



中国科技期刊卓越行动计划项目入选期刊

# 控制与决策

CONTROL AND DECISION



## 考虑消费者质疑的电商供应链销售模式及区块链应用决策

姚锋敏, 闫颖洛, 王雨霏, 李永华

引用本文:

姚锋敏, 闫颖洛, 王雨霏, 李永华. 考虑消费者质疑的电商供应链销售模式及区块链应用决策[J]. 控制与决策, 2024, 39(5): 1665–1674.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2023.0615>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 考虑企业社会责任和公平偏好的绿色供应链决策

Green supply chain considering fairness preference and corporate social responsibility  
控制与决策. 2021, 36(7): 1743–1753 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1102>

#### 政府补贴和增值税退税政策的闭环供应链决策

Closed-loop supply chain decisions under government subsidies and VAT rebates  
控制与决策. 2021, 36(11): 2771–2782 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0356>

#### 不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns  
控制与决策. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

#### 风险规避制造商市场入侵策略

Market encroachment strategy of risk-averse manufacturer  
控制与决策. 2021, 36(10): 2528–2536 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1819>

#### 模糊环境下考虑零售商风险偏好的绿色供应链博弈模型

Modeling green supply chain games considering retailer's risk preference in fuzzy environment  
控制与决策. 2021, 36(3): 711–723 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0646>

# 考虑消费者质疑的电商供应链销售模式及区块链应用决策

姚锋敏<sup>†</sup>, 闫颖洛, 王雨霏, 李永华

(哈尔滨理工大学 经济与管理学院, 哈尔滨 150080)

**摘要:** 区块链技术能够有效缓解线上销售导致的消费者对绿色产品的质疑, 而不同销售模式会影响制造商的区块链应用决策. 基于此, 分别在转销和代销模式下, 构建制造商未应用/应用区块链的4种电商供应链决策模型, 分析消费者质疑下的制造商销售模式选择及区块链应用策略, 以及区块链应用对环境及社会福利的影响. 研究发现, 电商平台拓展市场能力及消费者环保意识的增强, 均有利于减弱因消费者质疑以及区块链应用成本增加导致的消极影响. 制造商与电商平台仅在佣金率适中时同时倾向代销模式, 且消费者质疑与区块链应用成本的增加均会使得双方共同偏好代销模式的可能性变小. 只有当区块链应用成本较小或消费者质疑程度较高时, 制造商与电商平台才能从区块链应用中获益, 并且转销模式下双方获益的阈值区间始终更大. 即使制造商应用区块链能够提高产品绿色设计水平及其利润, 也不一定能起到减弱产品环境总影响以及增加社会福利的作用.

**关键词:** 电商供应链; 消费者质疑; 区块链; 绿色设计; 转销模式; 代销模式

中图分类号: F224; C931.1

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2023.0615

**引用格式:** 姚锋敏, 闫颖洛, 王雨霏, 等. 考虑消费者质疑的电商供应链销售模式及区块链应用决策[J]. 控制与决策, 2024, 39(5): 1665-1674.

## Sales mode and blockchain application decisions for e-commerce supply chain considering consumer questioning

YAO Feng-min<sup>†</sup>, YAN Ying-luo, WANG Yu-fei, LI Yong-hua

(School of Economics and Management, Harbin University of Science and Technology, Harbin 150080, China)

**Abstract:** Blockchain technology can effectively alleviate consumers' doubts about green products caused by online sales, and different sales models will affect manufacturers' blockchain application decisions. Based on this, four kinds of e-commerce supply chain decision-making models are constructed when the manufacturer adopts or doesn't adopt blockchain under the reselling and agency modes, and the sales modes selection and blockchain application strategies of the manufacturer, as well as the impact of blockchain applications on environment and social welfare, are analyzed considering consumer questioning. It shows that the enhancement of e-commerce platform's ability to expand the market and consumers' environmental awareness are conducive to mitigating the negative impact caused by the increase of consumers' questioning and blockchain application costs. The manufacturer and e-commerce platform only jointly prefer the agency mode when the commission rate is moderate. Moreover, the increase of consumer questioning and blockchain application costs will reduce the likelihood of both parties jointly favoring the agency mode. Only when the blockchain applications cost is less than a certain threshold or the consumer questioning level is greater than a certain threshold, the manufacturer and e-commerce platform can also benefit from blockchain applications, and the threshold range for both parties to benefit under the reselling mode is always larger. Even if the manufacturer applies blockchain can improve the green design level of products and its profit, it may not necessarily have the effect of weakening the overall environmental impact of products and increasing social welfare.

**Keywords:** e-commerce supply chain; consumer questioning; blockchain; green design; reselling mode; agency mode

收稿日期: 2023-05-09; 录用日期: 2023-09-14.

基金项目: 黑龙江省哲学社会科学研究规划项目(21GLB065); 中央支持地方高校改革发展资金人才培养项目(2021); 国家自然科学基金项目(71701056).

<sup>†</sup>通讯作者. E-mail: fengmin\_yao@hrbust.edu.cn.

\*本文附带电子附录文件, 可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅览.

## 0 引言

随着“双碳”政策的出台以及消费者环保意识的增强,制造商开始实施绿色设计以减少产品的环境影响<sup>[1-2]</sup>。同时,电商的蓬勃发展使得不少绿色制造商纷纷开始与电商平台合作,以借助其强大的市场拓展能力扩大绿色产品的销量<sup>[3]</sup>。然而,线上销售使得消费者更加难以确定绿色产品的环境价值<sup>[4]</sup>,加之部分企业还存在“漂绿”行为,导致消费者会对绿色产品的环境价值产生质疑行为<sup>[5]</sup>。消费者的质疑行为降低了其对绿色产品的支付意愿,从而严重影响了绿色产品的市场销量及其竞争力<sup>[5-6]</sup>。

区块链技术特有的不可篡改且可溯源等特性,使得一些绿色制造企业通过应用该技术实现了绿色产品的溯源及碳足迹追踪,并有效消除了消费者的质疑<sup>[4-7]</sup>。例如,联想通过供应链与区块链“双链融合”,解决了供应链中的信息不透明、不可信等问题,为消费者提供了准确的绿色产品信息。然而,企业应用区块链需要额外的成本投入<sup>[6]</sup>,使得不少企业对是否选择利用区块链消除消费者的质疑仍持观望态度。同时,区块链的应用通常需要消耗大量能源,用于支撑数据的储存与共享等<sup>[8]</sup>。这在一定程度上可能会损害绿色产品的环境与社会效益,然而区块链应用对环境及社会福利的影响机理尚不完全清楚。此外,制造商与电商平台通常存在转销和代销两种销售合作模式<sup>[9]</sup>,不同销售模式也会影响企业应用区块链技术的动机。例如,与京东达成转销合作的海尔,通过打造“PlatONE + BoAT 物联网可信数据赋能平台”来推进区块链的应用,而与拼多多达成代销合作的奥克斯,却未进行区块链应用方面的投资。随着平台经济与绿色经济间的日益融合发展,对销售模式与区块链应用之间的互动关系进行探索变得尤为重要。基于此,本文重点探讨以下3个问题:一是消费者质疑行为及区块链应用如何影响电商供应链的销售模式选择?二是不同销售模式下制造商应用区块链的动机有何差异,电商平台又是否总有动机接受制造商的区块链应用策略?三是制造商的区块链应用策略是否一定有利于改善环境及社会福利?

绿色设计已成为低碳经济时代的一个重要研究方向<sup>[1-2]</sup>。Raz等<sup>[2]</sup>指出企业可以通过绿色设计降低单位产品的环境影响。Hong等<sup>[1]</sup>对比了成本分担与两部定价契约对供应链绿色设计决策的差异影响。夏西强等<sup>[10]</sup>调查了制造商或零售商绿色研发时的供应链定价决策及绩效问题。杨德艳等<sup>[5]</sup>研究了消费者质疑行为对制造商生态标签策略选择的影

响。林志炳等<sup>[11]</sup>分析了绿色制造商的社会责任行为对零售商创建自有品牌的影响。Pal等<sup>[12]</sup>研究了不同权力下供应链绿色创新与促销努力间的交互影响问题。已有研究侧重于分析消费者环境意识及竞合关系等对供应链绿色设计决策的影响,较少考虑消费者质疑行为,尚未发现有研究探讨制造商开展绿色设计下的销售模式选择及区块链应用问题。

蓬勃发展的电商经济使得大量学者开始关注电商平台的运作问题。Hagiu等<sup>[9]</sup>研究了产品营销信息对供应链销售模式选择的影响。刘震等<sup>[13]</sup>探讨了平台数据驱动营销下的供应链销售模式选择问题。Wang等<sup>[14]</sup>分析了制造商以不同销售模式开辟销售渠道对供应链绩效的影响。谭春桥等<sup>[15]</sup>研究了正品制造商在面对仿冒商威胁时的销售模式选择问题。少量研究关注了绿色制造商的销售模式选择问题。Tao等<sup>[16]</sup>研究指出当消费者环保意识和佣金率都较低时,制造商才会选择转销渠道。刘丽等<sup>[17]</sup>研究了代销与转销模式下绿色供应链的营销策略选择问题。Xu等<sup>[3]</sup>在碳限额与碳交易机制下,分析了权力结构与销售模式变化对制造商绿色投入决策的影响。然而,已有研究均假设消费者完全信任绿色产品,并未考虑消费者的质疑行为以及区块链的应用问题。

区块链作为能提高供应链透明度的有效技术,已成为供应链管理领域的研究热点<sup>[18]</sup>。Shen等<sup>[19]</sup>研究指出区块链的应用可以增加品牌公司的利润,并减少模仿者的利润。刘露等<sup>[20]</sup>研究了区块链技术对供应链融资策略选择的影响。陈燕婷等<sup>[21]</sup>研究了消费者双重偏好下的航运供应链区块链应用问题。胡韩莉等<sup>[22]</sup>对比了强弱品牌企业的区块链采用策略差异,并给出了企业的区块链采用条件。Fan等<sup>[23]</sup>调查了消费者可追溯意识对供应链区块链应用决策的影响,并设计了收益共享合同。Xu等<sup>[24]</sup>研究指出区块链技术有助于增加产品绿色度及企业利润。Xu等<sup>[4]</sup>、张令荣等<sup>[7]</sup>分析了政府不同补贴策略下绿色供应链的区块链应用决策。Liu等<sup>[6]</sup>在区块链能增强产品透明度的假设下,分析了绿色竞争制造商的区块链应用决策。尽管文献[4, 24]关注了区块链对增强消费者绿色信任的作用,但并未对不同销售模式下制造商应用区块链的动机差异进行分析,也未考虑区块链应用的环境及社会福利影响。

基于以上分析,本文的创新点主要为:首先,将消费者的质疑行为与绿色偏好、区块链应用成本、电商平台拓展市场的能力等因素同时纳入电商供应链的决策模型,聚焦于分析消费者质疑下,电商供应链不

同销售模式间的运作差异;其次,尽管已有文献关注到了绿色制造商的区块链应用问题<sup>[4,24]</sup>,但未对不同销售模式下制造商的区块链应用动机差异进行分析,鉴于此重点讨论了不同销售模式下,制造商采用区块链的动机差异以及电商平台的“搭便车”问题;最后,少有文献探讨区块链应用对环境及社会福利的影响,本文不仅分析了区块链应用的经济影响,也揭示了区块链应用对环境及社会福利的作用机理。

### 1 问题描述与假设

考虑由一个制造商和一个电商平台构成的电商供应链,两者在信息完全对称下进行电商平台主导的 Stackelberg 博弈。在生产端,制造商通过绿色设计减少产品环境影响,满足消费者日益增加的环保偏好<sup>[1-2]</sup>。在销售端,电商平台为制造商提供两种合作销售模式:转销与代销模式<sup>[9]</sup>。转销模式是指电商平台先采购制造商的产品,然后再销售给消费者,典型代表为京东自营店等<sup>[13]</sup>。代销模式是指制造商借助电商平台直接将产品销售给消费者,同时向其缴纳一定比例的佣金费用,典型代表为天猫旗舰店等<sup>[14]</sup>。

同时,由于消费者往往无法准确判断产品的真实绿色属性,再加上部分企业存在“漂绿”行为(如奥克斯虚标空调能效等级),导致消费者对产品的绿色价值无法完全信任,产生一定质疑行为<sup>[5,7]</sup>。制造商应用区块链能够实现产品绿色信息在全链条上透明共享,有助于消费者快速追溯产品来源,并及时获得产品的真实绿色信息<sup>[4,7]</sup>,但也会增加区块链应用成本。基于此,本文在考虑消费者质疑背景下,研究制造商与电商平台的销售模式选择以及区块链应用的经济与环境问题。研究问题的模型结构如图1所示,相关符号定义和基本假设说明如下。

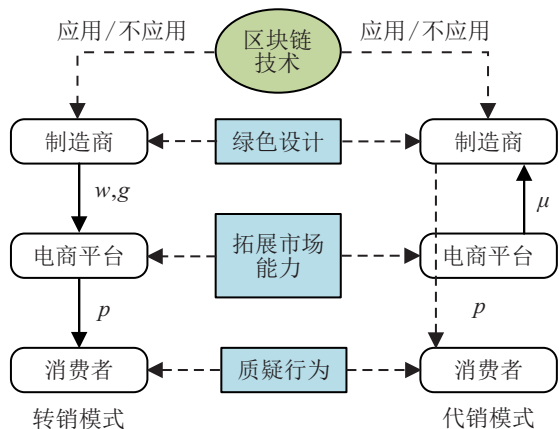


图1 研究问题的模型结构

符号定义:  $c$ 表示单位产品生产成本;  $e$ 表示单位产品的初始环境影响;  $e_b$ 表示区块链应用引起单位产品增加的环境影响(区块链自身的环境影响);  $a$ 表

示潜在市场规模;  $\lambda$ 表示电商平台扩大潜在市场的能力<sup>[3]</sup>,  $\lambda > 1$ ;  $\beta$ 表示消费者的价格敏感程度;  $\theta$ 表示消费者对绿色设计的敏感程度(消费者环保意识水平);  $w$ 表示单位产品批发价格;  $p$ 表示单位产品零售价格;  $v$ 表示电商平台的边际利润;  $g$ 表示绿色设计水平<sup>[1]</sup>,  $0 < g \leq 1$ ;  $h(g) = kg^2$ 表示制造商的绿色设计投入成本<sup>[1-2]</sup>,  $k$ 表示绿色设计投入成本系数;  $\pi_y^{HI}$ 表示决策主体  $y$  在  $HI$  情形下的利润。  $H = \{R, A\}$  分别表示转销与代销模式,  $I = \{N, B\}$  分别表示未应用区块链以及应用区块链,  $y = \{m, r, s\}$  分别表示制造商、电商平台与电商供应链整体。

**假设1** 消费者购买产品获得的总效用包括经济效用( $v$ )与环境效用( $\theta g$ )<sup>[5]</sup>, 由于制造商未应用区块链时消费者无法准确评估产品的环境价值, 会对自身能获得的环境效用有所质疑<sup>[6]</sup>, 消费者购买单位产品获得的环境效用将变为  $(1-x)\theta g$ ,  $x(0 \leq x < 1)$  表示消费者对产品环境价值的质疑程度<sup>[5]</sup>。此时, 消费者购买单位产品所获得的效用为  $v + (1-x)\theta g$ <sup>[5-6]</sup>, 所付出的成本为  $\beta p$ 。因此, 采用线性效用函数刻画, 即消费者效用函数为  $U = v - \beta p + (1-x)\theta g$ , 进而可求得需求函数为  $q^N = \lambda a - \beta p + (1-x)\theta g$ 。当制造商应用区块链时, 消费者能准确获得产品环境价值, 不再产生质疑, 即  $x = 0$ , 进而可求得需求函数为  $q^B = \lambda a - \beta p + \theta g$ 。

**假设2** 假设制造商应用区块链仅需要付出单位产品应用成本<sup>[4,19]</sup>, 即数据的上传、储存等成本(自建区块链平台)或向区块链提供商支付的成本(使用第三方区块链平台)。事实上, 当制造商自建区块链平台时, 其区块链固定建设成本  $B$  通常会被其分散到单位应用成本中, 以权衡区块链使用的成本与收益<sup>[19]</sup>。而当制造商使用第三方区块链平台时, VeChain 等第三方区块链平台均不收取固定费用, 仅收取单位产品上链费用。因此, 令  $B = 0$  并不影响本文主要结论。

**假设3** 绿色设计可以降低单位产品的环境影响, 如华为等通过绿色设计有效降低了产品的碳排放量<sup>[1]</sup>。因此, 参照文献<sup>[1-2]</sup>等, 绿色设计下单位产品的环境影响为  $e(g) = e - g$ 。同时, 制造商应用区块链需要额外的能源消耗, 间接增加了单位产品的环境影响<sup>[8]</sup>。因此, 参照文献<sup>[8]</sup>等, 制造商应用区块链后, 单位产品的环境影响为  $e(g, b) = e - g + e_b$ 。基于此, 本文社会福利  $SW$  由电商供应链利润、消费者剩余以及产品环境总影响三部分构成<sup>[5,7]</sup>, 即  $SW = \pi_s + CS - E$ 。其中: 消费者剩余为  $CS = \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} q^I dp = \frac{(q^I)^2}{2\beta}$ , 产

品环境的总影响为  $E = e(g)q^N / (e(g, b)q^B)$ .

**假设4**<sup>[13]</sup> 假设电商平台向制造商收取的佣金率  $\mu$  为外生变量, 且  $\mu \in (0, 0.5)$ .

**假设5**<sup>[3,19]</sup> 为保证文中海塞矩阵的负定性以及相关函数表达式的经济可行性, 设定  $4k\beta - \theta^2 > 0, \lambda a(1 - \mu) - \beta(b + c) > 0$ .

## 2 模型建立与求解

### 2.1 未应用区块链时的转销模型(RN模型)

在RN模型中, 决策顺序为: 电商平台先确定边际利润, 制造商再确定绿色设计水平及产品批发价格. 企业利润函数如下:

$$\pi_m^{RN} = (w - c)(a - \beta w - \beta v + (1 - x)\theta g) - kg^2, \quad (1)$$

$$\pi_r^{RN} = v(a - \beta w - \beta v + (1 - x)\theta g). \quad (2)$$

**定理1** 在未应用区块链的转销模型下, 电商供应链的最优决策分别为

$$w^{RN*} = \frac{\lambda ak + c(3k\beta - (1 - x)^2\theta^2)}{4k\beta - (1 - x)^2\theta^2},$$

$$g^{RN*} = \frac{(\lambda a - \beta c)(1 - x)\theta}{4k\beta - (1 - x)^2\theta^2},$$

$$v^{RN*} = \frac{\lambda a - \beta c}{2\beta},$$

$$p^{RN*} = \frac{\lambda a(6k\beta - (1 - x)^2\theta^2) + \beta c(2k\beta - (1 - x)^2\theta^2)}{4k\beta - (1 - x)^2\theta^2},$$

$$q^{RN*} = \frac{k\beta(\lambda a - \beta c)}{4k\beta - (1 - x)^2\theta^2}.$$

制造商与电商平台利润分别为

$$\pi_m^{RN*} = \frac{k(\lambda a - \beta c)^2}{4(4k\beta - (1 - x)^2\theta^2)},$$

$$\pi_r^{RN*} = \frac{k(\lambda a - \beta c)^2}{2(4k\beta - (1 - x)^2\theta^2)}.$$

### 2.2 未应用区块链时的代销模型(AN模型)

在AN模型中, 决策顺序为: 制造商确定绿色设计水平及产品零售价格. 企业利润函数如下:

$$\pi_m^{AN} = ((1 - \mu)p - c)(a - \beta p + (1 - x)\theta g) - kg^2, \quad (3)$$

$$\pi_r^{AN} = \mu p(a - \beta p + (1 - x)\theta g). \quad (4)$$

**定理2** 在未应用区块链的代销模型下, 电商供应链的最优决策分别为

$$g^{AN*} = \frac{((1 - \mu)\lambda a - \beta c)(1 - x)\theta}{4k\beta - (1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2},$$

$$p^{AN*} = \frac{2k((1 - \mu)\lambda a + \beta c) - c(1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2}{(1 - \mu)(4k\beta - (1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2)},$$

$$q^{AN*} = \frac{2k\beta((1 - \mu)\lambda a - \beta c)}{(1 - \mu)(4k\beta - (1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2)}.$$

制造商与电商平台利润分别为

$$\pi_m^{AN*} = \frac{k((1 - \mu)\lambda a - \beta c)^2}{(1 - \mu)(4k\beta - (1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2)},$$

$$\pi_r^{AN*} = \frac{2k\beta\mu((1 - \mu)\lambda a - \beta c)\Delta_1}{(1 - \mu)^2(4k\beta - (1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2)^2},$$

其中  $\Delta_1 = 2k((1 - \mu)\lambda a + \beta c) - c(1 - \mu)(1 - x)^2\theta^2$ .

### 2.3 应用区块链时的转销模型(RB模型)

在RB模型中, 制造商应用区块链消除消费者质疑行为, 但也会增加区块链应用成本. 决策顺序为: 电商平台先确定边际利润, 制造商再确定绿色设计水平及产品批发价格. 企业利润函数如下:

$$\pi_m^{RB} = (w - c - b)(a - \beta w - \beta v + \theta g) - kg^2, \quad (5)$$

$$\pi_r^{RB} = v(a - \beta w - \beta v + \theta g). \quad (6)$$

**定理3** 在应用区块链的转销模型下, 电商供应链的最优决策分别为

$$w^{RB*} = \frac{\lambda ak + (b + c)(3k\beta - \theta^2)}{4k\beta - \theta^2},$$

$$g^{RB*} = \frac{(\lambda a - \beta(b + c))\theta}{2(4k\beta - \theta^2)},$$

$$v^{RB*} = \frac{\lambda a - \beta(b + c)}{2\beta},$$

$$p^{RB*} = \frac{\lambda a(6k\beta - \theta^2) + \beta(b + c)(2k\beta - \theta^2)}{2\beta(4k\beta - \theta^2)},$$

$$q^{RB*} = \frac{k\beta(\lambda a - \beta(b + c))}{4k\beta - \theta^2}.$$

制造商与电商平台利润分别为

$$\pi_m^{RB*} = \frac{k(\lambda a - \beta(b + c))^2}{4(4k\beta - \theta^2)},$$

$$\pi_r^{RB*} = \frac{k(\lambda a - \beta(b + c))^2}{2(4k\beta - \theta^2)}.$$

### 2.4 应用区块链时的代销模型(AB模型)

在AB模型中, 制造商应用区块链消除消费者质疑行为, 但也会增加相应成本. 决策顺序为: 制造商确定绿色设计水平及零售价格. 企业利润函数如下:

$$\pi_m^{AB} = ((1 - \mu)p - c - b)(a - \beta p + \theta g) - kg^2, \quad (7)$$

$$\pi_r^{AB} = \mu p(a - \beta p + \theta g). \quad (8)$$

**定理4** 在应用区块链的代销模型下, 电商供应链的最优决策分别为

$$g^{AB*} = \frac{((1 - \mu)\lambda a - \beta(b + c))\theta}{4k\beta - (1 - \mu)\theta^2},$$

$$p^{AB*} = \frac{2k((1 - \mu)\lambda a + \beta(b + c)) - (b + c)(1 - \mu)\theta^2}{(1 - \mu)(4k\beta - (1 - \mu)\theta^2)},$$

$$q^{AB*} = \frac{2k\beta((1 - \mu)\lambda a - \beta(b + c))}{(1 - \mu)(4k\beta - (1 - \mu)\theta^2)}.$$

造商与电商平台利润分别为

$$\pi_m^{AB*} = \frac{k((1-\mu)\lambda a - \beta(b+c))^2}{(1-\mu)(4k\beta - (1-\mu)\theta^2)},$$

$$\pi_r^{AB*} = \frac{2k\beta\mu((1-\mu)\lambda a - \beta(b+c))\Delta_2}{(1-\mu)^2(4k\beta - (1-\mu)\theta^2)^2}.$$

其中  $\Delta_2 = 2k((1-\mu)\lambda a + \beta(b+c)) - (b+c)(1-\mu)\theta^2$ .

### 3 均衡结果分析

**性质1** 随着消费者质疑的改变,在转销与代销模式下,均有:

$$1) \frac{\partial g^{HN*}}{\partial x} < 0, \frac{\partial w^{RN*}}{\partial x} < 0, \frac{\partial p^{HN*}}{\partial x} < 0, \frac{\partial q^{HN*}}{\partial x} < 0, \frac{\partial CS^{HN*}}{\partial x} < 0, \frac{\partial \pi_m^{HN*}}{\partial x} < \frac{\partial \pi_r^{HN*}}{\partial x} < 0;$$

$$2) \frac{\partial^2 g^{HN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 w^{RN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 p^{HN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 q^{HN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 \pi_m^{HN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 \pi_r^{HN*}}{\partial x \partial \lambda} < 0;$$

$$3) \frac{\partial^2 g^{HN*}}{\partial x \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 w^{RN*}}{\partial x \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 p^{HN*}}{\partial x \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 q^{HN*}}{\partial x \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 \pi_m^{HN*}}{\partial x \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 \pi_r^{HN*}}{\partial x \partial \theta} < 0.$$

性质1表明,消费者质疑程度的增加,不仅会引起产品批发及零售价格、绿色设计水平及市场需求的降低,也会导致消费者剩余、制造商与电商平台利润的减少.且与电商平台相比,制造商的利润下降幅度更大.现实中,奥克斯空调在2019年被查实存在能效虚标行为,增加了消费者对其产品的质疑程度,尽管其价格远低于格力等品牌,但其2020年空调销量比2019年少卖了近500万台,同比下降31.84%.

同时,电商平台拓展市场的能力以及消费者环保意识的增强,均能减弱消费者质疑增加产生的负面影响.在实践中,拼多多通过“多多拼团”等运营推广策略,有效增加了平台的网络流量,而奥克斯空调在2021年8月通过与其达成深度合作,有效缓解了企业销量下滑的压力.

性质1揭示出,消费者质疑的增加将会导致“绿色设计水平降低-市场需求下降-企业利润减少”的负向循环,消费者与企业利益都会因此受到损失.对于制造商而言,消费者质疑程度的增加对其造成的负向影响要大于电商平台.因此,制造企业应当持续强化产品环境质量管理体系,确保生产的是货真价实的绿色产品.对于电商平台而言,应当加强对商品的抽检,确保制造商售卖的产品与宣传的保持一致,以加强产品的流出把控,强化消费者信心.对于消费者而言,有必要保持合理的质疑态度来规范企业的生产行为,但应注意过度的质疑行为会导致自身效用的损失,进而产生不良影响.现实中,格力严控产品质量与环境标

准,其合作者天猫也持续加强家电产品的抽检工作,生产销售的环保产品(如变频空调)深受消费者的认可与支持.

**性质2** 随着区块链应用成本的变化,在转销与代销模式下,均有:

$$1) \frac{\partial g^{HB*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial w^{RB*}}{\partial b} > 0, \frac{\partial p^{HB*}}{\partial b} > 0, \frac{\partial q^{HB*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial \pi_m^{HB*}}{\partial b} < 0, \frac{\partial \pi_r^{HB*}}{\partial b} < 0;$$

$$2) \frac{\partial^2 g^{HB*}}{\partial b \partial \lambda} = 0, \frac{\partial^2 w^{RB*}}{\partial b \partial \lambda} = 0, \frac{\partial^2 p^{HB*}}{\partial b \partial \lambda} = 0, \frac{\partial^2 q^{HB*}}{\partial b \partial \lambda} = 0, \frac{\partial^2 \pi_m^{HB*}}{\partial b \partial \lambda} < 0, \frac{\partial^2 \pi_r^{HB*}}{\partial b \partial \lambda} < 0;$$

$$3) \frac{\partial^2 g^{HB*}}{\partial b \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 w^{RB*}}{\partial b \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 p^{HB*}}{\partial b \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 q^{HB*}}{\partial b \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 \pi_m^{HB*}}{\partial b \partial \theta} < 0, \frac{\partial^2 \pi_r^{HB*}}{\partial b \partial \theta} < 0.$$

性质2表明,区块链应用成本的增加,不仅会引起产品批发及零售价格的上涨,还会导致绿色设计水平、产品需求及制造商与电商平台利润的下降.同时,电商平台拓展市场能力的增强,虽然无法减弱区块链应用成本增加对电商供应链企业最优决策的负面影响,但能有效减弱区块链应用成本增加对电商供应链企业利润的负面影响.而消费者环保意识的增强,能有效减弱区块链应用成本增加对电商供应链企业最优决策及利润产生的负面影响.

性质2揭示出,当企业无法以低成本应用区块链技术时,一方面可以借助电商平台扩大产品消费群体,另一方面可以加强对绿色消费等的宣传,以此提高消费者的环保意识,培育消费者的绿色消费习惯,从而弱化区块链技术应用带来的高成本所产生的不利影响.现实中,华为在实施绿色战略的同时,通过打造华为云平台提供区块链服务,有效降低了区块链的应用成本,而其合作者京东通过提供“10期免息”“买贵双倍赔”等优惠福利来吸引并扩大消费群体,有效助力了华为绿色产品的区块链应用.

**性质3** 无论在何种模型下,随着消费者价格敏感系数的变化,均有:

$$\frac{\partial g^{HI*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial w^{RI*}}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial p^{HI*}}{\partial \beta} > 0,$$

$$\frac{\partial q^{HI*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \pi_m^{HI*}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \pi_r^{HI*}}{\partial \beta} < 0.$$

性质3表明,尽管消费者敏感系数的增大有利于降低产品的批发及零售价格,但也会导致产品绿色设计水平的下降,进而使得市场需求以及制造商与电商平台利润也随之减少.因此对于企业而言,应当注意避免恶意的价格竞争来刺激消费者的价格敏感性,避

避免因价格的下降而导致自身产品绿色水平的下降,从而丧失自身的竞争力。

**命题1** 未应用区块链时,转销与代销模式下的均衡结果满足:

1) 当  $0 < \mu \leq \mu_1$  时,  $g^{AN*} \geq g^{RN*}$ , 当  $\mu_1 < \mu < 0.5$  时,  $g^{RN*} > g^{AN*}$ ; 当  $0 < \mu \leq \mu_2$  时,  $q^{AN*} \geq q^{RN*}$ , 当  $\mu_2 < \mu < 0.5$  时,  $q^{RN*} > q^{AN*}$ ; 当  $0 < \mu \leq \mu_3$  时,  $\pi_m^{AN*} \geq \pi_m^{RN*}$ , 当  $\mu_3 < \mu < 0.5$  时,  $\pi_m^{RN*} > \pi_m^{AN*}$ .

2)  $\frac{\partial \mu_3}{\partial \lambda} > 0$ ,  $\frac{\partial \mu_3}{\partial x} < 0$ .

命题1表明,未应用区块链时,就提高绿色设计水平、市场需求以及制造商利润而言,当佣金率小于一定阈值时代销模式更优,反之则转销模式更优.事实上,与转销模式相比,代销模式的优势在于能消除制造商与电商平台在定价方面存在的“双重边际”效应,提高制造商的边际收益,其劣势在于需要将一定收益缴纳给电商平台.当佣金率较小时,代销模式优势更为明显,因此在佣金率较低的代销模式下,制造商会提供更高绿色设计水平的产品,也能获得更多的收益.同时,电商平台拓展市场的能力越强,制造商选择代销模式所能接受的最高佣金率( $\mu_3$ )越高;而消费者质疑程度越高,制造商选择代销模式所能接受的最高佣金率会越小.

命题1揭示出,佣金率、消费者质疑程度以及电商平台拓展市场的能力均是影响制造商销售模式选择的重要因素.除佣金率外,电商平台也可通过影响消费者质疑程度以及增强自身拓展市场的能力间接左右制造商的销售模式选择策略.现实中,由于拼多多通过优化用户服务、加强质量审核等方式增强了自身扩大市场的能力以及消费者的信任.因此,即使拼多多在2022年大幅上涨了佣金率,但与其进行代销模式合作的商家和交易量均变得更高了.

**命题2** 应用区块链时,转销与代销模式下的均衡结果满足:

1) 当  $0 < \mu \leq \mu_4$  时,  $g^{AB*} \geq g^{RB*}$ , 当  $\mu_4 < \mu < 0.5$  时,  $g^{RB*} > g^{AB*}$ ; 当  $0 < \mu \leq \mu_5$  时,  $q^{AB*} \geq q^{RB*}$ , 当  $\mu_5 < \mu < 0.5$  时,  $q^{RB*} > q^{AB*}$ ; 当  $0 < \mu \leq \mu_6$  时,  $\pi_m^{AB*} \geq \pi_m^{RB*}$ , 当  $\mu_6 < \mu < 0.5$  时,  $\pi_m^{RB*} > \pi_m^{AB*}$ .

2)  $\frac{\partial \mu_6}{\partial \lambda} > 0$ ,  $\frac{\partial \mu_6}{\partial b} < 0$ .

命题2表明,在制造商应用区块链时,就提高绿色设计水平、市场需求以及制造商利润而言,当佣金率小于一定阈值时代销模式更优,反之则转销模式更优.同时,电商平台拓展市场的能力越强,制造商选择代销模式所能接受的最高佣金率( $\mu_6$ )越高;而区块链应用成本越高,制造商选择代销模式所能接受的最高

佣金率会越小.

命题2揭示出,电商平台若想与应用区块链的制造商在较高佣金率下达成代销合作模式,则可通过增强自身拓展市场能力或为制造商分担部分区块链应用成本的方式促成双方合作.现实中,阿里巴巴与制造企业合作设计了一款叫作“能耗宝”的产品,为制造企业提供产品的碳足迹核算、记录、认证和绿色营销服务,双方通过代销合作产生了良好的效益.

**命题3** 在转销模式下,未应用与应用区块链时的均衡结果满足:

1)  $w^{RB*} > w^{RN*}$ ,  $v^{RN*} > v^{RB*}$ ;  $p^{RB*} > p^{RN*}$ ; 当  $b \leq b_1$  时,  $g^{RB*} \geq g^{RN*}$ , 当  $b > b_1$  时,  $g^{RN*} > g^{RB*}$ ; 当  $b \leq b_2$  时,  $q^{RB*} \geq q^{RN*}$ , 当  $b > b_2$  时,  $q^{RN*} > q^{RB*}$ .

2) 当  $b \leq b_3$  时,  $\pi_m^{RB*} \geq \pi_m^{RN*}$ ,  $\pi_r^{RB*} \geq \pi_r^{RN*}$ ; 当  $b > b_3$  时,  $\pi_m^{RN*} > \pi_m^{RB*}$ ,  $\pi_r^{RN*} > \pi_r^{RB*}$ .

3)  $b_3 > b_1 > b_2$ .

4)  $\partial b_l / \partial \lambda > 0$ ,  $\partial b_l / \partial x > 0$ ,  $l = \{1, 2, 3\}$ .

命题3表明,在转销模式下,与未应用区块链时相比,制造商应用区块链时的产品批发及零售价格总是更高,而电商平台的边际利润总是更低.且仅当区块链应用成本小于一定阈值时,制造商应用区块链才有利于提高绿色设计水平及产品市场需求,改善自身与电商平台绩效.同时,  $b \leq b_3$  也可以改写为

$x \geq x_1 =$

$$\frac{\theta(\lambda a - \beta(b + c))}{\theta(\lambda a - \beta(b + c))}$$

$$\frac{\sqrt{\theta^2(\lambda a(\lambda a - 2\beta c) + \theta^2 \beta^2) - 4k\beta^2 b(2(\lambda a - \beta c) - \beta b)}}{\theta(\lambda a - \beta(b + c))},$$

即可以建立有关消费者质疑 $x$ 的阈值,超过该阈值时制造商应用区块链才能够获益.因此,如果消费者对绿色产品的质疑程度较低,则对于制造商而言,应用区块链所能获得的收益将会非常有限,制造商此时采用区块链是不明智的.以路由器行业为例,由于路由器效率受多方面影响,消费者对路由器本身性能质疑程度较高,诸多企业均推出了基于区块链的路由器,如斐讯链天天链路由、歌华链路由等.

进一步,即使制造商有利润动机应用区块链( $b_2 \leq b \leq b_3$ 时),区块链的应用可能也无法起到提高绿色设计水平以及产品市场需求的作用.同时,电商平台拓展市场的能力以及消费者质疑行为的增强均能提高相应的区块链应用成本阈值.

命题3揭示出,在转销模式下,制造商在权衡是否应用区块链时,不能仅从自身收益角度考虑,还应综合考虑区块链应用成本对绿色设计水平以及市场

需求的影响,这样才能更好地通过应用区块链,在改善自身收益的同时提高绿色设计水平与产品市场需求,从而更好地实现绿色化与数字化协同发展.现实中,海尔集团通过打造“PlatONE + BoAT 物联网可信数据赋能平台”,在以较低的区块链应用成本实现用户与企业间产品信息共享的同时,提高了产品的绿色水平和销量,有效实现了绿色化数字化的融合.

**命题4** 在代销模式下,未应用与应用区块链时的均衡结果满足:

1)  $p^{AB*} > p^{AN*}$ ; 当  $b \leq b_4$  时,  $g^{AB*} \geq g^{AN*}$ , 当  $b > b_4$  时,  $g^{AN*} > g^{AB*}$ ; 当  $b \leq b_5$  时,  $q^{AB*} \geq q^{AN*}$ , 当  $b > b_5$  时,  $q^{AN*} > q^{AB*}$ .

2) 当  $b \leq b_6$  时,  $\pi_m^{AB*} \geq \pi_m^{AN*}$ , 当  $b > b_6$  时,  $\pi_m^{AN*} > \pi_m^{AB*}$ ; 当  $b \leq b_7$  时,  $\pi_r^{AB*} \geq \pi_r^{AN*}$ , 当  $b > b_7$  时,  $\pi_r^{AN*} > \pi_r^{AB*}$ .

3)  $b_4 > b_7 > b_5 > b_6$ .

4)  $\partial b_o / \partial \lambda > 0, \partial b_o / \partial x > 0, \partial b_o / \partial u < 0, o = \{4, 5, 6, 7\}$ .

命题4表明,在代销模式下,与未应用区块链时相比,制造商应用区块链时的产品零售价格总是更高,而仅当区块链应用成本小于一定阈值时,制造商应用区块链才有利于提高绿色设计水平及产品市场需求,改善自身与电商平台绩效.进一步,与转销模式不同的是,当制造商有利润动机应用区块链时,产品绿色设计水平、市场需求以及电商平台利润也均能得到提高.同时,电商平台拓展市场的能力与消费者质疑程度的增强均能提高相应的成本阈值,而佣金率的增加会降低相应的成本阈值.

命题4揭示出,在代销模式下,制造商在权衡是否应用区块链时,只需考虑区块链的应用成本与自身收益即可,因为当制造商愿意应用区块链时,产品绿色设计水平与销量也均能得到改善.同时,电商平台可以通过开辟绿色会场、发放消费券等方式增强自身拓展市场的能力,并适当降低佣金率,以提高制造商应用区块链的可能性.现实中,淘宝为部分优质商家发起“百亿补贴”活动,佣金平均降幅70%,还通过发放消费券等方式吸引更多消费者,在有效降低相关企业应用区块链的成本压力的同时,提高了产品销量,改善了双方绩效.

**命题5** 对比转销与代销模式,电商供应链企业能接受的区块链应用成本阈值满足

$$b_3 > b_6, b_3 > b_7.$$

命题5表明,仅当区块链应用成本满足一定条件阈值时,制造商才有利润动机应用区块链,图2直观

展示了这一现象.且制造商应用区块链若能改善自身利润,则一定能够改善电商平台利润.与直观感受有所不同的是,较之代销模式,转销模式下制造商更有可能应用区块链,其应用区块链使自身以及电商平台利润获得改善的成本条件阈值均更大.结合命题3,转销模式有利于制造商向电商平台转移部分区块链应用成本,间接起到了帮助制造商分担部分区块链应用成本的作用.因此,转销模式不仅有利于增加制造商应用区块链的可能性,也有利于增加电商平台接受制造商应用区块链的可能性.

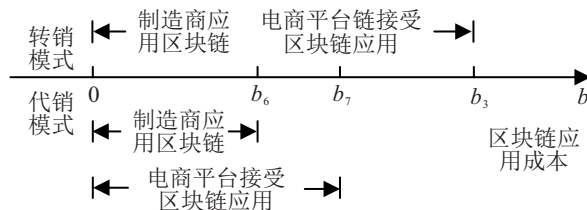


图2 制造商及电商平台能接受的区块链应用成本阈值

### 4 数值仿真分析

首先,分析佣金率 $\mu$ 、消费者质疑程度 $x$ 、区块链应用成本 $b$ 的变化,对不同销售模式下制造商及电商平台利润的影响;其次,检验区块链应用对环境及对社会福利的作用.根据《低碳绿色家电发展价值及趋势研究报告》等现实数据,并参考文献[5]等的参数设置,在满足模型约束条件前提下,令 $a = 100, \lambda = 1.5, \theta = 10, \beta = 8, c = 6, k = 20, e = 1$ .在分析 $b$ 变化的影响时,令 $\mu = 0.2, x = 0.2$ .

#### 4.1 $\mu, x, b$ 对销售模式选择及区块链应用的影响

图3和图4表明,当佣金率低于一定阈值时(即区域I内),制造商更偏好代销模式,而电商平台更偏好转销模式.反之,在区域III内,制造商会更偏好转销模式,电商平台会偏好代销模式.尽管双方对销售模式偏好存在一定差异,但也可以发现在佣金率适中时(区域II内),双方均会偏好代销模式.进一步, $x$ 的增加会削弱制造商以及电商平台偏好代销模式的佣金率阈值(区域I与区域III逐渐变大),降低双方共同偏好代销模式的可能性(区域II逐渐变小).而 $b$ 的增加

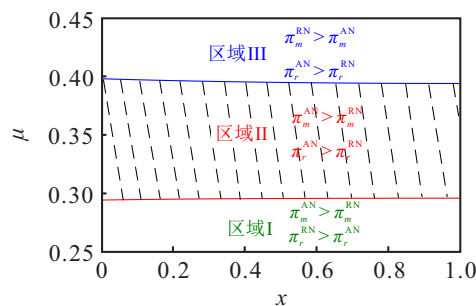


图3 消费者质疑下,  $\mu, x$ 对销售模式选择的影响

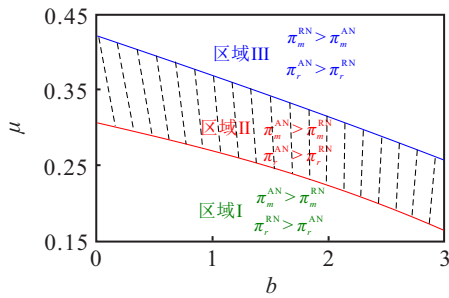


图4 应用区块链时,  $\mu$ 、 $b$ 对销售模式选择的影响

会在削弱制造商偏好代销模式的佣金率阈值的同时(区域III逐渐变大),增大电商平台偏好代销模式的佣金率阈值(区域I逐渐变小),但依然会使双方共同偏好代销模式的可能性下降(区域II逐渐变小).

图3和图4揭示出,佣金率会直接影响制造商与电商平台的销售模式选择,而消费者质疑、区块链应用成本也均会对双方的销售模式选择起到间接作用.总的来看,双方仅会在佣金率适中时共同偏好代销模式,而在佣金率较低或较高时双方会有相反的偏好,且消费者质疑程度与区块链应用成本的增加均会降低双方达成一致合作销售模式的可能性.

图5表明,在代销模式下,仅在区域I内,制造商才有动机应用区块链,而在区域I+II内,电商平台都能从区块链应用中获益.在转销模式下,区域I+II+III内制造商都有动机应用区块链,而电商平台也能从中获益.同时,与代销模式相比,转销模式下制造商更有利润动机应用区块链,零售商也更能通过“搭便车”获益.而无论在转销或代销模式下,电商平台能接受的最高区块链应用成本阈值(获益区间)总是高于制造商.但 $\beta$ 的增加不仅会使得制造商与电商平台能接受的区块链应用成本阈值(获益区间)变小,还使得两种销售模式下的差异越来越小.

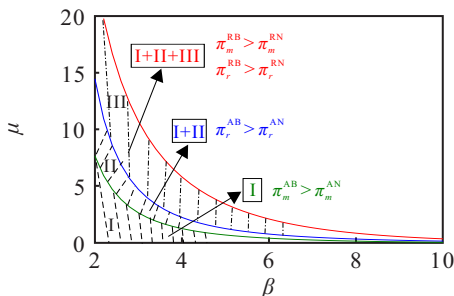


图5  $b$ 、 $\beta$ 对不同销售模式下区块链应用的影响

图5揭示出,尽管制造商作为区块链应用主体承担了区块链应用的成本,但过高的区块链应用成本也会使得电商平台无法从制造商的区块链应用中获益.因此,制造商可通过加强技术研发以及借助第三方引入专业区块链平台等手段来降低区块链的应用

成本,或通过联合电商平台选择合理的销售模式以增大双方对区块链应用成本的接受阈值,从而有效改善电商供应链的区块链应用收益.现实中,海尔联合万向区块链及摩联科技联合打造了“PlatONE + BoAT物联网可信数据赋能平台”,与海尔智家的家电物联网系统形成联动,有效降低了海尔自身的区块链建设成本投入.

### 4.2 $e_b$ 对环境及社会福利的影响

本小节在区块链应用能带来经济效益的情形下,分析不同销售模式下区块链自身的环境影响对环境和社会福利的作用.为保证不同销售模式下区块链应用能提高产品绿色设计水平、市场需求以及制造商与电商平台利润,设定 $b = 0.2$ ,其他参数同4.1节.

由图6和图7可知,无论在何种销售模式下,随着区块链自身产生环境影响的增加,产品环境总影响会随之增加,社会福利则会随之减小.进一步,即使区块链应用后能提高产品绿色设计水平、市场需求以及制造商与电商平台利润,其也不一定能减少产品环境总影响或产生更大的社会福利.具体而言,仅当区块链自身产生的环境影响较小时,区块链的应用才能在产生经济效益的同时,带来更大的环境及社会效益.现实中,唯链科技采用雷神区块链平台为不同绿色企业提供技术服务支持,一方面,能使企业以传统技术的5至10倍速度完成数据“上链”,实现碳数据管理;另一方面有效降低了企业上链所产生的碳排放量,其运行一年产生的碳排放总量约为一个比特币所产生的碳排放量的2.4%.

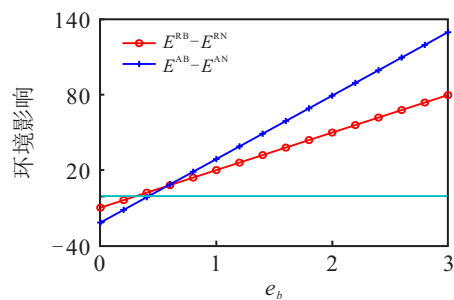


图6  $e_b$ 对环境的影响

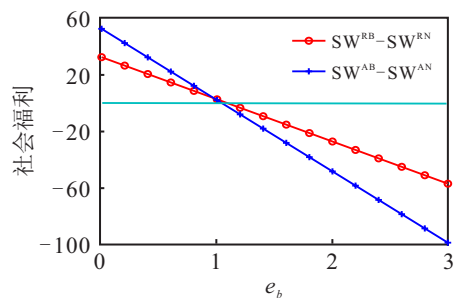


图7  $e_b$ 对社会福利的影响

图6和图7揭示出,制造企业在考虑应用区块链实现碳足迹管理,提高产品绿色设计水平和销量的同时,不仅要关注区块链的应用成本,也需关注区块链应用产生的能源消耗对环境的影响问题,这样才能真正通过绿色化数字化融合,实现经济、环境及社会的协调发展.现实中,联想将区块链作为底层技术融入“端-边-云-网-智”新IT架构之中,打造供应链与区块链“双链融合”,构建区块链、供应链协同平台,有效降低了区块链融入供应链的成本及能耗.

## 5 结论

本文分别在转销与代销模式下,构建了制造商未应用/应用区块链时的4种电商供应链决策模型.分析了消费者质疑、区块链应用成本等因素对电商供应链销售模式选择的影响以及不同销售模式下制造商应用区块链的动机差异,并探讨了区块链应用对环境及社会福利的作用.主要结论如下:

1) 消费者质疑程度与区块链应用成本的增加,均会导致绿色设计水平、市场需求及企业利润的下降,且消费者质疑增加对制造商利润影响更大,而电商平台拓展市场能力及消费者环保意识的增强,均有利于减弱因消费者质疑及区块链应用成本增加而产生的不利影响.

2) 制造商在佣金率较低(高)时会偏好代销(转销)模式,而电商平台则在佣金率较低(高)时会偏好转销(代销)模式,且消费者质疑及区块链应用成本会通过影响佣金率阈值的方式,间接影响双方的销售模式偏好.

3) 仅当区块链应用成本小于一定阈值或消费者质疑程度大于一定阈值时,制造商才有利润动机应用区块链,电商平台也才能从中搭便车获益.同时,电商平台拓展市场能力及消费者质疑的增强,均能提高制造商应用区块链以及电商平台接受区块链应用的可能性.

4) 在转销模式下,制造商应用区块链的动机更强,电商平台也有更强的动机接受区块链的应用.

5) 仅当区块链自身产生的环境影响小于一定阈值时,制造商应用区块链才能在提高经济效益的同时,减少产品环境总影响,并增加社会福利.

基于以上结论可得到如下管理启示:首先,政府可通过强化绿色产品监管及认证体系对绿色企业实施有效监管,尽可能从源头减少消费者质疑,避免因消费者质疑而出现多方受损的负向循环;其次,制造商一方面应以强化产品环境质量体系为根本,脚踏实地履行环境责任,增强产品绿色信息透明度,进而产

生绿色品牌信任;另一方面,可通过引进先进技术或与第三方专业区块链平台联合等方式,降低区块链的应用成本及环境影响,从而通过数字化绿色化融合发展,产生更好的经济、环境及社会效益;最后,电商平台可通过开辟绿色会场及加强产品监管等方式,增强消费者绿色消费理念,扩大消费群体,为制造商实施区块链创造良好环境.未来可以在线上线下混合销售等不同情形下,探讨考虑消费者质疑的竞争电商供应链销售模式选择与区块链应用等问题.

## 参考文献(References)

- [1] Hong Z F, Guo X L. Green product supply chain contracts considering environmental responsibilities[J]. *Omega*, 2019, 83: 155-166.
- [2] Raz G, Druehl C T, Blass V. Design for the environment: Life-cycle approach using a newsvendor model[J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(4): 940-957.
- [3] Xu X P, Guo S N, Cheng T C E, et al. The choice between the agency and reselling modes considering green technology with the cap-and-trade scheme[J]. *International Journal of Production Economics*, 2023, 260: 108839.
- [4] Xu J, Duan Y R. Pricing and greenness investment for green products with government subsidies: When to apply blockchain technology?[J]. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2022, 51: 101108.
- [5] 杨德艳, 余云龙, 冯章伟. 消费者质疑行为下环境责任型制造商生态标签选择策略[J]. *中国管理科学*, 2023, 31(9): 73-82.  
(Yang D Y, Yu Y L, Feng Z W. Ecolabel selection strategy of environmentally responsible manufacturer with consumer skepticism behavior[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2023, 31(9): 73-82.)
- [6] Liu J G, Zhao H D, Chen J H. Blockchain-driven win-win strategy of economy and environment in the asymmetric competitive supply chain[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2023, 176: 108978.
- [7] 张令荣, 彭博, 程春琪. 基于区块链技术的低碳供应链政府补贴策略研究[J]. *中国管理科学*, 2023, 31(10): 49-59.  
(Zhang L R, Peng B, Cheng C Q. Research on government subsidy strategy of low-carbon supply chain based on block-chain technology[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2023, 31(10): 49-59.)
- [8] Biswas D, Jalali H, Ansariipoor A H, et al. Traceability vs. sustainability in supply chains: The implications of blockchain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2023, 305(1): 128-147.
- [9] Hagi A, Wright J. Marketplace or reseller?[J]. *Management Science*, 2015, 61(1): 184-203.
- [10] 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.  
(Xia X Q, Zhu Q H, Liu J J. Comparative analysis and research coordination mechanism of upstream and downstream green R & D models[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2021, 41(12): 3336-3348.)
- [11] 林志炳, 陈莫凡, 李钰雯. 考虑绿色制造及企业社会责任行为的零售商自有品牌策略研究[J]. *管理工程学报*, 2023, 37(1): 216-224.  
(Lin Z B, Chen M F, Li Y W. Research on retailer's store brand strategies considering green manufacturing and corporate social responsibility behavior[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2023, 37(1): 216-224.)
- [12] Pal B, Sarkar A, Sarkar B. Optimal decisions in a dual-channel competitive green supply chain management under promotional effort[J]. *Expert Systems with Applications*, 2023, 211: 118315.
- [13] 刘震, 郭强, 聂佳佳. 数据驱动营销赋能下制造商平台模式选择研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(8): 2160-2173.  
(Liu Z, Guo Q, Nie J J. The impacts of data-driven marketing on manufacturer's platform mode selection[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2022, 42(8): 2160-2173.)
- [14] Wang T Y, Chen Z S, Govindan K, et al. Manufacturer's selling mode choice in a platform-oriented dual channel supply chain[J]. *Expert Systems with Applications*, 2022, 198: 116842.
- [15] 谭春桥, 苏小琴. 考虑仿冒商威胁的正牌制造商销售模式选择策略研究[J]. *控制与决策*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2022.1988.  
(Tan C Q, Su X Q. Sales model selection strategy for genuine manufacturers considering the threat of counterfeiters[J]. *Control and Decision*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2022.1988.)
- [16] Tao F, Zhou Y, Bian J S, et al. Agency selling or reselling? Channel selection of green products with consumer environmental awareness[J]. *International Journal of Logistics Research and Applications*, DOI: 10.1080/13675567.2022.2114436.
- [17] 刘丽, 韩同银, 金浩. 基于品牌商誉的绿色供应链经营模式选择与营销策略[J]. *控制与决策*, 2022, 37(5): 1338-1346.  
(Liu L, Han T Y, Jin H. Business model selection and marketing strategy of green supply chain based on brand goodwill[J]. *Control and Decision*, 2022, 37(5): 1338-1346.)
- [18] Choi T M. Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains[J]. *Transportation Research—Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 128: 17-29.
- [19] Shen B, Dong C W, Minner S. Combating copycats in the supply chain with permissioned blockchain technology[J]. *Production and Operations Management*, 2022, 31(1): 138-154.
- [20] 刘露, 李勇建, 姜涛. 基于区块链信用传递功能的供应链融资策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2021, 41(5): 1179-1196.  
(Liu L, Li Y J, Jiang T. Supply chain financing strategy based on blockchain credit transfer function[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2021, 41(5): 1179-1196.)
- [21] 陈燕婷, 李登峰. 消费者信息偏好对船公司参与航运物流区块链平台决策的影响[J]. *控制与决策*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2023.0233.  
(Chen Y T, Li D F. The impact of consumer information preferences on shipping companies' decisions to participate in shipping logistics blockchain platforms[J]. *Control and Decision*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2023.0233.)
- [22] 胡韩莉, 曹裕, 李青松. 强弱品牌竞争下企业的区块链技术采纳策略研究[J]. *中国管理科学*, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.0607.  
(Hu H L, Cao Y, Li Q S. Blockchain technology adoption strategy of companies under strong and weak brand competition[J]. *Chinese Journal of Management Science*, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.0607.)
- [23] Fan Z P, Wu X Y, Cao B B. Considering the traceability awareness of consumers: Should the supply chain adopt the blockchain technology?[J]. *Annals of Operations Research*, 2022, 309(2): 837-860.
- [24] Xu X P, Zhang M Y, Dou G W, et al. Coordination of a supply chain with an online platform considering green technology in the blockchain era[J]. *International Journal of Production Research*, 2023, 61(11): 3793-3810.

## 作者简介

姚锋敏(1981—), 男, 教授, 博士生导师, 博士, 从事供应链优化等研究, E-mail: fengmin\_yao@hrbust.edu.cn;

闫颖洛(1995—), 男, 博士生, 从事绿色供应链管理的研究, E-mail: yanyingluo08@163.com;

王雨霏(1999—), 女, 硕士生, 从事闭环供应链管理的研究, E-mail: wangyuifeihhh@foxmail.com;

李永华(1977—), 男, 讲师, 博士, 从事供应链优化的研究, E-mail: lyh\_sam@126.com.