



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等教育车辆工程专业规划教材

# 汽车电子控制技术

(第3版)

Qiche Dianzi Kongzhi Jishu

鲁植雄 冯崇毅 主 编  
肖茂华 迟英姿 副主编



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
普通高等教育车辆工程专业规划教材

# 汽车电子控制技术

(第3版)

鲁植雄 冯崇毅 主 编  
肖茂华 迟英姿 副主编



人民交通出版社股份有限公司  
China Communications Press Co., Ltd.

## 内 容 提 要

本书为普通高等教育车辆工程专业规划教材。主要内容包括:现代控制技术基础知识;现代汽车集成系统的基本组成、控制原理与方法;发动机燃料供给、点火、排气净化和辅助等各个功能子系统控制的基本组成、控制原理与方法,以及典型结构和部件的工作过程;制动、驱动、转向、自动变速、悬架以及操纵与安全系统,仪表和辅助装置等底盘功能子系统控制的基本组成、控制原理和方法,以及相应的典型结构和部件的工作特性与过程分析;现代汽车网络控制系统和总线技术的基本组成、控制原理和基本特性。

本书为高等院校车辆工程专业、汽车服务工程专业、交通运输专业学生的教材,也可供相关专业技术人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制技术/鲁植雄,冯崇毅主编. —3版

—北京:人民交通出版社股份有限公司,2018.8

ISBN 978-7-114-14828-6

I. ①汽… II. ①鲁… ②冯… III. ①汽车—电子控制 IV. ①U463.602.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第137219号

书 名:汽车电子控制技术(第3版)

著 者:鲁植雄 冯崇毅

责任编辑:李 良

责任校对:尹 静

责任印制:张 凯

出版发行:人民交通出版社股份有限公司

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpress.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京市密东印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:19.25

字 数:476千

版 次:2005年10月 第1版

2011年12月 第2版

2018年8月 第3版

印 次:2018年8月 第3版 第1次印刷 累计第5次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-14828-6

定 价:46.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

# 普通高等教育车辆工程专业规划教材

## 编委会名单

### 编委会主任

龚金科(湖南大学)

### 编委会副主任(按姓名拼音顺序)

陈南(东南大学)      方锡邦(合肥工业大学)      过学迅(武汉理工大学)  
刘晶郁(长安大学)      吴光强(同济大学)      于多年(吉林大学)

### 编委会委员(按姓名拼音顺序)

蔡红民(长安大学)      陈全世(清华大学)      陈鑫(吉林大学)  
杜爱民(同济大学)      冯崇毅(东南大学)      冯晋祥(山东交通学院)  
郭应时(长安大学)      韩英淳(吉林大学)      何耀华(武汉理工大学)  
胡骅(武汉理工大学)      胡兴军(吉林大学)      黄韶炯(中国农业大学)  
兰巍(吉林大学)      宋慧(武汉科技大学)      谭继锦(合肥工业大学)  
王增才(山东大学)      阎岩(青岛理工大学)      张德鹏(长安大学)  
张志沛(长沙理工大学)      钟诗清(武汉理工大学)      周淑渊(泛亚汽车技术中心)

### 第3版前言

汽车电子控制技术的应用是汽车技术发展的主流,也是评价汽车设计性能和制造水平的重要指标。汽车控制技术已经由简单机械控制、单项子系统独立控制发展成为信息化、系统化和智能化的集中控制,成为提升汽车性能的重要因素。汽车电子控制技术领域成为汽车产业更新换代最快的领域。

对于高等院校车辆工程专业而言,汽车电子控制技术课程具有典型的机械电子工程学科的特点。通过对汽车电子控制技术的学习与掌握,可使学生具备有关机、电、液综合控制系统等方面的知识结构,对于培养复合型人才具有特殊的意义。为满足高等院校车辆工程以及相关专业的教学需要,满足汽车产业工程技术人员和生产经营管理人员了解与掌握相关知识的需要,特编写了本教材。

《汽车电子控制技术》自2005年首次出版以来,收到各方面的反馈信息,对书中的内容提出很好的意见与建议。在本次教材修订编写过程中,编者结合理论研究以及直接和间接的实践结果,充分搜集生产、科研第一线的信息,参阅了大量文献资料,充分听取了来自各方的意见和建议,力求全面、整体、系统和动态地介绍与分析有关汽车系统控制的基本原理、组成、方法和工作过程,以及相关的典型结构与配置。除了删除第二版中不合适的部分,保留并加强经实践检验证明是正确且效用明显的部分之外,重点加强了有关汽车集中(集成)控制系统等部分内容的编写,力求紧跟当今发展趋势。

本次修订仍然遵循原版编写原则,即以现代汽车集中控制技术为主线,以汽车系统控制为重点内容,系统介绍有关知识,展开并突出应用技术,辅之以相关方面的理论论述,以及结构、总成的介绍与分析,形成整体化、动态化和模块化的知识结构。在内容的选择和层次、条理的安排方面,则突出鲜明、准确的原则,不追求详细的理论和数学模型的推导与计算,不简单求全罗列具体结构类型与车型。

当前,高等院校专业的学时日益减少与必修知识门类日益增多的矛盾日渐尖锐。鉴于此,本次修订继续强调为教师留出选择、组合以及发挥与补充的余地,为学生和其他读者留下思考的余地。教师可从不同的角度出发分析,启发思维,触类旁通,举一反三,充分发挥主观能动性,培养学生的自学与独立思考的能力。

本教材由南京农业大学鲁植雄和南京工业大学浦江学院冯崇毅担任主编,南京农业大学肖茂华和南京工业大学浦江学院迟英姿担任副主编。参加本教材修订的还有南京农业大学腾秀梅、张大成,以及南京工业大学浦江学院王源绍。第一、六、八、九章由冯崇毅编写;第二、七章由鲁植雄编写;第三、四章由迟英姿编写;十二、十三章由肖茂华编写;第五章由王源绍编写;第十章由张大成编写;第十一章由腾秀梅编写,并进行全书校对和文字整理工作。全书由鲁植

雄负责统稿。

鉴于现代汽车技术发展日新月异,汽车控制理论、方式和方法不断推陈出新,此次修订时不可能完全涵盖领域发展全貌,因此欢迎各位专家和读者提出宝贵意见和建议,以便丰富、完善和补充本教材,共同提高车辆工程学科建设水平。

编者  
2018年5月

# 目 录

第一章 绪论	1
第一节 汽车控制系统的发展沿革	1
第二节 现代汽车电子控制技术简介	4
复习思考题	5
第二章 汽车电子控制技术基础	6
第一节 汽车电子控制系统的组成与特征	6
第二节 汽车传感器	9
第三节 汽车电子控制单元	12
第四节 汽车电子控制系统中的执行元件	15
第五节 汽车电子控制系统中的控制理论	17
第六节 汽车综合控制	21
复习思考题	24
第三章 发动机电子控制燃料喷射系统	26
第一节 汽油发动机燃料供给	26
第二节 电子控制燃料喷射	29
第三节 空气供给系统	42
第四节 燃油供给系统	43
第五节 电子控制系统	52
复习思考题	66
第四章 点火系统控制	67
第一节 对点火系统的基本要求	67
第二节 计算机控制点火系统	69
第三节 点火提前角控制	70
第四节 无分电器点火系统	75
第五节 爆震控制	78
复习思考题	80
第五章 辅助控制	82
第一节 怠速控制	82
第二节 发动机排放污染控制	88
第三节 其他辅助控制	93
第四节 稀薄燃烧控制	98
第五节 故障的自诊断系统	104
复习思考题	108

<b>第六章 发动机集中控制系统</b> .....	110
第一节 发动机集中控制系统的组成与方式.....	110
第二节 发动机集中控制典型系统分析.....	114
复习思考题.....	117
<b>第七章 柴油机电子控制系统</b> .....	118
第一节 概述.....	118
第二节 电子控制直列泵柴油喷射系统.....	120
第三节 电子控制分配泵柴油喷射系统.....	122
第四节 电子控制泵喷嘴系统.....	125
第五节 电子控制共轨系统.....	129
第六节 柴油机喷油控制.....	135
复习思考题.....	140
<b>第八章 自动变速控制系统</b> .....	141
第一节 自动变速器基本组成与工作原理.....	141
第二节 液力变矩器.....	148
第三节 行星齿轮传动机构.....	153
第四节 自动换挡控制系统的结构与工作原理.....	160
第五节 无级变速.....	170
复习思考题.....	173
<b>第九章 汽车制动控制系统</b> .....	175
第一节 汽车制动控制系统基本原理.....	175
第二节 ABS 基本组成.....	176
第三节 ABS 控制模式与控制方式.....	180
第四节 ABS 控制过程.....	184
第五节 ABS 技术的发展趋势.....	187
复习思考题.....	188
<b>第十章 驱动防滑与稳定性控制系统</b> .....	189
第一节 驱动防滑控制系统.....	189
第二节 ESP 系统控制系统.....	201
第三节 集中控制系统框架下的底盘控制.....	204
复习思考题.....	208
<b>第十一章 行驶与安全控制系统</b> .....	209
第一节 电控悬架系统.....	209
第二节 巡航控制系统.....	215
第三节 导航系统.....	220
第四节 安全气囊.....	224
第五节 防撞控制系统.....	230
第六节 电控中央门锁与防盗系统.....	233



第七节 电控转向系统·····	236
复习思考题·····	245
<b>第十二章 舒适与方便控制系统·····</b>	<b>247</b>
第一节 电控自动空调·····	247
第二节 电控座椅·····	250
第三节 车门控制系统·····	252
第四节 电子仪表·····	253
第五节 智能前照灯系统·····	258
第六节 电控刮水器·····	261
复习思考题·····	263
<b>第十三章 汽车网络系统·····</b>	<b>265</b>
第一节 汽车网络的类型与传输原理·····	265
第二节 汽车网络系统组成·····	272
第三节 控制器局域网·····	278
第四节 局域互联网·····	288
第五节 车辆局域网·····	291
复习思考题·····	294
<b>参考文献·····</b>	<b>295</b>

# 第一章 绪 论

本章主要介绍:汽车控制技术的发展沿革、各个发展阶段的基本特点以及现代汽车电子控制技术的基本功能。

## 第一节 汽车控制系统的发展沿革

现代汽车技术已跨越行业与学科的界线而成为一门综合性学科领域。现代汽车已经不仅是一个热能转换机构以及相应传动与操纵机械装置的简单合成,而是充分运用现代高新技术最新成果综合合成的集成控制系统。

当代汽车技术的进步,主要得益于汽车电子控制技术的飞速发展,其历程如图 1-1 所示,大致可分为四个阶段。

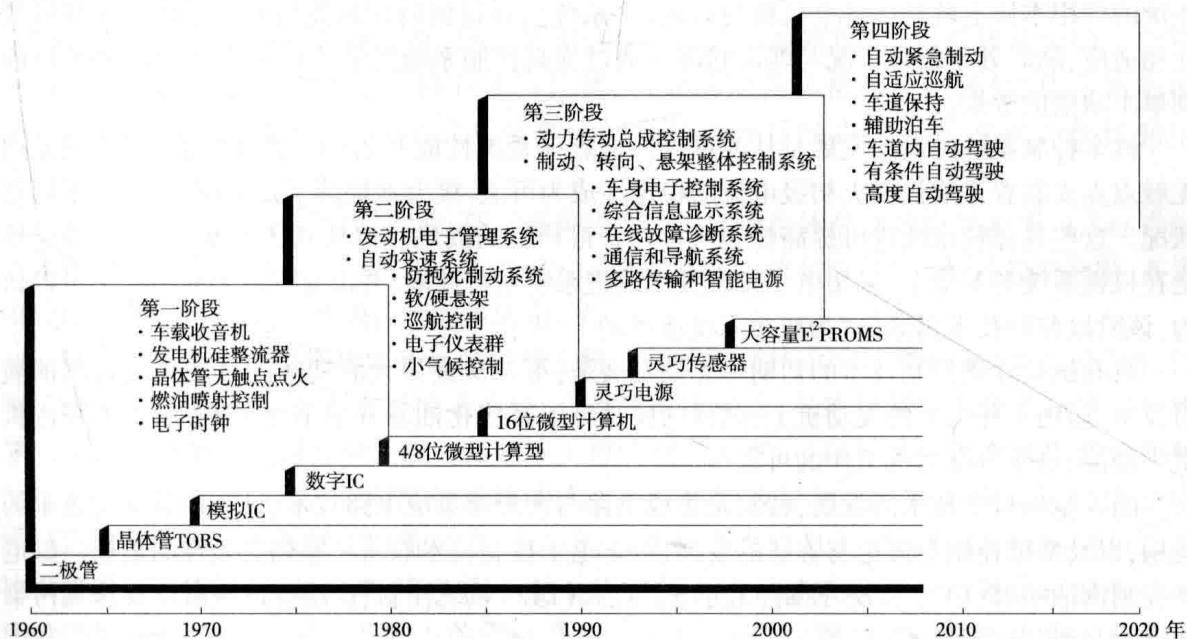


图 1-1 汽车电子控制技术的形成与发展

### 一、机械控制阶段

早期阶段,由于汽车产品本身尚处于不断完善与成熟的阶段,可挖掘的潜力很大,因此该阶段汽车产业追求的是产品数量与质量的不断提高,以及汽车性能的逐步完善。此时的汽车控制技术仅仅建立在简单机械控制(例如,化油器各个系统随发动机工况的自动调节与运行、车辆转向轮定位系统对车辆转向性能的控制等)和简单电气系统控制(例如,发电机输出电压的调节和蓄电池充电电流的调节等)的基础上,控制的目的是实现不同工作状况和环境条件下发动机的正常、稳定工作和性能的基本发挥。

由于社会、市场和产业的发展使汽车产品质量与数量日益提高,成本日益降低,因此汽车已经进入家庭,成为一种大众化消费品。现代社会汽车产品大众化后所面临的重大问题是:高速、安全、可靠、舒适和防污染。经过多年的发展,传统机械装置,如曲柄连杆机构、定轴齿轮传动机构等,其功能已经相当齐全,技术成熟,潜力基本挖尽。如果不在原理、结构与技术上产生根本性的重大变化,仅仅在提高机械系统性能上谋求发展则已经没有什么可能了。特别是对于某些装置而言,如触点式点火机构、触点式发电机电压调节装置和机械式仪表显示装置等,由于原理和结构的限制,性能已不可能获得根本的改善,再在现有基础上挖潜力只能是事倍功半。如果选择大规模地从根本上改变机械系统传统结构,将会造成车辆结构复杂化以及可靠性降低,使得调整与维护困难。旋转活塞发动机发展多年,至今仍未能代替往复式活塞发动机,以及机械式汽油喷射系统的探索过程等,都充分证明了这一点。另外,对于某些特殊要求与性能来说,诸如减少车辆有害物质排放、提高安全性能、提高乘坐舒适性和操作方便性、节约燃料以及采用新型燃料等,仅靠机械系统控制是无法实现的。

## 二、机械—电子控制阶段

追求车辆性能大幅度、突破性地提高与完善,必须通过提高控制系统的性能来实现。控制系统的作用本质上就是使各个机构与总成(子系统),在任何时候均能与车辆整体以及环境变化相适应,随时处于最佳工况与匹配状况。通过提高控制系统性能来改善汽车的性能可以收到事半功倍的效果。

汽车控制系统的最初发展是从改进汽油机点火系统性能开始的。晶体管的发明,使采用无触点点火装置来增强点火初级电流的稳定性成为可能,极大地提高了点火能量,改善了燃烧状况。这些局部技术改进可提高控制质量并获得相当的成果。但从总体上来说,该阶段仍然是在机械系统的基础上,采用电子控制技术改进系统运行性能,并没有本质上的变化。可以认为,该阶段控制技术仍然是“为机械系统服务的”。

具有试验性质控制技术的初期标志性发展是:第二次世界大战期间问世的机械式汽油喷射技术,运用于歼击机的发动机上,其目的仅是为了替代化油器并取消浮子室,以改善歼击机空中翻滚、格斗时发动机工作的可靠性。

随着基础科学技术的发展,特别是集成电路与大规模集成电路技术、计算机数字化技术的运用,以及基础控制学理论与方法的发展,汽车电子控制技术取得一系列突破性的进展。如电子控制汽油喷射(EFI)、ABS控制、无分电器点火(DLI)系统控制、自动变速控制以及排气污染物吸附与消除控制等。

该阶段面临的问题是如何使汽车各个子系统的工作均衡与协调。在采用晶体管技术改造点火系统的早期,曾发生过:由于点火系统性能的改进,使发动机功率提高而各个机械部分所受到的负荷也随之增大,于是造成原有结构零部件磨损强度增大,子系统的工作匹配出现不协调现象,并最终导致发动机的可靠性、维修性以及使用寿命的下降。另外,子系统实施互相独立的所谓“并行”控制方式,必然造成部分功能的重复,从而引起资源的浪费和系统的日益复杂化。

据估计:从20世纪70年代开始至2008年,车辆综合性能提高超过80%来自车辆系统控制技术的进步。随着技术发展与性能提高、完善的需要,过去认为是高档的设备与装置现已成为普通的标准配备,并不断出新。如果仍然延续传统的控制方式,将导致车辆系统的日益复杂

化。主要弊病表现为:分系统各自配备独立硬件组成和控制通道,形成对独立目标的“一对一”约束;20世纪70—80年代生产的某些车辆上竟装有35个CPU处理单元,8个ECU(Electronic Control Unit);传感器和执行器数量也不断增加;控制功能的重复与叠加导致系统干涉现象的产生;功能扩展余地狭窄,过程繁杂;软、硬件等系统资源利用效率下降;复杂性增加,可靠性下降,成本增加。

### 三、集中系统控制阶段

传统的汽车控制技术是对每个局部分系统进行独立控制,使其本身工作性能达到理想状况。但对于整车而言,现代汽车追求的目的并不是简单控制单个因素,或若干因素控制的简单叠加就可以实现的。例如:排放控制就涉及空气供给系统、燃料供给系统、点火系统并影响车辆的动力性、经济性;传动系统控制则直接涉及发动机的工作状况、辅助系统工作状况以及环境和车辆操纵目的等。显然,局部或个体最佳并不能获得整体最佳的效果,片面追求某些局部功能(比如排放控制),势必引起其他功能(比如发动机动力性、经济性)的下降。

系统控制工程、人机工程学等基础理论的发展,以及计算机中央处理技术、网络技术和新材料、新能源的发展与运用,为汽车控制技术集成化提供了雄厚的技术基础,现代汽车集中控制技术在此基础上应运而生。

所谓现代汽车集中控制系统,就是采用信息—系统—控制模式,将整体系统的多个控制功能集中由一个功能强大的ECU实行控制,将局部最佳转化为系统最佳,使车辆系统响应随动于外界环境的变化,寻求系统整体的最佳对外反映以及系统资源的最佳利用效率。

车辆集中控制系统在设计阶段,就严格按照人、车、环境整体最佳效应的原则与目标进行整体规划与设计,运用系统—信息—控制模式,按照整体性、动态性和开放性的控制原则,并采用计算机网络信息技术,实现控制的集成化。

传统汽车是一个实现热能转换的机械系统。传统控制技术和装置则是“添加式”的,仅为了提高某些局部性能(如促进完全燃烧、自动变换传动比、单独控制排放和提高制动性能等),而在此基础上采用控制手段。从系统工程的观点出发,可以将现代汽车看作是一个典型意义上的智能化、信息化和具备良好的人—机—环境效应的大系统。该系统由信息传感、信息处理、执行和数据传输等分系统组成,形成以中央信息处理为核心、由网络和总线技术提供信息传输、资源共享、互为冗余的有机整体。该系统首先监控并搜集车辆所处的环境变化、车辆本身状况和驾驶人的操纵意志等信息,并通过网络数据总线传递至计算机处理系统,按照预编程序进行处理,再由计算机发出控制指令并传递至执行系统实现预期的功能。对于功能与要求相同或相近的控制功能,例如:发动机与传动系统、点火与怠速系统、驱动与制动系统以及各种辅助系统与总系统等,实现集中控制,使系统更为简化与集中,可靠性也大大提高。从这个意义上说:现代车辆本身是一个控制系统,传统的曲柄连杆机构、燃料供给系统、点火系统、配气机构、传动机构、制动系统、操纵系统和悬架系统等,都可看作是为了完成中央计算机发出的指令、而实现预定的终端功能的执行机构。

现代车辆集中控制系统与传统控制系统的最大区别在于:控制系统不再是仅仅为了提高机械系统的功能而设置的,而是以控制系统为主,通过信息与指令的传感与传输,控制执行机构(传统机械装置)来实现预期功能的智能化、网络化。

## 四、智能网联阶段

智能网联汽车是指搭载先进的车载传感器、控制器、执行器等装置,并融合现代通信与网络技术,实现车与X(车、路、人、云等)智能信息交换、共享,具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能,可实现安全、高效、舒适、节能行驶,并最终实现替代人来操作的新一代汽车。

智能网联汽车可以提供更安全、更节能、更环保、更便捷的出行方式和综合解决方案,是国际公认的未来发展方向和关注焦点。

从技术发展路径来说,智能汽车分为3个发展方向:网联式智能、自主式智能及前两者的融合,即智能网联汽车。

智能网联汽车融合了自主式智能汽车与网联式智能汽车的技术优势,涉及汽车、信息通信、交通等诸多领域,其技术架构较为复杂,可划分为“三横两纵”式技术架构:“三横”是指智能网联汽车主要涉及的车辆、信息交互与基础支撑3个领域技术,“两纵”是指支撑智能网联汽车发展的车载平台以及基础设施条件。

汽车技术的每一个跨越式发展均与社会经济与技术的发展同步实现。评价汽车性能的一个重要参数就是:控制系统消耗的资源在整车成本中所占比例,该数据在20世纪末达到20%~30%。今后还将进一步提高。相信随着高技术的进一步发展及普及,各种科技发展的最新成果也会日益增多地运用于汽车控制系统中。

## 第二节 现代汽车电子控制技术简介

汽车电子控制系统由多种传感器、中央控制ECU、执行机构、显示器、数据总线 and 相应软件集合而成。该系统采用复杂的多元过程控制,使车辆系统工作于适时的最佳状况。典型的汽车控制系统结构基本组成如图1-2所示。

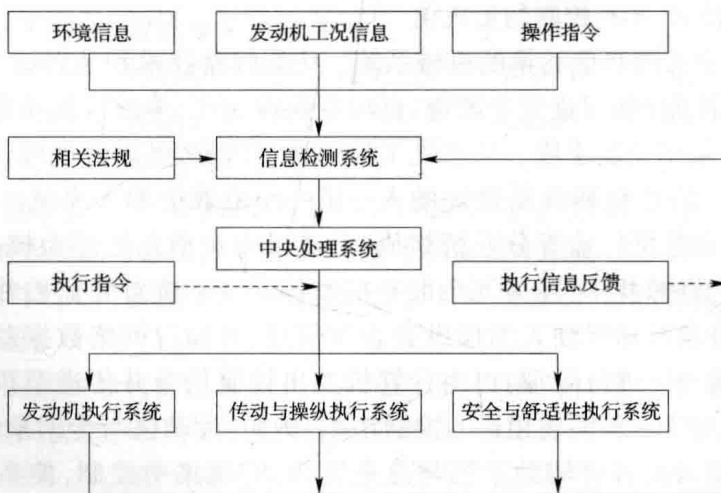


图 1-2 汽车电子集中控制系统的组成

现代汽车系统的运行分别受到驾驶人的操纵意志、车辆适时工况和环境状况及其变化等因素的制约。上述因素的相关信息由多种传感器传输至ECU为其识别,强大的中央处理系统通过数据处理得出最佳控制指令,并将其传输给诸如燃料供给装置、点火装置、传动装置、制动和转向装置等执行机构,使车辆获得与社会环境、路况、交通状况和驾驶人期望相适应的、预期的系统响应,以按照操纵者的意志和环境的要求运行。

作为典型的变工况高速交通工具,对车辆控制系统的要求是动态性、敏捷性、快速性、可靠性和自动化程度。为强调车辆运行的舒适、平顺与加强人机工程效应,操纵方便,现代汽车安装了多样化的附加配置与显示装置。这些装置除了功能齐全、方便外,最重要的是控制系统直接控制其运行,使这些设备、装置与整车融为一体,形成一个协调、互补的高性能的服务网络。

随着汽车电子化、信息化的深入,替代传统线束装置的、以网络通信为基础的线控技术(Control-By-Wire, CBW)和以控制器局域网(Controller Area Network)为标志的车辆线控网络通信技术将在车上普遍应用。由于数据传输速度快、时间特性好(通信事件发生时间是确定的)、大容量、高可靠性高和高冗余度等优良特性,使得车辆控制系统集成功能日益强大,结构日益简化,控制速度、精度和可靠性明显提高,并具备足够的功能扩展余地,为车辆性能和功能的不断扩展和完善提供了广阔的发展空间。

现代控制技术将汽车、人与路融合为一体,随动于环境的变化,始终使三者处于最佳匹配。汽车不仅在高速公路上行驶,而且也“奔驰”在信息高速公路上;各种定位与地理信息系统将清楚地显示车辆的适时位置;各种传感装置将综合信息输入处理系统;高速计算机对瞬间环境状况与车辆状况进行适时计算并给出执行指令;数据链与数据总线将各种信息、指令及时传递;传统的机械装置在高技术信息系统的支撑下随时以最佳状况运行;驾驶人可以通过网络随时掌握所需的信息并依此给出操纵指令。先进的科学技术将人、车和环境集成为一个完美、和谐的整体,这就是现代汽车系统控制技术所追求的境界。

## 复习思考题

- 1-1 为何说汽车电子技术占其总成本的比例越来越高?
- 1-2 简述汽车电子控制技术的发展趋势。
- 1-3 简述智能网联汽车的发展趋势。

## 第二章 汽车电子技术基础

本章主要介绍:汽车电子控制系统软硬件基本组成、特征与工作原理;车用传感器基本类型、性能要求与选用原则;车辆电子控制单元(ECU)、控制系统执行器的主要功能和组成;现代车辆控制系统基础理论、控制模型和方式。

### 第一节 汽车电子控制系统的组成与特征

#### 一、汽车电子控制系统的组成

现代汽车是以计算机为中心的高度自动化、集成化的控制系统,该系统随着汽车功能的不断增多而日臻完善和复杂。

电子控制系统的基本组成框图如图 2-1 所示。

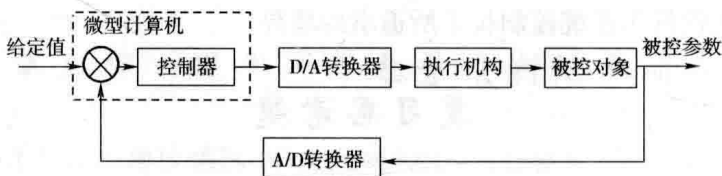


图 2-1 电子控制系统的基本组成框图

电子控制系统包括硬件和软件两大部分。

#### 1. 硬件

汽车计算机系统一般称为 ECU,其硬件结构一般由三部分组成:外部传感器、汽车计算机(电脑)和执行机构,如图 2-2 所示。ECU 主要由输入接口、微处理器(计算机)和输出接口组成。

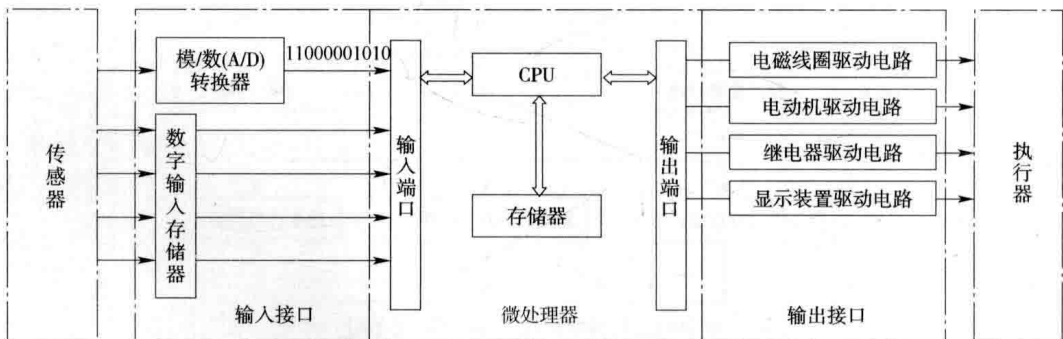


图 2-2 汽车电子控制系统的基本组成

ECU 基本工作原理:汽车在运行时,各传感器不断检测汽车运行的工况信息,并将这些信息实时地通过输入接口传给 ECU。ECU 接收到这些信息后,根据内部预编的控制程序,进行相应的决策和处理,并通过其输出接口输出控制信号给相应的执行器,执行器接收到程序信号后,执行相应的动作,实现某种预定的功能。

## 2. 软件

软件分成系统软件和应用软件。

系统软件是对主机和外部设备进行统一管理和控制的各种程序系统,包括操作系统、语言加工系统和诊断系统,由计算机制造厂提供。

应用软件是为实现控制功能所编制的程序,其核心是控制程序。应用软件主要根据被控制对象和控制要求来编写,故必须由计算机控制系统设计人员自行编制。

## 二、汽车电子控制系统的特征

汽车电子控制系统的特征主要表现为目的性、相关性、层次性和随机性四个方面。

### 1. 目的性

汽车电子控制系统的目的是解决与汽车性能相关的问题,而这些问题仅依靠通常的机械系统是难以解决的。例如 ABS 是为了保证汽车行驶时的安全性;悬架控制用来改善汽车的平顺性、操纵性和稳定性;而动力转向的目的是为了改善停车或低速驾驶时的转向力以及保证在高速行驶时的路感。

具体而言,汽车电子控制系统主要是为了改善如下一些基本功能:

(1)改善乘坐舒适性。良好的乘坐舒适性应该是汽车在任何路面行驶时,无论法向和侧向运动,颠簸和冲击都较小,理想的情况是希望获得像乘坐喷气式客机在天空飞行一样舒适。

(2)汽车行驶时的姿态控制。控制汽车在转向、制动和加速时的侧倾、纵倾等运动,以保证驾驶人有最舒适的汽车水平位置。

(3)保证有高的操纵性和稳定性。依靠电子控制系统,汽车能对驾驶人的操纵及时而正确地给予响应,无论在何种速度下都能保证汽车的操纵性和稳定性。此外,汽车应不受侧向风或路面不平度的干扰。

(4)提高行驶能力极限。汽车电子控制系统应在任何路面和任何行驶工况下实现最大的轮胎与路面间的牵引力。

(5)自适应操纵系统。当作用在汽车上的惯性力超过轮胎与路面间的牵引力极限时,控制系统应能自动地给予转向、制动和加速,以避免汽车进入危险状态。

### 2. 相关性

汽车上各种电子控制系统往往是相互关联的,如果不考虑这种相关性,任何控制系统都会出现非预期的结果。例如汽车上的主动悬架,如果不考虑防滑制动系统的行为,就有可能在紧急制动时导致汽车的上下起伏和纵向摇摆。这是因为主动悬架对防滑制动系统的波动产生的响应。又如主动悬架可以减小汽车侧倾,可是却破坏了四轮转向系统(4WS)的横摆响应。与此同时,若依靠 4WS 改善横摆响应,则主动悬架的侧倾收敛效果会减弱。

### 3. 层次性

汽车电子控制系统是有层次的,一般可以分成三个层次,如图 2-3 所示。第一层次是汽车综合控制系统。第二层次是各个子系统,如发动机控制、制动控制、转向控制、悬架控制和动力传动控制系统等。而控制系统对前、后、左、右四个车轮制动和悬架装置的控制,发动机控制系统对燃料和空气供给系统的控制等则属于第三层次。

如将人一车—环境控制系统看作一个单独的控制层次,就成为四个层次。



#### 4. 随机性

由于汽车在不同的气候环境和道路条件下行驶,而其行驶工况又是动态变化的,因而汽车作为一个系统,是动态的、不确定的或随机的。例如:若某一悬架控制系统是为特定的载荷工况和道路条件设计的,那么在动负荷和路面不平度变化时,该悬架控制系统就不能保证汽车获得良好性能。因此,汽车电子控制系统必须能适应外界条件的随机变化。

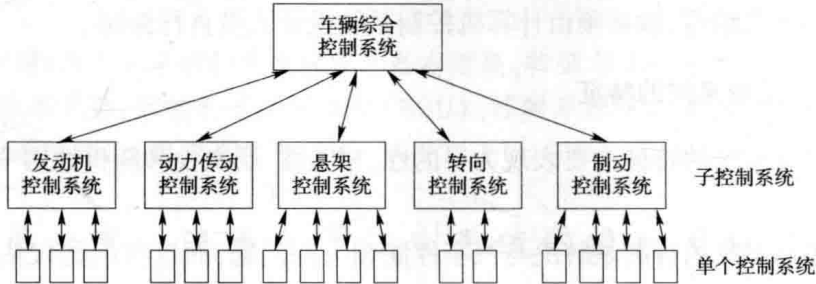


图 2-3 汽车电子控制系统的三个层次

### 三、汽车电子控制系统的工作原理

汽车电子控制系统事先将一系列的指令程序储存在 ECU 程序存储器中,这些指令程序在设计、制造时就已设定好,ECU 输入信号来自控制系统的各个传感器。图 2-4 所示为微处理器控制的车速表及燃油液位指示表系统。

ECU 工作时接收分布在汽车各部位的传感器送来的信号,它把这些输入信息与存储器中的“标准数据”进行比较,根据结果控制执行机构采取相应的动作。微处理器对许多传感器传输来的信息依次地进行轮流处理。在一项信息经过处理并输给仪表后,才开始处于预定次序中下一个传感器传来的信息。另一种工作方式是,微处理器按常规连续进行工作,而当某一传感器的信号改变时,微处理器中断其工作而处理新的信息。

图 2-5 所示的是作用于车速表系统的“中断”过程。当驾驶人想把英制的车速改为国际单位制时,他可用键盘向微处理器输入中断信号,使程序改变。当微处理器完成程序转换后,仪表读数随即改变。中断期间,传感器传来的数据储存在随机存储器中。

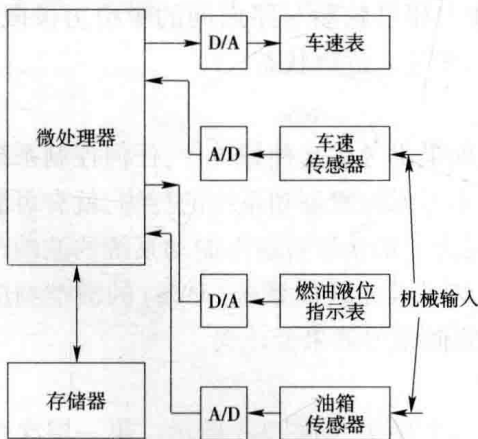


图 2-4 微处理器控制的车速表及燃油液位指示表系统

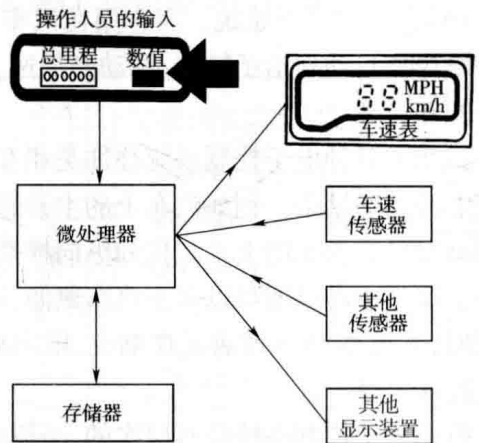


图 2-5 车速表系统中的中断

标准的汽车计算机系统可在发动机 ECU 和车身 ECU 之间以 8000b/s 以上的速率交流信息。由于计算机要采集多个来源不同的信息,所以需要采用多路传输信息采样系统。ECU 在检查和处理不同信息时,它是按可编程只读存储器的程序有规则地进行信息采样和信息处理