

文章编号: 1003-207(2014)09-0018-08

向下降价秒杀中顾客秒杀策略以及卖方期望收益分析

杜黎, 刘丽丽, 贾俊秀

(西安电子科技大学经济管理学院, 陕西 西安 710071)

摘要: 本文以流星秒杀网采用的向下降价秒杀规则为研究对象, 分析了顾客参与秒杀的均衡策略以及卖方获得的期望收益; 在此基础上, 将向上加价秒杀与向下降价秒杀进行了对比; 最后, 讨论了秒杀起始价、价格下降幅度以及投标费用对卖方期望收益的影响, 并得到了一些结论。

关键词: 秒杀; 网上拍卖; 投标策略; 电子商务

中图分类号: F224.32 **文献标识码:** A

1 引言

拍卖一词源于希腊语“augere”, 原意是增加的意思, 是发现价格最古老的市场机制之一, 主要用于出售一些稀有物品。尽管其历史悠久, 但对拍卖理论的研究则是相对近代的事。1961年, Vickrey 开始运用博弈论对拍卖进行研究, 从此打开了拍卖理论研究的大门。

随着互联网的飞速发展和网络经济热潮的出现, 网上拍卖作为传统拍卖与网络相结合的一种新的商务模式也迅速发展起来。商家利用互联网在网站上公开有关待出售物品或服务的信息, 通过竞价的方式将它出售给报价最高的投标者。互联网技术大大降低了拍卖商组织拍卖和投标商参与投标的成本, 打破了国界和地域的限制, 大大提高了市场的方便性和灵活性。据 CNNIC 的第 28 次中国互联网发展状况统计报告显示, 2011 年上半年中国网络购物使用率提升至 35.6%, 新增用户 1215 万, 用户增长率为 7.6%。作为网上拍卖先驱的 eBay, 2011 年第二季度, 其活跃用户增加 5.9%, 收益上升 24%, 达 27.6 亿美元。因而, 网上拍卖也引发了众多学者的研究兴趣。Bapna, Goes 和 Gupta^[1] 指出, 投标增

量是影响卖方收益的重要决策变量, 同时, 顾客投标策略也受投标增量的影响。Gallien 和 Gupta^[2] 建立了含一口价的网上拍卖模型, 证明了卖方通过在拍卖中设置暂时一口价获得的期望收益高于他设置永久一口价获得的。Pinker, Seidmann 和 Vakrat^[3] 建立了多物品序贯拍卖模型, 并对最优拍卖场数及每场拍卖提供的最优拍卖品数量进行了求解。此外, 国内也有许多学者展开了相关研究。王宏^[4] 研究了多物品网上拍卖机制设计的问题, 并求解了最优的公开保留价格和隐藏保留价格。随着网上拍卖的发展, 信誉渐渐成为十分重要的一个问题。纪淑娴和胡培^[5] 建立了在线信誉反馈系统的理论模型, 并从重复博弈角度对其进行分析研究。结果表明, 随着卖家信誉的提高, 商品的成交价格及成交量都呈现递增趋势。利用淘宝网站的拍卖数据, 吉吟东等^[6] 也得到了相同的结论; 同时, 他们还发现, 卖方得到的差评对其成交价格和成交量的影响要高于他得到的好评。

近年来, 网上拍卖也发生了一些变化, 不断涌现出一些新的竞价方式, “网络秒杀”便是其一。秒杀这种竞拍方式最早源于 swoopo.com 网站。由于它将低价、娱乐、互动予以网购中, 使得秒杀网站在短短时间里吸引了大量消费者参与。从本质上, 秒杀是向上加价拍卖, 由卖方事先确定起始价和加价幅度, 出价最高者赢得物品。但是, 它与 eBay、淘宝网采用的拍卖方式不完全相同。在秒杀中, 顾客每次参与秒杀都需要支付一定的投标费用, 即使顾客最终没有赢得物品, 这些费用也是不退回的。现在, 国内类似于 swoopo 的秒杀网站也有很多, 如流星秒杀网、有拍网、闪拍网等。

收稿日期: 2012-03-29; 修订日期: 2013-03-22

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70701028); 国家自然科学基金资助项目(71101113); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(K5051306007)

作者简介: 杜黎(1977-), 女(汉族), 河北人, 西安电子科技大学经济管理学院, 副教授, 研究方向: 电子商务模式、网上拍卖。

目前已有一些学者对这种新型的竞拍方式进行了研究。Hinnosaar^[7]运用博弈论建立了只有两位顾客参与的秒杀模型,并得出了均衡解。在此基础上,他将模型扩展到了有多位顾客参与的情形,最后得出了卖方获得的期望收益低于物品市场价格的结论。在参与人对称的假设下,Mitta^[8]证明了参与人在每阶段的秒杀策略,并给出了秒杀成交价格的表达式。Brennan, Joseph 和 Henry^[9]在参与人风险中性的假设下构建了秒杀模型,并得到秒杀结束的概率密度函数。通过数据分析,他们发现部分物品的秒杀数据与模型不完全相符,例如电子游戏类商品。于是,他们将参与人对风险的态度进行了修正,利用最大似然估计证明了参与这些物品秒杀的顾客属于风险偏好型。Nanney^[10]通过建立一个非对称完全信息模型对顾客和卖方的期望收益分别进行了分析,得到了卖方从秒杀中获得的期望收益远高于顾客获得的期望收益的结论。Byers, Mitzenmacher 和 Zervas^[11]分析了不对称信息下影响卖方期望收益的因素,例如参与人感知的顾客人数与实际人数存在偏差、不同参与人每次报价支付的投标费用存在差异、参与人之间存在合谋行为等。通过在秒杀网站进行实地试验,Zheng Hanxiong, Goh 和 Huang Kewei^[12]发现秒杀中存在参与者获得的收益分布不均衡的现象。于是,他们提出了限制投标的规定,例如每个参与者在28天内最多只能赢得8场秒杀。通过对比实施限制条件前后的秒杀数据,他们发现限制投标可以使参与者获得的收益趋于平衡,从而促进了参与者的积极性。利用 Swoopo 的秒杀数据,Augenblick^[13]指出,商家在一场秒杀中获得的收益是物品市场价格的1.5倍。此外,他还发现,商家提供的秒杀场数对参与者和商家获得的收益均有显著影响:秒杀场数越多,参与者获得收益越大,而商家获得的利益会越少。通过对 Swoop 上各类商品的秒杀数据进行分析,MacDonald^[14]发现,当商品的市场价格在150—200美元之间时,卖方获得的期望收益达到最大;随着商品价格的增加,卖方收益逐渐减少。

在向上加价秒杀网站发展的同时,流星秒杀网首度推出了向下降价秒杀。向下降价秒杀由卖方事先确定物品的起始价、价格下降幅度以及秒杀时间。秒杀从商品起始价开始,参与人每投标一次,物品的当前价格根据价格下降幅度下降一个单位。当秒杀倒计时器降为零或物品的当前价格降为零时,当前获胜者赢得物品。我们发现,在向上加价秒杀中,随

着物品当前价格逐渐上升,部分顾客参与的积极性会明显减弱。另一方面,在向上加价秒杀中,物品当前价格可以无限制上升,这意味着顾客只想要参与,无论什么时候都可以。但是,在向下降价秒杀中,物品当前价格逐渐降低,并且当物品当前价格降为零时,秒杀结束,顾客再没有机会参与投标了,所以,在向下降价秒杀中,顾客参与的积极性会随秒杀进程而递增。那么,面对向上加价和向下降价两种秒杀方式,商家究竟应该采用哪种秒杀方式以使自己获得更多的期望收益呢?相应的,在不同的秒杀规则下,顾客的投标行为又会发生怎样的变化呢?受 Brennan, Joseph 和 Henry^[15]对向上加价秒杀研究的启发,本文将对向下降价秒杀中参与者的均衡报价策略以及商家的期望收益进行研究;在此基础上,与向上加价秒杀中得到的结论进行对比;最后,分析了影响向下降价秒杀中卖方获得的期望收益的因素,如秒杀起始价、投标费用和价格下降幅度。

全文安排如下:第2节建立向下降价秒杀模型,给出参与者的均衡报价策略以及商家的期望收益;为提高商家从秒杀中获得的期望收益,第3节对第2节中的秒杀结束规则进行了修改并建立相应的数学模型;第4节将向上加价与向下降价两种秒杀方式的顾客均衡投标策略和商家期望收益进行对比;第5节通过数值分析研究影响商家期望收益的因素;第6节对全文进行总结,提出未来工作的研究方向。

2 模型

秒杀网上提供的秒杀商品通常都是普通物品,电商往往通过多个渠道销售这些物品,如固定价格、团购、拍卖、秒杀等。顾客在参与秒杀前往往会在各个网站上搜寻该物品的信息,特别是其市场价格。由于网上信息公开透明,使得不同顾客对物品市场价格的掌握情况趋于相同。因此,我们假设秒杀物品的市场价格是共同知识,对所有参与人都是一样的。用 v 表示秒杀物品的市场价格。也就是说,若顾客不想参与秒杀,他可以从其他渠道购买该物品,但他所要支付的价格是 v 。

每场向下降价秒杀开始前,卖方都需要设置秒杀起始价 p_0 和价格下降幅度 s 。秒杀采用固定结束时间和秒杀时间相结合的结束规则。用 T 和 t 分别表示固定结束时间和秒杀时间。每场秒杀配有一个倒计时器,秒杀开始时,倒计时器从 T 时开始倒计时。这时,秒杀从价格 p_0 开始,顾客每报价一次,

物品的当前价格下降 s 。当倒计时器降为 t 时,若在最后 t 秒内,无人报价,秒杀结束,最后一位报价者以物品的当前价格获胜。否则,进入采用秒杀阶段。这时,每当有顾客参与报价,物品当前价格下降 s ,倒计时器调整为 t 秒;若在 t 秒内,无人报价,秒杀结束,当前获胜者赢得物品。另外,当物品当前价格下降为 0 元时,秒杀也结束。此时,最后一位顾客以 0 元赢得物品。顾客每参与一次秒杀,需支付一定的费用,用 b 表示单位秒杀费用。无论顾客最终是否成为获胜者,在秒杀过程中支付的秒杀费用是不退回的。

假设在一场秒杀中有 n 个参与人,所有参与人都是理性的、风险中性。我们将参与人每投标一次视为一个阶段,则整个向下降价秒杀过程有 Q 个有限阶段。用 q 表示各个阶段, $q = 1, 2, \dots, Q$, 记 $Q = \lceil \frac{p_0}{s} \rceil$ 。用 μ_q 表示第 q 阶段有人参与秒杀的概率, $1 - \mu_q$ 表示第 q 阶段无人参与秒杀的概率。如果参与人在第 q 阶段参与秒杀,并且第 $q+1$ 阶段没有其他人再投标,那么该位参与人将以价格 $p_0 - sq$ 获得物品,其值低于物品的市场价格 v 。由于参与人参与秒杀还需要支付投标费用,因而,他从本次投标中获得的收益为 $v - (p_0 - sq) - b$ 。已知第 $q+1$ 阶段没有其他人再投标的概率为 $1 - \mu_{q+1}$ 。但是,如果参与人在第 q 阶段参与秒杀,而第 $q+1$ 阶段有其他人再投标,那么该位参与人从本次投标中什么也没有获得,反而损失了单位投标费用 b 。由此,我们可以计算参与人在第 q 阶段参与秒杀时从本次投标中获得的期望收益为 $[v - (p_0 - sq)](1 - \mu_{q+1}) - b$ 。显然,若他不参与秒杀,其期望收益为 0。只有当参与人通过秒杀获得的期望收益非负时,他才会选择参与。由秒杀规则知,当 $q > Q$ 时,秒杀结束,故 $\mu_q = 0$ 。当 $1 < q \leq Q$ 时,根据均衡条件可得参与人报价或不报价所获得的期望收益相同,即 $[v - (p_0 - sq)](1 - \mu_{q+1}) - b = 0$ 。进而,有 $\mu_{q+1} = 1 - b / [v - (p_0 - sq)]$ 。当 $q = 1$ 时,为保持一致,我们令 $\mu_1 = 1 - b / (v - p_0)$ 。从而,第 q 阶段有人参与秒杀的概率为:

$$\mu_q = \begin{cases} 1 - \frac{b}{v - (p_0 - s(q-1))} & 1 \leq q \leq Q \\ 0 & q > Q \end{cases} \quad (1)$$

从上式可以看出,随着秒杀的进行,其结束概率逐渐降低。

用 β_q 表示第 q 阶段参与人选择报价的概率, $1 - \beta_q$ 表示参与人选择放弃的概率。那么,对 $q > 1$, 有 $1 - \mu_q = (1 - \beta_q)^{q-1}$ 。由此可得,参与人在第 q 阶段的混合均衡战略是:

$$\beta_q = \begin{cases} 1 - (\frac{b}{v - p_0})^{\frac{1}{q}} & q = 1 \\ 1 - [\frac{b}{v - (p_0 - s(q-1))}]^{\frac{1}{q-1}} & 1 < q \leq Q \\ 0 & q > Q \end{cases} \quad (2)$$

由上式可知,在向下降价秒杀中,顾客报价的积极性会随秒杀物品当前价格的下降而增加。

对于商家而言,他从每场秒杀中获得的收益是由两部分组成,物品的最终成交价格以及所有顾客在参与本场秒杀中所花费的投标费用之和。由(1)和(2)式,我们可以得到商家获得的期望收益为:

$$ER_d = \sum_{q=1}^Q (p_0 - qs + bq)(1 - \mu_{q+1}) \prod_{j=1}^q \mu_j = v - b - \frac{bp_0}{v - p_0} - (v - b) \prod_{j=1}^Q (1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)}) \quad (3)$$

具体的证明过程见附录 A。于是,我们可以得到以下定理。

定理 1 在向下降价秒杀中,卖方获得的期望收益略低于商品的市场价格。

3 模型扩展

在流星秒杀网中,当倒计时器为零或当前价格降为零时,秒杀结束。考虑到在向下降价秒杀中商品交易价格在顾客的最终支付中只占很小比例,而卖方获得的收益主要来源于顾客投标费用,我们对流星秒杀网采用的结束规则进行了修改。假设当商品当前价格降为零时依然允许参与者继续秒杀,只有当倒计时器降为零时,秒杀才结束。这一小节里,我们将分析在新的结束规则下顾客参与秒杀的投标策略以及卖方获得的期望收益。

在扩展模型中,除结束规则改变外,其他规则以及假设均保持不变。这时,整个向下降价秒杀过程可被视为无限阶段, $q = 1, 2, \dots, Q, Q+1, \dots$ 。用 μ_q^{new} 表示第 q 阶段有人参与秒杀的概率。那么,当 $1 < q \leq Q$ 时,与第 2 节中的讨论相似,参与人通过秒杀在第 q 阶段获得的期望收益为 $[v - (p_0 - sq)](1 - \mu_{q+1}^{new}) - b$;若他不参与秒杀,获得的收益为 0。只有当参与人通过秒杀获得的期望收益非负时,他才会选择参与秒杀。因而,当 $1 < q \leq Q$ 时,有 $\mu_q^{new} = 1 - b / [v - (p_0 - s(q-1))]$ 。当 $q > Q$ 时,若有参与人

报价, 秒杀并未停止。这时, 参与者通过秒杀在第 q 阶段获得的期望收益为 $v(1 - \mu_{q+1}^{ncw}) - b$, 而不参与时获得的收益为 0。于是, 当 $q > Q$ 时, $\mu_{q+1}^{ncw} = 1 - b/v$ 。当 $q = 1$ 时, 为保持一致, 我们令 $\mu_1^{ncw} = 1 - b/(v - p_0)$ 。由此可得, 在向下降价秒杀的扩展模型中, 第 q 阶段有人参与秒杀的概率为:

$$\mu_q^{ncw} = \begin{cases} 1 - \frac{b}{v - (p_0 - s(q-1))} & 1 \leq q \leq Q \\ 1 - \frac{b}{v} & q > Q \end{cases} \quad (4)$$

用 β_q^{ncw} 表示第 q 阶段参与者选择报价的概率。因为 $1 - \mu_q^{ncw} = (1 - \beta_q^{ncw})^{n-1}$, 于是参与人在第 q 阶段的混合均衡战略是:

$$\beta_q^{ncw} = \begin{cases} 1 - \left(\frac{b}{v - p_0}\right)^{\frac{1}{n}} & q = 1 \\ 1 - \left[\frac{b}{v - (p_0 - s(q-1))}\right]^{\frac{1}{n-1}} & 1 < q \leq Q \\ 1 - \left(\frac{b}{v}\right)^{\frac{1}{n-1}} & q > Q \end{cases} \quad (5)$$

在此基础上, 我们可以计算出在向下降价秒杀的扩展模型中商家获得的期望收益为:

$$ER_d^{ncw} = \sum_{q=1}^Q (p_0 - sq + bq)(1 - \mu_{q+1}^{ncw}) \prod_{j=1}^q \mu_j^{ncw} + \sum_{q=Q+1}^{\infty} bq(1 - \mu_{q+1}^{ncw}) \prod_{j=1}^q \mu_j^{ncw} = v - b - \frac{bp_0}{v - p_0} + \frac{bQ(v - b)}{v} \prod_{j=1}^Q \left(1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)}\right) \quad (6)$$

具体的证明过程详见附录 B。从上式可以看出, 商家在这种结束规则下获得的期望收益大于原结束规则下获得的。于是, 我们有以下定理。

定理 2 在新的结束规则下, 商家通过向下降价秒杀获得的期望收益大于原结束规则下商家获得的。

4 讨论分析

Brennan, Joseph, 和 Henry^[15] 以 Swoopo.com 采用的向上加价秒杀规则为研究对象对顾客秒杀策略以及卖方期望收益进行了分析。在向上加价秒杀中, 对于理性、风险中性的参与者, 当当前价格大于 $v - b$ 时, 不参与投标。令 $Q^{up} = \lceil \frac{v-b}{s} \rceil$ 。他们证明了, 在向上加价秒杀中, 第 q 阶段有人投标的概率 μ_q^{up} 为:

$$\mu_q^{up} = \begin{cases} 1 - \frac{b}{v - s(q-1)} & 1 \leq q \leq Q^{up} \\ 0 & q > Q^{up} \end{cases} \quad (7)$$

用 β_q^{up} 表示在向上加价秒杀中第 q 阶段参与者选择报价的概率。于是, 我们容易得到参与人在第 q 阶段的混合均衡战略是:

$$\beta_q^{up} = \begin{cases} 1 - \left(\frac{b}{v}\right)^{\frac{1}{n}} & q = 1 \\ 1 - \left[\frac{b}{v - s(q-1)}\right]^{\frac{1}{n-1}} & 1 < q \leq Q^{up} \\ 0 & q > Q^{up} \end{cases} \quad (8)$$

最后, 他们给出了在向上加价秒杀中卖方获得的期望收益为:

$$ER_d = \sum_{q=1}^Q (b + s)q(1 - \mu_{q+1}^{up}) \prod_{j=1}^q \mu_j^{up} = v - b \quad (9)$$

基于 Brennan, Joseph, 和 Henry^[15] 得到的结论, 我们将向上加价秒杀与向下降价秒杀中参与者的秒杀策略以及商家获得的期望收益进行了对比。于是, 可以得出以下结论。

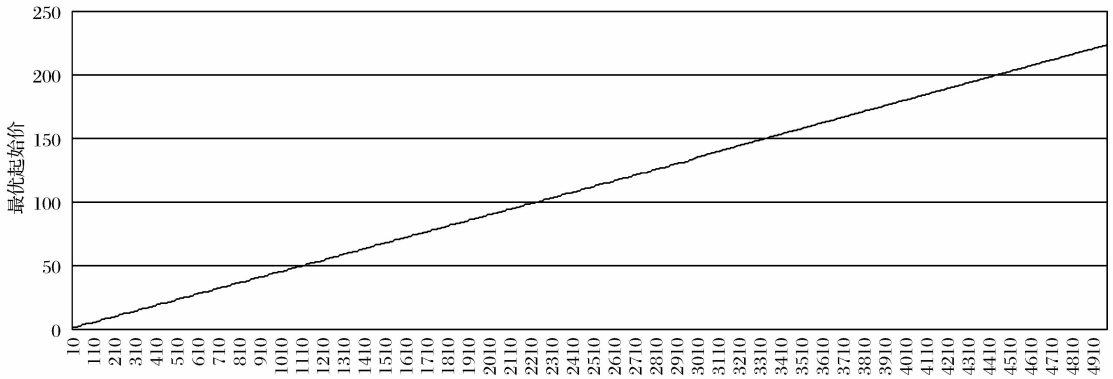
(1) 在向上加价秒杀中, 顾客参与秒杀的积极性随秒杀进程逐渐减弱; 与之相反, 在向下降价秒杀中, 顾客参与秒杀的积极性则会随秒杀进程增加。

(2) 在向上加价秒杀中, 其秒杀结束的概率随秒杀进程增加; 而在向下降价秒杀中, 其秒杀结束的概率则会随秒杀进程递减。

我们认为, 这主要因为在向上加价秒杀中, 随着秒杀进行, 物品的当前价格逐渐上升, 除投标费用外, 参与人为获得物品所要支付的价格也随之逐渐增加, 进而阻碍了参与者秒杀的积极性, 秒杀结束的概率也随之增加。然而, 在向下降价秒杀中, 物品的当前价格随秒杀进程逐渐降低, 从某种程度可以弥补投标费用带来的损失。于是, 参与者报价的积极性会随着物品当前价格的下降而增加, 降低秒杀结束的概率。

(3) 商家通过向上加价秒杀获得的期望收益略高于商家采用向下降价秒杀获得的。

无论是向上加价秒杀, 还是向下降价秒杀, 卖方收益都由两部分组成, 成交价格 and 顾客的投标费用。但是, 在秒杀中, 商品的成交价格通常远远低于市场价格, 因而, 它只占卖方收益很小一部分, 而卖方收益主要来源于顾客参与秒杀时所耗费的投标费用。由前面的分析可知, 在向上加价秒杀中, 报价总次数



商品市场价格

图 1

的上限为 $Q^{up} = \lceil \frac{v-b}{s} \rceil$ ，而在向下降价秒杀中，报价总次数的上限为 $Q = \lceil \frac{p_0}{s} \rceil$ 。显然，向上加价秒杀的报价总次数较多。报价次数越多，商家获得的投标费用越多，进而增加了其收益。

5 数值分析

通过收集流星秒杀网上的交易数据，我们发现，最初网站上设置的起始价为商品市场价格的 5 折。由于价格较高，阻碍了部分顾客的参与。之后，网站将起始价调整为商品市场价格的 1 折，以鼓励更多顾客的参与。此外，网站对价格下降幅度也作了调整，规定顾客每报价一次，商品当前价格下降 0.05 元。在流星秒杀网上，顾客需要事先购买流星币以便进行投标。流星币是网站为顾客提供了一种虚拟货币，顾客在“充值”页购买，1 个流星币 1 元钱。但是，我们发现，不同秒杀网站上的投标费用略有不同，有的 1 元，有的 2 元。由此可以看出，秒杀起始价、价格下降幅度以及投标费用会影响顾客的投标行为，进而影响商家获得的收益。例如，若秒杀起始价被设置的过高，可能会影响顾客的参与。当顾客数较少时，它会减弱秒杀竞争的激烈程度，缩短秒杀进程，进而降低了商家获得的收益。但是，起始价也不能被设置的太低，由秒杀规则知，这样做可能会缩小价格下降的空间，减少顾客的报价次数，从而降低商家从顾客投标费用中获得的收益。与秒杀起始价相类似，投标费用和价格下降幅度也会对秒杀结果产生一定影响。因而，商家需要合理设置秒杀起始价、价格下降幅度以及投标费用以提高他所获得的收益。

由于(3)式较为复杂，很难直接求出最优组合 (p_0^*, s^*, b^*) ，因而我们利用 Matlab 编程求解。由于目前秒杀网站上提供物品的市场价格大多位于 10 到 5000 元之间，因此，我们令 v 取 10 到 5000，以卖方收益最大化为目标，求出最优组合 (p_0^*, s^*, b^*) 。一般来说，秒杀物品的起始价都小于其市场价，因此 p_0 取在 $[0, v]$ 区间上。同样地，单位投标费用不能设置过高，否则会阻碍顾客的参与，所以我们将 b 设定在 $[0.01, 10]$ 。另一方面，考虑到秒杀中商家不会愿意价格下降速度过快，否则会有损自己的收益，于是我们令 s 取 $[0.01, 5]$ 。计算结果显示，当秒杀物品的市场价格落在 $[10, 5000]$ 时，最优投标费用和最优价格下降幅度分别为 1 元和 0.01 元，而最优起始价和商品市场价格呈拟线性关系。给定 $b^* = 1$ 和 $s^* = 0.01$ 利用回归方程，我们可以得到 p_0^* 和 v 之间的关系式为 $p_0^* = 0.045v - 0.35$ 。也就是说，在向下降价秒杀网站上，当商品市场价格为 10 到 5000 之间时，秒杀物品的最优起始价应定为其市场价的 0.45 折，最优投标费用为 1 元，最优价格下降幅度为 0.01 元。类似地，对于市场价格更高些的秒杀物品可用此种方法求解其最优起始价、最优投标费用和最优价格下降幅度。

6 结语

互联网是一块很好的试验田。从诞生迄今，秒杀网站起起伏伏，不断有新的秒杀网站涌现出来，也不断有秒杀网站淡出历史舞台。作为一种新的电子商务模式，秒杀集娱乐、低价、互动于一体，从某种程度上讲，它可以给消费者网购增加许多乐趣，同时也给以“一口价”为主的网购方式增添了一种辅助的销售方式。我们认为，在“公平、公开、诚信”的网络环

境下, 秒杀网站应该有它的一席之地。在此观点下, 本文以流星秒杀网上采用的向下降价秒杀规则为研究对象, 分析了向下降价秒杀中顾客秒杀均衡策略以及卖方获得的期望收益。接着, 我们对其秒杀结束规则进行了修改, 考虑了“只有当秒杀持续时间内无人报价, 秒杀才结束”的情形, 并对在此结束规则下顾客秒杀均衡策略以及卖方获得的期望收益进行了分析, 得到在此规则下商家获得的期望收益高于原规则下商家获得的期望收益的结论。在此基础上, 我们利用 Brennan, Joseph, 和 Henry^[15] 的研究结果将向上加价秒杀与向下降价秒杀进行了对比。在向上加价秒杀中, 顾客参与秒杀的积极性随秒杀进程逐渐减弱, 其秒杀结束的概率随秒杀进程增加; 与之相反, 在向下降价秒杀中, 顾客参与秒杀的积极性则会随秒杀进程增加, 其秒杀结束的概率随秒杀进程递减。另外, 商家采用向上加价秒杀获得的期望收益高于采用向下降价秒杀获得的。最后, 我们讨论了秒杀起始价、价格下降幅度以及投标费用对卖方期望收益的影响。通过算例, 我们发现最优的价格下降幅度为 0.01 元, 最优的投标费用为 1 元, 并得到了最优起始价和商品市场价格之间的线性表达式。

秒杀作为一种新兴的电子商务模式, 无论是从机制研究、秒杀策略, 还是从网站建设、规则完善等方面, 许多相关研究都还不成熟。通过对流星秒杀网上收集得来的数据进行初步分析, 我们发现, 在秒杀中具有不同风险态度的参与者、参与者投标费用存在差异以及参与者之间共谋等现象, 它们也会对参与者确定其秒杀策略以及商家获得的期望收益产生影响, 这些都将成为我们未来的研究方向。

附录 A

为表达简单起见, 我们假设 p_0 可以被 s 整除, 即 $Q = p_0/s$ 。

$$ER_d = \sum_{q=1}^Q (p_0 - qs + bq)(1 - \mu_{q+1}) \prod_{j=1}^q \mu_j = p_0 \sum_{q=1}^Q (1 - \mu_{q+1}) \prod_{j=1}^q \mu_j + \sum_{q=1}^Q q(b-s) \cdot (1 - \mu_{q+1}) \prod_{j=1}^q \mu_j = p_0 \sum_{q=1}^Q \prod_{j=1}^q \mu_j - p_0 \sum_{q=1}^Q \prod_{j=1}^{q-1} \mu_j + \sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \cdot (q+1) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j - \sum_{q=1}^Q q(b-s) \prod_{j=1}^q \mu_j = p_0 \mu_1 + \sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j + \sum_{q=0}^{Q-1} q(b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j - \sum_{q=1}^Q q(b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j = p_0 \mu_1 + \sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j + (b-s)Q \prod_{j=1}^{Q+1} \mu_j = p_0 \mu_1 + \sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j \quad (a)$$

易知

$$\mu_j = 1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)} = \frac{(v - p_0 - b)/s + j - 1}{(v - p_0)/s + j - 1}$$

令 $(a)_k = \prod_{j=1}^k (a + j - 1)$, $u = v - p_0$, 有:

$$\sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j = \sum_{q=1}^Q (b-s) \prod_{j=1}^q \mu_j = (b-s) \sum_{q=1}^Q \frac{(u-b)}{s} \frac{(u-b)}{s} \dots \frac{(u-b)}{s} = \frac{b-s}{(\frac{u}{s})_Q} \sum_{q=1}^Q \frac{(u-b)}{s} \frac{(u-b)}{s} \dots \frac{(u-b)}{s} = \frac{b-s}{(\frac{u}{s})_Q} \sum_{q=1}^Q (\frac{u-b}{s})_q \quad (b)$$

由于

$$(a)_{n+1} - (a)_{n+1} = (a-x) \sum_{k=0}^n (a)_k \cdot (x+k+1)_{n-k}$$

由此可得:

$$\sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j = \frac{b-s}{(\frac{u}{s})_Q} \left[\sum_{q=0}^Q \frac{(u-b)}{s} \frac{(u-b)}{s} \dots \frac{(u-b)}{s} (\frac{u}{s} + q)_{Q-q} - (\frac{u}{s})_Q \right] = \frac{b-s}{(\frac{u}{s})_Q} \left[\frac{(\frac{u-b}{s})_{Q+1}}{s-b} - (\frac{u}{s})_Q \right] = \frac{s}{(\frac{u}{s})_Q} \left[(\frac{u}{s} - 1)_{Q+1} - (\frac{u-b}{s})_{Q+1} \right] - (b-s) = \frac{s(\frac{u}{s} - 1 + Q) \frac{u}{s} - 1}{\frac{u}{s} - 1 + Q} (\frac{u}{s})_Q - \frac{s(\frac{u-b}{s} + Q) (\frac{u-b}{s})_Q}{(\frac{u}{s})_Q} - b + s = u - b - \frac{s(\frac{u-b}{s} + Q) (\frac{u-b}{s})_Q}{(\frac{u}{s})_Q} \quad (c)$$

将 $v - p_0 = u$ 及 $Q = p_0/s$ 代回 (c) 中, 得:

$$\sum_{q=0}^{Q-1} (b-s) \prod_{j=1}^{q+1} \mu_j = v - p_0 - b - \frac{s(\frac{v-p_0-b}{s} + \frac{p_0}{s}) (\frac{v-p_0-b}{s})_Q}{(\frac{v-p_0}{s})_Q} = v - p_0 - b - \frac{(v-b) (\frac{v-p_0-b}{s})_Q}{(\frac{v-p_0}{s})_Q} \quad (d)$$

最后, 将 (d) 代入 (a) 式有:

$$ER_d = p_0 \mu_1 + v - p_0 - b - \frac{(v-b) (\frac{v-p_0-b}{s})_Q}{(\frac{v-p_0}{s})_Q} = p_0 (1 - \frac{b}{v-p_0}) + v - p_0 - b - \frac{(v-b) (\frac{v-p_0-b}{s})_Q}{(\frac{v-p_0}{s})_Q} = v - b - \frac{p_0 b}{v-p_0} - \frac{(v-b) (\frac{v-p_0-b}{s})_Q}{(\frac{v-p_0}{s})_Q} = v - b - \frac{p_0 b}{v-p_0} - (v -$$

$$b) \cdot \prod_{j=1}^Q (1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)})$$

附录 B

在扩展模型中, 卖方获得的期望收益为:

$$ER_d^{new} = \sum_{q=1}^Q (p_0 - sq + bq)(1 - \mu_{q+1}^{new}) \prod_{j=1}^q \mu_j^{new} + \sum_{q=Q+1}^{\infty} bq(1 - \mu_{q+1}^{new}) \prod_{j=1}^q \mu_j^{new} = ER_d + \sum_{q=Q+1}^{\infty} bq(1 - \mu_{q+1}^{new}) \prod_{j=1}^Q \mu_j^{new} \prod_{j=Q+1}^q \mu_j^{new} = ER_d + \prod_{j=1}^Q \mu_j^{new} \cdot [\sum_{q=Q+1}^{\infty} bq(1 - \mu_{q+1}^{new}) \prod_{j=Q+1}^q \mu_j^{new}] = ER_d + \prod_{j=1}^Q \mu_j^{new} \cdot [\sum_{q=Q+1}^{\infty} bq \prod_{j=Q+1}^q \mu_j^{new} - \sum_{q=Q+1}^{\infty} bq \prod_{j=Q+1}^{q+1} \mu_j^{new}]$$

由文中(4)知, 当 $q > Q$ 时, μ_q^{new} 的取值与 q 无关。令 $\mu_q^{new} = \mu^{new}$ 。于是有:

$$ER_d^{new} = ER_d + \prod_{j=1}^Q \mu_j^{new} \cdot [\sum_{q=Q+1}^{\infty} bq \prod_{j=Q+1}^q \mu^{new} - \sum_{q=Q+1}^{\infty} bq \prod_{j=Q+1}^{q+1} \mu^{new}] = ER_d + \prod_{j=1}^Q \mu_j^{new} (bQ\mu^{new} + v - b) = v - b - \frac{bp_0}{v - p_0} - (v - b) \prod_{j=1}^Q (1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)}) + [bQ(1 - \frac{b}{v} + v - b) \cdot \prod_{j=1}^Q (1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)})] = v - b - \frac{bp_0}{v - p_0} + \frac{bQ(v - b)}{v} \prod_{j=1}^Q (1 - \frac{b}{v - p_0 + s(j-1)})$$

参考文献:

[1] Bapna R, Goes P, Gupta A. Analysis and design of business to consumer online auctions[J]. Management Science, 2003, 49(1):85-101.

[2] Gallien J, Gupta S. Temporary and permanent buyout prices in online auctions [J]. Management Science, 2007, 53(5): 814-833.

[3] Pinker E, Seidmann A, Vakrat Y. Using bid data for the management of sequential, multi-unit, online auctions with uniformly distributed bidder valuations [J].

European Journal of Operational Research, 2010, 202(2):574-583.

[4] 王宏. 多物品网上拍卖的最优设计[J]. 管理科学学报, 2006, 14(2):1-16.

[5] 纪淑娴, 胡培. 基于“柠檬”理论的在线信誉反馈系统有效性研究[J]. 中国管理科学, 2010, 18(5):145-151.

[6] 吉吟东, 李平, 邵培基, 等. 网上拍卖中卖者声誉的非对称性研究[J]. 管理工程学报, 2010, 24(1):59-64.

[7] Hinnosaary T. Penny auctions[R]. Working paper, 2009.

[8] Mittal S. Equilibrium analysis of generalized penny auctions[R]. Working Paper, 2010.

[9] Platt B C, Price J, Tappen H. Pay-to-bid auctions[R]. National Bureau of Economic Research, 2010.

[10] Nanney J. “Entertainment shopping” an analysis of profit and strategy in a new auction format[R]. Harvard College, Working Paper, 2010.

[11] Byers J W, Mitzenmacher M, Zervas G. Information asymmetries in pay-per-bid auctions how swoopo makes bank[C]. Proceedings of the 11th ACM Conference on Electronic Commerce, New York, June 7-11, 2010.

[12] Zheng Hanxiong, Goh K Y, Huang Kewei. Evaluating the impacts of auction bidding restrictions on consumer surplus and behaviors-an empirical study of penny auctions[C]. Thirty Second International Conference on Information Systems, Shanghai, December 4-7, 2011.

[13] Augenblick N. Consumer and producer behavior in the market for penny auctions: A theoretical and empirical analysis[R]. Working Paper, 2009.

[14] MacDonald C. The economics of online penny auctions [R]. Working Paper, 2010.

[15] Brennan C P, Joseph P, Henry T. Pay-to-bid auctions [R]. Working Paper, 2010.

Bidding Strategy and Expected Revenue in a Descending Pay-per-Bid Auction

DU Li, LIU Li-li, JIA Jun-xiu

(School of Economics and Management, Xidian University, Xi’an 710071, China)

Abstract: Recently, many electronic commerce websites have begun to using “pay-per-bid” auctions to sell items, from mp3 to television. In these auctions, bidders pay a fee for placing each bid. Although the winner’s final purchase price is much lower than the market price of the item, the auctioneer can still profit from the bid fees. An analysis of descending pay-per-bid auctions is made in this paper. A general, full-information model is proposed and its equilibrium strategies are described. It can be found that the auctioneer’s expected revenue is less than the market price. Then, the ending rules are modified to increase the auctioneer’s expected revenue. A model is proposed and its equilibrium strategies are then solved. Further, the equilibrium strategies and the auctioneer’s expected revenue are compared between in the ascending and descending pay-per-bid auctions. It is concluded that the probability that the descending pay-per-bid auction ends increases with its process, while the auctioneer’s expected revenue in the descending pay-

per-bid auction is less than that in the ascending pay-per-bid auction. Finally, the impacts of some controllable factors, i. e. the starting price, the bid fee and the bid decrement, on the expected revenue are analyzed. Utilizing numerical examples, results show that the optimal bid fee is 1 yuan and the optimal bid decrement is 0.01 yuan. Moreover, the auctioneer should set the starting price to be 4.5 percent of the market price to maximize his expected revenue. Analysis of descending pay-per-bid auctions represents a well-motivated avenue for further research and practice.

Key words: pay-per-bid auction; online auction; bidding strategy; electronic commerce