

文章编号: 1001-0920(2013)02-0269-05

零售商价格竞争下的最优决策与收益共享契约

刘玉霜^{1,2}, 张纪会¹

(1. 青岛大学 复杂性科学研究所, 山东 青岛 266071; 2. 青岛科技大学 数理学院, 山东 青岛 266061)

摘要: 研究由一个制造商与两个竞争零售商组成的两级供应链系统的最优决策及契约协调问题, 其中每个零售商面临的需求是价格敏感和随机的. 当随机需求分布具有递增失败率 (IFR) 时, 竞争的零售商存在唯一最优的定价和订购决策, 并给出了最优决策的解析表达式, 证明了收益共享契约能使两个竞争零售商加盟的供应链达到协调及契约成立的条件. 最后通过理论推导和数值分析给出了需求价格弹性系数对最优决策及协调的影响.

关键词: 竞争零售商; 最优定价订购决策; 收益共享契约; 协调

中图分类号: F274

文献标志码: A

Optimal decisions and revenue sharing contract in supply chain with competing retailers

LIU Yu-shuang^{1,2}, ZHANG Ji-hui¹

(1. Institute of Complexity Science, Qingdao University, Qingdao 266071, China; 2. School of Mathematics and Physics, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China. Correspondent: ZHANG Ji-hui, E-mail: zhangjihui@qdu.edu.cn)

Abstract: For a two-echelon supply chain system formed by one manufacturer and two competing retailers, and the demand for the product at each retailer during a single selling season is regarded as price-dependent and stochastic, the problems about the optimal pricing and ordering decisions and the coordination of supply chain are researched. If the demand distribution satisfies the increasing failure rate (IFR) property, the existence and uniqueness of the retailer's optimal pricing and ordering decisions are proved. It is also proved that supply chain can be coordinated by revenue sharing contract. Finally, the influence of price elasticity of demand to the optimal decisions and coordination is investigated by the theoretical and numerical analysis.

Key words: competing retailers; optimal pricing and ordering decisions; revenue sharing contract; coordination

0 引言

供应链是指由原材料获取, 加工成半成品直至产品, 并将产品送到顾客手中的一些企业或部门组成的网络. 对供应链的构成、运作、协调等各方面的研究和实践便形成了供应链管理这一新的经营和运作模式. 供应链上的各成员企业或部门既相互关联又相互独立, 如果各成员企业都追求自身利益最大化, 则供应链将出现所谓的“双重边际化”效应, 这时整个供应链的绩效通常不是最优的. 如何协调供应链各成员的利益, 实现链上各合作伙伴双赢或多赢, 优化供应链的整体绩效是供应链管理的核心问题.

收益共享契约是应用较为广泛的一种协调机

制^[1]. Pasternack^[2]指出, 在单周期、随机需求的情况下, 合适的收益共享契约能使整个供应链达到协调. Gerchak 等^[3]在具有随机需求的装配系统中考察了收益共享契约, 组装者可以通过收益共享契约使供应链达到协调, 并使每个参与者的收益都得到提高. Giannoccaro 等^[4]考虑了三级供应链的收益共享契约, 分别由制造商和分销商向各自下游企业提供收益共享契约, 最终使整个供应链收益最大. Linh 等^[5]则考虑了允许两次订货的供应链收益共享契约的协调问题. 然而, 这些文献没有考虑产品销售价格对该产品市场需求的影响. 依赖价格的需求函数的形式主要有两种, Petruzzi 等^[6]分别在这两种函数形式下考察了报童模型, 并指出二者之间的差别在于影响需求不确

收稿日期: 2011-11-01; 修回日期: 2012-01-05.

基金项目: 国家自然科学基金项目(70671057); 山东省自然科学基金项目(ZR2010GM006).

作者简介: 刘玉霜(1978—), 女, 讲师, 博士生, 从事供应链管理、风险决策等研究; 张纪会(1969—), 男, 教授, 博士生导师, 从事运作管理、物流系统工程等研究.

定性的方式不同. 加法模式下的需求方差与零售价格无关, 而乘法模式下的需求方差则是关于价格的函数. 对于由一个制造商和一个零售商组成的供应链, 王勇等^[7]采用乘法模式构造需求函数, 研究了供应链收益共享契约的协调问题. Wang 等^[8]也采用乘法模式的需求函数研究了收益共享的寄售契约.

上述文献对由一个制造商与一个零售商组成的供应链的收益共享契约协调问题进行了研究, 但对于由两个竞争零售商加盟的供应链收益共享契约问题研究的甚少. 然而, 现实中某个市场范围内两个竞争零售商共同销售同一产品的情形是很常见的. Pan 等^[9]研究了两种不同的渠道结构: 1) 由两个制造商与一个零售商组成的供应链; 2) 由一个制造商和两个零售商组成的供应链, 对批发价契约和收益共享契约的绩效进行比较, 但所考虑的需求是确定性的. Yao 等^[10]研究的则是由一个制造商和两个具有相同竞争能力的零售商组成的供应链, 采用加法模式构造需求函数, 需求对价格的敏感程度是线性函数形式, 由于无法给出零售商最优决策的解析形式, 借助数值分析对批发价契约和收益共享契约进行了比较, 结果表明收益共享契约能够改善系统绩效.

本文同样研究有两个竞争零售商加盟的供应链, 采用乘法模式构造需求函数, 期望需求是两个零售价格的指数函数. 当随机需求分布满足 IFR 时, 从理论上证明了竞争零售商的最优定价和订购策略的存在性和唯一性, 以及需求价格弹性系数对零售商最优决策的影响, 并从理论上证明了收益共享契约能够协调有两个竞争零售商加盟的供应链, 给出了制造商最优契约参数 ϕ 取值范围的计算公式. 最后通过数值算例进一步给出了需求价格弹性系数对供应链最优决策及协调的影响.

1 问题描述及需求模型

本文研究由一个制造商 (M) 与两个竞争零售商 ($R_i, i = 1, 2$) 组成的供应链. 三方信息是对称的, 制造商以单位生产成本 c_0 生产产品, 零售商分别以价格 p_1, p_2 向消费者销售产品, 销售成本分别为 c_1, c_2 . 在销售季节来临前, 零售商 R_i 要同时决定零售价格 p_i 和订货数量 Q_i . 零售商 R_i 面临的需求具有价格敏感和随机性, 本文采用 Adida 和 Ratisoontorn^[11]中的需求函数, 即

$$D_i(p) = y_i(p)\varepsilon.$$

由于在竞争环境下, 零售商 R_i 面临的市场需求量不仅与自身零售价格有关, 还与竞争对手的零售价格有关. 假设零售商 R_i 的期望需求 $y_i(p)$ 是零售价格 p_1, p_2 的指数函数形式, 即

$$y_i(p) = ae^{-bp_i + \gamma p_j}.$$

其中: $p = (p_1, p_2); i = 1, 2; j = 3 - i; a, b, \gamma > 0; b > \gamma; a$ 为基本需求 (零售价格均为零时); b 为零售商 R_i 的需求价格弹性系数; γ 为竞争对手 (零售商 R_j) 的需求价格弹性系数. 显然, $y_i(p)$ 关于 p_i 是减函数, 关于 p_j 是增函数. 假设 $b > \gamma$, 表明零售商面临的需求对自己的价格变化敏感程度要高于竞争对手的价格变化, γ 越大, 表明零售商竞争越激烈.

ε 为定义在 $[A, B] (B > A \geq 0)$ 上的随机变量, 其均值为 μ . 设 $F(\cdot)$ 和 $f(\cdot)$ 分别为 ε 的分布函数和分布密度函数. 令 $h(x) = f(x)/[1 - F(x)]$ 表示需求分布的失败率函数, 并且当 $h'(x) > 0$ 时, 表明需求分布具有 IFR 特性. 很多分布都具有 IFR 特性, 比如正态、均匀、伽玛和威布尔分布. 假设在销售季节末, 既不会产生残值也不会产生处理成本, 缺货时也不会产生任何缺货成本或销售机会损失成本.

2 决策模型

2.1 集中决策情形

集中决策是指由同一管理者统一决策, 以最大化供应链系统收益为目标. 设 $\Pi_i(p_i, Q_i)$ 为制造商与零售商 R_i 组成的渠道 i 获得的收益, 则

$$\Pi_i(p_i, Q_i) = p_i \min(Q_i, D_i) - (c_0 + c_i)Q_i. \quad (1)$$

令 $z_i = Q_i/y_i(p)$, 称之为库存因子^[6]. 确定最优零售价格 p_i 和最优订购数量 Q_i 的问题转化为确定 (p_i, z_i) , 于是渠道 i 的期望收益为

$$\pi_i(p_i, z_i) = y_i(p)\{p_i[z_i - \Lambda(z_i)] - (c_0 + c_i)z_i\}, \quad (2)$$

其中 $\Lambda(z_i) = \int_A^{z_i} (z_i - y)f(y)dy$.

假设 $(\tilde{p}_i, \tilde{z}_i)$ 为使期望收益 $\pi_i(p_i, z_i)$ 取极大值的最优解, 求解过程如下: 首先给定 z_i , 确定最优价格 $\tilde{p}_i(z_i)$; 然后假设 $\tilde{z}_i$ 为使 $\pi_i(\tilde{p}_i(z_i), z_i)$ 取极大值的最优解.

定理 1 给定库存因子 $z_i, A \leq z_i \leq B$, 则渠道 i 唯一最优的零售价格 $\tilde{p}_i(z_i)$ 为

$$\tilde{p}_i(z_i) = \frac{1}{b} + \frac{(c_0 + c_i)z_i}{z_i - \Lambda(z_i)}. \quad (3)$$

证明 给定库存因子 z_i , 由式 (2) 得

$$\frac{\partial \pi_i(p_i, z_i)}{\partial p_i} =$$

$$y_i(p)\{z_i - \Lambda(z_i) + b(c_0 + c_i)z_i - p_i b[z_i - \Lambda(z_i)]\}.$$

因为 $y_i(p) > 0$, $\frac{\partial \pi_i(p_i, z_i)}{\partial p_i} = 0$ 当且仅当

$$p_i = \frac{1}{b} + \frac{(c_0 + c_i)z_i}{z_i - \Lambda(z_i)} \equiv \tilde{p}_i(z_i),$$

所以当 $p_i < \tilde{p}_i(z_i)$ 时, $\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} > 0$; 当 $p_i > \tilde{p}_i(z_i)$ 时, $\frac{\partial \pi_i}{\partial p_i} < 0$. 因此给定 $z_i, \tilde{p}_i(z_i)$ 是最大化 $\pi_i(p_i, z_i)$ 的唯一最

优解. $\square$

定理 2 如果 $h'(x) > 0$, 则渠道 i 最优的 $\bar{z}_i$ 在 $[A, B]$ 上唯一确定, 且满足

$$\frac{1}{1-F(\bar{z}_i)} = \frac{1}{b(c_0+c_i)} + \frac{\bar{z}_i}{\bar{z}_i - \Lambda(\bar{z}_i)}. \quad (4)$$

证明 令 $\bar{z}_i$ 表示最大化 $\pi_i(\bar{p}_i(z_i), z_i)$ 的最优解, 由链式求导法则, 有

$$\frac{d\pi_i(\bar{p}_i(z_i), z_i)}{dz_i} = \frac{\partial \pi_i(\bar{p}_i(z_i), z_i)}{\partial p_i} \frac{d\bar{p}_i}{dz_i} + \frac{\partial \pi_i(\bar{p}_i(z_i), z_i)}{\partial z_i}.$$

由于 $\bar{p}_i(z_i)$ 的最优性, 上式中的第 1 项为 0.

$$\begin{aligned} \frac{d\pi_i(\bar{p}_i(z_i), z_i)}{dz_i} &= \\ y_i(\bar{p})[\bar{p}_i(1-F(z_i)) - c_0 - c_i] &= \\ \frac{y_i(\bar{p}_i)}{b[\bar{z}_i - \Lambda(\bar{z}_i)]} \cdot g(z_i), \end{aligned}$$

其中

$$\begin{aligned} g(z_i) &= [1-F(z_i)][z_i - \Lambda(z_i) + b(c_0+c_i)z_i] - \\ &\quad b(c_0+c_i)[z_i - \Lambda(z_i)]. \end{aligned}$$

下面证明 $z = \bar{z}_i$ 存在且唯一.

因为 $\frac{y_i(\bar{p})}{b[\bar{z}_i - \Lambda(\bar{z}_i)]} > 0$, 所以 $\bar{z}_i$ 满足 $g(\bar{z}_i) = 0$.

下面证明 $\bar{z}_i$ 在 $[A, B]$ 是唯一的.

$g(z_i)$ 在 $[A, B]$ 是连续的, 且 $g(A) = A > 0$, $g(B) = -b(c_0+c_i)\mu < 0$.

$$\begin{aligned} g'(z_i) &= \\ [1-F(z_i)]\{1-F(z_i)- \\ h(z_i)[z_i - \Lambda(z_i) + b(c_0+c_i)z_i]\}, \\ g''(z_i) &= \\ -h(z_i)g'(z_i) + [1-F(z_i)]\{-f(z_i)- \\ h'(z_i)[z_i - \Lambda(z_i) + b(c_0+c_i)z_i]- \\ h(z_i)[1-F(z_i) + b(c_0+c_i)]\}. \end{aligned}$$

由于假设 $F(\cdot)$ 满足 IFR, 即 $h'(z_i) > 0$, 当 $g'(z_i) = 0$ 时, 有 $g''(z_i) < 0$. 这意味着 $g(z_i)$ 在 $[A, B]$ 上是单峰函数, 所以存在唯一最优的 $\bar{z}_i$. $\square$

由式 (3) 和 (4) 可以给出渠道 i 的最优售价为

$$\bar{p}_i = \bar{p}_i(\bar{z}_i) = \frac{1}{b} + \frac{(c_0+c_i)\bar{z}_i}{\bar{z}_i - \Lambda(\bar{z}_i)}. \quad (5)$$

相应地, 渠道 i 的最优期望收益为

$$\pi_i^c(\bar{p}_i, \bar{z}_i) = a e^{-b\bar{p}_i + \gamma\bar{p}_j} [(\bar{p}_i - c_0 - c_i)\bar{z}_i - \bar{p}_i \Lambda(\bar{z}_i)]. \quad (6)$$

在集中决策下, 整个供应链的最优期望收益为

$$\pi^c = \sum_{i=1}^2 a e^{-b\bar{p}_i + \gamma\bar{p}_j} [(\bar{p}_i - c_0 - c_i)\bar{z}_i - \bar{p}_i \Lambda(\bar{z}_i)]. \quad (7)$$

定理 1 和定理 2 表明, 当随机变量 ε 的分布具有

IFR 特性时, 渠道 i 的最优决策 $(\bar{p}_i, \bar{z}_i)$ 存在且唯一, 而且渠道 i 的最优定价和订购决策是独立于渠道 j 的, 即不受竞争对手的需求价格弹性系数 γ 的影响.

下面给出需求价格弹性系数 b 对最优决策 $\bar{p}_i$ 、 $\bar{z}_i$ 的影响.

引理 1 如果 $h'(x) > 0$, 即 $F(x)$ 满足 IFR, 并令

$$G(z) = \frac{1}{1-F(z)} - \frac{z}{z - \Lambda(z)},$$

则 $G(z)$ 关于 z 是增函数^[12].

推论 1 1) 最优的库存因子 $\bar{z}_i$ 关于 b 是减函数; 2) 最优零售价格 $\bar{p}_i$ 关于 b 是减函数.

证明 1) 由式 (4), $\frac{1}{b(c_0+c_i)}$ 关于 b 是减函数, 再由引理 1, $G(\bar{z}_i)$ 关于 b 是减函数, 于是 $\bar{z}_i$ 关于 b 是减函数.

2) 由式 (5), $\bar{p}_i$ 关于 b 求偏导, 有

$$\frac{d\bar{p}_i}{db} = -\frac{1}{b^2} + (c_0+c_i) \frac{\bar{z}_i F(\bar{z}_i) - \Lambda(\bar{z}_i)}{\bar{z}_i - \Lambda(\bar{z}_i)} \frac{d\bar{z}_i}{db}.$$

由 $\frac{d\bar{z}_i}{db} \leq 0$ 知 $\frac{d\bar{p}_i}{db} \leq 0$, 即 $\bar{p}_i$ 关于 b 是减函数. $\square$

2.2 批发价契约

在批发价契约下, 供应链按如下方式进行运作:

- 1) 制造商对零售商 R_i 提供批发价 w_i ;
- 2) 零售商 R_i 同时决定零售价格和库存因子;
- 3) 需求实现.

采用反向推导, 首先在给定批发价格 w_i 下获得零售商 R_i 的最优决策 (p_i^d, z_i^d) , 然后再获得制造商最优的批发价格 w_i^d . 将定理 1 和定理 2 中的 c_0 换成 w_i , 便可得到零售商 R_i 在批发价契约下的最优决策 (p_i^d, z_i^d) .

定理 3 给定批发价格 w_i , 对于任何 z_i , $A \leq z_i \leq B$, 存在唯一最优的零售价格 $\bar{p}_i(z_i|w_i)$, 可以由下式给出:

$$\bar{p}_i(z_i|w_i) = \frac{1}{b} + \frac{(w_i+c_i)z_i}{z_i - \Lambda(z_i)}, \quad (8)$$

而且, 如果 $h'(x) > 0$, 则 z_i^d 可以由下式唯一确定:

$$\frac{1}{1-F(z_i^d)} = \frac{1}{b(w_i+c_i)} + \frac{z_i^d}{z_i^d - \Lambda(z_i^d)}. \quad (9)$$

将式 (9) 中的 z_i^d 代入式 (8), 可得到零售商 R_i 唯一最优的零售价格为

$$p_i^d = \frac{1}{b} + \frac{(w_i+c_i)z_i^d}{z_i^d - \Lambda(z_i^d)}. \quad (10)$$

容易证明, z_i^d 关于 w_i 是减函数, p_i^d 关于 w_i 是增函数. 因为 z_i^d 、 p_i^d 都是关于 w_i 的函数, 所以很难给出具有解析形式的最优批发价格, 只能借助于数值分析给出 b 和 γ 对制造商最优批发价格的影响. 在制造商最优的批发价格 w_i^d 下, 零售商 R_i 、制造商 M 和系统的最优期望收益分别为

$$\pi_{R_i}^d = y_i(p^d)[(p_i^d - w_i^d - c_i)z_i^d - p_i^d \Lambda(z_i^d)], \quad (11)$$

$$\pi_M^d = \sum_{i=1}^2 (w_i^d - c_0) y_i(p^d) z_i^d, \quad (12)$$

$$\pi^{dc} = \sum_{i=1}^2 \pi_{R_i}^d + \pi_M^d, \quad (13)$$

其中 $y_i(p^d) = a e^{-b p_i^d + \gamma p_j^d}$.

借助于引理 1, 分别比较式 (4) 和 (9)、式 (5) 和 (10) 可得出 $z_i^d < \bar{z}_i, p_i^d > \bar{p}_i$, 说明零售商 R_i 在分散决策下的库存因子低于集中决策下的库存因子, 而分散决策下的定价却高于集中决策下的定价. 因此, 作为供应链主导者的制造商需要提供某种协调机制, 以激励零售商从供应链系统的最大期望收益角度进行决策, 降低零售价格, 增加订购数量, 从而提高供应链中各成员的收益. 下面设计收益共享契约来协调整个供应链.

2.3 收益共享契约

假设制造商能够满足零售商的所有订货, 向下游零售商 R_i ($i = 1, 2$) 提供收益共享契约 (w_i, ϕ_i) , $0 \leq \phi_i \leq 1$, 零售商 R_i 保留其销售收入的 ϕ_i , 其余部分则返还给制造商. 零售商 R_i 根据自身期望收益最大化来确定最优零售价格 p_i^* 和库存因子 z_i^* .

2.3.1 零售商决策问题

定理 4 在收益共享契约 (w_i, ϕ_i) 下, 对于任何 $z_i, A \leq z_i \leq B$, 零售商 R_i 存在唯一最优的零售价格

$$p_i^*(z_i | w_i, \phi_i) = \frac{1}{b} + \frac{(w_i + c_i) z_i}{\phi_i [z_i - A(z_i)]}, \quad (14)$$

而且, 如果 $h'(x) > 0$, 则 z_i^* 可以由下式唯一确定:

$$\frac{1}{1 - F(z_i^*)} = \frac{\phi_i}{b(w_i + c_i)} + \frac{z_i^*}{z_i^* - A(z_i^*)}. \quad (15)$$

在收益共享契约下, 零售商 R_i ($i = 1, 2$)、制造商 M 和供应链系统的最优期望收益分别为

$$\pi_{R_i}^* = y_i(p^*)[(\phi_i^* p_i^* - w_i - c_i) z_i^* - \phi_i^* p_i^* \Lambda(z_i^*)], \quad (16)$$

$$\pi_M^* = \sum_{i=1}^2 y_i(p^*) \{ [(1 - \phi_i^*) p_i^* - c_0 + w_i] z_i^* - (1 - \phi_i^*) p_i^* \Lambda(z_i^*) \}, \quad (17)$$

$$\pi^* = \sum_{i=1}^2 y_i(p^*) [(p_i^* - c_0 - c_i) z_i^* - p_i^* \Lambda(z_i^*)], \quad (18)$$

其中 $y_i(p^*) = a e^{-b p_i^* + \gamma p_j^*}$. 当 $p_i^* = \bar{p}_i, z_i^* = \bar{z}_i$ 时, 即 $w_i = \phi_i c_0 - (1 - \phi_i) c_i$, 有 $\pi^* = \pi^c$. 表明在收益共享契约下, 零售商 R_i 的最优决策 (p_i^*, z_i^*) 使整个供应链的绩效达到集中决策下整个供应链的绩效水平. 契约成立的条件 $w_i = \phi_i c_0 - (1 - \phi_i) c_i$, 与 Cachon 等^[13]得出的结论是一致的. 因为 $w_i = \phi_i c_0 - (1 - \phi_i) c_i$, 所以零售商 R_i 和制造商 M 的最优期望收益可表示为

$$\pi_{R_i}^*(p_i^*, z_i^*) = \phi_i \pi_i^c, \quad (19)$$

$$\pi_M^* = \sum_{i=1}^2 (1 - \phi_i) \pi_i^c. \quad (20)$$

制造商和零售商都得到非负的收益, 制造商的收益为 ϕ_i 的减函数, 零售商 i 的收益为 ϕ_i 的增函数, 可通过各自的讨价还价能力调整契约参数 ϕ_i 实现供应链渠道收益的任意分配. 因此, 收益共享契约能实现供应链协调, 而且能任意分配供应链的收益.

2.3.2 制造商决策分析

制造商是供应链的主导者, 为了保证各方都接受收益共享契约, 一个必要条件是在该契约下各方所获得的收益不得少于批发价契约下各自所获得的收益. 也就是说, 要保证在该契约下各方的收益都是 Pareto 改进, 即保证以下不等式成立 (比较式 (11) 和 (19), 式 (12) 和 (20)):

$$\phi_i \pi_i^c \geq \pi_{R_i}^d,$$

$$(1 - \phi_i) \pi_i^c \geq (w_i^d - c_0) y_i(p^d) z_i^d,$$

则可以得到

$$\frac{\pi_{R_i}^d}{\pi_i^c} \leq \phi_i \leq 1 - \frac{(w_i^d - c_0) y_i(p^d) z_i^d}{\pi_i^c}.$$

制造商在设计收益共享契约时, 必须使 ϕ_i 的取值范围处于上述不等式中, 只有这样才能保证自己收益的同时, 让零售商 R_i 也能接受契约 (w_i, ϕ_i) . 但是, ϕ_i 到底取什么值则取决于制造商与零售商 R_i 之间的讨价还价能力.

2.3.3 特殊情形 (零售商是对称的)

如果两个零售商具有相同的销售成本, 即 $c_1 = c_2 = c$, 则 $z_1^* = z_2^* = z^*, p_1^* = p_2^* = p^*$. 于是, 制造商可对两个零售商提供完全相同的收益共享契约 (w, ϕ) , 当制造商设置的契约参数 w 和 ϕ 满足关系式 $w = \phi c_0 - (1 - \phi) c$ 时, 整个供应链达到协调, 而且最优的 z^*, p^* 可由下式确定:

$$\frac{1}{1 - F(z^*)} = \frac{1}{b(c_0 + c)} + \frac{z^*}{z^* - A(z^*)}, \quad (21)$$

$$p^* = \frac{1}{b} + \frac{(c_0 + c) z^*}{z^* - A(z^*)}. \quad (22)$$

契约参数 ϕ 满足

$$\frac{2\pi_{R_i}^d}{\pi^c} \leq \phi \leq 1 - \frac{\pi_M^d}{\pi^c}. \quad (23)$$

3 数值分析

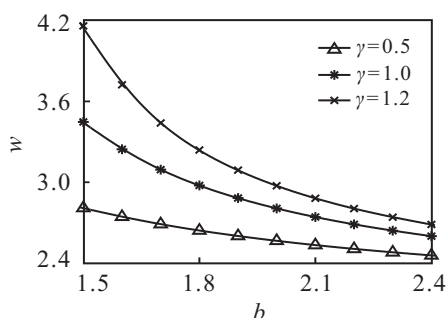
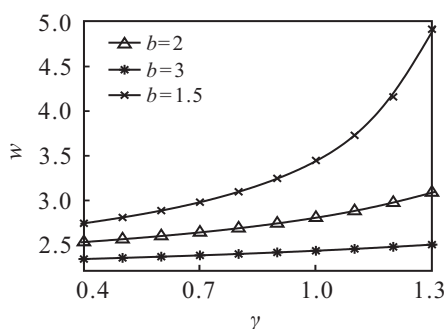
为进一步分析需求价格弹性系数 b 和 γ 对最优决策和供应链协调的影响, 仅对零售商是对称的情形下给出具体的数值分析. 假设 ε 服从 $[0, 2]$ 上的均匀分布, 制造商生产成本 $c_0 = 2$, 零售商销售成本 $c = 0.5$, 基本需求 $a = 10000$. 当 b 和 γ 取不同的数值时, 各参数变化情况如表 1 所示.

表1 集中和分散决策下各数据对比表

	$\bar{z}$	$\bar{p}$	$\bar{q}$	π^c	w^d	z^d	p^d	q^d	π_R^d	π_M^d	π^{dc}	ϕ
$b = 2.4, \gamma = 1$	0.456 0	3.238 3	4.898 0	36.163	2.600 2	0.390 4	3.852 2	1.775 6	13.353	21.315	34.668	0.369 2 ~ 0.410 6
$b = 2.6, \gamma = 1$	0.430 8	3.186 4	2.631 3	18.061	2.533 1	0.373 9	3.730 4	0.956 2	6.668	10.195	16.863	0.369 2 ~ 0.435 5
$b = 2.8, \gamma = 1$	0.408 3	3.141 4	1.429 9	9.171	2.479 8	0.358 3	3.630 1	0.520 6	3.385	4.995	8.380	0.369 1 ~ 0.455 3
$b = 2.4, \gamma = 0.8$	0.456 0	3.238 3	2.562 9	18.923	2.533 3	0.396 8	3.784 0	0.931 4	6.992	9.935	16.927	0.369 5 ~ 0.475
$b = 2.6, \gamma = 0.8$	0.430 8	3.186 4	1.391 3	9.549	2.479 9	0.378 8	3.676 3	0.506 5	3.527	4.862	8.389	0.369 4 ~ 0.490 8
$b = 2.8, \gamma = 0.8$	0.408 3	3.141 4	0.762 9	4.893	2.436 5	0.362 3	3.586 1	0.278 1	1.807	2.428	4.234	0.369 3 ~ 0.503 8

从表1可以看出, 零售商在批发价契约下的库存因子低于集中决策时的库存因子, 零售价格高于集中决策时的定价, 供应链系统总收益低于集中决策时的系统总收益. 另外, 前面已经证明收益共享契约能实现供应链协调, 在表1中给出了当 b 和 γ 取不同的数值契约参数 ϕ 的取值范围, 在此范围下, 制造商和零售商的收益都得到提高.

从图1和图2可以看出: 在批发价契约下, 当 γ 取值0.5、1.0和1.2时, 制造商最优的批发价格 w 关于需求价格弹性系数 b 均是减函数; 当 b 取值1.5、2.0和3.0时, 制造商最优批发价格 w 关于竞争对手的需求价格弹性系数 γ 均是增函数. 结果表明: b 越大, 制造商的最优批发价格越低, 收益越减少; γ 越大, 零售商竞争越激烈, 对制造商越有利.

图1 b 对制造商最优批发价格 w 的影响图2 γ 对制造商最优批发价格 w 的影响

4 结 论

本文探讨了零售商价格竞争下的最优定价、订购决策和供应链协调问题. 以一个制造商和两个竞争的零售商组成的两级供应链为研究对象, 每个零售商面临的需求不仅与自身零售价格有关, 还与竞争对手的零售价格有关. 首先采用乘法模式构造依赖价格的

需求函数, 期望需求是两个零售价格的指数函数形式, 得出了零售商的最优决策解析表达式, 而且当随机变量 ε 的分布满足IFR时, 零售商的最优定价和订购决策是存在且唯一的; 然后证明了收益共享契约能使供应链达到协调, 并给出了契约成立的条件; 最后以 ε 服从均匀分布为例, 进一步给出了需求价格弹性系数对最优决策和协调决策的影响. 在本文的基础上, 如果两个零售商不仅是竞争的, 而且是风险规避或信息不对称的条件下, 零售商的最优定价和订购决策能否是存在且唯一的, 收益共享契约能否协调供应链, 可作为下一步的研究方向.

参考文献(References)

- [1] Cachon G P. Supply chain coordination with contracts[R]. Philadelphia: University of Pennsylvania, 2002.
- [2] Pasternack B A. Using revenue sharing to achieve channel coordination for a newsboy type inventory model[Z]. Fullerton: California State University Working Paper, 1999.
- [3] Gerchak Y, Wang Y. Revenue-sharing vs wholesale-price contracts in assembly systems with random demand[J]. Production and Operations Management, 2004, 13(1): 23-33.
- [4] Giannoccaro I, Pontrandolfo P. Supply chain coordination by revenue sharing contracts[J]. Int J of Production Economics, 2004, 89(2): 131-139.
- [5] Cao To Linh, Yushin Hong. Channel coordination through a revenue sharing contract in a two-period newsboy problem[J]. European J of Operational Research, 2009, 198(3): 822-829.
- [6] Petrucci N C, Data M. Pricing and the newsvendor problem: A review with extensions[J]. Operations Research, 1999, 47(2): 183-194.
- [7] 王勇, 裴勇. 需求具有价格敏感性的供应链的利益共享合约[J]. 中国管理科学, 2005, 13(6): 29-33.
(Wang Y, Pei Y. Revenue sharing contract of supply chain with price-sensitive end-consumer demand[J]. Chinese J of Management Science, 2005, 13(6): 29-33.)
- [8] Wang Y, Jiang L, Shen Z. Channel performance under consignment contract with revenue sharing[J]. Management Science, 2004, 50(1): 34-47.