

麻友良 主编

电控自动变速器 的结构与检修

冶金工业出版社
机械工业出版社

第1章 绪论

电控自动变速器的 结构与检修

机械工业出版社
北京

电控自动变速器的结构与检修

麻友良 主编

麻友良 孟 芳 徐年春
郭建忠 徐良杰 李朝晖 编著
吴征宇 刘华军 钟炳迪



冶金工业出版社
机械工业出版社

本书介绍了现代汽车电子控制自动变速器的结构、原理、使用和检修；列举了国内常见车型最新的电子控制自动变速器的故障诊断和检修实例；简要介绍了目前尚在使用的早期纯液压控制自动变速器。

本书可作为从事汽车使用与维修的驾驶人员、技术人员和工人全面了解自动变速器的学习用书和进行电子控制自动变速器维修实践的工具书，也可作为大中专院校有关专业学生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电控自动变速器的结构与检修/麻友良主编. —北京: 冶金工业出版社, 机械工业出版社, 2000.7

ISBN 7-5024-2353-2

I. 电… II. 麻 III. ①汽车-电子控制-自动变速装置-结构②汽车-电子控制-自动变速装置-检修

IV. U463.212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 09762 号

责任编辑: 蓝伙金 贺簋鑫 版式设计: 张世琴 责任校对: 罗凤书
封面设计: 姚 毅 责任印制: 郭景龙

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 15.25 印张 · 374 千字

0 001-4 000 册

定价: 26.00 元

前 言

为了使汽车的驾驶操作简单,提高汽车行驶的安全性、舒适性和自适应能力,人们很早就开始了汽车自动变速器的研究和应用。20世纪30年代出现的液力耦合器-行星齿轮组成的液力变速器被认为是现代自动变速器的雏形。40年代末50年代初,一种可根据车速和节气门开度自动控制换档的液力控制换档自动变速器开始应用于汽车,并得到了迅速发展。由于自动变速器的结构和性能不断得到完善,效率低、油耗高、造价昂贵的问题逐步得到解决,自动变速器的应用也从开始的少数高档轿车和部分工程车、公共汽车逐渐向众多普通轿车普及。70年代末以来,出现了电子控制的自动变速器,它与完全由液力控制换档的自动变速器的不同之处,在于控制自动换档的液力是通过电子控制实现的。这种以微机为控制核心的电子控制自动变速器,控制精度和控制范围得到了很大的提高和扩展。电子控制自动变速器通过适时准确的自动换档控制、变矩器锁止控制和换档模式自动控制等,不仅提高了汽车的操纵性、安全性、动力性和舒适性,也使汽车的燃油消耗和排气污染有可能比普通变速器更低,因此,电子控制自动变速器已逐渐取代了纯液力控制自动变速器,并使自动变速器的普及率得到了迅速提高,现代轿车配用电子控制自动变速器成为必然趋势。

较之普通变速器,电子控制自动变速器机、电、液一体化,结构较为复杂,维修技术水平要求也高。为此,本书系统介绍了电子控制自动变速器的结构、原理、使用和维修,以使读者能通过本书比较全面地认识自动变速器的结构和原理,提高正确使用与维修电子控制自动变速器的水平。本书还列举了目前普遍使用的最新型电子控制自动变速器的故障诊断和检修实例,目的是给读者提供具体的电子控制自动变速器故障检修的实践指导,通过这些典型的实例,可举一反三,从实践中提高正确使用与维修电子控制自动变速器的能力。本书介绍的故障检修方法和提供的维修数据可使本书作为检修这些车型自动变速器的工具书使用。

本书第一、二、三、四、五章由麻友良、孟芳、李朝晖、吴征宇撰写,第六、七、八章由徐年春、刘华军、钟炳迪撰写,第九、十章由郭建忠撰写,第十一、十二章由徐良杰撰写。全书由麻友良统编定稿。

编写此书参考了大量的图书,受益匪浅,在此一并向这些书的作者致谢。由于水平和时间所限,书中不妥和错误在所难免,恳望读者指正。

编著者

1999年10月

目 录

前言

第一章 电子控制自动变速器的结构与

原理 1

第一节 概述 1

一、自动变速器的发展概况 1

二、自动变速器的类型 2

三、自动变速器的优点 3

四、电子控制自动变速器的基本组成 4

第二节 电子控制自动变速器组成部件

的结构与原理 5

一、液力变矩器 5

二、油泵 8

三、行星齿轮变速器 10

四、自动变速控制系统 18

第三节 非电子控制自动变速器

简介 30

一、非电子控制自动变速器的基本组成 30

二、非电子控制自动变速器组成部件的结构

与原理 30

三、非电子控制自动变速器的换档过程 36

第二章 电子控制自动变速器的使用与

检修 37

第一节 电子控制自动变速器的

使用 37

一、自动变速器的档位和控制开关 37

二、电子控制自动变速器的正确操纵 38

三、电子控制自动变速器的使用注意

事项 39

第二节 电子控制自动变速器的

检修 40

一、概述 40

二、电子控制自动变速器的试验 41

三、电子控制自动变速器的故障自诊断 49

四、电子控制自动变速器电子控制系统部件

的故障检修 50

五、电子控制自动变速器油泵的常见故障与

检修 53

六、电子控制自动变速器液力变矩器的常见

故障与检修 54

七、电子控制自动变速器换档执行元件的

常见故障与检修 55

八、电子控制自动变速器齿轮变速器的常见

故障与检修 58

九、电子控制自动变速器液压控制系统的

常见故障与检修 59

十、电子控制自动变速器的常见故障与

诊断 65

十一、电子控制自动变速器的调整 73

十二、电子控制自动变速器的维修注意

事项 74

第三章 丰田 A340E 型电子控制自动变速

器故障检修实例 76

第一节 丰田 A340E 型电控自动变速器

的结构 76

一、丰田 A340E 型电控自动变速器的性能

参数 76

二、丰田 A340E 型电控自动变速器的换档

原理 77

三、丰田 A340E 型电控自动变速器的液压

控制系统 78

四、丰田 A340E 型电控自动变速器的电子

控制系统 78

第二节 丰田 A340E 型电控自动变速器

故障诊断的一般程序 79

第三节 丰田 A340E 型电控自动变速器

的故障自诊断 80

一、概述 80

二、故障码的读取与消除 81

第四节 丰田 A340E 型电控自动变速器

的故障检修 82

一、各种故障码的故障检修程序 82

二、无故障码显示的各种故障的诊断

程序	84	十二、O/D 开关与“O/D OFF”指示灯电路 的检修	113
三、丰田 A340E 型自动变速器常见故障的 原因和检修方法	86	第五章 丰田 A46DE 和 A46DF 型电子控制 自动变速器故障检修实例	115
四、通过检查插接器 TT—E1 插脚检修电子 控制系统部件	87	第一节 丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自 动变速器的结构	115
五、自动变速器电子控制系统部件的 检修	88	一、丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自动 变速器的性能参数	115
第四章 丰田 A341E 和 A342E 型电子控制 自动变速器故障检修实例	92	二、丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自动 变速器的换档原理	116
第一节 丰田 A341E 和 A342E 型电控自 动变速器的结构	92	三、丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自动 变速器的液压控制系统	117
一、丰田 A341E 和 A342E 型电控自动 变速器的性能参数	92	四、丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自动 变速器的电子控制系统	117
二、丰田 A341E 和 A342E 型电控自动 变速器的换档原理	93	第二节 丰田 A46DE 和 A46DF 型电控 自动变速器故障诊断的一般 程序	119
三、丰田 A341E 和 A342E 型电控自动 变速器的液压控制系统	94	第三节 丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自 动变速器的故障自诊断	119
四、丰田 A341E 和 A342E 型电控自动 变速器的电子控制系统	95	第四节 丰田 A46DE 和 A46DF 型电控自 动变速器的故障检修	120
第二节 丰田 A341E 和 A342E 型电控自 动变速器的故障分析	97	第六章 本田雅阁轿车电子控制自动变速 器故障检修实例	122
第三节 丰田 A341E 和 A342E 型电控自 动变速器的故障自诊断	100	第一节 本田雅阁轿车电控自动变速器的 结构	122
一、故障码的读取与消除	100	一、概述	122
二、自动跳合开关信号的检查	101	二、本田雅阁轿车电控自动变速器的电控 系统	122
三、TT 端子电压的检查	101	三、本田雅阁轿车电控自动变速器的换档 原理	123
第四节 丰田 A341E 和 A342E 型电控自 动变速器电子系统电路的 检修	101	第二节 本田雅阁轿车电控自动变速器的 故障自诊断	125
一、1 号车速传感器电路的检修	101	第三节 本田雅阁轿车电控自动变速器的 故障分析	127
二、2 号车速传感器电路的检修	102	第四节 本田雅阁轿车电控自动变速器的 试验	131
三、1 号和 2 号电磁阀电路的检修	103	一、本田雅阁轿车电控自动变速器的油压 试验	131
四、3 号电磁阀电路的检修	104	二、本田雅阁轿车电控自动变速器的失速 试验	132
五、4 号电磁阀电路的检修	105	第五节 本田雅阁轿车电控自动变速器	
六、O/D 直接档离合器转速传感器电 路的检修	105		
七、主节气门位置传感器电路的检修	106		
八、空档起动开关（档位开关）电路的 检修	108		
九、自动跳合开关电路的检修	109		
十、制动灯开关电路的检修	110		
十一、模式选择开关电路的检修	111		

电控系统的检修	132	第二节 马自达 626、MX-6 轿车电控自	
一、本田雅阁轿车电控自动变速器电路的		动变速器的故障自诊断	159
检修	132	第三节 马自达 626、MX-6 轿车电控自	
二、本田雅阁轿车电控自动变速器电控系统		动变速器的故障分析	161
部件的检测	133	第四节 马自达 626、MX-6 轿车电控自	
第七章 日产千里马轿车电子控制自动		动变速器的试验	164
变速器故障检修实例	139	一、马自达 626、MX-6 轿车电控自动变速器	
第一节 日产千里马轿车电控自动变速		的迟滞试验	164
器的结构	139	二、马自达 626、MX-6 轿车电控自动变速器	
一、概述	139	的失速试验	164
二、日产千里马轿车电控自动变速器的电		三、马自达 626、MX-6 轿车电控自动变速器	
控系统	140	的油压试验	164
三、日产千里马轿车电控自动变速器的换		第五节 马自达 626、MX-6 轿车电控自	
档原理	142	动变速器的检修	165
第二节 日产千里马轿车电控自动变速		一、马自达 626、MX-6 轿车电控自动变速器	
器的故障自诊断	142	电控系统电路的检测	165
第三节 日产千里马轿车电控自动变速		二、马自达 626、MX-6 轿车电控自动变速器	
器的故障分析	143	电控系统部件的检修	169
第四节 日产千里马轿车电控自动变速		第九章 现代轿车电子控制自动变速器	
器的试验	145	故障检修实例	172
一、日产千里马轿车电控自动变速器故障		第一节 现代轿车电控自动变速	
的路试	145	器的结构	172
二、日产千里马轿车电控自动变速器的失		一、概述	172
速试验	146	二、现代轿车 KM175、KM176、KM177 型自	
三、日产千里马轿车电控自动变速器的油		动变速器的电控系统	173
压试验	147	三、现代轿车 KM175、KM176、KM177 型自	
第五节 日产千里马轿车电控自动变速		动变速器控制电磁阀的动作和换档	
器的检修	147	原理	173
一、日产千里马轿车电控自动变速器控制电		第二节 现代轿车电控自动变速器的	
路和部件的检修	147	故障自诊断	180
二、日产千里马轿车电控自动变速器液压控		第三节 现代轿车电控自动变速器的	
制和换档执行部件的检修	150	试验	184
第八章 马自达轿车电子控制自动变速器		一、现代轿车电控自动变速器的油压	
故障检修实例	155	试验	184
第一节 马自达 626、MX-6 轿车电控自		二、现代轿车电控自动变速器的失速	
动变速器的结构	155	试验	186
一、概述	155	第四节 现代轿车电控自动变速器的故	
二、马自达 626、MX-6 轿车电控自动		障检修	186
变速器的电控系统	156	一、现代轿车 KM175、KM176、KM177 型自	
三、马自达 626、MX-6 轿车电控自动		动变速器的故障分析	186
变速器的换档原理	156	二、现代轿车 KM175、KM176、KM177 型自动	

变速器电控系统部件的检修	190	障检修的一般方法	213
第十章 大宇轿车电子控制自动变速器故障检修实例	197	二、奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器电控系统电路的检修	213
第一节 大宇轿车 AW850 型电控自动变速器的结构	197	三、奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器电控系统部件的检修	216
第二节 大宇轿车 AW850 型电控自动变速器的故障检修	199	第十二章 克莱斯勒轿车电子控制自动变速器故障检修实例	220
一、大宇轿车 AW850 型电控自动变速器的故障自诊断	199	第一节 克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的结构	220
二、大宇轿车 AW850 型电控自动变速器的试验	200	一、概述	220
第十一章 奥迪轿车电子控制自动变速器故障检修实例	202	二、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的换档原理	220
第一节 奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器的结构	202	三、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的液压控制系统	221
一、概述	202	四、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的电控系统	221
二、奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器的电控系统	203	第二节 克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的故障检修	223
三、奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器的换档原理	205	一、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器故障检修的一般程序	223
第二节 奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器的故障自诊断	208	二、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的基本检修与调整	223
一、故障码的读取与消除	208	三、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器的试验	224
二、故障码及其说明	212	四、克莱斯勒 AW-4 型电控自动变速器常见故障的原因和检修方法	228
第三节 奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器的故障检修	213	参考文献	235
一、奥迪 90、100 型轿车电控自动变速器故			

第一章 电子控制自动变速器的结构与原理

第一节 概 述

一、自动变速器的发展概况

变速器在汽车传动系中主要起改变转速和转矩作用。传统的手动变速器虽能满足汽车行驶动力性和经济性的基本要求，但存在不足。

1. 换档操作劳动强度大增加了行车不安全因素

司机在进行换档操作时，需要交替操纵离合器踏板和加速踏板及变速器操纵杆。在道路状况变化大，交通情况复杂时，司机需要频繁地进行换档操作，劳动强度较大，容易紧张、疲劳及注意力分散，从而增加汽车行驶的不安全因素。

2. 换档操作产生动载荷影响发动机和传动系统的寿命

换档时必须切断发动机的动力，因此发动机和传动系统都将承受因换档而引起的冲击力，从而降低了发动机和传动系统的使用寿命。

3. 不易把握换档的最佳时机，影响汽车的行驶动力和增加了油耗

把握换档的时机需要司机有丰富的经验和熟练的驾驶技术，但一个最优秀的司机也不可能使其每次换档都是最佳的时机。加档过早或减档过晚，会使汽车的动力不足；加档过晚或减档过早，会使发动机的转速过高，油耗增加。

4. 换档操作使行车不平稳影响乘坐舒适性

在变速器换档操作时，由于有离合器的分离和接合过程，操作稍有不当，就易造成车辆的抖动，给乘坐带来不适。

为解决手动变速器的不足，各国的汽车设计师们研制设计了各种各样的自动变速器，以适应汽车行驶安全、舒适及节能的要求。1939年美国通用汽车公司首先在其生产的Oldsmobile轿车上装用了液力偶合器-行星齿轮组成的液力变速器。这种在一定范围内具有自动变速作用的变速器被认为是现代自动变速器的雏形。40年代末50年代初，出现了根据车速和节气门开度自动控制换档的液力控制换档自动变速器，使自动变速器进入了迅速发展时期，自动变速器在汽车上的应用越来越多。到1975年，自动变速器在重型汽车及公共汽车上的应用就已相当普及，美国及西欧国家采用液力传动的商用汽车比例如表1-1所示。

表 1-1 1975 年美国 and 西欧商用汽车采用液力自动变速器的比例 (%)

国 家 \ 车 型	重型牵引汽车	越野汽车	市内客车	大型公共汽车
美国	80	80	100	100
西欧	80	80	95	90

70年代末电子控制技术开始应用于汽车变速器。日本丰田汽车公司研制成功了世界上第一台电子控制变速装置，并在1976年实现了批量生产。但由于这种电子控制自动变速器在控制精度和自由度方面效果并不十分理想，因此，包括日本在内的许多国家又把主要精力转向微机控制变速器的研究和开发。70年代末以来，以微机为控制核心的电子控制自动变速器迅速发展，目前美国98%的汽车装用了自动变速器，日本和西欧国家汽车自动变速器的普及率也达到了80%左右。

二、自动变速器的类型

在自动变速器的发展过程中出现了多种结构形式。自动变速器的驱动方式、档位数、变速齿轮的结构型式、变矩器的结构类型及换档控制形式等都有不同之处。下面以不同的分类方法加以概括。

(一) 按变速器换档操作的形式分类

按变速器换档操作是否全自动化分，有半自动变速器和全自动变速器两大类。

1. 半自动变速器

半自动变速器的换档操作仍需手动。有两种类型：一种是自动离合器-手动换档变速器的组合形式，因此也被称之为自动离合器式变速器；另一种是具有自动变速功能的液力变矩器-换档用离合器-辅助手动变速器组合形式，被称之为选择式自动变速器。半自动变速器实际上是自动变速器发展过程中的一个过渡形式，目前汽车上已很少采用。

2. 全自动变速器

全自动变速器简称自动变速器，是无需离合器操作和换档（加减档）操作的液力传动变速器。全自动变速器是现代自动变速器普遍采用的结构形式。

(二) 按自动换档的控制方式分类

按自动换档的控制方式分，有液力控制式自动变速器和电子控制式自动变速器。

1. 液力控制式自动变速器

液力控制式自动变速器换档控制方式是通过机械手段将节气门开度和车速参数转化为压力控制信号，使阀板中各控制阀按照设定的换档规律控制换档执行机构动作，实现自动换档。液力控制换档过程如图1-1所示。

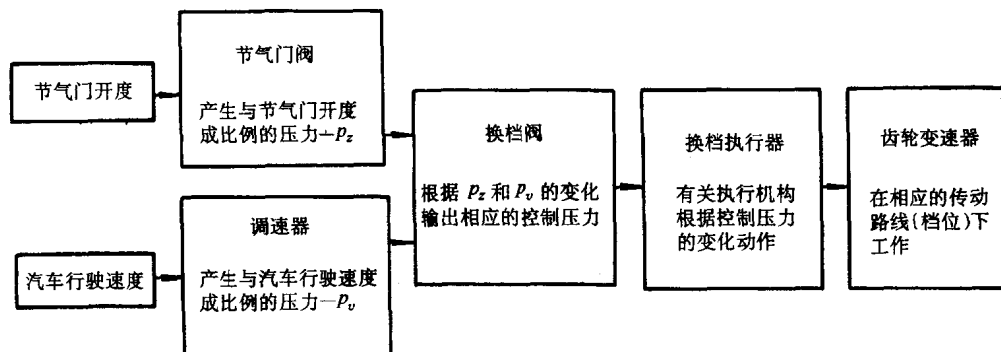


图 1-1 液力控制式自动变速器的换档过程

2. 电子控制式自动变速器

电子控制式自动变速器通过各种传感器将发动机转速、节气门开度、车速、发动机温

度、自动变速器液压油温度等参数转变为电信号，输入自动变速器电脑，电脑根据这些电信号确定变速器换档控制信号。电脑输出的换档信号控制相应的换档电磁阀动作，并通过换档阀产生相应的压力控制信号，使有关的换档执行机构动作，实现自动换档。电子控制换档过程如图 1-2 所示。

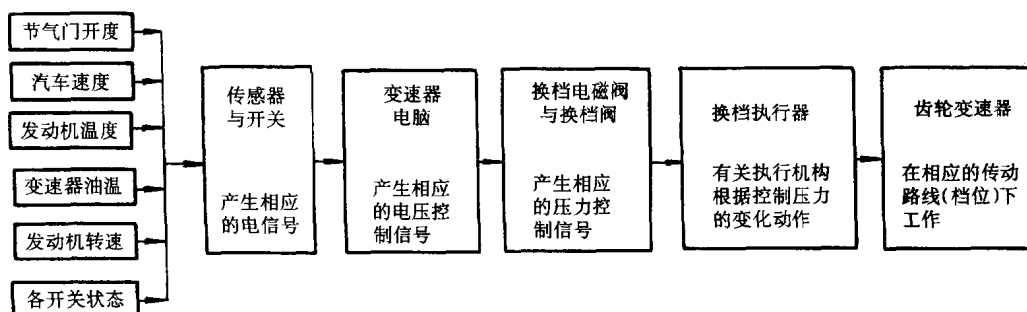


图 1-2 电子控制式自动变速器的换档过程

（三）按动力传递的方式分类

按动力传递的方式分，有液力式、气压式、电磁式和机械式等 4 种不同形式的自动变速器。液力式又可分为动压式（液力偶合式和液力变矩式）和静压式两种。目前普遍采用的是液力动压式自动变速器。

（四）按自动变速器前进档位的多少分类

按自动变速器前进档位分，有 2 档、3 档、4 档自动变速器。现在的自动变速器一般为 4 前进档，4 档为超速档。

（五）按齿轮变速器部分的结构类型分类

按自动变速器齿轮变速器部分的结构不同，分为普通齿轮（平行轴）式和行星齿轮式两种。由于行星齿轮变速器结构紧凑，又能获得较大的传动比，因此目前的自动变速器普遍采用行星齿轮结构型式。

三、自动变速器的优点

现代汽车自动变速器普遍采用的是液力变矩器与行星齿轮式变速器组合而成的液力全自动变速器，换档自动控制形式有纯液压式和电子控制式两种。相比于传统的手动机械式变速器，自动变速器具有如下优点。

1. 驾驶操作简化，提高了行车安全性

在汽车起步和运行时，自动变速器无需离合器操作和手动换档操作，减少了驾车操作的劳动强度，可使司机集中精力注意路面交通情况，因此，行车的安全性得以提高。

2. 提高了发动机和传动系统的使用寿命

由于自动变速器在自动换档过程中无动力中断，换档平稳，减小了发动机和传动系统零件的动载荷；液力变矩器这个“弹性元件”可以吸收动力传递过程中的冲击和动载荷，因此，采用自动变速器的汽车发动机和传动系统零件的寿命比采用机械式变速器的要长。

3. 提高了汽车的动力性

自动变速器在起步时，由于液力变矩器可连续自动变矩，可使驱动轮上的牵引力逐渐增

加, 换档时动力不中断, 发动机可维持一稳定的转速, 因此, 可使汽车的起步、加速性能提高, 汽车的平均车速也可提高。

4. 提高了汽车的通过性能

液力变矩器可以在一定的范围内自动变速来适应汽车行驶阻力的变化, 在必要时又可自动换档以满足牵引力的需要。因此显著提高了汽车的通过性能。

5. 减少了废气污染

手动换档过程常常伴有供油量急剧变化, 发动机转速变化较大的情况, 容易导致燃烧不完全, 使得发动机废气中有害物质增加。自动变速器由于有液力传动和自动换档, 在换档过程中发动机可保持稳定的转速, 发动机的燃烧条件不会恶化, 因此可减少发动机排放的废气对空气的污染。

6. 可降低燃料消耗

因为液力传力效率较低, 所以液力自动变速器的油耗要高于机械变速器。但由于自动变速器可以换档适时, 换档过程中使发动机仍可在理想的状态下稳定运转, 因此, 在需要频繁换档的市区行驶, 自动变速器汽车比较省油。尤其是现代汽车自动变速器采用了电子控制换档, 可按照最佳油耗规律控制自动换档, 加之采用了超速档和变矩器锁止控制等, 从而使自动变速器汽车的油耗有了明显的下降。

自动变速器的缺点是结构较为复杂, 成本较高, 对维修技术水平要求要高一些。

四、电子控制自动变速器的基本组成

电子控制液力自动变速器主要由液力传动装置、辅助变速装置和自动变速控制系统组成, 如图 1-3 所示。

1. 液力传动装置

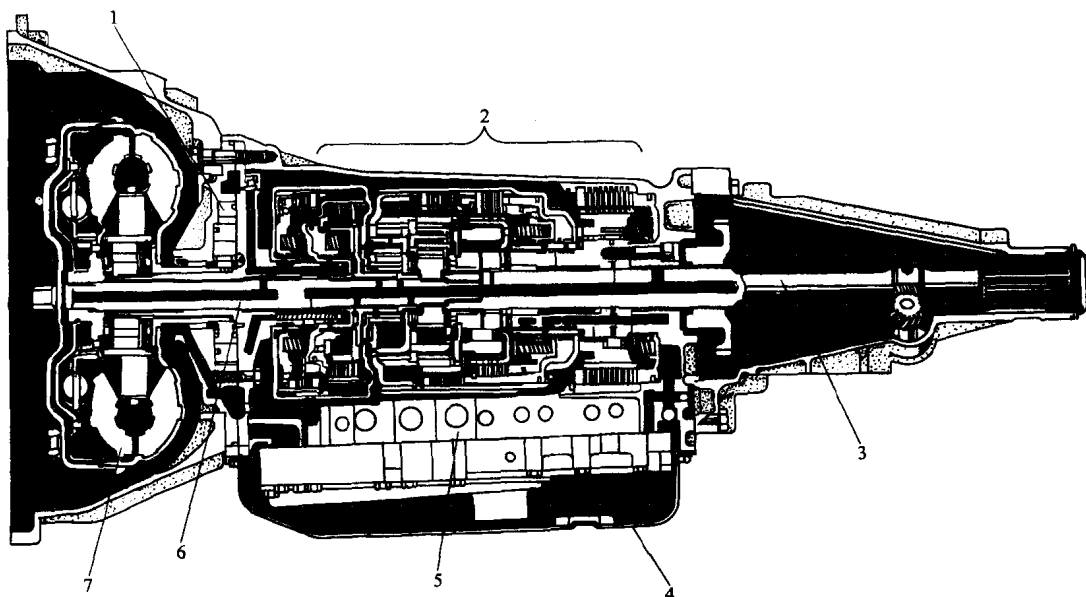


图 1-3 电子控制自动变速器的组成

1—油泵 2—齿轮变速器 3—输出轴 4—油底壳 5—自动变速器阀体 6—输入轴 7—液力变矩器

汽车液力传动装置有液力偶合器和液力变矩器之分，现代自动变速器液力传动装置都采用液力变矩器。变矩器安装于发动机飞轮上，可在一定的范围内实现增矩减速和无级变速。

2. 辅助变速装置

辅助变速装置有行星齿轮式和平行轴齿轮式两种结构形式，目前普遍采用行星齿轮式变速器。行星齿轮式变速器包括行星齿轮变速机构和换档执行机构两部分，其作用是进一步增矩减速，通过变换档位实现不同的传动比，以提高汽车的适应能力。现在的汽车自动变速器一般为3个或4个前进档，1个倒档。齿轮变速器与液力变矩器相配合，就形成了更大范围内的变速。

3. 自动变速控制系统

电子控制自动变速器的自动变速控制系统与纯液力控制自动变速控制系统的不同在于：液力控制式自动变速器通过节气门阀和调速器将自动变速控制信号（节气门开度和车速）转变为相对应的控制压力来控制换档阀的动作，实现自动变速；而电子控制式自动变速器则是通过节气门传感器和车速传感器将节气门开度和车速转变为电信号，输入到电脑，电脑根据这两个信号和其它有关的信号确定换档时机，输出换档电信号，控制换档电磁阀动作，再通过换档阀和换档执行机构实现自动换档。

电子控制自动变速器的换档执行机构与液力控制式自动变速器的相似，也是液压机构。其动力的来源是自动变速器油泵。

电子控制自动变速器的控制过程如图 1-4 所示。

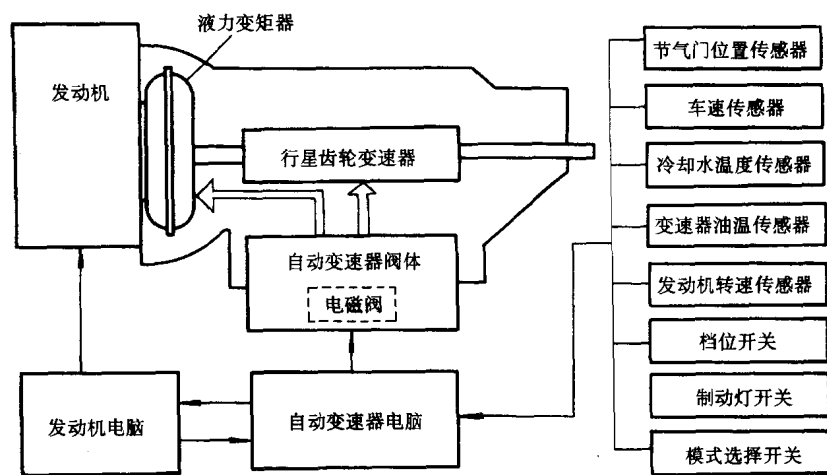


图 1-4 电子控制自动变速器的控制过程

第二节 电子控制自动变速器组成部件的结构与原理

一、液力变矩器

（一）液力变矩器的基本组成与原理

1. 液力变矩器的组成

组成液力变矩器的基本元件是泵轮、涡轮、导轮，如图 1-5 所示。

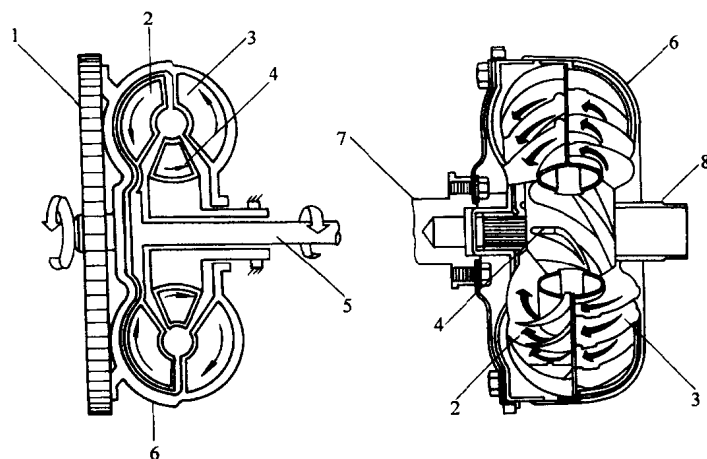


图 1-5 液力变矩器的基本组成

1—飞轮 2—涡轮 3—泵轮 4—导轮 5—变矩器输出轴 6—变矩器壳 7—曲轴 8—导轮固定套

2. 液力变矩器工作原理

液力变矩器基本元件的结构如图 1-6 所示。泵轮和变矩器壳为一体，变矩器壳体与发动机飞轮相连，因此泵轮是变矩器的主动件。涡轮与输出轴相连，为变矩器的从动件。泵轮和涡轮都称为工作轮，两轮之间有一定的间隙，两轮上都均布有叶片，变矩器壳体内充满了液压油。当发动机飞轮带动泵轮转动后，泵轮内的液压油在泵轮叶片的作用下随之一起旋转；液压油又受自身离心力的作用而甩向泵轮叶片的外缘，并从涡轮叶片的外缘冲向涡轮叶片，使得涡轮在液压油的冲击力作用下旋转起来；冲入涡轮的液压油从其叶片的外缘流向内缘后，又流回到泵轮的内缘，将再次被泵轮甩向外缘。在泵轮作用下，液压油循环流动，将扭矩传递给涡轮。

只有泵轮和涡轮的液力传动机构称为液力偶合器，液力偶合器的输出扭矩与输入扭矩相等。液力变矩器则在泵轮与涡轮之间加了一个导轮，有了静止不动的导轮后，流向涡轮内缘的液压油将冲向导轮，并沿导轮叶片流回泵轮。液压油给导轮以冲击力，导轮则给液压油一个同样大小的反作用力，此反作用力又根据作用与反作用原理传递给了涡轮。因此，加了导轮后，作用在涡轮上的扭矩是变矩器输入扭矩和导轮对液压油的反作用扭矩之和，即起到了增矩的作用。

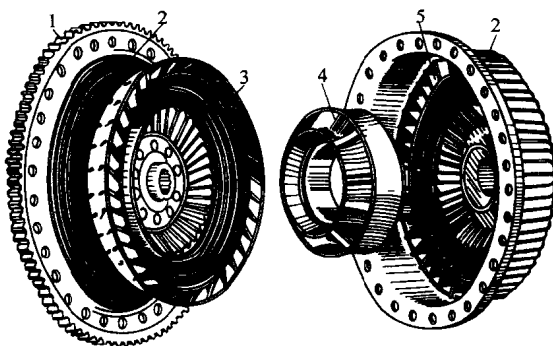


图 1-6 变矩器基本元件的结构

1—飞轮 2—变矩器壳 3—涡轮 4—导轮 5—泵轮

(二) 导轮单向离合器的作用与原理

1. 导轮单向离合器的作用

液力变矩器输出扭矩增大的部分，实际上就是固定不动的导轮对循环流动的液压油的反作用力矩，其值与涡轮冲向导轮的液流速度及液流方向与导轮叶片的夹角大小有关。在同样

的液流速度下,液流方向与导轮叶片的夹角越大,增矩作用也越大。在涡轮未转动时,从涡轮内缘冲向导轮叶片的液流方向就是涡轮内缘处叶片的方向(图 1-7b),此时,液流方向与导轮叶片的夹角最大,增矩作用也最大。当涡轮转动起来以后,从泵轮冲向涡轮的液流除沿涡轮叶片流动外,还将随涡轮一起作旋转运动,这样,从涡轮内缘冲向导轮叶片的液流方向将向涡轮旋转方向偏斜,使之与导轮叶片的夹角变小,增矩作用也随之减小。涡轮的转速越高,从涡轮冲向导轮的液流与导轮叶片的夹角就越小,增矩作用也就越小。当涡轮的转速高至使涡轮冲向导轮的液流方向与导轮叶片之夹角为 0 时,变矩器就无增矩作用。如果涡轮的转速再增高,从涡轮内缘冲向导轮的液压油将冲击导轮叶片的背面(图 1-7c),这时,不但不能增矩,反而起了减矩的作用。

为了避免变矩器在涡轮高速转动时的扭矩减小,导轮与固定轴之间加装了一个单向离合器。当涡轮的转速较低,涡轮冲向导轮的液流方向与导轮叶片的夹角大于 0 (能起增矩作用) 时,单向离合器锁止,使导轮不能转动,变矩器能正常地起增矩作用。当涡轮的转速高至使其内缘液流冲向导轮叶片背面时,单向离合器无锁止作用,导轮能自由转动。这时,导轮对液压油就无反作用力,从而避免了导轮的减矩作用,此时变矩器的工作特性也就与偶合器相当了。

2. 导轮单向离合器的原理

液力变矩器所采用的单向离合器主要有滚柱式和楔块式两种结构,图 1-8 所示为一种楔块式单向离合器的工作原理。

单向离合器的内圈固定不转,外圈通过花键与导轮相连。内外圈之间的楔块,长对角尺寸大于内外圈之间的间隙,短对角尺寸小于内外圈之间的间隙。于是,当导轮带动外圈顺时针转动时,楔块在摩擦力的作用下立起,其对角大端将内外圈卡紧,单向离合器处于锁止状态。当导轮带动外圈逆时针转动时,楔块的对角大端松开,外圈及导轮即可自由转动。

(三) 锁止离合器的作用与原理

液力变矩器的传动效率较低。为了充分利用发动机的功率,降低油耗,在现代自动变速器的液力变矩器中设置了一个锁止离合器,用于在车速较高时,将变矩器锁定,使之成为一个纯机械传动。设置锁止离合器的液力变矩器的动力传递工况如图 1-9 所示。设置锁止离合器的变矩器的结构如图 1-10 所示。

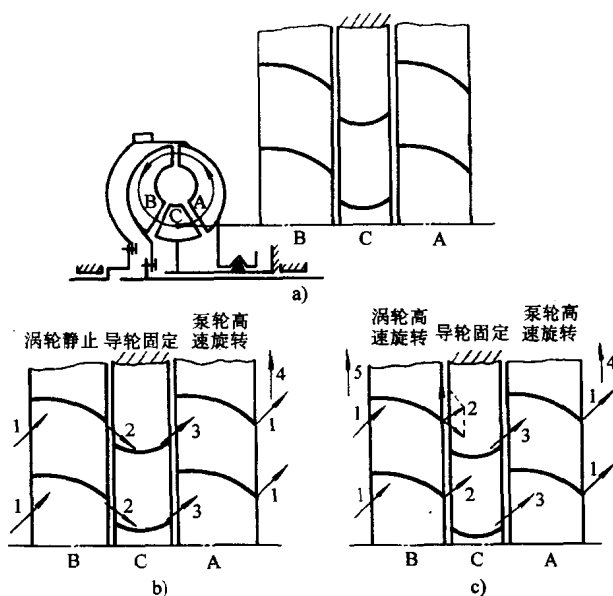


图 1-7 液力变矩器的工作原理

a) 泵轮、涡轮及导轮叶片的展开示意图 b) 涡轮静止时的

的导轮增矩作用 c) 涡轮高速旋转时的导轮减矩作用

1—泵轮冲向涡轮的液流方向 2—涡轮冲向导轮的液流方向

3—导轮冲向泵轮的液流方向 4—泵轮的旋转方向

5—涡轮的旋转方向

A—泵轮 B—涡轮 C—导轮

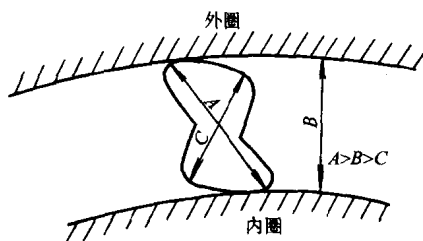


图 1-8 模块式单向离合器的工作原理

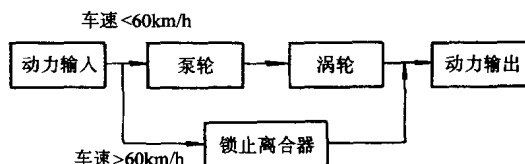


图 1-9 设置锁止离合器的液力变矩器工况

变矩器锁止离合器通常采用摩擦盘式结构，主动片与变矩器外壳直接相连，从动片可作轴向移动，通过花键与涡轮轴连接。锁止离合器的接合和分离由控制系统通过对其施加液压或释放液压进行控制。

(四) 变矩器液压油的供给和冷却

变矩器在传递动力过程中的能量损失主要是在液压油的内部摩擦过程中转化为热量，因此，工作中变矩器中的液压油的温度会升高而变质。自动变速器液压油正常工作温度一般为 50~80℃，若超出正常温度 10℃，变速器液压油的使用寿命将缩短一半。为使变速器的液压油保持正常温度，就必须对其进行冷却。

变矩器中的液压油冷却是通过循环流动实现的，由自动变速器油泵提供冷却了的液压油经进油道进入变矩器；高温液压油则从出油道流出，经油温散热器降温后流回变速器油底壳。

二、油泵

油泵是自动变速器的重要部件之一，它除了要向液力变矩器提供冷却循环所需的压力油外，同时还是液压控制系统和换挡执行机构的液压源。自动变速器供油系统所采用的油泵主要有齿轮泵、摆线转子泵和叶片泵三种。油泵一般由变矩器壳后端的轴套驱动，因此，发动机一运转，油泵就运转工作。

1. 齿轮泵

由于自动变速器供油系统所提供的油压不高，通常不超过 200kPa，因此使用最广泛的是齿轮泵。齿轮泵有内啮合式和外啮合式两种，内啮合式齿轮泵具有结构紧凑、自吸能力强、流量波动小和噪声低等优点，自动变速器大都使用内啮合式齿轮泵。内啮合式齿轮泵的组成和原理如图 1-11、图 1-12 所示。

内啮合式齿轮泵中的小齿轮是主动齿轮，内齿圈为从动齿轮，在壳体的轮槽内有一月牙形凸台，将主从动齿轮之间的工作腔分隔为吸油腔和压油腔。油泵工作时，主动齿轮带动齿圈一起转动，在吸油腔，由于主、从动齿轮不断地脱离啮合，其容积是一个由小到大的变化过程，因而产生吸力，将油从进油口吸入；随着齿轮的转动，吸油腔内的油通过齿隙被带到压油腔，由于压油腔内齿轮是不断地进入啮合，其容积不断地从大到小变化，因此使油从出油口以一定的压力排出。

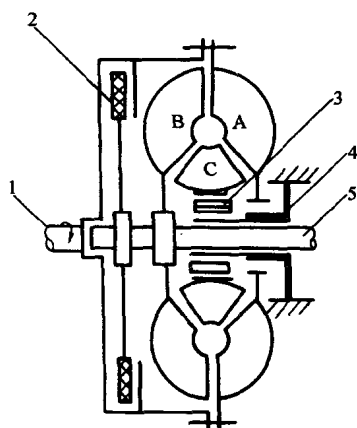


图 1-10 设置锁止离合器的液力变矩器的结构简图

1—输入轴 2—锁止离合器 3—单向离合器 4—导轮轴 5—输出轴
A—泵轮 B—涡轮 C—导轮