

一个普适的经济模型

——预测与控制的非线性分析*

徐寅峰 湛墨华 汪应洛

【提要】 经济分析中的许多模型其长期行为出现混沌现象,对于具有诸多因素影响的经济系统建立一个十分具体的函数模型往往是不适宜的。有些经济系统中奇异吸引子的存在为应用非线性科学的方法来研究经济系统中的预测与控制等问题提供了良好的依据。本文建立了一个适合诸多具体问题的一个普适经济模型,即将一个经济运行机制做为计划经济、市场经济、偶然事件三部分的综合效应,试图为讨论经济过渡、经济预测与经济控制提供一定的理论依据和方法。

【关键词】 经济模型,非线性科学,混沌,分形

1 引言

非线性科学的出现和发展已越来越多地引起人们的关注^{[1][2]}。在经济领域内由于以往统计与线性方法存在着许多难以克服的缺欠,人们开始用非线性科学的思想和方法来研究有关经济方面的问题^{[3][4]}。非线性科学主要是研究系统的“不稳定性”、“结构变化”对系统的影响以及“非正常行为”出现的原因等等,这恰与以往经济理论中强调“稳定”、“均衡”及“合理行为”的方法形成鲜明的对照。为能较好地对一个经济系统进行刻画从而进行预测与控制,已有许

多非常具体的经济模型被建立起来^{[5][6]}。如果一个具体模型出现混沌现象,那么用该模型在混沌区内进行计算和预测,其结果一般是不具有说服力的,且该模型本身的意义也是有限的^[7]。经济系统的非线性在许多实际问题中得到了证明^{[8][9]},这样就为应用非线性科学的方法来研究经济问题提供了理论依据。我们在本文第二节给出了一个基本框架,讨论了计划经济、市场经济以及偶然事件在经济运行过程中的曲线特征。在第三节中应用非线性科学中的相空间重构技术等方法讨论了经济曲线的计算方法以及经济预测等问题。在第四节中我们集中讨论了经济系统在什么条件下可以进行控制以及在保证经济稳定发展的情况下对经济系统进行控

收稿日期:1993-04-24,作者均系西安交通大学管理学院教师。710049-213

* 本课题由陕西自然科学基金资助。

制所应采取的策略和方法。在本文的最后一节中，我们指出了应用非线性科学方法来研究经济问题所存在的具体困难以及一些有待解决的问题。

2 经济模型

任何经济系统的实际运行都可以认为是计划经济、市场经济以及偶然事件三个主要动力作用的结果。市场经济的结构以及运行方式是以往西方经济理论研究的主要对象，这方面有许多结果是可以借鉴的。计划经济运行机制的研究往往是在假定对经济信息有充分了解的基础上进行的。实际上任何经济系统都含有计划（干涉）和市场（调节）的部分，即使是西方现行经济体制计划经济（干涉）也是不可缺少的。区分一个经济运行机制是计划经济还是市场经济主要是以起主导作用的经济运行方式为依据的。如果计划经济占主导地位，则称该经济体制为计划经济，否则称为市场经济。本文中用到的计划经济与市场经济与以往的概念有所不同。计划经济是指经济完全按计划运行的经济运行方式。市场经济是指经济系统在运行中进行自身调节而使经济运行的方式，其实际含义可以理解为亚当·斯密所提出的“看不见的手”的作用。

由以上分析，任何实际经济运行方式都可用如下的抽象方程给出：

$$F(t) = (F_1 + F_2 + F_3)(t) \quad (*)$$

即经济运行的实际行为可以用计划经济的作用、市场经济的作用以及偶然事件的作用来表示。在(*)式中 F_1 表示计划经济， F_2 表示市场经济， F_3 表示偶然事件对经济的影响。

计划经济 $F_1(t)$ 作为时间 t 的函数，是由人根据已掌握的经济信息来制定和执行的。在保证计划的客观性以及计划执行过

程中的稳定性时，可以认为 $F_1(t) = F_1(t)$ 为一光滑曲线，这条曲线可以很容易由计划本身建立起来，其模型可以是线性的或非线性的，同时可以进行准确的刻画、计算以及控制与预测。然而在经济的实际运行中，除了经济信息难以完全掌握以外，由于计划的超前性使得市场经济在经济的实际运行中起着重要的作用。同时计划经济难以考虑在计划的执行中偶然事件的出现和影响，所以单纯用 $F(t) = F_1(t)$ 来对经济进行预测与控制具有很大的片面性和不准确性，一般来说这样的模型给出的结果往往是不可信的。

市场经济 $F_2(t)$ 作为时间 t 的函数是由市场的供求关系决定的，市场经济具有一定的滞后性与自主能动性，它在社会稳定的情况下常常控制着经济的增长和下降速度，从总体上具有一定的自主稳定性。如果经济增长过快，那么市场会使经济增长的速度慢下来，如果经济不发展，那么市场会使经济朝着增长的方向发展。即市场经济 $F_2(t)$ 具有快速涨落的现象，因而可以认为 $F = F_2(t)$ 为一个分形曲线，它是一个处处连续处处不光滑的曲线，曲线的分形维数在一定程度上说明曲线的“不稳定性程度”。关于研究分形曲线的理论和应用已有文献可供参考^[10]^[11]。分形曲线在经济研究中已得到了重要应用^[3]，^[4]，^[8]，^[9]，对于 $F = F_2(t)$ 目前是用非线性科学中的相空间重构技术的方法来研究的，一般是先去掉市场经济中的趋势化因素，然后对数据进行处理并求出分形维数，这样就可以利用分形曲线插值等方法来构造具体的 $F = F_2(t)$ 。由于市场经济具有以上特征，所以对许多经济指标其市场运行机制很难加以详细的刻画，因为在 $F = F_2(t)$ 的构造过程中需要大量的质量较高较准确的数据，而这两点在一些实际问题中往往是难于保证的。目前应用非线性科学方法研究 $F = F_2(t)$ 较成功的事例是在货币指数运行机制中得到的。

偶然事件 $F_3(t)$ 作为时间 t 的函数是对经济运行中非正常行为的一种刻画。使得经济系统出现非正常行为的主要因素可大致分为以下三种：A) 自然界中发生的对经济产生巨大影响的事件，比如自然灾害等；B) 人为因素引起的使经济发生较大变动的事件，例如政治因素等；C) 经济运行方式自身的非线性因素引起经济在实际运行中出现较大的波动，例如美国出现的“黑色星期一”股市暴跌。“黑色星期一”的出现，正是非线性行为的一种体现。这也正是目前人们非常关注应用非线性科学来重新刻画和解释经济运行的原因之一。对于偶然事件 $F_3(t)$ 来说在建立经济模型时，在社会稳定的条件下，可以认为 $F_3(t) = 0$ 。因为A)、B)两种情形是小概率事件，通常情况下可以认为是不出现的。而C)的情形，可在 $F(t) = (F_1 + F_2)(t)$ 中进行讨论，其基本方法是研究 $F(t) = (F_1 + F_2)(t)$ 的敏感因素和确定出现混沌的可能以及出现混沌的边界值。

在从以计划经济为主的经济体制到以市场调节为主的经济体制的转变过程中， $F_1(t)$ 的改变对整个经济的运行起着十分重要和敏感的作用，由于 $F_1(t)$ 的变化将导致 $F_2(t)$ 也变得十分敏感并难于控制，与此同时可能出现 $F_3(t)$ 的B)、C)二种现象出现。所以在经济过渡时期为使经济在整体上具有一定的稳定性，就需要在一定程度上控制 $F_1(t)$ 的调整幅度和 $F_1(t)$ 改变的时间间隔。同时利用社会的诸多影响来引导人们适应 $F_2(t)$ 在经济运行起的日益重要的作用，从而达到控制 $F_3(t)$ 中B)、C)出现的可能性。

在某些具体的经济指标运行机制研究中，由于经济指标的时间间隔较长，比如以年为间隔的经济指标，这时 $F_2(t)$ 的分形特征往往难于刻画和计算，在这种情况下，以往的线性统计方法仍可认为是有效的方

法。

模型(*)给出了经济运行过程一个较形象的非线性刻画，在实际经济运行中计划经济、市场经济以及偶然事件往往是相互制约的，即 F_1 、 F_2 、 F_3 是相关联的。因此 $F(t)$ 不应单纯地理解为 $F_1(t)$ 、 $F_2(t)$ 、 $F_3(t)$ 的加和式，而是 F_1 、 F_2 、 F_3 综合作用的结果。为了能够进行定量的计算，在一定条件下可以用

$$F(t) = F_1(t) + F_2(t) + F_3(t)$$

进行处理。关于 F_1 、 F_2 、 F_3 的相关性描述有许多著作，但是定量的分析以及相关指标的确定还是一个有待进一步研究的课题。

3 经济预测

经济预测是指人们根据已有的现在和过去的种种信息对某个时间 t 时的经济指标进行刻画或计算。预测是应该具有一定准确性的(即在一定的较小误差范围之内)，否则这样的预测是没有任何实际意义的。对于一个出现混沌现象的确定系统，要想准确的预测必须具备两个条件。(1) 初始条件的无限准确性。(2) 计算过程的无限准确性。一般说来能同时满足以上两个条件而进行讨论的只能是在理论上进行的。任何一个实际问题或实际计算都无法同时满足以上两个条件，甚至满足其中任何一个都是十分困难的。对于一个经济系统来说，第一个条件就难以满足，因为经济系统是一个开放系统，无论是已建立的具体模型还是已收集到的实际数据，都无法保证是完全准确的。对于经济系统来说完全准确的概念本身也是没有意义的，因为一个经济状态只能在一定程度上进行刻画。其次，第二个条件在目前情况下同样是难以满足的，因为在对数据进行处理以及计算的过程中总是伴随着计算误差的存在。对于可能出现混沌的经济模型，如果

用该模型进行经济预测,在经过一定步骤的计算之后其计算结果往往就不再具有说服力了。它对于短时间的预测结果一般说还是可以接受的,这正是非线性科学对非线性过程长期预测的否定和短期预测的可行性的理论依据。

对于第二节中给出的模型(*),在计划经济 $F_1(t)$ 相对稳定以及不出现偶然事件 $F_3(t)$ 的前提下,预测是可以研究的。首先,根据以往的数据以及计划指标的具体执行情况可以建立一个光滑或分段光滑的函数 $F_1(t)$ 。其次,在除去计划经济对经济实际运行的影响之后,利用混沌动力学研究中提出的相空间重构技术(即将已有的数据嵌入多维空间,并求出这些数据所能计算出的分形维数,进而利用分形插值等方法)可以构造相对应的非光滑连续函数 $F_2(t)$ 。由于假设 $F_3=0$,即无偶然事件发生,经济运行的主要表现可以用 $F(t)=(F_1+F_2)(t)$ 来刻画,并且可以进行在一段时间之内的经济预测。这种方法也正是非线性科学中使用最多和最成功的方法^[8]。这一方法在实际计算中需要相对准确的数据,对于这一点可以通过市场跟踪来完成。然而对于时间间隔较大的数据或经济指标,这一方法是不实用的,从而使得 $F_2(t)$ 的构造就很困难,即使构造出了 $F_2(t)$ 往往也可能与实际差距较大,对于这种情形可以用以往的线性或统计方面的方法来进行一定的描述和刻画。

在 $F_1(t)$ 不稳定或变换频繁的时候,对一个经济系统进行定量的刻画是极为困难的。由于 $F_1(t)$ 不稳定往往导致 $F_3(t)$ 起着较重要的作用,同时为市场数据跟踪以及数据处理带来许多具体的困难。在这种情况下目前的研究还没有成熟的方法,因而对于如何进行预测还是一个重大的课题。

4 经济控制

在经济发展的过程中,人们常常希望采取一些影响经济运行的行为从而达到人们所希望的结果。关于采取的具体策略和方法是众多经济学者研究的主要对象,以往这方面的工作是基于线性模型或统计分析的结果而作出的。如在第二节中分析的那样,线性模型或统计分析往往容易忽略许多影响经济实际运行的因素,因而具有较大的不准确性,因而基于这些结果而进行的对经济运行的控制也具有较大的片面性,在以计划经济为主的经济运行机制中,经济控制方法的优劣是影响整体经济发展的一个十分重要的因素。

一般说来经济运行过程中如果可能出现混沌现象那么进行有效的控制是十分困难的,除非完全使经济以一种全新的方式运行从而摆脱旧的经济运行机制。

经济系统的控制首先要研究系统在什么情况下系统对控制是十分敏感而难以进行控制的。我们将对第二节中给出的模型(*)用非线性方法来加以说明,对模型(*)的控制是在 F_2 较稳定的情况下对 F_1 的调整,同时尽可能地使 F_3 不起作用或仅起较小的作用,从而达到控制的效果。此情需要有两个先决条件,(1) F_2 相对稳定,即对 F_1 的调整不会使 F_2 产生过大的波动。(2) F_3 的作用可以进行控制。在对 F_1 进行调整时,通常会有许多因素有可能使得 F_3 对经济的实际运行起重要作用,这主要表现在由于 F_1 的变动导致人的诸多行为的不稳定性,这种不稳定性表现在经济上即有出现 F_3 的可能性,为了达到对 F_3 的控制,我们认为在 F_1 的调整过程中有两个主要因素需要加以考虑,(1) F_1 的调整幅度不易过大。(2) F_1 的调整过程要保持一定程度的连续性。如果在经济控制过程中不能保证这两条同时成立,则难以保证经济的相对稳定性以及控制和预测的效果。

用模型(*)来研究经济控制可用如下

方法: 假设已建立了一个实际经济运行方程

$$F(t) = (F_1 + F_2 + F_3)(t)$$

经过调整之后新的运行方程为

$$F^*(t) = (F_1^* + F_2^* + F_3^*)(t)$$

(**)

为保证经济运行的平稳过渡, 即保证条件

(1)、(2)。与 F^* 之间的关系应满足

$$\|F(t) - F^*(t)\| \leq \varepsilon,$$

$$0 \leq t \leq t_0 \quad (***)$$

其中 $\|\cdot\|$ 表示函数的范数, ε 为幅度控制参量, t_0 为过渡期长度。由于 F_2^* , F_3^* 是未知函数, 所以为使(***)式得到满足应有

$$\|F_1(t) - F_1^*(t)\| \leq \varepsilon,$$

$$0 \leq t \leq t_0$$

对 F_2^* 和 F_3^* 的实际作用需要密切关注市场走向, 通过收集数据和进行模拟与计算求出 $F_2^*(t)$, F_3^* 其可控制的因表现在人的经济行为上, 所以对 F_3^* 的控制所能采取的方法在于社会政治, 人们的意识、道德、心理等诸多方面的宣传和引导, 从而使人们对 F_1^* 有正确的认识以及接受 F_1^* 的作用。

由以上分析, 对 F_2^* , F_3^* 的控制需要有两个条件, (1)大量而准确的经济数据。(2)具有稳定的社会因素以及健全的法律、道德规范等。已有理论证明在保证(1)的前提下, F_2^* 是可以在一定的精度范围内求出的, 并且可以对 F_2^* 的走向及运行机理进行一定的刻画。

我国目前正处在由计划经济到市场经济的过渡阶段, 对经济的实际运行进行必要的控制是宏观经济得以平稳过渡的一个先决条件, 与此同时建立健全必要的管理措施也是经济稳定发展的重要因素。

5 结 束 语

非线性科学及其应用的研究虽然已取得

了可喜的成果, 但它的基础理论还很不完善, 十分成熟的方法并不多。所以在应用非线性科学方法来研究经济问题时除了首先要确定是否有较好的非线性方法以外, 还要对非线性科学本身进行深入的研究和掌握。在某些具体的经济指标运行机制的研究中由于指标的特性决定了非线性方法并不比以往的线性或统计方法更优越, 因此线性与统计方法依旧有其存在与加以研究的必要性。这就是说非线性方法不应完全代替以往的线性统计方法, 在具体的经济问题的研究中如何提出新的非线性方法以及充分发挥非线性方法的优越性是一个有待花时间与精力去深入研究的重大课题。

参 考 文 献

- 1 丁夏畦. 谈谈非线性数学. 百科知识, 10期 37-38 (1992)
- 2 谷超豪. 非线性现象的个性与共性. 科学, 44卷 3期 10-12(1992)
- 3 陈平. 古典经济学的危机和非线性经济学的发展. 经济学动态, 10期 45-51(1988)
- 4 黄登仕, 李后强. 非线性经济学的孕育和发展. 科学, 44卷 4期 37-39(1992)
- 5 黄小原. 动态经济系统中的混沌. 系统工程, 8卷 1期 49-54(1990)
- 6 Nusse H.E. and Hommes C.H., Resolution of chaos with application to modified Samuelson model, J.Economics Dynamics and control, 14, 1-19(1990)
- 7 Wigdorowitz B. and Petrick M. H., Modelling concepts arising from an investigation into chaotic system, Mathl. Comput. Modelling, VOL. 15, NO. 8, 1-16(1991)
- 8 Chen P., Multiperiodicity and irregularity in growth cycles, a continuous model of monetary attractors, Mathl. Comput. Modelling, VOL. 10, NO. 9 647-660(1988)
- 9 Barnett W. and Chen P., Deterministic chaos and fractal attractors as tools

for nonparametric dynamical econometric inference, with an application to the division monetary aggregates, Mathl. Comput. Modelling, VOL.10, NO. 4, 475-496(1988)

10 Falconer K.J., Fractal geometry: Mathematical foundation and applications, Wiley, New York, 1990

11 齐东旭等. 图形及其计算机探索. 吉林大学出版社, 1990

A Common Economic Model

—Nonlinear Analysis for Forecasting and Control

Xu Yinfeng, Zhan Kenhua, Wang Yingluo

【Abstract】 There exists chaos in many economic models, and it is not suitable to establish a functional model for the economic system with a lot of factors. The existence of strange attractors in some economic system, urges us to study the forecasting and control problems in economic systems with the methods in the nonlinear science. In this paper, a common economic model that suits for a lot of practical problems is established, which takes the economic state as the effect of planning economics, market economics and accidental events, and try to provide theoretical basis and methods for discussing the economic transition, economic forecasting and economic control.

【Keywords】 Economic Model, Nonlinear Science, Chaos, Fractal