

# 库存积压风险对回购激励的影响及其对策

张建军<sup>1</sup>, 赵 晋<sup>1</sup>, 张世翔<sup>2,3</sup>

(1. 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092; 2. 上海电力学院 经济与管理学院, 上海 200090; 3. 复旦大学 管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 针对决策过程中决策者在考察期望收益的同时通常也会考虑获得该期望收益的不确定性这一实际情况, 基于“效用”的角度考虑了供应链回购激励机制的目标函数, 提出用库存积压风险规避因子来描述决策者的风险偏好, 建立了相应的基于 Stackelberg 主从博弈的回购激励模型, 并通过对比风险中性情形的决策过程得出了关于零售商库存积压风险规避态度影响的定量结论: 对于库存积压风险规避的零售商, 供应商将需要给出更大的激励力度, 即零售商将得到风险溢价。设计了基于批发价的目标回购激励机制作为应对策略, 并证明了其有效性。

**关键词:** 供应链; 回购契约; 效用; 风险偏好; 目标回购

**中图分类号:** F 274

**文献标识码:** A

## Influence and Countermeasure of Overstock Risk on Buy-back Contract

ZHANG Jianjun<sup>1</sup>, ZHAO Jin<sup>1</sup>, ZHANG Shixiang<sup>2,3</sup>

(1. College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China; 2. School of Economics and Management, Shanghai University of Electric Power, Shanghai 200090, China; 3. School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** In view of the fact that the decision makers in deciding process tend to consider the uncertainty of yielding their expected profits in addition to an investigation of the expected profits, the objective function in buy-back contract is taken into account for the purpose of “utility”, an overstock-risk-averse factor is proposed to describe the decision activity of a risk-averse retailer, and then a buy-back incentive model is constructed correspondingly on the basis of Stackelberg Game. By comparing with the buy-back model containing a risk-neutral retailer, some quantificational conclusions about the effect of decision-makers’ overstock-risk-averse tendency are drawn: as for an overstock-risk-averse retailer, the supplier should adopt an incentive strategy, which means the retailer may get a premium. A target-

buy-back incentive strategy on the basis of wholesale price is designed to give a countermeasure to eliminate the effect of the retailer’s overstock-risk-averse preference, whose effectiveness is also proved.

**Key words:** supply chain; buy-back contract; utility; risk preference; target-buy-back

在供应链中各成员基于自身利益最大化角度进行个体决策的供应链分散决策模式通常会导致供应链整体的收益无法达到 Pareto 最优, 也即供应链失调。人们对在分散决策模式下实现供应链协调的问题进行了大量研究, 回购契约就是一种很有实践价值的协调机制。

所谓回购契约, 即供应商通过以契约形式向零售商允诺以某个回购价格将其在销售期末的积压产品全部或部分购回。Pasternack<sup>[1]</sup> 基于单周期 Newsvendor 模型确定了最优定价和返还策略。Padmanabhan 和 Png<sup>[2]</sup> 以及 Wang<sup>[3]</sup> 就多零售商情形下回购策略与竞争之间的关联进行了讨论。Taylor<sup>[4-5]</sup> 研究了渠道折扣(channel rebates)与回购策略对零售商销售努力和供应链协调的影响。Yao、Leung 和 Lai<sup>[6]</sup> 将标准 Newsvendor 问题背景推广到了随机的、需求价格敏感的情形, 研究了敏感系数对回购策略协调效益的影响。张建军、霍佳震和赵晋<sup>[7]</sup> 从非合作博弈的角度分析了回购契约的激励机理。王晶、于开宇和赵俊<sup>[8]</sup> 则在给出零售价和市场需求量具体函数关系之后针对图书业进行了具体研究。

总的来说, 相关的研究主要集中在决策者为风险中性的情形等。近年来, 也有很多学者在纳入对决策者的风险偏好的基础上对相关问题进行了分析。Tsay<sup>[9]</sup> 研究了在风险敏感的条件下如何实施返还策

收稿日期: 2009-05-18

基金项目: 国家自然科学基金(70832005); 教育部高等学校博士学科点专项基金(20090072120062); 教育部人文社会科学基金(10yjc630382); 同济大学青年优秀人才培养行动计划(2009KJ057)

第一作者: 张建军(1978—), 男, 讲师, 管理学博士, 主要研究方向为物流与供应链管理。E-mail: zhangjianjun@tongji.edu.cn

略和选择合作伙伴的问题. Gan, Sethi 和 Yan<sup>[10-11]</sup>明确提出了具有下行(downside)风险厌恶决策者的供应链协调定义并针对制造商风险中性-零售商风险厌恶、双方均风险厌恶、双方均风险中性等三种情形的结果进行了对比分析. Choi, Duan 和 Yan 等<sup>[12-13]</sup>就批发价合同和回购合同研究了具有 mean-variance 目标的决策者的行为. Charles 和 Scott<sup>[14]</sup>分析了零售商具有损失厌恶(loss-averse)态度的 M-R (制造商-零售商)两级供应链,并研究了“损益共享”作为协调手段的作用. 叶飞和李怡娜<sup>[15]</sup>采用 mean-variance 方法建立了由单个风险中性的供应商与单个具有风险规避特性的零售商组成的两级供应链的回购契约和收益共享契约.

现有研究的主要区别在于对风险偏好的不同定义方式与各决策者风险偏好的组合方式,同时一个重要不足之处在于缺乏在决策者具有风险偏好的背景下关于如何实现供应链 Pareto 最优协调的对策的研究. 本文将纳入库存积压风险这一更符合实际情况的新的决策者偏好指标,从期望效用最大化的角度出发,分析零售商对库存积压风险的规避态度对于回购策略的激励过程的影响,并设计相应的对策.

## 1 问题描述与假设

### 1.1 收益、风险与效用

由于商业活动中存在着许多的不确定因素,如市场需求量、订货提前期等,导致参与者的获利值通常呈现出很大的随机性,因此,在衡量交易是否值得参与时,人们将会权衡获得该收益的“不确定性”的大小. 换句话说,决策目标函数通常不是期望收益,而是体现了其风险偏好的“期望效用”. 效用,指一定货币收入给人们带来的满足程度<sup>[16]</sup>. 本文把效用理解为同一决策问题中各备选方案条件结果对决策者产生的主观和客观的综合作用或价值. 风险,指决策问题中面临的不确定性<sup>[17]</sup>,通常可以用期望收益的方差来衡量. 关于效用函数的选取,Markowitz 均值-方差模型给出了很好的参考,比如设期望效用为期望收益及其方差的线性函数,或变异系数(收益期望值及其标准差之比)的线性函数等等.

然而,注意到采用随机收益的方差来反映风险时,对实际收益小于或大于期望收益均认为是风险,而在实际问题中,市场需求量高于采购量的情形并不产生“人们关心的”效用意义上的风险,即对积压库存(出现于需求量低于采购量)的排斥能更准确的

反映实际情况. 鉴于以上考虑,提出用库存积压风险规避因子来讨论这一问题.

### 1.2 库存积压风险规避因子 $\mu$

考虑单产品一次订购的两阶段供应链,零售商在销售季节开始之前向供应商以批发价订货,期末积压产品由供应商以回购价收回. 供应商为风险中性,其决策函数为期望收益最大化. 风险规避的零售商则主要关注库存积压风险,即期末库存积压将导致的潜在损失  $(c - b)(Q - D)$  ( $D < Q$ ),其中  $c$  为批发价,  $b$  为回购价,  $Q$  为零售商采购量,  $D$  为顾客需求. 该潜在损失的期望值为  $(c - b) \int_0^Q F(x) dx$ ,其中  $F(x)$  为随机需求  $D$  的分布,由此,设库存积压造成的损失期望效用的确定性等价  $(1 + \mu) \cdot (c - b) \int_0^Q F(x) dx$ ,其中正常数  $\mu$  在本文中特定义为零售商的库存积压风险规避因子,  $\mu$  越大,说明零售商对库存积压越敏感,排斥性也越强.

## 2 包含风险偏好的回购决策模型

### 2.1 风险中性情形

此时决策双方均为风险中性,即以期望收益最大化为决策目标. 此处仅作简单介绍<sup>[11]</sup>.

供应商提出回购激励价格组合  $(c, b)$ , 零售商为获得自身最大化期望收益  $E(\Pi_R^{(b)}) = E\left(\begin{matrix} Q(p - c) & D \geq Q \\ Q(p - c) - (p - b)(Q - D) & D < Q \end{matrix}\right) = Q(p - c) - (p - b) \int_0^Q F(x) dx$ , 而给出其最优订购量  $Q_R^{(b)*} = \arg\left(\frac{dE(\Pi_R^{(b)})}{dQ} = 0\right) = F^{-1}\left(\frac{p - c}{p - b}\right)$ , 其中  $\Pi_R^{(b)}$  为零售商在回购模式下的收益,  $p$  为零售价. 类似地可得供应链整体的期望收益  $E(\Pi_{sc}(Q)) = Q(p - v) - (p - s) \int_0^Q F(x) dx$ , 供应链最优供货批量  $Q_{sc}^* = F^{-1}\left(\frac{p - v}{p - s}\right)$ , 其中  $v$  为产品边际成本,  $s$  为季末积压产品的残余价值. 供应商的激励方向就是寻找合适的  $(c, b)$  以使得零售商的采购量  $Q_R^{(b)*}$  等于供应链最优批量  $Q_{sc}^*$ , 同时实现自身收益的最大化, 即  $F^{-1}\left(\frac{p - v}{p - s}\right) = F^{-1}\left(\frac{p - c}{p - b}\right) \Rightarrow \frac{p - v}{p - s} = \frac{p - c}{p - b} \Rightarrow b = \frac{p(c - v) + s(p - c)}{p - v}$ .

该回购激励价格组合可以在得到供应链 Pareto 最优期望收益  $E(\Pi_{SC}^*)$  的基础上实现其在供应链双方(供应商与零售商)之间的分配比例  $(c-v)/(p-c)$ , 而随着批发价格  $c$  (和回购价格  $b$ ) 的不同取值, 该分配比例可以被任意调节. 特别地, 如果零售商具有保留效用  $\bar{U}_R$ , 则供应商可以通过取批发价格  $c$  满足  $\bar{U}_R = E(\Pi_R^{(b)*}) = \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^*)$  来使零售商仅取得其保留效用从而实现自身与供应链的最大期望收益.

## 2.2 库存积压风险规避情形

此时假设零售商是库存积压风险规避者, 具有 1.2 节中所示的库存积压风险规避因子  $\mu$ , 则此时零售商的效用函数为

$$U_R^{(b,\mu)} = \begin{cases} Q(p-c) & D \geq Q \\ Q(p-c) - (p-b)(Q-D) - \mu(c-b)(Q-D) & D < Q \end{cases}$$

因  $E(U_R^{(b,\mu)}) = E(\Pi_R^{(b)}) - \mu(c-b) \int_0^Q F(x)dx$ , 即其中表现出的风险成本  $R$  为

$$R = \mu(c-b) \int_0^Q F(x)dx$$

因此有以下定理:

**定理 1** 对于具有库存积压风险规避因子  $\mu$  的零售商:

(1) 供应商提供的最优回购激励合同形式改变为

$$\left\{ (c, b) \left| b = \frac{\mu c}{1+\mu} + \frac{(c-v)p + (p-c)s}{(1+\mu)(p-v)}, \right. \right. \\ \left. \left. s < v \leq c \leq p \right\}$$

(2) 较之于同一批发价格  $c$  下的风险中性偏好零售商, 供应商将需要向库存积压风险规避的零售商支付额外的风险溢金.

$$R^* = \frac{\mu(c-b)}{p-s} \left( (p-v) F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - E(\Pi_{SC}^{(c)*}) \right)$$

(3) 供应链最优总利润的分配方式仍然由批发价格  $c$  和回购价格  $b$  决定, 但比例改变为

$$\left( \frac{c-v}{p-v} E(\Pi_{SC}^{(c)*}) - R^* \right) / \left( \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^{(c)*}) + R^* \right)$$

(4) 相同批发价格下, 对于库存积压风险规避型零售商, 供应商需要付出更大的激励力度  $b$ .

**证明** 由  $E(U_R^{(b,\mu)}) = E(\Pi_R^{(b)}) - R$ , 零售商最优采购批量  $Q_R^{(b,\mu)*} = F^{-1} \left( \frac{p-c}{(p-b) + \mu(c-b)} \right)$ ,

代入得到其相应的最大期望效用  $E(U_R^{(b,\mu)*}) = E(U_R^{(b,\mu)}(Q_R^{(b,\mu)*}))$  和期望收益  $E(\Pi_R^{(b,\mu)*}) = E(U_R^{(b,\mu)*}) + R^*$ .

从而类似于 2.1 节, 供应商给出回购激励价格组合

$\left\{ (c, b) \left| \frac{p-c}{(p-b) + \mu(c-b)} = \frac{p-v}{p-s} \right. \right\}$  时可使零售商采购量  $Q_R^{(b,\mu)*} = F^{-1} \left( \frac{p-c}{(p-b) + \mu(c-b)} \right)$  等于供应链整体最优采购量  $Q_{SC}^* = F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right)$ , 并确保供应

链总体收益  $E(\Pi_{SC}^{(b)}) = Q(p-v) - (p-s) \int_0^Q F(x)dx$  达到 Pareto 最优值  $E(\Pi_{SC}^*)$ . 即(1)得证.

此时零售商得到的相应的最大期望效用为

$$E(U_R^{(b,\mu)*}) = \frac{(p-b) + \mu(c-b)}{p-s} E(\Pi_{SC}^*) = \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^*)$$

同时, 由  $E(\Pi_{SC}^*) = Q^{(b,\mu)*}(p-v) - (p-s) \int_0^{Q^{(b,\mu)*}} F(x)dx$  可知, 此时零售商相应的风险成本为  $R^* = \mu(c-b) \int_0^{Q^{(b,\mu)*}} F(x)dx = \mu(c-b) \left( \frac{p-v}{p-s} F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - \frac{E(\Pi_{SC}^*)}{p-s} \right)$ . 即(2)得证.

又注意到在此回购激励  $(c, b)$  下, 在激励方(供应商)看来零售商得到的平均实际货币收入不是期望效用  $E(U_R^{(b,\mu)*}) = \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^*)$ , 而是期望收益:

$$E(\Pi_R^{(b,\mu)*}) = E(U_R^{(b,\mu)*}) + R^* = \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^*) +$$

$$\mu(c-b) \left( \frac{p-v}{p-s} F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - \frac{E(\Pi_{SC}^*)}{p-s} \right)$$

比较  $E(\Pi_R^{(b,\mu)*})$  与 2.1 节中零售商的最大期望收益  $E(\Pi_R^{(b)*}) = \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{SC}^*)$ , 可知当批发价格  $c$  相同时, 对于库存积压风险规避的零售商, 供应商需要承担风险成本  $R^* = \frac{\mu(c-b)}{p-s} \left( (p-v) F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - E(\Pi_{SC}^{(c)*}) \right)$  才能达到相同的激励效果. 至此(3)得证.

(4) 是显然的: 在相同的批发价格  $c$  下对库存积压风险规避型零售商的回购价格  $b$  恒大于风险中性零售商, 即:  $\left( \frac{\mu c}{1+\mu} + \frac{(c-v)p + (p-c)s}{(1+\mu)(p-v)} \right) -$

$$\left( \frac{p(c-v) + (p-c)s}{p-v} \right) = \frac{\mu(p-c)}{1+\mu} \frac{v-s}{p-v} > 0$$

以上结论还说明了一个问题:风险成本的大小将影响到供应商的收益,即太过害怕风险的零售商不利于合作关系的形成与稳固.

在定理 1 的基础上,还有以下有违直觉的结论:

**定理 2** 在完全信息的情形下,主导型的供应商仍然可以通过提供适当的回购激励价格组合  $(c, b)$  使库存积压风险规避型的零售商与风险中性的零售商一样仅取得其保留效用.

**证明** 有了定理 1 的结论之后,定理 2 的证明是比较明了的.

$$\begin{aligned} \text{注意到连续函数 } U = U(c) &= \frac{p-c}{p-v} E(\Pi_{\text{sc}}^*) + \\ &\mu(c-b) \left( \frac{p-v}{p-s} F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - \frac{E(\Pi_{\text{sc}}^*)}{p-s} \right) \end{aligned}$$

其中  $b = b(c) = \frac{\mu c}{1+\mu} + \frac{(c-v)p + (p-c)s}{(1+\mu)(p-v)}$  满足

$$\begin{aligned} U|_{c=p} &= \frac{p-p}{p-v} E(\Pi_{\text{sc}}^*) + \mu(p-p) \cdot \\ &\left( \frac{p-v}{p-s} F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - \frac{E(\Pi_{\text{sc}}^*)}{p-s} \right) = 0 \\ U|_{c=v} &= \frac{p-v}{p-v} E(\Pi_{\text{sc}}^*) + \mu \frac{v-s}{1+\mu} \cdot \\ &\left( \frac{p-v}{p-s} F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right) - \frac{E(\Pi_{\text{sc}}^*)}{p-s} \right) > E(\Pi_{\text{sc}}^*) \end{aligned}$$

根据介值定理可知,对于任意  $\bar{U}_R$  满足  $0 \leq \bar{U}_R < E(\Pi_{\text{sc}}^*)$ , 存在  $(\hat{c}, \hat{b} = b(\hat{c}))$ , 使得  $E(\Pi_{\text{sc}}^b(\hat{c}, \hat{b})) = \bar{U}_R$ , 即对于库存积压风险规避型零售商,在供应链中处于主导地位的供应商总能够找到  $(c, b)$  的具体取值使得零售商仅获得其保留效用.

### 3 风险偏好的协调对策:基于批发价的目标回购策略

为消除或者缓解由于被激励方(零售商)具有库存积压风险规避偏好而带来的不利影响,考虑对原有回购激励契约作如下修订:

基于批发价的目标回购契约:供应商向零售商提出,若零售商的采购量  $Q$  达到了  $Q_{\text{sc}}^* \equiv F^{-1} \left( \frac{p-v}{p-s} \right)$ , 则对于零售商在销售季节末期的积压库存以批发价全部购回.

**定理 3** 基于批发价的目标回购契约能有效消除零售商库存积压风险规避倾向的影响.

**证明** 当不存在基于批发价的目标回购策略时,库存积压风险规避型零售商的效用为

$$U_R^{(b, \mu)} = \begin{cases} Q(p-c) & D \geq Q \\ Q(p-c) - (p-s)(Q-D) - \mu(c-s)(Q-D) & D < Q \end{cases}$$

在供应商向零售商提供了基于批发价的目标回购策之后,其效用变成

$$\bar{U}_R^{(b, \mu)} = \begin{cases} Q(p-c) & D \geq Q \\ D(p-c) & D < Q \end{cases}$$

记  $f(x)$  为随机需求的密度函数,则对于零售商的任意采购批量  $Q$ , 有

$$\begin{aligned} E(U_R^{(b, \mu)}) - E(\bar{U}_R^{(b, \mu)}) &= \left( \int_Q^{+\infty} Q(p-c)f(x)dx + \right. \\ &\int_0^Q (Q(p-c) - (p-s)(Q-x) - \mu(c-s) \cdot \\ &\left. (Q-x))f(x)dx \right) - \left( \int_Q^{+\infty} Q(p-c)f(x)dx + \right. \\ &\left. \int_0^Q x(p-c)f(x)dx \right) = -(1+\mu)(c-s) \cdot \\ &\int_0^Q (Q-x)f(x)dx \end{aligned}$$

注意到在区间  $(0, Q)$  上恒有  $Q-x > 0$ , 且批发价  $c >$  残余价值  $s$ , 有

$$-(1+\mu)(c-s) \int_0^Q (Q-x)f(x)dx < 0 \quad (1)$$

$$\text{即 } E(U_R^{(b, \mu)}) < E(\bar{U}_R^{(b, \mu)})$$

因此,对于具有库存积压风险规避倾向的零售商而言,由于该契约消除了季末库存积压的风险,从而其有动力接受此契约.至此定理 3 证毕.

同样地,还可以看到,在这一契约下,激励方(供应商)可以通过调整批发价  $c$  的具体取值使得零售商的期望效用(期望收益)  $E(\bar{U}_R^{(b, \mu)}) = (p-c)(Q_{\text{sc}}^*(1 - F(Q_{\text{sc}}^*)) + \int_0^{Q_{\text{sc}}^*} xf(x)dx$  在区间  $[0, E(\Pi_{\text{sc}}^*) - \int_0^{Q_{\text{sc}}^*} s(Q_{\text{sc}}^* - x)f(x)dx]$  上取任意值.因此有以下推论:

**推论** (基于批发价的目标回购契约的讨价还价属性) 供应商与零售商之间基于目标回购激励的 Stackelberg 主从博弈过程是供应链整体期望收益 Pareto 最优下的一个讨价还价 (offer-counteroffer) 模型,并具有不唯一子博弈精炼纳什均衡解.

值得强调的是,由定理 3 证明过程可知,公式(1)

成立与否与零售商的库存积压风险规避因子  $\mu$  的具体取值无关,这说明即使零售商的库存积压风险规避因子  $\mu$  为其私有信息(非对称信息),该基于批发价的目标回购激励契约仍然可以实现供应链协调.

4 算例分析

设某季节性商品的生产成本  $v = 20$  元  $\cdot$  件<sup>-1</sup>,市场售价  $p = 100$  元  $\cdot$  件<sup>-1</sup>,季末积压产品的残余价值  $s = 0$  元  $\cdot$  件<sup>-1</sup>. 市场需求服从正态分布  $N(3\,000, 1\,000^2)$ ,单位为件. 库存积压风险规避型零售商的规避因子为  $\mu$ .

4.1 风险中性与库存积压风险规避两种情形的收益比较

表 1 给出了在零售商为风险中性和库存积压风险规避(规避因子为 0.10)两种情形下,相应于不同的具体回购激励价格组合  $(c, b)$  的期望收益,对比表 1 中的数据可以发现:

(1) 存在回购价格组合  $(c, b)$  使得库存积压风险规避情形下同样能够达到供应链期望收益的 Pareto 最优. 如回购价格组合  $(50.00, 38.64)$ 、 $(70.00, 63.18)$  以及  $(90.00, 87.73)$ , 分别都使得供应链期望收益达到了最优值 212 004.

(2) 同一批发价格下的最优回购合同中,风险中性情形的回购价格小于库存积压风险规避情形,而库存积压风险规避情形下零售商期望收益大于风险中性的零售商,供应商则相反. 即供应商需要向库存积压风险规避的零售商支付额外的风险溢金以保证得到相同的激励效果.

(3) 同一批发价格下,回购价格越高,两种情形下零售商的收益均越高. 即零售商的期望收益总是与供应商所给予的回购价格呈正向变动的.

(4) 托卖合同  $(c = b = p)$  下风险溢金为零. 即在托卖合同情形下,由于零售商不承担任何库存积压风险,从而零售商的风险偏好与供应商(链)收益无关.

表 1 风险中性与库存积压风险规避两种情形的收益比较  
Tab.1 The profit comparison between neutral-risk and averse-risk cases

批发价 $c /$ (元 $\cdot$ 件 <sup>-1</sup> )	风险中性					库存积压风险规避( $\mu = 0.1$ )				
	回购价 $b /$ (元 $\cdot$ 件 <sup>-1</sup> )	零售商 收益/元	供应商 收益/元	供应链 收益/元	订购 批量/件	回购价 $b /$ (元 $\cdot$ 件 <sup>-1</sup> )	零售商 收益/元	供应商 收益/元	供应链 收益/元	订购 批量/件
50.00	0	110 106	90 000	200 106	3 000	0	110 035	88 208	198 243	2 940
	30.00	126 207	89 464	210 860	3 566	30.00	126 167	84 144	210 311	3 508
	37.50	132 502	79 501	212 004	3 842	38.64	133 586	78 418	212 004	3 842
	40.00	135 009	76 781	211 709	3 967	45.00	140 991	68 592	209 583	4 287
70.00	0	55 231	123 780	179 011	24 756	0	55 174	120 913	17 6087	2 418
	30.00	62 523	131 538	194 061	2 820	30.00	62 475	129 312	191 787	2 761
	62.50	79 501	132 502	212 004	3 842	63.18	80 151	131 853	212 004	3 842
	65.00	82 102	129 233	211 335	4 068	68.00	86 060	121 163	207 223	4 488
90.00	0	12 450	120 291	132 742	1 718	0	12 430	116 893	129 323	1 670
	30.00	14 205	133 076	147 281	1 932	30.00	14 184	129 690	143 874	1 881
	60.00	17 289	153 837	171 125	2 326	60.00	17 269	150 729	167 998	2 270
	87.50	26 500	185 503	212 004	3 842	87.73	26 717	185 287	212 004	3 842
	89.00	28 200	180 873	209 074	4 335	89.00	28 198	181 384	209 582	4 287
→100	→100.00	0	212 004	212 004	3 842	→100.00	0	212 004	212 004	3 842

4.2 库存积压风险规避因子  $\mu$  对收益的影响分析

给定批发价格  $c = 50.00$  元  $\cdot$  件<sup>-1</sup>,考虑库存积压风险规避因子  $\mu$  在  $[0, 0.1]$  之间取值时供应商采用最优回购合同所带来的收益. 从表 2 中可以看到,对任意库存积压风险规避因子都存在相应的最优回购激励合同,使得供应链的预期总收益达到了

Pareto 最优,然而对于供应商来说,随着零售商风险规避系数的增长,它所需要付出的激励强度也要进行相应的逐步增长(图 1),但是所得到的预期收益却在不断减少(图 2),相反地,零售商的预期收益却在不断的增长.

表 2 库存积压风险规避因子对收益的影响  
Tab.2 The effect of  $\mu$  on profits

规避因子 $\mu$	采购批量 (不回购时)/件	采购批量 (回购时)/件	回购价格 $b$ / (元·件 <sup>-1</sup> )	零售商收益/ 元	供应商收益/ 元	供应链收益/ 元
0	3 000	3 842	37.50	132 502	79 502	212 004
0.01	2 994	3 842	37.62	132 620	79 384	212 004
0.02	2 988	3 842	37.75	132 736	79 268	212 004
0.03	2 981	3 842	37.86	132 850	79 154	212 004
0.04	2 975	3 842	37.98	132 961	79 043	212 004
0.05	2 969	3 842	38.10	133 070	78 934	212 004
0.06	2 963	3 842	38.21	133 177	78 827	212 004
0.07	2 958	3 842	38.32	133 282	78 722	212 004
0.08	2 952	3 842	38.43	133 385	78 619	212 004
0.09	2 946	3 842	38.53	133 486	78 518	212 004
0.10	2 940	3 842	38.64	133 586	78 418	212 004

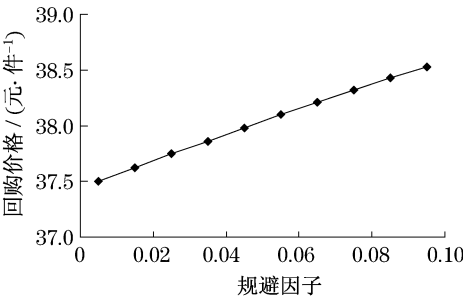


图 1  $\mu$  与回购价格  $b$  的关系

Fig.1 The relationship between  $\mu$  and  $b$

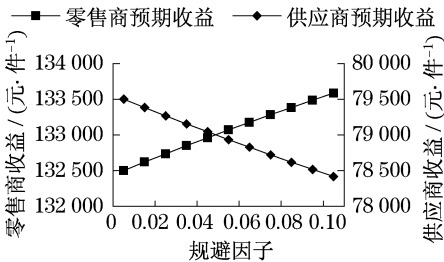


图 2  $\mu$  与供应链各方预期收益的关系

Fig.2 The relationship between  $\mu$  and profits

因此,零售商的风险规避程度越强,即零售商越是规避风险,供应商的回购价格(回购激励力度)将越高,这将使其预期收益降低.由于零售商库存积压风险规避程度的增大将导致其采购批量规模不断下降,不利于供应链的建立与稳定.

5 结语

本文以零售商对库存积压风险的不同态度为切入点,分析了库存规避情绪对供应链的回购激励机制的影响结果,并得出结论:同一批发价格下,供应商将需要向库存积压风险规避的零售商付出更大的

激励力度并支付额外的风险溢金.在此基础上还设计了基于批发价的目标回购契约作为激励协调机制.

决策者的风险偏好只是影响其收益“效用”的众多因素其中的一个方面,除此之外还有其他很多的心理、社会层面的因素值得进行进一步的分析.

另一方面,本文中库存积压风险规避模型的假设条件只是讨论风险偏好问题的诸多可行的角度中的一个特例,缺乏对决策者其他风险偏好组合方式的考虑.关于一般条件下的风险偏好模型的构建还有待进一步研究.同时,文中关于风险偏好的分析仅仅是基于完全信息前提,而更常见的信息不对称情形同样是值得深入研究的问题.

参考文献:

[1] Pasternack B A. Optimal pricing and returns policies for perishable commodities [J]. Marketing Science, 1985, 4 (2):166.

[2] Padmanabhan V, Png I P L. Manufacturer's returns policies and retail competition[J]. Marketing Science, 1997(16):81.

[3] Wang. Do return policies intensify retail competition? [J]. Marketing Science, 2004, 23(4):611.

[4] Taylor T. Coordination under channel rebates with sales effort effect[R]. Palo Alto: Stanford University, 2000.

[5] Taylor T. Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effect[J]. Management Science, 2002, 48(8):992.

[6] Yao Z, Leung Stephen C H, Lai K K. Analysis of the impact of price-sensitivity factors on the returns policy in coordinating supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 187:275.

[7] 张建军, 霍佳震, 赵晋. 易逝品供应链回购激励机制研究[J]. 工业工程与管理, 2007, 5:83.

ZHANG Jianjun, HUO Jiazhen, ZHAO Jin. Study on incentive mechanism of buy back contract in supply chain of perishable

- product[J]. Industrial Engineering and Management, 2007, 5:83.
- [8] 王晶,于开宇,赵俊. 回购条件下的图书批发企业优化定价策略[J]. 系统工程理论与实践, 2007, 12:68.  
WANG Jing, YU Kaiyu, ZHAO Jun. Research on the pricing strategy of book-wholesalers under buy back policies [J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2007, 12:68.
- [9] Tsay A. Risk sensitivity in distribution channel partnerships: implications for manufacture return policies [J]. Journal of Retailing, 2002, 78(2):147.
- [10] Gan Xianghua, Sethi P Suresh, Yan Houmin. Coordination of supply chains with risk-averse agents [J]. Production and Operations Management, 2004, 13(2):135.
- [11] Gan Xianghua, Sethi P Suresh, Yan Houmin. Channel coordination with a risk-neutral supplier and a downside-risk-averse retailer [J]. Production and Operations Management, 2005, 14:80.
- [12] CHOI Tsanming, DUAN Li, YAN Houmin, et al. Channel coordination in supply chains with agents having mean-variance objectives[J]. Omega, 2008, 36:565.
- [13] CHOI Tsanming, DUAN Li, YAN Houmin. Mean-variance analysis of a single supplier and retailer supply chain under a returns policy[J]. European Journal of Operational Research, 2008, 184:356.
- [14] Wang Charles X, Webster Scott. Channel coordination for a supply chain with a risk-neutral manufacturer and a loss-averse retailer[J]. Decision Sciences, 2007, 38(3):361.
- [15] 叶飞,李怡娜. 具有风险规避者加盟的供应链协作回购契约机制研究[J]. 工业工程与管理, 2006, 2:1.  
YE Fei, LI Yina. Research on buy back contract mechanism for supply chain coordination with a risk-averse retailer [J]. Industrial Engineering and Management, 2006, 2:1.
- [16] 肖芸茹. 论不确定性条件下的风险决策[J]. 南开经济研究, 2003(1):34.  
XIAO Yunru. Risk decision under uncertainty [J]. Nankai Economic Studies, 2003, 1:34.
- [17] 元凤江,曹岭. 效用对风险性决策影响的探讨[J]. 天津工业大学学报, 2001, 20(6):19.  
YUAN Fengjiang, CAO Ling. Effect of utility on risk-type decisions[J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2001, 20(6):19.

(上接第 138 页)

#### 4.3 算例分析

假设  $B(a_1, a_2) = a_1^2 + 0.5a_1a_2 + a_2^2$ ,  $a_1 = 0.6$ ,  $a_2 = 0.4$ ,  $\rho = 6$ ,  $k = 0.8$ ,  $\sigma_2^2 = 0.1$ ,  $\sigma_1^2 = 0$ ,  $\beta_2 = 0.9$ ,  $\beta_2 = 0.2$ ,  $C_2 = 0.05$ , 那么由式(11)有  $\beta_1 = 0.83$ ,  $\beta_2 = 0.74$ . 不失一般性, 假设  $S_0 = 0$ , 显然  $S_0$  满足  $0 \leq S_0 \leq (\beta_2 - \beta_2)x_2 = 0.064$ . 通过简单的计算可以得到对任务 2 的审核概率  $P$  应满足  $0.82 < P < 0.88$ .

## 5 结论

基于 Holmstrom 和 Milgrom 的多任务委托-代理理论, 研究了高校协作激励机制设计问题. 结果表明, 如果不同的任务努力成本之间为互补关系, 则提高对容易观察绩效的科研任务的激励将同时有利于提高教学水平; 但如果任务努力成本之间为替代关系则对科研的激励将导致只重视科研而忽视教学, 从而导致激励效能的弱化, 所以需要设计有效的机制使得任务之间的替代关系转化为互补关系; 对于难以直接观察的任务(如教学任务), 在激励机制设计时不需要考虑不同任务之间的关系(相互独立或依存关系). 最后, 本文通过引入主观评价机制和监督机制, 将多任务的替代关系转化为互补关系来解

决多任务问题中激励效能弱化问题, 激励强校将努力在多项任务中进行合理分配, 使强校既努力提高科研水平, 也努力提高教学水平. 政府可以通过选择恰当的审核概率来提高激励的效果和效率.

#### 参考文献:

- [1] Holmstrom B, Milgrom P. Multi-task principal-agent problems: incentive contracts, asset ownership, and job design [J]. The Journal of Law, Economics and Organization, 1991, 7:24.
- [2] Baker George P. Incentive contracts and performance measurement [J]. Journal of Political Economy, 1992, 3:598.
- [3] Dixit A. Power of incentives in private versus public organization [J]. American Economic Review, 1997, 5:378.
- [4] Bernard Sinclair-Desgagne. How to restore higher-powered incentives in multitask agencies [J]. The Journal of Law, Economics and Organization, 1999, 15:418.
- [5] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996.  
ZHANG Weiying. Game theory and information economics [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1996.
- [6] 林元庆. 多目标 R & D 活动中激励机制的优化设计[J]. 福州大学学报: 哲学和社会科学版, 2002, 3:20.  
LIN Yuanqing. Incentive mechanism design and optimization of multi-objective R&D activities [J]. Journal of Fuzhou University: Philosophy and Social Science, 2002, 3:20.