



高职高专规划教材

汽车底盘 电控技术

李春明 主 编
赵 宇 副主编
韩 梅 主 审



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高职高专规划教材

汽车底盘电控技术

李春明 主 编
赵 宇 副主编
韩 梅 主 审



机械工业出版社

本书系统地讲解了我国目前常见车型的电控液力自动变速器、电控机械无级自动变速器、电控防抱死制动系统(ABS)、电控驱动防滑系统(ASR)、电控悬架系统、四轮转向与电控助力转向系统的结构、原理、故障诊断、检测分析等内容。

本书适合高职高专汽车电子技术专业,也可以作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控技术/李春明主编. —北京:机械工业出版社, 2004.1

高职高专规划教材

ISBN 7-111-13702-7

I. 汽… II. 李… III. 汽车—底盘—电子控制—高等学校:技术学校—教材 IV. U463.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 120252 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:朱 华 宋学敏 版式设计:冉晓华 责任校对:韩 晶

封面设计:饶 薇 责任印制:施 红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版·第 2 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 15.75 印张 · 385 千字

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

高职高专汽车类专业系列

教材编委会

主任：天津交通职业学院 靳和连

副主任：天津交通职业学院 林为群

机械工业出版社 王世刚

承德石油高等专科学校 王世震

黑龙江工程学院 孙凤英

长春汽车工业高等专科学校 李春明

江西交通职业技术学院 邹小明

委员：北京汽车工业学校 么居标

河南机电职业技术学院 娄云

辽宁交通高等专科学校 张西振

辽宁交通高等专科学校 毛峰

承德石油高等专科学校 郝军

河北工业职业技术学院 顾振华

郑州工业高等专科学校 李焕锋

前 言

中共中央、国务院在第三次全国教育工作会议，做出了“关于深化教育改革，全面推进素质教育的决定”的重大决策，明确提出要大力发展高等职业教育，培养一大批具有必备的理论知识和较强的实践能力，适应生产、建设、管理、服务第一线急需的高等技术应用性专门人才。为此，教育部召开了关于加强高职高专教学工作会议，进一步明确了高职高专是以培养技术应用性专门人才为根本任务，以适应社会需要为目标，要体现地区经济、行业经济和社会发展的需要，即用人的需求。

“教书育人，教材先行”，教育离不开教材。机械工业出版社组织全国 11 所职业技术学院有多年高职高专教学经验的老师编写了高职高专汽车电子技术专业、汽车贸易专业两套教材。

两套教材是根据高中毕业 3 年制(总学时 1600~1800)、兼顾 2 年制(总学时 1100~1200)的高职高专教学计划需要编写的。在内容上突出了基础理论知识的应用和实践能力的培养。突出针对性和实用性，强化实践教学。

随着汽车工业的发展，人们对汽车的舒适性、安全性、可靠性的要求越来越高，传统的机械系统已很难满足这些要求。尤其是以机械系统为主的汽车底盘部分正发生着巨大的变化，特别是电子控制技术在汽车工业中的广泛应用，使得汽车底盘技术越来越复杂，正朝着电子化、智能化方向发展。自动变速器、防抱死制动系统(ABS)等已成为一些车辆的标准装备。为满足汽车电子技术专业教学需要，使广大汽车维修技术人员系统地掌握现代汽车底盘电控技术，我们编写了此书。

本书共分七章，主要包括电控液力自动变速器、电控机械无级自动变速器、电控防抱死制动系统(ABS)、电控驱动防滑系统、电控悬架系统、四轮转向与电控助力转向系统的结构、原理、故障诊断分析及检测等内容。

该书适合高职高专汽车电子技术专业，也可以作为成人高等教育、汽车技术培训等相关课程的教材。

本书由长春汽车工业高等专科学校李春明主编，赵宇副主编。其中，第一章、第二章的第三节与第四节由李春明编写，第二章的第一节与第二节、第七章由长春汽车工业高等专科学校韩东编写，第三章由赵宇编写，第四章、第五章由郑州工业高等专科学校孟国强编写，第六章由太原理工大学阳泉学院姚志平编写，全书由辽宁交通高等专科学校韩梅主审。

本书在编写过程中，得到许多专家与同行的热情支持，并参阅了许多国内外公开出版与发表的文献，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中可能存在不妥或错漏之处，恳请读者批评指正。

高职高专汽车类专业系列教材编委会

目 录

前言

第一章 绪论 1

第二章 电控液力自动变速器 4

第一节 概述 4

第二节 电控液力自动变速器的结构与 工作原理 10

第三节 典型轿车电控液力自动变速器 ... 45

第四节 电控液力自动变速器的 使用与检修 79

第三章 电控机械无级自动变速器 102

第一节 概述 102

第二节 电控机械无级自动变速器的结构与 工作原理 102

第四章 电控防抱死制动系统(ABS) ... 131

第一节 概述 131

第二节 ABS 的结构与工作原理 134

第三节 典型的 ABS 152

第四节 ABS 的使用与检修 160

第五章 电控驱动防滑/牵引力控制系统

(ASR/TRC) 169

第一节 概述 169

第二节 ASR 系统的结构与工作原理 171

第三节 典型 ASR 系统 174

第四节 防滑差速器 185

第六章 电子控制悬架系统 189

第一节 概述 189

第二节 电子控制悬架系统的结构与 工作原理 190

第三节 典型汽车电子控制悬架系统 205

第四节 电子控制悬架系统的使用与 检修 210

第七章 电控动力转向与四轮

转向系统 217

第一节 概述 217

第二节 液压式电控动力转向系统 224

第三节 电动式电控动力转向系统 232

第四节 四轮转向控制系统(4WS) 235

参考文献 244

第一章 绪 论

随着汽车工业的飞速发展,计算机在汽车上的应用越来越广泛,汽车底盘发生了重大变革,它改变了汽车传统的机械装置,并增加了许多新的功能,使汽车的驾驶更为简单方便,乘坐更为舒适安全。

汽车底盘电子控制主要包括:电控自动变速器、防抱死制动系统、驱动防滑系统、电控悬架系统、转向控制系统等。

一、自动变速器

20世纪30~40年代起,人们就不遗余力地发展自动变速器(AT—Automatic Transmission)。到20世纪70年代,美国每年生产的600~800万辆轿车中,自动变速器(AT)的装备率已超过90%。这种趋势很快也波及欧洲、日本等汽车工业大国,竞相开发各自的自动变速器产品。在日本,80年代后期对AT的需求已超过65%,并且仍在不断提高。AT不仅在轿车上得到了最广泛的应用,同样在城市公共汽车,矿用汽车以及越野军用车辆中也迅速得到应用,装用自动变速器车辆的比例越来越高,各大汽车公司都已建成了大规模生产AT的专业化工厂。

20世纪80年代,随着微电子技术迅猛发展,机电一体化技术进入汽车领域,推动了汽车变速装置的重大变革。三种传动装置均出现了电子化的趋势:

1. 液力自动变速器(AT)

把原有液压控制完成的功能改由微处理器来完成,实现了由AT向EAT(Electronic-controlled AT)的转变,减少了结构复杂性和制造技术要求,降低成本,提高了产品适应性。

2. 手动式机械变速器(MT—Manual Transmission)

借助于微机控制技术,正在演变为电子计算机控制的机械式自动变速器(EMT—Electronic-controlled Mechanical Transmission或AMT—Automated Mechanical Transmission),从而克服了手动操纵的种种弊端。

3. 无级变速器(CVT—Continuously Variable Transmission)

改由电子控制取代液压控制,实现由CVT向ECVT的转变,达到简化结构、提高控制精度的目的。

电子控制与液压控制相比,具有明显的优势:

1) 微机控制可以实现以前由液压控制难以实现的更复杂多样的控制功能,使变速器的性能得到提高。

2) 微电子控制可以极大地简化液压控制结构,减少生产投资及种种困难。

3) 电子控制功能借助于软硬结合才能实现,由于软件易于修改,可使产品具有适应结构参数变化的特性。

4) 随着汽车电子化的发展,汽车传动系的电子控制可以与发动机、制动系、安全气囊等系统通过总线联网,资源共享,实现整体控制,进一步简化控制结构。

5) 为满足不同驾驶者的需要,较容易实现集手动——自动于一体控制的变速器。

二、防抱死制动系统

防抱死制动系统就是在制动过程中通过调节制动轮缸(或制动气室)的制动压力使作用于车轮的制动力矩受到控制,而将车轮的滑动率控制在较为理想的范围内。防止车轮被制动抱死,避免车轮在路面上进行纯滑移,提高汽车在制动过程中的方向稳定性和转向操纵能力,缩短制动距离,所以,被称为防抱死制动系统(Anti-lock Brake System),简称 ABS。

1950 年,世界上第一台防抱死制动系统(ABS)研制成功并首先被应用于航空领域的飞机上。

德国博世公司(BOSCH)20 世纪 60 年代初就开始 ABS 的开发工作,于 1978 年正式生产 ABS1 型汽车防抱死制动系统。1984 年推出 ABS2 型,1986 年开始生产 ABS3 型,以后相继开发出 ABS2S 型及将汽车防抱死制动系统与驱动力自动调节装置有机结合的 ABS/ASR 系统。该公司自 1985 年起已向欧洲、美国、日本和南韩的 22 家轿车生产厂和 9 家载货汽车生产厂的 66 种汽车提供大量的 ABS 系统。

德国瓦布科公司(WABCO)从 1974 年就开始研制生产用于商用车辆的 ABS,是世界上最大的 ABS 生产厂家之一。于 1975 年研制出部分集成模拟信号处理的第一代 ABS 产品,以后又相继研制出全数字化和高度集成化的 ABS 产品,并将微机控制应用于制动系统中。该公司已将其 ABS 产品在东风汽车和斯达-斯泰尔汽车上试用。

德国的戴维斯公司(TEVES)于 1987 年,在法兰克福投资组建了一个 ABS 生产厂,1988 年其 ABS 的生产能力就达年产 60 万套。1990 年,该公司开始生产第四代 ABS,年产量达 50 万套。并于 1989 年推出 ABS/ASR 汽车防抱死制动和车轮防打滑电子控制系统。

20 世纪 80 年代是汽车 ABS 研制生产应用迅速发展的阶段。此间美国的凯尔西-海斯公司(KELSEY HAYES)研制和生产后轮防抱死制动装置(EBC)。美国通用汽车公司子公司达科公司(DEL CO)研制出 ABS VI 防抱死制动系统。德国的科诺尔公司(KNORR)研制生产出 DB90 型防抱死制动装置。英国格林公司(GIRLING)研制生产出 DGX 型货车用防抱死制动装置。

随着电子技术和高速数字通信技术的发展,ABS 已逐步由单一的系统,正在向汽车多种控制一体化方向发展。目前制动防抱死技术的发展趋势是:

- 1) 减小体积和质量,提高集成度以降低成本和销售价格,并简化安装。
- 2) 开发一种系统适应多种车型的回流泵系统。
- 3) 改进电磁阀的磁路设计和结构设计,提高电磁阀的响应速度。
- 4) ABS 的 ECU 普遍采用 16 位 CPU 芯片,12kB 以上的 ROM,12MHz 以上的主频。软件则重视改进算法,提高运算速度。
- 5) 逐渐推广应用 ABS + TC (ASR)相结合的系统。目前已经生产出 ABS 和驱动控制系统(ASR)一体化的组合装置,如 Mercedes-Benz 公司和 Wabco 公司联合开发出一种基于 ABS 的驱动滑转率调节装置。
- 6) 采用计算机进行 ABS 与汽车的匹配、标定技术,同时加强道路试验提高在各种不同路面上的适应能力。

另外,ABS 与电控悬架、电控四轮转向、电控自动变速器、主动制动器等相结合的组合装置是 ABS 研究的方向。

三、电控驱动防滑控制系统

汽车驱动防滑控制(Anti Slip Regulation)系统简称 ASR,是继防抱死制动系统(ABS)之后

应用于车轮防滑的电子控制系统。ASR 的基本功能是防止汽车在加速过程中打滑，特别是防止汽车在非对称路面或在转弯时驱动轮的空转，以保持汽车行驶方向的稳定性，操纵性和维持汽车的最佳驱动力以及提高汽车的平顺性。由于驱动防滑转系统是通过调节驱动车轮的牵引力来实现驱动车轮滑转控制的，因此，也被称为牵引力控制系统(Traction Control System)，简称 TCS。

驱动防滑转系统在驱动过程中通常可以通过调节发动机的输出转矩、传动系的传动比、变速器的锁紧系统等，控制作用于驱动车轮的驱动力矩，以及通过调节驱动轮制动缸(或制动气室)的制动压力，控制作用于驱动车轮的制动力矩，实现对车轮牵引力矩的控制，将驱动车轮的滑动率控制在较为理想的范围内。

四、悬架系统

悬架将车身与车桥、车轮弹性相连，传递作用在车轮和车身之间的力和力矩，缓和由不平路面传给车身的冲击，并衰减由此引起的振动，以保证汽车行驶平顺性、操纵稳定性和乘坐舒适性。目前多数汽车的悬架都是被动式悬架，即汽车的车轮和车身状态只能被动地取决于路面及行驶状况以及汽车的弹性支承元件、减振器和导向机构。

20 世纪 80 年代以来，半主动悬架和主动悬架开始在一部分汽车中得到应用。所谓主动悬架，是根据行驶条件，随时对悬架系统的刚度、减振器的阻尼力以及车身的高度和姿式进行调节，使汽车的有关性能始终处于最佳状态。调节方式可以是机械式的，也可以是电子控制式的。这种调节需要消耗能量，故系统中需要能源。半主动悬架仅对减振器的阻尼力进行调节，有些还对横向稳定器的刚度进行调节，调节方式也有机械式和电子控制式两种。这种调节不需消耗能量，故系统中不需要能源，即系统是无能源的。

1987 年，世界上首次推出装有空气弹簧的主动悬架，它是一种通过改变空气弹簧的空气压力来改变弹性元件刚度的主动悬架。1989 年又推出了装有油气弹簧的主动悬架。20 世纪 90 年代以后，电子技术在汽车悬架系统中的应用越来越多。

五、转向控制系统

转向控制主要包括动力转向控制和四轮转向控制。采用动力转向系统的目的是使转向操纵轻便，提高响应特性。理想的动力转向系统应在停车和低速状态时能提供足够的助力，使转向轻便，而随着车速的增加助力逐渐减少，在高速行驶时则无助力或助力很小，以保证驾驶员有足够的路感。为了实现在各种行驶条件下转向盘上所需的力都是最佳值，电子控制转向系统应运而生。

从 20 世纪 80 年代起国外就开始陆续运用四轮转向系统。四轮转向的含义是在转向时，除前轮转向外，再附加后轮转向，这种附加后轮转向角是有限的，与前轮转向角有一定比例关系，其目的是改善整车的转向特性和响应特性，低速时改善车辆的机动性，高速时改善车辆的稳定性。

第二章 电控液力自动变速器

第一节 概 述

一、电控液力变速器的优缺点

1. 优点

(1) 整车具有更好的驾驶性能 汽车驾驶性能的好坏,除与汽车本身的结构有关外,还取决于正确的控制和操纵。自动变速器能通过系统的设计,使整车自动去达到这些使用要求,以获得最佳的燃油经济性和动力性,使得驾驶性能与驾驶员的技术水平关系不大,因而特别适用于非职业驾驶。

(2) 良好的行驶性能 自动变速装置的挡位变换不但快而且平稳,提高了汽车的乘坐舒适性。通过液力传动和微电脑控制换挡,可以消除或降低动力传递系统中的冲击和动载。这对在地形复杂、路面恶劣条件下作业的工程车辆、军用车辆尤为重要。试验表明,在坏路段行驶时,自动变速器的车辆传动轴上,最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 20%~40%。原地起步时最大动载转矩的峰值只有手动变速器的 50%~70%,且能大幅度延长发动机和传动系零部件的寿命。

(3) 较好的行车安全性 在车辆行驶过程中,驾驶员必须根据道路、交通条件的变化,对车辆的行驶方向和速度进行改变和调节。以城市大客车为例,平均每分钟换挡 3~5 次,而每次换挡有 4~6 个手脚协同动作。正是由于这种连续不断的频繁操作,使驾驶员的注意力被分散,而且易产生疲劳,造成交通事故增加;或者是减少换挡,以操纵油门大小代替变速,即以牺牲燃油经济性来减轻疲劳强度。自动变速的车辆,取消了离合器踏板和变速操纵杆,只要控制油门踏板,就能自动变速,从而减轻了驾驶员的疲劳强度,使行车事故率降低,平均车速提高。

(4) 降低废气排放 发动机在怠速和高速运行时,排放的废气中一氧化碳或碳氢化合物的浓度较高,而自动变速器的应用,可使发动机经常处于经济转速区域内运转,也就是在较小污染排放的转速范围内工作,从而降低了排气污染。

2. 缺点

(1) 结构较复杂 与手动变速器相比,自动变速器的结构较复杂,零件加工难度大,生产成本较高,修理也较麻烦。

(2) 传动效率低 与手动变速器相比,自动变速器的效率不够高。当然,通过与发动机的匹配优化,液力变矩器锁止、增加挡位数等措施,可使自动变速器的效率接近手动变速器的水平。

二、电控液力自动变速器的组成

电控自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速机构、换挡执行机构、液压控制系统和电子控制系统五大部分组成。

1. 液力变矩器

液力变矩器安装在发动机与变速器之间，将发动机转矩传给变速器输入轴。它相当于普通汽车上的离合器，但在传递力矩的方式上又不同于普通离合器。普通汽车离合器是靠摩擦传递力矩，而液力变矩器是靠液力来传递力矩，而且液力变矩器可改变发动机转矩，并能实现无级变速。见图 2-1。

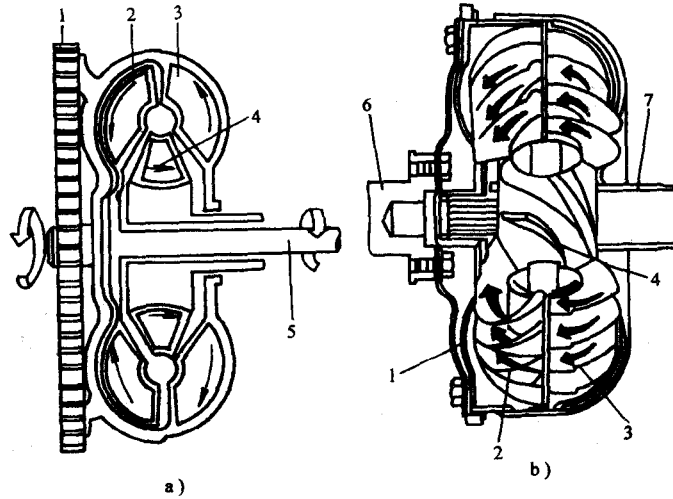


图 2-1 液力变矩器

a) 结构简图 b) 工作示意图

1—飞轮 2—涡轮 3—泵轮 4—导轮
5—变速器输出轴 6—曲轴 7—导轮固定套管

2. 齿轮变速机构

齿轮变速机构可形成不同的传动比，组合成电控自动变速器不同的挡位。目前绝大多数电控自动变速器采用行星齿轮机构进行变速，但也有个别车型采用普通齿轮机构进行变速（如本田车系）。行星齿轮机构和普通齿轮机构见图 2-2。

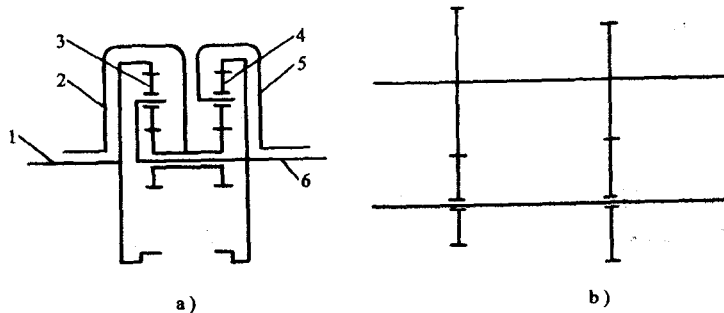


图 2-2 齿轮机构

a) 辛普森式行星齿轮机构啮合方式 b) 普通齿轮机构啮合方式

1—前排齿圈 2—太阳轮 3—前行星轮
4—后行星轮 5—后行星架 6—前行星架和后齿圈组件

3. 换挡执行机构

电控自动变速器的换挡执行机构，其功用与普通变速器的同步器有相似之处，但电控自动变速器的换挡执行机构受电液系统控制，而普通变速器的同步器是由人工控制的。电控自动变速器的换挡执行机构，包括离合器、制动器、单向离合器三种，见图 2-3。

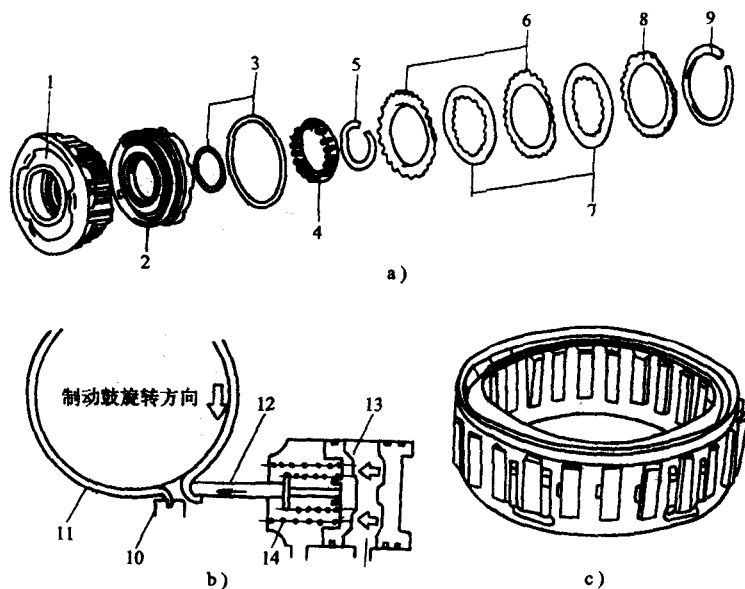


图 2-3 电控液力自动变速器的换挡执行元件

a) 离合器 b) 制动器 c) 单向离合器

1—离合器鼓 2—活塞 3—O形密封圈 4—回位弹簧及弹簧座

5—卡环 6—钢片 7—摩擦片 8—挡圈 9—卡环

10—变速器壳体 11—制动带 12—活塞顶杆

13—活塞 14—弹簧

4. 液压控制系统

电控自动变速器中的液压控制系统主要控制换挡执行机构的工作，由液压泵及各种液压控制阀和液压管路等组成，见图 2-4。

5. 电子控制系统

电控自动变速器中的电子控制系统与液压控制系统配合使用，通常把它们合称为电液控制系统。电子控制系统主要包括电子控制单元、各类传感器及执行器等。电子控制系统中的传感器及各种控制开关将发动机工况、车速等信号传递给电子控制单元，电子控制单元发出指令给执行器，执行器和液压系统按一定的规律控制换挡执行机构工作，实现电控自动变速器自动换挡，见图 2-5。

三、电控液力自动变速器的控制原理

电控液力自动变速器是通过传感器和开关监测汽车和发动机的运行状态，接受驾驶员的指令，将发动机转速、节气门开度、车速、发动机冷却液温度、自动变速器液压油温等参数转变为电信号，并输入电控单元(ECU)。ECU 根据这些信号，按照设定的换挡规律，向换挡电磁阀、油压电磁阀等发出电子控制信号；换挡电磁阀和油压电磁阀再将 ECU 发出的控制

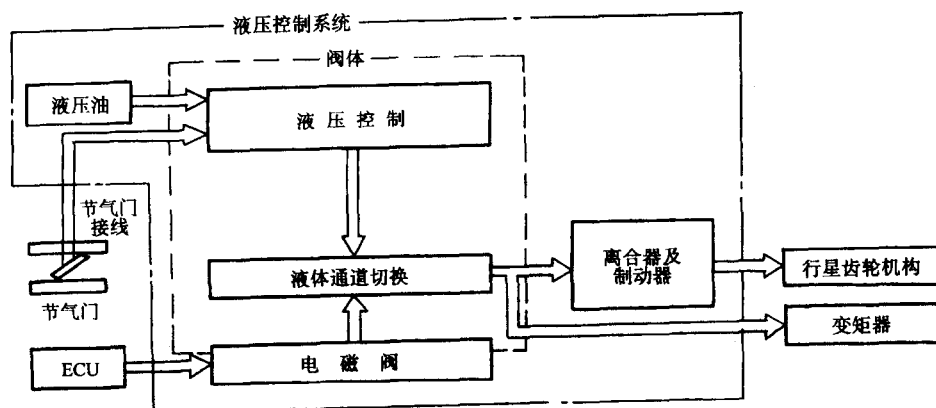


图 2-4 液压控制系统的组成

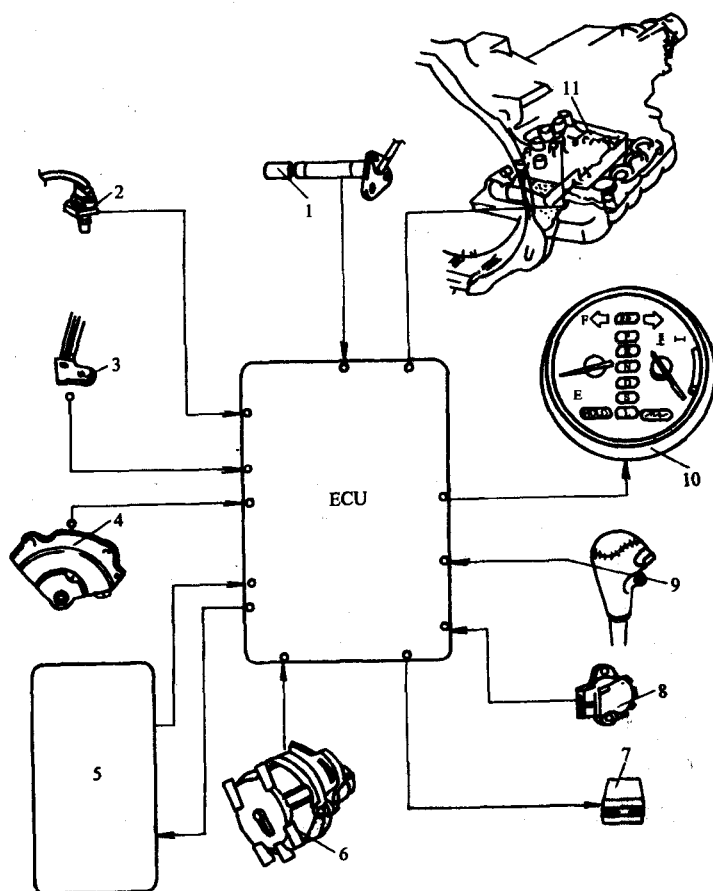


图 2-5 电子控制系统

- 1—输入轴转速传感器 2—车速传感器 3—液压油温度传感器 4—挡位开关
5—巡航电子控制单元 6—发动机转速传感器 7—自诊断插座
8—节气门位置传感器 9—超速挡开关 10—仪表板 11—电磁阀

信号转变为液压控制信号，阀板中的各个控制阀根据这些液压控制信号，控制换挡执行机构的动作，从而实现自动换挡，见图 2-6。

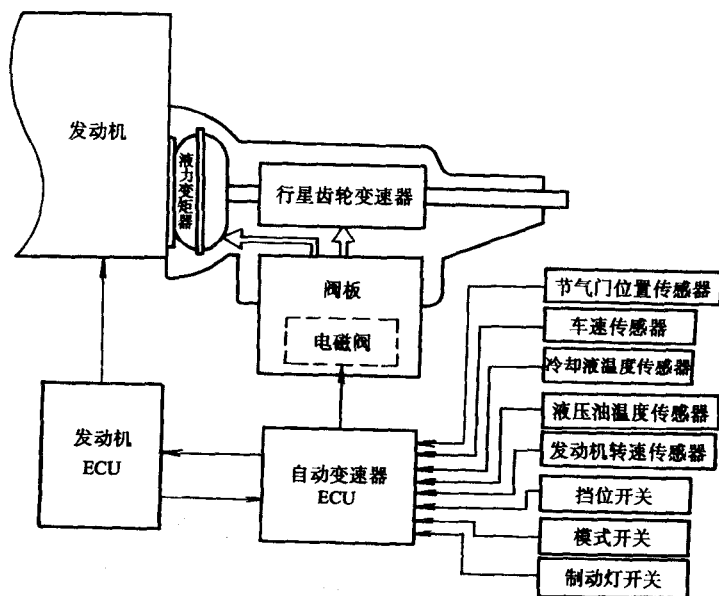


图 2-6 电控自动变速器控制原理

四、电控液力自动变速器的分类

1. 按驱动方式分类

按照汽车驱动方式的不同，可分为后驱动自动变速器和前驱动自动变速器即自动驱动桥。

后驱动自动变速器的变矩器和齿轮变速器的输入轴及输出轴在同一轴线上，发动机的动力经变矩器、变速器、传动轴、后驱动桥的主减速器、差速器和半轴传给左右两个后轮。

前驱动自动变速器在自动变速器的壳体内还装有主减速器和差速器，纵置发动机前驱动变速器的结构和布置与后驱动自动变速器基本相同。横置发动机前驱动变速器由于汽车横向尺寸的限制，要求有较小的轴向尺寸，通常将输入轴和输出轴设计成两个轴线的方式，变矩器和齿轮变速器输入轴布置在上方，输出轴布置在下方，减少了变速器总体的轴向尺寸，但增加了变速器的高度。

2. 按前进挡的挡位数不同分类

按前进挡的挡位数不同，可分为 3 个前进挡、4 个前进挡、5 个前进挡。新型轿车装用的自动变速器基本上都是 4 个前进挡，即没有超速挡。目前已经开发出装有 5 个前进挡自动变速器的轿车。

3. 按齿轮变速器的类型分类

按齿轮变速器类型的不同，可分为行星齿轮式自动变速器和平行轴式自动变速器两种。行星齿轮式自动变速器结构紧凑，能获得较大的传动比。为绝大多数轿车采用。平行轴式自动变速器体积较大，最大传动比较小，只有少数几种车型使用（如本田 ACCORD 轿车）。

4. 按控制方式分类

按控制方式不同,可分为液力控制自动变速器和电子控制自动变速器两种。

五、电控液力自动变速器挡位介绍

自动变速器换挡元件有按钮式和拉杆式两种类型,驾驶员可以通过其进行挡位选择。按钮式一般布置在仪表板上;拉杆式即换挡操纵手柄,可布置在转向柱上或驾驶室地板上,见图 2-7。通过连杆机构或钢索与液压系统控制元件的手动阀相连接,为液压系统及电控系统提供操纵信号。

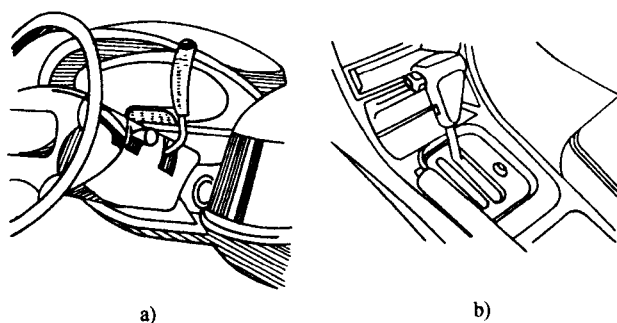


图 2-7 换挡操纵手柄在轿车上的布置

a) 布置在转向柱上 b) 布置在驾驶室地板上

自动变速器的换挡操纵手柄通常有 4~7 个位置,如本田车系有 7 个位置,分别为 P、R、N、D4、D3、2、1;丰田车系操纵手柄的位置为 P、R、N、D、2、L,日产车系操纵手柄的位置为 P、R、N、D、2、1,欧美部分车系操纵手柄的位置为 P、R、N、D、S、L 和 P、R、N、D、3、2、1 等。日产轿车系列常见换挡操纵手柄位置见图 2-8,其功能如下:

P 位: 停车位。当换挡操纵手柄置于该位置时,停车锁止机构将变速器输出轴锁止。

R 位: 倒挡位。操纵杆置于此位,液压系统倒挡油路被接通,驱动轮反转,实现倒挡行驶。

N 位: 空挡位。此时行星齿轮系统空转,不能输出动力。

发动机只有在换挡操纵手柄位于 P 或 N 位时,汽车才能启动,此功能靠空挡起动开关来实现。

D (D4) 位: 前进位。当换挡操纵手柄置于该位置时,液压系统控制装置根据节气门开度信号和车速信号自动接通相应的前进挡油路,行星齿轮系统在执行机构的控制下得到相应的传动比,随着行驶条件的变化,在前进挡中自动升降挡,实现自动变速功能。

3 (D3) 位: 高速发动机制动挡。操纵手柄位于该位时,液压控制系统只能接通前进挡中的一、二、三挡油路,自动变速器只能在这三个挡位间自动换挡,无法升入四的挡位,从而使汽车获得发动机制动效果。

2 (S) 位: 中速发动机制动挡。操纵手柄位于该位时,液压控制系统只能接通前进挡中的一二挡油路,自动变速器只能在这两个挡位间自动换挡,无法升入更高的挡位,从而使汽

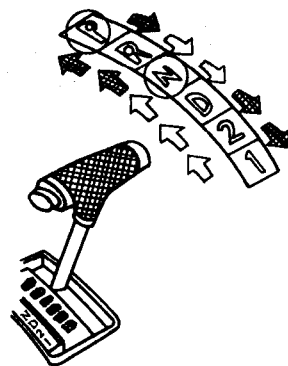


图 2-8 换挡操纵手柄示意图

车获得发动机制动效果。

L位(也称1位):低速发动机制动挡。此时发动机被锁定在前进挡的一挡,只能在该挡位行驶而无法升入高档,发动机制动效果更强。此挡位多用于山区行驶、上坡加速或下坡时有效地稳定车速等特殊行驶情况,可避免频繁换挡,提高其使用寿命。

“2”和“L”位又称为闭锁挡位,另外有些车型的“3”、“2”、“1”或“S”位也为闭锁挡位。

第二节 电控液力自动变速器的结构与工作原理

一、液力变矩器

1. 液力耦合器

液力耦合器主要零件及结构简图见图 2-9。

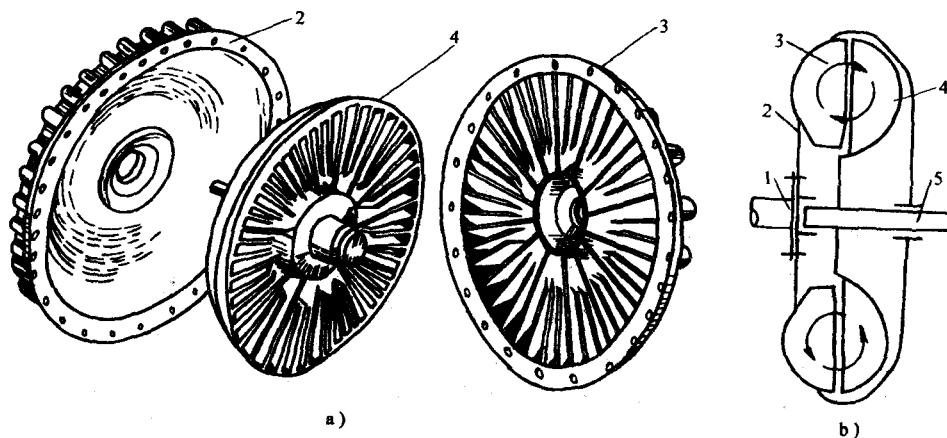


图 2-9 液力耦合器结构示意图

a) 实物 b) 示意图

1—发动机曲轴 2—耦合器外壳 3—泵轮 4—涡轮 5—从动轴

液力耦合器外壳 2, 固定在发动机曲轴 1 的凸缘上。叶轮 3 是液力耦合器的主动元件, 称为泵轮, 它和外壳 2 作刚性连接, 与曲轴一起旋转。和从动轴 5 相连的叶轮 4, 是液力耦合器的从动元件, 称为涡轮, 泵轮和涡轮都称为工作轮。在工作轮的环状壳体中, 径向排列着许多叶片。涡轮装在密封的外壳 2 中, 与泵轮叶片端面相对, 二者之间留有约 3~4mm 间隙, 没有刚性连接。泵轮和涡轮装合后, 形成环形空腔, 其内充有工作油液。通过轴线纵断面的环形, 称为循环圆。

当工作轮转动时, 其中的油液也被叶片带动一起旋转, 在离心力作用下, 油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, 其压力差取决于工作轮的半径和转速。

由于泵轮和涡轮的半径相等, 故当泵轮的转速大于涡轮的转速时, 泵轮叶片外缘的液压力大于涡轮叶片外缘的液压力, 于是, 油液不仅随工作轮绕其旋转轴线作圆周运动, 而且在上述压力差的作用下, 沿循环圆作如箭头所示方向的循环流动。其形成的流线如同一个首尾

相连的环形螺旋线见图 2-10。

液力耦合器的动力传递过程是：泵轮接受发动机传来的机械能，在液体从泵轮叶片内缘向外缘流动的过程中，将能量传给油液，使其动能提高；然后再通过高速流动的油液冲击涡轮叶片，将动能传给涡轮。因此，液力耦合器实现传动的必要条件是油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，则液力耦合器不起传动作用。

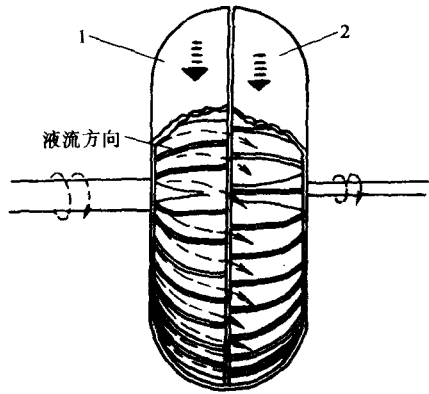


图 2-10 液力耦合器工作示意图

1—泵轮 2—涡轮

发动机起动后，可将变速器挂上一定挡位，此时，发动机驱动泵轮旋转，而与整车连着的涡轮暂时还处于静止状态，内部油液立即产生绕工作轮轴线的

圆周运动和循环流动。当液流冲到涡轮叶片上时，对涡轮叶片造成冲击力，因而对涡轮作用一个绕涡轮轴线的转矩，力图使涡轮与泵轮同向旋转。对于一定的液力耦合器，发动机转速越大，作用在涡轮的转矩也越大。

加大发动机的供油量，使其转速达到一定值时，作用于涡轮上的转矩足以使汽车克服起步阻力，汽车开始起步。随着发动机转速的继续增高，涡轮连同汽车被不断加速。

由于液体在液力耦合器中作循环流动时，没有受到任何其他附加外力，故发动机作用于泵轮上的转矩与涡轮所接受并传给从动轴的转矩相等，液力耦合器只起传递转矩的作用，而不改变转矩的大小。

设泵轮转速为 n_B ，涡轮转速为 n_W ， $\frac{n_W}{n_B}$ 为液力耦合器的转速比 i ，则耦合器的传动效率为

$$\eta = \frac{P_W}{P_B} = \frac{(M_W n_W)}{(M_B n_B)}$$

式中， η 是传动效率； P_B 是泵轮输入功率； P_W 是涡轮输出功率； n_B 是泵轮输入转速； n_W 是涡轮输出转速。

因作用在耦合器上的泵轮和涡轮的转矩相同，即 $M_B = M_W$ ，则有 $\eta = \frac{n_W}{n_B} = i$

也就是说，液力耦合器的传动效率等于其转速比。涡轮与泵轮的转速差越大，转速比越小，传动效率就越低。反之，转速比越大，传动效率越高。在发动机进入运转并挂上了挡，而汽车尚未起步时，泵轮虽转动而涡轮转速为 0，此时耦合器的效率为 0。汽车刚起步时，车速较低，涡轮转速也低，传动效率低。随着汽车加速，涡轮转速逐渐提高，涡轮对泵轮的转速比增大，耦合器的传动效率也随之增高。理论上说，当涡轮转速等于泵轮转速时，效率为 100%。实际上，如涡轮转速等于泵轮转速，则涡轮与泵轮叶片外缘处的液压力将相等，从而使得耦合器内的循环流动停止，泵轮与涡轮间不再有能量传递，传动效率为 0。一般而言，液力耦合器的最高效率可达 97% 左右。其效率曲线见图 2-11。