

社会科学计算实验系列之二
国家自然科学基金重点项目研究成果

盛昭瀚 李静 陈国华 等著

社会科学计算实验 基本教程



上海三联书店

盛昭瀚 李 静 陈国华 等著

社会科学计算实验 基本教程

 上海三联书店

图书在版编目(CIP)数据

社会科学计算实验基本教程/盛昭瀚等著. —上海:上海三联书店, 2010. 7

ISBN 978-7-5426-3194-7

I. ①社… II. ①盛… III. ①电子计算机—应用—社会科学—研究方法—教材 IV. ①C39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 218751 号

社会科学计算实验基本教程

著 者 / 盛昭瀚 李 静 陈国华

特约编辑 / 钱培洲

责任编辑 / 冯 征

装帧设计 / 范峭青

监 制 / 任中伟

责任校对 / 张大伟

出版发行 / 上海三联书店

(200031)中国上海市乌鲁木齐南路396弄10号

<http://www.sanlian.com>

E-mail: shsanlian@yahoo.com.cn

印 刷 / 上海市印刷七厂有限公司

版 次 / 2010年7月第1版

印 次 / 2010年7月第1次印刷

开 本 / 787×1092 1/16

字 数 / 350千字

印 张 / 23

书 号 / ISBN 978-7-5426-3194-7/C·341

定 价 / 75.00元

序 言

——大力推动社会科学研究方法论的创新

社会科学是以社会现象及其发展规律为研究对象的科学。自十九世纪至今,经无数学者的努力和潜心研究,社会科学不仅形成了门类和领域众多、内容精深的学科体系,而且出现了体系内学科相互融合和交叉的现象,这说明社会现象及其发展规律本身是极其丰富和复杂的。

复杂性思维和对复杂性的探索,不断加深了人们对社会系统自身复杂性的理解和认识,今天,人们已在社会系统具有高度复杂性这一问题上形成共识,并且认为社会系统的复杂性主要源于:

1. 人的行为的复杂性。社会系统的主体是具有高度智能和自适应能力的人,而“适应性造就复杂性(霍兰)”。

2. 社会结构的复杂性。社会结构普遍是有层次的,而系统层次间一般都会呈现复杂的“涌现”现象。

3. 要素间关联的复杂性。社会系统的组成要素,有人、物和信息,彼此之间的关联方式与因果关系导致相互之间的关联作用呈现多种类型的复杂性,如时滞、非对称、不完全、异构及非线性等。

4. 环境的复杂性。社会现象一般都是社会系统的某种宏观行为,而这种行为必然受到系统环境的影响,特别是当环境变化和高度不确定时,系统行为的复杂性会显著增加。

除了上面提到的这些因素之外,人的思维的复杂性也使得主客观之间的关系又增加了一重复杂关系。

事实表明:社会系统及相应的社会科学问题日益凸现的上述复杂性,不断向社会科学研究方法论提出新的挑战,在这种情况下,随着社会现象复杂性的不断增加,相应地揭示、驾驭这一复杂性的社会科学研究方法论也在不断发展,并推动着社会科学的进步。

当然,在社会科学发展历程中,社会科学研究方法论从来就没有停止过探索与升华,从最初的定性分析方法到后来的定量分析方法,人们从对社会系统外在

表现与特征进行描述进步到通过数理方法探索社会现象和规律。方法和工具的变迁推动了人们对社会系统的认识从外在表象向内在本质的跨越。然而,在社会系统中涉及的大量自主主体意识或心理活动以及社会现象中那些难以用数学语言描述或虽能描述但无法“求解”的复杂性又使社会科学研究中的定量分析方法表现出自身的不足。

更进一步,为了更直接地反映和表达社会系统主体(人)的心理和行为,社会科学研究又运用了由人直接参与其中的实验方法,即:构造实验环境与条件,在一定源于社会现实的假设之下,让人直接参与关于社会问题研究的实验,由此探讨复杂社会现象的因果关系与一般规律,目前,该方法已经取得了较显著的成果,然而,由于社会问题的实验过程不可重复、难以复原或者考虑到成本、道德、伦理及法律等因素,该方法也存在着较大的限制。

另外,当前的社会科学研究方法主要还偏重于还原论,即主要强调对社会现象某个侧面与断面的分解和分析。当然,为了提高社会科学研究能力,人们也注意到不同研究方法的结合,如:定性方法和定量方法相结合,定性、定量方法与实验方法相结合等等。但从总体上讲,这些结合对充分揭示社会系统整体性现象及动态演化的复杂性来说,仍然是不够的。因此,要充分分析和揭示社会系统的系统复杂性,就必须考虑系统中众多主体的自主性和异质性;要考虑动态环境对社会系统宏观结构与主体微观行为的影响;要考虑社会系统不同层次之间的相互作用与行为涌现;要考虑社会系统演化的分岔与对路径依赖等等。这样,就要求借鉴、吸收、集成、融合不同学科的理论、工具与技术,特别是综合自然科学、社会科学与人文科学的技术和方法,在已有的研究方法基础之上,形成新的方法论。

在这一方面,近年来,特别重要和有意义的是出现了基于计算技术、复杂系统理论和演化理论的计算实验方法,该方法被认为是和理论研究、实验研究鼎足而三的科学研究的基本方法。它不但在自然科学与技术的各个领域中得到成功的应用,而且显示出在社会科学各领域中的应用的可能性。人们可以通过在计算机上构建现实社会系统的模拟系统,来研究社会系统的演化规律、系统与环境的交互机制及系统动力学原理。

社会科学计算实验方法对社会科学研究不是简单的研究技巧和具体方法的改进,而具有重要的方法论意义,它把现实社会系统转化成由智能主体构成的演化系统,这样,运用虚拟的计算机社会环境,可以用不同的“人工个体”替代现实社会系统中的“人”,并揭示社会系统个体微观行为与系统宏观行为之间的动力学机理,同时,通过利用不同的计算实验方案,可以研究和归纳关于社会系统问题的解决方案的思路。由此可见,社会科学计算实验是在社会科学领域中,以信

息技术为平台,把嵌入信息技术与复杂系统科学内涵的新的科学实验概念与方法引入社会科学研究中,因此,这在相当程度上是社会科学研究方法论的重要创新,从国内外这一领域的发展以及实际应用情况看,计算实验方法已在社会科学诸多领域,包括经济、管理、环境、公共事务甚至人文学科中的历史、考古、语言等领域都有令人耳目一新的研究成果,说明了计算实验方法的有效性。

计算实验方法的产生与发展过程体现了不同思维理念的互动、不同知识体系的融合、不同技术和方法的集成,本身就是一次复杂的知识系统工程,其中有许多值得我们总结和借鉴的经验,例如:在社会科学研究中:

1. 要充分地把还原论和整体论结合起来;
2. 要充分发挥开放式的学科集成平台的作用;
3. 要充分发挥逻辑思维、形象思维的作用并努力将其有机结合起来形成新的创新思维;
4. 要充分做好学科融合的组织与管理工,认真培育有利于学科交叉与融合的学术生态环境。
5. 要充分注重培养既有创新激情又能坚持不懈的学科交叉型人才。

通过学科交叉与融合、产生新的有效的研究方法不是简单的学科叠加,正如钱学森指出的“逻辑思维,微观法;形象思维,宏观法;创新思维,宏观与微观相结合。创造思维才是智慧的源泉,逻辑思维和形象思维都是手段”。围绕社会科学计算实验方法,又一次证明了这一点。

本书为南京大学工程管理学院的学术团队较长时间潜心治学、坚持不懈地探索和研究的成果总结,本书之出版,对大力推动计算实验方法在我国社会科学研究领域中的普及与应用具有重要的开拓意义。同时,也再一次引发我们关于大力推动社会科学研究方法论创新的思考,希望有更多的社会科学家,特别是中青年社会科学研究人员以强烈的科学精神和责任感,大力推动社会科学方法论创新,为进一步繁荣我国社会科学研究做出新的贡献。

中国工程院院士

王众托

2009 年春

前 言

本系列丛书的第一本《社会科学计算实验理论与应用》指出:社会科学计算实验是通过建立在计算技术的可控制基础之上的可复现实验,经适当的分类或划分后,将社会系统要素之间的相互作用及其整体涌现的演化过程,抽取和分析研究者感兴趣的参数变化对整体系统演化的影响,以期更深入地观察和理解现实世界。

复杂系统包含的动态关联网络结构中各要素的适应性过程以及系统演化过程中的随机因素,决定了计算实验中的、非线性计算过程的结构可能是不确定的,因而,在微观层面上是不可精确预言的,导致宏观上涌现现象虽有规律却是不确定的。如何建立能够更好体现计算实验精髓的实验模型是本书要解决的一个主要问题,包括相关系统抽象机制和系统分析与开发工具等。在计算实验综合集成的多种建模方法中,最重要的方法之一便是:通过多代理的建模方法(ABM, Agent Based Model)及自下而上的建模思路,使用基于多代理的建模方法创建的实验模型,可以更好地体现社会系统的复杂性。为此,本书将着重讨论如下几方面的内容:

- (1) 计算实验方法论的基本思想;
- (2) 构建计算实验模型的抽象方法和建模思路;
- (3) 基于多代理建模方法的建模思想;
- (4) 多种创建多代理模型的系统开发工具。

本书力图系统、实用地介绍社会科学计算实验方法体系中的建模方法、可用计算模型和相关开发工具等内容。期望通过本书,使读者能够至少熟悉一个基于多代理的系统开发工具并且能够创建有效的计算实验模型。在本系列丛书的第三本《社会科学计算实验案例分析》中详细介绍完整的实验模型的创建。

本书的特点主要体现在对计算实验方法论的进一步细化上,结合目前最新的多代理建模工具,介绍实践性较强的内容,使读者能够将本书的内容直接应用于计算实验模型的分析、设计和开发等方面。因此,本书的读者对象主要包括:从事社会科学计算实验相关研究与开发专业的研究人员、硕士和博士研究生,本

书同样适用于与计算实验相关课程的研究生指导教师。专业研究人员可以从书中了解到计算实验模型的具体构建方式,并且运用到自己所深入研究的专业领域、丰富自己的研究方法、提高研究水平;硕士和博士研究生则可以通过本书的相关工具和方法,构建自己的研究模型,甚至提出新的建模方法。研究生指导教师也可以使用本书作为研究生相关课程的教材,或帮助、指导研究生开展相应的研究工作。

当然,阅读本书的读者如果具有如下的理论知识,则可以更加有效地使用本书,这包括:计算实验基本理论、人工智能理论、软件工程、复杂系统理论和面向对象编程(特别是基于 JAVA 平台的相关经验)等。

本书的内容主要包括:

第一章 社会科学计算实验概述,本章首先详细分析了社会系统的复杂性,并且分析由此而带来的方法体系的需求,在此基础上,对计算实验的背景和方法体系做了详细介绍。

第二章 通过代理的社会科学计算实验建模方法,本章详细介绍了一种典型的社会科学计算实验建模方法——基于多代理的建模方法,包括多代理系统的定义,建模的思路、方法等;同时,该部分内容还详细分析了在计算实验中如何通过多代理的建模平台,将各种学习和进化算法整合到实验模型中。最后,本章对各种多代理模型的建模工具做了简单介绍。对计算实验在界定研究的问题与环境、确定研究的基本假设、建立可计算模型(除了 ABM 方法以外)、实现计算实验(除了 ABM 平台以外)和实验结果的评估与比较等其他各个环节的具体技术教程,则不在本书内容当中。

第三章 通过 RePast 的建模教程,详细介绍了 RePast 平台的基本语法和建模思路,对各种数据输出方式也做了详细说明,本章最后提供了一个详细的多代理模型案例,通过该案例的学习,读者可以了解 RePast 平台的基本使用方法。由于 RePast 平台是通过 JAVA 语言开发的一种多代理建模工具,所以,具有较强 JAVA 基础的读者可以更好地运用该平台为其研究工作服务。

第四章 通过 NetLogo 的建模教程,本章首先详细介绍了 NetLogo 平台的集成建模环境,在此基础上,分析了 NetLogo 建模方式,包括基本语法、特殊数据结构和各种画图功能等,本章最后提供了一个详细的多代理生物模型作为读者的学习案例,通过该案例的学习,读者可以一步一步地掌握 NetLogo 平台的正确使用方法。由于 NetLogo 平台是基于传统 LOGO 语言演化而来的,所以语法相对简单,对于编程经验比较少的读者可能更为合适;当然由于平台的独立性,NetLogo 模型与其他模型的整合能力比 RePast 要差一些。

第五章 通过 Fables 的建模教程,本章首先详细介绍了 Fables 平台的集成

建模环境及其在应用当中的优势。在介绍 Fables 基本语法、函数和表达式等内容的同时,详细分析了该工具的各种结果输出方式,并特别强调了如何将该平台与 JAVA 平台整合应用;本章最后提供了一个详细的生存博弈模型作为读者的学习案例,通过该案例的学习,读者可以详细了解 Fables 平台的相关建模问题。由于 Fables 平台是最新的多代理开发平台,该平台吸收了其他平台的多种优点,自身的语法规则比较接近于自然语言,适合于编程经验比较少的读者;由于 Fables 提供了与 JAVA 平台整合的能力,具有 JAVA 平台开发经验的读者可以藉此极大地扩展 Fables 的应用能力与范围。

第六章 本章在对计算实验方法体系进行一定总结的基础上分析计算实验与实验管理、系统仿真和基于多代理的建模等方法之间的关系,同时,对计算实验的结果做了一定的可信性分析,最后,对社会科学计算实验的未来发展方向进行了总结展望。

不难看出,本书既简要介绍了在社会科学研究领域运用计算实验方法的必要性、合理性及可行性,更侧重介绍了在运用计算实验方法过程中的基本工具、基本技能,以保证其可操作性,并且力图与基本的典型案例相结合,做到理论、方法及实际应用融为一体,有利于读者在较短的时间内尽可能了解、掌握关于计算实验的基本思想和基本要领。

2010 年 3 月

目 录

序言	1
前言	1
第 1 章 社会科学计算实验概述	1
1.1 社会经济系统的复杂性	1
1.1.1 社会经济系统复杂性分析	2
1.2 复杂性对方法论的需求	7
1.2.1 社会科学的经典研究方法	8
1.2.2 社会科学研究中的难点	13
1.2.3 复杂系统的综合集成方法论	15
1.3 社会科学研究中的计算实验方法	17
1.3.1 复杂社会系统的可计算性	17
1.3.2 从复杂系统到人工社会	18
1.3.3 基于人工社会的社会科学计算实验	19
1.3.4 社会科学计算实验的模型结构	20
1.3.5 社会科学计算实验的研究范式	23
1.3.6 社会科学计算实验的技术路线	31
第 2 章 基于代理的社会科学计算实验建模方法	34
2.1 ABM 基本概念	34
2.2 基于代理的建模方法	36
2.3 代理的学习与进化	37
2.3.1 学习模型	38
2.3.2 进化模型	46
2.4 多代理系统建模工具	56

第 3 章 基于 RePast 的建模教程	60
3.1 RePast 背景	60
3.2 RePast 功能介绍	65
3.2.1 视窗安装	66
3.2.2 通过 Eclipse 软件进行安装	66
3.2.3 创建模型	68
3.3 载入模型	82
3.3.1 控制图标描述	83
3.3.2 增加二维显示	84
3.3.3 使用 Agent 编辑器	88
3.3.4 运行模型	90
3.4 保存及载入数据	90
3.4.1 保存模型数据	90
3.4.2 载入模型数据	93
3.5 数据输出	96
3.5.1 修改显示	96
3.5.2 数据设置	98
3.5.3 生成表格	101
3.5.4 文件输出	104
3.5.5 发布模型	106
3.6 使用 Flowchart 工具建模案例	107
3.6.1 创建模型结构	108
3.6.2 载入模型结构	117
3.6.3 生成显示图表	122
3.6.4 运行模型结果	127
3.7 使用 Java 语言建模案例	128
3.7.1 创建 SheepAgainstGrass 工程	128
3.7.2 创建类	130
3.7.3 定义 model.score 文件	133
3.7.4 运行模型	138
3.7.5 运行结果	149
附录	154

第 4 章 基于 NetLogo 的建模教程	164
4.1 NetLogo 简介	164
4.2 NetLogo 集成建模环境	166
4.2.1 菜单	167
4.2.2 界面标签页	169
4.2.3 信息标签	177
4.2.4 方法标签	178
4.3 NetLogo 程序语言	181
4.3.1 代理及其方法	181
4.3.2 变量	191
4.3.3 列表类型	196
4.3.4 数学运算	204
4.3.5 画图功能	208
4.4 NetLogo 建模案例	212
附录	221
第 5 章 基于 Fables 的建模教程	223
5.1 Fables 概述	223
5.1.1 Fables 简介	223
5.1.2 Fables 安装	224
5.2 Fables 集成建模环境	228
5.2.1 集成建模环境简介	228
5.2.2 基本功能	233
5.2.3 无图形界面启动	246
5.2.4 加载 Java 程序	247
5.3 Fables 程序语言	250
5.3.1 基本元素	250
5.3.2 函数	253
5.3.3 表达式	255
5.3.4 变量与赋值	262
5.3.5 类和代理	263
5.3.6 启动模块	266
5.3.7 事件调度	267
5.3.8 随机数	271

5.3.9	加载 Java 函数	272
5.4	Fables 图表工具	277
5.4.1	图表工具基本设置	277
5.4.2	图表的类型	283
5.4.3	数据源编辑器	311
5.5	实验案例	317
5.5.1	案例简介	317
5.5.2	创建新的 Fables 工程	318
5.5.3	集成建模环境	319
5.5.4	图表制作向导	324
5.5.5	运行程序	326
5.5.6	文档生成	329
	附录	330
第 6 章	社会科学计算实验总结与展望	332
6.1	计算实验基本概念	332
6.1.1	计算实验与实验管理学	334
6.1.2	计算实验与系统仿真	336
6.1.3	计算实验与多代理建模	338
6.1.4	计算实验结果的可信性分析	340
6.2	计算实验发展展望	343
6.2.1	计算实验理论研究展望	343
6.2.2	计算实验应用展望	344
	参考文献	345
	后 记	354

1.1 社会经济系统的复杂性

社会,一方面,表现为实实在在的存在物,如:我们生活的环境;另一方面,社会又是抽象的,因为人们通常只能通过个体及其行为,体会到人们改造世界留下的痕迹,察看到历史和行为记载的物件。虽然关于“社会”的概念与定义多种多样,但关于“社会”的本质特征,人们还是逐渐取得共识,这主要有以下三点:

第一,社会是由人类生活的各种要素或各个方面构成的总体;

第二,组成社会的各种要素或各个方面之间彼此相互关联、相互约束,呈现出各种复杂关系,并由此形成社会的结构;

第三,社会是不断向前发展的。社会的发展不仅表现在社会状态和行为的变化上,还包括社会功能和结构的演化;

由上可知,社会,本质上是一个具有特定结构、不断动态变化的系统,在动态变化的过程中,表现出强烈的整体性和目的性。社会不仅作为一般系统而存在,社会更是一个复杂系统。正确地理解复杂系统的非线性、自组织、自适应、自调节、自发展等诸多性质,是深刻认识、分析和改造社会的基础。

更进一步,社会不是一个一般的系统,通常,它由人介入,且充分发挥了人的主导作用,此外,它存在大量各种类型的经济活动,所以,社会系统常被称为社会经济系统,具有鲜明的人为的目的性与组织性。因此,社会系统与自然系统不同的是:社会经济系统属于“人工系统”、“人造系统”。

社会经济系统是一个庞大的系统,它包含了各种类型的要素。按研究对象的不同,我们可以把社会经济系统分为经济系统、教育系统、行政系统、医疗卫生

系统、交通运输系统、科技系统、军事系统等,其中经济系统又可以进一步细分为工业系统、农业系统等,工业系统又可以进一步细分为重工业系统、轻工业系统和化工系统等。

20世纪80年代中期,钱学森通过对社会经济系统等许多系统的研究,提炼、总结出“开放的复杂巨系统”概念。所谓“复杂巨系统”是指:系统的子系统种类很多并形成层次结构、子系统间有很复杂的关联关系等。如果这个系统又是开放的,就称之为“开放的复杂巨系统”。开放的复杂巨系统在结构、功能、行为和演化方面都非常复杂。典型的开放的复杂巨系统有生物系统、人脑系统、人体系统、地理生态系统、社会系统等。对这些开放的复杂巨系统,有大量的问题我们并不清楚,特别是那些以人为子系统主体而构成的系统,在这些系统中,“开放”与“复杂”应该具有更新、更广的含义。所谓开放性是指:子系统间、子系统与系统和外界有各种信息交换;系统中的各要素、各子系统通过学习获取知识。由于人的高智能性,子系统之间的关系不仅复杂而且随时间变化。事实上,一个人本身就是一个复杂巨系统。社会经济系统是由众多的人构成的系统,自然构成了一个十分复杂的巨系统(钱学森,1990)。

社会经济系统的复杂程度要远高于自然系统,其中最重要的原因是组成社会系统的人不仅具有物质的属性,更具有精神的属性。因此,社会经济系统不仅作为物质系统存在和发展,而且作为精神系统存在和发展。正是由于社会经济系统是名副其实的复杂系统,所以,人们通常较难预见社会经济系统中事件的发生、较难把握社会经济系统的演化方向、较难琢磨社会经济系统中人的行为。因此,深入理解社会经济系统复杂性的表现、弄清它的根源,是人们认识和驾驭社会经济系统的根本。

1.1.1 社会经济系统复杂性分析

社会经济系统不仅具有一般复杂系统的基本特征,而且具有一些特殊的复杂性表现形式。这些复杂性集中表现在:

1) 人的行为的复杂性

社会经济系统中的研究对象一般包括人、人的实践活动和人化自然,因此,必然受到人、人的目的、计划、技术、主动性和创造性等因素的影响。人不仅具有自然属性,更具有社会属性,本质上,人是最复杂的社会历史存在物。作为社会历史存在物,人绝不是简单的、线性的、同质的、基本不变的物质,而是受经济、政治和精神关系作用的、复杂的、运动变化着的社会存在物。随着社会向前演进和发展,人的社会实践的能力、水平和范围会不断提高与拓展,人的思想和行为也变得更加复杂(王昭风,2005)。人是社会经济系统的中心和主体,是最活跃

和最重要的因素。社会经济系统中的人常常为了共同的目标在一起生活、工作,他们之间经常进行信息、经验、感情等各方面的交流。每个人的思想、行为,特别是那些举足轻重的成员对其他成员可能产生重要影响,以至于影响到群体的行为。在社会经济系统中,成员之间的交互作用非常复杂,而且这种交互作用及其结果是一种非线性关系,在宏观上,会出现涨落,并涌现出复杂的系统行为。这些特征使得社会经济系统中的主体具有记忆、学习和产生对策的能力,具有高智能性和适应性。通常,这种智能程度越高、适应能力越强、行为的不确定性越大,系统就越复杂。

此外,主体活动的复杂性并不能完全排除主体行为的偶然性和无序性,因此,一方面,社会经济系统会呈现出极大的随机性、模糊性和不稳定性,另一方面,社会系统又会表现出一定的秩序性、确定性、必然性和规律性。我们看到,一些地区为了经济发展,仅仅将自然作为一个认识、征服、改造、支配的纯粹与人无关的对象,却没有注意到社会经济系统的复杂性,结果事与愿违,对环境造成极大破坏,得不偿失,这一现象已引起研究者注意。目前,整个社会科学都在越来越多地关注个体的主动性,并把它作为观察与研究社会经济系统的基本出发点。

2) 结构的复杂性

在社会经济系统中,既有人要素,又有物要素和信息要素,如:经济、政治、科技、文化、教育、宗教、艺术等诸多因素,是一个人流、物流和信息流的动态集合体。实际上,社会经济系统演化发展是各种要素交互作用的结果。社会经济系统的结构通常是一种层次或网络结构,往往涉及信息流的结构、工作任务流的结构、资源分配流的结构等等。主体和系统其他要素之间通过这些系统结构联系在一起。所有联系的总和把社会经济系统要素关联成一个整体,形成特定的、动态的复杂网络结构形态。通常,系统和子系统的结构会随社会经济系统的演化而变化。

3) 要素间相互作用的复杂性

在社会经济系统中,除了作为社会现象、社会关系、社会运动、社会规律的载体和附属物的客观存在物外,更为重要的是这些实物背后存在的社会关系、结构和规律,如:生产力、生产关系、人类社会发展的总规律、特殊社会形态发展的规律等等。这些抽象关系物,就像物理学中的“场”一样看不见和摸不着,但它确实确实存在着,是不以人的主观意志为转移的(王昭风,2005)。这种存在于社会经济系统中的关系和结构是动态的,随着时空演化,它们之间的运动不断推动着人类社会向前发展。

社会经济系统内部各组成部分、各个子系统之间相互关系、相互依存、相互作用,不但在结构上有关联,而且在各自功能的发挥上相关联。关联性不仅体现

在主体和内部组成要素之间,而且体现在主体行为与外界环境之间。各要素、子系统之间不仅有物质、能量、信息等的动态交互关系,而且高智能和适应性主体的行为也时刻影响着这种动态关系。正是这些关联性,保证了系统整体功能的涌现。

4) 环境的限制和作用表现出的复杂性

社会经济系统是一个开放的系统,它与生态环境之间有着频繁的物质、能量和信息的交流。社会经济系统的演进与生态环境发生着广泛、密切的联系,二者之间相互依存、相互制约、相互影响、相互作用。已有的研究表明:社会经济系统在演化过程中存在广义自然选择和进化机制。因此,社会经济系统面对着一定的社会选择(如政治选择、文化选择和市场选择等)和自然生态选择的生存压力。在自然生态选择中,外部环境的复杂性必然会引起社会经济系统行为的不确定性和不稳定性。社会经济系统中,各个层次的主体,为了生存和发展,必须不断调整自身的活动,以适应外部环境的演化。这种调整必然引起系统内部各组分行为、结构形态及其相互作用模式的变化。在更多场合中,这种变化含有较多的非线性成分,不仅对初始条件敏感,而且具有路径依赖性。社会经济系统经过反复的适应性调整和自组织,其演化会重新达到有序状态。

5) 认识论模式的复杂性

在社会经济系统中,作为社会科学重要研究对象之一的人,不像自然科学的研究对象那样具有一种相对的确定性、可重复性、可控制性,而充满着不确定性、不可逆性、不可控制性。社会经济系统中的主体不仅在不同的场景下可能会做出完全不同的事情或做出非常相似的事情,而且在同样的场景下,也可能会做出完全一致的事情,或不完全一致的事情。一方面,社会经济系统中的智能主体,总是生活在一定时代,由于文化的传承、历史知识和风俗习惯等总是影响着主体的行为,另一方面,研究者本身的情感、思想、专业背景、行为偏好等因素也会自觉、不自觉地带入研究中,要想完全抛弃主观因素,客观地分析研究对象和解释社会现象,是十分困难的。还有一个研究的思想和方法问题:社会经济系统是复杂的,而且越来越复杂;社会经济系统的变化比社会系统本身更加复杂。用传统的研究思想和方法在研究社会经济系统问题时,常常丢掉了一些最本质的东西,使得我们不能系统地认识世界。所以,社会经济问题不存在完全理性意义下的最优解,社会经济问题也不存在“一劳永逸”的解决方案。特别是在社会经济系统中,问题本身也处于不断变化和发展之中,对问题的认识也不可避免地需要一个不断深化的过程,这也导致了无法精确而“一劳永逸”地解决社会经济系统的问题。

社会经济系统的复杂性的根源主要表现在以下几个方面: