

经济模型与经济混沌*

徐寅峰

(管理学院)

摘 要

从系统科学的角度探讨在各种经济模型出现混沌现象时模型的意义以及如何理解经济混沌的概念等有关问题,为进一步应用非线性科学的理论和方法研究经济建模与经济预测提出了新构想。

关键词: 经济模型 动力系统 混沌

中国图书资料分类法分类号: F224

0 引 言

非线性科学理论和方法的出现与发展已越来越多地引起经济领域学者和实业家的关注。由于以往数量经济理论中的统计和线性方法使得实际经济运行中某些重要因素难以进行深入的刻画,所以人们开始用非线性科学中的混沌与分形等方法来研究经济建模和已有经济模型中是否出现混沌等有关问题^[1,2,3]。混沌理论和方法主要研究系统的“不稳定性”,“结构变化”对系统的影响,以及“非正常行为”出现的原因等,这恰与以往经济理论和建模过程中以强调“稳定”“均衡”,以及“合理行为”的方法形成鲜明的对照。为能较好地建立和评价一个经济模型,将非线性科学中的混沌方法与以往的统计和线性方法相结合以及研究模型非线性是十分有意义的。

对于许多著名的经济模型,它们的非线性性以及出现混沌的条件等已被许多文献所证明^[3,4,5]。但是经济模型出现混沌现象与实际经济运行之间到底是怎样的关系,目前还没有很好的范例,尤其是如何理解经济模型出混沌的意义以及经济混沌的概念等问题目前涉及的还不多。

本文首先就已有的著名的经济模型中出现混沌的有关结果做一简单介绍,同时就模型出现混沌现象的意义进行讨论。最后对经济混沌的问题给出了两个判别准则。

1 经济模型中的混沌

1.1 混沌的定义

* 本课题由陕西自然科学基金资助

Li-Yorke 在其 1975 年发表的论文 "Period three implies chaos"^[6] 一文中给出如下定理:

定理 设 I 是一区间, $F: I \rightarrow I$ 连续, 具有周期为 3 的点, 则

- i) 对任正整数 K , F 有周期 K 的点;
- ii) 存在不可数子集 $S \subset I - P(F)$, 满足

(a)

$$\begin{cases} \lim_{n \rightarrow \infty} n \sup |F^n(x) - F^n(y)| > 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \inf |F^n(x) - F^n(y)| = 0 \end{cases} \quad \forall x, y \in S, x \neq y,$$

(b)

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} |F^n(x) - F^n(p)| > 0, \quad \forall x \in S, p \in P(F),$$

其中 $P(F)$ 为 F 的周期点集合, $F^0(x) = x$, $F^{n+1}(x) = F(F^n(x))$.

对于一个离散动力系统, 实际上只需满足 L-Y 定理中的 (a) 条件即可认为是一个混沌系统^[7,8].

离散混沌动力系统意味着系统具有如下几个性质:

(1) 系统存在不规则集合. 在该集合上, 其不同初始点的轨道即互相任意接近又在一定程度上相互远离.

(2) 系统在某些初始点上的轨道是不稳定的, 即轨道对初值是极其敏感的.

(3) 系统轨道有界.

混沌描述了系统的非规则运动, 是确定性系统内随机性的反映. 关于混沌的其它定义亦有许多讨论^[9], 但是恰如文献^[6]所指出的, 只有 L-Y 定理给出的定义才真正具有分析的基础. 笔者认为真正描述一个动力系统的非规则特征只需 L-Y 定理中的 (a) 式.

系统出现混沌往往是因为非线性机制的作用, 由于许多实际经济指标的数据表现出了一种较强的随机性和有界性, 这就促使人们试图用混沌的方法来研究经济中的具体数据和模型的非线性作用, 并希望能从中找到实际经济运行的机理.

限定的 Samuelson 模型

令 Y 为国民产值, C 为消费, I 为投资, 则限定的 Samuelson 模型为

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$I_t = R[Y_t - Y_{t-1}], k > 1$$

$$C_t = c[Y_{t-1}]^a, a \geq 1, 0 < c < 1$$

①

Gabisch 于 1984 年提出如上模型并加以研究. 对①式整理可得

$$Y_{t+1} = Y_t \{ k - c[Y_t]^{a-1} / (k-1) \}$$

②

于是为讨论①式的非线性性质, 只需研究如下三参数映射 $G(x; a, k, c)$

$$G(x; a, k, c) = x(k - cx^{a-1}) / (k-1)$$

文献^[5]指出, 在 a, k, c 的一定取值范围内, $G(x; a, k, c)$ 满足 L-Y 定理的条件, 即动力系统②是混沌系统.

经济增长模型

令 x_t 为资本劳力比率; σ 为储蓄率, $\sigma > 0$; λ 为劳力的自然增长率, $0 < \lambda < 1$; B 为技术进

步因子, $B > 0$; β 为资本劳力率的弹性系数, $\beta > 0$, $(s-x)^\gamma$ 为资本劳力率乘数项, $\gamma > 0$, s 为最大资本劳力率. 经济增长方程为

$$x_{k+1} = Bx_k^\beta (s - x_k)^\gamma / (1 + \lambda) \quad (3)$$

文献^[5,10]指出, 如下函数

$$F(x, \sigma, B, \beta, s, \gamma, \lambda) = \sigma Bx^\beta (s - x)^\gamma / (1 + \lambda)$$

满足 L-Y 定理的条件, 即在一定的参数范围内动力系统 (3) 出现混沌.

用几乎完全相同的方法, 应用 L-Y 定理, 目前已经知道许多经济模型在其有效参数区间内都出现混沌现象. 如 Classical Malthusian 模型; Evolutionary Haavelmo 模型; Classical Ricardian 模型; Pulsating Goodwin 模型; Kaldor-Hicks 模型; Old Keynesian 模型等^[11].

经济模型中出现混沌意味着即使模型可以准确地刻画实际经济运行状态, 在应用模型进行计算或经济预测时如果参数的取值位于混沌区间内, 那么进行多步迭代之后得到的结果已几乎不再具有任何实际意义. 这主要是由于两方面的原因; 一是初始值几乎不可能是准确值, 二是在计算过程中所要出现的舍入与截断误差. 尽管在理论上如果知道准确的参数值和初始条件且能保证计算的准确无误, 那么即使系统出现混沌, 计算的结果还是准确的和具有实际意义的. 在实际经济问题中任何准确性都是相对的, 所以对于用经济模型进行经济预测, 短期预测具有一定的实际意义而对某一具体指标的长期预测往往是不具有说服力的.

2 经济混沌

在经济的实际运行中, 许多实际数据的变化从表面上具有较强的随机性; 从变化趋势上看具有一定的相似性 (例如波动和周期). 由于混沌主要表现的是确定系统长期行为的一种特征, 所以用混沌的理论和方法来研究经济问题还有许多需要进一步澄清的问题, 主要表现在 1) 一般认为经济系统是一个复杂巨系统, 包含大量的线性, 非线性以及随机因素, 用一个或几个少数变量的确定系统所出现的混沌现象来解释经济中的问题是难以令人信服的. 2) 经济在其实际运行过程中, 由于外部环境和内部矛盾的作用, 其系统结构往往发生变化, 这种变化会直接导致具体经济指标发生较大的变化从而使得已建立的经济模型中参数的经济意义难以解释, 同时还可能使模型本身已不再具有现实意义.

尽管在许多经济模型中出现混沌, 但现实中是否存在经济混沌以及经济混沌的含义都是难以确切回答的问题. 在应用模型计算实际经济数据的时候, 虽然模型可能出现混沌, 但是恰如 L-Y 定理所指出的, 混沌是系统极限状态的一种刻画, 而我们实际所用的数据结果是在很少几个有限步计算后所得到的, 所以这些数据依旧在一定程度上具有实用性. 在实际研究中, 除了在货币与股票的运行中表现出较强的混沌现象外^[3,12], 至今还没有很成功的应用混沌方法解决经济问题的范例.

经济混沌与经济模型中出现混沌是两个不同的概念. 笔者认为就经济系统来讲, 经济混沌应主要表现在如下两种情形;

(C₁) 系统的某实际经济指标 (值) 出现不规则现象.

(C₂) 系统结构发生频凡变化.

对于情形 (C₁), 可以应用混沌的方法建模并进行定量分析, 例如股票在其发行一定时期

之后会出现极不规则的涨落现象,这一现象就是混沌的表现形式.对于情形(C_2),这时应用定量的方法难以说明系统结构变化的原因,而用混沌的思想方法从系统结构出发进行定性的说明是十分具有启发性的.关于情形(C_2)下的混沌目前还没有很好的研究成果,但在经济的实际运行中这种现象是存在的.例如在经济过渡或政体变革时期,这一时期经济运行的外部环境发生较大的变化,进而导致许多经济指标出现较大的涨落,这是系统对初始条件敏感性的一种表现,体现了系统结构的不稳定性.

3 结束语

应用非线性科学中的混沌方法研究经济中的问题是目前国内外经济学界和实业界十分关注的一个课题,鉴于目前混沌理论和方法的发展现状,不应对非线性理论和混沌期望过高,虽然许多经济模型中出现混沌现象,但是这些结论如何很好地应用于实际经济过程以及能否很好地加以应用还是一个问题.所以在实际经济问题的研究中,从系统角度出发,用线性、统计以及非线性混沌方法进行综合研究,针对具体问题定性定量两方面的探讨才真正有可能对经济问题建立起好的模型,从而进行相对可靠的刻画和预测.

参 考 文 献

- 1 Benhabib J and Day R H. Rational choice and erratic behaviour *Review of Economic Studies*. XL. VIII, 1981, 459~471
- 2 Kelsey D. The economics of chaos or the chaos of economics *Oxford Economics Papers*, 1988, (40); 1~31
- 3 Barnett W and Chen P. Deterministic chaos and fractal attractors as tools for nonparametric dynamical econometric inference; with an application to the divisia nometary aggregates. *Math. Comput. Modelling*, 1988, 10 (4): 275~296
- 4 Nusse H E and Hommes C H. Resolution of chaos with application to modified samuelson model. *J. Economic Dynamics and Control*, 1990, (14): 1~9
- 5 黄小原. 动态经济系统中的混沌. *系统工程*, 1990, 8 (1): 49~54
- 6 Li T-Y, Yorke J A. Period three implies chaos. *Amer. Math. monthly*, 1975, 82: 985~992
- 7 Kloeden P. Deakin M A B and Tirkel A Z. A Precise definition of chaos. *Nature*, 1976, 164, 195
- 8 程极泰. 混沌理论的发展和实际. *自然杂志*. 1989, 12 (9): 668~673
- 9 吴是静. 最简单的典型混沌动一兼论混沌运动的判别之一二. *数学的实践与认识*, 1992 (4): 49~60
- 10 孙静春, 寿纪麟. 一类长期经济增长模型的混沌问题. *工程数学学报*, 1992, 9 (2): 75~82

(下转第8页)

Keywords: *decision making DSS all phases of the decision making process*

(上接第 14 页)

- 6 中国智密区研究所课题组. 北京新技术开发试验区新技术企业产权研究. 国际商务研究, 1992 (2)
- 7 金周英. 我国高技术产业化道路. 中国软科学, 1992 (1)
- 8 项保华. 科技成果商品化的运行机制初探. 科学管理研究, 1992 (10)
- 9 邵正强. 我国高新技术产业开发区的政策及分析. 中国科技论坛, 1992 (4)

STUDY OF THE BENEFIT MECHANISM OF NEW HIGH-TECHNOLOGY INDUSTRIALIZATION

Li Yuan Lai Hongtao Chen Junzian

(Department of Economic Management)

Abstract

The article initiately puts forward the basic concept of benefit mechanism of high technology industrialization, and around the stages and subjects in the process of high technology industrialization analysis the operational principle of the benefit mechanism. It points out the cardinal behavioral basis of each subject and discusses the key function of benefit mechanism.

Keywords: *benefit mechanism behavior subject benefit objective*

(上接第 86 页)

- 11 Rosser J B. From Catastrophe to Chaos: A General Theory of Economic Discontinuities. Kluner Academic Publishers, 1991
- 12 Chen P. Multiperiodicity and irregularity in growth cycles: a continuous model of monetary attractors. Math. Comput. Modelling, 1988, 10 (9): 647~660

ECONOMIC MODEL AND ECONOMIC CHAOS

Xu Yin feng

(School of Management)

Abstract

In this paper, the problems of the meaning of chaos in various kinds of economic models and the concept of economic chaos are discussed from the view of system science, and new ideas are proposed for further applying the theory and method in nonlinear science to establish economic models and to forecast economic situation.

Keywords: *economic model dynamic system chaos*