



高等职业院校汽车类技能型人才培养“十三五”规划教材

汽车 电子控制技术

QICHE DIANZI
KONGZHI JISHU

主 编 敬 东

副主编 周安华 陈 翠 廖杨萌



西南交通大学出版社

高等职业院校汽车类技能型人才培养“十三五”规划教材

汽车电子控制技术

主 编 敬 东

副主编 周安华 陈 翠 廖杨萌

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

汽车电子控制技术 / 敬东主编. —成都: 西南交通大学出版社, 2016.11
高等职业院校汽车类技能型人才培养“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5643-5096-3

I. ①汽... II. ①敬... III. ①汽车 - 电子控制 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①U463.602.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 261254 号

高等职业院校汽车类技能型人才培养“十三五”规划教材
汽车电子控制技术
主编 敬东

责任编辑 穆丰
封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷	四川森林印务有限责任公司
成 品 尺 寸	185 mm× 260 mm
印 张	20.75
字 数	517 千
版 次	2016 年 11 月第 1 版
印 次	2016 年 11 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-5096-3
定 价	46.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

随着汽车智能化技术日新月异，电子控制系统在汽车上应用越来越广泛，从发动机、汽车底盘、行驶安全系统到车身、附属装置的各个方面，汽车技术普遍趋向电子化。针对目前汽车从业人员电控技术仍然薄弱的现状，进一步加大汽车电控技术职业教育力度已迫在眉睫。

高职高专承担着汽车行业技术技能型人才培养培训工作的主要任务。为深入贯彻国务院《关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及教育部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神，我们组织编写了本教材以适应全国各类院校的教学需要。

本书以汽车行业技能型人才培养为目标，在介绍汽车电子控制系统的结构与原理时，注重理论与实际的紧密结合；在介绍检测与诊断方法时，注重其实践性和应用性。本书全面、系统地阐述了现代汽车电子控制系统的组成、结构原理以及检测与诊断方法。全书共 10 个项目，主要内容包括汽车电子控制技术概述，汽油机电控燃油喷射系统，发动机点火控制系统，排气净化与排放控制系统，柴油机电控系统，汽车防滑及稳定控制系统，汽车电控自动变速（ECTCVT）技术，汽车行驶与安全控制系统，汽车电控悬架（EMS）技术，车载网络技术。

本书全面、系统地阐述了汽车电子控制技术在现代汽车上的应用情况。在简要介绍汽车电子控制系统的基本组成和发展趋势之后，本书着重论述了发动机、底盘、车身电子控制系统的结构组成、工作原理等知识，对汽车电子控制系统检测诊断等内容也作了相应的介绍。

本教材项目 1 和项目 10 由重庆机电职业技术学院周安华老师编写，项目 2 和项目 3 由陈翠老师编写，项目 4 和项目 5 由廖杨萌老师编写，项目 6、项目 7、项目 8、项目 9 由敬东老师负责编写。全书由敬东担任主编，周安华、陈翠、廖杨萌担任副主编。在本书编写过程中，王新、孙永科等专家和老师给予了大力支持和无私帮助，在此谨表谢意。

本书的编写参考了大量的资料和文献，在此向原作者表示诚挚的谢意。

由于时间仓促，加上水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请各位读者和业内专家批评指正。

编 者
2016 年 5 月

目 录

项目 1 汽车电子控制技术概述	1
任务 1.1 汽车电控技术发展历程	1
任务 1.2 汽车电控技术的组成、分类	7
实训 发动机电子控制系统总体结构认识	11
练习题	14
项目 2 汽油机电控燃油喷射系统	16
任务 2.1 汽油机燃油喷射系统概述	16
任务 2.2 汽油机电控燃油喷射系统的 组成与控制功能	23
任务 2.3 燃油喷射电控系统主要元件及工作原理	30
任务 2.4 发动机怠速控制系统	67
实训 2.1 发动机 ECU 的使用和维护	76
实训 2.2 空气流量传感器的检测	79
实训 2.3 进气压力传感器的检测	81
实训 2.4 节气门位置传感器的检测	82
实训 2.5 曲轴和凸轮轴传感器的检测	86
实训 2.6 冷却液温度传感器和进气温度传感器的检测	87
练习题	88
项目 3 发动机点火控制系统	90
任务 3.1 发动机点火控制系统	90
任务 3.2 爆震控制	99
实训 3.1 爆震传感器的使用与维护	102
实训 3.2 点火执行元件的检修	103
练习题	107
项目 4 排气净化与排放控制系统	109
任务 4.1 汽车排放的危害与解决措施	109
任务 4.2 三元催化剂与氧传感器及闭环控制	112
任务 4.3 电控废气再循环	122
任务 4.4 燃油蒸发控制系统	127
任务 4.5 二次空气喷射系统与曲轴箱通风	130

实训 4.1	氧传感器故障的检修	131
实训 4.2	EGR 的检修	135
实训 4.3	活性炭罐控制电磁阀的检测	137
练习题		138
项目 5	柴油机电控系统	140
任务 5.1	柴油机电控系统概述	140
任务 5.2	柴油机电控系统的组成及工作原理	146
任务 5.3	柴油机高压共轨系统	148
实训 5.1	柴油发动机电控系统总体认识	159
实训 5.2	电控共轨燃油喷射系统的检修	162
练习题		164
项目 6	汽车防滑及稳定控制系统	165
任务 6.1	防抱死制动系统 (ABS) 概述	165
任务 6.2	ABS 系统主要零部件的结构与工作原理	175
任务 6.3	制动力分配系统 (EBD)	184
任务 6.4	制动辅助系统 (EBA/BAS/BA)	185
任务 6.5	驱动轮防滑转调节系统 (ASR/TCS/TRC)	187
任务 6.6	车身稳定性控制系统 (VSC/DSC/ESP)	195
实训	桑塔纳轿车 ABS 防抱死系统检修	198
练习题		204
项目 7	汽车电控自动变速 (ECT/CVT) 技术	206
任务 7.1	电子自动变速系统 (ECT) 的组成	206
任务 7.2	电控自动变速系统 (ECT) 的控制原理	209
任务 7.3	齿轮变速系统的结构原理	212
任务 7.4	液压控制系统的结构原理	225
任务 7.5	自动变速电控系统的结构原理	235
任务 7.6	电控制动变速器系统 (ECT) 实例	240
实训	电子控制自动变速器的检修	248
练习题		255
项目 8	汽车行驶与安全控制系统	257
任务 8.1	汽车巡航电控系统 (CCS) 概述	257
任务 8.2	汽车巡航控制系统 (CCS) 的结构原理	259
任务 8.3	汽车巡航控制系统 (CCS) 的控制过程	263
任务 8.4	安全气囊系统 (SRS)	267
实训 8.1	汽车电控巡航系统的检修	275
实训 8.2	上海别克乘用车安全气囊 (SIR) 系统检修	276
练习题		279

项目 9 汽车电控悬架 (EMS) 技术	280
任务 9.1 汽车电控悬架系统 (EMS) 的组成	280
任务 9.2 车身高度电子控制系统	281
任务 9.3 悬架刚度电子控制系统	286
任务 9.4 悬架阻尼电子控制系统	288
任务 9.5 汽车电控悬架系统 (EMS) 实例	291
实训 电控悬架系统故障诊断与检修	295
练习题	300
项目 10 车载网络技术	301
任务 10.1 车载局域网技术的应用与发展	301
任务 10.2 车载局域网 (LAN) 技术的构成与分类	306
任务 10.3 控制器局域网 (CAN)	312
任务 10.4 车载局域网故障诊断与排除	317
练习题	323
参考文献	324

项目1 汽车电子控制技术概述



【学习目标】

(1) 了解汽车电子控制技术的现状与发展。

(2) 熟悉汽车电控技术的组成、分类。

汽车电子控制技术简称汽车电控技术,是指以电器技术、微电子技术、液压传动技术、新材料和新工艺技术为基础,以解决汽车能源紧缺、环境保护和交通安全等社会问题为目的,旨在提高汽车整车性能(包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性、通过性等)的新技术。

2009年10月20日,我国首次年产第1000万辆汽车下线。2011年1月10日,中国汽车工业协会发布2010年汽车产销数据:“国内汽车产销双双超过1800万辆,创全球历史新高,再次蝉联全球第一”。这些数据标志着我国已经成为世界最大的汽车生产国和最大的汽车消费市场,同时也彰显了汽车产业对国民经济的支柱作用。因此,研究汽车电控技术是每一位与汽车技术有关人员必然面临的课题。

任务1.1 汽车电控技术发展历程

1.1.1 汽车电控技术发展历程

随着电子技术和信息技术的迅猛发展,传统汽车机械系统与电子技术、信息技术不断融合,汽车产品的电子化、网络化和智能化水平不断提高。汽车电子装置的装备数量和成本不断增加,有的汽车电子装置占整车造价的1/3,高级轿车有的装有几个微控制器、上百个传感器。电子化的程度已成为衡量汽车技术水平的主要标志之一。

汽车电子技术主要包括硬件和软件方面的内容:硬件包括微机及其接口、执行部件、传感器等;软件主要是以汇编语言及其他高级语言编制的各种数据采集、计算判断、报警、程控、优化控制、监控、自诊断系统等程序。

微控制器(MCU)是整个系统的核心,负责指挥其他设备工作。目前汽车上用的MCU以通用单片机和高抗干扰及耐振的汽车专用微处理器为主,其速度和精度要求不像计算用微机高,但抗干扰性能较强,能适应汽车振动大等恶劣的工作环境。有的由单机控制向集中控制发展,而汽车集中控制也由原来的多个微控制器通信向网络化管理过渡。

汽车控制技术的发展经历了机械控制或液压—机械控制、电子电路(即分立电子元件电路与集成电路)控制、微型计算机(即模拟计算机和数字计算机)控制和车载局域网控制等过程。

汽车电子控制技术的发展过程,大致可分为电子电路控制、微型计算机控制和车载局域网控制三个阶段。

第一阶段(1953—1975年):模拟电子电路控制阶段,即采用分立电子元件或集成电路组成电子控制器进行控制。汽车电子设备主要采用分立电子元件组成电子控制器,从而揭开了汽车电子时代的序幕。主要产品有二极管整流式交流发电机、电子式电压调节器、电子式点火控制器、电子式闪光器、电子式间歇刮水控制器、晶体管收音机、数字时钟等。

第二阶段(1976—1999年):微型计算机控制阶段,即采用模拟计算机或数字计算机进行控制,控制技术向智能化方向发展。汽车电子设备普遍采用8位、16位或32位字长的微处理器进行控制,主要开发研制专用的独立控制系统和综合控制系统。主要产品有微机控制发动机点火系统、电子控制发动机燃油喷射系统、发动机燃油喷射与点火综合控制系统、发动机空燃比反馈控制系统、巡航控制系统、电子控制自动变速系统、防抱死制动系统、牵引力控制系统、四轮转向控制系统、车身高度自动调节系统、轮胎气压控制系统、安全气囊系统、座椅安全带收紧系统、自动防追尾碰撞系统、前照灯光束自动控制系统、超速报警系统、车辆防盗系统、电子控制门锁系统、自动除霜系统、通信与导航协调系统、安全驾驶监测与警告系统和故障自诊断系统等。

第三阶段(2001年至今):车载局域网控制阶段,即采用车载局域网(LAN, Local Area Network)对汽车电器与电子控制系统进行控制。国内外中高档轿车目前都已开始采用车载局域网LAN技术。采用LAN技术的国外轿车有奔驰、宝马、大众、保时捷、美洲豹、劳斯莱斯等系列汽车。例如,在BMW AG(宝马公司)2004年新推出的BMW 7系列轿车上,就装备了70多个微处理器(电控单元),利用8种车载局域网分别按这些电控单元的作用连接起来。其中,连接多媒体装置的网络就选用了多媒体定向系统传输网(MOST, Media Oriented System Transport)。MOST协议是21世纪车载多媒体设备不可缺少的高速网络协议。国内采用LAN技术的有一汽奥迪A6L、宝来、上海帕萨特B5、波罗、广州本田、东风雪铁龙等轿车。电子控制器网络化的多路集中控制系统不仅是汽车电器线束分布方式和电子控制系统控制技术的发展方向,而且也是火车、船舶、机器人、机械制造、医疗器械以及电力自动化等领域控制技术的发展方向。

1.1.2 汽车电控技术的优势

由于电子技术、计算机技术和信息技术等新技术的发展和运用,汽车电子控制在控制的精度、范围、适应性和智能化等多方面有了较大发展,实现了汽车的全面优化运行。因此,在降低排放污染、减少燃油消耗、提高安全性和舒适性等方面,电子控制汽车有着明显的优势。

1. 减少汽车修复时间

据统计,目前汽车电气设备的故障约占汽车总故障的1/3。主要原因是因为汽车构造比较复杂,零部件比较多,工作环境不可控制(如道路条件,环境的温、湿度),再加上人为的因素,所以汽车的可靠性差,无故障间隔时间短;而随着电气设备在汽车零部件中比例的增加,电气设备的故障率还会提高。由于电子控制汽车均装有自诊断系统,提高了故障诊断的速度和准确性,从而缩短了汽车的修复时间,带来很好的社会效益和经济效益。

2. 节 油

汽车发动机采用电子综合优化控制，与传统的化油器式发动机相比，可以节约燃油消耗10%~15%。汽车是一个较复杂的多参数控制的机械，而且行驶条件随机变化。对其采用优化控制后，计算机可以对控制对象的有关参数（如温度、气体压力、转速、排气成分）进行适当采样，然后进行数据处理，最终控制汽车的执行机构，这样便可使汽车在最佳工况下工作，以达到节油目的。发动机各部件的优化控制主要有：电子控制点火装置、电子控制汽油喷射和混合气浓度控制装置等，此外还有发动机闭缸控制节油装置、怠速控制、废气再循环控制和爆震控制等优化控制。

3. 减少空气污染

用传感器控制的发动机空燃比闭环控制系统，可以保证实际空燃比处于理论空燃比附近工作。若加装废气再循环和三元催化净化等装置，不但可以节约燃油，而且废气中碳氢化合物（HC）的体积分数可降低40%，氮氧化合物（NO_x）的体积分数可降低60%左右。

4. 减少交通事故

电子技术在汽车安全方面得到应用后，使整车的安全性能提高。交通事故主要由人的主观因素和客观因素所造成。减少人的主观因素造成事故的电子装置有：防止酒后驾车和驾驶员瞌睡的电子装置、检查人的心理状态和反应时间的电子装置等。减少由于客观原因造成事故的电子装置有：电子控制防滑装置、智能驾驶信息系统、汽车主要参数报警装置和安全气囊等。

5. 提高乘坐舒适性

汽车的舒适性包括平顺性、噪声控制、空气温度和湿度调节以及居住性等。通常所说的乘坐舒适性，主要是指乘客对振动的适应程度。振动主要由路面、轮胎、发动机和传动系通过不同途径传递到人体，其振动的幅度和频率对人体影响较大。采用电子技术后，可以根据汽车的运行情况和路况适时控制减振器的阻尼等参数，从而提高乘坐舒适性。车内温度、湿度、灯光等，可根据环境条件及人的要求自动控制在合适的程度。

目前，发达国家的轿车电子产品应用已占车价的25%以上，随着量子力学的重大发现和纳米技术的推广应用，还将进一步推进汽车技术的发展。预计高级轿车在近10年内电子器件成本将达到轿车总成本的40%，其中电子器件消耗的顶峰功率也将由目前的2~3 kW增长到8~10 kW。由于汽车电器设备的广泛应用，按8 kW计算，14 V的汽油车电器系统（蓄电池12 V）电流约达570 A。因此，美、欧等汽车制造商和零部件供应商已在讨论将汽车电器系统由12/14 V向36/42 V转化，预计42 V汽车电器系统的应用已为时不远了。

1.1.3 汽车电控技术现状

作为汽车工业与电子工业的结合，汽车电子产业目前正飞速发展。汽车电子技术不仅推动了汽车工业的发展，同时也极大地促进了电子产品市场的发展。现代汽车电子技术在改善

汽车动力性、经济性、安全性、行驶稳定性和乘坐舒适性等方面发挥着不可替代的作用。具体来说，汽车电子技术的应用主要可分为以下五个方面：

1. 动力传动电子控制系统

动力传动电子控制系统主要包括发动机电子控制（包括汽油机和柴油机）、自动变速器控制（ECT，CVT/ECVT等）以及动力传动总成的综合电子控制等。控制系统主要由各种传感器、执行机构和电控单元（ECU）组成。其主要是保证汽车在不同的工况下均能保持在最佳状态下运行，并简化驾驶员的有关操作，从而降低油耗和排放，减小动力传动系统的冲击，减轻驾驶员的劳动强度，提高汽车的动力性、经济性和舒适性。

2. 底盘电子控制系统

底盘电子控制系统包括制动防滑与动态车身控制系统（ABS/ASR，ESP/VDC）、牵引力控制系统、悬架及车高控制系统、轮胎监测系统（TPMS）、巡航控制系统（CCS）、转向控制系统（4WS）、驱动控制系统（4WD）等，主要用于提高汽车的安全性、舒适性和动力性等。

近些年来，这类控制系统已在普通轿车上广泛采用。

3. 车身电子控制系统

车身电子装置是在汽车环境下能够独立使用的电子装置，它与汽车本身的性能并无直接关系，以节约能源、改善乘坐舒适性、提高汽车档次以及增加享受型功能等为目的，多属辅助性功能。车身电子控制系统包括电子控制安全带、安全气囊、主动式膝垫、车内气候控制、电子防盗系统、遥控门锁、电动座椅、电动后视镜、电子仪表板、灯光控制、轮胎压力监测、车载防撞雷达控制、自动空调控制、视野照明控制、自动防撞系统等，以及满足不同用电设备的电源管理系统。

4. 车载信息系统

车载信息系统是把IT技术应用到汽车上的产物，与汽车本身的性能无直接关系。它包括汽车信息系统（汽车行驶的自身信息系统、车载通信系统、语音信息系统、上网设备和行车电脑等）、导航系统、汽车音响及电视娱乐系统（数字式收音机、音响、冰箱、电视、CD/DAT）等，具有信息处理、在线故障诊断、通信、导航、防盗、语音识别、图像显示、安全和娱乐等多种功能。

5. 车载故障自诊断系统

汽车控制的电子化也带来了新的问题。一方面，汽车电子控制系统日趋复杂，给汽车维修工作带来了越来越多的困难，因而对汽车维修技术人员的要求也越来越高；另一方面，电子控制系统需要安全容错处理，汽车不能因为电子控制系统自身的突发故障导致汽车失控和不能运行。针对这种情况，汽车电子控制技术设计人员在汽车电子控制系统设计的同时，增加了故障自诊断功能模块。它能够在汽车运行过程中不断监测电子控制系统各组成部分的工作情况，如有异常，可根据特定的算法判断出具体的故障，并以代码形式存储下来，同时启动相应故障运行模块功能，使有故障的汽车能够被驾驶到修理厂进行维修，维修人员可以利用汽车故障自诊断功能调出故障码，快速对故障进行定位和修复。因此，从安全性和维修

便利的角度来看，汽车电子控制系统都应具备故障自诊断功能。

自1979年美国通用汽车公司率先在其汽车电子控制系统中采用故障自诊断功能后，世界上各大汽车厂商纷纷效仿，都在各自生产的电控汽车上配备了故障自诊断功能模块。故障自诊断功能已成为新车出厂和修理厂故障检测不可缺少的重要手段。经过几十年的发展，故障自诊断模块不仅能够解决汽车电子控制系统的安全性问题和存储记忆汽车故障，还能够实时提供汽车的各种运行参数。

1.1.4 汽车电子控制系统的发展趋势

目前，随着人们对汽车的安全、环保、舒适、娱乐等要求的不断提高，汽车电子技术在功能多样化、系统集成化、体积微型化、系统网络化等方面不断取得新的突破。如发动机电子控制系统由20多个子系统组成，体现了功能多样化；ABS/ARS一体化、ABS/ASR/VDC集成化系统，体现了系统集成化；在硬件上共用传感器、控制元件、线路，减少了元器件数量和连接点数目，提高了可靠性；在软件上实现了信息融合、集中控制，提高了控制的可靠性和实时性。

电子元器件的多功能、微型化、智能化带来了汽车电子控制系统的微型化。汽车上已经开始越来越多地使用CAN、LIN等总线技术，进入了系统网络化时代。

未来汽车电子技术将在以下方面取得突破：

1. 传感器技术

车用传感器是促进汽车向高档化、电子化、自动化发展的关键技术之一，随着汽车电子化的发展，自动化程度越高，对传感器的依赖程度也就越大。随着传感器多样化和使用数量的增加，使得传感器朝着多功能化、集成化、智能化和微型化方向发展。这些将使未来的智能化集成传感器不仅能提供用于模拟和处理的信号，而且还能对信号进行放大等处理；同时，它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正，具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力，保证传感器信号的质量不受影响，即使在特别严酷的使用环境下仍能保持较高的精度；另外，它还具有结构紧凑、安装方便等优点，从而免受机械特性的影响。

2. 微处理器技术

微处理器是整个系统的核心，负责指挥其他设备工作。随着汽车电子控制日趋集中化，ECU需要处理的信息量不断增加，因此16位和32位ECU将成为未来汽车用ECU的首选，预计在今后几年内需求量将增加50%以上，并逐步成为车用ECU的主流，开发出具有多路同步实时控制、自带A/D与D/A、自我诊断、高输入/输出等功能的汽车专用ECU系统也具有很大的现实意义。

3. 软件新技术

随着汽车电子技术应用的推广，对有关控制软件的需求也将会增加，并可能进一步要求联网功能。因此，要求设计多种类型软件，并开发出通用的高级语言，以满足汽车多种硬件设备的要求。

轿车上多通道传输网络将大大依赖于软件，软件总数的增加及其功能的提高将能使计算机完成越来越复杂的任务。

4. 执行器

目前，汽车上所使用的执行器主要有电磁式、电动式和气动/液动式。电磁和电动式的执行器都是以电为动力的操作机构，具有体积小、质量轻、响应速度快、能耗低等特点，但与气动液动式执行器相比，其输出驱动能力则不足，无法满足未来汽车控制领域大驱动输出的需要。

但是，随着新材料、新工艺、新机构设计的采用，尤其是在未来汽车普遍更换 42 V 新型电源系统之后。其输出驱动能力将大幅度提升，完全可以取代传统的气动/液动系统。

5. 控制策略

除了经典的 PID 控制方法外，随着控制技术的不断发展，一些新的控制方法将更多地应用于汽车的控制系统中。如最优控制理论在汽车悬架系统中的应用，滑模控制在 ABS 控制中的应用，模糊控制在自动变速器控制中的应用，人工神经网络在四轮转向控制中的应用，等等。

此外，未来汽车控制系统的另一个发展方向是将多种功能集成在一起，从而实现更经济、更有效以及可诊断的数据中心。例如，将发动机管理系统和自动变速器控制系统集成为动力传动系统的综合控制（PCM）；将制动防抱死控制系统（ABS）、牵引力控制系统（TCS）和驱动防滑控制系统（ASR）综合在一起进行制动控制；通过中央底盘控制器，将制动、悬架、转向、动力传动等控制系统通过总线进行连接，控制器通过复杂的控制运算，对各子系统进行协调，将车辆行驶性能控制到最佳水平，形成一体化底盘控制系统（UCC）。2015 年每辆汽车上的电子控制单元数量减少到 10~15 个。相信随着所有这些控制方法在汽车上的成功应用，将极大地改善汽车控制系统的控制质量精度，提高汽车的使用性能。

6. 新型 42 V 供电电源

随着汽车的电子装置越来越多，消耗的电能也逐步增加。现有的 12 V 动力电源，已满足不了汽车上所有电气系统的需要。今后将采用集成起动机/发电机 42 V 供电系统，发电机最大输出功率将会由目前的 1 kW 提高到 8 kW 左右，发电效率将达到 80% 以上。汽车电压升级，除了能减小线束截面积和电机体积外，还可终结目前汽车上使用的机械式继电器，进入固体开关模式，采用电子模块代替目前的分立元件。

7. 车载网络技术

随着汽车上电子电器装置数量的急剧增多，汽车电子技术的功能日益强大、系统日益复杂化。为了进一步提高行驶的经济性，车载电子设备间的数据通信变得越来越重要。为了减少连接导线的数量和减轻其质量，网络、总线技术在此期间有了很大的发展。通信线将各种汽车电子装置连接成为一个网络，通过数据总线发送和接收信息。电子装置除了独立完成各自的控制功能外，还可以为其他控制装置提供数据服务。由于使用了网络化的设计，简化了

布线，减少了电气节点的数量和导线的用量，使装配工作更为简化，同时也增加了信息传送的可靠性。

通过数据总线可以访问任何一个电子控制装置，读取故障码以对其进行故障诊断，使整车维修工作变得更为简单。

8. 安全技术

未来汽车安全领域电子控制主要有以下几个方向。

- (1) 利用雷达技术和车载摄像技术开发各种自动防撞系统。
- (2) 利用近红外技术开发各种能监测驾驶员行为的安全系统。
- (3) 高性能的轮胎综合监测系统。
- (4) 自适应自动驾驶系统。
- (5) 驾驶员身份识别系统。
- (6) 安全气囊和 ABS/ASR，以及车身动态控制系统将更加完善。

9. 多媒体娱乐与智能通信系统

随着第4代移动通信技术和计算机网络技术的不断发展，未来汽车正朝着移动办公室、家庭影院方向发展，为驾驶员和乘客提供行进中的实时通信和娱乐信息，并把汽车和道路及其他远程服务系统结合起来，构建未来的智能交通系统（ITS）。具体功能有：

(1) 提供丰富的多媒体设施环境，利用 GPS，GSM 网络实现导航、行车指南、无线因特网以及汽车与家庭等外部环境的互动。

(2) 具备远程汽车诊断功能，紧急时能够引导救援服务机构赶到故障或事故地点。

10. 光导纤维在汽车信号传输中的应用

汽车电子技术的进步已使各系统控制走向集中，形成整车控制系统。这一系统除了中心计算机外，甚至包括多达几十个微处理器以及大量传感器和执行部件，组成一个庞大而复杂的信息交换与控制系统，车用计算机的容量要求已与现代 PC 机不相上下，计算速度则要求更高。由于汽车用计算机控制系统的数量日益增多，采用高速数据传输网络日益显得必要。光导纤维可为此传输网络提供传输介质，以解决电子控制系统防电磁干扰的问题。随着光导纤维成本的不断降低，其应用也将降低汽车有关方面的成本。

任务 1.2 汽车电控技术的组成、分类

汽车电控系统是汽车电子控制系统的简称，是指由传感器、电控单元和执行元件组成的、能够提高整车性能的机电一体化控制系统。

汽车电控系统的主要功能是提高汽车的整体性能，包括动力性、经济性、排放性、安全性、舒适性、操纵性与通过性等。

1.2.1 汽车电控系统的基本组成

在同一辆汽车上，配装有若干个电子控制系统。每一个电子控制系统，都能实现不同的控制功能。汽车车型不同、档次不同，采用的电子控制系统也不尽相同。但是，汽车上每一个电子控制系统的基本结构都是由传感器（传感元件）与开关信号、电控单元（ECU）和执行器（执行元件）三部分组成，如图 1.1 所示，这是汽车电子控制系统的共同特点。



图 1.1 汽车电控系统的基本组成

1. 传感器

传感器是将各种非电量（物理量、化学量、生物量等）按一定规律转换成便于传输和处理的另一种物理量（一般为电量）的装置。

传感器相当于人的眼、耳、鼻、口、舌。在汽车电子控制系统中，传感器的功用是将汽车各部件运行的状态参数（各种非电量信号）转换成电量信号并输送到各种电控单元。

车用传感器安装在汽车上的不同部位。汽车型号和档次不同，装备传感器的多少也不相同。有的汽车只有几只传感器，有的汽车装备有 50 多只传感器。一般来说，汽车装备传感器越多，则其档次就越高。

按检测项目不同，汽车电子控制系统采用的传感器可分为以下几种类型。

（1）流量传感器。如发动机燃油喷射系统采用的翼片式、量芯式、涡流式、热丝式与热膜式空气流量传感器等。

（2）位置传感器。如发动机燃油喷射和微机控制点火系统采用的曲轴位置传感器（又称为发动机转速与曲轴转角传感器）、凸轮轴位置传感器、节气门位置传感器，电子调节悬架系统采用的车身位置（又称为车身高度）传感器，信息显示系统和液面监控系统采用的各种液面位置（或高度）传感器，自动变速系统采用的换挡操纵手柄位置传感器，巡航控制系统采用的节气门拉线位置传感器，电子控制动力转向系统采用的转向盘转角传感器等。

（3）压力传感器。如发动机控制系统采用的进气歧管压力传感器、大气压力传感器、排气压力传感器、汽缸压力传感器，自动变速系统采用的燃油压力传感器，发动机爆震控制系统采用的爆震传感器等。

（4）温度传感器。如发动机冷却液温度传感器、进气温度传感器、排气温度传感器、燃油温度传感器，自动变速系统采用的自动传动液温度传感器，空调控制系统采用的车内温度传感器等。

（5）浓度传感器。如发动机控制系统采用的氧传感器、安全控制系统采用的酒精浓度传感器等。

（6）速度传感器。如防抱死制动系统采用的车轮速度传感器、车身纵向和横向加（减）

速度传感器，发动机控制系统采用的转速传感器，发动机、自动变速以及巡航控制系统采用的车速传感器，变速器输入轴转速传感器以及输出轴转速传感器等。

(7) 碰撞传感器。如辅助防护系统采用的滚球式、滚轴式、偏心锤式、压电式和水银式碰撞传感器等。

2. 电控单元 (ECU)

汽车电子控制单元简称电控单元，又称为汽车电子控制器或汽车电子控制组件，俗称“汽车电脑”。

电控单元是以单片微型计算机（即单片机）为核心所组成的电子控制装置，具有强大的数学运算、逻辑判断、数据处理与数据管理等功能。

电控单元是汽车电子控制系统的控制中心，其主要功用是分析处理传感器采集的各种信息，并向受控装置（即执行器或执行元件）发出控制指令。

3. 执行器

执行器又称为执行元件，是电子控制系统的执行机构。执行器的功用是接受电控单元 (ECU) 发出的指令，完成具体的执行动作。

汽车电控系统不同，采用执行器的数量和种类也不相同。发动机燃油喷射系统的执行器有电动燃油泵和电磁喷油器；发动机怠速控制系统的执行器是怠速控制阀；燃油蒸气回收系统的执行器是活性炭罐电磁阀；微机控制点火系统的执行器有点火控制器和点火线圈；防抱死制动系统的执行器有两位两通电磁阀或三位三通电磁阀、制动液回液泵电动机；安全气囊系统的执行器是气囊点火器；座椅安全带收紧系统的执行器是收紧器点火器；自动变速系统的执行器有自动传动液液压油泵、换挡电磁阀和锁止电磁阀；汽车巡航控制系统的执行器有巡航控制电动机或巡航控制电磁阀等。

1.2.2 汽车电控的分类

汽车电控系统种类繁多、形式各异，分类方法也不相同。一般可按控制系统的控制目标和控制对象进行分类。

1. 按控制目标分类

根据控制目标不同，汽车电控系统可分为动力性、经济性与排放性、安全性、舒适性、操纵性和通过性控制系统等六种类型，主要控制项目和控制功能如表 1.1 所示。其中，经济性与排放性控制系统具有双重功能，既能降低燃油消耗量，又能减小有害物质的排放量。

2. 按控制对象分类

根据控制对象不同，汽车电控系统可分为发动机电子控制系统、底盘电子控制系统和车身电子控制系统三大类。

表 1.1 汽车电控系统的控制目标与控制项目

类型	控制目标	系统名称	主要控制项目
汽车 电子 控制 系统	动力性	发动机燃油喷射系统 (EFI)	喷油时刻 (喷油提前角); 喷油量 (喷油持续时间); 喷油顺序; 喷油器; 燃油泵
		微机控制点火系统 (MCI)	点火时刻 (点火提前角); 点火导通角
		爆震控制系统 (EDCS)	点火提前角
		怠速控制系统 (ISCS)	发动机输出转矩; 液力变矩器锁止时机
		发动机进气控制系统 (IACS)	切换进气通路提高充气效率; 可变气门定时
		涡轮增压控制系统 (ETC)	泄压阀控制; 废气涡轮增压器控制
		控制器局域网 (CAN)	发动机电控单元 (EEC) \ 自动变速电控单元 (ECT ECU) \ 防抱死制动电控单元 (ABS ECU) 等
	经济性与排放性	空燃比反馈控制系统 (AFC)	空燃比
		断油控制系统 (SFIS)	超速断油; 减速断油; 清除溢流
		电控废气再循环系统 (EGR)	排气再循环率
		燃油蒸气回收系统 (FECS)	活性炭罐电磁阀控制
	安全性	防抱死制动系统 (ABS)	车轮滑移率; 车轮制动力
		电子控制制动力分配系统 (EBD)	车轮制动力
		电子控制制动辅助系统 (EBA)	车轮制动力
		车身稳定性控制系统 (VSC)	车轮制动力; 车身偏转角度
		驱动轮防滑转调节系统 (ASR)	发动机输出转矩; 驱动轮制动力; 防滑转差速器锁止程度
		安全气囊控制系统 (SRS)	气囊点火器点火时机; 系统故障报警控制
		座椅安全带收紧系统 (SRTS)	安全带收紧器点火时机
		雷达车距报警系统 (RPW)	车辆距离; 报警; 制动
		前照灯光束控制系统 (HBAC)	焦距; 光线角度