

中国 R&D 投入与经济增长的协整分析

岳金桂

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要 采用时间序列动态均衡关系分析方法,选取中国 1978~2005 年 R&D 投入与 GDP 数据,对中国 R&D 投入与 GDP 变量间进行协整分析、因果关系检验和误差修正模型分析.实证结果表明,中国 R&D 投入与经济增长之间存在着长期稳定的均衡关系,但这种均衡关系对当期非均衡误差的自身修正能力较弱,R&D 投入构成经济增长的充分而非必要条件.

关键词 R&D 投入;经济增长;协整分析;因果检验;误差修正模型

中图分类号 F061.2 **文献标识码** A **文章编号** 1000-198X(2007)05-0604-05

经济增长问题一直是经济学关注的核心问题之一.现代经济增长理论始于 20 世纪 50 年代后期兴起的新古典经济增长理论,它以资本积累为核心,以资本收益递减规律为基本假设,为经济增长问题的研究提供了基本的分析框架.新古典经济增长理论认为,由于资本收益递减规律,导致资本积累动力的逐渐消减,除非有外来人口增加或外生的技术进步,否则经济无法保持长期可持续增长,这种对长期增长的解释显然是不能令人满意的.

20 世纪 80 年代产生的内生经济增长理论,为重新阐释“经济增长之谜”提供了新的途径和方法.内生经济增长理论认为,技术进步既是经济增长的源泉,又是“知识”内生积累的结果,即经济增长取决于经济系统本身.Robert^[1]从物质资本的积累, Lucas 等^[2-4]从人力资本的积累, Paul 等^[5-8]从知识的积累和研究开发(R&D)等方面对经济系统持续增长进行了阐述.

Griliches^[9]的经验证据显示,国内 R&D 积累是生产率的重要决定因素. Coe 等^[10]利用 OECD 22 个国家 1970~1990 年的数据进行实证,发现国内和国外 R&D 资本对全要素生产率具有重要影响,国外 R&D 资本在进口比重大的国家对全要素生产率影响更大,而国内 R&D 资本存量在 7 国集团内发挥了更大的作用.在我国,科学技术对经济发展的贡献程度如何,一直是人们关心的热点问题,长期以来,理论界均采用生产函数的方法来测评这种贡献的程度.本文根据时间序列动态均衡关系分析方法,对中国 R&D 投入与经济增长之间的关系进行实证研究.

1 协整分析模型和方法

协整分析(co-integration analysis)是用于非平稳时间序列变量组成的关系中长期均衡参数估计的技术,是用于动态模型的设定、估计和检验的计量方法^[11].在实际分析研究时,一般首先对时间序列变量及其差分序列的平稳性进行检验,其次检验变量间的协整关系,然后建立协整变量与均衡之间的误差修正方程,最后,再对具有协整关系的时间序列变量的 Granger 因果关系进行进一步检验分析.

1.1 时间序列变量的平稳性检验

在进行时间序列分析时,传统上要求所用的时间序列必须是平稳的,即没有随机趋势或确定性趋势,否则,将会产生“伪回归”问题.但是,在现实经济中的时间序列通常都是非平稳的.为了使回归有意义,可以对其实行平稳化,采用的方法是对时间序列进行差分,然后对差分序列进行回归.这样的做法忽略了原时间序列包含的信息,而这些信息对分析问题是必要的.为了解决上述问题,可以采用协整理论,而要进行协整分析必须首先进行单位根检验.

1.2 时间序列变量间的协整检验

协整的含义是 : 尽管每个变量自身可能是非平稳的 , 但它们的线性组合却是平稳的 . 当时间序列资料被确定存在单位根时 , 主要的问题是考虑各变量间是否存在长期均衡关系 . 多变量构成的整体中可能存在某种共同趋势 . 如果使用时间序列的差分来检验多变量时间序列模型 , 可能会使得结果产生严重偏误 , 因为序列重要的水平项被剔除在外^[12] . 根据 Engle 等^[13]的研究 , 如果对于时间序列 $Y_t = (Y_{1t}, \dots, Y_{mt})$, Y_{it} 是同阶单整 , 并且存在一个向量 β , 使得 $\beta^T Y_t$ 是平稳的 , 那么就称序列 Y_t 存在协整关系 . 协整的意义在于其揭示了变量间一种长期稳定的均衡关系 , 使满足协整关系的变量之间不会分离太远 , 一次冲击只能使它们短时间内偏离均衡位置 , 在长期中会自动回复到均衡位置 . 协整分析的经济意义在于 , 对于多个具有各自长期波动规律的经济变量 , 如果它们之间是协整的 , 则它们之间存在一个长期的均衡关系 ; 反之 , 如果它们之间是不协整的 , 则它们之间不存在一个长期的均衡关系 .

1.3 误差修正模型

协整分析也可以用于短期或非均衡参数的估计 . 根据 Engle 定理 , 如果一组变量之间有协整关系 , 那么协整回归总是能被转换为误差修正模型 . 误差修正模型 (Error Correction Model , ECM) 是由 Engle 等在 1987 年提出的^[13-15] . 对向量自回归模型进行差分处理并化简 , 误差修正模型可表示为

$$\Delta Y_t = \pi_0 + \theta_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + \theta_{m-1} \Delta Y_{t-m+1} + \Gamma Y_{t-m} + \varepsilon_t$$
$$\theta_i = -I + \pi_1 + \dots + \pi_i \quad (i = 1, \dots, m-1)$$
$$\Gamma = -I + \pi_1 + \dots + \pi_m = AB^T$$

(1)

式中 : B ——协整向量矩阵 , $R(B) = r$ 说明共有 r 个线性无关的协整向量 ; A ——调整参数矩阵 , 代表均衡误差修正项的权重 , 反映模型从任何非均衡状态向长期均衡状态的调整速度 . 在误差修正模型中 , 长期调节和短期调节的过程同样被考虑 , 因而 , 误差修正模型的优点在于其提供了揭示长期关系和短期调节的途径 .

1.4 时间序列变量的格兰杰因果关系

在回归分析中 , 回归能够度量变量之间的联系程度 , 但不能证实因果关系 , 识别因果关系是在以检验为依据的研究中的一个重要问题 . Granger 等^[14]提出的因果关系检验法的基本思想如下 : 如果变量 X 有助于预测变量 Y , 即根据 Y 的过去值对 Y 进行自回归时 , 如果再加上 X 的过去值 , 能显著地增强回归的解释能力 , 则称 X 是 Y 的格兰杰原因 , 否则 , 称为非格兰杰原因 .

2 中国 R&D 投入与经济增长关系的实证分析

2.1 数据

本文选取 1978 ~ 2005 年间中国全社会 R&D 投入与 GDP 数据 , 通过宏观经济总量指标 GDP 反映经济增长 . 为消除统计数据中价格因素的影响 , 以变量实际值进行计量检验 , 故对相关数据进行了处理 :

$$Y' = \frac{\text{名义国内生产总值}}{\text{零售商品价格指数}}$$
$$I_{RD} = \frac{\text{名义 R\&D 投入}}{\text{投资价格指数}}$$

其中消费价格指数及投资价格指数均以 1990 年为基期经转换后所得值 . 所有数据均取自国家统计局各年中国统计年鉴和国家科学技术部中国科技统计年鉴 . 为避免时间序列经济数据中的异方差影响 , 所有变量均取实际值的自然对数形式 , 然后通过两变量的向量自回归系统进行分析 .

图 1 为中国 GDP 与 R&D 投入的变化趋势 . 从图 1 可以看出 , 各变量都有不断增长的趋势 , 二者之间的相关系数也比较高 , 达到 0.9426 .

2.2 单位根检验

首先进行单位根检验 , 时间序列的检验结果见表 1 . 表中检验形式中的 C, T, K 分别表示单位根检验方程常数项、时间趋势和差分滞后阶数 , N 指没有时间趋势项 , 加入滞后项是为了使残差项为白噪声 , 滞后阶数由 AIC 准则确定 , ∇ 表示差分算子 .

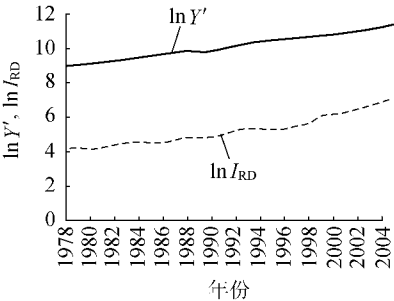


图 1 中国 GDP 与 R&D 投入的变化趋势

Fig.1 Trend of GDP and R&D expenditure in China

从表 1 的输出结果中可以看出,各水平变量统计量的绝对值在 5% 的显著性水平下小于所对应的临界值,而一阶差分变量的统计量是显著的,也就是说 $\ln Y'$ 和 $\ln I_{RD}$ 这 2 个序列存在单位根 $I(1)$ 是不平稳的,而其一阶差分序列是平稳的。

表 1 序列 $\ln Y'$ 、 $\ln I_{RD}$ 的单位根检验
Table 1 Unit root tests of series $\ln Y'$ and $\ln I_{RD}$

变量	ADF 统计量	PP 统计量	临界值(5%)		临界值(1%)		检验形式 (C,T,K)	结论
			ADF 检验	PP 检验	ADF 检验	PP 检验		
$\ln Y'$	-3.3665	-2.2389	-3.5943	-3.5867	-4.3552	-4.3382	(C,T,1)	非平稳
$\ln I_{RD}$	-0.6545	-0.5668	-3.5943	-3.5867	-4.3552	-4.3382	(C,T,1)	非平稳
$\Delta \ln Y'$	-3.0043	-3.2626	-2.9850	-2.9798	-3.7204	-3.7076	(C,N,1)	平稳
$\Delta \ln I_{RD}$	-3.0806	-4.9221	-2.9850	-2.9798	-3.7204	-3.7076	(C,N,1)	平稳

由表 1 可以看出 $\ln Y'$ 与 $\ln I_{RD}$ 经过一阶差分后平稳,2 个序列都是一阶单整序列,满足变量协整条件,因此 $\ln Y'$ 与 $\ln I_{RD}$ 可能存在协整关系。

2.3 协整关系检验和误差修正

2.3.1 协整关系检验

为了考察 GDP 和 R&D 投入之间是否存在长期的稳定关系,采用 Engle-Granger 两步法进行检验。

因为 $\ln Y'_t$ 和 $\ln I_{RD,t}$ 均为 $I(1)$ 的单位根过程,可以由协整关系检验考察它们之间的长期均衡关系。由 $\ln Y'_t$ 对 $\ln I_{RD,t}$ 进行 OLS 估计,结果如下:

$$\ln Y'_t = 6.6606 + 0.6799 \ln I_{RD,t}$$

(34.3015) (19.5438)

(0.0000) (0.0000)

(2)

$$R^2 = 0.952614 \quad R_A^2 = 0.95012 \quad DW = 0.4649 \quad F = 381.96$$

式中: R^2 ——相关系数; R_A^2 ——调整后的相关系数; DW ——杜邦检验数; F —— F 统计量。括号内的值为 t 检验值及其对应的概率。设 $\hat{e}_t$ 为回归方程的残差,即

$$\hat{e}_t = \ln Y'_t - 6.6606 - 0.6799 \ln I_{RD,t}$$

对 $\hat{e}_t$ 进行 ADF 检验,结果见表 2。

由于检验统计量值 -2.04577 小于显著性水平为 5% 时的临界值 -1.9627,因此可以认为残差序列 $\hat{e}_t$ 在 5% 显著性水平上是平稳序列,表明 GDP 与 R&D 之间存在协整关系。从式(2)可以看出其协整系数为 0.6799,表明经济增长与 R&D 投入具有正向的长期均衡关系,且 R&D 投入每增加 1 个百分点,GDP 就会增长 0.6799 个百分点。

2.3.2 误差修正模型

上述协整检验表明,GDP 与 R&D 投入具有协整关系,即两者具有长期均衡关系,但这种长期均衡关系是否构成因果关系,还有待进一步验证。误差修正模型既能显示长期的均衡关系,又能体现变量短期变化的影响。下面根据误差修正模型对经济增长与 R&D 投入进行短期和长期的均衡关系分析。

根据残差序列 $\hat{e}_t$ 构建经济增长与 R&D 投入增长两者之间的误差修正模型:

$$\Delta \ln Y'_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p [\varphi_i \Delta \ln Y'_{t-i} + \delta_i \Delta \ln I_{RD,t-i}] + \gamma e_t + \mu_t$$

(3)

经过多次回归分析,得到回归方程

$$\Delta \ln Y'_t = -0.0813 EC_{t-1} + 0.4019 \Delta \ln Y'_{t-1} + 0.0248 \Delta \ln I_{RD,t-2} + 0.0509$$

(4)

以上分析结果表明:(a)在 1978~2005 年间,中国全社会 R&D 投入和经济增长之间存在长期动态均衡关系。(b)在短期内,GDP 的变动受到自身和 R&D 投入变动因素的影响。其中,滞后 1 年的经济增长变量、滞后 2 年的 R&D 投入对经济增长的变动影响显著;其他滞后期的 R&D 投入和 GDP 对当期 GDP 的变动作用并不显著。(c) EC 是误差修正项,该项系数反映了误差修正模型自身修正偏离均衡误差的作用机制。当修正系数为

-1 时,经济增长和 R&D 投入的当年均衡误差在下一年就可调整到均衡状态,式(4)中的系数仅为 -0.0813,说明经济增长率的变动受到多种其他因素的影响,经济增长和 R&D 投入之间的均衡关系对当期非均衡误差的自身修正能力不强。

2.4 因果关系检验

协整检验和误差修正模型分析说明 GDP 和 R&D 投入之间存在长期均衡的关系,但是这种关系是否具有因果性,即 R&D 投入是不是促进经济增长,经济增长是不是带来 R&D 投入的增加或两者皆有,还需要进一步验证。Granger^[14]对变量之间的因果关系进行了定义,并就这种因果关系的存在提出了 Granger 非因果性检验,即建立模型

$$\begin{cases} \ln Y'_t = \delta_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \ln Y'_{t-i} + \sum_{i=1}^q \beta_i \ln I_{RD,t-i} + \mu_t \\ \ln I_{RD,t} = \sigma_0 + \sum_{i=1}^q \gamma_i \ln I_{RD,t-i} + \sum_{i=1}^p \lambda_i \ln Y'_{t-i} + \nu_t \end{cases} \quad (5)$$

式中 μ_t, ν_t 为不相关的误差项。

如果式(5)中的滞后项 $\ln I_{RD}$ 所估计的系数作为一个群体是统计上异于零的(即 $\sum \beta_i \neq 0$),并且滞后项 $\ln Y'$ 所估计的系数集不是统计上异于零的(即 $\sum \lambda_i = 0$),则表明有从 $\ln I_{RD}$ 到 $\ln Y'$ 的单向格兰杰因果关系。反之,如果式(5)中的滞后项 $\ln I_{RD}$ 的系数集不是统计上异于零的(即 $\sum \beta_i = 0$),且滞后项 $\ln Y'$ 的系数集却是统计上异于零的($\sum \lambda_i \neq 0$),则存在从 $\ln Y'$ 到 $\ln I_{RD}$ 的单向因果关系。如果 $\ln Y'$ 和 $\ln I_{RD}$ 的系数集在统计上都是异于零的(即 $\sum \beta_i \neq 0, \sum \lambda_i \neq 0$),则表示两者存在双向的格兰杰因果关系。

通过假设检验,考察 $\ln Y'$ 和 $\ln I_{RD}$ 之间的因果关系。在检验过程中,滞后期分别取 1,2,3,检验结果见表 3。

表 3 变量之间的 Granger 因果检验
Table 3 Granger-causality test of relationship between different variables

零假设	滞后 1 期		滞后 2 期		滞后 3 期	
	F	p	F	p	F	p
$\ln Y'_t$ 不是 $\ln I_{RD,t}$ 的 Granger 原因	1.0767	0.3118	0.3139	0.7345	1.0605	0.3934
$\ln I_{RD,t}$ 不是 $\ln Y'_t$ 的 Granger 原因	4.4119	0.0486	1.8219	0.1903	1.1622	0.3549

注:p 表示概率。

从表 3 可以看出,当确定 5% 的显著性水平,滞后期为 1 时, $\ln I_{RD}$ 对 $\ln Y'$ 有影响,二者之间是一种单向关系,滞后期为 2,3 时, $\ln Y'$ 与 $\ln I_{RD}$ 彼此独立,相互间没有影响。 $\ln I_{RD}$ 是 $\ln Y'$ 的 Granger 原因,但 $\ln Y'$ 却不是 $\ln I_{RD}$ 的 Granger 原因,两者之间只存在着从 $\ln I_{RD}$ 到 $\ln Y'$ 的单向因果关系,说明 R&D 投入对我国经济增长具有促进作用。但是经济的增长并没有引发 R&D 投入的增加,表明我国经济发展对科技的内在需求不足,经济增长主要采用外延式扩大再生产方法,依靠的是资源的大量投入而非科技的进步。因此,虽然我国经济增长速度较快,但 R&D 投入强度一直徘徊在 0.6% 左右。由于经济发展对科技的内在需求不足,使得科技投入不能随经济的增长而增长,因而技术创新缺乏资金支持是不可避免的,其结果必然是科技发展受阻,并最终影响经济的可持续发展。

3 结 语

中国全社会 R&D 投入与经济增长之间存在着较强的相关关系,尽管各自的增长是非稳定的,但就长期而言,它们之间却构成了长期稳定的均衡关系。短期内滞后 1 年的经济增长变量、滞后 2 年的 R&D 投入对实际 GDP 的变动影响显著,GDP 和 R&D 投入之间的均衡关系对当期非均衡误差调整的自身修正能力不是很强。从总体来看,中国全社会 R&D 投入构成其经济增长的充分而非必要条件,即全社会 R&D 投入是经济增长的原因,而经济增长并未构成 R&D 投入变化的原因。

GDP 与 R&D 的协整关系、因果关系分析结果显示,目前我国的经济发展还未走上依靠科技进步的轨道,R&D 投入对经济增长的作用还远未发挥出来。科技与经济发展之间也并未形成一个互相促进、循环上升的发展关系。正视我国经济发展中 GDP 与 R&D 的协整关系,制定相对有效的 R&D 政策,适时地提高 R&D 的投

入强度,使有限的 R&D 投入发挥最大的投入效率,才能在我国 GDP 水平相对较低、R&D 投入强度较低条件下,促进科技与经济的互动发展和良性循环。

参考文献:

- [1] ROBERT S. Technical change and the aggregate production function[J]. Review of Economics and Statistics ,1957 ,39 :3-12.
- [2] LUCAS R. On the mechanics of economic development[J]. Journal of Monetary Economics ,1988 ,22 (1) :3-24.
- [3] JONES L E ,MANUELLI R. A convex model of equilibrium growth :theory and policy implications[J]. Journal of Political Economy ,1990 ,98 (5) :1008-1038.
- [4] REBELO S. Long-run policy analysis and long-run growth[J]. Journal of Political Economy ,1991 ,99 (3) :500-521.
- [5] PAUL M R. Increasing returns and long-run growth[J]. Journal of Political Economy ,1986 ,94 (5) :1002-1037.
- [6] STOKEY N. Human capital ,productquality and growth[J]. Quarterly Journal of Economics ,1991 ,106 :578-616.
- [7] PAUL M R. Endogenous technology change[J]. Journal of Political Economy ,1990 ,98 (5) :71-102.
- [8] GROSMAN G M ,HELPMAN E. Innovation and growth in the global economy[M]. Cambridge Mass :MIT Press ,1991.
- [9] GRILICHES Z. Productivity ,R&D and the data constrain[J]. American Economic Review ,1994 ,84 (1) :1-23.
- [10] COE T D ,ELHANAM H. International R&D spillovers[J]. European Economic Review ,1995 ,39 :859-887.
- [11] 马薇. 协整理论与应用[M]. 天津 :南开大学出版社 ,2004.
- [12] 刘晓鹏. 协整分析与误差修正模型 :我国对外贸易与经济增长的实证研究[J]. 南开经济研究 ,2001 (5) :53-56.
- [13] ENGLE R F ,GRANGER C W J. Co-integration and error correction :representation ,estimation and testing[J]. Econometrics ,1987 ,55 :251-276.
- [14] GRANGER C W J. Some recent developments in a concept of causality[J]. Journal of Econometrics ,1987 ,39 :199-211.

Co-integration analysis of relationship between R&D expenditure and economic growth in China

YUE Jin-gui

(*Business School , Hohai University , Nanjing 210098 , China*)

Abstract :Based on the time series dynamic equilibrium analysis method for co-integration analysis , Granger-causality test , and error correction model analysis of the relationship between R&D expenditure and economic growth in China according to the data of 1978-2005 , the dynamic equilibrium relationship between R&D expenditure and economic growth was revealed. The results indicate that there is a long-term stable equilibrium relationship between R&D expenditure and economic growth in China ; however the equilibrium relationship is of low capability for self-correction of the current non-equilibrium error and R&D expenditure forms the sufficient but unnecessary conditions for economic growth.

Key words :R&D expenditure ; economic growth ; co-integration analysis ; Granger-causality test ; error correction method