

计算机组成

计算机概况

(2025秋)

高小鹏

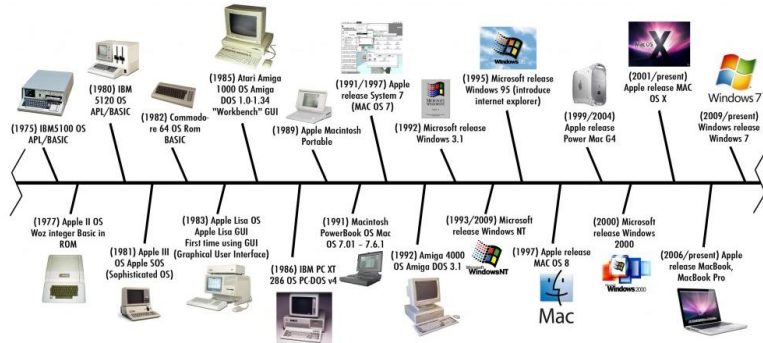
北京航空航天大学计算机学院

目录

- ▣ 计算机的应用及分类
- ▣ 计算机的基本硬件构成
- ▣ 计算机的层次结构

手机

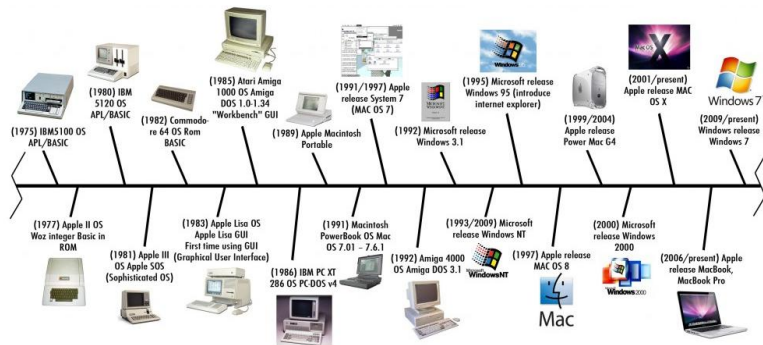
- ❑ 定位：个人的移动计算与通信中心
- ❑ 范围：几乎人手一部，普及范围最广
- ❑ 软件：社交软件、办公软件、娱乐软件、游戏软件等



来源：<https://custommsx.com/history-of-the-personal-computer/>

个人计算机

- ❑ 定位：是以较小代价为个人用户提供较高的性能
- ❑ 范围：最为广泛，如台式机、笔记本电脑都是PC范畴
- ❑ 软件：办公软件、开发软件、娱乐软件、游戏软件等



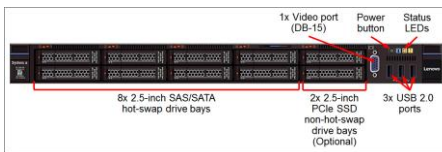
来源：<https://custommsx.com/history-of-the-personal-computer/>

服务器^{1/3}

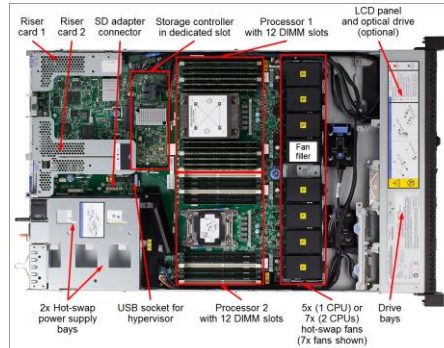
- 定位：承载大负载的任务，例如科学计算、Web访问等
- 软件：Web服务、数据库、科学计算软件、模拟系统等
- 应用：部署在机房中，通过网络对外提供计算与存储服务



外视图



前视图：8个2.5英寸SATA硬盘



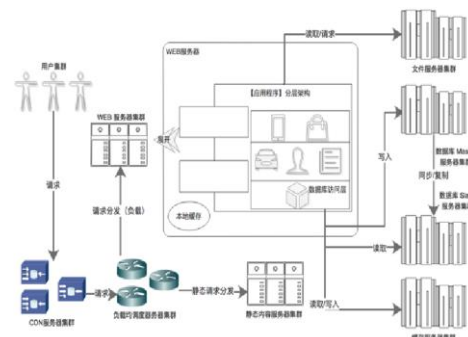
内部视图

Lenovo System x3550 M5

服务器~Server

服务器^{2/3}--服务器集群

- 服务器集群：多台服务器聚合在一起，以分布式对外提供服务
 - ◆ 微信、淘宝、新浪等的运行平台

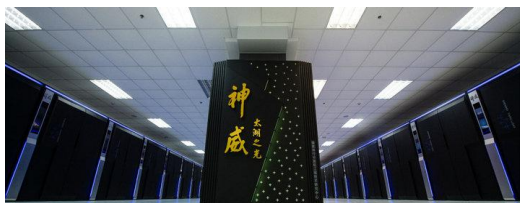


集群~Cluster

服务器^{3/3}--超级计算机

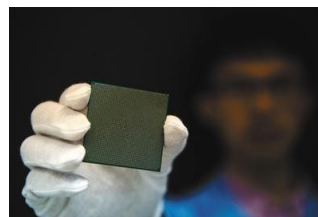
- 超级计算机：更大规模的服务器集群，聚合的处理器总量大约在10万颗量级，主要以并行方式提供超级计算能力

- ◆ 用途：如天气预报、地质勘探、核爆模拟、蛋白质结构分析等



CPU数量：申威 26010 x 40960
计算能力：全球 72 亿人口用计算器不间断计算 32 年
系统功耗：15.371MW

机柜	超节点 x 4
超节点	运算插件 x 32
运算插件	运算节点 x 4
运算节点	申威 26010 x 2



中国芯：申威 26010

厂商	江南计算技术研究所
指令集	64位 RISC
核心数	260
主频	1.45 GHz
峰值性能	3.06 TFlop/s

超级计算机~Super Computer, SC

嵌入式计算机^{1/2}

- 定位：面向特点应用，作为一个子系统被内嵌在整个系统中
- 范围：最为广泛，无所不在
 - ◆ 冰箱、洗衣机、微波炉、数字电视、汽车、高铁、飞机、轮船、卫星、4G网络、WIFI、机器人.....
 - ◆ 最大的计算机市场



嵌入式计算机^{2/2}

- 普遍更重视成本、功耗、可靠性
 - ◆ 通常不把性能作为首要指标
- 某些应用中，还非常强调实时特性
 - ◆ 例如视频播放器

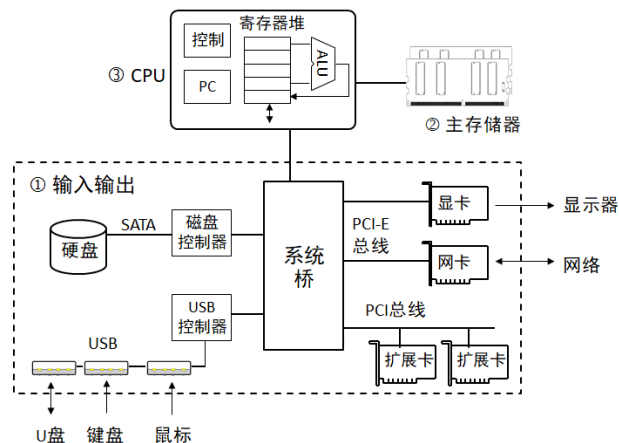
实时~Real Time

目录

- 计算机的应用及分类
- 计算机的基本硬件构成
- 计算机的层次结构

计算机的典型硬件组成

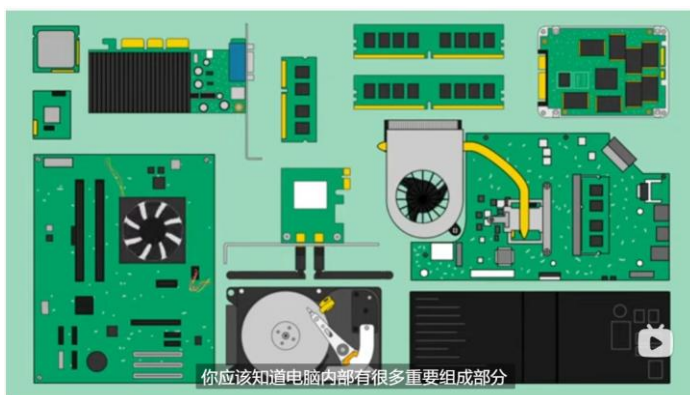
- ❑ CPU
- ❑ 主存储器
- ❑ 输入输出设备



中央处理器~Central Processing Unit, CPU

了解计算机内部基本构成

- ❑ 视频来源：B站（链接见二维码）



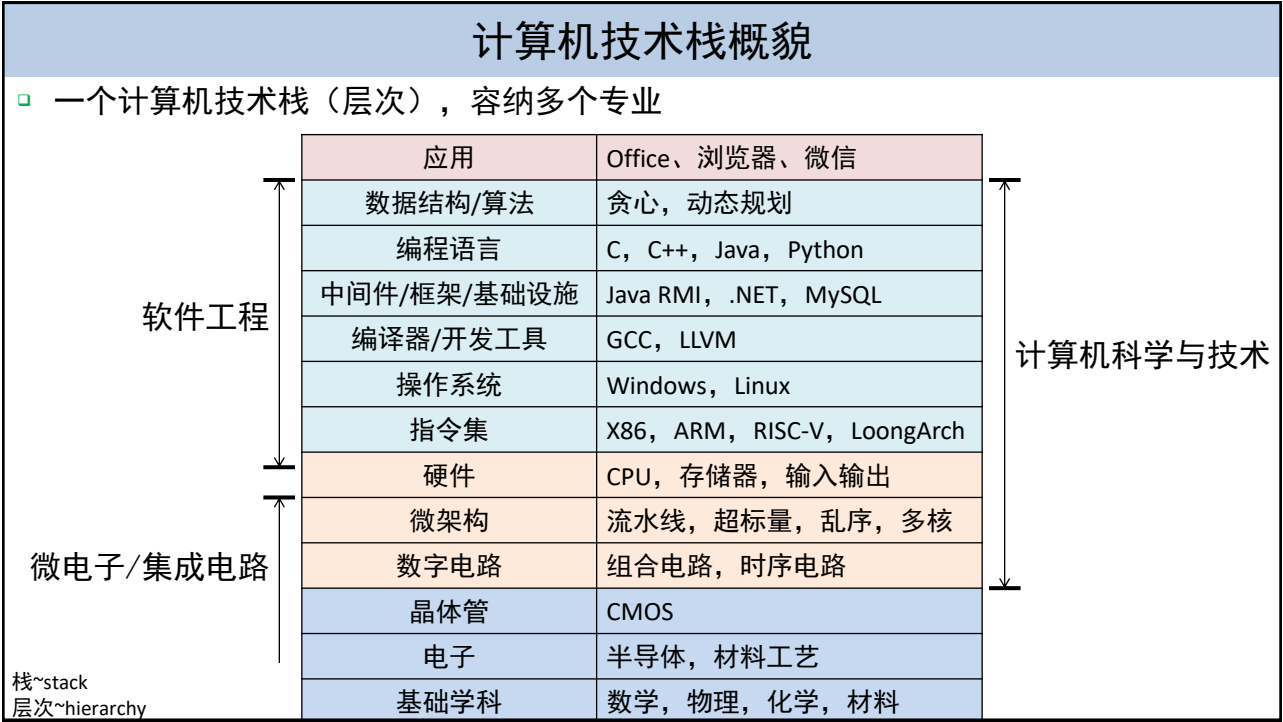
了解笔记本内部结构

- 视频来源：B站（链接见二维码）



目录

- 计算机的应用及分类
- 计算机的基本硬件构成
- 计算机的层次结构



CPU

计算机硬件中最核心的部件

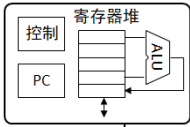
应用	Office、浏览器、微信
数据结构/算法	贪心，动态规划
编程语言	C, C++, Java, Python
中间件/框架/基础设施	Java RMI, .NET, MySQL
编译器/开发工具	GCC, LLVM
操作系统	Windows, Linux
指令集	X86, ARM, RISC-V, LoongArch
硬件	CPU, 存储器, 输入输出
微架构	流水线, 超标量, 乱序, 多核
数字电路	组合电路, 时序电路
晶体管	CMOS
电子	半导体, 材料工艺
基础学科	数学, 物理, 化学, 材料

CPU^{1/2}

CPU的核心功能是能够执行由一组指令构成的程序

CPU可以抽象为2大部分：数据通路、控制器

- 数据通路：执行指令所需的计算与存储的功能部件集合
 - PC：类似于C语言的指针，指向要执行的指令
 - ALU：完成各类计算，如加减乘除
 - 寄存器堆：临时性存储参与运算的数据以及运算结果
- 控制器：根据指令控制数据通路的各个部件完成相应操作
 - 例如加法指令，就需要控制ALU完成加法运算



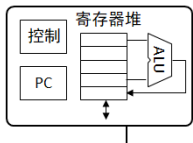
CPU基本模型

一般来说，CPU只能执行某个特定的指令集。例如Intel公司生产的CPU就只执行X86指令集，ARM公司生产的CPU就只执行ARM指令集

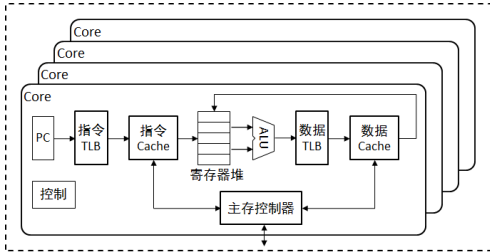
程序计数器~Program Counter(PC)
算数逻辑单元~Arithmetic and Logic Unit(ALU)

CPU^{2/2}

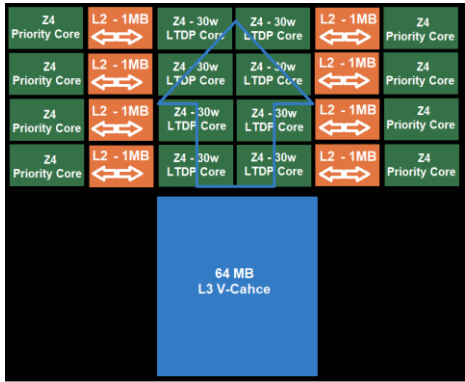
- 现代CPU通常包含cache、MMU、乱序执行、分支预测等
- 为了提高性能，现代主流CPU一般为多核结构
 - 每个核心相当于过去的一个完整CPU



CPU基本模型



现代主流CPU基本结构



AMD Ryzen 7000
16核: 8+8
L3 Cache: 64MB

高速缓存~cache
存储管理单元~Memory Management Unit(MMU)

存储器

- 存储器是计算机硬件中第2重要的组成部分

应用	Office、浏览器、微信
数据结构/算法	贪心，动态规划
编程语言	C, C++, Java, Python
中间件/框架/基础设施	Java RMI, .NET, MySQL
编译器/开发工具	GCC, LLVM
操作系统	Windows, Linux
指令集	X86, ARM, RISC-V, LoongArch
硬件	CPU, 存储器, 输入输出
微架构	流水线, 超标量, 乱序, 多核
数字电路	组合电路, 时序电路
晶体管	CMOS
电子	半导体, 材料工艺
基础学科	数学, 物理, 化学, 材料

一台计算机的存储器通常包含若干层次，不同层次的存储器在容量上和速度上具有数量级差距

输入/输出系统

□ 输入系统负责信息进入计算机，输出系统负责信息从计算机输出（鼠标键盘、网卡）

应用	Office、浏览器、微信
数据结构/算法	贪心，动态规划
编程语言	C, C++, Java, Python
中间件/框架/基础设施	Java RMI, .NET, MySQL
编译器/开发工具	GCC, LLVM
操作系统	Windows, Linux
指令集	X86, ARM, RISC-V, LoongArch
硬件	CPU, 存储器, 输入输出
微架构	流水线, 超标量, 乱序, 多核
数字电路	组合电路, 时序电路
晶体管	CMOS
电子	半导体, 材料工艺
基础学科	数学, 物理, 化学, 材料

没有输入输出的计算机没有实用价值

输入输出是计算机中最繁杂的环节

微架构

□ 芯片的内部结构就是微架构

应用	Office、浏览器、微信
数据结构/算法	贪心，动态规划
编程语言	C, C++, Java, Python
中间件/框架/基础设施	Java RMI, .NET, MySQL
编译器/开发工具	GCC, LLVM
操作系统	Windows, Linux
指令集	X86, ARM, RISC-V, LoongArch
硬件	CPU, 存储器, 输入输出
微架构	流水线, 超标量, 乱序, 多核
数字电路	组合电路, 时序电路
晶体管	CMOS
电子	半导体, 材料工艺
基础学科	数学, 物理, 化学, 材料

课程讲授5级流水线，相当于上世纪90年代的技术水平

数字电路

□ 数字电路包括组合电路和时序电路两大部分

应用

Office、浏览器、微信

数据结构/算法

贪心，动态规划

编程语言

C, C++, Java, Python

中间件/框架/基础设施

Java RMI, .NET, MySQL

编译器/开发工具

GCC, LLVM

操作系统

Windows, Linux

指令集

X86, ARM, RISC-V, LoongArch

硬件

CPU, 存储器, 输入输出

微架构

流水线, 超标量, 乱序, 多核

数字电路

组合电路, 时序电路

晶体管

CMOS

电子

半导体, 材料工艺

基础学科

数学, 物理, 化学, 材料

组合电路：计算功能，如与门、或门、非门等

时序电路：存储功能，如寄存器等

门~gate

晶体管

□ 所有的门，都由若干晶体管构成；

应用

Office、浏览器、微信

数据结构/算法

贪心，动态规划

编程语言

C, C++, Java, Python

中间件/框架/基础设施

Java RMI, .NET, MySQL

编译器/开发工具

GCC, LLVM

操作系统

Windows, Linux

指令集

X86, ARM, RISC-V, LoongArch

硬件

CPU, 存储器, 输入输出

微架构

流水线, 超标量, 乱序, 多核

数字电路

组合电路, 时序电路

晶体管

CMOS

电子

半导体, 材料工艺

基础学科

数学, 物理, 化学, 材料

晶体管具有很好的开关特性，即在电路特性上表现为或者通或者断，对应了数字电路的0和1

Intel 8086

1978年

0.00029亿

Intel 酷睿i9

2023年

250亿

Apple A18 Pro

2024年

200亿

Nvidia Blackwell

2024年

2080亿