

文章编号:1003-207(2012)05-0122-09

# 基于返回策略的供应链网络竞争绩效研究

孟庆峰<sup>1,3</sup>, 范明<sup>1</sup>, 李真<sup>2</sup>

(1. 江苏大学管理学院, 江苏 镇江 212013; 2. 江苏科技大学经济管理学院, 江苏 镇江 212003;  
3. 江苏大学社会科学计算实验中心, 江苏 镇江 210093)

**摘要:**针对由多个供应商和多个零售商组成的结构可变的供应链网络,分别在零售商之间基于订货量以及价格两种竞争方式下,分析了供应商均不采用返回策略、部分采用返回策略以及均采用返回策略六种情景下供应链网络的竞争绩效。研究发现当零售商基于订货量竞争时,供应商采用协调策略对于其零售商客户及供应链均为占优策略,零售商更换供应商的成本将会影响供应商的收益以及采用协调策略的积极性;当零售商之间基于价格竞争时,返回策略在一定程度上仍能够激励零售商增加订货量,且对供应链渠道的利润绩效及其稳定性均具有一定的改善作用。

**关键词:**供应链网络;竞争方式;返回策略;竞争绩效;计算实验

**中图分类号:**F274 **文献标识码:**A

## 1 引言

企业间的竞争已演变成供应链与供应链之间的竞争<sup>[1]</sup>。为了在竞争中赢得优势,供应链成员间一般通过提供合适的信息或激励契约等协调机制来实现上下游企业间的协同运作。返回策略是目前较为常用的一种供应链协作机制<sup>[2]</sup>,是指供应商用一个合理的价格从零售商处购回未售出的产品,从而激励零售商增加订购量,扩大产品的销售量。该策略被大量用于对时间性要求较严的时尚产品,如书籍、杂志、报纸、音像制品、计算机软件、贺卡以及医药产品等。<sup>①</sup>

目前,一些学者针对基于主从博弈关系的“一对一”结构下企业间采用返回策略的协调效果进行了研究。Pasternack<sup>[3]</sup>与 Cachon<sup>[4]</sup>等学者研究发现,当零售商的产品零售价格为竞争导致的固定值,且与市场需求无关时,返回策略能够实现供应商、零售商及其所组成供应链系统的最大化收益,并且通过调整契约参数(批发价格与回购价格)能够实现供应

链整体收益的任意分配;Emmons等<sup>[5]</sup>则指出当市场需求受到零售价格的影响时,且产品的零售价格是波动的且由零售商自主决策时,返回策略则不能使供应链的整体收益达到同集中式决策时同样的水平;Taylor<sup>[6]</sup>的研究表明:当市场需求受到产品的零售价格以及零售商的销售努力双重影响时,返回策略无法协调此情况下的供应链,但证明出将返回策略与销售的回馈机制相结合,能够起到协调的效果;Yue等<sup>[7]</sup>在市场信息不对称情况下,研究了充分退货政策对单制造商、单零售商利润绩效的影响;Ding等<sup>[8]</sup>将传统的返回策略改良为灵活退货策略,将其应用到三阶层供应链系统的协调过程中,结果表明该灵活退货策略能够实现系统收益的最大化以及企业间收益的灵活分配。

一些学者考虑到了竞争环境的影响,针对“一对多”或“多对一”结构下的供应链返回策略进行了研究。Padmanabhan等<sup>[9]</sup>研究发现零售商间的过度竞争有可能会对产品品牌的损害,供应商为保护产品品牌而采用的返回策略会导致自身收益的增加,在需求固定的情况下,返回策略则会导致零售商的非理性订购;Netessine等<sup>[10]</sup>和 Gans<sup>[11]</sup>的研究表明当需求信息不对称且零售商数量超过两个时,零售商会因为竞争而缩小订货;Anupindi等<sup>[12]</sup>则发现当供应商具有数量约束时,零售商具有增加其订货量的动机,从而加剧了横向竞争;Pennings等<sup>[13]</sup>研究表明多个供应商在争夺下游分销商时,会基于供货

收稿日期:2010-09-02;修订日期:2012-06-13

基金项目:国家社科基金重大项目(11&ZD169);国家自然科学基金资助项目(71073070,71171099,71101067,71101069,71001028,71001049);国家社会科学基金青年项目(10CGL025)

作者简介:孟庆峰(1982-),男(汉族),辽宁铁岭人,江苏大学管理学院博士,讲师,研究方向:行为运作管理与计算实验。

频率和批发价格展开竞争;徐经意等<sup>[14]</sup>基于报童模型和信息揭示原理,建立生产商竞争的供应链系统退货决策模型,指出最优订购量只受信息隐蔽因素的影响,而与竞争因素无关,但生产商的竞争影响退货补偿率并明显提高销售商的价格决策地位;王小龙等<sup>[15]</sup>研究了下游零售商强势背景下,包含多供应商、单零售商的供应链协调问题。研究结果表明,与一对一供应链相比,多个供应商之间的水平竞争在一定程度上减轻了零售商的协调压力。

上述研究较为关注的是返回策略在相应情景下能否实现供应链的协调,但却较少有文献考虑在现实的供应链系统中,成员间采用返回策略所能取得的实际竞争效果。在实际运作过程中,供应链的结构大多数呈现出网络结构,在网络结构中存在两种类型的竞争关系,一是上下游企业间的纵向竞争关系,二是同级、同行业企业间的横向竞争关系<sup>[16]</sup>。此外,在如此复杂的竞争关系下,同行业企业间又存在着多种竞争方式,比如零售商之间可以基于产品价格、销售努力水平或是库存水平等进行竞争。复杂的竞争关系以及多样化的竞争方式均会对返回策略的竞争效果产生影响,因此,在相应的供应链网络环境下,明确成员间采用返回策略所能取得的实际竞争绩效是现实而又亟待解决的问题。

本文为使研究更符合供应链实际运作情况,将供应链协调策略的研究由传统的一对一结构扩展至多对多、多周期的网络结构;充分考虑供应链网络中的纵向竞争与横向竞争,假设成员间可以根据自己的目标需求变换业务关系,构建出由多个供应商与多个零售商组成的结构可变的供应链网络的计算实验模型。在此条件下,针对零售商之间基于订销量(可表征库存水平)竞争以及基于价格竞争两种方式,分别分析了供应商均不采用返回策略、部分采用返回策略以及均采用返回策略三种情景下的供应链网络竞争绩效,旨在为竞争环境下返回策略的合理选择与实施提供理论依据。

供应链网络中涉及众多异质性及具有自主决策能力的主体,这些主体能够根据外部环境变化或其它主体策略的改变而相应调整自己的行为,因此主体与环境以及主体与主体之间的交互通常表现出非线性的、动态且密切的关系。此外,现实情况下各主体如果对所有信息均充分了解则较为困难,更多的应该是在不断交易的过程中,根据历史交易数据进行学习或决策。比如有着多年市场经验的零售商才能够较好的预测需求旺季的商品销量。基于上述原

因,本文采用计算实验方法来构建模型,通过参与主体的交互作用,自下而上的“涌现”出系统的各种行为和现象<sup>[17]</sup>。通过构建可控制且可重复的计算实验模型,模拟供应链网络中各成员的相互作用及其整体现象,抽取和分析相关参数变化对各主体策略选择及绩效的影响,通过对实验结果的对比分析得出管理启示。

## 2 计算实验模型

### 2.1 实验情景设计

本文研究的系统中包含  $m$  个供应商,  $n$  个零售商以及最终消费市场。分别用  $S_i, R_j$  表示供应商  $i$  与零售商  $j$ ,  $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ 。市场总需求 ( $D$ ) 为服从分布函数  $F(x)$  和密度函数  $f(x)$  的随机变量。各供应商提供完全可替代产品且具有充分的供货能力,决策变量为批发价格 ( $w_i$ ) 与回购价格 ( $b_i$ ), 将基于  $w_i$  与  $b_i$  对零售商客户进行竞争。由于返回策略主要针对易逝性产品,因此假设产品只能当期交易,如果供应商不回购,零售商不能将其作为库存存放。

零售商  $j$  的产品售价为  $p_j^r$ , 期末未售出产品的单位残值为  $s$ , 一般情况下,有  $p_j^r > w_i > b_i > s$ 。在交易过程中,每个零售商将选择一个供应商为其供货,因此供应商与其零售商客户相应组成了  $n$  条分销渠道,供应商  $i$  的初始零售商数量为  $N_i^r$ , 零售商可根据一定条件更换供应商,从而形成结构可变的供应链网络。本模型不考虑缺货损失,上述信息需要供应商和零售商在实际交易过程中逐渐学习所得,主体均为风险中性且进行自主决策。

系统主体的交互流程如图 1 所示。首先,各供应商发布批发价格  $w_i$  与回购价格  $b_i$  (如不采用返回策略,则无回购价格);其次,零售商在不同竞争方式影响下,基于不同供应商的  $w_i, b_i$  以及各自收益函数,决策出相关变量及预期利润,并将预期利润差值与更换供应商的成本进行比较,选择使其收益最大的供应商为其供货;最后,供应商将根据上一期收到的订销量及竞争对手的策略,重新调整  $w_i$  与  $b_i$ 。

本文针对零售商间不同的竞争方式(订销量竞争与价格竞争)以及供应商间采用返回策略的不同情况(均不采用、部分采用、均采用),共设置 6 种实验情景。为描述零售商之间基于订销量竞争这种方式,本文采用 Cachon<sup>[18]</sup>的方式,即零售商面临的市场需求正比于其订销量。零售商  $j$  面临的真实市场需求为  $D_j^r$ ,  $D_j^r = (Q_j^r / \sum_{j=1}^n Q_j^r) D$ ,  $Q_j^r$  为零售商  $j$

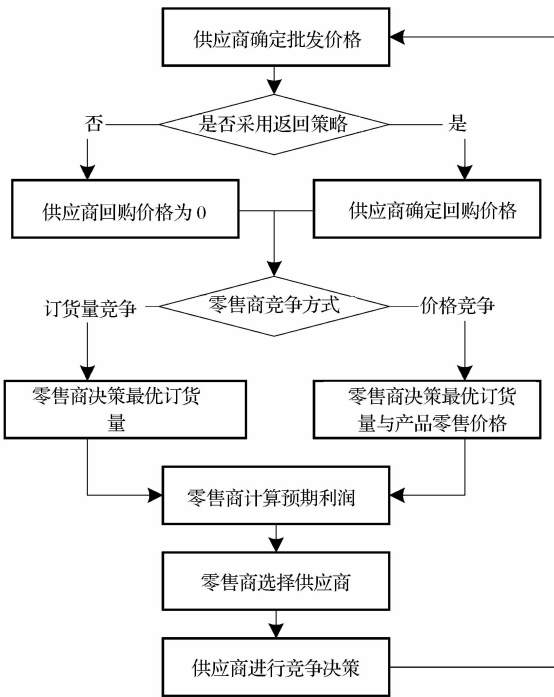


图1 系统主体交互流程图

的产品订购量,此时零售商的产品零售价格( $p_i^j$ )均相同,为竞争导致的结果。为描述零售商之间基于产品零售价格进行竞争的方式,本文采用 Banker<sup>[19]</sup>的方式,即  $D_r^i = D_r - \alpha P_i^j + \sum_{k \neq j} \beta^k P_r^k$ ,  $D_r = D/n$ ,表示每个零售商所面对的市场需求基数,参数  $\alpha > \beta^k > 0$ ,  $\alpha$  用于描述自身零售价对其需求的影响,  $\beta^k$  表示交叉价格弹性系数,用于描述其竞争零售商的零售价对该零售商需求的影响。

## 2.2 主体 Agent 设计

### 2.2.1 供应商 Agent 设计

返回策略通常包含退货契约与回购契约两种情况,供应链文献中一般并没有区分<sup>[20]</sup>。退货契约要求零售商在产品销售周期结束后将未售完产品返还给供应商,因此这必然增加相应的产品包装与运输等成本;而对于回购契约而言,供应商仅针对零售商未售完产品的数量进行相应的补偿即可,并不需要将产品回收。本文所研究的返回策略是指回购契约,即零售商将拥有未售完产品的残值。

在供应链网络环境下,供应商  $i$  不采用(式(1))或采用(式(2))返回策略情形下的期望收益函数分别为:

$$\pi_s^i = (\omega_i - c_s^i) Q_s^i \tag{1}$$

$$\pi_s^i = (\omega_i - c_s^i) Q_s^i - b_i \bar{\delta}_s^i \tag{2}$$

其中,  $\pi_s^i$  表示供应商  $i$  的预期收益,  $c_s^i$  为供应商

$i$  单位产品的生产成本,  $Q_s^i$  为供应商  $i$  收到的订货数量,  $Q_s^i = \sum_{j=1}^n \lambda Q_j^i$ ,  $\lambda$  表示零售商  $j$  是否向供应商  $i$  订货,如果订货,则  $\lambda = 1$ ,否则  $\lambda = 0$ 。 $\delta_s^i, \bar{\delta}_s^i$  表示供应商  $i$  在交易过程中回购产品的数量及基于历史交易记录的产品平均回购量,  $\delta_s^i = \sum_{j=1}^n \lambda (Q_j^i - D_r^i)^+$ 。供应商在竞争过程中需进行两方面决策,一方面,供应商要通过设置合理的批发价与回购价刺激零售商客户增加订货量,从而抢占市场需求;另一方面,由于最终市场具有不确定性且零售商具有更换供应商的权利,供应商需考虑到竞争对手的情况,制定合理的竞争策略以防止自己的客户流失。因此供应商的决策顺序为:首先基于自身收益最大化目标与竞争对手争夺客户,此时是基于批发价格的竞争,通过调整批发价来吸引更多零售商向其订货,增加其订货量,从而最大化自己的利润。假设供应商依据式(3)进行决策。

$$Q_s^i = \sum_{j=1}^n \bar{Q}_r^j - \kappa_i \omega_i + \gamma_i \sum_{\theta \neq i}^m \omega_\theta \tag{3}$$

$\sum_{j=1}^n \bar{Q}_r^j$  为供应商所了解到的上一期所有零售商的订货量总和,可以认为这是其所面临的总的市场需求;  $\kappa_i, \gamma_i$  分别为供应商  $i$  的批发价与其他竞争者批发价对其市场需求的影响因子,  $\kappa_i, \gamma_i > 0$ ; 式(3)的函数关系表明供应商面临下游企业的订货量与其批发价格有关,也与其竞争对手的批发价格有关,从而能够描述供应商之间基于批发价竞争的关系。式(3)中,通过历史交易数据可获得  $Q_s^i, \sum_{j=1}^n \bar{Q}_r^j, \sum_{\theta \neq i}^m \omega_\theta, \omega_i$  的值,如果给定  $\gamma_i$  的值,就可相应求得  $\kappa_i$  的值,从而构建出供应商的需求量与其批发价格之间的函数关系,为供应商进行批发价格决策提供依据。

供应商通过竞争抢占到零售商客户后,要考虑到与其客户所组成的供应链系统的协调问题。也就是要保证其组成供应链系统的预期收益  $\pi_s^i$  的最大化,  $\pi_s^i = \pi_s^i + \lambda \sum_{j=1}^n \pi_r^j$ ,  $\pi_r^j$  表示零售商  $j$  的预期收益。当零售商间基于订货量竞争时,产品零售价格为竞争导致的固定值,此时批发价格与回购价格的关系应满足式(4)。根据杨德礼<sup>[21]</sup>可得,由一个供应商与一个零售商所组成的供应链系统中,最优批发价( $w^*$ )与回购价格( $b^*$ )、零售价格( $p$ )、产品生产成本( $c$ )之间的关系为:

$$w^* = \frac{(p - c)(b^* - s)}{(p - s)} + c \tag{4}$$

分别将(3)式代入(1)式、(2)式,可求得使供应

商  $i$  在竞争条件下利润最大的批发价格。

$$\omega_i = \{ \omega_i \mid \max\{\pi_i^j\}, \omega_i \in (c_s^i, p_r^i) \} \quad (5)$$

再将(5)式求得的批发价格带入(4)式,从而可以求得能够使供应商所领衔的供应链系统在当前条件下实现协调的回购价格。而当零售商之间基于价格竞争时,供应商的批发价格与回购价格并不满足式(4),此时假设  $b_i = \eta \omega_i, 0 < \eta < 1, \eta$  为退货政策的折价参数。

### 2.2.2 零售商 Agent 设计

零售商选择哪个供应商为其供货是基于其收益函数做出的决策。当零售商间基于订货量进行竞争时,零售商的期望收益函数在供应商采用(式(6))及不采用(式(7))返回策略情况下分别为:

$$\pi_r^j = (p_r^j - \omega_i - c_r^j)Q_r^j - (p_r^j - b_i - s)(\frac{Q_r^j}{Q}) \int_0^Q F(x)dx \quad (6)$$

$$\pi_r^j = (p_r^j - \omega_i - c_r^j)Q_r^j - (p_r^j - s)(\frac{Q_r^j}{Q}) \int_0^Q F(x)dx \quad (7)$$

式(6)与(7)中,  $c_r^j$  表示零售商  $j$  单位产品的销售成本;  $Q = \sum_{j=1}^n Q_r^j$ ,  $Q_r^j$  是零售商  $j$  的决策变量,假设零售商了解其竞争方式,即通过订货量来争夺市场份额。因此对于给定零售商  $j$  竞争对手的订货量的总和  $\sum_{\theta=1, \theta \neq j}^n Q_r^\theta$  情况下,必然存在使零售商  $j$  利润最大的最优订货量  $Q_r^{j*}$ 。设  $Q_r^j(Q_r^{-j})$  为零售商  $j$  的响应函数 ( $Q_r^{-j} = \sum_{\theta=1, \theta \neq j}^n Q_r^\theta$ ),那么零售商  $j$  在竞争中达到均衡订货量的条件为  $Q_r^j(Q_r^{-j}) = Q_r^\theta(Q_r^\theta), j \neq \theta$ 。如果零售商在竞争中存在纳什均衡,则对于式(6)与式(7)中零售商  $j$  的一阶条件均应满足式(8)、(9)。

$$\frac{\partial \pi_r^j(Q_r^j, Q_r^{-j})}{\partial Q_r^j} = Q^* (\frac{p_r^j - \omega_i}{p_r^j - b_i - s}) - Q_r^{j*} F(Q^*) - Q_r^{j*} (\frac{1}{Q^*} \int_0^{Q^*} F(x)dx) = 0 \quad (8)$$

$$\frac{\partial \pi_r^j(Q_r^j, Q_r^{-j})}{\partial Q_r^j} = Q^* (\frac{p_r^j - \omega_i}{p_r^j - s}) - Q_r^{j*} F(Q^*) - Q_r^{j*} (\frac{1}{Q^*} \int_0^{Q^*} F(x)dx) = 0 \quad (9)$$

在式(8)、(9)中,  $Q^*$  为所有零售商订货量之和的均衡值,如果零售商通过订货量竞争,达到纳什均衡,则必有  $Q^* = nQ_r^{j*}$ ,因此将  $Q^* = nQ_r^{j*}, Q_r^{-j*} = Q^* - Q_r^{j*}$  均代入式(8)、(9),可分别求出零售商  $j$  在有返回策略和没有返回策略情况下的均衡订货量  $Q_r^{j*}$ ,将满足式(10)、(11)。

$$\frac{1}{n} F(nQ_r^{j*}) + (\frac{n-1}{n^2}) \frac{1}{Q_r^{j*}} \int_0^{nQ_r^{j*}} F(x)dx = \frac{p_r^j - \omega_i}{p_r^j - b_i - s} \quad (10)$$

$$\frac{1}{n} F(nQ_r^{j*}) + (\frac{n-1}{n^2}) \frac{1}{Q_r^{j*}} \int_0^{nQ_r^{j*}} F(x)dx = \frac{p_r^j - \omega_i}{p_r^j - s} \quad (11)$$

由式(10)、(11)可知,如果能够知道市场需求的分布函数,就可相应求出向供应商  $i$  订货的均衡订货量。本文假设市场需求为服从  $[a, b]$  上的均匀分布,因此可以计算出零售商在供应商采用(式(12))及不采用(式(13))返回策略时的均衡订货量。

$$Q_r^{j*} = \frac{2}{n+1} [\frac{(p_r^j - \omega_i)(b-a)}{p_r^j - b_i - s} + a] \quad (12)$$

$$Q_r^{j*} = \frac{2}{n+1} [\frac{(p_r^j - \omega_i)(b-a)}{p_r^j - s} + a] \quad (13)$$

当零售商间基于价格进行竞争时,零售商的期望收益函数在供应商不采用及采用返回策略情况下,分别如式(14)与式(15)所示:

$$\pi_r^j = (p_r^j - \omega_i - c_r^j)Q_r^j - (p_r^j - b_i - s) \frac{Q_r^j}{(Q_r^j - D_r^j)^+} \quad (14)$$

$$\pi_r^j = (p_r^j - \omega_i - c_r^j)Q_r^j - (p_r^j - s) \frac{Q_r^j}{(Q_r^j - D_r^j)^+} \quad (15)$$

$(Q_r^j - D_r^j)^+$  表示在交易过程中,零售商  $j$  在销售周期结束后,未售出产品的平均数量。零售商  $j$  通过历史交易数据(自身产品价格  $p_r^j$ ,竞争者产品价格  $P_r^k$ ,实际需求量  $D_r^j$ )能够求得自身零售价对其需求的影响系数  $\alpha$  以及交叉价格弹性系数  $\beta^k$ ,以上一期竞争对手的销售价格之和  $\sum_{k \neq j}^n P_r^k$  为决策依据,从而构建出自身产品价格与市场需求量之间的函数关系,即  $D_r^j = D_r - \alpha P_r^j + \sum_{k \neq j}^n \beta^k P_r^k$ ,将该式分别带入(14)式与(15)式,可计算出零售商  $j$  向供应商  $i$  订货时的订货量、最大期望收益以及产品最优零售价。

$$P_r^j = \{ P_r^j \mid \max\{\pi_r^j\}, P_r^j > \omega_i \} \quad (16)$$

零售商了解各供应商的  $\omega_i$  与  $b_i$ ,因此,零售商  $j$  可分别计算出向每个供应商订货时相应的决策变量及其预计期望收益。零售商  $j$  将对各供应商的预计期望收益进行比较,通过对期望收益间的差值与更换供应商的成本  $c_r^i$  进行比较,选择能够使其期望收益最大的供应商。 $\pi_{r_j^i}$  为零售商  $j$  预计向供应商  $i$  订货的预估收益,作为选择供应商的标准,假设零售商  $j$  原来的供应商为  $S_i$ ,当  $\pi_{r_j^i} > \pi_{r_j^i} + c_r^i (l \neq i)$

时,零售商  $j$  则向供应商  $l$  订货,否则将继续向原有供应商订货。由此可以看出  $c_l^j$  的高低决定了供应商的竞争程度,  $c_l^j$  越低,更换供应商的壁垒越低。当所有零售商的  $c_l^j = 0$  时,供应商被置于完全竞争之下,与下游零售商并不存在联盟关系,而是相当于零售商直接在现货市场上进行购买。

### 2.3 初始参数设置

模型中主要参数的初始设置如表 1 所示。

表 1 实验基本参数设置

参数	取值	分布	参数	取值	分布
$m$	2	常量	$D$	$U[500,800]$	均匀分布
$n$	20	常量	$Q_l^j$	$U[60,80]$	均匀分布
$s$	0.5	常量	$c_l^j$	$R[1,3]$	随机分布
$r_i$	1	常量	$c_i^j$	$3j + 3$	常量
$c_s^i$	2	常量	$\alpha$	2	常量
$w_i$	5	常量	$\beta^k$	0.1	常量
$\eta$	0.3	常量	$N_l^j$	10	常量

在零售商基于订货量竞争实验中,零售商的产品价格为竞争导致的固定值( $p_l^j = 15$ ),而在基于价格竞争实验中,零售商产品的初始价格为满足  $p_l^j \sim U[10,15]$  的均匀分布。为更好的分析不同协调情景对竞争绩效的影响,假设两个供应商不存在成本上的差异及价格上的“先动优势”,故  $r_i, c_i^j, w_i$  的初值相同。计算实验程序共运行 3000 次,前 1000 次作为各企业学习的时间,不记录实验数据,在此过程中,企业会相应计算出  $k_i, \bar{\delta}_i^j, \alpha, \beta^k, (Q_l^j - D_l^j)^+$  等值作为决策依据,而在实验进行过程中,将基于交易数据不断修正这些值。

### 3 计算实验结果分析

在零售商分别基于订货量以及价格竞争方式

下,供应商均采用、部分采用( $S_1$  采用, $S_2$  不采用)以及均不采用返回策略 6 种情景下的实验结果分别如表 2、表 3 所示。 $\bar{Q}_r, \bar{\pi}_r, \bar{p}_r$  分别表示零售商的平均订货量、平均利润与平均销售价格; $\pi_{S_1}^j(\sim), \pi_r^j(\sim), \pi_{SC}^j(\sim)$  分别表示供应商、零售商以及  $S_1, S_2$  与其零售商客户所组成的供应链(用  $SC_1, SC_2$  表示)的利润波动范围,用来表示收益的稳定性。

#### 3.1 基于订货量竞争情景下的主体绩效

由表 2 中数据可以看出,当零售商之间基于订货量竞争时,供应商采用返回策略对于其零售商客户及其所组成的供应链均为占优策略。协调情景下零售商的收益及收益稳定性均优于无协调情景。协调情景或无协调情景下供应商采用的策略相同(均采用或不采用返回策略),因此零售商之间并未展现出差异性的竞争绩效。在混合情景下,采用或不采用返回策略的供应商的零售商客户的利润绩效的差异性则较为明显。由于更换供应商成本的存在,当零售商选择与不提供返回策略的供应商之间建立合作关系时,零售商将独自面对市场需求不确定的风险,由于零售商无法提前获知其竞争对手的策略变化以及市场需求的变化,此时零售商倾向于采用低订货量策略来应对市场风险;但零售商之间主要基于增加订货量的方式来赢得竞争,因此选择  $S_1$  的零售商客户会在返回策略的保障下增强其竞争力,从而获得较之  $S_2$  的客户更多的市场需求, $S_1$  的零售商的平均收益会高于  $S_2$  的零售商的平均收益,由此也导致了  $S_1$  及其零售商客户所组成的供应链  $SC_1$  的收益及收益稳定性均较好。

表 2 基于订货量竞争情景下各主体参数的实验结果

主体	供应商 1 ( $S_1$ )				$S_1$ 的零售商 ( $R_1$ )			供应链 1 ( $SC_1$ )	
	$w_1$	$Q_1^j$	$\pi_1^j$	$\pi_1^j(\sim)$	$\bar{Q}_r$	$\bar{\pi}_r$	$\pi_r^j(\sim)$	$\pi_{SC}^j$	$\pi_{SC}^j(\sim)$
协调情景	5.4	725.0	986.3	[682.5,1324.2]	37.2	518.2	[451.4,528.2]	5826.2	[5201.4,6554.3]
混合情景	5.1	740.0	977.1	[714.3,1526.0]	38.4	497.2	[461.6,550.3]	5937.3	[5305.2,6762.5]
无协调情景	5.6	640.0	2235.7	[1834.6,2620.4]	32.1	118.6	[7.1,230.6]	3603.9	[2456.1,4684.3]
主体	供应商 2 ( $S_2$ )				$S_2$ 的零售商 ( $R_2$ )			供应链 2 ( $SC_2$ )	
	$w_2$	$Q_2^j$	$\pi_2^j$	$\pi_2^j(\sim)$	$\bar{Q}_r$	$\bar{\pi}_r$	$\pi_r^j(\sim)$	$\pi_{SC}^j$	$\pi_{SC}^j(\sim)$
协调情景	5.4	725.0	992.1	[677.4,1338.8]	37.1	509.4	[449.5,529.1]	5847.1	[5181.7,6499.7]
混合情景	5.9	630.0	2530.4	[2406.7,2642.5]	29.5	70.5	[5.9,206.8]	3215.6	[2214.7,4238.5]
无协调情景	5.6	640.0	2278.5	[1905.3,2679.2]	32.3	119.3	[8.2,232.7]	3597.7	[2440.3,4696.5]

由此可知,对于目前供应链的实际运作环境而言,市场需求的不确定程度随着新产品的不断涌现以及用户需求偏好的快速变化而越来越高,企业精准预测市场需求变的越来越不实际。在市场需求如此复杂多变的情况下,企业所处的竞争环境也变得日趋激烈,竞争对手不断推出的各种竞争策略往往会夺走一定的市场份额,企业仅凭自身实力单打独斗会显得力不从心。基于本文的实验结果分析可知,在产品零售价格为竞争导致的固定值情况下,零售商在基于顾客服务水平(增加订货量可看作是提高顾客服务水平)竞争时,零售商为赢得竞争应与上游供应商建立契约关系,以供应链的方式参与同行业企业间的竞争。从企业的竞争绩效分析,采用返回策略对零售商及整个供应链均为严格占优策略。

对于供应商而言,在协调情景或无协调情景下采用的竞争策略相同,且本模型假设供应商之间的生产成本不存在差异性,因此这两种情景下各供应商的利润绩效相差不大。但在无协调情景下,供应商的平均收益会高于协调情景下,这表明在供应链协调过程中,系统整体的绩效目标可能会与个体的目标相悖,当供应商立足于供应链整体收益最大化而向下游客户提供返回策略时,其必须要牺牲自身的一部分收益来换取供应链整体的协调。不提供返回策略的供应商立足于自身收益进行决策,且不需要分担零售商的市场风险,因此其收益规模及收益的稳定性均强于提供返回策略的供应商。

在混合情景下,  $S_1$  采用而  $S_2$  未采用返回策略。此时,  $S_1$  的批发价与所收到的订货量分别低于和高于  $S_2$  的,但  $S_2$  的收益却比  $S_1$  的收益高且稳定。这是由于选择  $S_2$  的零售商在销售周期结束后未售完产品仅具有残值且不存在缺货成本,零售商将选择小批量订货策略以规避市场需求风险,此时  $S_2$  为最大化其利润,将采用高价格、低销量策略;反之,选择  $S_1$  的零售商客户在返回策略的激励以及同行业竞争的压力

下增加订货量,  $S_1$  将采用低价格、高销量的策略以实现供应链整体绩效的提升。在零售商更换供应商需要成本( $c'_c$ )的情况下,不提供返回策略的供应商可以通过调整批发价格把握住一定数量的零售商,再通过挤占下游企业的利润来最大化其自身收益。

由此可知,  $c'_c$  是影响供应商收益情况以及提供返回策略积极性的重要影响因素。 $c'_c$  越高,供应商之间的竞争壁垒越厚,不提供返回策略的供应商可以更大程度的打压下游零售商的利润,因此其收益也就越高,提供返回策略的积极性也就越低。对于提供返回策略的供应商而言,其通过回购价格来分担零售商所面对的市场风险,且回购价格与分担的风险呈正相关的关系,如果其立足于提升供应链整体绩效的目标来决策批发价与回购价,可能会导致其收益甚至会低于不提供协调契约的供应商,从而丧失提供返回策略的积极性。因此,在供应链的协调实践过程中,供应链成员首先需要提高供应链整体的绩效,而后再对增加的收益在链内部重新分配,满足各主体的参与约束。可见,供应链契约的可操作性不仅仅体现在能否协调成员的行为以提升系统整体绩效,还需要体现在能够将供应链因协调而增加的收益在成员间合理的分配。

### 3.2 基于价格竞争情景下的主体绩效

由表 3 中数据可以看出,当零售商之间基于产品零售价格进行竞争时,协调情景下零售商的平均订货量均高于无协调情景下,而对于混合情景而言,采用返回策略的  $S_1$  的零售商客户的平均订货量也略高于未采用返回策略的  $S_2$  的零售商。虽然已有 Emmons<sup>[5]</sup> 研究表明当市场需求受到零售价格的影响时,且产品的零售价格是波动的且由零售商自主决策时,返回策略不能使供应链的整体收益达到同集中式决策时同样的水平。但本文所得的实验结果表明,在此情况下,供应商的返回策略能够在一定程度上激励零售商增加订货量,但激励效果并不十分显著。

表 3 基于价格竞争情景下各主体参数的实验结果

主体		供应商 1 ( $S_1$ )				$S_1$ 的零售商 ( $R_j$ )				供应链 1 ( $SC_1$ )	
实验结果	$w_1$	$Q_1^s$	$\pi_1^s$	$\pi_1^s(\sim)$	$\bar{p}_r$	$\bar{Q}_r$	$\bar{\pi}_r$	$\pi_1^r(\sim)$	$\pi_{1c}^s$	$\pi_{1c}^s(\sim)$	
协调情景	5.8	342.2	1260.3	[950.6, 1471.5]	19.2	31.1	382.2	[276.2, 458.5]	4926.4	[4217.7, 5686.2]	
混合情景	5.5	315.1	1202.8	[993.0, 1540.3]	20.4	28.6	365.5	[259.7, 478.6]	5258.8	[4885.2, 5735.8]	
无协调情景	5.2	233.8	864.9	[738.0, 1044.3]	24.5	24.3	362.7	[235.4, 423.4]	4735.2	[3958.1, 5627.1]	
主体		供应商 2 ( $S_2$ )				$S_2$ 的零售商 ( $R_j$ )				供应链 2 ( $SC_2$ )	
实验结果	$w_2$	$Q_2^s$	$\pi_2^s$	$\pi_2^s(\sim)$	$\bar{p}_r$	$\bar{Q}_r$	$\bar{\pi}_r$	$\pi_2^r(\sim)$	$\pi_{2c}^s$	$\pi_{2c}^s(\sim)$	
协调情景	5.8	335.0	1211.6	[958.6, 1479.8]	18.8	30.8	373.4	[283.0, 466.9]	4889.7	[4192.5, 5753.7]	
混合情景	5.3	237.2	1052.1	[925.8, 1348.9]	23.1	24.2	347.8	[277.8, 415.8]	4312.6	[3651.1, 5079.1]	
无协调情景	5.1	245.4	851.6	[698.0, 1028.3]	24.7	25.1	361.6	[244.2, 432.7]	4698.3	[3758.1, 5577.1]	

影响零售商产品销售量的因素主要有自身零售价格,竞争对手的价格以及市场需求的不确定性。零售商通过历史交易数据能够了解到其他竞争者的零售价,在市场需求不确定性较小时,通过调整自身产品零售价可以实现产品销售的预期。由此可见,当零售商对市场需求预测较为准确或是通过价格决策可以较好把握市场需求时,返回策略对零售商增加订货量的激励效果并不明显。但无论零售商采用何种措施,也无法完全消除市场需求的不确定性,此时供应商采用返回策略能够在一定程度上分担零售商的市场风险,因而对零售商增加订货量仍然具有一定的激励作用。

通过对实验数据对比分析,发现协调情景下零售商的最优均衡零售价格会比无协调情景时低,而协调情景下供应商的批发价格则高于无协调情景时。此结论与直观认识相悖,并不是产品的批发价格越高,零售价格就越高。主体的价格策略主要受到竞争的影响,当供应商均采用返回策略时,零售商会在一定程度上增加订货量,为了扩大其销售量,零售商在竞争过程中一般采用低售价、高销量的策略。当供应商不采用返回策略时,零售商需独自面对市场需求不确定的风险,在未售出产品仅剩残值且不存在缺货成本的情况下,零售商倾向于高售价、低销量的策略,从而保证自身的利润。

对于供应商而言,其采用返回策略的动机是激励零售商提高订货量,从而最大化自身收益。协调情景下,两个竞争供应商的利润较之无协调情景均有一定程度的提高。在协调情景下,返回策略的实施意味着供应商将分担零售商的市场风险,且回购价格越高,其所分担的风险越大。因而,在给定退货政策折价参数情况下,供应商基于自身利润最大化的目标会相应提高批发价格,而后通过回购价格将供应链整体的利润在成员间重新分配。在无协调情景下,供应商之间的竞争则完全基于批发价格展开,均不分担零售商所面对的市场风险,因而均采用低价促销策略来争夺零售商客户,此时供应商的收益稳定性也高于协调情景时。

由此可知,在零售商具有价格自主决策权时,供应商提供返回策略能够在一定程度增加自身收益,但同时要分担一部分零售商的市场风险,其批发价格与分担市场风险的程度均取决于退货政策的折价参数,折价参数越高,批发价格也越高,分担市场风险的程度越大。对于为了扩大市场份额的供应商而言,采用返回策略能够使产品销售量增加,且零售价

格较低,从而起到快速获取市场份额的目的。

供应商采用返回策略以及零售商接受该策略的前提条件是各方的收益均得到改进。协调情景下零售商的利润相比于无协调情景并未有大幅提升,其平均收益只是略有提高。但协调情景下零售商的收益波动却小于无协调情景下,这也是零售商接受返回策略的动机之一。通过返回策略,零售商能够将市场风险在一定程度上转嫁给上游供应商,从而起到规避风险的作用。因此,对于市场需求风险较大的产品,零售商在追求利润最大化的同时,也需要在一定程度上规避风险。随着市场不确定性的提高,返回策略对零售商的激励作用也越大,零售商接受返回策略的动机也越强。

在协调情景下,由于供应商均采用返回策略,由供应商相应领衔的供应链渠道的利润较之不采用返回策略的供应商所构成的供应链的利润有小幅增加,同时其收益波动的范围也变小。由此可知,在复杂的竞争环境下,采用返回策略能够起到供应链渠道利润增加与利润稳定性较好两方面的收益。供应链网络中存在上下游的纵向竞争,也存在同级企业的横向竞争,返回策略虽然可能不能使供应链网络达到同集中决策时相同的系统收益,但仍能对供应链渠道的利润绩效起到一定的改善作用。

#### 4 结语

由于多 Agent 的分布式、自治性、快速性等特点,应用基于 Multi-Agent 模拟的计算实验研究供应链问题在供应链管理中成为一个新的研究热点。本文构建了由多个供应商与多个零售商所组成的结构可变动的供应链网络的计算实验模型,研究了零售商之间基于订货量以及产品价格两种竞争方式下,供应商均采用返回策略、部分采用返回策略以及均采用返回策略六种实验情景下的供应链网络的竞争绩效。

通过对实验结果的对比分析可知,当零售商之间基于订货量竞争时,企业如果要保持其竞争优势,必须要与上游供应商结成联盟,以此来应对市场需求的不确定以及竞争的加剧。从企业的长远利益来看,采用返回策略对零售商及整个供应链均为严格占优策略。零售商更换供应商的成本高低将影响到供应商的收益以及采用协调策略的积极性,更换成本越高,不采用协调策略的供应商的收益越高,而采用协调策略的积极性也就越低。当供应商基于供应链整体收益最大化而采用返回策略时,其收益较之

基于自身收益最大化的供应商的收益要低。在供应链实际运作中,应对采用返回策略所带来的整条供应链的收益进行重新分配,使各方的收益至少不会少于不采用返回策略时的收益,这样各方才有采用协调策略的动力。

当零售商之间基于产品价格竞争时,供应商的返回策略能够在一定程度上激励零售商增加订货量,但激励效果并不十分显著。当零售商对市场需求预测较为准确或是通过价格决策可以较好地把握市场需求时,返回策略对零售商增加订货量的激励效果并不明显。协调情景下零售商的最优均衡零售价格会比无协调情景时低,而协调情景下供应商的批发价格则高于无协调情景时。

在零售商具有价格自主决策权时,供应商提供返回策略能够在一定程度上增加自身收益,但同时要分担一部分零售商的市场风险,其批发价格与分担市场风险的程度均取决于退货政策的折价参数。采用返回策略能够起到供应链渠道利润增加与利润稳定性较好两方面的收益。返回策略虽然可能不能使供应链网络达到同集中决策时相同的系统收益,但仍能对供应链渠道的利润绩效起到一定的改善作用。

#### 参考文献:

[1] Xiao Tiaojun, Yang Danqin. Price and service competition of supply chains with risk-averse retailers under demand uncertainty[J]. *International Journal of Production Economics*, 2008, 114(1): 187-200.

[2] 何勇,何炬,杨德礼. 需求不确定下的补偿策略理论模型[J]. *管理科学学报*, 2004, 7(6): 30-36.

[3] Pasternack B A. Optimal pricing and returns policies for perishable commodities[J]. *Marketing Science*, 1985, 4(2): 166-176.

[4] Cachon G P. Quantitative models for supply chain management[C]. London: Klumer Academic Publishers, 1999. 111-146.

[5] Emmons H S, Gilbert M N. The role of return policies in pricing and inventory decisions for catalogue goods [J]. *Management Science*, 1998, 44(2): 276-283.

[6] Taylor T. Channel coordination under price protection, midlife returns and end-of-life returns in dynamic markets[J]. *Management Science*, 2001, 47(9): 1220-1234.

[7] Yue Xiaohang, Raghunathan S. The impacts of the full

returns policies on supply chain with information asymmetry[J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 180(2): 630-647.

[8] Ding Ding, Chen Jian. Coordinating a three level supply chain with flexible return policies[J]. *Omega*, 2008, 36(5): 865-876.

[9] Padmanabhan V, Png I P L. Manufacturer's returns policy and retail competition[J]. *Marketing Science*, 1997, 16(1): 81-94.

[10] Netessine S, Rudi N. Supply chain structures on the internet: marketing-operations coordination [R]. Working Paper No. OP 00-05, University of Pennsylvania, Philadelphia, 2000.

[11] Gans N. Customer loyalty and supplier quality competition[J]. *Management Science*, 2002, 48(2): 207-221.

[12] Anupindi R, Bassok Y. Centralization of stocks: retailers vs manufacturer[J]. *Management Science*, 1999, 45(2): 178-191.

[13] Pennings J M E, Smidts A. Price and delivery logistics competition in a supply chain[J]. *Management Science*, 2003, 51(2): 329-336.

[14] 徐经意,杨德礼. 生产商竞争的供应链系统退货决策分析[J]. *控制与决策*, 2006, 21(4): 391-395.

[15] 王小龙,刘丽文. 下游零售商强势背景下的多对一供应链协调模型[J]. *中国管理科学*, 2008, 16(5): 96-109.

[16] Albert Y H, Tong S L. Contracting and information sharing under supply chain competition [J]. *Management Science*, 2008, 54(4): 701-715.

[17] 盛昭瀚,张军,杜建国. 社会科学计算实验理论与应用[M]. 上海:三联书店,2009.

[18] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts [M]. //Handbooks in Operation and Managements Science. St Louis: Elsevier Publishing Company, 2003.

[19] Banker R D, Khosla I, Sinha K K. Quality and competition [J]. *Management Science*, 1998, 44(9): 1179-1192.

[20] 徐最,朱道立,朱文贵. 销售努力水平影响需求情况下的供应链回购契约[J]. *系统工程理论与实践*, 2008, 4: 1-11.

[21] 杨德礼,郭琼,何勇,等. 供应链契约研究进展[J]. *管理学报*, 2006, 3(1): 117-125.



## Competition Performance of Return Policy in Supply Chain based on Computational Experiments

MENG Qing-feng<sup>1,3</sup>, FAN Ming<sup>1</sup>, LI Zhen<sup>2</sup>

(1. School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China;

2. Economics & Management School, Jiangsu University of Science and Technology, Zhenjiang 212003, China;

3. Computational Experiment Center for Social Science, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

**Abstract:** The structure of the supply chain network consisted of multiple suppliers and multiple retailers can be changed. At first, the supply chain network competition performance is analyzed in six scenarios: all suppliers (coordinated scenario) or part of suppliers (hybrid scenario) or none of suppliers (uncoordinated scenario) adopted coordination policy with two competitive manners between retailers. There are competitions with order quantity and retail price. It is shown that when competing between retailers with order quantity, return policy is a dominant strategy for each retailer and supply chain that used. True cost of changing suppliers by retailers will affect the vendors' income and the enthusiasm of adopting the coordinated strategy. When retailer competing with retail price, return policy can stimulate the retailers to increase its order volume to some extent, and it is able to improve supply chain channels' performance and increase the earnings stability to some extent.

**Key words:** supply chain network; competitive manner; return policy; competition performance; computational experiments