

从中国与美日德法英科技比较 看中国科技发展*

潘教峰¹ 谭宗颖²

(1 中国科学院规划战略局 北京 100864

2 中国科学院国家科学图书馆情报研究部 北京 100190)

摘要 开展中国与主要发达国家的科技比较研究,有助于以世界眼光看待中国,认清中国科技在世界中的位置,把握世界主要国家科技发展的动态,明晰中国的优势和差距;有助于借鉴国际经验,制订有效的科技发展战略与政策,有效规划与管理科技活动。本文归纳分析了中国与美国、日本、德国、法国和英国这5个世界上科技最发达国家科技的比较研究要点,从中可以看到中国科技的发展,并提出了政策建议。

关键词 国际科技比较研究,科技发展,定量研究,定性研究,中国,政策建议

DOI:10.3969/j.issn.1000-3045.2010.01.009



中国科学院



中科院规划战略局
局长潘教峰

随着经济与科技全球化的深入发展,科技的重要作用在日益复杂激烈的国际竞争中比以往任何时候都更加突出。如何把握当代科技发展的特点和趋势?如何洞悉科技的研究热点?如何了解一个国家的科技水平及其在世界竞争格局中的位置?如何知晓各国对世界科技的贡献?国际科技比较研究的丰富性和复杂性日益凸显,已成为一些国家和著名国际组织关注的重要问题^[1-5]。

随着经济与科技全球化的深入发展,科技的重要作用在日益复杂激烈的国际竞争中比以往任何时候都更加突出。如何把握当代科技发展的特点和趋势?

在中国提高自主创新能力、建设创新型国家的关键时期,开展中国与主要发达国家的科技比较研究,有助于以世界眼光看待中国,认清中国科技在世界中的位置,把握世界主要国家科技发展的动态,明晰中国的优势和差距;有助于借鉴国际经验,制订有效的科技发展战略与政策,有效规划与管理科技活动。

为此,“中科院国际科技比较研究组”开展了国际科技比较研究,并于2009年10月公开出版了其研究成果——《中国与美日德法英五国科技的比较研究》^[6]。该研究对科技资源和科技创新产出两大板块的多个侧面进行了比较,从中可以看出中国科技的发展。本文归纳分析其要点,并提出了几点政策建议。

1 中国与五国比较研究的主要内容

该研究以中国科技为基点,选择美国、日本、德国、法国和英国这五个世界上科技

* 修改稿收到日期:2010年1月10日

最发达的国家,作为比较研究的对象,从定量和定性两个角度,重点从科技资源和科技创新产出链,对中国与美、日、德、法、英五国(以下简称“中国与五国”)科技的7个方面进行了比较研究,以期揭示在构成科技创新活动链条的关键环节上,中国科技在世界科技中的地位与贡献,以及与五国相比的优势与差距。

在科技资源板块的比较研究方面^[4],着眼于研究开发经费与研究开发人员投入及其配置的比较分析。

在科技创新产出板块的比较研究方面,侧重从科技创新产出链——研究论文、授权的发明专利、技术贸易额、制造业(尤其是高技术制造业)附加值与进出口额和收入额、高技术产品出口额——的比较分析。

对研究论文^[7],就全科学领域和7个分支领域(物理学、化学、数学、材料科学、工程、生物学和医学)进行了比较分析:SCIE论文总量,论文的相对影响力,Top10%、Top1%论文和论文被引频次及其占世界相应论文份额与位置,按被引频次排名世界前500名(分支领域为300名)的科研机构在世界的位置;热点研究领域分析;国际合著论文分析;对6种世界公认的高影响力期刊论文的比较分析。

对发明专利^[9-11],侧重分析了中国与五国在1995—2008年技术发明活动的发展趋势,授权发明专利技术领域的国家分布等。

对制造业^[3],重点比较分析了高技术制造业整体及其5个子技术领域的附加值、进出口额、收入额等的变化趋势以及中国与五国各自在制造业4个技术等级的分布结构。

还比较分析了技术贸易额和高技术产品出口额。

2 中国与五国比较研究的主要结论

(1)中国研究开发活动的国际地位在提

升。中国研究开发经费多年持续高增长,1991—2006年,中国研究开发经费的年均增长率(17.7%)远高于同期美国(5.27%)、日本(4.31%)、德国(3.60%)、法国(3.58%)和英国(4.13%)及OECD国家总体的年均增长率。自2005年,中国研究开发经费规模(710.63亿美元)超过德国(667.16亿美元)、英国(355.9亿美元)和法国(415.09亿美元),与日本(1387.82亿美元)和美国(3486.58亿美元)还有相当的差距。

中国研究生培养规模超过美国而居第一位,全时当量研究人员数量、高等院校入学人数、培养的科学与工程博士人数仅低于美国而居所比较国家中的第二位。

中国研究论文产出在快速增长,对世界研究论文产出的贡献在加大。2001—2008年,中国在全科学领域和7个分支学科领域,研究论文所占世界份额的增幅大于五国,而美国在同期研究论文总量以及7个分支学科领域占世界相应论文的份额下降9%—10%;中国的研究论文总量及其占世界研究论文的份额超过德国、英国、法国和日本而排名世界第二位,但与排名世界第一位、研究论文占世界研究论文总量1/3的美国还有相当距离。

(2)中国的研发经费投入强度在持续增加,但仍低于五国和OECD国家的平均水平,与美国和日本存在较大差距。自2002年,中国研究开发总经费占GDP的比值超过1%并持续增加,到2006年该比值(1.42%)与英国(1.78%)接近,但仍远低于日本(3.39%)、美国(2.66%)、德国(2.54%)和法国(2.10%),也低于OECD国家的平均水平(2.26%)。

(3)中国研究开发经费结构不够合理,基础研究投入偏低,试验开发研究投入相对较高。从中国与五国基础研究、应用研究和

试验开发经费 3 者之间的比例关系看,多年来中国基础研究经费偏低。以 2006 年为例,中国这 3 者之间的比例关系为 1:3.24:15.04,美国为 1:1.24:3.39,日本为 1:1.76:5.41,法国为 1:1.62:1.58,英国为 1:1.20:1.06。在研究开发总经费中基础研究的比重,美国为 17.7%、日本为 11.6%、法国为 23.7%,而中国为 5.2%。

(4) 中国企业的技术创新主体作用在不断加强,但与美国和日本相比还有很大差距。企业是中国与五国研究开发经费来源和使用的主体,中国与五国企业研究开发经费总额均呈增长态势。1991—2006 年,中国与五国(除英国外)来自企业的研究开发经费的年均增长率均超过各国研究开发总经费的年均增长率(中国为 22.4%,五国为 3.6%—5.3%)。

中国与五国来自企业的研究开发经费占国内研究开发经费的比例大都超过 60%。中国来自企业的研究开发经费从 2003 年(282.14 亿美元)占国内研究开发总经费的 60.1% 上升到 2006 年(599.07 亿美元)的 69.1%。2006 年,美国来自企业的研究开发经费占其国内研究开发总经费的 65%,日本的这一比例为 77%、英国为 45%、德国为 68%(2005 年)。

1991—2006 年,五国企业使用的研究开发经费占其国内研究开发总经费的比例均超过 60% 以上(为 62%—77%),其中英国最低,日本最高。自 1994 年,中国企业投入的研究开发经费超过了研究机构,到 2006 年,这一比例超过 71%。

中国与五国(法国除外)企业的全时当量研究人员占各国全时当量研究人员总数的比例均超过 50%。2006 年,中国的这一比例为 61%,与日本(64%)接近,高于法国(48%)、英国(51%)和德国(54%),低于美国

(80% 以上)。

主要发达国家企业占有 1 000 件以上美国授权发明专利机构的近 95%。截至 2008 年,拥有 1 000 件以上美国授权专利的 366 个机构的专利数量占授权专利总数的 46.7%,其中企业 346 家,所占比例 94.5%,科研机构 12 所(占 3.3%),大学 8 所(占 2.2%)。美国占全部 366 个机构中的 55.5%,日本占 26.0%,德国占 5.7%,法国占 2.5% 和英国占 1.4%,中国尚未有一所机构进入。

(5) 中国研究论文产出的贡献和国际影响在增强,在分支学科领域的国际竞争实力参差不齐,中科院表现出较强的竞争优势。2001—2008 年,中国进入被引频次 Top10% 和 Top1% 的论文及论文被引用量同期均快速上升,年均增长率高于五国。

中国在材料科学、化学、数学和物理学领域的国际竞争实力较强,在生物学领域和医学领域表现较弱,但发展很快。

中国在材料科学领域和化学领域论文量占世界的份额自 2006 年以来已超过美国而居世界第一位。2001—2008 年,中国材料科学被引频次进入 Top10% 和 Top1% 的论文数,以及论文总被引频次的世界排名均处于上升趋势,自 2003 年以来均排名世界第二位;化学领域自 2004 年以来均排名世界第二位;中国在数学领域论文的影响力高于世界数学论文的平均影响力。

在按论文被引频次排名世界前 500 名(全科学领域)和前 300 名(分支学科)的大学/科研机构中(表 1),中国材料科学入围的机构最多(23 所),其次是化学(13 所)、工程(9 所)、物理学(8 所)和数学(4 所),生物领域(生物与生物化学)入围 1 所,临床医学无一机构入围。

中科院表现出较强的竞争优势,其在全科学领域和 6 个分支学科领域的世界排名



中国科学院

均在前 8 位,材料科学和化学领域世界排名第一位,是生物与生物化学领域入围的唯一一所中国科研机构(表 1)。

(7)中国与五国的技术发明日益活跃,中国的专利数量增长速度快于五国,但授权发明专利数量远少于五国,在高新技术前沿与

世界先进水平还有一定的距离。1995—2006 年,中国的专利数量增长速度快于五国,但授权发明专利数量远少于五国。美国、日本和德国的发明专利数量在世界发明专利总量中占据绝对优势。

2006—2008 年,在美国专利与商标局授权的发明专利具有相对比较优势的技术领域主要集中在计算机技术、电信、电气设备、半导体等领域,中国在这些领域的专利分布与世界专利的分布和发达国家具有一定程度的相似性。由于中国在美国申请专利较少,在重要技术领域的优势不明显。

中国与五国在国外申请专利的总量在

增加,体现出各国日益重视占有技术发明的潜在市场,但中国在国外申请专利的总量还明显低于五国,需要快速改变这种状态,才能在日益激烈的国际竞争中保护本国技术发展的空间,拓展技术产品的市场。

1985—2005 年,中国高技术制造业出口额的年均增长率(24.16%)高于五国;2005 年,中国高技术制造业出口额(4 401.04 亿

表 1 入围被引频次排名世界前 500 名和前 300 名的中国科研机构的学科分布

学科领域	中国入围的机构数(所)	在世界最高排名位次 中国机构(位次)
全科学领域	7	中科院(第 7); 北京大学(第 261); 清华大学(第 310)等
材料科学	23	中科院(第 1); 清华大学(第 10); 中国科技大学(第 35)等
物理学	8	中科院(第 6); 中国科技大学(第 93); 北京大学(第 119)等
化学	13	中科院(第 1); 北京大学(第 46); 南京大学(第 66)等
数学	4	中科院(第 8); 北京大学(第 74); 清华大学(第 95)等
工程	9	中科院(第 7); 清华大学(第 32); 上海交大(第 89)等
生物(生物与生物化学)	1	中科院(第 82)
医学(临床医学)	无	

(6)中国的研究开发国际化程度在提升,与五国的国际合著论文的学科领域在扩展。中国与五国的国际合著论文份额及其位置在提升,与五国的国际合著论文的学科领域在扩展。中国与美国和日本的合作关系较之英国、德国和法国更紧密,合作的学科领域也更广泛。材料科学领域是中国与五国国际合著论文占相应份额最多和排名最靠前的领域。

美元)及其占世界高技术制造业出口额的份额(19.5%)高于五国而名列第一位,美国(2 620.91 亿美元,占 12%)居第二位。五国高技术制造业出口额占世界相应的份额均呈下降态势,尤其是美国和日本在同期分别下降了 11%和 9%。

1985—2005 年,中国技术贸易出口额与五国的相对差距在缩小,但其规模还远低于五国。中国技术贸易出口额的年均增长率(26.4%)远高于五国的年均增长率:美国(9.7%)、日本(11.8%)、德国(11.8%)、法国(4.1%)和英国(8.9%)。美国对中国技术贸易出口额从 1997 年的 1 098 倍减至 2005 年的 353 倍,日本、德国、英国对中国技术贸易出口额分别从 1997 年的 212 倍、452 倍和 428 倍减到 2005 年的 79 倍、169 倍和 130 倍。1997—2005 年,美国的技术贸易出口额一直位居第一位。2005 年,中国的技术贸易出口额(1.9727 亿美元)是 1997 年的 6 倍,但远低于美国(696.00 亿美元)、德国(332.65 亿美元)、英国(256.70 亿美元)和日本(156.56 亿美元)在同年的技术贸易出口额。

(8)中国的研究开发以及成果转化能力在提升,但与美国还有很大距离。1985—2005 年,中国高技术制造业附加值及其占世界相应份额的年均增长率均快于五国,但所占份额与美国有很大距离。中国高技术制造业附加值占世界高技术制造业附加值的份额从 1985 年的 1.5%增加到 2005 年的 16.1%,2005 年的这一份额与日本(16.2%)相当,高于德国(582.00 亿美元,占 4.8%)、英国(395.39 亿美元,占 3.3%)和法国(383.71 亿美元,占 3.2%)排名世界第二位,与美国(4 142.09 亿美元,占 34.5%)还有较大距离。同期,中国在高技术制造业 5 个子技术领域(航空航天器,医药,办公、会计和计算机设备,无线电、电视盒通信设备,医

疗、精密和光学仪器)附加值的规模及其占世界相应子领域附加值份额的年均增长率都快于五国。

中国在办公、会计和计算机设备领域附加值的规模及其占世界相应领域的份额表现突出,从 1985 年的 0.5%增长为 2005 年的 46.0%,2005 年,中国在该领域的附加值及其占世界相应的份额(752.20 亿美元,占 46.0%)超过五国而居第一位。

中国航空航天器制造业附加值规模及其占世界相应的份额快速增长,到 2005 年这一规模和所占份额(58.84 亿美元,6.4%)高于法国(38.10 亿美元,占 4.2%)的规模和所占份额,与日本(63.47 亿美元,占 6.9%)接近,低于德国(75.76 美元,占 8.3%)和英国(86.79 亿美元,占 9.5%),与美国还有较大距离(453.16 美元,占 49.4%)。

中国医药制造业附加值规模及其占世界相应的份额自 2003 年后超过了德国、英国和法国,2005 年,中国的这一规模及其占世界相应的份额(137.49 亿美元,8.1%)高于德国(137.49 亿美元,5.9%)、法国(122.93 亿美元,5.3%)和英国(116.36 亿美元,5.0%),低于日本(307.34 亿美元,13.2%),远低于美国(752.94 亿美元,32.2%)。

中国自 1988 年后无线电、电视及通信设备制造业附加值的规模及其占世界相应领域附加值的份额逐步高于德国、英国、法国,2005 年,中国在该领域的附加值的规模及其占世界的份额(830.11 亿美元,占 15.3%)与美国(1 870.83 亿美元,占 34.4%)和日本(1 233.46 亿美元,占 22.7%)仍有较大距离。

2005 年中国医疗、精密及光学仪器制造业附加值规模及其占世界相应份额(98.39 亿美元,5.9%)略超过法国(87.75 亿美元,5.2%)和英国(87.23 亿美元,5.2%)的规模和份额,但少于德国(177.27 亿美元,



中国科学院

10.5%)和日本(186.80 亿美元,11.1%),与美国(674.88 亿美元,40.1%)还存在很大距离。

中国对引进技术的吸收能力在增强。1985—2005 年,中国高技术制造业进口额占世界高技术制造业进口额的份额以年均 5.6%的速度增长。从 1985 年占世界高技术进口额的 5.7%增长为 2005 年的 17.1%,2005 年的这一份额高于五国。同期,美国、英国、德国和法国的高技术制造业进口额有所下降。

1985—2005 年,中国高技术制造业出口额与进口额之比值以 4.4%的年均增长率稳步增长,同期,美国、日本、德国、英国的这一比值均呈不同程度的负增长,即日本的年均增长率为 -5.54%,美国为 -2.7%、德国为 -1.7%和英国为 -1.5%。2005 年,中国高技术出口额与进口额之比值为 1.1,日本为 1.7。

3 几点政策建议

(1)从长远看,中国应进一步提高研究开发经费投入强度,提升基础研究经费在研究开发总投入中的比重,才能更有效地支撑当前、引领未来,提升中国科技在国际上的竞争力。国内研究开发总经费与 GDP 的比值是测度一个国家研究开发投入强度的重要指标,也是评价国家科技实力和创新能力的重要指标。中国的研究开发经费投入强度远低于五国,基础研究经费也偏低,这在一定程度上影响了我国科技创新能力的提升速度。

(2)中国需要全面提升知识产权创造和保护能力,提升科技成果转移转化能力。我们应该看到,在关系到产业核心技术的专利、市场广泛关注的专利、有助于占据产业制高点的专利方面,中国与美国、日本和德国等国还有明显的差距,表明中国在高技术前沿与世界先进水平存在的距离。因此,中国需要大力创造具有自主知识产权的专利

技术,提升知识产权保护能力和科技成果转化能力,使自身在激烈的国际竞争中处于有利地位。

(3)中国必须进一步提升高技术制造业的技术密集度,提升高技术产业的国际竞争地位。尽管我国高技术制造业附加值占世界份额增加明显,但在 5 个高技术制造业中有 4 个领域的附加值占世界相应份额仍然较低,大都不超过 7%,而美国相应的世界份额大都超过 32%,在航天和航空领域占世界份额的近半数(49%)。这反映出我国高技术产业的技术密集度偏低。提升我国高技术产业的国际竞争地位,应不仅仅提升产业规模,更需要提升质量,提升自主创新能力和研发核心技术的能力,持续提升我国高技术产业的国际竞争力,实现由制造大国向制造强国和创造大国的历史跨越。

主要参考文献

- 1 National Institute of Science and Technology Policy. Science Map 2004. <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep100e/idx100e.html>
- 2 National Institute of Science and Technology Policy. Science Map 2006. <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep110e/rep110e.html>
- 3 NSF. Science and Engineering Indicators 2008. <http://www.nsf.gov/statistics/seind08/>
- 4 OECD. Main Science and Technology Indicators. 1991-2008 <http://stats.oecd.org/index.aspx?r=265675>
- 5 日本科学技术振兴机构. 中国の科学技力について. 2008. <http://www.spc.jst.go>
- 6 中国科学院国际科技比较研究组. 中国与美日德法英五国科技的比较研究. 北京: 科学出版社, 2009.
- 7 ISI. Web of Knowledge. http://apps.isiknowledge.com/WOS_GeneralSearch_input.do?preferencesSaved=&product=WOS&SID=2BFEp%40B6Lbh

- | | |
|---|--|
| 5FLfEpME&search_mode=GeneralSearch | 10 JPO. Japan Patent Office Annual Report 2001 |
| 8 ISI. Essential Science Indicators.http://esi. | -2006. http://www.jpo.go.jp/ |
| isiknowledge.com/home.cgi | 11 WIPO. Statistics on Patents. http://www.wipo. |
| 9 USPTO. Paten database.http://www.uspto.gov/ | int/ipstats/en/statistics/patents/ |

Judging the Development of Chinese Science and Technology from a Comparative Study between China and the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom

Pan Jiaofeng¹ Tan Zongying²

(1 Bureau of Planning and Strategy, CAS 100864 Beijing)

2 Information Research Department, National Science Library, CAS 100190 Beijing)

Conducting a comparative study between China and the major developed countries could help us have a world perspective on China, recognize the position of Chinese science and technology in this field of the world, grasp the development trends of science and technology among the major countries of the world, make clear China's superiority and gaps, thus helping to learn from international experience, and formulate an effective science and technology development strategy and policy, and effectively plan and manage the scientific and technological activities. This paper has summarized and analyzed the key points in the comparative study of science and technology between China and the United States, Japan, Germany, France and the United Kingdom, which are the five of the world's most scientifically and technologically developed countries. From this paper you can see the development of Chinese science and technology. In addition, several policy recommendations have been put forward.

Keyword comparative study of international science and technology, the development of science and technology, quantitative study, qualitative study, China, policy recommendations

潘教峰 中科院规划战略局局长。长期从事教育、科研管理和政策研究工作,在科技战略规划、科技评价和科技政策等方面,有多篇(本)著述发表。参加了中科院知识创新工程重要战略研究报告起草和规划、方案、重大改革措施的研究制定与组织实施。中国科学技术大学兼职教授,第十届全国青联委员,中国青年科技工作者协会常务理事,国家发改委-中科院创新发展研究中心副理事长,中科院科技政策与管理研究会副理事长。E-mail: jfpan@cashq.ac.cn

谭宗颖 女,中科院国家科学图书馆情报研究部研究员,中科院研究生院聘任教授。多年从事科技发展战略研究、学科发展趋势研究、科技竞争力研究、情报研究方法与分析技术研究。主持和参加科技部、国家自然科学基金委、中科院等委托的课题/子课题 30 余项,发表文章和撰写报告多篇(本)。E-mail:tanzy@mail.las.ac.cn



中国科学院