基于品牌商誉的绿色供应链经营模式选择与营销策略研究

刘 丽, 韩同银†, 金 浩

(河北工业大学 经济管理学院, 天津 300401)

摘 要: 考虑时间因素对产品绿色度和品牌商誉的影响, 引入微分博弈方法在动态框架下研究绿色供应链上下游企业的经营模式选择与营销策略问题. 分别建立转售模式和平台模式下企业采取独立营销和联合营销两种营销策略的微分博弈模型, 求解并分析相应的均衡结果. 研究表明, 不管采用转售模式还是平台模式, 联合营销均是制造商和零售商的最优营销策略; 当制造商和零售商对联合营销达成一致时, 平台模式是零售商的最优策略, 而对制造商而言, 经营模式的选择与平台模式的佣金比例有关. 具体来说, 当佣金比例较低时, 制造商倾向于选择平台模式, 当佣金比例较高时, 制造商倾向于选择转售模式. 综合来看, 制造商和零售商的博弈结果为低佣金比例的平台模式且联合营销.

关键词: 绿色供应链; 转售模式; 平台模式; 品牌商誉; 营销策略; 微分博弈

中图分类号: F272 **文献标志码:** A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2021.0369

Research on Business Model Selection and Marketing Strategy of Green Supply Chain Based on Brand Goodwill

LIU Li, HAN Tong-yin†, JIN Hao

(School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

Abstract: Considering the influence of the time factor on product greenness and brand goodwill, the differential game method is introduced to study the business model selection and marketing strategy of upstream and downstream enterprises in green supply chain under the dynamic framework. The differential game models of independent marketing and joint marketing under resale model and platform model are established respectively, and the corresponding equilibrium results are solved and analyzed. The results show that regardless of whether the resale model or the platform model is adopted, the joint marketing is the optimal marketing strategy for the manufacturer and the retailer. When the manufacturer and the retailer reach an agreement on joint marketing, the platform model is the optimal strategy for the retailer, while for the manufacturer, the choice of business model is related to the commission ratio of platform model. Specifically, when the commission ratio is low, the manufacturer tends to choose the platform model, and when the commission ratio is high, the manufacturer tends to choose the resale model. In general, the result of the game between the manufacturer and the retailer is the platform model with low commission ratio and joint marketing.

Keywords: green supply chain; resale model; platform model; brand goodwill; marketing strategy; differential game

0 引 言

为了应对全球性能源危机、气候变暖、雾霾频发等生态环境问题, 各国政府积极引导社会发展方式转变, 鼓励企业实施绿色供应链管理, 推进绿色消费. 研究表明, 越来越多的消费者倾向于购买绿色产品[1-3]. 在此背景下, 供应链内相关企业要加强生产运营管理, 进一步满足消费者不断增长的绿色消费需求. 为了提高消费者对绿色产品的认可度, 制造商与零售商需要共同努力提高产品的品牌商誉和品牌竞争力. 具体来讲, 在生产环节, 制造商要专注于绿色研发, 提高产品绿色度, 如特斯拉、长安等企业研发新能源汽车. 在营销环节, 一方面, 制造商可以采取营销手段进行绿色推广, 树立品牌形象, 如格力、美的等企业积极投放广告, 宣传绿色产品的高能效; 另一方面, 零售商可以采取宣传、推荐、促销等营销措施引导消费者关注和购买绿色产品, 如国美、苏宁易购等零售商举行品牌促销活动. 可见, 绿色生产和品牌营销已经成为供应链生产运营管理中的重要议题之一.

同时, 制造商与零售商的经营模式选择也是供应链生产运营管理中的重要议题之一. 在传统零售

收稿日期: 2021-03-04; **修回日期:** 2021-06-11.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71573142); 天津市社会科学规划项目 (18457648D)

†通讯作者. E-mail:15511336888@126.com

中, 零售商以批发价向制造商买入产品, 然后再销售给消费者来获利, 这种经营模式称为转售模式. 近年来, 随着电子商务的快速发展, 平台模式应运而生, 即零售商为交易双方提供平台, 按销售收入或数量从促成交易中获取一定比例的佣金. 目前, 越来越多的大型零售商既提供转售模式, 也提供平台模式, 由制造商选择入驻方式, 如京东、苏宁易购、亚马逊等. 基于上述背景, 研究绿色供应链中制造商和零售商的经营模式选择与营销策略具有重要的现实意义.

与本文研究相关的文献主要包括绿色供应链管理、经营模式选择与广告营销三个方面.

关于绿色供应链管理, 国内外学者已经取得了许多研究成果, 按照是否考虑时间因素可以分为基于静态模型和基于动态模型两类. 其中, 基于静态模型的研究有,Navinchandra[4] 和 Eltayeb 等[5] 提出绿色产品设计应在不影响产品质量与功能的基础上减少对环境的负面影响. 李婧婧等[6] 和周艳菊等[7] 分别研究了在供应商主导和零售商主导的绿色供应链中绿色产品的联合研发问题. 许格妮等[8] 研究了在竞争性供应链中零售商与制造商的绿色成本分担模式. 考虑到基于静态模型的研究忽略了企业生产运营的长期动态性, 部分学者基于动态模型开展了进一步研究. 例如, 王道平等[9] 基于微分博弈研究了供应链内供应商与制造商长期动态合作减排的策略. 朱桂菊和游达明[10] 考虑了产品绿色度的动态变化, 采用微分博弈方法研究了供应商与制造商的生态研发策略, 并设计了利润协调契约.Ouardighi[11] 研究了收益共享契约对制造商与供应商协作提高某一特定产品设计质量的协调能力. 进一步,Liu 等[12] 基于产品绿色度的动态性, 研究了在不同权力结构下收益共享契约和成本分担契约哪个对提高产品绿色度更有效. 以上文献侧重于研究绿色供应链的生产环节, 并未考虑绿色供应链的经营模式选择与营销策略.

关于企业经营模式选择的研究, 国内外学者主要对比分析了转售模式和平台模式.Abhishek[13] 提出上述两种经营模式的区别主要在于对定价权的控制. 李佩等[14] 进一步考虑了产品质量和服务水平, 分别研究了零售商在强势零售商和强势制造商两种情形下的最优经营模式选择, 并给出了相应的选择条件.Tan 等[15] 研究发现在数字行业中平台模式优于转售模式. 赵菊等[16] 研究了供应商面对一家既自营又向第三方开放的混合电商平台时的经营模式选择问题. 李佩和魏航[17] 研究了零售商在分销模式 (转售模式)、平台模式和混合模式之间选择的条件和转变机制. 但是, 上述文献都是基于静态框架研究企业的经营模式选择问题, 并未考虑企业运营的长期动态性.

在供应链环境下, 广告营销已经成为国内外学者研究的热点之一. 李逸和买忆媛[18] 研究了新创企业在资源有限的情况下如何平衡企业的广告投入和研发投入来提升企业的品牌资产. 代云珍和胡培[19] 基于策略型消费者视角研究了垄断型销售商的最优广告决策.Liu 等[20] 以一个同时具有运营部门和营销部门的企业为研究对象, 以广告作为营销工具, 研究了企业如何控制广告力度. 林宏伟和邵培基[21] 研究了在互联网环境下企业如何投放合适的网络广告. 然而, 以上文献多是研究单个企业的广告营销, 并未考虑供应链内企业进行广告营销合作. 进一步,Berger[22] 首次采用定量方法研究了在供应链中如何决策垂直合作广告水平.Li 等[23] 提出合作广告可以协调双渠道供应链, 并实现线上线下渠道双赢.Jørgensen 等[24] 提出广告投入能够通过提升企业商誉正向影响产品需求. 徐春秋和王芹鹏[25] 在不同政府参与方式下研究了上游制造商和下游零售商合作提高供应链低碳商誉的动态博弈问题.Taboubi[26] 建立了微分博弈模型, 研究了动态环境下供应链企业的定价和广告宣传问题, 并以制造商为主导设计了激励机制, 以激励零售商加大对产品的宣传力度. 赵黎明等[27] 采用微分博弈方法分别研究了低碳产品供应链在 Nash 非合作博弈、Stackelberg 博弈与协调合作博弈下的营销合作问题, 并提出协调合作模式对供应链成员和整体是最优的. 可见, 国内外学者基于动态框架研究广告营销合作已经取得了一定的研究成果, 但是上述文献并未考虑企业经营模式的不同对广告营销合作的影响.

综上所述, 国内外学者对绿色供应链管理、企业经营模式选择和广告营销进行了广泛而深入的研究, 并基于动态框架研究了绿色生产设计和广告营销合作. 但是, 鲜有文献将产品绿色度和品牌商誉的动态变化同时纳入绿色供应链中, 在动态框架下研究绿色供应链的经营模式选择和营销策略问题. 此外, 上述基于动态框架研究绿色生产设计和广告营销合作的文献大多未考虑产品价格. 然而, 产品价格是供应链企业决策的重要变量, 并且在不同经营模式下, 产品价格的定价权归属不同. 鉴于此, 本文基于动态框架, 将产品价格、产品绿色度和品牌商誉等因素纳入绿色供应链模型中, 采用微分博弈方法研究绿色供应链的经营模式选择与营销策略, 为绿色供应链管理提供理论依据和科学参考.

1 问题描述与基本假设

1.1 问题描述

在销售市场上, 一些原本采取平台模式的零售商增加转售模式 (如, 淘宝), 还有一些原本采取转售模式的零售商增加平台模式 (如, 京东). 那么, 当零售商既能提供转售模式, 又能提供平台模式时, 制造商应该选择哪种模式入驻零售商是一个值得思考的问题. 与此同时, 消费者的绿色消费理念不断增强, 在购物过程中更加关注产品的绿色属性, 由此绿色产品的品牌商誉逐渐成为影响消费者购买决策的重要因素之一. 为了提高品牌商誉, 企业既要加强绿色研发, 提高产品绿色度, 也要加大绿色推广力度, 树立品牌形象. 在现实中, 上游制造商和下游零售商都会投入广告进行产品宣传, 那么二者应该选择独立营销还是联合营销同样是一个值得思考的问题. 因此, 本文假设市场上有一家制造商和一家既能提供转售模式又能提供平台模式的零售商共同完成一种绿色产品的生产与销售, 研究制造商和零售商的经营模式选择与营销策略.

1.2 基本假设

本文的基础假设说明如下:

假设 1 假设 t 时刻制造商生产绿色产品的绿色技术水平为 $Z(t)$, 制造商与零售商的广告投入水平分别为 $A(t)$ 和 $S(t)$. 类似众多学者关于绿色技术投资成本[10,12] 和广告投入成本[25,27] 的假定, 假设制造商的绿色技术投资成本为 $k_Z Z^2(t)/2$, 制造商和零售商的广告投入成本分别为 $k_A A^2(t)/2$ 和 $k_S S^2(t)/2$. 其中,$k_Z > 0$、$k_A > 0$ 和 $k_S > 0$ 分别代表绿色技术水平、制造商广告投入水平和零售商广告投入水平的成本系数. 此外, 不失一般性, 假设制造商的单位生产成本为 0.

假设 2 一方面, 随着消费者环保意识的增强, 制造商加大绿色技术投资, 以提高绿色技术水平, 正向作用于产品绿色度; 另一方面, 随着绿色技术的快速发展, 产品绿色度标准不断提高, 以及已有投资设备的老化和落后, 产品绿色度存在自然衰减. 因此, 参考朱桂菊和游达明[10],Liu 等[12] 等文献的做法, 本文将产品绿色度的变化过程表示为:

$$\dot{g}(t) = \gamma Z(t) - \delta g(t), g(0) = g_0. \tag{1}$$

其中:$g(t)$ 表示 t 时刻的产品绿色度,g_0 表示产品绿色度的初始值;$\gamma > 0$ 表示绿色技术水平对产品绿色度的影响系数;$\delta > 0$ 表示产品绿色度的衰减率.

假设 3 考虑制造商广告投入水平、零售商广告投入水平以及产品绿色度的提高对品牌商誉具有正向作用, 借鉴赵黎明等[27] 的做法, 本文将绿色产品的品牌商誉变化过程表示为:

$$\dot{G}(t) = \varphi A(t) + \phi S(t) + \lambda g(t) - \varepsilon G(t), G(0) = G_0. \tag{2}$$

其中:$G(t)$ 表示 t 时刻的品牌商誉,G_0 表示品牌商誉的初始值;$\varphi > 0$、$\phi > 0$ 和 $\lambda > 0$ 分别表示制造商广告投入水平、零售商广告投入水平和产品绿色度对品牌商誉的影响系数;$\varepsilon > 0$ 表示品牌商誉的衰减率.

假设 4 考虑销售价格和品牌商誉对绿色产品市场需求量的影响. 借鉴 Ouardighi[11]、Liu 等[20] 等将价格因素和非价格因素通过分离相乘的形式对市场需求量产生影响的做法, 本文将绿色产品的市场需求函数表示为:

$$D(t) = \theta G(t)(\alpha - \beta p(t)). \tag{3}$$

其中:$D(t)$ 表示绿色产品的市场需求量;$\alpha > 0$ 表示绿色产品的潜在市场需求量;$\theta > 0$ 表示消费者的绿色偏好系数;$\beta > 0$ 表示需求价格弹性系数.

假设 5 制造商和零售商在任意时刻均具有相同的贴现率, 记为 $\rho(\rho > 0)$.

假设 6 J_i^j 为决策者 i 在 j 模型中均衡利润的现值,$i \in \{M, R\}$,$i = M$ 表示制造商,$i = R$ 表示零售商;$j \in \{RN, RY, PN, PY\}$,$j = RN$ 表示转售模式独立营销模型 (简写为 RN 模型),$j = RY$ 表示转售模式联合营销模型 (简写为 RY 模型),$j = PN$ 表示平台模式独立营销模型 (简写为 PN 模型),$j = PY$ 表示平台模式联合营销模型 (简写为 PY 模型).

2 模型构建与求解

2.1 转售模式

在转售模式中, 零售商从制造商处批发产品, 然后将产品销售给消费者, 并且在销售环节中具有产品的所有权与定价权. 决策顺序:1) 若制造商与零售商进行独立营销, 则首先制造商决策产品批发价格 w、绿色技术水平 Z 及其广告投入水平 A, 然后零售商决策产品销售价格 p 及其广告投入水平 S;2) 若制造商与零售商进行联合营销, 那么首先制造商决策其为零售商分担的广告投入成本比例 $\mu(0 \le \mu \le 1)$, 同时零售商决策其为制造商分担的广告投入成本比例 $\eta(0 \le \eta \le 1)$, 然后制造商决策产品批发价格 w、绿色技术水平 Z 及其广告投入水平 A, 最后零售商决策产品销售价格 p 及其广告投入水平 S.

2.1.1 独立营销模型 (RN 模型)

在 RN 模型中, 制造商和零售商的决策目标函数分别为:

$$\max_{w,Z,A} J_M = \int_0^\infty e^{-\rho t}[w\theta G(\alpha - \beta p) - k_Z Z^2/2 - k_A A^2/2]dt, \tag{4}$$

$$\max_{p,S} J_R = \int_0^\infty e^{-\rho t}[(p-w)\theta G(\alpha-\beta p)- k_S S^2/2]dt. \tag{5}$$

命题 1 在 RN 模型中, 有:

1) 制造商和零售商的均衡策略为 $((w^{RN*},Z^{RN*},A^{RN*}),(p^{RN*},S^{RN*}))$. 其中,$w^{RN*} = \frac{\alpha}{2\beta}$,$Z^{RN*} = \frac{\theta\gamma\lambda\alpha^2}{8\beta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$,$A^{RN*} = \frac{\theta\varphi\alpha^2}{8\beta k_A(\varepsilon+\rho)}$,$p^{RN*} = \frac{3\alpha}{4\beta}$,$S^{RN*} = \frac{\theta\phi\alpha^2}{16\beta k_S(\varepsilon+\rho)}$;

2) 产品绿色度的最优轨迹为 $g^{RN*} = g_\infty^{RN} + (g_0 - g_\infty^{RN})e^{-\delta t}$. 其中,$g_\infty^{RN} = \frac{\theta\lambda\gamma^2\alpha^2}{8\beta\delta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$ 为 RN 模型下产品绿色度的稳定值 $(t\to\infty)$;

3) 品牌商誉的最优轨迹为 $G^{RN*} = [G_0 - G_\infty^{RN} - \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{RN})}{\varepsilon-\delta}]e^{-\varepsilon t} + \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{RN})}{\varepsilon-\delta}e^{-\delta t} + G_\infty^{RN}$. 其中,$G_\infty^{RN}=\frac{\theta\alpha^2(\phi^2k_A+2\varphi^2k_S)}{16\beta\varepsilon k_Ak_S(\varepsilon+\rho)} + \frac{\lambda g_\infty^{RN}}{\varepsilon}$ 为 RN 模型下品牌商誉的稳定值 $(t\to\infty)$;

4) 制造商和零售商的均衡利润最优值函数分别为 $J_M^{RN*} = e^{-\rho t}(a_1^*g^{RN*} + a_2^*G^{RN*} + a_3^*)$ 和 $J_R^{RN*} = e^{-\rho t}(a_4^*g^{RN*} + a_5^*G^{RN*} + a_6^*)$. 其中,

$$\begin{cases} a_1^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2}{8\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, a_2^* = \dfrac{\theta\alpha^2}{8\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ a_3^* = \frac{\theta^2\alpha^4[\gamma^2\lambda^2k_Ak_S+k_Z(\delta+\rho)^2(\phi^2k_A+\varphi^2k_S)]}{128\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}, \\ a_4^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2}{16\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, a_5^* = \dfrac{\theta\alpha^2}{16\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ a_6^* = \frac{\theta^2\alpha^4[4\gamma^2\lambda^2k_Ak_S+k_Z(\delta+\rho)^2(\phi^2k_A+4\varphi^2k_S)]}{512\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}. \end{cases}$$

2.1.2 联合营销模型 (RY 模型)

在 RY 模型中, 制造商和零售商的决策目标函数分别为:

$$\max_{w,Z,A,\mu} J_M = \int_0^\infty e^{-\rho t}[w\theta G(\alpha-\beta p) - k_Z Z^2/2- (1-\eta)k_A A^2/2 - \mu k_S S^2/2]dt, \tag{6}$$

$$\max_{p,S,\eta} J_R = \int_0^\infty e^{-\rho t}[(p-w)\theta G(\alpha-\beta p)- (1-\mu)k_S S^2/2 - \eta k_A A^2/2]dt. \tag{7}$$

命题 2 在 RY 模型中, 有:

1) 制造商和零售商的均衡策略为 $((w^{RY*},Z^{RY*},A^{RY*},\mu^{RY*}),(p^{RY*},S^{RY*},\eta^{RY*}))$. 其中,$w^{RY*} = \frac{\alpha}{2\beta}$,$Z^{RY*} = \frac{\theta\gamma\lambda\alpha^2}{8\beta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$,$A^{RY*} = \frac{\theta\varphi\alpha^2}{8\beta k_A(\varepsilon+\rho)}$,$\mu^{RY*} = \frac{3}{5}$,$p^{RY*} = \frac{3\alpha}{4\beta}$,$S^{RY*} = \frac{5\theta\phi\alpha^2}{32\beta k_S(\varepsilon+\rho)}$,$\eta^{RY*} = 0$;

2) 产品绿色度的最优轨迹为 $g^{RY*} = g_\infty^{RY}+(g_0-g_\infty^{RY})e^{-\delta t}$. 其中,$g_\infty^{RY} = \frac{\theta\lambda\gamma^2\alpha^2}{8\beta\delta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$ 为 RY 模型下产品绿色度的稳定值 $(t\to\infty)$;

3) 品牌商誉的最优轨迹为 $G^{RY*} = [G_0 - G_\infty^{RY} - \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{RY})}{\varepsilon-\delta}]e^{-\varepsilon t} + \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{RY})}{\varepsilon-\delta}e^{-\delta t} + G_\infty^{RY}$. 其中,$G_\infty^{RY}=\frac{\theta\alpha^2(5\phi^2k_A+4\varphi^2k_S)}{32\beta\varepsilon k_Ak_S(\varepsilon+\rho)} + \frac{\lambda g_\infty^{RY}}{\varepsilon}$ 为 RY 模型下品牌商誉的稳定值 $(t\to\infty)$;

4) 制造商和零售商的均衡利润最优值函数分别为 $J_M^{RY*} = e^{-\rho t}(b_1^*g^{RY*} + b_2^*G^{RY*} + b_3^*)$ 和 $J_R^{RY*} = e^{-\rho t}(b_4^*g^{RY*} + b_5^*G^{RY*} + b_6^*)$. 其中,

$$\begin{cases} b_1^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2}{8\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, b_2^* = \dfrac{\theta\alpha^2}{8\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ b_3^* = \frac{\theta^2\alpha^4[16\gamma^2\lambda^2k_Ak_S+k_Z(\delta+\rho)^2(25\phi^2k_A+16\varphi^2k_S)]}{2048\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}, \\ b_4^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2}{16\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, b_5^* = \dfrac{\theta\alpha^2}{16\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ b_6^* = \frac{\theta^2\alpha^4[8\gamma^2\lambda^2k_Ak_S+k_Z(\delta+\rho)^2(5\phi^2k_A+8\varphi^2k_S)]}{1024\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}. \end{cases}$$

2.2 平台模式

在平台模式中, 零售商为交易双方提供交易平台, 并按照制造商的销售收入收取一定的佣金比例, 记为 $\tau(0<\tau<1)$. 在销售过程中, 制造商具有产品的所有权和定价权. 决策顺序:1) 若制造商与零售商进行独立营销 (PN 模型), 则首先制造商决策产品销售价格 p、绿色技术水平 Z 及其广告投入水平 A, 然后零售商决策其广告投入水平 S;2) 若制造商与零售商进行联合营销 (PY 模型), 则首先制造商决策其为零售商分担的广告投入成本比例 $\mu(0\le\mu\le1)$, 同时零售商决策其为制造商分担的广告投入成本比例 $\eta(0\le\eta\le1)$, 然后制造商决策产品销售价格 p、绿色技术水平 Z 及其广告投入水平 A, 最后零售商决策其广告投入水平 S.

2.2.1 独立营销模型 (PN 模型)

在 PN 模型中, 制造商和零售商的决策目标函数分别为:

$$\max_{p,Z,A} J_M = \int_0^\infty e^{-\rho t}[(1-\tau)p\theta G(\alpha-\beta p)- k_Z Z^2/2 - k_A A^2/2]dt, \tag{8}$$

$$\max_S J_R = \int_0^\infty e^{-\rho t}[\tau p\theta G(\alpha-\beta p) - k_S S^2/2]dt. \tag{9}$$

命题 3 在 PN 模型中, 有:

1) 制造商和零售商的均衡策略为 $((p^{PN*},Z^{PN*},A^{PN*}),S^{PN*})$. 其中,$p^{PN*} = \frac{\alpha}{2\beta}$,$Z^{PN*} = \frac{\theta\gamma\lambda\alpha^2(1-\tau)}{4\beta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$,$A^{PN*} = \frac{\theta\varphi\alpha^2(1-\tau)}{4\beta k_A(\varepsilon+\rho)}$,$S^{PN*} = \frac{\tau\theta\phi\alpha^2}{4\beta k_S(\varepsilon+\rho)}$;

2) 产品绿色度的最优轨迹为 $g^{PN*} = g_\infty^{PN} + (g_0 - g_\infty^{PN})e^{-\delta t}$. 其中,$g_\infty^{PN} = \frac{\theta\lambda\gamma^2\alpha^2(1-\tau)}{4\beta\delta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$ 为 PN 模型下产品绿色度的稳定值 $(t\to\infty)$;

3) 品牌商誉的最优轨迹为 $G^{PN*} = [G_0 - G_\infty^{PN} - \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{PN})}{\varepsilon-\delta}]e^{-\varepsilon t} + \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{PN})}{\varepsilon-\delta}e^{-\delta t} + G_\infty^{PN}$. 其中,$G_\infty^{PN}=\frac{\theta\alpha^2[\tau\phi^2k_A+(1-\tau)\varphi^2k_S]}{8\beta\varepsilon k_Ak_S(\varepsilon+\rho)} + \frac{\lambda g_\infty^{PN}}{\varepsilon}$ 为 PN 模型下品牌商誉的稳定值 $(t\to\infty)$;

4) 制造商和零售商的均衡利润最优值函数分别为 $J_M^{PN*} = e^{-\rho t}(c_1^*g^{PN*} + c_2^*G^{PN*} + c_3^*)$ 和 $J_R^{PN*} = e^{-\rho t}(c_4^*g^{PN*} + c_5^*G^{PN*} + c_6^*)$. 其中,

$$\begin{cases} c_1^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2(1-\tau)}{4\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, c_2^* = \dfrac{\theta\alpha^2(1-\tau)}{4\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ c_3^* = \frac{\theta^2\alpha^4(1-\tau)\{\gamma^2\lambda^2k_Ak_S(1-\tau)+k_Z(\delta+\rho)^2[2\tau k_A\phi^2+\varphi^2k_S(1-\tau)]\}}{32\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}, \\ c_4^* = \dfrac{\tau\theta\lambda\alpha^2}{4\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, c_5^* = \dfrac{\tau\theta\alpha^2}{4\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ c_6^* = \frac{\tau\theta^2\alpha^4\{2\gamma^2\lambda^2k_Ak_S(1-\tau)+k_Z(\delta+\rho)^2[\tau k_A\phi^2+2\varphi^2k_S(1-\tau)]\}}{32\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}. \end{cases}$$

2.2.2 联合营销模型 (PY 模型)

在 PY 模型中, 制造商和零售商的决策目标函数分别为:

$$\max_{p,Z,A,\mu} J_M = \int_0^\infty e^{-\rho t}[(1-\tau)p\theta G(\alpha-\beta p) - k_Z Z^2/2 - (1-\eta)k_A A^2/2 - \mu k_S S^2/2]dt, \tag{10}$$

$$\max_{S,\eta} J_R = \int_0^\infty e^{-\rho t}[\tau p\theta G(\alpha-\beta p) - (1-\mu)k_S S^2/2 - \eta k_A A^2/2]dt. \tag{11}$$

命题 4 在 PY 模型中 ($\frac{1}{3} < \tau < \frac{2}{3}$), 有:

1) 制造商和零售商的均衡策略为 $((p^{PY*}, Z^{PY*}, A^{PY*}, \mu^{PY*}), (S^{PY*}, \eta^{PY*}))$. 其中, $p^{PY*} = \frac{\alpha}{2\beta}$, $Z^{PY*} = \frac{\theta\gamma\lambda\alpha^2(1-\tau)}{4\beta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$, $A^{PY*} = \frac{\theta\varphi\alpha^2(1+\tau)}{8\beta k_A(\varepsilon+\rho)}$, $\mu^{PY*} = \frac{2-3\tau}{2-\tau}(\tau < \frac{2}{3})$, $S^{PY*} = \frac{\theta\phi\alpha^2(2-\tau)}{8\beta k_S(\varepsilon+\rho)}$, $\eta^{PY*} = \frac{3\tau-1}{1+\tau}(\tau > \frac{1}{3})$;

2) 产品绿色度的最优轨迹为 $g^{PY*} = g_\infty^{PY} + (g_0 - g_\infty^{PY})e^{-\delta t}$. 其中, $g_\infty^{PY} = \frac{\theta\lambda\gamma^2\alpha^2(1-\tau)}{4\beta\delta k_Z(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}$ 为 PY 模型下产品绿色度的稳定值 ($t \to \infty$);

3) 品牌商誉的最优轨迹为 $G^{PY*} = [G_0 - G_\infty^{PY} - \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{PY})}{\varepsilon-\delta}]e^{-\varepsilon t} + \frac{\lambda(g_0-g_\infty^{PY})}{\varepsilon-\delta}e^{-\delta t} + G_\infty^{PY}$. 其中, $G_\infty^{PY} = \frac{\theta\alpha^2[(2-\tau)\phi^2k_A+(1+\tau)\varphi^2k_S]}{8\beta\varepsilon k_Ak_S(\varepsilon+\rho)} + \frac{\lambda g_\infty^{PY}}{\varepsilon}$ 为 PY 模型下品牌商誉的稳定值 ($t \to \infty$);

4) 制造商和零售商的均衡利润最优值函数分别为 $J_M^{PY*} = e^{-\rho t}(d_1^* g^{PY*} + d_2^* G^{PY*} + d_3^*)$ 和 $J_R^{PY*} = e^{-\rho t}(d_4^* g^{PY*} + d_5^* G^{PY*} + d_6^*)$. 其中,

$$\begin{cases} d_1^* = \dfrac{\theta\lambda\alpha^2(1-\tau)}{4\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, d_2^* = \dfrac{\theta\alpha^2(1-\tau)}{4\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ d_3^* = \frac{\theta^2\alpha^4\{4\gamma^2\lambda^2k_Ak_S(1-\tau)^2+k_Z(\delta+\rho)^2[\phi^2(2-\tau)^2k_A+2(1-\tau^2)\varphi^2k_S]\}}{128\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}, \\ d_4^* = \dfrac{\tau\theta\lambda\alpha^2}{4\beta(\delta+\rho)(\varepsilon+\rho)}, d_5^* = \dfrac{\theta\tau\alpha^2}{4\beta(\varepsilon+\rho)}, \\ d_6^* = \frac{\theta^2\alpha^4\{8\tau(1-\tau)\gamma^2\lambda^2k_Ak_S+k_Z(\delta+\rho)^2[2\tau(2-\tau)\phi^2k_A+\varphi^2(1+\tau)^2k_S]\}}{128\beta^2\rho k_Zk_Ak_S(\delta+\rho)^2(\varepsilon+\rho)^2}. \end{cases}$$

3 分析与讨论

通过对比 RN、RY、PN 和 PY 四种模型下制造商和零售商各自的均衡策略、产品绿色度、品牌商誉、制造商利润及零售商利润, 得到命题 5 至 7.

命题 5 在转售模式下, 独立营销 (RN) 与联合营销 (RY) 的对比:

1) $p^{RN*} = p^{RY*}, Z^{RN*} = Z^{RY*}, A^{RN*} = A^{RY*}, S^{RY*} > S^{RN*}$;

2) $g^{RN*} = g^{RY*}, G^{RY*} > G^{RN*}$;

3) $J_M^{RY*} > J_M^{RN*}, J_R^{RY*} > J_R^{RN*}$.

命题 5 说明, 在转售模式下, 与独立营销相比, 当制造商和零售商进行联合营销时, 产品销售价格、绿色技术水平、制造商广告投入水平及产品绿色度并不改变. 结合命题 2 的 1) 中 $\mu^{RY*} = \frac{3}{5}$ 和 $\eta^{RY*} = 0$, 发现当制造商与零售商采取转售模式时, 若双方进行联合营销, 由于绿色产品的定价权在零售商手中, 而非制造商手中, 所以零售商并无动机分担制造商的广告投入成本, 相反制造商为了激励零售商加大宣传, 愿意为零售商分担部分广告投入成本. 由此, 联合营销能够促进零售商提高投入水平, 进而使得绿色产品的品牌商誉提高, 以及制造商利润和零售商利润增加. 可以看出, 转售模式下联合营销的本质是制造商单方面分担零售商的广告投入成本, 促进零售商加大广告投入.

命题 6 在平台模式下, 独立营销 (PN) 与联合营销 (PY) 的对比:

1) $p^{PN*} = p^{PY*}, Z^{PN*} = Z^{PY*}, A^{PY*} > A^{PN*}, S^{PY*} > S^{PN*}$;

2) $g^{PN*} = g^{PY*}, G^{PY*} > G^{PN*}$;

3) $J_M^{PY*} > J_M^{PN*}, J_R^{PY*} > J_R^{PN*}$.

命题 6 说明, 在平台模式下, 与独立营销相比, 当制造商和零售商进行联合营销时, 产品销售价格、绿色技术水平、产品绿色度均不改变. 结合命题 4 的 1) 中 $\mu^{PY*} = \frac{2-3\tau}{2-\tau}$ 和 $\eta^{PY*} = \frac{3\tau-1}{1+\tau}$, 可见制造商与零售商互担广告投入成本, 可以激励制造商与零售商提高各自的广告投入水平, 进而使得品牌商誉提高, 制造商和零售商的利润增加.

结合命题 5 和命题 6, 可以发现, 不管是转售模式还是平台模式, 制造商和零售商都会选择进行联合营销. 联合营销并不会影响绿色产品销售价格和制造商的绿色技术水平, 但会促进绿色供应链加大整体广告投入水平, 提高品牌商誉.

命题 7 转售模式联合营销 (RY) 与平台模式联合营销 (PY) 的对比:

1) $p^{RY*} > p^{PY*}, A^{PY*} > A^{RY*}, S^{PY*} > S^{RY*}$;

2) 当 $\frac{1}{3} < \tau < \frac{1}{2}$ 时, $Z^{PY*} > Z^{RY*}$; 当 $\frac{1}{2} < \tau < \frac{2}{3}$ 时, $Z^{PY*} < Z^{RY*}$;

3) 当 $\frac{1}{3} < \tau < \frac{1}{2}$ 时, $g^{PY*} > g^{RY*}$; 当 $\frac{1}{2} < \tau < \frac{2}{3}$ 时, $g^{PY*} < g^{RY*}$;

4) G^{PY*} 和 G^{RY*} 的大小关系与 g_∞^{PY} 和 g_∞^{RY} 大小关系有关. 即, 当 $\frac{1}{3} < \tau < \frac{1}{2}$ 时, $G^{PY*} > G^{RY*}$; 当 $\frac{1}{2} < \tau < \frac{2}{3}$ 时, G_∞^{PY} 和 G_∞^{RY} 的大小关系不确定.

命题 7 说明, 当制造商和零售商对联合营销达成一致时, 平台模式下的产品销售价格比转售模式下的低, 制造商和零售商的广告投入水平均比转售模

式下的高, 但两种模式的绿色技术水平的高低与平台模式的佣金比例有关. 即, 当佣金比例较低时, 平台模式的绿色技术水平高于转售模式的绿色技术水平, 相反当佣金比例较高时, 平台模式的绿色技术水平低于转售模式的绿色技术水平, 这是因为佣金比例的提高导致制造商所获得的销售收入比例在减少, 打击了制造商绿色技术投资的积极性.

4 数值分析

为了验证上述所得命题的合理性, 本节将通过数值算例进行分析. 相关参数如下:$\alpha = 20$,$\beta = 1$,$\theta = 0.4$,$\gamma = 3$,$\delta = 1.2$,$\varepsilon = 1$,$\rho = 0.3$,$\lambda = 3$,$\varphi = 2$,$\phi = 2$,$k_Z = 15$,$k_A = 12$,$k_S = 12$,$\tau \in \{0.4, 0.6\}$.

4.1 均衡策略分析

表 1 转售模式与平台模式下均衡策略对比

均衡策略	转售模式		平台模式			
	独立营销	联合营销	独立营销 ($\tau = 0.4$)	联合营销 ($\tau = 0.4$)	独立营销 ($\tau = 0.6$)	联合营销 ($\tau = 0.6$)
销售价格	15	15	10	10	10	10
绿色技术水平	6.15	6.15	7.38	7.38	4.92	4.92
制造商广告投入水平	2.56	2.56	3.08	3.59	2.05	4.10
零售商广告投入水平	1.28	3.21	2.05	4.10	3.08	3.59

如表 1 所示, 在转售模式下, 独立营销和联合营销的绿色产品销售价格、绿色技术水平和制造商广告投入水平相等, 分别为 15、6.15 和 2.56; 与独立营销相比, 联合营销下零售商的广告投入水平大大提高, 提高 150.78%. 这意味着, 在转售模式下, 联合营销仅能刺激零售商提高广告投入水平, 而制造商的绿色技术水平和广告投入水平均不变. 在平台模式下, 佣金比例一定时 (以 $\tau = 0.4$ 为例), 独立营销和联合营销的绿色产品销售价格和绿色技术水平相等, 而联合营销下制造商和零售商的广告投入水平均提高, 分别提高 16.56% 和 100.00%. 这意味着, 在平台模式下, 联合营销能够刺激制造商和零售商提高各自的广告投入水平, 但零售商的提高幅度远大于制造商的提高幅度, 而且制造商的绿色技术水平不变. 与命题 5 中 1) 和命题 6 中 1) 的结论一致.

进一步, 对比转售模式联合营销和平台模式联合营销可以发现, 平台模式下绿色产品销售价格低于转售模式下绿色产品销售价格; 当佣金比例较低 ($\tau = 0.4$) 时, 平台模式下绿色技术水平、制造商广告投入水平和零售商广告投入水平较高, 分别比转售模式下的高 20.00%、40.23% 和 27.73%; 当佣金比例较高 ($\tau = 0.6$) 时, 平台模式下绿色技术水平比转售模式下的低 20.00%, 而制造商广告投入水平和零售商广告投入水平分别比转售模式下的高 60.16% 和 11.84%. 这意味着, 在低佣金比例的平台模式下, 绿色产品具有较低的销售价格的同时具有较高的绿色技术水平, 此时制造商和零售商均提高了广告投入水平. 与命题 7 中 1) 和 2) 的结论一致.

4.2 产品绿色度和品牌商誉轨迹分析

从图 1 和图 2 可以看出,$g^{RN} = g^{RY}$,$g^{PN} = g^{PY}(\tau = 0.4)$,$g^{PN} = g^{PY}(\tau = 0.6)$,$G^{RY} > G^{RN}$,$G^{PY} > G^{PN}(\tau = 0.4)$,$G^{PY} > G^{PN}(\tau = 0.6)$, 这意味着在同种经营模式 (转售模式或平台模式) 下, 不论采取独立营销还是联合营销, 产品绿色度不变, 而联合营销的品牌商誉高于独立营销的品牌商誉. 进一步, 当佣金比例较低 ($\tau = 0.4$) 时,$g^{PY} > g^{RY}$,$G^{PY} > G^{RY}$; 当佣金比例较高 ($\tau = 0.6$) 时,$g^{PY} < g^{RY}$,$G^{PY} < G^{RY}$. 这表明, 当制造商和零售商采取联合营销时, 在低佣金比例的平台模式下, 由于制造商在销售环节掌握着产品的定价权, 所以会比转售模式下更有动力进行绿色生产, 提高产品绿色度, 进而增强品牌商誉; 但是, 当佣金比例增大到一定程度之后, 制造商需要分享给零售商更高比例的销售收入, 降低制造商绿色生产的积极性, 降低产品绿色度, 进而导致品牌商誉下降. 与命题 5 中 2)、命题 6 中 2) 与命题 7 中 3) 和 4) 的结论一致.

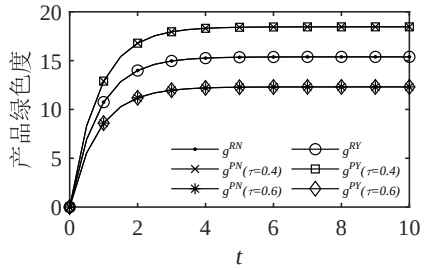

图 1 产品绿色度随时间的变化轨迹

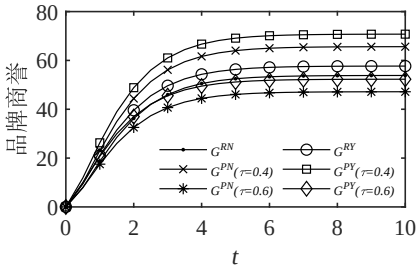

图 2　品牌商誉随时间的变化轨迹

4.3　制造商和零售商利润分析

从图 3 可知,$J_M^{RY} > J_M^{RN}$,$J_M^{PY} > J_M^{PN}(\tau = 0.4)$,$J_M^{PY} > J_M^{PN}(\tau = 0.6)$,$J_M^{PY}(\tau = 0.4) > J_M^{RY} > J_M^{PY}(\tau = 0.6)$. 这表明, 在同种经营模式（转售模式或平台模式）下, 制造商采取联合营销总是比采取独立营销获得的利润多; 当采取联合营销时, 低佣金比例的平台模式是制造商的首选, 其次是转售模式, 最后是高佣金比例的平台模式.

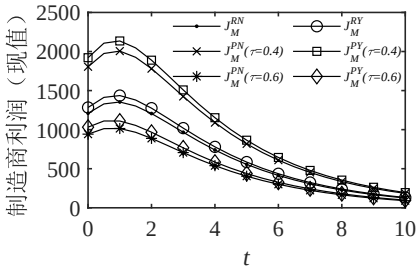

图 3　制造商利润（现值）随时间的变化轨迹

从图 4 可以看出,$J_R^{RY} > J_R^{RN}$,$J_R^{PY} > J_R^{PN}(\tau = 0.4)$,$J_R^{PY} > J_R^{PN}(\tau = 0.6)$,$J_R^{PY}(\tau = 0.6) > J_R^{PY}(\tau = 0.4) > J_R^{RY}$. 这表明, 在同种经营模式 (转售模式或平台模式) 下, 零售商采取联合营销总是比采取独立营销获得的利润多; 当采取联合营销时, 高佣金比例的平台模式是零售商的首选, 然后是低佣金比例的转售模式, 最后是转售模式. 因此, 综合来看, 制造商和零售商的博弈结果为低佣金比例的平台模式且联合营销.

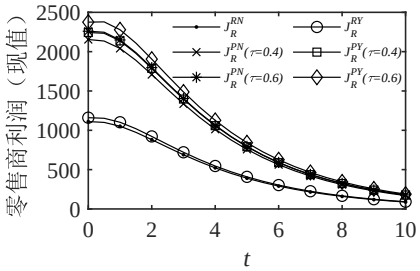

图 4　零售商利润（现值）随时间的变化轨迹

5　结论与展望

本文在考虑产品绿色度和品牌商誉动态变化特性的情形下, 采用微分博弈方法构建并求解了转售模式独立营销模型 (RN 模型)、转售模式联合营销模型 (RY 模型)、平台模式独立营销模式 (PN 模型) 和平台模式联合营销模型 (PY 模型), 进一步探讨了绿色供应链的经营模式选择和营销策略问题. 得出如下结论:

1) 转售模式下, 与独立营销相比, 联合营销的绿色产品销售价格、绿色技术水平和制造商广告投入水平不变, 零售商广告投入水平提高, 进而使得产品绿色度不变, 而品牌商誉提高. 由此, 转售模式下, 联合营销是绿色供应链上下游企业 (制造商与零售商) 的最优营销策略.

2) 平台模式下, 与独立营销相比, 联合营销的绿色产品销售价格和绿色技术水平不变, 制造商广告投入水平和零售商广告投入水平均提高, 进而使得产品绿色度不变, 而品牌商誉提高. 由此, 平台模式下, 联合营销是绿色供应链上下游企业 (制造商与零售商) 的最优营销策略.

3) 当制造商与零售商对联合营销达成一致时, 与转售模式相比, 平台模式下绿色产品的销售价格较低; 当平台模式的佣金比例较低时, 平台模式下产品绿色度和品牌商誉均比转售模式下的高, 进而使得制造商利润和零售商利润均增加; 当平台模式的佣金比例较高时, 平台模式下产品绿色度和品牌商誉均比转售模式下的低, 进而导致制造商利润减少, 但由于佣金比例的提高, 零售商利润增加. 由此, 在转售模式和平台模式两种经营模式中, 零售商总是倾向于选择平台模式, 而制造商的选择与平台模式的佣金比例有关, 具体而言, 佣金比例较低时, 制造商倾向于选择平台模式, 佣金比例较高时, 制造商倾向于选择转售模式. 故而, 制造商和零售商的博弈结果为低佣金比例的平台模式且联合营销.

综上, 本文综合考虑了时间因素对产品绿色度和品牌商誉的影响, 从动态视角研究了绿色供应链中上下游企业的经营模式选择和营销策略, 具有一定的理论与实践价值. 由于在现实生活中, 制造商会同时对接多个零售商, 这些零售商之间的竞争会影响绿色供应链经营模式选择与营销策略, 而在本文的研究中并未考虑零售商之间的竞争关系. 因此, 未来可以在存在竞争性零售商的情形下, 进一步从动态视角研究绿色供应链的经营模式选择与营销策略.

参考文献 (References)

[1] Brécard D, Hlaimi B, Lucas S, et al. Determinants of demand for green products: An application to eco-label demand for fish in Europe[J]. Ecological Economics, 2009, 69(1): 115-125.

[2] Chitra K. In search of the green consumers: A perceptual

study[J]. Journal of Services Research, 2007, 7(1): 173-191.

[3] Bemporad R, Baranowski M. Conscious consumers are changing the rules of marketing. Are you ready? [R]. Highlights from the BBMG Conscious Consumer Report, 2007: 1-6.

[4] Navinchandra D. Steps toward environmentally compatible product and process design: A case for green engineering [R]. Carnegie-mellon Univ Pittsburgh Pa Robotics Inst, 1990.

[5] Eltayeb T K, Zailani S, Ramayah T. Green supply chain initiatives among certified companies in Malaysia and environmental sustainability: Investigating the outcomes[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2011, 55(5): 495-506.

[6] 李婧婧, 李勇建, 刘露, 等. 激励绿色供应链企业开展生态设计的机制决策 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(9): 2287-2299.
(Li J J, Li Y J, Liu L, et al. Mechanism decisions to encourage product eco-design implemented by green supply chain enterprises[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2019, 39(9): 2287-2299.)

[7] 周艳菊, 胡凤英, 周正龙. 零售商主导下促进绿色产品需求的联合研发契约协调研究 [J]. 管理工程学报, 2020, 34(2): 194-204.
(Zhou Y J, Hu F Y, Zhou Z L. Study on joint contract coordination to promote green product demand under the retailer-dominance[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2020, 34(2): 194-204.)

[8] 许格妮, 陈惠汝, 武晓莉, 等. 竞争供应链中绿色成本分担博弈分析 [J]. 系统工程学报, 2020, 35(2): 244-256.
(Xu G N, Chen H R, Wu X L, et al. Game analysis on green cost-sharing between competing supply chains[J]. Journal of Systems Engineering, 2020, 35(2): 244-256.)

[9] 王道平, 王婷婷, 张博卿. 基于微分博弈的供应链合作减排和政府补贴策略 [J]. 控制与决策, 2019, 34(8): 1733-1744.
(Wang D P, Wang T T, Zhang B Q. Reduce emissions in cooperation and government subsidies strategies in supply chain based on differential game[J]. Control and Decision, 2019, 34(8): 1733-1744.)

[10] 朱桂菊, 游达明. 基于微分对策的绿色供应链生态研发策略与协调机制 [J]. 运筹与管理, 2017, 26(6): 62-69.
(Zhu G J, You D M. Ecological R&D strategy and coordination mechanism in the green supply chain based on differential games[J]. Operations Research and Management Science, 2017, 26(6): 62-69.)

[11] Ouardighi F E. Supply quality management with optimal wholesale price and revenue sharing contracts: A two-stage approach[J]. International Journal of Production Economics, 2014, 156(5): 260-268.

[12] Liu G W, Yang H F, Dai R. Which contract is more effective in improving product greenness under different power structures: Revenue sharing or cost sharing? [J]. Computers & Industrial Engineering, 2020, 148: 106701.

[13] Abhishek V, Jerath K, Zhang Z J. Agency selling or reselling? Channel structures in electronic retailing[J]. Management Science, 2016, 62(8): 2259-2280.

[14] 李佩, 魏航, 王广永, 等. 基于产品质量和服务水平的零售商经营模式选择研究 [J]. 管理工程学报, 2020, 34(5): 164-177.
(Li P, Wei H, Wang G Y, et al. Research on retailer’s business model based on product quality and service level[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 34(5): 164-177.)

[15] Tan Y L, Carrillo J, Cheng H K. The agency model for digital goods[J]. Decision Science, 2016, 47(4): 628-660.

[16] 赵菊, 刘龙, 王艳, 等. 基于电商平台的供应商竞争和模式选择研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(8): 2058-2069.
(Zhao J, Liu L, Wang Y, et al. Research on competition and mode selection of suppliers based on e-commerce platform[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2019, 39(8): 2058-2069.)

[17] 李佩, 魏航. 分销, 平台还是混合? —零售商经营模式选择研究 [J]. 管理科学学报, 2018, 21(9): 50-75.
(Li P, Wei H. Reseller, marketplace, or hybrid: Business model of retailers[J]. Journal of Management Sciences in China, 2018, 21(9): 50-75.)

[18] 李逸, 买忆媛. 新创企业的品牌资产提升: 广告投入还是研发投入?[J]. 管理工程学报, 2016, 30(3): 81-89.
(Li Y, Mai Y. Advertising expenditure, R&D investment and brand equity of new ventures[J]. Journal of Industrial Engineering/Engineering Management, 2016, 30(3): 81-89.)

[19] 代云珍, 胡培. 基于策略型消费者的最优广告和定价联合决策 [J]. 软科学, 2015, 29(8): 88-92.
(Dai Y Z, Hu P. Optimal advertisement and pricing policy in the presence of strategic customers[J]. Soft Science, 2015, 29(8): 88-92.)

[20] Liu G W, Zhang J X, Tang W S. Strategic transfer pricing in a marketing-operations interface with quality level and advertising dependent goodwill[J]. Omega, 2015, (56): 1-15.

[21] 林宏伟, 邵培基. 基于互联网环境下的企业网络广告投资策略研究 [J]. 中国管理科学, 2014, 22(2): 65-74.
(Lin H W, Shao P J. Study on investment strategies for online advertising based on internet environment of enterprise[J]. Chinese Journal of Management Science, 2014, 22(2): 65-74.)

[22] Berger P D. Vertical cooperative advertising ventures[J]. Journal of Marketing Research, 1972, 9(3): 309-312.

[23] Li B, Hou P W, Li Q H. Cooperative advertising in a dual-channel supply chain with a fairness concern of the manufacturer[J]. Ima Journal of Management Mathematics, 2017, 28(2): 259-277.

[24] Jørgensen S, Taboubi S, Zaccour G. Cooperative advertising in a marketing channel[J]. Journal of

Optimization Theory and Application, 2001, 110(1): 145-158.

[25] 徐春秋, 王芹鹏. 考虑政府参与方式的供应链低碳商誉微分博弈模型 [J]. 运筹与管理, 2020, 29(8): 35-44. (Xu C Q, Wang Q P. Differential game models of low carbon reputation considering government participation in supply chain[J]. Operations Research and Management Science, 2020, 29(8): 35-44.)

[26] Taboubi S. Incentive mechanisms for price and advertising coordination in dynamic marketing channels[J]. International Transactions in Operational Research, 2019, 26(6): 2281-2304.

[27] 赵黎明, 孙健慧, 张海波. 基于微分对策的低碳产品供应链营销合作协调机制 [J]. 管理工程学报, 2018, 32(3): 105-111. (Zhao L M, Sun J H, Zhang H B. Coordination mechanism of marketing cooperation in low-carbon product supply chain based on differential game[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2018, 32(3): 105-111.)

作者简介

刘丽 (1995−), 女, 博士生, 从事物流与供应链管理的研究, E-mail: liulibsok@163.com;

韩同银 (1962−), 男, 教授, 博士生导师, 从事建筑经济与项目管理研究、物流与供应链管理等研究, E-mail: 15511336888@126.com;

金浩 (1958−), 男, 教授, 博士生导师, 从事区域经济、物流与供应链管理等研究, E-mail: jgjbsh@hebut.edu.cn.