国际竞赛 科研科创 发表论文
关注“有方背景提升”

个人定价与厂商定价差异性研究

——以二手交易平台“闲鱼”为例

参赛队员姓名： 梁华瑞　马嘉骏　徐子程

中　　学： 北京师范大学附属实验中学

指导老师姓名： 李波

国际竞赛 科研科创 发表论文
关注“有方背景提升”

个人定价与厂商定价差异性研究

——以二手交易平台“闲鱼”为例

摘　要

随着二手交易平台的兴起，越来越多消费者选择在“闲鱼”等二手平台上出售购买商品。我们以在“闲鱼”上购买商品的经历为出发点，通过数学建模来分析个人定价与厂商定价的差异。

不失一般性，假定厂商面临的需求为线性需求。由于消费者对商品的需求存在不确定，厂商在选择订货量以及销售价格时需要考虑需求不确定性的影响。在考虑这些因素的影响，本文建立了两阶段的厂商定价模型，将厂商的定价过程分为两个阶段，一是正常价格销售；二是以折扣价格销售（第一阶段未销售完），通过模拟确定厂商的定价与订购量的策略。结果发现，如果厂商的订货量比较大时，由于存在购置成本与存贮成本，厂商选择折价出售比不出售更有利可图，厂商往往会选择折价出售，这就造成了两期的价格不一样的情形。而对于个人卖家而言，由于买卖双方势均力敌，会存在讨价还价的过程，本文基于双方讨价还价的能力差异，通过买卖双方效用最大化，求出在纳什均衡下的价格，解释了个人定价与厂商定价的不同，以及有时个人定价比厂商定价高的情况。此外，我们将模型应用在房地产分析当中，抛开政府限价因素，从模型上解释了二手房价格与新房价格“倒挂”的现象，即开发商往往通过借贷来进行资金周转，其出售房屋的运营成本、资金成本比较高，当开发商库存压力比较大时，不折价出售则很可能导致破产；而个人可能由于初始购买时价格较高，折价出售个人效用受影响比较大，因此价格可能会比新房要高。

另外，本文分析了影响讨价还价过程中砍价率的因素。针对上述结果，本文总结了一些结论和在其他领域应用的建议。

关键词：厂商定价　需求不确定　纳什均衡

Abstract

With the rise of second-hand trading platforms, consumers choose to use these platforms to trade goods. “Idlefish”, a company operated by Alibaba, is one of the leaders in this area. Using data obtained from "Idlefish", we analyze the differences between firm pricing and individual pricing through mathematical modeling.

Without loss of generality, it is assumed that the expected market demand follows linear pattern. Due to the uncertainty of consumers' demand for commodities, firms need to consider the impact of demand uncertainty when choosing order quantity and selling price. Considering the influence of these factors, this paper establishes a two-stage pricing model for wholesalers (oftentimes the manufacturers) and divides the pricing process into normal selling and discounted selling. The first stage is to sell at the normal price, which is originally determined by the manufacturer; the second is to sell at a discounted price, when all the goods are not sold out during the first stage. The results show that if the order quantity is large, due to the cost and overhead (such as selling expenses and storage cost), it is more profitable for the wholesalers to sell at a discounted price than withholding the goods.

For individual sellers and buyers, such as those normally observed on “Idlefish” or other similar platforms, a negotiating and bargaining process usually occurs. In this paper, based on the analysis of the difference in bargaining power, utility maximization by buyers and sellers, and the price under Nash equilibrium, we explain the reason why the prices determined by individual sellers and wholesalers are often different, and why sometimes individual sellers’ prices are higher than the wholesalers’.

In addition, we utilize our model in the analysis of real estate market (excluding the government and macroeconomic control factors). The model explains the "upside down" phenomenon, that is, new home prices are sometimes lower than resale prices. Based on the analysis, it was noted that this "upside down" phenomenon may stem from the fact that builders tend to leverage loans (or other credit facilities) for liquidity, which ushers in high financing expenses and operational costs, and thus lower bearing capacity of high inventory. As such, when inventory level gets higher, the builders have very limited options other than selling at discounted price in order to avoid bankruptcy. In contrast, when individual sellers sell houses in the secondary market, without the high selling and financing costs, they have much more flexibility to undergo longer sales cycle, and therefore less willingness to accept discounted prices (i.e. higher bargaining power). Hence, this resale prices are often observed to be higher than the prices of new homes in the real estate market.

Additionally, this paper analyzes the factors that affect the bargain rate. And at the end, this paper summarizes some conclusions and suggestions for application in other fields.

Keywords: Firm Pricing, Demand Uncertainty, Nash Equilibrium

国际竞赛 科研科创 发表论文
关注“有方背景提升”

目录

摘　要 1
Abstract 2
一、引言 4
1.1 研究背景 4
1.2 研究内容 4
二、假设与符号 6
2.1 变量与符号 6
三、数据收集方法 7
3.1 厂商与个人交易者划分 7
3.2 讨价还价方法 7
3.3 样本统计 8
四、厂商与个人定价模型 10
4.1 两阶段厂商定价模型 10
4.1.1 厂商的成本 10
4.1.2 价格给定时厂商的决策模型 11
4.1.3 价格未定时厂商的决策模型 13
4.2 个人定价模型 14
4.3 定价差异原因 16
4.4 扩展分析 18
五、讨价还价影响因素 20
5.1 影响讨价还价中的变量 20
5.2 实证结果 20
六、结论与建议 22
参考文献 23
附录 24
致谢 27

一、引言

1.1 研究背景

随着我国互联网的高速发展，国内网民数量稳步提升，网络购物已经逐渐普及。官方数据显示，2018 年网上购物用户为 6.1 亿，相比 2017 年的 5.3 亿和 2016 年的 4.6 亿相比，保持着较快持续增长[1]，下图显示了我国近些年社会消费品零售总额的变化结果：

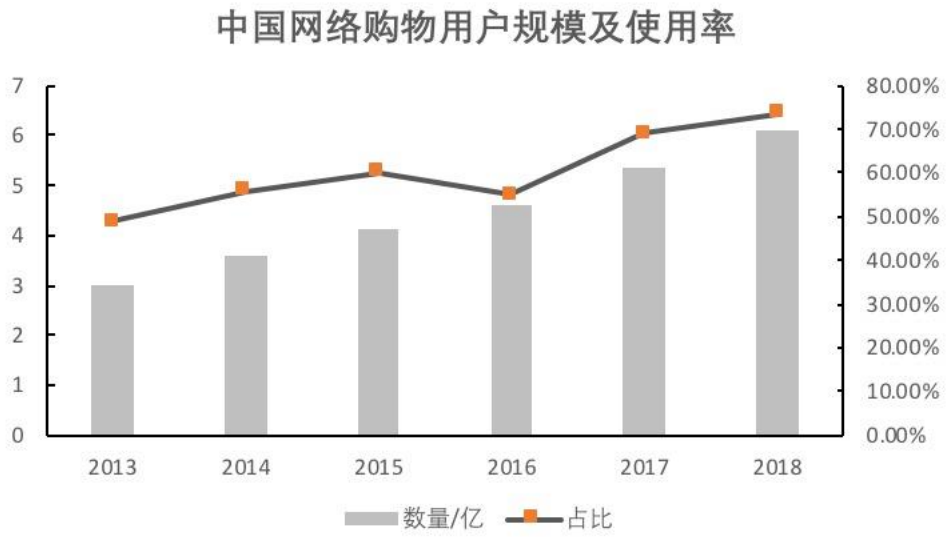

图 1 网上购买用户情况

现阶段，个体之间的商品交易越来越普遍，许多消费者在购物时会考虑淘宝、京东、闲鱼等价格，综合，产生这个现象的原因在于。一是个体在购买商品时，由于从众心理等因素，会出现冲动消费等不理性行为，同时，个人也可能对公司发放的或别人赠送的物品不感兴趣，因此会普遍存在部分闲置商品，他们有出售这些商品的需要；二是消费者在购买商品时，会通过多种渠道来比较价格质量，从中选择一个可以接受的价格购买商品，而二手商品如电子器材、生活用品在使用上与官方出售商品并无区别，因此很多消费者从省钱的角度会将；三是随着二手交易平台，如闲鱼、58 同城等的兴起，个人出售闲置物品时不需要以往打电话等人来回收或者贴小广告等等，现在只需要简单的拍个照片，上传到交易平台上，大大降低了二手交易的显隐性成本。因此，个人之间的商品交易越来越普遍，现已成为很多人生活购物的一部分，对个人间的商品交易进行深入研究显得非常有意义。

1.2 研究内容

我们曾经在闲鱼购物时，发现一个有趣的现象：大多数闲鱼个人卖家的商品标示价格要低于现时的市场价格，但有一些闲鱼卖家的商品（全新或者接近全新）出售价格比市场价格要高，而且在讨价还价过程中，个人卖家容易出现情绪化的

[1] 国家统计局

交流，整个砍价过程很不愉快。因此，通过建立模型研究个人定价与厂商定价的机制，以及出现这种差异的原因很具有意义。

对于厂商而言，其目的是销售期间获得最大的利润，因此会综合考虑出售产品的成本（如产品购价成本、存贮成本等等）和收益，厂商会根据以往的销售数据，通过使利润最大化来确定出售的价格。但是对于个人而言，与厂商单纯的最大化利润不同，其定价会受到购买时市场价格、出售时市场价格、产品成色等等的影响，考虑到交易双方具有相似的议价能力，因此在确定最终价格时会存在一个讨价还价的过程。在以上分析基础上，基于实验经济学的框架，在二手交易平台上（如闲鱼等）与个人卖家进行讨价还价，相比于实验室通过给予报酬来召集受试者进行交易的仿真过程，该过程更接近于现实中二手交易的市场。

本文的创新点在于以下几个方面：一是通过建立经济学模型来分析厂商的定价模式，考虑到需求具有不确定性的情形（周家文&邓丽，2019），本文将会在此框架下对厂商的定价方式进行研究，建立两阶段厂商定价模型上来解释厂商的定价的因素；二是考虑讨价还价情形下，个人交易者的定价策略，并分析其与厂商定价不同的原因，对我们在购买商品时发生的现象进行经济学解释；此外，本文还通过建立回归模型对砍价率的影响因素进行分析探讨，定量的分析影响砍价率的因素，这为我们在进行二手商品交易时讨价还价提供依据。

二、假设与符号

在本文建立一些经济学模型之前，根据实际情况，给出以下三点假设：

假设 1：个体消费者在网上向厂商购物时，不存在讨价还价的过程。因为个体消费者在购买商品时，由于所需数量少，其议价能力很弱，讨价还价的过程不可取；其次，由于网上商品价格、质量信息公开透明，厂商为了吸引顾客只有降低商品价格，厂商的可议价空间很小。

假设 2：个体消费者通过“闲鱼”等二手交易平台购买商品时，通常存在讨价还价的过程。在买卖双方个体直接沟通时，由于两方势均力敌，议价能力相符，因此双方具有讨价还价的能力，讨价还价过程主要是针对产品质量与成色、交易对方道德风险等等。

假设 3：我们收集的个体卖家出售商品与市场上产品同质。在搜集的数据过程中，为了可比，我们只收集全新、9 成新的产品，根据产品的质量、形色、参数信息等，与市场上存在的产品进行匹配，同时剔除掉了明显的假冒伪劣产品（相同产品售价不能过低），我们认为交易数据当个体卖家商品价格在厂商价格上下浮动 20%时，通常为与厂商商品质量相同的正品。由于若卖家用高价出售劣质产品，二手交易平台将会对其进行严格的惩罚，并且其信用积分也会相应降低。因此我们默认在正常的价格范围内，商品质量相同。

2.1 变量与符号

表 1 变量的符号与含义

简称	全名	定义
C1	商品批发成本单价	厂商的单位采购成本
C2	销售成本	单位商品的库存成本与销售成本
δ_i	商品 i 的折旧率	商品 i 的折旧率
p	产品价格	单位产品价格
q	厂商的进货量	厂商的进货量
r_i	折扣系数	折扣系数
D	厂商商品的需求量	厂商商品的需求量
ε	需求波动	需求波动的扰动项
$f(\varepsilon)$	概率密度	ε 的概率密度形式
$f(x)$	概率密度	f(x) 的概率密度形式
$\pi(p,q)$	商品销售的利润	商品销售的利润
$E(\pi(p,q))$	厂商的期望利润	厂商的期望利润

三、数据收集方法

闲鱼等二手交易平台的兴起，给个人交易者出售闲置物品带来了便利。由于闲鱼交易平台上存在大量的个人买家、卖家，这为我们在分析个人交易者定价影响提供了便利，这可以视为在准自然条件下分析厂商定价和个人交易者定价的区别。

3.1 厂商与个人交易者划分

本文将厂商定义为直接面向个体消费者进行交易的企业、零售商等，即通常说的“B2C”；而个人交易者是指不以销售产品为主要职业的人员。首先，在搜集数据中，由于很多厂商通过闲鱼等个人交易平台进行销售商品，而淘宝也有很多个人卖家出售少量商品，因此需要对厂商和个人交易者进行辨别。本研究中厂商与个人交易者的区别在于厂商拥有大量的货源，同一种商品供应量较多；而个人交易者只有一个或者少数几个商品可供出售。因此，我们根据商品的月销量以及个人产品发布状况来确定厂商与个人交易者。总而言之，我们研究中厂商的定义是指同类产品月销量超过 10，发布的产品种类比较相似的卖家；而个人交易者的辨别是指同类产品月销量很少，数目不超过 3，发布的产品种类分布比较分散。

3.2 讨价还价方法

为了使淘宝和闲鱼的商品价格数据可比，本研究选取两者参数相同的商品进行比较，如两者新旧程度相同，出厂时间类似，型号、颜色相同等等。另外，考虑到商品的真实性，因此需要剔除一些假冒伪劣产品等的错误定价。由于淘宝、京东等渠道对于出售商品信息不符的商家处罚力度很大，现在很少有入住商家“挂羊头卖狗肉”的行为，在选择合理的价格时，我们以官方出厂价格以及淘宝价格为参考，大幅低于该价格的商品不在我们的考虑范围之内。同时，根据**假设 3**，本文只考虑全新或者 9 成新以上的商品，太旧的商品不再考虑范围内。

我们在搜集数据过程中，为了接近商品成交时最真实的价格，本文的讨价还价的方法如下：

1. 根据淘宝厂商相同产品的价格，来筛选出闲鱼中个人卖家商品的合理价格的范围。根据**假设 3**，个人网上出售的商品很多存在假冒伪劣的情形，因此在收集数据过程中，首先将价格明显与物品质量不符的商品被排除在外，对于价格在正常范围内的商品，要确定是否为正品。

2. 根据卖家出售的价格，先砍价 20%，一般这个价格很多卖家不能接受，如果接受的话，可以再试探性的往下降 10%，不能接受的话，询问一下个人出售者能接受的最低价格；如果首次砍价 20%不能接受的话，将价格试探性的往上涨 10%，可以接受的话，价格在 80%~90%之间再给一个报价， 不能接受的话询问下可以接受的最低价格。不过整个过程只能进行两到三轮，轮次过多的话，可能会使卖家厌烦，进而出现一系列的不愉快的对话，这样更接近于现实。整个流程如下：

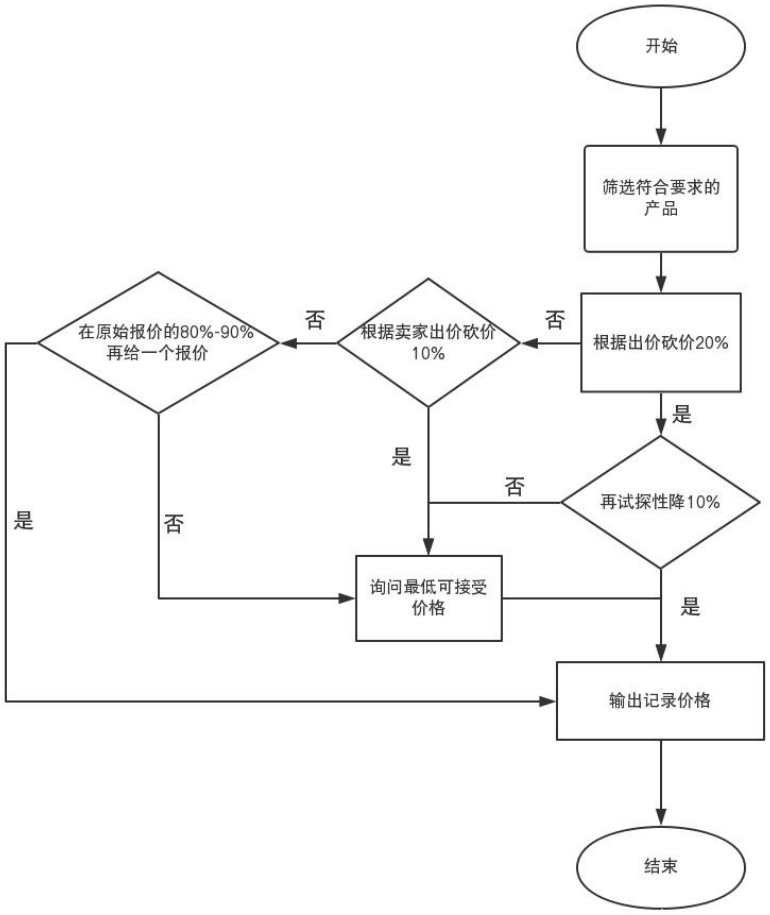

图 2 本文讨价还价的方法

3．根据讨价还价过程中，卖家在信息交流中的表现出来的情绪态度千差万别，不同情绪的卖家对其商品的定价也存在一些区别。因此，本研究在与个人卖家讨价还价的过程中，根据对话内容，将卖家的情绪态度分为几个等级，按照态度从差到好，得分越来越高。态度差（主要表现为脏话、拉黑等）的得分比较低。得分按 1-5 评判，默认值为 3，即态度没有明显的倾向，分数越高代表态度越好。得分为 1 的表示卖家出现讲粗话、拉黑等行为，得分为 2 的表示卖家情绪表现出不耐烦，在正常交流中长时间没有回复；得分为 4 表示卖家态度较好，投入到讨价还价的过程，对于可以接受的价格表示愿意，不能接受的价格也会拒绝；得分为 5 的表示卖家态度很好，讨价还价过程很愉快。

3.3 样本统计

按照上述讨价还价方法，我们团队在暑假期间通过与闲鱼上个人卖家进行讨价还价，总共收集了 186 项各项商品的样本，其中 127 项为有效数据，具体占比由下图所示：

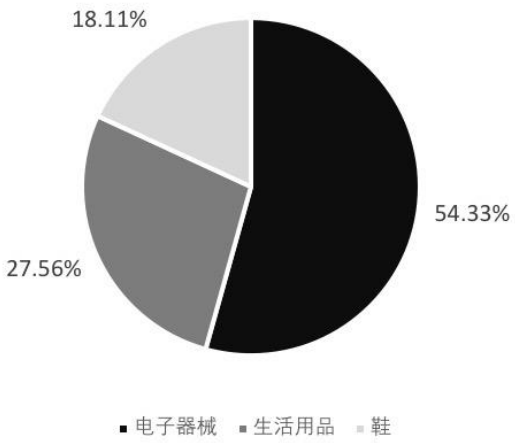

图 3 各类别商品占比

由上图可知，本研究搜集到的电子器材所占比例为 54.33%，生活用品占比为 27.56%，鞋类为 18.11%，这与“闲鱼”上商品构成比例基本相同。此外，我们通过计算 127 位“闲鱼”个人卖家（原始价格讨价还价后的价格）/市场价格作为“砍价比例”来衡量各种商品潜在的砍价幅度。具体如下图所示：

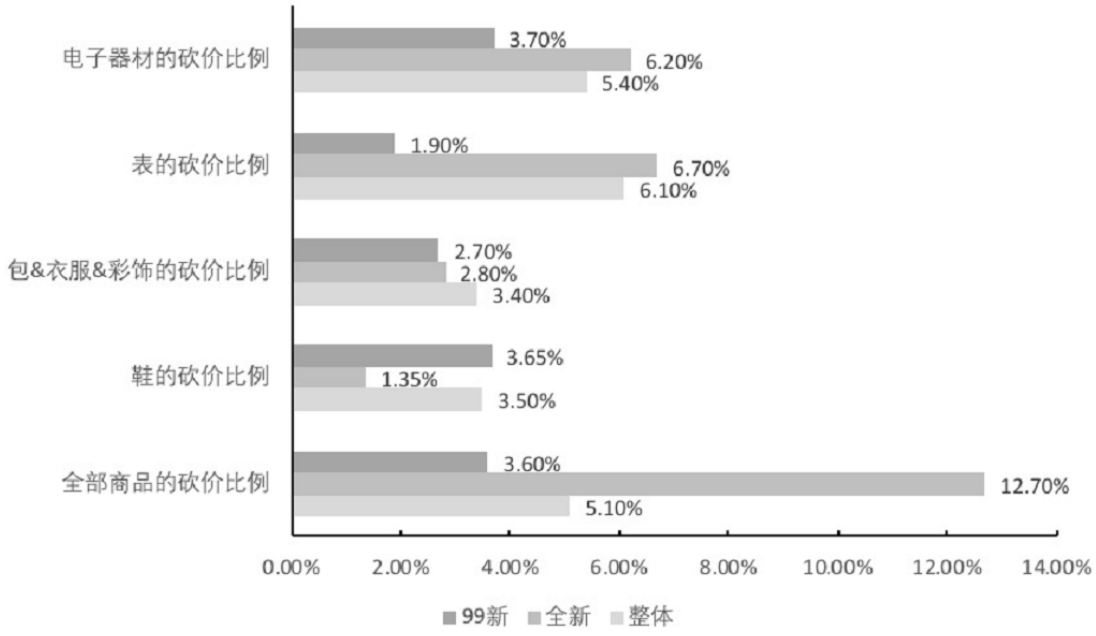

图 4 商品的新旧程度与砍价比例

不难看出，除鞋之外所有全新商品比二手商品平均砍价比例高，因为二手商家完全为个体商家，在使用商品的过程中有获益，清晰的了解商品的价值。而全新商家往往有网商的存在，是误导数据。并且全新商家没有使用过商品，必定没有收益，因此二手商家的心理估价较全新商家要高，难以进行讨价还价。

四、厂商与个人定价模型

从产品风险角度来考虑，消费者从厂商购买商品比从个人卖家购买商品的风险要小，在同等条件下，消费者会偏好于从厂商购买商品。不过当个人卖家给出的价格较低时，部分消费者会选择从个人卖家购置闲置物品。

4.1 两阶段厂商定价模型

4.1.1 厂商的成本

通常的，厂商销售时通常包括。厂商的目标是使利润最大化，本文的厂商是直接与消费者进行商品交易的卖家，其出售商品的成本主要包括以下几个方面：

1. 商品批发成本

设商品批发成本单价为 C_1，考虑到厂商商品的需求量很大，因此在购进商品以供出售时，其具有一定的议价权，入手价格要低于生产商的直接出售价格，记厂商的单位采购成本为 C_1。

2. 库存成本与销售成本

厂商在购置商品用以出售时，不可能销售一件采购一件，这样来回运输和沟通成本非常高，因此，厂商往往大批量订购商品，将其存贮起来，然后进行销售，这样在商品的销售过程中，不可避免的产生库存成本与销售成本，设单位商品的库存成本与销售成本为 C_2。

3. 折旧成本

本研究的折旧成本主要包括全新商品在存贮的过程中，由于技术的更新换代或者人们消费偏好的改变，可能会导致商品越来越不受欢迎；以及在二手交易市场中，卖家使用后造成的折旧，个人二手交易主要包括此类。不过不同商品的折旧速率不同，技术更新换代快的产品折旧速率比较高。商品 i 的折旧率为：

$$\delta_i = e^{-r_i\varphi} \tag{4-1}$$

商品发生折价后的价格可以表示为：

$$P_i^* = \delta_i P_i \tag{4-2}$$

其中不同商品的折旧率反应在 r_i 上，技术更新换代快的 r_i 就高，而对于一些稀缺品，其 r_i 较低，或者甚至为负值，稀缺品相比而言更保值。我们将厂商的销售周期分为两期，第一期以正常价格销售，第二期以折扣价格销售。很显然，第二期的销售价格与厂商的库存量有关系，库存量越高，其折扣价格就越低，因此结果可以表示为：

$$\varphi = \frac{q-d}{d} \tag{4-3}$$

这里 d 表示商品的需求量，q 表示厂商的进货量，当第一阶段销售发生后，厂商的库存越多，折扣价格越低。则销售商品的发生的成本记为：$c=c_1+c_2$，折旧成本反应在商品价格的折价上，即价格由 P 变化为 δP 。不过本文在估计 δ 时，用预期的商品需求量来近似代替真实的需求量。

4.1.2 价格给定时厂商的决策模型

我们考虑需求不确定情形下，厂商的决策。一方面，厂商商品的需求量并不是关于价格的简单线性关系，假定需求量 D 是一个连续的随机变量，消费者对正常物品的需求显然与价格呈现负相关。但同时，需求也具有一定的不确定性，会受消费者审美、消费升级等一些因素影响。设需求量的形式为：

$$D=a-b\cdot p+\varepsilon,\ \varepsilon\sim N(0,\sigma^2) \tag{4-4}$$

式（4-4）说明，厂商面临的需求函数是关于销售价格的函数，在此基础上，需求面临波动，ε 表示需求波动的扰动项。设 ε 的概率密度形式为 $f(\varepsilon)$，需求量 D 概率密度形式为 $f(x)$，由正态分布的线性不变性，可以算出需求的分布函数 $D\sim N(a-bp,\sigma^2)$,不过需求的分布属于截尾分布（即需求量不会为负值），因此，需要对上面的概率密度函数进行调整，调整方式如下所示：

$$f^*(\varepsilon)=\frac{f(\varepsilon)}{1-\int_{-\infty}^{-a+bp}f(\varepsilon)d\varepsilon} \tag{4-5}$$

当商品出售时，单位产品的价格为 p,则进货量用 q 进行表示，则销售量可以表示为：

$$S=\begin{cases}q,\ if\ \ q<x\\ x,\ if\ \ q\geq x\end{cases}$$

商品销售的利润为：

$$\pi(p,q)=\begin{cases}p\cdot x+\delta\cdot p\cdot(q-x)-c\cdot q-c_2\cdot(q-x),\ q\geq x\\ pq-c\cdot q,\ q<x\end{cases} \tag{4-6}$$

上式可以统一写为：

$$\begin{aligned}\pi(p,q)&=p\cdot x-c\cdot q+(\delta\cdot p-c_2)(q-x)^+-p\cdot(x-q)^+\\&=(p-c)x+(\delta p-c-c_2)(q-x)^+-p\cdot(x-q)^+\end{aligned} \tag{4-7}$$

这里 $(q-x)^+$ 表示只取正值部分，即：

$$(q-x)^+=\begin{cases}q-x,\ q>x\\ 0,\ q\leq x\end{cases} \tag{4-8}$$

厂商的期望利润为：

$$E(\pi(p,q))=\int_0^q(p\cdot x+(\delta p-c_2)(q-x)-cq)f(x)dx+\int_q^{\infty}(pq-cq)f(x)dx \quad (4\text{-}9)$$

基于概率密度函数的性质，我们可以得到：$\int_0^{\infty}f(x)dx=1$，上式等价于：

$$E(\pi(p,q))=(p-c)q-(p-\delta p+c_2)\int_0^q(q-x)f(x)dx \quad (4\text{-}10)$$

如果售价被生产商决定，比如生产商给定零售价格，即价格是外生的，利润是关于订货量的函数，对上式求导有：

$$\frac{dE(\pi\mid p)}{dq}=(p-c)-(p-\delta p+c_2)\int_0^q f(x\mid p)dx=0 \quad (4\text{-}11)$$

$$\frac{d^2E(\pi\mid p)}{dq^2}=-(p-\delta p+c_2)f(x\mid p)<0 \quad (4\text{-}12)$$

其二阶导数小于 0，说明当其导数为 0 时，利润可以取到极大值点。因此，厂商的最优订货量满足下式：

$$\int_0^q f(x)dx=\frac{p-c}{p-\delta p+c_2} \quad (4\text{-}13)$$

为了对上式结果进行说明，我们通过 MATLAB 编程，对价格给定情形下厂商的预期利润做了模拟。假定价格给定，这里 p=40，设其他参数 a=2000, b=40,，商品的购进成本 c_1 为 30 元，销售及储存成本 c_2 为 3 元，折旧系数 r_i=0.2，根据式（4-4），厂商面临的需求情况为：

$$D=2000-40P+\varepsilon,\varepsilon\sim N(0,200^2)$$

厂商折价出售商品时折价率为 $\delta_i=e^{-r_i\varphi}$，通过编程，可以找到不同订货量下企业出售商品的预期利润，结果如下图所示：

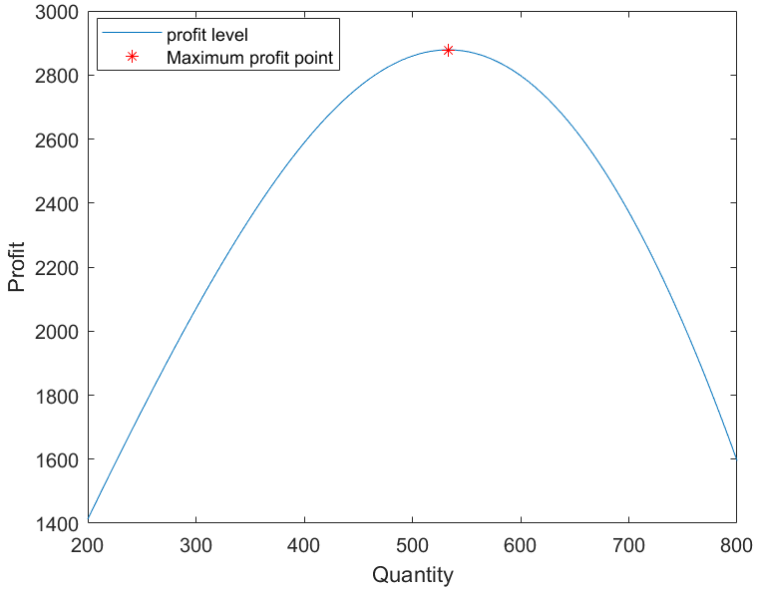

图 5 不同订货量下企业的预期利润

由上图可知，在销售价格给定情况下，预期利润函数是关于订货数量的凹函数，因此，必然存在极大值，也是最大值，上图中红色部分为利润最大时对应的点。结果显示，当进货量为 533 时，预期利润最大，最大为 2878 元。

4.1.3 价格未定时厂商的决策模型

在上一节的基础上，这一节考虑价格未定时，厂商的决策，包括销售商品的定价和订货量。在价格未给定时，厂商的预期利润为：

$$E(\pi(p,q))=\int_0^{\infty}[p\cdot x-c\cdot q+(\delta p-c_2)\cdot(q-x)^{+}-p\cdot(x-q)^{+}]\cdot f(x)dx \quad (4\text{-}14)$$

通过变形，上式可以变为：

$$\begin{aligned}E(\pi(p,q))&=\int_0^{\infty}[px-cq+(\delta p-c_2)\cdot(q-x)^{+}-p\cdot(x-q)^{+}]\cdot f(x)dx\\&=(p-c)q-(p-\delta p+c_2)\int_{-(a-bp)}^{q-(a-bp)}(q-(a-bp+\varepsilon))f(a-bp+\varepsilon)d\varepsilon\end{aligned} \quad (4\text{-}15)$$

厂商一般都是采取利润最大化策略，分别对上式 p 和 q 求偏导，可得：

$$\frac{\partial E(\pi(p,q))}{\partial q}=(p-c)-(p-\delta p+c_2)\int_{-(a-bp)}^{q-(a-bp)}f(a-bp+\varepsilon)d\varepsilon=0 \quad (4\text{-}16)$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial E(\pi(p,q))}{\partial p}&=q-(1-\delta-\delta'(p))\int_0^{q}(q-x)f(x)dx\\&\quad-(p-\delta p+c_2)\cdot qf(q)x'(p)\cdot[1-f(x)-xf'(x)]=0\end{aligned} \quad (4\text{-}17)$$

上式很难求出 p，q 的解析解，难以通过二阶条件判断是否取极值。因此，可以利用模拟的方法确定不同需求量下对应的最优价格。这里一些参数设置与价格给定情形下的结果相同，即 a=2000, b=40,，商品的购进成本 c_1 为 30 元，销售及储存成本 c_2 为 3 元，折旧系数 r_i=0.2。在价格不确定情形下，厂商需要确定商品的销售价格和订货量，通过模拟不同的价格和订货量，企业的预期利润如下图所示：

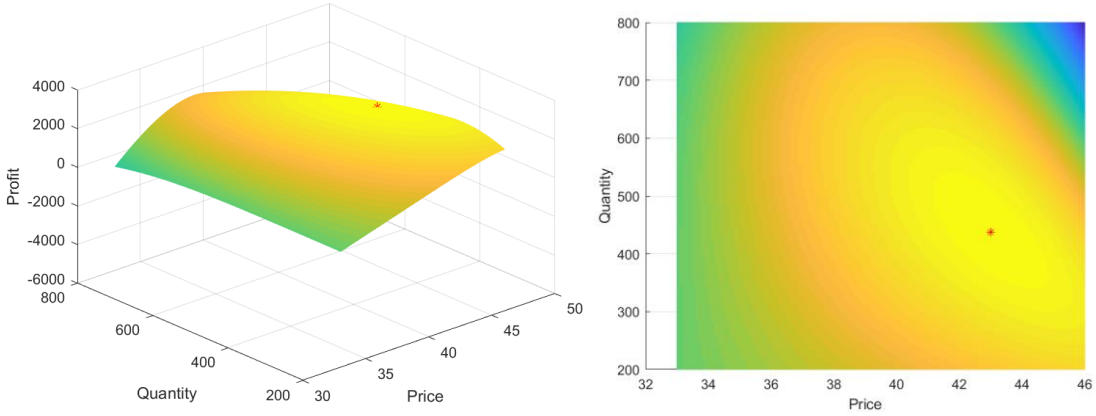

图 6 价格未定时厂商的预期利润

上图中红点表示利润最大时对应的销售价格和订货量，这个曲面也是凹的，因此预期利润存在最大值。通过 MATLAB 计算可知，当商品销售价格为 43 元，订购量为 438 时，厂商的利润最大，最大利润为 3226 元。对于折旧率不高的商

品，假定折旧系数 r_i=0.1，其他参数设定与上相同，则不同订购量以及价格情形下的利润如下所示：

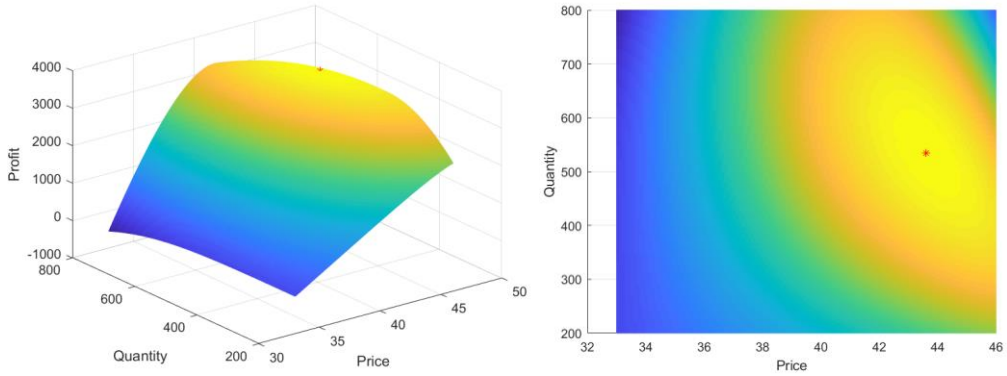

图 7 折旧系数低时厂商的预期利润

上图中，利润最大化时，厂商的定价为 43.6 元，订购量为 535，最大利润为 3809.4 元。相比于折旧系数大的情形，厂商的定价更高，订购量更多。这实际上可以用来分析稀缺品的定价情况，即稀缺品的折旧系数更小、甚至为负，因此会有厂商或者“黄牛”等选择囤积居奇，制定更高的价格，抢购“飞天茅台”、“AJ 球鞋”等现象可以显示这种情况，不过由于篇幅考虑，本文主要分析的是正常商品的定价情况，对此不再做过多讨论。

4.2 个人定价模型

针对个人商家的定价方式，出于风险以及话语权考量，双方交易存在一个讨价还价的过程，个人商家在二手市场交易中，其定价会受到当时购买价格、出售时市场价格、折旧以及消费者议价能力的影响。即个人在出售商品时的价格是关于这些变量的函数：

$$P_i = f(P_0, P_1, d_i, B_i) \tag{4-18}$$

设该商品的市场价格为 P_1,个人卖家在出售商品时，会受到其购买时市场价格 P_0 的影响，即受个人心理行为影响，折价太多会影响自身的心理满足感；另外，个人卖家在定价时也会参考出售时的市场价格，基于信用等风险方面的考量，个人卖家的出售价格比市场价要低一些，即满足：

$$P_i \le \theta(\lambda P_{0m} + (1-\lambda) P_{1m}) \tag{4-19}$$

这里 P_{0m} 表示个人卖家购买商品时的市场价格，P_{1m} 表示个人卖家在出售商品时的市场价格，θ 表示个人卖家在出售商品时的折价情况。一般来说，个人卖家在出售商品时，受到出售时的市场价格影响比较大，因此 λ 值比较小一些。同时，个人卖家还有个可以接受的最低价格，设为 $P_{\min}$，其与个人的性格、讨价还价的能力以及折旧等有关，即个人可以接受的最低价格是关于个人性格、讨价还价的能力以及折旧等因素的函数，因此，个人卖家在交易过程中，可以接受的价格区间为：

$$P_{\min} \le P_i \le \lambda P_{0m} + (1-\lambda) P_{1m} \tag{4-20}$$

在此价格区间内，交易的价格越高，个人卖家的效用就越高。对于个人买家而言，其当然希望价格越低越好，能接收的最高价格为现时的市场价格，否则会选择在市场上购买商品。

$$P_i \le P_{1m} \tag{4-21}$$

当然，消费者希望价格越低越好，取 $P_m = \min(P_{1m}, \theta(\lambda P_{0m} + (1-\lambda) P_{1m}))$。因此，博弈的过程相当于在$[P_{\min}, P_m]$中讨价还价得到的一个最合适的价格，此博弈过程为非合作博弈。在讨价还价的过程中，将二人讨价还价问题记为：$B = (S, d; u1, u2)$，其中集合 S 为讨价还价过程中可行的集合，d 为两人讨价还价过程中的破裂点，u_1,u_2 为买卖双方的效用函数，本研究在以往研究基础上，先来介绍几个定理：

定理 1：若(s_1, s_2) 和(s_1', s_2')均是两人讨价还价问题的可行分配协议，且 $u_1(s_1) \ge u_1(s_1')$，$u_2(s_2) \ge u_2(s_2')$ ，那么(s_1', s_2')必然不是讨价还价博弈的结果(Nash 解)，这也被称作帕累托效率公理。

该定理是显然的，即正常情况下没有人会选择一个较差的效用。

定理 2：如果$B = (S, d; u1, u2)$是一个对称的讨价还价问题，作为博弈的解应该是公平的，即两者的效用相同，这被称作对称性原理。

因为在讨价还价过程中，人们比较愿意接受公平的交易，如果分配方式不公平，那么该方式很难被接受。如果双方对称，得到相同待遇是普遍接受的公平原则。本文将对称性原理扩展到买卖双方的讨价还价能力上，即效用随其讨价还价能力进行变化。

对于讨价还价博弈过程，设两人在进行讨价还价的过程中，价格为 P_i，双方分到的份额分别为 s_1，s_2，这两人的效用集可以表示为：$u_1 = s_1^{k_1}, u_2 = s_2^{k_2}$,这里 k_1,k_2 表示对风险的偏好程度，如 k_1,k_2>1 时表示卖家和买家都是风险偏好型；k_1=1，k_2<1 表示卖家是风险中性的，而卖家是风险厌恶型的，这里也可以理解成双方讨价还价的能力，k_I 越高表示卖家的讨价还价能力越强。

$$\begin{aligned} &\max\ u_1 \cdot u_2 \\ &s.t.\ s_1 + s_2 = P_m - P_{\min} \\ &\quad u_1 = s_1^{k_1} \\ &\quad u_2 = s_2^{k_2} \end{aligned} \tag{4-22}$$

对目标函数求对数，因为是单调变换，当目标函数最大时，其对数化的结果也最大。求解上式可以通过拉格朗日乘数法，拉格朗日的形式如下：

$$\ell = k_1 \ln s_1 + k_2 \ln s_2 + \lambda(P_m - P_{\min} - s_1 - s_2) \tag{4-23}$$

通过对上式参数求导，令其导数为 0，可以得到买卖双方博弈的极大值，由

于本文中的目标函数为凹函数，所得的效用极大值也是最大值。

$$\begin{aligned}\frac{\partial \ell}{\partial s_1}&=\frac{k_1}{s_1}-\lambda=0\\ \frac{\partial \ell}{\partial s_2}&=\frac{k_2}{s_2}-\lambda=0\\ \frac{\partial \ell}{\partial \lambda}&=P_m-P_{\min}-s_1-s_2=0\end{aligned}\tag{4-24}$$

联立上面上个方程，可以得到纳什均衡下个人卖家和买家所占的份额：

$$s_1=\frac{k_1(P_m-P_{\min})}{k_1+k_2},\quad s_2=\frac{k_2(P_m-P_{\min})}{k_1+k_2}\tag{4-25}$$

对于商品的定价，最后所确定的价格为：

$$P^*=P_{\min}+\frac{k_1(P_m-P_{\min})}{k_1+k_2}\tag{4-26}$$

根据上面推导，在二手交易平台上个人买家与卖家确定的最终价格与卖家可接受的最低价格 $P_{\min}$，买卖双方的讨价还价能力 k_1、k_2，卖家购买时的市场价格 P_0 有关。双方的谈判破裂点 d 为 $P<P_{\min}$，$P>P_m$，即价格处于这个范围时双方不会达成交易。

假定个人卖家购买商品时的价格 P_0 为 43 元，由于卖家用了一段时间，因此会产生折价，其可以接受的最低价格 $P_{\min}$ 为 35 元（大概为购买价格的 8 折），由于消费者喜好、市场环境、厂商库存等的变化，现在商品价格变为 40 元，则在不同议价能力下，买卖双方确定的最终价格如下图所示：

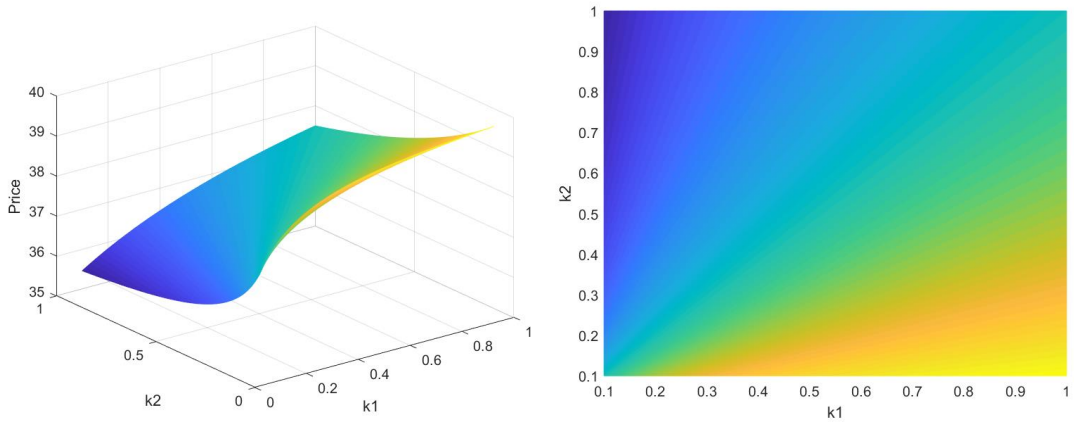

图 8 不同讨价还价能力下确定的最终价格

和推导的公式（式 4-26）相同，讨价能力越高的人所获得的收益越大，当买家的讨价能力比较高时，其价格越接近于个人卖家可以接受的最低价格，反之，当卖家的讨价还价能力比较高时，最终确定的价格越接近于买家可以接受的最高价格，即交易时的市场价格。

4.3 定价差异原因

根据 4.1 节、4.2 节建立的两阶段厂商定价模型、个人定价模型，这可以用

来解释我们在购买商品中碰到的一些现象，即个人卖家的二手商品的定价通常比厂商给的价格低，但也有部分个人的定价比厂商的定价高，解释如下：

一般情形下，厂商出售商品时，为了赚取利润，产品售价要比成本高一些，厂商尽可能使赚取的利润足够大。但是在第一期销售商品的过程中，厂商从预期利润最大化的角度来确定商品的价格以及订货量。不过预期利润会与实际的需求情况有关，其会受到产品的需求不确定性的影响。由于需求量变小，厂商有可能会囤积大量商品，即对应于 $q>x$ 的情形，如下所示：

$$\pi(q)=\begin{cases}(p-c)\cdot x+(q-x)^{+}(\delta p-c-c_2), & q\geq x\\(p-c)\cdot q, & q<x\end{cases}$$

如果商家在第二期选择不出售，则损失为 $(q-x)^{+}(c+c_2)$，如果商家选择折价出售时，其可以额外获得 $(q-x)^{+}\cdot\delta p$ 的收入用以弥补损失，因此从利润最大化的角度来讲，折价或亏损出售商品仍是一个较优的策略，因此，在第二期销售商品会选择折价出售，即第二期价格 P_1 要低于第一期价格 P_0。根据 4.1 节确定的参数，厂商在第一期的价格为 P_0=43 元，订购量为 438。当需求扰动项 ε 为-100 时，厂商需要折价销售，根据式（4-3）折价率约为 75%，厂商在第二期的出售价格 P_1 变为 32 元。

个人卖家的根据自己商品的使用情况，认为还有 95 成新，因此，在折旧上选择 $\theta=0.95$，其一开始购买价格为 P_0=43，现在面临的价格 P_1 为 32 元。由于信息不对称（如现在有优惠券等）等原因，其在定价时会参考购买时价格 P_0，以及现在价格 P_1，设 λ 的范围在[0, 0.5]之间波动，即个人卖家对当时购买价格赋予的权重更低一些，则其在不同的 λ 下，个人卖家的定价情况如下所示：

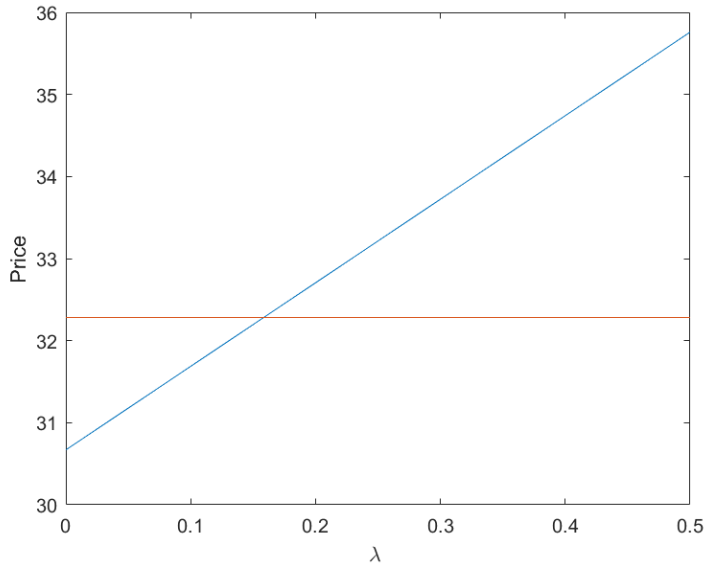

图 9 不同 λ 时个人卖家的标示价格

当个人卖家对初始购买成本关注度更高时，其在二手商品交易市场上的定价就会越高，甚至出现高于市场上的价格。当个人卖家掌握商品信息较少、不了解市场行情等情况下，更容易出现其价格高标的现象。但是尽管个人卖家在二手平

台上的出价高，由于买家是理性的，会花费时间综合比较各种价格，因此个人卖家很难以高于市场价格的价格出售。如果卖家接受的最低价格是其标示价格的 0.9 倍，假定买卖双方具有相同的讨价还价能力，那么在二手交易市场上商品最终成交的价格如下图所示：

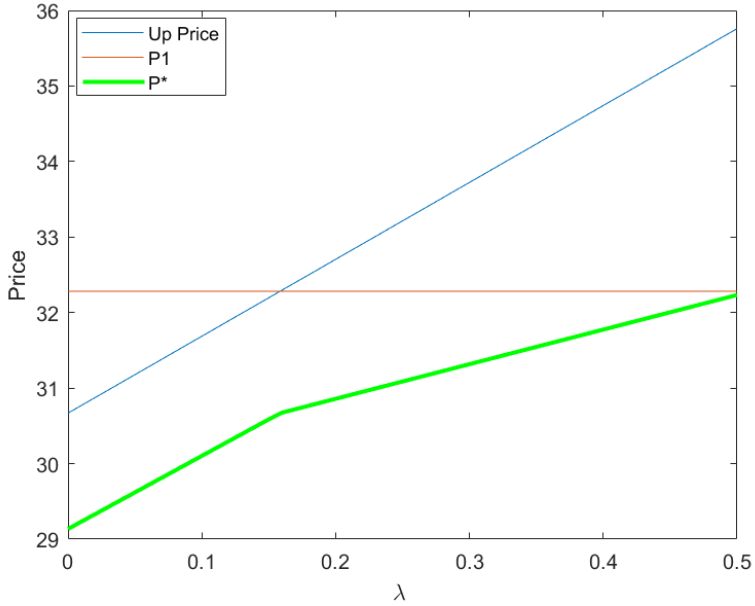

图 10 不同 λ 时买卖双方的成交价格

上图中绿色粗线标示买卖双方经过讨价还价后的价格，P_1 表示现行的市场价格。由图中可以看出，必须比市场价格要低一些，这个价格与个人卖家所能承受的最低价格以及双方讨价还价能力有关。由于信息不对称或者不愿承受太多折价出售等因素，虽然个人卖家在二手市场上的标示价格高于现行市场价格，但其最终成交价不会高于现行市场价格，否则的话，买家将会直接从厂商处购买商品，而不是在二手交易平台上购买。

4.4 扩展分析

本文的研究结果可以应用于房地产价格分析上面，即开发商出售新房与个人出售二手房时的影响。开发商在进行楼盘建设前需要进行成本预估。通常，房地产开发商没有支付全部成本的能力，因此需要借助银行贷款填充资金。开发商在开盘销售的楼盘必定小于楼盘总数并于后期再次销售。如在 4.1 节中阐述的，商品滞留有许多成本，就楼盘而讲，房地产商需要考虑银行利息成本、楼盘折旧成本、人力成本。由于开发商开发的楼盘属于商品范畴，因此不需要向政府缴纳房产税。

为了更清晰的阐明相关成本，不考虑折现率的影响，则开放商面临的成本可以表示为：

$$\pi = [p-(1-\lambda)C-\lambda C((1+i)^t-1)-C_2]\cdot x+[\delta p-(1-\lambda)C-\lambda C(1+i)^t-C_2](q-x)^+ \qquad (4\text{-}27)$$

这里为了简化模型，假定开发商第一期只需要付息，第二期开始还本付息。上式中 i 为银行利率，t 为时期数，λ 为借贷所占总成本的比例，p 为单栋楼盘价

格，x为第一期出售的楼盘数量，q为建设的楼盘数量。C表示楼盘完工时每栋楼盘发生的成本，C_2表示销售楼房时发生的人力成本、营销成本等费用。显然，随着时间的增加，银行收取利息增加，且人力成本也会增加。如果房产在第一期没有销售完，产生滞留，开放商会产生更多的成本（还款付息、营销等）用于房产的销售，其资金压力比较大。鉴于这些房产滞留带来的成本，开发商需要尽快将楼盘抛售。在进行第二期抛售时，为了加快处理速度，并对初始价格进行适当降价，达到快速销售楼盘获得最大经济效益的目的。

特别的，对于大多数个人卖家而言，其持有房产并不会产生额外的成本。其定价会参考购买时的价格，以及现时的价格。由于房产的价值比较高，折价太多会影响卖家的效用不高，个人更不愿亏本出售，因此个人在出售二手房的时候，宁愿定价高于现时的市场价格也不愿降价出售，毕竟持有成本为零或者很低。此外，由于个人卖家与买家具有讨价还价能力，卖家买家会有更多轮具有波动的议价，所以二手房的成交价格波动会更大。

五、讨价还价影响因素

5.1 影响讨价还价中的变量

为了探究个人卖家的讨价还价能力的影响因素，本文通过收集实际数据，对讨价还价后价格、企业发售价格、卖家原设定价格、卖家态度、卖家性别、商品类别进行研究。我们使用了 Eviews 回归方程模式，将价格变化量除以市场定价（淘宝价格）设为因变量，企业价除以市场价、原出价除以市场价格、态度、性别、类别、质量为自变量，对其进行分析，回归形式如下所示：

$$\Delta P = \beta_0 + \beta_1 P_{off_ratio} + \beta_2 P_{ini_ratio} + \beta_3 A_{rank} + \beta_4 \mathrm{Gend} + \beta_5 Con_{index} + \beta_6 Type + \varepsilon \quad (5\text{-}1)$$

各个变量的含义如下表所示：

表 2 变量的符号与含义

简称	全名	定义	用途
ΔP	砍价率	（原始价格-讨价还价后价格）/市场价格	因变量
P_{Off_Ratio}	官方价格指数	官方价格/市场价格	自变量
P_{Ini_Ratio}	原始价格指数	原始价格/市场价格	自变量
A_{Rank}	态度评分	按照态度从差到好，得分越来越高。态度差（主要表现为脏话、拉黑等）的得分比较低。得分按 1-5 评判，默认值为 3，分数越高代表态度越好。	自变量
$Gend$	Gender	性别变量（男性为 0，女性为 1）	自变量
Con_{Index}	Condition Index	分为全新和 9 成新（全新为 1，9 成新为 0）	自变量
$Type$	种类	分为稀缺品和非稀缺品（稀缺品为 1，非稀缺品为 0）	自变量

5.2 实证结果

通过收集实际数据，并对数据进行处理，利用最小二乘法，通过 Eviews 对上述式子进行回归，所得结果如下所示：

表 3 回归结果

变量	系数	标准差	T 统计量	P-值
P_{Off_Ratio}	-0.015588	0.009980	-1.561861	0.1210
P_{Ini_Ratio}	0.079772***	0.020562	3.879486	0.0002

A_{Rank}	0.012000**	0.005265	2.279059	0.0244
$Gend$	0.015981	0.009690	1.649298	0.1017
$Type$	-0.041713***	0.013511	-3.087363	0.0025
Con_{Index}	-0.010686	0.011200	-0.954100	0.3420
c	-0.034835	0.027416	-1.270602	0.2063

注：*，**，***分别代表在 10%、5%和 1%的显著性水平下显著

关于讨价还价的影响因素，由上表可知，P_{off_ratio} 前的系数为-0.015588，小于 0。这说明官方价格与市场价格之比越大的话，个人消费者的砍价能力就越弱。实际上，官方价格与市场价格越接近，说明厂商的购货成本越高，相应的，个人卖家在出售全新或二手商品时，其购买商品的花费成本就越高，进而消费者讨价还价越不容易。不过受限于样本大小的原因，这个结果在 10%的显著性水平下不显著。

P_{ini_ratio} 的系数为 0.079772，与砍价率（ΔP）呈正相关。这说明当原始价格和市场价格之比越大，即当原始价格相对更高时，个人消费者砍价能力越强，个人销售者更容易让步。原始出价相对越高，说明卖家对出售物品的心理价位越高。在数据中，可看出部分 P_{ini_ratio} 大于 1，即卖家出价高于当前市场价，通过于卖家询问得知这部分卖家在原先购买时的价格大于当前市场价，接近官方价格，说明商品的市场价格随时间变化，但个人的心理价位不会随时间有明显变化。这可以解释原始价格相对较高的原因。当原始价格相对较高时，说明距离卖家的最低心理价位相对较远，因此砍价率较高，说明砍价更容易。从表中可知，这个结果在 1%的显著性水平下显著，可以作为预测砍价率的标准之一。

A_{rank} 前的系数为 0.012000，与砍价幅度（ΔP）呈正相关。这说明态度评分越大的话，个人消费者砍价能力越强。实际上，态度评分越高，卖家态度越好，进而买家可以和卖家理性砍价，相应的，卖家也更可能给出让步，消费者讨价还价越容易。根据统计结果，这个结果在 5%的显著性水平下显著。

Con_{Index} 前的系数为-0.010686，与砍价幅度（ΔP）呈负相关。在数据分析中，我们将全新的成色指数记为 1，9 成新的记为 0，由于成色指数与砍价幅度呈负相关，说明全新的产品更难砍价，这是由于对于 9 成新产品，卖家在使用后能够更好的了解物品的价值，买家对于二手物品的估值会下降，存在的价值差会导致讨价还价的次数变多，从而砍价成功的可能性更大。费者

由于将男性设置为 0，女性设置为 1，且 Gend 的系数为 0.015981，大于 0。因此男性的 Gend 与砍价率成负相关，女性的 Gend 与砍价率成正相关。所以根据所得数据，在与女性个人卖家进行讨价还价时，个人消费者的砍价能力更高，与男性个人卖家反之。但是因为样本大小受限，该数据在 10%的显著性水平下不显著。

同样的，在稀缺品为 1，非稀缺品为 0 的条件下，稀缺品的 Type 系数为-0.41713，小于 0，非稀缺品 Type 系数为 0.41713，大于 0。分析该数据，易得出结论稀缺品难砍价，非稀缺品易砍价。稀缺品在市场中供给少，需求多，难以压价。并且市场中有部分商贩恶意囤积稀缺商品，导致价格不断上涨，造成个人卖家买入商品时成本高，即使在市场价格恢复正常后依然需要以高价卖出，以来止损。

六、结论与建议

本文的主要结论与建议如下所示：

（一）、在需求不确定的影响下，厂商的订货量过大时，从最大化利润角度讲，厂商会选择折价出售商品。本文通过建立两阶段的厂商定价模型，分析了在需求不确定性条件下，厂商的最优定价与订货量策略。不过由于需求存在不确定性，其订货量很可能过大。消费者对商品的偏好也会出现变化，为了减少商品的购置成本与存储成本，企业往往选择折价出售商品，这导致两期的价格不同。

（二）、个人卖家的最终成交价格与双方讨价还价能力相关。考虑到买卖双方可能存在不同的讨价还价能力，通过使双方效用最大化时，分析买卖双方讨价还价中的纳什均衡，即最终成交价格。一般而言，由于消费者在购买二手商品时，会参照商品的市场价格，个人卖家的商品定价往往会低于市场价格；但是由于信息不对称或者个人卖家购买商品价格过高等原因，其在二手交易平台上给出的价格可能会高于现时的市场价格，不过对于消费者来说，其肯定不会花更多的钱到没有保证的个人卖家手中，最终成交价格肯定不会是个人卖家的标示价格。通过模型解释了我们在购买商品时发现的一个现象。

（三）、女性、态度好的群体更容易砍价。本文通过回归发现，性别前的系数为 0.015981，大于 0，这说明相比于男性卖家，女性卖家更容易砍价。这可能与女性群体闲置物品更多，更有倾向卖出商品有关，此外，女性群体在讨价还价上的时间成本稍低一些也有很大关系。相比于态度差的卖家，态度好的越容易砍价，通过对讨价还价过程中卖家的态度进行评分，其系数大小为正，且在 5%的显著性水平下显著。这说明个人卖家的态度越好，消费者砍价能力越强。实际上，卖家态度越好，买家可以和卖家理性砍价，相应的，卖家也更可能给出让步，消费者讨价还价越容易。

（四）、在购买房地产方面，借助本文建立的模型和推导出的结果，可以得到一些规律。一般而言，由于二手房折旧等因素，个人卖家在出售房产的价格一般低于市场上新房的价格，不然的话房产很难出售出去，但也有一些个人的出售定价远高于市场上新房价格。本文根据建立的两阶段定价模型解释这个现象，即房地产开放商由于资金压力、影响成本高等原因，在出售房产上为了回笼资金而选择降价出售，而有些个人卖家并没有资金压力，持有房产产生的成本比较小，如果其初始购买价格比较高时，更不愿意折价出售，结果就是造成新房二手房价格“倒挂”情况（抛开装修、限价等因素）。此外，由于个人买家与个人卖家可以进行讨价还价，因此在对于二手房成交价格会有相较于二手商品成交价格更高的浮动。

参考文献

[1] 周家文, 邓丽. 需求不确定和后悔效应下的企业定价策略研究[J]. 系统科学学报, 2019, 27(3):113-118.

[2] 王帆洲, 冀巨海. 双寡头企业定价策略研究——基于边际成本控制能力.视角[J]. 会计之友, 2013(14):31-34.

[3]温伟胜, 罗琼玮. 企业线上线下定价方法与价格战略的研究[J]. 中国商论, 2019(2):64-67.

[4] Binmore K, Ariel Rubinstein and Asher Wolinsky. The Nash Bargaining Solution in Economic Modelling[J]. Rand Journal of Economics, 1986, 17(2):176-188.

[5] Qiu L D. On the Dynamic Efficiency of Bertrand and Cournot Equilibria[J]. Journal of Economic Theory, 1997, 75(1):213-229.

[6] 张大林, 郭晓春. 纳什讨价还价解及应用[J]. 佳木斯大学学报（自然科学版）, 2012(6):955-957.

附录

Code1: Quantity Strategy for firms, price determined

```
syms x;
a=2000;b=40;r=-0.2;delta=0.8;p=40;sigma=200;
probility=1-normcdf(-400,0,sigma);
c1=30;c2=3;%企业的购置成本为 25，仓储成本为 3 元
func=1/(sqrt(2*pi)*sigma)*exp(-(x-a+b*p)^2/(2*sigma^2))/probility;
%上述为需求量的函数
for q=200:800
    bound=a-b*p;
    delta=exp(r*(q-bound)/bound);
    profit(q-199)=(p-c1-c2)*q-(p-delta*p+c2)*int((q-x)*func,0,q);
end
quantity=[200:800];
set(0,'defaultfigurecolor','w');
plot(quantity,profit)
xlabel('Quantity');ylabel('Profit');
hold on
peak_point=find(profit==max(profit));
plot(quantity(peak_point),profit(peak_point),'*','color','r');
legend('profit level','Maximum profit point')
profit(peak_point)
```

Code2: Price Strategy for firms

```
a=2000;b=40;r=-0.1;delta=0.75;sigma=200;%r 表示折旧率
c1=30;c2=3;%企业的购置成本为 30，仓储成本为 3 元
plist=[33:0.1:46];
n=size(plist,2);
for p=1:n
    for q=200:800
        bound=a-b*plist(p);
        delta=exp(r*(q-bound)/bound);
        probility=1-normcdf(-a+b*plist(p),0,sigma);
        func=@(x)(1/(sqrt(2*pi)*sigma)*exp(-(x-
a+b*plist(p)).^2/(2*sigma^2)).*(q-x)./probility);
        temp=quad(func,0,q);
        %temp=quadl(func,0,q);
        profit(p,q-199)=(plist(p)-c1-c2)*q-(plist(p)-delta*plist(p)+c2)*temp;
    end
end
set(0,'defaultfigurecolor','w');
[np,nq]=meshgrid([33:0.1:46],[200:800]);
```

```
mesh(np,nq,profit');
xlabel('Price');ylabel('Quantity');zlabel('Profit');
hold on
[peak_p,peak_q]=find(profit==max(max(profit)));peak_point=[peak_p,peak_q];

%plot(quantity(peak_point),profit(peak_point),'*','color','r');
max_profit=profit(peak_p,peak_q);
max_p=max(np(:,peak_p));max_q=max(nq(peak_q,:));%利润最大时价格以及数量
plot3(max_p,max_q,max_profit,'*','color','r')
```

Code3: Price difference

```
p0=43;p1=40;pmin=35;
k1list=[0.1:0.001:1];
k2list=[0.1:0.001:1];
rows=size(k1list,2);
for k1=1:rows
    for k2=1:rows
        price(k1,k2)=pmin+k1list(k1)*(p1-pmin)/(k1list(k1)+k2list(k2));
    end
end
set(0,'defaultfigurecolor','w');
[nk1,nk2]=meshgrid(k1list,k2list);
mesh(nk1,nk2,price');
xlabel('k1');ylabel('k2');zlabel('Price');

%%%%%%%%%%模拟%%%%%%%%%%
p0=43;r=0.2;quantity=438;a=2000;b=40;
demand=a-b*p0-100;
delta=exp(-(quantity-demand)/demand*r);
p1=p0*delta;theta=0.95;
lamda=[0:0.01:0.5];n_size=size(lamda,2);
p1_array=p1*ones(1,n_size);
for i=1:n_size
    pm(i)=theta*(lamda(i)*p0+(1-lamda(i))*p1);
end
set(0,'defaultfigurecolor','w');
plot(lamda,pm);
hold on
plot(lamda,p1_array)
xlabel('\lambda ');ylabel('Price');
pmin=0.9*pm;%lowest price
```

```
k1=0.5;k2=0.5;
for i=1:n_size
        real_pm(i)=min(pm(i),p1);
        if pmin(i)>real_pm(i) | pmin(i)>p1
            price(i)=0;
        else price(i)=pmin(i)+k1/(k1+k2)*(real_pm(i)-pmin(i));
        end

end
hold on
plot(lamda,price,'linewidth',2,'color','g');
legend('Up Price','P1','P*');
```

致谢

我们的论文灵感源于一次不愉快的二手货购买经历，其卖二手商品的价格竟然比市场价格要高，这引起了我们的思考。从此我们逐渐考虑二手商品等个人商品的定价，并与厂商定价进行对比，思考两者出现差异的原因。在中国互联网发展超前的大背景下，该论文基于实际，具有可应用性。且论文想法独特，方式上具有创新性。

组员梁华瑞主要负责论题的确定、背景搜索、研究方法确定的工作。组员马嘉骏负责论文的创作、数据统计收集和回归方程的设计实施的工作。组员徐子程负责个人厂商定价模型设计与实施，与马嘉骏同学共同创作论文在论文成型过程中，三位组员配合默契 各司其职， 积极交流， 最终顺利按照分工将论文完成。无数个共同奋斗的日日夜夜建立起的深厚友谊也是我们不可忽视的一份宝贵成果。相信在不远的将来，我们也将并肩奋斗，创造出更美好的未来。

衷心感谢北京师范大学附属实验中学李波老师对我们论文进行的悉心指导。衷心感谢美国毕马威国际美国管理主任杨栋的鼎力支持。也由衷感谢所有在我们人生中辅导过我们的老师，是他们奠定了我们的学术基础。特别的，我们要感谢自己的父母，为我们提供了良好的教育，衣食无忧的生活。没有父母提供的生活条件，这篇论文便不可能成型。

再次感谢所有对论文提出指导性意见的老师、支持我们砥砺前行的家人与常伴左右的组员！

本参赛团队声明所提交的论文是在指导老师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。尽本团队所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。若有不实之处，本人愿意承担一切相关责任。

参赛队员：徐子程 指导老师：李波

马嘉骏

梁仲瑞 2019年9月15日