

电商平台绿色治理与供应链碳减排

——基于保证金机制的研究

顾 莉

南京林业大学经济管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年3月10日; 录用日期: 2026年3月23日; 发布日期: 2026年5月29日

摘 要

在“双碳”战略推进与电商行业快速发展的背景下, 电商供应链上游代工厂碳排放占比高、减排动力不足、监管困难等问题凸显, 制约平台绿色治理推进。本文聚焦电商平台绿色治理与供应链碳减排, 以保证金机制为核心研究对象, 结合相关理论, 分析代工厂碳排放特征与现有治理困境, 提出保证金机制的运行流程, 构建三方演化博弈模型并进行稳定性分析, 评估其对电商平台、品牌方、代工厂三方的预期效益。研究表明, 保证金机制作为创新经济工具, 可通过经济杠杆链接三方主体, 实现代工厂减排行为的激励与约束, 破解供应链碳减排痛点; 但机制运行面临碳数据核算不统一、额度设计难度大、监管成本高及利益分配失衡等挑战, 需通过引入政府监管、集结专业人才、完善配套体系优化完善。本文研究丰富了电商平台绿色治理与可持续供应链的理论体系, 为电商平台落实绿色治理责任、推动供应链低碳转型提供了实践指引, 助力“双碳”目标在数字经济领域落地。

关键词

电商平台, 保证金, 碳减排, 演化博弈

Green Governance of E-Commerce Platforms and Carbon Emission Reduction in Supply Chains

—A Study Based on the Margin Mechanism

Li Gu

College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: March 10, 2026; accepted: March 23, 2026; published: May 29, 2026

Abstract

Against the backdrop of the advancement of the “dual carbon” strategy and the rapid development

文章引用: 顾莉. 电商平台绿色治理与供应链碳减排[J]. 电子商务评论, 2026, 15(5): 839-851.

DOI: 10.12677/ecl.2026.155584

of the e-commerce industry, problems such as high carbon emissions from upstream contract manufacturers in the e-commerce supply chain, insufficient motivation for emission reduction, and difficult supervision have become prominent, restricting the promotion of green governance by platforms. This paper focuses on the green governance of e-commerce platforms and carbon reduction in the supply chain, taking the deposit mechanism as the core research object. By combining relevant theories, it analyzes the carbon emission characteristics of contract manufacturers and the existing governance predicaments, proposes the operation process of the deposit mechanism, constructs a three-party evolutionary game model and conducts stability analysis, and assesses its expected benefits for e-commerce platforms, brand owners, and contract manufacturers. Research shows that the margin mechanism, as an innovative economic tool, can link the three parties through economic levers, achieve incentives and constraints on the emission reduction behaviors of contract manufacturers, and solve the pain points of carbon emission reduction in the supply chain. However, the operation of the mechanism is confronted with challenges such as inconsistent carbon data accounting, difficulty in designing quotas, high regulatory costs, and unbalanced benefit distribution. It needs to be optimized and improved by introducing government supervision, gathering professional talents, and enhancing the supporting system. This paper enriches the theoretical system of green governance and sustainable supply chains for e-commerce platforms, providing practical guidance for e-commerce platforms to fulfill their green governance responsibilities and promote the low-carbon transformation of supply chains, and facilitating the implementation of the “dual carbon” goals in the digital economy field.

Keywords

E-Commerce Platform, Margin, Carbon Emission Reduction, Evolutionary Game

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. 研究背景与意义

随着全球经济的快速发展，工业化和城镇化进程不断推进，导致温室气体的排放日益严重，二氧化碳排放的急剧增加是造成全球气候环境发生变化的重要原因之一，进而引发气候变暖、冰川融化等一系列环境问题，已经对全人类的生存、整个社会的健康以及可持续发展构成了严峻挑战[1]。公开资料显示，2022年全球与能源相关的二氧化碳排放量增加0.9%，超过368亿吨。2022年，中国的排放量相对平稳，仍然为102亿吨左右¹。为应对全球范围内的环境问题，促进节能环保和发展低碳经济在我国已成为共识。

在国际形势上，欧盟碳边境调节机制的实施和全球碳定价趋势的双重影响下推动了供应链碳排放管理，只有那些能够建立完善供应链碳管理体系、有效控制产品碳排放的企业，才能在日益严格的全球碳政策环境与低碳贸易规则中占据主动，实现可持续的国际贸易发展。

与此同时，在数字经济浪潮的推动下，电子商务平台已成为连接生产、流通与消费的核心枢纽，在激活市场活力、便利居民生活、推动产业升级中发挥着不可替代的作用。然而，在规模持续扩张的背后，电商供应链中的众多产品代工厂的生产环节产生的大量能源消耗与碳排放问题日益凸显，高碳增长模式与绿色低碳发展的时代要求形成鲜明反差。电商平台作为商业价值的创造者，肩负着推动全链条绿色转型的责任与义务。推动供应链绿色化，既是响应国家“双碳”战略、践行可持续发展的必然选择，也是电

¹<https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2Emissionsin2022.pdf>

商行业实现高质量发展、构建负责任商业生态的必由之路。

本文提出一种面向电商平台及其背后代工行业的碳减排目标保证金机制,并非简单的政策工具创新,而是对现有低碳治理理论的深化与拓展,在鼓励缴纳保证金的基础上,通过奖惩机制,激励电商平台及平台供应链积极开展碳减排。

2. 国内外研究

2.1. 绿色治理

很多学者对于电商平台的绿色治理已经进行了深入研究。刘宁、崔铭泽学者提出创建绿色供应链是电商平台类企业实现绿色化转型的重要手段[2]。解雯倩学者提出平台绿色推广支持的纵向动态合作契约机制设计,通过在不确定性情景下捕捉减排、区块链应用、定价独立决策与绿色推广合作并存的非合作-合作交错特征,构建基于随机微分两型博弈的绿色推广纵向合作模型。该机制不仅有效提升了绿色推广水平,也增强了制造商在减排与区块链应用方面的积极性[3]。林伯强学者提出使用政策协同机制,要求政府通过法律规定、财政补贴及标准制定等手段来提供政策驱动力;而平台则重点依靠数字化技术赋能企业减排;企业在实践上落实减排举措且享受举措带来的利益分配,从而形成激励闭环[4]。

Shah 等认为绿色治理是一种将创新应用于整个生产过程中以实现减少浪费的过程[5]。针对生产企业的碳排放,Zahan 和 Chuanmin 学者认为,环境规制可以倒逼高污染企业调整生产结构、实现绿色转型升级,进而改善环境治理,减少环境污染[6]。政府增强环境规制程度可以提高企业的绿色投资[7]。佴永松学者将绿色治理视为一种既对环境友好又与社会和谐的治理理念,他强调企业在日常运营中,不仅要在战略规划、研发创新等核心环节融入绿色元素,还需要妥善处理企业与社会和谐关系[8]。

2.2. 供应链契约与协调

供应链契约是影响供应链整体绩效的重要因素[9]。Shafiq 等研究探讨了碳关税排放规则下的两阶段供应链(SC)协调策略,旨在分析多种配置策略,以最大化系统利润,考虑成员不同的理解程度及其在协调上的投资,全面的调查显示,制造商与零售商之间实施远期合同是最大化利润的有效策略[10]。Qian 等学者探讨了双渠道电子商务平台供应链中 MSME 在公平性和财务限制下的新协调问题。在 WP 和 OCTT 采用固定时段费用的情况下,ECP 受益于财务限制,但存在公平性问题[11]。

针对供应链契约与协调问题,黄志明、黄萃学者以预付商业信用为研究对象,系统提出预订契约概念,分别在履约和违约情境中验证其协调效力。研究发现:预订契约存在订单激励效果,表现为订货量随着定金和折扣的降低而增大;违约情境的订货量大于履约情境的订货量,且随着市场风险增加,两者差异越来越大;当下游支付定金很少、违约概率很大时,上游会削减交货量,引发供应链批量冲突现象;无论是履约还是违约情境,预订契约都能完美协调供应链[12]。Taleizadeh 等学者开发了一个分析博弈论框架,整合了随机需求建模、行为客户偏好和计算优化,应用于双品牌供应链[13]。

2.3. 研究评述

绿色治理作为一种将可持续发展理念融入组织战略与运营的综合性范式,已成为学术界与政策实践关注的核心议题。在全球应对气候变化与中国推进“双碳”战略的宏观背景下,其内涵与实践不断深化。通过对国内外文献的梳理,可以发现现有研究已取得丰硕成果,但仍存在可进一步探索的空间,现有关于电商平台绿色治理的研究,或侧重于宏观战略与政策协同,或侧重于平台对下游品牌商/零售端的绿色营销推广,对于平台如何向上游延伸治理触角,特别是针对碳排放占比高、减排动力弱、监管难度大的代工厂环节进行有效治理,缺乏系统性的机制设计研究。供应链契约理论在协调传统成本、收益、风险

方面已很成熟，然而专门针对电商平台、品牌商、代工厂三方构成的特殊供应链结构，设计一种能够同时实现碳减排激励、风险共担与利益协调的契约机制，尚属前沿探索领域。本研究将“保证金机制”作为一种新型协调工具，用于解决电商平台供应链中特有的碳减排激励与责任分配问题，提供了坚实的理论支撑与方法论借鉴。

3. 理论基础

3.1. 电子商务平台

电商平台指的是专门用来执行线上商务活动的软件系统或者网站平台，允许品牌商展示并且销售产品或者服务，并提供买家在线购买、付款、物流管理及客户服务等一系列的交易活动。简单而言，电商平台即是电子商务活动发生的技术环境与生态系统。常见的平台种类如：B2C 电商平台——企业直接面对终端消费者，常见的如京东、天猫等；B2B 电商平台——企业对企业，常见的如阿里巴巴等；C2C 电商平台——消费者对消费者，常见的如淘宝等；O2O 电商平台——线上到线下，常见的如美团点评等。

在电子商务场景中，绿色治理不再局限于单一企业的环境责任，而是延伸至平台主导、品牌商参与、物流配合、消费者监督的全链条治理体系，要求电商平台以规则制定、技术赋能、机制创新推动供应链整体绿色化。

3.2. 电商平台代工厂碳排放特点与问题分析

电商平台供应链的主要碳排放来自于电商平台的供应商或者是平台卖家的上游制造商，为平台入驻品牌或者店铺提供产品的代工厂。这些代工厂的特点如下：

1) 碳排放占绝对主导地位：代工厂是实际的生产者，承担了产品大部分的碳排放，分为了两个范围：

范围一：代工厂本身拥有的、可控制的直接排放，如锅炉燃烧排放。

范围二：代工厂向外部购买的电力、供暖制冷产生的间接排放。其能源密集度较高，不同的生产活动、不同的外部能源使用产生的碳排放差异较大。

2) 减少碳排放的动力不足：代工厂全面实施减排工作需要投入大量的成本，而生产的最终产品获得的收益主要是归属于品牌方以及电商平台，如果没有相应的政策和策略支持，代工厂是非常缺乏内外动力的。

3) 碳排放监管困难：代工厂一条产线上可能为多个品牌方生产不同的产品，不同品牌方难以实时地、准确地确认生产本产品的真实碳排放量，碳足迹的核算较为复杂。

4) 碳排放的责任界定模糊，存在泄露风险：虽然代工厂作为实际的生产碳排放者，但是主要负责检测与展示碳排放的还是电商平台和入驻其中的品牌方，如果电商平台要求代工厂实施碳减排策略但是又不愿意承担相应的减排成本，代工厂将会为了减少成本购入廉价材料或者能源，这些资源很可能在其产生或开采时存在大量的碳排放，因此代工厂将高碳排放的活动隐藏于供应链其他环节，对于平台混淆视听。

3.3. 保证金机制

保证金机制作为金融市场一项至关重要的风险管理机制，在维护市场稳定、防范系统性风险层面扮演着不可或缺的角色[14]。在期货交易中，任何交易者必须按照其所买卖期货合约价格的一定比例(通常为5%~10%)缴纳资金，作为其履行期货合约的财力担保，然后才能参与期货合约的买卖。

1) 保证金交易既能扩大缴纳者的盈利，也同样能扩大缴纳者的亏损。

2) 可以通过保证金中的返还机制, 直接奖励代工厂的碳减排行为, 将环保动力转化为经济效益。

在电子商务平台环境中, 我们要把“保证金机制”转化为“电商平台的治理工具”, 意指电商平台向入驻的品牌商收取绿色交易、碳减排的保证金, 并由入驻品牌商通过采购的合同向下游代工厂进行约束传递, 促进代工厂积极减排。

4. 运行流程

保证金制度是一种“缴纳-核查-返还/扣罚”的闭环机制。其运行流程如下:

- 1) 电商平台与入驻的品牌商(及其代工厂)签订产品买卖合同, 同时签订碳减排协议; 制定减排目标, 综合历史排放量制定保证金收取标准额度。
- 2) 品牌商入驻电商平台后, 按照要求缴纳保证金, 平台收取并且冻结, 不允许挪于他用。
- 3) 品牌商要求其代工厂在保证产品质量上根据减排目标进行绿色生产。
- 4) 代工厂生产周期结束。
- 5) 平台邀请第三方对于代工厂生产情况及碳排放量进行全面的核查, 并且根据核查结果进行评估。
- 6) 若达到减排目标, 根据政策全额返还保证金; 若超额完成减排目标, 全额返还保证金后, 给予相应的超额奖励, 例如品牌商优先合作、标明绿色生产、平台收取费用减少; 若未达到减排目标, 按照比例扣除保证金; 若较大超额排放, 扣除全额保证金并且收取超额惩罚, 与此同时对品牌商给予警告甚至限制合作等。
- 7) 保证金返还/扣除。

5. 三方演化博弈模型构建和稳定性分析

5.1. 问题描述

保证金机制的提出涉及了三个核心主体: 电商平台、品牌商(委托方)和代工企业(生产方), 这种聚焦特定行业和多元主体的视角, 能够更精准地刻画代工行业中减排策略的复杂性和特殊性。代工厂可以选择“积极减排”和“不积极减排”两种策略, 并且决定与品牌方技术共享的程度。品牌方监管意愿低, 品牌方更关注产品质量、交货周期, 若未被强制要求, 通常不会主动监督代工企业减排(监督需额外成本, 且减排收益多归社会)。品牌方无需直接参与碳交易, 但是其与代工厂是合同雇佣关系, 同样需要考虑舆论因素和政府政策, 可以选择“协助”和“不协助”两种策略。电商平台面对“绿色低碳”的政策提倡下, 可以选择“设置保证金”和“不设置保证金”两种策略。保证金机制核心是由品牌方向政府缴纳“减排保证金”, 电商平台根据代工企业实际减排效果, 决定保证金的“返还比例”或“额外奖惩”。

5.2. 基本假设

为分析各方策略选择以及均衡点的稳定性和演化过程, 进而对模型中的多要素进行综合分析, 作出以下假设:

假设 1: 选择代工厂(A)、品牌商(B)、电商平台(C)作为博弈主体, 博弈三方均是有限理性参与主体, 为追求利益最大化随时间不断调整各自的策略选择。

假设 2: 代工厂选择积极减排与不积极减排的概率分别是 x 、 $1-x$; 品牌商选择协助与不协助的概率分别是 y 、 $1-y$; 电商平台选择设置保证金与不设置保证金的概率分别是 z 、 $1-z$ 。

假设 3: 代工厂纳入碳交易市场, 按照相关规定交易。

假设 4: 品牌商在合作初期, 按固定标准向电商平台预缴保证金, 记为 $M (M > 0)$ 。

5.3. 相关参数设置

根据上述问题描述与假设, 参考现有文献[15], 设置参数如下:

代工厂基础订单收入 R_A ; 品牌方基础的销售利润 R_B ; 电商平台常规收益 R_C 。

代工厂积极减排时所需要的研发基金 S ; 代工厂不积极减排时所需要的研发基金 B ; 品牌方给予代工厂的协助资金 F ; 代工厂不积极减排时, 品牌方对代工厂的追责系数 δ , 追责系数为 $\delta \times F$ 。

品牌商缴纳保证金总额 $M (M > 0)$, 如果电商平台检查且发现品牌商协助及其代工厂积极减排, 则返还保证金 M 并给予奖励 R , 如果电商平台检查且发现不积极减排, 则没收保证金 M ; 保证金缴纳比例 $\alpha (0 < \alpha < 1)$; 代工厂保证金连带责任比例 $\beta (0 \leq \beta \leq 1)$, 若品牌商企业违规且保证金被扣罚, 代工厂需承担 $\beta \times M$ 的损失, $\beta = 0$ 则代工厂无连带责任。

代工厂不积极减排、品牌方协助时, 品牌方声誉损失为 D_1 ; 代工厂不积极减排、品牌方不协助时, 品牌方声誉损失为 D_2 ; 代工厂积极减排、品牌方协助时, 品牌方获得的技术共享收益为 T ; 代工厂积极减排、品牌方协助时, 电商平台给予品牌方的奖励为 F_B 。

电商平台设计保证金机制和核查的成本 C_{C1} , 电商平台不设置保证金机制时的基础成本 C_{C2} , $C_{C2} < C_{C1}$ 。

5.4. 三方策略与均衡分析

根据上述参数设置以及假设, 可以得出八种策略组合, 并且能够计算出各种策略中的三方收益, 如下表 1 所示。

Table 1. Income statement of strategy combinations

表 1. 策略组合收益表

策略组合	代工厂收益	品牌商收益	电商平台收益
积极减排, 协助, 设置	$R_A - S + F$	$R_B - F + T + F_B + M + R$	$R_C + (M - M) + F_B - C_{C1} = R_C + F_B - C_{C1}$
积极减排, 协助, 不设置	$R_A - S + F$	$R_B - F + T$	$R_C - C_{C2}$
积极减排, 不协助, 设置	$R_A - S$	$R_B + M$	$R_C + M - C_{C1}$
积极减排, 不协助, 不设置	$R_A - S$	R_B	$R_C - C_{C2}$
不积极减排, 协助, 设置	$R_A - B - \delta F - \beta M$	$R_B - F(1 + \delta) - D_1 - M$	$R_C + M - C_{C1}$
不积极减排, 协助, 不设置	$R_A - B - \delta F$	$R_B - F - \delta F - D_1$	$R_C - C_{C2}$
不积极减排, 不协助, 设置	$R_A - B - \beta M$	$R_B - D_2 - M$	$R_C + M - C_{C1}$
不积极减排, 不协助, 不设置	$R_A - B$	$R_B - D_2$	$R_C - C_{C2}$

5.4.1. 代工厂(A)的复制动态方程

代工厂选择“积极减排”(策略 x)的期望收益 U_{A1} 为:

$$U_{A1} = yz(R_A - S + F + \theta R) + y(1-z)(R_A - S + F) + (1-y)z(R_A - S) + (1-y)(1-z)(R_A - S)$$

其中, θ 为代工厂从品牌商获得的额外奖励(品牌分成)分成系数($0 \leq \theta \leq 1$), 源于品牌商因代工厂积极减排而获得的平台奖励 R 的一部分。

代工厂选择“不积极减排”(策略 $1-x$)的期望收益 U_{A2} 为:

$$U_{A2} = yz(R_A - B - \delta F - \beta M) + y(1-z)(R_A - B - \delta F) + (1-y)z(R_A - B - \beta M) + (1-y)(1-z)(R_A - B)$$

代工厂的平均期望收益 \bar{U}_A 为: $\bar{U}_A = xU_{A1} + (1-x)U_{A2}$ 。

根据演化博弈理论, 代工厂策略“积极减排”比例 x 的复制动态方程为:

$$F(x) = dx/dt = x(U_{A1} - \bar{U}_A) = x(1-x)(U_{A1} - U_{A2})$$

将 U_{A1} 和 U_{A2} 代入并整理, 可得:

$$F(x) = x(1-x)\{[yF(1+\delta) + y\theta R - (S-B)] + z[\beta M - y\theta R]\}$$

5.4.2. 品牌商(B)的复制动态方程

品牌商选择“协助”(策略 y) 的期望收益 U_{B1} 为:

$$U_{B1} = xz(R_B - F + T + F_B + M + R) + x(1-z)(R_B - F + T) \\ + (1-x)z[R_B - F(1+\delta) - D_1 - M] + (1-x)(1-z)[R_B - F(1+\delta) - D_1]$$

品牌商选择“不协助”(策略 $1-y$) 的期望收益 U_{B2} 为:

$$U_{B2} = xz(R_B + M) + x(1-z)R_B + (1-x)z(R_B - D_2 - M) + (1-x)(1-z)(R_B - D_2)$$

品牌商的平均期望收益 \bar{U}_B 为:

$$\bar{U}_B = yU_{B1} + (1-y)U_{B2}$$

品牌商策略“协助”比例 y 的复制动态方程为:

$$F(y) = dy/dt = y(U_{B1} - \bar{U}_B) = y(1-y)(U_{B1} - U_{B2})$$

将 U_{B1} 和 U_{B2} 代入并整理, 可得:

$$F(y) = y(1-y)\{[x(T + F_B) - F(1+\delta) + (D_2 - D_1)] + z[xR + M + F\delta + (D_1 - D_2)]\}$$

5.4.3. 电商平台(C)的复制动态方程

电商平台选择“设置保证金”(策略 z) 的期望收益 U_{C1} 为:

$$U_{C1} = xy(R_C + F_B - C_{C1}) + x(1-y)(R_C + M - C_{C1}) \\ + (1-x)y(R_C + M - C_{C1}) + (1-x)(1-y)(R_C + M - C_{C1})$$

简化后为: $U_{C1} = R_C - C_{C1} + M + xy(F_B - M)$ 。

电商平台选择“不设置保证金”(策略 $1-z$) 的期望收益 U_{C2} 为: $U_{C2} = R_C - C_{C2}$ (与 x 、 y 无关)。

电商平台的平均期望收益 \bar{U}_C 为: $\bar{U}_C = zU_{C1} + (1-z)U_{C2}$ 。

电商平台策略“设置保证金”比例 z 的复制动态方程为:

$$F(z) = dz/dt = z(U_{C1} - \bar{U}_C) = z(1-z)(U_{C1} - U_{C2})$$

将 U_{C1} 和 U_{C2} 代入, 可得:

$$F(z) = z(1-z)[M + xy(F_B - M) - (C_{C1} - C_{C2})]$$

5.5. 均衡点稳定性分析

5.5.1. 均衡点求解

令复制动态方程组 $F(x) = 0$, $F(y) = 0$, $F(z) = 0$, 可求得系统的纯策略均衡点(边界均衡点)和可能

的混合策略均衡点(内部均衡点)。纯策略均衡点有 8 个: $E_1(0, 0, 0)$, $E_2(1, 0, 0)$, $E_3(0, 1, 0)$, $E_4(0, 0, 1)$, $E_5(1, 1, 0)$, $E_6(1, 0, 1)$, $E_7(0, 1, 1)$, $E_8(1, 1, 1)$ 。

混合策略均衡点需满足 $0 < x^*, y^*, z^* < 1$, 通过联立方程求解。

5.5.2. 雅可比矩阵与稳定性分析

系统的雅可比矩阵 J 为:

$$\begin{array}{ccc} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{array}$$

其中, 各偏导数为:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F(x)}{\partial x} &= (1-2x)\{[yF(1+\delta)+y\theta R-(S-B)]+z[\beta M-y\theta R]\} \\ \frac{\partial F(x)}{\partial y} &= x(1-x)[F(1+\delta)+\theta R(1-z)] \\ \frac{\partial F(x)}{\partial z} &= x(1-x)[\beta M-y\theta R] \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} &= y(1-y)[T+F_B+zR] \\ \frac{\partial F(y)}{\partial y} &= (1-2y)\{[x(T+F_B)-F(1+\delta)+(D_2-D_1)]+z[xR+M+F\delta+(D_1-D_2)]\} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial z} &= y(1-y)[xR+M+F\delta+(D_1-D_2)] \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} &= z(1-z)y(F_B-M) \\ \frac{\partial F(z)}{\partial y} &= z(1-z)x(F_B-M) \\ \frac{\partial F(z)}{\partial z} &= (1-2z)[M+xy(F_B-M)-(C_{C1}-C_{C2})] \end{aligned}$$

将八个纯策略均衡点依次代入雅可比矩阵 J , 计算其特征值, 并根据特征值全为负时该点为演化稳定策略(ESS)的判据进行分析。由于参数较多, 均衡点的稳定性强烈依赖于参数条件。以下对几个具有代表性的均衡情境进行分析。

5.6. 不同情境下的三方演化博弈分析

5.6.1. 情境一: ESS: (1, 1, 1)

此情境描述了电商平台、品牌商与代工厂三方在有效的激励与约束下, 形成稳定合作, 共同推进碳

减排的理想状态。

对代工厂：积极减排的净收益显著为正，即 $[yF(1+\delta) + y\theta R - (S-B)] + z[\beta M - y\theta R] > 0$ 。当品牌商协助 ($y = 1$) 且平台设置保证金 ($z = 1$) 时，条件简化为 $F(1+\delta) + \theta R - (S-B) + \beta M - \theta R = F(1+\delta) + \beta M - (S-B) > 0$ 。这意味着品牌商的协助资金 F 、对不减排的追责 δF ，以及连带责任损失 βM 之和，足以覆盖代工厂的额外减排成本 ($S-B$)。

对品牌商：协助的净收益显著为正，即 $[x(T+F_B) - F(1+\delta) + (D_2 - D_1)] + z[xR + M + F\delta + (D_1 - D_2)] > 0$ 。当平台设置保证金 ($z = 1$) 且代工厂积极减排 ($x = 1$) 时，条件简化为 $(T+F_B) - F(1+\delta) + (D_2 - D_1) + R + M + F\delta + (D_1 - D_2) = T + F_B + R + M - F > 0$ 。这表明品牌商从技术共享 (T)、平台奖励 (F_B, R) 以及保证金返还 (M) 中获得的总收益，超过其协助成本 (F)。

对电商平台：设置保证金的净收益为正，即 $M + xy(F_B - M) - (C_{C1} - C_{C2}) > 0$ 。当品牌商和代工厂都采取合作策略 ($x = 1, y = 1$) 时，条件简化为 $F_B - (C_{C1} - C_{C2}) > 0$ 。这意味着平台因激励合作而支付的奖励 F_B ，能够覆盖其额外的机制运营成本 ($C_{C1} - C_{C2}$)，或通过生态价值、政策合规性等获得更广泛的长期收益。

将均衡点 $E_8(1, 1, 1)$ 代入雅可比矩阵 J ，计算其特征值。在上述参数条件下，三个特征值均可能为负值。

5.6.2. 情境二：ESS：(1, 1, 0)

此情境描述了在电商平台未主动设置保证金机制的情况下，由于强大的外部市场压力或政策监管，品牌商与代工厂仍自发形成减排合作的稳定状态。将均衡点 $E_5(1, 1, 0)$ 代入雅可比矩阵。稳定性条件为：

对代工厂： $F(1+\delta) > (S-B)$ 。

对品牌商： $T - F(1+\delta) + (D_2 - D_1) > 0$ ，且 $xR + M + F\delta + (D_1 - D_2)$ (当 $z = 0$ 时此项不直接影响稳定性，但需保证在 $z = 0$ 路径上 $y = 1$ 稳定)。

对平台： $M + xy(F_B - M) - (C_{C1} - C_{C2}) < 0$ ，即设置保证金的净收益为负。

在此条件下， $E_5(1, 1, 0)$ 可能成为 ESS。演化路径显示，强大的外部压力直接作用于品牌商，迫使品牌商主动管理供应链碳排放，进而倒逼代工厂减排。平台则因成本收益考量，暂时扮演追随者或服务提供者角色。

5.6.3. 情境三：ESS：(0, 0, 0)

此情境反映了当减排成本高昂、激励不足、监管乏力时，系统陷入“锁定”状态，三方均无动力采取积极行动，导致治理失灵。将均衡点 $E_1(0, 0, 0)$ 代入雅可比矩阵。稳定性条件为：

对代工厂： $-(S-B) < 0$ (显然成立，因为 $S > B$)。

对品牌商： $-F(1+\delta) + (D_2 - D_1) < 0$ (通常 $D_2 - D_1$ 的差值不足以覆盖协助成本)。

对平台： $M - (C_{C1} - C_{C2}) < 0$ (机制成本高于基础保证金收益)。

在此条件下， $E_1(0, 0, 0)$ 的特征值均为负，称为稳定的不良均衡。任何一方单方面改变策略(如平台单独设置保证金)都会因为其他方的不配合而承受损失，从而迅速退回原点。系统陷入“谁也不愿先行动”的囚徒困境。

通过对以上三种典型情境的分析可知，电商平台供应链碳减排的三方博弈存在多重均衡。系统最终收敛于何种状态，取决于由内部机制设计和外部环境共同决定的参数空间。理想的协同均衡(1, 1, 1)并非必然，而是需要通过精巧的制度设计、持续的技术赋能以及与外部政策的协同，创造并维持其所需的参数条件。

6. 预期效益分析

6.1. 代工厂预期效益

6.1.1. 明确减排目标，避免违规风险

若碳减排达标则保证金全额返还，未达标则按缺口比例扣罚，品牌商将以这种机制约束代工厂，能让代工厂提前明确减排责任，避免因对政策要求模糊、减排行动滞后导致的违规风险，尤其在碳监管趋严的背景下，可减少因合规不达标产生的额外罚款。

6.1.2. 经济奖励意义，推动低碳发展

保证金的缴纳并非单纯的资金冻结，而是与代工厂的碳减排成效紧密相连。代工厂积极减排，电商平台根据减排成果进行返还以及奖励，收获利润的入驻品牌商将会以采购合同中所签订的奖励条约，对代工厂进行额外的经济支持，这笔资金可重新投入到代工厂的日常运营、设备更新等方面，补充代工厂的资金流。奖励方面，根据代工厂超额达成目标的量额进行计算，也会考虑到减排的难度、幅度等因素，给予一定的奖励，提高代工厂的碳减排积极性。

6.2. 品牌商预期效益

6.2.1. 加强供应链碳管理，规避碳违规风险

若品牌商按照传统模式使用高碳排放的产品，可能将会面临关税提高、市场准入限制的风险。使用保证金制度，代工厂会将碳减排的目标从策划转为实际行动，主动优化生产流程，避免代工厂本身不积极减排的连带责任。由此品牌商能够更加高效地、及时地管理供应链中的碳排放，准确地捕捉其每一生产活动的碳足迹。

6.2.2. 提高品牌价值形象，抢占低碳消费市场

随着消费者环保意识呈指数级提升，“低碳品牌”已经从营销概念演变为消费者决策的核心考量因素。在此背景下，代工厂参与碳减排保证金制度形成的量化成果，可成为品牌商极具公信力的“绿色供应链证明”。品牌商依托平台规范的碳减排管理体系，可更容易获得绿色认证、碳足迹认证与环保标识，增强产品市场竞争力，开拓绿色消费市场，获取潜在溢价收益。

6.3. 电商平台预期效益

6.3.1. 落实绿色治理责任，提升电商平台形象

通过构建并运行碳减排保证金机制，平台能够以制度化方式将绿色治理要求延伸至上游代工厂等生产环节，明确碳排放责任、规范减排行为、防范碳泄漏风险，切实履行平台在供应链低碳转型中的引导与监督义务。此举不仅有助于平台响应国家生态环境保护政策、满足监管层面对企业 ESG 治理的要求，更能向社会传递负责任、可持续的发展理念，增强公众、品牌方与投资者对平台的信任度与认同感。绿色供应链与可验证的碳减排成果可成为平台核心竞争力，吸引绿色消费群体与负责任投资者，实现商业价值与生态价值的协同提升。

6.3.2. 实现供应链碳数据可管、可控、可追溯

在保证金机制的约束下，电商平台能够将碳数据监测、核算与核验嵌入供应链全流程，推动上游代工厂实现碳排放可管、可控、可追溯。通过明确数据报送、碳核算范围、计量标准与核查要求，平台可对代工厂范围一、范围二碳排放进行常态化管理，解决以往生产端排放数据模糊、监管缺位、责任不清等问题。

7. 潜在挑战与应对策略

7.1. 潜在挑战

本章旨在客观分析所提出的电商平台碳减排保证金机制在落地实施过程中可能面临的主要挑战，并基于此探讨相应的机制优化与配套完善方向，以增强该机制的可行性、公平性与可持续性。

7.1.1. 碳数据核算口径不统一

当前，电商供应链尚未形成统一适用的碳核算标准与操作规范，导致不同平台之间举措差异；其次，电商平台在供应链碳排放数据的收集和公开方面存在不透明之屏障，影响外部监督及内部管理^[16]。不同代工厂、不同产品品类、不同第三方核查机构所采用的核算边界、核算方法、排放因子均存在显著差异，在此背景下，电商平台难以建立标准化、可对比、可汇总的供应链碳数据体系，无法对分散在各地、各行业的代工厂进行有效对比、评估与监管，也为保证金机制的公平执行、减排目标的合理设定以及责任界定带来了根本性障碍。

7.1.2. 保证金额度与规则设计难度大

电商平台面对的是上万个入驻品牌商以及上游代工厂，据阿里年度财报²报道：截至2024年初，淘宝平台累计注册商家已突破1.2亿，其中真正持续运营、有交易记录的活跃卖家约为1亿左右，其主体规模、所属行业、生产工艺、能源消耗结构及排放水平等方面存在显著差异，直接导致机制设计面临较大难度。若采用统一化的保证金额度与考核标准，忽视不同品牌商之间的规模差异、减排基础与成本承受能力，极易造成治理不公问题，导致品牌商不积极督促代工厂减排，降低保证金机制的可持续性。

7.1.3. 利益分配失衡

利益的分配涉及三个主体：电商平台、品牌商和代工厂。随着环境情况的恶化，社会开始大幅度倡导公民购买“绿色低碳”产品，《绿色低碳消费大数据报告(2025)》显示绿色产品购买量占比(32.45%)显著高于市场供给占比(23.92%)，形成清晰的“需求缺口”。这一态势反映出消费者用实际购买行为表达出的绿色偏好，品牌商与电商平台能够从中获得可观的市场溢价。低碳产品带来的市场溢价和品牌声誉提升主要由平台和品牌商获得，而为实现减排所进行的技术改造、设备更新等直接成本却主要由代工厂承担。若缺乏合理的利益传导与共享设计，代工厂可能缺乏长期减排的内生动力，甚至出现消极应对或“碳泄漏”。

7.1.4. 监管难度大

平台对代工厂不具备行政监管权与直接管理权，难以对其生产能耗、排放数据、减排措施开展常态化的现场监督。与此同时，第三方碳核查机构的服务费用较高，面对数量众多、分布零散的代工厂，平台难以承担全覆盖、高频次的核查成本，客观上无法实现对所有生产主体的实时监控与动态核验。而且，现阶段我国碳核查第三方机构存在不负责任、弄虚作假的情况，致使核查结论失实，核查机制存在核查机构委托代理制度迥异、核查责任边界模糊、责任惩处力度不足的问题层出不穷^[17]。

7.2. 应对措施

7.2.1. 实行保证金的差异化

电商平台入驻品牌商的规模十分庞大，但是其中品牌商都会有较大的差异。从品牌商规模维度来看，弹性的保证金条款需充分考虑大、中、小型品牌商的资金实力差异，避免因统一标准导致中小企业陷入

²<https://static.alibabagroup.com/reports/fy2024/ar/ebook/CN/8/index.html>

资金困境。电商平台还需要考虑每个品牌商的行业特性、碳减排的能力等，综合性地制定每个品牌商所适宜的保证金条约，打破刚性要求，实行差异化设计，才能让品牌商减少资金压力，同时促进其碳减排的积极性。

7.2.2. 实现品牌商和代工厂成为利益共同体

入驻品牌商与电商平台签订碳减排合作条约时，需要提出自身与其代工厂的需求并且与品牌方达成共识，市场上的产品溢价所获得的利益需要按照一定的百分比返还给代工厂，这样可以使代工厂从“碳减排成本的承担者”转变为“产品收益的共享者”，可以从根本上解决品牌方与代工厂的矛盾，激发代工厂主动减排的内生动力，最终实现品牌方、代工厂和低碳市场的三方共赢。

7.2.3. 引入政府监管和集结人才

为破解电商平台对代工厂监管权限不足、核查成本过高、执行力度偏弱等现实难题，应积极引入政府部门参与监督，同时集结专业人才构建技术支撑体系，为保证金机制的规范运行提供制度与人力双重保障。为实现电商供应链碳中和目标，需通过“法规强制 + 经济激励 + 标准引导”的协同机制，构建闭环政策体系[18]。

在双碳目标推进过程中，核算监管人员的专业能力决定着碳排放数据的准确性，而数据质量又是 MRV 体系有效运行的核心基础。政府需要召集核算监管的优秀人员，并且可以为其提供免费的碳排放核算培训，例如线上课程、现场指导等，提高数据的准确性。搭建数字化、智能化的监管平台，可以实现碳排放数据的实时监管与智能化核查。

8. 结论与展望

对电商平台碳减排保证金机制的研究为实现碳减排和绿色治理提供了创新经济工具，其应用价值与现实挑战相互交织，具有重要的理论与实践价值。既是对绿色治理理论的丰富与延伸，也是对数字经济时代供应链低碳转型实践的探索与创新。未来，随着研究的不断深入与实践的持续推进，保证金机制有望不断成熟，成为电商平台绿色治理与供应链碳减排的核心支撑工具，推动数字经济与绿色经济的深度融合，实现商业价值、生态价值与社会价值的协同统一。

参考文献

- [1] 秦大河. 未来 50-100 年全球气候继续变暖[J]. 决策与信息, 2004(12): 4-5.
- [2] 刘宁, 崔铭泽. 电商平台类企业绿色供应链创建路径与方法论研究[J]. 信息通信技术与政策, 2024, 50(11): 71-79.
- [3] 解雯倩. 考虑电商平台绿色推广的低碳供应链竞合策略研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 北京科技大学, 2025.
- [4] 林伯强. 碳中和背景下的广义节能——基于产业结构调整、低碳消费和循环经济的节能新内涵[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), 2022, 72(2): 10-20.
- [5] Shah, S.Q.A., Lai, F., Shad, M.K. and Jan, A.A. (2022) Developing a Green Governance Framework for the Performance Enhancement of the Oil and Gas Industry. *Sustainability*, **14**, Article 3735. <https://doi.org/10.3390/su14073735>
- [6] Zahan, I. and Chuanmin, S. (2021) Towards a Green Economic Policy Framework in China: Role of Green Investment in Fostering Clean Energy Consumption and Environmental Sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, **28**, 43618-43628. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13041-2>
- [7] Leiter, A.M., Parolini, A. and Winner, H. (2011) Environmental Regulation and Investment: Evidence from European Industry Data. *Ecological Economics*, **70**, 759-770. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.013>
- [8] 仵永松. 绿色经济颠覆公司治理的价值观[J]. 董事会, 2010(5): 10.
- [9] 杜少甫, 杜婵, 梁樑, 等. 考虑公平关切的供应链契约与协调[J]. 管理科学学报, 2010, 13(11): 41-48.
- [10] Shafiq, S., Nezhad, B.M., Cárdenas-Barrón, L.E. and Vázquez-Serrano, J.I. (2026) A Hybrid Metaheuristic Model for Coordinating Sustainable Supply Chains with Subsidy-Induced Profit Structures. *Supply Chain Analytics*, **14**, Article 100201. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2026.100201>

-
- [11] Qian, X., Huang, M., Yin, M., Zhang, J. and Li, Y. (2026) Coordination of a Dual-Channel E-Commerce Platform Supply Chain with Fairness Concerns and Financial Constraints. *International Journal of Production Economics*, **294**, Article 109802. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109802>
- [12] 陈志明, 黄苹. 信用风险下供应链预订契约协调效力研究[J]. 管理学报, 2024, 21(10): 1572-1580.
- [13] Taleizadeh, A.A., Tavana, M., Sadeghi, R. and Abedsoltan, H. (2026) A Knowledge-Driven Pricing Model for Supply Chain Coordination under Correlated Demand. *Expert Systems with Applications*, **310**, Article 131290. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2026.131290>
- [14] 王昉. 保证金制度在防范金融市场系统性风险中的应用研究[J]. 商业 2.0, 2025(17): 19-21.
- [15] 赵川, 郭奇栋, 左敏, 何明珂. 双碳视角下代工行业减排策略的多情境三方演化博弈: 属地政府 VS. 外企品牌商[J]. 中国管理科学, 2023, 31(9): 35-44.
- [16] 王静. 电商平台 ESG 责任与供应链碳中和目标的政策协同机制研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(8): 2601-2606.
- [17] 罗凡. “双碳”目标下碳排放第三方核查机制的制度省思与法治完善[J]. 环境保护, 2023, 51(Z1): 55-58.
- [18] 曾铭, 魏远竹. 企业社会责任满意度对消费者购买行为影响的实证研究[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2018, 45(5): 33-37.