

设备投资专有技术冲击与宏观经济波动

——基于贝叶斯估计的新凯恩斯动态随机一般均衡的研究

华 昱

(南京大学·约翰斯·霍普金斯大学 中美文化研究中心, 江苏 南京 210093)

摘要: 运用新凯恩斯动态随机一般均衡模型分析 2004 年至 2014 年中国主要宏观经济变量波动成因,重点考察了镶嵌于设备投资的投资专有技术冲击的作用。实证分析结果显示,投资专有技术冲击对总产出和设备投资存在显著正向且相对持续的影响,但短期内会对结构投资产生挤出效应;可以解释总产出与投资在短期与长期中 40%~80% 的波动;其解释力在包括全要素生产率冲击在内的五类外生冲击中居首。总体上看,促进设备更新并改善其生产效率的技术进步可以提高社会投资总水平,并带动经济中其他主要变量增长。

关键词: 设备投资; 相对价格; 投资专有技术; 动态随机一般均衡模型; 贝叶斯估计

中图分类号: F403.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-9301(2016)06-0067-11

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2016.06.007

一、导言

中国经济长期以来依靠投资和出口拉动,投资成为国民经济增长最重要的引擎。但是目前中国却面临着重要的经济转型。过度的投资带来了产能过剩和房地产部门的库存累积,为了消化过剩产能和库存,投资活动出现了显著的调整 and 波动。投资的波动会引起宏观经济各方面,比如产出、消费、就业等不同程度的波动。因此,研究投资波动对于稳定经济、制定相应的财政与货币政策具有重要意义。此外,虽然当前经济发展强调供给侧改革,要求转变投资作为拉动经济增长引擎的发展模式,但是对于投资的作用不能一概而论。投资中的主要部分是固定资产投资,固定资产投资包括建筑安装工程投资、设备工具器具购置投资以及在建筑和设备购置过程中发生的费用。因此,一个很重要的问题便是,什么类型的投资对经济波动的影响最为显著?所以,找出投资与资本积累影响经济运行的内在机制至关重要。

尽管关于中国经济周期的众多实证研究表明,中国经济的增长与投资增长有显著关联,但是,对于投资波动对宏观经济周期波动影响的研究相对较少。近年来,在研究发达国家经济波动的文献中,与投资、尤其是设备投资相关的技术进步,被认为是宏观经济波动的主要原因,重要性显著超过传统的部门中性技术进步,或者说全要素生产率的提高。目前,国内对于投资专有技术影响经济波动的理论与实证研究都还处在初期阶段,研究数量十分有限。鉴于投资对于中国经济的重要性,以及国际上对于投资专有技术进步在经济周期波动中所扮演角色的强调,本文对中国 2004 年至 2014 年宏观经济波动进行分析,通过将资本分解为设备资本与结构资本,重点考察镶嵌于设备资本

收稿日期:2016-01-07; 修回日期:2016-10-21

作者简介:华昱(1983—),女,四川成都人,经济学博士,南京大学·约翰斯·霍普金斯大学中美文化研究中心助理研究员,研究方向为宏观经济学。

的投资专有技术进步冲击对包括总产出、消费、投资、就业等宏观经济主要变量周期性波动的影响,希望为该领域的研究提供有价值的参考。

本文的研究在动态随机一般均衡模型(Dynamic Stochastic General Equilibrium,以下简称 DSGE 模型)基础上展开。DSGE 模型由于能够经受所谓“卢卡斯批评”^[1],业已成为研究经济周期最重要的宏观计量标准模型之一。新凯恩斯 DSGE 模型通过引入市场的不完全性、工资和价格粘性、消费习惯等各类摩擦以及金融部门的摩擦,具备了更强的解释能力,模拟数据与真实数据也更加匹配。所以本文的分析框架选用 DSGE 模型。在估计方法上,本文采用目前在估计 DSGE 模型结构参数时较为前沿的贝叶斯估计法。它是在假定结构参数先验分布函数的基础上,利用贝叶斯法则,结合实际可观测数据样本,通过不断更新和调整对结构参数的认识,极大化似然函数,获得对参数新的认识,得到参数后验分布,由此进行统计推断,可以看成是对极大似然估计法和传统校准法的加权和兼容。

二、文献回顾

关于资本积累和投资对经济影响的研究可以追溯到半个世纪以前的索洛增长模型。在这个研究框架中,资本与技术彼此相互独立,全要素生产率水平的差异而非投资水平的差异带来了增长水平的不同,结果并未将体现在资本品中的技术进步与中性进步相分离。随后的内生增长理论则指出:投资,尤其是设备投资,是长期增长的最主要原因之一。Kydland and Prescott^[2]开创了真实经济周期模型的研究框架之后,关于技术进步对于经济周期波动的影响研究也开始逐步增多。早期的经济周期模型中的技术进步依旧被设定为一种总量上的、部门中性的外生冲击。这样的设定要求不同部门产出的相对价格保持不变^[3]。二战后美国设备投资品的相对价格呈现下降趋势,这一现象引起了研究者的注意。通过对美国战后数据的研究,Greenwood *et al.*^[3-4]发现上世纪五十年代中期至九十年代,新设备以消费品衡量的相对价格以每年超过百分之三的速度递减,而在同一时期,设备投资额却显著上升,二者之间存在着明显的负向关系。这就意味着在中性技术进步冲击之外,必然存在着针对设备投资的专有技术冲击。在此之前,De Long and Summers^[5-6]对上世纪五十至九十年代初处于不同发展水平国家的经济增长进行了研究,认为经济增长与设备投资间存在着强烈的正向因果关系,且低收入国家与高收入国家的设备资本投资收益率不存在显著差别。尽管 De Long and Summers^[5-6]认为设备投资增加是缘于高储蓄率还是低设备相对价格,对于经济增长与设备投资间的关系并无影响,但是他们也指出设备投资对经济增长的拉动作用,与新技术在设备上的广泛应用是密切相关的。

在此基础上,Greenwood *et al.*^[3-4]采用动态一般均衡(DGE)模型另辟蹊径,通过设定投资专有技术进步冲击,来研究带来资本生产率改进的技术进步对于经济波动的贡献。投资专有技术进步带来的一个重要结果是设备投资品相对价格的下降,通常用设备投资价格指数与消费品价格指数的比值来衡量。正的投资专有技术冲击带来了设备的生产率上升,从而带来了设备相对价格的下降。Greenwood *et al.*^[3-4]研究中的脉冲反应方程显示,投资专有技术冲击对产出、消费、投资与就业有即时影响,尤其是对产出与投资的影响最为显著。投资专有技术冲击解释了国民生产总值接近 30% 的波动。Christiano and Fisher^[7]也认为存在投资专有技术,包含持久投资专有技术冲击与暂时性中性技术冲击的动态一般均衡(DGE)模型,可以解释美国投资品价格的反周期行为和股价的顺周期行为。Furlanetto and Seneca^[8],Fisher^[9],Primiceri and Justiano^[10],Justiano *et al.*^[11]分别采用 VAR 模型、RBC 和 DSGE 模型对比了投资专有技术冲击与中性技术冲击对经济波动的影响程度,认为前者可以解释 40%~78% 的主要宏观经济指标波动。Justiano *et al.*^[12]对投资的生产过程和转化为存量资本的过程分别施加了外生技术冲击,前者影响产出转化为投资品的效率,后者影响投资品转化为资本存量的效率。结果证明后一种外生技术冲击对于经济波动的影响程度显著高于前者,可以解释产出 47% 的波动和投资 76% 的波动。

不同于中性技术冲击直接作用于当期生产函数的机制,投资专有技术冲击通过改变资本的边际

使用成本来最终影响产出。正的投资专有技术冲击可以提高本期的资本收益率,鼓励投资,从而增加未来一期的资本存量,进而降低未来的资本相对价格,由此使得资本重置成本降低。资本重置成本的降低诱发企业更多地使用现存设备,结果增加了就业,并最终得以扩大产出^[3]。此外,机器设备的投入使劳动者与企业学会了使用现代技术,引发了“干中学”,不仅提高了人均资本与产量,也带来了行业的溢出效应,企业间通过相互模仿、学习与竞争,带动了整个行业生产率水平的提高和技术变革,最终反映在了全要素生产率的提高。

国内关于技术进步对经济增长影响的研究成果已较为丰富。但是从总量上探讨投资技术冲击对于经济增长及经济周期波动影响的研究^[13-18]还不多。在各类文献中,侧重探讨设备投资与经济增长波动关联的理论与实证更为有限^[19-21]。总体说来,对于不同类型的技术进步对中国宏观经济周期波动的影响,在研究方法与估计方法上都存在可以进一步完善的地方。因此,在前人研究的基础上,本文采用新凯恩斯 DSGE 模型对这一课题加以研究。本文的贡献概括起来有三点:首先,不同于大多数采用 RBC 模型进行的相关研究,本文采用新凯恩斯 DSGE 模型展开研究,通过引入不完全竞争和多种不同类型的摩擦,使模型更加接近现实经济。其次,我们将资本分解成设备资本与结构资本,引入针对设备投资的投资专有技术。在很多已有文献中,研究投资专有技术冲击时并没有作此区分,而是将投资专有技术冲击设置成对于资本总量的冲击。这样的假设并不完全符合投资专有技术进步的理论与内涵。因此,我们将资本进行结构分解,更符合经典文献对投资专有技术的定义,可以更精确地考察投资影响经济波动的渠道。再次,在参数估计方法上采用了贝叶斯估计法,而非校准法,有效地利用真实数据中包含的信息,估计结果更具说服力。希望本文的建模与估计方法为研究投资技术与宏观经济波动提供一个有参考意义的框架。

三、初步分析

投资专有技术进步的重要表现是设备投资价格的下降趋势、以及同时期设备投资在经济总量中的比重上升。测度设备投资价格比较通用的方法之一是特征回归法(Hedonic Regression Technique)。该方法旨在考察质量变动对设备价格变化的影响。但是这种方法需要大量关于设备技术性能的数据来进行回归,实际操作起来非常困难^①。本文采用了国家统计局公布的设备器具购置价格指数来测算设备投资相对价格。陈师、赵磊^[17]和唐文健、李琦^[20]指出没有明显证据显示国家统计局公布的价格指数完全经过质量调整,所以采用该数据进行研究可能会低估投资专有技术进步速度;但是它作为一个标准,仍然具有较大的参考意义。图1显示了2004年第一季度至2014年第四季度的设备投资情况。图中设备投资的相对价格趋势是由国家统计局公布的设备器具购置价格指数和同期消费者价格指数比值,经 Census X12-ARIMA 模型季节调整后得到;设备投资占 GDP 比重趋势线也经过季节调整后得到。在这种情况下,我们依旧可以从图1看出设备投资相对价格呈现明显的下降趋势,设备投资相对价格与投资比重之间存在着潜在的负向关系。图2刻画了设备价格与投资的周期性波动。数据经由 Census X12-ARIMA 季节调整后去趋势得到。可以看出二者在波动的频率上较为契合、且呈现反向波动的态势。表1列出了设备价格与设备投资、总投资以及 GDP 的相关系数。结果显示,设备价格与各主要变量之间存在着较明显的负向相关关系。Greenwood *et al.*^[3]表明:美国设备相对价格与设备投资的相关系数为 -0.46,以此为存在技术专有技术进步的重要依据。所以,据此推断,中国的设

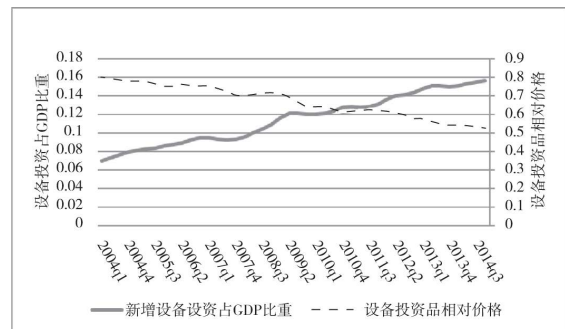


图1 中国设备投资情况
(2004年一季—2014年四季度)

数据来源:设备投资品相对价格由国家统计局公布的设备器具购置价格指数和同期消费者价格指数计算得到;设备投资占GDP比重由国家统计局公布数据计算、经季节调整后得到。

图1显示了2004年第一季度至2014年第四季度的设备投资情况。图中设备投资的相对价格趋势是由国家统计局公布的设备器具购置价格指数和同期消费者价格指数比值,经 Census X12-ARIMA 模型季节调整后得到;设备投资占 GDP 比重趋势线也经过季节调整后得到。在这种情况下,我们依旧可以从图1看出设备投资相对价格呈现明显的下降趋势,设备投资相对价格与投资比重之间存在着潜在的负向关系。图2刻画了设备价格与投资的周期性波动。数据经由 Census X12-ARIMA 季节调整后去趋势得到。可以看出二者在波动的频率上较为契合、且呈现反向波动的态势。表1列出了设备价格与设备投资、总投资以及 GDP 的相关系数。结果显示,设备价格与各主要变量之间存在着较明显的负向相关关系。Greenwood *et al.*^[3]表明:美国设备相对价格与设备投资的相关系数为 -0.46,以此为存在技术专有技术进步的重要依据。所以,据此推断,中国的设

备投资也存在着投资专有技术进步。

表 1 各主要变量与设备
相对价格的相关系数

变量	滞后两期	滞后一期	本期
GDP	0.096 7	-0.156 3	0.036 5
总投资	0.094 6	-0.218 5	-0.299 1
设备投资	-0.357 1	-0.450 4	-0.591 2

注: 根据 AIC 准则, 包含总产出、总投资、设备投资的 VAR 模型的滞后长度为一期。

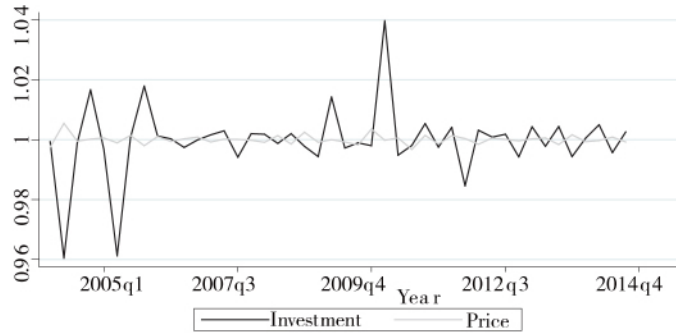


图 2 设备投资与设备相对价格波动

数据来源: 设备投资品相对价格由国家统计局公布的设备器具购置价格指数和同期消费者价格指数计算得到; 设备投资占 GDP 比重由国家统计局公布的设备投资与 GDP 数据计算得到。时间序列经过季节调整去除趋势得到。

四、动态随机一般均衡模型框架

初步分析的结果显示了镶嵌于设备投资的专有技术进步的存在。接下来, 我们采用新凯恩斯随机动态一般均衡模型来详细考察投资专有进步对中国经济波动的影响。经济由一个代表性家庭、一个代表性最终产品生产商、一个中间产品生产商、政府和货币当局共同构建而成。家庭向中间产品生产商提供劳动并出租资本, 由此获取劳动与资本报酬; 中间生产商生产的产品提供给最终产品生产商, 用于生产消费品和资本品, 并假设资本品和消费品之间可以完全转化; 同时, 家庭还拥有企业, 所以企业利润也归家庭所有; 政府发放债券的所得皆用于一次性转移支付和上一期债券的本息支付, 所以无财政赤字; 货币当局按照泰勒规则制定货币政策。具体模型如下^②:

(一) 代表性家庭

假设经济中存在大量连续同质型家庭, 构成测度为 1 的连续统(continuum of measurement)。代表性家庭最大化终身效用的贴现流为:

$$E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ h_t \log(C_t - \gamma C_{t-1}) - \frac{\psi_t}{1 + \eta} l_t^{1+\eta} \right\} \quad (1)$$

其中 β 为时间贴现因子, γ 为消费习惯, η 为劳动供给的工资弹性的倒数, C_t 为 t 期的消费, l_t 为 t 期的劳动供给。 ψ_t 为劳动供给冲击, 服从 AR(1) 过程:

$$\log \psi_t = \rho_{\psi} \log \psi_{t-1} + \sigma_{\psi} \varepsilon_{\psi t} \quad (2)$$

其中 ρ_{ψ} 为自回归系数, $\varepsilon_{\psi t}$ 服从均值为 0、方差为 σ_{ψ} 独立同分布的随机过程。家庭的预算约束如下:

$$C_t + I_{n,t} + I_{e,t} + B_t + \alpha(u_{n,t}) k_{n,t-1} + a(u_{e,t}) k_{e,t-1} \leq w_t l_t + r_{n,t} k_{n,t-1} + r_{e,t} k_{e,t-1} + \frac{B_{t-1} R_{t-1}}{\pi_t} + T_t + \Pi_t \quad (3)$$

其中 $I_{n,t}$ 是 t 期结构投资, $I_{e,t}$ 是 t 期设备投资, B_t 为 t 期购入的政府债券, R_{t-1} 为名义利率或资本收益率, $k_{n,t-1}$ 为 $t-1$ 期期末结构资本存量, $\mu_{n,t}$ 为 t 期的结构资本利用率, $a(u_{n,t})$ 为每单位结构资本使用成本, $k_{e,t-1}$ 为 $t-1$ 期期末设备资本存量, $a(u_{e,t})$ 为每单位设备资本使用成本^③, w_t 为实际工资率, $r_{n,t}$ 为实际资本租金, T_t 为政府一次性转移支付, Π_t 为企业利润。

结构资本和设备资本的运动方程分别为:

$$k_{n,t} = (1 - \delta_n) k_{n,t-1} + \left[1 - s \left(\frac{I_{n,t}}{I_{n,t-1}} \right) \right] I_{n,t} \quad (4)$$

$$k_{e,t} = (1 - \delta_e) k_{e,t-1} + \varphi_t \left[1 - s \left(\frac{I_{e,t}}{I_{e,t-1}} \right) \right] I_{e,t} \quad (5)$$

其中 δ_n 和 δ_e 分别为两种资本的折旧率, $s(\cdot)$ 为投资调整成本, φ_t 为投资专有技术冲击^④, 服从 AR(1) 过程。

(二) 最终产品生产商

最终产品生产商利用中间产品生产消费品和投资品, 生产函数为:

$$y_t = \left(\int_0^1 y_{it}^{\theta_t} di \right)^{\frac{1}{1-\theta_t}} \quad (6)$$

其中 y_t 为最终产品产出, y_{it} 为中间产品 i 的产出。假设经济中存在大量完全竞争最终产品生产商, 在区间 [0, 1] 上均匀分布, 总和为单位一, 即连续统为 1。给定最终产品价格和中间产品价格, 最终产品生产商的目标是最大化利润。

(三) 中间产品生产商

中间产品生产商首先从完全竞争的要素市场上购买劳动力和资本, 给定生产函数:

$$y_{it} = A_t (k_{n,it-1})^\alpha (k_{e,it-1})^\phi l_{it}^{1-\alpha-\phi} \quad (7)$$

A_t 为中性技术进步, 服从 AR(1) 过程。此处的生产函数区别于一般柯布道格拉斯生产函数, 将资本分解为结构资本和设备资本, 但依旧保持了规模收益不变的假设, 也不存在偏向型的技术进步。接下来, 我们引入价格粘性, 假定中间厂商在每期定价时遵循 Calvo 定价法则, 即每一期只有 $1 - \theta_p$ 的企业可以重新制订最优价格。其余企业根据上一期的通胀率对产品进行指数化调整, 在一个对称经济中可以得到:

$$1 = \theta_p \left(\frac{\pi_{t-1}^K}{\pi_t} \right) + (1 - \theta_p) (\pi_t^*)^{1-\theta_p} \quad (8)$$

其中 $\pi_t^* = p_t^*/p_t$, p_t 为最终产品价格, π_t 为通胀率, K 为通胀指数, θ_t 为价格加成冲击, 服从方差为 σ_θ 随机独立同分布。

(四) 政府与货币当局

政府发放债券所得财政收入全部用于一次性转移支付和上一期债券的本息偿付:

$$T_t = B_t - \frac{B_{t-1}}{\pi_t} R_{t-1} \quad (9)$$

我们假设政府财政政策遵循“李嘉图等价”原则, 因此, 政府的财政政策对经济中的总和变量并无影响。我国货币政策的制定主要考虑通货膨胀预期和经济增长指标。因此, 设定中央银行遵循如下的泰勒规则:

$$\frac{R_t}{R_{ss}} = \left(\frac{R_{t-1}}{R_{ss}} \right)^{\rho_r} \left(\frac{\pi_t}{\pi_{ss}} \right)^{\rho_\pi} \left(\frac{y_t/y_{t-1}}{y_{ss}} \right)^{\rho_y} \exp(m_t) \quad (10)$$

其中 R_{ss} 为稳定状态下的名义利率, π_{ss} 为目标通胀率(与稳定状态下的通胀率相等), y_{ss} 为稳定状态下的产出增长率, ρ_r , ρ_π 和 ρ_y 为货币政策对于利率、通货膨胀和产出增长率的反应参数, m_t 为货币冲击, 服从方差为 σ_m 随机独立同分布。

在此基础上我们可以得到模型的均衡系统^⑤, 将其对数线性化后用于参数估计。

五、参数估计

由于样本容量较小, 本文采用贝叶斯法估计部分结构参数。用于贝叶斯估计的测算方程如下, 最后一个括号里的变量皆为对数线性化后的变量, 表示实际值偏离稳态值的百分比:

$$Y_t = \begin{pmatrix} y_{ob_t} \\ c_{ob_t} \\ in_{ob_t} \\ pe_{ob_t} \\ pi_{ob_t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_t - y_{t-1} \\ c_t - c_{t-1} \\ i_t^n - i_{t-1}^n \\ r_t^\theta - r_{t-1}^\theta \\ pi_t^i - pi_{t-1}^i \end{pmatrix} \quad (11)$$

选取人均产出 y_{ob_t} 、人均消费 c_{ob_t} 、人均结构投资 in_{ob_t} 、设备投资相对价格 pe_{ob_t} 、通货膨胀率 pi_{ob_t} 作为贝叶斯估计所需的观测变量。季度 CPI 的环比增长率表示通货膨胀率；产出数据采用国家统计局公布的季度国内生产总值数据，运用 CPI 季度定基比将数据调整为以 2010 年为基期的真实值；消费、结构投资与设备投资采用国家统计局公布的月度数据、利用月度 CPI 调整为以 2010 年为基期的真实值，之后月度汇总得到季度消费与投资数据；月度、季度 CPI 数据来源于美国联邦储备银行圣路易斯分行经济数据库，以 2010 年为基期；设备投资相对价格的处理参照前面 VAR 模型部分。所有总体变量皆除以 14 岁以上人口，得到人均变量。由于没有季度人口数据，我们采用求几何级数的方法利用年度人口增长率得到季度人口增长率，最终估算出季度人口，年度 14 岁以上人口数据来源于中国人口年鉴。所有的变量经过 X - 12 ARIMA 季节性调整后取对数值再去掉趋势，就得到各变量增长率偏离各自趋势的波动部分，也就是测算方程中的人均产出 y_{ob_t} 、人均消费 c_{ob_t} 、人均结构投资 in_{ob_t} 。

模型中的 24 个结构参数可以分为两组。其中一组参数值通过校准法确定。依照惯例，这组参数主要涉及无法分离识别、现有数据可以估计的大比率 (Great-ratios)、以及可以从稳态关系中推导出其值的参数，包括：结构资本和设备资本的产出弹性 α 和 ϕ 、结构资本的折旧率 δ_n 、设备资本的折旧率 δ_e 、家庭的时间贴现因子 β 。对于时间贴现因子 β ，国内外大多数文献取值都在 0.90 至 0.99^[23-29]。由于在稳定状态下存在等式 $R\beta = 1$ ，在本文的样本时间跨度中，央行的一年期贷款基准利率平均值为 6.31%^⑥，因此季度利率为 1.08%，由此推得 β 为 0.93；资本折旧率通常被设置为 0.1 至 0.15 之间^[3, 23, 27-28]，因此季节折旧率为 0.025 至 0.0375，由于设备资本折旧的速度通常高于总资本折旧的平均水平，因此我们选取 0.03 作为资本折旧率。接下来我们需要确定结构资本和设备资本的产出弹性 α 和 ϕ 、以及结构资本的折旧率 δ_n 。在这方面并无文献可以参考，因此我们从稳态关系中进行推导。在均衡时，存在如下稳态关系： $r^n = 1 - \beta(1 - \delta_n)$ ， $r^e = 1 - \beta(1 - \delta_e)$ ， $r^n = \alpha \frac{y}{k^n}$ ， $r^e = \phi \frac{y}{k^e} \frac{r^n}{r^e} = \frac{\alpha}{\phi} \frac{k^n}{k^e}$ ， $\delta_n k^n = i^n$ 和 $\delta_e k^e = i^e$ 。投资占 GDP 比重 $\frac{i^n}{y}$ 和 $\frac{i^e}{y}$ 的季度数据可以通过国家统计局公布的投资与国内生产总值数据求得。已知设备资本折旧率为 0.125，时间贴现因子为 0.93，由此可根据稳态方程 $r^e = (1 - \beta(1 - \delta_e)) / \beta$ 和 $\delta_e \frac{k^e}{y} = \frac{i^e}{y}$ 求出 $r^e = 0.1425$ 和 $\frac{k^e}{y} = 0.584$ ；再根据稳态方程 $r^e = \phi \frac{y}{k^e}$ 求出 $\phi = 0.0849$ ；根据国家统计局公布的资本形成占 GDP 比率的数据，我们可以算出 2004 年至 2014 年资本形成占 GDP 比率的平均值为 0.44，也就意味着 $\alpha + \phi$ 等于 0.44，这与国内大部分文献中设定的资本产出弹性值相一致^[23, 28, 30-31]，所以 α 为 0.3551；最后，在稳定状态下，存在等式 $\frac{\alpha}{\phi} = \frac{1 - \beta(1 - \delta_n) i^n / y \delta_n}{1 - \beta(1 - \delta_e) i^e / y \delta_e}$ ，在这个等式中唯一的未知数是 δ_n ，由此得到 δ_n 的校准值为 0.046，季度折旧率为 0.01。

余下的结构参数值通过贝叶斯法估计得到。在确定这些参数的先验分布函数、均值与标准差的时候，我们借鉴了国内外重要文献中的研究设定^[29, 32-35]，这些设定包含了大部分经典文献中的估计

结果。按照惯例，所有外生冲击过程中的 AR(1) 自回归系数服从 Beta 分布；所有的新息方差服从倒

表 2 参数校准值

参数	β	α	ϕ	δ_n	δ_e
校准值	0.93	0.3551	0.0849	0.01	0.03

置的 Gamma 分布,这个假定保证了方差为正。表 3 显示了 Metropolis-Hastings 算法随机抽样 5 000 次的结果,其中 2 500 ~ 5 000 次的抽样被用于做推断。

六、主要实证分析结果

在上文得到的后验参数值的基础上,我们将进一步分析不同类型的投资外生冲击对宏观经济的动态影响,以及各类外生冲击对各经济变量的波动性有多大的解释力?

(一) 脉冲反应

图 3 刻画了主要宏观经济变量总产出、设备投资、结构投资、消费,以及通货膨胀率对于 1% 正向投资专有技术冲击的 20 期脉冲反应。当投资专有技术冲击发生后,总产出、消费和通货膨胀率呈现出“驼峰”状的即时反应形态,并在反应时间方面表现出较强持续性。投资专有技术冲击带来总产出瞬时增加 0.002 5 单位,设备投资增加 0.02 单位,结构投资减少 0.000 8 单位,消费减少 0.000 2 单位,通胀率几乎不变。随着时间的推移,外生冲击的作用逐渐减弱,主要经济变量逐步向均衡状态回归。其中,总产出与设备投资向均衡状态回归的速度相对缓慢。总体上,投资专有技术对设备投资的影响最大,其次是对产出;结构投资与消费都经历了一个先减少、后增加、最后回归稳态的过程;通胀率逐渐上升,但是程度较低,在第八期后开始回归稳态。

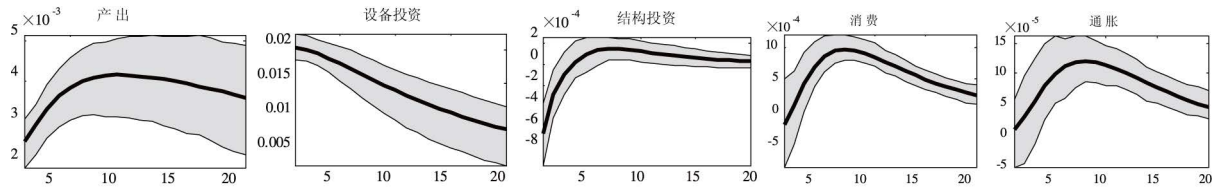


图 3 主要宏观经济变量对投资专有技术冲击脉冲反应

图 4 的脉冲反应显示,正向投资专有技术冲击一方面带来资本收益率和就业的上升,另一方面致使设备投资相对价格呈现先下降、后回归均衡的走势。我们可以通过这些变化来理解投资专有技术冲击作

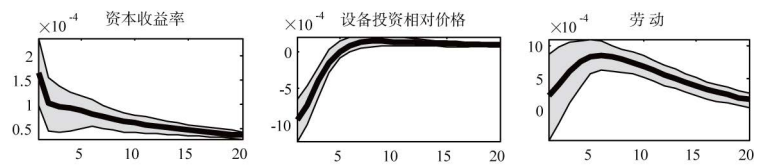


图 4 主要宏观经济变量对投资专有技术冲击脉冲反应

用于宏观经济变量的内在机制。首先,正向投资专有技术冲击通过改善设备生产效率提高了本期的资本收益率。资本收益率的增加鼓励企业进行设备投资,结果提高了未来一期的资本存量,进而降低未来的资本相对价格,最终减少了资本重置成本。资本重置成本的降低导致企业更多地使用现存设备,结果促进了就业,并最终得以扩大产出。所以,脉冲反应结果显示当正向投资专有技术冲击发生后,总产出与设备投资显著增加。另一方面,消费与结构投资的减少,可能源于设备投资的“挤出效应”。可以看到,投资专有技术冲击虽然导致总产出与设备投资增加,但二者增加幅度有所不同。短期内,设备投资的增加幅度在外生冲击发生后显著高于总产出增加幅度。由于总产出增加有限,可能导致大幅提高的设备投资挤出了结构投资与消费。但是,脉冲反应显示这种挤出效应是有限的,从第二期开始,结构投资与消费都趋于回升,联合设备投资的大幅增加,共同带来了总产出从第二期开始进一步上升,直至第十期。

(二) 波动方差分解

研究经济周期波动时,人们比较关心的另一个问题是,主要经济变量的波动在多大程度上可以由各类外生冲击来解释。我们可以通过对经济变量进行无条件方差分解找到一些答案。方差分解的结果与脉冲反应的结果较为一致^⑦,总体上投资专有技术冲击可以解释设备投资短期 80% 以上的波动、产出 40% 的波动。并且,从长期来看,投资专有技术冲击对二者的影响不断加深。而相对投资专有技术冲击来说,部门中性的技术冲击对设备投资和总产出的影响有限。这个结果和 Justiniano, Primiceri and Tambalotti^[11-12] 的研究结果比较接近。相比之下,结构投资无论在短期或长期都较多受到货币冲击与成本加成冲击的影响,其中前者的贡献率在 60% 以上,后者为 16%。结构投资主体基本来自建筑领域,以房地产和其它政府基建项目为主。这些领域的投资易受到货币政策变化以及原材料成本变动的的影响,所以总体上结构投资的波动与货币冲击、成本加成冲击存在较大关联。从重要性来看,短期消费波动依次受到消费偏好冲击、货币冲击和成本加成冲击的影响,通货膨胀率的波动依次来自货币冲击、成本加成冲击和消费偏好冲击。但在长期中,消费与通货膨胀更多地受到来自设备投资冲击的影响。针对这一现象,解释如下:从之前的脉冲反应冲击结果中,我们观察到消费对投资专有技术冲击存在一定程度的滞后反应;之所以消费会逐步回升,一个重要原因是投资的增加带来了总产出和就业的增加。方差分解的结果显示,投资专有技术冲击引起了不同时间跨度上 40% ~ 80% 的产出波动。由于总产出的变化会引起消费水平的变动,因此引发总产出波动的投资专有技术冲击也相应地成为消费波动的主要成因之一。在长期中,消费的上升则可能带来物价水平的升高,即通货膨胀率的上升。这就可以解释为何消费与通胀的长期波动主要由投资专有技术冲击引起。

(三) 反事实模拟

最后,图 5、图 6 刻画了 GDP 和设备投资的真实波动、基于结构参数后验分布值估计得到的波动值、以及当经济中只存在一种外生冲击即针对设备投资的专有技术冲击时的波动值。方差无条件分解无法从整个样本期对外生冲击的重要性以及解释力给予全面的评价,所以,我们采用反事实模拟的方法考察这一点。结果显示,当经济受到全部五类外生冲击时,GDP 与设备投资波动的真实值与估计值的走势比较吻合,这也在一定程度上说明我们的模型设置与参数估计较准确地捕捉到了真实经济周期的特征。此外,当经济只受到针对设备投资的专有技术冲击时,GDP 与设备投资波动真实值与估计值的走势也非常接近。这与之前方差分解的结果比较一致,都在一定程度上证明了投资专有技术冲击可以在较大程度上解释产出与投资波动。

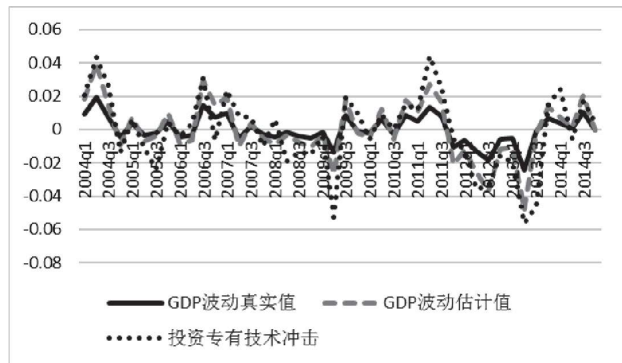


图 5 GDP 估计值与样本值拟合

注:图中实线为真实 GDP 波动值,虚线为利用参数后验分布估计得到的 GDP 波动值,点状线为只存在投资专有技术冲击时估计得到的设备投资波动。

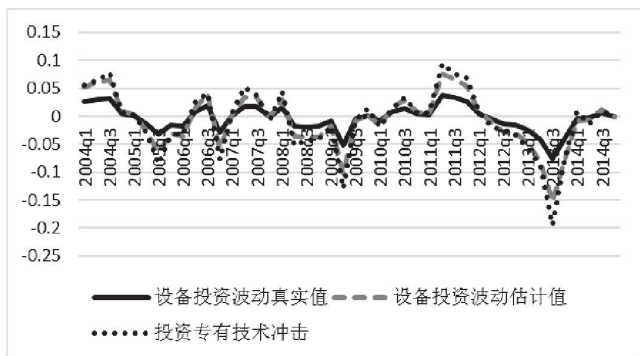


图 6 设备投资估计值与样本值拟合

注:图中实线为真实设备投资波动值,虚线为利用参数后验分布估计得到的设备投资波动值,点状线为只存在投资专有技术冲击时估计得到的设备投资波动。

七、结语

本文利用贝叶斯估计的新凯恩斯动态随机一般均衡模型,对中国2004年一季度至2014年四季度主要宏观经济变量的波动原因进行了考察。经验数据表明,中国宏观经济的技术进步中存在明显体现在设备资本中的技术变迁特征,投资专有技术冲击是引起宏观经济波动的主要原因。在传导机制上,投资专有技术冲击通过改进设备生产效率、提高资本收益率以及降低资本重置成本,率先对设备投资和总产出施加影响,继而引起结构投资、消费和就业水平的相应变化。实证分析结果显示,正向的技术冲击引起产出、投资、消费以及就业不同程度的上升;并解释产出短期40%、长期80%的周期波动、设备投资80%以上的周期波动特征。

此外,将投资专有技术进步冲击引入动态随机一般均衡模型后,全要素生产率冲击对经济波动的解释能力显著降低。由于以往大部分的宏观经济周期研究往往只考虑资本总量而忽略了资本结构上的差异,并未设置除全要素生产率冲击以外的技术冲击,因此普遍得出全要素生产率冲击是导致中国宏观经济波动主要原因的结论。本文对资本结构进行了细化分解,发现与全要素生产率冲击相比,与设备投资相关的投资专有技术冲击对于经济波动的影响更大。这说明投资对资本品相关技术进步变化较为敏感,资本品相对价格的变化是现实中导致投资波动的主要原因。总体上,促进设备更新的技术进步更利于社会投资水平的提高,从而带动宏观经济中其他主要变量的增长。

本文也存在着可以进一步改进的地方:首先,在设备投资相对价格的选取上,我们采用的是国家统计局公布的设备投资价格指数。但是,由于该指标并没有经过质量调整,因此与实际的设备投资专有技术进步速度可能存在出入。我们希望以后能够获得更多关于设备技术性能的数据,然后采用特征回归法更加精确地测度设备投资相对价格。其次,可以在模型中增加设备投资生产部门,这样做有助于更好地区分设备投资专有技术进步是来源于设备生产技术进步还是来源于使用过程中的效率改进。

注释:

- ①黄先海、刘毅群^[19]通过世界知识产权组织的发明专利统计数据来模拟体现型技术进步,之后通过两部门模型推导出技术效率与设备投资相对价格间的函数关系,从而反向推出质量调整后的设备投资相对价格。这是一种测算中国设备投资相对价格的替代办法。但是,由于设备投资包括的种类较多,并非所有相关技术都申请了专利,且不同专利的技术含量也不同,因此这种测算方法也有值得商榷之处。
- ②本文的模型建立在 Fernandez Villaverde and Rubio Ramirez^[22]提出的新凯恩斯模型基础上,将资本进一步分解为结构资本与设备资本。
- ③假设结构资本与设备资本的成本使用函数不相同。
- ④因为投资专有技术通常是与设备制造、以及非IT领域的软件、计算机、及其它通信与信息技术装备密切相关的,而对结构资本的影响相对较小,所以此处假设投资专有技术只发生于设备资本运动过程中。此外,这里的投资专有冲击也就是 Justiniano, Primiceri and Tambalotti^[12]所设置的投资边际效率(Marginal Efficiency of Investment, MEI)冲击,目的就是为了捕捉投资品向资本品转化过程中的效率变化。Justiniano, Primiceri and Tambalotti^[12]也证明了在与投资品生产和使用过程相关的不同外生冲击中,投资边际效率冲击对于宏观经济主要变量的影响最为重要。这也为我们只将投资专有技术冲击设置在设备资本运动过程中提供一定的实证支撑。
- ⑤稳定状态时,假设资本利用率 $u_{t+1}^n = u_t^n = 1$; 资本使用成本 $a(1) = 0$ 且 a' 和 a'' 都大于零; 由于我们的模型中技术增长是平稳的,不含有增长趋势,因此设定投资调整成本 $s(1) = s'(1) = 0$ 且有 $s\left(\frac{I_{n,t}}{I_{n,t-1}}\right) = \Psi_n \left(\frac{I_{n,t}}{I_{n,t-1}} - 1\right)^2$ 和 $s\left(\frac{I_{e,t}}{I_{e,t-1}}\right) = \Psi_e \left(\frac{I_{e,t}}{I_{e,t-1}} - 1\right)^2$; 此外 $q_t = Q_t/\lambda_t$, 也就是托宾 Q, 即以资本重置成本衡量的现有资本存量的价值。为简化模型,我们假定在稳定状态下,两种资本的托宾 Q 皆等于 1。篇幅有限此处省略,有需要可向作者索取。
- ⑥数据来源于中国人民银行 2015 年 10 月 24 日发布的金融机构人民币贷款基准利率历史数据。

⑦篇幅有限,方差分解结果省略,有兴趣可向作者索取。

参考文献:

- [1] LUCAS R E. Econometric policy evaluation: a critique [EB/OL]. 1976. <http://faculty.georgetown.edu/mh5/class/econ489/Lucas-Critique.pdf>.
- [2] KYDLAND F E, PRESCOTT E C. Time to build and aggregate fluctuations [J]. *Econometrica*, 1982, 50 (6): 1345-1370.
- [3] GREENWOOD J, HERCOWITZ Z, KRUSELL P. The role of investment-specific technological change in the business cycle [J]. *European economic review*, 2000, 44 (1): 91-115.
- [4] GREENWOOD J, HERCOWITZ Z, KRUSELL P. Long-run implications of investment-specific technological change [J]. *American economic review*, 2001, 87 (3): 342-362.
- [5] DE LONG J B, SUMMERS L H. Equipment investment and economic growth [J]. *Quarterly journal of economics*, 1991, 106 (2): 445-502.
- [6] DE LONG J B, SUMMERS L H. Equipment investment and economics growth: how strong is the nexus [EB/OL]. 1991. http://www.brookings.edu/~media/projects/bpea/1992_2/1992b_bpea_delong_summers_abel.pdf.
- [7] CHRISTIANO L J, FISHER J D M. Stock market and investment goods prices: implications for macroeconomics [EB/OL]. 2003. <http://www.nber.org/papers/w10031>.
- [8] FURLANETTO F, SENECA M. Investment specific technology shocks and consumption [EB/OL]. Central Bank of Iceland working paper 2010, No. 49. <http://www.sedlabanki.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=8047>.
- [9] FISHER J D M. The dynamic effect of neutral and investment-specific technology shocks [J]. *Journal of political economy*, 2006, 114 (3): 413-451.
- [10] PRIMICERI G E, JUSTINIANO A. The time varying volatility of macroeconomic fluctuations [J]. *American economic review*, 2008, 98 (3): 604-641.
- [11] JUSTINIANO A, PRIMICERI G E, TAMBALOTTI A. Investment shocks and business cycles [EB/OL]. CEPR discussion papers 2009, No. 6739. http://faculty.wcas.northwestern.edu/~gep575/samm44_gt.pdf.
- [12] JUSTINIANO A, PRIMICERI G E, TAMBALOTTI A. Investment shocks and the relative price of investment [J]. *Review of economic dynamics*, 2009, 14 (1): 102-121.
- [13] 李春吉. 投资冲击、全要素生产率冲击与中国经济波动——基于 RBC 模型估计结果的分析 [J]. *经济问题*, 2010 (9): 4-14.
- [14] 宋海云. 技术冲击和投资冲击对中美两国经济波动影响的比较分析——基于 RBC 模型的实证检验 [J]. *经济问题探索*, 2015 (8): 1-7.
- [15] 顾标, 王剑峰, 许玲丽. 投资品相对价格、技术冲击与劳动要素投入——基于 RBC 观点的一个实证分析 [J]. *浙江社会科学*, 2011 (5): 11-22.
- [16] 刘宗明. 投资冲击与劳动就业动态: 经验事实与理论解释 [J]. *南开经济研究*, 2011 (6): 66-93.
- [17] 陈师, 赵磊. 中国经济周期特征与技术变迁——中性、偏向性抑或投资专有技术变迁 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2009 (4): 19-32.
- [18] 邓可斌, 刘焯, 汪修宇. 要素投入、经济波动与增长——对资本与“主观学习”投入作用的结构模型研究 [J]. *产业经济研究*, 2016 (4): 74-86.
- [19] 黄先海, 刘毅群. 设备投资、体现型技术进步与生产率增长: 跨国经验分析 [J]. *世界经济*, 2008 (4): 47-61.
- [20] 唐文健, 李琦. 中国设备投资专有技术进步的估计 [J]. *统计研究*, 2009 (4): 96-100.
- [21] HERRERIAS M J, ORTOS V. 中国的设备投资与经济开放 [J]. *世界经济文汇*, 2009 (4): 1-12.
- [22] FERNÁNDEZ-VILLAVARDE J, RUBIO-RAMÍREZ J F. A baseline dsge model [EB/OL]. 2006. http://economics.sas.upenn.edu/~jesusfv/benchmark_DSGE.pdf.
- [23] 谭政勋, 王聪. 中国信贷扩张、房价波动的金融稳定效应研究——动态随机一般均衡模型视角 [J]. *金融研究*, 2011 (8): 57-71.
- [24] 李成, 马文涛, 王彬. 通货膨胀预期与宏观经济稳定: 1995—2008——基于动态随机一般均衡模型的分析 [J]. 南

- 开经济研究 2009(9):30-53.
- [25] 娄峰 张涛. 中国粮食价格变动的传导机制研究——基于动态随机一般均衡(DSGE)模型的实证分析[J]. 数量经济技术经济研究 2012(7):92-103.
- [26] 徐舒 左萌 姜凌. 技术扩散、内生技术转化与中国经济波动——一个动态随机一般均衡模型[J]. 管理世界, 2011(3):22-31.
- [27] 梁斌 李庆云. 中国房地产价格波动与货币政策分析——基于贝叶斯估计的动态随机一般均衡模型[J]. 经济科学 2011(3):17-32.
- [28] 王宇 郭新强 干春晖. 关于金融集聚与国际金融中心建设的理论研究——基于动态随机一般均衡模型系统和消息冲击的视角[J]. 经济学(季刊) 2014(1):331-350.
- [29] SMETS F, WOUTERS R. Shocks and frictions in US business cycles: a Bayesian approach[J]. American economic review 2007 97(3):586-606.
- [30] 陈昆亭 龚六堂. 粘滞价格模型以及对中国经济数值模拟[J]. 数量经济技术经济研究 2006(8):106-117.
- [31] 黄贇琳. 中国经济周期特征与财政政策效应[J]. 经济研究 2005(6):27-39.
- [32] IACOVIELLO M, NERI S. Housing market spillovers: evidence from an estimated DSGE model[J]. American economic journal: macroeconomics 2010 2(2):125-164.
- [33] MIAO J J, WANG P F, XU Z W. A Bayesian DSGE model of stock market bubbles and business cycles[EB/OL]. 2010. <http://www.gsm.pku.edu.cn/resource/uploadfiles/docs/20130710/201307100114307998.pdf>.
- [34] CHRISTIANO L J, EICHENBAUM M, EVANS C L. Nominal rigidities and the dynamic effect of a shock to monetary policy[J]. Journal of political economy 2005 113(1):1-45.
- [35] LIU Z, WAGGONER D F, ZHA T. Sources of the great moderation: shocks friction or monetary policy[EB/OL]. 2008. http://economics.emory.edu/home/documents/workingpapers/liu_08_11_paper.pdf.

(责任编辑: 禾 日)

Equipment Investment Specific Technology Shocks and Macroeconomic Fluctuation: Research Based on A Bayesian Estimated New Keynesian DSGE Model

HUA Yu

(Center for Chinese and American Studies, Johns Hopkins University-Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: This paper examines the causes of the fluctuations of China's major macroeconomic variables from 2004 to 2014 with New Keynesian dynamic stochastic general equilibrium(DSGE) model focusing on the role of equipment investment specific technology(IST) shocks embedded in equipment investment. The empirical results show that IST shocks have significant positive and relative long-lasting effects on total output and equipment investment, but will have crowding-out effect on structural investment in the short term. Furthermore, the IST shocks accounts for the fluctuations in total output and investment in short and long run by 40 percent to 80 percent approximately, which is the first explanatory power among five exogenous shocks, including total factor productivity(TFP). Overall, the IST could increase the overall investment and promote the growth of other key variables in the economy.

Key words: equipment investment; relative price; IST; DSGE; Bayesian estimation