

R&D 人员投入与生物产业发展的互动关系实证研究

闵素芹¹ 李 群²

(1. 中国传媒大学理学院, 北京 100024; 2. 中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所,
北京 100732)

摘 要: 对生物产业中R&D人员投入与产业发展的关系进行了实证分析。面板协整检验结果表明, 生物产业中产业发展与R&D人员具有长期的均衡关系; 从变系数模型参数估计可以看出, R&D人员对生物产业发展有着正向的效应; Granger因果检验显示, 在滞后1期和2期的时候, 东部和中部地区生物产业发展是R&D人员的单向Granger原因, 西部地区在滞后各期时, 产业发展与R&D人员之间都不存在Granger因果关系。

关键词: 生物产业; 面板协整检验; 面板单位根检验; 变系数模型

中图分类号: F064.1

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2012.05.014

Empirical Study on the Relationship between R&D Personnel and Bioindustry Development

Min Suqin¹, Li Qun²

(1. School of Science, Communication University of China, Beijing 100024; 2. Institute of Quantitative Economics & Technical Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732)

Abstract: The relationship between R&D personnel investment and industrial development in bio-industry is studied in this paper. Panel co-integration test results show that they have a long-term equilibrium relationship. Estimation of varying coefficient model indicates that there is positive influence of R&D personnel on bio-industry development. Granger causality tests show that bio-industry development unidirectional Granger causes R&D personnel when it lags 1 and 2 in Eastern and Central Region. And there is not Granger causality between them in Western Region.

Keywords: bio-industry, panel co-integration test, panel unit root test, varying coefficient models

1 引言

生物产业是《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》中提出的战略性新兴产业重点发展的七大产业之一。生物产业的经济增长特点是依靠技术进步带动生产前沿面的整体迁移。技术研发是企业生存和发展的重要推动力, 作为一个典型的技术驱动型产业, 科技人力资源的作用比传统产

业更加重要。

本文将对生物产业中的R&D人员投入与产业发展之间的互动关系进行实证分析。关于科研人员与产业发展的关系, 已有学者进行了相关研究, 研究方法包括典型相关分析^[1]、时间序列协整理论^[2]、面板数据模型^[3]等。由于生物产业的统计数据时间序列较短, 传统的时间序列协整检验会导致功效较低^[4], 本文研究R&D人员投入与生物产业发

第一作者简介: 闵素芹 (1978—), 女, 中国传媒大学理学院统计学系讲师, 博士, 主要研究方向: 分层模型、计量经济模型。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目“经济发展方式转变成效评价研究及其实证分析”(11BTJ015); 中国传媒大学理科科研规划资助项目“空间分层模型及其估计方法”(XNL1104)。

收稿日期: 2012年6月21日。

展的长期均衡关系将运用面板数据协整理论，该理论在经济学领域已得到了较好的应用，如，Pedori 研究了名义汇率与 CPI 缩减指数存在协整关系^[5]，Dimitris 基于 15 个欧盟国家 38 年面板数据的研究表明通货膨胀与生产力增长存在协整关系^[6]，胡军峰等分析了北京市能源消费与经济增长之间的长期均衡关系^[7]。另外，本文将选用变系数面板数据模型研究 R&D 人员投入对生物产业发展的影响，并对东、中、西部地区生物产业发展和 R&D 人员投入两个序列进行 Granger 因果检验。

2 样本和指标的选取

根据《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》对生物产业的解释，生物产业主要包括生物医药和生物农业。鉴于数据的可获得性，我们选取了生物产业中生物与生化制品的制造、化学药品制造及中成药制造业进行研究。

R&D 活动是产业发展的原动力，代表了自主创新能力，是生物产业产生和发展的源泉。我国 R&D 人员指标测度采用人数和全时工作当量两种量纲，国际比较中通常采用全时当量。所以，我们评价生物产业 R&D 人员投入（R）的指标选取 R&D 活动人员折合全时当量（人年）。生物产业的产业发展指标（Y）选取产业的当年价总产值，以国内生产总值指数进行平减。物质资本存量（K）的估算公式为 $K_t = K_{t-1}(1 - \delta) + I_t$ ，基于生物产业的特点，参考以往研究，将经济折旧率 δ 设定为 10%，基年物质资本存量采用 1996 年的新增固定资产投资除以 10% 进行计算。新增固定资产由基本建设投资新增固定资产和更新改造投资新增固定资产两部分构成，并以固定资产投资价格指数进行平减，对数变换并不影响原始变量之间的协整关系。为了消除异方差现象，我们在研究中对 R&D 人员投入（R）、产业发展（Y）和物质资本存量（K）三个变量进行对数变换。数据来源于 1996 年至 2011 年的《中国高

技术产业统计年鉴》。

3 R&D 人员投入与中国生物产业发展的互动关系实证研究

3.1 生物产业发展与 R&D 人员投入的长期均衡关系

在中国经济发展的不同阶段，生物与生化制品的制造、化学药品制造、中成药制造业的发展也呈现出不同的特征。从产业产值来看，东、中、西部地区总体上均呈现出逐年上升趋势，尤其是 2004 年以后，增长趋势更加明显，中国的生物与生化制品的制造、化学药品制造、中成药制造业进入一个快速增长时期。相对于中西部地区，东部地区较为发达，发展也更加的迅猛。区域发展不平衡和集群化分布特征凸显。R&D 人员投入在 2004 年以后也呈现明显的逐年增加趋势，2009 年增幅尤为迅猛，分别达到东部地区 77%、中部地区 66% 和西部地区 76%。

总体上来看，生物产业发展和 R&D 人员投入均呈现出不断增长的趋势，并且总体上两者的变动的方向与速度较为一致，至于两者的关联性有待进一步的实证检验。为了解决生物产业统计数据时间短所带来的协整检验小样本问题，选用面板协整检验对产业发展和 R&D 人员投入两个变量的长期均衡关系进行检验。

这里选取生物与生化制品的制造、化学药品制造、中成药制造业中各地区 1995 年至 2010 年的数据。首先，对产业发展（Ln_Y）和 R&D 人员投入（Ln_R）两个变量进行面板单位根检验。相同根情形下的单位根检验，采用 LLC（Levin, Lin & Chu t^* ）检验，不同根情形下的单位根检验采用 IPS（Im, Pesaran and Shin W ）检验。

表 1 中的检验结果表明，Ln_Y 与 Ln_R 两个变量都不平稳。1 阶差分后，检验统计量的 P 值均远远小于显著性水平 0.05，在相同单位根和不同单位根两类检验中均拒绝存在单位根的原假设，表明 1

表 1 面板数据单位根检验结果

变量		检验方法				是否平稳
		LLC 检验 t^* 值	P 值	IPS 检验 W 值	P 值	
产业发展	Ln_Y	-1.78326	0.0373	0.20878	0.5827	否
	Δ Ln_Y	-5.80457	0.0000	-6.08509	0.0000	是
R&D 人员投入	Ln_R	-1.94119	0.0261	0.00529	0.5021	否
	Δ Ln_R	-5.18877	0.0000	-4.98174	0.0000	是

阶差分后的面板序列是平稳的。所以, R&D人员投入与产业发展两个变量表现为1阶单整, 两者之间存在协整关系的可能。接下来继续利用面板数据模型的协整检验来考察整体上R&D人员投入与产业发展的关联性。

表2给出了Fisher (Combined Johansen) 面板数据协整检验。可以看出, 在0.05的显著性水平下, 检验拒绝了产业发展变量 (Ln_Y) 和R&D人员投入变量 (Ln_R) 不存在协整关系的零假设, 但是不能拒绝最多存在一个协整关系的零假设。所以总体上来看, R&D人员投入和生物产业发展是协整的, 两者具有长期均衡关系。

3.2 R&D人员投入对中国生物产业发展的影响

通过面板数据模型进一步研究生物产业中R&D人员对产业发展的影响。首先需要检验被解释变量 (Ln_Y) 的参数是否在所有横截面个体上都是常数, 以确定模型的形式。

计算变参数模型、变截距模型和不变参数模型, 在每个模型的回归统计量里可以得到相应的残差平方和 $S_1 = 0.133527$, $S_2 = 0.202621$, $S_3 = 5.133631$, 而 $N = 7$, $k = 2$, $T = 14$, 检验统计量

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)k]}{S_1 / (NT - N(k+1))} = 3.320326$$

$$F_2 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(k+1)]}{S_1 / (NT - N(k+1))} = 160.1873$$

利用F分布表, 给定显著性水平0.05, 得到临界值:

$$F(18, 77) = 1.739, F(12, 77) = 1.88$$

由于 $F_2 > 1.739$, 拒绝“截距和系数在不同的横截面个体上都相同”的原假设; 由于 $F_1 > 1.88$, 拒绝“系数在不同的横截面个体上都相同, 但截距不相同”的原假设。因此模型应采用变系数模型。模型形式为:

$$\ln Y_{it} = \alpha + \alpha_i^* + \beta_i \ln R_{it} + \gamma_i \ln K_{it} + u_{it} \\ i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$$

表3中固定效应的似然比 (LR) 检验是对所选的变系数模型是否合适进行的检验, LR检验的P值为0.0003远远小于显著性水平0.05, 拒绝原假设, 说明运用变系数模型是合适的。运用广义最小二乘估计可得系数的估计结果。

模型的拟合优度为0.996, DW值为1.893653。从表4的估计结果可以看出, 东部、中部和西部地区的 $\hat{\beta}$ 存在差异。总体上来看, R&D人员投入和资本存量对产业发展有显著的正向影响。产业的发展依赖于先进的科学技术, 企业的创新能力与R&D人员投入的数量、质量和结构密切相关。所以, 产业的发展需要强化企业技术创新能力建设、加快培养R&D人员投入。

3.3 东、中、西部地区R&D人员投入与生物产业发展的Granger因果关系

在分别对东部、中部、西部地区的R&D人员投入与生物产业发展时间序列进行单位根检验后发现, 三者都表现为1阶单整。我们进一步利用E-G两步检验法, 研究各地区两个序列是否具有协整关系 (表5)。

表2 产业发展与R&D人员投入的面板协整检验

原假设	Fisher统计量 (迹检验)	P值	Fisher统计量 (最大特征值检验)	P值
不存在协整关系	16.95	0.0095	16.64	0.0107
最多存在1个协整关系	6.110	0.4109	6.110	0.4109

表3 似然比检验

固定效应检验	统计量	自由度	P值
横截面F	10.021820	(2,36)	0.0003

表4 面板数据模型系数的估计结果

地区	$\hat{\beta}$	$\hat{\beta}$ 的t统计量	$\hat{\gamma}$	$\hat{\gamma}$ 的t统计量
东部地区 (E)	0.034223	0.987902	0.587249	14.41507
中部地区 (M)	0.205512	3.084469	0.333520	6.757810
西部地区 (W)	0.282576	3.570458	0.220359	3.820290

生物产业发展与R&D人员投入的协整方程残差序列平稳性检验中，ADF检验统计量对应的P值均小于显著性水平0.05，所以拒绝存在单位根的零假设，残差序列为平稳序列，表明东部、中部、西部地区，生物产业中的R&D人员投入与产业发展之间具有协整关系。

表6是对东部地区产业发展(Ln_Y_E)与R&D人员投入(Ln_R_E)进行Granger因果检验的结果，在滞后1期和2期的时候，F统计量对应的P值均小于显著性水平0.1，生物与生化制品的制造、化学药品制造、中成药制造业产业发展是R&D人员投入的Granger原因。对于其他滞后期，产业发展不能Granger引起R&D人员投入。而“R&D人员投入不能Granger引起产业发展”检验的P值在滞后各期时均大于显著性水平0.1，不能拒绝原假设，所以R&D人员投入不是产业发展的Granger原因。

表7是对中部地区产业发展(Ln_Y_M)与R&D人员投入(Ln_R_M)进行Granger因果检验的结

果，在滞后1期和2期的时候，F统计量对应的P值均小于显著性水平0.1，产业发展是R&D人员投入的Granger原因。对于其他滞后期，产业发展不能Granger引起R&D人员投入。而“R&D人员投入不能Granger引起产业发展”检验的P值在滞后各期时均大于显著性水平0.1，不能拒绝原假设，所以中部地区R&D人员投入不是产业发展的Granger原因。

表8是西部地区两个序列间的Granger因果检验结果，从滞后各期的检验来看，产业发展与R&D人员投入不存在Granger因果关系。

3.4 研究结论

中国生物产业的发展与R&D人员投入之间存在长期的均衡关系，两者之间可能出现短期偏离，但是长期来看两者具有共同发展趋势，线性组合平稳。变系数模型研究表明，R&D人员投入对产业发展表现出正向的影响，加大R&D人员的投入，会促进生物与生化制品的制造、化学药品制造和中成药制造业经济的增长。中国的生物产业尚处于发展

表5 协整方程残差序列的单位根检验

	ADF 检验 t 统计量	P值
东部地区(_E)	-2.508462	0.0161
中部地区(_M)	-3.929655	0.0378
西部地区(_W)	-3.092488	0.0045

表6 东部地区产业发展与R&D人员投入的Granger因果检验

原假设 H_0	滞后期数	F统计量	P值	结论
Ln_R_E 不是 Ln_Y_E 的Granger 原因	1	0.09243	0.7663	不能拒绝 H_0
Ln_Y_E 不是 Ln_R_E 的Granger 原因	1	6.69332	0.0238	拒绝 H_0
Ln_R_E 不是 Ln_Y_E 的Granger 原因	2	0.16365	0.8515	不能拒绝 H_0
Ln_Y_E 不是 Ln_R_E 的Granger 原因	2	3.02501	0.0989	拒绝 H_0

表7 中部地区产业发展与R&D人员投入Granger因果检验

原假设 H_0	滞后期	F统计量	P值	结论
Ln_R_M 不是 Ln_Y_M 的Granger 原因	1	0.12053	0.7345	不能拒绝 H_0
Ln_Y_M 不是 Ln_R_M 的Granger 原因	1	15.3642	0.0020	拒绝 H_0
Ln_R_M 不是 Ln_Y_M 的Granger 原因	2	0.01177	0.9883	不能拒绝 H_0
Ln_Y_M 不是 Ln_R_M 的Granger 原因	2	3.52099	0.0742	拒绝 H_0

表8 西部地区产业发展与R&D人员投入Granger因果检验

原假设 H_0	滞后期	F统计量	P值	结论
Ln_R_W 不是 Ln_Y_W 的Granger 原因	1	0.03228	0.8604	不能拒绝 H_0
Ln_Y_W 不是 Ln_R_W 的Granger 原因	1	3.07290	0.1051	不能拒绝 H_0
Ln_R_W 不是 Ln_Y_W 的Granger 原因	2	0.22187	0.8053	不能拒绝 H_0
Ln_Y_W 不是 Ln_R_W 的Granger 原因	2	1.34353	0.3086	不能拒绝 H_0

的初级阶段,仍表现出依赖固定资本投入来促进其发展的特征,但随着经济发展方式的转变,固定资本存量的影响将逐渐降低,而R&D人员投入的贡献将越来越大。对于东部和中部地区,生物产业发展是R&D人员投入的单向Granger原因,也就是说产业的发展会对未来一两年的R&D人员投入产生影响,生物与生化制品的制造、化学药品制造、中成药制造业的蓬勃发展会吸引更多的R&D人员进入到该行业。

生物产业是最具发展前景的新兴产业之一,具有高增长、高投入、高风险、规模经济明显等特点。技术创新效率是生物产业发展的基础,而对于R&D人员的需求也是生物产业作为新兴产业的一大特征。R&D人员的研发活动是促进技术进步最直接的因素,能够依据市场需求进行产品创新的科技人员素质对技术进步至关重要。因为生物产业研发具有长周期的特点,这可能也是东、中部地区R&D人员投入与产业发展之间不具有双向Granger因果关系的原因之一。生物产业高度依赖新技术的研发,因此加速创新对生物产业至关重要。

4 关于生物产业发展的政策建议

研究表明,R&D人员投入对生物产业发展具有正向影响。生物产业的发展有赖于技术研发,而R&D人员是科技进步的载体,只有拥有足够数量的高品质R&D人员,才能保证企业在市场竞争中立于不败之地。因此,我国还需进一步加强生物专业科研人才的培养,依据市场需求适时调整专业结构,继续进行培养计划和课程体系的教学改革,加强跨学科课程的开设,增强实践环节,培养生物技术领域的复合型人才。新时期的生物产业发展需要一批能追踪发展前沿并对新产品的研发有独到见解的高端研发人员和能将研究成果应用于生产的高端技术人员。国家应制定更有力的优惠政策吸引海外留学人员回国发展,加大海外高端人才和团队的引进力度,提升生物领域人才队伍的实力,增强技术研发能力。

研究表明,生物产业发展是R&D人员投入的

Granger原因。因此,国家出台的大力培育和发展战略性新兴产业政策将会推动生物产业的蓬勃发展,未来必然会吸引更多的毕业生、海外留学归国人员,以及海外高端人才进入企业作出更多的贡献。当人们看到生物行业良好的发展前景和广阔的研究领域,并且不断有新的研究成果涌现,自然会引起研究人员的强烈兴趣,从而发挥出巨大的潜力,也就能够吸引更多更聪明的学生在未来选择生物学专业。

目前,中国生物产业的研究能力仍然较低,投入也偏少。生物产业的研发能力依赖于国家和政府对相关基础研究的加大、企业对应用研究的加强。鉴于生物产业研发能力和创新能力偏弱的现状,在未来相当长的一段时间内,应大力推进生物领域创新型人才的培养,形成生物产业发展和R&D人员投入良性互动的关系;应进一步增强高校与业界的结合,走校企合作之路,建立科研机构、高校与企业科研人员共享的机制,实现科技人力资源的优化配置。

参考文献

- [1] 周勇,王国顺,周湘.科技人力资本与高技术产业发展关系的实证研究[J].人口与经济,2006(3):50-55.
- [2] 张喜照.中国R&D人员投入与经济增长的协整与因果关系研究[D].长沙:湖南大学,2005.
- [3] 赵修渝,郭春丽,黄仕川.人力资本、科技投入与高新技术产业发展[J].中国科技论坛,2010(7):41-46.
- [4] 高铁梅.计量经济分析方法与建模[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [5] Pedori P. Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis[J]. Econometric theory, 2004, 20:597-625.
- [6] Dimitris K Christopoulos, Efthymios G Tsionas. Productivity Growth and Inflation in Europe: Evidence from Panel Cointegration Tests[J]. Empirical Economics, 2005, 30(1): 137-150.
- [7] 胡军峰,赵晓丽,欧阳超.北京市能源消费与经济增长关系研究[J].经济研究,2011,28(3):79-85.