



# 新型计算机

张瑞祎 张文茜 周敏



1.量子计算机

2.生物计算机

3.光子计算机



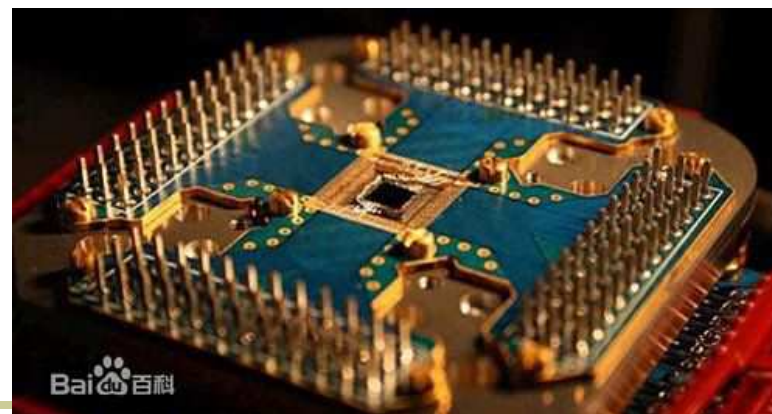
# 量子计算机

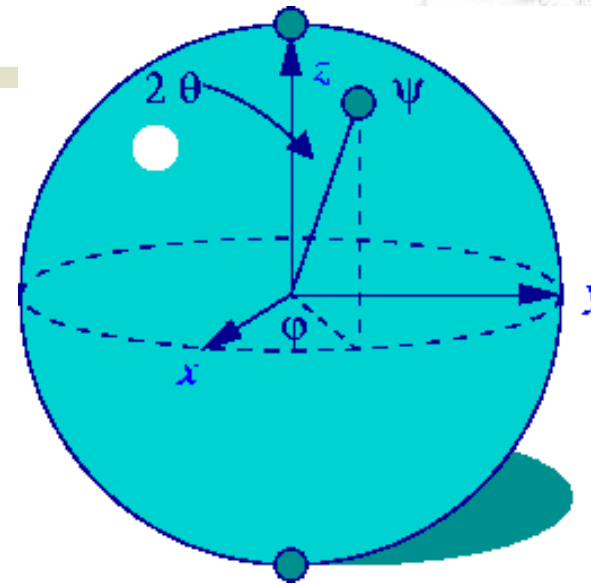
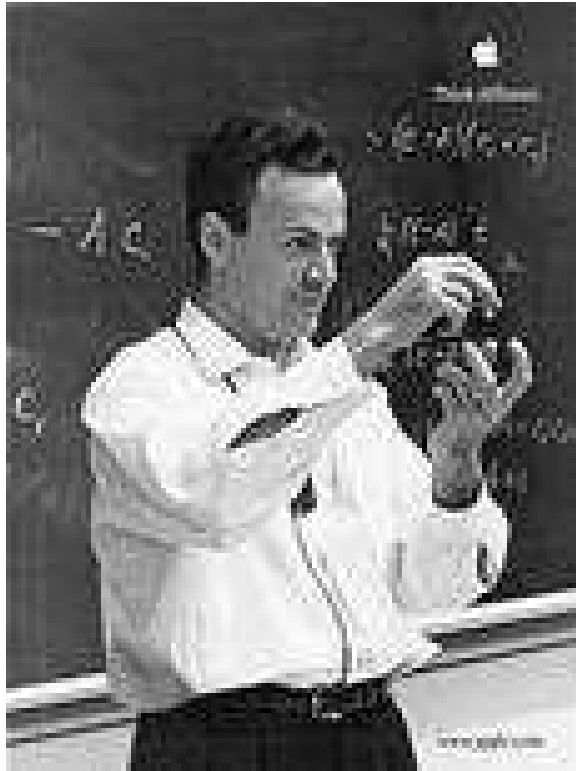


# 量子计算机



- 概念
- 量子计算机（quantum computer）是一类遵循量子力学规律进行高速**数学**和**逻辑**运算、存储及处理**量子信息**的物理装置。
- 处理和计算的是量子信息
- 运行量子算法
- 存储数据的对象是量子比特





布洛赫球面乃一种对于二阶量子系统之纯态空间的几何表示法，是建立量子计算机的基础。



# 量子计算机



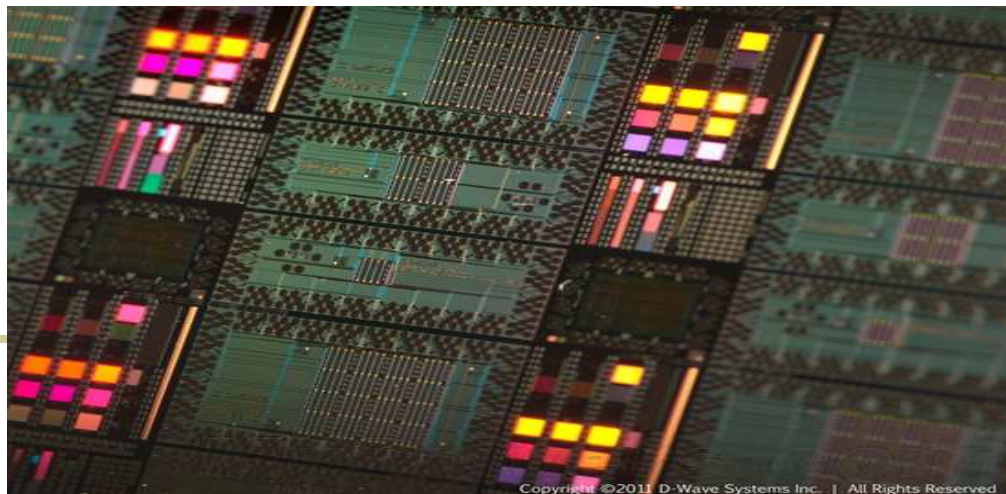
- 经典计算机的局限（运算能力有限）
- 1. 输入态和输出态都是经典信号
- 2. 经典计算机内部的每一步变换都演化为正交态



# 量子计算机



- 量子计算机
- 量子计算机的输入用一个具有有限能级的量子系统来描述。如二能级系统（称为量子比特（qubits））
- 1.量子计算机的输入态和输出态为一般的叠加态，其相互之间通常不正交；
- 2.量子计算机中的变换为所有可能的么正变换。





# 量子计算机



- 量子计算机的难点
- 量子相干性很难保持：
- 量子编码
  - 量子纠错码
  - 量子避错码
  - 量子防错码。
- 微观量子态的操纵困难
  - 原子和光腔相互作用、冷阱束缚离子、电子或核自旋共振等。



# 量子计算机



- 量子计算机的优势
- 运算能力强（并行性）
- 构造出功效高于经典算法的量子算法
- 迄今具有代表性的量子程序设计语言主要有 QCL，qCGL与QML。



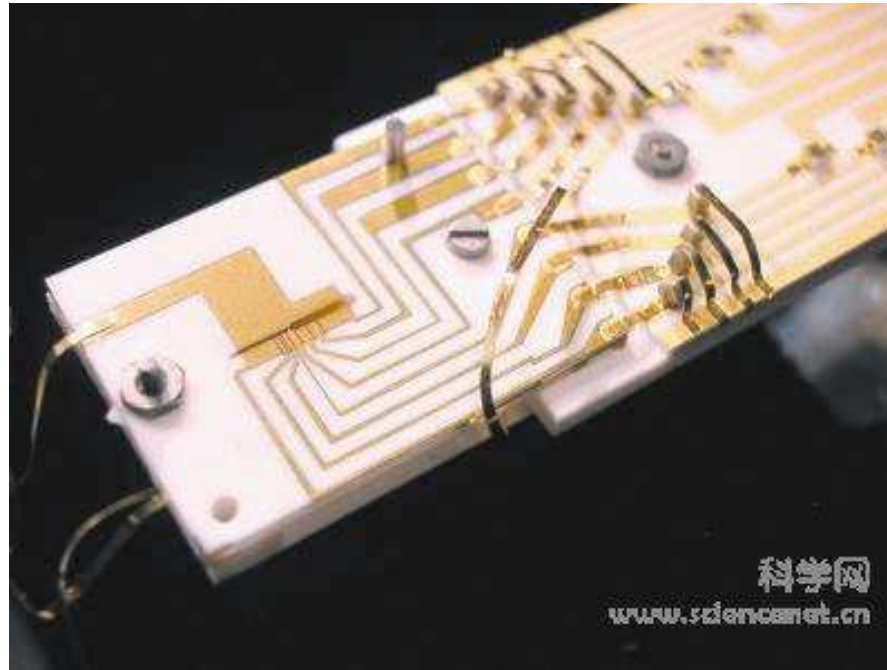
# 量子计算机



- 主要发展历史
- 1920年 量子力学诞生
- 1969年 史蒂芬·威斯纳提出“基于量子力学的计算设备”。
- 1985年 大卫·杜斯提出了量子图灵机模型
- 1994年 彼得·秀尔（Peter Shor）提出量子质因数分解演算法
- 2009年11月15日 世界首台可编程的通用量子计算机正式在美国诞生



# 量子计算机



## 首台通用量子计算机



# 量子计算机



- 商业推广
- 在2007年，加拿大计算机公司D-Wave展示了全球首台量子计算机“Orion（猎户座）”。



Yes, you can have one.

No, you're not dreaming. D-Wave offer the first commercial quantum computing system on the market. We believe in building great things that are as inspiring as they are powerful.

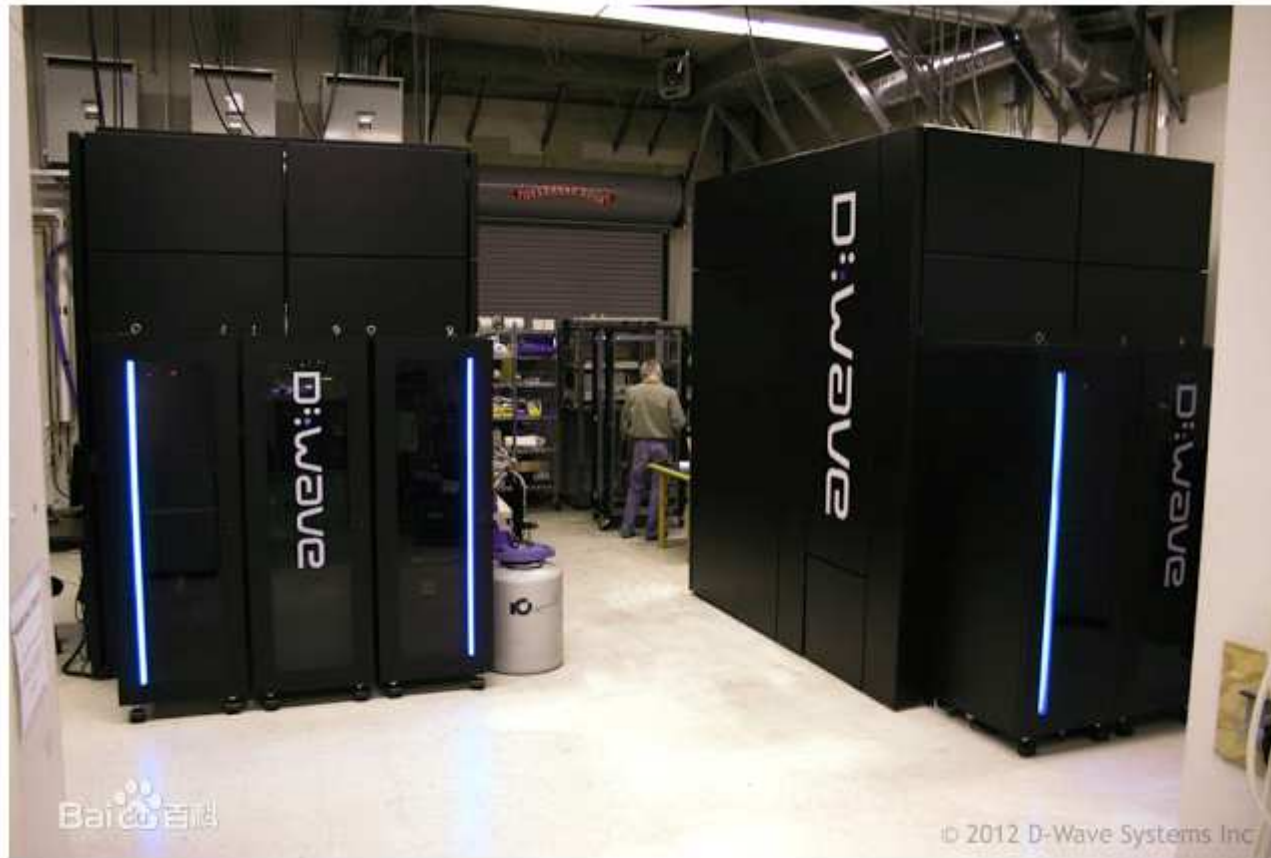
If you're passionate and curious about the future of computation, and you'd like to take a different approach to solving problems, then take a look at our products.

 D-Wave One™ information

2013/11/ 



# 量子计算机



2012新机型

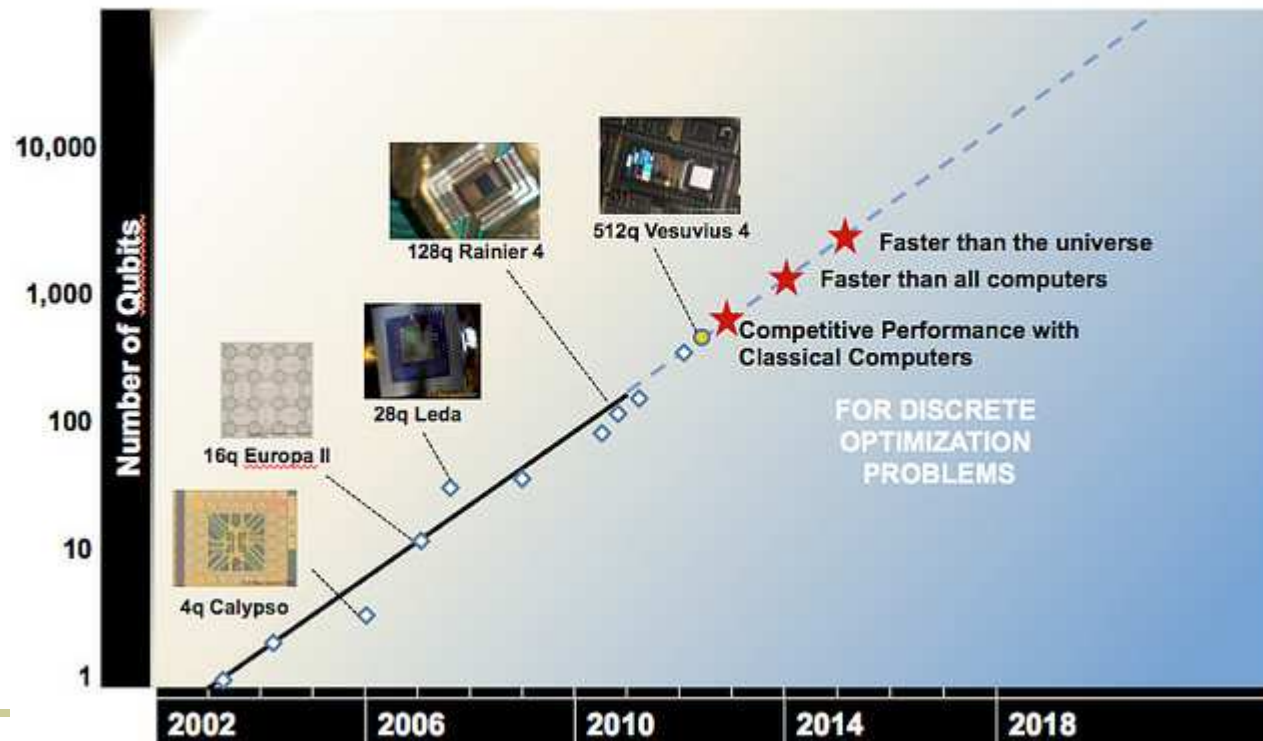


# 量子计算机



## 计算能力发展

### Rose's Law



2013/11/15

"Quantum computers have the potential to solve problems that would take a classical computer longer than the age of the universe." — Professor David Deutsch, Oxford



南京大學

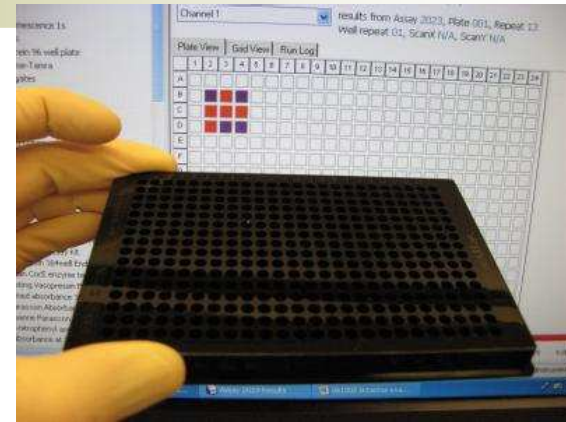
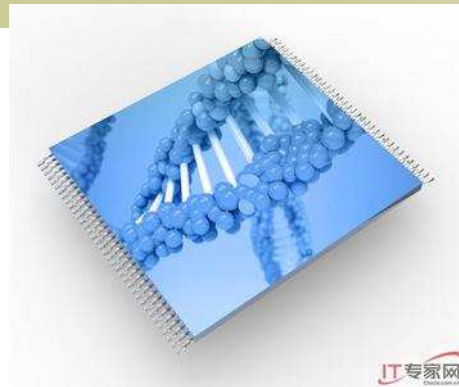
NANJING UNIVERSITY



# 生物计算机



- 生物计算机（biological computer）又称仿生计算机(bionic computer)。
- 以生物芯片(蛋白质芯片)取代在半导体硅片上集成以万计的晶体管制成。

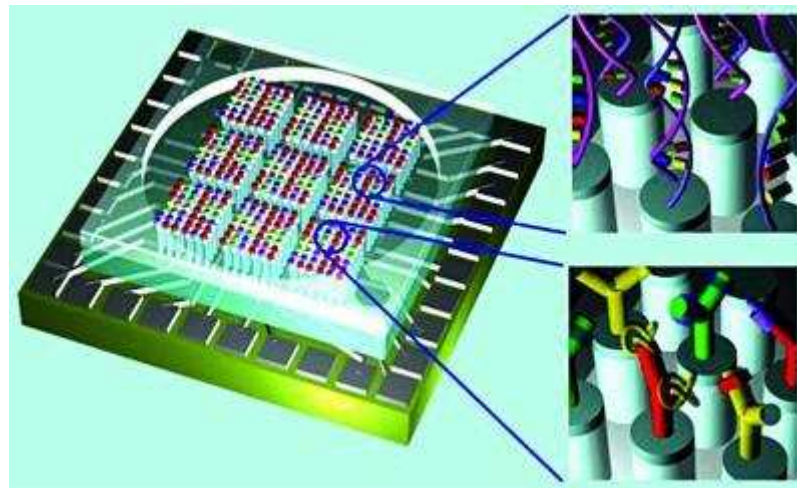




## 生物计算机的优点



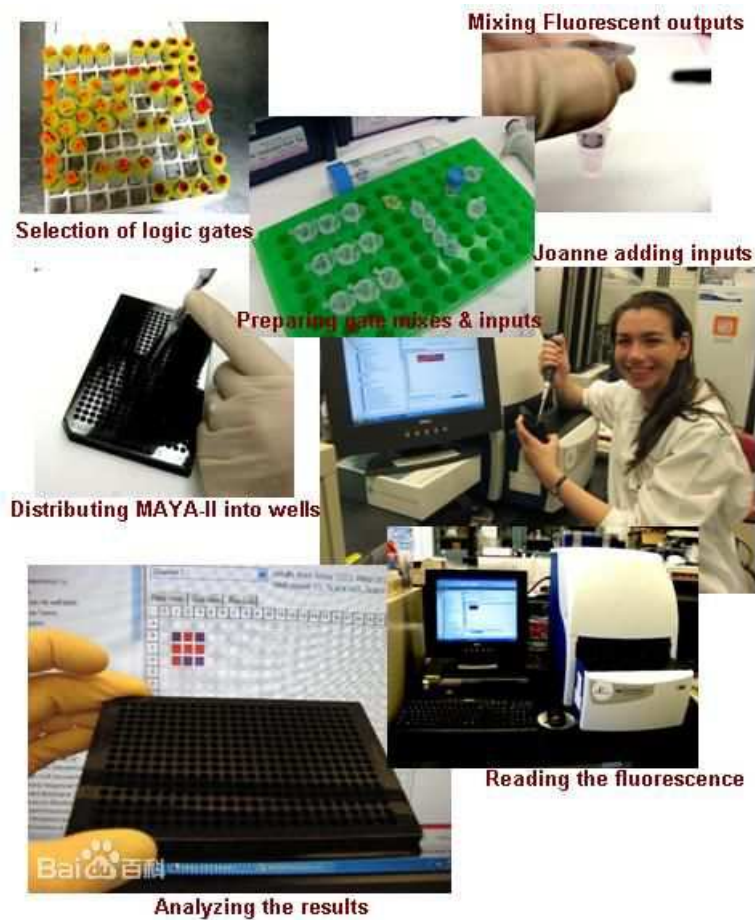
- 体积小，功效高。在一平方毫米的面积上，可容纳几亿个电路
- 具有自我修复功能
- 利用化学反应工作，只需要很少的能量
- 不发热，无干扰

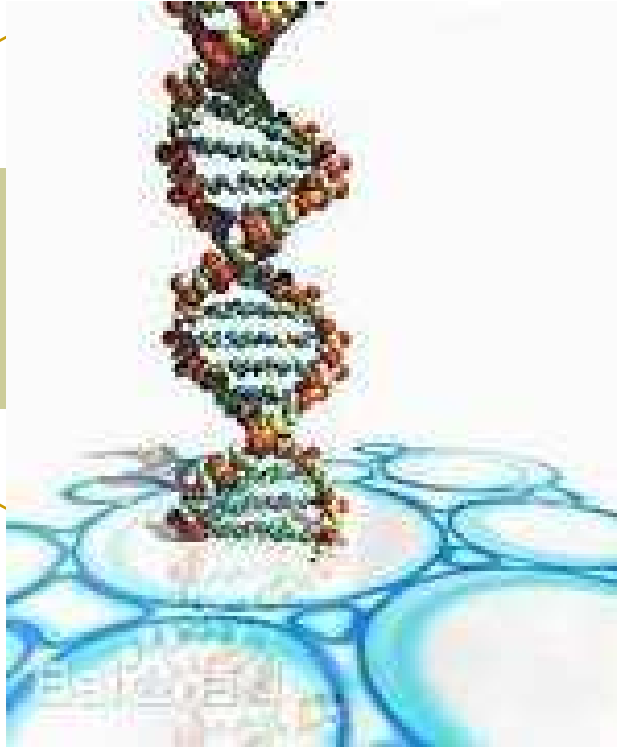




## ■ 从中提取信息困难

- 例子：一种生物计算机24小时就完成了人类迄今全部的计算量，但从中提取一个信息却花费了1周。这也是目前生物计算机没有普及的最主要原因。





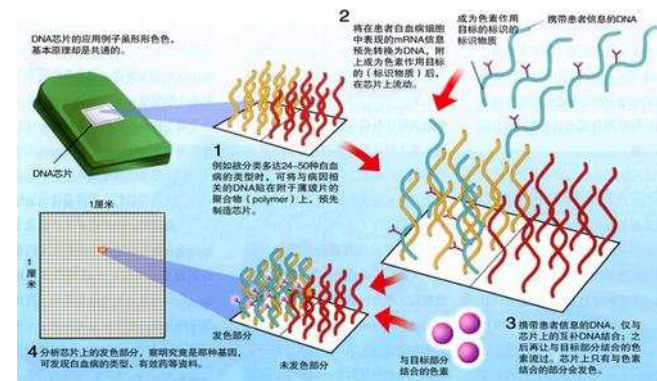
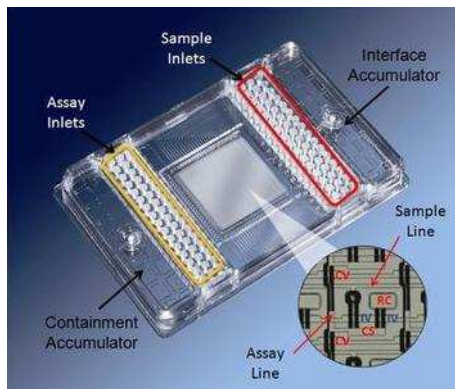
- DNA（脱氧核糖核酸）的资料储存及运算能力可能远远超过目前电脑所使用的硅晶片
- 1毫克DNA的存储功能大约相当于1万片的光碟片



## 关键因素二



- DNA还具有在同一时间处理数兆个运算指令的能力
- 每一个遗传物质片断就是一个微型计算工具，因此生物计算机能同时进行数千次甚至上百万次计算





# 生物计算机的发展



- 1983年，美国公布了研制生物计算机的设想之后，立即激起了发达国家的研制热潮。
- 当前，美国、日本、德国和俄罗斯科学家正在积极开展生物芯片的开发研究。
- 从1984年开始，日本每年用于研制生物计算机的科研投资为86亿日元。



- 生物计算机诞生在即



2013/11/15

Institute of Computer Software  
Nanjing University



## 我国第一台生物计算机面世



- 2010年8月17日，上海交通大学大学生命科学研究中心和中科院上海生命科学院营养科学研究所经过两年多协作攻关，最近已在试管中完成了DNA计算机的雏形研制工作

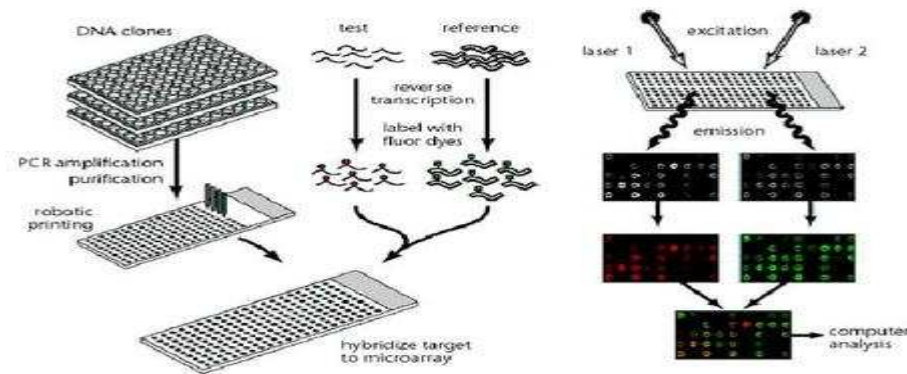




# 研究方向



- 一是研制分子计算机，即制造有机分子元件去代替目前的半导体逻辑元件和存储元件
- 另一方面是深入研究人脑的结构、思维规律，再构想生物计算机的结构





# 前景

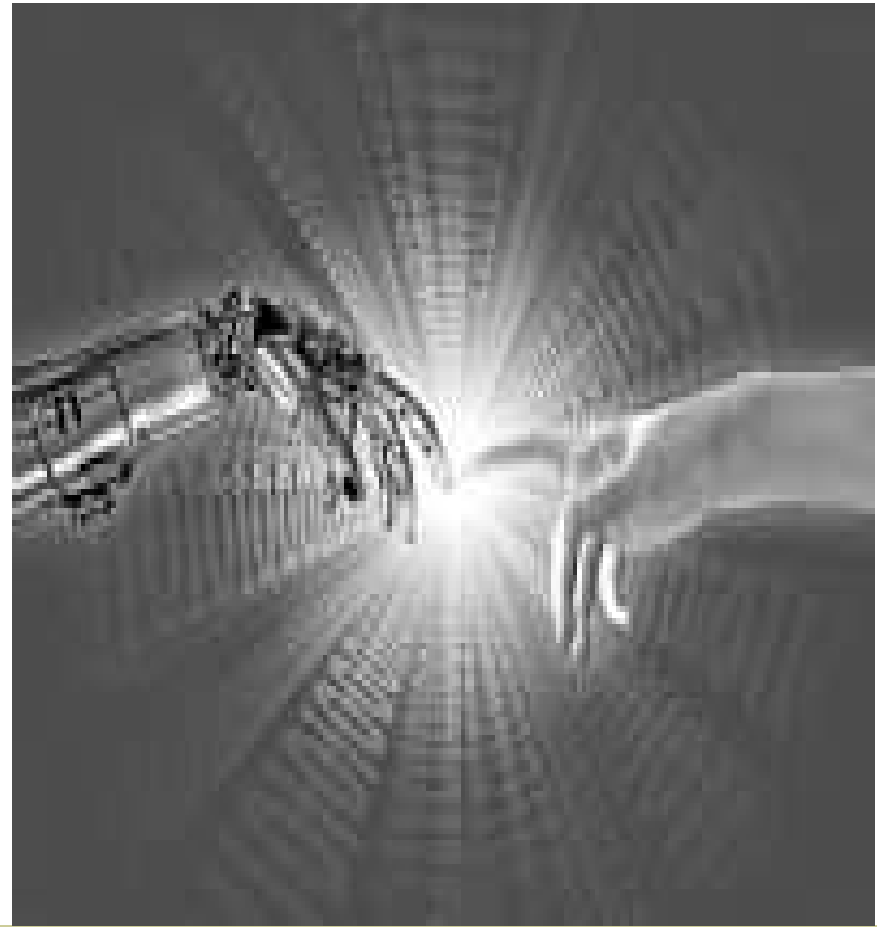
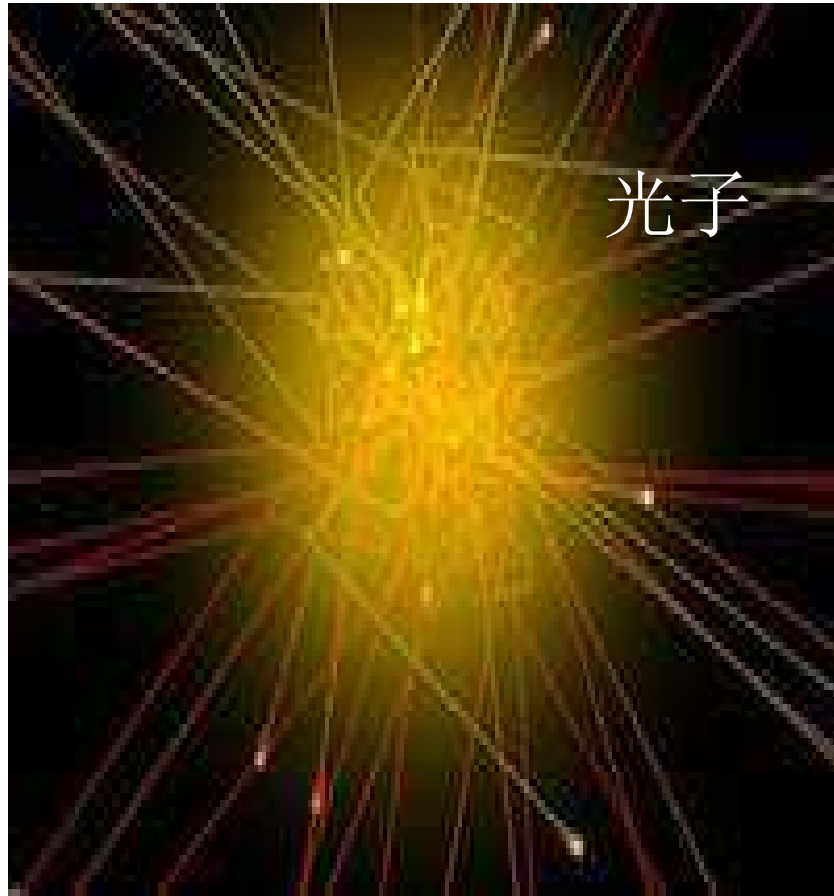


- 生物计算机一旦研制成功，可能会在计算机领域内引起一场划时代的革命！





# 光子计算机





# 光子计算机



- 理论结构
- 与电子计算机的竞争优势
- 发展历史与现状
- 研究瓶颈



# 光子计算机的理论结构



- 以光子代替电子，光运算代替电运算
- 光子计算机是一种由**光信号**进行数字运算、逻辑操作、信息存贮和处理的新型计算机。
- 光子计算机的基本组成部件是**集成光路**。



# 竞争优势



- 光子不带电荷  
它们之间不存在电磁场相互作用

光子没有静止质量

既可以在真空中传播，也可以在介质中传播，



# 竞争优势



- 超高速的运算速度
- 超大规模的信息存储容量
- 能量消耗小，散发热量低
- 光子计算机还具有与人脑相似的容错性。



# 光子计算机发展现状



- 美国贝尔实验室宣布研制出世界上第一台光学计算机。  
它采用砷化镓光学开关，运算速度达每秒**10亿**次。
- 模拟式光子计算机
- 数字式光子计算机



# 模拟式光子计算机



- 直接利用光学图像的二维性。应用于图像处理、目标识别和人工智能等方面
- 这种光子计算机现在已用于卫星图片处理和模式识别工作
- 美国以前提出的星球大战计划，就打算发展这种计算机来识别高速飞行的导弹图像。



# 数字式光子计算机



- 采用电子计算机中已经成熟的结构，只是用光学逻辑元件取代电子逻辑元件，用光子互连代替导线互连。
- 全新的，以并行处理（光学神经网络）为基础的结构。



# 发展瓶颈



- 用一条光束来控制另一条光束变化的光学晶体管这一基础元件。
- 如何控制光子的移动
- 光存储技术、光互连技术、光电子集成电路
- 最大幅度地提高光子计算机的运算能力是当前科研工作面临的攻关课题。



# Q&A