



《计算概论A》课程 第一讲

计算机的发展及其分类

李 戈

北京大学 信息科学技术学院 软件研究所

2010年9月8日



北京大学



课堂调查：学生计算机基础

■ 举手统计：

- ◆ 从来没有接触和使用过计算机？
- ◆ 利用计算机玩过游戏？
- ◆ 利用计算机做过文字或图像编辑？
- ◆ 利用计算机上网冲浪、聊天、收发邮件？
- ◆ 自己参与组装过个人计算机？
- ◆ 用任何编程语言编写过计算机程序？
- ◆ 使用过Visual Basic, Visual C++, C#, Java ？
- ◆ 参与过软件项目的开发？



北京大学



What is “Computing” ?

- 拉丁词源

- ◆ Com - 算; pute 估计

- Definition in a 1989 ACM report on *Computing as a Discipline*:

- ◆ *The discipline of computing is the systematic study of algorithmic processes that describe and transform information: their theory, analysis, design, efficiency, implementation, and application.*
 - ◆ *The fundamental question underlying all computing is 'What can be (efficiently) automated?'*



北京大學



什么是“计算机”

■ “计算机”名称的起源

- ◆ 1646年正式出现“computer”这一英文单词
 - 当时是指专门从事计算工作的人
- ◆ 而用来计算的机器在1940年以前称为“计算器”或“制表机”
- ◆ 直到1940前后发明第一台电子计算设备，“计算机”这一名词才正式具备今天的内涵，即

■ 计算机

- ◆ 是一种能够根据存储的一系列指令，接收输入、处理数据、存储数据并产生输出的设备



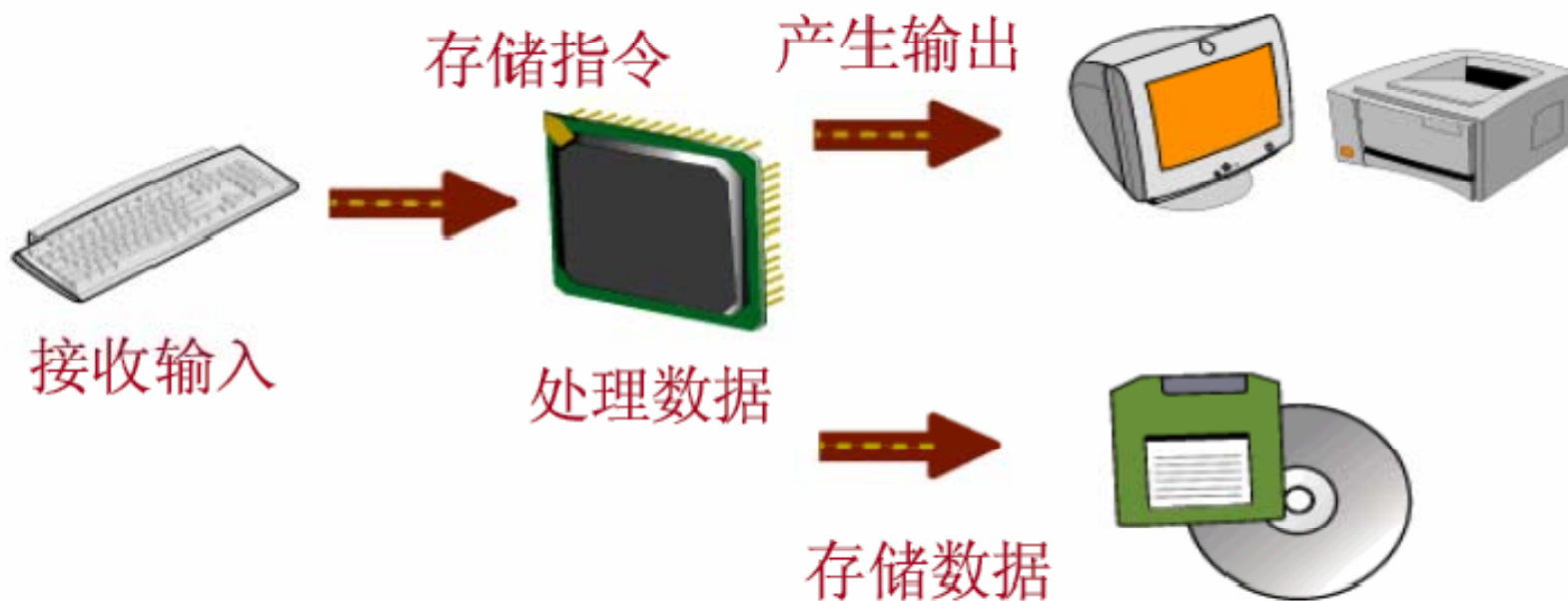
北京大学



什么是“计算机”

■ 计算机

- ◆ 是一种能够根据存储的一系列指令，接收输入、处理数据、存储数据并产生输出的设备



北京大学



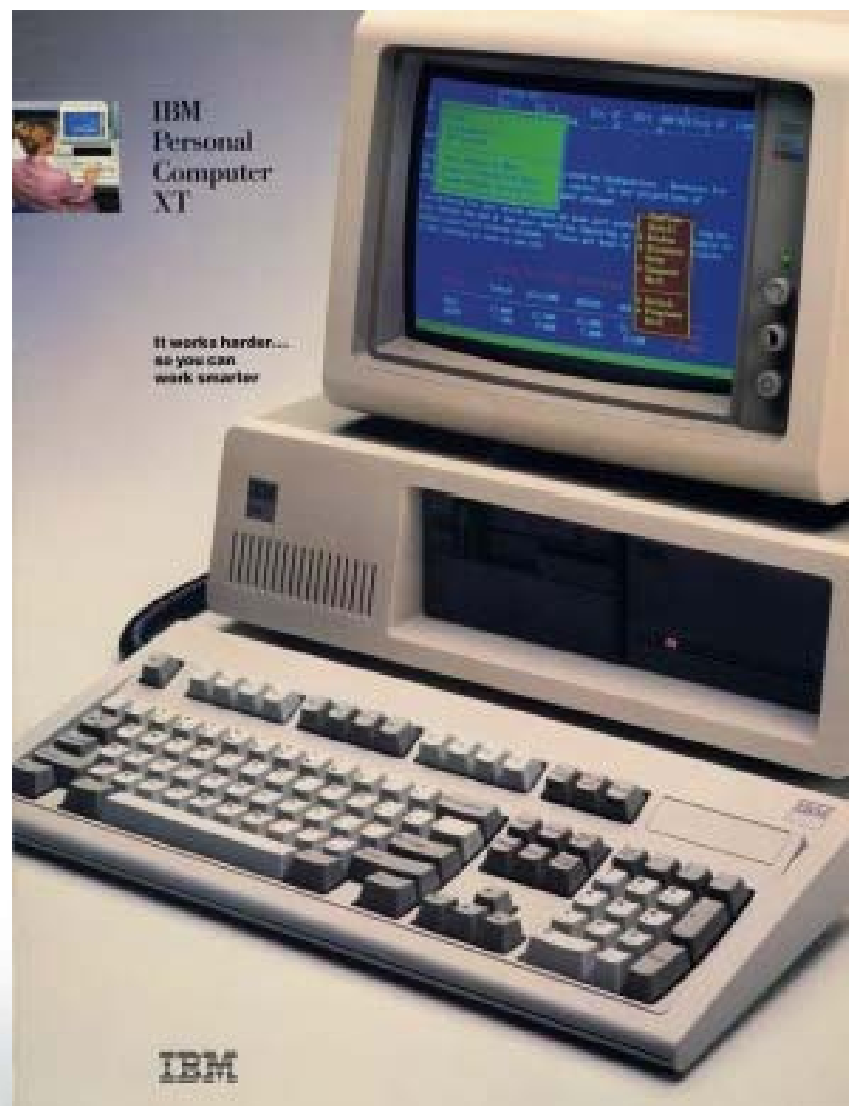
什么是“计算机”



北京大学



我写Pascal程序的计算机



北京大学



我现在的装备





计算机发展史

■ 早期的计算机

- ◆ 手工计算器，1200年~1600年
- ◆ 机械计算器，1600年~1930年
- ◆ 计算机原型，1937年~1946年

■ 现代计算机

- ◆ 电子管计算机，1946年
- ◆ 晶体管计算机，20世纪50年代后期
- ◆ 集成电路计算机，1965年
- ◆ 超大规模集成电路，20世纪70年代早期
- ◆ 目前正处于第5代的酝酿期



北京大学



早期的手工计算辅助工具

■ 共同特点

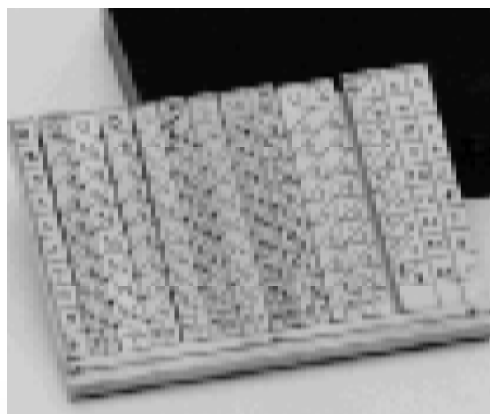
- ◆ 无法记录计算法则
- ◆ 无法设定计算步骤



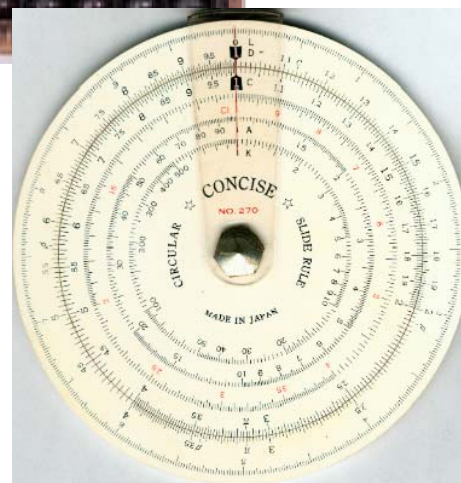
算盘

■ 作用

- ◆ 标记计算过程
- ◆ 记录计算结果
- ◆ 进行数字计算的辅助工具



Napier乘除器, 1617



Oughtred计算尺, 1621



北京大学



普遍认为的第一台机械计算器

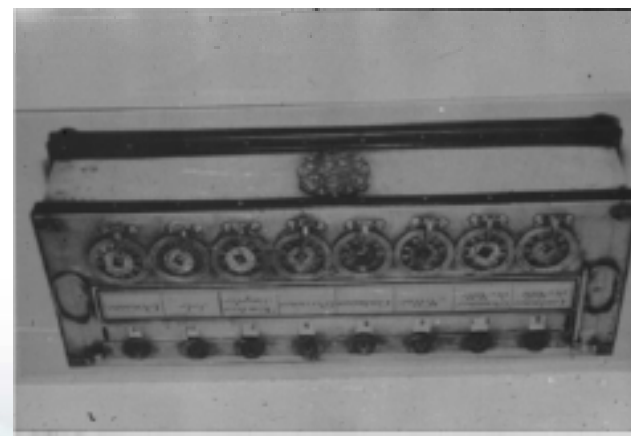
■ 帕斯卡

- ◆ 12岁独自发现了“三角形的内角和等于180度”
- ◆ 16岁参加巴黎数学家和物理学家小组
- ◆ 17岁时写成《圆锥截线论》震惊数学家笛卡儿
- ◆ 18岁时开始设计计算机，帮助父亲计算税率税款
- ◆ 19岁第三个模型在1642年研制成功



■ 帕斯卡加法器（1642）

- ◆ 是一种系列齿轮组成的装置，依靠发条转动，用专用的铁笔拨动转轮以输入数字。
- ◆ 开始只能做6位加法和减法。

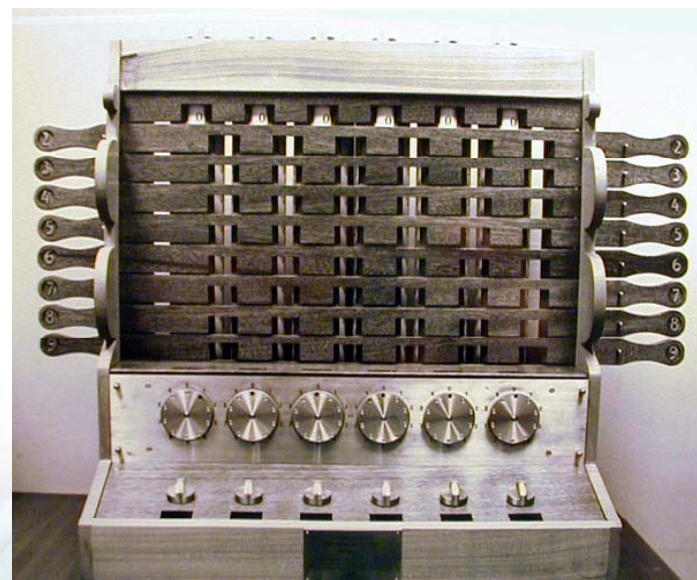


北京大学

1958年后发现更早的机械计算器

■ 契克卡德（W. Schickard）

- ◆ 德国科学家，当时在**图宾根**（Tubingen）大学任教授。他广泛涉猎天文学、数学和测量学等诸多领域。
- ◆ **1623**年，契克卡德教授为自己的挚友、天文学家**开普勒**（Kepler）制作了一种机械计算机。
- ◆ 契克卡德计算机可以进行**6位**数**加减法**，或许设置了某种“溢出”响铃装置；
- ◆ 机器上部附加一套圆柱型“**纳皮尔算筹**”，因此也能进行乘除运算。



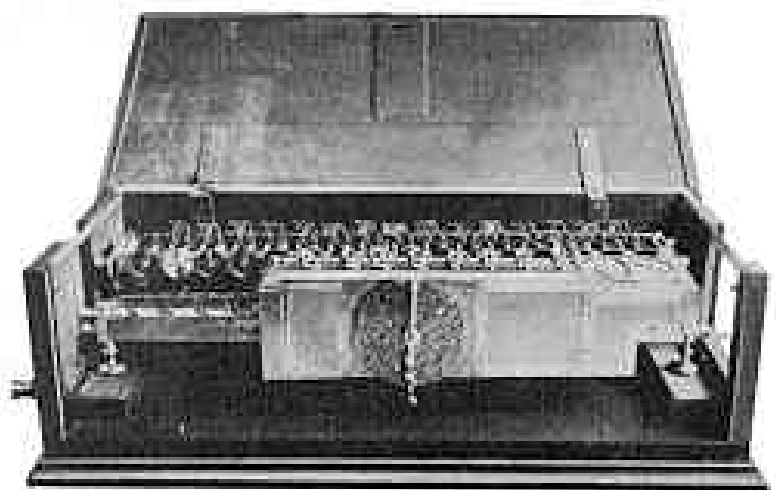
北京大学



工业革命前的机械计算器

■ 莱布尼茨（G.W.Leibnitz, 1646-1716）

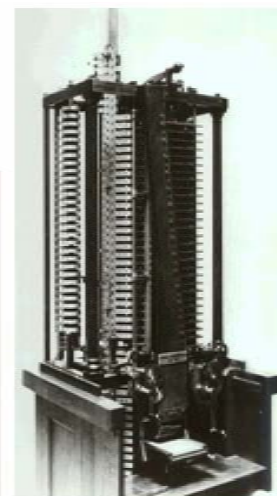
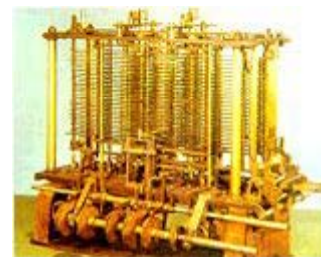
- ◆ 德国伟大的数学家，提出了“二进制”的概念
- ◆ 1673年他在帕斯卡加法器的基础上，建造了一台能够进行四则运算的机械计算机器，轰动整个欧洲。
- ◆ 仍然用齿轮及刻度盘操作，计算结果可以达到16位



北京大学

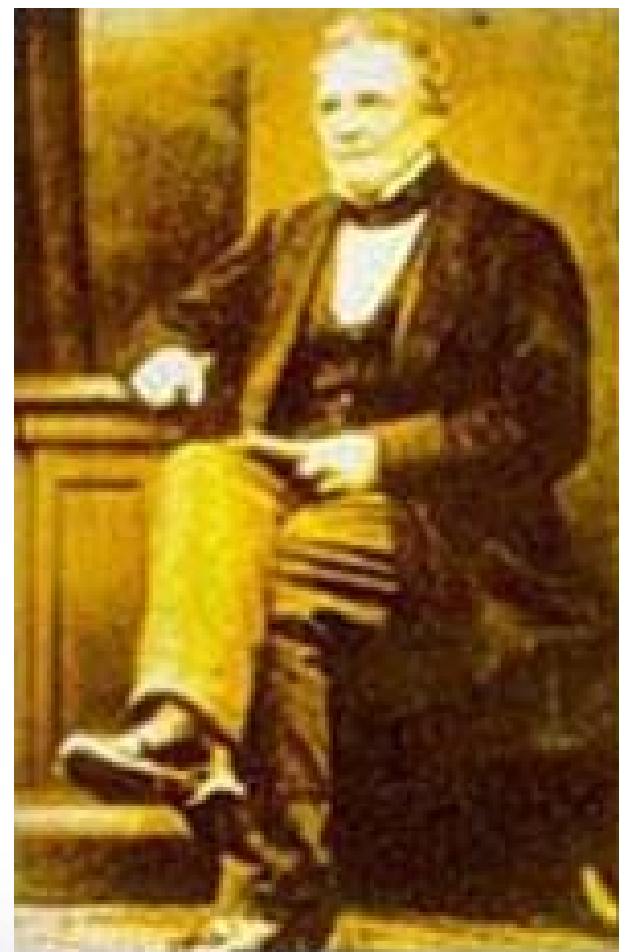
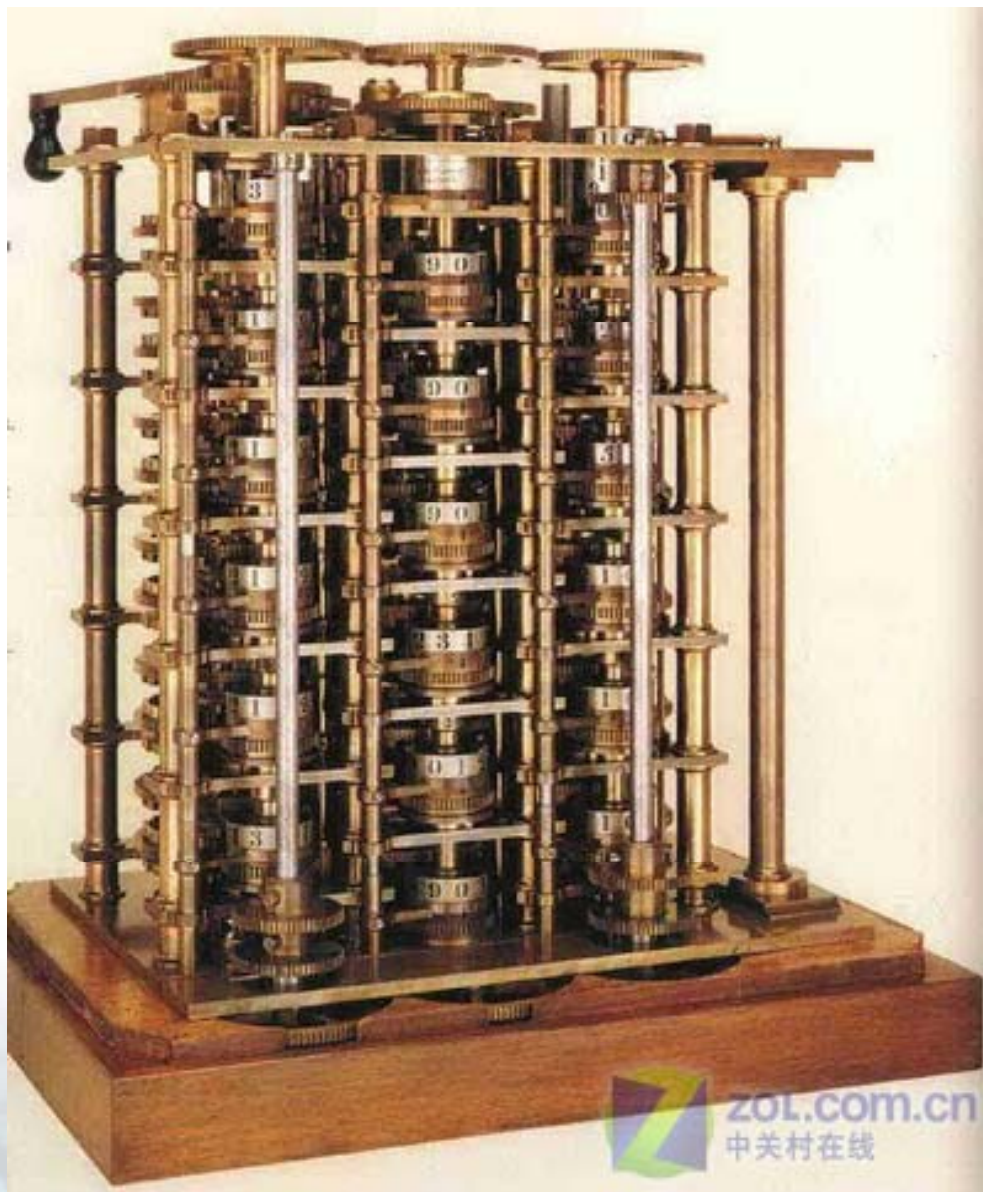
工业革命时代的机械计算器

- 1822年英国科学家**巴贝奇**(Babbage)制造出第一台差分机。
 - ◆ 它可以处理**3个**不同的**5位数**
 - ◆ 计算精度达到**6位小数**
- 1834年巴贝奇提出了分析机的概念
 - ◆ 机器共分为三个部分：堆栈，运算器，控制器。
 - ◆ 企图用机械方式（**蒸汽动力**）实现一般意义下的计算过程
 - ◆ 计算用的程序和数据存储于穿孔卡片上
- **阿达·奥古斯塔**（Ada Augusta）
 - ◆ 为分析机编制了人类历史上第一批计算机程序。





巴贝奇和他的差分机



zol.com.cn
中关村在线



北京大学

机械计算器的不断发展

■ 统计学家霍列瑞斯 (Hollerith)

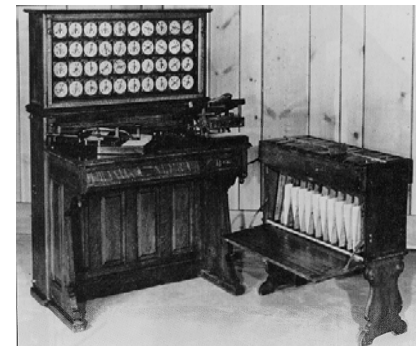
◆ 源自美国人口普查

- 1880年的人口普查1887年才完成
- 1890年的可能需要到1900年才能完

◆ Hollerith制表机（电子穿孔卡片汇总）应运而生，6个月即完成1890年人口普查数据汇总，随后两年内完成所有统计工作

◆ 1896年，Hollerith成立“计算制表记录公司”，1924年改名“国际商用机器公司”

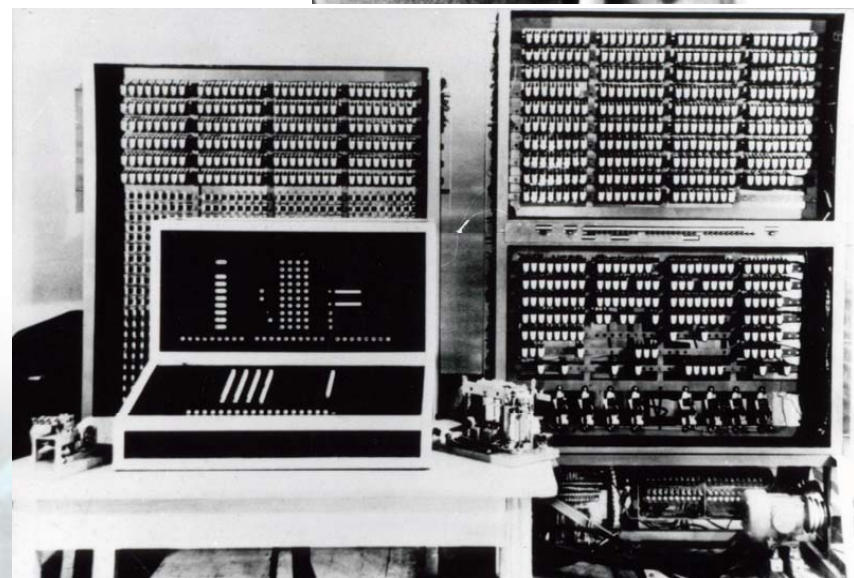
■ 1935年：IBM制造了IBM601穿孔卡片式计算机，该计算机能够在一秒钟内计算出乘法运算。



北京大学

采用电气元件的“计算机原型”

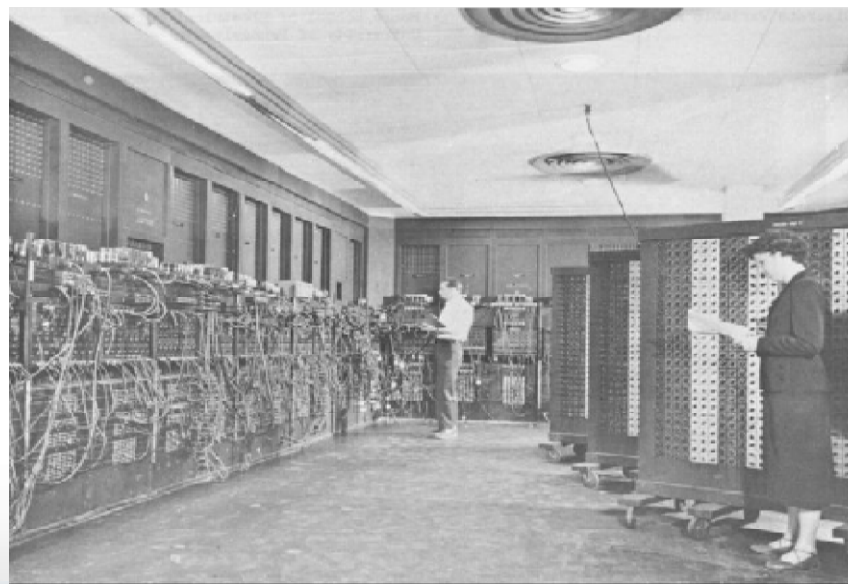
- 1934年德国工程师**楚泽**(K. Zuse)开始研制Z1、Z2、Z3三种型号的计算机
 - ◆ 采用二进制的运算方式
 - ◆ 以继电器为主要元件
- 1941年Zuse完成了Z3的研制工作
 - ◆ 第一台**可编程**的电子计算机。
 - ◆ 可处理**7位指数**、**14位小数**。
 - ◆ 使用了大量的**真空管**。
 - ◆ 每秒种能作**3到4次**加法运算
 - ◆ 一次乘法需要**3到5秒**。





普遍认为的“第一台计算机”

- ENIAC (Electronic Numeric Integrator and Computer)
- 电子数字积分计算机
 - ◆ 宾夕法尼亚大学摩尔学院 莫契利 (J. Mauchly) 和埃克特 (J. Eckert)
 - ◆ 1943年开始, 1945年完成, 1946年2月14日正式启动
 - ◆ 17468只电子管、7200个二极管、70000多电阻器, 10000多只电容器和6000只继电器, 电路的焊接点多达50万个; 174000瓦功耗
 - ◆ 30米长、3米高、30吨重、占地面积为170平方米
 - ◆ 每秒5000次加法可以在3/1000秒时间内做完两个10位数乘法。



北京大学

采用电气元件的“计算机原型”

- 1939年约翰·阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff) 制造了ABC计算机的第一台样机，并提出了计算机的三条原则
 - (1) 以二进制的逻辑基础来实现数字运算；
 - (2) 利用电子技术来实现控制，逻辑运算和算术运算，以保证计算速度；
 - (3) 采用计算功能和二进制数更新存储功能相分离的结构。
- 1942年约翰·阿塔纳索夫与克里福德·贝瑞(Clifford E. Berry) 组装出了ABC计算机
 - ◆ 采用了二进制数
 - ◆ 将电子管器件作为承载数据的媒体
 - ◆ 设计了逻辑电路
 - ◆ 制造了磁鼓来存储数据，发明了可重复的数据存储方法。



Atanasoff-Berry Computer



北京大学



到底是谁发明了计算机？

■ 第一台计算机的制造者？

◆ 1973年的ENIAC专利之争

- 美国法院判决ENIAC不是JM Mauchly & JP Eckert发明的，而是由ABC的研究推导出来的。

◆ 背后的故事

- 1941年6月，Mauchly拜访了Atanasoff，并参观了已接近完成的ABC

■ Atanasoff由此被称为

“电子计算机之父”

- ◆ 这其实也是很有争议的
- ◆ 通常认为 “ABC is a near - miss”

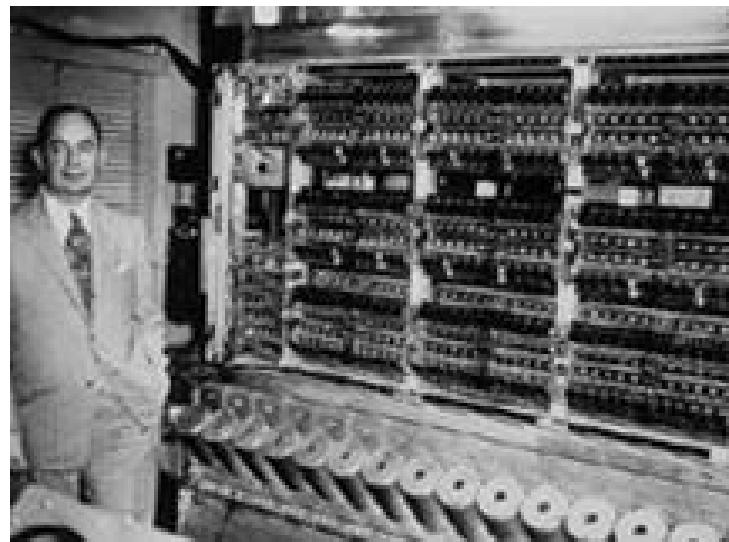


北京大学



从ENIAC到EDVAC

- ENIAC的缺点
 - ◆ ENIAC还**不是存储程序式**的计算机
 - ◆ 编程是通过**手工插接线**的方式进行的
- EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer)
- **电子离散变量自动计算机**
 - ◆ 1945年3月，计算技术的先驱冯·诺伊曼 (John von Neumann) 来到莫尔学院 Mauchly和Eckert进行了两天讨论，拟定了存储程序式的电子计算机的方案。方案经冯·诺伊曼整理后于1945年6月发表——存储程序控制原理
 - ◆ EDVAC于1952年制造完成
 - ◆ EDVAC是世界上**第一台存储程序计算机**
 - ◆ 是所有现代计算机的**原型和范本**



John von Neumann



北京大学



计算机发展史

■ 早期的计算机

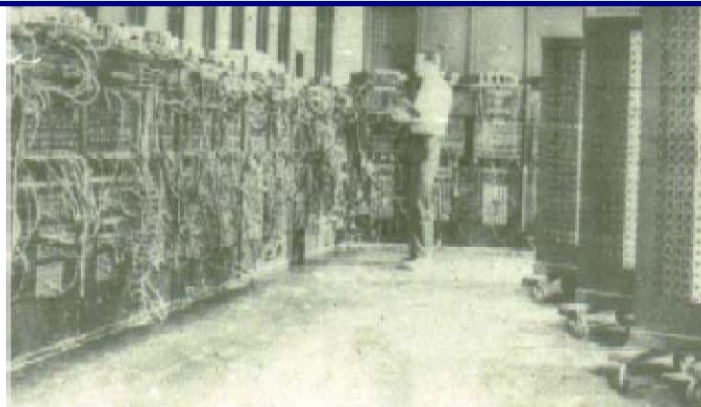
- ◆ 手工计算器
- ◆ 机械计算器
- ◆ 计算机原型

■ 现代计算机

- ◆ 电子管计算机
- ◆ 晶体管计算机
- ◆ 集成电路计算机
- ◆ 超大规模集成电路
- ◆ 未来的第五代

早期目标:

如何实现自动的计算?



当前目标:

计算如何更快速、更方便、更经济



北京大学



第一代计算机

- 时间：20世纪40、50年代
- 主要特点
 - ◆ 使用真空管存储数据
 - 真空管是一种控制真空中电子流动的电子装置
 - 被设置为两个状态以表示0或1
 - 响应比机械快，但**体积大、耗能高、易烧坏**
 - ENIAC有18000个真空管，第一年运行就替换了19000个
- 只能使用0/1进行编程
 - ◆ 111000000100101100110 ...



北京大学



第二代计算机

- 始于20世纪50年代后期

- 主要特点

- ◆ 使用晶体管存储数据

- 晶体管由贝尔实验室于1947年发明

- 功能与真空管类似，但更小、更便宜、功耗更少、更可靠

- ◆ 产生操作系统

- 标准化的硬件资源管理

- 但不可移植

- ◆ 产生高级编程语言

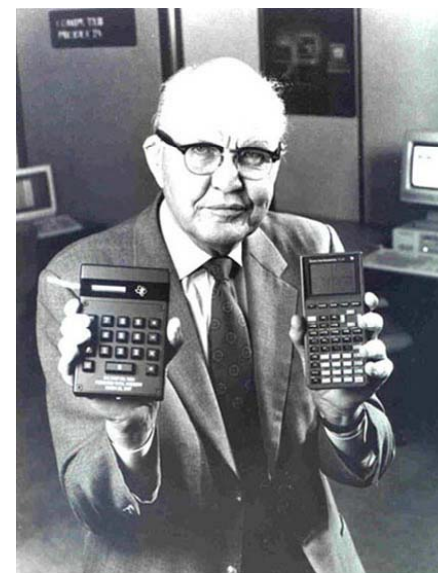
- Fortran, Cobol



北京大学

第三代计算机

- 始于1965年
- 主要特点
 - ◆ 使用集成电路
 - 集成电路可将成千上万的真空管或晶体管压在一个单独的微型芯片上
 - 1958年由德州仪器公司发明
 - ◆ 操作系统可移植
 - ◆ C语言产生



Courtesy Texas Instruments

Jack St. Clair Kilby
杰克 基尔比



清华大学



第四代计算机

- 始于20世纪70年代
- 主要特点
 - ◆ 使用超大规模集成电路
 - ◆ 更快、更小、更便宜
- 第一块微处理器是1971年制造的Intel 4004
 - 2400个晶体管，计算能力与ENIAC相当
 - 但尺寸只有3毫米x 2毫米
 - 而ENIAC尺寸为30米长，3米高
- 计算机发展出现瓶颈
 - ◆ 硬件、软件全方位地出现瓶颈
 - ◆ 第5代计算机正在酝酿中。。。量子计算机、生物计算机



北京大学



摩尔定律



■ 1965年, Gordon Moore

◆ Intel公司创始人之一

- 集成电路芯片上集成的晶体管数目, 每隔18个月翻一番。
- 微处理器的性能每隔18个月提高一倍, 而价格下降一半。
- 用一个美元所能买到的电脑性能, 每隔

◆ 验证

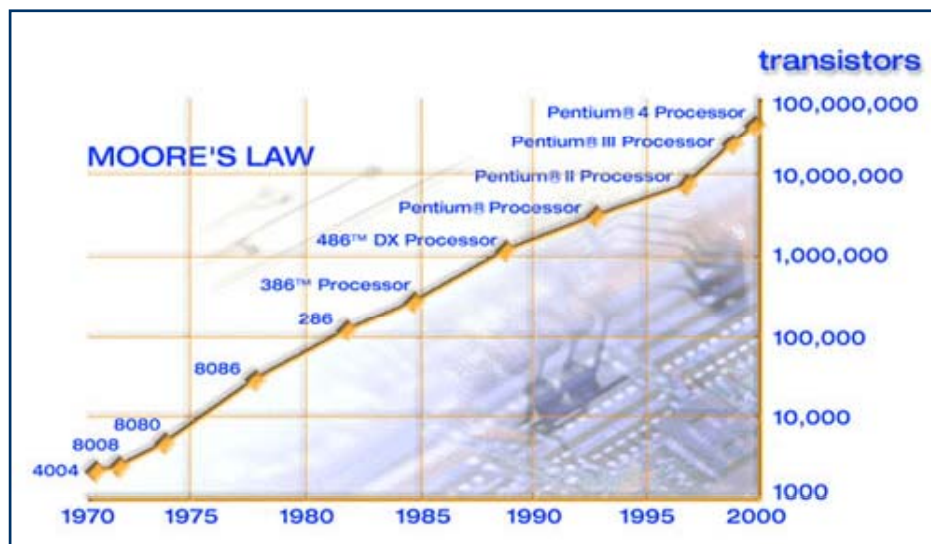
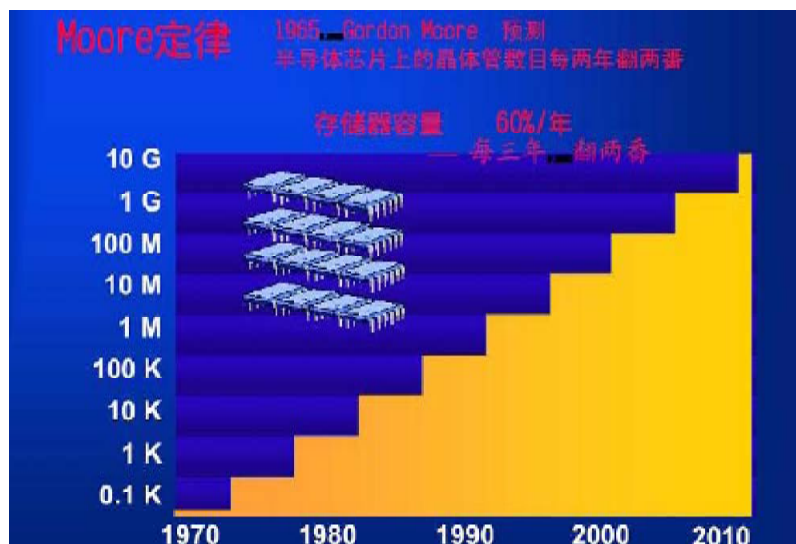
- 1971年4004处理器上的2300个
- 1997年Pentium II处理器上的7.5百万个,
- 26年内增加了3200倍 (定律: 4096倍)

◆ 摩尔定律何时失效?





摩尔定律



	年份	晶体管数量
4004	1971	2,250
8008	1972	2,500
8080	1974	5,000
8086	1978	29,000
286	1982	120,000
386?processor	1985	275,000
486?DX processor	1989	1,180,000
Pentium?processor	1993	3,100,000
Pentium II processor	1997	7,500,000
Pentium III processor	1999	24,000,000
Pentium 4 processor	2000	42,000,000

北京大学



现代计算机

- 全称：“通用电子数字计算机”（General - Purpose Electronic Digital Computer）
 - ◆ 通用：计算机是一种通用信息处理设备，只要有合适的软件，它能适用于各种用途。
 - ◆ 电子：是计算机硬件实现的物理基础，计算机的运行最终都通过电子电路中的电流、电位等实现
 - ◆ 数字化：是计算机的信息表示方式。一切信息，无论原本是数值、文字、图形、声音等，在计算机里都统一到二进制的数字化表示上。数字化是计算机的一种基本特征，是通用性的重要基础。



北京大学

传统计算机分类

■ 微型计算机（microcomputer）

◆ 工作站（Workstation 超级微机）

- 强大的图形功能，用于计算机辅助设计

◆ 个人桌面计算机（PC）

■ 服务器（小型机、中型机）

- ◆ 速度快、存储容量大、稳定、多个处理器，可以为多个用户服务
- ◆ 可以安装Windows系统，大多安装Linux系统
- ◆ 速度较快，一般用于专业领域的桌面计算机



北京大学



传统计算机分类

■ 大型计算机

- ◆ 速度快、体积庞大、价格昂贵，用于一般的大型公司，银行和研究单位，具有很强的管理能力。

■ 巨型计算机

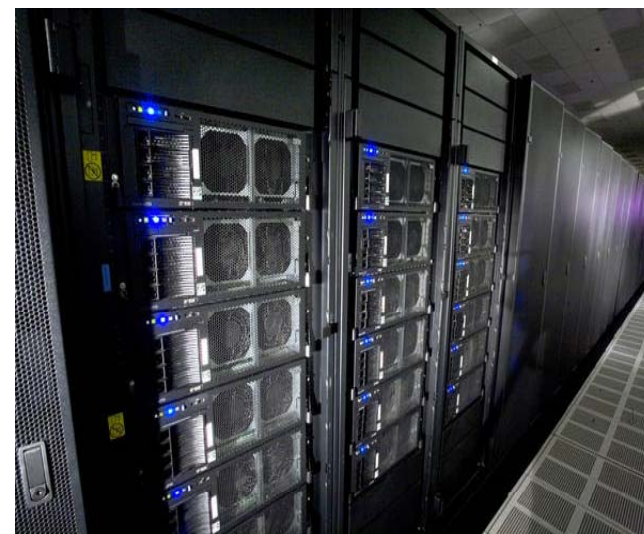
- ◆ 功能最强, 速度最快(几万亿次)
- ◆ n万亿次以上浮点运算 / 秒
- ◆ 天气预报、地震分析、人工智能、数据可视化。
- ◆ 国家科技水平的重要标志



北京大学

关于超级计算机（巨型机）

- 当前处理能力最强的巨型机
 - ◆ Jaguar - Cray XT5-HE
 - ◆ Oak Ridge National Laboratory
(美国能源部 / 核武器安全管理局)
 - ◆ 建成时间：2009年
 - ◆ CPU数目：224162个
 - ◆ 实测峰值速度：1759 万亿次
 - ◆ 理论峰值速度：2331万亿次
 - ◆ 采用的CPU：AMD x86_64
 - ◆ 操作系统：Linux



A look at Jaguar. Image courtesy of the National Center for Computational Sciences, Oak Ridge National Laboratory.



北京大学

关于超级计算机（巨型机）

■ 中国最强的国产巨型机

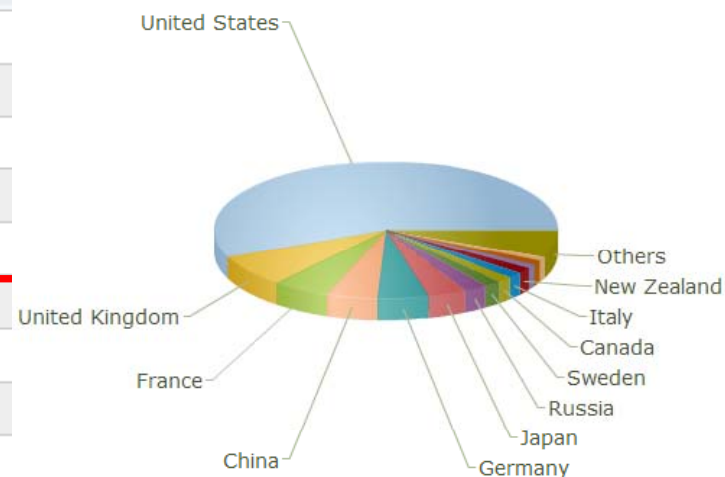
- ◆ Nebulae - Dawning TC3600 Blade
- ◆ 当前全球排名：第二位
- ◆ National Supercomputing Centre in Shenzhen (NSCS)
- ◆ 建成时间：2010年
- ◆ CPU数目：120640个
- ◆ 实测峰值速度：1271万亿次
- ◆ 理论峰值速度：2984万亿次
- ◆ 采用的CPU：Intel EM64T
- ◆ 操作系统：Linux



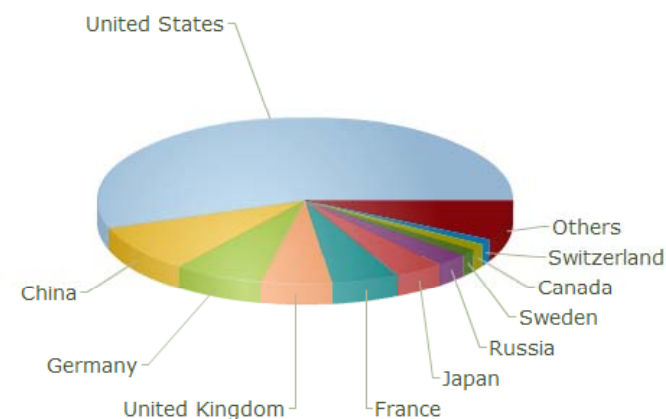
关于超级计算机（巨型机）

Countries	Count	Share %	Rmax Sum (GF)	Rpeak Sum (GF)	Processor Sum
Australia	1	0.20 %	49590	53912	4600
Austria	2	0.40 %	62876	68628	6450
Brazil	1	0.20 %	64630	72397	6464
Canada	7	1.40 %	403950	604484	56192
China	24	4.80 %	2992630	6858786	383976
Denmark	3	0.60 %	81761	153600	16000
Finland	3	0.60 %	130788	185493	17848
France	27	5.40 %	1706870	2416156	278920
Germany	24	4.80 %	2248464	2840713	467068
Hong Kong	1	0.20 %	32325	56672	5600
India	5	1.00 %	283380	384593	30104
Ireland	1	0.20 %	25110	28672	2560
Israel	2	0.40 %	49340	148374	13272
Italy	7	1.40 %	281511	371413	30768
Japan	18	3.60 %	1252711	1572354	149480
Korea, South	1	0.20 %	274800	307439	26232
United Kingdom	38	7.60 %	1785454	2659758	243408
United States	282	56.40 %	17969275	25929760	2971513
Totals	500	100%	32434683.70	48470495.53	5131461

Countries / Systems
June 2010



Countries / Performance
June 2010





Green Top 500

■ 全球最节能的巨型机

- ◆ Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modeling, University of Warsaw (波兰，华沙大学跨学科研究与计算数学建模中心)
- ◆ BladeCenter QS22 Cluster
- ◆ 每瓦运算次数： 536.24 Mflops
- ◆ 功率： 34.63 kw
- ◆ 采用的CPU: PowerXCell 8i
- ◆ 制造商： IBM
- ◆ Top500排名： 422

■ Lenovo DeepComp 7000

- ◆ 每瓦运算次数： 149.60 Mflops
- ◆ 功率： 687.15 kw
- ◆ GreenTop500排名： 94

■ Dawning 5000A

- ◆ 每瓦运算次数： 104.51 Mflops
- ◆ 功率： 1728.00 kw
- ◆ GreenTop500排名： 189



北京大学



We Need Green Computing!

■ How much energy does a google search consume?

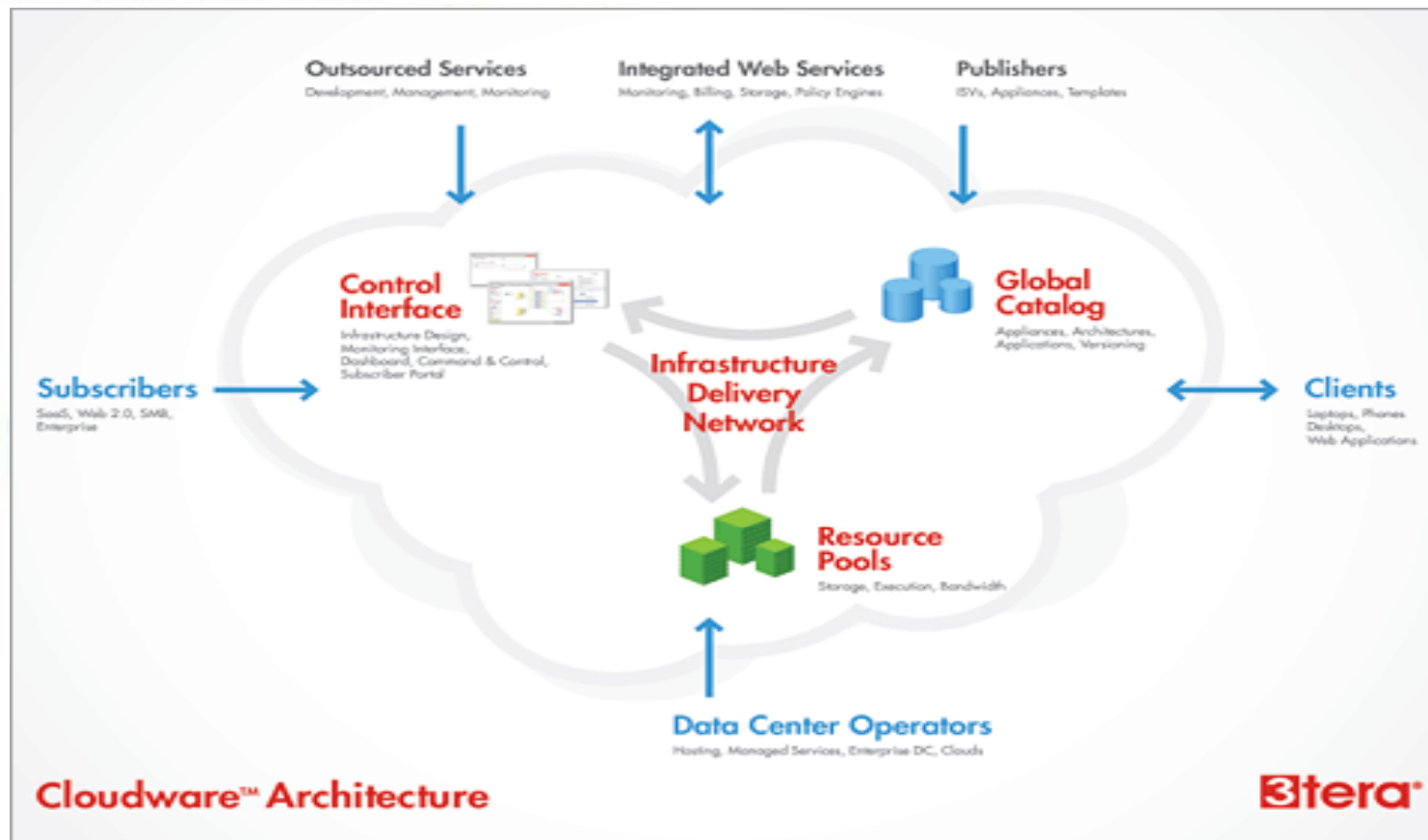
- ◆ A single Google query consumes as much energy as an 11-watt light bulb does in one hour.
- ◆ It consumes as much as preparing a cup of coffee.
- ◆ *"performing two Google searches from a desktop computer can generate about the same amount of carbon dioxide as boiling a kettle" or about 7g of CO₂ per search.*

(Google and you'll damage the planet, Jan 11)



北京大學

新型的计算模式——云计算





作 业

■ 安装并调试编程环境（编程工具软件）

◆ 可选的编程环境

- Microsoft Visual C++ 2010（推荐）
- Visual C++ 6.0
- Eclipse + CDT

■ 抄写程序：

- ### ◆ 程序设计基础（吴版）P.78 程序6_1.cpp



北京大学



好好想想，有没有问题？

谢谢！



北京大学