

科学前沿与未来

KEXUE QIANYAN YU WEILAI

香山科学会议 主编

第六集

THE
FRONTIER
AND
FUTURE
OF
SCIENCE

中国环境科学出版社

科学前沿与未来

KEXUE QIANYAN YU WEILAI

香山科学会议 主编

第六集

THE
FRONTIER
AND
SCIENCE

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

科学前沿与未来. 第6集/香山科学会议主编. - 北京:中国环境科学出版社,2002.12

ISBN 7-80163-471-3

I. 科… II. 香… III. 科学技术—动态—世界—学术会议—文集
IV. N11-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 099319 号

中国环境科学出版社出版发行

(100036 北京市海淀区普惠南里 14 号)

网址:<http://www.cesp.com.cn>

北京市联华印刷厂印装

全国新华书店经销

2002 年 12 月 第一版 开本 880×1230 1/32

2002 年 12 月 第一次印刷 印张 7

印数 1-3000 字数 188 千字

定价:20.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系调换。

发行部地址:100012 北京安外大羊坊 8 号(中国环境科学院院内)

电话:(010)67142555

科学顾问	卢嘉锡	周光召	朱光亚	路甬祥
	朱丽兰	惠永正	张存浩	陈能宽
	唐有祺	许智宏	吴文俊	严东生
	涂光炽	邹承鲁	师昌绪	

主 编 香山科学会议

编 委 会 (按姓氏笔划排列)

李增惠	邵立勤	杨炳忻	周春来
金 铎	赵生才	韩存志	

序 一

现代科学正在突飞猛进地发展,不断扩展人类的视野,增长人类的知识,促进社会繁荣,推动经济发展,备受世人关注。

现在,科学技术正处于重大突破的前夕。新发现、新思想、新概念、新方法不断涌现,新学科和新方向的不断产生,学科的交叉、渗透和综合趋势的日益增强,复杂性(复杂系统)和整体性研究的崛起,构成当代科学发展蔚为壮观的景象。这不仅对科学的许多原有概念提出了挑战,而且深刻影响到经济和社会生活的各个方面,包括人们的思维方式、生产方式、工作方式和生活方式。

“科学是无止境的前沿”。在科学自身的伟大创造力和经济社会不断出现的巨大需求的推动下,科学不断地推进自己的前沿和扩展研究的领域。现在,这一过程日益加速。学科前沿的错综交叉、变化多端、绚丽多彩、日新月异,令人振奋。

探讨科学前沿,了解其变化和走向,展望未来,对于促进科学发展、促进科技创新,具有战略性的意义。这种预测、研讨活动,本身就是科研工作的重要组成部分。

探明科学前沿、预测科学未来、认清萌生的生长点和蕴藏的新苗头,是非常困难的,需要雄厚的、长期系统的积累,需要扎实的、坚持不懈的努力研究。出版《科学前沿与未来》系列专著,无疑给科技界提供了交流和讨论的机会,并将吸引大家把注意力和兴趣投向最主

II 科学前沿与未来

要、最有希望、发展最快的前沿,主要是交叉前沿,激励大家的研究兴趣,长期坚持下去。这将使我们的科研工作永远处于科学的最前沿,从而充满活力,富有创造性。

《科学前沿与未来》系列专著,以香山科学会议的综述报告和重点发言为基本内容,并欢迎在科学前沿研究工作的科学家投稿。我们希望科技界和全社会,都关心、爱护、支持这个系列专著,齐心协力,把它长期办下去,为科技发展、科技创新、培育人才作出贡献。

周光召

序 二

当今世界,科学技术的突飞猛进改变了人类社会的各个方面。科学技术走出实验室已作为一个国家综合国力的代名词。

蓬勃兴起的新科技革命,为我国的改革开放和经济发展提供了契机。在这难得的历史机遇面前,中国科技界任重道远,一方面要花大力气通过先进的科学技术,改造传统产业,发展新兴产业,不断提高科技进步在经济增长和社会发展中的作用,促进整个国民经济持续、快速、健康的发展;另一方面要稳定一批优秀队伍,在基础科学、高科技的前沿等方面作出世界一流的工作,要做到这一点,提供一个宽松的、自由阐述新思想、新概念、新发展的环境是很需要的。正是基于这种考虑,在1992年7月召开的“展望21世纪初的中国自然科学”座谈会上,产生了举办“香山科学会议”的想法。两年多来,在国家科委和中国科学院有关同志的努力下,会议办起来了,迄今已举办了20多次,在科技界产生了很好的影响。最近江泽民主席也对香山科学会议表示关注。这无疑是对我们工作的极大鼓励和鞭策。

《科学前沿与未来》是香山科学会议的评述报告和重要发言的汇编,集各家之言,洋洋洒洒,把这些宏论良策发表出来是希望能引起社会各界,尤其是广大科技工作者的争论和共鸣,从而对当今前沿重大科学问题加深认识乃至对我国科研工作的今后布局产生影响,也希望由此能传播香山科学会议精神,在我国科技界倡导和培育自由、

IV 科学前沿与未来

宽松、民主的学术风尚,引导和激励广大科技工作者特别是青年一代勇攀世界科技高峰,为我国的科学研究、技术创新和世界科技进步作出更大的贡献。

惠征

1995年1月6日

目 录

序一.....	周光召	(I)
序二.....	惠永正	(Ⅲ)
WTO 背景下中国技术发展的机遇与挑战	路甬祥	(1)
面向生态的水资源合理配置与调控.....	倪晋仁	(19)
天然气水合物的研究现状和未来展望.....	金翔龙 方银霞	(27)
生态区评价研究的兴起与发展.....	康慕谊	(40)
中国赤潮的发生趋势与对策.....	周名江	(52)
微型全分析系统的发展与展望.....	方肇伦 方 群	(70)
组织与细胞水平上的高原习服与适应机制.....	柳君泽	(80)
低氧生理学和高原医学研究的现状及展望.....	周兆年	(90)
人类脑计划和神经信息学.....	唐孝威 尹 岭 唐一源	(98)
脑功能显像与 PET/SPECT 研究.....	田嘉禾	(112)
关于华夏五千年人地关系耦合研究的探讨	刘纪远 陈述彭 葛全胜	(123)
免疫学在生命科学和医学发展中的重要作用.....	陈慰峰	(142)
中国数字化虚拟人研究	钟世镇 李 华 罗述谦 秦笃烈 林宗楷	(156)
数字化虚拟人的研究和前景.....	钟世镇	(171)
深部高应力下的资源开采——现状、基础科学问题与展望	谢和平	(179)
金属矿床深部开采中的科学问题.....	古德生	(192)
深部大型地下工程开发与利用中的几个关键岩石力学问题	冯夏庭	(202)

WTO 背景下中国技术发展的 机遇与挑战

路甬祥

1 中国技术发展历史回顾

技术进步是经济增长最重要的因素之一。实现技术进步主要有三种途径,即:(1)研究开发活动;(2)技术引进;(3)系统集成。发达国家技术进步主要依靠研究与开发,而发展中国家则主要依靠引进发达国家的先进技术,通过系统集成,实现技术能力的跨越式发展。一些国家的技术能力的形成历史实际上也是其由技术引进、消化吸收、系统集成发展到自主开发的历史,例如日本的汽车工业发展。

建国以来,中国产业技术能力的形成、提高主要是通过技术引进途径获得的,经历了由技术引进硬件模式^①向软件模式^②的转变。中国的基础产业和新兴产业部门,大部分是在进口成套设备、生产线的基础上建立、扩大和发展起来的。技术引进的规模、重点与国民经济发展和国防建设密切相关,同时受到国际政治、经济环

① 硬件模式是指以扩大生产能力为目的,以引进成套设备和生产线为主的模式。硬件模式可以加快工业发展和建立新兴产业部门。

② 软件模式是指以获得设计、制造、使用与研制的技术诀窍为主的引进模式。

境和国内政治经济体制的深刻影响。

20 世纪 50 年代中国的技术引进主要集中于生产能力的引进,通过引进前苏联、东欧国家的成套设备、生产线,初步建立了比较完整的工业部门,工业生产在国民经济中的比重迅速提高。尽管 1956 年国家组织制订的 1956—1967 年 12 年科学规划提出了赶超世界先进水平的口号,但由于技术差距太大,这一时期产业技术系统集成能力、自主开发能力仍然比较薄弱。

20 世纪 60 年代中国国民经济处于调整时期,加上与前苏联等国关系恶化,国际环境不利于大规模技术引进,技术引进主要集中于解决“吃穿用”,规模比较小。这一时期虽然在引进技术或样机的测绘、仿制等方面有一定进展,但引进重点仍然以成套设备为主,工艺技术、设备制造技术引进比较少。尽管如此,在国家统一领导、规划下,各行各业齐心协力,使用、设计、制造和研究单位密切合作,组织科学技术攻关会战,促进了原子能、自动化、计算技术、喷气和火箭技术等新技术领域的迅速发展,提前实现了 12 年科学规划目标。

1971 年我国恢复了在联全国的合法席位,国际政治环境趋好,客观上促成了 70 年代中国技术引进的第二次高潮。虽然 1976 年以后国家技术引进计划中开始出现“单项技术引进模式”,但引进重点仍然是石油、化工、冶金和水电等行业成套生产设备和生产线,软技术^①不足 40%。20 世纪 70 年代后期受“洋跃进”指导思想的影响,基本建设和技术引进规模过度膨胀,大大超出国家财政和外汇支付能力,使得许多项目未能按计划实施。此外,这一时期国民经济与技术发展不够协调,本国产业技术能力,特别是产业自主开发能力的提高较慢,使得“引进、落后、再引进、再落后”局面短期内难以有根本改观。

20 世纪 80 年代初经济调整之后,技术引进目的转变为加快企

① 软技术指设备中所含有的或与设备有关的技术知识。

业特别是中小型企业的技术改造,为“七五”国民经济发展打好基础。国务院指示各部门、各地区在技术引进中搞好协调配套,要把科技攻关、技术引进,技术研制与技术改造协调起来,把产品、原材料、零部件、原配件、工艺协作等统筹安排。同时扩大省市技术引进审批权,增加技术引进窗口。这一时期,尽管引进中仍然存在成套设备重复引进,硬件多软件少、小项目多骨干项目少等问题,但软技术引进开始受到关注,其中机械工业占有比例最大,约70%。

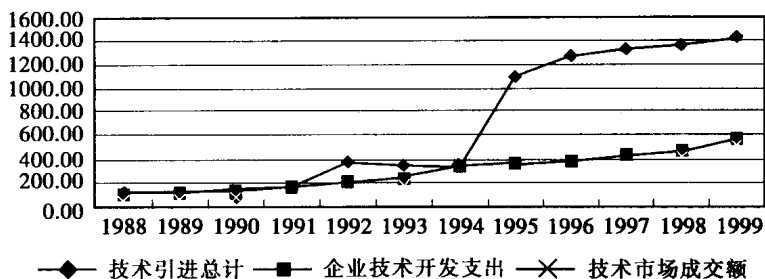


图1 技术引进与企业技术开发支出 (1988—1999)

20世纪90年代中国技术引进进入快速发展时期,一方面技术引进金额开始超过企业技术开发支出,并且差距越来越大;另一方面,全国技术引进金额也开始超过全国研究开发经费支出。中国大中型企业技术需求仍然主要是国外,购买国内技术支出仅占技术引进支出的4%左右。技术引进中成套设备引进所占比例由1991年的74.3%降低到1995年的69.7%,关键设备引进由9.6%增加到16.6%。

1995年以后,中国“软技术”引进增长迅速,“软技术”引进比例由1995年的13.7%增加到1999年的45.2%,同期与投资结合的技术引进增长到13.3%。而与设备结合的技术引进的比例由86.3%下降到40.3%^[1]。“八五”期间技术引进的重点是能源、石

化、机械电子、邮电交通和冶金等行业，“九五”期间转为机械电子、轻纺和交通。1999年机械电子行业技术引进比1996年增长了1.7倍。

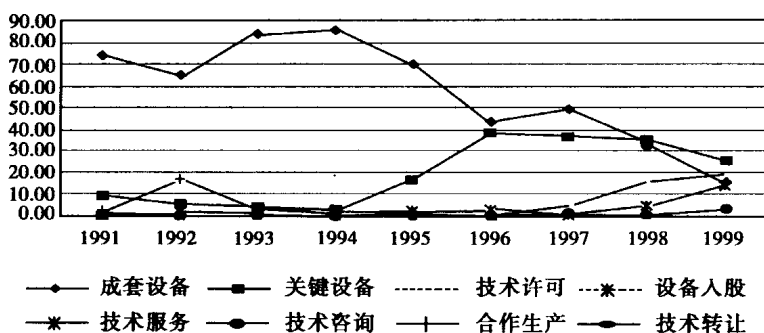


图2 各类技术引进合同额所占比例变化情况^[2]

1996年以来，中国技术引进费用与全国研发(R&D)经费支出比例呈逐年下降趋势，显示出中国技术创新能力逐年提高的发展趋势，1996年为3.14:1，1997年为2.59:1，1998年为2.46:1，1999年为2.09:1。1995年到1999年，全国技术引进费用增长了31%，年均增长7.1%，同期R&D经费支出比例增长了近一倍，年均增长18.1%，技术出口与技术引进的比例也呈增长趋势，由1995年的19.4%增长到44%。这一方面是由于近年来中国技术引进增长趋缓，另一方面也反映了中国产业技术研究开发能力的提高。

随着中国技术能力的不断提高，中国高技术产业^①近10年来也得到迅速发展，在制造业中的地位不断上升。1993年至1999年，中国高技术产业总产值年均增长速度为23%，远远高于制造

① 包括电子与通信设备制造业、计算机与办公设备制造业、医药制造业、航空航天制造业。1999年完成工业总产值6496.5亿元，增加值1590.3亿元，占制造业比重分别为10.3%和9.5%，同年实现利税总额500.5亿元。

业年均 10.1% 的增长速度；同期增加值年均增长 19.8%，远远高于非高技术制造业年均 6.7% 的增长率；利税总额年均增长 22.2%，其中 1999 年增长 32.3%；劳动生产率（人均增加值）年均增长约 20%。

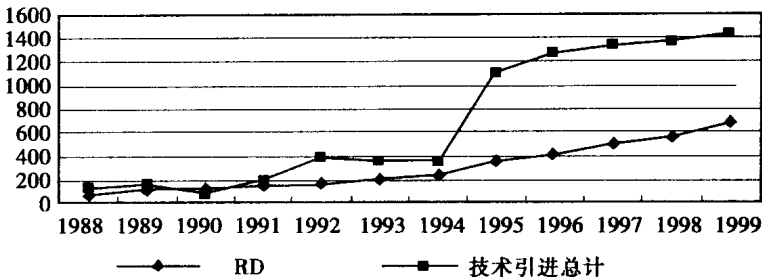


图 3 技术引进与 R&D 支出

表 1 中国高技术产业工业总产值、增加值、利税总额

1999 年	工业总产值	增加值	利税总额
中国高技术产业(亿元)	6 496.5	1 590.3	500.5
电子与通信设备制造业(%)	60.6	58.9	60.2
计算机与办公设备制造业(%)	18.5	15.2	13.9
医药制造业(%)	15.8	20.1	23.4
航空航天制造业(%)	5.1	5.8	2.5

中国高新技术产品进出口额占商品进出口额比重不断上升，由 1991 年的 9.1% 增长到 1999 年的 17.3%；同期进口比重由 14.8% 增长到 22.7%，出口比重由 4.0% 增长到 12.7%。值得指出的是，中国高新技术产品出口对全部商品出口增长贡献高达 39.7%，成为中国外贸出口的新增长点。

1997 年亚洲金融危机爆发之后，中国高技术产业总产值仍然保持 21%（1998 年）和 16.4%（1999 年）的增长率，远远高于非

高技术产业同期的 - 2.3% 和 5% 的增长率; 同期增加值增长了 15.2% (1998 年) 和 19.1% (1999 年), 远远高于非高技术产业年均增长率。充分表明中国高技术产业已经成为支撑中国工业增长, 维护国家经济安全的重要力量。

表 2 高新技术产品进出口额占商品进出口额的比重 (1991—1999)

	单位: %								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
出口	4.0	4.7	5.1	5.2	6.8	8.4	8.0	11.0	12.7
进口	14.8	13.3	15.1	17.8	16.5	16.2	16.8	20.8	22.7
进出口	9.1	8.9	10.5	11.4	11.4	12.1	12.4	15.3	17.3

表 3 部分国家高技术产业、制造业的 R&D 强度^[3] 单位: %

	中国	美国	日本	法国	意大利	英国	加拿大
	1999	1996	1996	1996	1997	1997	1997
制造业	2.3	8.9	7.8	6.6	2.8	5.5	3.7
高技术产业	3.6	27.9	19.1	27.8	21.8	20.0	25.5
航空航天制造业	9.4	38.7	21.2	32.2	25.1	18.1	20.2
计算机与办公设备制造业	3.2	43.1	27.4	9.1	12.5	4.8	26.6
电子与通信设备制造业	3.6	21.3	15.5	32.1	25.5	13.7	33.3
医药制造业	2.2	21.1	21.2	28.6	19.3	32.5	17.1

表 4 部分国家 R&D 经费支出结构^[4] 单位: %

	中国	美国	日本	德国	法国	英国	俄罗斯	韩国
	2000	1997	1997	1997	1997	1997	1996	1997
R&D 机构	28.8	8.2	8.9	14.8	19.9	13.8	25.9	15.8
企业	60.3	74.4	72.7	67.2	61.6	65.2	69.2	72.6
高校	8.6	14.4	13.5	18.0	17.2	19.7	4.8	10.4
其他	20.6	3.0	4.9	0	1.3	1.3	0.1	1.2

然而, 由于缺乏国内外技术的有效供给, 中国高技术产业并不

具有通常意义下高技术产业的产业技术含量高、主导技术先进的两个基本特征。

与国外高技术产业相比,中国高技术产业技术密集度和技术水平较低。1999 年中国高技术产业大中型企业 R&D 经费强度(R&D 经费支出占高技术产业增加值的比重)仅为 3.6%,虽然明显高于 2.3%的全部制造业 R&D 经费强度,但是却远远低于美国、英国、法国、意大利和日本等发达国家。

我国高技术产品缺乏国际竞争力,贸易逆差巨大。1999 年我国高新技术产品出口增长 22%,远远高于 4.1%的非高技术产品出口增长率,但是低于同期 28.8%的高技术产品进口增长率。1999 年我国高技术产品进出口逆差为 128.94 亿美元,主要集中于电子技术(-75.93 亿美元)、计算机集成制造技术(-38.29 亿美元)、航空航天技术(-30.17 亿美元)等领域。只有计算机与通信技术领域高技术产品进出口贸易为顺差,约 23.38 亿美元。从贸易方式来看,1999 年我国高新技术产品出口中,以进料加工和来料加工形式的出口占 87.3%,一般贸易方式不足 10%,表明我国高技术产品生产方式是以加工组装为主,是国际产业分工的结果。同年三资企业出口占 74%,显示出我国高新技术产品出口的核心技术基本上依赖于国外。

我国高技术产业的增加值率较低,与发达国家情况不同^[5]。美国、日本、德国、英国、意大利和韩国等国的高技术产业的工业增加值率均高于制造业平均水平。

总之,我国产业技术发展始终以满足国民经济和国防建设需要为目标,并根据发展环境的变化采取不同的发展模式。在中央集权的计划经济体制条件下,我国产业技术发展采用的基本上是政府主导的发展模式。通过技术引进,国民经济各部门的技术装备有了重大改善,使出口商品结构发生显著变化。20 世纪 80 年代之后,特别是中央决定建设社会主义市场经济体制之后,我国高技术发展正在经历由政府主导向政府引导、市场主导的发展模式转变。加入世

界贸易组织之后,将会加速这一发展模式的转变。

近年来我国 R&D 经费支出中企业所占比例不断提高,2000 年占国内 R&D 经费支出比例已达 60.3%,比 1999 年提高了 10.9 个百分点,企业正在成为技术创新的投资主体。但总体上看,我国的技术进步对于经济发展的贡献仍主要依靠引进国外先进技术,特别是来自跨国公司的技术,国内技术供给仍然处于从属地位。目前跨国公司控制着国际技术贸易的 60%~70%,控制着发展中国家技术贸易的 90%,在国际技术贸易上占据主导地位。

我国技术与产业发展也很不平衡,存在严重脱节,特别是高技术发展与技术产业发展之间的脱节,直接影响我国高技术产业的国际竞争力。尽管《国家高技术研究发展计划》支持下的我国高技术在许多领域有重大突破,但是我国高技术产业技术密集度和技术水平低以及增加值率低等却从另一方面说明我国高技术发展与高技术产业发展需求之间仍存在一道鸿沟。

1998 年中央决定将 242 个产业部门所属研究所转制为企业,加快了企业作为创新主体的重塑进程。但是,有关技术的引进、消化、吸收、扩散、传播、集成、创新诸多环节中的问题尚未从制度上得到根本解决。因此,加入世界贸易组织之后,必须从战略上思考支撑未来中国经济腾飞和持续稳定发展的技术创新能力的培育以及产业技术的系统集成问题,探索跨越式技术发展的道路。

2 中国技术发展的机遇与挑战

2.1 加入 WTO 后中国的权利与义务

随着经济全球化进程的加速,国际贸易在调节生产、消费、资源配置等方面的作用日益凸现。世界贸易组织成员所达成的各类协议,主要是约束成员国(地区)政府所制定的贸易政策的作用范围、强度,为企业从事国际商业活动提供一个公开竞争的环境。为