

社会系统演化博弈 建模与仿真

张耀峰 著



科学出版社

社会系统演化博弈建模与仿真

张耀峰 著

科学出版社

北京

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229;010-64034315;13501151303

内 容 简 介

本书介绍了社会系统中演化博弈建模与仿真方法及其在实际问题中的应用.首先对社会系统建模与仿真方法进行了介绍,然后对演化博弈建模与仿真理论方法等进行了总结,最后分单同质群体、单异质群体、双同质群体以及双异质群体四种情况,系统地讨论了社会系统演化博弈建模与仿真方法,并分别结合实际问题进行了应用.

本书可作为高校应用数学、信息与计算科学、系统科学、计算机科学与技术、管理学等专业的研究生教材和相关教师参考用书.

图书在版编目(CIP)数据

社会系统演化博弈建模与仿真/张耀峰著. —北京:科学出版社,2016.10
ISBN 978-7-03-050235-3

I. ①社… II. ①张… III. ①社会学-系统建模 ②社会学-系统仿真
IV. ①C91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 244386 号

责任编辑:高 嵘 王 晶/责任校对:董艳辉
责任印制:彭 超/封面设计:苏 波

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>

武汉中科兴业印务有限公司印刷
科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16

2016年10月第一版 印张:12 1/2

2016年10月第一次印刷 字数:292 000

定价:58.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

人是社会系统的核心因素,人与人之间的交互是社会系统动态演化的核心机制,而博弈是人类交互的一项重要规则.由于人与人之间的交互往往多次进行,具有演化博弈特征,研究社会系统中的演化博弈这一问题具有重要的意义.

与传统博弈论和经济理论不同,演化博弈论是建立在人的非理性基础上的,同时承认作为非理性的人具有模仿和学习他人的能力.由于人在情感、认知、能力等方面的差异,导致人的学习能力具有异质性,即人们的学习速度、信息获取范围以及学习方法都各不相同.简单地将社会群体视作单群体或同质群体,不能真实反映实际人群的构成;单纯地利用复制动态方程来描述人的学习过程,也反映不出人学习能力的差异.导致这些问题的主要原因是数学模型难以反映社会系统高度的复杂性和个体学习能力的异质性,而单纯的定性分析又难以揭示社会系统演化博弈的微观机理.

随着复杂性科学的兴起,社会科学研究也越来越多的从社会网络、社会系统工程等交叉学科视角着手,基于多智能体的现代建模仿真技术得以引入.近年来,建模仿真技术与社会科学结合催生了社会计算这一新的研究领域,并逐渐向计算社会学这门新的学科方向发展.

本书着眼于社会系统问题,从交叉学科视角出发,以演化博弈理论为基础,以建模和仿真技术为手段,将社会群体分为单群体和多群体,每种不同群体又分为同质群体和异质群体,分别研究了单同质群体、单异质群体、双同质群体、双异质群体四种社会群体的演化博弈动力学,并配以丰富的实际应用案例,旨在系统地提出社会系统演化博弈建模与仿真理论框架和研究方法.本书共6章,具体包括如下:

第1章首先介绍了系统的概念、特征及分类,进而对社会系统的概念、特征以及社会网络进行了介绍,最后重点给出了基于多智能体系统和元胞自动机的系统建模与仿真方法.

第2章对演化博弈建模与仿真相关的基本概念、博弈模型、微分方程平衡点稳定性理论、复制动态理论、演化博弈学习机制、仿真工具以及演化博弈分类进行了系统介绍.首先,在给出博弈与博弈论、博弈的分类、纳什均衡、动态博弈与重复博弈、演化稳定策略等基本概念的基础上,介绍了囚徒困境博弈、公共品博弈、智猪博弈、鹰鸽博弈、雪堆博弈、猎鹿博弈以及石头·剪刀·布博弈等经典博弈模型.这些模型是研究演化博弈的基础,本书后继章节将重点以囚徒困境博弈和雪堆博弈为例展开.接下来,在总结一、二阶微分方程平衡点及稳定性理论基础上,分析了一般形式的对称博弈和非对称博弈的复制动态与演化稳定策略,得出的一般结论为后继的比较研究奠定了基础.接下来,本章对几种典型的邻居选取规则以及策略转换规则进行了介绍.这些不同于复制动态的学习机制也会在后继研究中不同程度的用到.根据群体在群体组成、收益矩阵、学习机制等方面的属性特征,我们对演化博弈进行了系统分类.本章的最后,重点介绍了 NetLogo 软件及其在演化博弈建模仿真中的应用.

第3章介绍了单同质群体演化博弈建模与仿真.首先建立了基于多智能体的演化博弈仿

真模型,通过给定具体博弈机制和策略学习机制实现了该模型并与复制动态稳定性分析结论进行了对比。进一步的研究发现,演化博弈的演化稳定策略与邻居选取规则及策略转换规则等学习机制都有关,虽然不同的学习机制所取得的总体结论类似,但对系统达到演化稳定策略的时间长短以及系统稳定平衡点的取值等都有一定的影响。本章还以囚徒困境博弈和雪堆博弈为基本模型,建立了合作进化的多智能体仿真模型并进行了仿真实验。实验证明,非对称的博弈邻居和学习邻居能够促进演化囚徒困境博弈的合作率,在合作成本较高时对提高演化雪堆博弈的合作率同样有促进作用。在该促进合作进化机制基础上,总结了促进合作进化的其他机制。最后,以生产相同产品的企业产量决策博弈为例,对单同质群体演化博弈建模与仿真方法进行了应用分析。

针对个体交往能力、理性程度以及学习领悟能力的多样性,第4章介绍了单异质群体演化博弈建模与仿真方法。首先从异质博弈收益、异质邻居空间以及异质学习能力等方面给出了群体异质性的三种机制。然后对随机学习邻居和邻居数量异质下异质邻居空间对合作进化的影响进行了研究。仿真结果发现,演化囚徒困境博弈中,当成本收益比较大或较小时,随机学习邻居下的异质邻居空间相比同质邻居空间能够提升群体的合作率,但是居中的成本收益比只能维持一定水平的稳定合作率,且相比同质空间更低。另外,相同的条件下演化雪堆博弈比演化囚徒困境博弈的群体合作率变化更平稳,随着系统空格率的提高,无论是演化雪堆博弈还是演化囚徒困境博弈,群体稳定合作率都出现了先升后降的结果。最后,本章以虚拟企业信息共享为例,应用异质博弈收益机制,对单异质群体演化博弈建模与仿真进行了例证分析。

第5章介绍了双同质群体演化博弈建模与仿真。首先建立了基于多智能体的演化博弈仿真模型,通过仿真实验与单同质群体结果及复制动态稳定性分析结论进行了对比。对比结果说明,由于个体初始策略及演化过程中的策略分布状态的不同,相同的仿真算法和博弈参数下双同质群体和单同质群体演化博弈的结果并不一致。接下来,在充分考虑了企业合作研发的成本、收益、知识溢出以及利润分配等因素的基础上,建立了企业合作研发的演化博弈模型,并利用复制动态理论对该问题进行了分析,最后通过建立仿真模型进行了进一步验证。最后,以互联网上政府与网民间的群体事件信息传播博弈为背景,运用演化博弈复制动态理论进行了分析。结果表明,政府部门应该及时公开、透明地处理网络信息传播的人数较多、爆发时间已经较长的大规模网络群体事件,以避免网络群体事件的升级。

与单异质群体相比,双异质群体除了每个群体内的异质性外,还可能具有由于双群体协同交互引起的异质性特征。第6章首先提出了双异质群体中的异质策略更新时间、异质网络结构以及异质学习机制三种异质机制并进行了仿真实验。仿真结果说明双群体的异质机制比单群体更为复杂。实际问题中,要根据具体情况选择不同的机制并进行机制比较。然后以自主创新企业合作研发的利润分配为例,建立了考虑补贴激励的自主创新企业合作研发利润分配的演化博弈模型,并利用基于多 Agent 的仿真方法对合作研发利润分配博弈进行了分析。结果表明,补贴激励是促进自主创新企业合作研发的有效措施,在合作研发的利润分配问题上,存在能够使合作企业双方都满意的最优补贴系数。最优补贴系数的取值与合作企业的边际收益比以及企业成本投入的市场影响力有关。最后,分三种情况逐步深入讨论了供应链信息共享问题,得到了符合实际意义的仿真结果。

本书是在国家自然科学基金项目(60974076,71101047),湖北省社会科学基金(2015132),湖北省自然科学基金(2014CFB374),湖北省教育厅科学技术研究计划重点项目(D20152202)等研究课题资助下,对近年研究成果的系统总结和提升.感谢所有课题组成员的指导和帮助!

由于作者水平有限,本书可能存在诸多不尽如人意之处,敬请读者谅解和指正!

张耀峰

· 2016年5月

目 录

第 1 章 社会系统建模与仿真	1
1.1 系统及分类	1
1.1.1 系统	1
1.1.2 系统的特征	3
1.1.3 系统的分类	4
1.2 社会系统	6
1.2.1 社会与社会系统	6
1.2.2 社会系统的特征	6
1.2.3 社会网络	8
1.3 系统建模与仿真	11
1.3.1 多智能体系统建模与仿真	12
1.3.2 元胞自动机系统建模与仿真	17
1.3.3 其他系统建模与仿真方法	24
1.4 社会系统建模与仿真的意义	25
本章小结	25
参考文献	26
第 2 章 演化博弈建模与仿真基础	32
2.1 基本概念	32
2.1.1 博弈与博弈论	33
2.1.2 博弈的分类	33
2.1.3 纳什均衡	33
2.1.4 动态博弈与重复博弈	34
2.1.5 演化稳定策略	35
2.2 经典模型	35
2.2.1 囚徒困境博弈	35
2.2.2 公共品博弈	36
2.2.3 智猪博弈	37
2.2.4 鹰鸽博弈	37
2.2.5 雪堆博弈	38
2.2.6 猎鹿博弈	39
2.2.7 石头·剪刀·布博弈	39

2.3	微分方程稳定性理论	40
2.3.1	一阶方程的平衡点及稳定性	40
2.3.2	二阶方程的平衡点及稳定性	40
2.4	复制动态与演化稳定性	43
2.4.1	对称博弈的复制动态与演化稳定性	43
2.4.2	非对称博弈的复制动态与演化稳定性	45
2.5	演化博弈的学习机制	48
2.5.1	邻居选取规则	48
2.5.2	策略转换规则	49
2.6	演化博弈的分类	50
2.6.1	单同质群体演化博弈	50
2.6.2	单异质群体演化博弈	50
2.6.3	双同质群体演化博弈	50
2.6.4	双异质群体演化博弈	51
2.7	演化博弈仿真	51
2.7.1	NetLogo 简介	51
2.7.2	例子:演化囚徒困境博弈	59
	本章小结	64
	参考文献	65
第3章	单同质群体演化博弈建模与仿真	67
3.1	基本模型	67
3.1.1	单同质群体的演化博弈仿真模型	67
3.1.2	模型的实现	69
3.1.3	学习机制的影响	74
3.2	单同质群体中的合作进化	82
3.2.1	合作进化研究的演化博弈模型	83
3.2.2	合作进化的演化博弈仿真	85
3.2.3	促进合作进化的一种机制	89
3.2.4	促进合作进化的其他机制	93
3.3	应用:企业的竞合关系	96
3.3.1	模型建立	96
3.3.2	复制动态分析	98
3.3.3	基于多智能体仿真模型的分析	99
	本章小结	100
	参考文献	100

第 4 章 单异质群体演化博弈建模与仿真	105
4.1 群体的异质机制	105
4.1.1 异质博弈收益	105
4.1.2 异质邻居空间	108
4.1.3 异质学习能力	111
4.2 异质邻居空间下的合作进化	113
4.2.1 随机学习邻居下的合作进化	114
4.2.2 邻居数量异质下的合作进化	118
4.3 小世界网络上的合作进化	125
4.3.1 小世界网络上的囚徒困境博弈仿真模型	126
4.3.2 仿真结果与分析	127
4.4 应用:虚拟企业信息共享	129
4.4.1 虚拟企业信息共享模型	130
4.4.2 仿真结果与分析	131
本章小结.....	133
参考文献.....	134
第 5 章 双同质群体演化博弈建模与仿真	136
5.1 基本模型	136
5.1.1 双同质群体的演化博弈仿真模型	136
5.1.2 与单同质群体仿真结果的对比	138
5.1.3 与复制动态稳定性分析结论的对比	141
5.2 应用:企业的合作研发	144
5.2.1 博弈模型	145
5.2.2 复制动态分析	145
5.2.3 仿真模型与分析	146
5.2.4 结论	150
5.3 应用:网络群体事件的信息传播	150
5.3.1 博弈模型	150
5.3.2 复制动态分析	151
5.3.3 仿真模型与分析	152
5.3.4 结论	158
本章小结.....	158
参考文献.....	158
第 6 章 双异质群体演化博弈建模与仿真	160
6.1 双群体的异质机制	160

6.1.1	异质策略更新频率	160
6.1.2	异质网络结构	162
6.1.3	异质学习机制	164
6.2	应用:自主创新企业合作研发的利润分配	167
6.2.1	博弈模型	168
6.2.2	仿真模型	170
6.2.3	仿真结果与分析	171
6.2.4	总结与讨论	173
6.3	应用:供应链信息共享	175
6.3.1	博弈模型	176
6.3.2	仿真分析	177
6.3.3	结论	185
	本章小结	185
	参考文献	186

第 1 章 社会系统建模与仿真

人口、环境、法律、经济、城镇、制度等子系统构成了人类生活的共同体——社会系统。作为典型的复杂系统，社会系统中的人与人之间以及人与环境之间按照某些规则进行交互，涌现出复杂特征并表现为一个有机整体。社会系统的复杂性不仅表现在子系统的众多方面，还表现在交互规则的复杂性上。社会系统中的各个子系统以及子系统中的主体往往根据简单的规则就能涌现出复杂的社会现象，比如人类合作的进化、社会关系的演化、集群行为的涌现等。作为一类复杂系统，对社会系统的研究可以采用建模与仿真的方法进行。将社会系统中的主体以及主体间的交互规则进行抽象，建立符合社会系统实际情况的数学模型以及仿真模型，通过仿真实验分析社会系统的客观规律成了研究社会系统的一类重要方法。本章将对社会系统建模与仿真进行系统介绍。

1.1 系统及分类

1.1.1 系统

从基本粒子到浩瀚星系，从动物世界到人类社会，系统普遍的存在于宇宙之间。近年来，系统一词越来越多地出现在人们的生活和学习当中。那么，什么是系统呢？系统具有哪些特征？系统如何分类？在回答这些问题之前，我们首先给出以下三个例子。

1. 耦合振子系统

考虑若干个可以按照某给定的初始频率进行振动的物理振子，这些振子的振动是按周期进行的，每一个振动周期内振子都振动一次，振子之间通过振动影响其他邻近振子的振动频率，同时自身振动频率也受邻居振子振动的影响。所有振动着的振子通过非线性的耦合作用，形成了一个耦合振子系统。虽然该系统中每个振子的初始振动频率各不相同，但在耦和强度满足某些条件时，振子的振动就能趋于同步(图 1.1)。

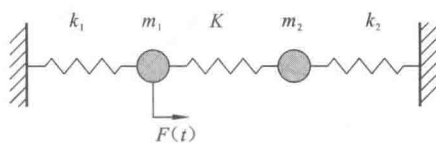


图 1.1 由两个振子组成的耦合振子系统^[1]

2. 食物链系统

自然界中生物种类繁多，并且分别扮演着不同的角色，根据它们在能量和物质运动中所起的作用，可以分为生产者、消费者和分解者三类。生态系统中储存于有机物中的能量通过一系列生物间的吃与被吃的关系在生物间层层传导，参与其中的生物因此形成了彼此联系的有机系统，生态学上称为食物链。在不同的食物链中，各种生物以其独特的方式获得生存、生长、繁殖所需的能量。一条完整的食物链始于生产者的光合作用，接下来不同层级的消费者开始展开

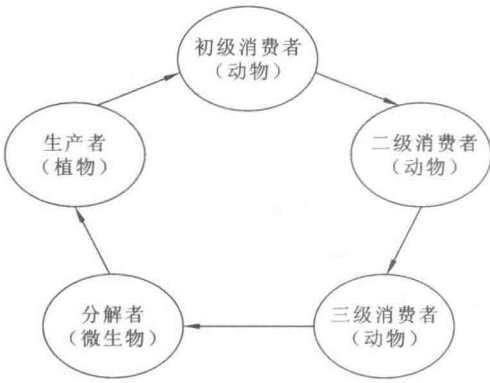


图 1.2 食物链系统

吃与被吃的生存竞争,并在该过程中将能量进行传递,如食草动物取食植物,食肉动物捕食食草动物,分解者又将复杂的动植物残体分解为简单的化合物,最后分解成无机物归还到环境中去,被生产者再利用.食物链系统中不同阶层的生物彼此制约、相互依存,任何一个环节都不可或缺(图 1.2).

3. 集群供应链系统

供应链是现代企业抵御激烈市场竞争背景下形成的利益共同体,通常由供应商、制造商、分销商、零售商以及消费者等主体构成.供应链之间往往不是独立存在或者封闭的,当多条供应链交织在一起时就形成了集群供应链^[2].例如,一个供应商为多家制造商供货,一个零售商销售多家企业商品等等.与食物链系统相似,在相互依存的集群供应链系统中,一旦某个环节出现问题就会对整个供应链系统造成影响(图 1.3).

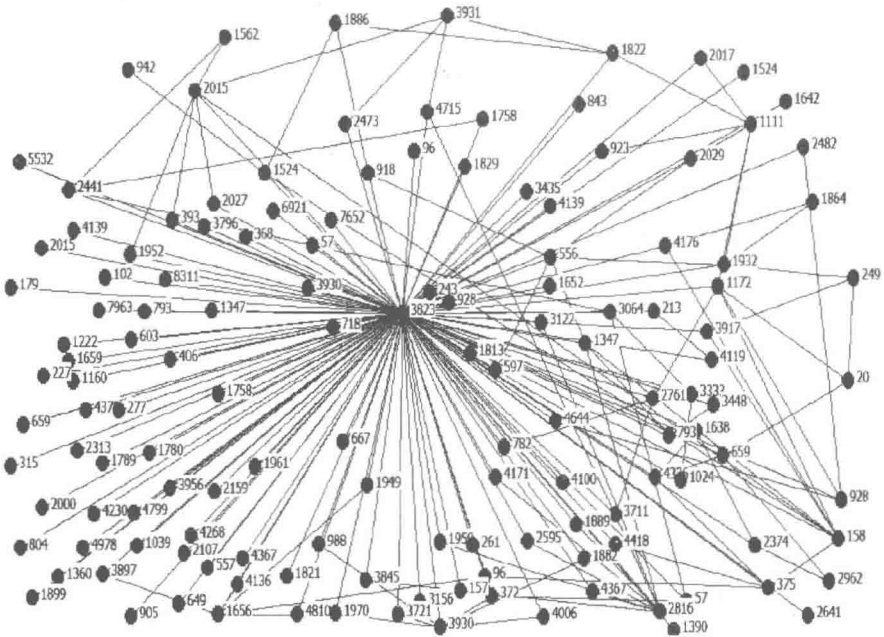


图 1.3 集群供应链网络结构图^[3]

以上分别来自物理系统、生物系统及社会系统的三个例子的共同特征为:第一,均由若干要素(部分)组成.这些要素可能是振子、生物、企业等,也可能其本身就是一个系统(称为子系统),如生产者、消费者和分解者共同构成了食物链系统,而消费者系统又是食物链系统的一个子系统.第二,构成要素都相互联系、相互作用.不同的系统要素通过相对稳定的联系方式以及组织秩序,通过相互作用形成一定的系统结构.所谓系统结构是指要素间稳定且有一定规则的

联系方式的总和. 所有系统要素相互依赖并且彼此约束, 任何要素的缺失都会引起整个系统结构的改变. 第三, 在宏观层面上都能实现一定的功能. 系统的功能是指系统与外部环境相互联系和相互作用中表现出来的性质、能力等, 是要素或子系统通过局部规则进行交互而导致的系统整体性质的涌现.

根据以上分析可以看出系统(system)是由若干相互联系并且相互作用的要素组合而成的具有一定结构的有机整体, 元素间相互依赖、彼此制约, 从宏观层面上看, 系统能够实现某些特定功能. 关于系统的定义有很多种, 目前最有代表性的有以下两种.

1. 贝塔朗菲定义

系统是相互联系、相互作用的诸多要素的综合体. 用数学语言来描述, 可以将系统设为 S (图 1.4), 并且要求

- (1) S 中至少包含两个以上的不同要素;
- (2) S 中的要素按照一定方式联系在一起.



图 1.4 一般系统的构成

2. 钱学森定义

系统是相互制约的各部分组成的具有一定功能的整体.

与贝塔朗菲定义强调基础性和整体性相比, 钱学森的定义更加强调系统的功能性和应用性.

任何事物都不是独立于其他事物之外而绝对独立运行的, 因此从某种意义上来说, 每一个事物都包含在一个系统之中, 系统无处不在. 从系统的角度来研究世界的客观规律促进了系统工程学科的形成和发展. 系统工程理论与应用已经成为研究自然与社会规律的重要方法.

需要注意的是, 任何一个系统都是在外界因素不断变化的环境中演化发展的, 环境也具有系统性特征, 也是由要素构成的一个系统. 一个系统只有对环境开放、适应环境, 与环境相互作用才能生存和发展. 研究系统时, 需要将系统与系统所在环境综合考虑.

1.1.2 系统的特征

以上三个例子分别来自于物理系统、生物系统以及社会系统. 虽然三种系统分别属于不同学科领域, 但是作为系统仍然有很多共性. 一般说来, 系统具有如下几个特征.

1. 多元性

系统是由两个或两个以上的要素或子系统构成的,体现了系统的多元性特征,也称为集合性特征.例如由多个振子组成的耦合振子系统以及多名队员组成的足球队等.

2. 相关性

构成系统的要素不是孤立存在的,而是相互影响、相互制约的.系统要素在物理、化学、信息等方面具有确定且相对稳定的联系,比如食物链系统等就突出体现了各要素间高度的相关性.

3. 整体性

整体性是系统本质性质之一,系统一定是整体的表现.系统的整体性是通过系统的多元性和相关性体现的,表征了系统的完善程度和特定功能.系统的结构与功能均是通过整体特征表现出来的.

4. 涌现性

系统的要素或部分要素不具备而系统整体却具备的性质,称为系统的涌现性.涌现性体现了复杂系统理论中部分之和不等于总体的思想,也称为突现性,是复杂系统的一项重要性质.

1.1.3 系统的分类

系统包罗万象,是所有事物存在的方式之一,可以说任何事物都可视为某些系统的组成元素.根据不同的视角以及不同学科的研究需要有不同的分类方法.

1. 按照系统规模划分^[4]

1) 小系统

系统中包含的要素或子系统数量较少,容易用简单的数学模型或者定性分析进行描述,系统的内在机理和演化机制易于分析,例如一个有十几位成员组成的合作研发团队、一台电风扇、一条单链供应链等.

2) 大系统

系统中包含的要素或子系统数量较多,用数学模型或定性分析难以确切地描述系统的各项细节,例如大规模的群体性突发事件或网络集群行为、某地区的集群供应链网络等.

3) 巨系统^[5]

系统中包含的要素或子系统数量巨大,很难从微观的角度进行定性或定量分析,需要从宏观层面对其内部机理和演化机制进行研究,例如人类社会的人际关系网络、互联网系统等.

2. 按照系统形成方式划分^[6]

1) 自然系统

系统内的个体按照自然规律存在并演化,由此产生了诸如天体、地球、海洋、生态、气象、生

物等各种各样的自循环系统。同时,自然系统还具有高度复杂的自平衡性,例如天体的运转、季节的反复、生态的演化、动植物的繁衍等。自然系统包括生态平衡系统、生命机体系统、天体系统、物质微观结构系统等诸多子系统。

2) 人工系统

系统内的要素或子系统根据人为设定的规则运行,从而能够实现系统内单个要素或子系统不能独立实现的功能与性质。它与自然系统一样具有整体性、目的性、相关性、复杂性、随机性、动态性等一系列的系統特征。人工系统包括人造卫星系统、空运航运系统、机械设备系统、交通运输系统、工厂生产系统、电力系统、供水系统、计算机系统、教育系统、医疗系统以及企业管理系统等。

3) 复合系统

复合系统是自然系统和人工系统的有机组合。从系统科学的角度来说系统工程研究的系统大多是既包括人工系统也包括自然系统的复合系统。人们通过规划和模拟等手段,对自然系统进行直接干预,以期达到预想的目标。典型例子包括导航系统、交通管理系统、人-机系统、社会经济规划系统、军事作战对抗系统等。

3. 按面向学科划分

以系统科学视角研究不同领域问题,会将这些问题抽象成带有不同学科背景的系统,如以下系统。

1) 物理系统

系统中要素或子系统通过物理作用从而实现系统的整体功能。物理系统中的要素往往抽象成简单的单位,如零件、原子、振子等,通过简单要素耦合作用实现系统运作,例如机械系统、声学系统、光学系统、电子系统以及热力学系统等。

2) 生物系统

生物学中在研究动物群体的集体行为时往往可以将每个动物看成是一个具有简单交互规则和学习能力的智能体,通过动物个体间的相互作用与学习,系统涌现出一致的行为。典型例子有蚁群系统、鱼群系统、鸟群系统、萤火虫系统等。

3) 社会系统

人类在漫长的进化过程中形成了国家、制度、风俗、文化、人际关系等一系列子系统。作为系统主体的人在多重子系统中发挥着重要作用。由于人类自身具有的高级智慧以及丰富情感等复杂因素,使社会系统成为比物理系统和生物系统更复杂的巨系统,主要包括经济系统、管理系统、交通系统、法律系统、教育系统、人际关系网络等。

4. 其他划分

实际上,划分系统的方法是多种多样的。除了以上几种分类方法外,根据研究需要和研究对象的不同,还可以将系统划分为简单系统和复杂系统、静态系统和动态系统、封闭系统和开放系统、实体系统和抽象系统等,这里不再一一介绍。

1.2 社会系统

1.2.1 社会与社会系统

社会(Society)从广义上是指以协作的方式组织起来的同物种群体运作系统. 广义社会一般包括人类社会和自然社会, 本书所指的社会是人类社会. 社会一词最早源于拉丁语“socius”, 意为交往关系或朋友关系, 强调人总是生活在与其他人的交往之中.

马克思主义认为社会在本质上是生产关系的总和, 只有具体的社会, 没有抽象的社会. 具体的社会是指处于特定区域和时期、享有共同文化并以物质生产活动为基础, 按照一定的行为规范相互联系而组成的有机总体. 构成社会的基本要素是自然环境、人口和文化, 这些要素通过生产关系派生了各种社会关系并构成了社会. 人们在一定的行为规范控制下从事活动, 进而保证社会系统的正常运转和可持续发展.

需要注意的是, 虽然社会是人类相互有机联系、互利合作形成的群体, 但社会并不是群体的简单组合. 人类社会与人群的区别在于, 社会各成员之间联系是必然而且紧密的, 相对结构松散的群体而言社会具有复杂的组织结构, 社会具有成员基本认同的价值取向和文化特征. 另外, 社会中有比较健全的生存和生产的职能和分工, 而且能够适应各种环境的变化.

根据不同的标准可以将社会进行分类. 例如, 根据基本形态可以将社会分为原始社会、奴隶社会、封建社会、资本主义社会和共产主义社会, 又例如根据生存方式可以将社会分为狩猎与采集社会、畜牧社会、初民社会、农业社会、工业社会. 虽然对社会的分类方式多种多样, 但总体来讲都体现了社会的以下基本特征.

(1) 社会是有文化、有组织的复杂系统, 是由人群通过一定的文化模式组织起来的.

(2) 任何社会都要进行生产活动, 生产活动是所有社会活动的基础, 是社会发展和进步的动力.

(3) 社会在传承上具有连续性, 任何一个具体社会都是继承前人的遗产; 同时某一个社会又和周围的其他社会发生横向联系, 表现出非连续性.

(4) 任何社会都有一套自我调节的机制, 能够主动地调整自身与环境的关系, 创造自身生存与发展的条件, 是一个具有主动性、创造性和改造能力的动态演化系统.

(5) 社会是任何特定的历史时期中人类共同生活的最大群体, 人类所有的生产、生活等活动都在社会系统中进行.

由以上社会系统特征我们发现, 社会系统的要素是个人、群体或者组织. 社会系统通过亲缘关系、文化关系、经济关系、政治关系等发生联系, 从而形成具有复杂结构的整体. 从系统科学的角度来看, 社会就是一个复杂巨系统, 称之为社会系统. 比如一个国家的要素包括政府、公民、学校、公司以及各类社会组织, 它们之间通过经济、政治和文化关系进行联系. 再比如公司的要素包括设备、技术、资金、员工、管理者等, 通过雇佣关系、聘用关系、产权关系、股东关系等进行联系.

1.2.2 社会系统的特征

社会系统作为一类特殊的系统, 除了具有一般系统的共同特征以外, 还具有自身特定的演

化和发展规律.从系统科学角度来看,社会系统具有如下几点性质和特征.

1. 自组织特征

自组织(Self-organization)概念最早是由 Ashby 研究神经系统时提出的^[7],他认为群体的复杂结构可以在无需任何外部作用的情况下由个体之间的合作行为形成.随后 Yovits 和 Cameron 在 1959 年的 *Self-organizing Systems* 中对自组织系统做了更为详细的论述.1969 年,Prigogine 提出耗散结构理论,标志自组织理论的创立.人类社会,每个人都在社会规范下按照自身想法和意愿进行生活、学习、工作、交往等活动.虽然这些活动都要遵从法律法规、制度条例或道德准则,但不可能规划每个人的行为.因此从宏观角度来看,社会系统中的个人是具有高度自组织性的,这种自组织性特征的形成主要是因为人类具有比其他生物种群更高级的智慧和更复杂的情感.因此,每个人、每个群体以及人与人之间的交往都呈现多样化特征,而这种多样化交互使社会中的人群呈现出高度的异质性.

2. 动态演化特征

社会系统自从形成开始就不断地演化发展,从原始社会到奴隶社会到封建社会再到资本主义社会和共产主义社会,显然社会系统不是静态不变的,而是动态发展的.社会系统的动态演化不仅体现在社会基本形态等宏观层面,还体现某种社会形态下的微观演化方面.从某一历史时期来看,社会系统也会发生诸如社会制度变革、城市变迁、人口迁移、金融危机等变化,这些变化往往会对整个社会系统结构产生很大的影响.从更具体的角度来看,社会系统无时无刻不是在动态变化的,每个人的一举一动都有可能影响着社会系统的动态演化.社会系统的这种动态演化特征,是社会系统复杂性的重要体现之一,也决定了社会系统的很多其他性质.

3. 涌现特征

涌现也称为突现,其本质就是“由小生大,由简入繁”,并且系统整体并不能还原为各个部分之和^[8].社会系统中,每个人都是涌现行为的执行者,人与人之间按照某些规则进行交互,从而形成宏观集群行为的涌现.这里的交互规则会因具体问题和环境不同而变化,例如邻居之间的交互规则、网络舆情传播规则、传染病扩散规则等各不相同.社会系统的涌现现象往往是自组织的结果,自组织性和涌现性在社会系统的很多方面都是同时出现、相辅相成的,这使得社会系统在很多时候表现为自组织涌现系统.

4. 复杂性特征

由于人类本身在情感和思想上的复杂性等原因,导致人类社会具有高度的异质性,异质人群通过非线性关系耦合交互,使社会系统表现出高度复杂性的特征.具体表现在三个方面:首先是涌现形式的复杂性.社会系统中既有类似同步掌声^[9,10]以及群体合作^[11]的自组织涌现行为,也有基于不满情绪发泄的游行、集会、甚至骚乱等大规模的人群聚集行为,更有以通信网络为媒介的诸如“人肉搜索”等网络群体行为;其次是交互规则的复杂性.人类丰富的情感以及认知能力、从众性、理性的差异等因素的交织,使得社会系统中人与人之间交互的非线性耦合关系并非用几条固定的简单规则就能描述清楚,往往需要根据不同问题具体描述,很难建立统一