

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2020.11.013

纵向供应链中新产品技术创新模式选择

张 娟 王子玥 余菲菲
(河海大学商学院)

摘要: 针对掌握自主创新能力的供应商与制造商组成的供应链,在两种技术创新模式下探讨双方的研发投入博弈、供应商技术创新模式选择,以及供应商自主创新能力在博弈中的作用。研究表明:①当传统产品供应链效率非常低时,供应商选择独立研发新产品,其新产品研发通过“广告信号”作用刺激制造商增加技术研发投入,从而提高传统产品及零部件销售;②当新产品的市场接受度非常高时,供应商总选择与制造商合作研发,并能在一定的利润分配比例下达到双赢;③供应商的自主研发能力总能帮助其在与制造商的博弈中获得更多利益。

关键词: 技术创新模式; 自主创新; 合作研发

中图法分类号: C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2020)11-1697-09

Choice of New Product Technology Innovation Models in Vertical Supply Chain

ZHANG Juan WANG Ziyue YU Feifei
(Hohai University, Nanjing, China)

Abstract: For a supply chain consisting of a supplier with independent innovation ability and a manufacturer, this study discusses the R&D investment game between manufacturers and suppliers under two technology innovation models, gives the choice of the technological innovation mode when the supplier produces new products, and analyzes the role of independent innovation capabilities of suppliers in the game. Research shows that: ①When traditional product supply chains are very inefficient, suppliers choose to develop new products independently. At this time, the supplier's R&D of new products stimulates manufacturers to increase investment in R&D through the role of "advertising signals", thereby increasing sales of traditional products and parts. ②When the market acceptance of new products is very high, suppliers always choose to cooperate with manufacturers to develop new products, and can achieve a win-win situation under a certain profit distribution. ③Suppliers' independent R&D capabilities can always help them gain more benefits in the game with manufacturers.

Key words: technological innovation model; independent innovation; cooperative R&D

1 研究背景

在供给侧结构性改革中,产业技术创新是推动社会经济发展的第一动力,研发则是技术创新的重要源泉^[1]。随着消费升级与市场竞争的加剧,消费者对性能、技术有重大创新的新产品需求与日剧增。企业作为技术创新的主体^[2],如何选择有效的新产品技术创新模式,使技术创新成为企业发展的核心竞争力,是企业亟待解决的重要问题^[3]。

近年来,政府报告多次提出要提高关键核

心技术创新能力,鼓励新产品研发创新,例如,加大对集成电路等高科技产业的政策补贴,为推动新能源汽车产业发展实施动力电池白名单等。可见在电子信息、汽车等技术密集型产业中,零部件的研发与技术创新十分重要甚至决定了产业的发展。当供应商掌握了生产关键零部件的核心技术后,也会直接生产供应商品牌的新产品。以微软为例,作为全球市场占有率最高的电脑系统供应商,微软 2012 年自主研发了全新的硬件产品——Surface 二合一平板电脑。而在 Surface 推出之前,Intel 已提出超极

收稿日期: 2020-04-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71501059)

本概念。这使得市场对二合一平板电脑有了较高的接受度, Surface 的生产不仅赢得了消费者市场的广泛好评, 甚至引导联想、戴尔等电脑制造商的传统产品向轻薄化发展。除独立研发新产品, 供应商和制造商纵向合作进行新产品研发在市场中也屡见不鲜。例如, 比亚迪作为电池生产供应商, 在开拓新能源汽车市场时, 选择与德国车企戴姆勒成立合资公司, 以企业联盟^[4]的形式共同生产腾势新能源汽车。

上述案例中, 微软采取的独立研发与比亚迪采取的合作研发, 是企业可选的两种技术创新模式, 探讨纵向供应链中拥有核心技术的供应商在生产新产品时两种模式的选择, 具有现实意义。鉴于此, 本研究将构建一个掌握着自主创新能力的供应商与制造商组成的竞合供应链, 提出以下研究问题: ① 供应商在新产品生产中选择何种技术创新模式, 独立研发还是与制造商合作研发? ② 供应商采取独立研发/合作研发创新时, 产品的研发投入决策及渠道成员利润如何变化? ③ 供应商有无自主创新能力如何影响技术创新模式的选择? 为解决上述问题, 本研究将构建独立研发创新与合作研发创新的收益函数和博弈模型, 通过逆向归纳法, 得到供应商、制造商在不同模式下的研发投入决策及渠道利润情况, 并与基准情形(供应商不生产新产品)进行比较, 讨论供应商的技术创新模式决策及其自主创新能力对决策的影响。

2 文献回顾

随着全球供应链兴起, 越来越多学者关注到了供应商参与技术创新的研究。李随成等^[5]、马文聪等^[6]分别探讨了供应商参与新产品开发与技术创新对制造商自主创新能力、创新绩效的影响; 游达明等^[7]构建了供应商与顾客参与的创新模式选择博弈模型, 认为供应商参与更能促进突破性创新。但相关文献大多是基于供应商参与和制造商主导, 来探究供应商参与技术创新对制造商企业的影响, 而未考虑由供应商主导并独立发起的新产品开发。

在技术创新模式选择的相关研究中, 学者普遍将之分为自主创新(独立创新)、合作创新与模仿创新^[8], 并基于横向企业探讨多种技术创新模式的选择。如杨朝峰^[9]分析了影响自主创新与模仿创新的选择因素; 文玉春^[10]基于创新效率分析框架, 研究自主研发、协同创新与技术引进 3 种模式的创新效率; 马家喜等^[11]聚焦于产学研合作创新并引入企业技术联盟; 刘会

燕等^[12]分析了两个竞争制造商间的研发模式选择和定价策略。纵向供应链中, 学者较少研究技术创新模式的选择问题, 而是聚焦于上下游的合作研发创新。如来向红等^[13]研究了垂直合作新产品开发中的收益契约设计, 发现若双方研发效率相差悬殊, 新产品开发应由研发效率更高的一方独自承担; DAI 等^[14]基于绿色供应链, 构建了上下游的卡特尔联盟进行合作研发, 双方共同决策研发投入; FLAM 等^[15]也建立了合作博弈模型, 并对上下游企业共有收益与研发成本进行了分配。本研究参考了纵向合作研发模型中的收益分配方式, 但上述文献均未考虑供应商主导新产品生产并与制造商形成竞争的模式, 即上游企业参与合作的同时亦对下游企业形成竞争。

综上, 上述文献分别从供应商参与技术创新与技术创新模式选择两方面展开, 对本研究有着重要的借鉴意义; 但同时考虑供应商主导新产品开发、纵向供应链中技术创新模式选择, 以及竞合关系的研究少之又少。本研究从实践出发, 在供应商有独立自主创新能力并与制造商形成竞争关系的纵向供应链中, 探究供应商对独立研发创新模式与合作研发创新模式的选择问题。

3 模型描述与假设

生产实践中许多供应商(如微软、比亚迪等)掌握了丰富的产品设计和研发技术, 不仅生产零部件, 还可直接参与产成品开发与生产。基于此, 本研究考虑一个供应商和一个制造商组成的供应链(见图 1)。供应商不仅提供制造商生产传统产成品(产品 1)所必需的零部件, 还可生产新产成品(产品 2)与制造商竞争。图 1 中, w 为零部件批发价格, p 为产成品零售价格, R_1 为制造商对产品 1 的研发投入, R_2 为供应商对产品 2 的研发投入, φ 为制造商在企业联盟中的利润分配比例。对于新产品而言, 考虑两种技术创新模式: ① 供应商独自研发生产,

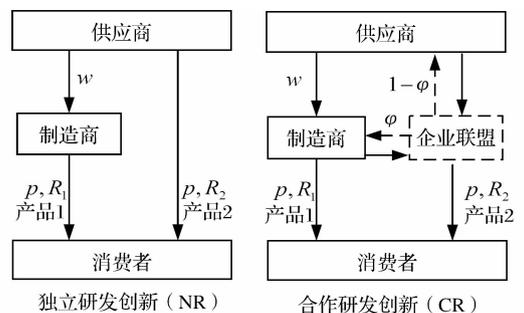


图 1 两种技术创新模式

本研究称为供应商独立研发创新(NR模式),如微软推出自有平板电脑品牌Surface;②供应商与制造商达成合作,成立企业联盟共同研发生产,本研究称为合作研发创新(CR模式),如比亚迪与戴勒姆成立合资公司共同经营腾势新能源汽车。

本研究考虑零部件生产为供应商的传统业务且零部件研发设计成熟,制造商产成品直接面对消费者,随着需求变化需频繁更改产品设计,优化产品功能。例如,联想、戴尔、戴勒姆等企业每年投入大量经费用于产品外观设计和功能开发。由此,本研究忽略供应商对零部件的研发投入,仅考虑制造商对其产成品(产品1)的研发投入水平,记为 R_1 ;对于新产品2,记供应商研发投入水平为 R_2 。产品的研发投入越大,其性能提升越高,带来的消费者效用越大。

参照CHOUDHARY等^[16]、CHIANG等^[17]的研究,产品 $i(i=1,2)$ 的消费者效用为 $U_i = \beta(v+R_i) - p$ 。其中, v 是除性能外的其他属性(如品牌)为消费者带来的基本效用, R_i 为因研发投入带来性能提升的效用, p 是产品价格, β 是市场对产品的接受程度。一般而言,新产品因其生产技术的成熟或推出时间较晚,产品性能未获市场检验,存在比传统产品更多的不稳定因素,因此,市场对新产品的接受程度往往小于传统产品。依据CHIANG等^[17]的研究,假设市场对产品1的接受程度为 $\beta=1$,产品2的市场接受程度满足 $0 < \beta < 1$ 。在充分竞争市场中,企业不会将价格作为产品竞争的手段,而是更注重质量与性能的竞争^[18],很多同类产品的价格几乎趋于一致。为此,本研究忽略新产品和传统产品间的价格竞争,假设产品零售价均为 p 。基于此,单位数量产品1和产品2的消费者效用分别为 $U_1(v) = v + R_1 - p$, $U_2(v) = \beta(v + R_2) - p$ 。

本研究考虑异质消费者。基于田忠威等^[19]的研究,假设消费者基本效用 v 服从 θ_H 和 θ_L 的两点分布,且 $\theta_H > \theta_L$ 。拥有 θ_H 效用的消费者为H型消费者,拥有 θ_L 效用的消费者为L型消费者,简称“H/L消费者”。假设整个市场需求容量为1,H消费者比例为 α ,L消费者比例为 $1-\alpha$ 。假设 $p \geq \theta_H$,即当产品性能为负时,任何消费者都不会购买产品。

当市场中同时存在产品1和产品2时,若 $U_1 \geq \max\{U_2, 0\}$,则消费者选择购买产品1;若 $U_2 \geq \max\{U_1, 0\}$,则消费者选择购买产品2。记传统产品销量为 $Q_1(R_1, R_2)$,新产品销量为

$Q_2(R_1, R_2)$,有以下5种情形:①若 $U_1(\theta_H) \geq \max\{U_2(\theta_H), 0\}$, $U_2(\theta_L) \geq \max\{U_1(\theta_L), 0\}$,则 $Q_1 = \alpha$, $Q_2 = 1 - \alpha$;②若 $U_1(\theta_H) \geq \max\{U_2(\theta_H), 0\}$, $U_1(\theta_L) < 0$, $U_2(\theta_L) < 0$,则 $Q_1 = \alpha$, $Q_2 = 0$;③若 $U_1(\theta_H) \geq \max\{U_2(\theta_H), 0\}$, $U_1(\theta_L) \geq \max\{U_1(\theta_L), 0\}$,则 $Q_1 = 1$, $Q_2 = 0$;④若 $U_2(\theta_H) \geq \max\{U_1(\theta_H), 0\}$, $U_2(\theta_L) < 0$, $U_1(\theta_L) < 0$,则 $Q_1 = 0$, $Q_2 = \alpha$;⑤若 $U_2(\theta_H) \geq \max\{U_1(\theta_H), 0\}$, $U_2(\theta_L) \geq \max\{U_1(\theta_L), 0\}$,则 $Q_1 = 0$, $Q_2 = 1$ 。

根据AMIR^[20]、赵凯等^[21]、方海燕等^[22]的研究,企业研发投入 R_i 与研发成本 C_R 之间的关系满足: $C_R(R_i) = \gamma R_i^2 / 2$, γ 为企业技术创新的成本参数。为方便对参数进行分析,令 $\gamma = 1$,即 $C_R(R_i) = R_i^2 / 2$ 。记供应商单位零部件生产成本为 c ,给制造商批发价为 w 。本研究考虑的零部件属产成品核心部件,其生产成本往往是总成本的绝大部分,如新能源汽车生产中电池成本占据首位,为方便起见,不考虑非关键零部件成本与产成品的组装加工成本,这在NIU等^[23]、BANERJEE等^[24]的研究中也较为常见。由此,NR模式下供应商和制造商的利润函数分别为: $\pi_S = (w - c)Q_1 + (p - c)Q_2 - R_2^2 / 2$, $\pi_M = (p - w)Q_1 - R_1^2 / 2$ 。

CR模式下双方通过企业联盟L在产品研发、生产等阶段进行优势互补,企业联盟独立运营新产品研发生产,其利润函数为 $\pi_L = (p - c)Q_2 - R_2^2 / 2$ 。假设新产品利润以 $(1-\varphi)$ 和 φ 的比例进行分配,故供应商和制造商利润函数分别为 $\pi_S = (w - c)Q_1 + (1 - \varphi)\pi_L$, $\pi_M = (p - w)Q_1 + \varphi\pi_L - R_1^2 / 2$ 。

接下来构建供应商不研发新产品(基准情形)、供应商独立研发(NR)以及与制造商合作研发(CR)3种情形下的博弈模型,分别分析供应商和制造商的研发投入决策与渠道利润;再通过NR、CR模式与基准情形的比较,讨论供应商技术创新模式的选择及供应商自主创新能力的影

4 技术创新模式分析

4.1 基准情形

基准情形下供应商未研发新产品,供应商和制造商利润仅来自产品1,即 $\pi_S = (w - c)Q_1$, $\pi_M = (p - w)Q_1 - R_1^2 / 2$ 。其中,产品1销量为

$$Q_1 = \begin{cases} \alpha, & U_1(\theta_H) \geq 0, U_1(\theta_L) < 0; \\ 1, & U_1(\theta_L) \geq 0. \end{cases} \quad (1)$$

化简式(1)中约束条件,并将 Q_1 代入

$\pi_M(R_1)$, 求利润函数最大值, 易得制造商两种可能研发投入水平: $R_1 = p - \theta_H$, 或 $R_1 = p - \theta_L$ 。当 $R_1 = p - \theta_H$ 时, 仅 H 消费者购买产品 1; 当 $R_1 = p - \theta_L$ 时, 全部消费者购买产品 1。比较制造商两种研发投入水平下的利润, 可得命题 1。以下用上标“B”表示基准情形下的最优决策。

命题 1 当市场无新产品时, 制造商为产品 1 的最优研发投入为

$$R_1^B = \begin{cases} p - \theta_H, & \alpha > \alpha_0; \\ p - \theta_L, & \alpha \leq \alpha_0, \end{cases} \quad (2)$$

式中, $\alpha_0 = 1 - (\theta_H - \theta_L)(2p - \theta_H - \theta_L)/(2(p - w))$ 。

由命题 1 可知, 当市场无新产品时, 制造商的研发投入决策受市场中 H/L 消费者结构影响。若 H 消费者比例较大 ($\alpha > \alpha_0$), 则制造商将针对 H 消费者投入较少的研发努力水平 ($p - \theta_H$), 此时产品性能过低, 不足以吸引 L 消费者购买; 若 H 消费者比例较小 ($\alpha \leq \alpha_0$), 则制造商将针对全部消费者投入较高的研发努力水平 ($p - \theta_L$), 以实现较高的产品性能。

4.2 供应商独立研发创新 (NR)

本节介绍供应商独立研发生产新产品 (NR) 的创新模式。NR 模式下渠道成员决策顺序如下: 首先, 供应商决定是否推出新产品以及新产品研发投入 R_2 , 然后制造商为产品 1 确定研发投入 R_1 。采用逆向归纳法, 先计算制造商的研发投入 R_1 , 再计算供应商的新产品研发投入 R_2 。

在 NR 模式下, 当供应商研发投入 R_2 确定时, 制造商产品 1 的销量及利润有 3 种情形: ①若 $U_1(\theta_H) \geq \max\{U_2(\theta_H), 0\}$, $U_1(\theta_L) < \max\{U_2(\theta_L), 0\}$, 则仅 H 消费者购买产品 1, 即 $Q_1 = \alpha$ 且 $\pi_{M,H} = \alpha(p - w) - R_1^2/2$; ②若 $U_1(\theta_H) \geq U_2(\theta_H)$, $U_1(\theta_L) \geq 0$, $U_1(\theta_L) \geq U_2(\theta_L)$, 则 H 和 L 消费者均购买产品 1, 即 $Q_1 = 1$ 且 $\pi_{M,HL} = p - w - R_1^2/2$; ③若 $U_2(\theta_H) \geq \max\{U_1(\theta_H), 0\}$, 则 H 和 L 消费者均不会购买传统产品, 即 $Q_1 = 0$ 且 $\pi_{M,N} = 0$ 。其中, $\pi_{M,H}$ 、 $\pi_{M,HL}$ 、 $\pi_{M,N}$ 分别表示仅 H 消费者购买产品 1、H 和 L 消费者均购买产品 1, 以及没有消费者购买产品 1 情况下的制造商利润。

由于情形 ③ 中制造商无利润, 故比较情形 ①② 中制造商利润即可。化简情形 ①② 中的约束条件, 令 $x_1 = \beta R_2 - (1 - \beta)\theta_H$, $x_2 = p - \theta_L$, $x_3 = \beta R_2 - (1 - \beta)\theta_L$, 可得到: 当 $R_2 < p/\beta - \theta_H$ 时, 情形 ① 约束条件为 $p - \theta_H \leq R_1 < x_3$, 情形 ② 约束条件为 $R_1 \geq x_2$; 当 $p/\beta - \theta_H \leq R_2 < p/\beta - \theta_L$

时, 情形 ① 约束条件为 $x_1 \leq R_1 < x_3$, 情形 ② 约束条件为 $R_1 \geq x_2$; 当 $R_2 \geq p/\beta - \theta_L$ 时, 情形 ① 约束条件为 $x_1 \leq R_1 < x_2$, 情形 ② 约束条件为 $R_1 \geq x_3$ 。那么情形 ①② 中, 制造商关于 R_1 的最优决策在约束条件的最小界值处取得, 代入利润函数后, 得到 $\pi_{M,H}$ 和 $\pi_{M,HL}$ 分别为

$$\pi_{M,H}(R_2) = \begin{cases} \alpha(p - w) - \frac{(p - \theta_H)^2}{2}, & R_2 < \frac{p}{\beta} - \theta_H; \\ \alpha(p - w) - \frac{(\beta R_2 - (1 - \beta)\theta_H)^2}{2}, & \frac{p}{\beta} - \theta_H \leq R_2 < \frac{p}{\beta} - \theta_L; \\ \alpha(p - w) - \frac{(\beta R_2 - (1 - \beta)\theta_H)^2}{2}, & R_2 \geq \frac{p}{\beta} - \theta_L; \end{cases} \quad (3)$$

$$\pi_{M,HL}(R_2) = \begin{cases} p - w - \frac{(p - \theta_L)^2}{2}, & R_2 < \frac{p}{\beta} - \theta_H; \\ p - w - \frac{(p - \theta_L)^2}{2}, & \frac{p}{\beta} - \theta_H \leq R_2 < \frac{p}{\beta} - \theta_L; \\ p - w - \frac{(\beta R_2 - (1 - \beta)\theta_L)^2}{2}, & R_2 \geq \frac{p}{\beta} - \theta_L. \end{cases} \quad (4)$$

当 R_2 给定时, 比较制造商利润 $\pi_{M,H}$ 与 $\pi_{M,HL}$ 。两者的利润函数图像可能出现 3 种情况 (分别见图 2~图 4), 其中, $\alpha_0 = 1 - (\theta_H - \theta_L) \cdot (2p - \theta_H - \theta_L)/(2(p - w))$, $\alpha_1 = 1 - (\theta_H - \theta_L) \cdot (1 - \beta)(\beta\theta_H - \beta\theta_L + 2p - \theta_H - \theta_L)/(2(p - w))$ 。当 $0 < \alpha \leq \alpha_0$ 时, $\pi_{M,HL} > \pi_{M,H}$, 即制造商将目标市场定为全体消费者时可获得更高利润。此时无论供应商新产品研发投入多少, 都不会有消费者购买新产品, 因此其不会研发新产品。为研究更多有趣的现象, 以下仅分析当 $\alpha > \alpha_0$ 成立时制造商和供应商的研发决策。

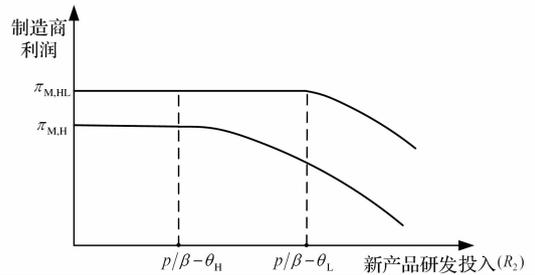


图 2 $0 < \alpha \leq \alpha_0$ 时的制造商利润

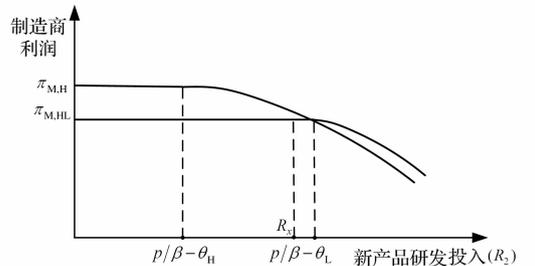


图 3 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$ 时的制造商利润

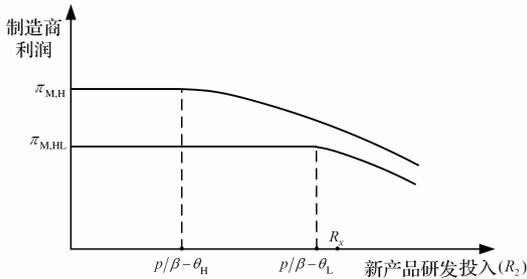


图 4 $\alpha \geq \alpha_1$ 时的制造商利润

命题 2 NR 模式下, 给定供应商研发投入 R_2 , 制造商为产品 1 的研发投入 $R_1(R_2)$ 、销量 $Q_1(R_2)$ 及利润 $\pi_M(R_2)$ 分别为: ①若 $R_2 < p/\beta - \theta_H$, 则 $R_1(R_2) = p - \theta_H$, $Q_1(R_2) = \alpha$, $\pi_M(R_2) = \alpha(p - w) - R_1^2/2$; ②若 $p/\beta - \theta_H \leq R_2 < R_x$, 则 $R_1(R_2) = \beta R_2 - (1 - \beta)\theta_H$, $Q_1(R_2) = \alpha$, $\pi_M(R_2) = \alpha(p - w) - R_1^2/2$; ③若 $R_2 \geq R_x$, 则 $R_1(R_2) = \max\{p - \theta_L, \beta R_2 - (1 - \beta)\theta_L\}$, $Q_1(R_2) = 1$, $\pi_M(R_2) = p - w - R_1^2/2$ 。其中, $R_x = ((1 - \beta)\theta_H + \sqrt{(p - \theta_L)^2 - 2(p - w)(1 - \alpha)})/\beta$ 。

制造商为产品 1 的研发投入见图 5。由命题 2 可知, 制造商为产品 1 的研发投入、销量和利润均受供应商新产品策略的影响。当供应商为新产品投入的研发努力较小(即 $R_2 < p/\beta - \theta_H$)时, 两种类型消费者都不会被新产品吸引, 制造商研发决策不受新产品研发的影响; 随着供应商加大新产品研发投入(即 $p/\beta - \theta_H \leq R_2 < R_x$), 制造商将提高传统产品研发以保持销量; 当新产品研发投入更多(即 $R_2 \geq R_x$)、竞争更为激烈时, 产品 1 的研发投入将快速提升, 并使销量增加到全部消费者。

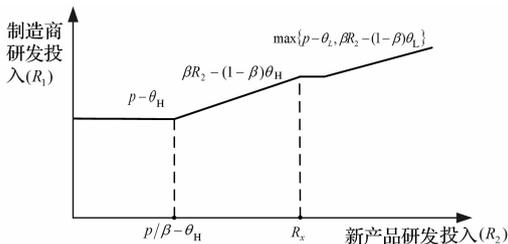


图 5 制造商研发投入

特别地, 若 $\alpha \geq \alpha_1$, 则 $R_x = +\infty$ 。此时情形 ③不会出现, 即无论是否有新产品, 产品 1 销售对象仅为 H 消费者(情形 ①②)。这是因为当市场中 H 消费者比例较大时, 即使面对新产品竞争, 制造商依然可以从 H 消费者市场中获得足够多的利润补偿, 因此不会大幅增加研发投入、扩大销量。

基于上述分析, 若 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$, $R_2 < R_x$, 则 $U_2(\theta_L) < 0$ 。结合图 3, 当 $R_2 < R_x$ 时, 新产品既

没有销量, 也不会刺激传统产品销量, 因此供应商不会从新产品研发中获利; 当 $R_2 \geq R_x$ 时, 传统产品销量从 α 提高至 1, 尽管此时新产品销量仍为 0, 但是供应商可以从增加的零部件销售中获利。显然, 此时供应商不会投入比 R_x 更高的研发努力。若 $\alpha \geq \alpha_1$, 则新产品研发不会刺激传统产品销量。当 $R_2 \geq p/\beta - \theta_L$, 即 $U_2(\theta_L) \geq 0$ 时, L 消费者将会购买新产品。显然, 此时供应商不会投入比 $p/\beta - \theta_L$ 更高的研发努力。由此可得到命题 3, 以下用上标“N”表示 NR 模式下的最优结果。

命题 3 当供应商有自主创新能力时, 供应商和制造商的最优研发投入分别为: ①若 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$, $w - c > \rho_0$, 则 $R_1^N = p - \theta_L$, $R_2^N = R_x$, $Q_1^N = 1$, $Q_2^N = 0$; ②若 $\alpha_1 \leq \alpha < \alpha_2$, $p - c > \rho_1$, 则 $R_1^N = p - \theta_H + \beta(\theta_H - \theta_L)$, $R_2^N = p/\beta - \theta_L$, $Q_1^N = \alpha$, $Q_2^N = 1 - \alpha$; ③若上述条件不满足, 则与基准情形相同, 参见命题 1。其中, $\alpha_2 = 1 - (p/\beta - \theta_L)^2 / (2(p - c))$, $\rho_0 = R_x^2 / (2(1 - \alpha))$, $\rho_1 = (p/\beta - \theta_L)^2 / (1 - \alpha)$ 。

命题 3 给出供应商决定研发新产品的两种情况, 且两种情况不会同时出现。命题 2 中分析表明, 供应商的新产品研发有两个作用: ①为传统产品销售带来竞争, 从而刺激制造商增加研发投入, 最终提高传统产品与供应商零部件的销量; ②通过新产品锁定 L 消费者市场, 从新产品销售中获得利润。而在命题 3 ①中, 若 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$, $w - c > \rho_0$, 供应商通过为传统产品销售带来竞争获利。 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$ 说明市场中 H 消费者不多, 新产品竞争会刺激制造商大幅增加研发投入, 以获取 L 消费者市场, 从而增加对供应商零部件的需求。值得注意的是, 此时供应商为新产品投入研发, 但新产品没有任何销量。供应商的研发投入可以看成一种广告信号, 以警示制造商其具有自主创新能力, 从而带来竞争压力, 促使其加大研发投入。此外, 只有当 $w - c > \rho_0$ 时, 即供应商的零部件边际利润足够大, 供应商新产品研发的“广告作用”才有利可图。

上述结论很好地阐述了微软研发新产品——Surface 平板电脑的动机。近年来, 传统 PC 厂商的产品逐渐趋于同质化, 产品竞争几乎演化为价格战, 忽视了用户体验与产品创新。2008 年苹果发布的 MacBook Air 以轻薄便携、独特的 OS 系统赢得消费者好评, 给联想、戴尔等主要搭载 Windows 的电脑厂商带来巨大的市场威胁。为此, 微软加强研发创新, 迅速推出

升级后的 Win7、Win8 系统以帮助电脑厂商进行产品升级。与此同时,微软推出全新的硬件产品 Surface,开始涉足平板电脑的生产。但其并非意图与下游制造商们抢夺 PC 市场,而是为了激励传统制造商对于研发设计的重视,以拉动下行趋势渐显的全球 PC 市场。面对 PC 市场新需求,传统制造商们纷纷推出了主打商务轻薄的系列笔记本,如联想的小新 air、华硕的 U4000,可见微软的 Surface 系列有效地刺激了传统制造商对产品研发设计的重视,并推动全球 PC 市场回暖。

在命题 3②中,若 $\alpha \geq \alpha_1$, 则市场中 L 消费者比例较小,新产品的竞争无法刺激传统产品扩大目标市场。但若 $\alpha_1 \leq \alpha < \alpha_2, p - c > \rho_1$, 即保证市场中有一定比例的 L 消费者且新产品带来的边际利润足够大,则供应商可通过加大研发投入将新产品销售给 L 消费者获利。此时,传统产品销售对象为 H 消费者,新产品销售对象为 L 消费者。

若上述①和②中条件都不满足,供应商不会研发新产品,供应商和制造商的决策与基准情形一致。最后,在 NR 模式下,面对新产品的竞争,制造商不会停止生产传统产品。换言之,若供应商独立研发新产品,则新产品不会将传统产品挤出市场。

推论 1 当供应商有自主创新能力时,新产品市场接受度对供应商、制造商的影响如下: ①若 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1, \omega - c > \rho_0$, 则 $\partial R_1^N / \partial \beta = 0, \partial R_2^N / \partial \beta < 0, \partial \pi_M^N / \partial \beta = 0, \partial \pi_S^N / \partial \beta > 0$; ②若 $\alpha_1 \leq \alpha < \alpha_2, p - c > \rho_1$, 则 $\partial R_1^N / \partial \beta > 0, \partial R_2^N / \partial \beta < 0, \partial \pi_M^N / \partial \beta < 0, \partial \pi_S^N / \partial \beta > 0$ 。

当市场中 H 消费者比例较小(即 $\alpha_0 < \alpha < \alpha_1$),且零部件产品的边际利润较大(即 $\omega - c > \rho_0$)时,制造商利润与新产品市场接受度无关、供应商利润与之正相关。这是因为此时 $\partial R_2^N / \partial \beta < 0$,即随着新产品市场接受度的提高,供应商仅需投入较少研发就可起到“广告信号”作用,故 β 的提高可使供应商利润增加。制造商研发投入受到供应商研发的直接影响,但与 β 不直接相关,故 β 的提高对制造商利润无影响。当市场中 H 消费者比例较大(即 $\alpha_1 \leq \alpha < \alpha_2$),且新产品边际利润较大(即 $p - c > \rho_1$)时,制造商利润与新产品市场接受度负相关、供应商利润与之正相关。此时供应商通过新产品销售与零部件销售同时获益。随着新产品市场接受度提高,供应商将降低研发投入($\partial R_1^N / \partial \beta > 0$),然而因传统产品销量受到威胁,制造商将加大研发

努力($\partial R_2^N / \partial \beta < 0$),故 β 的提高会降低制造商利润、提高供应商利润。

4.3 供应商-制造商合作研发创新(CR)

实践中很多新产品研发是由供应商和制造商合作进行的,如比亚迪与戴勒姆以 1:1 的持股比例成立深圳比亚迪戴姆勒新技术有限公司,共同经营腾势新能源汽车。事实上,因为缺少关键技术或研发投入太高,供应商经常选择与制造商合作研发新产品。本节考虑供应商和制造商为新产品组成企业联盟,共同决策新产品研发,制造商则独立决策传统产品研发。基于此,CR 模式下的决策顺序为:①供应商和制造商确定是否成立企业联盟并协商利润分配比例;②企业联盟确定新产品研发投入 R_2 ;③制造商决定传统产品研发投入 R_1 。

不同于供应商独立研发,供应商和制造商合作联盟能够成立的条件是,双方均能获得比不合作前更高的利润水平,利润分配比例 φ 是双方讨价还价的结果。显然,若新产品没有销量,则制造商不会与供应商合作。基于新产品不同销量,列出以下 3 种合作情况:①若 $U_1(\theta_H) \geq \max\{U_2(\theta_H), 0\}, U_2(\theta_L) \geq \max\{U_1(\theta_L), 0\}$, 则仅 L 消费者购买新产品, H 消费者购买传统产品,即 $Q_1 = \alpha, Q_2 = 1 - \alpha$, 企业联盟、供应商和制造商利润分别为 $\pi_L = (p - c)(1 - \alpha) - R_2^2/2, \pi_S = (\omega - c)\alpha + (1 - \varphi)\pi_L, \pi_M = (p - \omega)\alpha + \varphi\pi_L - R_1^2/2$; ②若 $U_2(\theta_H) \geq \max\{U_1(\theta_H), 0\}, U_2(\theta_L) < 0, U_1(\theta_L) < 0$, 则仅 H 消费者购买新产品,无消费者购买传统产品,即 $Q_1 = 0, Q_2 = \alpha$, 企业联盟、供应商和制造商利润分别为 $\pi_L = (p - c)\alpha - R_2^2/2, \pi_S = (1 - \varphi)\pi_L, \pi_M = \varphi\pi_L - R_1^2/2$; ③若 $U_2(\theta_H) \geq \max\{U_1(\theta_H), 0\}, U_2(\theta_L) \geq \max\{U_1(\theta_L), 0\}$, 则 H 和 L 消费者购买新产品,无消费者购买传统产品,即 $Q_1 = 0, Q_2 = 1$, 企业联盟、供应商和制造商利润分别为 $\pi_L = p - c - R_2^2/2, \pi_S = (1 - \varphi)\pi_L, \pi_M = \varphi\pi_L - R_1^2/2$ 。

运用逆向归纳法,首先计算 3 种合作情况中制造商关于 R_1 的决策,然后计算企业联盟关于 R_2 的决策。比较 3 种合作情况中的供应链整体利润 $\pi_1(\pi_1 = \pi_S + \pi_M)$,可得命题 4。记 R_2^C 为 CR 模式下新产品的最优研发投入, Q_2^C, π_1^C 分别为 CR 模式下新产品销量与供应链整体利润。

命题 4 当供应商与制造商组成企业联盟合作研发新产品时,制造商将放弃产品 1 的研发并与供应商共同研发新产品,新产品研发投

入、销量及供应链整体利润分别为：① 若 $0 < \alpha \leq \alpha_3$ ，则 $R_2^C = p/\beta - \theta_L$ ， $Q_2^C = 1$ ， $\pi_1^C = p - c - R_2^C/2$ ；② 若 $\alpha > \alpha_3$ ，则 $R_2^C = p/\beta - \theta_H$ ， $Q_2^C = \alpha$ ， $\pi_1^C = \alpha(p - c) - R_2^C/2$ 。其中， $\alpha_3 = 1 - (\theta_H - \theta_L)/(2p/\beta - \theta_L - \theta_H)/(2(p - c))$ 。

命题 4 给出了当供应商和制造商确定组成企业联盟后的决策。与命题 3 类似，当市场中 H 消费者比例较小（即 $0 < \alpha \leq \alpha_3$ ）时，企业联盟会加大新产品研发并将目标市场定位于全体消费者；当 H 消费者比例较大（即 $\alpha > \alpha_3$ ）时，企业联盟会减少新产品研发且仅针对 H 消费者市场，以获得更高边际收益。新产品研发投入受消费者新产品接受度 β 影响。 β 越高，新产品研发投入越少。此外， $\partial \alpha_3 / \partial \beta > 0$ 说明了随着新产品接受度的提高，新产品的目标市场将会扩大。

需注意命题 4 给出了当合作联盟形成后的双方决策。事实上，合作是否达成，还需看合作双方是否获得比合作前更高的利润。结合命题 1 与命题 4， $\pi_1^C > \pi_1^B$ 时，合作联盟成立，得到命题 5。命题 5 给出了当供应商无自主创新能力时，合作联盟达成的条件。

命题 5 当供应商无自主创新能力时，若 $\beta \geq \beta_0$ ， $p - w < \mu_0$ ， $p - c > \mu_1$ ，则供应商和制造商选择合作研发且新产品研发投入、销量分别为 $R_2^C = p/\beta - \theta_L$ ， $Q_2^C = 1$ ；否则，合作联盟不会形成。其中， $\beta_0 = 2p(\theta_H - \theta_L)/(2(1 - \alpha)(p - c) + \theta_H^2 - \theta_L^2)$ ， $\mu_0 = (\theta_H - \theta_L)(2p - \theta_H - \theta_L)/(2(1 - \alpha))$ ， $\mu_1 = p(1/\beta - 1)(p/\beta - \theta_L + p - \theta_L)/(2(1 - \alpha))$ 。

由命题 5 可知，无论供应商与制造商合作与否，市场中都没有竞争，企业联盟没有建立时，市场中只有传统产品；企业联盟建立时，市场中只有新产品。在基准情形下（见命题 1），制造商销售单位传统产品的边际利润为 $p - w$ ，双重边际效应使得制造商仅愿意为传统产品投入较小的研发水平。CR 模式下新产品的边际利润为 $p - c$ ，通过联盟合作决策一定程度上消除了基准情形下的双重边际效应，对供应链整体更有利。

此外，合作联盟的形成需满足条件。当 $\beta < \beta_0$ 时，新产品市场接受度非常低，企业联盟不得不投入相当大的研发努力，这使得新产品带来的供应链整体利润比仅销售传统产品时低。由此，合作联盟中双方无法就利润分配比例达成一致意见，无法找到帕累托改进空间。当 $p - w < \mu_0$ ， $p - c > \mu_1$ 时，仅销售传统产品的供应链利润较低，而销售新产品的供应链利润较高。

由此，当 $\beta \geq \beta_0$ ， $p - w < \mu_0$ ， $p - c > \mu_1$ 时，CR 模式可消除双重边际效应，提高供应链整体效率，并能弥补新产品市场接受度低带来的利润损失。此时，供应商和制造商总能确定合适的利润分配比例，使得双方都能从新产品销售中获利。

比亚迪曾主营手机电池生产，后将电池技术车用化，经历了从自主研发到合作研发的摸索。2005 年，比亚迪自主研发 F3 系列燃油车，因高性价比一时爆红，但行驶中突然熄火、天窗、自动空调等异常故障率使消费者接受度低，因此销量一度遭遇瓶颈。发展后期比亚迪调整了研发策略，加大新能源汽车的研发投入，并与众多车企展开合作。2010 年，比亚迪与戴勒姆成立合资公司，打造中国第一个新能源汽车品牌——腾势；2019 年，与丰田汽车成立比亚迪丰田电动车科技有限公司并签订合资协议。与车企的合作联盟的建立，离不开消费者对比亚迪新能源汽车的认可，据乘联会公布数据显示，2018 年比亚迪以近 25 万辆的销售两次蝉联新能源汽车销量冠军。

结合命题 3 与命题 4，并在命题 5 中 $\pi_1^C > \pi_1^B$ 成立的基础上继续比较 π_1^C 与 π_1^N 大小，得到命题 6。命题 6 给出了当供应商有自主创新能力时合作联盟达成的条件。

命题 6 当供应商有自主创新能力时，若 $\beta \geq \beta_0$ ， $\mu_2 < p - w < \mu_0$ ， $w - c > \rho_0$ ，则供应商选择独立研发，且新产品研发投入及销量分别为 $R_2^N = R_x$ ， $Q_2^N = 0$ ；若 $\beta \geq \beta_0$ ， $p - w < \mu_2$ ， $p - c > \mu_1$ ，则供应商选择和制造商合作研发，且新产品研发投入及销量分别为 $R_2^C = p/\beta - \theta_L$ ， $Q_2^C = 1$ 。若上述条件均不满足，供应商不生产新产品。其中， $\mu_2 = ((p - \theta_L)^2 - ((p(1 - \beta)(\beta p - 2\beta\theta_L + p))^{1/2} - \theta_H + \beta\theta_H)^2)/(2(1 - \alpha))$ 。

由命题 6 可知，即使供应商有自主创新能力，其也未必独立研发新产品。有趣的是，一般认为，当供应商决定研发新产品时会选择 NR 模式，这不仅能完全掌握新产品研发的决策权，还能独享新产品利润；但比较 NR 与 CR 模式发现，若 $\beta \geq \beta_0$ ，仅当 $\mu_2 < p - w < \mu_0$ ， $w - c > \rho_0$ 时，供应商选择 NR 模式。此时新产品研发旨在刺激制造商提高产品研发努力，且新产品无销量，新产品生产降低了传统产品渠道下的双重边际效应，提升了供应链整体效率。而当 $p - w < \mu_2$ ， $p - c > \mu_1$ 时，若仍采用 NR 模式，则供应商与制造商都将加大研发投入，使得供应链效率因竞争有较大损失。由于此时新产品边际

利润较高,若供应商选择 CR 模式,则制造商会停止研发传统产品,从而消除市场竞争,供应链整体效率也将得以提升。

实践中,很多供应商即使有自主创新能力,也不会轻易生产新产品、参与下游竞争,这是因为消费者常质疑供应商品牌产成品的专业性,从而对其接受度较低。例如,博世集团主席菲润巴赫曾表示,“博世专注于零部件与技术系统生产,期望做一个技术的领先者与提供者。我们不会生产整车,不会去损害客户的利益”。

接下来分析供应商自主创新能力对供应商、制造商及整条供应链的影响。对供应商而言,拥有自主创新能力使其在与制造商博弈过程中获得更多优势,表现在:①投入较少的新产品研发可刺激制造商加大传统产品研发,从增加的零部件销售中获利;②投入较多的新产品研发并通过销售新产品获利。相比基准模式,在一定条件下,供应商总能通过自主创新能力在 NR 模式下获得更高的利润;即便最终选择 CR 模式,拥有自主创新能力,也能使其在与制造商的谈判中获得更高的利润分配比例。显然,对制造商而言,供应商自主创新能力降低了制造商利润。

对供应链整体而言,记 π_1^B 、 π_1^N 和 π_1^C 分别为基准情形、NR 模式和 CR 模式下供应链整体利润。比较命题 1、命题 3 和命题 4 可知:①当 $\pi_1^N > \pi_1^C$, $\pi_1^N > \pi_1^B$ 时,供应商自主创新能力增加了供应链整体利润。这是因为此时供应商选择 NR 模式,即独立研发新产品且新产品的销量为 0,制造商因新产品的出现为传统产品投入了更高的研发投入,从而消除了双重边际效应,使得供应链整体效率提升。②当 $\max\{\pi_1^N, \pi_1^C\} < \pi_1^B$ 时,供应商自主创新能力降低了供应链整体利润。这是因为若供应商没有自主创新能力,那么由于 $\pi_1^C < \pi_1^B$, 供应商和制造商不会组成企业联盟研发新产品,供应链的整体利润为 π_1^B ;但是若供应商有自主创新能力,则尽管供应商可以得益于独立研发新产品,制造商利润也会有很大损失,使得供应链整体利润在 NR 模式下低于基准模式 B。此时若 $\pi_1^N < \pi_1^C$, 则供应商和制造商将会组成联盟共同研发新产品,供应链整体利润为 π_1^C ;若 $\pi_1^N > \pi_1^C$, 则供应商选择独立研发新产品,供应链整体利润为 π_1^N 。显然,此时供应商自主创新能力降低了供应链整体利润。

基于上述讨论,可进一步发现供应商自主创新能力对企业合作联盟形成的影响。当 $\pi_1^N >$

π_1^C 时,供应商选择 NR 模式,此时供应商自主创新能力降低了企业联盟形成的可能。当 $\pi_1^N < \pi_1^C < \pi_1^B$ 时,若供应商无自主创新能力,由于 $\pi_1^C < \pi_1^B$, 企业联盟不会形成;若供应商有自主创新能力,因为受新产品威胁,制造商在企业联盟中可接受的最低利润下降,且 $\pi_1^N < \pi_1^C$ 使得供应商更愿意选择 CR 模式。显然,此时供应商自主创新能力促进了企业联盟的形成。

5 结语

本研究针对掌握着自主创新能力的供应商与制造商组成的竞合供应链,在两种新产品技术创新模式下,探讨了双方研发投入博弈、供应商生产新产品时技术创新模式的选择,以及供应商自主创新能力在博弈中的作用。研究表明:①只有当市场对新产品接受度较高时,供应商才会选择研发新产品;否则,供应商仅为制造商提供零部件。②当传统产品供应链效率非常低时,供应商选择独立研发新产品。有趣的是,此时新产品销量很少,供应商新产品研发通过“广告信号”作用刺激制造商增加技术研发投入,从而提高传统产品销售,进而提高零部件销售。③当新产品的市场接受度非常高时,无论供应商是否有自主研发能力,其总是选择和制造商合作研发新产品,并能在一定的利润分配比例下达到双赢。值得注意的是,若供应商和制造商选择合作研发新产品,制造商往往会停止传统产品的研发投入,以减少竞争。④供应商的自主研发能力总是能帮助供应商在与制造商的博弈中获得更多利益。

本研究考虑的竞合供应链框架为企业生产决策提供了一定的依据和管理启示。对供应商来说:①需主动进行技术创新,掌握关键部件的核心技术。当消费者市场对新产品接受程度较高,甚至对“新技术”属性有着强烈需求时,供应商应主动响应,乃至参与下游竞争直接生产新产品,以推动行业的新技术变革。②若传统产品供应链效率较低,则供应商可考虑独立研发新产品,即使新产品无销量,也可将此作为一种激励手段,促进制造商加大研发投入。③供应商独立研发新产品会损害制造商利益,为了企业形象与合作伙伴关系仍需谨慎,选择合作研发则可出现双赢态势。对制造商来说,应及时响应消费者需求,努力进行产品创新,形成技术壁垒,以减少上游供应商的竞争侵蚀。若供应商参与下游竞争,则制造商需加大研发投入,以争取与供应商组建企业联盟的可能,从而实现

利润优化。

未来可进一步考虑制造商主动进行新产品技术创新的供应链博弈,或将模型中消费者效用扩展至均匀分布。此外,对于一些新产品与新技术,政府往往通过相应政策加以促进,如研发补贴、消费者补贴等,这不仅会影响消费者产品选择,也会影响企业的研发决策。

参 考 文 献

- [1] 安同良,周绍东,皮建才. R&D 补贴对中国企业自主创新的激励效应[J]. 经济研究, 2009, 44(10): 87-98, 120.
- [2] XIA K, GUO J K, HAN Z L, et al. Analysis of the scientific and technological innovation efficiency and regional differences of the land-sea coordination in China's coastal areas [J]. Ocean and Coastal Management, 2019, 172: 157-165.
- [3] LI G P, WANG X Y, SU S B, et al. How green technological innovation ability influences enterprise competitiveness [J]. Technology in Society, 2019, 59: 101136.
- [4] 王选飞,吴应良,黄媛. 基于合作博弈的移动支付商业模式动态联盟企业利益分配研究[J]. 运筹与管理, 2017, 26(7): 29-38.
- [5] 李随成,姜银浩. 供应商参与新产品开发对企业自主创新能力的研究[J]. 南开管理评论, 2009, 12(6): 11-18.
- [6] 马文聪,朱桂龙. 供应商和客户参与技术创新对创新绩效的影响[J]. 科研管理, 2013, 34(2): 19-26.
- [7] 游达明,杨晓辉,朱桂菊. 多主体参与下企业技术创新模式动态选择研究[J]. 中国管理科学, 2015, 23(3): 151-158.
- [8] 希普尔 E V. 技术创新的源泉[M]. 柳卸林,译. 北京: 科学技术出版社, 1997.
- [9] 杨朝峰. 企业技术创新模式的选择[J]. 管理学报, 2008, 5(6): 883-886.
- [10] 文玉春. 我国产业创新的模式与路径选择研究[J]. 经济问题, 2017(1): 1-10.
- [11] 马家喜,仲伟俊,梅妹娥. 企业技术联盟与一类“产学研”合作技术创新模式选择研究[J]. 管理学报, 2008, 5(6): 824-831.
- [12] 刘会燕,戢守峰. 考虑产品绿色度的供应链横向竞争博弈及定价策略[J]. 工业工程与管理, 2017, 22(4): 91-99, 114.
- [13] 来向红,王文平. 互补性研发努力下垂直合作新产品

开发中的收益共享契约设计[J]. 管理学报, 2013, 10(3): 430-437.

- [14] DAI R, ZHANG J X, TANG W S. Cartelization or cost-sharing? Comparison of cooperation modes in a green supply chain [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 156: 159-73.
- [15] FLAM S D, JOURANI A. Strategic behavior and partial cost sharing [J]. Games and Economic Behavior, 2003, 43(1): 44-56.
- [16] CHOUDHARY V, GHOSE A, MUKHOPADHYAY T, et al. Personalized pricing and quality differentiation [J]. Management Science, 2005, 51(7): 1120-30.
- [17] CHIANG W Y K, CHHAJED D, HESS J D. Direct-marketing, indirect profits: a strategic analysis of dual-channel supply-chain design [J]. Management Science, 2003, 49(1): 1-20.
- [18] 刘新民,赵梁,王垒,等. 考虑随机市场需求的双渠道供应链风险补偿策略研究——从质量与价格竞争视角[J]. 中国管理科学, 2019, 27(1): 73-84.
- [19] 田忠威,董明. 不同质量等级生鲜产品定价和订货策略[J]. 上海交通大学学报, 2014, 48(2): 306-311.
- [20] AMIR R. Modelling imperfectly appropriable R&D via spillovers [J]. International Journal of Industrial Organization, 2000, 18(7): 1013-1032.
- [21] 赵凯,王健. 产品差异与技术差距影响研发溢出的理论探讨——基于企业竞争合作策略视角[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(1): 28-35.
- [22] 方海燕,达庆利. 基于差异产品的政府最优 R&D 补贴策略研究[J]. 中国管理科学, 2009, 17(3): 166-172.
- [23] NIU B Z, CHEN K L, FANG X, et al. Technology specifications and production timing in a co-opetitive supply chain [J]. Production and Operations Management, 2019, 28(8): 1990-2007.
- [24] BANERJEE S, LIN P. Vertical research joint ventures [J]. International Journal of Industrial Organization, 2001, 19(1): 285-302.

(编辑 桂林)

通讯作者: 张娟(1988~),女,江苏南京人。河海大学(南京市 211100)商学院讲师,博士。研究方向为市场营销、供应链管理、技术创新。E-mail: hhuzhang@hhu.edu.cn