

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.08.005

C2C 二手电商平台的绿色补贴与诚信建设策略^①

徐凤敏¹, 卫丽君¹, 曾燕^{2,3*}

(1. 西安交通大学经济与金融学院, 西安 710061; 2. 中山大学岭南学院, 广州 510275;
3. 中山大学金融工程与风险管理研究中心, 广州 510275)

摘要: 本研究刻画了一个“平台主导型”的绿色补贴方案, 构建了包含“买家、卖家、C2C 二手电商平台”三方的序贯博弈模型, 求解了 C2C 二手电商平台对交易者的最优绿色补贴策略与平台最优诚信建设努力水平, 并分析了平台收费规则等参数对 C2C 二手电商平台最优决策与利润的影响. 研究发现: 1) 如果二手电商平台收取比例成交额, 为获取更多利润, 平台应对买家进行绿色补贴; 如果不收取比例成交额, 平台将绿色补贴发放给买家或卖家对平台利润的影响相同; 2) 政府对二手电商平台的绿色激励存在一个可行区间, 不宜过低或过高; 平台收取比例成交额有利于发挥政府绿色激励的“杠杆”效果; 3) 在平台发放绿色补贴的情况下, 比例成交额对平台诚信建设有促进效果, 而固定成交额对平台诚信建设有抑制作用; 当诚信建设成本系数降低时, 二手电商平台应提升诚信建设努力水平. 上述结论不仅为“双碳”目标下发挥平台功能、实现绿色消费外部性的内部化提供了借鉴, 而且对信息中介型平台的诚信建设具有一定的参考价值.

关键词: C2C 二手电商平台; 绿色补贴; 诚信建设; 序贯博弈; 信息中介

中图分类号: F272.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)08-0073-17

0 引言

近年来, 由于消费升级、产品更新加速以及疫情对经济的冲击, 闲置商品的价值逐渐得到人们的重视. 据网经社发布的《中国二手电商市场数据报告》, 2022 年我国二手电商交易规模已达 4 802.04 亿元人民币, 闲鱼、转转、拍拍等多家二

手电商平台得到资本青睐^②. 二手商品交易的蓬勃发展满足了闲置商品的交易需求, 也因“变浪费为消费、转库存为供给”的绿色属性得到国家政策关注^③. 虽然我国二手电商市场发展已达千亿规模, 但考虑到我国人口体量, 2021 年我国二手电商平台整体渗透率仅有 10% 左右, 与全

① 收稿日期: 2022-11-18; 修订日期: 2024-06-03.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(12471297; 71991474; 72371256); 广东省自然科学基金卓越青年团队项目(2023B1515040001).
通讯作者: 曾燕(1984—), 男, 江西吉安人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: zengy36@mail.sysu.edu.cn

② 二手电子商务主要有 C2C (customer-to-customer) 与 C2B2C (customer to business to customer) 两种模式. 在 C2C 模式下, 平台仅是信息中介. 在 C2B2C 模式下, 平台还提供质检、翻新、售后等服务, 该模式仅适用于部分易标准化的垂直品类. 由于生活中大量的二手商品为“非标品”, 本研究关注服务于综合品类的 C2C 模式.

③ 2021 年 2 月, 国务院《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》发布, 指出要“建立健全绿色低碳循环发展经济体系, 规范发展闲置资源交易”. 2021 年 7 月发布的《“十四五”循环经济发展规划》指出“规范发展二手商品市场, 鼓励‘互联网+二手’模式发展”. 2022 年 1 月发布的《促进绿色消费实施方案》提出“要拓宽闲置资源共享利用和二手交易渠道”, “积极发展家电、消费电子产品和服装等二手交易, 优化交易环境”.

球 20% 的渗透率仍有差距^④。如何促进二手商品交易、保障二手电商行业健康可持续发展值得学界广泛关注,目前这一议题存在以下两大痛点。

一方面,二手商品交易有利于生态环境建设,具有正外部性,若不采取激励措施难以实现社会最优规模。绿色补贴是将外部性内部化的有效方法,然而二手电商平台上交易者众多且交易量大,政府直接对交易方开展绿色补贴的难度大。2022 年 1 月,国家发改委等七部门联合印发《促进绿色消费实施方案》,为解决这一问题提供了新思路。该文件提到“鼓励各类销售平台制定绿色低碳产品消费激励办法,通过发放绿色消费券、绿色积分、直接补贴、降价降息等方式激励绿色消费”。这种绿色激励方式使平台承担起绿色低碳转型的社会责任,充分发挥了平台经济在实现“双碳”目标中的重要作用。在这种“平台主导型”的绿色补贴方案中,C2C 二手电商平台是绿色补贴的主体,交易方是绿色补贴的对象,平台通过给予交易方绿色补贴,能够将二手商品交易的正外部性内部化,达到促进二手商品交易的目的^⑤。

另一方面,二手商品交易面临严重的信息不对称问题,使得交易受阻^[1]。相较新品,二手商品往往有磨损,且卖家在二手商品使用时长、维修情况等磨损信息上占据优势,使得二手电商平台的商品质量欺诈问题比传统电子商务更为严重。据艾媒网的调查,46.1% 的网民在二手电商平台购物时遭遇商品信息不透明问题,此问题位居榜首;37.8% 的网民因“假货太多,不信任”拒绝使用二手电商平台^⑥。严重的信息不对称问题损害消费者权益、阻碍了二手商品交易,更突出了以卖家诚信经营为目标的二手电商平台诚信建设的重要性。二手电商平台采取的诚信建设措施一般有:要求卖家实人认证;要求卖家上传二手商品的品

牌、型号、使用时长、维修情况等详细信息;要求卖家提高二手商品图片的清晰度;对诚信交易理念进行宣传等。

通过诚信建设,二手电商平台能够补齐信息不对称的短板;通过平台主导型绿色补贴,二手商品交易的外部性得以内部化,激发交易量朝着社会最优规模增长。本研究将诚信建设的“补短板”作用与绿色补贴的“激增长”功能结合起来,给出保障二手电商行业健康可持续发展的系统性思路。基于此,本研究构建了一个包含“买家、卖家、C2C 二手电商平台”三方的序贯博弈模型,不仅探索了二手电商平台的最优绿色补贴策略及其内含的微观机理,为平台发放绿色补贴提供理论支撑,而且分析了平台最优诚信建设努力水平,相关结论有助于监管机构引导二手电商平台加强诚信建设。

本研究探索了 C2C 二手电商平台对交易者的绿色补贴策略,丰富了绿色补贴的相关研究。现有文献多以政府为绿色补贴主体,以企业或消费者为绿色补贴对象,形成以政府为主导的绿色补贴方案。如 Fang 和 Zhao^[2]求解了差异化市场中政府对企业的最优绿色补贴;Gerarden^[3]考察了政府发放的消费者补贴对太阳能技术创新的影响;Liu 等^[4]发现政府补贴制造商还是消费者在零售商和制造商利润上有相同的提升效果;鞠晴江等^[5]分析了政府对新能源汽车制造商和消费者补贴政策的组合效果。但是,二手电商平台上交易者众多、交易量大,政府难以直接对交易方开展绿色补贴。鉴于此,本研究提出了一个“平台主导型”的绿色补贴方案,以 C2C 二手电商平台为绿色补贴主体、二手商品交易方为绿色补贴对象,将平台作为对交易方实施绿色补贴的决策者。

④ 央视“第一时间”栏目新闻报道,2021 年 1 月 16 日《二手市场升温·我国二手闲置市场渗透率仅 10%》。https://tv.cctv.com/2021/01/16/VIDEYQEnBdnHAdAMXzjNEmU210116.shtml?spm=C22284.PBguQrs2LfiI.EAjufcIyVFGG.49.

⑤ 根据《基于互联网平台的个人碳减排激励管理规范(2022)》,个人碳减排激励方式包括:公益激励、商业激励、政策激励、交易激励。本研究探讨的绿色补贴是《促进绿色消费实施方案》中所述的绿色消费券、绿色积分、直接补贴、降价降息等激励绿色消费的方式,属于商业激励的范畴。在模型构建时,这些商业激励均可以简化为平台直接给予买家或卖家一定的金额奖励。绿色消费券举例:“京彩·绿色”消费券(https://www.beijing.gov.cn/fuwu/bmfw/sy/jrts/202303/t20230311_2934318.html),绿色积分举例:阿里巴巴的“88 碳积分”(https://www.eco.gov.cn/news_info/57640.html)。

⑥ 数据来自艾媒网 2021 年的调查 https://www.iimedia.cn/c1061/78558.html, https://www.iimedia.cn/c1061/78666.html.

本研究还分析了 C2C 二手电商平台的诚信建设努力水平,拓展了信息中介型平台的信息不对称问题的相关研究.关于信息不对称问题的一项经典研究是 Akerlof^[6]对二手车市场“柠檬”问题的讨论,通过构建二手车市场交易模型来分析信息不对称和逆向选择的产生.在此基础上,Heal^[7]、Wilson^[8]、Kim^[9]分别考虑长期重复博弈、价格形成机制以及买卖选择,进一步完善模型.伴随平台经济的繁荣,信息不对称问题有了新的处理思路,即依赖追求利润最大化的第三方平台建立私人秩序以保证交易顺利进行^[10].目前,多数文献从约束失信行为的角度出发,为平台设计缓解信息不对称问题的解决方案.如曾燕等^[11]聚焦于预售众筹平台的产品质量夸大问题,分析了由保证金与失信惩罚组成的约束措施;王勇等^[12]采用罚金约束互联网平台卖家;曹一秋等^[13]约束违约概率高的借款人,通过筛选将其排除在网络借贷系统之外.然而平台在处理信息不对称问题时,不仅可以采用约束失信行为的方式,还可以通过诚信建设加强交易者的诚信意识,营造平台内诚信交易的氛围,进而提升卖家诚信经营的概率.区别于以往文献,本研究从诚信建设的角度出发考虑 C2C 二手电商平台的信息不对称问题,分析平台的最优诚信建设努力水平,并提出引导平台提升诚信建设努力水平的建议.

相较于已有研究,本研究的创新性主要体现在:第一,构建了买家、卖家、平台三方的序贯博弈模型,为平台绿色补贴和诚信建设的相关研究提供了分析框架;第二,提出了“平台主导型”的绿色补贴方案,揭示了绿色补贴促进二手商品交易的作用机理,并给出 C2C 二手电商平台最优绿色补贴策略.这些内容对“双碳”目标下有效发挥平台功能、实现绿色消费外部性内部化具有重要的现实意义;第三,不同于以往文献多从约束失信行为的角度出发,本研究从诚信建设的角度缓解 C2C 二手电商平台的信息不对称问题,为信息中介型平台的信息不对称相关问题的研究提供参考.

1 模型构建

考虑一个由买家、卖家、二手电商平台组成的 C2C 二手商品电商交易系统,本研究将交易事件简化如下:首先,二手电商平台制定对卖家的收费规则;其次,平台以期望利润最大化为目标,决定对二手交易买卖双方的绿色补贴及平台诚信建设努力水平;再次,卖家决定二手商品价格,并发布二手商品信息;最后,潜在买家浏览二手商品信息,依据预期效用决定是否购买.本研究将构建三阶段序贯博弈模型对上述过程进行刻画,交易事件顺序与参与主体决策如图 1 所示.

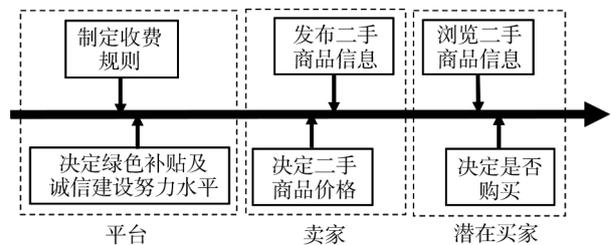


图1 C2C 二手电商平台交易事件顺序与参与主体决策
Fig.1 Timeline of transactions and decisions of players in C2C second-hand e-commerce trading system

二手电商平台不同于一般的电商平台,平台上交易的每件二手商品均具有特殊性.即使是同一品牌、同一型号的二手商品,由于磨损程度、维修情况等存在差异,无法被视为同质化的商品.在二手商品交易中,价格往往是一物一议,而且二手商品面向的潜在买家也往往是具有特定购买需求的消费者群体,因而二手商品市场可以被视为是需求高度专门化的垄断市场.综上所述,类似王勇等^[12]、Jain 等^[14]、Li 等^[15],本研究在建模中不考虑卖家间的竞争关系.

1.1 基本假设

1.1.1 卖家与买家

考虑一个代表性卖家,假设其在二手电商平台上出售一单位二手商品.假设代表性卖家有可能出售质量为 q_H 的高质量二手商品;也有可能以次充好,将质量为 q_L 的低质量二手商品夸大为

高质量 q_H 的二手商品出售, $q_H > q_L$ ⑦. 类似 Cai^[17]、Jiang 和 Zou^[18], 本研究假设在一次交易中卖家与潜在买家一对一匹配. 假定潜在买家对二手商品的偏好可由偏好参数 θ 表达^[19], 卖家无法准确推断 θ 但清楚 θ 为 $[0, 1]$ 上均匀分布的连续随机变量^[20, 21]. 此外, 假定交易后买家、卖家分别能够获得平台给予的绿色补贴 α 、 β , 后文称之为“买家绿色补贴”、“卖家绿色补贴”.

1.1.2 二手电商平台

不失一般性, 假设二手电商平台不实施诚信建设措施时, 代表性卖家出售高质量二手商品的概率为 0; 采取诚信建设措施后, 此概率由 0 提升至 λ , $0 \leq \lambda \leq 1$. 用 λ 代表平台诚信建设的努力水平, 努力水平 λ 越大相应付出的成本也会越高. 类似王勇等^[12]、曹一秋等^[13], 假设二手电商平台为实施诚信建设措施付出的成本函数表述为

$$C(\lambda) = \frac{1}{2}k\lambda^2 \quad (1)$$

其中 $k(k > 0)$ 为成本系数, 是外生常数.

目前我国 C2C 二手电商平台处于发展初期, 为吸引流量免收费用. 为增强模型普适性, 本研究依据国外二手电商平台实践设定平台收费规则^⑧. 具体而言有两类成交额: 按交易金额一定比例收取的“比例成交额”, 记比例成交额费率为 m , $m \in [0, 1]$; 按固定金额收取的“固定成交额”, 记为 n , $n \geq 0$ ⑨. 假设 m 、 n 外生, 原因如下: 平台制定收费规则时往往综合考虑市场竞争、国家政策、平台发展阶段等因素, 短期内收费规则不会变动.

另外, 假设在平台对买卖双方实施绿色补贴后, 平台能够获得政府给予的绿色激励. 类似

Khosroshahi 等^[23]、Li 等^[24], 本研究假设政府给予二手电商平台的绿色激励是平台向交易者付出的绿色补贴 $\alpha + \beta$ 的线性函数 $r(\alpha + \beta)$, 其中 $r(r \geq 0)$ 为政府对平台的绿色激励系数, 后文简称为“政府绿色激励系数”. 文中涉及到的符号及含义如表 1 所示.

表 1 符号及含义

Table 1 Description of the symbols

变量	含义
外生参数	
q_H	高质量二手商品的质量
q_L	低质量二手商品的质量
$\theta(0 \leq \theta \leq 1)$	潜在买家偏好参数
$r(r \geq 0)$	政府对平台的绿色激励系数
$m(0 \leq m < 1)$	平台收取的比例成交额费率
$n(n \geq 0)$	平台收取的固定成交额金额
$k(k > 0)$	平台诚信建设成本系数
决策变量	
p	二手商品价格
$\alpha(\alpha \geq 0)$	平台对买家的绿色补贴
$\beta(\beta \geq 0)$	平台对卖家的绿色补贴
$\lambda(0 \leq \lambda \leq 1)$	平台诚信建设的努力水平

1.2 参与主体决策

1.2.1 潜在买家购买决策

潜在买家在进行购买决策时并不清楚卖家出售的二手商品是高质量还是低质量的, 但可依据平台上代表性卖家出售高质量商品的概率 λ 得

⑦ 商品的质量不可观测, 但能够利用单价、销量等信息估计得出(曾燕等^[11]; Khandelwal 等^[16]). 在本研究的模型中仅假定二手商品质量是一变量, 无需对其数值进行估计, 二手商品质量的取值大小并不影响主要结论.

⑧ 虽然目前我国的 C2C 二手电商平台不收取费用, 但根据平台经营的市场策略: 平台为吸引流量在进入市场的初期采取低价甚至免费策略, 占领市场后才开始收费以获取利润^[22], 因而建模时仍需考虑平台收费. 国外二手电商平台采取两种方式对卖家收费: 在发布商品信息时收取的上架费和在交易达成后收取的成交额. 由于国外主流二手电商平台如 Poshmark、Tradesy、Chairish、Amazon 仅收取成交额, 故本研究不考虑上架费.

⑨ 在建模时本研究将比例成交额费率 m 和固定成交额 n 均放入模型中, 用 m 、 n 与 0 的不同关系代表平台不同的收费情况: 如果平台仅收取固定成交额, 则 $m = 0, n \neq 0$; 如果平台仅收取比例成交额, 则 $n = 0, m \neq 0$; 如果平台同时收取比例成交额与固定成交额, 则 $m \neq 0, n \neq 0$. 在数值实验中, 对三种情况均进行了分析.

到二手商品的预期质量 $\tilde{q}(\lambda)$ ⑩,

$$\tilde{q}(\lambda) = \lambda q_H + (1 - \lambda) q_L \quad (2)$$

潜在买家购买二手商品的期望效用 $U(\alpha, \lambda, P)$ 可由线性形式表达^[19]

$$U(\alpha, \lambda, P) = \theta \tilde{q}(\lambda) - P + \alpha \quad (3)$$

不购买二手商品时,潜在买家的效用为 0. 记 $\hat{\theta}(\alpha, \lambda, P) = \frac{P - \alpha}{\tilde{q}(\lambda)}$. 当 $U(\alpha, \lambda, P) \geq 0$ 时,潜在买

家选择购买二手商品,此时 $\theta \geq \hat{\theta}$. 结合 θ 的分布可知,二手商品被潜在买家购买的概率 Pr 为

$$Pr(\alpha, \lambda, P) = 1 - \hat{\theta}(\alpha, \lambda, P) \quad (4)$$

1.2.2 卖家价格决策

卖家视角下,二手商品被购买的概率 Pr 是价格 P 的函数^⑪. 代表性卖家的期望利润 π 等于“卖家交易一件二手商品的净收益” $(1 - m)P - n + \beta$ ⑫ 乘“二手商品被购买的概率”. 若 $\pi < 0$, 卖家不会发布二手商品,因而存在 $(1 - m)P - n + \beta$ 以及 Pr 均不小于 0 的约束. 为避免不必要的讨论,本研究假定 $\alpha \leq P$, 在该假设下 $Pr \leq 1$ ⑬. 卖家以期望利润最大化为目标进行价格决策,优化模型为

问题 A

$$\begin{aligned} \max_P \quad & \pi = [(1 - m)P - n + \beta]Pr \\ \text{s. t.} \quad & (1 - m)P - n + \beta \geq 0 \\ & 0 \leq Pr \leq 1 \end{aligned} \quad (5)$$

1.2.3 平台绿色补贴与诚信建设努力水平决策

用 Π 表示二手电商平台的期望利润,由“平台交易一件二手商品的收益”乘“二手商品被购买的概率”再扣减“平台诚信建设成本”得到. 平台交易一件二手商品的收益包括: 比例成交额收入 mP 、固定成交额收入 n 、政府给予平台的绿色

激励 $r(\alpha + \beta)$ 以及平台支出的绿色补贴 $-(\alpha + \beta)$. 约束 $mP + n + (r - 1)(\alpha + \beta)$ 大于 0, 否则平台利润为负值. 同 Jain 等^[14], 二手电商平台以期望利润最大化为目标决定对买卖双方的绿色补贴及诚信建设努力水平,优化问题为

问题 B

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta, \lambda} \quad & \Pi = Pr[mP + n + (r - 1)(\alpha + \beta)] - \\ & \frac{1}{2}k\lambda^2 \end{aligned}$$

$$\text{s. t. } 0 \leq \alpha \leq P, \beta \geq 0, 0 \leq \lambda \leq 1$$

$$mP + n + (r - 1)(\alpha + \beta) > 0 \quad (6)$$

本研究采用逆向归纳法求解^[25]. 具体而言,首先分析第三阶段潜在买家的购买决策(见 1.2.1), 用潜在买家购买二手商品的概率 Pr 表征其购买决策,推导出 Pr 是平台决策 α 、 λ 与卖家决策 P 的函数. 其次,求解第二阶段卖家的价格决策(见第 2 节),推导出最优售价 P^* 是平台决策 α 、 β 、 λ 的函数. 最后,求解第一阶段 C2C 二手电商平台的最优绿色补贴 α^* 、 β^* 与最优诚信建设努力水平 λ^* (见第 3 节).

2 卖家最优定价

优化问题 A 的求解结果如命题 1 所示.

命题 1

1) 代表性卖家的最优定价为

$$P^*(\alpha, \beta, \lambda) = \frac{n - \beta}{2(1 - m)} + \frac{\lambda q_H + (1 - \lambda) q_L + \alpha}{2} \quad (7)$$

2) 记 $Pr(\alpha, \lambda, P^*(\alpha, \beta, \lambda))$ 为 $Pr^*(\alpha, \beta, \lambda)$, 在最优定价下,二手商品被潜在买家购买的

⑩ 目前主流 C2C 二手电商平台均设置有售后评价、第三方信用评级等信息供买家参考,但信息不对称问题依然严重. 一方面,二手电商平台上的卖家出售二手商品没有传统电商卖家那样频繁,难以积累售后评价,并且评价真假难辨;另一方面,不同卖家的第三方信用评级,如芝麻信用、微信支付分,很大程度上与支付活跃度有关,导致这些“信号”作用有限. 因而买家难以区别不同卖家出售高质量二手商品的概率,需要依据平台上代表性卖家出售高质量商品的概率 λ 做出购买决策.

⑪ 卖家依据平台的绿色补贴规则和诚信建设措施可以推断 α 和 λ .

⑫ 在二手商品交易的特定情景下,卖家之前购买商品的成本已是沉没成本,因而在“交易一件二手商品的净收益”中无需考虑卖家出售二手商品的成本.

⑬ 若 $\alpha > P$, $\hat{\theta}(\alpha, \lambda, P) < 0$, 二手商品被潜在买家购买的概率 $Pr(\alpha, \lambda, P) = 1 - \hat{\theta}(\alpha, \lambda, P) > 1$. 为避免不必要的讨论,本研究假设 $\alpha \leq P$. 该假设也与实践相符,现实中补贴金额通常不会超过商品价格. 在该假设下, $Pr(\alpha, \lambda, P) \leq 1$.

概率为

$$Pr^*(\alpha, \beta, \lambda) = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{n - \beta}{(1 - m)(\lambda q_H + (1 - \lambda) q_L)} + \frac{\alpha}{\lambda q_H + (1 - \lambda) q_L} \right) \quad (8)$$

3) 在最优定价下, 代表性卖家的最优利润为

$$\pi^*(\alpha, \beta, \lambda) = \frac{((1 - m)(\lambda q_H + (1 - \lambda) q_L + \alpha) - n + \beta)^2}{4(1 - m)(\lambda q_H + (1 - \lambda) q_L)} \quad (9)$$

命题 1 表明卖家的最优二手商品定价受到买卖双方绿色补贴、平台诚信建设努力水平、平台收费规则与二手商品高低质量的影响。当平台的固定成交额和比例成交额费率越高、 q_H 或 q_L 越大, 二手商品的最优定价越高。推论 1 ~ 推论 3 分析了在平台决策 $\{\alpha, \beta, \lambda\}$ 给定的情形下, 平台绿色补贴及诚信建设努力水平对卖家定价、二手商品被购买概率及卖家利润的影响。

推论 1

$$1) \frac{\partial P^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial Pr^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \pi^*}{\partial \alpha} > 0$$

$$2) \frac{\partial P^*}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial Pr^*}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial \pi^*}{\partial \beta} > 0$$

推论 1 表明, 随买家绿色补贴 α 增大, 最优售价、购买概率及卖家最优利润会增大; 随卖家绿色补贴 β 增大, 最优售价减小, 而购买概率和卖家最优利润增大。这一过程的经济含义为: α 增大后, 买家实付价格降低, 购买意愿增强, 即使卖家提升售价, 买家仍有较强购买意愿, 因此卖家提升售价以获取更多利润; β 增大后, 卖家销售单位商品的收入提高, 此时卖家利润受购买意愿的影响更大, 因此卖家选择降低售价, 增强买家购买意愿, 使利润得以提高。通过上述分析可以发现: 通过交易, 平台绿色补贴的福利能够从买方 (卖方) 传递至卖方 (买方)。

推论 1 还表明增加买家或卖家绿色补贴, 一方面均能提高潜在买家购买商品的概率, 从“买方侧”促进二手商品交易; 另一方面, 都能使卖家利润有所提升, 激励更多卖家参与交易, 从“卖方侧”促进二手商品交易。因此, 平台不论是对买家

还是卖家进行绿色补贴都能通过“买方侧”和“卖方侧”两条路径促进二手商品交易, 这是平台绿色补贴促进二手商品交易的机理。

另外, 买家、卖家绿色补贴对二手商品定价的影响方向不同, 进而对平台单笔交易的比例成交额收入 mP^* 产生不同影响。如果平台增加买家 (卖家) 绿色补贴, 卖家会提高 (降低) 二手商品定价, 从而增加 (降低) 平台单笔交易的比例成交额收入。在后续分析中, 该结论将有助于对平台最优绿色补贴结构的探讨。

推论 2

1) 若平台收取比例成交额 ($0 < m < 1$)

$$\frac{\partial Pr^*}{\partial \alpha} < \frac{\partial Pr^*}{\partial \beta}, \frac{\partial \pi^*}{\partial \alpha} < \frac{\partial \pi^*}{\partial \beta}$$

2) 若平台不收取比例成交额 ($m = 0$)

$$\frac{\partial Pr^*}{\partial \alpha} = \frac{\partial Pr^*}{\partial \beta}, \frac{\partial \pi^*}{\partial \alpha} = \frac{\partial \pi^*}{\partial \beta}$$

推论 1 已证明买家绿色补贴 α 与卖家绿色补贴 β 对购买概率 Pr^* 、卖家利润 π^* 均为正向影响。推论 2 中, 将进一步比较买家绿色补贴 α 与卖家绿色补贴 β 对 Pr^* 、 π^* 的正向影响在程度上的差异。推论 2 中 1) 表明如果二手电商平台收取比例成交额, 与增加一单位 α 相比, 增加一单位 β 能使潜在买家购买概率 Pr^* 和卖家最优利润 π^* 增长得更多。这说明虽然增加 α 或 β 都能通过“买方侧”、“卖方侧”两条路径促进二手商品交易, 但增加 β 的促进效果更强。推论 2 中 2) 表明当二手电商平台不收取比例成交额时, 增加一单位 α 或 β 后, 潜在买家购买概率 Pr^* 和卖家最优利润 π^* 将增加相同的量, 这表明增加 α 或 β 对二手商品交易的促进效果相同。

在平台收取比例成交额的情况下, 买家绿色补贴 α 与卖家绿色补贴 β 在对二手商品交易的促进上展现出非对称的效果, 这是一个有趣的现象。事实上, 可以证明当 $0 < m < 1$ 时, 增加 1 单位的 α 与增加 $1 - m$ 单位的 β , 会使购买概率 Pr 、卖家利润 π 增加相同的量。形成这种不对称效果的原因是: 补贴买家时, α 与价格 P 相对应; 而补贴卖家时, β 与扣减比例成交额费率后的价格 $(1 - m)P$ 相对应。具体而言, 买家购买决策以二手商品价格 P 为基准, 其支付的 P 中既包含了卖家销

售收入 $(1-m)P$, 还包含了平台的比例成交费收入 mP . 平台补贴的 α 是在 P 的基础上降低了买家实付价格. 而卖家进行价格决策时, 排除了平台比例成交费收入 mP , 仅以自身销售收入 $(1-m)P$ 为考量. 若平台对应仅补贴 $(1-m)\beta$, 会产生对称的促进效果, “额外”的补贴 $m\beta$ 使卖家有动机适度降低价格以提升买家购买概率, 从而能够进一步提高利润.

进一步考虑二手电商平台在绿色补贴结构方面的决策. 虽然平台收取比例成交费时 β 促进二手商品交易的效果更佳, 但这并不意味着平台设计绿色补贴结构时倾向于补贴卖家, 这是因为平台以利润最大化为目标进行决策. 结合平台期望利润 Π 的表达式: $Pr[mP+n+(r-1)(\alpha+\beta)] - k\lambda^2/2$, 可知: 对卖家进行绿色补贴的优势在于能使 Pr 提升更多; 然而对买家进行绿色补贴能够通过增加 P 增加单笔交易的比例成交费收入 mP (推论 1 结论). 因而在收取比例成交费的情况下, 平台将绿色补贴发放给买家还是卖家是这两种“力量”的权衡. 如果二手电商平台不收取比例成交费, 平台期望利润 Π 的表达式可简化为: $Pr[n+(r-1)(\alpha+\beta)] - k\lambda^2/2$. 由于增加一单位 α 或 β 对 Pr 的提升效果相同, 因而在不收取比例成交费的情况下, 可以预期平台向买家或卖家发放绿色补贴对平台利润的影响效果相同.

推论 3

$$1) \frac{\partial P^*}{\partial \lambda} > 0$$

$$2) \text{若 } \alpha \leq \frac{n-\beta}{1-m}, \frac{\partial Pr^*}{\partial \lambda} \geq 0$$

$$\text{若 } \alpha > \frac{n-\beta}{1-m}, \frac{\partial Pr^*}{\partial \lambda} < 0$$

$$3) \frac{\partial \pi^*}{\partial \lambda} > 0$$

推论 3 中 1) 表明, 如果二手电商平台的诚信建设努力水平增加, 二手商品能获得更高的售价. 这是因为平台加强诚信建设后, 虽然商品的实际质量并未发生改变, 但买家对二手商品的预期

质量有所提高, 因而买家愿意支付更高的价格. 该结论表明二手电商平台加强诚信建设能为平台内所销售的二手商品带来“溢价”.

推论 3 中 2) 表明, 若平台给予买家的绿色补贴较少, 平台增强诚信建设能提升买家购买意愿; 若平台给予买家较高的绿色补贴, 这一正向关系会发生扭转. 对式 (4) 简单转化可得 $Pr = 1 - \frac{P-\alpha}{\tilde{q}(\lambda)} = 1 - \frac{P}{\tilde{q}(\lambda)} + \frac{\alpha}{\tilde{q}(\lambda)}$. 通过第三项可以观

察到, 在 α 给定的情况下, 倘若 λ 增大 (即二手商品的预期质量增高), 那么第三项的存在将拉低潜在买家购买概率. 这并不难理解, 假设平台对预期质量低和高的两种二手商品发放相同额度的买家绿色补贴, 那么预期质量低的二手商品在每单位质量上获得的补贴更多, 即补贴性价比更高. 因此, 仅考虑买家绿色补贴时, 潜在买家对预期质量低的二手商品购买意愿更强. 当买家绿色补贴的数量较小时, 第三项中由 λ 增大带来的购买概率的拉低效果并不明显; 然而当买家绿色补贴的数量较大时, 这种拉低效果较为显著, 从而扭转了平台诚信建设与潜在买家购买概率间的正向关系.

推论 3 中 3) 表明, 平台加强诚信建设可使卖家获得更高利润, 进而在一定程度上激励更多卖家参与二手商品交易. 与推论 1 结论对比可以发现, 二手电商平台的绿色补贴与诚信建设在促进二手商品交易上的机制有所区别: 买家或卖家绿色补贴均能通过“买方侧” (提高潜在买家购买概率) 和“卖方侧” (提高卖家利润) 两条路径促进二手商品交易; 而平台加强诚信建设不一定能提高潜在买家购买概率, 更倾向于通过“卖方侧”路径促进二手商品交易.

3 平台最优绿色补贴与诚信建设努力水平

考虑到优化问题 B 求解的复杂性^⑭, 本节首

^⑭ 优化问题 (B) 是关于 α, β, λ 的非线性规划问题且有六个约束, 难以求得显式解, 因而本研究在 3.3 节中采用多组参数进行多次数值模拟, 求解完整模型 (B) 的数值解并进行分析. 3.3 节中通过数值模拟方法得到的分析结论均与 3.1、3.2 中的理论分析结果一致.

先求解两个简化模型,即模型 C、模型 D,之后采用数值分析方法求解优化问题 B. 模型 C 给定诚信建设努力水平,在这种情形下求解平台最优绿色补贴策略. 模型 D 给定绿色补贴策略,在这种情形下求解平台最优诚信建设努力水平.

3.1 给定诚信建设努力水平下平台绿色补贴策略的求解与分析

在 λ 给定的情形下,优化问题 B 可以简化为

$$\alpha^* = \begin{cases} 0 & 0 \leq r < 1 - m \\ \frac{n(2 - m - r) + (1 - m)(m + r - 1) \tilde{q}}{(1 - m)(2 - m - 2r)} & 1 - m \leq r < 1 - \frac{m}{2} \\ \frac{n + (1 - m) \tilde{q}}{1 - m} & r \geq 1 - \frac{m}{2} \end{cases} \quad (11)$$

$$\beta^* = 0$$

2) 二手电商平台给予买卖双方的最优绿色补贴总额 $\hat{\delta}^*$ 为

$$\hat{\delta}^* = \alpha^* + \beta^* = \begin{cases} 0 & 0 \leq r < 1 - m \\ \frac{n(2 - m - r) + (1 - m)(m + r - 1) \tilde{q}}{(1 - m)(2 - m - 2r)} & 1 - m \leq r < 1 - \frac{m}{2} \\ \frac{n + (1 - m) \tilde{q}}{1 - m} & r \geq 1 - \frac{m}{2} \end{cases} \quad (12)$$

3) 在最优买家、卖家绿色补贴下,二手电商平台的最优利润为

$$\hat{\Pi}^* = \begin{cases} \frac{((1 - m) \tilde{q} - n)((2 - m)n + m(1 - m) \tilde{q})}{4(1 - m)^2 \tilde{q}} - \frac{1}{2} k \lambda^2 & 0 \leq r < 1 - m \\ \frac{((1 - m)(1 - r) \tilde{q} + nr)^2}{4(1 - m)^2(2 - m - 2r) \tilde{q}} - \frac{1}{2} k \lambda^2 & 1 - m \leq r < 1 - \frac{m}{2} \\ \frac{nr}{1 - m} + \tilde{q}(m + r - 1) - \frac{1}{2} k \lambda^2 & r \geq 1 - \frac{m}{2} \end{cases} \quad (13)$$

其中 $\tilde{q} = \lambda q_H + (1 - \lambda) q_L$.

命题 2 表明 C2C 二手电商平台的绿色补贴结构受平台收费规则的影响. 命题 2 中最优卖家绿色补贴 β^* 为 0, 表明虽然二手电商平台对买家或卖家进行绿色补贴都能促进二手商品交易,但在平台收取比例成交额的情况下,将绿色补贴发放给买家而不是卖家更有利于平台实现利润最大化. 启示二手电商平台在收取比例成交额的情况下,绿色补贴结构应向买家倾斜.

命题 3 当平台不收取比例成交额时 ($m =$

问题 C

$$\max_{\alpha, \beta} \Pi = Pr(\alpha, \beta) [mP(\alpha, \beta) + n + (r - 1)(\alpha + \beta)] - \frac{1}{2} k \lambda^2 \quad (10)$$

$$\text{s. t. } 0 \leq \alpha \leq P(\alpha, \beta), \beta \geq 0, \\ mP(\alpha, \beta) + n + (r - 1)(\alpha + \beta) > 0$$

命题 2 在 λ 给定的情形下,当 $0 < m < 1$, 即平台收取比例成交额时,

1) 二手电商平台的最优买家、卖家绿色补贴为

0), $\frac{\partial \Pi}{\partial \alpha} = \frac{\partial \Pi}{\partial \beta}$, 即二手电商平台将绿色补贴发放给买家或卖家对平台利润的影响相同. 在 λ 给定的情形下:

1) 二手电商平台给予买卖双方的最优绿色补贴总额 $\tilde{\delta}^*$ 为

$$\tilde{\delta}^* = \begin{cases} 0 & 0 \leq r < 1 \\ \tilde{q} + n & r \geq 1 \end{cases} \quad (14)$$

2) 在最优绿色补贴总额下,二手电商平台的最优利润为

$$\check{\Pi}^* = \begin{cases} \frac{(\check{q} - n)n}{2\check{q}} - \frac{k}{2}\lambda^2 & 0 \leq r < 1 \\ nr + \check{q}(r-1) - \frac{k}{2}\lambda^2 & r \geq 1 \end{cases} \quad (15)$$

其中 $\check{q} = \lambda q_H + (1 - \lambda) q_L$.

命题2与命题3表明政府绿色激励是C2C二手电商平台对交易者发放绿色补贴的先决条件. 命题2与命题3中, 当政府绿色激励系数 $r = 0$ 时, 平台最优绿色补贴总额 $\hat{\delta}^*$ 、 $\check{\delta}^*$ 均为0. 说明倘若政府不给予平台绿色激励, 二手电商平台不会向交易者实施绿色补贴. 因此要想发挥二手电商平台在促进二手商品交易中的作用, 依赖平台自主向交易者实施绿色补贴是远远不够的, 政府需要给予平台适度的绿色激励.

命题2与命题3还表明: C2C 二手电商平台比例成交费的收取有利于发挥政府绿色激励的“杠杆”效果. 在命题3平台不收取比例成交额的情况下, 只有当政府绿色激励能够完全覆盖平台对交易者发放绿色补贴的支出时 ($r \geq 1$), 平台才有动力向交易者发放绿色补贴 ($\check{\delta}^* > 0$). 然而在命题2收取比例成交额的情况下, 在 $r < 1$ 时存在 $\hat{\delta}^* > 0$, 即便政府绿色激励不能完全覆盖绿色补贴支出, 平台依然有动力对交易者发放绿色补贴. 究其原因在于, 收取比例成交额后, 平台选择将绿色补贴发放给买家 (命题2), 对买家的绿色补贴将进一步推升二手商品的销售价格 (推论1), 从而使平台获得更多的比例成交额收入. 相较于不收取比例成交额, 收取比例成交额可使平台从补贴买家带来的销售价格增长中获益, 即存在“以二手商品价格为媒介提升比例成交额收入”这一除政府绿色激励外的、又一激励平台向交易者发放绿色补贴的渠道. 因而在政府绿色激励无法完全覆盖补贴支出的情况下, 收取比例成交费的平台仍有动力发放绿色补贴, 产生政府绿色激励的“杠杆”效果, 实现了政府绿色激励与平台绿色补贴的协同.

推论4与推论5分别分析了平台收取比例成交额与不收取比例成交额时, 政府绿色激励系数与平台收费规则对平台绿色补贴策略及最优利润

的影响.

推论4 在平台收取比例成交额 ($0 < m < 1$) 的情况下

$$1) \text{ 若 } 0 \leq r < 1 - m, \hat{\delta}^* = 0, \frac{\partial \hat{\Pi}^*}{\partial r} = 0;$$

$$\text{若 } 1 - m \leq r < 1 - \frac{m}{2}, \frac{\partial \hat{\delta}^*}{\partial r} > 0, \frac{\partial \hat{\Pi}^*}{\partial r} > 0;$$

$$\text{若 } r \geq 1 - \frac{m}{2}, \frac{\partial \hat{\delta}^*}{\partial r} = 0, \frac{\partial \hat{\Pi}^*}{\partial r} > 0$$

$$2) \frac{\partial \hat{\delta}^*}{\partial m} \geq 0, \frac{\partial \hat{\delta}^*}{\partial n} \geq 0$$

推论4中1)表明, 在二手电商平台收取比例成交额的情况下, 要想“平台主导型”绿色补贴体系高效运转, 政府应给予平台适度的绿色激励, 不宜过少或过多. 当政府绿色激励适度时 ($1 - m \leq r < 1 - \frac{m}{2}$), 绿色激励越多, 不仅平台会发放更多绿色补贴、承担绿色低碳的社会责任, 平台自身利润还能有所提升. 而绿色激励较少 ($0 \leq r < 1 - m$) 时, 平台不会发放绿色补贴; 绿色激励过高 ($r \geq 1 - \frac{m}{2}$) 时, 平台绿色补贴不会继续提高. 推论4中2)表明, 当平台收取比例成交额时, 二手电商平台对交易者发放绿色补贴需考虑平台收费规则. 当比例成交额费率或固定成交额较高时, 为获取更多利润, 二手电商平台应该设置较高的绿色补贴.

推论5 在平台不收取比例成交额 ($m = 0$) 的情况下

$$1) \text{ 若 } 0 \leq r < 1, \check{\delta}^* = 0, \frac{\partial \check{\Pi}^*}{\partial r} = 0;$$

$$\text{若 } r \geq 1, \frac{\partial \check{\delta}^*}{\partial r} = 0, \frac{\partial \check{\Pi}^*}{\partial r} > 0$$

$$2) \frac{\partial \check{\delta}^*}{\partial n} \geq 0$$

推论5中1)表明, 在二手电商平台不收取比例成交额的情况下, 要想“平台主导型”绿色补贴体系高效运转, 政府绿色激励应正好覆盖平台绿色补贴支出. 当政府绿色激励低于平台绿色补贴支出时 ($0 \leq r < 1$), 平台不会实施绿色补贴;

如果政府绿色激励已经高于平台绿色补贴支出 ($r > 1$), 即便绿色激励继续增加, 平台最优绿色补贴总额依然不变, 增加的绿色激励将转化为平台利润. 推论 5 中 2) 表明, 当平台不收取比例成交费时, 二手电商平台设置绿色补贴需考虑固定成交额大小. 当固定成交额较高时, 为获取更多利润, 二手电商平台应设置较高的绿色补贴.

结合推论 4 与推论 5 可得到结论: 政府绿色激励对平台实施绿色补贴、承担绿色低碳的社会责任有正向作用, 该正向作用的发挥要求政府设置合适的绿色激励水平, 不宜过少或过多. 在发放绿色补贴的过程中, 平台的权衡如下. 一方面, 平台比例成交额收入与二手商品交易额有关, 固定成交额收入与二手商品交易量有关. 发放绿色补贴促进了二手商品交易, 平台能从交易额与交易量的上涨中获益; 另一方面, 平台也需支付部分补贴, 支付比例与政府绿色激励系数负相关. 若政府绿色激励过低, 平台补贴支出高于获益, 平台不会发放绿色补贴. 若绿色激励适中, 平台获益高于补贴支出, 平台发放绿色补贴, 且补贴额度随绿色激励的增加而增加. 若绿色激励过高, 绿色补贴已达上限, 增加补贴无法再继续促进交易, 多余的绿色激励将仅使平台利润增加.

结合推论 4 与推论 5 还可以发现: 平台比例成交额费率或固定成交额越高, 相应的, 平台对交易者发放的绿色补贴也应越多. 平台收取更多费用会在一定程度上抑制二手商品交易: 收费增加使得卖家利润降低, 卖家则以二手商品价格为媒介, 通过提高售价将收费增加的影响传递至买家, 买家在售价升高后降低购买意愿. 对平台而言, 虽然收取更高费用有利于增加利润, 但其带来的对交易的抑制又会在一定程度上使交易量下降, 不利于获利. 在此情况下, 若平台适度增加绿色补贴, 则能缓解收费增加对交易的抑制效果, 这一过程中绿色补贴充当了缓释器的角色.

3.2 给定绿色补贴下平台最优诚信建设努力水平的求解与分析

在 α 、 β 给定的情形下, 优化问题 B 可以简化为

问题 D

$$\max_{\lambda} \Pi = Pr(\lambda) [mP(\lambda) + n + (r - 1) \times (\alpha + \beta)] - \frac{1}{2}k\lambda^2 \quad (16)$$

$$\text{s. t. } \alpha \leq P(\lambda), 0 \leq \lambda \leq 1$$

$$mP(\lambda) + n + (r - 1)(\alpha + \beta) > 0$$

命题 4 在 α 、 β 给定的情形下, 二手电商平台的最优诚信建设努力水平 λ^* 满足

$$(1 - m)^2 \tilde{q}^2(\lambda^*) [4\lambda^*k - m(q_H - q_L)] = X(q_H - q_L) \quad (17)$$

当 $X > 0$ 、 $\Omega = \left(\frac{Z}{2}\right)^2 + \left(\frac{Y}{3}\right)^3 \geq 0$ 时, 最优解 λ^* 存在^⑤.

当诚信建设努力水平增加: 一方面, 平台收益 $Pr(\lambda) [mP(\lambda) + n + (r - 1)(\alpha + \beta)]$ 增加, 能够使平台利润得以提升; 另一方面, 平台诚信建设成本 $k\lambda^2/2$ 增加, 使得平台利润降低, 平台诚信建设努力水平决策是在二者间的权衡. 观察式(17)可以发现, 二手电商平台的最优诚信建设努力水平受到平台收费规则与诚信建设成本系数的影响, 推论 6 将对此作进一步分析.

推论 6

$$1) \frac{\partial \lambda^*}{\partial m} \geq 0$$

2) 若平台不开展绿色补贴, $\frac{\partial \lambda^*}{\partial n} \geq 0$; 若平台开展绿色补贴且政府绿色激励系数 r 在其有效区间内, $\frac{\partial \lambda^*}{\partial n} \leq 0$

$$3) \frac{\partial \lambda^*}{\partial k} \leq 0$$

推论 6 中 1) 表明比例成交额对二手电商平台的诚信建设努力有促进效果, 比例成交额费率

⑤ 详见《管理科学学报》官网的在线附录. 附录中包含本研究全部命题与推论的证明过程.

m 越大,平台应选择越高的诚信建设努力水平. 推论 6 中 2) 表明在平台不发放绿色补贴的情况下,固定成交额越多,最优诚信建设努力水平越高;但在发放绿色补贴的情况下,收取越多的固定成交额反而会抑制诚信建设努力. 推论 6 中 2) 意味着固定成交额对诚信建设的促进作用会在平台发放绿色补贴后产生逆转. 这可能是因为平台固定成交额收入与二手商品交易量密切相关,增加固定成交额后,为获取更多利润平台更加注重于买家购买意愿. 根据推论 3,如果没有绿色补贴,加强诚信建设一定会使买家购买概率增加;但当绿色补贴存在时,诚信建设与潜在买家购买概率间的正向关系可能会被扭转,要想增加买家购买意愿反而需降低诚信建设努力水平.

比例成交额与平台诚信建设努力水平间是正向促进关系,这一关系使得诚信建设与平台收费不会相冲突,在增加比例成交额费率以满足平台盈利需要的同时,平台会通过自我调节进一步加强诚信建设,从而推动二手电商行业健康可持续发展. 但固定成交额在平台发放绿色补贴的情况下与诚信建设呈负向抑制关系,这使平台盈利与诚信建设相矛盾. 除协调诚信建设与平台盈利外,比例成交额还能发挥政府绿色激励的“杠杆”效果,因此监管机构可以引导二手电商平台以比例成交额作为主要收费形式.

推论 6 中 3) 表明诚信建设成本对二手电商平台的诚信建设努力有负向影响,诚信建设成本系数 k 越大,平台的最优诚信建设努力水平越低. 这一结果是符合直觉的,对于同样的诚信建设努力水平,诚信建设带给平台的收益是相同的,但成本系数 k 增大后,平台所需负担的成本更高. 意味着 k 增大后维持相同的诚信建设努力水平并非合意之选,二手电商平台会适度降低诚信建设努力

水平. 这一结果启发监管机构,为了促进平台诚信建设努力水平的提升,可以考虑通过数据共享、专项补贴等措施降低二手电商平台的诚信建设成本系数.

3.3 平台最优绿色补贴及诚信建设努力水平的求解与分析

考虑到优化问题 B 难以求得显示解,本小节采用数值分析方法求解,重点考察政府绿色激励系数、平台收费规则及平台诚信建设成本系数对二手电商平台绿色补贴策略、诚信建设努力水平及利润的影响,以数值分析图像直观展示相关结论. 在数值分析中,考虑二手电商平台可能选择的三类收费模式:仅收取比例成交额 ($m \neq 0, n = 0$)、仅收取固定成交额 ($m = 0, n \neq 0$)、同时收取比例和固定成交额 ($m \neq 0, n \neq 0$),具体数值以二手电商平台 Poshmark 为参考^⑩. 参数取值如表 2 所示^⑪.

表 2 参数取值

Table 2 Parameter value

变量	取值
高质量二手商品的质量 q_H	$q_H = 1$
低质量二手商品的质量 q_L	$q_L = 0.4$ (低) / 0.6 (中) / 0.8 (高)
比例成交额费率 m 与 固定成交额金额 n (元)	$m = 20\%, n = 0$ / $m = 0, n = 2.95$ / $m = 20\%, n = 2.95$
诚信建设成本系数 k (千元)	$[0.1, 0.5]$
政府绿色激励系数 r	$[0, 1.5]$

3.3.1 政府绿色激励系数的影响分析

图 2 描述了不同收费模式下政府绿色激励系数 r 对二手电商平台最优绿色补贴策略、诚信建设努力水平及利润的影响. 图 2 表明政府绿色激励能促进平台对交易者的绿色补贴,且该促进作

^⑩ Poshmark 是美国最大的二手电商平台,2021 年商品交易总额 (Gross Merchandise Volume, GMV) 达 18 亿美元,活跃买家数量 760 万, <https://investors.poshmark.com/news/news-details/2022/Poshmark-Inc.-Reports-Fourth-Quarter-and-Full-Year-2021-Financial-Results/default.aspx>. 66.

^⑪ 类似李文健等^[26],为了说明数值实验结论不受二手商品质量 q_H, q_L 特定取值的影响,本研究选取多组参数进行多次数值模拟. 限于篇幅,文中展示了 $q_H = 1, q_L$ 分别取值为 0.4、0.6、0.8 (低、中、高三档) 的数值模拟结果,其余结果如需要可向作者索取. 为使图像更为清晰,本研究图像中绿色补贴的单位为千元,利润的单位为百元.

用的高效发挥要求政府绿色激励应适度,不宜过少或过多,该结果与推论4中1)、推论5中1)相一致.具体而言,当 r 较低时(区域I),最优绿色补贴均为0,绿色补贴体系无法发挥作用;当 r 适中时(区域II), r 的增大会引发绿色补贴总额的

大幅增长与平台利润的小范围增长;当 r 较高时(区域III),绿色激励对绿色补贴总额增长的边际贡献大幅降低,政府绿色激励主要体现在对平台利润的促进,综上认为区域II是政府绿色激励系数的可行区间.

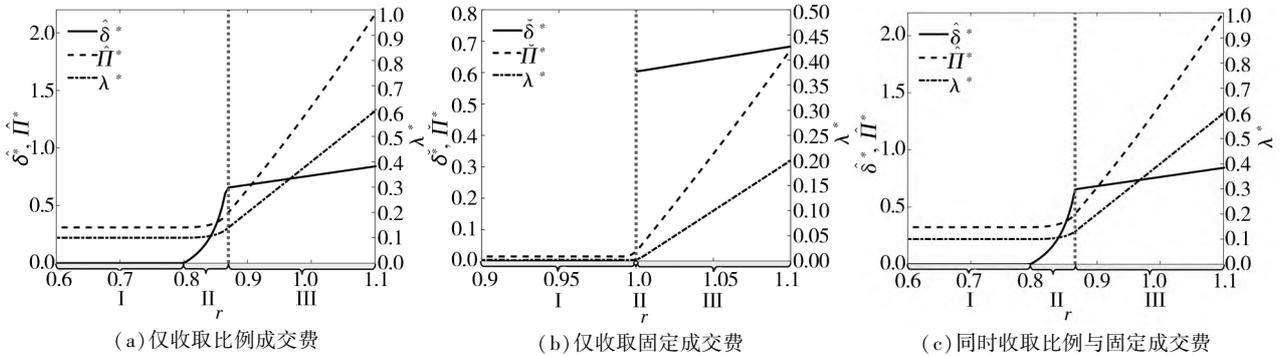


图2 政府绿色激励系数 r 对平台绿色补贴策略、诚信建设努力水平及利润的影响

Fig.2 The influence of r on green subsidy strategies, the effort level of integrity construction and profits

注:本例中 $q_H = 1$ 、 $q_L = 0.6$ 、 $k = 0.2$. r 的取值范围为 $[0, 1.5]$,为了清晰,只绘制了 r 的部分区间的图像,未绘制部分延续图中趋势.区域I中,最优绿色补贴总额均为0,平台利润不变;区域II中,绿色补贴总额大幅增长,平台利润缓慢增长;区域III中,绿色补贴总额涨幅变小,利润大幅上涨.图(b)中区域II为 $r = 1$.

另外,图2还表明C2C二手电商平台比例成交费的收取有利于发挥政府绿色激励的“杠杆”效果.收取比例成交额时(图2a、图2c),可行区域II位于 $r = 1$ 左侧且距离 $r = 1$ 较远;而不收取比例成交额时(图2b),区域II为 $r = 1$,说明收取比例成交额时,较低政府绿色激励系数就能促进平台绿色补贴的实施,是比例成交额带来的政府绿色激励与平台绿色补贴协同作用的直观展示.

3.3.2 收费规则的影响分析

图3描述了不同收费模式下,比例成交额费率或固定成交额对平台绿色补贴策略和诚信建设努力水平的影响.在平台收取比例成交额的情况下(图3a、图3c、图3d),卖家最优绿色补贴金额均为0,这说明为使利润最大化,平台应将绿色补贴发放给买家;而在不收取比例成交额的情况下,平台发放买家或卖家绿色补贴对平台利润的影响相同(命题3已证明).综上,二手电商平台的绿色补贴结构受平台收费模式的影响.

图3还表明在二手电商平台发放绿色补贴的情况下,比例成交额对平台诚信建设努力有促进

效果,而固定成交额对平台诚信建设努力有抑制作用,该结果与推论6中1)、推论6中2)相一致.具体的,在收取比例成交额的情况下,图3(a)、图3(c)中,最优诚信建设努力水平随比例成交额费率的增大而增大;图3(d)中,最优诚信建设努力水平随固定成交费的增大而减小.在不收取比例成交额(仅收取固定成交额)的情况下,图3(b)展示了 $r = 1$ 下固定成交额对平台诚信建设努力水平的极端抑制效果,即最优诚信建设努力水平为0.由于政府绿色激励足以覆盖平台绿色补贴支出,以利润最大化为目标的平台将给予交易者高额绿色补贴以使潜在买家购买商品的概率达到最大值1.由于潜在买家一定选择购买二手商品,那么平台没必要付出成本实施诚信建设措施,最优诚信建设努力水平为0.在此情景下,卖家缺乏诚信经营的动力,二手商品交易的达成完全依赖政府高额的绿色激励,市场效率低下.这种现象并不被期待出现.综上所述,为提升二手电商平台诚信建设努力水平,监管机构应鼓励其重点采用比例成交费的收费模式.

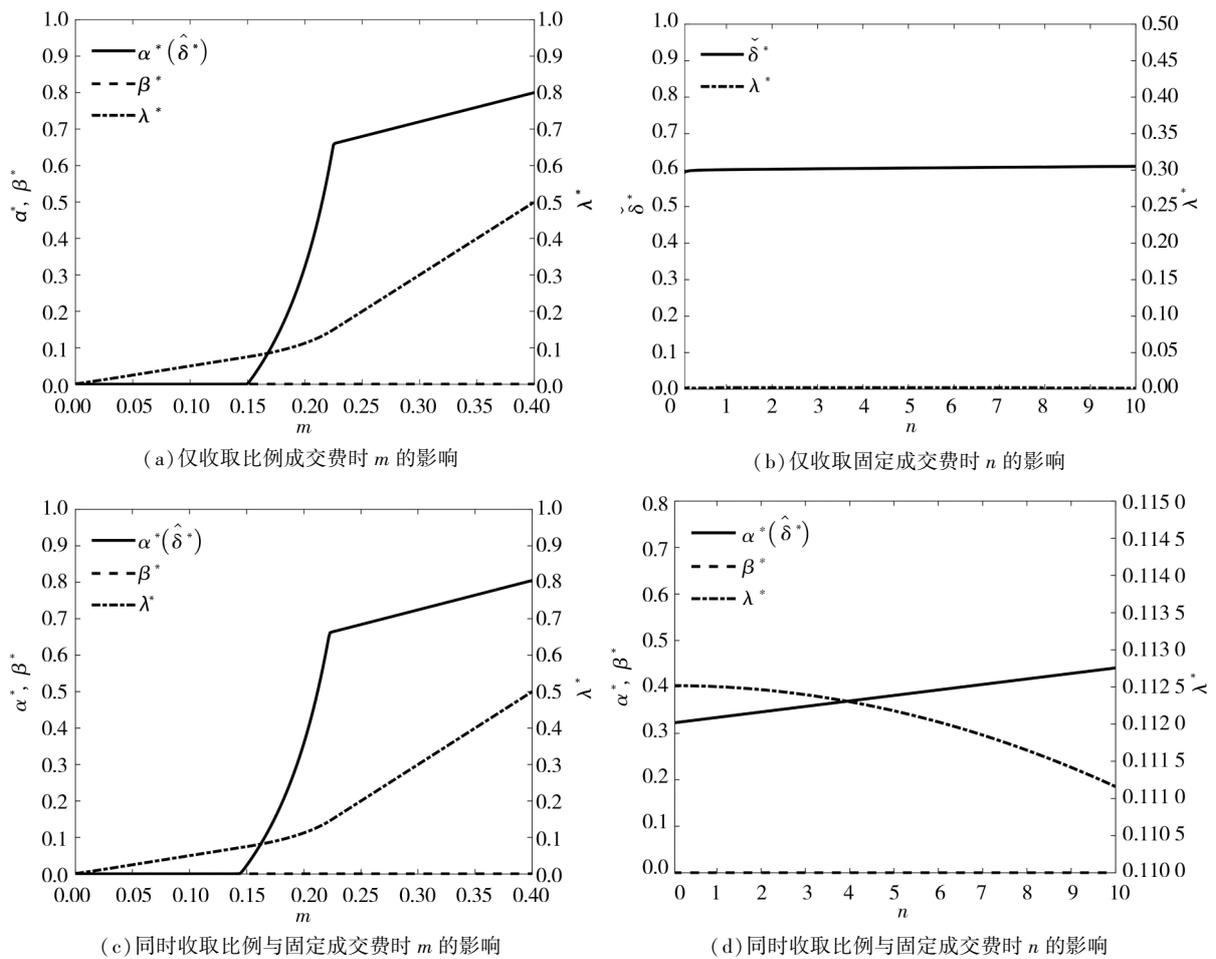


图 3 平台收费规则 m 、 n 对平台绿色补贴策略和诚信建设努力水平的影响

Fig. 3 The influence of m and n on green subsidy strategies and the effort level of integrity construction

注：本例中 $q_H = 1$ 、 $q_L = 0.6$ 、 $k = 0.2$ 。收取比例成交费情况下 r 取 0.85；不收取比例成交费下 r 取 1，本例中 r 的取值均在图 2 的区域 II 内。收取比例成交费的情况下（图 a、c、d） $\beta^* = 0$ ，因而 $\hat{\delta}^* = \alpha^* + \beta^* = \alpha^*$ ；不收取比例成交费的情况下（图 b），仅需求解 $\hat{\delta}^*$ 。

另外，图 3 中绿色补贴总额均随着比例成交费率或固定成交价金额的增大而增大，表明平台设置绿色补贴时应参考其收费规则，收费越高应给予交易者越多的绿色补贴，该结论与推论 4 中 2)、推论 5 中 2) 相一致。

3.3.3 诚信建设成本系数的影响分析

图 4 (a)、图 4 (b) 描述了不同收费模式下诚信建设成本系数对二手电商平台最优决策的影响。图 4(a)、图 4(b) 中，随着诚信建设成本系数的增大，平台最优绿色补贴几乎不变而最优诚信建设努力水平显著降低，表明诚信建设成本系数

对平台诚信建设有显著负向影响，该结果与推论 6 中 3) 相一致。这启发监管机构：为引导二手电商平台加强诚信建设，可以通过数据共享、专项补贴等措施降低诚信建设成本系数。

图 4 (c)、图 4 (d) 描述了不同 q_L 下诚信建设成本系数对二手电商平台最优诚信建设努力水平及利润的影响。图 4 (c)、图 4 (d) 表明 q_L 越低，平台的最优利润越低而最优诚信建设努力水平越高。这说明卖家可能提供的低质二手商品的质量越差（ q_L 越低），二手电商平台的利润受损越严重，平台越需加强诚信建设。

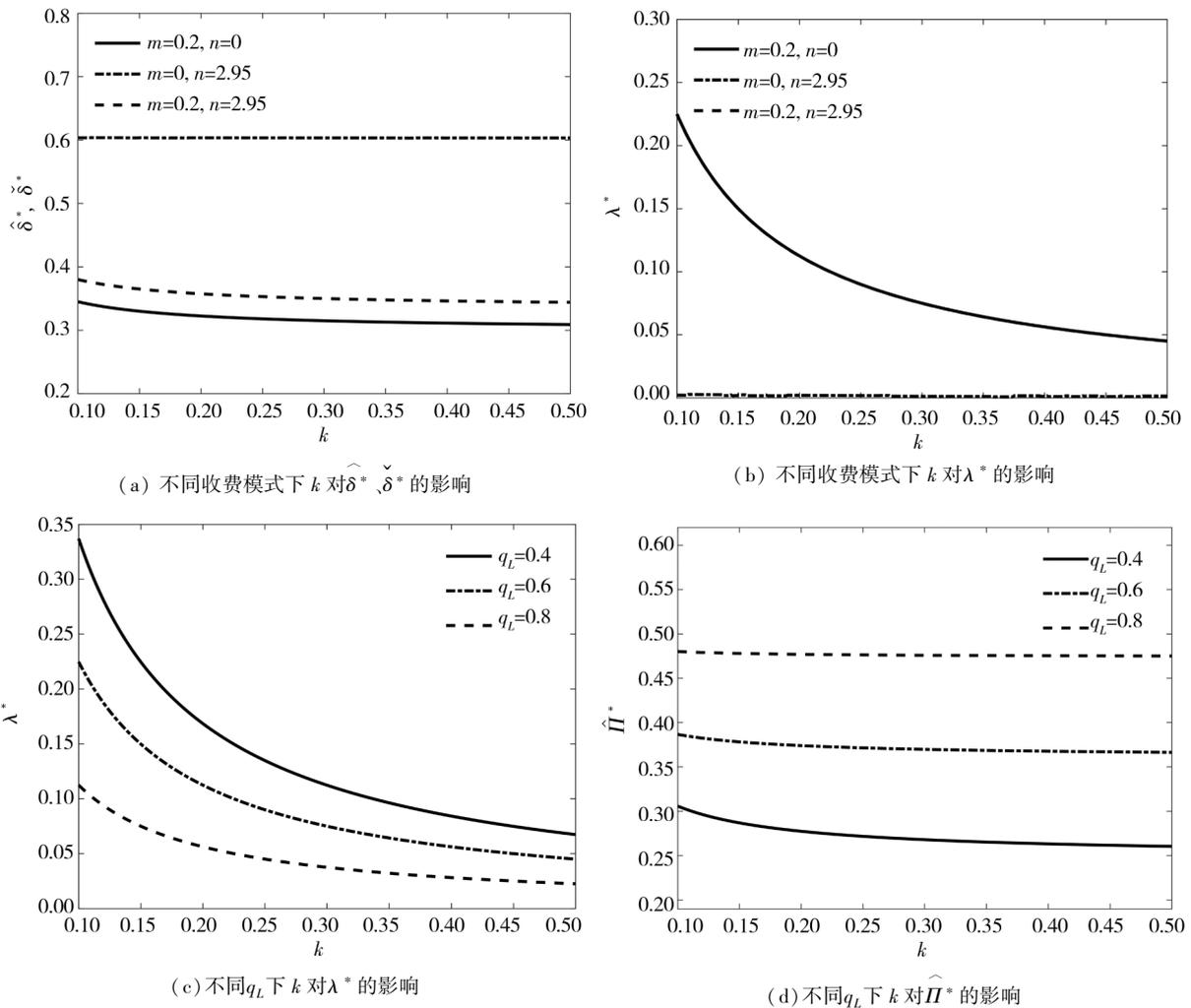


图4 诚信建设成本系数 k 对平台绿色补贴策略、诚信建设努力水平及利润的影响

Fig.4 The influence of k on green subsidy strategies, the effort level of integrity construction and profits

注：本例 (a)、(b) 中 $q_H = 1$ 、 $q_L = 0.6$ ，本例 (c)、(d) 中 $q_H = 1$ 、 $m = 0.2$ 、 $n = 2.95$ 。收取比例成交费情况下 r 取 0.85；不收取比例成交费下 r 取 1，本例中 r 的取值均在图 2 的区域 II 内。本例 (b) 中 $m = 0.2$ 、 $n = 0$ 与 $m = 0.2$ 、 $n = 2.95$ 两种情况下 λ^* 的差别不大，两线近乎重叠。

4 结束语

近年来,我国二手电商市场发展取得了一定成果,但渗透率依旧不高,如何促进二手商品交易、推动二手电商行业健康可持续发展是助力社会低碳转型的重要议题,其中需要考虑两方面问题:一方面,二手商品交易具有正外部性,有效促进交易需要以二手电商平台为主导的绿色补贴机制;另一方面,二手商品交易面临较强的信息不对称问题,卖家机会主义行为盛行,亟需平台加强诚信建设.然而二手电商平台绿色补贴及诚信建

设相关理论研究缺乏,难以为实践提供有效指导.本研究通过构建序贯博弈模型,探究了 C2C 二手电商平台的绿色补贴策略及诚信建设最优努力水平,主要结论与启示如下:

1) C2C 二手电商平台的最优绿色补贴策略与平台收费规则有关.在补贴结构方面,如果平台收取比例成交费,为使平台获取更多利润,平台应对买家而非卖家进行绿色补贴.如果不收取比例成交费,平台发放买家或卖家绿色补贴对平台利润的影响相同.在补贴数额方面,平台比例成交费率或固定成交费越高,相应的绿色补贴也应越多.

2) 政府对 C2C 二手电商平台的绿色激励存在一个可行区间, 不宜过低或过高。如果过低, 激励不足, 平台不会对交易者发放绿色补贴; 如果过高, 政府绿色激励对平台绿色补贴的促进作用大幅下降, 绿色激励更多转化为平台利润的提升。平台比例成交费的收取有利于发挥政府绿色激励的“杠杆”效果。在平台收取比例成交费的情况下, 即便政府绿色激励不能完全覆盖绿色补贴支出, 平台依然有动力对交易者发放绿色补贴。

3) C2C 二手电商平台诚信建设最优努力水平受到平台收费规则与诚信建设成本的影响, 平台选择诚信建设努力水平时应将上述因素考虑在内。在二手电商平台发放绿色补贴的情况下, 比例成交额对平台诚信建设有促进效果, 而固定成交

费对平台诚信建设有抑制作用。当诚信建设成本系数降低时, 二手电商平台应提升诚信建设努力水平。

4) 为了促进 C2C 二手电商平台诚信建设努力水平的提升, 监管机构可以考虑通过数据共享、专项补贴等措施降低二手电商平台诚信建设成本, 还可以引导二手电商平台以比例成交额作为主要收费形式。

未来可从以下两方面拓展本研究: 1) 本研究考虑了一种二手电商平台绿色补贴发放的简单方式, 后续研究可以分析绿色补贴大小与商品价格或商品绿色度有关, 退货退款后无法获得绿色补贴等复杂情形; 2) 本研究考虑了一个代表性的二手电商平台, 后续研究可以考虑多个二手电商平台, 在分析中纳入平台间的竞争关系。

参 考 文 献:

- [1] 王 勇, 靳开元, 张玮艺, 等. 数字信用与在线社交对共享经济发展的影响——基于线上二手商品市场的分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(1): 172 - 191.
Wang Yong, Jin Kaiyuan, Zhang Weiyi, et al. The effect of social relationships and digital credit on sharing economy[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2023, 40(1): 172 - 191. (in Chinese)
- [2] Fang L, Zhao S. On the green subsidies in a differentiated market[J]. International Journal of Production Economics, 2023, 257: 108758.
- [3] Gerarden T D. Demanding innovation: The impact of consumer subsidies on solar panel production costs[J]. Management Science, 2023, 69(12): 7799 - 7820.
- [4] Liu Y, Ren W, Xu Q, et al. Decision analysis of supply chains considering corporate social responsibility and government subsidy under different channel power structures[J]. Annals of Operations Research, 2022, 315(2): 1841 - 1869.
- [5] 鞠晴江, 鞠 鹏, 代文强, 等. 新能源汽车补贴政策与保有量影响研究: 单位补贴、销售奖励与产品差异化[J]. 管理科学学报, 2021, 24(6): 101 - 116.
Ju Qingjiang, Ju Peng, Dai Wenqiang, et al. Adoption of new energy vehicles under subsidy policies: Unit subsidies, sales incentives and product differentiation[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(6): 101 - 116. (in Chinese)
- [6] Akerlof G A. The market for "Lemons": Qualitative uncertainty and the market mechanism[J]. Quarterly Journal of Economics, 1970, 84: 488 - 500.
- [7] Heal G. Do bad products drive out good? [J]. The Quarterly Journal of Economics, 1976, 90(3): 499 - 502.
- [8] Wilson C. The nature of equilibrium in markets with adverse selection[J]. The Bell Journal of Economics, 1980, 11(1): 108 - 130.
- [9] Kim J C. The market for "lemons" reconsidered: A model of the used car market with asymmetric information[J]. American Economic Review, 1985, 75(4): 836 - 843.
- [10] 吴德胜. 网上交易中的私人秩序——社区、声誉与第三方中介[J]. 经济学(季刊), 2007, (3): 859 - 884.

- Wu Desheng. Private order in online trade: Community, reputation and third-party intermediaries[J]. *China Economic Quarterly*, 2007, (3): 859 – 884. (in Chinese)
- [11] 曾 燕, 邱国盛, 黄守军. 预售众筹产品质量夸大行为及其预防措施分析[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(7): 89 – 106.
- Zeng Yan, Qiu Guosheng, Huang Shoujun. The exaggeration of product quality and its precautions in the preorder crowdfunding[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(7): 89 – 106. (in Chinese)
- [12] 王 勇, 刘 航, 冯 骅. 平台市场的公共监管、私人监管与协同监管: 一个对比研究[J]. *经济研究*, 2020, 55(3): 148 – 162.
- Wang Yong, Liu Hang, Feng Ye. Public regulation, private regulation and coordinated regulation in platform markets: A comparative study[J]. *Economic Research Journal*, 2020, 55(3): 148 – 162. (in Chinese)
- [13] 曹一秋, 王大中, 曾 燕, 等. 网贷平台最优借贷利率与项目筛选策略[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(1): 33 – 49.
- Cao Yiqiu, Wang Dazhong, Zeng Yan, et al. The optimal interest rate and project screening strategy of online lending platform[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(1): 33 – 49. (in Chinese)
- [14] Jain T, Hazra J, Cheng T C E. Illegal content monitoring on social platforms[J]. *Production and Operations Management*, 2020, 29(8): 1837 – 1857.
- [15] Li J, Pisano G, Xu Y, et al. Marketplace scalability and strategic use of platform investment[J]. *Management Science*, 2023, 69(7): 3958 – 3975.
- [16] Khandelwal A K, Schott P K, Wei S J. Trade liberalization and embedded institutional reform: Evidence from Chinese exporters[J]. *American Economic Review*, 2013, 103(6): 2169 – 2195.
- [17] Cai H, Jin G Z, Liu C, et al. More Trusting, Less Trust? An Investigation of Early E-commerce in China[R]. NBER Working Paper, 2013, <https://www.nber.org/papers/w18961>.
- [18] Jiang B, Zou T. Consumer search and filtering on online retail platforms[J]. *Journal of Marketing Research*, 2020, 57(5): 900 – 916.
- [19] Tirole. *The Theory of Industrial Organization*[M]. Massachusetts: The MIT Press, 1988.
- [20] Jiang B, Yang B. Quality and pricing decisions in a market with consumer information sharing[J]. *Management Science*, 2019, 65(1): 272 – 285.
- [21] 李四杰, 郑 斌. 存在 P2P 二手产品市场时企业以旧换新策略研究[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(7): 29 – 40.
- Li Sijie, Zheng Bin. Optimal trade-in strategy in the presence of P2P secondhand market[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(7): 29 – 40. (in Chinese)
- [22] 陈斐然, 朱道立. 垄断双边平台的价格策略和数量策略设计问题[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(3): 18 – 31.
- Chen Feiran, Zhu Daoli. Price strategy and network-size allocation strategy in monopoly two-sided platform[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(3): 18 – 31. (in Chinese)
- [23] Khosroshahi H, Dimitrov S, Hejazi S R. Pricing, greening, and transparency decisions considering the impact of government subsidies and CSR behavior in supply chain decisions[J]. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 2021, 60: 102485.
- [24] Li Y, Tong Y, Ye F, et al. The choice of the government green subsidy scheme: Innovation subsidy vs. product subsidy[J]. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(16): 4932 – 4946.
- [25] 马东升, 宋华明, 古晓宇, 等. 基于战略顾客行为的质量差异化产品定价策略[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(6): 76 – 87.
- Ma Dongsheng, Song Huaming, Gu Xiaoyu, et al. Behavior-based pricing strategy of quality-differentiated products[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(6): 76 – 87. (in Chinese)
- [26] 李文健, 翁 翕, 龚六堂. 政府如何激励创新? ——基于委托—代理理论的研究[J]. *经济学(季刊)*, 2022, 22

(2): 365 – 384.

Li Wenjian, Weng Xi, Gong Liutang. How government stimulate innovation: Based on Principal-Agent Theory[J]. China Economic Quarterly, 2022, 22(2): 365 – 384. (in Chinese)

The green subsidy and integrity construction strategies for C2C second-hand e-commerce platforms

*XU Feng-min*¹, *WEI Li-jun*¹, *ZENG Yan*^{2, 3*}

1. School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China;

2. Lingnan College, SunYat-sen University, Guangzhou 510275, China;

3. Center for Financial Engineering and Risk Management, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

Abstract: This paper proposes the “platform dominance” green subsidy and develops a sequential game model involving three players: the buyer, the seller, and the C2C second-hand e-commerce platform. It not only solves the optimal green subsidy strategy and the optimal level of integrity construction effort for C2C second-hand e-commerce platforms, but also analyzes how various factors, such as charging rules, influence the optimal decisions and profits. The results show that: 1) If the C2C second-hand e-commerce platform imposes a proportional fee, it should provide green subsidies to buyers. If not, offering green subsidies to either buyers or sellers would have the same effect on platform profits; 2) The government's green incentives for C2C second-hand e-commerce platforms should fall within a feasible range, not too low or too high. Additionally, charging a proportional fee could generate the “leverage effect” of the government's green incentive; 3) When C2C second-hand e-commerce platforms provide green subsidies, imposing proportional fee could promote integrity construction, while charging fixed fee could inhibit integrity construction. If the cost coefficient of integrity construction decreases, the platform should intensify its integrity construction. These findings contribute to advancing the internalization of green consumption externality by platforms in the context of the “Carbon neutrality”. Additionally, they provide valuable practical insights for the integrity construction of information intermediary platforms.

Key words: C2C second-hand e-commerce platform; green subsidy; integrity construction; sequential game; information intermediary