



中科院计算所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

# 普惠泛在的信息网络体系（U-INS） 及我院至2020年科技战略重点建议

信息领域课题组  
2009.06.08

# 报告提纲

## 1、U-INS系介绍

- U-INS的目标与特征
- 至2050年信息领域科技发展路线图
- 与U-INS有关的战略性问题

## 2、构建U-INS需要解决的关键科技问题

## 3、我院面向2020年信息科技领域发展总体思路

## 4、十二五、十三五科技战略重点建议

- 重大任务
- 重要方向
- 领域前沿



中科院计算所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

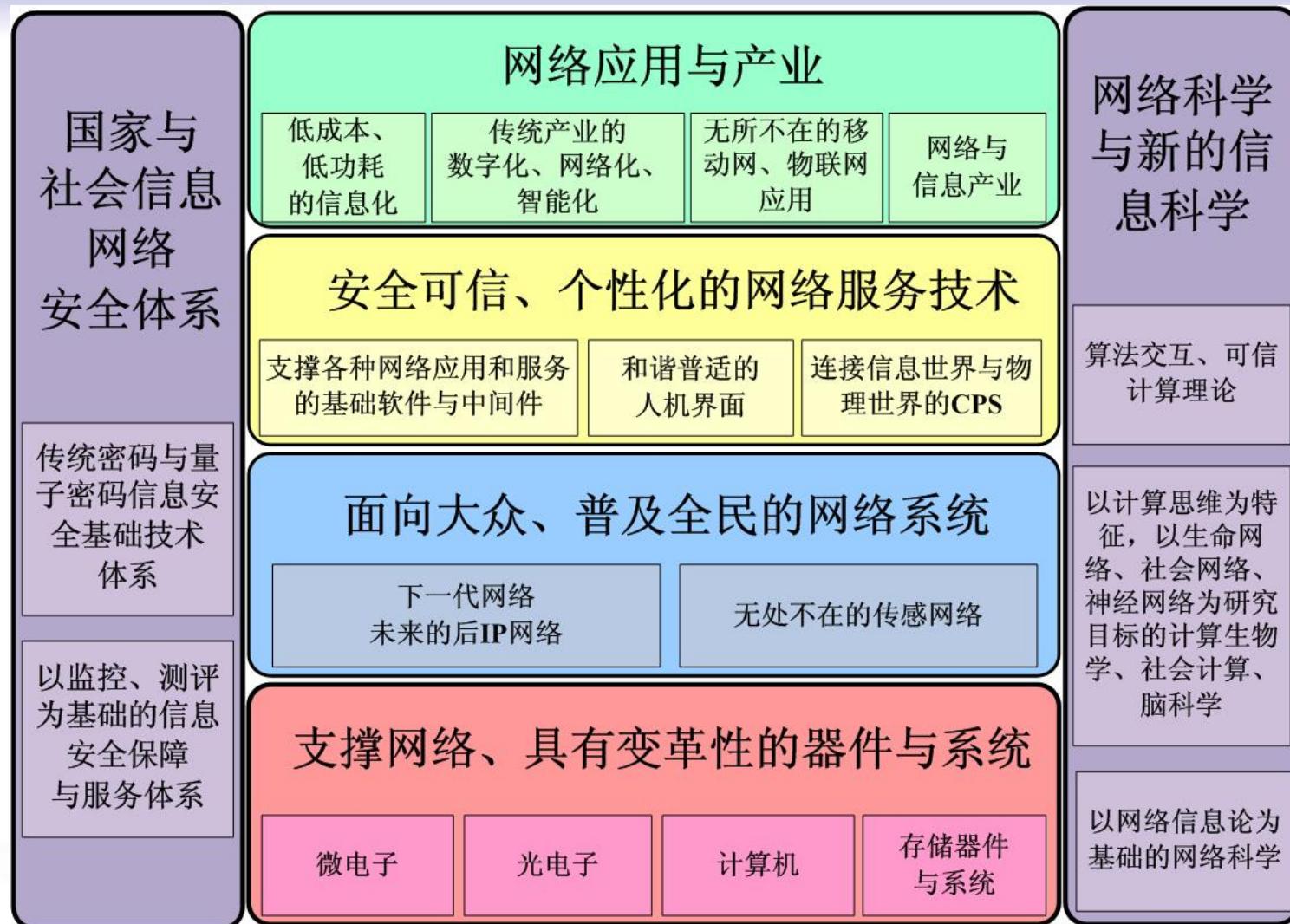
# 第一部分

## U-INS体系介绍

# U-INS中U的含义

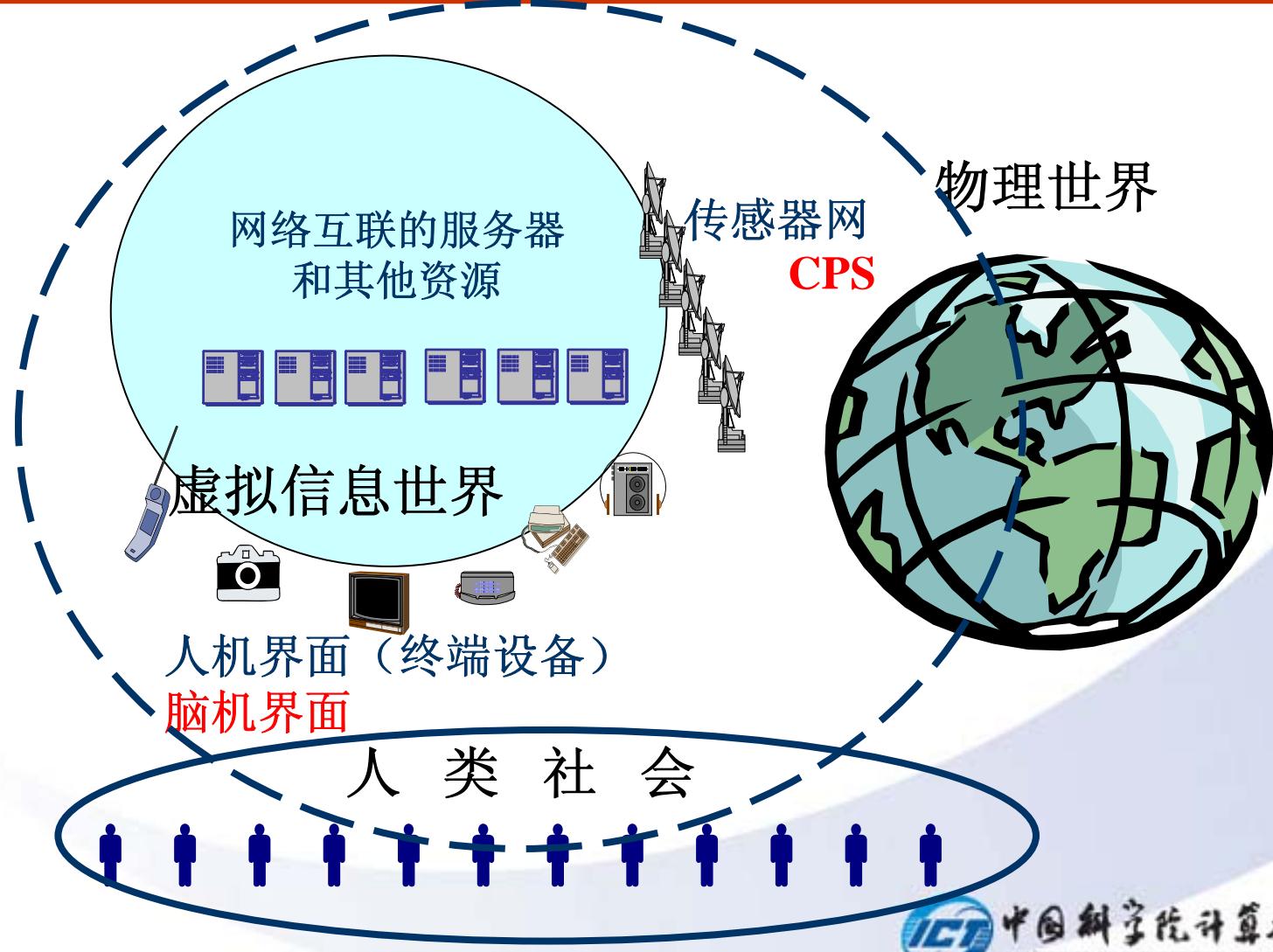
- Unisersal 惠及全民
- User-centric 以用户为中心（面向用户）
- Ubiquitous 无处不在
- 我国未来10-40年要高度关注和积极发展惠及全民、以用户为中心、无所不在的信息网络（Universal, User-Centric, Ubiquitous Information Network）。

# 普惠泛在的信息网络体系(U-INS)



这一体系体现了21世纪上半叶我国要全面进入信息社会的重大战略需求，也包含了信息领域需要重点发展的科学技术。

# 物理世界、信息世界、人类社会 组成三元世界—新信息世界观



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

# U-INS不仅仅强调数字化和虚拟化 而是同时重视模拟技术和交叉融合技术

- 信息空间不仅涉及时域、空域，还涉及频域、能域等多维，信息思维和信息化不只是简单的数字化，更多地涉及控制领域（Cyber的原意）。
- 模拟信号的离散化、数字化只能解决很少一部分实际问题，离散化往往引起组合爆炸。
- 信息世界已广泛渗透嵌入到物理世界和人的精神世界，离开物理世界和人的认知过程单纯研究数字信息技术可能把问题越搞越复杂，需要结合实际问题研究信息科学技术。简单的算法源于对实际问题本身的深入理解。

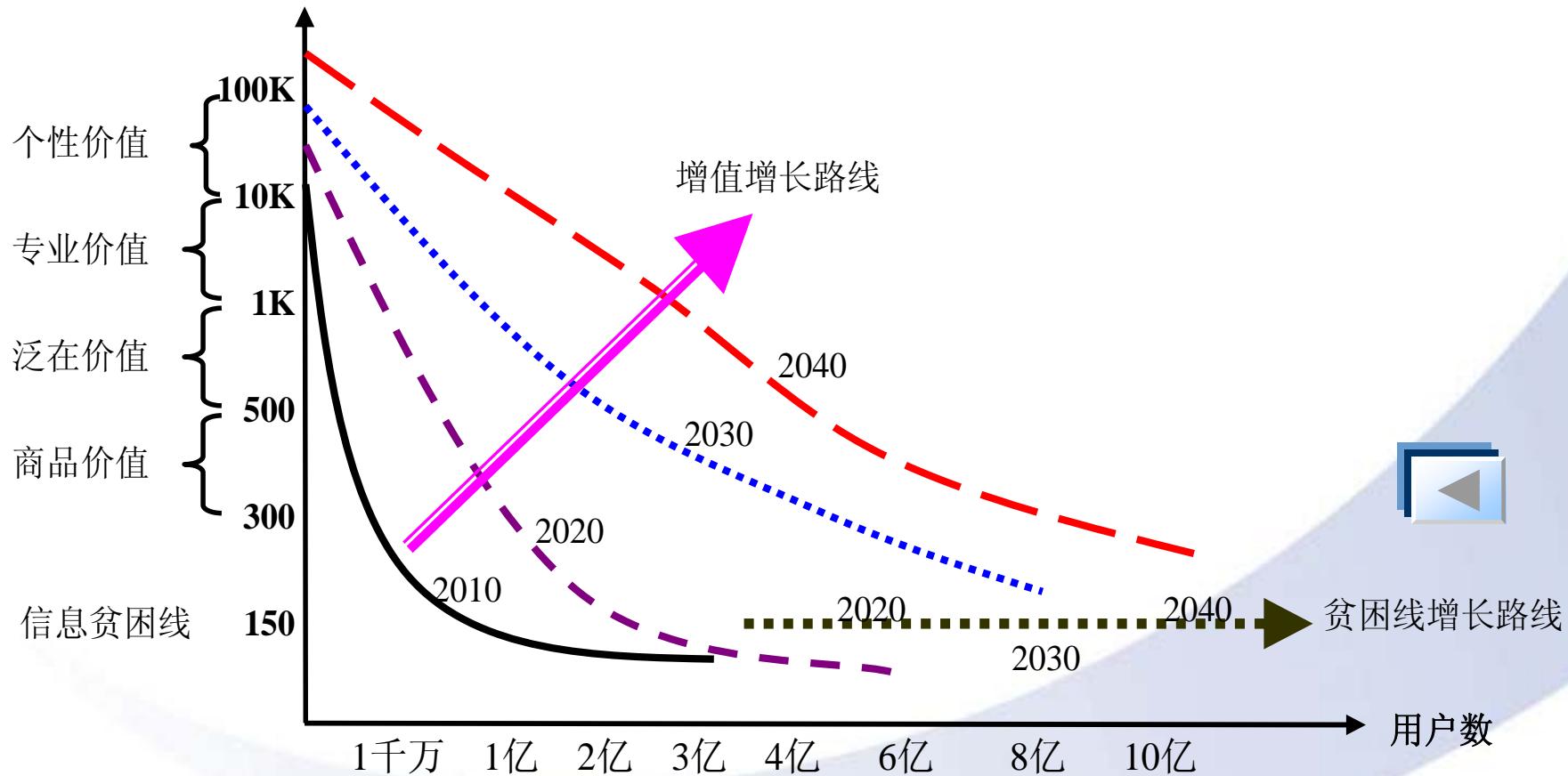
# 普惠泛在信息网络体系的主要特征

## (1) 全民普及和惠及全民 (Universal)

- 进入21世纪以后，信息技术已开始进入全民普及发展时期，用户不只是少数信息技术的发烧友或富裕阶层，而是数以亿计的普通老百姓，因此低成本、易用性、安全性已成为比性能更重要的考虑因素。
- 在惠及全民的信息化过程中，一定要努力消除数字鸿沟，特别要关注欠发达地区，关注弱势群体，要让广大农村人口、进城务工的民工吸取到健康的精神文化食粮。
- 低成本信息化不是以降低实效、降低价值为代价，价值与普及同步增长。全民普及不仅意味着享受最低价值的用户增多，还意味着享受更高价值的用户也在增加。 
- 普惠全民需要与过去不同的信息高技术。 

# 价值与普及同步增长

人均信息技术年支出  
(以2008年美元计)



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

# 量变引起质变—扩展性（Scalability）问题

- 惠及全民意味着信息系统的规模要数量级的扩大，而信息系统的扩大引起复杂性指数级地增加，功耗几个数量级地增加，带来难以克服的技术问题。
- Internet 网采用路由结构，规模扩张到一定程度，**路由器就成为系统的瓶颈**。当网络扩张到一定程度，所有重发的数据包将拥塞所有的线路，Internet网就可能崩溃。规模扩展也促使命名（Naming)和寻址（Addressing)机制的分离。
- 网络和信息系统用户规模扩大造成“**数字洪水（exaflood）**”泛滥。
- 许多信息服务的算法并不是线性复杂性，当规模扩大时，**量变会引起质变，扩展性导致组合爆炸**。

# 普惠泛在信息网络体系的主要特征

## (2) 以用户为中心(User-Centric) 和 面向用户( User-Oriented )

- 几十年来，信息产业都是卖方市场，制造商和服务商有较大的发言权，用户常常被迫升级或接受强加的“服务”。U-INS要真正打造以用户为中心的网络。
- 未来的网络不仅仅是通信网络和共享信息资源网络，本质上是**服务网络**（Service Network）。用户不仅是信息服务的消费者，而且是**信息内容和服务的创造者和提供者**。
- 为12亿中国用户每人提供一个**通用计算账号**，这个账号是个人的，与信息终端设备、网络服务提供商实现分离。个人信息环境不再与信息终端和网络服务绑定，从而实现“**信息围着人转**”。这是信息技术的重大转变

# Human Centered Approach

- 以人为中心（Human-centered）的技术路线不仅仅是设计用户友好的界面，而是与过去的发展思路不同的技术路线
- MIT计算机科学实验室主任Michael L. Dertouzos 2001年出版的书<The Unfinished Revolution> 和MIT的Oxygen研究计划
  - 自然交互（Natural Interaction）（听觉与视觉的区别）
  - 自动执行（Automation）（计算机为人服务）
  - 个性化的信息获取（Individualized Information Access）
  - 协同工作（Collaboration）
  - 定制化（Customization）

# 普惠泛在信息网络体系的主要特征

## (3) 网络与服务无所不在 (Ubiquitous)

- 泛在网络与空间、地面、接入等网络全面融合，实现人与人、机器与机器、人与机器之间任何时间、任何地点的通信联络，**网络通信无所不在**而且有可靠的服务保证，通信成本极低。
- 使用成千上万种高效、可信、省电的信息功用设备。在未来的信息社会中，纳米、生物、和认知技术将与信息技术结合，促使器件与系统进一步**微型化和智能化**，微型芯片可嵌入人体和大脑，可监测人体内部机能和检查血液系统。
- **泛在网络技术需要根本性的突破**

# 至2050年我国普惠泛在的信息网络体系建设特征与目标

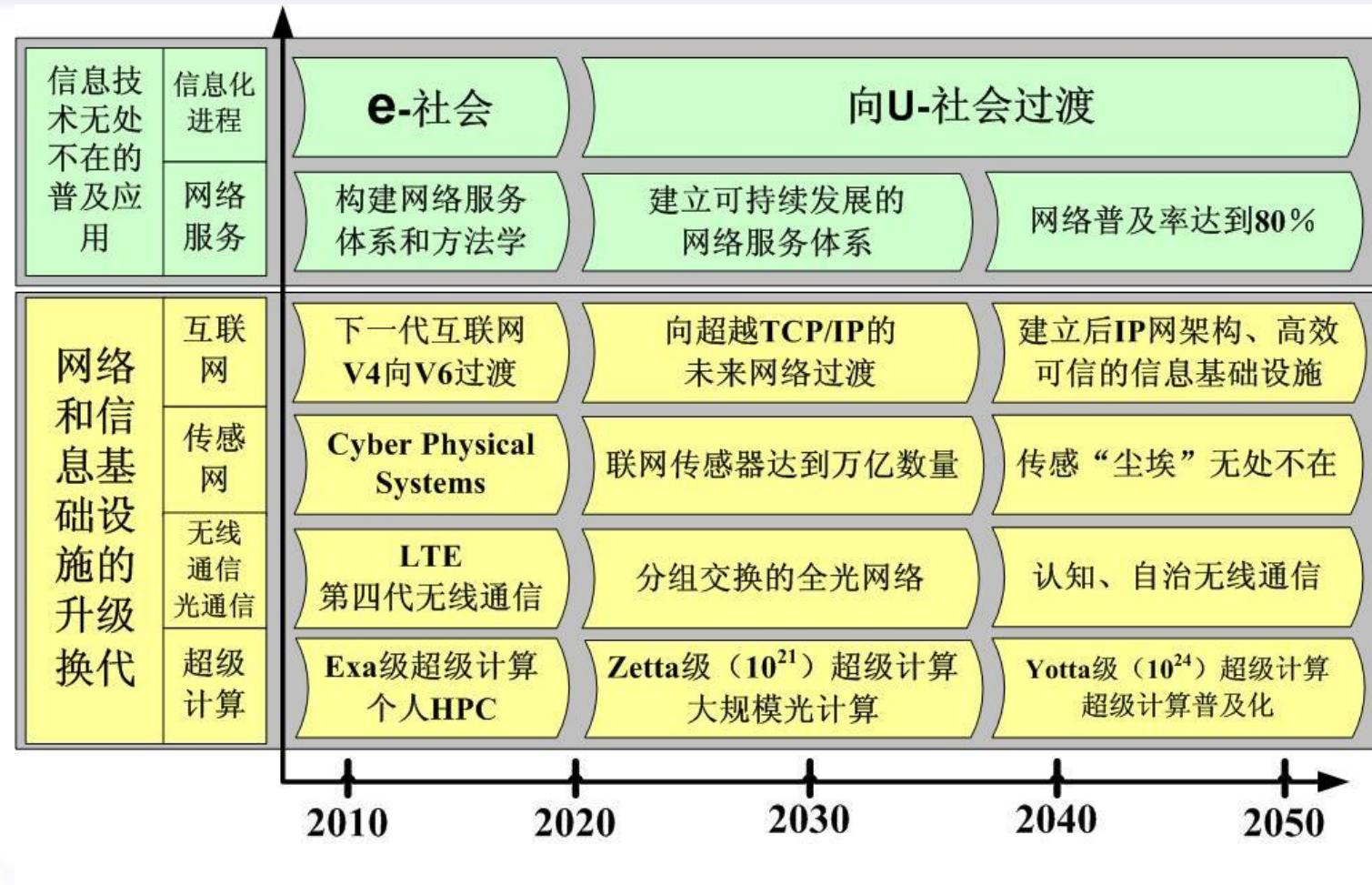
		2008	2020年前后	2035年前后	2050年前后
信息技术普及度	终端普及	2-3亿	电脑拥有量超过 <b>5亿</b> ，新型终端普及率超过50%	泛在信息终端普及率超过80%	几乎人人都有信息终端，几乎所有需要联网的设备都是信息终端
	网络普及	3.1亿	网民超过 <b>6亿</b> 农村网民达3亿	网民超过10亿 传感网在城乡普及	信息网络像电力一样普及，数字鸿沟几乎消除
网络能力	有线网	用户 < 10 Mb/s	局域网带宽将超过 <b>100Gbps</b> ，用户接入速率可达 <b>1Gbps</b>	超越 TCP/IP 的未来网络、城域量子保密通信系统	带宽各取所需，实现基于量子密码的全球实用安全通信网络。
	无线网	用户 < 2M b/s	用户传输带宽可达 <b>100Mbps</b> ，移动互联网蓬勃发展	实现空、天、地、水一体化通信融合	建成智能无线通信系统
	传感网		在物流、医疗、环保、防灾等领域普及传感网络	传感器终端达到数千亿	传感“尘埃”无处不在



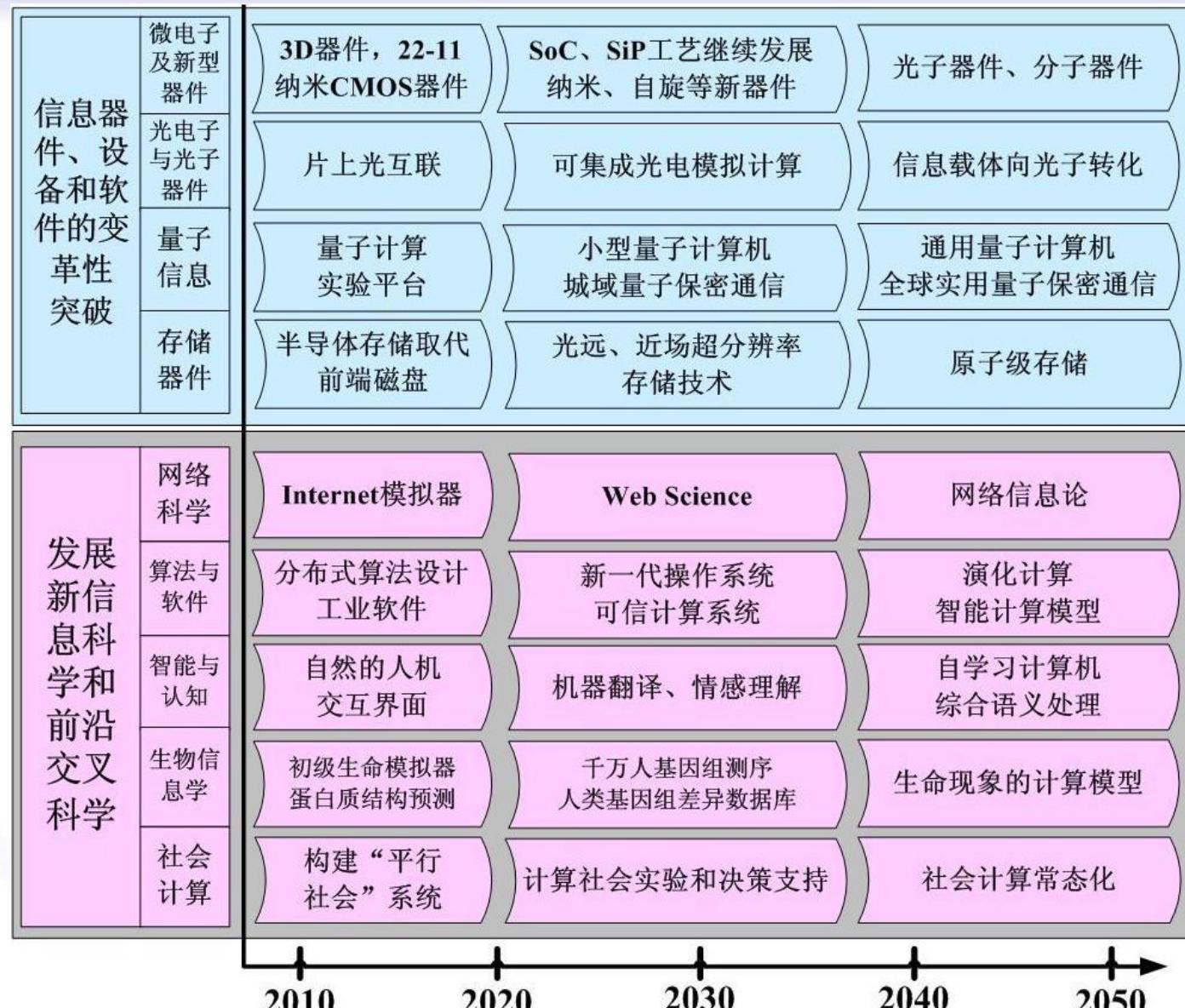
# 至2050年我国普遍泛在的 信息网络体系建设特征与目标（续）

	2020年前后	2035年前后	2050年前后
信息服务能力	服务端资源  域名达 <b>8500万</b> ， 网站超过 <b>1400万</b> ， 服务器总量超过 <b>6000万台</b>	泛在的网络专业服务，信息服务资源极大丰富	个性化、智能化信息服务成为主流
	网上信息内容  中国网页总数超过 <b>3300亿个</b>	网上中文信息内容占全世界网上信息总量的 <b>10%</b>	人均 <b>1TB</b> 的个性化网上信息
	信息产业规模和质量  信息产业年收入超过 <b>15万亿元</b> ， 自主创新能力明显增强	建立自主可控的信息技术平台，信息产业实现能耗和排放零增长	数据和知识产业成为支柱产业之一。

# 至2050年信息领域科技发展路线图



# 至2050年信息领域科技发展路线图



# 与U-INS有关的战略性问题

## (1) 我国发展信息科学技术的总目标 —全面进入信息社会

- 信息社会是人类进入工业社会之后新的社会历史阶段。国外一些发达国家上世纪中后期已开始进入信息社会。我国目前处于工业社会中期，在今后的几十年内，通过信息化和工业化融合，走新型工业化道路，我国将逐步进入信息社会。
- 2020年以前为迈向信息社会奠定坚实基础，称为e社会，2020年—2050年将完成从e社会到u社会的过渡，实现无论何时、何地、何人、何物均可互连互通、信息共享和协同工作。

# 信息社会的初级阶段和高级阶段

时间		2000年	2020年（e社会）	2050年（u社会）
技术普及度	电脑普及	电脑拥有量 <b>1590台</b> , 电脑普及率 <b>1.3%</b>	电脑拥有量超过5亿台, 电脑普及率达到35%	电脑拥有量超过8亿台, 电脑普及率超过50%
	网络普及	网民 <b>1690万人</b> 网络普及不到 <b>2%</b>	网民超过6亿（含手机上网） 网络普及率超过40%	网民超过12亿（含手机上网） 网络普及率超过80%
	简便易用	大部分人不会用电脑	很多人会用电脑	绝大多数人会用电脑
用户的自由度	选择自由	选择余地小, 切换供应商困难	选择空间较大, 可以切换供应商	选择空间较大, 可随意切换供应商
	创造自由	必须得到厂商许可, 标准杂乱, 门槛高	遵循简单易用的标准, 较少需要许可	信息消费者与生产者融合, 可自由创造
通信能力	人人、人机、机机通信	以人人通信为主, 通信人和通信地点有较大限制、	无线通信技术迅速发展, 通信地点基本不受限制, 传感器网络开始出现	三个世界实现无缝、双向连接, 物物通信量远远超过人人通信

# 信息社会的初级阶段和高级阶段(续)

资源丰富程度	高效可信	可信度较差，效率低，信息孤岛	可信度高，信息孤岛少，用户可见效率高	信息处理能力几乎不受限制，量子密码使信息系统可信放心
	功用灵活	信息资源多，服务资源少；高质量资源少，资源杂乱	易用的功用服务资源较丰富，互联网成为主要信息来源	机器理解语义，按语义搜索和机器翻译等智能技术流行，数据智能化成为巨大产业
公共型生态圈	公众参与	电脑的高科技神坛；厂商主导；因特网路线呼吁开放自由	全民参与，电脑走下高科技神坛，开放标准开始流行	开放标准占主导地位，知识产权和专利保护不再是创新的障碍
	政府监管	只管通信业；电脑业的反垄断官司	电脑网受到政府监管，个人隐私开始得到重视	政府的监管和个人自由和谐平和，个人隐私得到高度保护

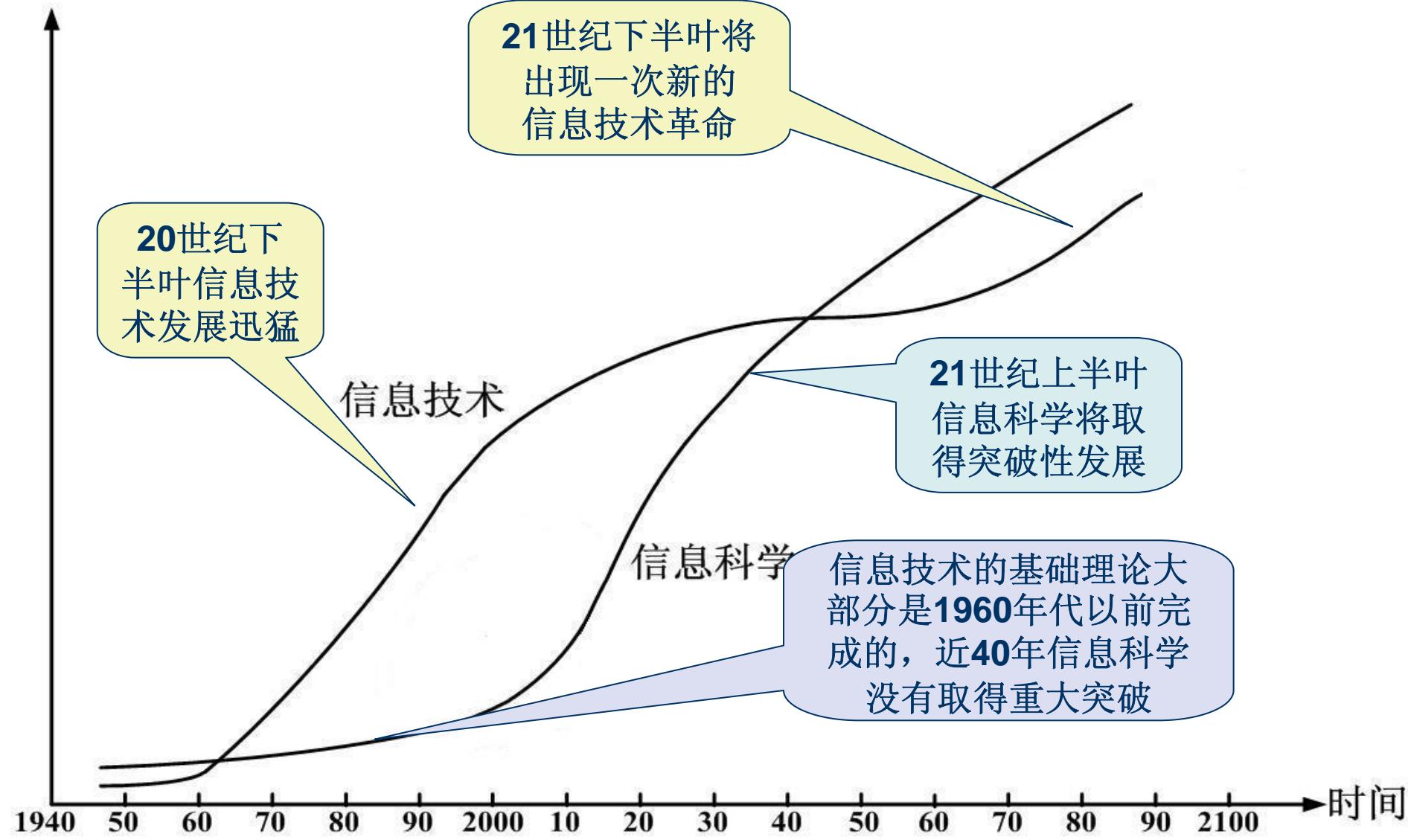


# 今后30-40年是 信息科学技术的变革突破期

- 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、高性能计算机、磁盘存储器还是互联网，几乎所有现有的信息技术到2020年前后都会遇到难以继续发展的重大障碍。2020到2050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。强烈的需要将激励信息科学在2020以后的20—30年间有一次大的飞跃。

# 20-21世纪信息科学与技术发展态势示意图

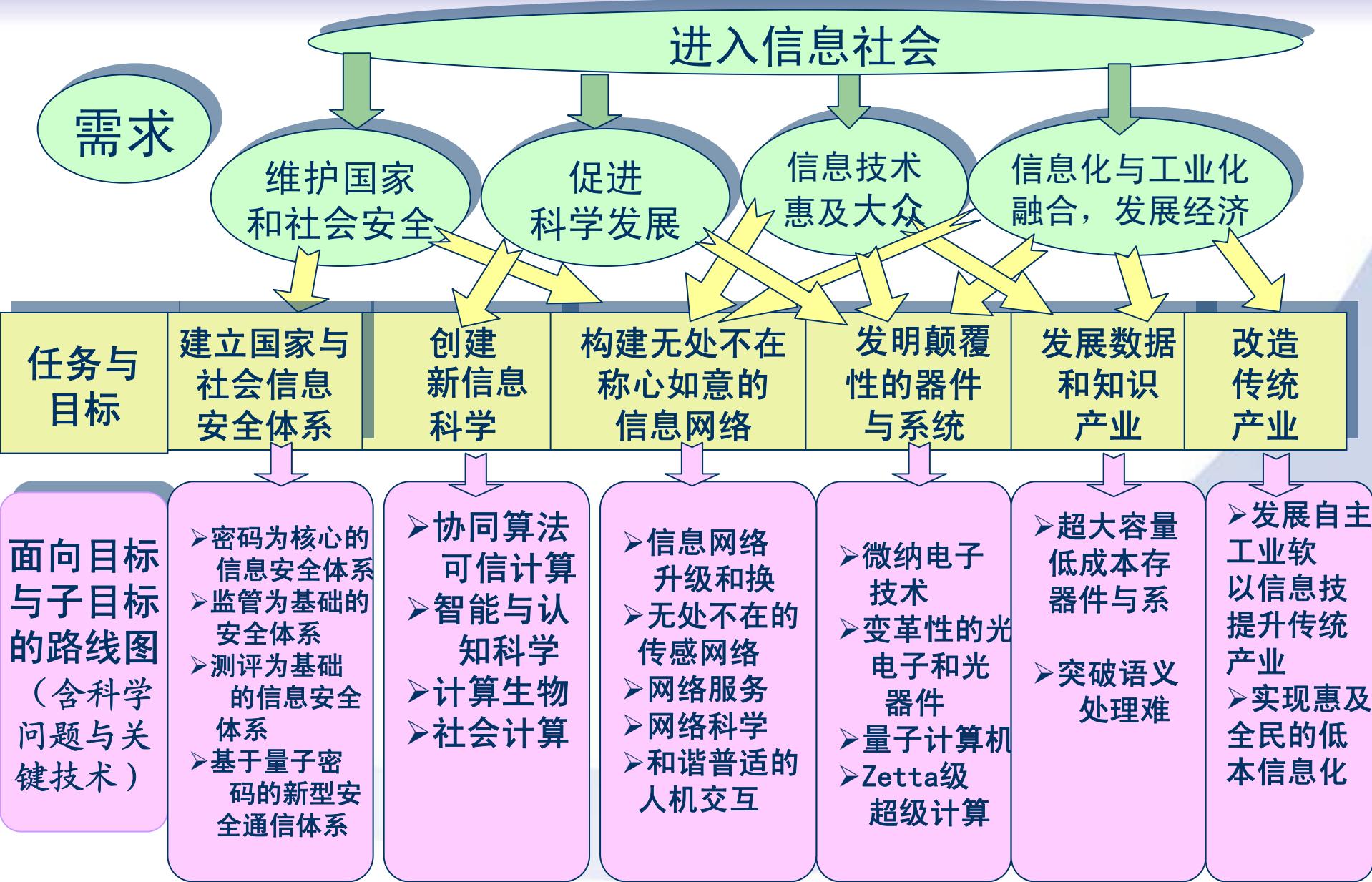
发展程度



# 信息技术将成为发展交叉与汇聚科学的纽带

- 未来几十年信息科学技术的发展重点不仅仅是攻克信息领域本身的所谓关键技术，还包括与其他领域的融合技术
- 随着信息技术的发展，以Compu+X 或X-info 形式出现的新交叉学科层出不穷，如计算生物学、社会计算，生物信息学、空间信息学、纳米信息学等，发展交叉科学离不开信息科学和技术。
- 今后50年大规模计算的推广将使计算机仿真广泛流行，不仅会用于复杂科学和社会问题的决策，而且将帮助人们在日常生活中做选择。
- 21世纪科技发展的一大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的研究的全过程（very fabric of science），形成新的科研形式，即出现“计算+传统科学 = 新科学”的新局面

# 信息领域路线图的基本框架





中科院计算所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

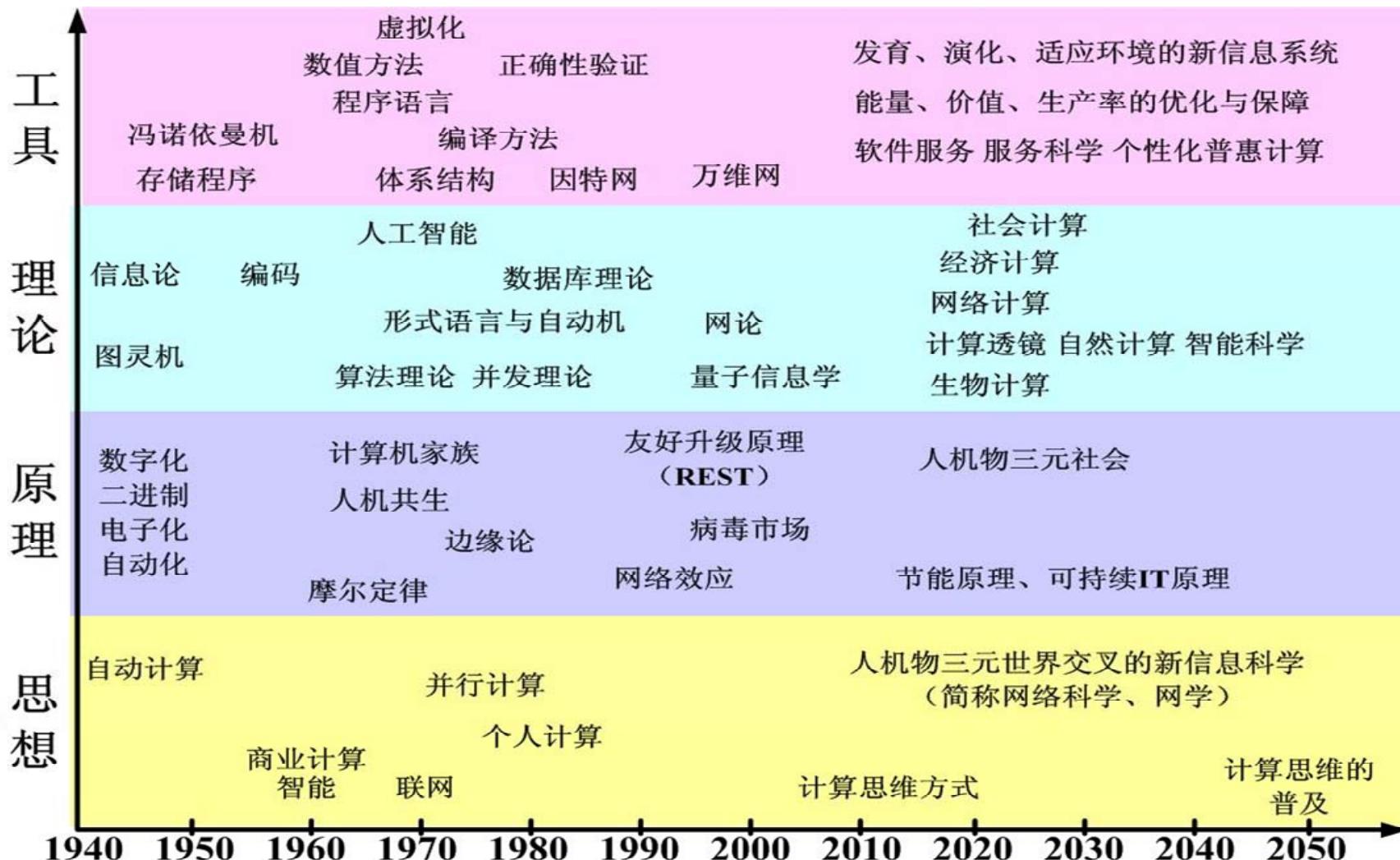
## 第二部分

构建U-INS需要解决的  
关键科技问题

## (1) 网络科学和新的信息科学

- 网络科学的内容包括发现网络的基本规律和机制、设计新的计算模型，构造新的算法等，涉及复杂性理论、动力学模型，内容理解等跨学科领域。香农的信息论面对形形色色的网络现象已显得苍白无力，需要提出新的网络信息理论。
- 发展网络必须以信息科学为基础，当今的信息科学已经渗透到几乎所有科学领域，计算思维已经成为象读、写一样的普遍思维。以互联网为代表的分布式系统的发展使得交互科学成为新的热点。高性能仿真计算已成为生物计算、社会计算等交叉科学的纽带。

# 至2050年信息科学各层次的重要研究方向



## (2) 信息器件与系统的 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**。
- 由于信息系统的规模和性能增长大大高于其他传统设备，功耗的增长也大大高于其他产业，**低功耗低成本的信息器件与系统成为首先要关注的科学技术问题**。
- 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。
- 模拟信号经离散化转化为数字信息以后，在许多应用问题中一定会遇到组合爆炸。我们在重视数字技术的同时，还要**探索模拟量处理的新途径以及数模混合处理的新方法**。

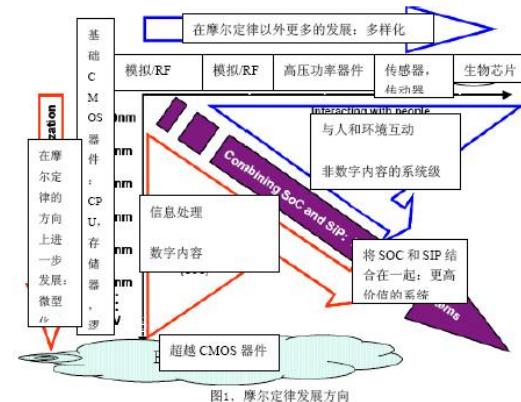
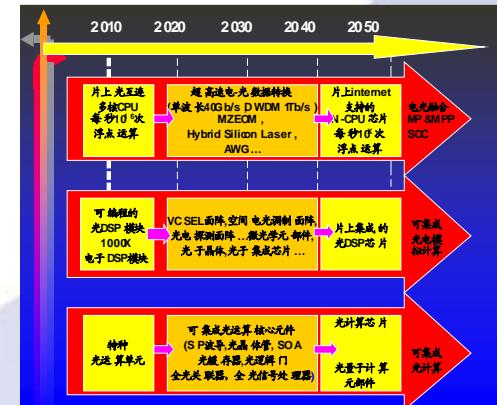


图1. 摩尔定律发展方向



## (3) 后IP网络与无处不在 的传感器网络

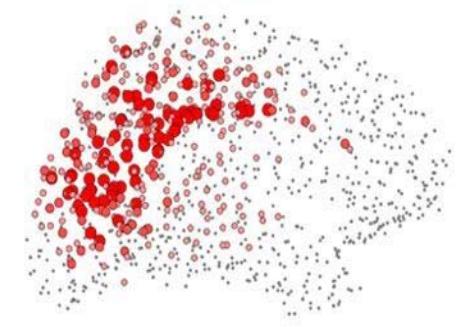
- 互联网具有固有的缺陷，如**缺乏服务保证、可管理性差、安全性差等**，在保持互联网开放自治的前提下，需要研究**超出IP协议的未来网络**。移动网络的用户已超过固定的互联网用户，研究未来网络需要重点考虑**移动网用户的需求**。
- **传感网络**是数字世界与物理世界的桥梁，将实现人与机器，机器与机器之间的信息交互，**数字物理系统（CPS）**是数字世界与物理世界交互的网络系统，具有监视与控制功能。
- 传感器和**CPS**是典型的多学科交叉，涉及通信、光学、微机械、化学、生物等诸多领域。

## (4) 安全可信、个性化的 网络服务和应用技术

- 目前网络服务的科学技术供给严重不足，我们要坚持网络服务的科学、技术和应用并行发展。近十年要初步完成网络服务的科学体系与工程方法学。
- 人机交互是人类世界与信息世界的界面。到2020年，手势、语言为代表的多模态交互将成为主流。普适交互环境的关键科学问题包括环境模型、主动察觉感知技术、情景感知等。
- 网络应用花样百出，是最具创新活力的领域。中国的网络服务企业创造了许多适合国情的应用，在竞争中战胜了国外大公司。网络应用中提出了许多有挑战性的问题，如低成本的网络医疗、传统产业的网络化、智能化都需要创新的方案。

## (5) 智能和认知科学技术

- 探索智力的本质，了解人类的大脑和它的认知功能是当代最具挑战性的基础科学问题之一。基于认知机理的智能信息处理在理论与方法上的突破，有可能带动未来信息科学与技术的突破性发展。
- 智能科学是脑科学、认知科学、人工智能等共同研究形成的交叉学科。智能的研究不仅要运用推理，自顶向下，而且要通过学习，由底向上，两者并存。
- 近年来国外在脑科学研究、脑反向工程、神经工程等方面取得不少进展，相对国外而言，我国对脑科学和认知科学的研究还不够重视，今后要加大力度。



## (6) 网络信息安全理论与技术

- 网络的开放性与安全性是一对矛盾。越开放的网络越需要安全保证。安全技术渗透到网络技术每一个层次，从器件、设备到系统软件和应用软件。**网络安全是一个体系**，除了传统密码和量子密码等基础安全机制，还需要考虑监控和评测。
- 网络安全涉及一个国家的根本利益，为了防御网络攻击，需要网络“沙盘”或“靶场”来分析国家网络安全态势。



中科院计算所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

## 第三部分

我院面向2020年信息科技领域  
发展总体思路

# 我院面向2020年信息科技领域 发展总体思路

## (1) 科学院要做引领产业发展的前瞻性工作

- 由于企业与行业院所的研发能力逐步提高，科学院再主要做3—5年后可产业化的技术研究必然与他们竞争。
- 研究的重点应逐步向更前瞻方向移动。十二五期间应安排足够的人力物力做10年后才能产业化的前瞻研究。
- 2020年以前的网络发展需要的技术基本上已提出，有些已纳入标准，如IPV6、LTE无线通信等。除了做LTE基带芯片等对产业有关键作用的研究外，还要重点研究泛在的后IP网的理论基础和核心技术等。

# 我院面向2020年信息科技领域 发展总体思路

## (2)高度重视网络服务与应用技术研究

- 网络的升级换代不仅仅是基础设施的变革，网络服务与应用模式也会发生根本性变化，而且，**新的服务与应用模式会影响基础设施的发展方向。**我国在器件与设备上落后于国外，但在适合国情的网络服务上不比国外差，腾讯、阿里巴巴、百度都战胜了国外对手。这些公司的创新动力明显高于联想等设备制造公司，**科学院要加大与服务型公司的合作.**

# 我院面向2020年信息科技领域 发展总体思路

## (3) 重视变革性器件和系统研究

- 10-15年内信息器件和系统将遇到难以逾越的功耗、可靠性等技术墙，科学院要发挥基础性研究的优势，组织力量从原理上突破低功耗、自修复等变革性技术，发明新的器件，提出设计复杂信息系统的新思路。

# 我院面向2020年信息科技领域 发展总体思路

## (4) 发挥高性能计算优势、重点突破海量信 息处理技术

- 计算所等单位在高性能计算上有较强的优势，科学院要发挥这一优势，**重点研究海量数据挖掘、大规模信息获取和分析**。把e-Science计划做实，使科学院的**生命、环境、天文、高能物理**等方面的科研都基于大规模的数据与高精度的仿真计算，走到国际前列。

# 我院面向2020年信息科技领域 发展总体思路

## (5) 强调跨学科合作，设定让人望而生畏的高目标

- 科学院是国家队，要设定一些让其他院所、大学乍一看认为不可能实现的高目标，**开展旗舰式的重大任务研究**，比如生命模拟器、机器脑之类。
- 一定要发挥跨学科的优势，让信息科学技术成为提升其他学科研究水平的杠杆。

# 我院在信息领域的优势

- 国内信息领域的工业部门研究所主要从事国防科研，基础性前瞻性研究还不多。清华北大等研究型大学主要从事自由探索性的基础研究，很难组织100人以上从事目标导向的基础性前瞻性研究。科学院应区别于大学和行业研究院（所），发挥能集中力量做目标导向的基础性前瞻性研究的优势，尽可能组织需要100人以上参加的中长期科研重大项目。
- 科学院的研究所涉及数学、物理、化学、天文、空间、环境、生命等各个学科，信息科学技术特别是高性能计算机仿真几乎已渗透到所有的学科。过程研究所、基因研究所、高能物理研究所等在高性能计算的应用方面已居国内领先水平。科学院开展以高性能仿真为纽带的交叉科学的研究在国内有明显的优势。

# 我院在信息领域的劣势

- 科学院的地位取决于能发挥多大的源头作用和被不被创新价值链接受。一旦下游的主体部门和企业有能力做科学院做的科研工作，别人就会认为我们是多余的竞争者。因此科学院的研究所一定要不断地提升自己的研究水平和创新能力，始终保持领头雁的地位，**起到不断向上延伸的源头作用**。
- 在国内网络界，**科学院还不被看作骨干研究队伍**。目前科技网连接的用户远远小于教育网，其影响也小于教育网。因此科学院要承担国家网络方向的重大项目（除传感网以外）还有待积累实力。
- 科学院信息领域的研究所过去是按学科建立的，现在信息领域各种技术的融合已成为重要的发展趋势。如何淡化研究所的边界和利益，在**全院范围内组织重大项目研究**，已成为科学院信息领域能否真正有所作为的关键。



中科院计算所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CAS

## 第四部分

十二五、十三五期间  
我院信息领域科技战略重点建议

# 2011-2020年科学院重大任务

# 科学院信息领域重大任务1： 普惠泛在网络新原理新技术 新应用研究和示范网建设

- ◆ 此重大任务是一项长期任务，不仅十二五、十三五期间要重点关注，2020年以后还要继续进行。
- ◆ 项目研究内容即有渐进式的技术演化，如向IPv6过度、LTE移动网核心技术研究、泛在传感网的关键技术突破和示范等，又要为**构建后IP网探索新原理和变革性的技术**。
- ◆ 力争经过15年的努力，使我国在未来网络升级换代和向U社会的过渡中取得主动。

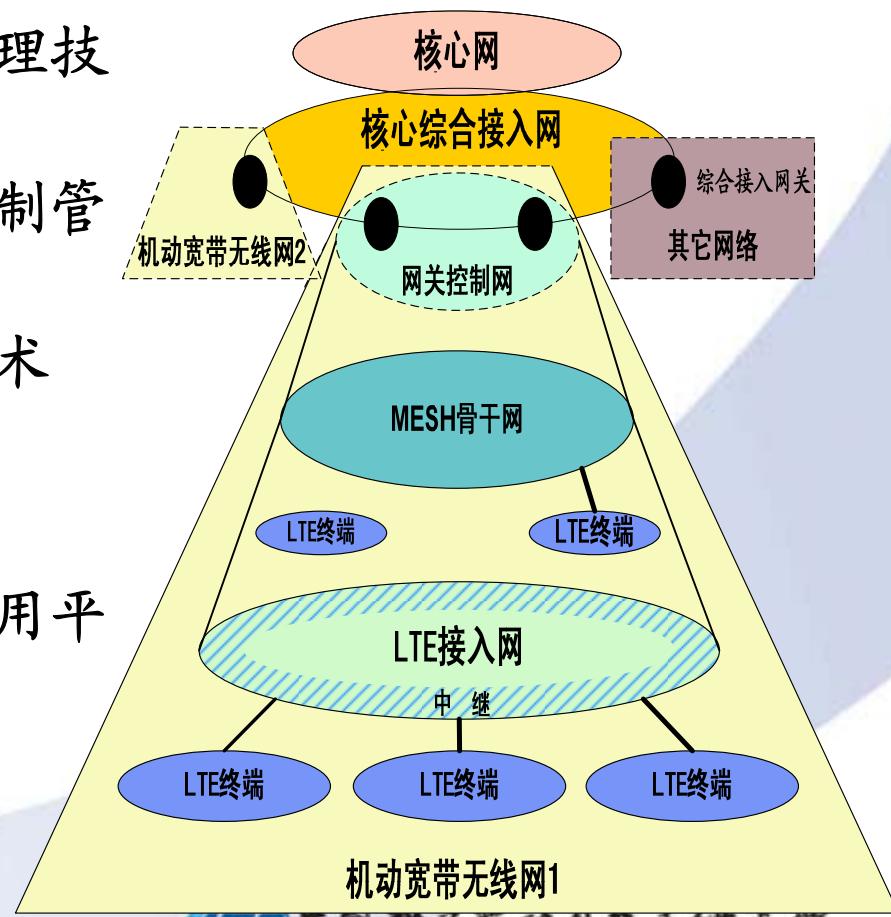
# 1、宽带移动网络核心技术研究 与示范网建设

- **研究目标：**基于我院BWM及4G无线通信技术研究成果，研发出针对普惠泛在网的各种不同覆盖范围、不同应用场景的宽带无线传输、资源管理和组网方式的创新技术、**建立测试和评估的实验环境**，构建示范网并提出有效的推广实施方案。
- **研究内容：**研究满足普惠泛在网络要求的高效载波聚合无线传输技术、具有虹吸效应的低成本协同无线资源管理技术与泛在无线组网技术；研制支持普惠泛在无线网络的**低成本高性能终端芯片与系统软件**，建立普惠泛在无线网络测试和评估的实验环境测试。

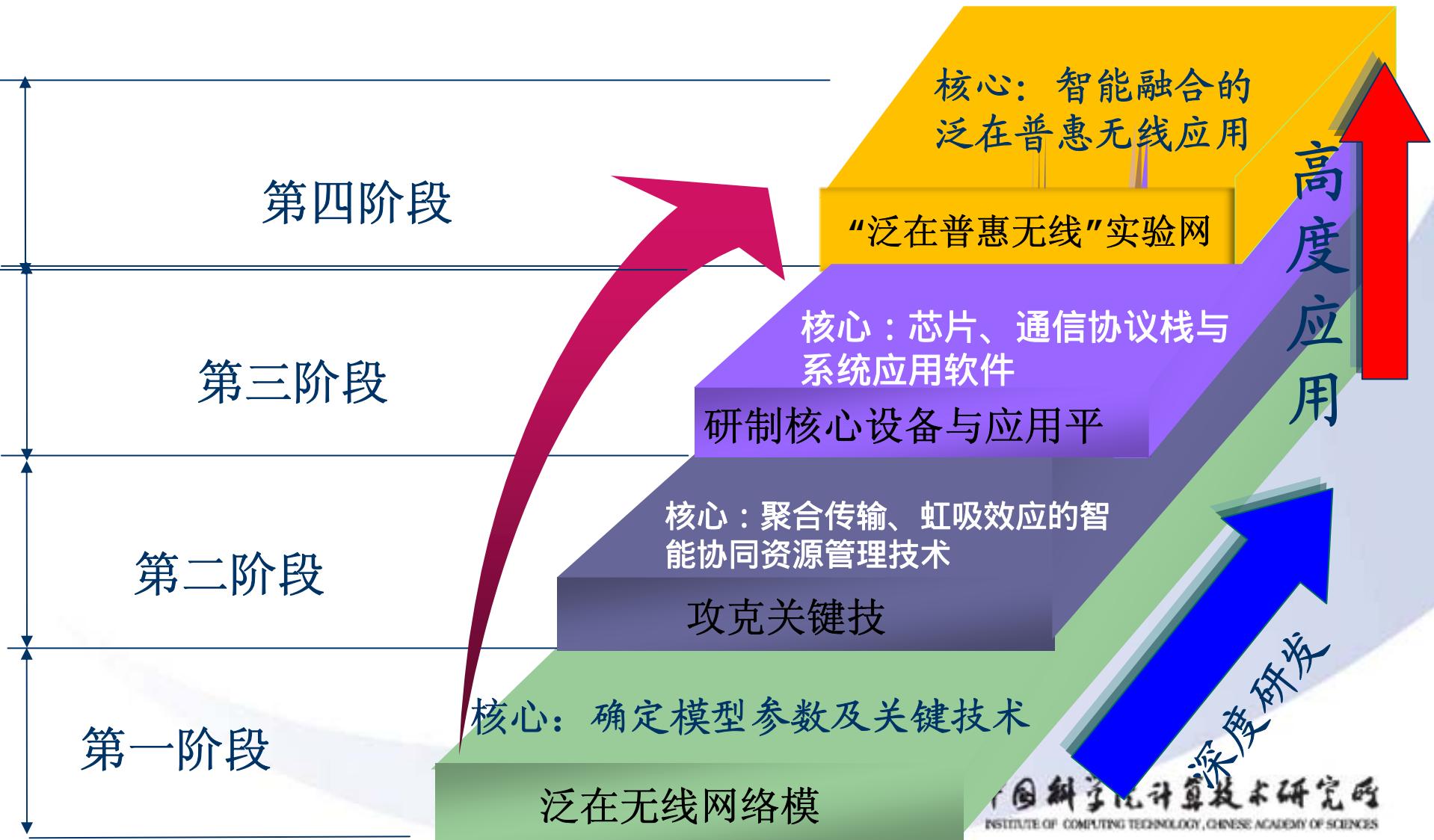
# 普惠泛在无线网目标-- 低成本/低能耗的宽带泛在智能无线通信系统

## ● 研究内容

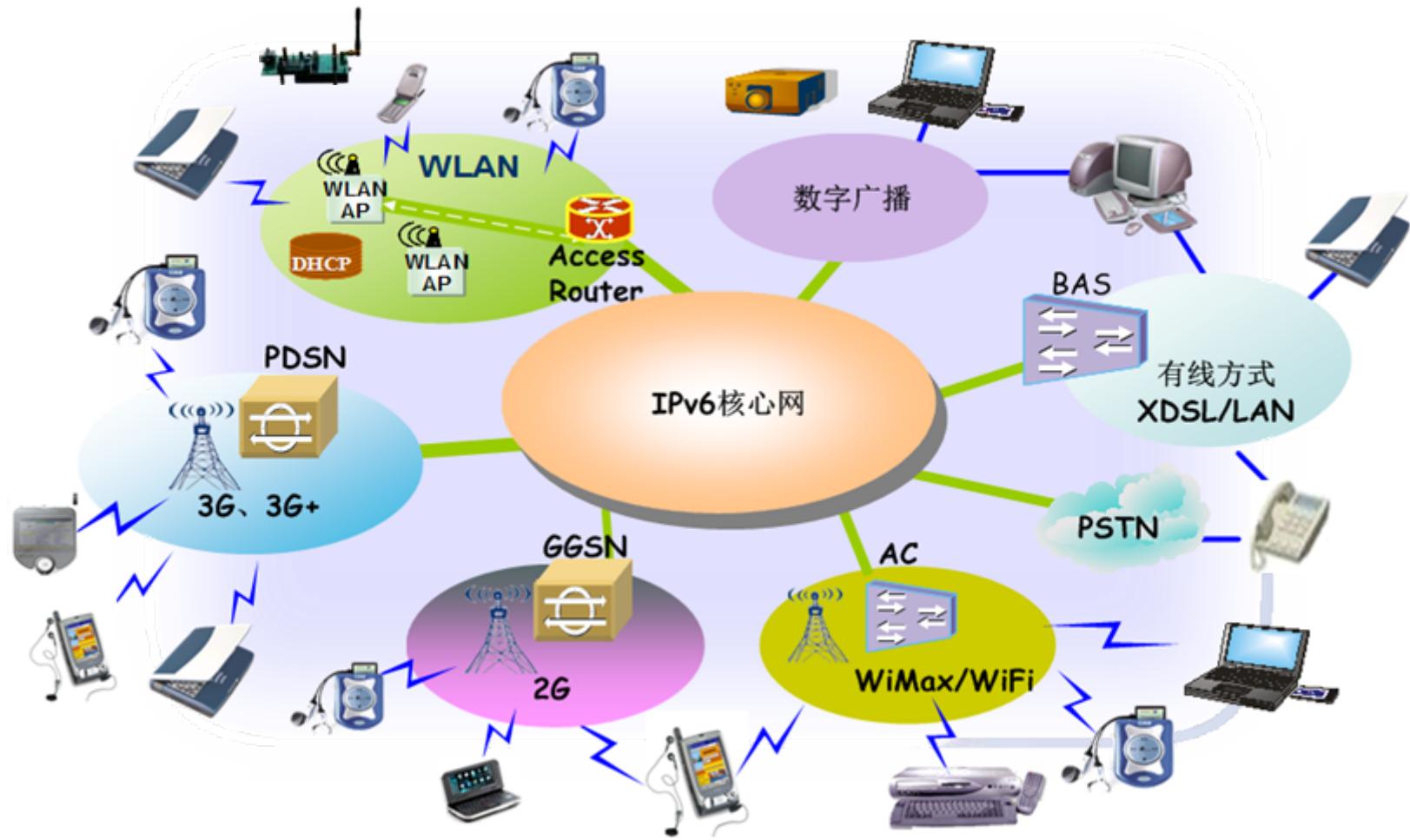
- 低成本及低能耗聚合无线通信处理技术
- 虹吸效应的智能协同无线资源控制管理技术
- 主动自配置与无线接入自适应技术
- 低功耗单片化高性能终端芯片
- 泛在通信与应用系统软件
- 新型泛在无线组网与异构无线应用平台融合技术



# 泛在无线“龙网”阶段推进计划



# 建设基于MIPv6的泛在移动互联网

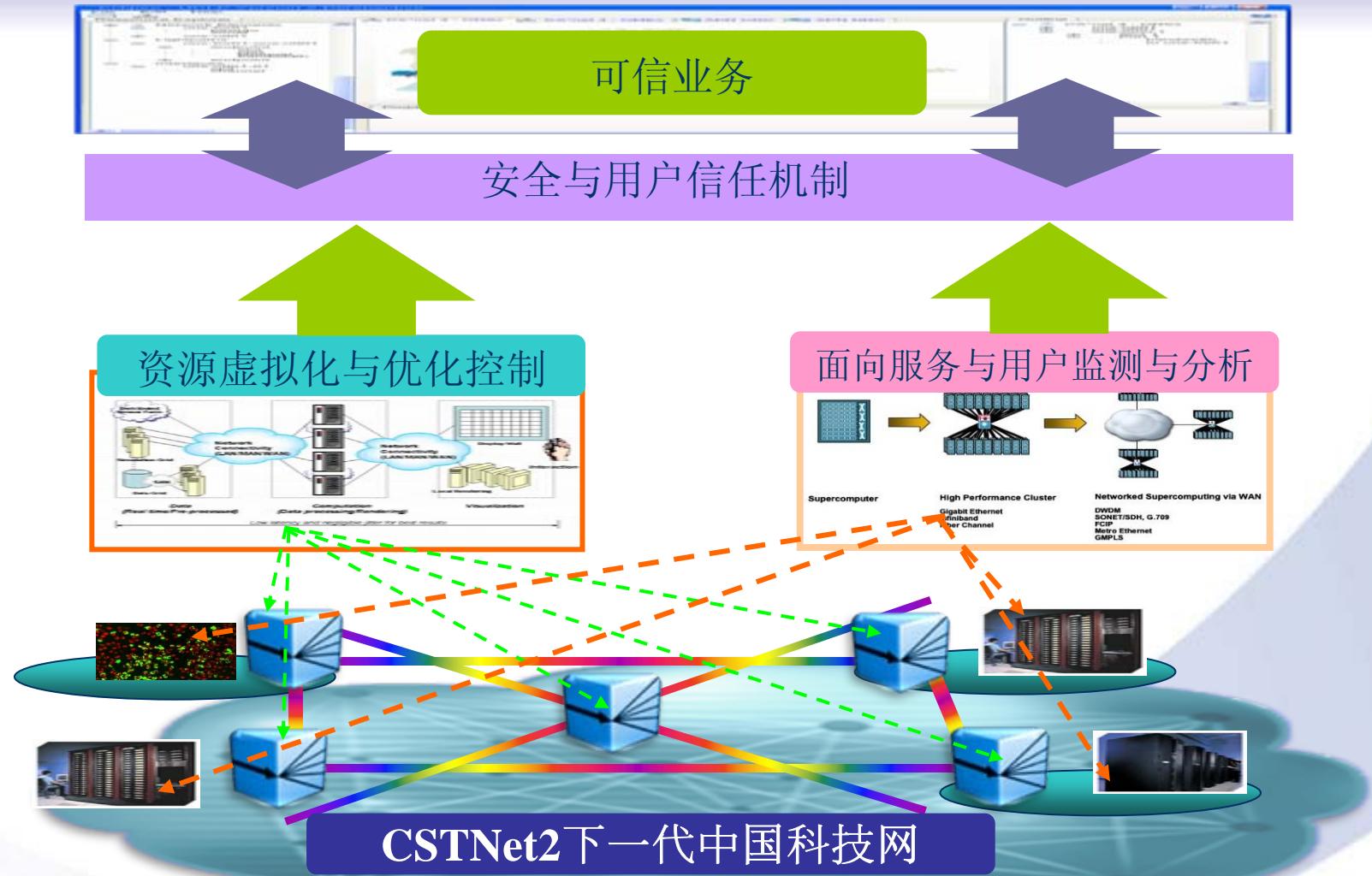


## 2、下一代互联网核心技术研究与示范网建设

- **研究目标：**以中国科技网为依托，集中我院的网络研究开发力量，改进互联网的安全性、服务质量与可管理性，满足科学研究需求的可靠性与可扩展性、可移动性、可靠性与可管理性（QoS）、支持新型业务与满足科学的研究需求的可扩展性，建设发展的网络环境，在我国下一代互联网的基础设施理论与关键技术研究中起到骨干作用，推动新一代互联网产业发展和未来普惠泛在网络的实现。
- **研究内容：**满足新型业务发展的平台；网络综合理论与基础研究；移动网络感知与监测、与互联网基础支撑设施与服务；与支撑用户业务目标支撑的新型网络；面向行业与面向服务的新型信息服务；面向控制平台；网络科学基础理论与实验验证。



# 可信互联网运营支撑平台

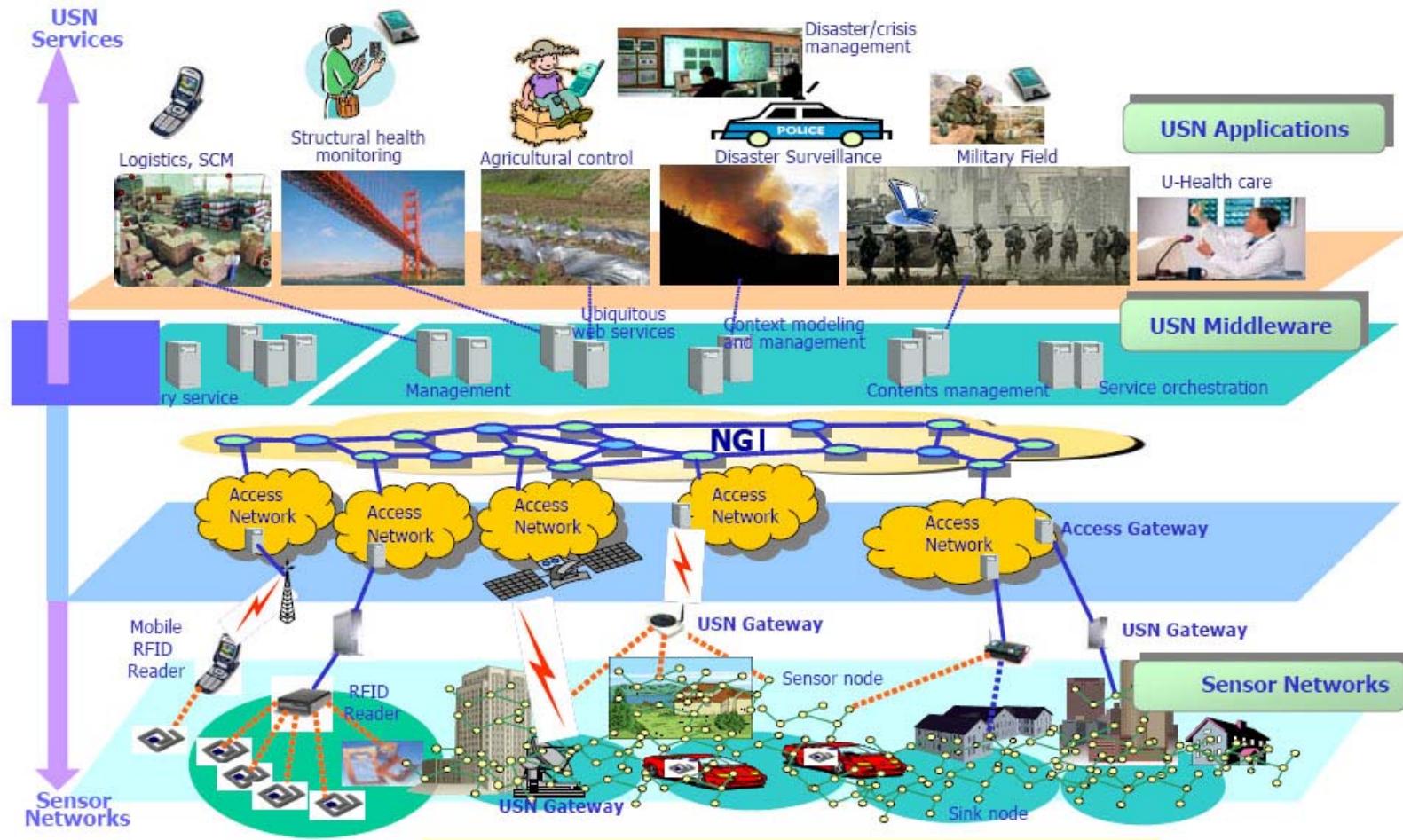


监测机制满足网络科学基础理论研究与实验验证

### 3、传感器网络与物理数字系统（CPS） 核心技术研究与示范网建设

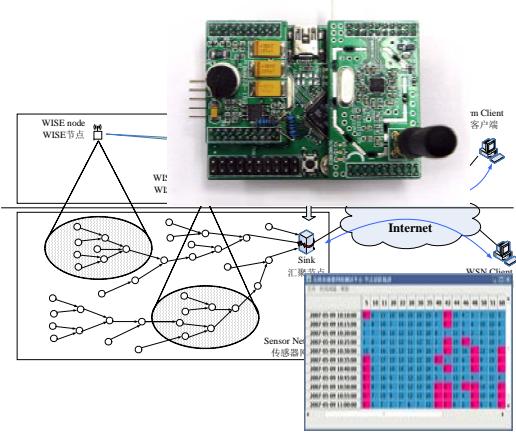
- **研究目标：**针对环境监测、节能减排、公共安全、智能交通、加工制造等关系国计民生的行业应用需求，突破传感器网络的共性关键技术，形成规模性的示范应用，引领我国传感器网路的发展与普及；突破CPS核心技术并构建CPS示范系统。
- **研究内容：**构建高性能、高仿真度、高扩展性的大规模传感器网络设计仿真和测试验证平台；物理世界的新型感知机理和新型传感器研制；传感器网络与下一代互联网及无线通信网络的融合技术；无线射频标签（RFID）技术；传感器网络的服务技术研究；“尘埃”型传感器/执行器；极低功耗长效电源；光机电集成和微型化技术；等。

# 传感器网络与互联网融合



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

# 传感器网络的高性能综合设计验证平台



系统测试理论与工具



大规模实验床

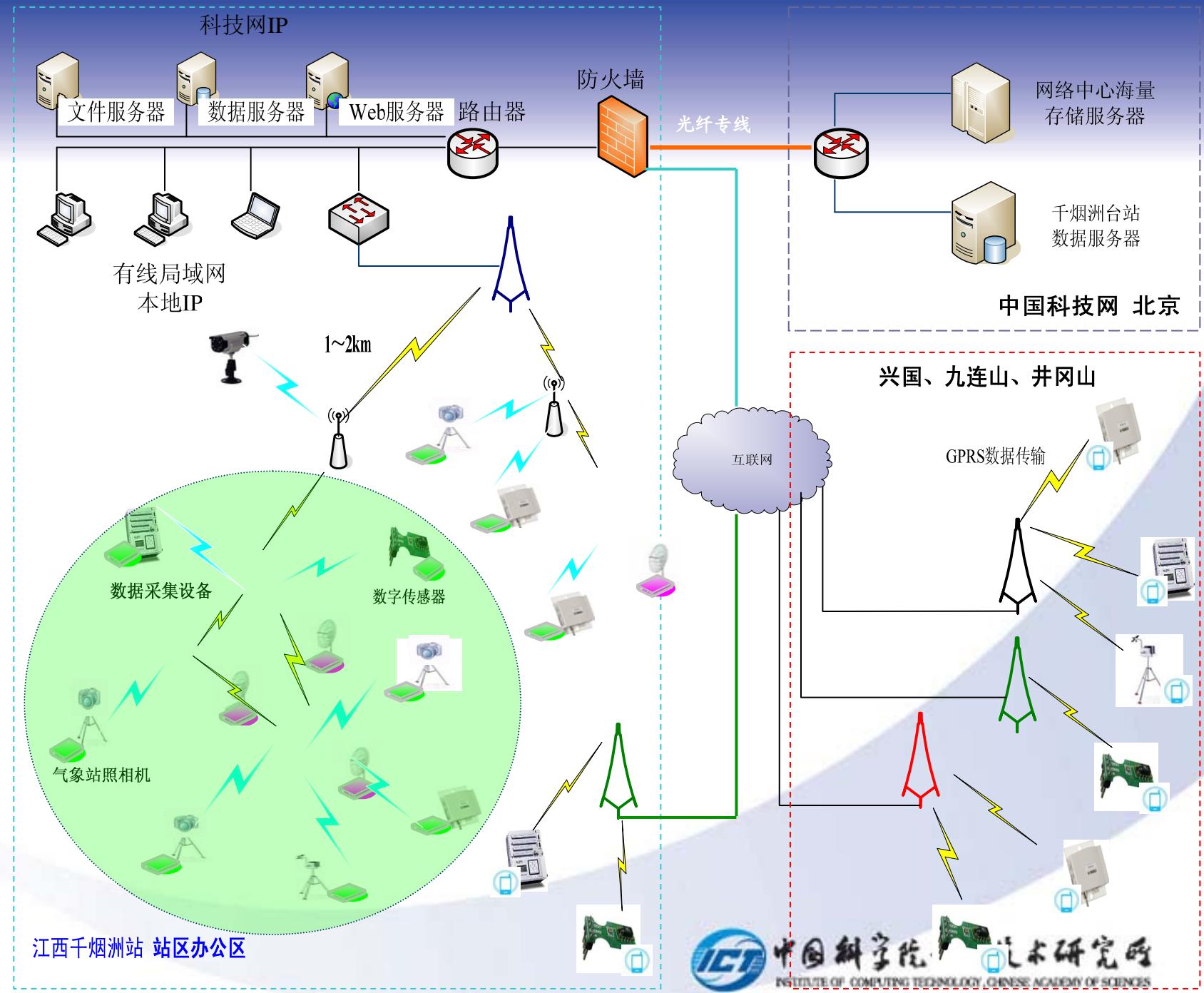


SOC验证 (FPGA)

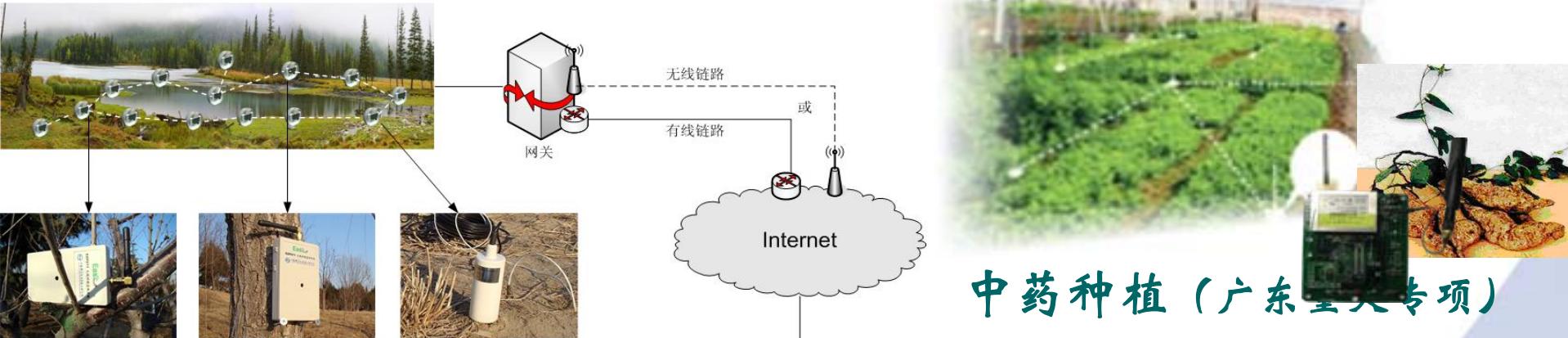


中国科学院计算技术研究所  
INSTITUTE OF COMPUTING TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

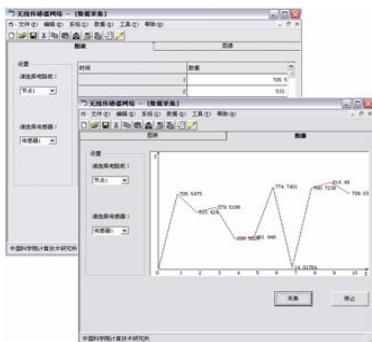
# 中国科技网的建设及网络融合



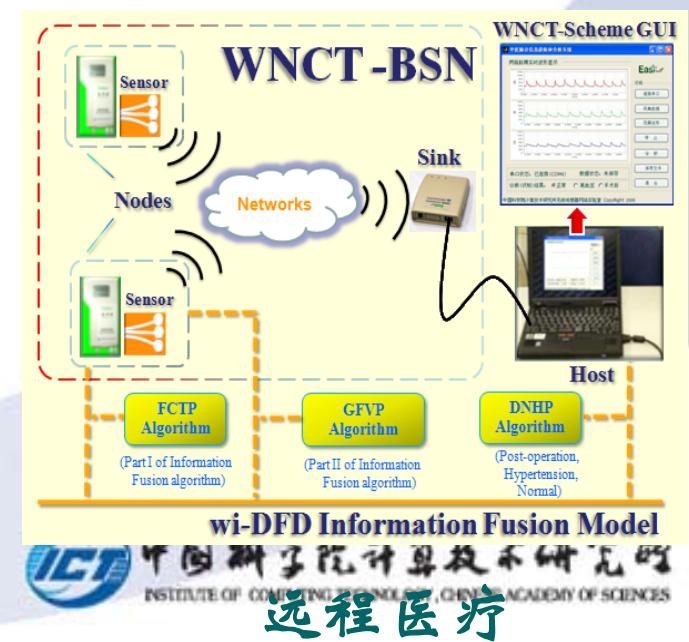
# 传感器网络的应用示范验证



中药种植（广东重大专项）



湿地环境监测及保护  
(国家重大专项)



# 4、未来网络服务技术研究

- **研究目标**: 从一组特定应用和技术切入，研究共性科学问题，构建和不断完善共性的网络服务技术基础设施，建立开放中立标准，使能众多服务和终端设备；**初步完成网络服务的科学体系和工程方法学**，并在特定领域得到广泛应用；
- **研究内容**: 精确定义和描述网络服务**普适的基础概念**（如资源、数据、信息、知识、服务、用户、价值）、**基本现象**（定律）、计算模型以及联系服务价值与网络资源的**数学方程**（基本规律）；虚拟化、效用计算、平台即服务技术（云计算技术）；方便的动态服务编程、服务验证和服务组合技术；网络服务用户行为与心理分析；预测网络行为的群体动力学模型；网络服务知识和技术体系等。

## 5、网络科学研究

- **研究目标：**获得一套完善的分析、设计、构造和维护网络空间的理论体系和相应的工具、平台系统，形成网络科学研究的完整体系；提出新的网络计算模型；网络算法的局部化理论；网络博弈、涌现与同步的度量；网络传播的调控；基于新型网络体系结构的算法并行化等；最终要提出新的网络信息理论。
- **研究内容：**发现大规模复杂网络系统的稳定性规律以及系统在微观/中观和宏观尺度之间的转换规律；网上群体动力学模型；图形建模方法；网络数学；结构化搜索模型；将博弈理论、生物计算（神经网络、基因网络）、社会计算的研究方法引入到网络科学研究中，形成逐步融合的仿物理学、仿生物学和仿社会学等。

# 6、后IP网络的探索研究

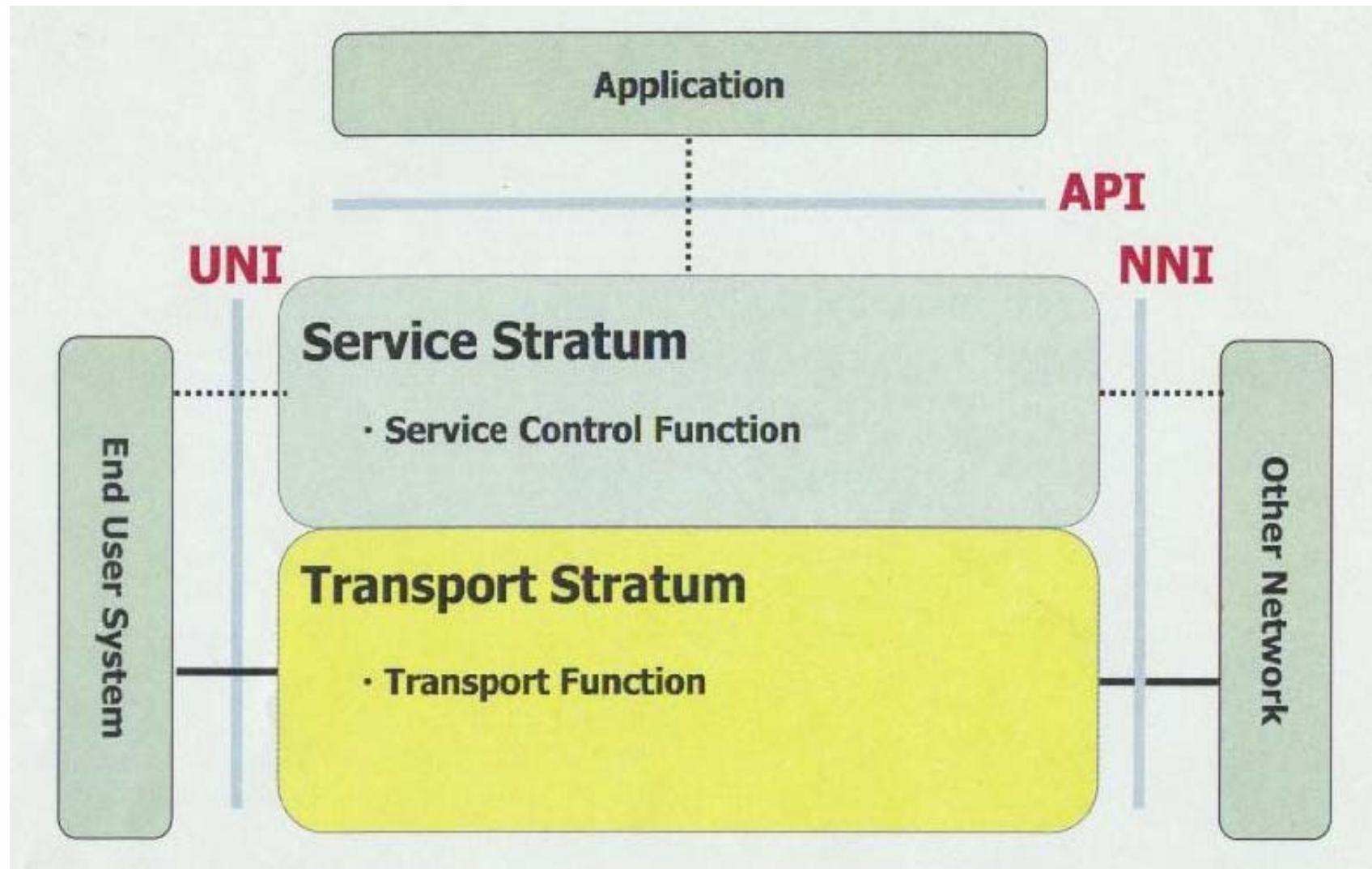
## 研究目标：

- ◆ 在保持互联网开放自治的前提下，探索超出IP协议的未来网络，为构建惠及全民、面向用户、无所不在的网络奠定技术基础，
- ◆ 网络要具有SET特性，即简单（Simplicity）、高效（Efficiency）、可信（Trust）。
- ◆ 从Networking of network 转变为Networking of service and people，体现以用户为中心的网络构建原则，旨在实现人和服务连接而不仅仅是机器的连接。
- ◆ 采用通用计算账号（Universal Computing Account）技术实现个人信息环境与信息终端和网络服务松绑。
- ◆ 依托于新一代中国科技网，实现与基于IP的中国科技网的无缝连接。
- ◆ 力争经过15年的努力，使我国在未来网络升级换代和向U社会的过渡中取得主动。

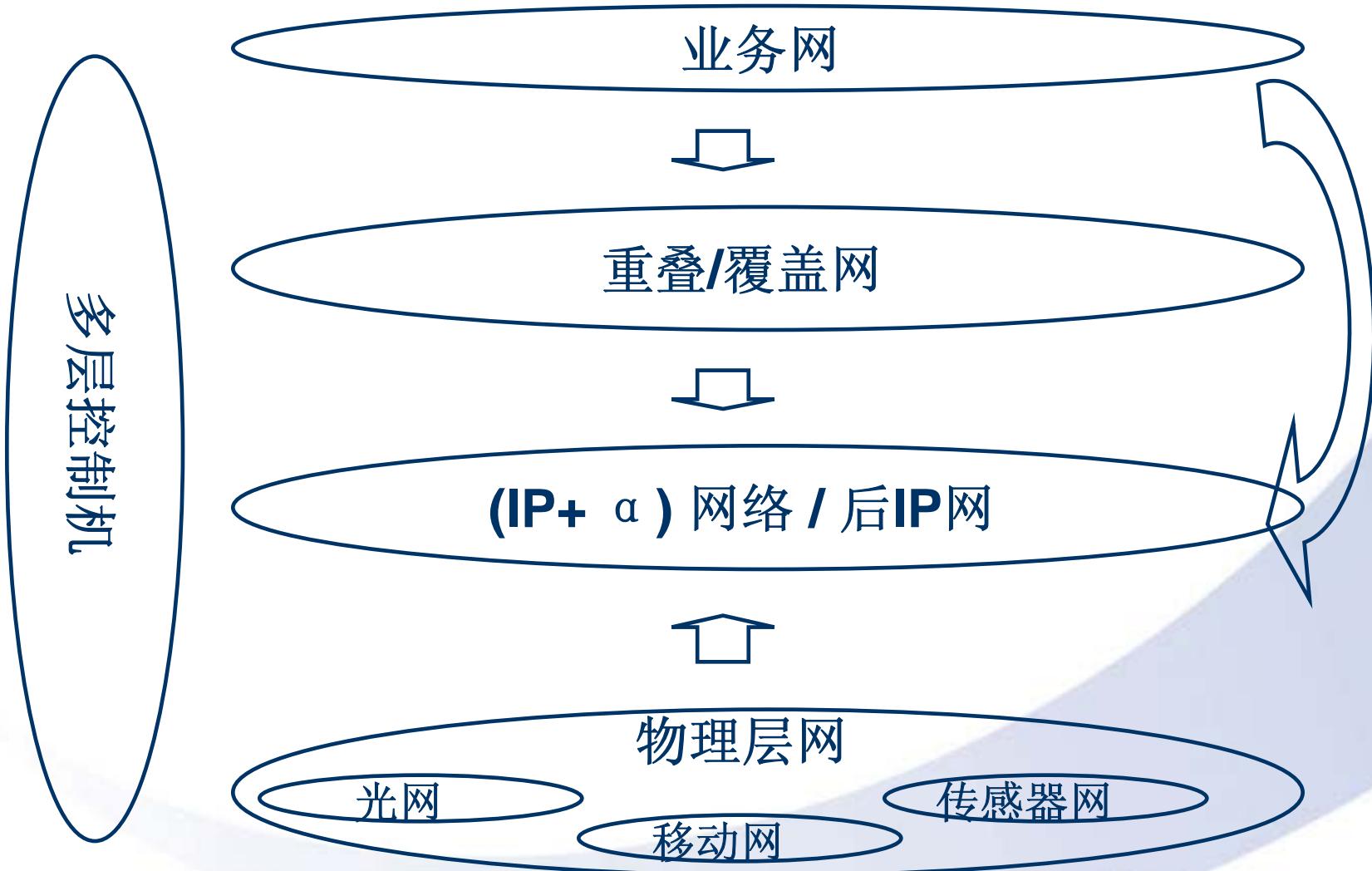
# 对后IP网的技术要求

- 网络带宽：骨干网节点容量: 1Pb/s,  
骨干网链路容量: 10Tb/s, FTTH: 10Gb/s
- 设备数量: >1000亿设备 / 100万 广播站  
无处不在的传感设备
- 终端信息需求：  
从100bit (传感器/射频识别RFID) 到5Tb (高清电影)
- 透明性 / 公开性 / 简单性  
保持**KISS** 原则: **Keep it simple and stupid**  
基于安全的受控的透明性
- 可靠性: 隐私保护, 可寻迹性
- 低能量消耗

# ITU-T标准下的下一代网络的体系架构



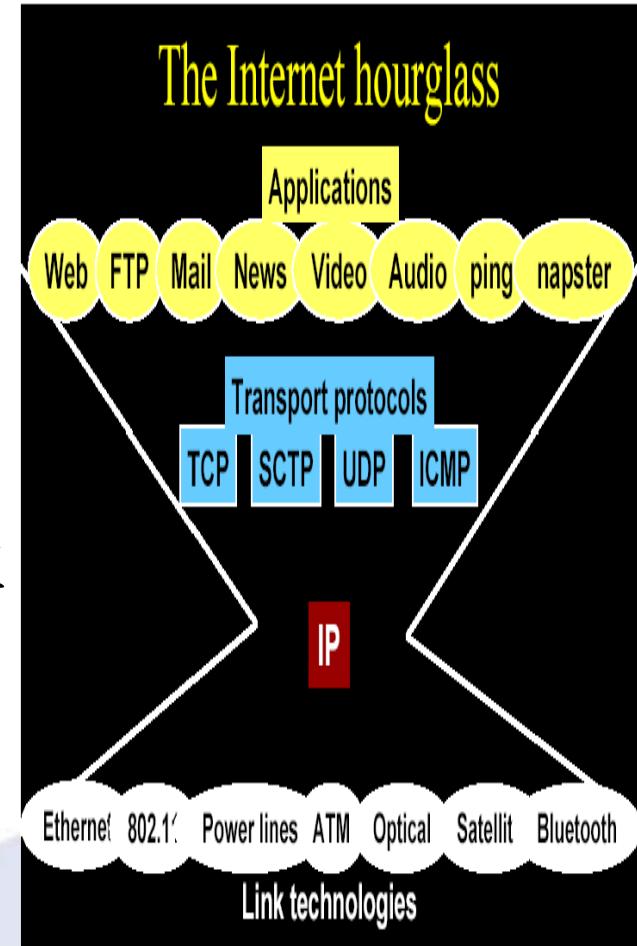
# 后IP网络的可能结构设想



# 6、后IP网络的探索研究

## 基本思路：

- 抛开TCP/IP从零开始全新设计
- 通过反向工程研究确立互联网下一代的设计原则
- 跨学科联合创新：从生物学、计算生物学的研究中得到启发和帮助。互联网结构的沙漏模型与生物学的新陈代谢模型有惊人的相似之处。要跳出现有ICT的体系，结合社会计算、经济理论、博弈论、计算生物学和量子论，考虑信息的时空分布，拓展信息理论形成新的通信网络框架



# 6、后IP网络的探索研究

## 研究内容：

- ◆ 研究后IP网络体系结构，**重点突破网络的可扩展性、服务质量、安全性等难点**。需要重点考虑移动网用户的需求。
- ◆ 研究低成本、便捷高效、满足12亿网民需求的网络终端、网络知识产品和服务，实现惠及全民和以用户为中心。
- ◆ 在不改变现有互联网结构或只针对无线等新网络进行局部优化的同时，以重叠网为互联网提供分布式管理、安全和QoS保障，**推动向互联网下一代的平滑演进**。
- ◆ **新型互联网路由设计；互联网下一代拓扑模型；新型寻址模式；新安全机制；网络管理的新概念；拥塞及其控制新机制；网络内节点上的处理和存储能力及非路由功能设备；**
- ◆ “后IP”网络海量信息融合与知识推理发现机制；“后IP”网络智能自优化、**自控制、自管理平台**；“后IP”新型网络服务与经济学模型。
- ◆ 以科技网为起点，构建广域后IP网络原型和网络试验床。

# 科学院信息领域重大任务2: 艾级（Exa级， $10^{18}$ ）超级计算 和大规模数据处理技术研究



- 生命、环境、能源、材料、高能物理等基础科学研究对超级计算提出了强烈的需求，通过超级计算模拟生命现象、环境变化、仪器看不到的微观世界等，**为科学提供强大的计算仿真工具**，其作用如同粒子物理领域的对撞机。
- 本项目的目标是从原理上突破**艾级计算（每秒 $10^{18}$ 次）**的核心技术，为国家构建艾级计算系统提供技术保障。更重要的是通过此项目培养和造就科学院的超级计算、大规模数据处理和数字仿真队伍，**本质性地提高科学院的交叉科学基础研究水平**，推动我国计算生物学、计算物理、计算化学、生物信息学、纳米信息学、脑科学与认知科学等众多新兴交叉科学的发展。使超级计算广泛应用于基因检测、新药、新材料、新能源发现，造福于全国人民。

# 艾级（Exa级， $10^{18}$ ）超级计算 和大规模数据处理技术研究

## 项目的主要内涵：

- 由于存在**功耗、效率、易用性**三个方面的挑战，目前的计算机技术很难实现艾级超级计算，必须在原理上有重大突破。
- 可实现艾级计算的**新型处理器芯片**，研究艾级计算的**新型体系结构**，**构建高效率的编程模型和编程语言**。
- 找到对付复杂性、非精确性的新原理新方法，大幅度提高计算机系统的**可靠性**，实现**自诊断、自修复**。
- 争取在软件上实现**开发成本指数性下降的新摩尔定律**。研究可扩展到**千万级以上并行度的并行算法设计**
- 生命现象、物理现象、环境变化等客观世界的可计算化，研究新的物理模型和计算模型。科学计算可视化和虚拟现实技术
- 海量数据的智能化处理，研究数据挖掘和知识发现技术

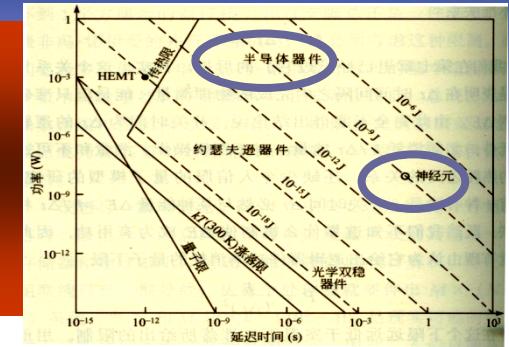
# 科学院信息领域重大任务3: 低成本低功耗信息器件和系统 核心技术研究与低成本信息化示范

面向信息技术惠及全民的国家战略需求，利用普惠信息网络换代机会，以低成本低功耗技术突破为切入点，研制**新型的信息器件、终端设备、超级服务器、支撑软件，以及应用服务**，通过**低成本医疗设备和远程医疗示范**让信息技术惠及上亿人，跨越国外垄断厂商，为建立我国自主创新、**自主可控的计算机产业基础平台**奠定科技基础。

战略重点的主要内涵包括：

- 提出低成本低功耗原理和理论，
- 建立低成本低功耗的数据与知识服务体系结构。
- 发明网络服务接口界面，突破平坦式基础软件技术。
- 充分利用新型器件，研究直接支持普惠信息网络负载的新型计算机体系结构，设计国产处理器芯片、终端设备、数据中心服务器，将数据中心服务器利用率从当前的10%提升到50%。
- 在惠及全民的低成本医疗等领域示范。

# 科学院信息领域重大任务3: 低成本低功耗信息器件和系统 核心技术研究与低成本信息化示范



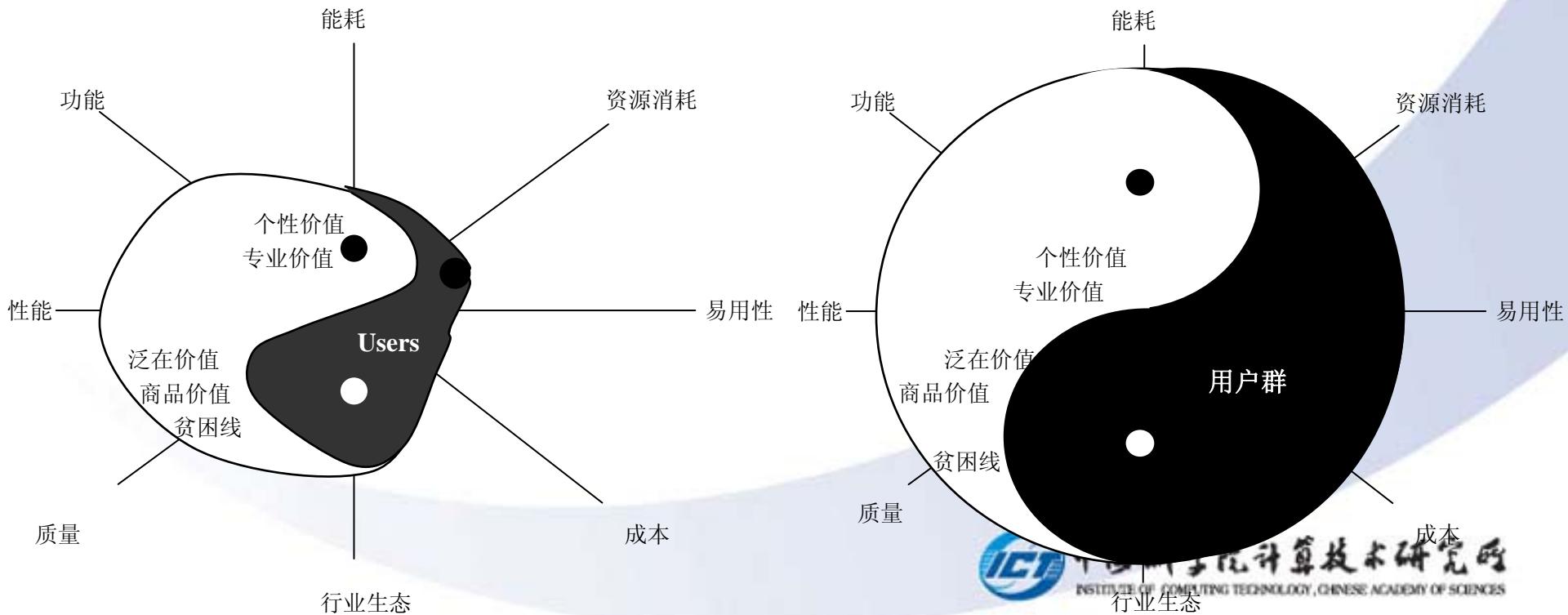
## 效果与指标:

- 到2020年，器件**性能功耗比提高100倍**，CPU芯片性能达到每秒10万亿次运算，功耗低于10瓦。**计算机系统性能功耗比提高1000倍**，超级服务器性能达到艾级（每秒10<sup>18</sup>次运算），功耗低于10兆瓦。
- 低成本医疗设备和远程医疗示范。基于上述技术，为**1亿人提供低成本医疗服务**，包括前端的体检和后端的海量（100 PB）医疗信息库与个性化医疗信息网络服务。
- 结合向国家建议的打造基于国产CPU和基础软件的计算机产业基础平台重大专项，为“核高基”重大专项提供低成本低功耗前瞻技术突破，为建立我国自主可控、激励自主创新、跨越国外垄断的**计算机产业基础平台**奠定科技基础，使我国在国际计算机科学和技术创新中占有一席之地。



# 平衡科技创新的目标

- 功能、性能 → 成本、易用性、能耗、资源消耗
- 例子
  - 传统算法科学：研究和优化性能（时间复杂度）
  - 普惠计算科学：研究和优化能耗复杂度、劳动复杂度



# 重要方向

# 信息领域的重要方向

- ◆ SoC与SiP芯片系统结构设计
- ◆ 面向多核和众核处理器的并行编程模型和编译优化
- ◆ 关键行业的主流工业软件设计
- ◆ 数字物理系统（CPS）关键技术研究与示范
- ◆ 网络沙盘和网络安全测试床
- ◆ 普适交互环境核心技术研究与示范系统
- ◆ 分布式算法设计理论
- ◆ 海量信息的知识挖掘
- ◆ 社会计算研究
- ◆ 计算生物学研究
- ◆ 国家量子保密通信光纤网络系统
- ◆ 机器脑和神经计算机研制

# 面向多核和众核处理器的 并行编程模型和编译优化

- 要有效发挥一颗芯片中数以亿计的晶体管的作用，必须依靠**编程模型及优化技术**。
- 片内多核并行已成为提高芯片性能的不二选择，今后10-20年内编译技术将是发展信息技术的重大瓶颈。
- 多年来我国对编译技术不够重视，十二五和十三五期间一定要**高度重视发展编译技术**。

## 研究重点：

- 硬软件结合的串行程序动态分析和并行化方法
- **新的程序设计模型**
- 语言及配套的优化技术
- 可自适应的运行时支持系统
- 持续优化技术
- 软硬件结合的存储体系模型及其优化
- 体系结构对二进制翻译和动态优化的支撑等。

# 计算生物学研究

成百上千的物种已经完成了基因组测序，给众多领域的科学家带来了前所未有的海量信息，分析与解释这些数据已成为基因组研究的关键。

## 研究内容

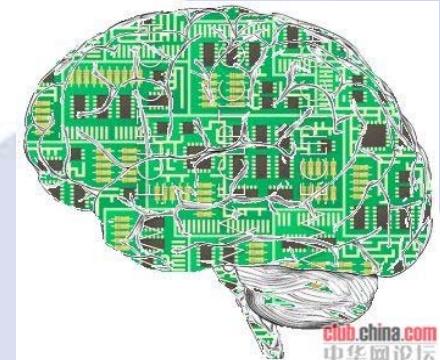
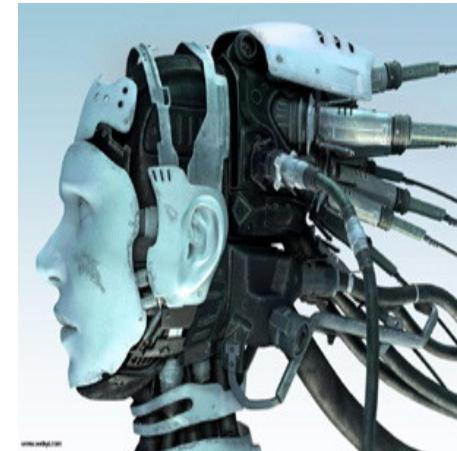
- 大规模基因组测序中的拼接、组装、基因标注等信息分析
- 利用 EST 数据和基因组数据进行新基因和新SNPs 的发现与鉴定 **遗传密码起源** 和生物进化的研究
- 基于大规模基因芯片数据和蛋白质组学数据的基因功能表达谱的分析蛋白质的结构模拟、**分子设计**以及**基于生物大分子结构的药物设计**
- 生物大分子相互作用网络，代谢和疾病发生途径的信息分析以及 **系统生物学** 研究
- 基因组中**非编码序列**和非编码基因以及非编码RNA的研究等

# 国家量子保密通信光纤网络系统

- 量子密码技术可以提供不可窃听、不可破译的保密通信，量子密码技术正迅速地向实际应用的工程化发展，将成为人类新一代的保密技术
- 我国在这个领域的研究不逊色于西方列国，中国科学院量子信息重点实验室近几年取得若干重要突破，居于国际领先地位。
- 研究目标：筑建在国内主要城市之间的光纤量子保密通信网络，网络上任意用户可以向网络上其它任一用户实现保密通信；多个用户之间保密通信不相互影响；一个用户可同时向多个用户群发保密信息等。
- 研究内容包括：筑建70公里范围多用户的城域量子保密通信网络系统；筑建两个城市的城际量子保密通信网络；采用可信中继技术实现1000公里以上的光纤量子保密通信；筑建国内主要城市之间的量子保密通信网络系统。

# 机器脑和神经计算机研制

- 脑科学的研究是国际上一大研究热点，近几年有较大进展，但在科学院和国内没有引起足够的重视。
- 研究目标是通过大规模计算和海量数据处理研究人类智能活动，构建智能信息处理平台，凝练、聚合相关研究成果，形成具有感知、自然语言交互、推理能力的、研究多种智能行为相互作用的可测试环境。
- 研究内容包括：
  - 研制具有一定的人的智能的信息设备
  - 研制机器脑的后端系统——大规模知识库，包括常识库、语料库、统计翻译库、图像库、视频库等。
- 拟解决的重大应用问题包括涉及大规模数据和高性能计算的智能应用，如语义网格、音视频智能搜索，语义数据库，大规模机器翻译，计算生物学（蛋白质结构预测），雷达图像智能处理等等



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

# 领域前沿

# 领域前沿

- ◆ 碳基纳米（石墨烯）材料、器件和集成技术的研究
- ◆ 光模拟计算和可片上集成的光计算技术研究
- ◆ 量子仿真系统及其应用
- ◆ 语义理解与智能人机交互关键技术研究
- ◆ 基于脑科学成果的智能与认知科学研究
- ◆ 人体经络的实验验证与机理研究

# 碳基纳米（石墨烯）材料、 器件和集成技术的研究

- 未来的CMOS技术可以在硅的衬底上优选不同的材料分别作为N沟道和P沟道器件，使之成为最佳的迁移率和其他特性的匹配。预计可以**实现面向太赫兹频率的CMOS技术**。
- 石墨烯的迁移率是Si的100倍，饱和速度是Si的6-7倍，热导率高。适合于高速、低功耗、高集成度和低噪声、射频、微波电路等。目前栅长150纳米的石墨烯CMOS晶体管的运行频率可以达到26GHz，如果缩小到50纳米，**石墨烯晶体管的频率就有望突破1THz**。

# 光模拟计算和可片上集成的光计算技术研究

- 要解决的**科学问题**包括超高速电光、光电转换的物理机制、弱光强下借助SPP的光学非线性效应、固体中光与自旋的量子操控、实现空间光调制的新物理机制及异变材料等。
- 要突破的**关键技术**包括：垂直腔面发射激光器VCSEL阵列，光电探测器阵列和空间光调制器阵列等核心光电器件基于Polymer光波导的PCB的光互连、基于多层光波导互连的光波电路基片、微光学元件和MOEMS、利用SPP效应的全光开关和晶体管、利用SPP效应的波导传输和光速调控技术、全光处理器、关联器和路由器、经典光缓存器和量子光缓存器等。

# 人体经络的实验验证与机理研究

- 我国在经络系统方面做了不少工作，但还没有形成完整的、系统的学说，实验支持也不够充分。**韩国在经络研究方面已走到我国前面。**经络研究具有极大的挑战和风险。很多科学家认为经络研究是**有可能获得诺贝尔奖的项目**。
- 研究内容：
  - 经络和穴位的物质基础和组织结构的特性，经络和脏腑的相关性
  - 针灸穴位时所产生的能量和信息的各种特性，以及它们如何作用于脏腑和作用途径
  - 针灸穴位和神经、血管、淋巴、筋膜、体液甚至细胞、基因等的关系
  - 人体内的全部经脉可视化
- 开展此研究需要加强交流、整合现有研究力量，**建立一个跨学科研究协调机制**；引进人才，加强基础研究；研究新仪器，开展经络信息检测与分析技术研究；研制经络学本体和知识库技术的应用支撑平台；研究有经络参与的新型计算机模型；建立全面的经络学知识库，包含经络实验数据分析、3D建模、元数据标注。

# 参加路线图研究的体会 --对国情、院情的新认识

# 技术创新模式的转变 (科研教育的转型升级)

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

——引自江绵恒副院长的报告  
原始数据出自穆荣平的“中国技术资源开  
与利用战略研究”报告

# 2008年世界IT产业竞争力排名

排名	国家	总分	企业环境权重	IT基础设施	人力资本	法律环境	R&D环境	对IT产业开发的支持
1	美国	74.6	98.0	89.2	94.5	92.0	23.7	86.4
2	中国台湾	69.2	87.6	52.0	73.1	70.0	74.3	65.3
8	韩国	64.1	81.3	49.3	74.0	67.0	59.9	63.9
43	巴西	31.0	66.0	13.4	38.6	46.0	1.0	61.3
48	印度	28.9	59.3	1.3	48.8	47.0	0.6	54.0
49	俄罗斯	27.7	46.9	10.6	55.5	38.5	1.9	36.6
50	中国大陆	27.6	46.9	5.2	46.6	59.5	1.7	41.1

表 1-1 世界 IT 产业竞争力排名（部分国家和地区）

引自“经济学家”组织（Economist Intelligence Unit）报告

按发文数量排，科学院计算机科学共发1927篇文章，排第5位

Essential Science Indicators Version 2.3 - Windows Internet Explorer  
http://esi.isiknowledge.com/rankdatapage.cgi?thvalue=0&thresholdon=1&sortby=2&thvalue=0&option=I&search=Computer

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 收藏夹(A) 工具(T) 帮助(H)

Google Essential ... Special Topics 欢迎莅临水木... 新闻中心-搜狐 独家：姚晨夫... 篡家大反扑抖... 设置 页面(P) 工具(O)

ISI Web of Knowledge<sup>SM</sup>  
Essential Science Indicators<sup>SM</sup>

WELCOME HELP RETURN TO MENU IN-CITES

INSTITUTION RANKINGS IN COMPUTER SCIENCE

Display items with at least: 0 Citation(s)  
Sorted by: Papers SORT AGAIN

1 - 20 (of 330) Page 1 of 17

	View	Institution	Papers	Citations	Citations Per Paper
1		IBM CORP	3,282	19,657	5.99
2		UNIV ILLINOIS	2,175	11,513	5.29
3		MIT	2,174	17,613	8.10
4		AT&T	1,983	23,627	11.91
5		CHINESE ACAD SCI	1,927	3,174	1.65
6		STANFORD UNIV	1,844	16,927	9.18
7		CARNEGIE MELLON UNIV	1,822	7,594	4.17
8		UNIV CALIF BERKELEY	1,797	17,520	9.75
9		NATL UNIV SINGAPORE	1,795	5,610	3.13
10		INRIA	1,696	7,064	4.17
11		TSING HUA UNIV	1,637	2,867	1.75
12		UNIV MARYLAND	1,509	7,432	4.93
		NANYANG TECHNOL UNIV	1,402	2,004	1.43

QQ... Internet | 保护模式: 启用 100% 9:52

4 Windows ... 已发送邮件 - ... Essential Sci... 计算所 中科院计算机... 9:52

按平均被引率排，科学院计算机科学平均被引1.65次，  
排第322位，(330个单位倒数第9)

Essential Science Indicators Version 2.3 - Windows Internet Explorer  
http://esi.isiknowledge.com/rankdatapage.cgi?thvalue=0&thvalue=0&thresholdon=1&sortby=3&option=I&search=Computer 搜索

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 收藏夹(A) 工具(T) 帮助(H)  
Google 谷歌 开始 书签 已拦截 829 个 拼写检查 翻译 发送至 设置  
Essential ... Special Topics 欢迎莅临水木... 新闻中心-搜狐 独家：姚晨夫... 扁家大反扑抖... 家园 页面(P) 工具(O)

ISI Web of Knowledge<sup>SM</sup>  
Essential Science Indicators<sup>SM</sup>  
WELCOME HELP RETURN TO MENU IN-CITES

INSTITUTION RANKINGS IN COMPUTER SCIENCE

Display items with at least: 0 Citation(s)  
Sorted by: Citations per Paper SORT AGAIN

321 - 330 (of 330) |◀|◀|◀|[11|12|13|14|15|16|17]|▶|▶|▶| Page 17 of 17

	View	Institution	Papers	Citations	Citations Per Paper
321	[View] [Chart]	<a href="#">TOKYO INST TECHNOL</a>	701	1,181	1.68
322	[View] [Chart]	<a href="#">CHINESE ACAD SCI</a>	1,927	3,174	1.65
323	[View] [Chart]	<a href="#">TOHOKU UNIV</a>	569	919	1.62
324	[View] [Chart]	<a href="#">UNIV YORK</a>	542	865	1.60
325	[View] [Chart]	<a href="#">UNIV POLITECN VALENCIA</a>	593	933	1.57
326	[View] [Chart]	<a href="#">YONSEI UNIV</a>	897	1,217	1.36
327	[View] [Chart]	<a href="#">ZHEJIANG UNIV</a>	1,035	1,383	1.34
328	[View] [Chart]	<a href="#">RUSSIAN ACAD SCI</a>	1,282	1,642	1.28
329	[View] [Chart]	<a href="#">SHANGHAI JIAO TONG UNIV</a>	1,134	1,095	0.97
330	[View] [Chart]	<a href="#">KOREA UNIV</a>	1,075	984	0.92

321 - 330 (of 330) |◀|◀|◀|[11|12|13|14|15|16|17]|▶|▶|▶| Page 17 of 17

Copyright © 2009 The Thomson Corporation

QQ... Internet | 保护模式: 启用 100% 9:57

4 Windows L... 已发送邮件 - W... Essential Scien... 计算所 中科院计算机科...

# 科学与应有的的引领作用

从源头引领一个超过10  
美元的计算机产业

**\$1B+ Industry**

Berkeley Caltech CERN CMU Illinois MIT Purdue Rochester Stanford Tokyo UCLA Utah Wisc.

1	Timesharing	█										
2	Client/server	█	█	█								
3	Graphics					█				█		

10–15年内科学院应在此榜上有位置！

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	7	2	2	3	2	5	1	2	4	1	3

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

# Thank You!

# 请批评指正！



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