

我国31个省市、自治区的科技投入产出效率分析

孙 晶

(北京信息科技大学 经济与管理学院, 北京 100192)

摘要:以我国31个省市、自治区的科技投入产出数据为研究样本,选取我国2005年至2007年31个省份的科技投入数据,考虑到科技产出的相对滞后性,选取2006年至2008年31个地区的科技产出数据。运用多元统计的因子分析法对我国31个地区科技投入和产出指标进行分析,分别确定科技投入、产出得分,以得分为基础计算各地区科技投入产出效率;同时构建反映科技产出、投入之间因果关系的回归模型。

关键词:科技投入产出效率;因子分析法;回归分析

中图分类号:F204 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2012)01-0040-04

市场竞争日益激烈,科技进步日新月异的背景下,科学技术首当其冲成为推动各国经济发展的主要动力。纵观我国各省份科技发展史,科技在各省份经济健康快速发展过程中扮演了重要角色,各省市经济发展实践愈加重视科技实力的提高。科技效率是衡量科技发展水平的重要指标之一,本文立足于科学技术促进经济发展的重大意义及我国科技效率相对较低的客观现实,对我国31个省市、自治区的科技投入产出效率进行分析。

唐五湘等人^[1]运用主成分分析法建立科技资源配置效率的评价模型,对我国各省市、自治区科技资源配置效率进行分析,钟华等人^[2]运用数据包络分析方法研究国家R&D投入产出效率的问题,陈永清^[3]采用灰色系统理论和方法,对我国科技投入产出指标进行分析,李兵等人^[4]将科技投入变量引入C-D生产函数研究科技要素对生产函数的贡献,本文在综合考虑各种计量方法优缺点的基础上,采用因子分析对我国各地区的科技投入产出效率进行分析。

因子分析是基于变量间的相关性确定各变量的权重,进而得到因子得分的方法。面板数据集截面数据和时序数据优点于一身,本文选取31个省份科技投入产出指标的面板数据进行分析,运用因子分析实现面板数据各指标的加权。

1 指标选取与处理

1.1 指标的选取

收稿日期:2011-09-16

基金项目:北京市学科与研究生教育一重点学科一技术经济及管理(PXM2011_014224_113519,71D1011012)

作者简介:孙晶(1988—),女,内蒙古呼伦贝尔人,北京信息科技大学经济与管理学院,数量经济学硕士研究生,研究方向:宏观经济模型。

1.1.1 科技投入指标

反映科技投入的指标有很多,总体概况起来可以分为人力资源投入、财力资源投入、物力资源投入以及信息资源投入。其中人力和财力投入指标相对其他指标较为重要,另外考虑到指标数据的可获得性,决定采用科技活动人员与科技活动经费支出额作为人力和财力投入指标。本文选取R&D科学家和工程师数(IP_1)、R&D经费支出(IP_2)两个指标作为科技投入指标。

1.1.2 科技产出指标

能够代表科技产出的指标确实很多,有绝对数的总量指标,也有相对数的比例指标,本文采用众多学者^[1,3,5-6]认可度较高的R&D活动人员科技论文数(OP_1)、发明专利拥有量(OP_2)、技术成果成交额(OP_3)三个指标作为反映科技产出的指标。

1.2 数据的处理

1.2.1 价格指数调整

改革开放30年以来,我国经济保持快速发展速度,随之不可避免的出现通货膨胀问题,为克服通货膨胀对不同年份经费支出和技术成果成交额的影响,运用价格指数对各年的经费支出和技术成果成交额进行调整,具体调整标准如表1所示。

1.2.2 标准化

一方面考虑到各投入、产出要素量纲不一致的现实问题,另一方面确实存在着各指标数量级相差较大

问题,按照下面公式(1)对投入产出数据进行标准化处理。

表 1 系数折算表^[7]

年份	价格指数 (上年=100)	折算系数 (2008 年=1)
2005	101.8	1.126 4
2006	101.5	1.109 8
2007	104.8	1.059
2008	105.9	1

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min(j)}}{x_{\max(j)} - x_{\min(j)}}\alpha(1 - \alpha)$$

(1)

其中, x_{ij} 表示第*i*个地区的第*j*个指标($i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n$), $x_{\min(j)}=\min(x_{1j},x_{2j},\cdots,x_{mj})$, $x_{\max(j)}=\max(x_{1j},x_{2j},\cdots,x_{mj})$ $0<\alpha<1$,为了明

显地反映变量之间的等级差异,这里取 $\alpha=0.99$ 。

2 31 个省份科技投入产出现状

整体来看 2005 年至 2007 年间我国 31 个省市、自治区科技投入力度不断加大。2005 年 31 个地区从事 R&D 活动的科学家平均数量 36 089 人,到 2007 年一举突破 50 000 至 54 219 人,达到 2005 年科研人员数量的 1.5 倍;31 个省份中科技从业人员数最大值、最小值均不断攀升。2006 年调整后的 31 个地区科研经费平均支出突破百万元大关,无论经费支出最多省份还是经费支出最少省份,科研经费投入都在增加。可见,我国 31 个省市、自治区科技实力提高的实践正在稳步进行之中。

表 2 科技投入产出指标^[8]

		2005 年	2006 年	2007 年	2008 年
科学家和工程师	平均数	36 089	39 476	54 219	
	最大值	147 591	147 418	199 464	
	最小值	346	882	675	
	标准差	33 564	36 160	504 85	
经费支出	平均数	876 149	1 075 109	1 267 467	
	最大值	4 303 617	4 805 297	5 352 048	
	最小值	3 939	5 363	7 375	
	标准差	1 031 491	1 247 094	1 460 622	
科技论文数	平均数		5 565	6 343	3 226
	最大值		36 178	41 162	18 945
	最小值		2	7	2
	标准差		7 258	8 198	3 860
发明专利	平均数		14 362	9 167	10 722
	最大值		90 886	56 451	62 031
	最小值		89	68	93
	标准差		20 367	13 223	15 630
技术成果成交额	平均数		644 940	746 947	840 987
	最大值		7 738 920	9 346 314	10 272 173
	最小值		5 950	6 947	8 898
	标准差		1 485 723	1 769 740	1 935 658

我国科技活动处于不断发展壮大的过程之中,表现出良好的发展态势和前景。然而,不可否认的是科学技术在我国的发展仍有很多艰巨的问题需要面对。国内各省市、自治区间科研水平参差不齐,科技资源分布不均衡等问题凸显。东部地区经济较为发达,科技资源投入基数相对较大,相比之下的西部地区科研力量明显不足。

观察表 2 不难发现,2005、2006 两年,无论是人力还是财力的投入,北京一直位于 31 个省份中的首

位,2007 年广东是科研人员数量最多的省份,科研经费投入力度最大的省市仍属北京;而三年中位于西部地区的西藏在科技投入两项指标上均处于最后一位。科技产出与科技投入存在类似情况,三年间科技产出三项指标处于首位的是来自东部地区的北京与广东,排名最后的是西部的西藏与青海,这里值得一提的是西藏自治区的技术成果成交额数值在统计年鉴中没有披露。观察各省份科技投入标准差这个反应离中趋势的指标,发现三年中 31 个省份科技资源不平衡

问题正在加剧,差距越来越大。各省市科技有关问题愈演愈烈,不容忽视。

3 实证分析

3.1 科技投入产出效率得分

依靠高投入带动产出增加的粗放式经济增长方式不可取,推动科技发展的动力更应背弃这种方式,这也是致力于科技发展的目的所在。效率正是测试科技投入产出结构的有效方法之一。众所周知,效率的提高方法主要有二,一是为实现既定的产出目标所投入最少,二是既定投入实现产出的最大化。笔者认为要依我国的科技投入相对较少具体国情和所要实现的高产出目标,后者可能更适合我国。本文将科技投入产出效率定义为科技产出得分与科技投入得分之比,即一单位的科技投入能实现多少单位的科技产出。科技投入和科技产出得分的计算利用因子分析实现,表 3 列示了因子分析计算得到的各指标加权系数。

表 3 权重系数

	年份	投入指标		产出指标		
		IP ₁	IP ₂	OP ₁	OP ₂	OP ₃
权重	2005	0.504	0.504			
	2006	0.503	0.503	0.444	0.287	0.425
	2007	0.506	0.506	0.45	0.282	0.429
	2008			0.459	0.277	0.433

下面的科技投入产出得分表是依据表 3 所示各指标权重系数按公式(2)、公式(3)加权后的结果,即分别对 2005 年至 2007 年科技投入指标加权得到三年科技投入得分,对 2006 年至 2008 年的科技产出指标加权后得到各年的科技产出得分。需要说明的是,科技统计年鉴没有披露西藏地区的技术成果成交额数据,在计算科技投入产出得分时将西藏地区略去。

$$IPS_i = \sum_{j=1}^2 k_j IP_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 30) \quad (2)$$

$$OPS_i = \sum_{j=1}^2 \mu_j OP_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 30) \quad (3)$$

其中,IPS_i 与 OPS_i 分别表示第 i 个地区的科技投入得分、科技产出得分,k_j 表示第 j 个投入指标的权重系数,IP_{ij} 表示第 i 个地区的第 j 个投入指标,μ_j 表示第 j 个产出指标的权重系数,OP_{ij} 表示第 i 个地区的第 j 个产出指标。

本文将科技效率定义为科技产出得分与科技投入得分之比,31 个省份的科技效率以表 4 的科技投入产出得分数据为基础按照公式(4)计算得到,即表 5 的平均效率得分是将三年的效率得分进行简单加权平均得到的。之所以采用赋予各年效率得分权重

表 4 科技投入产出得分

	科技投入得分			科技产出得分		
	2005 年	2006 年	2007 年	2006 年	2007 年	2008 年
北京	1.008	1.006	0.982	0.955	0.956	0.951
天津	0.200	0.224	0.235	0.162	0.138	0.155
河北	0.203	0.218	0.211	0.085	0.076	0.072
山西	0.118	0.139	0.150	0.040	0.040	0.051
内蒙	0.061	0.066	0.070	0.027	0.026	0.026
辽宁	0.359	0.359	0.366	0.216	0.215	0.199
吉林	0.137	0.139	0.140	0.095	0.091	0.103
黑龙江	0.200	0.202	0.195	0.119	0.135	0.104
上海	0.474	0.536	0.540	0.543	0.519	0.539
江苏	0.691	0.761	0.703	0.379	0.375	0.439
浙江	0.425	0.518	0.613	0.327	0.360	0.407
安徽	0.147	0.156	0.170	0.102	0.103	0.113
福建	0.174	0.186	0.209	0.082	0.090	0.099
江西	0.099	0.118	0.125	0.037	0.039	0.040
山东	0.475	0.558	0.611	0.224	0.235	0.265
河南	0.214	0.257	0.272	0.085	0.088	0.098
湖北	0.281	0.300	0.288	0.203	0.199	0.201
湖南	0.175	0.183	0.194	0.146	0.142	0.133
广东	0.670	0.778	0.912	0.445	0.445	0.479
广西	0.080	0.083	0.080	0.028	0.030	0.143
海南	0.014	0.012	0.013	0.014	0.014	0.015
重庆	0.119	0.123	0.134	0.091	0.080	0.091
四川	0.311	0.314	0.345	0.144	0.158	0.175
贵州	0.050	0.053	0.050	0.023	0.024	0.026
云南	0.078	0.074	0.078	0.037	0.038	0.044
陕西	0.271	0.281	0.293	0.146	0.151	0.146
甘肃	0.080	0.080	0.081	0.059	0.060	0.075
青海	0.019	0.018	0.019	0.014	0.015	0.017
宁夏	0.024	0.025	0.029	0.014	0.013	0.015
新疆	0.037	0.038	0.040	0.026	0.026	0.027

数据来源:中国科技统计年鉴^[8](2005—2009 年)计算得到

的简单平均,是因为笔者认为在考虑了通货膨胀影响并进行价格指数调整后简单平均更具科学性。下面给出了平均效率的计算公式。

$$E_i = \sum_{j=2006}^{2008} \lambda_i \frac{OPS_{ij}}{IPS_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, 30) \quad (4)$$

E_i 表示第 i 个地区的平均效率,λ_i 表示第 j 年指标的权重系数,IPS_{ij} 和 OPS_{ij} 分别表示 i 个地区第 j 年的科技投入得分与科技产出得分。需要说明的是,由于采用简单算术平均,令 λ₂₀₀₆ = λ₂₀₀₇ = λ₂₀₀₈ = $\frac{1}{3}$ 。

从表 5 可以看到,效率排名前三位依次为海南、上海、北京,均位于我国的东部地区,得分前十名里东

部地区占比 60%，排名后十位里中西部地区占绝大多数。可见，改革开放 30 年来，我国的经济社会各方面得到了长足的发展，科学技术取得了巨大进步，高新技术企业不断涌现，但各省市、地区经济发展不平衡、科技资源分布不均的客观现状不容忽视。东部较中西部地区先富裕起来，必然掌握了更多、质量更优的科技资源，这直接导致了东部地区科技效率领先的结果；相对的，中西部地区较为落后，对科技人员的吸引力较弱、科技经费不足、科研设施落后，效率低下是必然的结果。

表 5 平均效率得分及排序

地区	平均数	排序	地区	平均数	排序
北京	0.955	3	河南	0.367	28
天津	0.696	10	湖北	0.694	12
河北	0.370	27	湖南	0.766	7
山西	0.324	30	广东	0.587	16
内蒙	0.401	26	广西	0.835	4
辽宁	0.581	17	海南	1.083	1
吉林	0.694	11	重庆	0.699	9
黑龙江	0.598	15	四川	0.491	22
上海	1.037	2	贵州	0.480	23
江苏	0.556	18	云南	0.518	21
浙江	0.709	8	陕西	0.525	20
安徽	0.675	13	甘肃	0.802	6
福建	0.476	24	青海	0.835	5
江西	0.342	29	宁夏	0.537	19
山东	0.442	25	新疆	0.674	14

数据来源：中国科技统计年鉴^[8]（2005—2009）计算得到

3.2 科技产出得分回归分析

既定投入产生最大产出即保证投入数量的前提下实现产出最大化，这是中国这样处于社会主义初级阶段的人口大国所应当选择的，一方面高产出可以满足国内需求，另一方面可以将高附加值的高科技产品出口国外，有助于增加我国的国际话语权，使大国地位真正得以体现。那么分析影响产出的重要因素至关重要，下面给出了科技产出与投入回归分析检验结果。

表 6 回归分析结果及检验

Variable	c	(IP ₁) ⁻²	IP ₂
Coefficient	0.000 126	0.083 48	0.631 162
t-Statistic	3.943 45	29.696 24	428.978 3
Prob.	0.000 2	0	0
F-statistic	14 968 534	Prob(F-statistic)	0

F、T 检验结果表明，模型整体具有显著性，并且各指标回归系数显著不为零，回归模型：

$$OPS=0.000126+0.08348 \times IP_1^2+0.631162 \times IP_2$$
通过检验、拟合的较好。其中 ops 为科技产出得分，IP₁ 表示 R&D 科学家和工程师数，R&D 经费支出则用 IP₂ 来表示。

分析科技投入产出得分模型发现：人力与财力的投入对科技产出都是正向的影响。可见，无论科研人员数量的增加还是科研经费投入力度的加大，都会带来科技产出的增加。分别对 IP₁ 和 IP₂ 求偏导，发现 IP₁ 成倍增长，而 IP₂ 增速保持 0.631 162 不变，这表明短时间内要达到提高科技产出的目的，人力投入比财力投入更为有效，也为大量培养科研人员提供了支持。然而，科研经费增长为科研人员增长提供支撑，是科研人员增长的基础，科研经费和科研人员两个抓手都不能放松。

4 政策建议

4.1 促进中西部地区经济发展

经济发展与科技进步相互促进、相互影响，经济发达是科技资源增长的基础和前提，科技实力增强促进经济进一步发展，只有形成经济与科技相互促进的良性循环，才能实现经济和科技的快速发展。中西部地区经济落后、科技资源相对稀缺是既定的事实，促进中西部地区科技发展，我国政府一方面应当加大对中西部地区的财政支持力度，另一方面应该出台相关优惠政策以吸引优秀科研人员、引导企业支援中西部科技工作。

4.2 加大科研经费投入力度

科技投入是进行一切科研活动的前提和基础，“巧妇难为无米之炊”很好的诠释了科技投入在科技产出中的重要作用，尤其是科研经费很大程度上决定着科技产出。自 1985 年我国实行科学体制改革以来，科研经费投入呈现出逐年稳步上升趋势。然而作为世界第二大经济体的中国，科研经费投入与欧美、日本等科技投入产出效率较高的大国相比相差甚远。加大科研经费投入仅仅依靠政府的力量是不够的，科研经费来源多元化是我国的必然选择，并且应该促使以盈利为目的企业成为最重要的投入主体，只有这样才能带来科技投入产出效率的逐步提高。

4.3 提高科技人员素质

在国际竞争日趋激烈的今天，在提高综合国力的众多要素中人力资源首当其冲，在科技竞争中则体现为高素质科技人员的竞争。科学发展观的“以人为本”核心，充分体现了人力的重要地位在我国社会发展进程中得到了足够的重视，为人们的发展提供了很

（下转第 48 页）

Forecast about Generation of Industrial “Three Wastes” of Central Economic Zone and Operating Coordination

——Based on GM(1,1)Model

ZHAO Guo-dang

(College of Economics and Management,Xuchang University,Xuchang Henan 461000,China)

Abstract: The related data of industrial “three wastes” of central economic zone is researched and explored using GM (1,1) model, whose results show that the economic and social development of Henan Province as the main body of the central economic zone will face enormous pressure on the environment in the future. On this basis, the paper proposes that to build a modern recycling economy development model is a fundamental way to solve the Central Plains Economic Zone’s environmental issues.

Key words: central plains economic zone;GM (1,1) model;operating coordination

(上接第 43 页)

好的条件。不难发现我国科技从业人员数量在逐年增加,科研队伍在不断壮大,但不可否认我国科研人员整体素质有待进一步提高。这需要多方的共同努力才能得以实现,当然还有漫长的道路要走。

参考文献

[1] 唐五湘,李冬梅,周飞跃. 基于面板数据的我国各地区科技资源配置效率的评价[J]. 科技管理研究,2007(3):43—46.
[2] 钟华,安新颖,汪凌勇. 国际 R&D 投入产出效率评价的实证分析——DEA 方法[J]. 重庆大学学报:社会科学版,2011,17(1):72—79.

[3] 陈永清. 我国科技投入与科技产出关系的实证研究——基于灰色系统理论的视角[J]. 广西社会科学,2011(1):54—59.
[4] 李兵,王铮,李刚强. 我国科技投入对经济增长贡献的实证研究 [J]. 科学学研究,2009,27(2):196—201.
[5] 耿修林. 1995—2007 年我国科技投入对科技产出影响分析 [J]. 科技管理研究,2009(5): 172—172.
[6] 连燕华,石兵,刘学英. 国家科学技术投入与产出效率评价 [J]. 中国软科学,2002(1):28—31.
[7] 国家统计局. 中国统计年鉴(2009)[M]. 北京:中国统计出版社,2009.
[8] 国家统计局,科技部. 中国科技统计年鉴(2006—2009)[M]. 北京:中国统计出版社,2006—2009.

Analysis of Science and Technology Input and Output Efficiency Based on 31 Provinces and Cities and the Autonomous Regions in China

SUN Jing

(Beijing Information Science and Technology University,Beijing 100192,China)

Abstract: In this paper, input and output data of the science and technology,based on the 31 provinces and cities and autonomous regions in China is put as research sample, input data from 2005 to 2007 and ouput data from 2006 to 2008 of 31 provinces in science and technology are choosed. Using the factor analysis method to analyse input and output index of science and technology ,respectively determine the technology investment’s score and output score. Based on socre,compute input and output efficiency of science and technology. But also ,build regression model reflecting relationship between input and output in science and technology.

Key words: technology input and output efficiency;factor analysis;regression analysis