

# 产品再制造、渠道竞争和制造商渠道入侵<sup>①</sup>

郑本荣<sup>1,2</sup>, 杨超<sup>2</sup>, 杨璐<sup>2\*</sup>, 黄宏军<sup>2</sup>

(1. 华中农业大学经济管理学院, 武汉 430070; 2. 华中科技大学管理学院, 武汉 430074)

**摘要:** 针对制造商和零售商构成的二级供应链, 通过建立无再制造与再制造两种情形下制造商的渠道入侵决策模型, 分析了产品再制造、渠道竞争和制造商渠道入侵决策之间的内在关系。研究发现, 1) 产品再制造带来的成本节约效应缓解了渠道冲突, 从而间接增加了制造商渠道入侵的动力。2) 无再制造情形下制造商的渠道入侵会直接损害零售商的利益; 而考虑产品再制造的闭环供应链中, 再制造会对零售商产生正向的外部性效应使得当直销与传统渠道之间的竞争较小时, 制造商的渠道入侵会提高零售商的收益。而如果渠道间的竞争较强时, 再制造对零售商的外部性效应难以抵消渠道冲突对零售商利润降低的影响, 从而渠道入侵会损害零售商。3) 如果产品回收成本降低或再制造节约增加, 则渠道入侵下再制造对于零售商的外部性效应会增强, 且制造商和零售商受益于渠道入侵的 Pareto 共赢区间扩大。最后, 对原始模型进行了不同维度的扩展, 分析了零售商回收、产量竞争和多零售商竞争情形下以上研究结论的鲁棒性。

**关键词:** 直销和传统渠道; 闭环供应链; 再制造; 渠道入侵; 渠道竞争

**中图分类号:** F274   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9807(2018)08-0098-14

## 0 引言

电子商务和信息技术的不断发展导致企业营销渠道策略发生了根本性变革, 线下与线上渠道相结合模式逐渐被大多数企业所采用。在有效处理好直销渠道与传统零售渠道竞争所产生的渠道冲突下, 双渠道销售模式在很多行业中均实现了巨大的成功。根据我国电子商务报告公布的数据, 2015 年全年我国网络销售总额达到了 3.88 万亿元, 同比增长 33.3%, 占社会消费品零售总额的 10.8%<sup>②</sup>。整个电商行业不断发展的同时, 一些知名企业也广泛地采用了双渠道的营销策略。例如,

Apple、华为等公司在双渠道模式的实践中取得了巨大的成功<sup>③</sup>。在此基础上, 许多学者开始关注双渠道供应链中的定价、库存和协调等一系列问题并取得了广泛的研究成果。

然而, 企业在制定双渠道营销策略时会受到多种因素的影响。从供应链企业相互作用的角度分析, 上游制造商开通直销渠道会直接影响下游零售商和消费者的最优决策。目前, 大部分研究均假定在双渠道模式中分析供应链企业的决策行为, 而较少分析企业选择双渠道模式的条件和其他一些因素对渠道选择决策的影响。Chiang 等<sup>[1]</sup>

① 收稿日期: 2016-10-08; 修订日期: 2017-12-15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71320107001; 71672065).

通讯作者: 杨璐(1976—), 女, 湖北武汉人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: jun\_yang@hust.edu.cn

② [http://www.fj.xinhuanet.com/yuanchuang/2016-06/30/c\\_1119142385.htm](http://www.fj.xinhuanet.com/yuanchuang/2016-06/30/c_1119142385.htm)

③ <http://money.163.com/08/0710/03/4GF9DGM5002524SC.html>, <http://www.yicai.com/news/4060916.html>

和 Arya 等<sup>[2]</sup>从理论的角度证明了双渠道存在的必要性及对下游零售商有利的一面. 与他们研究不同的是,旨在分析产品再制造对制造商渠道入侵决策的影响,并探究再制造环境中零售商对制造商渠道入侵决策的反应. 实际上,很多采用双渠道模式的企业同时实施了废旧产品的回收与再制造. 例如,苹果公司在中国市场采用直销渠道销售模式的同时大力回收废旧手机、电脑等,并实施“以旧换新”策略<sup>④</sup>. Cisco 近年来在推行直销与传统分销模式相结合的实践中取得了巨大成功,且 Cisco 同时在努力提高企业对废旧产品再利用和再制造的效率<sup>⑤</sup>. 但总体来看,很少研究将产品的再制造与企业的销售策略结合起来进行分析. 鉴于此,通过建立博弈模型,分析产品再制造与制造商渠道入侵之间的内在关系,在关于一般性双渠道供应链文献的基础上,考虑再制造对制造商渠道入侵决策的影响.

与本研究相关的文献包括两方面,关于一般化双渠道供应链的研究和关于闭环供应链渠道选择问题的研究. 对于传统双渠道供应链问题的研究,Chiang 等<sup>[1]</sup>分别考虑了集中与分散决策下双渠道模式存在对供应链成员决策的影响,分析指出当消费者对于直销渠道接受程度高于一定的阈值下,双渠道模式对零售商有利. Arya 等<sup>[2]</sup>从另一角度证明了这一结论,指出当零售商的销售渠道具有足够大的成本优势时,制造商的渠道入侵会受益于零售商. 主要原因是制造商渠道入侵导致批发价格下降从而缓解了供应链的“双重边际化”效应. Yoon<sup>[3]</sup>分析了制造商渠道入侵与技术投资对零售商及供应链的影响. 分析发现,即使零售商不存在渠道成本优势,制造商技术投资环境下渠道入侵仍能让零售商受益. Hsiao 和 Chen<sup>[4]</sup>研究了二级供应链中制造商与零售商的网络渠道引进策略、定价策略和渠道结构之间的关系,分析了渠道竞争对供应链成员渠道选择决策的影响. 王先甲等<sup>[5]</sup>研究了存在生产规模不经济的双渠道闭环供应链的协调问题,指出带固定补偿的收益共享契约可实现分散化供应链的协调. Ha 等<sup>[6]</sup>分析了渠道间的质量差异对于供应商渠道

入侵决策的影响. 然而,一些学者则研究了不对称信息下制造商的渠道入侵决策及双渠道供应链协调机制设计的问题. Mukhopadhyay 等<sup>[7]</sup>研究了不对称信息下双渠道供应链的契约设计问题. 聂佳佳<sup>[8]</sup>研究了零售商预测信息分享对制造商选择单渠道或双渠道的影响,通过设计一种信息分享补偿机制激励零售商自愿分享信息. Li 等<sup>[9,10]</sup>将 Arya 等<sup>[2]</sup>的模型拓展至信息不对称条件下进行了研究,并指出不对称信息下制造商渠道入侵可能对制造商与零售商均不利. 然而,上述关于双渠道的研究并未将产品的回收再制造与正向销售渠道的选择结合进行分析,从而揭示产品再制造、渠道竞争与制造商渠道入侵行为之间的内在关系.

第二方面是关于闭环供应链渠道问题的研究. 关于供应链回收渠道的选择, Savaskan 等<sup>[11]</sup>提出了三种回收方式,制造商回收、零售商回收和第三方回收. 通过对比发现零售商回收模式下产品的回收率最高,且对制造商和闭环供应链系统来说最为有利. 在此基础上, Savaskan 和 Wassenhove<sup>[12]</sup>延伸了模型,考虑了零售商之间的竞争对闭环供应链中制造商回收渠道选择的影响,指出制造商最优回收渠道的选择与回收成本函数相关. Atasu 等<sup>[13]</sup>研究了回收成本函数的结构对制造商回收渠道选择的影响. 卢荣花和李南<sup>[14]</sup>考虑了电子产品短生命周期和价格依赖随机需求的背景,在零售商竞争环境下研究了制造商回收渠道的选择问题. Wu 和 Zhou<sup>[15]</sup>在链与链竞争背景下分析了闭环供应链中制造商最优回收渠道的选择决策,研究发现,供应链竞争会导致制造商之间出现“囚徒困境”. 以上研究仅考虑的是逆向回收渠道选择决策,而在考虑双销售渠道的闭环供应链中, Ma 等<sup>[16]</sup>假设消费者对于网络渠道与传统零售渠道之间的偏好存在差异,分析了双渠道闭环供应链中政府补贴行为对供应链定价决策的影响. 易余胤和袁江<sup>[17]</sup>考虑销售与回收渠道均存在冲突的背景下闭环供应链协调机制的设计问题. Yan 等<sup>[18]</sup>对比分析了两种再制造产品的销售渠道模式,制造商直接销售和通过第三方中间商销售,分析指出第三方销售模式下制造商的利润

④ [http://images.apple.com/environment/pdf/Apple\\_Environmental\\_Responsibility\\_Report\\_2015.pdf](http://images.apple.com/environment/pdf/Apple_Environmental_Responsibility_Report_2015.pdf)

⑤ [http://www.cisco.com/assets/csr/pdf/CSR\\_Report\\_2015.pdf](http://www.cisco.com/assets/csr/pdf/CSR_Report_2015.pdf)

更高,但制造商直接销售模式中环境污染程度最低.郑本荣等<sup>[19]</sup>研究了第三方回收模式下闭环供应链中制造商的销售渠道选择问题,并设计了相关的供应链协调机制.本研究与上述关于闭环供应链研究的差异主要体现在以下两个方面.第一,上述文献均在给定的再制造环境下分析闭环供应链的决策,而本研究考虑了有无再制造两种情形下制造商的渠道入侵决策及对零售商的影响,研究发现再制造会对零售商产生正向的外部性效应从而使渠道入侵对零售商有利.第二,考虑了直销和传统零售渠道之间的竞争,分析了渠道竞争、制造商渠道入侵与产品再制造之间的关系.

综合来看,区分已有研究,通过分别建立制造商实施与不实施再制造的单渠道和双渠道供应链决策模型,对以下几个问题进行研究,1)产品再制造会如何影响制造商的渠道入侵决策?2)再制造情形下制造商的渠道入侵对零售商是否有利,如果有利,则渠道间竞争强弱程度对零售商的获利区间会产生何种影响?3)废旧产品回收、再制造效率的提高如何影响制造商的渠道选择与零售商的获利区间?4)在考虑零售商回收模式、产量竞争和存在多个竞争性零售商情形下,初始结论是否会仍然成立?

### 1 问题描述

考虑由制造商和零售商组成的二级供应链,在无再制造与再制造两种情形下分别建立了单渠道与双渠道供应链决策模型(见图1).其中,图1(a)表示无再制造下的单渠道供应链系统,此时制造商负责批发产品,零售商负责零售渠道的销售,图1(b)表示无再制造的双渠道供应链系统,此时制造商批发产品的同时通过直销渠道销售产品;图1(c)表示再制造背景下的单渠道供应链系统,该模型中制造商负责废旧产品的回收及再制造,图1(d)表示再制造背景下的双渠道供应链系统,此时制造商负责直销渠道的同时还实施产品的回收及再制造.不失一般性,用 $\pi_k^i$ 表示供应链成员 $k$ 在 $ij$ 情形下的利润,这里 $k \in \{m, r, T\}$ 分别表示制造商、零售商和供应链系统,  $i \in$

$\{N, Y\}$ 分别表示制造商从事与不从事产品再制造两种情形,  $j \in \{N, E\}$ 分别表示制造商引入与不引入直销渠道两种情形.例如,  $\pi_m^{YE}$ 表示再制造情形下双渠道供应链系统中制造商的利润.

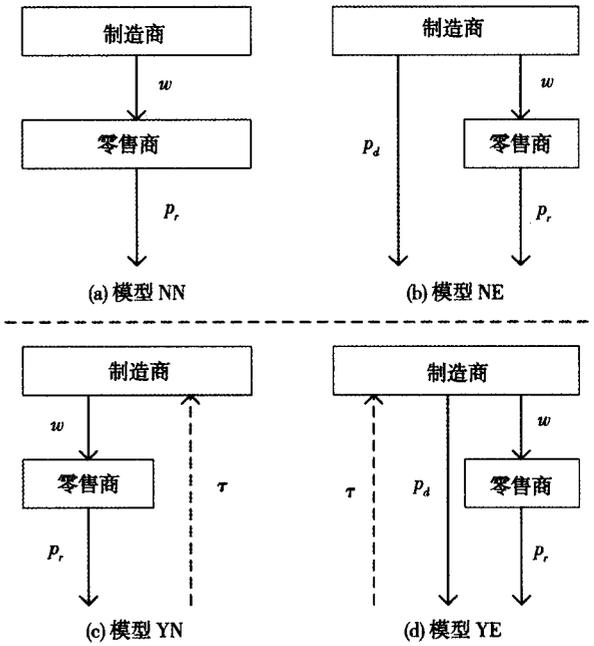


图1 制造商-零售商二级供应链模型

Fig. 1 Manufacturer-retailer two echelon supply chain models

根据 Savaskan 等<sup>[11]</sup>的研究,制造商生产再制造产品的单位成本低于新产品的单位成本,假设新产品的单位成本为 $c_n$ ,再制造产品的单位生产成本为 $c_r$ ,  $c_r < c_n$ .不失一般性,  $\Delta = c_n - c_r$ 表示再制造产品的单位成本节约.废旧产品的回收率为 $\tau$  ( $0 < \tau < 1$ ),若不考虑回收的可变成本,制造商的回收成本为 $C(\tau) = k\tau^2$ .其中参数 $k$ 表示回收成本函数的范围参数,反映了制造商回收的效率.考虑再制造产品的成本节约效应,制造商的单位平均生产成本可进一步表示为 $\bar{c} = \tau c_r + (1 - \tau)c_n = c_n - \Delta\tau$ .根据 Savaskan 等<sup>[11]</sup>、Savaskan 和 Wassenhove<sup>[12]</sup>的研究假设,制造商难以从市场中回收所有的产品.为保证再制造在经济上的可行性,参数 $k$ 需满足以下条件

$$k \geq \frac{\Delta(1 + \Delta - c_n)}{2(1 + \theta)} \tag{1}$$

与 Arya 等<sup>[2]</sup>研究不同,假设直销渠道与传统零售渠道之间是异质且相互竞争的,表示为

$$q_i = \frac{1}{1+\theta} - \frac{1}{1-\theta^2} p_i + \frac{\theta}{1-\theta^2} p_j, i, j = d, r; i \neq j \tag{2}$$

其中  $q_i$  和  $p_i$  分别表示渠道  $i$  的销售数量和销售价格,  $i \in \{d, r\}$ . 很多经济和营销领域的文献均利用线性的需求函数形式刻画渠道或厂商之间的竞争行为<sup>[20-23]</sup>. 参数  $\theta$  ( $0 \leq \theta < 1$ ) 表示两种渠道之间的竞争程度,  $\theta = 0$  表示两种渠道完全独立, 制造商和零售商分别垄断自身渠道;  $\theta$  增加表示两种渠道(产品)之间的竞争逐渐变强;  $\theta \rightarrow 1$  表示两种渠道之间接近于完全替代的状态.  $\theta$  可表示制造商通过不同渠道提供不同品牌或不同质量的产品<sup>[24]</sup>.

根据 Savaskan 等<sup>[11]</sup>的假设, 新产品与再制造产品无差异, 且所有的决策模型均为单周期模型. 在初始模型中, 与 Arya 等<sup>[2]</sup>不同的是, 假设直销渠道与零售渠道的销售成本相同, 即零售渠道不具有销售成本优势. 在四种不同的模型中博弈分为两阶段进行. 首先, 给定零售商的决策, 制造商作为渠道的领导者首先确定产品的批发价格  $w$ 、直销渠道的价格  $p_d$  (模型 NE 和 YE) 和废旧产品的回收率  $\tau$  (模型 YN 和 YE); 然后, 零售商根据制造商的最优策略确定零售渠道的价格  $p_r$ . 该博弈属于完全信息下的动态博弈, 存在唯一的子博弈纳什均衡(SPNE).

## 2 无再制造情形

本小节考虑无产品再制造情形下制造商的渠道入侵决策, 分析制造商的渠道入侵行为对零售商及供应链系统的影响.

### 2.1 单渠道供应链模型(模型 NN)

如图 1(a) 所示, 此时制造商不选择开通直销渠道, 市场上只存在单一的零售渠道. 该博弈的顺序如下, 制造商首先确定对零售商的批发价格  $w$ ; 然后, 零售商根据制造商的决策确定传统渠道的价格  $p_r$ . 制造商和零售商的决策模型分别为

$$\max_w \pi_m = (w - c_n)(1 - p_r) \quad (3)$$

$$\max_{p_r} \pi_r = (p_r - w)(1 - p_r) \quad (4)$$

运用逆向归纳法对上述问题求解, 模型 NN 的均衡解由定理 1 给出.

**定理 1** 在不考虑产品再制造的单渠道供应链中,

1) 均衡批发价格和均衡零售价格分别为:

$$w^{NN*} = \frac{1 + c_n}{2}, p_r^{NN*} = \frac{3 + c_n}{4}.$$

2) 零售商、制造商和系统的最优利润分别为

$$\pi_r^{NN*} = \frac{(1 - c_n)^2}{16}, \pi_m^{NN*} = \frac{(1 - c_n)^2}{8}, \pi_T^{NN*} = \frac{3(1 - c_n)^2}{16}.$$

### 2.2 双渠道供应链模型(模型 NE)

该模型中, 制造商向零售商批发产品并同时直接销售产品, 双渠道模式下直销渠道与零售渠道之间展开竞争. 博弈的顺序如下, 制造商首先确定产品的批发价格  $w$  和直销渠道的价格  $p_d$ ; 然后, 零售商确定传统渠道的价格  $p_r$ . 零售商的决策问题为

$$\max_{p_r} \pi_r = (p_r - w) \left( \frac{1 - \theta - p_r + \theta p_d}{1 - \theta^2} \right) \quad (5)$$

根据式(5)的一阶条件, 给定制造商的决策, 零售最优的渠道价格为

$$p_r(w, p_d) = \frac{1}{2}(1 + w - \theta + \theta p_d)$$

由上式可看出, 制造商提高产品的批发价格直接导致了零售商采购成本增加, 零售商因此会提高传统渠道价格. 如果制造商提高直销渠道的价格, 零售商也会选择策略性的提价, 这与市场中两竞争性的厂商的定价行为相一致<sup>[20,23]</sup>. 给定零售的最优决策, 制造商的决策模型为

$$\max_{w, p_d} \pi_m = (p_d - c_n) \left( \frac{1 - \theta - p_d + \theta p_r(w, p_d)}{1 - \theta^2} \right) + (w - c_n) \left( \frac{1 - \theta - p_r(w, p_d) + \theta p_d}{1 - \theta^2} \right) \quad (6)$$

根据式(6)的一阶条件可得到制造商的均衡批发价格与直销渠道价格

$$p_d^{NE*} = w^{NE*} = \frac{1 + c_n}{2}$$

模型 NE 的均衡解及最优利润由定理 2 给出.

**定理 2** 在不考虑废旧产品再制造的双渠道供应链中,

1) 均衡批发价格  $w^{NE*}$ 、直接和零售渠道的均衡价格  $p_r^{NE*}$  和  $p_d^{NE*}$  分别为  $w^{NE*} = p_d^{NE*} = \frac{1 + c_n}{2}$ ,

$$p_r^{NE*} = \frac{3 - \theta + (1 + \theta)c_n}{4}.$$

2) 制造商、零售商及系统的最优利润分别为

$$\pi_r^{NE*} = \frac{(1-\theta)(1-c_n)^2}{16(1+\theta)}, \pi_m^{NE*} = \frac{(3+\theta)(1-c_n)^2}{8(1+\theta)}, \pi_T^{NE*} = \frac{(7+\theta)(1-c_n)^2}{16(1+\theta)}.$$

通过对比定理 2 与定理 1, 可得到结论 1.

**结论 1** 对比 NE 与 NN 两种模型,  $\pi_r^{NE*} -$

$$\pi_r^{NN*} = -\frac{\theta(1-c_n)^2}{8(1+\theta)} < 0, \pi_m^{NE*} - \pi_m^{NN*} = \frac{(1-c_n)^2}{4(1+\theta)} > 0, \pi_T^{NE*} - \pi_T^{NN*} = \frac{(2-\theta)(1-c_n)^2}{8(1+\theta)} > 0.$$

Arya 等<sup>[2]</sup>假设传统零售渠道具有一定的成本优势且两种渠道完全同质, 得出当零售商的渠道成本优势足够大时, 制造商的渠道入侵会有利于零售商. 但通过结论 1 可看出, 在零售商无渠道的销售成本优势且两种渠道竞争的条件下, 制造商的渠道入侵对零售商不利. 尽管制造商在渠道入侵后会降低对零售商的批发价格 ( $w^{NE*} < w^{NN*}$ ), 但批发价格的下降不足以抵消直销渠道对传统渠道替代的影响, 所以始终对零售商不利. 其次, 结论 1 表明制造商的渠道入侵对自身有利. 对于制造商来说, 渠道入侵会产生两方面的影响, 一方面是向零售商批发产品的收益降低, 另一方面是直销渠道的收益. 从直销渠道角度分析, 直销渠道的价格低于传统渠道的价格吸引了零售渠道的消费者转移到选择直销渠道购买产品 ( $p_d^{NE*} - p_r^{NE*} = -\frac{1}{4}(1-\theta)(1-c_n) < 0$ ), 从而实现了制造商利润的增加. 从传统渠道角度分析, 制造商对零售商批发产品的收益在渠道入侵下降低 ( $w^{NE*}q^{NE*} - w^{NN*}q^{NN*} = -\frac{\theta(1+c_n^2)}{8(1+\theta)} < 0$ ). 但综合两方面因素考虑, 直销渠道带来总利润的增加效应超过了传统渠道利润降低的效应, 因此渠道入侵对制造商有利.

进一步由结论 1 可看出, 制造商的渠道入侵行为对供应链系统有利. 供应链的利润同样是两方面共同作用的结果, 一方面渠道入侵将会增加

制造商的收益, 而另一方面则会降低零售商的收益. 但渠道入侵下制造商利润的增加超过了零售商利润下降的幅度, 即直销渠道的收益弥补了由于渠道冲突而导致零售渠道利润下降的部分, 从而整个供应链系统的利润增加.

### 3 产品再制造情形

由上一部分分析可知, 在无再制造情形下, 制造商渠道入侵对自身有利但会损害零售商的利益. 本节分析再制造情形下制造商渠道入侵对零售商决策的影响, 考虑单渠道与双渠道供应链模型的最优决策.

#### 3.1 单渠道供应链模型(模型 YN)

该模型中, 制造商回收废旧产品并进行再制造, 零售商负责产品的销售. 供应链博弈的顺序如下, 制造商首先确定产品的回收率  $\tau$  和批发价格  $w$ ; 零售商然后根据制造商的最优决策确定产品的销售价格  $p_r$ . 零售商和制造商的决策问题为

$$\max_{p_r} \pi_r = (p_r - w)(1 - p_r) \quad (7)$$

$$\max_{w, \tau} \pi_m = (w - c_n + \Delta\tau)(1 - p_r) - k\tau^2 \quad (8)$$

运用逆向归纳法求解, 模型 YN 中供应链均衡解及各方最优利润由定理 3 给出.

**定理 3** 在考虑废旧产品再制造的单渠道闭环供应链系统中

1) 制造商的均衡批发价格和回收率为

$$w^{YN*} = \frac{4k - \Delta^2 + 4kc_n}{8k - \Delta^2}, \tau^{YN*} = \frac{\Delta(1 - c_n)}{8k - \Delta^2}.$$

2) 传统渠道均衡价格为

$$p_r^{YN*} = \frac{6k - \Delta^2 + 2kc_n}{8k - \Delta^2}.$$

3) 零售商、制造商和供应链系统的最优利润为

$$\pi_r^{YN*} = \frac{4k^2(1 - c_n)^2}{(8k - \Delta^2)^2}, \pi_m^{YN*} = \frac{k(1 - c_n)^2}{8k - \Delta^2}, \pi_T^{YN*} = \frac{k(12k - \Delta^2)(1 - c_n)^2}{(8k - \Delta^2)^2}.$$

通过对比定理 3 与定理 1 发现, 在不考虑制造商渠道入侵的条件下, 制造商从事产品的回收

再制造活动将增加闭环供应链成员和系统的利润,这是因为产品的回收再制造导致了产品平均生产成本的降低及市场总需求量的增加。

### 3.2 双渠道供应链模型(模型 YE)

该情形中供应链博弈的顺序如下,制造商首先确定产品的批发价格  $w$ 、产品的回收率  $\tau$  及直销渠道价格  $p_d$ ;零售商然后根据制造商的最优决策确定零售渠道价格  $p_r$ .零售商的决策问题如下

$$\max_{p_r} \pi_r = (p_r - w) \left( \frac{1 - \theta - p_r + \theta p_d}{1 - \theta^2} \right) \quad (9)$$

根据上式的一阶条件,给定制造商的决策,零售渠道的最优价格为

$$p_r(w, p_d) = \frac{1}{2}(1 + w - \theta + \theta p_d)$$

代入到制造商的利润函数中,制造商的决策问题为

$$\begin{aligned} \max_{w, p_d, \tau} \pi_m = & (p_d - c_n + \Delta\tau) \left( \frac{1 - \theta - p_d + \theta p_r(w, p_d)}{1 - \theta^2} \right) + \\ & (w - c_n + \Delta\tau) \left( \frac{1 - \theta - p_r(w, p_d) + \theta p_d}{1 - \theta^2} \right) - k\tau^2 \end{aligned} \quad (10)$$

制造商的均衡批发价格  $w^{YE*}$ 、直销渠道价格  $p_d^{YE*}$  和回收率  $\tau^{YE*}$  如下

$$\begin{aligned} p_d^{YE*} = w^{YE*} = & \frac{4k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta) + 4k(1 + \theta)c_n}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)} \\ \tau^{YE*} = & \frac{\Delta(3 + \theta)(1 - c_n)}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)} \end{aligned}$$

可验证条件  $p_d^{YE*} \geq w^{YE*}$  满足,直销渠道的价格高于批发价格确保了双渠道模式得以存在.通过对比模型 YN 与模型 YE 中产品的回收率,可得

$$\tau^{YE*} - \tau^{YN*} = \frac{16k\Delta(1 - c_n)}{(8k - \Delta^2)(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))} > 0$$

制造商的回收率在渠道入侵情形下更高,表明渠道入侵下制造商从事产品再制造的动力更强.其原因是再制造实现了产品平均生产成本的降低和终端需求量的增加,从而间接地提高了直销渠道的运营效率,所以直销渠道存在的情形下制造商更具动力去从事产品的回收再制造。

模型 YE 的均衡解、供应链成员及系统的最优利润由定理 4 给出。

**定理 4** 在考虑废旧产品再制造的双渠道闭环供应链系统中,

1) 均衡批发价格和回收率为

$$w^{YE*} = \frac{4k(1 + \theta)(1 + c_n) - \Delta^2(3 + \theta)}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)}$$

$$\tau^{YE*} = \frac{\Delta(3 + \theta)(1 - c_n)}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)}$$

2) 直销与传统渠道的均衡价格分别为

$$p_r^{YE*} = \frac{2k(3 - \theta)(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta) + 2k(1 + \theta)^2 c_n}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)}$$

$$p_d^{YE*} = \frac{4k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta) + 4k(1 + \theta)c_n}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)}$$

3) 制造商、零售商与系统的最优利润为

$$\pi_m^{YE*} = \frac{k(3 + \theta)(1 - c_n)^2}{8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta)}$$

$$\pi_r^{YE*} = \frac{4k^2(1 - \theta^2)(1 - c_n)^2}{(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))^2}$$

$$\pi_T^{YE*} = \frac{k(\Delta^2(3 + \theta)^2 - 4k(1 + \theta)(7 + \theta))(1 - c_n)^2}{(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))^2}$$

通过对比再制造情形下制造商进行与不进行渠道入侵模型,将在本质上揭示再制造对制造商渠道入侵决策的影响,并分析产品再制造背景下制造商渠道入侵对于下游零售商及整个供应链系统的影响。

**结论 2** 再制造背景下制造商的渠道入侵对本企业有利,且渠道入侵后制造商利润的增幅要高于无再制造情形

$$\pi_m^{YE*} - \pi_m^{YN*} = \frac{16k^2(1 - c_n)^2}{(8k - \Delta^2)(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))} > 0$$

$$\begin{aligned} & (\pi_m^{YE*} - \pi_m^{YN*}) - (\pi_m^{NE*} - \pi_m^{NN*}) = \\ & \frac{\Delta^2(16k(2 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))(1 - c_n)^2}{4(1 + \theta)(8k - \Delta^2)(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))} > 0 \end{aligned}$$

结论 2 表明,产品再制造环境下,渠道入侵对制造商始终有利.直观上看,一方面直销渠道直接增加了制造商的利润;而另一方面零售渠道中制造商批发价格的降低却增加了渠道的销售量,制造商总批发收益也实现增加.因此,渠道入侵使直销和零售渠道对制造商来说均更加有利,所以该情形下制造商更愿意采取双渠道销售模式。

由均衡可知,渠道入侵首先会导致传统渠道中制造商边际收益的增加,  $(w^{YE*} - c_n + \Delta\tau^{YE*}) -$

$$(w^{YN*} - c_n + \Delta\tau^{YN*}) = \frac{8k\Delta^2(1-c_n)}{(8k-\Delta^2)(8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta))} > 0.$$

说明回收率增加的效应弥补了批发价格降低对于制造商的影响,本质上是渠道入侵后回收率的增加为制造商节约了更多的生产成本.其次,对比两种渠道的均衡价格可发现,直销渠道的价格低于传统渠道的价格( $p_d^{YE*} - p_r^{YE*} = -\frac{2k(1-\theta^2)(1-c_n)}{8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta)} < 0$ ).说明直销渠道与传统渠道相比较具有更强的竞争力,因此吸引了一批消费者从传统渠道转移到直销渠道购买,从而增加了制造商的收益,这也正是制造商渠道入侵的动力之所在.

与无再制造情形相比,再制造情形下制造商利润在双渠道情形更高,因为双渠道模式中再制造提高了传统渠道单位产品的边际利润, ( $w^{YE*} - c_n + \Delta\tau^{YE*}$ ) - ( $w^{NE*} - c_n$ ) =  $\frac{\Delta^2(3+\theta)(1-c_n)}{2(8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta))} > 0$ .其次,再制造情形下直销渠道的价格更低,在与传统渠道的竞争中效率更高, ( $p_r^{YE*} - p_d^{YE*}$ ) - ( $p_r^{NE*} - p_d^{NE*}$ ) =  $\frac{\Delta^2(1-\theta)(3+\theta)(1-c_n)}{4(8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta))} > 0$ .所以再制造情形下制造商具有更大的积极性开通直销渠道.

**结论3** 当且仅当渠道竞争强度  $\theta$  满足  $\theta \leq \theta^*$  时,  $\pi_r^{YE*} \geq \pi_r^{YN*}$ ; 否则,  $\pi_r^{YE*} < \pi_r^{YN*}$ . 其中  $\theta^* = \frac{\sqrt{64k^2 + 16k\Delta^2 - 7\Delta^4}}{2(8k - \Delta^2)} - \frac{64k^2 - 32k\Delta^2 + 3\Delta^4}{2(8k - \Delta^2)^2}$

与结论1相比,无再制造下制造商的渠道入侵直接损害了零售商的利益.结论3则表明再制造情形下,当直销渠道与传统渠道之间的竞争较弱时,制造商的渠道入侵会使零售商受益;而随着渠道之间的竞争逐渐变强,渠道入侵将导致零售商利益受损.这是因为制造商从事产品的再制造对零售商产生了一定的外部性效应,当渠道竞争较小时,渠道冲突较小,这种外部性效应会使得制造商的渠道入侵对零售商有利.而当渠道竞争较大时,制造商再制造的外部性效应不足以抵消渠道冲突所导致零售商利润下降的效应,从而渠道入侵损害了零售商.

从批发价格的角度分析,再制造情形下制造商降低批发价格从而缓解了渠道的“双重边际化”效应,  $w^{YE*} - w^{YN*} = \frac{-8k\Delta^2(1-c_n)}{(8k-\Delta^2)(8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta))} < 0$ .

因此,闭环供应链的效率提高.与无再制造情形相比较,批发价格降低的幅度更大,  $|w^{YE*} - w^{YN*}| -$

$$|w^{NE*} - w^{NN*}| = \frac{8k\Delta^2(1-c_n)}{(8k-\Delta^2)(8k(1+\theta)-\Delta^2(3+\theta))} >$$

0. 无制造情形下制造商渠道入侵会降低产品的批发价格,但批发价格的降低效应难以抵消渠道冲突对于零售商利润减少的影响.而考虑产品的再制造后,制造商更愿意降低对零售商的批发价格以增加传统渠道的需求量,那么当渠道冲突在一定的范围内,制造商的渠道入侵反而使零售商受益.从传统渠道边际利润变化的角度分析,结论3则更为直观.如果制造商不从事再制造,零售商在双渠道模式下的边际利润低于单渠道模式, ( $w^{YE*} - w^{YN*}$ ) - ( $w^{NE*} - w^{NN*}$ ) =  $-\frac{1}{4}\theta(1-c_n) < 0$ ; 而如果制造商从事产品的再制造,那么当  $\theta \leq \theta^*$  时,双渠道模式中零售商的边际利润高于单渠道模式.

图2更清晰地解释了再制造对零售商的外部性效应与渠道竞争强度的内在关系.当两种渠道的差异化程度足够大时 ( $\theta \leq \theta^* = 0.161$ ),直销渠道对零售商渠道的替代性不强,再制造情形下更低的批发价格带来的外部性效应使零售商受益.而随着两渠道之间的差异化程度越来越低时,批发价格随之升高,再制造产生的外部性效应不足以抵消渠道冲突的影响,直销渠道的存在直接导致零售商利润降低.由图2可看出,当  $\theta \rightarrow 1$  时,渠道入侵下再制造对于零售商的利润几乎没有影响,说明渠道冲突足够大时,再制造难以对零售商产生外部性效应.

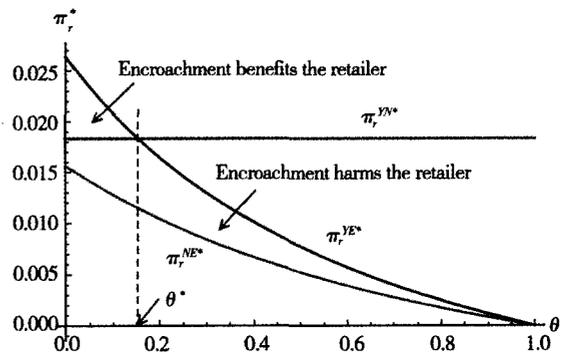


图2 零售商利润对比

Fig. 2 Comparison of retailer's optimal profits

**推论1** 产品再制造的双渠道闭环供应链中,当  $\theta$  满足  $\theta \in (0, \theta^*]$  时,制造商和零售商同

时实现 Pareto 改进。

推论 1 表明当两种渠道竞争较弱时,再制造背景下直销渠道引入对于制造商和零售商均有利,因在  $(0, \theta^*)$  上双方实现了帕累托改进. 该结果具有一定的实践意义,对于再制造供应链中制造商的渠道入侵决策提供了借鉴,对于双渠道供应链中零售商应对制造商渠道入侵行为也提供了建议. 由推论可知,两种渠道之间的竞争程度超过

$$\frac{\partial \theta^*}{\partial \Delta} = \frac{16k\Delta \left( 64k^2 - 32k\Delta^2 + 3\Delta^4 + \sqrt{(8k - \Delta^2)^2(64k^2 + 16k\Delta^2 - 7\Delta^4)} \right)}{(8k - \Delta^2)^3 \sqrt{(64k^2 + 16k\Delta^2 - 7\Delta^4)}} > 0$$

$$\frac{\partial \theta^*}{\partial k} = - \frac{8\Delta^2 \left( 64k^2 - 32k\Delta^2 + 3\Delta^4 + \sqrt{(8k - \Delta^2)^2(64k^2 + 16k\Delta^2 - 7\Delta^4)} \right)}{(8k - \Delta^2)^3 \sqrt{(64k^2 + 16k\Delta^2 - 7\Delta^4)}} < 0$$

由图 3 可看出,再制造成本节约  $\Delta$  增加或回收成本  $k$  降低将导致阈值  $\theta^*$  右移. 若回收与再制造效率越高,零售商将更偏好于选择双渠道模式,且双方的帕累托改进区间也进一步扩大. 回收及再制造的效率越高,渠道入侵下再制造对于零售商的外部性效应则越强. 制造商降低批发价格降低了供应链系统“双重边际化”效应对于双方利润的负面影响,供应链系统的利润也因此增加.

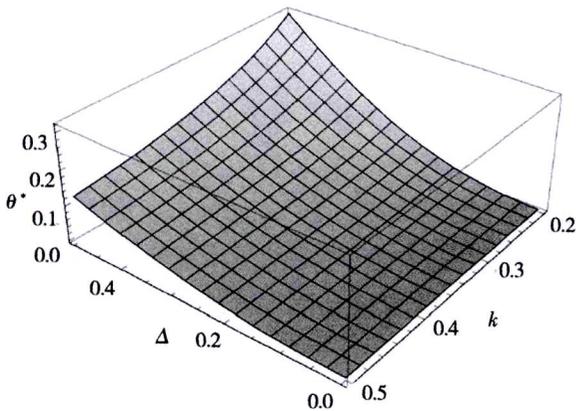


图 3 阈值  $\theta^*$  的变化  
Fig. 3 Changing of the threshold  $\theta^*$

从双方的关系来看,双渠道供应链中尽管再制造效率提高会使零售商受益,但同样使制造商生产成本降低,且增加了直销渠道的竞争力. 因此,回收再制造效率的提高增加了制造商渠道入侵的动力. 对于苹果、联想等实施产品再制造与双渠道模式的知名公司来说,上述推论说明产品再制造的效率提高促进了双渠道模式的实施.

**结论 4** 再制造背景下制造商入侵增加了供应

一定的阈值后渠道入侵即会损害零售商的利益,即两种渠道之间的同质化程度越高,零售商在决策中则更加被动. 因此,零售商应着力于零售渠道的差异化建设,譬如采取广告、促销等策略提高零售渠道的差异化及竞争力.

**推论 2** 制造商回收或再制造的效率提高 ( $k$  降低或  $\Delta$  增加),零售商受益于制造商渠道入侵的区间扩大

链利润,且供应链利润关于渠道竞争水平  $\theta$  下降

$$\pi_T^{YE*} - \pi_T^{YN*} = k \left( \frac{4k(1+\theta)(7+\theta) - \Delta^2(3+\theta)^2}{(8k(1+\theta) - \Delta^2(3+\theta))^2} - \frac{12k - \Delta^2}{(8k - \Delta^2)^2} \right) \times (1 - c_n)^2 > 0$$

$$\frac{\partial \pi_T^{YE*}}{\partial \theta} = - \frac{8k^2(24k(1+\theta) - \Delta^2(7+5\theta))(1 - c_n)^2}{(8k(1+\theta) - \Delta^2(3+\theta))^3} < 0$$

当渠道替代性较弱时,产品再制造情形下制造商的渠道会同时让制造商与零售商受益,系统利润高于单渠道模式下的利润. 而如果直销与传统渠道之间的竞争性较强,制造商渠道入侵会产生两种效应,直销渠道带来利润的增加和渠道竞争导致零售商利润的降低. 尽管渠道冲突降低了零售商的利润,但双渠道模式下对于制造商利润的增加效应更加明显,因此系统利润也实现了增加.

## 4 问题延伸

以上研究表明,闭环供应链中直销与传统渠道竞争较弱时制造商渠道入侵对零售商有利,因为产品再制造对零售商产生了一定的外部性效应. 本节将放宽初始模型中的一些假设条件,对上述模型进行不同方面的拓展,从而得到一些更具普遍意义的结论并对实践提供一定的指导. 从以下三方面进行拓展,1) 零售商回收产品,2) 制造商与零售商之间进行产量竞争,3) 市场中存在多个竞争型的零售商.

### 4.1 零售商回收模式

Savaskan 等<sup>[1]</sup>研究指出,零售商回收模式对制造商来说是效率最高的一种回收模式.在该回收模式下,本节分析制造商的渠道入侵决策及对零售商产生的影响.零售商回收模式下,制造商将以转移价格  $b$  从零售商手中回购废旧产品.考虑无渠道入侵的单渠道供应链模型(模型 ER-N)和制造商渠道入侵的双渠道供应链模型(模型 ER-E).

单渠道供应链中制造商、零售商的利润函数分别为

$$\pi_m = (w - c_n + (\Delta - b)\tau)(1 - p_r) \quad (11)$$

$$\pi_r = (p_r - w + b\tau)(1 - p_r) - k\tau^2 \quad (12)$$

双渠道供应链中零售商和制造商的利润函数分别为

$$\pi_r = (p_r - w + b\tau) \left( \frac{2 - (p_r + p_d)}{1 + \theta} \right) - k\tau^2 \quad (13)$$

$$\pi_m = (w - c_n + (\Delta - b)\tau) \left( \frac{1 - \theta - p_r + \theta p_d}{1 - \theta^2} \right) + (p_d - c_n + (\Delta - b)\tau) \left( \frac{1 - \theta - p_d + \theta p_r}{1 - \theta^2} \right) \quad (14)$$

利用逆向归纳法对模型 ER-N 和模型 ER-E 进行求解,均衡决策及最优利润由表 1 给出(见附录).

**结论 5** 零售商回收模式下,

1) 制造商渠道入侵对自身有利:

$$\pi_m^{ER-E^*} - \pi_m^{ER-N^*} = \frac{k(64k(1 + \theta) + \Delta^2(3 + \theta)(5 + 7\theta))(1 - c_n)^2}{2(32k(1 + \theta)^2 - \Delta^2(3 + \theta)^2)(4k - \Delta^2)} > 0$$

2) 当且仅当  $\theta < \theta^{ER}$  时,制造商入侵对零售商有利;

3) 制造商与零售商的 Pareto 改进区间为  $\theta \in (0, \theta^{ER}]$ . 其中  $\theta^{ER}$  由下列等式确定

$$\frac{Z_1 Z_2}{8(1 + \theta)^2(32k(1 + \theta)^2 - \Delta^2(3 + \theta)^2)^2} = \frac{k}{16k - 4\Delta^2},$$

$$Z_1 = 8k(1 - \theta)(1 + \theta)^2 + \Delta^2(3 + \theta)^2,$$

$$Z_2 = 64k(1 + \theta)^3 - \Delta^2(1 - \theta)(3 + \theta)^2.$$

结论 5 表明,与制造商负责回收的结论相似,零售商负责回收的模式下,制造商渠道入侵行为始终会增加制造商的利润.其次,当两种渠道之间的竞争较弱时( $\theta < \theta^{ER}$ ),制造商的渠道入侵会对零售商有利,这是因为再制造对零售商产生了一定的外部性效应降低了渠道的批发价格,从而使零售商受益.因此,同样可知当  $\theta < \theta^{ER}$  时,双渠道供应链中制造商和零售商均能实现 Pareto 改进.

零售商回收与制造商回收模式对比下,制造商的渠道入侵行为对于零售商决策有何影响?通过图 4 可看出,零售商回收模式下阈值  $\theta^*$  向右移动,说明零售商回收模式下,制造商的渠道入侵对零售商更为有利.根本原因是零售商回收废旧产品情形下,零售商的决策自由度增加,即在逆向回收过程中增加了与制造商协商的能力,从而使制造商提供更低的批发价格.表明了零售商回收下渠道冲突得以缓解,零售商利润增加.从制造商角度分析,零售商回收下制造商利润下降,  $\pi_m^{ER-E^*} - \pi_m^{YE^*} = \frac{k\Delta^2(3 + \theta)^2(1 + 3\theta)(1 - c_n)^2}{(8k(1 + \theta) - \Delta^2(3 + \theta))(32k(1 + \theta)^2 - \Delta^2(3 + \theta)^2)} > 0$ . 主要原因包括两个方面,零售商回收模式下制造商直销渠道在与传统渠道竞争过程中的优势降低( $p_d^{ER-E^*} > p_d^{YE^*}$ )导致直销渠道的收益减少,另一方面制造商的批发收益降低( $w^{ER-E^*} < w^{YE^*}$ ).从系统的角度来看,图 5 表明当  $\theta \geq \theta^{ER-T}$  时,双渠道模式下零售商回收的闭环供应链系统利润更高,这个结论对于实施回收再制造的企业及供应链来说具有一定的现实指导意义.

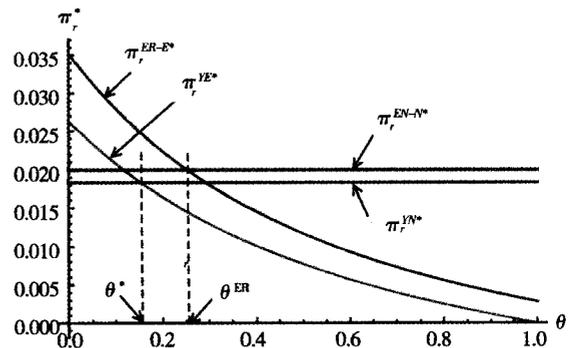


图 4 零售商利润对比

Fig. 4 Comparison among optimal retailer's profits

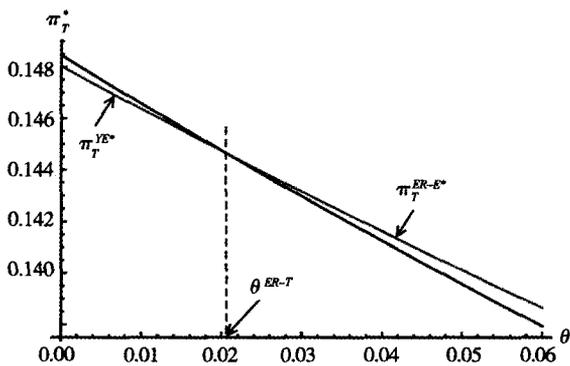


图 5 供应链系统利润对比

Fig. 5 Comparison among optimal chain profits

4.2 产量竞争

Arya 和 Mittendorf<sup>[25]</sup> 研究指出两厂商之间的产量竞争与价格竞争的结果不完全相一致,在某些条件下,产量竞争下厂商的利润更高.本节分析直销渠道与传统渠道之间为产量竞争时制造商与零售商的均衡决策,探究产量竞争下制造商的渠道入侵是否会继续让零售商受益.不失一般性,双渠道中直销和零售渠道的需求函数可表示为:

$$p_i = 1 - q_i - \theta q_j \quad i, j = r, d; i \neq j.$$

则单渠道供应链中(模型 EQ-N)制造商和零售商的利润函数为

$$\pi_m = (w - c_n + \Delta\tau)q_r - k\tau^2 \quad (15)$$

$$\pi_r = (1 - q_r - w)q_r \quad (16)$$

双渠道供应链中(模型 EQ-E)零售商、制造商的利润函数分别为

$$\pi_r = (1 - q_r - \theta q_d - w)q_r \quad (17)$$

$$\pi_m = (w - c_n + \Delta\tau)q_r + (1 - q_d - \theta q_r - c_n + \Delta\tau)q_d - k\tau^2 \quad (18)$$

对模型求解,模型 EQ-N 和模型 EQ-E 的均衡解如表 2 所示(见附录).

结论 6 产量竞争下,

1) 制造商渠道入侵对本企业有利:  $\pi_m^{EQ-E*} - \pi_m^{EQ-N*} > 0$ ;

$$\pi_m^{EQ-N*} = \frac{4k^2(2-\theta)^2(1-c_n)^2}{(8k-\Delta^2)(4k(2-\theta^2)-\Delta^2(3-2\theta))} > 0;$$

2) 当  $\theta$  满足  $\theta \leq \theta^{EQ}$  时,制造商渠道入侵对零售商有利,其中  $\theta^{EQ} = \frac{\Delta^2}{4k}$ ;

3)  $\theta^{EQ} < \theta^*$ , 即产量竞争下再制造对零售商的外部性效应降低.

结论 6 表明,产量竞争下供应链的决策结果与价格竞争模型基本一致.首先,制造商的渠道入侵对制造商始终有利,这是因为制造商从直销和零售渠道获得的收益均实现了增加的缘故.其次,可以看出当渠道之间的竞争较弱时,制造商的渠道入侵对零售商有利,这是因为再制造对零售商产生了外部性效应.但将产量竞争模型与价格竞争模型相对比可发现,产量竞争下零售商从制造商渠道入侵中获利的空间缩小.再制造条件下双渠道供应链的均衡价格或产量决策与传统正向供应链中的决策结果不同,这个结论具有较强的理论与现实意义.当不考虑产品的再制造效应时,价格竞争下制造商为缓和渠道之间的竞争会提高对零售商的批发价格,从而在价格竞争中制造商将策略性的调整渠道价格以影响市场需求<sup>[26]</sup>.更高的批发价格增加了制造商实施再制造的动力,因此产品的回收率在价格竞争情形下更高( $\tau^{YE*} > \tau^{EQ-E*}$ ).更高的回收率导致了制造商生产效率的提高,从而反过来降低了对零售商的批发价格,所以批发价格在价格竞争情形下更低( $w^{YE*} < w^{EQ-E*}$ ).因此,制造商与零售商价格竞争下,制造商渠道入侵对零售商更为有利.

4.3 n 个零售商

假设市场中同时存在 n 个竞争性零售商,在位零售商同时面临制造商直销渠道和多个竞争性零售商的影响.单渠道模式与双渠道模式下渠道的逆需求函数可表示为:

$$p_r = 1 - q_r - \theta \sum_{i=1}^n q_{ri},$$

$$p_j = 1 - q_j - \theta(q_k + \sum_{i=1}^n q_{ri}), \quad j, k = d, r; j \neq k.$$

制造商不进行渠道入侵的条件下(模型 EM-N),零售商、进入零售商和制造商的利润分别为

$$\pi_r = (1 - q_r - \theta \sum_{i=1}^n q_{ri})q_r \quad (19)$$

$$\pi_{ri} = (1 - q_{ri} - \theta(\sum_{i=1}^{n-1} q_{ri} + q_r)) \quad (20)$$

$$\pi_m = (w - c_n + \Delta\tau)(q_r + \sum_{i=1}^n q_{ri}) - k\tau^2 \quad (21)$$

制造商渠道入侵情形下(模型 EM-E),零售商、进入制造商和制造商的利润函数分别为

$$\pi_r = (1 - q_r - \theta(q_d + \sum_{i=1}^n q_{ri}))q_r \quad (22)$$

$$\pi_{ri} = (1 - q_{ri} - \theta(q_r + q_d + \sum_{i=1}^{n-1} q_{ri})) \quad (23)$$

$$\pi_m = (1 - q_d - \theta(q_r + \sum_{i=1}^n q_{ri}) - c_n + \Delta\tau)q_d + (w - c_n + \Delta\tau)(q_r + \sum_{i=1}^n q_{ri}) - k\tau^2 \quad (24)$$

对模型求解,模型 EM-N 和模型 EM-E 的均衡解如表 3 所示(见附录)。

**结论 7** 多零售商竞争环境下,

1) 制造商入侵对自身有利,  $\pi_m^{EC-E^*} - \pi_m^{EC-N^*} > 0$ ;

2) 当且仅当  $\theta < \theta^{EC}$  时,制造商的渠道入侵对零售商有利,其中

$$\theta^{EC} = \frac{8k(n-1) + (3+2n)\Delta^2 - \sqrt{Z_3}}{8(k+2kn)}$$

$$Z_3 = 64k^2(1+n)(5+n) - 16k(1+n) \times (7+2n)\Delta^2 + (3+2n)^2\Delta^4;$$

3)  $\theta^{EC}$  关于  $n$  递增。

结论 7 表明,在考虑多个零售商竞争的市场中,制造商开通直销渠道对企业仍是一种有利的行为。尽管在竞争强度增加的情形下制造商降低了对零售商的批发价格,但直销渠道带来的利润增加的效应超过了批发价格降低的效应。对于零售商来说,再制造对于零售商的外部性效应使得当渠道竞争强度  $\theta$  低于一定的阈值下制造商渠道入侵对于在位零售商有利。较为有趣的是,随着市场中零售商数量  $n$  的不断增加,再制造对于在位零售商的外部性效应更加明显,这是因为直销渠道的替代效应导致传统渠道减少的利润由多个竞争零售商进行了分摊,制造商对零售商会更低的批发价格,所以  $n$  的增加对于在位零售商更有利。

## 5 结 束 语

关于企业再制造与双渠道决策的研究已经非常广泛,但很少研究关注企业再制造与渠道入侵决策的内在关系及该关系对供应链其它决策成员的影响。基于该背景,分析了在一个由制造商和零售商构成的二级供应链中,产品再制造、渠道竞争与制造商渠道入侵之间的内在关系,得到了一些

较为有趣的结论,这些结论对于实施双渠道模式与再制造的企业和供应链系统来说具有一定的现实指导意义。

在不考虑产品再制造的环境下,Arya 等<sup>[2]</sup>研究指出当传统分销渠道的销售成本优势足够大时,制造商的渠道入侵会使零售商受益,根本原因是直销渠道存在下制造商降低了批发价格从而缓解了供应链的“双重边际化”效应和渠道冲突。但是,若零售商不具有渠道成本优势且两渠道是异质的,研究发现如果不考虑产品的再制造,制造商的渠道入侵会直接损害零售商的利益;但再制造情形下,上述结论发生了变化,当渠道差异化程度足够大时,再制造会对零售商产生外部性效用从而使零售商受益。该结论从本质上揭示了渠道竞争下再制造决策对于零售商的影响,从实践的角度说明了产品再制造与制造商渠道入侵行为的内在关系。研究结论还指出,再制造增加了制造商渠道入侵的动力,因为再制造提高了制造商的生产效率从而间接地增加了制造商的渠道收益。在模型延伸部分,考虑了几种更为一般化的决策环境下再制造与渠道入侵之间的关系。首先考虑了零售商回收模式下供应链的决策,发现基本的研究结论仍然成立;且再制造对零售商的外部性效应在零售商回售模式下更明显,这是因为零售商作为回收方增加了逆向过程中与制造商讨价还价的决策权力。其次,分析了渠道之间为产量竞争和市场中存在多个竞争性零售商情形下制造商的入侵决策,证明了基本研究结论仍然成立。

研究虽然对产品再制造、渠道竞争和制造商渠道入侵之间的关系进行了分析,并给出了一些初步的结论,但仍然存在一定的局限性。首先,文中的模型仍然是确定性的模型,并未分析市场、决策者的不确定信息对决策的影响。例如在考虑随机性需求的环境下,再制造对于零售商的外部性效应是否仍然存在值得进一步探讨。其次,并未考虑制造商或者零售商之间决策信息的不对称对于双方决策的影响,如制造商拥有一定的成本私有信息时,分析决策的变化则更具现实意义。最后,考虑决策成员的风险偏好对于供应链决策的影响也是未来研究的一个方向。

## 参考文献:

- [1] Chiang W 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.
- [2] Arya A, Mittendorf B, Sappington D E M. The bright side of supplier encroachment[J]. *Marketing Science*, 2007, 26(5): 651 – 659.
- [3] Yoon D H. Supplier encroachment and investment spillovers[J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25(11): 1839 – 1854.
- [4] Hsiao L, Chen Y J. Strategic motive of introducing internet channels in a supply chain[J]. *Production & Operations Management*, 2012, 23(1): 36 – 47.
- [5] 王先甲, 周亚平, 钱桂生. 生产商规模不经济的双渠道供应链协调策略选择[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(1): 17 – 31.  
Wang Xianjia, Zhou Yaping, Qian Guisheng. The selection of dual-channel supply chain coordination strategy considering manufacturer' diseconomies of scale[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2017, 20(1): 17 – 31. (in Chinese)
- [6] Ha A, Long X, Nasiry J. Quality in supply chain encroachment[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2016, 18(2): 280 – 298.
- [7] Mukhopadhyay S K, Yao D Q, Yue X. Information sharing of value-adding retailer in a mixed channel hi-tech supply chain [J]. *Journal of Business Research*, 2008, 61(9): 950 – 958.
- [8] 聂佳佳. 预测信息共享对制造商开通直销渠道的影响[J]. *管理工程学报*, 2012, 26(2): 106 – 112.  
Nie Jiajia. The effect of forecast information sharing on manufacturer' s launching direct channels[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2012, 26(2): 106 – 112. (in Chinese)
- [9] Li Z, Gilbert S M, Lai G. Supplier encroachment under asymmetric information[J]. *Management Science*, 2013, 60(2): 449 – 462.
- [10] Li Z, Gilbert S M, Lai G. Supplier encroachment as an enhancement or a hindrance to nonlinear pricing[J]. *Production and Operations Management*, 2015, 24(1): 89 – 109.
- [11] Savaskan R C, Bhattacharya S, Van Wassenhove L N. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing[J]. *Management Science*, 2004, 50(2): 239 – 252.
- [12] Savaskan R C, Van Wassenhove L N. Reverse channel design: The case of competing retailers[J]. *Management Science*, 2006, 52(1): 1 – 14.
- [13] Atasu A, Toktay L B, Van Wassenhove L N. How collection cost structure drives a manufacturer' s reverse channel choice [J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(5): 1089 – 1102.
- [14] 卢荣花, 李 南. 电子产品闭环供应链回收渠道选择研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2016, 36(7): 1687 – 1695.  
Lu Ronghua, Li Nan. Take-back channel selection of closed-loop supply chain for an electronic product[J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2016, 36(7): 1687 – 1695. (in Chinese)
- [15] Wu X, Zhou Y. The optimal reverse channel choice under supply chain competition[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 259(1): 63 – 66.
- [16] Ma W, Zhao Z, Ke H. Dual-channel closed-loop supply chain with government consumption-subsidy[J]. *European Journal of Operational Research*, 2013, 226(2): 221 – 227.
- [17] 易余胤, 袁 江. 渠道冲突环境下的闭环供应链协调定价模型[J]. *管理科学学报*, 2012, 15(1): 54 – 65.  
Yi Yuyin, Yuan Jiang. Pricing coordination of closed-loop supply chain in channel conflicts environment[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 15(1): 54 – 65. (in Chinese)
- [18] Yan W, Xiong Y, Xiong Z, et al. Bricks vs. clicks: Which is better for marketing remanufactured products? [J]. *Europe-*

- an Journal of Operational Research, 2015, 242(2): 434 – 444.
- [19] 郑本荣, 杨超, 杨珺, 等. 闭环供应链的销售渠道选择与协调策略研究[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(5): 1180 – 1192.
- Zheng Benrong, Yang Chao, Yang Jun, et al. Coordination and channel selection in closed-loop supply chains[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2016, 36(5): 1180 – 1192. (in Chinese)
- [20] Singh N, Vives X. Price and quantity competition in a differentiated duopoly[J]. The RAND Journal of Economics, 1984, 15(4): 546 – 554.
- [21] Raju J S, Sethuraman R, Dhar S K, et al. The introduction and performance of store brands[J]. Management Science, 1995, 41(6): 957 – 978.
- [22] Jerath K, Zhang Z J. Store within a store[J]. Journal of Marketing Research, 2009, 47(4): 748 – 763.
- [23] Abhishek V, Jerath K, Zhang Z J. Agency selling or reselling? Channel structures in electronic retailing[J]. Management Science, 2015, 62(8): 2259 – 2280.
- [24] Webb K L. Managing channels of distribution in the age of electronic commerce[J]. Industrial Marketing Management, 2002, 31(2): 95 – 102.
- [25] Arya A, Mittendorf B. Supply chain consequences of subsidies for corporate social responsibility[J]. Production & Operations Management, 2014, 24(8): 1346 – 1357.
- [26] Bulow J I, Klemperer P D. Multimarket oligopoly: Strategic substitutes and complements[J]. Journal of Political Economy, 1985, 93(3): 488 – 511.

## Product remanufacturing, channel competition and manufacturer encroachment

ZHENG Ben-rong<sup>1,2</sup>, YANG Chao<sup>2</sup>, YANG Jun<sup>2\*</sup>, HUANG Hong-jun<sup>2</sup>

1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China

**Abstract:** A two-level supply chain is studied which consists of a manufacturer and a retailer. Manufacturer channel encroachment models with remanufacturing and without remanufacturing respectively, are established to explore the interplay among product remanufacturing, channel competition and manufacturer encroachment behavior. The results are as follows. 1) Remanufacturing alleviates channel conflict by offering a lower average product cost, which in turn motivates the manufacturer to encroach. 2) The manufacturer's encroachment directly harms the retailer in the no-remanufacturing case. In contrast, remanufacturing has a positive externality at the retailer level, which enhances the retailer's payoff as long as the two channels do not compete intensely. However, this externality cannot fully counterbalance channel conflict when the two channels are more competitive, so the encroachment harms the retailer. 3) The externality of remanufacturing is stronger when the manufacturer reduces the collection costs or increases remanufacturing cost savings. Consequently, the Pareto gains in the supply chain enlarges. Finally, several extensions to our model verify that our model is still robust after considering the following cases: retailer collecting, quantity competition and multiple retailers.

**Key words:** direct and traditional channels; remanufacturing; closed-loop supply chain; manufacturer encroachment; channel competition

附录:

表 1 零售商回收模式下模型 ER-E 和模型 ER-N 的均衡解

Table 1 Equilibrium solutions for model ER-E and mode ER-N under retailer collection mode

均衡及利润	模型 ER-N	模型 ER-E
$w^*$	$\frac{1}{2}(c_n + 1)$	$\frac{c_n(\Delta^2(\theta - 1)(\theta + 3)^2 + 64(\theta + 1)^3k) - \Delta^2(\theta + 3)^2(5\theta + 3) + 64(\theta + 1)^3k}{4(\theta + 1)(32(\theta + 1)^2k - \Delta^2(\theta + 3)^2)}$
$p_d^*$	—	$\frac{c_n(\Delta^2(\theta - 1)(\theta + 3)^2 + 64(\theta + 1)^3k) - \Delta^2(\theta + 3)^2(5\theta + 3) + 64(\theta + 1)^3k}{4(\theta + 1)(32(\theta + 1)^2k - \Delta^2(\theta + 3)^2)}$
$p_r^*$	$\frac{kc_n - \Delta^2 + 3k}{4k - \Delta^2}$	$\frac{c_n(32(\theta + 1)^4k - \Delta^2(\theta - 1)(\theta + 3)^2) - \Delta^2(\theta + 3)^2(3\theta + 5) - 32(\theta - 3)(\theta + 1)^3k}{4(\theta + 1)(32(\theta + 1)^2k - \Delta^2(\theta + 3)^2)}$
$\tau^*$	$\frac{\Delta - \Delta c_n}{8k - 2\Delta^2}$	$\frac{\Delta(\theta + 3)^2(c_n - 1)}{\Delta^2(\theta + 3)^2 - 32(\theta + 1)^2k}$
$b^*$	$\Delta$	$\frac{\Delta(\theta + 3)}{4(\theta + 1)}$
$\pi_r^*$	$\frac{k(c_n - 1)^2}{16k - 4\Delta^2}$	$\frac{(1 - c_n)^2(\Delta^2(\theta + 3)^2 + 8(1 - \theta)(\theta + 1)^2k)(64(\theta + 1)^3k - \Delta^2(1 - \theta)(\theta + 3)^2)}{8(\theta + 1)^2(32(\theta + 1)^2k - \Delta^2(\theta + 3)^2)^2}$
$\pi_m^*$	$\frac{k(c_n - 1)^2}{8k - 2\Delta^2}$	$\frac{4(\theta + 1)(\theta + 3)k(c_n - 1)^2}{32(\theta + 1)^2k - \Delta^2(\theta + 3)^2}$

表 2 产量竞争下模型 EQ-E 和模型 EQ-N 的均衡解

Table 2 Equilibrium solutions for model EQ-E and mode EQ-N under quantity competition

均衡及利润	模型 ER-N	模型 ER-E
$w^*$	$\frac{1}{2}(c_n + 1)$	$\frac{2(\theta^2 - 2)kc_n + \Delta^2(3 - 2\theta) + 2(\theta^2 - 2)k}{\Delta^2(3 - 2\theta) + 4(\theta^2 - 2)k}$
$q_d^*$	—	$\frac{2(\theta - 2)k(1 - c_n)}{\Delta^2(3 - 2\theta) + 4(\theta^2 - 2)k}$
$q_r^*$	$\frac{2k(1 - c_n)}{8k - \Delta^2}$	$\frac{2(\theta - 1)k(1 - c_n)}{\Delta^2(3 - 2\theta) + 4(\theta^2 - 2)k}$
$\tau^*$	$\frac{\Delta - \Delta c_n}{8k - 2\Delta^2}$	$\frac{\Delta(\theta + 3)^2(c_n - 1)}{\Delta^2(\theta + 3)^2 - 32(\theta + 1)^2k}$
$\pi_r^*$	$\frac{k(c_n - 1)^2}{16k - 4\Delta^2}$	$\frac{4(\theta - 1)^2k^2(c_n - 1)^2}{(\Delta^2(3 - 2\theta) + 4(\theta^2 - 2)k)^2}$
$\pi_m^*$	$\frac{k(c_n - 1)^2}{8k - 2\Delta^2}$	$\frac{(2\theta - 3)k(c_n - 1)^2}{\Delta^2(3 - 2\theta) + 4(\theta^2 - 2)k}$

表 3 零售商竞争环境下模型 EC-E 和模型 EC-N 的均衡解

Table 3 Equilibrium solutions for model EC-E and mode EC-N under retailer competition

均衡及利润	模型 ER-N	模型 ER-E
$w^*$	$\frac{(\Delta^2(n + 1) - 2k(\theta n + 2)) - 2kc_n(\theta n + 2)}{\Delta^2(n + 1) - 4k(\theta n + 2)}$	$\frac{(2k(\theta(\theta + (\theta - 1)n) - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)) + 2kc_n(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2))}{4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)}$
$q_d^*$	—	$\frac{2(\theta - 2)k(1 - c_n)}{4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)}$
$q_r^*$	$\frac{2k(1 - c_n)}{4k(\theta n + 2) - \Delta^2(n + 1)}$	$\frac{2(\theta - 1)k(1 - c_n)}{4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)}$
$q_{ri}^*$	$\frac{2k(1 - c_n)}{4k(\theta n + 2) - \Delta^2(n + 1)}$	$\frac{2(\theta - 1)k(1 - c_n)}{4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)}$
$\tau^*$	$\frac{\Delta(n + 1)(1 - c_n)}{4k(\theta n + 2) - \Delta^2(n + 1)}$	$\frac{\Delta(3 - 2\theta + (1 - \theta)n)(1 - c_n)}{4k(\theta^2(-n + 1) + \theta n + 2) + \Delta^2(2\theta + (\theta - 1)n - 3)}$
$\pi_r^*$	$\frac{4k^2(1 - c_n)^2}{(\Delta^2(n + 1) - 4k(\theta n + 2))^2}$	$\frac{4(\theta - 1)^2k^2(1 - c_n)^2}{(4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3))^2}$
$\pi_m^*$	$\frac{k(n + 1)(1 - c_n)^2}{4k(\theta n + 2) - \Delta^2(n + 1)}$	$\frac{k(2\theta + (\theta - 1)n - 3)(a - c_n)^2}{4k(\theta^2 + (\theta - 1)\theta n - 2) + \Delta^2(-\theta(n + 2) + n + 3)}$