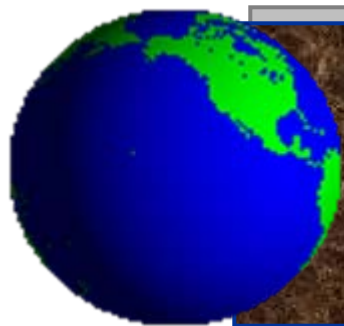
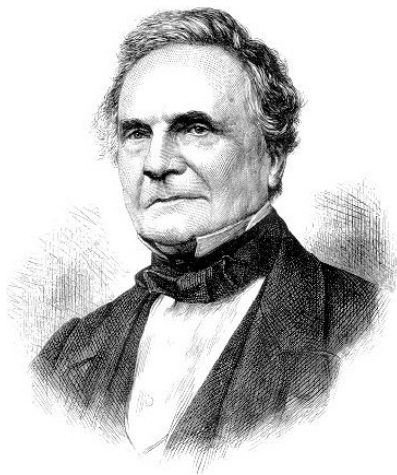


# 信息科学技术的发展前景 ——兼谈研究生的学习和科研



李国杰  
中国科学院计算技术研究所  
2010.09.09

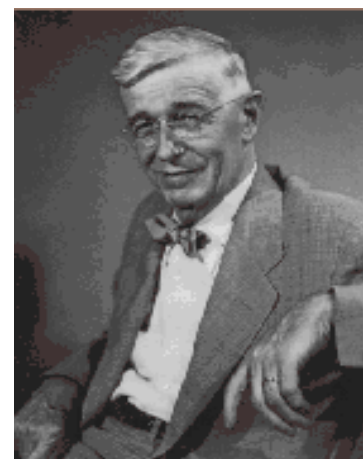
# 信息科学技术面临重大突破



巴贝奇追求：高  
高性能；高可靠  
高效率；低成本



图灵追求：深  
像人一样聪明  
更善解人意

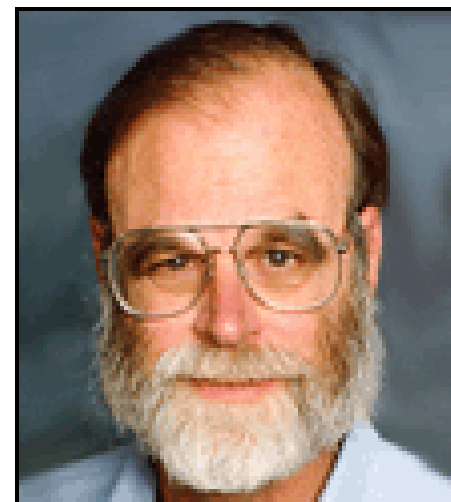


万·布什追求：广  
广泛普及  
方便获取信息

发展信息科学技术的三方面追求

# Jim Gray提出的12个科学问题

1. **Scalability**: 设计一个硬件或软件结构, 使其性能增加百万倍. (速度提高 $10^6$ 倍或解决的问题规模扩大 $10^6$ 倍)
2. **The Turing Test**: 造一台计算机通过图灵测试
3. **Speech to text**: 像人一样能听
4. **Text to speech**: 像人一样能说
5. **See as well as a person**: 像人一样能看
6. **Personal Memex**: 记录一个人耳闻目见的所有信息, 需要时就能及时获取.

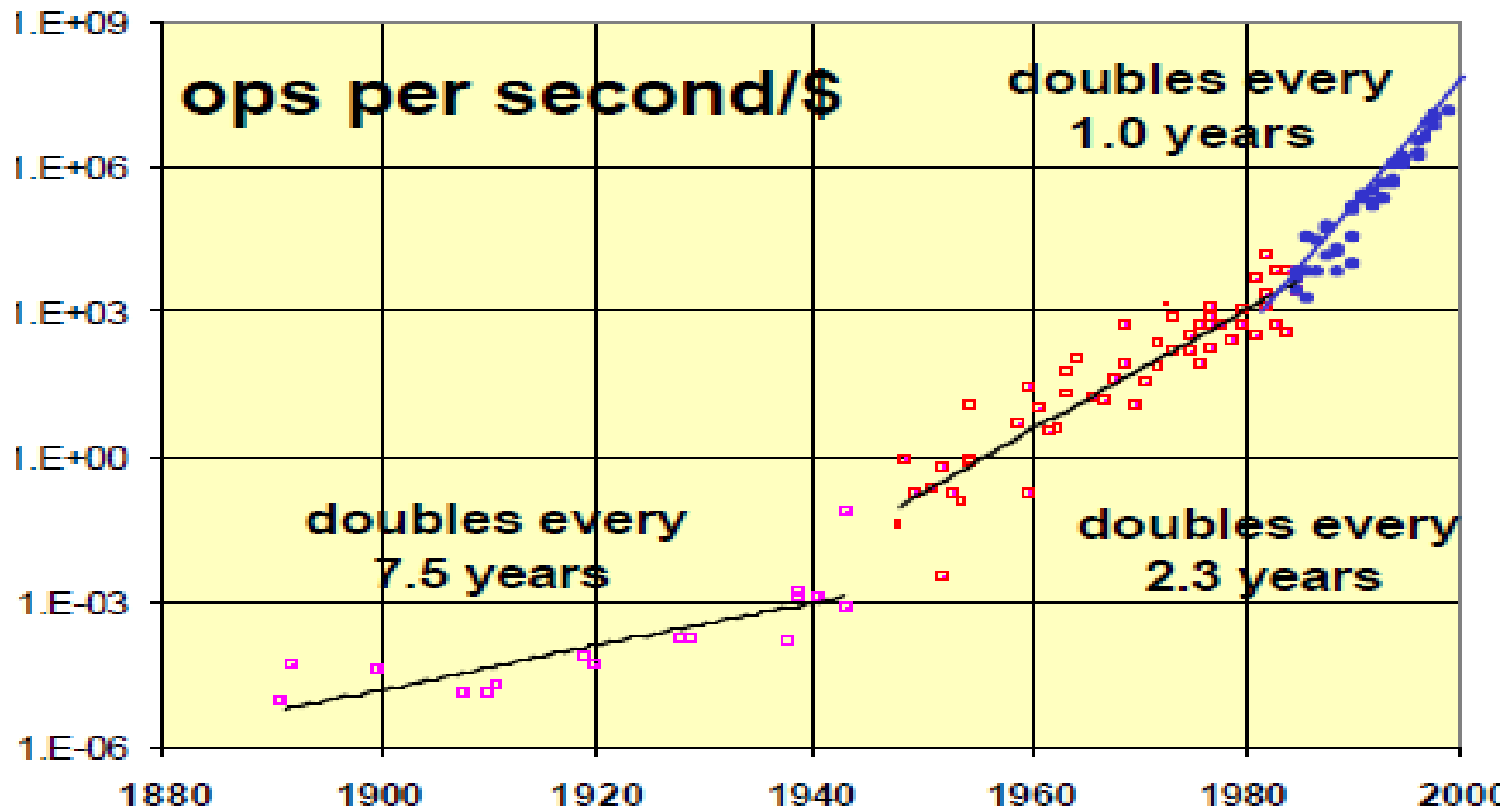


1998年图灵  
奖得主, 数  
据库技术奠  
基人之一

# Jim Gray提出的12个科学问题

7. **World Memex**: 构造一个系统, 使其能像人类专家一样能对许多文本、音乐、图像、电影做精确的总结并回答有关问题
8. **TelePresence**: 在远处能像现场一样有身临其境的感受, 与远处的环境交互.
9. **Trouble-Free Systems**: 构造一个系统可以被数百万人使用但只需要一个人用部分时间管理
10. **Secure System**: 保证问题9 的系统只给授权用户使用, 系统中的信息不会被窃
11. **AlwaysUp**: 保证系统100年中宕机时间不超过1秒钟99.999999%的可用性 (8 个9)
12. **Automatic Programmer**: 设计一种描述语言或用户界面能做到
  - (a) 使人表达设计容易1000倍
  - (b) 能自动编译
  - (c) 能描述所有的应用,系统能对应用进行推理, 回答有关例外和说明不完全的问题而且容易使用

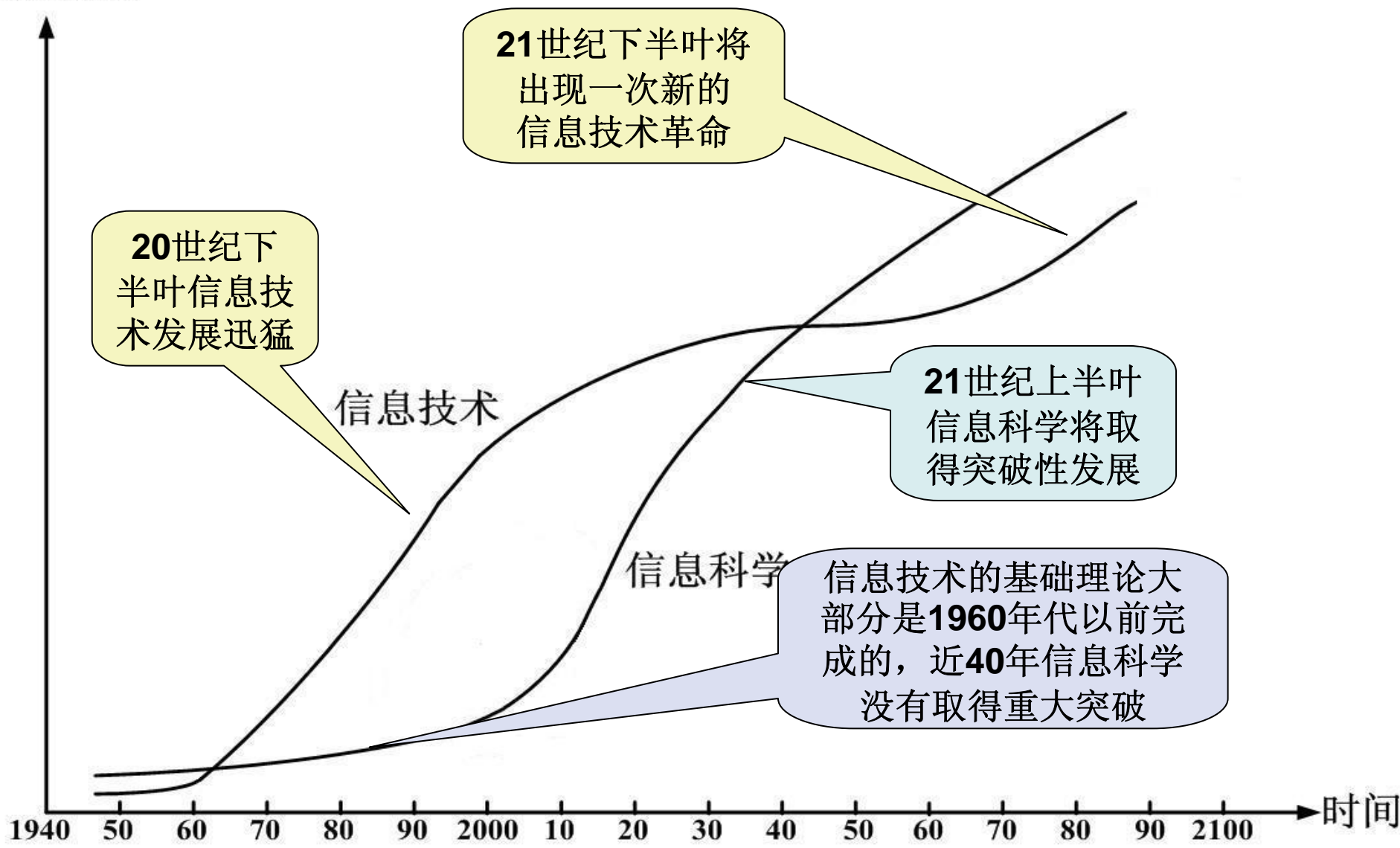
# 信息技术指数级增长100年



- Exponential Growth Means Constant Radical Change

# 20-21世纪信息科学与技术发展态势示意图

发展程度





# 科学院2050年路线图

## 对信息技术的基本判断

- 通过一年多的战略研究工作，我们做出的最基本的判断是：信息技术不会像机械和电力技术一样，经过半个世纪的高速发展以后，就变成以增量改进为主的传统产业技术，而是**面临一次新的信息科学革命**；在**整个21世纪**，信息科学与技术将与生物、纳米、认知等科学技术交织在一起，**继续焕发出蓬勃的生机**，引领和支撑国民经济的发展，改变人们的生活方式。
- 不论是集成电路、高性能计算机，还是互联网和存储器，**10-20年内都会遇到只靠延续现有技术难以逾越的障碍**（**信息技术墙**），孕育着新的重大科学问题的发现和原理性的突破。



# 当前信息技术面临三座高墙

The image shows three brown brick walls standing on a road, with a green hill in the background. Each wall has a white text label. The first wall on the left is labeled '挖掘并行性和可扩展的困难', the middle wall is labeled '信息处理的高功耗', and the third wall on the right is labeled '复杂信息系统安全可靠性的低'.

挖掘并行性  
和可扩展的  
困难

信息处理  
的高功耗

复杂信息系统  
安全可靠性的低

# 信息领域的技术突破重点方向

可扩展到亿级并行度  
惠及数十亿用户

可扩展性



低功耗

可靠安全

低功耗的信息系统

高可信的信息系统

# 2020—2030年之间可能出现的“技术墙”

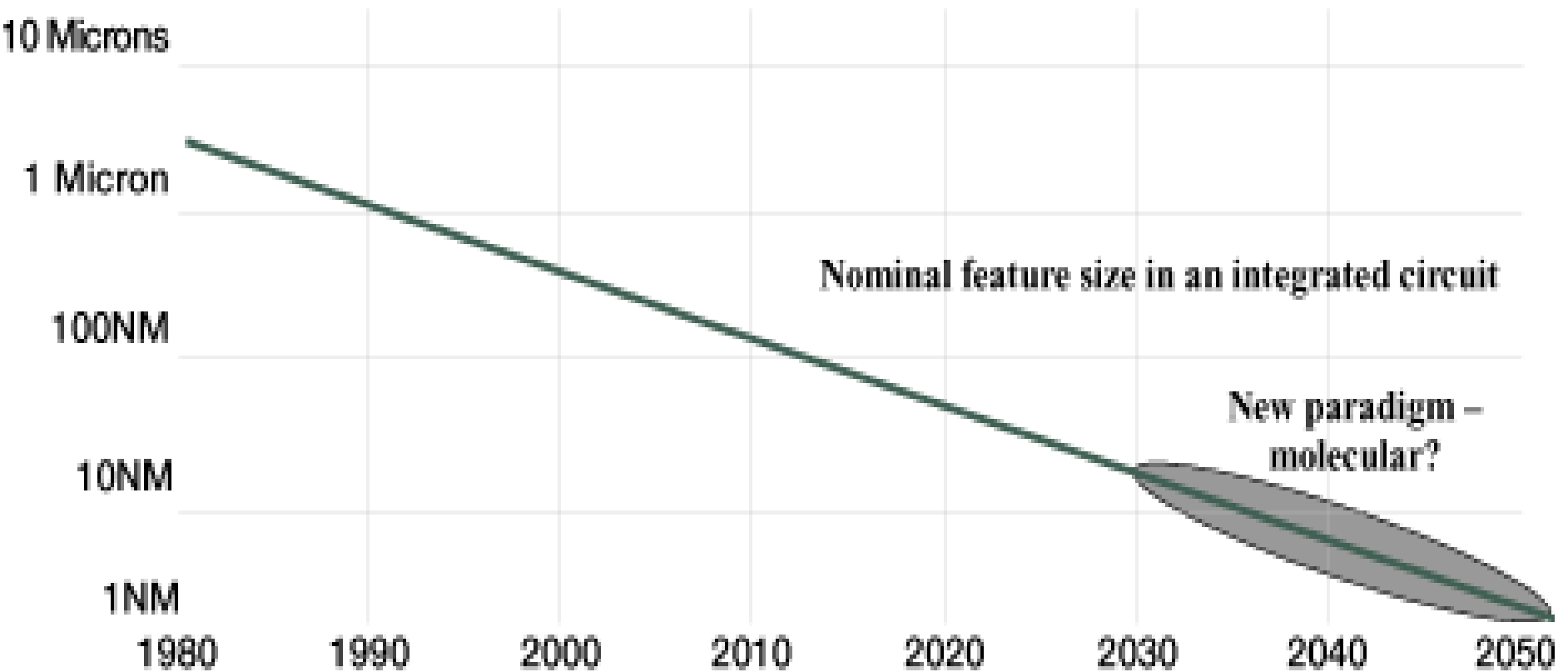
- ▣ 许多信息技术不约而同地将在2020-2030年之间出现难以逾越的障碍。
- ▣ 到2020年左右，摩尔定律将不再有效，集成电路正在逐步进入“**后摩尔时代**”，我们必须更多地从Beyond CMOS中寻找新的出路。
- ▣ 计算机正逐步进入“**后PC时代**”，终端设备将从“**高大全**”向“**低小专**”（“专”指个性化）转变，**降低功耗**是首要目标。
- ▣ 2020年以后，超级计算机的“**千倍定律**”将失效，只在现有的技术基础上做改进，2030年肯定做不出Zettaflops级（ **$10^{21}$  flops**）水平的计算机。
- ▣ 进入“**后IP**”时代是不可避免的发展过程，可能需要20年时间才能真正突破TCP/IP协议的局限。

# 10-15年的战略机遇期

■ 2020以前要积极探索攻克“**信息技术墙**”的核心技术，重点解决信息系统的可扩展性、低能耗、安全性和易用性等难题；2020年以后，什么技术将成为新的主流技术就会逐步明朗；**2020到2035年将是信息技术改天换地的大变革期**；2035到2050年，符合科学发展观的新的信息网络体系会逐步形成。

■ 这样的结论给我们的重要启示是，从现在开始，**历史留给我们难得的机遇期只有10-15年左右**。如果我们错过这15年，就很难在21世纪上半叶成为信息产业的强国，必将对我国的现代化进程产生十分不利的影响。

# 硅集成电路已进入纳米领域， 何去何从的创新空间很大

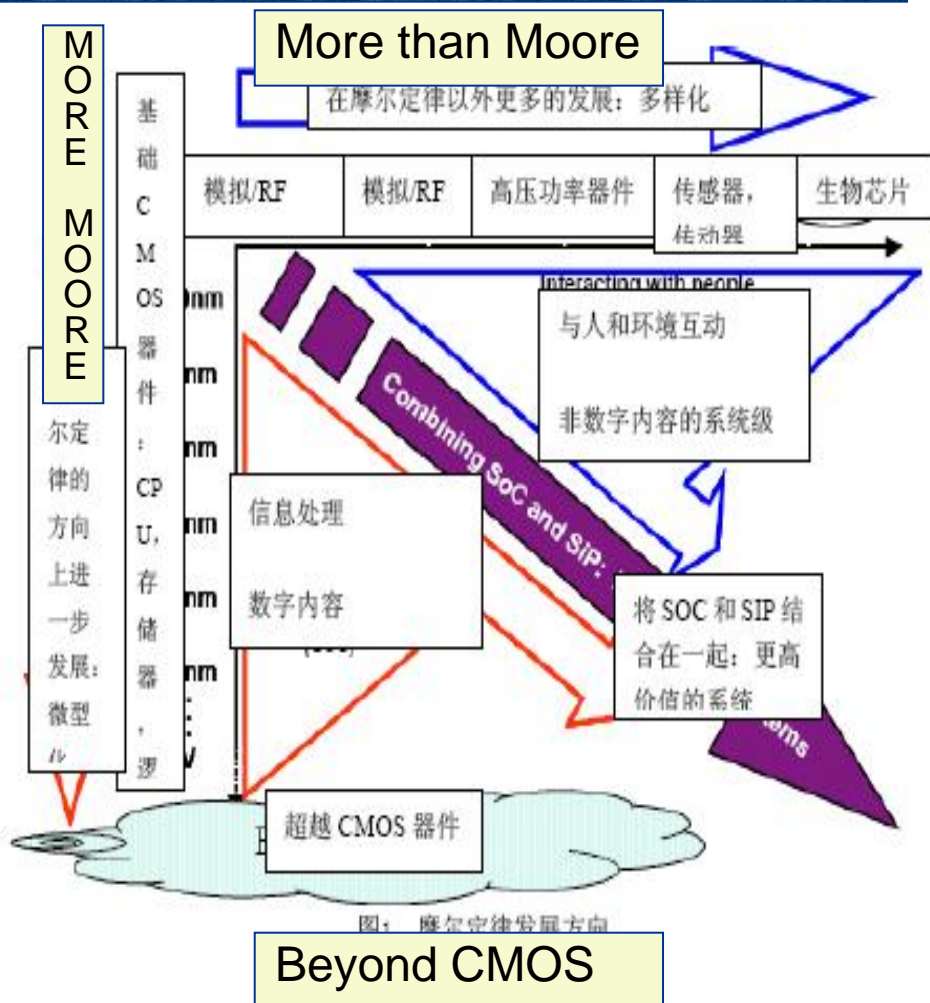


*Definitions: Micron = one millionth of a meter; Nanometer (NM) = one billionth of a meter*



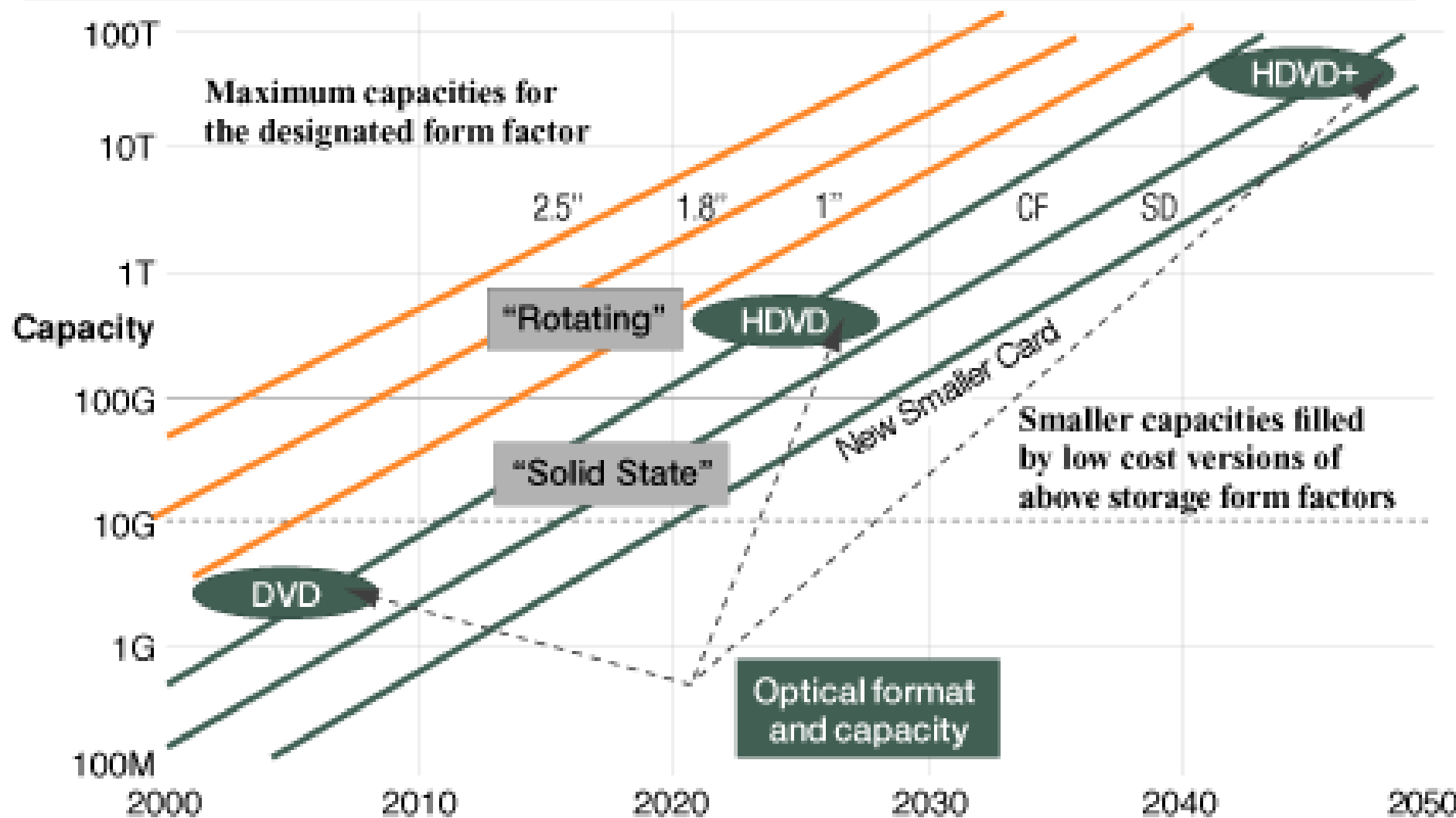
# 信息器件与系统面临 变革性升级换代

- 器件与设备是构成网络设施的基础。传统的器件与设备在**功耗、成本和复杂性方面已遇到巨大障碍**，基于CMOS的器件技术已接近物理极限，急切期待**颠覆性的新技术**。
- 我们不但要借助纳米、超导等变革性技术发展微电子、光电子和光子器件，还必须从计算模型和计算机系统结构层面考虑如何有效地利用量子、生物等新兴技术。





# 存储器更接近材料科学和物理学 原始创新的空间很大



# 忆阻器：缺失的第四种器件

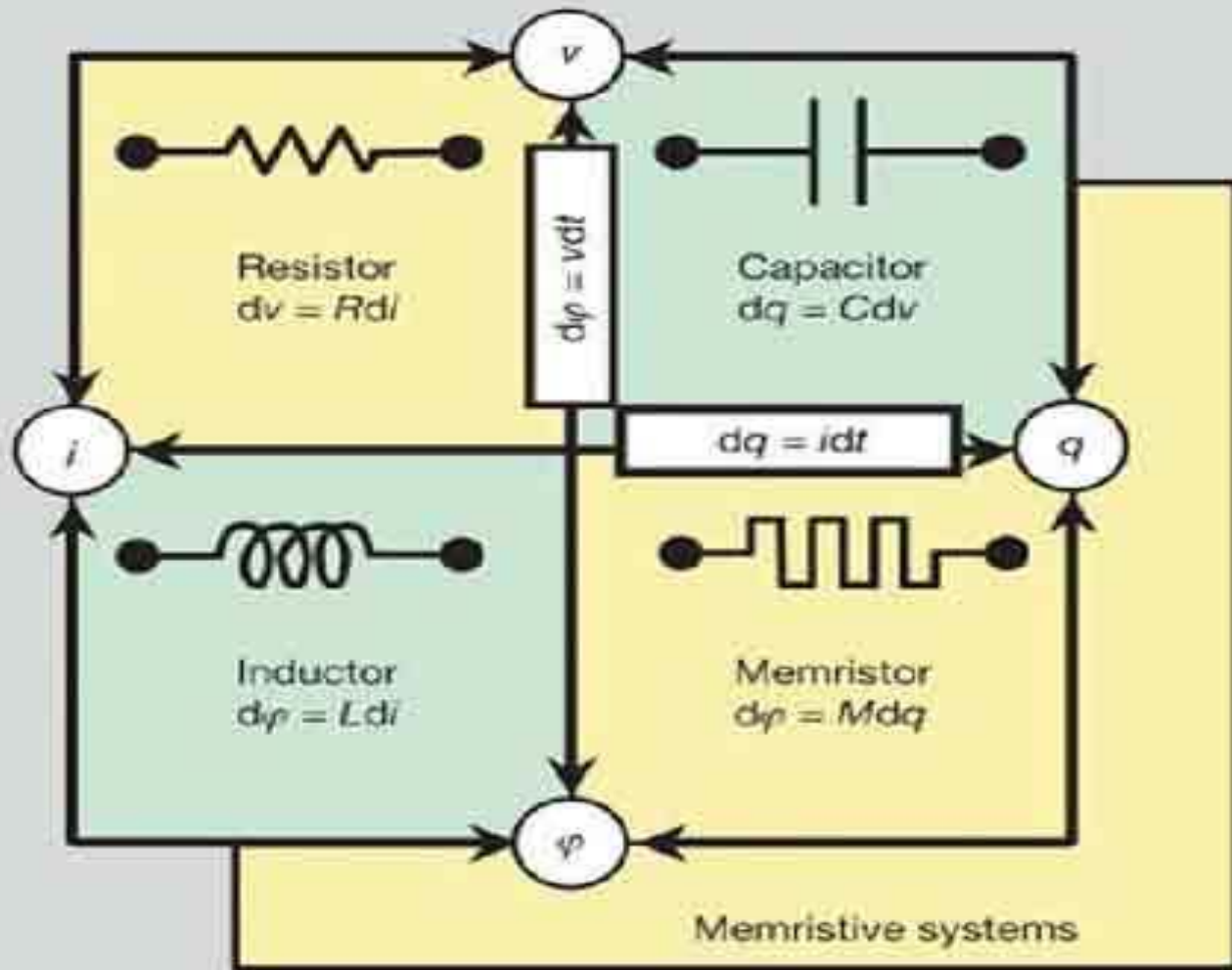
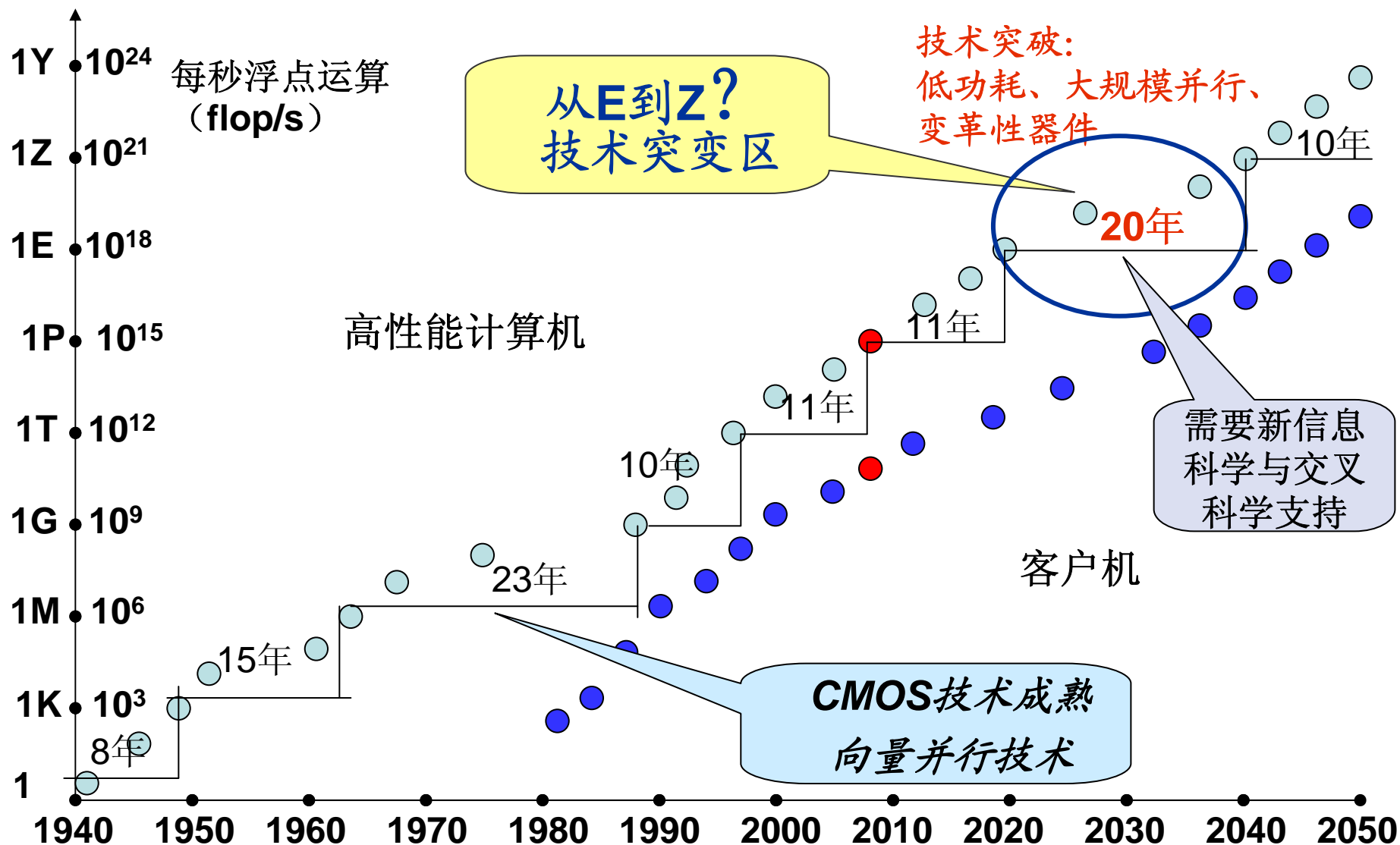


Image: J. J. Yang/HP Labs

# 高性能计算的技术突变区



# 美国的UHPC项目

- ▣ DARPA启动普适高性能计算（UHPC）项目，意在开发新的计算架构和编程模型，将超级计算机系统性能在现有基础上提高上千倍，而且编程要更加简单。性能功耗比要提高100倍（50Gflops/w）
- ▣ DARPA选中的UHPC项目研发带头人共有四家，分别是NVIDIA、Intel、MIT计算机科学与人工智能实验室、波士顿与桑迪亚国家实验室，预计2018年完成原型系统。
- ▣ 按目前的技术水平，一个E级系统差不多每小时一次故障（微处理器平均无故障时间200万小时）；总成本超过40亿元（百万颗处理器20亿元，四百万内存条12亿元）。

# 挖掘并行性是对信息科学的巨大挑战

时间	2020年	2030年	2050年
器件	CMOS	纳米量子器件	量子、生物分子
计算速度	Exaflops ( $10^{18}$ )	Zettaflops ( $10^{21}$ )	>Yottaflops ( $10^{24}$ )
并行度	$10^{8-9}$	$10^{10} - 10^{12}$	$10^{13} - 10^{15}$
内存容量	25PB	EB ( $10^{18}$ B)	ZB ( $10^{21}$ B)
功耗	40MW	MW	MW
用途	核聚变模拟 蛋白质折叠等	地球模拟 生命科学等	MEMS优化 脑科学模拟等

2010

2020

2030

2050



# 这一场“并行革命”可能失败

- ▣ 人生三件很不愿做又不得不做的事：纳税、死亡，并行处理！
- ▣ 2007年1月，Stanford大学校长，计算机体系结构领域的权威学者 John Hennessy在ACM杂志上指出：“当我们谈论并行性和轻松地使用真正的并行计算机时，我们是在谈论一个计算机科学家面对的最困难的问题，如果我在计算机企业，我将感到恐慌。”
- ▣ IT产业从一个高成长的产业变成一个等待替代产品的产业，我们怎么办？如果软件不能有效地利用几十甚至上千个片内CPU核，计算机就不可能更新换代了，这是一个巨大的危机。



# 被扔进历史垃圾桶的并行计算机

## Corporations Vanishing



Myrias  
1991



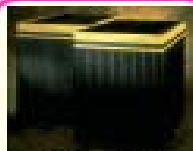
BBN  
1997



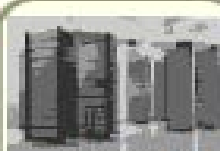
Multiflow  
1990



ESCD  
1990



Convex  
Computer  
1994



Kendall  
Square  
Research  
1996



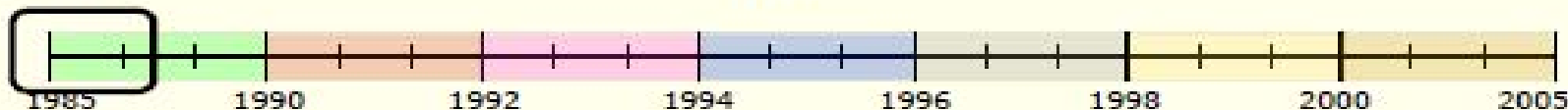
MasPar  
1996



Cray Research  
1996



nCube  
2005



1989  
ETA



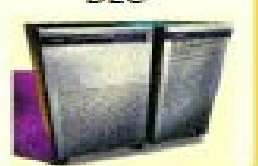
1992  
Meiko Scientific



1994  
Thinking



1995  
Pyramid



1998  
DEC



1999  
Sequent

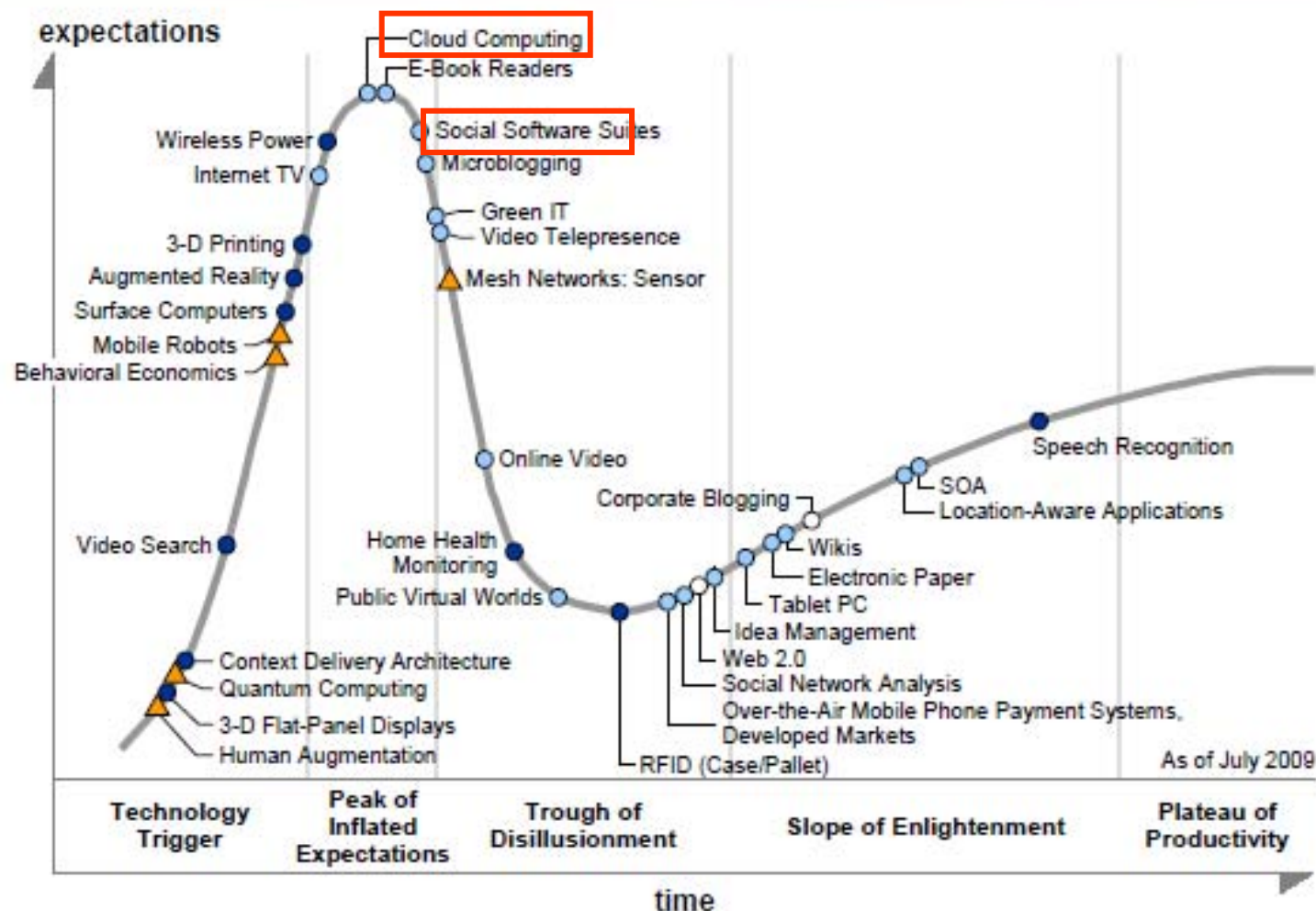
# 信息社会的三个阶段

- ▣ 信息社会1.0: 1946-1980, 即**Simulation**时代, 主要是将物理世界数字化后建立数学模型, 通过计算和数据处理方法, 对自然界存在的规律进行模拟仿真。这是一个计算世界(**computation world**), 是对人类认知的一种数字化, 这个数字世界与人类社会、物理世界是正交的。
- ▣ 信息社会2.0: 1980-2010, 即互联网时代, 通过移动数据的方式, 将人类社会中真实的工作与生活搬到网域空间(**Cyberspace**), 其本质是通过互联网实现人与人之间的通信(**Internet of people**)。这里的算法不是独立的, 而是交互算法网络 (**a network of interacting algorithms**), 存在着“涌现”现象。信息社会2.0将信息化扩展到了人类社会。

# 信息社会的三个阶段

- ▣ **信息社会3.0：2010-2040**，物联网时代（也可称泛在网时代），通过在物理世界（含人造物）的物体中融入(**Embodiment**)计算与通信设备，以及智能算法，让物体与物体之间能够互连，在事先无法预知的场景中进行判断，实现物与物之间的交互作用。其本质是以融入和泛在、人机物三元世界的交互为特征，将**信息化扩展到物理世界**，实现信息化与工业化的无缝融合。
- ▣ 如果信息社会**1.0**时的计算系统的**种类**是**哺乳动物**的话，信息社会**2.0**时就是**鱼类**，信息社会**3.0**时就是**昆虫**；计算系统的多样性是新的挑战。

# Emerging Technologies Hype Cycle 2009

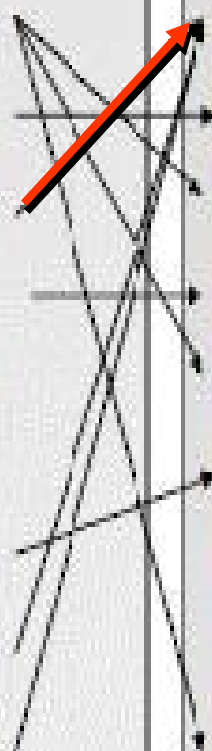


## Top 10 Strategic Technology Areas for 2009

1. Virtualization .....
2. Business Intelligence .....
3. Cloud Computing .....
4. Green IT .....
5. Unified Communications .....
6. Social Software and Social Networking .....
7. Web-Oriented Architecture ..
8. Enterprise Mashups .....
9. Specialized Systems .....
10. Servers — Beyond Blades .....

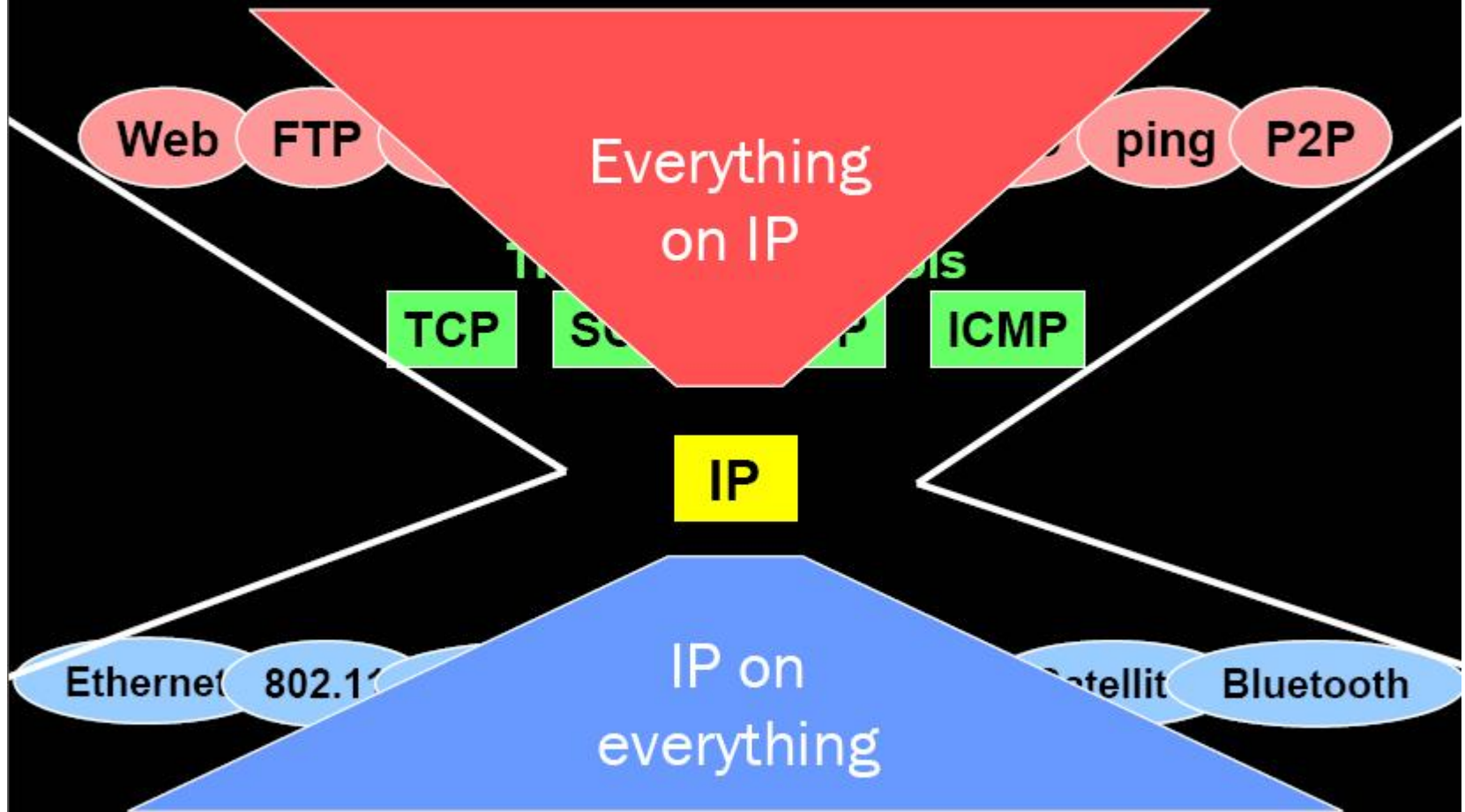
## Top 10 Strategic Technology Areas for 2010

1. Cloud Computing
2. Advanced Analytics
3. Client Computing
4. IT for Green
5. Reshaping the Data Center
6. Social Computing
7. Security — Activity Monitoring
8. Flash Memory
9. Virtualization for Availability
10. Mobile Applications





# the Internet hourglass



*From: David Alderson CALTECH , NSF Find meeting, Dec. 2005*



# 国际上开展的未来网络研究



US

FIND

- Research funding program aiming at establishing future Internet architecture
- Clean-slate approach
- Focusing on comprehensive research of network architecture design
- Many small projects are adopted and converged to a few full-scale architectures. Those architectures will be examined on GENI infrastructure.

GENI

GENI Initiative

- Succeeding to the result of Planet Lab
- Programmable
- Aiming at innovation by fundamental reconsideration of service architecture to overcome problems of current Internet
- Research scopes: Security, Mobile / Wireless, Sensor NW, etc.
- Trying to secure budget from MREFC
- International collaboration is also in a scope.



EU

FP7

- R&D funding program to support to secure technological improvement and competitiveness of universities and companies in Europe

< Related projects >

1. The network of the future
2. Service and software architectures, Infrastructures and Engineering
3. Secure, Dependable and Trusted Infrastructure
4. Networked Media



GÉANT2

- Giga-bps R&D network covering all over Europe area, funded by EU committee.
- Interconnecting 34 NRENs in EU.
- Over 3,000 research organizations in Europe can share information about research activities.
- Migration to GEANT3 is planned in 2008; improving bandwidth and functionality.



Japan

AKARI

NICT promotes NWGN research activity "AKARI Architecture", aiming at implementation of NWGN via establishing new NW architecture / design and experiments. The concept paper of NWGN architecture was published in Apr 2007. NICT established Strategic Headquarter for NWGN R&D in Oct 2007 to build up strategic roadmap of R&D and to promote it.



JGN2 → JGN2plus

- R&D testbed network operated by NICT with nation-wide access points, utilized to R&D activities and experiments through collaboration of industry, academia and government.
- Contributing to human resource development in ICT area via experience of practical experiments.
- NICT modifies existing JGN2 network and starts operation of "JGN2plus" from next fiscal year, as a testbed for NWGN researches, R&D of NW technology, etc.

# 美国未来网络研究FIND计划 希望解决的五个问题

▣ 网络是否要继续采用**分组交换**；

▣ **端对端原理**是否要改变

◆ 端对端原理的提出者**Clark**教授在**2009**的一次**FIND**工作会议上建议：将**EtoE**原理改为**trust-to-trust**原理，即应用的智能不一定在终端，而是放在有足够的信任能正确完成任务的设备上

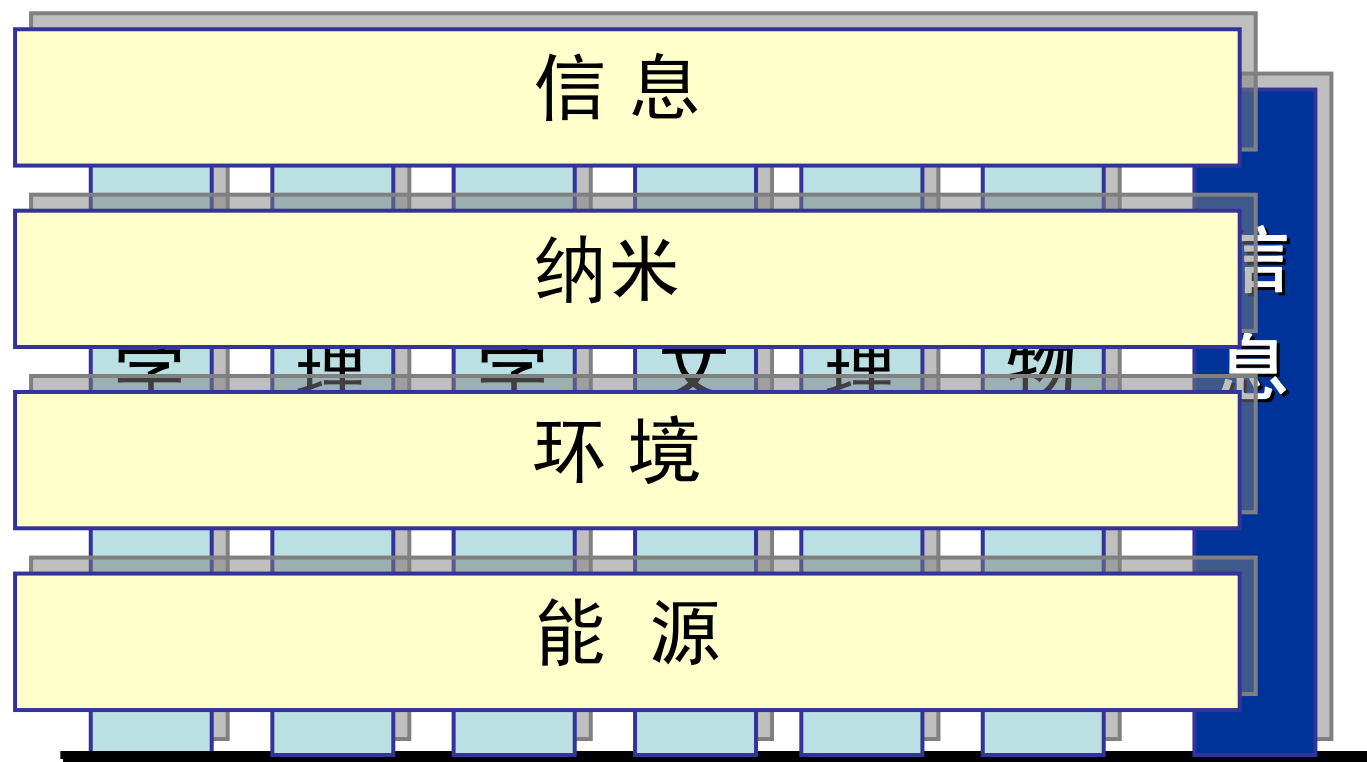
▣ 路由和包转发是否要分开；

▣ 拥塞控制和资源管理问题；

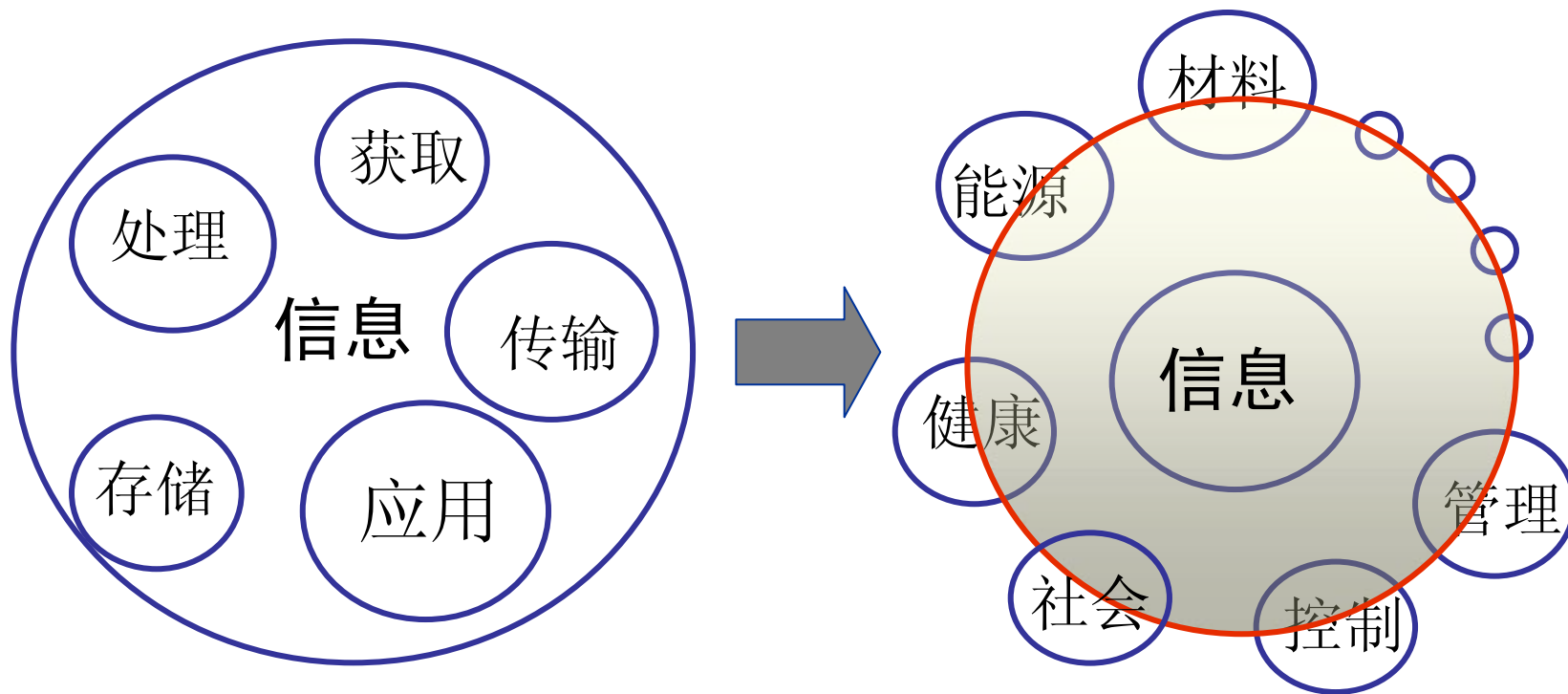
▣ 身份认证和路由问题。

# 对信息科学技术认识的转变

# 究竟什么是信息科学技术？



# 从重视信息科学技术的 内涵转到重视外延



传统的信息科学技术

21世纪强调的信息科学技术

# 21世纪信息技术发展的新取向

- 在继续发展工程技术的规模效益的同时，更加重视信息技术的多样性、开放性和个性化，更加重视信息技术惠及大众。
- 在重视技术作为生产力决定性因素的同时，更加重视信息科学的研究探索，特别是与纳米、生命、认知等科学的交叉研究；更加重视医学及与人类健康有关的信息科学技术。
- 人们在重视信息技术的市场竞争能力及经济效益的同时，将更加重视生态和环境的影响，探索对有限自然资源和无限知识资源的分享、共享和可持续利用。
- 在继续科学与技术紧密结合的同时，更加重视信息技术与人文艺术的结合，更加重视信息技术伦理道德方面的研究和对信息技术社会作用的法制化管理与监督。



# 改变“狭义工具论”的旧观念

- ❏ 长期以来，计算机和信息网络被社会看成是一种高科技工具，计算机科学技术这门学科也被构造成一门专业性很强的工具学科。
- ❏ 这种社会认知很容易导致负面的“**狭义工具论**”，即认为信息科技只是一种高科技工具，“高科技”意味着认知门槛高、成本高，“工具”意味着它是一种辅助性学科，并不是能够满足国家经济社会发展、满足人民经济文化需求的主业。这种狭隘的认知是信息科技向各行各业渗透的最大障碍，对信息科技的全民普及极其有害。
- ❏ 需要在全社会传播和普及“**计算思维**”（Computational Thinking）

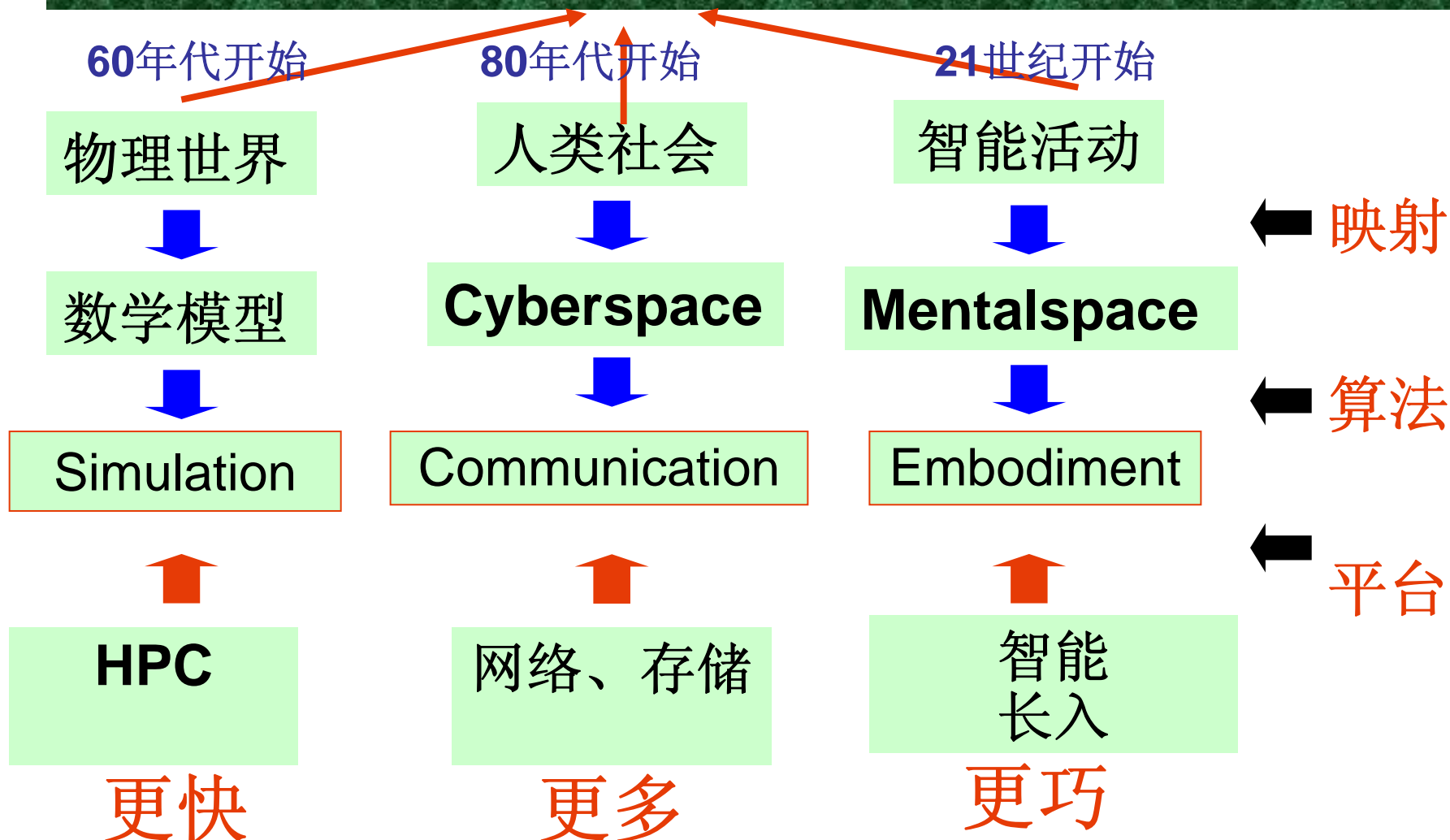
# 计算思维---普适的思维

▣ 计算思维是每个人的基本技能。在阅读、写作和算术（英文简称3R）之外，我们应当将计算思维加到每个孩子的解析能力之中。正如印刷出版促进了3R的传播，计算和计算机也以类似的正反馈促进计算思维的传播。

## ▣ 计算思维

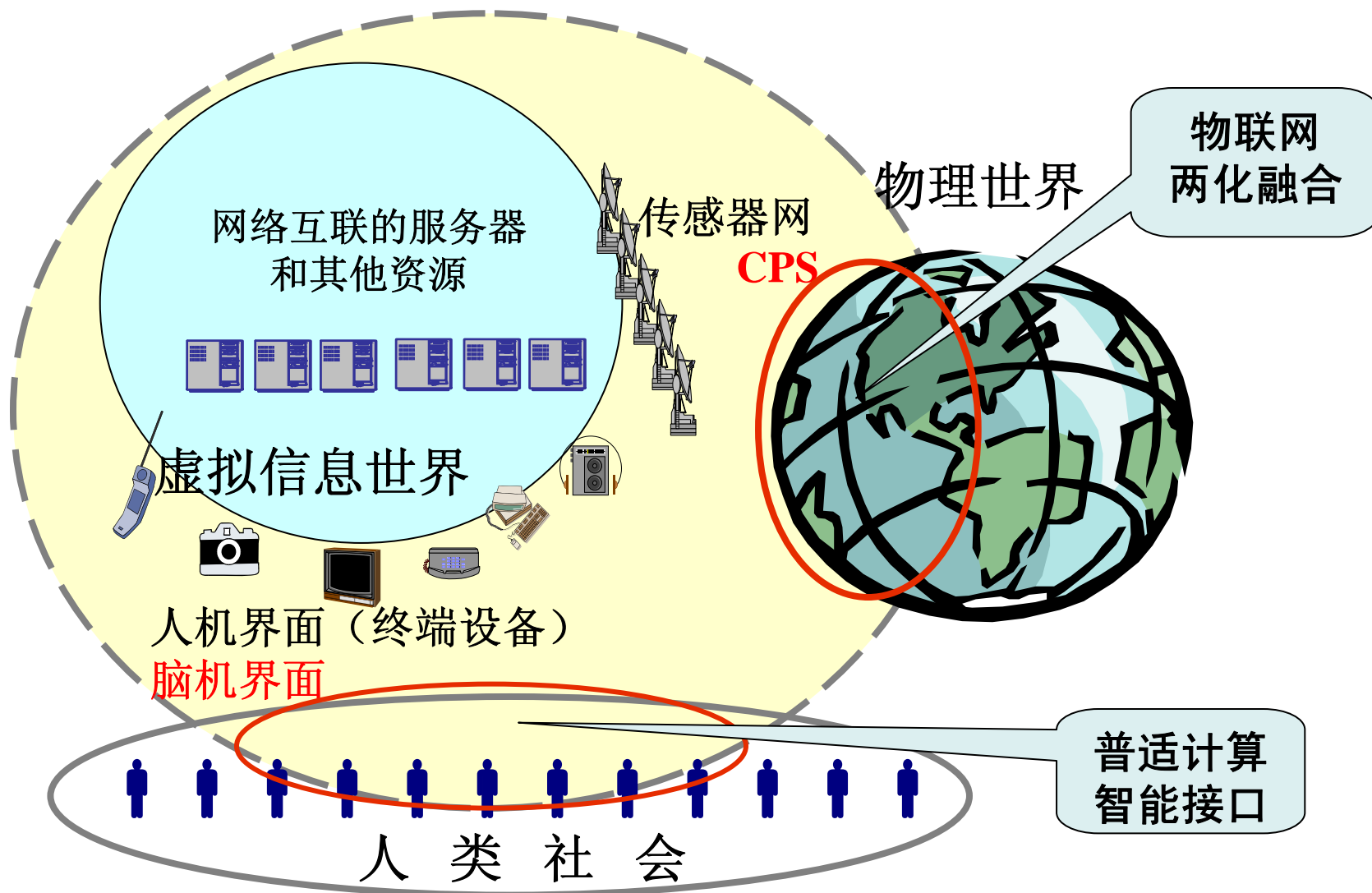
- 是概念化思维，不是程序化思维；
- 是基础的技能，不是机械的技能；
- 是人的思维，不是计算机的思维；
- 是数学和工程互补融合的思维，不是数学性思维；
- 是面向所有人的思维，不仅仅是计算机科学家的思维。
- ——引自周以真教授的CACM文章

# “一切皆可计算” Computing Thinking

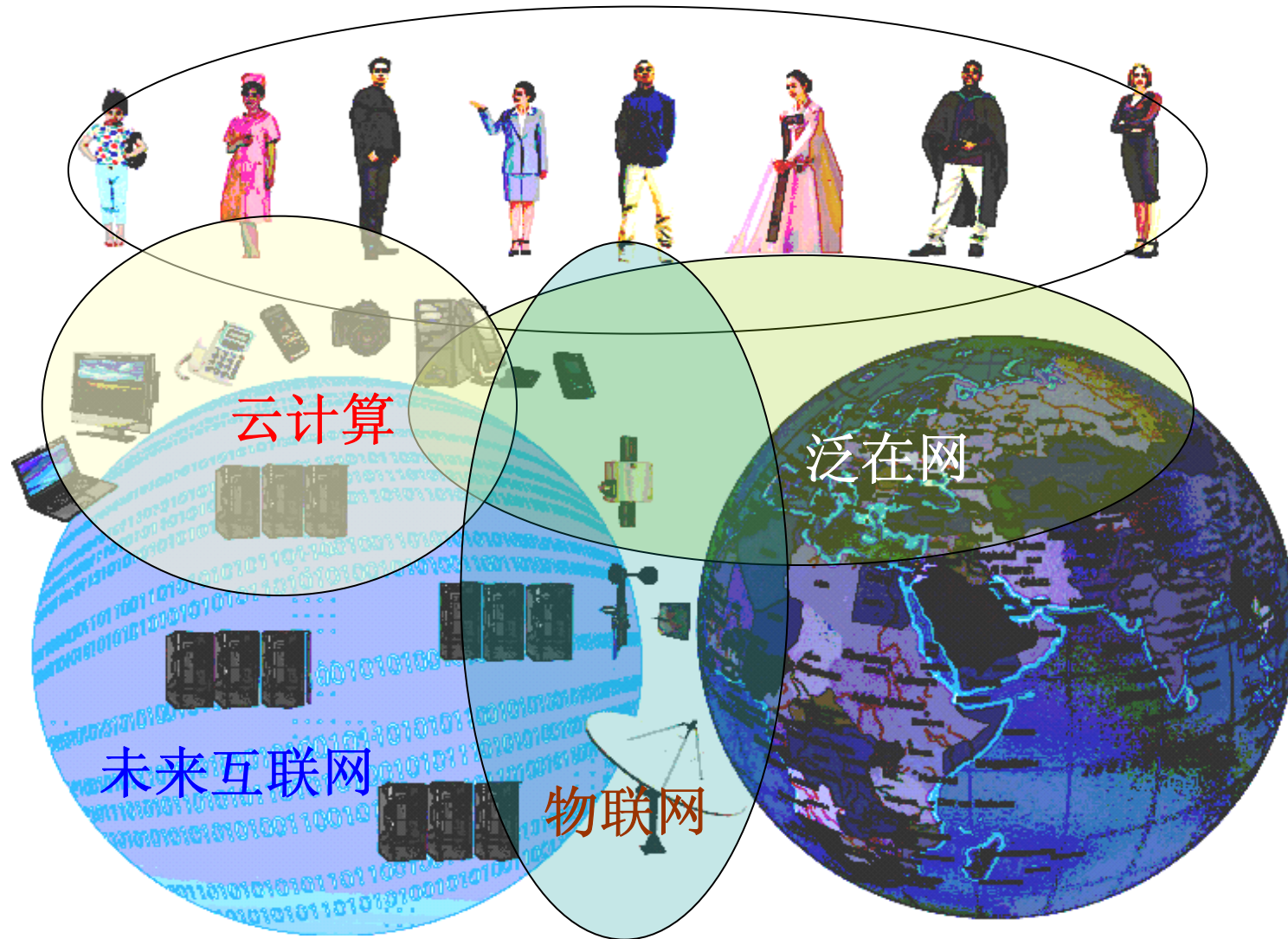


—此图思想来自图灵奖得主Butler Lampson的报告

# 物理世界、信息世界、人类社会 组成三元世界—新信息世界观



# 未来互联网、物联网、泛在网和云计算





# 从人机共生模式转向人机物三元社会模式

- 今天使用的信息系统，在很大程度上仍然根基于40多年前提出的**人机共生**思想：人做直觉的（说不清的）、无意识的事，计算机做有意识的、确定的、机械性的操作。人确定目标和动机，计算机处理琐碎细节，执行预定流程。
- 今天的计算机世界已经与一人一机组成的、分工明确的人机共生系统不同。**人机物三元世界**是一个多人、多机、多物组成的动态开放的网络社会。
- 这个跃变促使信息科学发生本质性的变化。信息科学应当成为研究人机物社会中的信息处理过程。我们需要回答下述基本问题：万维网能被看成一台计算机系统吗？什么是万维网的可计算性？什么是物联网计算机的指令集？人机物社会中的“计算”如何定义？它还是图灵计算吗？
- 为了研究人机物三元世界的计算问题，传统算法科学的**集中式假设、确定起始假设、机械执行假设、精确结果假设**等可能都需要突破。



技术趋势	发展目的	影响范围	新的技术 (思路)
云计算	为众多用户提供一种新的高效率计算模式，兼有互联网服务的便利廉价和大型机的能力	主要是服务端（数据中心）和客户端，也包括人机世界（使用模式和商业模式）	虚拟化 <b>REST</b> 服务 <b>CAP</b> 定理 多租户集中服务 资源按需供给
后IP 互联网	用原始创新方法使互联网更加灵活、性能更好、更加可控可信、成本更低	主要是机机互联，也包括人机互联	可编程网络 网络虚拟化 关联数据 个人网
物联网	实现物物互联，融合物理信息的感知、传输、处理、控制，提供高效智能服务	主要是物物互联，也包括物机交互和人机物世界	精准感知 信息保真传输 智能处理与决策 忠实执行控制
泛在网	通过多种联网的智能人机交互设备，为个人和社会提供无所不在的信息服务和应用。	主要是人机交互，也包括物机交互，后台支持；需要感知环境与内容	自然模拟计算 量子计算 计算透镜 计算思维

# 改变图灵计算模型不可突破的观念

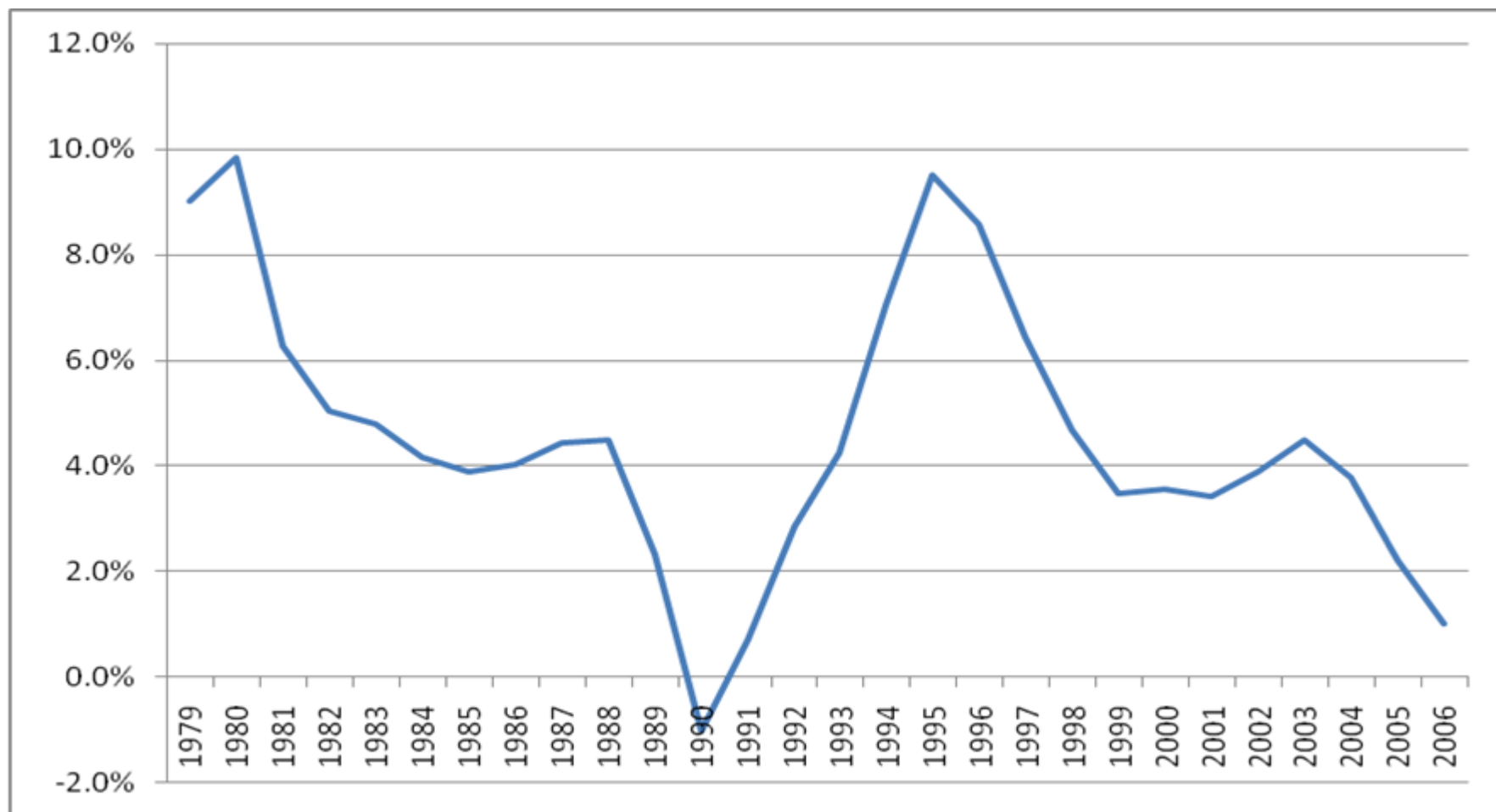
- ❑ 目前的主流计算机科学教科书认为：图灵机不能做的事情将来的计算机也不能做。
- ❑ 图灵计算被看作是从输入到输出的函数，不终止的计算被认为是没有意义的。
- ❑ 在网络环境中，计算主体（进程）在与外界不断交互的过程中完成所指定的计算任务。对于这类交互式的并发计算，传统的基于‘函数’的计算理论不再适用。
- ❑ 如何为实际并发系统的设计与分析提供坚实的理论基础，在今后几十年内是计算机科学面临的重大挑战。
- ❑ 算法研究的重点应从单个算法的设计分析转向多个算法的交互与协同。

# 我国信息技术与产业的 现状与跨越发展的机遇

# 我国科技对经济的贡献率很低

- ▣ 多数学者认为：我国目前科技对经济的贡献率在30%左右。（美国已达80%）
- ▣ 1953~2005年期间中国科技投入对经济增长贡献率约为**17.5%**。——自然辩证法通讯，2007年第5期
- ▣ 1953~2004年统计分析，**科技三项费用**和科研基建费对经济增长的贡献基本上为**零**——南华大学学报 2006年10月
- ▣ 1953到1990的38年中，年均经济增长率为6.78%，资本对经济增长的贡献为75.07%，劳动对经济增长的贡献为19.47%，生产率对经济增长的贡献仅占**5.46%**。改革开放前（1953~1978年）我国生产率的贡献（即科技贡献率）为**负数**。

# 我国第二产业 全要素生产率（科技贡献率）的变化



# 要实实在在提高科技对经济的贡献率

各生产要素对工业（GDP）的贡献率	1979-2007	2002-2006
资本对第二产业(GDP)的贡献率	58%（53.5%）	82%
劳动对第二产业(GDP)的贡献率	9.8%（25.3%）	8%
技术对第二产业(GDP)的贡献率	32.2%（21.2%）	10%

- 十一五以来科技对工业的贡献率明显下降。
- 中国做大工业的本事世界领先，做强的本事还没有。
- 人均3000-5000\$是培育竞争新优势的转变期，防止掉进“拉美陷阱”。
- 建国后前30年是从无到有，后30年是从少到多，今后30年的努力方向是从低到高。
- 发展战略性新兴产业是突破口，防止浮躁、忽悠和急功近利，要扎扎实实突破战略性新兴产业的核心技术。



# 我国制造业的增加值率

行业	增加值率
通用设备制造业	0.278
专用设备制造业	0.263
交通运输设备制造业	0.258
电气机械及器材制造业	0.256
通信设备、计算机及其他	0.220
仪器仪表及文化、办公用	0.272

我国的制造业增加值率仅为26.2%，与美国、日本和德国相比分别低23、22和11.7个百分点。尤其是在通讯设备、电子计算机及相关设备制造业领域，增加值率仅22%，

# 对我国信息产业技术能力的基本判断

- ▣ **市场主导者**：通信、网络服务（搜索、游戏、购物等）  
（技术上不一定是主导者）
- ▣ **市场挑战者**：开源软件、CPU、激光显示、LTE、移动互联网、物联网、云计算、三网融合等
- ▣ **市场跟随者**：微电子，液晶显示，微机和服务器，电视
- ▣ **市场利基者**（Nickers）：嵌入式产品，移动终端
- ▣ 总体来讲，信息领域内我国还没有一个产业在技术上处于主导地位，在新兴的物联网等领域，只是因为国外起步的时间不长，显得我国的差距较小，但传感器、RFID芯片等核心技术我国还缺乏竞争的實力，十二五期间要扎扎实实突破新兴信息产业的核心技术，决不能盲目乐观。

# 2009年 世界IT产业竞争力排名

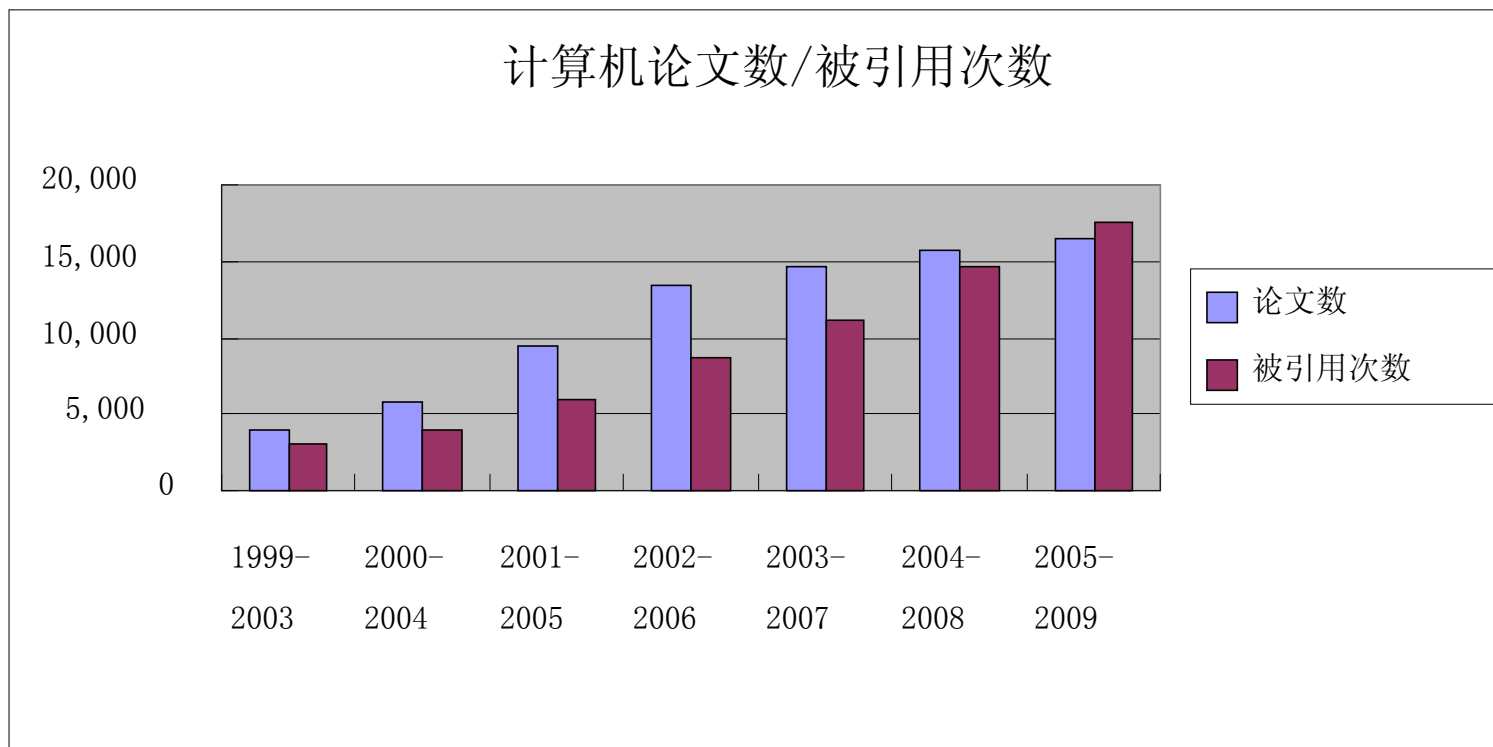
排名	国家	总分	企业环境	IT基础设施	人力资本	R&D环境	法律环境	对IT产业开发的支持
	权重		0.1	0.2	0.2	0.25	0.1	0.15
1	美国	78.9	97.3	81.3	75.6	61.3	92.0	88.6
15	中国台湾	63.4	86.5	61.5	55.0	59.1	73.5	61.8
16	韩国	62.7	79.7	63.2	58.9	57.0	67.0	62.0
38	俄罗斯	36.8	46.4	27.1	53.1	26.4	42.0	35.3
39	中国大陆	36.7	48.8	13.8	57.9	23.2	59.5	38.2
40	巴西	36.6	73.6	21.6	31.5	17.6	49.5	61.6
44	印度	34.1	59.0	1.9	49.5	22.0	48.0	51.0

我国IT产业竞争力今年有明显进步  
2009年排名**39位**，上升**11位**

# 国内外各大公司的2007年度 经营情况对比

公司	销售收入	运营利润	毛利率	研究和 开发费用	净利润	科研开 发与 销售 比例	单位
IBM	987.86	417.29	42.2%	61.53	104.18	6.22 %	亿美元
Apple	240.06	81.54	34.0%	7.82	35	3.25 %	亿美元
DELL	574.2	95.16	16.6%	N/A	N/A	N/A	亿美元
联想	163.52	24.50	15.0%	2.3	4.84	1.4%	亿美元
腾讯	38.21	27.0	70.66%	3.76	15.68	9.8%	亿人民币

# 我国计算机论文与引用数 (按4年周期统计)



- 计算机领域的论文的篇均引用率还小于**2次**，明显低于发达国家。
- 全世界科技论文引用率最高的科学家和工程技术家目前有4000人，其中只有13个中国人，而在这13人中，**大陆仅2人**（香港11人）。

# 信息领域国内外专利比较

图3 信息通信技术有效发明专利的已维持年限分布

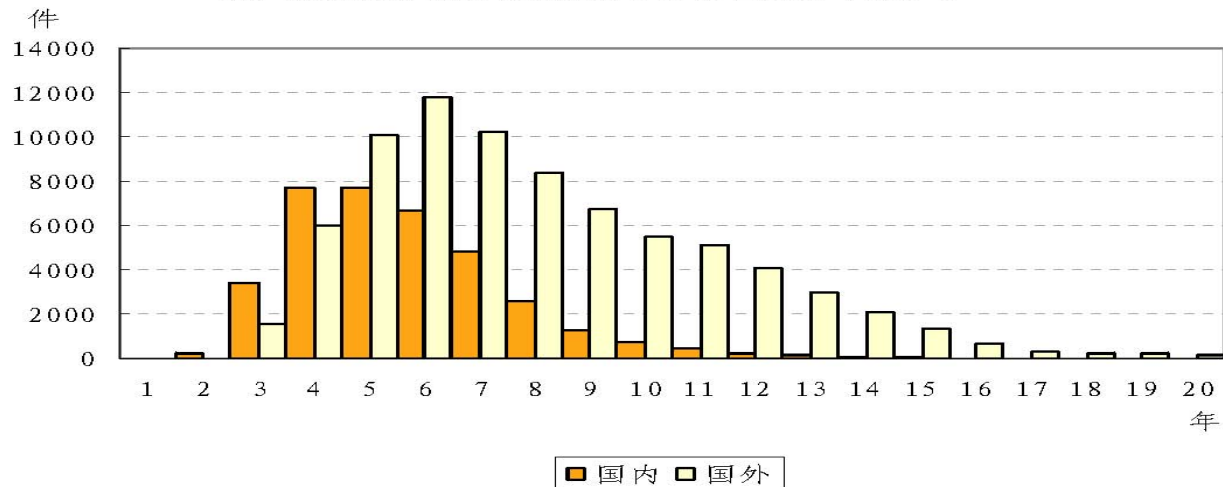
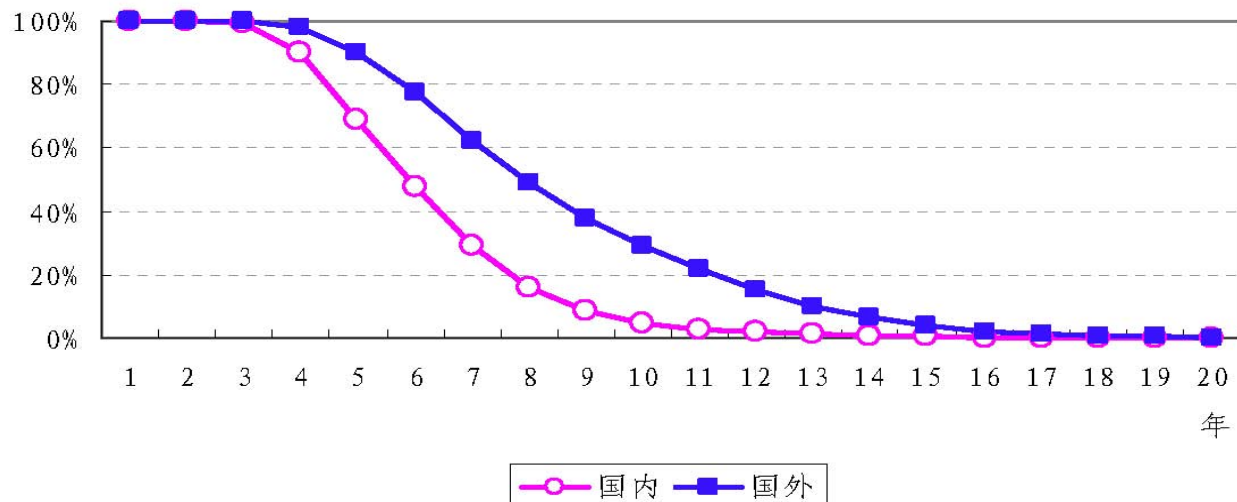


图4 不同年限信息通信技术发明专利有效率



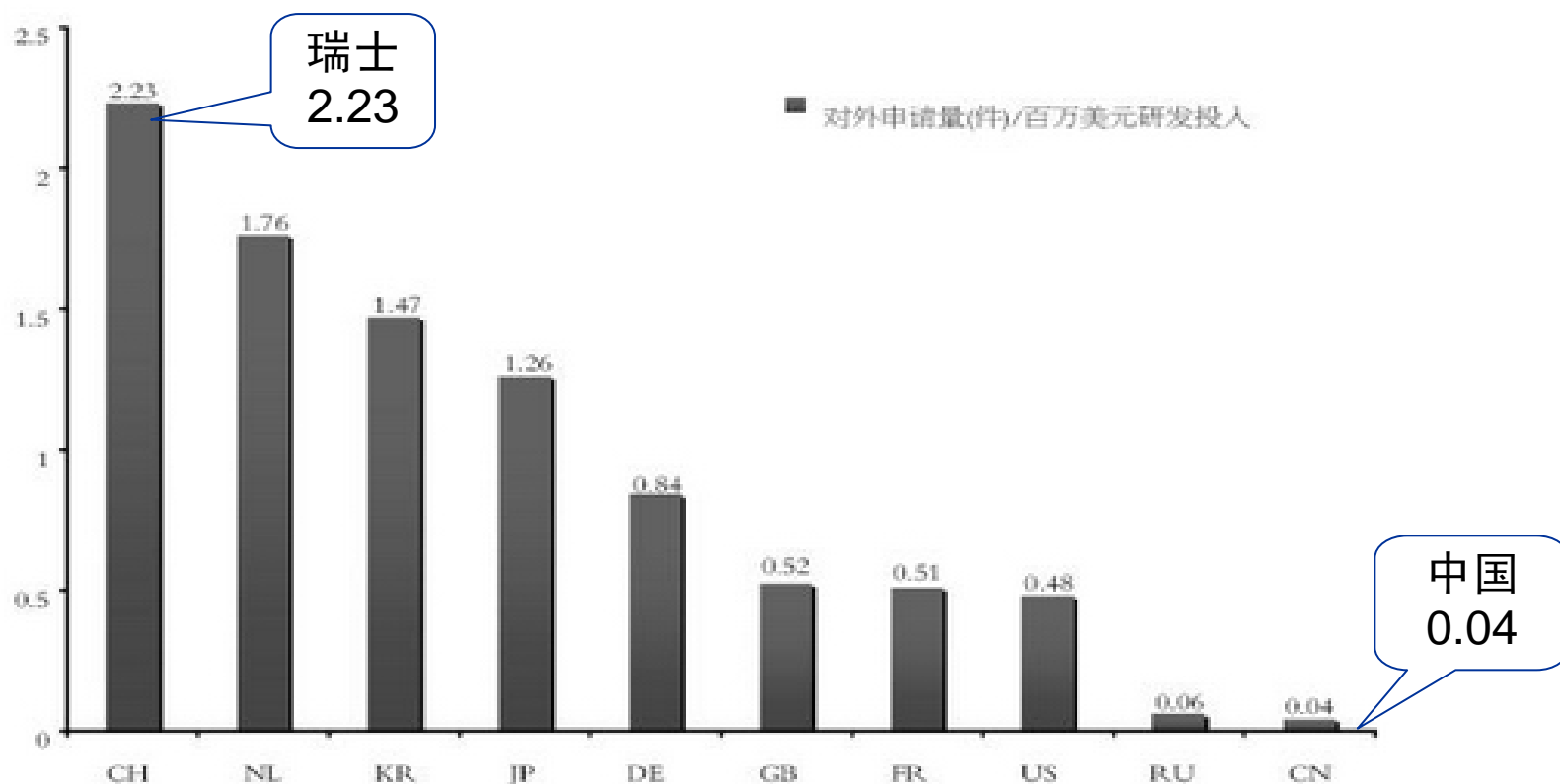


# 信息通信技术发明专利排名前十的 国内外专利权人

国内		国外		
企业名称	授权量	企业名称	国别	授权量
华为技术有限公司	5669	三星电子株式会社	韩国	6208
中兴通讯股份有限公司	1296	松下电器产业株式会社	日本	6005
清华大学	1206	索尼公司	日本	4129
友达光电股份有限公司	1077	国际商业机器公司	美国	3461
浙江大学	821	皇家飞利浦电子有限公司	荷兰	3282
威盛电子股份有限公司	797	佳能株式会社	日本	3207
上海交通大学	767	日本电气株式会社	日本	2675
联想（北京）有限公司	654	精工爱普生株式会社	日本	2667
英业达股份有限公司	630	株式会社东芝	日本	2310
旺宏电子股份有限公司	626	夏普株式会社	日本	1940

# 我国专利的产出率很低

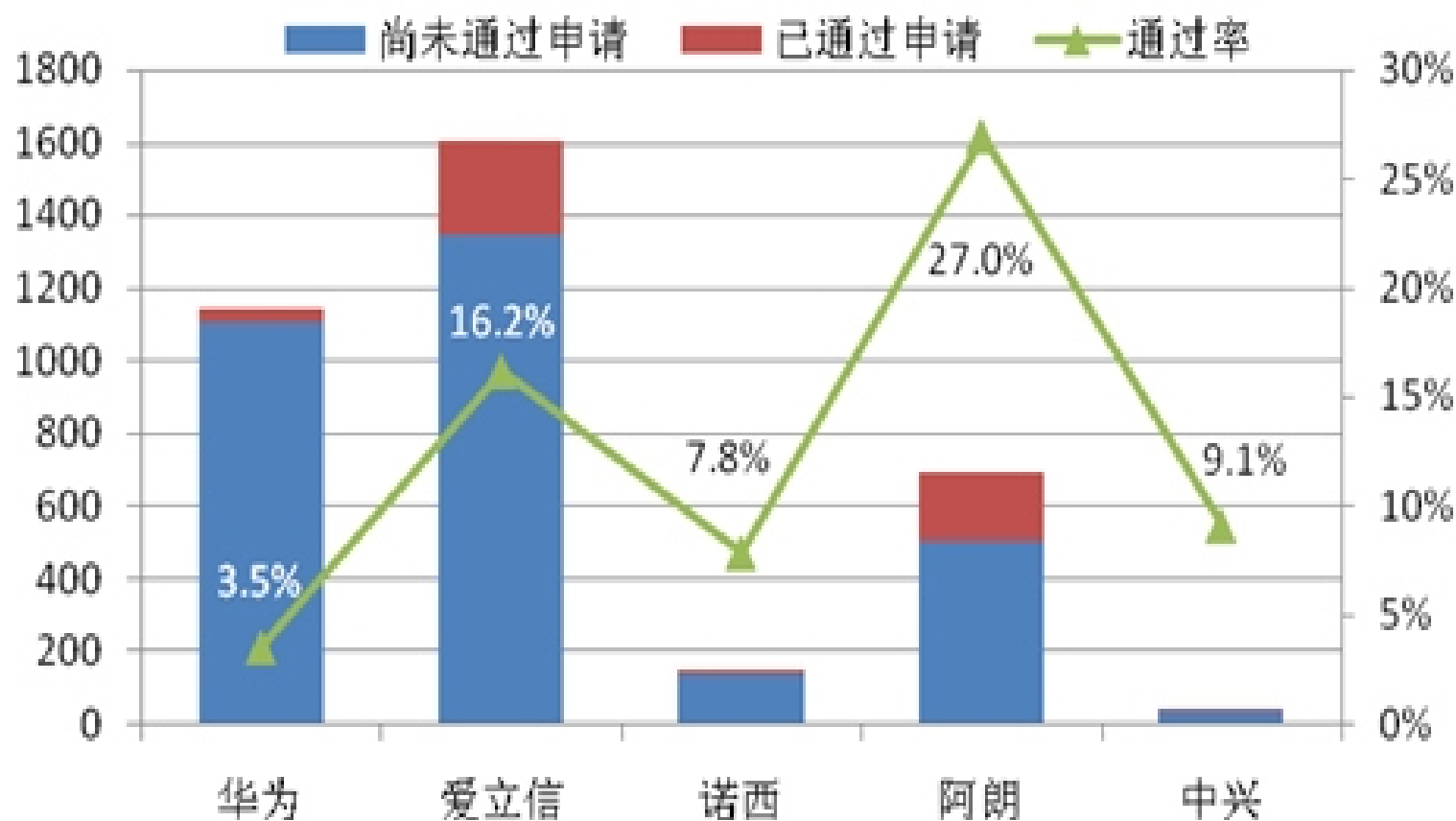
世界主要国家对外发明专利申请量产出率比较



数据来源:WIPO报表,OECD统计数据。

# 我国国际专利授权率低

2005-1-1 至 2009-7-31 各电信设备制造企业美国专利申请数量及通过数量



# 发展信息产业需要解决的突出问题

- 计算机产业核心技术受制于人，联想等大型企业产品增加值低（**毛利在15%左右**），急需基于自主可控的**CPU/OS**等核心技术开拓移动终端等新领域。高性能计算机已具备较强的设计生产能力，但**应用水平落后**于国外十年以上。
- 我国至今还不是国际互联网协会（**ISOC**）的正式组织成员（**Organizational Member**），长期以来**没有制定明确的互联网发展战略**，对互联网技术的研究组织不得力，投入不足，我国**网络技术水平与国外差距较大**。
- 税务、海关等政府部门信息化建设取得较大成绩，但**涉及民生的医疗、社会保险等信息化基础设施建设滞后**。近几年农村信息化有较大进展，但数字鸿沟仍然严重。国内网络服务企业在与跨国公司的竞争中取得令人欣喜的发展，但主要投资者几乎都是国外**VC**，**国内对网络服务的投资不足**。

# 麦迪森预测：中国GDP2015年超过美国

▣ 安格斯·麦迪森是荷兰Groningen大学著名经济学教授，出版过专著“*Chinese Economic Performance in the Long-Run*”，发表过预测中国经济的重要论文，在国际上有重要影响。

▣ 根据麦迪森教授的统计和预测：

1990年，中国经济总量为美国的37%

2003年 相当于美国的 73%

2008年 相当于美国的 85%

占全球GDP 16%

2015年 相当于美国107% (超过美国)

2030年，相当于美国138%

占全球GDP 23%

▣ 胡鞍钢：2015年超过美国是相当保守的算法

(采用国际通用的PPP方法计算GDP)



**Prof. Angus Maddison**  
安格斯·麦迪森教授  
著名经济统计学家



# 做出与国力相称的科技贡献

- ▣ 我国的人均GDP已经超过**3300美元**，深圳、上海、北京、广州、苏州、杭州、佛山等市的人均GDP已超过或接近**1万美元**。浙江、广东、山东、江苏等省的人均GDP也超过或接近**5000美元**。
- ▣ 多少年来，我们习惯于在国外的基础技术平台上做科研工作。信息领域过去30年没有认真考虑建立**自主可控的技术平台**，现在应想一想如何为建立这种平台而努力。
- ▣ 我国一定要争取对支持下一个经济长波的**基本创新**做出与国力相称的贡献，要致力于做“**改天换地**”的科研工作。



# 温家宝总理9月23日 在新兴战略性新兴产业发展座谈会上的讲话

- ▣ 这预示着全球科技将进入一个前所未有的**创新密集时代**，重大发现和发明将改变人类社会生产方式和生活方式，**新兴产业**将成为推动世界经济**主导力量**。
- ▣ 面对全球新一轮科技革命的挑战，中国完全有能力在若干关系长远发展的领域**抢占经济科技制高点**，使国民经济和企业发展走上**创新驱动、内生增长**的轨道。
- ▣ 要以国际视野和战略思维来选择和发展**新兴战略性新兴产业**，着眼于提高国家科技实力和综合国力，着眼于引发**技术和产业变革**。
- ▣ 为此，必须做好战略**决策储备、科技创新储备、领军人才储备、产业化储备**。这四项储备决定未来。

# 2020年以前我国科研的主要目标

中央制定的2006—2020年科学技术发展规划纲要中，两个最重要的目标是：

◆科技对经济的贡献率提高到60%（现在40%左右）

◆对外技术依存度降低到30%（现在50%左右）

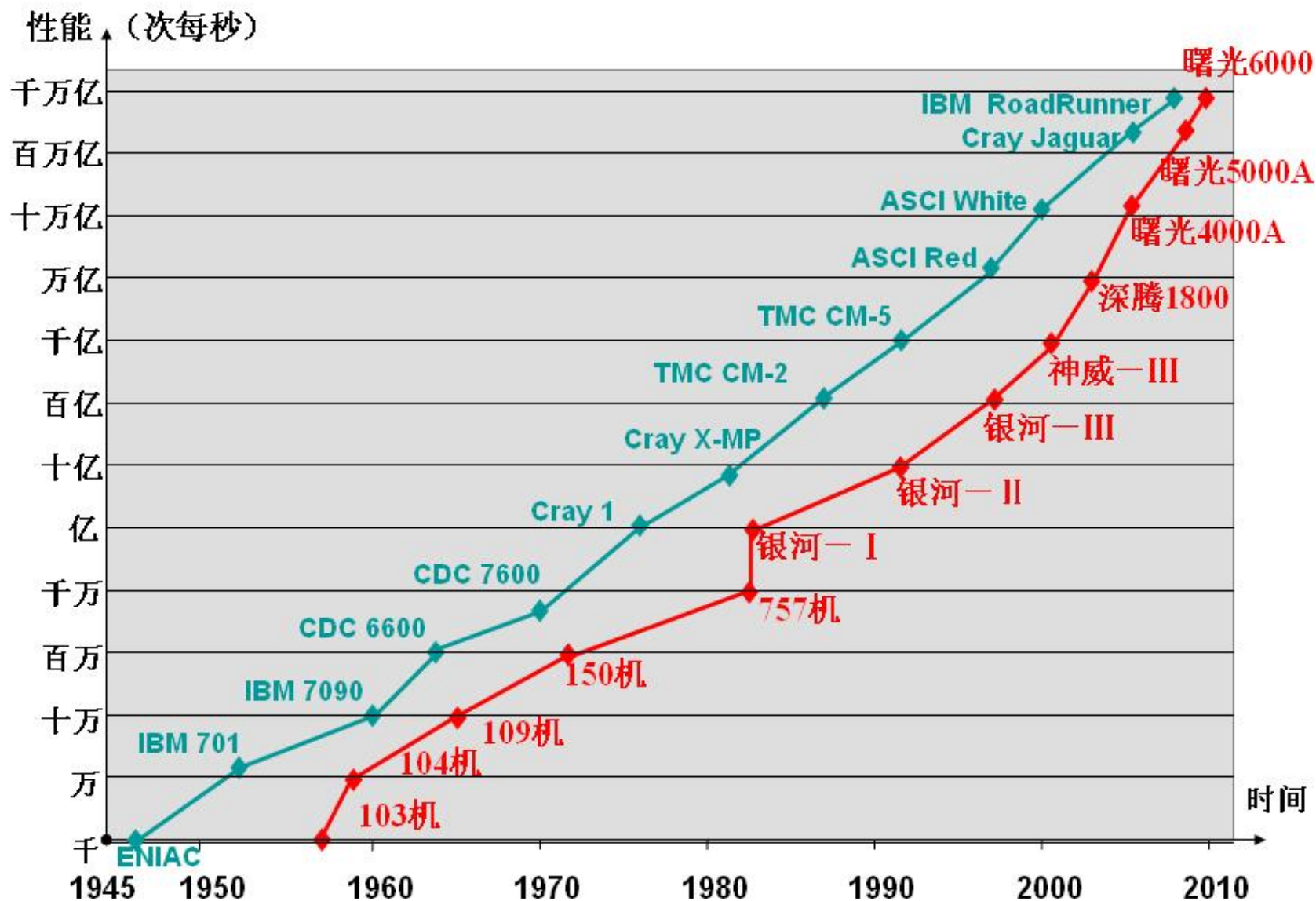
笼统地讲，就是要做到平均每年：

◆科技贡献率至少要提高1个百分点

◆对外技术依存度至少要降低1个百分点

这一“率”——“度”，是发展中国科技的总纲，科技工作者时时刻刻要提醒自己，我们的科研是不是为这一个“提高”一个“降低”做出了贡献。

# 我国与国外同档次计算机推出时间比较图



# 曙光星云超级计算机系统



- 曙光星云理论峰值速度**3000**万亿次，**世界排名第一**，Linpack双精度浮点计算速度**1271**万亿次，**世界排名第二**。
- 曙光星云系统由**128**个机柜组成，包含近**60000**个通用处理器核（**9280**颗**CPU**）及近**5000**个**GPGPU**加速部件

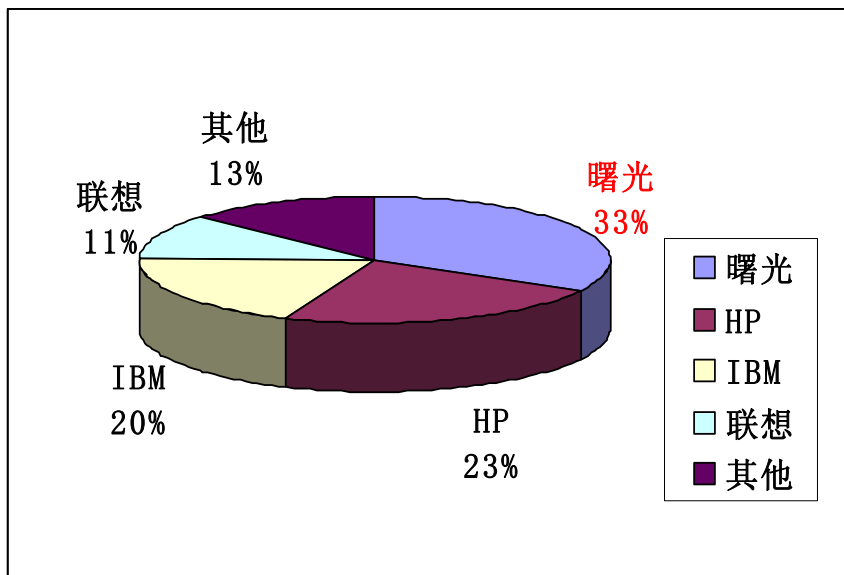


# 曙光星云超级计算机系统

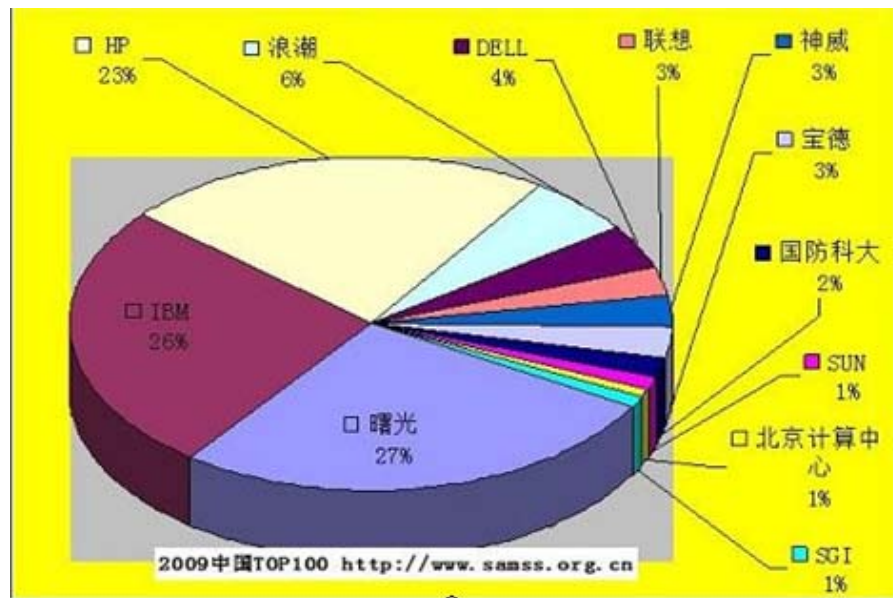


- 曙光星云每瓦功率的性能是**4.92**亿次，在世界**TOP10**的超级计算机中排第一，**Green500**排名第四（前三名都是几十万亿次的小机器）。占地面积只有**600**平米左右。

# 国产高性能计算机的市场份额



**2008年TOP100高性能计算容量市场分布（国产超过进口）**



**2009年TOP100高性能计算机台数分布，曙光超过IBM 和HP**



# 研究生为国分忧的责任

# 重温毛主席的讲话

☐ 你有那么多人，有那么一块大地方，资源那么丰富，又听说搞了社会主义，据说是有优越性，结果你搞了五、六十年还不能超过美国，你象个什么样子呢？那就要**从地球上开除你的球籍**！所以，超过美国，不仅有可能，而且完全有必要，完全应该。如果不是这样，那我们中华民族就对不起全世界各民族，我们对人类的贡献就不大。

——毛泽东选第五卷，269页

《在中国共产党第八届大会预备会议上的讲话》

# 宋健：中国的出路在创新

- ▣ 世事如大海，无日不风波。自主创新是顶住风浪和克服险阻的唯一办法。
- ▣ 只有创新才能掌握发明权和知识产权，才能做出重要成就，只有具备创新能力掌握知识产权才能获得国际平等合作的机会，
- ▣ 应力求形成你身上有我、我身上有你那样一种短兵相接、犬牙交错、相互依赖的局面，让他封不住，堵不死，遏制不了，威胁无效。
- ▣ 改革开放和自主创新是决定中国21世纪命运的两个法宝。中国的出路在创新。

# 科技人员的历史责任

▣ 《政府工作报告》中指出未来5年，我们的科研经费增长速度是23%，在全世界的科学发展史上，很少有国家以这样的速度增加对科研的投入。如今我们手中的经费与10年前不可同日语，今天，我们应该问自己的一个问题：政府这样大幅投资科研，到了2020年时，我们GDP的总量会排在世界前3位，我们的科研投资也会排在世界的前3位，到时候纳税人一定会问：**我国的科研水平是否也排在世界的前3位？**假如到那时我们的科研水平没有站到世界前几位的话，那将是一个灾难。

—上海交通大学校长张杰院士

# 对未知的认真而谦恭地探索

- ▣ 美国曼哈顿工程的负责人奥本海默在二战胜利以后说：“我们得到了一棵硕果累累的大树，并拼命地摇晃，结果得到了雷达和原子弹……其全部精神实质在于对已知的疯狂而粗暴地掠夺，而毫无对未知的认真而谦恭地探索。”
- ▣ 基础研究的目的是发现新知识和改进原有的知识。我们做了许多973、863和其他科研项目，是不是也在拼命地摇晃现有知识的大树，对未知没有做认真而谦恭地探索。
- ▣ 几十年来，中国科研人员已完成数以十万计的科研成果，这些成果中有几件作为可传授的知识已写进了广泛流行的大学教科书或者国际上普遍采用的研究生教材（能进入中小学教材可能是影响最大的基础研究成果。）
- ▣ 知识的累进是一个漫长的过程，我们不能急于求成。但我们是不是应反思一下，我们做的很多所谓基础研究是不是一开始就和知识累进无关！

# 要高度重视应用背后的科学问题

假如我们停止科学的进步而只留意科学的的应用，我们很快就会退化成中国人那样，多少代人以来他们没有什么进步，因为他们只满足于科学的应用，却从来没有追问过他们所做事情中的原理。这些原理就构成了纯科学。中国人知道火药的应用已经若干世纪，如果他们用正确的方法探索其特殊应用的原理，他们就会获得众多应用的同时发展出化学，甚至物理学。因为只满足于火药能爆炸的事实，而没有寻根问底，**中国人已经远远落后于世界进步，以至于我们现在只将这个所有民族中最古老、人口最多的民族当成野蛮人。**然而，我们的国家也正处于同样的状况。

摘自：《为纯科学呼吁》（美）亨利·奥古斯特·罗兰 1883年



# 莫把投入当产出

- ▣ 对于大学和国立研究所，争取科研经费、招聘人才等都只是投入，我们要理性地区分投入、中间结果和真正的产出。
- ▣ 论文、专利、软件登记、原型系统，甚至有些国家奖励等都不是最后的产出，只是一种阶段性成果。我们要关心的是这些**阶段性成果究竟有没有真正发挥作用**，对产业和社会有没有正面的影响，影响有多大？
- ▣ 我们要认真**梳理我们的业绩考核指标**，哪些是真正的产出，哪些不是，**莫把投入当产出！**
- ▣ 衡量是不是最终产出的简单判据是**大学和研究所外的人的叫好**而不只是自己叫好。基础研究成果要国际上同行叫好，高技术研究成果要企业叫好，要企业得到实惠。

个人兴趣+个人利益=忽悠的科研目标



# “糖葫芦”串式科研管理模式



一人一串“糖葫芦”，  
从基础研究到成果  
商品化，这是当前  
我国科研模式的写  
照。协作是提高科  
研效率的重要途径。

# 不触动“核心技术”的科研模式

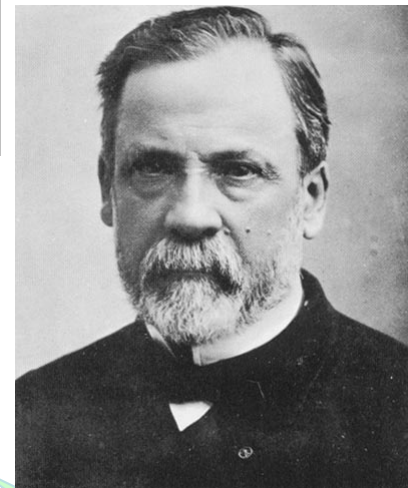


# 东西方有不同的技术发展道路

- 现代化理论的奠基人之一的马克斯·韦伯认为：16世纪以来在全球推进的现代化运动，是一场西方式的社会理性化运动。这场理性化运动不是全球都可能走的道路，而是一条独特的西方道路，与西方独有的理性主义思潮有内在关联
- 理性主义具有多面性和相对性，不同的理性主义有不同的建设指向。中西科学发展和社会发展与不同的理性主义思潮有深切的相互制约关系。
- 西方理性主义或者说新教理性主义是以“入世而不属世”为救赎特征，因此它与现实世界保持着一种高度紧张的对抗和征服型的关系，对现实世界是一种“理性的征服”。
- 儒教理性主义是“入世而属世”的，以实现现实世界的和谐发展 as 特征，它对现实世界是一种“理性地适应”。这就在很大程度上，导向中西方不同的科学和社会发展道路



# 适合中国国情的“巴斯德模式”



应用研究  
结合基础  
研究

追求  
根本性认识

波尔模式

巴斯德模式

公益性研究

爱迪生模式

主要从应用需求中发现科学问题，以科研成果的产出影响为导向；为解决国家面临的**战略挑战问题**和企业**技术升级换代**进行**前瞻性研究**。

经济效益驱动



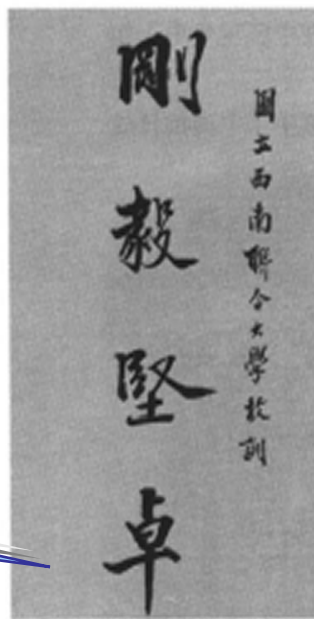
# 对中国历史有重大影响的两所大学

- 黄河之滨，集合着一群中华民族优秀的子孙。人类解放，救国的责任，全靠我们自己来担承。

—延安抗大校歌



西南联大校训



西南联大校训



# 中国科研人员的楷模



郭永怀



邓稼先



钱学森



袁隆平



王选

# 研制龙芯CPU的几点体会

- ▣ 技术发展过程中往往会形成像Intel + Windows 这样的通用平台，如果一个国家的信息产业被独家平台垄断，很难做到真正的自主创新。
- ▣ 人常说：“事非经过不知难”，从龙芯的发展中我们还体会到除此之外还有“**事非经过不知易**”的一面，有很多事我国没有做成，不是“不能也”，而是“不为也”。
- ▣ 研制CPU芯片不能先做好芯片然后做整机、配系统软件和应用软件，而是要根据系统的要求做芯片，软硬件必须协同。
- ▣ 系统结构与微电子专业人员两张皮是制约我国CPU发展的重要原因，现代CPU设计前端后端必须协调配合，做微系统结构设计的人要懂物理设计，龙芯CPU设计采用的是Pico-Architecture 技术。
- ▣ CPU的产业化不是形成一条“产业链”，而是要形成支持许许多多产业链的产业环境。

# 国家智能计算机研究开发中心的“传家宝”

中国一流的计算机  
科研人员的聪明才智  
未必低于国外,只要凝  
聚了一批踏实地,不慕  
虚荣,决心为振兴民族  
高技术产业而努力拼  
搏创新的斗士,外国一  
流计算机实验室能做  
到的事,我们也应该能  
做到。



人生能有几回搏!



# “啃硬骨头”需要有理想有抱负的人



“龙芯”研制成功的时刻  
课题组去天安门看升国旗

“在国旗面前我们感到了肩负的历史使命，要做出中国第一台不依赖于洋人CPU的计算机。这个信念饱含了我们的理想和激情，只有做出世界上最好的CPU才是我们最终的目标。”

——龙芯课题组

# “80后”应有的爱国情怀

看到国内的阴暗面，  
而不失去振兴中华  
信心的有志人才，  
和受过西方文化熏  
陶但不迷恋西方舒  
适生活的学者，是  
振兴科技与民族产  
业的脊梁。



做中华民族的科学脊梁！



# 创新型工程科技人才的培养

# 科学或技术都可能起带头作用

▣ 我们的前进历程好像一个人在沼泽里行进，先费尽力气拔出一条腿迈出一大步，然后又迈另一条腿。一条腿称为‘技术’，另一条腿称为‘科学’。也就是说，在不同历史阶段，科学或技术都可能起带头作用。

—— 英国科学哲学家卡尔·波普

# 计算机科学与工程已难以切割

- ▣ 近代科学学科划分过细、条块分割，反而模糊了人们对事物的总体性、全局性的认识。德国著名的物理学家普朗克认为：“科学是内在的整体，它被分解为单独的部分不是取决于事物本身，而是取决于人类认识能力的局限性。实际上存在从物理到化学，通过生物学和人类学到社会学的连续的链条，这是任何一处都不能被打断的链条”。
- ▣ 计算机科学需要强调与自然科学、社会科学的交叉，应该成为跨领域的二元或多元科学。将**计算机学科分成科学与工程已不合时宜**，南加州大学不再按照体系结构作分界线区分计算机科学和计算机工程，而是按分析与综合分类的新框架做区分，**以分析为主的叫科学**，以**综合为主的叫工程**，计算机科学主要内容是跨学科的分析，计算机工程主要从事面向系统的综合。

# 反思“工程是自然科学原理的应用”

工程是利用丰富的自然资源为人类造福的**艺术**。

(1828) 英国土木工程师协会章程

1960s-80s

工程是自然科学原理的应用

工程是关于科学知识的开发与应用、关于技术的开发与应用的，在物质、经济、人力、政治、法律、文化限制内满足社会需要的一种有创造力的**专业**。

(1990年代) MIT介绍

工程是应用科学和数学原理、经验、判断，以及应用常识来造福人类的**艺术**。

(现今) ASEE介绍

- 引自龚克校长报告

# 图灵奖授给什么人？

- 2009 Thacker, Charles P **Alto personal computer, Ethernet and the Tablet PC.**
- 2008 Liskov, Barbara **data abstraction, fault tolerance, and distributed computing.**
- 2007 Clarke, Edmund M, Emerson, E Allen, Sifakis, Joseph **effective verification technology**
- 2006 Allen, Frances **optimizing compiler techniques**
- 2005 Naur, Peter **ALGOL 60 compiler**
- 2004 Cerf, Vinton, Kahn, Robert E **internetworking, TCP/IP**
- 2003 Kay, Alan **object-oriented programming**
- 2002 Adleman, Leonard M. Rivest, Ronald L, Shamir, Adi  
● **public-key cryptography**
- 2001 Dahl, Ole-Johan\*, Nygaard, Kristen\*  
**object-oriented programming**
- 1997 Douglas Engelbart **mouse GUI**
- 1992 Bulter Lumpson **PC environment**

# 工科研究生需要“专业精神”

- ▣ 中国已成为高等工程教育大国，我国工科大学毕业生是美国的三倍
- ▣ “国内劳动力市场上是否有合格的工程师”排名第49位（最末位）、“国内劳动力市场上是否有合格的信息技术人才”排名第49位（最末位）。
- ▣ 工程师的职业属性，意味着其核心素质就是首先要有“**专业精神**”。专业精神，是当前工科研究生最需要的人文精神。与工程师职业属性相适应的人文精神，是建立在其专业能力基础之上的一种以**职业良知向社会负责**的专业精神。
- ▣ 工程教育改革不能过于强调“中国特色”，要形成与工程师职业属性相对应的“**人文精神**”。



# 反思“工程教育是科学教育加人文素质教育”

## 工程教育就是工程专业教育

**Engineer**

**Technologist**

**Technician**

工程教育（长学制）

**E**ngineering  
**E**ducation

工程教育（短学制）

**E**ngineering  
**T**echnology  
**E**ducation

高等教育**A**轨：面向  
理论基础、研究准备或进  
入需要高技术的专业课程

高等教育**B**轨：面向实际  
的、技术的或职业的特殊专业  
课程

— 引自龚克校长报告

# 技术研究更应“求善”

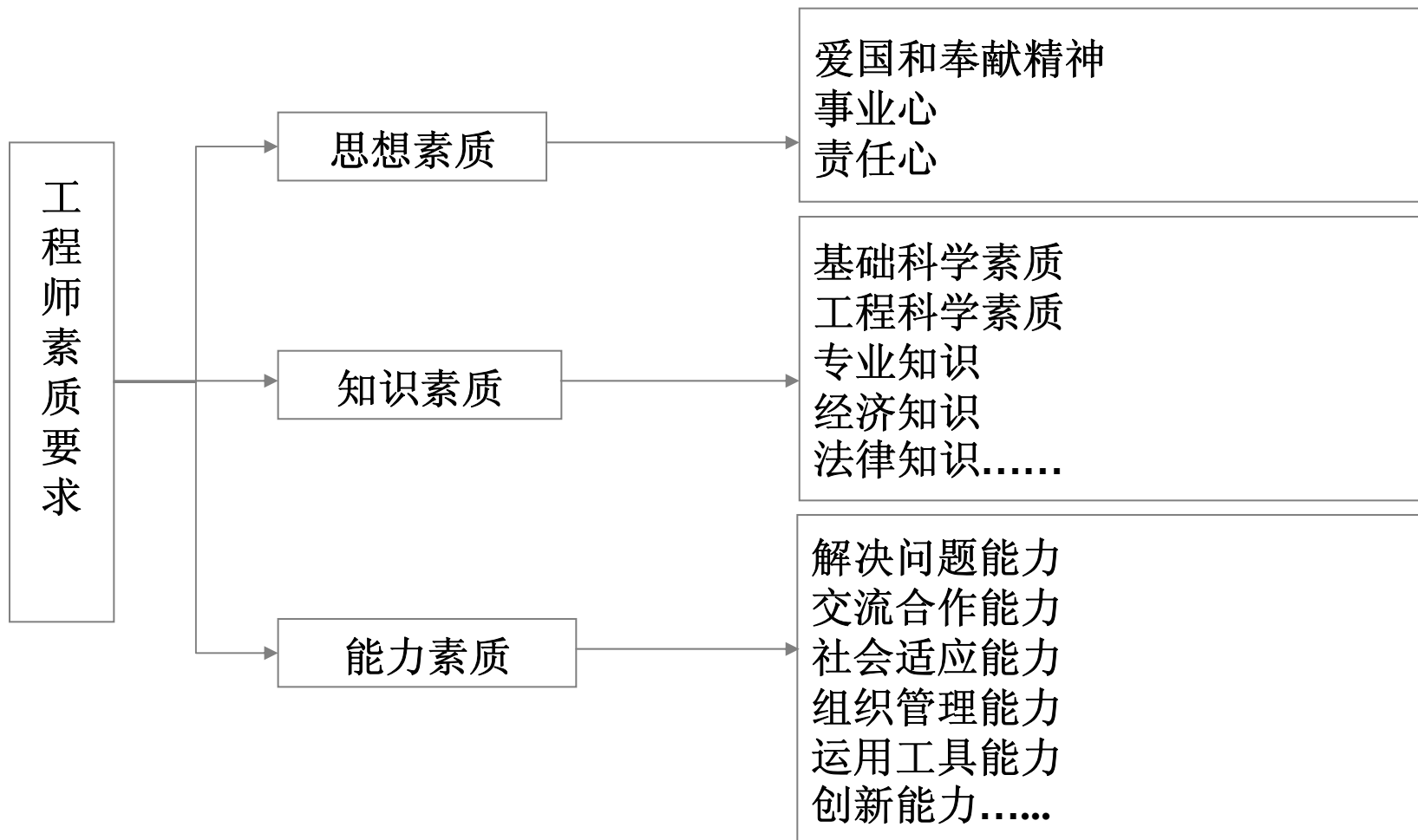
- ▣ 美国普林斯顿高等研究院的院徽上写着：  
**TRUTH(真) 与 BEAUTY(美)**，这个院徽代表了美国科学家的追求。
- ▣ 中国的传统文化追求“真、善、美”，比美国人多了一个“善”的追求。
- ▣ 所谓“善”是指做事的目的，科技人员应该追求“善良”的目标。一般而言，科学研究更崇尚“求真”，**技术研究更应“求善”**，应追求改善绝大多数人的生活，追求与自然和谐友善。
- ▣ “善”在本质上并非是有待于人们去“发现”的东西，而是有待于人们去“发扬”的东西，属于“行”的范畴。



# 创新型工程科技人才的素质要求

- ▣ 要有深厚而扎实的基础知识，精通本专业的最新科学成就和发展趋势，还要了解相邻学科必要的横向学科知识。
- ▣ 要有极为敏锐的观察力，能够从本源上发现重大问题，准确把握科技发展趋势，及时发现他人没有发现的东西。
- ▣ 要具有严谨的科学思维能力和对事物做出**系统、综合分析与准确判断**的能力。
- ▣ 要具有敢于创新的勇气和善于创新的能力，要敢于面对困难，走别人没有走过的道路，同时又要符合科学思维规律。

# 工程师基本素质构成



# 信息电子领域创新型 工程科技人才的特点

## ▣ 个体特征

- 在创意、创造、创业三方面，信息电子领域较其它领域人才相比，更需要创意，也更多创业人才。

## ▣ 团体特征

- 信息电子领域人才需要具有强烈的团结协作精神、善于组织多学科的专家，能调动多方面的知识、领导创新团队在重大科技攻关和科技前沿领域取得重大成就。

## ▣ 阶段特征

- 由于信息技术发展迅速，创新型人才中中青年比例大，低龄化趋势明显。

## ▣ 专业特征

- 热爱专业、具有强烈的兴趣特征明显，要求数学、物理基础非常扎实。

# 需要多种类型的工程科技人才

▣ 中国的工程科技人才培养的传统模式分为**专业技术型**和**研究导向型**两类。“专业技术型”是仿前苏联的，特点是理论加上技术实践，偏向解决工程问题。“研究导向型”是仿美国的，特点是理论加发展新技术，偏向发表科研成果。中国当前对上述两类人才都十分需要。”

▣ 中国未来还需技术**集成创新人才**、**产品创意设计人才**、**工程经营管理人才**这三类工程人才。

—— 引自潘云鹤报告



# 非智力因素比智力因素甚至更为重要

- ▣ 创新型工程科技人才不仅需要较高的智力因素,也需要较高的**非智力因素**,从某种意义上讲,非智力因素比智力因素甚至更为重要。有创新思维而没有勇气、胆识、献身精神和坚强意志,是不可能完成艰巨的工程创新过程的
  - 热爱献身精神
  - 科学求实精神
  - 团队协作精神
  - 勤奋敬业精神:
- ▣ 创新型工程科技人才的素质不仅包括主体的创新人格、驱动创新的战略视野和市场意识等,还包括创新精神。这些素质在组织创新氛围的影响下,通过相互作用促进创意的产生和创新的推进。

# 在逆境中奋斗其乐无穷

■ 陈独秀1916年发表文章“当代二大科学家之思想”介绍阿斯特瓦尔特（Ostwart，即诺贝尔化学奖得主奥斯特瓦尔德）的幸福公式： $G = E^2 - W^2$

此公式中之G 为幸福（Glück），E 为精力（Energie），W 为逆境（Widerwillig）。盖以人生幸福之大小，视其奋发之精力以为衡。

■ 河出潼关，因有太华抵抗，而水力益增其奔猛；  
风回三峡，因有巫山为隔，而风力益增其怒号。

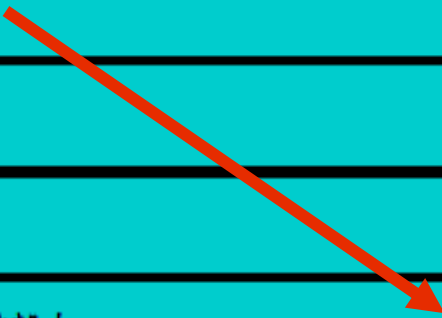
——毛泽东青年时（1917-1918年）在  
《伦理学原理》一书中的批注

# 磨难出人才，困境出成果

- ▣近十年来，计算所的重大科研成果多数是在条件不完全具备的情况下取得的，这可能是我们必须“认命”的“初级阶段的中国特色”。
- ▣在中国要做出有重大影响的科研成果，只能争取条件而不等待条件，只能努力改善环境而不抱怨环境。
- ▣人还是要有一点精神。毛泽东同志关于“精神可以变物质”的理论现在不常讲了，我认为这是中国特色自主创新的精髓。

# 对工程科技人才的要求

企业要求		学校要求
素质方面	(1) 诚实守信、严谨求真的职业道德	(1) 诚实守信、严谨求真的职业道德
	(2) 责任心、事业心、和包容心	(2) 责任心、事业心、和包容心
	(3) 团队精神	(3) 理性思维与积极乐观的人生态度
	(4) 理性思维与积极乐观的人生态度	(4) 团队精神
	(5) 理性的自信心	(5) 爱国奉献精神
	(6) 良好的自制力	(6) 坚持探究真理的毅力
	(7) 爱国奉献精神	(7) 良好的自制力
	(8) 坚持探究真理的毅力	(8) 理性的自信心



# 自主创新的前提是有自信心

- 在信息领域我们要作出一项重大贡献，往往要在重重专利中，杀出了一条血路。民族自信心是自主创新的前提。要有藐视对手的气魄与胆量。
- 重大的创新往往是完成了别人认为做不到的事情。自主创新必须要有以弱胜强的胆识与魄力，龙芯CPU能做出来首先是我们有“做出来给你看”的自信。
- 自信要建立在学术积累和严谨求实的基础上，要提倡有自知之明的自信，不能狂妄自大。

# 面壁十年，甘受寂寞

- ▣ 创新是领先者的游戏，没有任何借鉴与摹仿，要有“面壁十年，甘受寂寞”的思想境界。所以创新者往往是孤独者。
- ▣ 上世纪90年代我国高性能计算机市场几乎被国外大公司垄断，只有曙光计算机在孤军奋战，被科技部高技术司原司长冀复生形容为如同“卢沟桥事变中的29路军”。
- ▣ 你如果真的成功了，你就得到处出头露面；你的成功也会使你变成不孤独，如果头脑不清醒，创新的生命可能也就要结束了。
- ▣ 从理论的角度上看，创新是一个不断证伪的过程。创新者提出的想法乍一看往往是内容怪异、不切实际；创新者的工作就是在持续的证伪过程中，把创新推向前进。从实践的角度上看，创新则是一个不断的试错过程。



# 培养独立人格(Personality)

- ▣ “人格”是个外来词，产生于几百年前欧洲的文艺复兴时期，我国辞书里没有“人格”这个词。
- ▣ 陈独秀在《一九一六年》一文中号召青年要“**尊重个人独立自主之人格，勿为他人之附属品**”
- ▣ 创新，充分展露一个人的才华，要在不慑服于权威的情况下才可能进行
- ▣ **爱因斯坦**：“由没有个人独创性和个人志愿的规格统一的人所组成的社会，将是一个没有发展可能的不幸的社会。”
- ▣ 个性鲜明、见解不凡、特立独行的一种表现，是发明创造的必备素质——你想出类拔萃，必须与众不同！

# 大学在英国工业革命中作用很小

- ▣ “工业革命是由坚硬的头颅和灵巧的手指完成的。布莱莫、莫兹利、阿克莱特、克朗普顿，以及煤溪山谷的达比斯、格拉斯哥的尼尔森等人在科学或技术方面都没有受过系统的教育。不列颠的工业动力来自非专业人员和那些白手起家的人，如工匠发明家、磨房主和铁匠等。象征着英国霸主地位的水晶宫由一名非专业人员设计决非偶然”。
- ▣ “在英国工业崛起的过程中，英格兰的大学没有介入，苏格兰的大学也只参与了一小部分；实际上，各种正规教育对英国工业的成功都没有起太大的作用。”

——引自D•E•司托克斯：《基础科学与技术创新：巴斯德象限》，科学出版社，1999年

# 大学的基础研究引导启动了19个\$1B产业

\$1B+ Industry		Berkeley	Caltech	CERN	CMU	Illinois	MIT	Purdue	Rochester	Stanford	Tokyo	UCLA	Utah	Wisc.
1	Timesharing													
2	Client/server													
3	Graphics													
4	Entertainment													
5	Internet													
6	LANs													
7	Workstations													
8	GUI													
9	VLSI design													
10	RISC processors													
11	Relational DB													
12	Parallel DB													
13	Data mining													
14	Parallel computing													
15	RAID disk arrays													
16	Portable comm.													
17	World Wide Web													
18	Speech recognition													
19	Broadband last mile													
Total														

Source:  
Innovation  
in  
Information  
Technology,  
National  
Research  
Council  
Press,  
2003.

# IIT: 印度理工学院

- ▣ 加州大学帕克莱分校副教授萨克斯恩最近对美国高科技企业集中地矽谷的新移民企业家进行了一项调查，在约2000个新起家的企业之中，约有四成是由印度人开办的。而当中一半是印度理工学院培育出来的人才。
- ▣ “印度理工学院大学体系是印度民族引以为豪的一颗**宝石**。印度国际竞争能力提升的标志”。全球要求最严格的工程师培养摇篮，被称为**斯巴达式的学校**。
- ▣ 重视和加强数理训练；重视实践性课程，各分校都有试验工场。师生比例特别低，只有**1:7**，是世界最低的，麻省理工是1:11。全印度超过**十万人**报考，只有**2500**人获录取（**2.5%**），而能完成磨练成为该院毕业生的，只有大约**2000人**。
- ▣ “解决问题是教育的关键。我们教学生以创造性的方式、大胆、独立和前卫的思考。”

# 发扬北洋大学的优良传统

不从纸上呈空谈，  
要实地把中华改造。  
穷学理，振科工，  
重实验，薄雕虫



實事求是

天津大學（原北洋大學）校訓

公元一九八三年 茅以升書



# 工科研究生的学习与科研方法



# 研究生与大学生的区别

- ▣ 大学生基本上是用来接受学问、接受知识的，硕士尤其是博士时期，应该准备开始创造新的知识，由接受知识到创造知识，从被动的接受者变成是一个主动的探索者，是研究生最大的特色。
- ▣ 美国的博士学位证书，有一段看不懂的拉丁文，里头写的是：“**恭喜你对人类的知识有所创新**，因此授予你这个学位。”
- ▣ 研究生不再是对于各种新奇的知识照单全收的容器，等着老师把某些东西倒进“茶杯”里，，应该有一个关注的焦点，博士论文是你个人所有武功的集合，必须要重视问题取向的安排。

# 李远哲读博士的故事

- ▣ 李远哲在柏克莱大学读博士时，他的导师马亨教授只给他一张支票，可以花钱，碰到他时只问他“有没有什么新发现”，但从来不教他任何东西。隔壁另一个教授的学生却每天跟着老师学习。
- ▣ 李远哲问导师：“你为什么不教我点东西呢？”马亨教授说：“**如果我知道结果，那我要你来这边念书做什么？我就是因为不知道，所以要我们共同探索一个问题、一个未知的领域。**”
- ▣ 两种教法都有用处，最好的方式是将这两个方式结合起来。研究生学习是一种在老师的引导下“self-help”学习方式。

# 信息领域基础研究不同于自然科学

- ▣ 自然科学的研究对象是自然界，信息科学研究的对象既不是自然界，也不是人类社会，而是自然界反映到人脑的信息。所谓数字化世界（Cyberspace）是一个人造的世界。
- ▣ 在以量子理论为基础的固体物理学（凝聚态物理学）科学知识的底座上，信息“科学”和技术已叠加了厚厚的知识“栈”，信息技术本身现在离自然界已经很远（除了芯片物理设计），**在人造的0—1世界中，基础研究不同于自然科学。**
- ▣ 近几十年的研究进展表明，接近自然界的存储和显示材料等领域突破性创新较多，**越在知识栈上层的信息科学的突破性创新越难。**

# 信息领域科研中常见的弊端

- ▣ 跟随一个“大腕”开辟的方向，不管这个方向实际上是不是有实用前景。计算机科研的几十年历史中，一些已经死去或半死不活的研究方向曾经有成千上万的学者投入过精力。
- ▣ 从文章到文章（P2P），做研究没有Motivation
- ▣ 用做工程的方法做基础研究，问题越做越细，假设（脱离实际的Assumption）越来越多，论文题目越来越长（定语越来越多），实验结果别人不可重复，不可比较。  
QOS: ACM 10158篇论文，IEEE 7297篇论文
- ▣ 把Tradeoff当科研，在一大堆参数中做点权衡取舍，取自己实验中较好的结果与已有的结果做比较，自己的结果不如别人的地方就不写进论文。实际上是在解空间中取一个点而已
- ▣ 把平凡的问题搞复杂，用一大堆符号（十分复杂的下标）吓唬工程人员，美其名曰“形式化”。

# 创新思想与研究条件

- 集成电路设计和海量信息服务研究等都需要高性能的计算机设备和较昂贵的软件。但总的来讲，中国重点大学的科研设备硬条件已不比国外差，自主创新的重大成果不多主要不是条件不如人。
- **先进的创新学术思想是用钱买不到的。**我国现在还远远不算富有，但是花费国家大量财力，引进了先进仪器而不知道应该做什么工作，甚至不知道如何使用这些先进仪器的情况，在我国屡见不鲜。
- 曙光超级计算机和龙芯CPU都是在投入比国外少很多的条件下做出来的。**以较少的投入获得较大的科研产出是中国特色的自主创新要求。**

# 什么是研究？ What is research？

- ▣ Search是寻找， Research就是再寻找， 一遍一遍地再寻找。
- ▣ 每隔一段时间就给自己一个挑战， 挑战一个你做不到的东西。
- ▣ 王国维： 古今之成大事业、大学问者， 必经过三种之境界：
  - “昨夜西风凋碧树。独上高楼，望尽天涯路。”
  - “衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴。”
  - “众里寻他千百度，蓦然回首，那人却在灯火阑珊处。”



# 什么是好的科研题目

- ☐ **Understandable**: The goal should be **simple to state**. A sentence, or at most a paragraph should suffice to explain the goal to intelligent people.
- ☐ **Challenging**: It should not be obvious how to achieve the goal
- ☐ **Useful**: If the goal is achieved, the resulting system should be clearly useful to many people
- ☐ **Testable**: Solutions to the goal should have a simple test so that one can measure progress and one can tell when the goal is achieved.
- ☐ **Incremental**: It is very desirable that the goal has intermediate milestones so that progress can be measured along the way.

——Jim Gray

# 来自计算所“百星”小将们的箴言

- ▣ **研究成果影响力 = 研究方法 + 研究问题**。国内的研究方法在不断地提高，实验室仪器设备不比国外差。和世界一流研究成果相比，我们落后在**研究问题的价值**上，研究问题价值的不足导致人才的浪费。
- ▣ 研究问题来自应用需求。想出一个idea很容易，难的是**想出一个有价值的idea并实现这个idea**。这需要我们去观察世界、接触应用、分析需求，**从办公室之外获得灵感**。
- ▣ 做有用的研究。从工程中来，到工程中去。衡量科研成果的标准应该是**科学性和实用性**。科学性要求创新，实用性要求有用。两者缺一不可。影响因子和引用次数往往不能真实反映成果的优劣。

计算机系统结构最高水平的国际会议**ISCA2010论文**（确定性重放），只用1个半月业余时间完成，工业上还没有用到，陈云霁不认为是最满意的成果。

# 无用研究的恶果！

- 美国政府统计署（GAO）的数据：全球最大的软件消费商——美国军方——每年要花费**数十亿美元**购买软件，而在其所购软件中，可**直接使用的只占2%**，另外**3%**需要做一些修改，其余**95%都成了垃圾**，不管这些软件是否符合需求规格，一句话，并没有满足他们的需求。
- 从众多面向对象建模的描述中，你可以很清楚地看到这些恶果。而且它们还经常伴随着有关现实世界建模的非常美好的词汇。然而，仔细看看，你就会发现它们**其实是彻头彻尾的编程对象**！如果说有任何和现实世界对象相似的地方，不管是活是死，纯属巧合。.

# 信息领域科研应选择什么问题作研究？

## Invent a new field & stick to it?



- No! Do **“Real Stuff”**: solve problem that **someone cares about**
- No! Use separate, short projects
- Strive for multi-disciplinary, multiple investigator projects
- Match the strengths and weaknesses of local environment
- **Make sure you are excited enough to work on it for 3-5 years**

引自 David Patterson 2002年报告  
《How to Have a Bad Career  
in Research/Academia》

# 我们要追求什么样的研究成果？

Let Complexity Be Your Guide?

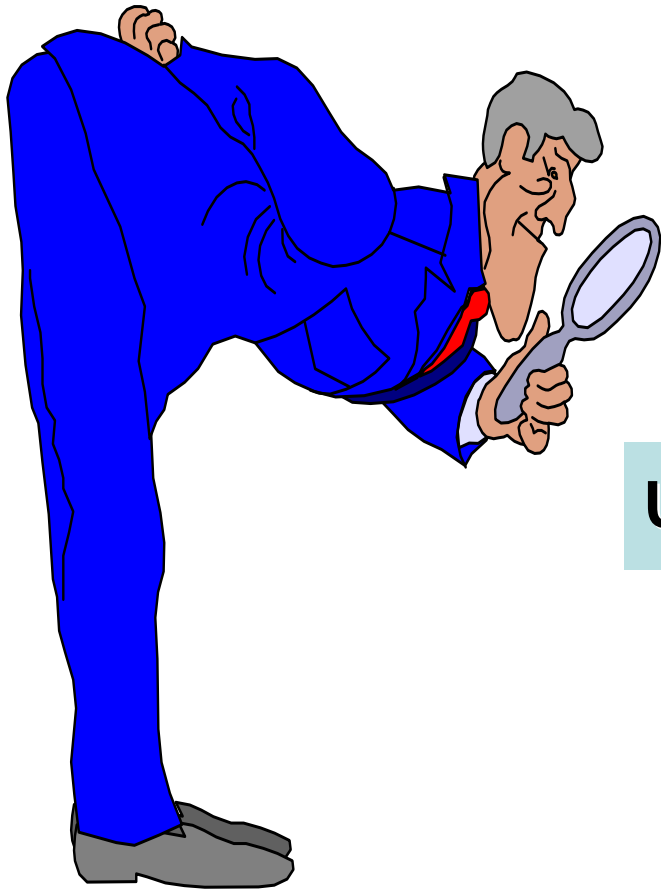
- No! **Keep things simple unless a very good reason not to**

➤ Fast changing field + delays  
=> less impressive results

Use the Computer Scientific Method?

- No! Run experiments to discover **real problems**
- Use intuition to ask questions, not to answer them

—引自 David Patterson 2002年报告



# Berkeley's Research Goals

- ◆ Have Impact, not just count Journal Papers
  - Some universities have bad benchmarks
  - Recently realized that when goal is **not** impact, you rarely have impact (如果目标没有影响力, 你很难做出有影响的成果)。种豆得瓜, 十分罕见。
- ◆ Produce Great Students, not # Journal Papers
  - Try to create projects that if I were a student, I would almost kill myself to try to join
  - Not all projects equally successful in research impact, but all can produce great students (项目在研究领域可能没有大的影响, 但每个项目度可以培养出出色的学生)

—引自 David Patterson 2002年报告



# 建构一个属于自己的知识树

- 硕士与博士学习都是一个训练过程。不要指望一篇博士论文定终身。
- 所要完成的是一份有创新思想、结构严谨、论述清楚的论文，不要一开始就期待它是经典之作。要知道从哪里放手，**不要无限的追下去**。
- 要建构一个属于自己的知识树，不要不断的挂不相关的东西，**要舍掉一些挂不上去的东西**
- 在被很多细节和繁琐的推导淹没的时候，要适时跳出来想一想，所做的东西有什么意义？这个意义有没有更广泛地连结到**更大层面的知识价值**。

# 把握“深度优先”研究的度

- ▣ 科研工作中为解决一个问题，常常面临不同方法的选择，如同在一颗树上搜索。每到一个选择点就要决定下一步采用什么方法，挑选一个方向就不断深入下去，直到无法再做为止，这种研究方法称为“深度优先”（Depth-first Search)研究方法。
- ▣ “深度优先”的深度可能反映一个人的基础知识和做科研的毅力。但这样越做越深。可能劳而无功，每一次Backtracking代价很大。而且容易给人失落感。因此**要把握“深度优先”研究的度。**
- ▣ 科研工作需要**耐心与毅力**，更需要**眼光**（insight),或者叫洞察力，有时是一种**直觉和顿悟能力**。大师和一般学者的区别主要在眼光上。眼光与知识面有关系，不是一朝一夕形成的，但研究生期间也要多开阔视野，培养洞察力

# 没有把握完成的研究 可能取得跨越性的成果

☐ 曙光1号、曙光1000和龙芯1号开始立项时，我们并没有完成任务的把握，主要研制者也不完全清楚水有多深，课题组的大多数成员都没有研制计算机或**CPU**的实际经验。

☐ 只要有相关的技术基础和高度的责任心，大的方向把握准了，加上努力拼搏，就能超水平发挥，做出让人眼睛一亮的成果。

☐ 如果立项时可行性报告做得很充分，实现的细节已考虑得很周到，完全有把握完成，这样的成果往往没有大的创新，更谈不上跨越发展。**决策者要有挑战风险的胆识与魄力。**

# 刻苦与拼搏精神

- ▣ 中国的现实是：小学生比中学生辛苦，中学生比大学生辛苦，大学生比研究生辛苦；美国刚好反过来，博士生最辛苦，小学生最轻松。**中国小学生要减负，研究生可能要“增负”**
- ▣ 中国的研究生学习不如国外研究生那么刻苦用功。
  - ◆ MIT研究生用的键盘
- ▣ 邹承鲁：在科学上要有所成就，特别是如果要有重大成就，需要一个人贡献自己的全部生命，**仅靠每周40小时工作而没有废寝忘食地全身心投入的精神也是不可能成为一个好科学家的。**
- ▣ **万小时定律**：成功人士大多是坚持十年如一日  
—Malcolm Gladwell 《异数》

# 工程技术报告和研究论文的区别

- ▣ 许多研究生把研究论文写成项目实施的工程技术总结报告，没有弄清楚两者的区别。
- ▣ 工程技术总结报告主要是叙述你做了什么工作，有许多可能是重复前人的工作，不一定与众不同。
- ▣ 学术论文关注的是要解决的科学问题而不是工程实施过程。一定要讲清楚你做的工作与别人有什么不同，**发现了什么新现象，得出了什么新结论，增添了什么新知识。**
- ▣ 从工程实践中可以发现一些原有知识不能解释的现象，或者发现一些还不令人满意、需要改进的地方，这就是可研究的问题。做研究时可以搭建与工程实施不同的平台（一般要做一些简化，忽略一些不重要的约束条件），提出改进的原理与方法。

# 从异常实验结果中发现科学问题

- ▣ 许多研究生苦于找不到论文题目，文献看了一大堆，就是没有地方下手做论文。其实**许多科研问题是工程和研究过程中冒出来的**。问题是我们留意不留意。
- ▣ 我在美国做博士研究时，发现用多个计算机并行做组合搜索，有时加速比大大超过线性，有时又比单机还慢。这种异常当时的知识无法解释。我抓住这种异常现象做了两年的深入研究，在ISCA、AAAI、ICPP等国际学术会议和IEEE Computer、IEEE Trans. On Computer、IEEE Trans. On Software Engineering 等学术期刊上发表了20多篇有关并行搜索效率的论文，至今还有学者引用。
- ▣ **发现异常 (Anomaly)往往是研究工作的起点**。凡是实验或模拟结果与预想的结果不同，这里可能就藏着要研究的问题。



# 多思：三思而后行，三行而后思

- ▣ 台湾大学有个钟每小时钟声有二十一响。因为傅斯年当台大校长的时候，曾经说过：“人一天只有二十一个小时，另外三小时是要思考的。”
- ▣ “行成于思，毁于随”。多思是对研究生的基本要求，不但要三思而后行，而且要三行而后思。
- ▣ 互联网带来快捷方便的交流方式，别人的“高明”见解有可能非常迅速地将你俘虏与征服。因此，不那么与时俱进，坚持在独立思考的人，也许倒孕育着更多创新的种子。
- ▣ 取得突破性进展的人往往在一段时间内忽视别人正在做的事情，而只在自己的领地上耕耘。

# 培养团队精神和学术交流的能力

- ▣ IBM、Motorola、微软等跨国公司中国研究院的院长几乎一致地告诉我：国内培养的研究生与国外名牌大学的研究生大概有两年的差距。差距不在知识水平，而在于**国内培养的博士一般需要两年才能在团队中找准自己的位置。**
- ▣ 一般而言，在技术上没有刷子的人，基本上比较友善；有一、两把刷子的人，往往自我感觉太好，不易合作；但真正有本事的人，反而非常友善，平易近人。
- ▣ 不要怕别人“偷”了你的想法，养成交流最新成果和不成熟想法的习惯，**把刚写好的论文最先寄给竞争对手。**国内的期刊和会议还缺乏思想碰撞和百家争鸣的氛围。
- ▣ David Patterson：**成功的团队中没有失败的个人，失败的团队中没有成功的个人。**

# 一流大学的标志是学术环境

- 王晓东：**中国与美国学术界的区别**是，美国大学教授在一起多半是谈与学术研究有关的事，而中国学者相聚多半是谈一些道听途说的与实际科研工作关系不大的事。
- 上世纪30年代的**哥本哈根学派**的餐桌
- 学校生活的许多活动，应直接或间接与做学问有关，老师和研究生在餐厅里谈论的，也应直接或间接与研究的课题相关。
- 随时交换思想的气氛不是花钱就能获得的。一个卓越的大学一定有一个好的学术环境，**如果没有大家关注科研研究的环境，即使要再好的校园也不可能成为一流大学。**

# 关注交叉科学与交叉技术

- 科学哲学家迈克尔·波兰尼认为，科学活动的最重要特征并不在于其独特的科学方法，如其他许多学者强调的那样，而在于**科学知识的“拼板”性质**——它们之间必须相互吻合，即科学知识结构应具有内在一致性。
- “科学之所以能正常运行，并不是因为有什么神奇的科学方法，而仅仅是因为，**凡与其他知识块拼接不起来的知识块就不能使用**”。
- 21世纪的发展趋势是从计算机支持科学家做传统科学研究转向计算嵌入到科学研究的全过程，形成新的科研形式，即出现了“**计算+传统科学 = 新科学**”的新局面。

# 社会迫切需要即懂专业又懂计算机的研究生

- ▣ 近几年计算机领域的工作并不好找，研究生的招生人数也在下降，国外这种下降趋势更明显，这是不是意味着计算机、软件等领域开始衰退，这是许多人都在思考的问题。
- ▣ 这里可能有一个信息领域人才培养不对路的问题。现在几乎每个系的学生都要学计算机课程，如果计算机专业的研究生学的内容与其他系差不多，肯定找工作没有优势。
- ▣ 物联网和仿真等技术的发展，信息化与工业化的深度融合对人才提出了新的要求。传统产业的升级和某些服务行业迫切需要懂专业又懂计算机的研究生和本科生。
  - ◆ 广东工业仿真中心的案例
- ▣ 推动软件与其它专业的双学位教育，软件学院应逐步转向为已具有应用领域工作经验的人才提供软件技术培训。

# 博士硕士生应该有更多的创业者

- ▣ 近几年博士、硕士生自己创业的不多，这与学校不太重视创业教育有关。
- ▣ 大学与企业的纽带主要不是科研成果而是人才，尤其是具有创业精神的人才。信息领域技术更新很快，研究生期间学习到的知识很快会过时，但自学能力和创业精神将一辈子起作用。
- ▣ 1997年波士顿银行经济部针对麻省理工学院(MIT)的评估报告认为：如果将所有MIT毕业生及教师所创建的公司集成为一个独立的国家，其所创造的利润可使这个国家成为世界第24大之经济体。4,000个与MIT相关的公司，共雇用了110万人，年销售值为2,320亿美元，相当于1,160亿美元的GDP, 大于泰国的GDP。





请批评指正！