

高等学校教材



汽车

电子技术与维修

陆文昌 主编

QICHE
DIANZI
JISHU YU
WEIXIU



化学工业出版社

高等学校教材

汽车电子技术与维修

陆文昌 主 编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书以汽车电子技术为中心,从原理、控制技术和维修的角度详细介绍了汽车采用的主要电子控制系统。内容主要包括:汽车发动机电子控制技术、传动系统电子控制技术、底盘电子控制技术、信息和安全系统电子控制技术、车上网络技术等。结合典型的车型,说明了故障维修的工艺流程。

全书结构清晰,内容新颖,论述采用图形与文字结合,配以习题辅导,使读者可以轻松地掌握汽车电子控制技术的精髓及维修要领。

本书可作为大专院校汽车专业及职业学校汽车修理专业学生的教材、教师的教学参考书,同时适合汽车制造、运输、修理企业工人以及有关科研机构的工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子技术与维修/陆文昌主编. —北京:化学工业出版社, 2009. 4

高等学校教材

ISBN 978-7-122-05014-4

I. 汽… II. 陆… III. ①汽车-电子技术-高等学校-教材②汽车-电子设备-车辆修理-高等学校-教材 IV. U463.6
U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 032135 号

责任编辑:程树珍

文字编辑:陈 喆

责任校对:王素芹

装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张14¼ 字数377千字 2009年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:26.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着对汽车性能要求的不断提高和相关汽车法规的颁布,汽车不断地采用新技术,其中,电子控制技术在现代汽车中的电控汽油喷射发动机电子系统、电控自动变速器、电动助力转向装置、制动防抱死系统、电子控制悬架装置以及驾驶信息电子系统等方面获得了成功的应用。汽车电子控制技术已成为中高档轿车,甚至一些低档轿车的重要组成部分。电子技术在汽车上的广泛应用,改善和提高了汽车的安全性、舒适性、排放性能、能耗等各项指标。

近年来,随着汽车技术和汽车电子技术的发展,汽车逐步发展成为以机电一体化总成,CAN、LIN 总线为基础,由微处理器、微控制器、电子传感器、通信技术及先进控制理论装备起来的高新技术产品。汽车中使用的电子部件越来越多,技术要求也越来越高。

为了帮助汽车行业相关人员较详细地掌握汽车电子控制系统的结构、原理、控制技术和使用维修,我们编写了本书。

本书结合目前汽车上已普遍使用或已有大量使用的电子控制系统,简单明了地介绍它们的工作原理、控制技术和维修工艺,并适当介绍了一些理论方面的内容,具有实用性、通俗性、理论联系实际的特点。为了引导读者掌握各章的基本内容和主要概念,在各章末尾附加了思考题。

本书由陆文昌主编。全书共包括六章,第一章、第三章、第四章和第六章由陆文昌编写,第二章由李文超编写,第五章和附录由袁鹏平和陆文昌编写。

本书在编写过程中,得到了葛如海教授的关心和支持,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中可能还存在一些不足之处,敬请读者和专家批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车电子技术发展简介	1
第二节 汽车采用的主要电子控制系统	2
一、汽车电子控制系统的分类	2
二、发动机电子控制系统	4
三、传动系控制系统	5
四、底盘电子控制系统	6
五、车身电子控制系统	9
六、娱乐、通信系统	11
第三节 汽车电子控制系统的组成原理	11
一、信号输入装置及输入信号	11
二、电子控制单元的构成及功能	12
三、执行器	13
第四节 汽车电子控制系统的故障诊断与维修	13
一、操作步骤	13
二、主要内容	14
三、现状和发展	14
思考题	15
第二章 汽车发动机电子控制技术	16
第一节 概述	16
一、发动机电子控制系统产生的背景及发展过程	16
二、发动机电子控制系统的组成及种类	16
第二节 汽油机燃油喷射系统简介	17
一、汽油喷射的定义及优点	17
二、电控燃油喷射系统的类型	17
第三节 K 系统和 KE 系统的基本组成和工作原理	20
一、K 系统的组成和工作原理	20
二、KE 系统的基本组成和特点	26
第四节 电子燃油喷射系统	27
一、进气系统	27
二、燃油系统	28
三、控制系统	30
第五节 电子控制点火系统	43
一、电子控制点火系统的种类与特点	43
二、电控点火系统的组成和工作原理	44
三、点火提前角控制	51
第六节 怠速控制系统	52
一、脉冲电磁阀式怠速控制阀	52

二、步进电机式怠速控制阀	53
第七节 排气净化与排放控制系统	55
一、废气再循环系统	55
二、蒸发排放控制系统	57
三、曲轴箱通风系统	58
四、三元催化器	58
第八节 进气增压装置	59
第九节 汽油机电控系统故障诊断与检查	60
一、操作要求	60
二、常用工具和仪器	61
三、基本方法	63
四、常规电路及电控元件故障诊断	64
第十节 发动机电控系统的故障自诊断系统及维修	65
一、故障自诊断系统原理与故障运行	65
二、故障自诊断系统故障代码的读取	67
思考题	71
第三章 传动系统的电子控制技术	72
第一节 自动变速器的操纵手柄和控制开关	72
一、自动变速器的操纵手柄	72
二、自动变速器的控制开关	72
第二节 电子控制自动变速器的结构与原理	73
一、电子控制自动变速器的基本组成	73
二、自动变速器的电子控制系统	74
第三节 液力变矩器的结构与工作原理	78
一、变矩器的组成	78
二、液力变矩器动力传输和扭矩放大原理	78
三、导轮单向离合器的作用	79
四、变矩器的工作特性	79
五、锁止离合器机构	81
第四节 行星齿轮机构	81
一、行星齿轮组	81
二、换挡执行机构	82
三、行星齿轮机构换挡原理	85
第五节 油路液压控制系统	86
一、油路的基本组成原理及要求	86
二、油路中的主要部件	87
第六节 电子控制自动变速器故障检修	91
一、自动变速器故障检修的一般程序	92
二、电子控制自动变速器的检验	92
三、自动变速器的自诊断系统	93
四、自动变速器常见故障分析	95
五、自动变速器电子控制系统的故障诊断与检修	97
思考题	99

第四章 底盘电子控制技术	101
第一节 电子控制转向系统	101
一、液压式电子控制动力转向系统的原理	101
二、电动式电子控制动力转向系统的原理	102
三、电子控制电动助力转向系统的检测与故障诊断	106
第二节 汽车防抱死制动系统 (ABS)	109
一、防抱死制动系统的作用	109
二、防抱死制动系统的控制原理	110
三、电子控制防抱死制动系统的组成与原理	111
四、ABS 电子控制装置电路	118
五、防抱死制动系统的使用与检修	118
第三节 电子控制悬架系统	122
一、电子控制半主动悬架系统	122
二、电子控制主动式悬架系统	123
第四节 座椅位置调节系统	134
一、电动座椅的分类和控制原理	134
二、电动座椅的故障维修	136
思考题	136
第五章 信息和安全系统的电子技术	138
第一节 新型仪表指示	138
一、电子显示器件的种类和要求	139
二、汽车电子仪表的显示方法	142
三、常用的电子仪表	144
四、汽车电子组合仪表	151
五、综合信息系统	154
六、组合仪表的诊断与维修	155
第二节 照明与灯光信号电子控制	163
一、照明灯光电子控制	163
二、灯光信号电子控制	166
三、诊断与维修	172
第三节 安全气囊与安全带电子控制	179
一、电子式安全气囊结构与原理	179
二、安全带的电子控制	184
三、电子式安全气囊的维修	184
四、安全带的维护	187
思考题	188
第六章 车上网络技术	190
第一节 控制器局域网 (CAN)	191
一、CAN 总线介绍	191
二、CAN 总线协议	192
三、CAN 报文及其帧结构	192
四、错误类型和界定	196
五、CAN 的系统结构	197

六、CAN在汽车电子方面的应用	199
第二节 局部连接网络(LIN)	200
一、车辆电控网络结构的现状	201
二、LIN网络控制系统结构	201
三、LIN协议主要特征	201
四、LIN网络在汽车电子控制中的应用	203
五、LIN网络的应用实例	204
思考题	206
附录 OBD-Ⅱ计算机诊断系统	207
参考文献	219

第一章 绪 论

随着科学的发展和社会的进步,汽车已成为人类生活、现代物质文明不可缺少的部分,汽车技术是衡量一个国家工业化水平高低的重要标志。从世界上第一辆汽车诞生至今,汽车面临着市场竞争、能源短缺、环境污染和安全性、舒适性、方便性等一系列问题与需求的挑战。解决这些问题和满足这些需求,在很大程度上取决于先进技术,特别是电子技术在汽车上的应用。从汽车设计、制造、检测、运输管理到汽车故障诊断都采用了电子技术。汽车技术与电子技术相结合,形成了汽车电子技术这门新的科学技术。

第一节 汽车电子技术发展简介

汽车最初采用的电子装置应该是收音机。20世纪50年代初,汽车上装有电子管收音机。到20世纪50年代中期,随着晶体管的问世,采用晶体管收音机的汽车迅速增加。

20世纪60年代初期,由于开发了硅二极管整流器,发电机的交流化在汽车上迅速推广。20世纪60年代中期,开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置。

随着集成电路技术的发展,美国通用汽车公司开始采用IC调节器,也就是集成电路调节器。它是在硅半导体的表面和内部,把电阻、电容和晶体管封在一起,把固体电路积聚在半导体硅切片上制成。这种电路的特点是结构紧凑、可靠性高、成本低、耗电少、不需冷却、响应敏捷。

这一阶段还有电子闪光器、电子喇叭、间歇刮水装置、数字钟及其他一些代替机械部件的电子装置在汽车上应用。

世界范围内汽车拥有量迅速增加,给人类生存的环境带来了负面影响。为此美、日、西欧等相继制订了排放限制法规。日本政府在1978年颁布了被称为是世界上最严厉的“汽车废气排放管理条例”。汽车厂家使用电子技术研发了降低汽车排放污染的电子装置和电控系统。

1974年,美国通用汽车公司开始装备加大火花塞电极间隙、增强点火能量的HEI高能点火系统,并把点火线圈和电子控制电路装在分电器内,使点火系统组成一体。

1976年,美国克莱斯勒汽车公司首先研制出电子控制点火系统。该系统使用模拟计算机,根据空气温度、进气温度、水温、转速和负载等传感器输入的信号,计算出最佳点火时刻。1977年通用公司开始使用数字式点火时刻控制系统。同年,福特公司将这种发动机的电子控制系统扩展到同时控制废气再循环和二次空气喷射上。

1979年,德国BOSCH公司已将他们早在1967年开始研制的D型电子控制汽油喷射系统、L型电子控制喷射系统技术发展到了相当高的程度。

除发动机的电子控制技术外,汽车上的其他部件也在研发电控装置或系统。福特公司在1970年开始将电子控制防抱死(防滑)装置装车使用。随后有了电控变速器。

20世纪80年代后,汽车上的电子装置越来越多,有全数字式仪表装置、电子控制悬架装置、安全气囊装置、电动助力转向装置、电动座椅、通信娱乐电子装置等。这些电子技术装置的采用,对环保节能,提高汽车运行的安全性、舒适性、操作稳定性和其他综合性能起到了至关重要的作用。汽车的电子控制是从发动机的电子控制开始的。起初采用模拟电路的ECU

(电子控制单元)单独对点火时刻进行控制,随着数字电路和大规模集成电路的出现,用于汽车电控系统的 ECU 相应地采用数字式微处理器,速度不断提高,存储容量不断增加。对发动机的控制逐步扩展到排气再循环、怠速转速等多个项目的控制,发展成为发动机的集中控制系统,使发动机的动力性、经济性和减少排污性等指标得到了很大的改善。汽车制造厂商从电子技术在发动机控制中取得的成功经验,越来越清楚地认识到电子控制技术对改善车辆性能的重要性并在汽车上展开全面应用,使电子控制技术几乎渗透到了汽车的各个组成部分,如自动变速系统、电动助力转向系统、制动防抱系统、信息显示系统等。据有关资料介绍,先进车上使用的电子控制装置,其成本有的已高达汽车总成本的 1/4。由于汽车上越来越多地采用这些电子控制装置,因而在提高安全性、操纵性、可靠性、舒适性等方面,都显示出它的优越性。有关资料显示,20 世纪 90 年代发达国家制造的轿车上,大约有 90% 已采用微机控制装置。世界上著名的半导体制造公司,如 Motorola、TI、AMD 等也都投入了相当大的力量开发汽车电子控制装置。目前,微机在汽车上的应用发展迅速且日益普及和完善,可以说,在发达国家,汽车已进入电子控制时代。

人们对汽车的要求是越来越高,一方面要求车辆安全、舒适、方便,另一方面又要求车辆节省能源、减少环境污染、价格低廉。从 20 世纪 90 年代开始,CAN、LIN 等汽车电子网络逐渐得到普遍应用,汽车的性能得到进一步提高。

当前我国的汽车电子技术应用主要集中在以奇瑞、吉利为代表的本国汽车厂商和一些中外合资生产的汽车厂商,如上海桑塔纳、上海通用别克、一汽奥迪、广州本田、海南马自达、韩国现代等;另外一些零部件制造厂也开始出资与大专院校合作研究开发电子控制装置。国家对汽车电子技术的开发、引进和应用也十分重视,对发展汽车电子产品的指导思想、发展战略、基本任务以及发展重点都提出了明确目标和要求。目前,我国已进入了国际汽车竞争的行列,必将加快我国在汽车上采用电控技术的进程,国产汽车积极采用电子控制装置的前景是十分可喜的。

第二节 汽车采用的主要电子控制系统

一、汽车电子控制系统的分类

现代汽车中,电子控制系统绝大多数是基于微型计算机的控制系统,大致可分为以下几种。

1. 发动机电子控制系统

主要包括:电控燃油喷射、电控点火装置、怠速控制 (ISC)、排放控制、进气控制、增压控制、警告提示、自我诊断和报警系统、备用控制系统与失效保护。用于实现低油耗、低污染,提高动力性和经济性。

2. 传动系的电子控制系统

主要包括电控自动变速器和动力总成的综合电子管理系统。用于减小动力传动系统的冲击,减轻驾驶的疲劳,提高汽车的动力性和舒适性。

发动机和传动系的电子控制系统是目前高级轿车所具备的基本电子控制系统。

3. 底盘的电子控制系统

主要包括:电控悬架系统、电控动力转向系统、电控防滑系统 (ASR) 和电控制动防抱死系统 (ABS)。用于提高汽车的舒适性、安全性和动力性等。

4. 车身系统的电子控制 (body control)

主要包括:安全气囊、安全带、中央防盗门锁、自适应空调、车内噪声控制、座椅控制、

自动刮水器、自动车窗和满足多种用电设备需求的电源管理系统等。用于增强汽车的安全性、舒适性和方便性。

5. 信息通信系统 (information & communication)

主要用于和社会联系以及协调整车各部分的电子控制功能。由大量计算机、传感器与交通管理服务系统连接在一起的综合显示系统，如驾驶员信息系统、语音信息系统、导航系统 (GPS)、计算机网络系统、状态检测与故障诊断系统等，是未来汽车电子技术发展的主要方向。

汽车电子控制系统的分类如图 1-1 所示。

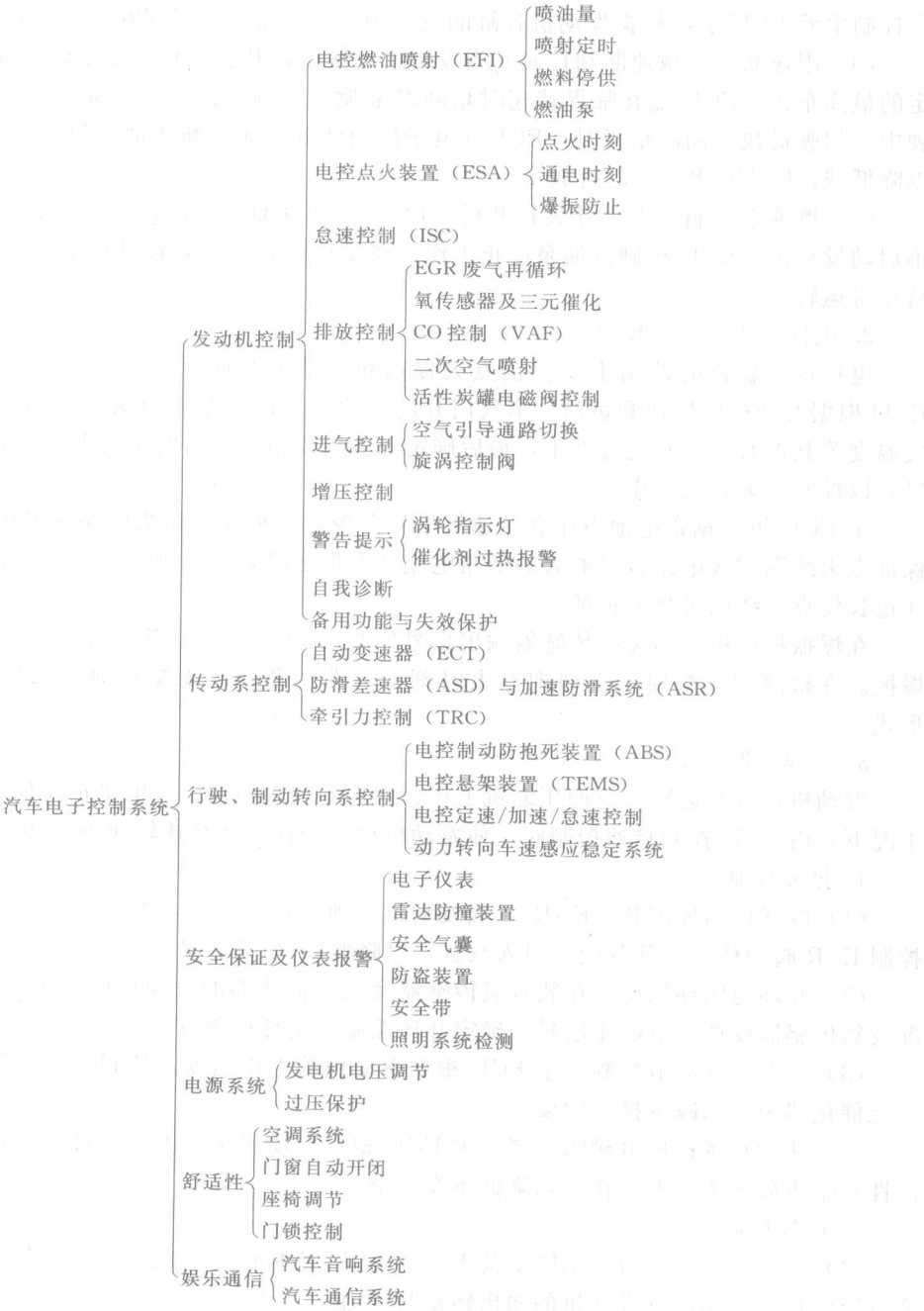


图 1-1 汽车电子控制系统分类

二、发动机电子控制系统

1. 电控燃油喷射 (EFI)

电控燃油喷射包括喷油量控制、喷油定时控制、限速断油及减速断油控制、燃油泵控制。

(1) 喷油量控制 燃油喷油量由基本喷油量和修正喷油量两部分构成。ECU 根据发动机转速和节气门开度信号确定基本喷油量 (由喷油电磁阀开启时间决定)。水温、空气温度等其他有关输入 ECU 的信号确定喷油修正量。

(2) 喷油定时控制 在采用与发动机转动同步顺序独立喷射方式的电控间歇喷射系统中, 主控制单元 ECU 能够根据发动机各缸的点火顺序, 控制喷射时间在一个最佳时刻。

(3) 限速断油及减速断油控制 当发动机加速时, 其转速超过安全转速或汽车车速超过设定的最高车速, ECU 能在临界转速时切断燃油喷射控制电路, 停止喷油, 防止超速。汽车行驶中, 驾驶员快收油门踏板时, ECU (电子控制装置) 能切断燃油喷射控制电路, 停止喷油, 以降低减速时 HC 及 CO 的排放量。

(4) 燃油泵控制 点火开关打开后, ECU 控制汽油泵工作, 以建立必需的油压; 此时如不启动发动机, ECU 控制汽油泵停止工作。在发动机启动和运转过程中, ECU 控制汽油泵保持正常运转。

2. 电控点火装置 (ESA)

电控点火装置的控制主要包括点火提前角、通电时间及爆振控制。发动机工作时, 主 ECU 根据发动机的转速和负荷 (节气门开度) 信号, 确定基本点火提前角, 并根据水温、进气温度等其他有关信号进行修正, 最后确定点火提前角, 并向电子点火控制器输出点火指示信号, 以控制点火系的工作。

主 ECU 可根据蓄电池电压和转速等信号, 控制点火线圈初级电路的通电时间。一方面要保证点火线圈初级电路有足够大的断路电流来产生足够高的次级电压; 另一方面要防止通电时间过长使点火线圈过热而损坏。

在爆振控制中, 当爆振传感器输出信号传给主 ECU 后, ECU 对信号进行滤波并判断有无爆振。在检测到爆振时, 立即把点火时刻变成滞后角, 在无爆振时, 采用提前角反馈控制形式。

3. 怠速控制 (ISC)

发动机在汽车运转、空调压缩机工作、变速器挂入挡位、发电机负荷加大等不同怠速运转工况下, 由 ECU 控制怠速控制阀, 使发动机均能处在最佳怠速转速下运转。

4. 排放控制

(1) 废气再循环控制 (EGR) 当发动机达到一定温度时, 根据发动机负荷和转速, ECU 控制 EGR 阀动作, 将部分废气引入汽缸, 以降低 NO_x 排放量。

(2) 开环与闭环控制 在装有氧传感器及三元催化器的发动机中, 主 ECU 根据发动机工况及氧传感器反馈的空燃比信号, 确定开环控制与闭环控制方式。

(3) 二次空气喷射控制 主 ECU 根据发动机的工作温度, 控制新鲜空气喷入排气歧管或三元催化器中, 以减少排气污染。

(4) 活性炭罐排放电磁阀控制 主 ECU 根据发动机工作温度、转速、负荷等信号, 控制活性炭罐排放电磁阀的工作, 以降低蒸发污染。

5. 进气控制

(1) 动力阀 发动机在不同负荷下, 主 ECU 控制真空电磁阀, 以控制动力阀的开闭来改变进气流量, 从而改善发动机的输出转矩与动力。

(2) 涡流控制阀 主 ECU 根据发动机负荷和转速信号控制真空电磁阀, 以控制涡流控制

阀的开度,改善发动机大负荷下的充气效率,提高输出转矩和动能。

6. 增压控制

主 ECU 根据进气压力传感器检测的进气压力信号控制释压电磁阀,以控制排气通路的切换,改变排气通路的走向,从而控制废气涡轮增压器进入工作或停止工作。

7. 警告提示

主 ECU 控制各种指示和警告装置,显示有关控制系统的工作状况。当控制系统出现故障时能及时发出警告信号,如氧传感器失效、催化剂过热、油箱油温过高等。

8. 自我诊断和报警系统

当控制系统出现故障时,主 ECU 将会点亮仪表板上的“检查发动机 (CHECK ENGINE)”灯,提醒驾驶员注意,发动机已出现故障,并将故障信息存储到 ECU 中,通过一定程序,将故障码及有关信息资料调出,以供检修时使用。

9. 失效保护

当主 ECU 检测到线路或传感器有故障时,传感器故障预诊断参考系统会自动按 ECU 预先设定的程序提供预设定值,以保证发动机仍能运转,但性能将有所下降。

10. 备用控制系统

当主 ECU 发生故障时,会自动启动备用系统,使发动机转入强制运行状态,以便驾驶员把车开到维修厂进行修理。

三、传动控制系统

车辆的变速机构有手动换挡和自动换挡两种方式。手动换挡变速机构是齿轮式有级变速器。它的特点是:结构简单、体积小、制造方便、价格低廉、工作可靠、传动效率高;缺点是:换挡操作复杂、驾驶员的驾驶技术要求较高。

为了克服传统手动换挡变速器的不足,人们研制出了各种各样的自动变速器,但电控自动变速器 (ECT) 是目前最流行的自动变速器。

(一) 自动变速器的特点

自动变速器可以弥补传统机械变速器的某些不足。在汽车上装用自动变速器有以下优点。

- ① 简化操作,对驾驶技术要求降低,提高行车安全性。
- ② 充分发挥动力传动系统的性能。自动变速器采用了电子控制,能够按汽车行驶需要的最佳动力性或经济性选择最佳的换挡规律运转。
- ③ 提高汽车通过性。这种汽车在起步时,提供逐渐增加的驱动力,使起步时驱动轮的滑转减少,起步容易且平稳。这种车的稳定车速可以降到很低,当行驶阻力很大时(如爬坡、在特别困难的路面上行驶),发动机也不至于熄火,从而使汽车以很低的速度行驶。
- ④ 提高乘坐舒适性并降低排放污染。这种车的换挡过程较手动换挡平稳,减少了动力传动系统的冲击,发动机工作平稳。这有助于改善车辆的乘坐舒适性,减少排放的污染。
- ⑤ 提高生产率。采用电子控制后,汽车换挡时的功率传输基本没有间断,可保证汽车具有良好的加速性和较高的平均车速,同时可延长大修里程,提高生产率。

自动变速器也有一些缺点,主要是结构复杂、加工难度大、成本高、故障维修技术要求高、传动效率较低。如液力变矩器,最高传动效率一般为 82%~86%,而传统机械变速器的传动效率可达 95%~97%。另外,装用自动变速器,会使汽车的燃油经济性有所下降。

随着最佳换挡理论的实践及自动变速器性能的不断改进和提高,自动变速器能按汽车所希望的最佳油耗规律自动换挡,使汽车在城市道路行驶时,已有可能比装用机械变速器的汽车更省油。以奔驰 280SE 为例,采用 4MT (4 挡手动机械式) 变速器的车型,车速 90km/h 时,

等速油耗为 9.1L/100km, 城市油耗为 17.4L/100km; 使用 4AT (具有 4 个前进速比的液力自动变速器) 的车型, 车速 90km/h 时, 等速油耗为 9.4L/100km, 城市油耗为 16.8L/100km。

(二) 自动变速器的分类

目前实用的自动变速器按结构分类有液力式和机械式两种。机械式的装车量较少, 而液力式的自动变速器在汽车上应用广泛。

1. 机械式自动变速器

采用 V 带传送动力, 靠自动离合器和车速、节气门开度, 改变主、从动 V 带传动轮 (工作轮) 的工作半径实现无级变速, 这种无级自动变速器称为 CVT, 传动效率高。V 带有橡胶带和金属钢带两种, 橡胶 V 带由于受传递的功率和使用寿命等因素的制约, 国外汽车厂家从 20 世纪 80 年代开始逐渐用金属钢带来代替。

在现代中小型轿车上已开始使用电子控制的 CVT (简称 ECVT), 均采用 V 钢带以传递更大的功率。它的最大优点是可以实现全程无级变速, 其电子控制单元 (ECU) 可使 ECVT 在汽车的各种运行工况保持最佳的传动比, 同时兼顾汽车的经济性和动力性; 传动效率高 92%~96% 且稳定, 速比变化范围宽, 最大传动比 (变速比) 与最小传动比的比值可达 5.0 左右。美国福特公司在某种型号的轿车上装备了 ECVT 无级自动变速器。

2. 液力自动变速器

液力自动变速器是目前汽车上主要使用的自动变速器。驾驶自动变速器汽车比驾驶手动变速器汽车操纵简捷、方便, 只需右脚踩加速踏板与制动踏板, 而左脚不需参与操作, 免去了踩离合器和右手频繁推拉变速杆的换挡操作。各液力自动变速器所具有的挡位不尽相同。

四、底盘电子控制系统

(一) 电控悬架系统

汽车的悬架装置是连接车身和车轮之间全部零件和部件的总称, 主要有弹簧、减振器和导向机构。钢板、弹簧、扭杆弹簧、空气弹簧和橡胶弹簧等均可作为弹性元件, 它是悬架的主要部件, 其作用是支撑悬架以上的车重, 缓和由路面传给车身的冲击。减振器提供的阻尼可有效抑制振动。

从控制力的角度来看, 悬架可分为被动悬架、半主动悬架和主动悬架三大类。被动悬架的结构确定后, 其悬架刚度和阻尼系数是固定的, 汽车在行驶过程中不能人为地加以改变。这种悬架所产生的弹性力和阻尼力由道路和车速等条件决定。它的优点是加工容易、成本低。目前仍然是汽车上的主导装备产品。

衡量悬架好坏的主要性能指标是汽车行驶的平顺性和操纵稳定性。这两个方面的性能要求是相互矛盾的。要使平顺性好, 可降低弹簧刚度, 从而减小车体加速度, 但同时会导致车体位移增加, 产生车体重心变动而引起轮胎负荷增加, 不利于操纵稳定性的提高; 从提高操纵稳定性来考虑, 可增加弹簧刚度, 但硬的弹簧将导致汽车对路面不平度很敏感, 降低了汽车的平顺性。

由于常规悬架对性能改善的限制, 随着电子技术的迅速发展, 尤其是微控制器在汽车发动机上的成功运用, 研制和开发电控悬架系统成为了重大课题, 不断有可调减振器、有源主动悬架、无源主动悬架、半主动悬架等电控装置装车使用。日产公司开发的半主动悬架装在农用运输车上, 在动态条件下可保持车身高度不变, 同时使平顺性得到了改善。日本丰田汽车公司的 TEMS (TOYOTA electronic modulated suspensions) 电控悬架系统装在索拉车上, 用微型计算机控制前、后减振器, 可同时满足车辆的舒适性、操纵性以及行车稳定性的要求。此外, 瑞士的 VOLVO 公司、日本的三菱公司、荷兰的阿姆斯特丹公司也纷纷推出了他们的电控悬架系统。

（二）电控制动防抱死系统（ABS）

在汽车制动防抱死装置出现之前，为了使汽车在行驶过程中以适当的减加速度降低速度直至停车，保证行驶的安全性，汽车上均装有行车制动器。其制动力矩的大小仅与驾驶员的操纵力、制动力的分配调节、制动器的尺寸和形式有关。车辆在制动过程中，不能将车轮与地面间的附着力控制在理想的范围内。这样在紧急制动时，不可避免地会出现车轮在地面上抱死拖滑的现象。在潮湿路面或冰雪路面上制动时，易造成侧滑侧偏等方向失稳问题。

汽车制动防抱死装置（antilock braking system，简称 ABS）的基本功能是在制动过程中防止车轮被制动抱死，避免车轮在路面上滑移，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。随着对汽车性能要求的不断提高，逐步增加了在起步、加速、转弯等过程中对驱动轮发生滑转的控制，提高了驱动过程中方向稳定性、转向操纵能力和加速性能。

德国波许公司早在 1936 年就研制出制动防抱死系统。1954 年福特公司将飞机的制动防抱死系统移置在林肯轿车上。1968 年英国和德国的研究人员共同协作将制动防抱死系统成功地安装在半挂拖车机组的牵引头的后轮上，并投入实际运营。瑞典政府在 1975 年用法律的形式，强制所有的路面机动车辆和拖车的制动系统都应设计成能充分利用车轮和路面间的附着能力且不应该有车轮抱死现象发生。联邦德国的交通部从 1969 年到 1972 年对安装有制动防抱死系统的小轿车、公共汽车、货车和半挂拖车机组的制动性能进行了全面系统的测试。试验报告为关于欧洲制动防抱死性能检测的 ECE 第 13 号法规的 13 号补充法规奠定了基础。1975 年美国公路交通安全管理局颁布了新的 121 号联邦交通安全法规（FMVSS121）。它对 1975 年后新出厂的所有应用气制动的客车、货车、拖车和半挂拖车机组在高、低两种附着系数路面且制动时规定了严格的制动距离和对后车轮不抱死的要求。

各汽车制造公司看到了政府对制动防抱死这一技术发明和应用的态度，意识到存在巨大的市场，纷纷投入大量的人力、物力、财力进行制动防抱死装置的研究，于是各种形式的制动防抱死装置不断研制并投放市场。

1969 年福特公司在雷鸟、大陆和马克轿车上装用了由凯尔塞·海伊斯公司在 1968 年研制生产的两轮制动防抱死系统。1971 年，波许公司研制出了第一代电控制动防抱死系统。同时能防止 4 个车轮被制动抱死的系统由克莱斯勒和本迪克斯公司研制成功。1975 年互布科（Wabco）公司和奔驰（Benz）公司合作，在气压制动的载货汽车上装用了制动防抱死系统。1978 年奔驰轿车上装用了由波许公司率先推出的采用数字式电子控制装置的制动防抱死系统 ABS2。接着，在 1983 年推出采用大规模集成电路的 ABS2S，随后又研制出了具有制动防抱死和驱动防滑转功能的防滑控制系统 ABS/ASR2U，并装于奔驰轿车上。1985 年，林肯、马克Ⅶ轿车装用了坦威斯（Teves）公司研制的整体式制动防抱死系统。格林（Girling）公司于 1987 年研制出机械式防抱死系统。1990 年，德尔科（Delco）公司开发了更为经济的四轮防抱死系统 ABSVI。电控防抱死系统极大提高了汽车的主动安全性，是汽车安全性方面的重大技术成就。据欧洲各国统计，应用了制动防抱死技术后，交通事故摩托车减少 10%，轿车和轻型货车减少 8%，公共汽车减少 4%，重型货车减少 10%，平均起来减少 7.5%。

1990 年，世界范围内已有 25% 新生产的轿车和轻型货车选用电控防抱死制动系统。通用、奔驰、宝马和波尔舍等汽车公司生产的轿车 100% 装备了 ABS，至 1994 年世界上已有 50% 以上的轿车和轻型货车装用 ABS，1995 年达到 95%。在大型客车和货车上，ABS 也在迅速普及，它已成为全球性汽车市场及各国汽车出口的标准装备。典型的 ABS 系统如表 1-1 所示。

表 1-1 典型的 ABS 系统

公司及 ABS 系统	特点及应用
波许 ABS2S 系统	独立控制两个前轮,同时控制两后轮的三通道四轮系统。所装车型:雪佛莱、克尔雅特轿车
坦威斯 MK II 系统	采用流通调压方式进行压力调节和液压制动助力。控制电路使用双 16 位微控制器,可靠性高。该系统作为许多欧美生产的高级轿车的标准装备
日本三菱 RBLCS 系统	为两后轮同时控制的单通道后轮制动防抱死系统。装用于三菱公司的斯坦里恩(Stari-on)轿车上
日本本田 4WALB 系统	两前轮为一通道,两后轮为另一通道的双通道分离式四轮制动防抱死系统。装用车型:日产地平线(Skyline)轿车
德尔科 ABSⅥ	两前轮独立控制、两后轮一同控制的四轮制动防抱死系统。制动压力采用变容式调节。装用车型:通用汽车公司 W 和 F 车系中的许多车型

(三) 电控动力转向系统

汽车转向系统是控制其行驶路线和方向的重要装置,它直接影响汽车的操纵性和稳定性。汽车转向系统按转向能源的不同可分为机械转向系统和动力转向系统。而动力转向系统又有液压式、气压式和电动式三种形式。

对于汽车转向系统,要求其工作安全可靠、操作轻便、机动性好、高效节能,且能在各种工况(包括直线行驶、正常转向、快速转向、原地转向等)下,根据不同的行驶速度和路面状况,提供最佳的路感。为了能满足上述要求,日本于 1983 年在轻型车上装用了电控动力转向系统。该系统在低速时,能减轻操纵方向盘的操纵力以提高操纵稳定性;当由低速挡换到高速挡时,系统能保证提供最优控制传动比和稳定的转向手感,提高了高速行驶的稳定性。

下面简单介绍几种电控动力转向系统。

(1) 丰田汽车公司“马克 II”型车用动力转向系统 也称连续式动力转向系统(PPS)。该系统的齿轮箱由控制加力的主控制阀、反力油压控制阀和油压反力室组成。PPS 根据油压反力的大小改变转向扭杆的扭曲量,从而控制转向时所加的力。安装在中央控制箱内的微控制器,根据车速传感器的信号控制电磁阀的输入电流,调整油压反力,从而得到最佳的转向操纵力。

(2) 三菱“米尼卡”车的电动助力转向系统(ECPS) ECPS 系统由控制组件、车速传感器、转矩传感器、发动机运转状态判别传感器(交流发电机的 L 端子)、转向器齿轮总成(电动机、离合器总成)等组成。控制组件是以 MC6805 为核心的控制电路。交流发电机的 L 端子的电压作为判断发动机工作状态的信号输入 ECPS 控制组件。行车时,ECPS 控制组件按不同车速下的方向盘转矩,控制电动机电流,实现助力控制。当高于设定车速时,就切换成常规的转向系统。如 ECPS 出现故障,系统的自保护功能将断开电动机的驱动电流,又恢复到常规的转向系统。

(3) 大发公司的电动助力转向系统 大发公司在 1989 年生产的“米拉”(L70 系列)车上开始采用电动助力转向系统(电动 PS),目前生产的米拉(L200 系列)、海捷特、阿托雷(S80 系列)车大部分都采用了电动 PS。大发公司的电动 PS 可分为两种:2WS(2 轮转向车用)和 4WS(4 轮转向车用)。它们都是采用直流电动机产生助力,但两者的变速传动机构和安装位置不同。2WS 使用滑动电阻式转矩传感器,而 4WS 使用无触点式转矩传感器。

(4) 铃木公司的电动助力转向系统 按车速控制范围可分为 0~45km/h 的低中速控制型和 0~80km/h 的全范围控制型两种。按转向传感器的工作方式可分为滑动可变电阻型和无触点型两种。吉姆尼车采用了油压式电动助力转向系统(电动 PS)。铃木奥拓车(E-CN11S)采用低中速控制型电动助力转向系统,完成速度控制电动机电流控制和临界控制。全范围控制型

PS 的控制方框图如图 1-2 所示。主要完成如下控制内容：根据车速控制电动机的电流，实施全范围的车速感应型控制，最大电流值为 25A；临界控制。表 1-2 列出了几种车型的电子控制动力转向系统的种类与特点。

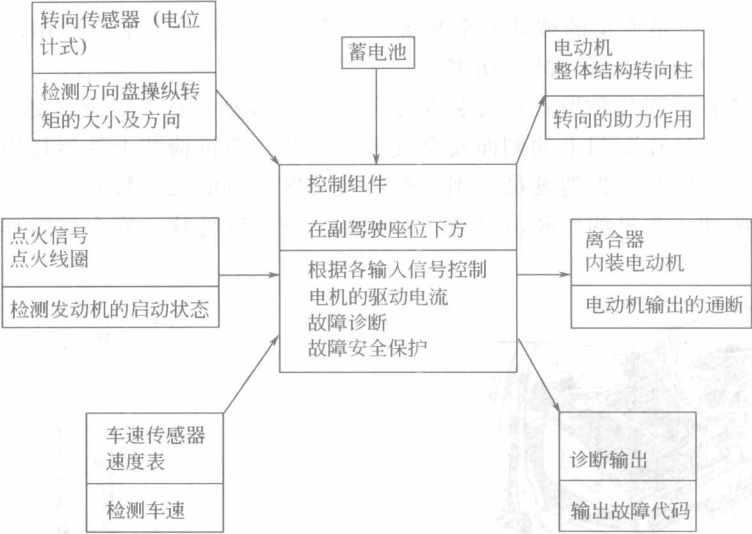


表 1-2 几种车型的电子控制动力转向系统的种类与特点

车型	动力转向系统名称	控制方式	传感器	特点
阿斯卡	VSSS(车速感应式操纵力可变型动力转向系统)	流量控制式	检测车速用	按驾驶人员的爱好有 I、II、III 种操纵特性供选择
蓝鸟	EPS(电子控制式 3 挡动力转向系统)	流量控制式	检测车速、转舵角速度用	按驾驶人员的需要有 L、M、H3 种操纵特性供选择;附有急转舵加重功能
马克 II 切依散 克雷恩塔	PPS(2 挡连续式动力转向系统)	流量控制式	检测车速、发动机转速用	按驾驶人员的喜好,有 2 种选择:正常、运动。在“运动”方式时,在发动机高转速场合,具有加重操舵感的功能
西格玛	EPS 电子控制动力转向	油压反力控制式	检测车速、发动机转速	利用反力柱塞的作用,改善手感

五、车身电子控制系统

(一) 汽车的安全性能

交通事故会造成巨大的经济损失，是社会上一严重的公害。因而在设计汽车时，应采取 措施满足与预防事故安全性有关的一些要求。评价汽车安全性包括两方面：从防止汽车事故发 生所采取的措施来考虑汽车的主动安全性；从事故发生后减少因事故引发的损失来考虑汽车的 被动安全性。

汽车的主动安全性分为预防事故安全性和避免事故安全性。

(1) 预防事故安全性 包括视野、能见度、操纵方便性、乘坐舒适性、噪声对舒适性的影响、制动器和门锁报警等。

(2) 避免事故安全性 包括悬架系统的操纵稳定性、转向系统的操纵稳定性和静态侧翻