

高等院校信息技术规划教材

单片机C语言开发技术

龚运新 编著

I N F O R M A T I O N T E C H N O L O G Y
I N F O R M A T I O N T E C H N O L O G Y
I N F O R M A T I O N T E C H N O L O G Y

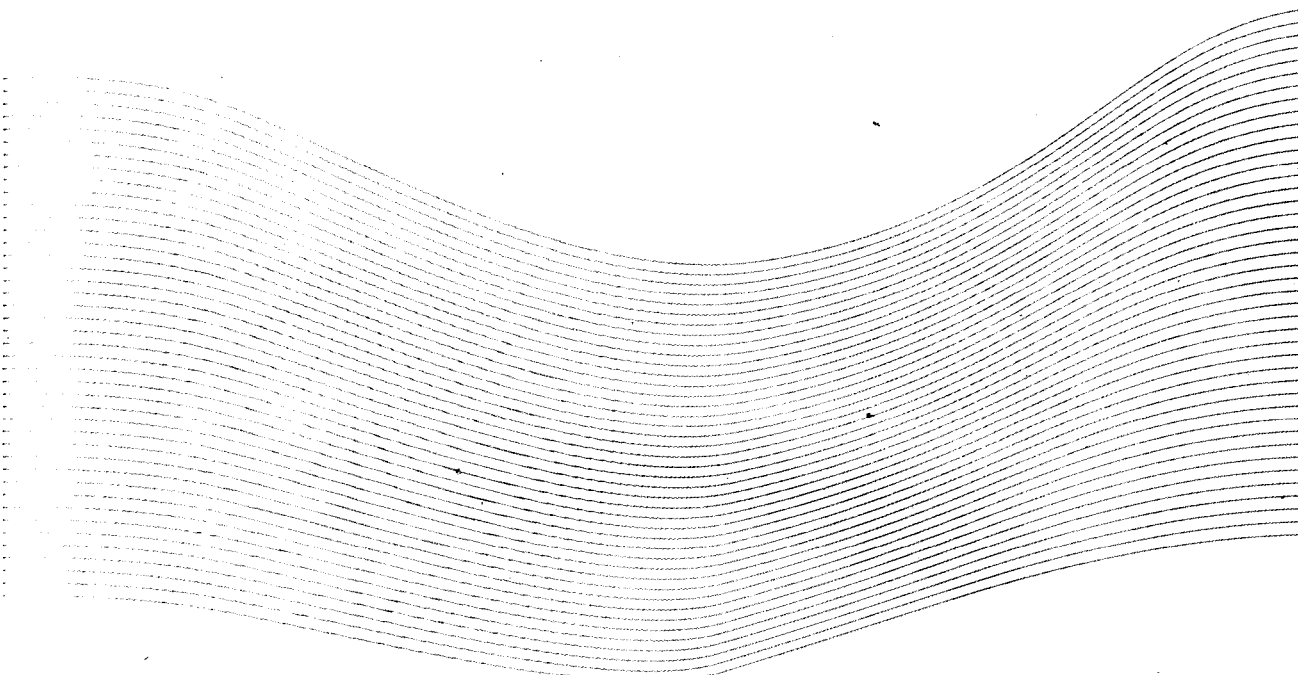
清华大学出版社



高等院校信息技术规划教材

单片机C语言开发技术

龚运新 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是全面介绍怎样学习、研究单片机的教科书,是一本贴近产品开发的实用性较强的教材。书中介绍了实际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、单片机 C 语言、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。

本书是计算机应用系列教材,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 KeilC 7.0 软件仿真,通俗易懂,符合学习应用技术的认知规律,便于授课及自学。

本书可作为本科及高职高专计算机、通信相关专业教材,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的参考价值。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

单片机 C 语言开发技术/龚运新编著. —北京:清华大学出版社,2006.10
(高等院校信息技术规划教材)

ISBN 7-302-13508-8

I. 单… II. 龚… III. 单片微型计算机—C 语言—程序设计—高等学校—教材 IV. ①TP368.1
②TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 085024 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑: 袁勤勇

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 20.5 字 数: 482 千字

版 次: 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13508-8/TP·8476

印 数: 1~4000

定 价: 25.00 元

编委会名单

主任：李文忠

副主任：王正洪 鲁宇红 焦金生

成员：（按拼音排序）

常晋义	邓凯	范新南	高佳琴	高玉寰
龚运新	顾建业	顾金海	林罡	刘训非
马正华	沈孟涛	唐全	王继水	王骏
王晴	王志立	吴访升	肖玉	杨长春
袁启昌	张旭翔	张燕	赵明生	郑成增
周凤石				

策划编辑：张龙 袁勤勇

序

preface

忠文李
民 51 年 2003

在科教兴国方针的指引下,我国高等教育进入了一个新的历史发展时期,招生规模和在校生数量都有了大幅度的增长。我们在进行着世界上规模最大的高等教育。与此同时,对于高等教育的研究和认识也在不断深化。高等学校要明确自己的办学方向和办学特色,这既是不断提高高等教育水平的必然要求,更是高校不断发展和壮大必须首先考虑的问题。

教育部领导明确提出要有相当部分的高校致力于培养应用型人才,此类院校在计算机教学中如何实现自己的培养目标,如何选择适用的应用型教材,已成为十分重要和迫切的任务。应用型人才的培养不能简单照搬研究型人才的培养方案,要在丰富的实践基础上认真总结,摸索新形势下的教学规律,在此基础上设计相关课程、改进教学方法,同时编写应用型教材。这一工作是非常艰巨的,也是非常有意义的。

在清华大学出版社的大力支持和配合下,于2003年成立了应用型教材编委会。编委会汇集了众多高校的实践经验,并经过集中讨论和专家评审,遴选了一批优秀教材,希望能够通过这套教材的出版和使用,促进应用型人才培养的实践发展,为建立新的人才培养模式作出贡献。

我们编写应用型教材的主要出发点是:

(1) 适应教育部对高等教育的新要求,以及市场对应用型人才需求量的不断增加。

(2) 计算机科学技术不断更新,发展速度加速,教材内容和教学方式将适时更新和改进。

(3) 教育技术的发展,对教材建设提出了更高的要求,教材将呈现出纸介质出版物、电子课件以及网络学习环境等相互配合的立体化形态。



(4) 突出应用,增强实训,根据不同的专业要求,加强针对性,使理论与实践紧密结合。

从上述各点出发,我们将努力建设一套全新的、有实用价值的应用型计算机教材。经过参编教师的努力,第一批教材已经面世。教材将滚动式地不断更新、修正、提高,逐渐树立起自己的品牌。希望使用本系列教材的广大师生不断反馈各类意见,逐步建设具有应用型特色的精品教材。

李文忠

2005年12月

前言

foreword

目前, MCS-51 系列单片机在我国的大专院校得到了广泛应用。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, 均开设了单片机课程。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、电力电子技术等知识作为背景, 同时它也是一门计算机软硬件有机结合的学科。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, 给学习者提供一种系统的完整清晰的学习思路。

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、产品开发等知识讲得较少的缺点。本书所有程序均在 Keil C 7.0 仿真软件中调试成功, 增加了知识的真实性和可读性, 便于自学。

作者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。

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, 或安排一周的课程设计, 设计并制作某一具体电子产品。

编者

2006 年 8 月

目录

Contents

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	1
1.2 单片机的应用	5
1.2.1 测控系统中的应用	5
1.2.2 智能仪表中的应用	5
1.2.3 智能产品	6
1.2.4 在智能计算机外设中的应用	6
思考与练习	6
第 2 章 MCS-51 单片机结构	7
2.1 MCS-51 单片机内部结构	7
2.1.1 MCS-51 单片机组成	7
2.1.2 MCS-51 单片机存储器结构	13
2.2 单片机的外部结构	20
2.2.1 MCS-51 单片机引脚功能	20
2.2.2 复位和复位电路	22
2.2.3 单片机最小系统	23
2.3 单片机最小系统的应用	25
思考与练习	32
第 3 章 开发工具介绍	34
3.1 仿真软件	34
3.2 Keil C51 仿真软件的使用	34
3.2.1 μ Vision2 的下拉菜单	35
3.2.2 μ Vision2 中的调试器	40



3.2.3	Debug 状态下窗口分配与菜单操作	41
3.2.4	通过 Debug 菜单进行程序代码调试	49
3.2.5	通过“Peripherals”菜单观察仿真结果	54
3.2.6	调试方法介绍	56
3.2.7	调试举例	57
3.3	硬件在线仿真开发系统的使用	65
3.3.1	QTH 系列的单片机仿真器	66
3.3.2	ISP 单片机硬件仿真器	70
3.3.3	其他开发方法	71
3.4	实验系统的使用	72
3.4.1	实验系统简介	72
3.4.2	实验教学模式	73
3.4.3	实验系统的使用方法	74
3.5	编程器的使用	77
3.6	单片机网站	79
	思考与练习	80
第 4 章	C 语言基本语法	81
4.1	C 语言的标识符和关键字	81
4.2	数据类型	83
4.2.1	常量	84
4.2.2	变量	85
4.2.3	变量的存储种类	89
4.2.4	变量及其存储模式	95
4.3	用 typedef 重新定义数据类型	99
4.4	运算符与表达式	100
4.5	C 程序设计的基本语句	115
4.5.1	表达式语句	115
4.5.2	复合语句	115
4.5.3	条件语句	116
4.5.4	开关语句	117
4.5.5	循环语句	119
4.5.6	返回语句	123
	思考与练习	124
第 5 章	函数	125
5.1	函数的定义	125

5.2 函数的调用	128
5.2.1 函数的调用形式	128
5.2.2 被调用函数的说明	129
5.2.3 函数的参数和函数的返回值	130
5.2.4 实际参数的传递方式	132
5.3 函数的递归调用与再入函数	132
5.4 中断服务函数与寄存器组定义	134
5.5 常用 C51 库函数	136
5.6 预处理器	140
5.6.1 宏定义	140
5.6.2 文件包含	143
5.6.3 其他预处理命令	144
思考与练习	144
第 6 章 数据与指针	145
6.1 数组	145
6.1.1 一维数组	145
6.1.2 二维数组	148
6.1.3 字符数组	149
6.1.4 查表	150
6.1.5 数组与存储空间	151
6.2 指针	151
6.2.1 指针的基本概念	151
6.2.2 数组指针和指向数组的指针变量	155
6.2.3 指向多维数组的指针和指针变量	159
6.2.4 关于 Keil C51 的指针类型	159
思考与练习	161
第 7 章 C 语言程序设计	162
7.1 循环程序	162
7.2 单片机 I/O 口控制程序	164
7.3 其他程序	175
思考与练习	178
第 8 章 定时器/计数器	180
8.1 定时器/计数器的结构	180
8.2 工作方式	182

8.3	定时器/计数器的初始化	183
8.4	应用举例	186
	思考与练习	198
第9章	中断系统	199
9.1	中断请求源和中断请求标志	199
9.2	中断控制	201
9.3	中断响应	203
9.4	外部中断触发方式	204
9.5	多个外部中断源系统设计	205
9.6	MCS-51 对中断请求的撤除	206
9.7	MCS-51 中断系统的初始化	208
9.8	应用举例	209
	思考与练习	216
第10章	串行接口	217
10.1	串行口控制寄存器	217
10.2	串行接口工作方式	218
10.3	波特率	221
10.4	串行接口应用举例	222
	思考与练习	242
第11章	MCS-51 系统扩展技术	243
11.1	程序存储器的扩展技术	243
11.1.1	访问外部程序存储器的时序	243
11.1.2	EPROM 接口设计	244
11.1.3	E ² PROM 接口设计	246
11.2	数据存储器的扩展设计	250
11.2.1	MCS-51 访问外部 RAM 的定时波形	250
11.2.2	数据存储器的扩展设计	251
11.2.3	RAM 的断电保护	252
11.3	I/O 口扩展设计	253
11.3.1	8255 可编程并行接口芯片	254
11.3.2	带有 I/O 接口、计时器和静态 RAM 的 8155 芯片	259
11.4	显示器接口扩展技术	264
11.5	键盘接口设计	268
11.5.1	键盘工作原理	268

11.5.2 键盘接口设计	269
11.6 模/数(A/D)和数/模(D/A)转换器电路接口设计	273
11.6.1 D/A转换器与8031的接口设计	274
11.6.2 A/D转换器与8031的接口设计	278
11.6.3 采样、保持和滤波	282
思考与练习	283
第12章 单片机产品设计	285
12.1 产品设计概述	285
12.1.1 单片机产品设计	285
12.1.2 单片机产品设计与调试的一般原则	285
12.2 传感器接口电路	288
12.2.1 传感器概述	288
12.2.2 传感器接口电路	289
12.3 单片机产品的抗干扰技术	291
12.3.1 干扰源及其传播途径	291
12.3.2 电源产品的抗干扰措施	293
12.3.3 地线系统	295
12.3.4 A/D和D/A转换器的抗干扰措施	297
12.3.5 长线传输干扰的排除	298
12.3.6 几种元器件的抗干扰措施	299
12.4 8位A/D,D/A转换产品的设计实例	301
思考与练习	312

第1章

chapter 1

绪 论

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。下面开始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:指令及与指令对应的电路(芯片)和代码、固化程序的编程器、硬件仿真器、仿真软件。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要的应用产品。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、仿真软件、芯片使用说明书,没有这些很难进行二次开发,除非能够破解芯片。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 Super8, 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 容量为 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 的 E²PROM),72720(2KB 的 E²PROM),Motorola 公司的 68HC11A2(2KB 的 E²PROM),68HC805C4(4KB 的 E²PROM),TEXAS 仪器公司的 77C82(8KB 的 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 用作片内 ROM,甚至用作片内通用寄存器。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 ATMEL 公司将闪存技术应用到单片机中,生产出了带闪速存储器的 AT89 系列。对小系统,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 系列也有带闪存的存储芯片。

(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,因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,因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, 它们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 RUP1-44 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 68HC05D2 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:

1.2.1 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。

1.2.2 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。