

复杂性科学及其 在经济领域中的应用*

应尚军 唐 瑞

摘 要: 本文阐述了复杂性科学的兴起和由来及其在经济领域中的应用情况,并且展望了复杂性科学在经济领域中的应用前景。

关键词: 复杂性; 复杂性科学; 经济领域

中图分类号: F019 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-1894(2005)05-0065-04

在科学的发展中,还原论方法创造了惊天动地的伟业,它把人类从农业社会带到了工业化社会,再把我们从工业社会带到了信息化社会,它遵循一种似乎是亘古不变的思维范式:对一个系统的了解可以从它的组成部分的分析来达到。但是,当物资运动到极限的时候,要准确地把握其运动规律是很困难的事情,面对这种苦难,传统的以牛顿经典力学为代表的还原论显得苍白无力,因为它企图用一般的物理和化学规律来解释经济系统、社会系统、生态系统等领域中出现的问题,这显然是得不到令人满意的结果的。复杂性科学的出现,正是要试图解决还原论科学无法解决的问题。

复杂性科学的出现,源于还原论的尴尬的境地。自从量子理论出现以后,还原论“包治百病”的根基就彻底地被动摇了,测不准原理也随之诞生,还有发生在经济、社会和生态系统的种种现象,也在不停地向传统的还原论发起攻击。因为我们的科学家还没有完全解释清楚:为什么古代物种常常稳定地保持了几百万年,而会在某个地质期间瞬间消失;为什么东南亚金融危机偏偏会选在1997年7月2日在泰国这么个不起眼的小国爆发,而其杀伤力是整个东南亚甚至是全球的经济损失。就算在物理学范畴,科学家能精确地控制火星探测器,却不能准确地预测明天的天气。

我们碰到的这些难题,有大部分是可以称之为复杂性的问题,需要复杂性科学的思维范式和方法来加以阐述。

一、什么是复杂性

谈到复杂性科学,不能不谈复杂性,对于概念的界定,似乎是任何科学都回避不了的问题,复杂性科学也不例外。那么什么是复杂性?什么又是复杂性科学呢?显然复杂性是

* 资助项目:上海高校优秀青年教师后备人选科研项目。

和简单性相对立的,是客观事物的一种属性。维吉尼亚 James Madison 大学的经济学教授 Barkley Rosser 认为,复杂性是一个复杂动力系统内在地趋向于一个不动点、一个极限环或其他的动力学状态所表现出来的动力学特征。这个定义比较广泛,可认为是广义的复杂性,它不仅包括现在一般意义上认为的复杂性,而且还包括以前的非线性动力学,诸如控制论、灾变论和混沌理论。^[1]而狭义的复杂性当首推美国桑塔费研究的观点,他们认为:复杂性应该包括以下 6 个方面的特性:(1) 有离散的异类作用者的相互作用(虽然有些桑塔费模型假设离散的同类作用者的相互作用);(2) 在动力学系统中没有能够利用所有机会的全局控制者,尽管有一些弱的全局控制者存在;(3) 有纵横交错的多层次组织结构,它们之间有复杂的交互作用;(4) 系统通过学习和演化能不断地适应环境;(5) 随着环境的改变,系统不断创造出新的“生物”,从而保持系统永远新颖;(6) 系统是一个远离均衡、或者没有均衡、或者有许多均衡的动力系统,并且系统不太可能达到全局最优。

各行各业的专家学者都对复杂性做了定义,包括生物学家 Nigel Goldenfeld^[2]、化学家 George M. Whitesides^[3]和 Science 刊物诸多撰稿人。在国内,也有不少学者对复杂性做了深入的研究,其中著名的人物有钱学森、成思危和戴汝为等人,其中钱学森认为,所谓“复杂性”,实际是开放的复杂巨系统(简称复杂系统)的动力学特征。^[4]这个定义指明了复杂性是一类系统的动力学特征,这类系统具有以下属性:巨型性、内在差异性、层次性、开放性和动态性,复杂系统在演化的过程中,可能会体现出涌现、分形、混沌、不连续、远离平衡的均衡等动力学特征。

二、复杂性科学的兴起及由来

1984 年,3 位诺贝尔奖获得者为了开展跨学科之间的研究,在美国新墨西哥州成立了桑塔费研究所,专门从事复杂系统和复杂性研究。桑塔费研究所的成立,标志着复杂性科学的兴起。复杂性科学被称为“21 世纪的科学”,它从一个全新的角度来认识世界,这一认识将对经济和商业行为,甚至政治行为发生潜在的巨大的影响。^[5]

从方法论上看,经典科学的一贯传统是把系统分解成少量简单的单元,用解析法来研究整个系统,而复杂性科学则致力于研究单元之间是如何相互作用产生整体行为的,而且,复杂性科学所考虑的单元数量可以很大。从考虑问题的方向看,经典科学是从整体到单元,而复杂性科学是从单元到整体。

虽然复杂性科学产生于 80 年代,但是它们来源于控制论、灾变论和混沌理论等非线性动力学的研究。控制论是 Norbert Wiener 创立的,因为它致力于系统的反馈和控制受到了许多研究者的格外关注,并由此形成全面的系统理论。在美国,控制论的最著名的提倡者 Jay Forrester 认为,包括多个非线性方程的系统能以反直觉的和惊奇的方式显示不连续的结果。这个观点也反映在当前的复杂性思想中,包括自组织行为和涌现现象,例如,一个城市中居民的个体居住行为,能涌现出明显的邻居关系模式。

灾变理论的理论基础是法国数学家 Rene Thom 奠定的,灾变是动力系统中典型的不连续现象。在多平衡系统中,当某些控制参数变化时,系统从一个平衡状态向另一个平衡状态跃迁。例如在商业循环中,投资函数根据股本的不同可以有多个可能的情形。当投资函数变化时,我们可以看到平衡点在这些平衡状态之间跳跃的情景。类似的动力学现象还

有 Casette^[6]的城市农村人口平衡模型和 Krugman^[7]的外汇交易模型。灾变理论产生了比控制论更大的跨学科研究的流行热潮,其中对不连续现象的模拟继续成为近年来的复杂性研究的主题。

混沌理论的创立者有 Poincare、Lorenz 和 Feigenbaum 等人。混沌动力学中被普遍认同的两点是初始条件敏感和奇异吸引子。前者的一个著名说法是蝴蝶效应,意思是说初始值或参数值的微小变化,经过一段时间以后会引起截然不同的结果,就象一只蝴蝶扇动它的翅膀会在世界的另一边产生龙卷风一样。后者说明混沌系统趋向于形成复杂的和不规则的图形,也被称为“吸引子”。

三、复杂性科学在经济领域中的应用

基于复杂系统的独特的思维范式,人们致力于构造各种模型来反映现实的系统,在经济领域中,也出现了许多模型,以期对经济系统的某个方面或整个经济体系的复杂运动规律做出异乎常理的探讨。在为数众多的模型中,比较著名的有相互作用粒子系统的相变适应模型、自组织临界模型、混沌的边缘、囚犯两难问题和人工股票市场,这5种模型无一不通过系统的构造和系统的模拟演化来发现新的现象,即复杂系统体现出的复杂性。

在相互作用粒子系统的相变适应模型中,Blume,^[8] Brock,^[9] Brock 和 Durlauf^[10]观察到了不连续的市场行为,如投机泡沫、经济系统的崩溃。在自组织临界模型中,Bak^[11]等人的宏观动力学模型的研究表明,最终消费需求的随机变化会引发比其自身大得多的经济反应链,而这种反应链随时会引发经济系统的崩溃。“混沌的边缘”潜心于一种特定的模式,即高层次的结构能从低层次个体的相互作用中涌现出来,而且这种高层次结构的涌现,很可能出现在系统的特定区域,这个区域就在严格的有序与无序的边界线上,这种思想被 Jin 和 Haynes^[12]运用于中国经济的过渡过程。囚犯两难问题是经济学中颇受关注的研究领域,比如在游戏重复的时候,合作行为是怎样维持和破裂的,它可以借助元胞自动机来构筑模型,Lindgren^[13]在这个问题上做了较多的研究工作,它发现这种系统的典型的特点是很少安静下来,它会经常改变策略分布,随着游戏系统的不断迭代,经常会有新的策略涌现出来。

人工股票市场模型是桑塔费研究所从1989年开始研究并逐渐完善的基于计算机模拟的虚拟股票市场。^[14]人工股票市场是一种离散空间模型,最初体现这种复杂性研究方法的是 Schelling 关于城市种族隔离现象的研究。Schelling 通过建立一个包括许多黑色或白色小长方形的大长方形来考察这些个体的局部相互作用,发现这些只对它们的近邻有相互作用的局部个体,即使它们的行为有一些微小变化,都会引起明显的城市种族隔离现象。这个模型展现了当代复杂性理论的中心思想,即整体的结构可以从一个运动规则受限的局部效应中涌现出来。后来这种基于离散空间的方法模型在各个领域中得到了广泛的应用。人工股票市场中有许多交易者、许多预测方法和一个随机股息分配过程。交易者从一套随机的预测方法开始,然后逐渐搜索新的预测方法,并根据准确性来采纳和抛弃它们。在演化过程中,每个交易者的预测方法组合会不断地升级,每次有20%预测效果最差的预测方法被替换。这个研究得出了两种结果,一是在接近随机股息过程时,交易者不会搜索太多的预测方法,而趋于使用理性预期方法;二是市场中出现了复杂行为,因为交易者使用许多技术策略,由此会导致投资泡沫和股票市场的崩溃。

在体现离散空间模型的模拟工具中,元胞自动机恐怕是其中的最好的工具之一,因此元胞自动机从最初的生物繁殖的模拟到人工生命的模拟中逐渐走向经济领域。

Cyert和DeGroot^[15]借助一维元胞自动机提出了适合寡头垄断行为研究的经济模型;陈荣^[16]等人用二维元胞自动机模拟了市场营销行为;元胞自动机还可以在模拟股票市场中发挥其独特的优势。

股票市场是一个典型的复杂系统,其内部结构满足钱学森所谓复杂巨系统的5方面的属性,我们可以用二维元胞自动机来构造股票市场系统^[17]。比如,在股票交易市场中,我们把投资者看成单元,各个单元被看作元胞自动机中的一个网格,每个单元有3种状态,即买入、持有、卖出,这些单元的行为将最终左右股市系统的整体行为。通过一系列研究,我们通过股票市场元胞自动机模型发现了市场演化的蝴蝶效应、涌现和分形,并且分析了投资者心理和股票市场的复杂性的相关关系^[18,19]。

四、结语和展望

随着复杂性科学的发展和解决现代经济问题的迫切需求,复杂性科学在经济领域中的应用终将发展成为一门新的科学,有人把它称作复杂经济学,也有人称其为演化经济学。也有可能建立一种与有效市场理论相对应的另一种理论,从而为经济研究和决策提供理论依据,例如类似于瓦加(Vaga)^[20]的协同市场假说(Coherent Market Hypothesis,即CMH)。但我们的终极目的是要建立起像Arthur与Holland曾经设想但尚未实现的虚拟玻璃房经济:经济作用者全是陷入相互作用和偶然事件之网的一个个小实体,这些实体会犯错误,但不用编程就能通过学习而变得聪明。开始时,它们处于原始的无序状态,然后学会以物易物,之后有了货币,有了联合股份公司,再后又知道该成立中央银行了,接下去有了工会,有了阶级,……。如果真能这样,那么上世纪30年代的经济大萧条、1987年的黑色星期五、1997年的东南亚金融危机等等,这一切都不会重演。

(作者单位:上海对外贸易学院 北京科技大学)

参考文献:

- [1] J Barkley Rosser J. On the complexities of complex economic dynamics. *Journal of Economic Perspectives*, 1999, 13(4): 169-192.
- [2] Nigel Goldenfeld and Leo P Kadanoff. Simple lessons from complexity. *Science*, 1999, 284(2): 87.
- [3] George M. Whitesides and Rustem F Ismagilov. Complexity in chemistry, *Science*, 1999, 284(2): 89.
- [4] 成思危. 复杂性科学探索[M]. 北京: 民主与建设出版社, 1998.
- [5] 米歇尔·沃尔德罗普, 陈玲译. 复杂——诞生于秩序与混沌边缘的科学[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 1997.
- [6] Cassetti, Emilio. Equilibrium population partitions between urban and agricultural occupations. *Geographical Analysis*, 1980, 12(1): 47-54.
- [7] Krugman, Paul R. The international role of the dollar: theory and prospect, in: *Exchange Rate Theory and Practice*. Chicago: University of Chicago Press, 1984.
- [8] Blume, Lawrence E. The statistical mechanics of strategic interactions. *Games and Economic Behavior*, 1993, 5(3): 387-426.
- [9] Brock, William A. Pathways to randomness in the economy: emergent nonlinearity in economics and finance. *Estudios Económicos Enero-Junio*, 1993.