

 中国社会科学院创新工程学术出版资助项目



中国社会科学院文库·经济研究系列
The Selected Works of CASS·Economics

中国经济—能源—环境—税收动态 可计算一般均衡模型理论及应用

THE THEORY AND APPLICATION OF CHINESE
ECONOMY-ENERGY-ENVIRONMENT-TAX
DYNAMIC COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL

—
娄峰
著
—

中国社会科学出版社

 中国社会科学院创新工程学术出版资助项目



中国社会科学院文库·经济研究系列
The Selected Works of CASS · Economics

TUT

中国经济—能源—环境—税收动态 可计算一般均衡模型理论及应用

THE THEORY AND APPLICATION OF CHINESE
ECONOMY-ENERGY-ENVIRONMENT-TAX
DYNAMIC COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODEL

娄峰 著

中国社会科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国经济—能源—环境—税收动态可计算一般均衡模型
理论及应用/娄峰著. —北京: 中国社会科学出版社, 2015. 9
ISBN 978 - 7 - 5161 - 6423 - 5

I. ①中… II. ①娄… III. ①中国经济—经济模型—研究
IV. ①F12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 146930 号

出版人 赵剑英
责任编辑 卢小生
责任校对 周晓东
责任印制 王超

出版 中国社会科学出版社
社址 北京鼓楼西大街甲 158 号
邮编 100720
网址 <http://www.csspw.cn>
发行部 010 - 84083685
门市部 010 - 84029450
经销 新华书店及其他书店

印刷 北京君升印刷有限公司
装订 廊坊市广阳区广增装订厂
版次 2015 年 9 月第 1 版
印次 2015 年 9 月第 1 次印刷

开本 710 × 1000 1/16
印张 19.5
插页 2
字数 326 千字
定价 70.00 元

凡购买中国社会科学出版社图书, 如有质量问题请与本社营销中心联系调换

电话: 010 - 84083683

版权所有 侵权必究

《中国社会科学院文库》出版说明

《中国社会科学院文库》（全称为《中国社会科学院重点研究课题成果文库》）是中国社会科学院组织出版的系列学术丛书。组织出版《中国社会科学院文库》，是我院进一步加强课题成果管理和学术成果出版的规范化、制度化建设的重要举措。

建院以来，我院广大科研人员坚持以马克思主义为指导，在中国特色社会主义理论和实践的双重探索中做出了重要贡献，在推进马克思主义理论创新、为建设中国特色社会主义提供智力支持和各学科基础建设方面，推出了大量的研究成果，其中每年完成的专著类成果就有三四百种之多。从现在起，我们经过一定的鉴定、结项、评审程序，逐年从中选出一批通过各类别课题研究工作而完成的具有较高学术水平和一定代表性的著作，编入《中国社会科学院文库》集中出版。我们希望这能够从一个侧面展示我院整体科研状况和学术成就，同时为优秀学术成果的面世创造更好的条件。

《中国社会科学院文库》分设马克思主义研究、文学语言研究、历史考古研究、哲学宗教研究、经济研究、法学社会学研究、国际问题研究七个系列，选收范围包括专著、研究报告集、学术资料、古籍整理、译著、工具书等。

中国社会科学院科研局

2006年11月

目 录

| | |
|--|-----|
| 第一章 绪论 | 1 |
| 第一节 研究背景及意义 | 1 |
| 第二节 经济—能源—环境—税收复杂系统相互 作用机制和协调发展理论 | 6 |
| 第三节 经济—能源—环境—税收系统的国外研究文献 | 32 |
| 第四节 经济—能源—环境系统理论及实证的国内研究文献 | 40 |
| 第二章 可计算一般均衡模型理论基础 | 49 |
| 第一节 瓦尔拉斯一般均衡概念和原理 | 49 |
| 第二节 可计算一般均衡模型的特点和发展前景 | 58 |
| 第三节 可计算一般均衡模型中部分核心方程的理论推导 | 64 |
| 第四节 可计算一般均衡模型闭合规则 | 68 |
| 第五节 可计算一般均衡模型中贸易弹性系数 | 71 |
| 第六节 动态可计算一般均衡模型的动态机制 | 72 |
| 第七节 税收在可计算一般均衡 CGE 模型中的机制 | 77 |
| 第三章 中国经济—能源—环境—税收动态 CGE 模型的构建 | 93 |
| 第一节 中国经济—能源—环境—税收动态 CGE 模型的部门划分 | 93 |
| 第二节 中国经济—能源—环境—税收动态 CGE 模型构建 | 93 |
| 第四章 社会核算矩阵构建和参数标定 | 120 |
| 第一节 社会核算矩阵的概念和基本特点 | 120 |

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|------------|
| 第二节 | 社会核算矩阵表的基本结构 | 120 |
| 第三节 | 社会核算矩阵中的数据调平处理 | 123 |
| 第四节 | 社会核算矩阵的编制原则和经验 | 130 |
| 第五节 | 编制社会核算矩阵数据处理说明 | 131 |
| 第六节 | 模型参数的标定 | 134 |
| 第七节 | 动态参数校准和设定 | 149 |
| 第八节 | 模型的计算机实现 | 151 |
| 第九节 | 可计算一般均衡模型与程序检验 | 151 |
| 第五章 “营改增” 税制改革对我国宏观经济影响分析： | | |
| 基于 CN3ET - DCGE 模型 | | 154 |
| 第一节 | “营改增” 税制改革政策背景 | 154 |
| 第二节 | “营改增” 税收政策的理论阐释 | 155 |
| 第三节 | “营改增” 政策模拟方案：“营改增” 前后的税率变化 | 157 |
| 第四节 | “营改增” 税收政策模拟结果及分析 | 159 |
| 第五节 | 研究结论 | 184 |
| 第六章 人口老龄化对中国经济影响分析：基于 | | |
| CN3ET - DCGE 模型 | | 188 |
| 第一节 | 研究背景及意义 | 188 |
| 第二节 | 文献综述 | 189 |
| 第三节 | 人口老龄化对我国宏观经济影响的模拟方案 | 204 |
| 第四节 | 人口老龄化对我国宏观经济影响的模拟结果及分析 | 205 |
| 第五节 | 结论和政策建议 | 233 |
| 第七章 碳税征收对我国宏观经济及碳减排影响：基于 | | |
| CN3ET - DCGE 模型 | | 239 |
| 第一节 | 碳税理论及碳税设计 | 239 |
| 第二节 | 碳税政策静态模拟结果及分析 | 241 |
| 第三节 | 碳税政策动态模拟一：碳税征收方式模拟分析 | 248 |
| 第四节 | 碳税政策动态模拟二：碳税使用方式模拟分析 | 255 |

| | |
|---|------------|
| 第五节 结论和政策建议····· | 258 |
| 第八章 中国节能减排模拟分析：基于 CN3ET - DCGE 模型 ····· | 260 |
| 第一节 征收从价化石能源税及其影响机制分析····· | 260 |
| 第二节 模拟方案与宏观闭合选择····· | 262 |
| 第三节 征收从价能源税对社会经济的影响····· | 263 |
| 第四节 征收从价能源税对环境的影响····· | 264 |
| 第五节 不同税收使用方式下征收从价能源税 对社会经济的影响····· | 265 |
| 第六节 政策建议····· | 268 |
| 第九章 中国经济总量及其结构预测和分析：基于 CN3ET - DCGE 模型 ····· | 271 |
| 第一节 2015—2030 年中国经济总量预测和分析 ····· | 271 |
| 第二节 三次产业结构变化的预测和分析····· | 279 |
| 第三节 中国经济结构（投资、消费、净出口） 变化预测和分析····· | 281 |
| 第四节 2015—2030 年我国能源和环境预测 ····· | 282 |
| 第五节 2015—2030 年我国产业结构变化预测和分析 ····· | 284 |
| 第六节 研究结论及政策建议····· | 288 |
| 参考文献 ····· | 293 |

第一章 绪论

第一节 研究背景及意义

自工业革命以来，人类对能源利用的规模和速度空前加大，一方面，促进了世界各国经济的迅速发展和社会进步；另一方面，巨大的能源消耗对自然环境造成了严重的负面影响，气候逐渐变暖、雾霾日益严重、冰川不断融化、极端气候灾害频发等，自然环境对人类社会经济严重制约作用逐渐显现，从而使经济发展与能源利用、环境保护之间的矛盾日益突出，这不仅成为世界各国政府面临的迫切需要解决的现实问题，而且也是国际学术界研究和探讨的热点问题之一。

改革开放以来，中国经济持续高速增长，取得了举世瞩目的成就。1979—2014年，我国经济年均增长率为9.8%，远超世界经济平均增长水平。根据国家统计局最新数据，2014年国内生产总值（GDP）为636463亿元，以美元计，首次突破10万亿美元大关，仅次于美国，居世界第2位；2014年中国GDP占世界GDP总量的比重为12.6%，从而使我国经济总体实力和对世界的影响力进一步提高；人均国内生产总值则从1978年的382元增加到2014年的46531元，扣除价格因素，实际增长19.72倍，真正实现了从低收入国家向中下等收入发展中国家的历史阶段性转变。根据预测，假定2015—2030年人民币兑美元年均贬值幅度按照1.5%匡算，即2030年1美元兑换人民币8.45元，则2030年中国人均GDP将达到2.7万美元，将显著高于全球人均GDP水平，达到高收入国家中的非OECD成员国的人均GDP水平。

然而，我们也应清醒地认识到：我国经济的高速增长是以能源、自然资源等物质要素的大量投入和消耗、生态环境污染恶化为前提的，而且随

着经济的进一步发展，对自然资源的需求量越来越大，生态环境的承载负荷与日俱增，资源相对匮乏和生态环境逐渐甚至开始危及人类生存与经济社会可持续发展，能源和生态环境逐渐成为中国经济社会快速发展的主要“瓶颈”，同时产生了一系列令人深感忧虑的问题，这些问题主要体现在以下四个方面：

一 能源消耗过大，能源利用率过低

改革开放 30 多年来，我国虽实现了年均增速超过 9.8% 的高速度增长，但是，增长方式相对粗放，一些产业的盲目投资和低水平重复建设虽然实现了产量的增长，但也消耗了大量资源能源和自然资源。根据美国能源署（EIA）最新数据，2010 年，我国万元国内生产总值能耗为 1.034 吨标准煤，相当于美国的 3.0 倍，日本的 7.2 倍，世界平均水平的 2.2 倍。2012 年我国经济总量占世界的比重为 11.6%，但消耗了全世界 21.3% 的能源、54% 的水泥、45% 的钢材。从我国与西方 7 个发达国家能源消耗的比较来看，中国每创造 1 美元 GDP 所消耗的能源是西方 7 个发达国家平均的 4.5 倍，是美国的 3.6 倍、德国和法国的 6.3 倍、日本的 7.2 倍，这充分说明了我国的能源利用率远远低于发达国家。虽然能源是国家经济发展的重要物质基础，经济与能源需求密切相关，经济发展越快往往对能源的需求也越多，但是，这种粗放式增长方式既不利于我国产业结构的调整与优化，也无益于国民经济的长远持续健康发展。目前，随着我国经济的快速发展、城市化和工业化进程的加快，能源利用效率低下，国内能源资源相对贫乏，能源供需缺口逐年加大，能源对外依存度逐年升高等问题已经成为阻碍中国经济可持续发展的主要制约因素之一。

二 环境污染严重，环境负荷日益沉重

由于近 30 多年的粗放式发展，我国环境污染严重，生态逐渐失衡与恶化。河流污染、水质恶变、森林减少、沙漠扩大、草原退化、水土流失、物种灭绝等生态破坏问题日趋严重。根据《中国环境统计年鉴》（2014）数据，2013 年，全国二氧化硫排放总量 2043.9 万吨，化学需氧量排放总量 2352.7 万吨，分别居世界第 1 位和第 2 位；另外，我国废弃物排放水平大大高于发达国家，每增加单位 GDP 的废水排放量比发达国家高 3.8 倍，单位工业产值产生的固体废弃物比发达国家高 10.5 倍。2005 年瑞士达沃斯《世界经济论坛》“环境可持续指数”评价中，中国在全球 144 个国家和地区的排序中位居 133 位，在全世界污染最严重的

20 多个城市中，有 16 个在中国。目前，淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池七大江河水系，其主要水污染物排放总量居高不下，总氮和总磷等有机物污染严重，近岸海域污染面积仍在扩大，赤潮灾害频繁发生，生态系统调节功能不断削弱。

环境污染问题已经影响到人们的生活质量和健康水平，增加全社会医疗支出，影响生产和工作效率。环保部发布的《2012 年上半年环境保护重点城市环境空气质量状况》显示，2012 年，在 113 个环保重点城市中，只有 1 个城市（海口）环境空气质量达到一级标准，占 0.9%，即便算上 79 个达到二级标准的城市，其占比也刚刚达到 70%，与国际水平相差甚远；2013 年严重的雾霾污染涉及范围达 160 万平方公里，多个省市空气质量达到六级严重污染中的最高级，中国城市的空气质量未来将更加令人担忧。据统计，在过去十年间，北京市的肺癌发病率增加了 60%，而同期内的抽烟率却未见明显上升，空气污染问题是罪魁祸首。另外，2012 年，经济学人信息部（Economist Intelligence Unit）的居住环境指数将北京的污染程度定为 4.5（5 为最严重污染）。在所有被调查的 70 个城市中，比北京污染更为严重的城市仅有孟买、新德里、卡拉奇、达喀尔、达卡和开罗。对于一个旨在建设世界城市与绿色北京的大都市而言，解决空气质量问题十分紧迫。据世界银行估算，每吨二氧化碳造成的温室效应能够引发 20 美元的损失，而发达国家治理二氧化硫的成本折合人民币达到每吨 2500 元以上。因此，环境恶化已经成为制约我国经济发展、危害公众健康的一个重要因素，甚至成为威胁中华民族生存与发展的迫在眉睫需要解决的重大现实问题。

三 全球资源竞争突出，气候环境问题国际压力进一步加大

全球经济一体化和资源全球化，以及当前正在发生的大国强权政治和国际政治经济格局的变化，使中国的资源安全面临严重挑战，世界各国对战略性资源的争夺越来越激烈。进入 21 世纪以来，随着全球能源短缺问题日益严峻，应对气候变化挑战日益加剧，同时，能源的稀缺性和环境污染的不可逆性，让全球各国对能源与环境问题更加重视起来。金融危机后，世界经济发展进入新一轮调整期，许多国家将发展新能源产业作为应对金融危机、加强本国能源安全与推进经济复苏的重要举措之一。发达国家更是将其作为走出经济困境、重塑世界经济主导力量的产业，纷纷制订“绿色能源计划”和“绿色能源新政”，给予新能源和可再生能源前所未

有的政策支持。近年来，低碳经济规则倡导降低能耗和减少排放，既可在道义上占据主动，又可寻找新的经济增长引擎，成为全球新规则，各大国积极推动能源消费低碳化，美国、欧盟、日本纷纷将节能减排作为能源战略重点，积极主导和推动国际气候谈判，抢夺规则制定权。

由于中国经济的高速成长和粗放的经济增长方式，国内自然资源已经无法满足中国经济的持续增长，中国经济已经严重依赖国外资源的进口。根据《2011年中国国土资源公报》，2011年国内大宗矿产品供应仍难以满足快速增长的消费需求，对外依存度居于高位，资源安全存在隐患。其中，石油对外依存度达到56.7%，铁矿石对外依存度达到56.4%。在能源方面，中国主要使用的能源种类是煤炭、石油和天然气3种。石油对外依存度已经持续处于高位，中国的天然气进口量也出现大幅攀升，2013年的对外依存度快速上升至31%，2014年有可能将会超过35%。尽管煤炭的对外依存度相比较石油和天然气仍然较低，但是其进口量也出现了显著上升，从2000年的212万吨大幅升至2010年的16478万吨，净进口量也从2000年的负5293万吨变化到2010年的14575万吨。短短10年时间，中国从一个煤炭净出口大国转变为一个煤炭净进口大国。较高的能源对外依存度不仅提高经济增长的成本，还严重威胁到能源安全，一旦一部分进口量受到战争、航运等因素的不利影响，就有可能造成一定时期内不同程度的能源短缺，影响正常的生活和生产活动。在一些特殊时期，能源的短缺甚至还会威胁到国家安全，成为制约中国的重要手段。

目前，全球主要经济体均已启动新一轮的自由贸易区谈判。特别是美国主导的《跨太平洋伙伴关系协定》(TPP)和美国与欧盟正式启动《跨大西洋贸易与投资伙伴协定》(TTIP)谈判，将讨论农业、服务业、航空等领域的开放问题，并提出两年内完成谈判。TPP和TTIP涵盖了主要的发达经济体和亚太经济体，一旦建成将形成新的国际贸易与投资标准和规则，将极大地改变国际经济贸易格局，必将会对亚太地区乃至全球贸易格局产生深远影响，很有可能成为美国、欧盟和日本借口生态环境保护等问题向中国政府施压的手段和平台。

四 未来中国经济发展与能源、环境之间的矛盾突出

展望未来，随着我国人口总量的继续增长以及工业化、城镇化的不断推进，我国经济发展与资源、环境间的矛盾将更加突出，主要表现为：
(1) 根据中国社科院研究报告预测，2029年我国人口将达到最高峰，为

14.1 亿。因此,在此之前,我国人口总量仍将继续增长,人均主要资源占有量将进一步下降,但随着我国人均收入从低水平向中等水平迈进,各类资源的人均消费量将迅速扩张,从而导致各种污染物的排放总量也将进一步增加。(2) 由于我国的工业化起步较晚,为追赶世界发达国家,我国在工业化进程中过分强调了经济增长速度,长期沿用高物耗、高能耗、高污染的粗放型经济发展模式,各省纷纷盲目上马大量的重化工业对我国生态环境造成了极大的污染、破坏和浪费。(3) 我国目前正处于加速城镇化快速发展阶段,2014 年,我国城镇化率为 54.77%,根据国家“十三五”规划,2020 年我国城镇化率将达到 60%,期间每年城镇新增人口大约为 1000 万,城镇的快速扩张将消耗大量能源,并同时进一步增大环境压力,由于以上各种原因,能源和环境成为制约我国当前和未来经济发展的两大“瓶颈”,成为近年来政府决策部门和学术界广泛关注的热点问题。

能源是人类社会发展的物质基础,环境为各种生物的生存和发展提供必要空间,而税收是政府促进能源利用效率、保护环境的有效的调节手段,有效而合理地利用税收调节功能,促进生态环境系统平衡,实现能源的合理持续利用,才能保护各种生物生存发展的空间,进而实现人类经济社会的可持续发展。我国政府已经认识到了能源和环境在经济发展和社会进步中的重要作用。党的十七大提出建设“生态文明”不仅对我国自身的可持续发展具有深远的战略意义;党中央在“十二五”规划中明确提出,到 2015 年单位 GDP 能耗比 2010 年下降 16%,化学需氧量、二氧化硫排放总量减少 8%,氨氮、氮氧化物排放总量减少 10% 的约束性目标,并将目标分解到各个省份,并强调这些指标是必须不折不扣地加以完成的硬性任务,从而首次把能源和环境问题摆到关系到人际、代际和国际和谐的高度,使之成为具有强硬约束力的国家意志。

从理论上讲,经济增长和能源发展、环境保护、国家税收四者之间是一个相互关联、相互约束的系统,而且随着科学技术的进一步发展,四者之间的相互联系也越来越复杂、越来越融为一体。“十三五”时期,既是中国实现工业化的关键时期,也是转变经济结构、提高城市化水平、优化居民消费结构、改善环境与公众健康的重要阶段,这都需要以能源、经济、环境和税收的相互支持、相互融合、相互协调的发展为前提。如何保持能源、经济、环境和税收之间的综合协调发展,实现既促进经济快速增

长,又能够有效节约能源资源、保护环境,是亟待解决的重大现实问题。因而,研究探讨系统间协调发展模式及与之相对应的税收、能源环境发展政策,对政府充分认识和改变目前能源与经济、环境间的矛盾,并制定科学发展决策以促进国家经济社会的可持续健康发展具有十分重要的理论和现实意义。

第二节 经济—能源—环境—税收复杂系统 相互作用机制和协调发展理论

一 经济系统分析的必要性

随着人类社会的不断发展,在当今的全球化、信息化背景下,国际形势呈现出复杂性、多变性、突发性和随机性等诸方面特征,从而使政策制定者们对不断涌现的经济社会发展事件进行及时而准确分析和决策的难度空前增加。如今的国际经济社会系统,系统内各组成要素之间的关系已经越来越远离简单的线性模式,而呈现出复杂的网状关联,作用于某个因素或子系统的外生冲击,会迅速传导到其他要素和子系统,并相互产生各种反馈、衍射和共振,这种复杂系统之间的相互作用,使经济社会系统长期处于动态变化之中,并不断演变和发展。事实表明,在当今世界经济复杂多变的背景下,传统的经济学理论对解决现实经济社会问题的能力和有效性受到越来越多的质疑,单一学科解决现实问题的局限性越来越明显,尤其是当前中国经济正处于转型升级阶段,单一的经济增长已不再是核心目标,而是要努力实现经济和社会诸方面的动态均衡和协调发展,强调产业结构升级、经济结构优化、注重经济增长质量以及社会和谐平等。在这样的国际背景和国内现实条件下,亟须从经济系统论和协调发展的角度,运用新的思维、新的认知工具全方位、多层次地分析、理解与把握现实经济社会。

经济系统分析把国民经济及其组成部分当作统一的有机整体进行综合分析,是以经济学、系统科学及数学为基础的新兴交叉学科。经济系统的思想由来已久,我国的快速发展是20世纪80年代初,是在我国老一辈著名科学家钱学森倡导将系统科学应用于经济社会领域的背景下迅速发展起来的。经济系统分析有两个主要特征:首先是系统性。传统社会正如老子

所言，“鸡犬之声相闻，老死不相往来”，相对封闭，比较单一；而今天整个世界日趋演变成一个完整的统一的复杂巨系统，经济全球化及金融一体化程度日趋加深，单个国家的社会经济通过对外贸易、劳动力转移、资本流动、技术转让、提供服务等方式与世界市场连为一体，相互影响、相互依存、相互制约。其次是整体性。由于经济是一个完整的有机系统，生产、消费、投资、贸易、储蓄、分配、人口、能源、环境、货币、财政、金融等经济变量相互联系，互相影响，触一发而动全身，认识和解决任何一个具体问题，都不是仅仅面对单个问题，而必须与其他问题联系起来考虑。对现实问题的分析，需要用整体性和全局性的思维方式进行考虑，需要收集尽可能多的数据信息，综合地多角度进行定性和定量分析，这就要求有新型的分析工具和认识工具，从构建模型的角度，对现实经济社会问题的定量分析、预测和模拟迫切需要构建大型的经济系统综合模型，如经济—能源—环境—税收动态 CGE 模型。

值得强调的是，构建大型复杂经济系统模型，并非是为了炫耀建模技术和故弄玄虚，而是分析、认识和解决现实经济问题所迫切需要的。例如，对于政策的模拟分析，由于政策是在现实经济社会中实施的，而现实经济社会本来就是这样的复杂，经济、能源、环境、税收、金融、科技、人口等均相互联系、影响和制约，若我们仅仅依靠经济变量来构建模型，不论应用何种类型模型（时间序列模型、数据面板模型、联立方程模型、VAR 模型、宏微观一体化模型等）来模拟现实政策，其结论都很容易受到质疑，难以令人信服，因为模型变量之间的作用机理与现实不一致或差异甚大，这是模型的根本缺陷。

其实，本章从经济系统理论的角度，尝试着构建中国经济—能源—环境—税收动态 CGE 模型也存在这样的问题：并没有把金融模块考虑进来，这与现实也不完全一致。其原因在于：一方面，实体经济与金融虚拟经济的运行机理和特征存在显著差距，比如，实体经济的运行周期较长，比如农业生产，生产周期一般在半年或一年左右，工业生产的周期也需要以周、月为单位，因此，在外生变量的冲击下，实体经济从一个均衡状态到另一个新的均衡状态需要较长的反应周期和变化过程。而金融部门完全不同，对金融部门的外生冲击，例如金融交易存在某一套利机会，可能在瞬间或很短时间内就可以达到新的均衡状态，这两种反应周期差别太大，是 n 个数量级的差别，因此很难在模型方程中准确地刻画出来，目前，这一

问题还没有有效地克服,国际学术界还没有一个公认的金融 CGE 模型,模型的完美化需要过程和积累。另一方面,从现有的实体 CGE 模型(贸易 CGE 模型、环境 CGE 模型、税收 CGE 模型、能源 CGE 模型、多区域 CGE 模型)的发展历程上看,这些实体 CGE 模型的结论经得住时间的检验,被证明是政策分析和政策模拟的有效工具,因此,即使缺少金融模块,实体 CGE 模型(尤其是大型的系统 CGE 模型)也是很有用的,也能解决诸多的现实经济问题,即使不是很完美。

二 经济—能源—环境系统相互作用机制

从经济系统分析的角度看,经济、能源、环境系统是由经济子系统、能源子系统、环境子系统所组成的一个多要素系统,相互影响、相互支持、相互制约,协调统一。

(一) 经济子系统

经济是一个复杂的组织系统,它组织生产要素配置、商品生产,以及对商品和服务进行分配,广义的经济系统指物质生产系统和非物质生产系统中相互联系、相互作用,同时又受到外部因素的影响的有机整体,狭义的经济系统是指由社会再生产过程中的生产、交换、分配、消费各环节的相互联系和相互作用的若干经济元素所组成的有机整体(Alan, 1981)。经济是其他系统协调发展的物质保障,尤其对于发展中国家,经济发展始终是发展的核心问题,经济发展通常包括数量的增长和质量的提高,数量的增长是有限度的,而依靠科技进步来提高经济、资源和环境效益,才能实现社会经济的协调发展。经济子系统具有如下特征:

1. 经济子系统的结构性

经济子系统的结构,指经济系统内部各个经济要素之间的相互关联、相互影响和相互制约的结合方式,其实质上反映了经济子系统中各经济要素之间的比例关系、反馈关系和制约关系。合理的经济结构,可以促进经济子系统的内在发展动力和演化发展过程,使之协调而统一地运行。短期内,经济子系统结构具有相对的稳定性;但长期内,经济子系统也随着科技水平和社会环境的发展而变化,结构关系只有符合当时的生产力水平,经济子系统才能有效地运转。

2. 经济子系统的开放性

自然界中存在的一切系统,几乎都是开放性的,完全隔绝于外界的孤立系统很难生存,因为任何子系统的发展、演变和进化均需要与外界的物

质、能量、信息发生相互关系，子系统开放性越强，它与外界环境交换的物质、能量、信息的数量就越大，范围就越广泛，种类就越多，选择进化的机会就越高，从而往高级水平或阶段演化的生存概率就越大。对于经济子系统，只有保持开放性，才能使物质、能量、信息流动，才能使人才流动，开阔眼界，增长见识，发现规律，提高科技水平和制定最优决策，才能确保经济子系统充满生机和活力，实现经济子系统平稳而高效、协调和平衡地科学运行。

3. 经济子系统的成长性

所谓经济子系统的成长性，是指用新增要素替代原有要素，用新生产方式取代旧生产方式，从而使经济系统不断提高功能和效率，这是一个不断完善、不断淘汰的进化循环发展过程。随着外部环境和发展阶段的改变，如果旧的生产关系阻碍了经济社会生产力的发展和进步，那么经济子系统就会激发改革破除动力，通过对原有经济子系统的调整、治理、整顿和淘汰，保留或新增适应性强的积极因素，注入新的生产要素和增长动力，使经济子系统的总体功能能够适应自然进化规律和经济发展规律，从而使经济子系统不断向更高阶段的演变发展。

（二）能源子系统

能源是国家经济发展的重要物质基础，经济与能源需求密切相关，经济发展越快往往对能源的需求也越多。当前，世界各国的能源消费都主要依赖于化石能源，但虽由于化石能源属于不可再生能源，具有稀缺性，而且会对环境产生污染，具有污染性。因此，一国经济发展到一定阶段必然受到能源与环境的双重约束。我国是个能源生产和消费大国，随着经济的快速发展、城市化和工业化进程的加快，我国能源和环境之间矛盾日渐突出：能源资源相对贫乏，能源供需缺口逐年加大，能源利用效率低下，能源对外依存度高，环境污染严重恶化等问题已经成为阻碍中国可持续发展的制约因素。

1. 中国的能源资源现状

新中国成立以来，不断加大能源资源勘查力度，组织开展了多次资源评价。中国能源资源有以下特点：

（1）能源资源总量比较丰富。中国拥有较为丰富的化石能源资源。其中，煤炭占主导地位。截至 2010 年年底，全国煤炭保有查明资源储量 13412 亿吨，剩余探明可采储量约占世界的 14%，居世界第 3 位。然而，

清洁能源（石油、天然气资源）储量却相对不足，所幸的是，中国拥有世界上较为丰富的水力资源，水力资源理论蕴藏量折合年发电量为 6.19 万亿千瓦时，经济可开发年发电量约 1.76 万亿千瓦时，相当于世界水力资源量的 12%，列世界首位。

（2）人均能源资源拥有量较低。中国人口众多，人均能源资源拥有量远低于世界平均水平：煤炭和水力资源人均拥有量大约为世界平均水平的 1/2；石油、天然气人均资源量仅为世界平均水平的 1/16；人均耕地资源约为世界平均水平的 1/3，这些天然的基础条件严重制约了我国生物质能源的开发和利用。

（3）能源资源赋存分布不均衡。我国能源资源分布广泛但严重不均衡，具有明显的区域性，其中煤炭资源主要集中在华北和西北地区；水力资源主要集中在西南地区；石油天然气资源主要集中在东部、中部、西部地区 and 沿海地区，然而我国的能源消费则主要集中在东南沿海经济发达地区，能源区域上的特征决定着我国规模大、距离长的从西到东，由北向南的能源运输形势。

（4）能源资源开发难度较大。与美国、澳大利亚、智利、南非等资源大国相比，我国的煤炭资源地质开采条件较差，大部分储量在地下深层，需要建造很深的井下工程进行开采，直接可供露天开采的煤炭很少。石油天然气资源不仅埋藏深，而且地质条件异常复杂，勘探开发难度大、技术要求高；而未开发的水力资源多集中在西南部的高山深谷之中，远离能源需求端中心，运输成本较大，经济性较差。

2. 中国的能源生产现状

能源生产总量是指一定时期内全国一次能源生产量的总和，2013 年，中国一次能源总产量达到 34 亿吨标准煤，是世界第一大能源生产国。如图 1-1 所示，自改革开放以来，我国的一次能源生产逐年增加，从 1978 年的 6.277 亿吨标准煤上升到 2013 年的 34 亿吨标准煤，年均增长 4.95%。从增长速度上看，除 2004 年我国能源生产增速最快，高达 14.34%，1998 年由于亚洲金融危机的影响，我国能源生产进入最低谷，年增长率下降 6.16%；从周期来看，我国能源生产增长率存在 4 个周期：1978—1985 年是第一个上升时期，然后逐年下降；1991—1995 年进入第二个上升时期，然后又逐年降低；1998—2004 年，随着我国进入新一轮的经济高速增长期，我国的能源生产增速明显加快，进入第三个上升时