

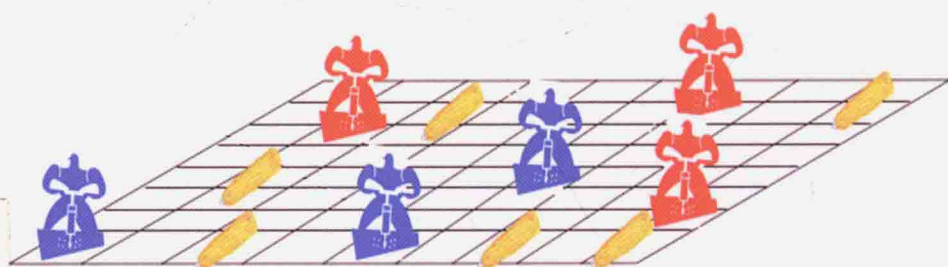
Logic of Cooperation:

A Perspective of Evolution Simulation

合作的逻辑：

一种演化模拟的视角

黄 璜 著



科学出版社

合作的逻辑：一种演化模拟的视角

黄 璜 著

科学出版社

北 京

内容简介

2005年,《科学》杂志将“合作行为如何演化”列为21世纪最关键的25个科学问题之一。解释或理解合作演化的逻辑,无论从理论和实践的角度都具有重要的意义。基本的研究问题是在没有外部强制下的合作如何实现?博弈理论说明,具有完全理性的自利个体在博弈中一定会选择有利于个体自身、却不利于共同利益的行为,然而大量经验证明了合作的可能性。为此来自生物学、物理学、政治学、经济学、社会学和心理学的研究提供了各种理论解释。国内社会科学界对该领域的关注尚刚刚开始。本书主要基于政治学和社会学的理论背景,利用“基于主体建模(Agent-based Modeling)”技术,在REPAST平台上尝试建构了两个新的合作演化模型,并由此展开对社会合作演化的讨论。

本书读者对象为从事公共政策理论和合作研究或对相关领域感兴趣的学者和学生。

图书在版编目(CIP)数据

合作的逻辑:一种演化模拟的视角/黄璜著. —北京:科学出版社, 2017.8
ISBN 978-7-03-054205-2

I. ①合… II. ①黄… III. ①政治博弈论—研究 IV. ①D0

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第202904号

责任编辑:钱俊/责任校对:彭珍珍

责任印制:张伟/封面设计:铭轩堂设计

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>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年8月第 一 版 开本:720×1000 B5

2017年8月第一次印刷 印张:14

字数:280 000

定价:88.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介

黄璜，出生于江苏省南通市，在北京大学先后获得计算机科学学士、硕士和行政管理学博士学位，并受聘北京大学政府管理学院副教授职位。现出访澳门，任澳门理工学院社会经济与公共政策研究所所长，客座副教授。他还兼任全国政策科学研究会常务理事，北京大学政治发展与政府管理研究所研究员、《电子政务》、《智慧城市评论》杂志编委等。在此之前他曾在原国家新闻出版总署信息化办公室挂职任副处长，中国信息协会信息惠民分会任主任助理等。他目前的主要研究方向是电子治理、公共政策分析、大数据分析等。

前言

P R E F A C E

计算技术和社会科学的跨学科研究至少存在三种基本路径。第一种是用一般社会研究的方法研究计算科学的问题，第二种是在社会研究的传统理论框架下研究计算技术在社会过程中的应用问题，第三种则是用计算技术研究社会科学的问题。我在攻读计算机科学的硕士学位期间曾经做过一种叫做软件度量的研究，它是软件工程学的一个分支，即用统计学的方法在软件质量（因变量）与软件程序的特征（自变量）之间建立某种因果关系，这或许可以勉强归入第一种范畴。后来我一直从事教学和研究的电子政务、电子治理等则属于第二种，讨论的是公共治理中的计算技术及其带来的各种事实与价值的创新。目前我与合作者开展的一项研究，使用文本挖掘技术研究政治学中的一些问题，这是第三种。本书介绍的研究路径是通过计算机程序模拟社会过程，同样属于第三种。

关于计算机模拟，也有人称之为计算机仿真，在我看来，两者还是有所区别。仿真，顾名思义更趋向于建立逼近真实的模型，如航空器仿真；模拟则未必如此，尤其对于计算机模拟而言，我将其视为一种动态的数学建模，是对复杂现象中关键变量的高度抽象。这一点也常常是一些学者对计算机模拟的批评所在。在他们看来，模拟模型也必须描述并逼近事实，才能真正解决现实中的问题。不可否认，这种观点有一定的道理，然而一方面究竟什么是（逼近）事实本身就是值得商榷的，另一方面高度抽象的理论模型虽然不能解决实际问题，但也能给予我们甚至是更大的启示。不妨去看一看剑桥的那个称之为“生命游戏”（*Game of Life*）的模拟实验，这在霍金的《大设计》（*The Grand Design*）最后一章中有精彩的介绍和点评。^① 在一本非常经典的使用模拟方法

① 斯蒂芬·霍金. 大设计 [M]. 长沙: 湖南科学技术出版社, 2011: 132-139.

的著作中，作者提到模拟方法“会改变我们解释社会科学问题的思路”，或许人们有一天会将“你能解释它吗？”用“你能生成（grow）它吗？”来替代^①。

一次阅读让我再次看到埃克斯罗德的那个经典的“囚徒博弈竞赛”。之前似乎是在一次经济学的课堂上听到过，当时只当是一个有趣的故事而已，这次却勾起了我的浓厚兴趣。因此便按文索骥地追查相关文献，发现更多有意思的研究话题，所有的话题指向一个共同的题目：合作的演化。其中的研究方法包括传统的实证方法、^② 数学建模以及计算机模拟方法。粗看上去，许多利用模拟方法的研究与计算机游戏颇为相似，实际上这些研究背后有着极其丰富的、跨学科的社会理论背景。作者们分别来自政治学、社会学、经济学、管理学、心理学、人类学、生物学以及数学等领域，他们相互引用、共同研究，奠定了合作演化研究中的几个重要里程碑。进而在2005年，美国《科学》（*Science*）杂志将“合作行为如何演化”列为21世纪最关键的25个科学问题之一。^③

于是我跃跃欲试地希望在其中做点什么，便有了本书的开端。全部的研究建立在弗里德里希·哈耶克、曼瑟·奥尔森、赫伯特·西蒙、埃莉诺·奥斯特罗姆、罗伯特·帕特南、尼克拉斯·卢曼、詹姆斯·科尔曼、罗伯特·埃克斯罗德、马丁·诺瓦克、萨缪尔·鲍尔斯等诸多学术前辈的研究基础之上，他们的智慧与洞察力给我以无尽的启示。刚开始时试图解决一个问题，即在什么机制下可以在更大尺度的社会中维持一种稳定的社会合作关系。这是那些经典文献留给我的最大困惑，因为那些在小尺度社会中维持合作的“自发”条件在社会“膨胀”后便会失去效力。虽然毋庸置疑的是，法律这样的系统性“人工”规则在大尺度社会中的作用非常明显，但是在上述两种层次之间似乎缺少某种过渡。恰逢我在北京大学政府管理学院讲授公共政策分析课程，并在其中讨论政府与市场的关系，由此产生两种思考的路径，即社会（互惠）关系的复杂性与行动策略的层次性，并且延伸出合作演化或社会演化的多样性问题。当然，本书的研究结果与前辈们的成就还有莫大的距离。虽然最终并未如开始时设想的那样，在模型推演结果与实际的社会过程之间建立切实的关联性，但是我相信之后进一步的研究或许可以给出更多的启发。

感谢澳门理工学院对本书出版的全额资助。澳门理工学院是一所“小而

① Epstein, J. M., Axtell, R. L. *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up* [M]. MA: MIT Press, Cambridge, 1996.

② 所谓传统的实证方法，是指案例研究方法、典型事实方法（包括统计计量方法）、角色扮演方法和实验室实验方法。参见 Janssen, Marco A., Ostrom, E. Empirically based, agent-based models. *Ecology and Society*, 2006, 11 (2).

③ Pennisi, E. How did cooperative behavior evolve? [J]. *Science*, 2005, 309 (5731): 75.

精、小而美”的高等学校，我在这里愉快地完成了本书最后的修订工作。感谢科学出版社出版本书，以及钱俊编辑的大力引荐和无私帮助。感谢国家自然科学基金项目对本书研究过程的资助。感谢北京大学政府管理学院和所有同事对我在学习和工作上的培养与支持。感谢北京大学信息科学学院计算机科学与技术系对我的培养，软件技术不仅是本书的方法基础，也是我一生的财富。

最后要向我的夫人李吉芝表达最深的感谢。她不仅在我研究过程中时常与我讨论，她对问题的敏锐判断常常给我以启发，而且在我访问澳门期间，她独自承担了家庭的重任。当然也感谢我的儿子黄煦然，他改变了我生命的意义。

黄 璜

2017年5月于澳门氹仔

目 录

CONTENTS

第 1 章 导论	1
1.1 思考的缘起	3
1.1.1 合作的困境	4
1.1.2 为什么会合作?	6
1.2 研究对象与意义	12
1.2.1 几种不同的合作层次	12
1.2.2 合作与公共治理的关系	14
1.3 研究方法的选择	18
1.3.1 复杂性与涌现	18
1.3.2 计算机模拟与 ABM	19
1.3.3 ABM 的特点与方法实践	21
1.4 全书的脉络	24
第 2 章 合作的理论	29
2.1 定义与模型	31
2.1.1 词典的定义	31
2.1.2 学术上的分歧	32
2.1.3 合作的模型	35
2.1.4 合作中的行动者	40

2.2	动机：我们为什么合作？	44
2.2.1	关于“选择”的理论	45
2.2.2	关于“互惠”的理论	50
2.3	途径：合作是如何建立的？	58
2.3.1	信任	59
2.3.2	声誉	72
2.3.3	惩罚与奖励	77
2.3.4	社会学习	84

第3章 合作的演化模型 91

3.1	合作演化的方法论渊源	93
3.1.1	经验模型与形式模型	93
3.1.2	社会演化	95
3.1.3	合作的演化	97
3.2	哈丁基本模型的演化	100
3.2.1	埃克斯罗德的模拟实验	100
3.2.2	对TFT的调整	104
3.3	“间接互惠”的演化	107
3.3.1	“形象计分”模型演化实验	107
3.3.2	对“形象计分”模型的改进	109
3.3.3	社会网络中的互惠演化	112
3.4	基于“惩罚”的合作演化	113
3.4.1	“报复”模型	113
3.4.2	“强互惠”合作的演化	114
3.4.3	制度或文化模型	116
3.4.4	“公共池塘”合作的演化	117
3.4.5	多阶合作的演化	119

第4章 合作演化的模拟 121

4.1	合域：一个人工社会的模型	123
4.1.1	关于“合域”初始状态的简要说明	123

4.1.2	模型的基本要素	124
4.1.3	模拟系统	134
4.1.4	初始状态下的模拟实验	136
4.2	基于信任与社会网络的“软合作”演化	138
4.2.1	关于“软合作”状态的简要说明	138
4.2.2	新的属性与规则	139
4.2.3	“软合作”状态下的模拟实验	147
4.3	包含“强欺骗”策略的“硬合作”演化	159
4.3.1	关于“硬合作”状态的简要说明	159
4.3.2	新的属性与规则	159
4.3.3	“硬合作”状态下的模拟实验	162
第5章	回到合作的逻辑	183
5.1	信任与社会网络对合作演化的影响	186
5.2	“强欺骗”策略的演化与次优的结果	189
参考文献		193

—◆ 第 1 章 ◆—

导 论

- 1.1 思考的缘起
- 1.2 研究对象与意义
- 1.3 研究方法的选择
- 1.4 全书的脉络

1.1 思考的缘起

竞争与合作，始终是人类社会生存与发展的两大基本命题。

从求生、求知、求利、求名到求爱，竞争无处不在。曾经有人调侃说，人类从精子形态开始便已经学会了竞争。伟大的查尔斯·达尔文为我们描绘了一幅大自然竞争的生动画卷——失去了竞争，世界便失去了前进的动力。

然而，自然世界并不总是一副弱肉强食的狰狞面目，即便是最简单的有机体，似乎也能够懂得合作的含义。生物学告诉我们这样的事实：生命的开始与延续依赖于生命内部各种细胞和器官各司其职，分工合作，从而保证生命体各种机能的运转有条不紊；同种群的生物之间相互关怀，共同进退，甚而为它者牺牲的现象也并不鲜见；即便是不同种群的物种之间也经常会有相互合作的情况。

人类显然拥有比一般生物更为丰富的合作形式，并且深深知晓合作的价值，无论在个人、社群、城市、区域乃至国家之层面，都渴望从相互合作中共同发展、共同进步。正如有学者所指出的，合作日益成为人类社会生活中主体间关系以及共同行动的实质性内容。^①当然，人类也拥有着无数合作失败的经历。如果把目光投向深邃的历史空间，便会看到一幕幕合作与非合作的图景，以及由此带来的幸福与悲怆、联合与分裂、和平与战争、繁荣与毁灭。也正因此，探究合作的机理便成为一项非常重要的研究任务，合作之命题也便构成了不少学科理论研究的核心内容。奥地利数学家卡尔·斯格蒙德（Karl Sigmund）教授曾经对合作研究的学科现状做过一番总结：^②

经济学家利用实验游戏来研究积极的或消极的激励对合作倾向所产生的影响；人类学家通过访问小规模的社会来测度文化的依赖性和强化合作的普适规则；心理学家研究能够促发那些引致帮助行为或道德侵犯情绪的潜意识线索

① 张康之. 论合作 [J]. 南京大学学报 (哲学·人文科学·社会科学), 2007, (5): 114-125.

② Sigmund, K. Punish or perish? Retaliation and collaboration among humans [J]. Trends in Ecology and Evolution, 2007, 22 (11).

(subconscious cues); 神经学家利用磁共振 (magnetic resonance) 技术研究社会困境与大脑活动的关系; 博弈理论家通过修改效用函数来解释非物质利益的 (合作) 倾向; 生物学家在蜜蜂或细菌 (的群落) 中寻找监管 (policing) 和制裁 (sanctions) 的征状; 政治学家则试图通过集体行动来提高制度绩效的水平。

1.1.1 合作的困境

理论上对合作的探究是从理解合作的困境开始的。合作的困境, 很早就被人们所认识, 并且一直被高度关注。中国俗语中的“三个和尚没水喝”就生动地反映了这一普遍存在的现象。在先秦时期, 即公元前 2 世纪, 《吕氏春秋》在评价“井田制”^① 时便曾鲜明地指出:

今以众地者, 公作则迟, 有所匮其力也; 分地则速, 无所匮迟也。

公元前 4 世纪, 古希腊伟大的哲学家亚里士多德 (Aristoteles) 已经在《政治学》中指出, 公共的事物最容易被人们所忽视。^②

凡是属于大多数人的公共事物常常是最少受人照顾的事物, 人们关怀着自己的所有, 而忽视公共的事物; 对于公共的一切, 他至多只留心到其中对他个人多少有些相关的事物。

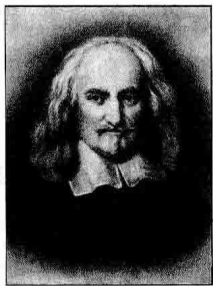
300 年前, 英国启蒙思想家、哲学家托马斯·霍布斯 (Thomas Hobbes) 第一次在理论上对“合作”命题给出了系统的阐述。他指出, 私欲让人类总是企图无限地占有一切的“自然权利”, 因此在没有一个共同的权力使所有人慑服时, 理性的人们便处在所谓“每一个人对每个人”的战争状态之下。^③

① 井田制, 出现于夏代, 到西周时发展成熟, 在春秋晚期逐步瓦解。井田制的实质是一种以国有制为名的贵族土地所有制。《孟子滕文公上》载: “方里而井, 井九百亩。其中为公田, 八家皆私百亩, 同养公田。公事毕, 然后敢治私事。”

② 亚里士多德. 政治学 [M]. 北京: 商务印书馆, 1965: 48.

③ 托马斯·霍布斯. 利维坦 [M]. 北京: 商务印书馆, 1985: 94.

首先践约的人便无法保证对方往后将履行契约。……没有武力，信约便只是一纸空文，完全没有力量使人们得到安全保障。……群体纵使再大，如果大家的行动都根据各人的判断和各自的欲望来指导，那就不能期待这种群体能对外抵御共同的敌人和对内制止人们之间的侵害。……他们就不但会易于被同心协力的极少数人征服，而且在没有共同敌人的时候，也易于为了各人自己的利益而相互为战。



托马斯·霍布斯
(1588~1679)

近代英国哲学家休谟 (David Hume) 在其《人性论》中论证道，自私的天性使人们不容易被诱导了去为陌生人的利益做出任何行为。^①

你的谷子今天熟，我的谷子明天将熟。如果今天我为你劳动；明天你再帮助我，这对我们双方都有利益。我对你并没有什么好意，并且知道你对我也同样没有什么好意。因此，我不肯为你白费辛苦；如果我为了自己利益帮你劳动，期待你的答报，我知道我将会失望，而我所依靠于你的感恩会落空的。因此，我就让你独自劳动，你也照样对待我。天气变了，我们两人都因为缺乏互相信托和信任，以致捐失了收成。

曼瑟·奥尔森 (Mancur Olson)，当代最有影响力的经济学家之一，在1965年出版的经典之作《集体行动的逻辑》中开篇即指出：^②



曼瑟·奥尔森
(1932~1998)

认为集团会采取行动以维护它们的集团利益想来是从理性的、寻求自我利益的行为这一被广泛接受的前提而作的逻辑推论。换句话说，如果某一集团中的成员有共同的利益或目标，那么就可以合乎逻辑地推出，只要那一集团中的个人是理性的和寻求自我利益的，他们就会采取行动以实现那一目标。……实际上，除非一个集团中人数很少，或者除非存在强制或其他某些特殊手段以使个人按照

① 休谟. 人性论 [M]. 北京: 商务印书馆, 1980: 559.

② 曼瑟·奥尔森. 集体行动的逻辑 [M]. 上海: 上海三联书店, 1995: 2.

他们的共同利益行事，有理性的、寻求自我利益的个人不会采取行动以实现他们共同的或集团的利益。”

1968年，美国生态学家加勒特·哈丁（Garrett Hardin）在《科学》（*Science*）杂志上发表了著名的《公地的悲剧》一文。在文中，他用“牧羊人”的悲剧隐喻来说明合作困境的根源并希望以此警醒世界。^①

在那里将是一场悲剧。每个人都被锁定在一个系统中，这个系统迫使他们在一个（资源）有限的世界里无限制地增加自己的畜群。因为这个社会的每个人都信奉着公地能够自由使用，因此所有人都追求着自己的最佳利益，最终，他们争先恐后地冲向毁灭的目的地。

1.1.2 为什么会合作？

虽然合作存在困境，但是也有很多事实表明，人类社会有许许多多成功的合作。大量的人类学和社会学的文献发现，即使在没有外部强制力的地方也并不一定只会产生混乱，即使在那些外部权力尚未产生或者已经瓦解的人类社会中，在初民社会或者世界上许多偏僻的角落中，都可能维持一种无需外部主权的行动秩序。而生物学上的研究也发现，群居类的许多物种大多能够本能性地遵守某种相互合作与扶助的规则。

那么问题便成为，人类是如何走出合作困境的？或者说为什么会合作？需要首先说明的是，如果把问题归因于人类或者某些人天生具有的利他主义，似乎合作便是顺理成章的事。然而这将导致不仅需要为解释不同环境下人性的不一致性提供实证支持，而且还需要对这种“断裂”做出解释，便有可能落入地理决定论或者环境决定论的窠臼中。对人们内心所蕴含动机做出精细划分是十分困难的，过多强调利他主义可能会低估问题的复杂性。

霍布斯呼唤“利维坦”，希图通过强者之手继续人类合作的契约。在他看来，只有人们相互达成协议，自愿地服从一个人或一个集体，并由这个人或集体来保护自己并抵抗所有其他违反契约的人才能摆脱困境，否则永远无法摆脱

^① Hardin, G. The tragedy of the commons [J]. *Science*, 1968, 162: 1243.