

责任视角下制造业绿色创新与绿色消费演化博弈研究

贺新年

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2021年12月26日; 录用日期: 2022年1月16日; 发布日期: 2022年1月29日

摘要

企业社会责任和消费者环境责任是实现企业绿色创新和消费者绿色消费的重要推动力。构建了政府、企业和消费者三方演化博弈模型, 重点考察政府补贴、企业社会责任和消费者环境责任对相关主体策略的影响。研究表明: 当政府对企业补贴力度较低时, 提高企业社会责任披露指数, 可以促进绿色创新和绿色消费; 消费者环境责任水平正向影响绿色创新和绿色消费, 且只有极高的消费者环境责任才对企业绿色创新有效; 在消费者环境责任水平和社会责任披露共同发生作用时, 提高消费者环境责任水平对系统的影响更为显著。

关键词

绿色创新, 绿色消费, 社会责任披露, 环境责任

Evolutionary Game Analysis of Green Innovation and Green Consumption in Manufacturing Industry Based on the Perspective of Responsibility

Xinnian He

School of Management Studies, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Dec. 26th, 2021; accepted: Jan. 16th, 2022; published: Jan. 29th, 2022

Abstract

Corporate social responsibility and consumer environmental responsibility are the important

driving forces to realize green innovation of enterprises and green consumption of consumers. This paper constructs a tripartite evolutionary game model of government, enterprise and consumer, focusing on the impact of government subsidies, corporate social responsibility and consumer environmental responsibility on the strategies of relevant subjects. The results show that: when the government subsidies to enterprises are low, improving corporate social responsibility disclosure index can promote green innovation and green consumption; the level of consumer environmental responsibility has a positive impact on green innovation and green consumption, and only a very high level of consumer environmental responsibility can be effective for enterprise green innovation; when the level of consumer environmental responsibility and social responsibility disclosure work together, the impact of improving the level of consumer environmental responsibility on the system is more significant.

Keywords

Green Innovation, Green Consumption, Social Responsibility Disclosure, Environmental Responsibility

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前,我国经济正呈现出从高速增长向高质量增长转变的态势,必须将绿色发展融入到经济转型的进程中[1]。中央经济工作会议将“做好碳达峰、碳中和工作”作为今年重点任务,这不仅对能源清洁化、低碳化提出了更高的要求,也对产业链重组升级提出了重大挑战。传统制造业的高投入、高消耗、高排放的粗放式发展模式,已经不适应时代的要求[2],必须进行绿色转型升级,由资源依赖型发展模式转向技术依赖型发展模式。绿色创新可以减少企业在运作中对自然环境的不利影响,是实现经济增长和环境保护的重要手段[3]。与此同时,绿色消费作为绿色制造的重要牵引力量,可以从需求侧引导企业进行绿色转型升级[4]。消费者是推动社会可持续发展的关键因素之一[5],随着传统消费模式带来的资源短缺与环境破坏的影响日益加剧,以及公众环保意识的提升,公众的消费模式也逐渐向绿色消费转变。所以,绿色创新和绿色消费符合经济可持续发展的趋势。

围绕制造企业绿色创新的问题,国内外的研究主要聚焦于绿色创新的影响因素和作用两方面。1) 影响绿色创新的因素。绿色创新是由多个主体参与的活动,受到参与主体的影响。Lin 等(2014) [6]、赵爱武等(2018) [7]研究发现市场需求影响企业绿色创新。Dangelico 等(2017) [8]揭示了组织环境导向能力影响绿色创新。Weng 等(2015) [9]认为企业的监管和组织利益相关者对企业绿色创新起着重要作用。赵路等(2021) [10]、王珍愚等(2021) [11]、曹霞和张路蓬(2017) [12]研究了政府环境规制对企业绿色技术创新的影响。2) 绿色创新的作用。Chiou 等(2011) [13]、Adebgile 等(2017) [14]认为绿色创新对组织环境绩效有显著影响。Awan 等(2019) [15]强调创造力可以通过绿色创新的方式促进可持续发展。Zhu 等(2012) [16]、Fernando 等(2019) [17]认为绿色创新是企业获得可持续竞争优势的重要战略。近年来,大量学者对消费者绿色消费影响因素进行了广泛研究,主要聚焦于外部和内部因素两方面。在外部影响因素方面, Gonçalves 等(2015) [18]研究了外部社会认可对消费者绿色购买行为的影响。宋亚菲和于倩楠(2012) [19]认为绿色产品的价格对消费者的购买行为具有显著的影响。在内部影响因素方面,有学者研究了消费者态度[20] [21]

和绿色信任[22]等对绿色消费的影响。叶楠(2019) [23]研究了绿色认知与绿色情感对绿色消费行为的影响。王建华和科露露(2021) [24]研究了消费者环境素养对绿色消费的影响。

综上, 现有关于制造业绿色创新的研究多集中于组织、市场、政府规制等因素对绿色创新的影响以及绿色创新对组织绩效的作用, 对于绿色消费的研究多集中于外部环境因素以及消费者的认知、态度、素养等内在因素方面。但鲜有学者从企业和消费者责任的视角出发探讨企业社会责任和消费者环境责任对绿色创新和绿色消费的影响。Abbas (2020) [25]、阳镇等(2021) [26]研究了企业社会责任对采用绿色实践、企业可持续绩效的积极影响。吴迪等(2020) [27]发现企业社会责任能够显著提高企业创新绩效。Chen等(2018) [28]发现企业社会责任披露可以改善企业环境绩效。企业社会责任作为一种重要的创新现象[29], 在将社会、环境和经济纳入商业活动的行动和战略以在不断变化的商业趋势中生存发挥重要的作用。消费者环境责任是企业社会责任有效性的重要力量[30], 同时能够促进环境关注, 进而促进绿色消费。因此, 需要考虑企业和消费者责任因素, 探究绿色创新和绿色消费的关系, 为参与主体提供可行性策略建议。

此外, 为促进绿色创新, 政府采取了一系列措施, 如征收污染税以及提供创新补贴[31] [32]等, 对短期和长期宏观经济都产生了积极影响, 但依然存在政策执行力不强的问题。本文在借鉴前人研究的基础上, 在政府环境规制中引入社会责任披露指数[33], 作为创新补贴的补充机制。本文构建了政府、企业和消费者组成的绿色创新和绿色消费策略演化博弈模型, 探讨了政府环境规制对企业绿色创新的影响, 以及政府补贴和社会责任披露如何通过影响企业绿色创新决策从而影响绿色消费行为, 然后分析了消费者环境责任对企业和消费者策略选择的影响, 最后通过 matlabR2020a 仿真模拟了相关变量对系统均衡策略的影响程度。

2. 模型构建

2.1. 基本假设

1) 博弈主体

假设博弈参与主体为政府、企业和消费者, 三者均为有限理性, 且参与博弈的三方在相互作用中不断调整自身策略。

2) 博弈主体的行为策略

政府的策略选择为{积极规制, 消极规制}, “积极规制”是政府采取强制性的政策披露企业社会责任并采取适当的补贴或者惩罚手段激励企业绿色创新, 积极宣传绿色消费。“消极规制”是政府不对企业环境污染行为进行监管, 也不对绿色消费行为进行引导。企业的策略选择为{采取, 不采取}, “采取”是企业主动承担社会责任, 进行绿色创新以减少环境污染。“不采取”是指企业采取传统的生产方式, 不进行绿色创新。消费者的策略选择为{购买, 不购买}, “购买”是指消费者环境关注度较高, 购买绿色产品, 进行绿色消费。“不购买”是指消费者较少关注环境保护, 购买传统产品。

2.2. 模型变量假设

假设一: 政府积极规制的概率为 x , 消极规制的概率为 $1-x$ 。企业采取的概率为 y , 不采取的概率为 $1-y$ 。消费者购买的概率为 z , 不购买的概率为 $1-z$ 。满足 $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq z \leq 1$ 。

假设二: 政府进行积极规制所消耗的成本为 C_1 , 企业绿色创新会增加政府的收益 R_1 。企业生产绿色产品可以获得政府的补贴 T , 对企业生产传统产品的罚款为 F 。企业社会责任披露可以节约政府的监管成本 ΔC_1 。若政府消极规制, 需要支付环境治理成本 C_2 ($C_1 < C_2$), 此外, 政府消极规制行为会造成政府公信力损失 L_1 。政府激励企业绿色创新主要表现为降低绿色创新成本和增加社会责任披露带来的经济收益, 对企业 R&D 补贴因子为 a ($0 < a < 1$), 社会责任披露指数为 b ($0 < b < 1$)。

假设三：企业采取绿色创新的成本为 C_3 ，收益为 R_2 ，可以获得政府的创新补贴 T ，还可以提高公众的环境责任水平 $\beta(0 < \beta < 1)$ 。企业履行社会责任可以增加企业的收益 ΔR_2 。企业采取传统生产方式的成本为 C_4 ，收益为 R_3 ，要向政府缴纳罚款 F 。若企业不履行社会责任，公众感知其企业社会责任和品牌契合度不符，给企业造成的品牌形象等损失为 L_2 。

假设四：消费者购买绿色产品的成本为 C_5 ，购买传统产品的成本为 C_6 。消费者对绿色产品的感知价值 R_4 和传统产品感知价值 R_5 。企业采取绿色创新，消费者购买绿色产品可以获得额外的收益 ΔR_4 。政府积极规制消费者可以获得环境收益 U 。

2.3. 模型构建

根据假设条件，可以得到政府、企业和消费者三方支付矩阵，具体见表 1 所示。

Table 1. Tripartite game payment matrix of government, enterprises and consumers

表 1. 政府、企业、消费者三方博弈支付矩阵

博弈策略	政府	企业	消费者
(积极规制, 采取, 购买)	$-C_1 + R_1 - T + \Delta C_1$	$-(1-a)C_3 + (b+1)R_2 + \beta\Delta R_2 + T$	$-C_5 + \beta R_4 + \Delta R_4 + U$
(积极规制, 采取, 不购买)	$-C_1 + R_1 - T$	$-(1-a)C_3 + (b+1)R_2 + T$	$(1-\beta)R_5 - C_6 + U$
(积极规制, 不采取, 购买)	$-C_1 + F + \Delta C_1$	$-C_4 + R_3 - F - L_2$	$-C_5 + U + \beta R_4$
(积极规制, 不采取, 不购买)	$-C_1$	$-C_4 + R_3 - F$	$(1-\beta)R_5 + U - C_6$
(消极规制, 采取, 购买)	0	$-C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2$	$-C_5 + \beta R_4 + \Delta R_4$
(消极规制, 采取, 不购买)	0	$-C_3 + R_2$	$(1-\beta)R_5 - C_6$
(消极规制, 不采取, 购买)	$-C_2 - L_1$	$-C_4 + R_3 - L_2$	$-C_5 + \beta R_4$
(消极规制, 不采取, 不购买)	$-C_2$	$-C_4 + R_3$	$(1-\beta)R_5 - C_6$

由上述收益矩阵，可以计算得出政府积极规制的期望收益 E_{11} 和消极规制的期望收益 E_{12} 。

$$\begin{aligned}
 E_{11} &= yz(-C_1 + R_1 - T + \Delta C_1) + y(1-z)(-C_1 + R_1 - T) \\
 &\quad + (1-y)z(-C_1 - M + F + \Delta C_1) + (1-y)(1-z)(-C_1) \\
 &= y(R_1 - T - zF) + z(F + \Delta C_1) - C_1
 \end{aligned}$$

$$E_{12} = (1-y)z(-C_2 - L_1) + (1-y)(1-z)(-C_2)$$

$$\bar{E}_1 = xE_{11} + (1-x)E_{12}$$

综上可以得出政府的复制动态方程为

$$F(x) = x(1-x)[y(R_1 - T - zF - zL_1 - C_2) + z(F + \Delta C_1 + L_1) - C_1 + C_2] \tag{1}$$

类似的可以确定企业采取的期望收益 E_{21} 和不采取的期望收益 E_{22} 。

$$\begin{aligned}
 E_{21} &= xz[-(1-a)C_3 + (b+1)R_2 + \beta\Delta R_2 + T] + x(1-z)[-(1-a)C_3 + (b+1)R_2 + T] \\
 &\quad + (1-x)z(-C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2) + (1-x)(1-z)(-C_4 + R_3)
 \end{aligned}$$

$$E_{22} = xz(-C_4 + R_3 - F - L_2) + x(1-z)(-C_4 + R_3 - F) + (1-x)z(-C_4 + R_3 - L_2) + (1-x)(1-z)(-C_4 + R_3)$$

$$\bar{E}_2 = yE_{21} + (1-y)E_{22}$$

企业的复制动态方程为

$$F(y) = y(1-y)\{xz(C_3 - R_2 - C_4 + R_3) + z(-C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2 + C_4 - R_3 + L_2) + x[C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F]\}$$
(2)

同理可以得到消费者购买的期望收益 E_{31} 和不购买的期望收益 E_{32} 。

$$E_{31} = xy(-C_5 + \beta R_4 + \Delta R_4 + U) + x(1-y)(-C_5 + U + \beta R_4) + (1-x)y(-C_5 + \beta R_4 + \Delta R_4) + (1-x)(1-y)(-C_5 + \beta R_4)$$

$$E_{32} = xy[(1-\beta)R_5 - C_6 + U] + (1-y)x[(1-\beta)R_5 + U - C_6] + (1-x)y[(1-\beta)R_5 - C_6] + (1-x)(1-y)[(1-\beta)R_5 - C_6]$$

$$\bar{E}_3 = zE_{31} + (1-z)E_{32}$$

消费者的复制动态方程为

$$F(z) = z(1-z)[y\Delta R_4 - C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6]$$
(3)

根据上式(1)、(2)、(3)的复制动态方程可得 $(0,0,0)$, $(0,0,1)$, $(0,1,1)$, $(1,0,0)$, $(1,0,1)$, $(1,1,0)$, $(0,1,0)$, $(1,1,1)$ 8 个平衡点。

2.4. 系统策略的演化均衡分析

根据 Friedman 提出的方法, 利用雅可比矩阵的局部稳定性, 可以研究演化系统的稳定性, 对上式中的 $F(x)$ 、 $F(y)$ 、 $F(z)$ 函数分别对 x 、 y 、 z 求偏导得雅可比矩阵 T 。

$$T = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

其中,

$$a_{11} = (1-2x)[y(R_1 - T - zF - zL_1 - C_2) + z(F + \Delta C_1 + L_1) - C_1 + C_2]$$

$$a_{12} = x(1-x)(R_1 - T - zF - zL_1 - C_2)$$

$$a_{13} = x(1-x)(yF + F + \Delta C_1 + L_1 - yL_1)$$

$$a_{21} = y(1-y)[z(C_3 - R_2 - C_4 + R_3) + (C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F)]$$

$$a_{22} = (1-2y)\{xz(C_3 - R_2 - C_4 + R_3) + z(-C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2 + C_4 - R_3 + L_2) + x[C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F]\}$$

$$a_{23} = y(1-y)[x(C_3 - R_2 - C_4 + R_3) - C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2 + C_4 - R_3 + L_2]$$

$$a_{31} = 0$$

$$a_{32} = z(1-z)\Delta R_4$$

$$a_{33} = (1-2z)[y\Delta R_4 - C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6]$$

根据李雅普诺夫稳定性理论，系统满足 ESS 的充要条件是雅可比矩阵的所有特征值均为负。因此，通过将 (0,0,0)，(0,0,1)，(0,1,1)，(1,0,0)，(1,0,1)，(1,1,0)，(0,1,0)，(1,1,1) 8 个均衡点代入雅可比矩阵可计算出所有均衡点的特征值，并根据均衡点的正负特征来判断它们是否为系统的 ESS (如表 2 所示)。

Table 2. Eigenvalues of Jacobian matrix corresponding to each equilibrium point
表 2. 各平衡点对应雅可比矩阵的特征值

均衡点	特征值 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$	特征值符号
(0,0,0)	$\lambda_1 = -C_1 + C_2$ $\lambda_2 = 0$ $\lambda_3 = -C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6$	(+, 0, X)
(0,0,1)	$\lambda_1 = F + \Delta C_1 + L_1 - C_1 + C_2$ $\lambda_2 = -C_3 + R_2 + \beta\Delta R_2 + C_4 - R_3 + L_2$ $\lambda_3 = C_5 - \beta R_4 + (1-\beta)R_5 - C_6$	(+, X, X)
(0,1,1)	$\lambda_1 = R_1 - T + \Delta C_1 - C_1$ $\lambda_2 = C_3 - R_2 - \beta\Delta R_2 - C_4 + R_3 - L_2$ $\lambda_3 = C_5 - \Delta R_4 - \beta R_4 + (1-\beta)R_5 - C_6$	(X, X, X)
(1,0,0)	$\lambda_1 = C_1 - C_2$ $\lambda_2 = C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F$ $\lambda_3 = -C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6$	(-, X, X)
(1,0,1)	$\lambda_1 = -(F + \Delta C_1 + L_1 - C_1 + C_2)$ $\lambda_2 = \beta\Delta R_2 + L_2 + C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F$ $\lambda_3 = C_5 - \beta R_4 + (1-\beta)R_5 - C_6$	(-, X, X)
(1,1,0)	$\lambda_1 = -(R_1 - T - F - L_1 - C_1)$ $\lambda_2 = -[C_4 - R_3 + (a-1)C_3 + (b+1)R_2 + T + F]$ $\lambda_3 = \Delta R_4 - C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6$	(X, X, X)
(0,1,0)	$\lambda_1 = R_1 - T - F - L_1 - C_1$ $\lambda_2 = 0$ $\lambda_3 = \Delta R_4 - C_5 + \beta R_4 - (1-\beta)R_5 + C_6$	(X, 0, X)
(1,1,1)	$\lambda_1 = T - R_1 - \Delta C_1 + C_1$ $\lambda_2 = -[C_3(a-1) + C_4 - R_3 + T + F + L_2 + \beta\Delta R_2 + R_2(b+1)]$ $\lambda_3 = C_5 - \Delta R_4 - \beta R_4 + (1-\beta)R_5 - C_6$	(X, X, X)

根据假设条件, 由表 2 可知, 点 (0,0,0)、点 (0,0,1) 和点 (0,1,0) 对应雅克比矩阵有一个特征值大于或者等于 0, 故不是演化稳定点。1) 当 $R_1 - T + \Delta C_1 - C_1 < 0$, $C_3 - R_2 - \beta \Delta R_2 - C_4 + R_3 - L_2 < 0$, 且 $C_5 - \Delta R_4 - \beta R_4 + (1 - \beta) R_5 - C_6 < 0$ 时, 即政府积极规制的综合收益小于 0, 企业绿色创新的收益高于传统生产的收益, 消费者购买绿色产品的收益大于不购买的收益时, 此时, (0,1,1) 为演化稳定点。2) 当 $C_1 - C_2 < 0$, $C_4 - R_3 + (a - 1) C_3 + (b + 1) R_2 + T + F < 0$ 且 $-C_5 + \beta R_4 - (1 - \beta) R_5 + C_6 < 0$ 时, 即政府积极规制的成本小于消极规制的环境治理成本, 企业绿色生产的收益低于传统生产的收益, 消费者购买绿色产品的收益低于不购买的收益时, 对应于演化稳定点 (1,0,0)。3) 当 $-(F + \Delta C_1 + L_1 - C_1 + C_2) < 0$, $\beta \Delta R_2 + L_2 + C_4 - R_3 + (a - 1) C_3 + (b + 1) R_2 + T + F < 0$, $C_5 - \beta R_4 + (1 - \beta) R_5 - C_6 < 0$ 时, 即政府积极规制的收益高于消极规制的收益, 企业绿色生产的收益低于传统生产的收益, 消费者绿色消费收益高于传统消费收益时, 此时, (1,0,1) 为演化均衡点。4) 当 $-(R_1 - T - F - L_1 - C_1) < 0$, $-[C_4 - R_3 + (a - 1) C_3 + (b + 1) R_2 + T + F] < 0$ 且 $\Delta R_4 - C_5 + \beta R_4 - (1 - \beta) R_5 + C_6 < 0$ 时, 政府消极规制的收益低于积极规制的收益, 企业绿色创新的收益高于传统生产的收益, 消费者购买绿色产品的收益低于购买传统产品的收益, 此时, (1,1,0) 为演化均衡点。5) 当 $T - R_1 - \Delta C_1 + C_1 < 0$, $-[C_3(a - 1) + C_4 - R_3 + T + F + L_2 + \beta \Delta R_2 + R_2(b + 1)] < 0$, $C_5 - \Delta R_4 - \beta R_4 + (1 - \beta) R_5 - C_6 < 0$ 时, 即政府积极规制的综合收益大于 0, 企业绿色生产的收益高于传统生产的收益, 且消费者购买绿色产品的收益大于传统消费收益, 此时, 系统的演化稳定点为 (1,1,1)。根据目前绿色创新的发展趋势可知, 当前政府的工作重心主要集中在支持绿色创新上, 此时企业应承担起应有的责任, 加强绿色创新投入, 提高绿色产品的产能, 推动绿色消费。因此, 本文选择 (1,1,1) 这一稳定点作为原始状态展开讨论。

3. 仿真分析

基于上述演化博弈模型, 使用 matlabR2020a 进行仿真分析。参考文献[34] [35], 仿真相关参数值设置为。 $C_1 = 3$, $C_2 = 4$, $C_3 = 18$, $C_4 = 4$, $C_5 = 2$, $C_6 = 0.8$, $R_1 = 1$, $R_2 = 10$, $R_3 = 7$, $R_4 = 4$, $R_5 = 1.5$, $\Delta C_1 = 5$, $\Delta R_2 = 4$, $\Delta R_4 = 2$, $L_1 = 2$, $L_2 = 4$, $T = 1$, $F = 1$, $U = 1$, $a = 0.1$, $b = 0.1$, $\beta = 0.3$, $x = 0.2$, $y = 0.5$, $z = 0.7$ 。

3.1. 政府规制对企业和消费者策略选择的影响

1) 政府补贴 a 对企业和消费者的影响

三方初始比例分别为 $x = 0.2$, $y = 0.5$, $z = 0.7$ 。考察政府补贴因子 a 对企业和消费者策略选择的影响, a 分别取值为 0, 0.15, 0.45, 0.55, 0.8, 1。 $a = 0, 0.15$ 表示低强度的补贴力度, $a = 0.45, 0.55$ 表示中等强度的补贴力度, $a = 0.8, 1$ 表示高强度的补贴力度, 仿真结果如图 1(a) 和图 1(b) 所示。可以看出, 随着政府给予补贴力度的增加, 企业由不采取策略转向采取绿色创新策略, 消费者由不购买策略转向购买策略, 且上升速度越来越快, 说明政府补贴对企业绿色创新成本的降低能够显著促进企业的绿色创新和绿色消费行为。此外, 中等强度的补贴即可达到促进企业绿色创新和消费者绿色消费的目的, 但是演化至均衡状态的时间较高强度的补贴时间长。

2) 社会责任披露指数 b 对企业和消费者的影响

政府、企业和消费者三方初始比例分别为 $x = 0.2$, $y = 0.5$, $z = 0.7$ 。基于上述初始参数设定, b 分别取值为 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1。图 1(c) 和图 1(d) 分别显示了社会责任披露指数对企业和消费者策略演化的影响, 可以看出, 当 b 低于某一临界值, 企业和消费者的策略演化为 (0,0), 即(不采取, 不购买)。当 b 高于某一临界值, 企业和消费者的策略演化结果为 (1,1), 即(采取, 购买)。结果表明: 当企业社会责任披露指数 b 较高时, 企业和消费者的策略选择会向稳定状态 (1,1) 演化。

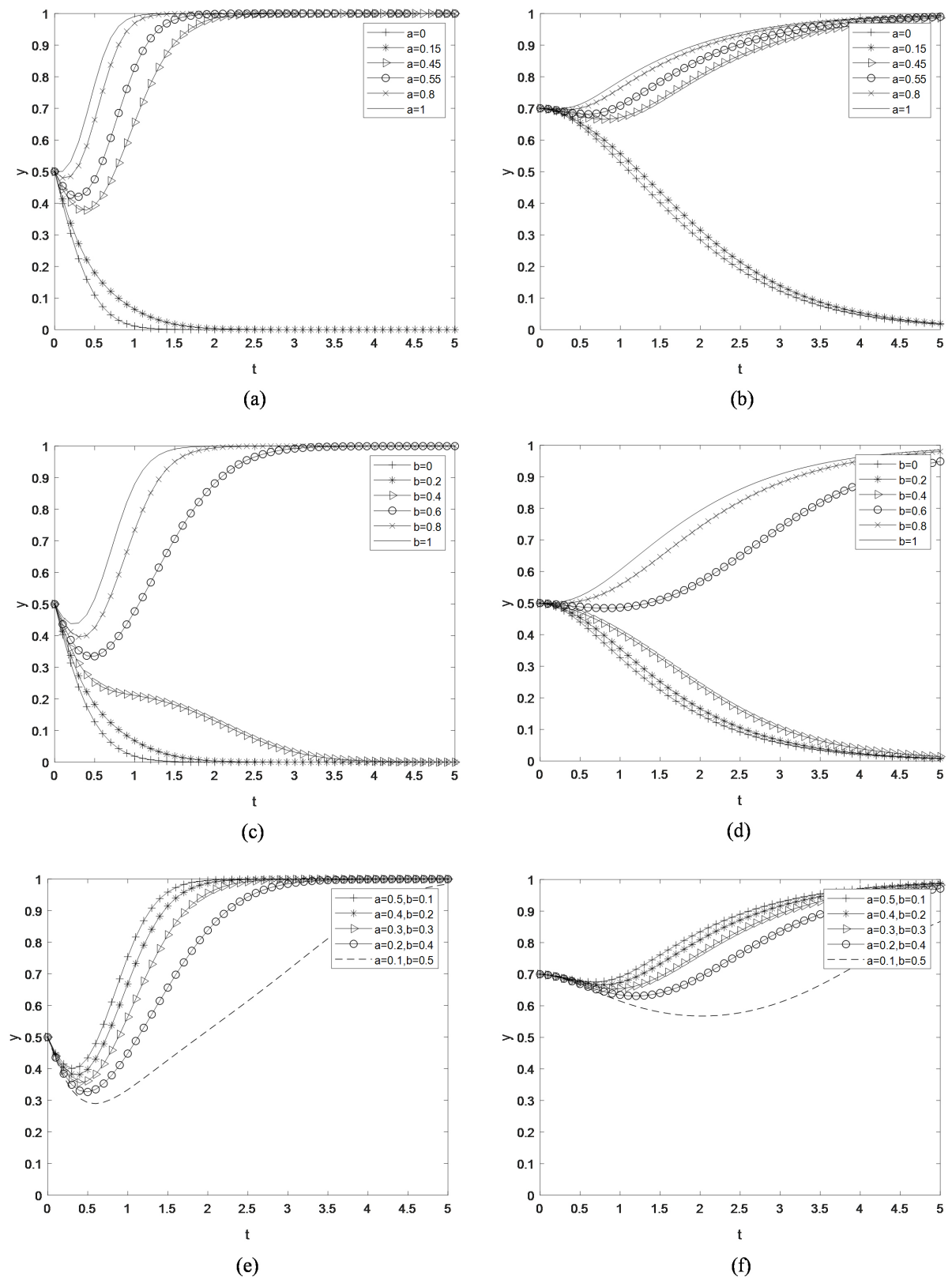


Figure 1. Evolution of enterprise and consumer strategies under government regulation

图 1. 政府规制下企业和消费者策略演化图

3) 政府补贴 a 和社会责任披露 b 共同作用对企业和消费者策略选择的影响

政府、企业和消费者三方初始比例分别为 $x=0.2$ ， $y=0.5$ ， $z=0.7$ 。图 1(e)、图 1(f) 分别反映了政府补贴 a 和社会责任披露 b 共同作用对企业和消费者策略演化的影响。可以看出，政府补贴和强制性社会责任披露共同作用时，企业和消费者的策略演化结果均为 (1,1)。尤其当 $a=0.1$ ， $b=0.5$ 时，即低强度的政府补贴和中等强度的社会责任披露即可促进企业的绿色创新行为。说明，政府可以通过社会责任披露对企业施加压力，以较少的创新补贴支出就可以达到促进企业绿色创新的目的。

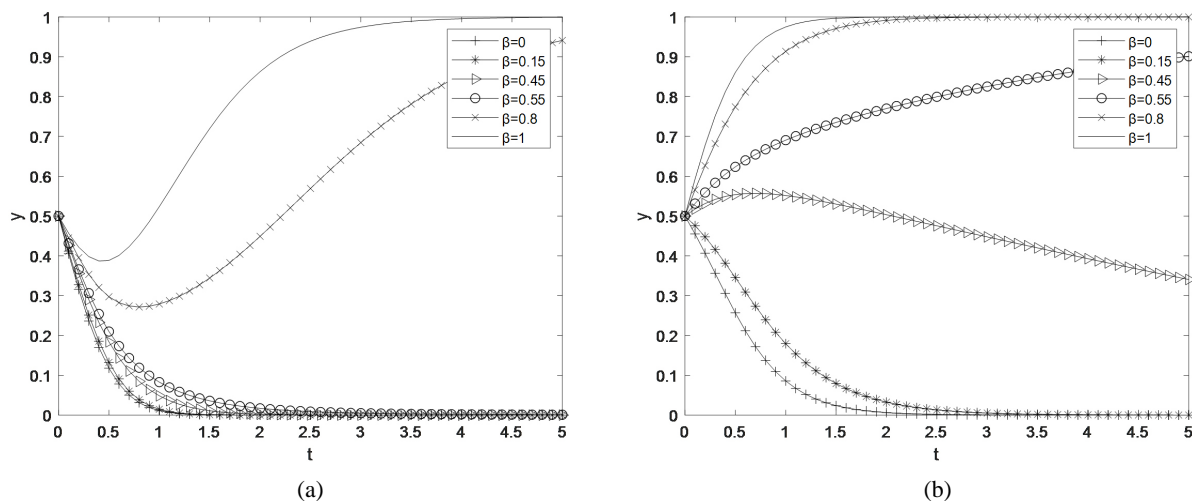


Figure 2. Different levels of responsibility β Evolution diagram of enterprise and consumer strategy under
图 2. 不同责任水平 β 下企业和消费者策略演化图

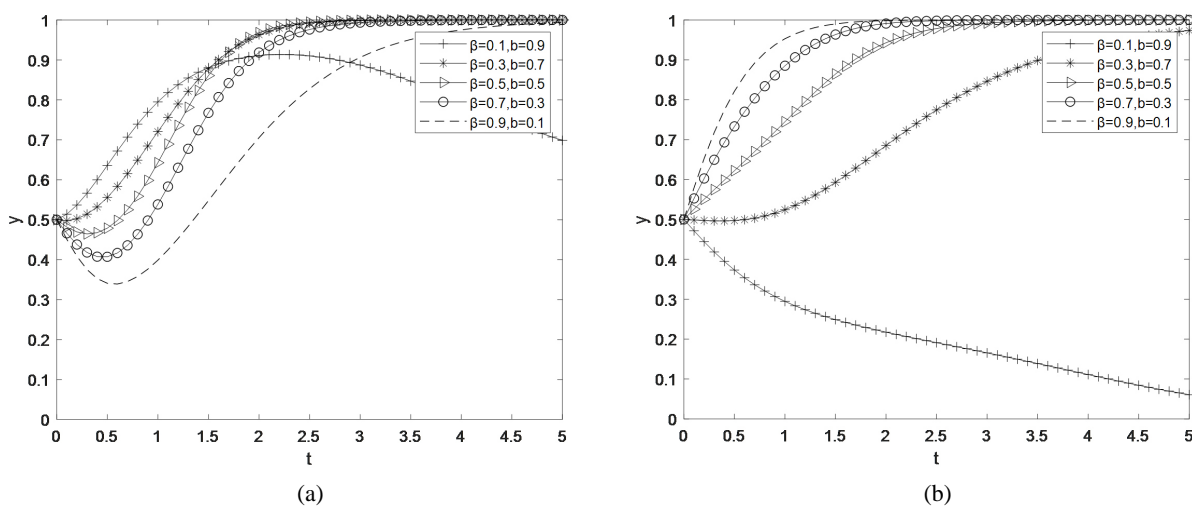


Figure 3. Evolution diagram of interaction strategy of β and b
图 3. β 和 b 共同作用策略演化图

3.2. 消费者的环境责任对企业和消费者的影响

政府、企业和消费者三方初始比例为 0.5。记 $\beta=0$ ， $\beta=0.15$ 记为低水平的环境责任，记 $\beta=0.45$ ， $\beta=0.55$ 记为中等水平的环境责任，记 $\beta=0.8$ ， $\beta=1$ 记为高水平的环境责任。图 2(a)、图 2(b) 分别反映了环境责任 β 对企业和消费者策略选择的影响。可以看出，随着消费者环境责任的提高，企业和消费者

的策略演化结果为“采取，购买”。特别地，消费者环境责任处于中低水平时，企业依然采取传统生产方式，极高的消费者环境责任水平才可以显著提升企业的绿色创新行为。

3.3. 社会责任披露和环境责任共同作用对企业和消费者策略选择的影响

政府、企业和消费者三方初始比例为 0.5。图 3(a)、图 3(b)显示了社会责任披露和环境责任对企业和消费者策略选择的影响，可以看出，环境责任水平低于某一临界值，社会责任披露指数高于某一临界值，企业和消费者策略演化为“不采取，不购买”，对应于点(0,0)。环境责任水平高于某一临界值，社会责任披露指数低于某一临界值，企业和消费者策略演化为“采取，购买”，对应于点(1,1)。与企业社会责任披露指数相比，消费者环境责任对演化策略的结果影响更为强烈。

4. 结论与建议

通过构建责任视角下政府、企业和消费者绿色创新与绿色消费的三方博弈模型，并运用数值仿真进行定量分析，研究表明：1) 政府规制会促进绿色创新和绿色消费，当政府补贴和社会责任披露共同发挥作用时，政府通过提高社会责任披露力度，以较少的创新补贴支出就可以达到促进企业绿色创新和绿色消费的目的。2) 消费者的环境责任水平的提高会促进绿色创新和绿色消费，此外，极高的消费者环境责任水平才对企业绿色创新有效。3) 企业社会责任披露与消费者环境责任共同作用可以使企业和消费者策略演化为“采取绿色创新，购买绿色产品”，且消费者环境责任对演化策略的结果影响更为强烈。

为此，提出如下主要对策和建议：1) 政府作为政策制定者和监督者，要对企业绿色创新给予适当的补贴，通过降低其绿色创新的成本帮助其克服创新瓶颈，并积极披露企业社会责任履行情况，督促企业履行社会责任，一方面可以节约政府补贴，另一方面可以强化政府规制对企业绿色创新的影响。2) 企业作为绿色产品的生产者，要严格遵守法律，积极履行社会责任，减少生产过程中的资源浪费和环境污染，最终促进自身的创新。同时，要关注消费者的需求和价值取向，将企业社会责任计划中的绿色价值更好地嵌入针对他们的信息中，做到消费者感知的社会责任和品牌契合度的高度匹配，更好地发挥企业社会责任的作用，进而提升企业绿色创新水平。3) 消费者要积极履行自己的环境保护责任，提升自身的环保意识，积极改变传统的消费模式，购买绿色产品，引导企业进行绿色创新。

参考文献

- [1] 杨志安, 吕程. 财政分权视角下中国经济发展质量效应[J]. 华东经济管理, 2021, 35(6): 69-78.
- [2] Wesseh Jr., P.K. and Lin, B. (2018) Optimal Carbon Taxes for China and Implications for Power Generation, Welfare, and the Environment. *Energy Policy*, **118**, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.03.031>
- [3] 郭捷, 杨立成. 环境规制、政府研发资助对绿色技术创新的影响——基于中国内地省级层面数据的实证分析[J]. 科技进步与对策, 2020, 37(10): 37-44.
- [4] 李稚, 刘晓云, 彭冉. 考虑消费者接受度的制造业绿色生产与绿色消费博弈分析[J/OL]. 软科学, 2021: 1-13. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1268.G3.20210315.1342.012.html>, 2021-05-06.
- [5] Chua, K.B., Quoquab, F. and Mohammad, J. (2019) Factors Affecting Environmental Citizenship Behaviour: An Empirical Investigation in Malaysian Paddy Industry. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, **32**, 86-104. <https://doi.org/10.1108/APJML-05-2018-0177>
- [6] Lin, H., Zeng, S.X., Ma, H.Y., Qi, G.Y. and Tam, V.W.Y. (2014) Can Political Capital Drive Corporate Green Innovation? Lessons from China. *Journal of Cleaner Production*, **64**, 63-72. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.07.046>
- [7] 赵爱武, 杜建国, 关洪军. 消费者异质需求下企业环境创新行为演化模拟与分析[J]. 中国管理科学, 2018, 26(6): 124-132.
- [8] Dangelico, R.M., Pujari, D. and Pontrandolfo, P. (2017) Green Product Innovation in Manufacturing Firms: A Sustainability-Oriented Dynamic Capability Perspective. *Business Strategy and the Environment*, **26**, 490-506. <https://doi.org/10.1002/bse.1932>

- [9] Weng, H.-H., Chen, J.-S. and Chen, P.-C. (2015) Effects of Green Innovation on Environmental and Corporate Performance: A Stakeholder Perspective. *Sustainability*, **7**, 4997-5026. <https://doi.org/10.3390/su7054997>
- [10] 赵路, 高红贵, 肖权. 环境规制对绿色技术创新效率影响的实证[J]. 统计与决策, 2021, 37(3): 125-129.
- [11] 王珍愚, 曹瑜, 林善浪. 环境规制对企业绿色技术创新的影响特征与异质性——基于中国上市公司绿色专利数据[J]. 科学学研究, 2021, 39(5): 909-919+929. <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20200916.001>
- [12] 曹霞, 张路蓬. 环境规制下企业绿色技术创新的演化博弈分析——基于利益相关者视角[J]. 系统工程, 2017, 35(2): 103-108.
- [13] Chiou, T.-Y., Chan, H.K., Lettice, F. and Chung, S.H. (2011) The Influence of Greening the Suppliers and Green Innovation on Environmental Performance and Competitive Advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **47**, 822-836. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2011.05.016>
- [14] Adegbile, A., Sarpong, D. and Meissner, D. (2017) Strategic Foresight for Innovation Management: A Review and Research Agenda. *International Journal of Innovation and Technology Management*, **14**, Article ID: 1750019. <https://doi.org/10.1142/S0219877017500195>
- [15] Awan, U., Sroufe, R. and Kraslawski, A. (2019) Creativity Enables Sustainable Development: Supplier Engagement as a Boundary Condition for the Positive Effect on Green Innovation. *Journal of Cleaner Production*, **226**, 172-185. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.308>
- [16] Zhu, Q., Sarkis, J. and Lai, K. (2012) Green Supply Chain Management Innovation Diffusion and Its Relationship to Organizational Improvement: An Ecological Modernization Perspective. *Journal of Engineering and Technology*, **29**, 168-185. <https://doi.org/10.1016/j.jengetecman.2011.09.012>
- [17] Fernando, Y., Jabbour, C.J.C. and Wah, W.X. (2019) Pursuing Green Growth in Technology Firms through the Connections between Environmental Innovation and Sustainable Business Performance: Does Service Capability Matter? *Resources, Conservation and Recycling*, **141**, 8-20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.031>
- [18] Gonçalves, H.M., Lourenço, T.F. and Silva, G.M. (2016) Green Buying Behavior and the Theory of Consumption Values: A Fuzzy-Set Approach. *Journal of Business Research*, **69**, 1484-1491. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.10.129>
- [19] 宋亚非, 于倩楠. 消费者特征和绿色食品认知程度对购买行为的影响[J]. 财经问题研究, 2012(12): 11-17.
- [20] Balderjahn, I. (1988) Personality Variables and Environmental Attitudes as Predictors of Ecologically Responsible Consumption Patterns. *Journal of Business Research*, **17**, 51-56. [https://doi.org/10.1016/0148-2963\(88\)90022-7](https://doi.org/10.1016/0148-2963(88)90022-7)
- [21] 王大海, 姚唐, 姚飞. 买还是不买——矛盾态度视角下的生态产品购买意向研究[J]. 南开管理评论, 2015, 18(2): 136-146.
- [22] Rahbar, E. and Abdul Wahid, N. (2011) Investigation of Green Marketing Tools Effect on Consumers' Purchase Behavior. *Business Strategy Series*, **12**, 73-83. <https://doi.org/10.1108/17515631111114877>
- [23] 叶楠. 绿色认知与绿色情感对绿色消费行为的影响机理研究[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2019, 18(4): 61-74.
- [24] 王建华, 钊露露. 环境素养对消费者绿色消费行为的影响研究[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2021, 4(3): 39-50.
- [25] Abbas, J. (2020) Impact of Total Quality Management on Corporate Green Performance through the Mediating Role of Corporate Social Responsibility. *Journal of Cleaner Production*, **242**, Article ID: 118458. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118458>
- [26] 阳镇, 凌鸿程, 陈劲. 经济政策不确定性、企业社会责任与企业技术创新[J]. 科学学研究, 2021, 39(3): 544-555.
- [27] 吴迪, 赵奇锋, 韩嘉怡. 企业社会责任与技术创新——来自中国的证据[J]. 南开经济研究, 2020, 4(3): 140-160.
- [28] Chen, Y.C., Hung, M. and Wang, Y. (2018) The Effect of Mandatory CSR Disclosure on Firm Profitability and Social Externalities: Evidence from China. *Journal of Accounting and Economics*, **65**, 169-190. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2017.11.009>
- [29] Xu, X., Zeng, S. and Chen, H. (2018) Signaling Good by Doing Good: How Does Environmental Corporate Social Responsibility Affect International Expansion? *Business Strategy and the Environment*, **27**, 946-959. <https://doi.org/10.1002/bse.2044>
- [30] Vitell, S.J. (2014) A Case for Consumer Social Responsibility(CnSR): Including a Selected Review of Consumer Ethics/Social Responsibility Research. *Journal of Business Ethics*, **130**, 767-774. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2110-2>
- [31] Xie, X.M., Zhu, Q.W. and Wang, R.Y. (2019) Turning Green Subsidies into Sustainability: How Green Process Innovation Improves Firms' Green Image. *Business Strategy & the Environment*, **28**, 1416-1433.

<https://doi.org/10.1002/bse.2323>

- [32] 曲薪池, 侯贵生, 孙向彦. 政府规制下企业绿色创新生态系统的演化博弈分析——基于初始意愿差异化视角[J]. 系统工程, 2019, 37(6): 1-12.
- [33] Hong, M., Drakeford, B. and Zhang, K. (2020) The Impact of Mandatory CSR Disclosure on Green Innovation: Evidence from China. *Green Finance*, 2, 302-322. <https://doi.org/10.3934/GF.2020017>
- [34] 郑敏娜, 任广乾. 企业绿色创新行为的演化博弈分析——基于环保社会组织参与的视角[J]. 运筹与管理, 2021, 30(3): 15-21.
- [35] 汪明月, 李颖明. 多主体参与的绿色技术创新系统均衡及稳定性[J]. 中国管理科学, 2021, 29(3): 59-70.