

doi: 10.3969/j.issn.1007-7375.2023.05.004

考虑消费者后悔心理的收益共享契约研究

康怀飞, 官振中, 冯桂芳

(西南交通大学 经济管理学院, 四川 成都 610031)

摘要: 考虑由一个供应商、一个零售商和消费者组成的三级供应链, 基于理性预期均衡假设和逆向归纳法, 分析零售商的定价和库存决策, 探讨收益共享契约问题。研究发现, 零售商应采取数量承诺策略以增加利润, 收益共享契约能增加数量承诺的可信度并协调供应链, 但不同于传统结论, 最优批发价格不一定低于产品成本; 只有当零售商与供应商议价能力的比值达到一定阈值时收益共享契约才有效, 有效区间内的零售商合作意愿可以分为高、一般和低 3 种。数值实验表明, 收益共享契约的有效区间随消费者缺货后悔的增强而扩大, 随消费者高价后悔的增强而缩小。

关键词: 高价后悔; 缺货后悔; 数量承诺; 收益共享契约; 供应链协调

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1007-7375(2023)05-0029-07

A Study on Revenue-sharing Contracts Considering Customer Regret Psychology

KANG Huaifei, GUAN Zhenzhong, FENG Guifang

(School of Economics and Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: This paper considers a three-level supply chain consisting of a supplier, a retailer and consumers. Based on the rational expectation equilibrium hypothesis and backward induction, we first analyze the retailer's pricing and inventory decisions, and then discuss revenue-sharing contracts. Results show that, the retailer should adopt the quantity commitment policy to increase profits, and revenue-sharing contracts can increase the credibility of quantity commitment and coordinate the supply chain. However, different from traditional conclusions, the optimal wholesale price may not be necessarily lower than product costs. Moreover, a revenue-sharing contract is effective only when the ratio of bargaining power between the retailer and the supplier reaches a certain threshold. The cooperation willingness of the retailer within the effective interval can be divided into high, medium and low types. Numerical experiments show that the effective interval of a revenue-sharing contract expands with the increase of consumer regret for stockout and narrows with the increase of consumer regret for high prices.

Key words: high-price regret; stockout regret; quantity commitment; revenue-sharing contract; supply chain coordination

消费者购物时既不愿意错过折扣, 又不愿意面临缺货, 往往在立即买和等降价的两难选择中摇摆不定。正如一个消费者在耐克专卖店看上一款新上架的时尚运动鞋, 根据以往的购物经验会考虑, “耐克经常在节假日打折, 那时再买就能省下一笔钱, 但万一到时候没有适合的尺码怎么办?” 显然, 消费者担心选错了购买时机, 当其意识到若选择放弃的购买决策可能会使结果更好就会产生后悔心理^[1]: 若立即买而后发现产品降价, 则会后悔买

早了 (高价后悔); 若等降价却发现产品售罄, 则会后悔买晚了 (缺货后悔)^[2]。Perakis 等^[3] 认为错误的决策会导致后悔心理并改变消费者对产品的保留价格。Jiang 等^[4] 用线性公式在消费者效用函数中刻画后悔心理并探讨后悔心理与企业研发策略的关系。Özer 等^[5] 分析消费者具有高价后悔和缺货后悔时, 零售商降价和天天低价的优劣。不同于这些研究, 本文着重从供应链角度分析消费者后悔心理对收益共享契约的影响。

收稿日期: 2022-02-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71572154); 四川省科技厅软科学资助项目 (2020JDR0118)

作者简介: 康怀飞 (1997—), 男, 四川省人, 硕士研究生, 主要研究方向为策略型消费者、易逝品供应链管理。

收益共享契约常用来协调供应链, 其以较低的批发价格向零售商提供产品, 等销售期结束后双方共享销售收益, 这样既能降低零售商的库存风险, 又能引导零售商从供应商处订购更多产品从而提升供应链绩效^[5]。在后悔心理影响下, 消费者的购买行为更加复杂, 零售商往往被迫减少库存以避免利润损失, 但供应商却总是希望零售商大量订货, 可见供应链上下游的订货矛盾加深, 为起到更有效的协调作用, 设计收益共享契约需要考虑消费者的后悔心理。

有关收益共享契约的研究有很多。李绩才等^[5]研究一对多型供应链的收益共享契约, 发现存在唯一的“批发价格-收益共享系数”使供应链实现协调。Cachon 等^[6]研究一般供应链模型中的收益共享契约并与其他契约进行比较, 认为收益共享契约具有灵活性强等优势。Linh 等^[7]针对一个供应商和一个零售商构成的两阶段报童问题, 分析收益共享契约的参数设定。林志炳等^[8]基于决策主体具有损失厌恶的假设, 研究收益共享契约参数与决策者目标函数的关系。这些研究较少考虑消费者心理因素, 且忽略零售商和供应商议价能力对契约有效区间的影响, 这导致契约不一定适用, 最终使企业的理论决策与现实结果出现偏差。本文则基于理性预期均衡假设分析消费者后悔心理下的契约设计, 并借助广义纳什议价博弈探讨供应链利润再分配问题和契约的有效区间。

黄松等^[9]的研究与本文最相关, 他们考虑消费者在销售期末购买可能出现的后悔, 分析收益共享契约的供应链协调问题。与之不同的有以下两点。

1) 本文同时考虑消费者在销售期末购买可能出现的缺货后悔和在此之前购买可能出现的高价后悔, 而黄松等^[9]仅考虑了前者; 2) 本文用后悔程度、损失的净效用以及发生概率这三者的乘积表示后悔效用的大小, 而黄松等^[9]仅用一个变量表示。

传统的收益共享契约研究往往忽略消费者的心理因素, 而本文同时考虑消费者的高价后悔和缺货后悔, 采用逆向归纳法, 首先分析零售商的定价和库存决策, 然后探讨收益共享契约问题。区别于传统研究, 本文重点分析消费者后悔心理下, 收益共享契约能否协调供应链? 零售商是否愿意按照一定比例贡献出销售收益从而与供应商达成合作? 消费者后悔心理如何影响收益共享契约的有效区间? 分

析上述问题既丰富行为经济学理论, 又为供应链协调提供参考。

1 模型描述与假设

假设需求 X 随机, 均值为 μ , 且具有分布函数 $F(x)$ 和密度函数 $f(x)$, 其中, $F(0) = 0$, $f(x) > 0$ 且连续可微, $\bar{F}(x) = 1 - F(x)$, 需求有递增故障率的性质, 即 $f(x)/\bar{F}(x)$ 是关于 x 的增函数, 诸如均匀分布、正态分布等常见分布均满足该性质, 这保证了零售商的目标函数是凹函数^[10]。在销售期开始之前, 供应商制定收益共享契约 (ω_R, ϕ) 。其中, ω_R 为单位产品的批发价格, 下标 R 表示收益共享契约下的情况; $\phi \in (0, 1]$ 为零售商自身保留的收益份额 (本文称 ϕ 为收益共享系数), 即零售商将 $1 - \phi$ 的收益共享给供应商。

零售商确定订货量 Q 并一次性向供应商发出订单, 供应商随后以单位成本 c 生产产品并在销售开始前将产品送达零售商。零售商除了以全价 p 销售产品外 (全价期), 到了销售期期末将以清货价 s 销售剩余库存 (清货期)。消费者对产品的估值为 v , 根据无套利原则, 假设 $v \geq p > c > s$ 。若产品在全价期已经售罄, 消费者在清货期将无法获得产品, 而每缺单位产品零售商将面临缺货成本 g 。

消费者具有后悔心理, 其权衡在全价期和清货期购买产品的期望效用以选择最佳购买时机。期望效用由消费产品而获得的效用和因后悔心理而导致的负效用组成, 本文根据文献 [4] 将消费者后悔心理表示为

$$\text{Regret} = -\rho \cdot \Delta U \cdot \text{prob}(\Delta U > 0). \quad (1)$$

其中, $\rho \in \{\alpha, \beta\}$, $\alpha \in [0, 1]$ 和 $\beta \in [0, 1]$ 分别表示高价后悔程度和缺货后悔程度; $\alpha < \beta$ 表示缺货后悔比高价后悔强烈; $\alpha > \beta$ 表示高价后悔比缺货后悔强烈; 当 $\alpha = \beta = 0$ 时, 消费者没有后悔心理; ΔU 表示损失的净效用, 消费者在全价期和清货期购买产品的效用分别为 $v - p$ 和 $v - s$, 因此在全价期购买而发现清货期产品仍然可得将损失效用 $p - s$, 在清货期购买而发现产品缺货将损失效用 $v - p$; $\text{prob}(\Delta U > 0)$ 表示后悔发生的概率。假设消费者不知道产品库存信息但对清货期产品可得率的理性预期为 ξ_{prob} , 则其在全价期和清货期购买产品的期望效用分别为

$$\begin{cases} U_1 = (v - p) - \alpha(p - s)\xi_{\text{prob}}; \\ U_2 = (v - s)\xi_{\text{prob}} - \beta(v - p)(1 - \xi_{\text{prob}}). \end{cases} \quad (2)$$

消费者根据效用确定其在全价期购买单位产品所愿意支付的最高保留价格 p_{rs} , 其中, 下标 rs 表示消费者的愿意支付的最高价格即保留价格。而零售商对 p_{rs} 形成理性预期 $\xi_{p_{rs}}$, 然后以最大化利润 $\Pi(Q, p)$ 为目标决策 p 和 Q 。参考文献 [9] 和 [11], 本文采用如下的理性预期均衡以分析零售商和消费者间的博弈。

定义 1 理性预期均衡 $(p, Q, p_{rs}, \xi_{p_{rs}}, \xi_{prob}, \xi_{p_{rs}})$ 满足如下条件。

- 1) $p = \xi_{p_{rs}}$;
- 2) $Q = \arg \max_Q \Pi(Q, p)$;
- 3) $p_{rs} = \frac{s(1+\alpha)\xi_{prob} + v(1+\beta)(1-\xi_{prob})}{1+\beta+(\alpha-\beta)\xi_{prob}}$;
- 4) $\xi_{prob} = F(Q)$;
- 5) $\xi_{p_{rs}} = p_{rs}$ 。

前 3 个条件保证零售商和消费者的行动准则分别是利润最大化和效用最大化, 后两个保证零售商和消费者当下的预期与未来的实际情况一致。

2 零售商定价与库存决策

采用逆向归纳法, 在分析供应商的契约决策之前, 首先分析零售商的定价和库存决策。为方便分析, 假设 $\phi = 1$ 且 $\omega = c$, 零售商以利润最大化为目标决策 p 和 Q , 其期望利润为

$$\Pi(Q, p) = (p - s + g)E(X \wedge Q) - (c - s)Q - g\mu. \quad (3)$$

用“E”和“ \wedge ”分别表示期望和两者中较小的值。当消费者不纠结购买时机时, 其购买产品的充要条件为 $v - p \geq 0$, 故最优定价和库存分别为 $p_t^* = v$ 和 $\bar{F}(Q_t^*) = \frac{c-s}{v-s+g}$, 其中, t 代表消费者不纠结购买时机的情况; * 表示最优。而具有后悔心理时, 消费者会权衡效用大小以确定购买时机, 此时其在全价期购买产品的充要条件为 $U_1 \geq U_2$, 因此给定清货期产品可得率 ξ_{prob} , 消费者所能接受的最高全价 p_{rs} 为

$$p_{rs}(\xi_{prob}) = \frac{s(1+\alpha)\xi_{prob} + v(1+\beta)(1-\xi_{prob})}{1+\beta+(\alpha-\beta)\xi_{prob}}. \quad (4)$$

由于零售商对 p_{rs} 的理性预期为 $\xi_{p_{rs}}$, 所以其会设定 $p = \xi_{p_{rs}}$ 和 $Q(p) = \arg \max_Q \Pi(Q, p)$ 。基于理性预期均衡 (用下标 e 表示该情形), 可得命题 1。为简化书写, 给出定义 2。

定义 2 $K = 2(1+\alpha)(c-s)$, $B = (\alpha-\beta)(c-s)$, $A = \sqrt{B^2 + (1+\alpha)^2 g^2 + K[g(\beta-\alpha) + 2(v-s)(1+\beta)]}$ 。

命题 1 考虑消费者后悔心理时:

$$1) p_e^* = \frac{A+B+(1-\alpha)(2s-g)}{2(1+\alpha)},$$

$$Q_e^* = \bar{F}^{-1}\left(\frac{K}{A+B+(1-\alpha)g}\right).$$

$$2) p_e^* < p_t^*, Q_e^* < Q_t^*, \Pi_e^* < \Pi_t^*.$$

证明 令 $\frac{\partial \Pi(Q, p)}{\partial Q} = 0$, 得 $F(Q) = \frac{p-c+g}{p-s+g}$, 再联立 $p = \frac{s(1+\alpha)F(Q) + v(1+\beta)[1-F(Q)]}{1+\beta+(\alpha-\beta)F(Q)}$ 和 $\bar{F}(x) = 1 - F(x)$,

$$\text{可得 } p_e^* \text{ 和 } \bar{F}(Q_e^*). \text{ 改写 } p_e^* = \frac{s(1+\alpha)F(Q_e^*) + v(1+\beta)\bar{F}(Q_e^*)}{(1+\alpha)F(Q_e^*) + (1+\beta)\bar{F}(Q_e^*)},$$

故 $p_e^* < p_t^*$ 。又 $\bar{F}(Q_t^*) - \bar{F}(Q_e^*) = \frac{c-s}{v-s+g} - \frac{c-s}{p_e^*-s+g}$ 可得 $Q_e^* < Q_t^*$ 。因为 $\partial \Pi_t / \partial Q = (p_t - s)\bar{F}(Q) - (c - s)$, $\partial \Pi_e / \partial Q = (p_e - s)\bar{F}(Q) - (c - s)$, 所以, 对所有 Q 都有 $(\partial \Pi_t / \partial Q) > (\partial \Pi_e / \partial Q)$ 。又 $\Pi_t|_{Q=0} = \Pi_e|_{Q=0} = 0$, 所以 $\Pi_e^* < \Pi_t^*$ 。证毕。

命题 1 表明, 消费者的后悔心理导致零售商利润减少, 为了缓解利润削减, 零售商只能降低定价并减少库存。这与现实生活一致, 由于消费者担心后悔支付高价, 零售商可以降低产品价格以刺激消费; 同时, 由于消费者有缺货的担忧, 零售商可以缩减库存以加重消费者买不到产品的紧迫感。这些都能有效引导消费者尽早购买。

虽然消费者后悔心理下的零售商面临利润削减, 但研究表明, 数量承诺策略能改变理性预期均衡从而增加利润^[9,11]。该策略指零售商向消费者承诺整个销售期内的产品数量为 Q , 假设零售商的承诺可信, 消费者直接根据库存判定产品的清货期可得率为 $F(Q)$, 故其在全价期购买所能接受的最高价格为

$$p(Q) = \frac{s(1+\alpha)F(Q) + v(1+\beta)[1-F(Q)]}{1+\beta+(\alpha-\beta)F(Q)}. \quad (5)$$

此时零售商的期望利润为

$$\begin{aligned} \Pi_q(Q) &= (p(Q) - s + g)E(X \wedge Q) - (c - s)Q - g\mu = \\ &= \frac{\bar{F}(Q)(v-s)(1+\beta)}{(1+\alpha) - \bar{F}(Q)(\alpha-\beta)} E(X \wedge Q) - (c-s)Q + gE(X \wedge Q) - g\mu. \end{aligned} \quad (6)$$

显然, 零售商设定 $Q_q^* = \arg \max_Q \Pi_q(Q)$ 和 $p_q^* = \frac{s(1+\alpha)F(Q_q^*) + v(1+\beta)[1-F(Q_q^*)]}{1+\beta+(\alpha-\beta)F(Q_q^*)}$, 其中, 下标 q 表示数量承诺的情形。

命题 2 $Q_q^* < Q_e^*$, $p_q^* > p_e^*$, $\Pi_q^* > \Pi_e^*$ 。

证明 结合式 (6) 令

$$\frac{d\Pi_q(Q)}{dQ} = -\frac{\frac{f(Q)}{\bar{F}(Q)} \frac{1+\alpha}{\bar{F}(Q)} (1+\beta)(v-s)}{\left[\frac{1+\alpha}{\bar{F}(Q)} - (\alpha-\beta)\right]^2} E(X \wedge Q) + g\bar{F}(Q) +$$

$$\frac{\bar{F}^2(Q)(1+\beta)(v-s)}{(1+\alpha) - \bar{F}(Q)(\alpha-\beta)} - (c-s) = 0;$$

$$(c-s) + \frac{\frac{f(Q)}{\bar{F}(Q)} \frac{1+\alpha}{\bar{F}(Q)} (1+\beta)(v-s)}{\left[\frac{1+\alpha}{\bar{F}(Q)} - (\alpha-\beta)\right]^2} E(X \wedge Q) =$$

$$\frac{\bar{F}^2(Q)(1+\beta)(v-s)}{(1+\alpha) - \bar{F}(Q)(\alpha-\beta)} + g\bar{F}(Q).$$

由于递增故障率, 等号左边随 Q 递增而右边随 Q 递减, 故有唯一的 Q 让等式成立。此外 $\frac{d\Pi_q(0)}{dQ} = v-c+g > 0$ 且 $\lim_{Q \rightarrow \infty} \frac{d\Pi_q(Q)}{dQ} = -(c-s) < 0$, 故 $\Pi_q(Q)$ 有唯一

最大值。 $Q = Q_c^*$ 时, $\frac{\bar{F}^2(Q_c^*)(1+\beta)(v-s)}{(1+\alpha) - \bar{F}(Q_c^*)(\alpha-\beta)} = \frac{(c-s)(p_c^* - s)}{p_c^* - s + g}$,

故 $\frac{d\Pi_q(Q_c^*)}{dQ_c^*} < 0$, 因此 $Q_q^* < Q_c^*$ 且 $\Pi_q^* > \Pi_c^*$ 。又因为

$\frac{dp(Q)}{dQ} = \frac{-f(Q)(1+\alpha)(1+\beta)(v-s)}{[1+\beta+(\alpha-\beta)F(Q)]^2} < 0$, 故 $p_q^* > p_c^*$ 。证毕。

命题 2 表明, 零售商采取数量承诺策略能进一步降低库存, 通过加重消费者在清货期购买不到产品的紧迫感以引导其在全价期购买。同时, 由于消费者在全价期购买的倾向变大, 该策略下的零售商能提高定价以增加利润。现实中, 唯品会是使用数量承诺策略的典型案列, 其经常在产品页面打出“今天 20 点, 限量 300 件”的广告, 并借此吸引大批消费者抢购。

由于难以给出解析解, 故采用数值实验分析消费者高价后悔和缺货后悔对零售商最优利润的影响。参考文献 [5] 和 [8], 假设市场需求 X 服从均匀分布, $X \sim U(0, 600)$, $g = 0.3$, $s = 4$, $c = 5$, $v = 9$, $\mu = 300$ (后文的数值实验假设与此相同), 结果如图 1 所示。

不难看出, 给定消费者缺货 (高价) 后悔, 零售商的最优利润随消费者高价 (缺货) 后悔的增强而减少 (增加)。把消费者不具有后悔心理的情形作为比较基准时, 无论是理性预期均衡还是数量承诺策略下, 若消费者的高价后悔比缺货后悔强烈, 则零售商的最优利润减小; 反之, 零售商的最优利润增加。

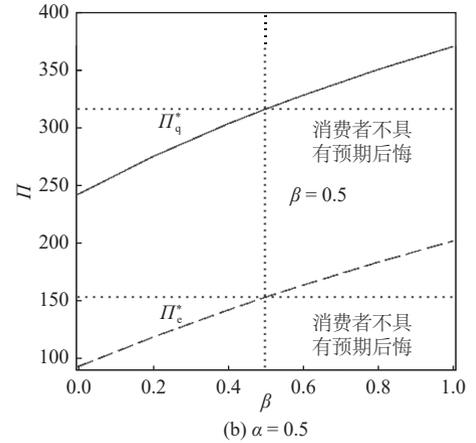
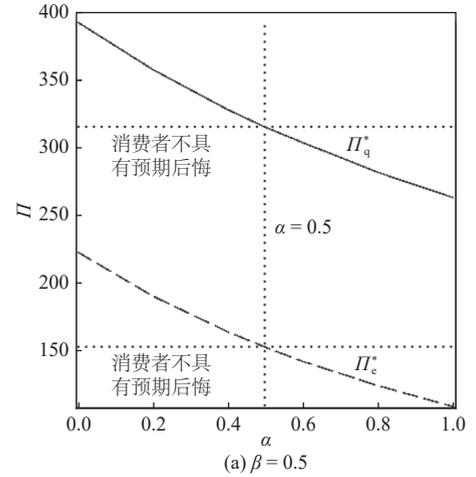


图 1 消费者后悔心理对零售商最优利润的影响
Figure 1 Impact of consumer regret psychology on the retailer's optimal profit

3 收益共享契约

文献 [11] 表明, 集中式供应链中, 零售商的数量承诺很难让消费者相信, 而分散式供应链中, 供应商和零售商之间的契约可以增加数量承诺的可信度。由定理 2 可知, 供应链的协调目标是实现数量承诺下的最优供应链利润, 本节分析如何使用收益共享契约协调供应链。

收益共享契约下, 供应商以批发价格 w_R 给零售商提供产品, 零售商将 $1-\phi$ 的销售收益共享给供应商, 零售商、供应商和供应链的利润函数分别为

$$\Pi_R^c(Q, p) = \phi(p-s)E(X \wedge Q) + \phi sQ - \omega_R Q + gE(X \wedge Q) - g\mu; \quad (7)$$

$$\Pi_R^m(Q, p) = (1-\phi)(p-s)E(X \wedge Q) + (\omega_R - c)Q + (1-\phi)sQ; \quad (8)$$

$$\Pi_R^{sc}(Q, p) = (p-s+g)E(X \wedge Q) - (c-s)Q - g\mu. \quad (9)$$

其中, 上标 r 、 m 、 sc 分别表示零售商、供应商和供应链。收益共享契约下, 零售商与消费者间的理性预期均衡与之前类似, 故定价和库存为

$$p_R = \frac{s(1+\alpha)F(Q_R) + v(1+\beta)[1-F(Q_R)]}{1+\beta+(\alpha-\beta)F(Q_R)};$$

$$\bar{F}(Q_R) = \frac{\omega_R - \phi_s}{\phi(p_R - s) + g}.$$

为方便分析, 首先给出引理 1。

引理 1 线性批发价格契约下,

1) 存在唯一的批发价格 $\omega^* \in (c, v)$ 实现最优供应链利润 Π_q^* ;

2) 零售商享有固定的利润份额 λ^* 。

证明 由于 $d\bar{F}(Q)/d\omega > 0$ 且 $\omega = c$ 时有 $Q = Q_c$, 故存在唯一的批发价格 $\omega^* > c$ 使得 $Q^* = Q_q^* < Q$, 并使利润为 Π_q^* 。零售商保留所有收益而有固定的利润份额, 记作 λ^* 。证毕。

引理 1 表明, 线性批发价格契约能实现数量承诺下的最优供应链利润, 但不能在供应商和零售商之间进行利润再分配, 而收益共享契约却能借助收益共享系数避免这一局限, 结果如命题 3 所示。

命题 3 收益共享契约下,

1) 契约参数满足如下关系时实现最优供应链利润 $\Pi_R^* = \Pi_q^*$:

$$\begin{cases} \omega_R^* = \phi\omega^* + (1-\phi)\frac{g(\omega^* - s)}{p_q^* - s + g}, \\ \theta \leq \phi \leq 1. \end{cases}$$

收益共享系数下限

$$\theta = \frac{g[(\omega^* - s)Q_q^* + (p_q^* - s + g)\mu]}{(p_q^* - s + g)^2 \int_0^{Q_q^*} \bar{F}(x)dx - (p_q^* - s)(\omega^* - s)Q_q^*}.$$

2) 零售商的利润份额 $\lambda \in [0, \lambda^*]$ 。

证明 令 $\bar{F}(Q_q^*) = \frac{\omega^* - s}{p_q^* - s + g} = \frac{\omega_R^* - \phi_s}{\phi(p_R^* - s) + g} = \bar{F}(Q_R^*)$,

当 $Q_R^* = Q_q^*$ 时有 $p_R^* = p_q^*$, 故可得 $\omega_R^* = \phi\omega^* + (1-\phi)\times \frac{g(\omega^* - s)}{p_q^* - s + g}$ 。零售商只有当 $\Pi_R^* \geq 0$ 时才接受契约,

因此, 为保证收益共享契约有效, 应使 $\phi \geq \frac{g[(\omega^* - s)Q_q^* + (p_q^* - s + g)\mu]}{(p_q^* - s + g)^2 \int_0^{Q_q^*} \bar{F}(x)dx - (p_q^* - s)(\omega^* - s)Q_q^*} = \theta$ 。当 $\phi = \theta$

时, 零售商有最小利润份额 0; 当 $\phi = 1$ 时, 零售商有最大利润份额 λ^* 。证毕。

传统研究^[6]认为, 收益共享契约下, 供应商应

降低批发价格到产品成本以下。然而, 当消费者具有后悔心理时, 零售商采用数量承诺策略以适当降低库存能增加供应链利润, 因此批发价格既可能低于产品成本, 也可能等于甚至高于产品成本。因此, 不考虑消费者后悔心理时, 供应商容易因批发价格低于产品成本而拒绝提供收益共享契约。而本文发现, 考虑消费者的后悔心理并采用数量承诺策略缓解后悔心理的不利影响时, 收益共享契约中的批发价格有时可以高于产品成本, 这增大了供应商提供该契约的意愿。

为了分析供应链成员议价能力与收益共享系数的关系, 引入广义纳什议价博弈。与 Nagarajan 等^[12]相同, 假设供应商和零售商都是风险中性的且谈判破裂点均为 0。 x_i 表示议价方 i 获得的收益份额, 下标 $i \in \{r, m\}$, 分别代表零售商和供应商。 γ 和 χ 分别代表零售商和供应商的议价能力, 且 $\gamma + \chi = 1$ 。此时, 广义纳什议价博弈的均衡解为

$$\arg \max_{x_r + x_m \leq 1} (x_r)^\gamma (x_m)^\chi. \quad (10)$$

根据广义纳什议价博弈解可知, 零售商获得的收益份额为 γ , 供应商获得的收益份额为 χ 。Muthoo^[13]使用承诺策略对 γ 和 χ 进行解释。承诺策略下, 议价双方承诺不接受低于 z_i 的结果, 若取消承诺将付出失信成本。

$$c_i(x_i, z_i) = \begin{cases} k_i(z_i - x_i), & x_i \leq z_i; \\ 0, & x_i > z_i. \end{cases}$$

其中, 承诺罚系数 $k_i > 0$ 。当议价方 i 的承诺为 z_i 而实际获得的收益份额为 x_i 时, 效用为 $U_i(x_i, z_i) = x_i - c_i(x_i, z_i)$ 。则唯一纳什均衡为 $(z_r, z_m) = \left(\frac{1+k_r}{2+k_r+k_m}, \frac{1+k_m}{2+k_r+k_m} \right)$ 。

Muthoo^[14]进一步证明 $x_r^* = \gamma = \frac{1+k_r}{2+k_r+k_m}$, $x_m^* = \chi = \frac{1+k_m}{2+k_r+k_m}$ 为式 (10) 的解, 因此有命题 4。

命题 4 根据供应商和零售商的议价能力,

1) 收益共享系数为 $\phi = \frac{1+k_r}{2+k_r+k_m}$, 其随零售商议价能力的增大而增大, 随供应商议价能力的增大而减小。

2) 收益共享契约有效的必要条件为 $\gamma/\chi \geq \theta/(1-\theta)$ 。

3) 当 $k_r = k_m$ 时, $\phi = 0.5$, 零售商和供应商发生经典的纳什议价博弈。

证明 $\frac{\partial \phi}{\partial k_r} = \frac{1+k_m}{(2+k_r+k_m)^2} > 0$, $\frac{\partial \phi}{\partial k_m} = \frac{-1-k_r}{(2+k_r+k_m)^2} < 0$

0, 零售商(供应商)的承诺罚系数越大, 其议价能力越大, 收益共享系数也就越大(小)。由命题 3 可知, 零售商只有当 $\phi \geq \theta$ 时才可能接受收益共享契约, 因此有 $\gamma/\chi = (1+k_r)/(1+k_m) \geq \theta/(1-\theta)$ 。证毕。

命题 4 表明, 收益共享契约下, 零售商议价能力越大则其分得的供应链利润越多, 这与直觉一致。近年来, 诸如沃尔玛等零售商拥有越来越大的议价能力, 这直接导致许多供应商因不满其分得的利润而拒绝合作, 双方只能寻找其他契约或合作伙伴。值得注意的是, 只有当零售商与供应商的议价能力之比达到某个阈值时, 零售商才可能接受收益共享契约, 因为此时零售商才能保证自己不亏损。

实际上, 利润非负只是零售商接受契约的必要条件而非充分条件, 根据 Kahneman 等^[15]的前景理论, 零售商会依赖参照点判断最终收益得失, 从而决定是否愿意与供应商合作。假设零售商以消费者不具有后悔心理且自身保留一半销售收益时的利润为参照点, 那么零售商在其利润高于参照点时合作动机强烈, 在其利润低于参照点时合作动机不强, 在其利润与参照点关系不确定时合作动机一般, 本文将上述 3 种情形下的零售商意愿分别称为“高合作意愿(H)”、“低合作意愿(L)”和“一般合作意愿(M)”。因此有推论 1 和图 2。

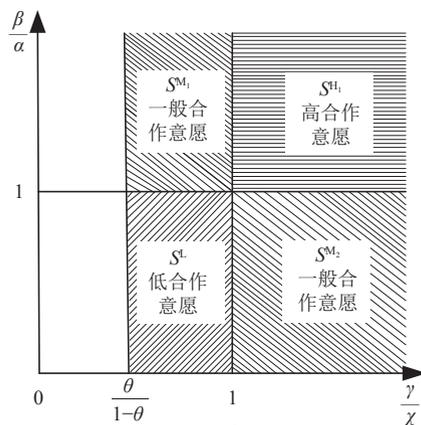
推论 1 若零售商在收益共享契约下以 β/α 和 γ/χ 满足 $\{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha = 1, \gamma/\chi = 1\}$ 时的利润为参照点:

1) 当 $0 \leq \theta < 0.5$ 时, 若 β/α 和 γ/χ 处于区间 $S^{H_1} = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha \geq 1, \gamma/\chi \geq 1\}$, 具有高合作意愿; 若 β/α 和 γ/χ 处于区间 $S^L = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha < 1, \theta/1-\theta \leq \gamma/\chi < 1\}$, 具有低合作意愿; 若 β/α 和 γ/χ 处于区间 $S^{M_1} = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha \geq 1, \theta/1-\theta \leq \gamma/\chi < 1\}$ 或 $S^{M_2} = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha < 1, \gamma/\chi \geq 1\}$, 具有一般合作意愿。

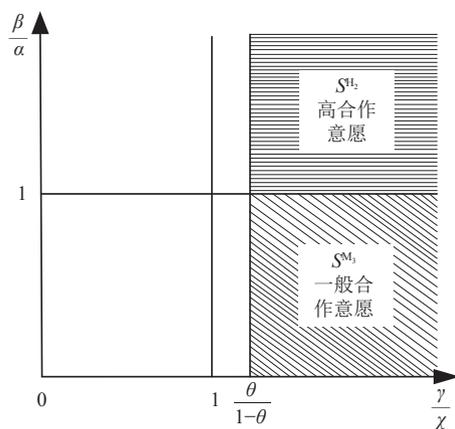
2) 当 $0.5 \leq \theta < 1$ 时, 若 β/α 和 γ/χ 处于区间 $S^{H_2} = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha \geq 1, \gamma/\chi \geq \theta/1-\theta\}$, 具有高合作意愿; 若 β/α 和 γ/χ 处于区间 $S^{M_3} = \{(\beta/\alpha, \gamma/\chi) | \beta/\alpha < 1, \gamma/\chi \geq \theta/1-\theta\}$, 具有一般合作意愿。

证明 当 $\gamma/\chi > 1$ 时, $\phi > 0.5$, 零售商比供应商有更大的收益份额; 反之, 则反。当 $\beta/\alpha = 1$ 时, 零售商最优决策与消费者不具有后悔心理时的最优决策相同。当 $\beta/\alpha > 1$ 时, 零售商利润大于消费者不具有后悔心理时的利润; 反之, 则反。证毕。

在高合作意愿区间 S^{H_1} 和 S^{H_2} 中, 产品盈利性强且零售商比供应商有更大的收益份额; 低合作意愿



(a) $0 \leq \theta < 0.5$



(b) $0.5 \leq \theta < 1$

图 2 收益共享契约有效区间图

Figure 2 Effective intervals of a revenue-sharing contract

区间 S^L 中, 产品盈利性弱且零售商比供应商有更小的收益份额; 在一般合作意愿区间 S^{M_1} 中, 虽然零售商比供应商有更小的收益份额, 但产品盈利性强, 而在一般合作意愿区间 S^{M_2} 和 S^{M_3} 中, 虽然产品盈利性弱, 但零售商比供应商有更大的收益份额。

消费者面对不同产品有不同的后悔心理, 通常面对日常用品或低价值品时表现为高价后悔比缺货后悔强烈, 而面对时尚产品或高价值品时表现为缺货后悔比高价后悔强烈^[2]。可见, 在日常用品或低价值品供应链中, 零售商在收益共享契约下与供应商的合作意愿不高于一般水平(即落在区间 S^L 、 S^{M_2} 和 S^{M_3} 中), 双方不容易达成合作; 而在时尚产品或高价值品供应链中, 零售商在收益共享契约下与供应商的合作意愿不低于一般水平(即落在区间 S^{M_1} 、 S^{H_1} 和 S^{H_2} 中), 双方更容易达成合作。

表 1 的结果显示各项指标与消费者高价后悔和缺货后悔的关系。收益共享契约中的最优批发价格不一定低于产品成本, 且高合作意愿区间 S^{H_1} 和 S^{H_2}

始终高于低合作意愿区间 S^L 。零售商的最优定价、库存和供应链利润随消费者缺货后悔程度与高价后

悔程度比值的增大而提高, 且区间 S^{H1} 、 S^{H2} 和 S^{M1} 始终高于区间 S^L 、 S^{M2} 和 S^{M3} 。

表 1 不同消费者后悔下的零售商最优定价、库存和利润

Table 1 The retailer's optimal price, inventory and profit with different consumer regret psychologies

α	β	θ	ω_R^*			D_R^*	Q_R^*	Π_R^*
			$\phi = 0.3$	$\phi = 0.5$	$\phi = 0.78$			
1	0	0.765	2.081	3.320	5.055	6.955	154.274	193.285
1	0.35	0.607	2.074	3.315	5.052	7.109	174.612	244.060
1	0.50	0.562	2.071	3.312	5.049	7.165	181.881	262.749
1	0.85	0.483	2.063	3.303	5.040	7.276	196.485	301.041
1	1	0.457	2.059	3.299	5.036	7.317	201.946	315.588
0.75	1	0.417	2.053	3.292	5.026	7.388	211.323	340.813
0.50	1	0.376	2.044	3.281	5.013	7.470	222.157	370.301
0.25	1	0.335	2.033	3.267	4.995	7.566	234.945	405.466
0	1	0.292	2.018	3.247	4.967	7.681	250.485	448.544

推论 2 收益共享契约的有效区间随消费者缺货后悔的增强而扩大, 随消费者高价后悔的增强而缩小。

从表 1 可知, 给定消费者高价后悔, 零售商销售收益随消费者缺货后悔的增强而增加, 收益共享系数下限随之减小, 图 2 (a) 中的阈值点左移, 收益共享契约的有效区间变大; 给定消费者缺货后悔, 零售商销售收益随消费者高价后悔的增强而减少, 收益共享系数下限随之增大, 图 2 (b) 中的阈值点右移, 收益共享契约的有效区间变小。推论 2 表明, 设计收益共享契约时应充分考虑消费者的后悔心理, 否则将可能导致契约因不被零售商接受而无效。通常情况下, 时尚产品或高价值品供应链中, 收益共享契约的有效区间较大, 零售商和供应商议价空间较大; 而在日常用品或低价值品供应链中, 该契约有效区间较小, 零售商和供应商的议价空间较小。

4 结论

本文考虑消费者的后悔心理, 研究收益共享契约下的供应链协调条件和契约有效区间, 有利于加强理论决策的实用价值并为今后研究类似问题提供新的视角。研究发现: 1) 消费者的后悔心理使零售商利润减少, 但数量承诺策略能增加利润。2) 收益共享契约能协调供应链并达到数量承诺下的利润水平, 且不同于传统结论, 契约中的批发价格低于产品成本不一定最优, 当消费者高价后悔增强或者零

售商议价能力增大时, 最优批发价格也可能等于甚至高于产品成本。3) 只有当零售商与供应商议价能力的比值达到一定阈值时, 收益共享契约才有效, 有效区间随消费者缺货后悔的增强而扩大, 随消费者高价后悔的增强而缩小。4) 若消费者缺货后悔比高价后悔强烈且零售商议价能力相对更大, 零售商合作意愿高; 若消费者高价后悔比缺货后悔强烈且供应商议价能力相对更大, 零售商合作意愿低, 其他情况下零售商合作意愿一般。

本文研究可得如下管理启示: 1) 零售商可以采用数量承诺策略以应对消费者后悔心理的不利影响, 从而增加利润并提高供应链绩效。2) 即使消费者后悔心理加重供应链订货矛盾, 收益共享契约仍旧能有效协调供应链, 但在消费者高价后悔较强时, 需要谨慎设置参数以免契约不被零售商接受。3) 为与供应商达成合作, 若零售商议价能力较强, 则推荐在时尚产品或高价值品供应链中使用收益共享契约; 若零售商议价能力较弱, 则建议在日常用品或低价值品供应链中不使用收益共享契约。

现实中, 零售商和供应商具有诸如风险规避、公平偏好等行为偏好, 故未来可以考虑供应链上下游企业的行为偏好。此外, 还可以分析回购契约、数量折扣契约等其他契约问题。

参考文献:

[1] ROESE N J. The functional basis of counterfactual thinking[J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1994, 66(5): 805-818.