

电商渠道入侵下考虑绿色偏好的供应链研发策略研究

贾磊

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2026年7月3日; 录用日期: 2026年7月17日; 发布日期: 2026年8月18日

摘要

消费者环保意识日益增强背景下, 绿色研发成为竞争关键, 而制造商依托电商渠道直销入侵终端市场加剧了供应链竞合关系, 此时, 如何选择绿色研发策略成为关键问题。本文构建由制造商与零售商组成的二级竞合供应链模型, 探究消费者绿色偏好、竞争强度对三种绿色研发策略的影响, 分析不同策略下产品绿色水平、市场需求及供应链成员利润的变化规律。研究发现: 消费者绿色偏好是推动产品绿色水平提升的核心动力, 竞争强度对产品绿色水平和市场需求的影响具有策略异质性; 合作研发总能实现产品绿色水平的最优提升, 但供应链双方不存在普适的最优绿色研发策略; 特定条件下, 制造商独自进行绿色技术的研发但向零售商提供绿色产品的研发策略未必总是最差的策略。本文的研究为电商渠道入侵场景下供应链企业的绿色研发策略制定提供了理论参考与决策依据。

关键词

电商渠道入侵, 消费者绿色偏好, 绿色研发

Research on Supply Chain R&D Strategies Considering Green Preference under E-Commerce Channel Encroachment

Lei Jia

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: July 3, 2026; accepted: July 17, 2026; published: August 18, 2026

Abstract

Against the backdrop of growing consumer environmental awareness, green R&D has become

critical to market competition. Meanwhile, manufacturers' encroachment into the end market through direct sales via e-commerce channels has intensified the co-opetitive relationship within supply chains, making the choice of green R&D strategies a key issue. This paper constructs a two-tier competitive-cooperative supply chain model consisting of a manufacturer and a retailer, to explore the impacts of consumer green preference and channel competition intensity on three green R&D strategies, and analyze the variations in product green level, market demand, and profits of supply chain members under different strategies. The results show that: consumer green preference is the core driving force for improving product green level, and the impact of competition intensity on product green level and market demand exhibits strategic heterogeneity; cooperative R&D can always achieve the optimal improvement of product green level, but there is no universally optimal green R&D strategy for both supply chain parties; under specific conditions, the strategy where the manufacturer independently conducts green technology R&D but provides green products to the retailer is not always the worst option. This study provides theoretical references and decision-making bases for supply chain enterprises to formulate green R&D strategies in the context of e-commerce channel encroachment.

Keywords

E-Commerce Channel Encroachment, Consumers' Green Preference, Green R&D

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“双碳”目标深化与消费升级的双重驱动下，消费者绿色偏好持续强化，绿色研发因其在减少排放和支撑经济持续增长方面的关键作用，成为制造业转型升级不可或缺的推动力量。与此同时，电子商务在数字经济赋能下高速发展，线上渠道已成为制造业市场拓展的重要阵地。2024 年我国电子商务交易额已攀升至 464,091 亿元[1]，电商技术迭代、线上运营成本降低与消费习惯线上化，推动越来越多的制造商通过自建或依托第三方电商平台布局直销业务，在向零售商批发产品的同时直接切入终端市场，形成双渠道供应链格局。

制造商的电商渠道入侵，打破了供应链上下游单一的合作关系，使其与零售商形成兼具合作与竞争的复杂竞合格局。一方面，制造商仍需依托零售商的线下渠道实现市场下沉；另一方面，线上直销渠道的布局使其与零售商在终端市场直接争夺消费者，渠道竞争持续加剧。在此背景下，制造商的绿色研发策略选择面临双重难题，不仅要基于消费者绿色偏好确定研发投入与产品绿色水平，还需兼顾渠道竞争强度，权衡研发策略的决策取舍。不同研发策略的选择，直接影响产品绿色水平、市场需求结构与供应链成员利润分配，进而决定绿色创新向市场价值转化的效率，如何在电商渠道入侵的竞合关系中制定适配的绿色研发策略，成为供应链企业绿色发展的关键问题。

截至目前，诸多学者对制造商入侵，消费者绿色偏好及绿色技术研发有相关研究。在制造商入侵研究方面，多位学者从不同角度展开探讨，Li 等[2]将消费者绿色偏好与渠道竞争引入模型，探讨了集中式与分散式入侵下的最优策略。Ha 等[3]分析了电商平台服务努力投入下，供应链成员在转售、代理及双渠道模式之间的偏好。李秋香等[4]结合信息泄露行为与渠道入侵策略，探究了信息泄露对制造商入侵决策的影响机制。Maruthasalam 等[5]则在单一供应商和双竞争零售商的供应链结构中，分析了零售商销售成本差异对供应商渠道入侵的作用。关于消费者绿色偏好的研究，Meng 等[6]构建双渠道绿色供应链模型，

实证检验了消费者绿色偏好对产品定价与供应链协调的影响。凌艳涛等[7]基于消费者绿色偏好,探讨了支付意愿上限约束对低碳企业绿色产品线垂直差异化设计与定价策略的作用。关于绿色技术研发的研究大多集中在传统的上下游合作的供应链以及相互竞争的竞争型供应链中。夏西强等[8]在供应商和制造商合作的供应链框架下,系统比较了供应商独立研发、制造商独立研发、双方同步研发、集中决策研发这四种绿色创新协作模式对研发投入强度、产品定价及成员利润的差异化影响。李金溪等[9]基于双寡头竞争博弈模型,引入技术溢出效应,探究企业绿色研发的最佳时机选择,并剖析了溢出效应如何作用于企业的研发投入力度和最终利润。

综上所述,现有文献分别在渠道入侵、消费者绿色偏好、绿色研发等方向有大量研究,但多数研究将渠道入侵与绿色研发行为分开分析,较少在制造商双渠道入侵的竞合背景下讨论绿色研发策略的选择,且研究视角相对单一,未同时整合渠道竞争、绿色偏好与绿色研发决策,难以揭示多因素共同作用下的规律。基于此,本文考虑制造商入侵下,绿色技术研发策略的选择问题。在这种较复杂的供应链结构中分析消费者绿色水平和竞争强度对产品绿色水平、供应链成员利润等决策变量的影响,并且比较分析各个策略的产品绿色水平及利润,从而为电商渠道入侵场景下供应链企业的绿色研发策略制定提供理论参考与决策依据。

2. 问题描述与基本假设

2.1. 问题描述

本文考虑由一个入侵终端市场的制造商和一个零售商构成的二级供应链。制造商一方面作为上游供应商向零售商批发商品,另一方面通过建立网络电商直销渠道销售商品,与零售商在终端市场形成竞争。为追求绿色制造的趋势,制造商进行绿色技术的创新研发,以提高生产的产品的绿色水平,其研发策略分为独自研发和与零售商合作研发两种。不同研发策略下供应链结构图如下图 1 所示。考虑到制造商与零售商的竞合属性,在独立研发场景下,制造商存在两种选择:一是仅向零售商供应普通产品,不提供绿色产品,通过绿色差异形成市场竞争优势;二是向零售商供应绿色产品,借助批发业务扩大收益。制造商在制定绿色研发决策时,不仅要考虑绿色产品的绿色研发成本的投入,还要考虑消费者对绿色产品的偏好程度等关键因素影响。

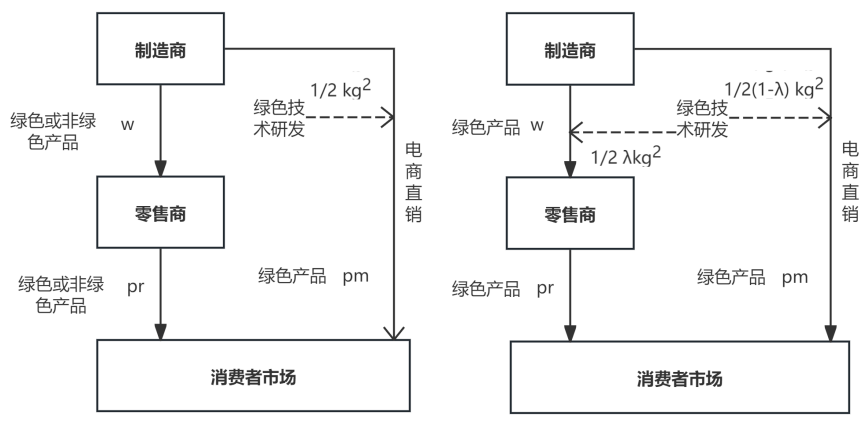


Figure 1. Supply chain structure diagrams under non-cooperative and cooperative R&D
图 1. 非合作与合作研发下供应链结构图

2.2. 基本假设

假设 1, 制造商开展绿色技术研发后, 产品绿色水平为 g , 消费者绿色偏好会使市场需求增加 θg ,

其中 θ 为消费者绿色偏好系数, θ 越大表示消费者对绿色产品的偏好程度越高。

假设 2, 绿色研发水平越高, 研发所需要的投资就越大, 呈现出边际递减, 参考 Chevalier 等[10]的研究, 假设制造商独自研发时产品研发投入成本为 $C(e) = \frac{1}{2}kg^2$ 。其中 $k > 0$, 表示绿色研发成本投入系数。

假设 3, 制造商生产绿色产品时会产生额外的生产成本 c , 不失一般性地, 为简化计算, 假设非绿色产品的生产成本为 0。

假设 4, 制造商电商直销渠道与零售商线下渠道形成竞争, 参考李进等[11]的研究, 构建双方逆市场需求函数: $p_m = a - q_m - bq_r + i\theta g$, $p_r = a - q_r - bq_m + \theta g$ 。其中, a 为市场潜在需求, $b \in (0, 1]$, 是渠道的竞争系数, 表示渠道间的竞争系数。 $i \in \{0, 1\}$, 当制造商向零售商供应绿色产品时, $i = 1$, 反之, $i = 0$ 。

假设 5, 电商平台的发展降低了制造商线上直销的运营成本, 为简化分析, 设定制造商电商直销渠道的运营成本为 0。

3. 基本模型求解

3.1. 独立研发且不提供绿色产品(NN 策略)

在 NN 策略下由制造商独自进行绿色产品的技术研发, 其选择不向零售商提供绿色产品, 即仅提供普通产品, 此时 $i = 0$ 。

制造商和零售商的逆市场需求函数分别为:

$$p_{c1} = a - q_{m1} - bq_{r1} + \theta g_1; \quad p_{r1} = a - q_{r1} - bq_{m1}$$

制造商和零售商的利润函数分别为:

$$\pi_{m1} = q_{r1}w_1 + q_{m1}(p_{m1} - c) - \frac{1}{2}kg_1^2; \quad \pi_{r1} = q_{r1}(p_{r1} - w_1)$$

根据逆向归纳法, 分别对 π_{m1} 、 π_{r1} 求关于 q_{m1} 、 q_{r1} 的二阶导数, $\frac{\partial^2 \pi_{m1}}{\partial q_{m1}^2} = -2 < 0$, $\frac{\partial^2 \pi_{r1}}{\partial q_{r1}^2} = -2 < 0$;

可以判定制造商和零售商的利润函数是关于其市场需求量的凹函数。分别令 π_{m1} 、 π_{r1} 求关于 q_{m1} 、 q_{r1} 的一阶导数值为零, 可以求出市场需求反应函数 q_{m1} 、 q_{r1} , 将其代入制造商的利润函数求极值, 得到普通产品的最优批发价格和产品绿色研发的最优绿色水平:

$$w_1 = \frac{b^3ck + 4a\theta^2 - a(8 + (b-4)b^2)k}{2(3b^2 - 8)k + (8 + b^2)\theta^2}; \quad g_1 = \frac{((8 + b^2)c - 8a + ab(b-4))\theta}{2(3b^2 - 8)k + (8 + b^2)\theta^2}$$

代入市场需求的反应函数中, 得出:

$$q_{m1} = \frac{a(b-2)(4+b)k - (b^2-8)ck + ab\theta^2}{2(3b^2-8)k + (8+b^2)\theta^2}; \quad q_{r1} = \frac{2a(2(b-1)k + \theta^2) - 4bck}{2(3b^2-8)k + (8+b^2)\theta^2}$$

从而可以求得制造商和零售商的最优利润:

$$\pi_{m1} = \frac{2a(8 + (b-4)b)ck - (8 + b^2)c^2k + a^2(2\theta^2 - k(b-6)(b-2))}{4(3b^2-8)k + 2(8+b^2)\theta^2}$$

$$\pi_{r1} = \frac{4(a(2(b-1)k + \theta^2) - 2bck)^2}{(2(3b^2-8)k + (8+b^2)\theta^2)^2}$$

3.2. 独立研发且提供绿色产品(NG 策略)

在 NG 策略下, 制造商独立开展绿色技术研发, 同时向零售商供应绿色产品, 此时 $i = 1$ 。

制造商和零售商的逆市场需求函数分别为:

$$p_{m2} = a - q_{m2} - bq_{r2} + \theta g_2; \quad p_{r2} = a - q_{r2} - bq_{m2} + \theta g_2$$

制造商和零售商的利润函数分别为:

$$\pi_{m2} = q_{r2}(w_2 - c) + q_{m2}(p_{m2} - c) - \frac{1}{2}kg_2^2; \quad \pi_{r2} = q_{r2}(p_{r2} - w_2)$$

根据逆向归纳法, 与 NN 策略下类似, 分别对 π_{m2} 、 π_{r2} 求关于 p_{m2} 、 p_{r2} 的二阶导数, $\frac{\partial^2 \pi_{m2}}{\partial q_{m2}^2} < 0$, $\frac{\partial^2 \pi_{r2}}{\partial q_{r2}^2} < 0$, 发现制造商和零售商的利润函数是关于其市场需求量的凹函数。令一阶导数为零, 求得制造商和零售商的逆市场需求最优反应函数, 将其代入利润函数并求极值, 可得绿色产品的最优批发价格及绿色水平:

$$w_2 = \frac{(b^2(2+b)-8)ck + (b-6)(b-2)c\theta^2 - a(8+(b-4)b^2)k}{2(3b^2-8)k + (b-6)(b-2)\theta^2}; \quad g_2 = \frac{(6-b)(b-2)(a-c)\theta}{2(3b^2-8)k + (b-6)(b-2)\theta^2}$$

将 w_2 和 g_2 带入市场需求函数和利润函数中, 得出:

$$q_{r2} = \frac{4(b-1)(a-c)k}{2(3b^2-8)k + (b-6)(b-2)\theta^2}; \quad q_{m2} = \frac{(b-2)(4+b)(a-c)k}{2(3b^2-8)k + (b-6)(b-2)\theta^2}$$

$$\pi_{r2} = \frac{16(b-1)^2(a-c)^2k^2}{(2(3b^2-8)k + (b-6)(b-2)\theta^2)^2}; \quad \pi_{m2} = \frac{(6-b)(b-2)(a-c)^2k}{4(3b^2-8)k + 2(b-6)(b-2)\theta^2}$$

3.3. 合作研发且提供绿色产品(CG 策略)

在 CG 策略下, 制造商与零售商以成本分担的形式开展绿色技术合作研发, 制造商向零售商供应绿色产品, 此时 $i = 1$ 。

制造商和零售商的逆市场需求函数分别为:

$$p_{m3} = a - q_{m3} - bq_{r3} + \theta g_3; \quad p_{r3} = a - q_{r3} - bq_{m3} + \theta g_3$$

制造商和零售商的利润函数分别为:

$$\pi_{m3} = q_{r3}(w_3 - c) + q_{m3}(p_{m3} - c) - \frac{1}{2}(1-\lambda)kg_3^2; \quad \pi_{r3} = q_{r3}(p_{r3} - w_3) - \frac{1}{2}\lambda kg_3^2$$

根据逆向归纳法, 与 NN 策略下类似, 分别对 π_{m3} 、 π_{r3} 求关于 q_{m3} 、 q_{r3} 的二阶导数, $\frac{\partial^2 \pi_{m3}}{\partial q_{m3}^2} < 0$,

$\frac{\partial^2 \pi_{r3}}{\partial q_{r3}^2} < 0$, 判断出 π_{m3} 、 π_{r3} 分别是关于 q_{m3} 、 q_{r3} 的凹函数。最大化制造商和零售商的利润函数, 计算得到制造商和零售商逆市场需求最优反应函数。将其代入利润函数, 分别得出绿色产品最优批发价格和最优绿色水平:

$$w_3 = \frac{c((b-6)(b-2)\theta^2 - (b^2(2+b)-8)k(\lambda-1)) + a(8+(b-4)b^2)k(\lambda-1)}{(b-6)(b-2)\theta^2 - 2(3b^2-8)k(\lambda-1)}$$

$$g_3 = \frac{(6-b)(b-2)(a-c)\theta}{(b-6)(b-2)\theta^2 - 2(3b^2-8)k(\lambda-1)}$$

进而可以求出制造商和零售商的市场需求及利润为：

$$q_{m3} = \frac{(b-2)(4+b)(a-c)k(\lambda-1)}{(6-b)(b-2)\theta^2 + 2(3b^2-8)k(\lambda-1)}; \quad q_{r3} = \frac{4(b-1)(a-c)k(\lambda-1)}{(6-b)(b-2)\theta^2 + 2(3b^2-8)k(\lambda-1)}$$

$$\pi_{m3} = \frac{(a-c)^2 k (32(b-1)^2 k(\lambda-1)^2 - (b-6)^2 (b-2)^2 \theta^2 \lambda)}{2((b-6)(b-2)\theta^2 - 2(3b^2-8)k(\lambda-1))^2}$$

$$\pi_{r3} = \frac{(6-b)(b-2)(a-c)^2 k(\lambda-1)}{4(3b^2-8)k(\lambda-1) - 2(b-6)(b-2)\theta^2}。$$

4. 分析与讨论

4.1. 消费者绿色偏好的影响分析

推论 1：在三种策略下，产品批发价格与绿色水平均随消费者绿色偏好系数 θ 的增大而提升。

推论 1 表明，消费者绿色偏好越强，对绿色产品的需求和支付溢价意愿越高，制造商为契合市场需求、抓住绿色消费红利，会主动加大研发投入提升产品绿色水平，然而绿色研发成本随绿色水平提高而增加，且市场对绿色产品的高需求赋予制造商定价主动权，因此制造商会同步提高产品批发价格，以覆盖研发成本并获取更高收益。

推论 2：制造商的市场需求在三种策略下均随消费者绿色偏好系数的增大而增大；而零售商的市场需求量在 NN 策略下随消费者绿色偏好系数的增大而降低，在 NG 和 CG 策略下随消费者绿色偏好系数的增大而增大。

推论 2 表明，制造商作为绿色研发主体，始终掌握绿色产品供给权，消费者绿色偏好提升会直接带动绿色产品市场需求扩张，制造商的市场必然增长，即便向零售商提供绿色产品，整体绿色市场也会形成规模效应，支撑其需求提升。对零售商而言，在 NN 策略下，产品存在绿色差异，零售商的产品在市场中不占优势地位。而在 NG 和 CG 策略下，零售商也能销售绿色产品，能满足原本对其具有品牌忠诚度或渠道偏好消费者的绿色需求，原本的受众无需转向制造商，需求随之随绿色市场扩容而增长。

推论 3：在 NN 和 CG 策略下，零售商的利润与消费者的绿色偏好系数成负相关关系，在 NG 策略下正相关；而制造商的利润在三种策略下都与消费者绿色偏好正相关。

推论 3 表明，在 NN 策略下，制造商凭借绿色产品差异优势提高批发价和直销价，既挤压零售商的市场份额，又增加了零售商的采购成本，双重作用下零售商利润降低，而制造商则通过实现利润提升。NG 策略下，不存在绿色差异，两方的市场需求都随消费者绿色偏好的增加而增加，使得两方的利润均增加。CG 策略下，零售商需分担一定比例的绿色研发成本，且产品批发价格随绿色水平提升而增加，尽管市场需求有所增长，但研发成本与采购成本的增幅超过需求增长带来的收益增幅，最终导致零售商利润下降；而制造商因研发成本分担，且批发价格与直销需求双重提升，利润持续增长。

4.2. 竞争强度的影响分析

推论 4，产品的绿色水平在 NG 和 CG 策略下随着竞争强度的增加而降低，在 NN 策略下随竞争强度的增加先降低后增大。

NG 和 CG 策略下，制造商与零售商均销售绿色产品，渠道竞争加剧会引发双方的价格博弈，制造商

为维持市场份额下调直销价格，而绿色研发需要持续的成本投入，制造商为平衡成本与收益，会选择降低绿色研发投入，进而导致产品绿色水平下降。NN 策略下，竞争强度较低时，市场竞争压力小，制造商为控制研发成本、追求短期利润，会适当降低产品绿色水平；当竞争激烈时，限制价格竞争的边际效应减弱，制造商会提高产品的绿色水平来扩大与零售商间的产品绿色差异，争取更多市场，获得更大利润。

推论 5，在三种策略下，零售商的市场需求均与竞争强度成负相关关系；而制造商的市场需求均随竞争强度的增加先降低后增加。

NN 策略下，制造商具有绿色产品优势，占据较大的市场，竞争越激烈，零售商的终端市场被挤压越严重。NG 和 CG 策略下，竞争不激烈时，由于产品的绿色水平降低，制造商的市场需求也降低，竞争激烈时，制造商通过降低产品的售价来提高市场需求。而零售商由于产品批发价格的增大，显著降低产品价格的幅度，加上产品绿色水平的降低，导致了其市场需求量减小。

推论 6：在三种策略下，零售商和制造商的利润均随着竞争强度的增加而降低。

NN 策略下，竞争加剧不仅让零售商的市场需求和利润持续萎缩，也会导致制造商的批发收益减少，同时制造商需独自承担高额的绿色研发成本，使得其利润下降。而 NG 和 CG 策略下，没有了产品绿色差异，竞争加剧会直接引发恶性价格战，双方为争夺市场持续下调售价，尽管部分需求有所提升，但售价下降的幅度超过需求增长的幅度，整体利润空间被持续压缩，最终导致供应链双方利润均受损。

5. 数值仿真分析

为了进一步验证以上结论的正确性，并进一步对比分析，本节通过数值模拟的形式对本文结论进行模拟验证，参考李进等[11]的研究，假设 $a=100$ ， $k=3$ ， $c=2$ ， $\lambda=0.2$ 。

5.1. 消费者绿色偏好的影响比较分析

设置竞争强度 $b=0.8$ ，得出消费者绿色偏好对产品绿色度、零售商和制造商的利润影响如下图 2 所示。

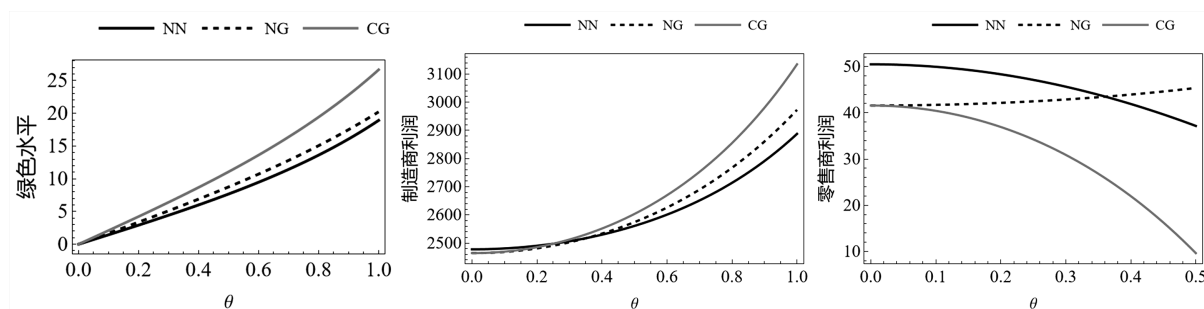


Figure 2. The impact of consumers' green preference on supply chain participants

图 2. 消费者绿色偏好对供应链主体影响图

如图 2 所示，三种策略下，产品的绿色水平均随着消费者绿色偏好系数的增大而增大，且产品的绿色水平始终呈现 $g_3 > g_2 > g_1$ 。CG 策略中，双方共担研发成本，共享绿色创新成果，制造商的资源约束得到缓解，研发投入能力提升，协同效应推动产品绿色水平达到最优。值得注意的是，在非合作但提供绿色产品模式下，制造商独自研发的绿色成果并非最低水平，虽然零售商没有分担的研发成本，但相比于供应非绿色产品来说，向零售商提供绿色产品有助于吸引更多的消费者购买，促进了制造商批发业务订单的增加。比较三种策略下制造商的利润发现，绿色偏好系数较低时，NN 策略下制造商利润最高，NG 与 CG 策略利润相近；当系数超过阈值后，CG 策略利润反超并成为最优，NN 策略利润降至最低。比较

三种策略下消费者绿色偏好对零售商利润的影响趋势发现,无论消费者绿色偏好是多少,零售商非合作研发下所获利润,均显著高于合作研发,因为合作研发下零售商承担一定的绿色技术研发成本,即使其市场需求增加也无法弥补研发成本的投入与产品价格的增加。消费者绿色偏好较小时,在 NN 策略下的利润大于在 NG 策略下的利润,反之亦反。

5.2. 竞争强度的影响比较分析

设置消费者绿色偏好系数 $\theta = 0.8$, 得出竞争强度对产品绿色度、零售商和制造商的利润影响如图 3 所示。

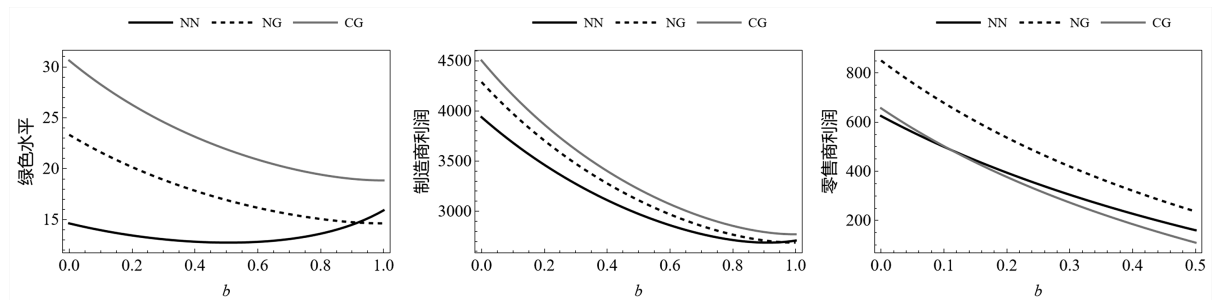


Figure 3. The impact of competition intensity on supply chain participants
图 3. 竞争强度对供应链主体影响图

图 3 中可以验证上述命题 4、5、6 的结论,同时发现,CG 策略下的产品绿色水平始终最高,竞争强度在一定阈值范围内,NG 策略下的产品绿色水平高于 NN 策略下的绿色水平,超过这个阈值则相反。随着市场竞争强度持续攀升,制造商的竞争策略从通过提升自身绿色产品竞争力吸引终端消费者,借助绿色技术赋能零售商,扩大零部件批发业务规模并提升收益的价值共创转向为通过绿色差异获得竞争优势。在激烈竞争环境下,尽管合作研发会消弭制造商产品的绿色差异化优势,但为了满足日益增长的消费者绿色偏好,从零售商中获取更优厚的批发利润,制造商仍主动追求更高水平的绿色创新。这种兼顾直销市场与供应链协同的收益机制,使得合作研发成为制造商在竞争格局中实现利润最大化的最优选择。

比较制造商在三种策略下的利润发现,始终存在 $\pi_{m3} > \pi_{m2} > \pi_{m1}$ 。即便竞争加剧导致整体利润下滑,CG 策略的研发协同、成本分担优势仍能为制造商提供利润保障,而 NN 策略因独自承担研发成本,且批发收益减少,利润始终为三者最低。对比零售商在不同研发策略下的利润发现,NG 下的利润最高,当竞争强度较低时,CG 策略下的利润高于 NN 策略下,反之亦反。在 NG 策略下,零售商不需要承担研发成本,但可以获得绿色产品,扩大了其市场需求。竞争激烈时,零售商和制造商之间产生价格竞争,绿色产品批发价格高于非绿色产品,且 CG 策略中,零售商需要分担一部分的绿色技术研发成本,因此 CG 策略下的利润更低。

5.3. 综合分析

如图 4 中绿色水平区域图所示,CG 策略始终能实现产品绿色水平的最优提升,是推动产品绿色化的最优策略;而 NN 策略的产品绿色水平并非始终最低,其会随竞争强度等因素动态变化,特定条件下可反超 NG 策略。

如图 4 供应链主体利润比较发现,没有一种最优的研发策略适用所有的情况,这与消费者绿色偏好、零售商和制造商间竞争强度有关。对制造商而言,在 CG 策略下利润总是中等或最高水平,是一个相对稳态的选择,对零售商而言,在 NG 策略下,其利润总不是最低的,是一个占优的,较为稳妥的选择。

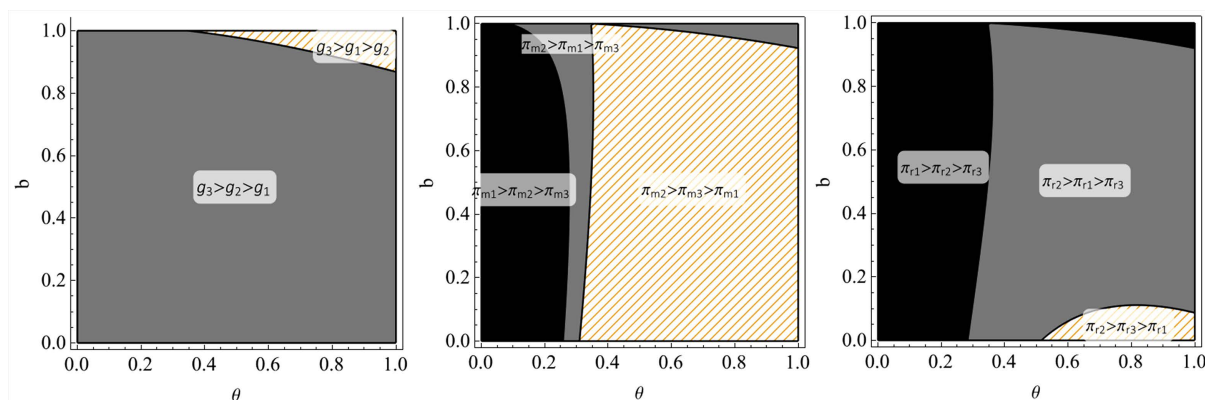


Figure 4. Comparison of product green level and supply chain participants' profits under three strategies

图 4. 三种策略下产品绿色水平及供应链主体利润比较图

6. 结论

本文以电商渠道入侵为背景，构建制造商与零售商的二级竞合供应链模型，考虑这种供应链在选择绿色技术研发策略中存在的两难问题：制造商是否向竞争对手零售商提供绿色产品，以及是否与零售商合作。探讨了制造商三种绿色研发策略的选择问题，分析了消费者绿色偏好、渠道竞争强度对不同策略下产品绿色水平、市场需求及供应链主体利润的影响，得出以下核心结论：

(1) 消费者绿色偏好是推动产品绿色升级、拉动制造商市场需求与利润增长的核心动力。三种策略下，产品批发价格、绿色水平均随消费者绿色偏好系数增大而提升，制造商市场需求与利润也同步增长；而零售商的市场需求和利润呈现策略异质性，NN、CG 策略下零售商需求与利润随该系数增大而下降，NG 策略下则呈增大。据此，企业应重点关注消费者绿色偏好，可以通过绿色宣传营销等方式强化消费者的绿色认知，以需求端的增加反向驱动研发端投入。

(2) 渠道竞争强度对供应链决策的影响具有显著策略异质性，且整体呈负向主导作用。三种策略下，零售商的市场需求和利润、制造商的利润均随竞争强度增大而降低，仅制造商市场需求呈先降后升趋势，产品的绿色水平在 NG 和 CG 策略下随着竞争强度的增加而降低，在 NN 策略下随竞争强度的增加先降低后增大。这提示企业需考虑竞争强度，动态制定适配策略，当渠道竞争温和时，制造商可选择 NG 或 CG 策略，通过绿色产品共享稳定渠道关系、扩大批发收益；当渠道竞争激烈时，制造商应转向 NN 策略，以绿色产品差异构建竞争壁垒，避免因价格战压缩利润空间。零售商则应在高竞争环境下控制采购成本，优先选择最有利的 NG 策略，缓解渠道挤压带来的利润损失。

(3) 合作研发是提升产品绿色水平的最优选择，且双方无普适性的最优绿色研发策略。供应链主体共担研发成本、共享创新成果，协同效应始终能推动产品绿色水平达到三者最优，是实现产品绿色化发展的核心路径；但制造商与零售商的利润最优策略受消费者绿色偏好、渠道竞争强度共同影响，无统一适用的策略选择。对制造商而言，NG 策略并非绝对劣势策略，CG 策略是兼顾收益与研发的相对稳态选择；对零售商而言，NG 策略无需分担研发成本即可获得绿色产品，是更稳妥的占优选择是更稳妥的占优选择。由此可见，制造商与零售商在绿色研发策略选择上的考量存在明显差异，企业应结合自身在供应链中的定位，综合考量市场需求与竞争环境，制定差异化的绿色研发决策。尽管电商渠道入侵加剧了供应链的竞合关系，但在激烈的市场竞争中，合作研发模式能够实现供应链的协同共赢，既推动产品绿色水平提升，又能为供应链主体提供稳定的利润保障，是供应链企业实现绿色可持续发展的重要路径。

尽管本研究取得一定成果，但研究未考虑电商平台参与的现实情形，一定程度上影响了研究结论在

实际商业场景中的适配性。未来可进一步纳入电商平台等主体,探讨多主体参与下电商渠道入侵供应链的绿色研发策略选择规律,进一步拓展研究模型在电商环境下的适用性与现实指导意义。

参考文献

- [1] 中华人民共和国 2024 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL].
https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202502/t20250228_1958817.html, 2025-02-28.
- [2] Li, J., Hu, Z., Shi, V. and Wang, Q. (2021) Manufacturer's Encroachment Strategy with Substitutable Green Products. *International Journal of Production Economics*, **235**, Article 108102. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108102>
- [3] Ha, A.Y., Tong, S. and Wang, Y. (2022) Channel Structures of Online Retail Platforms. *Manufacturing & Service Operations Management*, **24**, 1547-1561. <https://doi.org/10.1287/msom.2021.1011>
- [4] 李秋香, 吉慧敏, 黄毅敏, 等. 非对称信息下制造商策略选择: 渠道入侵与信息泄露[J]. 管理评论, 2023, 35(12): 169-181.
- [5] Maruthasalam, A.P.P. and Balasubramanian, G. (2023) Supplier Encroachment in the Presence of Asymmetric Retail Competition. *International Journal of Production Economics*, **264**, Article 108961. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108961>
- [6] Meng, Q., Li, M., Liu, W., Li, Z. and Zhang, J. (2021) Pricing Policies of Dual-Channel Green Supply Chain: Considering Government Subsidies and Consumers' Dual Preferences. *Sustainable Production and Consumption*, **26**, 1021-1030. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.012>
- [7] 凌艳涛, 徐静, 张华. 基于异质性消费者偏好下的绿色产品垂直差异化设计与定价策略[J]. 管理工程学报, 2021, 35(6): 208-217.
- [8] 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.
- [9] 李金溪, 易余胤. 考虑溢出效应的双寡头绿色研发时机选择[J]. 系统管理学报, 2026, 35(1): 45-56.
- [10] Chevalier-Roignant, B., Flath, C.M., Kort, P.M. and Trigeorgis, L. (2020) Capacity Investment Choices under Cost Heterogeneity and Output Flexibility in Oligopoly. *European Journal of Operational Research*, **290**, 1154-1173. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.08.046>
- [11] 李进, 刘格格, 张海霞, 等. 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.