

# 江苏省科技投入与经济增长关联性分析

张晓蓉, 于 正

(南京师范大学 数学与计算机科学学院, 江苏 南京 210097)

**[摘要]** 随着科学技术的快速发展,科技投入对经济增长的作用越来越明显.依据江苏省 1998 - 2004 年的统计数据,以灰色关联度分析为基础,对科技投入各个指标与江苏省经济增长的关联度进行分析.从总量看影响江苏经济增长的科技投入诸指标中科技人员投入影响较大,R&D 经费投入次之,说明科技人员是技术进步的原始因素,应进一步加强这方面的工作.在研发经费投入中大中型企业投入对经济增长影响大于高等院校的影响.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,具有技术转化的便利,能更好促进经济的繁荣.而高校是人才的培养中心,高校人才对经济发展的作用也不容低估.

**[关键词]** 灰色关联分析,经济增长,科技投入

**[中图分类号]** N32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-1292(2006)03-0090-05

## Relevance Analysis Between Sci-tech Input and Economic Growth of Jiangsu Province

Zhang Xiaorong, Yu Zheng

(School of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** With the rapid development of science and technology, the effect of Sci-tech input on economic growth is becoming more and more obvious. Starting with the significance of Sci-tech input on economy development, and according to the statistics of 1998 - 2004 in Jiangsu Province, this paper, based on gray relevance analysis and the analysis of the relationship between economic growth of Jiangsu Province and every factor of sci-tech input, finds that the input of sci-tech researchers is more important than the input of research and development funds in sci-tech input, which implies the input of sci-tech researchers is the leading factor for technology, we should improve this work; The influence of the input of research in factories is much greater than the input of research in institutions of higher learning. The achievement of the input of research in factories can be transformed to the productive forces rapidly and promote economic growth. Institution is the raise center of talented person, so it's influence is not allowed to underestimate.

**Key words:** gray relevance analysis, economic growth, sci-tech input

随着科学技术的快速发展,科技投入对经济增长的作用越来越明显.世界经济发展历程已证明,当科技投入与经济发展进入良性循环时,将会极大地促进社会经济的的增长,反之亦然.尤其是在发展内涵式经济的今天对江苏科技投入与经济增长的关系进行研究,正确认识和评价科技投入在经济增长中的作用,并作出定量分析,具有重要的现实意义.本文试图以灰色关联度分析为基础,对江苏经济增长与科技投入情况进行时间相关分析,以期有所探索供决策参考.

### 1 江苏科技投入情况定性分析

近年来,江苏省科技水平迅速发展,科技投入逐年加大,技术因素在经济增长中的贡献越来越大,促进了经济由粗放型增长向集约化的转变.我们对 1998 ~ 2004 年间科技活动经费筹集总额、使用总额、R&D

收稿日期: 2005-12-02

基金项目: 江苏省教育厅自然科学基金资助项目(03KJB630070).

作者简介: 张晓蓉(1981-),硕士研究生,主要从事代数及数学建模方面的学习和研究. E-mail: xiaorong19810714@sina.com

通讯联系人: 于正(1963-),副研究员,主要从事科学管理研究. E-mail: yuz@njnu.edu.cn

— 90 —

经费支出和科技活动人员等项进行分析.

### 1.1 科技活动经费筹集和使用

#### 1.1.1 科技经费筹集使用情况

从科技活动经费筹集和使用情况看,1998~2004年间科技活动经费筹集额增长了4.83倍,年平均名义增长率为31.3%;科技活动经费使用额增长了5.29倍,年平均名义增长率为34.0%.但是其中有波折:2000年科技经费筹集和使用陡然增加,分别达到210.0亿元和208.0亿元,之后开始逐年稳步增长.同时,省内生产总值(GDP)增长了2.15倍,年平均名义增长率为13.8%,均低于同期科技活动经费筹集额和使用额的增长.如图1所示,1998~2004年科技活动经费的增长明显高于GDP的增长,显示出江苏省科技投入力度加大,科技发展的强劲后劲.

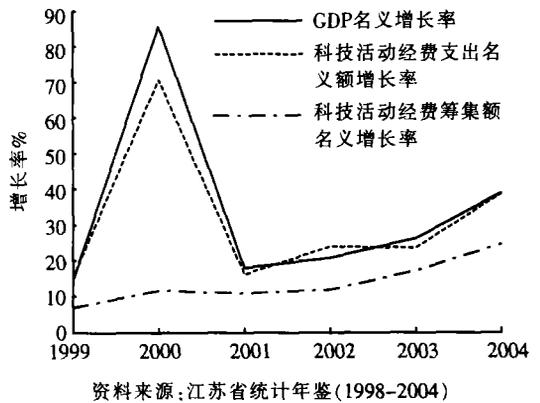


图1 科技经费筹集使用增长率与同期GDP增长率比较

科技经费筹集,使用的实际增长和GDP增长均在逐年提高.但从这里较难看出它们之间的相关性.因此就要从增长率的数据入手较为有力.由此我们可以看出三者之间的关系:科技筹集增长率与使用率基本是同步的,GDP增长率相对较平稳,到2001年有所下降.这说明科技与GDP有深刻相关性,2000年科技经费筹集使用上升对同年GDP增长率的提高是正相关的.接着2001年科技经费筹集使用增长率陡降,也使GDP的增长率从11.5%下降到10.8%.从2002年开始,三者的增长率开始相对稳定的逐步上升,具有良好的发展势头.

#### 1.1.2 科技研究发展经费(R&D)投入分析

如果上述的科技活动经费不完全是用于科学研究的费用,则科技研究发展(R&D)经费支出则更能说明问题.现对江苏省1998-2004年R&D经费支出和省内生产总值进行统计分析.

表1 江苏省1998-2004年R&D经费支出和国内生产总值数据表

年份	R&D经费支出(亿元)	名义增长率/%	国内生产总值(亿元)	名义增长率/%	R&D经费支出占GDP比重
1998	32.52	—	7199.95	—	0.45
1999	40.45	24.38	7697.82	6.90	0.53
2000	73.05	80.59	8582.73	11.50	0.85
2001	92.07	26.04	9511.91	10.80	0.97
2002	109.09	18.49	10631.75	11.80	1.03
2003	150.46	37.92	12460.83	17.20	1.21
2004	213.98	42.22	15512	24.50	1.38

资料来源:江苏省统计年鉴(1998~2004)

第一,1998-2004年间,江苏省R&D经费支出总体上呈递增的趋势,2000年的增长幅度最大,达到了80.59%.第二,1998-2004年间,江苏省R&D经费支出的年名义增长率显著高于同期GDP的名义增长率,这是一个良好的发展势头.因为R&D活动是科技活动的核心,按照国际惯例,R&D经费支出的增长率应当高于同期GDP的增长率.第三,纵向比较,尽管江苏省R&D经费支出占GDP的比重呈逐年递增的趋势,但江苏省R&D经费支出占GDP的比重仍然偏小,甚至低于全国平均水平.2002年江苏省R&D经费支出为109.09亿元,占GDP的1.03%,同期全国R&D经费支出为1161亿元,占GDP的1.1%.这与江苏省发达的教育、科研水平是不相符的.同发达国家相比,差距更大.据《洛桑报告》2000年该指标最高的瑞典为3.78%,日本为3.12%,美国为2.68%;韩国为2.65%.江苏省要实现“两个率先”,必须重视科技投入,提高经济增长质量,增强经济发展的后劲.这就充分说明R&D投入对经济增长的影响是十分重要的.

### 1.2 科技人员投入分析

科技人员投入也是十分重要的因素之一.从1998~2004科技活动人员数统计来看,总体是在增长的.

科技人员投入方面,从图2可以看出,1999~2000年间从事科技活动人员数波动较大,表现在1999年从事科技活动人员数为23.63万人,到2000年增长了5.11万人.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,从图2可以看出科技活动人员数呈现波动性这一特点:分别在1998~1999,2000

~2002和 2003~2004是3个相对稳定的平台. 1999~2000一年中有较大发展,其政策影响的正效应显著;之后的2000~2002虽上升势头趋缓,但还是有所上升;2002~2003又有新的陡升;2003至今是新的平缓期.

就科技人员投入工作而言,政策因素在其中起着很大的作用. 以上的波动性就是一种反映. 从总体上说江苏的科技人才发展是好的,但也有问题:主要是在留住人、用好人、吸引人上还要下大功夫. 由于人才具有流动性,兄弟省市的竞争不容忽视. 如上海、广东的加大开放对江苏人才的流动影响,浙江也是潜在的人才流动新集聚地. 在人才配置逐步走向市场化的条件下,为保持江苏科技发展、经济增长,充分利用科技活动人员具有流动性的特点,做好科技活动人员投入工作,值得思考和注意.

由图3可以看出2000年科技活动人员数残余向量较大,经拟合方程计算得2000年应达到27.4万人左右,预测2006年达到46.3万人.

### 2 科技投入和经济增长的灰色关联分析

灰色关联分析是灰色系统理论的主要内容之一,用来分析系统中母因素与子因素的关系密切程度,从而判断引起该系统发展的主要因素和次要因素.

灰关联分析的主要步骤:

(1) 确定分析序列

设参考序列(又称母序列)为  $x_0^i = \{x_0^i(k) \mid k = 1, 2, \dots, n\}$ , 其影响因素为比较序列(又称子序列)

$$x_i^i = \{x_i^i(k) \mid k = 1, 2, \dots, n\} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

(2) 变量因素的无量纲化

由于系统中各因素列中的数据可能因计算单位的不同,不便于比较或在比较时难以得到正确的结论. 因此在进行灰色关联度分析时,一般都要进行无量纲化的数据处理.

$$x(k) = \frac{x^i(k)}{x(1)} \quad k = 1, 2, \dots, n$$

则无量纲化后相应的参考序列与比较序列分别为  $x_0(k), x_i(k)$

(3) 计算关联系数

$$x_0(k) \text{ 与 } x_i(k) \text{ 的关联系数 } \rho_i(k) = \frac{\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

记  $\rho_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$

$$\rho_i(k) = \frac{\min_i \min_k \rho_i(k) + \max_i \max_k \rho_i(k)}{\rho_i(k) + \max_i \max_k \rho_i(k)} \quad (2)$$

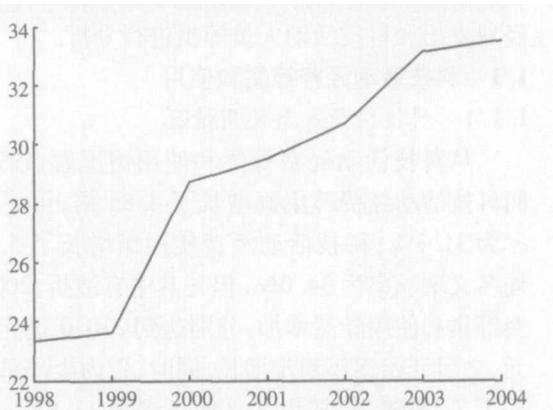
(0, +), 称为分辨系数, 越小, 分辨力越大, 一般的取值区间为 [0, 1], 具体取值可视情况而定, 当  $\rho = 0.5463$  时, 分辨率最好, 我们通常取  $\rho = 0.5$

据此可求出  $x_i(k)$  与  $x_0(k)$  的关联系数为

$$\rho_i(k) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

(4) 计算关联度

参考序列与比较序列的关联度为



资料来源:江苏省统计年鉴(1998-2004)

图2 江苏省1998-2004科技活动人员数统计图

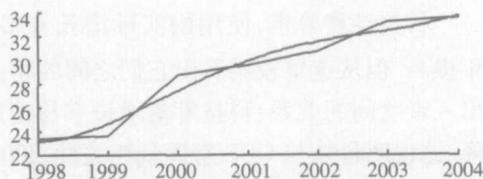


图3 江苏省1998-2004科技活动人员数拟合结果

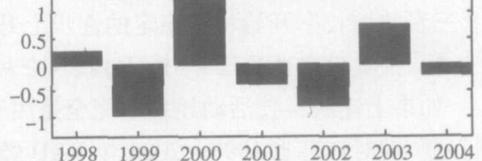


图3 江苏省1998-2004科技活动人员数拟合结果

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_i(k) \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

(5) 关联度排序

关联度按大小排序,如果  $r_1 < r_2$ ,则参考序列  $x_0$  与比较序列  $x_2$  更相似,从而它们关联度更大.

### 3 江苏省科技投入与经济增长的灰色关联分析

#### 3.1 建立模型

根据灰色关联分析方法,建立两个灰色关联度模型分析江苏科技投入与经济增长的关系.

模型 1:选择江苏省 1998 ~ 2004年间的相关数据,参考序列用名义国内生产总值 GDP来表示,为  $x_0'$ ;科技活动经费投入以 R&D经费支出来代替,表示为  $x_1'$ ,科技活动人员数表示为  $x_2'$ .

表 2 母因素与子因素排列表

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$x_0$	7199.95	7697.82	8582.73	9511.91	10631.75	12460.83	15512
$x_1$	32.52	40.45	73.05	92.07	109.09	150.46	213.98
$x_2$	23.35	23.63	19.42	29.52	30.73	33.18	33.55

单位:  $x_0, x_1$  为亿元;  $x_2$  为万人

为了便于分析,保证各因素具有等效性和同序性,因此需要对原始数据进行处理,使之无量纲化和统一化,因此首先要将序列数据进行变换,将 3 个序列的数据均分别用其第一个数去除,从而得到一个新数列,如表 3 所示.

表 3 数据变换后的母因素与子因素排列表

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$x_0$	1	1.069	1.192	1.320	1.477	1.731	2.154
$x_1$	1	1.244	2.246	2.831	3.355	4.627	6.580
$x_2$	1	1.012	1.231	1.264	1.316	1.421	1.437

根据前面的公式得到  $r_1 = 0.649, r_2 = 0.928$

模型 2:选择江苏省 1998 ~ 2004年间的相关数据,重点对 R&D经费与经济增长的关系进行定量分析.参考序列仍用名义国内生产总值 GDP来表示,为  $x_0'$ ;  $x_1'$ 表示大中型企业研发经费投入,  $x_2'$ 表示高等院校研发经费投入,均为名义值.

表 4 母因素与子因素排列表

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$x_0$	7199.95	7697.82	8582.73	9511.91	10631.75	12460.83	15512
$x_1$	61.79	71.23	90.83	109.14	146.25	201.71	312.03
$x_2$	72779	86438	101175	142685	181147	227694	281144

单位:  $x_0, x_1$  为亿元,  $x_2$  为万元

为了便于分析,保证各因素具有等效性和同序性,因此需要对原始数据进行处理,使之无量纲化和统一化,因此首先要将序列数据进行变换,将 3 个序列的数据均分别用其第一个数去除,从而得到一个新数列,如表 5 所示.

表 5 数据变换后的母因素与子因素排列表

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
$x_0$	1	1.069	1.192	1.320	1.477	1.731	2.154
$x_1$	1	1.153	1.470	1.766	2.367	3.264	5.050
$x_2$	1	1.188	1.390	1.961	2.489	3.863	4.871

根据前面的公式得到  $r_3 = 0.713, r_4 = 0.691$

表 6 江苏省科技投入与经济增长关联度表

指标	模型 1	指标	模型 2
	关联度		关联度
R&D 经费投入	0.649	大中型企业	0.713
科技人员投入	0.928	高等院校	0.691

### 3.2 结论

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。

根据模型 1,从科技投入总量上,  $\beta_2 > \beta_1$ ,就是说在影响江苏经济增长的科技投入诸指标中科技人员投入影响较大,R&D 经费投入次之,一般来说,科技投入总比支出总量要大,故与 GDP 的关联度也要弱一些,但这数据也会更客观些.这与参考文献 [3] 中有关论述可互为参照.说明科技人员是技术进步的原动因素,应进一步加强这方面的工作.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完全发挥,加上人才流失的因素,江苏省科技人员投入对经济的作用没有完全发挥.整体上江苏省科技水平还是不高的,科技投入能迅速提高技术水平,增加产品的技术含量,促进经济总量增长,与兄弟省市相比还有进一步加大投入的空间。

根据模型 2,在研发经费投入中,  $\beta_3 > \beta_4$ .这说明国内生产总值(GDP)与大中型企业科技投入及高等院校科技投入均存在一定的正相关关系,二者均促进了江苏的经济增长.但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,具有技术转化的便利,能更好促进经济的繁荣.加大企业科技投入和中小企业的科技进步的支持是政府工作的重点.同时如何更好地加强企业与高校在科技发展方面的合作是一个重要环节.高校是人才的培养中心,高校人才对经济发展的作用不容低估.高校如何在人才培养上与企业的实际相结合是一个重要课题。

本文的撰写得到了薛友宏先生、高洪俊教授大力帮助,谨表谢忱!

### [参考文献] (References)

[1] 刘思峰,郭天榜. 灰色系统理论及其应用 [M]. 开封:河南大学出版社,1991.  
L U Sifeng, GUO Tianbang Gray System Theory and Application[M]. Kaifeng: Henan University Press, 1991. (in Chinese)

[2] 陈冬生,魏建国,严琼芳. 武汉市科技投入与经济增长灰色关联研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2003(3): 48- 50  
CHEN Dongsheng, WEI Jianguo, YAN Qiongfang, et al Relevance analysis between sci-tech input and economic growth of wuhan province[J]. Science of Science and Management of S and T, 2003, 24(3): 48 - 50. (in Chinese)

[3] 米传民,刘思峰,杨菊. 江苏省科技投入与经济增长灰色相关性研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2004(1): 34- 36  
M I Chuangmin, L U Sifeng, YANG Ju Relevance analysis between sci-tech input and economic growth of jiangsu province [J]. Scicene of Science and Management of S and T, 2004, 25(1): 34- 36 (in Chinese)

[4] 江苏省统计局. 江苏统计年鉴(2005) [Z]. 北京:中国统计出版社, 2005.  
Bureau of Statistics of Jiangsu Jiangsu Statistical yearbook(2005) [Z]. Beijing: China Statistics Press, 2005. (in Chinese)

[5] 王学荫,张继忠,王荣. 灰色系统分析及实用计算程序 [M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2001.  
WANG Xuemeng, ZHANG Jizhong, WANG Rong Gray System Analysis and Practical Computational Procedure[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 2001. (in Chinese)

[责任编辑:刘 健]