



中山大學 软件工程学院
SUN YAT-SEN UNIVERSITY SCHOOL OF SOFTWARE ENGINEERING

计算机组成原理

授课老师：吴炜滨



- 课程信息
- 课程导学
- 计算机发展历程
- 计算机系统简介

大纲



➤ 课程信息

■ 授课教师

- 吴炜滨
- 主要研究方向：可信人工智能、深度学习、计算机视觉、自然语言处理、智能软件工程等，重点关注深度学习的可靠性、安全性、可解释性与隐私性
- 邮箱：wuwb36@mail.sysu.edu.cn
- 主页：https://sse.sysu.edu.cn/teacher/249
- **欢迎同学们加入我的本科科研小组**

■ 助教





无人出租车被警察截停后逃逸！
AI：我当时害怕极了

■ 上课时间地点

- A班：第1-18周每周一（7-8节）、第1-9周每周五（7-8节）；教学大楼D409
- B班：第1-18周每周一（9-10节）、第1-9周每周五（9-10节）；教学大楼C507

■ 教材

- 《计算机组成原理（第3版）》，唐朔飞，高等教育出版社

■ 总成绩评定方法

- 平时成绩占总成绩的 40%
- 期末考试占总成绩的 60% (闭卷)

■ 平时成绩构成

- 出勤占平时成绩的 10%
- 回答问题、课堂讨论、主动发言, 占平时成绩的 10%
- 随堂测验占平时成绩的 20% (第十周)
- 作业占平时成绩的 60%

课程信息

Group: 2023 计算机组成原理

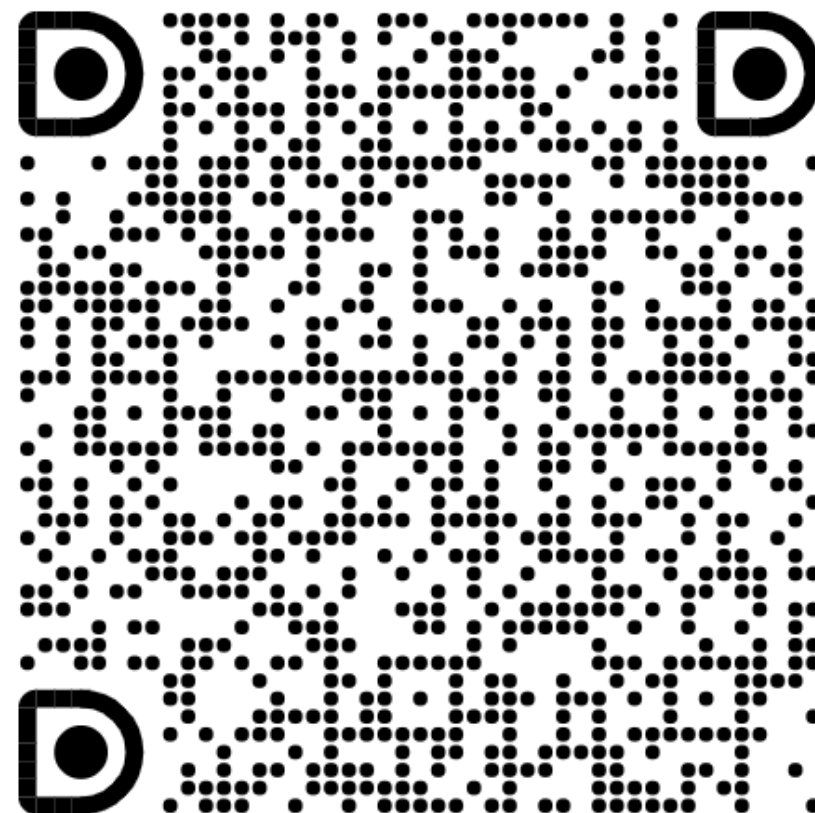
■ 课程通知群

- 微信群
- **钉钉群**



Valid until 9/3 and will update upon joining group

2023计算机组成原理 内部



此二维码365天内有效 (2024-08-26前)

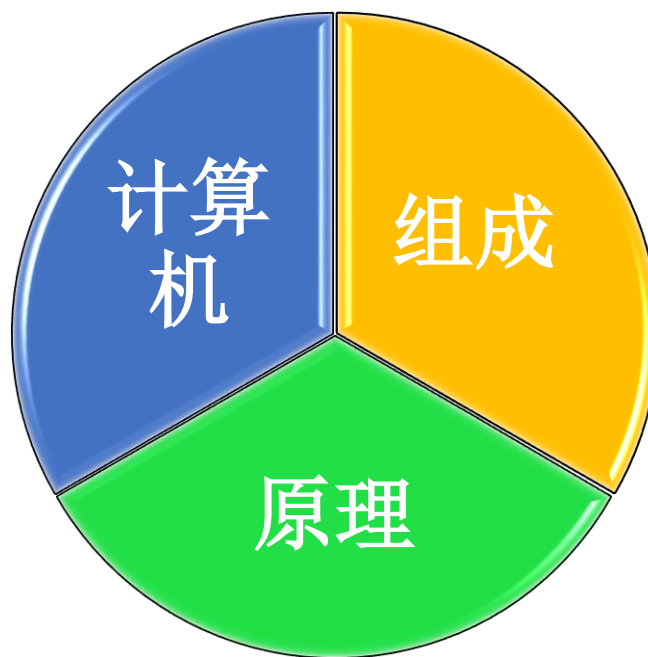
大纲



➤ 课程导学

■ 这门课程讲什么

数字电子计算机

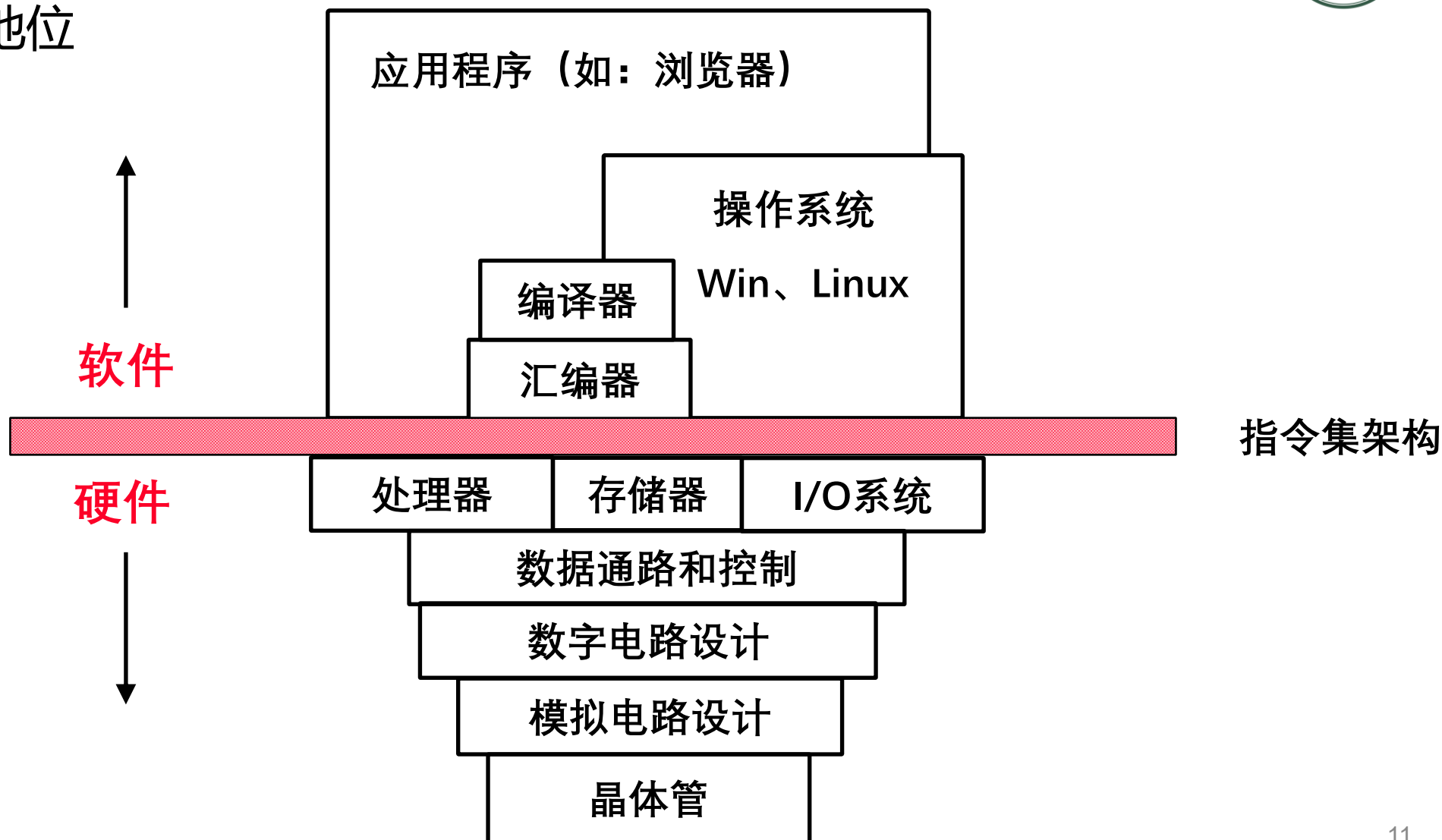


一般原理

Organization, 计算机硬件系统的逻辑实现

■ 课程体系中的地位

- 承上启下



■ 讲授内容

- 基本部件的结构和组织方式
- 基本运算的操作原理
- 基本部件和单元的设计思想

■ 特色

- 计算机组成的一般原理，不以具体机型为依托
- 采用自顶向下的方式、层层细化



■ 计算机组成原理之机器

- 计算机系统的基本概念
- 存储器
- 总线
- 输入输出系统

■ 计算机组成原理之数字

- 计算机中数的表示
- 计算机的运算方法和运算器



■ 计算机组成原理之CPU

- 指令系统
- CPU的结构和功能

➤ 计算机发展历程

- 原始计算工具
- 机械式计算机
- 电子计算机



➤ 计算机发展历程

- 原始计算工具



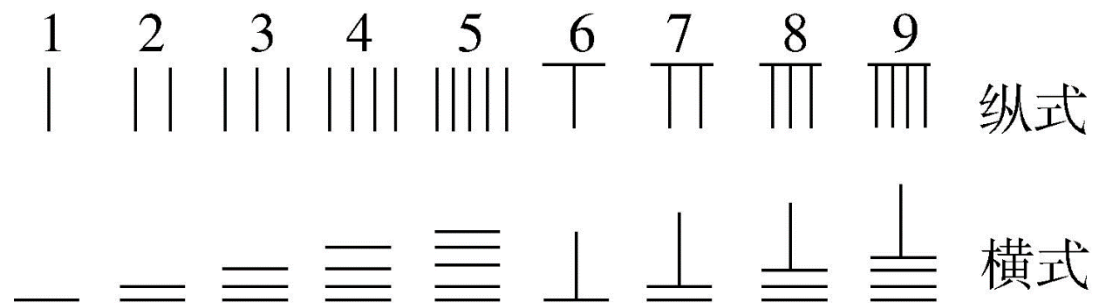
■ 最古老的计算工具

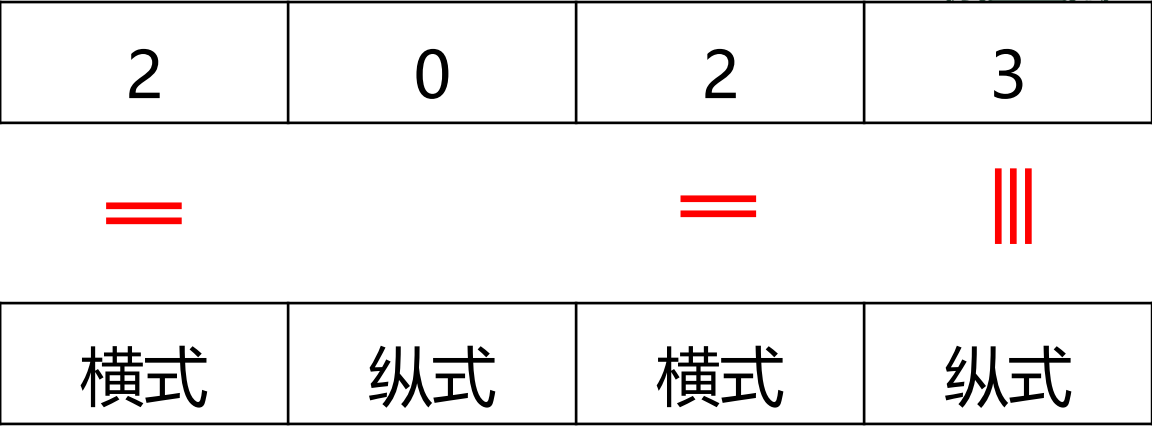
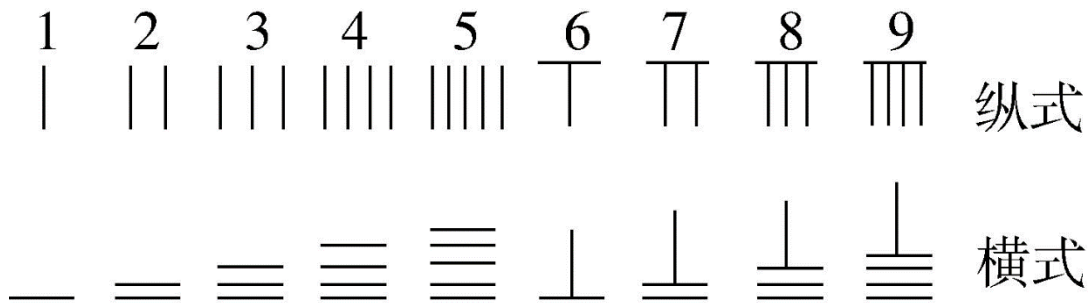
- 春秋时期出现，纵式和横式表示自然数，可进行加减乘除、开方及其它的代数计算
- “**运筹帷幄**”

■ “一纵十横，百立千僵”

- 个位上的数字用纵式，十位上的用横式，百位上再用纵式，千位再用横式，以此类推
- 这样奇怪的做法是考虑到0的存在
- 遇到空位，不放算筹，成为空档

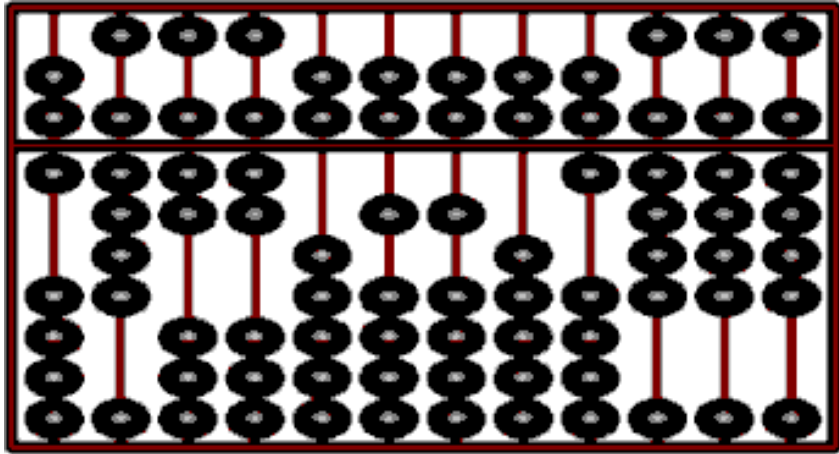
■ 2023?





■ 说明

- 画了表格，才凸显出0的空位。但在实际使用中，尤其在书写（誊抄算法）时，空位很容易被忽略，有了纵横交错的做法，即使没有空位，2和2挨在一起，也不会把2023当成223
- 当然这也存在一个问题，比如20023就有被当成223的可能。人们会在「布筹」的计算板上（counting board）划好棋盘一样的表格，或者用围棋子来表示0，以避免这个问题
- 在书写方面，则引入了圆圈符号——○。即便如此，纵横交错的形式还是作为经典被始终沿用



■ 中国“第五大发明”

- 由早在春秋时期便已普通使用的筹算逐渐演变而来的
- “价格低廉，绝无故障，节约能源，十年中无需任何保养”

■ 算盘的起源问题直至今天仍是众说纷芸

- 西周说：1976年3月于陕西岐山县出土的一批西周陶丸乃一种算珠



■ 背景基础

- 16世纪, 天文、航海、测量等的发展需要运算大量庞杂的数据, 最难的是乘除
- 1614年, 英国数学家约翰·纳皮尔(John Napier)发明了对数, 化幂为乘除、化乘除为加减, 难题迎刃而解
- 纳皮尔简化了计算方法, 但计算过程仍要不断地翻看对数表

如果 $a > 0$, $a \neq 1$, $M > 0$, $N > 0$ 有:

$$\log_a (MN) = \log_a M + \log_a N \quad (1)$$

$$\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N \quad (2)$$

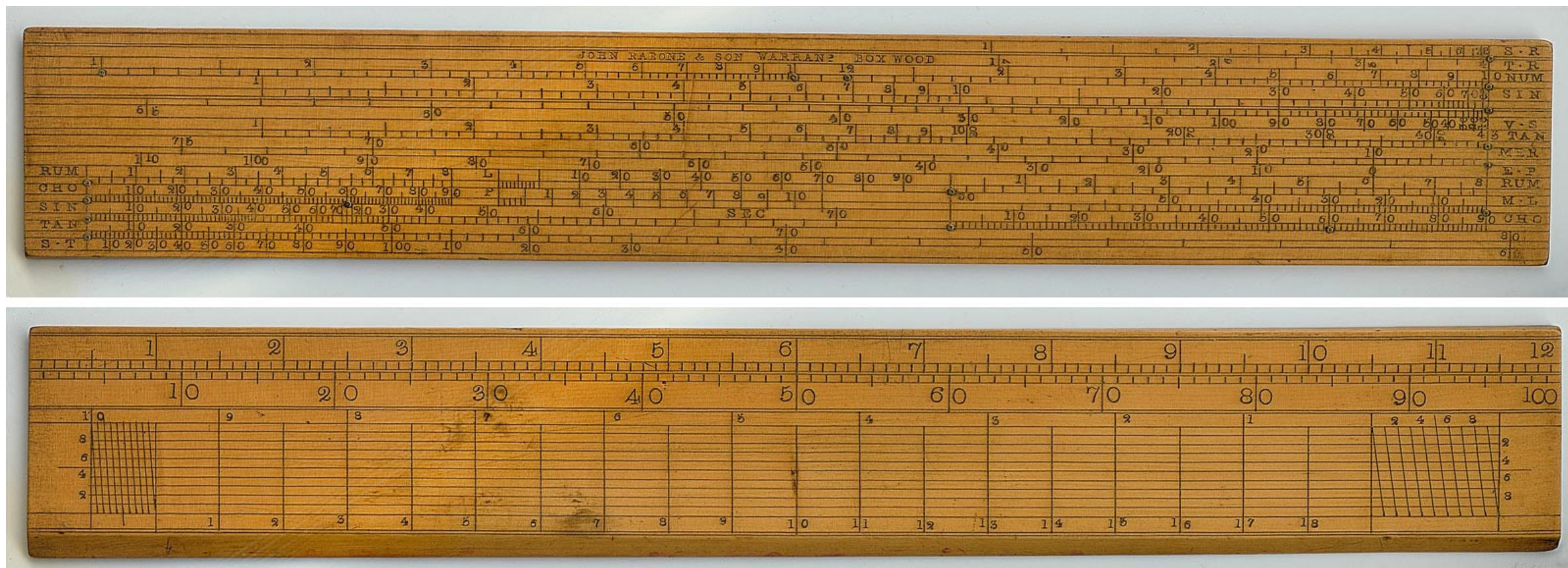
$$\log_a M^n = n \log_a M (n \in \mathbf{R}) \quad (3)$$

计算尺



■ 甘特尺

- 1620年，英国数学家埃德蒙·甘特(Edmund Gunter)把对数刻在一把尺子上（称为甘特尺），将繁琐的数值改成直观的刻度，这是计算尺最原始的雏形



计算尺



■ 计算尺

- 1622年，英国数学家和圣公会牧师威廉·奥特雷德(William Oughtred)用两把甘特尺制造出世界上第一把计算尺

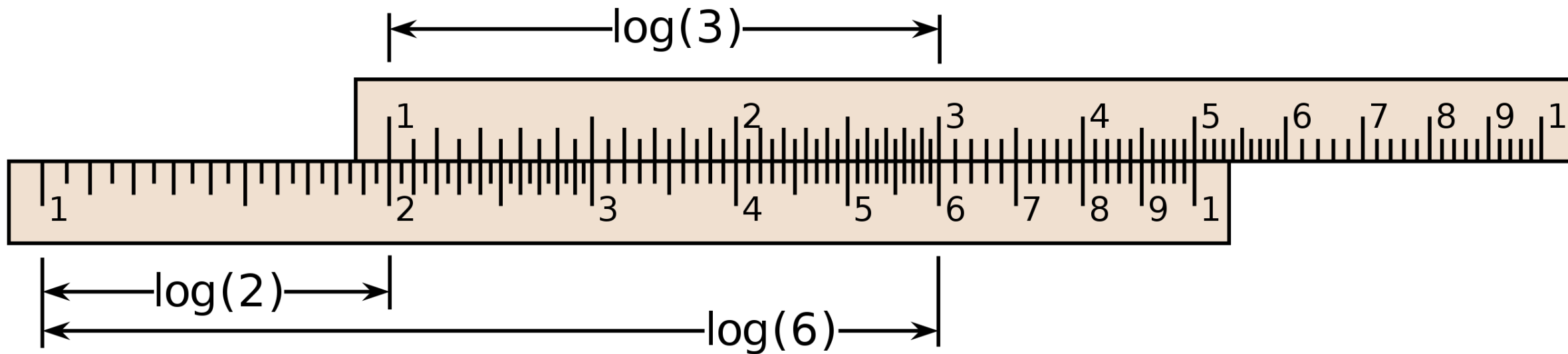


计算尺



■ 乘法

- $2 \times 3 = ?$

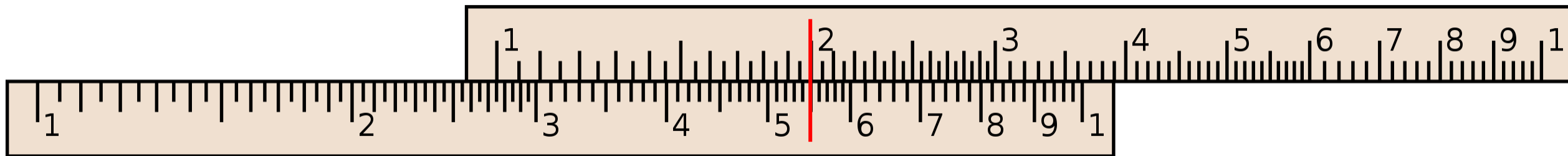


计算尺



■ 除法

- $5.5 \div 2 = ?$



计算尺



■ 除法

- $2.5 \div 3.8 = ?$
- <https://www.antiquark.com/sliderule/sim/n909es/virtual-n909-es.html>

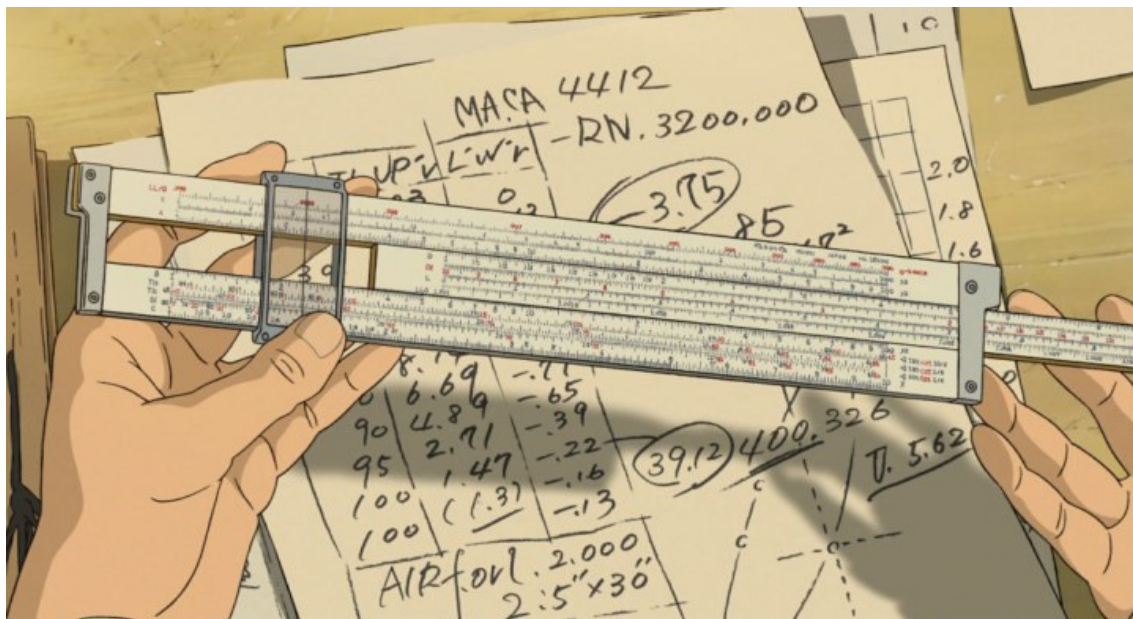


计算尺



■ 历史意义

- 美国的“阿波罗飞船”在奔赴月球时，也没有忘记带一把计算尺作为备用计算工具
- 如同显微镜代表微生物学一样，计算尺一度被认为工程师的象征而被广泛使用
- 在发明电子计算机之前，计算尺是科学研究、工程设计和生产实践中使用最广泛、应用最便捷、最有价值的计算工具



计算机发展历程



■ 计算机发展历程

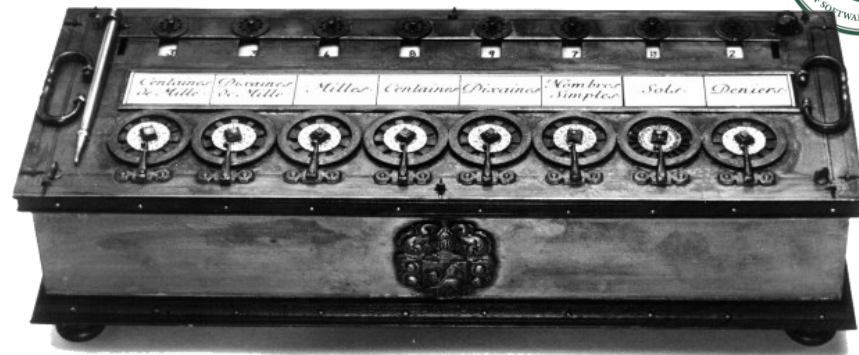
- 机械式计算机

帕斯卡加法器

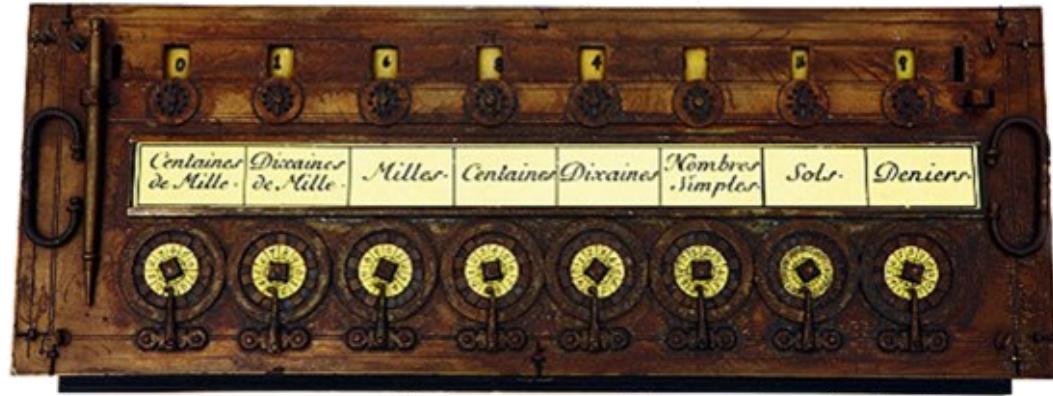


■ 人类史上第一台机械式计算机

- 法国数学家、物理学家和思想家布莱斯·帕斯卡于1642年发明
- Pascal: 人的某些思维过程与机械过程没有差别, 因此可以用机械模拟人的思维
- 其原理对后续计算机产生了持久的影响
- 1971年瑞典人沃斯发明PASCAL高级语言向其表示敬意

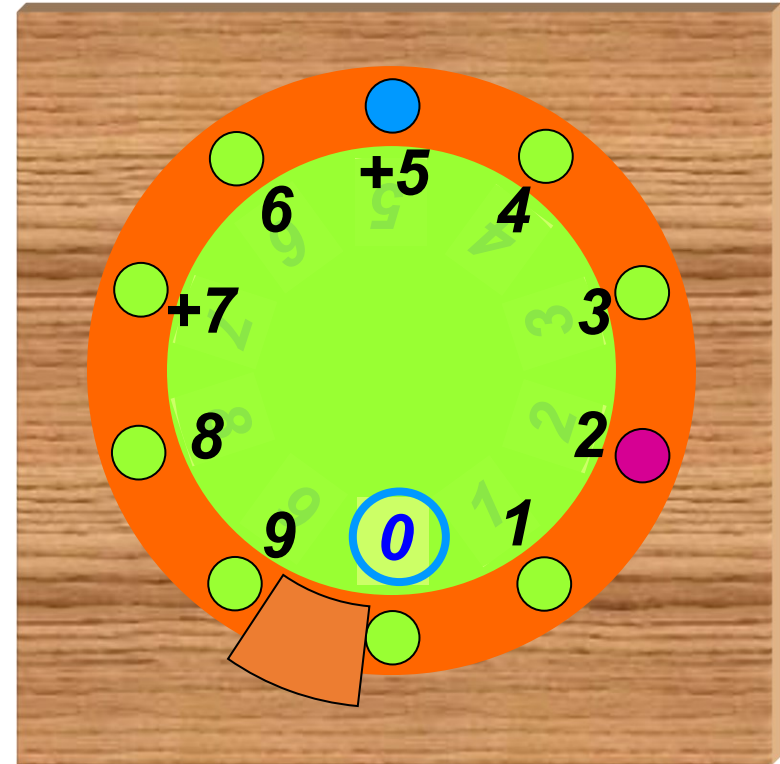


帕斯卡加法器



■ 计算原理

- 十进制运算
- 齿轮旋转完成加法
- 齿轮传动完成进位



莱布尼茨乘法器



- 1673年，德国数学家莱布尼兹发明乘法机
 - 世界上第一台能直接进行四则运算的机械计算器
 - 提出了“可以用机械代替人进行繁琐重复的计算工作”的伟大思想



■ 计算机发展历程

- 电子计算机

第一代电子计算机

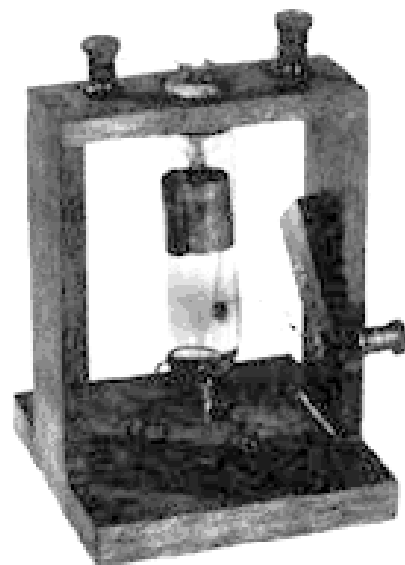


■ 电子计算机的发展历程

- 根据电子计算机所采用的物理器件的发展，一般把电子计算机的发展分成四个阶段，习惯上称为四代

■ 第一代电子计算机：电子管

- 1904年，英国人弗莱明发明真空电子二极管
- 电子管的诞生，是人类电子文明的起点

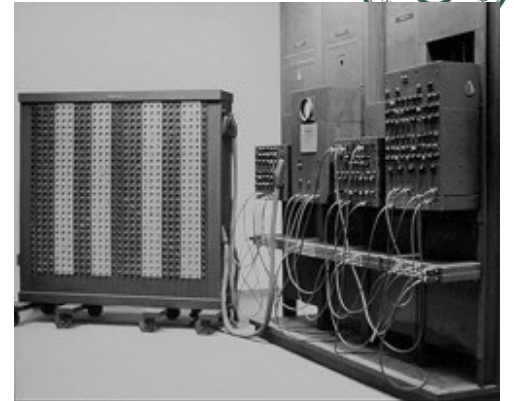


第一代电子计算机



■ 世界上第一台数字电子计算机

- **ENIAC** (Electronic Numerical Integrator And Computer)
- **美国宾夕法尼亚大学**1946年研制成功
- **18000多个电子管**，1500多个继电器，耗电150千瓦，重30吨，占地150平方米，运算速度5000次/秒左右
- 性能低，耗费巨大，但却是科学史上的一次划时代的创新，奠定了电子计算机的基础，宣告人类进入电子计算机时代
- 开发团队 “**莫尔小组**” 由四位科学家和工程师埃克特、莫克利、戈尔斯坦、博克斯组成，总工埃克特当时年仅24岁



The ENIAC Today

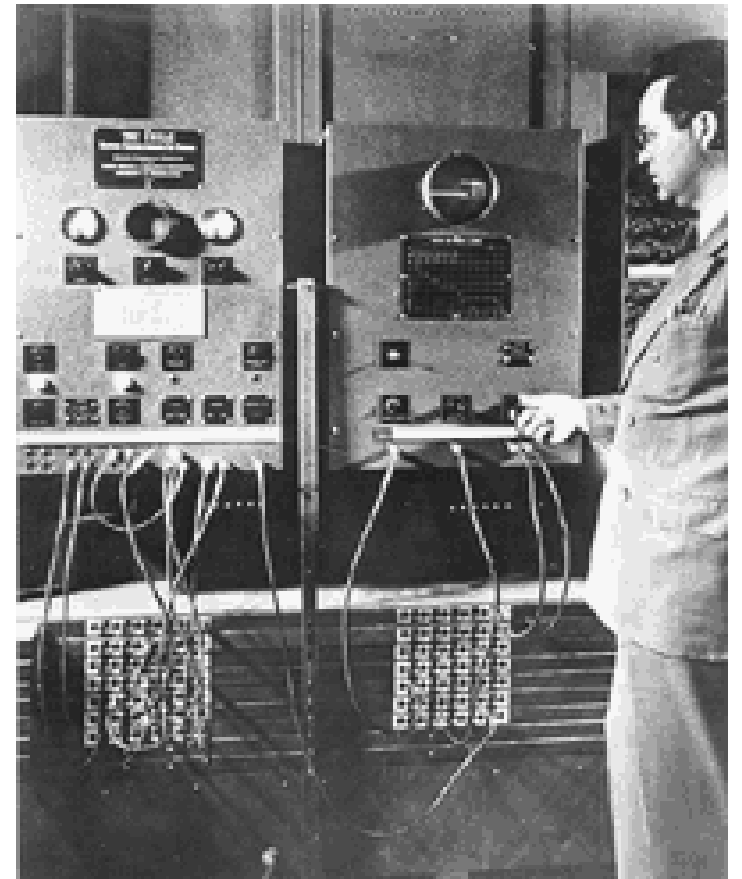


第一代电子计算机



■ ENIAC的问题

- 十进制计算机
 - 每一位数由一圈共10个真空管表示
- 通过开关和插拔电缆进行手动编程
 - 输入程序和数据可能需要半天时间
- 能否将程序和数据存在存储器中？
 - EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer) - 电子离散变量计算机



第一代电子计算机



■ EDVAC

- 1944~1945年间，美籍匈牙利科学家冯·诺伊曼在第一台现代计算机ENIAC尚未问世时注意到其弱点，并提出一个新机型EDVAC的设计方案
 - 提到了两个设想：采用二进制和“存储程序”（现代计算机最主要思想）
- “现代电子计算机之父”，20世纪最重要的数学家之一，因其在现代计算机、博弈论等领域的重大贡献成为美国科学院院士
- 冯·诺伊曼机体系延续至今

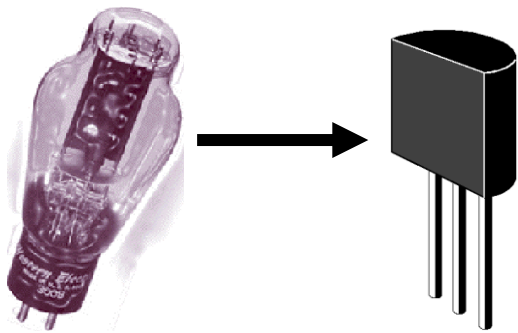


第二代电子计算机



■ 第二代电子计算机：晶体管

- 1947年，贝尔实验室肖克莱、巴丁、布拉顿发明点触型晶体管；1950年又发明了面结型晶体管
- 晶体管体积小、重量轻、寿命长、发热少、功耗低，电子线路结构大大改观，运算速度大幅提高
- 肖克莱（左）、巴丁（中）、布拉顿（右）于1956年共同获得诺贝尔物理学奖



第二代电子计算机



TRADIC

- 1954年美国贝尔实验室研制成功第一台使用晶体管的第二代计算机TRADIC。相比采用定点运算的第一代计算机，第二代计算机普遍增加了浮点运算，计算能力实现了一次飞跃

IBM 1401



- IBM1958年制成的1401及后续的1410/1440系列计算机，是第二代计算机中的代表

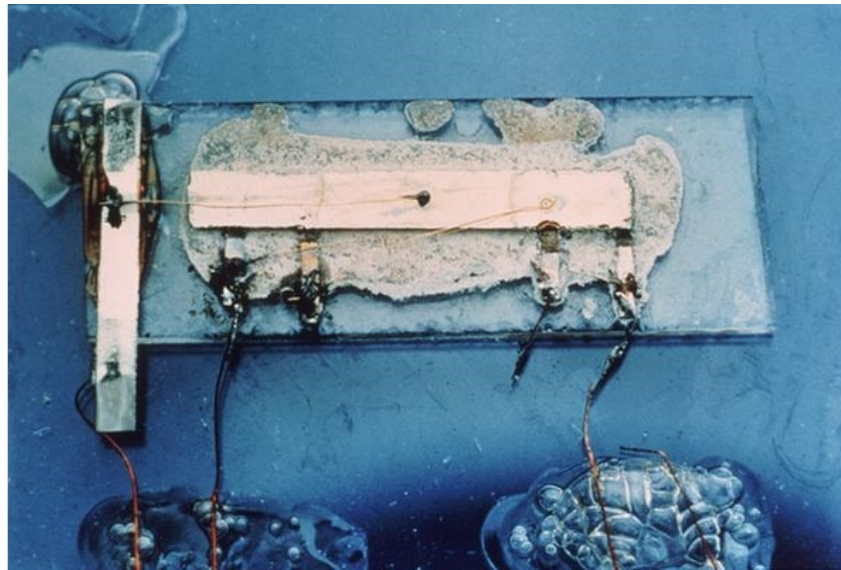
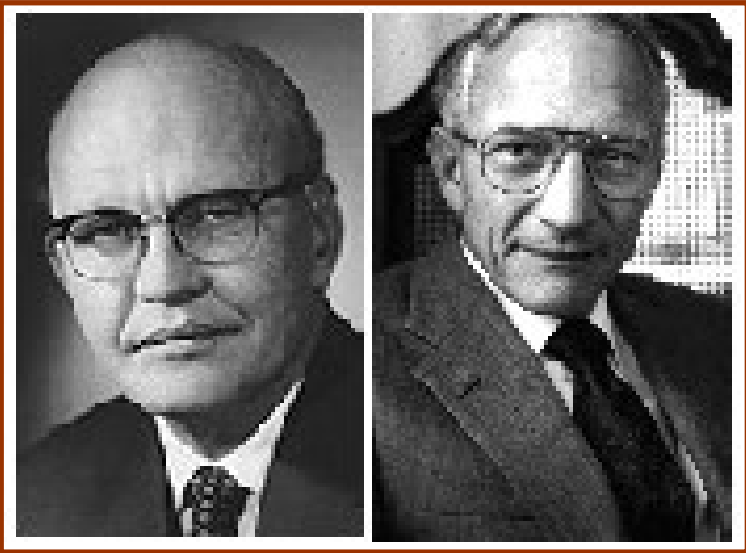
- 二代计算机除了用于科学计算，还逐渐被工商企业用来进行商务处理
- 高级语言FORTRAN和COBOL因此也得到了广泛应用

第三代电子计算机



■ 第三代电子计算机：集成电路

- 1958年，美国物理学家基尔比和诺伊斯同时发明集成电路
- 集成电路的出现使得计算机脱胎换骨
- 基尔比获2000年诺贝尔物理学奖



基尔比发明的第一个集成电路

■ IBM System/360

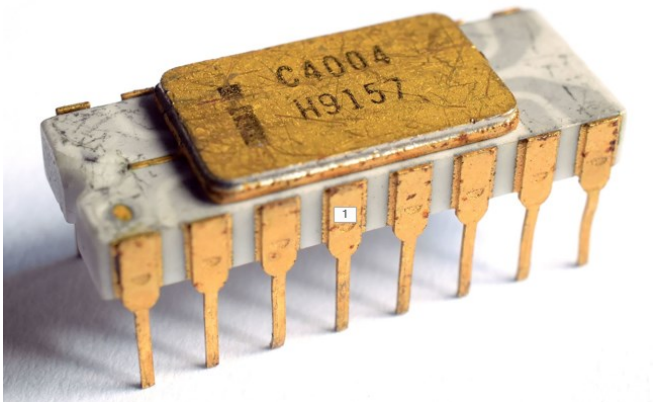
- S/360极强的通用性适用于各方面的用户，它具有360度全方位的特点，因此得名
- 世纪豪赌：IBM投入了50亿美元的研发费用，远远过制造原子弹的“曼哈顿计划”的20亿美元
- 于 1964 年 4 月 7 日推出



第四代电子计算机



- 第四代电子计算机：大规模和超大规模集成电路
- 微处理器
 - 第一代微处理器
 - 1971年1月，Intel公司的霍夫研制成功世界上第一块4位微处理器芯片Intel 4004，标志着第一代微处理器问世，微处理器和微机时代从此开始



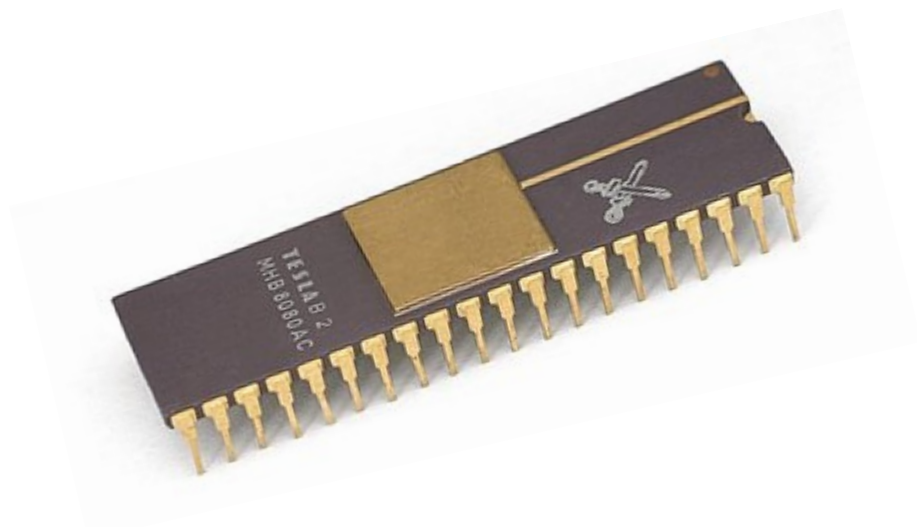
第四代电子计算机



■ 微处理器

• 第二代微处理器

- 1973年，霍夫等人研制出8位微处理器Intel 8080
- 主频2MHz，比8008快10倍
- 可存取64KB存储器，6微米技术，集成6000个晶体管

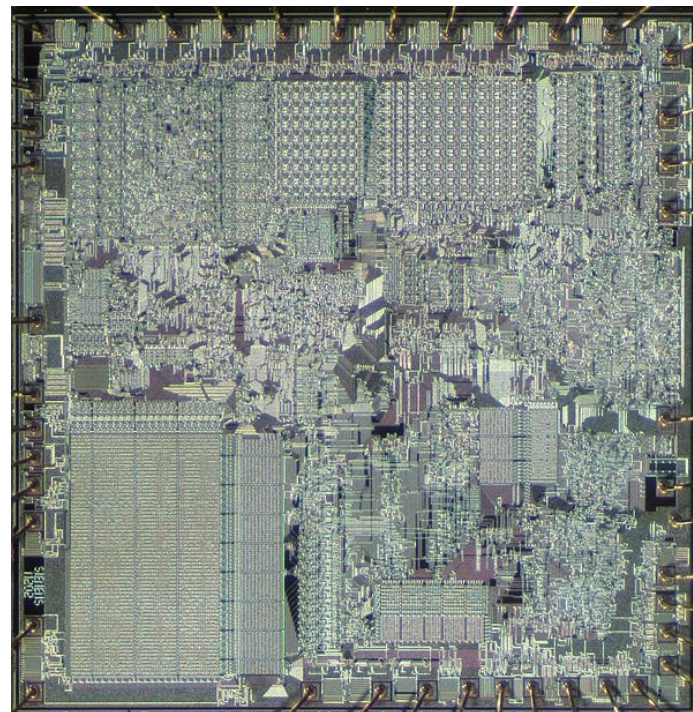
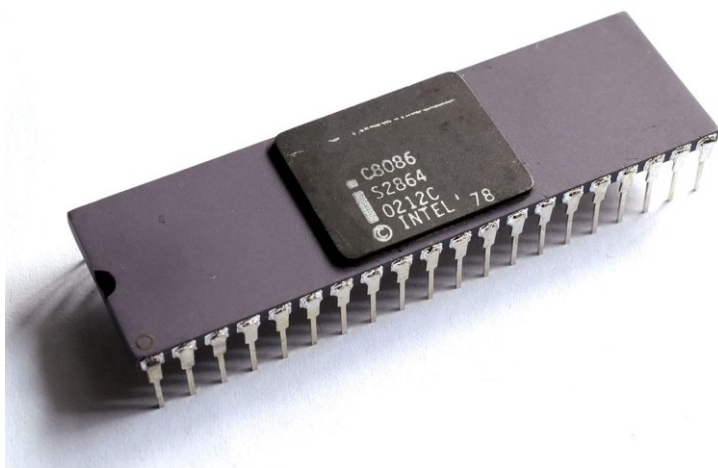


第四代电子计算机



■ 微处理器

- 第三代微处理器
 - 1978年，Intel推出4.77MHz的8086微处理器，标志着第三代微处理器问世
 - 它采用16位寄存器、16位数据总线和29000个3微米技术的晶体管，售价360美元



■ 个人电脑

- 1980年7月，“跳棋计划”的12人小组秘密来到佛罗里达州波克罗顿镇的IBM研究中心
- 1981年8月12日，推出第一台微型计算机，IBM将其命名为Personal Computer - **PC元年**
 - CPU为主频4.77MHz的Intel 8088
 - OS: Microsoft MS-DOS

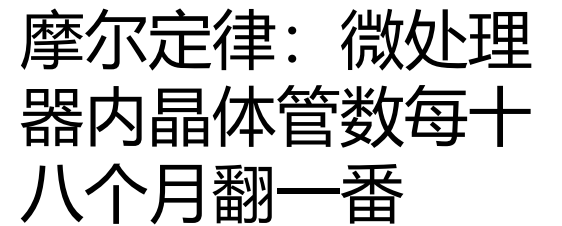


计算机发展历程

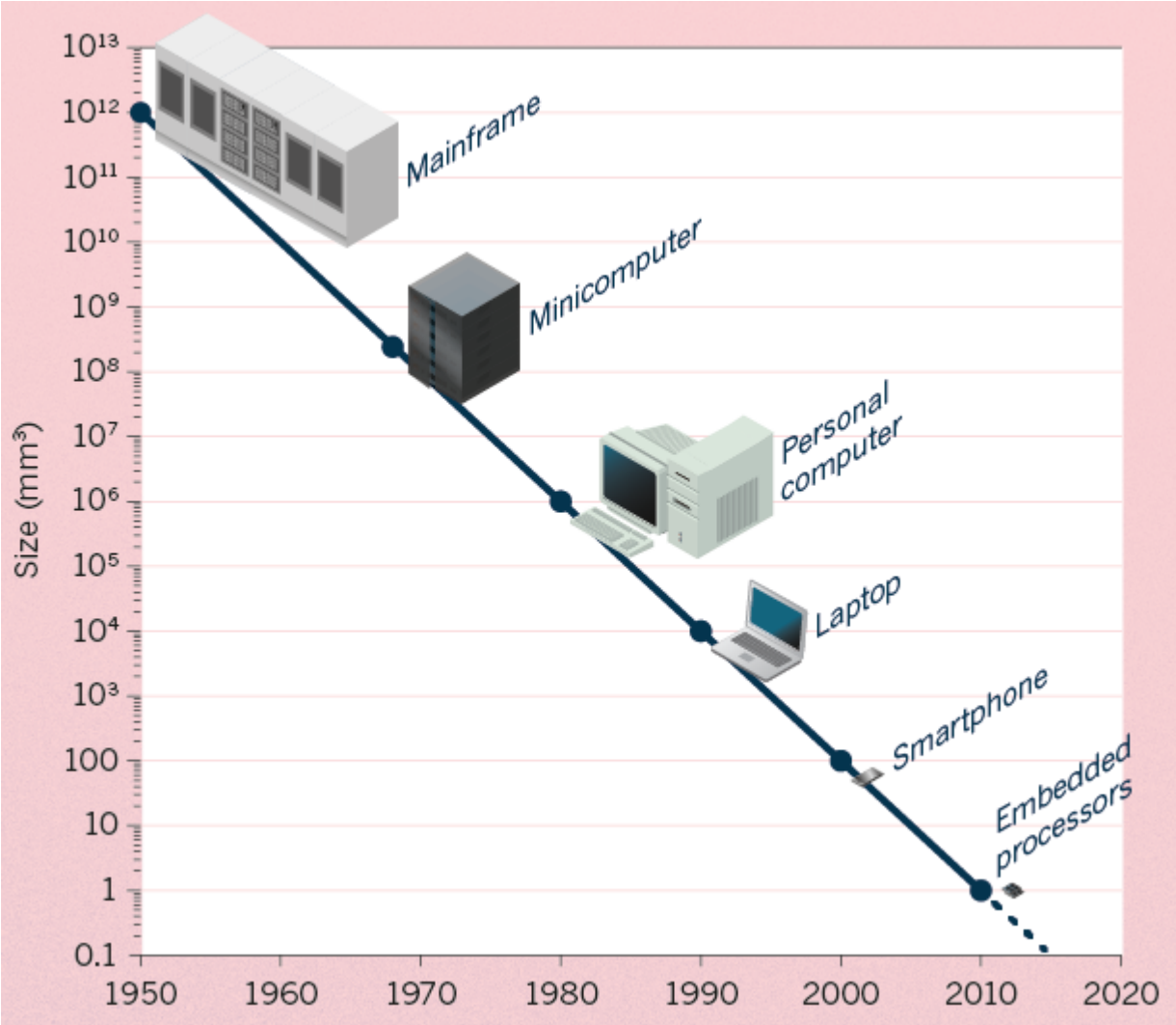


	第一代	第二代	第三代	第四代
年代	1946~	1958~	1965~	1971~
基础器件	电子管	晶体管	集成电路	大规模和超大规模集成电路
运算速度	几千~几万次/s	几万~几万次/s	几十万~几百万次/s	MIPS->GIPS->TIPS
存储器	水银延迟线 磁鼓、纸带、卡片	磁芯 磁盘、磁带	半导体 磁盘	半导体 磁盘
特征	机器语言 汇编语言	算法语言 FORTRAN、ALGOL-60、COBOL 操作系统	软件技术、 外设发展迅速 小型计算机	微型计算机 多机处理/网络化
应用范围	科学计算	科学计算、数据处理	还用于企业管理、自动控制等领域	

■ 速度越来越快、 体积越来越小、 成本越来越低、 功耗越来越低



计算机发展的规律



计算设备体积随着
半导体工业发展呈
指数式缩小

计算机发展的规律



■ Bell定律

- 如保持计算能力不变，微处理器价格，每18个月减少一半

■ 新摩尔定律

- 从现在起，每18个月新增的存储量等于有史以来存储量之和!

我国计算机技术的发展



- 1958年研究出第一台计算机103型通用计算机
- 50年来相继研究出了第二代，第三代计算机
- 80年代研究出了每秒 1 亿次的巨型机，银河I,II，其他如曙光天演
- 1985年6月，中国第一台自行研制的微机长城0520研制成功
 - 广告词：“一台我们自己制造的能够处理中文的电脑”
- 高性能计算，并行计算上已紧跟国际先进水平，但计算机的核心部件CPU技术还远远落后

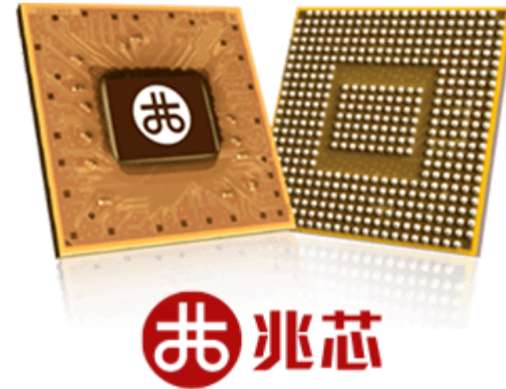
国产芯片现状



- 主频，微结构上还存在较大性能差异

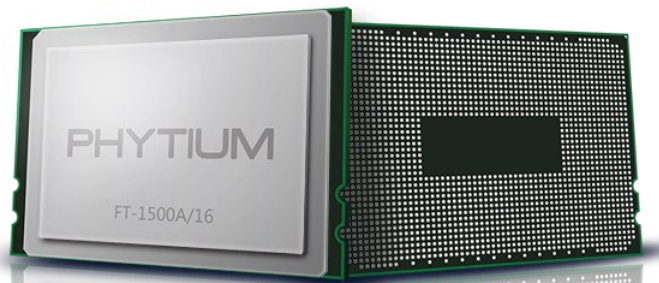


LOONGSON 龙芯



兆芯

PHYTIUM 飞腾




SPREADTRUM

 **展讯通信™**
SPREADTRUM

 **HISILICON 海思**

美国“芯片法案”正式生效！禁止对华出口14nm及以下先进制程设备

2022-08-10 15:40 · 圣禾堂在线

据CNBC报道，北京时间8月9日晚，美国总统拜登正式签署《2022年芯片与科学法案》（以下称“芯片法案”），芯片法案正式成法生效。该法案对美本土芯片产业提供巨额补贴，并要求任何接受美方补贴的公司必须在美国本土制造芯片。

美国设备制造商收到对华14nm设备禁令

据彭博社此前报道称，美国正在收紧对中国出口芯片制造设备的限制，**已经禁止未经许可向中国大陆芯片制造商出售大多数可以制造14nm或更先进制程的芯片的设备**。该消息也得到了美国两大半导体设备供应商泛林集团和科磊的证实。

泛林集团CEO Tim Archer表示：“我们最近接到通知，对于运营在14纳米以下的晶圆厂，将扩大对中国的技术出货限制，我们准备完全遵守这一禁令，正在与美国政府合作。”

美国再对「芯片之母」EDA下手！14nm以下对华断供，目前90%靠进口



新智元

2022-08-03 14:58 北京 | 鲲鹏计划获奖作者, 优质科技领域创作者

关注

编辑：David

【新智元导读】美商务部又出新规，14nm芯片EDA对中国禁运，清单包含台积电。

前不久，美国「芯片法案」获得两院通过，成为法律落地近在咫尺。

「芯片法案」主要内容是巨额补贴国内市场，以惯常的手段，光补贴国内是不够的，同时也少不了打压国外。这里的「国外」是哪一国，不言自明。

据报道，美国扩大了对国内公司生产的、出售给中国公司的芯片制造设备的禁令范围。

这次被禁的，是一种广泛使用的技术的高级形式，称为电子设计自动化软件，即EDA。

➤ 计算机系统简介

- 计算机系统的组成
- 计算机系统的层次结构



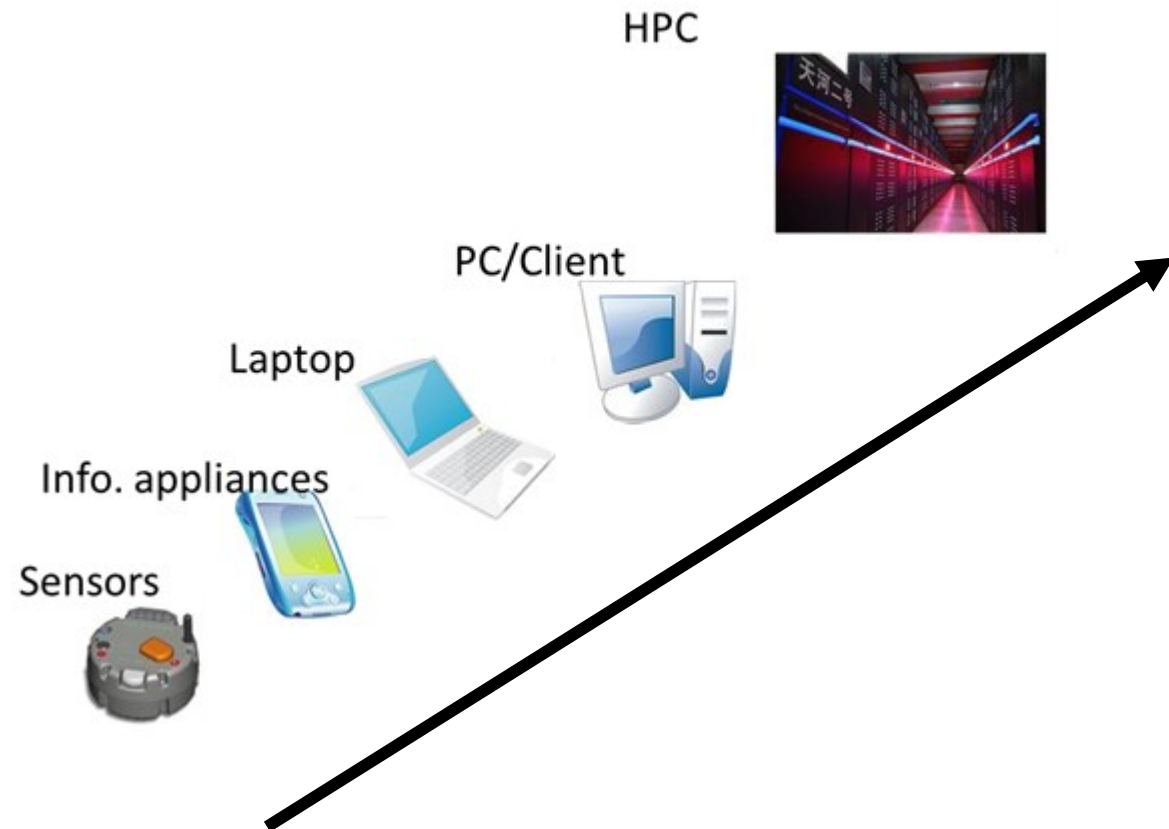
- 计算机系统简介
 - 计算机系统的组成

计算机系统的组成



■ 现代计算机系统由哪两部分构成？

- 现代计算机的多态性
 - 基本结构都具有共性特征



计算机系统的组成



■ 现代计算机系统由哪两部分构成？

- 硬件： 计算机的实体，如主机、外设等
- 软件： 由具有各类特殊功能的信息（程序） 组成

■ 软件

- 系统软件
 - 用来管理整个计算机系统
 - 语言处理程序
 - 操作系统
 - 服务性程序
 - 数据库管理系统
 - 网络软件
- 应用软件
 - 按任务需要编制成的各种程序

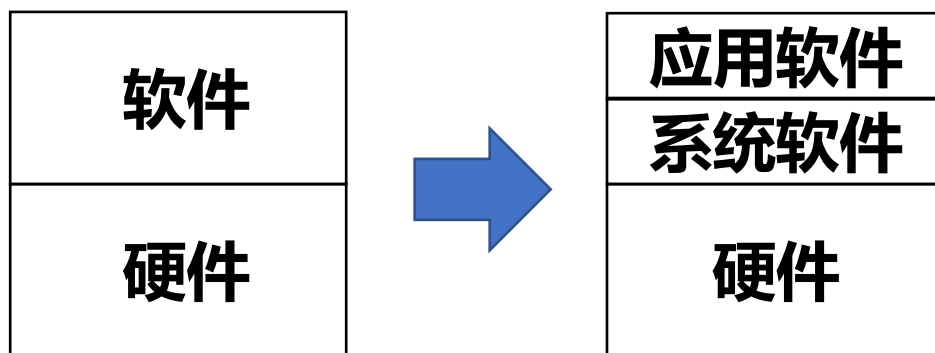


- 计算机系统简介
 - 计算机系统的层次结构

计算机系统的层次结构



■ 简单的一个层次结构



计算机系统的层次结构



■ 系统复杂性管理的方法: 抽象

- 对于一个过程或者一件制品的某些细节有目的的隐藏，以便把其他方面、细节或者结构表达得更加清楚——百度百科
- 指高级的模型，和低级的实体相对——维基百科

计算机系统的层次结构



机器语言

实际机器 M_1

计算机系统的层次结构



汇编语言

虚拟机 M_2



机器语言

实际机器 M_1

计算机系统的层次结构



高级语言

虚拟机器 M_3

汇编语言

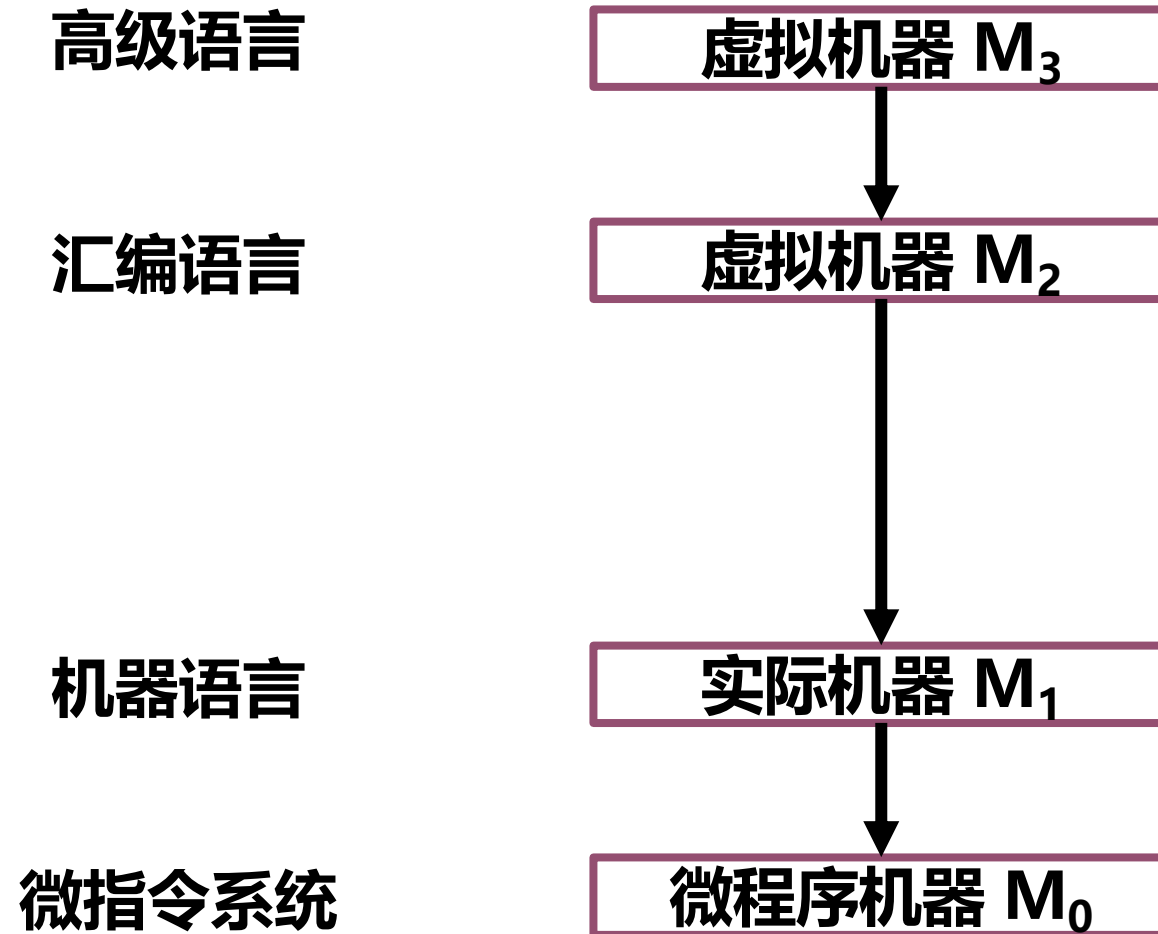
虚拟机器 M_2

机器语言

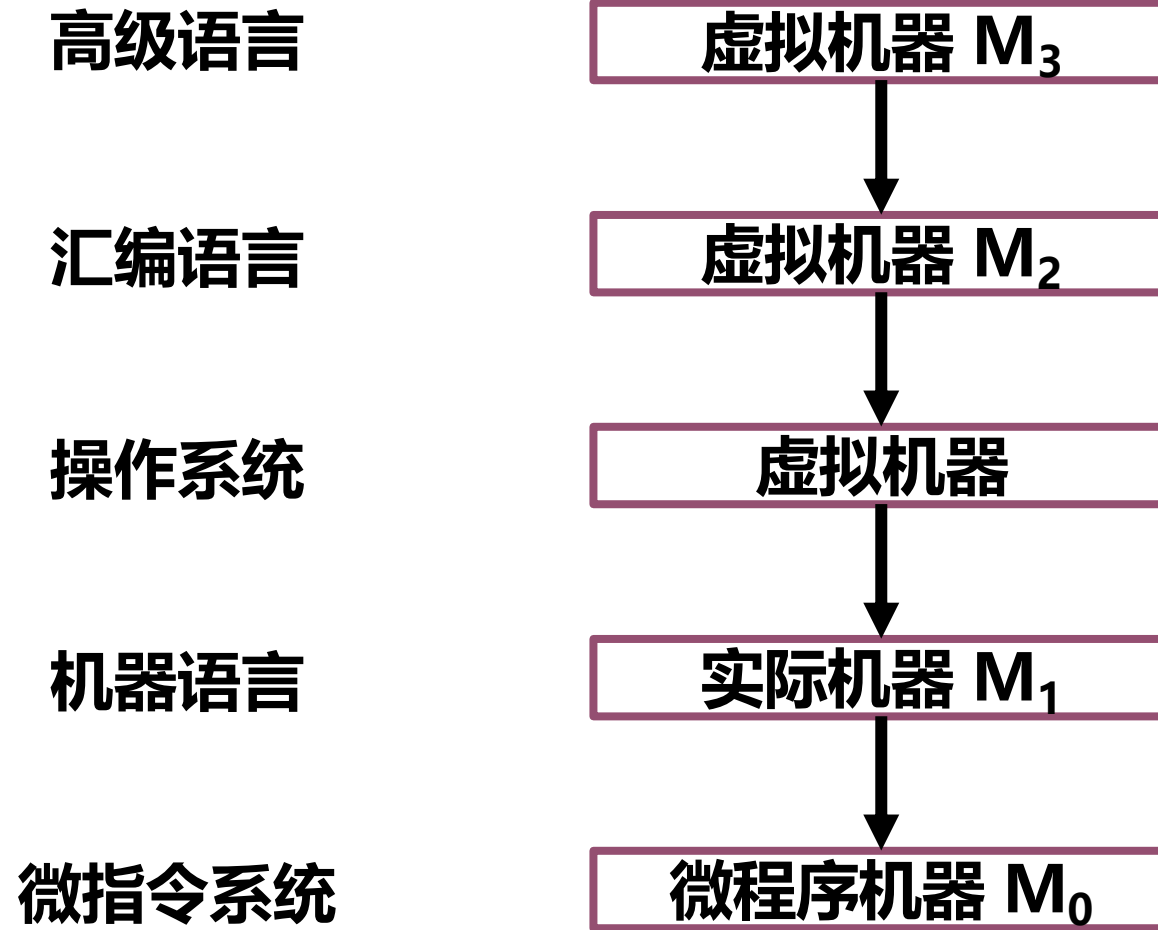
实际机器 M_1



计算机系统的层次结构



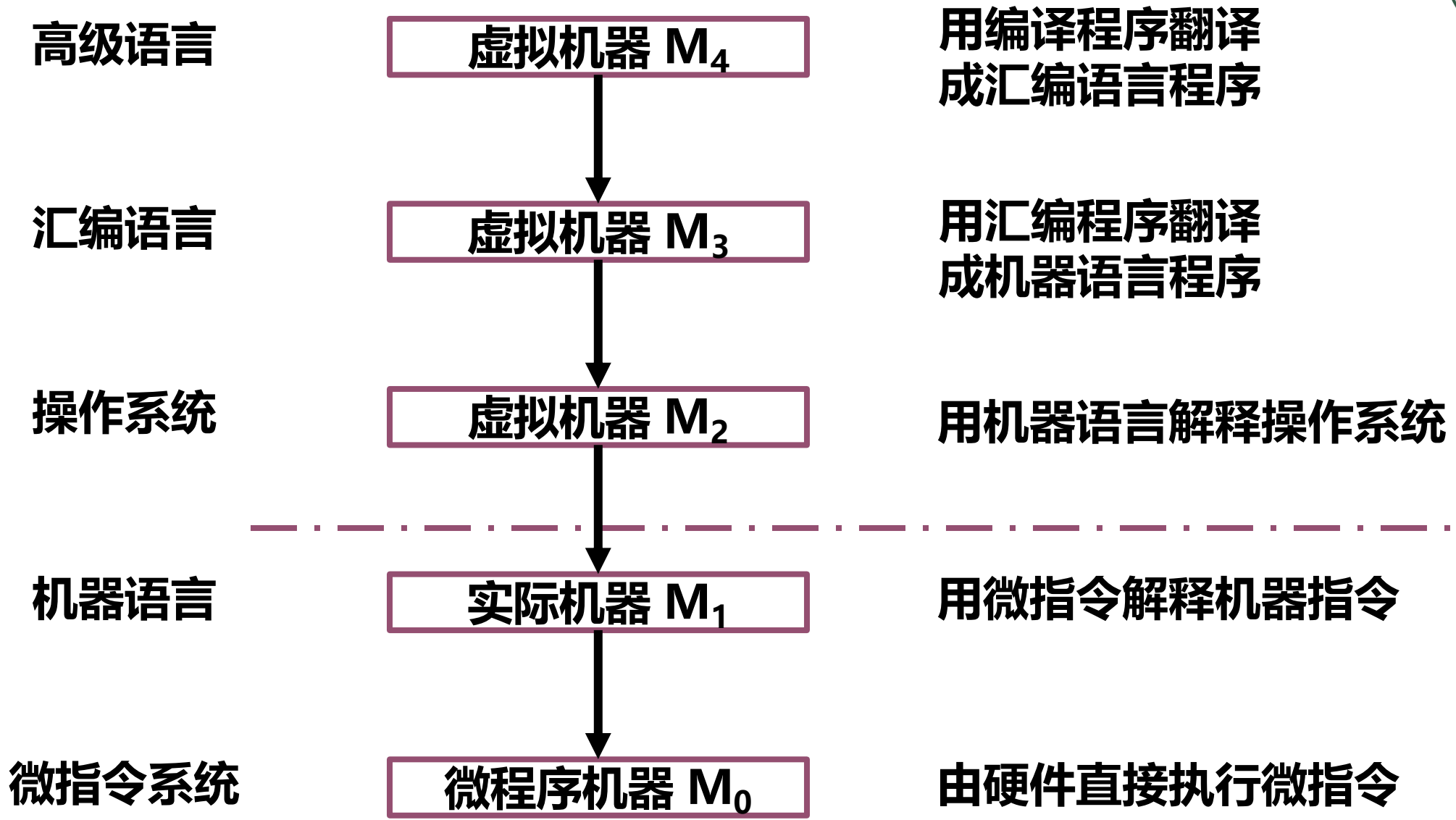
计算机系统的层次结构



计算机系统的层次结构



软件
硬件





谢谢！