控制与决策
Control and Decision

零售商温和不公平厌恶下的回购合约与渠道协调

许明辉，杨东升，胡兵，冯华

第35卷 第1期 控 制 与 决 策 Vol.35 No.1
2020年 1月 Control and Decision Jan. 2020

文章编号: 1001-0920(2020)01-0174-09 DOI: 10.13195/j.kzyjc.2018.0437

零售商温和不公平厌恶下的回购合约与渠道协调

许明辉, 杨东升†, 胡 兵, 冯 华

(武汉大学 经济与管理学院，武汉 430072)

摘 要: 以不公平厌恶效用函数作为一个温和不公平厌恶零售商的决策准则,研究采用回购合约协调供应链的问题. 对于合约参数的不同取值,分析回购合约定价对零售商公平状况及其最优订购决策的影响,给出达到供应链协调的回购合约,并用数值算例对结果进行进一步讨论. 研究发现,存在两种协调供应链的回购合约定价规则. 第一种与零售商为公平中性时的协调供应链的回购合约定价规则相同,回购定价区间只与零售商不利不公平的厌恶程度有关;另一种定价规则的利润分配总是公平的,其具体形式依赖于需求的分布及公平的利润分配比例.

关键词: 不公平厌恶；回购合约；报童问题；供应链协调

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

Channel coordination with buy-back contracts and a mild inequity-averse retailer

XU Ming-hui, YANG Dong-sheng†, HU Bing, FENG Hua

(School of Economics and Management，Wuhan University，Wuhan 430072，China)

Abstract: This paper studies how to coordinate supply chains with buy-back contracts, where a mild inequity-averse retailer takes the inequity-averse utility function as its decision criterion. For different contract parameters, the paper analyzes their effects on the fairness and optimal ordering decisions of the retailer. The paper proposes coordinative buy-back contracts and present numerical examples to show our findings. Results indicate that there are two types of coordinative buy-back contracts. The first is the same as buy-back contract pricing rule of coordinating the supply chain with a neutral retailer, where the range of buy-back price is only related to the extent of disadvantageous inequality-aversion. The second can always achieve equitable division of channel profits, which is dependent on the demand distribution and the ratio of fair profit distribution.

Keywords: inequity-aversion；buy-back contract；newsvendor problem；supply chain coordination

0 引 言

世界著名的Robert Bosch公司在2006年的年报中提到,企业获得长远成功的基础在于结果导向与价值观念的平衡,公平是这种价值观念中的一项重要内容. 经济学家早已注意到产品市场与劳动力市场中的一些“异常现象”,发现公平性影响企业行为[1]. Fehr等[2]利用不公平厌恶来刻画公平关切,认为不公平厌恶即拒绝不公平的结果,当自己的利益小于他人利益时,存在不利不公平厌恶,会产生效用损失;当自己的利益大于他人利益时,存在有利不公平厌恶,同样会产生效用损失. 因此,具有公平偏好(即不公平厌恶)的主体可能愿意放弃一些经济利益而寻求公平的结果. 例如,“公平贸易运动”中,零售商通过对相似的订购数量支付更高的价格以更公平地在供应链中分配利润[3]. 此外,企业的不公平感知可能损坏或终止企业之间的长期关系. 例如,在2008年,由于加元的升值,乐高集团在加拿大市场的收益增加,但是乐高集团拒绝降低加拿大市场的价格使得与美国市场的价格一致,沃尔玛加拿大公司认为乐高集团不分享从加元升值获得的额外收益是不公平的,从而终止了与乐高集团的商业合作[4]. 格力公司的不公平感知也导致了格力终止与国美的合作,开设自己的专营店[5]. 现实中,经济主体对于有利不公平的厌恶程度是有限的, Katok等[6]将这种相对较低水平的有利不公平厌恶称为“温和不公平厌恶”.

Kumar等[7]通过实证研究说明了注重公平对供应链中企业间合作的重要性. 最近的实验研究显示,如果设计合约时供应商不清楚零售商的不公平偏好

收稿日期: 2018-04-11；修回日期: 2018-06-21.
基金项目: 国家自然科学基金项目(71371146).
责任编委: 唐万生.
†通讯作者. E-mail: dsyang1989@sina.com.

程度,零售商可能会拒绝接受最优的合约[8]. 因此,在设计供应链协调合约时,需要考虑到成员的公平关切.

本文考虑由一个温和不公平厌恶的零售商和一个公平中性的供应商组成的供应链系统,研究如何采用回购合约来达到供应链协调. 基于回购合约参数的不同取值,分析回购合约定价对公平状况的影响,求出零售商在不同回购定价区间上的最优订购决策. 在一定条件下,回购合约使得零售商的订购量等于系统最优的订购量,从而达到供应链协调.

研究发现,存在两种类型的回购合约能够达到供应链协调. 其一,适用于回购价格不太高的情形,此时,批发价格-回购价格关系与零售商是公平中性时协调供应链的回购合约定价规则相同;其二,适用于回购价格相对较高的情形,在该定价规则下,利润分配总是公平的,但批发价格-回购价格关系依赖于需求分布的具体形式,以及零售商认为公平的情况下其利润对供应商利润的比例. 本文在零售商温和不公平厌恶情形下,提出一种新的协调供应链的回购合约,该回购合约总能使得利润分配是公平的.

1 文献回顾

与本文研究相关的文献包括:决策者存在公平偏好时的供应链协调;决策者存在风险偏好时协调供应链的回购合约设计. 在供应链管理领域,当供应链成员存在公平偏好时,已有一些针对如何设计供应链协调合约的研究. Cui等[9]通过调整文献[2]的效用函数,研究了确定性需求下的供应链协调问题. 仅零售商存在公平偏好时,如果零售商对有利不公平的厌恶高于一定程度时,简单的批发价合约就可以达到供应链协调. Caliskan-Demirag等[10]对上述研究进行了拓展,发现如果只有零售商是公平关切的,指数形式需求相比线性形式能让供应链更容易实现协调. 马利军等[11]对幂函数需求下的供应链协调问题进行了研究,放宽了当双方都存在公平关切时的协调条件. Katok等[6]进一步将Cui等[9]的结论推广到非对称信息的情景(即使零售商公平关切的信息是私有的,只要零售商充分关注公平,批发价格合约依然可以协调供应链),并说明了在零售商温和不公平厌恶下均衡状态的部分市场特征. Ho等[12]考虑了包含一个供应商和两个零售商的供应链系统,比较了分配公平与同伴诱导公平对批发价格与利润的影响. 以上研究均假设需求是确定性的,而本文考虑的是随机性需求.

当考虑需求随机时,一些学者尝试将不公平厌恶引入报童型问题中,但这些研究尚不尽全面. 例如,Wei等[13]、杜少甫等[14]、毕功兵等[15]所采用的效用函数只含有不利不公平厌恶,忽略了有利不公平厌恶. 然而,Scheer等[16]的实证研究证实了的确存在有利的不公平厌恶. 毕功兵等[17]、李建斌等[18]虽然考虑了有利不公平厌恶,但在模型分析中没有详细说明区分有利与不利不公平的条件. Wu等[19]则较全面地考虑了这些问题,得到了相似结论:不论需求是确定的还是随机的,只要零售商对有利不公平的厌恶程度高于某一定值,批发价合约就可以协调供应链. 这似乎从另外一个角度解释了批发价合约为什么得以广泛运用. 然而,当零售商有利不公平厌恶的程度较低时(温和不公平),批发价合约不能使供应链达到协调. 因此,要想在此情形下协调供应链,需要考察其他类型的供应合约. 本文考虑回购合约这一常见的供应合约,在一个供应商-零售商供应链系统中,研究当零售商对有利不公平的厌恶程度较低时(温和不公平),如何设计回购合约来达到渠道协调.

回购合约在供应链协调的研究中比较常见[20-21],常被应用于决策者风险偏好时的供应链协调问题研究中. 闻卉等[22]采用回购合约,分析了供应链成员具有风险规避特性时回购的优化与供应链协调问题;范波等[23]考察了风险中性的供应商和风险规避的零售商联合促销下回购合约的协调问题,在一定条件下回购合约能够协调具有双边道德风险的供应链;代建生等[24]研究了风险厌恶零售商实施促销努力下回购合约的协调问题,指出在一定条件下两种回购合约均能达到供应链协调. 以上这些研究都考虑的是决策者具有风险偏好时的回购合约协调供应链问题,但是当零售商为不公平厌恶时,尚未有人研究过如何采用回购合约来达到供应链协调. 本文沿用文献[9]和文献[19]中的效用函数,在零售商温和不公平厌恶情况下,研究不同回购合约定价下零售商的最优订购决策,并设计回购合约以达到供应链协调.

2 模型描述和符号说明

考虑一个由不公平厌恶的零售商与公平中性的供应商组成的供应链,供应商以单位生产成本c生产某一季节性产品,零售商以批发价格w采购该产品,并以固定价格p出售给消费者. 零售商的市场需求X是随机的. 为降低销售季节结束时的产品剩余风险,供应商以价格b回购零售商全部的剩余产品,回购产品的残值为s. 不失一般性,假设$s \leqslant b \leqslant w, s < c < w < p$. 令需求$X$的累积分布函数为$F(\cdot)$,概率密度函数为$f(\cdot), \bar{F} = 1 - F$,并且假设$F(0) = 0$. 供应商和零售商进行以供应商为主导者的Stackelberg

博弈. 先给出不同(w,b)取值下零售商的最优订购量q,再给出供应商为了得到供应链系统协调下最优的(w,b). 假设模型中的信息是完全且对称的.

当零售商的订购量为q时,零售商与供应商的期望利润分别为

$$\pi_r(q)=\mathrm{E}[p\min\{q,X\}+b(q-X)^+-wq]=\\(p-b)S(q)-(w-b)q,\tag{1}$$

$$\pi_s(w,b)=\mathrm{E}[wq-(b-s)(q-X)^+-cq]=\\(b-s)S(q)+[(w-b)-(c-s)]q.\tag{2}$$

公平中性的供应商效用为其期望利润,即为π_s. 不公平厌恶零售商的效用同时受自身利润和供应商利润的影响,其效用函数可表示为

$$u_r(q)=\pi_r-\alpha(\gamma\pi_s-\pi_r)^+-\beta(\pi_r-\gamma\pi_s)^+.\tag{3}$$

模型及后文中用到的符号及其含义见表1.

表1　符号及其含义

符号	含义
w	批发价
p	销售价格
b	回购价格
c	生产成本
s	残值
α	零售商对不利不公平的厌恶程度
β	零售商对有利不公平的厌恶程度
γ	零售商认为公平的情况下,其利润对供应商利润的比例
q_0	集中决策下最优的订购量
q_f	使利润分配均匀的订购量
π_r	公平中性下零售商的利润
π_s	公平中性下供应商的利润
u_r	不公平厌恶下零售商的效用

在批发价格合约下供应链能够达到协调的条件[9,19]是$1/(1+\gamma)<\beta<1$,称之为“强公平关切”. Katok等[6]认为,现实中经济主体对有利不公平的厌恶程度是有限的,即β的值一般不太大[25]. 如果上述条件不成立(即$\beta<1/(1+\gamma)$),类似于文献[6],称此时的零售商为“温和不公平厌恶或温和公平关切”. 针对$0\leqslant\beta<1/(1+\gamma)$的情形,本文考虑回购合约下的零售商最优决策及供应链协调问题.

令

$$k_\gamma=1/(1+\gamma),$$
$$k_\alpha=(1+\alpha)/(1+\alpha+\alpha\gamma),$$
$$k_\beta=(1-\beta)/(1-\beta-\beta\gamma).$$

易知,$k_\beta>1>k_\alpha>k_\gamma$. 依照$\gamma$的定义,定义零售商公平状况的判定函数$\Delta(q)$为

$$\Delta(q)=(\pi_r-\gamma\pi_s)/(1+\gamma)=\\k_\gamma\pi_r-(1-k_\gamma)\pi_s=\\[k_\gamma(p-c)+c-w]q-[k_\gamma(p-\\s)+s-b]\int_0^q F(x)\mathrm{d}x.$$

$\Delta(q)>0(\Delta(q)<0)$表示零售商认为利润分配存在有利(不利)的不公平; $\Delta(q)=0$表示利润分配是公平的. 存在一种特殊的回购合约$(w,b)=(k_\gamma(p-c)+c,k_\gamma(p-s)+s)$,因为$\Delta(q)$恒为0,无论订购量为多少,在零售商看来利润分配总是公平的,且其最优决策q_r^*满足$F(q_r^*)=F(q^0)$,供应链的期望利润达到最大. 对此特殊回购合约,$k_\gamma=(w-c)/(p-c)=(b-s)/(p-s)$,即供应商从售出(回购)商品中获得(承担)的利润(损失)占整个供应链利润(损失)的比例恰好是零售商认为公平的分配比例$1/(1+\gamma)$.

分别求$\Delta(q)$的一阶与二阶导数

$$\Delta'(q)=\\[k_\gamma(p-c)+c-w]-[k_\gamma(p-s)+s-b]F(q),$$

$$\Delta''(q)=-[k_\gamma(p-s)+s-b]f(q).$$

对于任意给定的$b\neq k_\gamma(p-s)+s$, $\Delta''(q)$的正负性是既定的(或负,或非负),即$\Delta'(q)$的单调性只与b的取值有关,$\Delta'(q)$在整个区域内或者单调递减,或者单调递增.

为了便于分析零售商的公平状况,将零售商公平状况的判定函数$\Delta(q)$中w以及b按照不同的取值划分为4个区域,如图1所示.

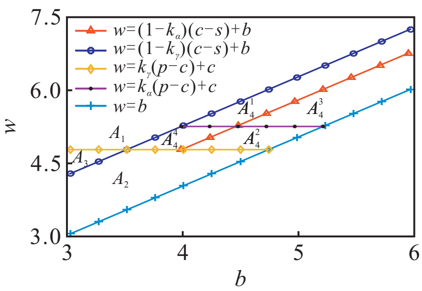

图1　(w,b)的各种取值情况

$$A_1=\{(w,b)|w\geqslant k_\gamma(p-c)+c,\\w\geqslant(1-k_\gamma)(c-s)+b\}(\text{不同时取等号}),$$

$$A_2=\{(w,b)|b\leqslant w\leqslant k_\gamma(p-c)+c,\\w\leqslant(1-k_\gamma)(c-s)+b\}(\text{不同时取等号}),$$

$$A_3=\{(w,b)|(1-k_\gamma)(c-s)+b<\\w<k_\gamma(p-c)+c\},$$

$$A_4=A_4^1\bigcup A_4^2\bigcup A_4^3\bigcup A_4^4=\\\{(w,b)|k_\gamma(p-c)+c<w<\\(1-k_\gamma)(c-s)+b,w\geqslant b\}.$$

其中: A_4 又进一步划分为4个子区域 A_4^1、A_4^2、A_4^3 和 A_4^4(后文分析中会用到),其定义为

$$\begin{aligned}A_4^1=\{&(w,b)|w\geqslant k_\alpha(p-c)+c,\\&(1-k_\alpha)(c-s)\leqslant w-b\leqslant(1-k_\gamma)(c-s)\},\\A_4^2=\{&(w,b)|\min\{b,k_\gamma(p-c)+c\}\leqslant\\&w\leqslant k_\alpha(p-c)+c,\\&w-b\leqslant(1-k_\alpha)(c-s)\}\backslash P_\alpha,\\A_4^3=\{&(w,b)|w>\min\{k_\alpha(p-c)+c,b\},\\&w-b<(1-k_\alpha)(c-s)\},\\A_4^4=\{&(w,b)|k_\gamma(p-c)+c<w<k_\alpha(p-c)+c,\\&(1-k_\alpha)(c-s)<w-b<(1-k_\gamma)(c-s)\}.\end{aligned}$$

这里 $P_\alpha=(w,b)=(k_\alpha(p-c)+c,k_\alpha(p-s)+s)$.

命题1　1) 当 $(w,b)\in A_1$ 时,无论订购量为多少,利润分配总是存在对零售商的不利不公平;当 $(w,b)\in A_2$ 时,无论订购量为多少,利润分配总是存在对零售商的有利不公平.

2) 当 $(w,b)\in A_3\bigcup A_4$ 时,存在唯一的 $q=q_f>0$ 使得利润分配实现公平,其中 q_f 由下式唯一确定:

$$[k_\gamma(p-c)+c-w]q_f-[k_\gamma(p-s)+s-b]\int_0^{q_f}F(x)\mathrm{d}x=0. \tag{4}$$

证明　1) 若 $(w,b)\in A_1$,由 $w\geqslant k_\gamma(p-c)+c$ 及 $w-b\geqslant(1-k_\gamma)(c-s)$,可得 $\lim\limits_{q\to0}\Delta'(q)\leqslant0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\Delta'(q)\leqslant0$. 又 $\Delta'(q)$ 单调,因此对任意 $q>0$,有 $\Delta'(q)\leqslant0$,从而 $\Delta(q)<\Delta(q=0)=0$. 类似地,当 $(w,b)\in A_2$ 时,对于任意的 $q>0$,有 $\Delta(q)>\Delta(q=0)=0$.

2) 若 $(w,b)\in A_3$,由 $w<k_\gamma(p-c)+c$ 及 $w-b\geqslant(1-k_\gamma)(c-s)$,可知 $\lim\limits_{q\to0}\Delta'(q)>0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\Delta'(q)<0$,且 $b<k_\gamma(p-s)+s$. $\lim\limits_{q\to0}\Delta'(q)>0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\Delta'(q)<0$,因此 $\Delta(q)$ 是先递增后递减,又因为 $\lim\limits_{q\to0}\Delta(q)=0$,有 $\lim\limits_{q\to\infty}\Delta(q)<0$. 因此存在唯一的 $q_f>0$,使得 $\Delta(q_f)=0$. 当 $q<q_f$ 时, $\Delta(q)>0$; 当 $q>q_f$ 时, $\Delta(q)<0$. 类似地,若 $(w,b)\in A_4$,存在唯一的 $q_f>0$ 使得利润分配实现公平. 另外,当 $q<q_f$ 时, $\Delta(q)<0$; 当 $q>q_f$ 时, $\Delta(q)>0$. □

命题1第1)条中的回购定价方式只对其中一方有利,在抬高(压低)批发价的同时压低(抬高)回购价,使供应商能够从售出商品中获得较多(较少)利润,承担较少(较多)的未售出商品的损失. 因此,最终的利润分配都会导致不利(有利)的不公平.

在区域 A_3 内,供应商单位售出商品的利润占单位总利润的比例小于零售商认为公平的比例 ($(w-c)/(p-c)<k_\gamma$). 对于未售出商品,零售商承担的损失占总损失的比例大于零售商认为公平的比例 ($(w-b)/(c-s)>k_\gamma$). 当订购量较小时,产品售罄的概率较大,供应商能够获得较低利润且零售商承担较少的损失,从而导致有利的不公平. 随着订购量的增加,产品出现剩余概率越来越大,导致零售商的损失越来越多,一旦订购量超过 q_f,利润的分配就会出现对零售商不利的不公平. 在区域 A_4 内,供应商的边际利润较高,且零售商从单位未售出商品中承担的损失较低,因此随着订购量的不断增加,零售商会先后遇到不利的不公平和有利的不公平.

3　回购合约下的零售商决策

本节考虑 (w,b) 不同取值范围的公平性情况,分析零售商的最优决策. 由式(3)可知,在 $\Delta(q)\leqslant0$ 的区域,零售商的效用函数为

$$\begin{aligned}u_r^-(q)=&\pi_r-\alpha(\gamma\pi_s-\pi_r)=\\&(1+\alpha)\pi_r-\alpha\gamma\pi_s,\end{aligned} \tag{5}$$

在 $\Delta(q)\geqslant0$ 的区域,零售商的效用函数为

$$\begin{aligned}u_r^+(q)=&\pi_r-\beta(\pi_r-\gamma\pi_s)=\\&(1-\beta)\pi_r+\beta\gamma\pi_s.\end{aligned} \tag{6}$$

为分析方便,令

$$q_d(w,b)\triangleq\bar{F}^{-1}\Big(\frac{w-b+(k_\alpha-1)(c-s)}{p-b+(k_\alpha-1)(p-s)}\Big), \tag{7}$$

$$q_a(w,b)\triangleq\bar{F}^{-1}\Big(\frac{w-b+(k_\beta-1)(c-s)}{p-b+(k_\beta-1)(p-s)}\Big). \tag{8}$$

引理1　若 $w\leqslant\dfrac{c-s}{p-s}p+\dfrac{p-c}{p-s}b$,则 $q_f>q_d\geqslant q_a$; 若 $w>\dfrac{c-s}{p-s}p+\dfrac{p-c}{p-s}b$,则 $q_d<q_a$.

注1　由 q_f、q_d、q_a 的表达式易证引理1成立.

定理1　当 $(w,b)\in A_1\bigcup A_2$ 时,零售商的最优订购量不会等于 q^0.

证明　若 $(w,b)\in A_1$,则由命题1可知 $\Delta(q)\leqslant0$,零售商效用函数由式(5)给出,求其关于 q 的一阶和二阶导数

$$\begin{aligned}\frac{\partial u_r^-(q)}{\partial q}=&(1+\alpha+\alpha\gamma)\{[k_\alpha(p-s)+s-b]\bar{F}(q)-\\&[w-b-(1-k_\alpha)(c-s)]\},\end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2u_r^-(q)}{\partial q^2}=-(1+\alpha+\alpha\gamma)[k_\alpha(p-s)+s-b]f(q).$$

若 $b\geqslant k_\alpha(p-s)+s$,则由 $w-b\geqslant(1-k_\gamma)(c-s)>(1-k_\alpha)(c-s)$ 可知, $\partial u_r^-(q)/\partial q<0$,零售商的最优订购量为0. 若 $b<k_\alpha(p-s)+s$,则 $\partial^2u_r^-(q)/\partial q^2<0$. 令 $\partial u_r^-(q)/\partial q=0$,得到零售商的最优订购量 $q^*=q_d(w,b)$,其中 $q_d(w,b)$ 由式(7)给出. 由于 $(p-c)(w-b)+(c-s)w>(p-c)(1-k_\gamma)(c-s)+(c-s)[k_\gamma(p-$

$c)+c]=(c-s)p$,有

$$\frac{w-b+(k_\alpha-1)(c-s)}{p-b+(k_\alpha-1)(p-s)}>\frac{c-s}{p-s},$$

于是$q_d(w,b)<q^0$,区域A_1中不存在使得供应链协调的回购合约.

当$(w,b)\in A_2$时,由命题1可知$\Delta(q)\geqslant 0$,零售商的效用函数由式(6)给出,求其关于q的一阶和二阶导数:

$$\frac{\partial u_r^+(q)}{\partial q}=[(1-\beta)(p-b)+\beta\gamma(b-s)]\bar{F}(q)-[(1-\beta-\beta\gamma)(w-b)+\beta\gamma(c-s)],$$

$$\frac{\partial^2 u_r^+(q)}{\partial q^2}=-[(1-\beta)(p-b)+\beta\gamma(b-s)]f(q)<0.$$

令$\partial u_r^+(q)/\partial q=0$,得到零售商的最优订购量$q^*=q_a(w,b)$,其中$q_a(w,b)$由式(8)给出. 类似于对区域$A_1$的分析,对于任意的$(w,b)\in A_2$,可以发现$q_a(w,b)>q^0$. □

在A_1区域,如果回购价格过高($b\geqslant k_\alpha(p-s)+s$),批发价也相应很高,利润更多地被供应商攫取,从而造成较高的不利不公平,零售商没有意愿订购. 区域A_1中对于回购价格相对较低的情形($b<k_\alpha(p-s)+s$),批发价仍然在高位,因供应商能够获取较多利润使得零售商处于不利不公平状态,从而其订购量q_d小于系统最优订购量q^0. 在A_2区域,批发价处于相对低位水平,从而使得零售商处于有利不公平地位,更愿意增加其订购量,使得其最优订购量q_a大于系统最优订购量q^0.

定理2 当$(w,b)\in A_3$时,如果$q_f\leqslant\{q_a,q_d\}$,则$q^*=q_d$;如果$q_f\geqslant\{q_a,q_d\}$,则$q^*=q_a$;如果$q_a\geqslant q_f\geqslant q_d$,则$q^*=q_f$.

证明 定理2中的结果可结合引理1及q_a、q_d和q_f的大小关系依次讨论得到. 需要注意的是,不会出现$q_a<q_f<q_d$的情况. □

根据定理2,如果$(w,b)\in A_3$满足$q_a\geqslant q_f\geqslant q_d$,则零售商的最优决策恰好为使利润分配实现公平的订购量q_f. 如果此条件不满足,则最优订购量或者为q_a或者为q_d. 当订购量为q_a时,出现零售商的有利不公平;当订购量为q_d时,出现对零售商不利的不公平.

定理3 当$(w,b)\in A_4$时,零售商的最优订购量为

$$q^*=\begin{cases}q_f,\ \{(w,b)|q_f>q_a\}\bigcap(A_4^1\bigcup A_4^2\bigcup A_4^3);\\ q_a,\ \{(w,b)|q_f\leqslant q_a\}\bigcap(A_4^1\bigcup A_4^2\bigcup A_4^3);\\ q_a \text{ or } q_d,\ \{(w,b)\in A_4^4\}.\end{cases}$$

其中$A_4^i(i=1,2,3,4)$的定义参见图1.

证明 1) 考虑$q\leqslant q_f$时的最优决策. 由命题1第2)条的证明可知,此时$\Delta(q)\leqslant 0$,因而零售商的效用函数由式(5)给出. 对于任意给定的b,$\partial^2u_r^-(q)/\partial q^2$的正负性既定,$\partial u_r^-(q)/\partial q$是单调的.

当$(w,b)\in A_4^1$时,由$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0$可知,对于任意的$q\leqslant q_f$,有$\partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0$,最优订购量为0. 当$(w,b)\in A_4^2$时,由$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$(不同时取等号)可知,对于任意的$q\leqslant q_f$,有$\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$,最优订购量为$q_f$.

当$(w,b)\in A_4^3$时,有$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q<0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q>0$,且$\partial^2u_r^-(q)/\partial q^2>0$. 令$q_g>0$为使$\pi_r(q)=0$的点,则$q_g$可由$(p-w)q_g-(p-b)\int_0^{q_g}F(x)\mathrm{d}x=0$唯一确定. 因此,只有当$0<q<q_g$时,$\pi_r(q)>0$. 若$w\geqslant\dfrac{c-s}{p-s}p+\dfrac{p-c}{p-s}b$,则$q_g\leqslant q_f$,由$u_r^-(q)=\pi_r(q_f)\leqslant 0$可知,对于所有的$q\leqslant q_f$, $u_r^-(q)\leqslant 0$,零售商的效用为负,不进行订货. 若$w<\dfrac{c-s}{p-s}p+\dfrac{p-c}{p-s}b$,则有$q_g>q_f$,在$q=q_f$时取得局部最优值$\pi_r(q_f)>0$.

当$(w,b)\in A_4^4$时,由$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q<0$,且$\partial^2u_r^-(q)/\partial q^2<0$,得到局部最优订货量$\min\{q_f,q_d\}$. 表2给出了$(w,b)$取值与零售商决策之间的关系.

表2 (w,b)取值与局部最优决策($q\leqslant q_f$)

(w,b)的取值	一、二阶导数值	局部最优决策
A_4^1	$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0, \partial u_r^-(q)/\partial q\leqslant 0$	0
A_4^2	$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0, \partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$	q_f
A_4^3	$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q<0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q>0, \partial^2u_r^-(q)/\partial q^2>0$	0或q_f
A_4^4	$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^-(q)/\partial q\geqslant 0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^-(q)/\partial q<0, \partial^2u_r^-(q)/\partial q^2<0$	$\min\{q_f,q_d\}$

2) 当$q\geqslant q_f$时,$\Delta(q)\geqslant 0$,零售商效用函数为式(6),且$\partial^2u_r^+(q)/\partial q^2<0$. 因为$0<\beta<1/(1+\gamma)$,即$\beta+\beta\gamma-1<0$,从而$\lim\limits_{q\to 0}\partial u_r^+(q)/\partial q>0$, $\lim\limits_{q\to\infty}\partial u_r^+(q)/\partial q<0$. 因此,在$q\geqslant q_f$范围内的局部

最优解为$\max\{q_f, q_a\}$.

综合1)和2), 如果$(w,b) \in A_4^1 \bigcup A_4^2 \bigcup A_4^3$, 且$q_f > q_a$, 则$q^* = q_f$; 如果$(w,b) \in A_4^1 \bigcup A_4^2 \bigcup A_4^3$, 且$q_f \leqslant q_a$, 则$q^* = q_a$. 由引理1, 在$A_4^4$区域, 不可能出现$q_d > q_f > q_a$, 因此$(w,b) \in A_4^4$时, $q^* = q_a$或$q^* = q_d$. □

对于$(w,b) \in A_4^1 \bigcup A_4^2 \bigcup A_4^3$, 当$q < q_f$时, 尽管并不能确定订购量的增加对零售商效用的影响, 但当$q = q_f$时, 利润分配是公平的. 较高的回购价格使更多的利润向零售商转移, 因此公平状态下零售商的效用要大于不利的不公平. 当$q > q_f$时, 出现有利的不公平: 如果$q_f > q_a$, 订购量的增加会导致零售商效用的下降, 原因不仅在于不公平对效用的负向作用更为显著, 还可能是利润下降导致效用降低, 因此零售商的最优决策是q_f; 如果$q_f \leqslant q_a$, 则订购量的增加会使双方利润增加, 并且零售商利润增加对效用的正向作用要大于不公平对效用的负向作用, 直到订购量增加到q_a.

4　回购合约下的供应链协调

当供应商与零售商均为公平中性时, 已有文献表明(例如文献[20]), 满足条件$w = b+(c-s)(p-b)/(p-s) = p(c-s)/(p-s)+b(p-c)/(p-s)$且$s<b<p$的回购合约能够协调供应链. 在零售商不公平厌恶环境下, 如果零售商的最优订购量等于系统最优的订购量, 则称供应链达到协调. 根据命题1, 在$A_1 \bigcup A_2$范围内, 不存在(w,b)使得$q_d = q^0$或$q_a = q^0$. 根据定理2和定理3, 在A_3和A_4范围内, 零售商的最优决策可能为q_a、q_d或q_f, 如果存在(w,b)使$q^* = q_a = q^0$或$q^* = q_d = q^0$, 则该回购合约能够达到供应链协调. 下面的命题说明在回购价格b不太大时, 这样的回购合约是存在的.

命题2　在零售商温和不公平厌恶情况下, 满足如下条件的回购合约可以协调供应链:

$$\left\{(w,b) \middle| \, w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b, \right.$$
$$\left. s < b < k_\alpha(p-s)+s \right\}.$$

证明　根据引理1及定理2, 在A_3区域中$w \leqslant \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$部分内, q_a和q_f分别为$q < q_f$和$q \geqslant q_f$的局部最优解, 所以$q^* = q_a$; 当$w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$时, $q_a = q^0$.

在A_4^1区域, 除了点P_α外, 可以知道$w > \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$; 类似地, 在$A_4^2$区域, 有$w < \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$. 这说明协调规则$w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$在区域$A_4^1 \bigcup A_4^2$不适用.

在A_4^3区域, 若$w \leqslant \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$, 由命题3的证明可知, 零售商不订货; 尽管在$w > \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$的区域, 零售商的最优解为$q_a$, 但直线$w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$与之不相交.

在A_4^4区域, 由定理3可知最优解为q_a或q_d. 事实上, 当$w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$时, $q_d = q_a = q^0$即为零售商的最优决策, 所以供应链此时达到协调. 可以验证, 当$w = \frac{c-s}{p-s}p + \frac{p-c}{p-s}b$时, $q_f > q^0$. 注意到当$(w,b) = k_\gamma(p-c)+c, k_\gamma(p-s)+s$时, 供应链能够达到协调, 因此命题得证. □

相比公平中性的零售商, 当零售商公平关切时, 只要回购价格不太高, 原来协调供应链的回购合约定价规则仍然能够达到供应链协调. 随着回购价格的增加, 利润分配先后出现有利的不公平$(b < k_\gamma(p-s)+s)$、公平$(b = k_\gamma(p-s)+s)$和不利的不公平$(k_\gamma(p-s)+s < b < k_\alpha(p-s)+s)$三种情况, 零售商的效用在不断下降. 在供应链协调情况下, 利润分配的公平状况由批发价格(及回购价格)决定, 较高的批发价格决定了利润分配的不利不公平, 虽然较高的回购价格能够通过回购转移更多的利润到零售商, 但这只能缓解不利不公平的程度, 而不能扭转不利不公平的状况.

相比公平中性的零售商, 当零售商公平关切时, 协调供应链的回购合约的可选择范围变小(如图2中粗实线所示). 随着零售商不利不公平厌恶程度的增加, 这一范围会进一步缩小($\partial k_\alpha/\partial\alpha < 0$, 协调供应链的$b$的取值范围变小). β和γ对协调供应链的b的取值范围没有影响, 因为对于$\beta < 1/(1+\gamma)$, 当w(以及b)定价较低时, 有利不公平对零售商的效用影响有限.

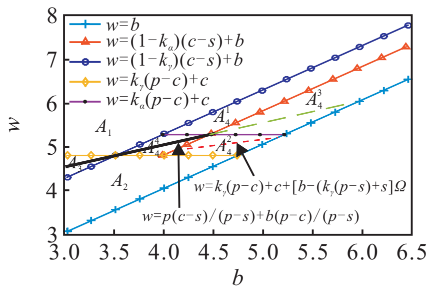

图 2　**所有能够达到供应链协调的(w,b)值**

命题2说明, 即使零售商存在公平偏好, 传统的回购合约协调规则在一定的范围内依然适用. 当b超出此范围时, 相比利润对效用的影响, 不利不公平对

效用的负面作用更加明显,传统回购定价方法不再适用. 定理2和定理3说明,在某些回购合约下,零售商的最优订购量为q_f,且此时不存在利润分配的不公平. 如果存在某回购合约使得$q^*=q_f$,则供应链系统在达到协调的同时,还能保证利润分配的公平性,这无疑会受到零售商的欢迎. 如下命题给出一种协调供应链的回购合约,称之为非传统回购合约.

命题3 在零售商温和不公平厌恶情况下,满足如下条件的回购合约可以达到供应链协调,并实现利润的公平分配:

$$(w,b)\in\{(w,b)|w=k_\gamma(p-c)+c+[b-(k_\gamma(p-s)+s)]\Omega,\ \underline{B}<b<\bar{B}\}.$$

其中

$$\Omega=\int_0^{q^0}F(x)\mathrm{d}x/q^0,$$
$$\bar{B}=\{k_\gamma(p-c)+c-[k_\gamma(p-s)+s]\Omega\}/(1-\Omega),$$
$$\underline{B}=\{k_\gamma(p-c)+c-(1-k_\alpha)(c-s)-[k_\gamma(p-s)+s]\Omega\}/(1-\Omega).$$

证明 令

$$A_5=A_4^2\bigcup\{(w,b)|k_\alpha(p-c)+c<w<b+(p-c)(p-b)/(p-s)\}.\tag{9}$$

在A_5区域,由引理1可知$q_f>q_a$,零售商的最优订购量为

$$q_f=\frac{2n[p-w-(1-k_\gamma)(p-c)]}{p-b-(1-k_\gamma)(p-s)}.$$

令$q_f=q^0$,由式(4)得到w关于b的直线l为

$$w=k_\gamma(p-c)+c+[b-(k_\gamma(p-s)+s)]\Omega.$$

注意到,$\int_0^{q^0}F(x)\mathrm{d}x<q^0F(q^0)$,直线$l$恰好经过点$(w,b)=(k_\gamma(p-c)+c,k_\gamma(p-s)+s)$,且其斜率小于$F(q^0)=(p-c)/(p-s)$. 这说明,当$b>k_\gamma(p-s)+s$时,$l$在直线$w=\dfrac{c-s}{p-s}p+\dfrac{p-c}{p-s}b$的下方,其与$A_4\backslash A_5$没有交集. 因此,在除了$A_5$以外的区域上,该定价规则不可能达到供应链协调. 此外,直线l交直线$w=(1-k_\alpha)(c-s)+b$于$b=\underline{B}$,直线l交直线$w=b$于$b=\overline{B}$. 协调供应链的b的取值范围的距离为$\overline{B}-\underline{B}=(1-k_\alpha)(c-s)/(1-\Omega)$. □

命题3说明,存在一种不同于传统的回购合约定价方式,使得供应链达到协调,并保证利润分配始终是公平的:零售商的效用只与其自身的利润有关. 这种新的回购合约定价方式与零售商对不公平的厌恶程度α和$\beta(<\min\{\alpha,1/(1+\gamma)\})$的具体取值无关,但与$\gamma$的值密切相关,并且也与需求分布是相关的. 按照命题3中的定价方式,能够协调供应链的回购价格的取值范围相对较小. 可以验证,下界$\underline{B}<k_\alpha(p-s)+s$,这说明存在共同的回购价格区域,采用这两种回购合约定价机制均能够达到供应链协调(参见图2).

非传统回购定价方式下,协调供应链的回购价格的上界$\overline{B}$只受γ的影响,它随着γ的增加而减小;下界$\underline{B}$同时受α和γ的影响,它随着γ和α的增加而减小. 上界和下界之差$\overline{B}-\underline{B}=(1-k_\alpha)(c-s)/(1-\Omega)$关于$\alpha$单调递增,因而随着零售商对不利不公平厌恶程度的增加,采用传统回购定价机制协调供应链的范围变窄(命题2中b的取值上界减小),而采用新的协调定价机制的范围扩大. 此外,β对定价区间不产生影响,因为在A_5区域上,有利不公平不可能发生.

5 数值分析

本节用数值算例进一步说明如何采用非传统回购合约定价机制来达到供应链协调. 由命题2可知,当$s<b<k_\alpha(p-s)+s$时,采用传统的回购合约定价可以达到供应链协调. 此时,零售商期望利润的取值范围为$((1-k_\alpha)\pi^*_{sc},\pi^*_{sc})$. 现在通过两个例子说明由命题3给出的非传统回购合约定价机制.

例1 假设$X\sim U(0,n)$,则由式(4)可以得到

$$q_f=\frac{2n[p-w-(1-k_\gamma)(p-c)]}{p-b-(1-k_\gamma)(p-s)}.$$

由$q_f=q^0$可知,满足如下条件的回购合约可以实现供应链协调:

$$(w,b)\in\{(w,b)|w=(1-\sigma)p-(1-k_\gamma)(p-c)/2+\sigma b,\ k_\gamma(p-s)+s+(k_\alpha-k_\gamma)(c-s)/(1-\sigma)<b<p-(1-k_\gamma)(p-c)/[2(1-\sigma)]\},$$

其中$\sigma=(p-c)/[2(p-s)]$. 此时b的取值范围的距离为$\overline{B}-\underline{B}=(1-k_\alpha)(c-s)/(1-\sigma)$.

当$\alpha(1+\gamma)>(p-c)/[2(c-s)]$时,$p>\overline{B}>k_\alpha(p-s)+s$,在$b\in[\underline{B},k_\alpha(p-s)+s]$上,两种回购协调定价规则都能够协调供应链. 并且,非传统回购合约定价规则中w关于b的斜率是传统回购合约定价规则中相应斜率的1/2. 在新回购合约协调机制下,零售商的期望利润为

$$\begin{aligned}&\pi_r(q^0)=\\&(p-b)S(q^0)-(w-b)q^0=\\&(p-b)[S(q^0)-(1-\sigma)q^0]+(1-k_\gamma)(p-c)q^0/2=\\&(1-k_\gamma)(p-c)q^0/2=(1-k_\gamma)\pi^*_{sc},\end{aligned}$$

供应商的期望利润为$\pi_s=k_\gamma\pi^*_{sc}$,且$\pi_r(q^0)=\gamma\pi_s$,即

利润总是公平分配的.

例2 假定需求服从参数$\lambda = 0.01$的指数分布, $s = 1, c = 3.5, p = 6$. 由命题2可知,在$1 < b < 5k_\alpha(p - s) + 1$时,采用传统的回购合约定价$w = 0.5b + 3$可以达到供应链协调. 现在考虑非传统回购合约定价机制. 对于任意$(w, b) \in A_5$,零售商的最优决策$q_f(> q_a)$满足

$$(3.5 + 2.5k_\gamma - w)q_f - \{6 - b - 5(1- k_\gamma)\}\{q_f + 100(\mathrm{e}^{-0.01q_f} - 1)\} = 0.$$

供应链系统最优的订货量为$q^0 = 69$,令$q_f = q^0$,得到使供应链协调的(w, b)(当$w \in A_5$时,上式关于q_f的非零解存在且唯一)为

$$(w, b) \in \{(w, b)|19b - 69w + 78k_\gamma + 223 = 0, \underline{B} \leqslant b \leqslant \overline{B}\}.$$

其中:$\overline{B} = 4.5 + 1.5k_\gamma, \underline{B} = 1 + 1.5k_\gamma + 3.5k_\alpha$. 在传统回购合约协调定价规则下,当$k_\gamma(p - s) + s < b < k_\alpha(p - s) + s$时,零售商会因为协调带来的高利润而承受不利的不公平,且随着b(及w)值的提高,利润分配的不利不公平程度加重,不公平对效用的负向作用超过了利润带来的正向作用. 当b增加到一定程度,可考虑采用新的回购定价机制来达到供应链协调. 值得注意的是,在区间$[1 + 1.5k_\gamma + 3.5k_\alpha, 1 + 5k_\alpha]$内,两种回购定价机制都可以达到供应链的协调.

当$\gamma = 1$时,新的回购合约协调定价规则为$w = 0.275b + 3.8$. 令$\alpha = 0.8$,图2给出了所有能够使供应链达到协调的(w, b)取值,其中粗实线表示传统回购定价方式,短虚线表示非传统回购定价方式. 从图2可以看出,两种回购定价协调机制有着本质的不同.

6 结 论

对于温和不公平厌恶的零售商,由于其对有利的不公平厌恶程度较弱,批发价合约不再具有协调作用. 本文研究了当零售商温和不公平厌恶时,在回购合约下零售商的决策行为,以及如何采用回购合约来达到渠道协调. 研究发现,采用回购合约依然能使供应链系统达到协调. 存在两种类型的回购定价规则:第一种协调回购合约适用于批发价格(回购价格)相对较低的情形,此时的定价规则与零售商公平中性时是相同的,但是可行的回购价格区间随着零售商对不利不公平厌恶程度以及公平的利润分配的提高而缩小. 随着批发价格(回购价格)的不断提高,利润分配先后经历有利不公平、公平与不利不公平3种情况. 第二种协调回购合约适用于批发价格(回购价格)相对较高的情形,并且此时的利润分配始终是公平的,具体的回购定价规则与特定的需求形式及零售商公平的利润分配比例相关. 对需求为均匀分布与指数分布的情形,给出了具体的非传统协调回购合约的表示形式. 此时可行的回购价格区间会随着零售商不利不公平厌恶程度以及公平的利润分配比例的提高而扩大.

本文考虑的是零售商温和不公平厌恶时回购合约下的零售商决策及供应链协调,在未来的研究中可以同时考虑零售商不公平厌恶以及其他风险因素(如风险规避、损失规避、过度自信等)时的供应链协调问题. 此外,本文假设零售商不公平厌恶的信息是公开信息,在供应商对零售商不公平厌恶的信息并不充分了解的情况下,如何设计供应链协调合约也值得深入探讨.

参考文献(References)

[1] Kahneman D, Knetsch J L, Thaler R. Fairness as a constraint on profit seeking: Entitlements in the market[J]. The American Economic Review, 1986, 76(4): 728-741.

[2] Fehr E, Schmidt K M. A theory of fairness, competition, and cooperation[J]. Quarterly Journal of Economics, 1999, 114(3): 817-868.

[3] Moore G. The fair trade movement: Parameters, issues and future research[J]. Journal of Business Ethics, 2004, 53(1): 73-86.

[4] Chen J, Zhao X, Shen Z J. Risk mitigation benefit from backup suppliers in the presence of the horizontal fairness concern[J]. Decision Sciences, 2015, 46(4): 663-696.

[5] Liu Y, Huang Y, Luo Y, et al. How does justice matter in achieving buyer-supplier relationship performance?[J]. Journal of Operations Management, 2012, 30(5): 355-367.

[6] Katok E, Olsen T, Pavlov V. Wholesale pricing under mild and privately known concerns for fairness[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(2): 285-302.

[7] Kumar N, Steenkamp J E M. The effects of supplier fairness on vulnerable resellers[J]. Journal of Marketing Research, 1995, 32(1): 54-65.

[8] Katok E, Pavlov V. Fairness in supply chain contracts: A laboratory study[J]. Journal of Operations Management, 2013, 31(3): 129-137.

[9] Cui H, Raju J S, Zhang Z J. Fairness and channel coordination[J]. Management Science, 2007, 53(8): 1303-1314.

[10] 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.

[11] 马利军, 曾清华, 邵新建. 幂函数需求模式下具有公平偏好的供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(12): 3009-3019.
(Ma L J, Zeng Q H, Shao X J. Channel coordination with fairness concerns under power-form demand[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2013, 33(12): 3009-3019.)

[12] Ho T H, Su X, Wu Y. Distributional and peer-induced fairness in supply chain contract design[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(2): 161-175.

[13] Wei G, Lin Q. Buyback contract under fairness preference coordinating dual-channel supply chain[J]. Journal of Information & Computational Science, 2013, 10(16): 5283-5292.

[14] 杜少甫, 杜婵, 梁樑, 等. 考虑公平关切的供应链契约与协调[J]. 管理科学学报, 2010, 13(11): 41-48.
(Du S F, Du C, Liang L, et al. Supply chain coordination considering fairness concerns[J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(11): 41-48.)

[15] 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 G B, He S H, Luo Y, et al. Supply chain coordination with sales-rebate contract under fairness preferences[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2013, 33(10): 2505-2512.)

[16] Scheer L K, Kumar N, Steenkamp J B E M. Reactions to perceived inequity in US and Dutch interorganizational relationships[J]. Academy of Management Journal, 2003, 46(3): 303-316.

[17] 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]. 系统工程理论实践, 2013, 33(1): 134-140.
(Bi G B, Qu A M, Liang L. Supply chain coordination with wholesale price contract incorporating inequity aversion[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2013, 33(1): 134-140.)

[18] 李建斌, 刘凤, 雷东. 基于公平参数的供应链柔性合同优化策略[J]. 系统工程理论与实践, 2013, 33(7): 1791-1800.
(Li J B, Liu F, Lei D. Optimal strategy of supply chain with flexible contract and fairness[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2013, 33(7): 1791-1800.)

[19] Wu X, Niederhoff J A. Fairness in selling to the newsvendor[J]. Production and Operations Management, 2014, 23(11): 2002-2022.

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

[21] Cachon G. Supply chain coordination with contracts[C]. Handbooks in Operations Research and Management Science. The Netherlands: Elsevier, 2003: 229-339.

[22] 闻卉, 曹晓刚, 黎继子. 基于CVaR的供应链回购策略优化与协调研究[J]. 系统工程学报, 2013, 28(2): 211-217.
(Wen H, Cao X G, Li J Z. Research on buy-back policy optimization and coordination of closed-loop supply chain based on CVaR[J]. Journal of Systems Engineering, 2013, 28(2): 211-217.)

[23] 范波, 孟卫东, 代建生. 双边道德风险下基于CVaR的回购合同协调模型[J]. 系统工程学报, 2016, 31(1): 78-87.
(Fan B, Meng W D, Dai J S. Buy-back contracts coordination in supply chains with bilateral moral hazard based on CVaR[J]. J of Systems Engineering, 2016, 31(1): 78-87.)

[24] 代建生, 孟卫东. 销售努力和风险厌恶下供应链的回购契约[J]. 系统工程学报, 2015, 30(4): 519-529.
(Dai J S, Meng W D. Buy-back contracts of a supply chain with a risk-averse retailer exerting sales effort[J]. J of Systems Engineering, 2015, 30(4): 519-529.)

[25] De Bruyn A, Bolton G E. Estimating the influence of fairness on bargaining behavior[J]. Management Science, 2008, 54(10): 1774-1791.

作者简介

许明辉(1976−), 男, 教授, 博士, 从事供应链与运营管理的研究, E-mail: mhxu@whu.edu.cn;

杨东升(1989−), 男, 博士生, 从事供应链与运营管理的研究, E-mail: dsyang1989@sina.com;

胡兵(1988−), 男, 硕士生, 从事供应链与运营管理的研究, E-mail: 525925438@qq.com;

冯华(1978−), 女, 副教授, 博士, 从事服务管理的研究, E-mail: fenghua@whu.edu.cn.

(责任编辑: 齐 霁)