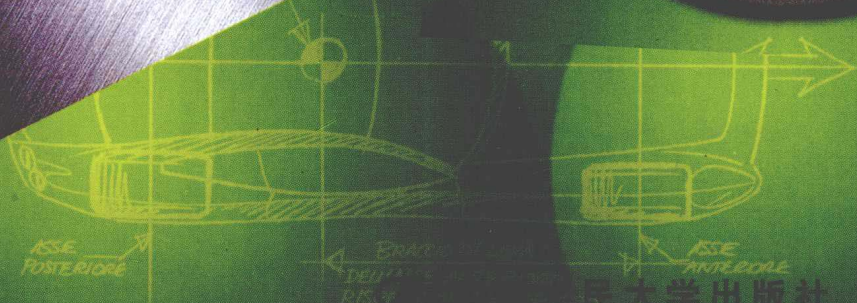
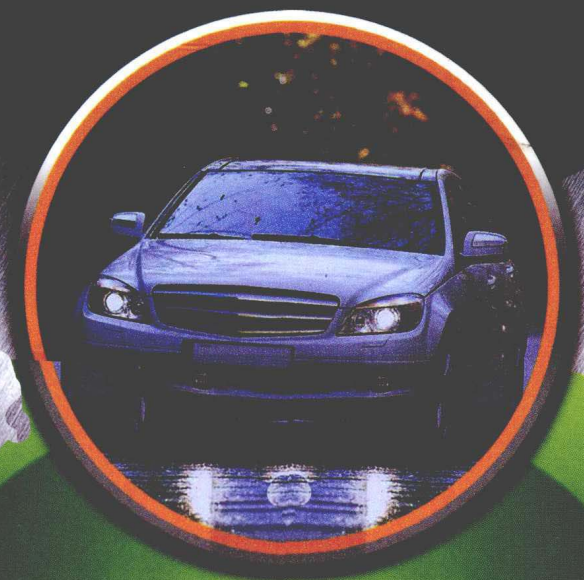


21 世纪高职高专规划教材

——汽车运用与维修系列

汽车总线 技术

主 编/徐景波 副主编/余红梅



人民大学出版社

21 世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车总线技术

主 编 徐景波
副主编 余红梅

中国人民大学出版社
· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车总线技术/徐景波主编
北京:中国人民大学出版社,2010
21世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列
ISBN 978-7-300-12620-3

- I. ①汽…
- II. ①徐…
- III. ①汽车-计算机控制系统-总线-高等学校:技术学校-教材
- IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 163131 号

21世纪高职高专规划教材·汽车运用与维修系列

汽车总线技术

主 编 徐景波
副主编 余红梅

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京东方圣雅印刷有限公司		
规 格	185 mm×260 mm 16 开本	版 次	2011 年 1 月第 1 版
印 张	11.25	印 次	2011 年 1 月第 1 次印刷
印 数	252 000	定 价	22.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

出版说明

进入 21 世纪以来,随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,随着公路运输设施和城市基础设施建设投资的迅速增加,以及政府鼓励汽车消费政策的逐步实施,我国汽车保有量迅速增长。目前,我国汽车数量每年以两位数的增长率递增,据此,预计仅汽车维修业近两年就将新增 80 万从业人员,其中大部分从业人员需要接受职业教育与培训。中国人民大学出版社经过充分的市场调研,策划出版了这套高职高专汽车运用与维修专业的系列教材。

本套教材紧密贴近我国高职教学改革的实际,力求体现以下几个特点。

1. 以企业需求为基本依据,以就业为导向

教材的编写以就业为导向,以能力为本位,能够满足企业的工作需求,提高学生学习的主动性和积极性。我们对每本书的主编精心遴选,除了要求主编必须是高职院校的骨干教师外,还要求他们有在一线汽车相关企业的工作经验或实验实训经历,确保教材的内容既能紧密贴合教学大纲,又能准确把握市场需求、加强实践操作环节内容。

2. 适应汽车企业技术发展,体现教学内容的先进性和前瞻性

本套教材关注我国汽车制造和维修企业的最新技术发展,通过校企合作编写的形式,及时调整教材内容,突出本专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,克服旧教材存在的内容陈旧、更新缓慢、片面强调学科体系完整、不能适应企业发展需要的弊端。每本教材结合专业要求,使学生在学习专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解、掌握本领域的最新技术发展及相关技能,实现专业教学基础性与先进性的统一。

3. 教材内容按模块化形式编写

教材力求摆脱学科课程旧思想的束缚,从岗位需求出发,尽早让学生接触实践操作内容。根据具体的专业情况,有的是每本书一个模块,有的是每本书分为多个模块,每部分内容都以工作岗位所需要的技能展开。

4. 跨区域开发、整合多方优势

由于我国幅员辽阔,各地区经济发展都具有不同的地域特点,而作为与经济建设密切相关的职业教育也必然存在区域间的差异。为了打造出一套适用性强、博采众长的教材,我们在教材的策划阶段,即与不同区域的众多开设汽车相关专业的高职院校取得了联系,并进行了深入调研,经过反复研讨后确定了具体的编写大纲。教材在编写过程中得到了辽宁省交通高等专科学校、承德石油高等专科学校、长春汽车工业高等专科学校、内蒙古交通职业技术学院、河南交通职业技术学院、河北交通职业技术学院、广东轻工职业技术学院等二十多家职业院校的参与与大力支持。

5. 教材配备完善的立体化教学资源

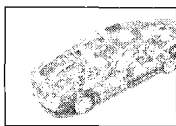
本系列教材在研发的同时,希望能够在相关课件的开发制作方面做出自己的特色,从而提升教材的核心竞争力。通过对市场的前期调研,我们对目前已经出版的相关教材配套

课件情况进行了分析,针对目前同类产品存在的不足,制定了专业基础课教材课件完整、专业主干课教材演示视频丰富、全系列教材教学资源整合形成网上资源平台的策划思路,力求使本套教材成为真正的立体化教材。

本套教材在编写过程中,除了得到多所高职院校的帮助外,《汽车维修技师》、辽宁省交通高等专科学校汽车研究所、辽宁鑫迪汽车销售服务有限公司、大连新盛荣汽车销售服务有限公司、辽宁宝时汽车销售服务有限公司、安徽宝德汽车维修有限公司等在技术和资料方面给予了很多支持,在此表示衷心的感谢。

希望本套教材的出版能够为高职高专院校汽车运用与维修专业的教学工作起到积极的促进作用,也欢迎本套教材的使用者针对教材中存在的不足提出宝贵的建议。

中国人民大学出版社



前言

Preface

随着人们对汽车的安全、节能、环保以及舒适等性能要求的提高，目前汽车上的电子设备越来越多，微控制器的数目多达几十个。汽车总线技术（也称为车载网络技术）是现代汽车电子技术的发展趋势之一，它不仅解决了汽车电子化出现的线路复杂和线束增加的问题，而且实现了控制系统间信息和资源的共享，是车上信息和控制系统的支撑。

汽车总线技术在现代汽车电子技术中的地位越来越重要，德国的汽车维修职业教育中专门设有汽车网络方向。目前国内这方面的教材大多数偏重于网络理论，不符合高等职业教育的特点。编者从事汽车单片机和网络教学十几年，同时又在汽车维修企业负责技术工作，一直致力于编写一本让汽车修理工和中、高职学生看得懂、用得上的车载网络教材。本书尽量避免高深的网络通信理论，力图用通俗的语言将汽车总线技术介绍清楚。本书以汽车机电维修工的工作需要为出发点，与汽车网络维修实践紧密结合，充分吸收了“行动导向”的职业教育理念，满足了现代职业教育的需要。

本书借鉴德国大众汽车网络维修培训资料，在计算机网络技术、现场控制技术和多年的教学实践的基础上编写而成，内容包括汽车单片机基础、汽车网络技术基础、大众轿车CAN总线系统及总线装置、CAN总线控制系统的维修、汽车总线电路读识和车载网络系统的通信、汽车总线电路的读识和汽车媒体网络等。

参加本书编写工作的有：承德石油高等专科学校徐景波（编写第2、3、4、5章），承德石油高等专科学校余红梅（编写第1、6章）。本书由徐景波担任主编，余红梅担任副主编。

由于编者水平有限，教材难免有疏漏之处，希望各教学单位在积极选用和推广本系列教材的同时，及时提出修改意见和建议，以便再版修订时改正。

在编写本书过程中，编者参考和借鉴了大量的相关资料和书籍，在此一并向有关作者致以最诚挚的谢意！

编者



第 1 章 汽车单片机基础/1

- 学习任务一 单片机系统/1
- 学习任务二 单片机的软件系统/5
- 学习任务三 微机的外部设备/6
- 学习任务四 单片机的接口与通信/8
- 学习任务五 常用单片机/12
- 学习测试/15

第 2 章 汽车网络技术基础/17

- 学习任务一 汽车微机控制基础/18
- 学习任务二 总线技术基础/19
- 学习任务三 汽车全车网络概述/23
- 学习测试/26

第 3 章 大众轿车 CAN 总线系统及总线装置/28

- 学习任务一 大众轿车 CAN 总线系统与网关/28
- 学习任务二 驱动系统 CAN 总线系统及总线设备/38
- 学习任务三 舒适 CAN 总线系统及总线设备/54
- 学习测试/62

第 4 章 CAN 总线控制系统的维修/64

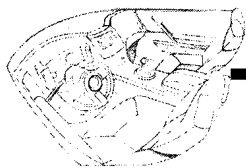
- 学习任务一 CAN 总线故障诊断/64
- 学习任务二 典型汽车总线系统/75
- 学习任务三 汽车总线故障诊断维修实例/83
- 学习测试/87:

第 5 章 车载网络系统的通信/89

- 学习任务一 CAN-BUS 系统/90
- 学习任务二 汽车网络通信标准/93
- 学习任务三 数据传递过程/99
- 学习任务四 CAN-BUS 局域网自我诊断/105
- 学习测试/109

第 6 章 汽车总线电路的读识/110

- 学习任务一 电源系与配电中心电路的读识/111



汽车单片机基础

引 言

单片机是单片微型计算机 (Single Chip Micro Computer) 的简称, 也称为微处理器 (Micro Processor Unit, MPU) 或微控制器 (Micro Controller Unit, MCU)。它和大家熟悉的奔腾等 PC 都属于微机家族。但单片机 (微控制器) 是主要用于控制目的的一种专业微处理器, 它更接近于智能化电子元件而不是计算机。

一个只有几元钱的智能元件, 在电子应用领域几乎无所不能, 由于单片机的诞生, 电子应用进入了“智能化”时代。单片机以其功能强、体积小、可靠性高、面向控制及价格低廉等一系列优点, 在工业控制、智能化仪器仪表、计算机通信、家电、玩具、汽车等领域得到了广泛的应用。

学习任务一 单片机系统

- 学习目标:**
1. 能够描述单片机系统的组成和最简单的单片机系统。
 2. 能够正确描述单片机主要硬件的作用。

学习方法: 启发式教学, 多媒体教学和实验演示相结合。

1. 单片机就在我们身边

你见过单片机吗? 其实它就藏在我们日常生活的常用设备中: 电子表、计算器、掌上游戏机、数码照相机、录音笔、电视与空调的遥控器以及汽车电脑板等, 不胜枚举。在 PC 内部也有单片机, 它化身成光驱激光读取头的控制器以及网卡、键盘和鼠标的控制芯片等。图 1—1 是丰田 5A-FE 发动机电脑主板, 它的核心部件就是单片机。

单片机从外形上看就是一枚芯片, 但是它整体的工作原理和 PC 是一模一样的, 它仍然是一个不折不扣的典型微机系统, 它具有组成计算机系统的三个要素: CPU、内存和 I/O (输入/输出接口)。

如图 1—2 所示, 所有微机系统都由 CPU、内存、I/O 和外部设备组成:

- CPU: 运算或逻辑上的判断;
- 存储器: 存放程序与数据;

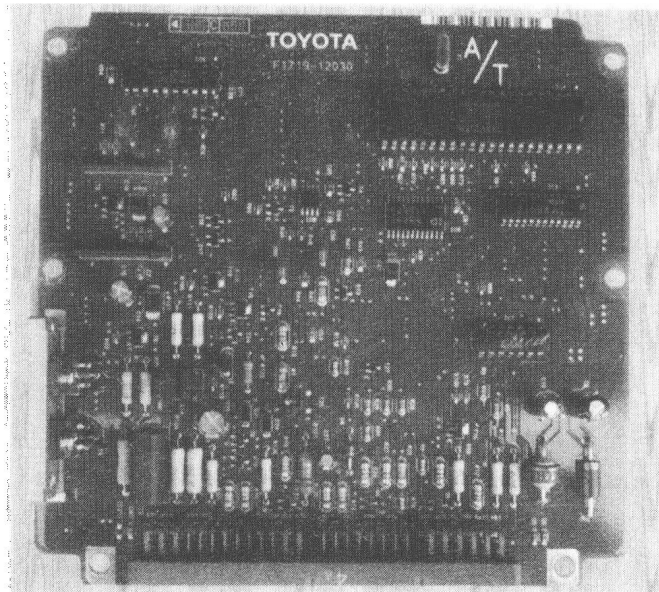


图 1—1 丰田 5A-FE 发动机电脑主板

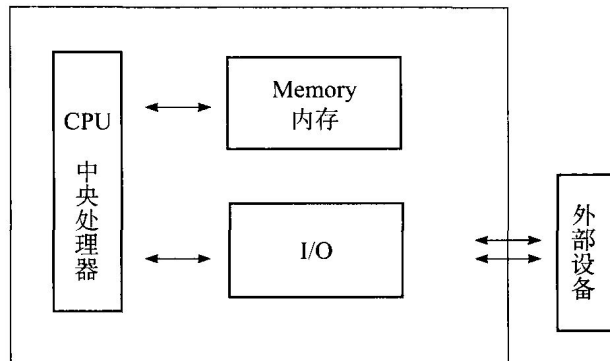


图 1—2 计算机的基本组成

I/O: 与外界沟通的桥梁, 连接传感器、执行器、显示等外部设备。

2. 最简化的单片机系统

单片机可以控制汽车、航空航天等各种复杂控制系统, 也可以控制灯光、门窗等简单控制系统, 如果控制对象简单, 那么单片机控制系统可以非常简单。

以 AT89C2051 单片机为例, 最简化系统只需要一个 +5V 电源, 可以用于电池或稳压电源提供; 由 +5V 电源和一个电容组成的复位电路; 一个石英晶体和两个电容组成的振荡电路; 满足以上三个硬件条件, 同时存入相应程序, 就可以实现对控制对象发光二极管的控制, 如图 1—3 所示。

实际上上述三个条件也是汽车电脑工作的必要条件, 如果发现汽车电脑不工作, 那么依次检查的也是电源、复位电路和振荡电路。

对于复杂的控制系统, 需要有相应的微机硬件系统和软件系统。

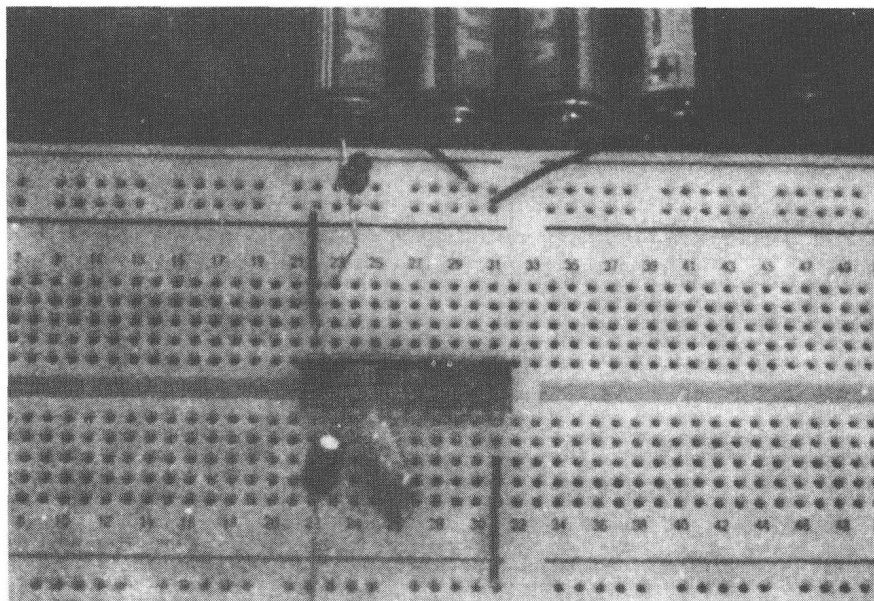
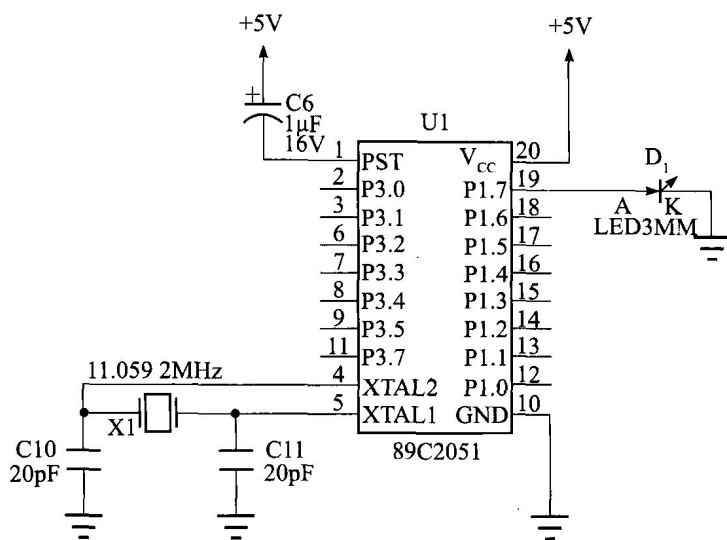


图 1—3 最简化的单片机系统

开发过程也很简单，在 PC 的编程软件上，编好程序如 Prog01.asm（见学习任务二）后，通过 USB 接口和刻录机可以将程序直接写入单片机 AT89C2051，然后取下单片机芯片，在面板上接好电路，发光二极管即可按照程序进行亮、灭控制。

3. 微型计算机的硬件系统

汽车用微机和通用微机的硬件系统的基本组成大致相同。它们都是由运算器、控制器、存储器、外部设备、接口等组成的。大规模集成电路已将计算机的运算器及控制器集成在一块芯片上，该芯片即为单片机或微处理器。

(1) 中央处理器。

1) 指令简介。用计算机解决任何问题，都先要把问题的解法分解为非常简单的一些

步骤，让计算机一步一步地按这些步骤的规定去做，最后得到问题的答案。

计算机所能执行的基本操作是由计算机的指令所规定的。计算机全部指令的集合称为该计算机的指令系统。指令系统准确定义了计算机的处理能力。不同的计算机有不同的指令系统，从而形成各自的特点和差异。

指令规定了计算机的基本操作类型和操作的地址。它们在机器内部是以二进制编码形式表示的。指令也和数一样存放在存储器中。

为了用计算机解决某一问题，通常要将指令和数据编写成一个相互联系的序列（在高级语言中是由语句和数据组成的），以便计算机能够按次序执行相应的操作，这个由指令和数据组成的序列就称为程序。由于用计算机指令编写的程序是计算机（机器）所能直接理解和支持的，所以指令系统也称为机器语言，相应地用指令系统编写的程序就称为机器语言程序。机器语言程序装入存储器后，计算机就按其存放的顺序在计数器的指引下依次取出执行。在计算机的中央处理器内部设有指令计数器 PC，又称为程序计数器。

2) 中央处理器的组成。中央处理器（CPU）是整个计算机硬件部分的指挥中心。CPU 根据程序中的一条一条指令，控制计算机各部分协调地工作，完成对数据进行加工和处理的任任务。与此相对应，CPU 由两部分组成：一为控制器，简称为 CU，它控制各部分协调工作；二为算术逻辑运算器，简称为 ALU，它负责算术和逻辑运算，核心为一个运算器。

为了提高计算机的效率，CPU 中一般还包括一组寄存器，它们由指令计数器（PC）、指令寄存器（IR）、变址寄存器、堆栈指针、若干个通用寄存器（R_i）和反映计算机状态的状态指示寄存器等组成。寄存器具有存储器功能，同时由于这些寄存器是由一些高速电子线路构成的，并且处于 CPU 的内部，所以，其存取速度较之存储器快。

(2) 存储器。存储器一般分为两种：能读出也能写入的存储器称为随机存储器，简称 RAM；只能读出的存储器叫做只读存储器，简称 ROM。

在单片机中，RAM 主要用来存储计算机输入/输出数据（传感器和执行器数据）和计算过程中产生的中间数据等。根据需要，RAM 的数据可随时调出或被新的数据代替（改写）。RAM 在计算机中起暂时存储信息的作用。当电源切断时，所有存入 RAM 的数据均完全消失。

在发动机运行时，为了保存 RAM 中的一些数据，如故障码、空燃比学习修正值等，防止点火开关关断时，因电源被切断而造成数据丢失，ECU 都与常供电（30 号线）相连。为此，如无必要不能断开蓄电池的正极和搭铁，以防止存入 RAM 的数据丢失。

ROM 用来存储固定数据，即存放各种永久性的程序和永久性、半永久性的数据，单片机中 ROM 一般用来存放程序，如电子控制燃油喷射发动机系统中的一系列控制程序软件、喷油特性、点火控制特性以及其他特性数据等。这些信息资料一般都是在制造时由厂家一次性存入，使用时无法改变其中的内容，当电源切断时，存入 ROM 的程序不会丢失，通电后又可以立即使用。

(3) 输入/输出接口。输入/输出接口也称为 I/O，它是单片机与外界沟通的桥梁，连接传感器、执行器、显示器等外部设备，同时也可以与其他计算机相连进行数据交换（通

信), 详见本章学习任务四。

学习任务二 单片机的软件系统

学习目标: 了解什么是汇编语言, 如何将程序写入单片机, 认识单片机的软件系统。

学习方法: 启发式教学, 多媒体教学和实验演示相结合。

1. 单片机的应用软件

一般单片机系统的开发是先完成硬件部分, 接着开始编写程序, 如果要求执行速度够快而内存很小的话, 那么汇编语言应该是首选, 如果程序较为复杂, 为了节省开发时间, 通常采用 C 语言。

一般在 PC 的应用软件上编写程序, 程序经过编译程序翻译成机器码的二进制文件后, 就可以把该二进制文件由 PC 发送给刻录器对单片机进行刻录。刻入单片机后再把该芯片放到已布好线等待测试的硬件线路板上, 接上 +5V 电源后, 看程序执行是否如我们所预期的。如果不是, 那么可能是程序某个部分有错误, 必须重新修改程序。这时就要重新进入程序主体, 判断哪一部分出了问题, 接下来又是重新编译与重新刻录, 再做一次测试。单片机的开发过程是由多次的“修改”构成的, 当然其中也包括硬件的修正在内。如图 1—3 所示, 指示灯亮灭控制程序(汇编语言) Prog01.asm 为:

```

                                ORG         0000H
                                MOV         R0, # 00H
STAR      DJNZ      R0, $
LOOP      MOV       SP, # 50H
                                MOV         P3, # 00H
                                CALL        DELAY
                                MOV         P3, # FFH
                                CALL        DELAY
                                SJMP       LOOP
;
DELAY     MOV       R0, # 00H
$ 1      MOV       R1, # 00H
$ 2      DJNZ     R1, $ 2

```

将该程序写入单片机, 按照图 1—3 接好电路, 发光二极管即可自动进行亮、灭交替工作。

2. 单片机的系统软件

对于较复杂的单片机系统, 如汽车电控系统, 就必须配备操作系统才能工作。由于单片机的操作功能比较简单, 还谈不上名副其实的操作系统, 因而被称为监控程序。

微机的系统软件包括: 操作系统、各种语言的编译程序及应用软件和工具软件等。

3. 专用微机的软件系统

在汽车微机控制系统中,除硬件设备外,还必须配备一定的软件。软件包括系统软件和应用软件两大部分。系统软件一般用得较少,只有装备上述电子地图一类的特殊装置时才需要。这种软件一般是通用的,如 Windows 操作系统等。应用软件则要根据使用场合及硬件配置情况由汽车制造厂自己编制。

汽车计算机控制系统中的应用软件,是为了过程控制或其他控制而编制的用户程序,软件的实时性要求很高,多数情况下采用汇编语言。

在微机控制系统中,控制对象都是不一样的,不仅控制系统本身的硬件配置不同,而且系统应用软件也各不相同。但控制系统中的应用软件必须满足实时性、针对性、灵活性、通用性和可靠性几个方面的基本要求。

学习任务三 微机的外部设备

学习目标: 认识微机的主要外部设备和常用汽车电控系统设备。

学习方法: 启发式教学,多媒体教学和实验演示相结合。

计算机的输入/输出设备和外存储器,统称为计算机的外部设备。它是人与计算机互相联系进行数据处理的设备,即人一机接口设备,是计算机系统的重要组成部分。常用的输入设备有各种传感器、键盘等。常用的输出设备有各种执行机构(执行器)、显示器等。

在图 1—3 所示的最简化的单片机系统中,外部设备只有输出设备,即执行机构“发光二极管”。

1. 传感器

微机控制系统一般由传感器、控制器(单片机为核心)和执行机构三部分组成。

在微机控制系统中,传感器是把非电信号(温度、压力、转速等)转化为电信号(一般为电压形式)以便计算机识别的装置。同样,在汽车微机控制系统中,控制和检测对象的参数尽管是多种多样的,但都要变成电信号,这种电信号可分为模拟信号和数字信号两种。

(1) 模拟传感器。微机控制对象的各种被测参数如冷却液温度、空气流量、转速等都是通过传感器变成模拟信号,然后经过 A/D 转换器转变成数字信号进入 CPU。

(2) 数字传感器。数字传感器大都产生离散信号。例如,转速传感器产生的信号,经过数字传感器的预处理变成 CPU 要求的标准脉冲后,进入 CPU 控制的计数器,通过测频或测周期的算法,就可求出相应的转速值。

另外,各种手动和自动开关如汽车的点火开关、空调开关、压力开关等,对于微机控制系统来说,它们都是数字传感器。通常这些信号代表两种状态,如开与关、高电平与低电平等。

2. 执行装置

执行装置是指单片机驱动受控对象的部件,如图 1—3 中的发光二极管、汽车电控

喷射的喷油器（电磁阀）、自动空调的风门电动机等，有模拟信号控制和数字信号控制两种执行装置。

(1) 模拟执行装置。模拟执行装置是单片机的输出装置，例如，自动空调的风门电动机、电子加速机构中的节气门开度控制器等。

(2) 数字执行装置。汽车数字执行装置有喷油器的电子线圈、电子点火的点火线圈、自动变速器的占空比控制电磁阀等。

如图 1—4 所示为本田雅阁主要传感器和执行装置。

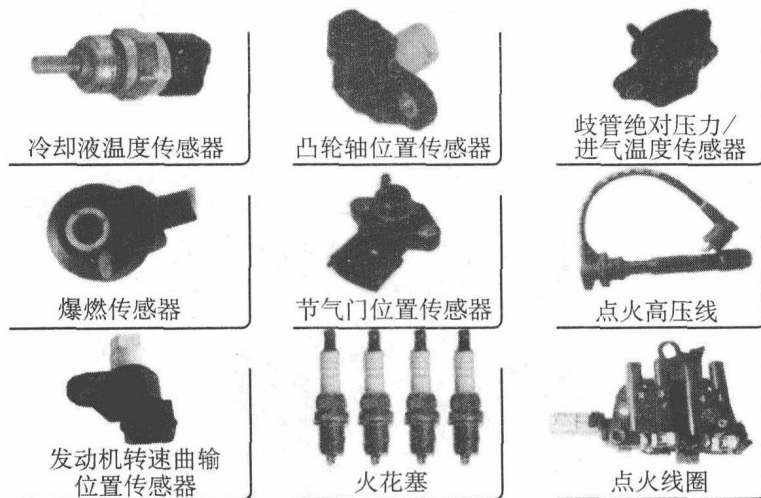


图 1—4 本田雅阁主要传感器和执行装置

3. 键盘

键盘是人和计算机对话的主要设备之一。人们通过键盘将编好的程序、命令等信息输入给微处理器。

汽车上用的许多微机系统一般无须安装键盘。此类微机是专门用于汽车检测与自动控制（如点火、喷油、防滑制动控制等）的。它的程序是事先编好并存储于微机的存储器内，且是固定不变的。只要通过传感器等信号启动相应的程序即可完成相应的自动控制。如果汽车的自动控制系统出现故障，需要调用系统的自诊断程序时，可以通过开关或简单的连接线即可实现人一机对话的目的。

但也有许多汽车微机控制系统装有微型键盘，以便于人一机对话，如自动空调控制键盘、导航控制键盘等。

如图 1—5 所示为汽车空调键盘和液晶显示器。

4. 显示器

显示器是计算机的输出装置。汽车上的显示器主要有 LED（发光二极管）、LCD（液晶显示器）和 CRT（阴极射线显像管）等几种。

如图 1—6 所示为汽车仪表显示器。

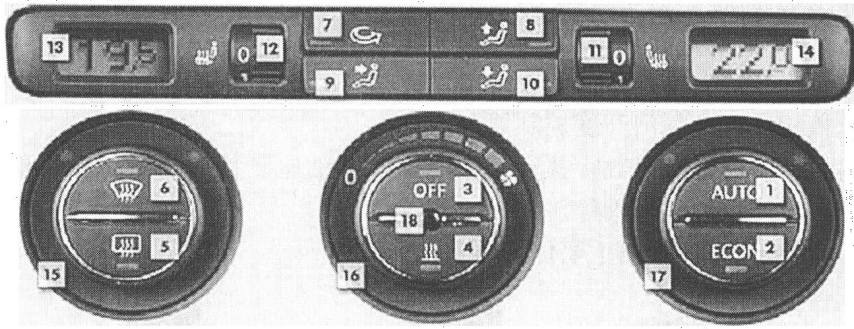


图 1—5 汽车空调键盘和液晶显示器

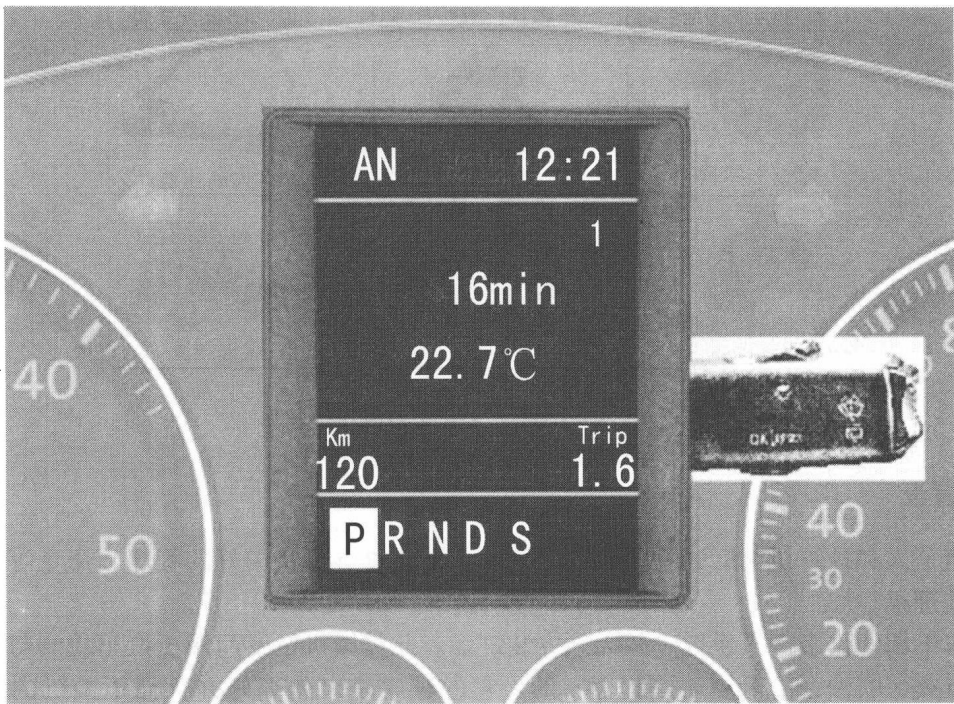


图 1—6 汽车仪表显示器

5. 外存储器

因为计算机的直接寻址范围受地址总线的限制，如 16 位地址线，最大寻址范围只有 64 KB，一般是不够用的。因此，需要外部存储器支持。另外，如果程序存放在外部存储器 ROM 中，更便于程序的更新，如果厂家需要对控制程序进行修改或更新，那么只需要更换 ROM 芯片即可。

学习任务四 单片机的接口与通信

学习目标：了解接口的基本概念，认识通信的基本原理，掌握总线和总线标准的

概念。

学习方法：启发式教学，多媒体教学和实验演示相结合。

1. 接口与通信的基本概念

接口也称为输入/输出（I/O），是一种在微处理机和外围设备之间控制数据流动和数据格式的电路。简单地说，接口就是连接两个计算机或电子设备单元的部件。

计算机、单片机系统以及外围设备等相互之间进行的数据和信息交换称为通信。例如，计算机之间通过网络进行的数据交换称为通信，而鼠标、键盘和显示器等与计算机之间的数据交换也称为通信。

在当今信息时代，通信的应用无处不在，通信的种类也五花八门，但从数据发送和接收的基本方式来看，无非分为两种，即并行收发和串行收发，或称为并行通信和串行通信。

如 MCS-51 单片机具有并行和串行两种通信方式，它和外部的并行通信是通过 4 个并行 I/O 端口实现的，而和外部的串行通信则通过芯片 P3 端口的第二功能引脚 RXD 及 TXD 来实现。串行接口和并行接口统称为输入/输出（I/O）接口，如图 1—7 所示。

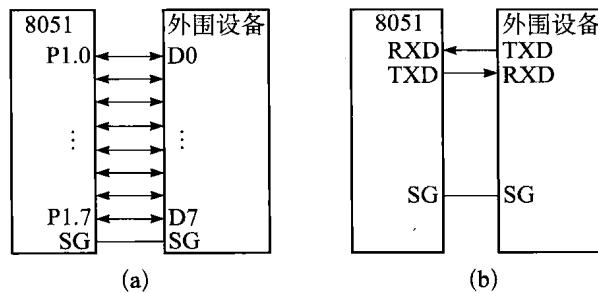


图 1—7 并行与串行通信的数据传输方式

(a) 并行通信；(b) 串行通信

2. 并行接口

同时传输两位或两位以上的数据称为并行传输。以并行传输方式通信时，把多位数据（如 8 位数据）的各个位同时传送，如图 1—8 所示。微机内部几乎都采用并行传输方式。由于 CPU 与外部设备的速度不同，外部设备的数据线不能直接接到总线上。为使 CPU 与外部设备的动作匹配，两者之间需要有缓冲器和锁存器。缓冲器和锁存器用于暂时保存数据。具有这些功能的接口称为并行接口。

并行通信的优点是通信速度快；缺点是数据有多少位，就需要多少根数据线，显然通信成本较高。MCS-51 单片机与片外存储器之间的数据通信就属于并行通信，计算机内部的数据传输基本上也都是并行通信。

但是由于并行通信占用数据线多，传输距离短，因此计算机之间以及计算机与外围设备之间进行的通信大都采用串行通信。

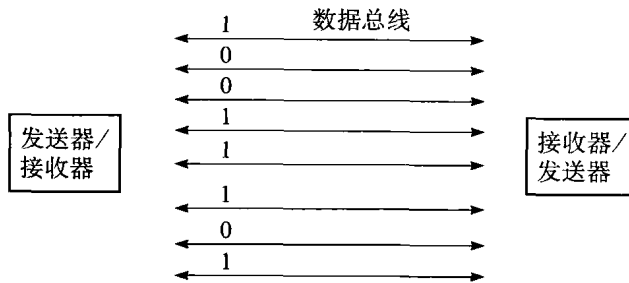


图 1—8 并行数据传输

3. 串行接口

一次传输一位数据称为串行传输，如图 1—9 所示。以串行传输方式通信时使用的接口称为串行接口，它由接收器、发送器和控制器三部分组成。接收器把外部设备送来的串行数据变为并行数据送到数据总线；发送器把数据总线上的并行数据变为串行数据发送到外部设备。控制器是控制上述两种变换过程的电路。串行接口的主要用途是进行串/并、并/串转换。

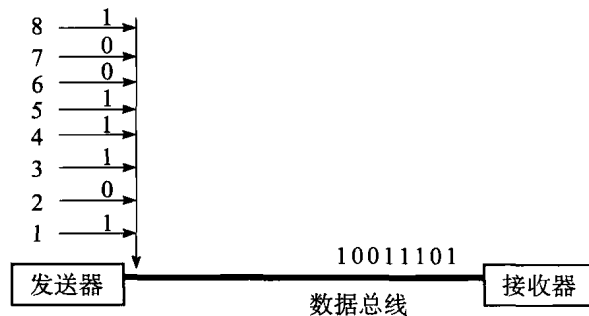


图 1—9 串行数据传输

单片机之间以及其与外围设备之间进行的通信大都采用串行通信，我们常用的“USB”接口就是串行接口即“标准串行输入/输出口”的简称。

4. 总线与总线标准

(1) 总线的功能。总线 (BUS) 传送的是数据信号，总线是计算机各模块之间、计算机与外部设备之间、计算机与计算机之间传输信息的公共通道。之所以称为总线，是因为每个模块或计算机在经过批准后都可以使用这个公共通道来传输信息。

总线和导线最大的区别是，总线是公共的，如一根网线可以连接成百上千台计算机并同时工作，而每台计算机可以同时接收和发送各种不同的信息。这是因为总线传递的是数字信号，是分时复用的，即不同的信息在不同的时刻（每条信息占用的时间极短）经总线传送信息；而导线是专用的，同一时间只能传递一种信号，导线传递的是模拟信号或单个数字信号。

(2) 总线的应用。计算机系统中需要进行大批量、高速率的数据传输。数据传输在计算机系统的集成电路芯片的内部、集成电路芯片之间、计算机内部各部件之间、计算机与