

第3章

计算机系统的组成



计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。计算机硬件是计算机软件工作的基础。要真正理解计算机,必须对计算机的硬件组成有深入的了解。本章着重介绍冯·诺依曼体系结构、计算机的硬件组成部分及其功能,并结合微机的发展历程阐述微机结构、接口和衡量计算机性能的基本指标。

3.1 计算机的工作原理

计算机硬件的基本功能是接受计算机程序的控制以实现数据输入、运算、数据输出等一系列操作。虽然计算机的制造技术从计算机出现到今天已经发生了巨大的变化,但在基本的硬件结构方面,一直沿袭着冯·诺依曼的传统框架,即计算机硬件系统由控制器、运算器、存储器、输入设备、输出设备这5个基本部件构成。原始数据和程序通过输入设备输入存储器,在运算处理过程中,数据从存储器读入运算器进行运算,运算的结果存入存储器,必要时再经输出设备输出。指令也以数据形式存于存储器中。运算时,指令由存储器输入控制器,由控制器控制各部件的工作。

由此可见,输入设备负责把用户的信息(包括程序和数据)输入到计算机中;输出设备负责将计算机中的信息(包括程序和数据)输出到外部媒介,供用户查看或保存;存储器负责存储数据和程序,并根据控制命令提供这些数据和程序,它包括内存(存储器)和外存(存储器);运算器负责对数据进行算术运算和逻辑运算(即对数据进行加工处理);控制器负责对程序所规定的指令进行分析,控制并协调输入、输出操作或对内存的访问。

3.1.1 冯·诺依曼结构

1945年,美籍匈牙利科学家冯·诺依曼首先提出了“存储程序”的概念和二进制原理,后来,人们把利用这种概念和原理设计的电子计算机系统统称为“冯·诺依曼型结构”计算机。冯·诺依曼型计算机的主要特点包括:

- 指令采用顺序执行;
- 指令的格式包括指令码和地址码两部分;
- 采用二进制形式表示数据和指令;

- 将程序事先存入主存储器中,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;
- 计算机系统由 5 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,如图 3-1 所示。

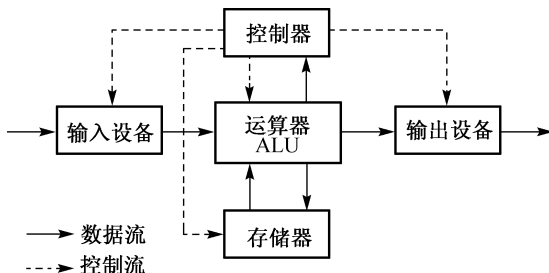


图 3-1 冯·诺依曼结构的计算机系统

冯·诺依曼结构存在一定的缺陷,不完全适应现代计算机的要求,例如指令采用顺序执行的方式,系统以运算器作为核心等,因此许多新型计算机对它进行了各种各样的改进,比如:

- 指令并行执行;
- 系统和核心改为以存储器为中心;
- 指令和数据分别存放和访问。

尽管如此,冯·诺依曼结构仍然是现代计算机的基础,包括性能最优越的计算机也仍然采用这种结构。

3.1.2 现代计算机系统组成

计算机硬件是指计算机系统中由电子、机械和光电元件组成的各种计算机部件和设备,其基本功能是接受计算机程序的控制以实现数据输入、运算、数据输出等一系列操作。

目前计算机的种类很多,其制造技术也发生了极大的变化,但在基本的硬件结构方面,它一直沿袭着冯·诺依曼的体系结构,从功能上都可以划分为五大基本组成部分,即输入设备、输出设备、存储器、运算器和控制器,如图 3-2 所示。

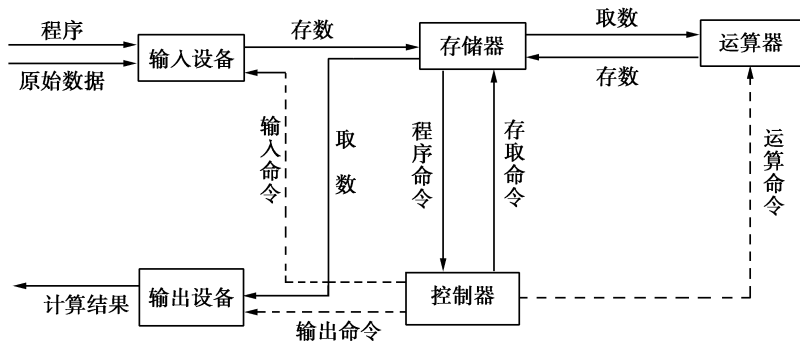


图 3-2 现代计算机系统基本硬件结构

在图 3-2 中,实线代表数据流,虚线代表控制流,计算机各部件间的联系通过信息流动来实现。原始数据和程序通过输入设备送入存储器,在运算处理过程中,数据从存储器读入运算器进行运算,并将运算结果存入存储器,必要时再经输出设备输出。指令也以数据形式存于存储器中,运算时指令由存储器送入控制器,由控制器控制各部件的工作。

(1) 输入设备

输入设备的功能是将要加工处理的外部信息转换为计算机能够识别和处理的内部形式,以便于处理。

(2) 输出设备

输出设备的功能是将信息从计算机的内部形式转换为使用者所要求的形式,以便能为人们识别或被其他设备所接收。

(3) 存储器

存储器的功能是用于存储以内部形式表示的各种信息。

(4) 运算器

运算器的功能是对数据进行算术运算和逻辑运算。

(5) 控制器

控制器的功能是产生各种信号,控制计算机各个功能部件协调一致地工作。

运算器和控制器在结构关系上非常密切,它们之间有大量的信息被频繁地进行交换,而且共用一些寄存单元,因此将运算器和控制器合称为中央处理器(Central Processing Unit,CPU),中央处理器和内存储器合称为主机,输入设备和输出设备称为外部设备。由于外存储器不能直接与 CPU 交换信息,而它与主机的连接方式和信息交换方式与输入设备和输出设备没有很大差别,因此,一般也把它列入外部设备的范畴,即外部设备包括输入设备、输出设备和外存储器,但从外存储器在整个计算机中的功能来看,它属于存储系统的一部分,因此称为辅助存储器。

计算机软件指以计算机可以识别和执行的表示的操作所表示的处理步骤和有关文档,它可以告诉计算机做些什么,以及按什么方法、步骤去做。在计算机术语中,计算机可以识别和执行的表示的操作所表示的处理步骤称为程序,计算机软件即指计算机程序和有关文档。

在计算机中,硬件和软件的结合点是计算机的指令系统。计算机的一条指令是计算机硬件可以执行的一步操作。计算机可以执行的指令的全体称为该机的指令系统。任何程序必须先转换成该机的硬件能够执行的一系列指令,才能够被执行。

3.1.3 现代计算机的工作过程

冯·诺依曼提出的现代计算机的基本工作原理如下:

- 计算机的指令和数据均采用二进制表示。
- 由指令组成的程序和要处理的数据一起存放在存储器中。机器一启动,控制器按照程序中指令的逻辑顺序,把指令从存储器中读出来,逐条执行。
- 由输入设备、输出设备、存储器、运算器、控制器五个基本部件组成的计算机硬件系统,在控制器的统一控制下,协调一致地完成由程序所描述的处理工作。

在计算机中,硬件和软件是两个不可缺少的部分。硬件是组成计算机系统的各部件

的总称,它是计算机系统快速、可靠、自动工作的物质基础,是计算机系统的执行部分。从这个意义上讲,没有硬件,就没有计算机,计算机软件也不会产生任何作用。但是一台计算机之所以能够处理各种问题,而且具有很大的通用性,能够代替人们进行一定的脑力劳动,是因为人们把这些待处理问题的解决方法分解成为计算机可以识别和执行的步骤,并以计算机可以识别的形式存储到计算机中,也就是说,在计算机中存储了解决这些问题的程序。目前所说的计算机一般都包括硬件和软件两大部分,而把不包括软件的计算机称为“裸机”。

3.2 微型计算机

3.2.1 微型计算机硬件结构

微型计算机硬件系统的组成如图 3-3 所示。

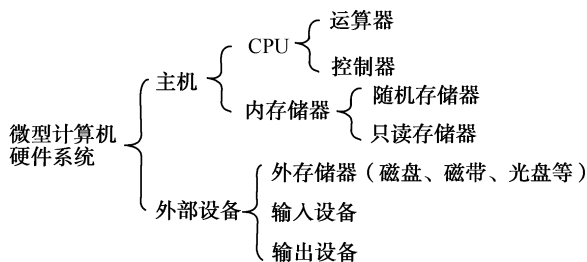


图 3-3 微型计算机硬件系统的组成

微型化的中央处理器称为微处理器(MPU),它包括运算器和控制器,是微机系统的核心;ROM、RAM 为内存存储器;微处理器输出 3 组总线:地址总线 AB、数据总线 DB 和控制总线 CB。各组成部分通过这 3 组总线连接在一起。由微处理器和内存存储器构成微型计算机的主机。此外,还有外存储器、输入设备和输出设备,它们统称为外部设备。微型计算机的结构如图 3-4 所示。

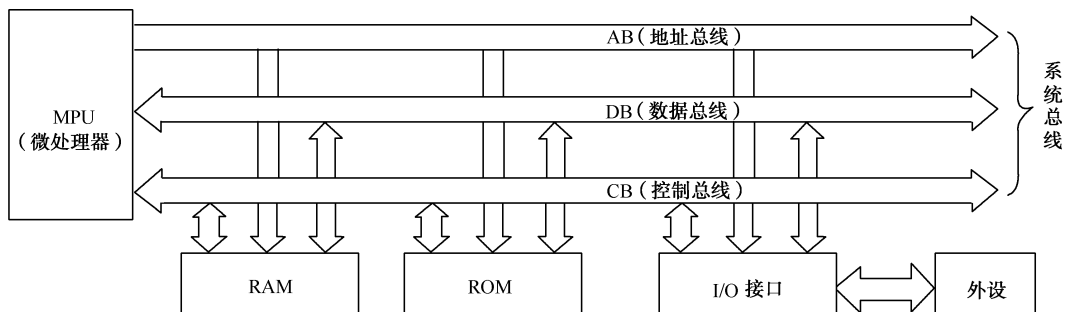


图 3-4 微型计算机的结构

PC 基本由显示器、键盘和主机构成。主机安装在主机箱内,主机箱有卧式和立式两种类型。在主机箱内有主板(系统板、母板)、硬盘驱动器、CD-ROM 驱动器、软盘驱动器、

电源、显示适配器(显示卡)等。

1. 主板

主板又称母板,在主板上通常安装有 CPU 插座、CPU 调压器、主板芯片组、存储器插槽、总线插槽、ROM、BIOS、CMOS 存储器、电池等,如图 3-5 所示。主板安装在机箱内,是计算机最重要的部件之一,是计算机各部件相互连接的纽带和桥梁。主板的类型和档次决定了整个计算机系统的类型和档次,主板的性能影响着整个计算机系统的性能。



图 3-5 主板结构图

主板一般是矩形电路板,上面安装着组成计算机的主要电路系统,一般有 BIOS 芯片、I/O 控制芯片、键盘和面板控制开关接口、插座、扩展槽、插座等元件。主板采用了开放式结构,主板上大约有 6~8 个可扩展插槽,供计算机外围设备的控制卡插接。通过更换这些插卡,可以对计算机的子系统进行局部升级,使厂家和用户在配置计算机时有更大的灵活性。

CPU 和存储器芯片分别通过主板上的 CPU 插座和存储器插槽安装在主板上。PC 常用外围设备通过扩充卡(例如声音卡、显示器等)或 I/O 接口与主板相连,扩充卡通过卡上的印刷插头插在主板上的 PCI 总线插槽中。随着集成电路的发展和计算机设计技术的进步,许多扩充卡的功能可以部分或全部集成在主板上(例如串行口、并行口、声卡、网卡等)。

主板上还有两块具有特别用处的集成电路:一块是只读存储器(ROM),其中存放的是基本的输入输出系统(BIOS),它是 PC 软件中最基础的部分;另一个集成电路芯片是 CMOS 存储器,其中存放着用户对计算机硬件所设置的一些参数(称为“配置信息”),包括当前的日期和时间、已安装的软驱和硬盘的个数及类型等。一旦设定参数后,CMOS 将记住这些数据。CMOS 芯片是一种易失性的存储器,必须使用电池供电,才能使计算机关机后它也不会丢失所存储的信息。

为了便于不同 PC 主板的互换,主板的物理尺寸已经进行标准化。前些年使用比较多的是 ATX 规格的主板,目前有一种功能更先进、通风更好的 BTX 主板正在逐步兴起。

(1) 主板芯片组

芯片组(Chipset)是主板的灵魂,决定了主板的性能和价格。主板上的芯片组由北桥芯片和南桥芯片组成,如图 3-6 所示。北桥芯片提供对 CPU 的类型和主频、内存的类型和最大容量、ISA/PCI/AGP 插槽、ECC 纠错等的支持。南桥芯片则提供对 KBC(键盘控制器)、RTC(实时时钟控制器)、USB(通用串行总线)、ACPI(高级能源管理)等的支持。其中,北桥芯片起着主导性的作用,也称为主桥(Host Bridge)。



(a) 南桥芯片



(b) 北桥芯片

图 3-6 主板上的芯片

需要注意的是,CPU 类型或参数不同时需要配用不同的芯片组。CPU 的系统时钟及各种与其同步的时钟均由芯片组提供。芯片组还决定了主板上所能安装的内存的最大容量、速度及可使用的内存条的类型。

(2) 主板对外接口

主板的对外接口主要有:COM 接口、PS/2 接口、LPT 接口、RJ-45 网络接口、MIDI 接口、USB 2.0 接口、音频接口,高档的主板还有 IEEE 1394 接口和无线模块等。

- COM 接口(串口):目前大多数主板都提供了两个 COM 接口,分别为 COM1 和 COM2,作用是连接串行鼠标和外置 Modem 等设备。COM1 接口的 I/O 地址是 03F8h~03FFh,中断号是 IRQ4;COM2 接口的 I/O 地址是 02F8h~02FFh,中断号是 IRQ3。由此可见 COM2 接口比 COM1 接口的响应具有优先权。
- PS/2 接口:PS/2 接口的功能比较单一,仅能用于连接键盘和鼠标。一般情况下,鼠标的接口为绿色,键盘的接口为紫色。PS/2 接口的传输速率比 COM 接口稍快一些,是目前应用最为广泛的接口之一。
- USB 接口:USB 接口是现在最为流行的接口,最大可以支持 127 个外设,并且可以独立供电,其应用非常广泛。USB 接口可以从主板上获得 500mA 的电流,支持热拔插,真正做到了即插即用。一个 USB 接口可同时支持高速和低速 USB 外设的访问,由一条四芯电缆连接,其中两条是正负电源,另外两条是数据传输线。高速外设的传输速率为 12Mb/s,低速外设的传输速率为 1.5Mb/s。此外,USB 2.0 标准最高传输速率可达 480Mb/s。
- LPT 接口(并口):一般用来连接打印机或扫描仪,其默认的中断号是 IRQ7,采用 25 脚的 DB-25 接头。并口的工作模式主要有 3 种:SPP 标准工作模式,SPP 数据是半双工单向传输,传输速率较慢,仅为 15Kb/s,但应用较为广泛,一般设为默认的工作模式;EPP 增强型工作模式。EPP 采用双向半双工数据传输,其传输速率

比 SPP 高很多,可达 2Mb/s,目前已有不少外设使用此工作模式;ECP 扩充型工作模式,ECP 采用双向全双工数据传输,传输速率比 EPP 还要高一些,但支持此模式的设备不多。

- MIDI 接口:声卡的 MIDI 接口和游戏杆接口是共用的。接口中的两个针脚用来传送 MIDI 信号,可连接各种 MIDI 设备,例如电子键盘等。

主板产品根据支持 CPU 的不同,分为 Intel 及 AMD 系列,CPU 的类型应当和主板相搭配,主板选购时应综合考虑速度、稳定性、兼容性、扩充能力和升级能力等方面的要求。

为了便于不同 PC 主板的互换,主板的物理尺寸已经标准化。前些年使用比较多的是 ATX 规格的主板,目前,一种功能更先进、通风更好的 BTX 主板正在逐步兴起。

2. 中央处理器

中央处理器(Central Processing Unit,CPU)又称为“微处理器”。中央处理器包括运算器和控制器两个部件,它是计算机系统的核心。CPU 的主要功能是按照程序给出的指令序列分析指令、执行指令,完成对数据的加工处理。计算机所发生的全部动作都受 CPU 的控制。

(1) CPU 的组成部分

控制器用来协调和指挥整个计算机系统的操作,本身不具有运算功能,而是通过读取各种指令,并对其进行翻译、分析,而后对各部件作出相应的控制。它主要由指令寄存器、译码器、程序计数器、时序电路等组成。

运算器主要完成算术运算和逻辑运算,是对信息加工和处理的部件,它主要由算术逻辑部件、寄存器组组成。

寄存器是 CPU 的一个重要组成部分,是微处理器作算术运算和逻辑运算时,用来临时寄存中间数据和地址的存储位置。它们的硬件组成类似于内存的存储单元,只是存取速度比内存更快,容量更小。寄存器通常存放在 CPU 内部,由控制器控制。

CPU 的内部总线是数据和指令在 CPU 中传递以及运算器和控制器之间信息交流的通道。

(2) CPU 的性能指标

CPU 品质的高低直接决定了计算机系统的档次。CPU 始终围绕着速度与兼容两个目标进行设计。CPU 的主要性能指标包括主频、字长、缓存等。

① 主频。主频也叫时钟频率(CPU Clock Speed),单位是 MHz,用来表示 CPU 的运算速度。CPU 的主频=外频×倍频系数。主频表示在 CPU 内数字脉冲信号震荡的速度。

② 外频。外频是 CPU 的基准频率,单位也是 MHz。CPU 的外频决定着整块主板的运行速度。目前大部分计算机系统的外频也是内存与主板之间的同步运行速度,在这种方式下,可以理解为 CPU 的外频直接与内存相连通,实现两者之间的同步运行状态。

③ 字长。计算机技术中对 CPU 在单位时间内(同一时间)能一次处理的二进制数的位数叫字长,所以,能处理字长为 8 位数据的 CPU 通常就叫 8 位的 CPU。同理,32 位的

CPU 能在单位时间内处理字长为 32 位的二进制数据。人们通常所说的 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机即指 CPU 可同时处理 8 位、16 位、32 位、64 位的二进制数。

④ 缓存。缓存大小也是 CPU 的重要指标之一,而且缓存的结构和大小对 CPU 速度的影响非常大,CPU 内缓存的运行频率极高,一般是和处理器同频运作,工作效率远远大于系统内存和硬盘。L1 Cache(一级缓存)是 CPU 第一层高速缓存,分为数据缓存和指令缓存。L2 Cache(二级缓存)是 CPU 的第二层高速缓存,分内部和外部两种芯片。L3 Cache(三级缓存)分为两种,早期的是外置,现在的都是内置的。L3 缓存的应用可以进一步降低内存延迟,同时提升大数据量计算时处理器的性能。

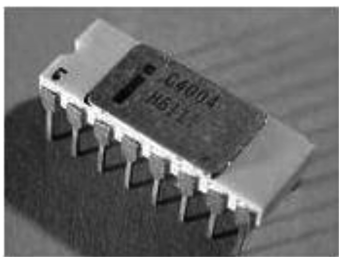
(3) CPU 的主要生产厂商

世界上生产微处理器的公司主要有 Intel、AMD、VIA、Apple、HP、SUN、IBM 等,其中,以 Intel 和 AMD 生产的产品应用最为广泛,如图 3-7 所示。

Intel、AMD 等芯片制造商推出在单晶片上集成多重处理单元的新型芯片,取代了过去的单一中央处理器,计算机已步入多核时代。多核处理器的出现标志着计算机技术的一次重大飞跃。

多核处理器的优点是多线程操作,即同时运行多个程序。多核处理器极大地提升了处理器的并行性能,提高了通信效率,能有效共享资源,降低功耗,并且多核结构简单,易于优化设计,扩展性强。

在多核处理器方面,起领导地位的厂商主要有 Intel 和 AMD 两家。目前 Intel 推出的多核处理器主要有:Core 酷睿(双核)、酷睿 2(4 核)、酷睿 2 至尊版(4 核)、酷睿 i7 8xx/9xx(4 核)、酷睿 i7 9xx(6 核)处理器、Xeon 至强服务器处理器(4 核/6 核/8 核)等。AMD 推出的多核处理器主要有 Athlon 速龙处理器(双核)、Phenom 羿龙处理器(3 核/4 核/6 核)、Opteron 皓龙处理器(8 核/12 核)等。



(a) 第一代Intel处理器4004



(b) IAMDSL速龙处理器



(c) 酷睿i7处理器

图 3-7 CPU 产品

3. 输入输出设备

计算机处理的用户信息通常是以数字、文字、符号、图形、图像、声音以及表示各种物理、化学现象的信息表示出来的,在计算机中所能存储加工的仅是以二进制代码表示的信息,因此要处理这些外部信息就必须把它们转换成二进制代码的内部表示形式。计算机的输入设备和输出设备(简称为 I/O 设备)就是完成这种转换的工具。

(1) 输入设备

输入设备将要加工处理的外部信息转换成计算机能够识别和处理的内部表示形式(即二进制代码),输送到计算机中去。在微型计算机系统中,最常用的输入设备是鼠标和键盘。

扫描仪是一种典型的图像输入设备。它可以将纸质文档上的照片、图片、图形或文字资料扫描到计算机中,并将其转换成以二进制代码表示的图像文件存储于硬盘上。扫描仪主要有两类:手持式和平板式。平板式扫描仪的性能要优于手持式扫描仪。扫描仪的主要技术参数是分辨率,以每英寸的检测点数表示,其单位是 dpi。一般的扫描仪的分辨率为 600dpi。

注意: 最好选择两倍于打印机分辨率的扫描仪,才能获得最佳的图像效果。目前市场上的扫描仪有 EPP、SCSI 和 USB 三种接口,USB 接口的扫描仪使用最广泛。

触摸屏是一种快速实现人机对话的工具,用户只要用手指轻轻碰触计算机显示屏上的图符或文字就能实现对主机操作。而且触摸屏具有坚固耐用、反应速度快、节省空间、易于交流等许多优点。常见的触摸屏有电容式、电阻式和红外线式三种。

电容式触摸屏是在玻璃表面贴上一层透明的特殊金属导电物质。当手指触摸在金属层上时,触点的电容就会发生变化,使得与之相连的振荡器频率发生变化,通过测量频率变化可以确定触摸位置获得信息。

其他常见的输入设备如图 3-8 所示。



图 3-8 其他常见的输入设备

(2) 输出设备

输出设备是将计算机内部以二进制代码形式表示的信息转换为用户需要并能识别的形式(如十进制数字、文字、符号、图形、图像、声音)或者其他系统所能接受的信息形式,并将其输出。在微型机系统中,主要的输出设备有显示器和打印机等。

4. 存储器

存储器是计算机的记忆和存储部件,用来存放信息。对存储器而言,容量越大,存取速度越快。计算机的操作大量是与存储器之间交换信息,存储器的工作速度比 CPU 的运算速度要低得多,因此存储器的工作速度是制约计算机运算速度的主要因素之一。目前计算机的存储系统由各种不同的存储器组成。通常至少有两级存储器:一个是包含在计算机中的内存储器,它直接和运算器、控制器联系,容量小,但存取速度快,用于存放那些急需处理的数据或正在运行的程序;另一个是外存储器,它间接和运算器、控制器联系,

存取速度慢,但存取容量大,价格低廉,用来存放暂时不用的数据。

(1) 内存器

内存又称为主存,它和 CPU 一起构成了计算机的主机部分。内存由半导体存储器组成,存取速度较快,由于价格上的原因,一般容量较小。内存中含有很多存储单元,每个单元可以存放 1 个 8 位的二进制数,即一个字节。通常一个字节可以存放 0~255 的一个无符号整数或一个字符的代码,而对于其他大部分数据可以用若干个连续字节按一定规则进行存放。内存中的每个字节各有一个固定的编号,这个编号称为地址,CPU 在存储器中存取数据时按地址进行。存储器容量即指存储器中包含的字节数,通常用 KB 和 MB 作为存储器容量的单位。内存存储器按工作方式的不同,可以分为随机存储器(RAM)和只读存储器(ROM)两种。

① RAM(随机存储器)。

RAM 是一种读写存储器,其内容可以随时根据需要读出,也可以随时重新写入新的信息。内存条就是将 RAM 集成块集中在一起的一小块电路板,它插在计算机中的内存插槽上,如图 3-9 所示。RAM 一般又分为静态 RAM 和动态 RAM 两种。静态 RAM 的特点是只要存储单元上加有工作电压,它上面存储的信息就会保持。动态 RAM 是利用 MOS 管极间电容保存信息的,随着电容的漏电,信息会逐渐丢失,所以,为了补偿信息的丢失,要每隔一定时间对存储单元的信息进行刷新。

不论是静态 RAM 还是动态 RAM,当电源电压停止时,RAM 中保存的信息都将会丢失。RAM 在微机中主要用来存放正在执行的程序和临时数据。由于静态存储器成本较高,通常在存储器较小的存储系统中采用,以省去刷新电路这一步。在存储量较大的存储系统中宜用动态存储器,以降低成本。



图 3-9 内存条

② ROM(只读存储器)。

ROM 是一种只能读出内容而不能写入和修改的存储器,其存储的信息是在制作该存储器时就被写入。在计算机运行过程中,ROM 中的信息只能被读出,而不能写入新的内容。ROM 常用来存放一些固定程序、数据和系统软件等,如检测程序、ROMBIOS 等。只读存储器除了 ROM 外,还有 PROM、EPROM 等类型。PROM 是可编程只读存储器,但只可编写一次。与 PROM 器件相比,EPROM 器件是可以反复多次擦除原来写入的内容,重新写入新的内容的只读存储器。EPROM 与 RAM 不同,虽然其内容可以多次擦除和更新,但只要更新固化好后,就只能读出,而不像 RAM 那样可以随机读出和写入信息。不论哪种 ROM,其中存储的信息均不受断电影响,具有永久保存的特点。

衡量内存的常用指标有容量与速度。目前微机内存容量主要有 64MB、128MB、256MB 等。微机内存的速度是指读或写一次内存所需的时间,数量级以纳秒(ns)衡量。

(2) 外存储器

内存由于技术及价格上的原因,容量有限,不可能容纳所有的系统软件及各种用户程序,因此,计算机系统都要配置外存储器。外存储器又称为辅助存储器,它的容量一般都比较,而且大部分可以移动,便于不同计算机之间进行信息交流。在微型计算机中,目前常用的外存有硬盘和闪存。

① 硬盘。

硬盘是由若干个硬盘片组成的盘片组,一般被固定在主机箱内,如图 3-10 所示。硬盘的存储格式与软盘类似,但硬盘的容量要大得多,存取信息的速度也快得多。目前微机上所配置的硬盘容量主要有 60GB、80GB 和 120GB 等。硬盘在第一次使用时,也必须首先格式化。

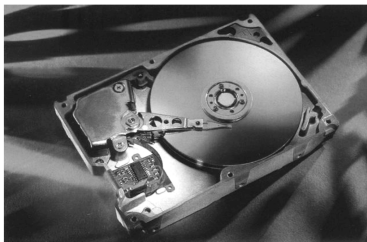
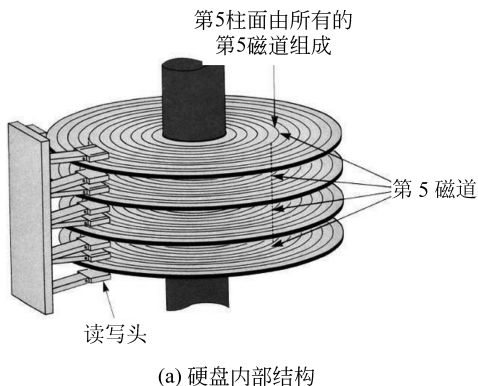


图 3-10 硬盘

衡量硬盘的常用指标有容量、转速、硬盘自带 Cache(高速缓存)的容量等。容量越大,存储信息量越多;转速越高,存取信息速度越快;Cache 越大,计算机整体速度越快。目前普通硬盘的转速有 5400 转,高速硬盘有 7200 转。普通硬盘自带 Cache 的容量有 2MB,而高速硬盘自带 Cache 的容量可达 8MB 以上。

② 闪存。

闪存是一种新型的 EEPROM(电可擦可编程只读存储器)内存。它的历史并不长,但已出现了各种各样的闪存,有常用的 U 盘、数码相机、MP3 上用的 CF(Compact Flash)卡、SM(SmartMedia)卡、MMC(MultiMediaCard)卡等,如图 3-11 所示。它们携带和使用方便,容量和价格适中,一般容量从 64MB 到 2GB,存储数据可靠性强,因此普及很快,深受广大计算机使用者的青睐。

③ 移动硬盘。

移动硬盘主要采用计算机外设标准接口(USB/IEEE 1394)的硬盘,即插即用。它有容量大、单位存储成本低、速度快、兼容性好的特点,是一种便携式的大容量存储设备。

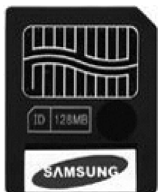
(3) Cache(高速缓冲存储器)

由于 CPU 比内存速度快,目前,在计算机中还普遍采用了一种比主存储器存取速度

更快的超高速缓冲存储器,即 Cache,置于 CPU 与主存之间,以满足 CPU 对内存高速访问的要求。有了 Cache 以后,CPU 每次读操作都先查找 Cache,如果找到,可以直接从 Cache 中高速读出;如果不在 Cache 中,再由主存中读出。Cache 的存储容量主要有 256KB、512KB 等。Cache 的容量并不是越大越好,过大的 Cache 会降低 CPU 在 Cache 中查找的效率。



(a) CF卡



(b) SM卡



(c) MMC卡

图 3-11 闪存卡

5. I/O 总线与 I/O 接口

(1) I/O 操作

输入输出设备(又称 I/O 设备或外设)是计算机系统的重要组成部分,没有 I/O 设备,计算机就无法与外界(包括人、环境、其他计算机等)交换信息。

I/O 操作的任务是将输入设备的信息送入内存的指定区域,或者将内存指定区域的内容送出到输出设备。与 CPU 执行的算术逻辑操作相比,I/O 操作有许多不同的特点。

多级 I/O 设备在操作过程中包含机械动作,其工作速度比 CPU 慢得多。为了提高系统的效率,I/O 操作与 CPU 的数据处理操作往往是并行进行的。

多个 I/O 设备必须能同时进行工作(例如,一面键盘输入,一面屏幕显示,同时还进行打印输出等)。

除了键盘、显示器、鼠标器等基本的 I/O 设备之外,不同计算机所配置的 I/O 设备数量、品种和性能差别很大,且经常需要增减和更新。

I/O 设备的种类繁多,性能各异,操作控制的复杂程度相差很大,与计算机主机的连接也各不相同。

考虑到上述情况和要求,每个(类)I/O 设备都有各自专用的控制器(I/O 控制器),它们的任务是接收 CPU 启动 I/O 操作的命令后独立地控制 I/O 设备的操作,直到 I/O 操作完成。

I/O 控制器是一组电子线路,不同设备的 I/O 控制器结构与功能不同,复杂程度相差也很大。有些设备(如键盘、鼠标器、打印机等)的 I/O 控制器比较简单,它们已经集成在主板上的芯片内。有些设备(如音频、视频设备等)的 I/O 控制器比较复杂,且设备的规格和品种也比较多样,这些 I/O 控制器就制作成扩充卡(也叫做适配卡或控制卡),插在主板的 PCI 扩充槽内。随着芯片组电路集成度的提高,越来越多之前使用扩充卡的 I/O 控制器,如声卡、网卡等,也已经包含在芯片组内,这既缩小了机器的体积,提高了可靠性,也降低了成本。

大多数 I/O 设备都是一个独立的物理实体,它们并不包含在 PC 的主机箱里。因此,I/O 设备与主机之间必须通过连接器(也叫做接插件或插头/插座)实现互连。主机上用于连接 I/O 设备的各种插头/插座,统称为 I/O 接口。为了连接不同的设备,PC 有多种不同的 I/O 接口,它们不仅外观形状不同,而且电气特性及通信规程也各不相同。

(2) I/O 总线

总线的英文名字是 BUS,指计算机各部件之间传输信息的一组公用的信号线及相关控制电路。前面曾经介绍了 CPU 总线(前端总线),这里要介绍的是 I/O 总线,也叫主板总线,它是各类 I/O 设备控制器与 CPU、存储器之间相互交换信息、传输数据的一组公用信号线,这些信号线与主板上扩充插槽中的各扩充板卡(I/O 控制器)直接连接。

(3) 总线分类

① 按照传输信息的类型分为:数据总线、地址总线和控制总线。

- 数据总线(Data Bus,DB):用于微处理器与内存、微处理器与输入输出接口之间传送信息。数据总线的宽度决定着每次能同时传送信息的位数,因此数据总线的宽度是决定计算机性能的一个重要指标。目前,计算机的数据总线大多是 32 位或 64 位。
- 地址总线(Address Bus,AB):从内存单元或输入输出端口中读出数据或写入数据。地址总线的宽度决定了微处理器能访问的内存空间大小。例如,某微处理器有 32 根地址线,则最多能访问 4GB(2^{32} B)的内存空间。
- 控制总线(Control Bus,CB):用于传输控制信息,进而控制对内存和输入输出设备的访问。

② 按照信息传输的方式可分为串行总线和并行总线。

- 串行总线:采用串行方式传送数据,数据从低位开始逐位传送,发送部件和接收部件之间只有一条传输线,传送 1 时,发送部件发出一个正脉冲,传送 0 时,则无脉冲。串行总线的优点是只需要一条传输线,线路成本低,适合远距离的数据传输。串行传送普遍用于连接键盘、鼠标和终端设备。
- 并行总线:采用并行方式传送数据,数据的各位通过各自的传输线同时传送。

(4) 总线标准

总线最重要的性能是它的数据传输速率,也称为总线的带宽(BandWidth),即单位时间内总线上可传输的最大数据量。总线带宽的计算公式如下:

$$\text{总线带宽(MB/s)} = (\text{数据线宽度}/8) \times \text{总线工作频率(MHz)} \times \text{每个总线周期的传输次数}$$

采用 I/O 总线结构对 PC 的设计、生产和维护带来了许多好处。例如,简化了系统设计,降低了生产成本,便于故障诊断和维修,也便于系统的扩充升级,同时,总线的标准也使得市场上有大量兼容的 I/O 产品可供选择。

总线标准有下面几种:

- ISA(Industry Standard Architecture,ISA)总线:也称为 AT 标准,是 IBM 公司为 PC/AT 计算机制定的总线标准,为 16 位体系结构,数据总线的宽度为 16 位,地址总线的宽度为 20 位,最大数据传输率是 16MB/s。

- EISA(Extended Industry Standard Architecture,EISA)总线: 是 1988 年由康柏等 9 家公司联合推出的,在 ISA 总线的基础上发展起来的高性能总线。EISA 总线完全兼容 ISA 总线信号,数据总线和地址总线都是 32 位,最大传输速率为 33MB/s。
- VESA(Video Electronics Standard Association,VES)总线: 定义了 32 位的数据总线,并且可扩展到 64 位,最大传输速率为 132MB/s。VESA 总线可与微处理器同步工作,是一种高速、高效的局部总线。
- PCI (Peripheral Component Interconnect,PCI)总线: 是由 SIG 集团推出的总线结构。它具有 132MB/S 的数据传输率及很强的带负载能力,可适用于多种硬件平台,同时兼容 ISA、EISA 总线。是当前流行的总线之一。

(5) I/O 设备接口

前面已经说过,I/O 设备与主机一般需要通过连接器实现互连,计算机中用于连接 I/O 设备的各种插头/插座以及相应的通信规程及电气特性,就称为 I/O 设备接口,简称 I/O 接口。

PC 可以连接许多不同种类的 I/O 设备,所使用的 I/O 接口分成多种类型。从数据传输方式来看,有串行(一位一位地传输数据,一次只传输一位)和并行(8 位或者 16 位、32 位一起进行传输)之分;从数据传输速率来看,有低速和高速之分;从是否能连接多个设备来看,有总线式(可串接多个设备,被多个设备共享)和独占式(只能连接一个设备)之分;从是否符合标准来看,有标准接口与专用接口之分。表 3-1 是 PC 常用 I/O 接口的一览表及其性能的对比。

表 3-1 PC 常用 I/O 接口

名称	数据传输方式	数据传输速率	标准	插头/插座形式	可连接的设备数目	通常连接的设备
串行口	串行,双向	50~19200b/s	EIA-232 或 EIA-422	DB25F 或 DB9F	1	鼠标、MODEM
并行口(增强式)	并行,双向	1.5MB/s	IEEE 1284	DB25M	1	打印机、扫描仪
USB 1.0 USB 1.1	串行,双向	1.5Mb/s(慢速) 1.5MB/s(全速)		USB A	最多 127	键盘、鼠标、数码相机、移动盘等
USB 2.0	串行,双向	60MB/s(高速)		USB A	最多 127	外接硬盘、数字视频设备、扫描仪等
IEEE-1394a IEEE-1394b	串行,双向	12.5,25,50MB/s 100MB/s	FireWire (i,Link)		最多 63	数字视频设备
IDE	并行,双向	66MB/s 100MB/s 133MB/s	Ultra ATA/66 Ultra ATA/100 Ultra ATA/133	(E-IDE)	1~4	硬盘,光驱,软驱
SATA	串行,双向	150MB/s 300MB/s	SATA1.0 SATA2.0	7 针 插头座	1	硬盘

续表

名称	数据传输方式	数据传输速率	标准	插头/插座形式	可连接的设备数目	通常连接的设备
显示器输出接口	并行, 单向	200~500MB/s	VGA	HDB15	1	显示器
PS/2 接口	串行, 双向	低速	IBM		1	键盘或鼠标
红外线接口 (IrDA)	串行, 双向	115000b/s 或 4Mb/s	红外线数据协会	不需要	1	键盘、鼠标、打印机等

需要特别加以说明的是 USB 接口。USB 是英文 Universal Serial Bus(通用串行总线)的缩写,它是一种可以连接多个设备的总线式串行接口,由 Compaq、IBM、Intel、Microsoft、NEC 等公司共同开发而成,现在已经在 PC、数码相机、MP3 播放器等设备中普遍使用。

还有一种相对比较新的 I/O 接口,它就是 IEEE 1394 接口(简称 1394,又称 FireWire),主要用于连接需要高速传输大量数据的音频和视频设备,其数据传输速度特别快,可高达 50~100MB/s。与 USB 一样,它也支持即插即用和热插拔。

IEEE 1394 接口的连接器共有 6 线,其中 1 线为电源,1 线为地,其他 4 线是两对双绞线,分别以差分信号形式传输时钟和数据,因此速度极高,适用于各种高速设备,IEEE 1394 接口采用级联方式连接外部设备,在一个接口上最多可以连接 63 个设备。目前,许多 PC 都已提供了 IEEE 1394 接口。

最后需要说明的是,有些设备(如鼠标、扫描仪、移动硬盘等)可以连接在主机的不同接口上,这取决于该设备本身使用的接口是什么。使用不同的接口,性能与成本也不同,应视需要而定。

另外,一些传统的 I/O 接口,如串行口和并行口,正在被性能更好的 USB 或 IEEE 1394 接口替代。许多以前使用串行口和并行口的设备,现在已越来越多地改用 USB 接口;而一些原来使用 SCSI 接口的设备,也开始改用 USB(2.0)或 IEEE 1394 接口。

3.2.2 微型计算机的性能指标

微型机的种类很多,根据计算机处理字长的不同有 32 位机和 64 位机之分。在选购计算机之前,需要了解其各项性能指标。不同用途的计算机,其侧重面也不同。下面列出有关的主要性能指标。

1. CPU 的性能指标

(1) 字长

字长是指计算机技术中对 CPU 在单位时间内能够直接处理的二进制数的位数。它标志着计算机处理数据的精度,字长越长,精度越高。同时字长与指令长度也有一个对应关系,因而指令系统功能的强弱程度与字长有关。目前,一般的大型主机字长为 128~256 位,小型机字长为 64~128 位,微型机字长为 32~64 位。随着计算机技术的发展,各

种类型计算机的字长有加长的趋势。

(2) 主频(Main CLK)

主频也就是 CPU 的时钟频率,其英文全称是 CPU Clock Speed,简单地说也就是 CPU 运算时的工作频率。一般来说,主频越高,一个时钟周期里完成的指令数也越多,当然 CPU 的速度也就越快。不过由于各种 CPU 的内部结构不尽相同,所以并非所有时钟频率相同的 CPU 的性能都一样。主频的单位是 MHz 或 GHz,微处理器 Pentium 4 的主频为 1024MHz,即 1GHz。主频是计算机的主要性能技术指标,不要把 CPU 的时钟频率简单地等同于计算机的运算速度。例如: Intel Pentium III 1.13GB 表示英特尔公司生产的 Pentium III,主频为 1.13GHz; Intel Pentium 4 2.4GB 表示英特尔公司生产的 Pentium 4,主频为 2.4GHz。外频是系统总线的工作频率,倍频则是指 CPU 外频与主频相差的倍数。

三者关系: 主频=外频×倍频。

(3) 内存总线速度(Memory-Bus Speed)

存放在外存上的数据都要通过内存进入 CPU 进行处理,所以 CPU 与内存之间的总线的速度对整个系统性能有很重要的影响,由于内存和 CPU 之间的运行速度或多或少会有差异,因此便出现了二级缓存来协调两者之间的差异,而内存总线速度就是指 CPU 与二级高速缓存(L2 Cache)和内存之间的通信速度。

2. 存储器性能指标

(1) 内存容量

任何程序和数据的读写都要通过内存,内存容量的大小反映了存储程序和数据的能力,从而反映了信息处理能力的强弱。存储容量越大,所运行的软件的速度越快。在微机上流行的 Windows 系列软件,一般需要较大的内存容量。

(2) 存取时间

存取时间是指存储器从接到读或者写命令起,到读写操作完成所需要的时间,是衡量存储器速度的主要指标。

(3) 数据传输率

这个指标大多用于外存储器,衡量外存与内存交换数据的能力。

(4) 平均无故障时间

存储器的可靠性用平均故障间隔时间来衡量,可以理解为两次故障之间的平均时间间隔。

3. 外设配置

外设配置是指计算机的输入输出设备、多媒体部件以及外存储器等的配置情况。其中主要有: 键盘的按键数及是否是多功能键盘;显示器和打印机的种类和性能指标;光盘驱动器是 CD-ROM 还是 DVD,速度是多少;声卡和音响的种类和声道数;计算机是否配置有 USB 或者 IEEE 1394 接口等。

4. 软件配置

由于目前微型机的种类很多,特别是各种兼容机种类繁多,因此,在选购微型机时,应考虑兼容性。一般微型机之间的兼容性包括软盘格式、接口、硬件总线、键盘形式、操作系统和 I/O 规范等方面。

以上列出了微型机一些主要的性能指标。显然,微型机的优劣不能根据一两项指标来评定,而是需要综合起来,既要考虑经济合理,又要考虑性能效率等多方面因素,以满足应用需求为目的。

3.3 计算机软件

3.3.1 计算机软件的概念

计算机软件是计算机系统的重要组成部分,是指计算机程序和相关的文档。随着计算机应用的不断发展,计算机软件也形成了一个庞大的体系,在这个体系中存在着不同功能的软件,它们各自在计算机系统的运行过程中起着不同的作用。

1. 计算机程序

要告诉计算机做些什么,按什么方法、步骤去做,人们必须把有关的处理步骤告诉计算机。把计算机可以识别和执行的操所表示的处理步骤称为程序。我国颁布的《计算机软件保护条例》对程序的概念给出了更为精确的描述:“计算机程序是指为了得到某种结果而可以由计算机等具有信息处理能力的装置执行的代码转化指令序列,或者可被自动转换成代码化指令序列的符号化序列或符号化语句序列。”

2. 文档

文档是指用自然语言或者形式化语言编写的用来描述程序的内容、组成、设计、功能规格、开发情况、测试结构和使用方法的文字资料和图表,如程序设计说明书、流程图、用户手册等。

文档不同于程序。程序是为了装入机器以控制计算机硬件的动作,实现某种过程,得到某种结果而编制的;而文档是供有关人员阅读的,通过文档人们可以清楚地了解程序的功能、结构、运行环境、使用方法,从而方便人们使用软件、维护软件。因此在软件概念中,程序和文档是一个软件不可分割的两个方面。

在计算机软件发展初期,人们对文档并不重视。但随着计算机软件的发展,特别是在大型复杂程序的编写、使用、维护实践中,人们逐步认识到了文档的重要性。在软件自动生成技术日益发展的情况下,虽然程序和文档的界限正在变得模糊起来,但在本质上并没有降低文档在软件中的重要地位。在计算机软件已经商品化的今天,计算机的使用人员甚至更关心软件的文档,它像是商品的说明书,用户读懂了说明书,就可以了解一个软件能够做些什么、在什么条件下才能运行,以及怎样使用、操作它,而无须了解有关的程序。

在计算机发展初期,要学会使用计算机就必须先学会编写程序,这是有一定道理的;但在软件已经商品化的今天,这就不一定完全正确。

计算机软件已经发展成为一个庞大的系统,从应用的观点看,软件可以分为三大类,即系统软件、支撑软件和应用软件,如图 3-12 所示。

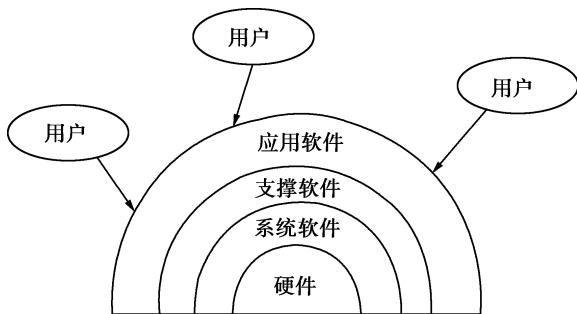


图 3-12 软件系统结构示意图

3.3.2 计算机软件的分类

1. 系统软件

系统软件是计算机系统中最靠近硬件的软件,它与具体的应用无关,是软件系统的核心,其他软件一般都通过系统软件发挥作用。

系统软件是指那些参与构成计算机系统,供用户直接使用以扩展计算机硬件功能,管理协调整个系统,弥补用户的操作习惯与计算机硬件、设备的操作方法之间的鸿沟的软件。系统软件与具体应用领域无关,它的功能主要是对计算机硬件和软件进行管理,以充分发挥这些设备的效力,方便用户的使用,为应用开发人员提供平台支持。如操作系统、程序设计语言、编译系统、网络软件、数据库管理系统及各种软件开发工具都属于系统软件,操作系统、程序设计语言是系统软件的典型代表。

计算机是一个高速运转的复杂系统,有 CPU、内存储器、外存储器,以及各种各样的输入输出设备,通常将其称为硬件资源;它的多个用户可以同时在其上运行各自的程序,共享大量数据,通常将其称为软件资源。如果没有一个对这些资源进行统一管理的软件,计算机不可能协调一致、高效率地完成用户交给它的任务。

从资源管理的角度来看,操作系统是为了合理、方便地利用计算机系统而对其硬件资源和软件资源进行统一管理的软件。它是系统软件中最基本的一种软件,也是每个使用计算机的人员必须学会使用的一种软件。

2. 应用软件

应用软件是为计算机在特定领域中的应用而开发的专用软件,如各种管理信息系统、飞机订票系统、地理信息系统等。应用软件包括的范围是极其广泛的,可以这样说,哪里有计算机应用,哪里就有应用软件。应用软件不同于系统软件,系统软件是利用计算机本

身的逻辑功能,合理地组织用户使用计算机的软、硬件资源,充分利用计算机的资源,最大限度地发挥计算机效率,便于用户使用和管理;而应用软件是用户利用计算机和它所提供的系统软件,为解决自身的、特定的问题而编制的程序和文档。

应当指出,软件的分类并不是绝对的,而是相互交叉和变化的。例如,系统软件 and 支撑软件之间就没有绝对的界限,所以习惯上也把软件分为两大类,即系统软件和应用软件。

在应用软件发展初期,应用软件主要是由用户自己开发的各种应用程序。随着应用程序数量的增加和人们对应用程序认识的深入,一些人组织起来,把具有一定功能的、可以满足某类应用要求、可以解决某类应用领域中各种典型问题的应用程序,经过标准化、模块化,然后组合在一起,形成某种应用软件包。应用软件包的出现不仅减少了应用软件编制过程中的重复性工作,而且它们一般都是以商品形式出现的,有着很好的用户界面,只要它所提供的功能能够满足使用的要求,用户无须再自己动手编写程序就可以直接使用。而在数据管理中形成的有关数据管理的软件已经从一般的应用软件中分化出来形成了一个新的分支,特别是数据库管理系统,目前人们已不再把它当成一般的应用软件,而是视为一种新的系统软件。

随着计算机应用领域的不断扩大,应用软件也日益增多,如办公信息化系统、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助测试(CAT)、翻译软件、游戏软件等。

3.4 常见系统软件简介

3.4.1 操作系统

操作系统是硬件与所有其他软件之间的接口,是整个计算机系统的控制和管理中心。操作系统是控制其他程序运行,管理系统资源并为用户提供操作界面的系统软件的集合。

操作系统的形态多样,不同类型计算机中安装的 OS 也不相同,如手机上的嵌入式操作系统和超级计算机上的大型操作系统等。操作系统的研究者对 OS 的定义也不一致,例如有些 OS 集成了图形化用户界面,而有些 OS 仅使用文本接口,而将图形界面视为一种非必要的应用程序。

1. 操作系统的功能

(1) 进程管理

进程管理主要是对处理器进行管理。CPU 是计算机系统中最宝贵的硬件资源,为了提高 CPU 的利用率,操作系统采用了多道程序技术。当一个程序因等待某一条件而不能运行下去时,就把处理器占用权转交给另一个可运行程序。或者,当出现了一个比当前运行的程序更重要的可运行的程序时,后者应能抢占 CPU。为了描述多道程序的并发执行,就要引入进程的概念。通过进程管理协调多道程序之间的关系,解决对处理器实施分配调度策略、进行分配和进行回收等问题,以使 CPU 资源得到最充分的利用。正是由于

操作系统对处理器管理策略的不同,其提供的作业处理方式也就不同,从而呈现在用户面前的就是具有不同性质的操作系统,例如批处理方式、分时处理方式和实时处理方式等。

(2) 存储管理

存储管理主要管理内存资源。随着存储芯片的集成度不断提高、价格不断下降,内存整体的价格已经不再昂贵了。不过受 CPU 寻址能力以及物理安装空间的限制,单台机器的内存容量也还是有一定限度的。当多个程序共享有限的内存资源时,会有一些问题需要解决,比如,如何为它们分配内存空间,同时,使用户存放在内存中的程序和数据彼此隔离、互不侵扰,又能保证在一定条件下共享等问题,都是存储管理的范围。当内存不够用时,存储管理必须解决内存的扩充问题,即将内存和外存结合起来管理,为用户提供一个容量比实际内存大得多的虚拟存储器。操作系统的这一部分功能与硬件存储器的组织结构密切相关。

(3) 文件管理

系统中所有的信息资源(如程序和数据)是以文件的形式存放在外存储器(如磁盘、光盘和磁带)上的,需要时再把它们装入内存。文件管理的任务是有效地支持文件的存储、检索和修改等操作,解决文件的共享、保密和保护问题,以使用户方便、安全地访问文件。操作系统一般都提供很强的文件系统。

(4) 作业管理

操作系统应该向用户提供使用它的手段,这就是操作系统的作业管理功能。按照用户观点,操作系统是用户与计算机系统之间的接口。因此,作业管理的任务是为用户提供一个使用系统的良好环境,使用户能有效地组织自己的工作流,并使整个系统能高效地运行。

(5) 设备管理

操作系统应该向用户提供设备管理。设备管理是指对计算机系统中所有输入输出设备(外部设备)的管理。设备管理不仅涵盖了进行实际 I/O 操作的设备,还涵盖了诸如设备控制器、通道等输入输出支持设备。

除了上述功能之外,操作系统还要具备中断处理、错误处理等功能。操作系统的各功能之间并非是完全独立的,它们之间存在着相互依赖的关系。

2. 操作系统的分类

(1) 批处理操作系统

用户一般不直接操纵计算机,而是将作业提交给系统操作员。操作员将作业成批地装入计算机,操作系统将作业按规定的格式存储在磁盘的某个区域,然后按照某种调度策略选择一个或几个作业调入内存加以处理;内存中多个作业交替执行,处理步骤事先由用户设定,作业的结果由操作系统按作业统一加以输出,由操作员将作业运行结果交给用户。

(2) 分时系统

分时系统允许多个用户同时联机地使用计算机,一台分时计算机系统连有若干台终端,多个用户可以在各自的终端上向系统发出服务请求,等待计算机的处理结果并决定下