

当代经济学系列丛书
Contemporary Economics Series

陈昕 主编

当代经济学译库

复杂经济系统中的 行为理性与异质性预期

[荷] 卡尔斯·霍姆斯 著

忻丹娜 李娜 译



格致出版社
上海三联书店
上海人民出版社

当代经济学系列丛书
Contemporary Economics Series

陈昕
主编

当代经济学译库

复杂经济系统中的 行为理性与异质性预期

[荷] 卡尔斯·霍姆斯 著

忻丹娜 李娜 译



格致出版社
上海三联书店
上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

复杂经济系统中的行为理性与异质性预期/(荷)霍姆斯著;忻丹娜,李娜译.—上海:格致出版社;上海人民出版社,2016.7

(当代经济学系列丛书/陈昕主编.当代经济学译库)

ISBN 978-7-5432-2482-7

I. ①复… II. ①霍… ②忻… ③李… III. ①经济分析 IV. ①F224.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 037519 号

责任编辑 钱 敏

装帧设计 王晓阳

复杂经济系统中的行为理性与异质性预期

[荷]卡尔斯·霍姆斯 著

忻丹娜 李娜 译

出 版

格致出版社·上海三联书店·上海人民出版社

(200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co)



格致出版

编辑部热线 021-63914988

市场部热线 021-63914081

www.hibooks.cn

发 行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

印 刷 苏州望电印刷有限公司

开 本 710×1000 1/16

印 张 18.75

插 页 3

字 数 282,000

版 次 2016 年 7 月第 1 版

印 次 2016 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5432-2482-7/F·913

定价:58.00 元



主编的话

上世纪 80 年代，为了全面地、系统地反映当代经济学的全貌及其进程，总结与挖掘当代经济学已有的和潜在的成果，展示当代经济学新的发展方向，我们决定出版“当代经济学系列丛书”。

“当代经济学系列丛书”是大型的、高层次的、综合性的经济学术理论丛书。它包括三个子系列：（1）当代经济学文库；（2）当代经济学译库；（3）当代经济学教学参考书系。本丛书在学科领域方面，不仅着眼于各传统经济学科的新成果，更注重经济学前沿学科、边缘学科和综合学科的新成就；在选题的采择上，广泛联系海内外学者，努力开掘学术功力深厚、思想新颖独到、作品水平拔尖的著作。“文库”力求达到中国经济学界当前的最高水平；“译库”翻译当代经济学的名人名著；“教学参考书系”主要出版国内外著名高等院校最新的经济学通用教材。

20 多年过去了，本丛书先后出版了 200 多种著作，在很大程度上推动了中国经济学的现代化和国际标准化。这主要体现在两个方面：一是从研究范围、研究内容、研究方法、分析技术等方面完成了中国经济学从传统向现代的转轨；二是培养了整整一代青年经济学人，如今他们大都成长为中国第一线的经济学

家，活跃在国内外的学术舞台上。

为了进一步推动中国经济学的发展，我们将继续引进翻译出版国际上经济学的最新研究成果，加强中国经济学家与世界各国经济学家之间的交流；同时，我们更鼓励中国经济学家创建自己的理论体系，在自主的理论框架内消化和吸收世界上最优秀的理论成果，并把它放到中国经济改革发展的实践中进行筛选和检验，进而寻找属于中国的又面向未来世界的经济制度和经济理论，使中国经济学真正立足于世界经济学之林。

我们渴望经济学家支持我们的追求；我们和经济学家一起瞻望中国经济学的未来。

陈昕

2014年1月1日



前言

本书成书经历了很长一段时间。它最初形成于非线性经济动力学(Nonlinear Economic Dynamics, NED)的课程中,我在阿姆斯特丹大学以及其他高校教授这门课程长达20余年。自从我1992年到阿姆斯特丹大学执教以来,非线性经济动力学一直是该校经济学院计量经济学理学硕士项目的重要课程内容。1996年至2004年间,我也在荷兰经济学网络学院(Netwerk Algemene en Kwantitatieve Economie, NAKE)每半年一次教授这门课程的精简版,作为荷兰的一门经济学博士学位课程。自2004年以来,非线性经济动力学一直是丁伯根研究所以及阿姆斯特丹与鹿特丹的经济学、计量经济学和金融学研究生院的研究生项目的重要课程内容。本书的大部分内容都在暑期学校和系列讲座中被讲授过了,比如,2004年6月意大利乌迪内的经济学中的非线性动力系统高级学院课程,2006年6月意大利比萨的异质型行为入模型系列讲座,2007年7月意大利特伦托的基于行为人的金融学特伦托暑期学校课程,以及2010年6月意大利锡耶纳的经济社会复杂系统的跨学科方法的国际学校课程。

对于许多同事和朋友二十多年来的启发性建议和帮助我十分感激。我在格罗宁根大学的博士毕业论文

的主要指导教授海伦娜·努塞(Helena Nusse)激发了我对混沌和复杂性的研究热情。在格罗宁根,弗洛里斯·塔肯斯(Floris Takens)进一步深化了我关于非线性动力学和奇异吸引子的知识,Ad皮克麦特(Ad Pikkemaat)给我讲授了数理经济学的入门课程。在阿姆斯特丹大学,我师从的是荷兰乃至欧洲的第一批数理经济学家中的其中一位——克劳斯·韦德波尔(Claus Weddepohl)教授,他意识到了非线性动力学和复杂性对于经济学的重要性。

我最感谢的是威廉·布罗克(William A. Brock)教授这么多年来启发性建议和支持。我于1994年、1995年、1997年夏天到威斯康星大学麦迪逊分校的访问,以及我们之后在阿姆斯特丹或麦迪逊休憩时的定期讨论都相当启发人心和富有成效。我们对复杂经济系统中的有限理性和异质性预期的合作研究成为了这本书的理论基础。他的贡献远远超过了科学的边界,他真挚的友情也是我不断回到麦迪逊的原因。

1998年以来,经济学与金融学非线性动力学中心(Center for Nonlinear Dynamics in Economics and Finance, CeNDEF)一直在阿姆斯特丹大学经济学院中提供着有利的研究环境。CeNDEF不仅仅深入地探究了经济学中的非线性动力学和复杂性的理论和应用,而且用实证的时间序列数据和以人为实验对象的实验室实验来检验其有效性。在CeNDEF的初创时期,实验和实证工作把我带入了一个全新的领域,而本书大大得益于我在过去15年中与CeNDEF的学者、合作者和朋友们几乎每天的讨论与合作研究,尤其是Mikhail Anufriev, Peter Boswijk, Cees Diks, Maurice Koster, Roald Ramer, Joep Sonnemans, Jan Tuinstra和Florian Wagener。我也很幸运地一直能与CeNDEF出色的博士生和博士后们进行头脑风暴,我要感谢Tiziana Assenza, Te Bao, Adriana Cornea, Pietro Dindo, Gerwin Griffioen, Peter Heemeijer, Sander van der Hoog, Tatiana Kiseleva, David Kopanyi, Marco van der Leij, Michiel van der Leur, Tomasz Makarewicz, Sebastiano Manzan, Domenico Massaro, Saeed Mohammadian Moghayer, Marius Ochea, Valentyn Panchenko, Raoul Philipse, Daan in't Veld, Henk van de Velden, Robin de Vilder, Juanxi Wang, Roy van der Weide, Marcin Wolski, Paolo Zeppini, Mei Zhu和Ilija Zovko。

复杂性、有限理性和异质性是经济学中新出现的仍带有些争议的研究主题,我的成果极大地得益于我与许多同事和朋友们的启发人心的讨论,得益于他们的鼓励和与我的合作研究,他们是:Jasmina Arifovic, Volker Böhm, Giulio Bottazzi, Jean Philip Bouchaud, Bill Branch, Jim Bullard, Serena Brianzoni, Carl Chiarella, Silvano Cincotti, David Colander, Herbert Dawid, Dee Dechert, Paul DeGrauwe, Domenico Delli-Gatti, Roberto Dieci, Giovanni Dosi, Edward Droste, John Duffy, George Evans, Doyne Farmer, Gustav Feichtinger, Mauro Gallegati, Laura Gardini, Andrea Gaunersdorfer, Jacob Goree, David Goldbaum, Jean-Michel Grandmont, Roger Guesnerie, Tony He, Dirk Helbing, Thorsten Hens, Seppo Honkapohja, Hai Huang, Ken Judd, Alan Kirman, Mordecai Kurz, Yuri Kuznetsov, Laurence Laselle, Blake LeBaron, Axel Leijonhufvud, Marji Lines, Thomas Lux, Rosario Mantegna, Bruce McGough, Alfredo Medio, Paul Ormerod, Damjan Pfajfar, J. Barkley Rosser, Klaus-Reiner Schenk-Hoppé, Andras Simonovits, Gerhard Sorger, Didier Sornette, Shyam Sunder, Leigh Tesfatsion, Fabio Tramontana, Miroslav Verbic, Duo Wang, Frank Westerhoff, Remco Zwinkels 以及其他各位。

我希望本书可以激发读者对经济学和金融学中的非线性动力学和复杂系统的研究兴趣,正如我这些年一直都体会到的那样。这本书并不是非线性动力学的晦涩的数学方法讲解,而是研究者和政策制定者们所应用的经济学和金融学中的最重要的相关工具的集合。在我教授的关于这个主题的课程中,计算机模拟对于学生掌握非线性动力学的概念和丰富内涵一直有重要作用。本书中绝大多数的图表都是由 E&F Chaos 软件包生成的,这个软件包由 CeNDEF 与经济学家 Cees Diks、Valentyn Panchenko 和 Roy van der Weide 共同开发,目前可以在 <http://www.fee.uva.nl/cendef> 免费下载。

特别要感谢 Dávid Kopányi 细心帮助我编辑文稿和安排图表与插图。他的帮助使本书最终得以完成。另外,我也要感谢剑桥大学出版社 Chris Harrison 和 Phil Good 的技术支持。同时我也要感谢荷兰科学研究组织(Netherlands Organization for Scientific Research,简称 NWO)以及欧盟通过其第六个科研框架计划(the Sixth Framework Programme for Research, FP6)和第七个

科研框架计划 (the Seventh Framework Programme for Research, FP7) 的拨款,多年来一直资助我的复杂性研究。

最后,我要感谢 Annelies、Thomas 和 Saar,谢谢他们这么多年来给予我的爱和耐心。他们是我在这个复杂世界中最执着的守候。

This is a translation of the following title published by Cambridge University Press:

Behavioral Rationality and Heterogeneous Expectations in Complex Economic Systems

ISBN 978-1-107-01929-4

© Cars Hommes 2013

This translation for the People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macau and Taiwan) is published by arrangement with the Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, United Kingdom.

© Cambridge University Press and Truth & Wisdom Press 2015

This translation is authorized for sale in the People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macau and Taiwan) only. Unauthorised export of this translation is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of Cambridge University Press and Truth & Wisdom Press.

本书经授权译自英文版 Behavioral Rationality and Heterogeneous
Expectations in Complex Economic Systems

ISBN: 978-1107019294

卡尔斯·霍姆斯 著

Cambridge University Press 2013 年出版

本书中文简体字版由剑桥大学出版社授权格致出版社合作出版
未经许可, 本书任何一部分不得以任何形式或任何方式复制或传播。

版权所有, 侵权必究。

上海市版权局著作权合同登记号: 图字 09-2014-154

目 录

主编的话
前言

CONTENTS

1 导论	1
1.1 经济动力学、非线性和复杂性	3
1.2 非线性经济中的适应性预期	13
1.3 理性预期对幼稚预期	17
1.4 自适应学习	21
1.5 行为理性和异质性预期	26
1.6 作为复杂自适应系统的金融市场	29
1.7 学习预测实验	36
1.8 简单的复杂系统	41
1.9 本书的目的和概要	42
2 一维系统中的分岔和混沌	45
2.1 单调映射	46
2.2 二次差分方程	50
2.3 分岔	53
2.4 混沌	62
2.5 李雅普诺夫指数	73
2.6 混沌和自相关性	76
3 二维系统中的分岔和奇异吸引子	80
3.1 埃农映射	81
3.2 分岔	85
3.3 马蹄映射	99
3.4 同宿轨线	102
3.5 李雅普诺夫特征指数	107

4 非线性蛛网模型	110	7 实证检验	226
4.1 蛛网模型	111	7.1 价格比现金流的模型	228
4.2 幼稚预期	113	7.2 一个简单双类型模型例	
4.3 理性预期	114	子的估计	232
4.4 复杂市场中的幼稚预期	114	7.3 实证推论	238
4.5 适应性预期	117		
4.6 线性回顾预期	121	8 实验室实验	244
4.7 行为理性的线性预测		8.1 学习预测实验(LtFE)	246
规则	131	8.2 蛛网模型学习预测实验	249
4.8 在混沌中学会相信	139	8.3 资产定价模型学习预测	
		实验	255
5 异质性预期下的蛛网模型	150	8.4 拟合异质性预期模型	259
5.1 异质性预期	151	8.5 正反馈实验对负反馈	
5.2 理性预期对幼稚预期	155	实验	263
5.3 相互竞争的线性预测		8.6 最后的说明和未来展望	270
规则	171		
5.4 演化选择和自适应学习	179	参考文献	273
6 异质性信念的资产定价模型	183		
6.1 理性行为人的同质性			
基准	185		
6.2 异质性信念	188		
6.3 演化动态	189		
6.4 预测规则	193		
6.5 几个简单的例子	194		
6.6 共存吸引子的一个例子	207		
6.7 多种交易者类型	219		

1

导 论

经济是一个具有非线性互动和反馈回路的复杂系统。这种观点最早可以追溯到熊彼特(Joseph A. Schumpeter)和哈耶克(Friedrich Hayek),乃至西蒙(Herbert A. Simon)。20世纪80年代以来,复杂性建模范式就一直在与圣塔菲研究所(Santa Fe Institute, SFI)有联系的经济学家以及来自物理学、计算机科学和生物学等不同领域的各种学科的科学家中备受推崇。^①近年来,复杂性观点也吸引了政策制定者们的关注,因为他们需要面对各种复杂的现象、不规则的波动和突如其来的市场转型。例如,前美联储主席本·伯南克(Ben Bernanke)指出,2010年5月6日下午道琼斯工业平均指数在1 000点位上的崩溃反映了金融市场体系的复杂性:

短暂的股市暴跌在正式意义上只是一个反映金融市场体系有多复杂和混乱的小指标。我们的金融体系是如此复杂,其互动性是如此之强——不同的国家有那么多不同的市场和那么多的规则,股市中发生的变化只是这些市场要素如何关联或者说技术如何与市场恐慌相互影响

^① 参见圣塔菲研究所会议的早期论文集菲利普·安德逊等(Anderson et al., 1988)与W.布莱恩·阿瑟等(Arthur et al., 1997a)。

的一个小例子。

(2010年5月17日《国际先驱论坛报》对本·伯南克的访谈)

2008年爆发的金融经济危机是一些大波动的剧烈表现,这与复杂演化系统中非常典型的关键转型相类似。全球金融市场的这些大波动几乎不能被视作是对经济基本面消息的理性反应,同时也不能被传统的代表性理性行为人宏观金融模型所解释。一个更有说服力和更直观的解释是,这些极端的大波动是由经济的负面消息触发的,紧接着又被有限理性的有互动的异质性行为人群体的“非理性”过度反应所强烈扩大。欧洲央行前主席让-克洛德·特里谢(Jean-Claude Trichet)在他的著名演讲中曾呼吁政策制定者采取应对危机的新方法:

首先,我们必须要考虑如何描述作为任意模型的核心经济人(homo economicus)的特征。作为现有模型的基础的原子式的实现最优化的行为人没有显示出危机期间的行为特征。我们需要更好地处理行为人之间的异质性以及异质的行为人之间的互动,同时也需要反映经济决策的不同动机。行为经济学引入了心理学来解释危机环境中的决策制定。基于行为人的模型免除了最优化假设,并允许行为人之间更复杂的互动。这种方法值得我们关注。

其次,我们需要考虑预期形成的更多的特性。理性预期理论在过去40年的宏观经济分析中一直发挥着重要作用。但是这个假设显然还需要重新检验。对诸如学习和理性疏忽等新概念我们正在进行非常鼓舞人心的研究工作。

(2010年11月18日让-克洛德·特里谢
在法兰克福的欧洲央行会议上的演讲)

本书提出了经济学中的一些简单而典型的复杂性模型。我们主要关注复杂的自适应经济环境中有限理性的个体行为人的基本异质性预期行为理论。我们也会通过金融时间序列数据和以人为实验对象的实验室实验,在微观和宏观层面上讨论异质性预期行为理论的实证有效性。赫伯特·西蒙(Herbert A. Simon, 1984, p.54)已经强调过有实证基础的经济动力学的预期行为理论的必要性。

经济学的下一步很自然是要继续保留预期已经获得的战略性地位,

而且还要建立关注力事实上是如何在社会体系中被引导的以及预期事实上是如何形成的经过实证验证的理论。这一步需要实证经济学有一个新的方向,即行为主义者所主张的微观实证。

1.1 经济动力学、非线性和复杂性

经济动力学与为商品价格、产出增长、失业、利率、汇率和股价等经济变量和金融变量的波动建立模型相关。宽泛地说,关于经济波动的主要来源有两种截然不同的观点。第一种观点认为经济周期主要由经济基本面的消息驱动,即是由对偏好、禀赋、技术和企业的未来收益或分红等随机外生冲击引致的。这些随机冲击通常作用于内在稳定的(线性化的)经济系统上。这种观点可以追溯到 20 世纪 30 年代的拉格纳·弗里希(Ragnar Frisch)、尤金·斯勒茨基(Eugen Slutsky)和简·丁伯根(Jan Tinbergen),他们证明了一个遭受连续的不规则外在随机冲击的稳定线性系统可能产生与实际经济周期中观察到的波动极其类似的波动。

这种线性稳定观点在 20 世纪四五十年代颇受争议,主要因为它没能从经济学角度解释观察到的波动,而是将这些波动归因于外在的非经济因素。理查德·古德温(Richard Goodwin)、约翰·希克斯(John Hicks)和尼古拉斯·卡尔多(Nicholas Kaldor)提出了另一种非线性内生经济周期模型,将储蓄—投资机制作为产生经济周期波动的主要经济因素。根据这种非线性观点,经济可能存在内在的不稳定,即使在没有外在冲击的情况下,经济变量的波动还是可能会出现。但是,早期的凯恩斯主义非线性经济周期模型至少在以下三个方面颇受争议。首先,这些模型产生的有限的周期远不足以解释经济和金融时间序列数据中有时不同寻常的巨大波动。其次,“运行定律”(laws of motion)被认为是“特定”的,因为其缺乏微观基础,即没有效用最大化 and 利润最大化原则的支撑。第三个重要的方面是行为人的行为被认为是非理性的,因为他们的预期在正常的经济周期中是系统性错误的。聪明的理性交易者会从经验中学习来预测这些周期性波动,然后相应地修正他们的预期,周而复始,从而周期性就会消失。

这些不足触发了 20 世纪六七十年代的理性预期革命,这一革命首先由约翰·穆斯(Muth, 1961)与罗伯特·卢卡斯(Lucas, 1972a, 1972b)这三篇开创性的论文激发。由芬恩·基德兰德和爱德华·普雷斯科特(Kydland and Prescott, 1982)作为先锋,新古典经济学家在外生的方法中发现了一种新的解释,即随机的真实经济周期(real business cycle, RBC)模型。RBC 模型适用于一般均衡框架,以效用最大化的消费者、利润最大化的厂商、对所有时期的所有商品和所有具有理性预期的交易者市场出清为特征。后来,新凯恩斯主义动态随机一般均衡(Dynamic Stochastic General Equilibrium, DSGE)模型也出现在了宏观经济学建模和政策分析的前沿(Clarida et al., 1999; Woodford, 2003)。这些 DSGE 模型一般是对数线性化的,并且假设一个代表性的理性行为人框架。一个代表性的完全理性的行为人非常好地适用于关于全局稳定的因而可预期的经济的线性观点。直到 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,关于经济周期的主要来源的辩论似乎是以支持外生冲击假设而落幕,最终形成了目前占主导地位的用于政策分析的 DSGE 宏观模型。

1.1.1 混沌的发现

在数学和物理学中,由于确定性混沌的发现,有关为动态现象建模的观点在 20 世纪六七十年代发生了剧烈的变化。其先驱者之一,是麻省理工学院的气象学家爱德华·洛伦茨(Edward Lorenz),他通过计算机模拟发现,一个由三个微分方程构成的简单非线性方程组可以产生极不寻常的似乎不可预测的时间序列模式(Lorenz, 1963)。^①并且,他的有关天气预测的程式化模型以对初始条件的敏感依赖性(“蝴蝶效应”)为特征:初始状态的一个小的

① 参见詹姆斯·格雷克(Gleick, 1987)中对“混沌理论”启发人心的历史回顾。值得注意的是,20 世纪 50 年代传统凯恩斯主义经济周期模型中的一个模型,即希克斯的带有上限和下限的经典非线性经济周期模型,实际上可以产生不规则的混沌时间序列。特别是希克斯(Hicks, 1950, pp.76—79)中的图 9 和图 10,这两个图虽然当时是手工计算的,但与霍姆斯(Hommes, 1995)中电脑模拟的混沌序列相似,所以在某种意义上,希克斯在他的经济周期模型中已经很接近发现混沌了。

扰动导致了中长期完全不同的时间路径预测。在 20 世纪 70 年代,大卫·吕埃勒和弗洛里斯·塔肯斯(Ruelle and Takens, 1971)给出了一个数学证明,即由三到四个微分方程构成的简单的非线性方程组,在排除了外在的随机扰动后,确实能产生复杂的长期不规则动态行为。他们引入了奇异吸引子(strange attractor)这一概念来描述在非线性确定性动力系统长期不规则行为。确定性混沌和奇异吸引子的发现打破了对完美可预见性的拉普拉斯决定论观点并且使科学家们意识到,因为初始状态只能以有限精度进行测度,即使运行定律是完全已知的,长期预测也可能是根本不可能的。

20 世纪 70 年代还有另一篇重要的以“3 周期蕴含混沌”(Period Three Implies Chaos)为题的数学论文(Li and Yorke, 1975),这篇文章有重要的启发性作用,尤其是在应用方面。李天岩(Tien-Yien Li)和詹姆士·约克(James A. Yorke)证明,对于一个单一状态变量的大型简单非线性差分方程组,“3 周期”这一简单的充分条件已经暗含了复杂的混沌动态变化。最有名的例子是生态学家罗伯特·梅伊(May, 1976)描述的生物学中的 Logistic 种群增长。这些例子和其他简单的数学例子一起,随着计算机数值模拟的快速发展,使得数学、物理学和其他应用科学中的非线性动力学备受关注。

但是 20 世纪 70 年代的“混沌革命”发轫于更早的 19 世纪末,由著名的法国数学家亨利·庞加莱(Henri Poincaré)提出。在 1887 年,瑞典的奥斯卡二世国王承诺给关于“我们的太阳系是否稳定?”这一问题的最佳论文以奖励。庞加莱(Poincaré, 1890)在他的获奖论文中证明,在一个简单的三体系统——由太阳、地球和月球组成——中,运动不一定是周期性的,反而可能变得极度地不规则和难以预测,用现代术语来表述,即他证明混沌运动在三体系统中是可能的。庞加莱引入了所谓的同宿点(homoclinic point)概念,即均衡稳态的稳定流形和不稳定流形之间的交点。他的同宿轨线(homoclinic orbits)概念变成了复杂运动和奇异吸引子的一个主要特点,并可以被看作是混沌的早期特征。

1.1.2 混沌的经济学应用

20 世纪 80 年代,受“混沌理论”启发,在内生经济周期建模的传统中,经济理论学家开始寻找非线性的确定性模型,这些模型能生成与真实经济周