

不同预售策略下供应链定价与服务决策研究

张迪

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年10月7日; 录用日期: 2023年12月17日; 发布日期: 2023年12月27日

摘要

考虑由单一供应商和单一零售商组成的双渠道供应链, 为研究不同预售策略下供应商和零售商的定价与服务水平决策, 划分了三种预售策略: 供应商直销预售、零售商预售、合作预售。针对每种预售策略, 构建以利润最大化为目标的Stackelberg博弈模型, 对产品的销售价格、服务水平等均衡策略进行比较。结果表明: 1) 预售价格: 在利润分成比例 λ 较低时, 合作预售 < 供应商预售 < 零售商预售; 当分成比例较高时, 供应商预售 < 零售商预售 < 合作预售。随着消费者服务敏感度增大, 销售价格应逐渐提高。2) 服务水平: 当 λ 较低时, 零售商预售策略服务水平最高; 当 λ 较高时, 供应商预售 < 零售商预售 < 合作预售。当服务成本系数增加时, 预售和现售阶段都应设置更低的销售价格。3) 零售商预售策略和合作预售策略下供应商可以获得更高的利润。当利润分成比例适中时, 零售商和供应商在合作预售策略下均能获得较高的利润。

关键词

预售策略, 定价决策, 服务水平决策, Stackelberg博弈

Research on Supply Chain Pricing and Service Decision under Different Advance Selling Strategies

Di Zhang

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Oct. 7th, 2023; accepted: Dec. 17th, 2023; published: Dec. 27th, 2023

Abstract

Considering a dual-channel supply chain composed of a single supplier and a single retailer, in

order to study the pricing and service level decisions of suppliers and retailers under different advance selling strategies, three advance selling strategies are divided: supplier direct advance selling, retailer advance selling, and cooperative advance selling. For each advance selling strategy, a Stackelberg game model with profit maximization as the goal is constructed to compare the equilibrium strategies such as product sales price and service level. The results show that: 1) advance selling price: when the profit sharing ratio λ is low, cooperative advance selling < supplier advance selling < retailer pre-sale; when the share ratio is high, supplier advance selling < retailer advance selling < cooperative advance selling. With the increase of consumer service sensitivity, the sales price should be gradually increased. 2) Service level: when λ is low, the service level of the retailer's advance selling strategy is the highest; when λ is high, supplier advance selling < retailer advance selling < cooperative advance selling. When the service cost coefficient increases, the advance selling and on-sale stages should set lower sales prices. 3) Suppliers can obtain higher profits under retailer's advance selling strategy and cooperative advance selling strategy. When the profit sharing ratio is moderate, both retailers and suppliers can obtain higher profits under the cooperative advance selling strategy.

Keywords

Advance Selling Strategy, Pricing Decisions, Service Level Decision, Stackelberg Game

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

电子商务的快速发展使京东、天猫、苏宁等电商平台的影响力与日俱增。2022年,全国网上平台零售额达13.79万亿元,同比增长4% [1]。伴随着电子商务的稳定发展,新型营销模式开始出现。除了现货销售外,消费者还可以通过预售提前支付货款来享受一定的价格折扣,并在预售期结束后接收货物。预售不仅能提高商家利润[2],还有助于商家充分挖掘产品的市场潜力、降低库存成本和风险[3]、刺激消费并增加销量[4]。预售已成为平台经济下的一种重要商业模式,典型代表有“天猫双十”与“京东618”预售活动。

预售作为一种精准匹配供需关系的营销方式,其定价策略受到学者们的广泛关注。Tang等[5]、赵道致和李志保[6]都验证了预售折扣策略对提升零售商绩效的有效性,并总结开展预售的产品特点和市场情况。Yuman等[7]将产品预售阶段的产品配给能力作为传达产品质量可信度的工具,以此为视角分析了零售商产品的配给能力和定价。预售折扣的表现形式还包括代金券优惠和产品随附赠品,Khouja和Zhou [8]以预售产品代金券为研究对象设计了最优产品定价和代金券面值兑换率,而Huang等[9]的研究是分析了企业生产能力存在限制时产品的两期定价和赠品的质量水平问题。预售形式发生改变,定价策略也随之调整,慕银平等[10]将产品预售与期权结合,建立了求解最优实物库存和期权数量的模型,设计了求解最优预售折扣的算法。

现有关于预售相关的研究主要集中在某种确定的预售策略下,尤其是零售商实施预售,然而在现实销售环境中,由于预售渠道的不同,商家可以选取不同的预售策略。比如2022年4月全新Smart精灵#1车型在“Smart汽车App”开启了官方直销预售通道。2021年10月,华为与在线零售平台天猫合作,在线上授权电商平台——天猫华为官方旗舰店首发开启华为Mate40 Pro、华为Mate40 Pro+及华为Mate 40

RS 保时捷版本的预售通道。此外,据中国消费者协会 2021 年调查数据[11]显示,产品或服务的水平是消费者网购时最关注的因素之一。消费者如果选择预售期购买,由于无法观察产品的所有功能,不能亲身感知到预售产品的质量,因此消费者会更严格地考虑价格、服务水平(在线咨询、优先配送、不缺货保证)等决定自己的购买意愿。所以,在此现实背景下,不同预售策略时供应链成员如何定价以及确定自身的服务水平以满足消费者的需求,不同预售策略如何影响供应链成员均衡决策以及是否存在严格占优的预售策略,是十分值得深入探讨的问题。

鉴于此,本文对单个供应商和单个线上零售商(以下简称零售商)组成的预售背景下的供应链展开研究,划分三种不同预售策略:供应商预售策略、零售商预售策略、合作预售策略,比较不同预售策略下的产品均衡定价、服务水平决策与供应链成员利润,探讨关键参数如消费者服务敏感度、利润分成比例、预售市场规模等对供应链成员最优决策的影响。相关结论为企业在开展预售时制定合理、有效的产品定价与服务水平决策提供参考。

2. 问题描述和模型假设

本文针对由一个供应商 S 和一个零售商 R 组成的供应链。供应商生产产品,并通过零售商的渠道或自身直销渠道将产品销售给消费者,销售分为预售阶段和现售阶段。三种预售策略如图 1 所示。第一种是供应商直销预售。供应商之前没有直销渠道,所以需要开通直销渠道为消费者提供预售,即供应商需要承担开通直销渠道成本 C_d 以及提供服务的成本 C_s 。第二种是零售商预售,供应商以批发价 w_1 、 w_2 将预售与现售产品批发给零售商,零售商再分别以 p_1 、 p_2 销售给消费者,同时提供相应的销售服务(如专业化的产品使用和保养服务、在线咨询服务等、优先配送、不缺货保证等)。第三种是合作预售,零售商的角色相当于是预售平台,提供订购信息和服务,由供应商向消费者预售产品,同时提供给零售商一定比例的预售利润分成。

在三种预售策略下,预售阶段市场需求函数可表示为:

$$D_i^s = Y - p_1^s + \beta s_s^s, D_i^r = Y - p_1^r + \beta s_r^r, D_i^j = Y - p_1^j + \beta s_j^j$$

现货销售阶段三种策略下的市场需求表示为: $D_2^i = X - p_2^i + \alpha s_r^i$, X 、 Y 分别代表现售和预售阶段的基本市场规模, α 、 β 分别表示现售和预售阶段消费者对服务水平敏感度,上标 $i(i = s, r, j)$ 分别代表供应商直销预售策略、零售商预售策略和合作预售策略。

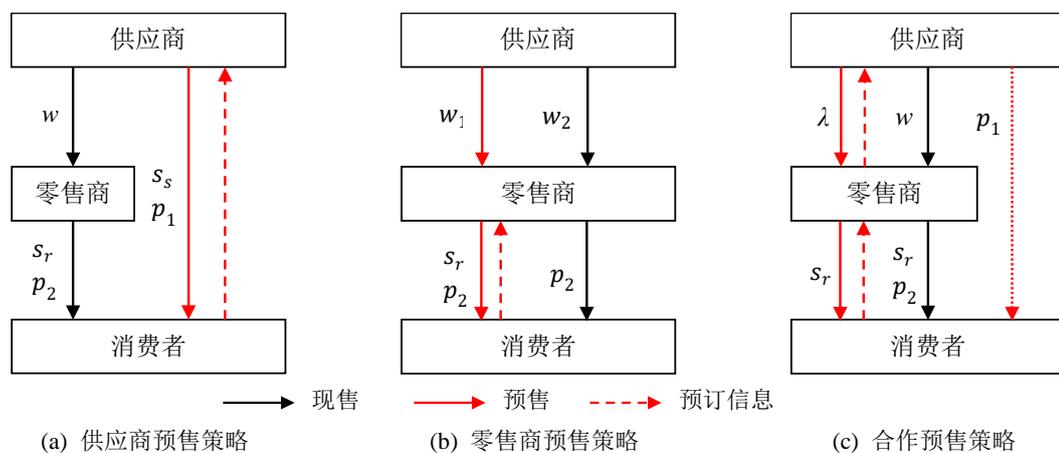


Figure 1. Three pre-sale strategies

图 1. 三种预售策略

此外，为简化模型做如下假设：

- 1) 供应商与零售商均为风险中性且完全理性，所有信息为共有知识。
- 2) 在零售商预售策略下，零售商不区分预售阶段和现售阶段消费者，提供相同水平的服务。
- 3) 预售阶段和现售阶段的消费者中，选择预售期购买的消费者会更加关注服务水平，即 $0 < \alpha < \beta < 1$ 。
- 4) 预售与现售的产品同质，且这两种销售方式的基本需求量互不影响[12]。
- 5) 结合单汨源等[13]和王玉燕等[14]的研究，产品需求是关于销售价格与服务水平的线性函数，本文假设预售阶段的需求函数为 $D_1^i = Y - p_1^i + \beta s_s^i$ ，现售阶段的需求函数为 $D_2^i = X - p_2^i + \alpha s_r^i$ 。
- 6) 探讨供应链中的服务水平时，一般假设提供水平为 s 的服务时产生的成本为 $\eta s^2/2$ [15]。其中， η 为服务成本系数。本研究采用相类似的服务成本函数，并用 η_1 和 η_2 区分不同主体的服务成本， $\eta_1 > 0$ ， $\eta_2 > 0$ 。
- 7) 参考 Abhishek 等[16]的研究，假设供应商给零售商的利润分成比例外生，这与实际情况也是相符的，一般情况下电商平台都只对具体类别的产品或服务收取固定的费率，而不针对商家单独制定。如天猫¹和京东²等。本文涉及变量如表 1 所示。

Table 1. Main variables and their meanings
表 1. 主要变量及其含义

符号	含义
模型参数：	
X	现售阶段市场规模
Y	预售阶段市场规模
c	单位生产成本
C_d	供应商开通直销渠道的费用
α	现售阶段消费者服务敏感度
β	预售阶段消费者服务敏感度
η_1	供应商服务成本系数
η_2	零售商服务成本系数
λ	供应商给零售商的预售利润分成比例
D_1^i 、 D_2^i	预售、现售阶段的市场需求
C_s^i 、 C_r^i	供应商、零售商服务成本
π_s^i 、 π_r^i	供应商、零售商利润
决策变量：	
p_1^i	预售价格
p_2^i	现售价格
w_i	批发价格
s_r^i	零售商服务水平
s_s^i	供应商服务水平

¹ 资料来源于 <https://rulechannel.tmall.com/?type=detail&ruleId=20001697&cId=379#/rule/detail?ruleId=20001697&cId=379>。

² 资料来源于 <https://rule.jd.com/rule/ruleDetail.action?ruleId=638209647311982592&type=0&btype=1>。

3. 模型构建与求解

3.1. 供应商直销预售模型

将此种情况作为基准模型，首先供应商先决定批发价格、预售价格和服务水平，然后零售商确定现货销售的服务水平和销售价格。供应商、零售商的利润函数分别为：

$$\pi_s^s = D_1^s(p_1^s - c) + D_2^s(w - c) - C_d - \frac{\eta_1 s_s^{s2}}{2}, \quad \pi_r^s = D_2^s(p_2^s - w) - \frac{\eta_2 s_r^{s2}}{2}$$

命题 1: 采用逆向归纳法求解，可得各项均衡解，当参数满足条件 $2\eta_2 - \alpha^2 > 0$ 且 $2\eta_1 - \beta^2 > 0$ 时。预售、现售价格分别为：

$$p_1^{s*} = \frac{c\eta_1 + \eta_1 Y - c\beta^2}{2\eta_1 - \beta^2}, \quad p_2^{s*} = \frac{\eta_2(c + 3X) - (c + X)\alpha^2}{4\eta_2 - 2\alpha^2}$$

供应商、零售商服务水平为：

$$s_s^{s*} = \frac{(Y - c)\beta}{2\eta_1 - \beta^2}, \quad s_r^{s*} = \frac{(X - c)\alpha}{4\eta_2 - 2\alpha^2}$$

批发价格为：

$$w^{s*} = \frac{c + X}{2}$$

命题 1 表明，供应商、零售商销售价格以及服务水平均存在唯一最优解。条件 $2\eta_2 - \alpha^2 > 0$ 和 $2\eta_1 - \beta^2 > 0$ ，能确保 Hessian 矩阵负定。当采用供应商直销预售策略时，预售价格和供应商服务水平都与预售市场规模 Y 呈正相关，预售市场规模增加时，直销渠道预售价格以及服务水平也会随之增加。现售价格、批发价格和零售商服务水平与现售市场规模 X 呈正相关。采用预售与现售集成的方式销售产品，有利于满足消费者多样性需求，刺激消费扩大市场规模。在预售与现售阶段，市场规模增大，预售价格、现售价格以及服务水平均会随之增加，这一结论与白世贞[12]的研究结论相似。

推论 1: 1) $\frac{\partial s_s^{s*}}{\partial \beta} > 0$, $\frac{\partial p_1^{s*}}{\partial \beta} > 0$, $\frac{\partial s_r^{s*}}{\partial \alpha} > 0$, $\frac{\partial p_2^{s*}}{\partial \alpha} > 0$; 2) $\frac{\partial s_r^{s*}}{\partial \eta_2} < 0$, $\frac{\partial p_2^{s*}}{\partial \eta_2} < 0$, $\frac{\partial s_s^{s*}}{\partial \eta_1} < 0$, $\frac{\partial p_1^{s*}}{\partial \eta_1} < 0$ 。

推论 1 表明了供应商直销预售策略下，消费者服务敏感度和服务成本系数对最优决策的影响。1) 消费者服务敏感度越高，服务水平有所提升，预售、现售价格也会相应的提高，消费者将要为优质的服务支付更高的费用。这是由于服务改善需要更多的服务成本投入，会增加成本压力，相应的销售价格会随之提高。这一结果与刘斌和顾琼琼[17]的研究结论相似。2) 服务成本系数对服务水平、预售价格以及现售价格的影响具有一致性，供应商的服务水平和预售价格应随供应商服务成本系数的降低而应设置得更高，即较低的服务成本系数有利于提高预售和现售阶段的服务水平。

3.2. 零售商预售模型

决策过程为：首先供应商确定预售和现售产品的批发价格 w_1 、 w_2 ，然后零售商确定服务水平、预售和现售销售价格。供应商、零售商的利润函数分别为：

$$\pi_s^r = D_1^r(w_1^r - c) + D_2^r(w_2^r - c)$$

$$\pi_r^r = D_1^r(p_1^r - w_1^r) + D_2^r(p_2^r - w_2^r) - \frac{\eta_2 s_r^{r2}}{2}$$

命题 2: 利用逆推法对双方的决策过程进行推导, 可得各均衡解, 当 $2\eta_2 > \beta^2 + \alpha^2$ 时。预售、现售价格分别为:

$$p_1^{r*} = \frac{(c+3Y)(2\eta_2 - \alpha^2) + (X-c)\alpha\beta - 2(c+Y)\beta^2}{8\eta_2 - 4(\alpha^2 + \beta^2)}$$

$$p_2^{r*} = \frac{1}{4} \left(\frac{\alpha(X\alpha - Y\beta + c(\alpha + \beta))}{-2\eta_2 + \alpha^2 + \beta^2} + c + 3X \right)$$

零售商服务水平为:

$$s_r^{r*} = \frac{X\alpha + Y\beta - c(\alpha + \beta)}{4\eta_2 - 2(\alpha^2 + \beta^2)}$$

预售、现售产品批发价格为:

$$w_1^{r*} = \frac{c+Y}{2}, w_2^{r*} = \frac{c+X}{2}$$

命题 2 表明, 市场规模对均衡决策的影响与供应商预售策略下的影响相似。预售阶段的销售价格和零售商服务水平都与预售市场规模 Y 呈正相关, 市场规模越大, 销售价格和服务水平应设置的越高。现售阶段的销售价格与现售市场规模 X 呈正相关, 最优预售批发价格与现售市场规模无关, 最优现售批发价格与预售市场规模无关。

推论 2: 1) $\frac{\partial s_r^*}{\partial \beta} > 0$, $\frac{\partial p_1^{r*}}{\partial \beta} > 0$, $\frac{\partial s_r^*}{\partial \alpha} > 0$, $\frac{\partial p_2^{r*}}{\partial \alpha} > 0$; 2) $\frac{\partial p_2^{r*}}{\partial \eta_2} < \frac{\partial p_1^{r*}}{\partial \eta_2} < 0$ 。

推论 2 表明在零售商预售策略下, 服务敏感度和服务成本系数对最优决策的影响。1) 服务水平、销售价格与消费者服务敏感度呈正相关。2) 当服务成本系数增加时, 预售和现售阶段都应设置更低的销售价格, 而且现售阶段降价的幅度应更大。这表明, 企业不仅需要掌握消费者对服务水平的关注程度, 同时也要利用自己的服务经验等改善服务成本。

3.3. 合作预售模型

决策顺序为: 首先供应商设定预售和批发价格 p_1 、 w , 然后, 零售商决定服务水平和现售价格 p_2 。假设利润分成比例 λ 是外生的, 取决于博弈过程中的议价能力, λ 的范围在 0 到 1 之间。供应商、零售商的利润函数分别为:

$$\pi_s^j = (1-\lambda)D_1^j(p_1^j - c) + D_2^j(w - c), \pi_r^j = \lambda D_1^j(p_1^j - c) + D_2^j(p_2^j - w) - \frac{\eta_2 s_r^{j2}}{2}$$

命题 3: 仍利用逆推归纳法对供应商和零售商的决策进行推导, 当 $2\eta_2 - \alpha^2 > 0$, $2(\lambda - 1)(-2\eta_2 + \alpha^2 + 2\beta^2\lambda) < 0$, 且 $-\alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2 - 8\eta_2^2(-1+\lambda) + 4\eta_2(-1+\lambda)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda) > 0$ 时。预售、现售价格分别为:

$$p_1^{j*} = \frac{\eta_2(-\alpha(X\beta + 2Y\alpha(\lambda - 1)) + 4\eta_2Y(\lambda - 1)) + cA}{\alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(\lambda - 1) - 4\eta_2(\lambda - 1)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda)}$$

$$p_2^{j*} = \frac{cB + (1-\lambda)C}{\alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(\lambda - 1) - 4\eta_2(\lambda - 1)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda)}$$

零售商服务水平为:

$$s_r^* = \frac{-\alpha\beta(2\lambda-1)(Y\alpha(\lambda-1)+X\beta\lambda)+2n(\lambda-1)(X\alpha+2Y\beta\lambda)+cD}{\alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2+8\eta_2^2(\lambda-1)-4\eta_2(\lambda-1)(\alpha^2+2\beta^2\lambda)}$$

批发价格为:

$$w^{j*} = \frac{(\lambda-1)D+cE}{\alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2+8\eta_2^2(\lambda-1)-4\eta_2(\lambda-1)(\alpha^2+2\beta^2\lambda)}$$

其中

$$A = \alpha^2\beta^2(1-2\lambda)^2 + 4\eta_2^2(\lambda-1) + \eta_2(\alpha\beta - 2\alpha^2(\lambda-1) - 8\beta^2(\lambda-1)\lambda)$$

$$B = 2n^2(-1+\lambda) + \alpha^2\beta(-1+2\lambda)(-\alpha+(\alpha+\beta)\lambda) - n(-1+\lambda)(\alpha(2\alpha-\beta) + 2\beta(2\alpha+\beta)\lambda)$$

$$C = -6n^2X + nY\alpha\beta(1-4\lambda) + \alpha^2\beta(Y\alpha - X\beta)(-1+2\lambda) + 2nX(\alpha^2 + 3\beta^2\lambda)$$

$$D = 4n^2X - 2n\alpha(X\alpha + Y\beta) + 4n\beta(Y\alpha - X\beta)\lambda - \alpha^2\beta(Y\alpha - X\beta)(-1+2\lambda)$$

$$E = 4n^2(-1+\lambda) + \alpha^2\beta(-1+2\lambda)(-\alpha+(\alpha+\beta)\lambda) - 2n(-1+\lambda)(\alpha(\alpha-\beta) + 2\beta(\alpha+\beta)\lambda)$$

命题 3 求解过程与命题 1 和命题 2 类似, 给出了合作预售策略下的预售价格 p_1^{j*} 、现售价格 p_2^{j*} 、批发价格 w^{j*} 、零售商服务水平 s_r^* 等最优决策。市场规模对均衡决策的影响与供应商预售策略下的影响相似, 类似于推论 1。随着预售和现售阶段消费者服务敏感度的提高, 零售商应提供更高水平的服务, 同时设定更高的销售价格。

4. 不同预售策略比较分析

不同预售策略的比较, 主要包括预售价格 p_1^i 、现售价格 p_2^i 、服务水平 s_s^i 、 s_r^i 、预售阶段市场需求 D_2^i 、供应商利润 π_s^i 、零售商利润 π_r^i 。对均衡解作差得表 2。

Table 2. The result of the difference of the equilibrium solution

表 2. 均衡解作差结果

作差	结果
$p_1^{s*} - p_1^{r*}$	$\frac{c-Y}{2} + \frac{\eta_1(c-Y)}{-2\eta_1 + \beta^2} + \frac{(c-Y)(2\eta_2 - \alpha^2) + (c-X)\alpha\beta}{8\eta_2 - 4(\alpha^2 + \beta^2)}$
$p_2^{s*} - p_2^{r*}$	$\frac{\alpha\beta((c-Y)(2\eta_2 - \alpha^2) + (c-X)\alpha\beta)}{4(2\eta_2 - \alpha^2)(-2\eta_2 + \alpha^2 + \beta^2)}$
$s_s^{s*} - s_r^{r*}$	$\frac{(c-X)\alpha}{4\eta_2 - 2\alpha^2} + \frac{(c-Y)\beta}{-2\eta_1 + \beta^2}$
$s_r^{s*} - s_r^{r*}$	$-\frac{\beta(-2c\eta_2 + 2\eta_2Y + c\alpha(\alpha-\beta) + \alpha(-Y\alpha + X\beta))}{2(-2\eta_2 + \alpha^2)(-2\eta_2 + \alpha^2 + \beta^2)}$

Continued

$$D_2^s - D_2^r \quad \frac{\alpha\beta(-2c\eta_2 + 2\eta_2 Y + c\alpha(\alpha - \beta) + \alpha(-Y\alpha + X\beta))}{4(-2\eta_2 + \alpha^2)(-2\eta_2 + \alpha^2 + \beta^2)}$$

$$\pi_r^s - \pi_r^r \quad \frac{\eta_2(c-X)^2}{16\eta_2 - 8\alpha^2} - \frac{-4c\eta_2(X+Y) + 2\eta_2(X^2 + Y^2) + c^2(4\eta_2 - (\alpha - \beta)^2) + 2c(\alpha - \beta)(Y\alpha - X\beta) - (Y\alpha - X\beta)^2}{16(-2\eta_2 + \alpha^2 + \beta^2)}$$

$$\pi_s^s - \pi_s^r \quad \frac{1}{4} \left(-4a + \frac{\eta_2(c-X)^2}{2\eta_2 - \alpha^2} - \frac{2\eta_1(c-Y)^2}{-2\eta_1 + \beta^2} + \frac{4c\eta_2(X+Y) - 2\eta_2(X^2 + Y^2) + c^2}{4\eta_2 - 2(\alpha^2 + \beta^2)} \right)$$

$$p_1^{s*} - p_1^{r*} \quad \frac{\eta_1(c-Y)}{-2\eta_1 + \beta^2} + \frac{\eta_2(X\alpha\beta - c\alpha(\beta + 2\alpha(-1 + \lambda)) + 4c\eta_2(-1 + \lambda) - 4\eta_2 Y(-1 + \lambda) + 2Y\alpha^2(-1 + \lambda))}{\alpha^2\beta^2(1 - 2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(-1 + \lambda) - 4\eta_2(-1 + \lambda)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda)}$$

$$s_r^{j*} - s_r^{s*} \quad \frac{\beta(X\alpha\beta - c\alpha(\beta + 2\alpha(-1 + \lambda)) + 4c\eta_2(-1 + \lambda) - 4\eta_2 Y(-1 + \lambda) + 2Y\alpha^2(-1 + \lambda))(\alpha^2(1 - 2\lambda) + 4\eta_2\lambda)}{2(2\eta_2 - \alpha^2)(\alpha^2\beta^2(1 - 2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(-1 + \lambda) - 4\eta_2(-1 + \lambda)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda))}$$

$$D_2^s - D_2^j \quad \frac{\eta_2(-c + X)}{4\eta_2 - 2\alpha^2} + \frac{\eta_2(-1 + \lambda)(2c\eta_2 - 2\eta_2 X + c\alpha\beta - Y\alpha\beta + 2(-c + X)\beta^2\lambda)}{\alpha^2\beta^2(1 - 2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(-1 + \lambda) - 4\eta_2(-1 + \lambda)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda)}$$

$$\pi_r^s - \pi_r^j \quad \frac{n(X\alpha\beta - c\alpha(\beta + 2\alpha(-1 + \lambda)) + 4cn(-1 + \lambda) - 4nY(-1 + \lambda) + 2Y\alpha^2(-1 + \lambda))G}{8(2\eta_2 - \alpha^2)(\alpha^2\beta^2(1 - 2\lambda)^2 + 8\eta_2^2(-1 + \lambda) - 4\eta_2(-1 + \lambda)(\alpha^2 + 2\beta^2\lambda))^2}$$

注: $F = (-4\eta_2 + (\alpha - \beta)^2) - 2c(\alpha - \beta)(Y\alpha - X\beta) + (Y\alpha - X\beta)^2$;

$G = \alpha\beta H - 2(-2n + \alpha^2)I\lambda + 4(-2n + \alpha^2)J\lambda^2 - 24(c - Y)(-2n + \alpha^2)\beta^2\lambda^3$;

$H = 8n(c - X)(-2n + \alpha^2) + 2(c - Y)\alpha(-2n + \alpha^2)\beta + (c - X)\alpha^2\beta^2$;

$I = -8n(c - Y)(2n - \alpha^2) + 8n(c - X)\alpha\beta + 5(c - Y)\alpha^2\beta^2 + 4(c - X)\alpha\beta^3$;

$J = -4n(c - Y)(2n - \alpha^2) - 6(c - Y)(2n - \alpha^2)\beta^2 + 3(c - X)\alpha\beta^3$ 。

推论 3: 1) 预售价格: 当 $0 < \lambda < \Lambda_1$ 时, $p_1^{r*} > p_1^{s*} > p_1^{j*}$; 当 $\Lambda_1 < \lambda < \Lambda_2$ 时, $p_1^{r*} > p_1^{j*} > p_1^{s*}$; 当 $\Lambda_2 < \lambda < 1$ 时, $p_1^{j*} > p_1^{r*} > p_1^{s*}$ 。其中 Λ_1 为满足 $p_1^{j*} - p_1^{s*} = 0$ 时的唯一零点, Λ_2 为满足 $p_1^{r*} - p_1^{s*} = 0$ 时的唯一零点, 为利润分成比例的阈值点。

$$\Lambda_1 = 8\eta_1^2 + 4\eta_1\eta_2 - \frac{4\eta_1 F_1}{(c - Y)(2\eta_2 - \alpha^2)\beta}$$

$$F_1 = \sqrt{\eta_2(c - Y)(2\eta_2 - \alpha^2)\beta(8\eta_1^2(c - X)\alpha + (c - Y)(2(-2\eta_1 + \eta_2)^2 + (4\eta_1 - \eta_2)\alpha^2)\beta + 4\eta_1(-c + X)\alpha\beta^2)}$$

2) 现售价格: 当 $0 < \lambda < \Lambda_3$ 时, $p_2^{r*} > p_2^{s*} > p_2^{j*}$; 当 $\Lambda_3 < \lambda < \frac{1}{2}$ 时, $p_2^{r*} > p_2^{j*} > p_2^{s*}$; 当 $1/2 < \lambda < 1$ 时, $p_2^{j*} > p_2^{r*} > p_2^{s*}$, 其中 $\Lambda_3 = \eta_2 - \alpha^2/2(2\eta_2 - \alpha^2)$, 为利润分成比例的阈值点。

3) 服务水平: $\Lambda_3 < 1/2$, 当 $0 < \lambda < \Lambda_3$ 时, $s_r^{s*} > s_s^{j*} > s_r^{r*}$; 当 $\Lambda_3 < \lambda < 1/2$ 时, $s_r^{r*} > s_s^{j*} > s_r^{s*}$; 当 $1/2 < \lambda < 1$

时, $s_r^{j^*} > s_r^{r^*} > s_s^{s^*}$ 。 $1/2 \leq \Lambda_3$, 当 $0 < \lambda < \Lambda_3$ 时, $s_r^{r^*} > s_s^{s^*} > s_r^{j^*}$; 当 $1/2 < \lambda < 1$ 时, $s_r^{j^*} > s_r^{r^*} > s_s^{s^*}$ 。 Λ_3 为 $s_r^{j^*} - s_s^{s^*} = 0$ 的满足条件的零点, 为利润分成比例的阈值点。

由推论 3 可知, 1) 当利润分成比例较低时, 合作预售策略下的预售价格最低。利润分成比例变大, 合作预售策略下的预售价格将上升到三种策略中的最高。零售商预售策略下的预售价格始终高于供应商预售策略。2) 利润分成比例变大, 合作预售策略下的现货销售价格从最低上升至三种策略中最高。零售商预售策略下, 现售价格也较供应商预售策略更高。3) 零售商预售策略时的服务水平始终高于供应商预售策略时的服务水平。利润分成比例大于 $1/2$ 时, 合作预售策略下服务水平最高。结合 1) 表明, 更高水平的服务需要更多的成本投入, 为了弥补收益损失, 服务提供者会提高产品的销售价格。

推论 4: 1) 最优的预售产品需求量 $D_2^{s^*} < D_2^{r^*}$; 2) 最优的零售商利润 $\pi_r^{s^*} < \pi_r^{r^*}$ 。

由推论 4 可知, 1) 在采用零售商预售策略时, 现售市场需求显著高于供应商预售策略下的现售市场需求。2) 零售商预售策略下的零售商利润明显高于供应商预售策略下的零售商利润。

推论 5: 1) $D_2^{s^*} < D_2^{j^*}$; 2) $\pi_r^{s^*} < \pi_r^{j^*}$ 。

根据推论 5 可以得出以下结论: 1) 合作预售策略在现售阶段的需求更大。合作预售提供了更高水平的服务, 消费者被优质的服务吸引, 从而增加现售阶段的需求。2) 合作预售策略下零售商可以获得更高的利润。

5. 算例分析

为了直观展示在三种不同预售策略下最优销售价格、最优服务水平以及供应商利润随 α 、 β 、 Y 等变化的趋势, 下面拟借助数值算例对其进行验证分析, 参考相关文献[11] [12]对相关参数赋值如表 3 所示。

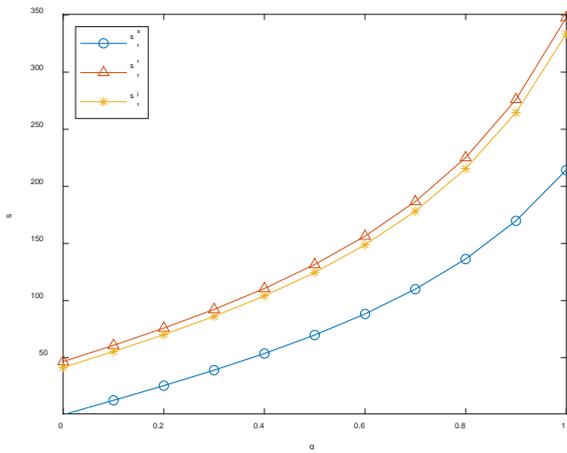
Table 3. Parameter setting
表 3. 参数设置

参数	取值	参数	取值
X	600	α	0.3
Y	400	β	0.5
c	0.2	η_1	1.3
C_d	500	η_2	1.2

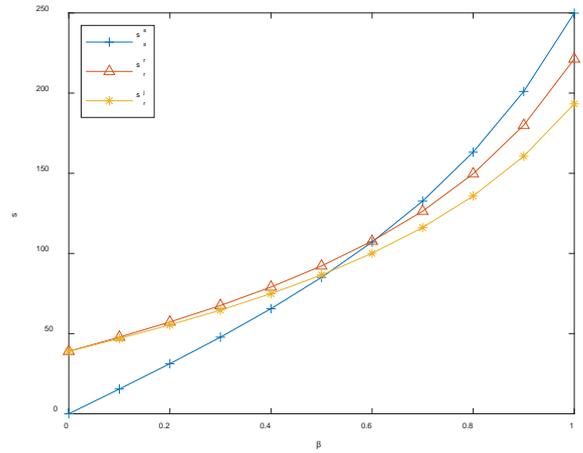
从图 2 各个图像的整体趋势可以看出, 随着消费者服务敏感度的增大, 销售价格和服务水平均逐渐提高。这与推论 1 和推论 2 的结论相一致。消费者对服务的敏感程度不断增加时, 供应商或零售商应采取“重服务、高定价”的策略。反之, 当消费者对所提供的服务水平不太敏感时, 则应减少服务成本, 同时适当降低产品价格。

由图 3 可得: 随着预售市场规模的增大, 除供应商预售策略时的现售价格外, 其他销售价格均随之提高; 零售商预售策略是预售价格最高, 高于合作预售高于供应商预售; 对于现售价格而言, 也是零售商预售策略最高, 高于合作预售高于供应商预售, 这与推论 3 的结论一致。

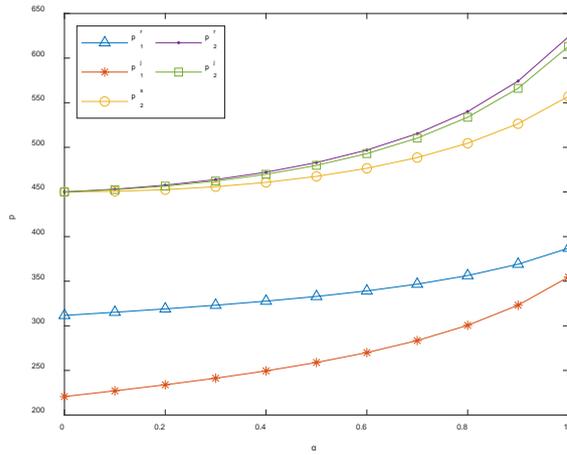
图 4 表明了直销渠道开通成本 C_d 和利润分成比例 λ 对供应商利润的影响。当 λ 较低或较高时, 无论直销渠道开通成本多高, 供应商在合作预售策略下获得的利润最高。当 λ 处于中等水平时, 三种策略下供应商利润的关系取决于直销渠道开通成本 C_d 。如果成本较低, 供应商将更倾向于自己进行预售。否则, 零售商预售策略下其利润最高。



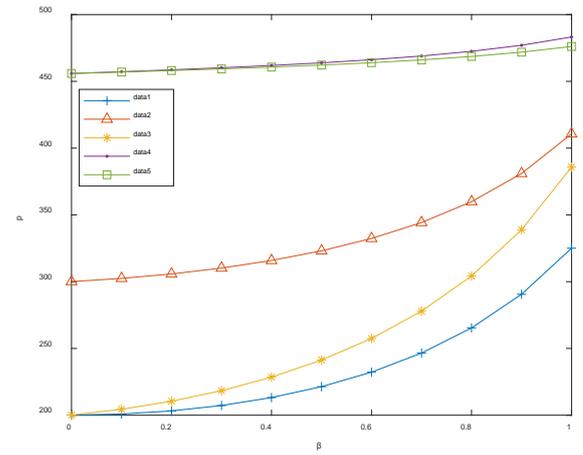
(a) α 对服务水平的影响



(b) β 对服务水平的影响

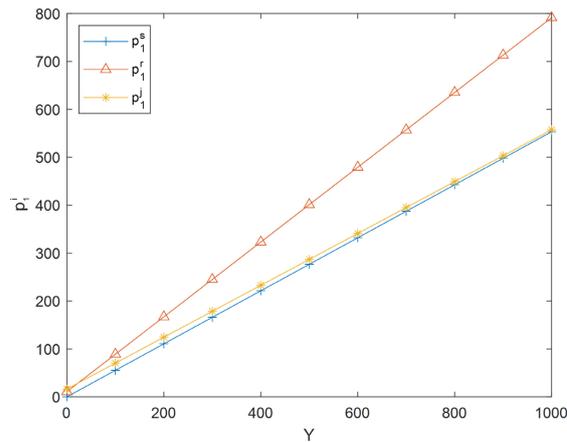


(c) α 对销售价格的影响

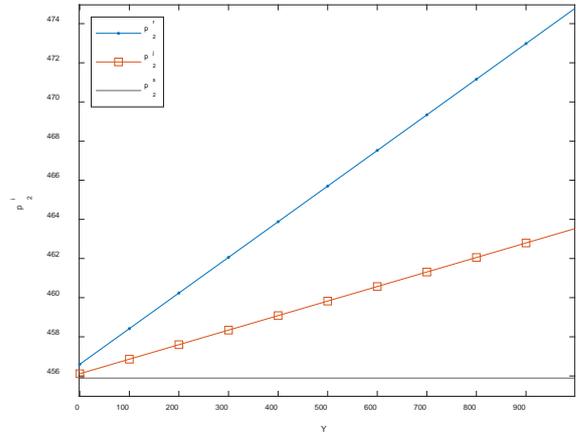


(d) β 对销售价格的影响

Figure 2. The impact of α and β on service level and price
图 2. α 和 β 对服务水平和价格的影响



(a) Y 对 p_1^i 的影响



(b) Y 对 p_2^i 的影响

Figure 3. The influence of Y on sales price under three strategies
图 3. 三种策略下 Y 对销售价格影响 $\lambda = 0.35$

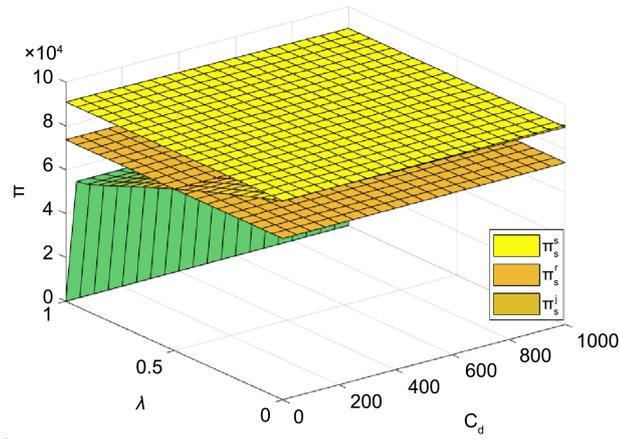


Figure 4. The influence of C_d and λ on supplier's profit
图 4. C_d 和 λ 对供应商利润的影响

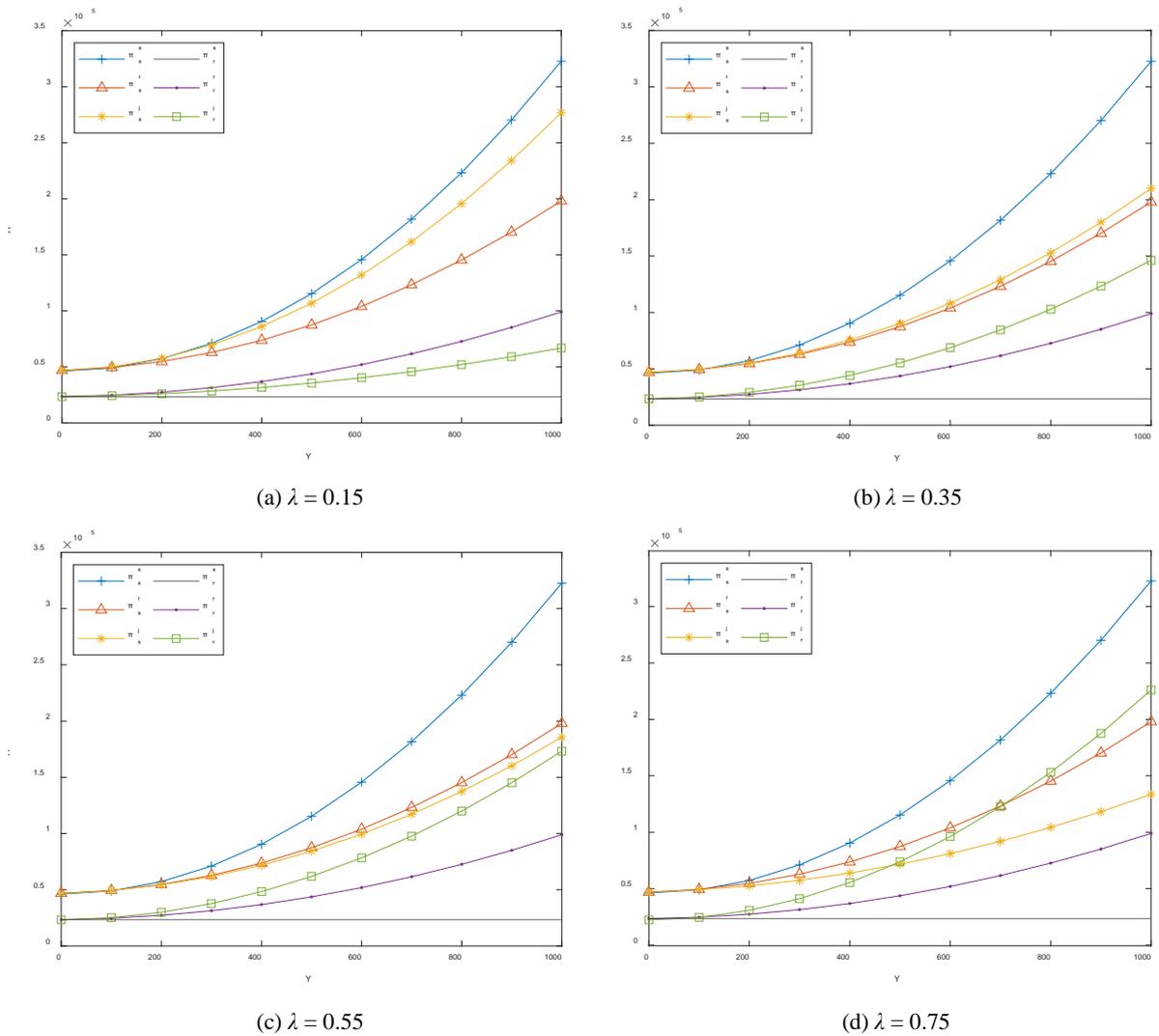


Figure 5. The impact of pre-sale market size Y on the profit of supply chain members
图 5. 预售市场规模 Y 对供应链成员利润影响

图5表明了在不同利润分成比例 λ 下,预售市场规模 Y 对供应商和零售商利润的影响。对比图5(a)~(d)可以发现,不论 λ 处在何种水平,如果预售阶段市场需求不是很大,那么供应商利润在零售商预售和合作预售两种策略下相近,零售商利润在零售商预售和合作预售两种策略下的利润也相近。只有在预售市场规模 Y 极大时,供应商在直销预售策略下利润最高。对比 $\lambda = 0.15、0.35、0.55、0.75$ 四种情况,可以发现,当分成比例适中($\lambda = 0.35$)时,零售商和供应商在合作预售策略下,二者均能获得较高的利润。

6. 结语

在预售逐渐成为线上销售主流方式的背景下,本文分别基于供应商预售、零售商预售、合作预售三种预售策略,构建了由单个供应商和单个零售商组成的供应链 Stackelberg 博弈模型,并探究了不同预售策略下供应链节点企业的定价策略以及服务水平决策。进一步分析了消费者服务敏感度、预售阶段市场规模、利润分成比例等对供应链的最优定价与服务决策的影响。研究发现:

1) 通过比较供应链定价决策发现,预售价格:在利润分成比例 λ 较低($0 < \lambda < \Lambda_1$)时,合作预售 < 供应商预售 < 零售商预售;当分成比例较高($\Lambda_2 < \lambda < 1$)时,供应商预售 < 零售商预售 < 合作预售。现售价格:当 λ 较高($1/2 < \lambda < 1$)时,合作预售策略下的销售价格最高。不论预售还是现售阶段,供应商预售策略下的销售价格始终小于零售商预售策略。在合作预售策略下,现售价格与利润分成比例呈正相关。

2) 通过比较服务水平发现, $\Lambda_3 \leq 1/2$, 当分成比例较小($0 < \lambda < \Lambda_3$)时,零售商预售策略的服务水平最高。零售商预售策略下的服务水平始终高于供应商预售策略下的服务水平。此外,在每种预售策略下,随着消费者服务敏感度的增大,销售价格和服务水平均逐渐提高。当服务成本系数增加时,预售和现售阶段都应该设置更低的销售价格。

3) 比较供应链成员利润发现,无论采用何种预售策略,由于供应商的主导地位,供应商总是比零售商获得更高的利润。对于供应商来说,只有在渠道开通成本低于一定值时,在供应商预售策略下其利润才最高,否则,供应商预售 < 零售商预售/合作预售。对零售商来说,当分成比例较小时,供应商预售 < 合作预售 < 零售商预售。随着分成比例的增大,合作预售下其利润更高。当分成比例适中($\lambda = 0.35$)时,零售商和供应商在联合预售策略下二者均都能获得较高的利润。

本文在模型上作了简化的设定,例如:本文分析的单一供应商、零售商的预售定价和服务决策,事实上,市场竞争环境也是影响决策的重要因素;另外,本文假设现售和预售的需求均是线性的,其实在现实场景中需求有可能是随机的,因此,这些都将是未来进一步的研究方向。

参考文献

- [1] 中国电子商务研究中心. 中国电子商务报告[M]. 北京: 中国商务出版社, 2022.
- [2] Boyacı, T. and Özer, Ö. (2010) Information Acquisition for Capacity Planning via Pricing and Advance Selling: When to Stop and Act? *Operations Research*, **58**, 1328-1349. <https://doi.org/10.1287/opre.1100.0798>
- [3] Cheng, Y.S., Li, H.Y. and Thorstenson, A. (2018) Advance Selling with Double Marketing Efforts in a Newsvendor Framework. *Computers and Industrial Engineering*, **118**, 352-365. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.03.006>
- [4] Shugan, S.M. and Xie, J.H. (2000) Advance Pricing of Services and Other Implications of Separating Purchase and Consumption. *Journal of Service Research*, **2**, 227-239. <https://doi.org/10.1177/109467050023001>
- [5] Tang, C.S., Rajaram, K. and Alptekinoglu, A. (2004) The Benefits of Advance Booking Discount Programs: Model and Analysis. *Management Science*, **50**, 465-478. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1030.0188>
- [6] 赵道致, 李志保. 考虑制造商消费者特点的零售商定价订购策略[J]. 工业工程与管理, 2016, 21(2): 8-15.
- [7] Yu, M., Ahn, H. and Kapuscinski, R. (2015) Rationing Capacity in Advance Selling to Signal Quality. *Management Science*, **61**, 560-577. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1888>
- [8] Khouja, M. and Zhou, J. (2015) Channel and Pricing Decisions in a Supply Chain with Advance Selling of Gift Cards. *European Journal of Operational Research*, **244**, 471-489. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.01.045>

-
- [9] Huang, K.-L., Kuo, C.-W. and Shih, H.-J. (2017) Advance Selling with Freebies and Limited Production Capacity. *Omega*, **73**, 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.002>
- [10] 慕银平, 冯毅, 唐小我. 随机需求下期权采购与预售合作决策研究[J]. 管理科学学报, 2011, 14(6): 47-56.
- [11] 中国消费者协会. 中国消费者权益保护状况年度报告(2021) [R]. 北京: 中国消费者协会, 2022.
- [12] 白世贞, 胡晓秋, 陈化飞. 预售与现售集成模式下考虑质量水平的供应链协调研究[J]. 商业经济研究, 2018(16): 36-39.
- [13] 单汨源, 欧翠玲, 张人龙. 预售与正常销售集成模式下 B2C 企业退货策略[J]. 系统工程, 2015, 33(5): 48-53.
- [14] 王玉燕, 范润婕, 申亮, 等. 考虑产品质量和销售服务的三级电商供应链的主导模型研究[J]. 管理工程学报, 2021, 35(5): 258-268.
- [15] Dan, B., Qu, Z.J. and Liu, C. (2014) Price and Service Competition in the Supply Chain with Both Pure Play Internet and Strong Bricks-and-Mortar Retailers. *Journal of Applied Research and Technology*, **12**, 212-222. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)72337-5](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)72337-5)
- [16] Abhishek, V., Jerath, K. and John Zhang, Z. (2016) Agency Selling or Reselling? Channel Structures in Electronic Retailing. *Management Science*, **62**, 2259-2280. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2015.2230>
- [17] 刘斌, 顾琼琼, 石苗青. 考虑价格和服务联合决策的双渠道供应链 BOPS 模式选择[J]. 运筹与管理, 2022, 31(11): 135-141.