



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

燃烧当代青年的激情
承担中华崛起的责任

李国杰
2009.09.

“对未来的中国领导人演讲”



- 1961年缅甸总理吴努访华，在清华大礼堂前演讲，吴努在报告中有一句很经典的话：“**我是在对未来的中国领导人演讲！**”
- 我想，当时在草坪四周听演讲的人中间，一定有**胡锦涛、吴邦国**等同学。吴努总理言中了。
- 每一个清华的同学都应有一种意识，若干年以后，你们就会成为国家的栋梁。中华崛起的希望寄托在你们身上！



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

信息科学技术大变革的机遇

今后20-30年是 信息科学技术的变革突破期

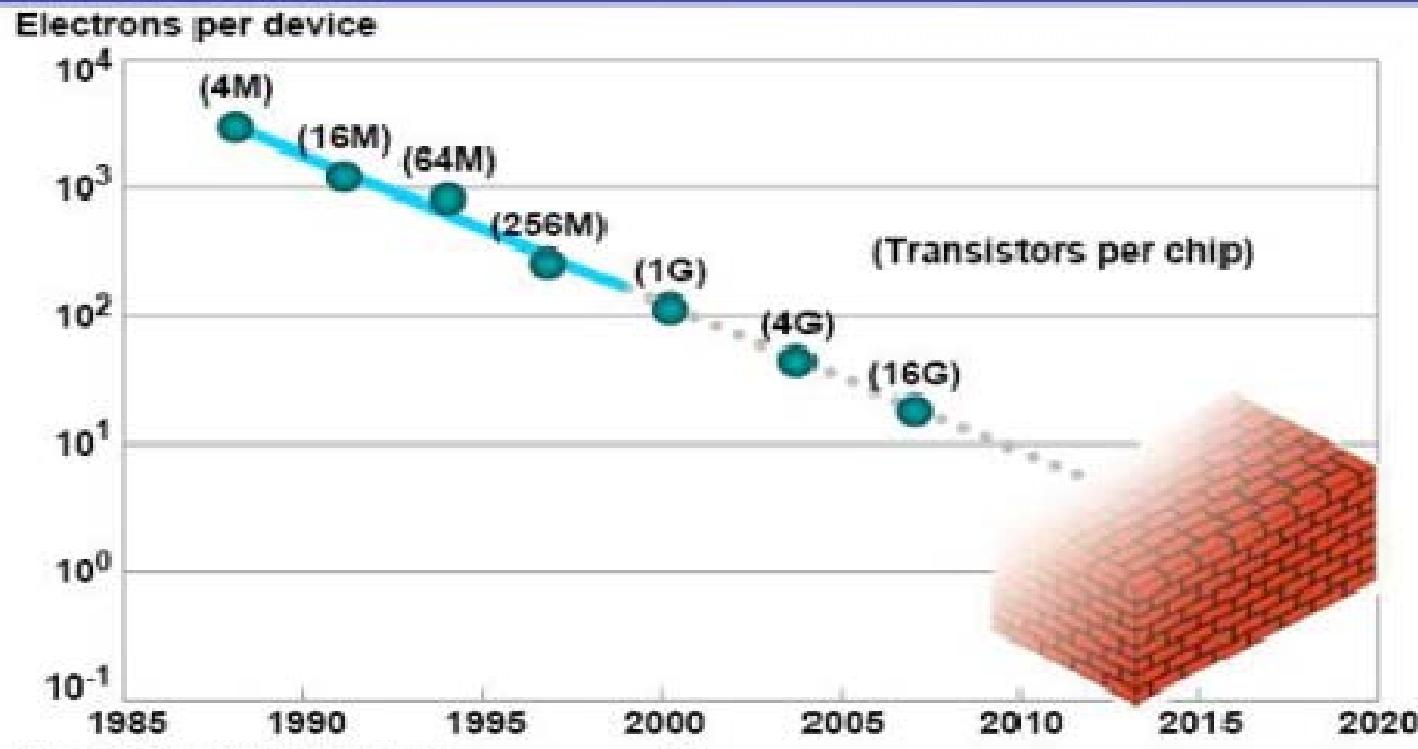
- 信息科学还是一门年轻的科学，过去的30年里，信息技术实际上走在信息科学的前面，许多重要的信息科学基本理论问题并没有解决。
- 近20年来集成电路和网络技术的飞速发展对信息科学提出了若干挑战性的理论问题，挑战问题将刺激信息科学突飞猛进地发展。
- 无论是集成电路、互联网、高性能计算机还是磁盘存储器，几乎所有现有的信息技术到2020年前后都会遇到靠渐进式的改进难以继续发展的重大障碍。2020到2040年期间必须在信息科学和信息器件、设备、软件上有原理性的重大突破。强烈的需求将激励信息科学技术在今后20—30年间有一次大的飞跃。

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。 

Moore定律的2020技术墙

Vanishing Electrons (2016)



中国科学院计算技术研究所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES



超级计算机发展路线图

每秒浮点运算
(flop/s)

$1Y \cdot 10^{24}$

$1Z \cdot 10^{21}$

$1E \cdot 10^{18}$

$1P \cdot 10^{15}$

$1T \cdot 10^{12}$

$1G \cdot 10^9$

$1M \cdot 10^6$

$1K \cdot 10^3$

1

1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050

从E到Z?
技术突变区

技术突破：
低功耗、并行、
变革性器件

高性能计算机

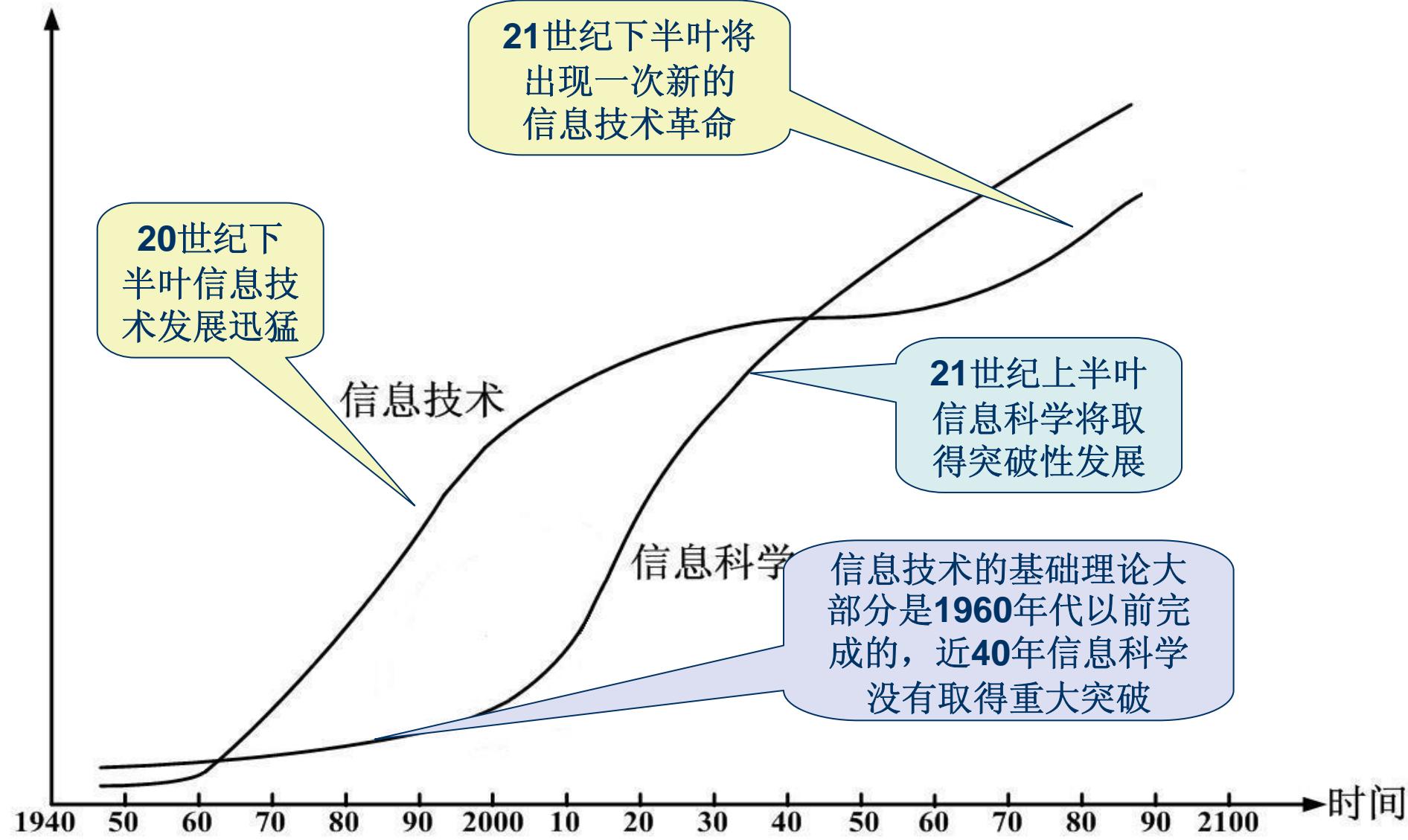
客户机

CMOS技术成熟
向量并行技术

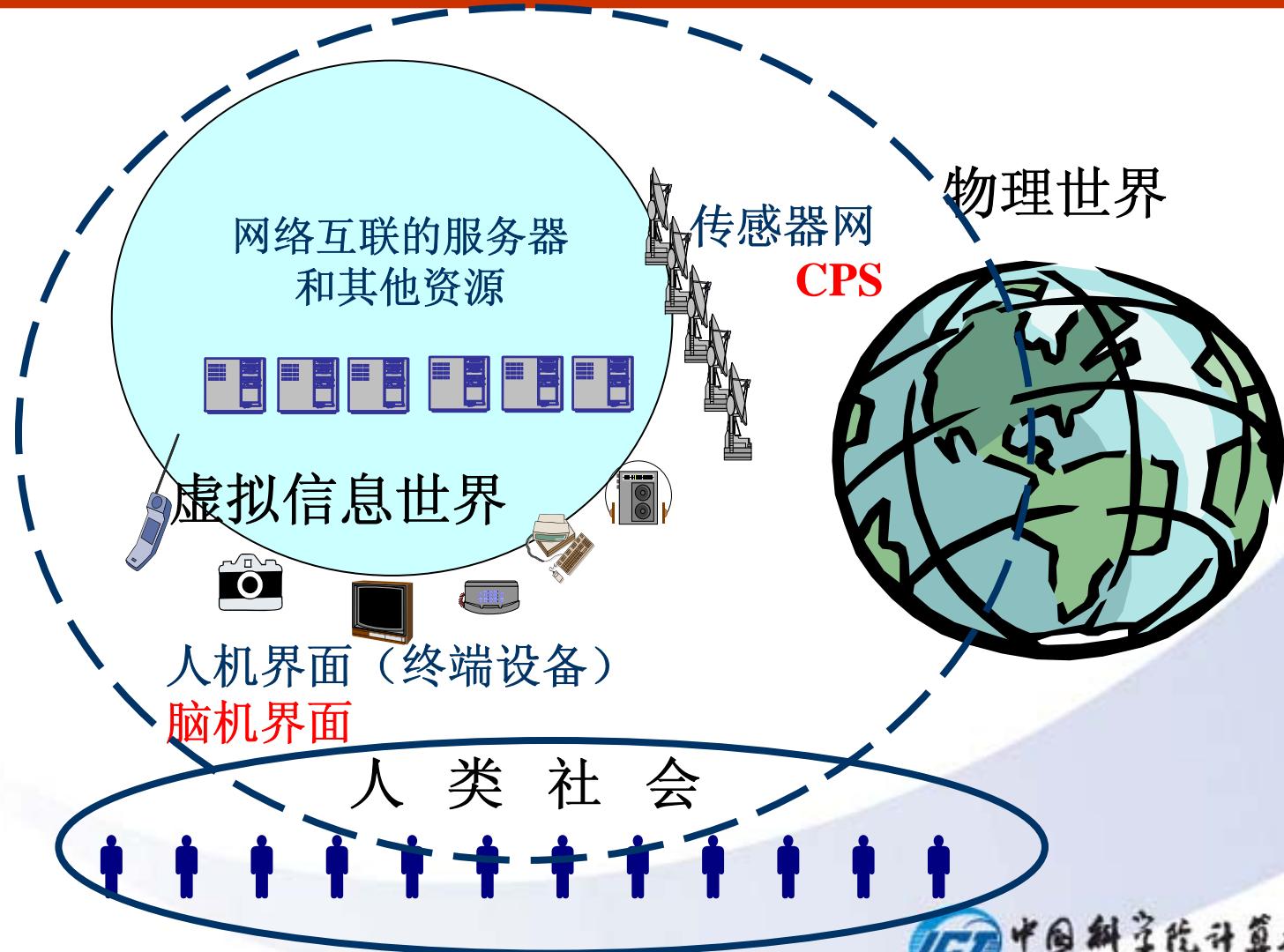


20-21世纪信息科学与技术发展态势示意图

发展程度



物理世界、信息世界、人类社会 组成三元世界—新信息世界观

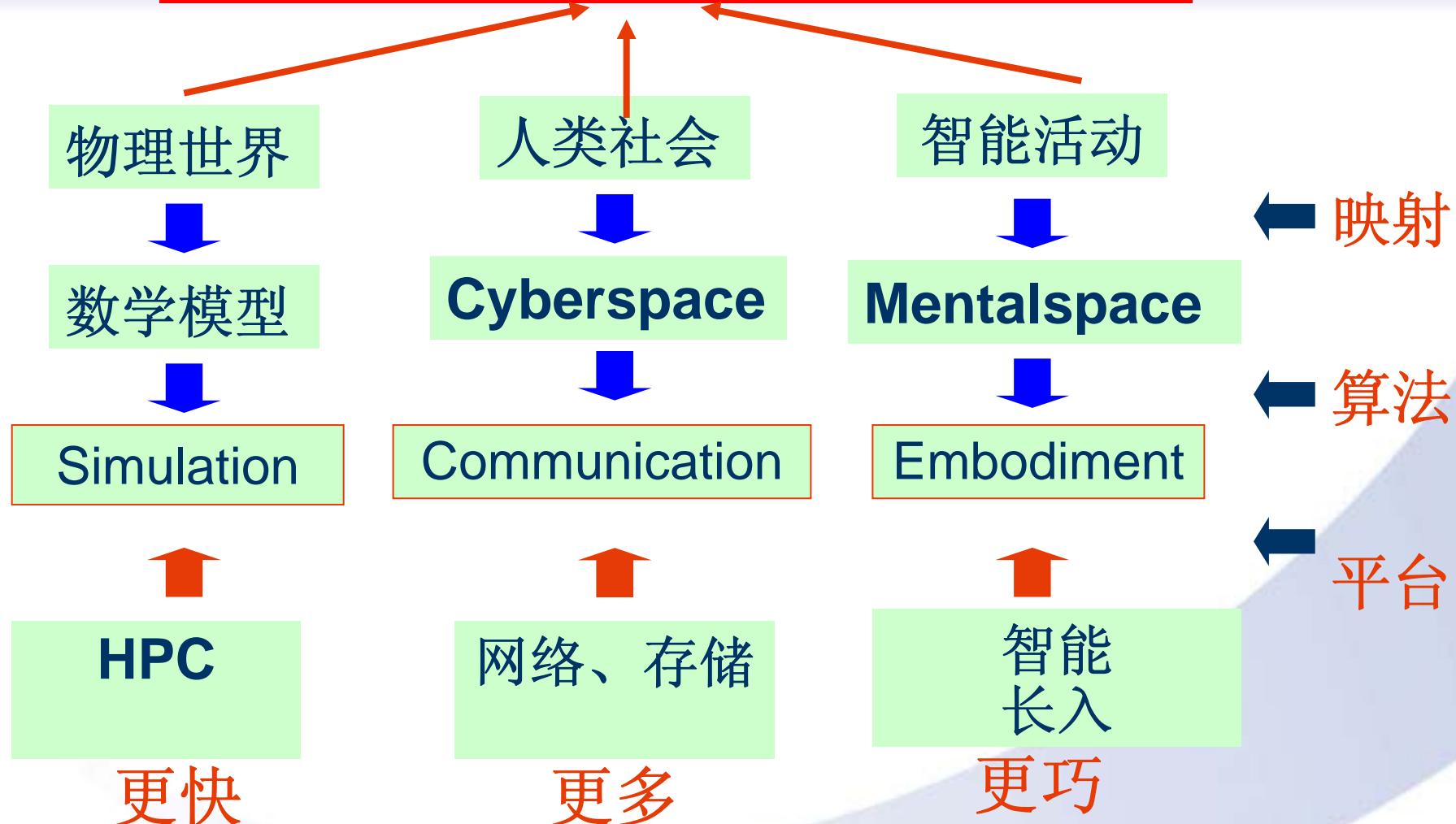


从人机共生模式转向人机物三元社会模式

- 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了、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。

“一切皆可计算”

Computing Thinking



—此图思想来自图灵奖得主Butler Lampson的报告

改变图灵计算模型不可突破的观念

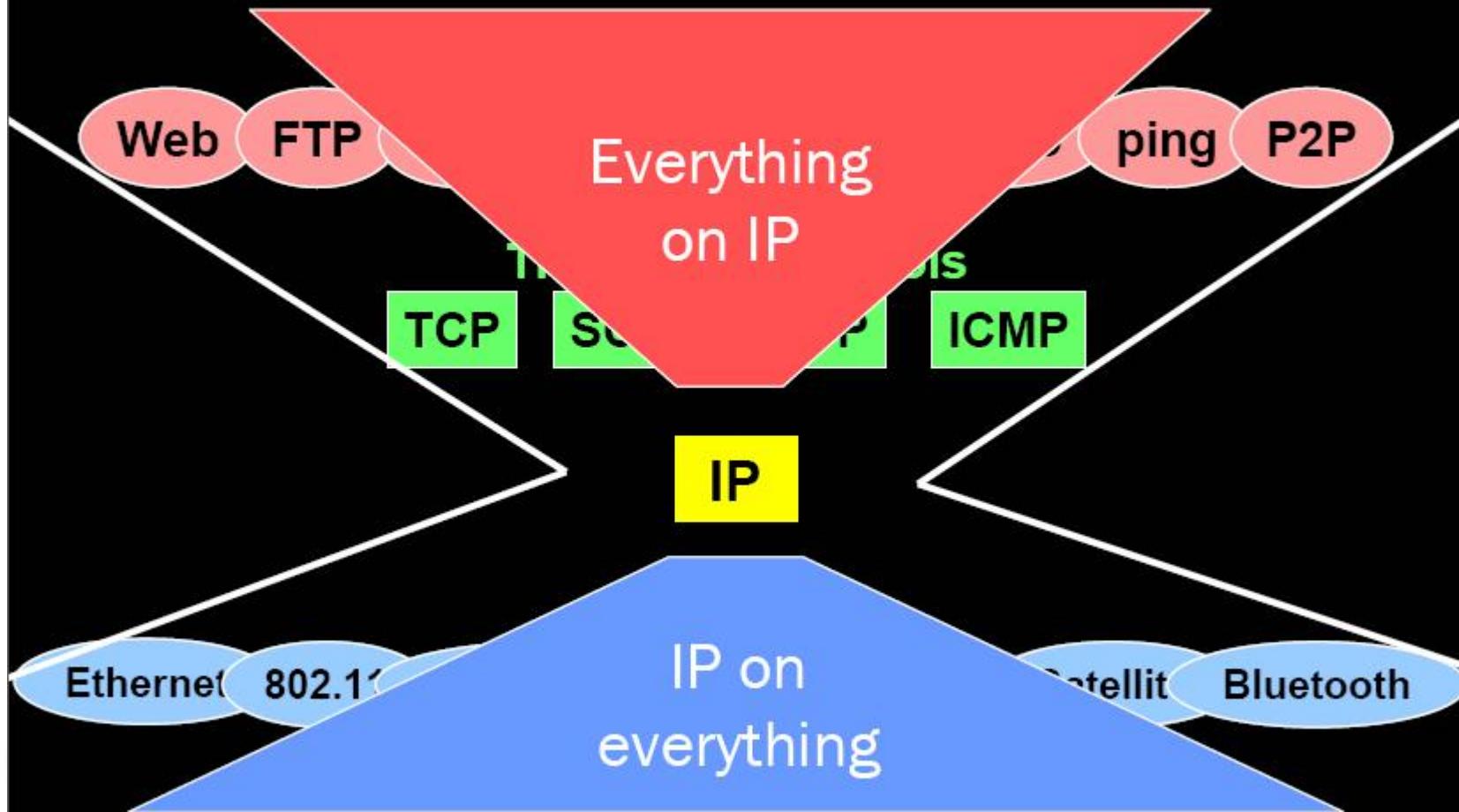
- 目前的主流计算机科学教科书认为：图灵机不能做的事情将来的计算机也不能做。
- 图灵计算被看作是从输入到输出的函数，不终止的计算被认为是没有意义的。
- 在网络环境中，计算主体（进程）在与外界不断交互的过程中完成所指定的计算任务。对于这类交互式的并发计算，传统的**基于‘函数’的计算理论不再适用**。
- 如何为实际**并发系统的设计与分析**提供坚实的理论基础，在今后几十年内是计算机科学面临的重大挑战。
- 算法研究的重点应从单个算法的设计分析转向**多个算法的交互与协同**。

构建IP后（Post-IP）的新网络体系

- 今后10—40年发展信息技术的第一位任务是要建设让大众非常便捷地获取信息和知识、更有效地协同工作、生活更加高品质的信息网络。
- 近10年内网络技术经历宽带化、移动化和三网融合将走向基于IPv6的下一代互联网，2020年以后世界各国将逐步形成共识，共同构建**IP后（Post-IP）的新网络体系**。
- 美、欧、日、韩都在积极探索IP后的未来网络。
- 在改进现有互联网和构建重叠网的同时，我国必须尽快开展IP后网络系统结构和关键技术研究。

Situation is getting worse

the Internet hourglass



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

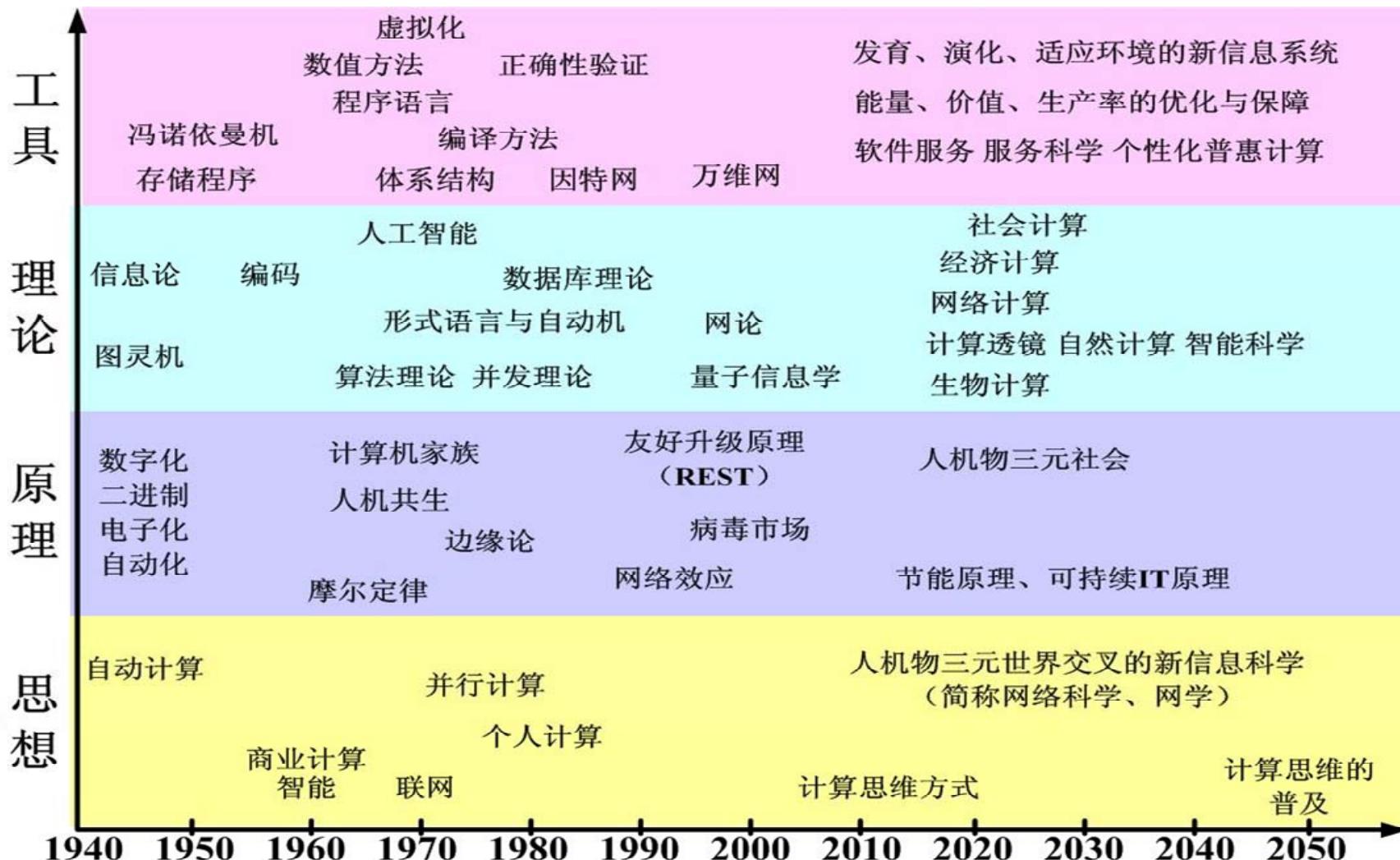
超级计算机和软件发展趋势

- 到2050年，超级服务器的发展需要支持各种各样的个性化应用负载，突破低能耗、海量并行、可靠性、低成本等技术障碍，40年内超级计算机的性能将增长 10^8 - 10^9 倍，达到每秒 10^{24} 次运算速度。在这个进程中，重大难点和技术突破会发生在从Exaflops (10^{18} flops) 过渡到Zettaflops (10^{21} flops)阶段。
- 发展信息技术的一个重要目标是使软件业和服务业也产生类似摩尔定律的走势，即同样功能和性能的软件开发成本平均每两年降低50%，同样质量的服务所需的成本每两年降低50%。

并行编程是必须突破的关键技术

- 新的摩尔定律变成：
 - 在基本不变的主频下，单个芯片上的处理器核的数目每一代（约两年）增加一倍。
- 单处理器性能的提高遇到阻碍以后，计算机要提高性能基本上只剩下一条路可走——依靠并行处理。这一迫不得已的转变，对软件界既是挑战也是机遇。
- 转向增加并行性不是基于重大突破的高歌猛进，而实际上是由传统硅实现方法遇到巨大障碍而采取的一次退却。
- 今后几十年中，算法研究也将从单一算法转移到对多个算法相互影响的研究，为研究分布式系统奠定坚实的基础。**并行算法和并行编程是今后几十年计算机科学和软件界必须突破的科学问题和关键技术。**

至2050年信息科学各层次的重要研究方向



新兴汇聚科学

- **NBIC**, (Nanotechnology, Biotechnology, Information technology and Cognitive science)
- **GNR** (Genetics, Nanotechnology, Robotics).
- **GRIN** (Genetic, Robotic, Information, and Nano processes)
- **GRAIN** (Genetics, Robotics, Artificial Intelligence, and Nanotechnology)
- **BANG** (Bits, Atoms, Neurons, Genes)

生物计算与社会计算

- 从计算的角度为细胞的发展过程建立模型，不仅有助于理解生物系统中的大量的基因和蛋白质如何协调工作控制细胞的新陈代谢及DNA修复等基本问题，而且对于**通信协议设计、并行计算模型**和机制的研究也具有重要意义。通过对生物分子和DNA等层次生命活动中信息转化过程的分析，可能**产生与基于硅的电子计算机原理完全不同的计算系统**。
- **社会计算**已成为继科学计算、生物计算之后新的国际前沿研究和应用方向。以认知科学、智能科学和复杂性科学为基础，开展社会计算研究和应用，已成为确保国家安全、建设和谐社会刻不容缓的任务。

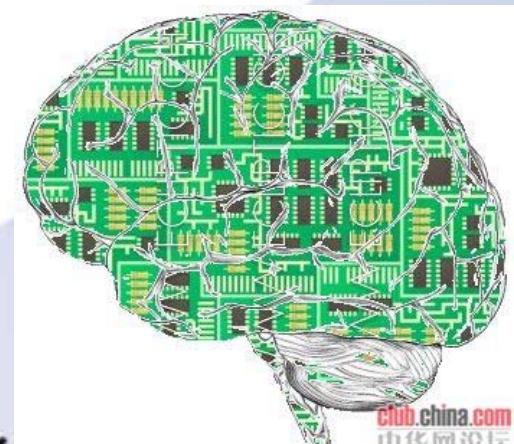
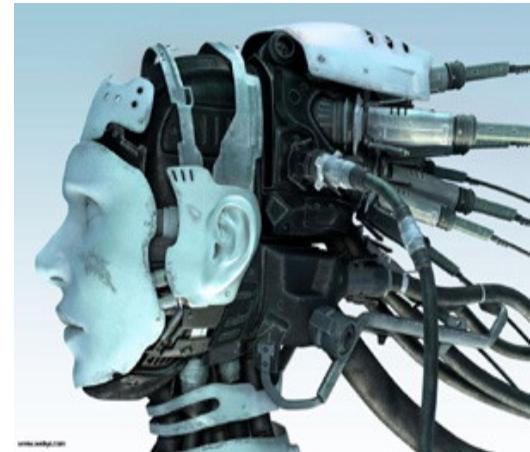
蓝色大脑计划

- 2005年瑞士洛桑高等理工学院（EPFL）启动了一项雄心勃勃的科研计划——**Blue Brain**。该计划使用了IBM的**Blue Gene**计算机（每秒22.8万亿次浮点运算），模拟老鼠的大脑新皮层单元中10000个神经元行为。
- 人类大脑中复杂的物理结构以及随时变化的化学成分增加了模拟的难度，模拟记忆“**液态计算**”技术也许会为硅片电路带来新的发展方向。
- IBM以采用蓝色基因超级计算机对大脑皮层II/III层的22,000,000神经细胞和110,000,000,000突触进行模拟。今年IBM从DARPA得到490万美元的资助，与斯坦福等大学合作研制**类脑计算机**。



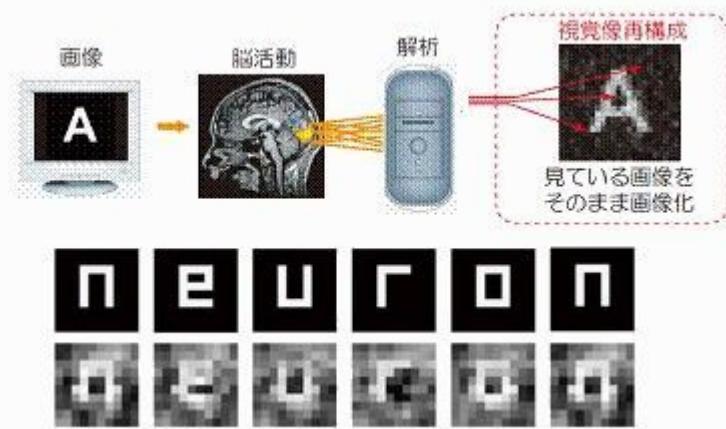
基于脑科学成果的片上神经计算机

- 德国海德堡大学正在协调欧盟支持的FACETS项目，该项目汇集了来自7个国家15个研究院所的科学家，构建一台像大脑一样工作的神经计算机
- 第一步就是在单个芯片上建立一个由300个神经元和50万个突触组成的网络。第二期的新网络中将包含了20万个神经元和5000万个突触，用模拟电路实现神经元、数字电子实现通信。研究小组在20厘米的单硅片上建立了该网络
- 这个系统要比生物等效法快10万倍，比软件模拟快1000万倍。



神奇的“读脑术”

- 2008年12月11日，日本ATR计算机神经科学实验室在《NEURON》杂志上发表论文报道，在一次实验中，让参与者观看英文单词“neuron”。研究团队通过仪器跟踪他们的大脑活动，成功在电脑屏幕上显示出单词的各个字母。这表明应用这项技术，将有可能记录和显示像梦境一般的人脑主观活动图像。



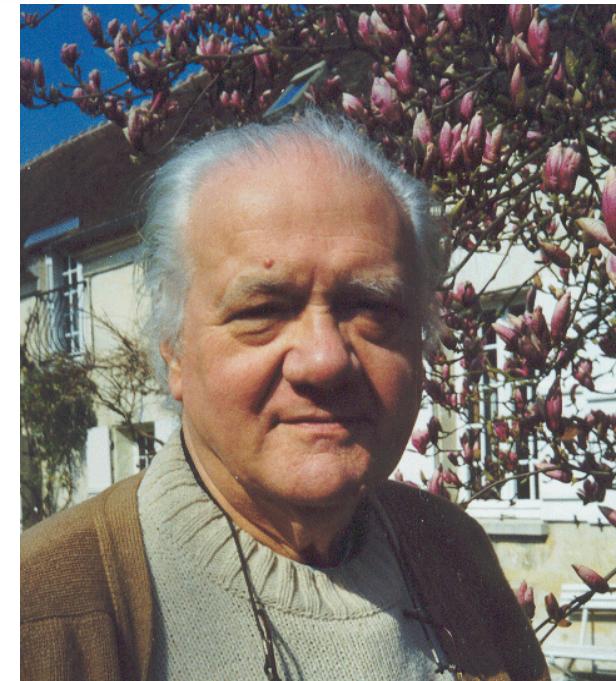


中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

国家战略需求的召唤

麦迪森预测：中国GDP2015年超过美国

- 安格斯·麦迪森是荷兰Groningen大学著名经济学家教授，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

美国中情局发表的2006年世界经济统计

- 按2005年实际购买力（PPP）统计国内生产总值：
第1位美国122780亿美元，占世界总量的20.8%；
第2位中国94120亿美元，占13.7%；
第3位日本39110亿美元，占6.6%；
第4位印度36330亿美元，占6.2%；
第5位德国25220亿美元，占4.1%；
第6至10位的是英国、法国、意大利、巴西和俄罗斯。
- 2006年统计
美国129800亿美元，占19.9%；
中国100000亿美元，占15.4%；日本42200亿美元，占6.5%
印度4042亿美元，占6.2%；德国2585亿美元，占4.0%；
英国、法国、意大利、俄罗斯和巴西。

2006年经济增长率统计

- 第一位 阿塞拜疆 32.5%；排在第2至第10位的分别是：毛里塔尼亚，赤道几内亚，马尔达维斯，安哥拉，亚美尼亚柬埔寨，特立尼达和多巴哥，列支敦士登。
- **中国 10.50%，第12位。** 其它3块金砖：
 - 印度 8.5%第25位；
 - 俄罗斯 6.6% 第52位；
 - 巴西 2.8% 第173位。
- 西方工业大国排名很落后：美国 3.4% 第148位；日本 2.8%第170位；德国 2.2% 第185位。
- 香港 5.9% 第66位；台湾 4.4% 第122位。

2006年人均GDP统计

- 中国以人均7600美元排在第109位，在全世界共229个国家和地区的排名中处在最当中的位置。金砖四国中，俄罗斯以第81位（12100美元）最靠前，巴西（8600美元）排在第98位，印度以第154位（3700美元）落后中国近50个名次。
- 前10名为：百慕达（69900美元），卢森堡，泽西（岛），赤道几内亚，阿联酋，挪威，根西（岛），开曼（群岛），爱尔兰，美国（43500美元）。
- 日本（33100美元）排在第21位，超过了德国（31400美元，第27位）。英国（第28位）和法国（第31位）。
- 香港 36500美元 第15位，台湾 29000美元 第36位；澳门 24300美元 第45位。新加坡 第30位，韩国 第46位。
- 排在最后（第229位）的马拉维，人均只有600美元。原苏联国家塔吉克斯坦以人均1300美元排在第203位。



固定资产投资和外汇储备

- 阿塞拜疆，44.9%，排第一；**中国44.3%第2位。**
- 印度29.2%第19位；巴西20.2%第88位；俄罗斯18.2%第114位。
- 越南（第8位）、泰国（22）、韩国（24）这些中国邻居倒是对固定资产投资十分的热情。香港以21.1%居第77位；台湾以18.4%居第111位。
- 日本以23.7%居第53位；德国以17.3%的比例居第119位；美国以16.6%的比例居第124位。
- 外汇和黄金储备前10位的按顺序为：**中国（10340亿美元）**日本（8647亿）；俄罗斯（3145亿）；台湾（2806亿）；韩国（2390亿）；印度（1650亿）；新加坡（1346亿）；香港（1320亿）；法国（985.4亿）；巴西（872.7亿）。
- 德国以外汇储备487.6亿美元排在第22位；美国以691.9亿美元排在第15位。

铁路、公路和水路统计

- 铁路里程（不计欧盟总数）。以2004和2005年的数据，美国以22.66万公里居世界第一；俄罗斯以8.7万公里居第二；**中国以7.44万居第三**；印度以6.32万居第四。德国以4.72万居第7。
- 公路总里程。美国以643万居第一；**印度以338.3万（2002年）居第二**；**中国以187万（2004年）居第三**；巴西以175.2万居第4；日本以118.3万居第5；加拿大以104.2万居第6；法国以95.6万居第7；俄罗斯以87.1万居第8。德国以23.2万居第21。
- 在水路方面，**中国以12.4万高居首位**。俄罗斯10.2万公里居第2。整个欧盟，面积跟中国差不多，但水路只有5.2万公里。巴西有5万公里；美国有4.1万公里；德国以7467公里水路居世界第19位。

商船与机场

- 在商船数量方面，巴拿马 5473艘 第一；中国 1723艘，第二；俄罗斯有1178艘，排第5位；日本 683艘排第15位；印度有316艘，排第27位。利比里亚、马尔它、新加坡、香港（924艘）等也相当先进。而美国只有465艘，排第22位；德国只有394艘，排第26位。
- 机场数量。全世界共有49024个机场。美国以14858个占了三分之一。巴西有4276个机场（第2位）；俄罗斯有1623个机场（第4位）；德国有554个机场（第13位）；中国只有486个机场，排在世界第15位。印度只有341个机场，排在第24位。

固定电话和移动电话

- 固定电话线，全世界共有12.63亿条。中国以3.5亿条排第一，多于美国（2.68亿）和欧盟（2.38亿）。日本以5878万排国家的第3；德国以5505万排国家的第4。金砖四国的其它3个国家全部紧挨在一起进入了前10：印度有4975万，排第5；巴西以4238万排第6；俄罗斯以4010万排第7。
- 在移动电话方面，全世界共有21.68亿个用户。欧盟共有4.66亿用户。但按单独国家排列，中国以4.37亿用户高居首位，比第2位的美国（2.19亿）多了一倍。金砖四国中，俄罗斯有1.2亿用户；巴西有8621万；印度有6919万。德国有7920万用户，居第6位。

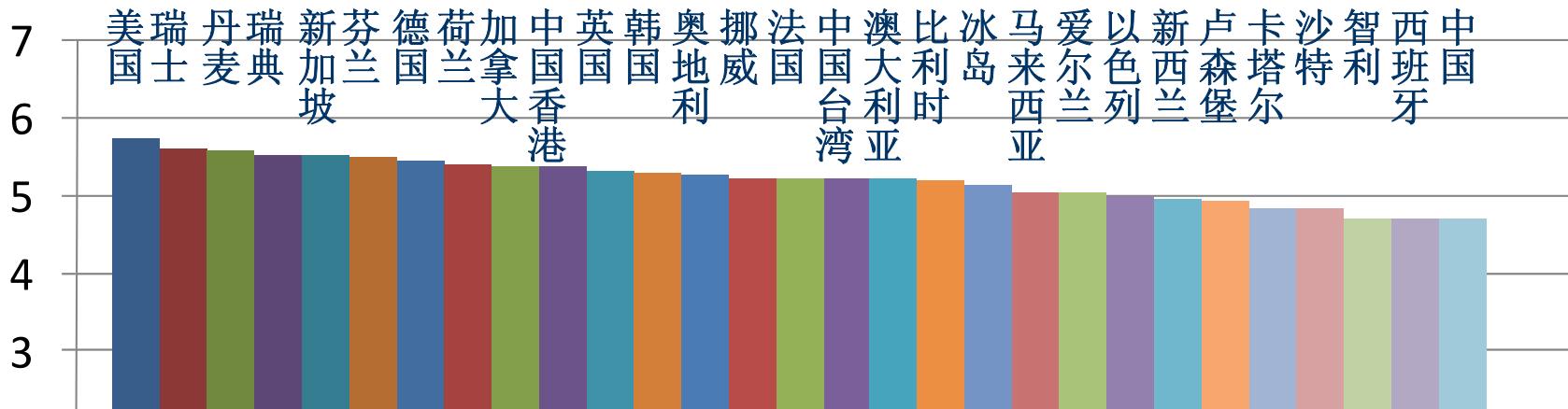
死亡率和平均期待寿命

- 2007年**中国人的死亡率为千分之7，低于世界平均水平（8.37）不少，排在第133位。**在金砖四国中，俄罗斯的死亡率特别高，达千分之16.04，排在第22位。印度（千分之6.58，第145位）、巴西（千分之6.19，第156位）。
- 死亡率最高的前10名全是非洲国家，排在第一的斯威士兰高达千分之30.35。排在最后的几乎全是中东国家，阿联酋以千分之2.16排倒数第一；科威特、沙特阿拉伯、约旦都在最后5名之内。新加坡和澳门也在死亡率最低的地区之列。
- 在平均期待寿命方面，东亚人进入了世界最前列。进入前10的有：**澳门（82.27岁，排世界第2）**；日本（82.02岁，排第3）；新加坡（81.80岁，第5）；香港（81.68岁，第6）；台湾以77.56岁排第51名。
- **中国平均期待寿命2007年估计为72.88岁，排在第103位。**巴西以72.24岁排第114位；印度以68.59岁排第145位；俄罗斯以65.87岁排第157位。
- 美国以78岁排第45位。排在第一位的是安道尔：83.52岁。

WEF全球竞争力----134个国家与地区排名 (2008~2009)

中国
#30

基本要求(#42)---体制(#56)、设施(#47)、宏观经济(#11)、卫生与基础教育(#50)
效能提升 (#71)---高教与培训(#64)、产品市场效率(#51)、劳动市场效率(#51)、
财务市场效率(#109)、技术准备(#77)、市场规模(#2)
创新因素(#57)---企业成熟度(#43)、**创新(#28)**



创新(#28)——创新能力(#25)、科研院所质量(#37)、企业研发投入(#24)、
产学研合作(#23)、先进产品的政府采购(#20)、
科学家与工程师数量(#52)、专利(#54)

中国与五国论文占世界论文总量份额变化

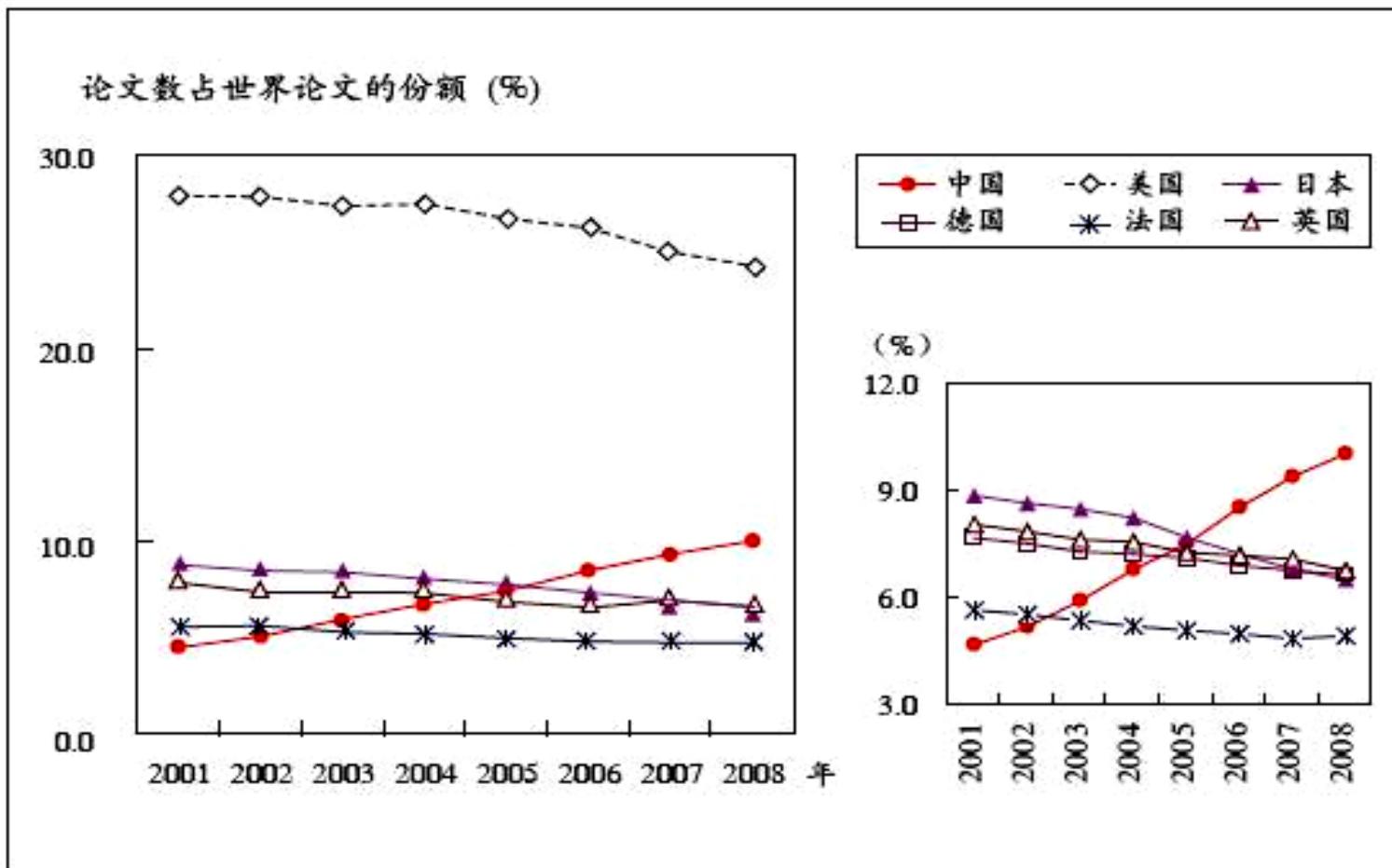


图 2-1-3 2001-2008 年中国与五国论文数占世界论文总量份额的变化趋势

工程领域TOP1%论文 中国与五国在世界的位置

国别		中国	美国	日本	德国	法国	英国
年代	份额 (%)	4.1	44.3	6.0	5.6	4.6	5.8
2001	位次	6	1	2	4	5	3
2002	份额 (%)	4.9	42.0	5.2	4.6	3.7	6.3
	位次 (%)	4	1	3	5	7	2
2003	份额 (%)	7.4	39.5	5.3	4.8	4.3	5.7
	位次	2	1	4	5	7	3
2004	份额 (%)	7.8	38.8	4.3	5.9	2.8	5.8
	位次	2	1	5	3	11	4
2005	份额 (%)	8.9	36.7	4.3	5.6	3.8	5.3
	位次	2	1	6	3	7	4
2006	份额 (%)	10.1	33.7	4.0	4.9	3.7	5.8
	位次	2	1	6	4	8	3
2007	份额 (%)	11.0	29.3	3.4	4.6	3.4	5.7
	位次	2	1	10	6	11	3
2008	份额 (%)	13.2	23.8	3.4	4.0	3.9	5.9
	位次	2	1	12	6	7	3



中国与美国工程论文被引频次排名 前300名大学和科研机构

世界 排名	大学/科研机构 (中国)	世界 排名	美国大学与科研单位
7	中国科学院	1	伊力诺依大学
32	清华大学	2	加州大学-伯克利
89	上海交通大学	3	麻省理工学院
129	浙江大学	4	斯坦福大学
175	哈尔滨工业大学	5	密歇根大学
189	西安交通大学	6	佐治亚理工学院
196	中国科学技术大学	10	美国国家航空航天局
197	北京大学	12	加州大学-洛杉矶
228	华中科技大学	13	普渡大学
根据ESI1999-2009年数据统计结果分析			
17 宾夕法尼亚州立大学			
18 加州大学-圣地亚哥			
19 威斯康辛大学			
20 加州理工学院			
21 明尼苏达大学			
23 德克萨斯A&M大学			
27 德克萨斯大学-奥斯汀			
30 马里兰大学			
31 康奈尔大学			
34 IBM公司			
35 卡内基梅隆大学			
38 华盛顿大学			

中国与五国计算机设备附加值变化趋势

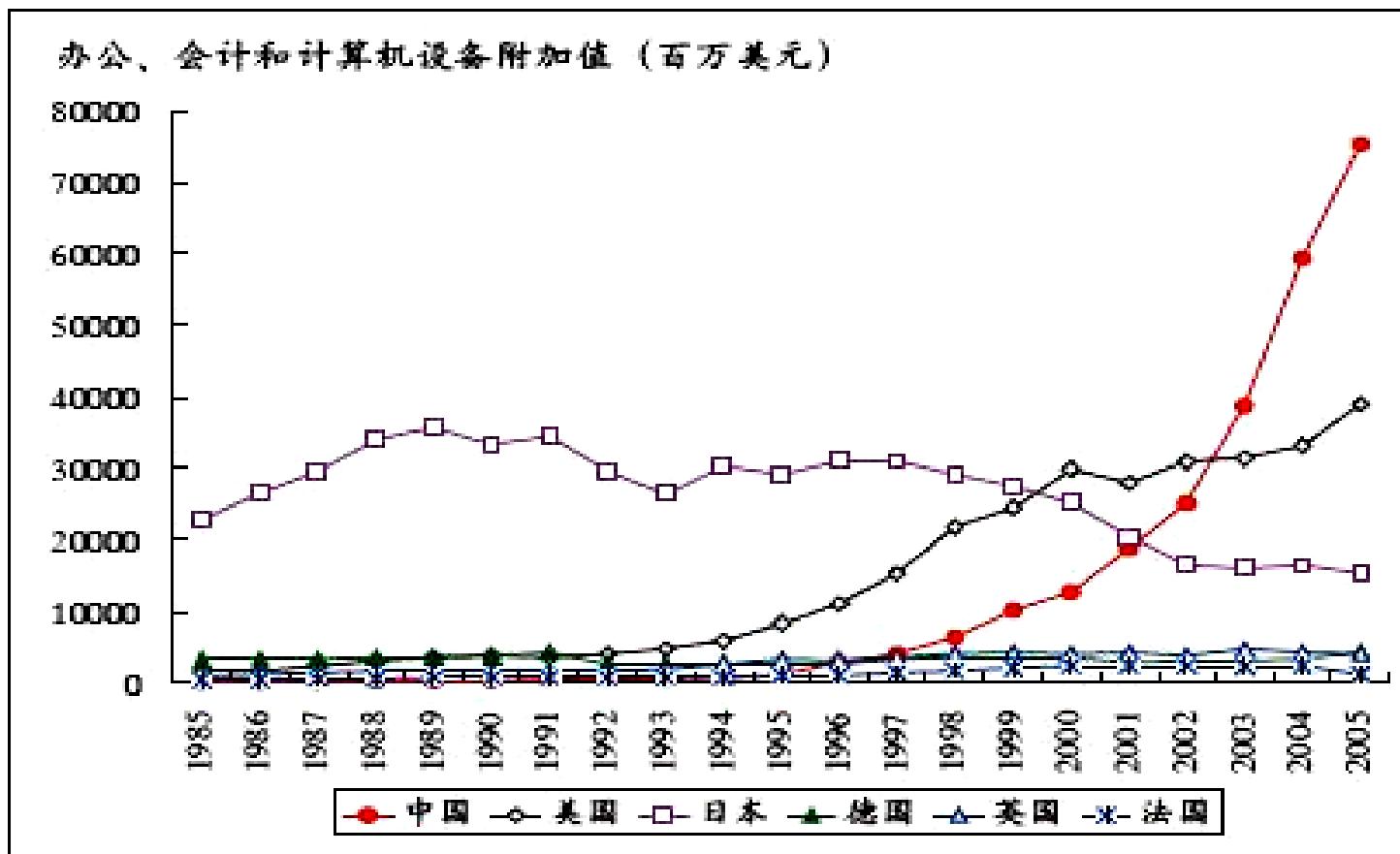


图2-4-7 1985-2005年中国与五国办公、会计和计算机设备制造业附加值的变化趋势
数据来源： *Science and Engineering Indicators 2008*

被引频次排名世界前500和前300名的 中国大学和科研机构

学科领域	中国入围的机构总数（所）	在世界最高排位次的中国机构（位次）
全科学领域*	7	中国科学院（第7）； 北京大学（第261）； 清华大学（第310）等**
材料科学	23	中国科学院（第1）； 清华大学（第10）； 中国科技大学（第35）等
物理学	8	中国科学院（第6）； 中国科技大学（第93）； 北京大学（第119）等
化学	13	中国科学院（第1）； 北京大学（第46）； 南京大学（第66）等
数学	4	中国科学院（第8）； 北京大学（第74）； 清华大学（第95）等
工程	9	中国科学院（第7）； 清华大学（第32）； 上海交大（第89）等
生物（生物与生物化学）	1	中国科学院（第82）
医学（临床医学）	无	

*：全科学领域；**：分支学科领域

科技实力 VS 科技水平

- 一个国家的科技实力等于科技应用普及度与科技水平的乘积。科技水平高的国家不一定科技实力强。
- 有些学者用专利授权量、论文发表数量、科技人员总数、网民总数、R&D投入总量等作为衡量一个国家科技实力的主要指标，由于我国人口多，在总量上我们都居于前列，从而得出我国科技实力位于居世界前列的结论。但**总量指标更多体现在科技普及度，并不反映科技水平。**
- 近十年来我国的科技水平并没有明显提高，信息领域与国外的差距也没有明显缩小。**核心技术受制于人的局面还没有根本改变我国企业的权利空间仍然收到跨国垄断企业的挤压，仍然面临被技术边缘化的危险。**



- 我国的科技现状有点像“碟子”，不像“杯子”。

美国人看中国的“技术陷阱”



- 中国生产的产品极少拥有自主知识产权。相反，中国成长为世界制造业中心及高科技产品出口巨人的显著成就与中国对外国技术的依赖密不可分。随着中国加入世贸组织，这种依赖性还在进一步加深。
- 盲目崇拜外国技术的认识误区阻碍了国内科研系统的发展。企业研发能力十分薄弱、政府科研机构科研能力相对较强却缺乏与工业界的联系、对外国技术的高度依赖以及获取外国技术的苛刻条件，这些因素相互作用，结合在一起构成了中国的技术陷阱。
- 我们时常发现标准制定各参与方之间似乎存在不一致的利益，这使得在中国标准制定中协调各方利益颇为困难。

来源：全美亚洲研究所特别报告：“标准就是力量？中国国家标准化战略制定中的技术、机构和政治”---2006年6月

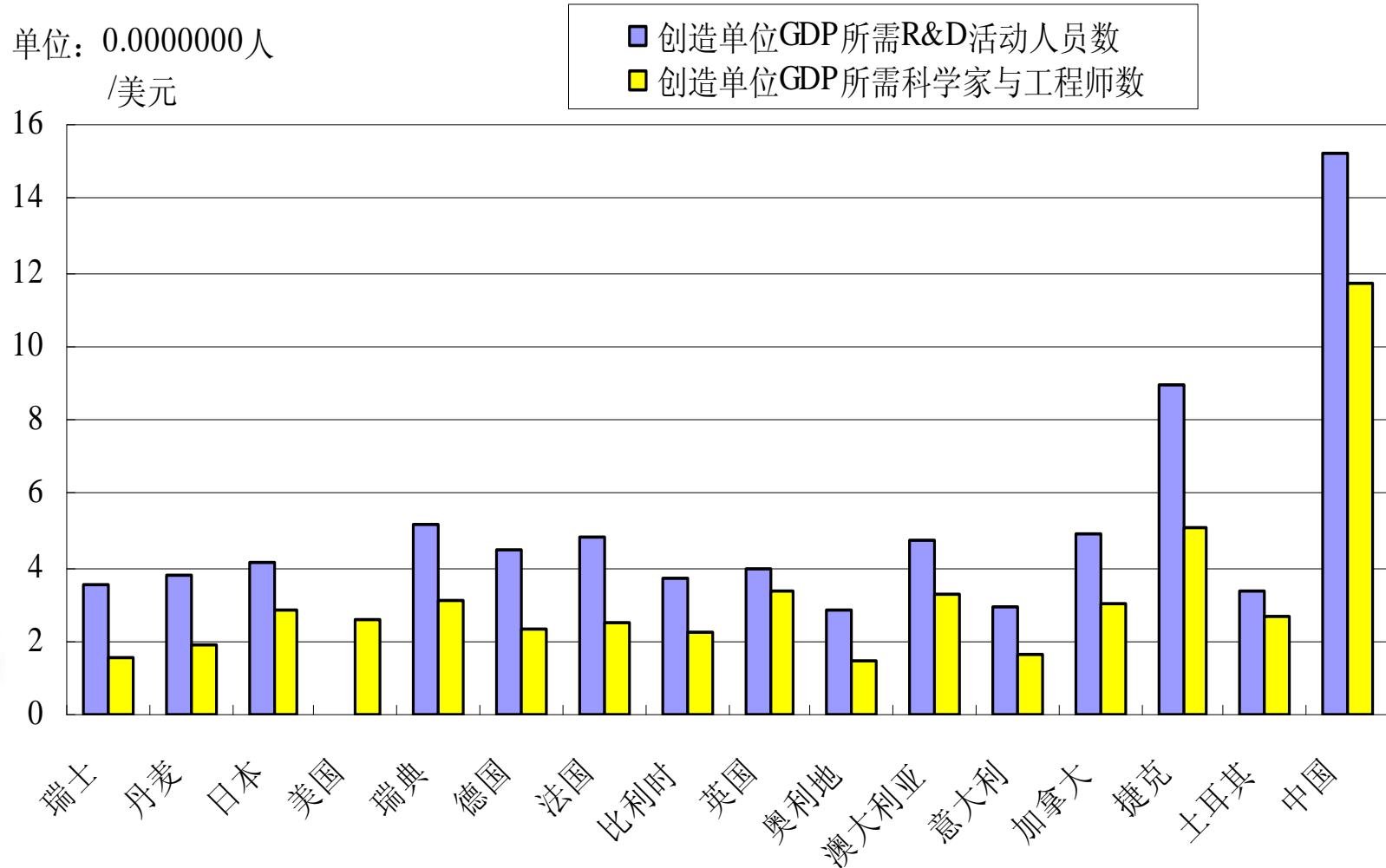
我国科技对经济的贡献很小

- 1953~1990年38年中，我国年均经济增长率为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% 。
- 如果按改革开放前后划分，则改革开放前（1953~1978）年生产率的贡献为 $负数$ ；改革开放后（1979~1990年）上升为 30.3% 。
- 美国60~70年代国民生产总值中，国民财富增长的 71% 来自科技进步。相同时期，日本科技进步因素占国民财富增长的 65% 。而中国在80年代前的30年间，经济增长中的科技进步贡献率仅达25%。90年代，主要资本主义国家的科技贡献率已达80%，而我们才达到30%左右。

— 引自：李京文：《科技富国论》，社会科学文献出版社，1995年

我国科研人均贡献率低于国外

- 中国的平均人均科研产出与日本比较 $2.68:1$; 美国 $4.48:1$



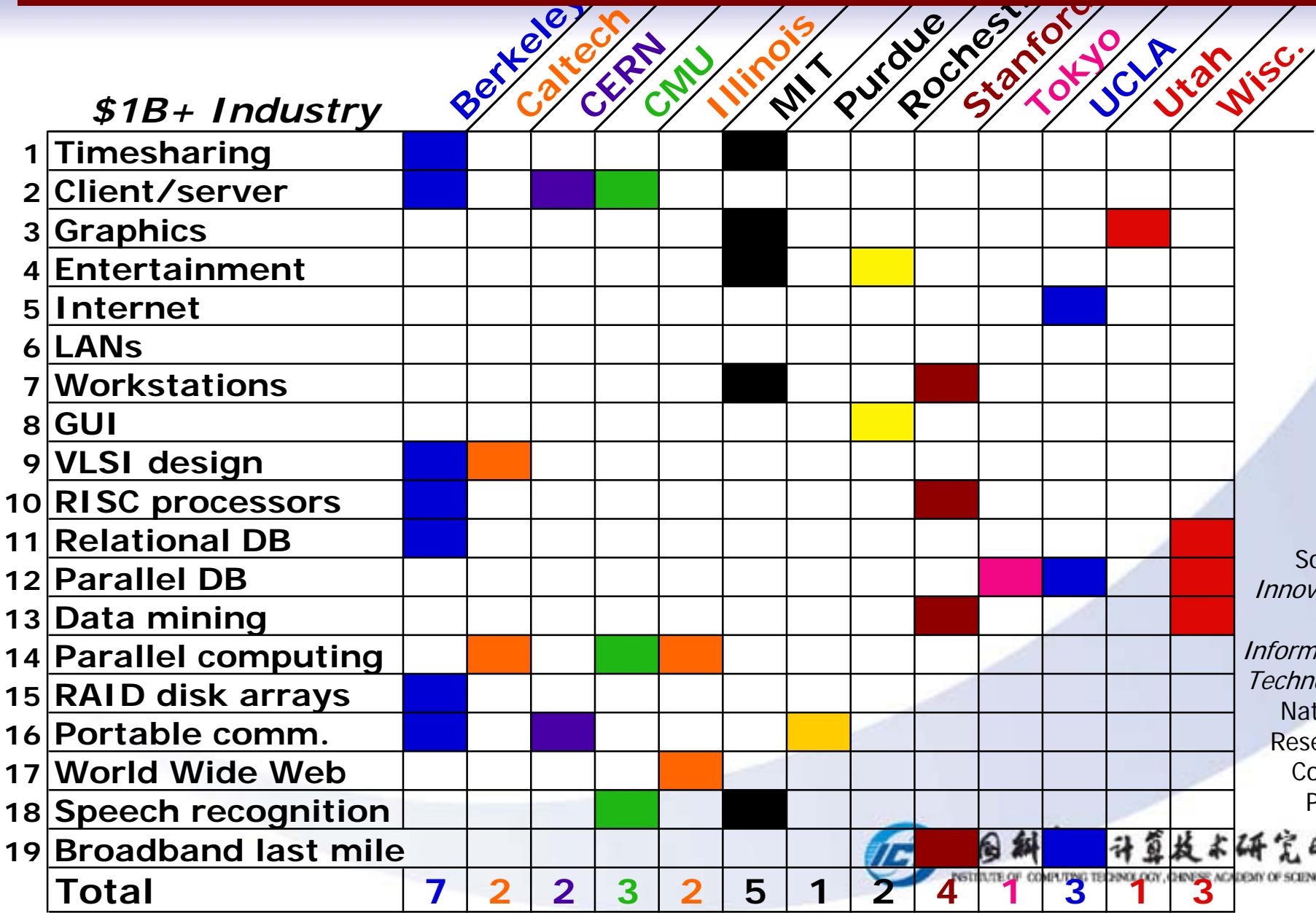
改变人类的创新（与信息相关部分）

—福布斯公司2003年列出

- 1927: TV
- 1937: 脉冲码调制技术
- 1942: 计算机
- 1947: 晶体管
- 1949: 磁芯存储器
- 1954: Fortran语言
- 1956: 磁盘、光纤
- 1958: 激光
- 1959: 集成电路
- 1964: 大型计算机系列
- 1968: 鼠标
- 1969: Internet
- 1970: 光盘、关系数据库
- 1971: 微处理器
- 1972: TCP/IP; UNIX/C;
- 1976: PC
- 1984: 液晶显示器
- 1991: WWW
- 1995: 电子商务
- 2000: 基因自动排序机

以上重大技术没有一项是中国人发明的！

什么时候中国的大学才能在此榜上有名



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



INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中科院

计算技术
研究所

技术创新模式的转变

工业化阶段	第一阶段	第二阶段	第三阶段
经济标志 人均GDP	小于300美元	300—4750美元	大于4750美元
技术标志 GERD/GDP	小于1%	1—2%	大于2%
技术创新阶段	使用技术为主	改进技术为主	创造技术为主

---引自穆荣平“中国技术资源开发与利用战略研究”报告

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。
- 姚期智教授最近在《中国计算机学会通讯》上发表文章指出，我国大学争取世界一流只有最近10—15年的机遇期，15年以后，新的技术格局就会形成，我们就很难占一席之地了。

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》

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”一“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。

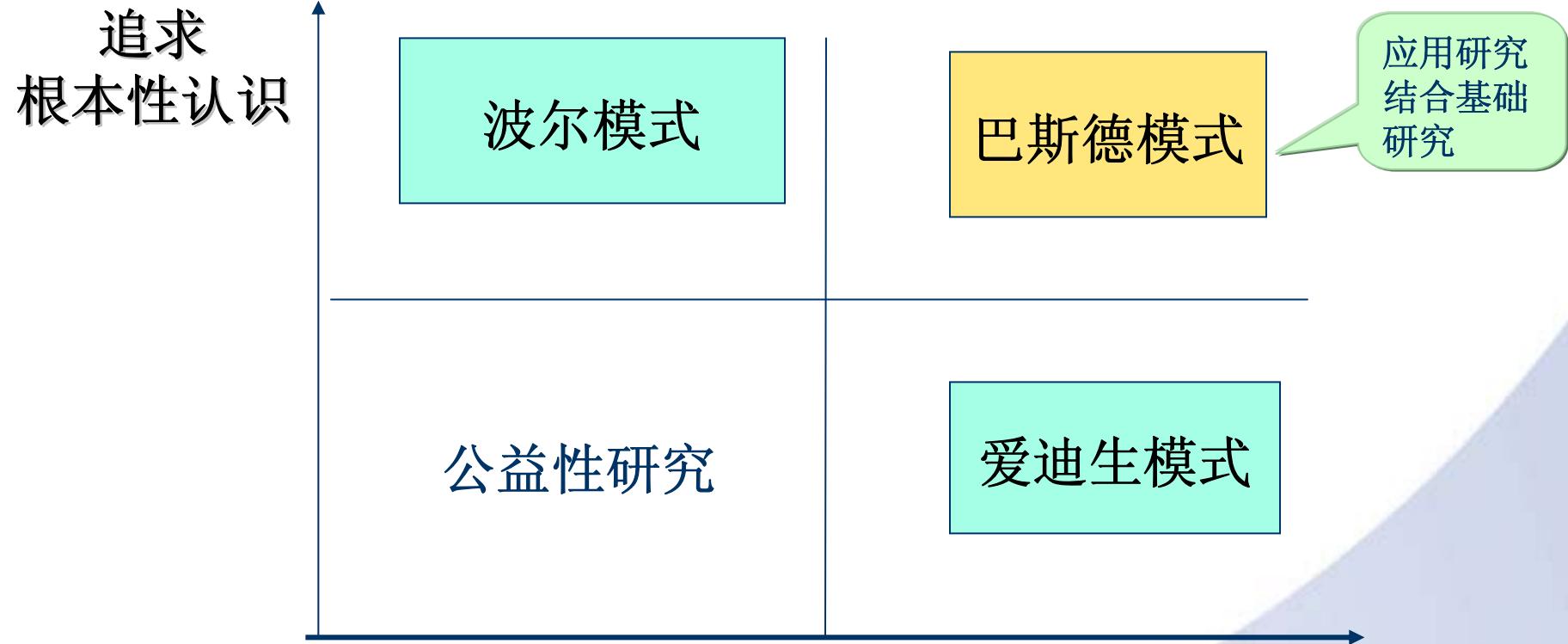
提高贡献率和降低依存度靠什么？

- 我国的科技水平不如发达国家，要在20年左右的时间内成为科技强国，到底靠什么？
 - 靠科研人员平均智商高于国外？不大可能。
 - 靠我国的科技投入高于国外？做不到。
- 可能只能靠以下两条途径：
 - 一是靠我们的科研目标和路线正确，既不能完全跟随国外学者，纯粹做P2P (Paper to Paper) 的学究式研究，也不能完全跟随在国外企业的后面，仅仅从事为他人做嫁衣裳的工作；
 - 二是靠提高我们的科研效率，即提高人均科研产出和每一元钱投入的产出。从某种意义上讲，效率来自协作，必须发挥社会主义制度下集中力量办大事的生物优势。
- 归根到底要靠我们发愤图强，发扬“小米加步枪战胜飞机加大炮”的艰苦奋斗精神和“以弱胜强”的战略战术。

为什么要强调国家战略目标导向

- 当今的科研已不完全是爱迪生时代的以个人发明为主的小科研，必须小科研和大科研同时并举。所谓大科研就是以国家目标导向的科研，具有**大目标、大协作、大平台、大产出**的特点。
- 信息科学和技术已经有半个多世纪的发展历史，已进入广泛普及阶段。目前信息科学前瞻性的基础研究的重点在两方面：一是深入到信息内容，突破**语义理解**瓶颈，这是智能信息处理的核心问题；二是融入其他学科，解决 **Computer+X** 的重大理论问题。这些问题都是以**海量的实验数据**为背景，不是个人一张纸一支笔可以解决的问题。
- 国家战略是涉及大多数人根本利益和长远利益的大事情，不是空洞的口号。个人兴趣也许能导致原始创新，但如果与国家的战略目标结合起来，就会有持久的动力。

适合中国国情的“巴斯德模式”



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



中国科学院计算技术研究所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

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（下标的下标）吓唬工程人员，美其名曰“形式化”。

个人兴趣+个人利益=忽悠的科研目标





中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

大学生的使命与责任

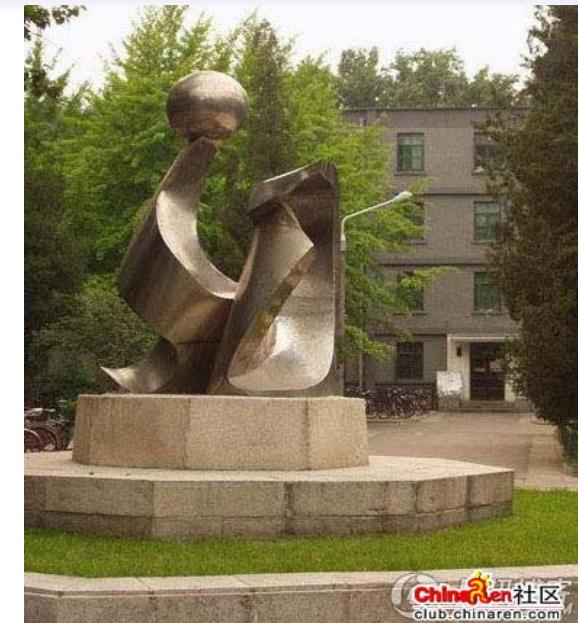
精神成人比专业成才更重要

- 大学被理解成高档次职业培训所，发高文凭的机关；把物欲的满足变成考大学的动力乃至选择专业的一个参考。
- 19世纪中叶，英国有个叫纽曼的大教育家，他在出任大学校长时便说：真正的大学教育是什么，不是专业教育，不是技术教育，而是**博雅教育**。大学首先要培养学生的灵魂是健全的，到达博雅高度即具有完整的人格。
- 精神成人无疑比专业成才更重要。精神成人意味着你开始懂得自律，开始懂得负责任，开始懂得不能活的让你所爱和爱你的人伤感为你操心，开始懂得这一辈子命运掌握在自我手里，开始懂得明天的我要比今天的我活得更理想，更有滋有味
- 熏陶：剑桥的大学生是在导师的烟斗里面熏出来的。

——夏中义（大学人文读本主编）

“青年文化”的淡化

- 由于市场经济的兴起，理想主义、启蒙主义和抱负追求逐渐淡化。“青年文化”渐渐被“青春文化”替代。低龄化趋势和中年化趋势：“青年”要么变小，要么迅速变老。
- 随着独生子女时代的来临，大众文化的生产者鼓励年轻人用“迷恋”的方式来消费。
- 北大的S-D雕像——“科学、民主顶个球”



- 理想主义的淡化，功利主义的崛起，出现“青年消失”的文化现象。在“青春文化”盛行造成到处是青年消费者，很难看到存在一个青年的社会行为者。
- “地震一代”、“鸟巢一代”让我们看到了希望，看到在公民意识、志愿者精神感召下的中国青年的风貌。

韦伯：新教伦理和资本主义精神

- 韦伯指出，在构成近代资本主义精神乃至整个西方近代文化的诸基本要素之中，以职业概念为基础的理性行为这一要素，正是从基督教禁欲主义中产生的，其实这也新教伦理鼓励勤奋与节俭，宣扬在完成“天职”的意义上获得财富，并非单纯的资本积累获利的欲望及对营利、金钱的追求。在更深层的意义上，资本主义倒是对这种非理性欲望的一种抑制或至少是一种理性的舒缓。
- 在中世纪，商业发达的佛罗伦萨率先成为冲破旧教束缚的城市之一，之后的历史也明了在奉行新教的地区，经济发展更为顺畅，而新教徒也明显表现得比天主教徒更具有经济的敏锐性。

提倡“天职”精神

- 美国宪法的起草者之一本杰明·富兰克林（1706—1790）是美国革命时期的资产阶级民主主义思想家，也是资本主义精神最完美的代表。他一生勤奋、诚信、进取，提倡“时间就是金钱”、“信用就是金钱”。
- 新教中以劳动为自身目的和视劳动为天职的观点，对资本主义来说是必不可少的。近代资本主义扩张的最主要的动力不是在于资本本身，而是在于资本主义精神的发展。
- 职业是上天赋予个人的生存方式，人应对这种天职负责，这是典型的资本主义文化。这种文化下，人们本着对上天负责的态度辛勤劳动，创造价值。
- 今天我们仍应提倡“天职”精神，我们讲的“天职”不是对虚无的“上帝”负责，而是对抚养培育我们的百姓大众、对国家、对社会、对自然环境负责。
- “万戈为成，贝文为败”

东西方有不同的“理性”

- 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”**。
- 东方理性主义是“入世而属世”的，以实现现实世界的和谐发展为特征，它对现实世界是一种**“理性地适应”**。这就在很大的程度上，导向**中西方不同的科学和社会发展道路**

科学技术研究应追求“真善美”

- 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。
- 科学是价值的载体。科学作为“真”的表现，永远和“善”联系在一起的，否则，人类长期以来不断地追求科学的意义就会丧失。



激情是成功的第一要素

- 诺贝尔奖获得者给青少年的11条准则中，第一条准则是**做一个有激情的年轻人**。1961年诺贝尔物理学奖得主鲁道夫·穆斯堡尔说：“一个人获得成功的要素是多方面的。人的个性并不是很重要，重要的是人要对工作有激情。”
- 每一时代总有一批关心国家与人民大众利益的先驱者。将个人理想溶入为国家富强、人民幸福而奋斗的集体事业中是先驱者的基本素质。
- 成小事主要靠业务本领，成大事主要靠德行和协作能力。
- 既要反对急功近利，又要防止平庸无为。既要力戒浮躁，“风物长宜放眼量”；又要强调进取，“无限风光在险峰”。
- 读大学时在床头的题字：“莫等闲，白了少年头，空悲切！”

青年人应有的爱国情怀

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。



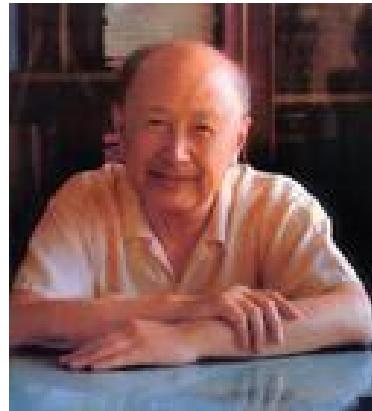
中国科研人员的楷模



郭永怀



邓稼先



钱学森



袁隆平



王选

中央号召科研人员学习的先进模范



蒋筑英



蒋新松



侯祥麟



刘先林

科技界的元老20多岁就回国创业（1）



钱三强，原名钱秉穹，1913年出生于浙江绍兴，父亲钱玄同。1936年清华大学物理系毕业。1937公费留学巴黎大学居里试验室。1940年取得博士学位，1948年 **35岁**回国。



朱光亚，著名核物理学家，前国防科工委科技委主任，前中国工程院院长，1950年美国密执安大学获博士学位。**26岁回国。**



王淦昌(1907—1998)著名核物理学家、我国核科学的奠基人和开拓者之一、中国科学院资深院士、1929年毕业于清华大学物理系。1930年入德国柏林大学，1933年获博士学位。1934年**27岁回国。**

科技界的元老20多岁就回国创业（2）



彭桓武，理论物理学家，中国科学院院士。1915年10月出生于长春。1937年清华大学物理系研究生肄业。1938年赴英国爱丁堡大学师从著名物理学家马克斯·玻恩（Max Born），1940年和1945年分获哲学博士和科学博士学位。1947年**32岁回国**



张光斗**(1912—)**中国科学院、工程院资深院士。江苏常熟人。**1934**年毕业于上海交大。**1935**年清华公费留美。**1936**年获美国加利福尼亚大学土木工程硕士学位，**1937**年又获美国哈佛大学土木工程硕士学位，作博士研究生。**1938**年**26岁弃学回国。**

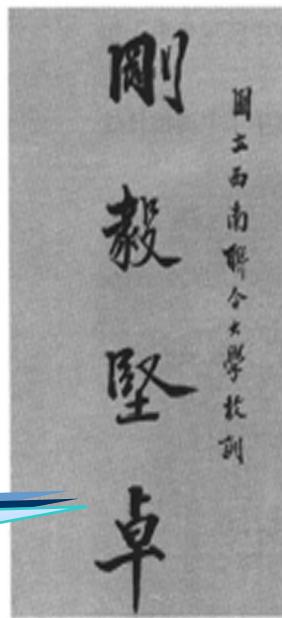


夏培肃：女，中国科学院院士，中国计算所事业的创始人之一。**1923年7月28日生于重庆，1950年**获英国爱丁堡大学哲学博士学位。现任中国科学院计算技术研究所研究员，博士生导师。**1952年29岁回国。**

对中国历史有重大影响的两所大学



西南联大校训



西南联大校训

西南联大
luobinghui.com.id

- **钱学森**: 回过头来看, 这么多年培养的学生, 还没有哪一个的学术成就, 能跟民国时期培养的大师相比!

- 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
- 从抗大走出了5个元帅、8个大将、26个上将、47个中将、129个少将, 名副其实的将军摇篮。



“妈妈， 把我献给祖国吧”



- 1937年抗日战争全面爆发，翌年6月，19岁的孔东平（孔迈）怀着报效祖国的壮志豪情，回国投身抗日救亡。途经香港时，为了表示自己献身祖国的决心和与父母不辞而别的歉疚，他在自己一张黑白相片背面写上“**妈妈，把我献给祖国吧**”，托人把相片转交给尚在印尼的父母，从此与父母一别遂成永诀。

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。但我们的反思一下，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！

实事求是，学以致用

- 宋王朝衰败给中华民族一个大刺激。此后中国文人中开始兴起实事求是学风。宋末有“器”和“理”关系的争论，“器”就是“实事”，“理”就是“是”，争论的焦点是理于器中还是相反。
- 宋朝以后，中国学人讲究学以致用，代表人物有王阳明、王船山、黄宗羲、顾炎武、曾国藩、孙中山、毛泽东等。这些时代英杰都倡导实事求是和学以致用。
- 1919年，毛泽东响应胡适“多研究些问题”的倡议，在湖南起草了《**问题研究会章程**》。
- 中国如何现代化，面对一系列复杂的问题，没有现成答案，需要全民族尤其是青年人去上下求索。
- 于问题与希望同在的转型中国找到一个安放青春的坐标，扮演好实现现代化进程中应有的青年角色。

在科研工作中要坚持艰苦奋斗

- 拼搏精神并不悖于“以人为本”。提倡艰苦奋斗和建立宽松的科研环境同一事务的两面，不能对立起来。
- 有人说，创意只有在悠闲的环境下才能冒出来。这种悠闲不是一天只工作5 - 6小时无所事事的悠闲，而是“**衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴**”后的悠闲。是“**三军过后尽开颜**”后的愉悦。在技术上落后的中国，要实现科技领域的重点跨越和后来居上，没有一点艰苦奋斗精神是做不到的。
- “志士嗟日短，愁人知夜长，我则异其趣，一闲对百忙 ”

—— 陈毅



中国科学院计算技术研究所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

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应用，我们很快就会退化成中国人那样，多少代人以来他们都没有什么进步，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的事情中的原理。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。

摘自：《为纯科学呼吁》（美）亨利·奥古斯特·罗兰 1883年

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》

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色的学生)

应当强调科研产出的影响

- 科学研究的目的是为了人类造福，而不是为了证明自己的能力
- 科研工作是为人还是为己，驱动力大不一样。
- 在一个时期内评价一个科研单位或一个科研人员，主要不是看他在做什么或想做什么，还是看他做出了什么，做出的成果对社会有什么影响。
- 除极少数先驱者的成果当时不为人们认可外，绝大多数成果的影响应当是看得见的。
- 没有影响的成果比没有成果更糟，浪费纳税人的钱
- 我国科研人员人均产出远低于西方国家。



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

中科院计算所为国分忧 集中力量做大事的体会

计算所的核心理念： 科研为国分忧，创新与民造福

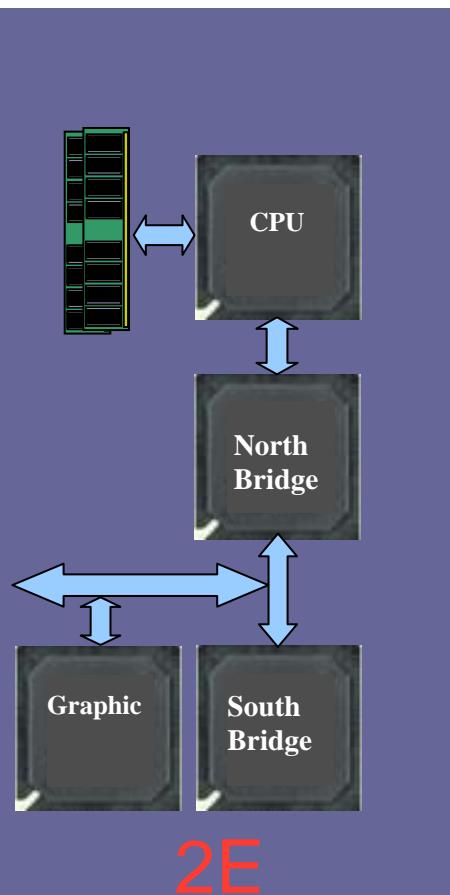
- “今君不幸离别去，国有难事可问谁？”
——毛泽东：悼罗荣桓，1963年
- 中国是一个“多难之邦”，国内国外难事重重。为了获得“制信息权”，形成像两弹一星一样的“信息威慑”力量，计算所责无旁贷要为国分忧。
- 中国的民众大多数还没有享受到信息化的恩惠，Internet 的普及率刚刚达到于世界平均水平（美国 82%），计算所必须要为民造福，致力于低成本信息化。
- 国家和人民花钱供养计算所，为我们提供就业机会，计算所必须为国分忧、必须与民造福，这是计算所作为国立研究所的核心理念。

计算所为什么要做龙芯和曙光？

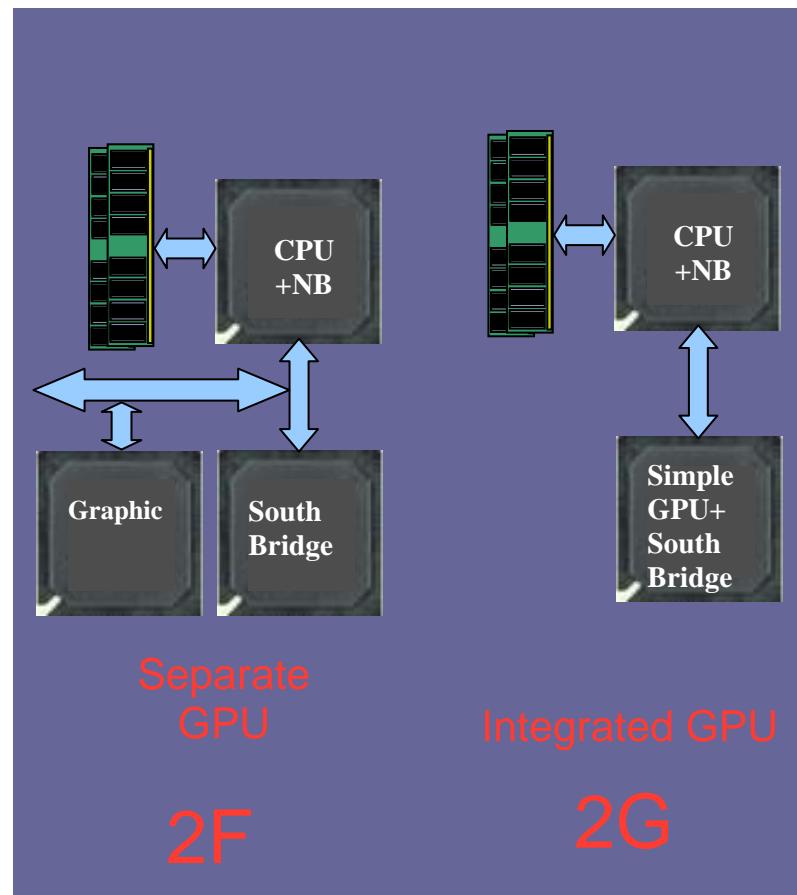
- 当代信息产业之争本质上是基础信息平台之争，中国的计算机企业基本上是在为Intel 和 Microsoft打工，中国的计算机学术界基本上也是在Wintel平台上做点锦上添花的工作。
- 中国的信息基础设施要做到安全可控，中国的信息企业要真正做强，必须建立自主可控的信息基础平台，必须“改天换地”，从基础做起。
- 网络的普及和发展、集成电路发展速度变慢（Moore定律 10-15后将不再有效）给我们提供了改天换地的机遇。
- 计算所有几十年的技术积累和敢为人先的勇气。

从龙芯2E到2H

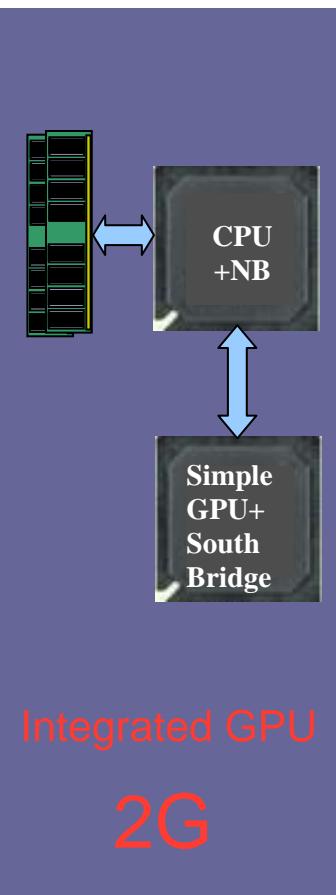
——提高集成度降低成本华为功耗



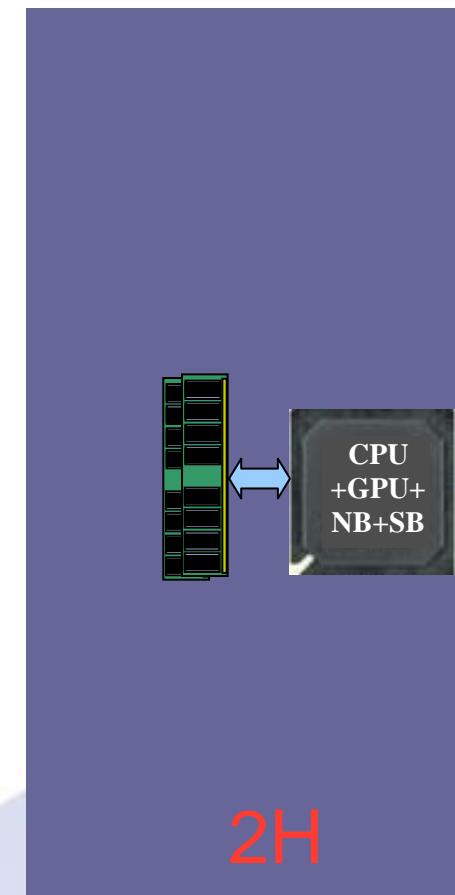
四片机
2E



三片机
2F

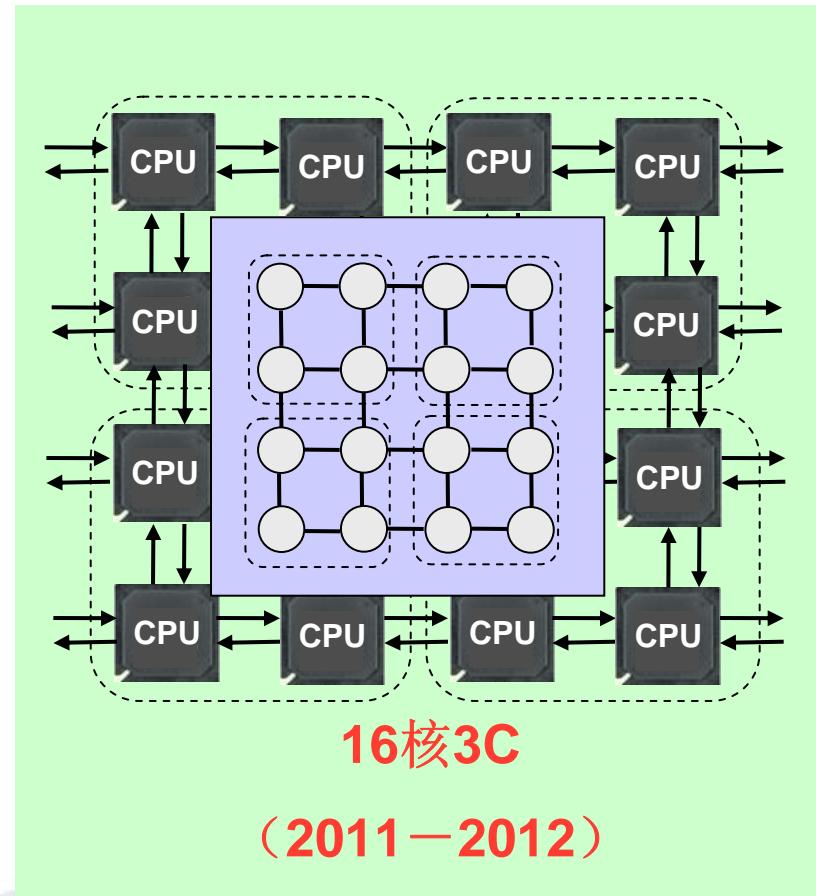
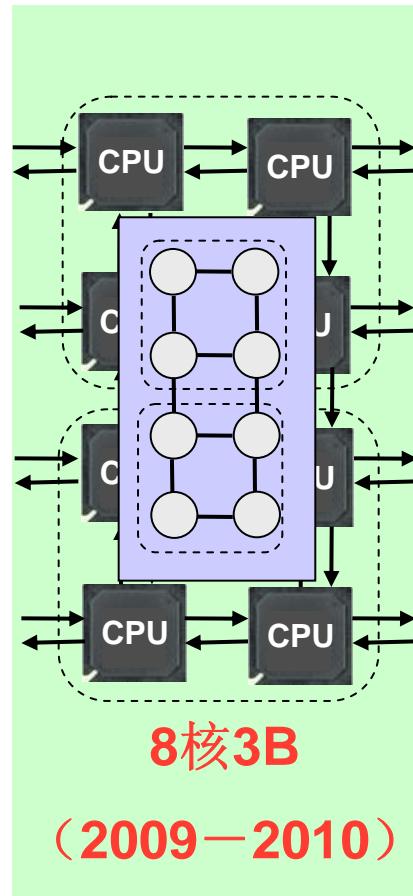
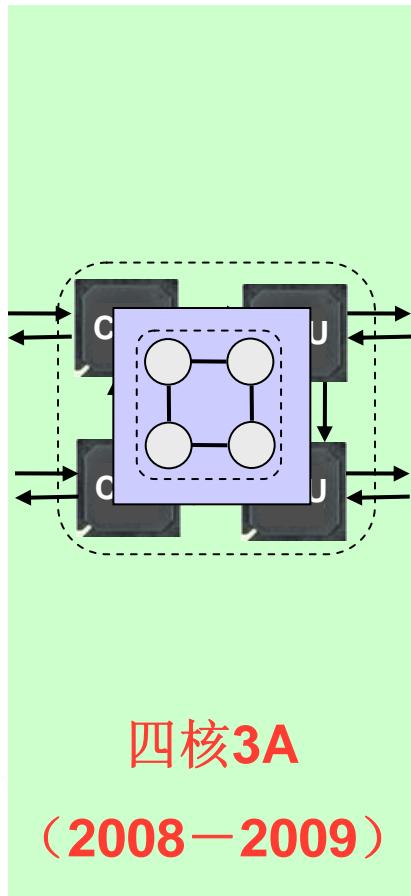


Integrated GPU
2G



一片机
2H

龙芯多核处理器发展路线图



龙芯规模产业化

- 龙芯规模产业化是未来10年计算所的头等大事。龙芯品牌的含义不仅仅是一个CPU芯片，也不仅仅是一条产业链，**龙芯是一种价值观**。
- 它代表不同于西方的能使大多数人受益的信息化发展模式，代表以绿色和经济适用为特征的可持续技术路线，代表对中国信息产业的核心竞争力和国防安全保障的诉求。
- 龙芯的道路光荣而漫长，龙芯的事业是龙芯人的事业、也是全体计算所人的事业、本质上是全体中国人的事业。

排名世界第十的曙光5000A超级计算机



研制龙芯CPU的几点体会

- 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。

拼搏精神是计算所的传家宝

- 曙光和 龙芯两个团队都以“人生能有几回搏”为座右铭
- 拼搏精神并不悖于“以人为本”。提倡艰苦奋斗和建立宽松的科研环境是同一事务的两面，不能对立起来。
- 有人说，创意只有在悠闲的环境下才能冒出来。这种悠闲不是一天只工作5—6小时无所事事的悠闲，而是“衣带渐宽终不悔，为伊消得人憔悴”后的悠闲。是“三军过后尽开颜”后的愉悦。
- 在技术上落后的中国，要实现科技领域的重点跨越和后来居上，没有一点艰苦奋斗精神是做不到的。

人生能有几回搏

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。

研制CPU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。”

培养具有“三心三力”的创新人才

计算所人应是具有“三心三力”的人：

- ◆ 责任心：诚实敬业，做人讲信用，做事有责任心。
- ◆ 自信心：不迷信洋人和权威，对计算所和自己有信心。
- ◆ 事业心：有使命感，将个人价值融入为祖国富强的事业奋斗中。
- ◆ 创新力：求知欲强，有做到世界第一的激情与创意。
- ◆ 亲和力：尊重他人，团结协作，谦虚好学，心胸宽广。
- ◆ 持久力：不骄不躁，坚持不懈地攻克技术难关。

---摘自计算所发展战略

计算所提倡团队精神

打造优秀团队
融入团队培养人才



失败的团队没有成功者，
成功的团队没有失败者。

太极生两仪，相反相成

——计算所的“既要-又要”文化

- 计算所发展战略有许多“既要...又要...”，如创新 - 求实，顶天 - 立地，跨越 - 积累，研究室 - 课题组，自主培养 - 引进人才，优胜劣汰 - 宽松和谐，等等。
- 不是两方面“平衡”，而是同时做到看似矛盾的两个方面
- “对第一流人才的考验是同时在心里坚持两个相反的理想，却仍然能够运作”。

—— 斯科特



计算所文化主旋律：从优秀到卓越

- 追求卓越是计算所新时期文化建设的主旋律，计算所应紧紧扭住“科研为国分忧，创新与民造福”的核心价值观，和“国字当头”的核心使命，增强使命感、责任感和危机感。
- “龙头、源头和领头”是计算所的核心使命：龙头是为国家**战略应用和战略用户**提供**核心技术和重大装备**，源头是为国家**重大产业**提供**关键技术和高端人才**，领头是**系统性地解决国家需要的重大信息科学技术问题**。
- 计算所正在建立与追求卓越相适应的**网状的人才结构**，让人都成为人才，每类岗位都能追求卓越，都没有天花板。



中科院计算所
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

请批评指正！