

从国家自然科学基金看我国各省市基础研究竞争力

马廷灿^{①②}, 曹慕昆^③, 王桂芳^{①②}

① 中国科学院国家科学图书馆武汉分馆, 武汉 430071;

② 中国科学院武汉文献情报中心, 武汉 430071;

③ 厦门大学管理学院, 厦门 361005

E-mail: matc@mail.whlib.ac.cn

2011-09-14 收稿, 2011-10-28 接受

摘要 国家自然科学基金是我国支持基础研究的主要渠道之一, 被科研人员公认为国内最规范、最公正、最能反映研究者竞争能力的研究基金. 获得国家自然科学基金资助的竞争能力可以比较直观地反映出地区基础研究的水平和竞争力. 基于对国家自然科学基金立项信息的深入计算分析, 本文构建了基于国家自然科学基金竞争能力的基础研究综合竞争力指数, 并结合其他相关统计指标, 利用动态图表对我国大陆 31 个省市的基础研究竞争力进行了系统的动态交互式的可视化对比分析. 研究表明: 我国基础研究力量的地理分布非常不均匀, 各省市间的竞争力差异巨大, 但总体正朝着积极向好的方向发展.

关键词

国家自然科学基金
基础研究
竞争力
动态图表

国家自然科学基金(National Natural Science Foundation of China, NSFC)由国务院于 1986 年批准设立, 是我国实施科教兴国和人才强国战略的一项重要举措. 国家自然科学基金由国家自然科学基金委员会负责管理, 面向全国, 坚持“支持基础研究, 坚持自由探索, 发挥导向作用”的战略定位, 采取竞争机制, 择优并重点支持我国具有良好研究条件和研究实力的高等院校和研究机构中的研究人员开展自然科学基金基础研究(国家自然科学基金委员会概况, <http://www.nsf.gov.cn/Portal0/default140.htm>).

作为我国支持基础研究的主要渠道之一, 国家自然科学基金已经成为我国国家创新体系的重要组成部分. 20 多年来, 国家自然科学基金有力地促进了我国基础研究持续、稳定和协调发展, 发现、培养、吸引了一大批优秀青年科技人才, 为推动和加快我国的科技发展、区域创新与国际合作做出了重要贡献. 同时, 由于其评审过程与经费管理体现了公开、公正、公平, 在科技界获得了崇高的声誉, 被科研人员公认为国内最规范、最公正、最能反映研究者竞争能力的研究基金^[1,2]. 获得国家自然科学基金资助的竞

争能力已经成为衡量全国各地区和科研机构基础研究水平的一项重要指标, 并在实际科研评价中得到应用.

近年来, 一些学者对获得国家自然科学基金资助的项目数量、经费数量或基金资助率等相关指标及其在科研评价中的应用进行了研究^[3-6]. 通过对国家自然科学基金立项信息的深入计算分析, 并综合考虑获得国家自然科学基金资助的项目数量和经费数量, 本文提出了“国家自然科学基金竞争能力指数”, 在该指数基础上构建了基于国家自然科学基金竞争能力的省市基础研究综合竞争力指数, 并利用动态图表对我国大陆 31 个省、自治区和直辖市(以下简称“省市”)的基础研究竞争力进行了对比分析.

1 数据来源与分析指标

本文所采用的 2001~2010 年 10 年间国家自然科学基金立项信息原始数据采集自国家自然科学基金 ISIS 系统(国家自然科学基金项目资助情况在线数据库). 将国家自然科学基金项目主要资助的基础研究学科领域分为 8 大学科: 地球科学、工程与材料、管

理学、化学科学、生命科学、数理科学、信息科学、医学科学，与国家自然科学基金委员会下设的8个科学部相对应。

为了更加全面、有效地反映对比对象争取国家自然科学基金的能力，“国家自然科学基金竞争能力指数”(Competitiveness Index on NSFC, 以下简称“NCI”)综合考虑了对比对象获得国家自然科学基金资助的

项目数量、经费数量以及所有对比对象的平均水平，以克服单纯利用项目数量或经费数量可能带来的偏颇。“对比对象”可以是省市，也可以是科研机构等。本文的研究主要是以我国大陆31个省市为对比对象。某省市某年(基于项目批准年度)在某学科领域中的国家自然科学基金竞争能力指数——NCI_{某省市-某年-某学科}的计算公式如下：

$$NCI_{某省市-某年-某学科} = \sqrt{\frac{某省市某年某学科项目数量}{31省市某年某学科平均项目数量} \times \frac{某省市某年某学科经费数量}{31省市某年某学科平均经费数量}}$$

例如，2010年国家自然科学基金在医学科学领域共立项5512项，总经费为180566.4万元。其中，北京956项，经费为36379万元；甘肃26项，经费为626万元；31个省市平均项目数量为177.806项，平均经费为5824.723万元。则NCI_{北京-2010-医学科学}，NCI_{甘肃-2010-医学科学}的计算公式分别如下：

$$NCI_{北京-2010-医学科学} = \sqrt{\frac{956}{177.806} \times \frac{36379}{5824.723}} \approx 5.795;$$

$$NCI_{甘肃-2010-医学科学} = \sqrt{\frac{26}{177.806} \times \frac{626}{5824.723}} \approx 0.125.$$

从上述计算公式可以看出，某省市NCI的数值大小反映了该省市相对于我国大陆31个省市的平均水平，争取国家自然科学基金项目的竞争能力。数值越大，表明该省市的竞争能力越强，反之则越弱。从上述计算结果可以看出，北京在医学科学领域争取国家自然科学基金项目的竞争能力远高于全国平均水平，而甘肃的竞争能力则低于全国平均水平。

我们将各省市在8大学科领域中的NCI平均值定义为基于国家自然科学基金竞争能力的省市基础研究综合竞争力指数(“Comprehensive Competitiveness Index of Basic Research”，以下简称“BRCCI”)。例如，BRCCI_{北京-2010} = (NCI_{北京-2010-地球科学} + NCI_{北京-2010-工程与材料} + NCI_{北京-2010-管理科学} + NCI_{北京-2010-化学科学} + NCI_{北京-2010-生命科学} + NCI_{北京-2010-数理科学} + NCI_{北京-2010-信息科学} + NCI_{北京-2010-医学科学})/8 = (9.567 + 6.242 + 8.333 + 6.538 + 7.189 + 8.556 + 8.169 + 5.795)/8 ≈ 7.549; BRCCI_{甘肃-2010} = (NCI_{甘肃-2010-地球科学} + NCI_{甘肃-2010-工程与材料} + NCI_{甘肃-2010-管理科学} + NCI_{甘肃-2010-化学科学} + NCI_{甘肃-2010-生命科学} + NCI_{甘肃-2010-数理科学} + NCI_{甘肃-2010-信息科学} + NCI_{甘肃-2010-医学科学})/8 = (1.556 + 0.304 + 0.201 + 0.448 + 0.506 + 0.958 + 0.161 + 0.125)/8 ≈ 0.532.

从BRCCI的定义和计算公式可以看出，其数值大小反映了该省市基础研究综合竞争力的强弱。例如，如果某省市的BRCCI大于等于4，我们可以认为该省市的基础研究综合竞争力非常强；如果某省市的BRCCI大于等于2，但小于4，我们可以认为该省市的基础研究综合竞争力很强；如果某省市的BRCCI大于等于1，但小于2，我们可以认为该省市的基础研究综合竞争力较强；如果某省市的BRCCI大于等于0.5，但小于1，我们可以认为该省市的基础研究综合竞争力较弱；如果某省市的BRCCI小于0.5，我们可以认为该省市的基础研究综合竞争力很弱。

2 讨论与分析

根据2001~2010年10年间国家自然科学基金的立项信息，对以下指标进行了逐年统计分析：(1)某省市获得国家自然科学基金资助的项目数量与各省市平均值之比(简称为“项目数量比”)；(2)某省市获得国家自然科学基金资助的经费数量与各省市平均值之比(简称为“经费数量比”)；(3)NCI；(4)BRCCI；(5)某省市获得国家自然科学基金资助的机构数量与各省市平均值之比(简称为“机构数量比”)；(6)某省市获得国家自然科学基金资助的专家(项目负责人)数量与各省市平均值之比(简称为“专家数量比”)。此外，还将2001~2010年平分为2个5年时间段：2001~2005年(简称为“0105”)和2006~2010年(简称为“0610”)，并分别对上述指标进行了统计。基于这些统计指标，本部分利用SAP BusinessObjects Dashboards，以可视化动态交互方式展现比较了我国大陆31个省市的基础研究竞争力。基于图1和表1分析总结了31个省市的基础研究竞争力概况。

综合图1和表1的分析，可以看出，在2001~2010

图 1 基于 BRCCI 的我国大陆 31 省市基础研究竞争力对比分析 

年 10 年中,北京的基础研究综合竞争力始终遥遥领先于其他 30 个省市,而且在所有学科领域中,其 BRCCI、NCI、机构数量比、专家数量比、项目数量比、经费数量比等各项指标数值几乎全部始终保持在 4 以上,即始终全面领先。虽然近年来,其各项指标的数值均呈现出总体逐年下降的趋势,但仍然大幅领先于其他省市,显示北京集聚了全国最强大的科技资源,其基础研究竞争力令其他省市难以超越。

上海的基础研究综合竞争力总体来看一直稳居全国第 2 位,但与北京始终有不小的差距,而且近 5 年来其 BRCCI 也呈现出缓慢下降的趋势。不过,在

可以预见的未来几年中,其他省市尚难以取代其位置。就具体学科领域来看,除地球科学外,上海的 NCI 也都是保持在全国第 2 位。

江苏的基础研究综合竞争力一直位居全国第 3 位。值得注意的是,近几年来其 BRCCI 不断上升,与上海的差距在逐年缩小,同时不断拉大了与后续其他省市的差距。但在未来几年,其 BRCCI 恐仍难以超越上海。具体学科领域的情况与其总体情况基本类似。不过,从 NCI 的数值来看,其在地球科学领域中的竞争力一直稳居全国第 2 位,而且近年来在工程与材料领域中的竞争力上升迅速,2010 年已超过上海。

表1 我国各省市基础研究竞争力概况

省市	BRCCI变化趋势	概况
北京		基础研究综合竞争力非常强, BRCCI _{北京-0610} =8.074. 在所有学科领域中全面领先.
上海		基础研究综合竞争力很强, BRCCI _{上海-0610} =3.141. 在绝大部分学科领域中的竞争力仅次于北京, 但在地球科学领域中的竞争力相对较弱.
江苏		基础研究综合竞争力很强, BRCCI _{江苏-0610} =2.463. 在大部分学科领域中的竞争力仅次于北京、上海, 而在地球科学领域中的竞争力则一直领先于上海, 在工程与材料领域中的竞争力上升迅速.
湖北		基础研究综合竞争力较强, BRCCI _{湖北-0610} =1.801. 在信息科学、化学科学、数理科学领域中的竞争力相对较弱.
广东		基础研究综合竞争力较强, BRCCI _{广东-0610} =1.666. 在数理科学和工程与材料领域中的竞争力相对较弱.
浙江		基础研究综合竞争力较强, BRCCI _{浙江-0610} =1.422. 医学科学领域的竞争力上升较快, 地球科学领域的竞争力较弱.
陕西		基础研究综合竞争力较强, BRCCI _{陕西-0610} =1.256. 管理科学和工程与材料领域的竞争力下降趋势明显, 化学领域的竞争力一直较弱.
辽宁		基础研究综合竞争力较强, BRCCI _{辽宁-0610} =1.169. 在医学科学、生命科学、数理科学领域, 尤其是在地球科学领域中的竞争力较弱.
山东		基础研究综合竞争力中等偏上, BRCCI _{山东-0610} =1.063. 地球科学领域的竞争力较强, 管理科学、信息科学和数理科学领域的竞争力较弱.
四川		基础研究综合竞争力中等, BRCCI _{四川-0610} =0.988. 各学科间的竞争力差距相对较小, 信息科学领域的竞争力较强.
安徽		基础研究综合竞争力中等偏下, BRCCI _{安徽-0610} =0.885. 数理科学领域的竞争力一直较强, 生命科学和医学科学领域的竞争力较弱.
湖南		基础研究综合竞争力中等偏下, BRCCI _{湖南-0610} =0.861. 工程与材料领域的竞争力较强, 地球科学领域的竞争力很弱.
天津		基础研究综合竞争力中等偏下, BRCCI _{天津-0610} =0.828. 化学科学领域的竞争力较强, 地球科学领域的竞争力一直很弱.
黑龙江		基础研究综合竞争力较弱, BRCCI _{黑龙江-0610} =0.677. 工程与材料领域的竞争力较强, 地球科学和化学科学领域的竞争力很弱.
吉林		基础研究综合竞争力较弱, BRCCI _{吉林-0610} =0.669. 化学科学领域的竞争力较强, 但呈现下降趋势, 管理科学和医学科学领域的竞争力很弱.

(续表 1)

省市	BRCCI 变化趋势	概况
福建		基础研究综合竞争力较弱, BRCCI _{福建-0610} =0.572. 化学科学领域的竞争力较强, 而其他学科领域的竞争力则普遍较弱或很弱.
重庆		基础研究综合竞争力较弱, BRCCI _{重庆-0610} =0.543. 医学科学领域的竞争力较强, 而其他学科领域的竞争力则普遍较弱或很弱.
甘肃		基础研究综合竞争力较弱, BRCCI _{甘肃-0610} =0.482. 地球科学领域的竞争力较强, 而其他学科领域的竞争力则普遍很弱.
云南		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{云南-0610} =0.346. 优势学科为生命科学.
河南		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{河南-0610} =0.335. 优势学科为化学科学.
江西		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{江西-0610} =0.288. 优势学科为管理科学、医学科学、生命科学和工程与材料.
新疆		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{新疆-0610} =0.261. 优势学科为生命科学、地球科学和医学科学.
河北		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{河北-0610} =0.227. 优势学科为工程与材料.
广西		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{广西-0610} =0.197. 优势学科为医学科学.
山西		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{山西-0610} =0.194. 优势学科为化学科学.
内蒙古		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{内蒙古-0610} =0.146. 优势学科为生命科学.
贵州		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{贵州-0610} =0.145. 优势学科为地球科学.
海南		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{海南-0610} =0.061. 优势学科为生命科学.
宁夏		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{宁夏-0610} =0.057. 优势学科为医学科学和生命科学.
青海		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{青海-0610} =0.04. 优势学科为地球科学和生命科学.

(续表 1)

省市	BRCCI 变化趋势	概况
西藏		基础研究综合竞争力很弱, BRCCI _{西藏-0610} =0.015. 优势学科为地球科学和生命科学.

湖北的基础研究综合竞争力基本上保持在全国第 4 位. 从具体学科领域来看, 湖北在地球科学、工程与材料、管理科学和生命科学领域中的竞争力较强(其中, 前两个领域呈现总体上升趋势, 后两个领域呈现总体下降趋势), 而在信息科学、化学科学、数理科学领域中的竞争力则相对较弱. 总的来看, 其 BRCCI 波动性较大. 在未来几年中, 如果不能采取有力措施, 其全国第 4 的位置有可能被广东取代.

自 2004 年起, 广东的基础研究综合竞争力一直保持在全国第 5 位, 并呈现出较快的上升态势, 与排在第 4 位的湖北的差距逐渐缩小, 在未来几年有可能超越湖北. 从具体学科领域来看, 其在大部分学科领域中的 NCI 都呈现总体上升态势, 特别是在医学科学和地球科学领域中的竞争力较强, 但在数理科学和工程与材料领域中的竞争力依然相对较弱.

浙江、陕西和辽宁的基础研究综合竞争力基本维持在全国第 6 至 8 位. 从具体学科领域来看, 浙江在大部分学科中的竞争力都较强, 特别是在医学科学领域中的竞争力上升较快, 而在地球科学领域中的竞争力较弱; 陕西在医学科学和信息科学领域具有较强的竞争力, 在管理科学和工程与材料领域的下降趋势明显, 在化学领域中的竞争力一直较弱; 辽宁各学科间的竞争力差距较大, 在工程与材料、化学科学和管理科学中的竞争力较强, 在信息科学领域的竞争力处于中等偏上, 而在医学科学、生命科学、数理科学领域, 尤其是在地球科学领域中的竞争力则较弱.

2006 年以来, 山东的基础研究综合竞争力一直排在全国第 9 位, 并呈现出较快的总体上升趋势. 从具体学科领域来看, 山东在地球科学领域中一直有着较强的竞争力, 在其他七大学科领域中的竞争力也都呈现出较快的总体上升趋势. 例如, 山东目前在工程与材料、生命科学领域也已具有了较强的竞争力. 不过, 其在管理科学、信息科学和数理科学领域中的竞争力依然较弱.

四川、天津、安徽、湖南、吉林、黑龙江六省市的基础研究综合竞争力大致排在全国第 10 至 15 位.

从具体学科领域来看, 四川在各学科中的竞争力差距相对较小, 在信息科学领域中的竞争力较强, 在生命科学领域中的竞争力较弱; 天津在化学科学领域中有较强的竞争力, 在地球科学领域中的竞争力则一直很弱; 安徽在数理科学领域中一直有着较强的竞争力, 而在生命科学和医学科学领域中的竞争力则较弱; 湖南在工程与材料领域中的竞争力较强, 在地球科学领域中的竞争力很弱; 吉林各学科间的竞争力差距较大, 在化学科学领域中的竞争力较强, 但呈现出总体下降的趋势, 在管理科学和医学科学领域中的竞争力很弱; 黑龙江各学科间的竞争力差距也较大, 在工程与材料领域中的竞争力较强, 在地球科学和化学科学领域中的竞争力很弱.

重庆、福建、甘肃 3 省市的基础研究综合竞争力大致排在全国第 16~18 位. 从具体学科领域来看, 三省市的情况较为类似, 即各学科间的竞争力差距较大. 重庆在医学科学领域有着较强的竞争力, 而在其他学科领域中的竞争力则普遍较弱或很弱, 尤其是地球科学和化学科学领域; 福建在化学科学领域有着较强的竞争力, 而在其他学科领域中的竞争力则普遍较弱或很弱, 尤其是信息科学领域; 甘肃在地球科学领域有着较强的竞争力, 而在其他学科领域中的竞争力则普遍很弱, 尤其是医学科学、管理科学和信息科学领域.

其他 13 省市的基础研究综合竞争力很弱. 不过, 云南、河南、江西、新疆等近年来上升趋势明显. 而且, 不少省市也都陆续在其多数弱势学科领域中实现了国家自然科学基金项目数量零的突破.

3 结论

通过对国家自然科学基金立项信息的深入计算分析, 本文综合考虑对比对象获得国家自然科学基金资助的项目数量和经费数量以及所有对比对象的平均水平, 提出了国家自然科学基金竞争能力指数, 并在此基础上构建了基于国家自然科学基金竞争能力的省市基础研究综合竞争力指数. 基于 BRCCI,

NCI 等统计指标, 利用动态图表对我国大陆 31 省市的基础研究竞争力进行了系统的动态交互式的可视化对比分析。

研究表明, 我国基础研究力量的地理分布非常不均匀, 各省市间的竞争力差异巨大。北京的基础研究综合竞争力非常强, 且在所有学科领域中的竞争力始终大幅领先于其他省市; 上海和江苏的基础研究综合竞争力很强, 其中江苏的上升势头明显, 两省市间的竞争将会日益激烈; 湖北、广东、浙江、陕西和辽宁的基础研究综合竞争力较强, 其中广东

呈现出较快的总体上升态势, 与湖北的差距逐渐缩小; 山东、四川、天津、安徽、湖南的基础研究综合竞争力处于全国中间水平, 其中山东呈现出较快的总体上升态势; 吉林、黑龙江、重庆、福建、甘肃的基础研究综合竞争力较弱; 云南、河南、江西、新疆等其他 13 省区的基础研究综合竞争力很弱。不过, 其中不少省市近年来上升趋势明显, 而且也都陆续在其弱势学科领域中实现了国家自然科学基金项目数量零的突破。因此, 我国的基础研究正朝着总体积极向好的方向发展。

致谢 感谢中国科学院武汉文献情报中心情报研究部主任张军研究员和中国科学院规划战略局战略情报处处长刘清研究员在本文的完成过程中给予的大量帮助和指导。

参考文献

- 1 莫琦. 国家自然科学基金对区域技术创新的作用研究. 生产力研究, 2009, (24): 112-114
- 2 张经彦, 范庆书. 自然科学基金在地方人才培养中的重要作用. 中国科学基金, 2005, 19: 305-306
- 3 马廷灿. 从国家自然科学基金看我国基础研究力量的变化趋势. 中国科学基金, 2011, 25: 282-285
- 4 徐岩英, 毕新刚, 陈始明, 等. 1986~2006 年国家自然科学基金资助肿瘤研究的统计与分析. 中国科学基金, 2010, 24: 47-51
- 5 华子春, 王雨轩. 基金相对资助率——反映国家自然科学基金竞争能力的一个新指标. 中国科学基金, 2009, 23: 50-51
- 6 陈丽贞, 李洁, 郑世珠, 等. 国家自然科学基金项目依托单位的分布统计研究. 科技管理研究, 2008, 28: 106-108

Analysis of the regional competitiveness of basic research in China based on the National Natural Science Foundation of China

MA TingCan^{1,2}, CAO MuKun³ & WANG GuiFang^{1,2}

¹ Wuhan Branch of the National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China;

² Wuhan Library of Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China;

³ School of Management of Xiamen University, Xiamen 361005, China

The National Natural Science Foundation of China (NSFC) is one of the most important channels to support basic research in China. It has been recognized as one of the most regulated and fair funds by researchers. The NSFC also best reflects researcher competitiveness. Competition for funding by the NSFC has been a very important measure of the scientific research activity of different regions. Based on statistical analysis of NSFC project information, we propose a new index, the Comprehensive Competitiveness Index of Basic Research, based on the competitiveness of NSFC. Through a dynamic figure, the new index and some other relevant statistical indicators were used to analyze the competitiveness of basic research in 31 provincial areas in mainland China. The results show that the geographic distribution of basic science research in China is very uneven, with large differences in competitiveness among different regions. Fortunately, in general, the development of China's basic research is moving in a positive direction.

National Natural Science Foundation of China, basic research, competitiveness, dynamic figure

doi: 10.1360/972011-1819