

【国民经济核算】

社会核算矩阵稳态均衡模型研究

李原 梁珂 李宝瑜

【摘要】不同于社会核算矩阵乘数模型(SAM-M)和基于社会核算矩阵的可计算一般均衡模型(CG E),本文设计了一套社会核算矩阵稳态均衡模型(SAM-SE)。该模型采用目标规划模型形式,以经济系统稳态性作为目标函数,给出了冲击变量、系统平衡、价格方程、技术行为方程、局部优化方程和表外变量6组约束条件。设定在不同的约束条件下,可以建立稳态预测,技术模拟和均衡优化三种不同功能的层次模型。本文在编制中国2017年SAM的基础上,给出了一个SAM-SE模型应用实例。SAM-SE模型可以用于国家经济系统运行模拟、预测和经济政策效用评价。

【关键词】社会核算矩阵;CGE模型;一般均衡;DSGE模型

【作者简介】李原,山西财经大学统计学院副教授,研究方向为经济统计;梁珂(通讯作者),山西财经大学统计学专业博士研究生,研究方向为国民经济核算与宏观经济统计分析,电子邮箱:liicco@163.com;李宝瑜,山西财经大学统计学院教授,博士生导师,研究方向为国民经济核算与宏观经济统计分析。

【原文出处】《统计研究》(京),2020.10.3~16

【基金项目】国家社会科学基金项目:“中国货币政策国际联动量化决策方法与模型研究”(17CGL010)。

一、引言

现代宏观经济全局性系统模型主要有4种类型,第一类是传统的线性或非线性联立方程系统模型,第二类是基于社会核算矩阵(Social Accounting Matrix, SAM)构建的乘数模型,第三类是在SAM基础上构建的可计算一般均衡模型(Computable General Equilibrium, CGE),第四类是动态随机一般均衡模型(Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE)。1966年联合国统计机构将投入产出表、资金流量表、国际收支平衡表等共同纳入了国民经济核算体系(the System of National Accounts, SNA),同时设计了社会核算矩阵,之后人们开始研究社会核算矩阵模型。

目前的SAM模型一般采用乘数模型形式,它是在各种变量平衡关系基础上建立的线性联立方程组系统,包含了投入产出模型、资金流量等模块。

联合国国民经济核算体系的主要设计者、诺贝尔经济学奖获得者Stone(1978)教授最早研究了SAM乘数模型。Pyatt和Round(1979)首先提出了固定价格的SAM模型。Jacques等(1984)在一般乘数分析的基础上进行了结构路径分解,有的文献将其看做是社会核算矩阵的另外一种模型,但实际上它只是乘数分析模型的路径分解,并不单独成为一种模型。早期的SAM模型的研究范围主要限于货币计量的国民经济系统,如Civardi(1988)研究了部门层面的个人收入分配问题,其他很多文献涉及到消费、投资、收入分配、货币金融、国际收支等领域。

随着社会核算矩阵被越来越多的人所了解,SAM乘数模型的应用范围也在不断扩大,如Emini和Fofack(2004)将其用于贫困分析,Susana(2014)将其用于老龄化问题的研究,Keshavarz等(2017)研究经济改革对卫生指数和家庭支出的影响,Ferrari

等(2018)用它来研究地区经济中的旅游支出效应。

国内很多学者也都对 SAM 乘数模型进行了研究和应用。如李宝瑜(1990)以 SAM 乘数模型为基础,结合经济数学、会计核算等方法构建了一个消费目标的国民经济总循环模型。金艳鸣和雷明(2006)应用 SAM 乘数分析方法研究了居民收入和部门产出的变化,并将变化的原因进一步分解得出转移分配和外生冲击对不同收入群体的影响。魏巍贤等人(2008)考察了部门产出变动的经济产出效应和居民收入效应,以及转移分配和外生冲击对居民收入分配结构的影响。刘洪涛等人(2009)利用 SAM 乘数模型测算了财政投资的影响效应。范晓静和张欣(2010)对 2000 年的细分 SAM 进行了分析,考察了外生冲击对生产部门和居民部门相对收入的影响。张晓芳和石柱鲜(2011)利用 SAM 乘数模型对我国的收入分配和再分配结构进行了深入研究。马克卫和李宝瑜(2015)设计了一个能够刻画国民经济活动各环节乘数关系的 SAM 乘数效应链接模型。刘波和李金昌(2017)测算了非正规经济对城镇居民收入的影响效应及其作用路径。

SAM 乘数模型包含了投入产出模型,它把投入产出模型扩展到了包含收入分配、再分配、财政、金融、消费、投资和国际收支的完整经济系统。在经济主体分类上,不仅包含产业部门,也包含了各个机构部门。SAM 乘数模型与投入产出模型一样,全部方程采用线性模型组,存在严格的比例性假定,也就是假定经济结构不变,这也是 SAM 乘数模型的一个不足。

与 SAM 密切相关的一类模型是 CGE 模型。CGE 模型是以 SAM 为基础的非线性联立方程模型,它与动态随机一般均衡模型(DSGE)并列成为现代宏观经济系统的两大主流模型。最初的 CGE 模型是 1960 年代初期由 Johansen(1960)提出,早期的 CGE 模型并没有与 SAM 衔接。随着社会核算矩阵的问世,CGE 模型与 SAM 的结合成为人们建模的标准范式。现代 CGE 模型不采用乘数模型形式,而是利用 SAM 表的各种平衡关系,加上了系统内

各行为主体经济活动技术方程(如生产函数),和在此基础上建立的行为者微观利益最大化方程,实际上是多局部最优化模型,目前被广泛应用于能源、环境等政策模拟和分析中。

CGE 模型虽然是建立在 SAM 基础之上的,它也打破了乘数模型的线性比例假定,但它严格按照经济学的“一般均衡”理论来建模,只有多个局部(行为主体)最优而缺乏全局最优。CGE 模型有其特定的建模流程和模型形式,不够灵活,功能比较受限,所以它还不能代表更加一般化的 SAM 非线性模型。

本文试图基于社会核算矩阵,打破 SAM 乘数模型的线性化限制,同时突破 CGE 模型功能单一的限制,建立一种比 CGE 模型应用范围更加广泛,更加一般化的通用社会核算矩阵稳态均衡模型(The Steady Equilibrium Model of Social Accounting Matrix, SAM-SE),并用我国的实例说明其应用。

二、模型设计

(一)模型的理论基础与设计思想

本文设计的 SAM-SE 模型,将在国民收入循环理论、一般均衡理论支持下,以 SAM 数据为基础构建。第一, SAM 是依据国民收入循环理论建立的。在凯恩斯经济理论中用两个恒等式表述了国民收入循环过程:“收入 - 消费 = 储蓄, 储蓄 = 投资”。在 SNA 中,依据这两个恒等式的展开式构建了生产、收入、消费、资本形成、金融、国际收支等账户,这些账户合并就是 SAM。SAM 本身已经构成了一个宏观经济数字模型,但它还不是数学模型。第二,现代一般均衡理论认为经济系统要实现一般均衡,必须以微观各局部利益最大化与市场出清为条件,在模型中构建各部门最优化条件和对经济体系的全面平衡约束。因而如同 cGE 模型一样, SAM-SE 模型也可以是 SAM 与一般均衡理论的有效结合。但除了经典理论支持之外, SAM-SE 模型还需要结合我国的实践经验来考虑增加宏观经济全局目标和经济稳态性目标。

与现有的 SAM 乘数模型、CGE 模型对比,本文

期望能在以下几个方面实现突破:

1. 采用目标规划模型形式,能够不受SAM乘数模型线性系数的限制。

SAM乘数模型是在SAM表的平衡关系基础上建立的一套线性联立方程模型。在SAM乘数模型中,直接系数和完全系数是固定的。模型用于预测时,完全受这套系数的控制,所有数据变动都假定是一种线性变动,即采用比例性假定。由于现实中不同时期的系数不一定具有稳定性,所以其预测结果是否与现实吻合就存在不确定性。SAM-SE模型的设计,可以采用规划模型的形式,期望不再受到比例性假定的限制。

2. 增加宏观全局控制目标,能够对一般均衡的概念加以扩展。

CGE模型是依据现代经济学的一般均衡理论构建,它的基本假定是:第一,要求市场经济体系中所有微观参与者都实现各自的微观利益最大化,也就是实现多个局部最优化;第二,经济体系中所有市场供求都实现平衡(市场出清),产生均衡价格。在这个假定下要首先建立一套包含多个局部最优化和平衡的方程,然后将这套方程作为约束条件,将冲击变量作为目标函数,获得SAM的一组新解。这组解的结果是一套满足上述两个基本假定的最优解。可以看出,CGE模型只有多个局部控制最优解而无全局最优解。在模型中虽然有目标函数,但它仅仅是冲击变量,而非宏观全局目标函数。现实中往往会出现宏观目标与微观利益的不一致甚至冲突的情况。在有宏观整体目标时,局部利益往往会受损,两者需要再博弈和平衡。在模型中增加宏观整体目标更符合现实。本文期望在SAM-SE模型中能够同时实现宏观和微观利益双目标最优。

3. 将经济系统的宏观稳态性作为全局控制目标。

经济系统的稳态性,是指当经济体系受到某种冲击以后,系统波动最小化,即两期之间的偏离度最小化。一个经济系统是否具有稳态性是非常重要的事情。一个动荡的经济体与一个稳态的经济

体带来的各种经济和社会效应截然不同。一个稳态的经济体是在一些新的冲击发生后,系统内存在局部波动,但各局部波动会此消彼长,系统主要结构仍然保持稳定,变化之后的系统与初始系统整体上偏离最小。多数经济系统在短期内都具有稳态性,除了发生类似经济危机的情况。在现有的宏观经济系统模型中,SAM乘数模型在固定系数假定下,是最严格的系统稳态性模型,但却又过分地强调系数是不发生变化的。CGE模型中没有稳态性目标,DSGE模型虽然有稳态值,但它的实际含义是初始值,而非两期变动最小化。

4. 模型能够灵活应用,实现功能多样化。

SAM乘数模型适用于线性预测,CGE模型适用于获得一般均衡解。这些模型都在一定程度上缺乏灵活性,功能比较单一。SAM乘数模型难用于非线性化预测,CGE模型难以解决非最优化预测。本文期望SAM-SE模型既能像SAM乘数模型一样进行实际预测,也能像CGE模型一样能实现最优化,同时还可以采取更加灵活的形式,在一些技术假定下实现特定的功能,即在一套模型中实现稳态预测、技术模拟和均衡优化等多种功能。

(二)方法设计

1. 模型表达式

SAM-SE模型采用多目标规划方法,模型的总体目标是当经济体系中有一个或多个内外部变量冲击时,在一个全局目标,多个局部目标控制(约束)下能够获得宏观经济体系中所有变量的稳态均衡解。稳态均衡解是一个新的SAM,其特点是:与初始SAM偏离最小(稳态解,全局最优),在所有部门中各种经济活动都保持均衡(市场出清,收支相等),局部利益最大化(一般均衡),能够预测、模拟或优化经济体系内各部门、各种经济变量的变化幅度。

将用流量(非系数)表示的SAM与目标规划模型相结合,可以构建出SAM-SE模型的表达式为:

$$\min ABS(\sum \sum (\frac{x_{ij}}{x_{ij}^0} / N) - 1)$$

$$s. t. \begin{cases} \textcircled{1} x_{ij} = c_k (i, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, m) \\ \textcircled{2} g_j = h_i (i = j, i, j = 1, 2, \dots, n) \\ \textcircled{3} p_{ij} = f(x_{ij}) (i \neq j, i \neq j, j = 1, 2, \dots, n) \\ \textcircled{4} y = f(x_{ij}, \theta) \\ \textcircled{5} \frac{\partial L(x)}{\partial x} = 0 \\ \textcircled{6} x_{ij} = f(z) \end{cases} \quad (1)$$

模型中 x_{ij} 是决策变量, 它代表 SAM 中模型求解后的流量值, x_{ij}^0 表示 SAM 的初始值。 x_{ij} 的具体经济含义决定于它在 SAM 中的位置。 c 表示一个定值, h_i 表示矩阵每一行的合计, g_j 表示矩阵每一列的合计。 y 表示特定的生产函数或消费等函数, ⑤式表示一组最优化方程(一阶条件)。 p 表示价格, z 表示 SAM 的表外变量。

2. 模型的目标函数

本文构建的 SAM - SE 模型的目标函数是 SAM 中所有待解变量求解以后的新值与初始值平均相对偏差的绝对值, 体现了在局部冲击条件下, 经济整体的稳态性。 该偏差值越小说明经济体越稳定, 最稳态情况下等于 0。 N 表示 SAM 中不为 0 的有效元素个数。

将稳态性测度作为目标函数, 求解结果是一套稳态解。 它建立在一个假定之上: 假定经济体系在短期内具有稳态性。 这个假定在多数情况下是符合现实的。 如果一个经济体系具有稳态性, 将实际数据与稳态解对比, 就会发现该模型具有实际预测功能。 如果一个经济体系波动过大, 在这个目标函数下, 求解结果与实际数据对比, 也能获得稳态解与实际值之间的偏离幅度。

目标函数是一个距离函数。 当然也可以采用其他距离函数来描述经济稳态性, 但其他函数的经济含义不如该函数直观明确; 如交叉熵距离函数, 在计算对数时会有负数出现。 该目标函数也是一个全局控制目标, 在极限求解的情况下它有全局唯一解。

3. 模型的约束条件

SAM - SE 模型包括 6 组约束:

第①组是一个(单目标)或多个(多目标)冲击变量目标约束, 一般可以采用定值。 这一组定值发生变化后, 测算 SAM 的整体变化。

第②组是 SAM 全表的平衡约束, 主要是 SAM 全表每个行列的收支平衡。 全表收支平衡分为产业部门收支平衡、机构部门收支平衡、全部交易项目的收支平衡三部分。 在交易项目平衡中, 包括了产品供给和需求的平衡、要素平衡、增加值平衡、收入分配平衡、金融交易平衡、消费和资本形成总额平衡等。 这一组模型等价于用流量表示的 SAM 线性模型。 除此之外还可以另设一些表中的传递平衡, 如各产业部门的劳动报酬合计, 应该与收入分配账户的国内机构部门支付的劳动报酬合计相等, 产业部门支付的生产税净额, 要与机构部门支付的生产税净额相等。 这种平衡在现有的 CGE 模型和 DSGE 模型中往往被忽略。

第③组是价格函数, 也是价格决定模型。 可以由一阶条件推导出来, 也可以由另外的函数关系给出。 SAM 表中的很多价值流量是由数量和价格决定的, 可以写成价格和数量的乘积。 如中间产品流量由中间产品价格和数量决定, 消费支出流量由消费价格和消费品数量决定, 资本形成总额主要由固定资产投资价格和资产数量决定, 劳动者报酬由工资率和就业人数决定, 利息由利率和贷款(存款)数量决定等。 实际处理时, 可以将初始 SAM 表中的价格赋值为 1, 数量等于价值流量。 也可以用实际价格指数作为初始值。 模型求解之后, 可以得到价格和数量的相对变化率。

第④组是技术结构控制条件。 就是在一定的假定下给定一个结构控制函数作为约束。 例如某种形式的生产函数或消费函数等约束, 技术函数形式的选择带有一定的假定。 不同的函数形式测算结果会有不同。 技术函数的系数通常可以在 SAM 表中用校准的方式得到。

第⑤组是局部最优化约束。 这组约束主要用来实现系统中各微观主体的利益最大化。 如生产者成本最小化或利润最大化, 家庭效用最大化等。

模型基于选定的生产函数或效用函数,采用一定的方法获得最优化的解析方程;例如对生产函数用拉格朗日乘子推导出来一阶条件,获得最优化方程。需要说明,由于部门是微观主体的集合,部门利益与微观利益具有一致性,当代宏观经济学中的微观利益最大化,在 SAM - SE 中体现为部门利益最大化。

第⑥组是表外变量目标约束。SAM - SE 模型中可以包含或不包含表外变量,例如环境,能源等变量。当有表外变量时,要建立表外变量与表内变量之间的函数关系,可以是正函数,也可以是逆函数。

4. 分层模型

这 6 组约束中,第①、②组约束是必需的,不能缺少,其他几组约束都是可选项。根据约束条件多少,SAM - SE 模型可以分为不同功能的三个层次的模型。

第一层次是稳态预测模型(Steady Prediction, SP)。除了稳态目标外,没有任何技术假定,只包括约束条件①和②,其功能是对经济系统做稳态性预测。

第二层次是技术模拟模型(Technology Simulation, TS)。是在第①、②组约束下加上第③、④组约束,也就是加上了价格函数和技术假定。其功能是在稳态条件下按照特定的技术函数进行经济系统的模拟。

第三层次是均衡优化模型(Equilibrium Optimization, EO)。是在第二层次模型基础上加上第⑤组约束条件(一阶条件),其功能是在全局稳态和技术假定下,增加一个或多个局部优化模块,完成经济学意义上的一般均衡模拟。

对于表外变量模型,三个层次的模型中都可以选择加入或不加入。

从模型可以看出,虽然该模型采用了单目标规划形式,但由于在约束条件中增加了目标(冲击)变量,所以该模型是一套多目标规划模型。无论以目标函数形式体现经济目标,还是以约束条件形式体

现经济目标,在多目标之间不能自相矛盾,否则就会导致模型无解。由于决策变量是一组新的 x_{ij} , 它的求解结果就可以用初始量加增量($x_{ij}^0 + \Delta x_{ij}$)或比率($x_{ij}/x_{ij}^0, 1 + * \%$)的方式表达出来,其中 * 为比率。

5. 参数校准和估计

与 CGE 模型一样,SAM - SE 模型参数一般采用校准法。如果涉及表外变量,可以用校准法,也可以基于历史数据采用回归法估计参数。本文根据解释变量的多少将校准法分为单变量校准法和多变量校准法,单变量校准是将表中的一对变量分为解释变量与被解释变量,直接在表上求出二者的比例作为系数。多变量校准法是在有多个解释变量的情况下,选择一个模型,如加法模型,乘法模型等,先求出他们各自与被解释变量的比例关系,然后按比例放大或缩小,得到最后可用的参数。

三、模型应用

(一)SAM - SE 模型对 SAM 的要求

联合国统计机构早在 1968 年的国民经济账户体系(The System of National Accounts, SNA)国际标准中发布了 88×88 的 SAM 标准表式。为宏观经济的系统性研究提供了方便,也为构建 SAM 模型、CGE 模型等宏观经济分析系统奠定了基础。SAM 是国民经济账户体系的缩影,是将 SNA 的全部账户合并到一张矩阵表中的结果,所以编制 SAM 要以 SNA 的账户序列为基础。编制 SAM 要求有全面的统计资料。它的基本要求包括:表中要有产业部门分类,机构部门分类,产品分类,收入分配交易分类,金融交易分类,中间产品、增加值和消费、资本形成等最终产品的使用账户。从矩阵分块角度,一张 SAM 表应该包括商品供给和使用表,产业部门投入产出表,国民收入与消费支出流量表,金融与投资资金流量表。这些表中既包含国内机构部门,也包含国外。表中分类可粗可细,但要素应该完整,否则就很难反映国民经济活动全貌。SAM 要尽量与国家国民经济核算体系的分

类和账户数据接轨。不与国家核算体系接轨的SAM,其数据的准确率非常低,用模型得到的结论也就不可信。

我国没有官方公布的SAM,只是公布某些年份的投入产出表和连续年度的资金流量表。这些公布的数据在时间上相对滞后,而且投入产出表与资金流量表口径不一致,所以构建SAM-SE模型或CGE模型都必须自行编制SAM。

国外很多研究CGE模型的文章中所用的SAM直接体现为部门×部门表,而不说明数据的获得方式,导致这些SAM数据的可信度非常低。目前发表的多数有关CGE模型的论文中SAM并不符合SNA规范,如有的表只有机构部门分类,有的表缺乏金融交易,有的表只是把投入产出表略加扩展就当作SAM,甚至缺乏再分配账户。本文认为编制SAM必须以官方公布的账户数据为基础,个人调查和推算很难获得较为准确的数据,缺乏可靠的SAM数据源,任何SAM模型或CGE模型的结论都值得怀疑。

(二)2017年中国SAM的编制

在我国国民经济账户体系基础上,本文拟编制一个30×30的我国2017年SAM。并在此基础上介绍SAM-SE模型的应用。为了尽量简化,其中“商品”和“国内生产”各自分解为三个账户,分别代表三组产品。本文SAM分类和账户如表1所示。

表1中包含的分类账户有:按三次产业划分,商品账户3个,国内生产账户3个,机构部门分为非金融企业、金融机构,政府、居民、国外5个账户,要素账户包含固定资产折旧,劳动者报酬,生产税净额,营业盈余4项,增加值总额专门设置一个账户,收入初次分配包括劳动者报酬,生产税净额,财产收入,经常转移4项,金融交易包括通货、存款、贷款、国债、股票、中央银行贷款,国际储备资产7项,最终使用包括消费和资本形成总额2项,另外还有一项其他交易净值。全表共30个账户。在分类账户的基础上,SAM结构如表2所示。

SAM由三张表合并而成,行列1-3是商品供给和使用表,1-3列为供给表,包括国内生产产品和进口商品,1-3行为使用表,包括国内生产的中间投入(产品*产品),出口和最终使用。行列4-6是国内产品投入产出表,4-6列是投入表(产品*产品),4-6行是产出表(产品*产品)。行列12-15,29是五大机构部门资金流量表,包括非金融交易和金融交易。行是资金流量来源表,列是资金流量使用表。

如果获得了这三张表,就可以按表1的分类账户和编号将他们组合为一张表2的SAM。国家统计局公布有2017年投入产出表和资金流量表,可以将其直接纳入2017年SAM之中使用。但需要做一些处理如:

表1 2017年中国SAM账户结构

类别	账户名称	行列编号	类别	账户名称	行列编号	类别	账户名称	行列编号
商品	农业产品	1	增加值		11	资本形成总额		21
	工业建筑业产品	2	机构部门	非金融企业	12	金融交易	通货	22
	服务产品	3		金融机构	13		款	23
国内生产	农业产品	4		政府	14		贷款	24
	工业建筑业产品	5	居民	15	国债	25		
	服务产品	6	劳动者报酬	16	股票	26		
生产要素	折旧	7	初次分配	生产税净额	17	中央银行贷款	27	
	劳动者报酬	8		财产收入	18		国际储备资产	28
	生产税净额	9	再分配	经常转移	19	国外	29	
	营业盈余	10	消费		20	交易净值	30	

表 2 简化的 SAM 结构

	使用 账户	商品	国内 生产	生产 要素	增加值	国内 部门	收入 分配	最终 使用	金融 交易	国外 部门	交易 净值	合计
来源账户	编号	1 - 3	4 - 6	7 - 10	11	12 - 15	16 - 19	20 - 21	22 - 28	29	30	31
商品	1 - 3		中间 投入					消费和资 本形成		出口		
国内生产	4 - 6	总产出										
生产要素	7 - 10	劳动、资本、 生产税和 营业盈余										
增加值	11			增加值								
国内机构部门	12 - 15				增加值		分配 收入		金融 资金		差额	收入 合计
收入分配	16 - 19					收入				收入		
最终使用	20 - 21					消费和资 本形成						
金融交易	22 - 28					金融资金				金融 资金		
国外部门	29	进口					分配 收入		金融 资金		差额	
交易净值	30					差额				差额		
合计	31	支出合计										

(1) 投入产出表中的增加值, 劳动报酬, 生产税等口径与资金流量表不一致, 需要以资金流量表的增加值为基准按比例调整投入产出表增加值和总产出, 然后计算出来中间产品矩阵的行列合计数作为控制数, 用 RAS 法测算中间流量矩阵和增加值矩阵。

(2) 投入产出表中的进口出口与国际收支账户的数据不一致, 需要以资金流量表数据为基准调整投入产出表数据。

(3) 数据正值化处理: 国家公布的资金流量表中有一些项目为负数, 这样在做 RAS 时可能会导致一些困难, 所以需要多数数据做正值化处理。处理办法是利用账户中来源方的负值等于使用方的正值, 使用方的负值等于来源方的正值的原理, 将负值转换为另一方的正值。

(4) 增加值账户设置与固定资产折旧的处理: 投入产出表中有产品部门固定资产折旧数据和账

户, 但国家公布的机构部门分类中缺乏折旧数据 (这些数据也不好估计), 所以在 SAM 表中出现了投入产出表折旧账户的数据只有来源方而无使用方的情况。为了解决这个问题, 可以在折旧、劳动者报酬、生产税净额、营业盈余账户之外, 设置了一个增加值虚拟账户, 该账户将增加值具体项目汇集到一个账户中, 专门用来将产业部门增加值转换为机构部门增加值。这样就避免了折旧项目直接转换到机构部门的问题。

(5) 交易活动项目的简化: 国家公布的账户数据都是包括了所有交易的全面数据, 但在一些具体的研究中, 不一定需要非常细致的分类。一些细分类交易可以合并, 也有一些交易项目可以省略, 但省略之后 SAM 全表就难以平衡。可以将省略某些交易之后的各机构部门的收支差额专门设置一个“交易净值”账户, 如果部门支出大于收入, 将差额按正值放到收入一方, 如果收入

大于支出,将差额按正值放到支出一方,以达到全表的平衡。

(6)统计误差的处理:国家公布的国际收支平衡表和资金流量表都设有统计误差项目,但SAM中不容许出现统计误差。SAM可以将所有各部门的统计误差都合并到各自部门的其他交易净值中。这样处理之后,所有交易活动项目和部门收支都实现了平衡。

由于SAM表较大,展示一个完整的SAM受到版面限制,本文编制的2017年SAM实际数据可以用三张表的账户形式表示出来(另外加一个虚拟增加值账户)。只要将各个账户的行列分开,分别按照编号放置到SAM表(表2)中相应位置(来源方项目放到SAM表的行中,使用方项目放到列中),就可以看到完整的SAM表。

(三)模型应用

下面用一个我国国际贸易变动对国内经济系统的冲击实例来说明SAM-SE模型的应用。按照第三层次均衡优化(EO)模型口径,涉及的内容有:

(1)目标函数。按照模型的总体设计思想,将冲击之后的SAM求解结果与初始矩阵的平均离差绝对值最小设定为目标函数。

(2)冲击变量。以2007年数据为基准,将全国GDP增长6%,出口(EX)增加5%,进口(IM)增加8%作为冲击变量。

(3)总量平衡约束。矩阵中每行合计等于或每列合计: $q_j = h_i (i, j = 1, 2, \dots, n)$ 。

(4)传递平衡约束。包括两项:

①国内生产部门劳动报酬合计等于国内机构部门劳动报酬合计:

表3 2017 中国产品供给和使用表 (百亿元)

账户	账户 编号	产品供给表			产品使用表		
		农业产品	工业建筑业产品	服务	农业产品	工业建筑业产品	服务
		1	2	3	1	2	3
农产品	4	1102.13			146.84	218.63	81.88
工、建产品	5		13565.32		641.6	7632.45	1977.53
服务	6			7897.84	56.85	1269.50	2332.48
国外(进出口)	29	58.01	1167.07	214.35	11.92	1328.19	295.79
消费	20				272.31	1228.83	2870.37
资本形成总额	21				30.63	3054.78	554.14
合计		1160.14	14732.39	8112.19	1160.14	14732.39	8112.19

表4 2017 中国产品部门投入表 (百亿元)

账户	农业产品	工业建筑业产品	服务	折旧	劳动报酬	生产税净额	营业盈余	合计	
编号	1	2	3	7	8	9	10		
农产品	4	146.84	218.63	81.88	652.71	-33.7	22.75	13.01	1102.13
工、建产品	5	641.6	7632.45	1977.53	1392.23	635.68	402.78	883.06	13565.32
服务	6	56.85	1269.5	2332.48	2187.74	336.46	672.92	1041.89	7897.84

表5 2017 中国增加值账户(账户编号:11) (百亿元)

编号	使用				来源			
	非金融企业	金融机构	政府	住户	折旧	劳动报酬	生产税净额	营业盈余
12	13	14	15	7	8	9	10	
金额	5071.07	653.95	713.73	1768.79	4232.68	938.44	1098.45	1937.97

表 6 2017 中国机构部门资金流量表(使用部分) (百亿元)

		编号	使用					合计
			企业	金融	政府	居民	国外	
编号			12	13	14	15	29	
初次分配	劳动者报酬	16	2204.87	215.87	622	1189.93	14.68	4247.35
	生产税净额	17	824.5	60.26	3.7	49.99		938.44
	财产收入	18	570.15	510.22	77.79	110.92	178.96	1448.03
再分配	经常转移	19	296.11	127.25	743.27	656.16	19.02	1841.82
金融交易	通货	22	2.11		0.47	20.86	-0.02	23.42
	存款	23	506.46	39.75	360.39	496.03	52.26	1454.89
	贷款	24		1782.03			3.95	1785.98
	国债	25	-0.03	538.49	-1.28	5.37	18.72	561.27
	股票	26	50.89	23.39	16.75	31.87	22.93	145.83
	央行贷款	27		247.31				247.31
	国际储备	28		61.79				61.79
最终使用	消费	20			1191.88	3179.64		4371.52
	资本形成	21	2587.8	7.12	534.34	510.29		3639.55
净值与误差		30				1467.13		1467.13

表 7 2017 中国机构部门资金流量表(来源部分) (百亿元)

		编号	使用					合计
			企业	金融	政府	居民	国外	
编号			12	13	14	15	29	
初次分配	劳动者报酬	16				4242.79	4.56	4247.35
	生产税净额	17			938.44			938.44
	财产收入	18	277.95	577.85	143.08	253.24	195.91	1448.03
再分配	经常转移	19	13.38	62.79	1063.87	674.72	27.06	1841.82
金融交易	通货	22		23.42				23.42
	存款	23		1421.53			33.36	1454.89
	贷款	24	1131.38	52.55	-211.51	778.64	34.92	1785.98
	国债	25			558.07		3.2	561.27
	股票	26	99.22	21.14			25.47	145.83
	央行贷款	27		247.31				247.31
	国际储备	28					61.79	61.79
最终使用	消费	20						0
	资本形成	21						0
净值与误差		30	449.86	552.94	343.63		120.7	1467.13

$$\sum_{j=1}^3 l_j = \sum_{i=1}^4 l_i \quad (2)$$

②国内生产部门生产税净额等于国内机构部门生产税净额:

$$\sum_{j=1}^3 v_j = \sum_{i=1}^4 v_i \quad (3)$$

(5)价格约束。本文设定消费品和投资品两种价格,首先要将消费总额和资本形成总额流量表达为价格的函数:

$$c = p_c q_c \quad (4)$$

$$t = p_t q_t \quad (5)$$

然后设定两个价格方程:

$$p_c = \varphi_c \frac{\rho_c}{\sigma_c} \quad (6)$$

$$p_t = \varphi_t \frac{\rho_t}{\sigma_t} \quad (7)$$

其中 p_c 和 p_t 分别表示消费品和资本品相对价格, φ_c 和 φ_t 表示消费品和资本品价格弹性系数, ρ_c 表示消费倾向(消费支出占可支配收入比例), ρ_t 表示储蓄倾向(1 - 消费倾向), σ_c 表示消费品占最终产品比重, σ_t 表示资本品占最终产品比重。在这两个价格方程中,假定消费价格与消费倾向成正比,与消费品相对供给成反比,资本品价格与储蓄率成正比,与资本品相对供给成反比。

(6)技术结构控制。本文仅对生产过程进行技术控制,不对其他指标设技术假定。假定生产活动按照 C - D 生产函数进行,设定两层嵌套技术方程。

第一层是总产出方程,设定总产出(Q)为中间投入(X)和增加值(Z)的函数:

$$Q = A_1 X^{\alpha_1} Z^{\alpha_2} \quad (8)$$

其中 A_1 是中间投入与最初投入对总产出的乘数。 α_1 和 α_2 是两者的比重。

第二层是增加值方程,采用 C - D 生产函数:

$$Z = A_2 L^{\beta_1} K^{\beta_2} \quad (9)$$

其中 L 是劳动投入合计,用劳动者报酬总额数据, K 是资本投入合计,用固定资产折旧数据, β_1, β_2 分别是劳动和资本投入的份额。 A_2 是劳动和资本对增加值的技术产出系数(在索罗模型中体现为技

术进步)。

(7)局部优化控制。在 SAM - SE 模型中体现为一般均衡理论中的市场参与者微观利益最大化,可以对多个行为主体进行优化,也可以对其中某个行为主体进行优化。在 CGE 模型和 SAM - SE 模型中一样都体现为行为者利益最大化。本文只对生产部门在上述两个层面进行优化。

在总产出层面,要求中间投入最小化。设定拉格朗日乘子模型为:

$$L(\cdot) = X + \beta(A_1 X^{\alpha_1} (A_2 L^{\beta_1} K^{\beta_2})^{\alpha_2} - Q) \quad (10)$$

得到 X 最小化一阶条件:

$$X^{(\alpha_1-1)} = \frac{-1}{\beta A_1 (A_2 L^{\beta_1} K^{\beta_2})^{\alpha_2} \alpha_1} \quad (11)$$

在增加值层面,要求劳动和资本投入总量最小化。拉格朗日乘子模型为:

$$L(\cdot) = (L + K) + \lambda(AL^{\beta_1} K^{\beta_2} - Z) \quad (12)$$

对 L 和 K 求导,得到一阶条件为:

$$\frac{L}{K} = \frac{\beta_1}{\beta_2} \quad (13)$$

上述公式中的系数都可以从 SAM 表中用校准法计算得到。校准结果是: $\varphi_c = 1.0227$, $\varphi_t = 0.9741$, $\alpha_1 = 0.636$, $\alpha_2 = 0.364$, $\beta_1 = 0.794$, $\beta_2 = 0.206$, $A_1 = 1.926$, $A_2 = 2.560$, $\lambda = -1.000$ 。

将目标函数与各种约束条件都纳入模型后,可以写出模型的总表达式:

$$\min ABS(\sum \sum (\frac{x_{ij}}{x_{ij}^0} / N) - 1)$$

$$s. t. \left\{ \begin{array}{l} \textcircled{1} EX = 171770 \\ \textcircled{2} IM = 155458 \\ \textcircled{3} GDP = 870000 \\ \textcircled{4} q_j = h_i (i, j = 1, 2, \dots, n) \\ \textcircled{5} \sum_{j=1}^3 l_j = \sum_{i=1}^4 l_i \\ \textcircled{6} \sum_{j=1}^3 v_j = \sum_{i=1}^4 v_i \\ \textcircled{7} c = p_c q_c \\ \textcircled{8} t = p_t q_t \\ \textcircled{9} p_c = 1.0227 \frac{\rho_c}{\sigma_c} \end{array} \right.$$

$$\begin{cases}
 \textcircled{10} p_t = 0.9741 \frac{p_t}{\sigma_t} \\
 \textcircled{11} Q = 1.926X^{0.636} Z^{0.364} \\
 \textcircled{12} Z = 2.560L^{0.794} K^{0.206} \\
 \textcircled{13} \frac{L}{K} = \frac{0.794}{0.206} \\
 \textcircled{14} X^{(0.636-1)} = \frac{-1}{(-1) * 1.926 * (2.560L^{0.794} K^{0.206})^{0.364} * 0.636}
 \end{cases}
 \quad (14)$$

用任意一个规划软件,输入2017年SAM初始值,将目标函数和约束条件等数据输入,都可以得到一组解。求解结果在表8-11中列出,表中显示的都是3种冲击发生后的结果与2017年初始值相比的相对值。

从输出结果来看,除了个别数据,多数数据都是围绕初始值1左右变动,体现了在某些内外部冲击下,经济系统仍然具有较高的稳态性。随着经济体系增加值的扩大,因为设置了总产出与增加值之间的技术约束,所以总产出维持了与增加值同步增

长的水平。同时由于设置了增加值生产过程的假定函数和约束,多数与生产相关的经济指标都按约束的比例相应地变化,包括中间投入、劳动和资本投入的比例相应增加。由于设置了价格函数,随着消费品和资本品供求关系的变化,两种价格水平也相应地发生了变化,结果显示了消费品价格略有上升,投资品价格有所下降。其他收入分配指标和金融指标,国际收支指标都随着三种冲击有所变化。

四、研究结论

本文构建了一套基于社会核算矩阵的宏观经济系统模型,当给定一些冲击后,在不同的约束条件下,可以灵活地实现整个经济系统的稳态预测,技术模拟和均衡优化功能。在现实经济运行中,经济系统的某个或某些部分总会发生一些波动或冲击,当这些波动发生后,会引起整个系统的连锁反应,利用稳态预测模型可以观察在经济保持稳态下的系统的自然变化趋势,利用技术模拟模型可以做出一些关于生产、消费、金融等技术假定,模拟在这些假定下经济系统变化情况。均衡优化模型则可以在给定条件下求解最优值,用来分析与实际经济的差距。

表8 商品供给与使用表输出结果(EO)

账户	账户	产品供给表			产品使用表		
		农业产品	工业建筑业产品	服务	农业产品	工业建筑业产品	服务
账户	编号	1	2	3	1	2	3
农产品	4	1.409			1.652	1.438	2.169
工、建产品	5		1.033		1.149	1.013	1.048
服务	6			1.057	2.684	1.075	1.041
国外(进出口)	29	1.662	1.033	1.179	3.288	1.021	1.092
消费	20				1.334	1.074	1.032
资本形成总额	21				3.753	1.028	1.152

表9 产品部门增加值表输出结果(EO)

账户	折旧	劳动报酬	生产税净额	营业盈余	
编号	7	8	9	10	
农业产品	4	1.130	0.410	1.965	3.894
工业建筑业产品	5	1.061	1.031	1.055	1.043
服务	6	1.039	1.059	1.033	1.036

表 10 资金流量表输出结果 (EO)

		编号	使用					来源				
			企业	金融	政府	居民	国外	企业	金融	政府	居民	国外
			12	13	14	15	29	12	13	14	15	29
增加值								1.024	1.186	1.177	1.070	
初次分配	劳动者报酬	16	1.030	1.302	1.097	1.053	-3.698				1.027	16.113
	生产税净额	17	1.020	1.274	4.111	1.301				1.064		
	财产收入	18	0.986	0.985	0.835	0.916	1.211	1.028	1.014	1.090	1.037	0.807
再分配	经常转移	19	0.974	0.938	0.983	0.986	2.986	1.582	1.125	1.012	1.014	-0.396
金融交易	通货	22	1.526		-7.396	0.979	-108.892		0.954			
	存款	23	1.001	1.015	0.988	0.998	1.033		1.000			0.948
	贷款	24		1.000			1.440	0.999	0.989	0.979	1.001	0.950
	国债	25	-44.130	1.002	3.889	0.966	1.131			1.007		0.233
	股票	26	1.011	1.022	0.732	0.969	1.072	0.994	0.975			0.935
	央行贷款	27		1.000					1.000			
	国际储备	28		0.991								0.991
最终使用	消费	20			1.113	1.043						
	资本形成	21	1.025	10.110	1.112	1.124						
净值与误差		30				1.000		0.998	0.998	1.011		0.982

表 11 各账户合计数输出结果 (EO)

账户名称	账户编号	模拟值	账户名称	账户编号	模拟值	账户名称	账户编号	模拟值
农业商品	1	1.422	金融机构	13	1.037	国债	25	1.002
工、建商品	2	1.033	政府	14	1.063	股票	26	0.981
服务商品	3	1.06	居民	15	1.034	中央银行贷款	27	1.000
国内农产品	4	1.409	劳动者报酬	16	1.044	国际储备资产	28	0.991
国内工业品	5	1.033	生产税净额	17	1.064	国外	29	1.05
国内服务	6	1.057	财产收入	18	1.000	其他交易净值	30	1.000
折旧	7	1.06	经常转移	19	1.000	中间投入	-	1.06
劳动者报酬	8	1.064	消费	20	1.062	劳动资本投入	-	1.06
生产税净额	9	1.06	资本形成总额	21	1.07	总产出	-	1.06
营业盈余	10	1.058	通货	22	0.954	总供给	-	1.061
增加值	11	1.06	存款	23	0.998	消费品价格	-	1.004
非金融企业	12	1.019	贷款	24	1.001	资本品价格	-	0.996

SAM - SE 模型与 SAM 乘数模型比较: SAM 乘数模型要以 SAM 系数结构为前提, 所有计算都要依赖一套系数, SAM - SE 模型则不需要一套系数。

SAM 乘数模型中难以直接求解价格和数量变量, SAM - SE 模型则可以。SAM 乘数模型的外生变量只能在同一变量的不同分量之间设置多个目标, 即

只能将 SAM 中某一行或某一列及其分量设置为外生变量,而 SAM - SE 模型则可以灵活设置外生变量,可以把不同变量的总目标,分量的多个目标同时一起纳入规划目标。

与 CGE 模型比较,SAM - SE 模型的最大特点是在模型中增加了全局稳态性目标。这是假定经济系统具有内在的短期稳定性。除非一个国家经济确实具有明显的动荡特征,一般情况下一国的经济波动首先要满足波动幅度最小的这一内在要求。这是一个假定,但也可以看作是一种对实际情况的描述,SAM - SE 适用于稳态经济短期分析。另外与 CGE 模型的差异还体现在 SAM - SE 模型能够实现多目标冲击,能够根据需要增减约束条件,实现层次不同的功能。在最简化的条件下,SAM - SE 模型可以不要其他任何技术假定,只要给定冲击变量和平衡约束,就能进行预测,SAM - SE 模型可以有局部最优化,也可以不进行局部最优化设置。SAM - SE 模型不要求必须宏观闭合但也不排斥宏观闭合。SAM - SE 模型较之 CGE 模型更加灵活。

SAM - SE 模型与 DSGE 模型的联系:DSGE 的差分方程是稳态值附近的随机冲击,如果 Δx_{ij} 很小,这个随机冲击实际上就是表达 Δx_{ij} ,稳态值与初始值在数学形式上含义相当。将 SAM - SE 模型的求解结果减去初始值,可以看作是 DSGE 模型的随机变动项。

CGE 模型和 DSGE 模型的理论基础是经济学中的“一般均衡”,它建立在一个假定之上:当经济体中所有微观行为决策者都达到利益最大化,同时实现市场出清时,整个经济就是最优的。这个假定暗含了局部利益最大化时整体利益也会自动最大化,但这个假定不一定符合实际。在一些国家,由于市场化不充分,这一假定会扭曲现实。另外,不同的国家有不同的经济发展模式,有些国家要保证社会整体利益,就会牺牲一些局部利益,在整体利益和局部利益之间会发生矛盾,在宏观利益和微观利益之间也会发生冲突,这是必然的现象。通常情

况下,二者之间需要有个选择或平衡。但 CGE 和 DSGE 模型仅仅考虑了微观或局部利益而不考虑整体利益最大化,只是一种理想的单纯市场化模型。SAM - SE 模型除了兼容局部利益最大化要求外,还有稳态预测和技术模拟功能,能够更好地与国家的核算体系衔接,从而能够进行实际的检验。而且 SAM - SE 模型以偏离初始值为目标函数,最大可能保持了系统的稳定性,预测结果不会偏离现实很远。

在输出结果中,可能会发生一些变量变动幅度过大或异常值情况,这主要是由于本文采用的是“有限约束”,只保证了受约束的主要目标的实现,在平衡关系约束下,系统为了自动平衡,就会使一些变量发生较大变异。如果给定较多的约束,输出结果就会更加精确。

参考文献:

- [1] 范晓静,张欣. 基于社会核算矩阵乘数的中国产业、居民相对收入分析[J]. 统计研究, 2010, 27(6): 63 - 70.
- [2] 金艳鸣,雷明. 居民收入和部门产出变化的研究——基于中国社会核算矩阵的乘数分析应用[J]. 南方经济, 2006(9): 15 - 24.
- [3] 刘波,李金昌. 非正规经济对城镇居民收入的影响效应与路径研究[J]. 经济学家, 2017(11): 83 - 89.
- [4] 李宝瑜. 建立国民经济总循环模型初探[J]. 统计研究, 1990(4): 26 - 28.
- [5] 刘洪涛,郭菊娥,席西民,郭广涛. 金融危机背景下投资效应的社会核算矩阵分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2009(2): 13 - 17.
- [6] 马克卫,李宝瑜. SAM 乘数效应链接模型设计与应用研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(9): 136 - 149.
- [7] 魏巍贤,曾建武,原鹏飞. 基于社会核算矩阵的厦门市产出与居民收入乘数分析[J]. 统计研究, 2008(2): 90 - 94.
- [8] 张晓芳,石柱鲜. 中国经济的收入分配和再分配结构分析——基于社会核算矩阵的视角[J]. 数量经济技术

经济研究, 2011(2): 79 – 89.

[9] Civardi M B, Lenti R T. The Distribution of Personal Income at the Sectoral Level in Italy: A SAM Model[J]. Journal of Policy Modeling, 1988, 10(3): 453 – 468.

[10] Emini C A, Fofack H. A Financial Social Accounting Matrix for the Integrated Macroeconomic Model for Poverty Analysis: Application to Cameroon with a Fixed – Price Multiplier Analysis[J]. Social Science Electronic Publishing, 2004.

[11] Ferrari G, Jimenez J M, Secondi L. Tourists' Expenditure in Tuscany and Its Impact on the Regional Economic System[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 171: 1437 – 1446.

[12] Jacques, Defourny, Erik, et al. Structural Path Analysis and Multiplier Decomposition within a Social Accounting Matrix Framework[J]. The Economic Journal, 1984.

[13] Keshavarz K, Najafi B, Andayesh Y, et al. Social

Accounting Matrix and the Effects of Economic Reform on Health Price Index and Household Expenditures: Evidence from Iran[J]. Medical Journal of the Islamic Republic of Iran, 2017, 31: 68.

[14] Pyatt F G, Round J I. Accounting and Fixed Price Multipliers in a Social Accounting Matrix Framework[J]. Economic Journal, 1979, 89(356): 850 – 873.

[15] Stone J R N. The Disaggregation of the Household Sector in the National Accounts Paper Presented at the World Bank Conference on Social Accounting Methods in Developing Planning[J]. Social Accounting Matrices: A Basis for Planning, 1978.

[16] Susana S. The Social Accounting Matrix and the Sociodemographic Matrix – Based Approaches for Studying the Socioeconomics of Ageing [J]. Theoretical and Practical Research in Economic Fields(TPREF), 2014(9): 63 – 72.

Design and Application of Stable Equilibrium Model of Social Accounting Matrix

Li Yuan Liang Ke Li Baoyu

Abstract: Different from Social Accounting Matrix Multiplier Model(SAM – M) and Computable General Equilibrium Model(CG E), this paper designs a Stable Equilibrium Model of Social Accounting Matrix(SAM – SE). The model adopts the form of objective programming model, taking the stability of economic system as the objective function, and gives six sets of constraints: impact variable, system balance, price determination equation, technical behavior equation, local optimization equation and off – table variable. When different constraints are set up, three hierarchical models of stability prediction, technical simulation and equilibrium optimization can be established. Based on the compilation of China's SAM 2017, this paper gives an application example of SAM – SE. SAM – SE model can be used to simulate the operation of national economic system, predict and evaluate the effectiveness of economic policies.

Key words: Social Accounting Matrix; CGE Model; General Equilibrium; DSGE Model