

计算与自动计算

战德臣

哈尔滨工业大学 教授·博士生导师
教育部大学计算机课程教学指导委员会委员



Research Center on **I**ntelligent
Computing for **E**nterprises & **S**ervices,
Harbin **I**nstitute of **T**echnology

计算与自动计算

(1) 什么是计算?



计算学科的计算 vs. 数学学科的计算

简单计算I: 数据计算, 计算规则, 应用计算规则进行计算并获得计算结果

$$3 + 2 = 5 ; \quad 5 - 4 = 1 ; \quad 3 \times 2 = 6 ;$$

复杂计算II: $f(x)$, 函数, 计算规则及其简化计算方法, 便于人应用规则进行计算, 获得计算结果

$$\int x^{-1} dx = \int \frac{1}{x} dx = \ln |x| + c$$

复杂计算III: 如丢番图方程, 判定, 计算规则, 人可能无法完成但却可由机器自动完成, 借助于机器获得计算结果

$$a_1 x_1^{b_1} + a_2 x_2^{b_2} + \dots + a_n x_n^{b_n} = c$$

◆ “人” 计算 vs. “机器” 计算

例如：求 $ax^2+bx+c=0$ 的根

人-求解	机器-求解
$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ <p>利用上述公式 计算得到x值</p>	<p>(1)从-n到n，产生x的每一个整数值； (2)将其依次代入到方程中计算； (3)如果其值使方程式成立，则即为其解；否则不是</p>

人进行计算：

- 规则可能很复杂, 但计算量却可能很小
- 人需要知道具体的计算规则
- 特定规则，只能求：

$$a_1x^2+a_2x=c$$

机器-自动计算：

- 规则可能很简单, 但计算量却很大
- 机器也可以采用人所使用的计算规则
- 一般性的规则，可以求任意：

$$a_1x_1^{b_1}+a_2x_2^{b_2}+...+a_nx_n^{b_n}=c$$

自动计算要解决的几个问题：表示-存储-执行

- ◆ “数据” 的表示
- ◆ “计算规则” 的表示：程序
- ◆ 数据与计算规则的 “自动存储”
- ◆ 计算规则的 “自动执行”

$$a_1x_1^{b_1}+a_2x_2^{b_2}+\dots+a_nx_n^{b_n}=c$$

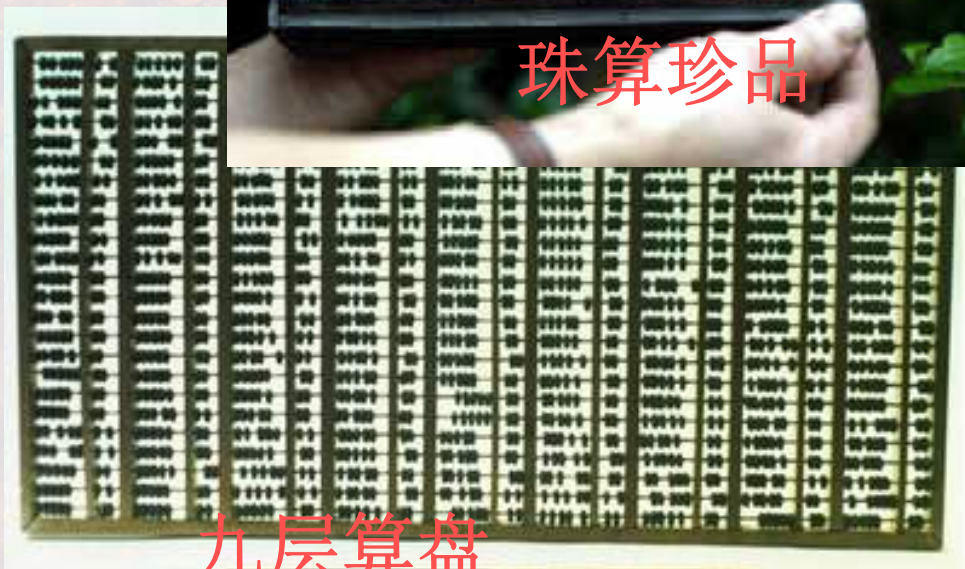
计算与自动计算

(4) 机械计算的探索?

算盘能被认为是计算机吗?



珠算珍品



九层算盘



一、加法口诀

直加 满五加 进十加

- 一：一上一 一下五去四 一去九进一
- 二：二上二 二下五去三 二去八进一
- 三：三上三 三下五去二 三去七进一
- 四：四上四 四下五去一 四去六进一
- 五：五上五 五去五进一
- 六：六上六 六去四进一 六上一去五进一
- 七：七上七 七去三进一 七上二去五进一
- 八：八上八 八去二进一 八上三去五进一
- 九：九上九 九去一进一 九上四去五进一

二、减法口诀

直减 破五减 退位减

- 一 一下一 一上四去五 一退一还九
- 二 二下二 二上三去五 二退一还八
- 三 三下三 三上二去五 三退一还七
- 四 四下四 四上一去五 四退一还六
- 五 五下五 五退一还五
- 六 六下六 六退一还四 六退一还五去一
- 七 七下七 七退一还三 七退一还五去二
- 八 八下八 八退一还二 八退一还五去三
- 九 九下九 九退一还一 九退一还五去四

计算与自动计算

(4) 机械计算的探索?

帕斯卡与帕斯卡机----(准)第一台机械计算机

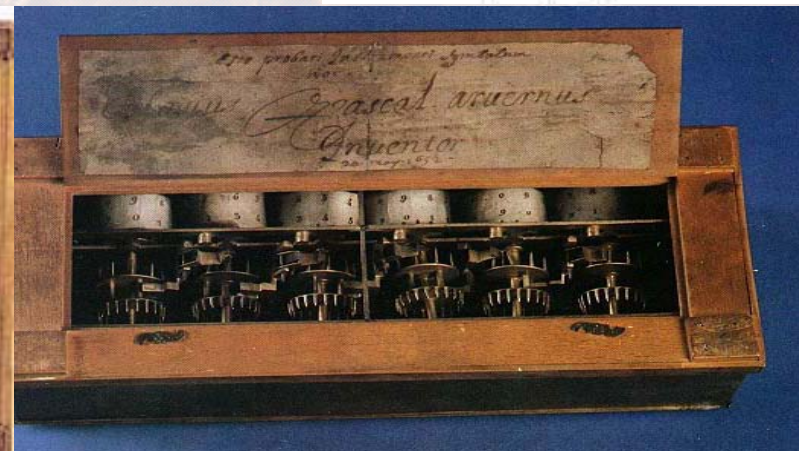
◆ **Blaise Pascal** (1623~1662)

◆ 1642年研制成功一种齿轮式计算机器

帕斯卡机的意义：它告诉人们“用纯机械装置可代替人的思维和记忆”。开辟了自动计算的道路。



帕斯卡, B.

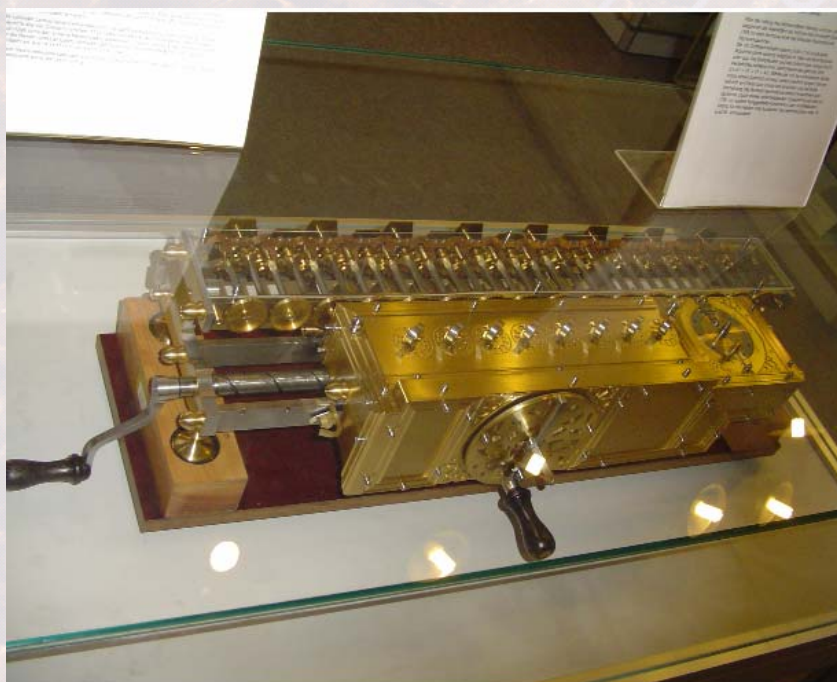


计算与自动计算

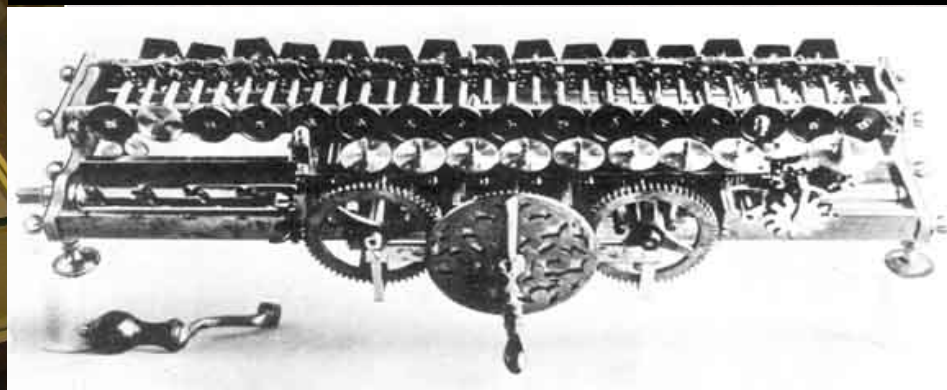
(4) 机械计算的探索?

莱布尼茨

- ◆ Gottfried Wilhelm Leibniz (1646~1716), 德国数学家。
- ◆ **莱布尼茨机的意义**: 连续重复自动执行。
- ◆ 提出了 **二进制数** 及其 **计算规则**;
- ◆ **数理逻辑** 的创始人



是基于十进制设计机器，还是基于二进制设计机器？
如果基于二进制设计机器，那其处理规则又是怎样的呢？

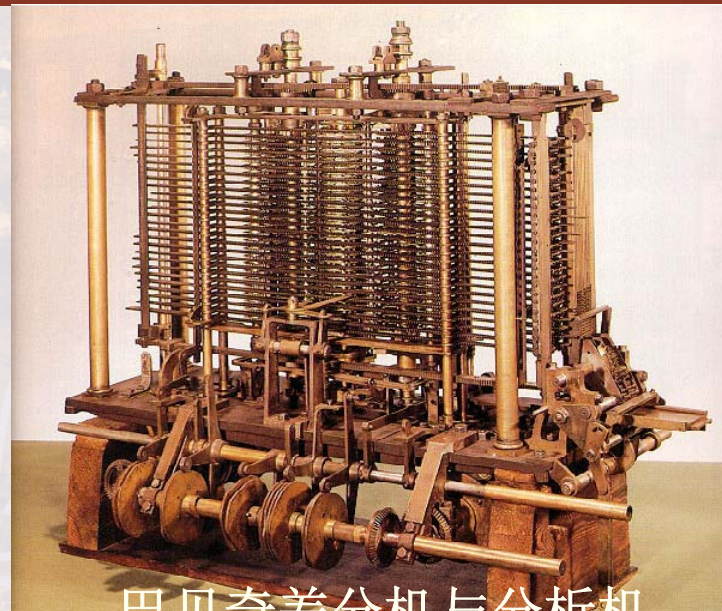
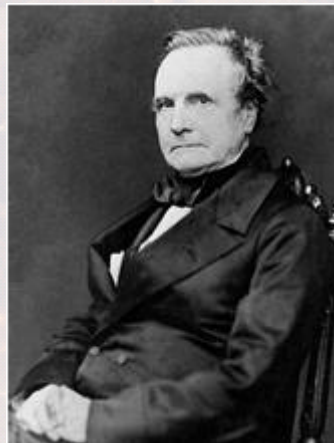


计算与自动计算

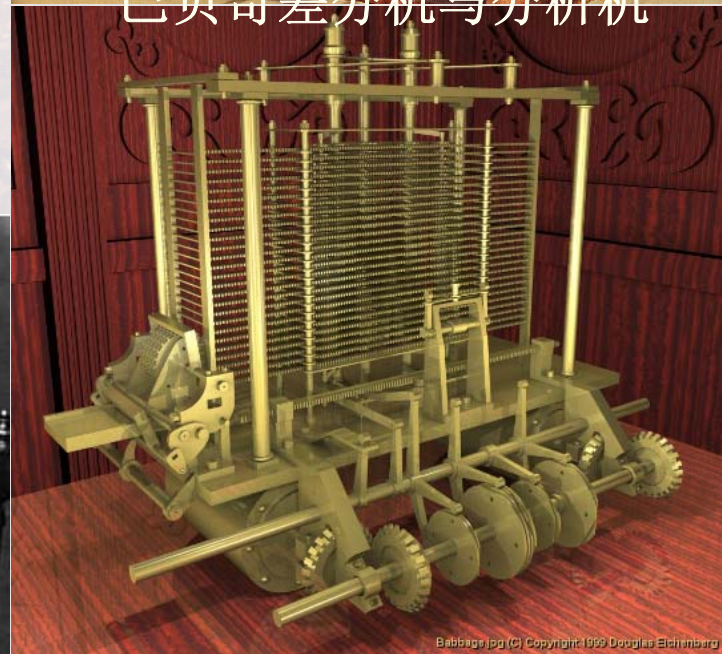
(4) 机械计算的探索?

其他重要工作

- ◆1834年：巴贝奇(Charles Babbage), 分析机的概念----可执行程序的机器。
- ◆1805年：杰卡德(J.Jacquard), 打孔卡，实践了输入手段问题。
- ◆1854年：布尔创立布尔代数，为数字计算机的电路设计提供了理论基础。
- ◆... ..(请同学课后补充)



巴贝奇差分机与分析机



计算与自动计算

(4) 机械计算的探索?

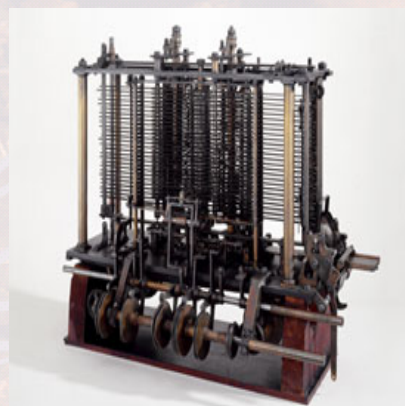


机械计算的简要发展历程是怎样的?

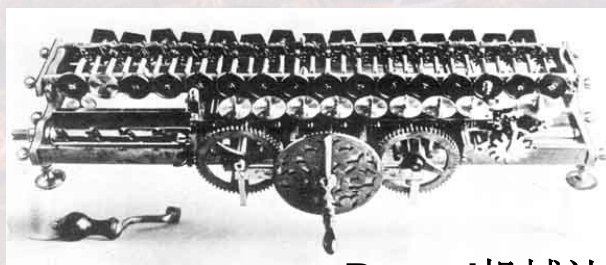
◆从表示-自动存储-自动执行的角度



现代计算机: 一般程序
--任意可变的计算规则



Babbage机械计算机: (特定)程序
--可有限变化的计算规则



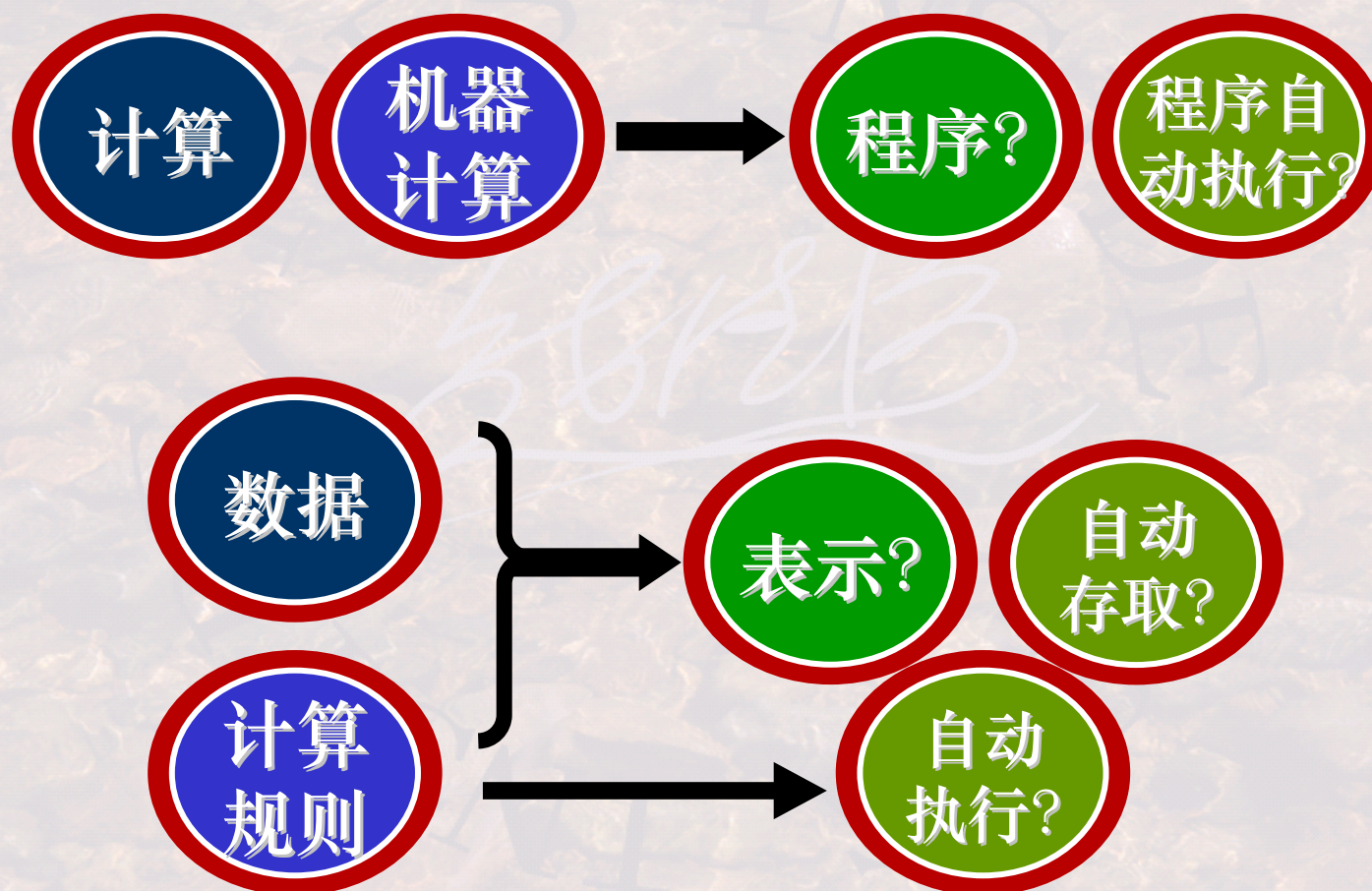
Pascal机械计算机: 自动计算--固定的计算规则



计算辅助工具

计算与自动计算

(5) 小结



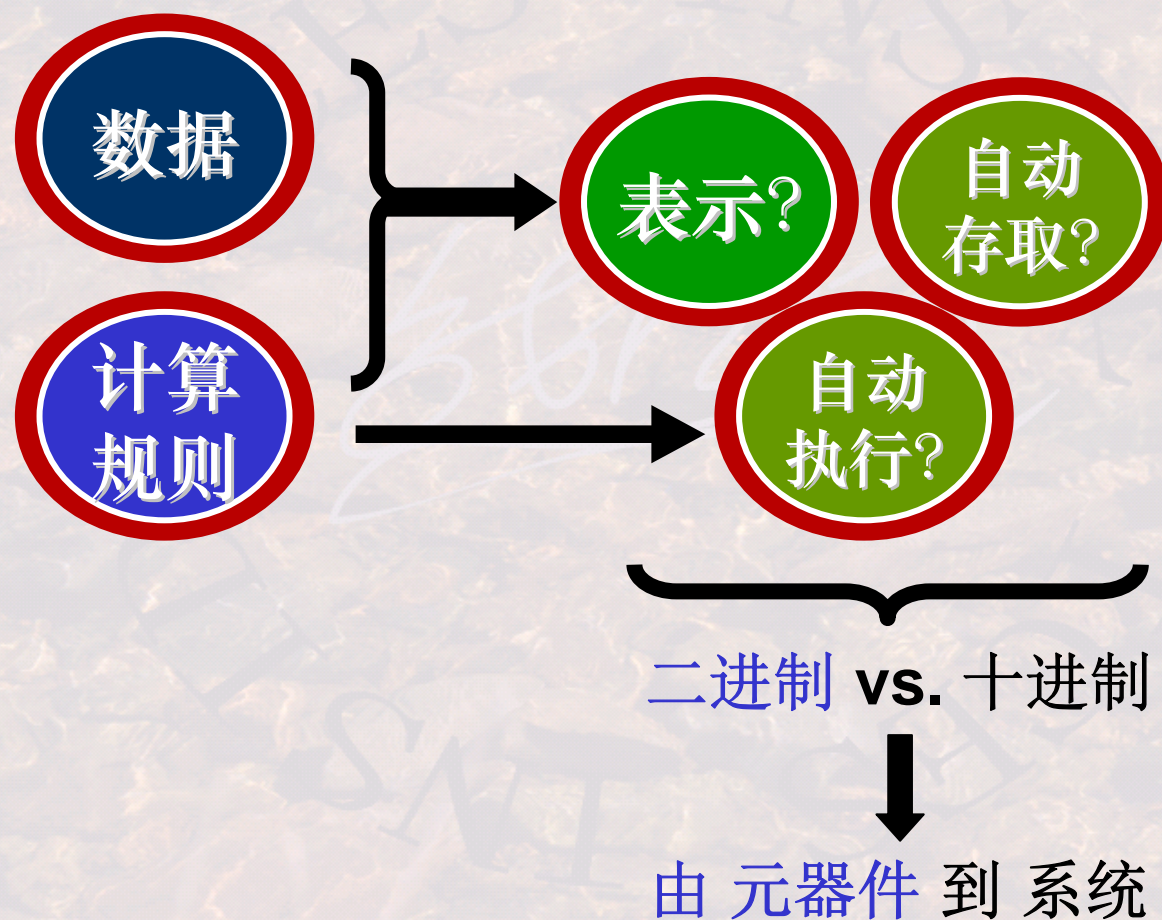
电子自动计算-元器件

战德臣

哈尔滨工业大学 教授·博士生导师
教育部大学计算机课程教学指导委员会委员



Research Center on **I**ntelligent
Computing for **E**nterprises & **S**ervices,
Harbin **I**nstitute of **T**echnology

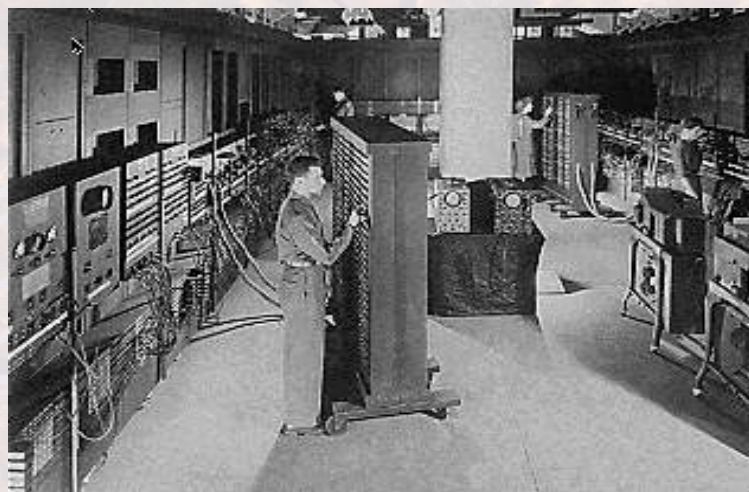


电子管时代的计算机器



人类第一只**电子管**
(真空二极管), 1895

存储**0**和**1**的元器件



电子管计算机ENIAC, 1946年, 17468只电子管



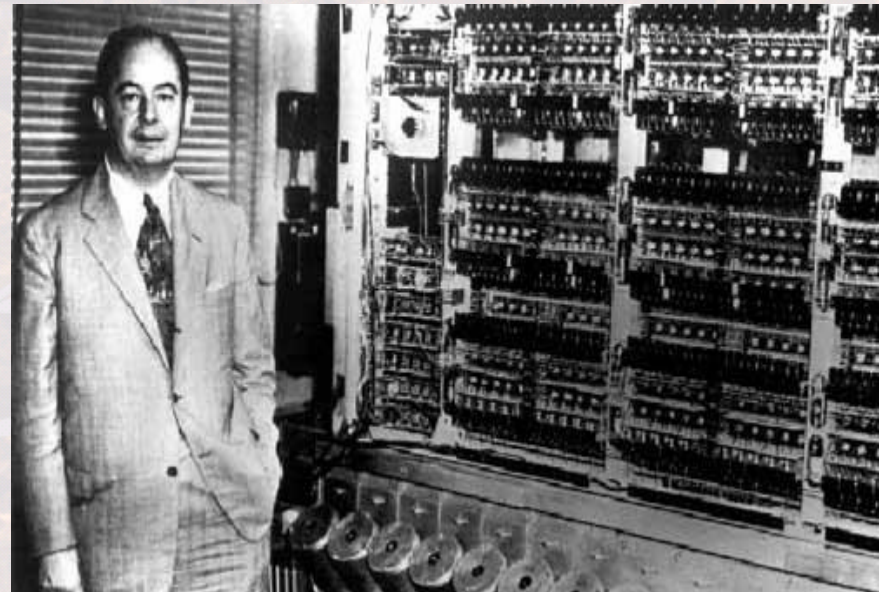
电子管时代的计算机器

◆ 冯.诺伊曼 (Von Neumann) 电子计算机

EDVAC问世

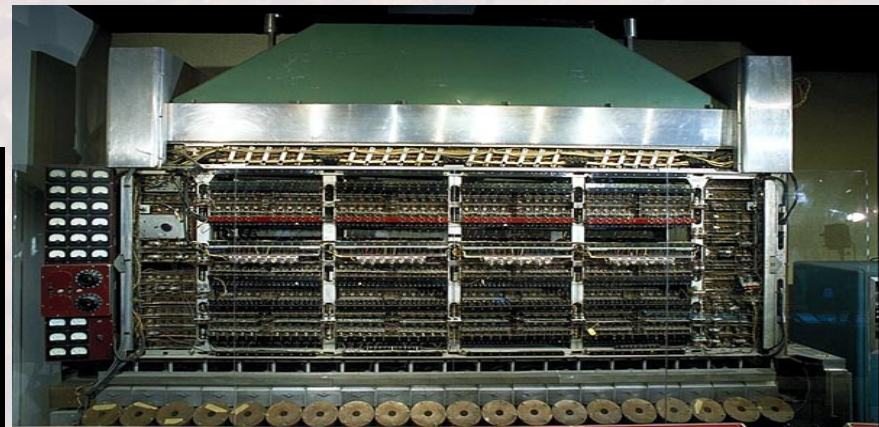
◆ 将 **运算** 和 **存储分离**，运算速度却比拥有18000个电子管的“ENIAC”提高了10倍

◆ 结构上的创新：“冯.诺伊曼计算机”。



?

运算规则和数据是否可事先存储于存储器中，以便机器连续的执行呢？
运算和存储怎样分离呢？



晶体管时代的计算机器



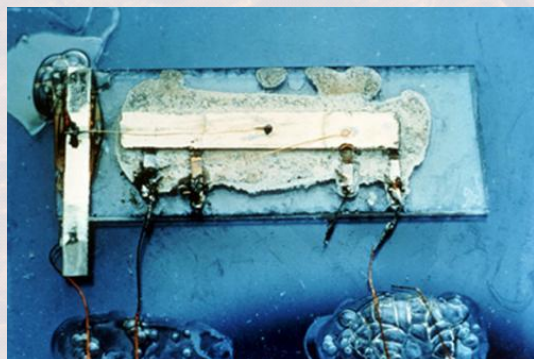
人类第一只**晶体管**
(真空二极管), 1947



第一台晶体管计算机TRADIC，1953

？ 怎样使体积更小？可靠性更高？可控性更灵活呢？

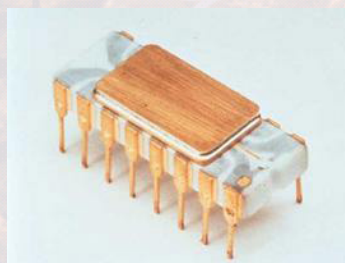
集成电路时代的计算机器



集成电路的发明,1959



J.Kilby, 集成电路发明者



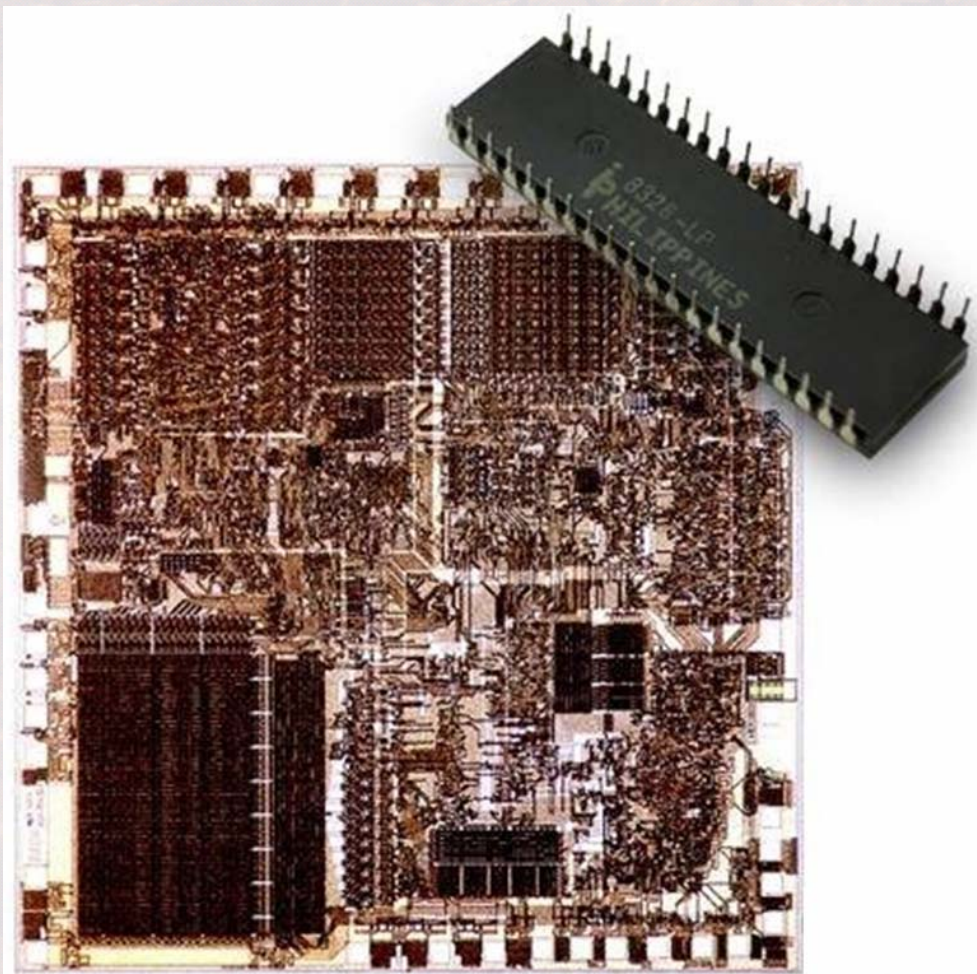
封装后的集成电路芯片



第三代计算机IBM360,1964

能否将复杂的电路封装后作为新电路设计的元件呢？
复杂的电路 → 集成 → 封装 → 应用？

超大规模集成电路(VLSI)时代的计算机器



VLSI芯片及其封装的内部电路

摩尔定律----每18个月芯片能力增长一倍



第四代计算机——个人计算机,1981

电子自动计算-元器件

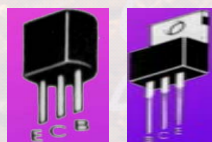
(5) 元器件发展的轨迹是怎样的，每个阶段要解决什么问题？

自动计算中的元器件的发展

◆从表示-自动存储-自动执行的角度



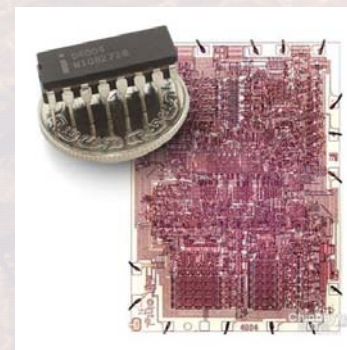
电子管：可自动控制0和1变化的元件



晶体管



集成电路：可自动实现一定变换的元件



超大规模集成电路(VLSI)

- 体积越来越小；
- 可靠性越来越高；
- 电路规模越来越大；
- 速度越来越快；
- 功能越来越强大；

(5) 元器件发展的轨迹是怎样的，每个阶段要解决什么问题？

自动计算中的元器件的发展启示

