



“十二五”江苏省高等学校重点教材

高等院校信息技术规划教材

微型计算机原理 与接口技术

孙力娟 李爱群 陈燕俐 周宁宁 邓玉龙 编著



清华大学出版社



“十二五”江苏省高等学校重点教材

高等院校信息技术规划教材

微型计算机原理 与接口技术

孙力娟 李爱群 陈燕俐 周宁宁 邓玉龙 编著

清华大学出版社

内 容 简 介

本书以最有代表性的 Intel 公司的 32 位微处理器为背景,讲述微型计算机原理、汇编语言程序设计和接口技术。在阐述经典的微型计算机系统构成、汇编编程方法和计算机接口技术的基础上,对当前的主流技术进行介绍。在计算机系统原理和汇编语言的内容中,对实现互联网应用并发计算的汇编高级指令集、与现代多任务操作系统密切相关的保护模式下的计算机系统的工作原理以及程序设计、Win32 汇编语言编程以及汇编语言和高级语言混合编程等进行讲述。主要内容包括 Pentium 微处理器内部结构、x86 基本指令集和多媒体指令集、汇编语言程序设计、总线概念及微型计算机系统典型总线、存储系统、输入输出系统、中断系统、串行和并行通信、DMA 传送、数模和模数转换、保护模式下的程序设计和 Win32 汇编语言程序设计等。

本书可作为高等院校汇编语言程序设计、微机原理和接口技术等课程的教材,也可供自学者及从事计算机应用的工程技术人员参考。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/孙力娟等编著.--北京:清华大学出版社,2015

高等院校信息技术规划教材

ISBN 978-7-302-40895-6

I. ①微… II. ①孙… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材 ②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 165361 号

责任编辑:白立军

封面设计:常雪影

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:30.25

字 数:702 千字

版 次:2015 年 6 月第 1 版

印 次:2015 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~6000

定 价:49.50 元

产品编号:065908-01

前言

Foreword

微型计算机原理与接口技术是理工类学生学习和掌握微型计算机基本组成、工作原理、接口技术以及汇编语言程序设计的重要课程。通过本课程的学习,能够使学生具有微型计算机系统软硬件开发和应用的基本能力。

微型计算机从诞生之日起发展到今天,支撑的应用从最初的简单数值计算演化为现代的复杂媒体处理以及网络并发计算,微型计算机领域在其基本理论框架基础上发展出了多种新技术。作为教材,本书一方面要讲述本学科领域的基本理论和基础知识;另一方面,要跟踪相关领域的发展动向和最新技术,及时地调整和更新教材内容。从学习角度,基于 32 位处理器的计算机系统是学习微型计算机原理和应用开发的基础。本书以最有代表性的 Intel 公司的 32 位微处理器作为背景,讲述微型计算机原理、汇编语言程序设计和接口技术。在阐述经典的微型计算机系统构成、汇编编程方法和计算机接口技术的基础上,对当前的主流技术进行介绍:在计算机系统原理和汇编语言的内容中,对实现互联网应用并发计算的汇编高级指令集,与现代多任务操作系统密切相关的保护模式下的计算机系统的工作原理以及程序设计,Win32 汇编语言编程以及汇编语言和高级语言混合编程等进行讲述;在微型计算机接口的内容中,对新型总线技术以及新型接口技术等介绍。本书力求内容全面,将计算机硬件和软件知识紧密结合,基础原理和新兴技术有机融合,有一定深度并具有较强的实用性。

全书共分 14 章。

第 1 章微型计算机基础,介绍计算机系统的基本组成,讲述计算机中信息的表示和编码方法。

第 2 章 80x86 微处理器,介绍 32 位微处理器的内部结构,讲述 32 位处理器的工作模式。

第 3 章汇编语言指令集,讲述 80x86 的指令构成、寻址方式、汇编语言语法、汇编语言基本指令集和高级指令集。

第 4 章汇编语言程序设计,讲述实模式下汇编语言程序的结构、

编程格式和功能调用,通过程序实例讲述汇编语言程序的设计方法,对汇编语言和 C 语言的混合编程方法进行介绍。

第 5 章总线,介绍 32 位处理器的外部引脚和总线时序、微机系统中常用的总线标准和总线结构。

第 6 章存储器系统,讲述微机系统的存储器构成,实模式和保护模式下的存储器组织。

第 7 章输入输出系统,讲述微机系统的输入输出接口基本原理、32 位计算机系统接口技术,介绍 DMA 控制器。

第 8 章中断系统,讲述中断原理、实模式下中断、保护模式下中断及异常,介绍 8259A 中断控制器以及实模式下中断程序设计方法。

第 9 章微机系统串行通信,讲述微机系统串行通信基本原理、串行接口芯片 8250 以及串行通信程序设计方法。

第 10 章并行 I/O 接口,讲述并行接口芯片 8255 及其编程应用方法,介绍打印机并行接口。

第 11 章可编程定时器/计数器 8254,讲述 8254 芯片的构成、工作方式以及编程方法。

第 12 章数/模和模/数转换,讲述数/模以及模/数转换接口原理,介绍 DAC0832 和 ADC0809 芯片的构成和应用。

第 13 章保护模式及其编程,介绍微机系统在保护模式下的工作原理以及保护模式下的汇编程序设计方法。

第 14 章 Win32 汇编语言程序设计,介绍 Win32 程序的构成、开发过程、基本语法和汇编程序设计方法。

本书由孙力娟、李爱群、陈燕俐、周宁宁、邓玉龙编写,由陈燕俐完成全书的统稿工作。南京邮电大学计算机学院的章韵教授仔细审阅了全书,并提出许多宝贵建议。本书在编写过程中还得到许多老师的支持和帮助,使得本书更加完善,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者和同行批评指正。

编 者

2015 年 5 月

目录

Contents

第 1 章 微型计算机基础	1
1.1 微型计算机概述	1
1.1.1 微型计算机概况	1
1.1.2 微型计算机系统的基本组成	6
1.2 计算机中信息的表示与编码	10
1.2.1 数制概念	10
1.2.2 数值数据的编码与运算	12
1.2.3 字符的编码	15
1.2.4 浮点数	16
1.3 本章小结	19
习题	19
第 2 章 80x86 微处理器	21
2.1 Intel 微处理器发展简况	21
2.2 16 位微处理器内部结构	23
2.3 32 位微处理器内部结构	26
2.3.1 Pentium 内部结构	26
2.3.2 32 位微处理器结构特点	27
2.3.3 32 位微处理器的编程结构	28
2.4 32 位微处理器的工作模式	35
2.4.1 32 位微处理器的地址空间	35
2.4.2 实地址模式	36
2.4.3 保护虚拟地址模式	38
2.4.4 虚拟 8086 模式	40
2.5 本章小结	41
习题	41



第3章 汇编语言指令集	43
3.1 概述	43
3.1.1 指令集体系结构、机器指令和符号指令	43
3.1.2 符号指令的书写格式	45
3.2 操作数	46
3.2.1 通用寄存器中的操作数	46
3.2.2 段寄存器和指令指针	47
3.2.3 标志寄存器	48
3.3 寻址方式	52
3.3.1 立即寻址	52
3.3.2 寄存器寻址	53
3.3.3 存储器操作数寻址	53
3.3.4 寻址方式小结	58
3.4 汇编语言语法	58
3.4.1 汇编语言语句类型和格式	58
3.4.2 名字项	59
3.4.3 操作数项	60
3.4.4 操作项	66
3.5 汇编语言基本指令集	69
3.5.1 传送类指令	69
3.5.2 算术运算指令	76
3.5.3 转移和调用指令	89
3.5.4 逻辑运算和移位指令	98
3.5.5 串操作指令	103
3.5.6 处理机控制指令	112
3.6 汇编语言高级指令集	113
3.6.1 MMX 指令	114
3.6.2 SSE 指令	123
3.7 汇编语言和高级语言中的数据与操作	123
3.7.1 计算机编程语言的数据与操作	123
3.7.2 汇编语言和 C 语言中的数据	125
3.7.3 汇编语言和 C 语言中的操作	127
3.8 本章小结	130
习题	130
第4章 汇编语言程序设计	133
4.1 汇编语言程序结构	133

4.1.1	完整段定义格式	133
4.1.2	简化段定义格式	137
4.2	汇编源程序的编程格式	139
4.2.1	EXE 文件的编程格式	139
4.2.2	COM 文件的编程格式	140
4.2.3	汇编语言程序的开发过程	141
4.3	DOS 功能调用	143
4.4	BIOS 功能调用	146
4.4.1	BIOS 键盘输入功能调用	147
4.4.2	文本方式 BIOS 屏幕功能调用	147
4.5	分支和循环程序设计	151
4.5.1	分支程序设计	151
4.5.2	循环程序设计	153
4.6	子程序程序设计	155
4.7	宏指令程序设计	159
4.7.1	宏指令与宏调用	159
4.7.2	条件汇编	161
4.8	汇编语言程序设计举例	162
4.8.1	码转换程序设计	162
4.8.2	算术运算程序设计	169
4.8.3	字符串处理程序设计	170
4.9	汇编语言和 C/C++ 语言的混合编程	174
4.9.1	混合编程的基本规则	175
4.9.2	C/C++ 语言中内嵌汇编语言指令	175
4.9.3	独立的汇编目标代码	176
4.10	本章小结	178
习题	.....	179
第 5 章	总线	180
5.1	总线基本概念	180
5.1.1	总线的类型与总线结构	180
5.1.2	总线的性能	182
5.1.3	总线信息的传送方式	182
5.2	32 位微处理器的外部引脚与总线时序	183
5.2.1	Pentium 微处理器的引脚功能	183
5.2.2	32 位微处理器的典型总线操作时序	188
5.3	典型总线标准	190
5.3.1	AT(ISA)总线	191



5.3.2	PCI 总线	194
5.4	通用外部总线标准	199
5.4.1	并行 I/O 标准接口 IDE(EIDE)	199
5.4.2	并行 I/O 标准接口 SCSI	200
5.4.3	通用串行总线 USB	201
5.4.4	视频接口 AGP	207
5.5	32 位微型计算机总线结构	208
5.6	本章小结	210
习题	.....	210
第 6 章	存储器系统	211
6.1	概述	211
6.1.1	存储系统概念	211
6.1.2	存储器的体系结构	212
6.1.3	存储器的分类	214
6.1.4	存储器的主要性能指标	215
6.2	随机存储器与只读存储器	217
6.2.1	RAM 的分类与常用 RAM 芯片的工作原理	217
6.2.2	ROM 的分类与常用 ROM 芯片的工作原理	222
6.3	微型计算机系统中的存储器组织	225
6.3.1	存储器的扩展技术	225
6.3.2	CPU 与主存储器的连接	230
6.3.3	PC 的存储器组织	233
6.4	本章小结	237
习题	.....	237
第 7 章	输入输出系统	239
7.1	概述	239
7.1.1	接口电路	239
7.1.2	输入输出端口	240
7.1.3	输入输出指令	241
7.2	微机系统与输入输出设备信息交换	243
7.2.1	无条件传送方式	243
7.2.2	查询方式	243
7.2.3	中断控制方式	245
7.2.4	直接存储器存取方式	246
7.3	DMA 控制器	247

7.3.1	8237A DMA 控制器	248
7.3.2	8237A 内部寄存器	252
7.3.3	8237A 的时序	256
7.3.4	8237A 的应用	257
7.4	IA-32 系列微机接口技术	259
7.5	Intel 64 系列微机接口技术	262
7.6	本章小结	262
习题	.....	263
第 8 章	中断系统	264
8.1	中断的基本概念	264
8.1.1	中断概念的引入及描述	264
8.1.2	中断源及中断分类	265
8.1.3	中断类型码、中断向量及中断向量表	266
8.2	多级中断管理	269
8.3	80x86 中断指令	270
8.4	中断控制器 8259A	271
8.4.1	8259A 的功能	272
8.4.2	8259A 的结构	272
8.4.3	8259A 中断管理方式	276
8.4.4	8259A 初始化	279
8.5	PC 系列机中的中断系统	286
8.5.1	PC 系列机的中断管理方式	286
8.5.2	非屏蔽中断	286
8.5.3	可屏蔽中断	286
8.6	微型计算机系统中用到的中断及应用举例	289
8.6.1	日时钟中断	289
8.6.2	键盘中断	297
8.6.3	实时中断	299
8.6.4	用户中断	301
8.7	硬件中断和软件中断的区别	306
8.8	高级可编程中断控制器	307
8.8.1	APIC 系统的组成	307
8.8.2	APIC 中断优先级处理	315
8.8.3	APIC 系统的中断处理	316
8.9	本章小结	316
习题	.....	316



第 9 章 微型计算机系统串行通信	318
9.1 串行通信基础	318
9.1.1 串行通信类型	318
9.1.2 串行数据传输方式	320
9.1.3 串行异步通信协议	321
9.2 可编程串行异步通信接口芯片 8250	324
9.2.1 8250 的内部结构	324
9.2.2 8250 的引脚功能	326
9.2.3 8250 内部寄存器	328
9.2.4 8250 的初始化编程	332
9.3 串行通信程序设计	333
9.3.1 串行通信的外部环境	334
9.3.2 BIOS 通信软件	335
9.3.3 串行通信程序设计举例	338
9.4 本章小结	345
习题	346
第 10 章 并行 I/O 接口	347
10.1 可编程并行 I/O 接口芯片 8255A	347
10.1.1 8255A 的内部结构及外部引脚	347
10.1.2 8255A 控制字	350
10.1.3 8255A 的工作方式	351
10.1.4 8255A 初始化编程	358
10.2 8255A 应用	358
10.2.1 8255A 在微型计算机系统中的应用	358
10.2.2 8255A 应用举例	359
10.3 打印机并行接口	361
10.3.1 打印机并行接口标准	362
10.3.2 打印机适配器	362
10.3.3 打印机接口编程	364
10.4 本章小结	369
习题	369
第 11 章 可编程定时器/计数器	371
11.1 8254 概述	371
11.1.1 8254 的内部结构	371

11.1.2	8254 引脚功能	373
11.2	8254 的工作方式	374
11.3	8254 的控制字与编程方法	379
11.3.1	8254 的控制字/状态字	379
11.3.2	8254 初始化编程	380
11.3.3	读取当前计数值	381
11.4	8254 在微机系统中的应用	382
11.5	本章小结	384
习题	.....	384
第 12 章	数/模和模/数转换	386
12.1	前向通道和后向通道	386
12.1.1	前向通道中的模/数转换接口	386
12.1.2	后向通道中的数/模转换接口	387
12.2	数/模转换接口	387
12.2.1	数/模转换原理	387
12.2.2	DAC0832 简介	389
12.3	模/数转换接口	391
12.3.1	模/数转换原理	391
12.3.2	ADC0809 简介	393
12.4	本章小结	395
习题	.....	395
第 13 章	保护模式及编程	396
13.1	保护模式下的存储管理	396
13.1.1	分段管理	396
13.1.2	分页管理	401
13.1.3	虚拟存储器	403
13.1.4	存储保护	404
13.2	保护模式下的程序调用和转移	405
13.2.1	系统段描述符、门描述符和任务状态段	406
13.2.2	任务内的段间转移	410
13.2.3	任务间的转移	412
13.3	保护模式下的中断和异常	413
13.3.1	中断和异常的分类	413
13.3.2	中断和异常的类型	414
13.3.3	中断和异常的处理过程	415

13.3.4	中断和异常处理后的返回	416
13.4	保护模式下的输入输出保护	417
13.5	操作系统类指令	418
13.5.1	实模式和任何特权级下可执行的指令	419
13.5.2	实模式和在特权级 0 下可执行的指令	419
13.5.3	只能在保护模式下执行的指令	420
13.6	保护模式下的程序设计	421
13.6.1	实模式与保护模式切换	421
13.6.2	保护模式下中断和异常程序设计	431
13.6.3	输入输出保护及任务切换	439
13.7	本章小结	445
习题	.....	445
第 14 章	Win32 汇编语言程序设计	447
14.1	Win32 编程基础	447
14.2	Win32 汇编源程序的格式	449
14.2.1	源程序结构	449
14.2.2	Windows API 函数的应用	450
14.3	Win32 汇编可执行文件的生成	452
14.4	Win32 汇编基本语法	454
14.4.1	标号和变量	454
14.4.2	结构	455
14.4.3	子程序	457
14.4.4	高级语法	459
14.5	创建 Windows 下的窗口程序	463
14.5.1	窗口程序的运行过程	463
14.5.2	窗口程序示例	464
14.6	本章小结	469
习题	.....	469
参考文献	.....	471

第1章

chapter 1

微型计算机基础

随着计算机技术的不断发展,微型计算机融入了人们生活的各个领域。本章介绍微型计算机的基本概念、分类、组成及工作过程。计算机的中心任务是处理信息,电子计算机处理的信息,必须以一定的形式在计算机内部表现出来,本章介绍数制和编码的基本概念,并对微型计算机中常见的信息编码进行阐述。

1.1 微型计算机概述

自1946年世界上第一台电子计算机在美国问世以来,计算机科学与技术获得了高速发展。到今天为止,电子计算机的发展已经历了由第一代电子管计算机、第二代晶体管计算机、第三代集成电路计算机到第四代大规模集成电路、超大规模集成电路计算机的四代发展过程。未来的计算机将是半导体技术、光学技术和电子仿生技术相结合的产物。由于超导器件、集成光学器件、电子仿生器件和纳米技术的迅速发展,将出现超导计算机、光学计算机、纳米计算机、神经计算机和人工智能计算机等。

1.1.1 微型计算机概况

计算机按其性能、价格和体积可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机、工作站和服务器。微型机诞生于20世纪70年代,一方面是由于当时军事、工业自动化技术的发展,需要体积小、功耗低、可靠性好的微型计算机;另一方面,由于大规模(LSI)和超大规模集成电路(VLSI)的迅速发展,可以在单片硅片上集成几千到几十万个晶体管,为微型机的产生打下了坚实的物质基础,引发了新的技术革命。微型计算机一经问世,就以不可阻挡的势头迅猛发展,成为当今计算机发展的一个主流方向。当前,微型计算机的应用已日益普及,深入到社会生活的各个领域,改变了人们传统的工作、学习和生活方式。微型计算机的特点是集成度高、体积小、质量轻、价格低廉,部件标准化、易于组装及维修,可靠性高、结构灵活、应用面广。微型计算机系统从全局到局部存在三个层次:微型计算机系统、微型计算机和微处理器。

1. 什么是微型计算机

在计算机技术中,一般把计算机的核心部件——运算器和控制器——称为中央处

理单元,简称为 CPU(Central Processing Unit)。微处理器是利用大规模集成电路技术,把计算机中的运算器和控制器以及相关电路(内部寄存器组等)利用集成电路技术制作在一块芯片上,通常把该芯片称为 MPU(Micro-Processing Unit)或 MP(Micro Processor)。MPU 是微型机的核心。

微型计算机简称为 MC(Micro Computer),它是由微处理器(MPU)、存储器、输入输出接口电路,通过总线(Bus)结构联系起来的。

2. 微型计算机的分类

微型计算机的分类方法很多。按微处理器的位数,可分为 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位机等。按功能和结构可分为单片机和多片机。按组装方式可分为单板机、单片机、多板机和个人计算机(PC)等等。

1) 单板机(Single-board Micro Computer)

单板机是一种将微处理器、存储器、I/O 接口电路、简单外设(键盘、数码显示器)以及监控程序固件(ROM)等部件安装在一块印制电路板上构成的低档微机,其功能一般比较简单。单板机具有结构紧凑、使用简单、成本低等特点,常应用于工业控制和教学实验等领域。

2) 多板机

为了满足较高层次的需求,往往需要扩展单板机的功能。为此,许多公司设计了功能各异的扩展板供用户选用,以扩展应用系统的能力。这种由多块印制板构成的微机称为多板机。

3) 个人计算机(PC)

PC 是一种将一块主机母板(含有微处理器、内存、I/O 接口等芯片)、若干 I/O 接口卡、外部存储器、电源等部件组装在一个机箱内,并配置显示器、键盘、打印机等基本外部设备所组成的计算机。PC 具有功能强、配置灵活、软件丰富等特点,广泛应用于办公、商业、科研等领域,是一种使用最普遍的通用微机。

4) 嵌入式计算机

嵌入式计算机即嵌入式系统(Embedded Systems),是一种以应用为中心、以微处理器为基础,软硬件可裁剪的,适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序组成。它是计算机市场中增长最快的领域,也是种类繁多、形态多种多样的计算机系统。

嵌入式系统几乎包括生活中的所有电器设备,如掌上 PDA、计算器、电视机顶盒、手机、数字电视、多媒体播放器、汽车、微波炉、数字相机、家庭自动化系统、电梯、空调、安全系统、自动售货机、蜂窝式电话、消费电子设备、工业自动化仪表与医疗仪器等。

嵌入式系统的核心部件是嵌入式处理器,分成 4 类,即嵌入式微控制器(Micro Controller Unit,MCU,单片机)、嵌入式微处理器(Micro Processor Unit,MPU)、嵌入式 DSP(Digital Signal Processor)和嵌入式片上系统(System on Chip,SOC)。

嵌入式微控制器又称为微控制器(Micro Controller Unit),简称为 MCU,是将 CPU、

ROM、RAM(数量有限)和 I/O 接口电路以及内部系统总线等全部集中在一块大规模集成电路芯片上,这样一个集成块就构成一个具备基本功能的计算机,也称为单片机(Single-Chip Computer)。近年来推出的高档单片机除了增强基本微机功能以外,还集成了一些特殊功能单元,如 A/D、D/A 转换器,DMA 控制器,通信控制器等。它具有超小型、高可靠性和价廉等优点,在智能仪器仪表、工业实时控制、智能终端和家用电器等众多领域有广泛的应用。通常,MCU 可分为通用和半通用两类,比较有代表性的通用系列包括 8051、P51XA、MCS-251、MCS-96/196/296、C166/167、68300 等。而比较有代表性的半通用系列,如支持 USB 接口的 MCU 8XC930/931、C540、C541;支持 I2C、CAN 总线、LCD 等的众多专用 MCU 和兼容系列。

嵌入式微处理器(MPU)是由通用计算机中的 CPU 演变而来的。MPU 采用增强型通用微处理器。由于嵌入式系统通常应用于环境比较恶劣的环境中,因而 MPU 在工作温度、电磁兼容性以及可靠性方面的要求较通用的标准微处理器高。但是,MPU 在功能方面与标准的微处理器基本上是一样的。根据实际嵌入式应用要求,将 MPU 装配在专门设计的主板上,只保留和嵌入式应用有关的主板功能,这样可以大幅度减小系统的体积和功耗。和工业控制计算机相比,MPU 组成的系统具有体积小、质量轻、成本低、可靠性高的优点。由 MPU 及其存储器、总线、外设等安装在一块电路主板上构成一个通常所说的单板机系统。嵌入式处理器目前主要有 AM186/88、386EX、SC-400、Power PC、68000、MPIS、ARM 系列等。

嵌入式数字信号处理器 DSP 是专门用于信号处理方面的处理器,其在系统结构和指令算法方面有着特殊设计,具有很高的编译效率和指令执行速度。在数字信号处理应用中,各种数字信号处理算法很复杂,一般结构的处理器无法实时地完成这些运算。由于 DSP 对系统结构和指令进行了特殊设计,使其能够实时地进行数字信号处理。在数字滤波、FFT、谱分析等方面,DSP 算法正大量进入嵌入式领域,DSP 应用正从在通用单片机中以普通指令实现 DSP 功能,过渡到采用嵌入式 DSP。嵌入式 DSP 处理器有两类:一种是 DSP 处理器经过单片化、EMC 改造、增加片上外设成为嵌入式 DSP 处理器,TI 的 TMS320C2000/C5000 等属于此范畴。另一种是在通用单片机或 SOC 中增加 DSP 协处理器,例如 Intel 公司的 MCS-296 和 Infineon(Siemens)的 Tricore。另外,在有关智能方面的应用中,也需要嵌入式 DSP 处理器,例如各种带有智能逻辑的消费类产品,生物信息识别终端,带有加解密算法的键盘,ADSL 接入、实时语音解压系统,虚拟现实显示等。这类智能化算法一般都是运算量较大,特别是向量运算、指针线性寻址等较多,而这些正是 DSP 处理器的优势所在。嵌入式 DSP 处理器比较有代表性的产品是 TI 的 TMS320 系列和 Motorola 的 DSP56000 系列。TMS320 系列处理器包括用于控制的 C2000 系列、移动通信的 C5000 系列,以及性能更高的 C6000 和 C8000 系列。DSP56000 目前已经发展成为 DSP56000、DSP56100、DSP56200 和 DSP56300 等几个不同系列的处理器。

嵌入式片上系统 SOC 是追求产品系统最大包容的集成器件。SOC 最大的特点是成功实现了软硬件无缝结合,直接在处理器片内嵌入操作系统的代码模块。而且 SOC 具有极高的综合性,在一个硅片内部运用 VHDL 等硬件描述语言,实现一个复杂的系统。用户不需要再像传统的系统设计一样,绘制庞大复杂的电路板,一点点地连接焊制,只需

要使用精确的语言,综合时序设计直接在器件库中调用各种通用处理器的标准,然后通过仿真之后就可以直接交付芯片厂商进行生产。随着 EDA 工具的推广和 VLSI 设计的普及化,以及半导体工艺的迅速发展,在一块硅片上可以实现一个更为复杂的系统,这就产生了 SOC 技术。各种通用处理器内核将作为 SOC 设计公司的标准库,和其他许多嵌入式系统外设一样,成为 VLSI 设计中一种标准的器件,用标准的 VHDL、Verilog 等硬件语言描述,存储在器件库中。用户只需定义出其整个应用系统,仿真通过后就可以将设计图交给半导体工厂制作样品。这样除某些无法集成的器件以外,整个嵌入式系统大部分均可集成到一块或几块芯片中去,应用系统电路板将变得很简单,对于减小整个应用系统体积和功耗、提高可靠性非常有利。

3. 微型计算机的发展

由于微型计算机具有体积小、质量轻、价格低廉、可靠性高、结构灵活和应用面广的特点,它的发展速度大大超过了其他的机型。微型计算机的发展在很大程度上取决于微处理器的发展,所以,微处理器的发展史就是微型计算机的发展史。自 20 世纪 70 年代初第一个微处理器诞生以来,微处理器的性能和集成度大大提高,而价格却降低了一个数量级。

微处理器的性能指标主要体现在字长和主频两个方面。字长就是指 CPU 能同时处理的数据位数,也称为数据宽度。字长越长,计算机的处理能力就越强,速度也越快,但集成度要求也越高,工艺越复杂。主频即 CPU 的时钟频率,这和 CPU 的运算速度密切相关,主频越高,运算速度也越快。

第一个微处理器是 1971 年美国 Intel 公司生产的 4004。它本来是为高级袖珍计算器设计的,但生产出来后,取得了意外的成功。于是,Intel 公司对它进行了改进,正式生产了通用的 4 位微处理器 4040。Intel 4040 以它的体积小、价格低等特点引起了许多部门和机构的兴趣。1972 年,Intel 公司又生产了 8 位的微处理器 8008。通常,人们将 Intel 4004、4040 和 8008 称为第一代微处理器。这些微处理器的字长为 4 位或 8 位,集成度大约为 2000 管/片,时钟频率为 1MHz,平均指令执行时间约为 20 μ s。

后来出现了许多生产微处理器的厂家,1973 到 1977 年之间,这些厂家生产了多种型号的微处理器,其中设计最成功、应用最广泛的是 Intel 公司的 8080/8085、Zilog 公司的 Z80、Motorola 公司的 6800/6802 和 Rockwell 公司的 6502。人们通常把它们称为第二代微处理器。这些微处理器的时钟频率为 2~4MHz,平均指令执行时间为 1~2 μ s,集成度超过 5000 管/片,其中的 8085、Z80 和 6802 的集成度都高达 10 000 管/片。在这个时期,微处理器的设计和生产技术已经相当成熟,配套的各类器件也很齐全。随后,微处理器在提高集成度、功能和速度以及增加外围电路的功能和种类方面得到很大的发展。

1977 年左右,超大规模集成电路工艺已经成熟,一个硅片上可以容纳几万个晶体管。于是在 1978 到 1979 年间,一些厂家推出了性能可与过去中档小型计算机相比的 16 位微处理器,其中有代表性的三种芯片就是 Intel 公司的 8086/8088、Zilog 公司的 Z8000 和 Motorola 公司的 M68000。这些微处理器的时钟频率为 4~8MHz,平均指令执行时间为 0.5 μ s,集成度为 20 000~60 000 管/片。人们将这一代微处理器称为超大规模集成电路