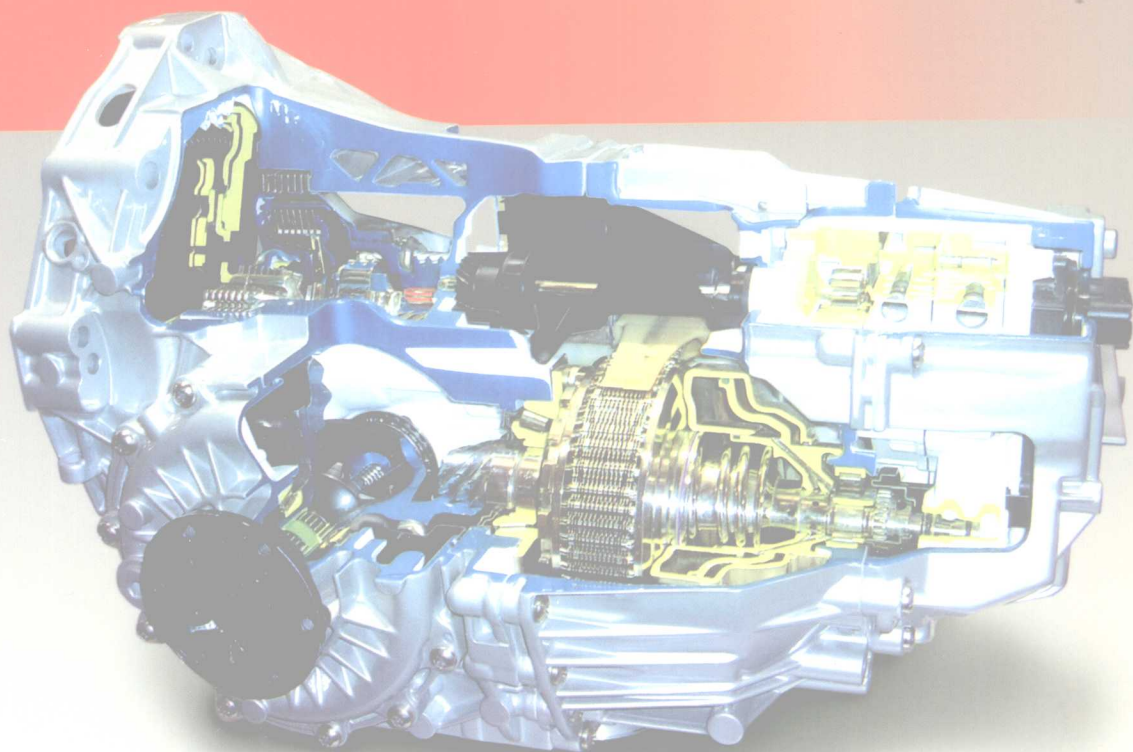


GUOCHAN JIAOCHE
ZIDONG BIAN SUQI
WEIXIU SHOUCE

国产轿车 自动变速器维修手册



曹利民 主编



0.7

 金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

U469.110.7
C135

国产轿车自动变速器维修手册

主 编 曹利民
副主编 耿勤武 秘 伟

金盾出版社

内 容 提 要

本书在简要介绍电控自动变速器的共性基本知识(自动变速器的原理、构造)及检测方法的基础上,详细介绍了多款国产轿车自动变速器的性能参数、使用保养、结构特点、故障诊断及各部件的维修拆装要领。本书在叙述上深入浅出,通俗易懂,图文并茂,可供具有一定修理经验的汽车维修技术人员、汽车维修管理人员及汽车工程技术人员和大专院校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

国产轿车自动变速器维修手册/曹利民主编. —北京:金盾出版社,2005.8

ISBN 7-5082-3605-X

I. 国… II. 曹… III. 轿车—自动变速装置—车辆修理—技术手册 IV. U469.110.7—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 026887 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京精美彩印有限公司

正文印刷:北京金星剑印刷有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:19 字数:558 千字

2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—9000 册 定价:29.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

目前,国产轿车大量装用自动变速器,除了各车型的专业维修站外,一般修理厂也正越来越多地接触到自动变速器的维修。但是,相当一部分汽车修理人员对自动变速器的原理和结构不很熟悉,对自动变速器的修理缺乏经验,遇到自动变速器故障时常会感到束手无策。因此,亟需尽快掌握维修自动变速器的技能和方法。正是基于以上原因,为满足广大汽车修理人员的这一需要,编写了这本《国产轿车自动变速器维修手册》。

本书首先简要介绍了自动变速器基础知识及国内最常见的故障诊断仪 TECH2 和 V·A·G1551 的使用方法。然后对国内保有量大、款型新、技术含量高的大众公司捷达、宝来轿车的 01M 型自动变速器,通用公司别克轿车 4T65E 型、赛欧轿车 AF-13 型和凯越轿车 4HP-16 型自动变速器,长安福特蒙迪欧轿车 CD4E 型、嘉年华轿车 81-40LE 型自动变速器,帕拉丁 RE4R01A 型自动变速器等八种电控自动变速器的工作原理、构造与检修工艺进行了详细、系统的介绍。

本书有以下特点:

1. 针对性强。本书按车型分章,每章介绍一个电控自动变速器,使读者在修理中遇到某具体型号的自动变速器故障时,可对号入座,完全解决此类型的问题。
2. 注重实用。本书从实用出发,对自动变速器的使用、日常保养、正确操作、检查调整、结构与装配、故障诊断与排除及维修数据等均作了详细介绍。
3. 权威性强。参加本书编写的人员有国内知名专家、相关厂家和科研院所的汽车科技人员及维修一线的技术人员,使本书集实用性与权威性于一身。
4. 内容新颖,通俗易懂。本书对目前国产轿车自动变速器的先进技术作了全面介绍。并在叙述上努力做到使本书具有深入浅出、通俗易懂、图文并茂的特点。具有初中以上文化程度的维修人员即可读懂。

本书由曹利民任主编,耿勤武、秘伟任副主编,参加本书编写的人员有赵津哲、李英、何宝文、杨大勇、刘双利、顾亚伟、李飞跃、杜强、郭忠起、马吉安、张志刚、范英浦、白世君、吴利军、李淑颖、张彦峰、陈石庄、高贵娟、雷辉、高文斌、薄秀芳、郝丽芬、李耀、王文春、曹同振、高志合、刘汉文等。在编写本书过程中,参考了大量国内外技术文献,也得到了有关汽车生产厂家技术人员的帮助,在此一并致谢。由于作者水平有限,加之时间仓促,书中差错和疏漏之处在所难免,恳请广大读者及各位同仁指正。

作者

2005年1月

目 录

第一章 自动变速器结构及故障诊断基础知识	1	四、离合器 K1、K2、K3 的分解、检查与组装	50
第一节 自动变速器的基本结构	1	五、拆装滑阀箱	52
一、液力元件	1	六、主传动部件的拆装	54
二、行星齿轮机构	3	七、主传动部件的调整	59
三、换档执行元件	5	八、01M 型自动变速器的维护与保养	62
四、液压控制系统	8	九、电控系统故障诊断	64
五、电液控制系统	10	第三章 赛欧轿车 AF13 型自动变速器	71
六、自动变速器的维修	12	第一节 基本参数与结构特点	71
第二节 通用公司故障诊断仪(TECH2)的使用 方法	14	一、AF13 型自动变速器的基本参数	71
一、OBD-II 随车诊断系统	14	二、AF 13 型自动变速器的总体构造与规格参数	71
二、TECH2 使用基础知识	15	三、操作说明与自动变速器工作模式	73
三、TECH2 使用前的设置	17	第二节 动力传递路线	75
四、诊断故障码	19	一、AF13 型自动变速器行星齿轮机构	75
五、读取数据流	22	二、动力传递路线	76
六、快速信息捕捉与查看记录	25	三、换档执行元件	78
七、特殊功能	28	第三节 控制系统	80
第三节 大众公司故障阅读器 V·A·G1551 的使用	29	一、自动变速器控制模块(TCM)	80
一、仪器概述	29	二、档位选择开关(P/N 开关)	83
二、给仪器输入服务站代码	30	三、强制降档开关	84
三、V·A·G1551 仪器使用	31	四、输入轴转速传感器	84
第二章 捷达、宝来轿车 01M 型自动变速器	34	五、输出轴转速传感器	85
第一节 基本参数与结构特点	34	六、压力控制电磁阀(PCS)	85
一、01M 型自动变速器的基本参数	34	七、液力变矩器离合器锁止电磁阀(TCC)	85
二、01M 型自动变速器的总体结构	34	八、换档电磁阀	86
第二节 动力传递路线	35	九、油液温度传感器(TFT)	86
一、01M 型自动变速器行星齿轮机构	35	十、齿轮式油泵	86
二、01M 型自动变速器换档执行元件	35	十一、阀体	87
三、各档位动力传递路线	35	第四节 自动变速器的解体、检查与装配	87
第三节 控制系统	37	一、总成的分解	87
一、01M 型自动变速器电控系统的特点	37	二、自动变速器部件的解体	87
二、电子控制系统的组成与工作原理	37	三、油泵的分解、检查与装配	93
三、滑阀箱	41	四、倒档离合器 C2 的分解、检查与装配	93
第四节 01M 型自动变速器的维修	42	五、前进档离合器 C1 的分解、检查与装配	94
一、换档执行元件与行星齿轮机构的解体	42	六、超速传动离合器 C0 与惯性离合器 C3 的分解、检查与装配	95
二、换档执行元件与行星齿轮机构的装配	44	七、后排行星齿圈的解体与装配	97
三、换档执行元件与行星齿轮机构各部间隙的调整	46	八、前排行星齿圈与单向离合器 F1 的解体与装配	97

九、第2、4档制动带B1活塞的拆卸与安装	97	三、手动轴和驻车系统	138
十、副传动齿轮的拆卸与装配	97	第六节 自动变速器的维修	139
十一、副从动齿轮部件的解体与装配	98	一、自动变速器解体前的检查、诊断与测试	139
十二、差速器的解体与装配	99	二、自动变速器的解体检修	140
十三、自动变速器各部件的组装	101	三、自动变速器故障诊断	140
十四、轴承与止推垫圈装配图	105	第七节 电控系统故障分析	142
第五节 AF13型自动变速器的维修	106	一、4T65E型自动变速器故障代码	142
一、油面高度的检查	106	二、4T65E型自动变速器电控系统数据流分析	142
二、油压测试	107	三、4T65E型自动变速器电控系统故障码分析	145
三、失速试验	107	第八节 主要部件的拆装	158
四、时滞试验	107	一、自动变速器油滤清器的更换	158
五、驻车/空档(P/N)开关的调整	107	二、自动变速器侧盖的拆装	158
六、故障分析	108	三、叶片泵的更换	159
七、故障码说明	108	四、阀体的更换	160
第四章 别克轿车4T65E型自动变速器	111	五、阀体盖的更换	160
第一节 结构特点与技术参数	111	六、换挡执行元件与行星齿轮机构的拆装	161
一、4T65E型自动变速器的结构特点	111	七、差速器与主减速器的更换	162
二、4T65E型自动变速器的基本参数	112	八、自动变速器油冷却器管路快速接头的拆装	163
三、主要部件紧固力矩	112	九、4T65E型自动变速器的拆装	164
四、4T65E型自动变速器的操作	113	第五章 福特嘉年华轿车81-40LE型自动变速器	166
第二节 机械部件与动力传递路线	114	第一节 基本参数与结构特点	166
一、行星齿轮机构与主减速器	114	一、81-40LE型自动变速器的基本参数	166
二、换挡执行元件	115	二、81-40LE型自动变速器的操作	166
三、各档动力传递路线	119	三、81-40LE型自动变速器的总体构造	167
第三节 电子控制系统	121	第二节 动力传递路线	168
一、动力系统控制模块(PCM)	122	一、81-40LE型自动变速器行星齿轮机构	168
二、油压控制电磁阀(PC)与换挡适配	124	二、动力传递路线	168
三、输入轴转速传感器(ISS)	126	第三节 控制系统	170
四、输出轴转速传感器(车速传感器VSS)	126	一、变速器控制模块(TCM)	170
五、多功能开关(P/N开关)	126	二、驻车/空档位置开关(NSW)	175
六、液压手动阀位置开关(TFP)	127	三、涡轮转速传感器(TSS)	176
七、换挡电磁阀	128	四、车速传感器(VSS)	176
八、油液温度传感器(TFT)	128	五、压力控制电磁阀(SLT)	177
九、变矩器锁止离合器电磁阀(TCC)	129	六、变矩器锁止离合器电磁阀(TCC)	177
十、操纵手柄锁止电磁阀(BTSI)与驻车锁 定电磁阀	130	七、换挡电磁阀	177
十一、其他信号	130	八、自动变速器油液温度传感器(TFT)	178
十二、自诊断	131	九、正时电磁阀(ST)	179
第四节 液压控制系统	131	十、液压控制部件	179
一、油泵	131	第四节 81-40LE型自动变速器的维修	179
二、蓄压器与换挡适配	131	一、结构与装配图	179
三、双金属片液面温控器	132	二、自动变速器故障诊断	179
四、控制阀体	133		
第五节 结构与装配	135		
一、换挡执行元件分解	135		
二、壳体和相关部件分解	135		

第六章 福特蒙迪欧 CD4E 型自动变速器	187	一、自动变速器故障诊断步骤	247
第一节 基本参数与结构特点	187	二、用故障诊断仪 TECH2 测试自动变速器	247
一、CD4E 型自动变速器的基本参数	187	三、自动变速器路试程序	248
二、CD4E 型自动变速器操作说明	189	四、油液更换与液面检查	248
第二节 动力传递路线	190	五、管路压力测试	249
一、行星齿轮机构与主减速器	190	六、自动变速器解体后的故障诊断	249
二、换挡执行元件	191	七、变矩器锁止离合器(TCC)故障诊断	250
三、不同档位动力路线	194	八、4HP-16 型自动变速器故障码	250
第三节 控制系统	194	第八章 帕拉丁 RE4R01A 型自动变速器	253
一、控制电路	194	第一节 RE4R01A 型自动变速器的技术参数	253
二、动力系统控制模块(PCM)	194	一、基本规格参数	253
三、输入信号	197	二、各换挡执行元件规格参数	253
四、输出控制部件	198	第二节 动力传递路线	255
五、液压控制部件	199	一、行星齿轮机构与换挡执行元件	255
第四节 CD4E 型自动变速器的解体与装配	200	二、各档位动力传递路线	256
一、结构与装配	200	第三节 控制系统	258
二、CD4E 型自动变速器的分解	204	一、RE4R01A 型自动变速器电控系统	258
三、CD4E 型自动变速器的装配	208	二、RE4R01A 型自动变速器液压控制系统	264
第五节 CD4E 型自动变速器的维修	212	第四节 RE4R01A 型自动变速器解体与装配	268
一、基础检测	212	一、换挡执行元件分解	268
二、CD4E 型自动变速器故障现象及其分析	215	二、结构与装配	269
三、CD4E 型自动变速器故障代码	221	三、自动变速器的解体	272
第七章 凯越轿车 4HP-16 型自动变速器	224	四、自动变速器的组装(一)	278
第一节 基本参数与结构特点	224	五、自动变速器间隙调整	280
一、4HP-16 型自动变速器的基本参数	224	六、自动变速器的组装(二)	282
二、4HP-16 型自动变速器的结构特点	225	七、油泵的解体、检查与装配	283
三、4HP-16 型自动变速器操作说明	226	第五节 RE4R01A 型自动变速器故障诊断	286
第二节 动力传递路线	227	一、RE4R01A 型自动变速器电控系统故障诊断	286
第三节 控制系统	229	二、RE4R01A 型自动变速器机械故障诊断	290
一、4HP-16 型自动变速器电子控制系统	229	三、RE4R01A 型自动变速器故障诊断表	292
二、液压控制部件	234		
第四节 4HP-16 型自动变速器的解体与装配	236		
一、结构与装配	236		
二、变速器的解体与装配	237		
第五节 4HP-16 型自动变速器的维修	247		

第一章 自动变速器结构及故障诊断基础知识

第一节 自动变速器的基本结构

自动变速器由液力元件、控制系统和变速机构三大部分组成,液力元件主要是指变矩器;控制系统又可分为电控与液控两部分,为与全液压控制式自动变速器相区别,又称为电控自动变速器;变速机构包括行星齿轮机构和换档执行元件。前轮驱动车辆的自动变速器还包含主减速器和差速器,故又称自动变速器驱动桥;后轮驱动车辆的自动变速器内部一般不包含主减速器和差速器,这些部件安装在车辆后桥上。

一、液力元件

1. 液力耦合器与液力变矩器

液力耦合器如图 1-1 所示,它由泵轮、涡轮和壳体(与泵轮是一体)组成。它的工作过程相当于两个风扇,如图 1-2 所示,电风扇 A 和 B 保持合适的距离,接通电风扇 A 的电源,虽然电风扇 B 处于断电状态,但通过 A 吹出的空气推动 B 的叶片,使电风扇 B 随之旋转。液力耦合器中的泵轮就相当于风扇 A,涡轮相当于风扇 B,其工作介质是 ATF 油,相当于空气。

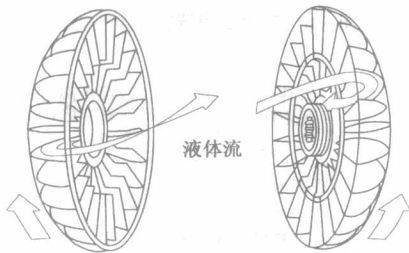


图 1-1 液力耦合器示意图

液力耦合器的工作如图 1-3 所示,当工作轮旋转时,其中的工作液也被叶片带动一起旋转。在离心力作用下,工作液从叶片内缘向外缘流动。因此,叶片外缘处压力较高,而内缘处压力较低,其压差决定于工作轮的半径和转速。由于泵轮和

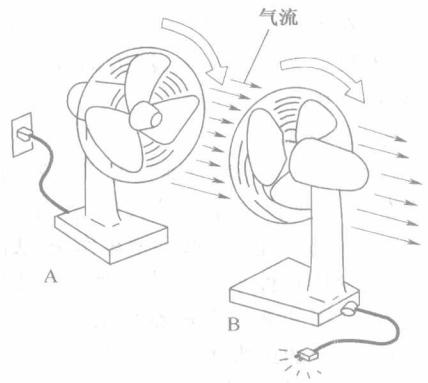


图 1-2 液力耦合器的工作原理

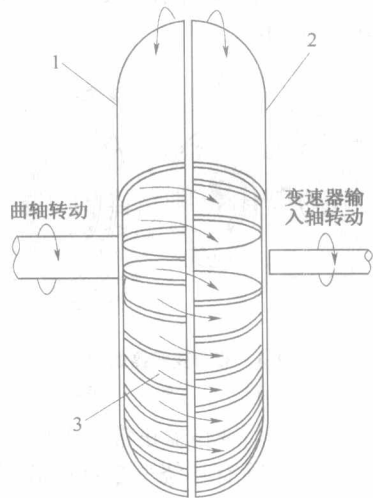


图 1-3 液力耦合器工作示意图

1. 泵轮 2. 涡轮 3. 油流方向

涡轮的直径是相同的,故当泵轮的转速大于涡轮的转速时,泵轮外缘的液压大于涡轮叶片外缘的液压,于是工作液在绕工作轴线旋转的同时,还在压力差的作用下,沿图 1-3 所示的箭头方向不断地作圆周运动,液体质点的流线形成一个首尾相连的环形螺旋线。泵轮对工作液做功,使之在从泵轮叶片内缘流向外缘的过程中,其圆周速度和动能渐次增大;而在从涡轮叶片外缘流向内缘的

过程中,其圆周速度和动能则渐次减小。故液力耦合器的传递过程是:泵轮接受发动机传来的机械能,传给工作液,使其动能提高,然后再由工作液将动能传给涡轮。因此,液力耦合器实现传动的必要条件是工作液在泵轮和涡轮之间有循环流动。而循环流动的产生,是由于两个工作轮转速不等,使两轮叶片的外缘处产生液压差所致。故液力耦合器在正常工作时,泵轮转速总是大于涡轮转速。如果二者转速相等,液力耦合器则不能起动力传递作用。

2. 液力变矩器

由以上分析可知,液力耦合器采用液力传递动力,在泵轮和涡轮转速差较大时,涡流速度加快,传动效率很低,且不能起到增矩作用,实际上,它只在早期少数几种车型自动变速器上使用过。目前轿车上装用的液力变矩器克服了这种缺点,它与液力耦合器的最大不同是增加了一个导轮,导轮单向固定(只能单向转动),从而改变了低转速时变矩器内油液的流动方向,使输出转矩增加。变矩器的组成如图 1-4 所示。液力变矩器的内部结构如图 1-5 所示。

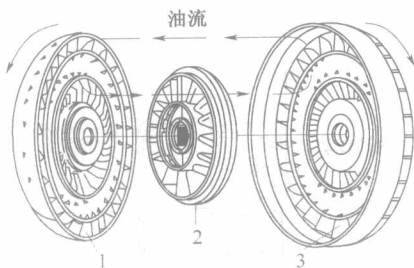


图 1-4 液力变矩器的组成
1. 涡轮 2. 导轮 3. 泵轮

与耦合器一样,变矩器正常工作时,储于环形内腔中的工作液,除有环绕变矩器的圆周运动以外,还有在循环圆中沿图 1-3 中箭头所示方向的循环流动,故能将转矩从泵轮传到涡轮上。与耦合器不同的是,变矩器不仅能传递转矩,还能在泵轮转矩不变的情况下,随着涡轮的转速(反映汽车行驶速度)不同而改变涡轮输出的转矩数值。变矩器之所以能起变矩作用,是由于结构上比耦合器多了导轮机构,在涡轮相对于泵轮低转速时,在液体循环流动的过程中,固定不动的导轮改变了回液流向,给涡轮一个反作用力矩,使涡轮输出的转矩高于泵轮输入的转矩。

液力变矩的增矩作用可用图 1-6 来描述,其

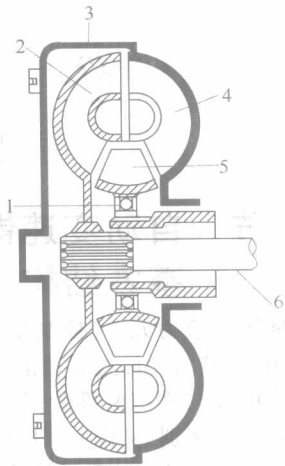


图 1-5 液力变矩器的结构

- 1. 单向离合器 2. 涡轮 3. 变矩器壳体
- 4. 泵轮 5. 导轮 6. 变矩器输入轴

传动效率可用图 1-7 描述。

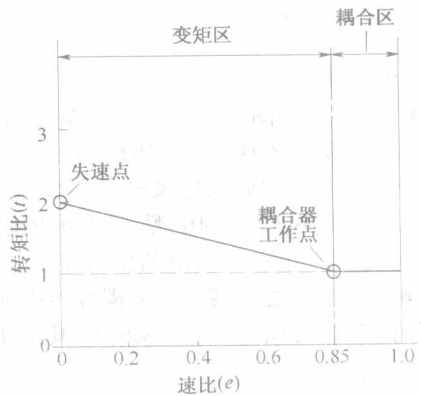


图 1-6 液力变矩器转矩特性曲线

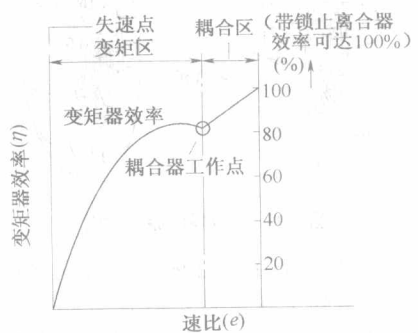


图 1-7 液力变矩器效率特性曲线

液力变矩器传动比(速比 e):液力变矩器传

动比 = 涡轮转速 / 泵轮转速。

变矩器的转矩比 (f): 液力变矩器的转矩比是指输出转矩与输入转矩之比, 当涡轮转速为 0 时, 称其为失速点 (见图 1-6), 此时变矩器的输出转矩最大, 转矩比达到 1.7~2.5。随着涡轮转速升高, 转矩比减小, 这一段称为变矩区。当涡轮转速接近泵轮转速时 (传动比升为 0.85 左右), 转矩比为 1, 液力变矩器进入耦合区, 就和普通耦合器工作一样。

液力变矩器传动效率 (η): 传动效率 $\eta = (\text{涡轮输出转矩} / \text{泵轮输出转矩}) \times \text{传动比}$ 。当速比为 0 时, 泵轮旋转而涡轮不转, 最大转矩传递到涡轮, 但因涡轮不转, 故效率为 0。当涡轮开始旋转时, 效率陡然上升, 在达到耦合点稍前一点时, 一直处于上升趋势, 尔后开始下降 (见图 1-7)。当导轮开始旋转时, 液力变矩器变为耦合器, 此时转矩比约为 1, 效率与速比直线上升。假定涡轮与泵轮转速相同, 则变矩器效率为 100%, 但此时变矩器中环流停止, 也就无法传递动力, 因此液力变矩器效率无法达到 100%, 最高时约为 95%。正因为液力变矩器的效率受到一定限制, 加之自动变速器内其他部件也存在一定的能耗, 装用自动变速器的车辆比装用手动变速器的车辆油耗要略高一些。

综上所述, 液力变矩器具有变速、增矩、传递动力的作用。另外, 变矩器位于变速器最前端, 其作用相当于手动变速器汽车中的离合器, 能切断发动机与变速器间的动力传递; 它还能增加发动机飞轮的旋转质量, 使发动机运转平稳; 多数自动变速器油泵也是由液力变矩器驱动。

不同型号的自动变速器所配用的液力变矩器

的内部构造基本相似, 图 1-8 所示是 01M 型变矩器结构分解图, 变矩器由泵轮、导轮、涡轮、锁止离合器和壳体组成。其中锁止离合器 (TCC) 与涡轮相连, 当其锁止时, TCC 摩擦片与泵轮或变矩器壳体压紧, 把涡轮和泵轮连接为一体, 形成刚性连接。变矩器锁止离合器的工作由变速器控制单元 (TCM) 控制, 图 1-9 是 01M 型自动变速器锁止离合器工作示意图, 电控单元通过电磁阀控制 A、B、C 三个油道的油压交替变化, 按要求在锁止离合器的前、后面产生压力或卸压, 控制锁止离合器接合或断开。锁止离合器接合时, 因油压作用, 其带有摩擦片的一面与变矩器壳体接合, 另一面通过齿牙与与涡轮连接为一体, 则涡轮和泵轮连接为一体。

二、行星齿轮机构

自动变速器采用行星齿轮式变速机构, 它与普通手动变速器的变速原理完全不同。下面对行星齿轮机构的变速原理、传动比计算方法及常见的组合方式作一介绍。

1. 简单的行星齿轮机构

最简单的行星齿轮机构由一个太阳轮、一个内齿圈和一个行星架组成, 如图 1-10 所示, 这种结构称之为一个单排行星排, 其实物如图 1-11 所示。由于单排行星齿轮机构具有两个自由度, 为了获得固定的传动比, 需将太阳轮、齿圈或行星架三者之一制动 (转速为 0) 或约束 (以某一固定的转速旋转), 以获得所需的传动比; 如果将三者中的任何两个连接为一体, 则整个行星齿轮机构以同一速度旋转。单排行星齿轮机构在不同状态下的旋转速度和方向见表 1-1。

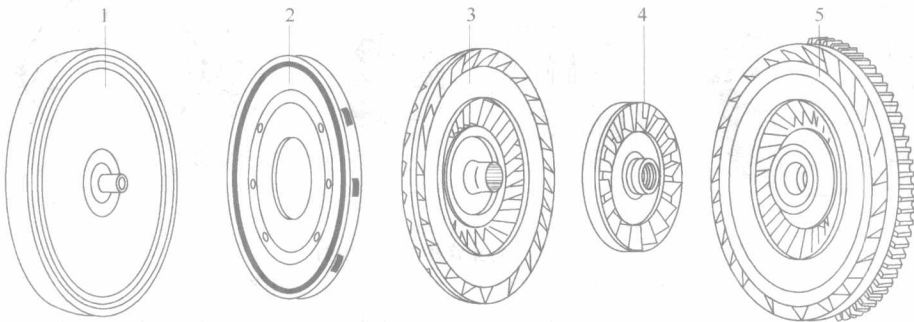


图 1-8 01M 液力变矩器

1. 变矩器壳体 2. 锁止离合器 (带扭转减振器) 3. 涡轮 4. 导轮 5. 泵轮

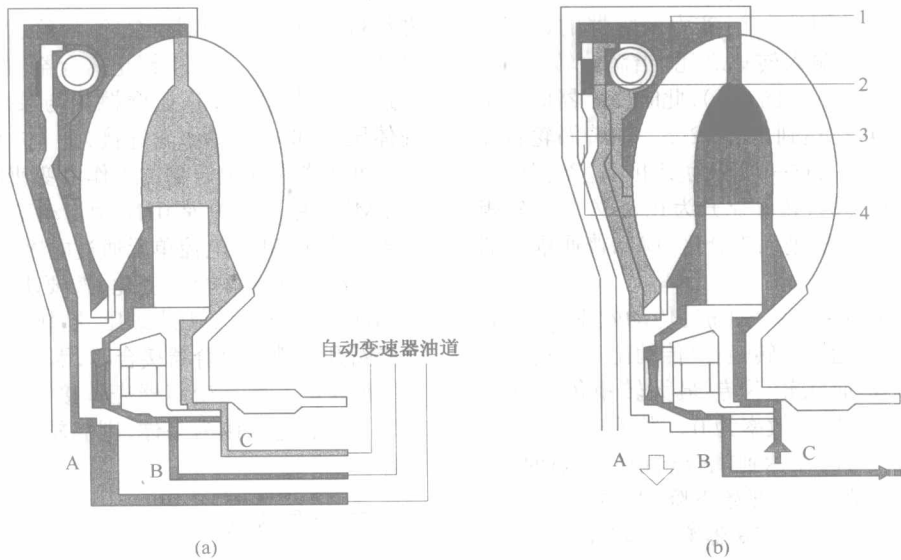


图 1-9 锁止离合器的工作示意图

(a)接合状态 (b)断开状态

1. 锁止离合器背面 2. 摩擦片 3. 变矩器壳体 4. 锁止离合器前面

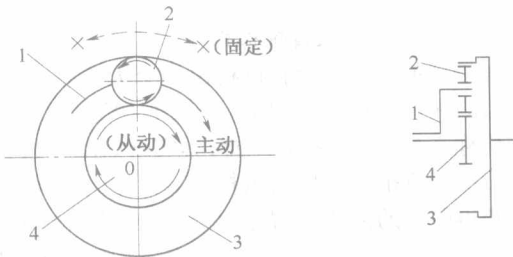


图 1-10 行星齿轮机构示意图

1. 行星架 2. 行星轮 3. 内齿圈 4. 太阳轮

表 1-1 单排行星齿轮机构的旋转速度和方向

固定件	主动件	从动件	转速	转向
太阳轮	行星架	齿圈	增速	同向
太阳轮	齿圈	行星架	减速	同向
齿圈	行星架	太阳轮	增速	同向
齿圈	太阳轮	行星架	减速	同向
行星架	齿圈	太阳轮	增速	反向
行星架	太阳轮	齿圈	减速	反向

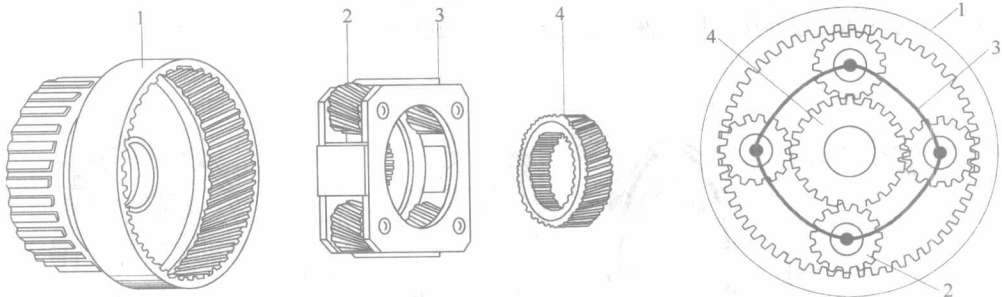


图 1-11 行星齿轮机构实物图

1. 内齿圈 2. 行星轮 3. 行星架 4. 太阳轮

由上表可见,如果固定行星架,则无论是驱动太阳轮还是内齿圈,传动比都为负;如果行星架为主动件,则无论是太阳轮或内齿圈输出均为增速,

这说明行星架是个特殊部件,并且它的假想齿数比太阳轮或内齿圈都要大。行星架本身没有齿牙,但它有一个假想齿数,对于单排行星齿轮机构

而言,假想齿数等于太阳轮齿数和齿圈齿数之和,也就是说,行星架是三者之中齿数最多的一个部件。由上表可知,驱动行星架时,齿圈和太阳轮均为增速;固定行星架时,齿圈和太阳轮互为反向输出。

2. 行星齿轮机构的组合方式

在实际应用中,常常采用多个单排行星齿轮机构进行串、并联或串联主、从动构件的方法来满足不同汽车行驶档位的需要。将两个单排单级行星齿轮机构组合起来形成的双排单级行星齿轮机构,称为辛普森式行星齿轮结构;将一个单排单级行星齿轮机构和一个单排双级行星齿轮机构按特定的方式组合起来,称为拉维奈式行星齿轮机构。

(1)辛普森式行星齿轮机构:图 1-12 是辛普森式行星齿轮机构,其特点是前、后两个行星排的太阳轮连为一体,称为共用太阳轮;前排的行星架和后排的齿圈连接为一体,称为前行星架/后齿圈组件,常作为动力输出端。该行星齿轮机构共有 4 个独立元件,分别是:共用太阳轮、前齿圈、前行星架/后齿圈组件和行星架。

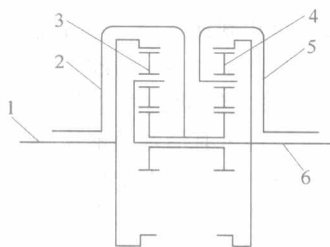


图 1-12 辛普森式行星齿轮机构

1. 前排内齿圈 2. 共用太阳轮
3. 前行行星轮 4. 后行星轮
5. 后行星架 6. 前行星架/后齿圈组件

辛普森式行星齿轮机构具有结构简单、传动效率高、运转平稳及噪声低的优点,多用于日本及美国轿车,特别是后轮驱动式轿车。

(2)拉维奈式行星齿轮机构:图 1-13 是拉维奈式行星齿轮机构,它是一种双排双、单级复合式行星齿轮机构,其前排为双级结构,后排是单级结构,前后排共用一个内齿圈和一个行星架。在行星架上,外行星轮为长行星轮,与后排太阳轮啮合;内行星轮为短行星轮,与前排小太阳轮和长行星轮同时啮合。这种结构被 01M 型自动变速器所采用,共用内齿圈为输出端。

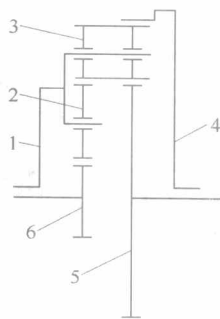


图 1-13 拉维奈式行星齿轮机构

1. 行星架 2. 短行星轮 3. 长行星轮
4. 共用内齿圈 5. 后排太阳轮 6. 前排太阳轮

拉维奈式行星齿轮机构具有结构简单、尺寸小、传动比变化范围大、灵活多变的特点,被许多欧、日(如奥迪、大众、福特、马自达等)公司生产的前轮驱动式轿车所采用。

三、换档执行元件

换档执行元件用于约束(固定并使其转速为 0 或连接某部件使其按某一规定转速旋转)行星齿轮机构的某些构件,通过适当选择被约束的基本元件和约束方式,就可以得到不同的传动比,形成不同的档位。换档执行元件包括离合器、制动器和单向离合器。

1. 离合器

离合器的作用是驱动或连接,当离合器工作时,它将主动部件与从动部件连接在一起,以实现动力传递;它可以将行星齿轮机构中的两个基本元件连接为一体,以实现直接传动(传动比为 1)。

离合器的常见结构是湿式多片式离合器,图 1-14 是 4T65E 型自动变速器中的 2 档离合器分解图。离合器壳又称离合器鼓,是主动件,在其内装有活塞,无液压时,活塞被回位弹簧压回至离合器壳底部。在离合器壳体内表面有轴向内花键,与钢片的外花键嵌合,将动力传递给离合器钢片。在从动花键毂的外表面有外花键,与纤维摩擦片的内花键嵌合。湿式多片离合器的工作原理示意图 1-15,当油压流入活塞前端的腔体时,活塞受液压力后移,使离合器钢片与摩擦片接合,动力得以传递。波纹片是为了使离合器接合平稳而设计的,有的离合器装用,有的离合器不装用。如果用普通钢板代替波纹板,会造成换档冲击。

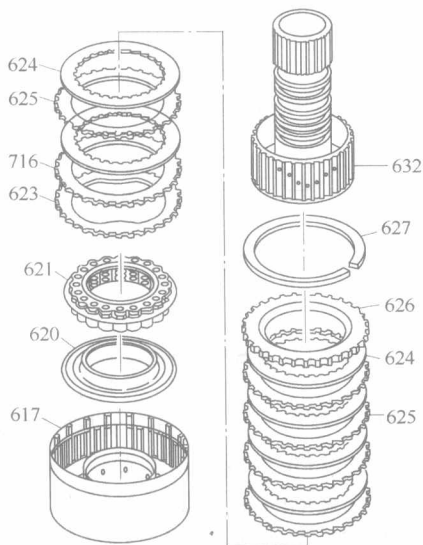


图 1-14 湿式多片式离合器分解

624. 纤维摩擦片 625. 钢片 716. 接合板
623. 波纹板 621. 回位弹簧 620. 活塞
626. 衬板 627. 卡环
617. 离合器壳体(从动件) 632. 从动花键毂(主动件)

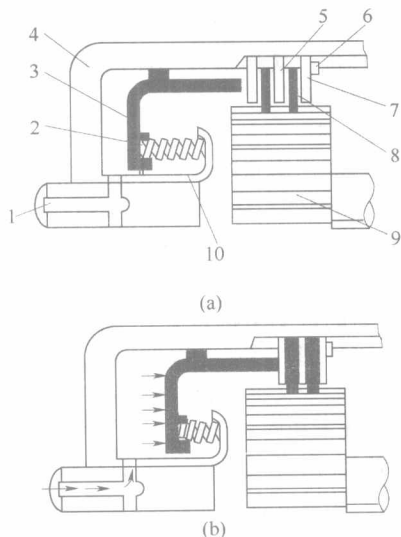


图 1-15 湿式多片式离合器的工作原理

- (a)未接合状态 (b)接合状态
1. 油孔 2. 回位弹簧 3. 活塞 4. 离合器壳
5. 钢片 6. 卡簧 7. 压板(衬板)
8. 纤维摩擦片 9. 从动毂 10. 回位弹簧保持座

一般情况,离合器的进油和泄油只有一个油道,为保证油压迅速泄放,在离合器活塞或壳体的

液压腔壁上中装有一个单向球阀,当油压建立时,钢球顶住锥形阀座,液压腔成为封闭的油腔;当油压消失时,随着液压力的下降,钢球与阀座脱开,油液从阀座中排出,使离合器迅速完全脱开。图 1-16 是 4T65E 型自动变速器二档离合器上的单向阀,它位于离合器的壳体上。有些单向球阀位于活塞上。

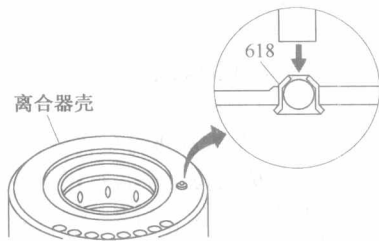


图 1-16 单向球阀的结构

2. 制动器

制动器的作用是固定行星齿轮机构中的某基本元件,它工作时将被制动元件与变速器壳体连接在一起,使其固定不能转动,可分为湿式多片制动器和带式制动器两种。

(1)湿式多片制动器:湿式多片制动器的结构与离合器相似,图 1-17 是 4T65E 型自动变速器 4 档制动器结构图。制动器壳与变速器壳体相连,固定不动,在其内装有活塞及钢片、摩擦片。在制动器壳体内表面有轴向内花键,与钢片的外花键嵌合,在 4 档轴花键毂的外表面有外花键,与纤维摩擦片的内花键嵌合。制动器工作时,钢片与摩擦片接合,使 4 档轴不能转动。

由上述可知,离合器和制动器不能从其外形和结构来区分,如果它工作时是驱动某元件则是离合器;如果其工作时是制动某元件则是制动器。在一些别克轿车维修资料中将上面的“4 档制动器”说成“4 档离合器”或“第四级离合器”是不确切的,不利于理解其工作原理,请读者注意。

(2)带式制动器:带式制动器由制动带及其伺服器组成。制动带内敷摩擦材料,包绕在制动鼓的外表面,制动带一端固定在变速器壳体上,另一端与伺服器的活塞相连。带式制动器的工作原理示意图见图 1-18,当液压施加于活塞时,活塞受力左移,克服回位簧(外弹簧)的阻力,推动活塞移动,活塞通过压缩缓冲弹簧(内弹簧),缓冲弹簧与推杆相连,使推杆左移,推动制动带的一端,制动带夹紧制动鼓,使制动鼓不能转动。解体伺服器

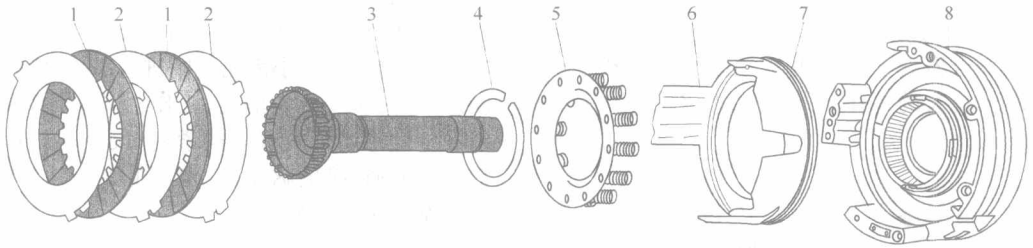


图 1-17 湿式多片制动器的结构

1. 摩擦片 2. 钢片 3. 4 档轴(连接前排太阳轮) 4. 卡环 5. 回位弹簧
6. 活塞 7. 密封圈 8. 制动器壳体(与变速器壳体相连)

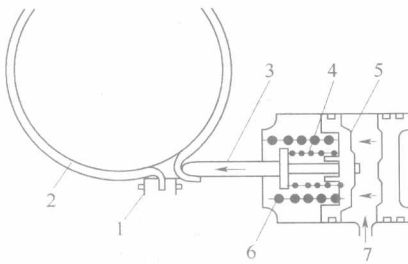


图 1-18 带式制动器的工作原理示意

1. 变速器壳体 2. 制动带 3. 推杆
4. 缓冲弹簧 5. 活塞 6. 回位弹簧 7. 伺服油路

后我们会发现里面有两个弹簧,其中内弹簧起缓冲作用,可以防止换档冲击;外弹簧是回位簧,在制动解除后,使活塞回位。在制动带未夹紧时,与制动鼓间就有一定的间隙,间隙的调整有两种方法:一是调整固定端(支承点)的位置;二是调整伺服器推杆的长度。但是现在的新型自动变速器中,因加工精度能够保证合适的间隙,这种调整装置已不多见。

3. 单向离合器

单向离合器具有单向锁止的特点,当与之相连接的零件的受力方向与其锁止方向相同时,该元件被固定(制动)或连接(驱动);当受力方向与锁止方向相反时,该元件被释放(脱离连接)。单向离合器在不同的状态下具有与离合器、制动器相同的作用。常见的单向离合器有楔块式和滚柱式两种。

(1)楔块式单向离合器:楔块式单向离合器由内圈、楔块、保持架和外圈组成,工作原理示意图 1-19。楔块长端的长度大于内圈和外圈之间的距离,而短端的长度小于内、外圈之间的距离。如果内圈固定,外圈沿图中 A 方向(逆时针)旋

转,摩擦力使楔块向倒下的方向转动,楔块对外圈没有阻力,外圈可以转动,单向离合器的这种状态为超越状态;如果外圈沿图中 B 方向(顺时针)旋转,摩擦力使楔块向立起的方向转动,使内圈和外圈卡死连为一体,外圈不能转动,单向离合器处于锁止状态。

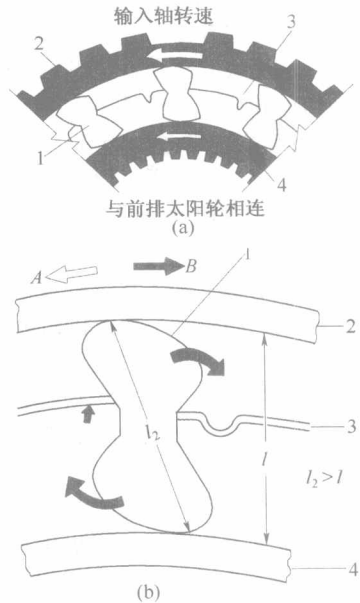


图 1-19 楔块式单向离合器工作原理示意

1. 楔块 2. 外圈 3. 保持架 4. 内圈

(2)滚柱式单向离合器:滚柱式单向离合器由内圈、滚柱、保持架和外圈组成,工作原理示意图 1-20。在外圈中开有楔形槽,如果内圈固定,当外圈沿图中 1-20a 方向(逆时针)旋转时,摩擦力使滚柱压缩弹簧向楔形槽的宽端移动,内圈与外圈脱开,外圈可以转动,单向离合器的这种状态为超越状态;如果外圈沿图 1-20b 中方向(顺时

针)旋转,摩擦力和弹簧力使滚柱向楔形槽的窄端移动,滚柱将内圈与外圈连为一体,外圈不能转动,单向离合器处于锁止状态。图 1-20 的楔形槽在外圈上,也有的是开在内圈上,两者的效果是一样的。

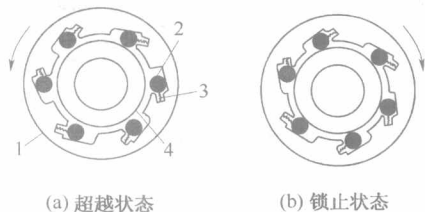


图 1-20 滚柱式单向离合器

1. 外圈 2. 滚柱 3. 弹簧 4. 内圈

四、液压控制系统

控制系统的作用是根据发动机负荷和车速的变化并参考其他修正信号,按照设定的换挡规律自动选择档位并通过换挡执行元件的动作,从而实现档位的自动变换及改变行星齿轮机构的传动比。按换挡信号和执行元件是全液压元件还是电子元件,可将自动变速器分为液控液压式和电控液压式自动变速器。为了便于理解新型电控自动变速器控制系统的原理,下面简单介绍一下全液压控制系统的基本原理。

液压控制机构由动力源、执行机构和控制机构组成。动力源主要是指油泵;执行机构包括离合器和制动器等(这些内容在上面已经介绍);控制机构包括油压调节装置、换挡信号装置、换挡阀、手动阀、换挡品质控制部件及变矩器控制装置等。

1. 油泵

油泵是液压控制机构和液压油的动力源,它的作用是向控制机构和换挡机构提供油压,并向变速器内部机件提供润滑。自动变速器常用的油泵有内啮合齿轮油泵、叶片泵和摆线转子泵三种形式。

(1)内啮合齿轮油泵:内啮合齿轮油泵的工作原理见图 1-21,它由内齿轮、月牙形隔板、小齿轮、泵壳、泵盖等组成。月牙形隔板将内齿轮和小齿轮之间的空间分隔为吸油腔和压油腔,在两个彼此不相通的腔分别有进油口和出油口。小齿轮由变矩器壳体驱动做顺时针旋转,内齿轮也被小齿轮驱动做顺时针旋转。此时,在吸油腔,由于内齿轮和小齿轮不断退出啮合,空容积不断增大,形

成局部真空,将液压油从进油口吸入,并且随着齿轮的旋转,齿间的油液被带到压油腔;在压油腔内,由于内齿轮和小齿轮不断进入啮合,空容积不断减小,使油液压力增高,液压油从排油口排出。内啮合齿轮油泵具有结构紧凑、尺寸小、重量轻、自吸能力强、流量脉动小、噪声低的优点,在自动变速器中应用最为广泛。

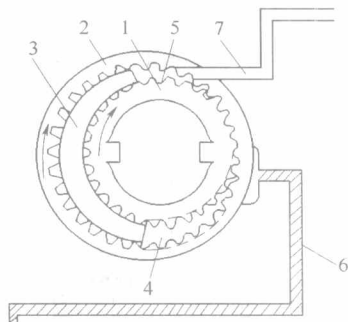


图 1-21 内啮合齿轮油泵的工作原理

1. 小齿轮 2. 内齿轮
3. 月牙形隔板 4. 吸油腔
5. 压油腔 6. 进油道 7. 出油道

(2)摆线转子泵:摆线转子泵是一种特殊齿形的内啮合齿轮油泵,由一对内啮合的转子及泵壳、泵盖组成,如图 1-22 所示。内转子为外齿轮,外转子为内齿轮,两者之间有一个偏心距 e ,内转子通常比外转子少一个齿。内转子是主动齿轮,外转子是从动齿轮,发动机运转时,带动内转子旋转,外转子的转速比内转子转速每周慢一个齿,内、外转子间工作腔的容积不断变化。当转子顺时针方向旋转时,图 1-22 中右侧的容积不断扩大,以致形成局部真空,将油液从进油口吸入;左侧工作腔容积由大变小,将油液从排油口压出,这就是转子泵的工作过程。摆线转子泵具有结构简单、尺寸紧凑、噪声小、运转平稳的特点,其缺点是流量脉动大,加工要求精度高。摆线转子油泵的齿数越多,出油脉动就越小。

(3)叶片泵:叶片泵由定子、转子、叶片、壳体和泵盖组成,如图 1-23 所示。其工作原理如图 1-24 所示,定子固定不动,转子由变矩器壳驱动,转子与定子不同心,二者之间有一定的偏心距 e 。在转子转动时,叶片在转子的槽中作往复运动,叶片间形成密封的工作腔,如果转子按图中所示逆时针转动,右边的叶片逐渐伸出,工作腔增大,形成局部真空,油液被吸入工作腔;左边的叶片被定

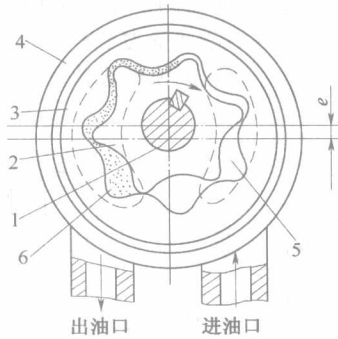


图 1-22 摆线转子泵的工作原理
1. 驱动轴 2. 内转子 3. 外转子
4. 泵壳 5. 进油腔 6. 出油腔
e—偏心距

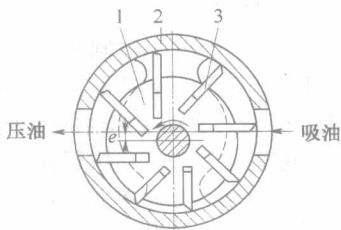


图 1-23 叶片泵的工作原理
1. 转子 2. 定子 3. 叶片

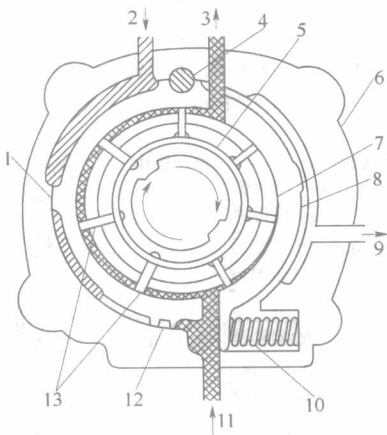


图 1-24 变排量叶片泵的工作原理
1. 左接触点 2. 油压控制口 3. 出油口
4. 滑套支销 5. 叶片泵 6. 泵壳 7. 转子
8. 滑套 9. 泄油口 10. 变油量弹簧
11. 进油口 12. 滑套密封条 13. 叶片

子逐渐压进槽内,工件腔容积减小,油压增高,从排油口排出。如果改变转子与定子之间的偏心距

e ,即改变了工作腔的容积,油泵的输油量就会变化,这就是变排量油泵。叶片泵具有运转平稳、泵油量均匀、容积效率高的优点,但是它有结构复杂、对液压油污染敏感的缺点。

发动机在不同工况时的转速差别很大,通常是在 $700 \sim 6500\text{r/min}$ 之间变化。如果在低转速时保证了所需的最低泵油量,则在高速时会使排量过大,油压增高,不但造成动力损失,还会造成换挡冲击和液压部件的早期损坏。可变流量叶片泵就能满足发动机不同转速工况下的需要。这种叶片泵的定子不是固定在壳体上,而是可以绕一个销轴摆动,从而改变了转子与定子之间的偏心距,也就改变了油泵的流量。定子的摆动量由反馈油压控制。当发动机转速增高,油压增高时,反馈压力增高,定子在反馈油压的作用下克服弹簧压力,绕销轴逆时针方向摆动,转子与定子之间的偏心距减小,降低了油泵的泵油量。

2. 主油压调节阀

主油压调节阀用于调节主油道的压力,主油压也称管路压力或线路压力,它是自动变速器中最基本和最重要的油压。其作用有二:一是作为变速器内各离合器和制动器的操纵压力;二是进一步调节成为变速器内其他压力。主油压应保持在一定的工作范围,并且满足不同工况的需要,具体要求如下。

①在节气门开度较小时,变速器所传递的力矩较小,各离合器和制动器不易打滑,主油路压力可以降低;当节气门开度较大时,因所传递的力矩较大,为防止离合器、制动器打滑,主油路压力要升高。

②车辆在低速档行驶时,变速器所传递的转矩较大,主油路压力要增高;在高速档行驶时,所传递的转矩较小,主油压可以降低。

③因变速器倒档使用时间较少,为减小变速器尺寸,倒档执行机构的离合器或制动器尺寸都做得较小,为避免出现打滑,在倒档时需提高操纵油压。

由以上分析可知,主油压调节阀为正确调节主油压力,需引入与节气门开度有关的油压信号、与车速有关的油压信号和与变速器操纵手柄位置有关的油压信号,下面分别介绍。

3. 节气门阀

节气门阀实际上是一个调压阀,它输出的压力与节气门开度的大小有关,因节气门开度的大

小对应着发动机的负荷,所以又称负荷油压或转矩油压,它随着节气门开度的增大而增大。节气门阀向主油压调节阀和换档阀等提供节气门油压信号。在装用全液压控制的自动变速器车辆上,可以看到节气门上有两根拉线,一根通加速踏板,另一根通变速器的节气门阀。而在电控自动变速器中已取消了这根拉线,用节气门位置传感器信号来替代。

4. 速控阀

速控阀也是一个调压阀,它的输出压力由车速决定,速控油压的作用是控制换档。速控阀一般安装在输出轴上,与输出轴同步旋转,利用旋转时重块所产生的离心力来控制滑阀阀芯的位置,故又称为离心式调速器阀。车速升高,速控阀的输出压力增大。

自动变速器控制换档的主要参数有两个,即上面已介绍的发动机负荷与车速。这两个油压信号的油压调节阀在电控自动变速器中,已分别被节气门位置传感器信号和车速传感器信号所代替。

5. 手动阀

手动阀由操纵手柄通过拉线控制,它是一个手控的油路开关,有一个进油口,根据操纵手柄的不同位置,有不同的出油口,使相应的油路相通,档位的变换是在这个基础上进行的。手动阀还使不工作的油路与泄放油孔相通,以实现不同的换档要求。

6. 强制降档阀

车辆在高档下以较高的车速行驶时,把加速踏板踩到底可能仍会感觉动力不够强烈,如果此时变速器强制性地降低一档,因传动比增加,发动机转速增加,输出转矩增加,能起到迅速提高车速的作用。全液压式自动变速器一般采用滚轮式强制降档阀,它与节气门阀安装在同一个节气门阀体内。对于电控自动变速器,多采用与节气门拉线相连的强制降档开关。也有的新型电控自动变速器取消了强制降档开关,使用节气门位置传感器的信号来作为强制降档信号。

7. 换档品质控制

为防止因自动变速器换档时间过短而产生换档冲击,自动变速器内部装有起缓冲和安全作用的蓄压器。蓄压器也称蓄能器和减振器,图 1-25 是其工件原理简图,它由减振活塞、弹簧及壳体组成,与离合器或制动器油路并联安装。在工作油

液进入离合器或制动器的活塞腔的同时,也进入蓄压器,蓄压器内的活塞受力下移,这减缓了工作压力迅速增长,防止因换档过快而引起的冲击。

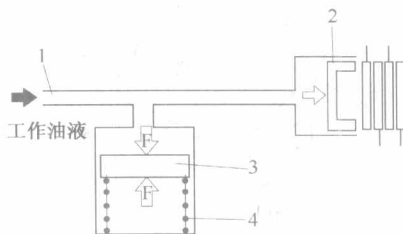


图 1-25 蓄压器的工作原理

1. 进油口 2. 离合器活塞
3. 蓄压器活塞 4. 蓄压器弹簧

五、电液控制系统

电液控制系统,由电子控制装置和阀体两大部分组成,即由电子元件控制液压元件的动作,简称电控自动变速器。自动变速器的电子控制系统由传感器、控制单元(TCM)和执行元件三大部分组成,如图 1-26 所示。控制单元也称为控制模块或变速器控制电脑,一般用 TCM 或 ECU 表示,也有的比较先进的车型,发动机与自动变速器使用一个控制单元,称为动力系统控制模块 PCM。控制单元将收到的各传感器的信号进行分析与计算,并与存储器中存储的数据比较,从而判断出自动变速器的状态及要执行的命令,给相应的执行器发出信号,选择不同的档位。

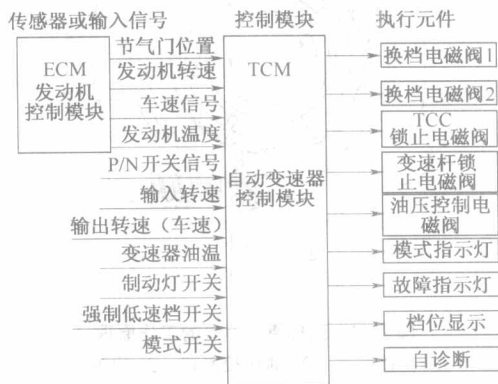


图 1-26 典型的电子控制系统工作框图

1. 节气门位置信号

节气门位置信号的作用:一是用来确定换档时刻和换档曲线,一般情况是,当急踩加速踏板