

# 中国科技创新的地区差距及影响因素研究\*

郑凌燕 俞立平

(宁波大学商学院 宁波 315211)

**摘要** 为研究科技创新的地区差距和影响因素,给政府决策提供参考。本文选取 R&D 经费、R&D 人员全时当量、信息资源作为投入变量,论文、专利、技术市场成交额等 7 个科技产出指标经 TOPSIS 评价后作为产出变量,基于面板数据采用岭回归分析科技投入产出之间的关系,然后分析科技投入产出的地区差距及其变化。研究结果表明,R&D 研发人员对科技产出的贡献最大,其次是 R&D 研发经费,信息资源的贡献最小。近年来,中国科技创新的地区差距虽然有所波动,但总体维持不变。R&D 经费的地区差距基本不变,但由于 R&D 人员全时当量变化的地区差距拉大,从而稀释了信息资源地区差距缩小对减少地区科技产出差距的效果。

**关键词** 科技创新 面板数据 岭回归 地区差距

**中图分类号** G311

**文献标识码** A

**文章编号** 1002-1065(2012)03-0198-04

## Study on Chinese Regional Disparity and Influence Factors of S&T Innovation in Network Era

ZHENG Lingyan YU Liping

(Faculty of Business, Ningbo University, Ningbo 315211)

**Abstract** The article selects R&D funds, R&D staff full time equivalent and information resource as input variables, and papers, patents, technology market turnover and other 4 S&T output indexes evaluated by TOPSIS method as output variables. Based on panel data and ridge regression, it presents the relationship of S&T input and output, and then analyzes regional disparity and its changes of the S&T input and output. The results show that most contribution to S&T output is made by R&D personnel, R&D funding ranks the second, and information resource the third. In recent years, although there is fluctuation in regional disparity, Chinese S&T innovation overall regional disparity remains unchanged. Regional disparity of R&D funding is basically unchanged. Due to the increasing regional gap of R&D staff full time equivalent, the S&T effects made by other input variables, such as the reduced S&T innovation regional disparity resulted from the information resource regional disparity decrease, are diluted.

**Key words** S&T innovation panel data ridge regression regional disparity

## 0 引言

随着网络时代的到来和经济全球化进程的加快,科技对经济增长的贡献越来越大,科技创新越来越成为一个国家、一个民族、一个行业提高核心竞争力的首选路径。一个国家、一个区域的经济,只有依附于科技,才能实现真正意义上的腾飞,才能促进区域经济合理布局和协调发展。加大科技投入带来更高的科技产出是实现区域经济和社会持续健康发展的迫切要求。当前,我国科技产出存在明显的地区差距,东中西部发

展不均衡,分析中国科技投入产出地区差距的演变,找出影响科技创新差距的影响因素,对促进国家科技创新,优化科技资源配置,提高科技创新绩效,改善科技管理具有非常重要的理论意义和现实意义。

国外对于科技创新的研究始于美国哈佛大学的 Schumpeter<sup>[1]</sup>,他认为经济之所以不断发展,是因为在经济体系中不断地引入创新。目前,国外对科技创新的研究集中在三个领域:第一,国家科技创新理论。以 M. Abramovitz (1962)、Robert. Msofow (1957)、Paul M. Ro (1986) 等人为代表的新古典经济学派和以 J.

收稿日期:2011-12-25

修回日期:2012-01-10

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目“科技评价中多属性评价方法基本理论研究”(10FTQ003);宁波大学人文社会科学预研究项目(XYY11005)。

作者简介:郑凌燕(1978-)女,硕士,讲师,研究方向:区域经济;俞立平(1967-)男,博士,教授,研究方向:信息经济、科技管理。

Schmookler(1966)为代表的熊彼特学派,强调创新对于经济增长的重要作用以及创新过程的复杂性。Freeman<sup>[2]</sup>(1987)首先提出了国家创新系统的概念。第二,区域科技创新理论。Cook<sup>[3]</sup>(1996)对区域创新系统的概念进行了阐述,认为区域创新系统主要是由在地理上相互分工与关联的区域性组织系统支持并产生创新。Autio(1998)认为区域创新系统是“基本的社会系统,由相互作用的子系统组成。对于区域创新系统组织关联形式,Landwall<sup>[4]</sup>认为“学习”是单元间的主要关联形式,Patal<sup>[5]</sup>认为“激励”是区域创新系统主要关联形式。第三,区域科技创新能力的研究。主要通过定量分析和对比以确定创新实力的强弱,如Lawson and Lorenz<sup>[6]</sup>(1999)对明尼拿波利斯和剑桥地区的实证研究。

我国学者对于区域科技创新的研究主要表现在两个层面上:第一是省市层面上的比较研究。王章豹、徐枋巍<sup>[7]</sup>(2005)和李宗璋、林学军<sup>[8]</sup>(2002)结合中国25个省市的实际数据做出分析,建立了一套创新能力评估原则以及指标体系。岳洪江、梁立明<sup>[9]</sup>选取10项科技投入与产出指标,通过计算各指标的锡尔系数及其分解,做了20世纪90年代我国东、中、西三大地带间和各地带内省区间科技指标差距及变动趋势研究。甘国勇、陆艳<sup>[10]</sup>通过对东中西部地区科技创新能力差距进行分析,提出了相关建议。第二是独立区域层面的研究。郑加强<sup>[11]</sup>(2002)在综合分析国内外科技创新体系建设实践的基础上,提出了建立符合科技持续发展规律的区域科技创新体系框架及其建设思路。师萍、李垣<sup>[12]</sup>(2000)借鉴A. Charnes和W. Cooper提出的数据包络分析,选取了5个投入量和产出量对某个科技资源大省进行分析。

从现有的研究看,随着各国学者对科技创新理论研究的不断深入和完善,科技创新已成为各国或地区产业结构调整和优化核心力量,但这些研究多以定性为主,不能定量地确定现实中区域创新的影响因素,且对于影响科技创新的指标体系的选取存在争议,科技产出的多样性等问题使得研究难以全面而完整,这给本文留下了一定的研究空间。此外,从计量方法上,由于科技投入指标之间一般具有多重共线性,从而使回归结果产生偏误,不能准确度量科技投入要素的贡献。

本文首先采用TOPSIS对论文、专利、技术市场成交额等7个科技产出指标进行评价,然后采用R&D经费、R&D人员全时当量、信息资源作为投入变量,基于面板数据,采用普通回归和岭回归分析投入要素的贡献,在此基础上采用集中度对所有科技投入产出的差距进行动态分析,试图找到影响科技创新差距的影响

因素。

### 1 研究方法

1.1 TOPSIS 本文选取TOPSIS<sup>[13]</sup>(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)对科技创新进行评价,TOPSIS是C. L. Hwang和K. Yoon于1981年首次提出,它是根据有限个评价对象与理想化目标的接近程度进行排序的方法,若评价对象最靠近最优解同时又最远离最劣解,则为最好,否则为最差。其中最优解的各指标值都达到各评价指标的最优值。该方法注重评价指标体系的系统性,单调性好,强调指标体系总体水平的协调,评估结果较合理。其计算公式如下:

$$Y_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (x_{ij} - x_{\min})^2}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (x_{ij} - x_{\max})^2} + \sqrt{\sum_{j=1}^n \omega_j (x_{ij} - x_{\min})^2}} \quad (1)$$

公式(1)中, $n$ 为评价对象的个数, $i,j$ 分别表示评价对象的序号和评价指标的序号,取整数, $x_{ij}$ 为标准化的指标值, $x_{\max}$ 表示理想解, $x_{\min}$ 表示负理想解, $Y_i$ 为评价值, $\omega_j$ 为权重,考虑到评价的客观性,本文采用等权重进行处理。

本文选取的科研创新指标有:技术市场成交额、SCI检索论文数、EI检索论文数、ISTP检索论文数、发明专利数量、实用新型专利数量、外观设计专利数量,选取这7个指标采用TOPSIS评价后的数据能较为全面地反映我国的科技产出情况。

1.2 基本方程 科技创新地区差距的直接原因是科技投入的地区差距,借鉴C-D生产函数,建立科技生产函数:

$$\log(Y) = c + \alpha \log(K) + \beta \log(L) + \gamma \log(I) \quad (2)$$

公式(2)中, $K$ 表示R&D经费, $L$ 表示R&D人员全时当量, $I$ 表示信息资源, $c$ 为常数项, $\alpha,\beta,\gamma$ 表示回归系数,这个方程是本文的基本方程。为了减少异方差,同时增强结果的解释性,所有变量都取对数进行处理。

之所以引入信息资源变量,主要原因是在网络时代,信息资源建设加快了知识与信息的传播,提高了传播效率,改善科技人员的工作方式,是提高科技产出的重要推动力量。

1.3 岭回归 Horel(1970)<sup>[14]</sup>提出了岭回归估计方法,它是一种专用于共线性数据分析的有偏估计回归方法,实质上是一种改良的最小二乘估计法,通过放弃最小二乘法的无偏性,以损失部分信息、降低精度为代价获得回归系数更为符合实际、更可靠的回归方法,

它通过在正规方程中引入有偏常数而求得回归估计量,对病态数据的耐受性远远强于最小二乘法。通常岭回归方程的 R 平方值会稍低于普通回归分析,但回归系数的显著性往往明显高于普通回归,在存在共线性问题和病态数据偏多的研究中有较大的实用价值。

2 数 据

本文采用省际面板数据进行宏观层面的研究。科研投入采用分省的 R&D 研发投入、R&D 人员全时当量、信息资源 3 个变量,其中信息资源采用分省的邮电业务额作为替代变量,邮电业务是一项综合业务,不仅包括传统的通讯方式如电话、函件邮寄等,还包括现代的通讯方式如宽带网络、移动通讯等,能很好地体现不同通讯手段之间的替代。

本文所有数据来自于 2002 ~ 2009 年期间的中国统计年鉴、中国科技年鉴,实际数据为 2001 ~ 2008 年的数据,其中科技投入产出数据来自于历年的中国科技年鉴,邮电业务额数据来自于历年的中国统计年鉴。由于西藏有几年的数据缺失,考虑面板数据的完备性,因此删除了所有西藏地区数据,实际数据为我国 30 个省市的数据。所有变量描述统计量如表 1 所示:

表 1 描述统计量

	科技产出 Y	研发投入 经费 K	研发人员全 时当量 L	信息资源 I
均值	9.18	81.85	44638.33	405.70
极大值	65.98	580.91	238684.00	3688.66
极小值	0.07	0.80	848.00	13.21
标准差	11.80	107.64	42474.83	460.07
N	30×8=240			

3 实证结果

3.1 科技产出评价 首先采用 TOPSIS 进行科技产出评价,在评价前要对数据进行标准化处理,由于 7 个指标都是正向指标,因此用每个指标值除以历年的最大值再乘以 100,这样可以有效减少误差,并且使不同年度的数据具有可比性。正理想解全部为 100,负理想解是历年标准化的最低值,采用 EXCEL 可以方便地进行计算,限于篇幅,本文省略了计算结果。

3.2 变量间的多重共线性检验 考虑到 R&D 经费、R&D 人员、信息资源三个变量之间可能存在多重共线性,首先进行相关系数分析,结果如表 2 所示,R&D 经费和 R&D 人员全时当量的相关系数高达 0.968,R&D 经费与信息资源的相关系数高达 0.865,最低的 R&D 人员全时当量与信息资源的相关系数也高达 0.817。

Damodar (2004) [15] 认为多重共线性会导致 R<sup>2</sup> 值较大并且 t 检验值较小、方差和标准差都很大、回归系

数符号有误等问题。实践中,常用容限度 (Tolerance) 和方差扩大因子 (VIF, Variance Inflation Factor) 来检验多重共线性。经检验,采用普通回归的方差扩大因子高达 19.877,说明存在严重的多重共线性。

表 2 变量间的相关系数

	K	L	I
K	1.000	0.968	0.865
L	0.968	1.000	0.817
I	0.865	0.817	1.000

3.3 回归结果 混合回归结果如下:  
 $\log(Y) = -4.360 + 0.714\log(K) + 0.253\log(L) + (-6.874^{***}) (9.632^{***}) (3.181^{***})$   
 $0.113\log(I)$   
 $(0.113^{**}) \quad R^2 = 0.940$

从混合回归结果看,所有变量都通过了统计检验,R&D 经费的弹性最高,为 0.714,其次是 R&D 人员全时当量的弹性,为 0.253,信息资源的弹性系数最小,为 0.113。R<sup>2</sup> 总体较高,为 0.940。

考虑到自变量之间的多重共线性,继续采用岭回归进行估计,从图 1 的岭迹图看,当 K=0.3 时趋于稳定,岭回归方程如下:

$$Y = 0.339\log(K) + 0.377\log(L) + 0.189\log(I)$$
$$R^2 = 0.924$$

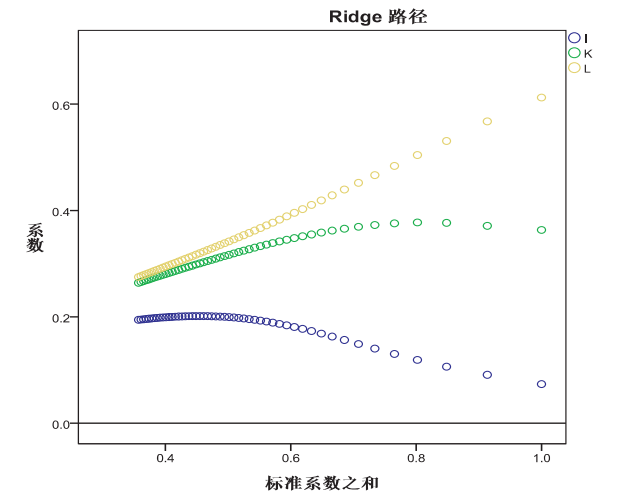


图 1 岭回归岭迹图

从岭回归结果看,R&D 人员全时当量的弹性最大,为 0.377,R&D 经费的弹性系数略小,为 0.339,信息资源的弹性系数最低,为 0.189,R<sup>2</sup> 值也较高,为 0.924。对比混合回归结果,发现由于多重共线性,导致 R&D 经费投入的贡献被高估,R&D 人员全时当量和信息资源的弹性系数被低估。并且要素贡献大小的次序也发生了变化,即实际上对科技产出贡献最大的应该是 R&D 人员全时当量,而不是 R&D 研发经费。

3.4 投入产出变量的地区差距 为了衡量中国科技创新的地区差距,本文采用市场集中度计算各科技



投入变量在不同省份所占的份额。市场集中度(Market Concentration Rate)是对整个行业的市场结构集中程度的测量指标,是市场势力的重要量化指标。它集中体现了市场的竞争和垄断程度。考虑到研究对象是我国大陆地区 30 个省市,本文采取行业集中率 CR8 做为集中度计量指标(见表 3)。

表 3 科技投入产出的地区差距

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	平均值
R&D 研发投入	0.68	0.68	0.68	0.69	0.69	0.68	0.69	0.68	0.68
R&D 人员全时当量	0.54	0.55	0.53	0.54	0.58	0.58	0.6	0.61	0.57
信息资源	0.55	0.52	0.53	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53	0.54
科技产出	0.66	0.68	0.68	0.68	0.67	0.64	0.68	0.67	0.67

为了更加明显看出科技投入产出要素地区差距的变化,将历年各省市集中度用折线图表示,如图 2 所示。从图 2 可以看出,科技产出的地区差距基本维持不变,R&D 研发投入的地区差距处于小幅波动状态,基本维持不变。R&D 研发人员全时当量的地区差距增加较快,而信息资源的地区差距逐渐缩小,但幅度较大。因此可以得出以下结论:

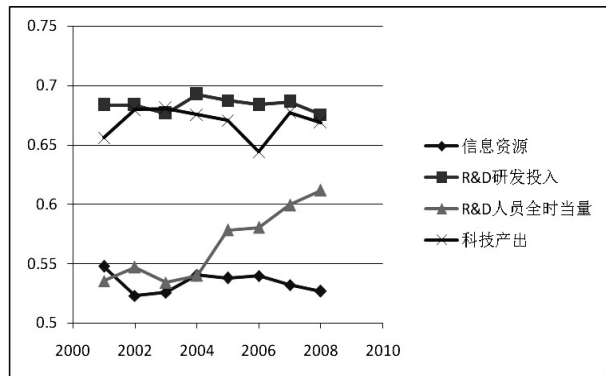


图 2 科技投入产出的地区差距

第一,科技产出地区差距基本维持不变的主要原因是,R&D 人员地区差距拉大,会导致科技产出地区差距拉大,但由于信息资源地区差距缩小导致科技产出地区差距缩小,稀释了 R&D 人员地区差距拉大对科技产出地区差距拉大的影响,最终导致科技产出的地区差距基本持平。

近年来,国内科技人才流动性加快,以前各种限制人才流动的障碍得到逐步消除,促使科技人才从中西部向东部流动,促使人才地区差距拉大,这是要值得重视的问题,科技进步是经济增长的根本动力,如果中西部地区继续存在人才流失,将会影响中西部地区的科技发展,从而最终制约中西部地区的经济发展。

第二,从绝对差距看,R&D 研发投入的地区差距最大,集中度均值为 0.68,R&D 人员全时当量的地区差距和信息资源的地区差距相当,集中度均值分别为 0.57 和 0.54。也就是说,R&D 研发投入的地区差距

是导致地区科技产出差距的主要原因。中国东部地区经济和科技水平发达,生活水平较高,科研经费相对充裕,吸引科技人员从中西部向东部流动,而东部人才聚集的最终效果,可能会使 R&D 经费进一步向东部地区倾斜,从而使地区科技发展水平的地区差距进一步拉大,形成马太效应。

4 结 论

本文研究表明,R&D 研发人员对科技产出的贡献最大,其次是 R&D 研发经费,信息资源的贡献最小。在网络时代,信息资源基础设施建设使知识和信息资源传播的数量、速度和效率都得到了极大的提高,从而提高了地区的科技创新能力。

近年来,中国科技创新的地区差距虽然有所波动,但总体维持不变。但并不是说科技投入要素的地区差距就没有变化,R&D 经费的地区差距基本不变,但由于 R&D 人员全时当量变化的地区差距拉大,从而稀释了信息资源地区差距缩小对缩小地区科技产出差距的效果。总体上,R&D 经费地区差距是造成我国地区科技产出差距的主要原因。

科技人员地区差距拉大是一个值得重视的大问题。由于科技人员从中西部地区向东部地区流动,虽然对东部地区而言,吸引人才能够促进本地经济科技的发展,但中西部地区的人才流失会对中西部经济科技产生负面影响,从而导致地区差距拉大。要注意协调好局部利益与整体利益、眼前利益与长远利益的关系。如果中西部地区不注重采取切实有效的措施留住本地科研人员,那么长期下去将会导致严重的后果。

参 考 文 献

[1] [美]熊彼特(Schumpeter J A)著;何 畏译. 经济发展理论[M].北京:商务印书馆,1990:133-138

[2] Freeman,Clark and Soete. Unemployment and Technological Innovation [M]. Westport, Connecticut:Greenwood Press ,1982: 325-329

[3] Philip Cooke. Regional Innovation Systems;Competitive Regulation in the New Europe [J]. Geoforum,1992,23(3):365-382

[4] Landwall. Bengt-Akeed, Nationnal system of Innovation[M]. London:Priter Public. 1999:223-228

[5] Patal P,Pavitti K. The Nature and Economic Importance of National Innovation System [R]. OECD,STI,1994(14):5-25

[6] Lawson C,Lorenz E. Collective Learning,Tacit Knowledge and Regional Innovative Clusters [J]. Regional studies,1999(33): 305-317

[7] 王章豹,徐枫巍. 高校科技创新能力综合评价:原则、指标、模型与方法[J]. 中国科技论坛,2005(3):55-59

[8] 李宗璋,林学军. 科技创新能力综合评价方法探讨[J]. 管理科学研究,2002,20(5):8-11

(上接第 201 页)

[9] 岳洪江,梁立明. 90 年代我国三大地带科技指标差距变动分析 [J]. 科学学研究,2000,18(4):56-62

[10] 甘国勇,陆 艳. 我国区域科技创新差距及对策研究——基于东中西部区域比较的视角 [J]. 科技和产业,2011,11(8):95-99

[11] 郑加强. 建设可持续发展的区域科技创新体系[J]. 科技与经济,2002,15(1):1-5

[12] 师 萍,李 垣. 科技资源体系内涵与制度因素[J]. 中国软科

学,2000(11):55-57

[13] Huang C L, Yoon K. Multiattribute Decision Making: Methods and Applications[M]. NY: springer-Verlag, 1981:12-34.

[14] Hoerl A E, Kennard R W. Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems[J]. Technometrics, 1970(12):55-67

[15] Damodar N. Gujarati. 经济计量学精要[M]. 北京:机械工业出版社,2004:204-205

(责编:王平军)