

# 科技投入与经济增长的模糊相似优先比研究

——以云南省为例

王志勇, 鲍亦平, 尚朝秋, 普卫东

(云南省科学技术情报研究所, 云南 昆明 650051)

摘要: 以模糊相似优先比分析为基础, 根据云南省1998~2003年的统计数据, 分析了科技投入和国内生产总值(GDP)增长之间的关系, 发现科技投入中科技经费的投入对经济增长的影响比科技人员对经济增长的影响要大; 研发经费投入中试验发展和独立研究机构的研发经费投入与经济增长的相似性较高。最后, 就如何更好地利用科技投资促进经济增长提出了对策建议。

关键词: 模糊相似优先比分析; 经济增长; 科技投入

中图分类号: F062.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2007)03-0049-03

## 1 云南省1998~2003年科技投入情况分析

根据表 1, 1998~2003 年, 云南省的国内生产总值、科技经费、R&D 经费分别以 6.56%、15.42%、19.57%的年均增长率增长(以 1998 年为基数), 科技经费、R&D 经费的增长速度明显高于同期国内生产总值的增长速度。特别是科技经费, 2000 年的增长率竟高达 85.84%。科技活动人员则出现了一定的波动, 2001 年达到 60 185 人, 随后呈现下降趋势, 到 2003 年仅为 50 191 人, 3 年时间减少了近 1 万人。科技活动人员作为科技要素中最为活跃的要素, 具有流动性。这个结果虽然反映出我国人才配置逐步走向市场化, 但作为政府有关部门, 为保持科技发展和经济增长, 如何充分利用科技活动人员的流动性特点, 做好科技活动人员的投入工作, 是值得思考和注意的问题。

R&D 活动是科技活动的核心, 也是云南省创新体系的重要组成部分。R&D 资源是创新活动的基本要素, 在科技创新活动中起着关键性的作用。虽然云南省的 R&D 经费投入一直呈增加趋势, 但由于基数相对较低, R&D 经费与 GDP 的比例不高(到 2003 年仅为 0.45%), 远远低于同期全国平均水平, 在西部 12 省(市、区)中也仅处于中游水平。从 R&D 经费来看(见表 2), 按执行机构划分, 1998~2003 年, 大中型工业企业、高等院校和科研机构的 R&D 经费比例有所上升; 按活

动类型划分(见表 3), 试验发展和应用研究依然是 R&D 投入的重点, 若以基础研究为 1, 则云南省 1998 年三者之间的比例为 1 2.8 11.9, 2000 年为 1 2.7 10.6, 2003 年为 1 3.1 8.6。这种经费分布状况, 一方面反映了云南省政府比较重视科技与经济的结合, 另一方面也反映出对基础研究的重视程度不够。基础研究具有高风险性和正外溢性, 是政府科技投入的主要领域, 云南省 R&D 经费在基础研究方面投入不足及其在整个 R&D 经费投入中比重偏低, 与云南省加强自主创新、鼓励自主知识产权、提高竞争力的要求是不相适应的。

## 2 模糊相似优先比分析的基本原理<sup>[2-5]</sup>

模糊相似优先比方法是模糊数学中的一项重要内容, 它可对多个样本与某一样本的相似性进行综合评判, 是比较事物间联系的常用数学方法之一。与数理统计方法相比, 对样本量的多少和数据分布没有特殊要求, 而且方法简便, 可完全排除凭经验带来的主观性和片面性。其基本

表 1 云南省 1998~2003 年科技投入与 GDP 增长情况

年度(年)	1998	1999	2000	2001	2002	2003
GDP(亿元)	1 793.9	1 855.7	1 955.1	2 074.7	2 232.3	2 465.3
科技经费(亿元)	12.5	11.3	21.0	21.3	25.2	25.6
R&D 经费(亿元)	4.5	5.5	6.8	7.7	9.8	11.0
R&D 经费/GDP(%)	0.25	0.30	0.35	0.37	0.44	0.45

收稿日期: 2006-02-15

基金项目: 云南省科技厅 2004 年度重点软科学项目(2004RK02)

作者简介: 王志勇(1971-), 男, 云南大理人, 云南省科学技术情报研究所助理研究员, 理学硕士, 研究方向为科技政策、决策分析、系统工程。

原理如下:

设有一组选择对象  $A\{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ 。

若  $A$  中的每一个元素与固定样本  $a_k$  之间可能比较, 即对  $A$  中的任意两个元素  $a$  和  $a_j$  与  $a_k$  相比, 或是  $a$  优于  $a_j$ , 或是  $a_j$  优于  $a$ 。我们的任务则是从集合  $A$  中选出一个  $a_k$ , 使之在各元素中与  $a_k$  相比是最相似的。

为此, 需要建立模糊选择关系  $P$ 。它是指这样一个映射:

$P: A \times A \rightarrow [0, 1]$  满足下列条件:

- (1)  $P(a, a) = 0, \forall i$ ;
- (2)  $P(a, a_j) + P(a_j, a) = 1$

条件(1)表明元素自身无比较必要; 条件(2)表明, 若  $a$  比  $a_j$  的相似程度为  $r_{ij}$ , 则  $a_j$  比  $a$  的相似程度为  $r_{ji} = 1 - r_{ij}$ 。  $P(a, a_j) = r_{ij}$  表示  $a$  比  $a_j$  的相似程度, 称为模糊相似优先比。模糊相似优先比  $r_{ij}$  有多种求法, 最简单的是采用绝对距离 (亦称汉明距离)。可以这样定义:

$$r_{ij} = \frac{D_{ki}}{D_{ki} + D_{kj}} = \frac{|x_k - x_j|}{|x_k - x_i| + |x_k - x_j|}$$

式中,  $x_k$  为固定样本;  $x_i, x_j$  为比较样本。

这里, 模糊相似优先比是  $A$  中的一个具有一定性质的模糊关系。它可以用矩阵直观地表示为:

$$P = (r_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix}$$

为了清楚地看出  $A$  中各元素与  $a_k$  比较的相似程度, 可应用布尔矩阵建立  $\alpha$  水平集:

$$P_\alpha = \begin{cases} 1 & \text{当 } r_{ij} \geq \alpha \\ 0 & \text{当 } r_{ij} < \alpha \end{cases}$$

以上讨论了单因子的模糊相似优先比问题。若  $A$  有多个因子, 则需分别对各因子进行处理, 然后进行模糊综合评判即可。模糊综合评判常用的方法有两种:

- (1) 总分法, 其评判标准为  $m$  个因子的得分总和:

$$S = \sum_{i=1}^m S_i$$

- (2) 加权平均法, 根据每个因子的重要程度赋以一定

权重  $\rho_i$ , 其评判标准为:

$$S = \sum_{i=1}^w \rho_i S_i \quad (\text{其中 } \sum_{i=1}^w \rho_i = 1)$$

两种方法中,  $S$  越小, 说明该比较样本与固定样本越相似, 或者说, 该比较样本与固定样本关联程度越大。

根据以上分析, 采用模糊相似优先比方法选择最相似者的步骤如下:

- (1) 确定集合  $A$  中作为比较依据的特征参数——相似因子, 将其数值化;
- (2) 计算相似优先比  $r_{ij}$ , 建立模糊相似关系  $P$ ;
- (3) 写出  $P$  的各  $\alpha$  水平关系  $P_\alpha$ ;
- (4) 让  $\alpha$  由大到小逐个检查  $P_\alpha$ , 若  $P_\alpha$  中第  $i$  行除对角线元素之外, 其余元素均为 1, 则  $\alpha_i$  即为最相似元素。将原矩阵中最相似元素所在的行和列划去, 得一新矩阵。重复上述步骤, 即可依次得到次相似元素;
- (5) 进行模糊综合评判, 选出最相似者。

### 3 云南省科技投入与经济增长的模糊相似优先比分析

根据模糊相似优先比分析方法, 选择云南省 1998~2003 年的相关数据, 建立 3 个模糊关联度模型用以分析该省科技投入与经济增长的关系 (见表 4)。经计算分别得到相应模糊相似优先序号, 如表 5 所示。

从实证分析结果可以看出, 科技投入与经济增长有着一定的正相关关联, 但关联度不同, 对经济的影响也不同。

模型一,  $S_1 < S_2$ , 则  $X_1 > X_2$ , 说明科技经费投入比科技人员投入对经济增长的影响要大。由于整体上云南省科技水平较低, 科技经费的大量投入能加强研发、提高技术水平, 从而增加产品的技术含量, 促进经济总量增长; 而科技人员是技术进步的能动因素, 但因为体制原因和激励因素等不到位, 科研人员的积极性并没有得到充分调动, 对经济的作用没有完全发挥。

模型二, 在研发经费投入中,  $S_2 < S_1 < S_3$ , 则  $X_2 > X_1 > X_3$ , 即独立研究机构 R&D 经费投入与经济增长的相似程度最高, 大中型企业 R&D 经费投入次之, 高等院校 R&D 经费投入相似程度最小。独立研究机构和大中型企业的研发经费投入产生的成果能迅速转化成生产力, 能更好地促进经济的繁荣, 而高等院校的 R&D 经费使用效率有待提高, 加之其研究可能与实际需要存在距离, 还需要把技术成果经过一些间接程序后才能用于生产的第一线, 其交易成本削弱了对经济的影响力。

模型三, 从研发经费的活动类型来看,  $S_3 < S_1 < S_2$ , 则  $X_3 > X_1 > X_2$ , 这表明, 由于试验发展研究的应用性和其向生产力转化的快捷性, 对经济增长的贡献最为

表 2 云南省 1998~2003 年 R&D 经费按执行机构分类情况

年度(年)	1998	1999	2000	2001	2002	2003
大中型企业(万元)	16 222.7	16 976.3	24 125	26 469	32 944	39 106
所占比例(%)	38.8	32.6	39.7	42.8	38.1	41.9
高等院校(万元)	3 248.7	4 973.8	5 426	5 553	11 396	13 613
所占比例(%)	7.8	9.5	8.9	8.9	13.2	14.6
独立研究机构(万元)	22 347	30 196.7	31 281	30 327	42 142	40 705
所占比例(%)	53.4	57.9	51.4	48.6	48.7	43.5

资料来源:《云南统计年鉴》(1999~2004年),《中国科技统计年鉴》(1999~2004年)

表 3 云南省 1998~2003 年 R&D 经费按活动类型分类情况

年度(年)	1998	1999	2000	2001	2002	2003
基础研究(万元)	3 295.4	2 975.7	5 191	5 942.7	6 997.4	7 669
应用研究(万元)	9 291.7	13 032.9	13 417	13 700.8	23 748.5	23 713
试验发展(万元)	39 231.3	36 138.2	49 387	48 433.2	56 637.5	66 248

资料来源:《云南统计年鉴》(1999~2004年),《中国科技统计年鉴》(1999~2004年)

表4 云南省科技投入与经济增长模糊关联度模型

模型	模型一	模型二	模型三
固定样本	国内生产总值 科技经费投入	国内生产总值 大中型企业 R&D 经费投入	国内生产总值 基础研究经费投入
比较样本	科技人员投入	独立研究机构 R&D 经费投入 高等院校 R&D 经费投入	应用研究经费投入 试验发展经费投入

表5 云南省科技投入与经济增长模糊相似优先序号数

模型	比较样本	模糊相似优先序号数
模型一	科技经费投入( $X_1$ )	$S_1=8$
	科技人员投入( $X_2$ )	$S_2=9$
	大中型企业 R&D 经费投入( $X_1$ )	$S_1=10$
模型二	独立研究机构 R&D 经费投入( $X_2$ )	$S_2=7$
	高等院校 R&D 经费投入( $X_3$ )	$S_3=14$
	基础研究经费投入( $X_1$ )	$S_1=9$
模型三	应用研究经费投入( $X_2$ )	$S_2=14$
	试验发展经费投入( $X_3$ )	$S_3=8$

明显; 基础研究注重实验性与理论性, 在很大程度上能提高自主创新能力, 从而增强经济竞争力; 应用研究则是为了确定基础研究成果可能的用途, 或是为达到预定的目标探索应采取的新方法或新途径, 处于一种中间环节, 其对经济增长的影响不是很明显。

## 4 对策建议

### 4.1 加快科技法制建设

市场经济是法制经济, 若科技成果缺乏有力的法律保护, 势必会阻碍科技的发展, 影响科技投入主体的积极性。因此, 应当营造良好的法制环境, 使权利和义务在科技投入主体上得到有机的统一, 激励各种实体增大科技投入, 积极开展技术创新; 积极建立知识产权保护法律体系, 加强执法力度, 贯彻落实有关知识产权保护和科技成果转化的规定, 营造有利于科技发展的法治环境, 鼓励科技投入主体创新的积极性。

### 4.2 发挥科技人才的能动性

人才是最大的生产力, 知识经济归根到底就是人才经济。应当建立适宜科技人才创新的市场机制和激励机制, 调动科研人员的积极性和创造性。同时, 还应建立灵活的

用人机制, 切实发挥科技人才的能动性。

### 4.3 加强对企业投入的政策引导

一是加强政府采购对科技创新的引导。运用各种政府采购手段对企业研发活动给予支持。通过前采购对企业的研发投入进行宏观导向, 通过后采购为企业科技成果产业化创造一定的市场空间, 降低产品早期进入市场的风险, 进而推动企业对新技术、新工艺和新产品的研发。

二是加大对企业投入的财政引导。建立政府资助和企业研发相结合的机制, 发挥政府投入的引导作用, 强化企业对产业技术选择的参与和市场导向的自主决策。调动企业对产业技术的识别潜力, 加强产业技术选择和创新的的市场决策程度, 使企业成为产业技术创新的决策和投资主体、研究开发主体以及科技成果的应用主体。

### 4.4 完善多元化的科技投入体系

一是构建多层次的科技投融资支持体系。建立和完善促进科技发展创新的多层次投融资支持体系, 既包括直接金融方式, 也有间接金融方式; 既有政策性金融形式, 也有商业性金融形式; 发展多层次的资本市场体系。二是吸引非营利组织、社会团体、国外和省外投资、个人等对科技的投入。营造一个完善的外部制度环境, 充分吸收非营利组织、社会团体、国外和省外投资、个人等各方面的社会资金进入本省科技研发领域, 形成科技投入的社会支持体系, 与政府和企业的科技投入形成合力。

### 参考文献:

[1] 李京文, 郑友敬. 技术进步与经注效益[M]. 北京: 中国财政经济出版社, 1989.

[2] 汪培庄. 模糊集合论及其应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1983.

[3] 冯德益, 楼世博. 模糊数学方法与应用[M]. 北京: 地震出版社, 1988.

[4] 周宝焜. 模糊相似优先比的等价方法[J]. 系统工程理论与实践, 1993, 13(5): 21-23.

[5] 刘建慧. 关联分析方法比较研究[J]. 北京商学院学报, 1997, 12(1): 83-87.

(责任编辑: 来 扬)

# Fuzzy Similarity Ordering Research on the Relationship between Science and Technology Input and Economic Growth

Abstract: According to the statistics of 1998~2003 in Yunnan, based on fuzzy similarity ordering analysis, this paper analyzed the relationship between S&T input and GDP growth. It is found that S&T input has more significant impact on economic growth than personnels and that the input of research and development funds in experiment and development and in independent research institutions share much similarity with economic growth. The paper also put forward suggestions about making better use of scientific and technical input for the promotion of economic growth.

Key Words: fuzzy similarity ordering analysis; economic growth; science and technology input