

doi:10.3772/j.issn.1000-0135.2010.03.026

中国在世界科学中的地位和影响定量评估¹⁾

赵志耘 杨朝峰

(中国科学技术信息研究所, 北京 100038)

摘要 一国的科学实力是在现有科研环境和条件下,进行科研投入、开展纯基础研究和应用引发的基础研究,并取得科学产出的总体水平与能力,是一个国家科学实际能力与潜力的综合体现。本文建立了科学实力的评价指标体系,并利用主成分投影法对世界主要国家的科学实力和影响力进行定量评估。研究表明:虽然我国的科学实力已经大幅提升,但我国的科学影响仍然不高,不仅低于传统科学强国美国、英国、德国、日本和法国,而且还低于瑞士、以色列等小国。这说明我国基础研究仍处于从跟踪、积累到酝酿突破的阶段,要达到国际先进水平还需要一段时间,甚至可能是比较长的时间。

关键词 科学实力 科学影响 定量评估 主成分投影法

A Quantitative Assessment on China's Scientific Position and Influence in the World

Zhao Zhiyun and Yang Chaofeng

(Institution of Scientific & Technical Information of China, Beijing 100038)

Abstract A country's national power of science is the comprehensive level and capacity for a country to conduct pure basic research and application-induced basic research to obtain scientific output. This article sets up an index system of national power of science, and conducts a quantitative assessment on China's science position and influence in the world using main component projection method. The results show that although China's national power of science has increased greatly, its scientific influence is inferior to traditional great power such as U.S., U.K., Germany, Japan and France, even inferior to some small countries such as Switzerland and Israel. China's basic research is still at the gate of break. There is a long way for China to realize qualitative change in Science.

Keywords national power of science, scientific influence, quantitative assessment, main component projection method

1 引言

随着经济全球化进程的日益加深,国际、国内的竞争日趋激烈,经济竞争、综合国力的竞争,越来越表现为科技的竞争,科技实力的评估得到越来越多的关注。20世纪90年代以来,有关科技指标、科技

实力的研究和评价在全世界得到迅速发展,无论从概念的开发到理论创新,还是从评价指标到计算方法的研究,越来越多的国家以及研究机构、专家学者加入到这一研究领域中,各种不同的评价报告不断涌现,且各有特色和不足^[3]。其中有代表性、有影响力的报告有美国国家科学委员会(NSB)发布的《科学与工程指标》、瑞士洛桑国际管理学院(IMD)发布

收稿日期:2010年2月23日

作者简介:赵志耘,女,1966年生,毕业于东北财经大学工业经济专业,博士,现为中国科学技术信息研究所副所长,研究员,主要研究方向:科技、经济政策。杨朝峰,男,1975年生,毕业于同济大学技术经济及管理专业,博士,现为中国科学技术信息研究所副研究员,主要研究方向:科技政策。E-mail:chaofengyang@163.com。

1) 本文是国家软科学研究计划资助重点项目(项目编号:2008GXS1K027)的阶段性研究成果。

的《世界竞争力年鉴》、世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》、国家科学基金会 (National Science Foundation) 发布的《全球高科技指标》、美国科学情报研究所 (Institute for Scientific Information, ISI) 编辑出版的《科学引文索引》和《基本科学指标数据库》、经济合作与发展组织 (OECD) 编撰的《主要科学技术指标》、联合国教科文组织发布的《科学报告》、中国科学院文献情报中心撰写《世界科学中的中国》、中国科学院发布的年度系列报告《科学发展报告》以及科技部的《我国科技实力研究报告》^[2~7]。这些研究和报告有些是专门针对科技实力的评价 (如科学与工程指标、科学引文索引、全球高科技指标、科学报告), 有些则是综合性的评价, 科技实力的评价只是其中的一个部分 (如世界竞争力年鉴、全球竞争力报告)。

从科学实力评估的角度来看, 现有的相关研究主要存在两个方面的问题: 一是单独进行科学实力评估并为世界所公认的专门研究目前还很少见, 科学实力往往是作为一个组成要素存在于综合国力和国际 (全球) 竞争力等评价报告之中^[8]。二是在少量的科学实力评价的研究中, 有的是运用文献计量学和科学计量学的方法 (主要是 SCI 和 ESI) 对世界各国的科学水平进行比较, 而忽略了其他反映科学实力的指标; 而另外一些则只是综述性的介绍 (如科学发展报告), 缺乏深入的国际对比研究。科学实力评估不能只局限于科研活动本身, 还要考虑科研活动所处的环境条件因素及其所产生的作用和效果。要全面地描述科学实力、准确地把握科学实力, 应该采用若干指标来描述科技学力的内部结构, 以完整的指标体系来全面综合描述科学实力, 充分发挥指标体系的科学的评价考核作用及对于科学发展的导向作用^[9]。

当中国科技发展越来越吸引各国科技政策分析家的关注目光之时, 我国在世界科学中究竟处于什么地位? 它对世界科学又有怎样的影响? 本文将在对中国及世界其他主要国家的科学实力和影响进行定量评估的基础上, 对这些问题进行了回答。

2 科学实力的涵义和计算方法

要给科学实力下一个定义, 就必须先明晰科研活动中那些是科学研究活动, 哪些是技术研究活动。虽然国际上对于科学和技术的定义早有定论, 但对于如何界定科学研究活动和技术研究活动的范围却

远位达成共识。这是因为科学和技术的关系并不是一成不变的, 而是经历了一个漫长的演变过程。早在史前时期, 人类就在制造工具的过程中产生了技术, 但是长期以来, 科学和技术并没有什么联系, 各自按照自己的逻辑分道扬镳。在古代, 科学知识专属于贵族哲学家, 而技术则由制造工匠掌握, 二者有截然分明的高低贵贱之分。中世纪, 商业蓬勃兴旺, 社会交换日益活跃, 哲学家传统和工匠传统开始缓慢接近。特别是在近代科学革命之后, 科学以独立的社会建制和知识体系出现在社会舞台, 加上随后的工业革命风起云涌, 促使科学和技术逐渐接触。可是, 真正以科学作为基础的现代技术, 直到 19 世纪后期才崭露头角, 化学合成技术和电气技术是其典型的代表。20 世纪初, 以量子力学和相对论为代表的理论物理学革命, 使原子物理和核物理的研究获得重大突破, 从而为核反应堆和原子弹的成功研制提供了强大的理论支持。这种现代技术源于基础科学理论的成功案例给人们留下了极其深刻的印象。第二次世界大战期间, 美国科学研究发展局 (OSRD) 局长布什, 为预测如何在和平时发挥科学的作用, 于 1945 年出版了《科学: 永无止境的前沿》一书, 即著名的布什报告。该报告指出基础研究是技术进步的先驱, 并提出基础研究→应用研究→开发→生产经营的研发线性模型。在该模式中, 后面的研究总是依赖于前面的研究, 从而突出了作为起点的基础研究的重要性。布什报告深刻地揭示了科学与技术之间关系新变化的某些特征, 也深刻地影响了美国科技政策的制定, 并促使美国政府创立了国家科学基金会 (national science foundation, NSF), 确立了基础研究优先资助的政策, 但报告中提出的单向度的研究开发的线性模式却显得过于简单^[10]。

美国普林斯顿大学的司脱克斯, 针对布什的线性研发模型存在的问题, 总结了美国战后科技政策的实际变化, 于 1997 年提出了科研活动的二维象限图, 阐述了科学与技术、基础研究与应用研究之间关系演变的新见解, 如图 1 所示。

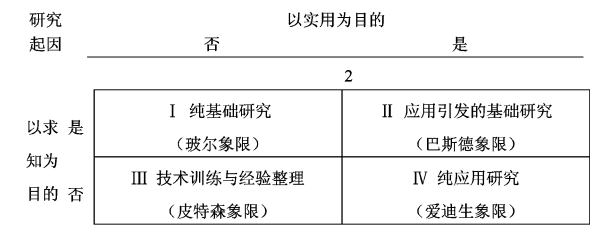


图 1 科研活动的二维象限图

司脱克斯将解决应用问题而产生的基础研究,形象地概括为巴斯德象限。这是因为法国微生物学家巴斯德从事生物学领域许多前沿性的基础理论研究,其动力源自于为解决实际问题的需要,其科研活动,既不同于丹麦物理学家玻尔的纯基础研究(象限Ⅰ),也有别于美国发明家爱迪生的纯应用研究(象限Ⅳ)。巴斯德象限的提出表明现在现代科研活动中有时无法清晰地区分基础研究和应用研究,传统的基础研究与应用研究只能二者选一的观点已经过时。

根据以上分析,本文将科学活动的范围界定为纯基础研究和应用引发的基础研究,并将一国的科学实力(national power of science)定义为在现有科研环境和条件下,进行科研投入、开展纯基础研究和应用引发的基础研究,并取得科研产出的总体水平与能力,是一个国家科学实际能力与潜力的综合体现。科学潜力是指具有可能发挥、但尚未发挥或尚未完全发挥出的科学能力,可以用科学基础条件(为科学未来的长远持续发展所需的必要的资源储备)和科学投入(科学活动中所投入的各种资源,包括人力资源和财力投入)来反映;科学实际能力则是指已经发

挥出的科学能力,可用科学直接产出(科学活动所产生的直接成果)以及科学对技术的促进作用(科学活动所产生的间接成果)来反映。

在对我国科学实力的评价中,若选取相对指标较多,则在评价中我国的科学实力的排名就相对靠后;若选取总量指标较多,则在评价中我国的科学实力的排名就相对靠前。因此,为客观反映我国的科学实力,我们在遵循建立指标体系的系统性、可比性、科学性和适用性原则的基础上,参考国际、国内有影响力的有关科技创新能力、科技竞争力、科技实力等指标体系,并兼顾总量指标和相对指标,经过初选、分析、筛选、归并,遴选出 16 个三级指标。具体指标体系详见表 1。

科学实力的评价指标是一个复杂的指标体系,指标数目的庞杂使得各指标之间的信息难免会有重叠,基于此本文引入了一种新的多指标决策与综合评价的方法——主成分投影法来进行科学实力的评价。该方法在对指标值进行无量纲化和适当加权处理的基础上,通过正交变换将原有的指标转换为彼此正交的综合指标,消除了指标间的信息重叠问题,并利用各主成分设计一个理想决策变量,以各被评对象相应的决策向量在该理想决策向量方向上的投影作为一维的综合评价指标^[11]。用主成分投影法进行综合评价可分为如下 4 个步骤。

2.1 评价指标预处理

指标体系中不同的指标具有不同的量纲。为了便于对量纲不同的各指标进行综合评价和相互比较,必须将指标无量纲化,即将各项指标转化为一个相对统一的尺度;同时,为了便于进行矩阵的计算,还要将指标进行标准化处理,即将指标值转化为 0~1 之间的数。经过无量纲化和标准化处理后,所有的指标值都转化为 0~1 之间的可以统一度量的分值。常用的无量纲化和标准化的方法有向量归一化法、线性比例变换法、极差变换法、标准样本变换法和定性指标量化处理法。本文采用极差变换法对指标数据值进行无量纲化和标准化处理。设有 n 个被评价对象由 p 个指标描述,样本矩阵表示为 $X = (x_{ij})_{n \times p}$ 。由于本文所选的指标均为正向指标,所以令

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})},$$

$$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, p$$

经过无量纲化和标准化后,评价矩阵 X 转化为

表 1 科学实力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标
科学潜力	科学基础条件	公共教育经费
		公共教育支出占 GDP 的比例
		大学生毛入学率
	科学投入	R&D 经费
		R&D 经费占 GDP 的比重
		R&D 人员
		R&D 人员占就业人口的比例
科学实际能力	科学产出	科技论文数量
		每百万美元 R&D 经费投入的科技论文产出数
		R&D 人员的人均科技论文产出数
		SCI 论文引用数
		国际权威科学大奖(1980~2008 年)
	科学对技术的促进作用	PCT 专利申请数
		三方专利数
		本国居民拥有的专利数
		每百万美元 GDP 的有效专利数

矩阵 $Y=(y_{ij})_{n \times p}$, $y_{ij} \in [0,1]$ 。

2.2 确定指标权重

科学实力评价的数学实质是:把高维空间中的样本投影到一维直线上,通过投影点来研究样本的特点。也就是将选择多个量化(或可量化)评价指标作为多维样本,通过给出其权重系数,将多指标合成在一维线上,在一维空间上确定评价对象的状况。因此在评价指标确定后,权重是各个指标在评价指标体系中的重要程度的度量。权重表示各指标的相对重要程度,或表示一种效益替换另一种效益的比例系数。权重数的确定直接影响着评估的准确性,是评价过程中的一个极其重要的因素。科学、合理地确定指标权数是评价的关键环节。根据权重的确定是通过主观经验和判断,还是通过决策矩阵提供的评价指标的客观信息,可以将赋权方法分为主观赋权法和客观赋权法。主观赋权法是测评人员根据自己的知识、经验、信息和价值观,直接、主观地赋予各项指标权重的方法。客观赋权法是直接根据各个指标的原始信息经过一定的数学处理后获得权数的方法。由于科学实力评价指标体系中各指标所处的地位不一样(如相对于科学投入和科学产出这两个衡量科学实力的核心指标来说,科学基础条件和科学对技术的促进作用这两个指标属于外围指标),属性不一样(既有相对指标,又有总量指标),因此从各个指标的原始信息获得权重不适合科学实力评价体系。因此,本文将采用主观赋权法来确定权重。但不同于《世界竞争力年鉴》的等权重方法的是,本文在赋权时还遵循两条原则:一是核心指标的权重是外围指标权重的 1.5 倍;总量指标的权重是相对指标权重的两倍(科学实力更多的是一个总量的概念)。

确定权重 w_j 后,就可以得到归一化加权后的样本矩阵 $Z=(z_{ij})_{n \times p}=(w_j y_{ij})_{n \times p}$, $j=1,2,\cdots,p$ 。

2.3 指标的正交变换

科学实力评价的指标较多,指标间的相关联系会造成评价信息的相互重叠、相互干扰,从而难以客观地分析各评价向量的相对地位。为过滤掉指标间的重复信息,采用正交变换。设 $Z'Z$ 的特征值为 $\lambda_1, \lambda_2, \cdots, \lambda_p$ ($\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \cdots \geq \lambda_p \geq 0$),对应的单位特

征值向量分别为 $\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_p$ 。令 $A=(\alpha_1, \alpha_2, \cdots, \alpha_p)$,对样本矩阵做正交变换,即 $U=ZA$,得到新的样本评价矩阵 $U=(u_{ij})_{n \times p}$ 。

2.4 求出理想评价向量和投影值进行综合评价

将每个被评价对象视为一个 p 维向量,构造理想评价向量 $d^*=(d_1, d_2, \cdots, d_p)$,其中 $d_j=\max_{1 \leq i \leq n} \{u_{ij}\}$, $j=1,2,\cdots,p$ 。将 d^* 单位化后得

$$d_0^* = \frac{d^*}{\|d^*\|} = \frac{d^*}{\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \cdots + d_p^2}}$$

再求出样本矩阵在理想评价向量方向上的投影值:

$$D_i = u_i d_0^* = \frac{1}{\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \cdots + d_p^2}} \sum_{j=1}^p d_j u_{ij}, \quad i=1,2,\cdots,n$$

根据投影值 D_i 的大小可直接对被评价对象进行排序和比较分析。投影值越大,表明被评价对象的科学实力越强,反之则越弱^[12]。

3 科学实力的定量评估

按照上述指标体系,本文收集了 13 个主要国家(2006 年科技论文产出数占世界前 13 位的国家)的数据。数据主要来源:OECD 主要科学技术指标、世界银行数报告、世界知识产权组织数据库、美国科学与工程指标、世界竞争力年鉴、中国统计年鉴、中国科技论文统计与分析等。考虑到国际数据的完整性和可比性,本文评价采用的主要是 2006 年的数据。需要指出的是,尽管作了最大努力收集了现在所能找到的世界各国的最新数据,但仍个别国家存在部分指标数据缺失的情况,本文采用内插法(当有数值边界或知道缺失部分两端数值)或外推法(当缺失的数据一侧有数值,而另一侧没有数值)来补全^①。

3.1 科学实力指标的初步分析

本文首先从科学实力的四个方面对 13 个主要国家进行初步比较分析,为综合科学实力比较奠定基础,同时也反映了不同国家在不同方面中会有不同的表现。

科学基础条件包括公共教育经费、公共教育支

① 主要涉及德国和加拿大的毛入学率和公共教育经费支出占 GDP 的比例这两个指标。

出占 GDP 的比例和大学生毛入学率三个指标^①。公共教育经费和公共教育经费支出占 GDP 的比例是国际通用的衡量一国政府对教育经费投入水平的主要指标。大学生毛入学率则是国际通用的评价一国高等教育发达程度的主要指标。2006 年主要国家科学基础条件见表 2。

表 2 2006 年主要国家科学基础条件

国家	公共教育经费 (百万美元)	公共教育经费 占 GDP 比重(%)	大学生 毛入学率(%)
美国	664 351	5.07	81.80
日本	142 499	3.49	57.30
中国	183 292	3.00	21.60
德国	115 492	4.39	56.80
法国	109 640	5.54	56.20
韩国	51 749	4.65	91.00
英国	113 203	5.66	59.30
加拿大	54 024	4.50	60.27
俄罗斯	58 393	3.82	72.30
意大利	85 221	4.27	67.00
西班牙	56 972	4.12	67.40
澳大利亚	36 299	4.40	72.70
荷兰	29 862	5.23	59.80

从表 2 可以看出,2006 年美国的公共教育经费在 13 个主要国家中独占鳌头,达到 6644 亿美元,远远高于其他国家。2006 年中国的公共教育经费为 1833 亿美元,仅次于美国。但我国公共教育经费占 GDP 的比重仅为 3%,在 13 个主要国家中排名倒数第 1,比比最高的英国低 2.66 个百分点。从大学生毛入学率来看,2006 年我国这一指标只有 21.6%,远远落后于其他国家。

科学投入包括 R&D 经费、R&D 经费强度(用 R&D 经费投入占 GDP 的比重来表示)、R&D 人员(科学家和工程师,全时当量)、R&D 人员强度(用每千名职工中 R&D 人员的比重来表示)四个指标^②。

2006 年主要国家科学投入见表 3。

表 3 2006 年主要国家科学投入

国家	R&D 经费 (百万美元)	R&D 经 费强度(%)	R&D 人员 (人)	R&D 人 员强度(%)
美国	348 658	2.66	1 389 353	9.80
日本	138 782	3.39	709 691	11.10
中国	86 758	1.42	1 223 756	1.60
德国	66 716	2.54	279 452	7.10
法国	41 508	2.10	211 129	8.30
韩国	35 886	3.22	199 990	8.60
英国	35 591	1.78	183 535	5.90
加拿大	23 306	1.94	141 037	8.50
俄罗斯	20 155	1.07	464 357	6.70
意大利	19 384	1.14	88 430	3.60
西班牙	15 596	1.20	115 798	5.80
澳大利亚	14 868	2.01	87 270	8.50
荷兰	9959	1.67	47 314	5.50

从表 3 可以看出,2006 年中国 R&D 经费投入总量为 867.6 亿美元,在主要国家中排名第三,仅次于美国的 3486.6 亿美元和日本的 1387.8 亿美元。虽然中国 R&D 经费投入总量不低,但 R&D 强度仅为 1.42%,在主要国家中排名倒数第 4,仅高于西班牙(1.2%)、意大利(1.14%)和俄罗斯(1.07%),和 R&D 资金投入强度最高的日本(3.39%)相差 1.97 个百分点。

从 R&D 人员投入来看,2006 年中国 R&D 人员投入总量为 122.4 万人,在主要国家中排名第二,仅次于美国的 138.9 万人,但 R&D 人员投入强度排名倒数第一,并且和其他国家相比有相当大的差距。2006 年中国每千名职工中科学家和工程师只有 1.6 人,远远低于排名第一的日本(11.1 人)和排名第二的美国(9.8 人)。

科学产出包括科技论文、每百万美元 GDP 的科

① 考虑到可比性,本文中所有的金额指标均采用购买力平价(PPP)进行测算。

② 尽管 R&D 投入包括用于基础研究和技术开发两个部分的投入,但由于统计的局限性,无法完全分离出各国用于基础研究的经费和人员投入,因此在此只能用 R&D 投入来代替基础研究投入,也就是说本文假设各国基础研究投入占 R&D 投入的比例相同。

技论文产出、R&D 人员人均科技论文产出、SCI 引文和国际权威科学大奖获奖人数四个指标。科技论文是指国外主要检索工具收录的科技论文,即 SCI(科学引文索引)、EI(工程索引)和 ISTP(科学技术会议录索引)收录的科技论文。SCI、EI 和 ISTP 这三大检索工具作为国际科技界公认的权威科技文献检索工具,收集和反映了全球重要科技文献基本情况。SCI 引文数衡量了一个国家科技论文的质量和影响。本文统计的国际权威科学大奖获奖人数是指各国科学家在 1980~2008 年获得诺贝尔奖、沃尔夫奖、菲尔茨奖、图灵奖、泰勒环境成就奖的人数^①。这些国际权威科学大奖奖励的是自然科学领域原创性的成果,是对整个人类文明、社会进步都有重大作用的基础性科学研究成果。能够获得国际权威科学大奖,是一个国家科研实力的重要体现。主要国家科学产出见表 4。

表 4 2006 年主要国家科学产出

国家	科技论文数	科技论文/百万美元 GDP	R&D 人员人均科技论文	SCI 引文数(2002~2006 年)	国际权威科学大奖获奖人数
美国	590 807	1.69	0.43	8 937 644	306.5
日本	148 887	1.07	0.21	1 581 619	16
中国	171 878	1.98	0.14	692 283	2
德国	134 577	2.02	0.48	1 955 974	16
法国	93 822	2.26	0.44	1 266 844	23
韩国	54 849	1.53	0.27	322 985	0
英国	138 678	3.90	0.76	2 158 717	42
加拿大	77 299	3.32	0.55	1 028 532	13
俄罗斯	41 316	2.05	0.09	259 985	11
意大利	78 166	4.03	0.88	927 466	2
西班牙	57 579	3.69	0.50	601 027	0
澳大利亚	47 574	3.20	0.55	599 271	3
荷兰	40 236	4.04	0.85	196 943	7

从表 4 可以看出,美国的科技论文产出稳居 13 个主要国家之首,其 2006 年科技论文产出为 590 807 篇,远远高于其他国家。2006 年中国科技论文数为 171 878 篇,仅次于美国,但无论是从每百万美元

GDP 的科技论文数,还是从 R&D 人员的人均科技论文产出数来看,中国的排名都在第 10 名以后。从科技论文产出质量来看,2002~2006 年,我国 SCI 论文引文数为 692 283 篇,在 13 个主要国家中排名第 8,仅高于西班牙、澳大利亚、韩国、俄罗斯和荷兰。

从 1980~2008 年的国际权威科学大奖获奖人数来看,美国处于遥遥领先的地位,其国际权威科学大奖获奖人数高达 306.5 人,占 13 个主要国家总获奖人数的 69.4%。英国和法国的获奖人数分别为 42 人和 113 人,在 13 个国家中分列第 2 和第 3 名。中国和意大利的获奖人数都是 2 人,在 13 个主要国家中并列倒数第 2。韩国没有一人获奖,排名倒数第 1。

专利产出包括三方专利、PCT 专利、居民专利和每百万美元 GDP 的专利数四个指标。三方专利是指在欧洲专利局和日本专利局都提出了申请并已在美国专利商标局获得发明专利权的同一项发明专利,它反映的是世界上最具市场价值和高技术含量的专利状况。PCT (Patent Cooperation Treaty, 专利合作条约)是继《巴黎公约》之后,在知识产权领域中又一个意义重大的国际合作公约。PCT 专利申请量只是“申请量”而非“获批准量”,但由于各个国家和企业的批准率都基本相同,因此衡量指标默认为 PCT 申请量^②。PCT 专利申请是企业参与国际竞争、占领国际市场的有效手段;PCT 专利申请量是衡量一个国家或地区创新能力和竞争力的重要指标,在某种程度上反映了一个国家或地区经济运行的质量和国际竞争力。一国的居民专利数是指具有该国国籍的常住人口在国内外获得的发明专利授权数^③。

从表 5 中可以看出,2006 年美国和日本三方专利之和占到 13 个主要国家三方专利之和的 6 成以上,从 PCT 专利来看也是如此。中国的三方专利和 PCT 专利分别只有 484 件和 3927 件,在 13 个主要国家分列第 10 名和第 8 名。从居民专利来看,日本和韩国表现突出,2006 年日本的居民专利为 217 532 件,超过美国位居 13 个主要国家之首。韩国以 102 668 件排名第 3。2006 年中国的居民专利为 26 298 件,位列日本、美国、韩国和德国之后。我国每百万美元 GDP 的专利数则在 13 个主要国家中排名倒数第 3,仅高于意大利和西班牙。

① 对拥有双重国籍者,给每个国家都计 0.5,前苏联的获奖由俄罗斯继承。
② 世界知识产权组织专利统计报告 2008 年版。
③ 世界知识产权组织只统计发明专利。

表 5 2006 年主要国家专利产出

国家	三方 专利	PCT 专利	居民 专利	专利/百万 美元 GDP
美国	15 942	51 246	155 978	0.0119
日本	14 187	27 024	217 532	0.0532
中国	484	3927	26 298	0.0043
德国	6171	16 732	56 920	0.0216
法国	2499	6260	26 128	0.0132
韩国	2785	5946	102 668	0.0923
英国	1663	5085	13 426	0.0067
加拿大	767	2572	7606	0.0063
俄罗斯	63	694	19 643	0.0104
意大利	767	2706	6554	0.0038
西班牙	236	1200	3310	0.0026
澳大利亚	390	2000	4201	0.0057
荷兰	1005	4544	10 142	0.0170

3.2 科学实力综合评价

在对 13 个主要国家的科学实力的四个方面进行初步比较分析后,本文用主成分投影法对主要国家的科学实力的来进了综合评价,计算结果见表 6。

从表 6 可以看出,2006 年美国的科学实力傲视群雄,其科学实力综合投影值为 0.2480,远远高于其他国家,是科学实力上的超级大国。日本、德国、中国、英国科学实力综合投影值分别为 0.1353、0.1032、0.0991 和 0.0980,分列 2~5 名,属于科学实力上的“多强”。其中,日本在“多强”中占据领先地位。2006 年主要国家科技实力分布见图 2。

表 6 2006 年主要国家科学实力评价结果

国家	科学 实力	排 名	科学 基础 条件	排 名	科学 投入	排 名	科学 产出	排 名	科学对 技术的 促进作用	排 名
美国	0.2480	1	0.0729	1	0.1429	1	0.1617	1	0.0985	1
日本	0.1353	2	0.0297	7	0.0948	2	0.0530	8	0.0933	2
中国	0.0991	4	0.0252	13	0.0838	3	0.0509	10	0.0282	8
德国	0.1032	3	0.0313	5	0.0602	4	0.0602	4	0.0504	3
法国	0.0904	6	0.0353	3	0.0535	6	0.0554	7	0.0336	5
韩国	0.0897	7	0.0333	4	0.0584	5	0.0406	12	0.0500	4
英国	0.0980	5	0.0364	2	0.0470	9	0.0747	2	0.0294	6
加拿大	0.0827	8	0.0283	10	0.0479	8	0.0567	5	0.0256	9
俄罗斯	0.0740	12	0.0277	12	0.0522	7	0.0402	13	0.0253	11
意大利	0.0794	9	0.0304	6	0.0353	13	0.0615	3	0.0254	10
西班牙	0.0736	13	0.0281	11	0.0388	11	0.0522	9	0.0231	13
澳大利亚	0.0768	11	0.0286	9	0.0452	10	0.0508	11	0.0242	12
荷兰	0.0778	10	0.0295	8	0.0376	12	0.0556	6	0.0283	7

中国的科学实力能进入“多强”的主要原因是中国的科学投入较大,其投影值为 0.0838,在 13 个主要国家中排名第 3。中国在科学对技术的促进作用(专利产出)在主要国家中处于中游水平,而科学产出和科学基础条件上则很落后,在主要国家中排名倒数第 3 和倒数第 1。与同属于“多强”的日本、德国、英国相比,我国的科学实力还只是属于“潜力”型,即具有很大的潜力,但科学的实际能力还不高。

4 科学影响力的定量评估

科学影响力是指一个国家的科学发展影响和改

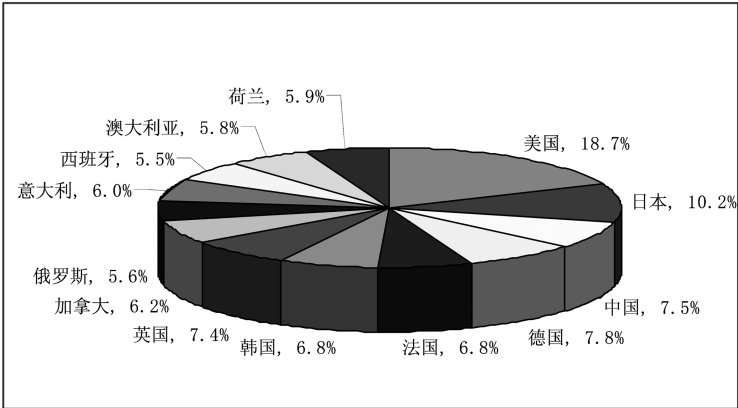


图 2 2006 年主要国家科技实力分布图

变其他国家科学各领域发展方向和速度的能力。本文选取 SCI 论文被引用次数排名前 20 位的国家或地区进行科学影响综合评估^①。评估指标包括引文数排名(1999 年 1 月 1 日至 2009 年 8 月 31 日)、国际权威科学大奖获奖人数(1980~2008 年)和国际权威科学院会员人数(2008 年)。评估方法为主成分投影法(三个指标的权重相等,均为 1/3)。主要国家科学影响评价结果见表 7。

表 7 主要国家科学影响评价结果

国家	SCI 引文数 (万篇)	国际权威 科学大奖 获奖人数	国际权威 科学院 会员人数	科学 影响 投影值	科学 影响 排名
美国	44 669 056	306.5	70	0.55644	1
英国	10 922 282	42	81	0.32496	2
德国	9 406 841	16	40	0.22861	3
日本	7 602 742	16	37	0.21651	5
法国	6 304 141	23	38	0.21733	4
加拿大	5 233 211	13	13	0.161	8
意大利	4 417 871	2	12	0.15068	10
荷兰	3 419 657	7	12	0.14966	11
中国	3 404 466	2	12	0.14709	13
澳大利亚	3 067 686	3	20	0.16161	7
西班牙	2 942 425	0	7	0.13495	16
瑞士	2 693 730	19	31	0.18923	6
瑞典	2 407 364	8	12	0.14658	14
比利时	1 613 458	5	8	0.13465	17
韩国	1 515 555	0	0	0.11659	19
丹麦	1 369 297	4	6	0.12949	18
印度	1 288 075	2	11	0.1377	15
以色列	1 287 435	20	15	0.15434	9
俄罗斯	1 199 538	11	15	0.14951	12

从表 7 可以看出,虽然我国的科学实力已经大幅提升,从 2002 年的排名第 7 上升到 2006 年的排名第 4,但我国的科学影响仍然不高,在 19 个主要国家中排名第 13,不仅低于传统科学强国美国、英国、德国、日本和法国,而且还低于瑞士、以色列等小国。改革开放 30 多年来,我国基础研究获得长足发展,

少数领域已经处于国际前列,但很多重要的研究领域仍由欧美发达国家主导,我国科学家的研究总体上还是跟踪性的,原始创新研究较少,同时有分量的成果十分有限。尽管我国科学家在国内外研究刊物上发表了大量文章,但在新的科学概念和新的科学领域的提出、科学成果的最终总结上的贡献仍十分有限。在国际上有重大影响的基础研究成果鲜有中国科学家的名字。这说明我国基础研究仍处于从跟踪、积累到酝酿突破的阶段,要达到国际先进水平还需要一段时间,甚至可能是比较长的时间。对此我们应有清醒的认识。

5 结论与启示

本文建立了科学实力的评价指标体系,并利用主成分投影法对世界主要国家的科学实力和科学影响力进行定量评估,评估结果表明,2006 年世界科学呈现出“一超多强”的格局,美国的科学实力傲视群雄,日本、德国、中国、英国科学实力与美国有较大差距,但又明显高于其他国家,属于科学实力上的强国。中国的科学潜力较大,但还未转化成现实的科学能力。因此我国在加大科学研究投入的同时,也要注重提高研究的效率和质量,注重基础研究和应用研究的结合,使科学研究成为技术开发的强大理论支撑。

提高自主创新能力,建设创新型国家,是当前中国发展战略的核心,是提高我国综合国力的关键。这一战略对科技界最为核心的要求是要尽快提高科技“原始性创新”能力,而“原始性创新”能力的提高依赖于基础研究能力的大幅提升,要求取得一系列重大原创性成果,并涌现出一批在国际学术界产生积极影响的科学家。但目前我国存在一种不好的趋势,那就是以技术政策、创新政策代替科学政策。忽视基础研究自身规律而过分注重直接的、短期的经济效益日益成为中国基础研究发展的羁绊,制约了我国科学实力和影响力的提高,不利于我国自主创新能力的提高。我国在下一步的科研规划工作中,要让基础研究回到其本来面目,加大对好奇心驱动的基础研究的支持力度,给予基础研究工作者充分的自由空间,对基础研究要有长期的展望,给予稳定的支持。只有离开了短期、直接应用的目的的束缚,才能去做最重要、最根本的探索和研究,才能实现我

① 在进行综合评估时,英格兰和苏格兰合并为英国。

国科学实力从量变到质量的飞跃。

最后需要说明的是,由于数据和能力所限,本文所建立的科学实力和科学影响力指标评估体系还存在一些问题。如假设各国基础研究投入占 R&D 投入的比例相同,实际上我国基础研究投入占 R&D 投入的比例明显低于发达国家,这样会对我国科学实力产生一定程度的高估。此外,受限于调查手段,本文没有在评估体系中加入定性指标。这些问题有待于后来者进一步研究和完善。

参 考 文 献

- [1] 科技部基础研究司,科学院文献情报中心.世界科学中的中国[R].北京,2004.
- [2] 蒋国华.关注科技实力的评估、指标和排序[J].南开管理评论,2000(3):53-55,65.
- [3] 胡鞍钢,熊义志.对中国科技实力的定量评估(1980~2004)[J].清华大学学报(哲学社会科学版),2008(2):104-119.
- [4] 解金玲,吴强.基于主成分投影法的区域科技实力评价[J].科技管理研究,2005(11):50-51,72.
- [5] 科技实力专题研究组.我国科技实力研究报告[R].北京,2007.
- [6] 刘则渊,陈悦.新巴斯德象限:高科技政策的新范式[J].管理学报,2007(3):346-353.
- [7] 吴开亚.主成分投影法在区域生态安全评价中的应用[J].中国软科学,2003(9):123-126.
- [8] 杨朝峰,赵志耘.科技实力评估研究:综述与展望[J].中国软科学,2009(8):167-173.
- [9] 中国科学院.科学发展报告[R].北京:科学出版社,2009.
- [10] NSB. Science and Engineering Indicators 2008 [OL]. [2009-08-28]. <http://rapidshare.com/files/114779429/Science-and-Engineering-Indicators-volume1.rar>.
- [11] OECD. Main science and technology indicators 2008[OL]. [2009-07-09]. <http://www.esds.ac.uk/international/support/user-guides/oecd/sti-manual.pdf>.
- [12] UNESCO. Science Report 2005 [OL]. [2009-05-12]. <http://www.unesco.org/science/psd/publications/science-report2005.pdf>.

(责任编辑 王建平)

中国在世界科学中的地位和影响定量评估

作者：[赵志耘](#)，[杨朝峰](#)

作者单位：[中国科学技术信息研究所, 北京, 100038](#)

刊名：[情报学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#) [CSSCI](#)

英文刊名：[JOURNAL OF THE CHINA SOCIETY FOR SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION](#)

年，卷(期)：2010，29(3)

被引用次数：0次

参考文献(12条)

1. [科技部基础研究所. 科学院文献情报中心. 世界科学中的中国](#) 2004

2. [蒋国华. 关注科技实力的评估、指标和排序](#) 2000(3)

3. [胡鞍钢. 熊义志. 对中国科技实力的定量评估, \(1980~2004\)](#) 2008(2)

4. [解金玲. 吴强. 基于主成分投影法的区域科技实力评价](#) 2005(11)

5. [科技实力专题研究组. 我国科技实力研究报告](#) 2007

6. [刘则渊. 陈悦. 新巴斯德象限:高科技政策的新范式](#) 2007(3)

7. [吴开亚. 主成分投影法在区域生态安全评价中的应用](#) 2003(9)

8. [杨朝峰. 赵志耘. 科技实力评估研究:综述与展望](#) 2009(8)

9. [中国科学院. 科学发展报告](#) 2009

10. [NSB Science and Engineering Indicators 2008](#) 2009

11. [OECD Main science and technology indicators 2008](#) 2009

12. [UNESCO Science Report 2005](#) 2009

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_qbxb201003026.aspx

授权使用：南京航空航天大学图书馆(wfnhtsg)，授权号：132f3848-45fb-4821-886e-9ded00bccb89

下载时间：2010年9月10日