

# 可计算一般均衡理论模型的演化脉络与应用前景展望

## ——一个文献综述

吴福象<sup>1</sup>, 朱 蕾<sup>2</sup>

(1. 南京大学 商学院, 江苏 南京 210093; 2. 海通证券研究所, 上海 200001)

**[摘要]**通过系统梳理近几十年来国内外CGE模型发展和应用的研究文献发现:目前求解CGE模型的方法和软件虽然比较成熟,但在动态递归分析和宏观嵌套与闭合方面还不够完善,CGE模型在理论假设、数值获取、模型校准、参数估计及实际应用等方面还存在着种种缺陷,一定程度上制约了CGE模型实验效果和政策分析作用的发挥,不过随着CGE模型在模块构造、嵌套闭合以及动态递归技术上的突破,动态CGE分析技术在提高中长期预测和决策的准确性与科学性方面将会发挥更加巨大的优势。

**[关键词]**可计算一般均衡;社会核算矩阵;动态递归;嵌套与闭合;CGE模型

**[中图分类号]**F019.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1004-4833(2014)02-0095-09

### 一、引言

众所周知,当前世界各国在对国民经济系统进行结构分析及中长期规划和预测时,把可计算一般均衡(Computable General Equilibrium,简称CGE)分析方法作为经济学和公共政策研究领域比较流行的一种定量分析工具。借助于特定的技术分析工具,CGE分析技术可以对政策与经济活动改善及变化产生的关联影响进行描述、模拟和预测。目前,CGE模型在经济发展战略、国际贸易、环境保护、财政税收和公共事业等方面均有广泛的应用,该方法已成为世界银行和国际贸易组织政策分析的基本工具,成为评估能源危机以及税收和贸易政策改革效果的主要方法。

目前,国内利用CGE模型较早的主要有国务院发展研究中心、中国社会科学院数量经济与技术研究所、中国科学院系统科学研究所。不过,虽然国内不少研究机构和研究者开始关注CGE模型分析技术,但是总体来讲国内关于CGE的研究起步较晚,目前仍处于摸索阶段,尤其是在模型的构造方面尚缺少创新。本文将系统地回顾CGE模型发展过程中极具影响力的文献,从模型使用方法的发展和模型应用两个方面,对CGE模型的演化脉络、应用范围等进行系统地梳理,希望能引起学术界对CGE模型发展和应用进行更加深入的研究。本文的结构安排如下:第二部分介绍CGE模型的理论优势;第三部分介绍模型的构造原理与求解方法的发展过程;第四部分介绍CGE模型在国际贸易、财税政策和环境保护等方面的应用;第五部分重点分析CGE模型的局限性;第六部分是结论与展望。

### 二、CGE模型的理论优势

CGE模型产生于20世纪60年代初,70年代开始流行。与其他模型如宏观计量模型、投入产出模型、线性规划模型相比,CGE模型具有许多无可比拟的优势。第一,CGE模型具有严密的理论基

**[收稿日期]**2013-09-08

**[基金项目]**国家自然科学基金(71173101);教育部人文社会科学基金(10YJA790198);教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0484);教育部重点研究基地重大项目(11JJD790044,12JJD790034)

**[作者简介]**吴福象(1966—),男,安徽安庆人,南京大学商学院教授,南京大学长三角研究中心研究员,博士生导师,从事区域和产业经济学研究;朱蕾(1987—),女,江苏东台人,海通证券研究所研究员,从事区域和产业经济研究。

础。CGE 模型建立在一般均衡理论基础之上,是一个基于新古典微观经济理论且内在一致的宏观经济模型。在 CGE 模型中,价格扮演着极为重要的角色,消费者的特征是追求效用最大化,厂商遵循成本最小化的决策原则。该模型还包括政府、贸易组织、进出口商等经济主体。各种主体都对价格变动做出反应,且价格变动最终使市场实现均衡,反映了经济范围内协调一致的相互作用机制以及价格内生和混合经济机制。第二,CGE 模型核心模块具有庞大的数据结构,便于对社会核算矩阵进行校准和分析。在 SAM 中,各经济变量之间的关系可以从三个维度去衡量,包括时间维度、空间维度和各经济部门之间的联系维度。以宏观计量模型为例,它包含了时间和空间维度,且该模型通常是利用历史数据对代表经济变量关系的方程组进行参数估计,所以预测到的结果也往往是估计值,并且存在一定的置信度。再比如投入产出模型,虽然它也用上述三种维度因素变量来研究国民经济各个部门在投入与产出方面相互依存的数量关系,但实际上该模型是一组线性方程组,各部门之间的关系为固定比例关系,因而不能反映价格变动引起的供求变化和替代效应。第三,CGE 模型克服了模型复杂、数据量庞大的困难,真正实现了“可计算”,具有数学方法和软件技术的支撑。大致的发展历程是,1912 年荷兰数学家 Brouwer 发现了不动点理论,证实了经济学理论中一般均衡模型解的存在,1967 年 Scarf 给出了一种整体收敛的算法来计算不动点,从而在技术上使均衡价格的计算成为可能<sup>[1]</sup>。Scarf 认为,投入产出表数据给出了一般均衡模型的一个初始解,从这个初始解出发,经过有限的步骤可以求解方程,进而可以分析诸如税收、关税等政策变动的影响,从而把模型拓展到应用层面<sup>[2-3]</sup>。因此,从技术上来讲,Gempack 和 GAMS(The General Algebraic Modeling System)等是针对 CGE 模型开发的专门软件,也是目前最常用的求解 CGE 模型的方法。除此之外,Excel、Eviews、Matlab 等普通软件也能用来求解一些 CGE 模型。

正是得益于诸多理论上的优势,使得 CGE 模型虽然以一般均衡理论模型为基础,但又超越了一般均衡理论的局限。主要表现在:其一,CGE 模型抛开了完全竞争假设,可以模拟不完全竞争的市场经济和混合经济活动;其二,CGE 模型提供了一个远比一般均衡理论更现实、更灵活的框架,可以处理不均衡现象;其三,CGE 模型易于处理局部均衡与一般均衡的冲突,原因是无论 CGE 模型有多少个变量,其所涵盖的范围都是经济系统的全部。

### 三、CGE 模型的演化脉络

从理论源头上讲,一般均衡模型理论始于瓦尔拉斯 1874 年在著作《纯粹政治经济学纲要》中所构建的统一理论模型体系。其后,一些经济学家如帕累托、希克斯、谢尔曼、萨缪尔森、阿罗等在瓦尔拉斯一般均衡模型的基础上,对均衡的存在性、唯一性、最优性和稳定性进行了研究,1959 年 Debreu 等提出了一个完整的一般均衡理论体系。一般均衡模型不仅包含经济变量之间的相互关联和反馈效应,还包含收入效应和替代效应。然而,该模型在理论上的优势并没有在实际应用中得到体现,即使在简单的结构假设之下,模型求解也是个难题<sup>[4]</sup>。

在现有的 CGE 模型中,第一个 CGE 模型来源于 1960 年 Johansen 的研究。在该项研究之中,Johansen 首先设定了包含一个追求效用最大化的消费部门和 20 个追求成本最小化的产业部门,通过建立一组非线性方程和使用对数形式将这些方程线性化,然后再对这些方程进行微分并利用简单的矩阵求逆得到比较静态结果<sup>[5]</sup>。后来,Johansen 所使用的这种对数线性化比较静态的多部门增长模型(MSGW)被挪威和澳大利亚政府规划时所采用。其中,比较有代表性的是澳大利亚 IMPACT 项目的 CGE 政策分析组。他们大大地改进了 Johansen 方法,并创建了名为 ORANI 的 CGE 模型。这些 CGE 模型研究,为澳大利亚政府提供了许多关于国内外经济政策的建议。

作为较为系统的分析和预测模型,ORANI 模型在规模上包括 113 个生产部门、115 种国内产品与 115 种进口产品、9 种劳动力、7 种农用地和 113 种资产。该模型假定,中小国经济具有一定的市场能力而不只是作为价格接受者。这里,值得一提的是 1972 年 Evans 建立了一个基于投入产出模型的

线性规划模型,并利用该模型估计了许多参数,为 ORANI 模型提供了重要的数据基础<sup>[6]</sup>。遗憾的是,在 Johansen 对 CGE 模型的创建做出重大的贡献之后,CGE 模型陷入了相当长一段时间的沉寂。直到 1967 年,Scarf 发现一种计算不动点的整体收敛算法,使得 Arrow 和 Debreu 等经济学家关于一般均衡模型的纯理论工作与 CGE 模型应用之间有了最为直接的联系。Scarf 方法以一般均衡价格存在理论为基础,在超额需求函数连续和瓦尔拉斯定律成立等一般性假定条件之下,从一个初始解出发,最后收敛至均衡价格。在今天看来,尽管从计算的角度来考虑,Scarf 方法在当时的环境下也许不是最为有效的算法,但该方法限制条件较少且不甚苛刻,为后来的研究者提供了研究 CGE 模型的方向。随着计算科学的发展以及计算机技术的更新换代,Scarf 方法在实践中不断得到改进,使得直接求解非线性模型的方法终于成为了现实。事实上,正如 1984 年 Scarf 和 Todd 等所验证的那样,之后所出现的那些更为简单的版本,从根本上来讲都依然是 Scarf 最初提出的算法<sup>[7-8]</sup>。这里不作赘述。

在模型应用发展的同时,CGE 模型的理论框架也有了新的拓展。比如 1989 年 Robinson 把 CGE 模型的研究分成四类:一是新古典模型,这是在传统的新古典理论上所构建的 CGE 模型,主要有 Johansen 的挪威模型<sup>[9]</sup>和 Taylor 与 Black 的智利模型<sup>[10]</sup>等;二是弹性结构模型,以新古典理论为基础,但在加入替代弹性等参数之后,则以 Dervis 和 Robinson<sup>[11]</sup>的模型为代表;三是微观结构模型,这类模型通常假定存在市场失灵现象,如要素流动限制、价格刚性及配额政策等,主要有 Robinson 和 Tyson 的模型<sup>[12]</sup>;四是宏观结构模型,这类模型用来研究一些宏观变量的平衡问题,如投资与储蓄、政府财政收入与支出、出口与进口等,主要有 Dewatripont 和 Robinson<sup>[13]</sup>等的研究。当前,CGE 建模技术的最新进展,主要体现在建模思路正在由比较静态逐渐转向动态,主要体现在:第一,通过引入跨期函数,实现 CGE 建模的静态与动态结合;第二,通过引入技术进步,包括对生产函数、技术评价和指数评价方法的调整,实现技术进步与 CGE 建模的动态结合;第三,通过对跨时期的储蓄与投资变动联结的资本存量动态调整技术,实现资本存量核算与 CGE 模型的动态结合。目前,国内对 CGE 模型的研究才刚刚起步且研究集中于应用研究方面,如用于分析诸如贸易政策、城乡劳动力转移、人口政策、微观经济改革(如国企改革)以及大型项目问题。接下来,本文将对 CGE 模型的实际应用展开讨论。

#### 四、CGE 模型的应用领域

根据 1988 年 Melo 对 CGE 模型政策分析的调查,发达国家在应用 CGE 模型方面侧重于进行微观经济分析,如税赋结构政策、能源政策变化的福利效应分析;发展中国家对于 CGE 模型的应用更为广泛,包括发展战略、贸易政策、劳动力市场和就业、收入分配及税制改革、不可再生资源的政策分析等,其中贸易政策是应用较多的领域<sup>[14]</sup>。CGE 模型之所以被经济学家和政策分析人员广泛运用于政策模拟和分析,原因在于 CGE 模型具有坚实的理论基础和较为完善的求解方法。限于篇幅,本文主要集中介绍 CGE 模型在国际贸易、财政税收和环境保护三大领域的应用情况。

##### (一) 国际贸易

从 CGE 模型诞生之日起,国际贸易就成为该模型的一个重要应用领域。尤其是 1969 年 Armington 假说<sup>[15]</sup>的提出,成为了 CGE 模型广泛运用的催化剂。从理论上讲,新古典贸易理论的一个假设前提是,产地不同但商品无差异。与此相反,Armington 假设则认为,进口商品因来源国不同而存在差异,每个国家都是出口商品的唯一生产者。当贸易政策改变了进口商品相对于国内商品的价格时,局部均衡或一般均衡模型就要分析国内商品和进口商品之间的替代关系。这种关系被定义为 Armington 替代弹性。Armington 替代弹性作为一种重要的行为参数,常常被政策制定者用来做定性分析和定量分析。比如,关税政策在多大程度上影响就业、收入分配和贸易平衡,取决于 CGE 模型中 Armington 替代弹性的大小。

在应用 CGE 模型提供贸易政策建议方面,最活跃的要数 Whalley<sup>[16]</sup>。他不仅推动了政策模型的分析,还利用 CGE 模型对不同经济体的多边贸易和贸易协定进行了效果分析。在其 1985 年建立的多地区 CGE 模型中,Whalley 首先将世界分为 13 个主要的贸易区,系统地研究了贸易自由化的影响,并

对非关税壁垒、关税减让以及贸易自由区的建立和贸易战等问题进行了分析<sup>[16]</sup>。

CGE 模型在国际贸易领域讨论最多的是关于贸易自由和贸易保护问题。一方面,贸易保护成本容易受其他因素的影响。比如,1985 年 Harris 的加拿大模型显示,国内商品市场结构的改变对贸易保护的会产生重要的影响<sup>[17]</sup>。1989 年 Goulder 和 Eichengreen 则强调,跨期优化行为对贸易保护成本具有重要影响<sup>[18]</sup>。另一方面,贸易自由与贸易保护对本国或他国经济会产生直接或间接作用。比如,1989 年 Melo 和 Tarr 的研究揭示了单一部门的自由化或保护机制的改变,会产生较小但非常全面的间接影响<sup>[19]</sup>。1992 年 Boyd 和 Krutilla 利用 CGE 模型,分析了美国和加拿大贸易自由区的建立对森林和木制品工业的影响<sup>[20]</sup>。1995 年 Adams 和 Park 建立了一个动态 CGE 模型,用于分析东盟自由贸易区的建立对东盟及其他国家的影响,发现东盟将从贸易自由化中获得好处,进而使得各国的贸易量有所增长<sup>[21]</sup>。1999 年国内学者李坤望和张伯伟的研究发现,APEC 贸易自由化使 APEC 地区的实际生产和贸易分别提高 0.4% 和 2.97%,并且发展中国家成员的利益所得超过了发达国家成员,使得整个世界的实际生产和贸易提高 0.20% 和 1.80%<sup>[22]</sup>。

农业贸易的研究也是 CGE 模型关注的一个重点领域。比如,澳大利亚农业资源经济局利用 MEGABARE 模型进行了贸易政策的研究,为澳大利亚进行多边农业贸易谈判提供了重要的技术支持。1995 年加拿大的 Alper 和 Kulshreshtha 建立了该国的 CGE 模型,并利用 1984 年的社会核算矩阵(SAM),研究了汇率变化对农业部门及其他部门的影响,发现实际汇率的变化将改变农业部门与非农业部门的相对价格,导致部门产品的价格、产出和要素收入等的波动。该项研究发现,加元贬值时农业部门的贸易条件会得到改善,但其他部门的损失将超过农业部门的所得<sup>[23]</sup>。此外,2005 年 Hertel 和 Winters 为世界银行做了关于世贸组织多哈回合贸易谈判中农业、非农产品贸易对各成员国福利影响的研究<sup>[24]</sup>,Martina 等人则利用 GTAP 模型,比较了多哈回合贸易谈判下采取瑞士公式(Swiss Formula)与 Harbinson 草案的差别<sup>[25]</sup>。

除了贸易保护和农业贸易方面的研究之外,1990 年 Benjamin 还利用两阶段 CGE 模型研究了外国资本流入和关税政策等对喀麦隆经济的影响。结果发现,出口导向政策使得许多发展中国家流入了大量的外国资本,同时负担了大量的外债。一旦出口量下降,这些国家的经济结构、消费和投资的关系都将会遭受巨大的打击<sup>[26]</sup>。1995 年 Mercenier 采用一个多国多部门的静态 CGE 模型,对欧洲统一大市场所带来的福利和就业变化进行了分析。该模型采用了不完全竞争、规模报酬递增和产品差异性的假设,研究结果显示,在浮动工资下消费者的收益是适中的,而在工资刚性条件下,欧洲一体化计划将对其恢复就业产生较大的动力<sup>[27]</sup>。此外,2004 年 Markus 等以纺织品贸易为例,进行做了相关实证研究<sup>[28]</sup>。国内方面,2007 年李善同和何建武针对中国政府对纺织品征收出口税、欧美重新设置配额事件的影响进行了实证分析<sup>[29]</sup>。

## (二) 财政税收

在 CGE 模型出现之前,有两位经济学家推动了一般均衡理论在税收领域的应用。其一是财政学之父马斯格雷夫,他建立了现代税收的一般均衡分析模式;其二是美国经济学家 Harberger,他在资本税对一般均衡效率方面做出了重要的理论贡献。

20 世纪 70 年代,求解一般均衡模型的技术方法有了重大的突破,关于税收的 CGE 模型开始如雨后春笋般涌现。该领域的研究以 1985 年 Ballard、Fullerton、Shoven 和 Whalley(简称 BFSW)为代表,他们对 Harberger 在 1962 年建立的用于分析美国公司所得税税负分布的两部门和两要素模型进行了拓展,并合作开发了研究美国税制改革的 BFSW 模型<sup>[30]</sup>。在此之前,还有 1980 年 Keller 的荷兰税制 CGE 模型<sup>[31]</sup>和 1983 年 Kehoe 等的西班牙财税金融税收 CGE 模型<sup>[32]</sup>。20 世纪 80 年代,随着计算科学在理论和技术上的飞速发展,CGE 模型的专业工具开始出现,它包括世界银行开创的通用数学建模系统(GAMS)、澳大利亚的一般均衡建模工具包(GEMPACK)以及一般均衡数学编程系统

(MPSGE)。这些软件包大大促进了 CGE 模型在现实经济生活中的应用,如在财政税收领域的应用。不过,学者们大多集中于对一国税制的研究,包括 1996 年翟凡、李善同、王直对中国在关税减让和税收替代政策下实行贸易自由化的社会福利效果及收入分配效应的研究<sup>[33]</sup>,1999 年 Ruocco 利用动态 CGE 模型对意大利储蓄和投资、财政政策进行定量研究,估价出不同刺激投资方法对资本积累的确切影响<sup>[34]</sup>。关于国家的税制改革,代表性的成果有 Mun-Heng T 和 Qian LIN,2005 年他们从整体和个体家庭福利的角度对中国 1994 年税制改革进行了评价,并建议通过征收消费增值税来提高再分配后个体家庭的福利<sup>[35]</sup>。又如,Doina 和 Michael 考察了 2008 年德国公司税改革对诸如投资、GDP、消费和家庭福利等宏观经济变量的影响<sup>[42]</sup>。

事实上,CGE 模型还可以用于解决多国税收管理的问题。1993 年 York 为研究西方七国税制竞争问题而建立了一个多国 CGE 模型。他假设资本在各国间自由流动、劳动力在各国间不能流动,劳动供给可变以防止政府用扭曲的资本税来替代刚性的工资税,同时国家可通过资本税来影响国际资本回报率。该项研究认为,各国的公司税都将逐步降低,并且税率趋于相同;本国资本税的降低则会对其他国家产生外部负面效应,但国家规模越大其拥有的资本市场越大、损失越小。同年,Hauer 也研究了 1991 年欧共体在统一过程中出现的税制改革问题,强化了多国税收管理的范畴。

目前,中国在该领域的研究工作主要有国家税务总局与加拿大工商研究院合作项目所建立的宏观税收负担 CGE 模型。该模型重点考察了我国现行税制中三大流转税(增值税、消费税和营业税)对税负归宿与转嫁定量影响,包括税收收入总额、要素的相对价格变动、产业间要素流动方向、居民收入与消费行为的变动以及社会福利水平等。此外,2002 年中国社会科学院数量经济与技术经济研究所 PRGEM 课题组利用中国经济 CGE 模型对提高烟草业的消费税率、扩展增值税范围、投资品增值税抵扣、提高增值税实际征收率等 4 种税制改革建议进行了评估,分析和比较了不同税制改革方案和对国民经济的影响,给出了量化中国税制改革对经济影响的理论基础<sup>[37]</sup>。2007 年程凌建立了一个含税 CGE 模型,以分析统一所得税率对我国税收总量、社会福利水平和经济活动的影响<sup>[38]</sup>。整体来讲目前国内研究仍停留在比较静态 CGE 模型阶段。因此,学者们需要在深刻把握中国税收制度和实践的基础上,进一步整理数据、调整参数,实现由静态结构分析向动态演化方向的突破。

### (三) 环境保护

环境方面,自 1972 年联合国环境发展大会提出可持续发展概念以来,环境保护日渐成为全世界共同关注的话题。20 世纪 80 年代后期,Dufournaud、Harrington 和 Rogers 等在 CGE 模型中加入环境因素构建了 DHR 模型,开创了 CGE 模型关于环境资源的研究之路<sup>[39]</sup>。目前该领域的研究集中于环境污染、二氧化碳排放(温室效应)和能源的利用。其中,应用最为广泛的是以评价全球二氧化碳减排协议经济效应的 GEEM 和 GLOBAL(2100)模型。

在环境污染方面,Dufournaud、Harrington 和 Rogers 的 DHR 模型指出,政府治理污染的财政费用,或来源于一次性征收的收入税,或来源于对污染部门征收的间接税<sup>[39]</sup>。之后 1990 年 Robinson 建立了一个类似于 DHR 的模型<sup>[40]</sup>。Robinson 通过引入 Stone-Geary 效用函数来描述消费行为,并提出政府治理污染是依靠庇古税来实现的观点<sup>[40]</sup>。其间,环境调整的经济和社会效应也是学者们较为关注的问题。典型代表者是 Jorgenson 和 Wilcoxon,1990 年他们以美国为例建立了一个包含 35 个生产部门和 1 个消费部门的 CGE 模型,试图将环境作用纳入生产函数来分析环境调整对生产力的作用<sup>[41]</sup>。1990 年 Bruvoll 等考察了挪威经济模型中环境污染和环境退化对生产要素产出效率和整体福利的影响,发现环境质量降低导致较大程度的福利损失,不过环境约束对经济产出的影响程度比较有限<sup>[42]</sup>。2006 年 Patriquin 等的研究发现,逐步取消煤矿开采对地区经济会产生短暂的负面效应,在长期有益于森林和旅游业的发展<sup>[43]</sup>。类似的,2006 年 Stenberg 利用澳大利亚多部门 ORANI 模型,分析了菲律宾政府林业保护政策对国家经济的影响,发现该政策不但促进选择性伐木,而且对森林保护区经济发

展的影响较小<sup>[44]</sup>。以上研究基本上都表明,环境保护在短期内可能会造成相关部门产业的萎缩,但长期来看有利于地区经济的发展,这也正是可持续发展的意义之所在。

20世纪90年代初期,温室效应得到各国政府和学术界的普遍关注,也成为CGE模型应用的一块新领域。Burniaux等人在CGE模型基础上,开发了包括12个区域和11个生产部门的GREEN模型。GREEN模型详细比较了控制CO<sub>2</sub>排放的主要政策变量,包括碳税、能源税和排放权交易等。碳排放量较大的一个主要原因是能源价格扭曲,因此取消这种扭曲能在一定程度上能减少CO<sub>2</sub>排放;在碳税方面,政府需要通过提高税率来减少排放<sup>[45]</sup>。1999年澳大利亚学者FarmerK和Steirmger结合多部门CGE模型和迭代多群体模型,考察了在给定的财政政策和减排目标下CO<sub>2</sub>减排通过生产和消费对不同年龄段人群福利的影响,发现应用碳税能够达到财政目标,若使用税收循环政策,则在达到政策目标同时所有群体福利的成本都较低。在国内,2002年贺菊煌、沈可挺、徐篙龄关于碳税对国民经济影响的研究<sup>[46]</sup>,2010年何建武和李善同对CO<sub>2</sub>减排与区域经济发展的研究等也很有代表性<sup>[47]</sup>。

除此之外,最近几年关于资源、能源问题的讨论越来越多。比如,2005年Berritella等构建了包含17个部门和16个地区的GTAP-W模型,以模拟水资源价格对国民经济的影响,发现在美国征收水资源税,不仅对节约水资源的贡献很小,而且导致福利的明显损失<sup>[48]</sup>。2006年Ghadimi利用动态CGE模型分析了伊朗石油资源的开采和储蓄与石油产业投资之间的关系,发现人们对资源的期望值低于资本值的期望值,折现率越高的国家其资源开发也会越快<sup>[49]</sup>。国内方面,2007年金艳鸣、黄涛和雷明<sup>[50]</sup>,2009年王林秀、邹艳芬和魏晓平<sup>[51]</sup>,2010年姚昕、孔庆宝分别作了关于中国“西气东送”、能源使用安全评估和能源综合运输体系方面的研究<sup>[52]</sup>。

## 五、CGE模型的主要局限

CGE模型嵌套了整个国民经济系统中各产业部门、各核算账户之间的各个子模块及其数量关系,便于考察国民经济某一部分的扰动对相关部分产生的影响,同时CGE模型生产函数和效用函数在形式上存在着多样化特征,使得CGE分析技术的实际应用领域并不仅仅局限于以上三个方面。如,2010年国务院发展研究中心课题组关于农民工市民化对扩大内需和经济增长影响的研究<sup>[53]</sup>,陈利锋对我国多区域社会保障均衡的政策模拟<sup>[54]</sup>,原鹏飞和魏巍贤关于房地产价格波动对宏观经济及部门经济影响的研究<sup>[55]</sup>等。

不过,尽管应用CGE模型进行政策分析的研究文献层出不穷,但这方面的研究仍然存在着一些不足。原因是CGE分析技术在理论假设、模型校准、参数估计及实际应用等方面仍然存在着种种缺陷,一定程度上制约了CGE模型实验效果和政策模拟作用的发挥。原因有很多:其一,数据是实证研究的基础,由于统计数据的不全面,在一定程度上会限制该模型的运用;其二,政策模拟模型多数是针对特定情形而设计的,缺乏通用性;其三,在CGE模型的理论应用方面,特别是实证中使用的均衡概念存在很大的争议。比如,不完全竞争理论中所涉及的非凸性、无边界、金融资产等。在社会公平和福利方面,正如1996年Dixon和Parmenter等所指出的,CGE模型在此领域的研究尚待完善,原因是应用中的社会福利仅仅关注重新分配消费者对不同商品的预算以及厂商间稀缺的生产要素,忽略了非自愿失业水平、公司竞争形势、技术进步等指标<sup>[56]</sup>。正如Borges所指出的,CGE模型最明显的缺陷在于它无法检验模型的数据在多大程度上符合历史事实。原因是该模型结构复杂且包含相当数量的参数,这些参数的独立性决定了参数获取渠道的独立性,而实际上数据很大一部分仅仅能根据文献间接获得。此外,CGE模型中的各种假设在真实的市场上并不能同时存在,且不同时期的模型假设是变化的,简单的复制文献中模型的数据不可取,需要根据当期的经济情况灵活取舍。其实,Borges提出的第二个问题就是关于模型的一般均衡假设。在该假设条件之下,所有的经济活动在达到均衡条件之前均已停止<sup>[57]</sup>。

上述缺陷,一定程度上阻碍了CGE模型分析技术被政策制定者广泛接受。不过,CGE模型的这

些缺陷也为以前的实证分析模型所共有,而不是该模型本身独有的问题,只要某些假设能够被准确的阐述和解释,CGE 模型就可以为政策制定者提供可信的预测结果。在 1997 年翟凡、李善同和冯珊珊构造中国经济的 CGE 模型<sup>[58]</sup>之后,国内研究者开始利用该技术对国内经济政策、贸易政策和资源、食品与环境政策等方面进行了实证考察,关于 CGE 模型的应用文献也开始大量涌现。不过,这些研究除了以上所说的在理论、数据和应用方面的局限性之外,CGE 模型在中国的适用性也有其特殊性。一方面,中国改革开放后国民经济体制和结构的特殊性,要求方程体系的变量和构造方法必须调整,以尽量反映中国经济运行的实际情形;另一方面,相关数据需要根据新的国民经济核算体系进行修订,一些关键性的参数需要进一步进行截面或时序的计量估计及校准。

## 六、结论与展望

纵观 CGE 模型的大量文献不难看出,目前求解 CGE 模型的方法和软件已经相当成熟,而且始于 Scarf 方法的大量数值处理为模型的实际应用和政策仿真实验,提供了求解技术上的支持。正是由于 CGE 模型的应用在地域和制度范围上没有界限,使得 CGE 分析技术已经由最初的国际贸易逐步拓展到财政税收、环境资源、国家发展战略、劳动力就业等经济活动的各领域。

然而,由于 CGE 模型在理论假设、数据获取与校准、实际应用方面的局限,一定程度上的确制约了其在政策分析上作用的发挥。不过,由于目前世界各国国民经济中长期发展规划的制定、国民经济结构的调整 and 经济增长目标数据的预测等,主要是依赖于 CGE 尤其是动态 CGE 分析技术,因此必须对 CGE 模型的实际应用进行深入的研究。总之,未来 CGE 模型要想在理论构造和求解技术方面有所创新和突破,就必须逐步修正模型结构、完善数据信息,只有这样才能让 CGE 模型为世界的和谐发展提出更加切合实际的政策建议。第一,在模型构造方面,CGE 模型采用 SAM 作为模型的基础均衡数据集,而 SAM 主要是基于 Leontief 的生产函数和投入产出矩阵,另外 Leontief 函数则是 CES 函数的特例,而 CES 函数又是 RES 函数的特例。因此,如何在这些函数之间架起理论的桥梁和纽带,将是下一步 CGE 模型理论研究突破的重点。第二,CGE 模型的理论基础和框架是瓦尔拉斯(Walras)一般均衡理论,而 Walras 均衡是有转移价格的林达尔(Lindahl)均衡的特例,构造合理的价格转移体系则是理论研究的难点。

在理论体系方面,如果再引入可转移的价格体系,并考虑可交换的商品是状态依存的商品结构,那么 Walras 均衡就应该称之为林达尔均衡及阿罗—德布鲁意义上的一般均衡。可见,将 CGE 模型运用于研究考虑公共品供给的区际公平和福利问题,用于分析不确定状态以及动态递归条件下的一般均衡,那么 CGE 模型必须有较大的创新和突破。比如,从模型的微观模块构造方面到模型的宏观嵌套与闭合以及动态化递归等方面,CGE 模型对于提高经济模拟和预测的准确性亟待突破。总之,目前 CGE 模型已经开始普及,并且被广泛用来分析诸如贸易政策、货币政策(如人民币汇率)、经济改革(如房产税改革)、二元经济结构以及大型项目(如三峡工程、高铁项目)等问题。除此之外,运用 CGE 模型,还能加深对于各种政策在产业规划、收入分配、区域协调和社会福利等方面的理解。CGE 模型的应用在促进政策制定部门设计出更加有效的符合人民利益与长期发展趋势的各种政策以及提高决策的科学性等方面将发挥无可比拟的巨大优势。

### 参考文献:

- [1] Scarf H. The approximation of fixed points of a continuous mapping[J]. SIAM Journal of Applied Mathematics, 1967, 15(6): 1328 - 43.
- [2] Scarf H. On the computation of equilibrium prices, in ten economic studies in the tradition of Irving Fischer[M]. New York: Wiley, 1967.
- [3] Scarf H. The core of an n person game[J]. Econometrica, 1967, 35(2): 50 - 69.
- [4] Debreu G, Scarf H. A limit theorem on the core of an economy[J]. International Economic Review, 1963, 26(4): 235 - 46.
- [5] Johansen L. A multi-sectoral study of economic growth[M]. North-Holland: Amsterdam, 1960.
- [6] Evans H D. A general equilibrium analysis of protection[M]. North-Holland: Amsterdam, 1972.

- [7] Scarf H. The computation of equilibrium prices, in applied general equilibrium analysis [M]. New York: Cambridge University Press, 1984.
- [8] Todd M J. Efficient methods of computing economic equilibrium, in applied general equilibrium analysis [M]. New York: Cambridge University Press, 1984.
- [9] Johansen L. A multi-sectoral study of economic growth [M]. North-Holland: Amsterdam, 1960.
- [10] Taylor L, Black S L. Practical general equilibrium estimation of resource pulls under trade liberation [J]. Journal of International Economics, 1974, 25(6): 37-58.
- [11] Dervis K, Robinson S. A general equilibrium analysis of foreign exchange shortages in a developing country [J]. Economic Journal, 1981, 91(3): 891-906.
- [12] Robinson S, Tyson L D. Foreign trade, resource allocation, and structural adjustment in Yugoslavia: 1976-1980 [J]. Journal of Comparative Economics, 1985(9): 46-70.
- [13] Dewatripont M, Robinson S. The impact of price rigidities: a computable general equilibrium analysis giannini foundation [D]. Working Paper, 1985(375).
- [14] Melo D J. Computable general equilibrium models for trade policy analysis in developing countries: a survey [J]. Journal of Policy Modeling 1988, 10(4): 469-530.
- [15] Armington P S. A theory of demand for products distinguished by place of production [J]. IMF Staff Papers, 1969, 16(1): 159-176.
- [16] Whalley J. Trade liberalization among major world trading areas [M]. Cambridge Mass: MIT Press, 1985.
- [17] Harris R G. Summary of a project on the general equilibrium evaluation of Canadian trade policy. Toronto: University of Toronto Press, 1985.
- [18] Goulder L, Eichengreen B. Trade policies for international competitiveness [R]. University of Chicago Press, Chicago, 1989.
- [19] Melo J d, Tarr D. Foreign trade policy [M]. Cambridge: MIT Press, 1989.
- [20] Boyd R, Krutilla K. The politics and consequences of protectionism: a case study in the North American lumber market [J]. Journal of Policy Modeling, Elsevier, 1992, 10(4): 601-609.
- [21] Adams F G, Park I. Measuring the impact of AFTA: an application of a linked CGE system [J]. Journal of Policy Modeling, 1995, 17(4): 325-365.
- [22] 李坤望, 张张伟. APEC 贸易自由化行动计划的评估 [J]. 世界经济, 1999(7): 40-45.
- [23] Alper G H, Kulshreshtha S N. Effects of real exchange rate changes on Canadian agriculture: a general equilibrium evaluation [J]. Journal of Policy Modeling, Elsevier, 1995, 17(6): 639-657.
- [24] Hertel T W, Winters L A. Poverty and the WTO: impacts of the Doha development agenda [R]. World Bank Publications, 2005.
- [25] Martine B, Marianne K, Janine P, et al. WTO agricultural negotiations: a comparison of the Harbinson and Swiss formula [M]. North-Holland: Amsterdam, 2005.
- [26] Benjamin B C. Investment, the real exchange rate, and Dutch disease: a two-period general equilibrium model of Cameroon [J]. Journal of Policy Modeling, 1990, 12(1): 77-92.
- [27] Mercenier J. Can "1992" reduce unemployment in Europe? On welfare and employment effects of Europe's move to a single market [J]. Journal of Policy Modeling, 1995, 17(1): 1-37.
- [28] Markus L, Peter R. Potential impact of the WTO Doha round on Swiss agriculture [R]. Swiss Journal of Economics and Statistics, 2004, 140(IV): 569-583.
- [29] 李善同, 何建武. 后配额时期中国、美国及欧盟纺织品贸易政策的影响分析 [J]. 世界经济, 2007(1): 3-11.
- [30] Ballard C, Fullerton D, Shoven J, Whalley J. A general equilibrium model for tax policy evaluation [M]. Chicago: University of Chicago Press for NBER, 1985.
- [31] Keller W J. Tax incidence: a general equilibrium approach [M]. North-Holland: Amsterdam, 1980.
- [32] Kehoe T J, Serra-Puche J. A computational general equilibrium model with endogenous unemployment: an analysis of the 1980 Fiscal Reform in Mexico [J]. Journal of Public Economics, 1983, 22(1): 1-26.
- [33] 翟凡, 李善同, 王直. 关税减让、国内税替代及其收入分配效应 [J]. 经济研究, 1996(12): 41-50.
- [34] Ruocco A. Equity and efficiency aspects of the Italian debt reduction [J]. Economic Modeling, 1999, 16(4): 569-589.
- [35] Mun-Heng T, Qian LIN. An evaluation of the 1994 tax reform in China using a general equilibrium model [J]. China Economic Review, 2005, 16(3): 246-270.
- [36] Doina R, Michael S. The impact of the 2008 German corporate tax reform: a dynamic CGE analysis [J]. Economic Modeling, 2010, 27(1): 454-467.



- [37] 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所 PRGEM 课题组. 中国税制改革效应的一般均衡分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(9):33-45.
- [38] 程凌. 统一内外资企业所得税率对税收及社会福利的影响:基于 CGE 的分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2007(10):67-80.
- [39] Dofournand M, Harrington J, Rogers P. Leontief's environmental repercussions and the economic structure revisited: a general equilibrium formulation[J]. Geographical Analysis, 1988, 28(4):318-327.
- [40] Robinson S. Pollution, market failure, and optimal policy in an economy-wide framework[D]. Agricultural and Resource Economics Working Paper, University of California, 1990.
- [41] Jorgenson D W, Wilcoxon P J. Intertemporal general equilibrium modeling of U. S. environmental regulation[J]. Journal of Policy Modeling, 1990, 12(4):715-744.
- [42] Bruvoll A, Glomsrod A, Vennemo H. Environmental drag: evidence from Norway[J]. Ecological Economics, 1999, 30(2):235-249.
- [43] Patriquin M N, Janaki R, Alavalapati R, et al. William a white: Incorporating natural capital into economy-wide impact analysis: a case study from Alberta[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2006, 86(2):149-169.
- [44] Stenberg L C, Siriwardana M. Forest conservation in the Philippines: an economic assessment of selected policy Responses using a computable general equilibrium model[J]. Forest Policy and Economics, 2006, 25(1):164-171.
- [45] Bunriaux J M, Martin J P, Nicoletti G, et al. A multi-regional dynamic general equilibrium model for quantifying the costs of curbing CO<sub>2</sub> emissions: a technical manual, department of economic and statistics[R]. Working Paper, 1992.
- [46] 贺菊煌, 沈可挺, 徐篙龄. 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.
- [47] 何建武, 李善同. 二氧化碳减排区域经济发展[J]. 管理评论, 2010(6):9-16.
- [48] Berritella M, Rehdanz K, Roson K, Richard S J. The economic impact of water pricing: a computable general equilibrium analysis[R]. Working Paper, 2005.
- [49] Ghadimi H. A dynamic CGE analysis of exhaustible resources: the case of an oil exporting developing country[R]. Research Paper, 2006.
- [50] 金艳鸣, 黄涛, 雷明. “西气东送”中的生态补偿机制研究[J]. 中国工业经济, 2007(10):21-28.
- [51] 王林秀, 邹艳芬, 魏晓平. 基于 CGE 和 FEA 的中国能源使用安全评估[J]. 中国工业经济, 2009(4):85-93.
- [52] 姚昕, 孔庆宝. 中国能源综合运输体系及其宏观影响[J]. 金融研究, 2010(4):29-39.
- [53] 国务院发展研究中心课题组. 农民工市民化对扩大内需和经济增长的影响[J]. 经济研究, 2010(6):4-16+41.
- [54] 陈利锋. 基于非线性 RBC 模型的我国经济周期波动研究[J]. 南京审计学院学报, 2013(5):9-15.
- [55] 原鹏飞, 魏魏贤. 房地产价格波动的宏观经济及部门经济影响[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(5):88-103.
- [56] Dixon P, Parmenter B, Sutton J, Vincent D. Orani: a multi-sector model of the Australia economy[M]. North-Holland: Amsterdam, 1982.
- [57] Borges A M. Applied general equilibrium models: an assessment of their usefulness for policy analysis[J]. OECD Economic Studies, 1986, 7(1):108-113.
- [58] 翟凡, 李善同, 冯珊. 一个中国经济的可计算均衡模型[J]. 数量经济技术经济研究, 1997(3):38-44.

[责任编辑:杨志辉]

## A Literature Review on the Application of Computable General Equilibrium Model

WU Fuxiang<sup>1</sup>, ZHU Lei<sup>2</sup>

- (1. School of Business, Nanjing University, Nanjing 210093, China;  
2. Haitong Securities Research Institute, Shanghai 200001, China)

**Abstract:** In the past years scholars used to apply CGE models in the field of international trade, but now the method is used in various fields like tax revenue, environment and resources, national development strategy, labor employment and so on. At the same time, however, the limitations of CGE models in theoretical assumptions, model calibration, data acquisition and inspection and practical application apparently restrict their advantages in policy analysis yet. Therefore, it's important to correct models and revise data to strengthen the empirical application of CGE models, which will help to put forward more practical policy suggestions for the harmonious development of the world in areas such as module construction in microscope, nesting and closure in microscope, and dynamic recursiveness and so on.

**Key Words:** computable general equilibrium; social accounting matrix; dynamic recursiveness; nested and closure; CGE model