

FINANCIAL COMPLEXITY:
EMPIRICAL AND MODELING

金融复杂性 ——实证与建模

杨春霞 周 涛 著



科学出版社

金融复杂性——实证与建模

杨春霞 周 涛 著

国家自然科学基金项目(70571075,60874111,61273229)

江苏省青蓝工程项目

联合资助

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书将资本市场视为一个非线性动力学系统,建模研究了价格指数波动奇异性及其产生机制。首先,运用经验模态分解、去趋势分析、相位同步检测等方法分析了价格波动的周期行为、易变性的长程相关,并进行了金融危机的检测。其次,论述了多主体建模的原理和方法,并运用多主体建模技术建立多个市场模型,在模型有效的基础上分别研究了信息瀑布的形成以及投资者行为演化对价格波动的影响等热点问题。最后,运用复杂网络理论构建了股票价格波动之间的关联网络,研究了价格联动与市场稳定之间的关系,揭示了上海证券交易所资产价格联动的变化过程以及金融危机对行业指数联动性的影响。

本书可供从事演化经济学、金融学、计算机科学相关领域研究的高校教师、研究生、金融监管人员以及各类金融机构的决策者和研究人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金融复杂性:实证与建模/杨春霞,周涛著. —北京:科学出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-03-029169-8

I. ①金… II. ①杨…②周… III. ①金融市场-复杂性理论-系统建模-研究-中国 IV. ①F832.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 274159 号

责任编辑:伍宏发 刘婷婷/责任校对:陈玉凤

责任印制:肖 兴/封面设计:许 瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年11月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2013年11月第一次印刷 印张:17 插页:4

字数:340 000

定价:69.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

在全球经济、金融一体化的今天,金融市场不断呈现出很多经典金融理论无力解释的复杂现象,主要体现为:金融市场的高智能性、强关联性、紧耦合性、巨系统性使得它不再是有效市场假说描述下的理想市场,而是一个复杂的非线性动力系统。描述这样复杂的非线性动力系统,揭开其神秘的面纱,并将它的演化机制展示在世人面前,方便人们监督市场、管理市场、防范风险,这无疑具有重大的理论价值与现实意义,也是本书研究的背景和意义所在。

本书主要探讨了价格指数波动奇异性及其产生机制,内容由两部分共 13 章组成。第一部分(第 1~8 章)实证研究了价格波动的复杂性特征:收益分布的尖峰胖尾特性、价格波动的长程依赖性、价格波动的雪崩行为及周期特征等;建模研究了价格波动的多重分形过程、信息瀑布的产生对市场稳定性的影响、投资者行为演化对价格波动特征的影响以及资本市场的混沌行为。第二部分(第 9~12 章)以上海证券市场为研究对象,结合复杂网络理论和互信息算法,在构建一系列动态股票关联网络的基础上,揭示了股票网络的拓扑演化过程,分析了网络拓扑演化与市场指数波动聚集之间的关系;以中国市场 23 个行业指数为研究对象,通过对比分析金融危机前期和金融危机时期股票市场中行业间联动性的变化,进一步揭示金融危机对不同行业的影响,同时为投资决策提供一定的帮助。本书最后总结工作的同时提出了未来研究工作中值得关注的问题。

本书的主要内容系国家自然科学基金项目“网络视角的投资行为演化、价格联动与市场稳定的关系研究”(项目编号:61273229)、“金融市场幂律行为动力学机理研究”(项目编号:60874111)、“金融市场中的非正态标度行为研究”(项目编号:70571075)与江苏省青蓝工程项目联合资助的研究成果。上述一些研究成果已发表在 *Physica A*、*Physics Letters A*、*Modern Physics Letters B*、《科学通报》等国内外一流学术期刊上。本书由杨春霞教授提出总体写作方案并组织撰稿,虽然本书的著者中只有杨春霞和周涛两个人的署名,但这绝不意味着本书的内容除了来自参考文献之外,全部是我们两个人的研究成果。事实上,本书是我们集体智慧的结晶。在我们的研究团队中,10 多名研究生(胡森、夏冰莹、沈莹、王瑞……)都是骨干成员,他们的研究成果(包括所发表的有关学术论文和所撰写的硕士学位论文)是本书的重要组成部分。因此,本书属于我们研究组的所有成员。

在本书编写过程中,参考了国内外相关文献资料,书后也对应列出了主要参考文献。本书的出版得到了上述项目的联合资助以及科学出版社的大力支持,在此

表示衷心的感谢！尽管我们做了不少努力，期望奉献给读者一部满意的书，但由于才疏学浅，书中难免有疏漏或错误之处，敬请专家、学者多提宝贵意见，以便今后进一步修改与完善。

作 者

2013 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 金融复杂性与实验金融学	1
1.1 复杂性科学	1
1.1.1 复杂性科学的由来	1
1.1.2 复杂性科学的发展历程	2
1.1.3 复杂性科学研究的基本问题	2
1.2 复杂系统的主要特点	3
1.3 经济复杂性问题概述	3
1.3.1 经济学面临的困境	4
1.3.2 复杂性经济学	5
1.3.3 经济复杂性研究现状	6
1.4 金融复杂性	7
1.5 实验金融学	8
1.6 本书结构	9
第 2 章 理论基础	11
2.1 传统的金融市场假设	11
2.2 收益尖峰胖尾分布分析——Mantegna-Stanley 法	12
2.3 时间序列之间依赖关系的度量方法	15
2.3.1 相关系数	15
2.3.2 股价波动的非线性判定	15
2.3.3 互信息和广义相关系数	16
2.4 长程相关性检验	17
2.5 波动聚集程度的定量分析	18
2.6 GARCH 模型	19
2.7 Hibert-Huang 变换(HHT)方法	19
2.7.1 EMD 分解过程	19
2.7.2 瞬时相位	21
2.8 同步及相位同步熵	21
2.8.1 同步	21
2.8.2 相位同步熵	22

2.9	本章小结	23
第3章	金融复杂性的实证分析	24
3.1	收益尖峰胖尾分布	24
3.1.1	尖峰胖尾特性	24
3.1.2	中心列维分布	25
3.1.3	尾部幂律分布	27
3.2	价格波动的相关性	29
3.2.1	收益的弱相关	29
3.2.2	易变性的长程相关	29
3.2.3	价格波动长程相关性检验	29
3.3	证券市场长程记忆性实证研究	31
3.3.1	平均波动性的定义	31
3.3.2	随机游走过程的分析	31
3.3.3	道琼斯工业平均指数及其 GARCH(1,1)过程的分析	34
3.3.4	其他市场指数及其 GARCH(1,1)过程的分析	42
3.3.5	波动长程记忆性的分析	43
3.4	价格波动聚集性	54
3.5	价格波动的雪崩动力学	55
3.5.1	雪崩的定义	55
3.5.2	价格雪崩规模分布的实证研究	56
3.6	价格波动的准周期行为	57
3.6.1	价格波动的日历效应	57
3.6.2	全球主要股指准周期行为分析	58
3.7	金融危机的相同步检测	61
3.8	本章小结	66
第4章	金融市场建模	67
4.1	引言	67
4.2	随机游走模型	67
4.2.1	随机游走的概念	67
4.2.2	随机游走模型	68
4.3	基于 Multi-Agent 的金融市场模型	69
4.3.1	多主体系统理论	69
4.3.2	常用的 ABM 软件平台	73
4.3.3	基于 Multi-Agent 的金融市场模型	80
4.3.4	基于 Multi-Agent 建模的简评	85

4.4 基于元胞自动机的金融市场模型	85
4.4.1 元胞自动机	85
4.4.2 元胞自动机用于股票市场建模	86
4.4.3 基于元胞自动机建模的简评	89
4.5 统计物理模型	90
4.5.1 伊辛模型与社会模仿理论	90
4.5.2 逾渗模型	92
4.5.3 借用物理模型建立市场模型的简评	95
4.6 GARCH 模型	95
4.6.1 ARCH 模型	96
4.6.2 GARCH 模型	96
4.6.3 其他 ARCH 模型	97
4.7 其他金融市场模型	98
4.7.1 Langevin 方法	98
4.7.2 Sornette-Ide 模型	100
4.8 本章小结	101
第5章 基于逾渗理论的金融市场网络模型	102
5.1 引言	102
5.2 模型	102
5.2.1 交易规则	103
5.2.2 投资群体结构的动态演化	104
5.3 模型产生的股价时间序列	105
5.4 模型产生的收益分布	106
5.5 价格波动的雪崩动力学	108
5.6 多重分形的标度特征分析	110
5.7 模型的优点	111
5.8 本章小结	112
第6章 基于信息传播的金融市场网络模型	114
6.1 引言	114
6.2 投资者之间的关系网络	115
6.3 模型	115
6.3.1 交易规则	116
6.3.2 信息传播与投资群体结构的动态演化	116
6.4 模型产生的股价时间序列	118
6.5 模型产生的收益分布	120

6.6	模型产生的价格序列相关性及其波动聚集度分析	127
6.7	信息传播与价格波动	128
6.7.1	信息集网络	128
6.7.2	市场上信息传播过程	128
6.7.3	信息瀑布的发生对价格波动的影响	131
6.8	本章小结	132
第7章	订单驱动的中国股票市场建模	134
7.1	市场环境	134
7.2	交易规则	135
7.3	投资者投资策略	136
7.4	系统流程和模块设计	138
7.5	模型有效性分析	139
7.5.1	价格波动的统计特征分析	139
7.5.2	参数与统计特征分析	144
7.6	价格波动的生态学解释	148
7.6.1	市场生态	148
7.6.2	投资者活动比率与价格波动的关系分析	152
7.6.3	市场预期与投资者行为的关系分析	155
7.7	本章小结	157
第8章	资本市场的混沌和分形	158
8.1	混沌和分形	158
8.2	混沌的定义	160
8.2.1	混沌的 Li-Yorke 定义	160
8.2.2	混沌的 Devaney 定义	160
8.3	混沌的度量	161
8.3.1	Lyapunov 指数	161
8.3.2	测度熵	162
8.3.3	分数维	163
8.4	提取混沌特征量的数值方法	164
8.4.1	相空间重构	164
8.4.2	计算 Lyapunov 指数	164
8.4.3	计算关联维	166
8.5	金融市场的混沌	167
8.6	金融市场的分形	169
8.6.1	分形分布(帕雷托-列维分布)	169

8.6.2	Hurst 指数	171
8.6.3	价格时间序列的分形	171
8.6.4	价格波动的多重分形特征	174
8.7	虚拟股市的混沌行为分析	176
8.7.1	股市模型	176
8.7.2	混沌行为分析	178
8.8	本章小结	181
第 9 章	价格波动关联性研究基础	182
9.1	概述	182
9.2	相关理论基础	184
9.2.1	复杂网络的基本概念	184
9.2.2	复杂网络基本模型及其性质	187
9.2.3	构建股票网络的方法	193
9.3	本章小结	196
第 10 章	上海市场股票价格波动关联性研究	197
10.1	引言	197
10.2	市场数据来源及处理	197
10.3	股票价格波动的非线性判别	198
10.4	动态股票关联网络的构建	199
10.5	股票关联网络的拓扑演化研究	202
10.6	网络拓扑演化与股指波动聚集之间的关系研究	207
10.7	本章小结	209
第 11 章	基于最大生成树的上海市场股票网络演化分析	210
11.1	上海市场价格指数	210
11.2	数据来源与处理	211
11.3	股票关联网络的构建	211
11.4	上海股票市场的演化特性分析	212
11.4.1	树的拓扑统计特性	212
11.4.2	动态股票关联网络的统计特性研究	213
11.4.3	不同时期最大生成树的比较	216
11.4.4	不同时期上海股票市场稳定性分析	221
11.5	最大生成树的其他演化特性分析	221
11.5.1	单步存活率	221
11.5.2	多步存活率	222
11.6	对数收益时的分析结果	224

11.7	本章小结	227
第 12 章	金融危机时期股票市场行业指数联动性分析	229
12.1	引言	229
12.2	数据的选取	230
12.3	全连通网络	230
12.3.1	全连通关联网络的构建	230
12.3.2	影响因子分析	231
12.4	阈值网络拓扑结构分析	232
12.5	最大生成树拓扑特性分析	236
12.6	阈值法与最大生成树法的比较	239
12.7	本章小结	239
第 13 章	总结与展望	241
13.1	总结	241
13.2	研究展望	243
参考文献		246
图版		

第1章 金融复杂性与实验金融学

1.1 复杂性科学

1.1.1 复杂性科学的由来

当代科学正在经历一个划时代的变革,包括科学研究重心的转移和科学思想规范的转变。科学研究的重心正从微观(如原子、基本粒子)和宏观(天体、宇宙空间)的领域转移到更为复杂的宏观领域中来。科学理论框架也正从以平衡或均衡观念为核心的古典静态理论(几何学)走向以非平衡为核心的现代演化理论(动力学)。

正处在变革过程中的研究者们面临着—个最大的挑战或最大的希望。因为在研究极大、极小这两个领域上发展起来的古典物理学,在解释极为复杂领域如生命、社会现象时碰到了非常基本的障碍。主导极小和极大的物理理论都源于希腊的原子论和几何学。原子论的基本思想是复杂事物可以分解为简单组元之和。所谓的 $1+1=2$,这是线性求和的简单例子,它隐含着—个基本的假定,即简单组元的运动规律相对简单,并且可以忽略各组元之间的相互作用。但是如果对活的生物进行分解,就可能改变生物活动的正常状态以致死亡。原因是生物体组元之间的相互作用和相互耦合比机械运动复杂得多,已经不再属于线性求和就能解决问题的范畴。所谓的 $1+1>2$,这是复杂系统的典型特征。

自20世纪80年代起,为了区别于四五十年代发展起来的以线性数学理论为基础的系统论,科学界就给以非线性数学为基础,以现实问题为背景,包括物理、化学、生物、经济、社会等各个方面的新兴交叉领域—个总的称呼——复杂性科学。那么什么是复杂性科学呢?它研究什么呢?复杂性科学是研究复杂系统中各组成部分之间非线性相互作用的特征、机理、规律及其复杂性,揭示系统的演化、混沌、涌现、自组织、自适应、自相似等机理及其内在规律的一门新兴的交叉学科。这门学科不依赖于牛顿式的宇宙观——隐喻世界如钟表—样可以预测,而是展现了—个全新的视角,即采用从下而上的方法,探讨组成复杂系统的各组元之间通过非线性相互作用而涌现(emerge)出来的、不同于微观个体特征简单叠加的整体特性。但是关于什么是复杂性,却不能给出—个明确的定义。因为复杂性科学的研究几乎涉及科学的方方面面、各个领域。不同的学者基于不同的学科背景和研究对象会给出不同的定义。据劳埃德统计,复杂性的定义已有45种(约翰·霍甘,1997)。

从不同分支领域中各自发展起来的复杂性科学正处在起步阶段,正是研究者们研究角度的差异才会导致今天众说纷纭的局面(郝柏林,2001)。也许根本不存在统一的复杂性定义,至少目前不必追求这种统一定义,多样性、差异性 is 复杂性固有的内涵,只接受一种意义下的复杂性,就否定了复杂性本身(苗东升,2001)。

1.1.2 复杂性科学的发展历程

关于复杂性研究的来龙去脉,圣菲研究所(Santa Fe Institute, SFI)的首任所长 Cowan(费米奖获得者)在 1994 年 SFI 举行的一次学术会议的开幕式上做过简要的叙述:复杂性作为一门学科,其起源地是维也纳,1928 年 Bertalanffy 完成了描述生物有机体系统的毕业论文。在此之前的若干年 Whitehead 在《科学和现代世界》上以“有机体的哲学”一文,描述了相类似的见解,自此以后的 20 年,在这方面作出实质性贡献的人及其著作有:McCulloch 和 Pitts(1943)的神经网络(neural network)、von Neumann 的元胞自动机(cellular automata)和复杂性以及 Wiener(1948)的控制论(cybernetic)。到了 20 世纪 50 年代以后,Prigagine 的耗散结构以及 Haken 的协同学对复杂性科学的研究都有重要的贡献(戴汝为,1997)。从 20 世纪 90 年代开始,圣菲研究所致力于复杂性科学的各种相关部分工作,使复杂性科学的研究进入一个新的阶段。

圣菲研究所是一个私有、独立、非盈利、包含各种学科的研究和教育中心,成立于 1984 年。创始人之一是 Cowan,参与创办的还有诺贝尔物理学奖得主 GellMann 和 Anderson、诺贝尔经济学奖得主 Arrow 以及遗传算法的创始人 Holland,等等。圣菲研究所是现在最有影响力的复杂性科学研究学派之一,研究的重点是简单性、复杂性、复杂系统和复杂适应性系统。

除了圣菲研究所之外,还有很多学者在进行复杂性和复杂系统方面的研究。现在在全世界研究复杂性科学的过程中已经形成了很多学派,仅在美国就形成了五个学派:系统动力学学派、适应性系统学派、混沌学派、结构基础学派和交叉学派。我国从 20 世纪 90 年代就已经开始了对复杂性科学的探索,著名学者钱学森等于 1990 年提出了开放的复杂巨系统的概念,认为复杂性问题实际上是开放复杂巨系统的动力学特性问题,这在国内外产生了广泛的影响(钱学森等,1990)。

1.1.3 复杂性科学研究的基本问题

复杂性科学研究的复杂系统涉及的范围非常广泛,包括自然、工程、生物、经济、管理、政治和社会等各个方面;它探索的复杂现象从一个细胞呈现出来的生命现象,到股票市场的涨落、城市交通的管理、自然灾害的预测,乃至社会的兴衰等。

那么其研究的基本问题究竟是什么？它有两个令人深思的问题，或者说是一个问题的两个方面(Prigogine, 1980)：第一个问题是为什么生物和社会这样的复杂系统能够存在(being)；第二个问题是为什么复杂系统能够演化(becoming)。从20世纪40年代开始，各个领域进行的复杂性问题的研究几乎都是围绕这两个问题展开的。

1.2 复杂系统的主要特点

尽管复杂性科学的研究涉及科学的方方面面，但是作为其研究对象的复杂系统都有一些共同的特点，就是在其变化无常的活动背后会呈现出某种捉摸不定的秩序，其中演化、涌现、自组织、自适应、自相似被认为是复杂系统的共同特征。简单地说，复杂系统一般具有以下特征。

(1) 复杂系统的各个组成部分之间相互联系，而且联系十分复杂。复杂系统都是由许多子系统组成的，各子系统之间相互作用、相互影响，形成复杂的关系网。

(2) 复杂系统与环境之间不断地进行物质、能量、信息方面的交换。孤立的系统是不会出现复杂性的。普利高津的耗散结构理论指出，外界能量的不断输入是自组织结构出现的必要条件，而且自组织现象是复杂系统的重要标志之一。

(3) 在空间上，复杂系统具有宏观的稳定性和微观的不稳定性。比如人这个复杂系统，人作为一个整体是相对稳定的，但人体细胞不断地进行新陈代谢，在六个月内组成人的细胞几乎会全部更新，所以从微观上来看，人这个系统又是不稳定的。

(4) 在时间上，复杂系统具有短期的不变性和长期的变化性。同样以人为例，如果观察时间以分钟、小时、天为单位，人这个复杂系统可以认为是不变的。但是以一年、十年为单位来观察，人的身体会生长衰老，人的行为模式会因学习积累而改变。若从这个角度来看，人这个系统又是不断改变的。

(5) 复杂系统的行为既不是完全确定的，也不是完全随机的。即使由完全确定性个体组成的系统也可以表现出随机的行为(混沌)，而由完全随机性个体组成的系统也可以表现出确定的行为(突现)。

1.3 经济复杂性问题概述

经济学通常被定义为研究将有限资源分配给竞争性使用的学科。从1776年亚当·斯密发表《国民财富的性质和原因的研究》确立古典经济学的大厦算起，主流经济学的发展历经了200多年，其发展历史已经表明：自然科学每一次理论与方法的重大变革，都成为经济学创造性思维的源泉(张永安等, 1997)。那么，复杂性

科学的兴起会对经济学的发展有什么影响呢？

1.3.1 经济学面临的困境

新古典经济学是以均衡理论为基础的，它主要运用线性的简化论方法来分析研究复杂经济现象，认为人和人之间的经济本质差别很小，不同的人具有内在的大致相同的经济动机和经济行为，即各经济行为主体（厂商、消费者等）为实现自身目标最优化而相互作用，经济系统最终会达到供求等各方面力量平衡的特殊状态——均衡。通过均衡存在、唯一与稳定的性质，大致地确定经济发展变化的整体趋势。系统的演化遵循逐渐趋近并达到均衡状态的模式，在外界的扰动下，在均衡附近波动，或准静态地转移到新条件下的稳定均衡。这种均衡思想在一定程度上来自牛顿经典科学思想在经济学上的移植和应用。正是在这种思想的指导下，物理学家研究自然界中的各种物理现象时采用质点、绝对真空或绝对气体等抽象的概念，化学上才形成了关于物质结构的简化模型——原子和分子。同样，经济学家面临经济问题时，为了抓住经济过程的实质，就将错综复杂的经济现象抽象化并建立简单的模型，并用这些模型表示个人作出决定的方法、厂商的行为以及这两类对象是如何相互作用而决定市场的。如同质点是刚性物体的近似一样，经济学家建立的模型在一定条件下同样是经济系统的良好近似。而且用这种方法研究经济系统时取得了令人瞩目的成就，它不仅架起了数理科学与人文科学之间的桥梁，在用数理方法描写经济行为上作出了开创性的贡献，而且对市场稳定性机制，例如价格竞争和技术传播的收敛趋势，同样也作了开创性的研究。然而，这种习惯地从单一的因果角度对复杂的世界作还原论和确定论的思考，以为经济本质上是一个以线性关系为基本特征的、满足线性叠加的世界，这种思想规范以及在其基础上形成的经济理论，在描述现实的非线性经济系统时存在着一定的缺陷，在解决某些经济问题时就会显得无能为力。

面临这一尴尬局面，经济学内部早就从各个方面对均衡理论提出了一系列的批评。心理学首先质疑微观经济学的经纪人是理性的基本假设，发现人的理性是有限的，作出的决策是有偏见和局限的。经济学发现市场信息是不对称的，市场行为取决于游戏规则，市场波动受到大众心理影响，规模效应导致路径依赖，从而最终打破了有效市场的神话。20世纪90年代以来，针对建立在有效市场假说（efficient market hypothesis, EMH）之上的现代金融理论（Fama, 1970），经济学家、物理学家更是提供了很多质疑其完备性的实证结果。如收益明显偏离了正态分布，而是截断列维（truncated Lévy）分布，即分布函数中心部分可以用 Lévy 分布很好地拟合，但其尾部是幂指数约为 -3 的幂律（power law）分布，和正态分布相比呈现出尖峰胖尾（peak and fat-tailed）的特征（Wang et al., 2001; Gopikrishnan et

al., 1999; Galluccio et al., 1997; Liu et al., 1997; Mantegna et al., 1995); 易变性(收益绝对值)呈现出长程相关(long-range correlation)(Ghashghaie et al., 1996; Mantegna et al., 1995; Dacorogna et al., 1993), 即价格波动之间存在着相关关系, 价格持续上涨或下跌出现的可能性远大于价格波动相互独立的假定等。所有这些统计奇异性都反映了金融市场价格波动的非正态标度行为, 金融理论在描述价格波动行为时和真实市场之间存在着一定的差距。

北京大学中国经济研究中心的陈平教授更是用简洁的语言描述了经济学面临的困境。从方法论而言, 线性均衡是古典经济学与新古典经济学综合使用的方法, 其特征为方法论的个人主义(代表者模型与单体问题)、观测的线性趋势和噪声表象(线性随机过程)。从理论模型而言: 微观经济学的线性供求理论、金融经济学的布朗运动模型与有效市场假说是同宏观经济学观测到的持续波动和经济危机互相冲突的片面理论(陈平, 2000)。

1.3.2 复杂性经济学

面临这一尴尬境地, 作为以解释、分析、预测经济现象为己任的经济学家们当然不会忽视这些缺陷的存在, 他们必然会努力寻找新的方法、理论以更新经济学理论。在其更新经济学理论的过程中, 他们从不拒绝从自然科学中汲取“有效成分”。经济学家们肯定会去关注并吸纳同时代自然科学理论和科学方法的最新成就, 应用新的思维方式、新的研究工具去研究经济现象。复杂性科学给自然科学带来巨大的科学范式的转变, 它一出现就引起了经济学家的高度重视。经济学家当然不会放弃这一发展和更新经济学理论与方法的契机, 于是将复杂性科学理论引入了经济学, 兴起了研究经济复杂性问题的热潮, 并期望给经济学的发展注入新的活力。

经济学与复杂性科学相结合的经济学称为复杂性经济学。复杂性经济学是在经济理论的指导下, 运用复杂性科学的理论和方法, 研究和揭示复杂经济系统规律的一门经济学分支。复杂性经济学旨在揭示经济系统中复杂现象的产生、演化和发展规律, 以指导经济实践。复杂性经济学已不再把经济现象看成是市场稳定和供求均衡的结果, 而将经济现象看成是由许多相互作用的个体在远离均衡的状况下保持不断调整关系的结果。每个个体都会根据自己对未来的预测及其他个体的反应来采取行动, 并且在不断地学习和适应。由此会突现出新的经济结构和模式, 而组成经济的结构、行为及技术等因素也会不断地形成和重组。与过去的传统经济学强调的“稳定”、“均衡”、“理性行为”不同, 复杂性经济学要强调的是“不稳定性”、“结构变化”等。当然, 稳定、均衡、理性等也应给予适当考虑。正如相对论及量子力学对于经典力学一样, 复杂性经济学并不否认传统经济学, 而是普适性更高

的研究经济现象的理论和方法。其研究的经济系统的复杂性主要表现在以下几个方面:经济增长的复杂性;增长、通胀、就业三者相互协调的复杂性;货币金融系统与实物经济的系统相互融合协同演化的复杂性;还有宏观经济系统与生态、环境以及人口系统相互制约和促进的复杂性等。针对这些复杂性问题,经济学家期望将在研究复杂系统中所涉及的一些基本概念,如非线性、非平衡、突变、分岔、混沌、路径依赖等,以及获得的某些基本规律应用于经济系统,寻找突破口,并为经济理论的完善添砖加瓦。

1.3.3 经济复杂性研究现状

经济复杂性的研究已经引起了我国学者的高度重视,钱学森教授在 1990 年关于复杂巨系统研究的论述中着重指出,在 21 世纪的几个大问题中,包括宇宙的形成与演化、生命的奥秘、复杂经济系统分析等,研究与解决的重要方法之一即“混沌”或“分形”。成思危在 1999 年的中国科学院院刊上也发表了《复杂科学与管理》一文,阐述了类似的观点。《科学》于 1999 年 5 月刊登了《复杂性的刻画和“复杂性科学”》一文(郝柏林,1999)。他们一致认为,在 21 世纪的科学发展趋势中,复杂系统的研究将占据重要地位,特别是在社会经济系统等复杂性研究领域,许多问题有待于采用与复杂性有关的非线性、非平衡及动态演化的系统方法来解决(吴冲锋等,2002)。

经济复杂性的研究在国外更是如火如荼。1980 年美国经济学家 Stutzer 等(1980)首先将混沌理论应用于经济学,在哈维尔模经济增长方程中揭示了混沌现象,发表了题为“一个宏观模型中的混沌动力学和分叉”的论文;经济学家 Day 等在 1982 年发表了题为“非规则增长周期”的论文,完成了复杂性经济学理论上、试验上的突破。到了 20 世纪 80 年代末、90 年代初,几位诺贝尔奖得主和数学大师对经济分析提出了一个崭新思路,即经济可视为一个演化的复杂系统。如 Prigogine 等在 1985 年提出了社会经济复杂系统中的自组织(self-organization)问题;Anderson 和 Arrow 在 1988 年组织了一个专题讨论会,主题就是经济系统可视为一个演化着的复杂系统,他们设想经济系统可能存在内在的核心动力机制,且这种机制可由一些数目不多的“关键”变量和参量表示并且支配整个经济的发展演化行为;Smale 在 1991 年提出了动力系统的十个大问题,他认为前八个问题已多少有些看法,第九个问题就是如何将经济中的一般均衡理论发展成为一个动态理论,Smale 还指出此问题是经济理论研究的主要问题(伍海华等,2003)。除了这几位学者的集中论述之外,其他的一些著名学者,例如德国的 Haken(1977, 1998)等,也有过很多支持这种观点的论述。

复杂性科学已被有些科学家誉为是“21 世纪的科学”。经济复杂性问题是其