

高等职业技术教育试用教材

# 汽车电子技术

申荣卫 主编



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



高等职业技术教育试用教材

# 汽车电子技术

申荣卫 主编



机械工业出版社

本书首先介绍了汽车电子技术发展的概况和汽车电脑控制系统的基础知识,然后详细介绍了发动机控制技术、底盘控制技术、车身控制技术、汽车安全控制技术、汽车空调、汽车电子仪表和汽车卫星导航系统,最后阐述了现代汽车总线路的分析方法。全书几乎涉及现代汽车新技术的各个方面,内容新颖,技术含量高。在原理叙述上力求通俗、易懂,没有复杂的理论和公式推导。该书非常适合职业技术学院的学生、教师使用,也可作为现代维修企业的培训教材或参考书,以及广大汽车新技术爱好者的科普读物。

#### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电子技术/申荣卫主编. —北京:机械工业出版社, 2002.11

高等职业技术教育试用教材

ISBN 7-111-11155-9

I. 汽… II. 申… III. 汽车—电子技术—高等学校:技术学校-教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 086295 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:朱 华 版式设计:冉晓华 责任校对:刘志文

封面设计:姚 毅 责任印制:闫 焱

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm  $\frac{1}{16}$  · 21 印张 · 515 千字

000 1—5 000 册

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

# 高等职业技术教育试用教材

## 编委会名单

|       |     |     |     |     |     |     |     |  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| 主 任   | 孙秋玉 |     |     |     |     |     |     |  |
| 副 主 任 | 靳和连 | 林为群 | 马东霄 | 佟 刚 | 韩 梅 |     |     |  |
| 委 员   | 李贤彬 | 张凯良 | 曲衍国 | 孔令来 | 申荣卫 | 吴宗保 | 侯建生 |  |
|       | 吴兴敏 | 毛 峰 | 张红伟 |     |     |     |     |  |
| 本书主编  | 申荣卫 |     |     |     |     |     |     |  |
| 本书参编  | 曹景升 | 孔令来 | 李玉亭 | 吴 凯 | 邵心安 | 台晓虹 |     |  |
| 本书审稿  | 林为群 |     |     |     |     |     |     |  |

# 前 言

随着科学技术的不断进步,汽车电子化的程度越来越高,特别是中国加入 WTO 后,这种趋势就更加明显。汽车电子化使汽车控制系统的技术含量越来越高,大大提高了汽车的动力性、经济性、安全性和舒适性,同时也给汽车维修行业带来了巨大的挑战。因此,汽车电子技术的推广工作迫在眉睫。

目前,我国职业教育尚处于起步阶段,但近几年各地职业技术学院大量涌现,显现出良好的发展势头。毋庸置疑,职业教育必将成为推广新技术的前沿阵地。然而适合职业院校使用的汽车类教材却很少。为满足各职业技术学院和广大汽车维修人员的迫切要求,我们联合了几所职业技术学院,结合职业教育注重实践的教学特点,精心编写了这本教材。在使用本教材过程中,读者若能结合自己的实际情况,穿插相应的实践环节,效果会更佳。

本教材由邢台职业技术学院申荣卫主编,参加编写的人员分工情况如下:

邢台职业技术学院申荣卫编写第一章、第二章;邵新安、台晓虹编写第三章;曹景升编写第四章;山西长治职业技术学院李玉亭编写第五章、第六章;天津职业大学孔令来编写第七章、第八章、第九章;烟台师范学院交通学院吴凯编写第十章、第十一章。

本教材由天津市交通职业学院林为群副教授主审。林老师对该书稿件进行了全面、细致的审阅,提出了不少宝贵意见,在此向他表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中,参考了大量的国内外技术资料,得到许多同行的大力支持,在此谨向所有参考资料的作者及关心支持本书编写的同志们表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第一章 汽车电子技术概述 ..... 1

### 第一节 汽车电子技术的发展概况 ..... 1

### 第二节 汽车电子技术的应用现状 ..... 3

### 第三节 汽车电子技术的发展趋势 ..... 4

## 第二章 汽车电脑控制系统基础

### 知识 ..... 8

### 第一节 概述 ..... 8

### 第二节 电脑在汽车控制系统中的应用 ..... 16

### 第三节 汽车控制理论的基本概念 ..... 18

### 第四节 控制理论在汽车控制系统中的应用 ..... 20

## 第三章 发动机控制技术 ..... 24

### 第一节 汽车电控燃油喷射系统 ..... 24

### 第二节 点火控制系统 ..... 50

### 第三节 怠速控制 ..... 67

### 第四节 废气净化控制 ..... 72

## 第四章 底盘电子控制技术 ..... 84

### 第一节 电子控制式自动变速器(ECT) ..... 84

### 第二节 制动自动防抱死系统(ABS) ..... 103

### 第三节 驱动防滑/牵引力控制系统(ASR/TRC) ..... 115

### 第四节 电子控制悬架系统(TEMS) ..... 122

### 第五节 电子控制防滑差速器 ..... 141

### 第六节 动力转向、四轮转向及自动转向 ..... 145

### 第七节 巡航控制系统(CCS) ..... 164

## 第五章 车身电子控制技术 ..... 175

### 第一节 电动座椅 ..... 175

### 第二节 电动门窗 ..... 182

### 第三节 汽车防盗系统 ..... 184

### 第四节 电动后视镜 ..... 195

### 第五节 电动天窗 ..... 197

## 第六章 汽车安全控制技术 ..... 205

### 第一节 汽车安全概述 ..... 205

### 第二节 汽车安全带 ..... 205

### 第三节 汽车安全气囊 ..... 207

## 第七章 汽车空调 ..... 217

### 第一节 概述 ..... 217

### 第二节 汽车空调的通风与送风 ..... 218

### 第三节 汽车空调制冷系统 ..... 222

### 第四节 微机控制空调系统 ..... 233

## 第八章 汽车电子仪表 ..... 244

### 第一节 汽车电子仪表概述 ..... 244

### 第二节 汽车电子仪表常用的显示装置 ..... 248

### 第三节 典型汽车电子仪表举例 ..... 257

## 第九章 汽车卫星导航与全球

### 定位系统 ..... 274

### 第一节 概述 ..... 274

### 第二节 GPS 系统的组成及定位原理 ..... 276

### 第三节 汽车上使用的 GPS ..... 280

### 第四节 其他卫星导航与定位系统 ..... 288

## 第十章 车载故障诊断系统 ..... 290

### 第一节 概述 ..... 290

### 第二节 OBD-Ⅱ 自我诊断系统简介 ..... 293

### 第三节 典型汽车车载故障诊断系统 ..... 296

## 第十一章 汽车总线路的分析 ..... 306

### 第一节 汽车总线路基础知识 ..... 306

### 第二节 汽车电路图的读图要领 ..... 318

### 第三节 汽车电路的检测要点 ..... 322

## 主要参考文献 ..... 327

# 第一章 汽车电子技术概述

## 第一节 汽车电子技术的发展概况

### 一、概述

从第一辆汽车诞生到现在已有 100 多年的历史。在汽车出现的初期,只是人们的代步工具,但随着科学技术的发展和人们生活的提高,人们对汽车的要求除实现基本代步作用外,还要满足安全、节能、环保、舒适及车主各种个性化的要求。汽车作为人类智慧的结晶,反映了社会文明的发展,已经完全融入我们的生活和社会文化之中。

现代汽车技术是现代高科技迅速发展的集中表现,它实际上是机械、电子、计算机、控制工程、材料工程、生物工程和信息技术等多学科技术交叉的产物。随着电子技术、计算机技术和控制技术的飞速发展和人们对汽车的要求日益提高,现代汽车正在向电子化、智能化方向发展。目前汽车上、特别是轿车上的电子控制部件越来越多,基本上占汽车总成本的  $\frac{1}{3}$  甚至更多。现代汽车实际上已经成为以计算机为控制核心的计算机控制系统,可以形象地说:“现代汽车是架在四个车轮上的计算机控制系统”。

### 二、汽车电子技术发展简史

汽车电子化的进程首先是由电子学的发展而带动起来的。汽车的电子化主要涉及到发动机控制技术、底盘控制技术、车身控制技术、车辆行驶控制技术及信息通讯技术等方面。

1948 年发明了晶体管,1955 年,美国通用公司的汽车上安装了晶体管收音机。在汽车零部件中,最早采用电子装置的是交流发电机的整流器。1960 年,美国克莱斯勒汽车公司生产的汽车上开始装用硅整流的交流发电机。1959 年,集成电路技术获得专利,1961 年,美国通用公司采用 IC 发电机电压调节器。1962 年,通用公司开始采用晶体管点火器。1964 年,日本丰田公司采用电动门锁。1967 年,德国波许(BOSCH)公司研制成功 D 型电控燃油喷射系统,并在大众公司的汽车上装用。同年,丰田公司在汽车上采用恒速(巡航)控制系统。1968 年,福特公司研制成功制动防抱死系统(ABS)并装车使用。1971 年,丰田和日产公司在汽车上安装空调系统。1972 年,德国大众汽车上采用 L 型电控燃油喷射系统。1973 年,美国通用公司采用加大火花塞间隙、提高点火能量的高能点火系。同年,日本马自达汽车上开始装用安全带。1974 年,丰田公司在汽车上采用动力转向控制,同年,为进一步提高汽车行驶的安全性,美国通用汽车上开始装用安全气囊。1976 年,美国克莱斯勒公司首先创立了由模拟计算机控制的电子点火系统。该系统中采用模拟计算机,根据输入的空气温度、进气温度、水温、发动机转速和负荷等信息对点火时刻进行控制。1977 年,美国通用汽车公司开始采用数字式点火控制时刻,该系统采用数字计算机进行控制,体积小,是一种真正的微机控制系统。同年,福特公司开发出了能同时控制点火时刻、废气再循环和二次空气喷射的发动机控制系统。此后,1978 年,日产公司研制出化油器电子控制装置。1979 年,日产公司又开发出发动机综合控制系统(ECCS)。同年,美国通用和福特公司开始采用单点燃

油喷射系统。之后, 发动机综合控制系统(包括燃油控制、点火控制、怠速控制等)日臻完善和成熟。

1981年, 日本丰田汽车上开始采用电子控制传动系、电脑控制空调系统和电子仪表。同年, 日产汽车上采用光纤多通道通信系统。1983年, 日本本田汽车公司采用发动机-传动系综合控制系统。1984年, 通用公司采用无分电器点火系统。1985年, 日产公司采用四轮转向控制, 瑞典沃尔沃汽车上采用牵引力控制。1986年, 丰田汽车上采用遥控门锁, 三菱汽车上采用车载电话。1989年, 日产、马自达公司采用全球定位系统(GPS)。

1990年, 三菱公司采用主动排放控制和主动空气动力学系统。进入20世纪90年代, 发达国家在汽车自动驾驶、汽车智能化、GPS等方面的研究更加活跃。

### 三、汽车电子技术的发展阶段

从上述汽车电子化发展的历史可以看出, 汽车电子化进程实际上经历了三个大的阶段。

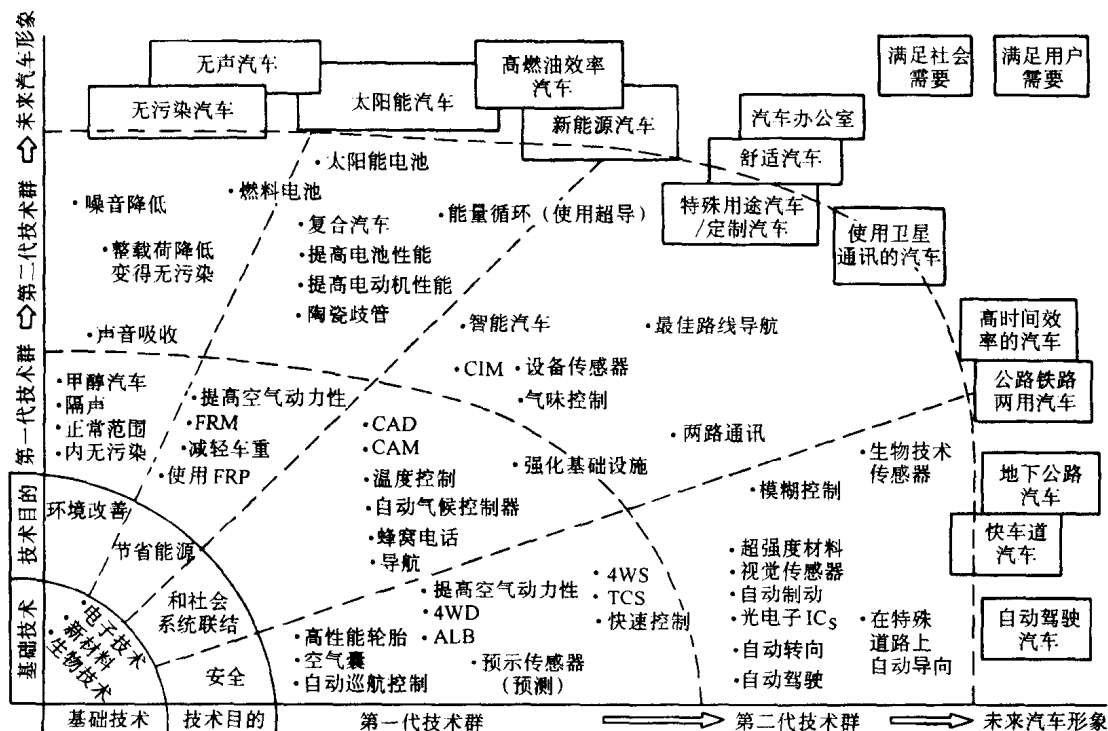
#### (一) 第一阶段(20世纪60年代至70年代末)

该阶段主要侧重于开发单独性的电子零部件, 从而改善单个机械部件的性能。如整流器、调节器、晶体管无触点点火、闪光器、电子时钟等。设计上局部的, 没有系统的观念。

#### (二) 第二阶段(20世纪70年代末至90年代初)

由于大规模集成电路、计算机技术和控制技术的发展, 该阶段侧重开发一些独立的控制系统, 如发动机控制系统、ABS控制系统、安全气囊、巡航控制系统等。该阶段是汽车电子化快速发展的时期, 各个单独系统的控制技术逐渐成熟。

#### (三) 第三阶段(20世纪90年代至现在)



(资料: 21世纪汽车世界的高技术展望, 世界贸易和工业部)

图 1-1 未来汽车技术的发展与展望

由于 32 位、64 位微机的出现和控制技术的日趋成熟，同时汽车电子技术多学科交叉的特点更加明显，汽车电子系统的设计更加从整体的角度来考虑。开始广泛应用计算机网络与信息技术，使汽车更加自动化、智能化、并向汽车与社会环境的联结方向转移。随着该阶段的发展，汽车电子化的进程将更加深入。

目前，国外纯电动轿车已经问世。我国“十五”863 计划项目 - “纯电动轿车”研制开发也进展顺利。首批“纯电动轿车”2002 年年底进行示范运行，2004 年实现产业化，进行批量生产并投放市场。因此，电子技术在汽车上的应用将越来越普遍。

图 1-1 所示是人们设想的未来汽车技术发展展望。

## 第二节 汽车电子技术的应用现状

目前汽车上采用的电子技术可分成四类：发动机控制系统、底盘控制系统、车身控制系统及信息与通讯系统。各个系统采用的电子技术如表 1-1 所示。

表 1-1 各系统采用的电子技术一览表

| 总 类 型   | 子 类 型               | 控 制 项 目                                                               |
|---------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 发动机控制系统 | 点火控制                | 点火提前角控制；闭合角控制；限流控制；停车断电保护控制；爆燃控制                                      |
|         | 燃油喷射控制              | 喷油量控制；喷油正时控制；燃油泵控制                                                    |
|         | 怠速控制                | 自动怠速控制                                                                |
|         | 进气控制                | 空气引导通路切换；旋涡控制阀；增压控制                                                   |
|         | 排放控制                | 废气再循环(EGR)；燃油蒸气排放控制(EVAP)；三元催化、氧传感器；二次空气喷射；活性碳罐电磁阀控制；CO 控制(VAF)       |
|         | 故障自诊断系统             | 发动机故障自诊断系统；自动变速器故障自诊断系统；ABS 故障自诊断系统；SRS 故障自诊断系统                       |
|         | 其他控制                | 发电机电压控制；电动风扇控制；警告显示；备用功能与失效保护                                         |
| 底盘控制系统  | 电子自动控制变速器(ECT)      | 换挡控制；主油路液压油压力控制；自动模式选择控制；锁止离合器控制；发动机制动控制；发动机转速与转矩控制                   |
|         | 电控悬架(TEMS)          | 悬架刚度控制；悬架阻尼控制；车身高度控制                                                  |
|         | 驱动防滑/牵引力控制(ASR/TRC) | 差速制动控制；发动机输出功率控制；综合控制                                                 |
|         | 巡航控制系统(CCS)         | 车速控制                                                                  |
|         | 四轮转向控制              | 转向角的比例控制；横摆角速度比例控制                                                    |
| 车身控制系统  | 安全性方面               | 安全气囊系统(SRS)；自动防抱死(ABS)；安全带控制；雷达防撞装置；倒车安全装置；防盗装置；车钥匙忘拔报警装置；语音开门(无钥匙)装置 |
|         | 舒适性及方便性             | 自动空调系统；电动座椅；电动车窗；电动后视镜；电动天窗；中控门锁；后窗除霜；音响、音像；小冷藏柜等                     |
| 信息与通信系统 | 信息系统                | 电子仪表；中央综合显示系统；电子地图；前视窗显示；电子时钟                                         |
|         | 通信系统                | 语音信息；车载蜂窝电话；多路传输系统；计算机网络；导航系统；全球定位系统；故障自诊断系统                          |

### 第三节 汽车电子技术的发展趋势

20 世纪 90 年代, 汽车电子技术进入了其发展的第三个阶段, 这是对汽车工业的发展最有价值、最有贡献的阶段, 也是优化“人-汽车-环境”的整体关系最为重要的阶段。在这个阶段, 由于计算机技术、控制技术、信息技术、新材料、新工艺的不断进步, 汽车电子技术的发展主要表现在以下方面。

#### 一、传感器智能化

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, 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。

#### 二、车用微处理器技术迅速发展

自从 1976 年美国通用汽车公司成功地把微处理器应用于汽车发动机控制系统后, 世界汽车工业的微处理器用量激增: 1985 年为 200 万只, 1989 年为 6000 万只, 1993 年则达到了 2 亿只。微处理器已广泛地应用于安全、环保、发动机、传动系、速度控制和故障诊断中。目前, 美国汽车用微处理器 8 位的占多数, 约占总量的 65%。16 位和 32 位微处理器正在迅速地扩大市场。近年来 16 位的用量增加约 50%, 而 8 位的只增加 11%。

#### 三、新的控制理论和方法将大量应用

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之中。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及人工神经网络在四轮转向控制中的应用等。

相信随着所有这些控制方法在汽车上的成功应用, 将极大改善汽车控制系统控制的质量和精度, 提高汽车的使用性能。

#### 四、汽车电气系统电压有可能升级

在汽车技术高度发展的今天, 汽车电器的容量大幅度增长。由于车上自动控制所必需的微型电机数目会不断增加, 导致汽车功能越多, 消耗的电能就会越大。例如在 20 世纪 80 年代初, 国内轿车的发电机功率一般是 500W 以下, 现在轿车发电机功率达到 1000W 已很普遍。如果不改变现行的电压标准, 功率增大必然导致电流增大, 电流增大必然要加大导线的截面积。换句话说就是要加粗导线, 发展下去车上的主线束将粗如手臂。电器件的体积会变大, 汽车重量会增加, 油耗会增大, 有限空间被占用。因此, 有人建议将目前汽车上采用的 12V 电源改为 42V (发电机输出电压 14V 的 3 倍), 因为从理论上讲, 电压提高 3 倍, 电流会减少 65%。但电压改动将涉及整个汽车电气系统的技术改造, 还涉及到配件供应商、配套商的利益问题。例如现在的蓄电池都是 6V 或 12V, 实施升压要研制生产 24V 或 48V 的新型蓄电池。汽车上的发电机、起动机、雨刮电动机、微型电动机、灯泡、仪表、继电器等器件都要改。尤其是安全问题, 安全保险设置是头号的问题, 绝缘和保险设置的标准要重新制

定。涉及产品技术改造的范围太广，所以反对汽车电压升级的意见也不少，尤其是配件供应商，因为产品改造必然会加大他们的成本。

因此，有人提出采用 14V/42V 双电压方案：将汽车电器与电控装置根据耗电大小分为两组，中小功率为一组，用 14V 电压供电，较大功率电器装置采用 42V 电压供电，这些装置平均功率分别在 400 ~ 1000W 范围内，峰值功率可高达 500 ~ 5000W。提高电压值，可以减少电器装置本身的体积、质量和损耗，也有利于控制装置的小型化，提高集成度。例如三元催化转换加热器、挡风玻璃加热器、冷却风机、电控悬架、电磁阀驱动电器等。传统电器及部分电器装置（例如照明、信号、仪表板、电动摇窗机、中央控锁系统、发动机电子燃油喷射装置、点火控制装置等）功率不大，采用 14V 供电有利。新的供电系统与传统供电系统有完全的兼容性，这是该系统的基本特点。

14V/42V 双电压变换过程如下：交流电发动机输出 42V 高电压，借助一个 DC/DC 变换器（直流变换器），由 42V 变换 14V。在这个系统中，DC/DC 变换器将供电系统分隔为两个具有不同电压等级的供电系统，除降压外，还对整个电气系统的电能分配管理起到重要作用。

当然，双电路供电系统也有它的缺点，例如需要两个 14V 及 42V 蓄电池组，因而增加了车辆附加承载，占用更大的空间及增加造价。而且尚待解决的问题不少，例如 DC/DC 变换器产生的电磁干扰；高电压瞬态现象及抑制控制方法；双电压电器系统在车辆运行时的功率流向及分配问题等等；但是，作为一种方向，汽车电气电压升级将会在未来几年付诸实施。

### 五、数据总线技术的应用

汽车电控系统的增加虽然提高了轿车的动力性、经济性和舒适性，但随之增加的复杂电路也降低了车辆的可靠性，增加了维修的难度。尤其是追求车辆小型化及实用化的今天，太粗的线束不但占用了车上宝贵的空间资源，也越来越难以安排它的隐蔽位置。为此，改革汽车电气技术的呼声日益高涨。改革汽车电气技术的措施，除上述提高系统电压外，采用现代科技的成果，数据总线也是很好的解决方案。

所谓数据总线，就是指在一条数据线上传递的信息可以被多个系统共享，从而最大限度地提高系统整体的效率，充分利用有限的资源。例如我们常见的电脑键盘有 104 位键，可以发出一百多个不同的指令，但键盘与主机之间的数据连接线只有 7 条，键盘正是依靠这 7 条导线上不同的电平组合（编码信号）来传递信息的。如果这种方式应用在汽车电气系统上，就可以大大简化目前的汽车电路。可以通过不同的编码信号来表示不同的开关动作。信号解码后，根据指令接通或断开对应的负载（如前灯、刮水器、座椅调节等）。这样就将过去一线一用的专线制改为一线多用制，大大减少了车上电线的数目，缩小线束的直径。当然，数据总线还将使计算机技术溶入整个汽车系统之中，加速汽车智能化的发展。

目前，在汽车上已经开始越来越多地使用 CAN 数据总线（Controller Area Network）。在现代轿车的设计中，CAN 已经成为必须采用的装置，奔驰、宝马、大众、沃尔沃及雷诺汽车都将 CAN 作为控制器联网的手段。由于我国中高级轿车主要以欧洲车型为主，因此欧洲车应用最广泛的 CAN 技术，也将是国产轿车引进的技术项目。目前汽车上的网络连接方式主要采用 2 条 CAN，一条用于驱动系统的高速 CAN，速率达到 500kbit/s，另一条用于车身系统的低速 CAN，速率是 100kbit/s。

驱动系统 CAN 主要连接对象是发动机控制器（ECU）、ASR 及 ABS 控制器、安全气囊控

制器、组合仪表等，它们的基本特征相同，都是控制与汽车行驶直接相关的系统。车身系统 CAN 主要连接对象是四门以上的集控锁、电动车窗、后视镜和厢内照明灯等。在信息社会中，有些先进的轿车除了上述两条总线，还会有第三条 CAN 总线，它主要负责卫星导航及智能通信系统。

目前，驱动系统 CAN 和车身系统 CAN 这两条独立的总线之间没有关系。工程师将逐步克服技术障碍，设置“网关”，在各个 CAN 之间搭桥实现资源共享，将各个数据总线的信息反馈到仪表板总成上的显示屏上。驾车者只要看看仪表板，就可以知道各个电控装置是否正常工作了。

可以预见，汽车电气技术的改革，不论采用升压制或者数据总线制，或者两者都采用，它都会给汽车发展注入新的活力。

#### 六、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。这一系统除了中心电脑外，甚至包括多达 23 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。随着光导纤维的成本不断降低，它的应用也将降低汽车各有关方面的成本。

#### 七、网络汽车即将出现

随着以计算机技术、卫星定位和网络技术为基础的汽车信息系统技术日益发展，信息网络汽车呼之欲出。近两年生产汽车商以 e 时代特征勾画出了网络概念车，例如福特“24-7”概念车，装置了 GPS、前后摄影系统、视听功能、网上收发等设备，驾车者和乘客能够在任何时刻享受网络信息的氛围。

网络汽车是不仅仅是一种交通工具，而且能成为办公、通讯、娱乐的场所。它综合现有的硬件与软件技术，包括卫星全球定位(GPS)、无线通信、网络访问、语音识别、平面显示、夜视技术、人工神经网络等技术。主要的新功能有远程诊断与车辆控制功能、移动办公功能、汽车网址功能、道路导航功能等。以这些功能可知，网络汽车的系统构成实际上由两部分组成，一部分是车辆本身的内部网络系统，它由车载网络计算机控制。通过数据总线连接无数个子网，控制发动机及其他总成、平面显示与仪表盘显示器、中控门锁、无线电话等，各个子网都具有不同的时钟速度和各自的功能。另一部分是车辆外部的联系网络系统，包括 GPS 监测中心、互联网(Internet)及区域网(Intranet)服务商、车辆服务中心、单位或家庭电脑等。

根据上述网络汽车的概念，网络概念车的主要装置有电子地图领航系统。它利用 GPS 接收机与 DVD-ROM 机结合，将储存全国或某城乡地区交通道路资料的光盘放入机盒内，根据 GPS 控制中心的指示，网络汽车能知道自己在地图上的所在位置和行驶方向，并知道到达目的地的最佳路线。有汽车前后摄影系统，它将开车盲角的位置通过中控台平面显示器显示出来，在夜间可利用红外线镜头将车前一切静止及移动的物体所散发的热量转化成影像，在夜间行车时能远距离探测到路面上的障碍物。有宽频网络无线连接系统，利用最近即将推出的 GPRS 系统(传输速度可达 100kbit/s)或者将来更快的 CDMA 系统(传输速度可达 256kbit/s)，能使汽车宽频网络无线连接能够实现，届时每位车主和乘客都可设立自己的网络地址，

随时在车上上网浏览或收发语音电子邮件，举行远程办公会议，下载汽车维修资料等，甚至可以遥控居所的家用电器。

#### 八、蓝牙技术与汽车

蓝牙技术是一种无线数据与语音通信的开放性全球规范，它将取代目前多种电缆连接方式，以低成本的近距离无线连接为基础，使各种电子装置在无线状态下相互连接传递数据。

蓝牙无线业务采用的是不需要申请的 2.4GHz 的 ISM 波段，并采用额定速率为 1600 跳点/s 的高速跳频来减少干扰。除跳频外，它还采用了时分双工传输方案。它支持物理信道中 1M bit/s 的最大带宽。由于蓝牙面向小功率、便携式的应用，因此，一个典型的蓝牙设备只有大约 10m 的有效范围。蓝牙能够传送语音和数据业务，并能够同时支持同步通讯和异步通讯。

采用蓝牙技术，可以通过嵌入在电子装置上的一个写有程序的微电子芯片，使所有相关设备在有效范围内完成相互交换信息、传递数据的工作。它省去了那些将移动电话、个人信息处理系统及其他一些电子设备相互连接的电缆装置。

蓝牙技术虽然出现不久，但已受到许多方面的关注。它在汽车电子装置上的应用前景非常看好。德尔福汽车系统公司已经开发出可以让驾乘人员用语音进行操控的车载蓝牙设备；摩托罗拉公司还为汽车生产商推出了一种蓝牙汽车工具包。有了它，用户操控手持蓝牙设备，就能够与汽车设备之间进行无线联系，比如无线遥控打开车门、与车内车辆检测系统无线交换数据库。采用蓝牙技术的车载装置将使人们很容易在车内通过英特网下载音乐、录像和发送电子邮件。

作为第一步，汽车制造商不久就可以通过安装车载免提电话系统与蓝牙技术相适应的移动电话一同工作。它具有保持移动电话和个人电脑无绳连接的功能，即使用户的个人电脑放在手提箱内。用户还可以通过电话接收电子邮件，通过移动电话屏幕阅读邮件标题，使网络汽车的功能得以实现。可以预见，将来的汽车一旦发生故障，驾车者可以立即将故障码显示在显示屏幕上，并通过蓝牙技术 E-mail 到维修中心，维修中心的师傅查看故障码并从数据库中调出该车资料，判断出故障的位置、原因和解决方案，立即指示车主如何做。

蓝牙技术的广泛应用会彻底改变人们对互联网的认识。电脑不再是接入网络的惟一途径，信息网络将走向包括汽车在内的各方面。一旦汽车各数据处理器实现无线联系，车上任何装置都可以实现数字化，包括汽车车厢、座椅、发动机、底盘、汽车电器等，从而使汽车真正实现网络化与智慧化。

## 第二章 汽车电脑控制系统基础知识

### 第一节 概 述

#### 一、汽车电脑控制系统的组成

现代汽车是以计算机为控制中心的高度自动化控制系统，该系统随着汽车功能的不断增加而日见完善和复杂。汽车电脑控制系统在硬件结构上一般由三部分组成：外部传感器、汽车电脑和执行机构，如图 2-1 所示。汽车电脑一般被称为 ECU (Electronic Control Unit)。ECU 主要由输入接口、微处理器和输出接口组成。

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送给 ECU。ECU 接收到这些信息时，根据内部预先编写好的控制程序，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，执行器接收到控制信号后，执行相应的动作，实现某种预定的功能。

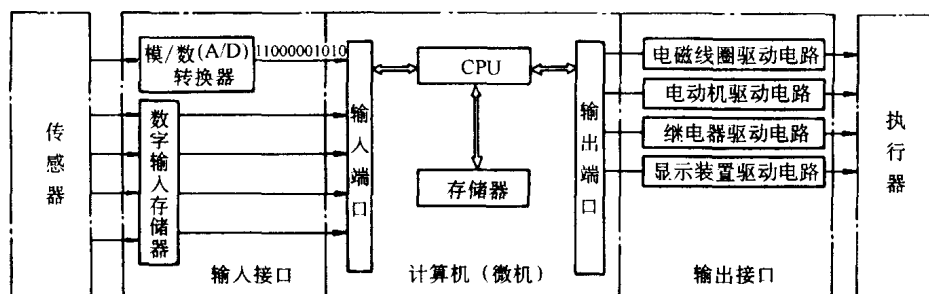


图 2-1 汽车电脑控制系统基本组成

#### 二、汽车传感器

##### (一) 传感器的作用

传感器是一种信号转换装置，它可以将非电信号转换成电信号。汽车传感器布置在汽车的不同位置，主要作用是向汽车电脑提供汽车运行的各种工况信息，如发动机转速信息、节气门开度信息、冷却液温度信息等。为完成不同的功能，汽车上设置有不同功能的传感器，即使相同功能的传感器在不同车上也有不同的结构形式。

虽然汽车传感器的种类和结构形式很多，但传感器向汽车电脑提供的电信号主要有两种：模拟信号和数字信号。模拟信号是随时间延续而连续变化的电信号(节气门开度信号)，数字信号是随时间延续而不连续变化的电信号(如发动机转速信号)，该信号要么高电平、要么低电平。数字信号还包括一些开关信号(如怠速开关信号)。

##### (二) 传感器的分类

汽车上有很多传感器，每个传感器一般分属于某个控制系统，如分属于发动机控制系统或底盘控制系统。但有的传感器可能被两个或多个系统共用。根据传感器的检测功能来分，

汽车上目前使用的传感器大致如表 2-1 所示。

表 2-1 汽车传感器的分类

| 检测物理量 | 测 定 部 位   | 结构/特点                       | 控 制 系 统                             |
|-------|-----------|-----------------------------|-------------------------------------|
| 压力    | 发动机进气气压   | 半导体式                        | 燃油喷射控制系统                            |
|       | 发动机油压     | 机械式膜片/半导体式                  |                                     |
|       | 制动液压      | 半导体式                        | 自动防抱死系统                             |
| 流量    | 发动机吸入空气量  | 卡尔曼涡流式/叶板式/热线式/热膜式/涡轮式/超声波式 | 燃油喷射控制系统                            |
| 体容积   | 汽油/水/润滑油  | 浮子、电位/静电容量式                 |                                     |
| 温度    | 冷却液温度     | 热敏电阻                        |                                     |
|       | 进气温度      | 铂电阻                         |                                     |
|       | 触媒温度      | 热电偶/热敏温度                    | 自动空调/太阳能通风装置                        |
|       | 车室内、外温度   | 热敏电阻                        |                                     |
| 旋转速度  | 发动机转速     | 电磁式/霍尔集成电路                  | 燃油喷射控制系统、自动变速器、电控悬架、牵引、车门锁定、扰流器、导航等 |
|       | 变速器转速     | 电磁式/霍尔集成电路/MR 元件            |                                     |
|       | 车轮转速      | 电磁式/霍尔集成电路/MR 元件            | 自动防抱死系统                             |
| 加速度   | 重心弹簧上的加速度 | 差动变量器/光电遮蔽器/霍尔集成电路          | 牵引、自动防抱死系统、四轮转向系统、悬架、导向系统           |
|       | 碰撞加速度     | 机械式开关/半导体式                  | 安全气囊系统                              |
| 旋转角度  | 曲轴转角      | 电磁式/霍尔集成电路/MR 元件            | 燃油喷射控制系统                            |
|       | 节气门开度     | 滑线变阻器式                      |                                     |
|       | 转向角、转弯角   | 光电遮蔽器/静电容量式                 | 四轮转向系统                              |
|       | 车高        | 超声波/激光/CP 电位计               | 电控悬架                                |
|       | 角速度/方位    | 振动陀螺仪/光纤陀螺仪/地磁/排气流量陀螺仪      | 导向系统                                |
| 浓度    | 排气中的氧浓度   | 导电性陶瓷/电解质陶瓷                 | 燃油喷射控制系统                            |

三、汽车控制电脑 ECU

(一) 主要功能

ECU 是控制系统的核心，主要有如下功能。

- (1) 接受传感器或其他装置的输入信号，并将输入信号处理成电脑能够处理的信号，如将模拟信号转换成数字信号。
- (2) 给传感器提供参考电压：如 2V、5V、9V 或 12V。
- (3) 存储、计算、分析处理信息，存储运行信息和故障信息，分析输入信息并进行相应的计算处理。
- (4) 输出执行命令，把弱信号变为强信号的执行命令。
- (5) 输出故障信息。
- (6) 完成多种控制功能。如在发动机控制中，电脑可完成点火控制、燃油喷射控制、怠速控制、排放控制、进气控制、增压控制等多种功能。

## (二) ECU 的组成

ECU 一般由输入接口电路、微处理器和输出接口电路组成, 如图 2-2 所示。

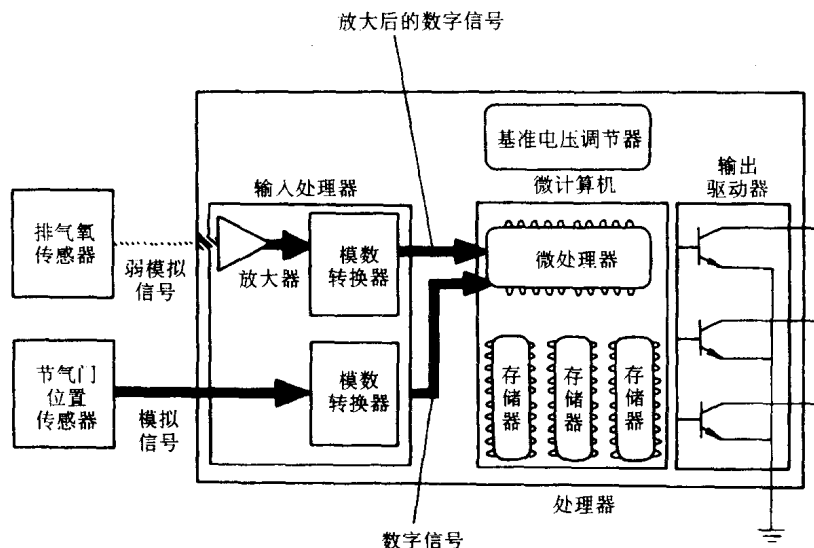


图 2-2 ECU 组成原理图

### 1. 输入接口电路

输入接口电路, 主要是完成外部传感器与微处理器之间的信息传递。主要功能是对传感器输入信号进行预处理, 使输入信号变成微处理器可以接受的信号。因为输入信号有两类: 模拟信号和数字信号, 所以分别有相应的输入电路对之进行处理。

(1) 模拟信号的处理。输入的模拟信号若信号很弱, 如氧传感器(产生一个低于 1V 的电压信号), 则首先需要进行放大处理。被放大后的模拟信号需要转换成数字信号才能被微处理器接受, 完成这项任务的器件是输入电路中的 A/D (模数转换器)。

若输入的模拟信号不是很弱, 而且在 A/D 所设定的量程范围内, 可直接进行 A/D 转换。如空气流量传感器的输出电压在 0~5V 之间变化, 且没有超过 A/D 所设定的范围, 所以可以直接进行 A/D 转换。

若模拟信号的电压超过了 A/D 转换器的量程, 则首先需要进行电平转换, 使其不超过 A/D 的量程范围, 然后再进行 A/D 转换。

A/D 转换器以固定的时间间隔不断地对模拟信号进行扫描, 例如若在某时刻 A/D 扫描到节气门位置传感器的电压信号是 5V, 那么 A/D 转换器就对该电压赋以特定的数值, 比如数值 3。然后再将该数值转换成二进制 11。A/D 转换器不断地对模拟信号进行采样, 并不断地赋值并转换成二进制, 并实时地传送给微处理器进行处理。

图 2-3 显示了 A/D 的工作过程。

(2) 数字信号的输入。控制系统采集的数字信号, 主要是来自转速传感器的转速信号和活塞上止点参考信号, 它们都是脉冲信号。这两个信号经过处理电路之后, 通过 I/O 接口可直接送入微处理器。由于磁感应式转速传感器的输出信号随转速变化而变化, 当发动机转速低时, 电压信号很弱, 需要进行放大和将波形变成整齐的矩形波, 为此要设置放大电路和脉冲信号整形电路。

另外, 为了提高测量的精度, 输入接口电路中一般还有转角脉冲发生器, 可将曲轴转角传感器每转产生的几十个脉冲转变成 720 个脉冲。

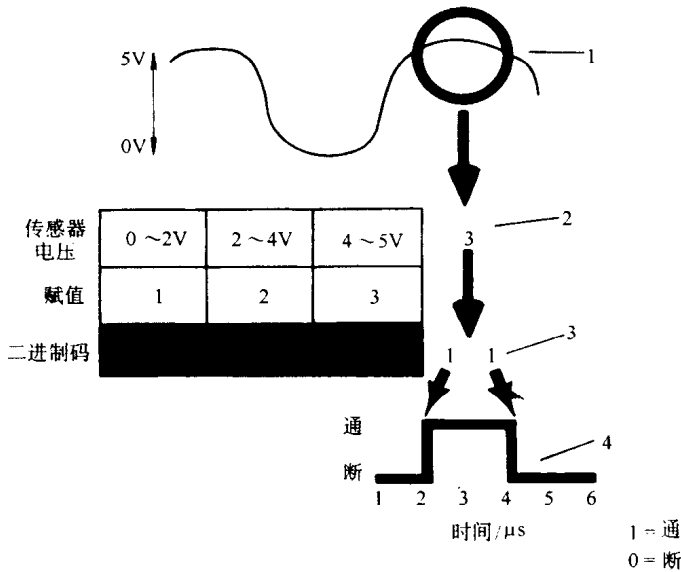


图 2-3 A/D 工作过程图示

1—采样(电压值为 5V) 2—对电压值赋值 3—把特定值编译成 2 进制 4—用数码表示二进制

2. 微处理器

目前汽车上用的微处理器主要是 8 位单片机或 16 位单片机，现在一些轿车上开始使用 32 位单片机。单片机是指将 CPU、RAM/ROM、I/O 接口、定时/计数器等元件集成在一块芯片上所形成的芯片级计算机。如流行的 MCS—51 系列单片机外形如图 2-4 所示。单片机具有

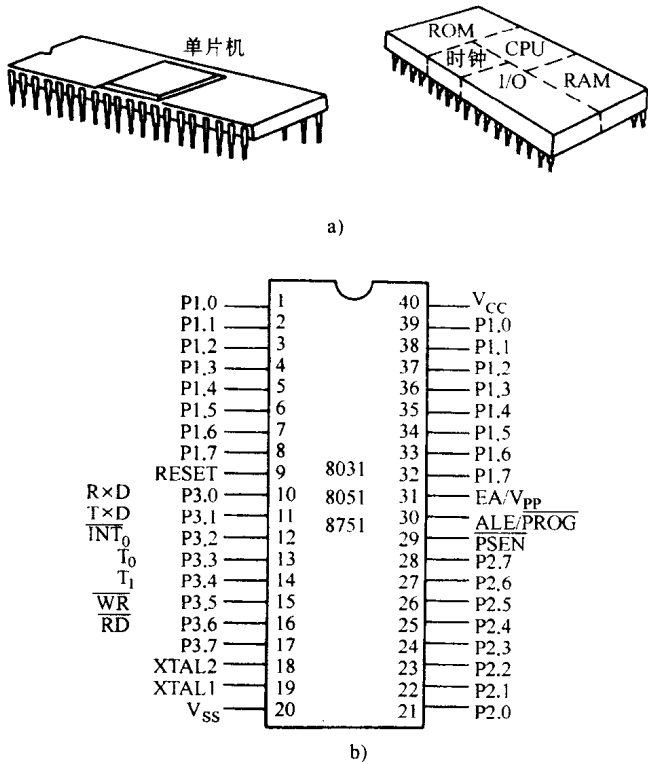


图 2-4 MCS—51 系列单片机外形图