

第2章 计算机组成原理

2.1 计算机的组成与分类

2.2 CPU的结构与原理

2.3 PC机的主机

2.4 常用输入设备

2.5 常用输出设备

2.6 外存储器

2.1 计算机的组成与分类



2.1.1 计算机的发展与作用

什么是计算机？

■ 计算机是一种工具

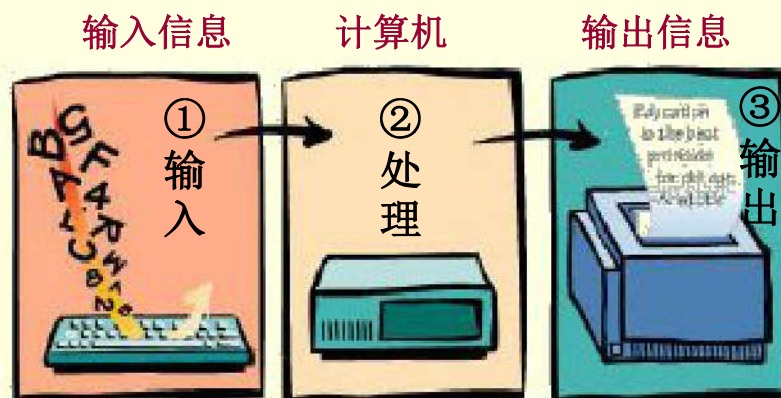
- 不是交通工具
- 不是机械加工工具
- 不是 . . . 工具



- 计算机是一种**信息处理工具**

对计算机的简单描述

- 计算机(电脑)是一种能够接收信息，并按照存储在其内部的程序（程序表达了某种规则）对输入信息进行处理，并产生输出结果的高度自动化的数字电子设备。



计算机是通用的信息处理工具

- 计算机的信息处理功能：
 - 信息的收集（信息获取）
 - 信息的储存（信息存储）
 - 信息的加工（信息处理）
 - 信息的传递（通信）
 - 信息的施用（展现与控制）



计算机有哪些特性？

■ 计算机的特性：

(1) 速度快

(2) 存储

(3) 通用性好

- 不仅能处理数字和文字，而且能对图像、声音等多种形式的信息进行处理
- 不仅能进行数学运算，而且能进行逻辑运算
- 不仅能进行运算，而且具有信息的获取、存储、传输、展现等功能

(4) 计算机与计算机具有互连、互通和互操作的能力

计算机的巨大作用

- 计算机对社会的进步与发展产生了巨大的作用：
 - 计算机应用于**科学研究**，大大增强了人类认识自然、开发自然、改造和利用自然的能力，促进了科学技术的发展。
 - 计算机应用于**工农业生产**，大大提高了人类物质生产水平和社会生产率，促进了经济的飞跃发展。
 - 计算机应用于**社会服务**，大大扩展和改善了服务范围与质量，提高了工作效率，推动了社会进步。
 - 计算机应用于**社会文化**，为人类创造文化提供了现代化工具，改变了人们创造文化和传播文化的方式和方法，扩展了人类文化活动的领域、丰富了内容、提高了质量。

计算机有什么负面影响？

- 计算机引发的社会问题和某些潜在的危机：
 - 计算机系统崩溃给社会带来不可预测的严重后果
 - 信息欺骗和计算机犯罪增加
 - 知识产权保护更加困难
 - 个人隐私受到威胁
 - 不良和有害信息肆意传播和泛滥
 - 大量电子垃圾污染环境、破坏生态
 - 长期沉迷于计算机游戏、网络聊天等给青少年生理和心理带来严重危害

计算机的发展

- 1946年研制成功第1台数字电子计算机
- 60年来发展速度之快大大超出人们的预料：
 - 性能、体积、价格、 . . .
 - 应用领域和装机数量
 - 软件技术和软件产品
 - 使用的元器件
 - 第1代：电子管+磁鼓
 - 第2代：晶体管+磁芯
 - 第3代：中、小规模集成电路
 - 第4代：大、超大规模集成电路
 - 应用模式：
 - 集中计算模式
 - 分散计算模式
 - 网络计算模式
 - 普适计算模式（?）

问题：60年来没变的是什么？ 基本工作原理

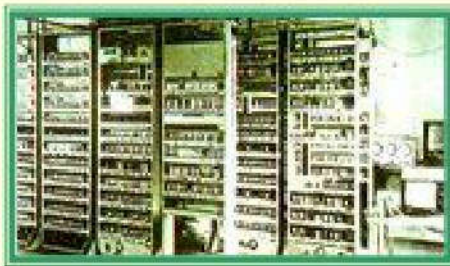
2.1 计算机的组成与分类

第1台数字电子计算机

1946年ENIAC计算机公布

ENIAC（电子数字积分机与计算机）：

- 研制单位：美国宾夕法尼亚大学
- 用途：军事计算
- 运算速度：5000次/秒
- 体积价格：170平方米，30吨，140千瓦，40万美元



计算机的分代(按使用的元器件)

◆ 第一代(约1946-1957) 电子管计算机



第一代电子计算机中使用的磁鼓存储器

- 速度：几十~几万次/秒
- 内存：磁鼓，千字
- 外设：磁带
- 机器语言或汇编语言编程



美国于20世纪50年代生产的IBM704型采用电子管的第一代电子计算机

◆ 第二代(约1957-1964) 晶体管计算机

- 速度：几十万次/秒，
- 内存：磁芯，十万字
- 外设：磁盘
- 高级语言编程



电子管



晶体管

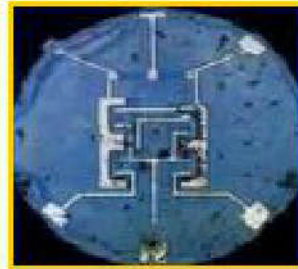
计算机的分代 (按使用的元器件)

- 第三代 (约1965-1973) 中小规模集成电路 (SSI, MSI) 计算机

速度: 几十万次~几百万次/秒

内存: 半导体存储器

高级语言, OS, DBMS



- 第四代 (1974年起) 大规模 (LSI) 和VLSI计算机

速度: 几百万次~亿次/秒

内存: 半导体存储器

软件工程, 分布式处理等



第1~4代计算机的对比

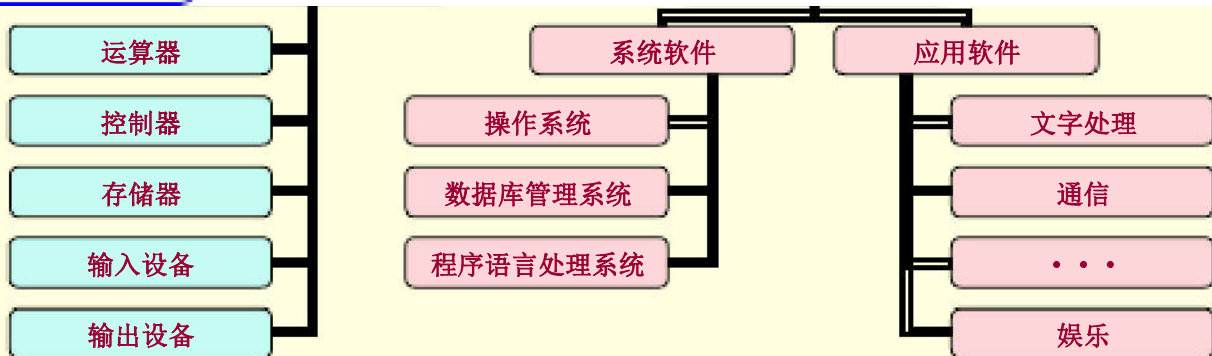
代别	年代	使用的元器件	使用的软件类型	主要应用领域
第1代	20世纪40年代中期~50年代末期	CPU: 电子管 内存: 磁鼓	使用机器语言和汇编语言编写程序	科学和工程计算
第2代	20世纪50年代中、后期~60年代中期	CPU: 晶体管 内存: 磁芯	使用FORTRAN等高级程序设计语言	开始广泛应用于数据处理领域
第3代	20世纪60年代中期~70年代初期	CPU: SSI, MSI 内存: SSI, MSI的半导体存储器	操作系统、数据库管理系统等开始使用	在科学计算、数据处理、工业控制等领域得到广泛应用
第4代	20世纪70年代中期以来	CPU: LSI、VLSI 内存: LSI、VLSI的半导体存储器	软件开发工具和平台、分布式计算、网络软件等开始广泛使用	深入到各行各业, 家庭和个人开始使用计算机

2.1.2 计算机的组成

计算机是一个复杂系统

计算机硬件是计算机系统中所有实际物理装置的总称

计算机软件是指在计算机中运行的各种程序及其处理的数据和相关的文档

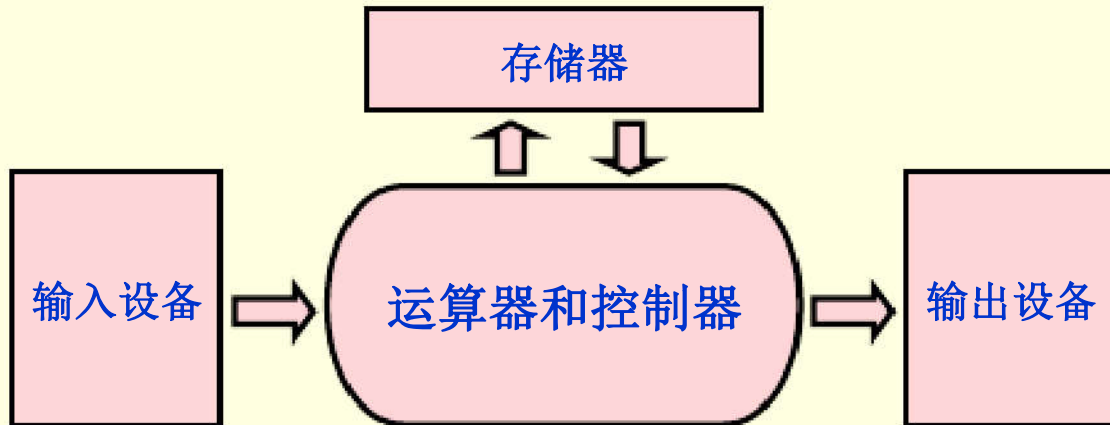


■ 计算机是一个复杂的系统

- 复杂性：硬件由数以亿计的元器件组成，软件由数以亿计的指令组成
- 多样性：硬件与光、机、电、声等有关，软件与数学、逻辑...等有关
- 层次性：分层(hierarchical) 结构

计算机硬件的逻辑结构 1

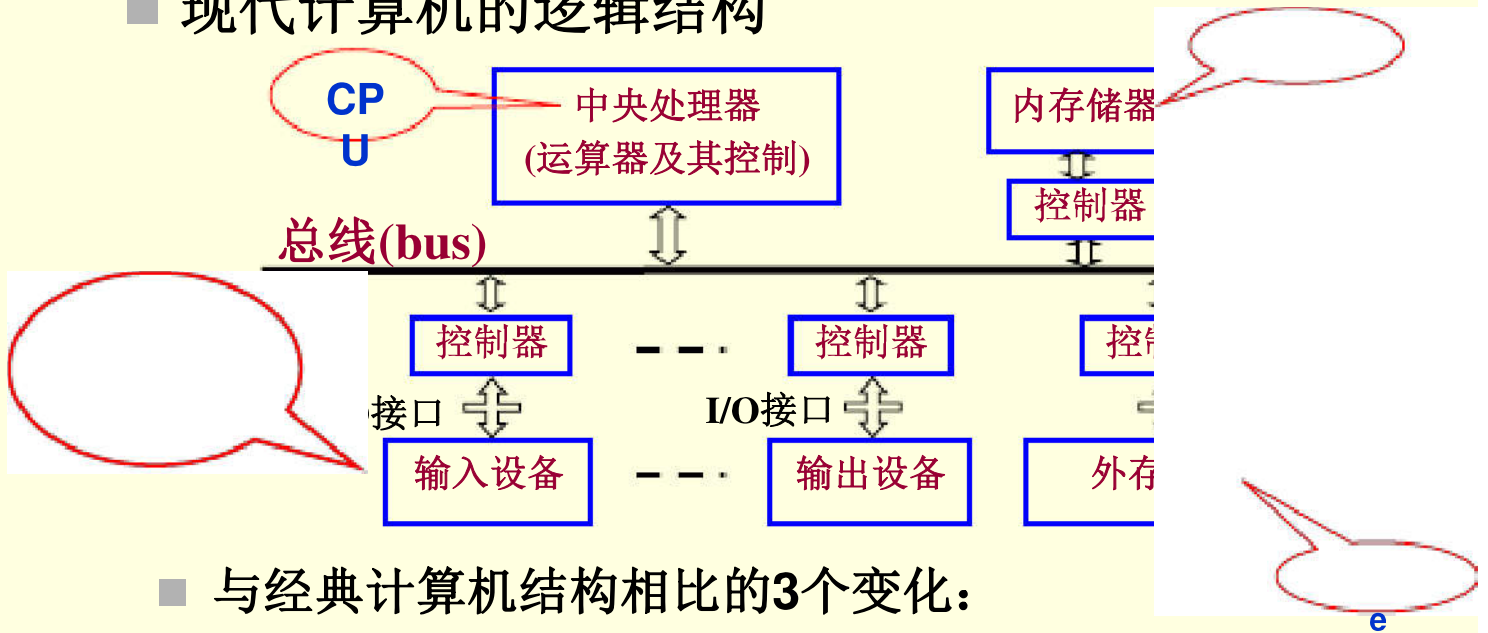
■ 经典计算机的逻辑结构（冯. 诺依曼计算机）



（注：逻辑结构意指概念上（即功能上）的结构）

计算机硬件的逻辑结构 2

■ 现代计算机的逻辑结构



■ 与经典计算机结构相比的3个变化:

- 集中控制→分散控制
- 存储器→内存+外存
- 通过CPU通信→通过总线进行通信

(1) 输入设备



- 输入(input)的双重含义：
 - 1.把信息送入计算机的过程；
 - 2.向计算机输入的内容
- 输入设备(input devices)
 - 功能：用来向计算机输入信息
 - 输入设备有多种，例如：
 - 键盘 —— 输入文字、符号和命令
 - 鼠标器——输入鼠标器移动的位置信息及按钮命令
 - 扫描仪——输入图片
 - 麦克风——输入声音
 - 输入设备的共性：不论信息的原始形态如何，输入到计算机中的信息都使用二进位来表示

(2) 中央处理器(运算控制器)

■ 什么是处理器(processor)?

- 能高速执行指令，完成二进制数据的算术或逻辑运算和数据传送等操作的部件，特点是：
 - 由数字电路组成，结构非常复杂
 - 所有电路都制作在大规模集成电路芯片上(仅几个平方厘米)，称为“微处理器” (microprocessor)



Intel 4004 chip



Intel 8080 chip

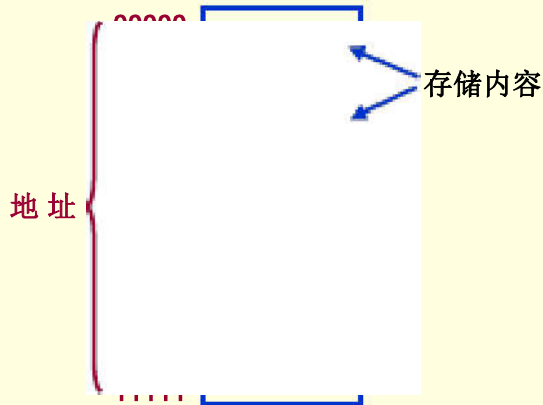


什么是中央处理器(CPU)?

- 计算机中通常有多个不同的处理器，各有不同的分工和任务
- 用于执行系统软件和应用软件的处理器称为**CPU**，**CPU**是计算机必不可少的核心组成部件
- 多数个人计算机只有**1个CPU**，但有一些计算机包含有**2个、4个、8个甚至成百上千个CPU**
- 问题：
 - 除了**CPU**之外，计算机中还有哪些处理器？

(3) 存储器

- 功能：
 - 储存以二进位形式表示的程序和数据
- 分类：内存储器/外存储器



	内存储器 (简称内存或主存)	外存储器 (简称外存或辅存)
存取速度	很快	较慢
存储容量	较小(因单位成本较高)	很大(因单位成本较低)
性质	断电后信息消失	断电后信息保持
用途	存放已经启动运行的程序和需要立即处理的数据	长期存放计算机系统中几乎所有的信息
与CPU关系	CPU 所处理的指令及数据直接从内存中取出	程序及相关数据必须先送入内存后才能被 CPU 使用

(4) 输出设备



■ 输出(output)的双重含义:

1.把信息送出计算机的过程; 2.从计算机输出的内容

■ 输出设备(output devices)

■ 功能: 从计算机输出信息

■ 输出设备有多种, 例如:

■ 显示器——输出文字、符号和图形

■ 打印机——打印文字、符号和图形

■ 扬声器——输出声音

■ (多数)输出设备的共性: 把计算机中的二进位信息转换成人可感知的形式(文字、符号、图形、声音等)

(5) 总线(bus)



■ 功能:

- 用于连接**CPU**、内存、外存和各种**I/O**设备并在它们之间传输信息的一组**共享的**传输线及其控制电路

■ 分类:

- **CPU总线**（或前端总线）：用于连接**CPU**和内存的总线
- **I/O总线**：连接内存和**I/O**设备（包括外存）的总线

2.1.3 计算机的分类

计算机的分类 (1)

- 按内部逻辑结构分类
 - 8位/16位/32位/64位
 - 单CPU/多CPU
 - . . .
- 按性能和价格分类
 - 巨型计算机 (supercomputer)
 - 大型计算机
 - 小型计算机
 - 个人计算机 (personal computer)
 - 笔记本PC
 - 台式PC
 - 工作站 (workstation)



曙光4000A巨型计算机

作为服务器
(server)使用

独立使用或作为
客户机(client)使用

计算机的分类 (2)

按计算机服务的对象和作用划分:

类型	服务对象	应用性质	主要特点	分类或应用举例	软件特点
个人计算机	直接为用户服务	通用	性能/价格比高 多媒体性能好 有通用性和可扩展性	工作站 台式机 笔记本	种类多, 功能丰富, 用户可自行装卸
服务器	为其它计算机服务	半通用	吞吐率(throughput)高 可用性(availability)好 有可扩展性(scalability)	数据库服务器 Web服务器 打印服务器 (企业级, 部门级...)	实时处理和并发工作能力强, 可靠性和安全性好
嵌入式计算机	为其它设备服务	专用	价格便宜 功耗低 实时(real time)处理 软件固化, 扩展性差	手机 数码相机 MP3播放器 ...	功能专用、单一、结构紧凑, 固化在芯片中, 不易修改和扩充

2.1.4 微处理器 和嵌入式计算机

什么是微处理器？

- 微处理器（ μP ）是使用单片大规模集成电路制成的、具有运算和控制功能的电子部件，例如：



Intel 4004



Intel 8086



Intel 奔腾4



Intel 酷睿2

- μP 是各种类型计算机的核心组成部分
 - 用于执行系统软件和应用软件的 μP 称为“CPU”
 - 目前几乎所有计算机的**CPU**使用的都是微处理器
- 除了用作**CPU**的通用微处理器之外，还有许多专用的微处理器产品：绘图处理器、通信处理器等

微处理器的发展非常迅速

处理器 主要参数	4004	8080	8086	80286	80386	80486	奔腾	高能奔 腾	奔腾 II	奔腾III	奔腾4
推出时间(年)	1971	1974	1978	1982	1985	1989	1993~1 996	1995~1 997	1997~ 1998	1999~ 2003	2000~ 2006
主频 (MHz)	0.108	2	4.77	6~20	16~ 33	33~ 100	60~ 200	150~ 200	233~ 333	450~ 1400	1500~ 3800
前端总线频 率(MHz)	0.108	2	4.77	6~20	16~ 33	25或 33	50或66	66	66	100或 133	400, 533或 800, 1066
外部数据线 数目	4	8	16	16	32	32	64	64	64	64	64
地址线数目	10	16	20	24	32	32	32	36	36	36	36
存储空间大 小	640B	64K B	1MB	16MB	4GB	4GB	4GB	64GB	64GB	64GB	64GB
晶体管数目 (万)	0.23	0.45	2.9	13.4	27.5	120	310	550	750	950	4200
制造工艺 (μm)	10	6	>2	1.5	1.5~1. 0	1.0~0. 8	0.8~ 0.35	0.6~ 0.35	0.35~ 0.25	0.25~ 0.13	0.13~ 0.065
芯片引脚数 目	16	40	40	68	132	168	273或 296	387	242	370	478或775

什么是嵌入式计算机？

- 把运算器、控制器、存储器、输入/输出控制、接口电路全都集成在一块芯片上，这样的超大规模集成电路称为“单片计算机”或“嵌入式计算机”
- 用途举例：内嵌在其他设备中作为信息处理的核心装置，例如
 - 数码相机、MP3播放器、手机、计算机外围设备、汽车、机顶盒等
- 特点：
 - 功能固定、专用，软件固化在芯片上，通常不能改变
 - 大多应满足实时信息处理的要求
 - 以最低成本满足应用要求
 - 能适应恶劣工作环境

附录

附录1：计算机的处理速度

- 巨型计算机：
 - 几万亿~几十万亿次 基本运算/秒
- 个人计算机：
 - 几千万~几亿次 基本运算/秒
 - （其中，基本运算指的是：
 - +，-，×，÷等四则运算
 - ∧，∨等逻辑运算）
- 与**CPU**主频有什么关系？
 - 原则上主频越高速度越快，但不是正比关系！



附录2：计算机存储器的容量

- 千字节(kilobyte, 简写为KB),
1KB = 2^{10} 字节 = 1024 B (大写K表示1024)
1kB = 10^3 字节 = 1000 B (小写k 表示1000)
- 兆字节(megabyte, 简写为MB)
1MB = 2^{20} 字节 = 1024 KB 或 10^6 字节 = 1000 kB
- 吉字节(gigabyte, 简写为GB) (千兆字节)
1GB = 2^{30} 字节 = 1024 MB 或 10^9 字节 = 1000 MB
- 太字节(terabyte, 简写为TB) (兆兆字节)
1TB = 2^{40} 字节 = 1 024 GB 或 10^{12} 字节 = 1000 GB

注：红色为外存储器容量的计算单位