



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

单片机实用技术教程

主 编 龚运新 胡长胜

副主编 底雪峰 林庭双 陈芳静



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

单片机实用技术教程

主 编 龚运新 胡长胜
副主编 底雪峰 林庭双 陈芳静

内容简介

本书是全面介绍怎样学习、研究单片机的教科书,是一本最贴近产品开发的实用性较强的不可多得的教材,并附有多媒体光盘供教师教学用。书中介绍了开发单片机产品的方法和必备的工具,以及开发单片机产品的全过程,主要介绍 MCS-51 单片机结构、单片机最小系统、单片机硬件仿真、软件仿真、编程固化、指令系统、程序设计、定时器使用方法、中断使用方法、系统扩展技术、单片机产品设计。

本书是为全国高职高专编写的教材,具有较强的系统性、先进性、实用性。内容从简单到复杂,由浅入深,辅以实例和软件仿真,通俗易懂,便于自学。本书可作为 5 年制或 2/3 年制高职高专相关专业教材,也可作为单片机自学教程或培训教程,对从事单片机应用开发的工程技术人员也有一定参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

单片机实用技术教程/龚运新,胡长胜主编. -北京:
北京师范大学出版社,2005.1
教育部职教成教司推荐教材. 高职高专教材
ISBN7-303-07359-0

I. 单… II. ①龚…②胡… III. 单片微型计算机
-高等学校:技术学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 001843 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号、邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

唐山市润丰印务有限公司印装 全国新华书店经销
开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.5 字数:350 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:1~5 000 定价:23.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	常州轻工职业技术学院
山东劳动职业技术学院	河北工业职业技术学院
济宁职业技术学院	太原理工大学轻纺学院
辽宁省交通高等专科学校	浙江交通职业技术学院
浙江机电职业技术学院	保定职业技术学院
杭州职业技术学院	绵阳职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	北岳职业技术学院
西安科技大学机械学院	天津职业大学
天津渤海职业技术学院	北京轻工职工职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心	石家庄信息工程职业学院
连云港职业技术学院	襄樊职业技术学院
景德镇高等专科学校	九江职业技术学院
徐州工业职业技术学院	青岛远洋船员学院
广州大学科技贸易技术学院	无锡科技职业学院
江西信息应用职业技术学院	广东白云职业技术学院
浙江商业职业技术学院	三峡大学职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院	西安欧亚学院实验中心
济源职业技术学院	天津机电职业技术学院
河南科技学院	漯河职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	济南市高级技工学校
浙江工商职业技术学院	沈阳职业技术学院
温州大学	江西新余高等专科学校
四川工商职业技术学院	

前 言

目前,51 系列单片机在我国各行各业得到了广泛应用。在我国大专院校的应用电子专业、智能控制专业、自动化专业、电气控制专业、机电一体化专业、智能仪表专业,开设了单片机课程。这是一门理论性、实践性和综合性都很强的学科,它需要模拟电子技术、数字电子技术、电气控制、电力电子技术等作为知识背景,同时本学科也是一门计算机软硬件有机结合的技术。本书是作者多年理论教学、实验教学及产品研发经验的结晶。在教材编写过程中,始终将理论、实验、产品开发三者有机结合,从单片机最小系统开始,逐步扩展功能,从小到大,从简单到复杂,给学习者一种系统的、完整的、清晰的学习思路。

本教材最突出之处是从实用角度出发加强了设计性环节的指导,内容包括软件仿真、硬件仿真、编程器的使用(芯片固化)、产品设计等,克服了多数教材有关软件仿真、硬件仿真、芯片固化、产品开发知识讲得较少的缺点。

本教材采用实例和软件仿真方式编写,使知识通俗易懂,直观明了,能帮助初学者尽快入门,使有一定基础者熟练深化。本教材配有多媒体课件光盘,内容包括各章电子教案、习题与思考题、综合实验等,有多媒体演示穿插其中,该光盘供教师教学用,免费提供,联系电话 010-58807732。

若条件许可,教学可以安排在计算机房或多媒体教室进行,边讲解边演示,结合多媒体课件,使教学内容直观形象,通俗易懂,特别是进行软件仿真、硬件仿真与产品模拟时,效果会更好,同时本书及多媒体课件提供的教学网站,可供课后参考。

实验教学方面,始终将实用技能的培养放在首位,加强硬件故障排除方法和软件调试过程的指导,着重讲解软件调试方法和步骤。通过每个具体实验,使学生逐步学会产品设计开发的全过程。课程结束后,最好搞 1~2 周的实训,或安排 1 周的课程设计,设计并制作某一具体电子产品。

本书由无锡科技职业学院龚运新、河北工业职业技术学院胡长胜担任主编,石家庄信息工程职业学院底雪峰、三峡大学职业技术学院林庭双、漯河职业技术学院陈芳静担任副主编,多媒体课件由石家庄信息工程职业学院李擎、刘俊优、陈新、刘巧等设计开发。由于编者水平有限,错漏处在所难免,请批评指正。

编者

2005 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 单片微型计算机	(1)
1.1.1 单片机的基本知识	(1)
1.1.2 单片机的发展概况	(2)
1.2 单片机的应用	(5)
本章小结	(7)
习题与思考题	(7)
第 2 章 MCS-51 单片机结构	(8)
2.1 MCS-51 单片机内部结构	(8)
2.1.1 MCS-51 单片机组成	(8)
2.1.2 MCS-51 单片机存储器结构	(15)
2.2 单片机的外部结构	(23)
2.2.1 MCS-51 单片机引脚功能	(23)
2.2.2 复位与复位电路	(24)
2.2.3 单片机最小系统	(25)
2.3 单片机最小系统的应用	(27)
本章小结	(34)
习题与思考题	(35)
第 3 章 开发工具介绍	(36)
3.1 软件仿真	(36)
3.2 Franklin 仿真软件安装与启动	(36)
3.3 Franklin 仿真软件的使用	(37)
3.3.1 文件操作(File)	(37)
3.3.2 建立工程项目(Project)	(38)
3.3.3 调试初步设置	(39)
3.3.4 调试观察窗口设置(View)	(39)
3.3.5 Windows 窗口设置	(45)
3.3.6 调试(Debug)	(45)
3.3.7 调试举例	(48)
3.4 硬件在线仿真开发系统的使用	(50)
3.4.1 QTH 系列的单片机仿真器	(50)

3.4.2	ISP 单片机硬件仿真器	(55)
3.4.3	其他开发方法	(56)
3.5	实验系统的使用	(57)
3.5.1	实验系统简介	(57)
3.5.2	实验教学模式	(57)
3.5.3	实验系统的使用方法	(58)
3.6	编程器的使用	(62)
3.7	单片机网站	(64)
	本章小结	(65)
	习题与思考题	(65)
第 4 章	MCS-51 指令系统	(66)
4.1	概述	(66)
4.2	寻址方式	(68)
4.3	指令系统	(70)
4.3.1	指令分类	(70)
4.3.2	数据传送类指令	(71)
4.3.3	算术运算类指令	(76)
4.3.4	逻辑操作类指令	(81)
4.3.5	位操作类指令	(85)
4.3.6	控制转移类指令	(88)
4.4	伪指令	(93)
	本章小结	(96)
	习题与思考题	(96)
第 5 章	MCS-51 程序设计	(99)
5.1	简单程序设计	(99)
5.2	分支程序设计	(103)
5.3	循环程序设计	(105)
5.4	子程序和参数传递方法	(115)
5.5	查表程序设计	(122)
5.6	散转程序设计	(124)
5.7	综合编程	(127)
	本章小结	(129)
	习题与思考题	(129)
第 6 章	中断系统	(131)
6.1	中断请求源和中断请求标志	(131)

6.2 中断控制	(133)
6.3 中断响应	(135)
6.4 外部中断触发方式	(136)
6.5 多个外部中断源系统设计	(137)
6.6 MCS-51 对中断请求的撤除	(139)
6.7 MCS-51 中断系统的初始化	(140)
6.8 应用举例	(142)
本章小结	(149)
习题与思考题	(150)
第 7 章 定时器/计数器	(151)
7.1 定时器/计数器结构	(151)
7.2 工作方式	(153)
7.3 定时器/计数器的初始化	(154)
7.4 应用举例	(157)
本章小结	(168)
习题与思考题	(168)
第 8 章 串行接口	(169)
8.1 串行口控制寄存器	(169)
8.2 串行接口工作方式	(170)
8.3 波特率	(174)
8.4 串行接口应用举例	(174)
本章小结	(195)
习题与思考题	(195)
第 9 章 MCS-51 系统扩展技术	(196)
9.1 程序存储器的扩展设计	(196)
9.1.1 访问外部程序存储器的时序	(196)
9.1.2 EPROM 接口设计	(197)
9.1.3 E ² PROM 接口设计	(198)
9.2 数据存储器的扩展设计	(204)
9.2.1 MCS-51 访问外部 RAM 的定时波形	(204)
9.2.2 数据存储器的扩展设计	(205)
9.2.3 RAM 的掉电保护	(206)
9.2.4 串行(I ² C 总线)数据存储器的扩展设计	(207)
9.3 I/O 口扩展设计	(214)
9.3.1 8255 可编程并行接口芯片	(215)

9.3.2 带有 I/O 接口、计时器和静态 RAM 的 8155 芯片	(224)
9.4 显示器接口扩展技术	(230)
9.5 键盘接口设计	(233)
9.5.1 键盘工作原理	(233)
9.5.2 键盘接口设计	(234)
9.6 模/数(A/D)和数/模(D/A)转换器电路接口设计	(239)
9.6.1 D/A 转换器与 8031 的接口设计	(239)
9.6.2 A/D 转换器与 8031 的接口设计	(243)
9.6.3 采样、保持和滤波	(248)
本章小结	(250)
习题与思考题	(250)
第 10 章 单片机产品设计	(252)
10.1 概述	(252)
10.1.1 单片机产品设计	(252)
10.1.2 单片机产品设计与调试的一般原则	(252)
10.2 传感器接口电路	(256)
10.2.1 概述	(256)
10.2.2 传感器接口电路	(256)
10.3 单片机产品的抗干扰技术	(259)
10.3.1 干扰源及其传播途径	(259)
10.3.2 电源系统的抗干扰措施	(260)
10.3.3 地线系统	(262)
10.3.4 A/D 和 D/A 转换器的抗干扰措施	(264)
10.3.5 长线传输干扰的排除	(266)
10.3.6 几种元器件的抗干扰措施	(266)
10.4 8 位 A/D、D/A 转换系统的设计实例	(269)
本章小结	(284)
习题与思考题	(284)

第1章 绪 论

主要内容

本章介绍单片微型计算机的基本知识、基本概念,着重讨论了单片机的发展和应用。

单片微型计算机是20世纪70年代初期发展起来的,它的产生、发展和壮大以及对国民经济的巨大贡献引起了人们的高度重视,下面对单片微型计算机进行全面、概括的叙述。

1.1 单片微型计算机

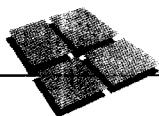
单片微型计算机简称为单片机。它是微型计算机发展中的一个重要分支,它以其独特的结构和性能,越来越广泛地应用到工业、农业、国防、网络、通信以及人们日常工作、生活领域中。

单片机是在一块芯片上集成了中央处理部件(CPU)、存储器(RAM、ROM)、定时器/计数器和各种输入/输出(I/O)接口(如并行I/O口、串行I/O口和A/D转换器)等。由于单片机通常是实时控制应用而设计制造的,因此,又称为微控制器(MCU)。

1.1.1 单片机的基本知识

每一种单片机的设计都包括以下几个方面:1. 指令及与指令对应的电路(芯片)和代码;2. 固化程序的编程器;3. 硬件仿真器。设计完成后,由有关生产厂家生产出产品(芯片、编程器、仿真器),再由开发人员开发出市场所需的应用产品。在这些开发的芯片中,有些芯片是公开使用的,在市场上能买到的芯片就属这种类型。这种芯片分为两类:一类不能加密;一类可加密。有些芯片是不公开的,如军工产品和各大公司开发的专用产品。

单片机种类很多,但不管哪种单片机,厂家都要配套提供编程器(固化程序用)、硬件仿真器(调试程序用)、指令系统,芯片使用说明书,没有这些很难进行二次开发,除非你能破解芯片。因而,对产品开发人员来说,所要做的工作就是:按厂家提供的方法使用芯片;按产品功能要求设计电路、编写程序、做成产品。对产品维修使用人员来说,知道芯片使用的方法,产品电路的工作原理,会维修使用。



1.1.2 单片机的发展概况

单片机自问世以来,性能不断提高和完善,其资源不仅能满足很多应用场合的需要,而且具有集成度高、功能强、速度快、体积小、功耗低、使用方便、性能可靠、价格低廉等特点。因此,在工业控制、智能仪器仪表、数据采集和处理、通信系统、网络系统、汽车工业、国防工业、高级计算器具、家用电器等领域的应用日益广泛,并且正在逐步取代现有的多片微机应用系统,单片机的潜力越来越被人们所重视。特别是当前用 CMOS 工艺制成的各种单片机,由于功耗低,使用的温度范围大、抗干扰能力强、能满足一些特殊要求的应用场合,更加扩大了单片机的应用范围,也进一步促进了单片机技术的发展。

自 1976 年 9 月 Intel 公司推出 MCS-48 单片机以来,单片机就受到了广大用户的欢迎。因此,有关公司都争相推出各自的单片机。如 GI 公司推出 PIC1650 系列单片机, Rockwell 公司推出了与 6502 微处理器兼容的 R6500 系列单片机。它们都是 8 位机,片内有 8 位中央处理器(CPU)、并行 I/O 口、8 位定时器/计数器和容量有限的存储器(RAM、ROM)以及简单的中断功能。

1978 年下半年 Motorola 公司推出 M6800 系列单片机, Zilog 公司相继推出 Z80 单片机系列。1980 年 Intel 公司在 MCS-48 系列基础上又推出了高性能的 MCS-51 系列单片机。这类单片机均带有串行 I/O 口,定时器/计数器为 16 位,片内存储容量(RAM、ROM)都相应增大,并有优先级中断处理功能,单片机的功能、寻址范围都比早期的扩大了,它们是当时单片机应用的主流产品。

1982 年 Mostek 公司和 Intel 公司先后又推出了性能更高的 16 位单片机 MK68200 和 MCS-96 系列, NS 公司和 NEC 公司也分别在原有 8 位单片机的基础上推出了 16 位单片机 HPC16040 和 μ PD783 $\times\times$ 系列。1987 年 Intel 公司又宣布了性能比 8096 高两倍的 CMOS 型 80C196, 1988 年推出带 EPROM 的 87C196 单片机。由于 16 位单片机推出的时间较迟、价格昂贵、开发设备有限等多种原因,至今还未得到广泛应用。而 8 位单片机已能满足大部分应用的需要,因此,在推出 16 位单片机的同时,高性能的新型 8 位单片机也不断问世。如: Motorola 公司推出了带 A/D 和多功能 I/O 的 68MC11 系列, Zilog 公司推出了带有 DMA 功能的 Suqer8, Intel 公司在 1987 年也推出了带 DMA 和 FIFO 的 UPI-452 等。若要更详细地了解,请上相关的单片机网站。

目前国际市场上 8 位、16 位单片机系列已有很多,但是,在国内使用较多的系列是 Intel 公司的产品,其中又以 MCS-51 系列单片机应用尤为广泛,二十几年经久不衰,而且还在更进一步发展完善,价格越来越低,性能越来越好。单片机技术正以惊人的速度向前发展,就市场上已出现的单片机而言,其技术革新与进步主要表现在以下几个方面:

1. CPU 的发展

增加 CPU 的字长或提高时钟频率均可提高 CPU 的数据处理能力和运算速度。

CPU的字长目前有8位、16位和32位。时钟频率高达20MHz的单片机也已出现。还有的8位单片机其算术逻辑运算部件(ALU)却是16位,内部采用16位数据总线。如NEC公司的 μ PD7800系列的8位单片机,Mitsubishi公司的M37700系列单片机,它们的数据处理能力和速度比一般8位单片机强,如 μ PD7800系列单片机作一次16位乘以16位的乘法用 $3.2\mu\text{s}$,16位除以8位的除法用 $3.0\mu\text{s}$,32位除以16位的除法用 $8.3\mu\text{s}$ 。另外,单片机内部采用双CPU结构能大大提高处理能力,如Rockwell公司的R6500/21和R65C29单片机。由于片内有两个CPU能同时工作,可能更好地处理外围设备的中断请求,克服了单CPU在多重高速中断响应时的失效问题。同时,由于双CPU可以共享存储器和I/O接口的资源,因此,还可更好地解决信息通信问题。如Intel公司的8044,它的内部实际上是8051和SIU通信处理机组成,由SIU来管理SDLC的通信,这样既加快了通信处理的速度,同时,还减轻了8051的处理负担。

2. 片内存储器的发展

(1) 扩大存储容量

早期单片机的片内存储器,一般RAM为64~128B,ROM为1KB~2KB,寻址范围为4KB。新型单片机片内RAM为256B,ROM多达16KB。如Intel公司的8052,片内ROM为8KB。通用仪器公司的70120片内ROM容量为12KB。片内ROM容量最大的是日立公司的MC6301Y为16KB。新型单片机的寻址范围可扩大到64KB,甚至128KB(其中随机存储器RAM容量为64KB,只读存储器ROM容量64KB)。这类单片机有Intel公司的MCS-51系列和Zilog公司的Z8601、Z8603、Z8611、Z8681等。内部ROM分可擦除和一次性可编程(OTP)两种,前者价高,技术开发时使用,后者价低,开发成功后,一次性固化在产品上使用,须注意的是一次性固化在产品上使用的必须是成熟产品,否则会造成经济损失,如PIC系列。

(2) 片内EPROM开始E²PROM化

早期单片机内ROM有的采用可擦式的只读存储器EPROM,然而EPROM必须要高压编程,紫外线擦除,给使用带来不便。近年来,推出的电擦除可编程只读存储器E²PROM可在正常工作电压下进行读写,并能在断电的情况下,保持信息不丢失。因此,有些厂家已开始用E²PROM替代原来的片内EPROM。如TI公司和Seeq公司的72710(1KB E²PROM),72720(2KB E²PROM),Motorola公司的68HC11A₂(2KB E²PROM),68HC805C₄(4KB的E²PROM),TEXAS仪器公司的77C82(8KB E²PROM)。

由于写入E²ROM的数据能永久保存,因此,有些厂家已开始将E²PROM用做片内ROM,甚至用做片内通用寄存器。这样就可省去备用电池了。

(3) 闪速存储器

随着CMOS工艺的改进和提高,闪速存储器在不断发展和完善,应用越来越广,

容量越来越大,价格越来越低,闪存技术在各个领域得到应用。如 ATMELE 公司将闪存技术应用到单片机中,生产出了带闪存存储器的 AT89 系列。对一些小系统,外部可以不用扩展存储芯片,从而使得只用单片机就能构成一个完整的控制系统。PIC 系列也有带闪的存储芯片。

(4) 串行存储器

I²C 总线的快速发展,使得串行数据存储器在容量和存储速度上有了很大的提高,由于它体积小、口线少、价格低,从而也得到了广泛的应用。

(5) 片内程序的保密措施

为了使片内 EPROM(或 E²PROM)内容不被复制,一些厂家对片内 EPROM(或 E²PROM)采用加锁技术。如: Intel 公司 8X252,加锁后的 EPROM(或 E²PROM)中的程序只能供片内 CPU 读取,不能从片外读取,否则必须先开锁,开锁时, CPU 先自动擦除 EPROM(或 E²PROM)中的信息,从而达到程序保密的目的。

3. 片内输入输出接口功能

最初的单片机,片内只有并行输入/输出接口、定时器/计数器,它们的功能较弱,实际应用中往往需要通过特殊的接口扩展功能,从而也增加了应用系统结构的复杂性。

近年来,新型单片机内的接口,无论从类型和数量上都有很大的发展。这不仅大大提高了单片机的功能,而且使系统的总体结构也大大简化了。例如,有些单片机的并行 I/O 口,能直接输出大电流和高电压,可直接用于驱动荧光显示管(VFD)、液晶显示器(LCD)和数码显示管(LED)等,应用系统中就不再需要外部驱动电路。再如有些单片机,片内含有 A/D 转换器,在一些实时控制系统中可省掉外部 A/D 转换器。

目前,在单片机中已出现的各类型新型接口有数十种:如 A/D 转换器、D/A 转换器、DMA 控制器、CRT 控制器、LCD 驱动器、LED 驱动器、VFD 驱动器、正弦波发生器、声音发生器、字符发生器、波特率发生器、锁相环、频率合成器、脉宽调制器等。虽然一个单片机内只含若干种接口,但其功能却比初期的单片机强得多。因此,用它可作为高速主机(80286/80386)的通用外设接口。例如,以 UPI-452 中的 128B 的 FIFO 作为高速主机与慢速外设传送数据的缓冲器,然后通过 UPI-452 的 DMA 控制器进行快速数据传送。

目前,单片机种类繁多,功能多样,将外围电路尽量集中在芯片内,使其成为名副其实的单片机,这也成为一种发展趋势。

4. 单片机在工艺上的提高

单片机的制造工艺直接影响其性能。早期的单片机采用 PMOS 工艺,随后逐渐采用 NMOS, HMOS 和 CMOS 工艺。目前,8 位单片机中有二分之一的产品已 CMOS 化,16 位单片机也已开始推出 CMOS 型产品。如 68HC200、80C196 等。为了

进一步降低功耗,日立公司的 HD63705 和 RCA 公司的 CDP6805E² 还设有等待 (Wait) 和停止 (Stop) 两种工作方式。等待方式时,振荡器工作,CPU 停止工作,存储器和寄存器的内容则不变,单片机的总功耗大为下降;停止方式时,振荡器和 CPU 都停止工作,存储器和寄存器内容也保持不变,单片机的功耗为最小。例如 RCA 公司的 CDP8605E₂,在 5V 工作电压下,正常功耗为 35mW,等待方式和停止方式时的功耗分别仅为 5mW 和 5 μ W。

此外,采用 CMOS 工艺的单片机,其工作电源范围较宽,如用 NMOS 工艺的单片机,工作电源一般为 4.5~5.5V。采用 CMOS 工艺的单片机,如 RCA 公司的 CDP1804AC 为 4~6.5V。功耗大小与电源电压成正比,所以降低电源电压即可降低功耗,但是降低电压会减慢指令执行速度,即降低单片机的运算速度。故一般希望在一定速度的前提下,尽量降低工作电压,减小功耗。

随着新型单片机片内接口电路的增多,外引脚也增多,为减少外引脚线,目前主要采用两种方式,一是采用新颖的通信总线以减少外引线;二是改进外封装,如:采用扁平引脚封装 FP (Flat Package)、方形引脚封装 QIP (Quad In Line Package) 和叠背式封装 PBP (Piggy Back Package) 等。它的引脚都比双列直插式 DIP (Dual In Line Package) 封装要多得多。若要了解更多请看有关集成块的封装资料或相关的网站。

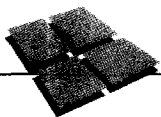
5. 内固化应用软件和系统软件

将一些应用软件和系统软件固化于片内 ROM 中,以便简化用户应用程序的编制工作,为用户开发和应用提供方便。如 RUPI-44 系列单片机,把通信控制软件固化在片内,使用户的通信程序大大简化。又如 Intel 公司,在有的 MCS-51 单片机内固化了 PL/M-51 语言,在 8052BH 中固化了 BASIC 解释程序,用户不仅可用汇编语言,还可用 BASIC 语言编程,其 BASIC 语言系统比基本 BASIC 有所扩充,增加了很多适合控制用的语句、命令、运算符等,而且还允许 BASIC 语言和汇编语言互相调用。需要快速控制时,可用汇编语言,如采样、A/D 转换等,在做复杂的数据运算时,可用汇编语言来调用 BASIC 中现成的运算子程序。可见它既能满足速度方面的要求,又能简化用户编程。再如 RCA 公司的 68HCO5D2 在片内固化了键盘管理程序,甚至在 CDP1804P 内固化了 PASCAL 语言等。

单片机的技术还在不断发展,新型单片机还将不断涌现,当前单片机的产量占整个微机(包括一般的微处理器)产量的 80% 以上。在我国低档 8 位单片机(如 8048)于 20 世纪 80 年代初就开始应用,目前已转向高档 8 位单片机(8051、Z80 等)的应用,也有不少单位已转向 16 位单片机的开发和应用。

1.2 单片机的应用

单片机是在一块芯片上集成了一台微型计算机所需的 CPU、存储器、输入/输出



部件和时钟电路等。因此,它具有体积小、使用灵活、成本低、易于产品化、抗干扰能力强、可在各种恶劣环境下可靠地工作等特点。特别是它应用面广,控制能力强,使它在工业控制、智能仪表、外设控制、家用电器、机器人、军事装置等方面得到了广泛的应用。

单片机主要可用于以下几方面:

1. 测控系统中的应用

控制系统特别是工业控制系统的工作环境恶劣,各种干扰也强,而且往往要求实时控制,故要求控制系统工作稳定、可靠、抗干扰能力强。单片机是最适宜用于控制领域。例如炉子恒温控制、电镀生产线自动控制等。

2. 智能仪表中的应用

用单片机制作的测量、控制仪表,能使仪表向数字化、智能化、多功能化、柔性化发展,并使监测、处理、控制等功能一体化,使仪表重量大大减轻,便于携带和使用,同时降低了成本,提高了性能价格比。如数字式 RLC 测量仪、智能转速表、计时器等。

3. 智能产品

单片机与传统的机械产品结合,使传统机械产品结构简化、控制智能化,构成新型的机、电、仪一体化产品。如数控车床、智能电动玩具、各种家用电器和通信设备等。

4. 在智能计算机外设中的应用

在计算机应用系统中,除通用外部设备(键盘、显示器、打印机)外,还有许多用于外部通信、数据采集、多路分配管理、驱动控制等接口。如果这些外部设备和接口全部由主机管理,势必造成主机负担过重、运行速度降低,并且不能提高对各种接口的管理水平。如果采用单片机专门对接口进行控制和管理,则主机和单片机就能并行工作,这不仅大大提高系统的运算速度,而且单片机还可对接口信息进行预处理,以减少主机和接口间的通信密度、提高接口控制管理的水平。如绘图仪控制器,磁带机、打印机的控制器等。

综上所述,单片机在很多应用领域都得到了广泛的应用。目前国外的单片机应用已相当普及,国内虽然从 1980 年开始才着手开发应用,但至今也已拥有数十家专门生产单片机开发系统的工厂或公司,愈来愈多的科技工作者投身到单片机的开发和应用中,并且在程序控制、智能仪表等方面涌现出大量科技成果,可以预见,单片机在我国必将有着更为广阔的发展前景。