

微机基础

重点内容

- ◇ 微型计算机发展历程
- ◇ 计算机基本结构
- ◇ 微型计算机基本结构
- ◇ 微型计算机中基本概念和重要术语
- ◇ 微型计算机中数的表示和编码

学习目标

通过本章的学习,了解计算机的发展历史进程,掌握计算机的基本组成结构和工作原理,掌握微型计算机的组成结构,明确微处理器、微型计算机系统等概念的内涵,熟悉使用二进制、十六进制、补码表示数及运算规则,熟悉 BCD 码、ASCII 表示数的方法,熟悉不同数制表示数之间的相互转换方法。

重要术语和概念

- 数制和码制(numbering and coding system)
- 十进制(decimal number system)
- 二进制(binary number system)
- 十六进制(hexadecimal number system)
- ASCII 码(american standard code for information interchange)
- BCD 码(binary-coded decimal)
- 汉字编码(chinese character code)
- 位(bit, a bit is a binary digit that can have the value 0 or 1)
- 字节(byte, a byte is defined as 8 bits)
- 半字节(nibble, a nibble is half a byte, or 4 bits)
- 字(word, a word is two bytes, or 16 bits)
- 千字节(kilobyte, kilobyte=KB, 1 KB= 2^{10} bytes=1024 bytes)
- 兆字节(megabyte, megabyte=MB, 1 MB= 2^{20} bytes=1 048 576 bytes)

- G 字节(gigabyte,gigabyte=GB,1 GB= 2^{30} bytes,which is over a billion)
- T 字节(terabyte,terabyte=TB,1 TB= 2^{40} bytes,which is over a trillion)
- 中央处理单元(central processing unit,CPU)
- 存储器(memory,M)
- 随机读写存储器(random access memory, RAM)
- 只读存储器(read only memory,ROM)
- 输入输出装置(input/output device,I/O)
- 总线(bus,a strip of wire is called bus. The bus inside a computer carries information from place to place)
- 地址总线(address bus,AB)
- 数据总线(data bus,DB)
- 控制总线(control bus,CB)

Content summary

Microcomputer appears in the early 1970s, following electronic tube computer, transistor computer, small integrated-circuit computer. Microcomputer is based on LSIC and SLSIC, so it is the 4th generation of electronic numerical computer. Microcomputer is a microprocessor-based system. Microprocessor is a chip that integrated calculating circuit and the controller circuit, which forms the central processing unit of microcomputer. The structure of microcomputer system is the heritage of von Neumann computer. The hardware of microcomputer is consisted of microprocessor, memory, I/O interface and I/O device, bus and power supply. According to the performance of microprocessor, microcomputer grows from 4 bit, 8 bit, 16 bit, 32 bit, 64 bit and more than 64 bit.

Computers use the base 2 system, microcomputer also does. Any information including data, instruction and character, is expressed by the binary digit 0 and 1. The binary system is used in computer because 0 and 1 represent the two voltage levels of on and off. In microcomputer, the signed number is expressed by 2's complement, the decimal fraction is expressed by floating point number. ASCII (american standard code for information interchange) is basic coding system, which is used by most computers. The ASCII system uses a total of 7 bits to represent each code, and it is stored and moved in byte with a highest bit added for parity check. The BCD (binary code for decimal) also is used to represent decimal integer. Chinese character in GB2312-80 is represented by 2 7-bit codes, which means every Chinese character uses two bytes.

1.1 微机发展概述

随着人类科学技术发展中对计算速度和计算精度要求越来越高,计算机作为一种计算工具出现了。

按计算机处理信息形式,计算机分为模拟计算机和数字计算机。

模拟计算机是处理模拟信号的计算机,模拟信号处理是指用连续变化的信号如电流、电压等来模拟实际物理量,如梁的应力变化、刀具的运行轨迹等。模拟计算机在 19 世纪初就已在工业生产控制中有所应用。模拟计算机具有运算速度快、抗干扰能力强的特点,但存在运算精度低、结果不易保存的缺点。目前模拟计算机在过程控制、计算机仿真及模拟等领域仍有广泛的应用。

数字计算机是通过对离散的数字信号进行算术和逻辑运算处理的计算机。数字计算机以数字电路为基础,信息采用二进制代码 0 或 1 表示。数字计算机与模拟计算机相比,具有许多突出的特点,如运算速度快,精度高,信息便于表示、处理、存储及传输。数字计算机通用性强,可以适应各种应用领域。因此,自从 1946 年第一台电子数字式计算机 ENIAC (electronic numerical intergrator and computer) 问世以来,数字计算机技术发展至今已经历了 60 多年的历史。在这期间,计算机技术的发展不断更新换代,性能越来越高,计算机的应用也从科学计算发展到人类社会生活的方方面面。

电子数字计算机的诞生和发展是 20 世纪最重要的科技成果之一。20 世纪 70 年代以后,随着微电子科学在理论上和制造工艺技术上的发展和成熟,相继出现了大规模集成电路(LSIC)和超大规模集成电路(VLSIC)技术,以此为基础,计算机的运算器和控制器能够集成在一块芯片上,微型计算机开始登上历史舞台,并且从技术到应用迅猛发展,成为计算机发展的一个主流方向。当前,以微型计算机为代表的计算机已日益普及,其应用已深入到人类社会生活的各个方面,极大地改变着人们的工作、学习和生活,成为信息时代的主要标志。本书后续介绍的内容都是针对电子数字式计算机而言的。

1.1.1 电子数字计算机的发展进程

计算机系统由硬件和软件两大部分组成。计算机硬件是指构成计算机的物理设备的总称,包括电子的、电磁的、机电的、光学的元器件和装置。计算机软件则是指在硬件上运行的程序、相关数据及文档资料的总称。

按照构成电子数字计算机的主要元器件的制作材料和制作工艺水平来划分,计算机的发展经历了四代。这四个发展阶段以硬件进步为主要标志,但同时也包括了软件技术的发展。

第一代(1946—1957 年)——采用电子管为逻辑电路部件,以超声波汞延迟线、阴极射线管、磁芯和磁鼓等为存储手段;软件采用机器语言,后期采用汇编语言。

第二代(1958—1965年)——采用晶体管为逻辑电路部件,用磁芯、磁盘作内存和外存;软件广泛采用高级语言,并出现了早期的操作系统。

第三代(1966—1971年)——采用中小规模集成电路为主要部件,以磁芯、半导体存储器和磁盘为内、外存储器;软件广泛使用操作系统,产生了分时、实时等操作系统和计算机网络。

第四代(1972年至今)——采用大规模、超大规模集成电路为主要部件,以半导体存储器和磁盘为内、外存储器;在软件方法上产生了结构化程序设计和面向对象程序设计的思想,并得到广泛应用。本书将要介绍的微处理器(microprocessor, μP)和微型计算机(microcomputer, MC)在这一阶段诞生并获得飞速发展。此外,网络操作系统、数据库管理系统得到广泛应用,并进一步推出了图形界面操作系统和可视化编程工具。

数字式计算机经过60多年的发展,出现了多种规模、性能完善、功能强大的计算机。1989年,IEEE(美国电气和电子工程协会)提出了一个计算机的分类报告,按计算机的规模和功能,把计算机分为巨型机、小巨型机、大型机、小型机、工作站和个人计算机六类。

(1) 巨型机

巨型机又称超级计算机,它采用大规模并行处理的体系结构,运算速度快、存储容量大,有极强的运算处理能力。它是所有计算机类型中价格最贵、功能最强、速度最快的一类计算机,其浮点运算速度已达每秒千万亿次。目前,巨型机主要用于战略武器的设计、空间技术、石油勘探、航空航天、长期天气预报以及社会模拟等领域。

(2) 小巨型机

小巨型机是20世纪80年代出现的新机种,也称桌上超级计算机,运算速度略低于巨型机(超过每秒几十亿次),在技术上采用高性能的微处理器组成并行多处理器系统,使巨型机小型化,主要用于计算量大、速度要求高的科研机构。

(3) 大型机

国外习惯上将大型机称为主机,它相当于国内常说的大型机和中型机,近年来大型机采用了多处理、并行处理等技术,大型机具有很强的管理和处理数据的能力,一般在大企业、银行、高校和科研院所等单位使用。

(4) 小型机

小型计算机规模较小,结构简单、操作简便、维护容易、成本较低。小型机用途广泛,既可用于科学计算、数据处理,也可用于生产过程自动控制和数据采集及分析处理等,适合于中、小型企事业单位采用。

(5) 工作站

工作站是介于微型计算机和小型计算机之间的一种高档微型机。它通常配有高档CPU、高分辨率的大屏幕显示器和大容量的内外存储器,具有高速运算能力、较强的数据处理能力和高性能的图形功能,具有大型机或小型机的多任务、多用户能力,且兼有微型机的操作便利和良好的人机界面等优点。它主要用于图像处理、计算机辅助设计等领域。

(6) 个人计算机

个人计算机即平常所说的微型计算机,也称 PC。个人计算机又分为台式机(也称为电脑)和便携机(也称为笔记本电脑)。个人计算机软件丰富、价格便宜、功能齐全,主要用于办公场所、联网终端、家庭等。

1.1.2 微机的发展进程

在计算机的发展历史上,如果说 1946 年诞生的世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 是计算机学科发展的第一次革命,那么微型计算机的诞生就是计算机学科发展的第二次革命。微型计算机的出现,使计算机的应用从高深奥妙的科技领域普及到人类社会生活的各个领域,开辟了计算机普及应用的新纪元。

微型计算机简称为微机,它是以大规模、超大规模集成电路为主要部件,以微处理器为核心所构造出的计算机系统。微机是第四代电子数字计算机的主要代表。

按微处理器及微机的性能,微机的发展大体可划分为五代:以 4 位或低端 8 位微处理器为主的第一代微型机(4 位机),以 8 位微处理器为主的第二代微型机(8 位机),以 16 位微处理器为主的第三代微型机(16 位机),以 32 位微处理器为主的第四代微型机(32 位机),以 64 位或更高微处理器为主的第五代微型机(64 位及以上的微型机)。

以上主要按 CPU 的字长将微机的发展划分为五代,但微机的发展不仅仅是 CPU 字长的扩展,同时还有时钟频率的提高,总线技术、存储技术以及软件(如操作系统及语言编译等系统软件)的发展等多方面的因素相互促进,从而使微机性能一代比一代完善。

下面简要介绍微型计算机的发展历史。

1971 年,世界上第一台微型计算机随着第一个微处理器芯片 4004 的诞生而诞生。该芯片字长 4 位,集成了约 2300 个晶体管,每秒可进行 6 万次运算。以它为核心组成的 MCS-4 计算机是世界上第一台微型计算机。从那时起,在近 40 年的时间内,微型计算机的发展已经历了五代,人们一般以字长和典型的微处理器芯片作为各阶段的标志。

第一代(1971—1972 年)——主要产品是 4 位和低档 8 位微机。1971 年 4004 诞生后,随后改进为 4040,第二年 Intel 研制出 8 位微处理器芯片 8008,并出现了由它组成的 MCS-8 微型计算机。8008 采用 PMOS 工艺,字长 8 位,基本指令 48 条,基本指令周期为 $20\sim 50\mu\text{s}$,时钟频率为 500 kHz,集成度约 3000 晶体管/片。

第二代(1973—1977 年)——主要产品为中、高档 8 位微机。其中,中档微处理器有 Motorola 公司的 MC6800 和 Intel 公司的 8080。1975—1977 年,又有一批性能更好的高档 8 位微处理器问世,如 Zilog 公司的 Z80、Intel 公司的 8085、Rockwell 公司的 6502 等。以 8080 为例,它采用 NMOS 工艺,字长 8 位,基本指令 70 多条,指令周期 $2\sim 10\mu\text{s}$,时钟频率高于 1 MHz,集成度约 6000 晶体管/片。

这一时期比较典型的微机产品有 8 位微型计算机 TRS-80 以及广泛用于工控场合的 Intel 公司的 8 位单片机,包括 MCS-48 系列和 MCS-51 系列等。

第三代(1978—1984 年)——各公司相继推出一批 16 位的微处理器芯片,如 Intel 公司

的 8086/8088/80286、Motorola 公司的 MC68000、Zilog 公司的 Z8000 等。此外,一些成功的小型机也进行了“微型化”改造,如 DEC 公司的 LSI-11 系列就是将著名的小型机 PDP-11 进行微型化改造的结果。以 8086 为例,该芯片采用 HMOS 工艺,其集成度达到 2.9 万晶体管/片,基本指令执行时间约为 $0.5\ \mu\text{s}$ 。80286 CPU 集成度达到 13.4 万晶体管/片。

这一时期较著名的微机产品还有 1984 年由 Apple 公司推出的 Macintosh 机(CPU 为 M6800),该机使用图形用户界面,并初步具备了多媒体功能,在出版印刷领域有很好的表现。Apple 公司生产的微机常被称为 MAC 机,其 CPU 主要采用 Motorola 的 680x0 系列和 Power PC 系列等。

第四代(1985—1992 年)——1985 年,Intel 公司首次推出 32 位微处理器芯片 80386,其集成度达到 27.5 万晶体管/片,每秒钟可完成 500 万条指令。80386 在结构上有重大进步,在 Intel 的产品内核序列中它处于 P3 级。随后,Intel 公司先后发表了 P4 级的 80486,属于 P5 级的 Pentium(奔腾)和 MMX Pentium(多能奔腾),属于 P6 级的 Pentium Pro(高能奔腾)、Pentium II Celeron(赛扬)/Xeon(至强)和 Pentium III/Celeron II/Xeon,属于 P7 级的 Pentium 4。每个级别的内核结构较前都有重大进步。

以 1989 年推出的 80486 芯片为例,其内部除 CPU 外,还集成了浮点运算协处理器 FPU(相当于 80387)、8 KB 高速缓存(cache)及存储管理机构(MMU),并在指令译码单元和高速缓存之间采用 128 位总线,在浮点处理单元(FPU)和高速缓存之间采用两条 32 位总线,提高了指令和浮点数据的传送速度。

32 位微处理器都采用 IA-32(Intel architecture-32)指令架构,并逐步增加了面向多媒体数据处理和网络应用的扩展指令,如 Intel 的 MMX、SSE 指令集和 AMD 的 3Dnow! Plus 指令集。人们将自 8086 以来一直延续的这种指令体系通称为 x86 指令体系。

这一时期比较著名的微机产品还有 1987 年由 IBM 公司推出的 PS/2(CPU 为 80386),它首次采用 3.5 寸软盘、VGA 视频标准及微通道结构(micro-channel architecture, MCA)总线,并提供即插即用(plug and play, PnP)功能。由于 IBM PS/2 在技术路线上又退回到了封闭模式,所以未能得到推广。

第五代(1993 年至今)——随着因特网和电子商务的发展,人们对服务器的性能提出更高的要求,32 位的微处理器已不能适应这一要求。包括 Intel、AMD、IBM、Sun 在内的一批厂商陆续设计并推出它们的 64 位微处理器。如 2000 年 Intel 推出的微处理器 Itanium(安腾),它采用由 Intel 和 HP 公司联合定义的全新指令架构“显式并行指令计算”(explicitly parallel instruction computing, EPIC),该指令架构又被称为 IA-64,以区别于原来的 IA-32 架构。64 位微处理器推出时主要是面向服务器和 workstation 等高端应用,之后随着应用程序越来越丰富,很快进入个人台式机应用。

在讨论和展望微型计算机发展历程时,我们可以借用著名的摩尔定律,集成电路芯片的集成度每 18~24 个月就会翻一番。以集成电路为基础的微型计算机,40 多年的发展历程也不断印证了摩尔定律,即每隔一年半到两年,微型计算机发展就会有一次更新换代。表 1-1 所列为各代微处理器和微型计算机的主要技术指标。

表 1-1 各代微处理器和微型计算机的比较

代别	年份	典型产品	工艺(线宽)	集成度/ (晶体管/片)	时钟频率	字长
第一代	1971—1972	Intel 4004, 4040, 8008	PMOS (10 μm)	0.2 万	1 MHz	4/8 位
第二代	1973—1977	Intel 8080, MC6800, Intel 8085, Z80	NMOS (6 μm)	0.3 万~1 万	2~4 MHz	8 位
第三代	1978—1984	Intel 8086/8088/80286, Z8000, MC68000	HMOS (3 μm)	2 万~6 万	4~20 MHz	16 位
		Intel 80286		13.5 万		
第四代	1985—1992	Intel 80386, 80486, MC68020, 68030, 68040, Z80000	CHMOS (1.2 μm)	32 万~120 万	16~66 MHz	32 位
第五代	1993—1999	Pentium, Power PC, P6, Alpha 21164, Pentium 4	CMOS (0.6~0.18 μm)	310 万~930 万 4200 万	66~300 MHz, 1.4~10 GHz	32 位
	2000 年至今	Itanium(安腾)	0.09~0.065 μm	2.14 亿	10 GHz~	64 位

1.1.3 计算机的发展趋势

综观计算机的发展历史,展望计算机的发展趋势,可用“巨”、“微”、“网”、“智”这 4 个字概括,即计算机将朝着功能巨型化、体积微型化、联系网络化、处理智能化及多媒体化 4 个方向发展。

巨型化主要是指功能巨型化。它是指其高速运算、大存储容量和强大功能的计算机。其运算能力一般在每秒千万亿次以上、内存容量在几百兆字节以上。功能巨型计算机主要用于尖端科学技术和军事国防系统的研究开发。

微型化主要指计算机体积微型化。随着微电子技术的进一步发展,微型计算机将得到更加迅速的发展,其中笔记本型、掌上型等微型计算机必将以更优的性价比受到人们的欢迎。

网络化主要指计算机资源网络化。网络化是指利用通信技术和计算机技术,把分布在不同地点的计算机互联起来,按照网络协议相互通信,以达到所有用户都可共享软件、硬件和数据资源的目的。

智能化主要指的是计算机处理智能化和多媒体化。智能化就是要求计算机能模拟人的感觉和思维能力。智能化的研究领域很多,其中最有代表性的领域是专家系统和机器人。

1.1.4 计算机的应用领域

微型计算机具有体积小、价格低、工作可靠、使用方便、通用性强等许多特点,其应用领域非常广泛,可划分为两个主要方向。

1. 数值计算、数据处理及信息管理方向

这一应用方向包括科学和工程计算、图形图像处理、文字图表处理、计算机辅助设计、计算机辅助教育、网络及数据库管理、电子商务和电子政务、远程服务和家庭娱乐等。从事这类工作的一般是通用微机,其主要应用形式有服务器(server)、工作站(workstation)、个人台式机和个人便携机等。从应用角度来看,要求这类微机有较快的工作速度、较高的运算精度、较大的内存容量和较完备的输入输出设备。此外,还要能为用户提供方便友好的操作界面和简便快捷的维护扩充手段。

其中,服务器主要用于网络和数据库管理,并为网络用户提供共享的软硬件资源。工作站主要用于图形、图像、音视频处理和计算机辅助设计。而个人 PC 则主要面向个人单机使用或联网使用,因其社会拥有量最大、使用最为普及,因而是这类微机最典型的代表。

2. 过程控制及嵌入应用方向

应用于这一方向的主要是一些专用微机和专用系统,如工业 PC、STD 总线工控机、PC/104 总线工控机、可编程逻辑控制器(programmable logical controller, PLC),以及由通用微处理芯片、微控制器(国内多称为单片机)、数字信号处理器(digital signal processor, DSP)等构成的各种宿主应用系统。在软件方面,各种组态软件和嵌入式操作系统都可以以模块裁剪拼接的方式提供开发上的便利。

对控制类微机,重点要求其能抵御各种干扰、适应应用现场的恶劣环境,确保长时间稳定地工作;同时,也要求其实时性要好,对各种随机事件的响应处理速度要快。此外,对嵌入式应用强调其体积要小,对便携式应用则强调其省电。

1.2 计算机基本结构和微机结构

1.2.1 计算机的基本结构

1946 年,美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John von Neumann)提出了存储程序计算机的设计思想,奠定了现代计算机的结构基础。半个多世纪以来,随着计算机技术的不断发展和应用领域的扩大,计算机体系结构发生了非常大的变化,如巨型机、大型机和微型计算机,它们的规模不同,性能差距很大,但从本质上讲,存储程序仍是这些计算机的结构基础,因此统称为冯·诺依曼型计算机。

冯·诺依曼计算机的基本工作原理可概括为:存储程序和程序控制。在物理结构上,计算机装置由运算器、控制器、存储器以及输入设备和输出设备 5 个基本组成部分,如图 1-1 所示。

运算器:运算器是对信息进行加工、运算的部件,执行算术运算和逻辑运算。

控制器:控制器是计算机的指挥系统,它指挥和控制计算机各部件协调工作。在它的控制下,CPU 从存储器中逐条取出指令,对指令译码,并根据指令发出各种控制信号,使各

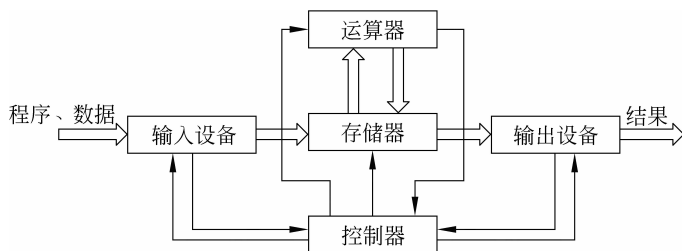


图 1-1 计算机基本组成结构框图

部分自动协调工作以完成指令所要求的各种操作。

存储器：存储器是用来存储程序和数据的部位。根据存储器和 CPU 的关系,存储器分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存)两大部分。主存储器是 CPU 可以直接读出或写入的存储器,用来存放当前正在使用或经常使用的程序和数据。它的容量较小,但存储速度快,通常由半导体存储器组成。辅助存储器不能被 CPU 直接访问(读出或写入),用来存放相对来说不经常使用的程序和数据,在需要时调入内存使用。它的容量大,但存储速度慢,常用的有硬盘、光盘、Flash 存储器等。

输入设备：程序和原始数据通过输入设备送入计算机。键盘、鼠标是最常用的输入设备,其他输入设备有扫描仪、数码相机、摄影机、麦克风、光笔(lightpen)等。

输出设备：输出设备用来输出运算操作结果以及对外部世界的各种控制信息,种类繁多,常用的有显示器、打印机、绘图仪等。

图 1-1 表明,程序和数据通过输入设备送入到存储器中;程序启动执行时,在控制器的控制下从相应的存储单元取出指令并被译码执行,控制器输出对应操作的各种控制信号。运算后的结果可送回存储器中,或送到输出设备显示或打印。5 个基本组成部分分工明确、协调配合,自动完成程序的所有指令直至结束。

通常将运算器和控制器合称为中央处理单元(central processing unit,CPU)。CPU 和存储器一起构成计算机的主机部分,而将输入设备和输出设备统称为外围设备(peripheral),又称 I/O 设备。

1.2.2 计算机的工作过程

应用计算机完成工作任务的过程包括 3 个步骤：①编制程序；②存储程序；③启动执行程序。

当人们要用计算机完成某项工作时,比如解算一道数学题时,第一步要把解算方法表达成计算机能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,组成了程序。因此,程序是实现既定任务的指令序列,其中的每条指令都规定了计算机执行的一种基本操作。计算机按程序安排的顺序执行指令,便可完成解算任务。第二步存储程序就是把已编制好的程序和数据送入存储器中保存起来。第三步启动机器执行程序,就是 CPU 从给出的程序中第一条指令的存储地址开始,取出指令、分析指令、执行指令,然后按指令顺序周而复始地进行取出指令、分析指令、执行指令的操作,直至完成全

部指令操作。所以执行程序就是逐条按顺序取出指令并分析执行指令。执行一条指令分为 4 个步骤：

- (1) 取出指令；
- (2) 分析指令；
- (3) 执行指令；
- (4) 为执行下一条指令做好准备,即让指令指针寄存器指向下一条指令的地址。

由此可见,存储程序和程序控制是计算机的基本工作原理,现代计算机的基本特征体现于此。基于这一原理,实现了计算机的自动连续运算处理由程序表示的整个任务。

因此冯·诺依曼体系计算机的结构和工作过程可以简要地概括为以下 3 点：

- (1) 计算机包括运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备五大基本部件；
- (2) 计算机内部采用二进制来表示指令和数据；
- (3) 编好的程序首先送入内存储器中,然后启动计算机工作,计算机自动逐条取出指令和执行指令。

1.2.3 微机结构

到了 20 世纪 70 年代,大规模和超大规模集成电路技术的发展,可以实现把运算器和控制器的所有晶体管电路集成在一块芯片上,即计算机的 CPU 集成在一块微小的芯片上,所以又称之为微处理器。以微处理器为主,配上存储器、输入设备、输出设备,这些功能部件通过小型化的系统板上的总线连接,就形成微型计算机。所以微型计算机仍然是冯·诺依曼体系的计算机,遵从存储程序和程序控制的基本工作原理,但基于大规模和超大规模集成电路技术的发展,不仅体积上一代代缩小,同时通过逻辑功能管理、存储技术、总线技术、接口技术、指令系统等的发展,大大扩展了微型计算机的数据传输和运算处理性能。

由于微型计算机处理数据的能力和速度主要取决于其微处理器的性能。因此针对微型计算机通常所说的 8088、8086、80386、80486、Pentium II、Pentium III 都是指 CPU 的型号。下面对微处理器的发展进程作简要介绍。

1.2.4 CPU 的发展简史

(1) 1971—1972 年：4 位和低档 8 位 CPU。代表产品有 Intel 4004 (4 位,集成度 1200 晶体管/片)和 Intel 8008 (8 位,集成度 2000 晶体管/片)。采用 PMOS 工艺,基本指令执行时间 $10\sim 20\ \mu\text{s}$ 。

(2) 1973—1977 年：中档和高档 8 位 CPU。代表芯片中档的有 Intel 8080 和 Motorola 公司的 MC6800,高档的有 Zilog 公司的 Z80 和 Intel 8085。采用 NMOS 工艺集成,基本指令执行时间 $1\sim 2\ \mu\text{s}$ 。

(3) 1978—1984 年：16 位微处理器。代表产品有 Intel 8088 (集成度 29000 晶体管/片)、Intel 8086/80286、Z8000、MC68000。采用 HMOS 工艺集成,基本指令执行时间 $0.5\ \mu\text{s}$ 。