

混沌与经济预测

徐寅峰 汪应洛

(西安交通大学管理学院)

混沌(chaos)是系统不规则运动的一种表现形式。在经济系统中,许多经济现象从表面上看具有极不规则的特征,这就为人们试图用混沌理论和方法来研究经济模型以及经济预测提供了条件。混沌理论主要研究系统的“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,这恰与以往在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。为能较好地研究经济预测中的有关问题,将混沌中的思想方法加以细致的研究是十分有意义的。下面拟从几个不同的角度出发就混沌与经济预测的问题提出几点看法和建议。

1 混沌

关于混沌目前并没有一个统一的定义,人们用奇异吸引子,李亚谱诺夫指数以及对初值的敏感性等来研究与定义混沌,然而每一种定义往往都具有一定的局限。在经济模型以及经济预测中,最常用的是如下形式的高散动力系统:

$$x_{n+1} = f(x_n) \quad (1)$$

其中 $f: I \rightarrow I$ 连续, I 为一实区间, $x_0 \in I$ 。对于(1)式应用 Li-Yorke 定理^[1]中的论述可以给出混沌的如下定义:

定义 如果存在 I 上的子集合 S (不包含周期点), 满足下述条件:

对于所有 $x, y \in S$, 且 $x \neq y$

$$\limsup_{n \rightarrow \infty} |f^n(x) - f^n(y)| > 0$$

$$\liminf_{n \rightarrow \infty} |f^n(x) - f^n(y)| = 0 \quad (2)$$

则称映射 f 在不规则集合 S 上是混沌的。其中 $f^0(x) = x$, $f^{n+1}(x) = f(f^n(x))$ 。

如上定义恰是在文献^[2,3]所指出的去掉 Li-Yorke

定理中关于周期部分的限制而得到的。对于给定的 $x_0 \in I$, 由(1)式可以生成一个序列 $\{x_n\}$, 若 $x_0 \in S$, 我们称序列 $\{x_n\}$ 为混沌序列。

离散动力系统出现混沌意味着系统具有如下特征:

(1) 系统在不规则集合上, 其运动轨道极不规则, 表现了确定系统的表面随机性。

(2) 系统在不规则集合上, 其不同初始点的轨道既互相任意接近又在一定程度上相互远离。

(3) 系统轨道对初始值极其敏感。

系统出现混沌往往是由非线性机制引起的。由于许多实际的经济指标其时间序列表现出一种较强的不规则性, 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^[4,5], 并希望能对经济预测的研究提出一种切实的方法。然而由于经济系统的开放性和多变量性, 目前还没有成熟的方法实用于具体经济指标的准确预测。在许多动态预测模型中, 尤其是在经济预测中, (1)式是应用十分广泛的一类预测模型^[6]。尽管(1)式可能产生一个混沌序列, 但是在理论上, 若初始值和计算过程是准确无误的, 那么混沌系统也是可以准确地进行计算和预测的。在实际问题的处理过程中, 经济模型的建立往往都是在一定假设的基础上完成的, 初始条件的准确性以及计算过程的准确性都是在一定范围之内才能得到保证的。这样在实际经济指标的预测过程中, 如果模型出现混沌, 那么短期预测具有一定的准确性而长期预测往往是不具有说服力的。

2 经济预测

经济预测分为定性预测和定量预测两种, 定性经济预测一般主要描述未来经济变量之间的关系以及

* 收稿日期: 1993-05-04; 本课题由陕西自然科学基金资助

经济结构的变化趋势。尽管在做具体问题的研究时也应用许多具体的函数模型,但其侧重点在于研究函数变量间的一种导数关系而不是侧重于具体的函数值。为了对未来经济的具体状态进行深入的刻画,同时进行预测,定量预测的方法和理论日益发展壮大。人们建立了各种预测模型,如生产函数、蛛网模型、理性预期等。在诸多的经济预测模型中,由于模型的非线性导致大多数模型在一定的参数取值范围内都出现混沌^[1]。下面针对经济模型中出现混沌与经济预测之间的关系进行分析和探讨。

2.1 预测模型的建立

经济系统是一个由自然环境和人组成的复杂巨系统。在经济的运行过程中自然环境和社会环境都随时间而发生变化,未来某一时刻或某一阶段经济的具体状态不仅与经济自身的运行规律有关而且与当时的自然环境和社会环境以及这些环境发展的过程发生重大的联系,这是由经济系统的开放性决定的。所以对未来自然环境和社会环境的有效预测无疑对未来经济状态以及经济指标的预测是十分有益的。由于自然界的运行规律大多具有一定的物理特性,所以自然环境的预测往往具有相当的准确性。例如未来的能源储量,可耕地面积,可开发矿产等。社会环境的预测往往基于历史的经验,其预测结果一般不具有唯一性,但可以认为其未来某一时刻的具体状态一定在一个有限集合内达到。于是对于一般的经济预测问题可由如下一个一般的模型来表示:

$$\begin{aligned} \overline{E}(t) = & F(\overline{N}(t), \overline{S}(t), N(t-1), N(t-2), \\ & \dots, N(t-p), S(t-1), S(t-2), \dots, S(t-p), E \\ & (t-1), E(t-2), \dots, E(t-p)) \end{aligned} \quad (3)$$

其中 $\overline{E}(t)$ 为时刻 t 的经济指标预测值, $\overline{N}(t), \overline{S}(t)$ 为时刻 t 的自然环境指标和社会环境指标的预测值, $N(t-1), \dots, N(t-p), S(t-1), \dots, S(t-p), E(t-1), \dots, E(t-p)$ 为已知的自然环境指标值,社会环境指标值和经济指标值。在对一个具体经济指标进行预测时可以进行一定程度的简化;例如

$$\overline{E}(t) = F(\overline{N}(t), \overline{S}(t), E(t-1)) \quad (4)$$

以及目前通常采用的单步预测模型

$$\overline{E}(t) = F(E(t-1)) \quad (5)$$

函数 F 的确立一般是基于具体经济指标特征的分析 and 历史数据的验证。(4)式被认为是一种理性预期模型标准形式^[1], (5)式在一定意义上等同于一般离散动力系统(1)式。

在进行实际问题的建模时,如应用(3)式,一般不要求 p 过大。通常 $p \leq 2$,这主要是因为模型简单便于研究以及不同时间同一指标的数据往往具有较强的相关性,进而为函数 F 的建立制造了许多困难。

2.2 预测模型与混沌

经济预测模型除应用统计,期望,分布函数等方法建立在以随机分析为基础上的模型外,一般的经济预测模型都是在(5)式取定函数 F 后而建立起来的。例如经济增长模型、蛛网模型、Samuelson模型、Kaldor-Hicks模型等。这些模型中的函数 F 都是非线性函数,所以对给定的某些初值和参数,由(1)式产生的无穷序列都有可能是混沌序列^[4]。研究经济模型中的混沌正是国内外学者将非线性混沌应用于经济研究所做工作较多的地方。然而经济模型出现混沌与经济预测本身往往并没有必然的联系,其主要原因如下:

(1) 由于经济系统本身是一个复杂多变量的巨系统,任何经济模型的建立都是在一定的假设条件下而完成的。所以由(5)式由一初始值和一组确定参数进行多次的迭代,其结果无论是收敛,周期还是混沌,其数值结果都几乎不再具有任何实际经济意义。

(2) 在经济自身的运动过程中,由于系统本身与系统环境的相互作用,(1)式 f 中的参数(具有特定的经济含义)一般都要随时间的推移而有所改变,所以在实际经济预测时(1)式的 f 往往是有所变化而采用类似于(4)式的形式。由此(1)式出现混沌通常不能说明其经济含义。

例如经济增长模型

$$x_{t+1} = \sigma B \lambda f(s - x_t)^\gamma / (1 + \lambda) \quad (6)$$

其中 x_t 为资本劳力比率; σ 为储蓄率, $\sigma > 0$; λ 为劳力自然增长率; $0 < \lambda < 1$; 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。显然在不同时期 $\sigma, \lambda, B, \beta, \gamma, s$ 的取值是不同的。尽管许多文献研究了(6)式出现混沌的条件^[6,8,9],但是对于经济预测而言已经不具有多少实际意义了。

(3) 经济系统中变量之间的关系极其复杂,一般认为经济系统既不是完全确定的,也不是完全随机的^[10]。而混沌完全是确定系统一种不规则行为,所以期望应用混沌来完全刻画和预测经济的运行是有缺欠的。

(4) 类似于(6)式的经济预测模型, (下转 45 页)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (21)$$

5°均方百分比误差

$$MSPE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right)^2} \quad (22)$$

显然, 群组集结后的预测误差总是愈小愈好, 最理想的群组集结方法应使集结后的预测误差小于集结前的所有群组预测误差。如若群组集结后的预测误差大于群组集结前的预测误差, 群组集结将失去意义。

4 群组预测集结实例

本文以文献[2]预测实例说明群组预测集结方法的应用。已知某预测事物在某一时段的实际观测值和两种不同方法的预测值如表1所示。显然, 这是一个群组预测问题, $m=2$, 对此群组预测问题, 若用最优化组合预测方法进行综合预测, 则有加权系数 $W_1^* = 0.4121$, $W_2^* = 0.5879$ 。笔者运用群组集结方法进行综合预测, 同样取得了比较好的预测效果。限于篇幅, 表

(上接41页) 由于许多经济参数具有较强的人为因素, 例如(6)式中的技术进步因子, 所以单纯从模型产生的时间序列的不规则性而断定长期经济指标是混沌状态也是缺少理论依据的。

综上所述, 就目前的计算能力和建模方法而言, 混沌理论和方法在经济理论以及经济预测方面的应用还是定性的指导较多, 而定量的刻画还是有待深入研究的课题。

3 结束语

应用非线性科学中的混沌理论和方法研究经济预测方面的问题是目前国内外经济学界和实业界十分关注的课题, 鉴于目前混沌理论和计算机发展的现状, 应用混沌的思想方法对经济现象进行定性的分析和预测是十分有益的, 而进行某一经济指标的定量预测往往短期预测具有一定的可靠性, 而长期预测还应从系统结构角度出发结合混沌理论和以往的统计方法进行综合研究。

参考文献

- [1] Li T. Y. and Yorke J. A. Period three implies chaos, Amer. Math. Monthly, 82, 985—992 (1975)
- [2] Kloeden P. Deakin M. A. B. and Tirkel A. Z. Apre-

2 仅列出了不同集结方法在不同加权系数下的预测误差指标。从表2可以清楚地看出群组预测集结方法的有效性。

5 结束语

群组集结方法是预测学理论研究的重要内容, 具有很强的应用背景和广泛的应用价值。本文提出的群组集结方法与传统的组合预测方法既有区别又相互联系, 而且互为补充, 这对于丰富和完善现有的群组预测学理论以及推动和促进群组预测方法的应用具有一定的指导意义和参考价值。

参考文献

- [1] 程明照. 复杂系统的群预测方法. 预测, 1990 (1)
- [2] 孙庆凯. 平均预测法的应用条件. 预测, 1985 (5)
- [3] 汪同三. 宏观经济模型预测效果评价及方法. 预测, 1986 (3)
- [4] 程极泰. 混沌理论的发展和实际. 自然杂志, 12卷, 9期, 668—673 (1989)
- [5] Barnett W. and Chen P. Deterministic chaos and fractal attractors a stools for nonparametric dynamical econometric inference; with an application to the divisia monetary aggregates, Math. Comput. Modelling, Vol. 10, No. 4, 275, 296 (1988)
- [6] Nusse H. E. and Hommes C. H. Resolution of chaos with application to modified samuelson model, J. Economic Dynamics and Control, 14, 1—19 (1990)
- [7] Grandmont J. M. Nonlinear Economics Dynamics, Academic Press, INC. 1985
- [8] 汪翔. 理性预期宏观经济学. 中国人民大学出版社, 1989
- [9] 黄小原. 动态经济系统中的混沌, 系统工程, 1990 (1)
- [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 (2)
- [11] 张守一, 葛新权. 对经济混沌的初步分析. 大自然探索, 1992 (3)

MAIN CONTENTS

- A Prospect of Economy & Trade Relations between Taiwan and the Mainland** *Chen Jing* 25
The author tries to analyses from the following phases: the present trend of policy between Taiwan and the Mainland, the construction of Taiwan foreign investment, the construction of Taiwan foreign trade, the potential of the market in Mainland and the environment of investment in order to explain the inevitability of investment trade between Taiwan & the Mainland will greatly develop also on the basis, the writer draws the trend of the investment of Taiwan merchants in Mainland and the trade between both sides as his forecasting.
- Chaos and Economic Forecasting** *Xu Yin feng & Wang Yingluo* 40
Chaos is a form of irregular systematic motion. In economic systems, a lot of data sequence exhibit the irregularity characteristics, this urges us try to apply the theory and methods in chaos to study economic models and economic forecasting. In this paper, we investigate several problems between chaos and economic forecasting and some results and proposal are given.
- Study of Time-Variant Weight Combination Forecasts**
..... *Tang Xiaowo, Zeng Yong & Cao Changxiu* 46
This paper discusses how to establish a time-variant weight combination forecast model, and a new method is presented here. An illustrative example shows that the new method can obtain better fitting effect, and is more practical.
- The Application of Fractal Geometry in Alteration of Stock Price** *Zhou Yan & Yu Ke* 49
Based on briefly introduction several basic concepts of fractal geometry, application of fractional Brownian motion model of time alignment in stock price change is discussed.
- A Method for Determining the Rate of Tech Change by Marginal Output Analysis**
..... *Liu Hongxue* 52
The marginal output method for determining the rate of tech change is a method derived from COBB-DOUGLAS function. It has the same differential form of output growth rate as Solow formula. However, it is sophisticate for Solow formula to find the values of the output elasticity of capital labor by statistical regression. While the method derived in this paper is more easy to determine directly these values by a practical computing formula.
- The Studying of Innormal Weather Forecasting Coal Mine Accident**
..... *Feng Jie & Ning Shuming* 56
Coal mine accident mostly happens in the innormal weather because the violent changing of weather may influence on the reliability of human. on the basis of a systematic studying on relations between accident and innormal weather, it is possible to use the means of weather to forecast coal accident and remind manager of safety to be careful.
- SD-Method for Efficiency Prediction in Mining Production** *Ning Yuncai & Zhang Lihua* 60
SD-model is set up in this paper for efficiency prediction in mining production, which is programmed by use of the multi-function variable imitating language of PD-PLUS, it was employed in the variable prediction of the production scale schemes of the five mining districts in shuangyashan city.

邮发代号:26-46 CN 34-1013 ISSN 1003-5192 皖合工商广字 058 号 定价:2.20 元