

随着计算机技术的快速发展,计算机系统越来越复杂,功能越来越强大,但计算机的基本组成和工作原理大体相同。本章重点介绍计算机系统的组成、工作原理及微型计算机的硬件系统。

### 3.1 计算机系统的基本组成和工作原理

计算机是能够存储程序和数据并能自动执行任务的机器,计算机系统由硬件系统和软件系统组成。硬件系统是组成计算机的各种电子线路和元器件,软件系统是在计算机硬件设备上运行的各种程序及其相关的文档和数据。没有软件系统的计算机称为“裸机”,得不到软件的支持,计算机性能将无法最大程度地展现。离开硬件系统,再好的软件系统也无法发挥作用。计算机系统的组成如图 3-1 所示。

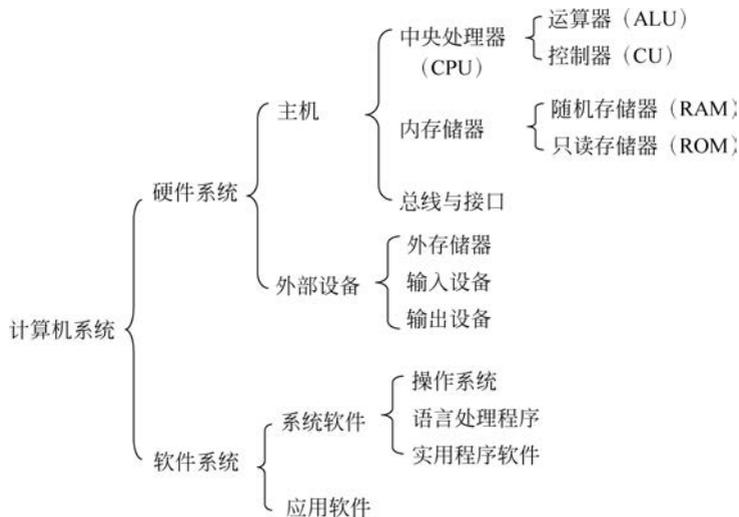


图 3-1 计算机系统的组成

#### 3.1.1 计算机硬件系统

ENIAC 本身存在两大缺点,一是没有存储器,二是用布线接板进行控制。冯·诺依曼设计 EDVAC 时首先提出了“存储程序”的概念,并且采用二进制形式表示数据和指令。人们把利用这种概念思想设计的电子计算机系统称为“冯·诺依曼结构”计算机,其硬件系统

都是由五大部件组成的: 运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备, 如图 3-2 所示。从计算机诞生至今, 虽然其结构和制造技术都有很大的发展, 但是基本遵循冯·诺依曼结构。为了达到提高计算机运行速度的目的, 科学家在冯·诺依曼计算机基本设计思想的基础上进行改进, 应用了流水线技术、多核处理技术和并行处理技术等。

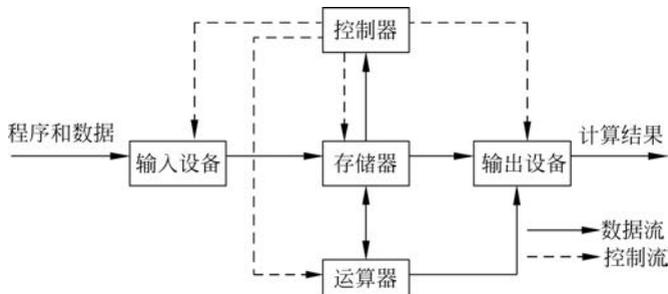


图 3-2 冯·诺依曼型计算机体系结构

### (1) 运算器。

运算器又称为算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU), 其主要功能就是进行算术运算(加、减、乘、除等)和逻辑运算(与、或、非、比较、移位等)。

计算机中最主要的工作是运算, 大量的数据运算任务在运算器中进行。运算器处理的数据来自内存, 处理后的结果数据又送回内存。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。

控制器是整个计算机系统的控制中心, 它指挥计算机各硬件部分协调工作, 保证计算机按照预先规定的目标和步骤有条不紊地进行操作与处理。

控制器由程序计数器(PC)、指令寄存器(IP)、指令译码器(ID)、时序控制电路以及微操作控制电路等组成。其主要功能是依次从内存中取出指令, 并对指令进行分析, 然后根据指令的功能向有关部件发出控制命令, 指挥计算机各部件协同工作以完成指令所规定的功能。

控制器和运算器合在一起被称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU), 它是指令的解释和执行部件, 计算机发生的所有动作都是受 CPU 控制的, 所以它是计算机的核心, 它的性能(主要是工作速度和计算精度)直接影响计算机的整体性能。

### (3) 存储器。

存储器的主要功能是存储程序和数据。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。在计算机中采用只有两个数码“0”和“1”的二进制数来表示数据, 它是计算机存储信息的最小单位, 称为位(bit)。

存储器由一个个存储单元组成, 每个存储单元可以存放一字节(Byte)的二进制信息。存储容量为存储器中所包含的存储单元个数, 以字节为单位, 每字节包含 8 个二进制位(bit)。

常用来描述存储器容量的单位还有 KB(千字节)、MB(兆字节)、GB(吉字节, 又称“千兆”)和 TB(太字节, 百万兆字节)等, 它们之间的换算关系是:

$$1\text{KB}=2^{10}\text{B}=1024\text{B}$$

$$1\text{MB}=2^{20}\text{B}=1024\text{KB}$$

$$1\text{GB}=2^{30}\text{ B}=1024\text{MB}$$

$$1\text{TB}=2^{40}\text{ B}=1024\text{GB}$$

此外,更大的存储单位还有 PB( $2^{50}$  B)、EB( $2^{60}$  B)、ZB( $2^{70}$  B)、YB( $2^{80}$  B)。

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,又称为主存,用来存放要执行的程序和数据。用户通过输入设备把程序和数据先送入内存,控制器从内存中取指令,运算器从内存取数据进行运算并把中间结果和最终结果保存在内存,输出设备输出的数据来自内存。总之,内存要与计算机的各个部件进行数据交换,因此,内存的存储速度直接影响计算机的运算速度。

内存大多为半导体存储器,由于价格和技术方面的原因,内存的存储容量受到限制,而且大部分内存是不能长期保存信息的随机存储器(断电后信息丢失)。

#### ② 外存储器。

外存储器简称外存,又称辅助存储器,是用来长期存放当前暂时不用的程序和数据,它不能与 CPU 直接交换信息。常用的外存有磁盘、磁带、U 盘和光盘等。

两者相比,内存速度快、容量小、价格高,外存速度慢、容量大、价格低。

#### (4) 输入设备。

输入设备是向计算机输入数据和信息的设备,它是计算机与用户或其他设备通信的桥梁。输入设备是用户和计算机系统进行信息交换的主要装置之一。键盘、鼠标、摄像头、扫描仪、触摸屏、光笔、手写输入板、游戏杆和话筒等都属于输入设备。

#### (5) 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变为人们所能接受的形式。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、触摸屏、音箱等。

### 3.1.2 计算机基本工作原理

计算机经过几代的发展,其工作方式、应用领域、体积和价格等方面都与最初的计算机有了很大区别,但不论如何发展,存储程序和采用二进制形式表示数据和指令仍然是计算机的基本工作原理,计算机的整个运行过程就是自动地连续执行程序的过程。

#### 1. 工作原理

计算机内部采用二进制代码来表示各种信息,但计算机与用户交流仍然使用人们熟悉和便于阅读的形式,如十进制数、文字、声音、图形和图像等,这中间的转换是由计算机系统的软硬件自动实现的。

计算机的基本工作原理是存储程序和程序控制。将程序和数据预先存放在存储器中,使计算机在工作时能够自动高速地从存储器中取出指令加以执行,这就是存储程序的工作方式。

存储程序的工作方式使计算机变成了一种自动执行的机器,一旦将程序存入计算机并启动之后,计算机就可以自动工作,逐条地执行指令。虽然每条指令能够完成的工作很简单,但通过许多条指令的执行,计算机就能够完成复杂的工作。

#### 2. 指令、指令系统与程序

指令就是计算机要执行的某种操作命令,一般是规定了计算机执行的操作和操作对象所在存储位置的一个二进制串。一台计算机中所有机器指令的集合,称为这台计算机的指

令系统。程序是一组计算机能识别和执行的指令序列。

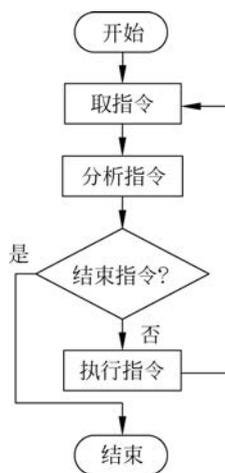


图 3-3 指令的执行过程

指令是由操作码和地址码(操作数)两部分组成的,操作码表示计算机要执行的基本操作,操作数表示指令所需要的数据或数据存放的地址。

计算机执行指令的过程分三个阶段,如图 3-3 所示。

① 取指令:将要执行的指令从内存中取出并送入控制器中。

② 分析指令:由控制器对取出的指令进行译码,将指令的操作码转换成相应的控制电位信号,由地址码确定操作数的个数及操作数的来源。

③ 执行指令:由操作控制电路发出完成该操作所需要的一系列控制信息,去完成该指令所要求的操作。

当一条指令执行完后就进入下一条指令的取指令操作。计算机执行程序的过程实际上就是逐条指令地重复上述操作过程,直至遇到结束指令。计算机严格按照程序安排的指令顺序有条不紊地执行规定操作,完成预定任务。

## 3.2 微型计算机的硬件系统

微型计算机是由大规模集成电路组成的体积较小的电子计算机,简称微机。微机的分类主要有台式机、笔记本电脑、平板电脑、单片机和嵌入式系统等。典型台式机的硬件系统包括主机系统、总线型、接口和外部设备。

### 3.2.1 主机系统

主机是用于放置主板及其他主要部件的控制箱体(Mainframe),通常包括 CPU、内存、硬盘、光驱、电源、机箱等,是计算机除去输入输出等外部设备以外的主要机体部分,外部设备通过总线型/接口连接到主机系统。

#### 1. 主板

主板(Mainboard)是一块长方形多层印制电路板,又叫系统主板(Systemboard)或 motherboard(Motherboard),它安装在机箱内,是微机最基本也是最重要的部件之一。

典型的主板能提供一系列接合点,供 CPU、显卡、声卡、硬盘、存储器、外部设备等设备接合。它们通常直接插入对应插槽,或用线路连接。主板结构是根据主板上各元器件的布局排列方式、尺寸大小、形状、电源规格等制定出的通用标准,所有主板厂商都必须遵循。ATX(Advanced Technology Extended)是最常见的主板结构,由 Intel 公司在 1995 年制定。扩展插槽较多,PCI(Peripheral Component Interconnect)插槽数量在 4~6 个,大多数主板都采用此结构。

需要说明的是,笔记本电脑考虑到便携性,主板集成度一般比较高,而且扩展接口也比较少,台式机主板更注重性能和扩展性,上面的电子元器件比较多,扩展接口也很多,图 3-4 是两种类型的计算机主板实例。



台式机主机系统演示



台式机主板



笔记本电脑主板

图 3-4 系统主板

主板集成了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、指示灯插接件、扩充插槽、主板及插卡的直流电源供电接插件等元器件。以下简单介绍几种主板上的元器件及其作用。

① 芯片组(Chipset)是主板的核心组成部分,决定了主板的功能,进而影响到整个计算机系统性能的发挥。按照在主板上的排列位置的不同,通常分为北桥芯片和南桥芯片。北桥芯片用来处理高速信号,通常处理 CPU、存储器、显卡、高速 PCI Express 端口,还有与南桥之间的通信。南桥芯片用来处理低速信号,提供对键盘控制器、实时时钟控制器、通用串行总线型、数据传输方式和高级能源管理等的支持。目前大多数厂商为了简化主板结构、提高主板的集成度,取消了北桥芯片,将其功能内置于 CPU 中。

② BIOS(Basic Input Output System,基本输入输出系统)是一组固化到 ROM 芯片上的程序,它保存着计算机最重要的基本输入输出程序、开机后自检程序和系统自启动程序,它可从 CMOS 芯片中读写系统设置的具体信息。用户开机时通过特定的按键可进入 BIOS 设置程序,方便地对系统参数进行设置。

③ CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor,互补金属氧化物半导体)用来保存 BIOS 设置完成的计算机硬件参数数据(如日期、时间、启动设置等),它是主板上用来存放数据的一块可读写 RAM 芯片。

## 2. CPU

微机中的 CPU 又称为微处理器(Micro Processing Unit,MPU),是构成微机的核心部件,包括运算器、控制器、寄存器和高速缓冲存储器(Cache),以及实现它们之间联系的数据、控制及状态的总线型。

计算机在同一时间中处理二进制的位数叫字长(Word)。通常将处理字长为 8 位数据的 CPU 叫 8 位 CPU,以此类推,还有 32 位及 64 位 CPU 等。CPU 是微机的核心部件,它的性能直接决定了微型计算机系统的性能,而 CPU 的主要技术参数可以反映出 CPU 的基本性能。

### (1) CPU 架构。

CPU 架构是 CPU 厂商给属于同一系列的 CPU 产品定的一个规范,主要目的是区分不同类型 CPU 的重要标识。目前 CPU 分类主要分有两大阵营,一个是 Intel 和 AMD 公司的 x86 架构,CPU 采用复杂指令集;另一个是 IBM 公司的 PowerPC 架构和 ARM 公司的 ARM 架构,CPU 采用的是精简指令集 CPU。龙芯是中国科学院计算技术研究所自主研发的通用 CPU,采用了精简指令集(Reduced Instruction Set Computer,RISC)。图 3-5 是典

型的三款 CPU 芯片。



图 3-5 典型芯片示例

(2) 主频。

主频是 CPU 内核工作的时钟频率,其相应的单位有 Hz(赫)、kHz(千赫)、MHz(兆赫)、GHz(吉赫),一般情况下,主频=外频×倍频。

外频也叫 CPU 外部频率或基频。由于内存和设置在主板上的 L2 Cache 的工作频率与 CPU 外频同步,所以使用外频高的 CPU 组装的计算机,其整体性能比使用相同主频但外频低一级的 CPU 要高。随着技术的发展,CPU 速度越来越快,内存、硬盘等配件逐渐跟不上 CPU 的速度了,而倍频的出现解决了这个问题,它可使内存等部件仍然工作在相对较低的系统总线型频率下,而 CPU 的主频可以通过倍频来提升。

超频是一种通过调整硬件设置提高芯片的主频来获得超过额定频率性能的技术手段,可以提高计算机的工作速度。超频需要用户手动调整 CPU 的各种指标。

睿频加速技术可以理解为自动超频,CPU 会根据当前的任务量自动调整 CPU 主频,从而在任务多时发挥最大的性能,任务少时发挥最大的节能优势。

3. 存储器

随着计算机技术的不断发展,微机通常采用多级存储器体系,主要包括微处理器存储层、高速缓冲存储层、主存储器层和外存储器层,如图 3-6 所示。多级存储体系比较好地解决了存储容量、存取速度和成本价格的问题。

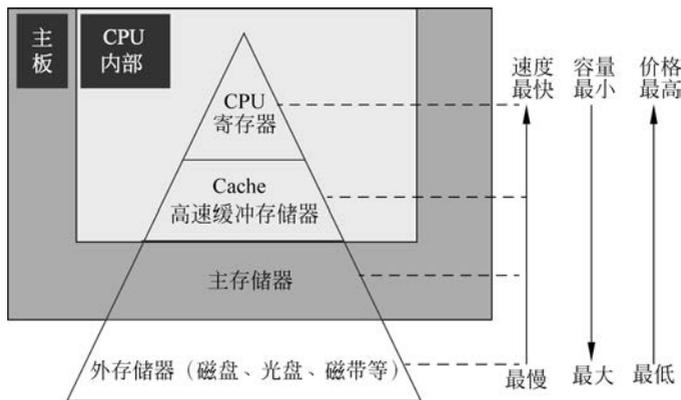


图 3-6 多级存储器体系结构

(1) 微处理器存储层。

寄存器是 CPU 内部用来存放数据的一些小型存储区域,用来暂时存放参与运算的数据和运算结果,分为通用寄存器、专用寄存器和控制寄存器三种。寄存器数量非常有限,但具有非常高的读写速度,寄存器之间的数据传送也非常快。

## (2) 高速缓冲存储层。

由于内存的存取速度比 CPU 速度慢得多,使 CPU 的高速处理能力不能充分发挥,早期计算机为了使 CPU 与内存之间的速度更好地匹配,在内存与 CPU 之间插入了一种比内存速度更快、容量更小、单位成本更高的高速缓冲存储器(Cache),存放当前使用最频繁的指令和数据,并实现高速存取。Cache 通常集成在 CPU 芯片内部,容量比内存小得多,但速度比内存快得多,接近 CPU 的速度。

目前 CPU 内部高速缓冲存储器可分为一级(L1)、二级(L2)和三级(L3)。L1 缓存速度较快,容量较小,一般只有几十 KB 到几百 KB,主要用于存储 CPU 最常用的指令和数据。L2 缓存容量一般为几百 KB 到几十 MB,速度比 L1 慢,主要用于存储 CPU 频繁访问的数据和指令。L3 缓存容量比 L2 缓存更大,一般为几十 MB 到几百 MB,速度比 L2 缓存慢,主要用于存储 CPU 较少访问但又比较重要的数据和指令。

## (3) 主存储器层。

主存储器(内存)是 CPU 可直接访问的唯一的大容量存储区域,CPU 使用的任何程序或数据都必须先放到内存中。外存要与 CPU 或 I/O 设备进行数据传输,也必须通过内存进行。内存存取速度快,但与 CPU 速度差距较大。

内存由半导体材料构成,按其特征可分为两大类:只读存储器(Read Only Memory,ROM)和随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)。图 3-7 是一种 DDR5 内存条。

ROM 是指只能读取不能写入的存储器,它里面存放的信息一般由计算机制造厂写入并经固化处理,用户是无法改变的。即使断电,ROM 中的信息也不会丢失。因此,ROM 常用来存放一些需永久保存的重要信息,如 BIOS、字库、固定的数据和程序等。

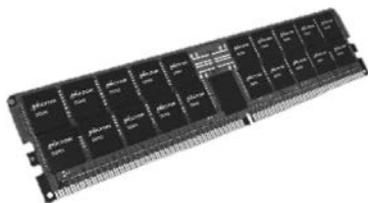


图 3-7 内存条

RAM 是一种可读写的存储器,通常所说的计算机主存容量均指 RAM 存储器容量,RAM 中的数据可以反复使用,只有写入新数据时 RAM 中的内容才被更新,断电时 RAM 中的信息将全部丢失。按照存放信息原理的不同,RAM 可分为静态存储器 SRAM 和动态存储器 DRAM。DRAM 数据信息以电荷形式保存在电容器内,由于电容中的电子会随着时间而散失,因此必须定时刷新。与 SRAM 相比,DRAM 访问速度较慢,但具有容量大、集成度高、价格低等优点,因此目前微机上广泛采用 DRAM 作为内存,一般制成条状,称为内存条,插在主板的内存插槽中。单个内存条的容量有 1GB、4GB、8GB、32GB 等多种规格。SRAM 以双稳态元件作为基本的存储单元,其存储的信息在不断电的情况下不会丢失。SRAM 访问速度快,但集成度不高,且成本较高,常用于小容量的高速存储系统,如高速缓存、显示缓存等。

## (4) 外存储器层。

外存储器主要用于保存长期保留的程序和数据。微机主要的外存储器包括硬盘、光盘、U 盘等,具有价格较低,可永久保留信息且容量大的特点。这里仅讨论硬盘存储问题,其他将在后续的外部设备部分详细展开。

硬盘是微机最为重要的外存储器,常用于安装软件和存储大量数据。硬盘的存储容量大、可靠性高、存取速度快,一般微机都配有一个或多个硬盘,目前主流的硬盘分为机械硬盘(Hard Disk)和固态硬盘(Solid State Disk)两种。

机械硬盘盘片是以坚固耐用的材料为盘基,将磁粉附着在铝合金(新材料也有用玻璃的)圆盘片的表面上,表面被加工得相当平滑。附着磁粉的盘片被划分成若干个同心圆形的磁道,每个磁道上就好像有无数任意排列的小磁铁,它们分别代表着0和1的状态。当这些小磁铁受到来自磁头的磁力影响时,其排列的方向会随之改变。

机械硬盘中所有的盘片都装在一个旋转轴上,每张盘片之间是平行的,互相之间由垫圈隔开,一般都被永久性地密封固定在硬盘驱动器中,如图3-8所示。在每个盘片的存储面上有一个磁头,磁头与盘片之间的距离比头发丝的直径还小,所有的磁头联在一个磁头控制器上,由磁头控制器负责各个磁头的运动。磁头可沿盘片的半径方向运动,加上盘片每分钟几千转的高速旋转,磁头就可以定位在盘片的指定位置的扇区上进行数据的读写操作。

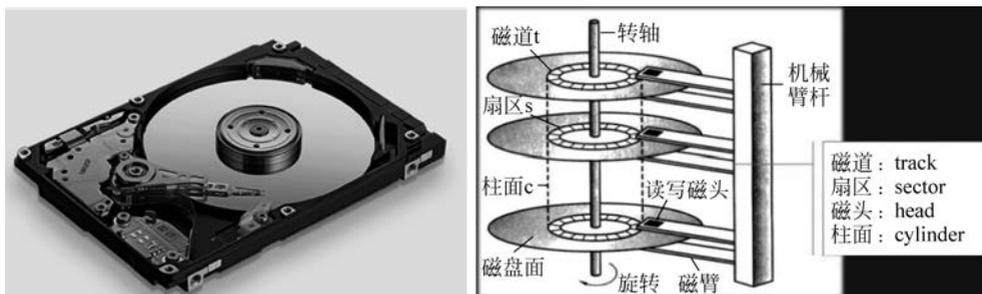


图 3-8 机械硬盘及其内部结构

固态硬盘的存储介质分为两种,一种是采用闪存(FLASH 芯片)作为存储介质,另外一种



图 3-9 固态硬盘外观及内部结构

一种是采用 DRAM 作为存储介质,其外观及内部结构如图 3-9 所示。固态硬盘具有传统机械硬盘不具备的快速读写、质量轻、无噪声、能耗低以及体积小等优点,但也存在容量较小、硬件损坏数据较难恢复、耐用性(寿命)相对较短等缺点。在相同容量下,固态硬盘价格高于传统硬盘 3~5 倍。目前,笔记本电脑基本使用固态硬盘;对于早期使用机械硬盘的微机,用户还可以添加一块固态硬盘来作为双硬盘的系统盘,使系统启动更快。

### 3.2.2 总线型与接口

#### 1. 总线型

在计算机系统中,各个部件之间传送数据的公共通道叫总线型(Bus)。微型计算机主机各部件之间通过总线型相连接,外部设备通过相应的接口电路再与总线型相连接。

微型计算机总线型分内部和外部总线型两类,内部总线型是指 CPU 芯片内部的连线,外部总线型是指 CPU 与其他部件之间的连线。

按照工作模式不同,总线型又可分为两种类型:一种是并行总线型,它在同一时刻可以传输多位数据,如 PCI 总线型;另一种是串行总线型,它在同一时刻只能传输一个数据,数据必须逐位通过一根数据线发送到目的部件。常见的串行总线型有 RS-232、PS/2、USB 等。

总线型位宽是总线型能够同时传输的二进制数据的位数,例如 32 位总线型、64 位总线型等。总线型位宽愈大,传输性能就愈佳。总线型带宽指的是总线型在单位时间内可以传输的数据总量,即总线型的数据传输率。总线型带宽与位宽二者存在以下换算关系。

$$\text{总线型带宽} = \text{总线型频率} \times \text{总线型位宽} \div 8$$

总线型如果按功能划分,又可分为以下三类。

① 数据总线型(Data Bus,DB):是双向三态形式的总线型,在 CPU 与 RAM 之间来回传送需要处理或存储的数据。数据总线型的位数是微型计算机的一个重要指标,通常与 CPU 的字长一致。

② 地址总线型(Address Bus,AB):用来指定在 RAM 之中存储数据的地址。

③ 控制总线型(Control Bus,CB):将微处理器控制单元(Control Unit)的信号传送到周边设备,控制总线型来往于 CPU、内存和输入输出设备之间。

微型计算机系统都是采用总线型结构框架连接各部分组件而构成的一个整体,如图 3-10 所示。

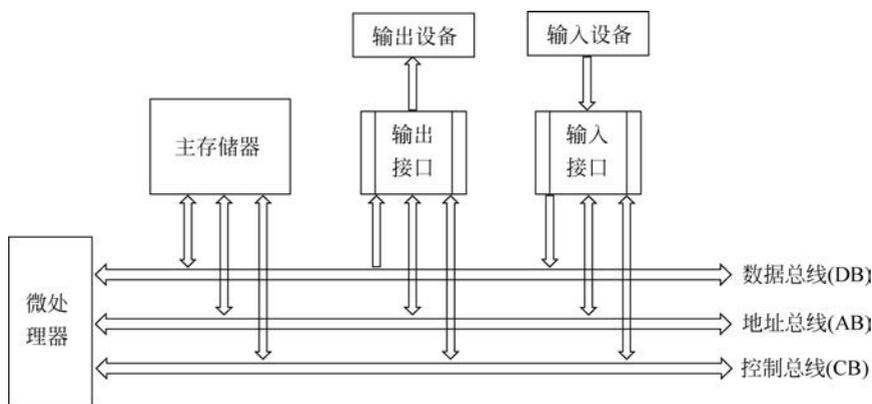


图 3-10 以总线型为公共通道的微机体系结构

## 2. 接口

微机的硬件接口是主机的对外接口,通过接口接入其他硬件设备。常见的微机接口如图 3-11 所示。



图 3-11 部分常用微机外部接口示例

### (1) 串行接口。

串行传输是指构成数据的每个二进制位按时间顺序一位接一位地在一个数据通道上进行传送。串行接口是指采用串行传输方式进行数据传输的接口,目前最普遍用途是连接鼠标、键盘、调制解调器。

### (2) 并行接口。

并行接口是指数据的各位同时进行传送,通常是以字节的整数倍为单位进行数据传输。并行接口常用于连接打印机,所以常被称为打印口或并行打印机适配器,被赋予专门的设备名 LPT。为区别同一台计算机上的多个并行端口,依次称为 LPT1、LPT2。

### (3) USB 接口。

通用串行总线型(Universal Serial Bus, USB)接口是一种连接计算机系统与外部设备的串口总线型标准,也是一种输入输出接口的技术规范,被广泛地应用于 PC 和移动设备等信息通信产品,已逐步成为 PC 的标准接口。USB 接口可为外设提供电源,支持热插拔,同时支持高速和低速设备的访问,其传输速度比串口快数百倍,比并口也快几十倍。

USB 1.0 的传输速度只有 1.5Mb/s,USB 2.0 的传输速度为 480Mb/s,USB 3.0 最大数据传输速度为 5Gb/s,最新一代的 USB 4.0 传输速度高达 40 Gb/s。

目前可以通过 USB 接口连接的输入输出设备有显示器、键盘、鼠标、扫描仪、光笔、数字化仪、数码相机、打印机、绘图仪和调制解调器等。

### (4) HDMI 接口。

高清晰度多媒体接口(High Definition Multimedia Interface, HDMI)是一种数字化视频/音频接口技术,适合影像传输的专用型数字化接口,可同时传送音频和影像信号,最高数据传输速度为 48Gb/s。

### (5) DVI 接口。

数字视频接口(Digital Visual Interface, DVI)是一种国际开放的接口标准,在 PC、DVD、高清晰电视(HDTV)、高清晰投影仪等设备上有广泛的应用。

除了以上常用接口外,微机还有 VGA 接口、IDE 接口、IEEE 1394 接口、SCSI 接口和 SATA 接口等。

## 3. 扩展卡

主板除了搭载 CPU、内存、硬盘等设备外,还可以将声卡、显卡、视频卡、网卡等插接在主板的扩展槽上。随着技术的发展,现在很多设备都直接集成在主板上。

### (1) 显示卡。

显示卡(又称显示适配器,简称显卡)的作用是控制显示器的显示方式。在显示器里也有控制电路,但起主要作用的是显卡。图 3-11 中的显卡 VGA(Video Graphics Array)接口使用的是 15 针 RS 343 数据专用接口,用于传输红、绿、蓝模拟信号以及同步信号(水平和垂直信号)。描述显卡性能的技术术语主要有最大分辨率、色深、刷新频率和显存容量等。

① 最大分辨率:指显卡能在显示器上描绘像素点的最大数量,通常以“横向点数×纵向点数”表示,例如“1024×768”,这是图形工作者最关注的性能。分辨率越大,能显示图像的像素点就越多,越能显示更多的细节,图像也就越清晰。由于这些像素点的数据最初都存储于显存内,因此显存容量会影响到最大分辨率。

② 色深:指在某一分辨率下,每一个像素点可以有多少种色彩来描述,又称为颜色深度单位用位(bit)数来表示。例如,黑白图色深为 1,增强色即通常所说的 64K,色深超过 16 位,24 位真色彩十分接近肉眼所能分辨的颜色。目前更高的色深还有 32 位、36 位和 48 位。

③ 刷新频率:指图像在屏幕上更新的速度,即屏幕上的图像每秒出现的次数,它的单

位是赫兹(Hz)。显卡的刷新频率受显示器制约,显卡会自动检测显示器的最大刷新频率,根据应用程序的需要,为用户选择适当的刷新率。

④ 显存容量:是指显卡上显存的容量数,这是选择显卡的关键参数之一。显存容量决定着显存临时存储数据的多少,显卡显存容量有 128MB、256MB、512MB、1024MB 几种,64MB 和 128MB 显存的显卡已非常少见,主流的是 2GB、4GB、8GB 的产品。

显卡分为集成显卡、独立显卡和核芯显卡三类。集成显卡是将显示芯片、显存及其相关电路都集成在主板上,具有功耗低、发热量小的优点,其缺点是性能相对略低,且固化在主板上或 CPU 上,本身无法更换,如果必须换,就只能换主板。独立显卡是指将显示芯片、显存及其相关电路单独做在一块电路板上,作为一块独立的板卡,它需占用主板的扩展插槽。独立显卡多用于有专业的图像处理需求的计算机,具有完善的 2D 效果和很强的 3D 水平。独立显卡的优点是单独安装有显存,一般不占用系统内存,其缺点是系统功耗加大,发热量也较大,占用更多空间。相对于前两者,核芯显卡则将图形核心整合在处理器中,进一步加强了图形处理的效率,有效降低了核心组件的整体功耗。

#### (2) 声卡。

声卡(Sound Card)是多媒体技术中最基本的组成部分,是实现声波的模拟信号与计算机处理的数字信号进行相互转换的硬件。声卡的基本功能是把来自话筒、磁带、光盘的原始声音信号加以转换,输出到耳机、扬声器、扩音机、录音机等音响设备,或通过音乐设备数字接口(MIDI)使乐器发出美妙的声音。

声卡主要分为内置独立声卡、集成在主板上的声卡和外置式声卡三种。

#### (3) 视频采集卡。

视频采集卡(Video Capture Card)也叫视频卡,其功能是将视频信号数字化,处理的是来自摄像机、录像机、电视机和各种激光视盘的视频信号。

视频采集卡的视频采集和压缩同步进行,也就是说视频流在进入计算机的同时就被压缩成 MPEG 格式文件,这个过程就要求计算机有高速的 CPU、足够大的内存、高速的硬盘、通畅的系统总线型。

#### (4) 网卡。

计算机与外界局域网的连接是通过在主机箱内插入一块网络接口板,简称网卡,又称为网络适配器或网络接口卡。许多微机网卡是作为扩展卡通过 PCI(或 PCI-Express)总线型接口连接到主板上的,新款计算机都在主板上集成了网络接口。由于笔记本电脑受到空间限制,一般采用 PCMCIA 总线型接口的无线网卡,支持热插拔,体积比 PCI 接口网卡小。还有一种 USB 无线网卡,这种网卡不管是台式机还是笔记本电脑,只要安装了驱动程序,都可以使用。其他常见的网卡接口有以太网的 RJ-45 接口、细同轴电缆的 BNC 接口和粗同轴电缆 AUI 接口、光纤分布式数据接口(FDDI)等。

### 3.2.3 微机常用外部设备

微机常用外部设备有外存储器、输入设备(如键盘、鼠标、触摸屏)和输出设备(如显示器、绘图仪、打印机)等。

#### 1. 外存储器

常见的外存储器有磁盘、光盘存储器和可移动存储设备等。磁盘分为软盘和硬盘两种,

软盘由于存储容量较小,目前很少使用,硬盘已在3.2.1节详细介绍了,此处不再赘述。

任何一种存储技术都包括两部分:存储设备和存储介质。存储设备是在存储介质上记录和读取数据的装置,例如硬盘驱动器、光盘驱动器。

光盘(Compact Disc)是不同于磁性载体的光学存储介质,以塑料做基片,上面涂有可以反射光线的物质,数据通过激光以凹凸形式记录在盘片上。光盘可以存放各种文字、声音、图形、图像和动画等多媒体数字信息,通常分为不可擦写光盘(CD-ROM、DVD-ROM)和可擦写光盘(CD-RW、DVD-RAM)两大类。光盘具有容量大、读写速度快、数据保存时间长、便于携带、单位价格低等优点。

可移动存储设备就是可以在不同终端间移动的存储设备,大大方便了资料存储,主要分U盘和移动硬盘两种。

#### (1) U盘。

U盘全称USB(USB Flash Disk)闪存盘。它是一种使用USB接口的无须物理驱动器的微型高容量移动存储产品,通过USB接口与计算机连接,实现即插即用。U盘最大的优点是便于携带、存储容量大、价格便宜、性能可靠。U盘体积很小,目前常见容量范围为4GB到1TB,最新的高速固态U盘读速高达520MB/s,支持USB、Type-C双接口,可在手机和计算机端通用,如图3-12所示。



图 3-12 双接口 U 盘

#### (2) 移动硬盘。

移动硬盘(Mobile Hard disk)是以硬盘为存储介质,在计算机之间交换大容量数据,强调便携性的存储产品。移动硬盘多采用USB、IEEE1394等传输速度较快的接口,可以较高的速度与系统进行数据传输。移动硬盘(盒)的尺寸分为1.8英寸、2.5英寸和3.5英寸三种。2.5英寸移动硬盘盒可以使用笔记本电脑硬盘,体积小,重量轻,便于携带,一般没有外置电源。目前市场中的移动硬盘容量多在1TB至6TB之间,最高可达20TB(图3-13),图3-14为两款带数字按键的加密硬盘。



图 3-13 大容量移动硬盘



图 3-14 带数字按键的加密硬盘



从应用的角度看,外部存储设备既可以作为输入设备,也可以作为输出设备。就存取速度来说,从快到慢依次是硬盘、光盘、软盘;就价格来说,一般是速度越快者价格越高。

## 2. 输入设备

输入设备是指把要处理的信息(程序、数据、声音、文字、图形、图像等)输入计算机中的装置。下面介绍几种微机常用的输入设备。

#### (1) 键盘。

键盘是微机上最常用的输入设备,用户的各种命令、程序和数据都可以通过键盘输入到

计算机。目前,微机上常用的键盘有 101 键、104 键、107 键和人体工程键盘。键盘上的键可分为主键盘区和副键盘区两部分,副键盘区又包括功能键区、编辑键区和数字键盘区,如图 3-15 所示。



图 3-15 常见 104 键键盘及其分区示意图

### (2) 鼠标。

鼠标是一种很常用的输入设备,它可以对计算机显示系统的横纵坐标进行定位,并通过按键和滚轮装置对光标所经过位置的屏幕元素进行操作。鼠标的使用是为了使计算机的操作更加简便快捷,从而代替烦琐的键盘指令。

鼠标按工作原理可分为机械式和光电式两种,无线鼠标和 3D 振动鼠标都是比较新颖的鼠标,不同款式的鼠标如图 3-16 所示。



图 3-16 不同款式的鼠标

### (3) 扫描仪。

扫描仪是光、机、电一体化的高科技产品,它能将各种形式的图像信息输入计算机,是继键盘和鼠标之后的第三代计算机输入设备。扫描仪具有比键盘和鼠标更强的功能,从最原始的图片、照片、胶片到各类文稿资料都可用扫描仪输入到计算机中,进而实现对这些图像形式的信息的处理、管理、使用、存储、输出等,配合光学字符识别软件(Optic Character Recognize, OCR)还能将扫描的文稿转换成计算机的文本形式。图 3-17 是两种常见类型的扫描仪。



图 3-17 便携式和平板式扫描仪

#### (4) 触摸屏。

触摸屏是一种新型输入设备,也是目前最简单、方便、自然的人机交互方式之一。人们利用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏,然后系统根据手指触摸的图标或菜单位置来定位选择信息输入。触摸屏可分为电容式、电阻式和红外式三种。

除了上述四种设备,计算机输入设备还有手写笔、摄像头、数码相机、游戏手柄、游戏摇杆、数字化仪、条码扫描器、麦克风(或话筒)、光笔等,如图 3-18 所示。



图 3-18 触摸屏及其他输入设备

### 3. 输出设备

输出设备的作用是将计算机的执行结果或其他信息传送到外部媒介,并转化成某种人们所需要的表示形式。最常用的输出设备是显示器和打印机。

#### (1) 显示器。

显示器、显卡及相应的驱动程序共同构成计算机的显示系统,其中,显示器是计算机系统中最基本的输出设备。

微机系统中使用的显示器类型很多,按显示方式主要分为阴极射线管(Cathode Ray Tube,CRT)和液晶显示器(Liquid Crystal Display,LCD)两种,如图 3-19 所示。无论哪种类型显示器,分辨率都是重要的参数,它是表示显示器清晰度的指标,目前市场 5K 显示器的最佳分辨率为  $5120 \times 2880$ 。



图 3-19 显示器

CRT 显示器是早期广泛使用的显示器,CRT 纯平显示器具有可视角度大、无坏点、色彩还原度高、色度均匀、可调节的多分辨率模式、响应时间极短等 LCD 显示器难以超过的优点,而且价格更便宜。CRT 显示器如果刷新频率过低,屏幕有明显的闪烁,图像稳定性差,容易造成眼睛疲劳。

LCD 的优点是机身薄、占地小、辐射小、可视面积大。它的主要原理是以电流刺激液晶分子产生点、线、面,配合背部灯管构成画面。液晶显示器画面不会闪烁,可以减少对眼睛的伤害,但它也具有色彩不够艳丽、亮度和对比度不是很好、可视角度不高等缺点。

随着光学设计和制造技术的日趋完善,头盔显示器也出现在个人应用显示器行列,它作为虚拟现实应用中的 3D VR 图形显示与观察设备,可单独与主机相连,以接受来自主机的 3D VR 图形信号。

## (2) 打印机。

打印机是计算机最常用的输出设备之一,与主机的连接是通过标准的串行或并行接口。但并行接口容易损坏,而且传输速度慢,目前基本上被串行 USB 接口代替,因为 USB 接口具有传输速度快、支持热插拔的特性。

目前市场上常见的打印机有点阵打印机、喷墨打印机和激光打印机三种,如图 3-20 所示。



图 3-20 点阵、喷墨和激光打印机

3D 打印技术出现在 20 世纪 90 年代中期,实际上是利用光固化和纸层叠等技术的最新快速成型装置。3D 打印与普通打印工作原理基本相同,打印机内装有液体或粉末等“打印材料”,连接计算机后,在计算机的控制下把“打印材料”层层叠加起来,最终把计算机上的蓝图变成实物。利用这种 3D 立体打印技术制成的打印机称为 3D 打印机,又称三维打印机,如图 3-21 所示。



图 3-21 3D 打印机

## (3) 绘图仪。

绘图仪是一种输出图形硬拷贝设备,在绘图软件的支持下可以绘制出精确、复杂的图形,是计算机辅助设计不可缺少的工具,分为笔式、喷墨式和发光二极管三大类。

除了以上介绍的输出设备,其他的输出设备还有数字光投影仪、音箱、耳机等,如图 3-22 所示。



图 3-22 绘图仪及其他输出设备

### 3.2.4 微机计算机的性能指标

微型计算机功能的强弱和性能的好坏不是由某个指标决定的,而是由其系统结构、指令系统、硬件结构、软件结构等多方面因素综合决定的。但是,对于大多数普通用户来说,可以从以下几个指标来大致评价计算机的性能。

(1) 字长:指计算机 CPU 能够直接处理的二进制数据的位数,通常是 8 的整数倍。

(2) 主频:指计算机 CPU 运算时的工作频率。主频越高,一个时钟周期里完成的指令数也越多,当然 CPU 的速度就越快。

(3) 运算速度:通常所说的计算机的运算速度一般用百万次/秒(MIPS)来描述。

(4) 存储容量:分内存容量和外存容量,这里主要指内存容量,它反映了计算机即时存储信息的能力。

(5) 核心数:目前 CPU 基本上都提供多个核心,即在一个 CPU 内包含两个或多个运算核心,每个核心既可独立工作,也可协同工作,使 CPU 性能在理论上比单核强劲一倍或数倍。

(6) 外设扩展能力:微型计算机可配置外部设备的数量以及配置外部设备的类型对整个系统的性能有重大影响。

除了上述主要性能指标之外,微型计算机还包括配置的外围设备的性能指标和配置的系统软件的状况等指标。另外,各指标之间也不是相互独立的,在实际使用时,应该将它们综合起来考虑。

## 思 考 题

- (1) 简述冯·诺依曼结构计算机的组成和工作原理。
- (2) 利用网络资源了解国产微处理器的发展情况。
- (3) 什么是主板?它有哪些部件?各部件之间如何连接?
- (4) CPU 有哪些性能指标?
- (5) 查找资料,了解为什么键盘字母不是按照英文字母的顺序排列。
- (6) 查找资料,了解 3D 打印的发展前景。
- (7) 计算机的存储系统包括哪些部分?