

# 控制与决策

Control and Decision

## 两级销售返利契约下的零售商库存与融资决策

吴晓黎, 寇淇, 范毓升, 曾耀仪

引用本文:

吴晓黎, 寇淇, 范毓升, 等. 两级销售返利契约下的零售商库存与融资决策[J]. *控制与决策*, 2025, 40(7): 2213–2222.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2024.1309>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### 服务差异化背景下基于行为的定价策略

Pricing strategy based on strategic customer behavior with service differentiation

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1754–1762 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1147>

#### 信息非对称下考虑制造商回收行为的闭环供应链协调

Coordination of closed supply chain under asymmetric information considering manufacturer's recycling behavior

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1723–1731 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1657>

#### 不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns

*控制与决策*. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

#### 考虑成员企业风险态度的制造商资金约束闭环供应链定价与回收决策

Pricing and recycling decisions of a closed-loop supply chain considering participants' risk attitudes and manufacturer capital constraint

*控制与决策*. 2021, 36(5): 1239–1248 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1305>

#### 考虑参照价格效应和消费者行为的预售及退货策略

Advance selling strategy and return strategy considering reference price effect and consumers behaviors

*控制与决策*. 2021, 36(11): 2783–2793 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0351>

## 两级销售返利契约下的零售商库存与融资决策

吴晓黎<sup>1†</sup>, 寇洪<sup>2</sup>, 范毓升<sup>1</sup>, 曾耀仪<sup>3</sup>

(1. 华南理工大学工商管理学院, 广州 510641; 2. 华南理工大学电子商务系, 广州 510006;  
3. 建信金融科技有限公司, 广州 510055)

**摘要:** 在供应商给下游零售商提供多级销售目标返利合同的背景下, 构建由资金充足供应商和资金约束零售商组成的二级供应链, 探究零售商面对随机需求和两等级销售返利时的库存与融资决策. 研究发现: 销售目标在一定范围内时, 销售返利会激励零售商增加订货量且会促使资金不足的零售商融资补货达到目标库存; 过大的销售目标会降低零售商的订货量, 此时零售商资金过剩但是不订货. 数值分析表明, 相较于线性返利模式, 销售目标返利能够提高供应链利润. 存在零售商刚好订货至销售目标阈值的“跟订区域”, 该区域可以实现供应链双方利润的帕累托改进, 零售商的库存决策不受自有资金的影响. 供应商应通过销售目标返利激励零售商订货以实现长期合作, 且可根据零售商订货量来反向识别其资金实际状况.

**关键词:** 两级销售目标; 返利契约; 数量折扣; 随机需求; 供应链融资; 库存决策

中图分类号: F274 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2024.1309

引用格式: 吴晓黎, 寇洪, 范毓升, 等. 两级销售返利契约下的零售商库存与融资决策 [J]. 控制与决策, 2025, 40(7): 2213-2222.

## Retailer's inventory and financing strategy under two-level target sales rebate

WU Xiao-li<sup>1†</sup>, KOU Hong<sup>2</sup>, FAN Yu-sheng<sup>1</sup>, ZENG Yao-yi<sup>3</sup>

(1. College of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 516041, China;  
2. Department of Electronic Business, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China;  
3. China Construction Bank Fintech Company, Guangzhou 510055, China)

**Abstract:** To study target sales rebate contracts provided by suppliers to retailers, a two-echelon supply chain consisting of a financially capable supplier and a capital-constrained retailer is constructed. This study explores the retailer's financing and inventory decisions in response to stochastic demand and two-tier sales rebates. The results show that within a certain range, sales rebates incentivize retailers to increase order quantities and prompt capital-insufficient retailers to finance their orders. It is found that excessively high sales targets can reduce order quantities, leading to a situation where retailers have excess capital but do not place orders. Numerical analysis indicates that compared to linear rebate models, sales target rebates can enhance supply chain profits. A "follow-on ordering region" exists where retailers order just up to the sales target threshold, achieving Pareto improvements in profits for both supply chain parties, with order quantities unaffected by the retailer's own capital. Suppliers should motivate retailers to order through sales target rebates to achieve long-term cooperation and can reversely identify the actual capital situation of retailers based on their order quantities.

**Keywords:** two-level sales target; sales rebates; quantity discounts; stochastic demand; supply chain financing; inventory policy

## 0 引言

返利契约作为一种供应链中常见的渠道管理方式, 广泛应用于数码通讯、汽车、机械工程等产品更

新换代快、价值一般较高的行业. 合适的返利条款能够刺激下游的订货行为, 同时, 可有效缓解制造业流行的分期付款和按揭贷款给下游零售商结算造成的

收稿日期: 2024-11-09; 录用日期: 2025-02-24.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71971088, 72471094); 国家自然科学基金创新群体项目 (72321001).

责任编辑: 樊治平.

<sup>†</sup>通信作者. E-mail: wxiaoli@scut.edu.cn.

本文附带电子附录文件, 可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅览.

压力,有利于下游零售商资金周转.如为了激励零售商在淡季订购产品,格力提出了返利政策,在价格上给予部分折扣<sup>[1]</sup>;雪佛兰向每月完成销售目标的经销商提供1000美元的奖励<sup>[2]</sup>;类似地,世界新能源巨头比亚迪对于达到销售目标的门店给予每辆车666元的奖励,对于未完成销售目标的门店,每辆车奖励金额为目标完成率 $\times$ 666元;而华为的销售返利在返利周期的基础上,还根据不同的经销商、产品类型和产品业绩划分返利比例,华为认证的经销商分为一级和二级渠道经销商,经销商按照不同身份获取基础返点,同时在达成产品销售返点门槛后,可获得额外返点.企业的返利契约多种多样,而作为返利契约接受者的中小企业如何恰当使用返利契约存在挑战.首先,中小企业面临有业绩销售目标的返利契约,其如何执行订货决策并承担库存风险来实现利润最大化;其次,中小企业还需要承担返利契约可能带来的财务和运营风险,而融资决策是中小企业在发展过程中易遇到的瓶颈问题.故帮助中小企业在面对返利契约时做出适宜的决策,提升其融资和运营效率是有价值的.

目前,已有许多文献对返利策略进行研究.返利策略一般可分为制造商返利(上游制造者直接对消费者的返利)、零售商返利(下游零售商对消费者的返利)和销售返利(制造商对零售商的返利).针对消费返利的研究主要集中于营销和定价方面<sup>[3]</sup>.Ajorlou等<sup>[4]</sup>针对在产品异质估值的消费者间实行价格歧视问题,设计了期末销售返利机制,发现返利能够有效激励不同估值的消费者购买;黄俊伟等<sup>[5]</sup>针对自建或第三方两种返利模式,分析了不同付费规则下返利选择策略和商家参与意愿;林志炳<sup>[6]</sup>考虑了制造商返利机制下的信息不对称问题,发现信息共享下返利对于零售商和供应链整体有利;Jiang等<sup>[7]</sup>研究了同平台上竞争的两个供应商的销售模式选择和返利决策;李凯等<sup>[8]</sup>设计了云平台的返利机制来协调整个供应链系统.

针对零售商的销售返利,一类是关于单种契约对于供应链协调影响的研究,Taylor<sup>[9]</sup>最早考虑了返利在销售努力下的供应链协调问题,研究得出在不考虑零售商销售努力的情况下线性返利策略不能实现供应链协调,但是,目标增量返利策略能够实现协调;后续的研究从契约参数、风险、消费者情绪以及信息不对称等角度分析了契约对于供应链各方的决策或整体收益的影响,如Chiu等<sup>[10]</sup>、Zheng等<sup>[11]</sup>、Wong等<sup>[12]</sup>;另一类则是多种契约结合对于供应链的作用研究,如从销售返利和回购契约、数量折扣、收

益共享等不同组合对比单种契约下对于整个供应链利润的影响,如Hou等<sup>[13]</sup>、谢勇等<sup>[14]</sup>、李建斌等<sup>[15]</sup>、李友东等<sup>[16]</sup>建立了基于销售返利契约的3种不同契约结合模型来研究低碳供应链问题,发现合理设计返利与收益共享相结合的契约能够改善供应链成员间的效益.本文进一步侧重于将供应商分级销售目标纳入其返利契约设计中,且考虑零售商需要融资下的补货决策问题.这丰富了资金受限供应链中返利契约的影响,也更贴近企业运作现实.

在银行融资方面,Buzacott等<sup>[17]</sup>通过对企业各阶段可用现金资产作为约束进行建模,考虑了确定性需求和随机需求下的生产和融资决策,适当利率的银行融资能够促进零售商的运营绩效;在考虑随机需求的条件下, Lee等<sup>[18]</sup>、Kouvelis等<sup>[19]</sup>、Jing等<sup>[20]</sup>、Jin等<sup>[21]</sup>均对比了商业信用与银行融资,其中Jing等<sup>[20]</sup>通过分析资金约束零售商在银行融资与商业信用下的均衡发现零售商选择融资方式与其生产成本有关;田俊峰等<sup>[22]</sup>探究了银行绿色信贷优惠对于产品价格和供应链企业的影响;张永明等<sup>[23]</sup>分析了原始设备制造商在双边资金约束下的生产和融资策略;张川等<sup>[24]</sup>针对供应商提供商业担保贷款模式下,研究了银行风险中性以及风险控制对于资金约束零售商融资和订货策略影响.本文研究随机需求下,受资金约束的零售商可借助供应链核心企业供应商的信用担保获得银行融资时的决策情况.

在库存水平与融资方面,江文辉等<sup>[25]</sup>针对易逝品保鲜、定价与订购联合决策问题,以平均利润最大化为目标,求解了零售商多阶段最优决策;Song等<sup>[26]</sup>针对跨境零售商在黑五等大促情况下的资金约束问题,设计了混合融资方案和最佳库存策略;Yang等<sup>[27]</sup>考虑了多阶段的现金流研究零售商订货和融资问题,设计了3种融资方案供零售商选择;Shah等<sup>[28]</sup>针对梯形需求下易逝品库存模型,探讨了4种不同信贷融资方法对于零售商最优订货决策的影响.

基于此,本文的研究对象是存在资金约束的中小企业,探究其在大型供应商提供具有数量折扣和分级销售目标返利契约下,如何使用有限的资金进行补货的策略以应对随机的市场需求,并分析最优策略的性质.本文的研究问题如下:中小企业在面对给定的分级目标返利契约时,如何进行最优融资和运营决策以实现自身的收益最大化?分级目标返利契约能否改善中小企业的利润或供应链双方利润?

## 1 基本假设和问题描述

本文考虑了由一个供应商和一个零售商组成的

二级供应链, 供应商作为核心企业不存在资金约束, 而下游零售商作为中小型企业受到资金约束. 以华为分级销售目标返利作为实际案例, 本文考虑: 供应商根据零售商的订货量将其认证为不同等级, 各等级对应的优惠政策包括单位批发价格 (等级越高批发价格越低) 和返利比例 (等级越高返利比例越高). 具体使用的符号及其含义如表 1 所示.

表1 模型符号及其含义

符号	含义
$Y$	补货后库存(决策变量)
$X$	零售商初始库存
$B$	零售商初始资金水平
$T$	销售目标
$w_i$	第 <i>i</i> 级的批发价格( $i = 1, 2$ ); $i = 1$ 表示低等级; $i = 2$ 表示高等级
$\beta_i$	第 <i>i</i> 级的返利比例 ( $i = 1, 2$ )
$p$	单位产品销售价格
$v$	未售出产品的净残值
$\gamma$	单位产品的缺货成本
$h$	单位产品的持有成本
$r_f$	银行存款利率
$r_b$	银行贷款利率
$D$	市场随机需求
$F(\xi)$	需求 <i>D</i> 的累积分布
$f(\xi)$	需求 <i>D</i> 的概率密度函数
$\Pi_S$	供应商的利润
$\Pi_R$	零售商的利润
$\Pi_C$	集中决策下的供应链利润
$\Pi_{sc0}$	$T = 0$ 时供应链的利润
$\Pi_{sc}$	整个供应链的利润

零售商在期初订货时享受优惠的批发价格, 即批发总价 = 单位批发价格 × 订货量 =  $w_i Q$ ; 返利金额统一在期末发放, 返利比例是指在返利契约中规定的供应商向下游零售商提供的单位返利金额, 这种返利契约形式与已有研究一致<sup>[9-10, 29]</sup>. 返利金额根据零售商期初的订货量以及对应等级计算, 即返利金额 = 返利比例 × 销售额 =  $\beta_i p Q$ . 在供应链金融的背景下, 假设存在资金约束的零售商可通过提供与供应商的交易凭证从银行处融资, 且在单个销售周期内不存在破产风险. 不失一般性, 假设初始库存  $X = 0$ . 值得注意的是, 本文考虑缺货回补策略, 即缺货部分被延迟满足, 零售商在当期期末补货以实现未满足的需求. 该假设在易逝品<sup>[30]</sup>、汽车制造<sup>[31]</sup>中经常使用. 由于缺货会使得零售商产生相关费用 (如沟通产生的费用、顾客等待成本、缺货导致的顾客满意度下降、信誉损失等), 本文统一用缺货成本  $\gamma$  表示.

为了便于探究最优订货量, 本文只考虑两等级销售目标返利, 即供应商将零售商分为低等级和高等级. 零售商在两等级销售目标下面临的事件顺序为零售商根据自有资金  $B$  确定当期补货后的库存水平  $Y$ . 本文采用等级同步更新机制, 若订货量  $Q$  ( $Q = Y - X$ ) 达到销售目标  $T$ , 即零售商以对应等级的批发单价订货, 并全额支付货款  $w_i Q$ , 则当  $0 < Q < T$  时,  $i = 1$ , 认证为 Lv.1 级零售商, 享受  $w_1$  的批发价格和  $\beta_1$  的返利比例; 当  $T \leq Q$  时,  $i = 2$ , 认证为 Lv.2 级零售商, 享受  $w_2$  的批发价格和  $\beta_2$  的返利比例. 其中:  $w_2 \leq w_1, \beta_1 \leq \beta_2$ , 即高等级的零售商 (Lv.2) 比低等级的零售商 (Lv.1) 有更大的批发价格和更高的返利比例. 该契约合同与现有部分研究类似<sup>[2, 10]</sup>.

本文不考虑资金的时间价值, 若资金充足, 即满足约束  $B > w_i Q$ , 则剩余资金将进行利率为  $r_f$  的无风险投资并在期末获得收益  $(B - w_i Q)(1 + r_f)$ ; 若零售商资金不足, 即满足约束  $B \leq w_i Q$ , 则通过融资利率为  $r_b$  的银行融资完成订单并在期末支付贷款本息  $(w_i Q - B)(1 + r_b)$ . 零售商面临的市场需求  $D$  为一个连续的随机变量, 其概率密度函数为  $f(\xi)$ , 累计分布函数  $F(\xi)$ , 并假设  $F$  可微可逆, 逆函数为  $F^{-1}$ <sup>[32-33]</sup>. 零售商进行销售获得销售收入, 由于缺货可补, 销售收入的计算为销售单价 × 实际需求 =  $pD$ . 期末, 零售商从供应商处获得销售返利  $\beta_i p Q$ . 根据实际需求与库存水平的关系, 若当期的销售结束后有缺货 ( $Y < D$ ), 则同时产生缺货成本和补货成本. 其中: 单位缺货成本为  $\gamma$ , 单位补货价格为当期等级所对应的单位批发价格  $w_i$ . 若当期的销售结束后有多余库存 ( $Y \geq D$ ), 则产生单位库存成本  $h$ , 期末零售商以单位残值  $v$  处理未售出的产品. 不失一般性, 假设  $p_i > w_i > v$ . 同时, 假设  $\gamma + h > v, \gamma > r_b w_1$ , 即单位产品的缺货成本大于单位产品残值减去持有成本 ( $v - h$ ), 并大于单位产品的融资成本  $r_b w_1$ , 否则零售商会选择缺货而不进行补货. 事件顺序如图 1 所示.

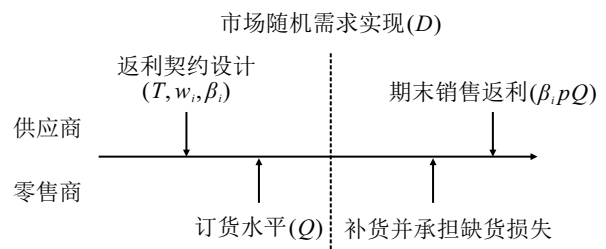


图1 事件顺序

## 2 模型分析

零售商的目标是最大化期末资金水平. 决策变

量为补货后库存水平 $Y$ . 零售商在期末的资金水平可表示为

$$\begin{aligned} \Pi_R(Y, B) = & \Phi[B - w_i Y] + \beta_i p Y + p D + \\ & (v - h)(Y - D)^+ - \\ & (w_i + \gamma)(Y - D)^-. \end{aligned} \quad (1)$$

其中:  $\Phi[x] = x + r_f x^+ - r_b x^-$ , 记  $x^+ = \max(0, x)$ ,  $x^- = \max(0, -x)$ ;  $w_i, \beta_i$  为当期零售商所处等级的批发价格、返利比例; 等式右边第 1 项为期末零售商在银行存款或贷款的本息和, 第 2 项为当期的销售返利, 第 3 项为当期的销售收入, 第 4 项为库存过剩时的残值收入和库存成本, 最后一项为库存短缺时的缺货成本和补货支出. 定义零售商在期末处于第  $i$  等级时的期望资金函数为  $\pi_i(Y, B)$ , 即  $\pi_i(Y, B) = E\Pi_R(Y, B)$ . 当零售商处于低等级 (即  $Y < T$ ) 时, 式 (1) 为

$$\begin{aligned} \pi_1(Y, B) = & \\ & \begin{cases} (B - w_1 Y)(1 + r_f) + Z_1(Y), & B > w_1 Y; \\ (B - w_1 Y)(1 + r_b) + Z_1(Y), & B \leq w_1 Y. \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

当零售商处于高等级 (即  $Y \geq T$ ) 时, 式 (1) 为

$$\begin{aligned} \pi_2(Y, B) = & \\ & \begin{cases} (B - w_2 Y)(1 + r_f) + Z_2(Y), & B > w_2 Y; \\ (B - w_2 Y)(1 + r_b) + Z_2(Y), & B \leq w_2 Y. \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

这里

$$\begin{aligned} Z_i(Y) = & \beta_i p Y + p E[D] + (v - h) E[(Y - D)^+] - \\ & (w_i + \gamma) E[(Y - D)^-]. \end{aligned}$$

零售商的优化问题为

$$\Pi_R(Y, B) = \max\left\{\max_{Y < T} \pi_1(Y, B), \max_{Y \geq T} \pi_2(Y, B)\right\}. \quad (4)$$

定义带约束的库存策略阈值为

$$\hat{y} = \arg \max \Pi_R(Y, B).$$

如下文定理 1 表明在面对一个销售目标划分为两等级的销售返利机制中, 零售商的带约束的期末资金函数分为 4 种情况并对应 4 个不同的局部最优解.

**定理 1** 在给定期初的资金水平  $B$  和销售目标  $T$  时, 零售商在确定等级下的库存策略为

$$\hat{y} = \begin{cases} y_1^*, & Y \geq T \text{ and } B > w_2 Y; \\ y_2^*, & Y \geq T \text{ and } B \leq w_2 Y; \\ y_3^*, & Y < T \text{ and } B > w_1 Y; \\ y_4^*, & Y < T \text{ and } B \leq w_1 Y. \end{cases}$$

其中: 当  $i = 1, 2$  时,  $y_i^* = F^{-1}\left(\frac{\gamma + \beta_i p - r_f w_i}{h + w_i + \gamma - v}\right)$ ; 当  $i = 3, 4$  时,  $y_i^* = F^{-1}\left(\frac{\gamma + \beta_i p - r_b w_i}{h + w_i + \gamma - v}\right)$ .

由定理 1 的结果可见, 当其他条件一定时, 贷款

利率  $r_b$  或存款利率  $r_f$  越大, 零售商以资金换库存需要投入越高的成本, 补货后库存水平越低. 而当返利比例  $\beta_i$  越高时,  $w_i$  越低, 即供应商给出的返利优惠条件越大, 补货水平越高. 若零售商确定升级且资金相对充足时, 则补货到库存水平为  $y_1^*$ , 可使其期末期望资金最大; 若零售商确定升级但是资金不充足时, 则最优补货后库存水平为  $y_2^*$ ; 同理,  $y_3^*$  为零售商资金充足但是不升级时的最优补货后库存水平,  $y_4^*$  表示零售商资金不足且不升级时的最优补货后库存水平.

**定理 2** 通过比较补货后库存水平, 可得到:

- 1) 当  $\frac{\beta_2 p - r_b w_2}{\beta_1 p - r_f w_1} \geq R$  时,  $y_1^* \geq y_2^* \geq y_3^* \geq y_4^*$ ;
- 2) 当  $\frac{\beta_2 p - r_b w_2}{\beta_1 p - r_f w_1} < R$  时,  $y_1^* \geq y_3^* \geq y_2^* \geq y_4^*$ .

其中

$$R = \frac{h + w_2 + \gamma - v}{h + w_1 + \gamma - v} + \frac{\gamma(w_2 - w_1)}{(\beta_1 p - r_f w_1)(h + w_1 + \gamma - v)}.$$

由定理 2 可得, 无论是选择升级或不升级, 资金充足时的补货后库存水平总高于资金不足时的补货后库存水平 (即  $y_1^* \geq y_2^*$ ,  $y_3^* \geq y_4^*$ ). 零售商的库存水平决策需要比较单位资金的成本 (包括库存成本、缺货成本、融资成本等) 以及收入 (包括返利收入、存款利息、残值) 的大小. 零售商的补货后库存水平与不同等级下优惠条件有关, 此外, 当两个等级的批发价格相同 (即  $w_2 = w_1 = w$ ) 时, 对不等式进行变形, 可得出零售商比较的是不同等级下每单位获得的返利金额差  $(\beta_2 - \beta_1)p$  与需要投入资金的机会成本  $(r_b - r_f)w$  的大小来确定补货水平. 当返利金额差大于资金机会成本时, 无论零售商资金是否充足, 处于高等级的补货水平总会大于低等级的补货水平, 即供应商更能通过销售返利促进高等级的零售商补货到更高的库存水平 ( $y_2^* \geq y_3^*$ ).

销售目标  $T$  在  $y_i^*$  与  $B, w_1$  和  $w_2$  组合下大小关系共分为 15 种情形. 由于情形较多, 为重点讨论销售返利机制对于零售商融资补货决策的影响, 以下假设两个等级的批发价格相等 (即  $w_2 = w_1 = w$ ), 并以  $y_1^* \geq y_2^* \geq y_3^* \geq y_4^*$  为例, 分析该条件下的最优策略, 当  $y_1^* \geq y_3^* \geq y_2^* \geq y_4^*$  时情况类似, 同理, 也可证得各种条件下的最优解. 简化后, 根据  $T$  的值, 可分为以下 7 个区域, 区域定义如下: 区域 I =  $\left\{T \mid T < y_3^*, T \leq \frac{B}{w}\right\}$ ; 区域 II =  $\left\{T \mid y_3^* \leq T < y_2^*, T \leq \frac{B}{w}\right\}$ ; 区域 III =  $\left\{T \mid y_2^* \leq T < y_1^*, T \leq \frac{B}{w}\right\}$ ; 区域 IV =  $\left\{T \mid y_1^* \leq T, T \leq \frac{B}{w}\right\}$ ; 区域 V =  $\left\{T \mid T < y_3^*, T >$

$\frac{B}{w}$ }; 区域 VI =  $\{T|y_3^* \leq T < y_2^*, T > \frac{B}{w}\}$ ; 区域 VII =  $\{T|y_2^* \leq T, T > \frac{B}{w}\}$ .

对模型求解, 得到零售商最优补货后库存水平的各种情况, 如下文定理 3. 定义优化问题的最优解为  $Y^* = \arg \max \Pi_R(Y, B)$ . 对于任意实数  $A, B, C$ , 定义  $\text{mid}\{A, B, C\}$  为大小关系居中的值, 即当  $A \leq B \leq C$  时,  $\text{mid}\{A, B, C\} = B$ .

**定理 3** 在给定自有资金  $B$  和销售目标  $T$  时, 零售商在不同区域的最优补货后库存水平如下所示:

$$Y^* = \begin{cases} \hat{y}_1, & T \in \text{区域 I}; \\ \arg \max\{\pi_1(y_3^*), \pi_2(\hat{y}_1)\}, & T \in \text{区域 II}; \\ \arg \max\left\{\pi_1(y_3^*), \pi_2\left(\frac{B}{w}\right)\right\}, & T \in \text{区域 III}; \\ \arg \max\left\{\pi_1(y_3^*), \pi_2(T)\right\}, & T \in \text{区域 IV}; \\ y_2^*, & T \in \text{区域 V}; \\ \arg \max\{\pi_1(\hat{y}_2), \pi_2(y_2^*)\}, & T \in \text{区域 VI}; \\ \arg \max\{\pi_1(\hat{y}_2), \pi_2(T)\}, & T \in \text{区域 VII}. \end{cases}$$

其中:  $\hat{y}_1 = \text{mid}\left\{y_1^*, y_2^*, \frac{B}{w}\right\}$ ,  $\hat{y}_2 = \text{mid}\left\{y_3^*, y_4^*, \frac{B}{w}\right\}$ .

定理 3 表明了零售商的最优策略由自有资金能够实现的订货量和销售目标两个维度决定, 零售商需要比较自有资金水平能够实现的订货量与销售目标, 以及升级或不升级时的局部最优补货后库存水平来判断局部最优补货后库存水平在约束条件内能否实现, 当存在多个满足条件的局部最优补货后库存水平时, 再进行资金水平大小比较, 得出当销售目

标在特定区域下的最优补货后库存水平.

图 2 为销售目标不同时零售商的最优补货后库存水平. 由图 2 可见, 零售商最优的补货后库存水平与销售目标有关, 零售商会根据自有资金能够实现的订货量与销售目标进行比较, 其使用全部自有资金进行补货的临界值为  $\frac{B}{w}$ . 当  $T \leq \frac{B}{w}$  时, 即在区域 I ~ 区域 IV 中, 零售商的自有资金相对充足. 在区域 I 中,  $0 \leq T < y_3^*$ , 供应商提供的销售目标极小, 为了寻求更低的批发价格和更高的返利比例, 零售商总会选择升级; 但是随着销售目标的增大, 当  $T > y_3^*$  时 (即区域 II ~ 区域 IV), 零售商会根据资金的机会成本和销售返利的优惠来考虑升级以及补货量. 此时, 它会面临两种情况: 一方面, 零售商不升级, 但是此时资金充足, 最优补货后库存水平为  $y_3^*$ , 这是由于供应商给出的销售返利的激励作用不足, 零售商可用多出的资金进行其他投资获得收益. 另一方面, 零售商升级, 在区域 II 中选择升级时的最优补货后库存水平为  $\hat{y}_1$ , 此时零售商若面临资金不充足, 则也会通过贷款升级来达到最优补货后库存水平  $y_2^*$ . 在区域 III 中, 零售商选择升级且投入全部的自有资金补货至  $\frac{B}{w}$ , 但是不会贷款升级; 在区域 IV 中, 由于销售目标较大, 高等级的返利政策激励作用有限, 即使零售商资金充足, 也不会再用全部自有资金进行补货, 只是补货至升级临界点  $T$ .

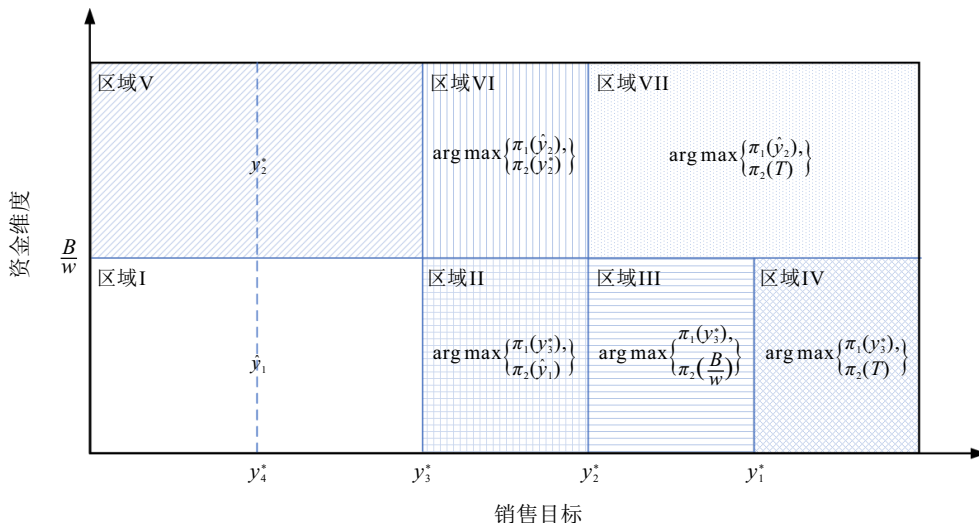


图2 销售目标不同时零售商的最优补货后库存水平

当  $T > B/w$  时, 即在区域 V ~ 区域 VII 中, 零售商的自有资金相对受限. 在区域 V 中, 虽然资金不足, 但是由于销售目标很小, 即  $0 \leq T < y_3^*$ , 零售商愿意融资升级, 此时最优的补货后库存水平为  $y_2^*$ , 这样一

方面可以满足更多的市场需求, 另一方面也可获得高等级的销售返利政策; 但是当  $T > y_3^*$  时 (即区域 VI 和区域 VII), 零售商会根据资金的融资成本和销售返利的带来的优惠政策考虑升级以及补货量. 若

零售商不升级, 则此时最优的补货后库存水平为  $\hat{y}_2$ , 这是由于供应商给出的销售返利的激励作用不足, 零售商融资成本较高, 选择不升级, 而根据自有资金水平在低等级选择一个最优的补货后库存水平. 若零售商选择升级, 则在区域VI中, 零售商资金不充足但是会选择贷款升级, 最优补货后库存水平为  $y_2^*$ ; 在区域VII中, 由于销售目标较大, 高等级的返利政策激励作用有限, 而此时资金已经不足, 只能选择贷

款升级补货至临界点  $T$ .

图3进一步展示了最优补货后库存水平与投入全部自有资金水平能够实现的订货量  $B/w$  与销售目标  $T$  的关系. 零售商的最优决策随着二者关系的变化可被划分为 11 个决策区域, 图3的各区域与图2对应, 如图3中区域(I-1)对应图2中区域的一种情况, 区域(I-2)对应图2中区域的另一种情况, 以此类推.

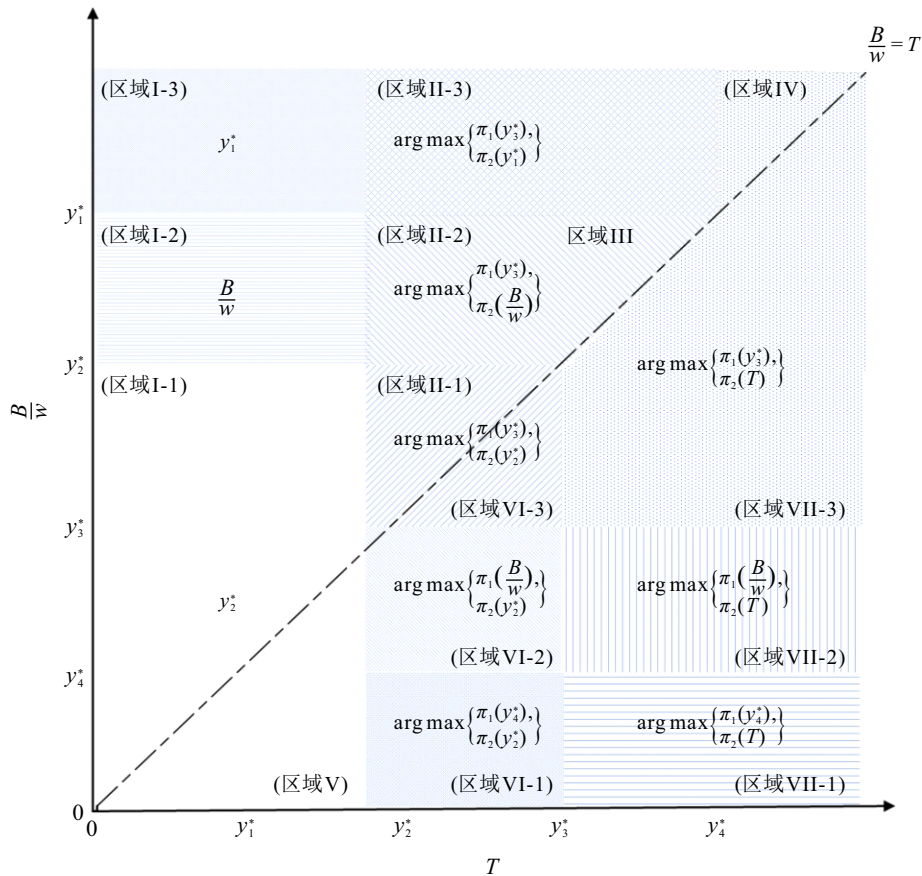


图3 零售商最优补货后库存水平与资金、销售目标的关系

当销售目标一定时, 随着自有资金的增加, 零售商的补货水平总会经历由融资补货(缺乏资金)-使用全部自有资金补货(剩余资金)-仅投入部分资金补货(有多余资金)的过程. 最优补货决策包含  $y_2^*$  的区域中(图中编号为区域(I-1)/(II-1)/(V)/(VI-1)/(VI-2)), 零售商资金不足, 但是若高等级的期望资金水平高于低等级的期望资金水平, 则此时零售商会借助外部融资进行补货; 最优补货决策包含  $y_3^*$  的区域中(区域(II-2)/(II-3)/(III)), 零售商有充足资金但是不升级, 多余资金转向金融市场的无风险投资. 对于供应商而言, 根据零售商的资金水平制定一个适宜的销售目标是重要的. 当销售目标较低时 ( $T < y_2^*$ ), 销售返利有利于提高资金不足的零售商 ( $B < wy_2^*$ ) 寻求外部融资进行补货的动机; 而对于资金充足的零

售商 ( $B \geq wy_2^*$ ), 供应商需要提高返利比例以减少零售商资金充足但是不升级的可能. 当销售目标较高时 ( $T \geq y_2^*$ ), 无论是否融资, 零售商若选择升级, 则总会升级至销售目标  $T$  处(区域(VII-1)/(VII-2)/(VII-3)), 若供应商面对的是资金不足的零售商, 则设置一个高的销售目标并合理调节返利比例, 能够促使零售商融资补货升级至  $T$ , 由于  $T \geq y_2^*$ , 此时可最大程度地提升零售商的补货水平; 而若供应商面对的是资金充足的零售商, 则零售商只会投入资金升级至  $T$ .

### 3 数值分析

跟据文献[34], 设市场随机需求  $D$  服从均匀分布, 即  $D \sim U[50, 100]$ . 参考 Shi 等[34] 和朱宝琳等[35] 的研究, 结合本文实际情况, 设低等级批发价格为

$w_1 = 7.5$ , 高等级批发价格为  $w_2 = 7$ , 市场单位销售价格  $p = 10$ , 单位缺货成本为  $\gamma = 1.5$ , 单位库存持有成本为  $h = 1.2$ , 单位残值为  $v = 0.8$ , 供应商生产成本为  $c = 1$ ; 结合格力销售返利绩点, 本文进行适当调整, 设置低等级比例为  $\beta_1 = 8\%$ , 高等级比例为  $\beta_2 = 10\%$ ; 根据 Trading Economics 上各国的贷款利率, 本文选取了一个中间水平并设贷款利率为  $r_b = 10\%$ . 另外, 参见文献 [36], 设银行存款的无风险利率为  $r_f = 2\%$ . 为了确保初始库存水平  $X$  取值的合理性, 分别取  $X = 2, 12, 22$  进行讨论. 结果如下.

表 2 为自有资金和初始库存对零售商补货决策的影响. 由表 2 可见, 零售商的最优补货后库存水平由自有资金  $B$  和初始库存水平  $X$  共同决定. 当销售目标处于特定范围内 (如  $T = 80$ ) 时, 初始库存较低的零售商需要补货到更高的库存水平. 如当初库存为  $X = 2$  时, 补货后库存为  $Y^* = 82$ ; 而初始库存为  $X = 12$  时, 补货后库存则为  $Y^* = 58$ . 值得注意的是, 初始库存较低时的补货后库存水平与自有资金无关 (如当  $X = 2$  且  $B = 100/430/600$  时, 补货后库存始终为  $Y^* = 82$ ). 这是因为此时订货量较大, 零售商倾向于通过订货达到销售目标, 以享受更高等级的优惠价格和返利比例, 从而弥补融资成本. 然而, 在市场需求不确定的情况下, 订货量过大可能会带来较高的融资需求, 并导致库存成本增加. 因此, 零售商通常会将订货量控制在刚好达到升级临界点的水平. 当初始库存较高时, 零售商一般不会选择升级, 其补货后的库存水平则由自有资金决定. 在此基础上, 本文将通过数值分析进一步探讨零售商初始库存较低的情况下 (假设初始库存为  $X = 2$ ), 销售目标和资金对其库存与融资决策的激励作用, 重点研究供应商设定不同销售目标区域对的零售商补货后库存水平的影响 (如图 4 所示).

表2 自有资金和初始库存对零售商补货决策的影响

$Y^*$	$X$								
	$T=40$			$T=80$			$T=120$		
$B$	2	12	22	2	12	22	2	12	22
100	<b>60.1</b>	<b>60.1</b>	<b>60.1</b>	82	58.2	58.2	58.2	58.2	58.2
430	<b>63.2</b>	<b>63.2</b>	<b>63.2</b>	82	61.4	61.4	59.3	61.4	61.4
600	<b>63.2</b>	<b>63.2</b>	<b>63.2</b>	82	61.4	61.4	61.4	61.4	61.4

注: 加粗字体表示零售商升级

由图 4 可知: 最优补货水平起初在一个较低的水平, 当销售目标增大到一定程度时, 最优补货水平会随着销售目标的增大而增大, 但是当销售目标继续扩大时, 最优补货水平又会降低至比最初更低的状态. 在同一个初始资金下, 销售目标比较低时, 最

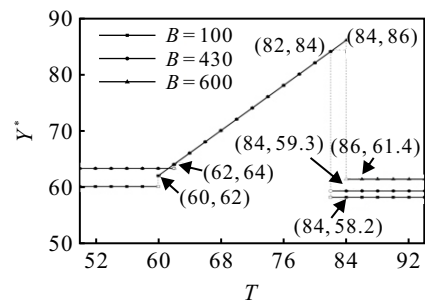


图4 零售商最优补货后库存水平随销售目标的变化

优补货水平会保持不变且总是高于销售目标 (如  $B = 100$  时, 当  $T \in [50, 60]$  时, 有  $Y^* = 60$ ), 若零售商资金充足, 则零售商易实现升级的目标且会选择升级; 若零售商资金不充足, 则较低的销售目标也能够激励零售商选择融资升级. 当销售目标继续增大到某一阈值时, 会存在一个“跟订区域” (如  $B = 100$ , 当  $T \in [60, 84)$  时, 总有  $Y^* - X = T$ ), 在这个区间内, 零售商的订货量总会刚好等于销售目标, 这能够激励零售商努力去订货以实现高等级的优惠政策; 当销售目标过大时, 最优补货水平反而会减小且总低于销售目标 (如  $B = 100$ , 当  $T \in [84, 94)$  时,  $Y = 58$ ), 由于此时零售商的资金已严重不足, 融资升级的成本太高, 反而会削弱零售商的订货水平, 无法起到激励作用.

图 5 为零售商最优补货后库存水平随初始自有资金的变化. 由图 5 可知, 销售目标不同时, 最优补货水平随着自有资金变化的趋势也不统一. 当销售目标较低时 ( $T = 40$ ), 随着自有资金的增加, 零售商的最优补货水平保持不变, 但是始终高于销售目标, 即零售商总会选择升级; 当自有资金扩大到一定水平时, 此时的最优补货水平会随着自有资金的增加而增加, 且此时零售商会投入全部的自有资金订货; 当自有资金继续增加时, 订货量处于一个较高的水平保持不变, 由于此时已达到高等级的最优补货策略, 激励的作用有限, 零售商可用多余的资金进行其他的投资. 当销售目标过高时 ( $T = 120$ ), 此时变化趋势与固定销售返利的情况 ( $T = 0$ ) 重合. 固定销售返利是指无论零售商销量如何, 供应商按照固定

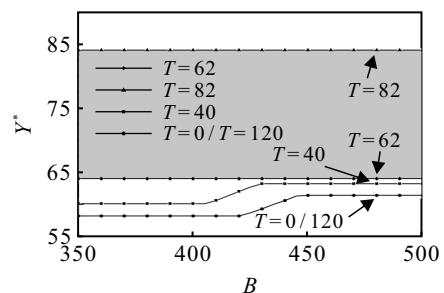


图5 零售商最优补货后库存水平随初始自有资金的变化

比例提供返利奖励. 值得注意的是, 销售目标过高时的最优补货水平总会低于销售目标较低时的最优补货水平, 这是因为过高的销售目标会使得零售商融资升级加重其融资成本, 进而削弱了零售商的订货意愿. 而当销售水平较为居中 ( $T \in [62, 82]$ ) 时, 即在跟订区域内, 此时零售商的最优补货水平与自有资金无关, 由于其最大利润总是在订货量刚好等于销售目标时实现, 升级的边际利润大于边际成本, 资金充足的零售商会随着销售目标补货, 资金不足的零售商则会融资补货, 总会恰好订货达到升级临界点. 在销售目标相同时, 零售商的不同补货决策也反映了其资金水平, 供应商可了解到更多关于零售商的信息, 以优化销售返利合约的设计.

进一步分析两级销售返利契约对供应链系统的影响. 其中:  $\Pi_S = (w_i - c - \beta_i p)Y + w_i(Y - D)^-$  表示供应商利润, 供应链利润是零售商与供应商利润的和, 即

$$\Pi_{SC} = \Phi[B - w_i Y] + pD + (w_i - c)Y + (v - h)(Y - D)^+ - \gamma(Y - D)^-$$

当不存在两级销售返利时 (即  $T = 0$ ), 此时供应链的利润记为  $\Pi_{SC0}$ . 而集中决策下的供应链系统中, 供应商和零售商可视为一个整体, 共同追求供应链利润的最大化. 假设作为核心企业的大型的供应商能够实现其生产规模, 则集中决策下的供应链利润函数为

$$\pi_C = (p - c)E[D] - (h - v)(Y - D)^+ - \gamma(Y - D)^-$$

表3为分级销售返利下与集中决策的利润对比. 由表3可知, 当销售目标较低时 ( $T = 40$ ), 零售商较易达到高等级且期望利润占比上升 (由40%上升至47%), 虽然供应链整体期望利润提升不高, 但是, 供应商通过给予零售商更多的“让利”可吸引更多的零售商订货并销售商品, 有助于提高商品的市场占有率和品牌知名度. 但是销售目标也并非越高越好, 因为零售商的资金和库存水平有限, 若销售目标设置得过高, 而无法激励零售商融资补货到高等级, 则此时销售目标的激励失效, 与固定销售返利下的供应链期望利润相当. 而有分级的销售返利机制下供应链利润  $\pi_{SC}$  总是大于等于固定销售返利的利润

表3 分级销售返利下与集中决策的利润对比

$T$	$Y^*$	$\pi_R$	$\pi_S$	$\pi_{SC}$	$\pi_R/\pi_{SC}$	$\pi_C$	$\frac{\pi_{SC} - \pi_{SC0}}{\pi_{SC0}}$
0	59.3	217	327.3	544.3	0.4	668.4	0
40	63.2	267.5	306.6	574.1	0.47	668.4	5.47%
80	82	225.7	400.8	626.5	0.36	668.4	15.11%
120	59.3	217	327.3	544.3	0.4	668.4	0

$\pi_{SC0}$ . 当  $T = 80$  时,  $\pi_{SC} = 626.5$ , 比  $\pi_{SC0}$  时提高了15.11%, 也是在这4种销售目标下最接近集中决策的利润, 由于在该销售目标下, 一方面, 供应商通过刺激零售商订更多的货赚取利润; 另一方面, 零售商借助销售返利的优惠政策来抵扣通过融资成本, 而尽可能满足不确定的市场需求获得销售收入.

图6进一步分析销售目标对供应链总利润的影响. 由图6可知, 在“跟订区域”内供应链的总利润总会随着销售目标的增高而增大, 该区域可实现供应链双方利润的帕累托改进. 这是由于在“跟订区域”外, 对于既定的销售目标和返利, 受限于不确定的市场需求、融资成本和库存成本等零售商所面临的风险等, 其总会根据资金水平和库存水平选择一个最优补货水平. 可以发现, “跟订区域”实际上与市场需求有关, 这也是供应链整体利润提升的原因, 这个区域更好地满足了市场需求. 对于那些资金不足或高库存成本的零售商而言, “跟订区域”的激励在于给了零售商更多的保障, 零售商订货较多既能享受高等级优惠条件, 又能更好地满足市场需求以获得销售收入. 同时, 对于不同资金水平的供应商, 其跟订区域也是不同的. 实际上, 分级销售目标返利是一个“价格歧视”策略, 若供应商能够较好地识别不同零售商的资金水平, 则找到“跟订区域”的末端能够更大化自身和供应链整体的利润.

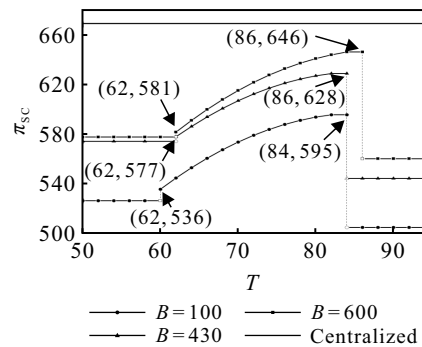


图6 供应链总利润随销售目标的变化

### 4 结论

本文研究分级销售目标返利下零售商的融资和补货决策问题, 构建了两等级销售目标返利机制和随机需求下带有资金约束的零售商的期末资金函数, 并针对销售和自有资金的不同范围给出了零售商的最优补货策略.

研究表明: 1) 零售商的最优策略根据销售目标和自有资金两个维度可划分为11个补货区域. 供应商销售目标适中时, 返利策略总会激励零售商增加订货量且会促使资金不足的零售商融资订货; 过大的销售目标会降低零售商的订货水平, 出现零

售商资金过剩但是不订货的决策. 因此, 零售商应根据销售目标和自身资金水平来确定最佳订货量, 必要时, 可向银行贷款以实现利润最大化. 2) 相较于无分级的固定返利模式, 分级销售目标返利能够提高供应链利润 15.11%, 其次, 存在零售商刚好订货至销售目标阈值的“跟订区域”, 该区域可实现供应链双方利润的帕累托改进. 因此, 供应商应根据零售商的资金水平制定合适的销售目标, 通过销售目标和返利比例的组合来激励零售商融资吸纳供应链外部资金投入供应链运营, 从而实现互利共赢的局面. 3) 当销售目标一定时, 零售商的订货量随自有资金的增加而上升, 但是当销售目标处于“跟订区域”时, 订货量不受自有资金的影响. 因此, 供应商可通过销售目标返利策略更好地激励零售商订货, 特别是在其自有资金不足时的融资订货. 销售目标返利不但是成功的渠道策略可以实现长期稳定合作关系, 且能够根据零售商订货量反向判断零售商的自有资金状况, 进一步识别供应链风险, 并采取针对性策略.

本文在销售目标返利的刻画中仅考虑了通过订货量决定等级的因素, 未来的研究中可加入其他影响等级划分的标准, 如零售商风险、信用等级延迟更新等. 此外, 还可进一步讨论单一供应商面对多个零售商, 零售商异质性以及零售商间竞争时的销售目标返利政策和最优决策.

#### 参考文献 (References)

- [1] Huang K L, Kuo C W, Lu M L. Wholesale price rebate vs. capacity expansion: The optimal strategy for seasonal products in a supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2014, 234(1): 77-85.
- [2] Liang G T, Gu C C. The value of target sales rebate contracts in a supply chain with downstream competition[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 242: 108290.
- [3] Lu Q, Moorthy S. Coupons versus rebates[J]. *Marketing Science*, 2007, 26(1): 67-82.
- [4] Ajorlou A, Jadbabaie A. Sales-based rebate design[J]. *Management Science*, 2023, 69(10): 5983-6000.
- [5] 黄俊伟, 梅姝娥, 仲伟俊. 不同付费规则下电商平台返利模式选择研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2024, 44(11): 3598-3611.  
(Huang J W, Mei S E, Zhong W J. Research on cashback mode selections of e-commerce platform under different payment rules[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2024, 44(11): 3598-3611.)
- [6] 林志炳. 信息不对称下的制造商返利策略研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2020, 40(2): 324-333.  
(Lin Z B. Research on manufacturer rebate strategy with information asymmetry[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2020, 40(2): 324-333.)
- [7] Jiang Y, Dong R X, Wu H, et al. Selling format selection in the presence of rebate provision[J]. *Transportation Research — Part E: Logistics and Transportation Review*, 2024, 192: 103791.
- [8] 李凯, 肖巍, 朱晓曦. 基于云平台的共享制造模式定价策略[J]. *控制与决策*, 2022, 37(4): 1056-1066.  
(Li K, Xiao W, Zhu X X. Pricing strategies for sharing manufacturing model based on cloud platform[J]. *Control and Decision*, 2022, 37(4): 1056-1066.)
- [9] Taylor T A. Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects[J]. *Management Science*, 2002, 48(8): 992-1007.
- [10] Chiu C H, Choi T M, Tang C S. Price, rebate, and returns supply contracts for coordinating supply chains with price-dependent demands[J]. *Production and Operations Management*, 2011, 20(1): 81-91.
- [11] Zheng Y N, Xiao T J. Interaction between rebate strategy and wholesale-ordering contracts under retailer optimism and information asymmetry[J]. *Annals of Operations Research*, DOI: 10.1007/s10479-024-06269-x.
- [12] Wong W K, Qi J, Leung S Y S. Coordinating supply chains with sales rebate contracts and vendor-managed inventory[J]. *International Journal of Production Economics*, 2009, 120(1): 151-161.
- [13] Hou X Y, Li J B, Liu Z X, et al. Pareto and Kaldor-Hicks improvements with revenue-sharing and wholesale-price contracts under manufacturer rebate policy[J]. *European Journal of Operational Research*, 2022, 298(1): 152-168.
- [14] 谢勇, 向莉, 陈双, 等. 供应链返利与惩罚契约研究[J]. *系统工程学报*, 2013, 28(5): 625-632.  
(Xie Y, Xiang L, Chen S, et al. Research on rebate and penalty contract for supply chain coordination[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2013, 28(5): 625-632.)
- [15] 李建斌, 余牛, 刘志学. 两种基于 CVaR 准则的供应链返利与惩罚契约研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(7): 1666-1677.  
(Li J B, Yu N, Liu Z X. Research on two different supply chain rebates and penalty contracts with CVaR criterion[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2015, 35(7): 1666-1677.)
- [16] 李友东, 夏良杰, 王锋正. 基于销售返利契约的低碳供应链协调策略研究[J]. *管理评论*, 2018, 30(9): 218-228.  
(Li Y D, Xia L J, Wang F Z. Study on low-carbon supply chain coordination strategy with sales-rebate contract[J]. *Management Review*, 2018, 30(9): 218-228.)
- [17] Buzacott J A, Zhang R Q. Inventory management with asset-based financing[J]. *Management Science*, 2004, 50(9): 1274-1292.
- [18] Lee C H, Rhee B D. Trade credit for supply chain coordination[J]. *European Journal of Operational Research*, 2011, 214(1): 136-146.
- [19] Kouvelis P, Zhao W H. Financing the newsvendor: Supplier vs. bank, and the structure of optimal trade

- credit contracts[J]. *Operations Research*, 2012, 60(3): 566-580.
- [20] Jing B, Chen X F, Cai G G. Equilibrium financing in a distribution channel with capital constraint[J]. *Production and Operations Management*, 2012, 21(6): 1090-1101.
- [21] Jin W, Zhang Q H, Luo J W. Non-collaborative and collaborative financing in a bilateral supply chain with capital constraints[J]. *Omega*, 2019, 88: 210-222.
- [22] 田俊峰, 司艳红, 王力, 等. 绿色信贷优惠对企业产品定价及供应链绩效的作用机制[J]. *控制与决策*, 2024, 39(10): 3431-3441.  
(Tian J F, Si Y H, Wang L, et al. Impact mechanism of green credit concessions on enterprise product pricing and supply chain performance[J]. *Control and Decision*, 2024, 39(10): 3431-3441.)
- [23] 张永明, 陈伟达, 李倩茹. OEM再制造下双边资金约束闭环供应链生产与合作融资策略[J]. *控制与决策*, 2023, 38(7): 1969-1978.  
(Zhang Y M, Chen W D, Li Q R. Production and collaborative financing strategies for a bilaterally capital-constrained closed-loop supply chain with OEM-remanufacturing[J]. *Control and Decision*, 2023, 38(7): 1969-1978.)
- [24] 张川, 樊灵伟, 田雨鑫, 等. 信用担保与下侧风险控制下零售商资金约束供应链订货与定价策略[J]. *控制与决策*, 2019, 34(12): 2698-2707.  
(Zhang C, Fan L W, Tian Y X, et al. The ordering and pricing strategies of supply chain with a capital constrained retailer under credit guarantee and downside risk control[J]. *Control and Decision*, 2019, 34(12): 2698-2707.)
- [25] 江文辉, 丁小东, 李延来, 等. 库存水平影响需求下变质品订购、定价和保鲜技术投资的联合决策[J]. *控制与决策*, 2020, 35(11): 2578-2588.  
(Jiang W H, Ding X D, Li Y L, et al. Ordering, pricing and preservation technology investment decision for perishable items with inventory-level-dependent demand[J]. *Control and Decision*, 2020, 35(11): 2578-2588.)
- [26] Song L, Chen Y, Zhang B F, et al. Inventory and financing decisions in cross-border e-commerce: The financing and information roles of a bonded warehouse[J]. *Expert Systems with Applications*, 2024, 238: 121639.
- [27] Yang H L, Yu Y. Optimizing retailer's order and financing decisions on an e-commercial platform considering cash flow[J]. *RAIRO-Operations Research*, 2023, 57(5): 2703-2719.
- [28] Shah B J, Shroff A. Inventory model for sustainable operations of fixed-life products: Role of trapezoidal demand and two-level trade credit financing[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 380: 135093.
- [29] Kouvelis P, Shi D. Who should compensate the sales agent in a distribution channel?[J]. *Production and Operations Management*, 2020, 29(11): 2437-2460.
- [30] Abad P L. Optimal pricing and lot-sizing under conditions of perishability and partial backordering[J]. *Management Science*, 1996, 42(8): 1093-1104.
- [31] Ahmed W, Moazzam M, Sarkar B, et al. Synergic effect of reworking for imperfect quality items with the integration of multi-period delay-in-payment and partial backordering in global supply chains[J]. *Engineering*, 2021, 7(2): 260-271.
- [32] Cao E B, Tang J. Managing regretful newsvendors and supply chain performance through target-setting[J]. *Transportation Research — Part E: Logistics and Transportation Review*, 2024, 183: 103444.
- [33] Dong B W, Ren Y F, McIntosh C. A co-opetitive newsvendor model with product substitution and a wholesale price contract[J]. *European Journal of Operational Research*, 2023, 311(2): 502-514.
- [34] Shi Z Y, Li B, Liu S X. Supply process improvement decisions for a newsvendor with random capacity[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2020, 141: 106289.
- [35] 朱宝琳, 戚亚萍, 戢守峰, 等. 产出和需求不确定下三级供应链契约协调模型[J]. *控制与决策*, 2016, 31(12): 2211-2218.  
(Zhu B L, Qi Y P, Ji S F, et al. Three-echelon supply chain contract coordination model with uncertainties of yield and demand[J]. *Control and Decision*, 2016, 31(12): 2211-2218.)
- [36] Chang S H, Li A Q, Wang X, et al. Joint optimization of e-commerce supply chain financing strategy and channel contract[J]. *European Journal of Operational Research*, 2022, 303(2): 908-927.

## 作者简介

吴晓黎 (1980–), 女, 副教授, 博士, 主要研究方向为供应链运作、库存管理, E-mail: [wxiaoli@scut.edu.cn](mailto:wxiaoli@scut.edu.cn);

寇淇 (2000–), 男, 博士生, 主要研究方向为供应链运作管理, E-mail: [kq1843100574@163.com](mailto:kq1843100574@163.com);

范毓升 (2001–), 男, 硕士生, 主要研究方向为供应链与物流管理、工业工程, E-mail: [1603908127@qq.com](mailto:1603908127@qq.com);

曾耀仪 (1998–), 女, 硕士生, 主要研究方向为供应链与物流管理, E-mail: [bmyyzeng@mail.scut.edu](mailto:bmyyzeng@mail.scut.edu).