

高新技术产业投资中的混沌同步研究

王 宁¹, 李 平²

(1. 北京邮电大学 经济管理学院, 北京 100876; 2. 北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100022)

摘 要: 根据驱动- 响应混沌同步方法, 分析了高新技术产业投资驱动系统和经济增长目标要素响应系统之间的混沌同步作用, 建立了高新技术产业投资和经济增长的混沌同步模型, 并根据建立的同步模型探讨了相应的混沌同步策略。

关键词: 混沌同步; Lorenz模型; 驱动系统; 响应系统

中图分类号: F276.44

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2008) 03- 0080- 03

0 引言

近年来, 高新技术产业在我国发展迅猛, 已成为支撑国民经济持续发展的重要增长点。高新技术产业是技术密集型产业, 更是资本密集型产业, 合理的投资是该行业发展的关键。因此, 研究政府宏观调控高新技术产业的投资策略具有重要的理论意义和现实意义。

国内外文献中涉及宏观调控高新技术产业投资的不多, 现有文献多是对风险投资策略方面的研究^[1-3]。文献[1]研究了组合投资、联合投资、序列投资、事前签约等投资方式和投资策略; 文献[2]提出采用可转化优先股的投资形式更有利于风险投资机构控制投资风险; 文献[3]分析了高新技术产业在发展中存在的风险, 建立了防范风险的三维体系模型。

经济混沌的普遍性已经得到证实^[4]。虽然高新技术产业投资的混沌性还没有得到直接的证明, 但其作为宏观经济发展中的一个重要组成部分, 其运行也应该符合混沌经济规律的要求, 因而它自身也是一个复杂的混沌经济系统。我们将混沌理论引入其中, 得到的投资策略将更加合理有效, 对政府进行宏观调控更具有参考意义。

本文根据驱动- 响应混沌同步方法, 分析了高新技术产业投资驱动系统和经济增长目标要素响应系统之间的混沌同步作用, 建立了高新技术产业投资和经济增长的混沌同步模型, 并根据建立的同步模型探讨了相应的混沌同步策略。

1 驱动- 响应同步的基本原理

考虑n维动力系统可以分解为3部分: 用于驱动响应系

统的m维子系统(驱动变量为v), 不用于驱动响应系统的k维子系统(变量为u), l维用于复制响应系统的子系统(变量为w), 系统的总维数不变仍为 $n=m+k+l$, 即可表示:

$$\begin{cases} \dot{v}=f(v,u) \\ \dot{u}=g(v,u) \\ \dot{w}=h(v,w) \end{cases} \quad (1)$$

上式称为驱动系统。变换(1)中的第三式, 得到响应子系统:

$$\dot{w}=h(v,w) \quad (2)$$

根据矢量场可知:

$$\square \dot{w}=h(v,w) - h(v,w) = D_w h(v,w) \square w + \alpha(v,w) \quad (3)$$

式中: $D_w h(v,w)$ 为响应系统矢量场关于响应变量w的雅可比行列式; $\alpha(v,w)$ 为高阶项。在w很小的极限下, 有

$$\square \dot{w} = D_w h(v,w) w \quad (4)$$

Pecora和Carroll指出, 可以通过计算响应系统的Lyapunov指数来判断它的稳定性。由于计算是以驱动变量为前提条件的, 所以这些Lyapunov指数又称为条件Lyapunov指数(CLE)。响应系统稳定的必要条件是其所所有条件Lyapunov指数均小于零。需要指出的是, 这里所说的条件Lyapunov指数小于零是表征同步过程中一条混沌轨道向另一条混沌轨道靠近的平均速率, 两条轨道最终要重合在一起。对于大多数动力学系统, 这是充分必要条件。简而言之, 驱动- 响应混沌同步的原理可以归结为: 只有当响应系统的所有条件Lyapunov指数都为负值时, 才能达到响应系统与驱动系统的混沌同步。

收稿日期: 2006- 12- 08

作者简介: 王宁(1958-), 男, 辽宁抚顺人, 北京邮电大学经济管理学院教授, 研究方向为管理决策支持; 李平(1973-), 男, 黑龙江人, 北京工业大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向为管理决策支持。

2 高新技术产业投资与经济增长的混沌同步模型

在目前,投资仍然是促进我国经济增长的决定因素。所以我们选择高新技术产业投资作为驱动系统,选择经济增长目标作为响应系统。高新技术产业投资就是资本驱动系统和经济增长目标响应系统之间复杂的混沌同步过程,两者的混沌同步作用结果是实现高新技术产业投资与经济增长的同步协调发展。

高新技术产业投资主要包括投资规模、投资结构和融资成本3个资本要素,而期望实现的经济增长目标也可以从增长速度、增长质量和增长性质3个方面来体现。Lorenz方程组是描述这两种非线性动力学系统的典型方程。

高新技术产业投资的资本驱动系统可用Lorenz方程组描述,其具体形式为:

$$\begin{cases} \dot{x}=ay-ax \\ \dot{y}=bx-zx-y \\ \dot{z}=xy-cz \end{cases} \quad (5)$$

上式中: x 为投资规模; y 为投资结构; z 为融资成本; a 表示投资规模与经济增长之间的非线性关联度; b 表示投资结构和经济增长之间的非线性关联度; c 表示融资成本与经济增长之间的非线性关联度。在此假设 a 、 b 、 c 的数值是固定的。

根据P-C混沌同步原理,只有当响应系统所有的条件Lyapunov指数为负值,即响应系统处于稳定状态时,才能实现混沌同步。Lyapunov指数可用于度量相空间中邻近轨道的发散速度, Lyapunov指数为正值表示相空间向外伸展,为负值时表示相空间向内收缩。因此可用Lyapunov指数来衡量非线性动力学系统的稳定性。高新技术产业投资的驱动系统属于复杂的非线性系统,其稳定性也可以用Lyapunov指数 λ 定性表示。对于Lyapunov指数的具体计算问题,参考文献[5]对此有了较为深入的研究。

针对3个资本要素,可用 $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ 的状态组合来表示其状态的稳定程度。用 λ_1 表示投资规模,当 $\lambda_1 > 0$ 表示投资规模降低, $\lambda_1 < 0$ 表示投资规模增加;用 λ_2 表示投资结构的合理程度, $\lambda_2 > 0$ 表示投资结构不合理, $\lambda_2 < 0$ 表示投资结构合理;用 λ_3 表示融资成本的高低情况, $\lambda_3 > 0$ 表示融资成本高, $\lambda_3 < 0$ 表示融资成本低。Lyapunov指数 $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ 的不同符号组合表示高新技术产业投资驱动系统的各种相应状态。

经济增长的目标要素响应系统也可以用Lorenz方程组来描述,其具体形式为:

$$\begin{cases} \dot{x}=ay-ax \\ \dot{y}=bx-zx-y \\ \dot{z}=xy-cz \end{cases} \quad (6)$$

上式中, x 表示经济增长速度; y 表示经济增长的质量; z 表示经济增长的性质。 $x > 0$ 表示增长速度较快, $x < 0$ 表示增长速度较慢; $y > 0$ 表示增长质量较高,经济平稳发

展, $y < 0$ 表示经济增长质量较差,出现经济泡沫; $z > 0$ 表示经济增长是产业结构调整的结果, $z < 0$ 表示经济增长是靠投资规模增大产生的。同上面方程组相类似, a 表示高新技术产业投资规模与经济增长之间的非线性关联度; b 表示高新技术产业的投资结构和经济增长之间的非线性关联度; c 表示高新技术产业投资的融资成本与经济增长之间的非线性关联度。

方程组(5)和(6)共同组成高新技术产业投资和经济增长的P-C混沌同步模型。

3 高新技术产业投资的混沌同步策略分析

高新技术产业投资的驱动系统 $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ 和经济增长的响应系统 $\beta(x, y, z)$ 之间相互作用,其混沌同步的结果将是高新技术产业投资的合理策略。下面对 $\beta(x, y, z)$ 的不同状态进行分析,以确定高新技术产业投资的策略。根据驱动-响应混沌同步的原理:当驱动系统状态指数为 $\lambda(-, -, -)$ 时,就达到高新技术产业投资驱动系统与经济增长响应系统的混沌同步,整个系统处于平稳运行状态。但这种情况毕竟是难得的,绝大多数是没有完全实现混沌同步的情况。下面我们就驱动系统和响应系统的不同情况,进行投资的混沌同步策略分析:

(1) 资本驱动系统的状态指数是 $\lambda(+, -, -)$,经济增长目标响应系统为 $\beta(+, -, +)$ 时,说明高新技术产业投资规模缩小,国家的宏观经济增长速度较快,产业结构调整也比较合理,只是经济增长质量较差,出现经济泡沫现象。此时应当进一步分析市场态势和经济走势,对高新技术产业投资的激励应当谨慎行事。

(2) 资本驱动系统的状态指数是 $\lambda(-, +, -)$,经济增长目标响应系统为 $\beta(-, +, +)$ 时,表示高新技术产业投资结构不够合理,国家整体的经济产业结构调整比较合理,经济增长质量较高,经济运行比较平稳,只是经济增长的速度较慢。此时应该进行新的市场调查分析预测,同时调整高新技术产业结构,寻找投资机会。

(3) 资本驱动系统的状态指数是 $\lambda(-, -, +)$,经济增长目标响应系统为 $\beta(+, +, +)$ 时,表示高新技术产业投资的融资成本较高,国家宏观经济的运行情况良好——增长速度较快、产业结构调整合理、增长质量高、经济平稳运行。这时的投资策略比较好决策,国家可以通过降低风险投资的税率等措施,来调低融资利率,加大对高新技术产业的投资力度。

(4) 资本驱动系统的状态指数是 $\lambda(+, -, +)$,经济增长目标响应系统为 $\beta(-, +, +)$ 时,说明高新技术产业的投资规模缩小,融资成本较高,国家宏观经济增长质量较高,经济运行比较平稳,产业结构调整比较合理,只是经济增长的速度较慢。此时应当进行市场调查和经济预测,根据调查和预测结果进一步对高新技术产业投资的融资成本和投资规模进行调整。

(5) 资本驱动系统的状态指数是 $\lambda(-, +, -)$,经济增长目标响应系统为 $\beta(+, +, -)$ 时,表示高新技术产业投资结构

不够合理,国家宏观经济增长速度较快,经济运行比较平稳,但经济增长主要来自于投资规模的扩大。此时应该进行市场调查和经济研究。

如果要想把每一种情形都详细列出,将达到729种情况,由于篇幅所限,这里我们只就驱动系统的单个状态指数变化和响应系统的单个状态指数变化的组合情形进行研究,详细情况见表1。

表1 高新技术产业投资的混沌同步策略矩阵

驱动系统 指数状态	响应系统 状态		
	$\beta(-,+,+)$	$\beta(+,-,+)$	$\beta(+,+,-)$
$\lambda(+,-,-)$	等待适当的投资机会,暂缓投资激励	分析市场态势和经济走势,谨慎投资激励	专家咨询,等待时机进行投资激励
$\lambda(-,+,-)$	进行市场调查分析预测,调整高新技术产业结构	进行经济分析,防止投资陷阱,调整高新技术产业结构	进行市场调查和经济研究,等待时机调整产业结构
$\lambda(-,-,+)$	等待适当的投资机会,降低融资利率	进行市场调查和金融咨询,谨慎降低融资利率	进行市场预测和金融、法律研究,谨慎降低融资利率

例如,根据文献[6],当 $a=16, b=45.92, c=4$ 时,系统处于混沌状态,此时的Lyapunov指数 $\lambda_1=1.50, \lambda_2=0, \lambda_3=-22.5$,资本驱动系统的状态指数可归类为 $\lambda(+,-,-)$,说明高新技术产业投资规模缩小,不能达到高新技术产业投资和经济增长混沌同步,此时考虑的混沌同步策略应当再结合经济增长目标要素响应系统的状态(增长速度、增长质量和增长性质)。如果经济增长目标响应系统为 $\beta(+,-,+)$ 时,即国家的宏观经济增长速度较快、产业结构调整也比较合理,只是经济增长质量较差、经济泡沫现象出现时应当进一步分析市场态势和经济趋势,再谨慎行事。

4 结论

通过前文中高新技术产业投资系统的混沌特征分析,我们可以得出如下结论:

第一,高新技术产业的投资,其本身就是一个复杂的混沌系统。对高新技术产业投资的宏观调控是高新技术产业投资驱动系统与经济增长目标响应系统按P-C混沌同步模型相互作用的结果,这种结果可以用混沌同步矩阵来表示。

第二,经济增长目标要素系统包括增长的速度、质量、性质三大要素,它可以用Lorenz模型来表示;高新技术产业投资的资本驱动系统包括投资规模、投资结构、融资成本。它的状态用Lyapunov指数 $\lambda(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ 表示。

第三,国家对高新技术产业投资的宏观调控可以根据具体的驱动系统和目标要素相应系统的状态,在高新技术产业投资混沌同步矩阵中选取。

总之,本文针对高新技术产业投资问题,引入了混沌经济学理论,分别建立了以Lorenz模型表示的高新技术产业投资资本驱动系统和经济增长目标响应系统,并根据混沌同步理论,建立了两者相互作用的P-C混沌同步模型;分析并确定了在各种目标要素系统与资本驱动系统状态作用下,政府应该采取的不同策略,为政府实施宏观调控提供了科学的依据。

参考文献:

- [1] 王恩群,周莉. 风险投资策略[J]. 北京商业学院学报(社会科学版)2000, 15(5): 22-25.
- [2] 张赞. 风险投资的投资策略研究[J]. 科学与科学技术管理, 2002(9): 61-63.
- [3] 杨爱杰. 高新技术产业发展的风险分析及防范策略[J]. 企业改革与发展, 2006(7): 162-164.
- [4] 陈平. 经济混沌和经济复杂性[A]. 首届全国管理复杂性研讨会论文集[C], 2001.
- [5] 谯龙,王德石. Lyapunov指数与混沌同步的计算研究[J]. 海军工程大学学报, 2003, 15(1): 11-15.
- [6] Brown R ,Bryant P .Computing the Lyapunov Spectrum of a Dynamical System from an Observed Time Series[J].Pyhs. Rev.A,1991,2787-2806.

(责任编辑:胡俊健)

Chaos Synchronization Study of Investment in High-tech Industries

Abstract: The chaotic synchronization effect, which exists between the drive system of the high-tech industry investment and the goal factor response system of economic increase, is founded according to the theory of chaotic economy, and the controlled factors of high-tech industry analyzed in this paper by means of drive-responses chaotic synchronization method. The chaotic synchronization model is founded, and the chaotic synchronization strategy is briefly discussed according to this chaotic synchronization model.

Key Words: chaotic synchronization; lorezn model; driving system; responsing system