

广西科技投入与科技产出的灰色关联优势分析

蓝天立¹, 杨志江², 罗掌华³

(1. 北京航空航天大学 经济管理学院, 北京 100083; 2. 广西师范大学 经济管理学院, 广西 桂林 541004;
3. 广西科学技术厅 高新处, 广西 南宁 530012)

摘要: 运用灰色关联优势分析方法对广西科技投入与科技产出之间的关联关系进行了实证研究。研究表明:科技经费投入是影响科技产出的最主要因素,而在科技经费投入中,政府资金对科技产出的影响效果最为明显;相对科技成果市场化与直接产出(专利)而言,产品创新能力最强。

关键词: 科技投入; 科技产出; 灰色关联; 优势分析

中图分类号: F204 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-2204(2008)01-0021-03

Gray Relevance Superior Analysis between S&T Input and S&T Output of Guangxi

LAN Tian-li¹, YANG Zhi-jiang², LUO Zhang-hua³

(1. School of Economics and Management, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China;
2. School of Economics and Management, Guangxi Normal University, Guilin 541004, China;
3. Department of Science and Technology of Guangxi, Nanning 530012, China)

Abstract: This paper analyses the relationship between S&T output and S&T input of Guangxi based on the gray relevance superior method. The results indicate that the leading factor influencing S&T output is the S&T fund, and the government fund is the most important factor. Regarding the capacity of technical output, product innovation is the greatest in comparison with the marketing of the technical achievement and the direct output (patent).

Key words: S&T input; S&T output; gray relevance; superior analyses

一、引言

研究科技投入与科技产出之间的关联关系通常采用回归分析方法^{[1][2]}。回归分析方法是通过事先假定科技投入与科技产出之间存在某种形式的生产函数关系,如柯布-道格拉斯生产函数、线性生产函数、固定替代弹性生产函数等,然后应用统计回归方法估计出其中的参数,最终得出经验生产函数关系式,再用于进一步的分析。回归分析方法最大的缺点是需要事先假定生产函数的某种形式以及误差项的概率分布,而且只有较大的数据量才能保证较高的精度,由小样本数据计算得出的结果很难具有说服力,并且该方法也只适用于多投入和单产出之间关联关系的测算,对于

处理多产出的情形就显得力不从心。

灰色关联分析方法是根据序列曲线几何形状的相似程度来判断序列之间的关联是否紧密,曲线越接近,相关序列之间的关联度就越高,反之越低。与回归分析方法相比,灰色关联分析方法不需假定出具体的生产函数形式,直接依据投入产出数据就能确定出变量之间的关联关系,对样本量和数据分布也没有特殊的要求,而且计算量小,易于编程实现。近年来,国内许多学者运用灰色关联分析方法研究了科技投入与经济增长之间的关联关系^{[3][4][5][6]},但他们的研究大都局限于多投入和单产出(经济增长)之间关联关系的分析,由此得出的结论也只能说明科技投入方面的主次因素。然而,科技产出是多方面的,不同产出方面能力的差异同样值得关注。文章考虑科技多产出

的情形,首先运用灰色关联分析方法计算出科技投入和科技产出的相对关联矩阵,然后对相对关联矩阵中的各灰色相对关联度作比较优势分析,由此得出科技投入和产出中各评价指标的主次关系。

二、灰色优势分析的建模机理

(一)确定分析序列

假设第 k 年科技投入评价指标 j 的样本数据为 $x_j(k)$,科技产出评价指标的样本数据为 $y_i(k)$,则科技投入序列可记为 $x_j = \{x_j(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$ ($j = 1, 2, \dots, l$),科技产出序列可记为 $y_i = \{y_i(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$ ($i = 1, 2, \dots, s$)。

(二)求灰色相对关联矩阵

由于科技投入和科技产出中各评价指标性质的差异性较大,利用绝对关联度进行分析时会受到变量间量纲不一致的影响,难以得出合理的结果。因此这里采用相对关联度进行分析,计算结果仅与序列相对始点的变化速率有关,而与各序列数据的大小无关。^[3]

1. 求 y_i, x_j 的初值像

对原始数据进行无量纲化处理,常用的有均值法、初值法等。根据广西科技统计数据的特点,这里采用初值法。

$$x'_j = \frac{x_j}{x_j(1)} = \left(\frac{x_j(1)}{x_j(1)}, \frac{x_j(2)}{x_j(1)}, \dots, \frac{x_j(n)}{x_j(1)} \right) \\ (j = 1, 2, \dots, l)$$

$$y'_i = \frac{y_i}{y_i(1)} = \left(\frac{y_i(1)}{y_i(1)}, \frac{y_i(2)}{y_i(1)}, \dots, \frac{y_i(n)}{y_i(1)} \right) \\ (i = 1, 2, \dots, s)$$

2. 求 y'_i, x'_j 的始点零化像

$$y''_i = (y'_i(1) - y'_i(1), y'_i(2) - y'_i(1), \dots, \\ y'_i(n) - y'_i(1)) \quad (i = 1, 2, \dots, s) \\ x''_j = (x'_j(1) - x'_j(1), x'_j(2) - x'_j(1), \dots, \\ x'_j(n) - x'_j(1)) \quad (j = 1, 2, \dots, l)$$

3. 求 $|y_{s_i}|, |x_{s_j}|$ 和 $|y_{s_i} - x_{s_j}|$

$$|y_{s_i}| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} y''_i(k) + \frac{1}{2} y''_i(n) \right| \quad (i = 1, 2, \dots, s) \\ |x_{s_j}| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} x''_j(k) + \frac{1}{2} x''_j(n) \right| \quad (j = 1, 2, \dots, l)$$

$$\frac{1}{2} x''_j(n) \quad (j = 1, 2, \dots, l)$$

$$|x_{s_j} - y_{s_i}| = \left| \sum_{k=2}^{n-1} (x''_j(k) - y''_i(k)) + \frac{1}{2} (x''_j(n) - y''_i(n)) \right|$$

$$\frac{1}{2} (x''_j(n) - y''_i(n)) \quad (i = 1, 2, \dots, s) \quad (j = 1, 2, \dots, l)$$

4. 求灰色相对关联度

$$\epsilon_{ij} = \frac{1 + |y_{s_i}| + |x_{s_j}|}{1 + |y_{s_i}| + |x_{s_j}| + |x_{s_j} - y_{s_i}|}$$

由此可得相对关联矩阵为

$$B = \begin{bmatrix} \epsilon_{11} & \epsilon_{12} & \dots & \epsilon_{1l} \\ \epsilon_{21} & \epsilon_{22} & \dots & \epsilon_{2l} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \epsilon_{s1} & \epsilon_{s2} & \dots & \epsilon_{sl} \end{bmatrix}$$

(三)比较优势分析

定理 1: $\forall k, i \in \{1, 2, \dots, s\}$, 若满足 $\epsilon_{kj} \neq \epsilon_{ij}$, 则科技产出的评价指标项 y_k 优于 y_i , 记为 $y_k \phi y_i$; $\forall i = 1, 2, \dots, s, i \neq k$, 若恒有 $y_k \phi y_i$, 则称 y_k 为科技产出的最优评价指标项。

$\forall m, j \in \{1, 2, \dots, l\}$, 若满足 $\epsilon_{im} \neq \epsilon_{ij}$, 则科技投入的评价指标项 x_m 优于 x_j , 记为 $x_m \phi x_j$; $\forall j = 1, 2, \dots, l, j \neq m$, 若恒有 $x_m \phi x_j$, 则称 x_m 为科技投入的最优评价指标项。

定理 2: $\forall k, i \in \{1, 2, \dots, s\}$, 若满足 $\sum_{j=1}^l \epsilon_{kj} \geq \sum_{j=1}^l \epsilon_{ij}$, 则科技产出的评价指标项 y_k 准优于 y_i , 记为 $y_k \geq y_i$; $\forall k \in \{1, 2, \dots, s\}$, 若使得对任意 $i \in \{1, 2, \dots, s\}$, 均有 $y_s \geq y_i$, 则称 y_k 为科技产出的准优评价指标项。

$\forall m, j \in \{1, 2, \dots, l\}$, 若满足 $\sum_{i=1}^s \epsilon_{im} \geq \sum_{i=1}^s \epsilon_{ij}$, 则科技投入的评价指标项 x_m 准优于 x_j , 记为 $x_m \geq x_j$; $\forall m \in \{1, 2, \dots, l\}$, 若使得对任意 $j \in \{1, 2, \dots, l\}$, 均有 $x_m \geq x_j$, 则称 x_m 为科技投入的准优评价指标项。^①

三、广西科技投入与科技产出的灰色关联优势分析

依据《中国科技统计年鉴》、中国科技统计信

息网(www.sts.org.cn)和《2005 年全国科技进步统计监测报告》中的统计数据资料,考虑把科技活动人员、科技经费内部支出、政府科技拨款、企业科技经费和金融机构科技贷款等作为广西科技投入的评价指标项,分别记为 X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 ;把新产品产值、技术市场成交合同金额、发明专利申请受理量等作为广西科技产出的评价指标项,分别记为 Y_1, Y_2, Y_3 。以 1999 年~2004 年广西科技统计数据作为样本数据。根据灰色关联优势分析方法,经计算可得广西科技投入与科技产出的相对关联矩阵为:

$$B = \begin{bmatrix} 0.5518 & 0.7129 & 0.8875 & 0.7542 & 0.7053 \\ 0.5668 & 0.6615 & 0.7940 & 0.6928 & 0.6557 \\ 0.5765 & 0.6390 & 0.7529 & 0.6659 & 0.6340 \end{bmatrix}$$

表 1 模型计算结果分析

分析结果	结论	原因分析	实证数据说明
$X_2 > X_1$	科技经费投入对科技产出的影响大于科技人力资源投入的影响	在科技创新活动中,技术、人才的引进与合作成为重要方式。但内部科技人力资源相对匮乏	2004 年科技经费支出是 1999 年的 4.73 倍,而 2004 年科技人员数量比 1999 年还略有下降
$X_3 > X_4 > X_5$	政府科技拨款对科技产出的影响最为明显,企业科技经费次之,金融机构科技贷款最弱	政府科技经费投入重点转向引导和拉动区内企业科技经费,投入产品创新。科技贷款对新产品创新的支持不足	2000 年~2004 年大中型工业科技活动人员数量下降了 21%,科技人力资源投入不足抑制了科技经费作用的发挥
$Y_1 \geq Y_2 \geq Y_3$	相对科技成果市场化与直接产出(专利)能力而言,产品创新能力最强	以产品创新为核心的创新计划促进了新产品的开发,推动了科技与经济的紧密结合,但自主创新能力仍然很弱	2004 年万名就业人员发明专利授权量和技术成果交易额分别排 30 位和 29 位,新产品销售收入占产品销售收入比重排在第 6 位

从科技投入来看, X_2 优于 X_1 ,说明科技经费投入对科技产出的影响要比科技人力资源投入影响大。一方面,自 1999 年以来,广西科技经费投入一直呈快速增长,2004 年的科技经费支出是 1999 年的 4.73 倍。但科技人力资源投入增长缓慢,2004 年科技人员数甚至比 1999 年略有下降。另一方面,也说明人均科技经费投入强度提高,引进及合作开发成为创新的重要方式。在科技经费投入上, $X_3 > X_4 > X_5$,这说明政府科技拨款对科技产出的影响最为明显,企业科技经费次之,金融机构科技贷款对科技产出的影响最弱,政府引导因素对科技产出的影响仍居主导地位。

从科技产出来看, $Y_1 \geq Y_2 \geq Y_3$ 。在只考虑 X_2 或者 X_3, X_4, X_5 的情况下, $Y_1 > Y_2 > Y_3$ 。这说明广西的自主创新能力还很弱,但相对科技成果市场化与直接产出(专利)而言,具有较强的产品创新产出效率。特别是近几年来,通过在全区范围

由此可以得出:

(1) $\epsilon_{i2} \phi \epsilon_{i1}, \epsilon_{i3} \phi \epsilon_{i4} \phi \epsilon_{i5} (i = 1, 2, 3)$

由上述定理可得: $X_1 > X_2, X_3 > X_4 > X_5$ 。

(2) $\sum_{j=1}^3 \epsilon_{1j} \geq \sum_{j=1}^3 \epsilon_{2j} \geq \sum_{j=1}^3 \epsilon_{3j}$

由上述定理可得: $Y_1 \geq Y_2 \geq Y_3$ 。在只考虑 X_2 或者 X_3, X_4, X_5 的情况下, $Y_1 \geq Y_2 \geq Y_3$ 。

四、结论分析

从实证分析的结果可以看出,广西科技投入与产出存在比较大的正相关关系,增加的科技投入有效地提高了广西的科技创新能力,但各指标之间的关联度不同。

内组织实施创新计划,重点引导和支持区内企业产品创新,促进了科技与经济的紧密结合。

注释:

① 定理 1,2 的证明参见罗庆成,徐国新《灰色关联分析与应用》,江苏科学技术出版社,1989 年。

参考文献:

[1] 张顺. 科技投入与经济增长动态关系研究[J]. 商业研究, 2006, (13): 146-149.

[2] 王海鹏,田澎,靳萍. 中国科技投入与经济增长的 Granger 因果关系分析[J]. 系统工程, 2005, (7): 85-88.

[3] 陈冬生,魏建国,严琼芳,等. 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.

[4] 米传民,刘思峰,杨菊. 江苏省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, 2004, (1): 34-36.

[5] 胡树华,高艳. 中部科技投入的现状及其对经济增长的相关性分析[J]. 区域经济与社会发展, 2004, (12): 56-58.

[6] 贾鹏,王晓明,费燕子. 我国科技投入与经济增长关联的实证分析[J]. 科研与管理, 2004, (4): 98-100.