行业发展两张皮，我办我的教育，

不关行业发展什么事。因此汽修职业教育一定要研究汽车后市场，一定要贴近汽车后市场，一定要比汽车后市场更懂汽车后市场，要知道汽修职业教育到底应该教什么！到底应该怎么教！到底要教到什么程度！谋定而后动，直击汽修职业教育的痛点。鉴于此，中南大学出版社邀请行业专家参与，组织国内知名汽修高等职业院校教育专家共同剖析汽车后市场发展现状，研究汽车后市场发展趋势，积极探索汽修职业教育人才培养方案和人才培养模式，以满足汽车后市场现实要求和适应未来汽车后市场未来发展需求为出发点，构建全新的汽修与汽服职业教育课程体系，打造全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材，相信这套丛书的出版将对推动我国汽车职业教育的发展，为汽车后市场的发展奠定基础。

李东江
2016年6月

前言

Foreword

随着社会的进步和科技的发展,电子控制化已经成为当今汽车业发展的方向和趋势,汽车正朝着智能化和科技化的方向发展演变。汽车底盘是由汽车上的传动系、行驶系、转向系和制动系四部分组成的组合,支承、安装汽车发动机及其各部件、总成,形成汽车的整体造形,承受发动机动力,保证正常行驶。本书是全国高等职业教育汽车类“十三五”规划教材,书中以常见车型为例,对汽车底盘的各电控系统进行了详细的讲解。

本书由六个项目组成,分别是自动变速系统、制动防抱死系统、汽车驱动防滑转与电子制动力分配系统、汽车电子稳定程序控制系统、电控空气悬架系统和电控动力转向系统。每个项目又由不同的任务组成。

本书由李晶华担任主编,李江江担任副主编。

本书主要面向高职高专汽修类专业学生,也可作为汽车维修与服务人员的培训教材或学习参考书。

本书在编写过程中,参考借鉴了大量的参考文献。在此一并对参考文献中的作者表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请各位同行和广大读者批评指正,以便在今后的修订中能够不断完善。谢谢!

编者

2016年12月



目录

CONTENTS

精文学

【学习目标】

项目一 自动变速系统	(1)
任务一 电控液力自动变速器	(1)
1.1 电控液力自动变速器概述	(1)
1.2 液力变矩器的检修	(2)
1.3 自动变速器机械传动部分的检修	(12)
任务二 电控无级变速器	(56)
1.4 电控无级变速器的检修	(57)
任务三 电控液力自动变速器的控制系统	(74)
1.5 电控液力自动变速器的控制系统检修	(74)
项目二 制动防抱死系统	(89)
任务 汽车制动防抱死系统	(89)
2.1 汽车制动相关知识	(89)
2.2 ABS 制动系统的检修	(92)
项目三 汽车驱动防滑转与电子制动力分配系统	(121)
任务一 汽车驱动防滑转系统	(121)
3.1 汽车驱动防滑转基础知识	(121)
3.2 汽车驱动防滑转系统的检修	(126)
任务二 汽车制动力分配与电子差速锁	(129)
3.3 汽车电子制动力分配与电子差速锁的检修	(130)
项目四 汽车电子稳定程序控制系统	(132)
任务 典型 ESP 系统的检测	(132)
4.1 典型 ESP 系统的检修	(132)
项目五 电控空气悬架系统(AAS)	(139)
任务 电控空气悬架系统的检测	(139)

5.1 电控空气悬架系统的检修	(139)
-----------------------	-------

项目六 电控动力转向系统(EPS)	(152)
-------------------------	-------

任务 电控动力转向系统的检测	(152)
----------------------	-------

6.1 EPS 系统的基本结构及工作原理	(152)
----------------------------	-------

6.2 EPS 系统的优点、功能和要求	(153)
---------------------------	-------

6.3 电控液压转向助力系统	(155)
----------------------	-------

6.4 电控电动转向助力系统	(156)
----------------------	-------

参考文献	(162)
------------	-------



项目一 自动变速系统

【学习目标】

技能抽查要求

能熟练掌握液力变矩器的变矩原理，掌握自动变速器的类型；能熟练掌握典型自动变速器各挡的动力传递路线，并对自动变速器常见故障进行检测和诊断。

教学要求

能力目标：能熟练使用液力变矩器专用检修工具，会拆装和检测液力变矩器，会对液力变矩器的零部件进行检测；能熟练拆装、调整行星齿轮式自动变速器；会对自动变速器各组成部件进行检测并对自动变速器机械故障进行诊断。

知识目标：掌握液力变矩器的功能、组成及工作原理，知道液力变矩器的主要失效形式及原因；掌握行星齿轮机构的类型、变速原理和传动比的计算；掌握单行星齿轮传动机构的八种组合；掌握自动变速器的类型和典型自动变速器的换挡过程。

任务一 电控液力自动变速器

1.1 电控液力自动变速器概述

目前汽车自动变速器主要有三种类型，即：液力自动变速器 AT、电控机械式自动变速器 AMT 和机械无级自动变速器 CVT。与手动变速器相比，自动变速器具有以下显著优点：

- (1) 大大提高了发动机和传动系的使用寿命；
- (2) 提高了汽车的通过性；
- (3) 操纵轻便，降低驾驶疲劳强度；
- (4) 换挡平顺，提高乘坐舒适性；
- (5) 具有良好的自适应性。

因此它得到了越来越广泛的应用，其中(电控)液力自动变速器 AT 的使用最为常见。

电控液力自动变速器一般由液力变矩器、行星齿轮变速机构、换挡执行机构、液压控制系统和电子控制系统五部分组成，如图 1-1 所示。

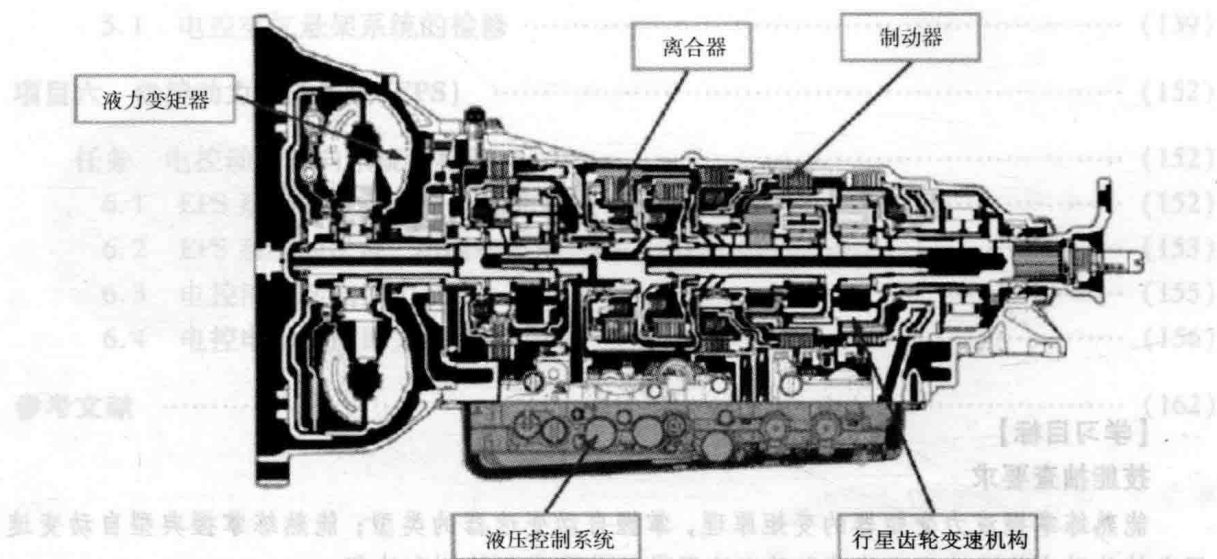


图 1-1 电控液力自动变速器的组成

1.2 液力变矩器的检修

大家经常看到这样的场景,带有自动变速器的汽车在驾驶过程中驾驶员不必像手动变速器那样频繁操纵换挡杆,驾驶员只要在起步时将换挡杆从 P 位推入 D 位,然后在整个驾驶过程中几乎不再需要操纵换挡杆。尤其在等待市区红绿灯时,装有自动变速器的汽车在绿灯亮起的一刹那可以非常从容、迅速地起步,更避免了在立交桥或坡道上起步时频繁熄火的麻烦。

装有自动变速器的汽车没有离合器踏板,难道自动变速器在换挡的时候不需要切断动力传递吗?在短暂停车时驾驶员不需要熄火、不需要将换挡杆置于空挡就可以离车而去,令人难以掌握的坡道起步在带有自动变速器的汽车上将不再是一个问题。

那么装有自动变速器的汽车是怎样做到这一点的呢?本问题将在后面得到解决。

1.2.1 液力变矩器的拆卸、安装及检测

1. 液力变矩器的作用

液力变矩器是自动变速系统的主要组成之一,它将发动机与变速器柔性地连接在一起,其作用主要包括:

(1)传递转矩。发动机的转矩通过液力变矩器的主动元件,再通过 ATF(自动变速器油)传给液力变矩器的从动元件,最后传给变速器。

(2)无级变速。根据工况的不同,液力变矩器可以在一定范围内实现转速和转矩的无级变化。

(3)自动离合。液力变矩器由于采用 ATF(自动变速器油)传递动力,当踩下制动踏板时,发动机也不会熄火,此时相当于离合器分离;当抬起制动踏板时,汽车可以起步,此时相当于离合器接合。



(4)驱动油泵。ATF(自动变速器油)在工作的时候需要油泵提供一定的压力,而油泵一般是由液力变矩器壳体驱动的。

2. 液力变矩器的结构

液力变矩器有三个基本部件,即泵轮 B、涡轮 W 和导轮 D(图 1-2)。

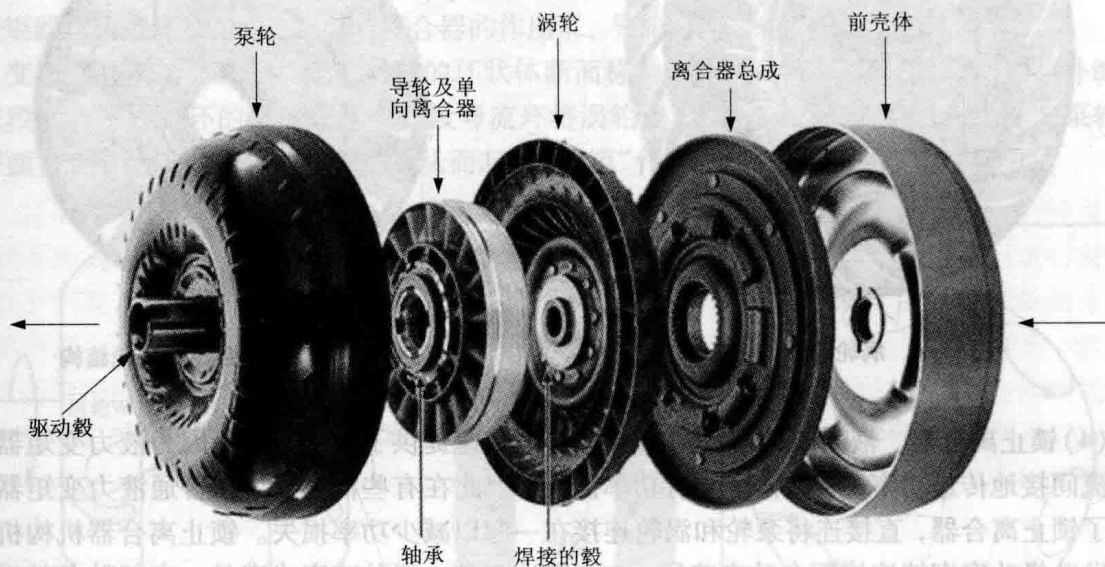


图 1-2 液力变矩器的结构

(1)泵轮 B。泵轮与变矩器壳体连成一体,其内部径向装有许多扭曲的叶片,叶片内缘则装有让油液平滑流过的导环,它将发动机动力变为油液的动能。变矩器壳体与曲轴后端的飞轮相连接(图 1-3)。

(2)涡轮 W。涡轮上也装有许多叶片。但涡轮叶片的扭曲方向与泵轮叶片的扭曲方向相反。涡轮中心有花键孔与变速器输入轴相连。泵轮叶片与涡轮叶片相对安装,中间有 3 ~ 4 mm 的间隙(图 1-4),它将动力传至机械变速器的输入轴。

(3)导轮 D。导轮位于泵轮与涡轮之间,通过单向离合器安装在与自动变速器壳体连接的导轮轴上。它也是由许多扭曲叶片组成的,通常由铝合金浇铸而成,其目的是对油液起反作用,使变矩器在某些工况下具有增大扭矩的功能(图 1-5)。

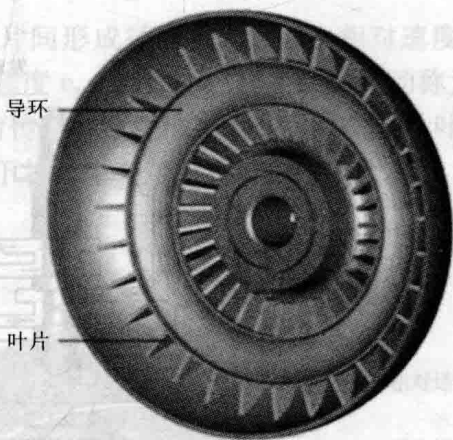


图 1-3 泵轮的结构

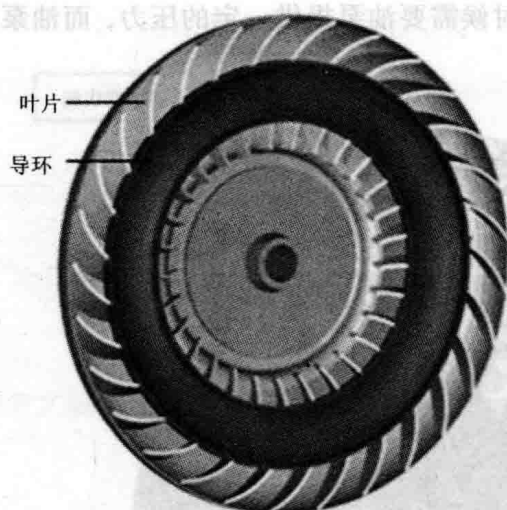


图 1-4 涡轮的结构

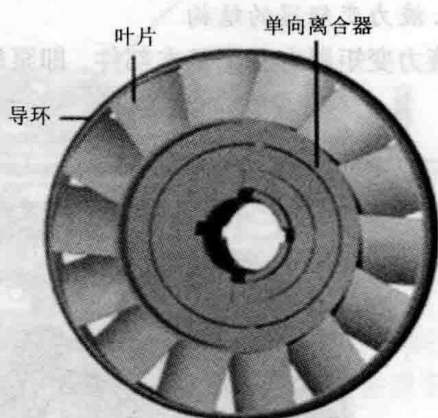


图 1-5 带单向离合器的导轮结构

(4) 锁止离合器。液力变矩器的应用, 为汽车变速提供了方便, 但是因为液力变矩器使用液流间接地传递功率, 所以肯定会有功率损失, 因此在有些汽车上, 在普通液力变矩器中加装了锁止离合器, 直接将泵轮和涡轮连接在一起以减少功率损失。锁止离合器机构机械地将发动机功率直接连接至自动变速器, 在汽车达到某一行驶速度或满足一定行驶条件时由 ECU 控制其锁止, 以提高功率性和燃油经济性, 其结构如图 1-6 所示。

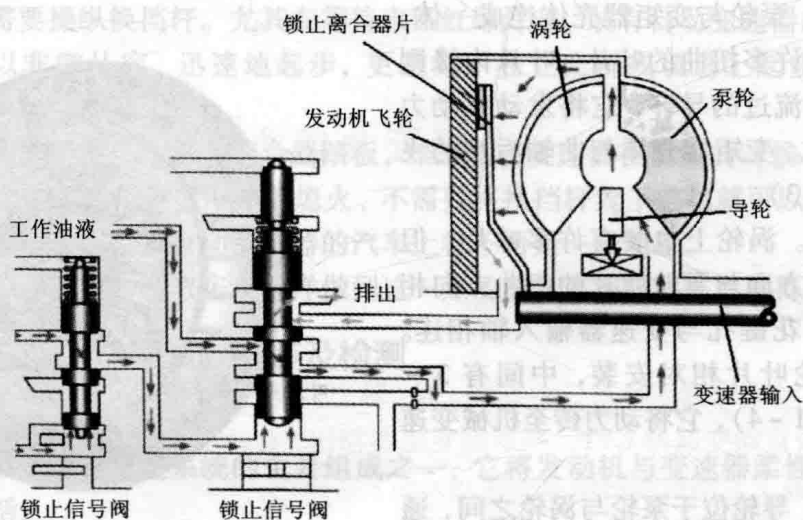


图 1-6 带锁止离合器的液力变矩器结构及控制示意图

锁止离合器的应用大大提高了液力变矩器的传动效率。一般汽车设定在 2 挡以上时才会进行锁止控制(也有某些车型是以车速和发动机负荷为锁定的控制标准, 车速一般在 40 km/h 以上时才允许锁止)。

3. 液力变矩器的工作原理

导轮安装在导轮轴上，两者之间用单向离合器连接。导轮轴从变速器壳前端伸出，它固定在变速器壳体上。单向离合器使导轮只能朝着泵轮的旋转方向转动，当泵轮与涡轮达到耦合器工况(即泵轮与涡轮转速相同)时，由涡轮出来的油液冲击不到导轮叶片的正面，而是冲击到导轮叶片的背面。此时，如果导轮固定不动将会阻碍涡轮的转动。所以导轮装在单向离合器上，当变矩器达到耦合状态时，在单向离合器的作用下，导轮随着泵轮的旋转方向一起转动。

变矩器装配后，三个工作轮形成的环状体断面称为变矩器的循环圆。导轮叶片的外缘构成三段式油液导流环的内段。这个分段导流环将涡轮流出的油液改变方向后直接冲击泵轮叶片背面，给泵轮一个正向的作用力，从而起到“增矩”作用，变矩原理如图 1-7 所示。

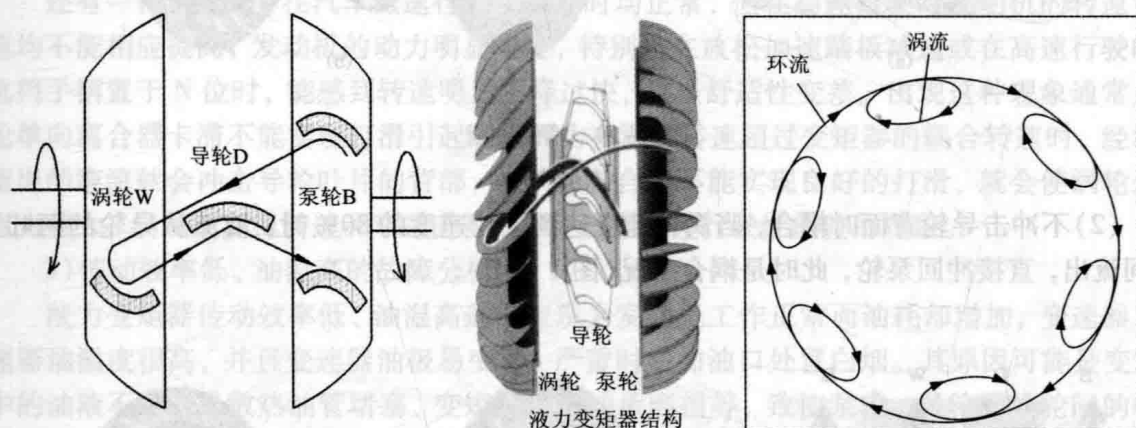


图 1-7 液力变矩器液流方向示意图

发动机动力传给泵轮，泵轮旋转油液在泵轮两叶片间形成径向流动，产生相对速度 v_1 ；又由于泵轮旋转在泵轮周向形成周向流动，称为牵连速度 v_2 ；两者合成产生螺旋流动称为绝对速度 v (图 1-8、图 1-9)，斜向冲击涡轮产生动力传递。液流冲出涡轮，冲击导轮叶片，流回泵轮。如果没有导轮阻挡不变矩，在导轮的阻挡下将产生变矩作用(图 1-10)。

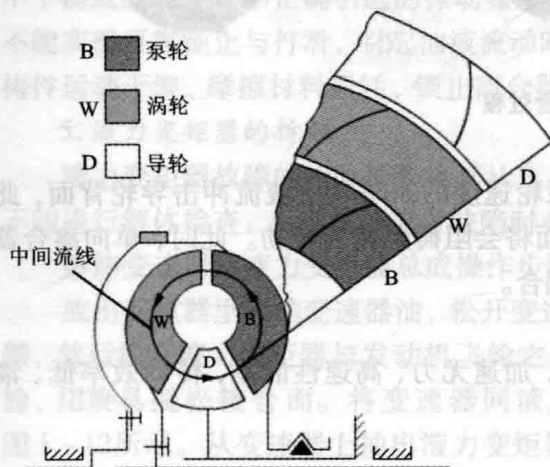


图 1-8 液力变矩器工作轮展开三叶片示意图

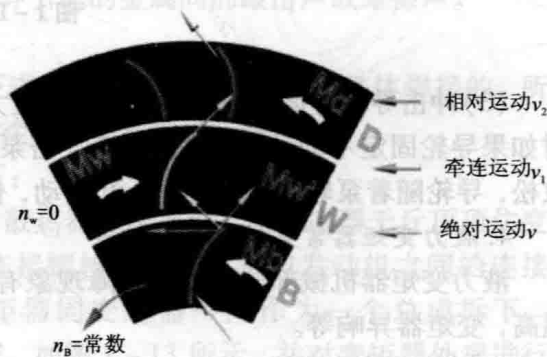


图 1-9 液力变矩器矢量合成图



(1) 冲击导轮正面时增矩, 涡轮速度为 0 时增矩最大(图 1-10)。

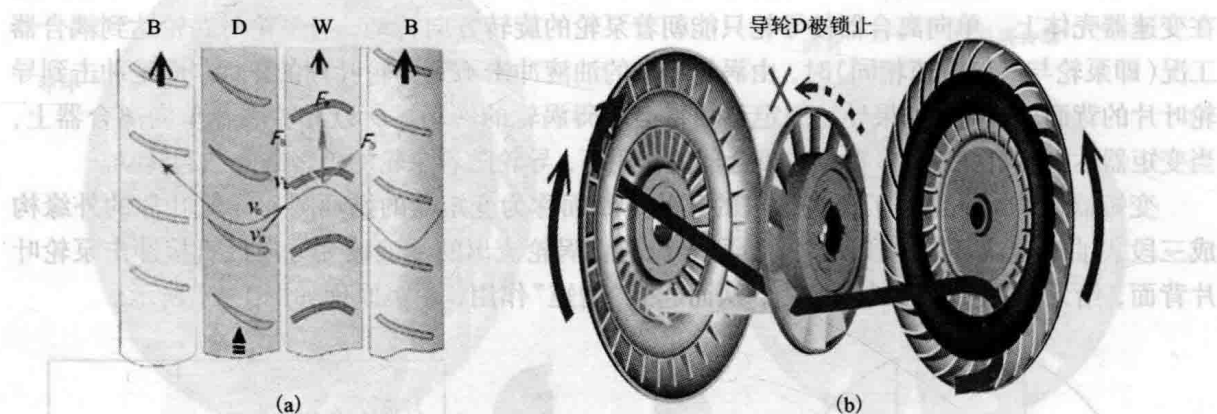


图 1-10 增矩过程

(2) 不冲击导轮背面时耦合, 当涡轮速度达到泵轮速度的 80% 时, 液流从导轮的两叶片之间流出, 直接冲回泵轮, 此时是耦合工况(图 1-11)。

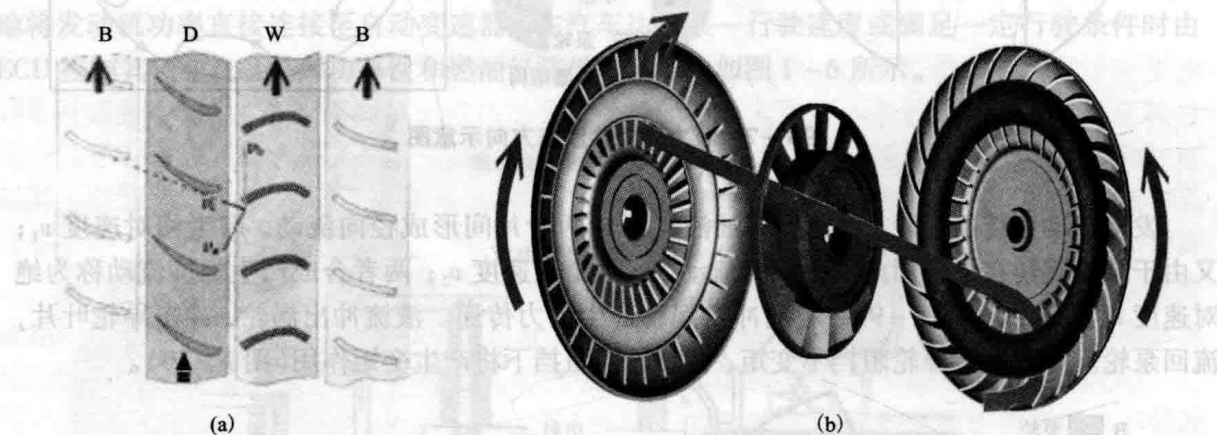


图 1-11 耦合过程

(3) 冲击导轮背面时减矩, 当涡轮速度大于泵轮速度的 80% 时, 液流冲击导轮背面, 此时如果导轮固定不动, 导轮流出液流冲击泵轮正面将会阻碍泵轮的转动。此时, 单向离合器放松, 导轮随着泵轮的旋转方向一起转动, 仍为耦合。

4. 液力变矩器常见的故障与排除

液力变矩器机械部分常见的故障现象有无挡, 加速无力、高速性能差, 传动效率低、油温高, 变矩器异响等。

1) 无挡的故障分析

液力变矩器无挡指的是动力在变矩器中传递中断, 即变矩器进入任何挡位时都没有驱动反应。导致该现象的原因通常有以下两个方面: 一是变矩器内无工作油液。由于变矩器内泵



轮与涡轮没有任何机械连接,动力是靠油液作为介质传递的,若无油液动力自然就无法传递。二是涡轮与涡轮轴连接松脱或被卡死。涡轮叶片与涡轮花键毂焊接处裂开、花键毂与涡轮轴连接花键损坏或变矩器内轴承损坏会引起涡轮与涡轮轴连接松脱或被卡死,动力无法通过涡轮输出。

2) 加速无力、高速性能差的故障分析

因变矩器故障导致加速性能差主要表现为加速时动力不足,但在高速行驶时驱动状况又很正常。由变矩器工作原理可知,汽车在起步或加速等工况时,变矩器内泵轮与涡轮的转速差较大,此时在液流的冲击下,单向离合器将导轮锁死,使变矩器起到增大转矩的作用。若单向离合器损坏不能将导轮锁死,则这一作用将会消失,就会出现加速性能差的情况。

还有一种情况是,在汽车低速行驶与加速时均正常,但在高速行驶时发动机的转速和车速均不能相应提高,发动机的动力明显不足,特别是在放松加速踏板减速或在高速行驶时将换挡手柄置于N位时,能感到转速明显下降过快,乘坐舒适性变差。出现这种现象通常是导轮单向离合器卡滞不能实现打滑引起的。因为在涡轮转速超过变矩器的耦合转速时,经涡轮流出的液流就会冲击导轮叶片的背部,若单向离合器不能实现良好的打滑,就会使涡轮运动阻力变大,出现发动机转速和车速升高困难、汽车高速行驶性能差的现象。

3) 传动效率低、油温高的故障分析

液力变矩器传动效率低、油温高通常表现为发动机工作正常而油耗却增加,变速器及变速器油温度很高,并且变速器油极易变质,严重时在加油口处冒白烟。其原因可能是变矩器中的油液不足或是散热油管堵塞、变矩器止推轴承磨损等,致使泵轮、涡轮和导轮间的叶片间隙太大,液流就会以热能的形式损失一部分能量,使油温升高。导轮单向离合器卡滞使涡轮在转速较高时不能转动,液流冲击导轮叶片背面而消耗能量。锁止离合器在工作时若不能正常锁止,也将引起一部分能量损失在变矩器中,从而出现传动效率低、变速器油温过高的现象。

4) 变矩器异响的故障分析

液力变矩器异响通常表现为轰鸣噪声和尖锐的金属声两种。轰鸣噪声主要是由于变矩器不平衡或安装位置不正确引起的振动噪声,以及变矩器叶片间间隙不正确,导轮单向离合器不能实现可靠锁止与打滑,引起油液流动时的摩擦噪声;而尖锐的金属声通常是变矩器内部构件运动干涉、摩擦材料损耗、锁止离合器打滑等引起的金属间的敲击声或摩擦声。

5. 液力变矩器的拆卸

液力变矩器故障的排除需要将其从车上拆下进行检查。由于变矩器是整体焊接的,所以不能进行解体检查,出现损坏或者缺陷时必须整个更换,不能进行修理。

拆卸变速器和液力变矩器总成操作步骤如下:

放出变速器里面的变速器油,松开变速器油散热器油管接头。用变速器千斤顶顶住变速器,然后松开液力变矩器与发动机飞轮之间的连接螺栓以及变速器与发动机之间的连接螺栓,用旋具撬松接合面。将变速器同液力变矩器同变速器一同作为一个总成拆下,如图1-12所示。从变速器上抽出液力变矩器总成,如图1-13所示,并对变矩器外观进行初步检查。

力变矩器故障的排除需要将其从车上拆下进行检查。由于变矩器是整体焊接的,所以不能进行解体检查,出现损坏或者缺陷时必须整个更换,不能进行修理。

拆卸变速器和液力变矩器总成操作步骤如下:

放出变速器里面的变速器油,松开变速器油散热器油管接头。用变速器千斤顶顶住变速器,然后松开液力变矩器与发动机飞轮之间的连接螺栓以及变速器与发动机之间的连接螺栓,用旋具撬松接合面。将变速器同液力变矩器同变速器一同作为一个总成拆下,如图1-12所示。从变速器上抽出液力变矩器总成,如图1-13所示,并对变矩器外观进行初步检查。

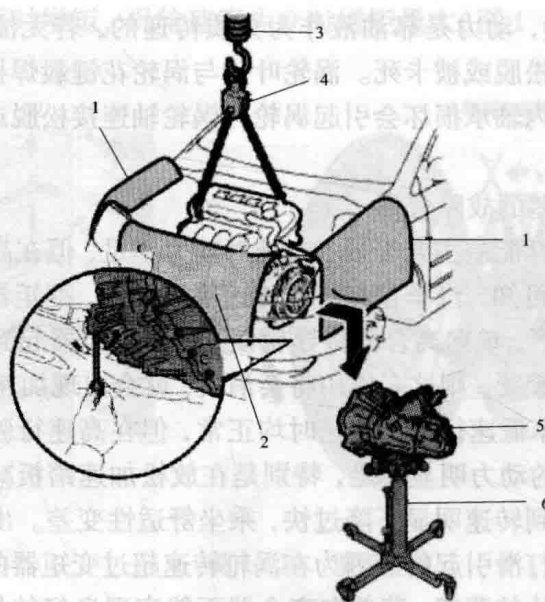


图 1-12 变速器与液力变矩器总成拆卸

1—翼子板护垫；2—中网护垫；3—发动机吊车；4—链动滑轮；5—变速器；6—变速器千斤顶

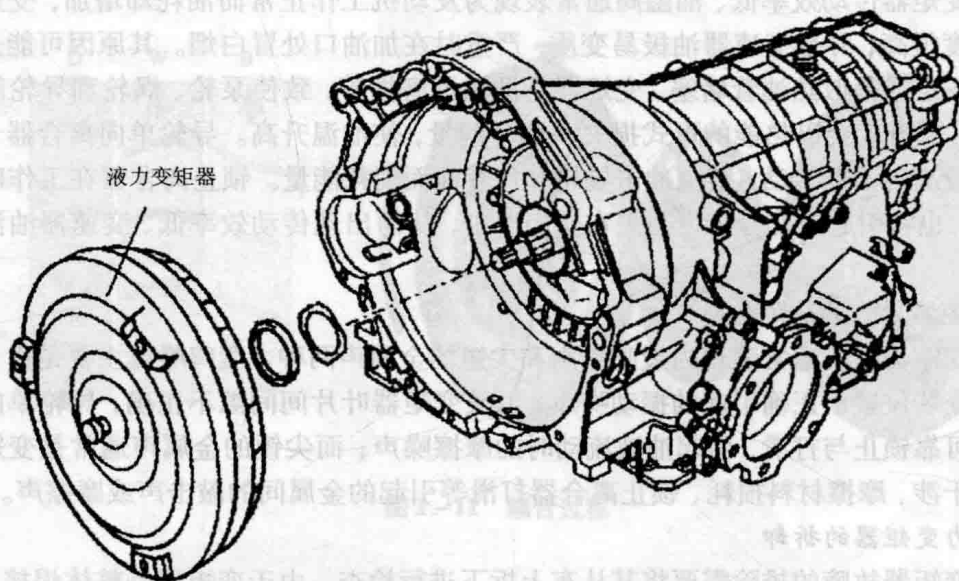


图 1-13 从变速器上抽出液力变矩器总成

6. 液力变矩器的检测

液力变矩器从车上拆下以后，要检查液力变矩器轮毂的导入轨迹(图 1-14 箭头所示)。检查变矩器驱动轴套，轴套应光滑不能有磨损等。

1) 单向离合器的检查方法

(1) 将专用工具插入单向离合器的内圈，如图 1-15(a)所示。

(2) 安装专用工具，使其装配到变矩器轮毂的缺口和单向离合器的另一座圈中，如图 1-15(b)所示。