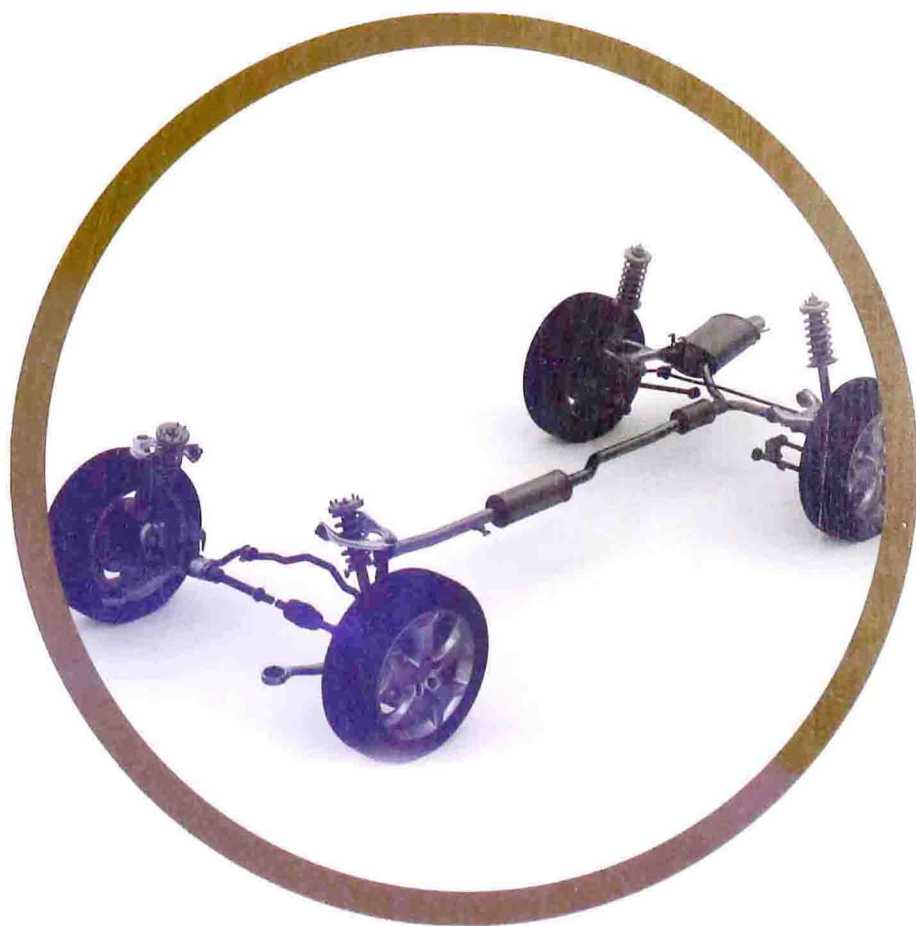


“十二五”规划教材·汽车类

汽车底盘 电控系统结构与检修

QICHE DIPAN DIANKONG XITONG JIEGOU YU JIANXIU

主 编 徐 罕 康海洋



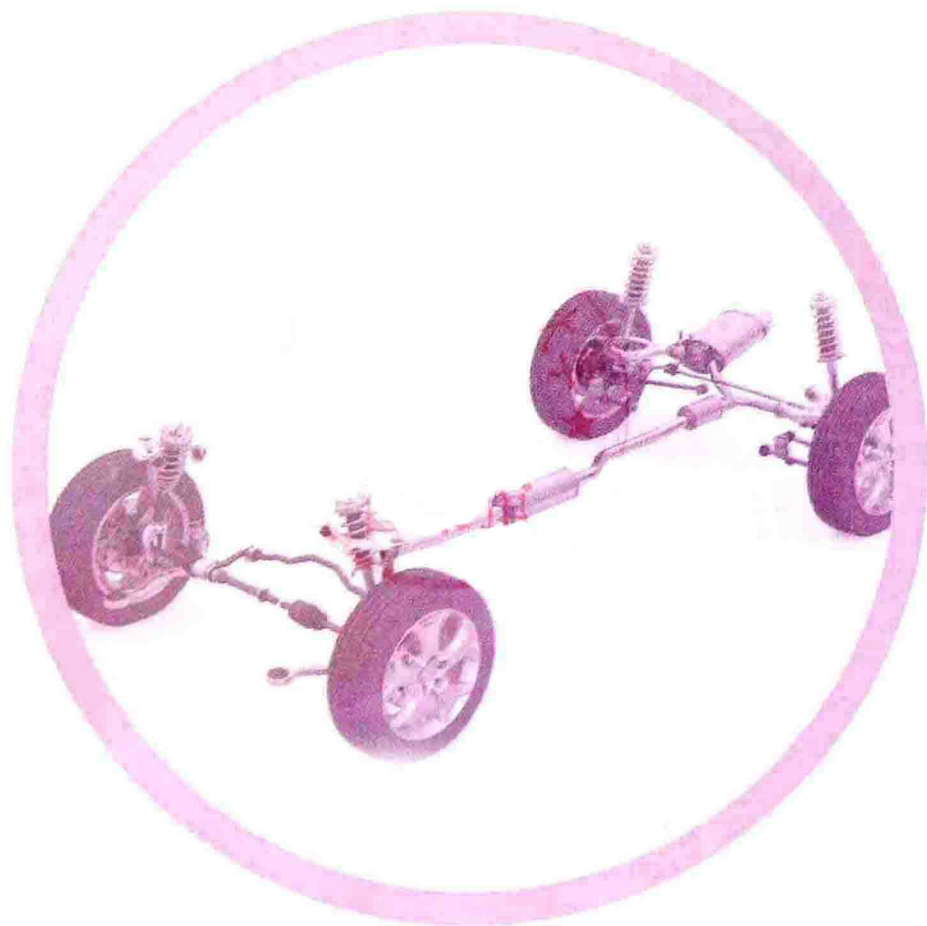
西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

汽车底盘电控系统结构与检修

主 编 徐 罕 康海洋

副主编 张 楠 王可洲

参 编 张 刚 马冬梅



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

《汽车底盘电控系统结构与检修》是汽车检测与维修技术及相关专业主干课程所用教材,旨在培养学生了解汽车底盘电控系统的结构并掌握相关的检修技能。教材以工学结合及教学实践为基础,突出汽车底盘电控系统的结构分析与检修方法。

本教材系统地讲解了以汽车底盘为主体的汽车电子控制技术,主要介绍汽车底盘电子控制系统的组成、结构、原理以及故障的诊断与维修等内容。本书共分9个教学模块,主要包括汽车底盘电控系统概述、汽车自动变速器、无级变速器、防抱死制动系统、驱动防滑控制系统、电控悬架系统、电控动力转向与四轮转向系统、安全气囊系统及汽车巡航控制系统。每个教学模块配有一定的复习与思考题,以便于读者加深对汽车底盘电控技术的理解。为方便教学,本书配有电子课件。

本教材具有知识系统、文字简洁、图文并茂、实用性强的特点。可作为高等职业院校汽车相关专业相关课程的教材及相关人员的培训用书,也可供中职学校、汽车营销、售后服务及检测与维修人员使用与参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车底盘电控系统结构与检修/徐 罕,康海洋主编.
—西安:西安交通大学出版社,2014.7
ISBN 978-7-5605-6446-3

I. ①汽… II. ①徐… ②康… III. ①汽车—底盘—
电气控制系统—构造—高等职业教育—教材②汽车—底
盘—电气控制系统—车辆修理—高等职业教育—教材
IV. ①U463.603②U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第144172号

书 名 汽车底盘电控系统结构与检修
主 编 徐 罕 康海洋
责任编辑 任振国 杨丽云

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (010)60421379 (029)82669096(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 北京市通县华龙印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印 张 16.375 字 数 396千字
版次印次 2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-6446-3/U·38
定 价 39.80元

图书如有印装质量问题,请与印厂联系调换。电话:(010)89565588

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdigy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

随着汽车技术和电子技术的迅速发展,现代汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性、可靠性等都得到了极大的提高。可以说电子控制技术已是现代汽车技术发展的重要趋势与标志,汽车底盘电控系统作为汽车电子控制技术的一大组成部分,对现代汽车的整体性能提升具有极其重要的意义。

为了帮助汽车检测与维修技术及相关专业学生和汽车营销、售后服务及检测与维修方面人员能全面系统地掌握现代汽车底盘电子控制系统的结构、原理、故障诊断及维修等相关知识与技能,适应汽车电子控制新技术的发展,作者根据多年教学实践及汽车检测与维修方面的经验,并参阅了大量的文献资料和专著,编写了《汽车底盘电控系统结构与检修》。本教材力求全面、系统地介绍有关汽车底盘电子控制系统的基本原理、结构组成、工作过程以及故障诊断与维修等相关内容。本教材涉及的知识领域较广、图文并茂、深入浅出,同时注重知识的针对性、通用性和先进性在教材中的科学体现。

在本教材的编写过程中,力求做到理论与实践应用相结合,符合高等职业院校应用型人才的教学要求。

本书由营口职业技术学院徐罕担任第一主编、营口职业技术学院康海洋担任第二主编;营口职业技术学院张楠、山东农业工程学院王可洲担任副主编;参编的作者有营口职业技术学院张刚,营口职业技术学院马冬梅。前言、模块1、模块2、模块3、模块4由营口职业技术学院徐罕编写,并由其负责统稿、定稿;模块5、模块6由营口职业技术学院康海洋编写;其余章节由营口职业技术学院张楠、山东农业工程学院王可洲、营口职业技术学院张刚、营口职业技术学院马冬梅共同编写。

由于编者水平有限,书中难免会出现疏漏或不当之处,恳请读者批评和指正。

编 者

2014年4月

目 录

模块 1 汽车底盘电控系统概述	1
课题 1.1 汽车电子控制系统的组成	1
课题 1.2 汽车底盘电子控制技术简介	2
课题 1.3 汽车底盘控制用传感器	6
模块 2 汽车自动变速器	8
课题 2.1 汽车自动变速器的组成与类型	8
课题 2.2 汽车自动变速器变速系统类型及工作原理	15
课题 2.3 汽车自动变速器液压控制系统	39
课题 2.4 自动变速器电子控制系统	51
课题 2.5 自动变速系统故障诊断与排除	61
课题 2.6 自动变速系统典型故障的分析与排除	81
模块 3 无级变速器	93
课题 3.1 无级变速器系统概述	93
课题 3.2 无级变速器的结构组成	96
课题 3.3 无级变速器的维修	105
模块 4 防抱死制动系统	107
课题 4.1 防抱死制动系统的基本理论	107
课题 4.2 电控防抱死制动系统的组成与类型	110
课题 4.3 防抱死制动系统控制部件的结构原理	114
课题 4.4 电控制动力分配系统简介	126
课题 4.5 防抱死制动系统的检修	128
模块 5 驱动防滑控制系统	134
课题 5.1 驱动防滑概述	134
课题 5.2 驱动防滑的控制作用及控制方式	137
课题 5.3 ASR 系统的结构与工作原理	139
课题 5.4 防滑差速器	155
课题 5.5 ASR 系统的使用与检修	164

模块 6 电控悬架系统	168
课题 6.1 电控悬架系统概况	168
课题 6.2 汽车电控悬架的结构与工作原理	170
课题 6.3 电控悬架系统故障诊断与检修	185
模块 7 电控动力转向与四轮转向系统	191
课题 7.1 电控动力转向系统	191
课题 7.2 电控四轮转向系统	203
课题 7.3 自动转向控制系统	213
课题 7.4 电控动力转向系统检修	215
模块 8 安全气囊系统	218
课题 8.1 安全气囊系统的组成与原理	218
课题 8.2 安全气囊系统部件的结构与原理	223
课题 8.3 装备安全带收紧器的安全气囊系统	231
课题 8.4 安全气囊的使用与处置	233
课题 8.5 安全气囊系统的故障诊断	234
模块 9 汽车巡航控制系统	239
课题 9.1 巡航控制系统组成及工作原理	239
课题 9.2 巡航控制系统的使用	246
课题 9.3 巡航控制系统故障诊断与维修	247
参考文献	256

模块 1 汽车底盘电控系统概述

现代汽车虽然种类繁多，具体结构也不尽相同，但它们的基本组成是相同的，都是由发动机、底盘、车身、电气设备和电子控制系统五大部分组成的。汽车电子控制系统应用在发动机、底盘及车身等各个组成部分中。汽车底盘作为汽车的重要组成部分，其性能的好坏直接影响到整个汽车的综合性能。随着汽车技术的不断发展，汽车底盘上各种电子控制系统应运而生，使汽车的安全性、舒适性得到提高，驾驶环境进一步改善，从而满足人们越来越高的需求。

目前在汽车底盘上应用的电子控制系统包括电控自动变速器、无级变速器、防抱死制动系统、驱动防滑系统、汽车电子稳定性控制系统、电控悬架系统、电子控制动力转向系统、电控四轮驱动等。

课题 1.1 汽车电子控制系统的组成

汽车电子控制系统都是由传感器、电子控制单元（Electronic Control Unit, ECU）和执行器三大部分组成。

1. 传感器

传感器是一种以一定的精确度把被测量转换为与之有确定对应关系的、便于应用的另一种量的测量装置。目前传感器技术在现代汽车上得到了广泛的应用，它安装在汽车发动机、底盘及车身的各个部位，用于检测汽车运行状态的各种电量、物理参数和化学参数等，并将这些参数转换成电信号输入电子控制单元。

输入电子控制单元的电信号主要包括两种类型，即模拟信号和数字信号。其中，模拟信号是指信号电压（或电流）随时间而连续变化的信号，如温度、速度信号等；数字信号是指信号电压（或电流）随时间不是连续变化的信号，如开关信号等。

2. 电子控制单元

电子控制单元是以单片机为核心而组成的电子控制装置，具有很强的数学运算和逻辑判断功能。

ECU 主要由输入回路、微型计算机（单片机）和输出回路三部分组成。输入回路和输出回路一般都与单片机一起制作在一个金属盒内，固定在车内不宜受到碰撞的部位，如仪表台下面或座椅下面等。

3. 执行器

执行器是控制系统的执行机构，其功用是接受 ECU 输出的各种控制指令，完成具体

的控制动作，从而使各种控制目标处于最佳的工作状态。执行元件的类型主要为电动机、继电器、开关和电磁阀等。

课题 1.2 汽车底盘电子控制技术简介

1. 自动变速器

自动变速器 (electronic automatic transmission) 最早于 1938 年由美国通用汽车公司 在其生产的轿车奥兹莫比尔上应用，随着计算机技术在汽车上的广泛应用，自动变速技术 已进入一个飞速发展的阶段。

自动变速器可以根据节气门开度和车速行驶条件等输入信号，通过自动变速器 ECU 的判断，按照换挡规律自动地实现挡位的变换，以减轻驾驶人员的体力消耗，提高汽车行 驶安全性。电控液力自动变速器由液力变矩器、变速齿轮、电控液压操纵系统和电控单元 等组成，通过液力传递和齿轮组合的方式实现变速变矩。

为了将手动挡的省油特性及驾驶乐趣和自动挡的方便舒适完美结合，目前在自动变速 器的基础上又发展了手自一体式变速器。装有手自一体式变速器的汽车在任何时刻都可以 进行自动与手动变速的切换。

2. 无级变速器

无级变速器 (electronic continuously variable transmission) 又称为连续变速式机械无 级变速器，使用两个变速轮盘和一条传动带进行变速传动，通过 V 形金属带实现动力的传 递，根据发动机的状况和汽车的车速，电控无级变速器采用金属传动带和可变槽宽的带轮 进行动力传递，由电控单元控制带轮变化来改变槽宽，相应改变驱动带轮与从动带轮上传 动带的接触半径而进行连续变速。由于无级变速器可以连续不间断地改变传动比，从而使 传动系与发动机工况始终处于最佳匹配状态，改善了驾驶人员的操纵方便性和乘坐人员的 乘坐舒适性，并得到最佳的动力性、经济性和排放性能。因此无级变速器是一种比较理想 的汽车动力传动装置，是变速器的发展方向。

3. 防抱死制动系统

防抱死制动系统 (Antilock Braking System, ABS) 是普遍应用于现代轿车和货车 的一种电子控制系统。气压制动和液压制动解决了正常状态下的制动问题，但对于紧急情 况下的突然制动，90% 以上的驾驶人员会一次将制动踏板踩到底进行紧急制动，这时候汽车 很容易产生滑移并发生侧滑、甩尾等危险制动状况。防抱死制动系统很好地解决了这一技 术难题。

汽车防抱死制动系统是在传统制动系统的基础上，采用电子控制技术以实现制动力的 自动调节，防止汽车制动时车轮抱死，以获得最有效的制动效果并极大提高车辆的主动安 全性。防抱死制动系统能在各种路面上防止汽车制动时车轮抱死。该系统可以提高制动效 能，防止汽车在制动和转弯时产生侧滑，是保证行车安全、防止事故发生的重要措施。

防抱死制动系统以最佳车轮滑移率（或最佳减速度）为控制目标。ECU 根据轮速传

感器（有的车上还设有减速度传感器）检测到的车轮转速进行控制。在制动过程中，当 ECU 根据车轮转速信号判断车轮即将被抱死时，便向执行器发出控制指令，使执行器动作，调节作用在制动缸内的液压，从而控制作用在车轮上的制动力，使车轮始终工作在不被抱死（滑移率 $10\% \sim 30\%$ ）的状态下，从而达到最佳制动效果。因此 ABS 技术具有三大优点：一是缩短了制动距离；二是增加了汽车制动的稳定性；三是改善了轮胎的磨损状态。

4. 驱动防滑系统

驱动防滑系统（Acceleration Slip Regulation, ASR）的作用是当汽车在起步或者在加速时将滑移率控制在一定的范围内，从而防止驱动轮快速滑动。驱动轮滑动的根本原因是汽车的驱动力超过了地面的附着力，当驱动轮滑动时，汽车会失去方向稳定性和转向控制能力，使安全性能变差，同时加剧轮胎的磨损，所以驱动防滑转系统应运而生。

驱动防滑转系统的功能：一是提高牵引力，二是保持汽车的行驶稳定性，没有驱动防滑转系统的汽车加速时驱动轮容易打滑；后轮驱动的汽车容易甩尾，前轮驱动的汽车容易方向失去控制。

汽车在起步或加速过程中，4 个车轮上的轮速传感器不停地向驱动防滑系统的 ECU 输送车轮转速信号，ECU 根据这 4 个轮速信号计算出车轮的滑移率，并判断滑移率是否在最佳范围内。当 ECU 判断出某车轮的滑移率不在最佳范围内时，便向执行器发出指令，通过调解发动机的输出功率，以及对差速器进行锁止控制等控制方式降低滑动率，使车轮的滑动率保持在最佳范围内，充分利用地面附着力，提高汽车起步、加速等工况的方向稳定性。

5. 电控悬架系统

汽车悬架的作用是缓冲和吸收来自车轮的振动，在汽车行驶过程中还能传递车轮与路面间产生的驱动力和制动力。对于传统的悬架系统而言，当其结构确定后，就具有固定的悬架刚度和阻尼系数，在车辆行驶过程中无法进行调节，因此悬架减振性能的进一步提高受到了限制。而理想的悬架系统应在不同的行驶条件下具有不同的弹簧刚度和减振器阻尼力，以同时满足平顺性与操纵稳定性的要求。电控悬架系统（electronic control suspension system）就是这种理想的悬架系统，它通过对悬架系统参数进行实时控制，使悬架的刚度、减振器的阻尼系数、车身高度能随汽车的载荷、行驶速度、路面状况等行驶条件的变化而变化，使悬架性能总是处于最佳状态（或其附近），同时满足汽车在行驶平顺性、操纵稳定性等方面的要求。

现代汽车电控悬架系统有多种形式。根据控制目的不同，可分为车高控制系统、刚度控制系统、阻尼控制系统、综合控制系统等形式。按悬架系统结构形式，可分为电控空气悬架系统和电控液压悬架系统。根据控制系统有源或无源，可分为半主动悬架和全主动悬架。半主动悬架是指悬架元件中的弹簧刚度和减振力之一可以根据需要进行调节，全主动悬架则能根据需要自动调节弹簧刚度和减振力。可见，全主动悬架的各种性能都明显优于半主动悬架和被动悬架。而主动悬架按弹簧的类型，可分为空气弹簧主动悬架和油气弹簧主动悬架。

6. 转向控制系统

转向系统一般由方向盘、转向机、转向传动杆和万向节等组成。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。传统的液压助力转向系统一般由发动机转向油泵提供液压油，由转向控制阀来控制液压油的作用以实现助力，这种转向系统的助力特性与汽车的实际要求不一致，因为汽车在以不同速度行驶时对助力特性的要求不同，而传统的液压助力转向系统无法做到这一点。理想的动力转向系统应在停车和低速状态时提供足够的助力，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，电子控制动力转向系统（Electrical Power Steering, EPS）应运而生。

电子控制动力转向系统根据车速、转向情况等对转向助力实施控制，使转向系统在不同的行驶条件下都有最佳的放大倍率，通过控制转向力，保证汽车低速行驶时转向轻便，而高速行驶时又确保安全。轿车的动力转向发展方向是四轮转向系统，其特点是汽车在转向时只作轻微操作及缓慢转动时，或在改变行驶路线而又高速行驶时，后轮与转向盘转动方向基本一致，这样行车摆动小，稳定性好。

7. 安全气囊

安全气囊是安装在汽车上的充气软囊。安全性是汽车最基本也是最重要的性能，特别是在人们注重汽车安全性和舒适性的今天，安全气囊的性能和数量是衡量汽车技术指标的主要依据，目前我国已拥有安全气囊的自主知识产权。

汽车装备的安全装置分为主动安全装置与被动安全装置两大类。主动安全装置的功用是避免发生事故，目前采用的主要有制动系统、灯光与照明系统等；被动安全装置的作用是减轻事故对驾驶员及乘员的伤害程度，目前采用的主要有座椅安全带、两节或三节式转向柱、安全气囊控制系统和座椅安全带控制系统等。

安全气囊系统（Supplemental Restraint System, SRS）是座椅安全带的辅助装置，只有在同时使用安全带的条件下才能充分发挥保护驾驶员与乘员的作用。据有关资料统计，安全带对驾驶员与乘员的保护程度占 70%，安全气囊的保护程度为 20% 以上。为此，汽车同时装备了座椅安全带和安全气囊等被动保护装置，才能尽可能地减轻碰撞对人体的伤害。

8. 巡航控制系统

汽车巡航控制系统（Speed Control System, CCS），是一种减轻驾车者疲劳的装置。当汽车在长距离的高速公路上行驶时，启动巡航控制系统就可以自动将汽车固定在特定的速度上，免除驾驶员长时间脚踏油门踏板之苦。同时，它还能在巡航状态下对预定的车速进行加速和减速的调节。

巡航控制系统已经广泛应用在汽车上，目前国内外生产的一些中高挡车（如帕萨特、雅阁等）都安装有巡航控制系统。

另外，巡航控制系统还有节省燃料和减少排放的好处，这是因为汽车都有对应的经济速度，当驾驶员将巡航控制系统调置在经济速度上就可以起到良好的省油效果。

9. 其他电控系统

(1) 电控四轮驱动。汽车的四轮驱动是指汽车的4个车轮都作为驱动轮来驱动汽车, 20世纪70年代以前多用于越野车, 目前已广泛应用于轿车, 并引入电控系统, 由电磁或者液压控制离合器多层叶片, 从而改变发动机驱动力在变速器内传递的路径。这样汽车在运行时, 能根据汽车行驶状态和路面情况, 把驱动扭矩合理地分配给前、后轮, 以充分发挥各车轮的驱动力, 并提高汽车的操纵稳定性。

四轮驱动可按行驶路面状态不同而将发动机输出转矩按不同比例分配到前、后轮上, 可结合前轮驱动和后轮驱动的优点, 即牵引与推送并行。不论是加减速或负重, 所产生的影响均最小, 这样既避免了前轮驱动汽车的转向不足, 又防止了后轮驱动汽车的转向过度, 尤其是在高速转弯和恶劣路面上加速或爬坡时, 其附着力强、牵引力大、通过性好, 而且安全系数高。

(2) 电子稳定装置 (Electronic Stability Program, ESP)。电子稳定装置是一种牵引力控制系统, 与其他牵引力控制系统比较, ESP不但控制驱动轮, 而且可控制从动轮。如后轮驱动汽车常出现的转向过度情况, 此时后轮失控而甩尾, ESP便会刹慢外侧的前轮来稳定车子; 在转向不足时, 为了校正循迹方向, ESP则会刹慢内后轮, 从而校正行驶方向。ESP通过转向盘转角传感器和横向加速度传感器、横摆率传感器的信号进行比较, 判定车辆在转向时的状态是转向不足、还是转向过度, 同时控制制动系统制动相应的车轮, 防止高速转向时不稳定现象的发生, 提高汽车安全性、转向稳定性及通过性。

(3) 电子制动力分配系统 (Electronic Brakeforce Distribution, EBD)。电子制动力分配系统能够根据由于汽车制动时产生轴荷转移的不同, 而自动调节前、后轴的制动力分配比例, 提高制动效能, 并配合ABS提高制动稳定性。汽车在制动时4个轮胎附着的地面条件是不同的, EBD的ECU在汽车制动的瞬间, 分别对4个轮胎附着的不同地面进行感应、计算, 得出不同的摩擦力数值, 使4个轮胎的制动装置根据不同的情况用不同的方式和力量制动, 并在运动中不断高速调整, 从而保证了汽车的平稳、安全。

(4) 电控液压制动 (Electro-Hydraulic Brake, EHB) 系统。电控液压制动系统是一种线控制动 (brake-by-wire) 系统, 它以电子元件替代了部分机械元件, 制动踏板不再与制动轮缸直接相连, 驾驶员操作由传感器采集作为控制意图, 完全由液压执行器来完成制动操作, 弥补了传统制动系统设计和原理所导致的不足, 使制动控制得到最大的自由度, 从而充分利用路面附着, 提高制动效率。通过高压储液缸产生制动力。在制动时, EHB系统的ECU根据制动踏板力的大小, 并结合汽车的其他数据 (如滑移率等) 计算各个车轮所需的制动压力, 然后由车轮制动压力调节器控制各车轮的制动压力。在电控液压制动系统中, 仍将保留液压的车轮制动器。在正常工作情况下, 它们与制动踏板是相互独立的; 而当EHB系统失效时, 驾驶员的踏板力会按照传统的液压制动方式经制动主缸传递到前轮制动器上。

(5) 车辆稳定性控制系统 (Vehicle Stability Control, VSC)。车辆稳定性控制系统是具有世界先进水平的提高车辆稳定性和行驶安全性的控制系统。该系统除具有传统的制动防抱死 (ABS) 功能和牵引力控制 (TCS) 功能外, 还具有防滑控制 (skid control) 功能。在车辆被判断为转向不足或转向过度时, 通过计算, 使车辆产生反方向的转矩, 从而

抑制转向不足或转向过度，保证了车辆在直行、转向以及制动等各种行驶状态下的稳定性。特别在遇到紧急情况突然转向、通过湿滑路面等情况下，能够最大程度地确保车辆的行驶安全。

(6) 汽车轮胎压力检测系统。汽车轮胎内充气压力的高低直接影响到整体行驶的舒适性和安全性，随着道路交通条件的进一步改善，汽车行驶速度越来越高。如果保持适宜的胎压，既可以减小轮胎的磨损、降低油耗、并防止胎压不足而引起的轮胎损坏，又能保证汽车的行驶稳定 and 安全性。轮胎压力检测系统 (Tire Pressure Monitoring System, TPMS) 能实时监测轮胎的压力及温度，并分别在压力过高、过低、被扎和温度过高时发出警告，从而起到保障行车安全、延长车胎使用寿命的作用。如悍马越野车能够做到进入沙漠地区行驶时自动放气，而返回公路行驶时又能够自动充气。

课题 1.3 汽车底盘控制用传感器

1. 自动变速器控制用传感器

自动变速器常用的传感器有节气门位置或开度传感器、车速传感器、发动机转速传感器、发动机转矩传感器、冷却液温度传感器、自动变速器润滑油温传感器等。

2. 动力转向控制用传感器

动力转向控制系统中的传感器包括车速传感器、转向角传感器、发动机转速传感器和转矩传感器等。

3. 防抱死制动系统控制用传感器

防抱死制动控制系统所使用的传感器一般包括车轮转速传感器、汽车减速度传感器。车轮转速传感器由两部分组成：一部分安装在车轮的转动部位，它随车轮一起转动；另一部分安装在某个固定部位（例如后驱动桥上），它不能随车轮转动。车轮转速传感器的类型很多，目前应用较多的是电磁式（非接触）传感器，该传感器的传感线圈随传感器转子的旋转，不断感受着通过齿圈磁通量的变化而输出脉冲电压，其脉冲频率与车轮转速成正比，将此脉冲经整形、放大后送入电子控制单元，以供防抱死制动系统控制使用。

4. 悬架控制用传感器

一般悬架系统控制的传感器有车速传感器、加速度传感器、车身高度（车高）传感器、方向盘转角传感器、节气门位置或开度传感器等。

5. 汽车底盘其他控制用传感器

这类传感器包括在巡航控制、安全气囊、防抱死与报警、前照灯亮度自动控制、自动锁、自动座椅、自动空调以及导向行驶等方面所使用的各种传感器，详见表 1-1。

表 1-1 汽车底盘其他控制用传感器

项 目	传感器
巡航控制	方向传感器、行驶距离传感器
安全气囊	减速度传感器
防撞与报警	超声波传感器、图像传感器
前照灯亮度控制	光电传感器
自动座椅	座椅位置传感器
自动空调	温度传感器、风量传感器、日照传感器
导向行驶	方位传感器、车速传感器

思考题

- 1. 简述电控自动变速器的作用。
- 2. 简述防抱死制动系统的作用。
- 3. 简述驱动防滑转系统的作用。
- 4. 简述电控悬架系统的作用。
- 5. 汽车底盘控制用传感器有哪些？

模块 2 汽车自动变速器

随着现代汽车工业的快速发展，由微型计算机控制的自动变速器已经在各种车辆上得到了广泛的应用。当驾驶装配有自动变速器的车辆时，当驾驶员不需要经常地变换挡位，自动变速器会根据汽车车速和载荷情况，以最低油耗及最佳换挡时机进行自动换挡，而使自动变速器的综合性能指标均达到最佳优化水平。

汽车自动变速器简称 AT，是英文 Automatic Transmission 的缩写。自动变速器与手动变速器（MT）的不同之处是可以实现自动换挡，目前自动变速器的自动换挡等过程都是由自动变速器的电子控制单元（英文缩写为 ECT ECU，俗称电脑）进行控制的，因此自动变速器又可简称为 EAT，ECAT，ECT 等。

课题 2.1 汽车自动变速器的组成与类型

2.1.1 自动变速器的分类

自动变速器可以按结构和控制方式、车辆驱动方式、挡位数等不同方式进行分类。

1. 按结构和控制方式分类

根据自动变速器结构、控制方式的不同，可以分为机械式自动变速器、液力式自动变速器和无级自动变速器等。

（1）机械式自动变速器。机械式自动变速器简称 AMT，是英文 Automated Mechanical Transmission 的缩写，它是在原有手动、有级、普通齿轮变速器的基础上增加了电子控制系统，来自动控制离合器的接合、分离和变速器挡位的变换。机械式自动变速器由于原有的机械传动结构基本不变，所以齿转传动固有的传动效率高、机构紧凑、工作可靠等优点被很好地继承了下来，在重型车辆的应用上具有很好的发展前景。

（2）液力式自动变速器。液力式自动变速器是目前应用最广泛、技术最成熟的自动变速器。按照控制方式的不同，液力自动变速器可以分为液控液力自动变速器和电控液力自动变速器，目前轿车上都采用电控液力自动变速器；按照变速机构（机械变速器）的不同，液力自动变速器又可以分为行星齿轮自动变速器和非行星齿轮自动变速器，行星齿轮自动变速器应用最广泛，非行星齿轮自动变速器只在本田等个别车系中应用。行星齿轮自动变速器又可以分为辛普森式、拉维娜式和串联式等。

（3）无级自动变速器。无级自动变速器简称 CVT，是英文 Continuously Variable Transmission 的缩写，它是采用传动带和工作直径可变的主、从动轮相配合来传递动力，

可以实现传动比的连续改变。这也是一种具有广阔发展前景的自动变速器，目前在汽车上的应用已具有一定的市场份额。目前常见的有奥迪 A6 的 Multitronic 无级自动变速器、派力奥的 Speedgear 无级自动变速器、旗云的 VT1F 无级自动变速器等。

2. 按车辆驱动方式分类

自动变速器按车辆驱动方式的不同，可以分为自动变速器（automatic transmission）和自动变速驱动桥（automatic transaxle），如图 2-1 所示。

自动变速器用于发动机前置后轮驱动的布置形式，变速器与主减速器、差速器分开，而自动变速驱动桥用于发动机前置前轮驱动，变速器与主减速器、差速器制成一个总成。

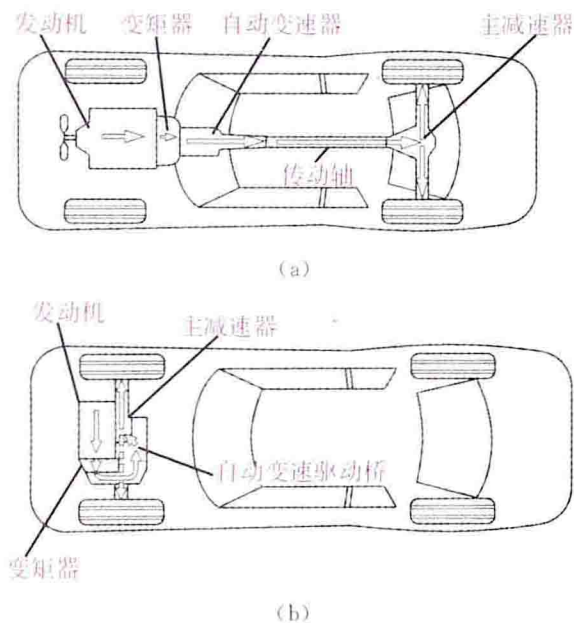


图 2-1 自动变速器和自动变速驱动桥

(a) 自动变速器；(b) 自动变速驱动桥

3. 按自动变速器前进挡的挡位数分类

按照自动变速器操纵手柄于前进挡时的挡位数，可以分为四挡、五挡、六挡等类型，目前比较常见的是四挡和六挡自动变速器。

现代轿车装用的自动变速器基本上都是 4 个前进挡，即设有超速挡。这种设计虽然使自动变速器的构造更加复杂，但由于设有超速挡，因而大大改善了汽车的燃油经济性。在商用车上，大多采用五挡和六挡自动变速器，而在某些高级轿车如丰田皇冠、宝马 7 系、奥迪 A8 等轿车较多采用六挡自动变速器。

2.1.2 自动变速器的组成

自动变速器主要由液力变矩器、齿轮变速器、油泵、液压控制系统、电子控制系统、油冷却系统等几部分组成，如图 2-2 所示。

1. 液力变矩器

液力变矩器位于自动变速器的最前端，它通过螺栓与发动机的飞轮相连，它利用液力传动的原理，将发动机的动力传给自动变速器的输入轴，这是一种软连接。此外，它还可

以起减速增矩和耦合作用。液力变矩器用液体来传递动力降低了液压尖峰载荷和扭转振动, 延长了动力传动系统的使用寿命, 较大提高了乘坐的舒适性和车辆行驶的安全性和通过性。

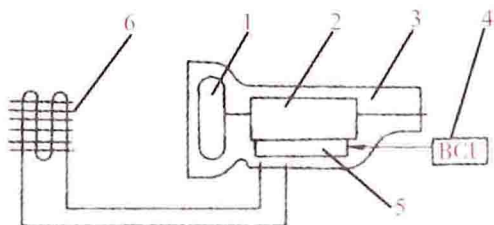


图 2-2 自动变速器的组成

1—液力变矩器；2—行星齿轮机构；3—壳体；
4—电子控制系统；5—液压控制系统；6—油冷却和滤清装置

2. 齿轮变速器

齿轮变速器是自动变速器的主要组成部分, 它包括齿轮变速机构和换挡执行机构。齿轮变速机构可以使变速器实现不同的传动比, 使之处于不同的挡位, 大部分汽车的齿轮变速机构有 3~4 个前进挡和一个倒挡。这些挡位与液力变矩器配合, 就可获得由起步至最高车速的整个范围内的自动变速。换挡执行机构制动或放开某个换挡执行元件, 完成固定或放松行星齿轮系统的齿圈、行星架和太阳轮, 从而实现各挡传动。

3. 油泵

油泵通常安装在液力变矩器之后, 由飞轮通过泵轮驱动, 为液力变矩器、液压控制系统、换挡执行元件的工作提供一定压力的液压油。

4. 液压控制系统

液力自动变速器的控制系统有液压式和电液式两种。新型液力自动变速器均采用了电液式控制系统, 简称电子控制自动变速器。液压控制系统包括由许多控制阀组成的阀板总成和液压管路, 阀板总成通常安装在齿轮变速器下方的油底壳内。

5. 电子控制系统

电子控制系统包括计算机、传感器和执行器。传感器将发动机和汽车的行驶参数转变为电信号, 然后送给自动变速器的计算机, 计算机接收到这些信号后就根据既定的换挡规律向换挡电磁阀发出指令, 使它们动作, 从而实现自动换挡。

6. 油冷却系统

自动变速器油 (Automatic Transmission Fluid, ATF, 以下简称传动液) 在自动变速器工作过程中会因冲击、摩擦产生热量, 并还要吸收齿轮传动过程中所产生的热量, 油温将会升高。油温升高将导致 ATF 黏度下降, 传动效率降低, 因此必须对 ATF 进行冷却, 保持油温在 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 左右。ATF 是通过油冷却器与冷却水或空气进行热量交换的。自动变速器工作中各部件磨损产生的机械杂质, 由滤油器从油中过滤分离出去, 以减小机械的磨损、避免堵塞液压油路和控制阀卡滞。

2.1.3 自动变速器挡位代号的意义

自动变速器选挡操纵手柄所处的挡位与手动变速器有很大区别。不同国家、不同厂家或不同型号汽车的自动变速器,其选挡操纵手柄一般都有P、R、N、D、S(或2)、L(或1)6个挡位供驾驶员操作选择。对自动变速器而言,选挡操纵手柄所处的挡位与自动变速器所处的挡位是两个完全不同的概念,选挡操纵手柄只改变自动变速器阀体总成中手动阀的位置,而变速器所处的挡位是由手动阀和换挡执行机构(离合器、制动器等)的工作状态所决定,既取决于手动阀的位置,又取决于汽车车速、发动机节气门开度等因素。

1. 代号P位置(停车挡位置)

当选挡操纵手柄拨到P位置时,自动变速器中的停车锁止机构(机械机构)将变速器的输出轴锁止,使驱动轮不能转动,从而防止汽车移动。与此同时,换挡执行机构使自动变速器处于空挡状态。

2. 代号R位置(倒车挡位置)

选挡操纵手柄拨到R位置时,换挡执行机构将接通自动变速器倒挡传动的油路,使倒挡的动力传递路线接通,汽车驱动轮反转而实现倒退行驶。

3. 代号N位置(空挡位置)

选挡操纵手柄拨到N位置时,换挡执行机构使自动变速器处于空挡状态,发动机的动力虽然能够经过输入轴输入变速器,但各齿轮只是空转,变速器输出轴不能输出动力。

装备自动变速器的汽车在使用过程中,只有当选挡操纵手柄处于P或N位置,使变速器处于空转状态时,发动机才能起动,此功能由空挡起动开关控制。

4. 代号D位置(前进挡位置)

选挡操纵手柄拨到D位置时,大部分轿车的自动变速器可以获得4个不同的传动比传递动力,即一档、二挡、三挡和超速(O/D: Over-Drive)挡。在汽车行驶过程中,如果选挡操纵手柄位于D位置,自动变速器的控制系统(液压控制系统或电子控制系统)将根据汽车速度、节气门开度等液压信号(液压控制式自动变速器)或电信号(电子控制式自动变速器)参数,按照预先设定的换挡规律自动变换挡位,汽车可以以不同车速向前行驶。汽车在道路条件良好的情况下行驶时,选挡操纵手柄应当拨到D位置。

5. 代号S(或2)位置(前进低挡或高速发动机制动挡位置)

选挡操纵手柄拨到S(或2)位置时,自动变速器的控制系统(液压控制系统或电子控制系统)将限制前进挡的变化范围,只能接通一、二挡的油路,自动变速器只能在一、二挡之间变换挡位,无法升入更高挡位,从而使汽车具有足够的驱动力稳定地上坡,下坡时又可利用发动机制动,故称为高速发动机制动挡。

6. 代号L(或1)位置(前进低挡或低速发动机制动挡位置)

选挡操纵手柄拨到L(或1)位置时,自动变速器的控制系统(液压控制系统或电子控制系统)只能接通一档油路,自动变速器只能在一挡行驶,无法升入高挡。因此,当选挡操纵手柄拨到L(或1)位置时,可以获得比选挡操纵手柄拨到S(或2)位置更强的发