

第2章 计算机硬件基础

现代计算机是大规模或超大规模集成电路与计算技术相结合的产物。一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统两部分组成。

计算机硬件系统由一系列电子元器件按照一定逻辑关系连接而成，是计算机系统的物质基础。

本章将介绍计算机工作原理与系统组成、计算机主机与外设以及多媒体计算机技术。

2.1 计算机工作原理与硬件系统组成

2.1.1 计算机工作原理

计算机的工作过程就是程序的执行过程，程序中的每一个操作步骤都是指示计算机做什么和如何做的命令，这些用以告诉计算机、控制计算机怎样进行操作的命令称为计算机指令。只要这些指令能被计算机理解，则将程序装入计算机并启动该程序后，计算机便能自动按编写的程序一步一步地取出指令，根据指令的要求控制机器各个部分运行。这就是计算机基本的工作原理，这一原理最初由美籍匈牙利科学家冯·诺依曼（Von Neumann）提出，故也称为冯·诺依曼原理。根据这一工作原理构成的计算机，就称为冯·诺依曼结构计算机。英国剑桥大学的威尔克斯（M.V.Wilkes）教授领导设计了“埃德沙克”计算机（EDSAC，全名是 the Electronic Delay Storage Automatic Calculator），于 1949 年 5 月制成并投入运行，它是世界上首台按冯·诺依曼“存储程序”思想设计制造的计算机。

可以看出，冯·诺依曼结构的计算机必须具有如下部件：

- （1）把要执行的程序和所需的数据库送至计算机中存储起来的存储器。
- （2）需要具有输入程序和数据库的输入设备。
- （3）能够完成程序中指定的各种算术、逻辑运算和数据传送等数据加工处理的运算器。
- （4）能够根据运算的结果和程序的需要控制程序的走向并能根据指令的规定控制机器各部分协调操作的控制器。
- （5）能按人们的需求将处理的结果输出给操作人员使用的输出设备。

冯·诺依曼结构计算机的工作原理最重要之处是“存储程序”。即如果要想计算机工作就要先把编制好的程序输入计算机的存储器中存储起来，然后依次取出指令执行。每一条指令的执行过程又可以划分成如下 4 个基本操作：

- （1）取出指令：从存储器某个地址中取出要执行的指令。
- （2）分析指令：把取出的指令送到指令译码器中，译出指令对应的操作。
- （3）执行指令：向各个部件发出控制操作，完成指令要求。
- （4）为下一条指令做好准备。

2.1.2 计算机硬件系统组成

1. 计算机系统组成

计算机是一个完整的系统，“系统”是指由若干相互独立而又相互联系的部分所组成的整

体，从这个角度说，计算机系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。计算机的硬件系统和软件系统互相依赖、不可分割。在没有装入软件之前，计算机称作“裸机”。

计算机系统的组成如图 2-1 所示。

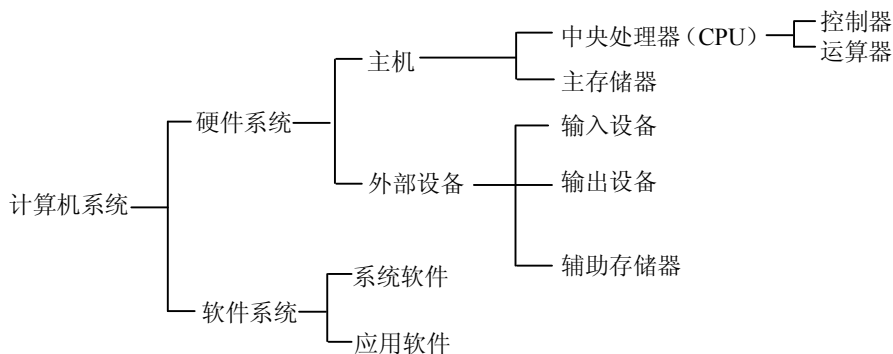


图 2-1 计算机系统组成

2. 计算机硬件系统

计算机硬件系统通常由运算器、控制器、存储器、输入设备与输出设备五大基本部件组成。

(1) 运算器。运算器是计算机中进行算术运算和逻辑运算的部件，通常由算术逻辑运算部件（ALU）、累加器及通用寄存器组成。

(2) 控制器。控制器用以控制和协调计算机各部件自动、连续地执行各条指令，通常由指令部件、时序部件及操作控制部件组成。

运算器和控制器是计算机的核心部件，这两部分合称中央处理单元（CPU）。若将计算机的 CPU 集成在一块芯片上作为一个独立的器件，则称为微处理器 MP（Microprocessor）。

(3) 存储器。存储器的主要功能是用来保存各类程序和数据信息。存储器分为主存储器和辅助存储器，主存储器主要采用半导体集成电路制成，又可分为随机存储器（Random Access Memory，简称 RAM）、只读存储器（Read Only Memory，简称 ROM）和高速缓冲存储器（Cache）。辅助存储器大多采用磁性和光学材料制成，如磁盘、磁带、光盘以及移动存储器（U 盘、移动硬盘）等。

CPU 和主存储器构成计算机主机。

(4) 输入设备。输入设备用于从外界将数据、命令输入到计算机的内存，供计算机处理。常用的输入设备有键盘、鼠标、卡片阅读机、磁带输入机、光笔、CD-ROM 驱动器、视频摄像机等。

(5) 输出设备。输出设备用以将计算机处理后的结果信息，转换成外界能够识别和使用的数字、文字、图形、声音、电压等信息形式输出。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪、音响设备等。

需要说明的是，有些设备既可以作为输入设备，又可以作为输出设备，如软盘驱动器、硬盘、磁带机等。

2.1.3 微型计算机简介

微型计算机性能指标标志着微型计算机的性能优劣及应用范围的广度，在实际使用中，比较常见的微型计算机性能指标有下列几种。

1. 字长

字长是计算机运算部件一次能处理的二进制数据的位数。字长愈长，计算机的处理能力就愈强。微型计算机的字长总取 8 的整数倍，早期的微型计算机字长为 16 位（如 Intel 的 8086、80286 等），从 80386、80486，一直到 Pentium II、Pentium III 和 Pentium4 芯片字长都为 32 位。

字长这个指标有点像算盘的档数，算盘的档数愈多，则算盘计算精度就愈高，计算方法也愈丰富。对于数据，字长愈长，则运算精度愈高；对于指令，字长愈长，则功能愈强、可寻址的存储空间也愈大。所以，字长是评价计算机性能的一个非常重要的技术指标。

2. 速度

不同配置的微型计算机按相同的算法执行相同的任务所需要的时间可能是不同的，这和微型计算机的速度有关。微型计算机的速度指标可以用主频及运算速度加以评价。

主频也称时钟频率，也是决定微型计算机速度的重要指标之一。主频一般以兆赫兹（MHz）为单位，主频愈高，微型计算机速度愈快。目前微型计算机的主频可达若干 GHz。

运算速度以每秒百万指令数（MIPS）为单位，这个指标较主频更能直观地反映微型计算机的速度。

速度是一个综合指标，影响微型计算机速度的因素还有许多，如存储器的存储时间、系统总线的时钟频率等。

3. 存储容量

微型计算机的处理能力不仅与字长、速度有关，而且很大程度上还取决于存储系统的容量。

存储系统主要包括主存（也称内存）和辅存（也称外存，主要指软盘和硬盘）。

存储容量以字节（Byte，简称为 B）为单位，1 个字节由 8 个二进制位（bit）组成。因为存储容量一般都很大，所以存储容量单位用 KB（千字节）、MB（兆字节）、GB（吉字节），更大的还有 TB、PB 等。具体换算关系为：

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

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

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

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

$$1\text{PB}=1024\text{TB}=2^{50}\text{B}$$

常见的微型计算机配置的主存容量有 256MB、512MB 甚至超过 1GB；软盘容量为 1.44MB 等；硬盘容量有 80GB、120GB 或更大。

4. 可靠性

计算机的可靠性以平均无故障时间（MTBF）表示：
$$\text{MTBF} = \sum_{i=1}^N \frac{t_i}{N}$$

式中， t_i 为第 i 次无故障时间， N 为故障总次数。显示易见，MTBF 愈大，系统性能愈好。

5. 可维护性

计算机的可维护性以平均修复时间（MTTR）表示：
$$\text{MTTR} = \sum_{i=1}^M \frac{t_i}{M}$$

式中， t_i 为第 i 次故障从发生到修复的时间， M 为修复总次数，显而易见，MTTR 指标愈小愈好。

6. 性能/价格比

性能/价格比也是一种用来衡量计算机产品优劣的概括性指标。性能代表系统的使用价值，它包括：计算机的运算速度、内存储器容量和存取周期、通道信息流量速率、输入输出设备的

配置、计算机的可靠性等。价格则是指计算机的售价。性能/价格比中的性能指数由专用的公式计算，性能/价格比愈大，表明该计算机系统愈好。

评价微型计算机性能的指标还有兼容性、汉字处理能力和网络功能等。

2.2 计算机主机

计算机的硬件系统是指计算机系统及设备实体，主要由计算机主机和外设组成。尽管计算机的性能指标、工作方式等都已经并且正在发生变化，但它的基本结构没有改变，指令和数据均以二进制形式存储于同一个存储器中，整个计算机以存储器为中心，都是采用“存储程序”的工作方式，即冯·诺依曼模式。

采取存储程序方式是冯·诺依曼计算机的核心思想。存储程序方式是指事先编制程序（能够完成一定功能的有序操作指令的集合），并将程序和数据存入主存储器中，计算机在运行时就能自动、连续地从存储器中取出指令并执行。计算机基本结构如图 2-2 所示。

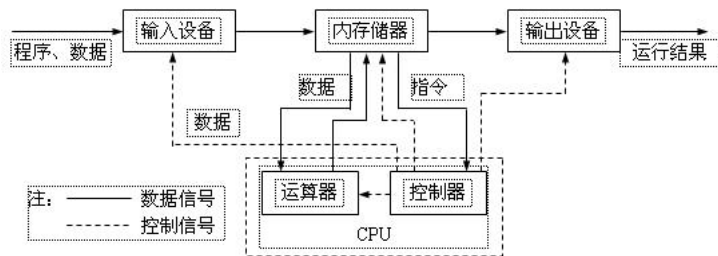


图 2-2 计算机硬件组成结构

下面分别介绍各组成部分的基本功能、结构及工作原理。

2.2.1 中央处理器 CPU

1. 中央处理器的组成

中央处理器 CPU（Central Processing Unit）由运算器和控制器组成。CPU 的主要功能是进行算术运算和逻辑运算，内部结构大概可以分为控制单元、算术逻辑单元和存储单元等几个部分。按照其处理信息的字长可以分为：8 位微处理器、16 位微处理器、32 位微处理器以及 64 位微处理器等。

CPU 负责读取并执行指令，是指令的解释和执行部件，是计算机的核心。CPU 要控制计算机对信息的处理，要执行程序，具有程序控制、操作控制、时间控制和数据加工等基本功能。除了运算器和控制器以外，还需要相关的功能寄存器组。

（1）运算器。

运算器是对信息和数据进行处理和运算的部件，主要进行算术运算和逻辑运算，也称为算术与逻辑运算部件。“算术运算”是指按照加、减、乘、除、求绝对值等算术规则进行的运算；“逻辑运算”一般泛指非算术性质的运算，例如逻辑加、逻辑乘、移位等。逻辑运算与算术运算的主要区别是运算时是否带符号位。运算器一般可以处理定点数和浮点数，对于带小数的浮点数据，还可以由专门的浮点部件处理器进行运算。

运算器由算术逻辑运算单元（ALU）、累加器（AC）、数据缓冲寄存器（DR）和状态条件寄存器组成。它是数据加工的处理部件。在计算机内部，各种复杂的运算往往被分解为一系列

算术与逻辑运算，然后分别由 ALU 去执行。图 2-3 是一个简单运算器的示意图。

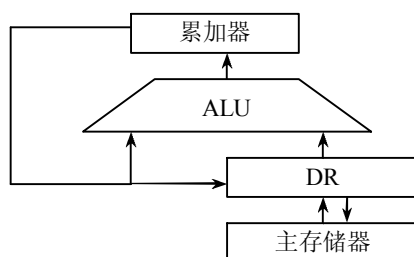


图 2-3 简单运算器的示意图

下面举一个加法的例子说明这个简单运算器的工作过程，若要进行 $C=A+B$ 的运算，先从主存中取出 A 的值经过数据缓冲寄存器 DR 和 ALU，送到累加器 AC 暂存；然后又从主存中取出 B 的值送到 DR 中；接着 DR 中的数值与 AC 中的数值直接送到 ALU 的输入端进行运算，运算结果送到 AC，然后经过 DR 再送回到主存的 C 单元中。这样，一个完整的加法就完成了。

(2) 控制器。

控制器由程序计数器（PC）、指令寄存器（IR）、指令译码器、时序产生器和操作控制器组成。这几个部分大体可以分为指令部件、时序部件和控制部件。

控制器的主要功能是取指令、分析解释指令和执行指令，并且要控制程序和数据的输入和结果的输出，对异常情况进行处理。

在计算机中不同的指令所需的时间和操作不同，操作序列的控制方式也不相同。常用的控制方式有同步控制方式和异步控制方式。

同步控制方式：其基本设计思想是以部件中最长的操作时间为统一的时间间隔标准。这种方式可以保证机器中最费时的操作能够完成，控制器的任务比较简单，易于实现。

异步控制方式：系统没有统一的时间标准，各部件本身的操作有自己的时钟信号，各个操作的进行是以应答的方式进行的。这种方式节省时间，但是控制方式由于各个操作时间的长短不一而变得复杂。

联合控制方式：同步和异步控制相结合的方式称为联合控制方式，对不同指令的各个操作实行大部分统一时间间隔，小部分采用不固定时间间隔的办法。这样，虽然控制复杂一些，但是比较灵活，效率较高。

(3) CPU 中的主要寄存器。

累加器（AC）：当 ALU 进行算术逻辑运算时，AC 为 ALU 提供单独的寄存器，用来暂时保存 ALU 的运算的中间或最后结果。AC 可以是一个，也可以是多个。

数据缓冲寄存器（DR）：用来暂时保存由内存读出或需要写回内存的指令或数据。它可以起到信息传送的中转站的作用，也可以缓冲各部件之间的速度差异。

地址寄存器（AR）：用来保存当前 CPU 要访问的内存单元的地址。这样，可以使地址信息在整个操作执行的时间段内始终有效。

指令寄存器（IR）：存放将要执行的指令。指令寄存器中的指令由指令译码器负责译码。

程序计数器（PC）：用来指出将要执行的下一条指令的地址。在程序（完成特定操作的指令序列）开始执行前，必须将程序的第一条指令的地址送入 PC 中。在顺序执行程序时，每执行一条指令，只需简单地将 PC 自动加 1，而碰到转移指令时，就需要计算偏移量，而将转移

地址送入 PC 中。

状态寄存器 (PSW): 用来保存指令运行结果的各种状态, 包括零标志、负标志、溢出标志、进位标志、系统中断状态等。这些状态可以为程序的执行提供参考, 可以为 CPU 和系统了解计算机运行的状态提供数据。

(4) 时序系统。

计算机高速工作, 需要在时间上对各种操作进行严格控制。时序产生器用来对各种操作控制信号进行定时, 进行时间上的控制。

时序系统一般由周期、节拍和工作脉冲三级时序组成。

(5) 操作控制器。

操作控制器根据指令操作码和时序信号, 产生各种操作控制信号, 建立多个寄存器之间传送信息的“数据通路”, 完成取指令和执行指令的操作控制。

操作控制器可以分为组合逻辑型、存储逻辑型和可编程逻辑阵列三种。组合逻辑型是一种由门电路和寄存器组成的复杂电路结构, 采用硬连线控制, 除非重新连线, 否则不能改变控制逻辑。

存储逻辑型采用微程序控制方式, 将一条指令分解成多条微指令组成的序列 (微程序), 由一段微程序完成的多个微操作来完成一条指令的功能。一般将微程序存放在微程序控制器中, 当遇到指令执行时, 将相应指令的微程序入口地址调入, 并一条条地取出微指令进行执行, 直至这段微程序结束, 完成一条指令的功能。

可编程逻辑阵列是组合逻辑与存储逻辑相结合的方式, 既可实现组合逻辑, 又可实现时序逻辑。

(6) 双核处理器 (Dual Core Processor)。

双核处理器是指在一个处理器上集成两个运算核心, 从而提高计算能力。“双核”的概念最早是由 IBM、HP、Sun 等支持 RISC 架构的高端服务器厂商提出的, 主要运用于服务器上。而台式机的应用则是在 Intel 和 AMD 的推广下才得以普及的。

目前 Intel 推出的台式机双核处理器有 Pentium D、Pentium EE (Pentium Extreme Edition) 和 Core Duo 三种类型。

2. CPU 的性能指标

时钟周期和主频是衡量计算机性能的重要指标。计算机的中央处理器对每条指令的执行是通过若干个微操作来完成的。这些微操作是按时钟周期的节拍来“动作”的。时钟周期反映计算机的运算速度。时钟周期越短, 主频越高, 计算机的运算速度越快。

计算机的运算速度是衡量计算机性能的一项主要指标, 它取决于指令执行时间。运算速度的计算方法多种多样, 目前常用单位时间内执行多少条指令来表示。MIPS (每秒钟执行百万条指令数) 则能较全面准确地反映计算机的运算速度。计算机执行各种指令所需时间不同, 因此经常根据一些典型指令执行时间来估算计算机的等效速度。图 2-4 为 P4 处理器外观, 其中标注“1.7GHz”表示处理器的主频为 1.7GHz。

当前, 主流处理器的位数是 32 位, 64 位处理器的通用寄存器 (General-Purpose Registers) 的数据宽度为 64 位, 64 位指令集就是运行 64 位数据的指令, 也就是说处理器一次可以运行 64 位数据。64 位处理器可以进行更大范围的运算, 可以支持更大的内存。但要实现真正意义上的 64 位计算, 光有 64 位的处理器是不行的, 还必须有 64 位的操作系统以及 64 位的应用软件才行, 三者缺一不可。



图 2-4 P4 处理器

2.2.2 主板、总线和接口

1. 主板

主板（Mainboard）也称系统板、母板，是位于主机箱底部的一块大型印刷电路板。大致说来，主板由以下几部分组成：CPU 插槽/插座，内存插槽，局域总线和扩展总线，高速缓存，时钟和 CMOS 主板 BIOS，软/硬盘，串口、并口等外设接口，控制芯片等。

主板上有一系列扩展槽，用来插入各种外设的适配卡，再去连接各种外设，这些扩展槽与系统总线或扩展总线相连。因此，有什么样的总线就有什么样的扩展槽。

现在主板厂商非常多，常见品牌有 Intel、LEO（大众）、QDI（联想）、华硕、技嘉等。主板的性能主要由其采用的芯片组决定，当前芯片组基本都来自于 Intel、VIA、AMD 这几家公司。华硕主板如图 2-5 所示。



图 2-5 华硕主板

2. 总线

总线（BUS）是指计算机系统中能够为多个部件共享的公共信息通道，是计算机系统的骨架。

总线按照其功能和传输信息的种类可以分为三类：数据总线（Data Bus, DB）、地址总线（Address Bus, AB）和控制总线（Control Bus, CB），三者在物理上是一体的，工作时各司其职。数据总线是双向的，它是 CPU 同各部分交换信息的通路，其位数（总线宽度）与微处理器的位数相对应。地址总线是单向的，负责传送地址码，它由 CPU 送到内存单元或接口电路，地址总线的位数与所寻址的范围有关，如寻址 1MB 地址需要 20 条地址线（ $2^{20}B=1MB$ ）。控制总线是传送控制信号的，其中包括 CPU 送到内存和接口电路的读写信号、中断响应信号等，也包括其他部件送给 CPU 的信号，如时钟信号、中断申请信号、准备就绪信号等。

总线的性能是通过总线宽度和总线频率来表征的。总线宽度定义为一次能并行传输的二进制位数。例如 32 位总线一次能传送 32 位数据，64 位总线一次能传送 64 位数据。而总线频

率则用来表征总线的速度，常见的总线频率有 66MHz、100MHz、133MHz 甚至更高。

如果按照总线所连接部件的不同，它还可以分为：

(1) 内部总线：用于同一部件内部的连接，例如 CPU 内部连接各寄存器和运算部件的总线。

(2) 系统总线：连接同一台计算机的各个部件，例如 CPU、内存、输入输出设备等接口之间的互相连接的总线。系统总线按其功能又可以分为数据总线、地址总线和控制总线三类，分别用来传送数据、地址和控制信号。

(3) 扩展总线：负责 CPU 与外部设备之间的通信。

微机总线的结构特点是标准化和开放性。从发展过程看，微机总线结构常见的几种标准有 PC 总线、ISA 总线、MCA 总线、EISA 总线、VESA 总线、PCI 总线等。

老的总线标准随 CPU 的发展而逐步淘汰。目前，微机上广泛采用的新的总线标准有 PCI（Peripheral Component Interconnect，外部设备互连）、AGP（Accelerated Graphics Port，图形加速接口）等。

3. I/O 接口

接口是指计算机系统中两个硬件设备之间起连接作用的逻辑电路，是各组成部分之间进行信息交换的功能部件。主机与输入输出设备之间的接口称为输入输出接口，简称 I/O 接口。计算机的外部设备多种多样，而系统总线上的信息都是二进制码，而且外部设备与 CPU 的处理速度相差很大，所以需要在系统总线与 I/O 设备之间设置接口，来进行数据缓冲、速度匹配和信息转换表示等工作。外设与主机之间相互传送的信息有三类：数据信息、状态信息（如设备准备就绪或空闲状态）和控制信息（如启动、停止外设）。接口中有多个端口（PORT），每个端口传送一类信息。从信息传送的方式看，接口可分为串行接口（简称串口）和并行接口（简称并口）两大类。串行接口中，接口和外设之间的信息按代码的位进行传送，而接口和主机之间则是以字节或字为单位进行多位并行传送。串行接口能够完成“串→并”和“并→串”之间的转换。微机上的用来连接鼠标的 RS-232C 接口是一种常用的串口。在并行接口中，接口和外设之间的信息交换都是按字节或字进行传送，其特点是各位同时传送，具有较高的数据传送速度。微机上连接打印机的 LPT 接口是一种常用的并口。

这里要特别介绍常用的 USB 接口。

USB（Universal Serial BUS，通用串行总线）。USB 接口是为了解决现行 PC 与各种外设的通用连接而设计的，其目的是使所有低速外设都可以连接到统一的 USB 接口上。

第一版 USB 1.0 是在 1996 年出现的，速度只有 1.5Mb/s。目前广泛使用的 USB 2.0 的速度可以达到 60Mb/s。USB 3.0 也就应运而生，最大传输带宽高达 5.0Gb/s，也就是 625Mb/s。

USB 设备之所以会被广泛应用，是因为主要具有以下优点：

(1) 可以热插拔。这就让用户在使用外接设备时，不需要重复“关机将并口或串口电缆接上再开机”这样的动作，而是直接在电脑工作时，就可以将 USB 电缆插上使用。

(2) 携带方便。USB 设备大多以“小、轻、薄”见长，对用户来说，同样 20G 的硬盘，USB 硬盘比 IDE 硬盘的重量要轻一半，当想要随身携带大量数据时，当然 USB 硬盘会是首要之选了。

(3) 标准统一。大家常见的是 IDE 接口的硬盘，串口的鼠标键盘，并口的打印机扫描仪，可是有了 USB 之后，这些应用外设统统可以用同样的标准与个人电脑连接，这时就有了 USB 硬盘、USB 鼠标、USB 打印机等。

(4) 可以连接多个设备。USB 在个人电脑上往往具有多个接口，可以同时连接几个设备，

如果接上一个有四个端口的 USB Hub 时，就可以再连上四个 USB 设备，以此类推，尽可以连下去，将你家的设备都同时连在一台个人电脑上而不会有任何问题（注：最高可连接至 127 个设备）。

2.2.3 主存储器（memory）

1. 三级存储体系

计算机存储器的主要功能是存放程序和数据。程序是计算机操作的依据，数据是计算机操作的对象。为了实现自动计算，各种信息必须预先存放在存储器中。

为了同时满足容量大、存取速度快、价格低这 3 个要素，存储器一般采用三级存储体系：第一级是高速缓存，第二级是主存储器，第三级是外存储器，如图 2-6 所示。

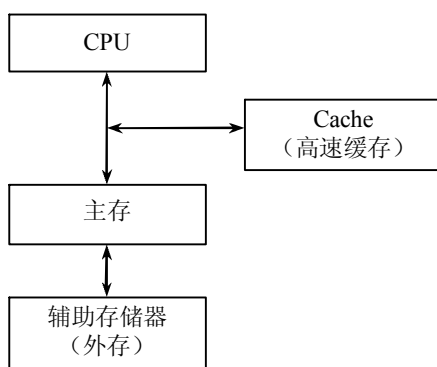


图 2-6 三级存储体系

2. 主存储器

主存储器一般用来存入需要执行的程序和需要处理的数据，它存储的指令和数据能够被 CPU 直接读出或写入。主存储器由半导体存储介质构成，可分为只读存储器（Read Only Memory, ROM）和随机读取存储器（Random Access Memory, RAM）。

随机读写存储器是既能读出又能写入信息的存储器，故又称为读写存储器。ROM 中的内容不允许随意改变，只能读出其中的内容，这种存储器称为只读存储器。在 PC（即通常所说的个人计算机）中，ROM 一般存放计算机系统数据以及计算机启动时的初始程序和数据，而 RAM 在断电后信息会丢失，一般用作内存，存放正在运行的程序和数据。内存实物如图 2-7 所示。

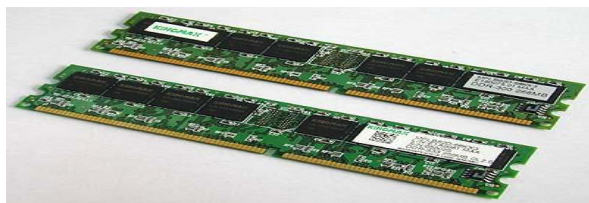


图 2-7 内存条

当要对存储器进行读写操作时，来自地址总线的存储器地址经地址译码器译码后，选中指定的存储单元，而读写控制电路根据读写命令实施对于存储器的存取操作，数据总线则用于传送写入内存或从内存读出的信息。

3. 高速缓存（Cache）

Cache 是一种放置在 CPU 和主存储器之间的存取速度快、规模较小的存储器。

在计算机的发展过程中，内存速度的提高赶不上逻辑电路速度的提高，CPU 执行指令的速度远远高于内存的读写速度。由于 CPU 每执行一条指令都要访问内存一次乃至几次，所以内存制约了 CPU 执行指令的效率。为了解决这个矛盾，在计算机中引入了高速缓存技术。

由于程序的执行具有局部性，即程序的执行在一段时间内总是集中于程序代码的一个小范围内。如果一次性地将这段代码从内存调入高速缓存，缓存便可以满足 CPU 执行若干条指令的要求。如果 CPU 执行的指令在高速缓存当中，那么 CPU 对内存的访问就相当于对高速缓存的访问。当缓存的命中率相当高（90%以上）时，整个内存可以看作具有缓存的速度进行工作，从而也就加快了整个程序的执行速度。

在 PC 机中，一般都带有高速缓存。高速缓存介于内存和 CPU 之间，位置可以在 CPU 模块内部，也可以在 CPU 模块外部。它存取速度比内存快，但价格昂贵，所以容量不可能太大，主要是用来存放当前内存中使用最多的程序块和数据块，并以接近 CPU 的速度向 CPU 提供程序指令和数据。

2.3 计算机外设

2.3.1 输入/输出设备

输入/输出（Input/Output）设备简称 I/O 设备，主要功能是实现外部世界与主机之间的信息交换，提供了人机交互的硬件环境。

I/O 设备种类很多，计算机系统一般都装配了键盘、鼠标、显示器、打印机、音箱等输入输出设备。显示器、打印机、绘图仪等是常用的输出设备，键盘、鼠标、光笔等是常用的输入设备。I/O 设备通常设置在主机外部，故又称之为外部设备。

1. 输入设备

输入设备用来将计算机外部信息传入计算机。外部信息是多种多样的，有字符、数字、声音、图像、视频等，所以必须进行信息形式的转换。

（1）键盘。键盘是用来输入字符、数字和控制信息的主要设备。

键盘通过 5 针 DIN 插头与主机连接，插头标准有 AT 大口和 PS/2 小口两种，常用的计算机键盘有 83 键、101 键和 104 键三种。键盘的种类很多，如果按内部构造分类，主要有机械式键盘和薄膜式键盘。机械式键盘上的每个键都是独立的微动开关，每个微动开关控制着不同的信号，按哪个键哪个键就响应。这类键盘的特点在于每个键都是独立的，哪个坏掉就换哪个。薄膜式键盘内部是一片双层胶膜，这种键盘的特点是噪音低，每个按键下面的弹性胶可做防水处理，所以又称无声键盘。

（2）鼠标。鼠标是广泛使用于图形用户界面的输入设备。

鼠标通过 RS-232C 串行口或 PS/2 口与计算机连接。其工作原理是：当鼠标移动时，它把移动距离及方向的信息变成脉冲信号送入计算机，计算机再将脉冲信号转变成光标的坐标数据，从而达到指示位置的目的。目前使用的鼠标有机械式和光电式两种，又可以按照鼠标上按键的多少将鼠标分为双键、三键鼠标等，对鼠标的操作有移动、单击、双击、拖拽几种。有一些鼠标还支持 Windows 滚动条等快捷操作。

其他输入设备还有光笔、扫描仪、摄像头等。

2. 输出设备

输出设备用来将计算机的处理结果以用户能够接受的形式输出，通常包括文本、图形、视频、音频以及计算机内部编码数据等。基本文本、图形、声音形态都可以直接提供给人使用。而计算机内部编码数据可以作为中间形态保存在磁带或磁盘以备使用。

(1) 显示器。显示器是利用视频显示技术制成的最常用的输出设备。

目前，大量使用的是阴极射线管制成的 CRT 显示器，它的体积和功耗都比较大。CRT 工艺成熟、价格低廉，是当今个人计算机市场主导的产品之一。CRT 显示器输出信息是一种三维控制光点的扫描过程，即亮度、水平扫描和垂直扫描。水平和垂直的扫描线构成了一个平面，再对其亮度进行控制，就可以形成一幅画面。彩色显示器采用的彩色显像管，屏幕内侧涂的是由红、绿、蓝三色磷光点（形成一个小三角形）构成的发光材料，每一组三色磷光点构成一个像素。三原色发光强弱不同，就可产生一个不同亮度和颜色的像素。构成图像的最小单元或构成图像的点叫像素。荧光屏上像素之间的最小距离叫点距。点距越小，像素密度越大，对于同样尺寸的屏幕而言，可容纳的像素就越多，显示画面就越清晰，当然制造起来也越困难，价格也越高。日前显像管的点距有 0.22mm、0.24mm、0.28mm 等。

液晶显示器 LCD (Liquid Crystal Display) 为平面超薄的显示设备，它由一定数量的彩色或黑白像素组成，放置于光源或者反射面前方。LCD 的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。根据液晶分子的排布方式，常见的液晶显示器分为：窄视角的 TN-LCD、STN-LCD、DSTN-LCD；宽视角的 IPS、VA、FFS 等。

LCD 具有：机身薄，节省空间；省电，不产生高温；低辐射，画面柔和不伤眼等特点，在计算机领域得到越来越广泛的应用。

显示器智能化操作，数字控制、数码显示是未来显示器的必要条件。随着数字时代的来临，数字技术必将全面取代模拟技术，LCD 不久就会全面取代模拟 CRT 显示器。

分辨率是衡量显示器的一个常用指标，它指的是整屏可显示的像素的多少。这与屏幕尺寸和点距密切相关，用水平方向像素数乘垂直方向像素数表示。例如 1024×768 指在水平方向共有 1024 个像素，而垂直方向有 768 个像素，即有 1024 列、768 行。通常，显示器可以支持多种分辨率。

显示系统包括图形显示适配器（显示卡）和显示器两大部分。显示卡起到 CPU 与显示器之间的接口作用，还有处理图形数据、加速图形显示等作用。显示卡的核心部分是显示卡上的图形加速芯片。显示卡的另一个重要指标是显示卡上带的显存容量的大小，它直接关系到显示卡支持的图形的显示质量。一般的显卡都会带上 4MB~128MB，甚至更大容量的显存。

(2) 打印机。打印机是以纸为介质，用机械、光、电技术制成的打印输出设备。

打印机以打印字符为主。一次打印一个字符的称为字符打印机，一次打印一行字符的称为行式打印机，一次打印一页字符的称为页式打印机。按照工作机构又可把打印机分为两类：击打式打印机和非击打式打印机。击打式打印机主要是指点阵打印机（针式），靠针尖在色带上的刻写达到书写在纸张上的目的。非击打式打印机也有若干种，如喷墨打印机、静电打印机、激光打印机等。激光打印机是目前速度最快、质量最高、价格最贵的打印机。

(3) 绘图机。绘图机使用不同性质的纸张绘出五彩缤纷的高质量图形。

按照作图机构可把绘图机分为笔式绘图机和非笔式绘图机两类。在非笔式绘图机中，主要有静电绘图机、热敏绘图机、电子照相绘图机等。此外，按照绘图纸笔运动机构的不同，又

可分为甲板式、滚轴式、转筒式三种。

常用的输出设备还包括影像输出系统、语音输出系统等。

2.3.2 外存储器

1. 基本概念

外存储器一般保存暂不执行的程序和数据或者是需长期保存的程序和数据。外存储器保存大量信息。但程序必须调入主存方可执行，待处理的数据也只有进入主存后才能被程序加工。

外存储器可以由磁介质存储器构成，比如软盘、硬盘，也可以由其他介质存储器构成，比如光盘等。由磁盘、光盘等构成的外存储器的容量很大，可以提供备份，其速度要求不是很高。外存储器的速度取决于它的盘片的机械转速，所以速度要比内存低得多，而单位容量的价格也较内存低。

由于外存设置在主机外部，因此通常归属为外部设备。常用的外存有磁盘、磁带、光盘等。

2. 磁带存储器

磁带的工作原理如同录音带、录像带一样。磁带存储器由磁带机和磁带两部分组成。磁带分为开盘式磁带和盒式磁带两种，前者多用于大中型机，后者多用于微型机。磁带存储容量大，装卸方便。磁带是顺序读写方式，比磁盘慢得多，经常用来作为海量数据的存储和磁盘上数据的备份介质。

3. 磁盘存储器

磁盘存储器是当前各种机型的主要外存设备，它以铝合金或塑料为基体，两面涂有一层磁性胶体材料。通过电子方法可以控制磁盘表面的磁化，以达到记录信息（0 和 1）的目的。

磁盘的读写是通过磁盘驱动器完成的。常见磁盘分为软盘与硬盘两类。

（1）软盘。软盘是以塑料圆盘为基片，上下两面涂有磁性材料而制成的磁盘。容量为 1.2 MB 的 5.25 英寸软盘与容量为 1.44 MB 的 3.5 英寸软盘，在 20 世纪 90 年代应用颇为广泛。由于软盘存取速度慢，容量小，且容易损坏，在 5.25 英寸软盘被淘汰后，3.5 英寸软盘也正淡出存储器领域。

（2）硬盘。硬盘（包括硬盘驱动器）完全密封在一个保护箱体内。硬盘以其容量大、存取速度快的特点而成为各种机型的主要外存设备。一般的计算机可配置不同数量的硬盘，且都有进一步扩充硬盘的余地。硬盘的容量提升速度非常快，已从早期的 20MB，发展到目前最大容量超过 1TB。

硬盘结构如图 2-8 所示。



图 2-8 硬盘结构图

磁道：每个盘片的每一面都要划分成若干如同同心圆的磁道，这些磁道就是磁头读写数据的路径和存储数据的位置。磁盘的最外层是第 0 道，最内层是第 n 道。

柱面：一个硬盘由几个盘片组成，每个盘片又有两个盘面，每个盘面都有相同数目的磁道。所有盘面上相同半径的磁道组合在一起，叫做一个柱面。

扇区：为了方便存取数据，每个磁道又分为许多称之为扇区的小区段。每个磁道上的扇区数是一样的，每个扇区记录的数据也一样多。所以内圈磁道上的记录密度要大于外圈磁道上的记录密度。

为了存取磁盘上的数据，系统给出如下的磁盘地址格式：

驱动器号.盘面号.柱面号.扇区号

移动硬盘作为一种便携式大容量存储设备深受用户喜爱。由于移动硬盘运行的速度主要取决于电脑数据交换的速度，因此选择何种类型的交换接口就显得尤为重要。移动硬盘的常见接口主要有 USB、IEEE 1394 和 USB+IEEE 1394 双接口三大类型，由于 USB 接口具有通用性强、热插拔、即插即用的特点，几乎所有的主板上都有 USB 接口；目前采用 USB 接口的移动硬盘最为常见。目前，移动硬盘的存储容量已达数 TB。

移动硬盘技术指标还有：重量和体积、防震安全性设计、加密功能与防病毒功能等。

4. U 盘

当前广泛使用的外存储器 U 盘，是一种采用快闪存储器（Flash Memory）为存储介质，通过 USB 接口与计算机交换数据的新一代可移动存储装置。大多数人都把闪存盘作为 1.44MB 软盘的替代产品，但是原理却完全不同。1.44MB 软盘是传统的磁介质存储产品，而闪存盘是以 Flash Memory 为介质，所以具有可多次擦写、容量超大、存取快、轻巧便捷、即插即用、安全稳定等许多传统移动存储设备无法替代的优点。此外，我们也把闪存盘称之为“电子软盘”或“闪盘”，虽然从原理上说闪存并非光磁存储设备。

U 盘在读写、复制及删除数据等操作方法上就像一般抽取式磁盘装置一样。目前，广泛使用的 U 盘容量为数 GB，存储容量最高可达到 256GB。由于 U 盘具有防潮、耐高温和低温、抗震、防电磁波、容量大、造型精巧、携带方便等特点，因此，受到微机用户的普遍欢迎。早期 U 盘的外观及内部结构如图 2-9 所示。

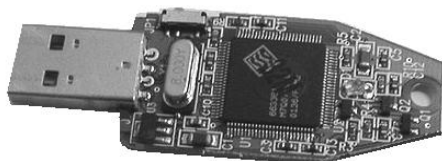


图 2-9 U 盘的外观与内部结构

5. 光盘

光盘技术中，通过激光束改变塑料或金属盘片的表面来表示数据，即二进制的 1 由盘片表面的平坦区域表示，0 由不平的区域表示。使用激光束照射盘面，靠盘面的不同反射来读出信息。目前，光盘有 CD 盘和数字化视频光盘 DVD 两种。类型、典型容量见表 2.1。

表 2.1 光盘参数表

格式	类型	典型容量	描述
CD	CD-ROM	650MB	存放数据库、软件和电子参考书等固定内容
	CD-R	650MB	仅能写一次，用于存放大量数据
	CD-RW	650MB	可重复使用，用于创建和编辑大的多媒体图像
DVD	DVD-ROM	4.7GB	存放音频和视频等固定内容
	DVD-R	4.7GB	仅能写一次，用于存放大量的数据
	DVD-RAM (DVD-RW)	2.6~5.2GB	可重复使用，用于创建和编辑大的多媒体图像

(1) 光盘 CD。最重要指标是旋转速度，如 24 速、32 速等。

CD-ROM：全称光盘只读存储器，类似于音乐 CD。

CD-R：又称 WORM，它代表写一次、读多次，即市场上的空白光盘。

CD-RW：全称为可写光盘或可删除光盘。

(2) 数字化视频光盘 DVD。

DVD-ROM：全称为数字化视频光盘只读存储器，能存放两小时高质量视频。

DVD-R：即可记录的 DVD，可写一次、读多次。

DVD-RAM（DVD 随机存取存储器）和 DVD-RW（可写 DVD）。

6. 虚拟存储器

由于主存储器扩充终归有限，所以目前广泛采用（尤其是 Windows）虚拟存储技术，可以通过软件方法，将主存和一部分外存空间构成一个整体，为用户提供一个比实际物理存储器大得多的存储器来模拟内存，这称之为“虚拟存储器”。

虚拟存储器的原理同样是基于程序访问存储器的局部性。调入内存的只是部分程序和数据，当要求的程序或数据不在物理内存中时，就必须按照一定的算法进行虚拟存储器的调度，将当前要执行的程序和数据调入内存，而将内存中的部分程序和数据替换出来。

虚拟存储器技术有效地解决了物理内存储器不足的问题。但是，程序执行过程中的数据与程序的调入和调出实际上是内外存的交换，而访问外存的时间比访问内存长得多。用户获得了如虚拟存储器一样大的存储空间，但比物理存储器要慢一些。虚拟存储技术实际上是用时间换取了空间。

2.4 多媒体计算机

多媒体技术出现于 20 世纪 80 年代初，进入 90 年代以后，随着“信息高速公路”的兴起，Internet 的广泛使用，多媒体信息产业迅速发展。多媒体计算机技术是现代计算机的时代特征。

2.4.1 多媒体计算机概述

媒体是文字、图形、声音、影像等信息表示和传播的载体，这些载体中的两个或两个以上的组合即构成多媒体。多媒体计算机技术是指运用计算机综合处理多媒体信息的技术，包括将多种信息进行逻辑连接，进而集成具有交互性的系统等。多媒体系统是指利用计算机技术和数字通信技术来处理和控制多媒体信息的系统。

多媒体可分为感觉媒体、表示媒体、显示媒体、存储媒体、传输媒体 5 种。

（1）感觉媒体。感觉媒体直接作用于人的感官，使人能直接产生感觉。例如，各种语言、音乐、图形、图像，计算机系统上的文件、数据和文字等。

（2）表示媒体。表示媒体是指各种编码，如语音编码、文本编码、图像编码等。

（3）显示媒体。表现媒体是感觉媒体与计算机之间的界面，如键盘、摄像机、光笔、话筒、显示器、喇叭、打印机等。

（4）存储媒体。存储媒体用于存放表示媒体，即存放感觉媒体数字化后的代码。如纸张、磁盘和光盘等。

（5）传输媒体。传输媒体是用来将媒体从一处传送到另一处的物理载体，如双绞线、同轴电缆、光纤、微波等。

在计算机领域中媒体通常有两种含义：一种含义是指用以存储信息的实体，如磁带、磁盘、光盘等；另一种含义是指信息的载体，如文字、图形、声音、影像等。多媒体计算机技术中的“媒体”是指后者，它是应用计算机技术将各种媒体以数字化的方式集成在一起，从而使计算机具有表现、处理、存储多种媒体信息的综合能力和交互能力。常见媒体种类及其常见格式如表 2.2 所示。

表 2.2 各类媒体一览表

媒体种类	常见格式	说明
文本	.TXT .RTF .DOC	文本始终是表达信息最快捷的方式,经常用于表示多媒体节目中的内容、目录、导航和帮助信息。使用文本时要使文本突出,在屏幕上清晰易读,具有易辩认的字体和颜色
图像	.DIB .BMP .WMF .FIF	图像用于多媒体中的界面设计,表达文本无法或很难清楚的内容。例如,可以提供真实的照片来代替冗长的描述。图像可以通过扫描仪扫描产生或由计算机来创建,最后按需要的文件格式存储
声音	.WAV .MID .VOC	声音为多媒体节目提供背景音乐、同步解说和声音效果
视频	.AVI .AVS .JPG	全动态视频能提供类似电视和电影的真实效果。可以采用视频片段描述用文本和图像无法解释的动作或事件。视频总是包含大量的信息。视频又称视像
动画	.FLC .FLI .SWF	计算机动画可以突出节目的要点、描述机械的动作或者创造非现实的卡通形象。有时候,动画可以比电影产生更好的效果,也可以通过让文本或者商标“飞入”计算机屏幕等方式产生动画效果,增加趣味性、吸引力、并强调要说明的关键点

多媒体计算机技术是指利用计算机来综合、集成处理文字、声音、图像、视频、动画等媒体,从而形成一种全新的信息处理和传播的计算机技术,其基本特征是媒体表示的数字化、媒体处理的集成性和系统的交互性。

多媒体系统的特性主要包括交互性、集成性、实时性三个方面。

多媒体计算机技术集成处理多种图、文、声、视信息,提供了方便使用计算机的途径,给用户提供了更多的参与和发挥自己创造力的环境。具有多媒体功能的计算机称为多媒体计算机,具有多媒体功能的计算机应用系统称为多媒体计算机系统。

多媒体计算机技术的应用领域正在不断拓宽,在文化、教育、电子图书、动画设计、音乐合成以及商业、家庭应用等领域,正在给人们的工作和生活带来日益显著的变化。利用多媒体技术和通信技术在多媒体领域协同工作,还可实现如视频会议、远程教育及远程合作等应用。

多媒体计算机发展的理想目标是能够直接接收声音、图形图像等信息,然后对它们进行识别、压缩、存储、播放。目前,由于受到硬件和软件技术的限制,多媒体计算机只能达到采集、压缩、存储、播放等功能,还不能对声音和图像进行很好的识别。

2.4.2 多媒体计算机平台标准

多媒体计算机(Multimedia PC,简称MPC)是一种能综合处理文字、声音、图形、影像等多种媒体信息的计算机系统。多媒体计算机并不是一种全新的个人计算机,它是在现有的PC机基础上加上一些硬件及相应的软件,从而具有综合处理声音、图像、文字等信息的功能。

将PC机升级成MPC,要求在普通PC机的基础上增加以下4类软、硬件设备:

- (1) 声/像输入设备:光驱、话筒、扫描仪、录音机、摄像机等。
- (2) 声/像输出设备:音效卡、刻录光驱、投影仪等。
- (3) 功能卡:电视卡、视频采集卡、视频输出卡、网卡、VCD压缩卡等。
- (4) 软件支持:音响、视频和通讯信息以及实时、多任务处理软件。

在交互式多媒体协会(Interactive Multimedia Association, IMA)兼容性计划的指导下,由Microsoft、Philips等14家著名厂商组成的多媒体市场协会,制定了MPC平台标准。

MPC 平台标准的特点是兼容性、个人化或家庭化,它与开发者、销售商和用户有密切关系。对计算机应用开发者来说,它是开发先进的多媒体应用系统的标准;对销售商来说,它是一个组织的标志,该组织的宗旨是尽可能使 PC 机的用户拥有多媒体功能;对用户来说,它是建立能支持多媒体应用的 PC 机系统或是对已有的 PC 机系统升级为多媒体 PC 机系统的指南。

2.4.3 多媒体中的关键技术

图形、声音、视频等多媒体必须从传统的模拟信号转换为数字信号后,计算机才能识别和处理。转换之后,将会产生大量的数据,由此产生了要求数据存储容量特别大、数据传输速率特别高、计算机的处理能力特别强等一系列难题。特别是在与通信网络结合时,这些问题显得特别突出。解决这些问题成了多媒体技术普及应用的关键。

1. 大容量的存储技术

数字化媒体信息虽然经过压缩处理,但仍然包含了大量的数据。一分钟的视频图像(30 帧/秒)经过压缩处理后约为 8.4MB,需要大容量的存储设备。大容量只读光盘存储器 CD-ROM 的出现正好适应了这种需要。每张 5 英寸的 CD-ROM 可存储 650MB 的数据,而且现在出现了小体积的硬盘和高密度、高容量的软盘,可以在较小的重量和体积范围内解决存储问题。

2. 数据压缩和解压缩技术

数字化的声音和图像包含大量的数据。例如:一分钟的声音信号约为 660KB。一幅尺寸 640×480 的 256 色彩色图像所占的数据量约为 300KB。如果不经数据压缩,巨大的数据量对设备的存储容量提出了很高的要求,且影响数据的传输、运行和处理。所以,需要压缩系统对多媒体信息的存储、传输进行处理。这样,不但降低对存储容量的要求,而且降低了对通信带宽的要求。数据压缩技术是多媒体计算机技术的重要内容。

数据压缩包括两个过程:一个是数据编码,即对原始数据进行编码,以减少数据量;另一个是数据解码,把压缩的数据还原成为原始表示形式。解码后的数据与原始数据完全一致的编码方法叫无失真编码,解码后的数据与原始数据有一定的偏差或失真,视觉效果基本相同的编码方法叫有失真编码。数据编码的方法有多种,各种不同的数据在压缩时有自己的数据压缩标准。

压缩和解压缩的过程可以由硬件实现,也可以由软件实现。随着计算机性能的提高,基本上都是采用软件实现的方式,以降低硬件投资。

3. 提高音频/视频专业处理芯片的处理速度

快速的音频/视频数据的压缩和解压缩、音频处理、视频图像处理对多媒体计算机来说,音频、视频处理的专用芯片显得尤为重要。现在的超大规模集成电路的发展迅速,密度和速度都大大增加,使音频/视频专业处理芯片的处理速度大大提高。

习题 2

一、简答题

1. 简述计算机硬件的基本组成,各部件的主要功能以及各部件之间的关系。
2. 简述 USB 接口的特点。
3. 简述液晶显示器 LCD 的原理与特点。
4. 简述多媒体与多媒体计算机技术的含义。
5. 多媒体计算机的关键技术是什么?

15. 存储器 ROM 的功能是 ()。
- A. 可读可写数据 B. 可写数据
C. 只读数据 D. 不可读写数据
16. 以下的叙述中, () 是正确的。
- A. 计算机必须有内存、外存和 Cache
B. 计算机系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成
C. 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组成
D. 计算机的字长大小标志着计算机的运算速度
17. CPU 指的是计算机的 () 部分。
- A. 运算器 B. 控制器 C. 运算器和控制器 D. 运算器、控制器和内存
18. 运算器的主要功能是 ()。
- A. 控制计算机各部件协同工作以及进行运算
B. 进行算术运算和逻辑运算
C. 进行运算并存储结果
D. 进行运算并存取数据
19. 在内存中, 每个基本单位都有一个唯一的序号, 这个序号称为 ()。
- A. 字节 B. 容量 C. 编号 D. 地址
20. 当谈及计算机的内存时, 通常指的是 ()。
- A. 只读存储器 B. 随机存取存储器
C. 虚拟存储器 D. 高速缓冲存储器
21. 存储器容量的最小单位是 ()。
- A. 字长 B. 位 C. 字节 D. 字
22. 一个“Byte”包含 () 个“Bit”。
- A. 2 B. 4 C. 8 D. 16
23. 计算机主机主要包括 ()。
- A. CPU B. CPU 和存储器
C. CPU 和外存 D. CPU 和内存
24. 微机的外部设备与主机连接, 必须通过 ()。
- A. 插头 B. 接头 C. 接口 D. 插口
25. 常用 MIPS 来描述计算机的运算速度, 其中文含义是 ()。
- A. 每秒钟处理百万个字符 B. 每分钟处理百万个字符
C. 每秒钟执行百万条指令 D. 每分钟执行百万条指令

三、填空题

1. 计算机硬件系统包括_____、_____、_____和输入输出设备, 其中_____和_____合称为中央处理器, 它与_____又组成计算机主机。
2. 希望长期保存的信息应当存储在_____。
3. RAM 中文含义是_____, 对它可进行_____和_____操作, 断电后数据_____。
4. 计算机不仅能进行算术运算, 还能进行_____运算, 因此具有_____判断能力。