

汽车新结构新技术丛书

Q ICHE ZIDONG BIAN SU Q I  
G O U Z A O Y U X I U L I

# 汽车自动变速器构造与修理

龚瑞庚 陈幼平 编

人民交通出版社

## 内 容 提 要

本书详细叙述了轿车自动变速器和自动变速驱动桥的结构和工作原理,分析了现代典型轿车自动变速器的传动路线和控制系统,介绍了自动变速器的日常维护和故障诊断方法,其中有最新的计算机控制的自动变速器电子控制系统故障诊断和调整方法的详细介绍。本书内容全面,通俗易懂,适于广大汽车维修技术人员和工人阅读,也可作为大专院校汽车运用工程专业的教材。

汽车新结构新技术丛书

## 汽车自动变速器构造与修理

龚瑞庚 陈幼平 编

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:13.25 字数:308 千

1997 年 12 月 第 1 版

1997 年 12 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数: 册 定价: 元

ISBN 7-114- -

# 前 言

汽车越普及,越要求其燃油经济性好、排放的污染物少和驾驶操作简便,这促使汽车越来越普遍地采用自动变速器。在现代汽车上,自动变速器是一个昂贵的重要部件,就其结构的复杂程度和零部件的密集以及精密程度来说,一点也不比发动机低。修理自动变速器是一项技术性强、修理质量要求高、修理费用大的工作,对车主和修理人员来说都是件大事,在修理之前都要进行认真的掂量和精心的准备。在自动变速器的修理实践中,有这样一种共识,即就变速器的故障诊断和修理两项工作来说,故障诊断工作是第一位的。通过故障诊断工作确定自动变速器的故障部位和原因,以便有的放矢地进行修理,防止盲目拆卸。盲目拆卸不但会增加修理工作量和费用,还会损坏原先良好的部件,破坏密封和调整,而原有的故障可能并未排除。要做好故障诊断工作,必须要掌握自动变速器的结构知识和工作原理。在此基础上,结合自动变速器的故障症状,辅以必要的路试和测试,才能对故障作出正确的判断。出于这种考虑,本书先以一定的篇幅介绍典型的自动变速器的结构和工作原理,再介绍自动变速器的日常维护、检验和修理方法,内容涉及液压控制的自动变速器和最近出产的电子计算机控制的自动变速器。

本书是为汽车维修行业的技术人员和修理人员编写的,也可作为大专院校载运工具运用工程(汽车)专业的师生作教学参考书。

由于国内有关自动变速器的资料不多,本人的水平不高,书中难免有疏漏错误之处,敬希读者指正。

编 者

# 目 录

第一章 汽车自动变速器的基本组成.....	1
第一节 换档技术的发展和自动换档的优点.....	1
第二节 汽车传动系和自动变速器的型式.....	5
第三节 自动变速器的基本组成 .....	10
第四节 自动变速汽车的动力性能和自动变 速器的识别标记 .....	21
第二章 液力变矩器 .....	27
第一节 液力偶合器 .....	27
第二节 一般型式的液力变矩器 .....	33
第三节 锁止液力变矩器 .....	46
第三章 汽车自动变速器的动力传递机构 .....	54
第一节 行星齿轮机构 .....	54
第二节 行星齿轮机构的控制装置 .....	83
第四章 汽车自动变速器的控制系统 .....	97
第一节 自动变速器控制系统的基本组成 .....	97
第二节 自动换档的控制参数及信号.....	102
第三节 自动换档控制.....	120
第四节 供油系统.....	157
第五章 典型的汽车自动变速器分析.....	168
第一节 装用拉维尼约啮行星齿轮组的纵向 布置四速自动变速器的液压控制系统.....	168
第二节 三速自动变速驱动桥的传动路线和控制	

	系统.....	191
第三节	电子计算机控制的自动变速器.....	212
第四节	无级皮带传动自动变速器.....	253
第五节	节气门位置传感器、冷却液温度传感器和车速传感器.....	265
第六章	汽车自动变速器的维护和故障诊断.....	270
第一节	油液检查.....	270
第二节	基本调整工作.....	277
第三节	自动变速器的道路试验和压力试验.....	295
第四节	计算机控制的自动变速器的故障诊断与调整.....	314
第七章	汽车自动变速器的大修.....	363
第一节	自动变速驱动桥的拆卸.....	363
第二节	变速驱动桥的解体.....	367
第三节	小总成和部件的修理.....	378
第四节	自动变速驱动桥的装配与检查.....	394
第五节	阀体的修理.....	403
第六节	变速驱动桥的最后装配工作.....	412
第七节	变矩器的故障诊断与检查.....	413
第八节	变速驱动桥的安装.....	417

# 第一章 汽车自动变速器的基本组成

## 第一节 换档技术的发展和 自动换档的优点

汽车传动系中的变速器起变速增扭的作用。通过选择不同的档位,可以使汽车得到不同的车速和驱动力,以使汽车能在不同的道路条件和交通条件下行驶。变速器的结构和换档方法在很大程度上影响着汽车的性能,因此,要求不断改进变速器的结构和换档技术,以适应汽车性能不断提高的要求。而对变速器的结构来说,在很大程度上又是随着换档技术的改进而改变的。

在汽车传动装置发展过程中,先后采用过以下一些换档方法:

### 1. 手动换档

手动换档完全由驾驶员操作。每次换档时都需要驾驶员准确判断道路条件和发动机工作情况,选择最佳的换档时机,以保证良好的动力性和燃油经济性。在换档过程中要求有熟练的操作技术,保证对离合器踏板、加速踏板及变速杆等三个操纵件的操作准确协调。

手动换档的缺点是:换档操作复杂,新驾驶员培训难度大,培训时间长;换档操作频繁、动作多,费力易疲劳,特别是对重型车辆和在复杂道路条件和交通条件下行驶的车辆,更

易引起驾驶员的疲劳;手动换档操作极大地分散了驾驶员的注意力,影响对道路情况的观察和处理,不利于行车安全;动力性能差,由于换档时机不当,偏离最佳功率点太远而动力性能不好。换档期间切断动力并为达到同步结合需要在空档停留一小段时间,使车辆速度降低,在道路条件困难时会因换档而使发动机熄火或在冰雪或泥泞路面打滑停驶;换档过程不平稳,产生不同程度的换档冲击,影响乘坐舒适性,同时降低汽车传动系和发动机零件的使用寿命。

## 2. 手动换档助力操纵

助力操纵主要是为了减轻换档操作的费力程度、减轻疲劳。图 1-1 为采用伺服助力液压缸实现换档的原理图。这个系统由油泵 1、换档阀 2 和换档伺服助力液压油缸 3 等主要部件组成。换档阀的滑阀杆和离合器踏板相连接。当踩下离合器踏板时,阀杆右移,将进油口 A 和出油口 C 接通,油泵输出的压力油液经油道 A 和 C 输送到助力液压缸的进油道 D。助力液压缸的阀杆 6 通过机械连杆和变速器的换档手柄相连接。驾驶员操纵手柄换档时,滑阀杆向左或向右移动,以换入所需的档位。阀

图 1-1 伺服助力换档原理图

- 1-油泵;2-换档阀;3-伺服助力液压油缸;
- 4-换档阀杆;5-换档阀体;6-液压油缸阀杆;
- 7-拨叉;8-活塞;9-挡圈;10-弹簧;11-挡套

杆向右移动时,压力油经进油道 J 进入 X 腔,推动活塞 8 右移,直到进、回油口 J、K 封死为止,从而实现液压缸活塞 8 跟踪阀杆 6 向右运动。在活塞向右运动时,Y 腔的油液经回油道 K 流回存油盘。活塞 8 是与换档拨叉 7 连接在一起,带动拨叉运动,实现换档。液压缸活塞内的进、回油口以及阀杆上的封油台肩是经精心设计的,进油口的宽度略大于阀杆上封油台肩的宽度。这种结构能使阀杆移动后导致油缸左右油腔 X、Y 内的油压失去平衡,造成活塞 8 运动。当活塞运动到阀杆的台肩与进、出油口两侧的间隙相等时,油腔 X 和 Y 中的油压又恢复平衡,活塞 8 停止在新的位置上。若阀杆继续运动,X、Y 油腔的油压平衡又受到破坏,活塞继续随着阀芯移动,直到再一次出现平衡为止。活塞的移动距离总是和阀杆移动的距离相等。活塞 8 总是随着阀杆 6 的移动而运动,即称为随动。这种液压随动系统也称为液压伺服系统。与此相似,当阀杆 6 向左移动时,活塞 8 也向左运动,直至挂上另一个档为止。

在液压换档失灵时,仍可实现机械换档。此时,阀杆 6 向右(或向左)移动,推动挡圈 9(或挡套 11)一起运动,压缩弹簧 10,当挡圈 9 与挡套 11 之间的间隙完全消除后,通过挡圈 11(或挡圈 9)推动活塞 8 一起向右(或向左)运动,又通过拨叉 7 等机构带动啮合齿圈,直到挂上档为止。

手动助力换档除省力外,没有消除手动变速的其它缺点。

### 3. 指示换档

在驾驶室的仪表板上,装有专门的换档指示器,向驾驶员提示应该升档或降档的时刻,以使驾驶员在最佳时刻进行换档。这种换档指示器实际上反映的是发动机或变矩器涡轮的转速,只是用醒目的刻线标出了升降档的范围,如图 1-2 所示。类似的指示器用于阿里森 DP8 000 系列的液力传动变速

器中,所示指针随变矩器涡轮转速的变化而转动。

当指针达 A 点时,相当于涡轮转速达到变矩器闭锁点的转速,这时变矩器闭锁成一体,变成了机械传动,因而得到最高的传动效率,当指针转到 B 点时,相当于发动机到达最佳功率区。如果指针继续转到 C 点,则表示发动机要超速运转,发动机的噪声将增大,零件磨损增加,寿命降低。发动机增速时,应在 B 点开始升入高档,而不应在 C 点以后的区域工作。发动机转速达到 A 点时,变矩器解除闭锁,液力传动得以恢复,为了提高燃油经济性和有效地利用发动机的功率,应在 A 点时换入低档。

图 1-2 换档指示器

换档指示器以前用在重型车辆上,驾驶员借助它可以适时地换档,保持良好的性能。

#### 4. 预选换档操纵

预选换档操纵是用预选开关或按钮来预选档位,在一定的时刻由换档机构执行换档动作,以简化换档操作。

图 1-3 为一种预选换档机构的工作原理图,它由一个电磁控制的滑阀 4 和操纵液压缸 7 组成。滑阀 4 受其两端的电磁线圈 3 和 5 的控制,档位则通过转换开关 6 来预选。例如,当转换开关 6 转至位置 a 时,只要驾驶员踩下离合器踏板 1,就

图 1-3 预选换档机构的工作原理图

1-离合器踏板;2-行程开关;3、5-电磁线圈;4-滑阀;6-转换开关;7-操纵液压油缸;8-拨叉

可接通过程开关 2 而使电磁线圈 5 通电, 线圈 5 感应出来的磁场将滑阀 4 推向右边, 滑阀的移动改变了液压缸 7 两侧的供油通道, 压力油输向液压缸的右腔, 使活塞杆带动拨叉 8 左移, 完成预选档的换档过程。如果将开关 6 转换至与 b 相通, 则在踩下离合器踏板后, 电磁阀 3 被接通, 滑阀左移, 压力油进入液压缸的左腔, 活塞杆带动拨叉右移, 完成另一个预选档位的换档过程。

### 5. 液压操纵的动力换档

上述的一些换档方法, 都需要分离离合器以切断动力传递, 然后再进行摘档和进档的操作方法统称为非动力换档。尽管对手动换档作了多种改进, 但其效果都是有限的, 它们都未能从根本上全部消除手动换档的缺点。只有采用自动换档控制的方法, 才能从根本上消除手动换档的各种弊病。采用自动换档技术的变速器即称为自动变速器。这种变速器在换档时不切断动力, 直接在负荷状态下进行换档, 其换档方式称为动力换档。

自动变速技术是在第二次世界大战中研制成功并在少数车辆、特别是某些军用车辆上得到应用。第二次世界大战后, 自动变速技术不断得到发展, 在军用车辆、重型车辆和小客车上得到了广泛的应用。近年来, 国外生产的小客车普遍装用了自动变速器。

## 第二节 汽车传动系和自动变速器的型式

在自动变速器发展过程中, 为适应于现代汽车传动系不同布置形式的需要, 自动变速器形成了多种型式。

### 1. 后轮驱动(RW D)传动系的布置

后轮驱动的传动系可以布置在车身的下面, 图 1-4 为后

轮驱动传动系的一种典型布置型式。发动机 1 的动力经变矩器 2、自动变速器 3、传动轴 4,再经后驱动桥 5 的主减器、差速器和半轴传给左右两个后轮。这是汽车传动系最早也是应用最广的一种布置型式,目前多数小客车还是采用这种传动系的布置型式。

图 1-4 典型的后轮驱动传动系布置型式

- 1-发动机;2-变矩器;3-自动变速器;
- 4-传动轴;5-后驱动桥

这种发动机前置,后轮驱动的布置型式,其发动机和自动变速器都是纵置的。纵置自动变速器的长度较大,在小型小客车上布置比较困难。

图 1-5 为纵向布置自动变速器的外形图。其中图 1-5a 为美国福特汽车公司 C3、C4、C5、A4LD 和 Jatco 自动变速器的外形,其壳体由变矩器壳、变速器壳和延伸壳三部分组成。变矩器壳体是可以拆卸的。延伸壳固定在变速器壳的后端,起发动机和变速器后支承的作用,安装在车架上。典型变速器的壳体是和变矩器壳做成一体的,如图 1-5b 所示。

## 2. 发动机和变速器横向布置,前轮驱动

这种布置形式结构紧凑,是目前前轮驱动的小客车应用得最多的布置形式。这种驱动型式将发动机的动力经变矩器直接传给自动变速器,再由变速器直接传给主减速器和差速器,最后由半轴传给左右前轮,见图 1-6。变速器、主减速器和差速器做成一体,称为变速驱动桥。

发动机和变速器均为横置的自动变速驱动桥的外形图如图 1-7 所示。图 1-7a 所示的自动变速驱动桥的变矩器、变速

图 1-5 纵向布置自动变速器的外形图

a)福特 C3、C4、C5、A 4LD 和 Jatco 自动变速器外形

1-可拆卸的变矩器壳;2-变速器壳体;3-延伸壳;4-空档起动开关(限制开关);  
5-手动选档阀操纵杆;6-中间档带式制动器;7-存油盘;8-变矩器

b)典型的纵向布置自动变速器的外形

1-变矩器壳;2-至冷却器的出油口;3-由冷却器来的回油口;4-变速器壳;5-延  
伸壳;6-存油盘;7-伺服盖;8-加油管和油尺的安装孔

齿轮组和发动机的轴线在同一直线上,发动机的动力经变矩器直接传给变速齿轮组。图 1-7b 所示的自动变速驱动桥,其变速器齿轮组与变矩器和发动机不同轴。变矩器通过链传动将动力传给变速齿轮组。变速齿轮组的中心线在曲轴中心线的下面。

图 1-6 发动机横置前轮驱动动力传动布置图

1-右半轴;2-发动机;3-变速驱动桥;  
4-左半轴

### 3. 纵置前轮驱动传动系布置

这种传动系的发动机是纵向安装的,如图 1-8 所示。传动系统也做成一个总成。

在两种前轮驱动传动系的布置中,发动机横置前驱动的布置形式增大了前排座位的伸腿空间,但是限制了汽车可能采用的 4 缸、V 6 缸和小型 V 8 缸发动机的尺寸。而发动机纵置前轮驱动的布置形式会减小前排座位的伸腿空间,但却允许采用大排量的 V 8 发动机。

### 4. 全轮驱动传动系的布置

全轮驱动不是四轮驱动。四轮驱动的动力由变速器传给分动器,再由分动器分别输送到前后桥。前后桥都有各自的主减速器和差速器。四轮驱动在道路附着条件差的情况下使用。在道路附着条件好时,可以将前桥脱开,只用后桥的两个轮子驱动。全轮驱动是全部时间的四轮驱动,即在全部行驶时间内,四个轮始终是驱动轮,没有切断前桥动力传递的装置。全轮驱动的传动系布置形式见图 1-9。变速驱动桥的动力一部分经前轮的左右半轴传给前左右轮,还有一部分经传动轴传至后桥总成,再经半轴传至后左右轮。

图 1-7 变速驱动桥的外形

a)动力直接传给变速齿轮组的变速驱动桥;b)经链条传动传给变速齿轮组的变速驱动桥

1-变矩器;2-速度调压阀壳;3-变速驱动桥壳;4-链条壳;5-阀体盖;6-变矩器壳;7-前驱动轴;8-加油管及油尺

全轮驱动的附着性能和操纵性能好,所以受到居住在地球北部,一年中有很长时间在积雪和结冰道路上驾驶汽车的

图 1-8 纵置发动机前轮驱动传动系布置图

1-发动机;2-变速驱动桥;3-右半轴;  
4-左半轴

图 1-9 全轮驱动传动系的布置

1-发动机;2-变速驱动桥;3-右半轴;  
4-左半轴;5-传动轴;6-后桥总成

人的喜爱,也受到喜欢到几乎无路的乡间旅行的人们的青睐,长年下雨,行驶在湿滑路面上的人们也乐于买全轮驱动的汽车,所以,虽然汽车制造厂完全知道不是所有的时间需要四轮驱动,但因为有很大的市场,所以近年来开发了全轮驱动的汽车,而且这种汽车的数量在社会上也大量增加。

汽车传动系的布置还有后置发动机后轮驱动的布置形式,但对小客车来说,只有大众甲壳虫牌(Volkswagen Beetle)汽车采用。

传动系的布置形式和自动变速器的发展是互为影响的。在自动变速器的发展过程中,经历过几个重要的发展阶段:即二战中和二战后一小段时期内的二速自动变速(低—高档)技术;二战后的三速(三个前进档)技术;70年代的闭锁变矩器技术;自动变速驱动桥技术;四轮驱动和全轮驱动技术;在自动变速器的控制系统中,也由液压控制发展到电液控制和近年来的电子计算机—液压控制。

### 第三节 自动变速器的基本组成

虽然自动变速器和自动变速驱动桥的厂牌型号很多,外

部形状和内部结构也有所差别,但是其基本组成部分和工作原理是相同的。本书将有表及里、由简入繁地介绍自动变速器和自动变速驱动桥的结构和工作原理,本节只是对它们的结构和基本组成作一般的介绍。

## 一、自动变速器和自动变速驱动桥的一般结构

先通过三幅自动变速器的立体结构图来初步认识它们的一般结构。

### 1. 福特 C5 自动变速器结构图

图 1-10 是福特 C5 自动变速器的结构图。此变速器有三

图 1-10 福特 C5 自动变速器结构图

1-离合器和减振器总成;2-涡轮;3-导轮;4-泵轮;5-油泵;6-高一倒档离合器;  
7-前驱离合器;8-低—倒档带式制动器;9-输出轴;10-后行星齿轮组;11-前行星齿轮组;12-中间档带式制动器;13-变矩器;14-柔性板

个前进档(三速),变速齿轮机构由变矩器直接驱动。图中的离