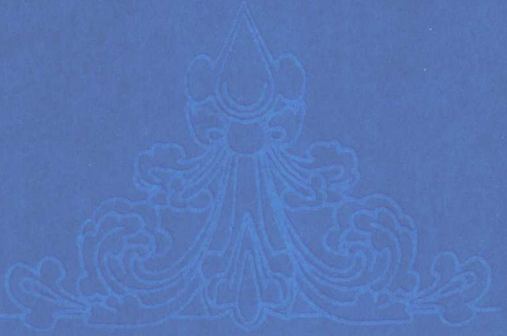
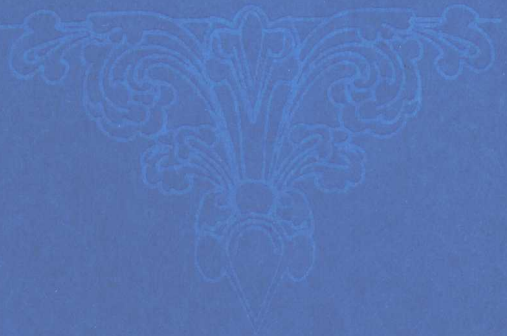


高等学校计算机基础教育教材精选



微型计算机 原理与接口技术 (第2版)

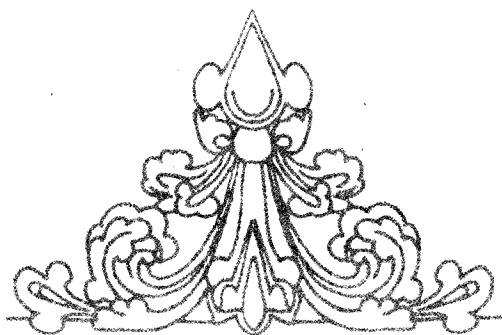


冯博琴 吴宁 主编

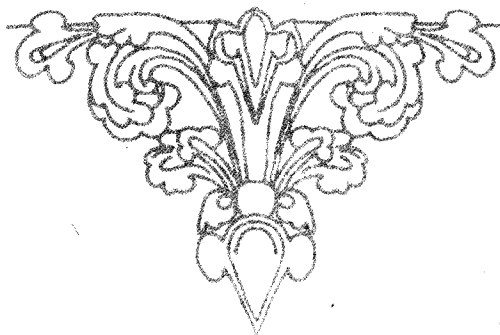
清华大学出版社



高等学校计算机基础教育教材精选



微型计算机 原理与接口技术 (第2版)



冯博琴 吴宁 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是《微型计算机原理与接口技术》的第2版。作者根据微型计算机技术的发展以及教学过程中的体会,对第1版的内容做了一定的修改和调整。本书以 Intel 80x86 系列微处理器为平台,介绍了其三个不同时期的典型代表——8088、80386 及 Pentium 4 的基本结构和工作原理;保持了第1版中基本指令系统、汇编语言程序设计方法和接口电路的叙述风格;对包括微处理器、指令系统、总线技术、存储器系统、输入输出技术等章节的内容进行了一定的调整,使其更能反映当前微机领域的新进展、新技术。

本书依然保持了第1版注重实际应用的特点,在强调基本概念的基础上,使用了大量实例来阐明各种应用问题,同时也融入了作者使用第1版教材进行5年教学过程中的体会,实用性较强。

本书可作为普通高等学校相关专业本科学生的“微机原理与接口技术”课程的教材,也可作为成人高等教育的培训教材及广大科技工作者的自学参考书。

本书配有实验指导及习题解答,其电子教案可在清华大学出版社网站下载。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/冯博琴,吴宁主编. —2版. —北京:清华大学出版社, 2007.8

(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-15213-2

I. 微… II. ①冯… ②吴… 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(2007)第 071285 号

责任编辑:焦虹 孙建春

责任校对:白蕾

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印刷者:北京国马印刷厂

装订者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:23.75

字 数:556千字

版 次:2007年8月第2版

印 次:2007年8月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.80元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025383-01

出版说明

高等学校计算机基础教育教材精选

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施以及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次:面向各高校开设的计算机必修课、选修课,以及与各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本、出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺勿滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是文字质量上都成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是: jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn; 联系人: 焦虹。

清华大学出版社

第 2 版前言

——微型计算机原理与接口技术(第 2 版)——

本书是一本面向非计算机专业“微型计算机原理与接口技术”课程的通用教材,是清华大学出版社计算机基础教育精选教材之一。教材自 2002 年出版以来,经 4 年多的使用,获得较好评价。为了吸取教学改革成果并适应技术的发展,作者对原教材进行了修订。本次修订主要涉及以下几个方面:

(1) 考虑到“大学计算机基础”课程已在全国大多数高校开设这一情况以及非计算机专业学生对计算机基础知识学习的要求,本次修订去掉了原书的第 9 章“常用外设及多媒体技术”以及第 5 章中的“外存储器简介”部分。因此,全书将由 9 章改为 8 章。

(2) 简化了对“指令系统”中部分非常用指令的描述,并增加了 80x86 虚地址下的寻址方式及 Pentium 主要新增指令的功能简介。以帮助读者了解今天微型机指令系统的功能。

(3) 对原书第 1 章的内容进行了一定的调整,增加了定点小数和浮点数的表示,并将微型计算机系统的描述移到第 1 章介绍,目的是使读者能够在学习后续内容之前先建立起微机系统的整体概念。

(4) 将第 2 章锁定为对硬件系统两大功能部件——微处理器和总线的介绍。在内容上增加了对微处理器一般构成的描述,并按照 Intel 微处理器的发展历程,较为详细地介绍了 CPU 的工作原理及现代微处理器中的新技术。在总线部分增加了总线功能和常用外设总线的介绍,以使读者能对总线功能有基本的了解,并能够对最新的外设总线标准有一定的认识。

(5) 考虑到非计算机专业学生应首先建立系统的整体概念,故增加了对存储器系统及输入输出系统的整体概念的描述。

本次修订对大多数例题添加了详细的分析说明,并且保持了原书以面向应用、与实际工程应用相结合的特点,在文字叙述和内容组织上,也融入了作者多年教学的体会。

本次修订由冯博琴和吴宁任主编,并得到了陈文革老师的大力支持和指导,在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在一些错误和不当之处,敬请同行和各位读者批评指正。

编者

2007 年 2 月于西安交通大学

目录

微型计算机原理与接口技术(第2版)

第1章 微型计算机基础概论	1
1.1 微型计算机系统	1
1.1.1 微型计算机的发展.....	2
1.1.2 微型计算机的工作过程.....	5
1.1.3 微机系统的构成	8
1.2 计算机中的数制及编码.....	14
1.2.1 常用计数制	14
1.2.2 各种数制之间的转换	16
1.2.3 计算机中的二进制数表示	17
1.2.4 二进制编码	19
1.3 无符号二进制数的算术运算和逻辑运算.....	21
1.3.1 二进制的算术运算	22
1.3.2 无符号数的表示范围	23
1.3.3 二进制数的逻辑运算	24
1.3.4 基本逻辑门及常用逻辑部件	25
1.4 有符号二进制数的表示及运算.....	28
1.4.1 有符号数的表示方法	29
1.4.2 补码数与十进制数之间的转换	31
1.4.3 补码的运算	32
1.4.4 有符号数的表示范围	33
习题	35
第2章 微处理器与总线	36
2.1 微处理器概述.....	36
2.1.1 运算器	37
2.1.2 控制器	38
2.2 8088/8086 微处理器	40
2.2.1 8088/8086 CPU 的特点	40
2.2.2 8088 CPU 的外部引线及其功能	42

2.2.3	8088/8086 CPU 的功能结构	45
2.2.4	8088/8086 CPU 的存储器组织	49
2.2.5	8088/8086 CPU 的工作时序	51
2.3	80386 微处理器	53
2.3.1	80386 微处理器的主要特性	53
2.3.2	80386 的内部结构	53
2.3.3	80386 的主要引脚信号	55
2.3.4	80386 的内部寄存器	56
2.3.5	80386 的工作模式	60
2.4	Pentium 4 微处理器	63
2.4.1	Pentium 4 微处理器中的新技术	63
2.4.2	Pentium 4 CPU 的结构	68
2.4.3	Pentium 4 的存储器管理	70
2.4.4	Pentium 4 的基本执行环境	72
2.5	总线	74
2.5.1	概述	74
2.5.2	总线的基本功能	80
2.5.3	常用系统总线和外设总线标准	84
2.5.4	8088 系统总线	90
	习题	92

第 3 章	8086/8088 指令系统	94
3.1	概述	94
3.1.1	指令的基本构成	95
3.1.2	指令的执行时间	97
3.1.3	CISC 和 RISC 指令系统	97
3.2	寻址方式	100
3.2.1	立即寻址	100
3.2.2	直接寻址	100
3.2.3	寄存器寻址	101
3.2.4	寄存器间接寻址	101
3.2.5	寄存器相对寻址	102
3.2.6	基址—变址寻址	103
3.2.7	基址—变址—相对寻址	104
3.2.8	隐含寻址	105
3.3	8086 指令系统	105
3.3.1	数据传送类指令	105
3.3.2	算术运算指令	114

3.3.3	逻辑运算和移位指令	121
3.3.4	串操作指令	128
3.3.5	程序控制指令	133
3.3.6	处理器控制指令	143
3.4	Pentium 新增指令简介	143
3.4.1	80x86 虚地址下的寻址方式	144
3.4.2	80x86 CPU 新增指令简述	144
	习题	146
第 4 章	汇编语言程序设计	149
4.1	汇编语言源程序	149
4.1.1	汇编语言源程序的结构	150
4.1.2	汇编语言语句类型及格式	151
4.1.3	数据项及表达式	152
4.2	伪指令	156
4.2.1	数据定义伪指令	156
4.2.2	符号定义伪指令	158
4.2.3	段定义伪指令	158
4.2.4	设定段寄存器伪指令	161
4.2.5	过程定义伪指令	161
4.2.6	宏命令伪指令	162
4.2.7	程序模块的连接伪指令	164
4.3	DOS 功能调用	165
4.3.1	键盘输入	166
4.3.2	显示器输出	168
4.3.3	返回到 DOS	170
4.4	汇编语言程序设计基础	170
4.4.1	程序设计概述	170
4.4.2	顺序程序	172
4.4.3	分枝程序	173
4.4.4	循环程序	176
4.4.5	子程序设计	178
4.4.6	常用程序设计举例	181
	习题	188
第 5 章	存储器系统	192
5.1	概述	192
5.1.1	存储器系统的一般概念	193

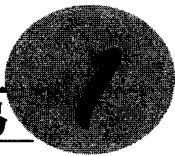
5.1.2	半导体存储器及其分类	196
5.1.3	半导体存储器的主要技术指标	198
5.2	随机存取存储器 RAM	198
5.2.1	静态随机存取存储器 SRAM	199
5.2.2	动态随机存取存储器 DRAM	207
5.2.3	存储器扩展技术	210
5.3	只读存储器	213
5.3.1	EPROM	213
5.3.2	EEPROM	217
5.3.3	闪存	220
5.4	高速缓冲存储器	223
5.4.1	Cache 的工作原理	224
5.4.2	Cache 的读写操作	225
5.4.3	Cache 与主存的存取一致性	226
5.4.4	Cache 的分级体系结构	227
	习题	229

第 6 章	输入输出和中断技术	231
6.1	输入输出系统概述	231
6.1.1	I/O 系统的特点	232
6.1.2	I/O 接口的基本功能	233
6.1.3	I/O 端口的编址方式	234
6.1.4	I/O 端口地址的译码	235
6.2	简单接口电路	236
6.2.1	接口电路的基本构成	236
6.2.2	三态门接口	237
6.2.3	锁存器接口	239
6.2.4	简单接口的应用举例	241
6.3	基本输入输出方法	242
6.3.1	无条件传送方式	242
6.3.2	查询工作方式	243
6.3.3	中断控制方式	245
6.3.4	直接存储器存取方式	245
6.4	中断技术	248
6.4.1	中断的基本概念	248
6.4.2	中断处理的一般过程	249
6.4.3	8086/8088 中断系统	253
6.5	可编程中断控制器 8259A	259

6.5.1	8259A 的引线及内部结构	259
6.5.2	8259A 的工作过程	261
6.5.3	8259A 的工作方式	261
6.5.4	8259A 的初始化编程	266
6.5.5	中断程序设计概述	273
习题	275
第 7 章	常用数字接口电路	277
7.1	并行通信与串行通信	278
7.1.1	并行通信	278
7.1.2	串行通信	279
7.2	可编程定时/计数器 8253	283
7.2.1	8253 的引线及结构	284
7.2.2	8253 的工作方式	286
7.2.3	8253 的控制字	290
7.2.4	8253 的应用	290
7.3	可编程并行接口 8255	295
7.3.1	8255 的引线及结构	295
7.3.2	8255 的工作方式	297
7.3.3	方式控制字及状态字	302
7.3.4	8255 的应用	303
7.4	可编程串行接口 8250	311
7.4.1	8250 的外部引线及功能	311
7.4.2	8250 的结构及内部寄存器	313
7.4.3	8250 的工作过程	318
7.4.4	8250 的应用	318
习题	323
第 8 章	模拟量的输入输出	325
8.1	模拟量的输入输出通道	325
8.1.1	模拟量输入通道	325
8.1.2	模拟量输出通道	327
8.2	模/数(D/A)转换器	327
8.2.1	D/A 转换器的基本原理及技术指标	327
8.2.2	典型 D/A 转换器芯片 DAC0832	331
8.2.3	D/A 转换器的应用	334
8.3	模/数(A/D)转换器	336
8.3.1	A/D 转换器的工作原理及技术指标	337

8.3.2 典型 A/D 转换器芯片 ADC0809	339
习题	344
附录 A ASCII 码表及表中控制符号的定义	346
附录 B 8088 CPU 几种组合的引脚信号功能	348
附录 C 8086/8088 指令执行时间及指令简表	349
附录 D 8086/8088 微机的中断	354
附录 E BIOS 软中断简要列表	361
参考文献	





引言

本章主要介绍了两个方面的内容。

第一部分介绍了微型计算机系统,包括微型计算机的历史,微机系统的组成及各部分的主要功能。这样就帮助读者首先建立起了微机系统(特别是硬件系统)的整体概念,以便在后续章节的学习中始终有一个整体的结构框架。

第二部分介绍了计算机中常用计数制及编码的表示方法、它们相互间的转换、二进制数的运算、定点数和浮点数的表示等。这些属于计算机基础知识。

教学目的

- 理解微机系统的整体结构;
- 掌握三种常用计数制、两种编码的表示方法及其相互间的转换;
- 掌握二进制数的算术运算和逻辑运算;
- 深入理解补码的概念及其运算。

1.1 微型计算机系统

本节概述了微型机的发展历程、微型机的一般工作过程以及微机系统的组成三个方面的内容。

微型计算机发展的更替,主要是指微处理器的更新换代。微处理器发展的重要基础是电子技术的发展,中间复杂的原理这里就不做讨论了,只是简单地按“代”来说明它们各自的特点。

微型计算机的工作原理只有在学习完这本书后才能完全明白。本节只是以流程图和框图的形式简单说明微机的一般工作过程。

本书讨论的对象是微型机的硬件系统。在进一步学习硬件各部分的详细构成和工作原理之前,先建立起整个系统的概念是必要的。本节的第三部分(即第 1.1.3 小节)将通过结构框图介绍微机系统的概念结构和层次结构。

1.1.1 微型计算机的发展

计算机技术是 20 世纪发展最快的技术之一。自 1946 年第一台计算机问世以来,在短短的五十多年中,已经历了由电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机到大规模、超大规模集成电路计算机这样五代的更替,并且还在不断地向巨型化、微型化、网络化和智能化这四个方向发展。

计算机按照性能、价格和体积等的综合指标,可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机等五大类。

微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代,由于它体积小,价格低,尤其是日益提高的性能价格比,使其迅速在各行各业乃至家庭中得到了广泛的应用。现在一台微型机的处理能力,不仅早已超过了 20 世纪 50 年代初期占地上千平方英尺、重量数十吨、功耗几百千瓦的电子管计算机,而且大大超过了 20 多年前、造价数十万美元的晶体管数字计算机系统。

微处理器是微型机的核心芯片,简称 μP 或 MP(micro processor)。它将计算机中的运算器和控制器集成在一片硅片上,也称为中央处理单元,即 CPU(central processing unit)。它是 20 世纪 70 年代人类重要的创新之一,在短短的不到 30 年的时间中,获得了很快的发展。它的集成度和性能,几乎每两年就提高一倍。

微处理器和微型计算机的发展历史是和大规模集成电路的发展分不开的。20 世纪 60 年代初期的硅平面管工艺和二极管晶体管逻辑电路的发展,使得在 1963 年、1964 年有了小规模集成电路(small scale integration, SSI)的出现,之后的金属氧化物半导体(metal oxide semiconductor, MOS)工艺,又使集成度提高了一大步。到 20 世纪 60 年代后期,在一片几平方毫米的硅片上,已可集成几千个晶体管,这就出现了大规模集成电路(large scale integration, LSI)。LSI 器件体积小、功耗低、可靠性高,为微处理器的生产打下了基础。现代最新型的集成电路已可在单个芯片上集成上千万个晶体管,工作频率超过 3GHz。

微处理器的发展过程大致可分为六代。

1. 第一代微处理器

世界上的第一片微处理器是 Intel 公司生产的 Intel 4004,于 1971 年研制成功,是一个 4 位的微处理器。它可进行 4 位二进制的并行运算,拥有 45 条指令,速度为 0.05MIPS (million instructions per second,百万条指令每秒)。4004 的功能极其有限,主要用于计算器、电动打字机、照相机、台秤、电视机等家用电器,使这些电器设备具有智能化,从而提高它们的性能。4004 本来是作为高级袖珍计算器而设计的,一般不适用于通用计算机,后经改进,成为可用于微型机的 4040 型微处理器。

1971 年末,Intel 公司意识到微处理器是一个可赢利的产品,于是推出了 8 位扩展型微处理器 8008,这是世界上第一种 8 位的微处理器。与 4004 相比,它可一次处理 8 位二进制数据,其寻址空间扩大为 16KB,并且扩充了指令系统(达到 48 条)。这些使它能有机会应用于许多高级的系统。

第一代微处理器的指令系统比较简单,运算能力较弱,速度也比较低(基本指令执行

时间为 $10\sim 20\mu\text{s}$)。其软件主要使用机器语言和简单的汇编语言。

2. 第二代 8 位微处理器

1973—1978 年间,各公司开始推出了第二代微处理器。1973 年,Intel 公司在 8008 的基础上推出了另一种 8 位微处理器 Intel 8080。这是一个划时代的产品,因为它是第一个真正实用的微处理器。它的存储器寻址空间增加到 64KB,并扩充了指令集,指令执行速度达到 0.5MIPS,比 8008 快 10 倍。另外,它使 CPU 外部电路的设计变得更加容易且成本降低。

这个时期推出的微处理器除了 Intel 公司的 8080 外,还有 Intel 公司的 8085, Motorola 公司的 MC6800 系列,以及 Zilog 公司的 Z80 等。第二代微处理器与第一代相比,其集成度提高了 $1\sim 4$ 倍,运算速度提高了 $10\sim 15$ 倍,指令系统相对比较完善,已具备典型的计算机体系结构及中断、直接存储器存取(DMA)等功能。软件方面除汇编语言外,还可使用如 BASIC、FORTRAN 等高级语言。对后期的以 8080A/8085A、Z80、MC6502 等 CPU 芯片为核心的具有磁盘和各种外设的微型计算机,还可配上简单的操作系统,如 CP/M(control program/monitor)。

3. 第三代 16 位微处理器

1977 年前后,超大规模集成电路(VLSI)研制成功,可以在一片硅片上集成 1 万个以上的晶体管,这为研制 16 位微处理器创造了必要的条件。1978 年,Intel 公司率先推出 16 位微处理器 8086,并在一年多后又推出了准 16 位微处理器 8088。它们都是 16 位微处理器,具有相同的内部结构,只是 8088 CPU 的外部数据总线为 8 位,而 8086 为 16 位。

在 Intel 公司推出 8086、8088 CPU 之后,各公司也相继推出了同类的产品,有 Motorola 公司的 MC68000 和 Zilog 公司的 Z8000 等。

16 位微处理器比 8 位微处理器的集成度提高了约一个数量级,功能也大大增强,这表现在如下几个方面:

- 数据总线的位数由 8 位增加到 16 位(虽然 8088 CPU 的外部数据总线为 8 位,但其内部数据总线的宽度依然是 16 位的),大幅度提高了数据处理能力。
- 地址总线的位数由 16 位增加到 20 位以上,增强了计算机的存储器寻址能力(可寻址 1MB 存储单元)。
- 时钟频率提高到 $5\text{MHz}\sim 40\text{MHz}$ 。使系统运算速度大为提高,基本指令执行时间约 $0.15\mu\text{s}$ 。
- 增加了 4 字节或 6 字节指令高速缓冲器(或指令预取队列),使指令的存取和执行得以并行进行,处理速度明显加快。
- CPU 内部的通用寄存器增多,从而减少了对存储器的访问频度。而且大多数通用寄存器都可以在算术运算指令中作为累加器使用。
- 扩充了指令系统。且指令功能也大大增强,如指令系统中增加了乘法和除法指令,各种指令数量达上万条。寻址方式也丰富了,如 MC68000 具有多达 14 种寻址方式。由于指令系统中指令的数量多,复杂程度高,这类微处理器通常被称为

CISC(complex instruction set computer)结构的微处理器。

- 可处理多种数据类型。有二进制位、压缩 BCD 码、非压缩 BCD 码、字节、字、双字、字串等。
- 中断功能增强。
- 具有构成多微处理器系统的能力。
- 配备有较强的系统软件。

16 位微处理器比 8 位微处理器有更大的寻址空间、更强的运算能力、更快的处理速度和更完善的指令系统。所以,16 位微处理器已能够替代部分小型机的功能。特别是在单任务、单用户的系统中,8086 等 16 位微处理器更是得到了广泛的应用。

1982 年,Intel 公司又推出 16 位高级微处理器 80286。它具有多任务系统所必需的任务转换功能、存储器管理能力和多种保护功能。同一年,Motorola 公司也推出了同类型的 MC68010。这两种微处理器的数据总线虽然仍是 16 位的,但地址总线增加到 24 位,其存储器直接寻址能力可达 16MB。时钟频率提高到 5MHz~25MHz。在 20 世纪 80 年代中、后期至 1991 年初,80286 一直是个人计算机的主流 CPU。

4. 第四代 32 位高档微处理器

1985 年,Intel 公司推出第四代微处理器 80386。它是一种与 8086 向上兼容的 32 位超级微处理器,具有 32 位的数据线和 32 位地址线,存储器直接寻址能力可达 4GB(相当于 10 万张 A4 双面打印纸的 ASCII 文本数据的容量),每一个任务具有 64TB 的逻辑存储空间。其执行速度达到 3~4MIPS。同一时期推出的 32 位微处理器中,还有 Motorola 公司的 MC68020、贝尔实验室的 Bellmac-32A, National Semiconductor 公司的 16032 和 NEC 的 V70 等。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。32 位微处理器无论从结构、功能、应用范围等方面看,可以说是小型机的微型化。这时 32 位微处理器组成的微型机已接近 20 世纪 80 年代小型机的水平。

随着集成电路工艺水平的进一步提高,1989 年,Intel 公司又推出性能更高的 32 位微处理器 80486,它在芯片上集成约 120 万个晶体管,是 80386 的 4 倍。80486 由三个部件组成:一个 80386 体系结构的主处理器,64 位的内部数据总线,一个与 80387 兼容的数字协处理器和一个 8KB 容量的高速缓冲存储器,并采用了精简指令系统计算机(reduced instruction set computer, RISC)技术、与 RAM 进行高速数据交换的突发总线等先进技术。这些新技术的采用,使 80486 在同等时钟频率下的处理速度要比 80386 快 2~4 倍。同期推出的产品还有 Motorola 公司的 MC68030 的后继换代产品 MC68040, NEC 公司的 V70 的后继换代产品 V80。这是三种典型的 CISC 体系结构的 32 位高档微处理器。

5. 第五代 32 位高档微处理器

1993 年,Intel 公司推出了 32 位微处理器 Pentium(以 P5 代称,中文名称为奔腾)。它集成了 330 万个晶体管,内部采用 4 级超标量结构,数据线 64 位,地址线 36 位。工作频率为 60/66MHz,处理速度达 110MIPS。由于第一代 Pentium 采用 0.8 μ m 工艺技术和 5V 电源驱动,使得芯片尺寸较大,成本过高;另外其功耗达 15W,使系统散热成为问题。在 1994 年 3 月,Intel 推出了第二代 Pentium(以 P54C 代称),P54C 采用 0.6 μ m 工艺和

3. 3V 电源, 功耗仅为 4W, 而且可在不需要时自动关闭浮点单元, 散热问题基本得以解决。P54C 的主时钟为 100MHz 和 90MHz 两种。在常规配置下, P54C 系统的处理能力比 P5 系统高出了 40%, 是 486DX/66MHz 系统性能的两倍。在体系结构上, Pentium 在内核中采用了 RISC 技术, 可以说它是 CISC 与 RISC 技术相结合的产物。

同时期推出的第五代微处理器还有 IBM、Apple 和 Motorola 三家联盟的 Power PC (这是一种完全的 RISC 微处理器), 以及 AMD 公司的 K5 和 Cyrix 公司的 M1 等。

6. 今天的微处理器

1996 年, Intel 公司推出了 Pentium Pro 微处理器 (也将此后的微处理器称为第六代)。该处理器的集成电路采用了 $0.35\mu\text{m}$ 的工艺, 时钟频率为 200MHz, 运算速度达 200MIPS。Pentium Pro 的两个显著特点是: 内部集成了 16KB 的一级(L1)高速缓冲存储器 and 256KB 的二级(L2)高速缓冲存储器; 使用三个执行部件, 可同时执行三条指令。

从 1997 年之后, Intel 又进一步推出了一系列新的 Pentium 型微处理器, Pentium II、Pentium III 和 Pentium 4。其他公司类似的产品还有 AMD 的 K7。这些 CPU 的集成度已高达近 1 千万个晶体管, 时钟频率也达到了 1GHz 以上。目前最新型的 Pentium 4 CPU, 工作频率已达 3.2GHz。

表 1-1 列出了 Intel 公司各时代 CPU 的发展情况。

表 1-1 Intel 主要 CPU 芯片一览表

CPU 的发展时代	发表年份	字长/bit	型号	线宽/ μm	晶体管数/万个	时钟频率/MHz	速度/MIPS
一	1971	4	4004	50	0.2	<1	0.05
	1972	8	8008		0.3		
二	1974	8	8080	20	0.5	2~4	0.5
三	1978	16	8086	2~3	2.9	4.77~10	<1
	1982		80286		13.4	8~16	1~2
四	1985	32	80386	1~2	27.5	16~33	6~12
	1989		80486		120	25~66	20~40
五	1993	32	Pentium	0.6~0.8	330	60~200	100~200
六	1995	32	Pentium Pro	0.6	550	133~200	>300
	1996		Pentium MMX	0.6	450	166~233	
	1997		Pentium II	0.35	750	233~450	
	1999		Pentium III	.25~.13	850	450~1200	
	2001		Pentium 4	.18~.13	1000	1300~3200	

注: Pentium 具有 64 位数据总线, 但仅有 32 位地址总线, 所以仍称它为 32 位的微处理器。

1.1.2 微型计算机的工作过程

1. 冯·诺依曼计算机

计算机的工作过程就是执行程序的过程, 而程序则是指令序列的集合。那么, 什么是指令呢? 其实, 指令就是人向计算机发出的、能够被计算机所识别的命令。不同的型号的

计算机,识别“命令”的能力不同,即其能够执行的指令不同。我们将计算机所能够识别的所有指令的集合称为该机的指令系统。本书的第4章将详细介绍 Intel 80x86 CPU 的指令系统。

当人们要利用计算机完成某项工作,例如,要解算一道数学题时,需要先把题目的解算方法分解成计算机能够识别并能执行的基本操作命令,这些基本操作命令按一定顺序排列起来,就组成了程序,而其中每一条基本操作命令称为一条机器指令,指示计算机执行规定的操作。

因此,程序是实现既定任务的指令序列,计算机按照程序安排的顺序执行指令,就可完成解题任务。

每台计算机都拥有各种类型的机器指令,这些指令按照一定的规则存放在存储器中,在中央控制系统的统一控制下,按一定顺序依次取出执行,这就是冯·诺依曼计算机的核心原理,即存储程序的工作原理。存储程序的概念是指把程序和数据送到具有记忆功能的存储器中保存起来,计算机工作时只要给出程序中第一条指令的地址,控制器就可依据存储程序中的指令顺序地、周而复始地取出指令、分析指令、执行指令,直到执行完全部指令为止。

冯·诺依曼计算机的主要特点有以下几点:

- 将计算过程描述为由许多条指令按一定顺序组成的程序,并放入存储器保存。
- 程序中的指令和数据必须采用二进制编码,且能够被执行该程序的计算机所识别。
- 指令按其在存储器中存放的顺序执行,存储器的字长固定并按顺序线性编址。
- 由控制器控制整个程序 and 数据的存取以及程序的执行。
- 以运算器为核心,所有的执行都经过运算器。

多年来,尽管计算机体系结构发生了重大变化,性能不断改进提高,但从本质上讲,存储程序控制仍是现代计算机的结构基础。图 1-1 是典型的冯·诺依曼计算机结构示意图,其各部分的职责和功能本书将会在后续章节中详细介绍。

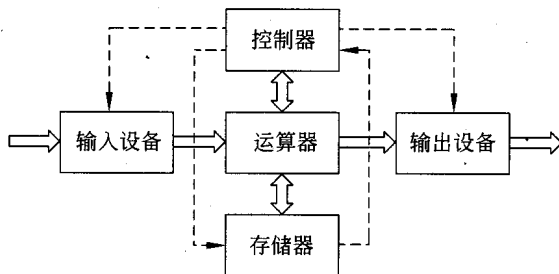


图 1-1 冯·诺依曼计算机结构示意图

2. 微型计算机的工作过程

如上所述,微机的工作过程就是执行程序的过程,也就是逐条执行指令序列的过程。由于每一条指令的执行,都包括取指令和执行指令两个基本阶段,所以,微机的工作过程