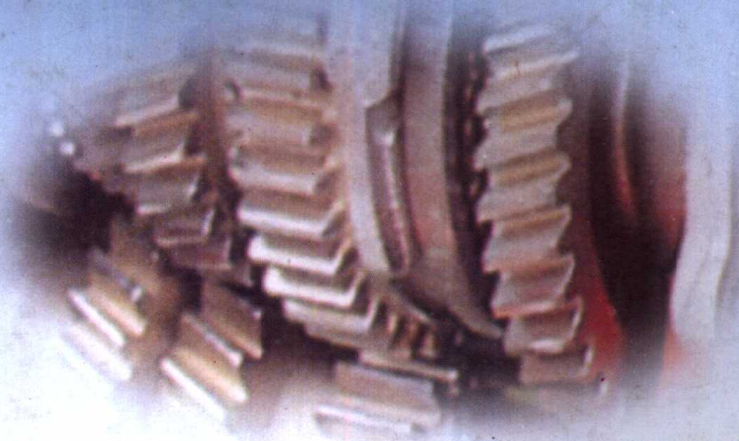


汽车自动变速器 构造和维修

熊国维 主编



科学技术文献出版社

汽车自动变速器构造和维修

主 编 熊国维

编写人员 熊廷南 熊廷燕 熊大明

科学技术文献出版社

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书详细介绍了汽车自动变速器及其系统、行星齿轮系、油泵、制动带、离合器、密封、压力调节装置、油路开关及流量控制阀、辅助液压信号及控制装置；以及故障的诊断与排除，还附有北美、西欧各公司的自动变速器。本书配有大量图、表，直观、易懂。适合汽车驾驶员、修理工、学员和技术人员阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车自动变速器构造和维修/熊国维主编. -北京: 科学技术文献出版社, 1997. 9

ISBN 7-5023-2925-0

I. 汽… II. 熊… III. 汽车-变速器-车辆修理 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 09238 号

科学技术文献出版社出版

(北京复兴路 15 号 邮政编码 100038)

北京国马印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1997 年 9 月第 1 版 1997 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 132 千字

科技新书目: 434—137 印数: 1—5000 册

定价: 23.00 元

前 言

自 1949 年辛普森等人取得发明专利以来,自动变速器已经问世将近半个世纪。其间,传播地域日益扩大,各大国都曾争相涉猎,但其进度和程度参差不齐。

如今,从美国总统一号轿车直至客、货两用皮卡,都装有自动变速器。为什么如此普及?不外有经济上和技术上的追求。自动变速器技术先进、操作方便和节省油料。

我国也有生产自动变速器的历史,并且正在谱写新的一页。

已经和将要来华合资生产汽车变速器(手动和自动)的厂家有:美国通用别克分厂、美国博克·瓦纳汽车公司、日本本田、丰田株式会社和德国大众汽车公司等。中国别克轿车、北京美国吉普、一汽红旗 CA770 所使用的自动变速器,也被本书将其技术资料一一编录,以飨读者。

进口汽车装备有自动变速器的也日益增多。

修理自动变速器变成日常需要!

本书材料翔实,图文并茂,经过综合概括,内容比较系统。无论是有关技师、工程师,或他们的后备军,读了终将受益。同时,由于水平所限,缺点和错误难免,恳请读者批评指正。

参加本书编写的有:熊廷南,1、2 章;熊廷燕,3、9、10、11、12 章;熊大明,4、5、6、7、8 章。熊国维负责统编。

熊国维

1997

目 录

前 言

第一章 变扭器的构造及维修	(1)
第一节 液力偶合器和变扭器功能	(1)
第二节 液力偶合器	(2)
第三节 液力变扭器	(4)
第四节 锁止液力变扭器	(9)
第五节 变扭器维修	(10)
第二章 变速器系统	(14)
第一节 选档杆	(14)
第二节 自动变速器工作液	(14)
第三节 三速自动变速器	(15)
第四节 BW35 型	(16)
第五节 BW55 型	(18)
第六节 福特 C3 型	(20)
第七节 Torque Flite 自动变速器	(21)
第八节 ZF 自动变速器	(21)
第九节 大众汽车公司前驱动桥	(23)
第三章 行星齿轮系	(25)
第一节 行星齿轮系	(25)
第二节 简单行星齿轮系速比	(26)
第三节 辛普森行星齿轮系	(29)
第四节 复合行星齿轮系	(32)
第四章 泵	(36)
第一节 概述	(36)
第二节 月牙泵	(37)
第三节 转子泵	(39)
第四节 变量叶片泵	(40)
第五节 双泵和单泵	(41)
第六节 油池和过滤器	(42)
第五章 制动带	(44)
第一节 功能和结构	(44)
第二节 制动带类型	(45)
第三节 制动带连杆	(46)
第四节 制动带自激运动	(48)
第五节 制动带伺服机构	(49)

第六节 制动带扭矩能力	(52)
第七节 制动带调整	(52)
第六章 离合器	(54)
第一节 离合器构造	(54)
第二节 离合器运作	(56)
第三节 超越离合器	(57)
第七章 密封装置	(60)
第一节 防漏与密封	(60)
第二节 静态密封	(60)
第三节 车切密封和 O 形圈的动态应用	(62)
第四节 动态环唇密封	(64)
第五节 包覆金属环唇密封	(65)
第六节 金属密封圈	(66)
第七节 特夫隆密封圈	(67)
第八章 压力调节装置	(68)
第一节 概述	(68)
第二节 安全阀	(68)
第三节 滑阀	(69)
第四节 压力调节阀	(72)
第五节 变扭器控制阀	(73)
第九章 油路开关阀和流量控制阀	(74)
第一节 手阀	(74)
第二节 换档阀	(81)
第三节 锁止变扭器开关阀	(87)
第四节 单向阀	(90)
第五节 流量控制阀	(91)
第六节 换档重叠	(94)
第十章 辅助液压信号及其控制装置	(96)
第一节 辅助液压信号种类	(96)
第二节 节气门阀	(96)
第三节 机械节气门阀	(98)
第四节 真空节气门阀	(100)
第五节 机械操作的第二节气门阀	(104)
第六节 电动第二节气门阀	(105)
第七节 单级调速器	(106)
第八节 双级调速器	(108)
第九节 箱装型调速器	(110)
第十一章 故障诊断	(112)
第一节 液位	(112)
第二节 工作液状态检查	(113)

第三节	工作液泄漏	(114)
第四节	怠速、连杆、电路检查	(117)
第五节	真空系统检查	(118)
第六节	失速检验	(119)
第七节	道路试验	(121)
第八节	压力测试	(124)
第九节	压缩空气检验	(128)
第十节	噪声探测	(130)
第十一节	利用液压图诊断故障	(131)
第十二章	故障排除	(134)
第一节	别克 Dual path 自动变速器	(134)
第二节	别克 Super Turbine 400 及 THM400	(136)
第三节	克莱斯勒 Power Flite 自动变速器	(140)
附录 I	克莱斯勒公司自动变速器	(149)
1.	A-727、A-904 (1 型)	(149)
2.	A-500 (15 型)	(151)
3.	前驱动桥: A-404、A-413、A-415、A-470 (1 型)	(152)
4.	A-604 (15 型)	(153)
附录 II	福特汽车公司自动变速器	(156)
1.	C3、C4 和 C5 (1 型)	(157)
2.	C6 和 Jatco (2 型)	(158)
3.	自动四速轻型自动变速器 (A4LD)	(159)
4.	FMX 自动变速器 (10 型)	(161)
5.	自动前驱动桥 (ATX, 11 型)	(161)
6.	福特自动超速变速器 (AOD, 11 型)	(163)
7.	AXOD 前驱动桥 (自动四速档, 16 型)	(164)
8.	福特 ZF-4HP-22	(165)
附录 III	通用汽车公司自动变速器	(166)
1.	THM200、THM250 和 THM325 自动变速器 (2 型)	(167)
2.	THM125 前驱动桥 (2 型)	(169)
3.	THM400 和 THM425 自动变速器 (3 型)	(171)
4.	THM350 自动变速器 (4 型)	(172)
5.	THM200-4R、THM325-4L 前驱动桥 (7 型)	(173)
6.	Powerglide 和 THM300 自动变速器 (9 型)	(176)
7.	THM180 三速自动变速器 (11 型)	(177)
8.	THM700-R4 自动变速器 (13 型)	(178)
9.	THM440-T4 前驱动桥 (15 型)	(179)
附录 IV	阿辛-瓦纳 (Aisin-Warner) 自动变速器	(181)
附录 V	世界各国汽车自动变速器主要参数	(182)

第一章 变扭器的构造及维修

第一节 液力耦合器和变扭器功能

为了汽车能顺利运行，液力耦合器或液力变扭器必须完成多种重要功能。其中包括传递扭矩、放大扭矩、起自动离合器作用、阻尼扭转振动、起飞轮作用、安装起动齿圈和驱动变速器油泵。

一、传递扭矩

液力耦合器或液力变扭器传递扭矩，即把发动机产生的扭矩传递到液力变扭器的输入轴。发动机扭矩通过曲轴，传至飞轮。然后，飞轮驱动液力变扭器壳体，再传至泵轮。但是，如没有附加零件，发动机扭矩只传到泵轮即止。

为了完成传递过程，液力耦合器或液力变扭器须具备涡轮和一定数量的工作液。在变扭器或耦合器壳体内，涡轮在轴承上自由转动，和输入轴花键连接。涡轮和泵轮没有任何直接接触。

泵轮叶片至涡轮叶片之间传递发动机扭矩的是一种工作液。这种工作液在运动中拥有动能，有能力做功，在此情况下，就能带动涡轮及输出轴旋转，克服施加在输入轴上的汽车负载。

发动机驱动泵轮、液体产生运动。运动中的液体，冲击涡轮叶片的能量是很大的，涡轮及输入轴随之转动。传递扭矩大小，取决于动能大小，即取决于运动中的液体所含的动能大小。

二、放大扭矩

发动机不能产生足够的扭矩使汽车进入运动状态，或在负荷状态下保持运动状态，所以，汽车必须有扭矩放大装置，例如起动齿圈和小齿轮、普通变速器和自动变速器（液力变扭器）。自动变速器、起动齿圈和小齿轮都起放大发动机扭矩的作用，并且通过齿轮，控制发动机速度。这些齿轮作为一系列的旋转杠杆，起放大发动机扭矩的作用，与此同时，还保持发动机在其最有效率的速度下工作。

液力变扭器也和普通变速器一样，扭矩放大量是变化的，大到其设计能力，与此同时，又能控制发动机速度。但是，液力变扭器不是通过齿轮来完成其功能的，而是通过受控的从涡轮回到泵轮的液流。液力变扭器的作用是通过使用第三个零件，即导轮来实现的。

导轮置于涡轮和泵轮之间，是带叶片的反应元件。导轮的功能是改变从涡轮回流到泵轮液体的方向。如果没有导轮的作用，回流液体就要冲击泵轮叶片，以至于停止泵轮叶片的转动。通过改变回流方向，使得和泵轮旋转方向一致。回流帮助发动机驱动泵轮，因此增加壳体内液体的初加速能力。所有这些都是自动完成的。

液力变扭器还起自动离合器、扭转振摆器、飞轮、驱动自动变速器油泵的作用。

第二节 液力偶合器

为了说明简单的液力偶合器，试用两个面对面竖立着的电风扇为例说明，参看图 1-1。风扇 1 已和电路连结，可以转动，而风扇 2 未接入电路，风扇 1 未转动以前，风扇 2 不能转动。当风扇 1 开始转动，气流冲击风扇 2 叶片，引起风扇 2 转动。在此情况下，空气就作为两个风扇叶片之间动力传递的流体或介质。

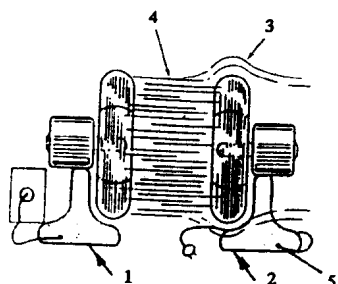


图 1-1 两个电风扇说明简单

液力偶合器运转

1. 风扇 1 2. 风扇 2 3. 围绕风扇空气泄漏 4. 空气作为动力传递媒介 5. 风扇 1 转动引起风扇 2 转动

在此例中，每个风扇各代表一半液力偶合器，风扇 1 代表泵轮，风扇 2 代表涡轮。

风扇 2 空气有泄漏，这是达不到风扇 1 操作速度的原因之一。两个风扇都加上罩子，可以使这种连接更为有效。

液力偶合器内含主要的旋转元件，如图 1-2 所示。泵轮是主动元件，它和动力驱动的风扇相对应。涡轮是从动元件，它和无动力的风扇相类似。

但是，为了改善液力偶合器的性能，其结构和两个风扇的例子还有些差异。例如，为了保证至从动元件即涡轮的液体流量没有损失，泵轮和涡轮都密闭在冲压件或铝罩内。壳体附着在发动机曲轴上，通常通过柔性板连结。只要发动机运转，这种构造就保证泵轮永远在壳体内转动。

为了提高泵轮和涡轮扭矩和动力传递的效率，偶合器壳体内还充满了自动变速器油即工作液。显然，附加的工作液质量和不可压缩性，使运动中的变速器工作液提供巨大的冲击能量。只要发动机和液力偶合器运行，自动变速器液压系统就提供满壳体的工作液。要是液力偶合器液位低，将会降低它的效率。

液力偶合器泵轮和涡轮结构如图 1-3 所示。类似于切成两半的轮胎。一半代表液力偶合器的泵轮，永远和壳体相连，因此它按发动机速度旋转。另一半叫做涡轮。涡轮在轴承上自动转动，和泵轮相近，但是，和泵轮无任何连接。用花键连接涡轮和自动变速器的输入轴。只要涡轮在运动，输入轴就为自动变速器传递扭矩和动力。

图 1-3 所示，叶片是如何布置在轮胎两半上的。每一半上叶片径向定位至关重要。叶片的方位和数量决定液力偶合器的工作效率。

从图 1-3 也可见，从前缘到后缘，叶片是平直的。涡轮叶片的前缘是液体进入叶片的初始接触点，位置靠近轮缘处。泵轮叶片的前缘也是叶片的开始点，其位于泵轮的中心部位。

涡轮叶片的尾缘接近于泵轮叶片的前缘，或者说在泵轮叶片前缘的对面。而泵轮叶片的尾缘在涡轮叶片前缘的对面。

至于流向，液体总是离开叶片的尾缘。而液体总是从它们的叶片的前缘进入涡轮或泵轮。

泵轮和涡轮，由于旋转就产生两种流体运动。由于这两种运动，液力偶合器和液力变扭

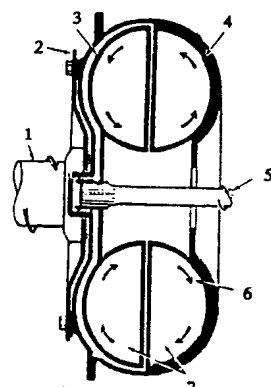


图 1-2 液力偶合器结构

1. 曲轴 2. 柔性板 3. 涡轮 4. 泵轮 5. 变速器输入轴 6. 流体运动（涡流） 7. 叶片

器能够传递扭矩和动力。

一种是旋转流动。它是泵轮按发动机转速旋转所产生的流体流动。旋转流动是泵轮叶片推动液体在金属壳体内的流动。参见图 1-4。泵轮旋转，其叶片强迫液体顺时针方向转动。这种运动使液体产生垂直方向旋涡。

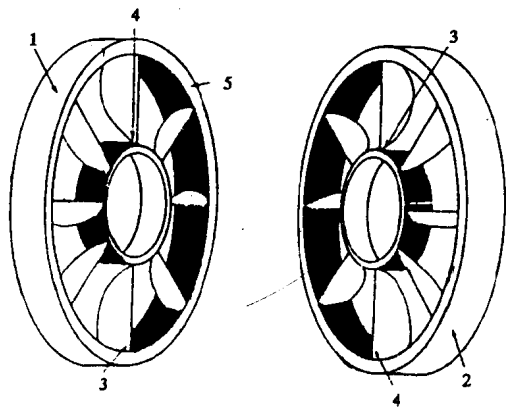


图 1-3 液力偶合器叶片

1. 涡轮 2. 泵轮 3. 前缘 4. 后缘 5. 轮缘

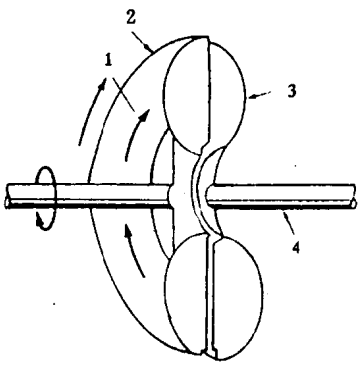


图 1-4 旋转泵轮叶片内裹挟的液体产生旋转运动

1. 旋转工作液流动 2. 泵轮 3. 涡轮 4. 输入轴

另一种是涡流流动。离心力产生涡流流动。离心力作用于泵轮叶片间的液体，迫使液体由中心向外流动。在这种情况下，液体从泵轮中心部位向轮缘流动，这好像把弹球放在手摇留声机转盘的旋转中心一样。但是，泵轮轮缘是带曲率的，流体离开轮缘时，和旋转运动所产生的旋转流体成直角，参看图 1-5。涡流迫使液体流入涡轮，液体的冲击能量传递扭矩，从而产生涡轮和输入轴的旋转运动。

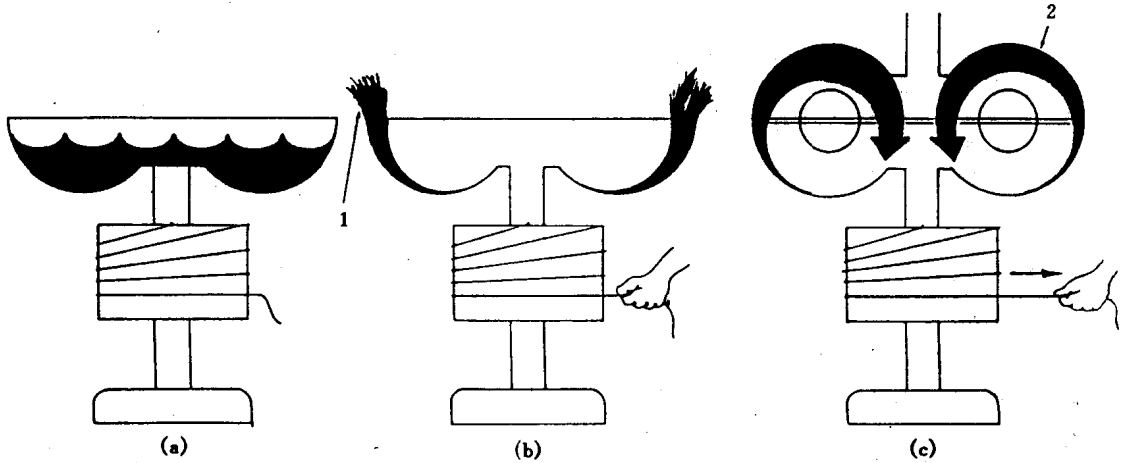


图 1-5 离心力作用于叶片间液体产生涡流

(a) 泵轮不转流体静止 (b) 泵轮旋转，由于离心力作用，液体溢出轮缘
(c) 流体进入涡轮，传递扭矩至叶片 1. 涡流 2. 由于涡流，液体循环

第三节 液力变扭器

发展阶段初期,有众多的液力变扭器,其内部元件的数量和形式各种各样。内部元件,在这里仅指变扭器内主要独立零件,诸如泵轮、涡轮和导轮。虽然有些变扭器有5个内部元件,但是时至今日,最通用的只有3个内部元件。见图1-6。

变扭器内泵轮和涡轮,虽和液力偶合器内的泵轮和涡轮的功能一样,但是它们的结构还有些差异。结构差异主要是每个元件有数量不等的叶片,叶片又有曲率。这两项变化都增加了变扭器的总效率。用作放大发动机扭矩时,导轮是提高变扭器效率必不可少的零件。

一、构造

1. 泵轮

典型液力变扭器的泵轮,如图1-6所示,被焊接在变扭器壳体的后部,它有一系列的曲线

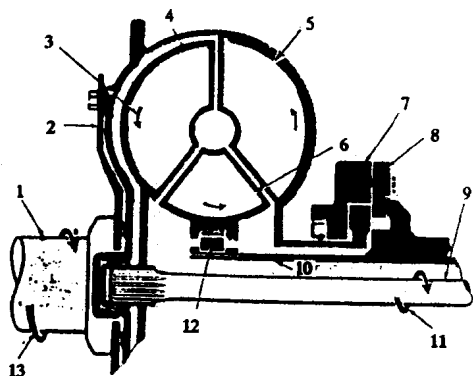


图 1-6 液力变扭器构造

1. 发动机曲轴 2. 柔性板 3. 工作液流动方向 4. 涡轮 5. 泵轮 6. 导轮 7. 前泵部件 8. 导轮固定套筒 9. 变速器输入油 10. 导轮固定套筒（反作用轴） 11. 输入轴旋转方向 12. 超越离合器 13. 发动机轴旋转方向

叶片,还有一个导环。相对于泵轮顺时针转动方向而言,所有的叶片都是向后成曲线型,这种结构先给工作液一个额外加速度和附加能量,然后,液体才离开泵轮尾缘进入涡轮。平直的叶片也可以做到这一点,但是效率比曲线叶片差多了。

导环,其实类似于是第二个空轮胎,只是尺寸较小而已,参见图1-7。导环的一半装在泵轮叶片上,接近中心处;导环的另一半装在涡轮相似位置处。

导环两半的功能是:减少泵轮和涡轮中心位置处工作液的紊流。导环是如何完成这项工作的呢?当工作液在泵轮和涡轮之间流动时,导环把液体流动槽流化,使它变成圆形模式。液体紊流是液力偶合器在汽车加速

时失去效率的因素。

2. 涡轮

液力变扭器涡轮结构和液力偶合器涡轮结构相似,即变扭器涡轮邻近泵轮布置,用花键和输入轴连接,从运动的液体吸收动能,并把动能转换成旋转运动。还有,涡轮叶片围绕在壳体内作径向布置。

但是,为了使变扭器更有效率,对叶片截面作一些改变。涡轮叶片不等于泵轮叶片,变扭器涡轮多几个叶片,这些增加的叶片,就提高了效率。

再有,涡轮叶片不是平直的,而是曲线的。这样在泵轮和涡轮间,油流方向突然改变,可减少振动损失,见图1-8。但是,与此同时,曲线必须能够使叶片从工作液吸收尽可能多的能量。

当快速运动的液体流往涡轮时,因为每支涡轮叶片前缘是曲线型,能够防止振动损失。平

直叶片，例如液力偶合器所用的那样，能够使液体冲击叶片平直表面，从而反弹出去，见图 1-9。这种本来是平静流动的液体，这么一来就损失了液体能量，干涉了正常泵轮转动。而曲线型叶片，其前缘设计成逐步过渡的液体流向，液体是沿着平滑方向逐步过渡的表面流动。

涡轮叶片尾缘也是曲线型，见图 1-10。叶片就能吸收更多的液体能量，因为曲线型改变了液体流动方向。众所周知，动能是功的量值，要求减慢或停止运动物体时就要做功。由于完全改变了流体的方向，曲线叶片减慢了流体速度，从而从运动中的工作液接收了更多的冲击力，如果叶片是平直的，就不会如此。

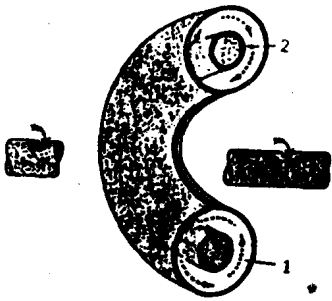


图 1-7 导环

1. 涡流 2. 切开的导环

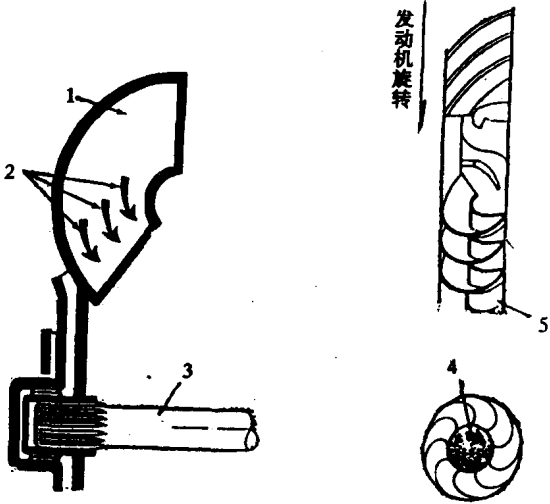


图 1-8 泵轮叶片向后弯曲

1. 涡轮叶片 2. 工作液流动 3. 输入轴
4. 发动机旋转方向 5. 叶片结构

为了保持液体沿着叶片的轨槽运行，导环的一半装在涡轮叶片的中部，见图 1-8。如上述，导环可减少振动损失，还可减少涡轮中心部位紊流，方法是液体流经涡轮时，保证液体沿圆形方向流动。

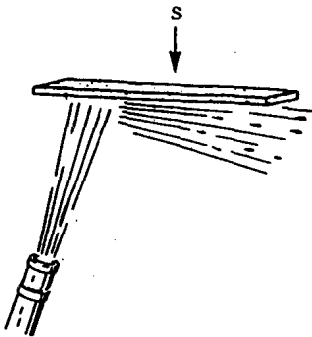


图 1-9 运动的液体冲击平直的叶片表面，不能给予叶片更多的能量

S. 平直叶片

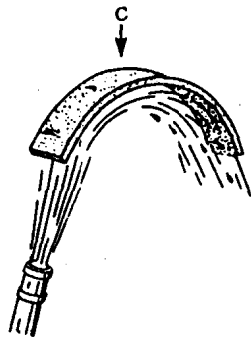


图 1-10 曲线叶片从运动液体吸收大量的能量

C. 曲线型叶片

3. 导轮

导轮是液力变扭器的第三个元件，它安装在泵轮与涡轮之间。装在变扭器这个位置上的导轮叶片，能控制液体回流。所谓回流是从涡轮中心回到泵轮的中间位置。

控制回流之所以重要，有两条理由。第一，由于涡轮叶片是曲线型，当液流要离开涡轮的时候能使液流改向，当液流要再次进入泵轮中心时，其方向导致了放慢液体转动的趋势。导轮叶片解决了这个问题，它改变了液体流动方向，重新回到泵轮所产生的方向上来。第二，由于使液流改变方向重新回到泵轮，在液力变扭器扭矩放大阶段，导轮起了重要作用。

导轮部件，连同它的叶片和超越离合器，参见图 1-11。从图 1-11 可见，从导轮中心到它的外周边，其叶片都是平而宽的。从导轮的前部到后部，叶片也呈曲线型，但十分陡峭。这种叶片的结构对于回流改变方向十分有利。

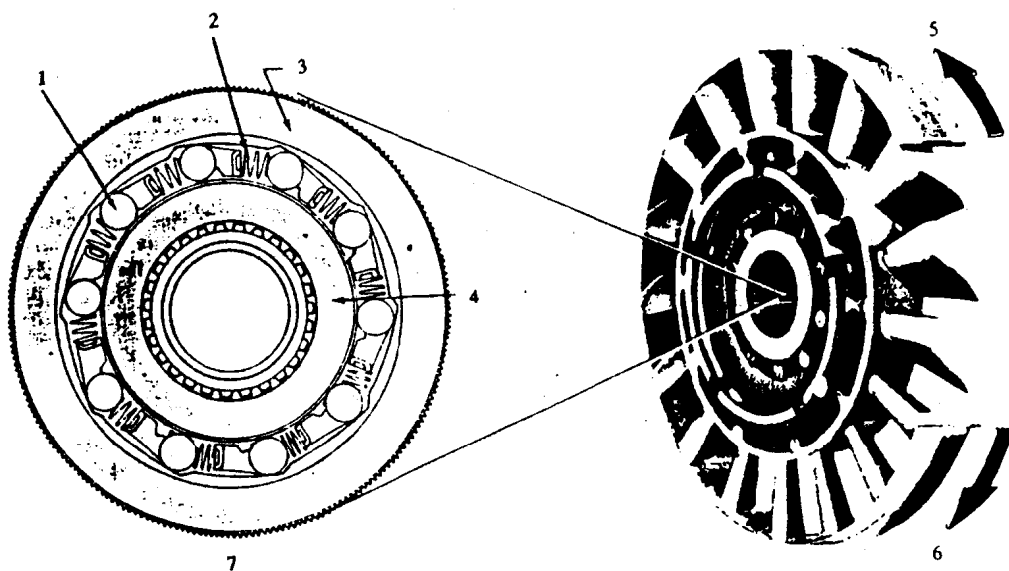


图 1-11 典型导轮和超越离合器

1. 滚子 2. 弹簧 3. 外环 4. 内环 5. 导轮锁紧 6. 导轮超越 7. 滚子离合器

超越离合器是单方向离合器，又名自由轮。它位于导轮的中心部位。导轮装在超越离合器外环上。导轮可以顺时针方向转动（超越），但是，就是同样一个离合器，反时针方向就不能转动了。关于这一点，下面还要述及。

二、液力变扭器运行

工作时，液力变扭器分为四个阶段，包括打滑、扭矩放大、偶合和减速。需要指出的是，这四个阶段都是在液力变扭器内部自动发生的，一个阶段接着另一个阶段，无须驾驶员做任何工作，只需踩下油门踏板而已。

1. 100%打滑

当发动机怠速、变速器啮合时，和液力偶合器一样，液力变扭器最大打滑，或者是100%动力中断。虽然任何泵轮与涡轮之间有一些扭矩传递，但是不足以克服加在输入轴上的汽车载荷。其结果，为了实际目的，在发动机和变速器之间，动力流动中断了。此时，泵轮转速

在 500 r/min 与 650 r/min 之间，而涡轮却是静止的 (0 r/min)。

但是，因为泵轮在不停地转动，在变扭器内，确实产生一些涡流和环流。由于泵轮速度低，少量涡流从泵轮叶片间进入涡轮叶片间，从而推动涡轮叶片，然后随着叶片曲线形状流动，最后，从涡轮中心部位流出。从这儿，工作液经过导轮，再次流进泵轮中心部位。因为只有少量的工作液流进涡轮，液体的冲击力很小，不足以引起涡轮和输入轴转动，因此，变扭器此时是 100% 打滑。

2. 扭矩放大

当司机加速发动机，汽车发动，变扭器扭矩放大阶段开始了。因为泵轮随发动机一起加速，现在它也开始泵大量油入涡轮了。由于工作液的质量和速度，现在它拥有巨大的动能。

工作液离开泵轮叶片后缘后，就进入涡轮叶片前缘。虽然在这一位置工作液的冲击角不是效率最大，然而也给叶片以最大推力，它足以起动涡轮，汽车开始前进。

工作液在循着涡轮叶片前进过程中，仍然给叶片以巨大的推力，工作液从后缘逆时针方向离开。虽然工作液还有一些剩余的动能，但它代表一种负的因素，这是因为回流工作液的流动方向和泵轮转动方向相反。

因为导轮装在涡轮和泵轮之间，所以回流工作液冲击导轮叶片的前面，并力图逆时针方向转动叶片。参见图 1-12，1. 由于工作液推动导轮叶片，因而导轮锁紧；2. 由于工作液冲击叶片，因而角度增大。但是超越离合器停止导轮向这个方向转动。其结果，曲线型导轮叶片改变了回流工作液的方向，然后工作液才进入泵轮。改变工作液方向所需要的力，由变速器箱体吸收，因此从导轮出口的工作液能量损失极少。

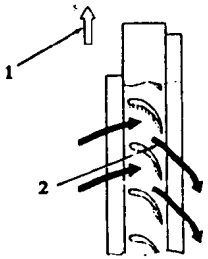


图 1-12 扭矩放大阶段的导轮

回流工作液现在的运动方向和泵轮泵出的工作液方向完全一致，其剩余能量作用于泵轮叶片上，参见图 1-13。此作用是液力变扭器扭矩放大的基础。每

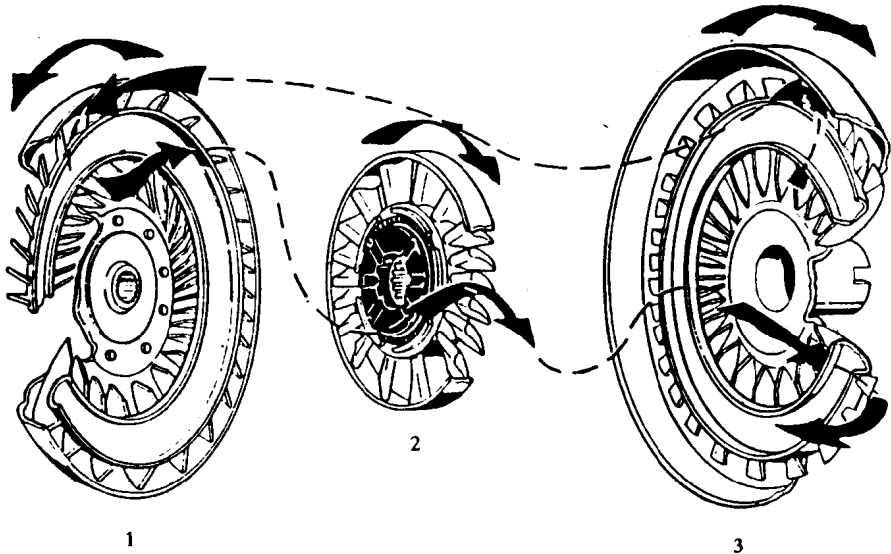


图 1-13 变扭器扭矩放大阶段的涡流循环

1. 涡轮 2. 导轮不转 3. 泵轮

次涡流从泵轮流经涡轮，运动的工作液都施加推力于涡轮叶片。当它离开涡轮回到泵轮时，工作液仍然有些剩余动能。导轮改变了工作液流动方向，然后它再进入泵轮的中心部位。工作液不再阻止泵轮和发动机的转动，而是帮助发动机驱动泵轮。这种作用增加发动机扭矩。随后，它又使泵轮比较容易加速工作液。

3. 偶合阶段

汽车接近于公路速度 40km/h~64km/h 时，变扭器开始进入偶合阶段。在此期间，变扭器产生两个作用。首先，涡轮已经接近但还没有达到泵轮速度，参见图 1-14。第二，导轮开始超越，即开始变换为顺时针方向旋转，它不再需要平稳，而是需要逐渐减少变扭器的扭矩放大。

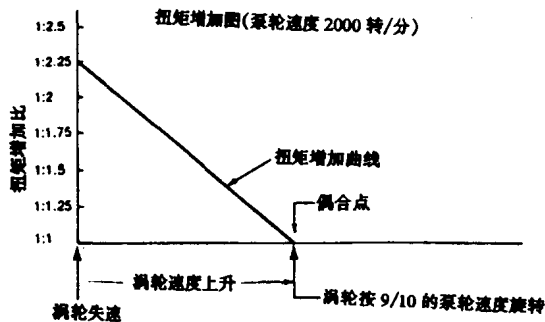


图 1-14 典型的变扭器扭矩放大曲线图

在偶合阶段，涡轮按照泵轮 9/10 或 90% 的速度运转。这个速度差是必要的，因为泵轮可以把工作液泵入涡轮，以保证所有的叶片都淹没在工作液之中，为的是泵轮和涡轮之间，可以传递扭矩和动力。如果涡轮和泵轮按照同一速度运行，发动机和变速器之间动力传递就中断了。

在偶合阶段，环流速度较高，涡流速度较低。环流速度高是泵轮和涡轮高速度的结果。涡流速度减低，原因是涡轮的逆泵（Counterpumping）作用的结果，这就在相反方向产生第二次涡流，这却减低了泵轮所产生的涡流。这就对泵轮的正常涡流产生阻力。但是还是有涡流，参见图 1-15。

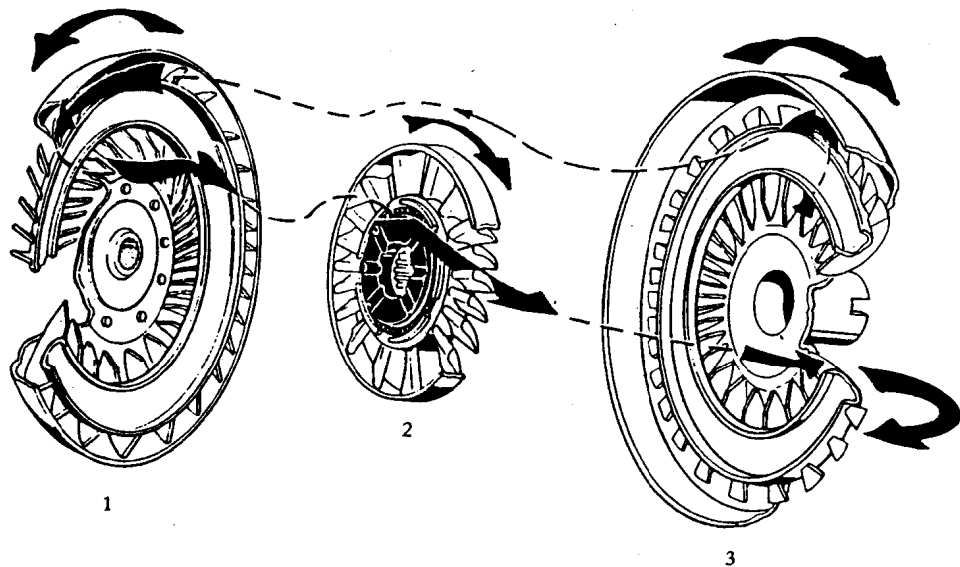


图 1-15 偶合阶段变扭器内工作液的流动

（变扭器以偶合速度旋转，导轮超越）

1. 涡轮 2. 导轮 3. 泵轮

在偶合阶段，导轮必须超越，即和涡轮、泵轮旋转方向一致。如果不是这样，导轮叶片就和涡轮及泵轮之间正常的工作液流动相干涉，在变扭器内制造了阻力，结果，使运动都放慢了。

导轮此时因超越离合器而顺时针方向转动。因为工作液现正冲击导轮叶片背面，离合器开始作为自由轮转动。参见图 1-16, 1. 由于工作液推动叶片背侧，导轮顺时针自由转动；2. 因角度更小，流向更趋向直线。当变扭器运转在偶合阶段，所以只有很少的涡流，但是有大量的环流，只有少量的回流工作液，近似于直线的射流，穿过导轮叶片。换言之，回流工作液力图顺时针转动导轮叶片。在此以前，即在扭矩放大阶段，导轮叶片还是逆时针旋转。这项动作，会因泵轮和涡轮的强大环流产生旋转工作液，带动导轮顺时针旋转，阻碍任何剪切运动。

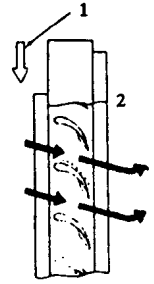


图 1-16 变扭器偶合阶段的导轮

4. 减速

和液力偶合类似，变扭器在汽车减速时传递扭矩，发动机作为制动装置。遇此情况，导轮也超越，涡轮作为油泵，强迫工作液流进泵轮。

第四节 锁止液力变扭器

一、功 能

锁止液力变扭器，已经在卡车上应用多年。但是，由于制造成本较高，直到最近才在轿车上应用。近年来，由于汽油成本升高，使得燃料节约问题日益重要，锁止液力变扭器在短期内迅速发展。

锁止变扭器有一个涡轮，在偶合阶段，它按泵轮或壳体速度工作。由于这个特性，锁止变扭器才比普通变扭器多了下列三个优点。第一，锁止变扭器能较好地节约汽油，因为在偶合阶段，它不再以 $9/10$ 的泵轮的速度运转了。若是普通变扭器，在偶合阶段，泵轮和涡轮之间必须要存在 10% 打滑，为的是在这两个装置之间传递扭矩和动力。这个损失，即打滑，少节约了汽油，在城市道路驾驶，约少节约 4% ，在高速公路驾驶，约少节约 6% 。

第二，锁止变扭器降低了变速器偶合阶段的油温。普通变扭器在此期间，工作液继续循环，要保持动力和扭矩传递。油一流动，总是要增加油温。

第三，锁止离合器降低发动机巡航的转速，不仅是降低发动机的转速节约了汽油，而且降低了发动机噪音。与此同时，延长了发动机寿命。虽然这些优点节约很少，天长日久，积累起来就不是一个小数目。

二、结 构

所谓结构，指的是液压控制的锁止离合器，见图 1-17。它由衬垫的壳体、活塞和涡轮组合、导轮和泵轮组成。在金属壳体内边，正好在涡轮的后面，粘上一层环形摩擦材料。当活塞的加工面接触衬垫时，活塞及其相邻的涡轮就按照壳体的速度运行，也就是按照发动机速度运行。

活塞附着在涡轮之上，在变扭器偶合阶段，就是靠它锁紧涡轮和壳体。为完成这个工作，活塞一边加工有平滑的表面，在偶合阶段，该表面正好和摩擦衬垫相结合，带动涡轮和壳体

一起旋转。在活塞的另一面，活塞通过一系列小凸台和涡轮相接触。小凸台分布在接近圆周处，介于安装在涡轮上的减振弹簧之间。

减振弹簧，又称阻尼弹簧，固定在涡轮圆周处，介于活塞小凸台之间。锁止变扭器必须安装这些弹簧，因为它们可以吸收发动机扭转振动，避免通过壳体传递到涡轮。如是普通液力变扭器，工作液本身就能吸收扭转振动，因此，无须防止扭转振动传到变速箱。

三、运 转

当锁止变扭器在扭矩放大阶段工作，活塞使涡轮离开摩擦衬垫。参见图 1-17。在此阶段，液压控制系统把工作液送往泵轮及活塞的左边。活塞和涡轮迫于压力向右移动，终于离开壳体。此时，泵轮和涡轮和普通变扭器一样地运转。

当此变扭器进入偶合阶段，涡轮开始按照壳体速度旋转。此时，液压控制系统切断至活塞左边的油路。指向泵轮和涡轮间的工作液，迫使涡轮和活塞贴紧衬垫，因此锁紧涡轮和壳体，使它们按照相同速度运转，参见图 1-18。

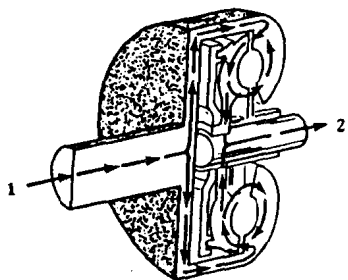


图 1-17 锁止变扭器扭矩放大阶段

1. 输入 2. 输出

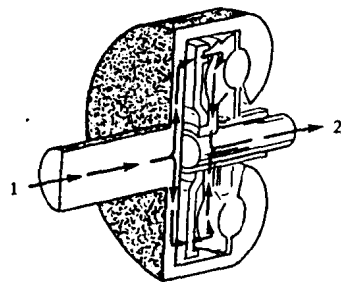


图 1-18 锁止变扭器偶合阶段

1. 输入 2. 输出

第五节 变扭器维修

一、超越离合器检查

超越离合器检查方法有好几种。

它的两种工作状态是自由（旋转）和固定（不能自由旋转）。所以，它有两种故障，即当它还应当自由的时候，它却固定；相反，当它应当固定的时候，它却自由转动。

残断弹簧是打滑的普通原因。残碎滚针或卡块是卡住现象的最常见的根缘，因为发生此种现象时，超越离合器在旋转的两个方向上，都卡住了。

通常，发生上述故障的根治方法就是彻底换件。但是，在没有查清以前，应先诊断。最容易的方法是，用手指接触超越离合器花键，参见图 1-19。把变扭器平放在地板上或工作台上。试转动花键。应当在一个方向（顺时针）上能转动，但在另一个方向（逆时针）上，则不能转动。果真如此，超越离合器就是好的。如其两个方向都能转动，该离合器打滑了。这就和车主下列抱怨吻合了：此车没有动力或低速性能差劲！如果每个方向上都不能转动，此超越离合器必是卡住了。那就验证驾驶员下述抱怨：巡航能力低下，大概是变扭器内发生工作液阻滞。