

政府监管对竞争供应链下漂绿策略的影响研究

刘卿瑜, 柳雪雅, 杨东*

东华大学旭日工商管理学院, 上海

收稿日期: 2026年1月27日; 录用日期: 2026年2月18日; 发布日期: 2026年3月2日

摘要

在全球绿色发展持续深化的背景下, 厂商积极实施可持续的绿色实践, 然而一些厂商为避免高额绿色成本, 采用漂绿策略夸大其产品和服务的绿色水平, 以获取不正当竞争优势。本文旨在分析绿色市场中的厂商在绿色策略与漂绿策略之间的均衡决策, 并为政府规范绿色市场中的漂绿策略提供管理见解。本文构建了一个由两个厂商和一个供应商组成的二级供应链模型。两个厂商销售同质产品并自行决定自己的绿色/绿漂策略。研究发现, 为了有效打击漂绿策略并确保绿色策略的可行性和可持续性, 仅增加处罚力度并不能有效消除厂商的绿漂行为。政府应在不同水平的漂绿处罚和绿色成本下采取不同的监管措施。具体而言, 在低处罚低成本区域, 应适当降低处罚力度; 在高处罚高成本区域, 应加大处罚力度; 在高处罚低成本区域, 除了加大漂绿处罚力度外, 还应提高绿色成本; 在低处罚高成本区域, 降低处罚的同时减少绿色成本。此外, 研究还表明, 政府需从综合管理的视角出发, 整合处罚概率与处罚成本的政策工具, 才能有效遏制漂绿策略的选择。

关键词

绿色供应链, 漂绿, 竞争供应链, 政府监管, 纳什均衡

The Impact of Government Regulation on Greenwashing Strategies in Competitive Supply Chain

Qingyu Liu, Xueya Liu, Dong Yang*

Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai

Received: January 27, 2026; accepted: February 18, 2026; published: March 2, 2026

Abstract

In the context of the continuous deepening of global green development, manufacturers are actively

*通讯作者。

文章引用: 刘卿瑜, 柳雪雅, 杨东. 政府监管对竞争供应链下漂绿策略的影响研究[J]. 管理科学与工程, 2026, 15(2): 270-287. DOI: 10.12677/mse.2026.152028

implementing sustainable green practices. However, in order to avoid high costs, some manufacturers exaggerate the green level of their products and services to gain unfair competitive advantages, that is, adopt greenwash strategy. Due to the unclear green violation penalty policy, manufacturers believe that the risk of greenwashing is low and are more inclined to adopt greenwash strategy, which further exacerbates this problem. This paper aims to analyze the equilibrium decision between green strategy and greenwash strategy of manufacturers in the green market, offering insights for government regulation. A two-tier supply chain model with two retailers and one supplier is constructed. The study finds that merely increasing penalties is not effective. Instead, the government should vary regulatory intensity based on the level of greenwash penalties and green costs. In low-penalty and low-cost area, penalties should be reduced. In high-penalty and high-cost area, penalties should be increased. In high-penalty and low-cost area, both penalties and green costs should be increased. In low-penalty and high-cost area, both penalties and green costs should be reduced. Additionally, this paper indicates that the government needs to adopt an integrated management perspective, combining the policy tools of penalty probability and penalty costs to effectively curb greenwashing.

Keywords

Green Supply Chain, Greenwashing, Competitive Supply Chain, Government Regulation, Nash Equilibrium

Copyright © 2026 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

在全球绿色发展进程持续深入的背景下，主要发达国家和全球产业链主导企业持续提升产品的绿色要求，逐步建立起更高标准的绿色供应链体系[1]。我国的“十四五”规划、《关于积极推进供应链创新应用的指导意见》和《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》均提出，要积极构建绿色供应链，推动全产业链的绿色化改造[2]。为维持我国在国际大循环的优势地位，我国亟须提升产业链和价值链的绿色水平。其中《关于加快建立健全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》(后文简称《指导意见》)中指出需健全绿色低碳循环发展的消费体系，促进绿色产品消费。在此政策背景下，消费者对环境问题的认识和关注不断增强，开始积极寻求可持续的产品和服务[3]，各类厂商致力于推动产品和服务更符合政策和市场的环保要求，纷纷积极响应绿色要求，在生产经营过程中，将企业自身利益、消费者利益和环境保护利益三者统一起来，实践可持续措施。虽然政府在指导意见中指出，要严厉打击虚标绿色产品行为，有关行政处罚等信息纳入国家企业信用信息公示系统，但实践中并没有明确的量化标准和处罚规则，因此存在部分企业和厂商冒险采取漂绿策略。例如，中国证监会虽然在2024年初要求上市企业发布2025年度《可持续发展报告》，旨在增加绿色行为的透明度，以减少漂绿可能性，但并未对漂绿行为进行明确定义和处罚[4]。此外，追溯企业和厂商声称的产品绿色水平具有一定难度，企业和厂商在解释其绿色水平时拥有较大的自由度，这使他们能够夸大产品的实际绿色水平，进而误导消费者，使消费者更加难以分辨厂商的绿色水平的真实性[5]。

在行业实践中，特斯拉汽车在年度报告中显示了对可持续性和环境责任的承诺，其全球超级充电器网络在2021年由100%的可再生能源供电，但同年因废气管控违规被环保署(EPA)罚款27.5万美元，并在5月被标普500 ESG指数除名，而登上南方周末2021年“中国漂绿榜”；新能源市场中的竞争对手小

鹏汽车立足顶层设计,将绿色生产理念贯穿生产经营全过程,因此在2023年被MSCI(摩根士丹利资本国际公司)将其ESG评级结果由“AA”级上调至全球最高“AAA”级。在电子行业,三星宣称其全球基地100%使用可再生能源,但被环保组织绿色和平组织称其80%以上的电力依赖化石燃料;华为也在供应链运营方面积极做绿色努力,ICT业务电子废弃物填埋率0.5%,智能终端业务电子废弃物零填埋,以及智能光伏项目的对碳减排的显著效果而获得世界自然基金会(WWF)颁发的“2020年度气候创行者”的荣誉。京东和亚马逊会售卖相同品牌的产品,京东通过采用的10万个环保纸需要循环使用20次之后才能覆盖成本,并被评为“中国可持续产业发展倡议”年度案例研究;而亚马逊虽然也积极投身于可再生资源 and 碳减排方面,其可再生能源使用率在2022年已高达90%,但由于其对谈减排量的不诚信,而被SBTi(Science Based Targets initiative,科学碳目标倡议)打上了“承诺已删除”的标签。

于此,本文旨在探索竞争环境下厂商的绿色实践策略选择,提供绿色实践策略新见解,并分析政府监管对漂绿行为的影响,为政府相关政策制定提供指导建议。具体而言,本文构建了一个由一个供应商和两个竞争厂商组成的二级供应链,实践中特斯拉和小鹏汽车都从宁德时代处购买电池,再进行整车生产;三星和华为均从海力士购买电子元件再生产产品;京东和亚马逊也会售卖同一供应商的产品。实践中企业可能做出绿色举措但是仍会在某些方面夸大描述,因此本文刻画企业有两种绿色实践策略(绿色策略和漂绿策略)可以选择,为相对概念。基于此,本文重点关注以下研究问题:1)在绿色竞争环境下,厂商在均衡条件下会选择何种绿色实践策略(即绿色/漂绿策略)?2)政府的监管力度(处罚概率或处罚成本)对打击漂绿策略有何影响?

可持续发展相关议题受到了工业界和学术界的广泛关注[6]。近年来,越来越多的学者致力于绿色供应链的相关研究。首先,产品或服务的绿色水平作为一个重要的非价格竞争因素,在运营管理文献中受到广泛关注[7][8]。Zhang等[9]研究制造商在不同供应链结构和合同模式下生产环保产品与传统产品的策略。此外,有学者聚焦于如何促使企业生产绿色产品。董慈蔚等[10]研究了供应链成员的绿色产品开发投资策略及供应商渠道侵入策略对厂商绿色投资水平的影响。夏西强等[11]研究了供应链绿色研发模式对上下游经济效益有正向影响。关于企业绿色策略的研究通常基于企业行为总是诚实的假设,但实际上企业可能为了避免承担绿色水平相关成本,而用绿色环保的标签对未到达相应标准的产品进行误导性宣传,即选择漂绿策略,而以上文章所提到的绿色竞争,均涉及绿色产品和普通产品的竞争或绿色产品之间的竞争,而本文聚焦于绿色产品和漂绿产品的竞争。

其次,有学者研究在绿色竞争环境下政府如何介入可以创造更好的竞争环境。Hua等[12]研究了两种发展密集型绿色产品和边际成本密集型绿色产品的竞争下,政府采用补贴、监管或混合方式以提高产品绿色程度和社会福利。也有学者如Fang等[13]研究了不同补贴方式对企业策略选择的影响。

本文还与漂绿策略的研究相关。目前从运营管理角度研究漂绿策略的国内文献较少,大部分为国外文献对漂绿行为的刻画有如下几种方式:夸大产品绿色水平[14][15],部分信息披露[16][17]以及可见活动的偏见性资源分配,往往以牺牲不可见元素为代价[5][18]。例如,Shen等[14]通过夸大产品的可持续性增加产品需求。陈启等[17]将漂绿描述为厂商在压制不利信息的同时选择性发布有利信息的行为。Dong等[5]和Wu等[18]定义漂绿为厂商对可观察活动的绿色投资而无视不可观察的因素。本文刻画漂绿策略为厂商通过夸大绿色水平未到达相应标准的产品进行误导性宣传,而实际并未付出相应成本。部分学者也聚焦于政府干预。Lee等[19]探讨了政府是否应当对漂绿行为进行监管。Sun和Zhang[20]研究了政府补贴制度和政府处罚制度。以上相关研究更偏重于政府采用何种干预方式能更好缓解漂绿行为,而本文的研究更偏重于在绿色竞争环境下政府如何缓解漂绿行为。也有学者探究企业的策略选择,例如苏睿芯等[21]从金融视角研究企业是绿色转型还是投机漂绿,周慧等[22]从信息传递的角度出发探究企业真绿还是漂绿的研究。本文考虑了竞争环境下的企业策略选择。

在政府监管漂绿行为方面,王利莎等[23]、苏睿芯等[21]通过演化博弈的方法研究发现增加监管力度有利于约束漂绿行为,本文的研究结论与其不同;李星苇等[24]研究环境规制强度对企业两阶段定价的影响,研究结论建议政府严格监督绿色建材的价格波动,实施与环境规制强度相匹配的价格监督措施,而本文聚焦于竞争环境下政府监管对企业策略的影响,并探索政府政策启示。

虽然少量文献对本文的相关问题进行了研究,但现有研究缺乏对供应链绿色竞争环境的关注,且未充分讨论政府在绿色产品和漂绿产品竞争中的作用。因此,本文致力于研究竞争环境下厂商的绿色实践策略选择,并探讨政府监管对漂绿策略的影响。本文剩余部分安排如下:第二部分为问题描述与假设;第三部分为模型构建以及四个策略及均衡解;第四部分为厂商绿色实践策略的纳什均衡分析;第五部分为政府监管的影响以及对消费者剩余和社会福利的影响分析,并提出管理见解;第六部分为总结与研究展望。

2. 问题描述与基本假设

2.1. 问题描述

供应链由两个竞争的厂商($i=1,2$)和一个供应商组成。消费者对绿色产品持有偏好,并愿意支付额外费用[24]。两个厂商均声称为促进产品的可持续发展而付出绿色成本,并采取了绿色实践,以树立环保形象,促进可持续发展,并满足消费者和利益相关方对可持续性的关注。然而,部分厂商可能会出于降低绿色成本的考虑,采用绿色环保的标签对未到达相应标准的产品进行误导性宣传,以此树立环保形象,即漂绿策略。政府监管的不力为厂商采用漂绿策略提供了可乘之机[15][16]。基于此,厂商可以选择绿色策略或漂绿策略来实施绿色实践,本文对于绿色策略和漂绿策略的刻画为相对概念,例如特斯拉虽然在绿色能源方面采取了绿色策略但在尾气治理方面采取了漂绿策略,在本文中刻画为漂绿策略:1)在绿色策略下,厂商采取绿色策略,决定绿色水平,承担相应的绿色成本,其中这里的绿色成本包含产品直接相关的生产成本、产品间接相关的供应链运营等成本;2)在漂绿策略下,厂商用绿色环保的标签对未到达相应标准的产品进行误导性宣传,在实际运营中不付出可持续努力并决定漂绿水平,但漂绿可能被政府发现,从而受到相关处罚。

T/F 分别代表绿色实践中绿色策略和漂绿策略。因此,存在(T, T)、(T, F)、(F, T)和(F, F)四对绿色实践的组合策略,其中第一个字符表示厂商 1 的策略选择,第二个字符表示厂商 2 的策略选择。 $m \in \{TT, TF, FT, FF\}$ 代表策略,并使用上标来表示每个策略的最优结果。例如,在策略(T, F)下,本文用 β_i^{TF*} , w^{TF*} , p_i^{TF*} , π_{Ri}^{TF*} , π_S^{TF*} , CS^{TF*} , EI^{TF*} , SW^{TF*} 分别表示最优的绿色/漂绿水平、批发价格、销售价格、厂商和供应商的利润、消费者剩余、环境影响和社会福利。为了确定两个厂商的均衡策略,本文基于四个组合策略下厂商的最优利润来求解 2×2 博弈矩阵,如表 1 所示。

Table 1. Firm's decision matrix

表 1. 厂商的决策矩阵

厂商 1	厂商 2	
	绿色策略 T	漂绿策略 F
绿色策略 T	$(\pi_{R1}^{TT}, \pi_{R2}^{TT})$	$(\pi_{R1}^{TF}, \pi_{R2}^{TF})$
漂绿策略 F	$(\pi_{R1}^{FT}, \pi_{R2}^{FT})$	$(\pi_{R1}^{FF}, \pi_{R2}^{FF})$

2.2. 基本假设

本文基本假设如下:

1) 本文对绿色策略和漂绿策略的刻画为相对概念,采用漂绿策略的厂商可能没有夸大其他方面的绿

色努力。

2) 厂商对从供应商处批发的原材料或成品再加工成成品，本文假设再加工成本为固定成本 S ，并假设 $S = 0$ 以简化计算结果。

3) β_i 为厂商 i 的绿色实践水平。若厂商选择绿色策略，则决定其绿色水平 β_i 。本文与陈翼等[25]的研究设置一致，考虑绿色成本为绿色水平的二次函数 $\frac{1}{2}k\beta_i^2$ ，其中 $k(k > 0)$ 为绿色成本系数。若厂商选择漂绿策略，则决策漂绿水平 β_i ，不承担相关绿色成本。

4) 消费者不仅会比较两个产品的销售价格还会比较产品的绿色水平。厂商 i 的需求函数分别为： $D_1^m = 1/2 - p_1^m + (p_2^m - p_1^m) + \theta_1(\beta_1^m - \beta_2^m)$ ， $D_2^m = 1/2 - p_2^m + (p_1^m - p_2^m) + \theta_2(\beta_2^m - \beta_1^m)$ 。其中 $\theta_i (\theta_i \geq 0)$ 代表消费者对厂商 i 相较于于厂商 $3-i$ 所展现的绿色水平的额外支付意愿。不失一般性，本文与 Karthi 等[26]的研究设置一致，假设消费者对两个厂商保持中立，即 $\theta_1 = \theta_2 = \theta$ 。 p_i 和 p_{3-i} 分别表示两个厂商的销售价格。每个厂商的原始市场为市场容量的 $1/2$ 。

5) 政府对漂绿策略的监管强度可以量化为以下两个方面：一是，处罚概率 $\gamma(0 < \gamma < 1)$ 。二是漂绿处罚成本 $G(G > 0)$ 。厂商如果选择漂绿策略，则有 γ 的概率被发现漂绿，并受到政府的漂绿处罚 $\frac{1}{2}\gamma G\beta_i^2$ ，这与 Huang 等[15]研究设置保持一致。

6) 与 Tsay 等[27]的研究设置一致，消费者剩余为：

$$CS^m = \int_0^{D_1^m} p_1^m(x_1, 0) dx_1 - p_1^m(D_1^m, D_2^m) D_1^m + \int_0^{D_2^m} p_2^m(D_1^m, x_2) dx_2 - p_2^m(D_1^m, D_2^m) D_2^m。$$

7) 若厂商选择绿色策略，则其产品对环境的影响降低；若厂商选择漂绿策略，则其产品对环境的影响增大。与 Chen 等[28]的研究设置一致，环境影响为： $EI^m = \sum_{i \in \{1,2\}} (Q \pm \beta_i^m) D_i$ 。其中， Q 代表单位产品或服务对环境的初始影响，本文假设 Q 足够大； \pm 取决于厂商选择何种绿色实践策略。

8) 与李进等[29]的研究设置一致，供应链总利润为： $TP^m = \pi_{R1}^m + \pi_{R2}^m + \pi_S^m$ ，社会福利为： $SW^m = TP^m + CS^m - EI^m$ 。

9) 为避免琐碎的结果，本文假设绿色成本足够高，即 $k > \underline{k} = \frac{(4-3\gamma)^2 \theta^2}{25(2-\gamma)^2}$ 。此外，漂绿处罚较高才得以遏制漂绿策略，因此本文假设漂绿处罚也较高，即 $G > \underline{g} = \frac{(4-\gamma)^2 (1-\gamma) \theta^2}{25(2-\gamma)^2 \gamma}$ 。

3. 模型构建

本节展示了厂商的四个组合策略下的模型构建和博弈顺序，并用逆向求解的方式分别求解四个策略下的最优解。

3.1. 策略(T, T)

在策略(T, T)下，厂商 1 和厂商 2 均选择绿色策略，树立真实的绿色形象，并积极付出绿色成本。博弈顺序如下：首先，厂商 1 和厂商 2 同时决定绿色水平 β_1 和 β_2 并承担相应的绿色成本。在供应商决定批发价格 w 后，厂商 1 和厂商 2 同时决定销售价格 p_1 和 p_2 。

厂商 i 和供应商的利润函数分别为：

$$\pi_{R1}^{TT}(p_1^{TT}, \beta_1^{TT}) = (p_1^{TT} - w^{TT}) D_1^{TT} - \frac{1}{2} k \beta_1^{TT^2}，$$

$$\pi_{R2}^{TT}(p_2^{TT}, \beta_2^{TT}) = (p_2^{TT} - w^{TT}) D_2^{TT} - \frac{1}{2} k \beta_2^{TT^2}，$$

$$\pi_s^{TT} (w^{TT}) = w^{TT} D_1^{TT} + w^{TT} D_2^{TT}。$$

引理 1: 策略(T, T)的最优解为: $\beta_1^{TT*} = \beta_2^{TT*} = \frac{\theta}{15k}$, $w^{TT*} = \frac{1}{4}$, $p_1^{TT*} = p_2^{TT*} = \frac{1}{3}$, $D_1^{TT*} = D_2^{TT*} = \frac{1}{6}$,

$$\pi_{R1}^{TT*} = \pi_{R2}^{TT*} = \frac{1}{72} - \frac{\theta^2}{450k}, \quad \pi_s^{TT*} = \frac{1}{12}, \quad CS^{TT*} = \frac{1}{36}, \quad EI^{TT*} = \frac{1}{3} \left(Q - \frac{\theta}{15k} \right), \quad SW^{TT*} = \frac{1}{18} - \frac{Q}{3} + \frac{(5-\theta)\theta}{225k}。$$

3.2. 策略(T, F)

在策略(T, F)和(F, T)下, 厂商 1 与厂商 2 的绿色实践策略选择不一致, 即一个厂商选择绿色策略来树立真实的绿色形象, 而另外一个厂商选择漂绿策略对未到达相应绿色标准的产品进行误导性宣传, 树立虚假的绿色形象。由于对称性, 策略(T, F)的分析与策略(F, T)的分析相同。因此, 本小节重点分析厂商 1 采用绿色策略而厂商 2 采用漂绿策略的子博弈(T, F)。

策略(T, F)的博弈顺序如下: 首先, 厂商 1 决定绿色水平 β_1 , 同时厂商 2 决定漂绿水平 β_2 。厂商 1 承担对应绿色水平的绿色成本 $\frac{1}{2}k\beta_1^2$ 。在供应商决定批发价格 w 后, 厂商 1 和厂商 2 同时决定其产品的销售价格 p_1 和 p_2 。最后, 厂商 2 的漂绿策略被政府以 γ 的概率发现并承担漂绿处罚 $\frac{1}{2}\gamma G\beta_2^2$ 。

厂商 i 和供应商的利润函数分别为:

$$\begin{aligned} \pi_{R1}^{TF} (p_1^{TF}, \beta_1^{TF}) &= (p_1^{TF} - w^{TF}) D_1^{TF} - \frac{1}{2}k\beta_1^{TF^2}, \\ \pi_{R2}^{TF} (p_2^{TF}, \beta_2^{TF}) &= (1-\gamma)(p_2^{TF} - w^{TF}) D_2^{TF} - \frac{1}{2}\gamma G\beta_2^{TF^2}, \\ \pi_s^{TF} (w^{TF}) &= w^{TF} D_1^{TF} + (1-\gamma)w^{TF} D_2^{TF}。 \end{aligned}$$

引理 2: 策略(T, F)的最优解为:

1) 当 $(k < \bar{k}$ 且 $G > \tilde{g}$) 或 $(k > \bar{k}$ 且 $\bar{g} < G < \tilde{g})$ 时, 最优解如下,

$$\begin{aligned} \beta_1^{TF*} &= 0, \quad \beta_2^{TF*} = \frac{(4-\gamma)(\gamma-1)\theta C}{10A}, \quad w^{TF*} = \frac{1}{4} + \frac{3(4-\gamma)(1-\gamma)\gamma\theta^2 C}{100(2-\gamma)A}, \\ p_1^{TF*} &= \frac{25G(2-\gamma)\gamma H - (4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 (25k(5-\gamma)(2-\gamma) - 4(4-3\gamma)\theta^2)}{25(2-\gamma)A}, \\ p_2^{TF*} &= \frac{75G(2-\gamma)\gamma H - 3(4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 (75k(2-\gamma) + 4(1-\gamma)(4-3\gamma)\theta^2)}{75(2-\gamma)A}, \quad D_1^{TF*} = \frac{-HC}{50(2-\gamma)A}, \\ D_2^{TF*} &= \frac{-4(4-\gamma)^2(1-\gamma)(4-3\gamma)\theta^4 + 25G(2-\gamma)\gamma H}{50(2-\gamma)A}, \quad \pi_{R1}^{TF*} = \frac{H^2 D^2}{5000A^2}, \\ \pi_{R2}^{TF*} &= \frac{(1-\gamma) \left(16(4-\gamma)^4 (4-7\gamma+3\gamma^2)^2 \theta^8 - 625G^2 (2-\gamma)^2 \gamma^2 H^2 + I \right)}{5000(2-\gamma)^2 A^2}, \\ \pi_s^{TF*} &= \frac{-3 \left(25G(2-\gamma)\gamma H + 12(4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 (25k(2-\gamma) - \gamma(4-3\gamma)\theta^2) \right)^2}{5000(2-\gamma)A^2}, \\ CS^{TF*} &= \frac{1875G^2 (2-\gamma)^2 \gamma^2 H^2 - 300G(4-\gamma)(2-\gamma)(1-\gamma)\gamma\theta^2 (L_2 - 2\gamma(4-3\gamma)^3 \theta^4) + 16(4-\gamma)^2 (1-\gamma)^2 \theta^4 (L_2 + L_3)}{L}, \end{aligned}$$

$$EI^{TF*} = \frac{-QHD - \left(4(4-\gamma)^2(1-\gamma)(4-3\gamma)\theta^4 - 25G(2-\gamma)\gamma H\right) \left(Q - \frac{(4-\gamma)(1-\gamma)\theta C}{10A}\right)}{50(2-\gamma)A},$$

$$SW^{TF*} = \frac{1}{45000} \left(\frac{9 \cdot 1250G^2\gamma^2(5-12Q-2\gamma)H^2}{A^2} + \frac{8(4-\gamma)^2(1-\gamma)^2\theta^4 O_1}{3A^2} - \frac{25G(4-\gamma)(1-\gamma)\gamma\theta(625k^2(2-\gamma)^3 O_2)}{(2-\gamma)A^2} \right).$$

2) 当 $(k < \bar{k}$ 且 $G < \bar{g})$ 或 $(k > \bar{k}$ 且 $G > \bar{g})$ 时, 最优解如下,

$$\beta_1^{TF*} = \frac{(4-3\gamma)\theta B}{10A}, \quad \beta_2^{TF*} = \frac{(4-\gamma)(\gamma-1)\theta C}{10A},$$

$$w^{TF*} = \frac{3(25Gk(2-\gamma)^2\gamma - 4(1-\gamma)(k(4-\gamma) + G\gamma(4-3\gamma))\theta^2)}{4A},$$

$$p_1^{TF*} = \frac{25Gk(2-\gamma)^2\gamma - (1-\gamma)(k(5-\gamma)(4-\gamma) + 3G(4-3\gamma)\gamma)\theta^2}{A},$$

$$p_2^{TF*} = \frac{25Gk(2-\gamma)^2\gamma - (3k(4-\gamma)(1-\gamma) + G\gamma(4-3\gamma)(5-4\gamma))\theta^2}{A}, \quad D_1^{TF*} = \frac{k(2-\gamma)B}{2A}, \quad D_2^{TF*} = \frac{G\gamma C(\gamma-2)}{2A},$$

$$\pi_{R1}^{TF*} = \frac{k(25k(2-\gamma)^2 - (4-3\gamma)^2\theta^2)(25G(\gamma-2)\gamma + 4(4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2)^2}{200A^2},$$

$$\pi_{R2}^{TF*} = \frac{G(\gamma-1)\gamma(25k(\gamma-2) + 4(4-3\gamma)\theta^2)^2(25G(2-\gamma)^2\gamma - (4-\gamma)^2(1-\gamma)\theta^2)}{200A^2},$$

$$\pi_s^{TF*} = \frac{3(2-\gamma)(25Gk(2-\gamma)^2\gamma + 4(1-\gamma)(k(4-\gamma) + G\gamma(4-3\gamma))\theta^2)^2}{8A^2},$$

$$CS^{TF*} = \frac{(2-\gamma)^2(G^2\gamma^2C^2 - Gk\gamma C\theta^2B + k^2B^2)}{12A^2},$$

$$EI^{TF*} = \frac{(\gamma-2)kDQ + \frac{kD(\gamma-2)(4-3\gamma)\theta D}{10A} + (\gamma-2)G\gamma CQ - \frac{G\gamma C(\gamma-2)(4-\gamma)(1-\gamma)\theta C}{10A}}{2A}, \quad SW^{TF*} = \frac{E}{600A^2}.$$

3) 当 $(k < \bar{k}$ 且 $G < \bar{g})$ 或 $(k > \bar{k}$ 且 $G > \bar{g})$ 时, 最优解如下,

$$\beta_1^{TF*} = \frac{(4-3\gamma)\theta B}{10A}, \quad \beta_2^{TF*} = 0, \quad w^{TF*} = \frac{1}{4} - \frac{3\gamma(4-3\gamma)\theta^2 B}{100(2-\gamma)A}, \quad p_1^{TF*} = \frac{(4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 R_2 - 25G(2-\gamma)\gamma R_3}{-75(2-\gamma)A},$$

$$p_2^{TF*} = \frac{(4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 R_4 - 25G(2-\gamma)\gamma R_5}{-25(2-\gamma)A}, \quad D_1^{TF*} = \frac{625Gk(2-\gamma)^3\gamma - (4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 R_6}{50(2-\gamma)A},$$

$$D_2^{TF*} = \frac{(25k(2-\gamma) - 4(4-3\gamma)\theta^2)R_1}{50(2-\gamma)A},$$

$$\pi_{R1}^{TF*} = \frac{-31250Gk^2(4-\gamma)^2(2-\gamma)^4(1-\gamma)\gamma\theta^2 + 15625G^2k(2-\gamma)^4\gamma^2H + (4-5\gamma + \gamma^2)^2\theta^4 L_4}{5000(2-\gamma)^2 A^2},$$

$$\pi_{R2}^{TF*} = \frac{(1-\gamma)R_7^2 R_1^2}{5000A^2}, \quad \pi_s^{TF*} = \frac{3((4-\gamma)(1-\gamma)(R_8)\theta^2 - 25G(2-\gamma)\gamma R_9)^2}{5000(2-\gamma)A^2}, \quad CS^{TF*} = \frac{C^2 R_1^2 + R_1 R_7 S_1 + S_1^2}{7500(2-\gamma)^2 A^2},$$

$$EI^{TF*} = \frac{QCR_1 - \left(625Gk(2-\gamma)^3 \gamma - (4-\gamma)(1-\gamma)\theta^2 O_3\right) \left(Q + \frac{(4-3\gamma)\theta D}{10A}\right)}{-50(2-\gamma)A},$$

$$SW^{TF*} = \frac{1}{135000} \left(\frac{625G^2(2-\gamma)\gamma^2 T_1}{A^2} - \frac{50G(4-\gamma)(1-\gamma)\gamma\theta^2 T_2}{(2-\gamma)A^2} + \frac{2(4-\gamma)^2 \theta^4 (1875k^2(4-\gamma)^2 (5-12Q-2\gamma)(2-3\gamma+\gamma^2)^2 + T_3)}{A^2} \right). \text{ 其中 } \bar{k} = \frac{4(4-3\gamma)\theta^2}{25(2-\gamma)},$$

$$\bar{g} = \frac{(4-\gamma)^2(1-\gamma)\theta^2}{25(\gamma-2)^2 \gamma}, \quad \tilde{g} = \frac{k(4-\gamma)^2(1-\gamma)\theta^2}{25k(2-\gamma)^2 \gamma - (4-3\gamma)^2 \gamma\theta^2}.$$

注意到, 存在 $\beta_1^{TF*} = 0$ 或者 $\beta_2^{TF*} = 0$ 的情境, 表明在策略(T, F)或(F, T)下, 厂商有动机让绿色实践水平为零, 这意味着厂商选择对绿色实践策略无作为, 即不进行绿色实践。由于文章篇幅有限, 相关阈值表达式可联系作者获得。

3.3. 策略(F, F)

在策略(F, F)下, 厂商 1 与厂商 2 都选择漂绿策略。博弈顺序如下: 首先, 厂商 1 和厂商 2 同时决定漂绿水平 β_1 和 β_2 , 在供应商决定批发价格 w 后, 厂商 1 和厂商 2 同时决定销售价格 p_1 和 p_2 。最后, 两个厂商的漂绿策略有一定的概率 γ 被政府发现, 并承担漂绿处罚 $\frac{1}{2}\gamma G\beta_i^2$ 。

厂商 i 和供应商的利润函数分别为:

$$\pi_{R1}^{FF}(p_1^{FF}, \beta_1^{FF}) = (1-\gamma)(p_1^{FF} - w^{FF})D_1^{FF} - \frac{1}{2}\gamma G\beta_1^{FF^2},$$

$$\pi_{R2}^{FF}(p_2^{FF}, \beta_2^{FF}) = (1-\gamma)(p_2^{FF} - w^{FF})D_2^{FF} - \frac{1}{2}\gamma G\beta_2^{FF^2},$$

$$\pi_S^{FF}(w^{FF}) = (1-\gamma)(w^{FF}D_1^{FF} + w^{FF}D_2^{FF}).$$

引理 3: 策略(F, F)的最优解为: $\beta_1^{FF*} = \beta_2^{FF*} = \frac{(1-\gamma)\theta}{15G\gamma}$, $w^{FF*} = \frac{1}{4}$, $p_1^{FF*} = p_2^{FF*} = \frac{1}{3}$, $D_1^{FF*} = D_2^{FF*} = \frac{1}{6}$,

$$\pi_{R1}^{FF*} = \pi_{R2}^{FF*} = \frac{(1-\gamma)(25G\gamma - 4(1-\gamma)\theta^2)}{1800G\gamma}, \quad \pi_S^{FF*} = \frac{1-\gamma}{12}, \quad CS^{FF*} = \frac{1}{36}, \quad EI^{FF*} = \frac{1}{3} \left(Q + \frac{(1-\gamma)\theta}{15G\gamma} \right),$$

$$SW^{FF*} = \frac{25G\gamma(2-12Q-\gamma) - 4(1-\gamma)\theta(5+\theta-\gamma\theta)}{900G\gamma}.$$

4. 对比分析

本节通过比较四个组合策略下两个厂商的最优利润来探讨竞争环境下厂商的均衡策略选择。考虑到策略(T, F)下存在厂商无作为, 即不进行绿色实践的情况。本文通过划分四个区域来对厂商的均衡组合策略进行分析。在区域 1 和区域 2 中, 厂商 1 的绿色水平 β_1^{FT*} 和厂商 2 的漂绿水平 β_2^{FT*} 都为正。在区域 3 和区域 4 中, 存在一个厂商的绿色实践水平为 0 的情况。在这种情况下, 厂商虽然选择了绿色策略, 但选择不实施, 即 $\beta_i = 0$ 。区域划分见图 1。

接下来, 本节整合四种组合策略下的最优解, 并对四个区域的组合策略进行了纳什均衡分析。鉴于两个厂商具有同质性, 因此本节主要展示了厂商 1 的最优决策过程。相关阈值表达式可联系作者获得。

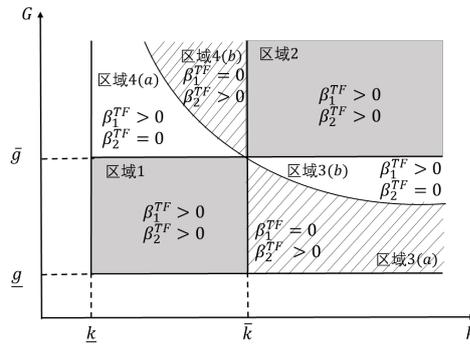


Figure 1. Regional division map of strategy (T, F)
 图 1. 策略(T, F)的区域划分图

4.1. 区域 1：低处罚低成本

定理 1 在区域 1 中，考虑厂商 2 的策略选择，厂商 1 在不同策略下的最优绿色实践水平(即绿色/漂绿水平)、价格、需求关系分别如下。

1) 考虑厂商 2 选择绿色策略 T:

如果 $G < g_{1a}$ ，那么 $\beta_1^{TT^*} > \beta_1^{FT^*}$ ，否则，那么 $\beta_1^{TT^*} \leq \beta_1^{FT^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $w^{TT^*} < w^{FT^*}$ ，否则，那么 $w^{TT^*} \geq w^{FT^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $p_1^{TT^*} > p_1^{FT^*}$ 和 $p_2^{TT^*} < p_2^{FT^*}$ ，否则，那么 $p_1^{TT^*} \leq p_1^{FT^*}$ 和 $p_2^{TT^*} \geq p_2^{FT^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ 时，那么 $D_1^{TT^*} > D_1^{FT^*}$ ，否则，那么 $D_1^{TT^*} \leq D_1^{FT^*}$ 。

2) 考虑厂商 2 选择漂绿策略 F:

如果 $G < g_{1c}$ ，那么 $\beta_1^{TF^*} > \beta_1^{FF^*}$ ，否则，那么 $\beta_1^{TF^*} \leq \beta_1^{FF^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $w^{TF^*} > w^{FF^*}$ ，否则，那么 $w^{TF^*} \leq w^{FF^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $p_1^{TF^*} > p_1^{FF^*}$ 和 $p_2^{TF^*} < p_2^{FF^*}$ ，否则，那么 $p_1^{TF^*} \leq p_1^{FF^*}$ 和 $p_2^{TF^*} \geq p_2^{FF^*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $D_1^{TF^*} > D_1^{FF^*}$ ，否则，那么 $D_1^{TF^*} \leq D_1^{FF^*}$ 。

通常认为，在政府对漂绿行为施加较高处罚的情况下，选择漂绿策略 F 的厂商往往会通过降低漂绿水平来减少可能面临的处罚风险。然而，定理 1 显示，在竞争环境中，即使面临较高的漂绿处罚，采用漂绿策略 F 的厂商时，无论其竞争对手选择何种绿色实践策略(T 或 F)，都会设定一个比选择绿色策略 T 时更高的绿色实践水平，即当 $G \geq g_{1a}$ 时， $\beta_1^{TT^*} \leq \beta_1^{FT^*}$ ；当 $G \geq g_{1c}$ 时， $\beta_1^{TF^*} \leq \beta_1^{FF^*}$ 。这是因为，在区域 1 中，随着漂绿处罚提高，此时选择漂绿策略 F 的厂商需要设置更高的漂绿水平来吸引绿色偏好的消费者，以便通过增加市场份额来弥补由于漂绿处罚可能带来的损失，特别地， $\beta_1^{FT^*}$ 对 G 单调递增。仅仅增加对漂绿策略的处罚并不一定能有效减少厂商的漂绿水平，政府应当综合考虑市场环境、绿色成本及漂绿处罚的水平。研究还发现，当漂绿处罚相对较小时，无论竞争对手选择何种绿色实践策略(T 或 F)，选择绿色策略 T 的厂商 1 总会提高销售价格，并获得更高的需求量，即当时， $(p_1^{TT^*} > p_1^{FT^*}$ 且 $D_1^{TT^*} > D_1^{FT^*})$ 且 $(p_1^{TF^*} > p_1^{FF^*}$ 且 $D_1^{TF^*} > D_1^{FF^*})$ 。当漂绿处罚相对较小时，一方面，价格提高虽然对市场需求有负向影响。另一方面，厂商 1 选择绿色策略 T 会比其选择漂绿策略 F 时制定更高的绿色实践水平。绿色实践水平对需求量有正向影响。此时，绿色实践水平对需求量有正向影响主导了价格提高虽然对市场需求有负向影响，选择绿色策略 T(或漂绿策略 F)的厂商 1 获得更多(或少)市场需求。随着政府施加的漂绿处罚超过一定的阈值，无论竞争对手选择何种绿色实践策略(T 或 F)，选择漂绿策略 F 的厂商 1 总会提高绿色实践水平及销售价格，并获得更高的需求量，即当 $G \geq g_{1b}$ 时， $(p_1^{TT^*} \leq p_1^{FT^*}$ 且 $D_1^{TT^*} \leq D_1^{FT^*})$ 且 $(p_1^{TF^*} \leq p_1^{FF^*}$ 且 $D_1^{TF^*} \leq D_1^{FF^*})$ 。注意到，厂商 1 此时会在漂绿策略 F 下决策更高的漂绿水平和产品定价。具体原因如下，当竞争对手选择绿色策略 T 时，厂商 1 会提高漂绿水平以抵消因漂绿策略而产生的漂绿处罚增加。随着漂绿处罚增加，厂商 1 会决策一个更高的零售价从而把漂绿处罚成本转移给消费者。同时绿色正向效应

主导了价格负向效应，带来了其需求的增加。而当竞争对手选择漂绿策略 F 时，随着漂绿处罚的增加，厂商 1 会降低漂绿水平以减少处罚成本，并降低零售价，以加入到完全漂绿市场的价格竞争中。漂绿水平和低价格刺激了需求的增加。

定理 2 在区域 1 中，基于厂商 2 的策略选择，厂商 1 在不同策略下的最优利润比较关系如下。

1) 考虑厂商 2 选择绿色策略 T:

如果 $G < g_{1d}$ ，那么 $\pi_{R1}^{TT*} > \pi_{R1}^{FT*}$ ，否则，那么 $\pi_{R1}^{TT*} \leq \pi_{R1}^{FT*}$ 。

2) 考虑厂商 2 选择漂绿策略 F:

如果 $G < g_{1e}$ ，那么 $\pi_{R1}^{TF*} > \pi_{R1}^{FF*}$ ，否则，那么 $\pi_{R1}^{TF*} \leq \pi_{R1}^{FF*}$ 。

研究发现，当漂绿处罚 $G < g_{1b}$ 相对较低时，与采纳漂绿策略 F 下的利润相比，厂商 1 采用绿色策略 T 能获得更多利润。潜在的原因是，厂商 1 在绿色策略 T 能通过更高的定价和正向的绿色实践影响来获得更高的利润。而当漂绿处罚相对较高时，与采纳漂绿策略 T 下的利润相比，厂商 1 采用漂绿策略 F 能实现更高的利润。相似地，当漂绿处罚相对较高时，提高漂绿水平所带来的收益足以补偿潜在的漂绿处罚成本。这一发现对政府制定有效的环保政策具有重要启示。政府应认识到，仅靠提高漂绿处罚力度可能不足以遏制漂绿行为，因为零售企业可能会通过增加漂绿的程度来规避处罚。因此，政府应设定合适的漂绿处罚标准，确保其足以激励零售企业选择真正的绿色策略，而不是通过漂绿获利。

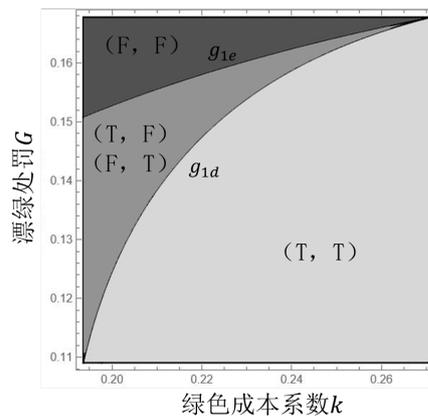


Figure 2. Equilibrium strategy in region 1
图 2. 区域 1 中的均衡策略

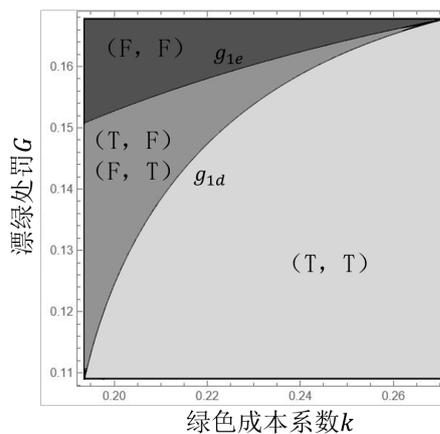


Figure 3. Equilibrium strategy in region 2
图 3. 区域 2 中的均衡策略

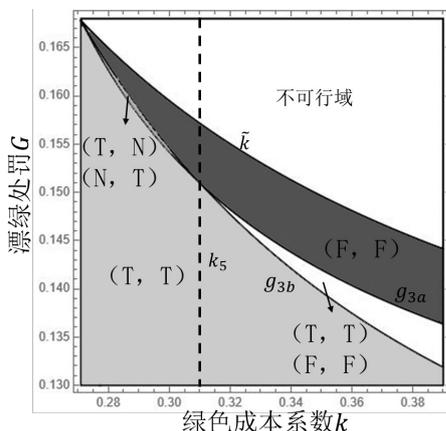


Figure 4. Equilibrium strategy in region 3 (a)
图 4. 区域 3(a)中的均衡策略

定理 3 在区域 1 中，厂商的均衡策略如下。

如果 $G < g_{1d}$ ，那么均衡策略为(T, T)；如果 $g_{1d} \leq G \leq g_{1f}$ ，那么均衡策略为(T, F)或(F, T)；如果 $G > g_{1f}$ ，那么均衡策略为(F, F)。

研究发现，在不同漂绿处罚水平下，厂商的绿色实践策略选择存在明显差异，见图 2。通常直觉会认为，当漂绿处罚较低时，厂商倾向于采用漂绿策略 F；随着漂绿处罚力度的增加，厂商则会转而选择绿色策略 T。然而，研究结果与直觉相悖。纳什均衡分析表明，当漂绿处罚相对较低时，厂商 1 和 2 一致偏好绿色策略 T；当漂绿处罚相对较高时，厂商 1 和厂商 2 则一致偏好漂绿策略 F；当漂绿处罚相对适中时，厂商 1 和厂商 2 则选择不同的绿色实践策略。这是因为，回顾定理 1，当漂绿处罚相对较低(或较高)时，厂商 1 在(T, T)策略(或(F, F)策略)下会设置更高的绿色实践水平，此时竞争对手设定了更高的产品价格，进而厂商 1 获得更高的利润；当漂绿处罚相对适中时，厂商 1 无法通过与对手采纳一致的绿色实践策略获得更多利润，因而厂商有偏离一致策略的动机，以设置更高的绿色实践水平。该研究结果启示政府单纯增加漂绿处罚并不一定能够有效减少漂绿策略。在区域 1 中，政府反而应当减少漂绿处罚，以促进零售企业均选择绿色策略，从而营造一个可持续的市场环境。

4.2. 区域 2：高处罚高成本

定理 4 在区域 2 中，考虑厂商 2 的策略选择，厂商 1 在不同策略下的最优绿色实践水平、价格、需求关系分别如下。

1) 考虑厂商 2 选择绿色策略 T:

如果 $G < g_{1a}$ ，那么 $\beta_1^{TT*} < \beta_1^{FT*}$ ，否则，那么 $\beta_1^{TT*} \geq \beta_1^{FT*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ 时，那么 $w^{TT*} > w^{FT*}$ ，否则 $w^{TT*} \leq w^{FT*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ 时，那么 $p_1^{TT*} < p_1^{FT*}$ 和 $p_2^{TT*} > p_2^{FT*}$ ，否则，那么 $p_1^{TT*} \geq p_1^{FT*}$ 和 $p_2^{TT*} \leq p_2^{FT*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ 时，那么 $D_1^{TT*} < D_1^{FT*}$ ，否则，那么 $D_1^{TT*} \geq D_1^{FT*}$ 。

2) 考虑厂商 2 选择漂绿策略 F:

如果 $G < g_{1c}$ ，那么 $\beta_1^{TF*} < \beta_1^{FF*}$ ，否则，那么 $\beta_1^{TF*} \geq \beta_1^{FF*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $w^{TF*} < w^{FF*}$ ，否则 $w^{TF*} \geq w^{FF*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $p_1^{TF*} < p_1^{FF*}$ 和 $p_2^{TF*} > p_2^{FF*}$ ，否则，那么 $p_1^{TF*} \geq p_1^{FF*}$ 和 $p_2^{TF*} \leq p_2^{FF*}$ ；如果 $G < g_{1b}$ ，那么 $D_1^{TF*} < D_1^{FF*}$ ，否则，那么 $D_1^{TF*} \geq D_1^{FF*}$ 。

定理 4 表示当漂绿处罚相对较高时，无论竞争对手采用何种绿色实践策略(T 或者 F)，与选择漂绿策略 F 相比，厂商 1 在绿色策略 T 下将决定更高的绿色实践水平，设定更高的产品价格，并获得更多的市场需求，具体见图 3。此结论与区域 1 中的定理 1 的结论相反。主要原因在于在区域 2 中的漂绿处罚高

于区域 1, 这显著增加了厂商 1 选择漂绿策略时可能面临的处罚成本。进一步分析, 在区域 2 中严格处罚机制和高绿色成本的共同作用能够有效遏制了漂绿策略行为, 促使厂商更加倾向于采用真实的绿色实践策略(绿色策略)以获得更高的市场需求。这种高处罚的制度设计通过提高违规成本, 增加了厂商在市场竞争中的风险, 使其更愿意投入资源进行真正的绿色实践, 以避免高额罚款和声誉损失。这启示零售企业, 在高处罚高成本下, 要加大对真正绿色实践的投入, 避免采用漂绿等虚假绿色策略手段。

定理 5 在区域 2 中, 考虑厂商 2 的策略选择, 厂商 1 在不同策略下的最优利润比较如下。

1) 考虑厂商 2 选择绿色策略 T:

如果 $G < g_{1d}$, 那么 $\pi_{R1}^{FT*} > \pi_{R1}^{TT*}$, 否则, 那么 $\pi_{R1}^{FT*} \leq \pi_{R1}^{TT*}$ 。

2) 考虑厂商 2 选择漂绿策略 F:

如果 $G < g_{1e}$, 那么 $\pi_{R1}^{TF*} < \pi_{R1}^{FF*}$, 否则, 那么 $\pi_{R1}^{TF*} \geq \pi_{R1}^{FF*}$ 。

研究发现, 无论竞争对手采用何种绿色实践策略(T 或者 F), 当漂绿处罚较低时, 厂商在选择漂绿策略 F 下总能获得比选择绿色策略 T 下更多的利润, 反之, 当漂绿处罚较高时, 厂商选择绿色策略 T 能获得更多利润。结合定理 4 的分析, 因为在区域 2 中, 当漂绿处罚较低时, 较高的漂绿水平带来更多需求, 使厂商获得更多利润, 而当漂绿处罚较高时, 较低的漂绿水平使厂商无法获得更高利润。

定理 6 在区域 2 中, 厂商的均衡策略如下。

如果 $G < \min\{g_{1h}, g_{1e}\}$, 那么均衡策略为(F, F); 如果 $\min\{g_{1h}, g_{1e}\} \leq G \leq \max\{g_{1h}, g_{1e}\}$, 那么均衡策略为(T, F)或(F, T); 如果 $G > \max\{g_{1h}, g_{1e}\}$, 那么均衡策略为(T, T)。

研究发现在区域 2 中, 当漂绿处罚相对较高时, 厂商总会选择绿色策略, (T, T)策略成为均衡策略; 当漂绿处罚相对较低时, 厂商选择漂绿策略 F, (F, F)策略成为均衡策略; 当漂绿处罚相对适中时, (T, F)或(F, T)策略则会为均衡策略, 具体见图 2。此结论基本与区域 1 中的结论相反, 考虑到区域 2 为高处罚高成本区域, 而区域 1 为低处罚低成本区域, 这体现了高处罚高成本区域下漂绿处罚的有效性。该研究结果启示, 政府应在不同绿色成本领域采取差异化的监管措施。具体而言, 结合定理 3 的结论, 政府应在低绿色成本领域适当降低处罚力度, 而在高绿色成本领域加大处罚力度。严厉的监管政策在绿色成本较高时更能有效打击虚假绿色策略(本文的漂绿策略)。因此, 政府应针对高绿色成本领域, 制定和实施严格的处罚措施, 以增加违规成本, 促使零售企业采用真实的绿色实践策略。同时, 政府应为监管力度和处罚不足的领域配套提供绿色技术研发补助和优惠贷款, 确保绿色实践的可行性和可持续性。

4.3. 区域 3: 低处罚高成本

考虑到策略(T, F)下的均衡结果, 本小节将区域 3 划分为区域 3(a)和区域 3(b)。在区域 3(a)中, 厂商 2 的绿色实践水平为 0, 在区域 3(a)中, 厂商 1 的绿色实践水平为 0。本文用 N 表示设置厂商选择绿色实践水平为 0 的无作为策略。

定理 7 在区域 3(a)中, 厂商均衡策略如下。

如果 $G < g_{3a}$, 那么均衡策略为(T, T); 如果 $(g_{3a} \leq G \leq g_{3b} \text{ 且 } k \leq k_5)$, 那么均衡策略为(T, N)或(N, T); 如果 $(g_{3a} \leq G \leq g_{3b} \text{ 且 } k > k_5)$, 那么均衡策略为(T, T)或(F, F); 如果 $G > g_{3b}$, 那么均衡策略为(F, F)。

定理 7 展示了在区域 3(a)中的厂商均衡策略。研究发现, 当漂绿处罚相对较低时, (T, T)策略达到均衡; 当漂绿处罚相对较高时, (F, F)策略达到均衡; 当漂绿处罚相对适中且绿色成本相对较高时, (T, T)或(F, F)策略达到均衡, 具体见图 4。原因同区域 1 中的分析。注意到, 当漂绿处罚相对适中且绿色成本相对较低时, (T, N)或(N, T)策略达到均衡。这是因为, 在漂绿处罚相对适中时, 随着绿色成本的降低, 原本选择漂绿 F 策略的厂商会转向选择 0 绿色实践水平的无作为策略 N。这一转变是因为随着绿色成本的降低, 进行真实绿色实践的相对成本也降低, 厂商发现采用无作为策略 N 能在获得一定市场认可和竞争

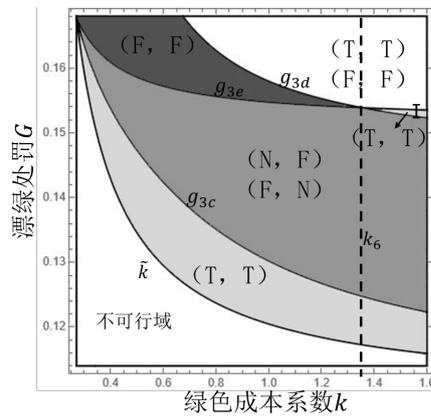


Figure 5. Equilibrium strategy in region 3 (b)

图 5. 区域 3(b)中的均衡策略

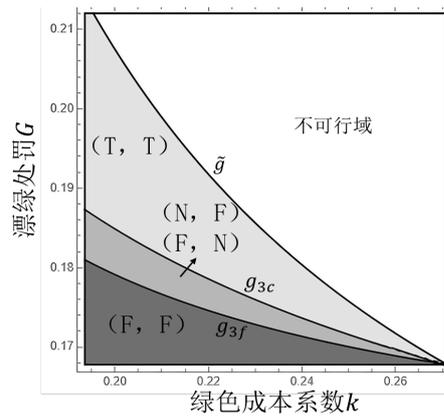


Figure 6. Equilibrium strategy in region 4 (a)

图 6. 区域 4(a)中的均衡策略

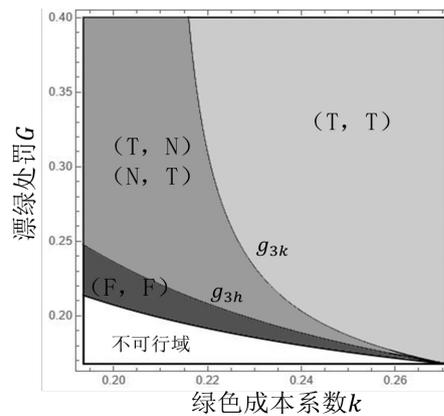


Figure 7. Equilibrium strategy in region 4 (b)

图 7. 区域 4(b)中的均衡策略

优势的同时，避免高额的漂绿处罚。因此，厂商逐渐倾向于从完全不进行绿色实践的策略 F 转向不实施的绿色实践水平的策略 N，以平衡成本和市场竞争需求，实现成本效益最大化。

定理 8 在区域 3(b)中，厂商均衡策略如下。

如果 $G < g_{3c}$ ，那么均衡策略为(T, T)；如果 $g_{3c} \leq G \leq g_{3d}$ ，那么均衡策略为(N, F)或(F, N)；如果

$g_{3d} < G \leq g_{3r}$ 且 $k < k_{3a}$, 那么均衡策略为(F, F); 如果 $g_{3d} < G \leq g_{3e}$ 且 $k \geq k_{3a}$, 那么均衡策略为(T, T); 如果 $G > g_{3e}$, 那么均衡策略为(T, T)或(F, F);

定理 8 展示了在区域 3(b)中的厂商均衡策略。当漂绿处罚较低和较高时, 厂商会选择与竞争对手一致的绿色实践策略; 当漂绿处罚适中时, 厂商会选择与竞争对手不一致的绿色实践策略。从图中可以看出, 当漂绿处罚适中时, 厂商在策略(N, F)或(F, N)下的选择更加复杂, 具体见图 5。当漂绿处罚适中时, 绿色实践水平带来的边际利润不足以覆盖高额的绿色策略成本, 同时又无法避免相对较高的处罚风险, 使得厂商选择不同的绿色实践策略。这个发现启示政府, 应在高绿色成本和低漂绿处罚的情境下适当调整处罚力度, 避免企业因过高的成本和处罚而完全放弃绿色实践。

4.4. 区域 4: 高处罚低成本

考虑到策略(T, F)下的均衡结果, 本小节将区域 3 划分为区域 3(a)和区域 3(b)。在区域 3(a)中, 厂商 2 的绿色实践水平为 0, 在区域 3(a)中, 厂商 1 的绿色实践水平为 0。本文用 N 表示设置厂商选择绿色策略水平为 0 的无作为策略。

定理 9 在区域 4(a)中, 厂商均衡策略如下

如果 $G < g_{3f}$, 那么均衡策略为(F, F); 如果 $g_{3f} \leq G \leq g_{3c}$, 那么均衡策略为(N, F)或(F, N); 如果 $G > g_{3c}$, 那么均衡策略为(T, T)。

定理 9 展示了在区域 4(a)中的厂商均衡策略。研究发现, 当漂绿处罚较低时, (F, F)策略达到均衡; 当漂绿处罚适中时, (N, F)策略或(F, N)策略达到均衡; 当漂绿处罚较高时, (T, T)策略达到均衡, 具体见图 6。区域 4(a)下的结论与区域 2 下的结论相似。与之不一致的是, 随着漂绿处罚的提高, 原本选择漂绿 T 策略的厂商会转向选择 N。也就是说, 在严格处罚机制和低绿色成本的共同作用下, 当漂绿惩罚不够高时, 会抑制真实的绿色策略行为, 只有漂绿惩罚足够高, 才能有效遏制了漂绿策略。

定理 10 在区域 4(b)中, 厂商均衡策略如下。

如果 $G < g_{3h}$, 那么均衡策略为(F, F); 如果 $g_{3h} \leq G \leq g_{3k}$, 那么均衡策略为(T, N)或(N, T); 如果 $G > g_{3k}$, 那么均衡策略为(T, T)。

定理 10 展示了在区域 4(b)中的厂商均衡策略。研究发现, 当绿色成本较低且漂绿惩罚较低时, (F, F)策略为均衡策略, 当绿色成本较低且漂绿惩罚较高时, (T, N)或(N, T)策略为均衡策略; 如果绿色成本较高且漂绿惩罚较高时, 策略(T, T)为均衡策略, 具体见图 7。注意到, 随着漂绿处罚提高到适中程度, 会促使原本选择漂绿 F 策略的厂商会转向选择无作为策略 N。随着漂绿处罚超过一定阈值, 所有的厂商在严格漂绿打击下都会选择真正的绿色实践策略 T。结合区域 1, 2, 3, 4 的结论, 研究启示政府应在低处罚低成本领域适当降低处罚力度, 而在高处罚高成本领域加大处罚力度。在高处罚低成本的领域, 要在加大处罚的同时, 提高零售企业的绿色成本门槛。在低处罚高成本的领域, 降低处罚的同时降低零售企业的绿色成本(k)。以此因地制宜才能有效打击虚假绿色策略即漂绿策略, 确保绿色实践的可行性和可持续性。

5. 政府监管力度对漂绿策略的影响

5.1. 处罚概率 γ

定理 11 处罚概率 γ 对(T, F)及(F, F)的中绿色实践水平及厂商利润的敏感性分析如下:

1) (T, F)下区域 1: $\beta_1^{TF*} \uparrow (g_{4a} < G < g_{4b})$, 反则反之; $\beta_2^{TF*} \downarrow (G < g_{4c})$, 反则反之; $\pi_{R1}^{TF*} \uparrow (G < g_{4d})$, 反则反之; $\pi_{R2}^{TF*} \downarrow (g_{4e} < G < g_{4f})$, 反则反之。(T, F)下区域 2: $\beta_1^{TF*} \uparrow (g_{4a} < G < g_{4b})$, 反则反之; $\beta_2^{TF*} \downarrow (G < g_{4c})$, 反则反之; $\pi_{R1}^{TF*} \uparrow (G < g_{4d})$, 反则反之; $\pi_{R2}^{TF*} \downarrow ((\text{如果 } k < k_8, G > g_{4f}) \text{ 或 } (k > k_8, G < g_{4f}))$,

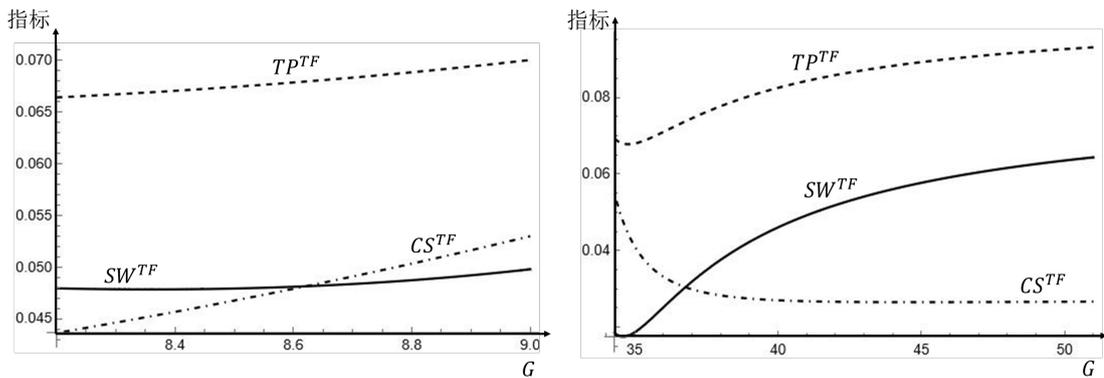
反则反之。

2) (F, F)下: $\beta_1^{FF*} (\beta_2^{FF*}) \downarrow$ 恒成立; $\pi_{R1}^{FF*} (\pi_{R2}^{FF*}) \downarrow (G < g_{4c})$ 。

本小节从处罚概率 γ 这一维度分析了政府监管力度对漂绿策略的影响, 聚焦于厂商对其选择的绿色实践策略作为的情形。研究表明, 当厂商的策略选择不一致时, 在低处罚低成本的区域 1, 仅在漂绿处罚适中时, 增加处罚概率才能显著降低选择漂绿策略厂商的利润。在高处罚高成本的区域 2, 仅当漂绿处罚或绿色成本较高时, 增加处罚概率才能有效减少选择漂绿策略厂商的利润。进一步分析, 当所有厂商均选择漂绿策略时, 仅在处罚成本较高的情况下, 增加处罚概率才能显著降低其利润。从政府监管的角度来看, 单独增加处罚概率不足以有效遏制漂绿行为。必须将处罚概率与处罚成本这两个监管维度相结合, 才能显著降低厂商采用漂绿策略的动机, 确保绿色实践的规范性和有效性。这一综合策略不仅能增强市场的透明度和公平性, 确保政策有效性和对绿色竞争的正面引导, 促进绿色供应链的可持续健康发展。接下来, 本文研究了处罚成本对供应链总利润、消费者剩余以及社会福利的影响。

5.2. 处罚成本G

观察 1 在(T, F)策略的区域 1 下, 消费者剩余关于 G 单调递增, 供应链总利润和社会福利关于 G 先减后增; 在(T, F)策略的区域 2 下, 供应链总利润、消费者剩余和社会福利关于 G 先减后增。



(a) 区域 1 ($\gamma = 0.4, \theta = 4, Q = 0.06, k = 2.57$) (b) 区域 2 ($\gamma = 0.4, \theta = 8, Q = 0.2, k = 20$)

Figure 8. TP, CS and SW under strategy (T, F)

图 8. 策略(T, F)下的 TP、CS 和 SW

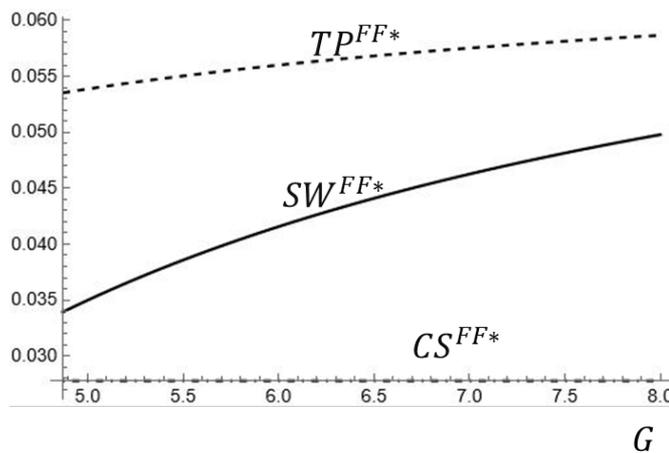


Figure 9. TP, CS and SW under strategy (F, F)

图 9. 策略(F, F)下的 TP、CS 和 SW

如图 8(a)所示,在低处罚低成本的区域 1 中,政府提高漂绿处罚,消费者剩余都呈现出上升趋势,供应链总利润和社会福利呈现先减后增趋势,由于图示的展示问题,供应链总利润的拐点无法在图中展示。这表明在低处罚低成本的区域 1 中,适度增加对漂绿策略的处罚成本可以有效地提升供应链总利润、消费者剩余和社会福利。如图 8(b)所示,处罚成本的增加对总利润、消费者剩余和社会福利的影响呈现先降后升的趋势。这意味着在高处罚高成本的区域 2 中,处罚的初期增加可能会抑制市场活力,降低供应链总利润和消费者剩余,但随着处罚成本的进一步增加,市场调整后能恢复并提升社会福利。在应对部分厂商实施漂绿策略的管理策略中,政府应实施针对性的监管措施。对于低处罚低成本区域,政府应提高漂绿策略的处罚成本,以激励厂商采纳真正的绿色策略,从而提升经济效益和消费者福利,最终促进社会福利的整体增长。在高处罚高成本区域,政府需要谨慎调整处罚成本,初始阶段避免过度抑制市场活力。随着市场适应和企业行为调整,逐步增加处罚成本,以确保长期的社会和经济福利。

图 9 展示了在两个厂商都采取漂绿策略 F 下,供应链总利润和社会福利均随着处罚成本的增加而上升,处罚成本的提高降低了企业的漂绿水平,进而环境负向影响下降,同时处罚成本的降低提高了企业利润,进而增加了社会的整体福利。这表明,在所有厂商都选择漂绿策略的环境中,增加处罚成本显得尤为重要。政府应通过提高漂绿策略的处罚成本,激励厂商减少虚假绿色策略的选择。

6. 结论与政策意义

6.1. 政策启示

本文探讨了产品销售价格与绿色实践水平如何影响消费者购买决策,研究了两家竞争厂商在激烈的市场竞争中对绿色实践策略(绿色策略 T 与漂绿策略 F)的选择均衡。采用绿色策略 T 需要支付实际绿色成本,而采用漂绿策略 F 则可能会被监管机构识别并受到相应的处罚。因此,本文研究以下四种策略情形: 1) 两个厂商均选择绿色策略 T, 即策略(T, T); 2) 一个厂商选择绿色策略 T, 另一个选择漂绿策略 F, 即策略(T, F)和(F, T); 3) 两个厂商均选择漂绿策略 F, 即策略(F, F)。本文分析了四个绿色策略组合下的最优绿色实践水平、销售价格、批发价格和利润,分析了市场中的均衡策略。根据以上研究发现得到如下政策启示:

政府处理企业漂绿行为应协同考虑漂绿处罚和绿色成本,仅增加对厂商的处罚成本未必能有效遏制漂绿行为。因此,政府在制定环保监管政策时,应考虑漂绿处罚强度和绿色成本,并采取更为细致的差异化监管策略。这样的政策设计才能更精确地促进厂商采取绿色策略实践,促进绿色供应链可持续健康发展。

6.2. 绿色市场秩序的具体方案

本文也进一步分别从处罚概率和处罚成本两个维度分析了政府监管力度对零售企业绿色实践策略选择的影响,提出更为具体的解决方案。为了有效打击漂绿策略并确保绿色策略的合规性,政府需从综合管理的视角出发,整合处罚概率与处罚成本的政策工具。

维度一: 不同市场均衡策略下的政策方案。

本文的第五章发现,策略(T, F)下,低处罚低成本的区域中,适中的漂绿处罚和处罚概率增加可以在降低漂绿厂商利润的同时,有效地提升供应链总利润、消费者剩余和社会福利。高处罚高成本的区域中,政府还应当结合绿色成本。在策略(F, F)下,较低的漂绿处罚和处罚概率增加能减少漂绿厂商的利润,但不一定能实现供应链总利润、消费者收益和社会福利的共同增长。

因此,在面对漂绿现象较为普遍且监管成本较低的地区,政府应采取更为积极的措施,例如增加监管频次,提高违规行为的发现概率,以及加大处罚力度。在漂绿风险较高但执行成本较大的区域,政府应在考虑成本效益的基础上,谨慎平衡处罚力度与成本,采取更具针对性的策略,从而在不同情境下实

现最优的监管效果。

维度二：不同市场客观条件(漂绿处罚和绿色成本)下的政策方案。

本文对政府在不同漂绿水平和绿色成本下的启示见图 10。在低漂绿处罚和低绿色成本的区域，政府适当降低漂绿处罚，激励企业采纳绿色策略，并通过税收优惠等措施降低绿色转型成本；在高漂绿处罚和高绿色成本的区域，制定较高的漂绿处罚；在低漂绿处罚和高绿色成本的区域，如果市场中存在较多不作为或漂绿的企业，政府应当考虑降低漂绿处罚，以减轻企业的经济负担，或者在绿色成本较高时设置适中的漂绿处罚，以平衡企业的转型压力和市场秩序；在高漂绿处罚和低绿色成本的区域，应设置较高的漂绿处罚，以防止企业利用低成本优势进行漂绿。同时，加强对绿色产品的市场监管，确保企业绿色声明的真实性，保护消费者权益。

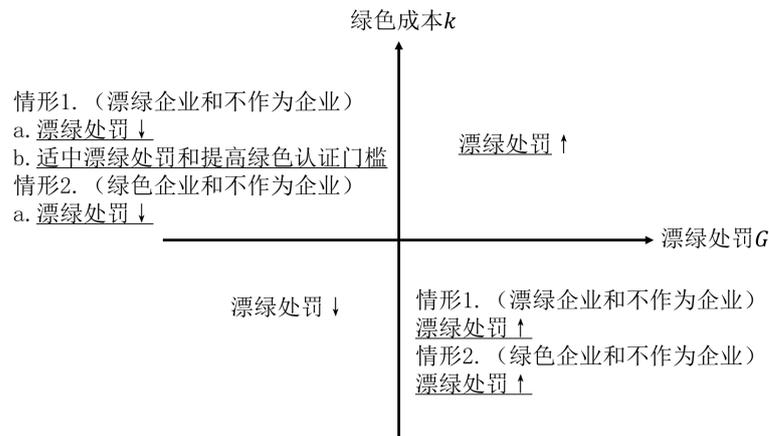


Figure 10. Policy implications
图 10. 政策启示

未来的研究可以继续深化多层次监管机制，探讨不同行业和地区的监管效果，并分析行业特性与地域文化如何影响漂绿策略的选择。同时，研究应关注消费者教育对提高公众识别漂绿行为能力的影响，并探索技术创新在降低绿色成本和促进绿色策略实施中的作用。此外，进行国际比较和合作研究，评估不同国家环境规制的效果，并通过计算模型和仿真技术，模拟不同监管策略对市场的长期影响，为动态调整监管策略提供决策支持。

参考文献

- [1] 李文超, 邵婧. 消费者环保服装购买行为的影响因素研究——基于计划行为理论和规范激活理论[J]. 中国管理科学, 2023, 33(6): 1-20.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. “十四五”循环经济发展规划[Z]. 2021-03-23.
- [3] Shen, B., Cao, Y. and Xu, X. (2019) Product Line Design and Quality Differentiation for Green and Non-Green Products in a Supply Chain. *International Journal of Production Research*, **58**, 148-164. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1656843>
- [4] Plambeck, E.L. and Taylor, T.A. (2016) Supplier Evasion of a Buyer's Audit: Implications for Motivating Supplier Social and Environmental Responsibility. *Manufacturing & Service Operations Management*, **18**, 184-197. <https://doi.org/10.1287/msom.2015.0550>
- [5] Dong, C., Huang, Q., Pan, Y., Ng, C.T. and Liu, R. (2023) Logistics Outsourcing: Effects of Greenwashing and Blockchain Technology. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **170**, Article ID: 103015. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103015>
- [6] Shen, B., Zhu, C., Li, Q. and Wang, X. (2020) Green Technology Adoption in Textiles and Apparel Supply Chains with Environmental Taxes. *International Journal of Production Research*, **59**, 4157-4174.

- <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1758354>
- [7] Shen, B., Dong, C. and Minner, S. (2022) Combating Copycats in the Supply Chain with Permissioned Blockchain Technology. *Production and Operations Management*, **31**, 138-154. <https://doi.org/10.1111/poms.13456>
- [8] 蔡建湖, 蒋乐, 杨梦园, 等. 信息不对称下考虑风险规避的绿色供应链博弈模型[J]. 系统工程理论与实践, 2023, 44(5): 1615-1632.
- [9] Zhang, L., Wang, J. and You, J. (2015) Consumer Environmental Awareness and Channel Coordination with Two Substitutable Products. *European Journal of Operational Research*, **241**, 63-73. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.043>
- [10] 董慈蔚, 刘卿瑜, 沈滨. 绿色产品开发投资与供应商渠道侵入策略研究[J]. 中国管理科学, 2023, 31(11): 258-267.
- [11] 夏西强, 朱庆华, 刘军军. 上下游绿色研发模式对比分析及协调机制研究[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(12): 3336-3348.
- [12] Hua, J., Lin, J., Wang, K. and Liu, G. (2023) Government Interventions in New Technology Adoption to Improve Product Greenness. *International Journal of Production Economics*, **262**, Article ID: 108924. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108924>
- [13] Fang, L. and Zhao, S. (2023) On the Green Subsidies in a Differentiated Market. *International Journal of Production Economics*, **257**, Article ID: 108758. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108758>
- [14] Shen, B., Deng, Y., Wang, X. and Li, Q. (2018) Overstated Product Sustainability: Real Cases and a Game-Theoretical Analysis. *Annals of Operations Research*, **291**, 779-797. <https://doi.org/10.1007/s10479-018-3002-0>
- [15] Huang, H., Xing, X., He, Y. and Gu, X. (2020) Combating Greenwashers in Emerging Markets: A Game-Theoretical Exploration of Firms, Customers and Government Regulations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **140**, Article ID: 101976. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101976>
- [16] Shi, X., Chan, H. and Dong, C. (2020) Impacts of Competition between Buying Firms on Corporate Social Responsibility Efforts: Does Competition Do More Harm than Good? *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **140**, Article ID: 101985. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101985>
- [17] 陈敬, 段永瑞. 延迟采购策略能否避免服装漂绿? [J]. 中国管理科学, 2025, 33(10): 187-196.
- [18] Wu, Y., Zhang, K. and Xie, J. (2020) Bad Greenwashing, Good Greenwashing: Corporate Social Responsibility and Information Transparency. *Management Science*, **66**, 3095-3112. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2019.3340>
- [19] Lee, H.C.B., Cruz, J.M. and Shankar, R. (2018) Corporate Social Responsibility (CSR) Issues in Supply Chain Competition: Should Greenwashing Be Regulated? *Decision Sciences*, **49**, 1088-1115. <https://doi.org/10.1111/deci.12307>
- [20] Sun, Z. and Zhang, W. (2019) Do Government Regulations Prevent Greenwashing? An Evolutionary Game Analysis of Heterogeneous Enterprises. *Journal of Cleaner Production*, **231**, 1489-1502. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.335>
- [21] 苏睿芯, 杜建国, 金帅. 绿色转型还是投机漂绿: 金融支持视角下高碳企业的策略选择[J]. 企业经济, 2023, 42(12): 139-149.
- [22] 周慧, 崔祥民. 真绿还是漂绿: 基于信号博弈的企业绿色行为研究[J]. 江苏科技大学学报(社会科学版), 2016, 16(4): 88-92.
- [23] 王利莎, 王子琳, 王永昭. 平台生态标签情境下的漂绿行为演化与监管研究[J]. 管理评论, 2025, 37(2): 224-236.
- [24] 李星苇, 尹文君. 环境规制强度对企业“漂绿”行为的两阶段产品定价决策影响——以建材企业为例[J]. 科技管理研究, 2024, 44(11): 210-217.
- [25] 陈翼, 孙晓曼, 张宁, 等. 数智驱动营销下企业网络平台供应链的绿色产品营销策略研究[J]. 中国管理科学, 2024, 32(5): 81-92.
- [26] Murali, K., Lim, M.K. and Petrucci, N.C. (2019) The Effects of Ecolabels and Environmental Regulation on Green Product Development. *Manufacturing & Service Operations Management*, **21**, 519-535. <https://doi.org/10.1287/msom.2017.0703>
- [27] Tsay, A.A. and Agrawal, N. (2000) Channel Dynamics under Price and Service Competition. *Manufacturing & Service Operations Management*, **2**, 372-391. <https://doi.org/10.1287/msom.2.4.372.12342>
- [28] Chen, Q. and Duan, Y. (2023) Impact of Information Disclosure on Global Supply Chain Greenwashing: Is More Information Transparency Always Better? *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **178**, Article ID: 103288. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103288>
- [29] 李进, 刘格格, 张江华. 基于消费者绿色偏好和渠道竞争的制造商分散式入侵策略[J]. 中国管理科学, 2024, 32(7): 281-290.