

努力践行“重点跨越”的战略取向

李国杰

中国科学院计算技术研究所

关键词：CNCC2009 战略取向 重点跨越

2009年10月我在中国计算机大会上做了题为“21世纪上半叶发展信息科学技术的战略取向”报告以后,《中国科学》编辑部已将我的报告整理成一篇文章,在2010年第一期发表^[1]。为了避免重复投稿,本文不再讨论对信息科学技术认识的转变、信息科学技术面临的重大突破和现在很热门的传感网、物联网、云计算等内容,也不讨论经济发展的长波周期。由于时间有限,在中国计算机大会上关于“重点跨越”战略的必要性和重要性没有讲透,本文将展开讨论,专门论述发展信息科学技术的战略取向问题。

为什么要强调战略取向

所谓战略取向是指人的选择。过去几十年究竟是人在选择信息技术还是信息技术在选择人?表面上看是人跟着技术走,其实所谓市场导向的背后还是人在做选择,比如摩尔定律背后反映的是资本的意志。有一种观点认为:科学技术的发展很难预见,它是随机发生的,主要依靠科学家的灵机一动,技术的演进则取决于科学发明。但如果从更全面的角度认识技术变革,就会发现技术的进步在很大程度上取决于人们的战略取向。

麻省理工学院的著名技术史教授戴维·诺布尔对美国工业自动化,特别是数控机床的发

展做了深入的分析研究。他指出:技术仅仅是一种社会变量,可以根据我们的选择而做出改变。新技术扩散并不是自发的市场行为,而是取决于人们的战略取向。例如,创造美国制造体系的主要动机并不是经济的,而是军事的;这种新型制造方法的主要推动者并不是自我调节的市场而是站在市场之外的美国陆军军械部。因此,技术并非症结所在,也不是解决之道,真正的问题是政治、道德与文化^[2]。

本文讨论发展科学技术的战略取向主要包括两大方面内容:一是我们要发展什么样的信息科学技术,是追求能创造更高利润的信息技术还是真正以人为本的信息技术;二是怎样发展信息科学技术,是极力维护现有信息平台,主要做一些渐进式的改良还是多花一些力量突破发展的瓶颈,争取实现颠覆性的变革与跨越。

人类的工业化进程已经历了二百多年,到今天才发现工业化动力的源泉——石油煤炭等化石燃料已快用尽,特别是工业化造成的碳排放已危及人类的生存。二百多年来各发达国家花了多少人力物力发展尽量多消耗化石燃料和不顾碳排放后果的所谓能源科学技术研究。为什么不在20世纪初电力和汽车刚开始起步时想到今天如此着急的问题?这就是我们要讨论的战略取向问题。我们今天发展信息科学技术会不会犯过去发展能源技

术一样的错误？实际上过去几十年发展信息科学技术也走了不少弯路，值得我们深刻反思。信息设备成指数增长的能源消耗、由于信息系统不可控制的复杂性带来的可靠性和可维护性困难、信息网络的安全和对隐私的侵犯等问题很可能在几十年后成为像今天的碳排放一样的危机问题。

从2010年至2050年，我国发展信息科学技术的总目标是：抓住信息技术跃变的机遇，提升自主创新和可持续发展能力，使我国全面进入信息社会：绝大多数中国人成为信息用户，信息成为中国经济和社会发展最重要的资源，社会信息化总体上接近国外发达国家水平。

我国发展信息科技的总体战略目标和任务是构建普惠泛在信息网络体系，它包括下列九个主要目标特征：

普惠 信息网络的用户普及率超过80%。

增值 中国信息市场增长10~20倍，12亿人获得不同程度的信息服务。

泛在 无所不在普及全民的信息网络，信息思维渗透到各个学科。

低成本 基本信息服务免费，大量的信息服务十分廉价。

可持续 信息网络的能耗、资源消耗、排放实现零增长。

安全 安全和谐的人机物三元世界，文明的信息空间。

变革 通过科学技术变革，而非延续式发展，达到上述目标。

自主 中国从模仿者变为创新者，对外科技依存度小于20%。

平台 科技界发展信息科技基础平台，企业和民众创造产品和服务。

以上这些战略目标就是我们在决定“做什么”时要考虑的战略取向。除此以外，我们经常在申请科研项目时考虑的单位或个人的小目标多半是科研工作的伴生物或副产物（by product）。例如，发表多少篇论文，申请多少

专利，提高知名度等等。中国科学院计算技术研究所提倡“科研为国分忧、创新与民造福”的核心价值观，只有科研人员心怀广大民众，以人为本的战略取向才能落到实处。

信息技术既是更新换代很快的应用技术，又是像电力交通一样的基础设施，而基础设施一般要求相对稳定，不能朝秦暮楚。这就是发展信息技术的一个根本性矛盾。几十年来我们基本上是走渐进改良的道路，再走10~15年，这条路就走不下去了。我们必须采取变革性的战略取向才能越过将要遇到的信息技术墙。

2009年11月3日温家宝总理向首都科技界发表《让科技引领中国可持续发展》的讲话中强调：“选择新兴战略性产业非常重要，选对了就能跨越发展，选错了将会贻误时机。要以国际视野和战略思维来选择和发展新兴战略性产业，着眼于引发技术和产业变革。”信息产业是典型的战略性产业，如何选择新兴的对发展全局有重大影响的发展方向，如何选择正确的发展道路，这是信息领域科研人员必须认真考虑的头等大事。

我国信息科学技术发展存在的主要问题

在计算机科学与技术发展史上，20世纪30~40年代是信息科学发展的爆发期，涌现了图灵、冯·诺依曼、香农、维纳、哥德尔等一批奠基性的大科学家。上世纪60~70年代是信息技术发展的黄金季节，很多今天仍在使用的信息技术都是在那个时段取得关键性的突破，例如：集成电路的硅平面工艺、光纤通信、计算机体系结构、高级编程语言、数据库、人工智能、互联网、图形界面等。但是，最近十年信息领域似乎看不出能够产生上述广泛深远影响的基础性重大创新。这次经济危机表面上是银行缺乏监管，实质上是由于缺乏基本创新。几十年来，我国发展信息科学技术取得不少成

绩,近几年发表论文的数量和质量都在明显上升,专利的数量也大幅度增加。国家领导人在报告重大科技进展时总会提到高性能计算机和通用CPU等,但扪心自问,我们在信息技术的发展史上能否拿出一件可以称为重大发明的技术?

总结我国信息科技的发展历程,以下几方面问题值得我们深刻反思:

习惯于跟踪模仿,不敢重点跨越

改革开放30年来,信息科技界没有摆脱跟踪模仿的思维方式,未建立起自主可控的基础信息技术平台。很多人总是认为自己底子薄、基础差,不具备创造技术的条件,习惯于在国外的基础技术平台上做点修修补补、锦上添花的工作。计算机领域基本上不敢跳出Wintel平台去思考创新,网络领域也基本上不敢离开IP考虑科研安排。

近几年我国开始重视信息领域的核心技术和共性关键技术突破,但组织还不得力,没有形成集中兵力打歼灭战的布局。在信息领域核心与共性关键技术方面,目前我国与国际上领先国家仍然保持3~4年的差距(2代左右)。从落后20~30年追赶到现在只相差3~4年,我国只用了6~7年时间,但要缩小这最后3~4年差距,靠模仿跟踪是办不到的,必须依靠原始创新。今后几十年我国信息领域科学技术的发展是快还是慢,取决于我们是继续跟踪还是真正走重点跨越的道路。

习惯于短平快研究,缺乏前瞻部署

过去几十年我国发展信息科学技术最大的教训是急功近利,缺乏对技术发展做前瞻性判断的战略眼光,因而没有抓住信息技术升级换代的机会。我们很少提前5~10年有选择地开展换代技术的研究,往往是每个可能的方向都布置课题,投入又不到位,因此总是广种薄收。对看准了换代技术的研究开发,也是犹犹

豫豫,在各种“杂音”的干扰下,支持一下又停一下,往往贻误战机。

统计数据表明,计算机领域所有重大技术突破都要经过8~10年甚至更长时间的基础研究。按我国的计划周期,一个方向至少要经过两个五年计划的基础研究(或者说两代不重叠的博士生研究)才能做出较大的技术突破。2008年英国出版一本畅销书《Outliers: The Story of Success》(国内翻译成《异数:成功的故事》),讲到成功人士一般在一件事情上坚持一万小时,即差不多要十年磨一剑。但我国现在很难找到毕业后坚持在第一线干7~8年的博士。过分强调基础研究的成果可转化性、有用性和可行性导致科研人员放弃前瞻研究,躲避有高风险的原创性研究。

习惯于研究别人提出的问题,不善于提出自己的问题

我国信息领域的科研工作大多数是在外国学者提出的问题上做研究,很少根据我国的战略需求提出重大科技问题。往往国外提出新研究方向后一两年,中国学术界就会异乎寻常地热起来,当这个方向国外已经冷下来后,中国还在继续发热。中国的国情不同于发达国家,有一些与发达国家不同的战略需求,比如信息化与工业化融合等问题。科技的创新要从问题开始,我们首先要学会从重大战略需求中抽象出科学问题的本领。

习惯于用做工程的方法做基础研究,不善于从基础数据做起

我国信息领域的许多科研人员习惯于用做工程的方法做基础研究,问题越做越细,脱离实际的假设越来越多,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。一种流行的论文写作方式是把Tradeoff当科研,在一大堆参数中做点儿权衡取舍,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。实际上这是在解空间无数个点中取一个点而已。另一种流行的做法是把平凡的问题搞复杂，用一大堆符号（下标的下标等）吓唬工程人员，美其名曰“形式化”。

近十年来由于应用的驱动，计算机领域出现了很多新事物和研究对象，如服务计算、对等计算、普适计算、语义万维网、海量数据处理、超大规模并行、传感网、物联网、云计算等。研究这些新事务首先需要采集大量原始数据，包括设备运行的workload数据等，但我国缺乏从基础数据做起的习惯和氛围。因此我们对这些对象的基础特征和规律就理解不深，因而科学发现很少。

习惯于按信息学科的内涵做研究，对信息科技的渗透性认识不足

各个学校建立信息学院或计算机系的理由都是把信息科学技术当成数理化同样的一门单独的学科，主要研究信息的获取、存储、处理技术。经过几十年的发展，现在信息科学技术已经是一种典型的通用技术，它不再是与数、理、化、天、地、生平行的一门学科，而是与很多学科相关同时也支持几乎所有学科的横向型科学技术，更加强调与社会、健康、能源、材料等其他领域的紧密联系。21世纪的信息领域更像能源领域，它的外延涉及各个学科（见图1）。由于对信息技术的渗透性认识不足，计算科学和仿真技术也就没有摆到应有的高度

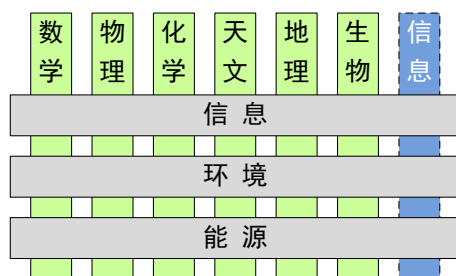


图1 信息科学技术的外延涉及所有学科

（目前仿真科学与技术只是一个三级学科），信息科学与其他学科的交叉领域的研究也未得到足够的重视。

做出与国力相称的创新贡献

中国是一个发展中国家，我们的大规模工业化比发达国家晚100多年。为了防止重犯急躁冒进的错误，在改革开放之初，党中央就清醒地指出中国将长期处于社会主义初级阶段。30年过去了，究竟应怎样看待我国目前的科技水平和科技能力，是一个值得认真探讨的问题。尤其是信息领域，一次重大的科学技术突破引起的产业变革往往要延续15~20年，如果在目前的15年里我们没有取得换代技术的发言权，那就意味着在下一个15年里我们只能望洋兴叹地继续现在依靠国外技术的局面。中国科学院出版的至2050年科技发展路线图预测：2020~2030年期间信息科学技术将突破延续现有技术无法通过的“信息技术墙”，实现变革性的跨越^[4]。现在的问题是，我们在信息领域的科研上是否只具有“初级阶段”的水平？有没有能力参与这一轮技术大突破？

我们认为，“初级阶段”是对我国社会制度的政治判断，不能简单地套用到科研工作上，尽管科技的发展必然受到经济和体制的制约，但科技应该走在经济的前面，对经济起到引领作用。即使从经济上分析，也要充分估计到这30年的巨大变化。荷兰Groningen大学著名经济学教授A. Maddison预测：按国际上流行的购买力平价法（PPP）计算，中国经济总量2015年将超过美国，相当于美国的107%，2030年将相当于美国的138%，占全球GDP 23%^[5]。2008年我国人均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。按汇率计算，广东的经济规模2008年可排在世界第18位，超过印度尼西亚、瑞士和瑞典；山东和江苏的经济规模也超过挪威、奥地利和伊朗。中国很多省的人口超过德国、英国、法国，国内的市场潜力不亚于整个欧洲。2008年江泽民同志在他的重要论文《新时期我国信息技术产业的发展》中语重心长地指出：“许多时候，不是我们没有跨越的潜力，而是缺乏创新的胆识；许多事情，不是我们没有突破的可能，而是缺乏必胜的信心。”这一判断十分精辟，值得我们深思。科学技术的发展需要勇士，自信心是攀登科技高峰的前提。我们不能该出手时不出手，总以经济落后为理由，甘居科技下游。

按照穆荣平研究员在文献[6]中论述的工业化发展阶段与GDP的关系（见表1），可以看出，我国发达地区应进入以创造技术为主的第三阶段了。事实上，在EIU《经济学家》公布的IT产业竞争力排名中，我国已经有明显进步，2009年排名39位（见表2），比2008年上

升11位，但R&D环境与IT基础设施的得分仍然很低。温家宝总理最近指出¹：“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。中国要抢占未来经济科技发展的制高点，就不能总是跟踪模仿别人，也不能坐等技术转移，必须依靠自己的力量拿出原创成果。”从现在起，信息领域应努力争取做出与国力相称的创新贡献，科技国家队要致力于做“改天换地”的科研工作。

要做出与国力相称的创新贡献，必须以科技的实际影响、特别是科技对经济的实际贡献率为判断依据。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%；对外技术依存度降低到30%，即平均每年科技贡献率至少要提高1～2%；对外技术依存度每年至少要降低1%。这一“率”——“度”是发展中国科技的总要求。可是，根据国务院发展研究中心的统计，2002～2006年我国科技进步对第二产业的贡献率已从20世纪90年代的37.8%下降到10%，（而投资贡献率已增长到82%）。最近三年的统计数字还查不到，为了应对国际金融危机，近年来国家加大了对基础设施建设的投资力度，估计近三年科技贡献率难以提高。我们天天在宣传自主创新，但实际上动用的硬手段往往只有增加基本建设投资（其中也包括各地对重化工等传统产业的非科技投资）这一招，科技贡献率何时才能真正有所提高。

表1 工业化发展与GDP的关系

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

表2 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

¹ 温家宝总理2009年9月23日在新兴战略性新兴产业发展座谈会上的讲话

科技管理部门包括自然科学基金会评价各个学校和科研单位的创新能力和贡献,选择什么单位能上重点实验室,给哪些成果授予国家科技奖励等,往往是看一些统计数字,比如“刊物有文章”、“文章有引用”、“期刊有编委”之类的“六有”标准。这种完全以数字统计论英雄的评价标准可能引导科研工作走向统计数字不反映真实贡献和影响的道路。国外的学者在学术圈活跃主要是表明自己做志愿者为同行服务的热情,不能完全等价于科研的水平与贡献。我国学者积极参加各类专家组可能更多的是关注容易申请科研经费,统计各单位的专家组和专家委员人数,更容易助长科研人员脱离第一线而以掌控经费资源为努力目标。SCI引文往往是反映从事这一个研究方向学者多,与文章的质量及对解决问题的贡献也不能等同。总之,我们不能把“by product”当成科研的动机,不能完全以文章论短长。几年前有人统计,关于网络的服务质量(QoS),ACM已发表10158篇论文,IEEE也发表了7297篇论文,数以万计的论文除了提供教授晋升和研究生毕业的依据外,究竟这些文章对提高互联网的QoS起了多大作用还需要认真论证。

要真正做出与国力相称的创新贡献,还要特别强调加强交流与合作。国家大力推行课题组长负责制,考虑更多的是鼓励竞争。从而造成现在我国科技界的交流与合作与文革前相比有明显的退步。建立一种既有竞争又鼓励合作的新型科研机制是我国科技体制改革刻不容缓的大事。有一个案例可以说明交流合作是绝对必要的。几年前国际上新形成一个从事网络科学研究的群体(Network Science Community),主要是物理学家和数学家,提出了被广泛引用Scale Free Model等模型。到目前为止,网络领域引用率最高的6篇论文中有4篇发表在Science, Nature 和Reviews of Modern Physics上(均不是网络领域的学术期刊),都出自这个

研究群体。我国也有不少学者跟随这个研究方向。今年出版的美国网络科学与工程理事会关于NetSE的报告称,Scale Free Model并不符合互联网的真实情况,要发展真正的网络科学,Network Science Community和过去从事网络技术研究的Network Research Community必须相互交流,才能对网络有正确的认识。

支撑与引领“两手”都要硬

国家中长期科技发展规划纲要已制定了发展科技的十六字方针:“自主创新、重点跨越、支撑发展、引领未来。”支撑发展、重点跨越和引领未来可以理解为自主创新的三种不同层次。我们必须统筹规划技术创新的不同模式,不断提高技术创新的水平。

而在实际工作中,很多科研人员却往往只重视支撑发展,忽视重点跨越和引领未来。未来10年要纠正这一倾向,支撑与引领“两手”都要硬。忽视重点跨越和引领未来的恶果将是:今天不作引领性的科研,不重视“重点跨越”,明天就只能靠国外的技术支撑我国的产业。

过去10年里,我国的网络信息服务企业,如腾讯、百度、阿里巴巴等都在即时通信、网页搜索、C2C电子商务等领域战胜了国际上的强大对手,充分显示了中国信息服务企业的实力。今后10年是中国信息企业打翻身仗的好时机,从芯片、计算机、网络到信息服务系统,中国有能力走出一条新路,建立自己的信息技术体系。中国的网络服务体系必须针对中国自己的问题。目前我们面对的最大问题是信息化与工业化的融合,实现经济结构的转型和提升。

今天,在开放的原则下打造自主可控的信息技术基础平台,被许多人认为是“乌托邦”式的空想。它能否实现关键不在技术,而在于政治家的决心和推动者的热情和恒心。科技竞

争已经白热化，我们要尽可能改善科研条件，尽可能加大科技投入。但是，中国特色自主创新的灵魂是艰苦奋斗的拼搏精神和以弱胜强的革命意识。■

致谢

本文写作过程中经常与中国科学院计算技术研究所总工程师徐志伟研究员讨论，本文第一节吸收了他的一些看法，在此表示感谢。



李国杰

中国工程院院士，中国计算机学会理事长，中国科学院计算技术研究所所长。主要研究方向为计算机体系结构、并行算法、人工智能等。

参考文献

- [1] 李国杰. 信息科学技术的长期发展趋势和我国的战略取向, 中国科学F辑, 2010年第一期
- [2] 戴维F. 诺布尔. 生产力：工业自动化的社会史, 北京：中国人民大学出版社，2007
- [3] Malcolm Gladwell. Outliers: The Story of Success, UK: Penguin 2008
- [4] 中国科学院信息领域战略研究组. 中国至2050年信息科技发展路线图. 北京：科学出版社，2009
- [5] Angus Maddison. Chinese Economic Performance in the Long-Run. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1998. 194
- [6] 穆荣平. 中国技术资源开发与利用战略研究. 国家科技成果数据库. 2002
- [7] Network Science and Engineering Council, Network Science and Engineering (NetSE) Research Agenda, Release Version 1.1 Sept. 2009