

## 基于 CGE 模型的政策模拟系统的研究

李志刚<sup>1</sup> 傅泽田<sup>1</sup> 郑志安<sup>1</sup> 李玲<sup>2</sup>

(1. 中国农业大学工学院, 北京 100083; 2. 石河子大学机械电子工程学院, 新疆 石河子 832000)

**摘要** 针对目前政策模拟分析系统缺乏的问题,提出利用计算机技术将 CGE 模型、DSS、数据仓库、数据转换等集成在一个模拟系统中:采用 Visual C++ .net 开发模拟分析系统的人机交互界面和问题处理系统;GAMS IDE 完成 CGE 模型生成和求解系统;数据仓库采用 SQL Server 2000 设计并实现,构造了政策模拟原型系统。在所设计的模拟系统上,以农业补贴政策模拟为例,通过情景分析法进行实证模拟分析。结果表明:模拟集成系统初步实现了 CGE 建模、模拟计算、系统维护及人机交互的功能。该模拟系统能够解决实际政策模拟问题,辅助决策者进行政策制定。

**关键词** 政策模拟; CGE 模型; DSS; 系统集成

**中图分类号** TP 315

**文章编号** 1007-4333(2006)05-0098-05

**文献标识码** A

### Research of policy simulation system based on CGE model

Li Zhigang<sup>1</sup>, Fu Zetian<sup>1</sup>, Zheng Zhian<sup>1</sup>, Li Ling<sup>2</sup>

(1. College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China;

2. College of Machinery and Electricity Engineering, Shihezi University, Shihezi 832000, China)

**Abstract** Aiming at the situation that the simulating systems are very limited for policy simulation at present, a simulation system which makes use of computer technique is presented in this paper. The Visual C++ .net software was adopted to accomplish this integrate platform. The building and solving systems of CGE model were embedded into the GAMS software. The data warehouse was set up by SQL Server 2000 software. In this system, we integrated CGE model, DSS, data warehouse and data convert into one and established a prototype of the PSSBCGE policy simulation system. Through the scene analytical method, we simulated the agriculture subsidizes policy. The analytical results demonstrated that the prototype system had carried out some functions of the simulation system. In a word, this system can be used for the actual policy simulation problem and provide a decision support for decision maker.

**Key words** policy simulation; computable general equilibrium model; DSS; system integrated

政策模拟是指针对政策问题进行数学建模、模拟计算和基于计算机技术的政策虚拟试验。政策模拟是信息时代的新兴学科,是政策科学在分析技术上的发展。面对各种社会经济问题,通过对经济政策的模拟计算,分析其对社会诸多方面的影响,评估政策效果,可以提高政策制定的科学性<sup>[1]</sup>。政策模拟的发展有助于国家制定经济贸易政策、能源与环境政策、判定国家经济状况等。特别是我国已加入 WTO,面对通过模拟计算制定政策的发达国家的市

场竞争,提高政府的决策水平具有现实意义。

在政策模拟研究领域,国内外学者利用计算机技术开发了多种政策模拟系统<sup>[2-8]</sup>,利用计算机寻优,达到政策优化的目的。美国经济模型 ASPEN<sup>[2]</sup>是一个新的经济模拟实验平台,其原型主要用于经济周期波动现象的分析,后经扩展用于分析货币政策的政策效应;Iba T 等<sup>[3]</sup>设计了箱装经济模型,提供了一个开放的模型开发环境;张世伟等<sup>[6]</sup>研发了宏观经济模型平台 ASMEC-I,用于对财政和货币政

收稿日期: 2006-05-08

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70133011)

作者简介: 李志刚,博士研究生, E-mail: lizhigang1998@163.com;傅泽田,教授,博士生导师,通讯作者,主要从事农业系统与知识工程研究, E-mail: fzt@cau.edu.cn

策的政策效应模拟;黄季焜等<sup>[8]</sup>建立了中国农业政策分析和预测模型 CAPSiM,用于分析各种政策和外界冲击对我国各种农产品的生产、消费、价格、市场和贸易影响,当前版本采用 Visual C 6 # 程序设计,用户界面友好,易于操作。可计算一般均衡模型<sup>[9]</sup>(computable general equilibrium,CGE)把经济系统的整体作为分析对象,通过对经济系统整体的仿真对特定经济策略变动进行分析,用全面的观点考察一个经济系统中各种商品和生产要素之间的供给和需求关系。CGE 模型将宏观经济体系划分为大量的可计算的部分,通过计算模拟而不是解析分析,研究在一般均衡框架下价格变动对经济体系的影响<sup>[10~12]</sup>。以 CGE 技术为基础,发达国家建立了很多宏观经济模拟系统<sup>[13]</sup>,如美国的 Fair-model 系统,澳大利亚的 Murphy Model 系统,美、日、德、澳等的 MSG2 多国模型,等等。在这方面,我国以前主要采用统计分析或经验判断,存在较大差距。虽然近年来在模型方面有了一定的发展<sup>[14~15]</sup>,但研究还远远不够,研发这一类新型政策模拟系统具有较

大的理论和实际意义。

目前,将政策模拟、CGE 模型、DSS 决策系统集成化研究的较少。本研究旨在构造一个集成的基于数理经济的模型——CGE 模型的政策模拟系统 PSSBCGE (Policy Simulation System Based on CGE)。

## 1 可计算一般均衡 CGE 模型

CGE 模型分析的基本思想是:生产者根据利润最大化原则,在资源约束条件下,确定各种商品的最优供给量和对生产要素的需求;消费者根据效用最大化原则,在预算约束的条件下,确定对各种商品的需求量,当最优供给量与最优需求量相等时,经济系统达到最稳定的均衡状态,同时由均衡供给量和需求量求出一组商品的均衡价格。

从模型建模的角度分析,CGE 模型就是描述经济系统供求平衡关系的 1 组方程组,一般包括供给、需求和均衡 3 组方程。本研究所设计 CGE 模型的基本结构见表 1。

表 1 CGE 模型的基本结构

Table 1 Fundamental structure of CGE model

项目	供给	需求	供求关系
主体	生产者,包括国民经济各生产部门	消费者,包括居民、企业、政府	市场
行为	生产者追求利润最大化 生产函数 约束方程	消费者追求效用最大化 消费者效用函数 约束方程	寻求使市场均衡的价格 产品市场均衡方程 要素市场均衡方程
方程	优化条件方程 生产要素的需求方程	优化条件方程 产品需求方程 生产要素的供给方程	居民收支均衡方程 政府预算均衡方程 国际市场均衡方程
变量	商品价格与数量、生产要素价格与数量、制度变量、表示技术进步的变量、宏观变量		

### 1) 生产者行为。

在 CGE 模型的生产部分,模型假设在每个生产部门有 1 个竞争性企业,每个企业生产 1 种产品。总的生产函数用 Leontief 与多重嵌套的 CES 生产函数<sup>[9]</sup>描述。模型假设企业生产出的产品根据收入最大的原则按转换弹性不变函数在出口和国内市场间分配。

在第 1 层次,总产出由要素与能源中间投入的组合(增加值-能源)以及其他中间投入两方面决定。在所有部门,技术都呈现规模不变的特性,这意味着不变的平均成本和边际成本。在第 2 层次,中

间投入用 Leontief 结构描述,即它们中间不存在可替代性。同时,增加值-能源被分解为劳动和能源-资本,前者又被分解为不同熟练程度的劳动力。在每一个嵌套层次上,所有的合成束都是采用 CES 函数来描述其替代关系的,可替代的程度取决于替代弹性和基年生产过程中它们的份额。

### 2) 消费者行为。

假设居民的消费需求由复合商品构成,允许不同复合商品之间的不完全替代,居民在总消费预算约束的条件下最大化其效用,从而导出居民需求函数为线性支出系统 LES 或扩展的线性支出系统

EL ES<sup>[9]</sup>。

其他最终需求,如政府消费、公共和私人投资需求则用 C-D 效用函数描述其对各种商品的需求。库存增加全部是对国内产品的需求,而企业的中间需求、居民消费、政府消费、公共部门支出、投资需求则形成了对复合商品的需求。建模时假定来自不同地区的产品,即进口和国内产品是不完全替代的。

### 3) 政府行为和收入分配。

政府的作用是制定有关政策,如税收、利率、汇率、关税以及财政补贴政策等。在 CGE 模型中,将这些政策作为控制变量纳入方程体系,研究这些政策变量对整个经济系统产生的影响。此外政府也作为消费者出现在 CGE 模型中。政府收入包括企业直接税、居民所得税、进口关税和各种间接税,政府开支包括各种公共事业开支、转移支付和财政补贴。

企业收入等于总营业盈余(各部门资本回报之和)减去政府的企业税。企业税后收入中部分作为转移分配给居民,其余部分为企业留利,即企业储蓄。居民总收入 = 总劳动收入 + 部分资本收入 + 净企业收入 + 从政府得到的转移和补贴 + 净国外汇款。居民可支配收入即是居民收入减去各种税。

### 4) 对外贸易。

在对外贸易中往往采用“小国假设”将商品的世界价格设为固定不变,即国际市场价格不受进口需求的影响。当前较为普遍的做法是假设国内产品和国外产品是不完全替代的,即采用阿明顿(Armington)假设<sup>[9]</sup>,并用 CES 方程描述进口行为过程,用常弹性转换方程描述国内产品在国内市场和出口之间进行优化分配的行为过程。在进出口两方面的优化过程中,进出口商品的价格均与关税和汇率有关,任何关税或汇率的变化均会影响到进出口。

### 5) 均衡结构。

模型中的均衡是指各市场的供求平衡:所有商品和要素的需求等于供给;每一部门的利润为 0;总投资等于总储蓄。

### 6) 宏观闭合条件。

模型宏观闭合采用新古典封闭原则,即储蓄-投资平衡,要求总投资加上库存增加等于各种储蓄——私人、政府、企业和国外储蓄之和。模型假设投资内生地等于储蓄,其特点是假定整体经济活动的运行是由储蓄驱动,将经济中的所有储蓄转化为投资。

CGE 模型是由 75 个方程构成的联立方程组,

其中包含供给方程 23 个、需求方程 15 个、政府行为和收入分配方程 20 个、均衡与宏观闭合方程 17 个,模型中外生变量与内生变量数目随部门数及劳动力分类数目不同而不同。

从对模型的一般结构分析可知,CGE 模型的作用首先在于描述现实的经济结构和经济运行,描述生产者、消费者、政府等行为主体在各自的预算约束下追求利润或效用最大化的行为,并最终在市场机制的作用下,达到各个市场的均衡;其次才是利用模型进行政策模拟分析。

## 2 政策模拟系统的构建

政策模拟是计算机时代政策科学在分析技术上的发展,政策模型需要信息系统的支持,因此政策模拟向技术方面的延伸是决策支持系统。政策研究从纯技术角度看,也是对信息的获取、处理、传递和分析的过程,是综合利用信息技术和人脑思维功能的智能技术。这使得可以充分利用现代计算机技术建立数据的收集、处理和传递系统,建立全面、有效的数据库,开展政策模拟分析研究。

### 2.1 系统的基本功能与特点

1) 数据获取、导入、处理功能。系统具有从外部数据库导入数据的功能;建立符合实际的标准数据结构,方便系统获取用户的数据,随时更新数据仓库。系统可以随时根据用户的需要进行数据查询,以及对数据的存储转换,方便各个功能模块调用这些数据。

2) 政策模拟、计算分析功能。系统能够满足 CGE 模拟计算需求,将 CGE 模型、DSS 决策方法和工具、数据仓库技术面向政策决策问题集成。最大限度地为用户提供进行一个高效的、全面的、可视化的政策模拟系统。

3) 系统运行过程是一个与决策者交互的过程。为用户理解 CGE 模型结构、社会核算矩阵、政策模拟原理提供直观形象的帮助支持;在此基础上,通过交互过程逐步地为用户明确其决策问题,形成政策模拟仿真方案;运行系统得出政策模拟结果,最后形成政策建议,提供给决策者。

### 2.2 基于数据仓库的模拟系统总体结构

本研究构造的模拟系统 PSSBCGE 包括 6 大模块:知识库管理系统、数据库管理系统、政策问题生成系统、CGE 模型生成系统、CGE 模型求解系统和输入输出及分析系统(图 1)。

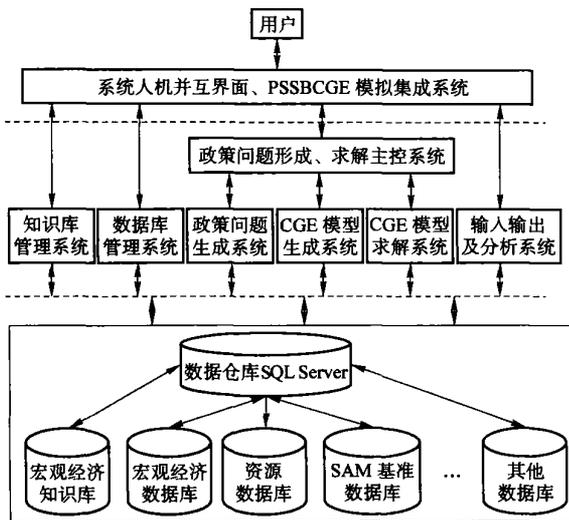


图 1 PSSBCGE 模拟系统总体结构

Fig. 1 General structure of PSSBCGE

模拟系统原型 PSSBCGE 所采用的体系结构是 C/S 体系结构,又称分布式计算系统。所有功能操作和 CGE 模型计算都通过网络实现,数据库服务器和高性能 CGE 模型计算服务器放在网络后端,用户通过客户端访问服务器中封装的计算类和功能类,实现对模拟系统的操作,服务器将计算结果返回给用户。

### 2.3 模拟系统的开发语言

系统开发语言包括 3 部分:使用 Microsoft Visual C++ .net 语言开发模拟系统 PSSBCGE 的人机交互界面和决策问题处理系统;CGE 模型生成和求解系统是模拟系统的一个计算模块,其开发语言为 GAMS IDE 2.0 (Build 21.6)<sup>[16]</sup>;数据库系统采用 Microsoft SQL Server 2000 设计实现。模拟系统层次结构见图 2。

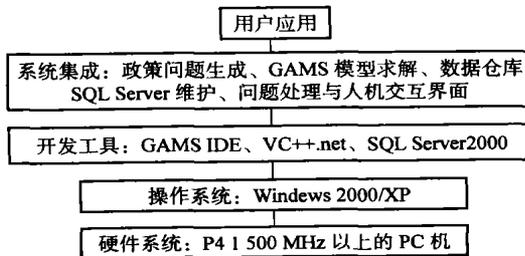


图 2 PSSBCGE 模拟系统层次结构

Fig. 2 Hierarchical structure of PSSBCGE

### 2.4 模拟系统功能实现流程

模拟系统的构建涉及模型建立、模型计算机表达、数据库的建立、数据交换及格式转换等。从模

拟系统总体结构看,CGE 模型建模与求解系统是整个系统的核心计算模块。CGE 模型所需要的基准年数据、相关参数可以从后台数据仓库中直接读取,数据经格式转换后,传入系统计算模块——CGE 模型中进行计算,通过系统人机交互界面,将计算结果以文字和图表的形式输出。模拟系统功能实现流程见图 3。

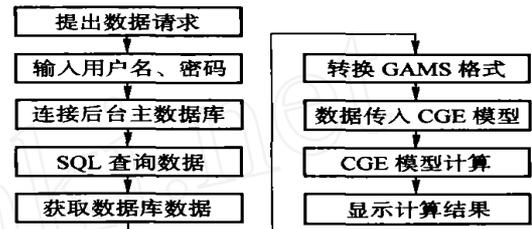


图 3 模拟系统功能实现流程图

Fig. 3 Flow process diagram of system function

## 3 实证模拟

以我国农业补贴政策为政策变量,利用模拟系统原型系统 PSSBCGE 情景模拟分析政策变量的变化对国民经济的影响,以检验所构造的模拟系统的有效性。

情景假设:在其他变量保持不变的前提下,变动某一变量,计算出其他变量随之变动的量,从而得出政策变量对其他变量的冲击结果。

模拟过程为:根据具体政策问题集结部门,设计具体政策变量,选取变量基值,模拟情景设定,模拟计算分析,并给出政策模拟分析建议。

### 3.1 模拟方案设计

部门集结:考虑到数据收集的限制,为准确反映所研究的政策问题,将国民经济划分为 6 部门:1) 农业;2) 工业;3) 建筑业;4) 运输邮电业;5) 商业饮食服务业;6) 非物质生产部门。

评价指标:1) 分类工资(wage),分城镇居民收入和农村居民收入;2) 消费价格指数(cpi);3) 实际政府储蓄(RSg);4) 政府补贴(TSubs);5) 出口额(PS)。

政策变量基值:1997 年“黄箱”农业补贴共计 500.92 亿元<sup>[17]</sup>。

情景设定:情景 1,农业补贴在 1997 年基值上增加 20%;情景 2,农业补贴在 1997 年基值上增加 30%;情景 3,农业补贴在 1997 年基值上增加 40%。

### 3.2 模拟结果及分析

系统模拟计算时间 26.356 s,模拟结果见图 4,

其中:横坐标表示城镇居民收入、农村居民收入、消费价格指数、实际政府储蓄、政府补贴、出口额 6 种评价指标;纵坐标表示 3 种情景下农业生产补贴上调对评价指标的影响,即相对基期的百分比%。可见:农业部门生产补贴上调对农村居民收入有较明显增加,对非农业部门工资的影响不大,同时居民消费有所增加,补贴增加的收益者是农业劳动者。农业生产补贴上调使政府储蓄有所下降,但不是很大。生产补贴上调使政府公共支出扩大。另外,由于农业产品的国际竞争力增加,农业补贴的上调在一定程度上刺激了出口。

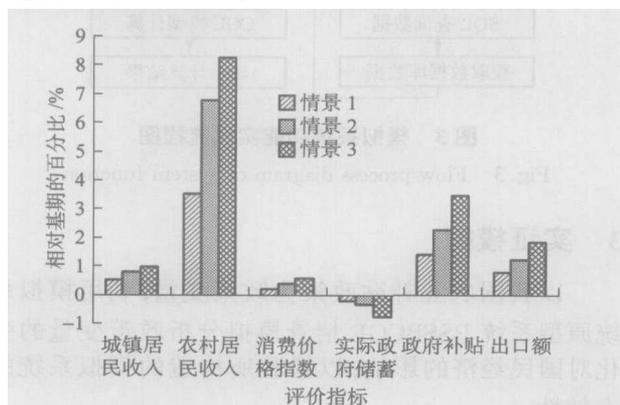


图 4 农业生产补贴上调对评价指标的影响

Fig. 4 Impacts of growth of agricultural subsidy on evaluative index

#### 4 结束语

本研究从政策模拟角度出发,提出并构建了用于政策决策的模拟系统原型 PSSBCGE。该系统将计算机技术应用到经济系统的建模和政策模拟中,把 CGE 模型、DSS 纳入到统一的政策模拟框架中,以 CGE 模型为模拟系统的核心驱动,进行有效的政策模拟分析;利用 DSS 的优势为 CGE 模型的建立和维护提供有效的系统工具,充分发挥数理经济模型的功效。

针对我国农业补贴政策问题,利用所设计的集成模拟计算系统,模拟了补贴政策变量的变化对国民经济的影响。系统运行及模拟结果表明:模拟系统原型初步达到预期目的,运行速度快,可以直观地反映政策变量对经济指标的影响,能够为决策者制定政策提供依据。

#### 参 考 文 献

[1] 丁煌. 发展中的中国政策科学——我国公共政策学科

发展的回眸与展望 [J]. 管理世界, 2003(2):28~38

- [2] Basu N, Pryor R, Quint T. ASPEN: A microsimulation model of the economy [J]. *Computational Economics*, 1998(12):223~241
- [3] Iba T, Hirokane M, Takenaka H, et al. Boxed economy model: fundamental concepts and perspectives [C]. First International Workshop on Computational Intelligence in Economics and Finance (CIEF '2000). Atlantic City, New Jersey, USA: Association for Intelligent Machinery, 2000:941~944
- [4] Beroggi, Giampiero E G. Visual-interactive decision modeling (VIDEMO) in policy management: Bridging the gap between analytic and conceptual decision modeling [J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 128(2):338~350
- [5] Nijkamp P, Wang Shunli, Kremers H. Modeling the impacts of international climate change policies in a CGE context: The use of the GTAP-E model [J]. *Economic Modeling*, 2005, 22(6):955~974
- [6] 张世伟. 基于主体的宏观经济微观模拟模型[J]. *财经科学*, 2004(1):74~78
- [7] 高铁梅, 赵振全, 韩东梅, 等. 我国宏观经济计量模型及政策模拟分析[J]. *中国软科学*, 2000(08):114~120
- [8] 黄季焜, 李宁辉. 中国农业政策分析和预测模型——CAPSIM [J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2003(02):33~44
- [9] 郑玉歆, 樊明太, 马纲. 中国 CGE 模型及政策分析 [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 1999
- [10] Larson B A, Scatasta S. Modeling the impacts of environmental policies on agricultural imports [J]. *Journal of Policy Modeling*, 2005, 27(5):565~574
- [11] O Looney J. Sprawl decisions: A simulation and decision support tool for citizens and policy makers [J]. *Government Information Quarterly*, 2001, 18(4):309~327
- [12] Nwaobi G C. Emission policies and the Nigerian economy: simulations from a dynamic applied general equilibrium model [J]. *Energy Economics*, 2004, 26(5):921~936
- [13] 王铮. 中国国家环境经济安全政策模拟分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2004
- [14] 高洪深. 决策支持系统 (DSS) 理论·方法·案例 [M]. 第 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2001
- [15] 石丽, 李坚. 数据仓库与决策支持 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2003
- [16] The Solver Manuals, GAMS development corporation. <http://www.gams.com>. 2004
- [17] 陈锡文, 韩俊, 赵阳. 中国农村公共财政制度理论、政策、实证研究 [M]. 北京: 中国发展出版社, 2005