

基于计算实验的供应链契约协调 ——行为与复杂性视角

孟庆峰 李 真 著



计算实验方法在研究社会、经济等复杂系统时已展现出其强大的优势。

供应链系统作为一类典型的复杂社会经济系统，其复杂性特性对其研究方法提出了一定的要求，而计算实验方法则可以较好地解决这一问题。本书基于此的研究具有一定的开创性意义。



南京大学出版社

基于计算实验的供应链契约协调 ——行为与复杂性视角

孟庆峰 李真 著



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于计算实验的供应链契约协调:行为与复杂性视角 / 孟庆峰,李真著. — 南京:南京大学出版社, 2015. 11

ISBN 978-7-305-16116-2

I. ①基… II. ①孟… ②李… III. ①供应链管理—计算—研究 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 262932 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 金鑫荣

书 名 基于计算实验的供应链契约协调——行为与复杂性视角
著 者 孟庆峰 李 真
责任编辑 陈亚明 王南雁 编辑热线 025-83594087

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 南通印刷总厂有限公司
开 本 710×1000 1/16 印张 14.75 字数 234 千
版 次 2015 年 11 月第 1 版 2015 年 11 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-16116-2
定 价 59.00 元

网址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

序 言

众所周知,供应链管理已经成为管理学科中一个重要研究领域。影响供应链系统绩效最主要的原因是链上成员立足于自身收益而导致的“双重边际化效应”。为优化供应链系统的整体绩效,需要设计有效的协调策略,使成员的个体利益和供应链整体利益相一致。

供应链管理实践者与研究者发现,由于供应链外部环境与内部各种类型复杂性的影响,供应链协调问题是一类涉及众多系统要素、众多主体(如制造商、零售商、消费者等)、多元目标(如市场占有率、收益、环境绩效等)、众多分布式资源(如资金、产品、技术等)具有深度不确定性的复杂性科学问题。供应链系统的复杂性迫使我们亟须在新的视角下,运用新的方法对供应链的协调与优化进行探索。

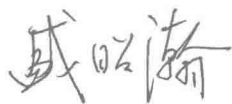
近年来,为了解决复杂管理问题而提出了计算实验方法,该方法以系统集成方法论为指导,融合计算技术、复杂系统理论和演化理论等,通过计算机再现管理系统的基本情景,并在此基础上分析各种管理现象、行为与演化规律,取得了一定的效果。

研究实践表明,计算实验方法应用于供应链协调研究是充分可行的,特别是对于刻画供应链契约协调相关问题中的复杂现实情景,具有自身的优势。

该书基于行为与复杂性的视角,运用计算实验方法开展供应链协调问题研究提供了新的观点,取得了新的成果。本书作者多为年青学者,但本书涉及管理科学、信息科学、计算机科学以及供应链专门理论等,反映了作者能够运用多学科方法研究复杂管理问题,这是值得充分鼓励的。因为研究现实中的复杂管理问题,首先就要尊重问题自身的客观复杂性属性,尽量通

过多学科方法提升研究者自己的认识、分析问题的能力,而不能无视实际情况,用脱离实际的模型与假设强加于实际问题。这样的态度缺乏起码的实事求是的科学精神,年青学者应该提醒自己不应如此。

本书的出版,除了对于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积极意义,更值得肯定的是本书反映出作者以实事求是的学术思想和严谨的科学态度开展研究工作的态度。由此也引发我们思考,希望有更多的学者,特别是中青年学者在科学研究中,进一步保持和发扬严谨求实的科学态度与科学精神,为繁荣我国社会科学研究做出新的贡献。



2015年9月于南京大学

目 录

序言	1
第 1 章 供应链协调:行为与复杂性视角	1
1.1 研究背景	1
1.2 问题的提出	3
1.3 相关概念与理论	6
1.3.1 复杂适应系统	6
1.3.2 供应链契约	12
1.4 供应链契约研究综述	14
1.5 本书内容与章节安排	21
本章参考文献	24
第 2 章 研究工具:计算实验方法	32
2.1 计算实验概念	32
2.2 计算实验研究范式	36
2.2.1 界定研究的问题与环境	38
2.2.2 设定研究的基本假设	40
2.2.3 建立可计算模型	41
2.2.4 实现计算实验	43
2.2.5 实验结果的评估与比较	44
2.3 计算实验的技术路线	46
2.4 计算实验建模思路与模型结构	50
2.5 计算实验的应用	55
2.6 本章小结	58

本章参考文献	58
第3章 供应链产品质量控制研究	64
3.1 研究背景	64
3.2 研究现状	66
3.3 问题提出	75
3.4 基本模型设计	78
3.5 主体 Agent 设计	79
3.5.1 制造商 Agent 设计	79
3.5.2 供应商 Agent 设计	80
3.6 实验规则设计	81
3.6.1 不同报酬结构下的群体激励	81
3.6.2 具有公平偏好的群体激励	82
3.7 初始参数设置	83
3.8 实验结果与分析	84
3.8.1 不同报酬结构下的群体激励实验结果	84
3.8.2 具有公平偏好的群体激励实验结果	87
3.9 本章小结	91
本章参考文献	92
第4章 供应链销售努力激励研究	99
4.1 研究背景	99
4.2 研究现状	102
4.3 问题提出	104
4.4 基本模型设计	107
4.4.1 消费者 Agent 设计	107
4.4.2 制造商 Agent 设计	107
4.4.3 零售商 Agent 设计	109
4.5 实验情景设计与结果分析	110
4.5.1 实验一:情景设计与结果分析	111
4.5.2 实验二:情景设计与结果分析	118
4.5.3 实验三:情景设计与结果分析	128
4.6 本章小结	135

本章参考文献	137
第 5 章 供应链契约组合绩效研究	141
5.1 问题提出	141
5.2 实验模型设计	144
5.2.1 符号说明	144
5.2.2 基本模型设计	145
5.2.3 市场需求设计	146
5.2.4 供应链运作及主体决策设计	146
5.3 实验流程设计	148
5.4 实验规则设计	149
5.4.1 寻优迭代算法	149
5.4.2 利润分配规则	150
5.5 初始参数设置	151
5.6 实验结果与分析	152
5.6.1 价格需求偏好对竞争绩效的影响	152
5.6.2 服务需求偏好对竞争绩效的影响	156
5.6.3 市场需求不确定对竞争绩效的影响	160
5.7 本章小结	163
本章参考文献	164
第 6 章 供应链网络竞争绩效研究	167
6.1 问题提出	167
6.2 基本模型设计	170
6.3 零售价格固定实验	171
6.3.1 实验情景设计	171
6.3.2 主体 Agent 设计	172
6.3.3 初始参数设置	175
6.3.4 实验结果分析	175
6.4 零售价格变化实验	180
6.4.1 实验情景设计	180
6.4.2 主体 Agent 设计	181
6.4.3 初始参数设置	182

6.4.4 实验结果分析	183
6.5 本章小结	187
本章参考文献	188
第7章 供应链风险影响机理研究	190
7.1 问题提出	190
7.2 构建供应链风险实验平台	194
7.2.1 实验平台结构	194
7.2.2 供应链系统各功能 Sub-Agent	196
7.3 供应链风险计算实验模型	198
7.3.1 供应链不确定性建模	198
7.3.2 模型描述与假设	199
7.3.3 模型验证	202
7.4 实验设计与结果讨论	204
7.4.1 需求不确定对供应链性能的影响	204
7.4.2 供应数量不确定对供应链性能的影响	206
7.4.3 提前期不确定对供应链性能的影响	207
7.5 本章小结	209
本章参考文献	210
第8章 直面复杂性:总结与展望	212
8.1 主要研究结论	212
8.2 本书的特色与创新	215
8.3 研究不足与展望	218
后记	220

第1章 供应链协调:行为与复杂性视角

1.1 研究背景

随着全球经济的快速发展以及消费者需求的日益多样,企业所面对的市场环境变得日趋复杂,企业间的竞争程度不断加剧。企业面临着提高产品质量、缩短交货提前期、控制成本与改善服务等压力。面临着复杂多变、多样化、个性化需求的市场挑战(白世贞和郑小京,2008)。这为企业带来严峻挑战的同时,也意味着巨大的机遇。原来各个分散的企业逐渐认识到,依靠自身能力单打独斗已经很难适应如此复杂的竞争环境。要想在竞争市场中生存下去,必须与其他企业建立一种战略上的合作伙伴关系,发挥各企业的核心能力以实现优势互补。因此,企业必须放弃传统的基于纵向思维的管理模式,转变为新型的基于横向思维的管理模式,运用先进的管理思想、信息技术、网络技术以及制造技术,充分利用企业内外部资源,增强企业的适应性、响应速度,最大限度地满足客户对产品和服务的需求(侯云章,2008)。供应链正是基于这种管理思维产生的一种系统化、集成化、敏捷化的先进管理模式;是在竞争、合作、动态的环境中,由供应商、制造商、分销商以及零售商等实体构成的快速响应环境变化的动态供需网络。

目前,企业间的竞争已演变成供应链与供应链之间的竞争。由于供应链是由不同利益主体构成的自组织系统,其成员在追求自身利益最大化的同时,往往会与系统整体目标产生冲突,从而导致系统整体绩效的下降。由此可见,影响供应链整体效率最主要的原因是企业追求自身利益最大化而导致的双重边际化效应。Spengler(1950)最早提出“双重边际化”的概念,认为当供应商以高于单位成本的批发价将产品出售给零售商时,零售商的边际成本就已经高于供应链的实际边际成本,其结果是零售商的定价高于供应链的最优零售价格,从而导致供应链的收益低于最佳收益(李真等,

2011)。因此,为达到供应链系统的整体优化目标,需要设计有效的协调策略,使成员的个体利益和供应链整体利益相一致,即满足激励相容约束,激励其在追求自身利益最大化的过程中,实现供应链整体利益最大化。

在供应链实践中,实现协调的最为重要的手段之一是通过各种形式的供应链契约。供应链契约是指买卖双方通过谈判确定的一系列具有可操作性的优化销售渠道绩效的有关条款,如信息与激励措施等。即使供应链达不到最好的协调,也可能存在帕累托最优解,以保证每一方的利益至少不比原来差(王迎军,2001),即满足参与约束。一般意义上的协调是通过契约可以使分散式决策供应链达到同集中式决策一样的绩效。但上述协调的定义表明只要保证每一方的利益至少不比原来差,即存在帕累托最优解,供应链就达到了协调的效果,供应链各成员就具有采用契约的动机。

管理者与研究者在对供应链协调的实践过程中逐渐发现,供应链所处的外部环境具有复杂性,供应链内部的成员具有异质性和适应性,成员决策具有有限理性特征,供应链自身的网络结构具有复杂性,供应链系统具有开放性、动态性,供应链各环节之间的交互具有非线性等特征,因此,供应链的复杂性迫使我们亟须尝试新的视角、新的方法对供应链的协调与优化进行研究。

以美国圣塔菲研究所为标志的复杂性科学的研究正逐渐兴起(成思危,1999)。面对社会、经济等复杂系统,复杂性科学放弃了还原分解的传统研究方法,取而代之的是一种自下而上的综合集成方法(于景元,1993)。随着计算机技术与人工智能的发展,复杂性科学方法延伸到了人工社会和人工生命等领域,进而出现了计算实验这一新的复杂系统研究方法(盛昭瀚等,2009)。计算实验方法采用自下而上的建模思路,以基于代理的计算机建模为主要手段,目前已在众多领域得到应用,并得到国内外众多学者的关注。

对于复杂性科学的研究不但大大扩展了系统理论的范围,而且也有助于我们用新的理论与方法来研究供应链的契约协调问题,如考虑更为复杂的市场环境;关注供应链成员的异质性、行为偏好以及自适应行为;观察成员间的交互所导致的系统宏观涌现现象;研究更为符合现实情景的供应链契约的实际协调效果等。因此,采用复杂系统的理论和方法研究供应链的协调优化问题,能够帮助我们更好地发现并解释供应链协调与优化过程中的各种复杂现象及规律,控制供应链运作与管理过程中的复杂性,从而提高

供应链协调与优化的效率和效果。

1.2 问题的提出

供应链作为一种新兴的企业联盟形式,所面临的本质问题为供应链成员间的协调,契约是实现供应链协调的一种有效的方法和手段。在供应链实践中,外部市场环境、供应链所处行业、供应链的网络结构、协调目标、成员偏好等各种因素均会导致供应链处于不同的情景之下,因此,需要因情景不同而相应采用适宜的协调策略。

目前,关于供应链契约协调的研究主要针对不同情景下,已有契约是否能够实现协调?如果不能实现协调,又该如何改进契约以实现协调?但研究者与管理者逐渐发现,在对供应链采用契约协调的实践过程中,有几方面的因素不能忽视。换言之,下面几方面的问题将会直接影响到契约协调的实际效果。

(1) 个体的有限理性。学者们逐渐发现,供应链管理的理论研究和现实的管理实践之间存在一定的差距,管理者所做的决策经常与理论模型所给出的最优解相距甚远(崔嵬等,2011;孟庆峰等,2014)。造成这一现象非常重要的一点原因是:传统研究中学者们所建立的理论模型大多假设决策者是完全理性的。但行为决策领域的研究成果表明,在描述或预测人的行为时,完全依靠理性人假设会导致系统性的误差;对于复杂情景下的供应链,只有从人类行为和心理认知影响角度出发的研究才能有效地指导实践。

现实中的供应链并非是一对一的两企业所组成,而是由具有异质性属性的企业所组成的一个群体。群体中的成员并非单纯地追求经济收益最大化,他们还会关心其他人的收益结果或行为动机,即社会偏好。如个体具有公平性感知,会关注多方面的公平性因素,公平性感知又会反过来影响或改变个体的行为。目前,结合认知和社会心理学的理论来研究运作管理已成为新的研究热点,其所得结论也更符合现实情况(刘作仪和查勇,2009)。因此,行为供应链管理正逐渐引起了国外学术界的重视。行为供应链是行为运作管理研究的分支,主要结合认知心理学和社会心理学的理论来研究供应链管理的新领域,它研究人的行为和认知对供应链系统的设计、管理与改进产生影响的相关属性,并研究这些属性与供应链系统的相互作用(刘咏梅

等,2011)。

(2) 供应链网络结构中复杂的竞争关系。现实情况下供应链的结构较为复杂,大多数呈现出网络结构,而网络中又存在两种类型的竞争关系,一是上下游企业间的纵向竞争关系;二是同级、同行业企业间的横向竞争关系。契约协调的效果并不能只关注供应链整体绩效的提升,还要关注链内成员采用协调策略后的收益改善。契约能否有效实施要取决于链内所有成员的绩效改进,也就是要满足参与约束。此外,由于供应链成员均为具有自主决策能力的主体,契约的实施也要考虑到激励相容约束。供应链网络结构中的复杂竞争关系会直接影响到所有成员的收益,因此,任何协调策略的有效实施均不能脱离供应链的竞争环境。

(3) 市场需求复杂多变。引起市场需求复杂多变的因素很多,如消费者偏好变化、返回策略的实施、新产品的涌现、竞争者采用的营销策略,甚至是我们难以准确预测的天气都会导致需求风险的产生。随着消费者需求偏好转变的频率越来越快,对商品功能和服务的需求越来越趋于多样化,使企业预测市场需求变得越来越困难;有些企业采用了允许退货的方式来刺激消费者购买,但当产品不能满足消费者需求时,消费者就会退货,从而使需求变得更加不确定。例如,在美国,产品的退货率就高达 6%~5%(Gentry,1999);而随着产品生命周期的缩短,不断推出的新产品也有可能导致原有的市场需求规模发生变化;竞争对手不断推出的各种营销策略也会使企业失去原有市场;甚至是变幻莫测的天气,也会影响到我们的需求,文献(Frank,2010)就指出,美国 46%的产品需求会受到天气的影响。此外,还有很多我们观测不到的因素,都在使我们的市场需求变得复杂多变。

需求的复杂多变对企业的利润以及客户满意度等均有着十分重要的影响,已经成为企业能否实现其预期绩效的最大障碍(June et al.,2004)。无论企业采用何种方法来预测市场,仍然难以准确地把握市场需求,而增加库存虽然在一定程度上能够提高顾客满意水平,但却为企业带来了较高的库存持有成本(Fengqi and Ignacio,2008)。事实上,企业并不可能规避掉市场需求的复杂多变。

(4) 多阶层供应链运作方式的差异。现实情况下的供应链结构较为复杂,一般呈现出多阶层结构。由于链上成员出于不同目标的考虑,可能会导致企业与其上下游伙伴间签订相同或不同类型的契约,从而造成了多阶层

供应链上契约组合的现象。我们以现实中家电产品的销售为例,由于产品生命周期较短,零售商为了规避风险,并不愿意大批量进货,但对于上游分销商而言,只有在产品的最佳销售期卖出大量产品,才能获得丰厚的利润,因此,分销商一般会与零售商签订回购契约以激励其增加订货量;而分销商为了获得价格竞争优势,通常会与上游制造商签订收益共享契约,以非常低的批发价购买到产品,再通过谈判对所获收益进行分配。不同的契约组合方式会对多阶层供应链的很多方面产生差异性影响,包括供应链整体的运作方式、协调机制、优化目标以及成员间的利润分配等。而这些因素都会影响到契约的协调效果以及供应链的竞争效果。如企业间的利润分配是供应链纵向竞争关系的体现,是契约能否有效实施的关键。

通过上述分析可知,理论研究中能够实现供应链协调的契约,在实践中并不一定能够取得较好的效果。供应链成员间在采用契约协调的过程中,应重视上述影响契约协调效果的众多因素以及因素之间交互的非线性机制。为使契约在现实情况下能够取得更好的协调效果,我们应该构造更加符合现实的供应链契约协调模型,考虑更加复杂的现实情景以及主体的决策机制。

计算实验方法是为了解决复杂系统中的复杂性问题而提出的一种方法。该方法主要是通过计算机生成实验主体,构建相应的实验情景,因此,其优点主要表现在研究者可以根据研究需要设计相应的研究变量、变量水平及变量间的关系。通过控制其感兴趣的参数来观察实验结果的变化。其通过调整变量和实验条件,能够构建出各种实验情景,甚至是现实情况下无法真实构建的情景,从而观察到常规状态下很难出现的极端值和交互作用,发现并解释这些现象和规律,更加有效地指导管理实践。此外,计算实验是可以重复的,这是研究科学性的重要体现(盛昭瀚等,2009)。采用计算实验方法可以更加方便地从供应链系统的整体出发,研究更加符合现实情景的供应链采用契约协调的若干重大问题,为企业管理者 and 供应链网络集中化决策者(核心企业或第三方)提供决策支持。

一方面,供应链现实的复杂性迫使我们亟须尝试新的方法来对供应链系统采用契约协调与优化的机制进行研究;另一方面,复杂性科学的兴起,尤其是计算实验方法相较于以往实验在解决复杂性问题时所显现的种种优势,也为我们用计算实验方法解决供应链的复杂性问题的提供了契机。基于

此,本书将供应链成员视为具有异质性且具有自主决策能力的主体(agent),这些主体能够根据外部环境变化、其他主体策略改变、自身公平感知等因素而相应地调整自己的行为;针对复杂环境下供应链所面临的若干契约协调问题,如对上游供应商的产品质量控制问题、对下游零售商的销售努力激励问题、多阶层供应链不同契约组合方式的竞争绩效问题、供应链网络结构下的竞争绩效问题、供应链运作风险的管理控制问题等;利用基于Multi-Agent方法和相应的面向对象编程技术,产生供应链系统中的参与主体,通过参与主体的交互作用,自下而上“涌现”出系统的各种行为和现象;通过构建更加符合现实情况的、可控制且可重复的可计算实验模型,模拟各成员的相互作用及其整体现象,既考虑了供应链个体行为的微观层面,也考虑了供应链系统行为的宏观表现,分别研究了批发价契约、销售回馈与惩罚契约、收益共享契约、回购契约等在相应情景下的协调机制与协调效果,通过对实验结果的对比分析得出积极的管理启示,旨在为复杂环境下供应链成员选择合适的契约协调机制提供新的理论依据与决策支持。

1.3 相关概念与理论

1.3.1 复杂适应系统

霍兰(J. Holland)在圣塔菲研究所成立 10 周年(1994 年)的演讲报告中,提出了较为完整的复杂适应系统(Complex Adaptive System,简称CAS)理论。该理论最为核心的观念是“适应性造就复杂性”(霍兰,2000),其将复杂系统中的要素均看作是具有目的的、主动的、积极的、活动的、适应性的智能主体(Agent)。所谓“适应性”,就是指 Agent 能够与环境以及其他 Agent 进行交互,在持续的交互过程中,不断地“学习”和“积累经验”,并且根据学到的经验改变自身的结构以及行为方式(盛昭瀚等,2009)。主体的其他特性均是为其适应性所服务的,适应性是主体最重要的特性,是其智能性的表现。

霍兰(2000)认为,系统的宏观涌现现象以及个体的微观表现均可以从主体的自适应行为中寻求解释,主体之间以及主体与环境之间的相互适应

或相互制约导致系统自组织状态的形成,系统内主体间的“主动的适应性”能够涌现出系统整体的变化。系统复杂与演化的根本原因就是具有适应性的 Agent 不断的与环境以及其他 Agent 进行交互,这也就是通常所说的“适应性造就复杂性”,适应性是产生复杂性的根源之一。

霍兰(2000)在其理论中介绍了几个基本的概念,这些概念能够描述出复杂自适应系统所包含的基本特征,如图 1-1 所示。这些概念可以被分为特性概念与机制概念两类,其中聚集、非线性、流和多样性从不同的角度描述了复杂自适应系统的动态性与结构的复杂性;标识则可以认为是主体区分于其他主体的特有属性,如供应链成员的品牌、资产、生产能力等存在差异,这可视为能够识别主体的标识;而内部模型和积木的作用则在于,将下一层次的内容和规律作为一个整体“封装”起来,以这个整体来参与上一层次的交互作用,例如,在链与链竞争的过程中,链内成员的利润分配就暂时被作为内部模型,忽略了利润分配的细节,而只关注于链与链之间的竞争作用上。



图 1-1 复杂适应系统基本特征

众多学者对复杂适应系统所具有的特性进行了分析,Gell-Mann(1994)认为复杂适应系统应具有以下特征:① 系统具有开放性,即与其环境有能量和物质的交换;② 系统在其动态演化过程中应具有一定的规律性;③ 系统要将其无规律的信息视为随机因素;④ 系统具有记忆与学习能力,能够据此提供决策。Levin(2005)认为复杂适应系统中最本质的特性是自组织性。其指出复杂适应系统具有四大要素:异质性、非线性、等级结构和流,这些因素会导致系统产生自组织行为。换句话说,系统是由异质性主体之间以及主体与环境之间通过非线性的交互而自组织形成的一种等级结构,结构的差异将会影响系统主体间能量、物质和信息的流动,而这些因素也会反作用于系统的结构。

黄欣荣(2006)认为 CAS 理论的主要特点包括以下几个方面:① CAS 理论将系统中的要素视为具有目的性、主动性、适应性的智能主体;② CAS 理论认为主体与主体、主体与环境之间的交互作用以及非线性机制,是系统复杂与演化的根本原因;③ CAS 理论能够将微观主体的适应性行为表现与系统的宏观涌现现象与规律有机的联系起来;④ CAS 理论中考虑了随机因素的作用,随机因素不仅影响主体的属性和行为决策,而且还影响系统的结构,从而使该理论具有更强的解释能力。

综上所述,复杂自适应系统理论是系统理论中最为前沿的理论,从一个崭新的视角重新审视系统。其将组成系统的要素看作是具有智能性、学习性、适应性的自主主体,认为主体与环境以及主体与主体之间的交互而导致的非线性机制是系统不断演化的根本动因(张军,2006),也是系统行为难以把握的重要原因。系统是大规模异质性微观主体经过聚集、自组织等交互作用所涌现出来的一种宏观结构,我们也可以将这种宏观结构理解为特定时空结构的有序状态。

复杂适应系统并不具有一个事先可知的演化路径,其所展现出来的系统行为取决于系统内部的智能主体以及外部的环境,主体间具有异质性属性,因此,主体会根据自身属性相应作出适宜自己的决策行为,多样化的个体行为就会导致系统行为的多样化,这在社会经济系统中不乏例证。例如,社会学中,历史的演进就是由于众多人的合力而推动的;生物学中,不同生物自我保护行为的差异则是由于其外部环境的不同而不断自适应的调整而最终形成的;经济学中,排污企业由于其规模、行业、业绩、管理者环保意识