

[文献编码]doi :10.3969/j.issn.1004-6917.2011.01.013

# 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

陈永清

(广西民族大学管理学院,广西 南宁 530006)

[摘要] 基于我国1999年~2008年科技投入和科技产出的年度统计数据,采用灰色系统理论和方法,对我国6项科技产出指标和17项科技投入指标的关系进行分析,结果表明:我国科技投入与产出之间存在强的相关关系,增加科技投入能有效提高科技产出的水平,但不同科技投入对不同产出的影响不同。专利申请授权数受政府科技资金投入的影响最大,而发明专利授权数和高技术出口则受企业科技资金的影响最大;技术市场成交额和国外主要检索工具收录我国的论文总数主要由用于发展研究的R&D经费推动,而科技成果登记数则由基础研究人员的研究与试验劳动投入推动。

[关键词] 科技投入 科技产出 灰色关联度

[中图分类号] F204 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6917(2011)01-0054-06

随着科学技术的发展和知识经济时代的来临,科学技术对社会经济发展的支撑作用日益突出,并逐步取代劳动和资本要素投入在经济增长中的主导地位,成为社会经济发展的内在核心要素。在知识经济时代,科学技术是第一生产力,它决定着一个国家或地区的社会经济发展水平,因此,世界各国都非常重视科学技术在社会经济发展中的突出作用,无不把制定科技发展政策、积极抢占世界科技发展的制高点作为政府施政的重点。

发展科技事业是一项系统工程,它不仅需要政策上的引导和扶持,更需要人力、物力上的足够投入。众所周知,一个国家或地区的现实科技水平和实力都源自科技产出,而科技产出取决于科技投入,因此,加大科技投入是确保科技产出,进而确保科技优势的基础和前提。然而,现实中能够用于科技事业活动的资源非常有限,这使得如何确保科技投入效率最大化成了

人们关注的热点。近年来,许多学者对我国科技投入产出的相关问题进行了研究,如严全治、苗文燕系统地分析了河南省科技投入与产出的关系<sup>[1]</sup>;于静霞、刘玲利对我国科技投入产出的现状进行了分析,并采用C2R模型和超效率模型测算分析了我国科技投入产出的效率<sup>[2]</sup>;蓝天立等运用灰色理论对广西科技投入产出间的关系进行了实证研究<sup>[3]</sup>,等等。

研究科技投入和产出间关系的方法有很多,如回归分析法、数据包络分析法、因子分析法等,其中最常用的方法之一是回归分析法。然而,实际中,应用回归方法分析科技投入与产出间的关系时,其最大的缺陷在于需事先假定其服从某种确定性的函数形式和误差项的概率分布,而且样本量必须足够大,否则,计算结果的有效性将大打折扣。此外,回归分析一般只能用于确定单投入或多投入与单一产出间的关联关系,对于多产出的情形则缺乏效率。

[收稿日期]2010-11-02

[基金项目]国家社科基金项目(08BSH030);广西教育厅科研项目(200911LX79);广西民族大学重点项目(2009MDZD04);广西民族大学博士启动基金项目(2008QD002)

[作者简介]陈永清(1966-),男,湖南郴州人,广西民族大学管理学院副教授,博士。

灰色系统理论是研究“少数据”、“贫信息”不确定问题的新方法,它依据信息覆盖,通过序列算子的作用探索事物运动的内在规律,其特点是“少数据建模”,其基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断序列间的联系是否紧密。序列曲线越接近,相应序列间的关联度就越大,反之就越小<sup>[4]</sup>。灰色关联分析弥补了相关分析的不足,对样本容量和数据分布没有特别要求,因而被广泛应用于社会经济分析的各个领域。文献中尽管也有一些学者应用灰色相关理论分析了科技投入与科技产出的关系,但对不同科技投入影响的分析还不够全面,如对不同形态研究与试验发展(Research and Development, R&D)投入的影响就缺乏全面的分析。本文拟在现有文献分析的基础上进一步分析基础研究、发展研究和试验开发等不同形态 R&D 投入对各科技产出的影响。

## 一、我国 1999 年~2008 年科技投入情况分析

科技投入是科技活动的基础和条件,也是决定科技产出的关键。科技投入包括人力投入和资金投入两个部分,其中人力是开展科技活动的基础和前提,没有科技人力资源的投入就没有科技活动,而资金投入则是确保科技人力资源开展各项科技活动的必要条件。科技人力和资金投入基本体现了科技要素投入的主体,为此,本文主要从人力和资金投入两方面分析 1999 年~2008 年我国科技投入的状况。

(一)科技人力投入分析。本文对科技人力的投入分析包括科技活动人员、科学家和工程师、R&D 折合全时人员及科学家和工程师 R&D 折合全时人员等四个指标。根据相应年份的《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》,可以得到表 1 所示的 1999 年~2008 年我国科技人力资源投入情况表。

表 1 1999 年~2008 年我国科技人力资源投入情况表

指标 \ 年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
科技活动人员(万人)	290.5	322.4	314.1	322.2	328.4	348.1	381.5	413.2	454.4	496.7
环比增长率(%)		10.98	-2.57	2.58	1.92	6.00	9.59	8.31	9.97	9.31
科学家和工程师(万人)	159.5	204.6	207.2	217.2	225.5	225.2	256.1	279.8	312.9	343.5
环比增长率(%)		28.28	1.27	4.83	3.82	-0.13	13.7	9.25	11.83	9.78
R&D 折合全时人员(万人年)	82.2	92.2	95.7	103.5	109.5	115.3	136.5	150.2	173.6	196.5
环比增长率(%)		12.17	3.80	8.15	5.80	5.30	11.71	10.04	15.58	13.19
科学家和工程师 R&D 折合全时人员(万人年)	53.1	69.5	74.3	81	86.2	92.6	111.9	122.4	142.3	159.2
环比增长率(%)		30.89	6.91	9.02	6.42	7.42	20.84	9.38	16.26	11.88

从表 1 可以看出,在 1999 年至 2008 年期间,我国科技人力投入情况如下:

第一,我国科技活动人员投入总体呈增长态势,但中间略有波折,2001 年是一个分水岭。具体表现在:(1)除 2001 年科技活动人员较 2000 年下降 2.57%外,1999 年~2000 年和 2001 年~2008 年我国科技活动人员总量持续增加;(2)期间科技活动人员的平均增长率为 6.14%;(3)环比增长率呈锯齿状变化。这说明我国对科技人员投入较为重视,但由于受市场经济、自由择业等的影响,科技人员的环比增长率出现波动。

第二,科学家和工程师人员投入总体也呈增长态势,只有 2004 年略有下降,但下降幅度非常小,仅为

0.13%;期间科学家和工程师人员投入的平均增长率为 8.9%,高出期间科技活动人员的平均增长率 2.76 个百分点,这说明我国不仅注重科技活动人员的投入,更关注科研活动主体,即科学家和工程师这一关键群体的投入。

第三,尽管 R&D 折合全时人员数及科学家和工程师 R&D 折合全时人员数的环比增长率都表现出不规则变化,但两者都呈现出明显的增长态势。从两者期间的平均增长率来看,后者较前者高出 2.8 个百分点,这与科学家和工程师投入增长率比科技活动人员平均增长率高 2.76 个百分点是一致的。

第四,从科技人力投入的整体来看,无论是科学家和工程师 R&D 折合全时人员数还是 R&D 折合全

时人员数的平均增长率都较科学家和工程师以及科技活动人员的平均增长率高 4 个多百分点,这说明期间无论是科技活动人员还是科学家和工程师,他们的个人劳动投入都得到了增加。

(二)科技资金投入分析。科技资金投入是科技投入的重要组成部分,是确保科技人员开展各项科技活

动的基础和前提。本文对科技资金投入的分析主要从科技经费筹集额、科技经费内部支出、R&D 经费支出和 R&D 经费占 GDP 比重(%)等四个方面进行分析。表 2 是 1999 年~2008 年我国科技资金投入情况表。

从表 2 可以看出,1999 年到 2008 年期间,我国科技资金投入情况如下:

表 2 1999 年~2008 年我国科技资金投入情况表

单位:亿元

指标	年份	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1.科技经费筹集额		1 460.6	2 346.7	2 589.4	2 938	3 459.1	4 328.3	5 250.8	6 196.7	7 695.2	9 123.8
环比增长率(%)			60.67	10.34	13.46	17.74	12.5	21.3	18.14	24.18	18.56
其中:(1)政府财政资金		473	593.4	656.4	776.2	839.3	985.5	1 213.1	1 367.8	1 703.6	1 902
环比增长率(%)			25.45	10.62	18.25	8.13	17.42	23.09	12.75	24.55	11.65
(2)企业资金		745.9	1 296.4	1 458.4	1 676.7	2 053.5	2 771.2	3 440.3	4 106.9	5 189.5	6 370.5
环比增长率(%)			73.54	12.5	14.97	22.47	34.95	24.14	19.38	26.36	22.76
(3)金融机构贷款		123	196.2	190.8	201.9	259.3	265	276.8	374.3	384.3	405.2
环比增长率(%)			59.51	-2.75	5.82	28.43	2.20	4.45	35.22	2.67	5.44
2.科技经费内部支出		1 284.9	2 050.2	2 312.5	2 671.5	3 121.6	4 004.4	4 836.2	5 757.3	7 098.9	8 510.6
环比增长率(%)			59.56	12.94	15.52	16.85	28.28	20.78	19.05	23.30	19.89
3.R&D 经费支出		678.9	895.7	1 042.5	1 287.6	1 539.6	1 966.3	2450	3 003.1	3 710.2	4 616
环比增长率(%)			31.93	16.39	23.51	19.57	27.71	24.6	22.58	23.55	24.41
其中:(1)基础研究		33.9	46.7	52.2	73.8	87.7	117.2	131.2	155.8	174.5	220.8
环比增长率(%)			37.76	11.78	41.38	18.83	33.64	11.95	18.75	12.00	26.53
(2)发展研究		151.5	151.9	175.9	246.7	311.4	400.5	433.5	489	492.9	575.2
环比增长率(%)			0.26	15.8	40.25	26.23	28.61	8.24	12.80	0.80	16.70
(3)试验发展		493.5	697	814.3	967.2	1 140.5	1 448.7	1 885.3	2358.4	3 042.8	3 820
环比增长率(%)			41.24	16.83	18.78	17.92	27.02	30.14	25.09	29.02	25.54
4. R&D 经费占 GDP 比重		0.76	0.9	0.95	1.07	1.13	1.23	1.34	1.42	1.44	1.54
GDP 环比增长率(%)		14.39	10.64	10.52	9.38	9.74	17.71	14.6	15.67	21.41	16.85
美国 R&D 占 GDP 比重		2.66	2.74	2.76	2.66	2.66	2.59	2.62	2.66	2.68	
日本 R&D 占 GDP 比重		3.02	3.04	3.12	3.17	3.20	3.17	3.32	3.39	3.44	
瑞典 R&D 占 GDP 比重		3.57		4.18		3.85	3.62	3.60	3.74	3.60	

第一,我国科技经费筹集额一直保持较强的增长势头,平均增长率达 22.58%,且多数年份的环比增长率高于国内生产总值(GDP)的环比增长率。我国科技经费主要有三个来源,即政府财政资金、企业资金和金融机构贷款。其中企业资金一直是科技经费筹集额的主要来源,从其变化的趋势来看,不仅增长速度快,期间平均增长率达 26.71%,比同期科技经费筹集额的平均增长率高出 4.33 个百分点,而且其在科技经费筹集额中的相对份额也不断增加,1999 年,企业资金仅占科技经费筹集额的 51%,到 2008 年,企业资金占科技经费筹集额的比例高达 69.82%,这说明企业经费早已成为我国科技活动经费来源的绝对主体,也说明我国企业的科技活动越来越活跃,已成为我国科

技活动的中坚力量。政府财政资金是科技经费筹集的第二大来源,期间政府投入的资金持续增加,平均增长率达 16.72%,较同期 GDP 平均增长率高出 2.33 个百分点,这说明随着经济的发展,我国对科技事业的重视程度越来越高,财政投入的力度越来越大。但总体而言,政府财政投入在科技经费筹集额中所占的比率呈下降趋势,由 1999 年的 32.38%下降到 2008 年的 20.85%。金融机构贷款是我国科技经费筹集的第三大源泉,期间总体也呈增长态势,但中间也略有波折,平均增长率为 14.16%,比科技经费筹集额的平均增长率低 2.56 个百分点;其在科技经费筹集总额中所占的比例由 1999 年的 8.42%下降为 2008 年的 4.44%,这说明我国科技活动对金融机构的依赖度正

逐渐减弱。

第二,科技经费内部支出呈绝对增长态势,期间平均增长率达 23.38%,比科技经费筹集额的平均增长率高 0.8 个百分点,比同期 GDP 平均增长率高 8.99 个百分点,但比企业资金平均增长率低 3.53 个百分点,这说明我国的科技活动比较活跃,且随着经济的发展,科研环境和条件正逐步改善。

第三,R&D 经费支出增长势头凶猛,每年的环比增长速度都不低于 15%,期间平均增长率达 23.73%,比同期 GDP 的平均增长速度高出近 10 个百分点,大大超过 GDP 的增长率。这是一个良好的发展势头,因为 R&D 是科技活动的核心和关键。按照国际惯例,R&D 经费投入的增长率必须高于 GDP 的增长率,唯有如此,一个国家或地区科技发展才有持续的后劲和日趋强壮的实力。从 R&D 支出的构成比例来看,试验发展的增长最快,期间的平均增长率达 25.53%,高出 R&D 支出平均增长率 1.8 个百分点,这说明在过去 10 年的 R&D 活动中,我国更加注重将潜在生产力转化为现实生产力环节的研究。其次是基础研究,期间的平均增长率为 23.15%,与 R&D 支出平均增长率基本一致。尽管基础研究的平均增长率较高,但基础研究在 R&D 支出中的比重一直较低(低于 5%),期间不但没升,反而略有下降,这说明基础研究在我国科研活动中的地位依然没有得到实质性改善。这显然不是一个积极的信号。一般认为,基础研究是科学技术发展的源泉,位于整个创新链的前端,在国家创新体系建设中占据十分重要的地位,是提升一个国家或地区持续创新能力、建设创新型国家的重要基础。因此,从着眼于世界科技发展趋势和建设创新型国家的战略要求出发,我国应进一步加大基础研究的投入比例。最后是发展研究,期间的平均增长率最低,仅比 GDP 平均增长率高 1.51 个百分点,且其在 R&D 经费支出中的比率逐年降低,由 1999 年的 22.3% 下降为 2008 年的 12.46%,这应该引起有关部门的警惕。

第四,从 R&D 经费占 GDP 的比重,即 R&D 活动经费强度来看,期间是逐年增加的,2008 年较 1999 年增加了 0.78 个百分点,翻了一番,达到了 1.54%。对科研人员来说,R&D 活动经费强度达到 1.54% 确实是一个让人倍感欣慰的数值,但与发达国家相比,我国 R&D 活动经费强度还远远不够,如美国在 1999 年~2008 年期间的 R&D 活动经费强度几乎都在 2.60% 以上,日本的则在 3.0% 以上,而瑞典的高达 3.5% 以上。

据统计,发达国家 R&D 活动经费强度普遍高于 2%,中等发达国家在 1.5%~2% 之间。从表中的数据可以看出,我国 R&D 活动经费强度刚刚进入中等发达国家水平,离发达国家水平还有一定差距,我国 R&D 投入依然任重道远。

## 二、灰色关联分析的比较机理和模型构建

(一)灰色关联分析的比较机理。事实上,灰色关联分析可以看做是一种有参考系的整体比较。它克服了距离空间只能两两比较、缺乏整体性的不足,而是将距离空间与点—集拓扑有机结合,从而构成灰色关联空间,即“距离空间+点—集拓扑=灰色关联空间”。然后在灰色关联空间中研究因素集中各因素之间或因素与系统特征之间的关系,并根据空间中因素点的距离确定灰色关联度<sup>[5]</sup>。灰色关联分析不同于传统的数学分析之处在于它提供了一个分析序列关系或系统行为的简要框架,即便是在信息量很少的情况下也能进行分析<sup>[6]</sup>。

(二)灰色关联分析模型的构建。灰色关联分析的基本思路是首先将相关序列变量设为一个灰色系统,然后用灰色关联度来分析该灰色系统中各系统特征序列与相关因素序列间关系的密切程度,从而判定引起和主导该系统演化发展的主要因素和次要因素。其典型计算步骤如下:

第一步,确定系统原始数据序列。设目标系统有  $s$  个系统特征序列,即  $Y_t=(y_t(1),y_t(2),\dots,y_t(n))$ , ( $t=1,2,\dots,s$ ),同时,有  $m$  个相关因素序列  $X_i=(x_i(1),x_i(2),\dots,x_i(n))$ , ( $i=1,2,\dots,m$ ),且  $Y_t, X_i$  长度相同。

第二步,求各序列的初相值。令:

$$X'_i=X_i/x_i(1)=(x'_i(1),x'_i(2),\dots,x'_i(n)),(i=1,2,\dots,m)$$

$$Y'_t=Y_t/y_t(1)=(y'_t(1),y'_t(2),\dots,y'_t(n)),(t=1,2,\dots,s)$$

第三步,分别求参考序列  $Y_t(t=1,2,\dots,s)$  与因素序列  $X_i(i=1,2,\dots,m)$  的差序列。

$$\text{记 } \Delta_{it}(k)=|y'_t(k)-x'_i(k)|$$

$$\Delta_{it}=(\Delta_{it}(1),\Delta_{it}(2),\dots,\Delta_{it}(n)),(i=1,2,\dots,m;t=1,2,\dots,s)$$

第四步,求参考序列  $Y_t(t=1,2,\dots,s)$  与因素序列  $X_i(i=1,2,\dots,m)$  形成的差序列的两极最大差与最小差。记  $M_t=\max_t \max_k \Delta_{it}(k)$ ,  $m_t=\min_t \min_k \Delta_{it}(k)$

第五步,求关联系数。

$$\gamma_{it}(k)=\frac{m_t+\xi M_t}{\Delta_{it}(k)+\xi M_t}, \xi \in (0,1)(t=1,2,\dots,s;i=1,2,$$

..., m; k=1, 2, ..., n)

$$\gamma_{it} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma_{ik}(k), (t=1, 2, \dots, s; i=1, 2, \dots, m; k=$$

1, 2, ..., n)

第六步, 列出灰色关联矩阵。

$$\Gamma = (\gamma_{it}) = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} & \dots & \gamma_{1m} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} & \dots & \gamma_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{s1} & \gamma_{s2} & \dots & \gamma_{sm} \end{bmatrix}$$

第七步, 利用灰色关联矩阵  $\Gamma$  对系统特征或相关因素作优势分析。对于灰色关联矩阵  $\Gamma$ , 若存在  $j, t \in (1, 2, \dots, s)$ , 满足  $\gamma_{ji} \geq \gamma_{ti}; i=1, 2, \dots, m$ , 则称系统特征  $Y_j$  优于系统特征  $Y_t$ , 计为  $Y_j \succ Y_t$ ; 若  $\forall t=1, 2, \dots, s$  且  $t \neq j$ , 恒有  $Y_j \succ Y_t$ , 则称  $Y_j$  为最优特征。若存在  $l, i \in (1, 2, \dots, m)$ , 满足  $\gamma_{il} \geq \gamma_{is}; i=1, 2, \dots, s$ , 则称系统因素  $X_l$  优于系统因素  $X_i$ , 计为  $X_l \succ X_i$ ; 若  $\forall i=1, 2, \dots, s$  且  $i \neq l$ , 恒有  $X_l \succ X_i$ , 则称  $X_l$  为最优因素。

### 三、我国科技投入产出的灰色关联实证分析

本研究的主要目的是探究科技投入对产出的影响, 而反映科技投入的变量有很多, 如人员投入、资金投入等; 反映产出的变量也有很多, 如专利数、论文数、高技术产品等。为全面探究科技投入对产出的影

响, 本研究选取专利申请授权数 ( $Y_1$ )、发明专利 ( $Y_2$ )、技术市场成交额 ( $Y_3$ )、科技成果登记数 ( $Y_4$ )、国外主要检索工具收录我国的论文总数 ( $Y_5$ ) 和高技术产品出口 ( $Y_6$ ) 等 6 项指标作为系统特征序列, 而将科技活动人员 ( $X_1$ )、科技活动人员中的科学家和工程师 ( $X_2$ )、研究与试验发展折合全时人员数 ( $X_3$ )、研究与试验发展中从事基础研究人员折合全时人员数 ( $X_4$ )、研究与试验发展中从事发展研究人员折合全时人员数 ( $X_5$ )、研究与试验发展中从事试验发展人员折合全时人员数 ( $X_6$ )、研究与试验发展中科学家和工程师人员折合全时人员数 ( $X_7$ )、科技经费筹集总额 ( $X_8$ )、科技经费筹集额中政府资金 ( $X_9$ )、科技经费筹集额中企业资金 ( $X_{10}$ )、科技经费筹集额中金融机构贷款 ( $X_{11}$ )、科技经费内部支出额 ( $X_{12}$ )、R&D 经费 ( $X_{13}$ )、R&D 经费中用于基础研究的经费 ( $X_{14}$ )、R&D 经费中用于发展研究的经费 ( $X_{15}$ )、R&D 经费中用于试验发展的经费 ( $X_{16}$ ) 和 R&D 经费占 GDP 比重 ( $X_{17}$ ) 等 17 个指标作为因素序列。

利用 2000 年~2009 的《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》的相应数据, 按照上文的步骤, 取  $\xi=0.5$  分别计算 6 个系统特征序列与 17 个因素序列的灰色相关关系后得到相应的相关矩阵  $\Gamma$ 。

从相关矩阵  $\Gamma$  可以看出:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 0.776 & 0.812 & 0.829 & 0.679 & 0.701 & 0.862 & 0.880 & 0.707 & 0.926 & 0.809 & 0.869 & 0.687 & 0.720 & 0.692 & 0.882 & 0.686 & 0.830 \\ 0.673 & 0.653 & 0.649 & 0.599 & 0.612 & 0.661 & 0.670 & 0.744 & 0.685 & 0.802 & 0.691 & 0.753 & 0.737 & 0.749 & 0.685 & 0.756 & 0.645 \\ 0.661 & 0.711 & 0.701 & 0.571 & 0.596 & 0.745 & 0.772 & 0.804 & 0.859 & 0.657 & 0.832 & 0.771 & 0.819 & 0.779 & 0.876 & 0.768 & 0.719 \\ 0.940 & 0.885 & 0.887 & 0.869 & 0.946 & 0.847 & 0.825 & 0.685 & 0.780 & 0.629 & 0.777 & 0.674 & 0.694 & 0.677 & 0.774 & 0.676 & 0.879 \\ 0.690 & 0.724 & 0.725 & 0.603 & 0.631 & 0.754 & 0.778 & 0.856 & 0.847 & 0.696 & 0.818 & 0.819 & 0.858 & 0.825 & 0.860 & 0.803 & 0.737 \\ 0.665 & 0.678 & 0.632 & 0.644 & 0.683 & 0.690 & 0.737 & 0.700 & 0.700 & 0.767 & 0.703 & 0.743 & 0.733 & 0.743 & 0.700 & 0.744 & 0.678 \end{bmatrix}$$

第一, 影响专利申请授权数的最关键因素是政府科技资金投入, 其次是用于发展研究的 R&D 经费支出以及科学家和工程师用于研究与试验发展的折合全时人员数, 影响最小的是从事基础研究的研究与试验发展的折合全时人员数。

第二, 企业科技资金投入是影响发明专利授权数的最关键因素, 其次是用于试验发展的 R&D 经费和科技经费内部支出额, 对发明专利授权数影响最小的是基础研究人员研究与试验折合全时人员数。

第三, 用于发展研究的 R&D 经费是影响技术市场成交额的最主要的因素, 其次是政府科技资金投入和金融机构科技贷款, 对技术市场成交额影响最小的是基础研究人员研究与试验折合全时人员数。

第四, 对科技成果登记数影响最大的是基础研究

人员研究和实验折合全时人员数和科技活动人员数, 其次是科技活动中的科学家和工程师人数、研究与试验发展折合全时人员数, 影响最小的是企业投入的科技资金。

第五, 对国外主要检索工具收录我国的论文总数这一产出指标来说, 影响最大的是 R&D 经费中的发展研究投入, 其次是 R&D 经费和科技经费总筹集额。

第六, 对高技术出口这一产出指标来说, 影响最大的是企业科技资金投入, 其次是科技经费内部支出额和 R&D 经费。

第七, 在相关矩阵中, 既找不到最优特征也找不到最优因素, 其准优因素顺序依次为  $X_9, X_{15}, X_{11}, X_7, X_{13}, X_6, X_8, X_{17}, X_{14}, X_3, X_2, X_{12}, X_{16}, X_1, X_{10}, X_5, X_4$ ; 其准优系统特征顺序为  $Y_4, Y_1, Y_5, Y_3, Y_6, Y_2$ 。也即相对来

说,政府科技资金投入、用于发展研究的 R&D 经费支出和金融机构科技贷款是影响综合科技产出的三项最主要因素,而科技成果登记数、专利申请授权数和国外主要检索工具收录我国论文数受这 17 项科技投入的综合影响最大。

#### 四、结论分析和建议

通过对 1999 年~2008 年我国科技投入与科技产出数据的分析,可以看出我国科技投入与产出之间存在较强的相关关系,增加科技投入能有效地提高科技产出的水平,但不同的科技投入对不同产出的影响不同。对专利申请授权和发明专利授权数而言,影响最大的是政府科技资金投入和企业科技资金投入,其次是用于发展研究与试验发展的 R&D 经费支出、科学家和工程师用于研究与试验发展的折合全时人员数和科技经费内部支出额;对于技术市场成交额而言,影响最显著的是用于发展研究的 R&D 经费和政府科技资金投入和金融机构科技贷款;对于科技成果登记数而言,影响最大的是基础研究人员研究和实验劳动投入、科技活动中的科学家和工程师人数以及研究与试验发展折合全时人员数;对于国外主要检索工具收录我国的论文总数这一指标来说,其主要取决于 R&D 经费中的发展研究投入、R&D 经费和科技经费总筹集额;对于高技术出口来说,主要的影响因素是企业科技资金投入、科技经费内部支出额和 R&D 经费。

从上述研究结果可以看出,尽管人力投入和科技资金都对科技产出有显著影响,但总体而言,科技资金投入(包括 R&D 投入)的影响无论在面上还是在强度上都明显胜过科技人员的影响,即在研究期内,对科技产出起主导作用的不是人员投入,而是科技资金投入,当然,也并非所有科技资金投入的作用都是相同的,资金的用途不同、来源不同,其对科技产出的影响也就不同。按理说科技人员是科技活动的主体,在科技投入产出体系中应该处于绝对的主导地位,但是实证研究没有支持这一常规性的观点,原因可能有两个,一是我国科技队伍的整体科研水平还不高,因而在科技产出中难以占据主导地位。目前,尽管我国科技人员数量居世界第一位,研发人员居世界第二位<sup>[7]</sup>,但科技产出却很低,科研效率不高。二是现有的科技人力资源和资金资源配置相对不合理,人力资源

配置相对过剩,而资金资源相对不足,这可能导致科技人员因资金缺乏而难以发挥应有的作用。

基于上述结果分析,笔者提出以下建议:一是鉴于政府科技资金与专利申请授权数的高度相关性,国家应该加大政府科技资金投入的力度,以提升专利授权的质量和数量;二是鉴于企业科技资金对发明专利授权数和高技术出口的密切相关关系,国家应在税收政策等方面给予企业在科技投入方面更多的优惠,以鼓励企业加大科技资金投入,这不仅有利于企业、区域乃至国家科技创新水平的提高,也有利于增强企业在高技术产品国际市场的竞争力。三是不仅应加大 R&D 经费投入的总额,还应对 R&D 投入经费在基础研究、发展研究与试验发展三项 R&D 活动之间进行合理分配,应扭转期间用于发展研究的 R&D 经费占总 R&D 经费比例逐渐减少的局面,加大发展研究 R&D 经费的份额,这样不仅能提高成熟科技成果的市场化活跃程度,也能促进国外科技界和学术界对我国科技界和学术界的认同,从而提升我国在国际科技界和学术界的地位。四是增加科技成果登记数,必须增加科技活动人员的人数,尤其应增加基础研究人员研究和实验的有效劳动投入。

#### [参考文献]

- [1]严全治,苗文燕.河南省科技投入产出相关性分析[J].河南社会科学,2006,(2).
- [2]于静霞,刘玲利.我国省际科技投入产出效率评价[J].工业技术经济,2007,(9).
- [3]蓝天立,杨志江,罗掌华.广西科技投入与产出的灰色关联优势分析[J].北京航空航天大学学报(社会科学版),2008,(1).
- [4][5]刘思峰,党耀国,方志耕等.灰色系统理论及其应用[M].北京:科学出版社,2004.
- [6]邓聚龙.灰色系统基本方法[M].武汉:华中科技大学出版社,2005.
- [7]尚勇.我国科技人员数量居世界第一[J].科技风,2007,(Z2).

[责任编辑:吴晓霞]