

复杂适应系统 及其在经济政策模拟中的应用

*Complex Adaptive System and its Application
in Economic Policy Simulation*

◎ 肖潇 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

复杂适应系统 及其在经济政策模拟中的应用

*Complex Adaptive System and its Application
in Economic Policy Simulation*

◎ 肖潇 / 著



经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

复杂适应系统及其在经济政策模拟中的应用 / 肖潇著.

—北京: 经济科学出版社, 2014. 9

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5050 - 6

I. ①复… II. ①肖… III. ①复杂性理论 - 应用 - 经济政策 - 研究 - 中国 IV. ①F120

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 228107 号



复杂适应系统及其在经济政策模拟中的应用

肖 潇 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://jjkxcs. tmall. com](http://jjkxcs.tmall.com)

北京中科印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 23.25 印张 390000 字

2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 5050 - 6 定价: 52.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 翻印必究)

前 言

2013年国务院发布的《关于金融支持经济结构调整和转型升级的指导意见》明确指出“要更好地发挥金融对经济结构调整和转型升级的支持作用，更好地发挥金融政策、财政政策和产业政策的协同作用，未来应综合运用数量、价格等多种货币政策工具组合”。由此可见，面对经济发展的新阶段，经济政策对于促进经济增长和结构调整发挥着重要作用，各类经济政策的有效配合将使得经济的基础更加坚实，经济的发展更加协调。

经济政策是国家为实现充分就业、经济增长、保持物价稳定、国内外收支平衡等宏观目标而制定的指导原则和措施。经济政策一般分为宏观与微观政策，其中狭义的经济政策主要指宏观政策中的财政政策、货币政策等。从历史沿革看，我国实施现代意义上财政政策与货币政策的时间较短，如何全面系统地考察政策效应仍在探索之中，而只有准确地对其进行评价，才能识别影响经济政策有效性的主要因素，并提出具有针对性的政策建议。

我国的经济政策具有特殊性。经济政策的传导渠道、传导机制、作用效果与时滞均与西方经典理论存在着一定差异。以货币政策为例，我国货币政策的利率渠道并不通畅，利率对金融市场资源配置的基础性作用不甚明显，政策传导更多地依靠信贷渠道发挥作用。此外，我国数量型与价格型政策的作用方式与频率特性也不尽相同，政策应如何使用？不同类型政策之间的效果是否存在某种非对称性？政策组合是否会呈现新的特征？这更加增加了在经济发展的新时期，研究我国经济政策作用机理与政策效果的必要性与紧迫性。

常用的分析经济政策方法主要是系统动力学、投入产出分析、可计算一般均衡模型等数理模型。这些方法大多基于建立起的宏观经济系统或变量间的时间序列公式，或通过求解方程组得到经济政策有效性的实证结论。但上述方法多以静态分析方式为主，通常需要设置大量参数且基础数据更新较慢，无法有效建立经济系统中微观世界与宏观世界沟通的桥梁。同时，也忽略了实验者的主观能动性，降低了人的参与度。相较于这些传统方法，本书从系统科学与智能工程的思想出发，运用现代信息技术、管理科学等基础理论研究复杂适应系统的基本原理、内在逻辑、模型架构以及程序实现，提出具有明显的方法论特色的多智能体建模思路，通过自下而上的方式构造现实经济系统的虚拟模型，突出了经济系统的非线性与不确定性特征。在建立起的虚拟世界中得到政策的实施效果，可以检验经济学理论或为政策实施提供相应的建议。

在实证研究方面，本书主要取得了以下一些成果：

(1) 建立了基于多智能体的经济政策模拟系统 (MAESS)。以智能体的自主决策、相互协作进行仿真，设计出追求自身利益最大化的功能型智能体、对资源配置起调节作用的协调型智能体以及间接干预经济活动的控制型智能体。其中，详细刻画了对经济系统中的生产、交换、分配、消费等环节起到重要作用的居民智能体、企业智能体、市场智能体、中央银行以及商业银行智能体等。他们之间通过物质流、资金流以及信息流进行要素、产品与消息的传递，实现多目标下的共同演化，这样可以得到与实际经济运行相一致的结果。

(2) 强调了货币政策的外生性，强化了商业银行的信贷功能。充分利用存款性金融机构在金融市场中充当资金池作用的特性，依据双向经济建模方法，将宏观货币政策的作用通过信贷渠道影响微观行业，同时又从微观层面智能体的决策与协作结果中反映宏观现象，打通了微观与宏观经济研究的通道。由于设定了与实际时间相一致的步长，因此可以同一年的经济周期对应起来。

(3) 反映了能源、电力部门的重要指标。通过经济模拟和对其中能源行业的投入产出结果分析,可以得到经济政策作用下的行业发展情况,进而提炼出能源、电力部门的产量、用电量等信息。本书从经济与电力两方面把握宏观调控的效果,能够交叉检验结果的有效性,使经济政策的效果更加明晰。

(4) 模拟了货币政策的非对称效应,表现出行业产值及价格受该政策影响的差异特性。主要表现在紧缩型政策效果较刺激型政策的效果更加显著;扩大相同倍数的刺激或紧缩力度,得到的产出差异也往往是非对称性;政策组合的效果可以兼具各单独政策的优点等。这为政策的设计和实施了参考与建议。

全书共分为十章。第1章是引言,具体介绍研究的背景与全书框架;第2章是复杂系统科学理论部分,探讨了复杂系统建模尤其是经济建模方法,深入分析了经济系统建模的特征;第3章论述了智能空间与复杂系统研究中的智能体、多智能体系统理论;第4章介绍了多智能体系统在经济系统模拟中的一些应用;第5章比较了经济建模所需的一些专业化建模工具,如 Swarm 和 Repast,比较了二者在分布式计算、通信方式、图形界面等方面的差异;第6章为政策仿真系统 MAESS 的研究框架与模型设计等内容;第7章为政策模拟的经济与能源电力发展背景分析;第8章为从政策视角看宏观调控机制;第9章为经济政策模拟与情景分析,以货币政策尤其是存贷款利率、准备金、公开市场业务等货币政策工具为主;第10章为价格政策与税收政策的模拟。

由于本书是从理论与方法论的角度对系统科学中复杂适应系统的探索性研究,并以可实现的情景模拟与算例为目标,因此其中设计等方面还存在一些值得探讨的地方。希望通过此书抛砖引玉,得到各界专家学者的批评指正,以促进系统科学和经济系统模拟的发展。

肖 潇

2014年8月于北京

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究意义	3
1.3 国内外研究动态	6
1.4 研究思路与主要创新点	14
1.5 本章小结	18
第 2 章 复杂系统科学与经济系统建模	20
2.1 复杂系统科学	20
2.2 复杂系统建模方法	38
2.3 经济系统及其建模	46
2.4 本章小结	54
第 3 章 多智能体理论与技术	56
3.1 智能空间与智能工程	57
3.2 智能体理论	64
3.3 多智能体系统	75
3.4 本章小结	93
第 4 章 多智能体系统经济建模	94
4.1 基于智能体的计算经济学 (ACE)	94
4.2 美国经济模拟系统——ASPEN	108
4.3 智能体响应均衡模型——ARE	117

4.4	本章小结	121
第5章	智能体建模工具的比较	122
5.1	多智能体建模软件的提出与发展	122
5.2	智能工具开发规范	124
5.3	Swarm 工具	128
5.4	Repast 工具	161
5.5	智能工具的比较	167
5.6	本章小结	171
第6章	多智能体经济仿真模型设计	172
6.1	基于智能体的 MAESS 基本概念	173
6.2	MAESS 的组成结构	174
6.3	MAESS 的属性与特征	188
6.4	MAESS 的基本功能与假设	190
6.5	MAESS 软件系统设计	192
6.6	投入产出表的外推	199
6.7	系统基本功能介绍	208
6.8	本章小结	223
第7章	我国经济与能源发展	225
7.1	新中国成立以来我国经济发展的主要轨迹和成就	226
7.2	“十一五”时期经济与能源电力特征分析	236
7.3	“十三五”时期影响经济和电力增长的因素分析	242
7.4	本章小结	249
第8章	宏观调控的机制设计	250
8.1	宏观调控的理论基础与目标体系	250
8.2	宏观调控目标体系的国际比较	255
8.3	我国宏观调控目标体系的现状及存在的问题	257
8.4	我国宏观调控目标体系设计及机制化安排	260
8.5	经济政策作用机制	266
8.6	货币政策模拟设计	285

8.7 本章小结	290
第9章 货币政策模拟情景分析	292
9.1 经济政策模拟系统的初始化	292
9.2 货币政策的非对称效应模拟	299
9.3 货币政策组合效应模拟与分析	312
9.4 “十二五”时期能源与电力消费增长的政策模拟	319
9.5 本章小结	330
第10章 价格与税收政策模拟情景分析	332
10.1 电力市场均衡	332
10.2 电价机制模拟	333
10.3 碳税政策模拟	342
10.4 本章小结	351
结语	353
参考文献	356

第 1 章

引 言

1.1 研究背景

为应对经济危机所带来的负面影响，世界各国不断积极探索一条能够减缓经济加速下滑、保证增长动力的出路。各国政府纷纷相继出台一系列稳定经济和促进复苏的政策法规，为整个世界能尽快走出危机笼罩下的阴影提供了有力支持。然而，目前经济下行压力依然存在，一国及政府间投资持续疲软，金融体系与资本市场中不确定性因素仍然存在，经济增长动力不足的现状正日益凸显。作为进出口大国，中国在全球经济陷入停滞、格局调整出现机遇期的情况下，应采取何种措施迎接挑战，走出一条调整产业结构、转变经济发展方式的可持续发展道路，具有重大的现实意义。

2008 年的金融危机对我国经济正常平稳的运行产生了重要的影响。首先是对进出口行业。我国对外依存度较高的行业，外需的减少势必将影响行业的生产，进而影响就业水平。其次是对金融市场。外汇占款的数量减少，将使得货币供应量相对不足，货币政策的执行情况将受到影响。再次是对外商直接投资。外商资本的严重缩水，导致对我国投资领域中外资的份额缩小，一定程度上制约了我国经济发展的动力。最后是对汇率。国际资本流向中国市场，外汇储备将会继续增加，人民币升值压力骤增。

在国内与国际形势错综复杂的情况下，经济政策将对经济系统的走势产生重要的引导作用，将为微观基础的发展创造更好的运行环境。首先，货币当局认真贯彻稳健的货币政策，创造了充裕的流动性环境，引导金融机构扩大信贷投放。总体上，适度宽松的货币政策得到了有效传导，对扩张总需求、支持经济回升、遏制通货紧缩预期发挥了关键性作用。同时，

货币当局加强了金融的监管与防范，降低了金融风险，实现了金融工具保值增值目的。

目前研究货币政策非对称效应的方法基本分为两类，一是继承凯恩斯和弗里德曼关于货币供应量冲击的思想，采用了联立方程或时间序列的计量经济学方法；二是动态随机一般均衡（DSGE）模型，是以新古典增长理论为基础发展起来的一种较为前沿的实证分析框架，由于显性建模框架以及与计算机处理能力的紧密结合，使其分析研究经济问题更加广泛和深入，在政策分析方面得到大量使用。但综合来看，上述两种研究框架在政策研究领域都存在着一定的局限性。一是，模型结构相对固定，问题的求解通常是通过与经济变量有解析关系的一系列联立方程的联合求解得到；二是，模型计算需要大量数据支撑且不易及时更新，模型计算的数据基础往往依赖于较早的SAM表或其他宏观经济数据，同时数据外推的方法有限且误差较大；三是，动态效果表现能力不足，政策效应来源于模型瞬时平衡且收敛条件较为苛刻，过程特征不明显。相比较而言，Agent经济模拟方法较好地解决了上述问题，目前已被有效地运用在外生冲击对经济系统产出与价格效应的动态仿真上，模拟结果也为政府的科学决策提供了重要参考依据。

一般认为，传统的刺激型政策虽然促进了经济的发展，但是也带来了通货膨胀以及产能过剩等方面的压力，更多资金涌入房地产、建材、原材料行业，使得房价居高不下。热钱仍然在传统产业、高耗能行业中徘徊，没有扩展到高新技术产品、高附加值行业的生产、研发当中。这就需要解决经济政策的导向问题，而且解决该问题十分重要也极其迫切。因为单纯的市场经济本身虽然体现了较高的生产、分配效率，但对于整体规模的把握、宏观情况的管控却显得捉襟见肘。欧债危机导致的国外需求减弱、新兴经济体及发展中国家增长动力不足，成为了我国在保持经济平稳较快增长、防止经济二次探底的过程中的外生不利因素。目前的经济下行压力和通缩压力并行，这为我国的货币、财政当局制定合理、有效的政策，体现其针对性、灵活性、前瞻性的特点提出了更高的要求。因此，亟待建立一套能够在分析政策效应，尤其是其对行业的生产产生非对称效应的模拟方法。我们期望这种方法可以模拟出在政府制定货币政策之后，各行业所产生的反应差异，这将从各行业的产值、用电量等方面加以体现和解释。

1.2 研究意义

经济政策中的货币政策是十分重要的，它好像是控制浇灌的阀门，经济园地里的生长离不开政策的正确引导和间接调控。这类政策主要由中国人民银行作为中央银行制定和执行，包括运用收存款准备金、确定中央银行基准利率、在公开市场上买卖国债、外汇等基本货币政策工具，以及各类调节内需、引导投资的指导性政策文件。货币政策作为调整流动性的重要手段，功效在于使得资金能够在经济系统参与方之间自由流动并优化配置。对于这些关乎国计民生的各类政策，人们在投入较高关注度的同时，往往期望能有一套判断政策的发布时间并分析出其作用效果与波及范围的有效方法和工具。但实际上，政策本身具有相对灵活性。此外，他们的作用效果同样难以测算，政策通常停留在宏观层面或只面向部分经济群体，因此对细分行业的分析基本上也只是将政策与相关数据以公式的形式联系起来，往往没有注意到经济个体间更深层次的投入与产出动态关系。而实际上，面向诸如出口产品、高耗能行业的政策不仅会作用于这些行业，进一步地，由于行业的扩大效应还将间接对上下游行业及最终消费、资本形成、进出口产生更加深远的影响，也就是“牵一发而动全身”，这更增加了考量经济指标及部门间消耗关系的难度。

作为工业生产和居民生活必不可少的电力，各类面向电力行业的经济政策（如政府制定的价格政策）同样会面临如此问题，不仅会影响电力的生产，进而影响其他行业的供给及需求，同时随之传导开的是与电力相关的各个群体的新一轮成本核算与生产、消费，汇总起来将会是对投资、消费、出口的宏观影响。这成为了笔者着重关心的问题，也是本书研究的核心内容之一。本书将落脚于电力行业价格波动下的各行业变化以及相应作用，着重关注政策的效果，其应用价值也显示出本研究的意义所在。

以往研究政策的影响及制定方法主要沿用了传统的宏观经济学理论，辅以计量联立方程、可计算一般均衡、投入产出等模型，得到了较为直接、可行的分析及应用办法，目前已被广泛认可和接收。其中，研究货币政策的主要方法是向量自回归模型以及脉冲响应函数。然而，深入研究这些方法，我们不难看出它们的一些共性与不足。

(1) 模型相对固定。上述模型的建立基于某一时期的经济结构特点，

并在短期或中长期模拟中都保持不变。其中的参数由于数量庞大、要求精度高等特点，也无法有效地随模拟的过程而进行实时更新与扩展校验。

(2) 需要大量数据支撑，且不易及时更新。其中投入产出表的更新就受限于目前的发布周期，因此只能依靠各种办法进行外推，再对其结构、消耗关系进行研究。

(3) 动态效果表现能力不强。部分模型不考虑所反映的系统动态变化过程，只注重最终状态或结果，而经济中的关注点应不仅仅是对一系列方程组的求解，而是整个演化的过程。

(4) 个体设计上，忽略了经济系统中广泛的非线性特征以及个体与群体性行为的决策差异等。

由上述特点可以看出，对于政策效应的研究，我们需要一种能够克服上述不足的一种模型，这正是本书论述的初衷和重点所在。本书将建立基于智能体的货币政策模拟系统，通过各 Agent 的自主决策与相互协作，得到行业所受到的非对称性影响。并由此涌现出宏观经济现象，用于分析整体走势。

1.2.1 理论意义

1. 丰富了多 Agent 理论

正如霍兰在《隐秩序》中提到的“复杂性”是由适应性产生这个前提，由 Agent 所组成的复杂适应系统，一方面体现出其中单个个体的决策能力，是整个模型聚集与演化的基础。另一方面它们通过内部结构实现信息的接收与发送、学习与更新，在此过程中它们还能够改变自身思考的能力与方式。

当今国内外随着 Agent 技术的快速发展，方方面面的专家学者、学术科研机构 and 实际工作部门作出的研究成果很多，形成了比较完善的研究方法，构建了 Agent 及 Multi-Agent System 等基本理论体系，提出了基于 Agent 的计算经济学 (Agent-based Computational Economics, ACE)，面向 Agent 的编程 (Agent-oriented Programming, AOP)，以及智能体响应均衡 (Agents Response Equilibrium, ARE) 模型等理论，为我们研究经济、能源发展的相关问题，奠定了良好的理论基础，并提供了许多成熟的分析方法和思维方式。本书重点是对 Agent 解决经济问题所遇到的智能空间中 B-4 问题

求解理论进行研究, 希望能够提出面向政策非对称效应的 Agent 与软科学结合的模型构建和设计思想, 丰富 Agent 的理论体系。

2. 丰富了货币政策理论

由于货币政策对宏观经济有很大影响, 在执行过程中, 其执行的力度、时间以及效果是研究的一个重点。目前使用较为广泛的经济政策模拟方法是可计算一般均衡模型 (CGE), 但该方法基本用于财政政策、汇率政策的模拟, 同时设计上将政策看作内生变量, 没有深入研究作为外生变量的情况下政策将如何作用于经济的发展。因此, 如何把经济中的一般均衡理论发展成为一种动态的理论, 是经济理论研究的主要问题。本书研究的意义, 不仅在经济政策作用机理领域进行尝试, 还在于提出了研究非对称效应的新思路, 即探讨了如下问题: 作为外生变量的政策是如何作用于经济系统, 并得到相应经济结果的。此外, 本书还结合模型对价格波动的影响作了更深一步的研究, 在电力价格的作用差异性上进行了分析。

3. 打开了学科交叉的新思路

本书依据复杂系统的自适应推理特征及过程, 建立了随机多变量经济体, 实现了多指标、多变量逐步寻优的模拟方法。依据规则的建立完成了逻辑趋优的过程, 并通过演化逻辑推理改变了以往模型指标单纯依靠数学模型, 缺乏对随机性、不稳定以及经济学非线性、博弈性特征的表现能力不足等缺点。

1.2.2 实践意义

1. 有助于指导中国宏观经济理论的实践

政策作用的优劣关系着国民经济的平稳较快增长, 本书使用由 Agent 建立起来的复杂适应系统研究目前经济中的热点问题, 创新性地把信息科学与经济学、复杂系统科学等结合起来用以探讨传统方法在解决或动态解释方面的难题与不足。

2. 有利于政策组合的研究

通过模拟发现问题, 可以比较政策的不同时机和力度条件下的宏观经

济效果,有助于依照系统反馈进行输入变量的修正,为出台新政策提供参考。

3. 政策仿真平台的建立具有实验意义

通过计算机方法,提出了基于信息科学的经济学仿真方法,建立了用于模拟经济政策的软科学实验平台。

4. 结论的生成具有参考价值

利用该方法建立的模拟系统方便灵活、具有主动性、预见性和普遍性特征,且已得到了相关领域的研究结论。

1.3 国内外研究动态

1.3.1 Agent 领域的理论及应用研究

1. Agent 理论研究

作为复杂系统研究的外延和人工智能学科的核心内容,智能体的设计及其技术为经济、能源、军事等领域仿真和分布式计算提供了集成环境,Agent 可以看作是一个自动执行的实体,它通过传感器感知环境,通过效应器作用于环境,同时具有自治性、交互性、协作性、可通信性等特性。在这种环境中生存工作的主体,要面对的是一个不断变化的外部条件,主体不仅要保持对紧急情况的及时反应,还要使用一定的策略对中短期的行为做出规划,进而对世界和其他主体进行建模分析并预测未来的状态,并利用通信语言实现和其他主体的协作或协商。

国外在智能体方面起步较早,理论方面主要是对模型与强化学习进行了较深入的研究。国内到目前为止已有大量专家学者就智能体范式、模型、开发及可视化方法等方向取得了突破:毛新军等提出关于 Agent 的 BICC 体系结构(Belief, Intention, Capability, Commitment)和基于该体系的抽象计算模型;姚莉、彭琿等依据组织学原理分析了多主体系统组织特性,建立起多主体组织模型,按照承担各类组织职能的多个主体设计出

各类主体的概念模型，并在协同工作平台（MBOS）上加以实现，此外还探究了如何使主体复杂协作与交互活动过程可视化的多主体系统可视化解决方案——分布与集中相结合、低层通信与上层任务相结合的可视化主体（Visualization Agent, VA）。

2. Agent 在经济仿真中的应用

(1) ASPEN

ASPEN 是由美国 Sandia 国家实验室开发完成的一套用于模拟美国经济的实验平台。通过 Multi-Agent 方法，建立起运行在分布式系统上的模型，同时加入了 Monte-Carlo 模拟和 GALCS 算法。遗传算法分类器学习系统（Genetic Algorithm Learning Classifier System, GALCS）被广泛地应用在了模拟实际决策当中，如企业的定价等，使得它同时模拟了企业 Agent 在价格决策中的学习功能。

以往一国经济通常通过联立方程或可计算一般均衡模型建立。而 ASPEN 所采用的建模方法与以往的建模方法最大的区别在于：ASPEN 模型中所观察或预测的各种经济指标具有实在的微观基础，它们都代表了现实中具有自我决策功能的经济参与者。在 Multi-Agent 方法中，经济系统里的每一个决策者——家庭、企业、政府、银行等都在模拟系统中有所对应，而这些决策者在模拟系统中的决策行为是按照适应性学习的方法获得的，与现实生活中的决策机制是一致的。不同于 CGE、计量等传统数理经济方法，实验者在定义 Agent 时具有充足的自由度。

(2) ACE

美国爱荷华州立大学的 Leigh Tesfatsion 教授最早提出了 ACE（Agent-based Computational Economics）的概念，即对由自主交互的 Agent 组成的演化系统的计算经济学研究。其主要的研究方向包括了宏观与微观政策、电力市场、金融市场等。ACE 中 Agent 具有平行交互能力，它们遵从市场协议和行为范式。ACE 的实验者通过设计出的计算实验室（Computational Laboratories）来建立自主交互 Agent 的演化系统，并研究竞争市场经济的变化。它的研究方向主要为学习功能、自下而上的市场进程建模、经济网络的形成、组织建模以及 ACE 可计算实验室的建立等。

ACE 的建模方法虽然提供了一种可实现的经济学研究方法，并通过演化得到系统的目标状态。但它更强调或完全依赖于智能体的自我学习与演化功能，类似于完全竞争市场，缺乏政府有效干预的角色设定。因此，该模

型在注重宏观经济手段效果的当前时期，它的使用范围具有一定的局限性。

(3) ARE 模型

胡兆光教授综合智能体技术及广义模型，通过人——机一体化系统，充分发挥人的主观能动性及计算机优势，研究了模拟经济运行的思路与方法，提出了智能体响应均衡（ARE）模型。ARE 模型提高了计算机系统模拟复杂问题的智能化水平，可以像做物理实验一样，探索在什么条件下，系统的自主运行会得到什么结果，从而找到解决复杂经济问题的方法，由此启发人类的思维，拓展了系统分析与研究思路。基于 ARE 模型外推了部分年份的投入产出表，得到了较为详细的反映最新生产、消费、收入关系的数据。在此基础上，学者们丰富并细化了 ARE 模型的整体结构，模拟了财政政策对经济产出、价格等指标的影响程度，得到了刺激性政策（包括减少税收、增加政府支出等方式）对经济增长的贡献效果，以及不同紧缩性政策（增加税收）导致的产值减少等产出与时滞的实际情况。

(4) 其他相关领域研究

张世伟等建立了基于主体技术的中国经济微观模拟模型，他们使用面向价格的 IF-THEN 分类器规则调整企业的定价策略，体现了其主体行为的进化性，其中所涉及的市场遵循满意原则，以市场价格和数量来协调异类主体间的供求关系和同类主体间的竞争关系，并以一天发生的事件序列完成主体间的调度，得到了政策作用下的 GDP 走势；傅星、林寅归纳了多主体经济仿真的特点，建立起分布式多主体仿真平台 DABS，实现了中国经济模型 CASPEN 的仿真实验并取得具有一定意义的经济结论。

本书与前人在货币政策模拟中的应用相比较，可以看出：

首先，部分学者发展了基于主体的宏观经济模型，并将其作为宏观经济政策分析的经济模拟实验平台。其中，存在一个政府主体和一个银行主体。政府追求的目标是经济的平等、稳定和效率，其主要行为是制定财政政策和货币政策。在银行的设计上，假定模型中的企业不存在倒闭问题，银行贷款没有风险，因而企业的贷款请求只要不超出政府制定的信贷规模，都能得到满足。所以银行不存在决策问题，只是一个执行机构。本书的不同点在于，货币政策由中央银行制定更加符合客观实际，同时商业银行等存贷款机构被赋予了决策功能，可以在追逐自身利益最大化的同时，对可能出现的风险进行评估和规避。由此改变了金融市场的均衡条件，影响了行业的生产并深入传导至各个经济领域。