

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2025.09.008

制造商成本削减投资对双边入侵的影响研究^①

王琦君^{1,2}, 聂佳佳^{2,3*}

(1. 西华大学管理学院, 成都 610039; 2. 西南交通大学经济与管理学院, 成都 610031;
3. 服务科学与创新四川省重点实验室, 成都 610031)

摘要: 本研究考察制造商削减成本投资对制造商开通直销渠道和零售商引入自有品牌(双边入侵)的影响。分别建立了无投资和投资情形下的双边入侵博弈模型,得到了两种情形下均衡入侵策略。研究发现,一定条件下,制造商成本削减投资能够阻止双边入侵的发生。具体而言,一方面,投资会增加零售商在传统渠道转售业务上的收益;另一方面,投资还会提升制造商产品竞争力,且消费者对自有品牌估值越大,制造商投资力度越大,引入自有品牌后的竞争越激烈。当消费者对自有品牌估值极大时,放弃品牌入侵,避免与传统渠道竞争,专注于转售兼具产品优势和成本优势的制造商产品对零售商而言更为有利。而此时,制造商也不必为了应对零售商的入侵而开通低效的直销渠道。

关键词: 直销渠道; 零售商自有品牌; 双边入侵; 成本削减投资; 博弈论

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2025)09-0119-12

0 引言

信息技术和电子商务的发展带来了商业模式的革命。供应链也随之发生了巨大的变化。在传统的供应链中,通常由供应链上游的制造商负责产品的生产,然后将产品交付给下游零售商进行销售^[1]。然而,在现在的商业世界中,许多企业在供应链中扮演着多种角色,不仅可以是生产者,也可以是销售者。具体而言,一方面,随着全球电子商务的快速发展,越来越多的制造商开始建立直销渠道,直接面向消费者销售产品^[2]。如手机行业的苹果,个人电脑行业的联想,运动服装行业的耐克等企业在通过零售商分销产品的同时,也在自己的官方网站上直接向消费者销售产品。另一方面,许多的零售商不仅销售从上游制造商采购的制造商品牌商品,同时还建立了自有品牌,入侵制

造商的产品业务。在美国和欧洲,自有品牌至少占零售商总销售额的20%^[3]。近年来,许多在线零售商也开始布局自有品牌。例如,亚马逊推出了Amazon Basics等超百个自有品牌^[4]。京东的自有品牌京灶、京旋、家白等,涉及食品、婴幼儿护理、家居、百货、服装、箱包、家电等众多产品领域。上游制造商建立直销渠道,入侵了下游零售商的销售业务,称之为制造商渠道入侵(manufacturer encroachment)。下游零售商建立自有品牌,入侵了上游制造商的产品业务,称之为零售商品牌入侵(retailer encroachment)。供应链中的制造商和零售商均有机会入侵对方的业务,故称之为双边入侵(bilateral encroachment)。

实践中,双边入侵现象非常普遍。例如,苹果通过沃达丰(Vodafone)和中国移动等电信运营商销售iPhone手机给消费者,也通过苹果的直营店

① 收稿日期: 2021-08-31; 修订日期: 2023-08-07。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71672153; 62203367); 四川省自然科学基金资助项目(2022NSFSC1865); 四川省科技人才评价指标体系及评价方法选择研究资助项目(2018ZR0362); 四川省科技成果转化激励政策的实施效果评估及对策研究资助项目(2018ZR0351); 四川省科技厅科技支撑计划资助项目(2015GZ0083-1)。

通讯作者: 聂佳佳(1981—), 男, 河南许昌人, 博士, 教授, 博士生导师。Email: nie_jia@126.com

销售手机;与此同时,沃达丰(Vodafone)和中国移动等电信运营商,则开发并向消费者销售他们的自有品牌手机^[5].美的在将家电产品批发给苏宁易购的同时,也在其自建的网上商城售卖电器产品;与此同时,苏宁易购也打造了家电类自有品牌苏宁小Biu,竞争家电市场^[6].

如何降低产品的生产成本是许多制造企业长期探索的问题.近年来,如增材制造技术(AM)、物联网(IoT)、大数据分析(BDA)、人工智能(AI)和自动化模拟(AS)等先进技术的发展掀起了第四次工业革命,制造业迈入智能化时代.据了解,如华为、苹果、特斯拉等许多制造商正致力于投资这些先进技术,打造智慧工厂,以改进生产效率和降低生产成本^[7,8].例如,其使用增材制造技术快速生成用于自动化测试的原型,从而降低工程成本;利用工业物联网设备的实时生产监控和预测性维护,可以预防制造故障,从而减少了昂贵的设备维修和停机时间^[9].根据普华永道《2016年全球工业4.0建设数字化企业调查》,成功实施工业4.0的公司预计平均每年可以降低3.6%的成本^[10].以上证据表明,智能科技发展为制造业提供了降本增效的机会,制造商可以通过投资智能科技,降低生产成本、提升生产效率.然而,生产效率的提升必须要合理的供应渠道相适应.为此,本研究通过构建博弈模型,从理论层面分析成本削减投资和无投资情形下的制造商和零售商最优入侵策略,研究成本削减投资对供应链双边入侵的影响,期望所得结论为业界管理实践提供理论参考.

1 文献综述

网络购物的出现显著降低了企业建立直销渠道的固定成本,但直销渠道的建立入侵了零售商的销售业务,因此渠道入侵已经成为供应链管理领域学者所关注的热点话题.这一领域的研究集中考察了不同环境和不同条件下制造商入侵销售业务对其自身和零售商等供应链成员造成的影响^[11-13].另一方面,零售商引入自有品牌的入侵行为也受到了学者的广泛关注.既有文献从不同角度探讨了零售商引入自有品牌的原因及其对供应链成员的影响等问题^[14-17].最近,有学者关注到了制造商渠道入侵与零售商品牌入侵的双边入

侵博弈.其中,Zhang等^[18]从零售商的角度出发,研究零售商是否应该引入一个高端或低端的自有品牌来应对制造商入侵的问题,认为零售商引入一个高端自有品牌不能防止制造商的入侵,而引入低端的自有品牌可以防止制造商的入侵.李海等^[19]和Li等^[20]考察了零售商自有品牌与制造商直销渠道的互动博弈,发现双边入侵可能使两企业陷入囚徒困境.Nie等^[5]从静态和动态两个视角研究了双边入侵的影响,得到了不同决策顺序下囚徒困境出现的条件.本研究在以上研究基础上,进一步基于智能制造降本增效这一实践背景,分析了成本削减投资下的双边入侵博弈均衡,研究了成本投资对双边入侵的影响.

运营管理领域的学者已经对企业研发投资(如改进产品质量^[21-23]、提升市场需求^[24,25]、降低成本^[26-29]等)所涉及到的运营管理问题进行了广泛的研究,其中亦有学者关注到了投资决策与入侵决策之间的互动问题.例如,Cui^[23]研究了原始设备制造商在面临上游合同制造商潜在入侵时的质量改进投资策略,发现质量改进投资对阻止合同制造商入侵起着至关重要的作用.Arya和Mittendorf^[24]刻画了企业间的交叉投资效应,发现入侵会使得企业从投资以削弱竞争对手的市场需求转变为促进需求.此后,Mittendorf等^[25]进一步的研究又发现在投资足够有效的前提下,零售商愿意共享信息以激励制造商入侵.这一结论得到了Zhang等^[30]和Huang等^[31]的支持.此外,Zhang等^[32]研究了制造商入侵与零售商服务投资直接的互动,提出制造商入侵会降低零售服务水平.在成本投资方面,Yoon^[28]研究了存在制造商进行成本投资时制造商渠道入侵对供应链成员利润的影响,发现由于存在投资溢出效应,制造商的入侵可能对零售商有利.在Yoon^[28]的基础上,Sun等^[33]考察了信息不对称下制造商入侵对成本投资决策的影响,发现当直销渠道相对有效时,入侵会促使制造商在降低成本方面投入更多资金.上述文献从不同视角探讨了投资与供应链成员单边入侵问题,为本研究提供了借鉴.但与单边入侵不同,双边入侵可能对入侵双方均不利^[5].因此,如何避免双边入侵成为需要进一步探索的科学问题.经研究发现,若消费者对零售商自有品牌的估值较高且产品生产成本较高,成本削减投资下的制造

商和零售商均会选择放弃入侵. 这意味着通过投资引入智能科技, 不仅能直接提高生产效率, 还能间接使制造商和零售商双方放弃入侵, 专注于原本业务.

2 问题描述

在由制造商(M)和零售商(R)两个参与者构成的垂直供应链中, 零售商从制造商购买制造商品牌产品, 然后转售给市场上的消费者. 同时, 制造商和零售商均有机会入侵对方的业务. 制造商可设立直销渠道来涉足销售业务; 零售商可开发并推出自有品牌来涉足产品业务. 图1展示了双边入侵下的渠道结构.

假设市场规模为1, 消费者对产品的支付意愿异质且均匀的分布在 $[0, 1]$ 上. 用 $v(v \sim U[0, 1])$ 表示消费者对制造商品牌产品的支付意愿, δv 表示消费者对零售商自有品牌产品的支付意愿, 其中 $\delta \in (0, 1)$ 表示消费者对零售商自有品牌产品的估值折扣系数, 其衡量消费者在多大程度上认为自有品牌产品能够替代制造商品牌产品. 由于产品质量越高, 消费者对其的估值越高. 因此, δ 亦可衡量零售商自有品牌产品的质量与制造商产品质量的差异.

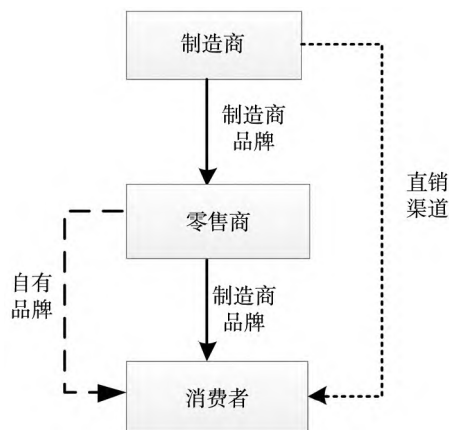


图1 双边入侵下的渠道结构

Fig. 1 Channel structure under bilateral encroachment

由于越来越多制造商开始采用价格保护政策(price match)来维护品牌形象, 缓解渠道冲突. 为了便于分析, 假设制造商品牌产品在不同渠道的零售价格相同. 如此, 每个消费者共有三种购买选择: 1) 以价格 p_n 购买制造商品牌产品, 获得效用 $v - p_n$; 2) 以价格 p_s 购买零售商自有品牌产品, 获

得效用 $\delta v - p_s$; 3) 不购买任何产品, 获得效用0. 令 v_n 表示购买制造商品牌产品和零售商自有品牌产品无差异的消费者位置, 即 $v_n - p_n = \delta v_n - p_s$, 那么 $v_n = (p_n - p_s)/(1 - \delta)$. 令 v_s 表示购买零售商自有品牌产品和不购买无差异的消费者位置, 即 $\delta v_s - p_s = 0$, 那么 $v_s = p_s/\delta$. 因此, 制造商品牌和零售商自有品牌产品的市场需求分别为 $D_n = 1 - v_n$ 和 $D_s = v_n - v_s$. 采用 q_s 和 q_n 分别表示零售商自有品牌产品和制造商品牌产品的销量, 那么市场出清价格将满足 $D_s = (p_n - p_s)/(1 - \delta) - p_s/\delta = q_s$ 和 $D_n = 1 - (p_n - p_s)/(1 - \delta) = q_n$. 由此, 推导出线性逆需求函数如下

$$p_n = 1 - q_n - \delta q_s \quad (1)$$

$$p_s = \delta(1 - q_n - q_s) \quad (2)$$

假设制造商和零售商产品的单位生产成本均为 $d(0 < d < 1)$. 制造商有机会投资新技术以提高其生产效率, 从而降低其单位生产成本. 参考Sun等^[33]、万光羽和裕曹^[34]、Ha等^[35]的研究, 假设 x 表示投资水平, 对应的投资成本为 $kx^2/2$. 其含义为每降低 x 比例的单位生产成本, 需要投入 $kx^2/2$ 的资金. 其中, k 表示投资成本系数, 为了简化模型, 不失一般性的假设 $k = 1$. 同时, 假设制造商直销成本为 $c \in (0, 1)$, 零售商销售成本为0. 为了避免繁琐情况, 后文的分析将假设 $0 < d \leq \bar{d}(\bar{d} = 1 - 2c)$.

聚焦制造商和零售商的本质区别, 处于供应链的不同环节的制造商和零售商具有不同的核心竞争力, 即制造商具有产品优势, 而零售商具有销售优势. 在相同的生产成本 d 下, 消费者对制造商产品的支付意愿更高($\delta \in (0, 1)$). 这反映了制造商的产品力更强的特点. 同时, 为了刻画零售商的销售优势, 不失一般性的假设零售商和制造商的单位销售成本分为0和 $c(0 < c < 1)$ ^[12]. 此外, 也因零售商更专注于销售, 而制造商更专注于生产, 故不考虑零售商的生产成本投资行为.

博弈顺序如下: 第0阶段, 制造商决策是否进行投资. 第1阶段, 制造商和零售商同时选择是否入侵. 第2阶段, 制造商决定投资水平. 第3阶段, 制造商决策产品的批发价格 w . 第4阶段, 制造商和零售商同时决策产品产量. 最后, 所有产品以出清价格销售给消费者.

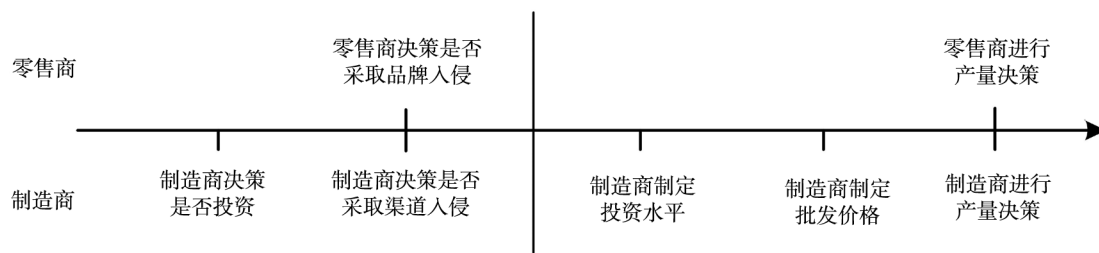


图2 决策顺序

Fig. 2 Decision sequence

3 无投资情形下的双边入侵

首先考虑一个基准模型,即制造商不进行投资时,其与零售商的入侵博弈模型.以便与有投资情形进行比较,从而考察制造商成本削减投资对两企业入侵策略的影响.无投资下,若制造商与零售商均入侵,则双方的利润函数为

$$\pi_M = (w - d)q_{nr} + (p_n - c - d)q_{nm} \quad (3)$$

$$\pi_R = (p_n - w)q_{nr} + p_s q_s \quad (4)$$

以上 π_M 和 π_R 均包含两个部分:第一部分是制造商或零售商从现有供应链中获得的利

润,第二部分是从入侵中获得的利润.采用逆向归纳法,不难得到 EE 情形下的子博弈均衡(如表1).

由于 NN 、 NE 和 EN 三种情形可看作 EE 情形的简化.按照同样的分析过程,亦可得到这三种情形的子博弈均衡.根据每种入侵情形的子博弈均衡,两企业以最大化最终利润为目标,同时选择入侵策略.为避免叙述的繁琐,省略了对每种入侵情形下的子博弈均衡求解过程和均衡结果的呈现.相关内容可参考第4节对投资情形的分析.无投资下,制造商和零售商入侵博弈的纳什均衡如引理1.

表1 EE 情形下的子博弈均衡Table 1 The sub-game equilibrium under EE

均衡	$0 < d \leq \min\{u_0, u_1\}$	$u_0 < d \leq u_1$	$u_1 < d \leq \min\{u_0, u_2\}$	$d > \max\{\min\{u_0, u_2\}, u_1\}$
q_{nr}^{EE}	$\frac{(8-\delta)(2c+d)-2\delta}{4(10-\delta)}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2c}{5}$	$\frac{1-d}{4}$
q_{nm}^{EE}	$\frac{2(5-2\delta)-(7-\delta)(2c+d)}{2(10-\delta)}$	0	$\frac{5(1-d)-7c}{10}$	0
q_s^{EE}	$\frac{2\delta(5-c)-(20-\delta)d}{4(10-\delta)}$	$\frac{2d-\delta}{4\delta}$	0	0
w^{EE}	$\frac{2(1-\delta)(5-c)+(19-\delta)d}{2(10-\delta)}$	$\frac{d-(1+\delta)}{2}$	$\frac{5(1+d)-c}{10}$	$\frac{1+d}{2}$

注: $u_0 = 2\left(\frac{5-2\delta}{7-\delta} - c\right)$, $u_1 = \frac{2\delta(5-c)}{20-\delta}$, $u_2 = \frac{5-7c}{5}$.

引理 1 无投资情形下,当 $d \leq \min\left\{\tau_1, \frac{2(5-c)\delta}{20-\delta}\right\}$ 时,双边入侵博弈的纳什均衡为 (E, E) ; 当 $\tau_1 < d \leq \frac{2(5-c)\delta}{20-\delta}$ 时,双边入侵博弈的纳什均衡为 (N, E) ; 当 $\frac{2(5-c)\delta}{20-\delta} < d \leq \frac{5(1-2c)-\sqrt{10}c}{5}$ 时,博弈均衡为 (E, N) ; 否则,博弈均衡为 (E, N) . 其中 $\tau_1 = \frac{5(2-\delta)-2c(9-\delta)-(1-\delta)\sqrt{10-\delta}}{9-\delta}$.

引理1表明,当生产成本 d 较小时,制造商和零售商倾向于选择入侵;反之,两企业倾向于选择放弃入侵.图3直观地呈现了无投资情形下的双边入侵博弈均衡.可以发现,制造商和零售商的入侵策略还依赖于消费者对零售商自有品牌产品的估值折扣 δ 和制造商直销成本 c .

存在阈值 δ' , 使得当且仅当 $\delta > \delta'$ 时,满足 $\tau_1 < (2(5-c)\delta)/(20-\delta)$. 其中 δ' 随 c 的增大而减小. 因此,当且仅当 δ 较大且 d 适中时,双边入侵博弈均衡表现为 (N, E) . 并且,由于 $(2(5 -$

$c\delta)/(20-\delta)$ 随 c 的增大而增大, 所以制造商直销成本 c 越大, 均衡为 (N, E) 的概率越大. 其原因是此时的制造商产品优势较小, 而零售商销售优势较大, 建立直销渠道会使制造商得不偿失.

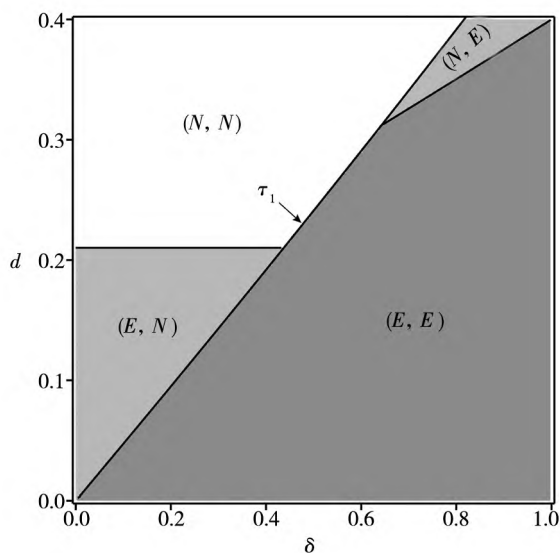


图3 无投资情形下的入侵博弈均衡($c = 0.3$)

Fig. 3 Equilibrium outcomes of encroachment game under no investment ($c = 0.3$)

当 δ 较小且 d 适中时, 消费者对零售商自有品牌产品的估值较低, 而其生产成本又不低, 因而选择放弃入侵; 博弈均衡表现为 (E, N) . 仅当 δ 较大且 d 较小时, 双方均选择入侵, 博弈均衡表现为 (E, E) .

若令 $\gamma = \min\{\tau_1, (2(5-c)\delta)/(20-\delta)\}$, 则 $\partial\gamma/\partial\delta > 0$. 这表明, 随着 δ 的增大, 均衡为 (E, E) 的概率增大. 一方面, δ 越大, 零售商通过引入自有品牌获得的收益越大, 零售商越愿意入侵; 另一方面, δ 更大, 那么零售商销售更多自有品牌的产品, 并减少制造商产品的销售. 因此, δ 越大, 制造商越需要建立自己的渠道来销售产品.

4 成本投资情形下的双边入侵

本节分析在制造商成本削减投资下的双边入侵博弈. 首先分别计算出每种入侵结构下的子博弈均衡, 包括制造商最优投资水平、批发价格, 及其与零售商的最优产量. 然后, 根据两企业在子博

弈均衡下的收益, 分析得到双边入侵的子博弈完美纳什均衡. 采用符号 I 表示存在投资的情形, Ij ($i = EE, EN, NE, NN$) 表示存在制造商成本投资且入侵结构为 j .

4.1 IEE 情形子博弈均衡

在 IEE 情形下, 制造商采取了成本削减投资, 同时其与零售商均采取了入侵, 双方的利润函数为

$$\pi_M^{IEE} = (w^{IEE} - d(1 - x^{IEE}))q_{nr}^{IEE} + (p_n^{IEE} - c - d(1 - x^{IEE}))q_{nm}^{IEE} - \frac{1}{2}(x^{IEE})^2 \quad (5)$$

$$\pi_R^{IEE} = (p_n^{IEE} - w^{IEE})q_{nr}^{IEE} + p_s^{IEE}q_s^{IEE} \quad (6)$$

采用逆向归纳法求解该子博弈. 首先给定 w^{IEE} 和 x^{IEE} , 求解得到最优 $q_{nm}^{IEE}(w^{IEE}, x^{IEE})$ 、 $q_{nr}^{IEE}(w^{IEE}, x^{IEE})$ 和 $q_s^{IEE}(w^{IEE}, x^{IEE})$, 然后将其代入制造商利润函数, 解得最优的 w^{IEE} 和 x^{IEE} . 命题 1 和表 2 分别给出了 IEE 情形下的均衡投资水平、批发价格和产量决策以及均衡利润.

命题 1 IEE 情形下, 制造商的最优投资水平如下, 存在阈值 τ_2 和 τ_3 , 使得若 $0 < d \leq \tau_2$, 则 $x^{IEE} = \frac{d(2(1-c)-d)(1-\delta)}{4(1-\delta)-(2-\delta)d^2}$; 若 $\tau_2 < d \leq \max\{\tau_2, \tau_3\}$, 则 $x^{IEE} = \frac{d(1-c-d)}{2-d^2}$; 否则, $x^{IEE} = \frac{d(1-d)}{(d+2)(2-d)}$. 其中 $d = \tau_2$ 满足 $q_s^{IEE} = 0$, $\tau_3 = \frac{5 - \sqrt{28c^2 - 20c + 25}}{2c}$.

证明过程略^②, 下同.

命题 1 表明制造商的投资水平依赖于单位生产成本 d , 单位直销成本 c 和消费者对零售商自有品牌产品估值折扣 δ . 直觉上, 生产成本 d 越高, 制造商的投资力度应该越大. 然而, 随着 d 的增大, x^{IEE} 先增大后减小. 这是因为当 d 极大时, 企业产量极小. 这导致在给定的研发难度系数下, 降低单位成本所获得的收益难以弥补投入的研发费用. 因此, 当生产成本较大时, 随着 d 的继续增大, 研发水平减小.

② 有兴趣读者可向作者备案获取.

表 2 IEE 情形下的子博弈均衡结果

Table 2 The sub-game equilibrium results under IEE

均衡	$0 < d \leq \tau_2$	$\tau_2 < d \leq \max\{\tau_2, \tau_3\}$	$d > \max\{\tau_2, \tau_3\}$
w^{IEE}	$\frac{\varphi_0((19-\delta)d + \varphi_0(5-c) + \varphi_1 d^2 - 5d^3) - 4d^3}{(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)(10-\delta)}$	$\frac{5(1+d-d^2) + 3d^2c - c}{5(2-d^2)}$	$\frac{2+2d-d^2}{(2+d)(2-d)}$
q_{nr}^{IEE}	$\frac{\varphi_0((7+\varphi_0)\varphi_2 + 2\delta) - 8\varphi_3}{2(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)(10-\delta)}$	$\frac{2c}{5}$	$\frac{1-d}{(2+d)(2-d)}$
q_{nm}^{IEE}	$\frac{\varphi_0(2+2\varphi_0 - (7-\delta)\varphi_2) + (2+\delta)\varphi_3}{(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)(10-\delta)}$	$\frac{5(1-d) - (7-d^2)c}{5(2-d^2)}$	0
q_s^{IEE}	$\frac{4d^3 + \delta\varphi_1 d^2 + \varphi_0(2\delta(5-c) - 20d + \delta d + 3d^3)}{2\delta(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)(10-\delta)}$	0	0
π_M^{IEE}	$\frac{2B_0^2 + \varphi_0 B_2 \left(\frac{4(2c-\delta)d^2}{-\varphi_0(10-\varphi_2)} \right) - B_1^2(10-\delta)^2}{2(10-\delta)^2(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)^2}$	$\frac{(9-2d^2)c^2 + 5(1-d)(1-2c-d)}{10(2-d^2)}$	$\frac{(1-d)^2}{2(2+d)(2-d)}$
π_R^{IEE}	$\frac{(B_2\delta + B_3)B_3 - 2\delta(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2) \left(\frac{(4-\delta)c}{-3(d-\delta)} \right) B_2}{4\delta(2\varphi_0 - (2-\delta)d^2)^2(10-\delta)^2}$	$\frac{4c^2}{25}$	$\frac{(1-d)^2}{(2+d)^2(2-d)^2}$

注: $\varphi_0 = 2(1-\delta)$, $\varphi_1 = 4 + 3\varphi_0 - c(6-\delta)$, $\varphi_2 = d + 2c$, $\varphi_3 = (2c + d - \delta)d^2$. $B_0 = \varphi_0(2 + 2\varphi_0 - (7-\delta)\varphi_2) + (2+\delta)\varphi_3$,
 $B_1 = d(2(1-c) - d)(1-\delta)$, $B_2 = \varphi_0((7+\varphi_0)\varphi_2 + 2\delta) - 8\varphi_3$, $B_3 = 4d^3 + \delta\varphi_1 d^2 + \varphi_0(2\delta(5-c) - 20d + \delta d + 3d^3)$.

有趣的是, x^{IEE} 随着 δ 的增大而增大. 这表明, 消费者对零售商自有品牌的估值越高, 制造商的投资力度越大. 其原因在于 δ 越大, 制造商产品面临的来自零售商自有品牌的竞争越大, 那么制造商不得不加大投资力度, 进而以更低的生产成本提升自身产品的竞争力(竞争效应). 其次, 还可以发现, x^{IEE} 是关于 c 的单调减函数, 即 x^{IEE} 随着 c 的增大而减小. 考察制造商产品在两个渠道的总销量与 c 的关系, 可以发现 $(\partial(q_{nm}^{IEE} + q_{nr}^{IEE})) / (\partial c) < 0$, 即总制造商产品总销售量随 c 的增大而减小. 产品销量越小, 制造商对于降低单位生产成本的投资动力则越低(规模效应).

4.2 INN、INE 和 IEN 情形子博弈均衡

由于 INN、INE 和 IEN 三种入侵组合情形可看作 IEE 情形的简化. 按照同样的分析过程, 可以得到此三种入侵情形下的制造商均衡投资水平分别为

$$\begin{aligned} & \text{(i) INN 情形 } x^{INN} = \frac{d(1-d)}{4-d^2}; \text{ (ii) INE 情形 } \\ & x^{INE} = \begin{cases} \frac{d(1-\delta)}{4(1-\delta)\delta - d^2}, & 0 < d \leq \tau_4 \\ \frac{d(1-d)}{4-d^2}, & \tau_4 < d < \bar{d} \end{cases}; \end{aligned}$$

$$\text{(iii) IEN 情形 } x^{IEN} = \begin{cases} \frac{d(1-c-d)}{2-d^2}, & 0 < d \leq \tau_3 \\ \frac{d(1-d)}{4-d^2}, & \tau_3 < d < \bar{d} \end{cases}$$

其中 $d = \tau_4$ 满足 $q_s^{INE} = 0$. 显然, 制造商在不同入侵情形下的投资水平有所差异.

命题 2 比较四种入侵情形下的均衡投资水平, 得到 (i) $x^{INE} \geq x^{INN}$ 且 $x^{IEE} \geq x^{IEN}$. (ii) 存在 τ_5 和 τ_6 , 使得 (a) 当且仅当 $d \geq \tau_5$ 时, $x^{IEN} \leq x^{INN}$; (b) 当且仅当 $d \geq \tau_5$ 或 $\max\{\tau_2, \tau_6\} < d \leq \tau_4$ 时, $x^{IEE} \leq x^{INE}$. 其中 $\tau_5 = \frac{1 - \sqrt{1-2c+4c^2}}{c}$, τ_6 是 $x^{IEE} = x^{INE}$ 在区间 $d \in (\tau_2, \tau_4)$ 的唯一解.

命题 2(i) 表明制造商在仅零售商入侵时的投资水平高于无入侵时的投资水平; 制造商在双方均入侵时的投资水平高于仅制造商入侵时的投资水平. 这表明, 无论制造商是否入侵, 制造商在零售商入侵时的投资水平总是高于无零售商入侵的投资水平. 由此可以推断, 零售商品牌入侵会促使制造商提高投资水平.

根据命题 1, 制造商投资水平的大小受到竞争效应的影响. 零售商自有品牌的引入必然会威胁制造商品牌产品的销售, 产生竞争效应, 迫使制造商为提升产品的竞争力而提高投资水平.

然而,根据命题2(ii),当生产成本 d 较大时,仅制造商入侵下的投资水平低于无入侵下的投资水平;当 d 较大或适中时,双方均入侵下的投资水平低于仅零售商入侵下的投资水平.这表明制造商可能会因自身的渠道入侵而降低投资水平.

进一步分析可以发现,阈值 τ_5 和 $\max\{\tau_2, \tau_6\}$ 随着 c 的增大而减小,而 τ_4 的大小不依赖于 c .因此,直销成本越大,出现 $x^{IEN} \leq x^{INN}$ 的概率越大.若让 $c = 0$,则 $x^{IEN} > x^{INN}$ 总成立,与Yoon^[28]的结论一致.由此可见,制造商销售劣势是造成 $x^{IEN} \leq x^{INN}$ 这一情况的驱动因素.

直觉上,若制造商不存在销售劣势($c = 0$), 表4.

表3 INE情形下的子博弈均衡结果

Table 3 The sub-game equilibrium results under INE

均衡	$0 < d \leq \tau_4$	$\tau_4 < d < \bar{d}$
w^{INE}	$\frac{\varphi_0(4d - d^2 + \varphi_0) - 2d^3}{2(2\varphi_0 - d^2)}$	$\frac{1 - d}{4 - d^2}$
q_{nr}^{INE}	$\frac{1 - \delta}{4(1 - \delta) - d^2}$	$\frac{1 - d}{4 - d^2}$
q_s^{INE}	$\frac{d^2(d - \delta) + \varphi_0(2d - \delta)}{2\delta(2\varphi_0 - d^2)}$	0
π_M^{INE}	$\frac{(1 - \delta)^2}{2(4(1 - \delta) - d^2)}$	$\frac{(1 - d)^2}{2(d + 2)(2 - d)}$
π_R^{INE}	$\frac{(\delta - d)((2\varphi_0 - d^2)B_4 - \varphi_0\delta d^2) + \delta\varphi_0^2(1 + \delta - 2d)}{4\delta(2\varphi_0 - d^2)^2}$	$\frac{(1 - d)^2}{(2 + d)^2(2 - d)^2}$

注: $B_4 = (2d - \delta)\varphi_0 + d^3 + \delta d^2$.

表4 IEN情形下的子博弈均衡结果

Table 4 The sub-game equilibrium results under IEN

均衡	$0 < d \leq \tau_3$	$\tau_3 < d < \bar{d}$
w^{IEN}	$\frac{5(1 + d - d^2) + 3d^2c - c}{5(2 - d^2)}$	$\frac{2d(1 + d) - d^2}{4 - d^2}$
q_{nr}^{IEN}	$\frac{2c}{5}$	$\frac{1 - d}{4 - d^2}$
q_{nm}^{IEN}	$\frac{5(1 - d) - (7 - d^2)c}{5(2 - d^2)}$	0
π_M^{IEN}	$\frac{5(1 - d)(1 - 2c - d) + (9 - 2d^2)c^2}{10(2 - d^2)}$	$\frac{(1 - d)^2}{2(2 + d)(2 - d)}$
π_R^{IEN}	$\frac{4c^2}{25}$	$\frac{(1 - d)^2}{(2 + d)^2(2 - d)^2}$

即直销渠道是一个高效的销售渠道,那么制造商在直销渠道的边际收益总是大于零售渠道的边际收益,制造商总会更愿意在入侵时保持一个更高的投资水平.但若 $c > 0$,那么引入直销渠道可能是一个低效的渠道模式.因此制造商可能因引入直销渠道而降低研发投入.

INN下的均衡决策与利润如下

$$q_{nr}^{INN} = \frac{1 - d}{(2 + d)(2 - d)}, w^{INN} = \frac{2d(1 + d) - d^2}{(d + 2)(2 - d)}$$

$$\pi_M^{INN} = \frac{(1 - d)^2}{2(2 + d)(2 - d)}, \pi_R^{INN} = \frac{(1 - d)^2}{(2 + d)^2(2 - d)^2}$$

INE和IEN下的均衡决策与利润如表3、

4.3 存在投资下的入侵博弈均衡

分析制造商成本削减投资下的双边入侵博弈,得到命题3的结论.

命题3 存在制造商投资下,当 $0 < d \leq \tau_2$ 时,双边入侵博弈的纳什均衡为 (E, E) ; 当 $\tau_2 < d \leq \max\{\tau_4, \tau_7\}$ 时,双边入侵博弈的纳什均衡为 (E, N) ; 否则,双边入侵博弈的纳什均衡为 (N, N) . 其中, τ_7 是 $\pi_M^{IEE} - \pi_M^{INE} = 0$ 的唯一解.

命题3表明当生产成本 d 较小时,制造商和零售商倾向于选择入侵;当生产成本较大时,两企业倾向于选择放弃入侵.这与无投资情形一致.然而不同的是,在投资情形下, (N, E) 不会成为均衡.进一步分析命题3,可以发现阈值 τ_2 随着 δ 的增大先增大后减小.因此,随着 δ 的增大,均衡为 (E, E) 的可能性先增大后减小.当 δ 较大或者较小时, (E, N) 更可能成为均衡.换言之,制造商倾向于在生产成本 d 较小时入侵;而零售商倾向于在 d 较小且 δ 适中时入侵.图4直观的呈现了制造商成本投资下的入侵博弈均衡.

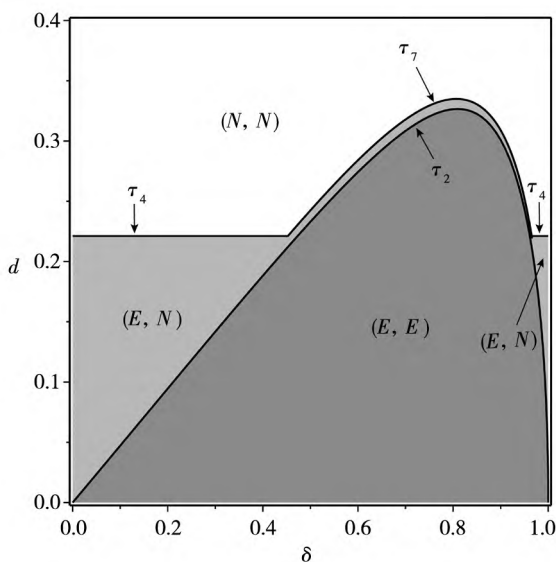


图4 制造商成本投资下的入侵博弈均衡 ($c = 0.3$)

Fig. 4 Equilibrium outcomes of encroachment game under cost-investment ($c = 0.3$)

当 δ 较小时,零售商因自有品牌竞争力不足放弃入侵,这与无投资情形下相同.与无投资情形下不相同的是当 δ 较大时,零售商也会放弃入侵.其原因如下:虽然引入自有品牌会与传统渠道产

生竞争,但在无制造商投资时, δ 越大,零售商产品竞争力越强,零售商通过引入自有品牌获得的收益则越大.因而,在无投资情形下, δ 越大,零售商入侵的可能性越大.然而,在成本投资下,一方面,制造商投资会降低传统渠道产品的批发价格,使得零售商在传统渠道转售业务上的获利增加.另一方面,成本削减投资提升了制造商产品竞争力,并且 δ 越大,制造商的投资水平越大,制造商产品竞争力越强,且引入自有品牌后的竞争越激烈.因此,在成本投资下,若 δ 较大(特别是 d 也较大),则放弃品牌入侵,避免与传统渠道产生竞争,专注于转售兼具产品优势和成本优势的制造商产品对零售商而言更有利可图.

以上的分析表明制造商成本投资能够阻止具有高估值的自有品牌产品入侵制造商的产品市场.抑或者,制造商通过成本投资能够阻止零售商引入高质量的自有品牌产品.从实践中可以观察到,市场上多数零售商自有品牌产品的定位相对较低.本研究为解释此现象提供了一个新的视角.

进一步考察制造商成本投资对其自身入侵决策的影响,发现当 $\max\{\tau_4, \tau_7\} < d < \min\{\tau_1, 2(5-c)\delta/(20-\delta)\}$ 时,无投资情形下的博弈均衡表现为 (E, E) ,而投资情形下的博弈均衡表现为 (N, N) .这表明投资不仅能使零售商放弃入侵,还可使制造商也选择放弃入侵.这是由于引入一个低效的直销渠道对制造商而言并不总是有利的.在无投资情形下,制造商在生产成本较大时的入侵动机是应对零售商的品牌入侵.而相同的条件下,若存在投资,零售商愿意放弃入侵,那么此时制造商不必为应对零售商的入侵而引入直销渠道.综上,一定条件下,制造商成本削减投资可以阻止双边入侵的发生.

Nie 等^[5]在对双边入侵效应的研究中发现除非零售商自有品牌对制造商产品的替代性极小,否则双边入侵的出现会损害制造商利益,并且还可能使其与零售商陷入囚徒困境.显然制造商并不愿意看到这一局面的出现.由此可见,通过投资进入新技术,不仅能直接降低生产成本,还能间接地影响双边入侵博弈均衡,进而改善制造商收益.

命题4 在第0阶段,制造商总是会选择采取投资.

对比投资和无投资下博弈达到均衡时的制造商收益,不难发现投资下的制造商收益总是更高.因此,制造商会采取投资.结合命题4的结论,可以推测,当科技的进步为制造企业创造了改进生产效率的机会时,制造商会更专注于生产,零售商会更专注于销售,双边入侵的现象会减少.

5 结束语

高新技术的出现为制造业带来了改进生产效率、降低生产成本的机会.本研究以此为切入点,考察供应链领域的热点问题——双边入侵,分析了成本削减投资下的制造商和零售商最优入侵策略,研究了成本削减投资对于双边入侵的影响.结果表明,在投资下,制造商应在生产成本较小时采取入侵,而零售商应在生产成本较小且消费者对其自有品牌估值适中时采取入侵;否则双方均应放弃入侵.

相比于无投资情形,制造商的成本削减投资能够阻止双边入侵的发生,使得制造商和零售商更加专注于自有业务.具体而言,一方面,投资会降低传统渠道制造商产品批发价格,增加零售商在传统渠道转售业务上的收益;另一方面,投资还会提升制造商产品竞争力,且消费者对自有品牌估值越大,则制造商投资力度越大,引入自有品牌后的竞争越激烈.当消费者对自有品牌估值极大时,放弃品牌入侵,避免与传统渠道竞争,专注于转售兼具产品优势和成本优势的制造商产品对零售商而言更为有利.与此同时,若产品生产成本也较高,因为不必应对零售商的品牌入侵,制造商也会放弃入侵.

Li^[20]和Nie等^[5]的研究一致表明双边入侵会使得供应链上下游陷入囚徒困境.有趣的是,本研究证实制造商的成本削减投资能够阻止双边入侵的发生.这一结论表明,通过投资引入智能科

技,不仅可以直接提升企业生产效率,降低生产成本,同时还能间接地阻止供应链双边入侵的发生,进而规避囚徒困境.

由于投资对制造商总是更有利的,当有机会降低生产成本时,制造商一定会采取行动,因此面对制造业智能化升级的投资机会时,在战略层面上,制造商和零售商均应该重新制定他们的入侵策略.对于还未采取入侵的零售商,应避免以高质量的自有品牌产品入侵,或应直接放弃入侵;而对于已经采取了入侵的零售商,则可以考虑撤销自有品牌,或者降低自有品牌产品的定位.与此同时,若零售商放弃入侵,那么制造商也应在生产改进后考虑放弃渠道入侵.

此外,Yoon^[28]的研究认为制造商总会因为自身的渠道入侵提高投资水平.但本研究结果表明,制造商并不总是因为自身的渠道入侵而提高投资水平.考察两项研究,发现Yoon^[28]假设制造商不存在销售劣势,而本研究假设制造商存在销售劣势.这意味着制造商入侵对于其自身投资水平的影响依赖于其自身与零售商的相对销售效率.若制造商不存在销售劣势,直销渠道总是一个高效的销售渠道,那么制造商愿意在入侵时保持一个更高投资水平.但若制造商存在销售劣势,那么引入直销渠道可能是一个低效的分销模式.因而,制造商可能因引入直销渠道而降低研发投入.然而,零售商的品牌入侵一定会使得制造商提升投资水平.在作业层面上,投资水平的调整能够作为制造商一种策略反应,通过提升投资水平来提升产品竞争力,防止零售商的自有品牌入侵.

本研究的不足和未来的研究方向:第一,与运营管理领域大多研究类似,本研究的模型假设成本结构信息是共识.因此,未来的研究可进一步考察当成本信息不对称时,信息共享对供应链双边入侵决策的影响;第二,本研究仅适用于制造商提供价格保护政策的情况,未考虑渠道层面价格竞争.解决这一问题将作为未来进一步研究的方向.

参 考 文 献:

- [1] 蒋雨珊. 直销渠道开设下考虑成员行为的供应链决策策略研究[D]. 天津: 天津大学, 2018.
Jiang Yushan. Research on Decision Policies in Supply Chains Considering Members' Behavior When Opening Direct Channels[D]. Tianjin: Tianjin University, 2018. (in Chinese)
- [2] Niu B, Liu L, Wang J. Sell through a local retailer or operate your own store? Channel structure and risk analysis[J]. Journal of the Operational Research Society, 2016, 67(2): 325 – 338.
- [3] Steenkamp J, Dekimpe M. The power of store brands: Intrinsic loyalty and conquering power[J]. Long Range Planning, 1997, 30(6): 917 – 930.
- [4] ScrapeHero. Everything you need to know about amazon private labels[EB/OL]. 2019, <https://www.scrapehero.com/everything-you-need-to-know-about-amazon-private-labels/>.
- [5] Nie J, Wang Q, Shi C, et al. The dark side of bilateral encroachment within a supply chain[J]. Journal of the Operational Research Society, 2022, 73(4): 811 – 821.
- [6] 环球网. 苏宁小 Biu 一次性发布 10 款新品 完善智能家居市场布局[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1662687904243899892&wfr=spider&for=pc>, 2020.
Global Times. Suning XiaoBiu releases 10 new products to improve layout of the smart home market[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1662687904243899892&wfr=spider&for=pc>, 2020. (in Chinese)
- [7] Wang Q, Nie J, Xia S. How to escape supply chain dilemmas? Manufacturer encroachment and supplier cost-reduction investment[J]. Asia-Pacific Journal of Operational Research, 2022, 39(1): 2140030.
- [8] 香港财华社. 特斯拉点燃 AI 应用重要方向, 多公司已布局[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1769785581992527838&wfr=spider&for=pc>, 2023.
Finet HK. Tesla has ignited an important direction for AI applications, and companies have already laid out their plans[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1769785581992527838&wfr=spider&for=pc>, 2023. (in Chinese)
- [9] Technologies E. How industry 4.0 technologies save costs for manufacturers[EB/OL]. <https://eagletechnologies.com/2020/05/12/how-industry-4-0-technologies-save-costs-for-manufacturers>, 2020.
- [10] Bolland J. The financial benefits of industry 4.0: Cost reductions and increased productivity[EB/OL]. <https://jbcollection.co.uk/blog/the-financial-benefits-of-industry-4-0-cost-reductions-and-increased-productivity>, 2018.
- [11] Hotkar P, Gilbert S M. Supplier encroachment in a nonexclusive reselling channel[J]. Management Science, 2021, 67(9): 5821 – 5837.
- [12] 许明辉, 孙康泰. 需求预测信息共享对供应商入侵策略的影响[J]. 管理科学学报, 2020, 23(12): 75 – 90.
Xu Minghui, Sun Kangtai. The impact of demand forecast sharing on supplier encroachment strategy[J]. Journal of Management Sciences in China, 2020, 23(12): 75 – 90. (in Chinese)
- [13] Wan X, Chen J, Li W. The impact of retail pricing leadership under manufacturer encroachment[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 310(1): 217 – 237.
- [14] Huang Z, Feng T. Money-back guarantee and pricing decision with retailer's store brand[J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2020, 52(1): 101897.
- [15] Alan Y, Kurtulus M, Wanga C. The role of store brand spillover in a retailer's category management strategy[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2019, 21(3): 620 – 635.
- [16] 刘 竞, 傅 科. 信息不对称下零售商自有品牌引入问题研究[J]. 管理科学学报, 2019, 22(9): 39 – 52.
Liu Jing, Fu Ke. Store brand introduction under asymmetric demand information[J]. Journal of Management Sciences in

- China, 2019, 22(9): 39–52. (in Chinese)
- [17] Zheng Q, Jang H, Pan X A. Store-brand introduction and multilateral contracting[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2022, 24(1): 467–468.
- [18] Zhang Z, Song H, Gu X, et al. How to compete with a supply chain partner: Retailer's store brand vs manufacturer's encroachment[J]. *Omega*, 2021, 103(1): 102412.
- [19] 李海, 崔南方, 徐贤浩. 零售商自有品牌与制造商直销渠道的互动博弈问题研究[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(1): 107–115.
- Li Hai, Cui Nanfang, Xu Xianhao. Game analysis on the interplay between introduction of store brand by retailer and direct channel by manufacturer[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(1): 107–115. (in Chinese)
- [20] Li H, Leng K, Qing Q, et al. Strategic interplay between store brand introduction and online direct channel introduction[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2018, 118(1): 272–290.
- [21] Lee J, Krishnan V, Shin H. Business models for technology-intensive supply chains[J]. *Management Science*, 2020, 66(5): 2120–2139.
- [22] 牛文举, 夏晶, 汤伟, 等. 市场竞争中具溢出效应共同供应商质量投资策略[J]. *管理工程学报*, 2017, 31(2): 222–232.
- Niu Wenju, Xia Jing, Tang Wei, et al. Quality investment in a shared supplier with spillover effects in a competitive market[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2017, 31(2): 222–232. (in Chinese)
- [23] Cui Q. Quality investment, and the contract manufacturer's encroachment[J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 279(2): 407–418.
- [24] Arya A, Mittendorf B. The changing face of distribution channels: Partial forward integration and strategic investments[J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(5): 1077–1088.
- [25] Mittendorf B, Shin J, Yoon D H. Manufacturer marketing initiatives and retailer information sharing[J]. *Quantitative Marketing and Economics*, 2013, 11(2): 263–287.
- [26] Ha A Y, Tian Q, Tong S. Information sharing in competing supply chains with production cost reduction[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(2): 246–262.
- [27] Dahan E, Srinivasan V. The impact of unit cost reductions on gross profit: Increasing or decreasing returns? [J]. *IIMB Management Review*, 2011, 23(3): 131–139.
- [28] Yoon D H. Supplier encroachment and investment spillovers[J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25(11): 1839–1854.
- [29] 周晓晗, 张江华, 徐进. 基于序贯博弈的企业研发合作动机研究[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(2): 111–126.
- Zhou Xiaohan, Zhang Jianghua, Xu Jin. Research on the motivation for R&D cooperation between firms based on sequential game[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(2): 111–126. (in Chinese)
- [30] Zhang P, Xiong Y, Xiong Z, et al. Information sharing and service channel design in the presence of forecasting demand[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2018, 69(12): 1920–1934.
- [31] Huang S, Chen S, Guan X. Retailer information sharing under endogenous channel structure with investment spillovers[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2020, 142(1): 106346.
- [32] Zhang S, Zhang J, Zhu G. Retail service investing: An anti-encroachment strategy in a retailer-led supply chain[J]. *Omega*, 2019, 84(1): 212–231.
- [33] Sun X, Tang W, Chen J, et al. Manufacturer encroachment with production cost reduction under asymmetric information[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 128(1): 191–211.
- [34] 万光羽, 曹裕. 新产品开发合作中优先许可权机制研究[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(7): 41–60.

- Wan Guangyu, Cao Yu. Value of preemptive licensing rights in new product development partnership[J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(7): 41–60. (in Chinese)
- [35] Ha A Y, Tong S, Wang Y. Channel structures of online retail platforms[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2022, 24(3): 1547–1561.

The impact of manufacturer cost-reduction investment on bilateral encroachment

WANG Qi-jun^{1, 2}, NIE Jia-jia^{2, 3*}

1. School of Management, Xihua University, Chengdu 610039, China;
2. School of Economics and Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;
3. Sichuan Key Laboratory of Service Science and Innovation, Chengdu 610031, China

Abstract: This paper considers a supply chain in which one manufacturer can encroach by selling directly and one retailer can encroach by developing a store brand, and investigates the impact of the manufacturer's cost-reduction investment on bilateral encroachment. The bilateral encroachment game models both without investment and with manufacturer's investment are established, and the equilibrium encroachment strategies of firms are obtained. The results show that under a certain condition, the manufacturer's investment can prevent the occurrence of bilateral encroachment. On the one hand, the investment increases the retailer's revenue from selling the manufacturer's products in the traditional channel; on the other hand, it also enhances the competitiveness of the manufacturer's products. Moreover, the higher the consumers' valuation of the store brand, the more intense the competition between two brands. Therefore, when consumers highly value the store brand, it is more advantageous for the retailer to give up the store brand and focus on reselling the manufacturer's products that have both product and cost advantages. Additionally, the manufacturer does not need to open direct channel to deal with the retailer's encroachment under this situation.

Key words: direct channel; retailer store brand; bilateral encroachment; cost-reduction investment; game theory