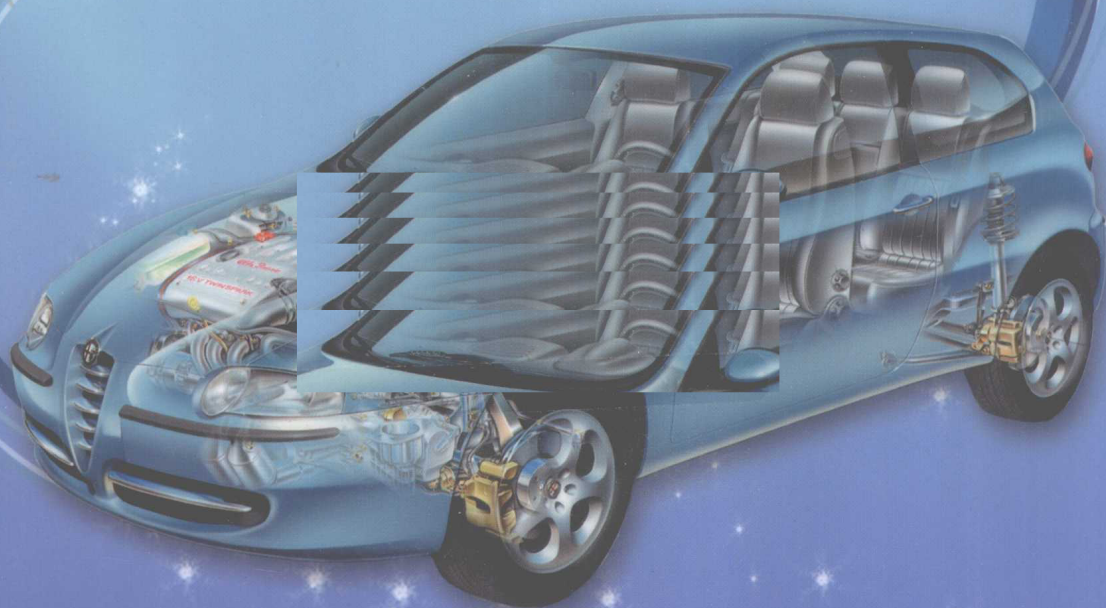


“十一五” 高职高专 “双师” 系列规划教材

QICHE DIANKONG XITONG YUANLI
YU GUZHANG FENXI

郭瑞莲◎主编
周大森◎主审

汽车电控系统原理与故障分析



北京工业大学出版社

“十一五”国家重点图书出版规划项目

DIAGNOSING AUTOMOTIVE
TROUBLESHOOTING

第2版

第2版

汽车电控系统原理与故障分析



机械工业出版社

“十一五”高职高专“双师”系列规划教材

汽车电控系统 原理与故障分析

北京工业大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍汽车电子控制系统的组成与结构、控制系统的工作原理,以及故障的诊断与维修等方面的内容。这些内容涉及电控汽油机、电控柴油机、电控传动系统、电控转向系统、电控安全装置、照明系统、车身附属电气设备、混合动力车控制、汽车智能交通控制等的结构、原理及诊断维护与故障分析等。

通过本书的学习,可了解国内外汽车电子的发展现状,掌握汽车各功能部件电子控制系统的硬件组成结构、工作原理及其故障分析方法,掌握汽车关键部件电子控制系统的设计及开发方法,为今后在汽车行业或机电行业从事科学研究、技术开发、检测等工作建立必要的理论基础。

本书取材新颖,图文并茂,实用性强,可供高等工科院校、高等职业学校汽车专业的师生作教材使用,也可供汽车维修、检测技术人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统原理与故障分析/郭瑞莲主编. —北京:
北京工业大学出版社, 2010. 3

(“十一五”高职高专“双师”系列规划教材)

ISBN 978-7-5639-2251-2

I. ①汽… II. ①郭… III. ①汽车-电子系统: 控制系统-构造-高等学校: 技术学校-教材 ②汽车-电子系统: 控制系统-故障诊断-高等学校: 技术学校-教材
IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 023043 号

“十一五”高职高专“双师”系列规划教材
汽车电控系统原理与故障分析

主 编: 郭瑞莲

责任编辑: 邓 静

出版发行: 北京工业大学出版社

邮政编码: 100124

电子信箱: bgdcbsfxb@163.net

经销单位: 全国各地新华书店

印 张: 27.5

版 次: 2010 年 3 月第 1 版

标准书号: ISBN 978-7-5639-2251-2

主 审: 周大森

封面设计: 天字行设计

地 址: 北京市朝阳区平乐园 100 号

电 话: 010-67391106 010-67392308 (传真)

承印单位: 徐水宏远印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

字 数: 685 千字

印 次: 2010 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

版权所有 翻印必究

图书如有印装错误, 请寄回本社调换

序

目前，中国正处于经济高速发展的时期，高等教育已进入了大众教育阶段，社会对人才资源的需求提出了更高的要求，其中对高等职业教育培养人才的需求更为突出。在借鉴发达国家高等职业教育人才培养经验和结合我国社会、经济发展国情的基础上，我们在以新经济、新技术、新产品发展为平台的专业课程建设、教材建设和“双师”型教师队伍建设等方面都有许多工作要做。为促进高等职业教育的提高和发展，突出高等职业教育中应用型人才培养的要旨，充分发挥老教授协会的作用，在有着丰富教学经验、实践经验和工程背景的老教授们的指导下，由一批具备“双师”型的优秀中、青年骨干教师编写了这套面向高职高专水平读者的系列规划教材。本着有利于提高学习者的思维能力、动手能力、学习能力和沟通能力的宗旨，处理好本系列规划教材与教学要求的统一性与多元化，形成在校学习需求与毕业职业需求的互补，力求在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、多门类配套、知行并重的系列教材。

本系列规划教材的内容涵盖了信息、建筑、汽车、经管、文法、外语等学科。书中汇集了各领域国内外先进的经验以及有价值的资料，力求理论阐述清楚、叙述简洁，并提供了较丰富的实用技术知识。

本系列规划教材适用于高等职业学院、高等专科学校、继续教育学院等应用型课程教学，也可作为相关在职人员的参考用书。

北京工业大学老教授协会会长

周大森

前 言

随着世界各大汽车公司纷纷在我国投资兴办以轿车为主的跨国公司，当今我国汽车工业已经融入国际汽车大市场，汽车已经成为集机械、电子、信息与控制技术于一体的机电一体化产品。2009年我国汽车产、销量近1 400万辆，位居世界第一，汽车已成为我国重要的支柱产业。

为了进一步深化教育教学改革，保持与时俱进、敢于创新的精神，在以社会需求为导向，以教育个性化和学生素质为目标，以现代信息技术为手段，以科学灵活的课程设置为途径，推行学生自主性学习和个性化教学为目的的基础上，组织编写了此部教材。在编写过程中力求做到以下几点。

(1) 实用性。尽可能多地反映目前汽车上常用到的电子控制技术，包括发动机、传动系统、转向系统、安全装置、照明系统等电控技术的结构、原理及故障分析。

(2) 系统性。全书将每一控制系统的构造、原理及故障诊断等内容进行模块化系统编写，深入浅出，配有大量图表，以便于阅读与自学。

(3) 先进性。本书包括混合动力、电子收费、智能交通等最新技术。预测汽车发展前景，针对能源危机，将混合动力汽车控制技术作为本书特有的一章，以开阅读者的视野。

(4) 科学性。为了便于阅读，将专业术语的缩写进行解释并中文化。

本书取材新颖，删繁就简，图文并茂，通俗易懂，具有知识的实用性、完整性、先进性、科学性。可供高等工科学校、高等职业院校汽车专业的师生作教材使用，也可供汽车维修、检测技术人员使用和参考。

本书由北京工业大学郭瑞莲主编，参加编写的有：柴金凤（第一章），谭静（第二章第一至第五节，第十、十一节），郭瑞莲（第二章

第六至第九节，第三章，第四章，第五章，第八章），徐家鹏（第六章），李怡霞（第七章）。本书由北京工业大学周大森教授主审。

在本书编写过程中，得到了北京工业大学冯晋友老师和王伶老师的帮助，还得到了北京建工学院周庆辉老师、北京现代职业学院姚亚光老师的建议与修正，在此均表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，疏漏谬误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

目 录

前言	I
第一章 汽车电子控制系统概述	1
第一节 汽车电控技术的发展	1
一、汽车电控技术的发展背景	1
二、汽车电子技术应用的发展趋势	3
第二节 车用计算机的控制及应用	4
一、车用计算机的控制	4
二、车用计算机的应用	6
第三节 汽车电控系统的组成与基本原理	16
一、汽车传感器	16
二、汽车电子控制单元 (ECU)	17
三、执行器	23
复习题	23
第二章 汽车发动机电控系统原理与故障分析	25
第一节 发动机电控系统概述	25
一、发动机燃油喷射系统的分类	25
二、发动机电控燃油喷射系统的基本组成与功用	30
三、发动机电控燃油喷射系统的优点	31
第二节 发动机电控系统的基本组成与功能	32
一、发动机电控系统的控制项目	32
二、发动机电控系统的基本组成与功能	32
三、发动机电控系统的工作过程	35
第三节 发动机电控系统的传感器	35
一、节气门位置传感器	35
二、空气流量传感器	37
三、压力传感器	42
四、进气温度和水温传感器	44
五、氧传感器	45
六、曲轴及凸轮轴位置传感器	47
七、爆燃传感器	50
八、高度变化传感器	51
九、加速度传感器	52
第四节 发动机电控系统执行元件	54
一、节气门体与怠速调整螺钉	55
二、辅助空气阀	55

三、燃油泵	57
四、燃油滤清器	59
五、燃油压力调节器	59
六、喷油器	60
七、冷起动喷油器	63
八、点火系统执行器	63
九、电磁线圈螺线管	64
十、电动机	64
十一、电磁式继电器	65
第五节 发动机电控系统中的控制单元 ECU	67
一、ECU 的组成及功用	67
二、ECU 的内部结构	68
三、ECU 的控制程序	69
第六节 电控汽油机的燃油喷射控制	69
一、供油控制	69
二、喷油控制	73
第七节 电控汽油机的点火控制	77
一、点火提前角控制	79
二、通电时间(闭合角)控制	84
三、爆燃控制	85
四、电子点火系统配电方式的控制	87
第八节 电控汽油机的怠速控制	94
一、怠速控制系统的基本组成与分类	94
二、怠速控制系统执行机构的原理	95
三、怠速控制过程	99
第九节 电控汽油机的进气及排放控制	104
一、进气控制	105
二、排放控制	107
第十节 发动机集中电子控制系统实例	112
一、丰田 2JZ—GE 型发动机集中电子控制系统	112
二、一汽—大众捷达 Motronic M3. 8. 2 发动机电控系统	120
第十一节 电控汽油机故障自诊断系统与常见故障分析	122
一、电控汽油机故障自诊断系统	122
二、故障自诊断系统的操作	124
三、故障保险功能故障分析	129
四、备用系统故障分析	130
五、点火系统的故障检测	132
六、电控汽油机常见故障分析	134
复习题	136

第三章 柴油机电控原理与故障分析	138
第一节 柴油机电子控制技术概述	138
一、柴油机电控技术的发展	138
二、柴油机市场现状	140
三、电子控制柴油喷射系统的优点	141
第二节 电子控制柴油喷射系统的组成及原理	141
一、电子控制柴油喷射系统的组成	141
二、电子控制柴油喷射系统的类型及其原理	142
第三节 高压共轨电控柴油喷射系统的结构与工作原理	148
第四节 典型电控柴油机的控制	152
一、丰田电子控制式柴油机的控制内容	152
二、美国 Caterpillar 公司 HEUI 电子控制式柴油机	154
三、日本电装公司 ECD—U2 系统	155
第五节 柴油机电控发动机的故障分析	156
一、故障自诊断	156
二、德国大众宝来轿车电控柴油机故障码的读取与清除	160
三、电子控制柴油喷射系统常见故障分析	162
复习题	166
第四章 汽车传动与转向系的电控原理与故障检测	167
第一节 自动变速器的概述	167
一、汽车自动变速器的发展与应用	167
二、自动变速器的特点	168
三、液力自动变速器的结构	168
第二节 电控自动变速器的结构与原理	171
一、液力传动装置	171
二、行星齿轮变速器	175
第三节 电控自动变速器的控制系统	182
一、电子控制系统	182
二、液压控制系统	188
第四节 电控自动变速器控制系统示例	195
一、电子控制系统	195
二、液压控制系统	196
第五节 电控无级变速器	203
一、电控无级变速器的原理及优点	203
二、几种电控无级变速器的简介	205
第六节 电控自动变速器故障自诊断电控原理与故障分析	208
一、EAT 故障码的读取	208
二、电控自动变速器的使用注意事项	210
三、电控自动变速器电控系统检查	211

四、电控自动变速器典型故障分析	212
第七节 汽车电控转向系统概述	222
一、电子控制液压动力转向装置结构	223
二、电子控制液压动力转向装置的控制原理	227
第八节 电子控制四轮转向装置	227
一、电子控制四轮转向装置的结构	228
二、电子控制汽车四轮转向的工作原理	230
第九节 电子控制动力转向系统的故障分析	232
一、电子控制动力转向系统的常见故障	232
二、电子元件检修	232
三、典型轿车电控制液式动力转向系统故障分析	233
复习题	237
第五章 汽车安全装置电控原理与故障分析	239
第一节 防抱死制动系统电控原理	239
一、制动时车辆运动状况分析	239
二、防抱死制动系统概述	242
三、ABS 系统的结构	244
四、ABS 系统的控制原理	254
五、带有电子制动力分配的防抱死制动系统	256
第二节 ABS 控制系统故障检查与故障自诊断分析	257
一、初步检查	257
二、故障自诊断	258
三、故障快速检查	261
四、故障指示灯诊断法	264
第三节 防滑转电控系统原理与故障分析	265
一、车辆驱动轮滑转时的运动状态	265
二、ASR 系统的控制方式和工作特性	266
三、ASR 系统的结构与工作过程及控制原理	266
四、ASR 系统的故障自诊断	270
第四节 汽车的安全气囊系统电控原理与故障分析	273
一、汽车安全气囊的发展与现状	273
二、撞击对人体的损伤部位及撞车对人体伤害评价	276
三、安全气囊系统的组成	276
四、安全气囊的控制系统	279
五、安全气囊系统的检查与故障分析	282
第五节 汽车车身悬架系统电控原理与故障分析	288
一、电子控制主动悬架	289
二、电子控制半主动悬架	295
三、典型电子控制悬架系统的结构与故障分析	296

第六节 汽车巡航控制系统控制原理与故障分析	301
一、巡航系统的构成	301
二、巡航系统的控制原理及使用特性	303
三、汽车巡航控制系统检修思路和故障排除	305
第七节 汽车防碰撞系统控制原理简介	308
一、纵向防撞系统	308
二、侧向防撞系统	310
三、交叉口防撞系统	311
复习题	311
第六章 汽车车身的电控原理与故障分析	313
第一节 汽车照明信号系统的控制	313
一、照明灯	313
二、汽车灯系的控制电路与工作原理	315
第二节 车身附属电气设备的控制	322
一、刮水器的工作控制	322
二、洗涤器工作控制	324
三、风窗玻璃除霜装置	326
四、电动车窗	327
五、电控门锁系统	328
六、遥控车门锁系统	331
七、防盗点火锁系统	331
八、电动后视镜	332
九、电动坐椅	333
十、自动坐椅	333
第三节 车身附属电控装置的故障分析	337
一、刮水器故障分析	337
二、电动车窗故障分析	338
三、中央门锁控制系统的检修	341
四、电动后视镜故障分析	345
五、电动坐椅故障分析	346
复习题	348
第七章 混合动力汽车电控原理及其故障分析	349
第一节 混合动力汽车发展概况	349
一、混合动力汽车的发展与现状	349
二、混合动力汽车的技术特点	351
第二节 混合动力汽车的动力组成与工作原理	352
一、混合动力汽车的动力组成	352
二、混合动力汽车的分类	352
三、典型混合动力汽车结构特点	354

第三节 混合动力汽车的动力系统	357
一、混合动力系统的组成	357
二、混合动力汽车的工作模式	358
第四节 混合动力汽车的蓄电池	369
一、混合动力汽车对蓄电池的基本要求	369
二、蓄电池的性能指标	370
三、蓄电池的种类	371
第五节 混合动力汽车的故障维修	375
一、混合动力控制系统的维修	375
二、发动机控制系统维修	377
三、混合动力电池系统的故障分析简介	382
复习题	383
第八章 汽车智能交通电子控制原理	384
第一节 汽车智能运输系统概述	384
一、汽车交通管理系统	384
二、先进的公共交通系统	387
三、电子收费系统	388
四、先进的安全汽车技术	389
第二节 先进的公共交通系统	389
一、区域调度系统	390
二、枢纽站运营调度管理系统	391
三、公交救援调度系统	391
四、车辆定位系统	392
第三节 电子收费系统	393
一、ETC 系统为车辆提供的服务	394
二、ETC 系统的基本构成	395
三、ETC 系统的关键技术	398
四、ETC 系统的车辆技术——车载电子标签技术	403
五、国内外 ETC 系统的技术应用	404
第四节 车辆 GPS 定位和车载导航系统	407
一、GPS 概述	407
二、GPS 定位原理	409
三、推算定位 (DR) 技术和 GPS/DR 组合	411
四、地图匹配	412
五、实用的电子地图	414
六、车载导航系统	418
七、线路优化和路径诱导	419
复习题	421
附录 常用汽车英文缩略语对照表	422
参考文献	426

第一章 汽车电子控制系统概述

汽车电子控制技术又称汽车电子技术，是以电气技术、微电子技术、新材料和新工艺技术为基础，以解决汽车能源不足、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、操作性、通过性）的新技术。

学习目标：

- (1) 了解汽车电控技术的发展状况；
- (2) 了解车用计算机的控制内容；
- (3) 掌握汽车电控技术在汽车上的应用；
- (4) 掌握汽车电子控制系统的基本组成。

第一节 汽车电控技术的发展

一、汽车电控技术的发展背景

随着社会、经济的发展，作为人们生产运输和旅游、休闲代步工具的汽车，已成为人类密不可分的伙伴，同时汽车产业也成为当今世界社会与经济发展的支柱产业。汽车产量增长迅速，图 1-1 给出了近十年来中国汽车产量增长状况，从 2000 年到 2009 年，中国汽车产量增加了约 5.7 倍。

汽车产业的发展在很大程度上受益于汽车技术的进步，进而言之是得益于汽车系统电子控制技术的飞速发展。汽车电子控制技术的发展过程经历了机械控制或液压-机械控制、电子电路控制、微型计算机集中系统控制等阶段。

早期，汽车控制技术仅仅建立在简单机械控制和简单电气系统控制的基础上，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。然而，高速、安全、可靠、舒适和防污染成为现代社会汽车大众化后所面临的重大问题，仅仅靠提高机械系统性能是无法解决问题的。

所以，要使车辆性能大幅度、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。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和方法的发展，汽车电子控制技术取得一系列突破性的进展，如，电控汽油喷射控制、点火控制、排放控制、自动变速控制等。但是，这种传统的汽车控制技术只是对每个局部分系统进行独立控制，各个分系统配备独立硬件和控制通道，这就使

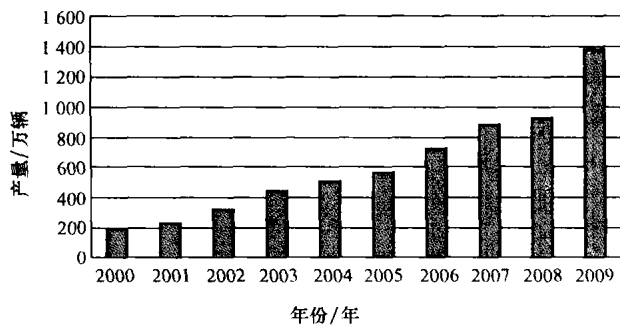


图 1-1 近十年来中国汽车产量增长状况

有些控制功能出现重复叠加,从而使得功能扩展余地狭窄、系统资源浪费、可靠性下降、复杂性和成本增加。对整车而言,各个分系统的简单叠加,有时还会导致各分系统相互干涉和影响,最终不能获得整体性能的最佳效果。例如,排放控制就涉及空气供给、燃料供给、点火系统,片面追求排放控制,就会使车辆的动力性、经济性下降。

然而,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、网络技术与新材料、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发展起来。

现代汽车集中控制系统,就是运用信息—系统—控制模式,按照整体性、动态性和开放性的控制原则,采用计算机网络信息技术,将整体系统的多个控制功能集中由一个功能强大的 ECU (electronic control unit) 实行控制,实现控制的集成化。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的、由网络和总线技术提供信息传输的、资源共享的有机整体。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员的操纵意志等信息,通过网络数据总线传递给计算机处理系统,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。

现代车辆集中控制与传统控制系统的最大区别是:集中控制系统不再是为提高机械系统的功能而添加的设置;而是以控制系统为主,通过信息与指令的传感与传输,再通过执行机构(传统机械装置)来实现预期功能的智能化、网络化信息系统。

汽车技术的每一个跨越式发展均与社会经济和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。汽车电子技术的形成与发展如图 1-2 所示。

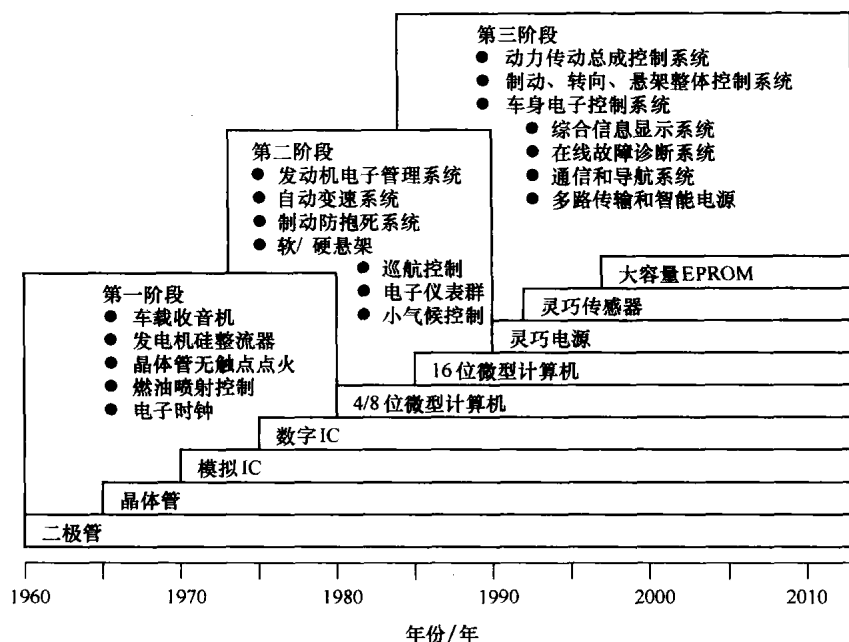


图 1-2 汽车电子技术的形成与发展

二、汽车电子技术应用的发展趋势

当前,汽车电子技术进入了优化人—汽车—环境的整体关系的阶段,它向着超微型磁体、超高效电机以及集成电路的微型化方向发展,并为汽车上的集中控制提供了基础(例如制动、转向和悬架的集中控制以及发动机和变速器的集中控制)。汽车电子技术成就了汽车工业的未来,未来汽车电子技术应在以下几方面进行突破。

1. 传感器技术

由于汽车电子控制系统的多样化,使其所需要的传感器种类和数量不断增加。为此,研制新型、高精度、高可靠性和低成本的传感器是十分必要的。未来的智能化集成传感器,不仅要能提供用于模拟和处理的信号,而且还能对信号作放大和处理。同时,它还能自动进行时漂、温漂和非线性的自校正,并具有较强的抵抗外部电磁干扰的能力,以保证传感器信号的质量不受影响,即使在特别严酷的使用条件下仍能保持较高的精度。它还具有结构紧凑、安装方便的优点,从而免受机械特性的影响。

2. 微处理机技术

微处理机的出现给汽车仪表带来了革命性的变化,世界汽车工业的微处理机用量激增,由从前单一的仪器逐步发展为多用途、智能化仪表,不但可以很精确地把汽车上所有的待测量都检测出来,分别显示和打印需要的结果,而且还有运算、判断、预测和引导等功能。比如,它可监视汽车各大部件的工作情况,还可以对蓄电池电压、轮胎气压、车速等检测量的高低限量进行报警。微处理机将更广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系、速度控制和故障诊断中。

3. 多通道传输技术

多通道传输技术将由实验室逐步进入实用阶段。采用这种技术后,使各个数据线联成为一个网络,以便分离汽车中心计算机的信息。微处理机可通过网络接收其他单元的信号。传感器和执行机构之间要有一个新式接口,以便与多通道传输系统相联系。

4. 数据传输载体方面的电子新技术应用

汽车电子技术未来将实现整车控制系统。这一系统要求有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更大,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。

5. 汽车车载电子网络

随着电控器件在汽车上越来越多的应用,车载电子设备间的数据通信变得越来越重要。以分布式控制系统为基础构造汽车车载电子网络系统是很有必要的。大量数据的快速交换、高可靠性及价廉是对汽车电子网络系统的要求。在该系统中,各从处理机独立运行,控制改善汽车某一方面的性能,同时在其他处理机需要时提供数据服务。主处理机收集整理各从处理机的数据,并生成车况显示。通信控制器保证数据的正常流动。

纵观近十年来汽车技术的重大成就,大都是在应用电子技术上进行的突破,电子技术已成为汽车工业发展的重要动力源泉。目前,我国汽车工业面临“入世”后的巨大冲击,能否在未来的世界汽车业竞争中掌握主动权,关键取决于能否在电子技术上占领制高点。加快汽车电子技术新领域的研究是我国汽车工业发展的当务之急。

第二节 车用计算机的控制及应用

一、车用计算机的控制

现代控制分为两大类：一类是反馈控制，它要不断测量被控对象的输出，或者说要随时了解控制产生的效果，根据输出或控制产生的效果随时调整控制作用的大小，这就形成了一个闭环回路，故又称闭环控制；另一类是程序控制，它根据事先设定好的程序进行操作，在操作过程中这个程序不再改动，因此这种控制是开环控制。开环控制在原理上比闭环控制要简单许多。但程序控制技术也在不断发展，开环和闭环在一种控制设备中常常混合应用，各有所长，各司其职。

所谓自动控制，就是在没有人直接参与的情况下，利用控制装置使被控对象（如汽车、设备或生产过程等）自动地按照预定的规律运行或变化。能够对被控对象的工作状态进行自动控制的整个系统称为自动控制系统，它一般由被控对象和控制装置组成。

自动控制系统可以按照多种方式组成。随着汽车电子控制系统的不断发展，现代控制技术在汽车上的应用也越来越广泛，在现有的汽车电子控制系统中，常采用的控制方式有开环控制、闭环控制和自学习控制等。

1. 开环控制

较简单的控制系统常采用开环控制，它只是由控制装置改变被控对象的状态。在这种控制中，系统的输出量对系统的控制作用没有影响，既不需要对输出量进行检测，也不需要输出量反馈到系统输入端与输入量进行比较。在汽车电子控制装置中，开环控制系统的方框图如图 1-3 所示。

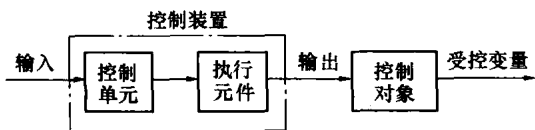


图 1-3 开环控制系统

当发出控制指令后，控制对象便开始工作，但系统不能自动检测控制对象是否按控制指令的要求进行工作。例如，对汽油喷射系统的控制，事先把根据试验确定的发动机各种工况的最佳喷油系数，存放在 ECU 的存储器中；当发动机运转时，ECU 在接收系统中各种传感器传来的信号后，经过处理，判断发动机运转工况，计算出最佳的喷油量，并根据计算结果控制喷油器的喷油时间，以精确地控制混合气的空燃比，使发动机在接近理想空燃比下运转。

开环控制系统的结构简单，易于实现，但其控制精度取决于设定参数的精度和被控对象的运行状况。当发动机（被控对象）的性能出现差异或因发动机喷油器磨损、老化等引起性能变化时，混合气就不可能正确地保持理想的空燃比值，从而难以实现最佳控制。

2. 闭环控制

在汽车电子控制装置中，自动控制系统的组成和工作原理与人体的构成和工作机理有很多相似之处。自动控制系统中有相当于人的感觉器官的传感器，有相当于人的大脑和神经系统的控制装置，也有相当于人的手、腿及其肌肉的执行器。传感器用于检测指令信息、外界变化信息以及被控对象的状态信息，并将其转换成电信号输给控制装置。控制装置则计算出被控对象的当前状态（称为被控量，或系统的输出量）与所希望的状态（称为输入信号）之