

# 大数据时代宏观经济仿真系统的框架构造

欧阳汉<sup>1,2</sup>

(1.厦门大学 经济学院,福建 厦门 361005;2.贵州师范大学 数学与计算机科学学院,贵阳 550001)

**摘要:**文章继承DSGE模型分散竞争均衡的思想,将凯恩斯的需求理论和熊彼得创新理论相结合,基于面向对象程序设计的灵活性,建立了一个具备广泛微观基础的宏观经济仿真系统框架。在系统中,具备多重异质性的各类别行为主体在基于自身禀赋、信息、以及所处的微观市场机制下,频率差异化的向多个要素市场呈递交易决策,通过各市场配对成交后,信息反馈给行为主体,并形成新的预期。重复以上过程,直至整个经济体达到短期有限理性均衡后,开始演绎下一期。基于该框架下建立的仿真经济系统具备了复杂自适应性和内生增长性,该系统可以成为经济政策研究的实验平台。

**关键词:**复杂自适应系统;演绎经济学;仿真系统;大数据

**中图分类号:**F224

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-6487(2016)07-0004-05

## 0 引言

计算机仿真模拟继数学归纳和演绎之后成为科学探索的第三种方法<sup>[1]</sup>。当物理、化学、生物等自然学科运用计算机模拟仿真取得丰硕成果时,社会科学也开启了模拟仿真之路。

经济系统是一个复杂自适应系统(缩写CAS),它是由众多具有异质性、既分散竞争又相互联系的行为主体所组成<sup>[2]</sup>,但传统宏观经济模型由于忽略这一特性,因此是有很多缺陷的。首先,其不能分析异质性个体的行为和交互作用<sup>[3]</sup>,其次,其不能考虑到行为个体是不完全信息下的有限理性<sup>[4]</sup>;再次,不能预测或者避免经济危机;最后,宏观经济学不同于自然学科,其实验环境不具备可重复性,未植根于本质不变的微观经济规律的论证结果未必可以演绎未来,逻辑如同卢卡斯批判。

目前,研究复杂自适应系统的一个重要方法是运用基于代理人的模型(Agent-Based Model,缩写ABM)模拟现实,因此经济学的研究也需要ABM<sup>[5]</sup>。很多学者已经就ACE模型(缩写ACE)做了很多概念性的工作,如Tesfatsion<sup>[6]</sup>。在ACE模型中,经济体是一个复杂的演化系统,即如同一个生态系统一样,其中有很多异质性的个体,他们之间相互作用,相互传递和交换信息,不断地改变着系统。多数ACE模型关注于某一个经济角度去建模,如银行在交换机制中的作用<sup>[7]</sup>,信用货币与宏观经济的不稳定性<sup>[8]</sup>,公共合作中的社会困境与社会正义<sup>[9]</sup>,收入分布、信用以及财政政策<sup>[10]</sup>。只有少数模型将经济体视为一个整体,这类模型有熊彼得遇上凯恩斯<sup>[11]</sup>和基于代理人的宏观模型和政策分析等。

中国经济更需要仿真模拟。首先,传统宏观经济模型

不能就中国面临的诸多结构性问题进行分析。其次,传统宏观经济模型不能对中国的微观机制设计起到量化作用。再次,传统模型由于忽略了有限信息下预期的作用,故而不能细致的反映中国宏观经济现象,因为中国经济不具备良好的信息传导机制和协调机制。大数据时代的到来,微观数据的可获取和超高速运算能力的具备使得构建宏观经济仿真系统成为了可能,让我们对于复杂问题的研究,逐渐忽略了建模的可计算性,更加注重挖掘经济内在的发生机制,通过明晰的微观经济基础去掌握万变的宏观经济现象。

当前,中国面临结构转型以及体制改革的关键时点,提供一个具有中国特色微观基础的宏观经济仿真系统是有必要的,不仅可以减少改革成本,还可以提高改革成效。本文正是基于这一背景下,继承了DSGE模型分散竞争的思想,将凯恩斯的需求理论与熊彼得创新理论相结合,建立了一个更为广泛的,能容纳中国复杂微观市场机制的ABE模型框架。在本文定义的短期有限理性均衡概念下,该仿真系统不仅具有内生技术进步,序贯有限理性的特性,还使得行为主体具备广泛的异质性和复杂自适应性。整个仿真系统是由多个子模块拼接而成的,基于篇幅,本文不能详细叙述每一个子模块的建模,所以仅介绍系统框架和各子模块的建模思想。

## 1 总体设计思想

本模型假设整体经济以离散序贯多要素市场的形式演绎和发展。在模型中,具备多重异质性的各类别主体在基于自身禀赋、信息、以及所处的微观市场机制下,频率差异化的向四个要素市场提交交易决策,在各市场配对成交后,信息反馈给行为主体,并形成新的预期。重复以上过

**基金项目:**国家社会科学基金重大项目(13&ZD148);国家统计局统计科学研究所研究基地项目(201407)

**作者简介:**欧阳汉(1979—),男,贵州贵阳人,博士研究生,讲师,研究方向:数据挖掘、经济仿真。

程,直至整个经济体达到短期有限理性均衡后,开始下一期的演绎。因此,基于该框架下建立的仿真经济系统具备了复杂自适应性和内生增长性。

仿真模拟系统能否逼近现实取决于两点:(1)能否定义符合现实的主体特征以规范其行为法则,即能否恰当定义行为主体的多重异质性和复杂自适应性与现实相符合。(2)模拟流程能否包括现实中的各种重要关联,无论在内容上,还是在时序上。以上两点拟合现实越好,整个仿真系统越逼真,与此同时,处理的信息量和计算复杂性往往越大。为便于清晰表达仿真系统的框架设计,有必要就仿真系统的假定和特征做出以下几点解释。

### 1.1 多重异质性

仿真模拟系统中行为主体应该具备多重的异质性的特征。只有当现实行为主体的异质性在仿真系统被定义,才能在仿真系统中模拟其应该具备的复杂自适应性,最终才能通过系统分析出各种因素之间的关联和对现实宏观经济的影响。

例如,对于居民来说,不同的偏好、财富、预期等多重因素影响其消费和投资,只有将这些属性赋予模型中的居民,才能分析这些属性对经济的影响。决策者没有异质性就没有决策差异,就没有交易动机。商品和服务没有异质性,就不会有行业之分。正是异质性的存在和追求异质性,才导致了社会丰富多彩,包罗万象,并不断向前发展。

因此,定义行为主体需要多重异质性。每种类别行为主体的多重异质性在面向对象程序中可通过定义新的“类”来实现。

### 1.2 复杂自适应性

经济体是由多个具备复杂自适应性的微观主体构成,要仿真模拟宏观经济走势,必须使得模型中的行为主体具备复杂自适应性。

例如,依据凯恩斯的需求理论,居民只有具备了复杂自适应性,才能依据改变的环境调整自己的决策,包括需求和投资。同样,依据熊彼得的创新理论,企业只有具备复杂自适应性,才能发现和创造非均衡,并在追逐高额利润中不断的技术创新和资本积累。

因此,模型中行为主体的复杂自适应性与现实越接近,仿真系统才可能逼近现实。每种类别行为主体的自适应性在编程程序时候可通过编辑“类函数”来实现该功能。

### 1.3 多期决策与序贯两期决策

在DSGE模型中,每个行为主体均处于完全信息下,多期决策与序贯两期决策是等价的。但在现实中,每个行为主体在有限信息下所面临的是一个多期决策问题。本系统中沿用序贯两期决策去替代多期决策。

### 1.4 关于短期有限理性均衡

由于现实经济的信息更新和传递既不是完全的也不是完美的,所以我们放弃了原DSGE模型中的维尔拉斯一般均衡概念。但仿真系统中有必要重新定义演化过程中的相对静态,作为离散时间段下一时期演绎结束的标志,进而可以开始演绎下一期,故而给出如下定义。

短期有限理性均衡:假定各方在不完全不完美的市场中获取自己可以获取的信息,根据自身禀赋和预期,有序做出理性决策。各种决策变量会逐步汇总反映到各个市场,按照市场规则成交后,信息再次反馈给各行为主体,多次反复决策,直至不再成交。该均衡是短暂的,基于信息不完全和市场成交机制,并非市场出清,即可能同时出现部分要素供不应求和另一部分要素供过于求,有高额利润企业和亏损企业之分,有紧缺行业和过剩行业之分。

## 2 各类主体的定义和决策

系统中将行为主体分为以下不同的类别:(1)政府类:包含中央银行、公共服务部门和教育部门;(2)居民类;(3)生产服务型企业类:包括消费商品生产企业、服务性企业,及生产资料类生产企业;(4)金融服务型企业:商业银行、投资银行和保险公司;(5)国外部门。这些行为主体分别在商品市场、资本市场、劳动力市场和知识产权市场中决策,信息更新,相互关联和影响。

同一类别的不同行为主体有相似的行为方式,但由于存在多重异质性,从而导致每个行为主体有着不同的决策结果。居民、生产服务型企业、金融服务类行为主体的复杂自适应准则有很多相似性,均以最大化效用为目标,受到以下三类约束:(1)可能性约束:包含预算约束、生产可能性约束、借贷约束、非负约束和整数约束(如大型机械设备的购买)。(2)预期状态转移约束:每个行为主体依据自有信息对未来进行预判,从而在序贯理性下在现在与未来中取舍。(3)预期市场反应约束:基于微观市场环境和预期,每个行为主体的最优决策变量会受到其对其他行为主体决策的预期。

由于各类别模块的建模过程有很多相似之处,基于篇幅限制,下面仅详细叙述居民类的定义和决策,其他类别仅简要描述建模中需要完成的功能。

### 2.1 居民类

本框架下的居民指的是个人,而非家庭。居民类可以设置很多异质性特征:年龄、性别、偏好、专业技能、工作经验、当前财富配置、子女数目、信息更新频率等。对于18岁以下人口,其没有决策过程,教育成本和消费来源于家庭的转移支付。在18岁时,居民选择是否接受高等教育,以及依据劳动力市场给出的信号,选择专业。对于已就业居民而言,在本框架下其在各种预期和禀赋下做出如下最优化的决策。

#### 2.1.1 行为目标

$$\max_{(C_{j,s}, n_{j,s})} \{u_j(C_{j,s}, n_{j,s}) + \beta_{j,s} E_{j,s} [V_j(\text{ewealth}_{j,s+1})]\} \quad (1)$$

其中,  $C_{j,s}$ 、 $Qk_{j,s}$ 、 $n_{j,s}$ 、 $\text{ewealth}_{j,s+1}$  分别代表消费向量、资本配置向量、提供劳动数量以及下一期的预期随机财富量。消费向量中每一分量是具体消费产品的消费数量。资本配置向量中每一个分量是具体每种资本的具体拥有数量,如各种储蓄、债券、股票、期货等。消费向量和

资本配置向量受到预算约束和借贷约束。预期随机财富是一个随机变量,其分布律反映了居民在未来各种状态下的预期财富。预期财富受主观预期形成机制的影响,具体数学表达为预期状态转移方程组和预期市场反应函数组。

预期状态转移方程组描述了该行为主体基于历史和现有信息形成的预期,是描述当期自身决策变量和未来自身状态变量之间关联的方程组。预期市场反应函数组描述了该行为主体基于自己对所处的微观市场环境的分析下,形成的对市场的认识,是描述自身当期决策变量与预期市场价格、销量等变量之间关联的方程组。

在这个最优化过程中,决策变量并不是  $C_{j,s}$ 、 $Qk_{j,s}$  和  $n_{j,s}$  中的每一个分量,而是依据已成交状态和决策的频率,选出本次决策中需要决策的变量,并更新约束条件。居民的约束条件的具体表现由其在各个要素市场上的行为所决定。

### 2.1.2 资本市场

居民收到来自自身信息源的更新信息,从而更新预期状态转移方程和预期市场反应方程,其在最大化效用条件下,决定以一定的价格购买和出售部分资产。例如,银行存款项目在各种情况下的预期收益相同;长期存款的决策频率低于短期存款;存款只能买入,贷款只能卖出;保险只能买入。由于每个投资人信息不完全以及禀赋不同,导致了其面临的可以购买的资产品种可能也是不同的。例如,对于行为主体人独有的企业,只能卖出,其他人不能买入。对于上市企业,其股票信息可以被所有投资人获取,依据居民自身信息更新频率获取。建模若考虑到行为人的相互影响,还需添加预期市场反应方程。

### 2.1.3 商品市场

同资本市场,居民观测到市场上的各种商品价格,依据自身需求,在商品市场选择购买各种商品以提高效用水平。居民的效用函数是各类别商品数量的函数。但效用函数中各类别产品的参数会依照年龄、性别等因素来改变。

### 2.1.4 劳动力市场和知识产权市场

居民根据自己的专业技能在劳动力市场寻求工作,获得报酬。专业技能主要分为两大类:技术研发和非技术研发,每一类中又细分各工种。居民也可以依据劳动力市场提供的教育培训,提升或者增添技术技能,增加预期工资报酬。

## 2.2 企业类

假定每个企业依据自身技术约束和行政约束,从事多种产品的生产,在资本市场进行投资;其股份在资本市场中交易,被部分居民所拥有;向股东分红,向国家上税,是一个独立决策主体。

本文认为消费品生产企业、服务提供型企业和生产资料生产企业,他们的决策过程没有本质区别,只是他们提供不同的商品和服务,有着不同的技术禀赋,对资本和劳动力有不同的要求。企业间生产资料和产品不同,搭建了交错的产业链,与此同时,企业间的合作和竞争决定了

微观市场结构。在实现模型仿真时,企业类别行为主体的复杂自适应性表现如下:

### 2.2.1 行为目标

其行为准则依然假设为最大化效用,具体表现为考虑固定资本积累和技术进步下的最大化的长期利润。转化为两期模型,每一时刻企业将面临如下问题:

$$P_p, IP, Ird, KP, LP, QK \max \{u_{j,s}(profit_{j,s}) + \beta_{j,s} E_{j,s}[V_{j,s}(A', Sp', Hr', Qk', Sg')]\} \quad (2)$$

其中,  $profit_{j,s}$  表示企业  $j$  在第  $s$  期的利润,  $P_p, IP, Ird, KP, LP, QK$  是控制变量,分别表示当期生产产品的价格向量、生产资料购买向量、各种产品技术研发资金投入向量、用于生产各种产品生产资料矩阵、人力资源投入矩阵以及资本配置向量。状态变量为:  $A, Sp, Hr, Qk, Sg$ , 分别表示生产技术向量、生产资料存量向量、专业人才存量向量、资本项目向量以及上期产品的存货或者未完成订单向量。 $u_{j,s}$  表示瞬时效用函数,  $V_{j,s}$  表示值函数,其由约束条件和  $u_{j,s}$  唯一确定。

企业的约束条件一样有预算约束、预期状态转移方程,以及预期市场反应函数,具体表现由其在各个要素市场上的行为所决定。

### 2.2.2 资本市场

除了企业面临的投融资项目与居民部分不同以外,决策过程与居民部分相同。

### 2.2.3 商品市场

对于资源类企业,向国家购买采矿权,或者向国外进口资源,对于其他厂商都可以在商品市场找到生产资料,向居民提供商品和服务,或是向其他厂商提供生产资料。每个厂商可以选择生产不同的产品,对于每种产品拥有不同的技术水平和生产函数,其生产的数量和价格不仅依赖于自身技术禀赋,还需要在微观市场机制中考虑其他厂商,做出最优的决定。需要注意的是,若某产品处于完全竞争时,该产品的价格由市场决定,否则该企业此项产品的价格受到预期市场反应函数的限制。具体预期市场反应函数的形式,依赖于企业所处的微观市场机制,例如古洛均衡或伯川德均衡。

### 2.2.4 劳动力市场

企业观测到当前各种劳动力的价格,依照所需工作岗位向劳动力市场发出招聘要约,拟租赁各专业劳动力或研发人员。对于稀缺人才的招聘,需要用预期市场反应函数来描述企业间争取人才的现象。

### 2.2.5 知识产权市场

每个厂商可以通过购买知识产权或者通过招募知识分子,提供研发资金和设备来组建自己的研发团队,提升自己的生产技术。与原有技术相关的项目研发,其产生技术突破的可能性高于没有基础的团队,对于已有技术项目也可以在知识产权市场出售。

## 2.3 金融服务类

金融公司对于市场和政策的敏感度很高,其决策频率

高于企业和居民。金融服务类主体,又分为商业银行、投资银行和保险公司。三种金融企业行为方式类似,下文以商业银行为例进行说明。

对于每一家商业银行,受到中央银行的监管,在自身的偏好、禀赋以及预期下,实现最大化利润。银行类行为主体的复杂自适应表现如下:

### 2.3.1 行为目标

对于商业银行 $j$ 在第 $s$ 期面临如下两期最大化问题:

$$\max_{\text{Contra}_{j,s}} \{u_{j,s}(\text{profit}_{j,s}) + \beta_{j,s} E_{j,s}[V_{j,s}(\text{ewealth}_{j,s+1})]\} \quad (3)$$

在式(3)中, $u_{j,s}$ 表示 $t=s$ 瞬时效用函数, $\text{profit}_{j,s}$ 代表当期利润, $\beta_{j,s}$ 为该主体的主观贴现系数, $E_{j,s}$ 表示在银行 $j$ 在当期 $s$ 所获取的信息集条件下的期望。 $\text{ewealth}_{j,s+1}$ 表示下一期的预期随机财富总量。

商业银行面临的约束条件与前面一样,有预算约束、预期市场反应函数、以及预期状态转移方程。其自适应性表现在资本市场和劳动力市场,应该具备以下功能。

### 2.3.2 资本市场

商业银行在完成央行规定下,针对不同的行为主体,基于预期状态转移方程和预期市场反应函数设计一系列的存款项目和贷款项目。

### 2.3.3 劳动力市场

在劳动力市场,雇佣一定数量的经济、法律等类别人才维持其正常运营。

### 2.4 政府部门

在模拟的每一期初,政府部门首先公布所有执政参数,如各种税率、补贴、以及金融业的各种参数等。这部分参数的改变是宏观经济政策研究的出发点,所有参数均可以人为设定,并将未来实施政策参数储存在相应的时间序列中。

政府类别包含四个行为主体部门,分别是行政部门、中央银行、教育培训部门和科技研发部门。在实现模型仿真时,这个模块应该具备这四个主体功能,具体有以下几点要求:(1)行政部门设定模型中的部分系统参数,即政策参数:各种税收率、产业补贴、转移支付、退休年龄等,在商品市场购买商品和服务,并提供公共品服务。(2)中央银行在资本市场确定基础利率、准备金率、发行和回收国债等公开市场操作。如果本系统通过并行算法扩展为多经济体系统时,中央银行在汇率市场购买本币或外币。(3)教育部门在劳动力市场向未成年人提供教育培训服务,向成年人提供转型再提升教育培训,并以一定的工资水平向社会招聘一定数量的相关专业的公共事务人员和事业单位人员。(4)研发部门在知识产权市场提供研发项目资金,招募相关专业科技人才,并出售知识产权。

### 2.5 关于国外部门

国外部门没有单独的行为准则,这个部门是其他经济体在本国经济体中的表现,与外贸协定、政策及汇率相关,其需求和供给在本国五个市场(含外汇市场)均有表现。在一国单一经济体框架下,这部分模块可以用于分析经济

体受到外界冲击导致的影响,如国外部门需求下降、资本、人才外流等。

### 2.6 要素市场

本框架下宏观经济被分解为商品、资本、劳动力和知识产权四类市场,如果改为多元经济体系统,需要补充汇率市场。不同的市场应该采取类似于现实成交的方式。例如,企业和居民分别做出劳动力需求和供给决策,即在劳动力市场添加了劳动力租赁的买单和卖单,并标明了相应的专业技能、价格以及数量,可以选择集合竞价或连续竞价方式成交。同样的有股票交易市场。又如,必需品零售市场同现实经济,应该选择即时成交方式。

## 3 宏观演绎模拟流程和要点

### 3.1 模拟流程图

模拟流程主框架如图1所示,若运用面向对象程序编程,能方便快捷地实现仿真系统功能。首先,就各类别行为主体和各类别要素市场分别定义不同的“类”,并赋予相应各时期的特征初值。其次,编写各类别的“类函数”以模拟决策过程。最后,按照图1的流程图整合编译为主程序。仿真系统就可以实现宏观理论的探讨。进一步,若能通过来至金融机构、网络云商及大型仿真网络游戏的历史数据的校正和检验,系统将可以仿真模拟各种政策的效果。

每一期首先由中央政府决策,其次是反映最快的金融机构,再次是企业类,最后是居民类。

需要注意的是,并不是每个行为主体在每一次迭代中都进行决策,而是基于模型中设定的信息更新和决策的频率,计算出每一轮需要决策的行为主体。通过规定的决策顺序,依次或同时决策。

各行为主体将决策信息依次或者同时投放到相应的市场,市场则通过相应的成交方式配对成交。一旦成交,修改成交双方的状态。每一轮演绎结束后,通过市场汇总得到信息集。

各行为主体的每时刻的信息是不同的时期或者不同的市场信息集的子集,具体设计由相应的微观信息传导机制决定。

如果没有达到短期有限理性均衡,则依据行为主体的生存条件和决策频率,确定下一轮迭代中将会进行决策的行为个体,再次按照流程框架演绎,在他们决策前更新信息,并形成新的预期。如果市场上交易量依然高于给定的阈值或者迭代次数小于现实时间段所能允许对应的最大次数,认为没有达到短期有限理性均衡条件,则继续迭代。如果本期已达到该条件,则开始下一期宏观经济的演绎,直至最后一期。

### 3.2 关于模型中时间的匹配

现实的时间与模型中的时期是不同的,但如果假设现实中各个行为主体决策频率与模型中的是一致的,那么模型中的时期便有了与之匹配的时长,因为可以利用现实决

策的最小间隔时长与模型中的决策最小间隔时期相匹配。当现实生活中信息更新的频率发生改变,或者市场成交速度发生改变的时候,模型中的每一时期所对应的现实时间长短也相应的发生改变。

体信息干扰等。

(5)国外部门在各种生产要素的需求和供给方面发生了变化。

对于仿真系统,可以有两种方法处理不确定性。第一种是同 DSGE 模型一样,将不确定性作为外生冲击,从而分析这些不确定性对经济的变化和影响。第二种方法是基于现实,在模型中建立随机因素相应的发生机制,大量反复模拟。由大数定律可知,虽然每次演绎的路径均有不同,但总体趋于稳定。通过对趋势性和波动性的分析,可以探寻最佳改革路径和避免经济危机。

#### 4 结语

宏观经济现象是众多微观主体决策及相互影响后的宏观表现,由于微观基础的复杂性和灵活性,导致了宏观仿真模型系统较传统模型更庞大,也更细腻。对于不同的研究问题,可以对在本框架下对模型进行适当的精简和改进。

本系统可以退化成为 DSGE 模型,如果假定如下:技术进步率、人口增长率及随机冲击方式和参数等作为外生给定,企业按照 Calvo 法则定价,家庭、企业、商品均无异质性,预期状态转移方程组中随机干扰基于 AR(1) 模型,忽略国外部门,每期各行为主体在完全信息下达到分散竞争的瓦尔拉斯一般均衡,则本系统退化成为 DSGE 模型。

本系统可以扩展为多经济体系统。若在系统中添加汇率市场、跨国协作机构,并通过计算机并行技术将多个异质性的系统并联入网,即可快速实现多经济体仿真模拟系统,从而可以分析国际贸易协定、汇率政策等对于国际金融、国际贸易、人才流动等问题的影响。

本仿真系统有很多的改进空间,如系统中的有限理性是指有限信息下的绝对理性,即信息不完全下的最优化。这样做存在两个缺陷:第一,在最优化问题中,若控制变量维数过高,不仅使计算机迭代过程比较耗时,而且使反复迭代逼近数值解的初值不易选取。若加上整数解约束,则求解过程更加复杂。第二,在微观经济学里,或许最优化是最简单快捷描述行为主体理性的方法,但这种方法并非最接近现实有限理性的方法。现实的有限理性不仅是有限的信息,而且还有有限的逻辑推理能力,并非每次决策都求解一个复杂的最优化问题,而是不动笔墨的思索。目前已有许多学者正在从事研究如何用计算机模拟人脑的决策<sup>[12][13]</sup>。

可以想象,在数据便于获取的大数据时代,一旦现实行为主体的自适应性及相互作用机制在模型中栩栩如生,

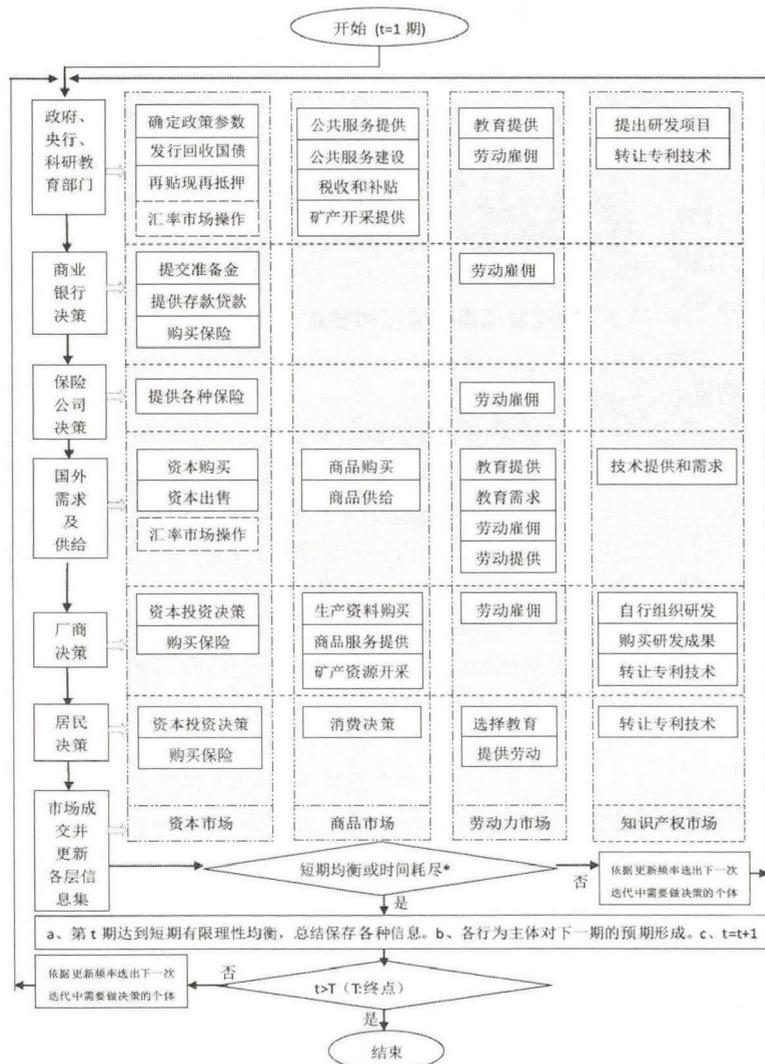


图1 仿真系统模拟流程图

事件是依次发生还是同时发生会导致结果的差别。模拟依次决策时,行为主体依顺序逐个决策,在下一个主体决策之前,市场信息被更新,故而前一个行为主体的决策会影响后一个行为主体的信念,从而影响其决策。模拟同时决策时,所有行为主体在同时刻自身信息集下做出决策,再汇总至市场,每个行为主体的决策不被同时刻的其他行为主体影响。

#### 3.3 关于随机性和稳定性

模型框架内的不确定性与现实一样,主要来源于以下几个方面:

- (1)部分行为主体决策顺序的变化会导致宏观经济趋势变化。
- (2)各行业微观市场机制的改变,使得行为主体又产生了新的预期。
- (3)各商品或服务的生产技术进步具有随机性。
- (4)其他随机性,如人口变化、自然禀赋变化、错误媒

# 基于平衡样本的最优模型辅助抽样策略

巩红禹<sup>1,2</sup>

(1.内蒙古财经大学 统计与数学学院,呼和浩特 010070;2.中国社会科学院 数量经济与技术经济研究所,北京 100732)

**摘要:**模型辅助方法的思想是基于抽样设计借助于超总体模型获得对总体参数的有效推断。满足辅助变量的HT估计等于总体总量真值的样本被称为平衡样本。对于平衡样本,如果超总体模型的异方差性可以通过辅助变量解释,由此得出最优抽样策略:平衡抽样设计与HT估计结合是最优策略,包含概率正比于模型残差的标准差。

**关键词:**超总体模型;平衡样本;模型辅助

**中图分类号:**0212

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-6487(2016)07-0009-04

## 0 引言

传统的抽样理论对目标量的估计是基于随机化理论的统计推断。Neyman(1934)<sup>[1]</sup>建立了概率抽样的理论推断基础,最先提出了基于设计的抽样推断框架,基于设计推断通常假定总体是固定和有限的,根据样本观测结果推断总体的参数。调查者根据某种抽样设计从总体中随机获取样本,样本中每个样本单元的权数是它包含概率的倒数。基于设计推断方法存在一些局限性:随机样本遵循了

“代表性”准则,但“方案设计的复杂性、与规模成比例概率抽样方案的执行复杂性及概率的复杂计算性”是其方法自身的局限(Royall;1971)<sup>[2]</sup>;小样本使得基于设计推断产生的结果误差很大;大样本情形下随机化推断方法满足设计无偏性和设计相合性,但对于抽样设计不存在最优的线性估计,这意味着基于设计的估计量有无效的潜在危险;当样本中存在异常点时,异常点以很小概率的被选取使得权重很大,进而导致HT估计的方差会很大;当随机分布高度受到非抽样误差干扰的时候,比如存在无回答或者计量误差,基于设计推断的结果不可靠。尽管基于设计方法存在

**基金项目:**国家社会科学基金一般项目(15BTJ008;15BTJ014);国家自然科学基金资助项目(71301033);国家社会科学基金青年项目(11CTJ005)

**作者简介:**巩红禹(1977—),男,辽宁朝阳人,博士后,副教授,研究方向:抽样调查与经济统计。

那么整个经济仿真系统就能逼近现实。不仅经济学可以借助仿真来探究,而且可以为其他社会学科提供参照。但逼近现实的仿真,不仅需要经济学家,还需要心理学家、人工智能学家和统计学家的帮助和突破。

## 参考文献:

- [1]Axelrod R. Advancing the Art of Simulation In the Social Sciences[M]. Simulating Social Phenomena. Springer Berlin Heidelberg, 1997, 21-40.
- [2]Wolf S, Bouchaud J P, Cecconi F, et al. Describing Economic Agent-based Models—Dahlem ABM Documentation Guidelines[J]. Complexity Economics, 2013, 2(1).
- [3]Colander D, Howitt P, Kirman A, et al. Beyond DSGE Models: Toward An Empirically Based Macroeconomics[J]. The American Economic Review, 2008,236-240.
- [4]Kirman A. The Economic Crisis Is a Crisis for Economic theory[J]. CESifo Economic Studies, 2010, 56(4).
- [5]Farmer J D, Foley D. The Economy Needs Agent-based Modelling[J]. Nature, 2009, 460(7256).
- [6]Tefatsion L. Agent-based Computational Economics: Growing Econo-

- mies from the Bottom Up[J]. Artificial life, 2002, 8(1).
- [7]Ashraf Q, Gershman B, Howitt P. Banks, Market Organization, and Macroeconomic Performance: An Agent-based Computational Analysis[R]. National Bureau of Economic Research, 2011.
- [8]Cincotti S, Raberto M, Teglio A. Credit Money and Macroeconomic Instability in the Agent-based Model and Simulator Eurace[J]. Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, 2010,(4).
- [9]叶航.公共合作中的社会困境与社会正义——基于计算机仿真的经济学跨学科研究[J].经济研究,2012,(8).
- [10]Dosi G, Fagiolo G, Napoletano M, et al. Income Distribution, Credit and Fiscal Policies in An Agent-based Keynesian Model[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2013, 37(8).
- [11]Dosi G, Fagiolo G, Roventini A. Schumpeter Meeting Keynes: A Policy-Friendly Model of Endogenous Growth And Business Cycles[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2010, 34(9).
- [12]Ladley D. Zero Intelligence in Economics And Finance[J]. The Knowledge Engineering Review, 2012, 27(02).
- [13]Cacciabue P C. Modelling and Simulation of Human Behaviour in System Control[M]. Springer Science & Business Media, 2013.

(责任编辑/亦 民)