

应用 CGE 模型分析 中国征收燃油税的经济影响^{*}

庞 军, 邹 骥, 傅 莎

(中国人民大学 环境学院环境经济与管理系, 北京 100872)

摘 要: 本文利用作者构建的“能源 - 经济 - 环境”CGE 模型模拟了中国征收燃油税的经济影响。模拟结果表明, 征收燃油税会在一定程度上对我国的经济增长、居民福利以及部分产业的发展带来负面影响, 但却将有效促进国内成品油需求量的降低, 有利于减少石油进口和保障我国能源安全。当前, 我国应该在采取有效措施积极应对燃油税负面影响的前提下稳步推进燃油税改革。

关键词: CGE 模型; 燃油税; 经济增长; 能源结构

随着近年来我国经济飞速发展和汽车拥有量的快速增加, 国内成品油的消费量也急剧上升, 石油安全问题已经成为我国面临的严峻挑战之一。在这种背景下, 国内对于开征燃油税的呼声日益增强。开征燃油税将促进全社会燃油需求的下降和节约用油意识的增强, 但也可能对我国经济增长以及部分行业的发展产生负面影响。因此, 有必要对我国征收燃油税的利弊得失进行深入分析, 本论文即是利用作者所构建的中国“能源 - 经济 - 环境”CGE 模型模拟我国征收燃油税的经济影响。

一、CGE 模型概述

CGE 模型的英文全名为 Computable General Equilibrium Model, 译为“可计算一般均衡模型”, 是根据著名经济学家瓦尔拉斯 (Walras) 的一般均衡理论建立起来的反映所有市场活动的经济模型, 它用一组方程来描述经济系统中的供给、需求以及市场关系, 其着眼于经济系统内的所有市场、所有价格, 以及各种商品和要素的供求关系, 要求所有市场都达到供求平衡。

一般均衡理论始于瓦尔拉斯 1874 年的专著《纯粹经济学要义》^[1], 该理论将经济系统看作一个整体, 研究其中各要素之间复杂的相互作用和相互依存关系。一般均衡理论考察在经济系统中的市场均衡和总量均衡, 以及在一定条件下因供求关系的变动所导致的价格变动, 进而又使供求关系趋向均衡的经济变量的运动过程。根据瓦尔拉斯定理, 满足下列条件的经济状态称为一般均衡状态: 1) 每一个消费者都根

据自己的预算约束选购自己认为最佳的商品组合, 以实现自身效用的最大化, 这种预算约束是由生产要素和商品的价格所决定的; 2) 在生产要素和商品的价格一定的情况下, 每一个消费者向生产单位提供的生产要素的数量, 是由消费者自己决定的; 3) 在工艺、技术水平、资源和市场容量一定的情况下, 每一个生产者都努力谋求最大利润, 但长期利润为零; 4) 在现有价格下, 商品和资源市场上供求均衡, 即不存在超额需求。

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^[2]。正是由于 CGE 模型在经济体的各个组成部分之间建立起了数量联系, 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^[3]开发出来的。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

作者简介: 庞军 (1971 年 -), 中国人民大学环境学院讲师, 硕士生导师, 研究方向: 能源及气候变化经济学、环境经济一般均衡分析。

*** 基金项目:** 中国人民大学科学研究基金项目, “基于 CGE 模型的中国能源与气候变化政策分析 (编号: 30307101)”, 项目主持人: 庞军。

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, 是经济学领域进行政策分析的有效工具。

CGE 模型在能源政策分析领域正得到越来越广泛的应用^[4], 国内已有少数学者^{[5][6]}利用 CGE 模型开展了征收硫税、碳税的经济影响分析, 近年来 CGE 模型在“能源 - 经济 - 环境”复杂系统建模领域也得到了应用和推广^[7]。

二、CE3 - GEM 模型结构及数据基础

本论文所采用的分析工具即是作者开发的中国“能源 - 经济 - 环境”CGE 模型, 简称 CE3 - GEM, 该模型将能源、经济和环境系统同时纳入一般均衡的分析框架, 从而可以实施能源及环境政策分析。

在 CE3 - GEM 中, 市场主体被划分为 4 类: 企业, 居民户, 政府和世界其他地区, 其中居民户又被细分为城市居民和农村居民。同时, 生产部门被划分为 12 个, 分别为石油开采、石油加工、天然气、煤炭开采、煤炭加工、电力、农业、轻工业、重工业、建筑业、服务业、交通和运输业, 前 6 个部门主要从事能源的生产和供给, 后 6 个部门则与产品和服务的供给相关。另外, 在 CE3 - GEM 中能源同劳动力和资本一样被作为要素处理, 并被细分为原油、成品油、天然气、原煤、焦炭和电力 6 种能源要素。在 CE3 - GEM 中, 部门总产出包括增加值和中间投入两部分, 其中增加值部分通过一个具有三个基本投入要素(劳动, 资本和能源)的多级嵌套 CES 函数描述, 最后通过将增加值和中间投入纳入里昂惕夫函数中得到总产出, 具体的生产函数嵌套结构参见图 1。

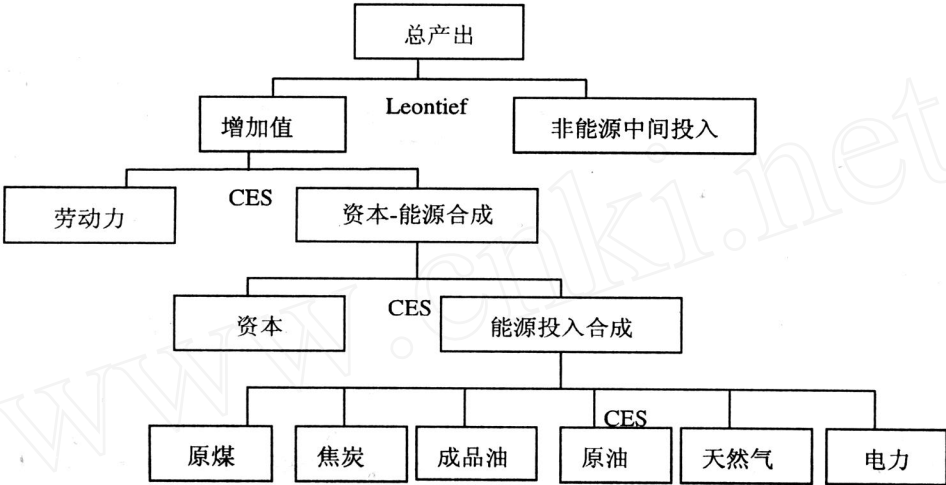


图 1 CE3-GEM 模型中生产函数的嵌套结构

CE3 - GEM 假设市场完全竞争, 所有部门均在规模收益不变的生产技术约束下按成本最小化原则进行要素投入和产品产出的决策。CE3 - GEM 的均衡模块包括 3 个市场出清条件和 3 个宏观平衡条件: 3 个市场出清条件分别为商品市场出清、劳动力市场出清和资本市场出清; 3 个宏观平衡条件分别是政府预算平衡、国际收支平衡和储蓄投资平衡。CE3 - GEM 采用“新古典”闭合规则, 即投资作为内生变量应等于储蓄, 投资由储蓄决定。

CE3 - GEM 为一个静态 CGE 模型, 适于进行比较静态分析。该模型通过生产模块、价格模块、收入支出模块、投资模块、贸易模块、能源环境模块、福利模块和均衡模块等 8 个模块对中国“能源 - 经济 - 环境”(3E) 系统进行全面描述, 包括 753 个方程、753 个内生变量、26 个外生变量和 732 个参数。

CE3 - GEM 选择 2002 年为基准年, 以 2002 年中国投入产出表为基础, 结合 2002 年其它宏观经济、环境和能源统计数据编制了符合 CE3 - GEM 结构要

求的中国“能源 - 经济 - 环境”社会核算矩阵, 并采用交互熵 (Cross - Entropy) 方法实现了该社会核算矩阵的平衡。社会核算矩阵 (简称 SAM) 是对一定时期内一国 (或地区) 各种经济行为主体之间发生的交易数额的全面而又一致的记录, 其在生产部门、要素和机构高度集结的层次上为整个经济的复杂联系提供了一个综合一致的核算框架。SAM 的核心是各账户的收支构成和相互平衡, 而在一个均衡的经济状态下这些账户的平衡意味着: 生产者的成本等于收益; 每一经济主体的收入等于支出; 每一商品的需求等于供给^[8]; 同时, 在 SAM 中还隐含着三项重要的宏观经济平衡关系, 即政府预算平衡、国际收支平衡和储蓄投资平衡。由于 SAM 能准确刻画模型中的各种收支平衡关系, 因此被作为 CGE 模型的基础均衡数据集并直接应用于参数校准。CE3 - GEM 按照先总体后局部的 SAM 编制原则, 即首先编制一个符合自身特点的“能源 - 经济 - 环境”宏观 SAM (具体结构参见表 1) 作为控制数据, 然后对各个账户进行

分解、细化，编制详细的分解 SAM 表，以满足模型 需要。

表 1 中国“能源 - 经济 - 环境”宏观 SAM 的结构

			生产		要素			经济主体		能源	政府	资本	世界	汇总
			活动	商品与 服务	劳动	资本	能源	企业	住户	环境 税		账户	其它 地区	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
生产	活动	1	—	国内销 售总额	—	—	—	—	—	—	-	—	出口	总产 出
	商品 与服务	2	中间 投入	—	—	—	能源投入	—	居民 户消 费	—	政府 消费	资本 形成	—	总需 求
要素	劳动	3	增加 值	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	要素 收入
	资本	4	增加 值											
	能源	5	增加 值											
经济 主体	企业	6	—	—	—	资本 收益	—	—	—	—	政府对 企业的 转移 支付	—	—	企业 收入
	住户	7	—	—	—	劳动 报酬	—	企业 对 居民 的 转移 支付	—	—	政府对 居民 户的 转移 支付	—	国外 净 汇入	居民 户 收入
能源 环境税		8	能源 环境 税	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	能源 环境 税
政府		9	间接 税费	关税	—	—	—	企业直 接税费	居民 户直 接 税费	能源 环境 税	—	-	国外 净 借入	政府 收入
资本 账户		10	—	—	—	—	—	企业 储蓄	居民 户 储蓄	—	政府 储蓄	—	国外 净 储蓄	总储 蓄
世界 其它 地区		11	—	进口	—	—	—	—	—	—	—	—	—	国外 收入
汇总		12	总成 本	总供给	要素支出			企业 支出	居民 户 支出	能源 环境 税	政府 支出	总投 资	国外 支出	-

在此基础上，一方面通过专家调查和文献检索得到了外生参数的值，另一方面基于上述 SAM 对模型内生参数进行了校准，最终得到了模型中的所有参数值。CE3 - GEM 采用 GAMS 软件实现其程序表达和模型求解。在模型有效性检验方面，CE3 - GEM 模型通过了基准均衡再现、价格齐次性和实际变量齐次性等检验，从而可以应用于能源政策分析。

CE3 - GEM 模型对燃油税政策的描述主要体现在环境能源模块中，通过引入 20%燃油税税率将对燃油税的政策分析纳入一般均衡框架，并定量分析中国

征收燃油税的经济影响。

三、宏观影响分析

表 2 征收 20%燃油税时主要
宏观经济指标的变动百分比

GDP	- 0.345%
总投资	0.779%
总储蓄	0.779%
总消费	- 0.904%
总产出	- 0.623%

总进口	- 0.636%
总出口	- 0.526%
平均工资率	- 0.806%
居民可支配收入	- 1.078%
政府总收入	6.181%
企业储蓄	- 0.945%
居民储蓄	- 1.078%
政府储蓄	39.450%
农村居民福利	- 0.809%
城市居民福利	- 0.916%

表 2 列出了 CE3 - GEM 所模拟的征收 20% 燃油税时我国主要宏观经济指标的变化情况。从该表可以看出, 相比没有燃油税这一基准情景而言, 征收燃油税将对整体经济造成负面影响, 包括 GDP、总产出、总消费在内的大多数宏观经济变量都会有不同幅度的下降。从该表可以看出, 居民的可支配收入受到燃油税影响而下降, 在所得税率和储蓄率固定不变的假设条件下, 导致居民消费和居民储蓄的下降; 政府收入由于征收燃油税而有所增加, 但是由于模型中政府总消费支出是一定的, 因此政府收入增加将导致政府储蓄的增加, 而社会总消费呈现下降趋势。另外, 由于 CE3 - GEM 模型使用新古典假设, 投资额由储蓄决定, 因此社会总储蓄的上升导致总投资有一定幅度的

上升。由表 2 可以看出, 进出口总额均下降, 其中进口下降幅度大于出口下降幅度。

在 CE3 - GEM 模型中, 居民福利函数是根据希克斯均衡设立的, 居民福利的变化实际上反映的是居民消费的变化。提高燃油税后, 居民可支配收入下降导致居民消费量的下降, 最终导致居民福利的下降。而从表 2 可以看出, 城市居民福利受损的程度略大于农村居民, 同时居民福利受损的程度要大于 GDP 的降低幅度。

四、部门影响分析

(一) 对各部门产出水平和产出价格的影响

表 3 给出了 CE3 - GEM 所模拟的征收 20% 燃油税时对我国各部门产出水平及产出价格的影响。首先, 由该表可以看出: 煤炭开采、煤炭加工、电力、轻工和建筑 5 个部门的产出水平出现了上升, 其中上升最快的是煤炭开采和电力部门; 其余 7 个部门的产出则出现了不同程度的下降, 其中尤以石油加工和开采部门的下降幅度最为明显; 另外, 由于交通运输业对成品油的依赖, 其产出水平也有相当程度的下降。至于征收燃油税对各部门产出价格的影响, 由表 3 可以看出, 石油加工、煤炭加工、天然气开采、重工业、建筑业和交通运输业的产出价格有一定程度上涨, 其中上涨最明显的是成品油的主要使用部门交通运输业, 其次是成品油的生产部门石油加工业。

表 3 征收 20% 燃油税时各部门产出水平及价格的变动百分比

	石油开采	石油加工	天然气开采	煤炭开采	煤炭加工	电力
总产出	- 11.337%	- 14.165%	- 2.640%	2.411%	0.357%	1.179%
产出价格	- 0.230%	0.700%	0.500%	- 0.250%	0.630%	0.460%
	农业	轻工业	重工业	建筑	服务	交通运输
总产出	- 0.179%	0.0263%	- 0.522%	0.394%	- 0.280%	- 1.999%
产出价格	- 0.460%	- 0.270%	0.180%	0.310%	- 0.350%	2.270%

(二) 对各部门劳动力和资本要素投入的影响

表 4 给出了 CE3 - GEM 所模拟的征收 20% 燃油税时对我国各部门劳动力和资本投入的影响。由表 4 可见, 实施燃油税后, 石油开采和加工部门的劳动力和资本投入将显著降低, 而煤炭开采、加工、电力、建筑、轻工和农业部门的劳动力和资本投入则有不同幅度的增加, 显示出征收燃油税将导致劳动力和资本从石油相关部门向其它部门的转移, 同时天然气开采部门和服务业的资本和劳动投入也有一定程度下降。另外, 交通运输业和重工业受燃油税影响出现了资本投入增加和劳动力要素投入减少的现象, 这与这两个部门整体产出水平下降幅度、资本劳动之间以及资本能源之间的替代弹性大小都有关系。对于其余部门而言则意味着资本和劳动力要素投入的同时增加。

表 4 征收 20% 燃油税时各部门要素投入的变动百分比

	劳动力	资本
石油开采	- 11.040%	- 11.045%
石油加工	- 13.458%	- 13.234%
天然气开采	- 1.939%	- 1.675%
煤炭开采	2.636%	2.743%
煤炭加工	1.114%	1.307%
电力	1.840%	2.026%
农业	0.000%	0.131%
轻工业	0.243%	0.259%
重工业	- 0.010%	0.206%
建筑	1.080%	1.564%
服务	- 0.072%	- 0.126%
交通运输	- 0.545%	0.417%

五、征收燃油税对全社会能源消费结构的影响

图 2 给出了 CE3 - GEM 所模拟的征收 20% 燃油税时我国全社会能源消费结构的变化情况。由图 2 可以看出, 对于整个经济体而言, 征收燃油税后原煤、焦炭、电力和天然气的投入份额将增加, 而原油和成品油的份额将减少。由此可以看出征收燃油税在一定程度上将抑制全社会对成品油的消费需求, 促进各生产部门节约燃油工作的开展。然而, 单独看燃油税的征收效果, 可以发现其在促进更清洁燃料如天然气使用的时候, 也将导致以煤炭为主的一次或二次能源(包括原煤、焦炭和电力)用量增加。

燃油税对各生产部门能源使用结构的影响主要是因为征收燃油税后, 导致不同类型能源的附加成本不同, 生产者基于最优化原则重新选择其能源消费组合所致。模型模拟结果显示征收燃油税确实可以抑制全社会对原油特别是成品油的需求, 降低石油供应的压力, 有利于保障我国的能源安全。

六、政策建议

首先, 征收燃油税可以起到降低全社会成品油需

求的作用, 是节约燃油、提高油品使用效率、保障能源安全与促进社会经济可持续发展的有效手段。可以预见, 征收燃油税将极大地促进全社会的节能意识, 抑制大排量汽车的生产和销售, 有利于“节约型社会”建设、环境保护及汽车行业的产业结构调整, 有利于减少石油进口依赖和加强国内能源安全, 并起到促进技术进步的作用。当前, 我国应该在采取积极措施应对燃油税负面影响的前提下稳步推进燃油税改革。

然而, 征收燃油税会在一定程度上对我国的宏观经济增长带来负面影响, 并且也会使城乡居民面临程度不等的福利损失, 其中城市居民的福利损失更大。另外, 征收燃油税会对各产业部门产生不同程度的影响, 其中交通运输部门受到的冲击最大。因此, 燃油税率的确定需要在预期的节能效果和经济损失之间找到平衡点, 同时政府应该通过财政转移支付等手段弥补征收燃油税对部分产业和居民所造成的不利影响, 从而在征收燃油税的同时致力于社会公平, 将征收燃油税的负面影响降至最低。

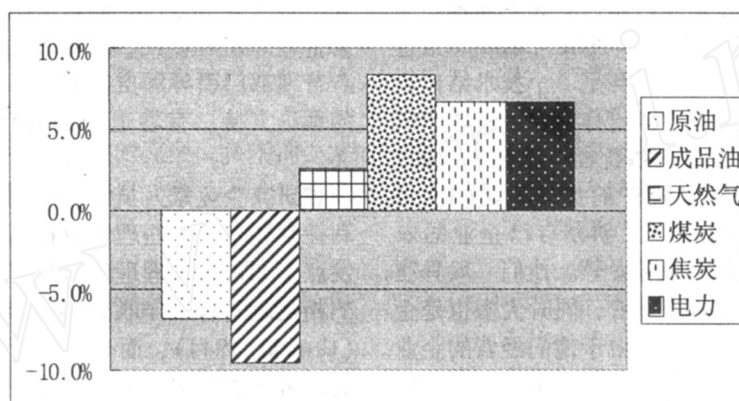


图2 征收20%燃油税时全社会能源消费结构的变化情况

参考文献:

- [1] 瓦尔拉斯著、蔡受百译. 纯粹经济学要义 [M]. 北京: 商务印书馆, 1989.
- [2] 徐滇庆. “可计算一般均衡模型 (CGE) 及其新发展”. 载于汤敏、茅于軾主编, 现代经济学前沿专题 [C], 第二集, 商务印书馆, 1993.
- [3] Johanson, L. A Multi - Sectoral Study of Economic Growth [M], Amsterdam: North - Holland Publishing Company 1960.
- [4] 庞军, 邹骥. 可计算一般均衡模型与环境政策分析 [J]. 中国人口资源与环境, 2005, 15 (1): 56 - 60.
- [5] 宣晓伟. 用 CGE 模型分析征收碳税对中国经济的影响 [D]. 北京: 北京大学, 2003.

- [6] Zhang, Z. X. Marco - economic and Sectoral Effects of Carbon Taxes: A General Equilibrium Analysis of China [J]. Economic System Research, 10 (2), 135 - 159.

- [7] Robinson, S. ? “Multisectoral Models”. Chapter 18 H. in Chenery and T.N. Srinivasan (eds) Handbook of Development Economics [C], 1989, Volume 2, Elsevier Science Publishers, 885 - 947.

- [8] 魏一鸣, 吴刚, 刘兰翠, 范英. 能源 - 经济 - 环境复杂系统建模与应用进展 [J]. 管理学报, 2005, 2 (2): 159 - 170.

(编辑校对: 余朝锡 李金发)