

文章编号: 1003- 207(2008)06- 0046- 08

物流外包和废品回收双重作用下的 TPL- CLSC 定价和协调策略

公彦德, 李帮义, 刘 涛

(南京航空航天大学经济与管理学院, 江苏 南京 210016)

摘 要: 考虑物流外包和废旧品回收的共同作用, 本文根据供应链节点企业和 TPL 服务商所处的市场特征, 在不同的系统状态之下, 建立了以第三方物流服务商为主导的闭环供应链(TPL- CLSC)定价模型, 应用博弈理论研究并分析了 TPL- CLSC 的有效定价机制, 给出了供应链节点企业实施正向和逆向物流外包的条件。为促使 TPL- CLSC 成员有效的合作, 文章建立了三种不同的协调机制。最后, 应用数值分析探讨了 TPL- CLSC 的定价机制和协调策略的可行性。

关键词: 闭环供应链; 第三方物流服务商; 外包; 回收

中图分类号: F273; O21 **文献标识码:** A

1 引言

进入 21 世纪后, 供应链的发展表现出新的特点, 即企业从内部供应链运作向外部供应链网络拓展, 供应链节点企业之间的业务外包趋势加强^[1], 供应链上的物流服务需求企业为了提高自身的市场竞争优势, 物流活动由原来的自营物流模式转化为第三方物流模式^[2, 3]。

目前针对第三方物流(third party logistics, 简称 TPL)的供应链研究还较少, 然而脱离了第三方物流服务提供商的供应链研究是不符合实际的, 物流外包是物流服务需求企业的第三方利润源泉, 因此将第三方物流服务提供商引入到供应链协调中来更具有实际意义^[4]。王玉燕(2007)等^[5]提出了双 Stackelberg 博弈模型, 将第三方物流服务商引入供应链协调中来, 但第三方物流服务商只负责回收, 并没有考虑正向物流和逆向物流服务价格的影响, 进而没有反应出企业进行正向和逆向物流业务外包的条件。另外, 根据主导企业的不同, 供应链的类型主要包括: (1) 以制造商为主导企业的供应链模式^[6, 7]; (2) 以零售商为主导企业的供应链模式^[8]。然而随着第三方物流服务商逐渐参与供应链的各种

业务, 在供应链中的地位也在与日俱增, 这也预示着继以制造商或以零售商为主导的供应链模式后将有一种新的供应链模式出现))) 以第三方物流服务商为主导的供应链模式^[9]。在提出以第三方物流服务商为主导的供应链模式时, 并不否认前两种模式的优势和存在的可能性。因为新模式并不是在所有的环境下、对所有的产品都适合, 对有些产品而言可能运用前两种模式比新模式更具有竞争力, 而适合运用新模式的产品为: (1) 产品本身的同质化程度很高, 而物流将成为其差异化的唯一来源; (2) 降低产品成本的第一和第二利润源泉的空间已相当狭小, 而物流却为降低成本留有广阔的空间, 但是这种成本优势只有通过第三方物流公司才能体现出来, 如传统产品彩电等; (3) 产品可能具有差异化或成本优势, 但是产品可能由于价值问题而本身品牌效应不够强大, 而物流公司则具有强大的品牌效应, 同时产品对物流也具有相当的依赖性, 如中国远洋、中国外运、UPS 公司等。可以认为这种新模式最先可能会出现在满足上面特性的产品中。基于此, 本文是在处于主导地位的第三方物流服务商负责正向和逆向物流服务、制造商负责产品制造、零售商负责产品销售和回收的条件下展开研究的。

本文将 TPL 服务商的正向和逆向服务价格定量的引入三级闭环供应链系统, 在不同的物流状态和不同的产品回收状态下, 以 TPL 服务商为主导企业, 构造了 TPL- CLSC 的合作与非合作模型,

收稿日期: 2008- 04- 25; 修订日期: 2008- 11- 23

基金项目: 教育部人文社会科学基金项目(07JA630039)

作者简介: 公彦德(1979-), 男(汉族), 山东沂南人, 南京航空航天大学经济与管理学院博士生, 研究方向: 博弈论与供应链管理。

在非合作模型中根据博弈理论和不同的系统状态给出了各方的定价策略; 在合作模型中设计了三种有效的协调策略促成 TPL- CLSC 内部成员合作, 最后分析了服务商的单位物流成本对供应链定价机制和协调机制的影响。

2 模型的构建

闭环供应链系统包括单一 TPL 服务商、单一制造商和单一零售商。制造商制造一种产品销售给零售商, 零售商再将该产品销售给最终消费者。零售商进行废品回收, 制造商以一定的回收价格从零售商处将废旧品回收。然后, 制造商对回收的废旧产品进行加工处理, 形成再生产品将其投放市场, 并以与产品同样的价格销售。而且, 产品从生产到销售以及废旧品的回收到再生产, 其物流活动由 TPL 服务商完成, 即包括正向物流服务和逆向物流服务, 并且正向和逆向的物流服务价格均由制造商承担, 其结构图如图 1。

假设 TPL 服务商、制造商和零售商为独立的决策者, 均以自身利润最大化为目标。首先, TPL 服务商基于成本及专业优势确定服务价; 其次制造商通过市场分析和预测来决定生产计划, 在销售季节来临之前确定批发价格, 并且初步预测产品的回收价格, 以制定回收计划, 时机成熟, 确定废旧品的回收价格, 从而最大化自己的利润; 最后零售商根据制造商的批发价和回收价来决定自己的零售价和废旧品的市场回收价格。回收废品的再加工和产品的制造过程是同时进行的, 并且制造商将再生产品和产品以同样的批发价格销售给零售商来满足市场需求。

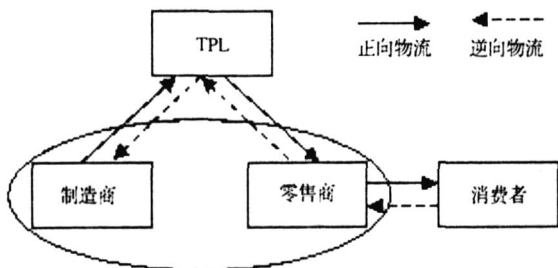


图 1 闭环供应链系统

本文的符号说明如下:

假设制造商以单位批发价格和单位回收价格 (转移价) 分别为 w 和 w , c_m 和 c_m 分别为制造商的边际生产成本与加工再生产品的单位边际再生产成本, 且 $c_m > c_m$, 令 $\$ = c_m - c_m$;

p_t 和 p_t 分别为 TPL 服务商的正向和逆向服务价格; p_r 和 p_r 分别为零售商的零售价和市场回收

价, Q 和 Q 分别为产品的市场需求量和废旧品回收量, 以文献[10]的假设, 产品的市场需求为零售价格的线性减函数, 设 $Q = D - bp_r$, D 为市场最大的可能需求量, $b > 0$ 为价格敏感系数; 以文献[11]的假设, 废品回收量为市场回收价格的增函数, 即 $Q = k + hp_r$, $k > 0$ 表示零售商支付给顾客的单位回收价格为 0 时, 市场中的消费者自愿返还废旧产品的数量, 即这部分消费者具有完全环保意识, 因此 k 可以看成度量社会环保意识的指标, $h > 0$ 代表了消费者对回收价格的敏感程度。

设 H 是制造商单位商品的自营物流成本, TPL 服务商的单位商品物流成本为 rH 完成相同数量的物流任务时, TPL 服务商的物流成本低于制造商, 否则制造商不会把物流任务委托给 TPL 服务商^[12], 因此 $0 < r < 1$, 从而 $rH [p_t [H rH [p_t [H$

TPL 服务商的利润:

$$P_t = (p_t - rH)Q + (p_t - rH)Q \quad (1)$$

制造商的利润:

$$P_m = (w - c_m - p_t)Q + (\$ - w - p_t)Q \quad (2)$$

零售商的利润:

$$P_r = (p_r - w)Q + (w - p_r)Q \quad (3)$$

闭环供应链系统的总利润 $P = P_t + P_m + P_r$ 。

为使上述表达式有意义, 假定上述参数满足:

$$p_r \setminus w \setminus p_t + c_m, p_r [w [\$ - p_t, rH [p_t [H rH [p_t [H \quad (4)$$

3 不同系统状态下的非合作动态博弈

TPL- CLSC 决策过程中, TPL- CLSC 内部成员均可以根据不同的物流状态采取不同的策略, 我们将系统状态划分为四类, () $rH \setminus \max\{M, N\}$, () $M [rH < N$, () $N [rH < M$, () $rH < \min\{M, N\}$, 其中 $M = \frac{2hH + bc_m - D}{b}$, $N = \frac{2hH - k - h\$}{h}$ 。不等式中 rH 表示 TPL 服务商物流系统, M 和 N 表示制造商和零售商的生产系统、物流系统及销售系统组成的子系统, 整个不等式充分表明了 TPL- CLSC 所处的状态。

TPL- CLSC 非合作模型中, 根据逆向归纳法, 制造商对 TPL 服务商的最优反应为:

$$Q^*(p_t) = \frac{D - bc_m - bp_t}{4}, \quad Q^*(p_t) = \frac{k + h\$ - hp_t}{4} \quad (5)$$

由(5)式知, 无论系统处于何种状态, 制造商的

生产量不低于 $\frac{D - bc_m - bH}{4}$, 显然 $D - bc_m - bH > 0$, 回购量也不小于 $\frac{k + hS - hH}{4}$, 显然 $k + hS - hH > 0$. 该生产量和回购量恰好是制造商自营物流时的生产量和回收量。

将(5)式代入(1)式, 因为 $\frac{5^2 P_t}{5p_t^2} = \frac{-b}{2} < 0$, $\frac{5^2 P_t}{5p_t^2} = \frac{-h}{2} < 0$, 由一阶条件得 TPL 的最优定价为:

$$p_t^* = \frac{D - bc_m + brH}{2b}, p_t^* = \frac{k + hS + hrH}{2h} \quad (6)$$

由(6)式知, 当系统状态为 $rH \setminus \max\{M, N\}$ 时, $p_t^* \setminus H, p_t^* \setminus H$ 因此 TPL 服务商的最优反应策略应为 $p_t^* = p_t^* = H$ 即有

定理 1 非合作条件下, 当系统状态为 $rH \setminus \max\{M, N\}$ 时, TPL 服务价格与物流量具有均衡关系: $p_t^*(Q) = p_t^*(Q) = H$

依据同样的分析思路, 可得

定理 2 非合作条件下, (1) 当系统状态为 $M [rH < N$ 时, TPL 服务价格与物流量具有均衡关系: $p_t^*(Q) = H, p_t^*(Q) = \frac{hS + k - 4Q}{h}$; (2) 当系统状

态为 $N [rH < M$ 时, TPL 服务价格与物流量具有均衡关系: $p_t^*(Q) = \frac{D - bc_m - 4Q}{b}, p_t^*(Q) = H$

(3) 当系统状态为 $rH < \min\{M, N\}$ 时, TPL 服务价格与物流量具有均衡关系: $p_t^*(Q) = \frac{D - bc_m - 4Q}{b}, p_t^*(Q) = \frac{hS + k - 4Q}{h}$.

在不同的物流状态下, 博弈均衡时, TPL-CLSC 内部成员的最优定价策略如表 1。

由上述结果可知, 当系统状态为 $rH \setminus \max\{M, N\}$ 时, 不管正向和逆向的物流量如何变化, TPL 的服务价格始终为 H 且制造商和零售商的定价策略与自营物流下的定价策略一致, 无论是正向物流还是逆向物流, 制造商和零售商都没有从 TPL 处获得任何经济利益。当系统状态为 $M [rH < N$ 时, TPL 服务商的正向物流服务价格等于 SC 企业的单位自营物流成本, 且与物流量不相关; TPL 服务商的逆向定价小于 SC 企业自营物流时的边际成本, 且逆向物流服务价格随着回收量的增加而减小, 在正向物流中, SC 企业没有从 TPL 处获得任何经济利益,

表 1 不同物流状态下的定价策略

物流状态 定价	$rH \setminus \max\{M, N\}$	$M [rH < N$	$N [rH < M$	$rH < \min\{M, N\}$
p_t^*	H	H	$(D - bc_m + brH)/2b$	$(D - bc_m + brH)/2b$
p_t^*	H	$(hS + k + hrH)/2h$	H	$(hS + k + hrH)/2h$
w^*	$(D + bc_m + bH)/2b$	$(D + bc_m + bH)/2b$	$(3D + bc_m + brH)/4b$	$(3D + bc_m + brH)/4b$
w^*	$(hS - k - hH)/2h$	$(hS - 3k - hrH)/4h$	$(hS - k - hH)/2h$	$(hS - 3k - hrH)/4h$
p_t^*	$(3D + bc_m + bH)/4b$	$(3D + bc_m + bH)/4b$	$(7D + bc_m + brH)/8b$	$(7D + bc_m + brH)/8b$
p_t^*	$(hS - 3k - hH)/4h$	$(hS - 7k - hrH)/8h$	$(hS - 3k - hH)/4h$	$(hS - 7k - hrH)/8h$

而在逆向物流中, 通过第三方物流 SC 企业获得了比自营物流更高的收益。当系统状态为 $N [rH < M$ 时, TPL 服务商的正向定价小于 SC 企业自营物流下的边际成本, 且与物流量负相关; TPL 服务商的逆向定价与 SC 企业自营物流时的边际成本一致, 而与回收量无关, 可见在正向物流中, SC 企业从 TPL 处获得了比自营物流更高的收益, 而在逆向物流中, SC 企业没有从 TPL 处获得任何经济利益。当系统状态为 $rH < \min\{M, N\}$ 时, TPL 服务商的正向和逆向服务价格均小于 SC 企业自营物流下的边际物流成本, 并且服务价格均随着物流量或回收量的增大而降低, 因此通过正向和逆向的物流服务, 使得 SC 企业进一步加强了自身的核心竞争力, 将物流外包给 TPL 也使 SC 企业获得了更高的

额外利润。

综上所述, $rH \setminus \max\{M, N\}$ 时物流外包与否不会给 SC 带来任何经济利益; $M [rH < N$ 时正向物流外包对 SC 企业没有带来第三利润, 而逆向物流外包会给 SC 企业带来额外经济利益; 与之相反, 当 $N [rH < M$ 时, 逆向物流外包对 SC 企业不起作用, 而正向物流外包会给 SC 企业带来额外经济利益; 当 $rH < \min\{M, N\}$ 时, 不管是正向物流还是逆向物流, TPL 服务商都给 SC 企业带来了第三利润, 因此此时 SC 企业要更加坚定的将物流进行外包。

博弈均衡时, 在不同的物流状态下, TPL 服务商, 制造商和零售商的利润如表 2。

根据表 2 中的结果, 容易比较

结论 1 (1) $rH < N$ 时, $4T^2 < T^2$; $rH \setminus N$ 时,

表 2 不同物流状态下各企业的利润

物流状态 利润	$rH \setminus \max\{M, N\}$	$M [rH < N$	$N [rH < M$	$rH < \min\{M, N\}$
P_r^*	$H(1-r)(S+T)/4$	$H(1-r)S/4 + T^2/16h$	$S^2/16b + H(1-r)T/4$	$S^2/16b + T^2/16h$
P_m^*	$S^2/8b + T^2/8h$	$S^2/8b + T^2/32h$	$S^2/32b + T^2/8h$	$S^2/32b + T^2/32h$
P_r^*	$S^2/16b + T^2/16h$	$S^2/16b + T^2/64h$	$S^2/64b + T^2/16h$	$S^2/64b + T^2/64h$
P^*	$3S^2/16b + 3T^2/16h +$ $H(1-r)(S+T)/4$	$3S^2/16b + 7T^2/64h +$ $H(1-r)S/4$	$7S^2/16b + 3T^2/64h +$ $H(1-r)T/4$	$7S^2/64b + 7T^2/64h$
备注	其中 $S = D - bc_m - bH$, $S = D - bc_m - bH$, $T = hS + k - hH$, $T = hS + k - hH$			

$4T^2 \setminus T^2$; (2) $rH < M$ 时, $4S^2 < S^2$; $rH \setminus M$ 时, $4S^2 \setminus S^2$

结论 1 表明, 制造商将逆向物流外包的充分条件是 $rH < N$, 将正向物流外包的充分条件是 $rH < M$, 因此我们有:

结论 2 在不同的物流状态下, 物流外包与否, 制造商可作如下决策

(1) $rH \setminus \max\{M, N\}$ 时, 正向和逆向物流业务制造商自营。

(2) $M [rH < N$ 时, 正向物流制造商自营, 逆向物流外包给 TPL 服务商。

(3) $N [rH < M$ 时, 正向物流外包给 TPL 服务商, 逆向物流制造商自营。

(4) $rH < \min\{M, N\}$ 时, 正向和逆向物流业务均外包给 TPL 服务商。

通过结论 2 知, 虽然第三方物流在近几年来发展迅速, 将物流业务委托给 TPL 服务商也成为一种趋势, 但是将物流业务外包不一定会给制造商带来第三利润, 如海尔集团, 在当前物流外包盛行的情况下, 他们认为自营物流有助于海尔奉行的国际化战略; 而废旧品的回收业务委托给更靠近消费者的零售商, 也是制造业认为省时省力的一种策略, 但制造商将回收业务委托给零售商并不一定会从中获利, 如日本的 NEC、富士通以及索尼等 22 家主要的电脑制造商确立了免费上门回收废弃电脑的方针。物流外包和废品回收策略的选择要看不同的物流状态。

4 TPL- CLSC 合作定价策略

为了提高市场竞争力, 越来越多的企业意识到同其它企业合作的重要性, 特别是供应链上的节点企业更是如此。以供应链系统总的利润最大或总的成本最小为目标, 形成 TPL 服务商- 制造商- 销售商战略联盟, 强调结盟的 TPL 服务商、制造商和销售商之间信息共享, 通过合作和协调相互的行为以达到双赢的目的。

若 TPL 服务商、制造商、零售商能紧密联系, 密切合作, 共同实现 TPL- CLSC 渠道利润最大化为目标, 共同决策, 确定相应的定价策略。则问题建模如下:

$$\max_{P_r, P_r} P = R + P_m + P_r \quad (7)$$

s. t. (4) 式

求解以上规划得:

结论 3 TPL- CLSC 合作时的最优定价策略为:

$$p_r^{**} = \frac{D + bc_m + bH}{2b}, p_r^{**} = \frac{hS - k - hrH}{2h}$$

$$p_t^{**}, p_t^{**} \in [rH, H]; w^{**} \in [c_m + p_t^{**}, p_r^{**}]; w^{**} \in [p_r^{**}, S - p_t^{**}]$$

上述结论说明, 合作决策下, 只要零售商的零售价等于 p_r^{**} , 零售商的市场回收价等于 p_r^{**} , 则供应链系统的利润即可达到最大。

比较非合作模型与合作模型的均衡结果, 可得:

$$\text{结论 4} (\tilde{N}) p_r^{**} < p_r^*, p_r^{**} > p_r^*, i = 1, 2, 3, 4 (\hat{0}) P^{**} > P^*, i = 1, 2, 3, 4 \text{ (证明略)}$$

结论 4 说明, TPL- CLSC 非合作决策下, 无论何种系统状态, 其零售价大于 TPL- CLSC 合作模式, 而市场回收价小于 TPL- CLSC 合作模式; 由于产品的市场量是销售价格的减函数, 产品的回收量是回收价格的增函数, 因此在 TPL- CLSC 合作模式下, 市场销售量和市场回收量均比非合作模式时要高, 但是合作时的利润还是比非合作时要大。

结论 4 的蕴含很明显, TPL 服务商、制造商和零售商采用合作定价策略时, 一方面使得市场回收价格提高, 回收量增加, 系统利润增加; 另一方面使得零售价格降低, 产品销售量增加, 系统利润增加。其实, 这种情况相当于 TPL 服务商、制造商和零售商通过提高市场回收价格, 降低零售价格把废旧产品再生产获取的利润部分地返回给消费者。不仅 TPL 服务商、制造商和零售商达到共赢的目的, 而且消费者也从中受益。因此合作定价时, 无论是零售价格还是市场回收价格都是对消费者最有利的,

这更有利于刺激消费者的消费。多赢局面的实现将使得所有参与方都有积极性协调各自的决策,通过分配由协调带来的系统增益使得各自的利润增加,从而保持系统的和谐发展。

合作定价决策下,相应的各方利润为:

$$P_t^{**} (p_t^{**}, p_t^{**}) = (p_t^{**} - rH)(D - bp_r^{**}) + (p_t^{**} - rH)(k + hp_r^{**}) \quad (8)$$

$$P_m^{**} (w^{**}, w^{**}, p_t^{**}, p_t^{**}) = (w^{**} - c_m - p_t^{**})(D - bp_r^{**}) + (\$ - w^{**} - p_t^{**})(k + hp_r^{**}) \quad (9)$$

$$P_r^{**} (w^{**}, w^{**}) = (p_r^{**} - w^{**})(D - bp_r^{**}) + (w^{**} - p_r^{**})(k + hp_r^{**}) \quad (10)$$

$$P^{**} = P_m^{**} + P_t^{**} + P_r^{**} = \frac{S^2}{4b} + \frac{T^2}{4h} \quad (11)$$

由于 w^{**} 、 w^{**} 、 p_t^{**} 和 p_t^{**} 均不确定,导致 TPL 服务商、制造商和零售商的利润都不固定,于是有:

结论 5 在 TPL- CLSC 内部成员合作决策时,制造商的批发价格 w^{**} 和回收价 w^{**} , 以及 TPL 服务商的正逆向物流服务价的取值并不确定; p_t^{**} 、 p_t^{**} 取 $[rH, H]$ 内的任何值, w^{**} 取 $[c_m + p_t^{**}, p_r^{**}]$ 内的任何值, w^{**} 取 $[p_r^{**}, \$ - p_t^{**}]$ 内的任何值都不会影响 TPL- CLSC 渠道的总利润 P^{**} 。但是 TPL 服务商的利润与 p_t^{**} 和 p_t^{**} 均成正比,制造商的利润与 w^{**} 成正比,与 w^{**} 成反比,与 p_t^{**} 和 p_t^{**} 均成反比;零售商的利润与 w^{**} 成反比,与 w^{**} 成正比。由于三者均是独立的决策者,而合作决策时批发价,制造商的回收价以及 TPL 服务提供者的物流服务价格均不确定,因此需要设置一种合理的协调策略,满足三者的利益,达到合作的目的。

5 TPL- CLSC 协调机制分析

结论 5 可以看出,在采用联合定价策略时,制造商为了增大自身的利润,会努力提高批发价,降低回收价格,而此时零售商利润降低,当零售商利润低于独立决策时的利润时,这种定价显然不会被零售商接受。再者若 TPL 服务提供者提高正向和逆向物流服务价格,此时制造商的利润降低,当制造商的利润低于独立决策时的利润时,这种定价也不会被制造商接受,因此三方有必要对合作模式下的定价策略进行协调,使联合决策下各企业的利润均大于独立决策时各企业的利润,而且促成联合决策时的利润达到最大。

(1) 协调方法一

在 TPL- CLSC 合作均衡中,要使得三方均接受这种合作,必须保证各方在合作时正向和逆向物流的利润均不低于非合作时正向和逆向物流的利润,满足以上条件的 (w^{**}, p_t^{**}) , (w^{**}, p_t^{**}) 即可协调 TPL- CLSC 内部成员的利润,达到各方都合作的目的。

(2) 协调方法二

通过三方协调,共同分配系统带来的增益 $\$P$, 设 TPL 服务商、制造商和零售商的增益分配比例分别为 A 、 B 和 $1 - A - B$ 其中 $0 \leq A \leq 1$, $0 \leq B \leq 1$, $A + B \leq 1$, 则三方的利润分别为:

$$P_t^{**} (A, B) = P_t^{**} + A\$P, P_m^{**} (A, B) = P_m^{**} + B\$P, P_r^{**} (A, B) = P_r^{**} + (1 - A - B)\$P.$$

可见通过合作协调,三方获得的利润都不低于非合作状态,各方均会接受这种协调策略。

A 、 B 的大小显示了各企业的谈判能力。当 $A = 1$, $B = 0$ 时,表示 TPL 服务商在此次交易中处于绝对优势地位,他将获得通过合作所得的系统增加的全部利润;当 $A = 0$, $B = 1$ 时,表示制造商在此次交易中处于绝对优势地位;当 $A = 0$, $B = 0$ 时,表示零售商在此次交易中处于绝对优势地位。

(3) 协调方法三

设 TPL 服务商,制造商和零售商提出自己与其他合作伙伴收益的分配方案分别 $A = \{A_1, A_2, A_3\}$, $i = 1, 2, 3$; 其中 A_i 表示 i 个合作方提出的利益分配方案中第 j 个合作方获得的利益分配系数,其中 $0 < A_i < 1$, 且 $\sum_{j=1}^3 A_j = 1$ 。显然制造商、零售商和 3PL 服务商理想的利益分配系数分别 $\bar{A} (1) = \max_{i=1,2,3} \{A_1\}$, $\bar{A} (2) = \max_{i=1,2,3} \{A_2\}$, $\bar{A} (3) = \max_{i=1,2,3} \{A_3\}$ 。则理想的利益分配方案为 $\bar{A} = (\bar{A} (1), \bar{A} (2), \bar{A} (3))$, 但 $\sum_{i=1}^3 \bar{A} (i) > 1$, 不能满足所有成员利益分配系数之和为 1 的约束条件,因此,需要在成员之间进行协商。

设各合作方的最不理想利益分配值为 $\bar{A} = (\bar{A} (1), \bar{A} (2), \bar{A} (3))$, 其中 $\bar{A} (i) = \min_{j=1,2,3} \{A_j\}$ 。在合作过程中,制造商、零售商和 TPL 服务商的重要性程度分别为 w_1 , w_2 和 w_3 且 $\sum_{i=1}^3 w_i = 1$ 。对每一个供应链合作企业来讲,利益分配系数越大其满意度越高。

设供应链企业协商利益分配方案为 $(x_1, x_2,$

x_3), 对协商利益分配方案的满意度为 (r_1, r_2, r_3) ,

$r_i = \frac{x_i}{\bar{A}(i)}$, 其中 $x_i \in A(i)$, 否则合作失败, 将

$A = (A(1), A(2), A(3))$ 看作冲突点, 此时不对称的 NASH 谈判模型为:

$$\max \prod_{i=1}^3 \left[\frac{x_i}{\bar{A}(i)} - \frac{A(i)}{\bar{A}(i)} \right]^{w_i}$$

$$\text{s. t. } A(i) \leq x_i \leq \bar{A}(i) \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^3 x_i = 1$$

求解上述规划即得三方均满意的分配方案。

6 数值分析

假设产品的市场需求函数为 $Q = 515 - 015pr$, 回收函数为 $Q = 1 + 5pr$ 并且 $H = 4, c_m = 6, c_n = 1$, 此时 $M = 3 > N = 218$ 。下面将 TPL 服务商的物流边际成本作为变量, 进一步分析物流边际成本与各节点企业定价的关系, 以及物流边际成本对节点企业利润的影响。通过 matlab 编程作图分析如下。

首先分析正向物流, 如图 2。通过图 2 可以看出, 非合作决策下, 当 $0 < r < 0175$ (即 $rH < M$) 时, 批发价和销售价均随着 r 的增大而增大, 也就是说 TPL 服务商的物流成本的提高会进一步提高产品的批发价格和销售价格, 又因为市场的需求量与零售价格成反比例关系, 而零售价与批发价直接相关, 因此为了进一步增大市场的需求量, 制造商和零售商在选择 TPL 服务商时, 不是看 TPL 服务商的物流边际成本的大小, 而是根据制造商的自营物流成本和 TPL 服务商的物流成本的比率大小选择合适的物流服务商; 当 $r \in [0175, 01875]$ (即 $rH \in [M, N]$) 时, 批发价和零售价均不发生变化, 因为此时制造商的外包成本比自营物流的成本还高, 因此此时制造商会选择自营物流的模式。但是无论物流成本如何变化, 非合作决策下的零售价始终大于合作决策下的零售价, 因此合作决策市场需求量大于非合作决策。

其次分析逆向物流, 通过图 3 可知, 非合作决策下, 当 $r < 017$ ($rH < N$) 时, 制造商的回收价(转移价)和零售商的市场回收价均随着 r 的增大而减小, 因此在物流服务商参与并主导的供应链中, 单位物流服务成本的增加会阻碍废旧品的回收, 影响循环经济的效果; 而 $r > 017$ (即 $rH \in [N, M]$) 时, 由于物流成本的增大, 制造商选择自营物流模式, 防止市场回收价的继续下降对回收业务的影响。但是无论非合

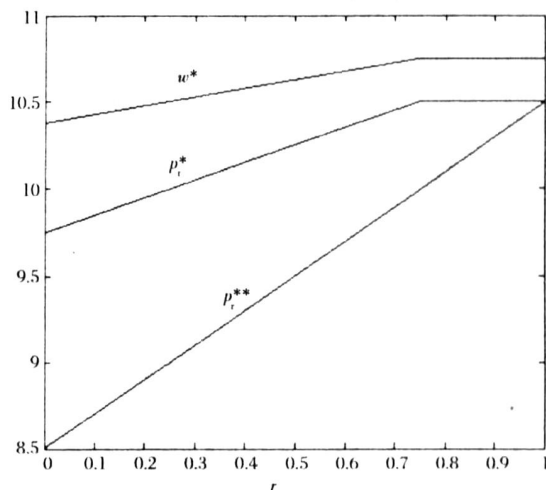


图 2 正向物流中价格与 r 的关系

作决策下制造商的回收价(转移价)和市场回收价如何变化, 其价格均低于合作决策下的市场回收价, 因此合作决策更有利于产品的回收。

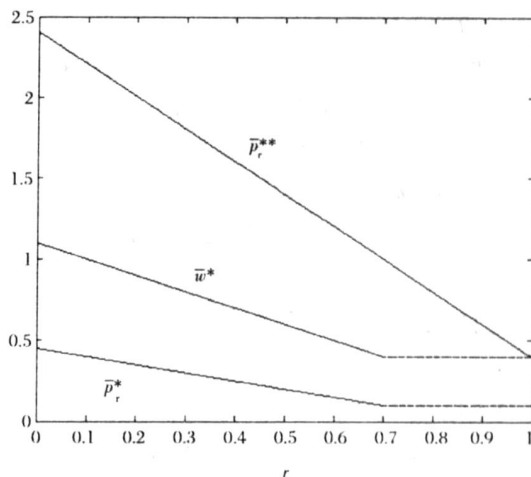


图 3 逆向物流中价格与 r 的关系

最后分析一下 r 的变化对收益的影响。通过图 4 可以发现, 非合作决策下, 当 $0 < r < 017$ (即 $rH < N$) 时, 制造商和零售商的利润均随着 r 的增大而降低; 当 $017 \leq r \leq 01875$ (即 $N \leq rH \leq M$) 时, 制造商和零售商的利润也随着 r 的增大而降低, 但是明显趋于平缓, 这是因为此时制造商和零售商在逆向物流中均没有从第三方物流处得到好处。另外无论 r 如何变化, 合作决策下系统总利润均大于非合作决策下系统的总利润, 但是随着 r 的增大, 非合作和合作决策下的总利润均随着 r 的增大而递减, 因此在市场竞争越来越激烈的今天, 各企业对物流的要求也越来越高, 就是因为高质量的物流服务会给企业和社会带来丰厚的利润和社会利益, 因此国家应该大力发展复核现代化的第四方物流, 为我国的

进一步发展提供保障。

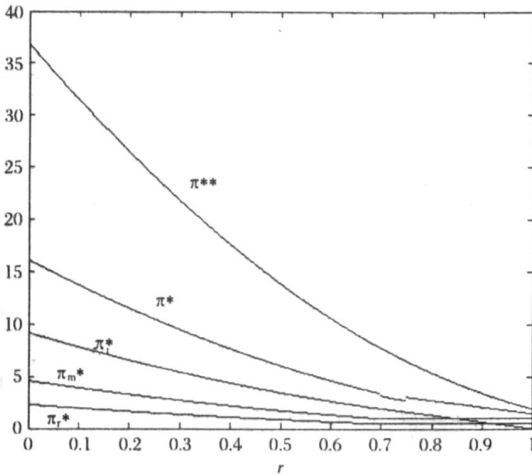


图 4 利润与 r 的关系

为了进一步说明本文提出的三种协调方法的操作性, 假设 $r = 0.5$, 下面对三种协调策略分别进行分析, 此时 $P_t^* = 31.48$, $P_m^* = 11.74$, $P_t^* = 01.87$ 。

(1) 协调方法一

要使 TPL - CLSC 内部成员都接受合作,

$(p_t^{**}, w^{**}), (p_t^*, w^{**})$ 必须满足:

$$\begin{cases} 0.175(p_t^{**} - 2) \setminus 0.128, 8(p_t^* - 2) \setminus 31.2 \\ 0.175(w^{**} - 6 - p_t^{**}) \setminus 0.14, 8(5 - w^{**} - p_t^*) \setminus 11.6 \\ 0.175(9.15 - w^{**}) \setminus 0.107, 8(w^{**} - 11.4) \setminus 0.18 \\ p_t^{**}, p_t^* \in [2, 4] \\ w^{**} \in [6 + p_t^{**}, 9.15] \\ w^{**} \in [11.4, 5 - p_t^*] \end{cases} \quad (13)$$

分别以 p_t^{**} 和 p_t^* 为横坐标, w^{**} 和 w^* 纵坐标, 绘出满足 (13) 式的 $(p_t^{**}, w^{**}), (p_t^*, w^*)$ 可行区域如下图所示。

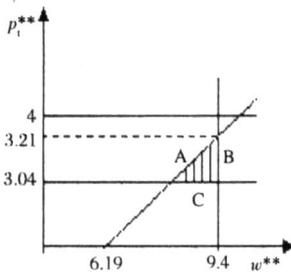


图 5 (w^{**}, p_t^{**}) 的可行域

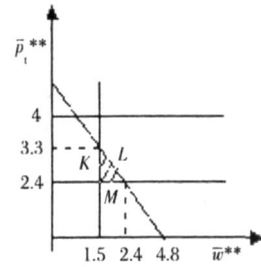


图 6 (w^{**}, p_t^{**}) 的可行域

由图可以看出, 当 (p_t^{**}, w^{**}) 和 (p_t^*, w^{**}) 的取值满足 C 线和 M 线时, TPL 服务商的利润分配额同非合作时一致; 当 (p_t^{**}, w^{**}) 和 (p_t^*, w^{**}) 的取值满足 B 线和 K 线时, 零售商的利润分配额同非合作时一致; 当 (p_t^{**}, w^{**}) 和 (p_t^*, w^{**}) 的取值满足 A 线和 L 线时, 制造商的利润分配额同非合作时一致。因此 TPL 服务商的决策点远离 C 线和 M 线, 制造商的决策点远离 A 线和 L 线, 零售商的决策点远离 B 线和 K 线; 最终通过各方的谈判能力, (p_t^{**}, w^{**}) 和 (p_t^*, w^{**}) 的取值位于图 5 和图 6 的阴影部分时, 三方协调后的利润都高于非合作, 达到了协调的目的。

(2) 协调方法二

选取适当的 A、B 各方在合作中的利润分配额如表 3。表中向量数据依次代表 TPL 服务商、制造商和零售商的利润。从表 3 可以看出, TPL 服务商的利润与 A 正相关, 制造商的利润与 B 正相关, 而零售商的利润与 A + B 负相关。

(3) 协调方法三

三者通过合作分配所得的利润大于非合作各自利润的条件下, TPL 服务商、制造商和零售商分别对自己与其他合作方的利益分配比例提出分配方案, $A(1) = (0.6, 0.2, 0.2)$; $A(2) = (0.5, 0.3, 0.2)$; $A(3) = (0.4, 0.3, 0.3)$ 。则最差分配案为 $A = (0.4, 0.2, 0.2)$, 理想分配方案为 $A = (0.6, 0.4, 0.3)$, 各方谈判起点的满意度为 (67%, 50%, 67%)。应用模糊评价法确定节点企业在这次合作中的重要程度分别为 (0.5, 0.3, 0.2)。在此基础上根据式 (12) 求出 TPL 服务商、制造商和零售商

表 3 方法二中各方的协调利润

	B= 0	B= 0.25	B= 0.75	B= 1
A= 0	(31.48, 11.74, 1.87)	(31.48, 31.435, 51.955)	(31.48, 61.825, 21.565)	(31.48, 81.82, 01.87)
A= 0.25	(51.175, 11.74, 51.955)	(51.175, 31.435, 41.26)	(51.175, 61.825, 01.87))))
A= 0.75	(81.565, 11.74, 21.565)	(81.565, 31.435, 01.87)))))))
A= 1	(101.26, 11.74, 01.87))))))))))

注: SP= 61.78, 0 [A [1, 0 [B [1, 0 [A+ B [1

的利益分配系数为(0.525, 0.25, 0.225)。即获得最终利益分配方案,此时各方满意度为(87.5%, 62.5%, 75%),此时 TPL 服务商、制造商和零售商分配的利润分别为 676, 3122 和 2189, 三方的分配额均大于非合作时各自的利润,达到了共赢且满意的局面。

7 结 语

在基于第三方物流服务商主导的闭环供应链模式中,文章给出了不同物流状态和回收状态下分 TP- CLSC 的非合作和合作定价策略,通过比较发现:(1)合作模式下,市场回收价格更高,市场零售价格更低,增加了顾客满意度,扩大了市场销售量和废品回收量;(2)合作模式下 TPL- CLSC 系统利润更高,创造更多社会财富,使得三方均有积极性采取合作态度(3)无论是非合作模式还是合作模式,批发价和零售商均随着 TPL 服务商边际成本的增加而增大,转移价和市场回收价均随着 TPL 服务商边际成本的增加而减小。因此如果 TPL 服务商的边际成本降低,则供应链各企业均会从中受益。

当然本文是在 TPL 服务商作为主导企业的前提下进行研究的,第三方物流是产品的唯一利润来源,并且物流费用完全由制造商承担,回收业务由零售商负责,现实生活中问题更复杂,比如:回收业务由 TPL 服务商或者制造商自身进行回收等,均需要我们进一步深入研究。

参考文献:

[1] 杜培枫. 业务外包战略的发展趋势及成因分析[J]. 管理

世界,2004(8): 144- 145.

- [2] Jian- me Zhang. The third partner logistics- new trend of the international logistics development[J]. Logistics and Material Handling, 1999, 4(3): 4- 8.
- [3] Lieb, R. C., Bentz, B. A. The use of third- party logistics services by large American manufacturers: the 2004 survey[J]. Transportation Journal, 2005, 44(2): 5 - 15.
- [4] Trunick P. A. the secret of your TPL success[J]. Logistics Today, 2004, 45(2): 16- 21.
- [5] 王玉燕, 李帮义, 申亮. TPT- CLSC 的协调研究[J]. 中国管理科学, 2007, 15(5): 101- 106.
- [6] Nakashima K., Arimitsu H., Nose T., et al. Optimal Control of a Remanufacturing System[J]. International Journal of Production Research, 2004, 42(7): 3619- 3625.
- [7] Savaskan R. C., Bhattacharya S., Wassenhove V. L. N. Closed- loop supply chain models with product re-manufacturing[J]. Management Science, 2004, 50(2): 239- 252.
- [8] 庄尚文, 韩耀. 论零售商主导型供应链联盟[J]. 商业经济与管理, 2008, (5): 3- 9.
- [9] 俞建锋. 第三方物流主导的供应链模式研究[D], 暨南大学, 2004.
- [10] 王玉燕, 李帮义, 申亮. 供应链、逆向供应链系统的定价策略研究[J]. 中国管理科学, 2006, 14(4): 40- 45.
- [11] 葛静燕, 黄培清, 王子萍. 基于博弈论的闭环供应链协调策略[J]. 系统管理学报, 2007, 16(5): 549- 552.
- [12] Maltz, A. B. The relative importance of cost and quality in the outsourcing of warehousing[J]. Journal of business Logistics, 1994, (2): 45 - 62.

Pricing and Coordination Strategy of TPL- CLSC under Double Effects of Logistics Outsourcing and Products Recovery

GONG Yan- de, LI Bang- yi, LIU Tao

(College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics Nanjing 210016, China)

Abstract: According to supply chain enterprises and TPL service provider's characteristics, we constructed a TPL- CLSC pricing model led by TPL under double effects of logistics outsourcing and products recovery, and gave some conditions for supply chain to carry out logistics outsourcing, studied pricing mechanism of TPL- CLSC through game theory in order to facilitate the effective cooperation among TPL- CLSC members. This paper further established three types of coordination mechanisms to increase their profits better than non-cooperation. Finally, this paper proved the feasibility of pricing and coordination mechanisms through numerical examples.

Key words: closed-loop supply chain(CLSC); third party logistics(TPL) service provider; outsourcing; recovery