

第 1 章

CHAPTER

微型计算机概述

计算机于 1946 年问世,最初只是一种自动化的计算工具,经过半个多世纪,从第一代采用电子管、第二代采用晶体管、第三代采用中小规模集成电路,已发展到第四代采用大规模集成电路、超大规模集成电路。20 世纪 70 年代初,在大规模集成电路技术发展的推动下,微型计算机(简称为微型机或微机)的出现为计算机的应用开拓了极其广阔的前景。计算机,特别是微型计算机的科学技术水平、生产规模和应用深度已成为衡量一个国家数字化、信息化水平的重要标志。计算机已经远不止是一种计算工具,它已渗透到国民经济和生活的各个领域,极大地改变着人们的工作和生活方式,已成为社会前进的巨大推动力。

本章将全面介绍微处理器和微型计算机的基本概念、组成、特点和应用概貌,以期对微型计算机及其应用有一个概括的了解。

本章主要内容如下:

- 微型计算机的概念;
- 微处理器的产生和发展;
- 计算机系统的软硬件组成;
- 微型计算机的应用以及发展。

1.1 微型计算机的概念

计算机通常按体积、性能和价格分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机五类。从系统结构和基本工作原理上说,微型机和其他几类计算机并没有本质上的区别,所不同的是微型机广泛采用了集成度相当高的器件和部件,因此具有以下一系列特点:

(1) 体积小、重量轻。由于采用大规模集成电路(LSI)和超大规模集成电路(VLSI),使微型机所含的器件数目大为减少,体积大为缩小。就功能而言,20 世纪 50 年代的庞大计算机系统,已被内部只含几十片集成电路的微型机所取代。近年来,微型机已从台式发展到便携式及笔记本。

(2) 价格低廉。当前,购买一台微型机只需花费几千元。

(3) 可靠性高、结构灵活。由于所含器件数目少,所以连线比较少,从而使微型机的可靠性高,结构灵活。

(4) 应用面广。现在,微型机不仅占领了原来使用小型机的各个领域,而且广泛应用于过程控制等场合。此外,微型机还进入了过去计算机无法进入的地方,如测量仪器、仪表、教学部门、医疗设备和家用电器等。

微型机的核心部分是微处理器或微处理机,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功能的中央处理器(CPU)。可以从不同的角度对微型机进行分类。按机器组成来分,可将微型机分为位片式、单片式、多片式;按制造工艺来分,可将微型机分为 MOS 型和双极型。由于微型机性能的高低在很大程度上取决于核心部件——微处理器,所以,最通常的做法是把微处理器的字长作为微型机的分类标准,可分为 4 位、8 位、16 位、32 位和 64 位微处理器。32 位微处理器是当今最流行的微处理器,它所构成的微型机也是当今世界最流行的微型机。

从制造微处理器器件的工艺来看,可分为 MOS 工艺的通用微处理器和双极型 TTL 工艺的位片式微处理器,后者具有速度快、灵活多变、功耗较大的特点。位片式微处理器以位为单位构成微处理器芯片,常用多片位片式微处理器构成高速、分布式系统和阵列式系统等,可以按实际需要,构成不同位数的微处理器,因而使用灵活多变。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,简称为微型计算机。以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、电源和辅助电路,以及指挥微型计算机工作的系统软件,就构成了微型计算机系统。

1.2 微处理器的产生和发展

以大规模集成电路工艺和计算机组成原理为基础的微处理器和微型计算机的问世是计算机发展史上新的里程碑,标志着计算机进入了第四代。1971 年,位于美国旧金山南部圣克拉拉县(硅谷)的 Intel 公司首先制成 4004 微处理器,并用它组成 MCS-4(Micro Computer System-4)微型计算机。自此,微处理器和微型计算机就以其超乎寻常的速度发展,大约每隔 2~4 年就换代一次。这种换代通常按 CPU 字长和功能划分,它已经历了五代的演变。

第一代(1971—1973),是 4 位和低档 8 位微处理器时代。代表产品是美国 Intel 公司的 4004(集成度:1200 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-4 微型计算机,以及随后的 Intel 8008(集成度:2000 个晶体管/片)和由它组成的 MCS-8 微型计算机。特点是采用 PMOS 工艺,速度较慢,基本指令执行时间为 $10\sim 20\mu\text{s}$,指令系统简单,运算功能差,但价格低廉,主要用于家用电器、计算器和简单的控制设备等。

第二代(1973—1978),是 8 位微处理器时代。产品的集成度提高了 1~2 倍。代表产品是 Intel 公司的 8080(集成度:4900 个晶体管/片),Motorola 公司的 MC 6800(集成度:6800 个晶体管/片)和美国 Zilog 公司的 Z80(集成度:10 000 个晶体管/片)。特点是采用 NMOS 工艺。运算速度提高一个数量级,基本指令执行时间为 $1\sim 2\mu\text{s}$,指令系统比较完善,寻址能力有所增强。8 位微处理器和微型计算机曾是应用的主流,主要用于教学、实

验系统和工业控制、智能仪器中。

第三代(1978—1984),是16位微处理器时代。1978年,Intel公司推出Intel 8086(集成度:29 000个晶体管/片),Zilog公司相继推出Z-8000(集成度:17 500个晶体管/片),Motorola公司推出MC 68000(集成度:68 000个晶体管/片)。特点是均采用高性能的HMOS工艺,各方面的性能指标比第二代又提高一个数量级。Intel 8086的基本指令执行时间约为 $0.5\mu\text{s}$,指令执行速度为2.5MIPS(MIPS为百万条指令/秒)。1982年,Intel公司推出的高性能的16位微处理器80286,指令执行速度提高到4MIPS。Intel 80286具备两种工作方式——实模式和保护模式。当工作在实模式时,保持与8086兼容,且工作速度更快。80286整体功能比8086强6倍。16位微处理器广泛应用于数据处理和管理系统。IBM公司首先用Intel公司的产品设计了个人计算机(personal computer),简称PC,典型产品有IBM PC/XT和IBM PC/AT机,并成为世界销售最大的PC机型。

第四代(1985—1992),是32位微处理器时代。1985年,Intel公司推出的Intel 80386,采用CHMOS工艺(集成度达到27.5万个晶体管/片),指令执行速度提高到3.4MIPS。工作方式除80286的实模式和保护模式外,还增加了虚拟8086模式。在实模式下,能运行8086指令,而运行速度却比80286快3倍。80386是Intel公司推出的第一个实用的32位微处理器。

1989年,Intel公司又推出另一个高性能的32位微处理器,即80486,其集成度达100万个晶体管/片。它与80386显著不同的是,80486将多种不同功能的芯片电路集成到一个芯片上。在80486芯片上,除有80386微处理器外,还集成了80387浮点运算处理器(FPU)、82385高速暂存控制器和8KB的高速缓冲存储器(cache)。这样,80486就在80386的基础上更加高速化。当时钟频率为25MHz时,指令执行速度达15MIPS;时钟频率为33MHz时,指令速度达19MIPS。

第五代(1993年以后),是64位微处理器时代。1993年,Intel公司推出了当前最先进的微处理器芯片——64位的Pentium,又称P5(80586)。该芯片采用了新的体系结构,其性能大大高于Intel系列的其他微处理器,集成度为310万个晶体管/片。在时钟频率为60MHz以下时,指令执行速度为100MIPS。芯片内部也有一个浮点运算协处理器,但其浮点型数据的处理速度比80486高5倍。

1995年,Intel公司推出的Pentium pro(高能奔腾),又称P6(80686)。P6的集成度为550万个晶体管/片,时钟频率为150MHz,运行速度达到400MIPS,是一种比P5更快的第二代奔腾产品,具有更优化的内部体系结构;整数处理器增加为3个,浮点运算速度也加快,使内部可以同时执行3条指令;片内除原有的第一级16KB高速缓冲存储器L1外,还增加一个256KB的第二级高速缓冲存储器L2;采用双重独立总线和动态执行技术,地址总线又增加了4条(共36条),能寻址64GB存储空间。

1996年,Intel公司将多媒体扩展技术应用到Pentium芯片上,推出Pentium MMX微处理器,其外部引脚与P5兼容,但在指令系统中增加了57条多媒体指令用于音频、视频、图形图像数据处理,使多媒体、通信处理能力得到了很大的提高。2000年11月,Intel公司推出Pentium 4微处理器,采用了称为NetBurst的全新Intel 32位微体系结构(IA-32),集成度达4200万个晶体管/片,时钟频率在1.5GHz以上,增加了功能更加强大

的执行跟踪缓存技术。

当前,微型计算机技术正向着生产、服务部门和日常生活的各个领域不断渗透,应用越来越广。

1.3 微型计算机系统的组成

微型计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成,如图 1.1 所示。

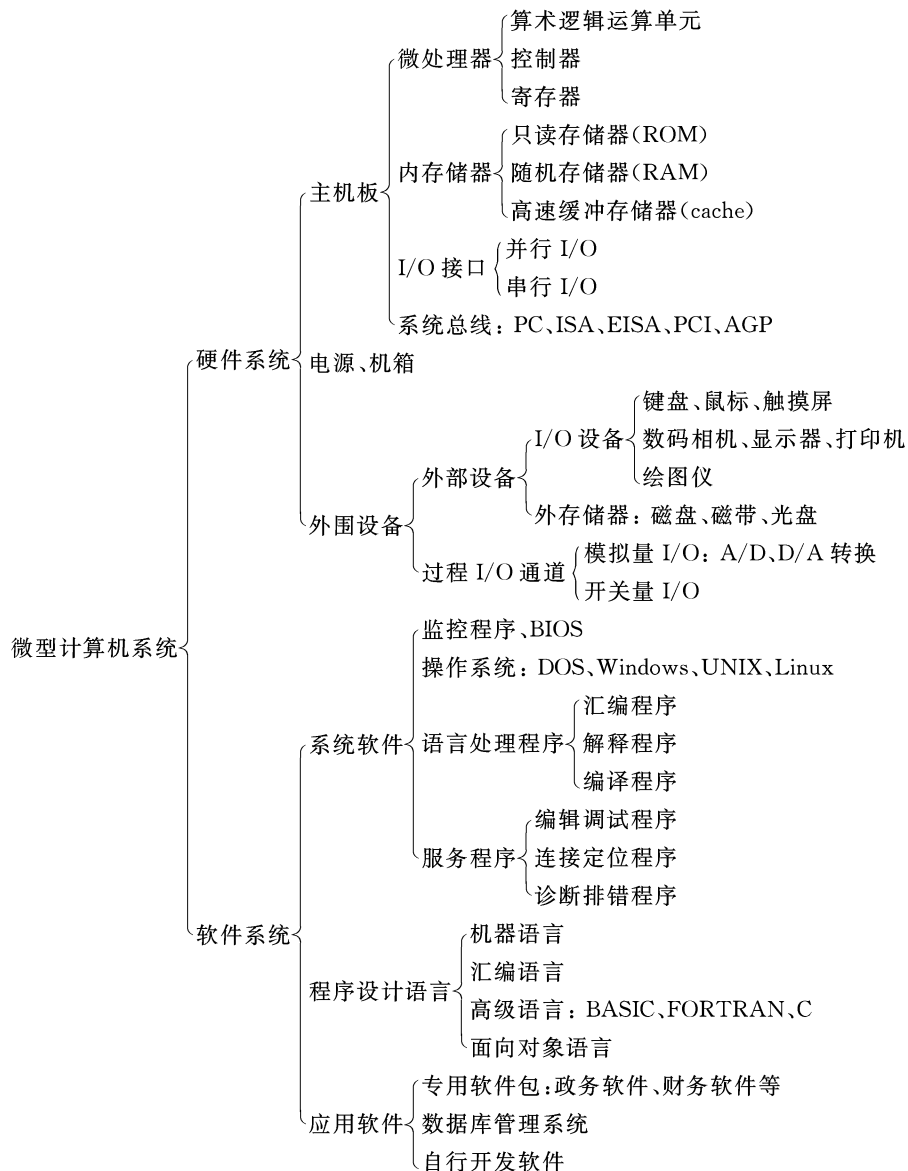


图 1.1 微型计算机系统的组成

1.3.1 硬件系统

1. 一般计算机的结构框图

一般计算机的结构如图 1.2 所示,主要由控制器、运算器、存储器和输入输出(I/O)接口四部分组成。

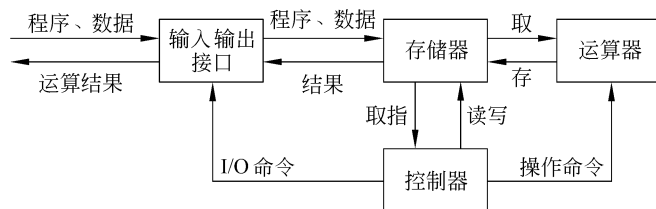


图 1.2 一般计算机的结构框图

- (1) 控制器：发布各种操作命令、控制信号等。
- (2) 运算器：主要进行算术和逻辑运算。
- (3) 存储器：存储程序、数据、中间结果和运算结果。
- (4) 输入输出(I/O)接口：原始数据和程序等通过输入接口送到存储器,而处理结果、控制信号等通过输出接口送出。

这种以二进制和程序控制为基础的计算机结构是由冯·诺依曼在 1946 年最早提出的。

2. 微型计算机

微型计算机是以微处理器(CPU)为中心,加上只读存储器(ROM)、读写存储器(RAM)、输入输出接口电路和系统总线缓冲器组成,如图 1.3 所示。

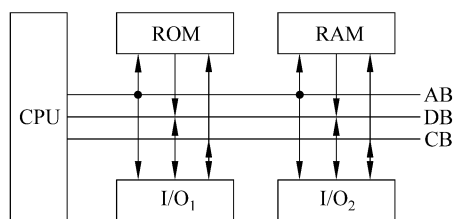


图 1.3 微型计算机结构框图

1) 微处理器

它是微型计算机的心脏,不仅把一般计算机中的控制器、运算器等集成在一个芯片上,而且它决定指令、指令系统。它能进行算术运算和逻辑运算,能够执行各种控制等。它的特性基本上反映了微型计算机的性能。各种不同类型的微处理器,都具有各自不同的一些特点,如指令系统、指令执行时间、控制能力、内部寄存器组、算术逻辑部件等硬件特性。在制造微处理器芯片时早已规定好了这些硬件特性和指令系统,用户通常不能更

改它们。

2) 存储器

存储器是计算机重要的组成部分,用于存储程序、原始数据、中间结果和最终结果。有了它,计算机才能有记忆功能,才能把要计算、处理的数据以及程序存入计算机内,使计算机脱离人的直接干预,自动地工作。显然,存储器容量越大,能记忆的信息就越多,计算机的功能也就越强。因为存储器的存取速度是影响运算速度的主要因素,所以希望存储器容量要大,存取速度要快。

目前的存储器由半导体存储器组成,可分为随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。RAM 又分为动态和静态存储器两种。ROM 分为掩模式 ROM、可编程 ROM(PROM)、可擦写的 ROM(EPROM)和电可擦写 ROM(E²ROM)。需注意的是:随机存储器(RAM)在停电后会丢失信息;而只读存储器(ROM)在停电后不会丢失信息。

3) 输入输出设备

常用的外部设备包括键盘、显示器、行式打印机、CRT 显示设备、盒式磁带机、软磁盘、A/D 与 D/A 转换器等。

当一个或几个外部设备与微处理器相连时,每个外部设备都必须有一个接口电路。这是因为:

(1) 所使用外部设备的速度不尽相同,有快速、慢速、中速之分,不可能与主机的工作速度相匹配。

(2) CPU 输入和输出数据都是并行传输的。外部设备对数据格式的要求是各式各样的,例如有的 A/D 转换接口是 12 位的,有的要求串行传送等。

(3) 外部设备的结构各不相同,有电子式、机械式、机电式、电磁式等结构。使用的电路元件有 MOS 器件与 TTL 器件之分,因此信号也要经过电平转换才能与 CPU 要求的信号相一致,CPU 与 I/O 之间的接口如图 1.4 所示。

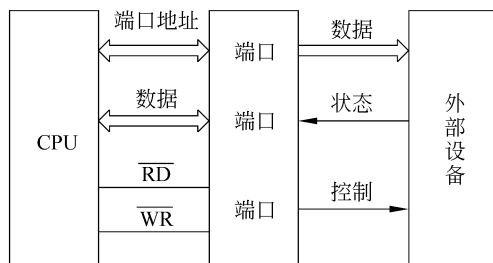


图 1.4 CPU 与 I/O 之间的接口

1.3.2 软件系统

软件系统是微型计算机为了方便用户使用和充分发挥微型计算机的硬件效能所必备的各种程序的总称。这些程序或存在于内存储器中,或存放在外存储器中。

一台微型计算机或微处理器系统组装好后,在没有安装任何软件之前,则称为“裸机”。“裸机”再好,也不能发挥机器的效能。因此,硬件和软件是组成微型计算机必不可

少的两大部分。根据微型计算机的使用场合和利用形式的不同,设计者或用户给它配备的规模也不相同。

1. 系统软件

系统软件是应用软件的运行环境,是人和硬件系统之间的桥梁,人们就是通过它们来操作机器的。系统软件是由机器的设计者或销售商提供给用户的,是硬件系统首先应安装的软件。

1) 监控程序

监控程序又称为管理程序。在单板计算机上的监控程序一般只有 1~2KB,通常固化在 ROM 中,又称为驻留软件。在 PC 中,起此作用的是 BIOS(即基本输入输出系统,本书第 5 章介绍了 BIOS 的功能),其容量要大得多,从几十字节到几兆字节。BIOS 的主要功能是对主机和外部设备的操作进行合理的安排,接收、分析各种命令,实现人机联系。通常,在 BIOS 中还包括一些可供用户调用的实用子程序。

2) 操作系统

操作系统是在管理程序的基础上,进一步扩充由许多控制程序组成的大型程序系统。操作系统的主要功能:合理地组织整个计算机的工作流程,管理和调度各种软、硬件资源——包括 CPU、存储器、I/O 设备和软件,检查程序和机器的故障。用户通过操作系统便可方便地使用计算机。操作系统是计算机的指挥调度中心,操作系统常驻留在磁盘中。微型计算机的所有资源都由操作系统统一管理,用户不必过问各部分资源的分配使用情况,而只需使用它的一些命令。因此,操作系统可以说是用户和裸机间的接口。

3) 语言处理程序

(1) 汇编程序:其功能是把用汇编语言编写的源程序翻译成机器语言表示的目标程序。汇编程序可存放在 ROM 中,称为驻留的汇编程序。具有驻留汇编程序的微型计算机可直接把汇编语言源程序翻译成机器语言的目标程序。汇编程序也可存放在磁盘上。使用时,应在操作系统的支持下,先将汇编程序调入内存,然后才能进行翻译加工,得到机器语言的目标程序,再经过服务程序的加工,最后得到可执行的程序文件。

(2) 解释程序:其功能是把用某种程序设计语言编写的源程序翻译成机器语言的目标程序,并且本着翻译一句就执行一句的准则,做到边解释边执行。

(3) 编译程序:能把用高级语言编写的源程序翻译成为机器语言的目标程序。编译程序也需经服务程序的加工才能得到可执行的程序文件。

4) 服务程序

用汇编程序和程序设计语言编好程序后,需要对程序进行编辑、连接、调试并将程序装配到计算机中去执行,在此过程中,还需要一些其他的辅助程序,这类辅助程序统称为服务程序。微型计算机常用的服务程序有文本编辑程序、连接程序、定位程序、调试程序和排错程序。

2. 程序设计语言

程序设计语言是指用来编写程序的语言,是人和计算机之间交换信息所用的一种工

具,又称为编程环境。程序设计语言通常可分为机器语言、汇编语言、高级语言和面向对象语言四类。

1) 机器语言

机器语言是能够直接被计算机识别和执行的语言。计算机中传送的信息是一种用“0”和“1”表示的二进制代码,因此,机器语言程序就是用二进制代码编写的代码序列。由于每种微型计算机使用的 CPU 不同(因每种 CPU 都有自己的指令系统),所以使用的机器语言也就不相同。用机器语言编写程序,优点是计算机能直接识别,不需要中间处理环节,缺点是直观性差、烦琐、容易出错,对不同 CPU 的机器也没有通用性等。机器语言因难于交流,在实际应用中很不方便,故很少直接采用。

2) 汇编语言

为了克服机器语言的缺点,人们想出一种办法——用一种能够帮助记忆的符号,即用英文字或缩写符来表示机器的指令,并称这种用助记符表示的机器语言为汇编语言。由于汇编语言程序是用这种助记符指令汇集而成的,因此,程序比较直观,从而易记忆、易检查,便于交流。但是,对于用助记符指令编写的汇编语言程序(称为源程序),计算机无法识别,这就要求将汇编语言源程序翻译成与之对应的机器语言程序(称为目标程序),以便计算机能执行。担任翻译任务的系统软件称为汇编程序。没有汇编程序的机器,对源程序的翻译可由人工来进行,这种翻译称为“手编”或手工仿真,也可在有相同 CPU 并配有汇编程序的其他机器上翻译成目标程序。

由于汇编语言的符号指令与机器代码是一一对应的,从执行的时间和占用的存储空间来看,它和机器语言一样是高效率的,同时也是随所用的 CPU 不同而异的。机器语言和汇编语言都是面向机器的,故称为初级语言。使用它便于利用计算机的所有硬件特性,是一种能直接控制硬件、实时性能强的语言。

3) 高级语言

高级语言又称为算法语言。为了从根本上克服初级语言的弱点,一方面应使程序设计语言适合于描述各种算法,使程序设计中所使用语句与实际问题的更接近;另一方面应使程序设计可以脱离具体计算机的结构,不必了解其指令系统,这就出现了各种高级语言。用高级语言编写的程序的通用性更强,如 BASIC、FORTRAN、DELPHI、C/C++ 和 Java 都是常用的高级语言。用高级语言编写的源程序仍需翻译成机器语言表示的目标程序后,计算机才能执行,这就需要相应的解释程序或编译程序。

为了提高编程的实际开发效率,还可以采用混合语言编程的方法,即采用高级语言和汇编语言混合编程,彼此互相调用,进行参数传递,共享数据结构和数据信息。这样,可以充分发挥各种语言的优势和特点,充分利用现有的多种实用程序、库函数等资源,使得软件的开发周期大大缩短。

4) 面向对象语言

面向对象是相对于传统的面向过程的编程方法(如 C 和 PASCAL)而言。利用面向对象中的封装、继承、多态等机制,可以提高程序的正确性、易维护性、可读性和可重用性,有利于程序开发中的分工合作。例如,C++ 是在 C 语言的基础上融入了面向对象的编程思想而发展起来的。常用的面向对象语言有 Java、VFP、Visual C、Visual Basic 等。

3. 应用软件

应用软件是用户利用计算机及其所提供的系统软件、程序设计语言为解决各种实际问题而编写的程序。

1.4 微型计算机的应用及发展

由于微型计算机具有体积小、价格低、耗电少和可靠性高等优点,所以应用十分广泛。微型计算机不仅在科学计算、信息处理、事务管理和过程控制等方面具有相当重要的地位,而且在日常生活中也发挥着不可缺少的作用。归纳起来,目前微型计算机有如下几个方面的应用。

1) 科学计算

现在,不少微型计算机具有较强的运算功能,特别是由多个微处理器构成的系统,其功能往往可与大型机相匹敌,甚至超过大型机,而成本却低到足以使大型机趋于淘汰。比如,美国 Seguent 公司最早用 30 个 Intel 80386 构成 Symmetry 计算机,速度为 120MIPS,达到 IBM 3090 系列中最高档大型机的性能,价格却不到后者的十分之一。

2) 信息处理

由于 Internet 的蓬勃发展,使世界进入了崭新的信息时代,对大量信息包括多媒体信息的处理是信息时代的必然要求。连接在 Internet 上的微型计算机配上相应的软件以后,就可以很灵活地对各种信息进行检索、传输、分类、加工、存储和打印。

3) 过程控制

过程控制是微型计算机应用最多、最有效的领域之一。现在,在制造工业和日用品生产厂家中都可见到微型计算机控制的自动化生产线,微型计算机在这些部门的应用为生产能力和产品质量的迅速提高开辟了广阔的前景。

4) 仪器、仪表控制

在许多仪器、仪表中,已经用微处理器代替传统的机械部件或分离的电子部件,这既使产品减少了体积,降低了价格,又使可靠性和功能得到了提高。另外,在医学领域出现了用微处理器作为核心控制部件的 CT 扫描仪和超声扫描仪,加强了对疾病的诊断能力。

5) 家用电器和民用产品控制

由微处理器控制的洗衣机、冰箱已经很普及。此外,微处理器控制的自动报时、自动空调、自动报警系统也已经进入家庭。还有,装有微处理器的娱乐产品往往将智能融于娱乐中;以微处理器为核心的盲人阅读器则能自动扫描文本的内容,从而为盲人带来福音。

目前,微型计算机基本上沿着两个方向发展:

(1) 生产性能更好的单片机及 4 位、8 位微型计算机,主要面向要求低成本的家电、传统工业改造及普及教育等,其特点是专用化、多功能、低价格、可靠性好。

(2) 发展 16 位、32 位、64 位微型计算机,面向更加复杂的数据处理、办公自动化(OA)及科学计算等,其特点是大量采用最新技术成果。在 IC 技术、体系结构等方面,向高性能、多功能的方向发展。

小 结

微型计算机由于其体积小、价格低、耗电少、可靠性高等优点,应用于社会的各行各业中。微处理器或微处理机,是由一片或几片大规模集成电路组成,具有运算器和控制器的功能。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,简称微型计算机。以微型计算机为中心,配以相应的外围设备、电源和辅助电路,以及指挥微型计算机工作的系统软件,就构成了微型计算机系统。微处理器以超乎寻常的速度发展,大约每隔 2~4 年就换代一次,按 CPU 字长和功能划分,它已经历了五代的演变,即 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机。计算机系统由硬件和软件两大部分组成,硬件系统主要由运算器、控制器、存储器和输入输出接口四部分组成;软件系统由程序设计语言、系统软件、语言处理程序、服务程序和应用程序等组成。微型计算机不仅在科学计算、信息处理、事务管理和过程控制等方面占有重要地位,并且在日常生活中也发挥了不可缺少的作用。

习 题

1. 解释和区别下列名字术语:
 - (1) 微处理器、微型计算机。
 - (2) 硬件系统、软件系统。
 - (3) 系统软件、应用软件。
 - (4) 机器语言、汇编语言和高级语言。
 - (5) 汇编语言程序和汇编程序。
2. 画出典型的 8 位微处理器的结构框图,说明各组成部分的作用。
3. 微型计算机有何特点?
4. 微型计算机主要应用在哪几个方面?
5. 简述微型计算机的发展方向。