

文章编号:1005-9679(2018)02-0070-07

# 定金预售模式下网络零售商定金与订货量决策研究

储红艳 张钦红

(上海交通大学 中美物流研究院,上海 200030)

**摘要:** 本文以国内网购市场普遍应用的定金预售为背景,研究网络零售商的产品订货与定金数额决策问题。首先,分析无定金预售策略时网络零售商在随机需求下的最优订货决策;随后,通过构建两阶段决策模型,分析了定金预售与现货销售模式并存时效用异质的消费者定金预订、预订取消及现货购买三种行为,进而求解零售商第一阶段的定金数额及第二阶段的订货量;最后,通过数值分析进一步阐述了模型结论和决策变量对关键参数的敏感性。结论表明,商品的价值越高,定金预售模式的期望利润比正常销售模式更具优势;而定金预售的需求信息更新作用,有利于零售商获取更高利润;此外,消费者价值越分散,取消预订的消费者越多,因而不利于定金预售模式。

**关键词:** 预售;订货;定金;随机需求;消费者价值不确定

**中图分类号:** F 270 **文献标志码:** A

## Research on the Decision of Deposit and Order Quantity of Online Retailer of Advance Sale Mode

CHU Hongyan ZHANG Qinrong

(Sino-US Global Logistics Institute, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

**Abstract:** Advance selling with part payment called deposit gains popularity in the domestic internet market. In the background, this article analyzes deposit-pricing and ordering decisions for an online retailer. Firstly, we build the retailer's optimal ordering decision under stochastic demand without advance selling. Afterwards, we build the two-stage decision-making model and consider two strategic options for the retailer, namely, no advance-selling allowed and advance selling with part payment. We derive the retailer's optimal deposit-pricing and ordering policies facing the consumers with heterogeneous utility who may reserve, cancel reservation or purchase the good in the spot sales period. Finally, numerical analysis is given to verify the model conclusions' and decision variables' sensitivity to the key parameters. The results show that: (1) Advance selling with part payment has an advantage over normal selling in profit when the value of goods is higher; (2) Demand information updating can help retailers get higher profits; (3) The more the distribution of consumers' valuation decentralized, the more the number of customers who unsubscribe, which against the advance selling with part payment.

**Key words:** advance selling; ordering; deposit; stochastic demand; uncertain valuations

收稿日期:2017-04-28

基金项目:国家自然科学基金(71372107)。

作者简介:储红艳(1992—),女,江苏南通人,上海交通大学中美物流研究院硕士研究生,主要研究方向:物流与供应链管理;张钦红(1981—),男,安徽太和人,上海交通大学中美物流研究院副研究员,研究方向:物流与供应链管理。

目前,国内学术界对网络零售商预售决策的相关研究较少,而国外学者关于预售的研究则未考虑预售定金膨胀的具体实践。鉴于此,本文首先以单个网络零售商为对象,结合消费者行为研究,分析预售活动下零售商的产品订货与定金设定决策模型,进而给出定金预售模式对零售商决策的影响。

### 1 问题描述与模型假设

考虑单个产品网络零售商的定金预售策略。在定金预售模式下,商品售卖分为两个阶段:第一个阶段是预售期,第二个阶段为正常销售期。网络零售商会在预售期之前大面积提高自身预售策略的曝光率,但仍有消费者无法得知预售信息,因此,将消费者分为告知型和非告知型。告知型消费者通过广告、媒体、网络等渠道了解到产品的预售信息,在预售阶段到达市场并做出决策;非告知型消费者不知道产品的预售信息,仅在正常销售期进行决策。

在预售期,告知型消费者无法直接接触所售商品或服务,因此,其对自身的价值并不确定,但心理必然存在一个期望价值,当期望价值高于商品价格时,消费者便会预订;同时,该类消费者通过多种方式提前了解预订信息,说明其本身对该类商品便具有较大的兴趣,提前预订的可能性很大,而零售商必然会设定较便宜的价格来保证这一部分消费者均能提前预订。因此,假设市场上所有告知型消费者同质并均预订,即  $N_1 = X$ 。在正常销售阶段,基于告知型消费者在预售期会大量浏览同类型商品,

并且网站页面会显示商品预订人数,因此,正常销售期开始后,所有消费者能够据此信息确定自身价值  $v$ 。此时,对网络零售商而言,由于消费者群体分散且相互之间存在巨大差异,商家无法精确估计每位消费者价值,但可根据以往经验判断消费者群体的价值分布,假设  $v$  在  $[L, H]$  区间上服从密度函数为  $g(v) = \frac{1}{H-L}$  的均匀分布。

图 1 描绘了定金预售模式下的事件流程。0 时刻预售期开始,零售商需决策定金数额  $M$ ,告知型消费者到达并决策是否选择预定商品; $t_1$  时刻预售期结束,零售商根据实现的预售量和对正常销售期商品需求的估计量  $Q$  来决策订货量,同时非告知型消费者到达市场,并根据自身价值判断决策是否购买商品;而告知型消费者价值得以实现,因此, $t_2$  时刻促销活动结束,此时会有部分预售商品被退订。商家销售款均由电商平台在正常销售期结束后一并划拨,并且扣除了按销售额计算的佣金(软件服务费),其中定金退还给消费者的部分除外。

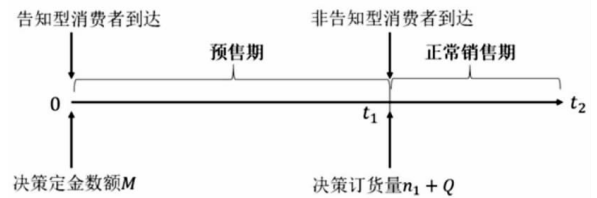


图 1 定金预售模式下的决策顺序

变量符号及含义如表 1 所示。

表 1 符号及含义

		决策变量	
$M$	定金数额	$Q$	满足 $t_1$ 到 $t_2$ 正常销售期的商品订购量
		参数变量	
$P$	零售商决定的销售价格(外生变量)	$X$	知道商品预售信息的消费者数量,随机变量服从 $(\mu_X, \sigma_X)$ 正态分布
$\alpha$	定金膨胀系数	$Y$	不知道商品预售信息的消费者数量,随机变量服从 $(\mu_Y, \sigma_Y)$ 正态分布
$\theta$	软件服务费费率(佣金率)	$\rho$	$X$ 和 $Y$ 的相关系数
$v$	消费者对商品价值的估计, $v \in [L, H]$	$n_1$	实现的预售商品数量
$g(v)$	消费者价值的概率密度函数	$w$	每单位商品的采购成本
$G(v)$	消费者价值的概率分布函数	$S$	剩余产品残值

其他假设如下:

- (1) 告知型消费者和非告知型消费者数量均服从二项正态分布;
- (2) 假设每位消费者最多购买一件商品;
- (3) 参数需满足  $P - (\alpha - 1)M \geq w, P \in [L, H]$ , 且  $P - (\alpha - 1)M \in [L, H]$ . 其中,  $P - (\alpha - 1)M \geq w$  是指预售价格大于采购成本,  $P \in [L, H]$  和

$P - (\alpha - 1)M \in [L, H]$  是为了防止出现需求量为 0 的情况,预售价格和正常销售价格都应落在区间  $[L, H]$  上。

## 2 模型

### 2.1 非预售时的决策

当零售商不采用预售时,预售量为 0,而正常销

售期间的市场总数为  $X+Y$ , 则需求量为  $N_0 = (X+Y) \overline{G(P)}$ , 且  $N_0 \sim N(\mu_0, \sigma_0^2)$ 。其中,  $\mu_0 = (\mu_X + \mu_Y) \overline{G(P)}$ ,  $\sigma_0 = [(\sigma_X)^2 + (\sigma_Y)^2 + 2\rho\sigma_X \sigma_Y]^{1/2} \overline{G(P)}$ ,  $G(P) = \int_L^P g(v) dv$ 。

此时, 网络零售商的决策问题为

$$\max_Q \pi_R(Q)^N = -\omega Q + (1-\theta)P \min[Q, N_0] + S(Q-N)^+ \quad (1)$$

上式可化简为

$$\max_Q E[\pi_R(Q)]^N = -\omega Q + (1-\theta)P (Q - \int_Q^{\infty} F(y) dy) + S \int_Q^{\infty} (Q-y) f(y) dy \quad (2)$$

一阶、二阶导为

$$\frac{dE[\pi_R(Q)]^N}{dQ} = -\omega + (1-\theta)P (1 - F_0(Q)) + S \int_Q^{\infty} f_0(y) dy \quad (3)$$

$$\frac{d^2 E[\pi_R(Q)]^N}{dQ^2} = [S - (1-\theta)P] f_0(Q) \quad (4)$$

实践中, 软件服务费费率  $\theta$  最高为 5%, 而剩余价值  $S$  必然远小于 95%。因此,  $S - (1-\theta)P < 0$ , 即  $E[\pi(Q)]^N$  为关于  $Q$  的凹函数, 进而根据式(4)得到命题 1。

命题 1: 当零售商仅采用正常销售模式时, 最优订购量  $Q$  可表示为

$$Q^*N = F_0^{-1} \left( \frac{(1-\theta)P - \omega}{(1-\theta)P - S} \right) \quad (5)$$

参考 Silver 等(1998)<sup>[17]</sup>, 可将式(1)、(2)进行化简, 并得到正常销售模式下的最优订货量和最优期望利润:

$$Q^*N = \mu_0 + k_1\sigma_0 = (\mu_X + \mu_Y) \overline{G(P)} + k_1 [(\sigma_X)^2 + (\sigma_Y)^2 + 2\rho\sigma_X \sigma_Y]^{1/2} \overline{G(P)} \quad (6)$$

$$E[\pi_R]^*N = [(1-\theta)P - \omega] \cdot (\mu_X + \mu_Y) \overline{G(P)} - [(1-\theta)P - S] \cdot \phi(k_1) \cdot [(\sigma_X)^2 + (\sigma_Y)^2 + 2\rho\sigma_X \sigma_Y]^{1/2} \overline{G(P)} \quad (7)$$

其中,  $k_1 = \Phi^{-1}([(1-\theta)P - \omega]/[(1-\theta)P - S])$ ,  $\phi(\cdot)$  和  $\Phi(\cdot)$  分别为标准正态分布的密度函数和分布函数。

由命题 1 可知, 网络零售商的订货量除与市场容量及消费者行为有关外, 还与采购成本和商品价值有关。采购成本越高, 订货量越小; 剩余价值越高, 订货量越大。

## 2.2 定金预售模式下的订货量及利润

### 2.2.1 消费者效用模型

$X$  和  $Y$  分别为两阶段的市场潜在消费者人数, 而  $N_1$  和  $N_2$  分别为两个阶段决定购买商品的消费者人数, 其可根据市场潜在消费者人数和消费者价值计算得出。因此,  $N_1$  和  $N_2$  分别为  $(X, Y)$  的线性

函数, 且服从相关系数为  $\rho$  的联合二项正态分布, 即  $\text{corr}(N_1, N_2) = \rho$ 。当零售商采用定金预售促销策略时, 消费者具体的决策过程如下:

首先, 预售期期间, 告知型消费者到达, 总数为  $X$ , 因此,  $N_1 = X$ ; 其次, 在正常销售期间, 总数为  $Y$  的非告知型消费者到达, 选择是否购买商品, 此时只有消费者价值  $v$  大于商品价格时, 该类消费者才会选择购买, 否则放弃。因此, 第二阶段的市场需求为  $N_2 = Y \cdot \overline{G(P)}$ , 其中  $\overline{G(P)} = 1 - G(P)$ ;  $\mu_1, \sigma_1, \mu_2, \sigma_2$  的表达式如下:

$$\mu_1 = \mu_X \quad (8)$$

$$\sigma_1 = \sigma_X \quad (9)$$

$$\mu_2 = \mu_Y \cdot \overline{G(P)} \quad (10)$$

$$\sigma_2 = \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} \quad (11)$$

当预售期结束时, 预售期需求量  $N_1$  实现为  $n_1$ , 网络零售商可根据此信息来更新正常销售期的需求分布。更新后的  $N_2$  服从均值为  $\mu'_2$ 、标准差为  $\sigma'_2$  的正态分布函数,  $\mu'_2$  和  $\sigma'_2$  的表达式如下:

$$\mu'_2 = \mu_2 + \text{corr}(N_1, N_2) \cdot (n_1 - \mu_X) \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \mu_Y \cdot \overline{G(P)} + \rho(n_1 - \mu_X) \frac{\sigma_Y \cdot \overline{G(P)}}{\sigma_X} \quad (12)$$

$$\sigma'_2 = \sigma_2 \sqrt{1 - [\text{corr}(N_1, N_2)]^2} = \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} \sqrt{1 - \rho^2} \quad (13)$$

最后, 在正常销售期结束前, 已预定的消费者通过消费者价值、预售价格以及定金三者之间的关系决定是否继续购买。当消费者剩余价值大于定金损失 ( $v - [P - (\alpha - 1)M] > -M$ ) 时, 即  $v > P - \alpha M$ , 理性消费者会继续购买; 而当消费者剩余价值小于定金损失 ( $v - [P - (\alpha - 1)M] < -M$ ) 时, 即  $v < P - \alpha M$ , 为避免更大损失, 消费者放弃购买行为。因此, 退订的消费者数量为  $N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v) dv$ 。若顾客继续购买则交付尾款, 否则意味着顾客放弃购买, 同时损失定金。

### 2.2.2 网络零售商业决策模型

网络零售商需考虑两阶段预售决策: 在第一阶段(预售期), 商品价格  $P$  和定金膨胀系数  $\alpha$  已知, 零售商需决策定金数额  $M$ ; 在第二阶段, 此时定金数额  $M$  已知并且预售量  $N_1$  已实现, 网络零售商需据此决策订货量  $Q$ , 从而满足正常销售期的订货量。

(1) 第二阶段(正常销售期)

网络零售商的决策问题为

$$\max_Q E[\pi_R(Q | M)] = -\omega(N_1 + Q) + (1-\theta) \{ (P - \alpha M) [N_1 - N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v) dv] + P(Q +$$

$$N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv - \int_0^{Q+N_1} \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv F_2(y)dy + M \times N_1 + S \int_0^{Q+N_1} \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv (Q+N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv - y) f_2(y)dy \quad (14)$$

其中： $P-\alpha M$  表示预售商品尾款； $Q+N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv - N_2$  表示促销活动结束后剩余商品的数量。

令  $B = N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv$ ，计算式(14)对  $Q$  的一阶、二阶偏导

$$\frac{\partial E[\pi_R(Q/M)]}{\partial Q} = -\omega + (1-\theta)P - (1-\theta)P \times F_2(Q+B) + SF_2(Q+B) \quad (15)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_R(Q/M)]}{\partial Q^2} = [S - (1-\theta)P] f_2(Q+B) \quad (16)$$

同 4.1，结合式(16)可以看出，对于给定的  $M$ ， $M$ ， $E[\pi_R(Q|M)]$  为关于  $Q$  的凹函数。因此，使第二阶段期望利润最大化问题可以求解出包含  $M$  的最优表达式，进而根据式(15)可得到命题 2。

命题 2：对于任意给定的  $M$ ，最优订购量  $Q$  可以单一地表示为  $M$  的函数：

$$Q^*(M) = F_2^{-1} \left( \frac{(1-\theta)P-\omega}{(1-\theta)P-S} \right) - B = F_2^{-1} \left( \frac{(1-\theta)P-\omega}{(1-\theta)P-S} \right) - N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv \quad (17)$$

由于正常销售期开始后，定金  $M$  和预售量  $N_1$  均已知，与命题 1 类似，在定金预售模式下，零售商订货量与第二阶段市场容量、消费者行为、商品价值、采购成本以及剩余价值有关。命题 2 和命题 1 的不同之处在于定金预售模式下会有  $N_1 \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv$  消费者取消预订，用于满足这些预订需求的商品能够用来补充正常销售期间的需求量，即用来满足不知道预售信息的消费者的需求。

(2) 第一阶段(预售期)

将式(17)代入式(14)，将第一阶段的最优决策问题转化为单一对  $M$  的最大化期望利润问题，即  $\max_M E[\pi_R(M)]$ ，然后根据  $E[\pi_R(M)]$  求解出最优定金数额。

令  $A = F_2^{-1} \left( \frac{(1-\theta)P-\omega}{(1-\theta)P-S} \right)$ ，则可知  $A$  与  $M$  无关，因此有

$$E[\pi_R(M)] = -\omega(E(N_1) + A - E(N_1)) \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv + (1-\theta) \{ (P-\alpha M)[E(N_1) - E(N_1)] \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv + P(A - \int_0^A F_2(y)dy) + M \times E(N_1) \} + S \int_0^A (A-y) f_2(y)dy \quad (18)$$

进而可得一阶和二阶导：

$$\frac{\partial E[\pi_R(M)]}{\partial M} = -\alpha\omega \times E(N_1) \times g(P-\alpha M) +$$

$$(1-\theta) \{ \alpha(P-\alpha M) \times E(N_1) \times g(P-\alpha M) - \alpha(E(N_1) - E(N_1)) \int_L^{P-\alpha M} g(v)dv + E(N_1) \} \quad (19)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_R(M)]}{\partial M^2} = \alpha^2 \omega \times E(N_1) \times g'(P-\alpha M) + (1-\theta) \{ -\alpha^2 \cdot E(N_1) \cdot (P-\alpha M) \cdot g'(P-\alpha M) - 2\alpha^2 \times E(N_1) \times g(P-\alpha M) \} \quad (20)$$

命题 3：当消费者价值  $v$  的概率分布为  $[L, H]$  的均匀分布时，最优定金数额和订货量分别为

$$M^* = \frac{(1-\theta)(2P-H) - \omega}{2\alpha(1-\theta)} + \frac{H-L}{2\alpha^2} \quad (21)$$

$$Q^* = F_2^{-1} \left( \frac{(1-\theta)P-\omega}{(1-\theta)P-S} \right) - \frac{n_1}{2} \left[ \frac{H-2L}{H-L} + \frac{\omega}{(1-\theta)(H-L)} - \frac{1}{\alpha} \right] \quad (22)$$

命题 3 说明在定金预售模式下，最优定金数额与商品价格、定金膨胀系数、消费者价值和佣金率有关。其中，最优定金数额与商品价格成正比，与定金膨胀系数和佣金率成反比。这意味着，商品价格越高，零售商可以给予的让利空间越大。同时，电商平台可以通过降低促销活动期间的佣金率，激励零售商提高定金数额，从而提高平台销售量。

同 4.1 节，参考 Silver 等，得出定金预售模式下的零售商最优订货量、最优期望利润：

$$(1) \text{ 第二阶段需求信息不更新时} \\ Q^* = \mu_Y \cdot \overline{G(P)} + k_1 \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} - \frac{n_1}{2} \left[ \frac{H-2L}{H-L} + \frac{\omega}{(1-\theta)(H-L)} - \frac{1}{\alpha} \right] \quad (23)$$

$$E[\pi_R]^* = (1-\theta)M^* \times \mu_X + (1-\theta)(P-\alpha M^*) \mu_X \int_{P-\alpha M^*}^H g(v)dv - \omega \cdot \mu_X + [(1-\theta)P-\omega] \cdot \mu_Y \cdot \overline{G(P)} - [(1-\theta)P-S] \cdot \varphi(k_1) \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} \quad (24)$$

(2) 需求信息更新时

$$Q'^* = \mu_Y \cdot \overline{G(P)} + \rho(n_1 - \mu_X) \frac{\sigma_Y \cdot \overline{G(P)}}{\sigma_1} + k_1 \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} \sqrt{1-\rho^2} - \frac{n_1}{2} \left[ \frac{H-2L}{H-L} + \frac{\omega}{(1-\theta)(H-L)} - \frac{1}{\alpha} \right] \quad (25)$$

$$E[\pi_R]^*{}' = (1-\theta)M^* \times \mu_X + (1-\theta)(P-\alpha M^*) \mu_X \int_{P-\alpha M^*}^H g(v)dv - \omega \cdot \mu_X + [(1-\theta)P-\omega] \cdot \left[ \mu_Y \cdot \overline{G(P)} + \rho(n_1 - \mu_X) \frac{\sigma_Y \cdot \overline{G(P)}}{\sigma_X} \right] - [(1-\theta)P-S] \cdot \varphi(k_1) \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)} \sqrt{1-\rho^2} \quad (26)$$

由式(23)、(24)、(25)、(26)计算可得命题 4。

命题 4：在网络零售商实施定金预售模式时，信息需求更新能够帮助零售商精准订货，并提高网络

零售商的利润水平。

证明:由式(24)和(26)可得,

$$\Delta E = E[\pi_R]^* - E[\pi_R] = [(1-\theta)P - S] \cdot \varphi(k_1) \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)}(1 - \sqrt{1-\rho^2}) > 0 \quad (27)$$

而由式(23)和(25)可知,

$$\Delta Q = Q^* - Q = \rho(n_1 - \mu_1) \frac{\sigma_Y \cdot \overline{G(P)}}{\sigma_1} - k_1 \cdot \sigma_Y \cdot \overline{G(P)}(1 - \sqrt{1-\rho^2}) \quad (28)$$

由式(28)可以看出,当实际预售量小于某一临界值时,信息更新能够帮助零售商提前获取市场信息,进而减少订购量;当预售量大于这一临界值时,在信息更新的影响下,网络零售商会增加订购量,满足市场需求。而由式(27)得知,需求信息更新一定能够提高零售商的利润水平。

### 3 数值算例

令  $X$  和  $Y$  分别为服从  $(\mu_X, \sigma_X)$  和  $(\mu_Y, \sigma_Y)$  的正态分布,令  $\mu_X = \mu_Y = 10000$ ,  $\sigma_X = \sigma_Y = 600$ ,其余各参数取值如表 2 所示。当参数作为被考察的目标参数时,其取值范围分别为  $P \in [140, 240]$ ,  $\rho \in [-1, 1]$ ,  $\alpha \in [2, 4]$ ,取值范围均符合定金预售模式的满足条件。

表 2 参数取值

$\rho$	$P$	$w$	$S$	$\theta$	$\alpha$	$L$	$H$	$n_1$
0.8	200	100	80	5%	2	130	240	10000

#### 3.1 顾客价值对决策与利润的影响

顾客价值均值可表示消费者对商品的价值感知程度,而标准差用来衡量消费者群体之间的差异程度。为分别分析顾客价值均值和标准差对决策和利润的影响,首先假设标准差  $\delta_v = (H-L)/2\sqrt{3}$  保持不变,则令  $H-L=120$ ,从而变化均值得到图 2 和图 3。其次,假定均值  $u_v = (H+L)/2$  不变,即  $H+L=360$ ,进而变化标准差得到图 4 和图 5。

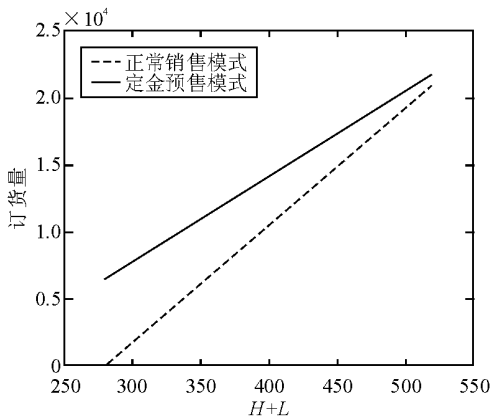


图 2 顾客价值均值与订购量的关系

从图 2 和图 3 可以看出,零售商的订货量、期望利润与顾客价值均值以相同方向变化,但定金预售模式下的订货量和期望利润均高于正常销售模式。同时,随着消费者对商品价值的感知程度增加,定金预售折扣活动对消费者的吸引力有所降低,表现为两种模式订货量差值不断缩小。并且,由于消费者对提前购买商品出现的负效用也有所降低,因此,两者之间期望利润的差值略有增加。

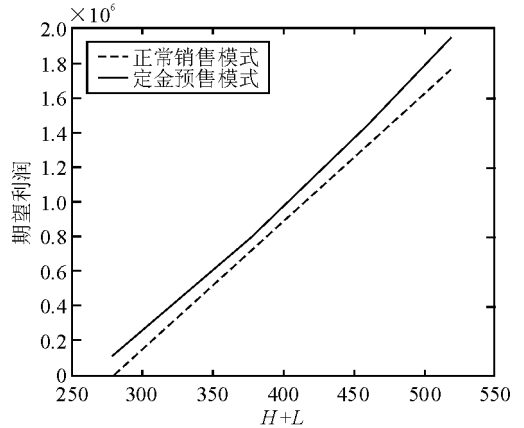


图 3 顾客价值均值与期望利润的关系

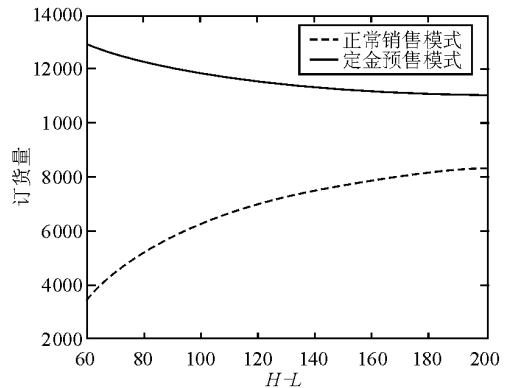


图 4 顾客价值标准差与订购量的关系

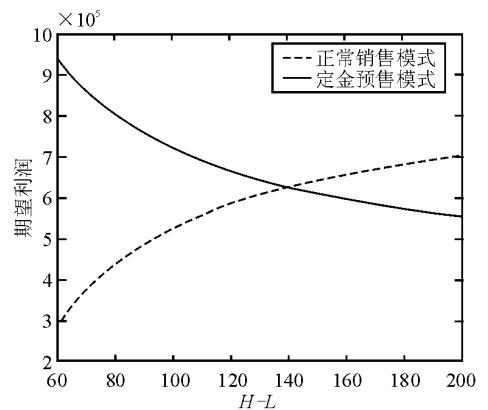


图 5 顾客价值标准差与期望利润的关系

对于给定的均值,顾客价值的标准差越大则说明消费者之间的差异度越大,消费者价值分布越分散。而从图 4 可知,采取正常销售模式时,随着顾客

差异度的上升,最优订货量随之上升,主要原因是消费者差异度越大,说明消费者购买商品的不确定性越大,而零售商为满足尽可能多的消费者需求、获得更高利润,只能增加商品的订货量。采取定金预售模式可降低消费者差异度对最优订货量的影响,帮助零售商实现精准库存。从图 4 可以看出,采用定金预售模式时,随着顾客差异度的上升,最优订货量略有下降。导致这一结果的原因在于,其一,定金预售模式能够帮助零售商更新需求信息,避免无效订货;其二,顾客差异越大,说明具有较低购买欲望的顾客增多,导致已预订顾客中选择退订的人数增加,进而引发零售商订货量下降。而从图 5 也可以看出,退订人数的增多将导致利润大幅度下降,甚至低于正常销售模式。

### 3.2 商品价格对决策与利润的影响

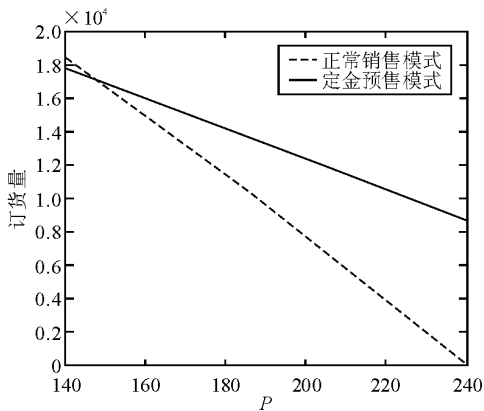


图 6 商品价格与订货量的关系

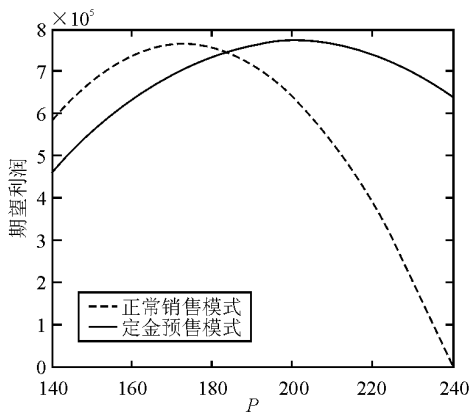


图 7 商品价格与期望利润的关系

从图 6 和图 7 可以看出,零售价格偏高的商品才适合将定金预售作为促销手段吸引客户。图 6 说明随着商品价格的上升,两种模式下的订货量均呈现下降趋势,但正常销售模式的下降速度更快。显然,商品价格越高,定金预售模式的折扣优势越为凸显,进而导致两种模式的订货量差值增大。从图 7 可以得出,只有当商品价格偏高时,采用定金预售模式才能

获得比正常销售模式更高的利润。采取定金预售模式后,网络零售商会给予预购客户部分价格让利,而此种模式并不适合本身价值较低、盈利较少的商品。图 8 显示,零售价格越高,网络零售商的最优定金数额便越大。显然,零售价格越高,零售商可给予价格让利的空间便越大,在膨胀系数固定时,最优定金便越大。

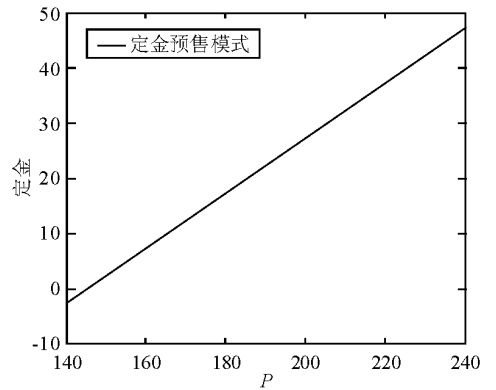


图 8 商品价格与定金的关系

### 3.3 需求相关系数对决策变量与利润的影响

知道预售信息的顾客数和不知道预售信息的顾客数之间的相关系数范围为  $\rho \in [-1, 1]$ 。当  $\rho > 0$  时,意味着市场不确定性主要来自市场总量的不确定性;当  $\rho < 0$  时,说明市场总量相对确定,市场不确定性主要是由知道预售信息和不知道预售信息的顾客比例导致;  $|\rho|$  表示两种顾客类型的相关性,  $|\rho|$  越大,相关性越高。从图 15 和图 16 可以看出,当网络零售商采取正常销售模式时,相关系数越大,最优订货量越大,利润却逐渐下降;在定金预售模式下,  $|\rho|$  越大,最优订货量越小,利润却呈现出上升趋势。这一结果意味着在某一程度上定金预售方式比正常销售方式更优。在定金预售模式下,网络零售商能够根据预售期的市场及销售状况,结合顾客类型的相关性,准确预测正常销售阶段顾客的需求,从而降低库存风险,提高自身盈利能力。

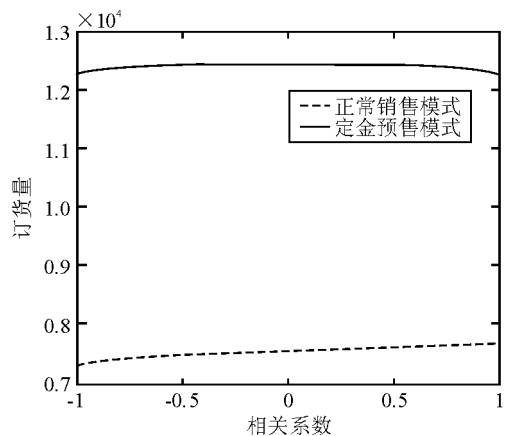


图 9 相关系数与订货量的关系

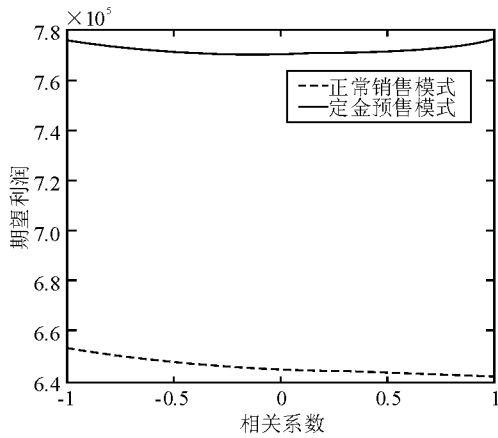


图 10 相关与期望利润的关系

## 4 总结

本文构建了实施定金预售模式背景下,单一零售商面临随机需求和消费者价值不确定的订货与定金设定决策模型。通过算例,分析了模型结论和决策变量对关键参数的敏感性。结论表明,实施定金预售时,消费者价值分散,会增加告知型消费者退订人数,有损零售商利益,建议零售商通过同类商品市场调查,提前获知消费者价值分布情况;商品价值较高的商品更适宜采用定金预售模式,对于低价值商品,建议采用正常销售模式;信息需求更新作用有利于零售商精准把握库存,获取更高利润。

本文假设消费者价值服从均匀分布,未来研究可考虑对其分布的不同情况进行分析讨论,进一步完善研究内容。

### 参考文献:

- [1] XIE J, SHUGAN S M. Electronic tickets, smart cards, and online prepayments: when and how to advance sell [J]. *Marketing Science*, 2001, 20(3): 219-243.
- [2] TANG C S, RAJARAM K, ALPTEKINOĞLU A, et al. The benefits of advance booking discount programs: model and analysis [J]. *Management Science*, 2004, 50(4): 465-478.
- [3] MCCARDLE K, RAJARAM K, TANG C S. Advance booking discount programs under retail competition [J]. *Management Science*, 2004, 50(5): 701-708.
- [4] LOGINOVA O, WANG X H, ZENG C. Advance selling in the presence of experienced consumers [J].

Working Papers, 2011.

- [5] BERNSTEIN F, DECROIX G A. Advance demand information in a multiproduct system [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2015, 17(1): 52-65.
- [6] LI C, ZHANG F. Advance demand information, price discrimination, and pre-order strategies [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2012, 15(1): 57-71.
- [7] TANG C S, RAJARAM K, ALPTEKINOĞLU A, et al. The benefits of advance booking discount programs: model and analysis [J]. 2004, 50(4): 465-478.
- [8] MCCARDLE K, RAJARAM K, TANG C S. Advance booking discount programs under retail competition [J]. *Management Science*, 2004, 50(5): 701-708.
- [9] XIE J, SHUGAN S M. Electronic tickets, smart cards, and online prepayments: when and how to advance sell [J]. 2001, 20(3): 219-243.
- [10] 刘弯弯. 基于策略型消费者的预售策略研究 [J]. *上海管理科学*. 2014(6): 60-62.
- [11] YU M, AHN H S, KAPUSCINSKI R. Rationing capacity in advance selling to signal quality [J]. *Ssrn Electronic Journal*, 2015, 61(3): 560-577.
- [12] ŞEREF M M H, ŞEREF O, ALPTEKINOĞLU A, et al. Advance selling to strategic consumers [J]. *Computational Management Science*, 2016, 13(4): 597-626.
- [13] LIM W S, TANG C S. Advance selling in the presence of speculators and forward-looking consumers [J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(3): 571-587.
- [14] LI Y, XU L, CHOI T, et al. Optimal advance-selling strategy for fashionable products with opportunistic consumers returns [J]. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 2014, 44(7): 938-952.
- [15] 汤王梅. 基于消费者行为的新发行商品预付款问题研究 [D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2016.
- [16] PRASAD A, STECKE K E, ZHAO X. Advance selling by a newsvendor retailer [J]. *Production & Operations Management*, 2011, 20(1): 129-142.
- [17] SILVER E A, PYKE D F, PETERSON R. Inventory management and production planning and scheduling [J]. *Reliable Computing*, 1998, 12(2): 141-151.