

基于 CAS 视角的供应链环境协同治理研究

曾珍香*, 林雨琛, 张钰琦, 张学民, 熊立华

(河北工业大学经济管理学院, 天津 300401)

【摘要】 为探究供应链环境协同治理问题, 本文从复杂适应系统视角分析了供应链环境协同治理中内部主体之间以及内外主体间的协同作用机理, 以此为基础构建了供应链环境协同治理模型。为探究协同治理机制在该模型中的实际成效, 本文运用多主体仿真技术, 对二级供应链模型进行仿真模拟, 验证了协同治理在企业运营发展以及供应链整体环境绩效方面的提升作用, 并针对协同模型中制造商零售商间减排成本分担系数进行调整, 检验上下游企业间减排成本分担系数变化对供应链环境治理效果的影响。仿真结果显示, 虽然供应链整体利润随着制造商承担的减排成本增加而增加, 但供应链单位产值排放量却随之呈现先下降后上升的趋势, 进一步验证了协同治理的效果。

【关键词】 复杂适应系统; 供应链环境; 协同治理; 多主体仿真; NetLogo

【中图分类号】 K901

【文章编号】 1674-6252 (2019) 06.0082.08

【文献标识码】 A

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2019.06.082

引言

随着环境污染问题愈发凸显, 环境的协同治理逐渐受到关注^[1]。通常认为, 传统的治理模式采取的是一种自上而下的单向强制性权力运行方式^[2]。这种模式具有低效性的弊端^[3], 且大多企业自主治理的积极性不高^[4], 无法解决复杂的环境污染问题。党的十九大在阐述“着力解决突出环境问题”时重点提出了“构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体系”^[5]。由此可见, 采取协同治理的方式将是未来环境治理的发展方向。

尽管企业是环境污染的主要制造者^[6], 也是环境污染的主要治理主体^[2], 但企业不是一个独立的个体, 其身处供应链之中必然受到供应链其他成员企业的影响。随着诸多供应链环境问题的逐渐暴露, 越来越多的学者开始从供应链的角度思考如何解决环境协同治理问题^[4], 该问题也逐渐成为当前社会的热点问题。

供应链环境协同治理是一个十分复杂的现实问题, 其研究需要融合供应链管理、环境管理以及协同学的相关理论^[7]。在已有研究中, 大部分学者运用协同学、博弈论、数学建模、系统动力学^[8], 以及契约协调^[9]的方法进行相关研究。从复杂适应系统 (Complex Adaptive System, CAS) 视角研究供应链问题的文献相对较少。Stacey^[10]认为在静态分析基础上进行企业管理已经过时, Choi^[11]认为应该从CAS的角度认识和管理供应网络, 随后 Blecker^[12]系统地分析了供应链的复杂性以及其驱动力, 构建了供应链二维驱动模型。考虑到供应链环境问题的复杂性, 传统的数学建模等方法难以应对, 因此我们有必要采取多主体仿真建模的方法来深入探索供应链环境协同治理问题。

基于上述分析, 本文旨在研究供应链环境协同治理模式下供应链企业规模演化程度、供应链总利润变化趋势以及供应链单位产值排放情况, 以此来验证协同治理为解决供应链环境问题所带来的实际成效; 本文重点关注供应链企业间减排成本分摊比例对整体环境治理效果的影响, 试图寻找供应链环境协同治理的最优协同方案。为此, 本文引入多主体建模仿真的方法, 依托 NetLogo 及相关多主体仿真技术, 从CAS的视角构建了供应链环境协同治理模型, 通过分析相关仿真结果为供应链企业间协同合作提供理论依据。

1 CAS 视角下供应链环境治理协同性及复杂性分析

供应链是一个由诸多节点企业组成的网状结构, 其中不仅存在大量的物流、资金流以及信息流^[13], 各类主体之间还在交互的过程中不断学习, 促进自身做出有利于自己的决策。显然, 主体之间的相互影响作用在很大程度上会影响节点企业的生产决策。因此本节运用CAS的思想, 以二级供应链为基础, 将整个复杂系统划分为内部结构和外部结构两部分, 基于供应链环境治理的复杂性讨论其协同治理的途径。

1.1 内部主体间协同

由于本文以二级供应链为基础, 因此在供应链环境协同治理的内部结构中, 主要包括两部分主体: 制造商主体和零售商主体。供应链内部协同治理的复杂性主要体现在如下几个方面:

资助项目: 国家社会科学基金项目: 基于云制造模式的供应链环境协同治理研究 (17BGL009)。

作者简介: 曾珍香 (1965—), 女, 教授、博士生导师, 研究方向为供应链协同治理、企业社会责任等, E-mail: 957663292@qq.com。

(1) 信息协同。信息不对称通常会导致制造商和零售商无法从宏观的角度把握市场需求信息,进而产生“牛鞭效应”^[14]。制造商和零售商通过多种形式的有效沟通加快信息流通速度和合作深化程度,以此减少信息不对称产生的不利影响,保证企业能够及时调整自身的生产决策。

(2) 成本分担。此前的“舍弗勒”事件^[15]以及诸多供应链环境问题表明,供应链作为一个整体,当某一环节出现问题时,链上其他企业也无法独善其身。制造商进行减排投入后,所生产出的低碳产品得到消费者的认可后却使得供应链上所有企业受益^[16],久而久之,制造商会逐渐丧失减排动力。为了避免影响供应链环境治理成效,需要制造商与零售商间进行合理的成本分担。这一方面可以减轻制造商的经济负担,激励制造商进行减排投入;另一方面可以约束链上其余成员参与到共同减排中,使双方达到合作共赢的目的^[17]。

(3) 利益共享。随着消费者的消费观念转化,市场越来越青睐于低碳环保的企业和产品。此外,政府作为宏观调控者给予企业的减排压力逐渐增加,种种外界因素促使原先高碳排放、高能耗的企业逐渐失去竞争优势。因此,制造商与零售商为了满足消费者的低碳偏好,不得不考虑降低自身产品的碳排放同时尽可能缩减成本,通过供应链成员之间非正式的相互理解、交流和沟通,提升彼此的互动程度和社会化关系,从而增强成员之间的紧密合作与协商,以此来抑制供应链上成员的机会主义倾向。

1.2 外部主体间协同

供应链外部主体主要包括政府主体和消费者主体。政府主体作为政策的制定者,从宏观的角度把握低碳减排的问题,其做出的每一个政策变动都会在一定程度上影响消费者的购买决策。随着环境问题的日益突显,政府采取了众多激励措施引导消费者进行低碳消费。一方面通过加大绿色消费宣传力度引导消费者的消费观念,另一方面制定相应购买政策鼓励消费者进行绿色低碳消费。随着政府的宣传以及引导日益深化,消费者的消费观念逐渐产生了潜移默化的转变。越来越多人开始注重产品的低碳环保问题^[18],大部分人愿意支付一定量额外费用来购买低碳环保的产品^[19,20]。与此同时,消费者根据自身需求以及购买情况不断向政府反馈相关低碳政策的实施效果,以便于政府及时做出政策调整。

1.3 内外部主体间协同

供应链本身不是独立存在的,它时时刻刻都在与外部环境进行交互作用,在通过与外界的信息交流中获取最新市场信息以及政策法规

等约束信息;通过与外界的资金交互实现供应链的盈利;通过与其余企业的技术交流与合作实现自身的减排技术升级。一方面政府的强制碳减排政策和激励政策时刻约束并激励着企业进行减排投入,履行自身环境责任;另一方面受消费者的需求影响,供应链企业为了迎合消费者的需求就不得不生产更多的低碳产品。

2 供应链环境协同治理的刺激—反应模型构建

复杂适应系统中的刺激—反应模型在研究微观影响因素对系统产生的效应分析中有较明显的效果,是复杂适应系统中的最基本行为方式^[21]。本文建立了供应链环境协同治理的刺激—反应模型来研究这一复杂适应性问题(图1)。该模型主要包含三个部分:一个探测器集合、一个 IF/THEN 规则集以及一个效应器集合。

2.1 探测器: 对供应链环境治理的信息感知和检测

供应链下环境协同治理的主要主体是链上的各个节点企业,企业根据自己所追求的目标探测外部环境中相关信息,如企业经济目标、政府政策及法规、市场需求信息以及来自竞争者的压力等,随后将诸多信息传递给规则集进行筛选。

(1) 企业经济目标。在供应链这样一个复杂适应系统中,企业每时每刻都在与供应链内部及外部主体间产生交互作用。外界主体的各类决策都在一定程度上影响企业的决策和经济绩效。以制造商为例,其履行环境责任实施低碳的决策受多方面影响,包括上游供应商是否有同样的低碳生产理念、供应商是追求自身利益最大化的利己者还是追求供应链利润最大化的奉献者、其生产过程中是否倾向于集中决策等都会影响制造商的经营状况。

(2) 政府政策及法规。政府作为市场的主要监管者,在引导我国的生产以及消费理念方面有着重要作用,例如,

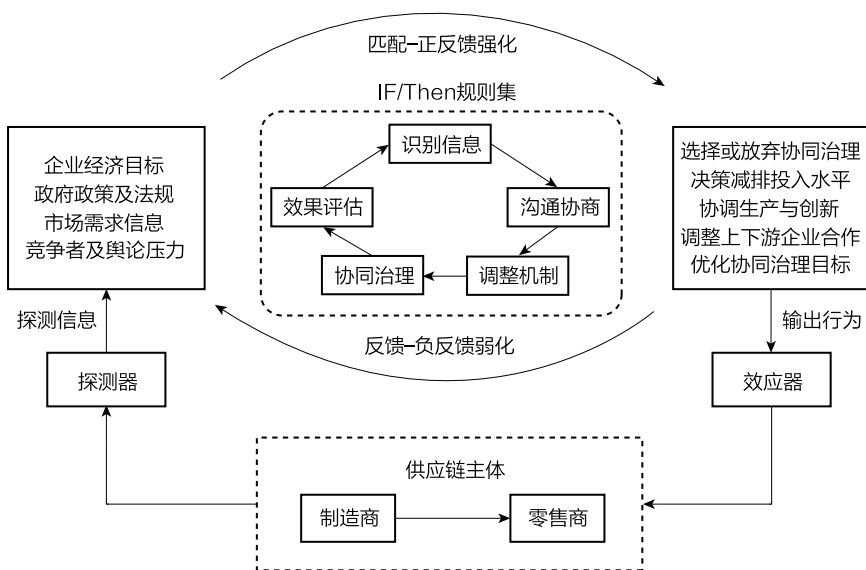


图1 供应链环境协同治理的刺激—反应模型

在减排初期对于积极更新生产技术和购置减排设备的企业给予奖励；制定相应的碳政策鼓励企业减排，同时通过碳市场将超额完成的减排量转化为企业自身的利润，以此来激励各个企业。同样，政府对于在减排中处于消极地位的企业也会有相应的处罚措施，以此来约束企业行为，企业在进行减排决策时就要考虑监管者的影响。

(3) 市场需求信息。随着消费者对于低碳产品的需求越来越高，企业如果进行减排投入将会逐渐提升自身的企业形象并迎合市场，从而获得消费者的认可，在竞争者中获得更大的竞争优势。

(4) 竞争者及舆论压力。企业在承受来自竞争者的压力时会对其生产决策产生重大影响。竞争者更新生产技术进行低碳生产时如果效果较好赢得更多的市场，企业势必会考虑加大减排投入，增加自己的竞争优势。对于其他企业来讲，自己的市场份额可能会因此缩水。为了保证自身的市场巩固竞争优势，企业势必需要采取类似的决策来保证自己紧跟步伐。此外，媒体以及社会公众的舆论压力也会影响企业相关决策，对于被曝光的违法企业，其企业形象和经济效益必然受到重大影响。

2.2 IF/THEN 规则集：供应链对环境治理的基本规则和逻辑

规则集作为刺激—反应模型中重要的一部分，是企业筛选信息匹配行为的重要方式，其关联着探测器与效应器。在供应链下的环境协同治理主要包含以下五个步骤：

(1) 识别信息。企业通过匹配各自的标识信息，筛选与自身理念相同的企业开展合作，形成固定的合作伙伴关系，以期进行协同治理。其主要需要识别的信息经分析包括企业声誉、运营状况、是否符合政府相关政策要求、与自身企业文化经营理念是否匹配等。

(2) 沟通协商。良好的沟通是保证信息对称、避免资源浪费以及更好地实现自身经济目标的重要途径，众多研究表明，企业的分散决策不利于供应链整体的发展，也不利于实现企业自身的经济目标和环境目标。这就需要上下游企业将供应链视为一个命运共同体，密切沟通保证各节点企业间信息准确、快速流通。

(3) 调整机制。通过调整上下游企业间的协同治理机制，采取成本分担收益共享的形式或与关系协调机制相结合来密切企业间的联系，制定并调整适合企业自身的治理机制来促进供应链上企业在追求经济发展的同时提升环境治理意识，并使其受益于环境协同治理，以此来激发企业的积极主动性。

(4) 协同治理。以协同治理机制来约束协同治理行为是保证协同治理有效性的关键。一方面通过机制来保证供应链上的企业主体间的关系协调，另一方面又要保证合作双方权责一致并抑制机会主义，这是供应链协同治理的关键环节。

(5) 效果评估。作为规则集的最后一个环节，效果评估的主要目的是评估前面一系列努力的实际效果，观察各

个环节的制定是否合理，能否为企业带来实际利润，并切实做到环境治理效果的显著提升，如果效果欠佳，仍需要循环规则集五个环节直至寻找到合适的合作伙伴或适当的合作方式。因为种种因素的干扰，预期的目标可能会与实际效果有一定的差距，因此该环节是十分必要的。

2.3 效应器：供应链环境治理的响应及行为

效应器根据规则集输出的信息转化为企业主体的相应决策，代表主体对外界环境做出的反应。从决策角度来讲，输出的行为表现为：企业选择或放弃协同治理、决策减排投入水平、协调生产与技术创新、调整与上下游企业合作，以及优化协同治理目标。

总体来说，供应链下环境协同治理的刺激—反应模型是一个不断循环优化的过程，通过“刺激—筛选—反应—检视—优化”的方式来不断促使供应链环境治理效果正向发展，依靠主体的适应性不断学习适应外部环境，直至更加高效地实现环境协同治理。

3 供应链环境协同治理仿真模型构建

本节结合前文所分析的供应链环境治理协同性和复杂性以及刺激—反应模型，运用 NetLogo 及相关仿真技术构建了一个供应链环境协同治理模型，试图寻找供应链环境协同治理的最优协同方案。

3.1 模型结构及假设

本文参考了经典的狼羊捕食模型^[22]以及相关模型框架^[23]和建模规则^[24]，基于由制造商和零售商组成的二级供应链，外部环境包括政府主体和消费者主体。该模型有如下4个假设：

假设1：链上企业都是具有自主学习能力且具有有限理性的适应性主体，能够根据其他企业的减排和经营状况选择适合自身的经营策略。

假设2：政府作为外部监管者，其主要职能是监管企业碳减排情况，并制定相应惩罚措施，同时积极引导消费者的消费观念。参考杨洁^[25]以及周叶^[26]等人相关研究假设，本文设定政府属于有限理性主体。从对环境的保护和社会的稳定，同时兼顾经济发展的多重角度出发，政府并不能完全曝光所有监测中发现的非低碳企业，对于是否曝光非低碳企业取决于政府曝光率。

假设3：参考文献20和文献21，绿色消费者愿意额外支付一定金额购买低碳产品，当普通消费者的绿色消费意愿达到临界点即转变为绿色消费者，绿色消费意愿取决于消费者自身的从众性、政府的引导力度以及市场中绿色商品的比例。

假设4：引入协同治理机制后，供应链上企业实现信息共享，企业通过沟通交流分享包括减排技术、各企业减排信息以及市场需求等关键信息，有效地降低“牛鞭效应”的影响，并保证了自身企业的产品销路。

3.2 主体属性及变量解释

制造商和零售商主体：主体主要包括积极减排的绿色主体和消极减排的普通主体。制造商和零售商的属性包括减排欲望，代表了主体的减排动力，当主体的减排欲望达到临界值时，主体从消极减排转变为积极减排；财富值代表主体的财政状况，当该属性小于等于0时企业破产退出市场；从众性代表主体受其余主体影响的程度。

政府主体：政府作为外部监管者，其属性主要包括曝光率，其值为连续区间[0, 1]，取值为0代表市场处于无政府监管状态，取值为1代表政府对于消极减排的企业“零容忍”；罚金属性代表政府对于违法企业的惩罚力度；引导力属性代表政府对于消费者的影响力，直接影响消费者的绿色偏好程度。

消费者主体：消费者中包括绿色消费者和普通消费者两类。其属性包括从众性，代表了消费者受他人的影响程度；绿色偏好属性，代表了消费者购买绿色产品的意愿。

3.3 模型结构及主体交互规则

本文基于NetLogo仿真软件，以前文所构建的刺激—反应模型为基础，分别构建了供应链环境治理模型以及环境协同治理模型。在仿真初始状态设置模型中包含 M 个制造商、 N 个零售商和 L 个消费者。

未引入协同治理机制时，每个制造商根据自身情况，每个周期生产一定数量的产品，是否低碳生产取决于当前周期的减排决策，低碳产品每单位成本为 C_1 ；高碳排放产品每单位成本 C_2 （ $C_2 < C_1$ ）。每个零售商在每个周期选择一定数量的制造商进行交易，由于信息不完全对称，绿色零售商为了保证自己收购的产品是低碳产品，不得不额外支出一笔费用进行市场调查，挑选绿色制造商进行交易。零售商批发产品时双方参照统一的市场价格 P_1 交易。零售商

对两种产品进行差别定价，低碳产品售价为 P_2 ，高碳排放的产品售价为 P_3 （ $P_3 < P_2$ ）。信息不对称导致的产品滞销由厂家自行处理。

引入协同治理机制后，市场需求信息流通速度加快，每个企业的产品销路都有很大的保障，因此不存在滞销情况。此外，制造商和零售商共同分担减排成本，制造商承担的减排成本系数为 x （ $x \in [0, 1]$ ），零售商承担的减排成本系数为（ $1-x$ ）。

此阶段，企业主体接收外界环境信息如政府惩罚力度、曝光率、低碳企业比重、绿色消费者比重等，形成外部“刺激”并进行“筛选”，匹配与自身相关的目标并做出相应决策，完成“刺激—筛选—反应”环节。

每个周期的交易结束后，制造商、零售商以及消费者都会根据自身情况考虑是否转变自身状态（成为低碳排放主体或成为高碳排放主体）。在此阶段，制造商、零售商主体“检视”自身经营状况以及所处市场地位，做出决策是否进行低碳生产，从而达到自我“优化”的目的，对于无法适应外部环境的主体即将其驱逐出市场。至此，各主体依照“刺激—筛选—反应—检视—优化”的规则完成了一个周期的循环优化。

4 仿真结果及分析

4.1 引入协同治理前后两种模型结果对比

本文针对引入协同治理前后两种模型结果进行比较，主要观测两种模型运行中供应链企业规模变化趋势、供应链总利润以及供应链单位产值排放量。模型主要仿真参数设置如表1所示。

仿真结果如图2～图4所示，由图2可以看出，引入协同治理机制前虽然制造商、零售商企业规模持续扩大，但是增长速度缓慢且明显低于协同模型。当供应链中引入协同治理机制后企业规模明显扩大，制造商数量始终大于等

表1 仿真参数设置

变量	取值	变量定义	变量	取值	变量定义
M	150	制造商数量	a_3	0.4（0.4）	零售商减排利润比权重
N	50	零售商数量	a_4	0.1	零售商受消费者影响程度
L	200	消费者数量	b_1	0.3	政府引导力度权重
C_1	6	低碳制造商单位成本	b_2	0.3	消费者从众性权重
C_2	4	高排放制造商单位成本	b_3	0.4	低碳零售商比例权重
P_1	8	制造商零售商成交价格	c_1	0.35（0.25）	制造商从众性权重
P_2	12	低碳零售商单位售价	c_2	0.25（0.25）	政府—制造商曝光率权重
P_3	10	高排放零售商单位售价	c_3	0.4（0.4）	制造商减排利润比权重
a_1	0.3（0.2）	零售商从众性权重	c_4	0.1	制造商受零售商影响程度
a_2	0.3（0.3）	政府—零售商曝光权重	x	0.5	减排成本分担系数—制造商

注：括号中的数值为该变量在协同机制中的取值

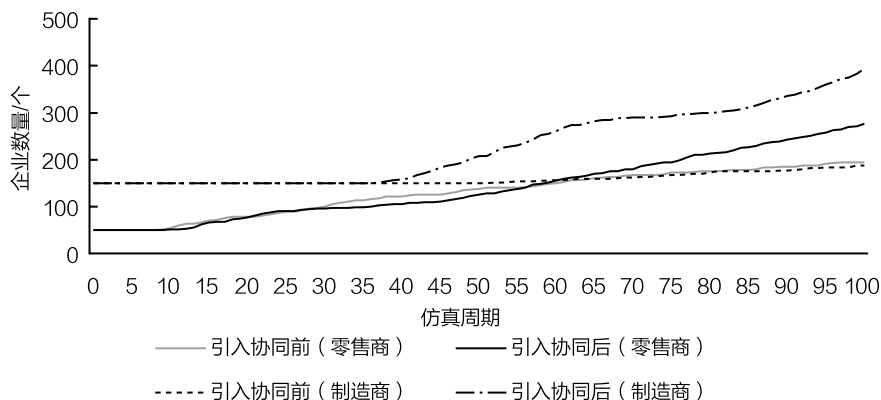


图2 协同治理机制对企业数量的影响

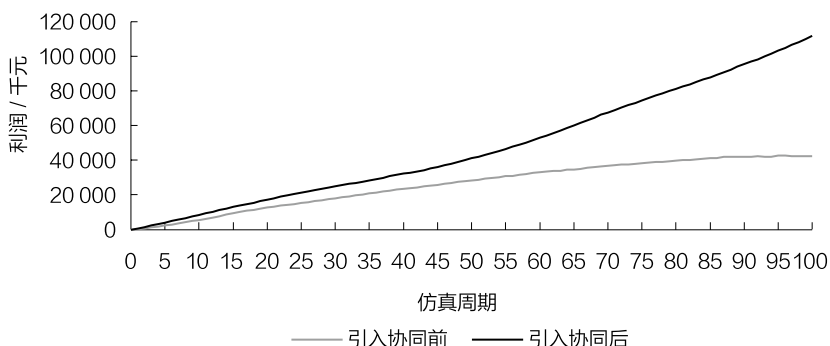


图3 协同治理机制对供应链总利润的影响

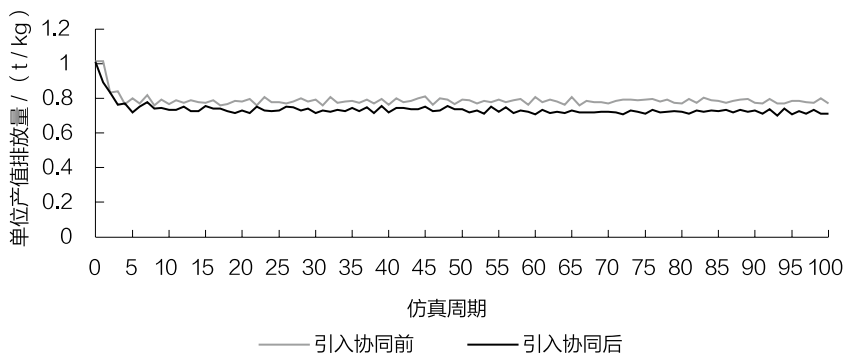


图4 协同治理机制对供应链单位产值排放量的影响

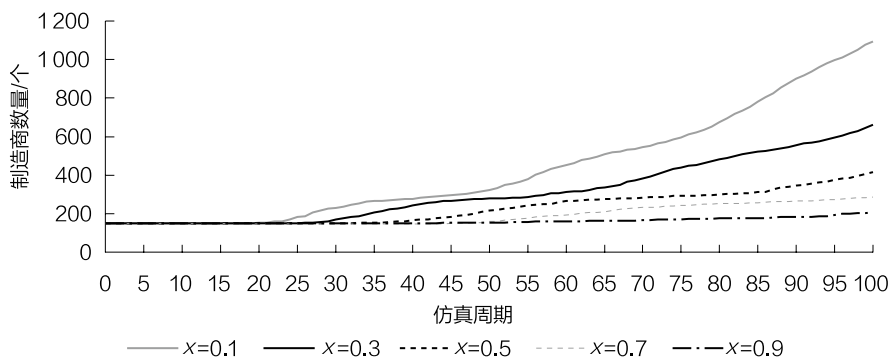


图5 减排成本分担系数对制造商数量的影响

于未引入协同治理机制的制造商数量；虽然零售商在55个周期内数量略少于未引入协同治理机制的模型，但是随着时间的推移，协同模型中零售商数量逐渐领先。由此可见，引入协同治理机制后供应链企业的规模明显扩大，企业经营状况良好。此结论在图3和图4中也得到了充分验证。由图3我们可知未引入协同治理机制时，供应链总利润缓慢增长，呈凸曲线形状，增速逐渐趋于平缓；引入协同治理机制后，供应链总利润曲线呈凹曲线形状，供应链总利润增速逐渐加快且明显高于未引入协同治理机制时的利润曲线。由于本文的落脚点在于实现减排，因此本文通过对比供应链单位产值排放量（图4）分析协同治理机制对供应链整体排放量的影响。显然，引入协同治理机制后，协同模型的单位产值排放量相对较低。由于供应链上企业受政府、消费者以及上下游企业的影响减排积极性逐渐增加，在积极减排的同时也使企业自身利润逐渐扩大。综上所述，企业自觉主动承担减排任务，同时积极与合作者沟通协作，通过协同治理的方式不仅可以完成政府硬性规定的减排指标，而且能逐渐获得消费者的认可，赢得企业形象使自身利益最大化，实现长远发展。

4.2 企业间不同成本分摊比例对环境治理效果的影响

本文在上一节已经验证了协同治理机制对供应链环境治理效果有明显的促进作用，但是对于供应链环境协同治理的最优协同方案没有进行详细比较。因此，本节将继续针对怎样协同才能使供应链环境治理效果更好这一问题继续进行相关仿真研究。减排成本分担系数（ x ）取值为 $[0,1]$ ，间隔为0.1（为方便观测，本文只展示 $\{0.1,0.3,0.5,0.7,0.9\}$ 共5组数据）。

通过图5、图6可以发现随着制

造商承担的减排成本逐渐增加,制造商与零售商的企业规模增速呈递减趋势。当制造商承担少量成本时,供应链发展最为迅速;当制造商承担大部分成本时,虽然供应链企业数量持续增加,但是增速缓慢且较为不稳定,甚至出现轻微波动。结合图7可以发现,当制造商所承担的减排成本越少时,供应链总利润越大且利润曲线斜率增加速度越快。企业都是以盈利为首要目的,但是本模型的期望结果并不是收益最大化,而是希望能协调企业的利润以及减排效果达到一个平衡点,体现出协同治理的优势。因此本文对比了制造商零售商成本分担系数取不同值时供应链单位产值排放量。对比结果如图8、图9所示,由于减排成本分担系数大于0.7的数据均较为相近,在此不做过多展示。

经过对比不同成本分担系数下供应链单位产值排放量曲线,可以较为直观地发现当减排成本分担系数 x 取值为0.3的时候,供应链整体单位产值排放量最低、减排效果最佳。除此之外,当减排成本分担系数大于0.3并逐渐增大时,供应链单位产值排放量也会随之逐渐增大, x 取值越接近1,单位产值排放量从初始状态趋于稳定的速度越缓慢。综合分析该趋势的原因后,本文发现由于在该模型中制造商处于起点位置,无论是生产利润还是市场销售方面,制造商相对于零售商都处于劣势地位,这就制约了制造商的减排积极性。而协同治理的理念就是为了减轻处于劣势地位企业的负担,本文通过成本分担的形式将制造商的减排压力部分传导给模型中的强势企业——零售商。但是出于自身经济利益的考虑,零售商不会无条件地承担上游企业的一切减排成本,在能力允许的范围内零售商会

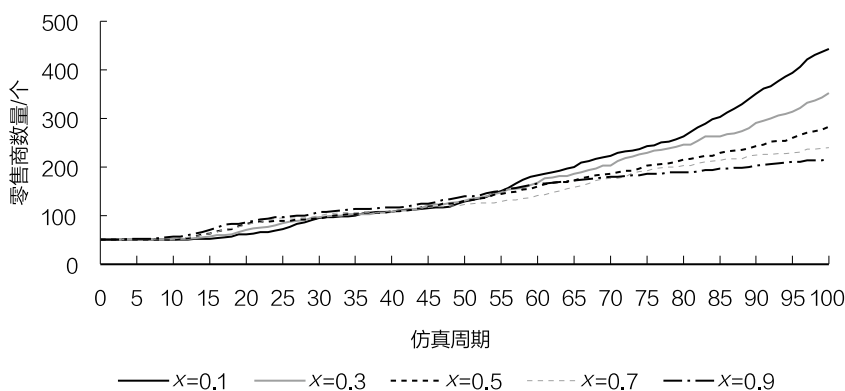


图6 减排成本分担系数对零售商数量的影响

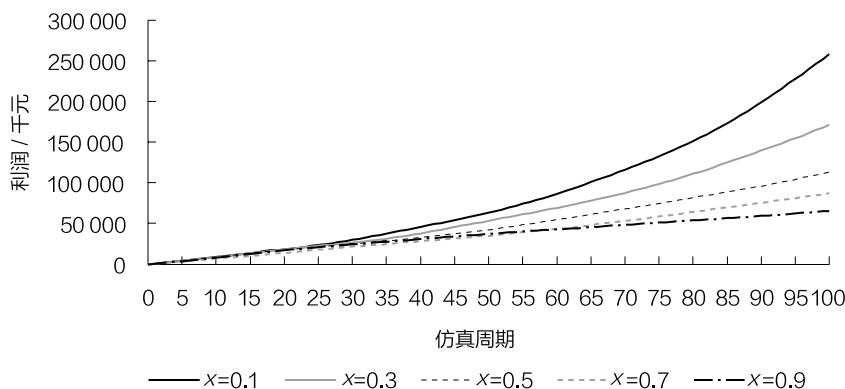


图7 减排成本分担系数对供应链总利润的影响

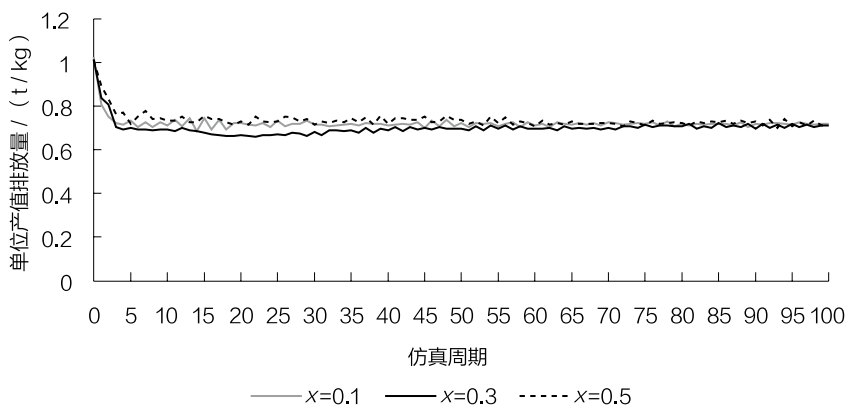


图8 减排成本分担系数取值{0.1、0.3、0.5}时对供应链单位产值排放量影响

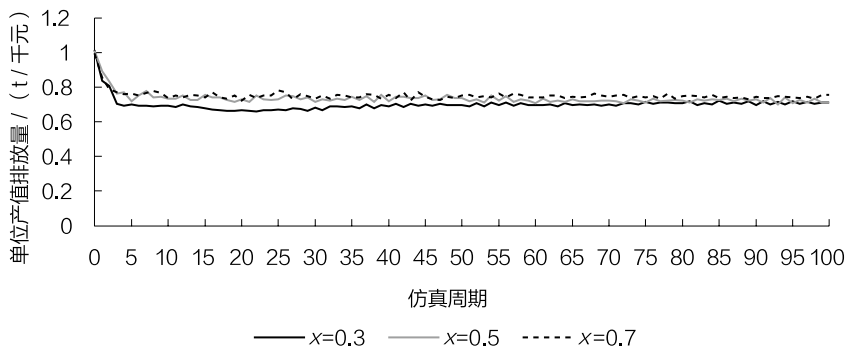


图9 减排成本分担系数取值{0.3、0.5、0.7}时对供应链单位产值排放量影响

根据自身经营情况制定与上游企业的成本分担系数,这也解释了当 x 大于0.3时供应链单位产值排放量逐渐升高的原因。

5 结语

首先,本文基于CAS理论的基本思想以及相关理论,分析了供应链下环境治理的复杂性,并基于其复杂性讨论了供应链下环境协同治理的协同性,主要讨论了供应链内部主体即上下游企业之间的信息协同、成本分担以及收益共享,讨论了供应链外部主体之间的相互作用对供应链环境协同治理的影响以及内外部主体之间的协同作用机理。

其次,本文以二级供应链为基础,构建了供应链环境协同治理的刺激—反应模型,展现了制造商零售商等企业自适应主体在外部环境刺激下通过“刺激—筛选—反应—检视—优化”的方法进行循环优化,以实现自身可持续发展的过程。随后本文模拟了协同治理机制为供应链环境治理带来的实际成效。经过分析仿真结果,笔者发现当引入协同治理机制后,制造商、零售商的企业规模逐渐扩大,企业以及供应链总利润明显提高,同时其单位产值排放量下降,验证了协同治理机制可以有效地促进供应链企业在保证自身利益的前提下尽可能地降低碳排放量,为企业带来可观的经济效益和社会效益,实现供应链企业经济快速发展并兼顾环境可持续发展。

最后,本文通过调整供应链下环境协同治理模型中制造商、零售商之间减排成本分担系数,观测不同程度的成本分担以及收益共享对供应链整体环境治理效果的影响。经分析发现,供应链总利润和企业规模演化程度随着零售商分担的减排成本增加而增加,但是由于企业始终以盈利为目的,零售商不会无偿、无节制地帮助制造商承担减排成本,因此供应链单位产值排放量会出现先下降再升高的趋势。这也就表明在实际生产中制造商与零售商之间需要通过各种形式的协商沟通,寻求一个既保证自身利益又实现有效减排的成本分担平衡点,以促进供应链长足发展。基于本文研究,为了更加深入促进供应链上企业进行环境协同治理,提出如下政策建议:

(1) 内部外部驱动相结合,激发企业环境协同治理内生动力。在政策制定和法规完善过程中注重从内部和外部双重驱动,内部驱动依靠市场以及政策制定为企业带来的利益驱动,促使积极响应环境治理的企业获得更广阔的市场前景,并将生态文明理念融入企业文化以及企业价值观当中,促使其自觉地履行自身环境责任。但这是一个漫长的过程,对于当前的环境形势来讲仍需要一些立竿见影的方式,如政策法规、利益相关者的诉求以及社会团体的压力等外部驱动,只有在内部、外部两种形式的双重驱动下不断刺激供应链主体,才能激发其履行环境责任的内

生动力。

(2) 直接控制与间接控制相结合,充分发挥政府职能。一方面,采用直接控制,政府通过制定以及完善相关政策作为强制手段约束企业,促使其进行技术创新、工艺改进以及管理优化,对于违规企业或罚款或停业整改,对于无法转型的企业采取兼并取缔的方式进行改造;另一方面,以生态文明建设为引领,充分发挥碳市场作为市场化生态补偿机制的重要作用,并加大环保宣传力度,鼓励消费者绿色消费,以此促使企业实现产业升级改造。

(3) 充分发挥非政府组织以及社会公众的监管优势。政府的监管无法保证面面俱到,这就为不法企业造就了“钻空子”的机会,为了尽量减小这种问题的影响,就需要发挥非政府组织以及社会公众的监督优势。重视非政府组织以及社会公众的作用,建立完善的舆情监控平台和管理措施,时刻关注社会舆论的走向,对于被曝光的企业及时采取相应措施,以此来弥补宏观监控的不足,形成“刺激—筛选—反应—检视—优化”的循环治理方式。

参考文献

- [1] 国玉. 基于协同治理理论的区域环境治理探析[J]. 农村经济与科技, 2018, 29(2): 16-16.
- [2] 陶红茹, 马佳腾. 京津冀都市圈生态协同治理机制研究[J]. 理论观察, 2016(3): 27-28.
- [3] 国玉. 区域生态环境协同治理问题研究[D]. 长春: 长春工业大学, 2018.
- [4] 史成东, 闫秀霞, 陈文涛. 企业低碳合作减排协同机制研究[J]. 当代经济管理, 2018, 40(7): 28-34.
- [5] 习近平. 决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[M]. 北京: 人民出版社, 2017: 51.
- [6] 马明月, 赵刘威. 考虑供应链压力下的企业不良环境行为的研究[J]. 中国集体经济, 2018(4): 62-64.
- [7] 刘倩. 供应链环境成本内部化机制研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2015.
- [8] 张芳芳, 李兆花. 供应链协同研究方法综述[J]. 物流技术, 2012, 31(4): 118-121.
- [9] 蒋国瑞, 李强. 供应链协同计划研究综述与趋势[J]. 生产力研究, 2012(9): 254-256.
- [10] STACEY R D. Strategic Management and Organizational Dynamics[M]. London: Pitman Publishing, 1993.
- [11] CHOI T Y, DOOLEY K J, RUNG TUSANATHAM M. Supply networks and complex adaptive systems: control versus emergence[J]. Journal of operations management, 2001, 19(3): 351-366.
- [12] BLECKER T, KERSTEN W, MEYER C M. Development of an Approach for Analyzing Supply Chain Complexity[R]. Germany: MPRA, 2005: 47-59.
- [13] 刘文哲. 基于多主体模型的供应链竞争与进化研究[D]. 北京: 首都经济贸易大学, 2018.
- [14] OJHA D, SAHIN F, SHOCKLEY J, et al. Is there a performance tradeoff in managing order fulfillment and the bullwhip effect in supply chains? The role of information sharing and information type[J].

- International journal of production economics, 2019, 208: 529-543.
- [15] 于志宏. 从“舍弗勒事件”看供应链社会责任管理[J]. WTO 经济导刊, 2017(10): 1-1.
- [16] 徐春秋. 基于减排成本共担期权契约的供应链协调[J]. 运筹与管理, 2018, 27(7): 20-27.
- [17] 张新. 低碳供应链初探[J]. 物流工程与管理, 2011, 33(8): 80-82.
- [18] CHITRA K. In search of the green consumers: a perceptual study[J]. Journal of services research, 2007, 7(1): 173-191.
- [19] ADAMAN F, KARALIN, KUMBAROĞLU G, et al. What determines urban households' willingness to pay for CO₂ emission reductions in turkey: a contingent valuation survey[J]. Energy policy, 2011, 39(2): 689-698.
- [20] 狄灵晓. 基于消费者视角的农产品供应链安全问题研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2013.
- [21] 吴婉茹. 农产品“价格保险+期货”运作机制研究——基于CAS理论模型[D]. 泰安: 山东农业大学, 2018.
- [22] STIGBERG D. An introduction to the NetLogo modeling environment[M]//WESTERVELT J D, COHEN G L, eds. Ecologist-Developed Spatially-Explicit Dynamic Landscape Models. Boston: Springer, 2012.
- [23] GAO Y, LIU G Y, CASAZZA M, et al. Economy-pollution nexus model of cities at river basin scale based on multi-agent simulation: a conceptual framework[J]. Ecological Modelling, 2018, 379: 22-38.
- [24] Netlogo User Manual[EB/OL].[2018-06-14]. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>.
- [25] 杨洁. 政府碳监管对冷链物流企业碳减排行为的影响研究[D]. 南昌: 南昌航空大学, 2017.
- [26] 周叶, 杨洁. 碳税政策下政府碳监管对物流企业碳减排效率的影响研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2017, 16(2): 128-136.

Research on the Environmental Collaborative Governance in Supply Chain Based on the Perspective of Complex Adaptive System

ZENG Zhenxiang*, LIN Yuchen, ZHANG Yuqi, ZHANG Xuemin, XIONG Lihua
(School of Economics & Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

Abstract: In order to explore the environmental collaborative governance problems with a supply chain, the collaborative mechanism of action between the inner bodies as well as the inner body and the outer body in supply chain environmental collaborative governance was analyzed from an angle of a complex adaptive system. On this basis, a supply chain environmental collaborative governance model was constructed. In order to explore the actual effect of collaborative governance mechanism in that model, a multi-agent simulation technique was used, to do analogue simulation to the supply chain model of the second level, verifying an improvement function of collaborative governance in enterprise operation development and the whole supply chain environment performance. Between manufacturers and tradesmen, a sharing coefficient of the cost of emission reduction was adjusted, to check the influence to the supply chain environment governance effect from a change of sharing coefficient of the cost of emission reduction among upstream and downstream firms. The simulation result showed that although the whole supply chain profit increased with the increasing of cost of emission reduction undertaken by manufacturers, the supply chain unit output value emission load expressed a trend of going down before going up, so as to further verify the effect of collaborative governance.

Keywords: complex adaptive system; supply chain environment; collaborative governance; multi-agent simulation; NetLogo