



普通高等院校计算机基础教育系列教材

PUTONG GAODENG YUANXIAO JISUANJI JICHU JIAOYU XILIE JIAOCAI

微机原理与接口技术

WEIJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

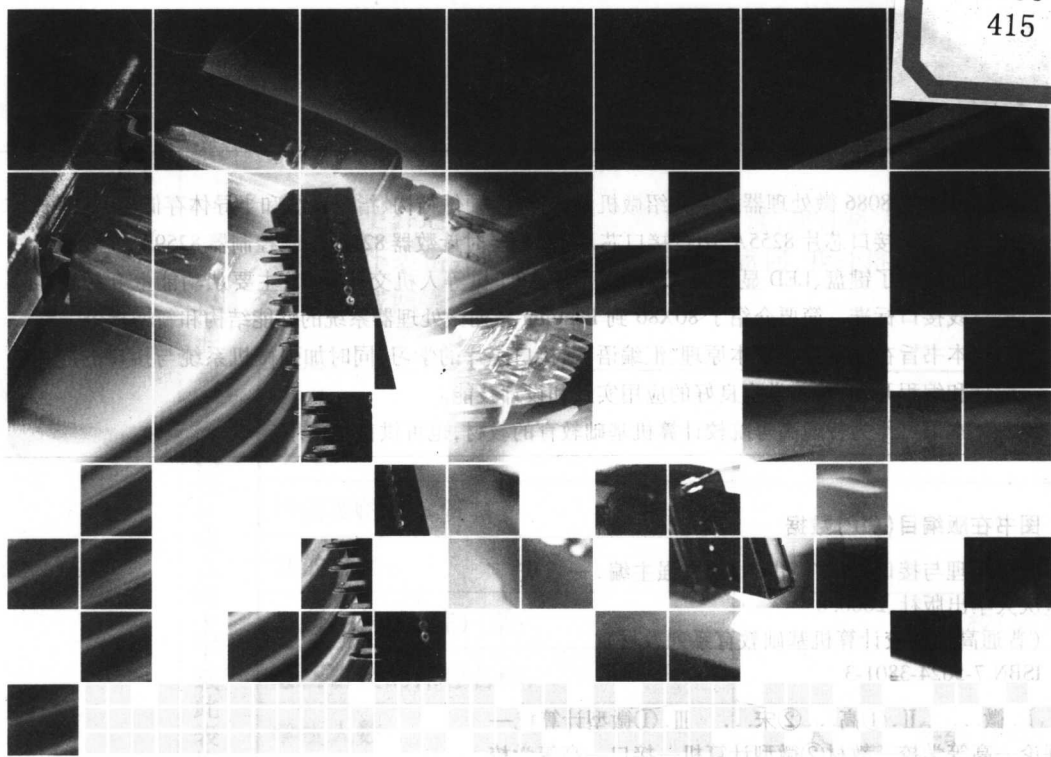
■ 主编 高占国 宋文强 杨秀清



重庆大学出版社

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

TP36
415



普通高等院校计算机基础教育系列教材

PUTONG GAODENG YUANXIAO JISUANJI JICHU JIAOYU XILIE JIAOCAI

微机原理与接口技术

WEIJI YUANLI YU JIEKOU JISHU

■主 编 高占国 宋文强 杨秀清

■参 编 王柱京 周山泉 李映成

张 涛 李连启 黄海龙

重庆大学出版社

内容提要

本书以 8086 微处理器为主介绍微机系统原理、硬件结构、指令系统和半导体存储器;从芯片级介绍并行接口芯片 8255A、串行接口芯片 8251、定时计数器 8253、中断控制器 8259A;主要从外部特性介绍了键盘、LED 显示器、CRT 显示器、打印机等人机交互接口;主要从功能上介绍了微机总线接口标准。简要介绍了 80X86 到 Pentium 系列微处理器系统的性能结构和新增指令。

本书旨在注重微机基本原理、汇编语言、接口芯片的学习,同时加强微机系统与接口的应用设计和编程开发,培养学生良好的应用实践和设计技能。

本书可作为普通高等院校计算机基础教育的教材,也可供自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/高占国,宋文强主编. —重庆:
重庆大学出版社,2006.8

(普通高等院校计算机基础教育系列教材)

ISBN 7-5624-3801-3

I. 微... II. ①高...②宋... III. ①微型计算机—
理论—高等学校—教材②微型计算机—接口—高等学校
—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 098654 号

普通高等院校计算机基础教育系列教材

微机原理与接口技术

主 编 高占国 宋文强 杨秀清

责任编辑:王海琼 吴庆佳 版式设计:黄 河

责任校对:夏 宇 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

自贡新华印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:18 字数:449 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3801-3 定价:23.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编委会

顾问 吴中福 邱玉辉
主任 陈流汀
副主任 杨天怡 严欣平 张鸽盛
委员 (以姓氏笔画为序)
王玉柱 甘 玲 杨国才
李建平 肖贵元 应 宏
邹显春 陈 维 周建丽
孟民果 洪汝渝 莫 堃
高占国 郭松涛 黄 勤
曾 一

前言

《微机原理与接口技术》已成为高等院校计算机科学与技术专业的专业基础课程,也是非计算机专业基础教育的必修课程。

为了适应微机广泛应用的新形式和高等院校开设微机原理与接口技术课程的需要,结合作者多年从事微机原理与接口技术的教学和实践,我们编写了此书,奉献给广大读者。

本教材编写的指导思想是在讲清楚基本概念的基础上,着重介绍微机的各种关键技术,突出微处理器及接口芯片的外部特性、工作方式等介绍,让读者重点掌握对接口芯片的编程,以及存储器和接口芯片与 CPU 的连接。同时,介绍微机新技术,开阔学生视野,培养和提高学生的创新能力。

本书以应用最广泛的 16 位 8086 微处理器为背景,重点介绍流行的微型计算机系统的实现技术,详细介绍微机技术的基础内容、汇编语言和程序设计、半导体存储器及与 CPU 的连接、各种接口芯片、人机交互接口技术和总线技术。对现代微处理器技术进行了概述,介绍 80X86 系列芯片和 Pentium 系列芯片。

全书共分 9 章。第 1 章为概述,介绍微型计算机的基础知识。第 2 章为微处理器,在解析 8086CPU 的基础上,简要介绍 Intel 系列从 32 位到 64 位微处理器的相关技术,第 3 章为微处理器的指令系统,在介绍了 8086CPU 指令系统基础上,简单介绍了 80X86 和 Pentium CPU 的新增指令。第 4 章为汇编语言程序设计,介绍了汇编程序设计的基本方法。第 5 章为半导体存储器,介绍了存储器芯片的外部特性及与 CPU 的连接。第 6 章为中断技术,介绍了中断系统、中断技术和 8259A 中断控制器。第 7 章为输入输出,介绍了 8255A 并行接口芯片、8251 串行接口芯片和 8253 定时计数器。第 8 章为人机交互接口,介绍了键盘接口、LED 显示器接口、CRT 显示器接口和打印机接口。第 9 章为微机总线技术和接口标准,介绍了微机总线与相关接口标准。

本教材参考学时为 80 学时,使用者可根据具体情况安排内容取舍。

本书由高占国、宋文强、杨秀清主编。王柱京、周山泉、李映成、张涛、李连启、黄海龙编写了部分章节。全书由高占国教授统稿,宋文强教授审校。中国人民解放军重庆通信学院孔维斌、刘冀、黄军舰、王金凤、项祖琼、高雪娟、刘晓霞、李霞等

老师为本书的录入和插图绘制做了大量的工作,在此,谨向他们表示真诚的感谢。

由于计算机技术发展非常迅速,加上编写时间仓促,书中难免存在一些疏漏和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

序言

计算机技术的飞速发展,加快了人类进入信息社会的步伐,改变了世界,改变了人们的工作、学习和生活,对社会发展产生了广泛而深远的影响。计算机技术在其他各学科中的应用,极大地促进了各学科的发展。不掌握计算机技术,就无法掌握最先进、最有效的研究开发手段,将影响到其所从事学科的发展。因此,计算机技术基础是 21 世纪高校非计算机专业大学生必须掌握的、最重要的基础之一。

1997 年教育部颁发“加强非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见”教高[1997]155 号文件,明确了计算机基础教学在大学教育中的地位,提出了计算机基础教学三个层次的课程体系(即计算机文化基础、计算机技术基础和计算机应用基础),并提出了课程建设与改革思路,对促进和规范高校非计算机专业计算机基础教学、高校非计算机专业计算机知识和能力培养起到了重要作用。

进入 21 世纪,针对信息化社会中计算机应用领域不断扩大和高校学生计算机知识的起点不断提高等特点,教育部高校计算机课程教学指导委员会对高校非计算机专业计算机基础教学的目标、课程设置和主要课程教学内容进行了新的规划,将 1997 年提出的三层次教学调整为四个领域、三个层次和六个核心课程,即“大学计算机基础”、“计算机程序设计基础”、“计算机硬件技术基础”、“数据库技术与应用”、“多媒体技术与应用”、“网络技术与应用”。

为了适应新的要求,我们组织一批长期从事计算机技术教学和科研的教师,编写了这套计算机基础教育系列教材。本系列教材有如下特点:

1. 适合于计算机技术的发展和应用领域的扩大,以及高校学生计算机知识起点的提高。内容主要涉及“计算机系统与平台”、“计算机程序设计基础”、“数据分析与信息处理”和应用系统开发领域,使学生掌握计算机应用基本知识和技能,为今后的学习和工作打下坚实基础。

2. 强调应用和实用。非计算机专业的计算机基础教学以应用为目的,因此,本系列教材在编写上特别注意应用需要,强调实用性。主要课程教材都配有实验教程,基本知识理论讲深讲透,使用技术主要通过学生上机实验来掌握。

3. 便于自学。为了充分调动学生的学习主动性和能动性,本系列教材在写法上,既注意概念的严谨与清晰,又特别注意用易读、易懂的方法阐述问题,应用举例丰富,便于自学。

总而言之,本系列教材的编写指导思想是:内容要新,要体现计算机技术的新发展和适应教学改革的要求;概念要清晰、通俗易懂,便于学生自学;应用性、实用性要强,切实在培养学生应用能力上下功夫;层次配套,可选择性强,适用面宽,既是普通高校非计算机专业本专科学学生教材,亦可作为高等教育自学教材和工程技术人员的参考书。

限于编者水平,系列教材的内容及体系难免有缺点错误,诚恳希望读者和专家给予指正。

编委会

2005年8月

目录

1	概述	1
1.1	微型计算机的组成	1
1.1.1	冯·诺依曼结构	1
1.1.2	微型计算机的结构特点	2
1.1.3	微处理器、微型计算机、微型计算机系统	3
1.2	微处理器的发展及性能描述	4
1.2.1	微处理器的发展	4
1.2.2	微处理器的性能描述	5
1.3	微型计算机的分类及应用	6
1.3.1	微型计算机的分类	7
1.3.2	微型计算机的应用	8
2	微处理器	10
2.1	Intel 8086 微处理器	10
2.1.1	8086 CPU 结构	10
2.1.2	8086 内部寄存器	11
2.1.3	8086 CPU 的引脚功能	13
2.1.4	8086 的存储器结构	17
2.1.5	8086 最大最小模式系统	20
2.2	Intel 系列 CPU 的性能	22
2.2.1	80486 以前的 CPU 性能简介	22
2.2.2	Pentium 微处理器	25
2.2.3	MMX Pentium 微处理器	30
2.2.4	Pentium II 微处理器	31
2.2.5	Pentium III 微处理器	32
2.2.6	Pentium 4 微处理器	32
3	微处理器的指令系统	36
3.1	寻址方式	36
3.1.1	指令的基本格式	36
3.1.2	8086 寻址方式	37
3.1.3	80386/486 寻址方式	41
3.1.4	16 位和 32 位寻址的区分	43
3.2	8086 指令系统	43
3.2.1	8086 指令系统的分类	43

3.2.2	数据传送指令	44
3.2.3	算术逻辑运算指令	50
3.2.4	移位和循环指令	57
3.2.5	字符串操作指令	59
3.2.6	程序控制类指令	62
3.2.7	CPU 控制指令	67
3.3	80X86/Pentium 指令系统	69
3.3.1	80286 增强与增加指令	69
3.3.2	80386/486 增强及增加指令	75
3.3.3	Pentium 系列处理器增加指令	78
4	汇编语言程序设计基础	83
4.1	8086 汇编语言格式	83
4.1.1	汇编语言源程序的结构	83
4.1.2	汇编语言语句	85
4.2	伪指令语句	90
4.2.1	符号定义语句	90
4.2.2	数据定义语句	91
4.2.3	段定义语句	92
4.2.4	过程定义语句	94
4.3	DOS 与 BIOS 功能调用	95
4.3.1	DOS/BIOS 中断类型	96
4.3.2	DOS/BIOS 系统功能调用举例	97
4.4	汇编语言程序设计举例	100
4.5	汇编语言与 C 语言的接口	103
4.6	汇编语言程序上机操作步骤与调试	106
4.6.1	汇编语言程序的上机操作步骤	106
4.6.2	程序的跟踪与调试	110
5	半导体存储器	115
5.1	半导体存储器的分类及性能指标	116
5.1.1	分类	116
5.1.2	性能指标	117
5.2	随机存取存储器(RAM)	118
5.2.1	静态存储器(SRAM)	118
5.2.2	动态存储器(DRAM)	119
5.3	只读存储器(ROM)	120
5.3.1	可编程 EPROM 芯片 Intel 2716	120
5.3.2	Intel 27 系列 EPROM	122
5.4	闪速存储器(Flash)	123

5.4.1	FLASH MEMORY 的特点及组织结构	123
5.4.2	典型 Flash 芯片	124
5.5	存储器芯片与 CPU 的连接	125
5.5.1	存储器与 CPU 的连接要考虑的问题	125
5.5.2	存储器的地址选择	126
5.5.3	存储器与 8086 CPU 的连接	127
5.6	内存条	131
6	中断	135
6.1	中断技术	135
6.1.1	中断的概念	135
6.1.2	中断处理过程	136
6.1.3	中断优先级	139
6.2	可编程中断控制器 8259A	142
6.2.1	8259A 的内部结构和引脚功能	143
6.2.2	8259A 的中断顺序	145
6.2.3	8259A 的编程	145
6.2.4	8259A 的应用举例	153
6.3	8086 的中断系统	156
6.3.1	外部中断	156
6.3.2	内部中断	157
6.3.3	中断向量表	157
6.3.4	8086 的中断响应和处理过程	158
7	输入/输出方法及常用接口电路	163
7.1	输入/输出接口概述	163
7.1.1	接口的作用	163
7.1.2	I/O 接口的一般结构	164
7.1.3	输出控制方式	165
7.1.4	I/O 接口的分类	166
7.2	可编程并行接口芯片 8255A	167
7.2.1	8255A 的内部结构和引脚功能	167
7.2.2	8255A 的控制字和状态字	169
7.2.3	8255A 的工作方式	172
7.2.4	8255A 的应用	174
7.3	串行输入/输出	177
7.3.1	2 种串行传送方式	177
7.3.2	串行数据传送的基本概念	179
7.3.3	信号的调制和解调	180
7.3.4	数据传送方向	181

7.3.5 用软件控制的串行输入/输出	182
7.4 8251 可编程通信接口	183
7.4.1 8251 的结构和引脚特性	184
7.4.2 8251 的编程	187
7.4.3 8251 的应用举例	189
7.5 可编程计数器/定时器 8253	191
7.5.1 8253 的内部结构和引脚特性	192
7.5.2 8253 的控制字	194
7.5.3 8253 的工作方式	195
7.5.4 8253 的应用举例	198
7.6 使用主板芯片组实现的接口逻辑	200
8 基本人机交互接口	204
8.1 键盘接口	204
8.1.1 抖动与串键	204
8.1.2 非编码式键盘	205
8.1.3 PC 键盘及接口技术	208
8.2 LED 显示器及接口	213
8.2.1 7 段 LED 显示器	213
8.2.2 点阵式 LED 显示器	217
8.3 CRT 显示器及接口	218
8.3.1 CRT 显示器	218
8.3.2 显示适配器(显卡)	219
8.3.3 CRT 显示器的 I/O 程序设计	221
8.4 打印接口	224
8.4.1 打印机的基本工作原理	224
8.4.2 主机与打印机的接口	225
8.4.3 8255A 作打印机接口	227
9 微机总线技术与接口标准	230
9.1 概述	230
9.1.1 总线规范的特点	230
9.1.2 总线的分类	231
9.2 微机系统总线	233
9.2.1 IBM PC 总线	233
9.2.2 ISA/EISA 总线	233
9.2.3 PCI 总线	236
9.2.4 AGP 总线	239
9.3 微机接口标准	241
9.3.1 IDE/EIDE	241

9.3.2 RS-232C	243
9.3.3 USB	248
9.3.4 串型 I/O 标准接口 IEEE 1394	252
9.3.5 PCI Express 总线	254
附录	257
附录 1 DOS 中断功能调用	257
附录 2 BIOS 中断功能调用	262
附录 3 DEBUG 调试命令	266
参考文献	271

1 概述

随着微电子技术的发展,产生了大规模和超大规模集成电路。以微处理器为中心的微机计算机系统也受到了飞速发展。以微处理器为中心的微型计算机系统是计算机发展过程中的第四代产品。本章将对微型计算机的基本概念、组成结构、分类、技术指标和应用范围作相应介绍。

1.1 微型计算机的组成

目前所有的微型计算机系统,无论是简单的单片机、单板机系统,还是较为复杂的个人计算机系统(PC),以至超级微机和微巨型机系统,从硬件体系结构来看,采用的基本上都是计算机的经典结构——冯·诺依曼结构。

1.1.1 冯·诺依曼结构

在计算机的体系结构方面,英国科学家艾兰·图灵(Alan M. Turing)和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼(John von Neumann)是重要的代表人物,他们做了很多奠基性工作。

1) 图灵的贡献

图灵对现代计算机的贡献主要有2个:

①建立了图灵机的理论模型,发展了可计算性理论,对数字计算机的一般结构、可实现性和局限性都有相应的论述,产生了意义深远的影响。

②提出了定义机器智能的图灵测试,奠定了人工智能的基础。

2) 冯·诺依曼的贡献

冯·诺依曼对科学的贡献很多,其中之一就是确立了现代计算机的基本结构,被称为冯·诺依曼结构。其特点可概括如下:

①使用单一的处理部件来完成计算、存储以及通信的工作。



- ②存储单元是定长的线性组织。
- ③存储空间的单元是直接寻址。
- ④用低级机器语言,指令通过操作码来完成简单的操作。
- ⑤对计算进行集中的顺序控制。

若要用计算机完成一个计算任务,它必须有一个计算部件,即运算器。其次要有能够记忆信息的存储器。要有能够控制各个部件有序运行的控制器。另外还要有输入信息的输入设备和输出信息的输出设备。这种计算机系统构成理论是由冯·诺依曼首先提出来的。因此,具有这种体系结构的计算机称为冯·诺依曼结构计算机。这种计算机的硬件系统的组成如图 1.1 所示。

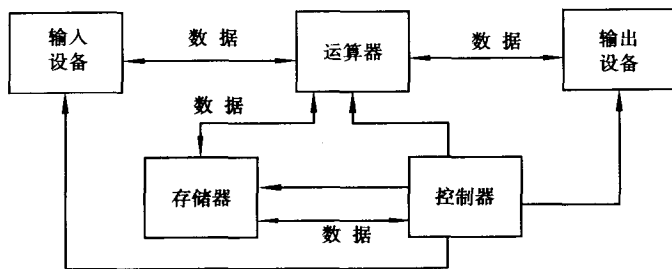


图 1.1 计算机硬件系统的组成

我们把运算器和控制器称为中央处理单元(Central Processing Unit,CPU)。CPU 是组成计算机的核心部件。

若让计算机按照预订的步骤运行,必须执行相应的程序(指令集)。所以,完整的计算机系统是由硬件和软件组成的。所谓硬件就是由电子器件和机电装置所组成的计算机实体,软件就是为计算机运行工作服务的技术和各种程序。

以上这种传统结构设想为计算机的发展铺平了道路。但是,“集中的顺序控制”又往往成为计算机性能进一步提高的瓶颈。因此,计算机科学家仍在不断地探索各种非冯·诺依曼结构。

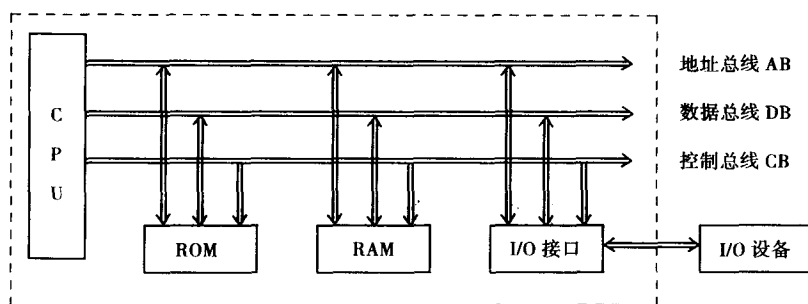
1.1.2 微型计算机的结构特点

典型的微型计算机系统从逻辑电路组成的角度来看,其体系结构为单总线结构,如图 1.2 所示。从外观上讲,它通常包括主机(内装主板、CPU、内存、各种接口板卡、磁盘机、光盘及电源部件)、输入/输出设备(包括提供人机交互的设备,如键盘、鼠标、显示器、打印机、扫描仪等)。

微型计算机中,CPU 通过 3 组总线与存储器、输入/输出设备的接口电路以及必要的输入/输出设备连接起来。总线是传送信息的公共信号线,一般由地址总线、数据总线和控制总线等 3 组信号线组成。

- 地址总线(AB) 一般是单向总线,传送 CPU 发出的地址信息。对于 8086 微处理器,地址总线有 20 根即 $A_{19} \sim A_0$,可寻址的内存单元为 $2^{20} = 1 \text{ MB}$,端口地址使用 $A_{15} \sim A_0$ 或

$A_7 \sim A_0$, 可寻址的端口为 $2^{16} = 64\text{ k}$ 或 $2^8 = 256$ 个。



注:图中,ROM 为只读存储器,RAM 为随机存储器,I/O 设备为输入/输出设备,I/O 接口为连接 I/O 设备的接口电路。

图 1.2 微型计算机系统硬件的一般构成

- 数据总线(DB) 双向总线,传送数据信息到外设或主存,或从主存和外设向 CPU 传送数据。对于 8086 微处理器,数据总线宽度为 16 位(即字长为 16 位) $D_{15} \sim D_0$,一次可传送 16 位数据。

- 控制总线(CB) 每根控制总线上的方向是一定的,它们分别传送控制信息、时序信息和状态信息。

关于总线的进一步知识将在第 9 章中介绍。

1.1.3 微处理器、微型计算机、微型计算机系统

通常所说的“微电脑”、“微机”等,准确地讲应该称为微型计算机系统。微型计算机系统中从局部到全局存在 3 个层次:微处理器—微型计算机—微型计算机系统。

1) 微处理器

微处理器(Microprocessor)也称微处理机。把原来体积很大的中央处理器的复杂电路(包括运算器和控制器)制作在一片或几片大规模集成电路芯片上,这种芯片就称微处理器。它一般执行机器语言描述的指令系统。微处理器本身并不是计算机,但它是微型计算机的核心部件。

2) 微型计算机

微型计算机(Micro Computer)简称微机。是建立在大规模和超大规模集成电路的技术基础上,以微处理器为核心,配以主存储器(ROM 和 RAM)、I/O 接口电路以及相应的辅助电路通过系统总线连接构成的。

3) 微型计算机系统

微型计算机系统(Micro Computer System)简称微机系统。是以微型计算机为核心,再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和控制微型计算机工作的软件而构成的完整的计算机系统。软件分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是用来支持应用软件的开发与运行的,它包括操作系统、标准实用程序和各種语言处理程序等。应用软件是用来为用户

解决具体应用问题的程序及有关的文档和资料。

注意:在上述的3个层次中,单纯的微处理器不是计算机。单纯的微型计算机也不是完整的计算机系统,它们都不能独立工作。只有微型计算机系统才具有实用意义,才可以正常工作。不过,在日常中,人们常把微型计算机系统称为微型计算机或微机。

1.2 微处理器的发展及性能描述

微处理器自1971年诞生以来,在30多年里,已经发展到了第6代产品。微处理器的性能也得到了极大的提高。

1.2.1 微处理器的发展

下面主要以Intel公司的6代微处理器产品来介绍微处理器的发展概况。

1) 第1代微处理器(1971—1973年)

其典型产品为Intel 4004和Intel 8008,前者字长为4位,后者字长为8位,采用PMOS工艺,只能进行串行的十进制运算,主要用于各类计算器中。第1代产品的集成度约在2000个晶体管/片,时钟频率为1MHz,指令周期为10~15 μ s。

2) 第2代微处理器(1974—1977年)

其典型产品为Intel的8080, Motorola公司的M6800和Zilog公司的Z-80字长为8位,采用NMOS工艺,其应用范围已不再限于计算器,人们用来作为接口芯片,控制器和一般的信号处理器等。第2代产品的集成度为9000个晶体管/片,时钟频率为2~5MHz,指令周期在1~2 μ s左右。

3) 第3代微处理器(1978—1980年)

其典型产品为Intel 8086, M6809和Z8000,字长为16位,采用HMOS高密度工艺。利用超大规模集成电路(VLSI)技术,第3代产品的集成度高达29000个晶体管/片,时钟频率可达5MHz以上,指令周期小于0.5 μ s,运算速度比8位机快2~5倍,这已经赶上甚至超过20世纪70年代小型机的水平。

4) 第4代微处理器(1981—1992年)

其典型产品为Intel公司推出的16位微处理器80186和80286,它们与8086向上兼容。1985年Intel公司又率先推出了32位微处理器80386,集成度为27.5万个晶体管/片。1989年,随着电路工艺水平的不断提高,Intel公司推出了性能更高的32位微处理器80486,集成度达到120万个晶体管/片。与80286同期的产品还有Motorola的Mc68020、贝尔实验室的Bellmac-32A、National Semiconductor公司的16032和NEC的V70等。与80486同期的产品还有MC68040和V80,它们具有32位数据线和32位地址线,片内的通用寄存器也扩展到了32位。这时的32位微处理器组成的微型计算机已经达到了20世纪80年