

不公平厌恶和随机产出下供应链批发价格契约

兰冲锋^{1,2}, 毕功兵², 费亚磊²

(1. 阜阳师范学院经济学院, 安徽阜阳 236037; 2. 中国科学技术大学管理学院, 安徽合肥 230026)

摘要: 研究不公平厌恶对产出和需求均为随机变量的供应链的影响。基于劣势不公平厌恶和优势不公平厌恶两种情况, 建立了随机供需下的批发价格模型, 求出了零售商在不同情境下的最优订购量, 分析了不公平厌恶对零售商的最优订购量和供应链协调性的影响。研究表明, 对于公平中性的零售商, 批发价契约无法实现供应链的协调, 然而当零售商具有极度优势不公平厌恶时, 批发价格契约可以提高供应链的整体利润和更好地协调供应链, 从而推广了传统的批发价格契约协调供应链的理论和应用。最后, 算例验证了理论分析的结果。

关键词: 供应链; 批发价格契约; 不公平厌恶; 随机产出

中图分类号: F274 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.0253-2778.2017.06.012

引用格式: 兰冲锋, 毕功兵, 费亚磊. 不公平厌恶和随机产出下供应链批发价格契约[J]. 中国科学技术大学学报, 2017, 47(6): 530-540.

LAN Chongfeng, BI Gongbing, FEI Yalei. Supply chain with wholesale price contract under inequity aversion and random yield[J]. Journal of University of Science and Technology of China, 2017, 47(6): 530-540.

Supply chain with wholesale price contract under inequity aversion and random yield

LAN Chongfeng^{1,2}, BI Gongbing², FEI Yalei²

(1. School of Economics, Fuyang Normal College, Fuyang 236037, China;

2. School of Management, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China)

Abstract: The effect of inequity aversion on supply chain with random yield and random demand was studied. Based on disadvantageous inequity aversion and advantageous inequity aversion, a model of wholesale price contract with random yield and random demand was established, the optimal ordering quantity of the retailer in different situations was obtained and the influence of fairness preferences on retailer's optimal ordering quantity and supply chain coordination was analyzed. Finally, numerical examples were presented to illustrate the theoretical results. This research shows that the wholesale price contract can not achieve supply chain coordination for the fair neutral retailer. However, when the retailer has extreme advantageous inequity aversion, the wholesale price contract can improve the profit of the whole supply chain and better coordinate the supply chain, which extends the theory and application of the

收稿日期: 2016-11-03; **修回日期:** 2017-04-04

基金项目: 国家自然科学基金(71571174, 71372195), 安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2016A876, KJ2016A875), 阜阳师范学院青年人才基金重点项目(rcxm201708)资助。

作者简介: 兰冲锋, 男, 1981年生, 博士, 研究方向: 供应链管理. E-mail: lchfym@sina.com

通讯作者: 毕功兵, 博士/教授. E-mail: bigb@ustc.edu.cn

traditional wholesale price contract in real life.

Key words: supply chain; wholesale price contract; inequity aversion; random yield

0 引言

我国贫富差距较大是众所周知的事情,据国家统计局数据显示,2016年我国基尼系数达到0.465,比2015年提高了0.003,这一数字远超过国际公认0.4的贫富差距警戒线,分配公平问题已成为我国经济建设中突出矛盾.为建立社会主义和谐社会,消除居民收入差距过大,正确处理好分配过程中的效率与公平问题,降低居民对收入分配不公产生的负面情绪,就需要在企业及供应链管理中引入公平偏好的理论.然而,在现阶段运作管理的文献中大多都是基于完全理性人的假设.很多心理学家和经济学家研究发现,当人们感觉到收益分配不公平时,公平偏好的心理将会使其产生额外的负效用^[1].大量证据表明公平动机影响着许多人的行为,人们在经济活动中不仅关注自身的收益,还会选取一些比较对象来衡量收益的分配是否公平^[2].Cui等^[3]研究发现组织和个体一样也受公平偏好的影响.刘作仪等^[4]指出将公平偏好引入到供应链管理中是行为运筹的一个重要的研究方向.因此,在许多情况下,单纯依赖自利模型并不能很好地解释人的行为,而引入公平偏好的理论模型会具有更好的说服力.

描述公平偏好心理的模型主要有Rabin模型^[5]、DK模型^[6]和ERC模型^[7]等,其中Fehr等^[1]提出不公平厌恶模型(简称FS模型)就是一种常用的公平偏好模型.该模型认为除了纯粹的利己者之外,博弈各方参与者都厌恶不公平的结果,其效用不仅取决于自己的收益,还取决于他们自身收益与其他参与者收益的差异程度,因自身收益低于他人而带来的效用损失称为劣势不公平厌恶,反之,因自身收益高于他人而带来的效用损失就称为优势不公平厌恶.

目前在供应链管理中考虑公平偏好行为的文献已较为丰富,比如,Cui等^[3]在确定性的市场需求下将公平偏好行为引入到报童模型中,发现通过设计一个合理的批发价格契约可以协调供应链,但是此研究并没有考虑市场需求的随机性和产出的随机性;Caliskan-Demirag等^[8]则将文献^[3]的结果由线性需求函数推广到指数需求函数的情景;Bolton^[9]以全体收益的均值为参考点提出了新的公平偏好模

型;Cox^[10]在三人的最后通牒博弈中考虑了不公平厌恶的影响;Wang等^[11]则在完全理性和公平偏好下对营销渠道多主体Stackelberg模型做了比较研究.国内学者对该领域也做了深入研究:毕功兵等^[12]通过引入公平偏好行为使传统的销售回扣契约实现了供应链协调;王磊等^[13]建立了公平偏好下的双渠道供应链模型;杜少甫等^[14]在Nash讨价还价公平参考下研究供应链的优化决策问题,但他们也没有考虑供应商的随机产出问题;张克勇等^[15]指出闭环供应链成员的差别定价策略、收益以及废旧产品回收量均受到零售商公平关切行为的影响;毕功兵等^[16]在传统的两阶段供应链中引入了不公平厌恶的批发价格契约模型,但是该研究的背景是在无限供应下,公平参考点是对方的利润,要求的是绝对公平,而本文则考虑了供应商的随机产出问题,采用的是体现相对公平的公平偏好模型,从而更加符合现实.

在大多数的库存模型中,总是假定供应商的产出能力是无限的,只有市场需求是唯一的不确定性.然而,在现实经济生活中,供应商的产出能力往往是随机的,这就导致产品的供应也具有随机性.比如,电子芯片的制作要求非常高,其有效产出通常不足一半,这将会导致生产合格的产品数量具有随机性^[17].另外,由于运输配送环节也可能会发生合格商品的损坏,从而导致供应的随机性^[18].在供应商随机产出能力下,零售商未必能得到全部订购量的产品,也就是他所获得产品数量具有随机性.供应链的随机产出(random yield)可定义如下^[19]:假设零售商的产品订购量是 q 单位,由于供应商产品的产出具有随机性,零售商实际获得的最终产品的数量为 $Q(q) = Kq$,其中 K 是一个取值范围在 $(0, 1]$ 的随机变量.

Khouja^[20]对1995年之前的报童问题的随机产出问题做了详尽的综述.近年来,国内外关于随机产出问题又出现了一些新的研究成果:Bakal等^[21]分析了随机产出对再制造的盈利能力和完全产出率信息值的影响;Okuyay等^[19]在随机需求、随机供应和随机产出下研究经典的报童问题;Wu等^[22]在随机供需下考虑了风险厌恶的报童问题;Sayin等^[23]基于效用的方法研究了随机供需下的单产品单周期

的报童问题;赵霞和吴方卫^[24]在产出和需求扰动服从均匀分布情形下,研究单个生产商和零售商的供应链协调问题;凌六一等^[25]在农产品供应链中分析了随机产出和随机需求下采取不同的风险分担合同对农资投入、供应商、制造商以及整个供应链的利润的影响;陈志明和陈志祥^[26]则在随机供应的约束下建立了一个风险厌恶的品牌企业和一个风险中性的 OEM 供应商的 Stackelberg 博弈模型. 所有这些关于随机产出的文献都是假设公平中性的,这和我们研究是不同的.

综上所述,目前关于公平偏好的文献基本上都是假定供应商的供应能力是无限的,在确定性或者随机市场需求下进行协调分析,很少关注到产出也是随机性的问题,而考虑供应链随机产出问题的文献都是从零售商单独决策的角度进行分析的,并没有考虑随机产出对整个供应链系统造成的影响,也没有考虑公平偏好行为的影响. 本文则综合考虑公平偏好和随机产出对整个供应链系统的影响,以 Fehr 和 Schmidt 的不公平厌恶模型^[1]为基础构建新的公平偏好行为框架. 传统的公平参考框架往往是以对方的收益作为公平参考点,只考虑到收益的绝对公平,然而在现实生活中公平具有相对性,实力较强方或者贡献较大方是不会认同利益的平均分配是公平的. 基于此,本文考虑到各方的实力与贡献大小,构建能够体现相对公平的参考点来改进现有的公平关切效用函数,从而更加符合实际,并以此为基础,建立随机供需下的批发价格契约模型,分别探讨零售商劣势不公平厌恶和优势不公平厌恶行为对供应链成员决策与协调的影响.

1 基本模型

经典报童模型仅考虑了市场需求的随机性,但在复杂多变的市场环境中,由于突发事件、运输损坏及质量问题等原因,使得零售商的产品供应同样具有随机性. 例如富士康公司是苹果公司的供应商,由于一线生产员工无法适应 iPhone 5 手机苛刻的质检标准,2012 年 10 月郑州工厂发生了集体罢工事件,从而影响了 iPhone 5 手机的上市销售. 目前,在供应链管理中同时考虑供需不确定性的文献还比较鲜见,因此,本文考虑只有一个零售商和一个供应商的两阶段供应链问题,零售商面对具有随机需求的销售市场,在每个销售季节开始之前开始订货,供应商根据零售商的订货量组织生产,但由于一些客观

条件的限制,供应商的生产出的产品数量具有随机性,因此零售商实际收到的产品数是个随机变量.

文中所涉及的主要参数符号规定如下: $D > 0$ 表示产品面临的随机市场需求,其概率分布函数和概率密度函数分别为 $F(x)$ 和 $f(x)$, $F(x)$ 单调递增可微, $f(x) > 0$, $\mu = E(D)$, $F(0) = 0$, $\bar{F}(\cdot) = 1 - F(\cdot)$; p 为产品的固定的销售价格;零售商的订购量为 q ,而零售商实际收到的产品的数量为 $Q(q) = Kq$,其中 K 是一个取值范围在 $(0, 1]$ 的随机变量,其概率分布函数和概率密度函数分别为 $G(y)$ 和 $g(y)$, $G(y)$ 单调递增可微, $g(y) > 0$, $G(0) = 0$, $\bar{G}(\cdot) = 1 - G(\cdot)$;供应商的单位生产成本和零售商的单位边际成本分别为 c_s 和 c_r ,且 $c = c_s + c_r < p$; α 和 β 分别表示零售商和供应商的缺货惩罚成本,令 $\gamma = \alpha + \beta$;在销售季节结束后,零售商会自行处理剩余产品,每单位产品的净残值为 v , $v < c$.

本文假设随机变量 K 和 D 是相互独立的^[19]. 用 $S(D, Q)$ 表示零售商的期望销售量, $I(D, Q)$ 表示零售商的期望剩余库存量, $L(D, Q)$ 表示零售商的期望缺货量. 则有

$$\left. \begin{aligned} S(D, Q) &= E(\min\{D, Q\}) \\ &= \int_0^1 \left(\int_0^Q x dF(x) + \int_Q^\infty Q dF(x) \right) dG(y) \\ &= \int_0^1 \left(\int_0^{yq} x dF(x) + \int_{yq}^\infty yq dF(x) \right) dG(y), \\ I(D, Q) &= E(Q - D)^+ = qE(K) - S(D, Q), \\ L(D, Q) &= E(D - Q)^+ = \mu - S(D, Q) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

批发价格契约是比较简单的一种契约形式. 这种契约形式通常会带来“双重边际化”,因此不能实现供应链的协调. 但是由于它比较容易管理和实施,在现实经济生活中也经常广泛使用,它可以作为评价其他契约效率的参照依据. 在批发价格契约下,零售商向供应商支付单位产品批发价格为 w ,零售商给供应商的期望转移支付为 $T(q) = wE(Q)$,因此零售商的期望利润为

$$\begin{aligned} \pi_r(q) &= pS(D, Q) + vI(D, Q) - \\ &\quad c_r E(Q) - \alpha L(D, Q) - wE(Q) = \\ &\quad (p - v + \alpha)S(D, Q) - \\ &\quad (c_r - v + w)qE(K) - \alpha\mu \end{aligned} \quad (2)$$

供应商的期望利润为

$$\pi_s(q) = wE(Q) - c_s E(Q) - \beta L(D, Q) =$$

$$(\omega - c_s)qE(K) - \beta\mu + \beta S(D, Q) \quad (3)$$

整个供应链的期望利润为

$$\pi(q) = (p - v + \gamma)S(D, Q) - (c - v)qE(K) - \gamma\mu \quad (4)$$

对 $S(D, Q)$ 关于 q 求偏导, 有

$$\frac{\partial S(D, Q)}{\partial q} = \int_0^1 y \left(\int_{qv}^{\infty} f(x) dx \right) dG(y) = E(K \cdot \bar{F}(Kq)) \quad (5)$$

令 q^0 表示供应链系统的最优订购量, 即 $q^0 = \operatorname{argmax} \pi(q)$. 供应链系统期望利润函数一阶条件是

$$\frac{\partial \pi(q)}{\partial q} = (p - v + \gamma)E(K \cdot (1 - F(Kq))) - (c - v)E(K) = (p - c + \gamma)E(K) - (p - v + \gamma)E(K \cdot F(Kq)) = 0 \quad (6)$$

对供应链系统利润函数 $\pi(q)$ 关于 q 求二阶导:

$$\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} = -(p - v + \gamma) \frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q}$$

对任意的 $K > 0$, $E(K \cdot F(Kq))$ 是关于 q 单调递增函数, 即 $\frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q} > 0$, 从而 $\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} < 0$. 因此 $\pi(q)$ 是关于 q 的严格凹函数, 由式(6)可得整个供应链系统存在唯一的最优订购量 q^0 满足

$$\frac{E(K \cdot F(Kq^0))}{E(K)} = \frac{p - c + \gamma}{p - v + \gamma} \quad (7)$$

2 公平中性的情形

作为比较的标准, 我们首先给出公平中性下的供应链在随机产出下的批发价格契约的协调问题. 令 q^* 表示零售商的最优订购量, 即 $q^* = \operatorname{argmax} \pi_r(q)$. 供应链协调的目的是消除“双重边际化”效应, 使得在分散决策下也能达到整个供应链系统利润最大化, 即当 $q^* = q^0$ 时, 供应链达到协调状态.

零售商的期望利润的一阶条件是

$$\frac{\partial \pi_r(q)}{\partial q} = (p - v + \alpha)E(K \cdot \bar{F}(Kq)) - (c_r - v + \omega)E(K) - (p - v + \alpha)E(K \cdot F(Kq)) + (p + \alpha - c_r - \omega)E(K) = 0 \quad (8)$$

仿照式(7)的证明由式(8)可得零售商唯一的最

优订购量 q^* 满足

$$\frac{E(K \cdot F(Kq^*))}{E(K)} = \frac{p - c_r - \omega + \alpha}{p - v + \alpha} \quad (9)$$

若要促成供应链协调, 必须满足 $q^* = q^0$, 从式(7)和式(9)不难得出

$$\omega = \frac{p - v + \alpha}{p - v + \gamma}(c - v) - (c_r - v) = \frac{p - v + \alpha}{p - v + \alpha + \beta}(c - v) - (c_r - v) \leq (c - v) - (c_r - v) = c_s$$

上式说明要满足供应链的协调要求, 供应商的利润就是非正的, 但是在现实中, 供应商会收取高于生产成本的批发价格, 这说明公平中性的供应链在随机产出的条件下, 批发价格契约不能实现供应链的协调.

在式(9)中, 若令 $K = 1$, 则说明供应商的产品没有随机产出的限制, 零售商的订购量都能得到满足, 此时零售商的最优订购量为

$$q_{K=1}^* = F^{-1} \left(\frac{p - c_r - \omega + \alpha}{p - v + \alpha} \right) \quad (10)$$

当 K 的取值范围为 $(0, 1]$ 的随机变量时, 对比式(9)和式(10)可得 $q_{K=1}^* \leq q^*$, 这说明当产品受随机产出因素的影响时, 零售商将会增加其订购数量以抵御产品缺货的风险, 这一结论是符合我们直觉的.

3 公平偏好的情形

本文将在 Fehr 和 Schmidt 的不公平厌恶模型^[1]的基础上, 通过建立相对公平参考点来描述零售商的公平偏好行为, 研究公平偏好行为对具有随机产出的供应链的影响, 从而更加符合实际情况.

3.1 不公平厌恶模型

Fehr 和 Schmidt^[1]提出了不公平厌恶模型来描述所有参与者的公平偏好情况. 该模型假定, 除了纯粹利己的受试者外, 还有某些受试者不喜欢不公平的结果. 这种不公平既包括收入低于别人的情形, 也包括收入高于别人的情形. 因此, 个体的效应函数不但依赖于他们自己的货币收入, 还依赖于这些收入与其他人收入的差异. 这一情形可以建模如下: 假定由 n 名参与者构成的集合中, 社会分配收入向量表示为 $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, 则参与者 i 的效用函数为

$$u_i(x) = x_i - a_i \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \max(x_j - x_i, 0) -$$

$$b_i \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n \max(x_i - x_j, 0), i \neq j \quad (11)$$

式中, a_i 衡量的是参与者 i 对劣势不公平的厌恶程度, 而 b_i 衡量的是参与者 i 对优势不公平的厌恶程度. 因此, 式(11)中的第二项代表由劣势不公平带来的效用损失, 第三项则表示由优势不公平带来的效用损失. Loewenstein 等^[27] 验证了优势不公平给参与者带来的效用损失要低于劣势不公平带来的效用损失, 即 $a_i \geq b_i$. 而 $b_i > 1$ 意味着收益的优势方会放弃超出其优势的利润份额来表达不公平厌恶, 这显然是不合常理的, 因此 $0 \leq b_i \leq 1$. 当参与者的人数为 2 时, 公式(11)简化为

$$u_i(x) = x_i - a_i \max(x_j - x_i, 0) - b_i \max(x_i - x_j, 0), i \neq j \quad (12)$$

本文把 Fehr 和 Schmidt 的不公平厌恶模型应用到上述两阶段供应链问题中, 考虑供应商是公平中性的, 而零售商是不公平厌恶的, 其劣势不公平的厌恶系数为 a , 优势不公平厌恶系数为 b . 如果式(12)中零售商以供应商的利润作为公平参考点, 则要求的是绝对公平, 这在现实中恐怕难以实现. 考虑到双方地位和对整个供应链所贡献的利润不同, 零售商不应该以供应商的利润作为公平参考点, 而应该使用供应链利润的某一比例作为公平参考点. 假设零售商应得的利润为 $\theta\pi(q)$, $0 \leq \theta \leq 1$, 以此作为零售商的公平参考点, 体现的是相对公平, 显然更符合现实. 此时, 零售商的效用函数可以写成如下分段函数的形式:

$$u_r(\pi) = \begin{cases} \pi_r - a(\theta\pi - \pi_r), & \theta\pi \geq \pi_r; \\ \pi_r + b(\theta\pi - \pi_r), & \theta\pi < \pi_r. \end{cases} \quad (13)$$

式中, 当 $\theta\pi \geq \pi_r$ 时, 零售商的劣势不公平厌恶发生作用, 产生负效用, 此时 $a \geq 0$. $a=0$ 表明零售商没有劣势不公平厌恶, 而 $a > 0$ 时, 零售商的劣势不公平随着 a 的增大而增强. 当 $\theta\pi < \pi_r$ 时, 零售商的优势不公平厌恶发生负效用, 此时 $0 \leq b \leq 1$. $b=0$ 表明零售商没有优势不公平厌恶, 而 $b=1$ 时说明零售商具有极度优势不公平厌恶.

3.2 劣势不公平厌恶

当 $\theta\pi \geq \pi_r$ 时, 零售商存在劣势不公平厌恶, 此时零售商的效用函数为

$$u_r(\pi) = (1+a)\pi_r - a\theta\pi, a \geq 0$$

把式(2)和式(4)代入上式得

$$u_r(\pi) = [(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)]S(D, Q) +$$

$$[a\theta(c-v) - (1+a)(c_r-v+w)]qE(K) + [a\theta\gamma\mu - (1+a)\alpha\mu] \quad (14)$$

命题 3.1 当零售商的劣势不公平厌恶系数 a 和 θ 满足 $\frac{a}{1+a} < \frac{p-v+\alpha}{\theta(p-v+\gamma)}$ 和 $\theta\pi \geq \pi_r$ 条件时, 零售商存在唯一的最优订购量 q^* 满足

$$\frac{E(K \cdot F(Kq^*))}{E(K)} = \frac{(1+a)(p+\alpha-c_r-w) - a\theta(p-c+\gamma)}{(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)} \quad (15)$$

证明 零售商的效用函数 $u_r(\pi)$ 关于 q 的一阶条件为

$$\frac{\partial u_r(\pi)}{\partial q} = [(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)]E(K \cdot \bar{F}(Kq)) + [a\theta(c-v) - (1+a)(c_r-v+w)]E(K) = 0.$$

对供应链系统利润函数 $u_r(\pi)$ 关于 q 求二阶导, 有

$$\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} = -[(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)] \frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q}.$$

对任意的 $K > 0$, $E(K \cdot F(Kq))$ 是关于 q 单调递增函数, 即 $\frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q} > 0$, 故当劣势不公平的厌恶系数 a 满足 $\frac{a}{1+a} < \frac{p-v+\alpha}{\theta(p-v+\gamma)}$ 时, 有 $\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} < 0$. 因此 $u_r(\pi)$ 是关于 q 的严格凹函数, 由一阶条件可知零售商存在唯一的最优订购量 q^* 满足式(15).

性质 3.1 当厌恶系数 a 和 θ 满足 $\frac{a}{1+a} < \frac{p-v+\alpha}{\theta(p-v+\gamma)}$ 和 $\theta\pi \geq \pi_r$ 条件时, 劣势不公平厌恶的零售商最优订购量不大于非劣势不公平厌恶的零售商的最优订购量, 且零售商的劣势不公平厌恶程度越高, 其最优订购量 q^* 就越小.

证明 对式(15)应用隐函数求导法则得

$$\frac{\partial [E(K \cdot F(Kq^*)) / E(K)]}{\partial q^*} \frac{\partial q^*}{\partial a} = \frac{\partial x}{\partial a}.$$

其中,

$$x = \frac{(1+a)(p+\alpha-c_r-w) - a\theta(p-c+\gamma)}{(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)}.$$

由于 $\frac{\partial [E(K \cdot F(Kq^*)) / E(K)]}{\partial q^*} > 0$, 而

$$\frac{\partial x}{\partial a} = \frac{\theta(p-v+\alpha)(w-c_s) + \theta\beta(c_r-v+w)}{[(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)]^2} < 0.$$

故 $\frac{\partial q^*}{\partial a} < 0$, 即零售商的劣势不公平厌恶系数

越高, 其最优订购量 q^* 越小.

因为 q^* 与 a 负相关, 即 a 的取值越小, 零售商的最优订购量越大, 而 a 的取值为非负数, 故当 $a = 0$ 时零售商最优订购量最大, 即劣势不公平厌恶的零售商最优订购量不大于非劣势不公平厌恶的零售商的最优订购量.

性质 3.1 结论说明劣势不公平厌恶的存在会使零售商的订购量趋于保守, 为激励零售商增加订购量, 供应商可以采用对零售商进行补贴的方式. 假设供应商对零售商订购单位产品的补贴价格 m , 则由式(14)知, 此时零售商的期望效用为

$$u_r(\pi) = [(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)]S(D, Q) + [a\theta(c-v) - (1+a)(c_r-v+w)]qE(K) + [a\theta\gamma\mu - (1+a)\alpha\mu] + mq.$$

记 q_m^* 为零售商的最优订购量, 类似命题 3.1 的证明, 可得零售商的最优订购量 q_m^* 满足

$$\frac{E(K \cdot F(Kq_m^*))}{E(K)} = \frac{(1+a)(p+\alpha-c_r-w) - a\theta(p-c+\gamma) + m/E(K)}{(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)}.$$

对比上式和式(15), 显然有

$$\frac{E(K \cdot F(Kq_m^*))}{E(K)} > \frac{E(K \cdot F(Kq^*))}{E(K)}.$$

又因为 $\frac{\partial [E(K \cdot F(Kq)) / E(K)]}{\partial q} > 0$, 所以 $q_m^* > q^*$ (16)

式(16)说明我们在制定契约时可以通过供应商对零售商进行补贴方式来减少其劣势不公平厌恶的程度, 激励零售商增加订购量, 提高供应链的整体利润.

命题 3.2 即使零售商的劣势不公平厌恶系数 a 和 θ 满足 $\frac{a}{1+a} < \frac{p-v+\alpha}{\theta(p-v+\gamma)}$ 和 $\theta\pi \geq \pi_r$ 条件, 批发价格契约仍不能实现供应链的协调.

证明 若要促成供应链协调, 当且仅当 $q^* =$

q^0 , 从式(7)和式(15)可以看出即要满足下式

$$\frac{(1+a)(p+\alpha-c_r-w) - a\theta(p-c+\gamma)}{(1+a)(p-v+\alpha) - a\theta(p-v+\gamma)} = \frac{p-c+\gamma}{p-v+\gamma}$$

求解上式关于 w 的方程: 当 $a = -1$ 时, 上式恒成立, 但 a 的取值非负, 故舍去这一情况; 当 $a \geq 0$ 时, 解得

$$w = c_s - \frac{c-v}{p+\gamma-v}\beta < c_s.$$

在批发价格契约中, 供应商的批发价格 w 不可能小于其单位边际成本 c_s , 故此时批发价格契约不能协调供应链.

3.3 优势不公平厌恶

当 $\theta\pi < \pi_r$ 时, 零售商存在优势不公平厌恶, 此时零售商的效用函数为

$$u_r(\pi) = (1-b)\pi_r + b\theta\pi, 0 \leq b \leq 1.$$

把式(2)和式(4)代入上式得零售商的效用函数为

$$u_r(\pi) = [(1-b)(p-v+\alpha) + b\theta(p-v+\gamma)]S(D, Q) - [(1-b)(c_r-v+w) + b\theta(c-v)]qE(K) - [(1-b)\alpha\mu + b\theta\gamma\mu] \quad (17)$$

命题 3.3 当 θ 满足 $\theta\pi < \pi_r$ 条件时, 优势不公平厌恶的零售商的效用函数是 q 的严格凹函数, 存在唯一的最优订购量 q^* 满足

$$\frac{E(K \cdot F(Kq^*))}{E(K)} = \frac{(1-b)(p+\alpha-c_r-w) + b\theta(p-c+\gamma)}{(1-b)(p-v+\alpha) + b\theta(p-v+\gamma)} \quad (18)$$

证明 零售商的效用函数 $u_r(\pi)$ 关于 q 的一阶条件为

$$\frac{\partial u_r(\pi)}{\partial q} = [(1-b)(p-v+\alpha) + b\theta(p-v+\gamma)]E(K \cdot \bar{F}(Kq)) - [(1-b)(c_r-v+w) + b\theta(c-v)]E(K) = 0 \quad (19)$$

对零售商的效用函数 $u_r(\pi)$ 关于 q 求二阶导:

$$\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} = -[(1-b)(p-v+\alpha) + b\theta(p-v+\gamma)] \frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q}.$$

对任意的 $K > 0$, $E(K \cdot F(Kq))$ 是关于 q 单

调递增函数, 即 $\frac{\partial E(K \cdot F(Kq))}{\partial q} > 0$, 而 $[(1-b)(p-v+\alpha)+b\theta(p-v+\gamma)] > 0$, 故有 $\frac{\partial^2 \pi(q)}{\partial q^2} < 0$. 因此 $u_r(\pi)$ 是关于 q 的严格凹函数, 由式(19)可得零售商存在唯一的最优订购量 q^* 满足式(18).

性质 3.2 当 θ 满足 $\theta\pi < \pi_r$ 条件时, 优势不公平厌恶的零售商最优订购量大于等于非优势不公平厌恶的零售商的最优订购量, 且零售商的优势不公平厌恶程度越高, 其最优订购量 q^* 就越大.

证明 对式(18)应用隐函数求导法则得

$$\frac{\partial [E(K \cdot F(Kq^*)) / E(K)]}{\partial q^*} \frac{\partial q^*}{\partial b} = \frac{\partial x}{\partial b}.$$

其中,

$$x = \frac{(1-b)(p+\alpha-c_r-w)+b\theta(p-c+\gamma)}{(1-b)(p-v+\alpha)+b\theta(p-v+\gamma)}.$$

由于 $\frac{\partial [E(K \cdot F(Kq^*)) / E(K)]}{\partial q^*} > 0$, 而

$$\frac{\partial x}{\partial b} = \frac{\theta(p-v+\alpha)(w-c_s)+\theta\beta(c_r-v+w)}{[(1-b)(p-v+\alpha)+b\theta(p-v+\gamma)]^2} > 0$$

故 $\frac{\partial q^*}{\partial \alpha} > 0$, 即零售商的优势不公平厌恶系数

越高, 其最优订购量 q^* 越大.

因为 q^* 与 b 正相关, 即 b 的取值越小, 零售商的最优订购量越小, 而 $0 \leq b \leq 1$, 故当 $b=0$ 时零售商最优订购量最小, 即优势不公平厌恶的零售商最优订购量大于等于非优势不公平厌恶的零售商的最优订购量.

性质 3.2 结论说明优势不公平厌恶的存在会使零售商增加订购量, 这说明优势不公平厌恶的零售商会通过牺牲自己的部分利益(参见 4.2 节部分)来弥补供应商, 此时假如供应商采用对零售商进行补贴的方式, 可以增加零售商的优势不公平厌恶程度, 刺激零售商增加订购量(类似于式(16)的推导过程), 促进供应链的协调.

命题 3.4 当 θ 满足 $\theta\pi < \pi_r$ 条件, 且零售商具有极度优势不公平厌恶的情况下, 即 $b=1$ 时, 简单的批发价格契约就可以实现供应链的协调.

证明 若要促成供应链协调, 当且仅当 $q^* = q^0$, 从式(7)和式(18)可以看出即要满足

$$\frac{(1-b)(p+\alpha-c_r-w)+b\theta(p-c+\gamma)}{(1-b)(p-v+\alpha)+b\theta(p-v+\gamma)} = \frac{p-c+\gamma}{p-v+\gamma} \quad (20)$$

当 $b \neq 1$ 时, 求解上式关于 w 的方程可得

$$w = c_s - \frac{c-v}{p+\gamma-v}\beta < c_s.$$

在批发价格契约中, 供应商的批发价格 w 不可能小于其单位边际成本 c_s , 故此时批发价格契约不能协调供应链.

但当零售商具有极度优势不公平厌恶, 即 $b=1$ 时, 式(20)恒成立, 因此对任意批发价格 $w \in [c_s, p-c_r]$, 都有 $q^* = q^0$, 即批发价格契约实现了供应链的协调.

文献[16]指出只有当优势不公平厌恶系数 $b=0.5$ 时, 批发价格契约才能协调供应链, 而本文的结论是只有当 $b=1$ 时, 供应链才会趋于协调状态. 原因是文献[16]中零售商的公平参考点是供应商的利润, 在供应链整体利润固定不变的情况下, 零售商利润的增加(降低)意味着供应商利润的降低(增加), 即零售商的公平参考点是变化的, 而本文的公平参考点则是固定的, 不会因零售商和供应商利润分配的变化而改变, 因此在同样的利润分配情况下, 本文零售商的不公平厌恶程度只有文献[16]的一半, 所以在文献[16]中当 $b=0.5$ 时就能实现的供应链协调, 在本文中只有当 $b=1$ 时才能实现供应链协调.

4 数值分析

为了更好地说明模型的结论, 下面用具体的算例对劣势不公平厌恶和优势不公平厌恶分别进行验证.

4.1 劣势不公平厌恶

假设某行业产品市场需求服从均匀分布, $D \sim U(100, 200)$, 随机变量 K 也服从均匀分布, 即 $K \sim U(0, 1]$. 根据前文对模型描述, 不妨假设各参数的取值如下: 售价 $p=65$; $\alpha=\beta=10$, 则 $\gamma=20$; $c_r=5$, $c_s=20$, 则 $c=25$; $v=10$; $\theta=0.6$; 批发价格 $w=37$. 显然, 对任意 $a \geq 0$ 都有条件 $\frac{a}{1+a} <$

$\frac{p-v+\alpha}{\theta(p-v+\gamma)}$ 成立. 根据式(7)可得供应链系统的最优订购量 $q^0=270$, 此时供应链系统的整体利润为 2362.5. 令 a 取不同的值, 根据命题 3.1 求得劣势不公平厌恶的零售商的最优订购量, 代入各利润函数和效用函数得到表 1、图 1 和图 2.

表 1 零售商劣势不公平厌恶对供应链的影响

Tab.1 Effect of retailer's disadvantageous inequity aversion on supply chain

a 取值	订购量	零售商利润	供应商利润	供应链利润	零售商效用
0	226	790.8	1 329.7	2 120.5	—
0.1	223	789.7	1 296.7	2 086.4	743.5
0.3	218	783.6	1 240.9	2 024.5	654.2
0.7	209	758.9	1 138.5	1 897.4	493.2
1	203	732.7	1 068.7	1 801.4	384.6
1.5	195	685.6	973.8	1 659.4	220.6
2	189	641.2	901.2	1 542.4	72.8
3	178	539.6	764.9	1 304.5	-189.8
4	172	473.1	688.9	1 162.0	-423.5
5	166	398.8	611.7	1 010.5	-638.9

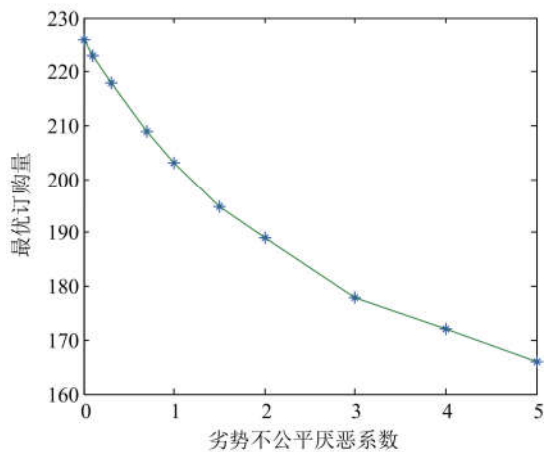


图 1 a 对最优订购量的影响

Fig.1 Effect of a on optimal ordering quantity

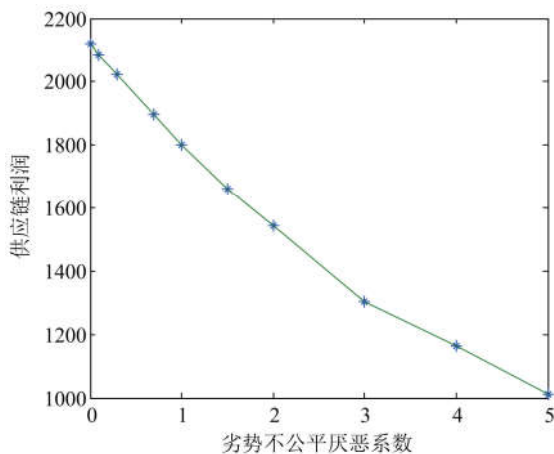


图 2 a 对供应链利润的影响

Fig.2 Effect of a on profit of supply chain

由表 1 可以看出,零售商的利润小于供应链总利润的 60%,此时零售商为劣势不公平厌恶的情形.当零售商非劣势不公平厌恶(即 $a=0$)时,其最优订购量为 226,小于供应链系统的最优订购量 270,批发价格契约无法协调供应链.结合图 1 和图 2 知,随着 a 的取值从 0.1 增加到 5,即零售商的劣势不公平厌恶程度的增加,零售商的最优订购量从 223 下降到 166,供应链的总利润从 2 086.4 下降到 1 010.5,劣势不公平厌恶程度的增加导致了越来越偏离系统的最优订购量,也使供应链系统的利润进一步减少,这种情况明显不能协调供应链.伴随而来的是零售商的效用从 743.5 降为负效用,下降的幅度远超过零售商利润的下降幅度.这说明当零售商的利润低于心目中的参考点时,随着劣势不公平厌恶程度的增加,零售商宁愿牺牲自己的利益(通过订购小于 q^* 的产品导致自己利润和效用都降低)来惩罚供应商(供应商利润下降),从而导致供应链的效率的下降.

4.2 优势不公平厌恶

本节沿用 4.1 节的假设只需将批发价格降低到 $w=30$,其他部分都保持不变(降低了批发价格,导致零售商每单位产品的利润大于供应商的利润,就会使零售商从原来的劣势不公平厌恶转化为优势不公平厌恶).根据式(7)可得供应链系统的最优订购量 $q^0=270$,此时供应链系统的整体利润仍然为 2 362.5.令 b 取不同的值,根据命题 3.3 求得优势不公平厌恶的零售商的最优订购量,代入各利润函数和效用函数得到表 2、图 3 和图 4.

由表 2 可以看出,零售商的利润大于供应链总利润的 60%,此时零售商为优势不公平厌恶的情形.当零售商非优势不公平厌恶(即 $b=0$)时,其最优订购量为 242,小于供应链系统的最优订购量 270,批发价格契约无法协调供应链.结合图 3 和图 4 知,随着 b 的取值从 0.1 增加到 1,即零售商的优势不公平厌恶程度的增加,零售商的最优订购量从 244 逐渐增加到供应链系统的最优订购量 270,供应链的总利润也从 2 278 增加到 2 362.5,这说明了优势不公平厌恶程度的增加导致了零售商的最优订购量和供应链系统利润一直增加,当零售商具有极度优势不公平厌恶,即 $b=1$ 时,供应链系统将达到协调状态.伴随而来的是供应商的利润在增加,而零售商的利润和效用都在下降,但是下降的幅度较小.这说明当零售商的利润高于心目中的参考点时,随着零售

商优势不公平厌恶程度的增加,零售商宁愿牺牲自己的部分利益(通过订购大于 q^* 的产品导致自己的利润和效用都降低)来弥补供应商(供应商利润提高),从而有利于提高供应链的效率.

表 2 零售商优势不公平厌恶对供应链的影响

Fig.2 Effect of retailer's advantageous inequity aversion on supply chain

b 取值	订购量	零售商利润	供应商利润	供应链利润	零售商效用
0	242	1 610.6	653.9	2 264.5	—
0.1	244	1 610.3	667.7	2 278.0	1 585.9
0.2	246	1 609.1	681.4	2 290.5	1 562.1
0.3	249	1 605.7	701.7	2 307.4	1 539.3
0.4	251	1 602.4	715.0	2 317.4	1 517.6
0.5	254	1 595.8	734.7	2 330.5	1 497.0
0.6	256	1 590.3	747.7	2 338.0	1 477.8
0.7	259	1 580.4	767.0	2 347.4	1 460.0
0.8	263	1 564.2	792.2	2 356.4	1 443.9
0.9	266	1 549.8	810.7	2 360.5	1 429.6
1	270	1 527.5	835.0	2 362.5	1 417.5

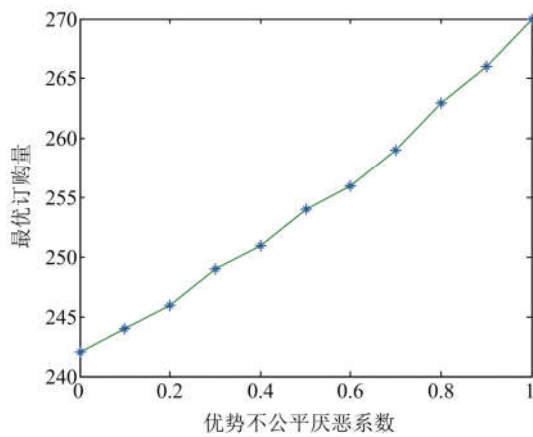


图 3 b 对最优订购量的影响

Fig.3 Effect of b on optimal ordering quantity

5 结论

本文把改进的不公平厌恶模型引入到具有随机供需的两阶段供应链中,同时研究零售商的不公平厌恶和供应商的随机产出对供应链成员决策的影响,分别讨论了劣势不公平厌恶和优势不公平厌恶两种情形.研究发现:①当劣势不公平厌恶发生,且劣势不公平厌恶系数满足一定条件时,零售商的唯

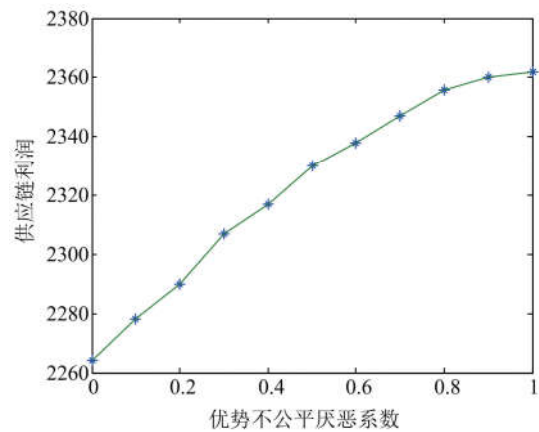


图 4 b 对供应链利润的影响

Fig.4 Effect of b on profit of supply chain

一最优订购量随着劣势不公平厌恶程度的增加而减少,使得供应链系统更加偏离最优,因此这种情况不能协调供应链;②当优势不公平厌恶发生时,零售商的唯一最优订购量随着优势不公平厌恶程度的增加而增加,使得供应链系统逐渐接近最优,当零售商具有极度优势不公平厌恶时,供应链系统将会达到协调状态,从而推广了传统的批发价格契约协调供应链的理论和应用,但与文献[16]相比,本文的协调条件发生了改变,这是由于我们改进了效用函数的公平参考点的缘故,这说明在供应链管理中我们要根据实际情况来选择决策者的公平偏好的效用函数,因为选择的标准不同,将对供应链双方的决策结果产生重要的影响.由此带给我们管理启示:与理性零售商相比较,劣势不公平厌恶会降低供应链的收益,而优势不公平厌恶则能提升供应链的绩效,因此当零售商具有公平偏好行为时,为提高供应链的整体利润,供应商可以通过对零售商订购单位产品进行补贴(或降低单位产品的批发价格)的方式来将其劣势不公平厌恶转化为优势不公平厌恶,激励零售商增加订购数量,促进供应链的协调.

本文尚有一些问题需要将来解决.文中假设随机需求和随机供应是相互独立的,然而现实生活中这两个随机变量可能是相依的;本文假设零售商具有公平偏好的倾向,供应商的公平偏好倾向同样值得考虑;除了公平偏好一种行为倾向对决策者造成的影响,还可以考虑多种行为倾向对决策者造成交叉影响等.今后将作进一步的研究.

参考文献(References)

[1] FEHR E, SCHMIDT K M. A theory of fairness,

- competition, and cooperation [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1999, 114(3): 817-868.
- [2] RABIN M. Incorporating fairness into game theory and economics [J]. *The American Economic Review*, 1993, 83(5): 1281-1302.
- [3] CUI T H, RAJU J S, ZHANG Z J. Fairness and channel coordination [J]. *Management Science*, 2007, 53(8): 1303-1314.
- [4] 刘作仪, 查勇. 行为运作管理: 一个正在显现的研究领域[J]. *管理科学学报*, 2009, 12(4): 64-74.
LIU Z Y, ZHA Y. Behavioral operations management: An emerging research field [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2009, 12(4): 64-74.
- [5] RABIN M. Incorporating fairness into game theory and economics [J]. *The American Economic Review*, 1993, 83(5): 1281-1302.
- [6] DUFWENBERG M, KIRCHSTEIGER G. A theory of sequential reciprocity [J]. *Games and Economic Behavior*, 2004, 47(2): 268-298.
- [7] BOLTON G E, OCKENFELS A. ERC: A theory of equity, reciprocity, and competition [J]. *American Economic Review*, 2000, 90(1): 166-193.
- [8] CALISKAN-DEMIRAG O, CHEN Y F, LI J. Channel coordination under fairness concerns and nonlinear demand [J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 207(3): 1321-1326.
- [9] BOLTON G E. A comparative model of bargaining: Theory and evidence [J]. *The American Economic Review*, 1991, 81(5): 1096-1136.
- [10] COX C A. Inequity aversion and advantage seeking with asymmetric competition [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2013, 86(3): 121-136.
- [11] WANG K, YANG X, SUN Y, et al. A comparative study of marketing channel multiagent Stackelberg model based on perfect rationality and fairness preference [J]. *Abstract and Applied Analysis*, 2014: Article ID 527458.
- [12] 毕功兵, 何仕华, 罗艳, 等. 公平偏好下销售回扣契约供应链协调[J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(10): 2505-2512.
BI Gongbing, HE Shihua, LUO Yan, et al. Supply chain coordination with sales-rebate contract under fairness preferences [J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2013, 33(10): 2505-2512.
- [13] 王磊, 成克河, 王世伟. 考虑公平关切的双渠道供应链定价策略研究[J]. *中国管理科学*, 2012, 20: 563-568.
WANG Lei, CHENG Kehe, WANG Shiwei. Fairness concern and pricing strategies in dual-channel supply chain [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2012, 20: 563-568.
- [14] 杜少甫, 朱贾昂, 高冬, 等. Nash 讨价还价公平参考下的供应链优化决策[J]. *管理科学学报*, 2013, 16(3): 68-81.
DU Shaofu, ZHU Jiaang, GAO Dong, et al. Optimal decision-making for Nash bargaining fairness concerned newsvendor in two-level supply chain [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2013, 16(3): 68-81.
- [15] 张克勇, 吴燕, 侯世旺. 具公平关切零售商的闭环供应链差别定价策略研究[J]. *中国管理科学*, 2014, 22(3): 51-58.
ZHANG Keyong, WU Yan, HOU Shiwang. Differential pricing strategy of considering retailer's fairness concerns in the closed-loop supply chain [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2014, 22(3): 51-58.
- [16] 毕功兵, 瞿安民, 梁樑. 不公平厌恶下供应链的批发价格契约与协调[J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(1): 134-140.
BI Gongbing, QU Anming, LIANG Liang. Supply chain coordination with wholesale price contract incorporating inequity aversion [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2013, 33(1): 134-140.
- [17] KULKARNI S S. The impact of uncertain yield on capacity acquisition in process plant networks [J]. *Mathematical and Computer Modelling*, 2006, 43(7): 704-717.
- [18] 陈志明, 陈志祥. 议价的 OEM 供应链在随机供需下的协调决策[J]. *管理科学学报*, 2014, 17(5): 43-51.
CHEN Zhiming, CHEN Zhixiang. Coordination in a price-negotiable OEM supply chain with random supply and random demand [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(5): 43-51.
- [19] OKYAY H K, KARAESMEN F, ÖZEKICI S. Newsvendor models with dependent random supply and demand [J]. *Optimization Letters*, 2014, 8(3): 983-999.
- [20] KHOUJA M. The single-period (news-vendor) problem: Literature review and suggestions for future research [J]. *Omega*, 1999, 27(5): 537-553.
- [21] BAKAL I S, AKCALI E. Effects of random yield in remanufacturing with price-sensitive supply and demand [J]. *Production and Operations Management*, 2006, 15(3): 407-420.
- [22] WU M, ZHU S X, TEUNTER R H. The risk-averse newsvendor problem with random capacity [J]. *European Journal of Operational Research*, 2013, 231(2): 328-336.
- [23] SAYIN F, KARAESMEN F, ÖZEKICI S. Newsvendor model with random supply and financial

- hedging: Utility-based approach [J]. *International Journal of Production Economics*, 2014, 154(8): 178-189.
- [24] 赵霞, 吴方卫. 随机产出与需求下农产品供应链协调的收益共享合同研究[J]. *中国管理科学*, 2009, 17(5): 88-95.
ZHAO Xia, WU Fangwei. Coordination of agri-food chain with revenue-sharing contract under stochastic output and demand [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2009, 17(5): 88-95.
- [25] 凌六一, 郭晓龙, 胡中菊, 等. 基于随机产出与随机需求的农产品供应链风险共担合同[J]. *中国管理科学*, 2013, 21(2): 50-57.
LING Liuyi, GUO Xiaolong, HU Zhongju, et al. The risk-sharing contracts under random yield and stochastic demand in agricultural supply chain [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2013, 21(2): 50-57.
- [26] 陈志明, 陈志祥. 供需随机的 OEM 供应链在风险厌恶下的协调决策[J]. *系统工程理论实践*, 2015, 35(5): 1123-1132.
CHEN Zhiming, CHEN Zhixiang. Coordination in the risk-averse OEM supply chain with random supply and demand [J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2015, 35(5): 1123-1132.
- [27] LOEWENSTEIN G F, THOMPSON L, BAZERMAN M H. Social utility and decision making in interpersonal contexts [J]. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989, 57(3): 426-441.

(上接第 529 页)

- [21] DAI M, SIDIROPOULOS M. Monetary and fiscal policy interactions with central bank transparency and public investment [J]. *Research in Economics*, 2011, 65(3): 195-208.
- [22] 许宪春, 王宝滨, 徐雄飞. 中国的投资增长及其与财政政策的关系[J]. *管理世界*, 2013(6): 1-11.
- [23] FINDLEY D F, MONSELL B C, BELL W R, et al. New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal adjustment program [J]. *Journal of Business and Economics Statistics*, 1998, 16: 127-152.
- [24] ENGLE R F, KRAFT D. Multiperiod forecast error variances of inflation estimated from ARCH models [C]// *Applied Time Series Analysis of Economic Data*. Washington DC: Bureau of the Census, 1983.
- [25] ENGLE R F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of U. K. inflation [J]. *Econometrica*, 1982, 50: 987-1008.
- [26] DICKEY D A, FULLER W A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root [J]. *Journal of the American Statistical Association*, 1979, 74: 427-431.
- [27] 欧阳明. 我国税收增长问题研究: 1994-2007 [D]. 南昌: 江西财经大学, 2009.
- [28] 刘博. 应对我国人口老龄化财政政策研究 [D]. 呼和浩特: 内蒙古财经大学, 2015.
- [29] 柳庆刚. 经济增长、地方政府竞争、国家能力和结构失衡 [D]. 北京: 北京大学, 2013.