

# 可计算一般均衡 (CGE) 模型与环境政策分析

庞 军 邹 骥

(中国人民大学环境学院环境经济与管理系,北京 100872)

**摘要** CGE 模型是进行环境政策分析的理想工具,实际上 CGE 模型也是唯一有可能精确评估环境政策社会成本的分析手段。本文介绍了在环境政策分析中应用 CGE 模型的基本思路 and 不同类型;回顾了 CGE 模型在环境政策分析中的应用领域及国内应用现状;指出今后在环境政策分析中应用的 CGE 模型应该更多地结合经济体的现实特征,其发展方向则体现在三个方面:在分析环境政策社会成本的同时也考虑这些政策的社会效益、分析环境政策的分配效应、加强区域 CGE 模型在环境政策分析中的应用。

**关键词** 可计算一般均衡 (CGE) 模型;环境;政策

**中图分类号** F062.2 **文献标识码** A **文章编号** 1002 - 2104(2005)01 - 0056 - 05

目前,关于环境政策的争论往往归结到该项政策是否会对经济增长产生影响?以及这种影响的程度有多大?一方面,企业界往往描绘出一幅失业率剧增、国际竞争优势丧失以及经济增长速度减缓的惨淡图景;另一方面,环保主义者则强调环境污染对于人类福利所带来的负面影响,并且经常呼吁经济增长不能以牺牲生态环境为代价。在环保主义者看来,环境政策在促进环保产业发展并创造新的就业机会的同时,也会促使污染企业能源使用效率的提高,从而降低这些企业的成本。此外,优美的生态环境也是人类从事一切活动的先决条件,这其中当然也包括经济活动。

平息上述争论最好的方法就是对拟议中的环境政策进行科学分析,合理测算出该项环境政策的社会成本及效益,要做到这一点就需要科学的分析手段。可计算一般均衡 (Computable General Equilibrium, 即 CGE) 模型作为经济学领域有效的政策分析工具,在环境政策分析中也可以大有作为。

CGE 模型是以 Walras 一般均衡理论为基础并通过数学建模来模拟经济体的一般均衡结构的方法。概括地说,一个典型的 CGE 模型,就是用一组方程来描述供给、需求以及市场关系(在这组方程中不仅商品和生产要素的数量是变量),所有的价格,包括商品价格、工资也都是变量,在一系列优化条件(生产者利润优化、消费者效益优化、进口收益利润和出口成本优化等等)的约束下,求解这一组方

程,得出在各个市场都达到均衡时的一组数量和价格<sup>[1]</sup>。正是由于 CGE 模型在经济体的各个组成部分之间建立了数量联系,而且又适合进行混合经济(即既有市场机制的作用,又有不同程度的政府干预)条件下的政策模拟和分析,才使得世界范围内许多学者利用 CGE 模型考察来自经济体中某一部分的扰动对经济体中其它部分的影响,从而对经济体进行综合考虑和系统分析。

世界上第一个 CGE 模型是在 1960 年由挪威学者 Johanson 开发出来的<sup>[2]</sup>。CGE 模型自 20 世纪 70 年代以来得到蓬勃发展,在过去大约 20 年中更是成为经济学家的核心研究领域之一,其在发达国家和发展中国家中都得到了应用。目前,CGE 模型的应用涉及税收的影响范围及税制改革、全球贸易流动和贸易自由化、经济一体化、发展中国家的政策改革、农业市场的价格改革、不完全竞争和市场行为、收入分配、能源、自然资源以及环境等诸多领域,是经济学家进行政策分析的有效工具。CGE 模型最初的应用集中在税收政策分析领域,其在环境政策分析领域的应用则是始于 20 世纪 80 年代末期。

## 1 CGE 模型适于环境政策分析的原因

CGE 模型是进行环境政策分析的理想工具,实际上 CGE 模型也是唯一有可能精确评估环境政策社会成本的分析手段。原因主要在以下几个方面:

第一,以往关于环境政策的社会成本分析往往只考虑

收稿日期:2004-03-12

作者简介:庞军,博士研究生,研究方向为城市与工业环境问题经济分析。

该项政策的私人执行成本如采用污染控制设备的成本或使用更清洁燃料的额外成本,而忽视了由于环境政策所导致的经济主体的行为变化,比如对价格和产出的影响,同时也忽视了消费者的反应。然而我们知道一项环境政策的实施将改变企业的成本结构,从而导致生产行为的改变(比如价格和产量的变化),而这又将导致消费行为的改变。事实上,改变生产和消费行为本身就是环境政策实施的目的之一。正如 Cropper 和 Oates 所指出的:这种对经济主体行为变化的忽视至少从短期来看将导致过高估计环境政策的社会成本<sup>[3]</sup>。CGE 模型则可以解决这一问题。在 CGE 模型中一项环境政策即使只对经济体中的一个部门有直接影响,也总是会对其它部门产生间接影响;经济主体会对外部刺激作出反应,环境政策能够提供这种刺激,在 CGE 模型中则可以将经济主体对外部刺激的反应行为纳入其分析框架;通过将经济体分解为各个部门并且在生产和需求方面考虑部门以及商品之间的相互关系,CGE 模型不仅能够分析环境政策对整体经济的影响,也能分析环境政策对特定部门的影响,从而相对合理地测算环境政策的社会成本。

第二,虽然传统的投入产出模型也能分析环境政策对整体经济和特定部门的影响,但 CGE 模型与其相比在环境政策分析方面更有优势。CGE 模型用非线性函数替代了传统的投入产出模型中的线性函数,引入了经济主体的优化行为,允许生产要素之间的替代和需求之间的转换。在 CGE 模型中产量和相对价格都是内生的,引入了通过价格激励发挥作用的机制和政策工具,从而将生产、需求、国际贸易和价格有机地结合在一起<sup>[4]</sup>,使得价格和产量在模拟环境政策变化所产生的结果时能够被同时反映。因此,CGE 模型能够更加真实地刻画经济体中不同产业、不同消费者对环境政策冲击所引致的相对价格变动的反应。

第三,宏观经济模型也能够用于环境政策分析,但宏观经济模型的一个主要缺点在于不同的模型具有不同的理论基础。由于近年来宏观经济模型开始结合了一些微观经济学的成分,CGE 模型和宏观经济模型之间的界限因此也就变得模糊起来。本质上而言,CGE 模型也是一种以 Arrow - Debreu 的一般均衡分析框架为理论基础的宏观经济模型。CGE 模型中关于所有经济主体优化行为的一致假定使得在进行环境政策分析时微观经济理论和一般均衡理论具有很强的相关性。这样,利用 CGE 模型进行环境政策分析所得出的结论就不再是来自于一个“黑箱”,而是通过对理性行为的科学分析而得到的结果。CGE 模型能够以一种合理的方式分析税率变化或者引入新的税收或补贴对经济的影响。一般来说,当我们需要

了解市场低效率的来源及影响时,或者我们需要论证一项价格扭曲手段所导致的额外负担时,CGE 模型将优于传统的宏观经济模型。CGE 模型在回答一些重要的政策问题诸如结构调整、税制改革和贸易自由化方面是理想的分析工具。

第四,CGE 模型还适合模拟环境政策与其它政策之间的相互作用。例如,我们可以想象:如果在征收汽油税的同时采取了保护国内汽车产业的贸易保护政策,可能会导致汽油消费量增加这种反常的结果,因为贸易保护政策会提高汽车价格,于是消费者不得不继续使用他们所拥有的老式的低油效汽车而不是早些更换新式的节油型汽车。对于这类问题,可以利用 CGE 模型进行定量分析。

## 2 CGE 模型在环境政策分析中应用的基本思路 and 类型

传统的 CGE 模型并不能进行环境政策分析,要进行这种分析,就必须在 CGE 模型中设置相应的环境要素。一般来说,根据所描述的经济体以及所要分析的环境政策的不同,CGE 模型中环境要素的设置也会有很大差异,很难概括出适合分析所有环境政策的方法。下面仅以分析污染控制政策(如排放标准、污染排放税等)为例说明应用 CGE 模型进行环境政策分析的基本思路。

在传统的 CGE 模型中,我们假定生产者追求利润最大化和消费者追求效用最大化。当 CGE 模型应用于污染控制政策分析时,生产者和消费者的最优行为在一定程度上将受到污染排放对生产和消费的影响以及采取污染控制政策的影响。在生产者行为方面,每个生产者通过最小化投入成本和最大化产出利润来决定最优的产出水平;当污染出现在生产过程中,并且需要一定的污染控制行动如污染削减和征收污染排放税时,生产者就需要依据新的成本和包含污染效应的生产函数来调整产出水平,生产者的总成本不仅要包括要素投入的成本而且应包括由于环保要求而产生的与污染相关的成本(一种是污染排放税,另一种是为了满足环境标准而导致的污染削减成本)。在消费者行为方面,居民对商品的需求可以通过预算约束下的效用最大化问题导出。当污染出现时,它将通过两种方式影响居民户的消费:第一种方式是居民户要支付处理废物的费用,第二种方式是污染者因为污染排放对居民户造成损害而通过污染补偿的方式使居民户的收入有名义上的增加。由此,居民户消费的效用最大化问题需要以如下三种方式给予更改:第一,效用函数需要反映污染效应,为了模拟污染排放对效用的负面影响,效用函数需要包含环境质量或污染物排放;第二,应该从居民户的收入中减去其

用于废物处理的支出;第三,对污染损害的补偿,应该加到居民户的收入之中。此外,当一个国家采用污染控制政策时,将对该国 GDP 以及产品的相对价格带来影响,从而导致该国贸易条件以及国内产出的改变,在 CGE 模型中可以通过将外贸内生于其中,通过调整贸易条件并使之与所采用的污染控制政策手段相适应来模拟采取这些政策对该国产品国际竞争力的影响。

按照通常的分类方法,在环境政策分析中应用的 CGE 模型可以被分为静态模型和动态模型;或者被分为国家(national)模型(包括多国模型和一国模型)和区域(regional)模型(包括多区域模型和单区域模型)。黄英娜以谢剑的分类为基础,将在环境政策分析中应用的 CGE 模型分为四种类型<sup>[5-6]</sup>:第一类为“应用扩展型”。它实际上是一个标准 CGE 模型的扩展应用,即或者通过利用每单位部门产出或中间投入的固定污染系数来估计污染排放,或者在不改变模型结构的情况下外生改变与环境法规相关的价格和税收。第二类为“环境反馈型”。即在经济系统中引入环境反馈,或者在生产函数中设定污染控制成本,或者对生产的设定进一步扩展到考虑环境质量对产出的影响。第三类为“函数扩张型”。即在模型中不仅对生产和消费函数进行修正,而且还设定污染治理行为或技术的生产函数。第四类为“结构衍生型”。即将环境行为纳入一般均衡框架,对经济系统的结构进行重新划分,除生产与消费部门之外,还增设污染治理部门,并按照与生产部门相同的方式处理。在这四种类型中,前三种类型主要是通过将标准 CGE 模型中的生产或消费函数作适当的修正和(或)设定污染治理生产函数来达到进行环境经济研究的目的。而第四种类型则是将环境行为纳入一般均衡框架,通过增设污染治理部门来对经济系统的结构进行重新划分,使得利用该方式进行的 CGE 模型模拟更切合一般均衡理论并更符合各经济主体的行为实践,从而在环境政策分析中用途更为广泛,当然,这种类型对数据的要求也更高。在实际应用中,模型构建者可以根据不同的研究对象和目的选择不同的类型。

### 3 CGE 模型在环境政策分析中的应用领域

#### 3.1 气候变化政策分析

CGE 模型在环境政策分析中最广泛的应用就是气候变化政策分析,这也是目前能源与环境领域的热点问题之一。分析的焦点主要集中在:碳税的经济成本和为实现某一减排目标所必需的碳税水平;碳税收入不同返还方式的社会经济效益;减排政策对收入分配和就业的影响;减排政策对国际贸易的影响;减排政策的共生效益(即在减排 CO<sub>2</sub> 的同时也减少其它空气污染物如 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 的排放)

和健康效益;《京都议定书》三个灵活机制对降低减排经济成本的影响等。近年来 CGE 模型在评估气候变化政策时则更多地将重点放在国际贸易方面,包括:福利影响的国际分配;跨地区的国际贸易和投资;碳排放削减政策的国际溢出效应;国际排放贸易的影响等。

#### 3.2 污染控制政策分析

CGE 模型在环境政策分析中另一个重要的应用就是分析污染控制政策对经济系统的影响。一般说来,污染控制政策包括两类:第一类是以各种强制执行的环境法规和标准为主体的命令—控制型政策;第二类是以市场为基础的经济手段(包括污染税费、排污权交易等等)。CGE 模型对这两类污染控制政策都做分析,包括:环境法规和标准的社会成本及对福利的影响;原料税、燃料税或污染排放税对经济的影响及为了实现某一污染控制目标所需要的税率水平;污染排放税对环境质量改善的影响等。

#### 3.3 贸易自由化政策分析

贸易自由化政策本身并不是环境政策,但由于贸易行为和环境保护之间存在着密切关系,国际上也有许多学者利用 CGE 模型分析贸易自由化政策对环境的影响。事实上,通过改变现有贸易方式使其向更加自由的方向发展,贸易自由化政策可能对环境产生积极或消极的影响:一方面,贸易自由化政策可以通过修正现有贸易政策的不足而对环境产生积极的作用,例如,通过取消用于解决特定环境问题的环保技术和服务的贸易限制政策来促进环境质量的改善;另一方面,贸易自由化政策如果在现有对环境不友好的贸易政策基础上得以扩大化,则会对环境带来更大的危害,例如放任危险废物和濒危物种的国际贸易将会对环境带来直接而严重的危害。目前,CGE 模型已被应用于分析贸易自由化政策对环境的影响,主要包括贸易自由化政策和环境政策之间的相互作用以及贸易自由化政策对环境质量的影响。

### 4 中国应用 CGE 模型开展的环境政策分析

近年来,国内学者也利用 CGE 模型进行了一些针对环境政策的分析。如李善同、翟凡等学者利用 CGE 模型分析了中国产业结构变动与污染排放的关系和相关政策影响<sup>[7]</sup>;郑玉歆<sup>[4]</sup>、贺菊煌<sup>[8]</sup>、王灿<sup>[9]</sup>、魏涛远<sup>[10]</sup>等学者分别利用 CGE 模型分析了在中国征收碳税对国民经济的影响;宣晓伟利用 CGE 模型分析了在中国征收硫税的影响<sup>[11]</sup>;姜林以 CGE 模型为基础并结合其它手段分析了能源政策对北京市空气质量、健康、福利以及经济所造成的影响<sup>[12]</sup>,等等。

总体而言,国内在 CGE 模型的开发应用研究方面起

步较晚,在环境政策分析中目前主要集中在碳税政策分析,也有少数学者进行了硫税及其它污染控制政策的分析。大部分模型规模较小并且模型结果的说服力有限,难以指导环境政策制定的实践。模型主要在国家层次上开发应用,在地区层次上开发应用的区域 CGE 模型在国内尚处于起步阶段;国内在利用 CGE 模型进行环境政策分析方面还有很大的发展空间。

## 5 CGE 模型在环境政策分析中的应用展望

总的来说,目前 CGE 模型在环境政策分析中的应用有两种发展趋势:一种趋势是使模型变得更加精细和复杂,如模型中部门划分更细、消费者类型更多以及模型的非递推动态化等等;另一种趋势则是通过更多地结合经济体的现实特征使得模型更适合经济与环境影响综合分析,如在模型中内生不完全竞争、技术进步和制度因素等现实经济的特征。当然,这两种趋势之间并没有内在的冲突,CGE 模型的应用往往是在以一种趋势为主的同时也会带有另外一种趋势的某些特征。然而,一个模型所包含现实经济的特点越多,在数学描述上就越困难,特别是当该模型为动态的时候,CGE 模型的应用在这两个趋势之间必须有所权衡。从 CGE 模型在环境政策分析中的应用来看,使模型更多地反映我们所要研究的环境及经济系统的现实特征可能是更重要的。

具体而言,今后 CGE 模型在环境政策分析中应用的发展方向主要体现在如下三个方面:

第一,在运用 CGE 模型分析环境政策的社会成本的同时也考虑这些政策的社会效益。目前,绝大部分对环境政策进行分析的 CGE 模型只是考虑了实施这些政策的社会成本而较少考虑这样做的社会效益,这主要是因为对效益量化比较困难。然而,如果决策者和公众所了解的都是实施环境政策将导致 GDP、产量、就业和福利的损失而没有相关的社会效益分析,这些环境政策的制定和实施就可能面临较大的阻力,因此将环境政策的社会效益也纳入 CGE 模型的分析范围具有重要的现实意义。事实上,通过采用环境经济学中一些经典的环境价值评估方法,能够相对客观地建立起环境质量改善与其经济价值及健康效益之间的函数关系,从而可以在模型中实现对环境政策社会效益的定量分析。

第二,分析环境政策的分配效应(即对不同利益集团的影响)。一般来说,我们在执行一项环境政策时,往往会使某些特定的利益集团受益而同时却使另外一些利益集团受损,或者不同的利益集团所得到的受益或遭受的损失是不一样的,这就涉及到环境政策的公平问题。如果我们能够利用 CGE 模型事先分析出环境政策的分配

效应,就能够采取相应的补偿措施来使环境政策尽可能做到公平。

第三,加强区域 CGE 模型在环境政策分析中的应用。许多环境问题,尽管在本质上具有全球影响,却是在区域(或地区)层次上表现出来的,因此有必要在区域层次上利用 CGE 模型实施环境政策分析。目前在这方面虽然已经开展了一些研究,但是同国家 CGE 模型相比,无论是在应用的广度和深度还是数据基础以及建模理论方面,区域 CGE 模型都还有很大的发展空间。

(编辑:徐天祥)

### 参考文献(References)

- [1]徐滇庆.可计算一般均衡模型(CGE)及其新发展[A].见:现代经济学前沿专题,第2集[C].北京:商务印书馆,1993.109. [Xu Dianqing. Computable General Equilibrium (CGE) Models and Their New Development[A]. In:Up-to-date Special Topic of Modern Economics, Series 2[C]. Beijing: The Commercial Press, 1993. 109.]
- [2]Johanson L. A Multi-Sectoral Study of Economic Growth[M]. Amsterdam:North-Holland Publishing Company, 1960.
- [3]Cropper ML, Oates W E. Environmental economics: a survey[J]. Journal of Economic Literature, 1992, (2): 675 ~ 740.
- [4]郑玉歆,樊明太.中国CGE模型及政策分析[M].北京:社会科学文献出版社,1999. [Zheng Yuxin, Fan Mingtai. CGE Model and Policy Analysis of China[M]. Beijing: Social Science Literature Press, 1999.]
- [5]Xie J. Environmental Policy Analysis[M]. Aldershot: Ashgate Publishing Company, 1996.
- [6]黄英娜,王学军.环境CGE模型的发展及特征分析[J].中国人口·资源与环境, 2002, 12(2): 34 ~ 38. [Huang Yingna, Wang Xuejun. Development of Environmental Computable General Equilibrium Model and Analysis of Its Features[J]. China Population Resources and Environment, 2002, 12(2): 34 ~ 38.]
- [7]王慧炯,甘师俊,李善同等.可持续发展与经济结构[M].北京:科学出版社,1999. [Wang Huijiong, Gan Shijun, Li Shantong et al. Sustainable Development and Economic Structure[M]. Beijing: Science Press, 1999.]
- [8]贺菊煌,沈可挺,徐高龄.碳税与二氧化碳减排的CGE模型[J].数量经济技术经济研究, 2002, (10): 39 ~ 47. [He Juhuang, Shen Keting, Xu Songling. A CGE Model for Carbon Tax and CO2 Emission Reduction Analysis [J]. Quantitative and Technical Economics Research, 2002, (10): 39 ~ 47.]
- [9]王灿.基于动态CGE模型的中国气候政策模拟与分析[D].北京:清华大学,2003. [Wang Can. Climate Change Policy Simulation and Uncertainty Analysis: A Dynamic CGE Model of China[D]. Beijing: Tsinghua University, 2003.]
- [10]魏涛远等.征收碳税对中国经济与温室气体排放的影响[J].世界经济与政治, 2002, (8): 47 ~ 49. [Wei Taoyuan, et al. The Impact of imposing Carbon Tax to the Economy and Greenhouse Emission of China [J]. World Economics and Politics, 2002, (8): 47 ~ 49.]
- [11]武亚军,宣晓伟.环境税经济理论及对中国的应用分析[M].北

京:经济科学出版社,2002.410~413. [Wu Yajun,Xuan Xiaowei. Economic Theory of Environmental Tax and Analysis of Their Application in China[M]. Beijing: Economic Science Press, 2002. 410~413.]

[12]Jiang L. An Integrated Methodology for Environmental Policy Analysis [D].Norwegian School of Management BI,2001.

## Computable General Equilibrium (CGE) Models and Environmental Policies Analysis

PANG Jun ZOU Ji

(Department of Environmental Economics and Management, School of Environment and Natural Resources,  
Renmin University of China, Beijing 100872, China)

**Abstract** CGE models are the ideal tool for analyzing environmental policies and are indeed the only approach which offers the possibility of assessing accurately social costs of environmental policies. This paper introduces the basic thinking and different types of CGE models in environmental policies analysis; reviews the application fields of CGE models in environmental policies analysis and its current status in China. This article indicates that it is more important to make CGE models applied in environmental policies analysis reflect the actual economy under study, and the future prospects mainly focus on the following three aspects: analyzing the social benefits of environmental policies as well as their social costs, analyzing the distributional impact of environmental policies, and strengthen the application of regional CGE models in environmental policies analysis.

**Key words** Computable General Equilibrium (CGE) Model; environmental policies

### 胡锦涛强调:全面落实科学发展观和科教兴国战略

在2005年新年即将到来之际,中共中央总书记、国家主席、中央军委主席胡锦涛分别看望了著名核物理学家朱光亚和著名数学家杨乐,听取他们对我国科技事业发展的意见和建议,向他们和全国广大科技工作者表示亲切问候和新年祝福。胡锦涛强调,要实现全面建设小康社会的宏伟目标,必须牢固树立和全面落实科学发展观,切实抓好发展这个党执政兴国的第一要务,大力实施科教兴国战略,增强自主创新能力,进一步发挥科学技术第一生产力的重要作用。

胡锦涛在与朱光亚、杨乐交谈时强调,基础科学研究对科技进步和人类社会发展具有巨大推动作用。一项重大的基础科学研究成果,往往能够极大地推动人类思想进步,也往往能够引发技术革命和产业革命。发展基础科学研究,要从国家长远发展需要出发,坚持有所为有所不为,尊重规律,突出重点,集中力量,在某些方面长期攻坚,取得突破,攀登世界科学高峰。同时,要大力加强应用技术的开发和推广,集中力量解决经济社会发展的重大和关键

技术问题,加快科技成果向现实生产力转化,实现技术发展的跨越。

胡锦涛指出,人才是科技发展的根本,是科技创新的关键。要进一步在全社会形成尊重劳动、尊重知识、尊重人才、尊重创造和促进人的全面发展的科学理念、政策环境和社会氛围。要坚持立足创新实践和事业发展识别、培养、凝聚人才,促进各类人才特别是青年人才脱颖而出,努力建设适应我国经济社会发展需要的高素质科技创新队伍。要关心各方面人才的工作生活,切实帮助他们解决实际问题。要欢迎广大海外留学生和学者,以各种方式为祖国发展作出贡献。

胡锦涛强调,广大科技工作者以及全国各条战线上的同志们,都要认真学习和发扬我国老一辈科学家忠于祖国、忠于人民的奉献精神,实事求是、脚踏实地的科学精神,敢于创新、不懈登攀的求索精神,严肃认真、一丝不苟的工作精神,为实现祖国繁荣富强和人民幸福安康贡献自己的智慧和力量。