



创新与创业管理丛书

总主编 柳卸林

从科技投入到 产业创新

柳卸林 何郁冰 等◎著



科学出版社

014902672

F121.3
114

创新与创业管理丛书
总主编 柳卸林



从科技投入到 产业创新

柳卸林 何郁冰 等◎著

科学出版社

北京



北航

C1710414

F121.3
114

内 容 简 介

本书阐述基础研究对产业技术创新的重要作用,提出“产业驱动型基础研究”概念,分析产业基础研究的资源配置机制与组织模式。结合晶体管、光纤技术和钯催化三项诺贝尔奖及生物医药、液晶面板、碳纤维三个产业的案例样本分析,初步探索推进产业技术创新的基础研究投入规律。本书认为,现有的以通过国家计划资助,以SCI论文为考核的形式,加强的是一般的基础研究,而忽视了真正面向产业需求的基础研究。只有重视基础研究、应用研究,重视原始创新,中国企业的创新能力才会有真正的提高。本书进一步从研发资源配置机制、产学研联合基础研究、激励企业介入基础研究、开放创新下的基础研究策略等方面提出中国加强产业基础研究,推进产业技术创新的有关政策建议。

本书可作为高校、研究机构管理类相关专业的学生、研究人员的参考用书,也可供企业界及政策界的人士参考。

图书在版编目(CIP)数据

从科技投入到产业创新 / 柳卸林等著. —北京: 科学出版社, 2014. 1
(创新与创业管理丛书)

ISBN 978-7-03-039639-6

I. 从… II. 柳… III. 科学技术—影响—产业发展—研究—中国
IV. F121.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第013260号

责任编辑: 王 倩 / 责任校对: 彭 涛
责任印制: 赵德静 / 封面设计: 耕者设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年1月第一版 开本: 720×1000 1/16

2014年1月第一次印刷 印张: 18 插页: 2

字数: 350 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

总 序

创 新已经被全世界不同国家和地区公认为是提高国家竞争力、促进经济长期发展的重要手段。在中国，自主创新战略已经成为国家战略，是建设创新型国家，转变经济增长方式，走向小康社会的必由之路。

中国科学院大学管理学院，是一个较年轻的学院，自 1998 年起招收 MBA 研究生，自 2004 年起招收港澳台和外国留学生。现有博士研究生和硕士研究生 800 余人，其中 MBA 研究生 400 余人。在院长成思危教授的领导下，教学与研究工作都取得了飞速的发展，MBA 教育也办得越来越好。

管理学院一直把创新和管理作为学院的重点学科加以发展。一是学院一直坚持立足国家发展的需要，把技术管理、创新管理作为重点学科来建设，力图在技术管理、创新管理、创业管理等方面的研究以及教学和人才培养方面作出应有的贡献；二是在得到了国家知识创新工程大力支持的背景下，中国科学院的科学研究水平有了很大的发展，但如何通过成果、科技人员的创业努力、与产业部门的合作，使科研成果快速转化为可商用的产品，是中国科学院面临的重要课题之一。因此，在中国科学院的支持下，管理学院决心把技术创新管理、科技创业管理办成学院的特色学科，为我国的创新创业作出贡献。

如今管理学院在创新领域已经形成了一批老中青结合，教授和博士生、博士后共同组成的科研团队。他们承担了大量的科学技术部、中国科学院、环境保护部、北京市科学技术委员会、中外大型企业等单位的委托项目，并承担了许多国际合作项目，如得到了加拿大国际发展研究中心（IDRC）支持，进行“金砖五国”（巴西、俄罗斯、印度、中国、南非）的创新体系比较研究，正在从事的与瑞典 LUND 大学的合作研究等。IT 技术管理、创新管理、创业管理已经在国内学术机构和高校形成了自己的特色，取得了许多具有较高水平的学术成果。

正是在这样的背景下，中国创新创业管理研究中心推出了《创新与创业管理丛书》，以此汇聚管理学院在创新管理、IT 技术管理、创业管理、知识管理、供应链管理、企业管理创新、金融创新等领域的广大教师和博士生、博士后的辛勤

工作成果，以与学术界、企业家及政府部门进行交流，为创新与创业管理学科的不断
不断发展、企业创新能力的不断提高与创新型国家的建设，作出应有的贡献。

柳卸林

2013 年 2 月

前言

目前，中国（未含港、澳、台地区）经济增长模式面临的主要问题是产品有市场但缺乏自主品牌，资源消耗量大，环境污染程度高，要解决这一问题，关键在于提高企业的自主创新能力。

提高基于技术创新的国际竞争力，是中国产业构建全球领导力的核心战略。21 世纪以来，中国加快对科技的投入，在自主创新的道路上前进了一大步。但是，中国多数产业在国际竞争中仍然主要依靠低成本优势和国内市场细分，从整体上看，科技驱动经济发展的趋势并不明显。国家对自主创新投入大量的经费，但企业的科技能力却没有得到显著提高。

只有重视基础研究和应用研究，重视原始创新，中国企业的创新能力才会有真正的提高。模仿的优势是可以快速制造产品，但会使企业丧失真正的设计能力，而设计能力的背后是企业的研发能力。因此，中国企业应告别模仿，建立技术研发中心，以研发能力带动创新能力的提高。国家也需要调整科技投入模式，加强产业需求导向的基础研究，并改变中国现有的科技评价模式，实现从重视科学引文索引（SCI）到重视产业技术的根本性突破。

学术界长期以来对基础研究投入的探讨大多局限在投入机制与协调、绩效评价等方面，尚缺乏从产业技术创新层面探索基础研究的资源投入规律。在市场全球化的趋势下，中国企业面临的国际竞争日趋激烈，但缺乏核心技术仍然是产业发展的“短板”。因此，在理论上剖析基础研究对产业技术创新的影响及作用机制，从政策上思考中国推进产业技术创新的基础研究资源投入规律，就具有重要的理论价值和实际意义。基于创新经济学、科技政策的最新研究进展，以及中国的“国家中长期科学和技术发展规划纲要”和“经济和社会发展规划‘十二五’规划”，本书主要阐述基础研究对产业技术创新的重要作用，提出“产业驱动型基础研究”（industry-driven basic research）的概念，分析产业基础研究的资源配置机制与组织模式。通过剖析中国产业基础研究的发展绩效、资源配置与政策演

变，结合典型产业案例分析，初步探索研究推进产业技术创新的基础研究投入规律。同时指出现有的通过国家资助，以 SCI 论文为主要考核对象的方式，加强的是一般的基础研究，却忽视了真正面向产业需求的基础研究。

告别模仿，走向创新，不只是一个简单的信心问题，而是一个以什么方式迎接全球化的创新竞争的问题。如果企业没有真正的研究开发能力，创新能力便无从谈起。因此，产业基础研究是国家建设创新型国家、创立创新型企业的钥匙。

本书为中国科学院发展规划局“中国科技投入与科技资源配置研究”课题研究成果，共包括 11 章内容。

第 1 章，主要介绍产业基础研究的概念，并分析其对中国产业实现核心技术创新的重要价值。本章以分析基础研究与产业创新之间的关联为出发点，并从宏观层面探索基础研究的投入规律；指出中国自主创新面临的一个主要问题是 R&D 投入总量不断上升，但与经济总量的快速增长相比，比例仍然偏低，而且大量的 R&D 经费投向试验发展，基础研究投入过少。

第 2 章，分析科技投入与经济发展阶段的关系。在回顾学者对科技投入与经济发展阶段关系的经典理论基础，用回归模型和 Logistic 曲线模型研究科技投入与经济发展阶段的关系，并且通过中美比较研究，剖析经济发展阶段与科技投入的关系。

第 3 章，用中国科技资源配置情况及效率解答为什么中国的基础研究不能推动产业创新。首先，通过数据统计与分析，详细剖析中国在推动产业技术创新中的基础研究投入问题。其次，重点研究中国的基础研究投入及其结构变化、基础研究投入机制和政策体系，提出当前中国基础研究投入中的主要问题——三个结构性失衡。最后，指出中国的基础研究投入能力仍然偏低，企业参与基础研究的程度偏低，导致中国的基础研究与产业创新的关系不够紧密，难以提升中国企业的产业领导力。

第 4 章，基础研究与产业创新关系分析，主要介绍基础研究的内涵与类型、基础研究对产业创新及经济发展的影响及路径、政府资助产业基础研究的合理性，以及企业投资基础研究的动因、影响因素与投入模式等。

第 5 章，通过界定产业基础研究的内涵，分析与学术型基础研究、计划式基础研究的关系与区别，探讨企业介入基础研究的动因、必要性及可能性，并从政府与市场互补的角度详细论述产业基础研究的资源投入机制，提出产业基础研究

的三类组织模式。最终得出开放条件下的产业基础研究策略，为后续研究提供概念框架和理论基础。

第6章，分析美国、德国、日本、韩国等创新领先国家在推进产业技术创新上的基础研究投入策略，并总结出这些国家的几个共同特征，提出对我国面向产业技术创新的基础研究投入的若干启示。

第7章，首先，指出基础研究与经济发展阶段的关系；其次，分析中国基础研究投入中的三个结构性“比例失调”现象。

第8章，是对中国基础研究投入机制的分析，介绍当前国家推进基础研究的政策和计划体制，并指出企业在国家基础研究中担当的角色。

第9章，以三项诺贝尔奖为例，剖析一项科学技术从基础研究到最后被产业化经历的过程，并且分析在这个过程中，科技工作者、企业家、政府等分别起到的作用，在案例分析的基础上，归纳出一项科学发现转化为产业创新的过程和规律。

第10章，首先选取生物医药、液晶面板、碳纤维三个产业为案例样本，详细分析其技术创新是如何与基础研究发生关联的；其次对比分析国外在三个产业的创新与发展上的基础研究投入机制，进一步论证产业基础研究的重要性；最后提出面向产业技术创新的基础研究的资源投入方向。

第11章，对全书进行总结，并从研发资源配置机制、产学研联合基础研究、激励企业介入基础研究、开放创新下的基础研究策略等方面提出中国加强产业基础研究，推进产业技术创新的有关政策建议。

本书以何郁冰博士后出站报告为主体。另外，中国科学院大学管理学院的左凯瑞负责编写第2章和第3章；中丹学院的高雨辰、邱姝敏负责编写第7章；北京林业大学的程鹏副教授、首钢研究院的陈傲博士、中国科学院大学管理学院的龚其国教授，以及高太山、高伟和陈健同学也都为本书的完成作出重要贡献。

本书的顺利出版要特别感谢中国科学院发展规划局的潘教峰局长和张凤副局长的指导和支持。需要指出的是，书中的观点由作者提出，与资助单位无关。同时，由于成稿仓促，不足之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

目 录

总序

前言

第 1 章 引言	1
1.1 问题的提出及研究意义	1
1.2 本书的核心思想	9
1.3 资料及数据来源说明	14
第 2 章 科技投入与经济发展阶段关系研究	16
2.1 科技投入与经济发展阶段理论	16
2.2 美国科技资源投入与经济发展阶段关系的实证研究	21
2.3 中国 R&D 投入与人均 GDP 的 Logistic 曲线拟合	29
2.4 本章小结	30
第 3 章 中国科技资源配置情况及效率	32
3.1 主要科技指标的国际比较	32
3.2 科技资源配置效率的国际比较研究	34
3.3 科技资源配置效率的影响因素研究	46
3.4 本章小结	47
第 4 章 基础研究与产业创新的关系	49
4.1 基础研究的概念与内涵	49
4.2 基础研究对产业创新及经济发展的影响及路径	55
4.3 政府资助产业基础研究的合理性	62
4.4 企业投资基础研究的动因、影响因素与投入模式	65
4.5 本章小结	68
第 5 章 产业驱动的科学研究的模式	70
5.1 产业驱动型基础研究特征与必要性	70
5.2 企业介入基础研究的理论解释	72
5.3 产业基础研究的资源投入机制：政府与市场的互补	76
5.4 产业基础研究的组织模式	79
5.5 开放式创新环境下的产业基础研究战略	81

5.6	本章小结	82
第6章	国外推进产业创新的基础研究投入规律及启示	83
6.1	美国：分工明确、产学研合力推进产业基础研究	83
6.2	德国：以企业创新为中心推进产业基础研究	90
6.3	日本：创新型企业引领产业驱动型基础研究	92
6.4	韩国：“自下而上”的产业基础研究投入体系	95
6.5	创新领先国家产业基础研究投入规律的总结及对中国的启示	99
6.6	本章小结	102
第7章	中国基础研究投入失调现象分析	104
7.1	基础研究与经济发展阶段的关系	104
7.2	中国基础研究投入中的三个结构性“比例失调”现象	109
7.3	本章小结	114
第8章	中国基础研究投入机制分析	116
8.1	中国基础研究投入的演化分析	116
8.2	国家基础研究投入机制	129
8.3	中国主要基础研究计划的资源投入及企业的参与程度	136
8.4	本章小结	158
第9章	从诺贝尔奖看基础研究与产业创新的关系	160
9.1	晶体管的诺贝尔奖与产业形成	160
9.2	光纤诺贝尔奖与产业化	170
9.3	钯催化交叉偶联反应：分子焊接技术	176
9.4	本章小结	178
第10章	产业驱动型基础研究资源投入规律的案例研究	182
10.1	研究方法与数据来源	182
10.2	生物医药产业：多来源资金体系推动产业基础研究	183
10.3	液晶面板产业：企业主导型产业基础研究	219
10.4	碳纤维产业：产业基础研究打造产业领导力	244
10.5	本章小结	264
第11章	研究结论及政策建议	266
11.1	研究结论与讨论：对中国的启示	266
11.2	政策建议	270
	主要参考文献	275

第 1 章 引 言

1.1 问题的提出及研究意义

在过去的十多年里，中国在自主创新的道路上取得了令世界瞩目的重大成就。在科技投入上，1998~2011 年中国研发（R&D）经费从 551.12 亿元飞速增长到 8610 亿元，R&D 投入占 GDP 的比例（研发强度）由 0.65% 上升到 1.83%，R&D 人员全时当量从 75.52 万人·年提高到 255 万人·年^①（图 1-1）。

在科技产出上，目前中国已经是世界科学和技术的重要参与者，R&D 人员、科学论文和专利申请都呈现迅速增长趋势（薛澜等，2011），许多学科的研究能力已处于世界先进水平，^② 在一些关键技术领域（如纳米科学技术、生命科学的某些领域）中国已取得世界领先优势（Zhou and Leydesdorff, 2006）。在高技术产出方面，这一优势非常明显（图 1-2）。

但一个重要的趋势是：中国在过去的十多年里，对基础研究的投入比例并没有提高，相反，这一比例是在下降的，从 2004 年的 5.96% 下降到 2010 年的 4.6%（图 1-3）。

从表 1-1 可以看出，6 年来，论文产出增长最快的是医疗机构 71.2%，其次是高等学校 46.0% 和研究机构 50.0%，企业增长速度最低 42.9%。

其中增长最快的是 SCI 论文，2005~2010 年，增长了将近 1 倍（表 1-2）。目前，我国已经成为 SCI 论文的第二大国家（表 1-3）。

① 255 万人·年为 2010 年的数据。近年来，中国 R&D 人力资源总量快速发展。据科学技术部的相关统计资料显示，中国的 R&D 人员全时当量于 2000 年、2002 年、2008 年相继超过日本、俄罗斯、美国，目前已成为全球第一大研发人力资源国。2010 年中国 R&D 人员总量（354.2 万人·年）占世界总量的 23.6%，几乎是排在第二位的美国（193 万人·年，占世界总量的 18%）的一倍。但是，每千名劳动人员中 R&D 人员所占比例只是日本的 1/10。在研发经费投入方面，美国国家科学委员会发布的报告《2012 科学与工程指标》称，中国成为仅次于美国的世界第二大研发支出国，2009 年其研发支出占世界研发支出的 12%，超过日本（11%），但低于美国（31%）。据报告的数据显示，自 1999 年以来，中国的科研经费占 GDP 的比例增加了 1 倍，达到 1.7%，中国研发支出的实际增长率保持在每年 20% 左右

② 据科学技术部基础研究管理中心公布的数据，2009 年中国的国际科学论文总量达 12.75 万篇，占世界总量的 8.8%，跃升至世界第二位，论文被引用总数居世界第 8 位，中国科学家在 *Nature*、*Science* 和《美国科学院院刊》等权威刊物上发表的论文数量也显著增加

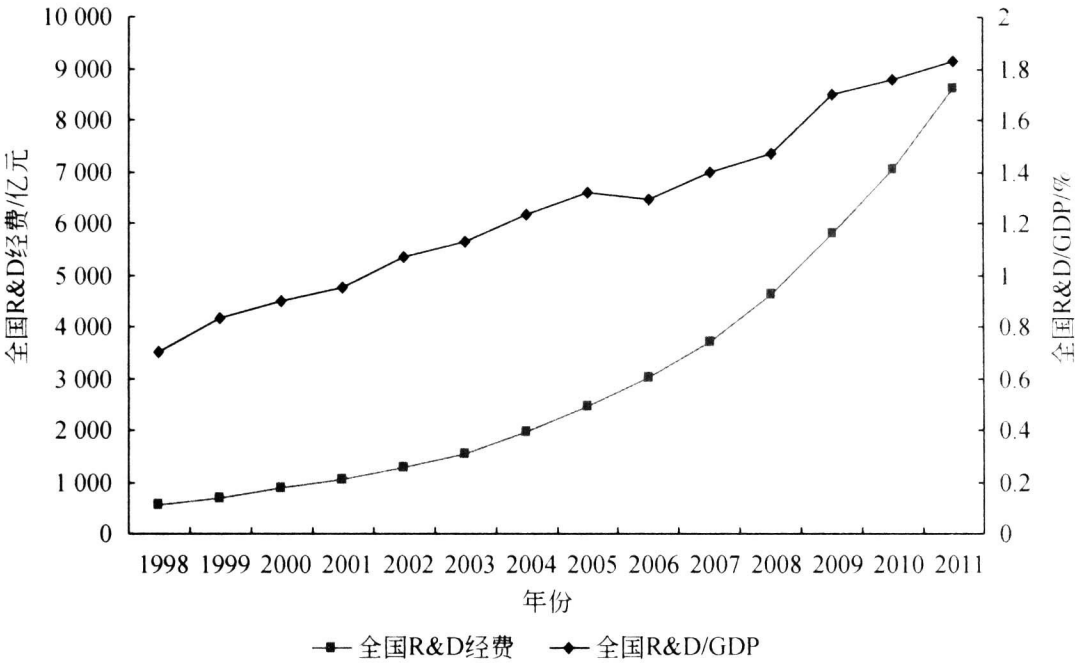


图 1-1 中国 R&D 经费投入及其占 GDP 比例的历史变化

资料来源：中国科技统计年鉴（2011 年），科技部网站

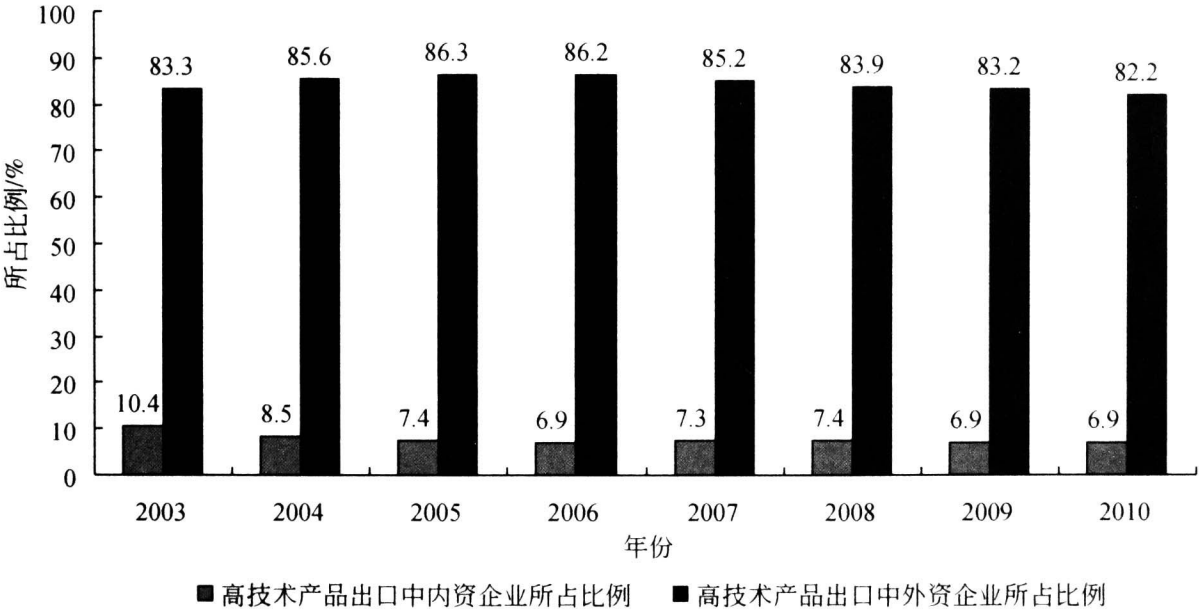


图 1-2 中国高新技术产品出口额中内外资企业所占比例的历史变化

资料来源：中国科技统计年鉴（2011 年）、中国海关网站、
中国高技术产业统计年鉴、科技统计信息中心

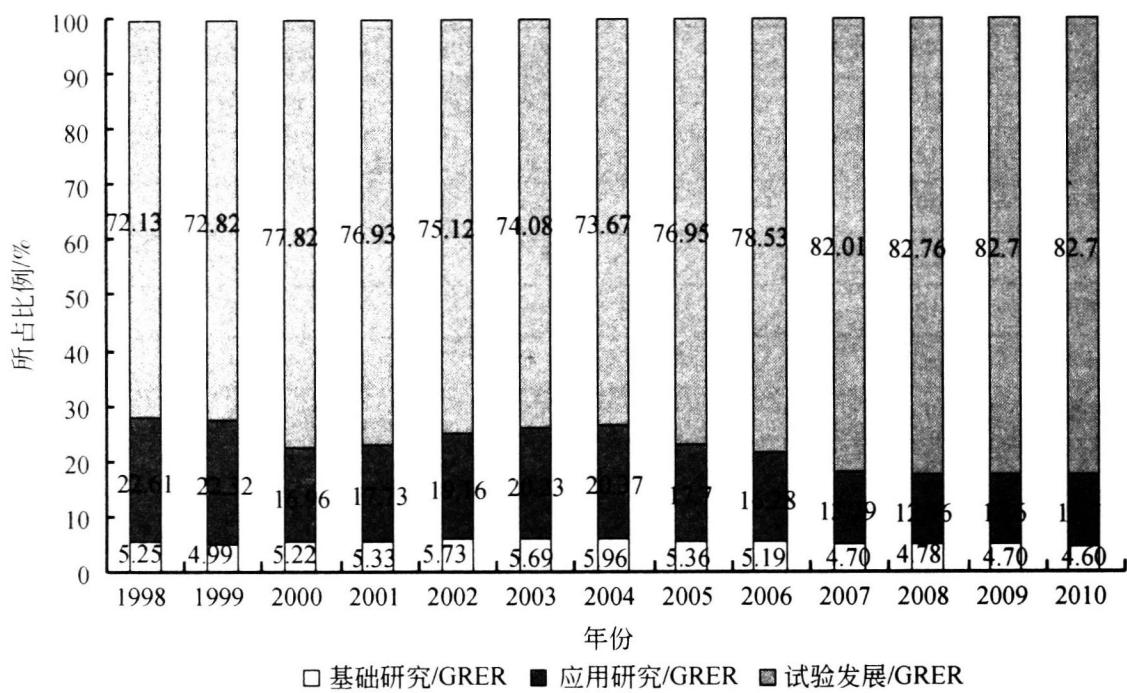


图 1-3 1998 ~ 2010 年中国 R&D 的投入结构

资料来源：第二次全国 R&D 资源清查数据公报，中国科技统计网

表 1-1 国内科技论文按机构类型分类表（2005 ~ 2010 年） 单位：万篇

项目	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
高等学校	23.5	24.3	30.6	31.8	34.2	34.3
研究机构	3.8	4.2	4.7	5.0	5.6	5.7
企业	1.4	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0
医疗机构	5.2	9.1	7.6	7.1	8.7	8.9
其他	1.6	1.4	1.9	1.7	1.8	2.1
合计	35.5	40.3	46.3	47.2	52.1	53.0

资料来源：国家科技部 2012 年科技统计数据

表 1-2 中国国际科技论文发表数（2005 ~ 2010 年） 单位：万篇

项目	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
科学引文索引（SCI）	6.8	7.1	8.9	9.6	10.9	12.2
工程索引（EI）	5.4	6.5	7.6	8.5	9.3	11.2
科学会议录引文索引（CPCI-S）	3.1	3.6	4.3	5.9	5.2	3.8

资料来源：国家科技部 2012 年科技统计数据

表 1-3 部分国家科技论文数（2010 年）

国家	科学引文索引（SCI）		工程索引（EI）		科学技术会议录索引（CPCI-S）	
	数目/万篇	位次	数目/万篇	位次	数目/万篇	位次
中国	12.2	2	11.2	1	3.8	2
美国	39.0	1	9.5	2	8.4	1
英国	11.4	3	2.6	5	2.1	4
德国	10.5	4	2.9	4	2.2	3
日本	8.7	5	3.5	3	2.0	5
法国	7.3	6	2.4	6	1.4	7
意大利	6.3	7	1.6	10	1.4	6
加拿大	6.0	8	1.8	9	1.1	8
印度	4.6	10	2.0	7	0.5	14
韩国	4.5	11	2.0	8	0.8	10
巴西	3.5	14	0.7	17	0.5	13
俄罗斯	2.9	15	1.3	13	0.4	18
合计	116.9		41.5		24.6	

资料来源：国家科技部 2012 年科技统计数据

但国内其实对基础研究的投入比例在过去 6 年来几乎没有上升，大量的科技经费投入应用和产品开发领域。中国的科学研究能力在上升，这是一个不争的事实，但这种能力的上升主要是因为大量的应用和产品开发的研究工作，都转化成了论文，而不是可以产业化的新技术和新产品。

产业创新能力没有有效提高的事实也可以从专利的情况得到佐证。一方面，从在美国获授权的专利数据来看，大量的美国专利是跨国公司在中国完成的。另一方面，从中国在美国的专利授权这一指标来看，中国的产业创新能力在近几年没有实现与科学研究能力同步上升。也就是说，与快速提升的国家科学研究能力极不相称的是，在这一时期里产业创新能力并没有得到相应提升，这导致中国产业难以构建世界领导力。

1981 ~ 2010 年，中国在美国授权的发明专利美国专利商标局（USPTO）共有 12 419 件，其中 78% 授予企业、12% 授予个人、9% 授予大学和研究所（图 1-4）。但在这 78% 的企业中，台湾在大陆投资的企业占 35%，美国在华投资企业占 29%，中国企业只有 23%（图 1-5）。

在过去的几十年里，一方面是因为发达国家的产业转移，另一方面是因为中国庞大的劳动力市场蕴涵着无穷的动力，中国产业依靠技术引进后的消化吸收，尤其是低成本制造，加上对市场需求的快速响应，成功地扮演了全球创新追随者

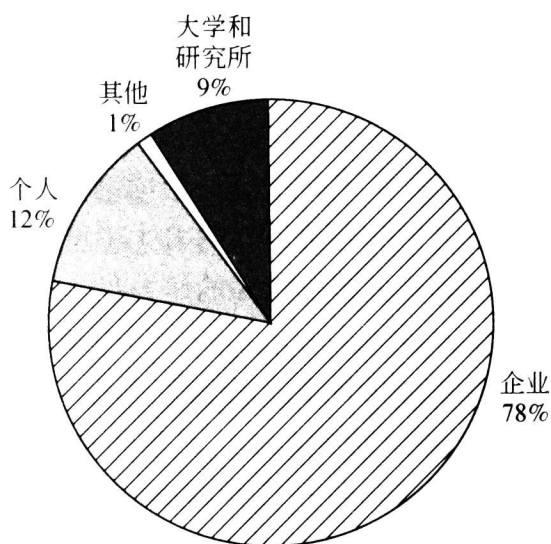


图 1-4 中国在美国授权的发明专利

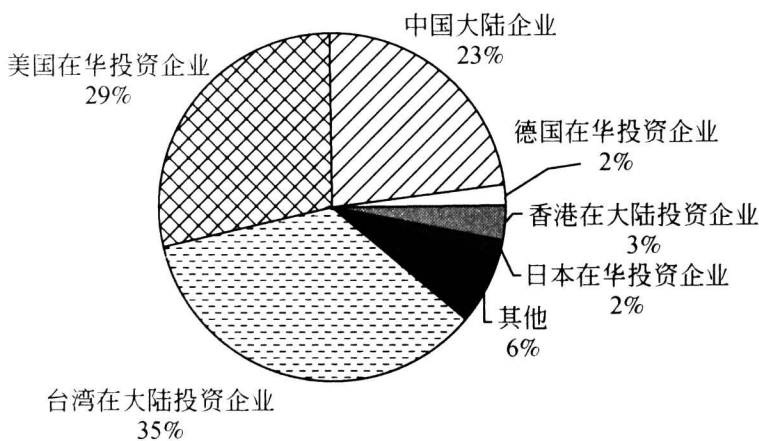


图 1-5 不同类型中国企业在美获得专利的分布情况

资料来源：Branstetter L, Li G, Veloso F. 2013. working paper of Carnegie Mellon University.
The globalization of R&D: China, India and the rise of international co-invention

的角色，奠定了“世界工厂”的地位，造就了海尔、华为、联想、格兰仕、中集等一批具有世界级竞争力的企业。

然而，中国产业强大的制造能力无法掩盖其薄弱的创新能力。中国产业的发展更多的不是建立在核心技术的创新上，而是建立在了不可持续的低劳动力成本优势和粗放式自然资源开发上（柳卸林和赵婕，2001；薛澜等，2011）。这导致中国的许多高新技术的核心部分依赖于进口，多数产业的国际竞争力还很低（陈佳洱，2005）。例如，在许多技术革命频发的基础性行业（如集成电路、基础软件、汽车发动机、液晶面板）中，核心技术对外依存度较高，企业利润率普遍偏低。根据中国机床工具协会发布的数据，中国已经在过去 3 年中连续成为全球最大的机床生产国，但尚未成为机床强国，关键的机床功能部件仍然依赖进口。

2011 年中国从世界机床强国日本和德国进口的金属加工机床金额较上年分别增长 50.3% 和 40.0%，从中国台湾和韩国进口的中档机床金额较上一年也分别增长 23.7% 和 24.3%（李大庆，2012）。

上述现象构成了中国自主创新进程中的一个悖论：中国加大研发投入、大力开发核心技术，并没有使中国企业自主创新能力大幅度提升，产业核心技术创新能力未与科技投入实现同步增长。国家较高的研发投入与企业较低的创新能力的创新能力形成了鲜明对比。

正是在这一背景下，本书力图回答以下问题。

问题 1 中国的科技资源投入充足与否，是否只是资源配置的问题。

在当今市场经济的大背景下，科技资源成为决定经济社会发展的战略性资源，自国家 2006 年提出自主创新的发展战略后，国家对科技的投入力度不断加大，实现年均 22% 的增长速度，远远超过了 GDP 的增长速度，中国的研发投入水平已跃居世界第二，但从创新的能力看，中国部分产业的核心技术仍然需要进口，每一次投资刺激都带动了对国外设备的大量采购。可以说，中国的科技资源配置的效率和创新体系的效率，都处在一个较低的水平。因此，国家在 20 世纪 80~90 年代的科技体制改革高峰后，再次提出中国需要新一轮的科技体制改革，以解决科技经济“两张皮”的问题。2013 年 7 月 17 日，习近平视察了中国科学院，再次指出，“要坚决扫除影响科技创新能力提高的体制障碍，有力打通科技和经济转移转化的通道，优化科技政策供给，完善科技评价体系。要优先支持促进经济发展方式转变、开辟新的经济增长点的科技领域，重点突破制约我国经济社会可持续发展的瓶颈问题，加强新兴前沿交叉领域部署”^①。

问题 2 从创新体系出发，国家科技投入的资源配置是否带动了企业的科技投入，企业能否不断从高校和研究院所获得新知识。

由于创新是将新思想大规模商业化，因此，作为经济中的主体，企业必然是创新的主体。但如何判断企业是否为创新主体，是依据企业研究开发经费在一个国家总研究开发经费中的比重，还是企业在创新产出中的主体表现？企业创新的动力是否存在？政府是在扼杀企业的创新动力还是在引导企业的创新方向？在政府的创新战略中，企业是处于从属地位还是主导地位？大学研究所在创新体系中担当什么角色？

对分析一个国家的科技资源配置的效率而言，国家创新体系是一个十分有用的框架（Freeman, 1987, Liu and Whie, 2001）。这一框架的核心思想是一个国家创新的效率，并不简单取决于资源的投入水平。尽管各个国家都在争取提高本

^① 李斌. 2013-03-17. 习近平在中国科学院考察时强调深化科技体制改革 增强科技创新活力真正把创新驱动发展战略落到实处. http://www.cas.ac.cn/xw/zyxw/yw/201307/t20130717_3900830.shtml

国的科技投入水平，欧盟的目标是在2010年之前达到3%、美国的目标也是在未来达到3%、中国的目标是在2020年达到2.5%，但有一个关键点经常被忽略，那就是创新体系的效率。

创新体系的效率体现在企业、高校和科研院所为创新进行协作的效率。他们基于各自的发展战略目标和战略意图，为了创新的需要，实现共同利益而结合彼此的优势资源建立一种优势互补、风险共担、利益共享的合作关系。

雷迭斯多夫和艾茨科维兹（Leydesdorff and Etzkowitz, 1996）用著名的三螺旋理论来解释政、产、学、研合作战略问题，三螺旋理论被认为是创新研究中的一个新范式，其主要是指大学（科研院所与大学均被看成知识生产部门）、产业、政府之间透过组织的结构安排、制度设计等加强三者资源共享与信息沟通，提高科技资源的运用效率。

在三螺旋理论的政、产、学、研合作关系中，每一个参与者都具有很强的“互动自反”效应。“互动”指通过三方互动产生三方网络和混合型组织。“自反”指每一个参与者在完成自身使命的同时也兼而扮演其他参与者的角色。三螺旋理论强调产业、学术界和政府的合作关系，强调这些群体的共同利益是它们所创造的社会价值，其关键是公共与私人、科学和技术、大学和产业之间的边界是流动的。每一方都部分承担着以前只由单个部门承担的任务。对政府来说，在不同层次的科学和技术领域中塑造这种关系成为其工作的重心。

三螺旋理论的核心价值就在于将具有不同价值体系的政府、企业和高校在科技资源配置上统一起来，形成知识领域、行政领域和生产领域的三力合一，从而为经济和社会发展提供坚实的基础。创造这种合力的一个重要前提在于打破传统的边界，包括学科边界、行业边界、地域边界、观念边界等，并在边界切面上建立起新的研究管理体系和市场运作机制，这就需要发展能使政、产、学、研真正实现一体化的合作组织形式和各项机制。

我国产、学、研各部门研发经费分配比例每年都在变化。企业研发的投入逐年上升（图1-6），十年间上升了13个百分点，可见我国科研配置逐渐向企业这个创新主体倾斜；科研机构所占份额逐年下降，十年间下降了大约11个百分点；高等院校分配比例略有下降，其他事业单位所占比例先下降后上升，但总体保持稳定。正如Etzkowitz和Leydesdorff所提出的三重螺旋模型指出的那样，高等院校、企业、科研机构的重叠部分，即相互渗透的部分才是创新系统的核心单元，其三方联系是推动知识生产和传播的重要因素；在将知识转化为生产力的过程中，各参与者相互作用，结构比例随知识积累和外部环境改变而不断调整，不断在动态过程中推动创新能力螺旋上升。

图1-6显示我国科技资源配置模式正逐步向发达国家靠近，企业逐渐成为科