

# 基于可计算一般均衡模型的决策支持系统

李彤 翟凡 著

Jiyu Ke Jisuan Yiban Junheng Moxing De  
Juece Zhichi Xitong

Li Tong Zhai Fan Zhu  
Shanghai Sanlian Shudian




上海三联书店

# 基于可计算一般均衡模型的决策支持系统

---

李 彤 翟 凡 著

 上海三联书店

## 图书在版编目(CIP)数据

基于可计算一般均衡模型的决策支持系统 / 李彤, 翟凡  
著. —上海: 上海三联书店, 2007. 4  
ISBN 978-7-5426-2466-6

I. 基... II. ①李... ②翟... III. 决策支持系统—  
研究 IV. TP399

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 163277 号

## 基于可计算一般均衡模型的决策支持系统

---

---

著 者 / 李 彤 翟 凡

责任编辑 / 杜 鹏

装帧设计 / 范峭青

监 制 / 林信忠

责任校对 / 张大伟

出版发行 / 上海三联书店

(200031)中国上海市乌鲁木齐南路 396 弄 10 号

<http://www.sanlianc.com>

E-mail: shsanlianc@yahoo.com.cn

印 刷 / 上海叶大印务发展有限公司

版 次 / 2007 年 4 月第 1 版

印 次 / 2007 年 4 月第 1 次印刷

开 本 / 890×1240 1/32

字 数 / 100 千字

印 张 / 4.625

---

---

ISBN 978-7-5426-2466-6/C·189

定价: 15.00 元

## 摘 要

随着计算机技术的飞速发展,复杂大系统的建模与仿真技术瓶颈也获得突破。在各国经济决策研究需求的牵引和适用方程求解技术的推动下,自 20 世纪 70 年代开始,可计算一般均衡模型(CGE 模型)就成为应用政策分析的一个最主要工具。它的应用遍及发达国家和发展中国家,所回答的问题覆盖产业结构调整策略、贸易、税收、收入分配和环境政策等诸多领域。事实说明,具有明确的经济机制关系是 CGE 模型得以成功地广泛运用的一个重要原因。由于 CGE 清楚地描述了经济主体的微观行为和宏观调整机制,模型不再是一个“黑箱”,而是可以解释的。这一特征使得 CGE 模型特别适合于辅助政策分析和政策对话。

与其他复杂系统行为模型一样,CGE 模型无论在求解问题形式化、模型的数学描述、方程组的建立、参数识别、仿真求解以及对解的解释等各个方面都有大量的工作需要计算机化或用户化。为使用户能够熟练掌握建模—求解的全过程,把成本极高的国家或地区的 CGE 模型转化成政策研究室随时可用的工具,及时获得针对所求问题的政策建议,这是本书的工作。简言之,以 CGE 模型为应用软件系统的模型基础,为它建立一个开发、应用、维护的平台;结构上是一个决策支持系统(DSS)框架,针对用户需求实现多

种功能。

DSS把计算机技术、人工智能技术、软件工程技术与管理科学、系统科学、政策科学等现代软科学理论与方法有机地融为一体,为解决复杂的决策问题提供支持。同时,通过支持过程为深化决策者和用户对于复杂巨系统的运行机制、发展规律和趋势走向的认识提供工具和手段。

DSS的应用十分广泛,但针对CGE模型的DSS还不多见。本书对面向CGE模型的DSS中的有关问题进行了探讨,在以下几个方面做了一定的工作:

① CGE模型的辅助理解:书中第二章提出了将面向对象的思想与人工智能相结合的方法引入到CGE模型的描述之中,以缩小模型的语义表达与数学表达和计算机算法语言表达间的距离,使模型的三种表达尽可能地达到一致,提高CGE模型的可理解性,便于维护,充分发挥CGE模型的功效。

② 问题库与人机交互效率:将已经仿真过的问题或该CGE模型能够进行仿真的有关问题按类建立问题库,提出了一个基于模糊控制技术的问题处理系统,对所谓“意向决策”提供支持,使CGEDSS系统的人机交互快捷方便,提高了辅助决策的效率。(见3.3.2人机界面与问题处理系统)

③ CGE模型的新算法:CGE模型中,获得均衡价格的过程实际上也是一个“适者生存”的过程。第四章中,首先讨论了求解CGE模型的早期Scarf算法和牛顿算法,以及新近流行的CGE模型求解工具软件GAMS和GEMPACK中的典型算法,并且分别指出这些算法的优劣;提出了一个基于模拟进化思想体系的CGE模型竞争求解算法。给出了算法步骤。用模拟进化算法求解CGE模型是一个新的尝试,求解过程中不但可以得到均衡解,而且可以观察到均衡解得到的全过程。这对其“价格进化”过程的了解有助于说明实际经济领域中一些不易解释的现象。

④ 结果的图形表达:提供了一个数据—图形分析工具,使仿真结果和基年数据的表达形象直观,对模型的理解和结果数据的分析提供支持。

⑤ 软件集成技术:第五章中,从“对象+AI”的观点,提出了一个基于关键词限定的消息传递模式 Agent 模型和基于该模型的集成框架。并讨论了基于 C++ 语言的实现。该框架使软件集成灵活方便和易于维护。

⑥ 面向中国 CGE 模型 DSS(C-CGEDSS)的应用实例:第六章以“绿色”化能源产业结构问题为实例,利用 C-CGEDSS 讨论了三种“绿色”化能源产业结构的政策方案,即高、中、低三种转化速度对未来的经济以及环境的影响,给出了政策建议。

在最后,第七章给出了全书的总结与研究展望。

关键词:可计算一般均衡模型(CGE),决策支持系统(DSS),面向对象的方法,Agent,模糊控制,遗传算法(GA),绿色能源政策

# 目 录

摘 要 / 1

## 第一章 引言 / 1

### § 1.1 CGE 模型 / 1

1.1.1 CGE 模型的历史背景、应用特征概述 / 1

1.1.2 CGE 模型发展现状、建模仿真中出现的问题  
及研究意义 / 13

### § 1.2 决策支持系统 / 16

1.2.1 决策支持系统(DSS)概述 / 16

1.2.2 DSS 中的一些基本概念 / 17

1.2.3 DSS 的系统分析 / 19

### § 1.3 本书主要研究内容 / 20

## 第二章 Agent 与 CGE 模型 / 23

### § 2.1 从面向对象(Object)到面向软件 Agent / 23

2.1.1 Agent 的产生、发展与面向对象的方法  
(Object-Oriented Method) / 23

2.1.2 面向 Agent 的程序设计 AOP 与面向对象的  
程序设计 OOP / 25

### § 2.2 一个基于事件驱动的 Agent 模型 / 27

### § 2.3 一个基于 Agent 的中国 CGE 模型 / 29

2.3.1 基于 Agent 的 CGE 模型基本结构 / 29

2.3.2 一个中国 CGE 模型的开发原则 / 32

- 2.3.3 中国 CGE 模型的经济结构 / 33
- 2.3.4 中国 CGE 模型的 Agent 行为描述 / 38

### 第三章 面向 CGE 模型的 DSS 结构 CGEDSS / 55

- § 3.1 DSS 的层次模型 / 55
- § 3.2 CGEDSS 的应用层和任务层 / 57
- § 3.3 CGEDSS 的功能层 / 59
  - 3.3.1 CGEDSS 的功能层 / 59
  - 3.3.2 人机界面与问题处理系统 / 60
- § 3.4 CGEDSS 的设计层 / 65
- § 3.5 CGEDSS 的物理层 / 66

### 第四章 CGE 模型的求解研究 / 68

- § 4.1 引言 / 68
- § 4.2 流行求解算法 / 69
  - 4.2.1 早期的 Scarf 算法和牛顿算法 / 69
  - 4.2.2 GAMS 和 GEMPACK 中的典型算法 / 71
- § 4.3 CGE 模型的遗传算法研究 / 74
  - 4.3.1 CGE 模型的解与进化 / 74
  - 4.3.2 CGE 模型的遗传算法(GA) / 75
  - 4.3.3 CGE 模型的遗传算法计算示例 / 79

### 第五章 一个面向中国 CGE 模型的 DSS / 86

- § 5.1 C-CGEDSS 概述 / 86
  - 5.1.1 系统开发目标及意义 / 86
  - 5.1.2 C-CGEDSS 总体结构 / 87
  - 5.1.3 系统基本功能 / 88
  - 5.1.4 系统的特点 / 88
- § 5.2 面向软件 Agent 的系统集成与实现 / 89



5.2.1	系统集成 / 89
5.2.2	基于关键词限定的消息传递模式 Agent / 89
5.2.3	智能集成的系统结构 / 91
5.2.4	系统的软件实现 / 92
§ 5.3	C-CGEDSS 系统说明 / 96
5.3.1	安装与运行 Installation and Run / 96
5.3.2	C-CGEDSS 软件组成说明与建模仿真 / 97
<b>第六章 C-CGEDSS 支持下的实证分析 / 106</b>	
§ 6.1	问题提出 / 106
§ 6.2	仿真设计及过程 / 107
6.2.1	政策假定 / 107
6.2.2	模型中与问题有关的主要经济和环境 变量 / 109
§ 6.3	仿真结果及分析 / 111
<b>第七章 总结与展望 / 117</b>	
§ 7.1	全书总结 / 117
§ 7.2	研究展望 / 119
<b>参考文献 / 121</b>	
<b>附录:模型的变量及参数说明 / 130</b>	

# 第一章 导 言

本章简要介绍了经济领域中著名的可计算一般均衡(CGE)模型的历史背景、应用特征及其建模仿真中存在的问题;同时,概述了决策支持系统(DSS)的产生、发展及应用,指出建立面向CGE模型的DSS是解决CGE建模仿真中存在问题的有效途径之一。

## § 1.1 CGE 模 型

### 1.1.1 CGE 模型的历史背景、应用特征概述

自改革开放以来,我国的经济得到了飞速的发展,在经济政策的制定方面,也面临着更多的挑战。为此,关于中国宏观经济数量模型方面的研究越来越多,也越来越受到重视。

#### 1. CGE 模型概述

经济系统的建模与仿真已经有了很长的历史,而可计算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型则代表了应用政策分析模型的最新发展方向。一致的理论基础、灵活的模型框架、对现实经济多方面的综合描述以及应用当今最先进的计算机技术,使CGE模型不同于以往的任何一种经济模型。

CGE模型是 Computable General Equilibrium Model 的缩略

语,其理论基础是新古典经济学的一般均衡分析。一般公推 Walras 与 Edgeworth 两人为一般均衡分析的开山鼻祖。而 Arrow、Debreu(1954)及 Scarf 等人则为现代一般均衡分析注入了新的理论和方法。相对于迄今经济领域常用的“基于其他情况不变”的局部均衡模型而言,一般均衡模型描述经济系统的全面均衡状态,重视系统中行为主体活动的实质内涵,认为生产者追求利润极大化和消费者追求效用极大化。通过数量与内生价格互动调整导致资源最优配置。

直到 20 世纪 60 年代,CGE 一直是理论上的东西。由于传统的投入产出线性规划模型不能从根本上揭示经济活动间的相互关系,使其应用受到局限,加之依据宏观经济理论建立的宏观模型脱离微观经济基础,不适用于中长期经济分析,这使 CGE 模型应运而生。一般认为,60 年代初期,Johansen 建立的“Multi-sectoral Growth”模型(Johansen 1960)是第一个实用的 CGE 模型,也是 CGE 模型的雏形。该模型是一个封闭经济系统的多部门模型。经过 30 多年的发展,CGE 模型在其理论深度、模型结构、建模技术和应用范围等方面都有了长足的进步。特别是由于世界银行等国际组织的大力推动,几乎所有的发达国家和大部分发展中国家都建立了自己的 CGE 模型,广泛应用在税收、贸易、收入分配等方面的研究,取得了一些成效。

简单地说,CGE 模型是在市场(如产品市场、要素市场、外贸市场)均衡约束以及一些宏观经济特性约束的条件下,对各经济主体和它们行为的描述。其本质上是一个多部门、多市场的微观模型,但它同时包含了一定的宏观经济内容。当价格、经济结构和宏观经济现象都是重要的影响因素时,CGE 模型是最为适合的分析工具。CGE 模型中,均衡是每个经济主体依据价格和其他信号各自作出的优化决策的结果。这使它们特别适合描述部门间、机构间的影响和效率以及福利等整体的

经济效果。

在一个 CGE 模型中,经济主体一般包括生产者、居民、企业、政府和世界其他地区。相应地,模型方程也就是对生产行为、消费行为、政府行为以及贸易行为等的描述。不同于系数固定的投入产出模型和社会核算模型,CGE 模型中生产者为使利润最大化,根据商品和要素的价格决定其产出和各种投入。通常,模型采用非线性的函数描述生产要素间的不完全替代关系,而中间生产关系则用 Leontif 结构。在供给方面,生产者同样依据利润最大化的原则,根据出口和国内市场的相对价格将其产品在这两个市场分配。由于 CGE 模型假设进口品与国内产品是不完全替代的,国内总供给的构成也取决于这两种商品的相对价格。对居民来说,他们则在给定的预算约束下,根据商品价格确定自己的消费,以实现效用最大化。

上述行为都是“价格响应”的,它们依据一定的价格信号作出响应。模型中的其他行为则通常是非价格响应的,它们或者被外生给定,或者通过一些固定不变的系数确定。如政府的支出常常假设是不变的,而税收、机构间要素收入的分配、投资的构成等,一般根据固定的份额确定。这部分的模型往往都是用线性方程描述。

CGE 模型中的市场均衡约束包括两个方面:各机构账户的预算平衡和各个市场的均衡。前者指生产者产品销售所得等于其中间投入和分配要素的收入,投资等于储蓄,以及居民、政府的收支平衡等。这些平衡通过各经济主体的收支调整可以直接实现。而市场的均衡则是指相互独立的供给和需求通过一个中间的机制而实现的均衡。如通过商品市场实现的商品供求平衡,通过要素市场实现的要素供求平衡以及通过外汇市场实现的外汇供求平衡。通常 CGE 通过内生变动的价格实现市场均衡,但也可以固定价格,通过调节数量的方式实现均衡。CGE 中的宏观约束则包含三

个基本的宏观账户平衡关系,政府的收支平衡;投资与储蓄的平衡;国际收支平衡。此外,生产要素的供给也是一项重要的宏观约束。如何决定这些宏观约束形成了 CGE 模型特有的“宏观闭合(macro closure)”问题。该问题起源于 Sen(1963)的工作。他证明在一个封闭的经济中,如要同时满足:

- i) 劳动力完全就业;
- ii) 要素回报等于其边际产出;
- iii) 居民消费仅仅由其收入水平决定;
- iv) 投资水平外生固定;

这四个条件,就不能保证投资与储蓄相等。为使模型闭合,必须放弃上述某些条件以达到均衡。通过对宏观约束的不同假设,宏观账户的平衡调整机制被确定,一些宏观经济特性引入到 CGE 模型中。虽然模型并不明显地包含资产、货币等变量,我们仍然可以据此分析所假设的宏观行为特性在经济中的结构性影响。依据不同的宏观经济理论和对经济现实的不同认识,可以产生不同的宏观假设、不同的封闭原则,从而导致不同的经济调整机制和不同的计算结果。

## 2. CGE 模型的应用

在 CGE 模型的应用方面,CGE 模型属非线性多部门模型。1970 年以后,由于计算技术的发展,推动了一般均衡建模与求解技术的实际应用。由于发达国家与发展中国家的经济特性相去甚远,模型结构与相应的解算条件也很不相同,一般将用于发达国家的一般均衡模型称为应用一般均衡模型(AGE 模型),而将用于发展中国家者称为 CGE 模型以示区别。后者主要是世界银行为协助发展中国家制定适用发展规划而建立和推广的模型。

为简单起见,将一些较典型 CGE/AGE 的应用实例列入表 1.1—1.3:

表 1.1 发达国家税收政策模型及主要的政策效果

模 型	生产函数	部门数	税 收 政 策	政 策 效 果
Keller (1980) 荷兰	nested CES 生产函数	4	改变各生产及消费部门的边际税率,含附加增值税、公司税、社会安全税及所得税	除公司所得税外,其他的税收效率效果(Efficiency effects)都很小
Piggot (1980) 澳洲	CES 附加价值 生产函数	33	在各种模型参数设定下,全面或按部门类别的减税或减少补贴	以 Equal-yield 出口税取代所有的税与补贴,使福利增加 GDP 之 3.5%
Slemrod (1983) 美国	Cobb-Duglas 生产函数	4	为了通货膨胀,将税收完全指数化	整体效率增加,但低所得部门有轻微损失,高所得部门则有实质利益
Whalley (1975) 英国	nested CES 生产函数		1973 年英国税制改革	整体效果的福利增加很小,某些例子甚至是负增加;以附加增值税取代购买税或销售税造成福利损失,所得税制的改革则造成福利增加

资料来源:Shoven, J. B. and J. Whalley, 1984

表 1.2 发达国家贸易模型及主要的政策效果

模 型	生产函数	部门数	贸易政策	政策效果
Deardorff, Stern (1981)	CES 附加值 生产函数	6	GATT 东京回合 谈判后的影响	除澳洲、新西兰与荷兰外,其他工业 国家的经济福利皆增加,但大部分发 展中国家则福利减少
Manne, Preckel (1983)	nested CES 生产函数	2	能源价格改变	油价上升对工业化国家经济的增长 影响很小,但对依赖石油进口的发展 中国家的贸易环境及经济增长则有显 著的负面影响
Miller, Spencer (1977)	Cobb-Duglas 生产函数	2	英国与欧洲市场 的关税	英国加入欧市,自欧市进口增加 50%,但英国所得仅增加 1/600,英国 所得的 1.5% 给欧市,则英国国民所 得损失 1.8%
Whally (1982)	CES 附加值 生产函数	33	欧市、美国、日本 减少关税与关税 壁垒	减低关税,全世界福利增加不及 1%,欧市与日本收益较美国与其他国 家多

多 国 模 型

续表

模型	生产函数	部门数	贸易政策	政策效果
单一国家模型	Boadway, Treddenick (1978)	2	加拿大降低关税及货物与资本税	当出口需求弹性=1时,福利指数减少1.16%;出口需求弹性=25时,福利指数增加0.06%
	Dixon, Parmenter, Sutton, Vicent, (1982)	112	澳大利亚提高25%的进口关税	就业率减少0.21%,贸易赤字增加,消费品及资本品价格上涨

资料来源:Shoven, J. B. and J. Whalley, 1984

表 1.3 发展中国家 CGE 模型实证分析实例:发展策略及相关问题

模型作者	生产函数	部门数	基准年	主要模拟项目	主要结果
Dervis (1975) 土耳其	CES	12	1972	1972年与1981年实际工资增长4%、5%的影响(相对3%)	由于直接(技术)与间接(需求)替代因素,使得部门的增长率显著改变
de Melo (1977) 哥伦比亚	nested C-D	15	1969	要素流动存在与否的条件下,都市合格劳动力与非合格劳动力工资率相等化的影响	<ol style="list-style-type: none"> <li>要素流动性存在(不存在),GDP增加13%(5.7%),资本报酬率提升3.6%(0.4%),货币平均升值5.7%</li> <li>要素可流动,某些活动账户由净出口转为净进口,某些则反之</li> </ol>



续表

模型作者	生产函数	部门数	基准年	主要模拟项目	主要结果
de Melo (1979) 斯里兰卡	C-D	7	1970	不同农业政策的影响:取消 稻米补贴、土地改革、增加农 业投资、取消出口税、农业技 术进步	取消稻米补贴则农业技术进步对 GDP的增加具有很大的影响,并对最 贫阶层所得的增加有显著的帮助。增 加农业投资及取消出口税则有不甚良 好的影响
Eckaus & Mohie-Elern (1980) 埃及	nested C-D	12	1976	全部或部分废除重要物品 生产、消费直接补贴	1. 如果政府价格提高,整体效果将 大打折扣,消费者将花费较大代价购 买这些物品 2. 如果维持补贴后的价格而供给 减少,整体刺激的效果将使消费者以 其他的消费品替代之
McCarthy & Taylor (1980) 巴基斯坦	nested C-D	11	70年代 代表年	食品问题的7个替代政策 方案的影响:伴随(无)公共部 份增加采购非农产品;废除稻 米消费价格补贴;名义工资提 高10%;土地改革;提高50% 的肥料补贴;提高城乡公共 支出	土地改革最具有重分配效果