

技术冲击、二氧化碳排放与中国经济波动^{*}

——基于 DSGE 模型的数值模拟

郑丽琳^{1,2}, 朱启贵¹

(1. 上海交通大学 安泰经济与管理学院, 上海 200030;

2. 安徽财经大学 管理科学与工程学院, 安徽 蚌埠 233030)

摘要: 文章通过构建包含环境约束的动态随机一般均衡模型, 分析了生产技术和环保技术冲击对一国主要宏观变量的影响。研究发现: (1) 生产技术冲击对经济发展的促进作用是直接的、主要的, 而对污染排放量的增长效应则是间接的、次要的, 最优污染排放变动具有顺周期性; (2) 环保技术冲击对经济的推动作用间接的、次要的, 而对污染排放量的限制作用则是直接的、主要的, 最优污染排放变动具有逆周期性; (3) 在两类冲击共同作用下, 环保技术冲击的减排效应短期显著, 而生产技术冲击的增长效应则长期占优, 但两类冲击对全球污染存量变动的的影响都十分微弱, 经济波动周期维持在十年左右。

关键词: 技术冲击; 污染流量; 污染存量; 经济波动; DSGE 模型

中图分类号: F061.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2012)07-0037-13

一、引言

2011 年 11 月 28 日, 联合国气候变化框架公约第 17 次缔约方会议在南非德班召开, 各国就气候变化争论激烈。部分发达国家认为新兴市场国家经济的高速发展产生了大量碳排放, 成为环境污染和气候变化的主要根源, 从而希望利用国际机制限制新兴市场国家的碳排放, 约束其经济发展。然而, 经济增长是发展中国家的首要任务, 关乎人民的生存和发展。因此, 要实现经济增长与碳减排之间的平衡, 应通过技术进步、产业结构优化、能源消费结构调整等途径。中国政府在 2009 年哥本哈根会议上承诺到 2020 年单位 GDP 碳排放量比 2005 年下降 40%—45%, 在德班会议上又进一步提出在满足五项条件前提下 2020 年后将参加具有法律约束力的框架协议。为此, 在十七届五中全会上政府强调将科技进步和创新作为加快转变经济发展方式的重要支撑,

收稿日期: 2011-12-26

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(11AZD031); 教育部人文社会科学研究青年项目(12YJC790285)

作者简介: 郑丽琳(1981—), 女, 安徽合肥人, 上海交通大学安泰经济与管理学院博士研究生, 安徽财经大学管理科学与工程学院讲师;

朱启贵(1962—), 男, 安徽合肥人, 上海交通大学安泰经济与管理学院教授, 博士生导师。

将其作为“十二五”乃至更长时期我国科技工作的中心任务。可见,技术进步将成为未来中国经济发展的核心驱动因素之一。同时,RBC理论认为技术冲击是引起经济波动的重要动因。因此,研究技术冲击对于实现减排目标与经济可持续发展具有重要的理论和现实意义。

自Kydland和Prescott(1982)及Long和Plosser(1983)最早构造简单的动态随机一般均衡(DSGE)模型以来,经济学家就将其视为宏观经济分析的重要工具之一。DSGE模型强调宏观经济的微观基础,考虑经济主体对未来的“理性预期”,通过最优化经济主体的跨期决策实现宏观经济均衡。此类模型经常被用于解释各种冲击给经济系统带来的周期性影响。在环境经济领域中,近几年来已有学者尝试使用该方法讨论各种冲击对污染治理、能源使用等宏观变量的影响。Dhawan等(2010)引入技术冲击和能源价格冲击,采用极大似然估计方法得到结构参数,并讨论了冲击响应结果。Angelopoulos等(2010)在新古典框架下考察了具有不确定性的技术冲击和经济行为对环境的影响。Heutel(2012)以RBC模型为基础,将污染存量负外部性引入代表性个体的效用函数和企业的生产函数,构建DSGE模型讨论了技术冲击对最优环保政策的影响。国内的理论研究大多集中在技术进步对经济增长与环境污染的兼容性、经济最优增长率、政府最优调控工具等的影响机理上(彭水军和包群,2006;余江和叶林,2006;张晖和朱军,2009;邵帅和齐中英,2009)。

综上所述,国内外已有研究为本文提供了重要参考和借鉴,但没有对技术冲击进行细分。在现实经济中,污染物排放量既取决于生产技术水平,也受制于环保技术水平,不同的技术冲击可能对宏观经济变量产生不同的影响。同时在国内环境经济研究领域,DSGE方法鲜有人涉及。因此,本文试图构建包含代表性个体、企业、政府和环境四部门的DSGE模型,并将技术细分为生产技术和环保技术,讨论这两类技术冲击下经济产出、环境污染、居民消费、投资等宏观变量的变化,以揭示不同类型的技术进步在实现经济可持续发展中的作用。

二、理论模型

环境对经济的影响主要通过环境舒适度、个体健康度和劳动生产率三个方面来体现。一般认为,前两个因素体现在效用函数上,后一个因素体现在全要素生产率上(或污染被视作生产的副产品)。因此,本文在模型构建时考虑了环境部门与其他三个部门(代表性个体、企业和政府)的有机联系。

(一)模型构建

1.代表性个体。假设封闭经济中代表性个体既是消费者又是生产者,拥有相同的偏好。代表性个体是永续的,而且不考虑人口增长,人口总量 N_t 被标准化为1。考虑到自然界中很多污染物无法立刻分解,其残留会逐渐累积形成污染存量,进而影响个体效用。因此,效用函数可以表示为:

$$U(c_t, X_t) = \ln c_t - \xi \ln X_t, \xi \geq 1 \quad (1)$$

其中,污染存量 X_t 与消费水平 c_t 是分离的,代表性个体的效用随着消费的增加而增加 $\partial U / \partial c > 0$ 、随着污染存量的增加而减少 $\partial U / \partial X < 0$ 。 ξ 衡量的是与物质消费相比,环境污染对个体效用的影响,可以表示环保意识高低。

代表性个体的收入包括工资 $w_t n_t$ (假设劳动供给无弹性,即 $n_t = 1$) 和资本收益 $r_t k_{t-1}$ 。收入一部分用于消费,一部分用于投资,则代表性个体的预算约束为:

$$k_t = (w_t n_t + r_t k_{t-1}) + (1 - \delta) k_{t-1} - c_t \quad (2)$$

值得注意的是,在竞争性均衡中,虽然污染存量有损于个体效用,但它是整体社会生产生活共同决定的,个人难以选择或改变,所以 X 被视为外生的;而在社会计划者均衡中,政府则从维持经济发展、保证人民生活以及维护环境安全等角度出发选择合适的污染存量。

2. 企业。IPCC(1995)认为在六种温室气体中二氧化碳排放的温室效应最大,约占整个效应的 56%。近几十年来,二氧化碳的过度排放是全球气候变化的主要原因。气候变化不仅有损于个体效用,也会阻碍经济的健康发展。因此,我们采用包含污染存量损减影响的生产函数(Nordhaus, 2008):

$$y_t = (1 - d_0 - d_1 X_t - d_2 X_t^2) A_t k_{t-1}^\alpha n_t^{1-\alpha}, \alpha \in (0, 1) \quad (3)$$

在污染存量 X_t 和生产技术水平 A_t 下,企业利用物质资本 k_{t-1} 和劳动力 n_t (供给无弹性)生产最终产品 y_t 。缴纳税金并支付要素报酬后,企业利润为:

$$\pi_t = (1 - \tau_t) y_t - (w_t + r_t k_t) \quad (4)$$

要素市场出清要求工资和资本收益率分别为 $w_t = (1 - \tau_t)(1 - \alpha) y_t$ 和 $r_t = (1 - \tau_t) \alpha y_t / k_{t-1}$ 。

3. 政府。环境污染会产生负外部性,企业排污的边际损失小于社会边际成本,所以其不会主动治污,此时政府不得不承担污染治理的责任。假设污染治理投入 z_t 由财政负担,其等于税收收入,以实现财政收支平衡。

$$z_t = \tau_t y_t \quad (5)$$

4. 环境。污染流量来自生产过程中的排放物,在环保技术水平 B_t 下,生产的产品越多、污染治理投入越少,排污量越大。由于污染物在全球范围内流动,我们同时考虑国内和国外污染流量 P_t 和 P'_t 。在正常分解率 η 下,污染存量方程如(7)式所示。

$$P_t = y_t^{\rho_A} / (B_t z_t^{\rho_B}) \quad (6)$$

$$X_t = (1 - \eta) X_{t-1} + P_t + P'_t, \eta \in (0, 1) \quad (7)$$

5. 技术。为了考察技术冲击对各宏观变量的影响,(8)式和(9)式分别为生产技术水平 A_t (即全要素生产率 TFP) 和环保技术水平 B_t 的变动情况。其中, ρ_A 和 ρ_B 分别为一阶自回归系数, ε_{A_t} 和 ε_{B_t} 分别为均值为 0、方差分别为 σ_A^2 和 σ_B^2 的高斯 i.i.d. 序列。

$$\ln A_t = \rho_A \ln A_{t-1} + \epsilon_{At} \quad (8)$$

$$\ln B_t = \rho_B \ln B_{t-1} + \epsilon_{Bt} \quad (9)$$

(二)模型均衡

1. 竞争性均衡。竞争性均衡 $\{c_t, k_t; w_t, r_t\}$ 满足以下条件: 给定初始污染存量 X_0 和资本存量 k_0 , 在价格体系 $\{w_t, r_t\}$ 和政府财政政策 $\{\tau_t\}$ 约束下, $\{c_t, k_t\}$ 是代表性个体效用最大化的解; $\{k_t\}$ 满足企业利润最大化条件; 所有市场出清。代表性个体的效用最大化问题为:

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (\ln c_t - \xi \ln X_t)$$

$$\text{s.t. } k_t = (w_t n_t + r_t k_{t-1}) + (1 - \delta) k_{t-1} - c_t$$

求解该最优化问题, 则代表性个体的最优消费路径须满足:

$$c_{t+1} = \beta c_t E_t (r_{t+1} + 1 - \delta) \quad (10)$$

给定政府征税税率 τ_t , (2)式、(7)式和(10)式构成了关于 $\{k_t, X_t, c_t\}$ 的三维一阶差分动力系统。

2. 社会计划者均衡。社会计划者既要考虑保持经济增长以满足人们日益增长的物质消费需要, 也要进行环境治理以保证环境状况在人们可接受范围内。社会计划者均衡 $\{c_t, k_t, P_t, X_t\}$ 满足以下条件: 给定初始污染存量 X_0 和资本存量 k_0 , 在产出 $\{y_t\}$ 和政府财政政策 $\{z_t\}$ 约束下, 资源配置 $\{c_t, k_t\}$ 和污染水平 $\{P_t, X_t\}$ 使社会整体效用最大化。其解是帕累托最优解, 政府征税行为使污染的负外部性内部化。

社会计划者问题是在上述代表性个体效用最大化问题基础上加入了约束条件(7)式。求解该问题, 则代表性个体的最优消费路径须满足:

$$c_{t+1} = \beta c_t E_t \left(\alpha \frac{y_{t+1}}{k_t} - \alpha \frac{\gamma_1 z_{t+1}}{\gamma_2 k_t} + 1 - \delta \right) \quad (11)$$

与(10)式相比, 由于一部分产出被用于污染治理, 经济增长速度受到限制, 若 $\beta E_t \left\{ (\alpha y_{t+1}/k_t) - (\alpha \gamma_1 z_{t+1}/\gamma_2 k_t) + 1 - \delta \right\} - 1 > 0$, 则经济增长率为正。

同时, 对污染存量 X_t 求一阶条件, 则有:

$$-\frac{\xi}{X_t} + \left(1 - \frac{\gamma_1 z_t}{\gamma_2 y_t} \right) \frac{\partial y_t}{\partial X_t} \frac{1}{c_t} + \frac{z_t}{\gamma_2 P_t c_t} - \beta \eta E_t \left(\frac{z_{t+1}}{\gamma_2 P_{t+1} c_{t+1}} \right) = 0 \quad (12)$$

其中, 左边第一项为负, 反映了污染存量导致个体效用减少; 第二项反映了更多的污染导致产出下降、消费减少; 第三项为正, 反映了当期消费增加、污染治理投入减少会使污染存量增加; 第四项为负, 反映了当期污染存量增加会使下期污染治理投入增加, 从而下期消费减少。(2)式、(7)式、(11)式和(12)式构成了关于 $\{k_t, X_t, c_t, z_t\}$ 的四维一阶差分动力系统。

(三)线性化展开

我们完成了对环境约束下经济系统及其均衡的界定。一般来说, 经济系

统存在稳态，即存在 $\bar{y}, \bar{c}, \bar{k}, \bar{P}, \bar{X}, \bar{z}$ 等一系列稳态值。^① 社会计划者均衡是帕累托最优的，它从政府角度出发综合考虑了经济发展和环境保护，以社会福利最大化为目标。因此，本文针对变量 $\{k_t, y_t, P_t, z_t, X_t, c_t, A_t, B_t\}$ ，对(2)式、(3)式、(6)式、(7)式、(11)式、(12)式、(8)式和(9)式进行线性化处理，建立如下二阶差分方程组：

$$DE_t H_{t+1} = M_1 H_t + M_2 H_{t-1} + M_3 \Xi^{\textcircled{2}} \quad (13)$$

其中， $H_t = (\hat{k}_t, \hat{y}_t, \hat{P}_t, \hat{z}_t, \hat{X}_t, \hat{c}_t, \hat{A}_t, \hat{B}_t)'$ 为变量偏离值列向量， $\Xi = (\epsilon_{A_t}, \epsilon_{B_t})'$ ， D, M_1 和 M_2 均为 8×8 阶方阵， M_3 为 8×2 阶矩阵，而且 D 是可逆的。(13)式可以模拟经济系统受生产技术和环保技术冲击后各变量的动态变化特征。

三、参数校准与数值模拟分析

(一) 参数校准

本文利用 1952—2009 年中国人均 GDP 和人均资本存量数据(1952 年为价格基期)进行线性回归，得到资本弹性 α 为 0.7210。将索洛剩余作为生产技术冲击，首先对其取对数进行 BP 滤波以消除趋势，然后使用 OLS 回归得到生产技术序列的一阶自相关系数 ρ_A 为 0.8658，标准差 σ_A 为 0.07。在 RBC 文献中，代表性个体的年度主观贴现因子 β 为 0.95，资本季度折旧率为 0.025，由此可得年度折旧率 δ 为 0.1。本文借鉴 Nordhaus(2008)的做法，得到生产函数中二次耗损函数的系数 d_0, d_1 和 d_2 分别为 $1.40E-03$ 、 $-6.67E-06$ 和 $1.46E-08$ 。我们利用中国能源消费数据计算省际二氧化碳排放量，构建污染生成函数。鉴于官方公布的环境污染治理投资总额数据始于 2003 年，我们利用面板数据固定效应模型得到污染产出弹性 γ_1 为 0.2344，污染治理弹性 γ_2 为 0.1077。本文利用面板残差进行自回归，得到环保技术水平的一阶自相关系数 ρ_B 为 0.4987，标准差 σ_B 为 0.08。学术界对二氧化碳在自然界中的分解速度没有定论，本文采用折中的办法，选择 Reilly(1992)设定的 83 年作为二氧化碳的半衰期长度，计算得到分解率 η 为 0.0083。通过文献经验数据收集和计量建模，DSGE 模型的结构参数见表 1。

表 1 DSGE 模型结构参数值^③

参数	α	β	δ	η	ξ	ρ_A	σ_A
校准值	0.7210	0.95	0.1	0.0083	2	0.8658	0.07
参数	ρ_B	σ_B	γ_1	γ_2	d_2	d_1	d_0
校准值	0.4987	0.08	0.2344	0.1077	$1.4647E-08$	$-6.6722E-06$	$1.395E-03$

(二) 数值模拟分析

本文使用 Anderson-Moore 算法(AMA)对线性化方程组(13)式进行分解，得到稳态附近的近似线性函数，然后模拟生产技术冲击和环保技术冲击，

观察这两类冲击对经济产出、居民消费、资本存量、治污投入、污染流量和污染存量的影响。本文利用 MATLAB 编程实现数值模拟。

图 1 显示了仅在 1% 的正向生产技术冲击下, 产出、消费、资本存量、治污投入、污染流量以及污染存量的脉冲响应。其中, (1) 产出增长约 1%, 而且需约 45 年来消化生产技术冲击的影响。^④ (2) 消费、资本存量和治污投入分别第 5 年、第 8 年和第 5 年偏离稳态值最远, 达到 0.68%、0.81% 和 0.78%, 而且需 48 年、50 年和 48 年来消化生产技术冲击的影响。产出在消费、储蓄和治污之间的分配是同步的, 但储蓄转化为投资再变为资本存量需要一定的时间, 所以消费、治污投入和资本存量的响应时期差异就不难理解了。(3) 产出增长带动能源消费增加, 从而污染排放量增大, 而治污投入增加则会降低污染排放水平, 两者共同作用使污染流量即期增加 0.15%, 而且需 43 年来消化生产技术冲击的影响。(4) 污染物在自然界中缓慢分解, 生产技术冲击后 20 年污染存量变化达到峰值, 变动率为 0.0021%, 而且 500 年后仍有影响但十分微弱。

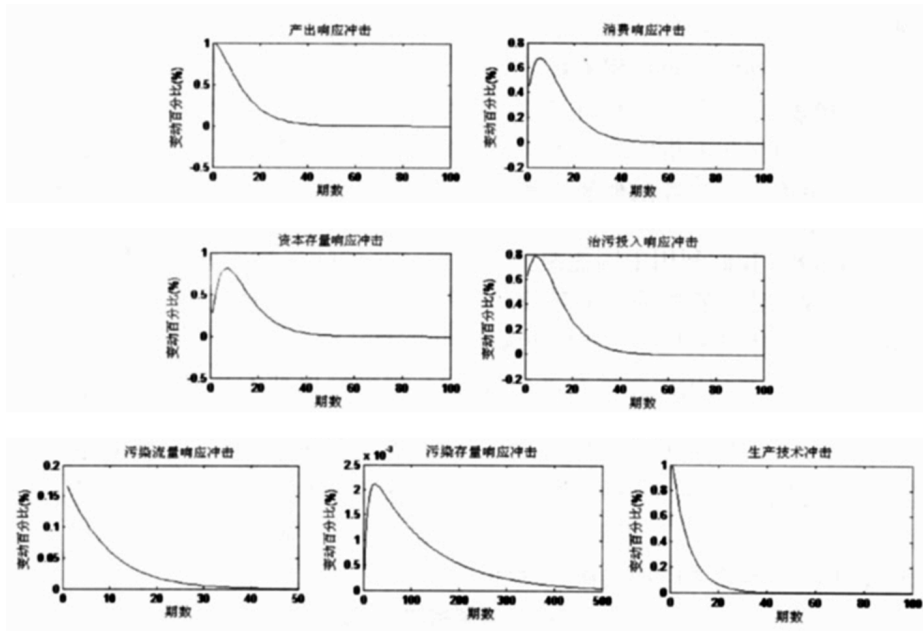


图 1 仅生产技术冲击下各变量的脉冲响应

图 2 显示了仅在 1% 的正向环保技术冲击下, 上述主要宏观变量的脉冲响应。其中, (1) 环保技术进步直接导致污染排放量下降, 环保技术水平提高 1%, 污染流量即期减少 0.9%, 经过 11 年冲击影响消失。(2) 污染流量减少使污染存量下降, 在 4 年后变动率达到峰值 -0.0028%。由于污染物分解率很低, 环保技术冲击的影响时间很长, 超过 500 年。(3) 污染存量的下降抑制了

温室效应,改善了生态环境,使生产函数中耗损部分得到调整,从而产出出现正向变动但幅度非常有限,在4年后产出变动率达到峰值0.0011%。同时,环境改善后人们更愿意扩大生产,从而消费减少、投资增加,消费即期变动为负,而资本存量即期变动为正,在4年后两者的变动率达到峰值,分别为0.0016%和0.0028%。环保技术冲击对污染存量的影响时间很长,从而对产出、消费和资本存量的作用时间也很长,均长达三四百年,但40年后各自变动率均小于 $10^{-5}\%$,所以本文认为它们的有效变动时间为40年左右。(4)污染流量的减少使政府实施环境治理的激励减弱,治污投入即期变化率为-0.9%,受产出增加的影响,9年后出现微弱的正向变化,14年后正向变化率达到峰值0.0025%,随后递减为0。

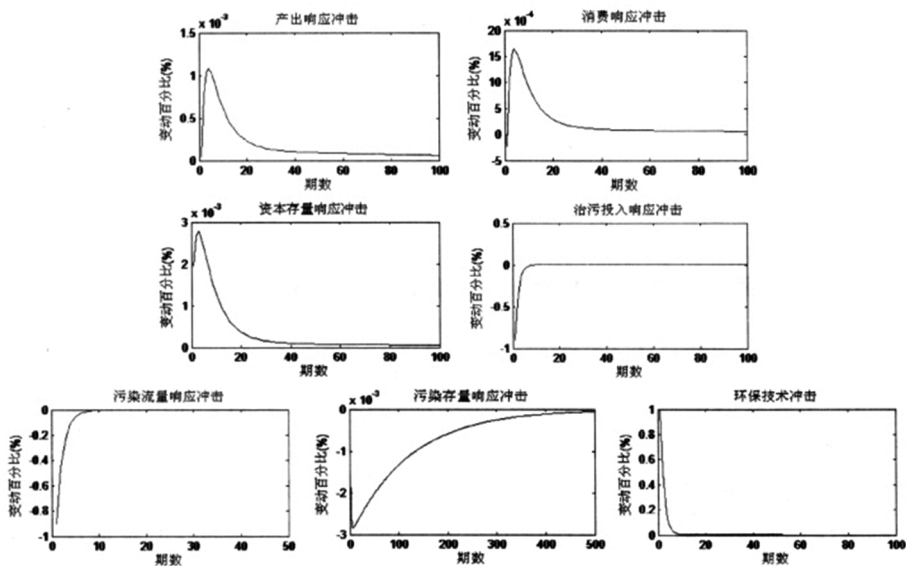


图2 仅环保技术冲击下各变量的脉冲响应

图3显示了在各自1%的正向生产技术和环保技术双重冲击下,上述主要宏观变量的脉冲响应。其中,产出、消费和资本存量主要受生产技术冲击的影响,响应持续时间和峰值接近图1。污染流量、污染存量和治污投入的变动明显。污染流量即期下降0.73%,污染存量的负向变动4年后达到峰值-0.0018%,虽低于图2中的水平,但减排效果仍十分显著。值得注意的是,污染流量即期下降后出现反弹,仅维持4年就出现微弱增长,而且这种增长趋势持续40年左右。相应地,污染存量的变动呈分段特征,前十年环境质量变化较大,而随后一两百年变化微弱。可见,环保技术冲击的减排效应短期显著,而生产技术冲击的增长效应长期占优。产出长期增长带来的污染增加抵消了环保技术改进的短期减排效应。治污投入的变动率6年后达到峰值

0.7451%，低于图1中的水平，这是因为环保技术冲击拉低了生产技术冲击的影响。

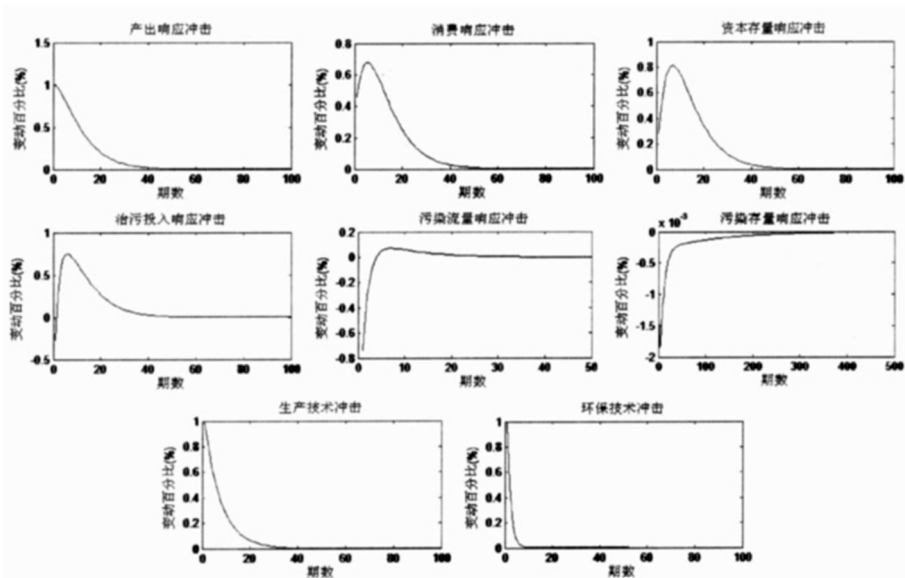


图3 生产技术和环保技术双重冲击下各变量的脉冲响应

由上述分析可知：第一，在生产技术冲击下，最优污染排放量变动是顺周期的，即更有效的生产技术会推动产出增加，但同时能源消费需求的增加会使污染排放量增大；而在环保技术冲击下，最优污染排放量变动则是逆周期的，即更有效的环保技术使污染排放量即期就得到控制，减排效应显著，但对经济的刺激作用微弱。第二，在生产技术冲击下，最优产出可以通过盯住最优排放量实现，这个结论源于图1中产出和污染流量的图形曲率和响应时间具有高度的相似性。第三，生产技术冲击对经济发展的促进作用是直接的、主要的，对污染流量的增长效应是间接的、次要的；而环保技术冲击对经济的推动作用则是间接的、次要的，对污染流量的限制作用是直接的、主要的。这个结论可以通过比较图1和图2中作用顺序和变量变动率差异得到。第四，在两种技术双重冲击下，环保技术冲击的减排效应短期显著，而生产技术冲击的增长效应则长期占优，可以实现可持续发展。第五，无论是哪种技术冲击，污染存量的变动都十分微弱，这主要源于本文选择的污染物是半衰期很长、分解率很低的二氧化碳。

本文进一步模拟了服从正态分布的生产技术和环保技术双重冲击下的经济周期变化，重复进行10 000次得到产出和污染流量的标准差及二者相关系数，并与现实数据进行比较，结果见表2和图4。由于模拟分析是基于年度

的,我们利用世界银行 1960—2007 年去除趋势的对数人均产出和人均二氧化碳排放数据,计算各自的标准差及二者相关系数以反映现实经济情况。^⑤

从表 2 可以看出,污染流量标准差的模拟结果与实际值较接近,模拟的产出波动更加显著,二者相关系数的模拟结果小于实际值。模拟结果与实际结果不一致可能源于理论模型与现实情况存在差异,理论模型仅简要描述了封闭经济系统,没有考虑金融部门,也没有设置其他随机冲击(如货币冲击、偏好冲击、预期冲击等),而现实经济中各种冲击相互作用可能放大或抵消宏观变量间的交互影响。虽然表 2 和图 4 显示模拟结果与实际结果存在差异,但污染流量和产出正相关与现实经济中污染排放的顺周期特征是一致的。此外,图 4 还显示模拟的与实际的经济周期都维持在十年左右,符合经济周期理论中的中波变化。

表 2 模拟结果与实际结果比较

	产出 标准差	污染流量 标准差	二者 相关系数
模拟结果	0.1669	0.0854	0.2635
实际结果	0.0869	0.0982	0.4567

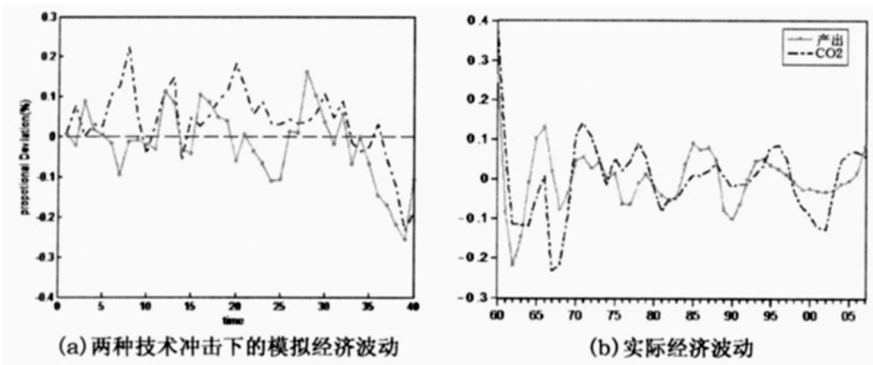


图 4 经济波动情况比较

四、敏感性分析

为了考察参数选取对模拟结果的影响,我们对偏好参数、生产参数、治污参数以及持续性参数等进行了生产技术和环保技术双重冲击下的敏感性分析,从而为模型的稳定性提供可靠依据。^⑥

第一,对于贴现率 β ,除基准模型的 0.95 外,我们还选取了 0.99 和 0.85 进行对比分析。结果显示, β 越大,产出持续增长的时间越长,消费增长率的峰值越小、收敛速度越慢,污染存量变动率的收敛速度越快。在高贴现率下,人们关注长期产出,从而会减少当期消费、增加投资,但产出的持续增长也会给环境保护工作带来压力,使环境改善任务更加严峻。

第二,对于资本产出弹性 α ,除基准模型的 0.7210 外,我们还选取了 0.36 和 0.5。结果显示, α 越大,产出持续增长的时间越长,资本增长率的峰值越小、收敛速度越慢,污染存量变动率的收敛速度越快。资本产出弹性越大,经

济的投资拉动型特征越显著,从而产出变动率越大、持续时间越长,资本增长持续时间也越久,虽然污染流量、存量在环保技术改进的情况下会有所减少,但产出增加会给环境保护工作带来更大的压力。

第三,对于产出污染弹性 γ_1 ,我们分别选取了 0.2344、0.3 和 0.15。结果显示, γ_1 对产出的影响不显著, γ_1 越大,污染流量、存量下降的幅度越小、变动率的收敛速度越快。产出污染弹性高表明生产过程中污染严重,此时环保技术变革带来的污染流量、存量的下降幅度较小、持续时间较短。对于治理污染弹性 γ_2 ,我们分别选取了 0.1077、0.15 和 0.08。结果显示, γ_2 对产出的影响也不大, γ_2 越大,污染流量、存量下降的幅度越大、变动率的收敛速度越慢。治理污染弹性高表明政府的治污投入可以有效减少生产过程中的污染排放,此时环保技术进步带来的污染流量、存量的下降幅度较大、持续时间较长。

第四,生产技术和环保技术的一阶自相关系数 ρ_A 和 ρ_B 反映了冲击的持续性,数值越大,冲击的持续时间越久、影响越大。对于生产技术的一阶自相关系数 ρ_A ,我们分别选取了 0.8658、0.95 和 0.75。 ρ_A 越大,生产技术冲击在经济波动中的影响越大,从而产出变动越大,污染流量、存量出现了较长时间的正向增长。对于环保技术的一阶自相关系数 ρ_B ,我们分别选取了 0.4987、0.7 和 0.3。 ρ_B 越大,环保技术冲击在经济波动中的影响越大,污染流量、存量的变动率越大、持续时间越久。由于环保技术冲击下产出、消费和资本存量的变动非常有限, ρ_B 对它们几乎没有影响。

第五,参数 μ 是世界其他国家排污总量相对于中国的倍数,我们分别选取了 4、5 和 3。结果显示, μ 对本国产出的影响不显著,但显著影响全球污染存量。一旦国内能源消费占世界总量的比重上升,国内技术变革对世界环境改善的影响会更加突出,从而污染存量的下降幅度增大、冲击持续时间延长。

综合来看,选取的不同参数没有影响变量的总体变动趋势,研究结论具有较高的可靠性。

五、结论与启示

当前我国为了经济发展而进行“生存排放”是无法避免的,伴随经济增长,能源需求不断增加,进而会给减排造成压力,而实施技术改革是提高能源利用效率、减缓环境恶化、实现可持续发展的重要手段之一。本文构建了包含环境约束的 DSGE 模型,研究发现:第一,仅在 1% 的正向生产技术冲击下,产出、资本存量、消费和治污投入都呈快速上升趋势,增长率峰值分别为 1%、0.68%、0.81% 和 0.78%,冲击顺序为产出→消费、治污投入→投资。同时,污染排放量即期增加 0.15%,而污染存量的变化微弱且在 20 年后达到峰值。生产技术冲击的作用时间大约在 50 年左右,污染排放量变动具有顺周期性。最优产出可以通过盯住最优排放量实现。第二,仅在 1% 的正向环保技术冲击

下,污染流量即期下降 0.9%,而污染存量的下降幅度较小且在 4 年后达到峰值;同时,政府实施污染治理的激励减弱,治污投入下降明显。环境改善降低了生产耗损成本,从而刺激资本存量、消费和产出微弱上升,增长率峰值仅为 0.0016%、0.0028%和 0.0011%。冲击顺序为污染排放→污染存量→治污投入→投资、消费→产出。环保技术冲击的作用时间大约在 10 年左右,污染排放量变动具有逆周期性。第三,在两种技术双重冲击下,环保技术冲击的减排效应短期显著,而生产技术冲击的增长效应则长期占优,可以实现可持续发展。经济波动周期维持在 10 年左右,与现实经济中的中波变化相对应。第四,不同的结构参数不会改变变量的总体变动趋势,研究结论具有较高的可靠性。

上述研究结论具有重要的政策启示。第一,在碳排放约束下要实现经济的快速发展,必须更多地依靠技术进步,尤其要重视环保技术变革。具体来说,一方面,应扶持发展新能源、新材料企业,培养结构合理、人员精干的科研队伍,集中人力、物力和资金等软硬条件加速环保技术研发及优秀成果转化,促进其产业化;另一方面,要加强国际交流合作,通过多方合作大幅提升技术创新速度和规模,以减缓全球气候恶化的趋势,更快、更有效地实现低碳经济。第二,综合考虑其他宏观因素的影响。例如,目前我国经济增长仍以投资拉动为主,投资对国内经济增长的拉动作用明显,但也显著增大了减排压力。因此,如何有效配置生产要素、优化产业结构、实现产业低碳化发展成为政府未来工作的重点之一。同时,国内能源消费偏重于碳基燃料,导致产出污染弹性居高不下。因此,应关注利用低碳或无碳能源代替高碳能源,或者采用转换技术实现高碳能源的低碳化高效利用,从而调整能源消费结构,实现有效减排。

* 本文还得到上海交通大学文理交叉专项基金(10JCZ03)的资助。

注释:

- ①经济系统的稳态值通过非线性方程迭代得到。据官方报道,2010 年中国能源消费占世界总量的比重为 20%,所以本文设定世界其他国家污染排放总量是中国的 4 倍,则有 $\bar{P}' = \mu\bar{P}$,其中 $\mu=4$ 。国外污染流量在线性化过程中被视为外生变量。
- ②限于篇幅,这里未给出详细的线性化过程,如需要可向作者索取。
- ③对于资本存量和二氧化碳排放量数据,作者感谢单豪杰和卢松浩同志给予的支持。其他数据来源于《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》以及国泰安金融数据库。
- ④生产技术冲击下变量的变动年限以响应系数接近 10^{-5} 为判断标准。
- ⑤经 10 000 次模拟后随机影响十分微弱,标准差及二者相关系数在 10^{-3} 或 10^{-4} 数量级变动。
- ⑥限于篇幅,这里未给出敏感性分析的脉冲响应图,如需要可向作者索取。

参考文献:

- [1]彭水军,包群.环境污染、内生增长与经济可持续发展[J].数量经济技术经济研究,

- 2006,(9):114—126.
- [2]邵帅,齐中英.资源输出型地区的技术创新与经济增长——对“资源诅咒”现象的解释[J].管理科学学报,2009,(6):23—33.
- [3]余江,叶林.经济增长中的资源约束和技术进步——一个基于新古典经济增长模型的分析[J].中国人口·资源与环境,2006,(5):7—10.
- [4]张晖,朱军.经济持续增长、生产技术局限性与环境品质需求——环保投资两重性角度的一个分析[J].财贸研究,2009,(2):16—23.
- [5]Angelopoulos K,Economides G,Philippopoulos A.What is the best environmental policy? Taxes,permits and rules under economic and environmental uncertainty[R].CESifo Working Paper No.2980,2010.
- [6]Dhawan R,Jeske K,Silos P.Productivity,energy prices and the great moderation:A new link[J].Review of Economic Dynamics,2010,13(3):715—724.
- [7]Heutel G.How should environmental policy respond to business cycles? Optimal policy under persistent productivity shocks[J].Review of Economic Dynamics,2012,15(2):244—264.
- [8]Moore B,Braswell B H.The lifetime of excess atmospheric carbon dioxide[J].Global Biogeochemical Cycles,1994,8(1):23—38.
- [9]Nordhaus W.A question of balance:Weighing the options on global warming policies [M].New Haven and London:Yale University Press,2008.
- [10]Reilly J.Economic issues in global climate change:Agriculture,forestry,and natural resources[M].Boulder and Oxford:Westview Press,1992.

Technology Shocks, Carbon Dioxide Emissions and Economic Fluctuations in China: Numerical Simulation Based on DSGE Model

ZHENG Li-lin^{1,2}, ZHU Qi-gui¹

(1. *Antai College of Economics and Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China*; 2. *School of Management Science and Engineering, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233030, China*)

Abstract: This paper analyzes the effects of production and environment protection technology shocks on main macroeconomic variables in a country by constructing a dynamic stochastic general equilibrium model under environment constraints. The results are as follows: firstly, production technology shock has direct and main effect on the promotion of economic development and indirect and minor effect on the increase in (下转第 100 页)

Media Exposure, Corporate Governance and Agency Costs

LIANG Hong-yu^{1,2}, YAO Yi-long¹, NING Ji-an¹

(1. *Lingnan College, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China*; 2. *Finance Department, Guangdong University of Business Studies, Guangzhou 510320, China*)

Abstract: This paper takes listed companies in Shanghai and Shenzhen stock markets from 2001 to 2009 as a sample and investigates the relationship among media exposure, corporate governance and agency costs. It indicates that media exposure can reduce agency costs and improve agency efficiency. Media exposure and internal corporate governance mechanisms play different roles in reducing agency costs and improving agency efficiency. These conclusions mean that, in order to effectively reduce agency costs and improve agency efficiency, we should take account of current market environment in China, and implement governance mechanisms that match specific problems.

Key words: media exposure; corporate governance; agency cost; sample selection bias (责任编辑 金 澜)

(上接第 48 页)

pollution emissions; the change in optimal pollution emissions is characterized by pro-periodicity; secondly, environment protection technology shock has indirect and minor effect on the promotion of economic development and direct and main effect on the reduction in pollution emissions; the change in optimal pollution emissions is characterized by inverse periodicity; thirdly, owing to these two shocks, the effect of environment protection technology shock on the reduction in pollution emissions is significant in the short term and the effect of production technology shock on the promotion of economic development is dominant in the long term; but these two shocks have weak effects on the change in global pollution stock, and the period of economic fluctuations maintains about ten years.

Key words: technology shock; pollution flow; pollution stock; economic fluctuation; DSGE model (责任编辑 康 健)