

零点起步

技术工人维修技能速成丛书

许张红 王焕菊 主编

新编汽车自动变速器维修 速成图解



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

零点起步——技术工人维修技能速成丛书

新编汽车自动变速器维修速成图解

许张红 王焕菊 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编汽车自动变速器维修速成图解/许张红,王焕菊主编.
南京:江苏科学技术出版社,2008.11

(零点起步:技术工人维修技能速成丛书)

ISBN 978-7-5345-6197-9

I. 汽… II. ①许…②王… III. 汽车—自动变速装置—
维修—图解 IV. U472.41-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 151228 号

新编汽车自动变速器维修速成图解

主 编 许张红 王焕菊

责任编辑 汪立亮

特约编辑 徐寅生

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 南通韬奋印刷有限公司

开 本 787 mm×1092 mm 1/32

印 张 9.875

字 数 215 000

版 次 2008 年 11 月第 1 版

印 次 2008 年 11 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6197-9

定 价 20.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书主要包括自动变速器的基本结构组成,自动变速器的基本检查与调整,自动变速器的性能试验方法,自动变速器故障诊断的基本方法、步骤,常用的诊断装置以及常见故障的诊断与排除方法,自动变速器的基本维修方法和典型自动变速器的检修方法等。

本书适合于城乡广大汽车维修人员、初学者、业余爱好者阅读,也可供汽车驾驶员、汽车维修工程技术人员和汽车运输部门的技术人员参考,还可作为各类职业学校的培训教材。

进入 21 世纪,随着社会主义市场经济的发展,经济结构的不断调整与完善及国有企业改革力度的逐渐加大,农村富余劳动力及城市下岗职工越来越多。下岗再就业、年轻新创业、兼职搞副业、农村办工业,应该从哪里入手呢?古语道:“百艺好藏身。”那就从学一门过硬的维修技能入手吧!有了过硬的技术,可以创业当老板,也可以轻松到用人单位找到高薪的职位,真是做人立业之本。为适应广大青年工人下岗、转岗、再就业的需要,同时也为军转民工人,国有、乡镇及农村富余劳动力创业的需要,江苏科学技术出版社特策划组织编写了“零点起步——技术工人维修技能速成”系列丛书。

本套丛书在编写过程中力求体现“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理、叙述通俗”的特色,为此编写中从维修实际出发,简明扼要,不过于追求系统及理论的深度,突出“入门”、“速成”的特点,从而使具有初中文化程度的读者就能读懂学会,稍加训练就可掌握基本维修操作技能,达到实用速成的目的。

本书主要内容包括自动变速器的基本结构组成,自动变速器的基本检查与调整,自动变速器的性能试验方法,自动变速器故障诊断的基本方法、步骤,常用的诊断装置以及常见故障的诊断与排除方法,自动变速器的基本维修方法和典型自动变速器的检修方法等。

本书适合于城乡广大汽车维修人员、初学者、业余爱

好者阅读,也可供汽车驾驶员、汽车维修工程技术人员和汽车运输部门的技术人员参考,还可作为各类职业学校的培训教材。

本书由安徽省交通厅许张红、许昌职业技术学院王焕菊主编,盛守法、徐峰、戴胡斌、程国元、夏红民、陈一永、李春亮、高群钦、汪时武、丁浩、赵学鹏、陆克久、陈安宇、杨昌明等参加编写工作。在编写过程中参考了大量的内部资料及出版物,在此向原作者和单位表示最诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中错漏或不当之处在所难免,期望广大读者予以批评指正。

编 者

目 录

第一章 自动变速器基本结构组成	1
第一节 液力变矩器	1
一、液力变矩器的结构组成	1
二、液力变矩器的工作原理	2
第二节 行星齿轮系统	4
一、行星齿轮机构	5
二、换挡执行机构	7
第三节 液压控制系统	11
一、液压泵	11
二、调压装置	12
第四节 电液控制系统	13
一、电子控制装置	14
二、阀体	25
第二章 自动变速器维修基础知识	29
第一节 自动变速器的分解与组装	29
一、自动变速器的分解	29
二、自动变速器的组装	36
第二节 自动变速器的基本检查与调整	41
一、自动变速器外部机构的检查与调整	41
二、自动变速器油面的检查方法	48
第三节 自动变速器的性能试验	49
一、失速试验	49



二、时滞试验	54
三、油压试验	56
四、道路试验	70
五、手动换挡试验	76
第三章 自动变速器故障诊断	79
第一节 自动变速器故障诊断基础知识	79
一、自动变速器故障诊断前的准备工作	79
二、自动变速器的故障诊断原则	81
三、自动变速器故障诊断的方法	82
四、自动变速器故障诊断的步骤	85
第二节 自动变速器故障自诊断	87
一、车载式自诊断装置	87
二、非车载式电控自动变速器诊断装置	91
三、自动变速器故障码的人工读取	104
第三节 自动变速器常见故障诊断与排除	144
一、汽车不能行驶	144
二、自动变速器打滑	145
三、自动变速器换挡冲击大	146
四、自动变速器升挡过迟	148
五、自动变速器不能升挡	149
六、自动变速器不能强制降挡	150
七、挂挡后发动机怠速易熄火	151
八、自动变速器无超速挡	152
九、自动变速器无前挡	153
十、自动变速器无锁止	154
十一、自动变速器汽车无发动机制动	155
十二、自动变速器异响	156
十三、自动变速器油易变质	157
十四、频繁跳挡	158

十五、自动变速器无倒挡	158
第四章 自动变速器的维修	160
第一节 液力变矩器的维修	160
一、液力变矩器的检查	160
二、变矩器机械故障诊断	168
三、变矩器锁止离合器故障的诊断	173
第二节 行星齿轮系统的维修	176
一、齿轮系统的检修	176
二、行星齿轮的调整	185
三、行星齿轮系统故障分析	193
第三节 液压控制系统的维修	197
一、液压控制系统检修	197
二、液压控制系统故障分析	212
第四节 电子控制系统的维修	219
一、维修电控变速器时的注意事项	220
二、电控系统主要部件的维修	222
三、ECU 及其控制电路的维修	232
四、电控系统自诊断程序	240
第五章 典型自动变速器的检修要领	250
第一节 大众公司自动变速器	250
一、结构特点	250
二、故障检修要领	256
第二节 丰田公司自动变速器	275
一、结构特点	275
二、故障检修要领	277
第三节 雪铁龙公司自动变速器	278
一、结构特点	279
二、故障检修要领	285



第四节 现代、三菱公司自动变速器	287
一、结构特点	287
二、故障检修要领	289
第五节 通用公司自动变速器	290
一、结构特点	290
二、故障检修要领	292
第六节 日产、马自达公司自动变速器	294
一、结构特点	294
二、故障检修要领	297
第七节 本田公司自动变速器	299
一、结构特点	299
二、故障检修要领	301
第八节 奔驰公司自动变速器	303
一、结构特点	303
二、故障检修要领	305
参考文献	307

自动变速器基本结构组成

不同的生产厂商和不同的汽车制造厂采用不同型号的自动变速器。不同型号的自动变速器其结构虽然有所不同,但各部件的基本功能及工作原理都基本相同。通常自动变速器主要由液力变矩器、行星齿轮机构、油泵、控制系统等几个部分组成。

第一节 液力变矩器

一、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 1-1 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 1-2 所示。

泵轮是液力变矩器的输入元件,位于液力变矩器后端,与

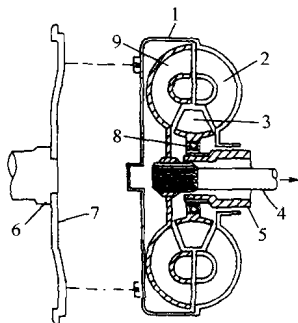


图 1-1 液力变矩器

- 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

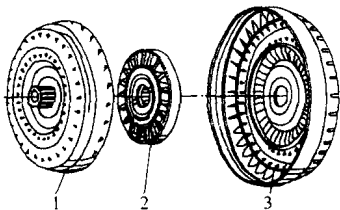


图 1-2 泵轮、涡轮和导轮

1—涡轮 2—导轮 3—泵轮

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，其叶片面向泵轮叶片。

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。

二、液力变矩器的工作原理

液力变矩器在正常工作时，贮于环形腔内的油液，除有绕变矩器轴线的圆周运动外，还有在循环圆中（如图 1-3 中箭头所示）的循环流动，故可将转矩从泵轮传至涡轮。

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”。

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 1-3 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。

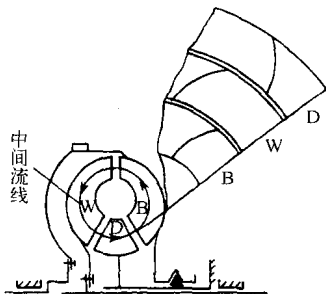


图 1-3 液力变矩器工作轮展开示意图

B—泵轮 W—涡轮 D—导轮

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

当发动机运转而汽车还未起步时，涡轮转速 n_W 为零，如图 1-4(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力矩为 T_B 、 T_W 和 T_D ,其大小与使用力矩相等,方向相反。作用力矩或反作用力矩的方向大小与液流进出如图中箭头所示。根据液流受力平衡条件,三者数值上满足关系式 $T_W = T_B + T_D$,即涡轮转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。显然,当涡轮转矩 T_W 大于泵轮转矩时,对涡轮有一作用力矩,此为泵轮给液流的力矩;当液流从涡轮流出冲击导轮时,对导轮也有一作用力矩,因导轮被固定在变速器壳体上,从而导轮给液流的反作用力矩通过液流再次作用在涡轮上,使得涡轮的转矩等于泵轮转矩与导轮转矩之和。

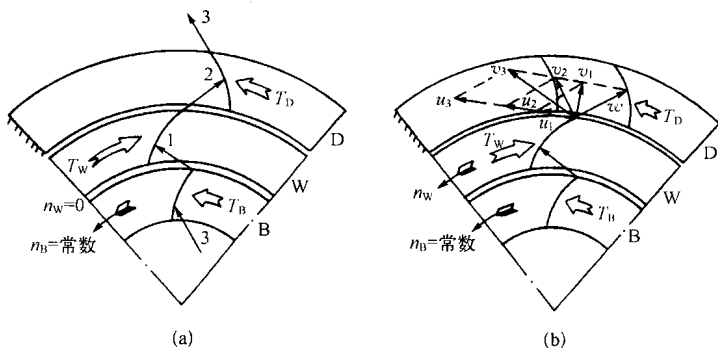


图 1-4 液力变矩器工作原理图

B—泵轮 W—涡轮 D—导轮

(2) 当液力变矩器输出的转矩,经传动系传到驱动轮上所产生的牵引力足以克服汽车起步阻力时

当液力变矩器输出的转矩,经传动系传到驱动轮上所产生的牵引力

足以克服汽车起步阻力时,汽车起步并开始加速,与之相连的涡轮转速 n_W 也从零开始逐渐增加。定义液流沿叶片方向流动的速度为相对速度 ω ,在叶轮的作用下所具有的沿圆周方向运动的速度为牵连速度 u ,两者的矢量和为绝对速度 v 。涡轮转速 n_W 不为零时,液流在涡轮出口处,不仅具有相对速度 ω ,而且具有牵连速度 u_1 ,故冲向导轮叶片的液流的绝对速度 v_1 为两者的合成速度,如图1-4(b)所示。因设泵轮转速不变,即液流循环流量基本不变,故涡轮出口处的相对速度 n_W ,即牵连速度 u 发生变化。由图可见,冲出导轮叶片的液流的绝对速度 v 将随牵连速度 u 的增加而逐渐向左倾斜,使导轮上所受转矩值逐渐减小。

(3) 当涡轮转速增大到一定值时

当涡轮转速增大到一定值时,由涡轮流出的液流(v_2)正好沿导轮出口方向冲向导轮。由于液体流经导轮时的方向不改变,故导轮转矩 T_D 为零,即涡轮转矩与泵轮转矩相等, $T_W = T_B$ 。

(4) 若涡轮转速 n_W 继续增大,液流绝对速度 v 方向继续向左倾时

若涡轮转速 n_W 继续增大,液流绝对速度 v 方向继续向左倾时如图1-4(b)中 v_3 所示方向,液流冲击导轮叶片反面,导轮转矩方向与泵轮转矩方向相反,则涡轮转矩为前两者转矩之差($T_W = T_B - T_D$),即变矩器输出转矩反而比输入转矩小。当涡轮转速 n_W 增大到与泵轮转速相等时,工作液在循环圆内的循环流动停止,不能传递动力。

第二节 行星齿轮系统

液力变矩器可以在一定范围内自动无级地改变转矩和传动比,以适应行驶阻力的变化,但变矩比小,不能完全满足汽车使用的要求,必须与齿轮变速器组合使用,扩大传动比的变化范围,才能满足汽车行驶的要求。自动变速器的齿轮变速系统主要有行星齿轮系统和平行轴齿轮系统,目前绝大多数自动变速器采用行星齿轮系统与液力变矩器配合使用。行星齿轮系统由行星齿轮机构和执行机构组成,执行机构根据自动变速器控制系统命令放松或固定行星齿轮机构的某个元件,通过改变动力传递路线得到不同的传动比。

一、行星齿轮机构

1. 行星齿轮机构的组成

行星齿轮机构有很多类型,其中最简单的行星齿轮机构是由 1 个太阳轮、1 个齿圈、1 个行星架和支承在行星架上的 3~4 个行星齿轮组成,称单个行星排,如图 1-5 所示。

太阳轮、齿圈及行星架有一个共同的固定轴线;行星齿轮支承在固定于行星架的行星齿轮轴上,并同时与太阳轮和齿圈啮合。当行星齿轮机构运转时,空套在行星架上的行星齿轮轴上的几个行星轮一方面可以绕着自己的轴线进行自转,另一方面又可以随着行星架一起绕着太阳轮公转。在行星排中,具有固定轴线的太阳轮、齿圈和行星架称为行星排的 3 个基本独立元件。

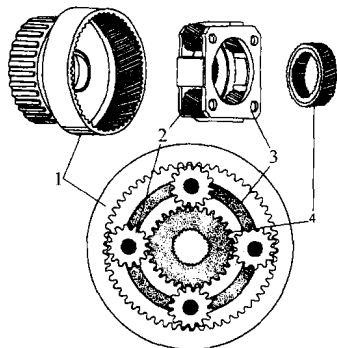


图 1-5 行星齿轮机构

1—齿圈 2—行星齿轮
3—行星架 4—太阳轮

2. 行星齿轮机构的变速原理

由于单排行星齿轮机构有两个自由度,因此它没有固定的传动比,不能直接用于变速传动。为了组成具有一定传动比的传动机构,应将太阳轮、齿圈和行星架这 3 个基本元件中的其中 1 个运动状态加以确定(即使其转速为零、或使其以某一固定的转速旋转),或将某两个基本元件互相结合在一起,使行星排变为只有 1 个自由度的机构,从而获得确定的传动比。

(1) 各种行星齿轮机构传动比的计算原理

在单排行星齿轮机构中(如图 1-6 所示),行星齿轮只起惰轮的作用。因此单排行星齿轮机构的传动比取决于太阳轮齿数 Z_1 和齿圈齿数 Z_2 ,与行星齿轮的齿数无关。根据分析推导得出,单排行星齿轮的运动特性方程为

$$n_1 + an_2 = (1+a)n_3$$

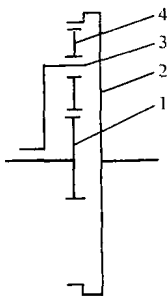


图 1-6 单排行星齿轮机构

1—太阳轮 2—齿圈
3—行星架 4—行星齿轮

式中, n_1 为太阳轮转速; n_2 为齿圈转速; n_3 为行星架转速; α 为 z_2/z_1 ; z_2 为齿圈齿数, z_1 为太阳轮齿数。

由特性方程可以看出, 在太阳轮、齿圈和行星架这 3 个基本元件中, 可以任选其中两个基本元件分别作为主动件和从动件, 只要第三个基本元件有确定的转速即可计算出该机构的传动比。

(2) 各种可能情况的计算

① 将齿圈固定, 以太阳轮为主动件, 行星架为从动件, 其传动比为

$$i = n_1/n_3 = 1 + \alpha = 1 + z_2/z_1$$

由于齿圈的齿数 z_2 大于太阳轮的齿数 z_1 , 因而这一传动比的数值大于 2。

② 将太阳轮固定, 以齿圈为主动件, 行星架为从动件, 其传动比

$$i = n_2/n_3 = (1 + \alpha)/\alpha = (z_1 + z_2)/z_2 = 1 + z_1/z_2$$

由于太阳轮的齿数 z_1 小于齿圈的齿数 z_2 , 因而这一传动比大于 1 而小于 2。

③ 将太阳轮固定, 行星排即成为一个定轴轮系。此时若以太阳轮为主动件, 齿圈为从动件, 其传动比为

$$i = n_3/n_2 = \alpha/(1 + \alpha) = z_2/(z_1 + z_2)$$

该值小于 1, 因此是增速传动, 相当于超速挡。

④ 若将行星架固定, 行星排即成为一个定轴轮系。此时若以太阳轮为主动件, 齿圈为从动件, 其传动比为

$$i = n_1/n_2 = -\alpha = -z_1/z_2$$

此时, 可获得反向减速传动, 相当于倒挡。

⑤ 若 3 个基本元件都没有被固定, 各个基本元件都可以自由转动, 则此时该机构具有两个自由度, 因此不论以哪两个基本元件为主动件、从动

件,都不能获得动力传递,即此时该机构失去传动作用而处于空挡状态。

⑤ 若将任意两个基本元件互相连接起来,则由行星排的运动特性方程可知,第三个基本元件的转速必与前两个基本元件的转速相同,即3个基本元件将以同样的转速一同旋转。此时不论以哪两个基本元件为主动件、从动件,其传动比都是1。这种情况相当于直接挡。

汽车上所用的行星齿轮机构都是由几个行星排组成的,单行星排的变速原理和传动比的计算方法同样适用于这种多行星轮机构。只要该机构经约束后的自由度为1,其传动比都可通过由各个单行星排齿轮机构的运动特性求得。

表1-1归纳了行星齿轮机构部件在各种状态下旋转速度和旋转方向。

表1-1 行星齿轮机构各部件工作状态

状 态	固 定	主动部件	从动部件	旋转速度	旋转方向
1	内齿圈	太阳齿轮	行星架	转速下降	相同方向
2		行星架	太阳轮	转速上升	
3	太阳轮	内齿圈	行星架	转速下降	相同方向
4		行星架	内齿圈	转速上升	
5	行星架	内齿圈	内齿圈	转速下降	相反方向
6		太阳轮	太阳轮	转速上升	

二、换挡执行机构

行星齿轮变速器的换挡执行机构由离合器、制动器和单向超越离合器三种不同的执行元件组成。它有三个基本作用,即连接、固定和锁止。换挡执行机构各执行元件通过按一定规律对行星齿轮机构的某些基本元件进行连接、固定或锁止,让行星齿轮机构获得不同的传动比,从而实现挡位变换。

1. 离合器

行星齿轮变速器换挡执行机构中的离合器,按工作原理的不同,有片式离合器和爪型离合器之分。其中片式离合器较为常用,而且较多地使用多片湿式离合器,爪型离合器使用较少。

多片湿式离合器是自动变速器中最重要的换挡元件之一,它通常由离合器鼓、离合器活塞、回位弹簧、弹簧座、1组钢片、1组摩擦片、调速垫