

中美减排二氧化碳的 GDP 溢出模拟

王 铮^{1 2}, 黎华群^{2 4}, 张焕波^{1 3}, 龚 轶²

1. 中国科学院政策与管理科学研究所,北京 100080 2. 华东师范大学地理信息科学教育部重点实验室,上海 200062 ;
3. 清华大学公共管理学院,北京 100084 ;4. 乔治梅森大学,弗吉尼亚 22030-4444

摘要 :基于气候保护模型 (State-contingent 模型与 Demeter 模型)和 GDP 溢出模型 (Mundell-Fleming 模型) ,对中美两国在实施控制性气候保护措施之后所导致的 GDP 溢出影响的变化进行了模拟分析。结果表明 ,美国实行控制性减排政策对于中国的 GDP 溢出影响与不实施任何减排的情况相比 ,两者的差别并不明显 ,但是这种影响经历一个从负向到正向逐步上升的发展趋势 ,虽然中国实行控制性减排政策对于美国 GDP 溢出的影响 ,相比美国对于中国的影响 ,所导致的 GDP 溢出影响更小 ,但是也同样表现出了一个从负溢出到正溢出的过程。这一结果表明一国的控制性气候保护政策从长远来看会对另一国的经济发展产生正向的溢出。同时 ,针对两种情况 ,即不考虑他国 GDP 溢出影响和考虑他国 GDP 溢出影响 ,分别模拟计算了中美两国的 GDP ,进而对两种情况下的差额结果进行对比 ,分析了中美相互之间 GDP 溢出量的大小。结果发现 ,美国对中国 GDP 溢出影响要大于中国对美国的 GDP 溢出。

关键词 :气候保护 ;GDP 溢出 ;宏观经济影响

文章编号 :1000-0933 (2007) 09-3718-09 中图分类号 :Q141 ;Q147 ;Q948 文献标识码 :A

An analysis of the GDP spillover effects of carbon abatement between China and the United States

WANG Zheng^{1 2}, LI Hua-qun^{2 4}, ZHANG Huan-bo^{1 3}, GONG Yi²

1 Institute of Policy and Management Science of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China
2 East China Normal University, Key Laboratory of Geographical Information Science, Ministry of State Education of China, Shanghai 200062, China
3 School of Public Policy & Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China
4 George Mason University, Virginia 22030, USA

Acta Ecologica Sinica 2007 27 (9) 3718 ~ 3726.

Abstract : This paper supplements the literature about the effects of reducing carbon dioxide emission in an attempt to simulate the international GDP spillovers as a result of climate protection policy. A simulating system, which is intended to model domestic effects of mitigating carbon emissions as well as international effects represented by GDP spillovers, is constructed in this paper. The model system is based on three well-known models, State-contingent model, Demeter model, and Mundell-Fleming. The noticeable contribution of this paper lies in the integration of climate-economy model and the international GDP spillover model. Thus, it is possible to realize the analysis of international GDP spillovers caused by the anticipated climate protection actions from different countries. The United States and China, the two countries with the most carbon emissions in the present world, are taken as examples to implement the model. Six scenarios of countermeasure for global warming in two countries are set up to identify the effects of different actions. Whether or not to reduce carbon

基金项目 :国家自然科学基金资助项目 (40371007) ;中国发展研究基金会资助项目
收稿日期 :2006-07-21 ;修订日期 :2007-04-14
作者简介 :王铮 (1954 ~) ,男,云南人,博士,研究员,主要从事计算经济学,计算地理学研究. E-mail :wangzheng@mail.casipm.ac.cn
Foundation item :The project was financially supported by National Natural Science Foundation of China (No. 40371007)
Received date 2006-07-21 ;**Accepted date** 2007-04-14
Biography :WANG Zheng, Ph. D., Professor, mainly engaged in computational economics, geocomputation. E-mail :wangzheng@mail.casipm.ac.cn

emission and also the different level of carbon reduction are included in these scenarios. The results show that the effects of American policy of reducing carbon emission on China's GDP are more considerable than the effect of China's policy on American GDP. These two effects both go through a process from the negative sign to the positive sign. The policy implication of the research is that the China's GDP growth could take the advantage of American climate protection policy in the long term.

Key Words : climate protection ; GDP spillovers ; effects of macro economy

中美两国作为目前世界上两个主要的二氧化碳排放国家 , 分属发达国家和发展中国家的系列。作为两个排放大国 , 又同是中纬度大国 , 在气候变化受到的影响方面有一致性。作为经济大国 , 相互之间贸易联系多 , 因此在全球气候保护及全球气候保护谈判中必然有共同的利益。在气候保护方面 , 美国和中国都强调了各自采取增汇和能源替代的控制方式 , 缺少协商 , 这就导致了中美两国在气候保护方面主要做法是互相批评对方 , 而不是立足寻求共同利益 , 为共同利益考虑合作。对于这个问题 , 中美双方关键是要认识各自的减排对策对对方有何经济影响。实际上 , 在经济全球化的背景下 , 一国或者一区域的技术和政策选择必然会被其他国家的发展所影响^[1]。因此 , 中国在制定气候保护政策的时候必须要将其他国家的减排政策纳入考虑范围之内。

关于气候保护的经济政策模拟模型研究 , 开始于 20 世纪 90 年代初。最初发展的是基于技术考虑的能源优化模型 , 接着出现宏观经济模型和对策论模型 , 其后发展了局部均衡模型和一般均衡模型 (CGE) 及动态增长模型等^[2-5]。20 世纪 90 年代末以来 , 我国学术界也开展了对温室气体减排政策的模拟研究。如 : 郑玉歆等引进 PRGEM 软件 , 分析了中国通过征收碳税减排 CO₂ 的成本^[6] ; 张阿玲等用 3E 模型用于温室气体减排技术选择和减排对经济影响分析^[7] ; 陈文颖等应用能源-环境-经济耦合的中国 MARKAL-MACRO 模型进行模拟分析^[8] ; 王铮等建立了局部的均衡宏观经济模型和包含内生技术进步的 CO₂ 减排可计算模型体系^[9,10]。这些研究侧重于对中国独立减排的认识 , 而没有考虑减排是在一个国际经济环境中展开的 , 目前 , 涉及中美相互影响的研究还未见报道。因此 , 有必要对中美减排的相互影响作研究。本文假设中美两国不同的减排情景 , 着重分析美国不同的气候保护政策情景会对中国 GDP 溢出产生何种影响 , 同时为了实现互动分析 , 文章还对中国不同情景下的减排政策会对美国的 GDP 溢出进行了模拟分析。为此 , 本文研究引入 GDP 溢出概念。溢出是近年来被强调的经济学概念 , 早在 20 世纪 50 年代讨论欧洲一体化时 , 人们就认识到 GDP 溢出。分析国际 GDP 溢出的理论工作最早可以追溯到 Mundell 和 Fleming 的工作^[11,12] , 他们的模型奠定了研究多国 GDP 溢出的理论框架。20 世纪 90 年代以来 , 这个问题取得众多进展 , McKibbin , Sachs 建立了开放经济下的两国 Mundell-Fleming 模型^[13] , Douven , Peeters 提供了 4 个版本的 Mundell-Fleming 修正模型^[14] , 极大地丰富了这一研究框架。在该模型体系不断发展中逐渐形成了一个标准的 GDP 溢出概念 : 由于本国或本地区的经济政策变动导致的 GDP 等内生经济变量变动引起的外国或其它地区的 GDP 和其他经济变量变动的程度。本文中的基本想法是考虑中国或美国减排导致的 GDP 变动对美国或中国的 GDP 变动的情况 , 并且根据这些情况 , 最终估计 CO₂ 的减排后果和可行性。

1 模型

为研究两国气候减排的相互作用 , 本文发展了一个新的模型 , 这个模型将 Pizer 的连贯状态型 (State-contingent) 模型和 Zwaan 的 Demeter 模型接合起来构建了包含内生技术进步的 CO₂ 减排影响模型^[15,16] , 并考虑了二氧化碳减排政策的国际溢出 , 融入经 Douven 和 Peeters 发展的开放经济下的两国 Mundell-Fleming 模型^[14]。研究以中美两国经济系统为例 , 来模拟中美两国不同二氧化碳减排政策所产生的 GDP 溢出。模型的结构如图 1 所示。

王铮 , 蒋轶红 , 吴静等介绍了一国气候保护的经济-气候系统模型^[10] , 这里需要研究的是两国 GDP 溢出模型。

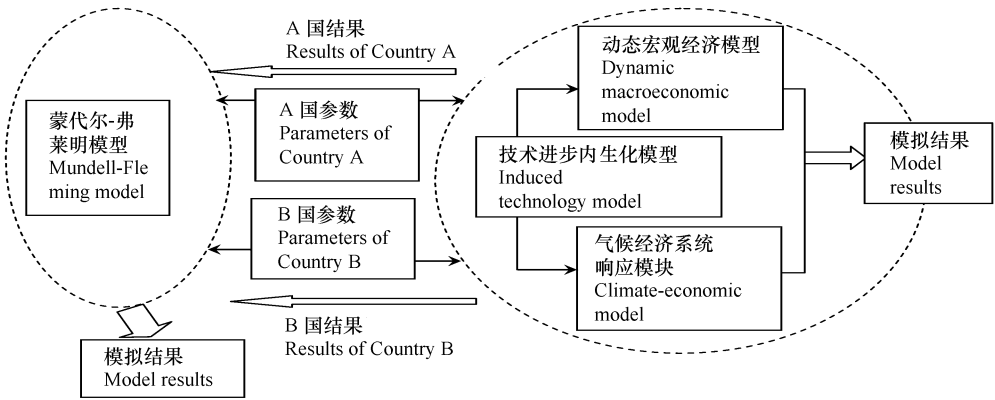


图 1 系统模型总体流程图

Fig. 1 The structure of the model

本文采用开放经济下的两国 Mundell-Fleming 模型 (M-L 模型) 分析 GDP 溢出, M-L 模型包含两个区域: 本国和外国。该模型有一个关键的假设, 即资本在两国间完全流动。每个区域都有一个总需求曲线、总供给方程 (或 Phillips 曲线) 以及一个货币需求方程。消费者价格水平定义为国内价格和外国价格的加权平均, 并且两个区域由利率平价联系在一起。

M-L 模型的主要方程如下所示:

$$m - p^c = w_0 + \omega_1 q - \omega_2 i + \omega_3 (m_{-1} - p_{-1}^c) \tag{1}$$

$$m^* - p^{c*} = \omega_0^* + \omega_1^* q^* - \omega_2^* i^* + \omega_3^* (m_{-1}^* - p_{-1}^{c*}) \tag{1}^*$$

$$q = v_0 + v_1 \lambda - v_2 (\dot{q} - p_{+1} + p) + v_3 q^* + v_4 g + v_5 T \tag{2}$$

$$q^* = v_0^* + v_1^* \lambda^* - v_2^* (\dot{q}^* - p_{+1}^* + p^*) + v_3 q + v_4 g^* + v_5^* T \tag{2}^*$$

$$p - p_{-1} = \varphi_0 + \varphi_1 (p_{-1}^c - p_{-2}^c) + \varphi_2 (q_{-1} - \hat{q}_{-1}) + \varphi_3 (q_{-1} - q_{-2}) \tag{3}$$

$$p^* - p_{-1}^* = \varphi_0^* + \varphi_1^* (p_{-1}^{c*} - p_{-2}^{c*}) + \varphi_2^* (q_{-1}^* - \hat{q}_{-1}^*) + \varphi_3^* (q_{-1}^* - q_{-2}^*) \tag{3}^*$$

$$p^c = \rho_1 p + (1 - \rho_1) (e + p^*) \tag{4}$$

$$p^{c*} = \rho_1^* p^* + (1 - \rho_1^*) (e + p) \tag{4}^*$$

$$\lambda = e + p^* - p \tag{5}$$

$$e_{+1} = e + i - i^* \tag{6}$$

在这里, 无星号的变量是本国变量, 带星号的变量是外国变量。 Δ 表示一阶差分, 负角标表示前一期的值, 正角标表示后一期的值。除了 i 和 T 的所有变量, 都是自然对数形式。参数都假定为正。在这些方程的变量中, 内生变量包括 q 为真实 GDP, i 为短期利率水平, e 为汇率, λ 为真实汇率, p 为价格水平, p^c 为消费者价格水平。外生变量包括 m 为名义货币均衡, g 为实际政府支出, T 为 GDP 增长时间趋势, $\hat{q}$ 为潜在 GDP。

本模型中方程 (1) 是标准本国货币均衡曲线, 即 LM 曲线, 它的假定条件是货币市场均衡条件; 方程 (2) 把真实的总需求描述成为一个真实汇率、名义利率、外国 GDP、政府支出和时间趋向的函数, 描述的是以实际利率 (由方程 (6) 得到)、名义利率、外国 GDP、政府支出以及税率解释的实际总需求方程, 实际上是代表的开放经济中的投资储蓄曲线, 即 IS 曲线, 它表明一国的总需求 (相对于国外而言) 与实际汇率成正比, 与相对真实利率成反比, 这里的时间增长趋势是表现真实 GDP 自发增长的趋势的参数, (2) 式背后隐藏的假设是储蓄等于投资; 方程 (3) 用 Philips 曲线来解释 GDP-价格方程; 方程 (4) 表示作为国内生产的商品价格与进口商品价格的加权平均的消费者价格水平方程; (5) 是真实汇率等式; 方程 (6) 是未抵补的利率平价, 表示资本完全流动的情况, 其隐藏的假定条件是汇率自由波动和利率市场化。

在上述方程中 ,必须明确的是方程 (1)、(3)、(6)的假定条件只有在完全的市场经济条件下各个市场同时出清时才会满足 ,即使是在现实中的发达市场经济国家中 ,这些条件也只能是看作是一种近似 ,完全有可能被偏离。因此 ,上述这些结构关系如果不加分析的应用于中美经济的现实 ,肯定是武断的。但是 ,本文在这里给出这个理论模型的目的不是认为中美的实际情况就是如此的 ,而是为了导出在理想状况下各经济变量应该具有的关系 ,以便更好的理解现实中的经济情况。

这里的模型可以用于动态预测 ,本文仅仅关心的是在两国系统内部由于一国采取气候保护政策所导致的经济影响对他国 GDP 的影响即 GDP 溢出 ,因而将货币政策、财政政策、本国利率和本国政府支出等排除考虑之外 ,所以仅仅关注的是方程 (2)和方程 (2)*。

由方程 (2)和方程 (2)* ,本国 GDP 对财政政策冲击和货币政策以及他国 GDP 变化所带来冲击的反应可以分解为

$$\Delta q = v_1 \Delta \lambda - v_2 \Delta (i - P_{+1} + P) + v_3 \Delta q^2 \tag{7}$$

$$\Delta q^* = v_1^* \Delta \lambda^* - v_2^* \Delta (i^* - P_{+1}^* + P^*) + v_3^* \Delta q^{*2} \tag{7}^*$$

Δq 和 Δq^* 分别表示本国和外国 GDP 对基点模拟的偏移 $\Delta \lambda$ 和 Δi^* 是代表实际汇率和利率对基点的偏移。政府支出 g^* 以及税收 t^* 没有出现 ,因为它们都是外生的。外国冲击的情况类似。

2 模拟情景设置与参数估计

中美两国减排二氧化碳的政策影响研究的主要任务是为了模拟两国在不同的减排的政策下 ,由于一国的减排政策所导致的对另一国 GDP 变动的影响 ,这种减排政策包括减排和不减排以及减排政策的控制量大小。因而 ,在两国经济系统内部 ,模拟情景的设定不同于单一国家系统内部的情景设定。基于郑一萍 ,王铮^①对于中国二氧化碳减排政策的模拟结果 ,不难发现 ,增汇型减排政策和能源替代型的减排政策 ,不仅能够有效的实现减排 ,而且从对经济系统的 GDP 产值和社会效益的分析上来看 ,两种减排措施也明显优于生产型减排措施 ,对经济系统的冲击较小 ,所付出的代价小于生产型减排措施。同时 ,考虑到这两种减排措施所达到的控制效果与对经济系统的影响作用差别并不显著 ,在两国 GDP 溢出的模拟中 ,本文就选择了两国都采取增汇型减排政策的情景进行模拟。实际上美国政府愿意承诺的 ,也就是增加碳汇。根据两国的实际情况 ,及在国际社会中所应承担的减排义务的大小 ,对中美两国选择了有差别的控制率 ,同时为了进行可比较研究 ,本文设定了如下情景 :

- 情景 1 中国两国都不实行任何措施的减排 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;
- 情景 2 中国每年实行 10% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,美国不实行任何措施控制减排 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;
- 情景 3 中国每年实行 5% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,美国不实行任何措施控制减排 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;
- 情景 4 中国不实行任何措施控制减排 ,美国每年实行 20% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;
- 情景 5 中国不实行任何措施控制减排 ,美国每年实行 10% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;
- 情景 6 中国每年实行 10% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,美国每年实行 20% 的增汇型 CO₂ 排放控制率 ,世界其它地区到 2050 年减排 10% ;

对于情景设置的说明 :

- 情景 1 中两国都不减排的情景 ,是本文所设定的基础情景 ,以便与其他情景进行对比 ;
- 情景 2、3 是为了比较在美国不采取任何减排控制措施的情景下 ,中国采取不同的减排控制率所产生的两

① 郑一萍. 人地关系协调意义下气候保护的模拟研究及系统原型开发 ,华东师范大学 2004 年度硕士学位论文

国不同的 GDP 溢出影响；

情景 4、5 是为了比较在中国不采取任何减排控制措施的情景下 ,美国采取不同的减排控制率所产生的两国不同的 GDP 溢出影响。

情景 6 是为了分析在两国都采取积极减排控制措施的情况下 ,两国的 GDP 溢出影响。

本文模拟中改进的状态连贯模型参数采用文献^[10]的参数 ,对于 FM 模型 ,方程 (2)和方程 (2)* 参数的估计结果如表 1 和表 2 所示。

表 1 对方程 (2)参数的估计
Table 1 The parameters values of equation (2)

参数 Parameter	v_0	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5
估值 Value	11.387	-0.031	-0.011	0.284	0.101	0.032
统计值 Static value	3.664	-0.59	-2.88	2.889	2.499	0.847

表 2 对方程 (2)* 参数的估计
Table 2 The parameters values of equation (2)*

参数 Parameter	v_0^*	v_1^*	v_2^*	v_3^*	v_4^*	v_5^*
估值 Value	-21.587	0.117	-0.072	1.708	0.601	-0.128
统计值 Static value	-5.913	1.383	-2.917	5.664	4.393	-0.856

由表 1 和表 2 的估计结果可以看出 , $V_3 = 0.284$,表明中国 GDP 对美国 GDP 的影响是正向的。 $V_3^* = 1.708$,表明美国 GDP 对中国 GDP 的溢出影响要比中国对美国的溢出影响大很多。

不考虑实际汇率和利率对基点的偏移 ,由方程 (2)和方程 (2)* 可得两国之间 GDP 溢出的关系

$$\ln Y - \ln Y_{-1} = V_3 (\ln Y^* - \ln Y_{-1}^*) \tag{8}$$

$$\ln Y^* - \ln Y_{-1}^* = V_3^* (\ln Y - \ln Y_{-1}) \tag{8)^*}$$

其中 Y 代表美国 GDP , Y^* 代表中国 GDP ,将宏观系统模块中所模拟出来的中美两国各自的 GDP 值代入方程 (8)和方程 (8)* ,就实现了气候保护政策模型体系和两国间 GDP 溢出模拟的模型整合。

3 气候保护政策下中美 GDP 溢出模拟结果分析

本文在模型体系上的重大突破就是将 GDP 国际溢出和气候经济系统模拟结合起来 ,以此来模拟气候保护政策导致的两国之间 GDP 溢出的变化。本文以中美两国为例 ,模拟了两国在不同气候保护政策情景下由于他国 GDP 溢出所导致的 GDP 变化趋势。基于前面所设定的 6 个情景 ,又将每种情景分为 a 和 b 两种情况来考虑本文和系统的模拟 ,a 表示的是考虑了来自他国 GDP 溢出影响 ,b 表示不考虑来自他国的 GDP 溢出影响。

3.1 中国 GDP 模拟

本文首先考虑中国 GDP 的变化趋势 ,在以上 6 种情景下 ,中国的 GDP 模拟结果如表 3 所示 ,各情景下又细分为带 a 和带 b 两种情形 ,其中带 a 的情形是在不同减排情景下不考虑美国 GDP 溢出影响 ,带 b 的情形是在不同减排情景下考虑了美国 GDP 溢出对中国 GDP 影响的。如情景 1a 就表示中美两国均不采取控制性减排措施 ,且不考虑美国 GDP 对中国 GDP 溢出作用的情况 ,情景 1b 表示的就是在中美两国均不采取控制性减排措施 ,但是考虑美国 GDP 对中国 GDP 溢出作用的情况。

这里对美国 GDP 溢出作用的情况进行分析。从情景 4b、情景 5b 与情景 1b 的结果对比可以看出 ,美国实行控制性减排政策所导致的 GDP 产出的变化与美国不实行任何控制性减排措施对于中国的 GDP 溢出影响相比 ,差别并不明显。如情景 4b 下 ,美国实行 20% 的控制性减排率 ,2020 年模拟所得中国 GDP 值为 397088.8 亿元人民币 ,比情景 1b 下的 397183.5 亿元人民币相差不到 100 亿人民币 ,相差百分比约为 0.02% ,计算情景 2b、情景 3b、情景 4b、情景 5b 与情景 6b 的结果与情景 1 相比的变动率 ,可以得到图 2。如

图 2 所示 ,情景 4 下的中国 GDP 模拟结果与情景 1 下的模拟结果相比 ,差距保持在 $-0.2\% \sim 0.4\%$ 之间。从图 2 所还可以看出 ,美国实行控制性减排措施 ,对于中国 GDP 溢出的影响经历从负向到正向逐步上升的发展趋势 ,对于中国 GDP 溢出的正向影响是经过一段时间才得以显现的。在 2025 年之后 ,美国实施 20% 的控制性减排措施对于中国 GDP 产生正的溢出。但是这种影响趋势在 50 年之内表现的并不明显。

表 3 不同情景下中国的 GDP ($\times 10^9$ 元人民币)
Table 3 China 's GDP in different Scenarios ($\times 10^9$ Yuan)

年份 Year	2000	2010	2020	2030	2040	2050
情景 1aScenario1a	67889.6	176708.7	379465.7	672054.6	996927.4	1278083.4
情景 1bScenario1b	70075.3	182829.1	397183.5	699868.8	1036683.5	1329880.1
情景 2aScenario2a	67766.6	175759.6	376679.7	666649.4	989045.5	1268854.8
情景 2bScenario2b	69954.3	181844.3	394270.4	694242.0	1028489.4	1320279.1
情景 3aScenario3a	67828.1	176233.6	378070.5	669347.6	992980.8	1273464.4
情景 3bScenario3b	70014.8	182336.2	395724.6	697051.0	1032580.3	1325075.0
情景 4aScenario4a	67889.6	176708.7	379465.7	672054.6	996927.4	1278083.4
情景 4bScenario4b	69940.5	182592.1	397088.8	699990.5	1037079.8	1330462.0
情景 5aScenario5a	67889.6	176708.7	379465.7	672054.6	996927.4	1278083.4
情景 5bScenario5b	70008.2	182712.1	397137.2	699928.8	1036878.8	1330167.3
情景 6aScenario6a	67766.6	175759.6	376679.7	666649.4	989045.5	1268854.8
情景 6bScenario6b	69819.7	181608.6	394176.5	694362.8	1028882.5	1320857.0

2025 年之前 ,情景 6b 与情景 1b 的 GDP 差距要大于情景 2b 与情景 1b 的 GDP 差距 (如图 2 所示) ,可见 ,中美两国共同减排与中国单独减排相比 ,由于美国 GDP 的负向溢出 ,会导致中国 GDP 增长在政策实施之初经历一个更大程度的下降 ,但是到了 2025 年的转折期之后 ,虽然减排政策对中国 GDP 影响仍然时负向的 ,但是 ,情景 6b 与情景 2b 相比发现 ,情景 6b 与情景 1b 的 GDP 差距缩小的更快。这说明两国同时减排有助于中国 GDP 更快的从减排压力中恢复。

3.2 美国 GDP 模拟

美国 GDP 的模拟结果如表 4 所示 ,各情景下又细分为带 a 和带 b 两种情形 ,其中带 a 的情形是在不同减排情景下不考虑了中国 GDP 溢出影响 ,带 b 的情形是在不同减排情景下考虑了中国 GDP 溢出影响的。

这里对中国 GDP 溢出作用的情况进行分析。从情景 2b、情景 3b 和情景 1b 的模拟结果可以看出 ,中国实行控制性减排政策与中国不实行任何控制性减排措施所导致的 GDP 产出的变化对于美国的 GDP 溢出影响几乎可以忽略不计。如图 3 所示 ,与美国控制性减排措施对于中国 GDP 影响相比 ,中国控制性减排措施的实施对于美国 GDP 影响更小。如 2020 年两国都不采取任何控制性减排措施时 (情景 1b)美国的 GDP 模拟值为 206200.8 亿美元 ,在中国实施 10% 的控制性减排时 (情景 2b) ,美国的 GDP 模拟值为 206192.9 亿美元 ,情景 2b 仅与情景 1b 相差 79 亿美元。综合各年的数据 ,情景 2b 与情景 1b 下 ,模拟出来的美国 GDP 差距保持在 0.01% 之内。这个差距率的变动趋势也表现出了由负向到正向的演变过程 ,表明随着中国采取控制性减排政策 ,在经历一个时间段之后 ,会表现出对美国 GDP 的正向溢出作用。不同于 3.1 所揭示的中国 GDP 情况是 ,

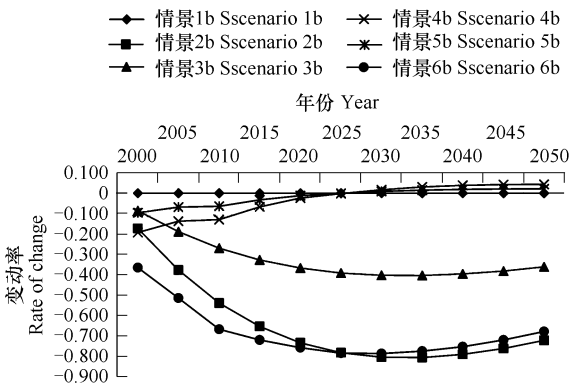


图 2 不同情景下的中国 GDP 对于情景 1 的变动率 (考虑了美国 GDP 溢出的影响)

Table 2 The rate of change of China 's GDP in different scenarios (considering effect of America 's GDP spillover)

美国 GDP 变动的转折出现在 2030 左右,比起中国所遭受的由负向溢出到正向溢出的转折期要略为推后。

表 4 不同情景下美国的 GDP (×10⁹ 美元)
Table 4 America's GDP in different Scenarios (×10⁹ \$)

年份 Year	2000	2010	2020	2030	2040	2050
情景 1aScenario1a	9664.536	13971.82	20213.58	29009.74	41108.43	57420.17
情景 1bScenario1b	9949.803	14228.7	20620.08	29393.36	41448.92	57733.64
情景 2aScenario2a	9664.536	13971.82	20213.58	29009.74	41108.43	57420.17
情景 2bScenario2b	9948.974	14227.47	20619.29	29393.14	41449.41	57735.08
情景 3aScenario3a	9664.536	13971.82	20213.58	29009.74	41108.43	57420.17
情景 3bScenario3b	9949.389	14228.09	20619.68	29393.25	41449.16	57734.36
情景 4aScenario4a	9591.369	13690.99	19717.92	28308.63	40223.58	56382.52
情景 4bScenario4b	9877.982	13941.93	20115	28683.06	40556.4	56689.43
情景 5aScenario5a	9628.003	13831.78	19966.56	28660.38	40667.48	56903.01
情景 5bScenario5b	9913.955	14085.7	20368.39	29039.51	41004.37	57213.67
情景 6aScenario6a	9591.369	13690.99	19717.92	28308.63	40223.58	56382.52
情景 6bScenario6b	9877.16	13940.73	20114.29	28683.03	40557.32	56691.77

由于中国控制性减排措施的实施对于美国 GDP 溢出作用很小,使得美国和中国同时采取减排措施的情景 6b 与美国单独采取减排措施的情景 4b 相比于情景 1b 下的美国 GDP 变动率曲线趋于重合 (如图 3 所示)。与中国 GDP 各年差距率变动趋势相似的是,中美联合减排措施情景下的美国 GDP 变动率也经历差距拉大然后逐步缩小的过程。在 2020 年左右,这种差距拉到最大,即美国 GDP 遭受最严重的负面影响,随后这种影响逐渐减弱。换言之中美两国均同时加大气候控制力度,由于 GDP 溢出的存在会造成双方 GDP 的明显降低。

3.3 存在 GDP 溢出与不存在溢出的比较

首先比较存在美国 GDP 溢出与不存在美国 GDP 溢出两种条件下中国 GDP 的变动情况。这里将系统模拟过程中所计算出的没有考虑美国 GDP 溢出作用的中国 GDP 值 (表 3 中标有 b 的各情景)与考虑了美国 GDP 溢出作用的中国 GDP 值的差额值与差异率进行了对比分析,发现各情景下 b 情形与 a 情形的 GDP 值差异率在同一年份差别不大,如在 2020 年 6 种情景下 b 情形与 a 情形的差别大约都为 4.6%~4.7%,这也就是在表 3 中给出数据的各年份中两种情形的 GDP 差异率最大的年份。但是,各年份 a、b 两种情形下的 GDP 的绝对差异是随着时间发展而逐渐拉大的,如在情景 4 下,2020 年 a、b 两情形下的差额为 17623.1 亿元人民币,但到了 2050 年这种差额达到 52378.6 亿元人民币,可见美国对中国 GDP 溢出的绝对值随时间增长很快。对于 a、b 两情形下的相对变化率而言,各情景下 a 情形与 b 情形的 GDP 差别在各年份都保持在 3%~5% 之间,这也是美国 GDP 对中国 GDP 的影响大小。

其次比较存在中国 GDP 溢出与不存在中国 GDP 溢出两种条件下美国 GDP 的变动情况。这里将系统模拟过程中所计算出的没有考虑中国 GDP 溢出作用的美国 GDP 值 (表 4 中标有 b 的各情景)与考虑了中国 GDP 溢出作用的美国 GDP 值的差额值和差异率进行了对比分析,发现各情景下 a 情形与 b 情形的 GDP 差别率在各年份大都保持在 0.5%~2.0% 之间,即中国 GDP 溢出作用对美国 GDP 影响大约为 0.5%~2.0%。同

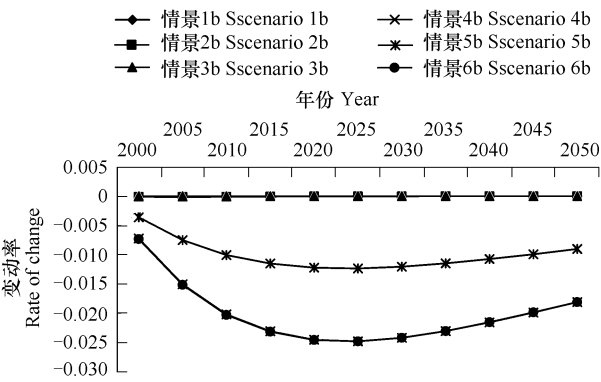


图 3 不同情景下的美国 GDP 对于情景 1 的变动率

Fig. 3 The rate of change of America's GDP in different scenarios considering effect of China's GDP spillover

时比较这两种情形下的绝对差额 ,发现和中国 GDP 不同的情况 ,a、b 两种情形下美国 GDP 的差额并没有随着时间而发生大的变化 ,如在情景 2 下 ,2010 年 a、b 两情形的差额为 2557 亿美元 ,到 2050 年这个差额值为 3149 亿美元 ,可见中国 GDP 溢出对美国 GDP 的影响随时间变化不大。

4 结论与讨论

本文对中美两国在实施控制性气候保护措施之后所导致的 GDP 溢出进行了分析 ,对二氧化碳减排的国际溢出问题进行了探索性的研究。

本文设置了中国和美国是否实施控制性减排措施以及减排控制量的大小所组合成的不同模拟情景 ,对不同情景的模拟结果发现 ,美国实行控制性减排政策对于中国的 GDP 溢出影响相对于美国不实行任何控制性减排措施时的情况相比 ,差别并不明显 ,但是这种小的影响经历一个从负向到正向逐步上升的发展趋势 ,中美两国实现联合减排措施的情景 6 与中国单独实现控制性减排措施的情景 2 相比 ,GDP 首先是出现更大幅度的降低 ,但是随着时间发展 ,情景 6 下的下降趋势比情景 2 相比 ,提前上扬。

对美国 GDP 溢出的模拟发现 ,与美国控制性减排措施对于中国 GDP 影响相比 ,中国控制性减排措施的实施对于美国 GDP 影响更小 ,几乎可以忽略不计 ,但这一细微的影响同样也经历了一个从负向影响走向正向的过程。这表明 ,两国控制性减排措施的实施 ,虽然都会通过 GDP 溢出给对方国家的经济产生一定负面影响 ,但是随着时间增长 ,这种影响会逐渐走向正面。根据本文的模拟计算 ,这个转折在美国出现在大约 2020 年 ,中国大约在 2025 年出现 ,美国的 GDP 增长更早接受到中国减排措施所带来的正向溢出。另外 ,本文还计算了考虑他国 GDP 溢出情况下与不考虑他国 GDP 溢出情况下的本国 GDP 差额值和差异率 ,以此分析了中美之间 GDP 溢出量的大小。对比结果发现 ,美国对中国 GDP 溢出影响要大于中国对美国的 GDP 溢出。

当然 ,气候保护是全世界共同关注的问题。本文只是考虑了中美两国气候保护的相互影响。在下一步的研究中 ,需要将其他主要国家和地区考虑进来。同时 ,在环境经济模拟中 ,气候变化的不确定因素需要在模型的计算中考虑 ,因此对于模型参数做敏感度分析也是需要进一步研究的方向。

References :

[1] Grubb M J , Hope C , Fouquet R. Climatic Implications of the Kyoto Protocol : the Contribution of International Spillover. *Climatic Change* , 2002 , 54 (1-2) : 11 — 28.

[2] Nordhuas W D , Yang Z. A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate-change strategies. *The American Economic Review* , 1996 86 (4) : 741 — 746.

[3] Nordhuas W D. An optimal transition path for slowing climate change. *Science* , 1992 258 (20) : 1315 — 1319.

[4] Warren R F , Apsimon H M. Uncertainties in integrated assessment modeling of abatement strategies : Illustrations with the ASAM model. *Environmental Science & Policy* , 1999 2 (6) : 439 — 456.

[5] Leimbach M. Modeling Climate Protection Expenditures. *Global Environmental Change* , 1998 , 8 (2) : 125 — 139.

[6] Zheng Y X , Fan M T. CGE Model and Policy Analysis of China. Beijing : Social Science Literature Press , 1999. 21 — 25.

[7] Zhang A L , Zheng H , He J K. Economy , energy , environment model for the Chinese situation system. *Journal of Tsinghua University (Science And Technology)* , 2002 42 (12) : 1616 — 1620.

[8] Chen W Y , Gao P F , He J K. Impacts of future carbon emission reductions on the Chinese GDP growth. *Journal of Tsinghua University (Science And Technology)* 2004 , 44 (6) : 744 — 747.

[9] Wang Z , Hu Q L , Zheng Y P , etc. Simulating the Impact of the Climate Protection Expenditure on China's Economic Security. *Acta Ecologica Sinica* , 2002 , 22 (112) : 2238 — 2245.

[10] Wang Z , Jiang Y H , Wu J , Li H Q. The research on China's potential abatement of CO₂ by technological progress. *Acta Ecologica Sinica* , 2006 , 26 (2) : 423 — 431.

[11] Mundell R A. Capital mobility and stabilization policy under fixed and flexible exchange rate. *Canadian Journal of Economics and Political Science* , 1963 20 : 475 — 485.

[12] Fleming J M. Domestic financial policies under fixed and under floating exchanges rates. IMF Staff Papers ,1962 9 (9) :369 — 379.

[13] McKibbin W , Sachs J. Global Linkages : Macroeconomic Interdependence and. Cooperation in the World Economy , Washington : Brookings Institution Press ,1991. 33 — 45.

[14] Douven R , Peeters M. GDP-spillovers in multi-country models. Economic Modelling ,1998 ,15 (2) :163 — 195.

[15] Pizer W A. The optimal choice of climate change policy in the presence of uncertainty. Resource and Energy Economics ,1999 ,21 (3-4) :255 — 287.

[16] Zwaan B C C , Gerlagha R , Klaassenc G , Schrattenholzer L. Endogenous technological change in climate change modeling. Energy Economics , 2002 24 (1) :1 — 19.

参考文献：

[6] 郑玉歆 樊明太. 中国 CGE 模型及政策分析 (第一版). 北京 : 社会科学出版社 ,1999. 21 ~ 25.

[7] 张阿玲 ,郑准. 适合中国国情的经济、能源、环境 (GE)模型. 清华大学学报 (自然科学版) ,2002 ,12 :1616 ~ 1620.

[8] 陈文颖 ,高鹏飞 ,何建坤. 用 MARKAL-MACRO 模型研究碳减排对中国能源系统的影响. 清华大学学报 (自然科学版) 2004 ,44 (3) :342 ~ 346.

[9] 王铮 ,胡倩立 ,郑一萍 ,等. 气候保护支出对中国经济安全的影响模拟. 生态学报 2002 ,22 (112) :2238 ~ 2245.

[10] 王铮 ,蒋轶红 ,吴静 ,等. 技术进步作用下中国 CO₂ 减排的可能性. 生态学报 2006 ,26 (2) :423 ~ 431.