

# 发展高技术 实现产业化

杨柏龄\*

(中国科学院国有资产经营有限责任公司 北京 100190)

**摘要** 中科院历来重视高技术研发及其产业化工作。本文从增强紧迫感提高危机意识、中科院院地合作理念、中科院高技术产业现状和高技术研究与发展存在的问题等方面系统阐述了中科院在高技术产业化领域的探索、实践与思考。

**关键词** 高技术,产业化,研发,院地合作

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2011.06.008



中国科学院



杨柏龄研究员

## 前言

小平同志 20 年前的题词:“发展高科技,实现产业化”开宗明义指出了高技术研发与经济发展的关系,即高技术研发的

落脚点和归宿是实现产业化;产业化也是衡量高技术研发水平的重要标志。

中科院历来重视战略性高技术研发,并长期将其列为三大任务之一。

### 1 增强紧迫感,提高危机意识

当前我国科技促进经济发展任重而道远,与世界发达国家的差距甚远难以满足国家和社会的期望。主要问题有如下几方面。

#### 1.1 自然资源不足,能源结构失衡

我国当前人口密度是世界平均值的 3

倍,自然资源人均占有率只是世界平均值的 1/2。中国资源禀赋决定了国内能源生产、消费以煤炭为主的现状,多元化水平严重偏低。2009 年,从全球能源消费平均来看,石油比重约为 35%,天然气比重接近 24%,煤炭比重接近 29%,各种类型能源消费相对均衡;而我国一次能源消费结构中煤炭占比高达 70%,石油约为 20%,电力超过 7%,天然气尚不足 4%,能源消费结构失衡。

我国煤炭资源虽比较丰富,但探明程度很低。2005 年可供建设新矿的尚未利用的经济精查储量仅 256 亿吨,远远满足不了近期煤矿建设所需要的经济精查储量(1 000 亿吨),必须加紧勘探。另外尚未利用的经济精查储量中 86%分布在干旱缺水、远离消费中心的中、西部地区,开发、运输和利用的难度势必加大。

根据 BP(2010)的数据统计,2009 年中国煤炭保有储量 1 145 亿吨,居世界第 3 位,占全球煤炭总储量的 13.9%;相比之下,石油和天然气资源则非常有限,石油探明储量 14.8 亿吨,仅占全球总储量的 1.1%,天然

\* 修改稿收到日期:2011 年 10 月 25 日

气储量 2.46 万亿立方米，全球占比低至 1.3%。

从人均来看，我国的能源资源储量更是严重低于世界平均水平，石油人均保有储量仅为 1.6 吨，是世界平均水平的 1/16；天然气人均保有储量约为 1 430 立方米，是世界人均水平的 1/19；煤炭人均保有储量约 87 吨，也比世界 128 吨的平均水平低了近 50%。各种类型能源资源的储采比均在世界平均水平之下，未来能源供应风险将不断加大。

对比 2000 年与 2007 年中国人均矿物能源可采储量，可发现中国石油人均保有储量已由 2000 年的 2.6 吨降至 1.6 吨，当前我国石油消费对进口的依赖程度已超过 50%，预计 2020 年我国石油消费对进口的依赖程度将达到 70%。2008 年煤炭供应的短缺又使我国首次成为煤炭净进口国，外部能源供应风险已经成为经济发展的重要威胁。

我国人均耕地面积仅为世界平均水平的 1/3，但是作为一个人口大国，满足未来 15 亿—16 亿人的粮食与食物安全是对中国农业发展的刚性需求。根据 2011 年第六次全国人口普查公布的数据，中国人口已达到 13.7 亿，预计本世纪 30—40 年代人口总量将达 15 亿高峰，按人均 400 公斤直接和间接消费的节俭标准，粮食总产量要达到 6 亿

吨以上才能保证粮食和食品的供给。这就意味着需在 2010 年 5.46 亿吨的基础上总产要提高约 10% 才能保障上述目标的实现。但是，耕地紧缺（1.1 亿公顷）、化肥和农药超限、缺水、生物灾害严重、农产品附加值低等诸多制约因素，给作为国家基础战略性新兴产业的农业发展带来了严峻挑战。

1.2 由于技术差距，虽然我国经济发展速度很高但经济发展质量堪忧

1.2.1 能源消耗高

从万元产值能源消耗来看，虽然我国万元产值能源消耗自 1990 年起呈下降趋势，但是至 2007 年我国每万美元产品消耗原材料仍是日本的 8.04 倍、美国的 3.90 倍、韩国的 2.63 倍（表 1）。在对高能耗现状，中国能耗尚有极大的提升改进空间。

1.2.2 R&D 投入偏低

我国的 R&D 总投入自 2001 年起保持了 25% 左右的年增长幅度。但从 R&D 经费投入绝对量来看，例如 2008 年 R&D 投入为 4 570 亿元占我国 GDP 的 1.52%，绝对投入只相当于美国的 1/6、日本的 1/2.3，人均科研经费只相当于日本的 1/12，韩国的 1/8（表 2）。

虽然近年来对于科研经费使用效率颇有质疑，但总体上投入不足仍然明显，尤其是企业的研发投入严重不足。国际上一般认

表 1 万元产值能源消耗表（单位：美元）

吨油 万元产值	2000	2003	2004	2005	2006	2007
世界	3.04	3.04	3.05	3.02	2.98	2.94
美国	2.34	2.21	2.18	2.12	2.05	2.04
日本	1.11	1.06	1.07	1.04	1.02	0.99
韩国	3.54	3.37	3.30	3.17	3.06	3.03
俄罗斯	23.49	20.71	19.39	18.62	17.80	16.50
印度	9.94	8.98	8.76	8.29	7.95	7.69
中国	9.11	8.6	9.09	8.85	8.58	7.96

表2 我国 2001—2007 年 R&amp;D 投入概况

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
R&D 投入	1 042.5	1 287.6	1 539.6	1 966.3	2 450	3 003	3 710
GDP	109 655	120 333	135 823	159 878	183 217	211 923	257 306
百分数	1.10%	1.23%	1.31%	1.23%	1.34%	1.42%	1.49%
财政支出	703.3	816.2	975.5	1 015.3	1 335	1 689	2 114

为:企业技术与开发费用占销售额的比重为 2%时,企业方可维持生存;占到 5%时,企业在市场上才有竞争力。2004 年,世界上 1 000 家大公司 R&D 投入 3 840 亿美元,占销售收入 5%—7%。2006 年,我国高新技术 R&D 投入为 912.8 亿元,实现销售收入为 41 585 亿元,其中 R&D 投入与销售收入比只 2.2%。

目前我国的科技进步仍然主要依赖技术引进,相对技术引进费用,企业的 R&D 投入量较低,约占总投入的 30%左右。并且对于引进技术与消化吸收的投资比例,我国仅为 1:0.14(表 3),而周边的日本和韩国则高达 1:5。

### 1.2.3 原创性发明专利薄弱

从拥有专利数量来看,在 BT、IT、NMT 等关键技术领域,西方发达国家占有世界专利的 90%。其中美国占有世界 BT 专利的 59%、欧洲约占 19%、日本约占 17%,而发展中国家仅占 5%;在药物领域,美国占有该领域世界专利的 51%、欧洲约占 33%、日本约占 12%、其他国家仅占 4%;在人类基因领

域,美国占有该领域世界专利的 40%、欧洲约占 24%、日本约占 33%、其他国家仅占 3%。

以化工、制药业为例,2001 年我国农药产品的仿制种类达 150 种,约占 95%;燃料产品的仿制种类达 300 种,约占 80%;精细化工和西药仿制种类更是高达 3 600 种和 3 000 种,分别约占 97%和 99%。

目前,中国药品 90%以上是外国专利,数控机床 70%以上是外国专利,汽车 90%是合资企业国外品牌,出口 1 台约 40 美元 DVD 要交专利费 10 美元(成本约 20 美元)。国内拥有自主知识产权核心技术的企业只有万分之几,核心技术严重受制于外国厂商。

苹果公司 iPod 全球售价 299 美元,其创意、品牌、设计和专利收益 114 美元,占售价的 38.1%;中国组装企业收益 4 美元,仅占 1.3%。

2007 年中国 DVD 出口 1.45 亿台,交专利费 28.565 亿美元;国内药品市场份额:美国药企占 64%,国内前 10 名药企总共占不足

表3 我国引进技术与消化吸收支出(单位:亿元)

	2000	2002	2003	2004	2005	2006
引进技术支出	29.16	47.05	93.97	111.86	84.82	78.58
消化吸收支出	2.27	3.37	5.24	12.51	27.5	11
比率	0.078	0.072	0.056	0.112	0.32	0.14

5%。

### 1.3 我国在高技术产品出口贸易份额中的尴尬

由于以往的国有企业缺乏技术创新和开发能力,外资(包括合资)企业(含港澳台)成为我国高技术产品出口贸易的主体,占高技术产品出口额的比重从1996年的59%上升到2010年的83.1%,2009年仅外商独资企业就占67.5%;而国有企业在高技术产品出口中的份额则呈下降趋势。

我国的国有大中型企业过去长期以来对技术创新能力的培育和提高重视不够,技术研发的费用占销售额的比重逐年下降,仅万分之几的企业建立了研发机构。在这种情况下,势必会形成一种粗放型的经济发展模式,造成高能耗的低效生产。由于长期依赖“量多低价”的赢利模式,产品科技含量和附加值低,价格上不去,导致利润低、竞争力弱、抗风险能力差。

### 1.4 高技术产业与研发的若干理念

虽然我国高技术产业具有一定发展空间,但由于自主技术创新能力的不足和核心技术研发力量的薄弱,我国大部分高技术产业并不具有通常意义下的产业技术含量高、主导技术先进两个基本特征,仍然在很大程度上依赖国外的先进技术。市场需求牵引是技术创新的动力,只有确立企业在技术创新中的主体地位,坚持技术创新的市场导向,真正迅速实现科技成果的产业化应用,才能真正提高企业市场竞争能力。高技术研发与产业互动创造了IT技术发展的奇迹,而且此种互动效果也将在BT技术发展中得到证实。

以市场为导向,加快科技创新,而在创新过程中责任主体的阶段转移至关重要。大量研究成果形成的知识产权往往是技术创新过程中的某一个或几个关键技术而非技术创新的全过程。当然,亦非产业链的全部。

因此,促进技术创新过程的完成必须有责任主体的阶段转移。

在研究阶段显然是科研人员为主体,进入中试、工业试验、产品和商品阶段就应该转移为工程设计工艺人员、经营管理、市场营销人员、企业为主体。总体上说,技术创新过程还是应该以企业为主体,因此我们只有与社会优势资源结合才能完成产业链的全过程,才能最终体现我们知识产权的真正价值,并以此获得更多社会资源的回报来促进高技术研发工作的快速发展。

迅猛发展的世界经济和科技日益证明,高技术产业发展对高技术研发工作的强烈需求将极大地推动高技术研发工作的迅速发展。应加大技术创新的投入比重促进企业建立研发机构,真正使高技术企业的研发部门日趋成为科技发展的三大支柱之一。

## 2 中科院院地合作的理念

开展中科院与省市、企业合作是中科院知识创新工程试点工作的重要组成部分,是科技创新成果转化和实现产业化的重要环节,是中科院直接参与地方经济建设,支持地方经济和社会可持续发展的重要举措,是以高新技术提升企业竞争力的重要手段。

促进高技术产业化是中科院知识创新工程试点工作的重要组成部分,也是检验知识创新工程成败的重要标准,是中科院社会职能和社会价值的根本体现之一,同时也是增强我国持续创新能力、进而增强我国综合竞争力、实现第三步战略目标的决定性因素,是当代科技发展的根本目标和归宿。

发展高技术产业的基本思路:从体制机制改革切入,按照“产权清晰、责权明确、政企分开、管理科学”的16字原则建立现代企业制度,探索国有资产管理新的模式;多模式多渠道加强与地方、行业、企业的合作,促进高技术产业化发展。



开展中科院与省市、企业合作,组织全院的力量促进高技术产业化、产业结构调整 and 升级,这是一个庞大的系统工程,必须加强宏观管理,做好顶层设计。中科院着力建设好 5 个“平台”,即以各分院为依托组成协调、组织、管理、服务系统;以近 300 名科技副职(院与省市、企业双向)组成桥梁纽带工作系统;网上成果信息传播系统;与省市、企业合作的社会经济效益统计系统;中介服务机构系统等 5 个平台,形成良性循环的基础。

抓体制改革,走社会化道路;抓综合集成,上规模、上效益;抓院地合作、共建促进区域经济发展;抓资产经营公司创经济效益。以体制和机制创新为突破口,以社会化促进高技术产业发展。

### 3 中科院产业现状和分析

中科院必须面向国家战略需求,面向世界科学前沿,加强原始性科学创新,加强关键性技术创新与集成,攀登世界科技高峰,为我国经济建设、国家安全和可持续发展不断做出基础性、战略性、前瞻性的重大创新贡献;建设成为具有国际先进水平的科学研究基地,建设成为培养造就高级科技人才的基地和促进我国高技术产业发展的基地。

#### 3.1 中科院高技术产业现状

全院现有院、所持股高技术企业 500 余家,其中包括 18 个转制研究所和事业单位,全部企业完成产权制度改革,改制为有限责任公司或股份有限公司。经国务院批准成立资产经营公司负责国有资产保值、增值。当前中科院产业呈现出良好的发展态势,营业收入稳步增长。

至 2010 年,全院投资企业年销售收入达到 2 322 亿元,利润总额达到 100 亿元。企业确认中科院技术促进产业发展增收

3 000 亿元。

推动现有企业积极引入社会优势资源实施社会化改革,实现产业规模发展。至 2010 年,院、所在企业中所持股权比例已降至 35% 以下。

继续鼓励科技人员带着科技成果,结合社会资源进行技术转移。鼓励有条件的企业实施国际化战略,积极参与全球市场竞争。

发挥科技优势,与企业共建工程中心、分所和分实验室、技术中心,设立股份制企业、中介及风险投资机构,共建孵化器、合作研发、技术咨询与服务、成果转让与技术转移中心等全方位、多渠道、多模式促进产学研工程的快速发展。

#### 3.2 改进和加强知识产权转化

改进和加强知识产权的转化与利用已成为中科院着力加强的工作重点之一。

以知识产权为纽带,以知识扩散、人才流转、产学研结合等为手段,促进知识的转移转化与利用,是在市场经济条件下完善科技创新价值链的重要保障。由国科控股负责组建的深圳中科院知识产权投资有限公司(CASIP),按照专业化、市场化原则,受托或参与研究所知识产权运营;吸引社会优势资源,探索社会主义市场经济条件下知识产权转移转化新模式。

#### 3.3 社会化改革

中央全会曾提出竞争性国企体制改革目标是股权多元化。与社会优势资源整合是促进高技术产业规模化发展的必由之路,股权多元化通过股东间的利益关联,取长补短,促成责权利一致,有利于企业建立科学的决策机制,使企业经营层少走弯路,为公司长远发展保驾护航,是企业健康发展的重要途径,可最大化地实现股东利益。

以长春热缩为例,中科院长春应化所于 1987 年投资 17.5 万元建热缩材料厂,1997



中国科学院

年在上海证卷交易所上市 (36.87%),2000 年园区(第二大股东)转让引进杉杉集团,民营股东市场化的理念与应化所产生激烈碰撞,双方在发展战略、经营理念、决策效率、机制改革、资源匹配能力等方面的分歧逐步显现出来。经过激烈的思想碰撞,应化所认识到其在资金、市场乃至现代企业管理等方面的弱势在很大程度上影响了企业的发展,长春热缩当时已陷入困境,举步维艰,而社会存在巨大的经济和人才资源,要进一步推动长春热缩做大做强,就必须扬长避短,进行深层次的股权社会化改革,完全彻底地整合、集成社会优势资源,使企业产业化真正成为社会化的产业化。2002 年 4 月应化所股权转让给杉杉集团后余 11.82%,2006 年再次转让后余 2.19%;2006 年,长春热缩营业收入 5.46 亿元,资产总额 11.9 亿元,净资产 7.79 亿元,企业经营业绩取得快速增长。同时,倾注了应化所几代科学家努力的热缩技术,在技术成果产业化的带动下,也引领和带动了我国热缩材料行业的蓬勃发展,从某种意义上说,是中科院长春应化所培养了我国热缩人才和热缩行业,促进了热缩产业的发展。

再如中科院大连化物所甲醇制烯烃研究成果的转化,2004 年 8 月 2 日 DICP、新兴公司和 LPEC 正式签订三方合作合同,2004 年 8 月 8 日工业性试验项目正式启动,2004 年 10 月 11 日项目可行性研究报告通过审查,2005 年 2 月 27 日基础设计通过审查,2005 年 12 月工业试验装置建设竣工,2006 年 6 月完成工业试验,2006 年 8 月通过国家级技术成果鉴定,2007 年 8 月 15 日许可给陕西新兴煤烯烃有限公司 20 万吨烯烃项目,2007 年 9 月 17 日许可给神华集团 60 万吨烯烃项目,2008 年 8 月 6 日许可给延长石油集团 60 万吨烯烃项目,2010 年 8 月 8 日神华集团 180 万吨甲醇制 60 万吨

烯烃项目开车投产。

这些事实都不断地证明通过社会化引入社会优势资源,发挥企业在工程工艺、经营管理、市场营销、融资集资、及激励等各方面的长处,是实现科技成果转化成为生产力的创新之举。在社会生产大循环的价值链中,每个参与主体都有自己的分工和价值体现,不可能包揽价值链的全过程,应找准自己的定位,才能获得更大的利益。

科研机构在创新体系和产业化中的定位,应该是发挥技术源头作用,不断向社会推出符合市场需求、有价值的科技成果,按“成果加人才”的方式推进科技成果转化,通过社会化获得利益回馈,再用于新的科研项目投入。这样科研机构才能在社会产业化体系价值链中获得自身的良性循环发展,不断增强科研机构的综合实力和体现其市场价值。

历史上,中科院还曾在国家意志的推动下与企业结合促进我国合成橡胶产业发展、作为关键技术平台为“两弹一星”的研制做出了巨大贡献、对于国家资源环境利用和保护提供巨大的基础数据和解决方案、推动了煤化工产业发展等。这些对于社会、经济产生重大影响的工作都是与社会优势资源结合的结果。

中科院拥有数百家高科技研究机构,在推动我国高技术产业发展,促进国民经济又好又快发展上担负着重要的职责。在承担科技成果产业化的使命中,作为技术孵化平台,中科院推出科技型企业,但在企业发展的不同阶段应实现责任主体的递次转移,并不拘泥于中科院自身的利益,而是在这个平台上经过多样性的发展,最终形成企业的规模化发展。

作为国立研究机构,中科院不仅要依靠自身力量不断推出高技术企业,更要通过这种示范作用,促进我国高技术产业的发展。

通过中科院技术的引发和带动,促进高技术行业发展,应是在更广泛意义上通过社会化实现对国家的贡献,由此产生的经济效益和社会效益也是不可估量的。通过社会化改革,中科院投资企业有可能成为中国世界500强高技术企业的重要后备军。

#### 4 高技术研究与发展存在的问题

胡锦涛总书记在党的十七大报告中强调:“加快建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,引导和支持创新要素向企业集聚,促进科技成果向现实生产力转化”。其中,技术创新体系建设的主体是企业,自主创新知识产权是企业的核心竞争力,建立自己的研发机构是形成企业核心竞争力的关键。

针对我国企业研发机构尚不健全的现实,应大力促进科技与经济的结合,促进科技成果转化,必须用高新技术改造传统产业,大力发展高技术产业。实验室成果仅是产业化的前端和关键,并非产业化全过程。实验室成果与产品开发技术路线不同,加之科研人员对工程、工艺、经营、管理、融资集资、市场营销不善长,只有与社会优势资源结合,走“社会化”的路,实验室成果转化率低的问题才能得到解决。

在现有成果转化的基本模式如协议转让(包括专利)、合作开发(股份制、入门费+股份、技术骨干参股)、咨询服务、人员+设备+资金、转移中心、风险投资、技术市场、产学研对接以及企业投资(技术入股)的基础上,积极探索更为灵活可行的转化模式,有助于促进科技成果转化,推动高技术产业快速发展。

中科院在高技术领域的主要任务是从事关系我国经济发展、国防建设与社会进步的高新技术研究,承担国家重大项目中的关键技术研发,解决国家急需的重大科技问

题,提高我国高技术自主创新能力,不断促进高技术产业发展。鉴于此,目前的研究环境还有待于进一步完善,主要体现在:

研究所文化制约。科研题目选择、技术路线制定缺乏市场意识;实验室成果在产业链中的定位欠准确;投资的企业缺乏核心拳头项目,技术力量分散;延用课题组建制,分散经营,难以形成核心竞争力。

社会化过程中定位的困惑。战略目标的定位不清;对传统研究所理念和文化依依不舍;脱离市场实际,追求学术意义上的水平;过分高估实验室成果在产业链中的作用;担心在规模产业化过程中得不到足够的利益或丢掉控制权。

#### 5 结束语

在中科院院地合作现有经验的基础上,为了更好地发展高技术实现产业化,以下6个方面的工作有待于进一步加强:充分了解院地双方的短处和长处;积极、热情、耐心宣传双赢和共赢理念;精心设计双赢和共赢的合作模式;善于综合集成设计产品或提供解决方案;联合风险投资企业、基金筹划方案;实施知识产权运营。

在实验室成果产业化过程中,成果只是前期和关键的环节,决策、管理、协调、经营、营销、集资乃至环境、政策的综合集成等众多环节的突破,才是技术创新过程能够圆满完成的保证。瞄准规模产业化的总体目标,在各方确立自身利益有限目标的基础上建立合作共赢的架构把“蛋糕”做大。这一过程当然需要有一个责权利一致的体制支撑。

技术创新体系建设的主体是企业,自主创新知识产权是企业的核心竞争力,加大技术创新的投入比重,促进企业建立自己的研发机构是形成企业核心竞争力的关键。

目前我国已出现部分健康成长的高技术企业,例如华为已申请专利3.9万余项,



中国科学院

2009 年销售收入 215 亿元, 占全球通讯市场 20%, 为全球第二大移动通讯设备供应商, 并以知识产权自主品牌创新型企业进入了世界 500 强。

支持企业建立以工程工艺研发为主体的研发队伍, 是促进我国高技术产业发展的关键。技术研发是企业核心竞争力的主要内涵, 是高技术企业生存和发展的基础, 也是中国高技术企业进入世界 500 强的基础。只有如此我国经济发展自主创新能力才能极大提高!

#### 主要参考文献

- 1 国家统计局. 2009 年国民经济和社会发展统计公报.
- 2 BP 公司. BP 世界能源统计 2010.
- 3 杨柏龄等. 社会化“催化”重大石油化工项目产业化——对中科院石油化工行业重大科研项目产业化的思考. 中国科学院院刊, 2009, 24(1): 52-60.
- 4 杨柏龄. 由长春热缩发展引发的股权社会化思考. 中国科学院院刊, 2008, 23(3): 215-219.

## Development and Industrialization of High Technology

Yang Boling

(CAS Holdings 100864 Beijing)

**Abstract** Chinese Academy of Sciences has always attached great importance to R&D and industrialization of high technology. From different aspects of enhancing the sense of urgency and crisis, the concept of academy-locality cooperation, the current status of high-tech industry of CAS, This paper systematically expounds the exploration, practice and reflection of CAS in the field of industrialization of high technology.

**Keywords** industrialization, high technology, R & D, academy-locality cooperation

**杨柏龄** 化学激光和气体动力学专家, 研究员。1966 年毕业于哈尔滨军事工程学院, 后分配到中科院大连化学物理所, 从事化学激光器工作。曾任中科院大连化学物理所所长、中科院副秘书长、中科院副院长、中科院国有资产经营有限责任公司董事长, 中共中科院企业党组书记。E-mail: hmyang@cashq.ac.cn