

文章编号:1672-058X(2013)07-0032-05

基于 VAR 的我国 R&D 投入与经济增长的计量分析*

詹厚龙, 罗泽举**

(重庆工商大学 数学与统计学院, 重庆 400067)

摘要:利用 1991-2011 年全国 R&D 投入与经济增长的数据进行 VAR 模型分析, 研究表明:我国 R&D 投入与经济增长之间存在长期均衡关系, R&D 经费支出与经济增长有双向因果关系, 但 R&D 人员全时当量与经济增长仅有单向因果关系。

关键词: R&D 投入; 经济增长; VAR; Granger 因果检验; 脉冲响应分析

中图分类号: F202

文献标志码: A

“我国仍处于可以大有作为的重要战略机遇期”, 这是党中央深刻分析国际国内大势做出的重大战略判断, 科技创新则是用好战略机遇期的成败关键。未来经济增长的源泉与动力是科技创新, 而科技创新的核心是 R&D。国内外很多学者认为 R&D 投入对于经济增长的非常重要。最典型的研究为 Hu, Jefferson&Qian (2005) 认为要缩小发展中国家与发达国家的差距, 国内研发是重要的一条路径^[1]。国内学者方面, 吴林海 (2008) 通过利用误差修正模型对 R&D 投入与经济增长关系进行计量分析, 揭示了我国 R&D 投入与经济发展的动态均衡关系^[2]。胡亮、李正辉 (2010) 建立 R&D 投入对经济增长贡献的可变参数状态空间模型, 研究 R&D 投入对经济增长的贡献度^[3]。

现有的研究成果大多集中在 R&D 投入经费与经济增长的动态关系上, 没有考虑 R&D 人力投入因素。基于此现从时间序列动态均衡角度出发, 采用向量自回归模型 (VAR) 研究我国 R&D 经费支出、R&D 人员全时当量、经济增长三者之间的关系, 以期为我国未来发展提供清晰的历史经验。

1 R&D 投入与经济增长模型

新古典经济增长理论认为, 技术进步是经济增长的决定因素, 但仍把技术进步作为外生变量, 并未对“索洛余值”做出解释^[4]。而以 Romer、Lucas 等为代表的经济学家们分别从技术变人力资本积累、制度变迁、分工演进的角度, 提出了新的经济增长模型, 使经济增长理论研究的侧重点和方向发生了转移, 从而称之新经济增长理论, 即内生经济增长理论。内生经济增长理论认为, 内生的技术进步是经济增长的内生变量和唯一原因^[5]。而传统回归模型都以新古典经济增长理论为基础, 应用模型对经济主体的行为做出适当的描述, 然后分析外生变量对内生变量的影响。但是这种模型设定具有一定的主观性, 因为有可能变量间是互为因果的。基于此, 采用 VAR 模型建立 R&D 投入与经济增长之间的模型, VAR 模型主要用于预测和

收稿日期:2013-03-21; 修回日期:2013-04-01.

* 基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划重大项目 (2006BAJ05A06); 电子商务及供应链系统重庆市重点实验室专项基金项目 (2012ECSC0213); 重庆工商大学创新型项目 (yjscxx2013-026-09).

作者简介: 詹厚龙 (1988-), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 从事社会经济统计学研究.

** 通讯作者: 罗泽举 (1965-), 男, 重庆市人, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事数据挖掘研究. E-mail: luozeju@126.com.

分析随机扰动对系统的动态冲击,冲击的大小、正负及持续的时间,其基本思想是不考虑经济理论,而直接考虑时间序列的各经济变量间的动态关系^[6]。选择经济增长、R&D 经费支出、R&D 人员全时工作当量三个变量分别代表经济增长、R&D 财力投入、R&D 人力投入进行研究。

VAR 模型的一般形式为:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i Y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

其中 $E(\varepsilon_t) = 0, E(\varepsilon_{t-i}, T_{t-i}) = 0, i = 1, 2, \dots, p; Y_t = (GDP, RK, RL)^T$ 向量组成的同方差平稳的线性随机过程, β_i 是 $(n \times n)$ 的系数矩阵, 是 Y_t 向量的 i 阶滞后变量, ε_t 是随机干扰项, p 是 VAR 模型滞后阶数, 其最佳滞后阶数由 AIC、SIC 等指标确定。

2 实证分析

实证分析按照处理时间序列动态均衡问题的一般思路, 首先说明对数据进行预处理, 然后按照单位根检验、协整检验、VAR 模型分析、Granger 因果检验、脉冲响应分析的顺序进行。

2.1 数据来源与预处理

根据上文 1 设定的 R&D 投入与经济增长的模型, 实证分析所选取的变量包括中国国内生产总值 (GDP)、R&D 经费支出 (RK) 及 R&D 人员折合工作当量 (RL), 采用数据为 1991-2011 年中国年度数据, 所有原始数据来源于 2012 年中国科技统计年鉴。为了使数据具有可比性, 用国内生产总值平减指数 (1978 = 100) 对所用数据进行平减; 为了消除可能存在的异方差, 对上述序列取自然对数, 变换后的变量用 gdp、rk、rl 表示。计量分析所用的数据分析软件为 Stata11.1。

2.2 单位根检验

对于时间序列数据在建立回归分析时, 为了防止“伪回归”的出现, 必须首先检验各变量的平稳性。采用 ADF 检验法对 gdp、rk、rl 序列的平稳性进行检验 (表 1)。

表 1 单位根检验结果

| 变量 | ADF 统计量 | 1%临界值 | 5%临界值 | 10%临界值 | (c, t, k) | P 值 | 结论 |
|--------------|---------|-------|-------|--------|-----------|------------|-----|
| gdp | -1.14 | -4.38 | -3.60 | -3.24 | (c, 1, 0) | 0.921 6 | 不平稳 |
| Δ gdp | -2.66 | -3.75 | -3.00 | -2.63 | (c, 0, 0) | 0.082 1* | 平稳 |
| rk | 1.17 | -3.75 | -3.00 | -2.63 | (c, 0, 0) | 0.995 7 | 不平稳 |
| Δ rk | -2.89 | -3.75 | -3.00 | -2.63 | (c, 0, 0) | 0.046 5** | 平稳 |
| rl | 2.85 | -3.75 | -3.00 | -2.63 | (c, 0, 0) | 1.000 | 不平稳 |
| Δ rl | -3.46 | -3.75 | -3.00 | -2.63 | (c, 0, 0) | 0.009 1*** | 平稳 |

注: (c, t, k) 表示检验形式, c, t, k 分别代表所检验方程中含有截距项、时间趋势以及滞后阶数; 滞后阶数按 SC 最小准则确定; 表示 X 的一阶差分; P 值后加 *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平下拒绝原假设。

由表 1 可知, 原时间序列变量 gdp、rk、rl 在 10% 显著性水平下为非平稳序列, 而经过一阶差分后, 一阶差分序列 Δ gdp、分别在 10%、5%、1% 水平下拒绝单位根检验原假设, 即在 10% 显著性水平下 3 个差分序列均为平稳序列, 而 gdp、rk、rl 均为一阶单整序列。

2.3 Johansen 协整检验

由于 gdp、rk、rl 均为一阶单整序列, 满足进行协整检验的前提条件。协整关系的检验通常采用两种方法, Engle-Granger 两步法和 Johansen 检验法。Engle-Granger 两步法虽然使用简便, 但在小样本下, 这种估计量具有实质性偏差。采用基于 VAR 模型的 Johansen 特征根迹检验法对我国 1991-2011 年 R&D 投入和经济

增长的协整关系进行检验。Johansen 检验结果如表 2。

表 2 时间序列 Johansen 协整检验

| 原假设协整关系个数 | 特征值 | 迹统计量 | 5%临界值 |
|-----------|----------|----------|-------|
| None * | 0.639 56 | 32.953 8 | 29.68 |
| At most 1 | 0.448 79 | 13.565 4 | 15.41 |
| At most 2 | 0.111 60 | 2.248 4 | 3.76 |

注: * 表明在 5% 显著性水平下拒绝原假设。

从表 2 可知,在 5% 的显著性水平下拒绝无协整关系的原假设;在 5% 显著性水平下不能拒绝原假设最多有一个协整关系。因此,在 5% 的显著性水平下只存在唯一的协整关系,因此进一步建立三者的 VAR 模型。

2.4 向量自回归(VAR)模型的构建

对国民生产总值(GDP)、R&D 经费支出(RK)、R&D 人员全时当量(RL)取对数后的变量 gdp 、 rk 、 rl 构建 3 维的向量自回归模型。为了确定 VAR 模型的滞后阶数,用模型滞后结构确定准则进行筛选,结果如表 3。

表 3 向量自回归模型滞后期的确定标准

| lag | LL | LR | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|-----|----------|---------|-----------|------------|------------|------------|
| 0 | 19.746 7 | NA | 0.000 031 | -1.860 74 | -1.840 28 | -1.712 35 |
| 1 | 114.777 | 190.06 | 2.3e-09* | -11.4197 | -11.337 8 | -10.826 1* |
| 2 | 124.084 | 18.614 | 2.40E-09 | -11.453 8 | -11.310 5 | -10.415 |
| 3 | 135.788 | 23.408* | 2.40E-09 | -11.754 2* | -11.549 6* | -10.270 3 |

注: * 表示根据相应准则选择的滞后阶数。

根据表 3 的结果,5 个评价指标中 3 个评价指标任务应该选择的滞后期为 3,即建立 VAR(3)。模型方程如下:

$$\begin{pmatrix} gdp \\ rk \\ rl \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.45 \\ -4.15 \\ -0.42 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1.07 * & -0.15 & 0.42 \\ 0.10 & 0.59 * & -0.12 \\ -0.04 & -0.38 & 0.35 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} gdp_{t-1} \\ rk_{t-1} \\ rl_{t-1} \end{pmatrix} + \\
 \begin{pmatrix} -0.61 * & 0.50 & -0.09 \\ -0.04 & 0.36 & 0.15 \\ -0.05 & -0.58 * & 0.05 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} gdp_{t-2} \\ rk_{t-2} \\ rl_{t-2} \end{pmatrix} + \\
 \begin{pmatrix} 0.37 * & 0.43 & 0.42 \\ 0.10 * & -0.18 & 0.05 \\ -0.02 & 0.48 * & 0.52 * \end{pmatrix} \begin{pmatrix} gdp_{t-3} \\ rk_{t-3} \\ rl_{t-3} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \end{pmatrix} \quad (2)$$

方程中参数后加 * 表示回归参数满足 5% 显著性统计检验,模型的拟合优度为 0.995,调整后的拟合优度为 0.989。且所有单位根位于单位圆内部(图 1),模型拟合效果稳定。

2.5 脉冲响应分析

研究 R&D 投入与经济增长关系的 VAR 模型是一种非理论性的模型,该模型的系数难以在经济意义上进行解释,因此在分析 VAR 模型时往往不是分析一个变量对另一个变量的影响如何,而是分析当一个误差项发生变化,或者模型受到某种冲击时对系统的动态影响。下面将利用 Sims 提出的基于 VAR 模型的脉冲响应函数来分析它们的动态特征。脉冲响应函数刻画的是在扰动项上加上一个标准差大小的冲击,对内生变量当前值和滞后值的影响,对一个变量冲击直接影响这个变量,并通过 VAR 模型的动态结构传递给其他

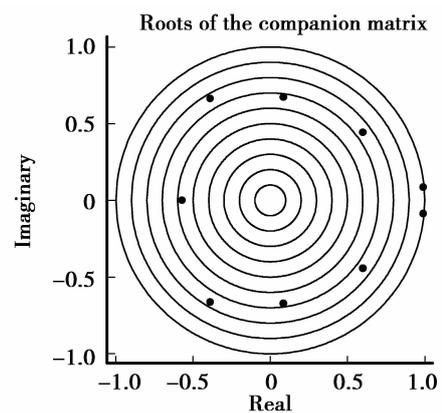


图 1 伴随矩阵单位根图

所有的内生变量,它能够形象地刻画出变量之间动态作用的路径变化。下面给三者之间的冲击关系(图 2)。

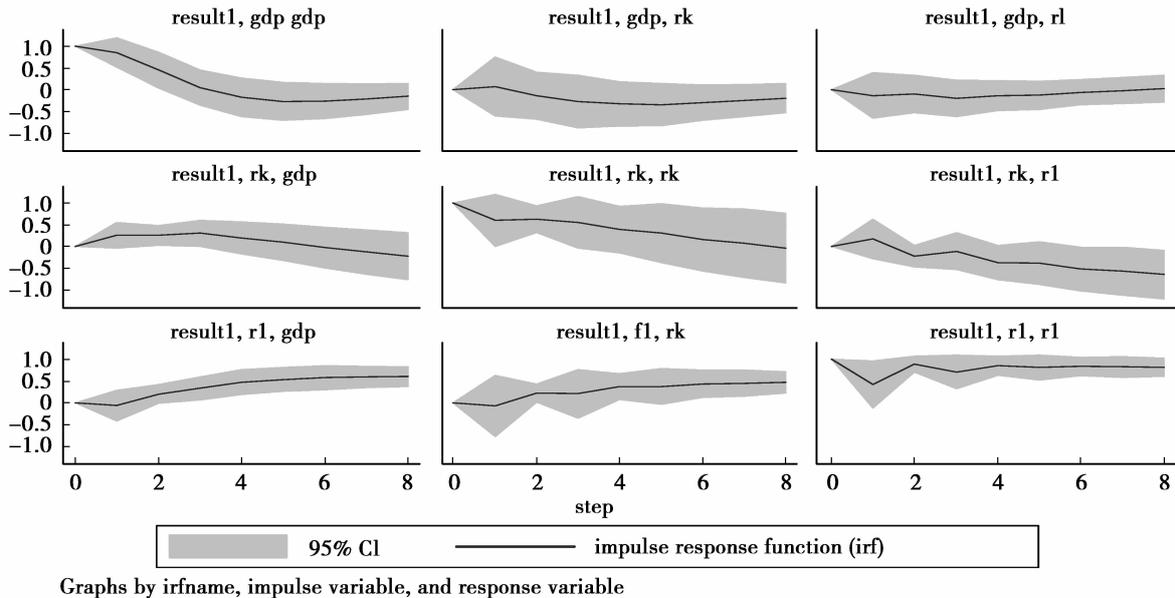


图 2 变量对不同标准新息的冲击响应

如图 2 所示,横轴表示冲击作用的滞后期间数(单位:年),纵轴表示各变量,蓝线表示脉冲响应函数,灰色区间表示 95%置信度下正负两个标准差偏离带。从图 2 可知,经济增长、R&D 经费和人力投入均对于系统新息冲击均有不同程度的响应,而且自身对自身的冲击更为敏感。当给定国内生产总值一个标准差的冲击后,其自身反应非常强烈,但其后影响程度逐渐缓慢,直至收敛;R&D 经费受到自身的冲击与国内生产总值相似;R&D 人员全时当量受自身冲击反应非常强烈且一直保持较高的水平,说明 R&D 人员储备具有持续性;R&D 经费支出对国内生产总值的响应并不十分敏感,当本期给定一个标准差的冲击之后,国内生产总值有一定程度的冲击,第 3 期达到最大,但第 4 期以后沿其固有的惯性从第 6 期发生逆转,出现反向变动;而 R&D 人员全时工作当量对国内生产总值的冲击,则开始比较缓慢,其后反应程度不断升高,且影响程度越来越大,说明 R&D 人员作为国家科技创新的领头羊,长期的研发活动促使经济稳定增长;国内生产总值对 R&D 经费支出、R&D 人员的冲击不明显,尤其对 R&D 人员全时当量的冲击最小。

2.6 Granger 因果关系检验

为了进一步确定经济增长、R&D 经费支出、R&D 全时工作当量之间的相互关系,对 VAR 模型中的 gdp、rk、rl 进行 Granger 因果检验,结果如表 4。

由表 4 可知,在 5%显著性水平下,有以下结论:R&D 经费支出(rk)、R&D 全时工作当量(rl)是国内生产总值(gdp)的 Granger 原因;国内生产总值是 R&D 经费支出的 Granger 原因,但不是 R&D 全时工作当量的 Granger 原因;R&D 全时工作当量是 R&D 经费支出的 Granger 原因,R&D 经费支出不是 R&D 全时工作当量的 Granger 原因。

表 4 Granger 因果检验结果

| 零假设 | 卡方值 | P 值 |
|-------------------------|---------|-------|
| rk 不是 gdp 的 granger 原因 | 13.959 | 0.003 |
| rl 不是 gdp 的 granger 原因 | 7.260 5 | 0.064 |
| gdp 不是 drk 的 granger 原因 | 45.134 | 0.000 |
| rl 不是 rk 的 granger 原因 | 62.755 | 0.000 |
| gdp 不是 rl 的 granger 原因 | 2.053 2 | 0.561 |
| rk 不是 rl 的 granger 原因 | 2.145 5 | 0.543 |

3 结论与建议

研究表明:我国 R&D 财力投入、人力投入与经济增长存在长期均衡关系, R&D 财力投入、R&D 人力投入对经济增长有明显促进作用, R&D 人力投入对经济增长的促进作用更大; R&D 财力投入与经济增长有双向的 Granger 因果关系; R&D 人力投入与经济增长之间仅存在 R&D 人力投入是经济增长 Granger 原因的单向关系。对于此结果的解释是: R&D 投入固然对经济增长起到了重要的推动作用, 但 R&D 投入和经济增长的关系跨研发技术和商业两个维度, 研发意义上创新并不意味着经济意义上创新。R&D 投入推动了经济增长需要一定时间, 而经济增长回馈 R&D 投入也存在调节的时滞, 但从长期来看 R&D 投入推动了经济增长。

参考文献:

- [1] HU J Q. R&D and Technology Transfer: Firm Level Evidence from Chinese Industry[J]. The Review of Economics and Statistics, 2005, 87(4): 780-786
- [2] 吴林海. 中国未来 R&D 投入配置的理论与实证研究[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009
- [3] 胡亮, 李正辉. 中国 R&D 投入对经济增长贡献的变动特征研究. 统计与决策[J], 2010, 23: 102-105
- [4] 袁卫, 赵路, 钟卫. 中国 R&D 理论、方法及应用研究[M], 北京: 中国人民大学出版社, 2009
- [5] ROMER P M. Endogenous Technological Change [J]. Journal of Political Economy, 1990(10): 71-102
- [6] 孙夫启, 邵建春, 李霞. 基于 VAR 模型的进出口贸易与中国经济增长研究[J]. 统计与决策, 2009(3): 99-101

Quantitative Analysis of the Relationship between R&D Investment and Economic Growth of China Based on VAR

ZHAN Hou-long, LUO Ze-ju

(School of Mathematics and Statistics, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: The data about R&D investment and economic growth of China during 1991-2011 are analyzed based on VAR model and the research results show that there is a long-run equilibrium relationship between R&D investment and economic growth of China and that there is a bidirectional causality between R&D expenditure and economic growth, however, there is only unidirectional causality between full-time equivalent of R&D personnel and economic growth of China.

Key words: R&D investment; economic growth; VAR; Granger causality test; pulse response analysis

责任编辑: 田 静