



能源环境 一般均衡分析

General equilibrium analysis of energy and
environment policies

鲁传一 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press



能源环境 一般均衡分析

General equilibrium analysis of energy and
environment policies

鲁传一 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

能源环境一般均衡分析/鲁传一著. —北京: 经济科学出版社, 2018. 9

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9807 - 2

I. ①能… II. ①鲁… III. ①能源经济学 - 环境经济学 - 研究 IV. ①F407. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 233674 号

责任编辑: 李 雪

责任校对: 曹育伟

责任印制: 邱 天

能源环境一般均衡分析

鲁传一 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@ esp. com. cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

固安华明印业有限公司印装

710 × 1000 16 开 17 印张 300000 字

2018 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9807 - 2 定价: 60.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 打击盗版 举报热线: 010 - 88191661)

QQ: 2242791300 营销中心电话: 010 - 88191537

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

国家社科基金后期资助项目 出版说明

后期资助项目是国家社科基金设立的一类重要项目，旨在鼓励广大社科研究者潜心治学，支持基础研究多出优秀成果。它是经过严格评审，从接近完成的科研成果中遴选立项的。为扩大后期资助项目的影响，更好地推动学术发展，促进成果转化，全国哲学社会科学规划办公室按照“统一设计、统一标识、统一版式、形成系列”的总体要求，组织出版国家社科基金后期资助项目成果。

全国哲学社会科学规划办公室

前 言

本书是国家社会科学基金后期资助项目的研究成果，是在作者参与和承担的国家自然科学基金重大项目、国家科技部“十一五”“十二五”攻关课题、国家科技部“973”科技支撑项目、清华大学亚洲研究中心资助课题、清华大学低碳经济研究院资助课题、世界银行资助项目、美国能源基金会资助项目等项目和课题的研究成果基础上提炼而成的。

本书主要从理论和应用上探讨可计算一般均衡（CGE）模型方法及其在能源环境领域的应用。在介绍一般均衡模型原理和方法及其在国内外的应用进展基础上，分别建立了我国多部门动态可计算一般均衡模型和我国多区域、多部门动态可计算一般均衡模型。接着，基于最新的数据，应用所建立的CGE模型分别模拟分析了国际油价上涨、征收碳税、能源技术转移、可再生能源投资增加和我国西部开发投资增加等对我国经济增长和产业转型的影响。

本书可为我国有关能源、环境问题的理论和实证分析提供理论和方法参考；对于相关热点问题的深入研究和定量分析，可为人们充分认识这些问题的经济影响，提供理论依据和数量经济分析的结果。

对于本书中可能出现的错误和不足之处，敬请各位读者，特别是相关领域的专家、学者、政策研究和咨询界的同仁提出宝贵的意见和建议。

最后，向所有对本书的出版提供支持和帮助的领导、专家和同事，表示衷心的感谢。



2018年7月 于北京清华园

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 CGE 模型发展简介	1
1.2 CGE 模型的应用	4
1.3 我国 CGE 模型的发展	15
1.4 本书的结构安排	18
第 2 章 CGE 模型的基本原理和能源环境应用	21
2.1 CGE 模型的基本原理	21
2.2 能源环境 CGE 模型	38
第 3 章 社会核算矩阵及参数校准	47
3.1 社会核算矩阵	47
3.2 参数的校准	58
第 4 章 一个中国经济的 CGE 模型	62
4.1 中国碳税政策的 CGE 模型构建思路	62
4.2 中国碳税 CGE 模型的方程设置	63
4.3 小结	81
第 5 章 一个中国多地区动态 CGE 模型	82
5.1 多地区动态可计算一般均衡模型	82
5.2 模型数据及校准	99
第 6 章 国际油价上涨对我国经济的影响	105
6.1 国际油价变化的轨迹和未来走势分析	105
6.2 我国成品油价格管理机制	108
6.3 现有研究评述	109
6.4 CGE 模型和模拟情景设置	114
6.5 模拟结果分析	116

6.6	结论和政策建议	129
第7章	综合碳税政策对经济 and 产业的影响	134
7.1	导言	134
7.2	TECGE 模型	143
7.3	数据	145
7.4	模拟方案选择	146
7.5	模拟结果分析	148
7.6	结论	163
第8章	东北亚能源技术合作 and 中国的低碳发展	165
8.1	低碳经济	165
8.2	东北亚能源技术合作	167
8.3	能源技术合作效益的 CGE 模拟	180
8.4	模拟结果分析	185
8.5	研究结论 and 建议	193
第9章	风电投资对经济增长的拉动作用研究	196
9.1	风电在全球的发展	196
9.2	风电在中国的发展	200
9.3	TECGE 模型	205
9.4	模型模拟	209
9.5	结论	219
第10章	西部开发投资的经济 and 环境影响	221
10.1	导言	221
10.2	MRDR 模型	225
10.3	数据	227
10.4	西部投资增加的社会经济影响	228
10.5	结论	242
	参考文献	244
	后记	261

第 1 章 绪 论

可计算一般均衡模型，英语名为 Computable general equilibrium model，简称 CGE 模型。自挪威经济学家约翰森（Johansen）在 1960 年建立第一个 CGE 模型以来，经过半个多世纪的发展和应用，CGE 模型在发达国家和发展中国家、在多个领域都获得了广泛的应用。

CGE 模型被广泛用来研究税收、贸易、环境保护、收入分配、发展战略等方面的问题。从 20 世纪 80 年代起，CGE 模型已经被认可为非常有效的政策分析工具。20 世纪 90 年代开始，我国有一些学者开始应用 CGE 模型研究中国经济问题。

本章首先简单介绍 CGE 模型的一些基本知识，接着综述近年来 CGE 模型在国内外一些主要领域的应用情况，再介绍 CGE 模型在国内的应用情况，最后介绍本书的主要内容。

1.1 CGE 模型发展简介

CGE 模型是应用政策分析的重要模型类别。一般认为，在市场经济或混合经济条件下，可计算一般均衡模型是进行宏观经济政策定量化分析的最合适的工具之一。CGE 模型具有一致的理论基础和灵活的模型框架，可以对现实经济进行多方面的综合描述，同时当今快速发展和应用的计算机技术，使 CGE 模型不同于以往的任何一类经济模型，具有广泛的应用优势。

CGE 模型的发展基于瓦尔拉斯（Walras）的一般均衡理论。1874 年，瓦尔拉斯在《纯粹经济学要义》中提出了一般均衡的理论模型，用抽象的数学语言表述了一般均衡的思想。1936 年，列昂惕夫（Leontif）首次引入了投入产出模型，并假定成本是线性的、技术系数是固定的。不过，这些理论一般均衡模型解的存在性至此时还没有得到解决。20 世纪 50 年代由

阿罗 (Arrow)、阿罗和德布鲁 (Arrow and Debru, 1954) 证明了理论一般均衡模型解的存在性、唯一性、优化性和稳定性。此时, 尽管理论一般均衡模型的研究取得了进步, 但是要将其应用于实际问题, 还需解决相应模型解的算法问题。

挪威经济学家约翰森 (Johansen) 在 1960 年建立第一个 CGE 模型。在他的模型中包括了 20 个成本最小化的生产部门和一个效用最大化的家庭部门, 价格在其中起了很重要的作用, 影响消费者和生产者决策。他利用挪威的投入产出数据对挪威的经济增长作了量化的和多部门的描述。

在约翰森的贡献之后, CGE 模型的应用研究进入一段平淡期, 直到 20 世纪 70 年代才有较大的发展。在这段时期内, 大规模计量经济模型得到发展和应用。与 CGE 模型相比, 计量经济模型更关注时间序列分析, 而忽视经济理论, 但它仍具有广泛的应用性, 也可以在动态框架下分析结构滞后的问题, 即分析某一年的一些外生变量变动如何影响下一年内生变量的变动。

在 20 世纪 60 年代虽然 CGE 模型的应用研究较少, 但是在一般均衡的理论研究方面取得了发展。1967 年斯卡夫 (Scarf) 研制了一种开创性的算法, 用于对数字设定的一般均衡模型进行求解。斯卡夫关于均衡价格开创性的算法使得一般均衡模型从纯理论结构转化为可计算的实际应用模型成为可能, 并大大地促进了大型实际 CGE 模型的开发和应用。就其算法本身来讲, 斯卡夫算法并没有约翰森算法或牛顿 - 拉夫逊 (Newton - Raphson) 算法及欧拉 (Euler) 算法简单, 但斯卡夫的工作很有启发性。他认为投入产出表数据给出了一个初解, 从这个初解出发一定可以求解方程, 进而分析诸如税收、关税等政策变动的影响, 从而把模型应用到实际层面。

20 世纪 70 年代石油冲击使西方许多国家都陷入了巨大的困境, 并对国际货币体系产生重大影响, 需要对油价大幅上涨产生的经济影响进行分析。由于计量经济模型依赖于过去稳定的石油价格的数据, 所得出的回归系数非常小, 但事实上石油冲击引发了 20 世纪 30 年代以来最严重的经济衰退。20 世纪 70 年代世界经济遭受诸如能源价格上涨、实际工资水平迅速提高、环境问题日益严峻等一系列的冲击, 而原有的经济计量模型由于缺乏严格理论设定、不能对此类问题提供有效模拟方法, 因此人们将注意力转向 CGE 模型的应用研究。CGE 模型分析与之前其他模型的不同之处在于, 它考虑经济主体对价格变动的反应, 比如因为价格上升, 消费者可能寻找替代品或改变偏好, 厂商可能会改变生产计划, 等等。一个好的

CGE 模型会很好地刻画这些特征，虽然可能也会有误差，但不会出现计量经济模型的纯粹依赖过去数据的情况。

20 世纪 80 年代后，一般均衡理论在阿罗和德布鲁体系的基础上进一步发展，引入了信息理论、交易费用、区位选择等概念，或更加抽象化，引入更一般的分配机制和激励机制问题。

在模型的数据处理方面，先是发展了斯卡夫算法。但斯卡夫算法求解模型规模较小，难以应对较大的模型和差异较大的均衡解。为了解决这个问题，发展了牛顿迭代法。牛顿迭代法具有较快的收敛速度，比较适用于较大规模的模型和方程组的求解。20 世纪 80 年代后期起，随着 CGE 求解算法的成熟和计算机的迅速普及，基于各种算法的软件求解包陆续面市，例如由世界银行开发的一般数学规划模型系统（The General Algebraic Modeling System，简称 GAMS）、澳大利亚莫纳什大学（Monash University）开发的一般均衡建模软件系统（General Equilibrium Modelling PACKage，简称 GEMPACK）。

20 世纪 90 年代以来，CGE 模型领域最重要的发展是全球贸易分析模型（Global Trade Analysis Project model，简称 GTAP）在世界范围内的广泛应用。它是美国普渡大学（Purdue University）汤姆·赫特尔（Tom Hertel）及其同事共同合作的成果。通过使用全世界数以百计的研究人员所提供的投入产出数据以及其他数据，该模型构建了一个包括 50 多个国家和地区、60 多种产品的多国模型。该模型理论上基于澳大利亚的奥拉尼模型（ORANI model），在许多操作上，使用了澳大利亚政策研究中心肯·皮尔森（Ken Pearson）及其同事的 GEMPACK 软件。GTAP 模型如今已被广泛应用于自由贸易协定的分析中，CGE 模型也成为很多国家政策分析的工具。

近 20 年来，人们在提高模型质量、扩大模型规模、改进建模和计算方法以及实现模型由比较静态向跨时动态发展等方面的研究取得了一些新的进展。现在，世界上多数发达国家和发展中国家都已经建立了自己的 CGE 模型。这些模型在分析宏观公共政策、微观产业政策、国际贸易政策以及对国民经济进行动态模拟方面，显示出明显优越性。特别是在能源、环境及气候变化等政策分析方面的应用效果非常明显。

在世界银行、国际货币基金组织、世界劳工组织和国际粮农组织的大力推广之下，CGE 模型被应用于许多政策问题，如宏观结构调整、资本流动、农业发展和工业化、贸易自由化和区间贸易、税收政策、劳动力转移和城镇化问题、收入分配和福利效应政策、环境政策、能源政策等问题的

分析，并逐渐成为应用政策分析模型的主流。

在国际组织的引领下，CGE 模型广泛应用于各种问题的分析，包括分析税收、公共消费和社保支付、关税和其他国际贸易干预、环境政策、技术进步、国际商品价格和利率、工资设定和工会行为，以及资源探明储量和可开采量等变动对于宏观变量、产业变量、区域变量、劳动力市场、收入分配以及环境等的影响。

可计算一般均衡模型在世界范围内得到广泛而迅速的开发和应用，主要原因在于 CGE 模型是投入产出模型和线性规划模型的结合和完善。这主要表现为 CGE 模型通过引入经济主体（agents）的优化行为，刻画了生产之间的替代关系和需求之间的转换关系，用非线性函数取代了传统的投入产出模型中的许多线性函数。另一原因在于 CGE 模型在传统的投入产出均衡的基础上，引入了价格，通过价格激励发挥作用的机制和政策工具，从而将生产、需求、国际贸易和价格有机地结合在一起，以刻画在一定经济条件下，不同产业生产者、不同产品消费者对由一定政策冲击所引致的相对价格变动的反应。

一般均衡分析的特点在于全面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。即由于供求关系不均衡将导致价格的变动，从而促使供求趋向均衡的运动过程。

一般均衡与局部均衡的区别在于局部均衡分析考察单一的市场，除了所研究的商品和要素价格外，其他商品和要素的价格都是固定的。而一般均衡分析中，所有商品和要素的价格都是变量，所有商品和要素的市场都必须出清。二者的区别并不在于引用的模型变量数量的多少和规模的大小。

在现实经济生活中，均衡是相对的，不均衡才是绝对的、普遍的。均衡总是不均衡状态的度量基础。因此，CGE 模型被广泛用于灵敏度分析，特别用来研究外生政策变化对经济系统的影响。

1.2 CGE 模型的应用

经过 50 多年的发展，CGE 模型已经被广泛应用于世界各国特别是发展中国家的宏观经济政策分析和研究，并逐步成为应用经济学的一个重要分支，为各国政府部门制定政策提供了有力的分析工具。国内外 CGE 模型的应用大致可分为以下几个方面：一是，宏观公共政策，如税收政策、货币金融政策等；二是，经济部门政策，如水资源政策、矿产资源政策、

能源环境政策、科技政策、结构调整政策等；三是，国际贸易政策，特别是在关税和非关税贸易壁垒政策上的应用；四是，其他经济改革以及经济发展政策的研究，如人口和收入分配、社会保障等政策的各种深层次分析，以及对政策变化效果的模拟、外生冲击对经济系统和产业部门的影响和情景预测等。

1.2.1 国际贸易政策

20 世纪 80 年代开始，全球化逐步成为经济发展的主要趋势，任何一个开放的国家，都不可避免地参与到全球化的进程中。按照大卫·李嘉图的比较优势理论和赫克歇尔—俄林的国际贸易模型，每一个国家都有其各自的比较优势和劣势，因此，各国参与到全球化的分工与合作，根据各自的资源禀赋状况，按照比较优势原则合理安排国内的生产和贸易，就可以实现资源的最优配置，增进社会福利，从而在国际贸易自由化中获益。然而，众多发展中国家参与全球化的实践经验表明，事实结果可能并非如此。更多的人逐渐意识到自由贸易可能是一把双刃剑，它一方面在促进发展中国家的优势产业发展的同时，另一方面也可能使发展中国家的国内工业产品和服务业牢牢地被发达国家所控制，从而使发展中国家的贸易条件恶化，并为发达国家的剥削提供便利。在国际贸易中，贸易规则起着至关重要的作用。如何在谈判中形成有利于各自的政策环境和制度，成为各国在贸易谈判中争论的焦点。在贸易谈判过程中，各个国家都普遍感觉到，必须有一种分析工具，能够全面评估各项贸易制度对自身的冲击程度，以此来增强对自身谈判依据的衡量。由于 CGE 模型的自身优势，各国几乎不约而同地建立起了自身的 CGE 模型，以支撑对自身谈判立场的分析。因此，运用 CGE 模型估计贸易自由化的经济影响是成为其应用的一个最为主要的方面。

估计和分析贸易自由化的条件对经济的影响，是 CGE 模型一个主要的应用领域。20 世纪 90 年代，在世界银行和其他国际组织的推动下，有许多研究分析和估计了有关乌拉圭回合贸易自由化的影响，这些研究通常采用多区域的 CGE 模型分析乌拉圭回合的全球影响。也有一些研究运用 CGE 方法着重分析中国加入世界贸易组织（World Trade Organization，简称 WTO）的影响。

在贸易领域的 CGE 模型中，澳大利亚的 ORANI 模型是一个大规模的单国贸易模型，它包括了 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 类劳动力和 7 类农业土地和 113 类资本，成为国际贸易

模型的样本。

普渡大学开发的多国贸易模型（Global Trade Analysis Project，简称 GTAP）是 CGE 模型研究应用领域的重要发展，主要应用于全球贸易问题的分析。GTAP 项目组雇请了全球近 400 多名经济学家建立了 87 个国家和地区的 CGE 模型，每个模型均通过贸易与要素流动互相连接。目前该模型保持着世界上最大规模的世界贸易数据库，以 GTAP 模型为框架以及与其相链接的各国子模型已被广泛地应用于世界各国的贸易政策分析之中。

国内 CGE 模型的应用虽晚于国外，但发展很快。在贸易领域，王直等（1997）运用动态递推可计算一般均衡模型，就中国加入世贸组织对世界劳动密集产品市场与美国农业出口的影响进行了分析。李雪松（2000）参与了中国社会科学院数量经济与技术经济研究所同荷兰中央计划局合作，研制了一个中国经济多部门动态的 CGE 模型，模拟了加入 WTO 对中国经济影响。刁（X. Diao，2002）也曾采用 CGE 模型就中国加入 WTO 对中国农业和农村居民收入的影响进行了分析。研究结果显示，如果仅有农业自由化，那么中国的农业部门将会受损；如果同步取消农业和非农业贸易壁垒，则从全国整体上而言，居民的整体福利将有所增加，但是农村居民收入增长水平将低于城镇居民，欠发达地区的农民甚至会严重受损，这意味着城乡居民收入差距将进一步扩大。樊明太等（2005）应用中国农业 CGE 模型，就中国在 WTO 后过渡期进一步的贸易自由化对经济和粮食安全的影响进行了模拟和分析。孟猛等（2015）利用可计算一般均衡模型对东亚地区不同形式自由贸易区的经济影响进行比较分析。

涂涛涛（2014）基于中国 CGE 模型，解析了劳动力市场分割对中国农产品贸易自由化福利效应的影响。研究表明，劳动力市场分割诱发的资源配置扭曲会对生产效率造成负面冲击，并导致劳动力、资本和土地要素收益率的下降；在资源配置扭曲的情形下，降低农产品关税的贸易自由化政策将导致国民福利损失，并加剧中国农村和城市居民的收入分化。提升劳动者人力资本、消除户籍制度等制度性障碍有助于国民福利的增进与收入差距的缩小。

董婉璐等（2014）利用改进的全球贸易分析模型 GTAP，全面分析了中国在 2010 年对非洲 26 个最不发达国家减免进口关税的经济影响。中国对非洲最不发达国家减免进口关税是中国政府加强中非经贸合作的重要举措。研究发现，中国对非洲国家降低进口关税将促进非洲国家的经济增长，并提高其经济福利；减让关税对中国从非洲国家的进口有非常积极的促进作用；非洲国家不同产业部门所受到的经济影响取决于关税减让幅度

和对中国市场的依赖程度。中国需考虑贸易政策以外，加大双边投资和技术合作。

李继峰等（2012）以发达国家对我国出口品征收碳关税为例，基于 CGE 模型定量分析国际贸易绿色壁垒对我国经济的影响。美、欧发达国家为促进本国绿色产业发展，以“碳关税”为突破口，在国际贸易中试图设置绿色壁垒。研究表明，碳关税对我国实体经济的影响要小于对名义价格水平的影响；对高耗能产品出口抑制作用明显，而对高附加值产品出口影响很小，甚至会有刺激作用。

陈虹等（2015）基于 CGE 模型分析了“一带一路”倡议的国际经济效应。中国与“一带一路”辐射国家和地区展开投资贸易合作，解决投资贸易便利化问题，消除投资和贸易壁垒，共同商建自由贸易区是“一带一路”建设的重点内容。结果表明，中国与“一带一路”沿线国家和地区建成自由贸易区后，参与“一带一路”各国的 GDP 增长率、进出口总额均将有不同程度提高；参与“一带一路”各国的贸易平衡趋于稳定而中国贸易顺差进一步扩大；中国的福利、贸易条件得到明显改善。

魏巍贤（2017）基于单一国家和多国的动态 CGE 模型，研究了人民币汇率双向波动对中国及世界经济的影响。随着人民币国际化进程的加快，人民币汇率波动的国际效应进一步加强。该研究基于全球贸易分析项目（GTAP）数据库和中国 2012 年投入产出表，分别模拟了 2016 ~ 2030 年人民币持续贬值和先贬值后升值的两种情景，并从物价水平、国际贸易、经济总量、行业产出等多个方面分析了人民币汇率变动对中国及世界主要经济体的影响。

1.2.2 宏观公共政策

CGE 模型在宏观公共政策分析中的主要应用，在于税收政策的分析。财政政策和收入分配是 CGE 模型的另一个重要研究领域。在市场化国家里，税收政策经常被视为政府调控经济的重要手段。由于财政税收制度及税率的变化不仅影响国家财政收支平衡，而且税收变化还会影响价格，并且通过价格体系把冲击传递到经济系统的各个部分，这使得局部均衡模型很难描述这种错综复杂的关系。各国进行财政税收制度改革的原因大致有两种：一是调节税负在生产部门间分布，促进经济增长；二是通过税收调节居民间的收入分配，促进社会的公平与稳定。因此，税制改革的 CGE 模型多以经济增长、收入分配和社会福利等作为财政税收政策分析的主要方面。

20 世纪 50 年代，一般均衡理论被引入财政税收研究领域，形成现代税收一般均衡分析的基本模式。此后，国外学者纷纷建立了许多著名的理论和应用税收 CGE 模型。这些模型的发展进程，可以划分为 3 个阶段：

(1) 应用一般均衡模型 (AGE, Applied General Equilibrium Model) 阶段

该阶段的突出代表为美国经济学家阿伯格 (Harberger)，他于 1962 年建立了用于分析美国公司所得税税负分布的两部门、两要素应用一般均衡模型。该模型被认为开创了一般均衡模型在税收管理领域中应用，但由于受计算理论与计算技术的局限，该发展阶段建立的税收模型一般都采用线性逼近求解方法，不但造成较大误差，而且限制了模型规模扩大，难以用来分析复杂的税收管理问题。

(2) 可计算一般均衡 (CGE) 模型阶段

20 世纪 60 年代，由于经济学家对一般均衡模型解的存在性、唯一性、最优性和稳定性研究的进步，先后出现了斯卡夫算法和默锐 (Merril) 算法，放松了计算约束条件，节约了计算时间和成本。同时由于计算机技术的进步，使得一般均衡的计算过程更加容易实现，为 CGE 模型的计算在理论上和实现手段上扫清了路障。该阶段荷兰、西班牙、英国、美国等西方发达国家纷纷建立了财税金融税收的 CGE 模型。

(3) 大规模可计算一般均衡 (CGE) 模型阶段

20 世纪 80 年代至今，随着计算机技术的飞速发展，新的功能更强大的计算程序不断出现。其中使用得比较广泛的有通用数学建模系统 (GAMS)、一般均衡建模工具包 (GEMPACK) 和一般均衡数学编程系统 (MPSGE)。这些计算工具的出现，极大地促进了税收 CGE 模型的发展。这个阶段的税收 CGE 模型的特点是：规模巨大，描述细致，有由静态模型向动态模型、由单国模型向多国模型发展的明显趋势。

自 20 世纪 80 年代以来，大规模税收 CGE 模型逐渐得到推广和应用。科瑞斯托夫等 (Christoph Boehringer et al., 2005) 建立了一个税收和失业的 CGE 模型，用来研究德国削减劳动税对就业和失业的影响。该模型假定工资是在部门水平上由公司和劳动力组织议价决定的；将劳动力分为高技能和低技能两种类型，假定在存在失业时期，劳动力可以在部门间流动，失业者和空缺职位之间匹配是随机的；模型还假定资本市场完全竞争。在这个模型中，生产过程采用嵌套的里昂惕夫 (Leontief) 生产函数或不变替代弹性生产函数 (constant elasticity of substitution production function, 简称 CES function)，要素需求采用柯布和道格拉斯生产函数

(Cobb - Douglas production function, 简称 C - D function), 效用函数采用嵌套的 CES 函数, 并用不变替代弹性函数 (CES) 和常转换弹性函数 (constant elasticity of transformation, CET) 函数描述进出口的不完全替代和转换性。模型考察了削减工薪税、边际劳动收入税、收入总税额, 以及消费税对就业和失业的影响。

自 20 世纪 90 年代以来, CGE 模型在我国税收领域研究中逐渐得到推广和应用。翟凡 (1996) 模拟了在税收中性条件下, 不同税收替代政策对实行贸易自由化的社会福利效果及其收入分配效应。在政府财政收入中性假设条件下, 选择累进的个人所得税、企业税和统一的消费税替代进出口关税削减。研究表明, 在适当的政策条件下, 贸易自由化可以提高经济效率并促进分配平等, 但其所导致的效率收益的大小与政府选择的税收替代手段有关。

杨元伟 (2000) 与加拿大工商研究院合作, 建立了一个税收政策分析的 CGE 模型, 对税收政策与国民经济相互关系进行了一般均衡分析。该模型着重关注不同税收政策调整所产生的收入总水平、税收负担、国民收入分配、生产和消费结构以及就业的变化。

周建军等 (2004) 建立了一个研究中国整体经济的 CGE 模型, 对中国现行税制间接税税率调整、间接税向直接税转化、间接税调整对储蓄和投资的影响等措施的宏观经济效应进行分析。

李洪心等 (2004) 利用一个可计算的一般均衡模型, 模拟了税收改革政策对生产、消费和政府收入所产生的一系列影响。研究结果表明, 对不同行业根据污染的强度设置不同的税率按产值征税, 可以在控制污染行业产量、保护环境的同时, 促进整体税制改革, 减轻企业的所得税负担和居民的纳税负担, 增加政府收入, 从数字上说明环境税的“双盈”效应假说是可行的。

胡宗义等 (2008) 利用动态 CGE 模型研究了统一外资企业所得税率对中国宏观经济的冲击效果。模型的动态化过程体现在资本的积累、金融资本的积累以及劳动力市场的跨期链接上。研究结果表明, 短期内两税合并的确会对部分产业产生一定的负面冲击, 同时也会降低政府税收, 但对各地区的产出却呈正向冲击, 长期来看, 两税合并最终有利于中国产业的优化发展, 有利于促进经济社会的全面发展。

汪昊等 (2017) 运用一般均衡方法, 从收入来源端和使用端两方面测量居民间接税负担。在对间接税归宿机制进行理论分析的基础上, 进一步构建可计算一般均衡 (CGE) 税收模型, 运用差别税收归宿的测算方法,

对中国 2010 年农村和城镇不同收入组居民负担的主要间接税进行测算。结果表明，中国城乡居民间接税负担均呈 U 形，且农村居民间接税负担重于城镇居民；来源端税负对总税负的影响大于使用端，总的税负累进（退）性更接近来源端。居民收入与支出结构是影响累进（退）性的决定因素，要素替代弹性与来源端税负呈反向关系，与使用端呈正向关系，与累进（退）性呈反向关系。

1.2.3 能源环境政策

随着经济的快速发展、工业化和城市化进程加快，中国的能源需求快速增加，能源需求和能源安全问题，引起了社会各界的广泛重视。CGE 模型作为一种重要的政策分析工具，被广泛用来分析能源需求的变化和能源政策的影响。

何晓群（2002）建立了一个一般均衡模型，分析了国际石油价格的变化对中国经济增长的影响。曾令秋（2006）基于中国 2002 年的投入产出表，研制了一个中国经济的可计算一般均衡模型，定量分析了国际高油价对我国经济系统的影响，并提出有关的政策建议。王德发（2006）基于 2002 年上海市投入产出表数据，建立了一个上海市 CGE 模型，研究了能源税征收的劳动替代效应。

杨宏伟等（2006）针对电厂气代煤项目，利用中国的投入产出表和能源平衡表，构建了一个 39 个生产部门及 32 种产品的可计算一般均衡模型，通过对国民经济系统部门间的因果关系模拟来客观反映了电力政策对国民经济发展的影响。

毕清华（2013）基于 CGE 模型分析了中国能源需求情景。该研究从我国未来经济社会发展目标出发，根据不同的政策目标设定了 3 种经济发展情景：基准情景、强化低碳情景和粗放型情景。分析了 3 种情景下我国未来的一次能源需求量、能源消费结构及二氧化碳（CO₂）排放趋势。研究表明，为减缓能源需求量的快速增长趋势、实现减排目标，可以从改善产业结构、实行碳税政策等方面采取措施，优化能源结构，实现经济结构转型，从而保障能源供应安全和控制温室气体排放。

姜春海等（2014）以山西省为例，利用可计算一般均衡（CGE）模型，分析了煤电能源输送结构调整的补贴方案。研究发现，对于山西而言，输煤远优于输电。若落实变“晋煤外送”为“晋电外送”能源战略，必须对山西所受损失进行补贴。在山西“扩送电”情况下，分别以“稳增长”和“调结构”为目标，设计了一系列针对山西主要经济部门的年