

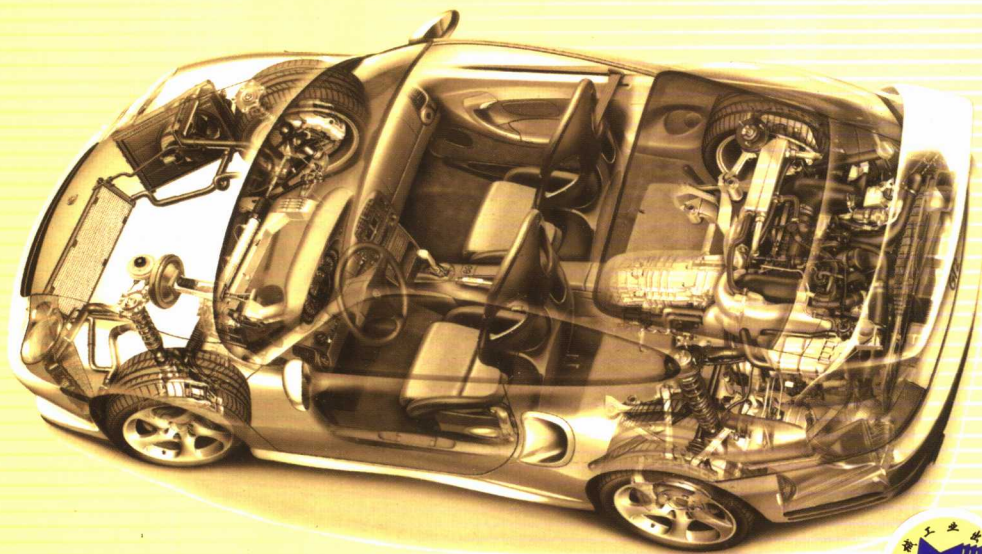


普通高等教育“十一五”国家级规划教材



曹家喆 ○ 主编

汽车电子控制基础



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

汽车电子控制基础

主 编 曹家喆
副主编 董铸荣



机械工业出版社

本书综合了汽车电子控制方面的基础知识,将汽车中常用的传感器、微控制器和执行器紧密联系在一起,并尽量涉及汽车电子控制技术的最新发展,从而与发动机控制、底盘控制、车身控制等后续专业课程内容实现了紧密衔接。同时,通过精心设计的汽车电子控制模型实验制作环节,可加深学生对控制作用的认识,提高学生动手能力和综合分析应用能力。

本书共五篇、二十一章。第一篇是概论篇,主要介绍汽车电子控制技术的基本概念和发展应用概况;第二、三、四篇大体上按照控制信息传递的方向顺序介绍了传感器、微控制器和执行器;第五篇属于教学实践环节,设计了一些汽车电子控制模型实验。

本书主要适用于高职高专的现代汽车检测诊断技术、汽车电子技术、汽车运用工程、现代汽车技术服务与营销等专业,并可用作在职人员的培训教材或广大工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子控制基础/曹家喆主编. —北京:机械工业出版社, 2007. 9
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-111-22298-9

I. 汽… II. 曹… III. 汽车-电子控制-高等学校-教材
IV. U463. 6

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第138564号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:王玉鑫 责任编辑:葛晓慧 版式设计:霍永明
责任校对:李秋荣 封面设计:陈沛 责任印制:杨曦
北京机工印刷厂印刷(北京双新装订有限公司装订)
2007年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·19.5印张·482千字
0 001—4 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-22298-9
定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010) 68354423
封面防伪标均为盗版

前 言

近年来,汽车技术正向电子化、自动化和智能化方向飞速发展,计算机控制技术以其强大的功能和卓越的性能迅速渗透到汽车领域,被广泛地应用到汽车的各个方面,以全新思路解决了机械部件所无法解决的问题,从而形成了汽车电子控制这一新兴的综合技术。

相应地,国内在用汽车的检测、诊断、维修和运用的技术水平也在迅速提高,要求相关专业的高职学生必须具备电子、计算机和控制方面的基础知识和测试、维护、诊断方面的综合运用能力。为了适应这类专业学生的知识和能力结构的调整,迫切需要能够将这些基础知识与汽车电子控制专业技术联系起来的、充分体现高职特色的教材。目前这类具综合性、应用性和实践性的教材还很少见,例如作为汽车电子控制的核心部件是微控制器,国内通称单片机,不过传统的单片机类教材内容是相对独立的,与汽车电子控制技术并无直接联系;而专业课程如发动机电子控制、底盘电子控制以及车身电子控制等的教材涉及基本控制原理的内容又较少。本书将汽车中常用的各类传感器、执行器与微控制器联系起来,使学生在学习有关器件的基本原理时,更容易理解微控制器在汽车电子控制中的作用,并实现与后续专业课程内容的紧密衔接。因此本教材的编写具有一定的前瞻性。

本书具有以下鲜明的特色:

1. 作为高职教育的教材,在指导思想方面尽量体现以职业综合能力的培养为中心,而不追求学科体系的完整性。内容选材方面既注重实际应用,又强调必要的知识基础。理论部分体现以“必需、够用”为度的原则,实践部分则突出汽车技术的实际应用,并注重能力素质的培养提高。

2. 编写内容紧密结合汽车电子控制技术的最新应用。本书涉及内容比较广泛,将传感器、微控制器和执行器紧密联系在一起,已远超出一般单片机教材范围。在介绍有关知识和应用方面尽量涉及到汽车电子控制技术的最新发展,如 CAN 总线、X-by-wire (线控技术)、Watchdog (监视定时器)、PWM (脉宽调制) 以及最新的传感器和执行器件等。这对汽车新技术发展的跟踪和后续课程的学习都是十分必要的。

3. 注意知识内容与认知过程和思维方法的自然结合。本书依据作者多年的教学经验,从提出问题到分析思路、归纳结论等都注意到对学生的引导作用,各篇、章、节的安排和内容的阐述都注意“综合-分析-综合”、“实践-理论-实践”的认知规律,便于在教学中体现“教师为主导、学生为主体”的原则。每章之后都列出一些思考题和练习题,目的在于巩固所学知识、提高分析问题和解决问题的能力。

4. 本书具有一定的通用性。既考虑到教学基本要求的规范性,同时也提供一些参考性的内容。注意知识概念的讲述由浅入深、循序渐进并通俗易懂,因此,不仅适合于高职、高专、成教类教育的教学使用,而且也可用作广大工程技术人员的参考书或在职人员的培训教材,尤其适合初学者自学使用。

作为教学参考书,本书主要适用于高职教育类现代汽车检测诊断技术、汽车电子技术、汽车运用工程、现代汽车技术服务与营销等专业。在安排教学时,不一定按照本书篇章顺序

IV

进行,可以视具体情况灵活安排课时和教学计划。考虑到各地设备条件都不相同,本书所提供的实践环节仅供参考,各院校可视具体条件设计实践教学内容。若有条件,可组织学生参加实验模型设备的制作,更有利于提高学生的感性认识和动手能力。

本书的前身是同名自编讲义,在深圳职业技术学院汽车与交通学院、继续教育学院和培训学院等数十个班级试用,效果良好,受到学生普遍欢迎。

参加本书编写的人员有:董铸荣(第二篇)、崔宏巍(第四篇及第五篇第二十一章的三、四、五节)、万霞(附录部分)和曹家喆(其余部分),全书由曹家喆任主编并负责统稿,董铸荣任副主编。

本教材由钟江生教授主审。在编写过程中,钟教授对本书提出不少宝贵意见,并有学校多位资深教授教师和实验/实训室高级工程师给予大力帮助指导,在此一并致以深深的谢意。

由于作者水平有限,书中疏漏错误或不妥之处在所难免,敬祈读者不吝赐教指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 汽车电子控制技术概论	1
第一章 汽车电子控制基础知识	1
第一节 有关汽车电子控制的基本概念	1
第二节 有关自动控制的基本概念	5
思考题与练习题	7
第二章 汽车电子控制技术的发展与应用	8
第一节 汽车电子控制技术的发展	8
第二节 汽车电子控制技术的一些主要应用	11
思考题与练习题	13
第二篇 汽车常用传感器	14
第三章 汽车传感器概述	14
第一节 传感器	14
第二节 汽车传感器的分类	15
第三节 汽车传感器的性能要求	16
第四节 汽车传感器的未来发展	16
思考题与练习题	17
第四章 温度传感器	18
第一节 热电阻式温度传感器	18
第二节 热电偶式温度传感器	21
第三节 温度传感器的应用	22
思考题与练习题	28
第五章 压力传感器	29
第一节 概述	29
第二节 应变式压力传感器	30
第三节 压电式压力传感器	32
第四节 霍尔式压力传感器	34
第五节 压力传感器的应用	35
思考题与练习题	38
第六章 空气流量传感器	39
第一节 概述	39
第二节 空气流量的测量方法	40
第三节 空气流量传感器的应用	40
思考题与练习题	45

第七章 气体浓度传感器	46
第一节 概述	46
第二节 氧传感器	46
第三节 稀薄混合气传感器	53
第四节 烟尘浓度传感器	54
第五节 柴油机排烟传感器	56
思考题与练习题	58
第八章 速度传感器	59
第一节 概述	59
第二节 磁电感应式速度传感器	59
第三节 光电式速度传感器	60
第四节 电磁脉冲式转速传感器	63
第五节 速度传感器的应用	64
思考题与练习题	72
第九章 位置与角度传感器	73
第一节 概述	73
第二节 曲轴位置传感器	73
第三节 节气门位置传感器	82
第四节 液位传感器	87
第五节 车高传感器和转角传感器	92
思考题与练习题	97
第十章 加速度与振动传感器	98
第一节 概述	98
第二节 加速度传感器	98
第三节 爆燃传感器	102
思考题与练习题	107
第十一章 其他传感器	108
第一节 光传感器	108
第二节 湿度传感器	110
第三节 超声波距离传感器	112
第四节 转矩传感器	114
第五节 雨滴检测传感器	115
第六节 磨损检测传感器	117
第七节 压电型荷载传感器	117
思考题与练习题	118
第三篇 汽车微控制器及应用	119
第十二章 微控制器基础知识	119
第一节 微控制器概述	119
第二节 微控制器的基本结构	122
第三节 计算机指令与编程基础	133
第四节 源程序的编辑、汇编和调试	141

思考题与练习题	141
第十三章 微控制器的中断与定时系统	142
第一节 微控制器的中断系统	142
第二节 微控制器的定时/计数器	149
第三节 监视定时器 (WDT) 功能简介	156
思考题与练习题	159
第十四章 微控制器的系统扩展方法	160
第一节 系统扩展的基本总线结构	160
第二节 程序存储器的扩展方法	162
第三节 数据存储器的扩展方法	163
第四节 简单并行 I/O 口的扩展方法	165
第五节 系统扩展的有关问题	167
思考题与练习题	169
第十五章 输入接口电路	170
第一节 开关信号的输入处理	170
第二节 模拟量输入与放大	175
第三节 模拟量/数字量 (A/D) 转换	177
思考题与练习题	182
第十六章 输出接口电路	183
第一节 开关信号输出的驱动与隔离技术	183
第二节 汽车常用显示器件简介	185
第三节 LED 显示器概述	188
第四节 数字量/模拟量 (D/A) 转换	193
第五节 脉宽调制 (PWM) 技术简介	196
思考题与练习题	199
第十七章 串行通信与 CAN 总线基础	200
第一节 串行通信的基本概念	201
第二节 MCS-51 单片机串行接口及工作方式	205
第三节 CAN 总线基础知识	214
思考题与练习题	220
第四篇 汽车常用执行器	221
第十八章 电动机	221
第一节 概述	221
第二节 直流电动机	222
第三节 步进电动机	228
思考题与练习题	234
第十九章 继电器与电磁阀	235
第一节 继电器	235
第二节 电磁阀	238
思考题与练习题	248
第二十章 其他执行元件	249

第一节 点火线圈	249
第二节 火花塞与高压线	250
第三节 电子点火控制	252
第四节 液压和气压执行元件	254
思考题与练习题	255
第五篇 汽车电子控制应用基础	257
第二十一章 汽车电子控制应用实验	257
实验一 发动机喷油模型控制实验	257
实验二 发动机点火模型控制实验	258
实验三 转速测量实验	260
实验四 温度测量实验	262
实验五 油泵控制实验	264
实验六 发动机喷油控制综合实验	265
实验七 车灯控制实验	267
附录	271
附录 A 计算机的数制与编码	271
附录 B MCS-51 系列微控制器指令系统	275
附录 C MCS-51 指令表	286
附录 D ASCII 码字符表	291
附录 E 编译环境的使用	292
附录 F 常用芯片引脚图	299
参考文献	303

第一篇 汽车电子控制技术概论

第一章 汽车电子控制基础知识

按照传统观念,汽车是一个“机械”产品,汽车制造业属于“机械”工业。随着社会的发展,人类对汽车的运行性能、环保性能和舒适性等方面提出了越来越高的要求,这使得传统的机械装置(例如化油器、自动变速器等)即使越做越复杂,仍无法满足对其性能和功能的需要。而新兴的电子技术、尤其是计算机技术以其强大的功能和卓越的性能迅速渗透到汽车领域,被广泛地应用到汽车的各个方面,以全新思路解决了机械部件所无法解决的问题,从而形成了汽车电子控制这一门新兴的综合技术。

据国外分析,汽车上的技术创新,70%左右与汽车电子技术有关。汽车电子控制技术不仅与汽车本身的机械结构有紧密的联系,而且涉及到电子、信息、计算机和自动控制等技术领域,使汽车成为一种“机电一体化”的产品,不仅给传统的汽车技术带来根本变革,也极大地改善了汽车的性能。

第一节 有关汽车电子控制的基本概念

一、汽车电子技术与汽车电子控制技术

随着汽车技术的发展以及各种高新技术在汽车上的广泛应用,使汽车已经由一个传统的机械装置逐渐演变为一个集机械、电子、计算机、控制、通信等技术于一体的复杂系统。这一演变过程也被称为汽车电子化,相关的技术常被通称为汽车电子技术。

目前,汽车电子技术应用十分广泛,已渗透到汽车的很多部件。按其功能的不同,汽车电子技术的应用大体上可以分为两大类:

一类是汽车电子控制装置,这类装置要与车上机械部件进行配合使用,形成“机电一体化”(Mechatronics)系统,直接用于控制汽车的运行并改善其性能。如发动机电子控制(燃油喷射控制EFI、点火提前角控制ESA、怠速控制ISC、废气再循环控制EGR等)、底盘电子控制(包括自动变速器控制ECT、防抱死制动控制ABS、驱动防滑控制ASR、悬架系统控制、电子控制动力转向EPS、巡航系统控制CCS等)以及车身的电子控制(包括自适应空调、安全气囊、中央门锁以及门窗、座椅、车灯的控制等)。图1-1给出了BOSCH公司开发的发动机ECU“Motronic”及控制系统框图,用在VOLVO和BMW等很多车型上。

另一类是车载电子装置,是在汽车环境下能够独立使用的电子装置,和汽车本身的性能并无直接关系,主要用于提高汽车的娱乐性、提供各类信息或附属功能。包括车载信息系统、导航系统、车载电话、汽车音响及电视娱乐系统等。

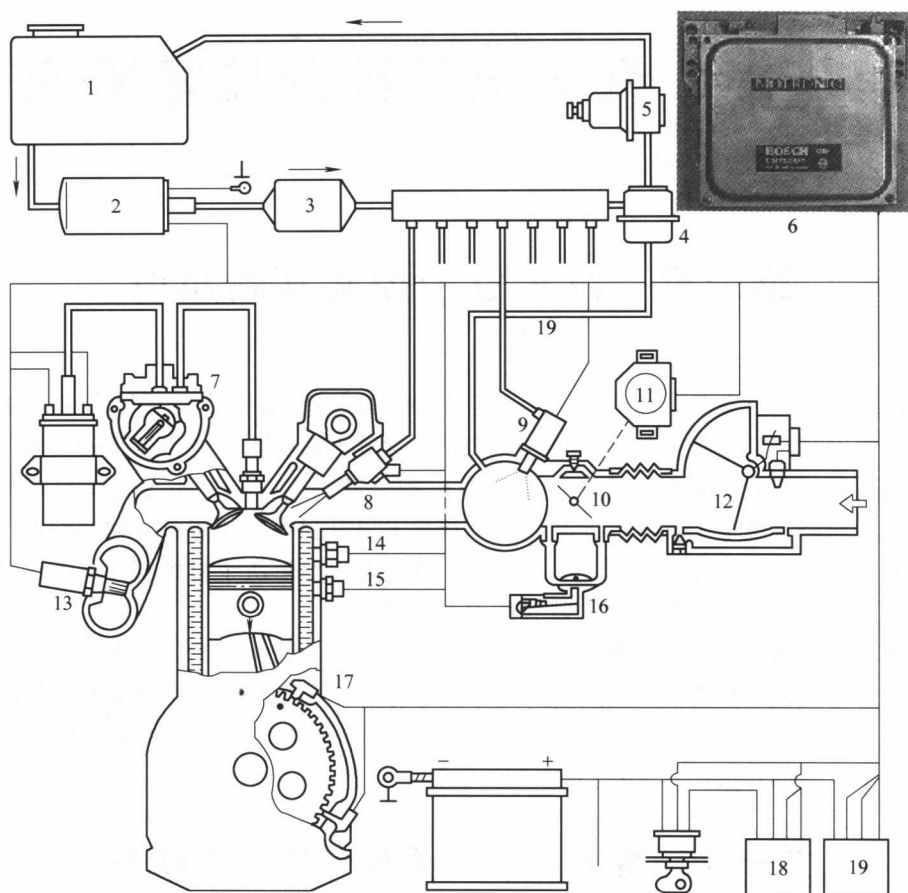


图 1-1 发动机控制系统

- 1—燃油箱 2—电动汽油泵 3—燃油滤清器 4—燃油压力调节器 5—燃油脉动缓冲器 6—BOSCH Motronic ECU
 7—分电器 8—喷油器 9—冷起动喷油器 10—节气门 11—节气门开度传感器 12—空气流量计
 13—氧传感器 14—温度-时间开关 15—水温传感器 16—辅助空气阀 17—曲轴位置传感器
 18—主继电器 19—油泵继电器

汽车电子控制技术主要是指前一类，即利用微型计算机直接对发动机、底盘和车身部件进行控制并影响其性能的技术。

二、汽车电子控制系统的基本组成

汽车电子控制基本上都属于计算机控制，与一般的计算机控制系统类似，汽车电子控制系统主要由三大部分组成：一是信号的输入部分，主要包括一些传感器、放大电路以及开关器件等；二是电子控制单元，又叫 ECU，也就是平时所说的汽车电脑，ECU 的核心是微控制器，负责对输入信号进行分析处理计算以及发出相应的操作命令；三是信号输出部分，包括输出驱动电路、各类继电器、电动机、电磁阀等执行器件，用于将 ECU 发出的命令转变为相应的操作。另外，汽车电子控制系统很多部件不能使用蓄电池供电，而是使用专用的稳定电源（一般是 5V），所以还需要专门的电源电路。汽车电子控制系统的组成如图 1-2 所示。

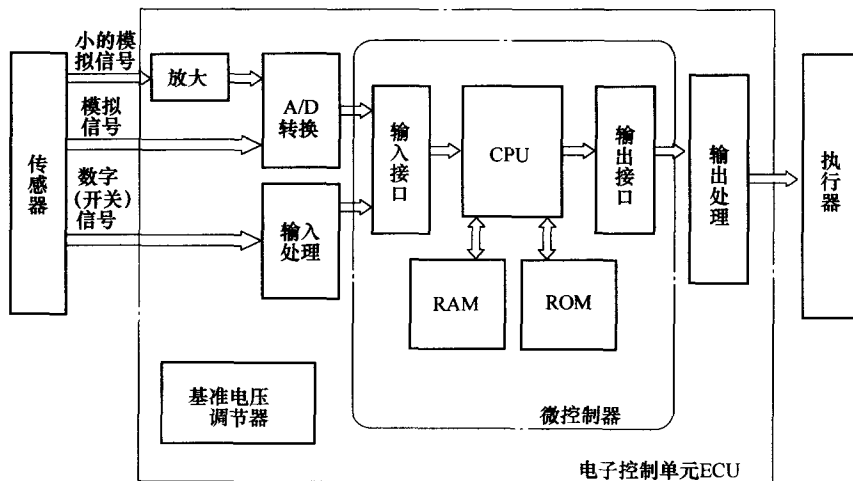


图 1-2 汽车电子控制系统的基本组成

1. 传感器

传感器是将某种变化的物理量（绝大部分是非电量）转化成对应的电信号的元件。在汽车上，传感器用来感受运行过程中诸如温度、压力、转速、位置、空气流量、气体浓度等物理量的状态及变化情况，并送到控制器或仪表。传感器提供的状态信息，是汽车电子控制的基本依据。

1970 年以前，一般汽车上只有水温、机油压力和燃油油量等少数几种传感器，如今普通的轿车上已有几十个传感器，高级的轿车已达上百个，而且数量还在不断增加。汽车传感器过去主要是用在发动机上，现在已经扩展到底盘和车身等各个方面。

例如，用在电控喷射发动机上的传感器就有：反映进气歧管内绝对压力大小的进气压力传感器、检测进气温度的进气温度传感器、测量发动机进气量的空气流量传感器、测量节气门开度的节气门位置传感器、测量转速和曲轴位置的曲轴位置传感器、检测排气中氧浓度的氧传感器、检测冷却水温度的水温传感器、以及安装在缸体上专门检测发动机爆燃状况的爆燃传感器等。在底盘和车身的控制方面，包括在自动变速器、转向器、悬架、ABS、安全气囊等部件上需要用到的传感器也很多，例如车速传感器、转角传感器、转矩传感器、加速度传感器、车身高度传感器、车轮速度传感器等。

就传感器产生的电信号类型来看，既有模拟信号（即与输入物理量有一定对应关系的连续电压或电流信号），也有数字信号（不连续的开关信号或脉冲信号）。不同种类的信号进入电子控制单元时需要进行不同的处理。

2. 电子控制单元

电子控制单元（Electronic Control Unit, ECU）即汽车的微机控制系统，是整个电子控制系统的核心部分。ECU 主要是一块结构复杂的电路板，电路包括微控制器和输入/输出（I/O）接口电路等部分，电路板装在金属盒内，以起到保护和抗干扰的作用。图 1-3 为丰田 LEXUS 发动机 ECU 的实物图。ECU 主要由三大部分组成。

(1) 输入接口电路

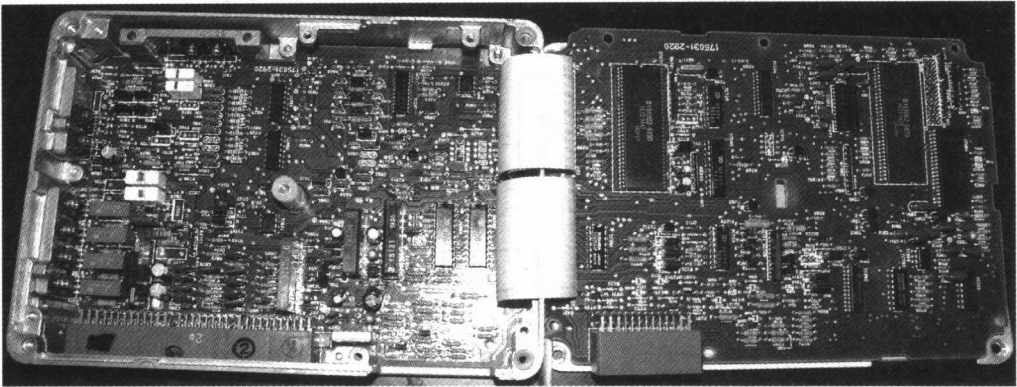


图 1-3 丰田 LEXUS 发动机的 ECU

来自传感器的各种信号，在输入到 CPU 之前，一般都要进行预处理。例如对于模拟信号，需要经过模/数（A/D）转换器，将模拟信号转换为对应的数字信号后，才能输入到 ECU 的微控制器。而比较小的模拟输入信号（如氧传感器信号往往不到 1V），还需要先经过放大后成为“标准”的电信号（例如 0~5V），才能输入到 A/D 转换器进行模/数转换。对于数字或脉冲型信号，一般也要做适当的输入处理（例如消除干扰信号成分）再输入微控制器。

（2）微控制器

微控制器（Microcontroller）是 ECU 的心脏部分，也称为 MCU（Microcontrol Unit）。一般说来，汽车用的微控制器其结构功能与我们常说的“单片机”相当。它包括中央处理单元 CPU（Central Processing Unit）、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、输入/输出接口等电路单元。关于 ECU 主要部件的结构原理，我们后面还要详细介绍。

微控制器将输入信号进行分析运算处理，并根据处理的结果向执行器发出相应的操作命令信息。微控制器的存储器中不仅存放着专用处理程序，往往还有大量的数据表。

应该指出，目前汽车电子控制系统并不强调使用“单片”微控制器，有时一个复杂的控制系统可能是几个子系统的组合，需要用到多个控制器；不同控制系统也常会用到功能各有特点的、专用的控制器芯片，所以在汽车电子控制技术中较少使用“单片机”一词，而 ECU 或 MCU 这类术语使用较多。

（3）输出接口电路

输出接口电路主要是驱动和隔离电路。其作用是：一方面，将微控制器发出的命令信息进行功率放大后，驱动被控的执行器件工作；另一方面，为了避免外部器件对 ECU 产生干扰，往往需要利用隔离元件（可以传递信号但彼此无电路联系的耦合元件）将 ECU 与外部执行器件隔开。

现代汽车不少采用了车内网络总线技术，使汽车上多个控制器之间可以进行信息传递和信息共享，这就要求 ECU 的 I/O 接口有较强的串行通信功能。现在已经开发出专用网络控制系统，如控制器局域网（CAN），并且可以将控制器集成到 ECU 的微控制器内。

目前汽车电子控制系统的接口电路越来越趋于智能化和集成化。例如不少厂家生产了专门用于输入信号整理、电压调节、功率驱动以及网络通信等方面的智能化接口电路或芯片。

3. 执行器

执行器是 ECU 动作命令的执行者, 主要是各类机械式继电器、直流电动机、步进电动机、电磁阀或控制阀等执行器件。其中, 继电器和开关电路主要用于控制开关信号, 如数字信息显示、点火线圈初级的通断、空调的启动停止等。而直流电动机和步进电动机则多是驱动与之相连的执行机构, 从而控制执行机构动作, 例如电动油泵的转速控制, 怠速转速的步进电动机控制等。电磁阀或控制阀类执行器件在汽车中用得非常多, 例如电喷发动机的喷油器、控制废气再循环 (EGR) 的电磁阀、控制怠速通道进气量的旋转滑阀、ABS 制动压力调节器的电磁阀、驱动车轮防滑转 (ASR) 调节器的电磁阀、自动变速器中控制换挡的电磁阀等。

第二节 有关自动控制的基本概念

自动控制不同于人工干预或手工操纵, 它是利用仪器设备, 特别是计算机根据当时具体情况自动命令执行器完成一定动作而达到预定目的。汽车电子控制系统就是自动控制系统。

以下介绍一些有关自动控制的基本概念。

一、开环控制与闭环控制

以微控制器为核心, 将传感器输入的信号称为输入量, 控制对象执行的状态或过程信号称为输出量。所谓控制方式, 就是指输出量与输入量之间的关系。

1. 开环控制

若控制系统的输出量对控制作用没有影响, 就称作开环控制系统, 如图 1-4 所示。在这种情况下, 相对于每个参考输入量, 就有一个对应的输出状态。控制过程完全按照预先设计的方案进行, 控制效果如何, 完全取决于设计或系统的精度。

这种开环控制比较简单, 但是控制的精度不够高。例如没有氧传感器的燃油喷射控制就是开环控制。在这种情况下, 微控制器只是根据来自车速、节气门位置以及进气温度等传感器信号判断发动机实际运行工况, 再利用保存在 ROM 中的喷油脉谱图计算出最佳的喷油量, 然后调整喷油脉宽来控制喷油。

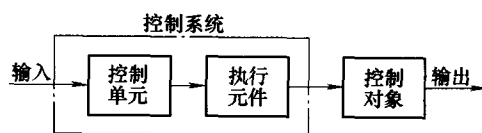


图 1-4 开环控制系统

2. 闭环控制

闭环控制也叫反馈控制。这种控制系统将控制对象的输出信号通过反馈环节送到控制器, 以便根据输出情况随时修正控制量, 如图 1-5 所示。

反馈环节一般是传感器之类的测量元件, 或与放大电路的组合。采用闭环控制, 可以大大提高控制的精度和稳定性。

有时, 输出与输入信号是同一类物理量, 例如温度控制。在这种情况下, 可以设置一个预定温度作为输入量, 同时测量输出温度, 并反过来与预定温度进行比较。通过两者之差去控制加热或冷却执行机构, 就可以保持稳定的温度。实际上, 在很多情况下输入信号不止一

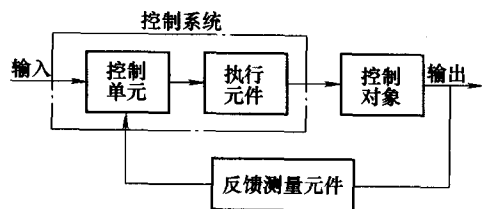


图 1-5 闭环控制系统

种,这时反馈量可以成为影响控制的一个因素。仍以燃油喷射为例,为了使控制更加准确有效,可以在发动机排气管上安装一个氧传感器,它能够根据排气中氧气含量判断混合气浓度。以氧传感器作为反馈环节,将它的输出信号反馈到控制器,控制器就可以据此修正空燃比。

汽车中很多控制都采用闭环控制系统,例如怠速控制、燃油空燃比控制以及空调温度控制等。

二、比例-积分-微分控制

比例-积分-微分控制通常称为PID (Proportional-Integral-Differential) 控制,是技术成熟、应用广泛、非常典型的自动控制方法。以前, PID 控制是用模拟电路实现的,目前常用计算机和数字电路实现,也叫数字PID调节器。其框图如图1-6所示。

PID控制也是闭环控制系统。它将输出信号经过反馈环节后,与输入信号预定值进行比较(相减,即采用负反馈),得出偏差量(误差值)送入PID控制器。PID控制器根据偏差量大小及其变化趋势来调节控制量。

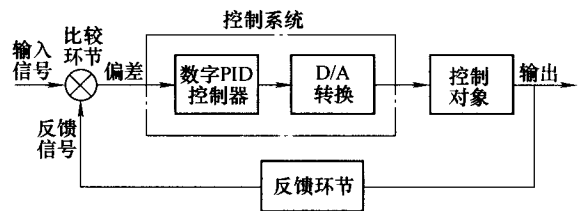


图 1-6 PID 控制系统

其中,比例控制的含义是:输出控

制量与偏差量成一定比例,若偏差越大,则输出控制量也越大,即控制器产生与偏差方向相反的控制作用越强,迫使输出与输入偏差减少。积分控制的作用是将产生的偏差量随时间逐渐积累起来送入控制器,使之产生越来越强的控制作用来抑制偏差。而微分控制是根据偏差发生的变化趋势决定控制方向:不仅控制方向与偏差方向相反,而且偏差增长越快则控制量也越大,从而可以有效地抑制输出量的变化,确保系统稳定。

PID控制常用于某个物理量的稳定性控制,例如温度控制和节气门开度控制等。

三、最优控制

简单地说,最优控制就是使实际输出与预定目标偏差最小的控制方法。在汽车电子控制系统中,一个控制器常要接受多个传感器信号输入,例如点火提前角的控制与车速、发动机负荷等多种因素都有关系。此外,对输出控制的要求往往也是多方面的,例如对发动机的控制来说,既有动力性要求,又有经济性和环保性能方面的要求。从控制的角度看,这属于多输入、多输出的“多变量”控制。最优控制就是在多种因素同时变化的情况下,如何实现与预定目标综合偏差最小的控制方法。不难理解,要实现系统的最优控制,需要进行非常复杂的计算。

四、自适应控制

为了提高控制精度和速度,在存储器中一般储存了大量的数据表,以便根据传感器提供的运行状态通过“查表”方法确定输出控制数据。不过,这些数据表是针对良好车况算出的,随着汽车使用后部件逐渐磨损老化,或在运行中难免有些不确定因素(例如元件老化、轮胎的磨损或气压改变、气温、海拔高度变化等),都会影响控制的预期效果。所谓自适应控制,就是控制系统能够在外部环境条件变化时,能够自行调整或修改控制参数的技术。

自适应控制是一项比较新的控制技术,在汽车中得到广泛的应用。例如发动机控制中,氧传感器因长期工作在高温恶劣环境,容易受到污染或老化而影响空燃比控制效果。采用自

适应控制后，可以将氧传感器输出电压与存储的数据相比较而确认氧传感器是否老化以及老化的程度，并及时修正控制参数，从而提高了控制的可靠性。

思考题与练习题

- 1.1 简述汽车电子技术与汽车电子控制技术各自的含义。
- 1.2 说明汽车电子控制系统的基本组成以及各部分的作用。
- 1.3 说明汽车电子控制单元 ECU 主要是由哪些部分组成的。
- 1.4 以汽车上一个控制系统为例，说明它有哪些传感器和执行器，以及大致如何实施控制作用。
- 1.5 举例说明汽车中哪个控制系统属于开环控制，哪个属于闭环控制。

第二章 汽车电子控制技术的发展与应用

第一节 汽车电子控制技术的发展

汽车早在 100 多年前就已经出现。而在汽车上应用电子技术仅有半个世纪左右的历史。至于智能化的汽车电子控制技术的出现，至今还不到 40 年时间。

汽车电子控制技术的发展历程大致如图 2-1 所示。20 世纪 60 年代中期，基于 MOS（金属-氧化物-半导体）管的集成电路（IC）和大规模集成电路（LSI）的出现，汽车上开始采用晶体管电压调节器和晶体管点火装置，不久又逐步实现集成化。1973 年，美国通用汽车公司采用 IC 点火装置，提高了点火能量和点火正时精度，有效地改善了废气排放。

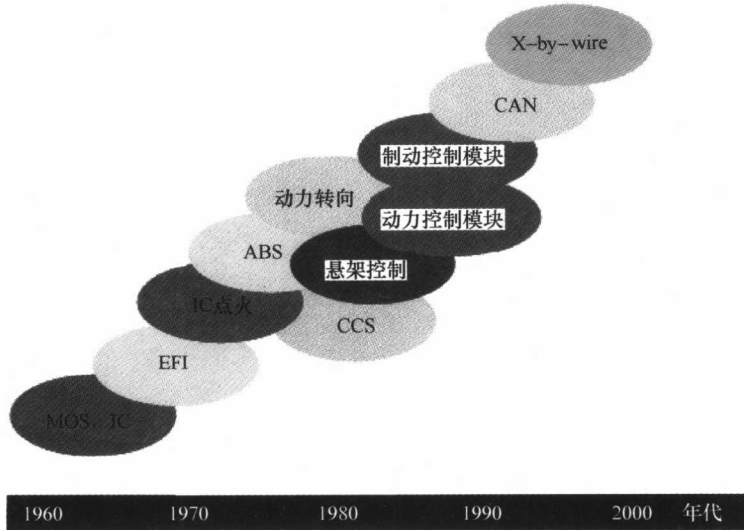


图 2-1 汽车电子控制技术的发展历程

1976 ~ 1977 年，美国克莱斯勒、通用和福特公司先后采用计算机进行点火正时控制和空燃比控制。随后，日本和欧洲一些国家也相继开发出类似技术。

在汽油喷射技术方面，1967 年德国波许（BOSCH）公司研制成功 D 型（速度密度控制）燃油喷射技术，首次利用电脑控制电磁式喷油器的喷油时刻和脉冲宽度。1972 年，该公司又研制出 L 型（质量流量控制）燃油喷射技术。以后，美国、日本等先后研制了自己的电控燃油喷射技术。

可见，对发动机的电子控制，最早从点火控制开始，逐步发展到空燃比控制、怠速和废气再循环控制，从单一控制发展到综合控制系统。这些技术有效地提高了汽车的动力性、经济性和环保性能。

在底盘和车身控制方面，早在 1968 年，美国福特汽车公司即研制防抱死制动（ABS）技术。动力转向、悬架控制和巡航控制技术大约都出现于 20 世纪 70 年代，到 80 年代渐趋