

普通高等院校信息类本科系列规划教材

微机原理与 接口技术

主 编 王成端

副主编 王宇晓 魏先民



科学出版社

www.sciencep.com

普通高等院校信息类本科系列规划教材

微机原理与接口技术

主 编 王成端

副主编 王宇晓 魏先民

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 Intel 80x86 系列微处理器为主线,将微机原理、汇编语言程序设计和微机接口技术的内容整合起来,系统地介绍了与微型计算机有关的基础知识,包括 8086 CPU 的系统结构、指令系统、汇编语言程序设计、存储器技术、中断技术、输入/输出技术、常用 I/O 接口芯片、A/D 和 D/A 转换器的接口设计及人机交互接口技术等。本书力求突出应用性,通过大量实例详细讲解汇编语言程序设计、接口技术等内容,并配有大量实用的习题和思考题。

本书可作为普通高等院校计算机、自动化、机电一体化、电子技术等专业的“微机原理与接口技术”课程教材,也可作为高职、高专及成人高等教育的教材,或供从事微机系统设计和应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/王成端主编. —北京:科学出版社, 2010.9

(普通高等院校信息类本科系列规划教材)

ISBN 978-7-03-028836-3

I. ①微… II. ①王… 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. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 169720 号

责任编辑:张 濮 潘继敏 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏王印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010 年 9 月第一次印刷 印张:20

印数:1—4 000 字数:470 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

微机原理与接口技术是计算机及相关本、专科专业的一门重要专业基础课。通过本课程的教学和实践,学生应掌握微型计算机的工作原理和系统结构,掌握微机应用系统的研发技术和基本方法。随着计算机技术的飞速发展,新技术、新机型不断涌现,但从掌握计算机工作原理的角度考虑,16 位机是最成熟和最具代表性的。16 位微处理器的体系结构简单易懂,是后续高档微处理器的基础,一些基本概念,如中断、DMA 技术、定时计数器等各种接口技术内容都被涵盖,相关的资料非常丰富,有利于学生在学习中参考。所以,在本教材编写过程中,以 Intel 8086 十六位微处理器为背景,从应用角度系统阐述微型计算机的基本原理,介绍计算机运算基础、微处理器结构、半导体存储器、指令系统及汇编语言程序设计、输入/输出与中断技术、常用可编程接口芯片的特点和使用、人机交互设备接口等内容。本书对 Pentium 系列处理器和 Core 2 Duo 处理器也做了适当介绍,开拓学生思路,使其对先进的微处理器技术有一定程度的了解。

在微机原理与接口技术的学习中,学生不仅应该掌握原理,更要学会应用,做到理论与实际相结合。另外,接口技术的学习不仅仅是硬件上的分析与设计,还应该包括接口软件的编写。因此,微机原理与接口技术课程的教材,既要注重内容更新,也要注重将重点放在接口设计与应用上。在内容的组织上,本着由浅入深、循序渐进的原则,注重基本概念和基本知识的介绍,结合实例,重点介绍实用性较强的内容。对应用较少、难度过大的内容则少量介绍或不予介绍,使学生有的放矢,掌握所学内容。

本书突出应用性,书中列举了大量面向实际应用的例题,给出了分析方法、设计过程和详细注释,提供了相应的汇编语言源程序。同时,编写了配套的实验与辅导教材,并提供电子教案,方便教师教学和学生学习。

本书编者多年从事微机原理与接口技术的教学与科研工作,对微机原理与接口技术的教学与应用有深刻的理解和丰富的经验。书中的许多例题就来自具体的科研项目,通过学习,学生能水到渠成地掌握微机原理与接口技术。

全书内容共分 8 章。第 1 章绪论,主要介绍计算机基础知识,包括微型计算机的基本组成、基本工作过程、分类、发展概况及技术指标、计算机数制及其转换、微型计算机数的表示方法。第 2 章微处理器,详细介绍 8086 微处理器的内部结构、工作原理等,简要介绍 80386 微处理器、80486 微处理器及 Pentium 系列微处理器。第 3 章寻址方式和指令系统,主要介绍指令的基本格式、8086 的寻址方式、8086 的指令系统、80x86/Pentium 新增指令。第 4 章汇编语言程序设计,主要介绍汇编语言程序基本格式、基本语法、伪指令、宏指令、DOS 功能调用,详细介绍顺序程序、分支程序、循环程序、子程序的设计方法,最后介绍实用汇编语言程序设计。第 5 章半导体存储器,简要介绍存储器概述、SRAM、DRAM、ROM、闪存的工作原理,重点介绍半导体存储器的接口技术。第 6 章输入/输出技术,主要介绍 CPU 与外设数据的传送方式、中断技术和 DMA 技术及其应用。第 7 章常用可编程接口芯片及其应用,主要介绍可编程并行接口 8255A、可编程定时计数器 8253 和可编程串行接口 8250 的编程及其应用,并介绍了 D/A 转换接口、A/D 转换接口技术。第 8 章人机交互设备接口,

主要介绍键盘、鼠标、显示器、打印机、扫描仪、数码相机、触摸屏等外设接口。书中每章之后均附有习题，便于读者复习及检查学习效果。

本书由王成端担任主编。王宇晓、魏先民担任副主编。王成端编写第 1、6、7 章并对全书进行统稿，王宇晓编写第 3、4、5 章，魏先民编写第 2、8 章。王丰老师对全书进行了认真仔细的审阅，李晓波、刘磊、周建梁参与部分章节的编辑和绘图工作，并提出了许多宝贵意见。

在编写本书的过程中，一直得到科学出版社各位编辑的大力支持和指导，并得到许多高校（如德州学院、滨州学院、山东信息职业技术学院、潍坊科技学院等）领导和任课老师的指导和帮助，他们提出了许多宝贵意见。对于他们的关心、帮助和支持，作者在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2010 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.1.1 微型计算机及其发展概况	2
1.1.2 微型计算机的特点	6
1.2 计算机中的数据表示与编码	7
1.2.1 数和数制及其转换	8
1.2.2 计算机中带符号数的表示方法	13
1.2.3 定点数与浮点数	18
1.2.4 十进制数的编码	20
1.2.5 ASCII 字符代码	21
1.3 微型计算机基本结构与工作原理	22
1.3.1 微型计算机系统的组成	22
1.3.2 微型计算机的工作过程	27
习题与思考题	27
第 2 章 微处理器	29
2.1 8086 微处理器	29
2.1.1 8086 CPU 内部结构	29
2.1.2 8086 CPU 寄存器组织	32
2.1.3 8086 CPU 引脚功能	34
2.1.4 8086 CPU 的存储器组织和 I/O 组织	38
2.1.5 最小方式和最大方式下的基本配置	41
2.1.6 8086 CPU 内部时序	43
2.2 80386 和 80486 微处理器	45
2.2.1 80386 微处理器结构	45
2.2.2 80386 内部机制	48
2.2.3 80386 系统	53
2.2.4 80486 微处理器	54
2.3 Pentium 系列及 Core 2 Duo 微处理器	57
2.3.1 Pentium 微处理器	57
2.3.2 Pentium Pro 微处理器	58
2.3.3 Pentium MMX 微处理器	58
2.3.4 Pentium II 微处理器	59
2.3.5 Pentium III 微处理器	59
2.3.6 Pentium 4 微处理器	60

2.3.7 Pentium M 微处理器	60
2.3.8 Core 2 Duo 微处理器	62
习题与思考题	63
第 3 章 寻址方式和指令系统	65
3.1 指令系统概述	65
3.1.1 指令的基本概念	65
3.1.2 指令格式	65
3.1.3 8086 汇编语言格式	66
3.1.4 指令的执行	67
3.2 8086 的寻址方式	67
3.2.1 操作数类型	67
3.2.2 数据寻址方式	67
3.2.3 程序地址寻址方式	73
3.3 8086 的指令系统	73
3.3.1 数据传送指令	73
3.3.2 算术运算指令	78
3.3.3 逻辑运算指令	85
3.3.4 移位指令	86
3.3.5 串操作指令	88
3.3.6 程序控制指令	91
3.3.7 处理器控制指令	95
*3.4 80x86/Pentium 新增指令	96
3.4.1 80286 新增指令	96
3.4.2 80386 新增指令	97
3.4.3 80486 新增指令	104
3.4.4 Pentium 新增指令	105
习题与思考题	106
第 4 章 汇编语言程序设计	109
4.1 汇编语言程序基本格式	109
4.1.1 汇编语言概述	109
4.1.2 汇编语言源程序和汇编程序	109
4.1.3 汇编语言的特点	110
4.1.4 一般汇编语言程序的结构形式	110
4.2 汇编语言基本语法	111
4.2.1 语句的类别与结构	111
4.2.2 指令语句的操作数	113
4.2.3 指令语句中的运算符和操作符	114
4.3 伪指令	117
4.3.1 数据定义与符号定义伪指令	117

4.3.2 段定义伪指令	119
4.3.3 过程定义伪指令	121
4.3.4 其他伪指令	121
4.4 宏指令	121
4.5 系统功能调用	123
4.5.1 DOS 软中断指令	123
4.5.2 DOS 系统功能调用 (INT 21H)	124
4.6 汇编语言程序设计举例	126
4.6.1 顺序程序设计	126
4.6.2 分支程序设计	128
4.6.3 循环程序设计	132
4.6.4 子程序设计	136
4.6.5 实用程序设计举例	143
习题与思考题	153
第 5 章 半导体存储器	156
5.1 存储器概述	156
5.1.1 存储器分类	156
5.1.2 存储器的性能指标	157
5.2 SRAM 存储器	158
5.2.1 SRAM 基本存储元	158
5.2.2 SRAM 存储器的逻辑结构	159
5.2.3 SRAM 读写周期波形	160
5.3 DRAM 存储器	161
5.3.1 DRAM 基本存储元	161
5.3.2 DRAM 的刷新	162
5.4 只读存储器和闪速存储器	163
5.4.1 只读存储器	163
5.4.2 闪速存储器	165
5.5 半导体存储器接口	165
5.5.1 半导体存储器接口的基本技术	165
5.5.2 静态 RAM 与 CPU 的连接	168
5.5.3 动态 RAM 与 CPU 的连接	171
5.5.4 ROM 存储器与 CPU 的连接	173
习题与思考题	174
第 6 章 输入/输出技术	177
6.1 输入/输出的基本方法	177
6.1.1 输入/输出接口的概念及基本结构	177
6.1.2 外设接口的编址方式	179
6.2 CPU 与外设数据的传送方式	180

6.2.1	无条件传送方式	180
6.2.2	程序查询方式	181
6.2.3	中断控制方式	183
6.2.4	DMA 方式	184
6.3	中断技术	185
6.3.1	中断的基本概念	185
6.3.2	8086 中断系统	189
6.3.3	8259A 中断控制器	196
6.4	直接存储器存取	207
6.4.1	DMA 传送基本概念	207
6.4.2	8237A 的结构与功能	209
6.4.3	8237A 的编程和应用实例	217
	习题与思考题	219
第 7 章	常用可编程接口芯片及其应用	221
7.1	可编程并行接口 8255A	221
7.1.1	并行通信的概念	221
7.1.2	8255A 外部引脚与内部结构	223
7.1.3	8255A 方式控制字	225
7.1.4	8255A 的工作方式	226
7.1.5	8255A 的编程方法	230
7.1.6	8255A 应用举例	231
7.2	可编程定时/计数器 8253	235
7.2.1	定时/计数器的基本概念	235
7.2.2	8253 外部引脚与内部结构	236
7.2.3	8253 的方式控制字和读/写操作	238
7.2.4	8253 的工作方式	240
7.2.5	8253 应用举例	244
7.3	可编程串行接口 8250	246
7.3.1	串行通信概述	246
7.3.2	8250 的内部结构和外部特性	254
7.3.3	INS8250 的内部寄存器及其编程方法	256
7.3.4	INS8250 串行接口应用实例	261
7.4	模拟接口	266
7.4.1	概述	266
7.4.2	D/A 转换器及其与 CPU 的接口	267
7.4.3	A/D 转换器及其与 CPU 的接口	272
	习题与思考题	277
第 8 章	人机交互设备接口	282
8.1	键盘及其接口	282

8.1.1	键盘的工作原理	282
8.1.2	PC 系列键盘及其接口电路	284
8.2	显示器及其接口	287
8.2.1	LED 显示器及其接口	287
8.2.2	LCD 显示器及其接口	290
8.2.3	CRT 显示器及其接口	291
8.3	打印机及其接口	295
8.3.1	打印机的接口控制信号	295
8.3.2	打印机接口编程	297
8.4	多媒体技术及其接口	298
8.4.1	多媒体计算机概述	299
8.4.2	多媒体音频处理技术	301
8.4.3	多媒体视频处理技术	302
8.4.4	其他多媒体技术	303
8.5	其他常用人机输入接口	304
8.5.1	鼠标及其接口	304
8.5.2	数码相机及其接口	305
8.5.3	触摸屏及其接口	306
8.5.4	图像扫描仪及其接口	308
	习题与思考题	309
	参考文献	310

第 1 章 绪 论

计算机系统不同于一般的电子设备，它是一个由硬件、软件组成的复杂的自动化设备。计算机自问世以来，对国民经济和科学技术发展起到了巨大的推动作用。本章主要介绍微型计算机的发展与特点，计算机中的数据表示与编码，以及微型计算机系统的工作原理与基本结构等内容。通过本章的学习，读者对计算机系统有一个总体概念，为学习后续各章内容打下基础。

1.1 概述

计算机是 20 世纪的一项伟大发明，自问世以来，对国民经济和科学技术发展起到了巨大的推动作用。目前，人们所说的计算机主要是指电子数字计算机，机械计算机已经被淘汰，电子模拟计算机一般也很难看到，它使用在一些专用场合，而且正逐渐被电子数字计算机所取代。

计算机系统是一个由硬件、软件组成的复杂电子装置，它之所以能够自动完成运算，是因为它能够存储程序、原始数据和中间结果，并能计算出最终结果。存储程序和采用二进制运算奠定了冯·诺依曼结构计算机的设计思想。无论计算机技术怎么发展，这一点是相对不变的。显然，计算机不同于一般的计算工具(如计算器等)，因为一般的计算工具离不开人的直接干预。

利用计算机不仅能够完成数学运算，而且还可以进行逻辑运算，同时还具有推理判断能力，因此，人们又称它为“电脑”。现在，科学家们正在研究具有“思维能力”的智能计算机。随着科学技术的发展，人们对计算机能力的认识也在不断深入。

1946 年，在美国的宾夕法尼亚大学诞生了世界上第一台电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator)，如图 1.1 所示。该计算机使用了 18800 个电子管、70000 个电阻、1000 个电容、6000 个开关，重达 30t，占地约为 150m²，功率为 150kW，字长为 12 位，每秒完成 5000 次加法运算，比先前的继电器计算机快 1000 倍，比人工计算快 20 万倍。这个庞然大物被称为第一代电子计算机，为当今的电子计算机奠定了基础。

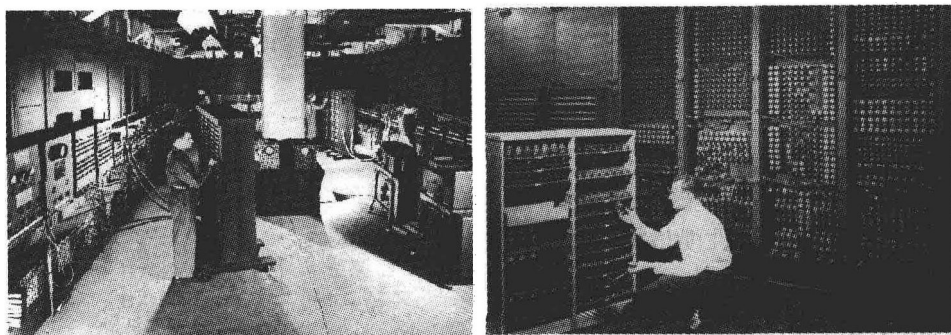


图 1.1 第一台电子计算机 ENIAC

以今天的眼光来看，这台计算机耗费巨大又不完善，但却是科学史上一次划时代的创

新。自从这台计算机问世以来，计算机的系统结构不断变化，应用领域也在不断拓宽。人们根据计算机所用逻辑元件的种类对计算机进行了分代，习惯上分为四代：

第一代为 1946 年开始的电子管计算机，其典型逻辑结构为定点运算。

第二代为 1956 年开始的晶体管计算机，其典型逻辑结构实现了浮点运算，并提出了变址、中断、I/O 处理等新概念。

第三代为 1964 年开始的中小规模集成电路计算机。

第四代为 1972 年开始的大规模和超大规模集成电路计算机，在此期间，微电子学飞速发展，半导体集成电路的集成度越来越高，其速度也越来越快，其发展遵循摩尔定律：由于硅技术的不断改进，每 18 个月，集成度将翻一番，速度将提高一倍，而其价格将降低一半。

而所谓的第五代计算机，其目标主要是：采用超大规模集成电路，在系统结构上类似于人脑的神经网络，在材料上使用常温超导材料和光器件，在计算机结构上采用超并行的数据流计算等。

1.1.1 微型计算机及其发展概况

由于在一块芯片上可集成上千万个电子元件，因而使电子计算机的体积大为缩小，这就导致了微型计算机的问世。因为微型计算机具有体积小、功耗小、重量轻、价格低、可靠性高、使用方便等一系列优点，因此获得了广泛的应用和迅速的发展。自微型计算机于 1971 年问世以来，每隔 2~4 年就更换一次，至今已经历了 4 个阶段的演变。

1. 微型计算机

微处理器(microprocessor)，简称 μP 或MP，是由一片或几片大规模集成电路组成的具有运算器和控制器的中央处理机部件，即CPU(Central Processing Unit)。微处理器本身并不等于微型计算机，它仅仅是微型计算机中央处理器，有时为了区别大、中、小型中央处理器(CPU)与微处理器，把前者称为CPU，后者称为MPU(microprocessing unit)。

微型计算机(microcomputer)，简称 μC 或MC(微机)，是指以微处理器为核心，配上由大规模集成电路制作的存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机。

微型计算机系统(microcomputer system)，简称 μCS 或MCS，是指以微型计算机为中心，以相应的外围设备、电源、辅助电路及控制微型计算机工作的系统软件所构成的计算机系统。

微处理器、微型计算机和微型计算机系统的关系如图 1.2 所示。

2. 微型计算机系统的主要性能指标

一个微型计算机系统的性能由它的系统结构、指令系统、外设及软件的配置等多种因素所决定。因此，应当用各项性能指标进行综合评价，其中，微处理器的性能是一个主要的因素。最常用的性能指标有以下几项。

1) 字长

字长是计算机中重要的性能指标。

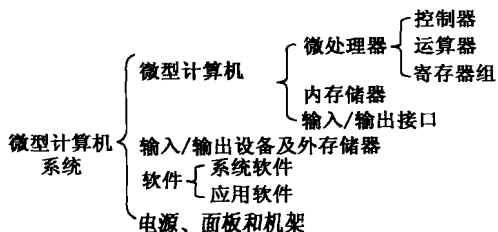


图 1.2 微处理器、微型计算机和微型计算机系统的关系

位(bit)是计算机内部数据储存的最小单位,音译为“比特”,习惯上用小写字母的“b”表示。字节(Byte)是计算机中数据处理的基本单位,习惯上用大写字母“B”表示。计算机中以字节为单位存储和解释信息,规定一个字节由8个二进制位构成,即一个字节等于8个比特(1Byte=8bit)。8位二进制数无符号最小为00000000,最大为11111111。通常一个字节可以存入一个ASCII码,2个字节可以存放一个汉字国标码。

计算机进行数据处理时,一次存取、加工和传送的数据长度称为字。一个字通常由一个或多个字节构成。例如,80286微机的字由2个字节组成,它的字长为16,称为16位机;80486微机的字由4个字节组成,它的字长为32位,称为32位机。

字长是计算机中的微处理器内部一次可以并行处理二进制数据的位数,它直接影响到计算机的计算精度、功能和速度。字长越长,计算机的数据处理能力越强。例如,2个32位数相加,用8位机需加4次,用16位机需加2次,而用32位机只加一次即可。很显然,32位机的速度要快得多。微型计算机字长有8位、16位和32位,目前新的高档微机字长达64位。根据字长分类,微型计算机可分为8位机、16位机、32位机和64位机等。

字长与微处理器内部寄存器以及CPU内部数据总线宽度是一致的。大多数微处理器内部的数据总线与微处理器的外部数据引脚宽度是相同的。但也有少数例外,如Intel 8088微处理器内部数据总线为16位,而芯片外部数据引脚只有8位,Intel 80386SX微处理器内部数据总线为32位,而外部数据引脚为16位。对这类芯片仍然以它们的内部数据总线宽度为字长,但把它们称为“准xx位”芯片。例如,8088被称为“准16位”微处理器芯片,80386SX被称为“准32位”微处理器芯片。

2) 主存容量

主存储器(简称主存)就是存储程序及数据的地方,主存容量是指主存储器中RAM和ROM的容量总和。它表征主存储器存储信息的能力,是影响整机性能和软件性能发挥的重要因素。主存容量越大,运算速度越快,数据处理能力就越强。主存容量用B、KB、MB、GB来度量其容量大小。例如,1KB=2¹⁰B=1024字节,1MB=2²⁰B=1024KB,1GB=2³⁰B=1024MB。现代微型计算机软件越来越大,运行这些软件所需要的内存也就越来越大,目前,Pentium机主存容量可达512MB~2GB。

3) 指令系统

指令就是要计算机执行某种操作的命令。机器指令是一组二进制代码,每条指令由指令操作码和操作数两部分组成。指令操作码规定指令的操作类型,操作数规定指令的操作对象。一台CPU能识别的所有指令的集合称为指令系统。CPU型号不同,其指令系统就不同。程序是一组指令的有序集合,通过执行程序,能够完成用户所要求的功能。

每一种微处理器都有自己的指令系统,一般来说,指令的条数越多,其功能就越强。例如,同样是8位机,Intel 8080 CPU有78条指令,而Z80 CPU在它的基础上扩大到158条,显然,Z80处理数据的能力比Intel 8080要强。有的微处理器是用增加寻址方式的办法来改善性能,如在16位机中,Z8000 CPU有8种寻址方式,而Intel 8086/8088 CPU有24种寻址方式,所以Intel 8086/8088的功能比Z8000更强。

4) 运算速度

运算速度是微机结构性能的综合表现,运算速度通常用每秒钟能执行的指令数来表示,单位一般用MIPS(百万条指令/秒)。目前,高档微机的运算速度可达几千万次/秒。

有时习惯上用微型计算机的主频来衡量运算速度，微型计算机的主频是指计算机的时钟频率，单位为兆赫兹(MHz)。时钟频率很大程度上决定了计算机的运算速度，所以主频越高，计算机的运算速度也就越快。

5) 容许配置的外设数量

容许挂载的外设数量越多，微机的功能就越强。例如，Z80 微机能直接实现对 256 个输入/输出通道的寻址，也就是说，它容许配置近百台外设。而 Intel 8086/8088 能直接实现对 64K 个输入/输出端口的寻址，因此，若按每台设备平均占用 4 个端口计算，则以 Intel 8086/8088 为 CPU 的微机系统可以挂载 16K 个外设。

6) 系统软件的配置

系统软件的配置主要是指微机系统配置了什么样的操作系统及其他系统软件和实用程序等，这决定了计算机能否发挥高效率。

3. 微型计算机的发展简史

20 世纪 70 年代，微处理器和微型计算机的生产和发展，一方面是由于军事工业、空间技术、电子技术和工业自动化技术的迅速发展，日益要求生产体积小、可靠性高和功耗低的计算机，这种社会的直接需要是促进微处理器和微型计算机产生和发展的强大动力。另一方面是由于大规模集成电路技术和计算机技术的飞速发展，并且计算机的设计日益完善，总线结构、模块结构、堆栈结构、微处理器结构、有效的中断系统及灵活的寻址方式等功能越来越强，这为研制微处理器和微型计算机打下了坚实的物质基础和技术基础。

从 1971 年美国 Intel 公司首先研制成功世界上第一块 4 位微处理器 Intel 4004 芯片以来，微处理器的发展已经历了四代，如表 1.1 所示。微型计算机的换代，通常是按其 CPU 字长和功能来划分的。

表 1.1 各代微型计算机的特点

	第一代 1971~1973 年	第二代 1973~1978 年	第三代 1978~1983 年	第四代及新一代 1983 年~
典型的微处理器芯片	Intel 4004 Intel 8008	Intel 8080 M6800 Z80 Intel 8085	Intel 8086/8088 Intel 80286 M68000 Z8000	Intel 80386 Intel 80486 Pentium 系列 Itanium
字长/位	4, 8	8	16	32
芯片集成度/(晶体管/片)	1000~2000	5000~9000	2~7 万	15 万以上
时钟频率/MHz	0.5~0.8	1~4	5~10	16 以上
数据总线/位	4, 8	8	16	32
地址总线/位	4, 8	16	20~24	32~36
存储器容量	16KB	64KB	1~16MB	4GB
软件水平	机器语言 汇编语言	汇编语言 高级语言 操作系统	汇编语言 高级语言 操作系统	高级语言 操作系统 应用软件

1) 第一代微处理器和微型计算机(1971~1973 年)

第一代微处理器是 4 位和低档 8 位微处理器。其代表产品是美国 Intel 公司 1971 年首次

推出的 4004 微处理器及由它组成的 MCS-4 微型计算机。1972 年, Intel 公司推出第一个 8 位通用微处理器 8008 及由它组成的 MCS-8 微型计算机。

第一代微型机采用了 PMOS 工艺, 集成度低, 字长 4 位或 8 位。其特点是指令系统简单, 运算功能较差, 速度较慢(平均指令执行时间约为 $20\mu\text{s}$)。语言主要以机器语言或简单的汇编语言为主。主要应用于家用电器和简单的控制场合。

2) 第二代微处理器和微型计算机(1973~1978 年)

第二代微处理器是中档 8 位微处理器和微型计算机。其间又分为两个阶段。1973~1975 年为典型的第二代, 以美国 Intel 公司的 8080 和 Motorola 公司的 MC6800 为代表。1976~1978 年为高档的 8 位微型计算机阶段, 被称为第二代半微型计算机, 代表产品是美国 Zilog 公司的 Z80 和 Intel 公司的 8085 微处理器。

第二代微型机的特点是采用 NMOS 工艺, 集成度比第一代提高 4 倍左右, 运算速度提高 10~15 倍, 基本指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$, 指令系统比较完善, 已具有典型的计算机系统结构以及中断、DMA 等控制功能, 寻址能力也有所增强。软件除采用汇编语言外, 还配有 BASIC、FORTRAN、PL/M 等高级语言及其相应的解释程序和编译程序, 后期配有操作系统。8 位微处理器和以它为 CPU 构成的微型机广泛应用于工业控制、信息处理、智能仪器仪表和家用电器领域。

3) 第三代微处理器和微型计算机(1978~1983 年)

第三代是 16 位微处理器时代, 20 世纪 70 年代后期 VLSI 技术的成熟, 进一步推动微处理器和微型计算机生产技术向更高层次发展, 出现了 16 位微处理器。这一时期的最典型产品是 Intel 公司的 8086/8088 及 80286 微处理器, Zilog 公司的 Z8000 和 Motorola 公司的 M68000。

第三代微处理器采用 HMOS 工艺, 平均指令执行时间约为 $0.5\mu\text{s}$, 数据总线宽度为 16 位, 地址总线为 20 位, 可寻址内存空间达 1MB, 运算速度比 8 位机快 2~5 倍。从各个性能指标评价, 都比第二代微型机提高了一个数量级, 已经达到或超过当时的中、低档小型机的水平。这些 16 位微型计算机都具有丰富的指令系统, 并配有强有力的软件系统。

1982 年 Intel 公司推出 80286 微处理器, 它是 16 位微处理器中的高档产品, 从 20 世纪 80 年代中后期到 90 年代初, 80286 一直是个人计算机的主流型 CPU。

4) 第四代微处理器(1983~1993 年)

第四代是 32 位微处理器时代。1983 年以后, 以 Intel 公司为代表的一些世界著名半导体集成电路生产商先后开始推出 32 位微处理器, 这一时期的典型产品有: 1983 年 Zilog 公司推出的 Z-80000, 1984 年 Motorola 公司推出的 MC68020、1985 年 Intel 公司推出的 Intel 80386 和 NEC 公司的 V70, 1989 年 Intel 公司又推出更高性能的 32 位微处理器 Intel 80486 等。

第四代微处理器采用先进的高速 CHMOS 工艺, 集成度为 $1\sim 50$ 万管/片, 内部采用流水线控制, 时钟频率达 $16\sim 33\text{MHz}$, 平均指令执行时间约 $0.1\mu\text{s}$, 具有 32 位数据总线和 32 位地址总线, 直接寻址能力高达 4GB, 同时具有存储保护和虚拟存储功能, 虚拟空间可达 64TB (2^{64}), 运算速度为 $3\sim 4\text{MIPS}$ 。

32 位微处理器的出现, 使微处理器开始进入一个崭新的时代, 由这些高性能 32 位微处理器组成的 32 位微型计算机的性能已达到或超过当时的高档小型机甚至大型机水平, 被称为高档微型机。

5) 新一代微处理器(从 1993 年开始)

新一代微处理器(如 Pentium, Pentium 微处理器的内部数据总线为 32 位, 外部数据总线为 64 位, 称为“准 64 位”微处理器)的推出, 使微处理器技术发展到了一个崭新阶段, 这一时期的典型产品有: 1995 年 IBM、Motorola、Apple 联合推出的 Power PC, 1996 年 Intel 公司推出的 Pentium Pro 以及 AMD 公司推出的 K5, 1997 年 Intel 公司推出的 Pentium II, 1999 年 Intel 公司推出的 Pentium III, 2000 年 Intel 公司推出的 Pentium 4 处理器, 2000 年 11 月 Intel 公司推出了第一代 64 位的微处理器芯片 Itanium(安腾), 标志着 Intel 的微处理器芯片进入 64 位时代。

部分典型的 CPU 芯片如图 1.3 所示。

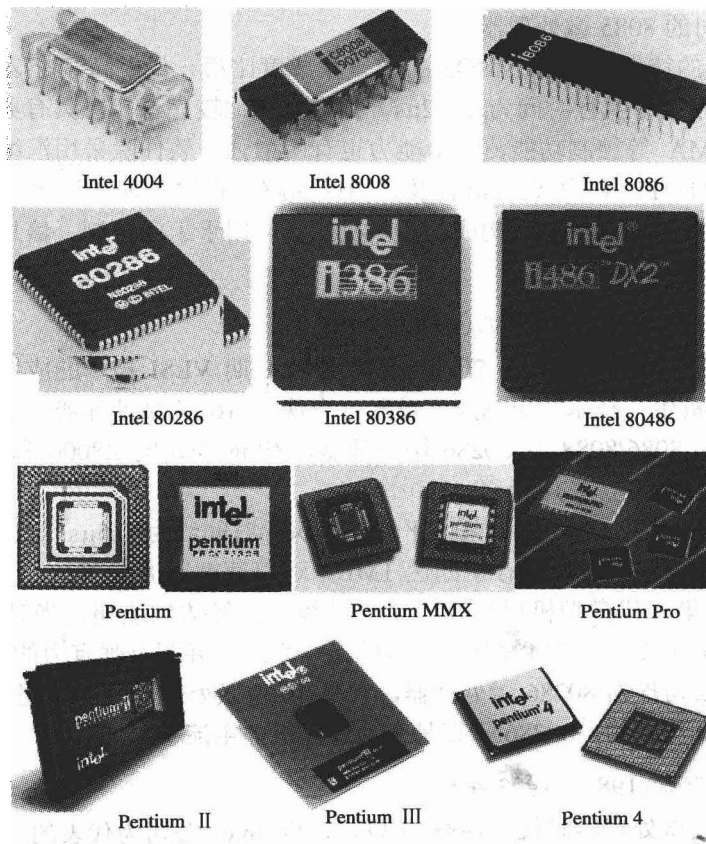


图 1.3 典型的 CPU 芯片图

1.1.2 微型计算机的特点

由于微型计算机广泛采用了集成度相当高的器件和部件, 因此它自从问世以来就得到了极其迅速的发展和广泛的应用。主要有以下特点。

1) 体积小、重量轻、功耗低

由于采用了大规模集成电路和超大规模集成电路, 从而使构成微型计算机所需的器件数目大为减少, 体积大为缩小。近几年来, 微型机还大量地采用大规模集成专用芯片(ASIC)和通用可编程门阵列(GAL)器件, 使得微型机的体积又明显缩小。而微型机中的芯片大多

采用 MOS 和 CMOS 工艺, 因此功耗更低。这些优点对于航空、航天、智能仪器仪表等领域具有特别重要的意义。

2) 可靠性高

由于微处理器及其配套系列芯片采用大规模集成电路, 系统内使用的芯片数大大减少, 同时减少了大量的焊点, 简化了外接线接插件, 加之 MOS 电路芯片本身功耗低、发热量小, 因而大大提高了可靠性。据某些资料估计, 芯片集成度增加 100 倍, 系统的可靠性也可增加 100 倍。

3) 系统设计灵活, 适应性强

由于微处理器及其系列产品都有标准化、模块化和系列化的产品, 同时又有许多相关的支持软件可选用, 用户可根据不同的要求构成不同规模的系统, 从而使微型计算机具有很强的适应性和广泛的应用范围。

4) 价格低廉

微处理器及其配套系列芯片采用集成电路工艺, 集成度高, 适合工厂大批量生产, 产品造价十分低廉。据报道集成度增加 100 倍, 其价格也可降为同功能分立元件的 1/100。

5) 维护方便

微处理器及其系列产品已逐渐趋于标准化、模块化和系列化, 从硬件结构到软件配置都作了较全面的考虑。一般都可用自检诊断及测试来发现系统故障, 发现故障后, 可方便地更换标准化模块或芯片来排除故障。

1.2 计算机中的数据表示与编码

计算机最重要的功能是处理信息, 如数值、文字、符号、语音、图形和图像等。在计算机内部, 各种信息都必须采用数字化的形式被保存、加工与传送, 掌握信息编码的概念和技术是至关重要的。

所谓编码, 就是用少量、简单的基本符号, 选用一定的组合规则, 来表示大量复杂多样的信息。基本符号的种类和这些符号的组合规则构成编码的两大要素。例如, 用 10 个阿拉伯数字表示数值, 用 26 个英文字母构成英文词汇, 就是现实生活中编码的典型例子。

在计算机中, 广泛采用的是仅用“0”和“1”两个基本符号组成的基 2 码, 也称为二进制码。这是由于以下三个原因:

(1) 基 2 码在物理上最容易实现。例如, 用高、低两个电位表示“1”和“0”, 或用脉冲的有无表示“1”和“0”, 用脉冲的正、负极性表示“1”和“0”, 等等, 可靠性都较高。

(2) 基 2 码用来表示二进制数, 其编码、加减运算规则简单。

(3) 基 2 码的两个符号“1”和“0”正好与逻辑数据“真”与“假”相对应, 为计算机实现逻辑运算带来了方便。

因此, 不论是什么信息, 在输入计算机内部时, 都必须用基 2 码编码表示, 以方便存储、传送和处理。