

艾伦·图灵奠定了计算机的理论基础,冯·诺依曼则创建了现代计算机的体系结构和基本原理。历经半个多世纪的发展,计算机的功能虽然已今非昔比,但其工作原理和体系结构在总体上依然是冯·诺依曼计算机结构。

本章首先介绍计算机系统的概念,然后介绍微型计算机工作原理、计算机的硬件系统和软件系统。

### 3.1 计算机系统概述

一个完整的计算机系统由“硬件”和“软件”两大系统组成。图 3-1 所示为计算机系统的组成。其中,硬件系统是指计算机系统中各种物理设备的总称,它包括主机(包括 CPU、主板、内存等)和外部设备(包括显示器、鼠标和键盘等);软件系统是计算机所需要的各种程序、数据及其相关文件的集合。

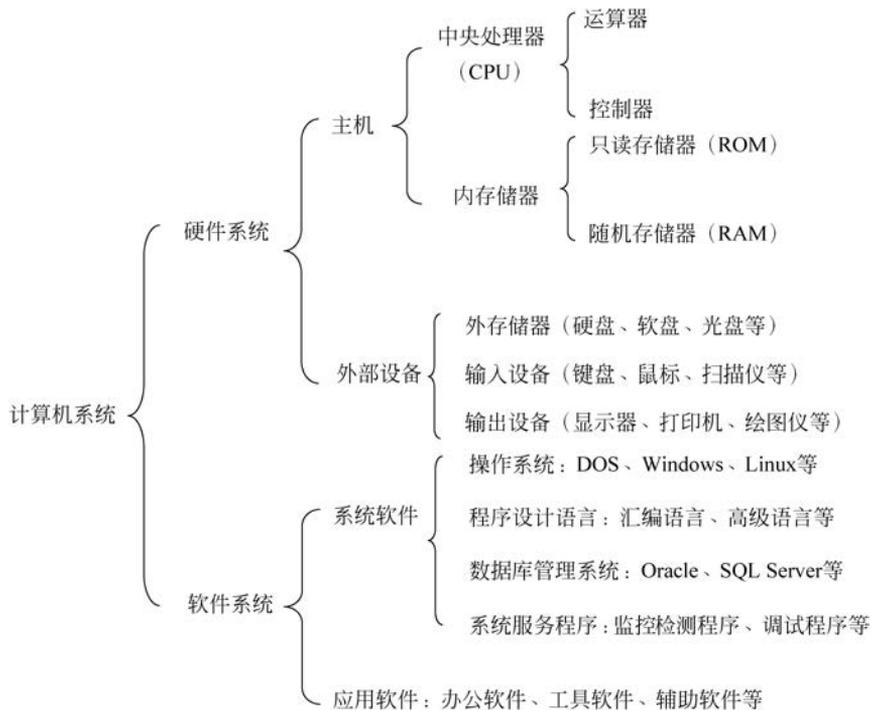


图 3-1 计算机系统的组成

硬件系统和软件系统两者相辅相成、缺一不可。若计算机仅有硬件系统,那么可以称为

裸机,这样的计算机是不能做任何工作的。硬件是计算机的基础,软件是计算机的灵魂,所以只有配备了完善的软件系统,硬件系统才有真正的使用价值。

## 3.2 计算机的基本组成及工作原理

根据计算机的工作特点,通常把计算机描绘成一台能存储程序和数据并能自动执行程序机器,是一种能对各种数字化信息进行处理的工具。下面通过对计算机的基本组成及其工作原理的论述,使读者对计算机的功能有一个比较准确的认识。

### 3.2.1 冯·诺依曼计算机体系结构

1946年第一台计算机ENIAC的诞生仅仅表明人类发明了计算机并进入了“计算机”时代。而对后来的计算机在体系结构和工作原理上有着巨大影响的是美籍匈牙利数学家冯·诺依曼和他的同事们研制的EDVAC计算机。冯·诺依曼提出了计算机“存储程序”的设计原则,即将计算机指令进行编码后,存储在计算机存储器中,并顺序地执行程序代码,以控制计算机的运行。

“存储程序”的思想非常重要。早期计算机设计中,程序与数据被看成两种完全不同的实体,数据存放在存储器中,程序则作为控制器的一部分,这样的计算机不仅计算效率低,且灵活性较差。而冯·诺依曼将程序和数据同等看待,程序像数据一样进行编码,然后与数据一起存放在存储器中,这样计算机就可以通过调用存储器中的程序对数据进行操作。这个改变是计算机发展史上的一场革命。

存储程序意味着,程序输入计算机后,存储在存储器(内存)中,在运行时,计算机就能够自动地、连续地从存储器中依次取出指令并执行。这大大提高了计算机的运行效率,减少了硬件的连接故障。更重要的是,存储程序设计思想导致了硬件和软件的分离,即硬件设计和程序设计分开进行,这种专业分工直接催生了程序员这个职业的诞生。

冯·诺依曼还确定了“计算机结构”的五大部件,他在著名的101报告中提出了计算机结构必须包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大组成部分。这五大部件在处理数据时可有机地结合在一起,其结构如图3-2所示。

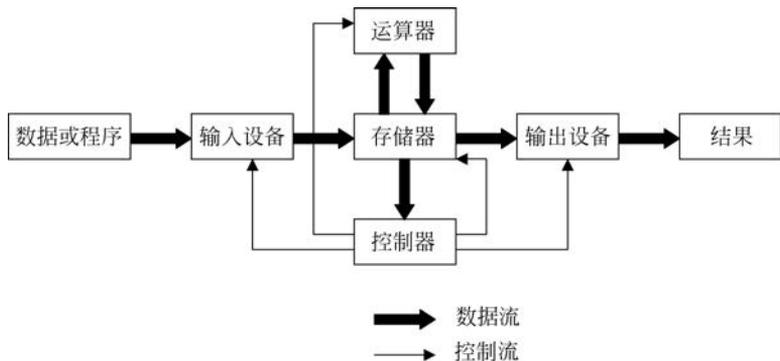


图 3-2 冯·诺依曼计算机结构

冯·诺依曼结构的计算机核心设计思想主要体现在以下三方面。

(1) 程序中的指令和数据都采用二进制编码,且能够被执行该程序的计算机所识别。

(2) 程序(数据和指令序列)事先存入主(内)存储器中,使计算机在工作时能够自动高速地从存储器中取出指令并加以分析、执行。

(3) 计算机由五个基本部分组成:运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

半个多世纪过去了,虽然计算机的软、硬件技术都有了飞速的发展,但直至今日,计算机的基本结构形式并没有明显的突破,仍属于冯·诺依曼结构型计算机。计算机的基本工作原理仍然是存储程序控制原理,当然,二进制也依然是计算机硬件唯一能够直接识别的数制。

冯·诺依曼计算机在体系结构上也存在局限性,特别是对非数值的处理效率比较低,简单的逻辑运算和判断功能远不能适应复杂的问题求解和推理的要求,从根本上限制了计算机特别是并行计算的发展。所以人们陆续提出了多种与冯·诺依曼计算机截然不同的新概念模型的系统结构,如光子计算机、生物计算机等,但这些都还在研制阶段,未来将有商品化的非冯·诺依曼结构的计算机问世,我们将会迎来一个各类型计算机百花争艳的信息时代。

### 3.2.2 计算机硬件系统基本组成

计算机硬件系统是根据冯·诺依曼计算机体系结构的思想设计的,包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部件。

#### 1. 运算器

运算器的主要部件是算术逻辑单元(arithmetic logic unit, ALU),它是运算器的主体,是计算机对数据进行加工处理的部件。ALU的主要功能是在控制信号的作用下完成加、减、乘、除等算术运算,与、或、非、异或等逻辑运算,以及移位、求补等运算。

运算器的处理对象是数据,数据长度和计算机数据表示方法,对运算器的性能影响极大。大多数通用计算机是以16位、32位、64位作为运算器处理数据的长度。能对一个数据的所有位同时进行处理的运算器称为并行运算器。如果一次只处理一位,则称为串行运算器。

计算机运行时,运算器的操作和操作种类由控制器决定。运算器中的数据取自内存(从内存中读),运算的结果又送回内存(往内存中写),或暂时寄存在内部寄存器中。运算器对内存的读/写操作是在控制器的控制之下进行的。

#### 2. 控制器

控制器又称控制单元(control unit, CU),是计算机的神经中枢和指挥中心,只有在它的控制之下,整个计算机才能有条不紊地工作,自动地执行程序。

控制器的工作过程是:首先从内存中取出指令、翻译指令、分析指令,然后根据指令的功能向有关部件发出控制命令,控制它们执行这条指令规定的操作。当各部件执行完控制器发来的命令后,都会向控制器反馈执行的情况。这样逐一执行这一系列指令,就使计算机能够按照由这一系列指令组成的程序要求自动完成各项任务。

控制器和运算器一起组成中央处理器,即CPU(central processing unit),它是一块超大规模的集成电路,是计算机的运算核心和控制核心。它的功能主要是解释计算机指令以及处理计算机软件中的数据。

### 3. 存储器

存储器(memory)是现代信息技术中用于保存信息的记忆设备。它的主要功能是存储程序和各种数据,并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。存储器是具有“记忆”功能的设备,它采用具有两种稳定状态的物理器件来存储信息,这些器件也称为记忆元件。计算机中处理的各种信息都要转换成二进制代码才能存储和操作。

存储器是计算机中各种信息交流的中心。有了存储器,计算机才有记忆功能,才能保证正常工作。计算机中的存储器按用途可分为内存储器和外存储器。

#### 1) 内存储器

内存储器简称内存或主存,用来存放将执行的程序和数据。在计算机内部,程序和数据都以二进制形式表示,它们均以字节为单位存储在存储器中,1字节占用一个存储单元,并具有唯一的地址号。关于存储单元和存储地址的概念,在前面章节中做了一定的论述,可以结合前面的介绍来进一步理解存储器的概念。

如同一栋教学楼由若干个房间组成一样,内存由若干个存储单元组成。大楼中的每个房间都有门牌号码,且每个号码在楼内都是唯一的,目的是便于寻找。同样,内存中的每个单元也有“门牌号码”,称为地址码,每个单元的地址在内存中也是唯一的。由于计算机只能识别二进制,所以内存中的地址码都是用二进制表示的,但是为了便于识别和读写,将比较长的二进制位用十六进制数表示。地址码的长度由内存单元的个数而定。

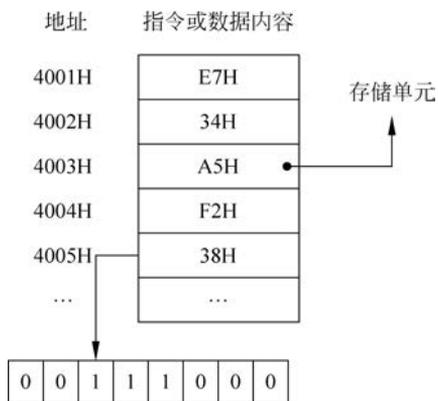


图 3-3 内存单元的地址

如图 3-3 所示,地址为 4005H 的存储单元中存放了一个 8 位二进制信息 00111000B(38H)。CPU 可直接用指令对内存储器按其地址进行读/写两种操作。读存储器操作是在控制部件发出的读命令控制下,将内存中某个存储单元的内容取出,送入 CPU 中某个寄存器;写存储器操作是在控制部件发出的写命令控制下,将 CPU 中某寄存器内容传送到存储器的某个存储单元中。写操作执行后,存储单元的内容被改变,读操作执行后,存储单元的内容不变。

虽然地址信息和数据信息都是二进制数,但两者是不同的,它们之间并没有直接的关系,不能混淆。地址是存储器单元的位置,数据是存放在某个位置内的信息,它可以是指令操作代码,或是 CPU 要处理的数据,也可以是数据的地址等。

内存的存取速度直接影响计算机的运算速度。内存储器与 CPU 的集合称为主机。存储器在计算机系统中的重要地位毋庸置疑,但 CPU 是高速器件,相对 CPU 来说,主存储器的速度还是很慢的。为了解决 CPU 和内存速度不匹配的问题,在 CPU 和主存之间设置一种高速缓冲存储器(cache)。缓冲存储器是计算机中的一个高速小容量存储器,其中存放的是 CPU 近期要执行的指令和数据,其速度可与 CPU 速度匹配。一般采用静态 RAM 这种速度快、容量小的半导体存储器充当缓冲存储器。

存储器技术是一种不断进步的技术,每当新存储器技术的出现,计算机的性能就有很大的提高。

内存按工作方式不同又分为随机存储器 RAM(random access memory)和只读存储器 ROM(read only memory)两种。

(1) 随机存储器：随机存储器可被 CPU 随机地读写，它用于存放将要被 CPU 执行的用户程序、数据以及部分系统程序。断电后，其中存放的所有信息将丢失，属于非永久性记忆存储器。

(2) 只读存储器：只读存储器中的信息只能被 CPU 读取，而不能由 CPU 任意地写入。断电后，其中的信息不会丢失。用于存放永久性的程序和数据，如系统引导程序、监控程序等。与 RAM 存储器不同，ROM 存储器具有掉电非易失性，属于永久记忆的存储器。

#### 2) 外存储器

外存储器简称外存或辅存，主要用来长期存放“暂时不用”的程序和数据。通常外存不和计算机的其他部件直接地交换数据，而只和内存交换数据，且不是按单个数据进行存取的，而是成批地进行数据交换。常用的外存是磁盘、光盘和 U 盘等，它们可以脱离计算机而存在，所以理论上可以存放无限多的数据。

由于外存储器安装在主机外部，所以也可以归属为外部设备。

### 4. 输入/输出设备

(1) 输入设备：输入设备用来接收用户输入的原始数据和程序，并将它们转变为计算机可以识别的形式(二进制)存放到内存中。常见的输出设备有字符输入设备(如键盘、条形码阅读器、磁卡机)、图形输入设备(如鼠标器、图形数字化仪、操纵杆)、图像输入设备(如扫描仪、传真机、摄像机)和模拟量输入设备等。

(2) 输出设备：输出设备用于将存放在内存中由计算机处理的结果转换为人们所能接受的各种形式表示出来。输出的形式可以是数字、字母、表格、图形和图像等。最常见的输出设备是各种类型的显示器、打印机、绘图仪和音响等。

输入设备和输出设备简称为 I/O(input/output)设备。

## 3.2.3 计算机的工作原理

计算机的工作过程是：计算机开机后，CPU 首先执行固化在只读存储器中的一小部分操作系统程序，这部分程序称为基本输入输出系统(basic input output system, BIOS)，它启动操作系统的装载过程，先把一部分操作系统从磁盘中读入内存，然后再由读入的这部分操作系统装载其他的操作系统程序。装载操作系统的过程称为引导。操作系统被装载到内存后，计算机才能接收用户的命令，执行其他的程序，直到最后用户关机。在整个工作过程中，如果知道了程序的执行过程，也就基本上了解了计算机的工作原理。

### 1. 指令和程序

指令就是让计算机完成某个操作所发出的基本操作命令，即计算机完成某个操作的依据。一条指令通常由两个部分组成：操作码和操作数，如图 3-4 所示。操作码指明该指令要完成的操作，如加、减、乘、除等。操作数是指参加运算的数据本身或者数据所在的单元地址。

计算机执行了一指令序列，便可完成预定的任务，这一指令序列就称为程序。程序是计算机所有指令的集合，称为该计算机的指令系统，指令系统反映了计算机的基本功能，不同的计算机其指令系统也不相同。显然，程序中的每一条指令必须是所用计算机的指令系统



图 3-4 一条指令的组成

中的指令,因此指令系统是提供给使用者编制程序的基本依据。

## 2. 计算机执行指令的过程

计算机执行指令一般分为两个阶段。首先将要执行的指令从内存中取出送入 CPU,然后由 CPU 对指令进行分析译码,判断该条指令要完成的操作,向各部件发出完成该操作的控制信号,完成该指令的功能。当一条指令执行完后就处理下一条指令。一般将第一阶段称为取指周期,第二阶段称为执行周期。

## 3. 程序的执行过程

计算机在运行时,通过输入设备将原始数据和程序送入内存储器中,内存储器再依次取出程序中的指令送入控制器进行译码分析,控制器根据指令的功能向相关硬件发出控制信号,执行指令,执行完成后,再从内存储器中读出下一条指令再执行。CPU 不断地取指令,执行指令,这就是程序的执行过程。70 多年来,虽然计算机系统从性能指标、运算速度、工作方式、应用领域和其他方面与当时的计算机有很大差别,但基本结构没有变,都属于冯·诺依曼结构体系计算机。

总之,计算机的工作就是执行程序,即自动连续地执行一系列指令,而程序开发人员的工作就是编制程序。一条指令的功能虽然是有限的,但是在人精心编制下的一系列指令组成的程序可完成的任务是无限的。

# 3.3 微型计算机的基本结构

## 3.3.1 微型计算机概述

微型计算机简称微机,也叫个人计算机(personal computer,PC),是指以微处理器为核心,配上存储器、输入/输出接口电路等所组成的计算机。微型计算机系统是指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(统称硬件)以及指挥计算机工作的软件所构成的系统。

与一般的计算机系统一样,微型计算机系统也是由硬件和软件两部分组成的,如图 3-5 所示。

微型计算机属于第四代计算机,是 20 世纪 70 年代初期才发展起来的,是人类重要的创新之一。一方面是由于军事、空间及自动化技术的发展,需要体积小、功耗低、可靠性高的计算机;另一方面,大规模集成电路技术的不断发展也为微型计算机的产生打下了坚实的物质基础。

## 3.3.2 总线

微型计算机体系结构的特点之一是采用总线结构,通过总线将微处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)和 I/O 接口电路等连接起来,而输入/输出设备则通过 I/O 接口实现与微机的信息交换,如图 3-6 所示。



图 3-5 微型计算机系统组成

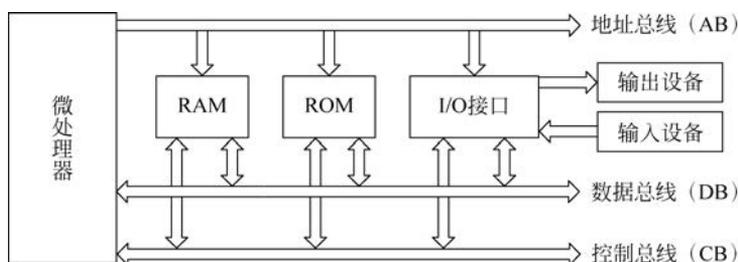


图 3-6 微型计算机硬件系统结构

所谓总线,是指计算机中各功能部件之间传送信息的公共通道,是微型计算机的重要组成部分。采用总线结构便于各部件和设备的扩充,尤其是制定统一的总线标准更易于使不同设备之间实现互连。总线可以是带状的扁平电缆线,也可以是印刷电路板上的一层极薄的金属连线。所有的信息都通过总线传送。

微型计算机采用总线结构有两个优点:一是各部件可通过总线交换信息,相互之间不必直接连线,这样可以减少传输线的根数,简化连线,使得工艺简单,线路可靠,从而提高计算机的可靠性;二是在扩展计算机功能时,只需把要扩展的部件连接到总线上即可,使功能扩展十分方便,便于实现硬件系统积木化,增加系统灵活性。

根据所传送信息的内容与作用不同,总线可分为以下三类。

(1) 地址总线(address bus, AB): 是专门用来传送地址的。在对存储器或 I/O 端口进行访问时,传送由 CPU 提供的要访问存储单元或 I/O 端口的地址信息,以便选中要访问的存储单元或 I/O 端口。由于地址只能从 CPU 传向外部存储器或 I/O 端口,所以地址总线总是单向总线。

(2) 数据总线(data bus, DB): 是用于传送数据信息的。从存储器取指令或读写操作数,对 I/O 端口进行读写操作时,指令码或数据信息通过数据总线送往 CPU 或由 CPU 送出。数据总线是双向总线,既可以把 CPU 的数据传送到存储器或 I/O 接口等其他部件,也

可以将其他部件的数据传送到 CPU。数据总线的位数是微型计算机的一个重要指标。

(3) 控制总线(control bus,CB):是用来传送控制信号和时序信号的。各种控制或状态信息通过控制总线由 CPU 送往有关部件,或者从有关部件送往 CPU。控制总线中每根线的传送方向是一定的,图 3-6 中控制总线作为一个整体,用双向表示。控制总线的位数要根据系统的实际控制需要而定,实际上控制总线的具体情况主要取决于 CPU。

采用总线结构时,系统中各部件均挂在总线上,可使微机系统的结构简单,易于维护,并具有更好的可扩展性。一个部件(插件)只要符合总线标准就可以直接插入系统,为用户对系统功能的扩充或升级提供了很大的灵活性。

目前微型机总线标准中常见的是 ISA 总线,它具有 16 位的数据宽度,工作频率 8 MB/s,最高数据传输率 8 MB/s; PCI 总线,32 位数据宽度,传输速率可达 132~264 MB/s。

总线主要有以下技术指标:

(1) 总线的位宽。

总线的位宽指的是总线能同时传送的二进制数据的位数,或数据总线的位数,即 16 位、32 位、64 位等。总线的位宽越宽,每秒钟数据传输率越大。

(2) 总线的工作频率。

总线的工作时钟频率以 MHz 为单位,工作频率越高,总线工作速度越快。

(3) 总线的带宽(总线数据传输速率)。

总线的带宽是指在总线上每秒能传输数据的最大字节量,用 MB/s 来表示。

总线的带宽=总线的工作频率×总线的位宽/8

总线位宽、总线工作频率、总线带宽三者之间的关系就像高速公路上的车道数、车速、车流量的关系。车流量取决于车道数和车速,车道数越多、车速越快则车流量越大。同样,总线带宽取决于总线的位宽和工作频率,总线位宽越宽、工作频率越高则总线的带宽越大。如果总线工作频率为 33 MHz,总线位宽为 32,则它的带宽为  $33 \text{ MHz} \times 32 \text{ bit} / 8 = 132 \text{ MB/s}$ 。

### 3.3.3 主板

主机板简称为主板(mainboard)又称为母版,是计算机各个部件的连接载体。主板上有一组芯片组,芯片组几乎决定着主板的全部功能,甚至影响整个计算机性能的发挥。芯片组分为北桥芯片和南桥芯片。北桥芯片决定着 CPU 的类型,主板系统的总线频率,内存类型、容量和性能,显卡插槽规格;而南桥芯片决定着扩展槽的种类与数量、扩展接口的类型和数量,显示性能和音频性能等。微机在运行时,主机和外部设备之间的控制都依靠主板来实现,所以主板会影响微机整体的运行速度和稳定性,是微机最基本和最重要的部件之一。目前主板一线品牌有华硕(ASUS)、微星(MSI)、技嘉(GIGABYTE)等,微机的主板如图 3-7 所示。

### 3.3.4 CPU

中央处理器(central processing unit,CPU),是包括运算器(算术逻辑运算单元,arithmetic logic unit,ALU)、控制器(controller)和寄存器(register)的一块超大规模集成电路芯片。微机中,CPU 简称为微处理器,是微机的核心部件。图 3-8 所示为微机的 CPU。

运算器主要负责对信息的加工处理。运算器不断地从存储器中得到要加工的数据,对

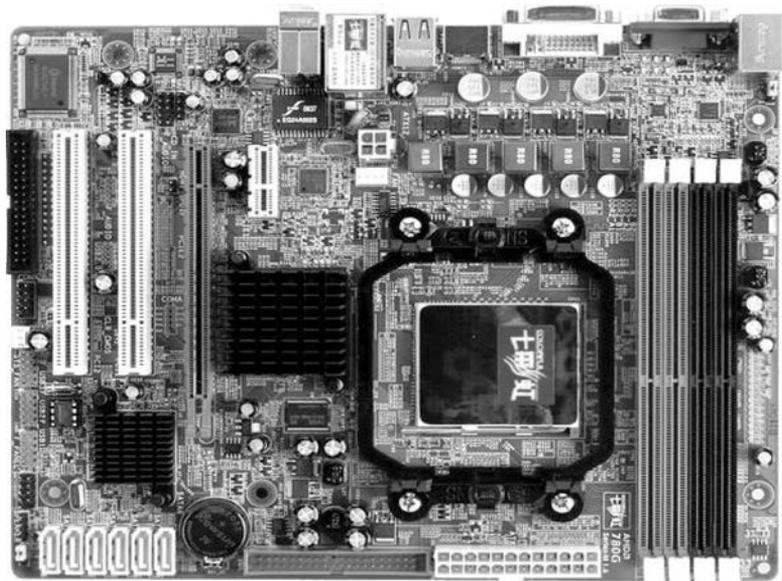


图 3-7 微机的主板

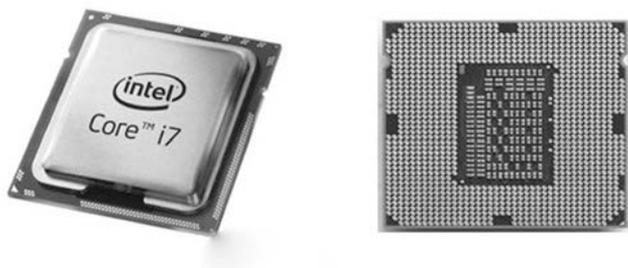


图 3-8 微机的 CPU

其进行算术运算和逻辑运算,并将最后的结果送回存储器中,整个过程在控制器的指挥下有条不紊地进行。运算器除了进行信息加工外,还有一些寄存器可以暂时存放运算的中间结果,节省了从存储器中传递数据的时间,加快了运算速度。

控制器是计算机的指挥中枢,主要作用是使计算机能够自动地执行命令。控制器从存储器中将程序取出并进行译码,再根据程序的要求向各部件发出命令;另外,控制器还从各部件中接收有关指令执行情况的反馈信息,并依次向各部件发出下一步执行命令。

寄存器是 CPU 内部的临时存储单元,如存放运算的结果等。

目前能够独立制造 CPU 的生产厂商主要有 Intel 公司和 AMD 公司。Inter 公司早期产品为赛扬(Celeron)系列和奔腾(Pentium)系列,现在的产品为酷睿(Core)系列。AMD 公司早期产品为闪龙(Sempron)系列和速龙(Athlon)系列,现在的产品为羿龙(Phenom)系列。

### 3.3.5 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据。使用时,可以从存储器中取出信息,不破坏原来的内容,这种操作称为存储器的读操作;也可以把信息写入存储器,原来的内容被抹掉,这

种操作称为存储器的写操作。存储器通常分为内存储器和外存储器。

### 1. 内存储器

内存储器简称内存(又称主存),是计算机中信息交流的中心。用户通过输入设备,把程序和数据送入内存,控制器执行的指令和运算器处理的数据取自内存,运算的中间结果和最终结果也保存在内存中;输出设备输出的信息来自内存,内存中的信息如要长期保存,就应送到外存储器中。总之,内存要与计算机的各个部件打交道,进行数据传送。因此,内存的存取速度直接影响计算机的运算速度。

内存储器从功能上分为只读存储器(read only memory,ROM)和随机存储器(random access memory,RAM)。只读存储器的特点是存储的信息只能读取,不能写入,断电后信息不会丢失,可靠性高,ROM 主要用来存放固定不变的控制计算机的系统程序和参数表,也用于存放常驻内存的监控程序和部分引导程序,通常所说的 BIOS 就存放在 ROM 中,ROM 的物理外形一般是双列直插式(DIP)的集成块。存储随机器是指可以进行读写操作的存储器,当计算机电源关闭时,存放在 RAM 中的数据和信息就会丢失。微机的内存储器如图 3-9 所示。

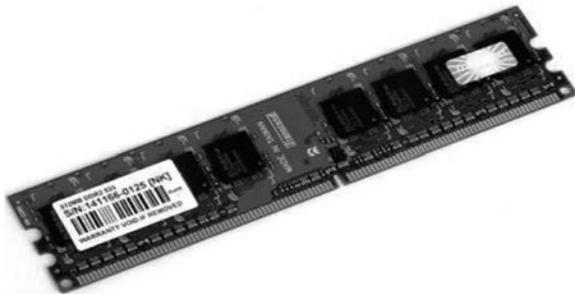


图 3-9 微机的内存储器

### 2. 外存储器

外存储器简称外存(又称辅助存储器),主要用来长期存放“暂时不用”的程序和数据。通常外存不和计算机的其他部件直接交换数据,只和内存交换数据,而且不是按单个数据进行存取,而是成批地进行数据交换。常用的外存有磁盘、磁带、光盘、U 盘等。

外存与内存有许多不同之处:一是外存不怕停电,例如磁盘上的信息可以保持几年,甚至几十年,CD-ROM 可以永久保存;二是外存的容量不像内存那样受多种限制,可以大得多,如当今硬盘的容量有 500 GB、1 TB 等;三是外存速度慢,内存速度快。外存有磁带存储器、软盘存储器、U 盘存储器、硬盘存储器、光盘存储器等,下面简要介绍一下各种外存储器。

#### (1) 磁带存储器(1963 年)。

磁带用于存储大中型计算机中的程序、图像和数据,采用磁表面介质。虽然磁带存储器只能按顺序进行“读写”操作,不能随机“读写”,但它具有存储容量大,“读写”速度慢,成本低,不受断电的影响等优点,在早期很受用户青睐。磁带存储器如图 3-10 所示。

#### (2) 软盘存储器(1967 年)。

软盘存储器在微型机中用于存放和输出小型程序或数据。软盘主要使用的是 3.5 英寸(1 英寸=2.54 cm)软盘,它最多只能存 1.44 MB 数据。软盘具有既能进行“读”又能“写”



图 3-10 磁带存储器

操作,不受断电的影响,携带方便等优点,在 20 世纪七八十年代颇为盛行,但是终因为容量的限制,已被 U 盘和可移动硬盘取代。

软盘片由外向里分成许多同心圆的槽,称之为磁道。各种信息都存放在磁道上,通常软磁盘的磁道数为 80,编号 0~79,最外面的磁道为 0 磁道,它是 DOS 的保留区。每条磁道又被划分为若干等分,每一等分称为扇区,每条磁道上的扇区数是相等的。一个扇区含有 512 字节。软磁盘片上的磁道密度由磁盘驱动器决定,一条磁道的扇区数由操作系统决定。一般情况下,3.5 英寸软盘片的每个磁道被分成 18 个扇区,它的容量是:2 面×80 磁道/面×18 扇区/磁道×512 字节/扇区=1474560 字节=1440 KB。软盘存储器如图 3-11 所示。

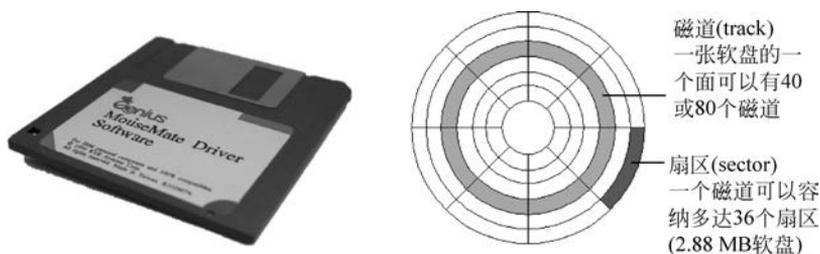


图 3-11 软盘存储器

### (3) U 盘存储器。

USB 闪存盘(USB flash disk)简称 U 盘,采用当前最为先进的 Flash 闪存芯片为存储介质。由于 U 盘最早的称呼来源于朗科科技生产的一种新型存储设备名为“优盘”,并且朗科申请了专利,所以之后生产的类似技术的设备不能再称之为“优盘”,就改称谐音“U 盘”。

U 盘是一种移动存储产品,主要用于存储较大的数据文件和在计算机之间方便地交换文件。U 盘不需要物理驱动器,也不需外接电源,可热插拔,容量大,读/写速度快,使用非常简单方便。U 盘体积很小,重量极轻,可抗震防潮,特别适合随身携带,是移动办公及文件交换理想的存储产品。U 盘存储器如图 3-12 所示。



图 3-12 U 盘存储器

随着数码产品的高速普及,近年来闪存卡也进入了高速发展时期,得到了越来越广泛的应用,相机、掌上计算机、随身听上处处都可能用到闪存卡。闪存卡有很多种类,常见的有 CF 卡、SD 卡、MMC 卡、记忆棒、SM 卡、XD 卡等,其中 CF 卡已经有了相当长的历史,由于其建立标准的时间长、兼容性好、容量大、价格低等原因

而得到了广泛的应用,是通用性最强的存储卡之一。CF卡作为一种先进的移动数码存储产品,具有高速度、大容量、体积小、重量轻、功耗低等优点。CF卡使用Flash作为存储媒介,无须供电也能保存资料,适合用在移动设备上。

#### (4) 硬盘存储器。

硬盘存储器简称硬盘(hard disk),如图3-13所示,是微机主要的存储媒介之一,是内存的主要后备存储器。硬盘从结构上分为固定式硬盘与可换式硬盘两种。固定式硬盘又称为温切斯特盘,它以一个或多个不可更换的硬磁道作为存储介质。可换式硬盘是一种可更换盘片的硬盘。PC的硬盘直径一般有5.25英寸、3.5英寸、2.5英寸等,目前台式机一般配置3.5英寸硬盘,容量可达到2TB。硬盘的使用寿命为20万小时左右。目前硬盘主流的转速为7200 r/min,新款硬盘可达到15000 r/min。



图 3-13 硬盘存储器

硬盘具有存取速度快、抗震性强、工作适应温度范围广等优点,但其价格贵、存储容量小、寿命短、不能中断供电。

#### (5) 光盘存储器(1972年)。

光盘存储器简称光盘,主要用于存储计算机中的程序、图像和数据,是采用光介质的存储器。光盘按照性能可分为只读型光盘CD-ROM,一次写多次读型光盘WORM,可擦写型光盘CD-RW、DVD-ROM光盘等。

只读型光盘存储容量大,成本低,但只能进行“读”操作,不能进行“写”操作。光盘存储器如图3-14所示。



图 3-14 光盘存储器

### 3.3.6 外部设备

#### 1. 输入设备

输入设备用来接收用户输入的原始数据和程序,并将它们转换为计算机可以识别的形

式(二进制)存放到内存中。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、光笔、数字化仪、麦克风等。

### 1) 键盘

键盘(keyboard)是微机系统最重要的输入设备,通过键盘可以将各种文字符号和指令信息输入微机中。键盘按接口的不同可分为 PS/2 接口和 USB 接口,如图 3-15 所示。按照键盘结构分为机械式键盘和电容式键盘,如图 3-16 所示。按照外形可以分为标准键盘和人体工程学键盘,如图 3-17 所示。按照键盘的连接方式分为有线键盘和无线键盘,如图 3-18 所示。



图 3-15 PS/2 接口和 USB 接口



图 3-16 电容式键盘和机械式键盘



图 3-17 标准键盘和人体工程学键盘



图 3-18 有线键盘和无线键盘

键盘是由按键、导电塑胶、编码器以及接口电路等组成,当用户按下其中一个键时,键盘中的解码器将此按键所对应的编码通过接口电路输送到微机的键盘缓冲器中,然后由 CPU 进行识别处理。

## 2) 鼠标

鼠标(mouse)的外形非常像一只老鼠,所以取名鼠标,在 Windows 及网络中使用频率相当高,鼠标是增强键盘输入功能的一个重要设备。相对于键盘来说鼠标更加方便、快捷。鼠标按工作原理可分为机械式鼠标、光电式鼠标和轨迹球式鼠标三种,如图 3-19 所示。机械式鼠标目前已经被淘汰。目前广泛使用的是光电式鼠标。轨迹球式鼠标工作原理与机械式鼠标几乎相同,只不过轨迹球鼠标的滚动球在鼠标底座的上方,可以直接用手拨动,精度高于机械式鼠标。



图 3-19 机械式、光电式、轨迹球式鼠标

按照接口鼠标可分为 PS/2 接口鼠标、USB 接口鼠标和无线鼠标,如图 3-20 所示。无线鼠标是利用 DRF 技术把鼠标在 X 或 Y 轴上的移动、按键按下或抬起的信息转换成无线信号并发送给主机。



图 3-20 PS/2 接口鼠标、USB 接口鼠标、无线鼠标

操作者对鼠标的操作可分为左击、右击、双击及拖动,这四种不同的操作可以实现不同的功能。

## 2. 输出设备

输出设备的功能是将内存中计算机处理后的信息转换为人们所能接受的形式,它将微机处理后的文字、声音和图像等信息表现出来,常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、音响等。

### 1) 显示器

显示器由监视器和显示适配器组成,是最常用的输出设备。显示器可以显示键盘输入

的命令或数据,也可以显示计算机数据处理的结果,是用户与微机进行交互时必不可少的重要设备。

显示器按照尺寸分为:14英寸、15英寸、17英寸、19英寸、21英寸等。

显示器按照色彩分为:单色显示器和彩色显示器,目前单色显示器已经被淘汰。

显示器按照显像管分为:CRT显示器和LCD显示器,如图3-21所示。



图 3-21 CRT 显示器和 LCD 显示器

CRT显示器是一种使用阴极射线管(cathode ray tube)的显示器。主要由五部分组成:电子枪(electron gun)、偏转线圈(deflection coils)、荫罩(shadow mask)、高压石墨电极、荧光粉涂层(phosphor)及玻璃外壳。当显像管内部的电子枪阴极发出的电子束经强度控制、聚焦和加速后变成细小的电子流,在经过偏转线圈的作用向正确的目标偏离,穿越荫罩的小孔或栅栏轰击到荧光屏上的荧光粉时,使被击打位置的荧光粉发光,通过电压来调节电子束的功率,就会在屏幕上形成阴暗不同的光点,形成各种图案和文字。

LCD(liquid crystal display,液晶)显示器的横截面很像很多层三明治叠在一起。液晶位于两片导电玻璃体之间,颜色过滤器和液晶层可以显示出红、蓝和绿3种基本的颜色。当液晶层受到电压变化的影响后,液晶只允许一定数量的光线通过。光线的发射角度按照液晶来控制,当LCD中的电极产生电场时,液晶分子就会发生扭曲,将穿越其中的光线进行有规则的折射,最后经过第二层过滤层的过滤在屏幕上显示出来。

显示器的主要参数:

(1) 显像管尺寸:显像管尺寸与电视机的尺寸标注方法是一样的,都是指显像管的对角线长度。

(2) 分辨率:分辨率是指显示器所能显示的点数的多少。

(3) 刷新频率:刷新频率就是每秒钟刷新屏幕的次数,也叫场频或垂直扫描频率。

(4) 行频:行频也是一个很重要的指标,它是指显示器电子枪每秒钟所扫描的水平行数,也叫水平扫描频率,单位是kHz。行频与分辨率、刷新频率之间的关系是:行频=刷新频率×垂直分辨率。

(5) 带宽:就是显示器的电子枪每秒钟内能够扫描的像素个数。带宽的计算公式为:带宽=水平分辨率×行频。

(6) 点距:点距是针对使用孔状荫罩的CRT显示器来说的,指荧光屏上两个同样颜色荧光点之间的距离。

## 2) 打印机

打印机也是计算机中最常用的输出设备。按输出方式可分为击打式和非击打式,击打式以针式打印机为主要代表,如图 3-22 所示。非击打式以激光打印机和喷墨打印机为主流,如图 3-23 所示。



图 3-22 针式打印机



图 3-23 激光打印机和喷墨打印机

针式打印机是利用机械和电路驱动原理,使打印针撞击色带和打印介质,进而打印出点阵,再由点阵组成字符或图形来完成打印任务的。针式打印的优点是结构简单、技术成熟、性能价格比好、消耗费用低。

激光打印机是利用激光束将数字化图形或文档快速“投影”到一个感光表面(感光鼓),被激光束命中的位置会发生电子充电现象,然后就像磁铁那样,吸引一些纤细的铁粉颗粒(即“墨粉”)。对于单色打印机,这些墨粉是黑色的,而对于彩色打印机,则为青、洋红、黄和黑等颜色。墨粉会从感光鼓上传输到纸面。同时由于纸面要通过一个高热的滚筒,所以那些墨粉就“固定”到纸上了。激光打印机的优点是技术成熟、可靠性高、快速安全、分辨率高和运转费用低。

喷墨打印机是带电的喷墨雾点经过电极的偏转后直接在纸上形成文字或图形,喷墨打印机能打印的详细程度依赖于喷头(喷头是一种包含数百个小喷嘴的设备,每一个喷嘴都装满了从可与卸载的墨盒中流出的墨)在打印机上的墨点的密度和精确度。喷墨打印机的优点是价格便宜、噪声小、图形质量高。

## 3.4 微机的软件系统

如前所述,计算机系统的硬件只提供了执行机器指令的“物质基础”,要用计算机来解决一个具体任务,需要根据求解该问题的“算法”,用指令来编制实现该算法的程序,计算机通

过运行该算法的程序才能获得解决这一任务的结果。随着计算机硬件技术的不断发展及广泛应用,计算机软件技术也日益完善与丰富。用于信息处理的计算机似乎有神奇的力量,什么都能干,这种神奇之力来自软件,软件是计算机的灵魂。

### 3.4.1 软件的概念及分类

所谓软件,就是支持计算机工作、提高计算机使用效率和扩大计算机功能的各类程序、数据和有关文档的总称。程序(program)是为了解决某一问题而设计的一系列指令或语句的有序集合;数据(data)是程序处理的对象和处理的结果;文档(document)是描述开发程序、使用程序和维护程序所需要的有关资料。

计算机软件发展非常迅速,其内容又十分丰富,若仅从用途来划分,大致分为以下3种。

(1) 服务类软件:这类软件是面向用户的,为用户提供各种服务,包括各种语言的集成化软件如 Visual C++、各种软件开发工具及常用的库函数等。

(2) 维护类软件:此类软件是面向计算机维护的,包括错误诊断和检测软件、测试软件、各种调试用软件,如 Debug 等。

(3) 操作管理类软件:此类软件是面向计算机操作和管理的,包括各种操作系统、网络通信系统和计算机管理软件等。

若从计算机系统角度看,计算机软件一般分为系统软件和应用软件两大类,如图 3-24 所示。

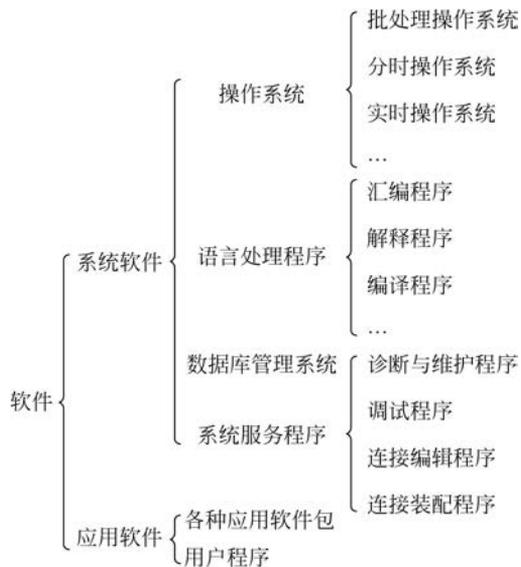


图 3-24 软件系统的分类

### 3.4.2 系统软件

系统软件是指管理、控制和维护计算机的各种资源,以及扩大计算机功能和方便用户使用计算机的各种程序集合。它是构成计算机系统必备的软件,通常由计算机厂家或第三方厂家提供,一般包括:操作系统、语言处理程序、数据库管理系统和系统服务程序四类。

系统软件有两个显著的特点:一是通用性,其算法和功能不依赖于特定的用户,普遍适

用于各个应用领域；二是基础性，其他软件都是在系统软件的支持下进行开发和运行。

### 1. 操作系统

为了使计算机系统的所有软、硬件资源协调一致，有条不紊地工作，就必须有一个软件来进行统一的管理和调度，这种软件就是操作系统(operating system, OS)。操作系统的主要功能是管理和控制计算机系统的所有资源(包括硬件和软件)，目前微机上常见的操作系统有 DOS、UNIX、Windows、Linux 等，操作系统具有并发性、共享性、虚拟性、不确定性四个基本特征。

### 2. 数据库管理系统

数据库管理系统(database management system, DBMS)是一种对数据进行统一管理的系统软件，用于建立、使用和维护数据库。有了数据库管理系统就可以保证数据库的安全性和完整性。微机上比较著名的数据库管理系统有 DB2、Access、Oracle、SQL Server、MySQL 等，不同的数据库管理系统，应用范围也不同。

### 3. 语言处理程序

计算机语言是程序设计的最重要的工具，它是指计算机能够接受和处理的、具有一定格式的语言。从计算机诞生至今，计算机语言已经发展到了第四代。

第一代计算机语言是机器语言，它是由 0、1 代码组成的，能被机器直接理解、执行的指令集合。这种语言编程质量高，所占空间少，执行速度快，是机器唯一能够执行的语言，但机器语言不易学习和修改，且不同类型机器的机器语言不同，只适合专业人员使用，现在几乎已经没有人用机器语言直接编程了。

第二代计算机语言是汇编语言，它采用一定的助记符来代替机器语言中的指令和数据，又称为符号语言。汇编语言一定程度上克服了机器语言难读难改的缺点，同时保持了其编程质量高、占存储空间少、执行速度快的优点。故在程序设计中，对实时性要求较高的地方，如过程控制等，仍经常采用汇编语言。该语言也依赖于机器，不同的计算机一般也有着不同的汇编语言。

第三代是高级语言阶段，即面向过程的语言。用高级语言编写的程序易学、易读、易修改，通用性好，不依赖于机器。但机器不能对其编制的程序直接运行，必须经过语言处理程序的翻译后才可以被机器接受。高级语言的种类繁多，如面向过程的 FORTRAN、Pascal、C 语言等，面向对象的 C++、Java、Visual Basic 等。

第四代计算机语言是面向对象的语言，它是一种非过程化的语言。使用这种语言设计程序时，用户不必给出解题过程的描述，仅需要向计算机提出所要解决的问题即可。用它们编制的源程序都不能在计算机上直接运行，而需要借助于语言处理程序加工成目标程序后，才能够被机器执行。在所有的程序设计语言中，除了用机器语言编制的程序能够被计算机直接理解和执行外，其他的程序设计语言编写的程序都必须经过一个翻译过程才能转换为计算机所能识别的机器语言程序，实现这个翻译过程的工具是语言处理程序。

从高级语言程序到获得运行结果的一般过程如图 3-25 所示，高级语言编写的程序称为源程序，其不能被计算机直接执行，要经过翻译。翻译的方法有两种：编译和解释。大部分高级语言都是采用编译程序进行翻译的，C 语言便是其中之一。还有一些高级语言则是采用另外一种翻译程序—解释程序进行处理的。解释程序直接对源代码中的语句进行解释执行，产生运行结果，它不产生目标代码，见图 3-26。其优点是易于实现人机对话，能及时帮助用

户发现错误和改正错误；但其效率低,耗时较多,如 BASIC 就是采用解释程序进行处理的。

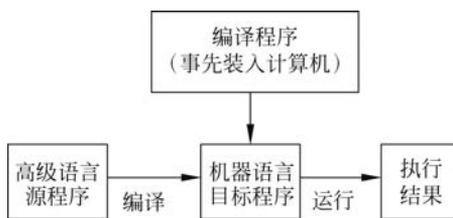


图 3-25 编译过程示意图

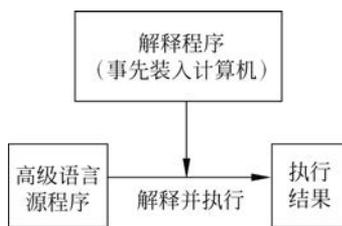


图 3-26 解释过程示意图

### 3.4.3 应用软件

应用软件是为了解决各种实际问题而设计的计算机程序,通常由计算机用户或专门的软件公司开发。目前应用软件的种类很多,按其主要用途分为科学计算、数据处理、过程控制、辅助设计和人工智能软件等。应用软件的组合可称为软件包或软件库。数据库及数据库管理系统过去一般认为是应用软件,随着计算机的发展,现在已被认为是系统软件。随着计算机技术的不断发展,应用领域不断拓宽,应用软件种类将日益增多,在软件中所占比重越来越大,如今已是市场上的主要软件类别。

硬件系统和软件系统是密切相关和相互依存的。硬件所提供的机器指令、低级编程接口和运算控制能力,是实现软件功能的基础;没有软件的硬件机器称为裸机,功能极为有限,甚至不能有效启动或进行起码的数据处理工作。裸机每增加一层软件,就变成了一台功能更强的机器。应该指出,现代计算机硬件与软件之间的分界并不十分明显,有时软件与硬件在逻辑上有着某种等价的意义。常用的应用软件有办公软件如 Microsoft Office、信息管理软件、辅助设计软件如 CAD、娱乐软件等。

## 本章小结

本章主要介绍了计算机系统的组成、计算机的体系结构、计算机的硬件基础知识、工作原理,以及微型计算机硬件系统的各组成部分:总线、CPU、内存储器、主板、外存储器和输入/输出设备。冯·诺依曼型计算机系统是由硬件系统和软件系统两大部分组成。计算机硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 部分组成,软件系统一般分为系统软件和应用软件两大类。

## 习 题 3

### 一、选择题

1. 微型计算机系统中采用总线结构对 CPU、存储器和外部设备进行连接。总线通常由三部分组成,它们是( )。
  - A. 逻辑总线、传输总线和通信总线
  - B. 地址总线、运算总线和逻辑总线
  - C. 数据总线、信号总线和传输总线
  - D. 数据总线、地址总线和控制总线
2. 下面列出的四种存储器中,易失性存储器是( )。

- A. RAM  
C. PROM
- B. ROM  
D. EPROM
3. 硬盘工作时,应注意避免( )。
- A. 光线直射  
C. 潮湿
- B. 强烈震动  
D. 噪声
4. 内存和外存相比,其主要特点是( )。
- A. 存取大量信息  
C. 存取速度快
- B. 能长期保存信息  
D. 能同时存储程序和数据
5. 下列存储器中,存取速度最快的是( )。
- A. 软磁盘存储器  
C. 光盘存储器
- B. 硬磁盘存储器  
D. 内存储器
6. CPU 不能直接访问的存储器是( )。
- A. ROM  
C. Cache
- B. RAM  
D. CD-ROM
7. 微型计算机中,控制器的基本功能是( )。
- A. 存储各种控制信息  
C. 产生各种控制信息
- B. 传输各种控制信号  
D. 控制系统各部件正确地执行程序
8. 下列四条叙述中,属 RAM 特点的是( )。
- A. 可随机读写数据,且断电后数据不会丢失  
B. 可随机读写数据,断电后数据将全部丢失  
C. 只能顺序读写数据,断电后数据将部分丢失  
D. 只能顺序读写数据,且断电后数据将全部丢失
9. 关于硬件系统和软件系统的概念,下列叙述不正确的是( )。
- A. 计算机硬件系统的基本功能是接收计算机程序,并在程序控制下完成数据输入和数据输出任务  
B. 软件系统建立在硬件系统的基础上,它使硬件功能得以充分发挥,并为用户提供一个操作方便、工作轻松的环境  
C. 没有装配软件系统的计算机不能做任何工作,没有实际的使用价值  
D. 一台计算机只要装入系统软件后,即可进行文字处理或数据处理工作
10. 微型机的最小配置是由( )组成。
- A. 主机、输入设备、存储器  
C. CPU、存储器、输出设备
- B. 主机、键盘、显示器  
D. 键盘、显示器、打印机
11. 微型机中的 COMS 属于( )。
- A. RAM  
B. ROM  
C. CPU  
D. 外存储器
12. I/O 接口位于( )。
- A. 总线和 I/O 设备之间  
C. 主机和总线之间
- B. CPU 和 I/O 设备之间  
D. CPU 和主存储器之间

## 二、填空题

1. 微机的硬件系统是由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_组成的。

2. ROM 的中文名称是\_\_\_\_\_,RAM 的中文名称是\_\_\_\_\_。
3. 在微型计算机组成中,最基本的输入设备是\_\_\_\_\_,输出设备是\_\_\_\_\_。
4. 在计算机工作时,\_\_\_\_\_用来存放当前正在使用的程序和数据。

### 三、问答题

1. CPU 是什么? 它包括哪些硬件? CPU 的主要功能是什么?
2. 内存与外存有什么区别?
3. 什么是总线? 计算机的总线有哪几种? 有什么功能?
4. 什么是分辨率? 什么是点距?

### 四、实践题

通过网上或实体店自己模拟配置一台计算机,然后说明硬件的配置情况。