

# 从国际论文看各地优势领域与结构

岳洪江

(河南师范大学 科技与社会研究所,河南 新乡 453002)

**摘要:**以国际科技论文(SCI、EI、ISTP)作为科技产出指标,分析我国各省市区的科学研究绝对优势领域和相对优势领域;比较部分省市不同时期科研领域相对优势的变化,探讨各地学科结构变化,并对建设优势领域提出初步建议。

**关键词:**科技论文;优势领域;学科结构

**中图分类号:**G649.28-101

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-7348(2004)01-0089-04

## 0 前言

科学技术作为第一生产力,在当今中国的经济和社会进步中正发挥着越来越显著的作用。人们对于国家科学技术的发展水平在国际上所处的地位,对于比较和评价国家研究和开发活动的绩效和成果产出等,给予了更多的关注。为了更好地推动各地区的科学活动,更科学地制定各种宏观科学政策,有必要对各地区的科研力量进行定量分析研究。反映科技产出水平的指标有多种,其中科技论文是衡量科学研究主要产出形式的重要计量指标。

为了更好地了解各地区的科研力量分布,特别是不同学科领域在各地区的分布状况,本文利用客观统计数据,展示各地区科学技术发展的优势领域,以利在比较和评价中寻找优势和突破口。

## 1 数据来源和计量方法

### 1.1 数据来源

为了全面认识和了解各省市优势领域和力量,我们选取国际上最有影响和权威的科技论文SCI(科学引文索引)、EI(工程索引)、ISTP(科学技术会议录索引)三大检索系统作为数据源。中国科技信息研究所信息

分析中心出版的《中国科技论文统计与分析》(年度报告),统计了这三大系统收录我国科技论文的地区、领域分布情况。

三大系统收录的论文涉及到科学技术研究的各个领域,领域的分类有许多种,但三大系统收录的我国著者为第一作者的论文不算多,就某一地区而言则更是如此,有些地区某些学科许多年份都是空白。有鉴于此,把三大系统论文归为9个领域,分别为数学、物理学、化学、地球科学(包括天文学)、生物学、医药卫生、农林科学、工程技术、环境科学(下文分别简称数学、物理、化学、地球、生物、医药、农林、工程、环境)。

随着我国科研力量的快速增强,以及对科技论文进入国际领域的重视,上世纪90年代我国国际论文数量增长迅速,国际三大论文检索系统收录我国科技人员发表的科技论文占世界科技论文总数,从1991年的1.28%增加到2000年3.55%,世界排名由1991年的第15位到2000年的第8位。各领域论文数都有大幅增长,但各领域论文数量的比重及增长幅度不尽相同。图1和图2描绘了1991~2000年我国9个领域论文数量的变化趋势。

分析数据和图1、图2可以知道:

(1)从9个领域10年论文量占全国论

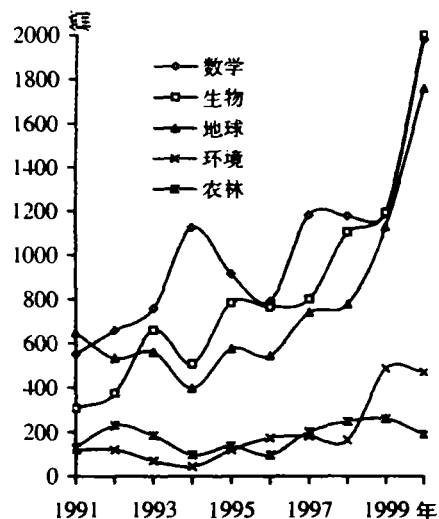


图1 5个领域国际论文变化趋势

文总量比重看,最大的是工程技术类,占43.9%,其次是物理学、化学,分别为22.3%和14.4%,其它依次为医药卫生(5.7%)、数学(4.7%)、生物学(3.9%)、地球科学(3.5%)、环境科学(0.9%)、农林科学(0.8%)。

(2)除化学领域稳定增长外,其余8个领域都不同程度地存在着波动性增长,各领域波动的年份不完全一致,1994年和1996年是两个波动较大的年份。1998年以来各领域增长显著。

(3)从10年年均增长速度看,生物学和

收稿日期:2003-06-17

项目基金:国家自然科学基金项目(70073007)、河南师范大学骨干教师资助项目

作者简介:岳洪江(1973-),男,硕士,河南师范大学科技与社会研究所讲师,主要研究领域为科学计量与科技政策。

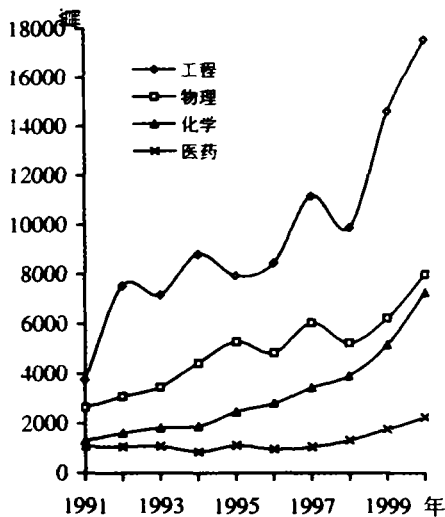


图 2 4个领域国际论文变化趋势

化学领域增长最快,分别为 23.1%和 21.0%,其它依次为环境科学 (16.3%)、数学 (15.3%)、物理学 (13.1%)、地球科学 (11.7%),年均增速最慢的是医药卫生和农林科学领域,分别为 8.5%、4.3%。

从 1998 年 SCI 来源期刊的学科构成看,物理学和化学类的期刊仅占 SCI 来源期刊总数的 11%,医药卫生领域的期刊占 SCI 来源期刊总数的 33%,而我国在 SCI 期刊上发表的医药卫生类论文仅占我国全部论文的 9%左右。纵观国际研究前沿已逐渐转向生命科学而不是物理学、化学等物质科学学科的趋势,我国生命科学领域(生物学、医药卫生、农林等)有喜有忧,生物学年均增长幅度最大,而医药卫生和农林科学增幅最小。我国医药卫生领域的科技人员面临严峻的挑战。

### 1.2 计量方法

所谓优势领域,是针对具体学科领域比较而言的,对某一地区而言,这里区分为绝对优势领域和相对优势领域,两种优势的界定如下:

(1)在某一领域中,一省区的论文在全国论文总数中的份额,这个指标可粗略评估该省区在不同领域的研究力量,我们取全国 30 个省区(重庆市的论文归入四川省)中每一领域前 5 位的省区,以定义它在该领域具有的绝对优势。

(2)在某一领域中,一省区论文在该省区全部论文中的份额与该领域中各省区论文总数在全国论文总数中的份额比较,这是从学科领域的角度来展示相对优势指数

(CAI)。这表明,在某一特定领域内具有比较优势的省区应成比例地比其它省区作出更多的贡献(发表更多的论文)。相对优势指数(CAI)的测量方法是:

$$CAI_{i,j} = \frac{P_{i,j} / \sum_{j=1}^n P_{i,j}}{\sum_{j=1}^n P_{i,j} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{i,j}}$$

$$= \frac{P_{i,j} / \sum_{j=1}^n P_{i,j}}{\sum_{i=1}^n P_{i,j} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{i,j}}$$

式中,  $P_{i,j}$  为  $i$  省区  $j$  领域论文量;  $\sum_{j=1}^n P_{i,j}$  为  $j$  领域全国论文量;  $\sum_{j=1}^n P_{i,j}$  为  $i$  省区全部领域论文量;  $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{i,j}$  为全国所有领域论文量。

可见,可以用两种方法测算相对优势,表示一个省区在特定领域中发表的论文占该领域中各省区论文的份额与全部领域里该省区总论文占全国总论文份额的比率,也等于特定领域里该省区论文在该省区总论文的份额与该领域中全国论文在全国总论文的份额之比。

因此,如果两者的比值大于 1,则说明该省区在该领域中具有相对优势,如果比值小于 1,则需要加强该领域的研究工作。

## 2 计量结果分析

### 2.1 各地优势领域

为了全面、系统地反映和测度各地区的优势领域,同时也为了消除各地区年度论文变化的影响,取 1996~2000 年 5 年各地区论文数据,分别按 9 个领域进行汇总,按上述的计量方法进行测度。各地区绝对优势、相对优势领域标示在表 1 中。

通过分析数据和表 1 可以知道:

(1)从各地区绝对优势领域比较看,很明显北京在全部科学技术领域的生产中占有绝对领先地位,各领域的论文数占全国科技论文总数的 21%~

38%,没有哪一个省份在任何领域中能与北京匹敌,北京在所有的领域都具有绝对优势,但不是所有领域都具有相对优势,如数学、化学、农林科学。其次是上海和江苏,上海除农林科学外,其它 8 个领域也都具有绝对优势,但上海只在物

理学、化学、生物学和医药卫生领域具有相对优势;江苏所有的领域也都具有绝对优势,但数学、生物学、医药卫生和工程技术领域不具有相对优势。上海和江苏在学科的发展结构方面有很大的不同。北京、上海和江苏在绝对优势领域是第一集团军。湖北、广东、四川、陕西应属于第二集团军,分别有 2~5 个绝对优势领域,天津、吉林、安徽、山东分别有 1 个绝对优势领域,其他省份不具有绝对优势领域。这表明我国自然科学基础研究存在发展不平衡的局面,西部和偏远地区的论文数量极少,这些地区的科研力量有待加强。

(2)从相对优势比较看,各地区相对优势领域的数目不等,每一个地区都有自己的相对优势领域,除北京、上海和江苏外,其他具有绝对优势领域的省份,他们的绝对优势领域几乎也同时是各自的相对优势领域,如四川的数学,安徽和四川的物理学,天津和吉林的化学,湖北和广东的地球科学、生物学,广东和四川的医药卫生,浙江、山东和湖北的农林科学,湖北和陕西的工程技术,浙江和湖北的环境科学。

(3)从各地区各领域看,各地相对优势领域比较多地分布在数学、化学、农林科学和工程技术领域。通过比较各领域前 5 位省市论文量占全国各领域的集中度,发现上述领域的论文量在各地区比其他领域分散。

### 2.2 各地区相对优势领域比较

为了考察各省区相对优势领域在时间上的纵向变化,将 1991~1995 年 5 年的各省区各领域的论文数汇总,分别计算出各省区的相对优势领域,以比较各省区前期和后期的相对优势领域的变化。采用蛛网图可以清

表 1 各地区优势领域

	北	天	河	辽	吉	黑	上	江	浙	安	福	山	河	湖	湖	广	四	云	陕	甘
	京	津	北	宁	林	龙	海	苏	江	徽	建	东	南	北	南	东	川	南	西	肃
数学	▲			●	●		▲	▲	●					●	●	●	✓	●	▲	
物理	✓						✓	✓	✓	✓								✓		
化学	▲	✓		●	✓		✓	✓	●	●	●	●	●			●				●
地球	✓		●				✓						●		✓			✓	●	●
生物	✓						✓	▲	●			●		✓		✓		●		
医药	✓						✓	▲							●	✓	✓	●		
农林	▲		●					✓	✓		●	✓	●	✓		●		●		●
工程	✓		●	●		●	▲	▲	●					✓	●		●			✓
环境	✓						▲	✓	✓					●	✓		●			

注:✓表示既是绝对优势又是相对优势领域;▲表示绝对优势领域;●表示相对优势领域。

楚地显示相对优势领域发展的强弱变化。

由于篇幅所限,本文不可能将所有地区的蛛网图都刊登出来,仅选登北京、上海、江苏、湖北、陕西和辽宁6省市的蛛网图(如图3)。

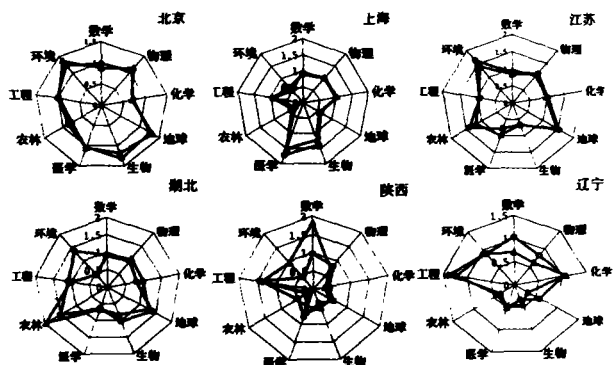


图3 北京、上海、江苏、湖北、陕西、辽宁6省市蛛网图

(注:三角连线为1991~1995年相对优势领域,原点连线为1996~2000年的相对优势领域。)

从图3中可以看出:北京、上海和江苏的相对优势领域基本稳定。北京的相对优势领域有所增强的是生物学、工程技术和数学,其它则保持稳定;上海有所增强的是医药卫生、生物和环境科学,农林科学进一步减弱;江苏有所增强的是农林科学、数学和化学,有所减弱的是医药卫生,其它则保持相对稳定。

湖北、陕西和辽宁的相对优势领域有些变化。湖北的相对优势领域有所增强的是地球科学、生物学、农林科学和环境科学,有所减弱的是化学和物理学。陕西有所增强的是物理学、化学、地球科学和农林科学,数学和环境科学力量大大减弱。辽宁有所增强的是数学、物理学、地球科学、农林科学和环境科学,有所减弱的是生物学和工程技术。

总之,在一定时期内优势学科力量是变化的。在科研力量较强的省区中,北京是一个相对均衡发展、趋于稳定的优势结构,上海、陕西和辽宁在采取“有所为、有所不为”的策略,而江苏和湖北为走向均衡的学科发展趋势。其他科研力量不太强和较弱的省区,有的表现为趋于均衡的学科发展,有的基本保持原有的学科发展状态,而有的相对优势出现了大幅度的变化。对于科研力量不算太强的地区,如果能在一个或几个具有地方特色的相对优势领域里得到加强,而不是仿效或重复其他地区的科研力量分布模式,则将有利于本地区科技事业的较快发展,最

终有利于国家的科技进步。

### 2.2 各地区科研领域结构变化

上述结果表明,在一定时期内,优势领域是变化的,另一方面也表明了科学研究领域的结构也发生了变化。科研领域的结构变化很重要,这是由于论文数量的影响使结构迅速变化,致使原有的科学体系可能会发生分裂,也可能表明科学体系的发展方向。科研领域结构的变化可以通过计算变异系数和学科结构变动度揭示出来。

变差系数( $V_{in}$ ):

$$V_{in} = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{1}{n}}$$

式中的  $x_i$  为第  $i$  领域或省区的科技论文数;  $\bar{x}$  为所有领域或全国的论文平均数值;  $n$  为领域或省区个数。

变异系数是揭示总体各单位标志值分布的离中趋势,说明现象变动的均匀性或稳定性程度。分别从省区间各领域、领域间各省区2个维度考察变异系数,揭示前后期科研结构的变动。表2、表3给出了计算结果。

表2 前后期省区间各领域变异系数

领域	1991~1995年	1996~2000年
数学	1.453	1.589
物理	1.809	1.781
化学	1.305	1.318
地球	2.040	2.050
生物	1.881	2.162
医学	1.816	1.901
农林	1.417	1.467
工程	1.583	1.659
环境	1.603	1.646

从表2和表3可以看出,物理和环境科学领域在各省区的分布在趋于分散,其它领域则趋于集中,其中生物学领域表现的比较突出。地球科学领域在各省区的分布比其它领域更集中。北京等16个省区在学科领域的分布在趋于分散,其中辽宁、海南、四川、云南、青海和宁夏表现得比较强劲;其它省区则趋于集中,其中河北、福建、江西、广西、新疆表现的比较突出。辽宁、黑龙江、海南和西藏的学科力量分布比其它省区更集中。

领域结构变动度通常用各领域论文数份额的变化来度量,可以从结构变化值和增加较快和下降较快的领域来揭示。

表3 前后期领域间各省区变异系数

省区	1991~1995年	1996~2000年
北京	1.22	1.19
天津	1.18	1.18
河北	1.17	1.30
山西	1.28	1.34
内蒙古	1.05	1.04
辽宁	1.68	1.47
黑龙江	1.83	1.84
上海	1.17	1.12
江苏	1.20	1.15
浙江	1.20	1.23
安徽	1.39	1.30
福建	1.11	1.22
江西	0.94	1.14
山东	0.96	1.05
河南	1.22	1.15
湖北	1.25	1.28
广东	0.97	0.96
广西	0.83	1.01
海南	2.08	1.70
四川	1.43	1.30
贵州	0.93	0.86
云南	0.93	0.73
西藏	2.49	2.49
陕西	1.65	1.71
甘肃	1.04	1.03
青海	1.12	0.90
宁夏	0.95	0.67
新疆	0.76	0.95

(1) 结构变化值( $SC$ )

$SC = 100 \times \sum_{j=1}^k |a_{ij} - a_{j,i-1}|$ , 这里的  $a$  是各个领域论文数的份额。

(2) 发展变化快慢领域值( $\cdot FS_j$ )

$$\cdot FS_j = (p_{ij} / \sum_{j=1}^k p_{ij} - p_{j,i-1} / \sum_{j=1}^k p_{j,i-1}) - (\sum_{i=1}^n p_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k p_{ij} - \sum_{i=1}^n p_{j,i-1} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k p_{j,i-1})$$

从计算结果中找到最大的  $\cdot FS$  值和最小的  $\cdot FS$  值的领域,表4列出结果。

从表4可以看出,国际科技论文量少的地区科研结构的变动幅度比较大,特别是西藏和海南;北京、上海和江苏等科技论文量大的省市结构变动幅度相对较小。大部分省区科研领域向工程技术领域显著移动,少部分省区向物理和化学方向移动。但另一部分省区的工程技术领域又成为下降快的领域。

### 3 建议和讨论

科学整体发展在全球存在着不平衡性,不同的国家对不同领域的发展也有轻重缓急之分,对于一个地区来说,不可能像撒胡椒面一样去建设好所有的领域。各省区优势

表4 各省区科研领域结构变化值和变化快慢领域

省区	结构变化值	上升快领域	下降快领域
西藏	196.9	工程	物理
海南	159.0	工程	物理
青海	65.7	工程	化学
新疆	56.7	化学	医学
宁夏	47.6	医学	工程
广西	37.6	工程	医学
河北	28.4	物理	医学
天津	27.9	化学	工程
贵州	27.7	生物	工程
江西	26.2	工程	数学
浙江	23.2	化学	物理
福建	22.7	化学	工程
云南	20.5	数学	工程
河南	20.2	数学	医学
甘肃	19.9	工程	物理
辽宁	18.3	物理	工程
山东	18.1	工程	医学
安徽	16.6	化学	工程
四川	14.5	物理	工程
湖北	14.5	工程	化学
内蒙古	13.8	物理	化学
江苏	13.1	化学	医学
上海	12.6	生物	物理
北京	12.3	工程	物理
湖南	11.9	工程	农林
山西	11.7	物理	生物
陕西	10.9	工程	数学
广东	10.8	物理	农林
吉林	10.3	工程	化学
黑龙江	7.7	物理	化学

领域的存在与各省区的高等学校和科研院所的科研力量强弱有很大关系,所以各省区选择和发展以及调整学科结构,应主要结合当地高校和科研院所的学科分布力量,特别是结合各地的重点学科建设,发展对当地经济建设具有重要影响、可望取得成果的重点研究领域。尤其是科研力量不算太强的地区,如果能努力培植一个或几个具有地方特色的优势领域,而不是仿效或重复其他地区的科研力量分配模式,则将有利于本地区科

技事业的较快发展与腾飞,最终也将有利于整个国家的科技进步。

选择和发展优势领域,要以以前的的优势积累,了解哪些领域具有优势,结合该地区现有的人才资源优势,调整和优化学科结构。科技宏观管理部门要做到系统规划、突出优势、兼顾一般、协调发展。在建设优势领域中要注意以下问题:

(1)确定优势领域的发展方向和建设重点,大的学科领域有多个研究方向,建设要有轻重缓急。在选择和调整领域方向时,结合跟踪世界学科发展的前沿,确立研究优势领域方向,并以此为重点加强建设,优势领域就会在不断创新中持续发展。

(2)优势领域的建设关键是建设科研队伍和学术梯队,学科建设主要靠科研队伍,要形成以学科带头人为龙头的年龄结构合理的学科梯队,形成若干以学术带头人为排头兵的职称结构合理的学术梯队,要重点培养和选择学科带头人和学术带头人,特别是将才、帅才级学者,梯队只有在大师的带领下,优势领域才能快速发展。同时要注意创造有利于科学发展的气候和环境,要尊重和依靠学术带头人,给予充分的学术自由,让其在自由探索和碰撞中产生新思想,形成新理论,从而推进学科领域建设。

(3)优势领域建设的基础是创建高水平的人才和科技创新基地,应在地区统一规划下,集中多数资金,支持和建设开放式科研基地,处理好产学研三者的关系。

作为相对优势的测量,该方法有一定的局限性。毕竟,科学系统中资源的分配不是由完全竞争的市场决定的,在许多科学系统中,资金分配是由国家和地方政府科技部门决定的,他们并不总是将资源配置给那些可获得最大潜在在社会回报的领域。即使如此,这种测算方法在一定程度上能揭示各省区的比较优势领域和各省区的学科力量。

以科技论文的篇数作为测度优势也存在一定的局限性,特别是当给予最优秀的具有开拓创新的论文和二流论文以相同权重时,判别论文质量差异的方法是考察论文的被引用情况。由于缺少反映各省区各领域论文质量的引文指标,如用引文指标进行各省区绝对优势和相对优势领域的测量,则会更加全面、客观和系统。

现代科学分化越来越细,为了研究的需要,只把科学限定在9个领域内,这在一定程度上掩盖了各地区一二级学科优势的测定,后续的研究要在分类更细的学科领域内探讨各地区的优势领域。

同时也应注意到测度各省区优势领域时,如果选用不同的数据库和不同年份的数据累加,比如只用SCI检索系统的论文累加来测度优势领域,会得出一些不同的结果。

#### 参考文献:

- [1]中国科学技术信息研究所.中国科技论文统计与分析(年度研究报告)[R].北京:中国科学技术信息研究所,1991-2000.
- [2]国家自然科学基金委员会政策研究系列参考资料:绩效评估专辑[R].北京:国家自然科学基金委员会,1999.
- [3]梁立明.科学计量学—指标·模型·应用[M].北京:科学出版社,1995.
- [4]陈宏惠.地方科技管理新论[M].北京:学苑出版社,2001.
- [5]赵红州.论基础学科结构问题[J].科学学研究,1989,(4):8-19.
- [6]朱东华,吴旺顺.论科学研究活动的学科结构[J].科学学研究,1991,(3):36-34.
- [7]M.Zitt,R.Barré,A.Sigogneau,et al.Territorial concentration and evolution of science and technology activities in the European Union:a descriptive analysis.Research Policy,1999,28:545-562

(责任编辑:慧超)

## Analyses on Research Advantage Areas by S&T Papers of Each Region

**Abstract:**Based on the data of S&T papers for each region and their subject distribution covered by SCL,EI and ITTP,some analyses on absolute and relative advantage areas of S&T are made in each region.Some structural changes of relative advantage areas of S&T are compared at different period in some region.Furthermore,some countermeasures for development of S&T advantage areas are also suggested.

**Key words:**S&T papers; advantage areas; discipline structure