

## 可计算的一般非均衡模型

宋小川\*

**摘要** 本文根据现实世界经济变化的鲜明特征,建立了一个多部门市场经济的可计算非均衡动态模型。该模型突出了市场经济运转中市场中介人的核心作用:即在供求不等的价位上如何促使买卖成交,在生产和消费计划不协调的情况下如何协调生产、交换和消费活动。文章用递归(recursive-programming)方法模拟了市场的非均衡动态过程,部门内、部门间和市场上的反馈系统结构以及各种产品、投入物的存货调节机制和价格形成机制。经济人受约束的理性行为、适应性行为和小心谨慎行为以及若干经济制度特征都按可操作、可运转、可计算的方式进行了详细精致地描述和刻画。

**关键词** 递归, 存货调节, 适应性行为, 反馈系统

### 一、引言

宏观经济学在经历了一个动态化过程后已经演变成可以操作和计算的了。现代经济理论在复杂精密的数学公式和现代计算技术的装备下,以高雅、科学、时尚的框架结构展开。通常问题说明得准确清晰,分析进行得严谨而有说服力。动态规划方法(Bellman and Kalaba, 1965)被例行公事地用来模拟一个“具有各种可能的技术、信息结构和随机扰乱”(Lucas, 1987)的最优跨时均衡经济。然而,在解释现实时,现代经济学不得不假定他们的经济人对无穷未来的随机性质拥有完善的知识,他们在相互之间和针对大自然顺序地采用最优策略时,可以永恒地进行完美的协调。更重要的是,他们用一些没有解释或无法解释的外部随机振荡,包括强加在技术、人们的偏好、政府政策及其组合上的振荡,来解释经济学领域最重要的问题——经济变化的动因。他们的模型大都致力于获取动态经济的理想结果——均衡,而没有去说明和探讨该理想经济获得均衡状态的过程和机制,因而忽视了市场买卖活动是

\* 重庆工商大学,美国圣地亚哥美厦学院。通信地址:重庆工商大学财政金融学院,400067;电话:(023) 62769846;E-mail:xsong@sdccd.edu。感谢我的导师 Richard H. Day 对我在探索市场经济究竟是如何运转的过程中不断寄予的鼓励和指导。Day 在 20 世纪 60 年代于哈佛大学师从里昂惕夫建立递归模型体系后,终身致力于复杂经济动态学的研究。但他多次表示,建立一个类似里昂惕夫投入产出模型的多部门可计算非均衡模型(Computable Disequilibrium Model)是他的主要兴趣。电脑和信息技术的革命使这种设想在今天成为可能。文章成稿后,东北财经大学张凤林,重庆工商大学刁孝华,陈晓莉提出过建设性意见,在此致谢。作者还感谢两位匿名审稿人提出的宝贵意见。文责作者自负。

在不均衡的情况下完成的这一市场经济的本质特征。<sup>1</sup>

经济现实挑战经济学家对现实世界中的市场经济究竟是如何运转的做出更好的解释,呼唤着经济学家建立更为符合实际的市场经济模型。本文拟在这方面作一尝试,力图按现实世界的本来面目建立一个可计算的非均衡动态模型。该模型与已建立的模型主要有以下几点区别:第一,经济人并无先见之明(perfect foresight),他们不可能、也无必要对无穷未来一劳永逸地做出最优决策。相反,他们是以适应性的方式进行程序式的最优决策(procedural optimal decisions),然后按逐步披露的信息逐期地修改他们的决策,调整他们的行为。第二,经济变化的动因不在于无法解释的外部力量,而在于经济体系内部不均衡力量的相互作用:即按各种递归方式连接起来的受约束的理性经济人,通过经济体系内在的反馈系统结构相互作用,驱动经济体系的变化和发展。第三,由于拍卖式的定价、交易方式在现实中并不普遍流行,均衡的价格形成机制无法描述非均衡的行为。因此,该模型在清晰地刻画和模拟现实世界的价格形成过程及相应的调节机制时,描述了这套机制如何在维持不均衡的同时,确保市场经济的正常运转。<sup>2</sup>总之,本文旨在建立一个刻画市场经济在非均衡状态下是如何运转的更为符合实际的模型。

具体地说,我们拟用递归方法建立一个可适用于各种各样的经济制度、经济结构和背景的多部门可计算非均衡模型。<sup>3</sup>不同社会的经济制度、社会文化和传统习惯各不相同,因而为其经济人提供了不同的约束条件,不同的机会和挑战。然而,所有社会经济变化的基本过程都贯穿着同一条主线——

<sup>1</sup> 关于对现代经济学及其方法论的评价,参见 Kaldor (1985)、Simon (1986)、Day (1984, 1987, 1992a, 1992b)、林毅夫(2006)、王诚(2007)、宋小川(2007)。美国经济学会会长 George A. Akerlof 在 2007 年 1 月 6 日美国经济学会第 119 年年会的主题演讲中,以《宏观经济学动机的迷失》为题,尖锐地指出,新古典经济学的微观基础,即经济人的效用函数和利润函数中缺失了一个重要的变量——决策者的决策“规范”或“准则”(norm),即相关的决策者认为他们和其他人的行为应当或不当是怎样的。这些规范在我们的日常生活中是司空见惯的,而不是例外。我们可以通过计算在人们没有达到这些规范或准则时造成的效用损失的方式,将规范的作用引入到人们的偏好和效用函数中。这些规范更多地取决于社会、文化、道德、宗教、制度和心理诸因素。比如一个虔诚的基督徒会为其背离“福音书”的行为感到耻辱;中世纪的妇女以贤妻良母为荣;一个工人会为其出色的工作表现享受尊严(dignity)。显然,他们的决策和行为会受到这些规范的约束。Akerlof 还认为,凯恩斯经济学与新古典经济学的区别就在于,凯恩斯经济学的模型是基于他们对决策者动机的观测导出人们的真实经济行为,而新古典学派则是基于抽象的偏好来推导人们的行为。Akerlof 在演讲中通过引入规范,用现实世界大量普遍的现象系统地检验和批判了新古典经济学的 5 个中性假说是如何违反现实的(systematically violated):消费取决于财富而不是当前收入(永久性收入假说);投资支出与当前的利润无关(MM 定理);通货膨胀在长期内与失业无关(自然失业率理论);货币政策无法稳定产量和就业(合理预期假说);税收和财政赤字无法影响当前的消费(李嘉图等量定律)。Akerlof 的结论是,在充分考虑到了规范对人们决策行为的影响后,即便不去考虑新凯恩斯经济学添加到新古典模型中各种各样的“摩擦”(frictions),比如信贷约束、市场不完善、信息不对称、税收扭曲、契约的交错、不确定性、菜单成本和约束的理性性等,凯恩斯经济学也能恢复(resurrected)他们关于周期性波动和宏观经济政策的许多(并非所有的)结论。参见 Akerlof(2007)。

<sup>2</sup> Day (1992b) 在推导非均衡存在定理时指出:“非均衡机制是[市场]经济存在的必要条件”。市场中中介人数量的日益增加应该是对这一定理的最好证明;市场中中介人的最基本职能是协调(mediate)不均衡,如果不均衡可以忽略,这些中介必定失业。

<sup>3</sup> 关于递归方法的严密论证和应用可参见 Day and Cigno (1978)。本文多处引用此书。

“任何时期的经济状况都来自于该经济体系过去的演变，当前的任何经济行为必定受制于这种演变状况，必定会改变未来的行为构想和实施的環境”（Day and Cigno, 1978）。正是这种生态学和行为学描述的动态演化过程构成了我们模型的出发点和背离点。

## 二、文献回顾

到目前为止，绝大多数建立在一般均衡理论体系上的多部门模型都难以令人满意。这些模型通常结构简单、精致，模型与算法不加区分，目的是获取一个现实世界市场上各方力量相互作用所产生的近似值。然而，为了使模型运转，他们不得不对现实世界添加若干额外的特征。渐近稳定性通常被强加到动态调节体系中，形成其比较静态分析的基础，尽管学术界已经证明，经济波动并呈非收敛状态几乎是无处不在，无时不有（Grandmont, 1987; Barnett, Geweke and Shell, 1987; Goodwin, 1982; Barnett, Kirman and Salmon, 1992; Day and Chen, 1993; Day, 1994, 2004）。

关于社会生产各部门之间非均衡的关系，马克思早在一百多年前就作过深入的探讨和精辟的分析，并科学地预测，这种不均衡在资本主义生产无政府状态下，会造成两大部门间比例失调，导致生产过剩的经济危机。关于一般均衡理论的应用模型，除库普曼（Koopmans, 1951）的经典分析和论述外，里昂惕夫（Leontief, 1953, 1966）的投入产出分析无疑是该领域开拓型的贡献。里昂惕夫的模型抓住了各生产部门间相互关联的最重要要素：中间产品在部门间的流动。该模型的主要缺欠是其等量约束条件，因而无法模拟内生的生产和购买决策，失去了很大的灵活性。此外，由于忽视了需求方面的情况，该模型的成本定价结构无法反映作用于价格机制的市场反馈系统结构。

最有影响的一般均衡理论应用模型应该是可计算的一般均衡模型（CGE）（Dervis, De Melo and Robinson, 1982）。该模型描述了成千上万的经济人如何在独立地使他们的福利函数最大化的同时，共同而又无意识地决定了一种政策制定者可以去间接施加影响的均衡状态。在他们的模型中，所有的价格都必须按要求进行适当的调节，直到该经济生产方面成千上万的决策与家庭和其他自主决策者在需求方面成千上万的决策完全协调一致为止。即便新古典（neoclassical）经济学家也不认为现实社会经济是以这种方式运转的，相反，他们只是把它理解为市场调节过程的一种结果而已（Day, 1992b）。从这种均衡奇迹出发，CGE模型的建立者试图找到其模型的数值解，而不去模拟动态过程本身。他们设计了许多算法去计算这一未加说明的动态过程的理想结果。然而，他们的解法和算法与现实世界相差如此之远，以至于模型的建立者不得不警告大家，不要把他们的运算法则的性质与经济本身的性质混为一谈，“CGE模型是按均衡模型构建的，在设计迭代法寻求均衡时，不应当去

注重模型经济所遵循的实际途径”(Dervis, De Molo and Robinson, 1982)。不幸的是,这种算法练习对理解宏观经济学造成了许多严重的误解。

新古典经济学家对经济动态学的理想描述离现实则更为遥远。<sup>4</sup>在他们的模型中,经济人的预期达到了魔力般的一致,经济人的决策得到了完美的协调,每一个人都能得到满意的结果。因而,这些经济人没有什么需要学习的,即便随着后续事件的展开,新的信息的逐步披露,他们也没有动力调整其行为规则,偏离其一成不变的最优轨迹。显然,这种模型无法应用于现实世界的情况。于是,那些应用一般均衡模型的建立者在实践中不得不采用一个实用解。这个解已经“抛弃了跨时均衡概念”,“与最初企图决定跨时有效、最优轨道的雄心比,是个退却”(同上)。正如 Weintraub 所说,“在均衡这个故事里,实验性工作、事实还是伪造的想法都毫无意义”(同上)。

模型的局限源于模型建立者的动机。一般均衡理论当初选用这些假定是为了获取一个理想的结果。“在永久性的大厦建成前,需要先建脚手架,但是,随着永久性大厦的日趋建成,这些脚手架应当逐步拆除。(然而,这一)过程无疑在退步而不是进步,从这个意义上讲,现行的这套公理远比最初瓦尔拉模型的那套公理限制性更强”(Kaldor, 1985)。现代经济学的主要动机似乎是“为理论而理论”,即致力于构建更高深的理论模型,而不是去寻求改善经济运行的方法和政策。因此,“如果穆罕默德无法上山,干脆就把山搬到穆罕默德前”(同上)。经济学领域当前最需要的是将我们的兴趣和注意力从检验“事实”是否符合现有的一般理论框架转移到探讨现有的理论是否符合现实,或者去考察从现有的理论推导出的命题是否能得到经验验证。卡尔多指出,“我确信,正确的经验研究在适当的时候,会相当程度地改善我们对现代市场经济是如何运行的认识。但是,它却需要新的研究方法,这些方法将更多地使用通过亲身接触、工作现场调查获取的知识,更少地使用用统计学和经济计量学测试规范模型获取的知识。目前有大量的经验研究工作进行,但却窒息在已设立的理论框架中”(同上)。

本文试图按卡尔多的这一思路构建一个非均衡的多部门模型<sup>5</sup>,作为刻画和描述现实世界经济变化动态过程的有用的、可操作的分析工具。递归方法为我们实现这一目的提供了一组现实的、灵活的和实用的模型。说它是现实的,是因为它“明确地认识到,经济决策并非是同时进行的,而是顺序的、按次优的方式进行的。每一个决策都受以前的决策制约,人们在优化的程序

<sup>4</sup> Akerlof 指出:“新古典的研究认为早期凯恩斯学派的模型过于简单、粗糙,没有足够地关注到人们在进行消费、投资、工资和价格选择时人的目的性(human intent),这一点是正确的。但是,他们的研究却未能像凯恩斯宏观经济学的观点那样去反映现实,因为后者是基于经历和观测的理论”(Akerlof, 2007)。

<sup>5</sup> 在这一充满希望的研究前沿,宋小川近年来建立了两部门非均衡动态模型、两部门适应性优化经济增长模型、非均衡的劳工市场动态模型,得到了若干有趣的分析结果。参见宋小川(2003, 2004a, 2004b)和 Song(1998, 2003, 2005)。

中，很少去收集和使用有关无穷未来的完善信息，明确的选择还要受行为规则的制约”（Day and Cigno, 1978）。说它是灵活的，是因为我们随时可以在模型中加入一个不等量约束，来反映经济体的某一特征，而不会扰乱整个动态体系的一致性和求解功能。说它是实用的，是因为我们在用递归方法模拟现实世界经济变化时，可以“把大的、复杂的决策问题分解为较小的、较简单的、近似的、局部的决策问题。这些决策还会依据决策环境中人们的行为规则、方便的计算公式和观测到变化的反馈来进行调整和修改”（同上）。

### 三、模型说明

本文建立的经济模型由若干重要的部门构成，各部门由许多相似的经济人组成。每个经济人都运用自己的策略与其他经济人和大自然之间进行各种各样的对策。这些经济人遵循着不同的、可操作的决策规则，这些规则考虑到了各种可能的选择，并可以在各种约束条件下得以实施。因而，整个经济博弈的格局特征是：每个参与者对其他参与者过去的行为和未来的计划方案所掌握的信息极为有限，因而他们之间的协调很不完善，经济人的计划和决策行为是在不均衡的状态下进行的。每个经济人都依据他对现状和未来状态的理解进行适应性的调节。随着时间的推移和后续事件的陆续展开，经济人会根据新的信息、新的经历和新观察到的现象构思新的计划。旧的资料会被更新，旧的计划或者被修正、或者被新的最优计划所取代。这种适应性的次优动态决策过程与贝叶斯的决策理论很相似，但可以用可计算、可操作的方式来刻画和模拟。

为方便建立模型，我们在每个部门选择一个有代表性的经济人，然后根据观测到的大量普遍的商业实践和惯例进行活动分析（activity analysis）。一般来说，企业决策行为是按程序优化的模式进行的，并受制于各种约束条件。<sup>6</sup>也就是说，由于信息不完善，企业每个时期通常只作一个时期的决策。在决策过程中，它们遵循着若干小心谨慎的规则，这些规则反映了各种反馈关系、累计的经验和逐步展开的信息。随着时间的进展和经济的演进，企业逐步、逐期地对其决策活动和规则进行调整。企业的经营活动由生产、投资和资源配置三部分构成。它们都受物资条件、技术状况和行为规则约束。这些活动和约束构成了一个可行域，即生产可能性集合。有些约束是相对固定的，比如自然资源。许多其他约束是包括该企业在内的各经济人过去经济活

<sup>6</sup> Day 曾把在交易成本存在的情况下，受约束的理性经济人的决策模式描述为“对优化进行优化”（economizing economizing），或曰优化的过程也要优化。其含义是，如果某一决策的程序过于复杂，需要搜集很多信息、进行很多计算，以至于最优决策本身所耗费的成本大于最优决策所带来的好处，受约束的理性经济人宁愿采用简便易行的决策模式。Day（1992b）曾总结出七种不同的支配人们经济行为的模式：优化（程序式的理性选择）；试验（不断摸索）；模仿；服从权威和传统；盲目搜寻；习惯；知觉或预感。

动不可逆转的结果。因此,每一个企业都面临着如下三种反馈关系,并通过这些反馈系统与所有其他的经济人相互作用。经济人之间这种短视的、不协调、不一致的相互作用、相互影响,不断地扩大或缩小其生产可行域,为我们描绘了一个动态演进过程的生动图画,而这一动态轨迹的驱动力则完全来自于错综复杂的动态体系本身。

### (一) 部门内的反馈

部门内的反馈指企业在连续的决策过程中,企业内以递归方式相连接的反馈。这种反馈关系源于企业的生产、投资和财务活动。企业的生产活动受其生产能力的制约,而企业的生产能力随其以前的生产和投资活动增加或减少,当前的生产和投资活动则会扩大或降低将来的生产能力。企业的活动水平还受企业的财力限制,而企业过去的生产、投资和财务活动会直接影响其留存收益、借贷活动和财力。企业当前的财力作为预算约束又会不同程度地决定其未来的财务状况。

### (二) 部门间的反馈

这种跨部门反馈通过中间产品交换链,突出了企业间相互关联的本质特征。每一企业的经营活动都会受到投入的约束,而这些投入资源则是其他企业的前期产品。该企业的经营活动也会以同样的方式制约其他企业下一个时期的经营活动。政府的经济活动也会产生部门间的反馈。政府在研究开发和基础设施方面的支出会通过改进技术来改变活动系数(activity coefficients),从而提高企业的总体劳动生产率。同时,政府的管制和法规会缩小企业可能的赢利空间。政府的税收和财政补贴,既反映了企业过去的经营水平,又相当程度地改变着企业当前和未来的资源配置和财务状况。金融部门也可以通过控制企业外部筹集资金能力的方式影响其预算约束。信用配给标准通常是依据企业以前的经营状况和其对资金的相对需求制定的。

### (三) 市场反馈

市场的关键作用是为经济人进行适应性调整提供一个灵活的框架结构。生产者和消费者会根据市场发出的商品失衡信号,对某种产品的产量和价格进行相应的调节。这种调节活动在现实世界中绝大多数是通过市场中介人对其存货的累积和减少来进行的。这些中介人通过存货管理、订单订货管理进行价格调节,以缓冲生产者和消费者之间不协调、不一致的生产和消费计划。市场反馈在需求方面还会通过流动资金渠道发挥作用,影响企业的行为。市场上的非均衡动态过程决定的前期价格和前期利润,决定了企业当前的财务状况和预算约束。其他企业产品的前期市场价格又会影响该企业当前的资源配置、活动水平和财务状况。企业根据逐步展现的存货和价格变化适应性调整其生产经营活动和行为,市场在不均衡的情况下连续不断地运行。

## 四、模型结构

本模型拟用一个市场经济的原型 (prototype) 来展示一个多部门经济的基本结构。该模型经济由四个基本部门构成：企业使用中间产品、资本货物和劳工进行生产经营活动；家庭拥有劳工和企业所有的资本，并进行劳工供给和最终产品购买的决策；政府通过征税来进行各种公共事业和公共工程的支出；金融部门通过回流该经济各部门的储蓄为企业的生产和投资活动融资。

### (一) 企业

假定该经济有  $m$  个企业，每个企业生产一种独特的产品。我们或者假定每个企业是个独特的部门，或每个部门有一个代表性的企业。于是，该经济生产  $m$  种产品，其中  $n$  种中间产品， $p$  种最终产品， $q$  种资本产品， $m = n + p + q$ 。企业每个时期的问题是如何使利润最大化，并受如下的投入、生产能力和资金约束，

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi_{jt} &= (1 - \tau_j) p_{jt} x_{jt} - \sum_i p_{it} x_{ijt} - \sum_k p_{kt} x_{kjt} / N_{kjt} \\ &\quad - \omega_{jt} l_{jt} + r_{sjt} s_{jt} - r_{bjt} b_{jt}, \\ \text{s. t. } \quad &a_{ijt} x_{jt} - x_{ijt} \leq v_{ijt}, \\ &a_{ljt} x_{jt} - l_{jt} \leq v_{ljt}, \\ &a_{kjt} x_{jt} - x_{kjt} \leq K_{jt}, \\ &\sum_i p_{it} x_{ijt} + \sum_k p_{kt} x_{kjt} / N_{kjt} + \omega_{jt} l_{jt} + s_{jt} - b_{jt} \leq m_{jt}, \\ &b_{jt} \leq R_{jt}. \end{aligned}$$

各种决策变量及其相应的价格变量为：

$x_j$	$j$ 产品的生产	$p_j$	$j$ 产品的价格
$x_{ij}$	$j$ 企业购买的中间产品 $i$	$p_i$	$i$ 产品的价格
$x_{kj}$	$j$ 企业购买的资本产品 $k$	$p_k$	$k$ 产品的价格
$l_j$	$j$ 企业购买的劳动力 $l$	$\omega_j$	$j$ 企业的工资率
$s_j$	$j$ 企业的储蓄	$r_{sj}$	储蓄利率
$b_j$	$j$ 企业的借款	$r_{bj}$	借款利率
$\pi_j$	$j$ 企业的净收入		

其中  $j$  为企业和产品指数， $j = 1, \dots, m$ ； $i$  为中间产品指数， $i = 1, \dots, n$ ； $k$  为资本产品指数， $k = 1, \dots, q$ 。所有的活动变量都是非负的。

活动技术系数和相关参数为：

$a_{ij}$	生产一个单位产品 $j$ 需要的中间产品 $i$ 的数量
$a_{kj}$	生产一个单位产品 $j$ 需要的资本产品 $k$ 的数量

$a_{kj}$  生产一个单位产品  $j$  需要的劳动力的数量

$N_{kj}$  企业  $j$  的资本产品  $k$  等量分期付款的次数

$\delta_{kj}$  企业  $j$  的资本产品  $k$  的折旧率,  $\delta_{kj} = 1/N_{kj}$

$\tau_j$  产品  $j$  的税率

各种限制性要素为:

$v_{ij}$   $j$  企业的中间产品  $i$  的存货

$u_{lj}$  劳工市场上  $j$  企业所需要的可用劳动力

$K_{jt}$  所有前期留存的未折旧资本产品  $k$  的和,

$$K_{jt} = \sum_d^{N_{kj}} (1 - \delta_{kj})^d x_{kj,t-d},$$

$d$  为分期付款指数,

$$d = 1, \dots, N_{kj}.$$

$m_{jt}$  流动资金, 即前期储蓄和留存收益的和减去前期购买的资本产品分期付款额,

$$m_{jt} = s_{jt-1} + (1 - z_j)\pi_{jt-1} - \frac{1}{N_{kj}} \sum_d^{N_{kj}} \sum_k p_{k[t-1-(N_{kj}-d)]} x_{kj[t-1-(N_{kj}-d)]},$$

其中  $z_j$  为股息支付率

$R_j$  每个时期由金融中介机构设定的借款限额

## (二) 家庭

每个时期家庭都要制定对最终产品的需求和劳动供给两种决策。假定每个部门有一个具有对数效用函数的代表性家庭, 该家庭消费最终产品  $c_j = \sum_h x_{hj}$  和闲暇  $\bar{L}_j - l_j$ , 则每个时期家庭的优化问题为:

$$\begin{aligned} & \text{Max} [a \ln c_{jt} + (1 - a) \ln(\bar{L}_j - l_{jt})], \\ & \text{s. t. } p_{\alpha} c_{jt} \leq (1 - \tau_w) \omega_{jt} l_{jt} + z_j \pi_{jt}, \end{aligned}$$

其中  $h$  为最终产品指数,  $h = 1, \dots, p$ 。为简化模型, 我们假定每个家庭只拥有自己部门的企业, 则上面优化问题的最优解为:

$$c_{jt}^d = \frac{a(\omega_{jt} \bar{L}_j + z_j \pi_{jt})}{p_{\alpha}}, \quad l_{jt}^s = a \bar{L}_j - (1 - a) \frac{z_j \pi_{jt}}{\omega_{jt}}.$$

## (三) 政府

政府通过税收政策和支出政策向企业提供各种服务。假定政府不直接参与金融活动, 其收入来源为销售税和工资收入税,



$$T_t = T_{st} + T_{ust} = \sum_j^m \tau_j p_{jt} x_{jt} + \tau_w \sum_j^m \omega_{jt} l_{jt} + \tau_w (\omega_{ft} l_{ft} + \omega_{gt} l_{gt}).$$

政府的支出主要有两部分，一部分是政府雇员的工资支出  $G_w = \omega_g l_g$ ，另一部分是在基础设施、研究和开发等公共项目方面的支出  $G_p = \sum_j G_{pj}$ 。政府的雇员也由两部分构成，一部分是维持政府基本职能所需要的最低数量的雇员，另一部分是政府从事各种经济活动水平的线性函数，

$$l_{gt} = \bar{l}_{gt} + \mu_g (T_{t-1} + G_{pt-1}).$$

政府支出可以通过改变技术系数提高企业的劳动生产率，

$$a_{ijt+1} = a_{ijt} (1 - \theta_{jt}), \quad a_{kjt+1} = a_{kjt} (1 - \theta_{jt}), \quad a_{ljt+1} = a_{ljt} (1 - \theta_{jt}),$$

其中  $\theta_{jt} = \beta_j (G_{pj} / p_{jt} x_{jt})$  为技术变化系数， $\beta_j$  为技术修订因子。<sup>7</sup> 假定政府支出的唯一资金来源是税收，则每个时期政府支出的可用资金为  $G_{pt} = T_{t-1} - G_{ust}$ 。政府通过立法程序决定  $G_p$  在不同部门间的分配。

#### (四) 金融中介

虽然金融中介以赢利为目的，由于金融活动受到政府的严格管制和货币当局的严密监控，我们用行为方程来模拟这一部门。假定所有的贷款只有一个时期，则金融部门的资金来源为：所有企业的前期偿还贷款、所有家庭的储蓄存款和金融部门的前期留存收益。每期可用的最大信贷额为

$$F_t = \kappa \left[ \sum_j s_{jt} + \sum_j b_{jt-1} + (1 - z_f) \pi_{ft-1} \right],$$

其中  $\kappa$  为由存款准备金率和其他相关要素决定的乘数。 $F_t$  根据各部门上一个时期的实际借款份额在  $m$  个部门之间分配，

$$R_{jt} = \epsilon_{jt} F_t, \quad \epsilon_{jt} = b_{jt-1} / \sum_j b_{jt-1}, \quad \sum_j \epsilon_{jt} = 1.$$

这种贷款配额机制根据企业以前的经营活动水平所反映的对资金的相对需求来决定企业的信贷额度。假定劳动是金融部门的唯一生产要素，它由两部分构成：一部分是维持该部门运行所需要的最低数量的劳动力，另一部分是金融部门经营活动水平的线性函数， $l_{ft} = \bar{l}_{ft} + \mu_f \left( \sum_j s_{jt-1} + \sum_j b_{jt-1} \right)$ 。假定利息收入为金融部门的唯一收入，该部门的净收入为  $\pi_{ft} = \sum_j r_{bjt} b_{jt} - \sum_j r_{sjt} s_{jt} - \omega_{ft} l_{ft}$ 。

<sup>7</sup>  $\beta_j$  为政府工程的效益参数，它取决于许多因素，如行业的市场结构、规模经济效益、行业范围经济 (economies of scope) 以及总体经济环境等。

## 五、市场动态学及其微观基础

一般均衡理论对市场机制的描述是,市场买卖双方能够灵活地、瞬时地对产量和价格进行调节,直到达到均衡为止,商品和劳务的交换活动只能在均衡点上进行。然而,现实世界中只有若干特殊的市场如拍卖市场,商品价格是以这种出价、叫牌的方式形成的。绝大多数交易活动都是通过零售商、批发商、贸易公司、经纪人或其他专业交易中介协调进行的。这些中介人通常按标价提取存货去供应买方的订货,然后按议价向厂商进货来补充存货。市场中介人参照市场上反映超额需求或超额供给的理想存货与实际存货之间的差额对价格进行调节。因而,在有限的时间内,市场几乎确定无法结清,现实中的购买和销售活动总是在供求失衡的状态下进行的。市场就是在这种非均衡的状态下年复一年、日复一日地运转。

### (一) 中间产品市场

根据我们对现实世界市场交易活动的考察,市场中介人按以下行为规则来调节中间产品的价格,

$$p_{i+1} = \text{Max} \{0, p_i + \lambda_i (v_i^d - v_i)\},$$

其中  $\lambda_i$  为调节系数,  $v_i^d$  为中介人的理想存货,  $v_i$  为实际存货。中介人通常采用流行的经济订货量模型 (Economic Order Quantity) 来管理存货,使其全部存货成本最小化。也就是说,给定估计的需求量,中介人用使订货成本与储存成本相等的办法解出每个时期最优订货次数  $N_i$  和每次最优订货数量  $Q_i$ <sup>8</sup>,

$$N_i^* = \sqrt{\frac{p_i \hat{S}_i C_i}{2O_i}}, \quad Q_i^* = \frac{\hat{S}_i}{N_i^*} = \sqrt{\frac{2\hat{S}_i O_i}{p_i C_i}},$$

其中  $C_i$  代表为平均存货百分比的储存成本,  $O_i$  为每次订货的订货成本,  $\hat{S}_i$  为预期销售量,  $\hat{S}_i = \sigma_{dt} \left( \sum_j x_{ijt} - 1 \right)$ ,  $\sigma_{dt}$  为市场需求移动因子。<sup>9</sup> 该最优解的含义是,如果一种商品的价格昂贵,储存成本高,订货成本低,最优的决策应当是增加每个时期的订货次数,减少每次订货的数量,反之则相反。从该最优解我们还可导出最优存货水平:

<sup>8</sup> 绝大多数企业都采用 ABC 分析方法管理存货,即根据存货价值将它们分类成 SKU (Stock Keeping Unites)。由于模型中的中介人只管理一种产品,没有必要对存货进行分类。

<sup>9</sup> Day, Wang and Zou (1993) 将  $\sigma_{dt}$  表示为期望的总体经济指标  $Z_t^c$  和其他相关要素的函数。 $Z_t^c = G_t - \bar{G}$ , 其中  $G_t$  为期望的 GNP 增长率,  $\bar{G}$  为长期的 GNP 增长率。

$$v_i^* = \frac{Q_i^*}{2} = \frac{\hat{S}_i}{2N_i^*}.$$

谨慎的中介人通常持有—定量的超额存货作为安全存货  $v_{sit}$  以防止可能的供应中断和生产停业。<sup>10</sup> 于是理想的存货水平为  $v_{it}^d = v_{it}^* + v_{sit}$ 。由于理想存货与实际存货之间的差额直接反映了超额需求  $v_{it}^d - v_{it} = \sum_j x_{ijt} - x_{it} = e_{it}$ ，中间产品市场上的价格动态方程式可简化为

$$p_{it+1} = \text{Max} \{0, p_{it} + \lambda_i e_{it}\}.$$

## (二) 资本产品市场

资本产品价格调节的动态过程也很类似，

$$p_{kt+1} = \text{Max}\{0, p_{kt} + \lambda_k (v_{kt}^d - v_{kt})\}.$$

由于许多资本产品的储存成本很高，资本产品市场上的中介人通常采用延交订货模型 (Backorder Model)<sup>11</sup> 来确定每次订货的最优资本产品量  $Q_k$  和最优延交订货量  $B_k$ ，

$$Q_k^* = \sqrt{\frac{2\hat{S}_k O_k}{C_k} \left( \frac{C_k + C_{tk}}{C_{tk}} \right)}, \quad B_k^* = Q_k^* \left( \frac{C_k}{C_k + C_{tk}} \right),$$

其中  $C_k$ <sup>12</sup> 为每期单位资本产品的储存成本， $O_k$  为每期的订货成本， $C_{tk}$  为每期维持—单位延交订货资本产品的成本，包括销售和信誉方面损失的机会成本和延交订货的文书成本等。

$Q_k^*$  和  $B_k^*$  为全部存货管理成本 (储存成本、订货成本和延交订货成本之和) 最小化的最优解。如果  $C_k$  不变，延交订货量  $B_k$  会随着延交订货成本  $C_{tk}$  的增加而减少。当  $C_{tk}$  趋于无穷大时，延交订货量为零，延交订货模型会转变成经济订货量模型，即  $\lim_{C_{tk} \rightarrow \infty} Q_k^* = \sqrt{\frac{2\hat{S}_k O_k}{C_k}}$ ， $\lim_{C_{tk} \rightarrow \infty} B_k^* = 0$ 。同样，如果  $C_{tk}$  不变， $C_k$  增加会导致  $B_k$  的增加， $\lim_{C_k \rightarrow \infty} B_k^* = Q_k^*$ 。也就是说，资本产品的延交订货量会随着储存成本的增加而增加。当储存成本趋于无穷大时，资本存货为零，所有的资本产品订货都会以延交订货的方式进行。<sup>13</sup>

<sup>10</sup> 安全存货对制造商来说是必需的。中间产品的供应中断严重时会导致生产中断。在使用经济订货量模型时，安全存货的重要性还体现在如下两个方面：第一，该模型中的需求量是估计的，并非不变的；第二，订货通常不会—次到达。宋小川(2003)曾讨论了企业如何采用“服务水平政策”(service level policy)来管理安全存货。

<sup>11</sup> 关于经济订货量模型和延交订货模型的详细讨论，可参见 Levin, Rubin, Stinson and Gardner (1992)。

<sup>12</sup>  $C_k$  为储存成本的绝对值，而在经济订货量模型中， $C_i$  是用百分点表示的储存成本值。

<sup>13</sup> 如果延交订货的成本为零，所有的资本订货也都会采用延交订货的方式，即  $\lim_{C_{tk} \rightarrow 0} B_k^* = Q_k^*$ 。比如那些专门为客户设计的资本货物都是延交订货，存货中断成本为零。

资本产品的预期销售量为  $\hat{S}_{kt} = \sigma_{dt} \left( \sum_j x_{kjt-1} \right)$ 。资本产品的最优平均存货水平可表示为  $v_{kt}^* = \frac{(Q_k^* - B_k^*)^2}{2Q_k^*}$ 。由于延交订货是一种有计划的存货中断, 以节省储存成本, 因此不需要安全存货, 最优存货水平即为理想的存货水平,  $v_{kt}^d = v_{kt}^*$ 。类似地,  $v_{kt}^d - v_{kt} = \sum_j x_{kjt} - x_{kt} = e_{kt}$ ,

$$p_{kt+1} = \text{Max}\{0, p_{kt} + \lambda_k e_{kt}\}.$$

### (三) 最终产品市场

最终产品市场上价格调节的动态等式为

$$p_{ht+1} = \text{Max}\{0, p_{ht} + \lambda_h (v_{ht}^d - v_{ht})\},$$

其中理想的最终产品存货  $v_{ht}^d$  可以由经济订货量模型或者延交订货模型解出, 取决于该最终产品是非耐用消费品还是耐用消费品。同样,  $v_{ht}^d - v_{ht} = \sum_j x_{hjt} - x_{ht} = e_{ht}$ 。如果每个时期家庭从收入中支出一定的百分比购买最终产品,

$$x_{hjt} = \epsilon_{hj} \left[ \frac{a(\omega_{jt} \bar{L}_j + z_j \pi_{jt})}{p_{ht}} \right] \approx \epsilon_{hj} c_{jt}^d,$$

其中  $\epsilon_{hj}$  为家庭预算份额,  $\sum_h \epsilon_{hj} = 1$ , 则:

$$p_{ht+1} = \text{Max}\{0, p_{ht} + \lambda_h e_{ht}\}.$$

### (四) 劳工市场

假定每个时期企业按前期的工资率确定工资, 然后根据劳动生产率的变动或劳工市场上供求关系的变动对工资进行调整,

$$\begin{aligned} \omega_{jt+1} &= \text{Max} \left\{ \omega_{jt} + \eta_l \Delta \left( \frac{p_{jt} x_{jt}}{l_{jt}} \right), \omega_{jt} - \lambda_l (v_{ljt} - v_{ljt-1}) \right\}, \\ \omega_{ft+1} &= \text{Max} \left\{ \omega_{ft} + \eta_l \Delta \left( \frac{r_{bjt} \sum_j b_{jt} - r_{sjt} \sum_j S_{jt}}{l_{ft}} \right), \omega_{ft} - \lambda_l (v_{lft} - v_{lft-1}) \right\}, \end{aligned}$$

其中  $\eta_l, \lambda_l$  为调节系数,  $l = \text{Min}\{l^d, l^s\}$ 。政府部门的工资率是由若干制度因素决定的, 其工资增长率  $g$  按通货膨胀率逐期调整,  $\omega_{gt} = (1+g)\omega_{gt-1}$ 。所有私人企业和政府部门的工资率都要满足法律规定的最低工资要求,  $\omega_t \geq \bar{\omega}$ 。<sup>14</sup>

<sup>14</sup> 宋小川(2001, 2002, 2004b)曾分别从企业受约束的理性行为、信息不对称、经济人的适应性优化行为和若干制度因素导出了工资刚性。

为简化模型，我们假定每个家庭只向本部门提供劳工供给<sup>15</sup>，则：

$$v_{jt} - v_{jt-1} = l_{jt}^s - l_{jt}^d = -e_{jt},$$

其中劳工需求  $l_{jt}^d$  可以从企业的线性规划问题中解出，劳工供给  $l_{jt}^s$  可以从家庭的效用最大化问题中解出， $l_{jt}^s = a\bar{L}_j - (1-a)\frac{z_j\pi_{jt}}{\omega_{jt}}$ 。  $-e_{jt}$  为企业的超额劳动供给，即该部门的失业人数， $-\sum_j^{m+2} e_{jt}$  为该模型经济的全部失业人数，失业率为

$$\frac{\sum_j^{m+2} e_{jt}}{\sum_j^{m+2} l_{jt}^s}。^{16}$$

到此为止，我们完成了该经济模型的构建。

## 六、一个假设经济的概述

最后，我们用上面建立的多部门模型来描述和刻画一个假设的、可计算的多部门经济。该经济由六个部门组成：农业、制造业、能源、建筑业、金融、政府。每个部门都有一个代表性的经济人，该经济人遵循着按递归方式连接起来的、受行为规则制约的、具有次优结构性质的决策程序。这六个部门通过前面描述的技术关联和跨部门反馈系统相互作用、相互影响。前四个部门的经营活​​动用程序线性规划模式模拟，金融部门和政府部门的经济活动用基于递归关系的行为方程式来模拟。

农业部门提供一种最终产品：消费者所需要的粮食；两种中间产品：制造业所需要的纤维和建筑业所需要的建筑材料。制造业提供两种最终产品：耐用消费品和非耐用消费品；一种资本货物：前四个部门所需要的机器；一种中间产品：建筑材料。能源部门提供一种最终产品：民用能源；一种中间产品：前四个部门所需要的工业能源。建筑业提供一种最终产品：民房；一种资本货物：制造业和能源部门所需要的厂房。金融部门向所有的其他部门提供金融服务。政府部门向所有的企业和工资收入者征税，并向所有的其他部门提供公共服务。

这是一个具有六个部门和十一种产品的封闭经济。所有产品的价格都是在国内市场上由市场中介人通过前面描述的非均衡动态过程协调决定的。市场的需求和供给，劳动生产率的变化，以及若干制度因素以适应性的方式共同决定了要素收入。有关该模型经济具体的结构和技术细节可参见附录。<sup>17</sup>

<sup>15</sup> Fan and Day (1978) 曾刻画和模拟了在一个长期的二元经济模型中，劳工在两个部门之间的迁移。由于现代社会日趋严重的结构性失业，劳工短缺部门在短期内通常无法有效地从劳工剩余部门吸收劳动力。

<sup>16</sup> 如果我们放弃家庭只向本部门供给劳工的假定，失业人数为  $\sum_j^{m+2} l_{jt}^s - \sum_j^{m+2} l_{jt}^d$ 。显然由于较小的结构性失业成分，这样计算出的失业率会较低。

<sup>17</sup> 感兴趣的读者可向作者索要附录。

## 七、结 语

“与那些伟大理论体系系统化者的空洞原理相比,用这种归纳-演绎的方式建立理论可能显得步履蹒跚。但它却更可能引导我们更好地理解资本主义经济是如何运转的。相反,那些伟大理论体系建立者包罗万象的原理,在经济学领域,更可能阻碍而不是促进知识的进步”(Kaldor, 1985)。

## 参 考 文 献

- [1] Akerlof, G., “The Missing Motivations in Macroeconomics”, *American Economic Review*, 2007, 97(1), 5—36.
- [2] Barnett, W., J. Geweke, and K. Shell (eds.), *Economic Complexity: Chaos, Sunspots, Bubbles, and Nonlinearity*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [3] Barnett, W., A. Kirman, and M. Salmon (eds.), *Nonlinear Dynamics and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992.
- [4] Bellman, R., and R. Kalaba, *Dynamic Programming and Modern Control Theory*. New York: Academic Press, 1965.
- [5] Clower, R., and D. Friedman, “Trade Specialists and Money in An Ongoing Exchange Economy”, in Day, R., and G. Eliasson (eds.), *The Dynamics of Market Economies*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1986.
- [6] Conlisk, J., “Adaptive Firms and Random Innovations in a Model of Cyclical Output Growth”, in Day, R., and P. Chen (eds.), *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*. New York: Oxford University Press, 1993.
- [7] Cyert, R., and J. March, *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1963.
- [8] Day, R., *Recursive Programming and Production Response*. Amsterdam: Elsevier North-Holland, Inc., 1963.
- [9] Day, R., “Disequilibrium Economic Dynamics: A Post-Schumpeterian Contribution”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1984, 5(1), 57—76.
- [10] Day, R., “The General Theory of Disequilibrium Economics and Economic Evolution”, in Batten, D., J. Casti, and B. Johansson (eds.), *Economic Evolution and Structural Adjustment*. Berlin: Springer-Verlag, 1987.
- [11] Day, R., “A Review of ‘Models of Business Cycles’ by Robert Lucas”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 1992a, 3, 177—182.
- [12] Day, R., “Bounded Rationality and the Coevolution of Market and State”, in Day, R., G. Eliasson, and C. Wihborg (eds.), *The Market for Innovation, Ownership and Control*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1992b.
- [13] Day, R., *Complex Economic Dynamics*. Cambridge: MIT Press, 1994.
- [14] Day, R., *The Divergent Dynamics of Economic Growth: Studies in Adaptive Economizing, Technological Change, and Economic Development*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

- [15] Day, R., and A. Cigno, *Modeling Economic Change: The Recursive Programming Approach*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1978.
- [16] Day, R., and P. Chen (eds.), *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*. New York: Oxford University Press, 1993.
- [17] Day, R., and P. Kennedy, "Recursive Decision Systems: An Existence Analysis", *Econometrica*, 1970, 38(5), 666—681.
- [18] Day, R., S. Morley, and K. Smith, "Myopic Optimizing and Rules of Thumb in a Micro Model of Industrial Growth", *American Economic Review*, 1974, 64(1), 11—23.
- [19] Day, R., and T. Groves (eds.), *Adaptive Economic Models*. New York: Academic Press, 1975.
- [20] Day, R., Z. Wang, and G. Zou, "A Dynamic Analysis of Chinese Enterprise Behavior under Alternative Reform Regimes", Unpublished Manuscript, University of Southern California, 1993.
- [21] Dervis, K., J. De Melo, and J. Robinson, *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- [22] Fan, Y., and R. Day, "Economic Development and Migration", in Day, R., and A. Cigno (eds.), *Modeling Economic Change: The Recursive Programming Approach*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1978.
- [23] Goodwin, R., *Essays in Economic Dynamics*. London: Macmillan, 1982.
- [24] Goodwin, R., "Nonlinear Economic Dynamics and Chaos: An introduction", in Vercelli, A., and N. Dimitri (eds.), *Macroeconomics: A Survey of Research Strategies*. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- [25] Grandmont, J., *Nonlinear Economic Dynamics*. New York: Academic Press, 1987.
- [26] Hicks, J., *Value and Capital*. Oxford: Clarendon Press, 1946.
- [27] Kaldor, N., *Economics without Equilibrium*. New York: M. E. Sharpe, 1985.
- [28] Koopmans, T. (ed.), *Activity Analysis of Production and Allocation*. New York: Wiley, 1951.
- [29] Leontief, W., *Studies in the Structure of the American Economy*. New York: Oxford University Press, 1953.
- [30] Leontief, W., *Input-Output Economics*. New York: Oxford University Press, 1966.
- [31] Levin, R., D. Rubin, J. Stinson, and E. Gardner, *Quantitative Approaches to Management*. New York: McGraw-Hill, 1992.
- [32] 林毅夫, "主流经济学难以解释中国经济现象", 中国经济学教育科研网经济学论坛, 2006 年。
- [33] Lucas, R., *Models of Business Cycles*. Oxford: Basil Blackwell, 1987.
- [34] Muller, G., and R. Day, "Cautious Rolling Plans with Forecasting and Market Feedback", in Day, R., and A. Cigno (eds.), *Modeling Economic Change: The Recursive Programming Approach*. Amsterdam: Elsevier North-Holland Inc, 1978.
- [35] Nelson, R., and S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- [36] Okun, A., *Prices and Quantities: A Macroeconomic Analysis*. Washington, D. C.: Brookings Institution, 1981.
- [37] Schumpeter, J., *Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press, 1934.
- [38] Simon, H., "Theories of Decision-Making in Economics and Behavioral Science", *American Economic Review*, 1959, 49(3), 253—283.
- [39] Simon, H., "On the Behavior and Rational Foundations of Economic Dynamics", in Day, R., and G. Eliasson (eds.), *The Dynamics of Market Economies*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1986.

- [40] 宋小川,“凯恩斯经济学微观基础的重新构造”,《经济学动态》,2001年第9期,第64—67页。
- [41] 宋小川,“入世后信息经济学在我国的应用”,《经济学动态》,2002年第3期,第14—20页。
- [42] 宋小川,“非均衡的经济动态模型”,《经济研究》,2003年第7期,第27—34页。
- [43] 宋小川,“两部门经济增长理论述评”,《经济学动态》,2004(a)年第1期,第24—27页。
- [44] 宋小川,“无就业增长与非均衡劳工市场动态学”,《经济研究》,2004(b)年第7期,第91—96页。
- [45] 宋小川,“关于均衡经济学的若干问题探讨”,《经济学动态》,2007年第2期,第84—88页。
- [46] Song, X. . *Steps towards a More Realistic Model of a Market Economy*, Ph. D. dissertation, University of Southern California, 1998.
- [47] Song, X. . “A Two-Sector Adaptive Economizing Model of Economic Growth”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2003, 52(4), 585—594.
- [48] Song, X. . “Modeling Disequilibrium Market Economy”, *Academic Perspective*, 2005, 1(1), 25—31.
- [49] Stokey, N. , and R. Lucas, *Recursive Methods in Economic Dynamics*. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
- [50] 王诚,“从零散事实到典型化事实再到规律发现——兼论经济研究的层次划分”,《经济研究》,2007年第3期,第142—156页。

## A Computable General Disequilibrium Model

XIAOCHUAN SONG

(*Chongqing Technology & Business University*,  
*San Diego Mesa College*)

**Abstract** This paper presents the dynamics of a multi-sector market economy as a computable disequilibrium process based on the salient features of real world economic changes. The focus is on the essential role of the market mediator to facilitate transactions when quantity demanded and quantity supplied are not equated at prevailing prices, and to enable production and consumption actions to occur when such plans are inconsistent. The market disequilibrium dynamics, the inter-sectoral, intra-sectoral, and market feedback structures are modeled by applying a recursive-programming method. The inventory adjustment mechanisms and the price formation processes are formalized by applying various inventory management methods on the ground of common business practices. Firms' bounded rational, adaptive, and cautious behaviors, as well as some institutional features of the economy are elaborated in an operational and computational manner.

**JEL Classification** D58, E24, E32