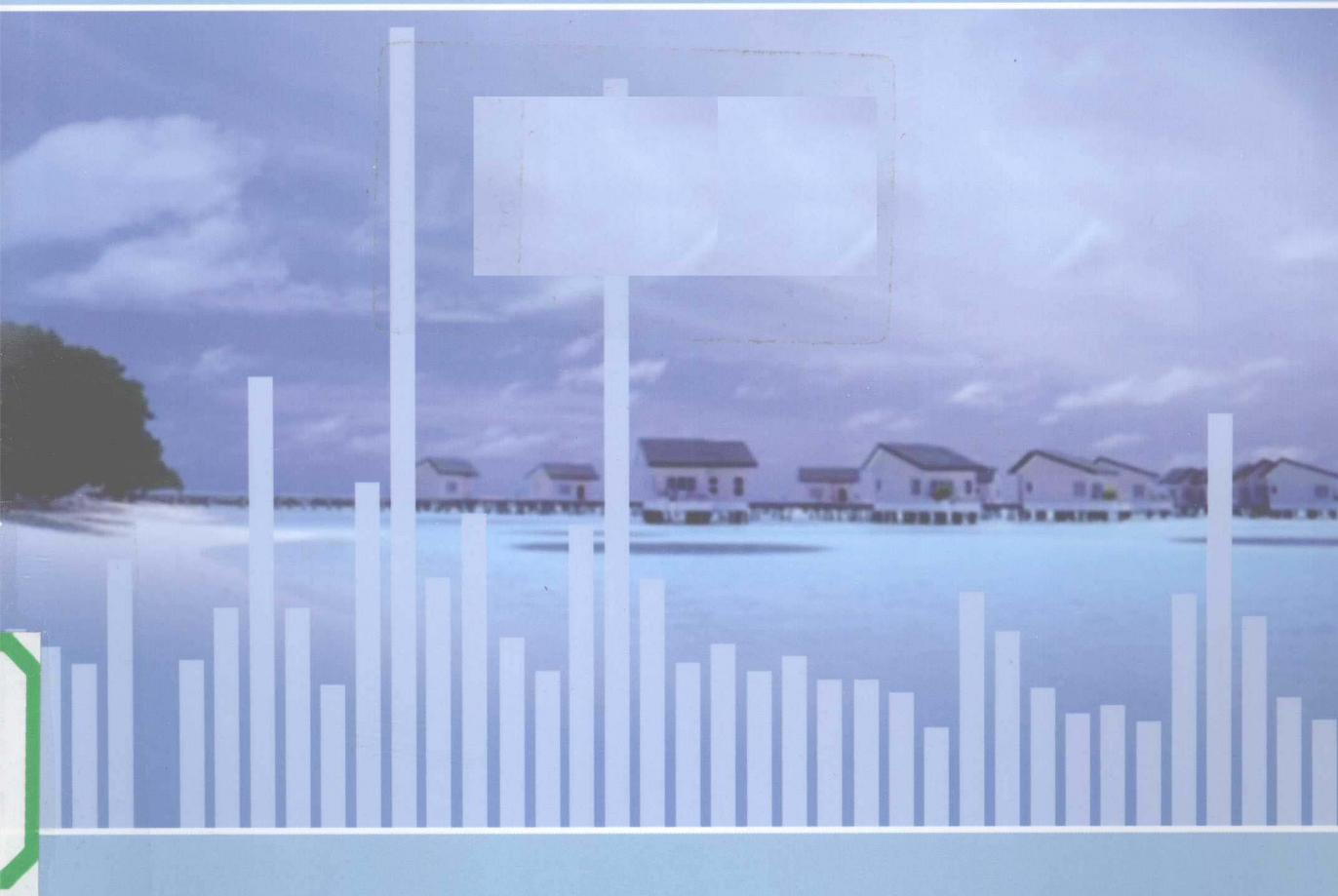


经济发展政策模拟

分析的CGE技术

王 铮 薛俊波 朱永彬 吴 静 朱艳鑫 等 著



科学出版社

www.sciencep.com

经济发展政策模拟分析的 CGE 技术

王 铮 薛俊波 朱永彬 吴 静 朱艳鑫 等 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书从可计算一般均衡 (CGE) 模型的一般原理出发, 对模型的构建, 模型的参数估计, 一般均衡模型的求解方法进行了介绍。开展政策模拟需要软件的支持, 本书根据系统开发的基本流程, 对系统开发的需求进行了分析, 对于系统的构建进行了模块化分析, 并对系统开发的数据库的设计框架进行了梳理分析。使用 CGE 开展政策模拟分析, 离不开社会核算矩阵, 本书对社会核算矩阵的一般原理、结构, 社会核算矩阵调平的方法进行了介绍。使用 CGE 开展政策模拟, 划分区域的尺度可以是全国的, 可以是省区性的, 也可以是多区域性的, 本书对这几种模式下的社会核算矩阵的构建进行了分析, 并给出了相应的实例。在本书的最后几章, 我们对 CGE 计算的几个应用进行了模拟分析。

本书适合经济学、经济地理、数量经济学等专业高年级本科生和研究生使用, 也适合政策模拟和数量经济领域研究人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

经济发展政策模拟分析的 CGE 技术/王铮等著. —北京: 科学出版社, 2010

ISBN 978-7-03-027228-7

I. ①经… II. ①王… III. ①经济政策-均衡模型-研究 IV. ①F110
②F224.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 065999 号

责任编辑: 韩 鹏 朱海燕 卜 新/责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2010 年 4 月第一次印刷 印张: 15

印数: 1—2 500 字数: 344 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

在最近的十年中，我国经常受到宏观经济安全问题的围扰。1997 年，跨国金融危机冲击了我国；2000 年，粮食是否可以顺价销售的问题困扰了我国经济；2003 年，SARS 作为健康问题、经济问题冲击了我国；2004 年，国际石油价格的持续上涨威胁了我国经济的增长；2005 年，中国社会与区域发展的差距引起了社会的警惕；2008 年以来，一场全球性的经济危机还在持续。凡此种种，无一不意味着经济安全问题。要化解这些问题，需要国家正确的政策，而政策的确定又意味着中国需要开发面向国家经济安全的政策模拟。笔者的课题组，应用现代信息技术，引用国家经济统计资料，完成了大量基于计算模拟的政策分析，如 1998 年关于人民币不需要贬值、不可贬值及贬值可能引发危机的模拟研究，2000 年关于模拟显示粮食顺价销售没有经济风险的研究，2003 年关于 SARS 分区分期减灾与防范政策及其经济影响研究，2004 年关于石油价格冲击及其经济对策的模拟研究，2005 年关于我国差距风险存在下公务员津贴类型分区及转移支付政策模拟评估的研究，关于气候保护和当前经济危机对策的研究，等等。在这个过程中，我们开发了大量政策模拟软件，积累了科学经验。出版本书，目的在于总结我们的一些工作，同时介绍政策模拟。

在国际上，政策模拟在经济、环境等领域得到了广泛应用。特别是发达国家在基础理论的研究上建立自己的政策模拟系统，用于指导自己的国际贸易政策、国内经济政策。为什么政策模拟会获得如此的成功呢？众所周知，实验在认识自然现象中发挥着重要的作用，是人类认识现实世界的重要手段。在分析社会与经济现象中，人们同样希望采用实验方法。然而，由于人们在道德上不愿接受或实验成本太高，特别是社会经济的不可逆性，经济学一般不可能或者不容易做可控实验，因而人们不得不以现代计算技术为基础发展政策模拟来完成社会、经济分析。目前，政策模拟已经广泛地运用在宏观经济、资源环境和企业的微观经济政策模拟中。本书的内容集中在宏观经济领域，在这个领域，CGE (computable general equilibrium, 可计算一般均衡) 是一种核心技术。

本书从 CGE 模型的一般原理出发，对模型的构建、模型的参数估计、一般均衡模型的求解方法进行介绍。政策模拟是一个需要软件支持的工作，本书对进行系统开发的需求进行了分析，对于系统的构建进行了模块化的分析，并对系统开发的数据库的设计框架进行了梳理分析。使用 CGE 开展政策模拟分析，离不开社会核算矩阵 (social accounting matrix, SAM)。本书对 SAM 的一般原理、结构和调平方法进行介绍。使用 CGE 开展政策模拟，划分的区域既可以是全国的，也可以是省级行政区的，还可以是多区域 (多个省级行政区构成一个区域) 的。本书对这几种模式下的 SAM 构建进行分析，并给出相应的实例。第 5~8 章对 CGE 计算的几个应用进行模拟分析，主要针对当前的热点问题进行分析，如贸易自由化问题、农民工问题、汇率问题、气候保护问题、房价问题、水价问题、转移支付问题等。

本书的成果是笔者的课题组长期研究的成果集成。在笔者的课题组中，开发 CGE 政策模拟系统的成员先后包括刘扬、崔丽丽、吴兵、薛俊波、吴静、朱艳鑫、吕作奎、利果、杨念、朱永彬、孙翊、熊文、汪晶、隋文娟、刘惠雅和顾高翔。他们完成了各自的学位论文。本书是在他们学位论文的基础上完成的。本书写作分工如下：第 1 章，王铮；第 2 章，薛俊波；第 3 章，吴静、朱永彬、王铮；第 4 章，薛俊波、朱艳鑫、利果；第 5 章，薛俊波、吕作奎、吴静；第 6 章，利果、朱永彬；第 7 章，朱艳鑫、薛俊波；第 8 章，朱永彬；第 9 章，薛俊波；第 10 章，杨念、熊文。本书的最后修订由王铮完成，书稿由薛俊波、朱永彬协助王铮整理完成。应该补充的是，在笔者指导下，刘扬第一次写出 C 语言的 CGE 程序，吴兵第一次开发出完整的 CGE 模拟原型，吴静实现第一个稳定的 CGE 系统，他们在课题组完成具有独立知识产权的 CGE 开发中应记首功。另外，孙翊、李兵负责翻译《区域 CGE 分析》，该书成为笔者的课题组培养 CGE 人才的基本教材，不可不提。

本书由三部分构成：第 1~4 章为 CGE 系统的基本原理与技术。其中，第 3 章为软件开发问题，一般关心经济问题、政策问题的读者可以跳过。第 5~7 章是我们的一些具体研究工作，解析了怎样根据实际问题应用和改进 CGE 模型。第 8~10 章是当前 CGE 研究的一些难点问题，希望引起广大学者的关注。目前，国内已经出版了许多 CGE 著作。我们希望，本书能够对面向政策模拟 CGE 有一个较好的认识。

感谢长期以来支持笔者的课题组开展政策模拟研究的国内外各位友人。感谢国家自然科学基金委员会的长期支持。感谢笔者所有的研究生，由于缺乏课题费，因而劳务费也不足，在此情况下，他们仍与我一起奋斗。

王 铮

2009 年 10 月 27 日

目 录

前言

第 1 章 政策模拟和一般均衡模型的发展	1
1.1 政策模拟的发展	1
1.2 一般均衡理论与一般均衡模型	2
1.2.1 一般均衡理论	2
1.2.2 可计算一般均衡模型的原理	3
1.2.3 CGE 系统的构成	4
1.2.4 CGE 系统的闭合	7
1.3 CGE 模型的应用与发展	8
1.3.1 CGE 模型在国外的应用与发展	8
1.3.2 CGE 模型在中国的应用与发展	10
第 2 章 CGE 模型	14
2.1 CGE 模型的构建	14
2.1.1 CGE 模型的基本结构	14
2.1.2 CGE 模型的方程体系	16
2.2 模型的参数估计	25
2.2.1 生产函数的参数估计	25
2.2.2 需求函数的参数估计	27
2.2.3 进出口函数的参数估计	29
2.2.4 各种税率的估计	31
2.2.5 转移支付参数和其他参数的估计	32
2.3 方程的线性化	33
2.4 一般均衡模型的求解方法	34
2.4.1 求解算法的分类及进展	34
2.4.2 Johansen-Euler 法	35
第 3 章 政策模拟系统的开发	37
3.1 需求分析	37
3.1.1 功能性需求分析	38
3.1.2 非功能性需求分析	40
3.2 概要设计	41
3.2.1 图形用户界面	41
3.2.2 数据库的设计	42
3.2.3 数据及参数初始化	43

3.2.4	政策模拟计算	44
3.2.5	计算结果绘图显示功能实现	44
3.3	详细设计	45
3.3.1	系统的实现步骤	45
3.3.2	模型的算法实现	45
第4章	CGE模型的数据基础：SAM	59
4.1	SAM原理和结构	59
4.1.1	商品账户	60
4.1.2	活动账户	60
4.1.3	要素账户	60
4.1.4	居民账户	61
4.1.5	企业账户	61
4.1.6	政府账户	61
4.1.7	资本账户	61
4.1.8	库存增加账户	61
4.1.9	世界其他地区账户	61
4.2	SAM特点	62
4.3	SAM编制和调平	62
4.3.1	RAS法	63
4.3.2	交互熵法	64
4.4	SAM实例	65
4.4.1	商品账户	65
4.4.2	活动账户	66
4.4.3	要素账户	66
4.4.4	居民账户	66
4.4.5	企业账户	67
4.4.6	政府账户	67
4.4.7	资本账户	69
4.4.8	库存增加账户	70
4.4.9	世界其他地区账户	70
4.5	SAM应用	70
4.5.1	乘数分析方法简介	81
4.5.2	SAM乘数理论	81
4.5.3	基于SAM的乘数分析	83
4.5.4	分区域SAM实证研究	84
第5章	国家CGE模型及其应用	91
5.1	贸易自由化模拟	91
5.1.1	进出口价格和汇率模拟	92
5.1.2	进出口关税模拟	94

5.2	税收和转移支付模拟	96
5.2.1	农业税削减的模拟	96
5.2.2	转移支付的模拟	97
5.3	农民工问题模拟	98
5.4	CGE 模型在气候保护中的应用	99
5.4.1	基本模型	101
5.4.2	改进和模拟结果	101
5.4.3	碳税政策模拟	105
5.5	模拟分析总结	107
第 6 章	区域 CGE 模型及其应用	110
6.1	区域 CGE 模型建模	110
6.1.1	区域 CGE 模型概述	110
6.1.2	上海市 CGE 模型结构	111
6.1.3	上海市 CGE 模型的方程体系	114
6.2	上海经济 SAM	120
6.2.1	上海 SAM 特征	120
6.2.2	SAM 数据来源	122
6.2.3	上海区域经济 SAM: 总表	125
6.3	区域 CGE 模拟应用	125
6.3.1	汇率变化的模拟	127
6.3.2	世界粮价变化的模拟	128
6.3.3	上海房价变化的模拟	130
6.3.4	上海水价变化的模拟	132
6.3.5	工资率变化的模拟	133
6.3.6	外来人口变化的模拟	135
第 7 章	多区域 CGE 模型及其应用	137
7.1	多区域模型与单区域模型的区别	138
7.1.1	模型的基本结构	138
7.1.2	多区域模型的方程体系	140
7.2	问题: 区域间转移支付	148
7.3	我国各地区的财政收支情况和转移支付制度的历史沿革	150
7.3.1	我国各地区的财政收支情况	150
7.3.2	我国转移支付制度的历史沿革	151
7.4	我国转移支付政策的模拟分析	153
7.4.1	对单个区域转移支付政策的模拟	153
7.4.2	对多个区域转移支付政策的模拟	155
第 8 章	扩展应用之一——动态 CGE 模型及其应用	160
8.1	动态 CGE 模型的发展	160
8.1.1	研究进展	160

8.1.2 动态 CGE 的优势	161
8.2 动态 CGE 模型的形式	162
8.3 动态 CGE 模型的应用	164
8.3.1 在国际贸易方面的应用	164
8.3.2 在环境领域的应用	166
第 9 章 双二元 CGE 模型与金融 CGE 模型	173
9.1 双二元 CGE 模型	173
9.1.1 经济体系简介	173
9.1.2 模型体系	175
9.1.3 模拟结果	178
9.2 金融 CGE 模型	180
9.2.1 基本问题	181
9.2.2 基本结构	183
9.2.3 模拟结果	185
第 10 章 区域间投入产出表编制和应用	187
10.1 区域间投入产出模型	187
10.1.1 区域间投入产出模型的发展	188
10.1.2 区域间流量估算方法	191
10.2 区域间投入产出表的编制	194
10.2.1 编制准备	194
10.2.2 编制过程	200
10.3 区域间投入产出分析	204
10.3.1 区域间产业关联分析	204
10.3.2 区域间产品流动分析	210
10.4 小结	213
参考文献	214
附录 A	228

第 1 章 政策模拟和一般均衡模型的发展

1.1 政策模拟的发展

在最近的 15 年中，政策科学在分析技术上有了迅速的发展，这个发展就是政策模拟的兴起。政策模拟是对 policy modeling 的翻译，按照字面直译，policy modeling 准确的译文似乎应该是政策建模，但是在中国，“建模”的含义比较窄，不包括对模型的计算分析。政策模拟是针对政策问题开展的建模、计算模拟和基于计算机的政策虚拟试验；这种模拟和试验可能是试验多种政策，分析确定政策的最优性的，也可能是模拟多种政策环境下的单一政策作用，认识政策的有效性的（王铮等，2004）。

政策模拟作为一门学科的兴起，是以 *Policy Modeling* 杂志 1979 年创刊为标志的。其后 1982 年 *Economic Modeling* 创刊，1984 年 *Computational Economics* 创刊，几乎同时，*Journal of Dynamics & Control* 在每期也开设专栏 *Computational Economics*。此后美国、德国、日本、印度陆续出现了相应的学科学会，特别是发达国家基于基础理论的研究建立自己的经济政策模拟系统，用于指导自己的国际贸易政策、国内经济政策。由于政策模拟在经济分析中的巨大成功，它一出现就在发达国家受到了高度重视。美国从 20 世纪 70 年代末期开始发展，英国和日本迅速跟进。从政策模拟的发展历史来看，它的主要应用领域是涉及复杂系统的政策分析，在宏观经济分析领域和环境经济分析领域的应用是最多的。

20 世纪 60 年代，政策模拟的一个核心技术——CGE 方法开始出现，20 世纪 90 年代随着计算机技术的发展而迅速发展，美国、澳大利亚、法国、德国、印度等加大投入，特别是澳大利亚表现出后来居上的特点。CGE 技术把宏观的经济体系分为大量可计算的部分，通过计算模拟而非解析分析，研究在一般均衡体系下政策变动对宏观经济的影响，这适合于在宏观经济框架下对微观经济现象进行认识，具有混杂（hybrid）分析的特点。CGE 的分析涉及大量的分析计算，一般情况下涉及 $10^2 \sim 10^3$ 个方程和变量。表 1.1.1 是 20 世纪 90 年代一些基于 CGE 的政策模拟分析体系的情况。20 世纪 90 年代在发达国家兴起建设大型政策模拟软件。政策模拟器被广泛地应用于经济增长核算、国家财政经济政策制定及国家的国际环境政策制定分析。关于政策模拟器，早在 1969 年美国就开始了研究，在 1986 年建设了国家宏观经济政策模拟系统，包括 100 多万个方程，1997 年改造为 AMIGA（美国和世界动态经济一般均衡模型），可用来分析国家经济政策与贸易政策对美国 200 个部门的经济影响，目前美国的许多重大国际环境和贸易政策是采用 AMIGA 分析结果的；1993 年澳大利亚开始研发的 The MONASH Model 包含 113 个部门、56 个地区、282 种职业，用于分析财政、税收、关税、环境等方面的经济政策，预测劳动力市场和收入分配；1989 年加拿大由国家统计局与大学联

合建立了政策模拟实验室，1991 年开发出政策模拟器，2009 年加拿大统计局社会政策模拟数据库和模型（Social Policy Simulation Database and Model, SPSD/M）已经改进为 16.1 版，可用于联邦和省尺度的经济分析。政策模拟正在成为 21 世纪的重要技术。

表 1.1.1 国外宏观经济 CGE 模拟分析系统情况

名 称	Murphy Model 系统	Fair-model 系统	MSG2 系统	Storm 系统
建立国家	澳大利亚	美国	美、日、德、澳	印度
模拟尺度	一国	一国	多国	一国
模拟焦点	国家宏观经济政策和中 期、短期经济预报	国家宏观经济政策和中 期、短期经济预报	国家间宏观经济相互作 用，政策分析、单国经 济预报	国家宏观经济政 策、产业政策
时间单位	季	季	年	年
规 模	100 个方程，165 个变量	129 个方程，251 个变量	260 个方程，328 个变量	146 个方程，168 个变量
分析功能	汇率、利率、就业、住 房、技术变化	不详	进出口、投资、消费、 能源、就业、技术变化	进出口、国家财 政、投资、就业、 农业政策

资料来源：Powell, Murphy. 1995. Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems. No. 428. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag (有修改). 转引自：王铮等（2004）

1.2 一般均衡理论与一般均衡模型

CGE 分析的基础经济理论是一般均衡理论。一般均衡理论的主要特征就是把经济系统的整体作为分析对象。把这个思想实现在可计算一般均衡 CGE 分析中，就要构造经济部门，而且无论怎样构造经济部门，模型的部门变量所涵盖的范围都是经济系统的全部门。这是一般均衡分析与局部均衡分析的根本区别。

1.2.1 一般均衡理论

一般认为，一般均衡思想的起源可以追溯到 1874 年，洛桑学派的领袖——法国经济学家 Walras 在他的论著《纯粹经济学要义》（Elements of Pure Economics）中首次提出一般均衡的概念。在他的理论中，经济系统被看做一个有内部结构并且内部结构紧密联系的整体，研究的着眼点在于关注其中各个要素之间复杂的相互作用和相互依存关系。后期的学者从系统论的观点看，一般均衡理论认为系统正常情况下处于一个偏离 0 平衡点的均衡态，这个系统状态的一个子集是价格，这个子集被作为一个特征集。以价格作为特征集的，称为 Walras 均衡；否则，称为非 Walras 均衡。经济学家的任务是考察在经济系统中市场均衡态的变化和总量均衡，考察在一定条件下因供求关系的不均衡导致的价格变动，进而依据供求关系趋向平衡认识经济系统的趋向，其动力是 Walras 认为的：在一定条件下，消费者和生产者的最优化行为能够并将导致该经济体系中每个产品市场和生产要素市场的需求量和供给量之间的均衡，即达到系统的一个平衡点。根

据这个思想，Walras 把亚当·斯密“看不见的手”的思想表达为一组看得见的方程式。这组方程式在一定条件下的解就是均衡态，这就意味着求解这组方程式就能分析解决系统。

然而问题并没有到此解决，因为 Walras 的均衡态不一定存在。为了回答这个问题，最初 Walras 试图通过方程与未知数个数的方法来证明均衡解的存在性，并给出了粗糙的证明。例如，他曾简单地认为方程的个数等于变量的个数，因此存在均衡解。但是后人逐渐发现，Walras 给出的数学证明存在着严重的错误，因为仅靠“方程个数与未知参数的个数相等”还不能保证解的存在，尤其是当方程为非线性以及系统的商品数量只能是非负时，这一条件根本无法保证方程至少有一个解存在。显然，经济学家不满足于这样的结果，Walras 思想的正确性还需要等待数学发展的检验。

现代数学，在 1912 年拓扑学发展了不动点理论，为经济系统均衡态存在性的证明提供了工具。20 世纪 30 年代，Wald (1951) 首先从数学上证明了一般均衡在一系列条件下，完全竞争市场下的静态均衡、非完全竞争市场下的静态均衡解的存在性，遗憾的是，这些证明每一个模型体系都仅是一般均衡体系的一个特殊情形。二战后，新一代科学家成长了起来，Arrow (1951)、Arrow 和 Debru (1954) 运用更加抽象的数学工具如集合论、拓扑学等精练了 Walras 的思想，并用角谷不动点定理证明了在有限经济中存在符合帕累托最优的均衡价格。这是 20 世纪 50 年代理论经济学里程碑式的成果，对经济研究具有划时代的意义。Arrow 和 Debru 由于在证明一般均衡方面的贡献分别于 1972 年和 1983 年获得诺贝尔经济学奖。他们获奖当之无愧，但是他们留下了一个问题，一般均衡的研究转向了怎么应用的问题或应用一般均衡 (applied general equilibrium, AGE) 问题。于是，一般均衡分析的可计算问题成为研究的热点领域。

1.2.2 可计算一般均衡模型的原理

可计算一般均衡模型是基于一般均衡理论的一种数值模型。Arrow (1951)、Arrow 和 Debru (1954) 虽然对一般均衡理论进行了重大的发展，但因为其证明是非结构性的，从而不能告诉我们如何得到均衡的价格，因而是不可计算的。这样实现一般均衡分析的可计算化，成为一个科学难题。面对这个困难，Johansen (1960) 为了说明如何计算政策变化的一般均衡效果，采用在国际贸易理论、经济增长理论及公共财政中普遍使用的一类特殊的一般均衡模型——两部分增长模型来分析各种政策变化的影响。为求解其模型，Johansen 在假定均衡时对非线性的一般均衡方程组进行对数微分使之成为线性方程组。这是数学家的微分方程定性理论采用的基本方法，它正在成为非线性分析的基础。于是，可计算一般均衡模型和计算体系诞生了。Johansen 的开创性工作之后，一般均衡领域的一些主要经济学家对一般均衡解的存在性、唯一性、最优性和稳定性开展新的研究，使 CGE 方法成熟与完善起来，如 Scarf (1967, 1973)、Shoven 和 Whalley (1972, 1973, 1974)。Scarf (1967) 借鉴了 Lemek 计算有限策略的多人纳什均衡时的算法，找到了一种整体收敛的算法来计算不动点，从而使 CGE 方法计算均衡价格成为可能。至此，可计算一般均衡成为基于一般均衡理论用于分析一个实际经济系统的实证应用的法宝，而一般均衡理论是经济学的基础性理论，因此 CGE 方法具有很

好的适应性。

CGE 出现后,这个方法的应用并不被认为是正统的或者说可以普及的,因为对 CGE 的应用需要较多的计算数学技能。20 世纪 80 年代开始,情况发生了变化,随着计算机技术的普及,越来越多的学者可以采用 CGE 技术。CGE 模型开始出现在一些顶级期刊和著名出版物上,如 Bergman (1990)、Pereira 和 Shoven (1988)、Robinson 和 Roland-Holst (1988)、Bandara (1991) 等。关于 CGE 模型结构与相关应用的专著也大量出版,如 Dixon 等 (1977, 1982, 1992)、Adelman 和 Robinson (1978)、Keller (1980)、Harris 和 Cox (1983)、Ballard (1985)、Whalley (1985)、McKibbin 和 Sachs (1991)、Horridge (1993)、Dervis 等 (1982)、Shoven 和 Whalley (1992) 等。

必须指出,可计算一般均衡分析与一般均衡理论是有差别的。CGE 模型取消了一般均衡理论的完全竞争的必要性假定,把政策的干预引入了模型,使之成为政策模拟工具。实际上,如果没有政策效用,政府为什么要大力投入呢? 2008 年开始的世界经济危机表明,没有政府干预的经济是容易崩溃的。政府干预,意味着政策。政策在 CGE 中干扰了系统,干扰后,系统会按照一般均衡的规律达到一个状态。这样,政策模拟的要求使一般均衡理论接近了经济现实,这是 20 世纪 80 年代以来系统论研究范式的结果。

众多学者认为,CGE 模型有几个显著的特点,一是采用了市场均衡假设,不同经济主体的供给和需求行为决策可以决定至少某些商品和要素的价格;二是明确设定了各个经济主体的行为,如家庭的效用最大化、厂商的利润最大化或者是成本最小化,通过这些最优化假设,体现商品和要素价格在影响家庭消费和厂商生产决策中的作用;三是可计算性,可以求得数值解。

到目前为止,CGE 分析的缺点越来越多地暴露出来:第一,大量的参数估计或者校正意味着大量的引入误差,而参数本身的随机性又破坏结果的精确性;第二,在一个平衡点附近用线性方法分析政策干扰的结果,不适合许多具有大的干扰的实际政策情况,对于这种大干扰,不能不考虑经济系统的非线性;第三,对投入产出表的依赖使得 CGE 在动态分析方面遇到了技术困难。这些工作成为 CGE 需要探索的方向。

1.2.3 CGE 系统的构成

一般的 CGE 模型基本构成可以归纳为以下六个部分。

1. 生产行为

在生产部分,模型主要对商品和要素的生产者行为及其优化条件进行描述,包括生产者的生产方程、约束方程、生产要素的供给方程以及优化条件方程等。刻画生产行为的方程主要描述生产者的产品供给,方程一般有两类:

第一类是描述性方程,主要描述生产要素投入和产出之间的关系以及中间投入和产出之间的关系。生产者行为通常采用 Cobb-Douglas 生产函数(简称 C-D 函数)、常替代弹性(constant elasticity substitution, CES)生产函数、两层或多层嵌套的 CES 生产函数等描述,后者主要考虑投入要素有替代的情况。生产函数可采用传统的两种生产

要素——劳动力和资本，也可以采用多种生产要素，如再加上土地或能源等。此外劳动力还可根据技术水平、收入、教育水平、地区差异等分为不同组别。这样，针对不同的研究问题，就可以选用不同的生产函数，以突出所要研究的问题。中间投入关系可用 Leontief 投入产出矩阵来进行描述和分析。通常，由于分部门的资源难以核算，因此一般在构造 CGE 模型的过程中，生产函数没有加入资源进行分析。

第二类是生产者的优化方程或利润最大化方程，描述生产者在生产函数的约束下，如何能达到成本最小或利润最大，即劳动要素的报酬与其边际生产率相等，这同时也决定了生产者对生产要素的需求量。直接纳入 CGE 计算的不是最优化模型本身，而是由最优化模型求解出的最优状态满足的方程组。

2. 消费行为

在 CGE 模型中，消费者将力求实现在预算约束条件下的效用最大化。消费者最优化问题实际是在预算约束条件下选择商品（包括服务、投资、休闲）的最佳组合以实现尽可能高的效用，也包括两类方程：描述性方程和优化方程。

描述性方程描述消费者的预算约束条件，即消费者的可支配收入。优化方程描述了消费者的效用最大化行为导致的优化状态满足的方程。面对优化，有多种效用函数可供选择，如 Cobb-Douglas 效用函数，CES 效用函数和 Stone-Geary 效用函数等，在预算约束下对效用函数求导，得到表示消费者支出的相应线性支出系统（linear expenditure system, LES）方程或扩展的线性支出系统（expand linear expenditure system, ELES）方程，它们最终纳入 CGE 分析。

3. 政府行为

CGE 模型中有许多不同的方法来描述政府的行为，一般而言，政府的作用首先是制定有关政策，如税收、利率、汇率、关税以及财政补贴政策等。在 CGE 模型中，这些政策通常是作为外生性控制变量引入方程体系的。这样使得模型可以研究当政府调整宏观经济政策时，不同的政策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，政府的收入来源于各种税收和费用，政府的开支包括各种公共事业开支、转移支付、财政补贴以及消费。对于这些内生变量，可以通过某些参数外生化达到政策模拟的结果。例如，中央政府可以用于转移支付的量是内生的，但是可以通过对不同地区转移支付的比例来达到反映政策的目的。这个比例，就是外生政策。

4. 对外贸易

世界经济是一个开放的经济，一国的发展离不开与其他国家之间的交流，对外贸易在一国的经济发展中起着重要的作用，因此在 CGE 模型中对外贸易占有重要的地位。如果一国的进出口数量较小，不会造成世界市场价格的变化，往往对其采用小国假设，将商品的世界价格设定为固定不变的。此外要区分进口商品与国内产品。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，采用阿明顿（Armington）假设，并用 CES 方程来描述进口行为，用常弹性转换（constant elasticity transformation, CET）方程来描述出口行为。对有些部门来说，也可处理为无进出口，进口商品与国

内商品是不能全部或部分替代的等。

5. 市场均衡

根据 Walras 一般均衡原理, 描述市场的价值量均衡是 CGE 模型的重点, 一般来讲, CGE 模型中的市场均衡以及相应的预算约束包括以下几个方面:

(1) 产品市场均衡: 产品市场的均衡要求各部门的总供给等于总需求, CGE 是 Walras 一般均衡, 要求商品不仅在实物量上达到均衡, 而且在价值量上达到均衡。如果在某一部门出现不均衡, 则供求之差可以处理为库存, 包括库存变量在内的 CGE 模型所描述的是广义均衡。

(2) 要素市场均衡: 要素市场均衡通常要是指劳动力市场的均衡, 即劳动力的总供给等于总需求。劳动力可以在各部门之间流动以达到生产者和消费者的优化目标, 其流动的原因是各部门之间的边际利润率不同。如果在某一时期, 劳动力的供给大于需求, 那么在劳动力市场上必然会出现失业。CGE 模型中劳动力市场的均衡是指包括失业在内的广义的均衡。

(3) 资本市场均衡: 资本市场的均衡主要是指总投资等于总储蓄, 如果投资规模与储蓄水平不相等, 则可以通过出售债券、引入外资或增减政府财政储备来弥补以达到平衡。同时, 根据宏观经济学的原理, 投资和储蓄的相等同产品市场的均衡是等价的。这是由于商品市场中库存被处理为总投资的一部分, 另一部分为固定资产投资。总储蓄的一部分将用来购买库存, 因而商品市场的均衡同资本市场的均衡是一致的。

(4) 政府预算均衡: 政府预算均衡是一个基本的均衡, 如果政府支出不等于政府收入, 那么 CGE 把财政赤字当做一个变量加入政府收入一边, 这样就可以用一组均衡方程来表示政府预算的不均衡状态。因而政府的收支也是广义均衡的。

(5) 居民收支均衡: 居民收支均衡指的是居民收入与消费支出需要平衡, 实际上如果不平衡, 就会重新通货膨胀或通货紧缩。居民的收入来自劳动报酬、企业的利润分配、国外净汇款等, 在缴纳了个人所得税之后, 余下的收入进行消费或储蓄, 记为收入, 这个收入在模型中用于计算居民的收支平衡。

(6) 国际收支均衡: 在 CGE 中, 外贸出超表现为外国资本流入, 外贸入超表现为本国资本流出。如果把国外净资本流入当做变量来处理, 那么国际收支也应该达到平衡, 这就是国际收支均衡。

总之, 从以上对均衡的处理可以看出, 各个均衡状态下的差额变量 (如库存、失业、节余、赤字) 的变化趋势, 为实际上的不均衡状态的研究提供了重要的分析依据。虽然一般均衡理论要求各项都同时达到均衡, 但在一般情况下这被证明是做不到的, 只能达到有条件的均衡。CGE 模型的宏观封闭理论将对此做出解释。

6. 其他平衡

在 CGE 模型中, 除了根据 Walras 一般均衡处理的市场均衡外, 我们还可能包括另外一些均衡问题。对于这些均衡, 一般不要求考虑价值量平衡, 如在分析多区域发展问题时居民效用的相对均衡。考虑是多区域各人口组分之间的相对社会经济权利平等问题, 居民效用可以作为平等的一种测度指标, 当各区域各人口组分之间的居民效用在扣

除诸如流动成本之外的因素后实现相对平等,就可以认为各区域之间实现平等了,而这个居民效用,需要一种新的居民效用函数定义。

1.2.4 CGE 系统的闭合

对于一个经济体系,根据 1.2.3 节介绍,可以构造出 CGE 模型,对经济体系进行模拟分析。建立 CGE 模型首先要保证求出均衡解,但如何才能保证模型解的存在性、稳定性和唯一性呢?模型宏观闭合理论的出现就是为了解决这个问题。这里闭合的基本含义是指求解一个模型所需要的外生变量的确定及赋值。外生变量的不同选择以及模型闭合的不同选择,反映了要素市场和宏观行为的不同假设。在实际应用 CGE 模型时需将其闭合的原因在于(郑玉歆,樊明太,1999):第一,典型的 CGE 模型不包含货币机制,资源再配置是通过相对价格机制而不是绝对价格机制发生作用的。第二,典型的 CGE 模型是有约束的均衡模型,宏观闭合是这种约束的反映。

一般而言,闭合规则必须满足以下条件(赖明勇,祝树金,2008):第一,方程的数量等于内生变量的数目,通常的做法是直接在模型变量中进行内外生变量的选择,也有通过增减方程使得方程数目与内生变量数目保持一致;第二,在所有的价格变量中必须有一个变量作为外生变量,其原因在于必须确定一个标准化的价格;第三,同一个方程中不能全是外生变量,以免该方程孤立;第四,内外生变量的选择要满足一定的经济含义,不同的经济假设下所选择的闭合规则会导致不同的模拟结果。

宏观闭合理论首先要保证 CGE 模型中的方程总数与变量总数相等,同时必须要符合经济学的原理。因而不同的宏观闭合理论也就显示出模型具有不同的经济学理论基础,并对应不同的研究问题。

Sen (1963) 证明,在一个封闭的经济系统中,如果投资水平和政府支出水平是固定的,那么要达到利润优化的目的就不可能保持充分就业,如果要达到充分就业就不可能达到系统的优化状态。Dewatripoint 和 Michel (1987) 进一步证明,在按照一般均衡理论建立起来的经济模型中必然存在着过度识别的问题,即在实际消费(real consumption)和公共消费水平给定的情况下,CGE 模型中的充分就业和收入分配的优化是不能同时兼得的,模型中必然出现方程数多于变量数的矛盾。为了保证解的唯一性,必须对模型做出相应的假设,去掉一组约束条件,即要在失业率(劳动力市场的均衡)、公共开支(政府预算均衡)、投资水平(投资与储蓄均衡)和要素收入水平(生产优化条件)这四项中做出取舍:

(1) 第一种方案:放弃劳动力市场和商品市场同时达到均衡的要求,使 CGE 模型闭合。这样,就业率被当做内生变量,这意味着社会上存在着巨大的劳动力后备军,随时可以补充进生产部门。这实际上反映了凯恩斯需求不足、供给过剩的假设,所以把各部门劳动力需求量处理为内生变量的 CGE 模型通常被称为凯恩斯模型,而劳动力需求不足、供给过剩的假设被称为凯恩斯假设。凯恩斯模型是建立在凯恩斯经济学基础上的,认为经济中并不存在经常有效的自动调节机制,未必可以保持充分就业的水平,一旦出现小于充分就业的均衡水平,国家就应该积极干预经济生活,通过增加政府投资推动就业的扩张并克服经济危机。事实上,凯恩斯模型描述的情景反映了目前面对经济危

机，世界各经济体普遍出现就业不足、投资减速、需求下滑的局面。因此，当前经济局势下，凯恩斯闭合方案是比较合适的选择。

(2) 第二种方案：在保持生产者利润优化的条件下，如果政府开支水平是外生给定的，那么必须把投资水平当做内生变量，总投资水平将被自动调节到储蓄水平上，在这种情况下，储蓄决定了总投资，符合新古典学派的假设，常称为新古典（neoclassic）假设，而内生投资水平的模型就称为新古典模型。新古典模型的核心思想是认为只要采取凯恩斯主义的宏观经济政策（财政政策和货币政策）对资本主义的经济活动进行调节就可以避免经济萧条而使经济趋于充分就业，而经济一旦实现了充分就业就可以得到维持。新古典模型和凯恩斯模型区别在于，新古典模型阐释的是经济运行的长程态和常态，而凯恩斯模型在描述经济运行的短程态和非常态（如需求下滑导致的经济危机）时具有较高的解释力。

(3) 第三种方案：在保持生产者的利润优化的条件下，如果总投资水平是外生给定的，为了封闭模型，求得唯一解，就必须要把政府开支当做内生变量，或者以政府预算结余或赤字来填补投资与储蓄的差额。这种 CGE 模型通常被称为 Johansen 模型。Johansen 模型是政府通过加大支出来保证生产者的充足投资，从而确保生产者利润的一种政策，这其实是反映了政府对生产者进行保护的一种经济思想。政府开支是内生的作为一种假设，被称为 Johansen 假设。

(4) 第四种方案：如果投资水平是外生给定的，政府开支水平也是外生给定的，为了达到一般均衡的目的，只能牺牲生产要素的优化条件。假定不同组的劳动者有不同的储蓄率，在 CGE 求解过程中调整各组劳动力的收入分配，使真实储蓄与投资规模相适应，即 Koldorian 假设。在 Koldorian 假设下，工资率不一定等于劳动生产率的边际值。通常人们称这种 CGE 模型为 Koldorian 模型。Koldorian 模型反映了一种福利经济学的思想，试图通过调节各阶层收入分配来实现和保障相对公平。然而，由于 Koldorian 模型对收入的调节发生于一次分配领域中，而政府的调节主要在于二次分配环节，因此，Koldorian 模型下政府的政策空间比较小。

宏观经济模型闭合理论的意义在于，它从数学的角度上完成了 CGE 系统的自治，同时它也证明了各个主流经济学派，可能适用于不同的经济系统。

1.3 CGE 模型的应用与发展

1.3.1 CGE 模型在国外的应用与发展

CGE 模型的建立导致了政策模拟系统的发展。其中最成功的是 ORANI 模型。ORANI 模型是由澳大利亚关税委员会成立的 IMPACT 项目开发的主要模型，于 1977 年正式出版使用。相对于早期的 CGE 模型，ORANI 模型从建立伊始，就是一个真正的大尺度模型，清晰地显示了 113 个部门、115 个国内商品类别及相等数量的进口商品类别、9 类劳动力、7 类农业土地和 113 类资金。随后，ORANI 模型又经过不断的维护，形成各种 ORANI I~G 版本（Dixon et al., 1977, 1982, Horridge et al., 1993）。1993 年，澳大利亚 Monash 大学在 ORANI 的基础上又推出了 Monash 模型。Monash