

报童订购行为：订购成本与性别影响因素分析^①

李娟, 石玲, 郑旖旎*

(南京大学工程管理学院, 南京 210008)

摘要: 本文采用数理模型和管理实验方法研究报童订购量拉向中心偏差问题。首先, 分析企业订购水平行为, 得出采用对偶平衡策略, 即多订购所导致的成本等于少订购所导致的成本, 可解释此偏差; 并且, 在最差情况下, 采用对偶平衡策略引发的成本不超过采用最优策略引发的成本的两倍。其次, 分析企业订购调整行为, 得出: 第一, 在高(低)边际利润情境中, 相对于前期少订购给企业带来的影响, 前期多订购给企业带来的影响较小(大); 据此, 企业可在高(低)边际利润情境中助推决策者关注少(多)订购造成的损失, 以缓解拉向中心偏差。第二, 相对于女性被试, 男性被试的当期订购量受前期订购量的影响较小, 表明男性对自我的界定和决策行为相对不易受外界因素影响, 此研究发现提醒企业需关注两性在订购决策行为方面的差异。

关键词: 报童模型; 对偶平衡; 水平行为; 调整行为; 性别

中图分类号: F273.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2020)12-0063-12

0 引言

报童模型是指不确定性需求实现之前, 企业依据所售产品的零售价格和订购成本, 确定订购量以最小化多订购与少订购造成的期望总成本。这意味着如果需求实现值大于订购量, 企业需承担少订购所带来的销售机会损失成本; 反之, 企业则需承担多订购带来的产品剩余成本。

受前期需求实现值及订购量影响, 报童当期订购量偏离最优订购量, 趋于需求均值^[1,2], 呈现拉向中心偏差, 即产品为高(低)边际利润时, 报童订购量小(大)于最优订购量, 大(小)于需求均值。崔崑等^[3]、Bendoly等^[4]及Donohue等^[5]综述了不同运营管理情境中企业订购量偏差原因及内在机理。

人在管理决策中的行为特征应得到关注^[6], 尤其是人的社会特性影响运作管理的内在机

制^[7]。在这种背景下, 行为实验方法应运而生并逐渐成为运营管理研究不可或缺的研究范式^[8]。采用管理实验研究方法, 有学者发现报童订购拉向中心偏差具有鲁棒性, 不受实验轮数^[2]、是否提供历史需求实现值信息^[9]、被试文化背景^[10]、被试生理性别^[11]、被试认知水平^[12]及框架效应^[13]等因素的影响。特别地, 无论是具有工作经验的MBA学生、没有工作经验的本科生^[14], 还是在亚马逊劳务众包平台上招募的被试, 其订购量均呈现拉向中心偏差^[11]。如果企业所订购的成千上万品类产品订货量有系统偏差, 累积起来将是一笔巨大损失。比如Fisher和Raman^[15]研究一家滑雪服销售公司的库存决策, 发现该公司订购量较低, 持续缺货; 若按照最优订货量进行订购, 公司利润可上涨60%。

理解决策者在不确定环境中的行为偏差产生的内在原因可帮助决策者改善决策, 提升企业运

^① 收稿日期: 2018-12-26; 修订日期: 2020-02-15。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71471086)。

通讯作者: 郑旖旎(1995-), 女, 湖北安陆人, 博士生。Email: zhengyini@smail.nju.edu.cn

营绩效。本文采用数理模型和管理实验方法,考虑被试性别差异,分析被试水平行为——被试的平均订购量,及调整行为——被试在每期对订购量的调整过程^[9],探寻解读订购量拉向中心偏差的方式。与本文相关文献有以下三类。

其一,企业订购量水平行为的研究。多数学者假设企业的目标函数包括经济利润和受参考点效应影响的交易效用两部分,从参考点效应影响企业订购决策视角,解读拉向中心偏差。Ho等^[16]将企业多订购和少订购造成的心理成本引入到企业目标函数中,假设多订购一单位产品所造成的心理成本大于少订购一单位产品所造成的心理成本,得出在高边际利润情境中,拉向中心偏差较为显著。Long和Nasiry^[17]借助于前景理论解读拉向中心偏差,其构造的目标函数包括经济效用—企业理性决策时的利润与因参考点引发的交易效用—理性决策时的企业利润与企业预期利润之差引发的效用。其中,企业预期利润为给定订购量下,企业所获最大利润与最小利润线性组合。

Ho等^[16]及Long和Nasiry^[17]将多与少订购造成的心理成本纳入目标函数,考虑企业权衡多订购与少订购造成的边际成本,确定订购量。然而,如何刻画企业订购时因参考点效应引发的权衡行为,学者们莫衷一是。Levi等^[18]采用优化思想,将多期情境下库存决策问题转化为一个阶段性库存决策问题,在每个阶段,决策者订购量满足多订购所导致的总成本等于少订购所导致的总成本,该策略被称为对偶平衡策略。^②Ockenfels和Selten^[21,22]将Levi等^[18]思想应用于报童模型中,认为若需求实现值大于订购量,产生向上脉冲,激励决策者增加订购量;反之,若需求实现值小于订购量,产生向下脉冲,激励决策者减少订购量。本文借鉴对偶平衡策略思想,将企业订购决策过程中的权衡行为刻画为少订购造成的总成本与多订购造成的总成本的平衡,为解读订购量拉向中心

现象提供新视角。

其二,企业订购调整行为的研究。学者们从企业订购行为受前期需求实现值、前期销售剩余库存、前期订购量等因素影响的角度,解读订购量偏差。给定企业知晓需求不确定性分布,并在当期决策时知晓前期需求实现值,Schweitzer和Cachon^[1]采用管理实验方法,发现企业当期订购量锚定于前期订购量,向前期需求实现值靠近,即当期订购量追逐前期需求实现值。

给定企业知晓需求不确定性分布,但在当期决策时不知晓前期需求实现值,即少订购时的需求信息不可见,Rudi和Drake^[9]分析了被试多订购和少订购时的认知偏差如何影响订购决策。该研究设置部分信息组和完全信息组:部分信息组中,被试知晓多订信息,而不知少订信息,即未被满足需求不可见;完全信息组中,被试知晓多和少订信息,即未被满足需求可见。研究发现,不论是在高或低边际利润情境中,部分信息组中的订购量显著小于完全信息组中的订购量;这是因为,部分信息组中的被试总是收到多订或产品售光的信息,而不会收到少订的信息,会误以为自己前期多订,从而减少当期订购量。据此,Tong等^[23]建议,在部分信息组中,每期订购结束后,请被试预测或记录当期不确定性需求值可助推^③被试关注少订购所造成的销售机会成本,改善被试订购行为。本文探讨在完全信息条件下,被试多订购与少订购时的心理成本对订购量调整行为的影响程度的差异,为改善企业订购决策质量提供管理建议。

本文不考虑被试在高与低边际利润情境中实际订购量偏离最优订购量程度的不对称性,这是因为Zhang和Siemsen^[24]采用荟萃方法(meta analysis)分析了关于此问题的23篇论文,发现在实验情境中,控制损失发生可能性、销售机会损失给被试呈现的方式及提供决策支持系统这3个调节变量后,可消除订购量拉向中心不对称性。

② 关于对偶平衡策略的说明。比如,当下企业的库存水平 $x-5$,还有2期需求需要满足,分别记为-2期和-1期,单位需求缺货成本为 b ,单位产品库存持有成本为 h 。每期企业面对的需求服从独立同分布,且为两点分布:需求为 $D=0$ 或 $D=10$ 的概率各为50%。企业采取对偶平衡策略,确定生产量 q ,使当期缺货成本 $bE[D_{-2}-x-q]^+$ 等于当期和下期因为生产量 q 而增加的库存持有成本 $hE[(q-(D_{-2}-x)^+)^+]+hE[(q-(D_{-2}+D_{-1}-x)^+)^+]$ 。当企业的两期需求服从独立同分布,且为两点分布时,上述等式等价于 $b(5-q)/2=h(q+q/2)/2$ 。特别地,当 $b=h$ 时,采取对偶平衡策略的企业的生产量 $q=2$ 。^[19]

③ 何为助推(Nudge)? 助推本意是用胳膊肘轻轻地推一下对方。决策者的决策行为受周围因素的影响,企业通过调整外部的决策情境信息,既不“大棒”式地强迫决策者,也不“胡萝卜”式地诱惑决策者,而是改变一些小的因素,引导决策者的行为。^[20]

其三, 性别影响决策的研究. 决策者对自我界定的方式影响个体的思考、感知和决策行为. Cross 和 Madson^[25]指出, 与女性相比, 男性对自我的界定更不受外部因素影响; Croson 和 Gneezy^[26]发现与女性相比, 男性更偏好风险、更不愿意接受不公平分配方案、更偏好竞争. 进一步, Harris 等^[27]指出女性比男性更不偏好风险的原因是女性对未来结果持更乐观态度.

在报童决策研究领域, Vericourt 等^[11]发现, 在高边际利润情境中, 男性的订购量显著高于女性的订购量, 这是因为男性比女性更愿意冒险; 在低边际利润情境中, 男性和女性订购量无显著差异. 本文拟研究性别对订购决策影响, 从两性对自我界定视角, 分析性别影响订购决策的机制.

本文采用数理模型和管理实验方法, 分析订购决策的水平行为和调整行为. 与以往研究视角不同之处有如下三方面. 第一, 从订购水平行为视角, 分别用数理分析和实验数据统计分析, 论证采用对偶平衡策略, 即企业权衡多订购所导致的成本与少订购所导致的总成本, 解释企业的订购行为的可能性. 第二, 从订购调整行为视角, 分析在高或低边际利润情境中, 前期少订购对当期订购量决策的影响度, 与前期多订购对当期订购量决策的影响度的相对大小, 指出企业应在高(低)边际利润情境中助推决策者关注少(多)订购造成的损失, 缓解拉向中心偏差. 第三, 从性别影响订购调整行为视角, 分析性别影响被试订购决策的机制. 发现相对于女性, 男性被试前期少订购或多订购对当期订购量决策影响程度均较小, 为管理者认知两性在订购决策行为方面的差异提供管理启示.

1 理论模型、实验假设及实验设计

1.1 经典报童模型

假设产品价格为 p , 订购成本为 c ($p > c$). 产品市场需求 x 为随机变量, 其累计分布函数为 $F(x)$, 概率密度函数为 $f(x)$, 均值为 μ . 当订购量为 q 时, 企业利润函数为

$$\pi(q) = (p - c)\mu - C(q) \quad (1)$$

其中

$$\begin{aligned} C(q) &= (p - c) E(x - q)^+ + cE(q - x)^+ \\ &= (p - c) \int_q^\infty (x - q)f(x) dx + \\ &\quad c \int_0^q (q - x)f(x) dx \end{aligned} \quad (2)$$

在利润函数 $\pi(q)$ 右端, 第一项 $(p - c)\mu$ 为企业在不需求不确定性时的收益, 第二项 $C(q)$ 为需求不确定性引发的成本. 在成本函数 $C(q)$ 右端, 第一项是因少订货产生的销售机会损失, 第二项为多订购带来的库存积压成本. 由于 $(p - c)\mu$ 与订货量无关, 因此最大化等式(1)等价于最小化等式(2), 即 $\min_q C(q)$. 企业最优订购量 q^* 满足

$$F(q^*) = (p - c) / p \quad (3)$$

给定最优订购量 q^* , 企业因多订购一单位产品所增加的边际库存成本 $cF(q^*)$, 等于少订购一单位产品带来的边际销售机会损失 $(p - c)(1 - F(q^*))$.

1.2 对偶平衡策略

为分析拉向中心偏差产生的原因, 本文采用对偶平衡策略, 并考虑企业对多与少订购造成的成本赋予不同的心理权重, 构造企业的决策目标函数

$$\begin{aligned} \min_q G_\beta(q) &= \beta_1 c \int_0^q (q - x)f(x) dx - \\ &\quad \beta_2 (p - c) \int_q^\infty (x - q)f(x) dx \end{aligned} \quad (4)$$

其中 $\beta_1 > 0$ 表示企业对多订购产品所致成本的心理权重, $\beta_2 > 0$ 表示企业对少订购产品所致成本的心理权重.

首先, 分析如下情形: 企业不受心理成本影响, 可正确估计多与少订购产品带来的损失, 即 $\beta_1 = \beta_2 = 1$. 记企业采用对偶平衡策略时最优订购量为 \bar{q}^* .

定理 1 采用对偶平衡策略的企业, 当 $\beta_1 = \beta_2 = 1$ 时, 其最优订购量 \bar{q}^* 满足(1)

$$\int_{\bar{q}^*}^\infty (x - \bar{q}^*)f(x) dx = (\mu - \bar{q}^*)c / (2c - p); \quad (2)$$

若 $2c \leq p$, 有 $\bar{q}^* \geq \mu$; 若 $2c > p$, 有 $\bar{q}^* < \mu$.

定理 1 说明, 采用对偶平衡策略, 企业权衡销售机会总损失和剩余成本总损失两部分. 在高边际利润情境中, 企业订购量大于需求均值, 尽力避

免少订购产品所造成的销售机会损失。在低边际利润情境中,企业订购量小于需求均值,尽力避免多订购产品所造成的剩余成本损失。由定理 1,可得推论 1。

推论 1 给定不确定性需求服从均匀分布^④,采用对偶平衡策略的企业,当 $\beta_1 = \beta_2 = 1$ 时:(1)若 $2c \leq p$ 时,有 $q^* \geq \bar{q}^* \geq \mu$;若 $2c > p$,有 $q^* < \bar{q}^* < \mu$;(2)订购成本与理论最优订购成本关系满足 $C(\bar{q}^*) \leq 2C(q^*)$ 。

推论 1 说明,采用对偶平衡策略确定订购量的企业,其订购量处于理性企业最优订购量和需求均值间,呈现拉向中心偏差;且订购总成本最高不超过理性企业总成本的 2 倍。该结果与 Levi 等^[18]在长期订购量决策下结论一致。

接下来考虑企业受心理成本影响的情境,记该目标下企业确定的最优订购量为 \bar{q}_β^* 。

定理 2 给定不确定性需求服从均匀分布,采用对偶平衡策略企业的决策满足:

(1) 若 $2c < p$:(i)当 $\beta_2/\beta_1 \leq c/(p-c)$ 时, $\bar{q}_\beta^* \leq \mu < q^*$;(ii)当 $c/(p-c) < \beta_2/\beta_1 \leq (p-c)/c$ 时, $\mu < \bar{q}_\beta^* \leq q^*$;(iii)当 $\beta_2/\beta_1 > (p-c)/c$ 时, $\mu < q^* < \bar{q}_\beta^*$;

(2) 若 $2c = p$, $q^* = \mu$:(i)当 $\beta_2/\beta_1 \leq 1$ 时, $\bar{q}_\beta^* \leq q^*$;(ii) $\beta_2/\beta_1 > 1$ 时, $\bar{q}_\beta^* > q^*$;

(3) 若 $2c > p$:(i)当 $\beta_2/\beta_1 < (p-c)/c$ 时, $\bar{q}_\beta^* < q^* < \mu$;(ii)当 $(p-c)/c \leq \beta_2/\beta_1 \leq c/(p-c)$ 时, $q^* \leq \bar{q}_\beta^* \leq \mu$;(iii)当 $\beta_2/\beta_1 > c/(p-c)$ 时, $q^* < \mu < \bar{q}_\beta^*$ 。

定理 2 直观解释为:企业对多订购与少订购导致的两种成本赋予不同心理权重,影响其订购量决策。若企业对多订购产品所致成本的心理权重与企业对少订购产品所致成本的心理权重差异较小,企业订购量呈现拉向中心偏差。给企业决策者的管理启示是,采用对偶平衡策略确定订购量的决策者,当产品为高(低)边际利润时,增加对少(多)订购造成的损失的关注,可对冲由对偶平衡策略导致的订购量偏差,缓解拉向中心偏差;即,当 $\beta_2/\beta_1 \rightarrow (p-c)/c$,有 $\bar{q}_\beta^* \rightarrow q^*$ 。

接下来,分析决策者赋予多订购与少订购所致成本不同心理权重对其订购量的影响。

推论 2 给定不确定性需求服从均匀分布,有(1) $\partial \bar{q}_\beta^* / \partial \beta_1 < 0$;(2) $\partial \bar{q}_\beta^* / \partial \beta_2 > 0$ 。

推论 2 直观解释为,企业采用对偶平衡策略时,无论产品是高还是低边际利润,最优订购量随着其对多订购成本赋予的心理权重单调递减,随其对少订购成本赋予的心理权重单调递增。

1.3 实验假设

基于上述定理和推论,及已有研究结论,本文提出实验假设,分析报童订购的水平行为和调整行为。

理性被试采用最大化期望收益策略确定订购量,然而,过往研究发现被试订购量呈现拉向中心偏差。由定理 1 可知,若被试采取对偶平衡策略,即企业令多订购产品所带来的总的剩余成本损失等于少订购产品所带来的总的销售机会损失^[21,22],其订购量趋近于需求均值。据此有假设 1。

假设 1 相较于从最大化期望收益策略视角,从对偶平衡策略视角较好地刻画订购量拉向中心的水平行为。

由定理 2 可得,被试在采用对偶平衡策略进行订购决策时,会赋予多订购产品所带来的剩余成本和少订购产品所带来的总的销售机会成本不同心理权重,影响其订购决策。由于前期少订购产品导致的销售机会成本不可见,而多订购产品导致的剩余成本可见;相对于不可见成本,被试更看重可见成本^[23]。关于被试订购调整行为,有假设 2。

假设 2 前期少订购对当期订购量决策的影响度小于前期多订购对当期订购量决策的影响度。

由推论 2 可知,采用对偶平衡策略,不同个体对成本赋予的权重不同会导致其订购决策的差异。男性与女性的订购决策差异可能源于两性对

^④ 实践中,报童所面临的不确定性需求分布形式未知。多数采用管理实验方的文章假设不确定性需求服从均匀分布,如文献[12,11];多数采用数理模型分析的文章假设不确定性需求分布服从正态分布,如文献[16]。本文采用数值模拟方法证明,当不确定性需求服从正态分布时,采用对偶平衡策略企业的订购量偏差具有推论 1(1) 所描述特征。证明见附录 A2。

成本赋予不同权重。相对于女性,男性对自我的界定和决策行为更不受外部因素影响^[25]。据此关于不同性别订购的调整行为,有假设 3。

假设 3 相对于女性,男性前期少订购或多订购对当期订购量决策的影响程度均较小。

接下来设计实验,从订购的水平行为和调整行为视角检验假设 1~假设 3。

1.4 实验设计

本文构造一个报童订购的管理实验场景,不确定性市场需求 x 为 1~12 间的离散整数,均匀分布。实验分为高和低边际利润情境,在高边际利润情境中,单位产品零售价格为 $p = 4$,单位产品边际生产成本为 $c = 1$,依据式(3),理性报童最优订购量为 9。在低边际利润情境中,单位产品零售价格为 $p = 4$,单位产品边际成本为 $c = 3$,依据式(3),理性报童最优订购量为 3。

华东地区某高校平均年龄为 20 岁的 256 名同学受邀参加此行为实验。134 名同学参加高边际利润情境实验,其中男性 66 名,记为 HM 组;女性 68 名,记为 HF 组。122 名同学参加低边际利润情境实验,其中男性 47 名,记为 LM 组;女性 75 名,记为 LF 组。为保证在不同边际利润情境中的被试期望利润一致,在高边际利润情境中,13 实验币换算为 1 人民币;在低边际利润情境中,1 实验币换算为 1 人民币;除此之外,每位被试获得出场费 5 人民币。本文采用 Z-Tree^[28] 编写实验程序,每组实验持续约 40min。

实验开始前,被试阅读实验指南,并完成实验前测,以确保被试正确理解决策情境。实验开始后,被试完成 1 期预实验和 14 期正式实验,每期实验中,被试面临的不确定性需求服从独立同分布,且前期多订购所造成的产品销售剩余与少订购所造成的销售机会损失不会被带入到当期。预实验中被试所得利润不计入收入,正式实验中被试所得利润计入收入。

在每期实验中,首先,被试确定当期订购量;其次,需求实现,被试获悉当期的需求实现值及利润;最后,进入下期实验,直至实验结束。本文关注少订购与多订购信息对报童订购行为的影响,而不关注少订购信息缺失对报童订购行为的影响^[9, 23],因此,实验设计构造被试获悉当期需求实现值情境。

实验结束后,被试领取出场费及依据在实验中收益表现所兑换的报酬。

2 订购水平行为

当不区别被试性别,高边际利润情境中,订购量均值(标准差)为 7.706(1.796),变异系数为 0.233;低边际利润情境中,订购量均值(标准差)为 5.404(1.770),变异系数为 0.327。^⑤

当区别被试性别时,被试订购量的及显著性检验结果如表 1 所示。

表 1 描述性统计量及其显著性检验*

Table 1 Descriptive statistical results and significance test

	HF	HM	LF	LM
HF	7.43(1.80)			
HM	$W = 358.321$ $p < 0.001$	7.80(1.75)		
LF			5.55(1.78)	
LM			$W = 396.714$ $p < 0.001$	5.18(1.73)

注: 对角线上的数据为被试订购量的均值(标准差);两组间被试订购量的单边符号秩检验结果在左下对角线。

由表 1 可得,在高和低边际利润情境中,被试订购量均偏离最优值且趋近于需求均值。

本文通过将企业采用对偶平衡策略时的订购量 q^* 和理性企业的订购量 q^* 分别与被试的实际

⑤ 关于被试订购量对应的收益的讨论见附录 A6。

订购量 q 做差,对比两者间差异性,探究对偶平衡策略能否更好地解读被试的订购行为.采用单边符号秩检验得 $|q^* - q|$ 显著大于 $|\bar{q} - q|$ (高边际利润情境: $W = 1\ 001\ 700, p < 0.01$; 低边际利润情境: $W = 1\ 259\ 700, p < 0.01$).因此接受假设 1.

3 订购调整行为

本节探讨被试订购量调整行为,即被试订购量决策如何受订购量与需求实现值影响.采取如下方式建模:被试的当期订购量以前期订购量为锚点,向前期需求实现值方向调整^[1],据此有模型 I^⑥

$$q_t = q_{t-1} + \lambda_1(q_{t-1} - d_{t-1}) + \lambda_2(q_{t-1} - d_{t-1})G + \lambda_3G + \varepsilon_t$$

模型 I 中 q_t 为第 t 期实际订购量; q_{t-1} 为第 $t-1$ 期实际订购量; d_{t-1} 为第 $t-1$ 期需求实现量; G 为性别二元变量, $G = 0$ 指代女性, $G = 1$ 指代男性; ε_t 为第 t 期不能被解释的残差项.为叙述方便,将第 t 期称为当期,将第 $t-1$ 期称为前期.模型 I 管理学解释为被试当期订购量是锚定于前期订购量 q_{t-1} ,依据前期订购量和需求实现量间差异 $q_{t-1} - d_{t-1}$ 调整;其中, λ_1 表示调整幅度.

为探究多订购的成本和少订购的成本及性别造成的影响,本文基于模型 I 构建模型 II

$$q_t = q_{t-1} + \lambda_1(q_{t-1} - d_{t-1})^+ + \lambda_2(q_{t-1} - d_{t-1})^- + \lambda_3(q_{t-1} - d_{t-1})^+G + \lambda_4(q_{t-1} - d_{t-1})^-G + \lambda_5G + \varepsilon_t$$

模型 II 中 $(q_{t-1} - d_{t-1})^+$ 为刻画订购量相较于需求实现值多的变量, $(q_{t-1} - d_{t-1})^-$ 为刻画订购量相较于需求实现值少的变量.采用模型 II 估计被试订购调整行为的结果,如表 2 和表 3 所示.

由表 2 和表 3 可见,在高或低边际利润情境中,有如下两个结论.第一,无论前期订购量大或小于前期需求实现值,对被试当期订购量决策均产生显著影响,即 $(q_{t-1} - d_{t-1})^+$ 和 $(q_{t-1} - d_{t-1})^-$ 系数分别显著异于零;并且,在高边际利润情境中,销售机会损失给被试带来的影响大于销售剩余损失给被试带来的影响;在低边际利润情境中,销售机会损失给被试带来的影响小于销售剩余损失给被试带来的.据此,仅在低边际利润情境中接受假设 2.不同于 Tong 等^[23]发现的企业应助推决策者关注少订购所造成的销售机会成本,改善被试订购行为,本文得出企业应在不同产品边际利润情境中助推决策者关注不同成本.第二,性别作为主变量无显著影响,作为交互变量影响被试的订购行为.本文仅将性别作为交互变量,分析其对被试订购调整行为的影响,从而选择模型 II-2 分析,得出无论是高还是低边际利润情境中,相对于女性,男性受多订购和少订购的影响均较小,假设 3 成立.

表 2 在高边际利润情境中,考虑多与少订购影响差异的订购量调整行为

Table 2 Order adjustment behavior with considering overage and underage cost in high-margin condition

{变量,系数,模型}	模型 II-1	模型 II-2	模型 II-3	模型 II-4
$(q_{t-1} - d_{t-1})^+$	-0.058 4***	-0.094 1***	-0.064 0***	-0.094 0***
$(q_{t-1} - d_{t-1})^-$	-0.161 0***	-0.190 8***	-0.155 4***	-0.190 8***
$(q_{t-1} - d_{t-1})^+G$	-	0.063 4*	-	0.063 4*
$(q_{t-1} - d_{t-1})^-G$	-	0.071 8*	-	0.071 9
G	-	-	0.053 6	0.000 4
R^2	0.043 8	0.048 8	0.044 1	0.048 8
调整的 R^2	0.042 7	0.046 6	0.042 4	0.046 1

注:显著水平:*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, · $p < 0.05$.

⑥ 关于被试订购行为的学习效应讨论见附录 A7.

表 3 在低边际利润情境中, 考虑多与少订购影响差异的订购量调整行为

Table 3 Order adjustment behavior with considering overage and underage cost in low-margin condition

{ 变量, 系数, 模型 }	模型 II-1	模型 II-2	模型 II-3	模型 II-4
$(q_{t-1} - d_{t-1})^+$	-0.166 8***	-0.199 1***	-0.157 7***	-0.199 1***
$(q_{t-1} - d_{t-1})^-$	-0.093 8***	-0.116 5***	-0.101 7***	-0.116 5***
$(q_{t-1} - d_{t-1})^+ G$	-	0.096 3*	-	0.147 7**
$(q_{t-1} - d_{t-1})^- G$	-	0.054 4*	-	0.018 4
G	-	-	-0.103 4	-0.196 9
R^2	0.066 1	0.071 2	0.067 0	0.072 6
调整的 R^2	0.064 9	0.068 9	0.065 2	0.069 7

注: 显著水平: *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, \cdot $p < 0.05$.

4 结束语

企业报童订购量决策本质是权衡少订购所带来的销售机会损失与多订购所带来的剩余成本损失. 实践中, 被试的订购量呈现拉向中心偏差, 针对此偏差, 本文提出的解释理由如下: 第一, 从订购水平行为视角, 提出对偶平衡策略, 即企业权衡多订购产品所导致的总成本与少订购产品所导致的总成本, 解释报童订购量拉向中心偏差. 第二, 从订购调整行为研究视角, 通过管理实验, 得出在高(低)边际利润情境中, 销售机会损失比销售剩余损失给被试带来的影响大(小). 第三, 相对于女性, 男性受多订购和少订购影响均较小, 即男性被试订购量调整行为幅度较小. 此结论主旨并非强调男性和女性的订购决策质量孰优孰劣, 而是提醒管理者应关注两性在订购决策行为方面的差异.

本文的研究对象为不确定性需求服从独立同分布, 前期多订购或少订购所造成的影响不会被带入到当期情境中, 不确定性需求实现值信息已知的情境下, 被试的订购行为偏差. 基于此, 进一步研究方向如下.

一是, 关于被试当期订购行为决策的锚点选择. 除了本文对比研究的前期订购量与前期需求实现值, 更早的订购量与需求实现值是否也属于

锚点, 如何影响被试订购量调整行为, 尚不清楚.

二是, 实践中企业的经营决策处于多期情境中, 即前期多订购或少订购所造成的影响会被带入到当期, 理性企业的最优库存策略为基库存策略确定一个库存水平临界值, 若当前库存水平小于该临界值, 那么补货使库存水平至该临界值; 若当前库存水平大于等于该临界值, 则不补货. 在此情境中, 已有学者分析积极和消极框架效应对企业的多订购与少订购权衡策略的影响^[13], 但是企业订购行为是否存在趋近于需求均值及是否可以用对偶平衡策略解读订购行为偏差尚待研究.

三是, 本文以单报童订购量偏差为研究对象, 实践中, 存在报童的多产品订购决策^[29], 或多报童联合订购决策^[16]的情境, 此时, 是否能够从对偶平衡策略视角解读其中的订购行为偏差及少订购和多订购对订购行为的影响度的差异尚需探索.

四是, 当报童处在与其供应商所组成的供应链系统中, 供应链成员间不同的合约形式, 如何影响报童的订购行为偏差. 已有部分研究^[30]分析了报童的订购量受缺货惩罚因素的影响, 及实验研究结果对比分析了面临回购合同与收益共享合同选择时, 供应商的决策行为^[31], 尚未有研究从报童订购行为视角, 分析不同合约机制影响报童订购行为偏差的机制.

参考文献:

- [1]Schweitzer M E , Cachon G P. Decision bias in the newsvendor problem with a known demand distribution: Experimental evidence [J]. *Management Science* , 2000 , 46(3) : 404 – 420.
- [2]Bostian A J , Holt C A , Smith A M. The newsvendor pull-to-center effect: Adaptive learning in the laboratory experiment [J]. *Manufacturing Service Operations Management* , 2008 , 10(4) : 590 – 608.
- [3]崔 峯 , 陈 剑 , 肖勇波. 行为库存管理研究综述及前景展望 [J]. *管理科学学报* , 2011 , 14(6) : 96 – 108.
Cui Yin , Chen Jian , Xiao Yongbo. Behavioral inventory management: Research overview and prospects [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2011 , 14(6) : 96 – 108. (in Chinese)
- [4]Bendoly E , Wezel W V , Bachrach D G. *The Handbook of Behavioral Operations Management* [M]. London: Oxford University Press , 2015.
- [5]Donohue K , Katok E , Leider S. *The Handbook of Behavioral Operations* [M]. John Wiley & Sons , Inc. : New Jersey , 2019.
- [6]盛昭瀚. 管理: 从系统性到复杂性 [J]. *管理科学学报* , 2019 , 22(3) : 2 – 14.
Sheng Zhaohan. Management: From systematism to complexity [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2019 , 22(3) : 2 – 14. (in Chinese)
- [7]曹二保 , 余 曼 , 毕功兵. 社会化运作管理: 一个正在兴起的研究领域 [J]. *管理科学学报* , 2018 , 21(11) : 112 – 126.
Cao Erbo , Yu Man , Bi Gongbing. Social operations management: An emerging research field [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2018 , 21(11) : 112 – 126. (in Chinese)
- [8]卞亦文 , 闫 欣 , 杨列勋. 社会学习视角下运营管理决策研究 [J]. *管理科学学报* , 2019 , 22(5) : 18 – 30.
Bian Yiwen , Yang Xin , Yang Liexun. Operations management decision issues from the social learning perspective [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2019 , 22(5) : 18 – 30. (in Chinese)
- [9]Rudi N , Drake D. Observation bias: The impact of demand censoring on newsvendor level and adjustment behavior [J]. *Management Science* , 2014 , 60(5) : 1334 – 1345.
- [10]Feng T , Keller L R , Zheng X. Decision making in the newsvendor problem: A cross-national laboratory study [J]. *Omega* , 2011 , 39(1) : 41 – 50.
- [11]Vericourt de F , Kriti J , Bearden J N , et al. Sex , risk and the newsvendor [J]. *Journal of Operations Management* , 2013 , (31) : 86 – 92.
- [12]Moritz B , Hill A , Donohue K. Individual differences in the newsvendor problem: Behavior and cognitive reflection [J]. *Journal of Operations Management* , 2013 , 31(1/2) : 72 – 85.
- [13]Tokar T , Aloysius J , Waller M , et al. Exploring framing effects in inventory control decisions: Violations of procedure invariance [J]. *Production and Operations Management* , 2016 , 25(2) : 306 – 329.
- [14]Bolton G , Ockenfels A , Thonemann U W. Managers and students as newsvendors [J]. *Management Science* , 2012 , 58(12) : 2225 – 2233.
- [15]Fisher M , Raman A. Reducing the cost of demand uncertainty through accurate response to early sales [J]. *Operations Research* , 1996 , 44(1) : 87 – 99.
- [16]Ho T H , Lim N , Cui H T. Reference dependence in multilocation newsvendor models: A structural analysis [J]. *Management Science* , 2010 , 56(11) : 1891 – 1910.
- [17]Long X , Nasiry J. Prospect theory explains newsvendor behavior: The role of reference points [J]. *Management Science* , 2015 , 61(12) : 3009 – 3012.
- [18]Levi R , Pál M , Roundy R O , et al. Approximation algorithms for stochastic inventory control models [J]. *Mathematics of Operations Research* , 2007 , 32(2) : 284 – 302.
- [19]李 娟. 权衡的艺术——运营管理中的供需匹配策略 [M]. 北京: 社会科学文献出版社 , 2019.

- Li Juan. The Art of Balancing: Matching Supply with Demand in Operations Management [M]. Beijing: Social Sciences Academic Press, 2019. (in Chinese)
- [20] Thaler R H, Sunstein C R. Libertarian paternalism [J]. American Economic Review, 2003, 93(2): 175–179.
- [21] Ockenfels A, Selten R. Impulse balance in the newsvendor game [J]. Games Economic Behavior, 2014, 86: 237–247.
- [22] Ockenfels A, Selten R. Impulse balance and multiple-period feedback in the newsvendor game [J]. Production Operations Management, 2015, 24(12): 1901–1906.
- [23] Tong J, Feiler D, Larrick R. A behavioral remedy for the censorship bias [J]. Production & Operations Management, 2018, 27(4): 624–643.
- [24] Zhang Y H, Siemsen E. A meta-analysis of newsvendor experiments: Revisiting the pull-to-center asymmetry [J]. Production and Operations Management, 2019, 28(1): 140–156.
- [25] Cross S E, Madson L. Models of the self: Self-construals and gender [J]. Psychological Bulletin, 1997, 122(1): 5–37.
- [26] Croson R, Gneezy U. Gender differences in preferences [J]. Journal of Economic Literature, 2009, 47(2): 1–27.
- [27] Harris C R, Jenkins M, Glaser D. Gender differences in risk assessment: Why do women take fewer risks than men? [J]. Judgment and Decision Making, 2006, 1(1): 48–63.
- [28] Fischbacher U. Z-tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments [J]. Economics, 2007, 10(2): 171–178.
- [29] 周艳菊, 应仁仁, 陈晓红, 等. 基于前景理论的两产品报童的订货模型 [J]. 管理科学学报, 2013, 16(11): 17–29.
- Zhou Yanjü, Ying Renren, Chen Xiaohong, et al. Two-product newsboy problem based on prospect theory [J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(11): 17–29. (in Chinese)
- [30] 褚宏睿, 冉 伦, 张 冉, 等. 基于前景理论的报童问题: 考虑回购和缺货惩罚 [J]. 管理科学学报, 2015, 18(12): 47–57.
- Chu Hongrui, Ran Lun, Zhang Ran, et al. Prospect theory for newsvendor problems: Considering buyback and stock-out penalty [J]. Journal of Management Sciences in China, 2015, 18(12): 47–57. (in Chinese)
- [31] Zhang Y H, Donohue K L, Cui T. Contract preferences and performance for the loss averse supplier: Buyback versus revenue sharing [J]. Management Science, 2016, 62(6): 1734–1754.

News vendor's ordering behavior: Analysis on effects of ordering cost and gender

LI Juan, SHI Ling, ZHENG Yi-ni*

School of Management Science and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210008, China

Abstract: This paper aims to give a new perspective and further discussion of the pull-to-center effect in the newsvendor model, using the mathematical model and the management experiment method. Firstly, from the viewpoint of the level behavior of the order quantity, the dual-balance strategy where the total overage cost is equal to the total underage cost can well explain the pull-to-center effect. What's more, operations cost induced by the dual balance strategy is no more than twice that induced by the optimal strategy. Secondly, from the viewpoint of the adjustment behavior of the order quantity, two findings are derived. One is that the overage has less (more) effect on the order quantity than the underage order in the high-(low-) marginal profit situation. Hence, enterprises can nudge decision makers to pay more attention to the loss of underage (overage) order in high-(low-) marginal profit settings to ease the pull-to-center effect. The other is that compared with women, males' order quantities are less affected by underage (overage) order, which shows males' self-

definition and decision-making behavior are not sensitive to external factors . Therefore , enterprises are advised to pay attention to gender differences in order behaviors.

Key words: newsvendor model; dual balance; level behavior; adjusting behavior; gender

附录

A1: 定理 1 证明

在决策者为理性情境中 企业目标函数为最小化 $C(q)$. 令 $\partial C(q) / \partial q = 0$,可得 $F(q^*) = (p - c) / p$.

对偶平衡模型中 企业目标函数为最小化 $G(q)$,记此时最优订购量为 \bar{q}^*

$$(p - c) \int_{\bar{q}^*}^{\infty} (x - \bar{q}^*) f(x) dx = c \int_0^{\bar{q}^*} (\bar{q}^* - x) f(x) dx \tag{A1.1}$$

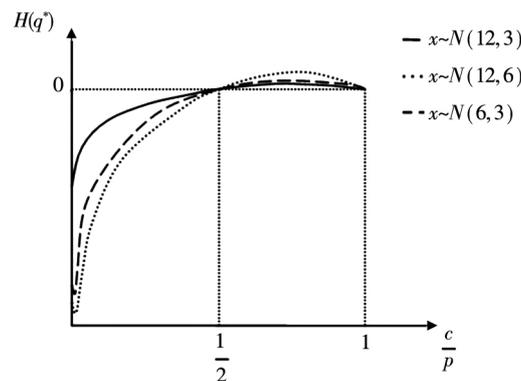
由于 $\int_{\bar{q}^*}^{\infty} x f(x) dx + \int_0^{\bar{q}^*} x f(x) dx = \mu$, $\int_{\bar{q}^*}^{\infty} f(x) dx + \int_0^{\bar{q}^*} f(x) dx = 1$ 因此 $\int_{\bar{q}^*}^{\infty} (x - \bar{q}^*) f(x) dx = \mu - \bar{q}^* - \int_0^{\bar{q}^*} (x - \bar{q}^*) f(x) dx$ 代入(A1.1) ,可得

$$\int_0^{\bar{q}^*} (\bar{q}^* - x) f(x) dx = (p - c) (\mu - \bar{q}^*) / (2c - p)$$
 因此定理 1(1) 得证.

由于 $\int_0^{\bar{q}^*} (\bar{q}^* - x) f(x) dx > 0$ 必然有 $(2c - p) (\mu - \bar{q}^*) > 0$. 由此 ,当 $2c > p$ 时 ,有 $\bar{q}^* > \mu$;当 $2c \leq p$ 时 , $\bar{q}^* \leq \mu$ 因此 ,定理 1(2) 得证.

A2: 脚注 4 证明

令 $H(q) = (p - c) \int_q^B (x - q) f(x) dx - c \int_A^q (q - x) f(x) dx$ 则 $G(q) = |H(q)|$. 因此 $|H(\bar{q}^*)| = 0$. 当不确定性需求服从正态分布 $N(\mu, \sigma^2)$ 时 ,采用数值模拟方法分析企业目标函数 $H(q^*)$ 随 c/p 变化趋势 如附图 1.



附图 1 $H(q^*)$ 关于 c/p 变动趋势

Attached Fig.1 Fluctuation of $H(q^*)$ on c/p

由附图 1 可得 ,当 $2c > p$ 时 , $H(q^*) > 0$;当 $2c \leq p$ 时 , $H(q^*) \leq 0$. $\partial H(q) / \partial q < 0$,即 $H(q)$ 是关于 q 的单调递减函数 . 结合定理 1 可得 ,当 $2c > p$ 时 ,有 $q^* < \bar{q}^* < \mu$;当 $2c \leq p$ 时 ,有 $q^* \geq \bar{q}^* \geq \mu$.

由上述可知 ,当不确定性需求服从正态分布 ,采用对偶平衡策略的报童的订购量也呈现拉向中心偏差 . 证毕.

A3: 推论 1 证明

首先 证明推论 1(1) . 当 x 服从均匀分布 $U[A, B]$,有 $f(x) = 1 / (B - A)$, $\mu = (B + A) / 2$, $q^* = B(p - c) / p + Ac / p$. 则 $H(q^*) = c(2c - p)(p - c) / (2p^2)$;由于 $p > c, B > A$,因此当 $2c > p$ 时 , $H(q^*) > 0$;当 $2c < p$ 时 , $H(q^*) < 0$. 由于 $H(\bar{q}^*) = 0$ 根据 $H(q)$ 单调性及定理 1 可得 ,当 $2c > p$ 时 , $q^* < \bar{q}^* < \mu$;当 $2c \leq p$ 时 , $q^* \geq \bar{q}^* \geq \mu$.

其次 证明推论 1(2) . 将 $f(x) = 1 / (B - A)$ 代入 $G(\bar{q}^*) = 0$,可得 $\bar{q}_1 = \frac{(p - c)B - cA + \sqrt{c(p - c)(B - A)}}{p - 2c}$;

$\bar{q}_2^* = \frac{(p-c)B - cA - \sqrt{c(p-c)(B-A)}}{p-2c}$. 当 $2c > p$ 时, 有 $\bar{q}_1^* < q^*$ 和 $\bar{q}_2^* > q^*$; 当 $2c < p$ 时, 有 $\bar{q}_1^* > q^*$ 和 $\bar{q}_2^* < q^*$. 由推论 1(1) 可知, 当 $2c > p$ 时, $q^* < \bar{q}^* < \mu$; 当 $2c < p$ 时, $q^* \geq \bar{q}^* \geq \mu$. 因此 $\bar{q}^* = \bar{q}_2^*$. 由于 $C(q) = \frac{(p-c)(B-q)^2 + c(q-A)^2}{2(B-A)}$, 则 $\frac{C(\bar{q}^*) - C(q^*)}{C(q^*)} = \frac{[2c(p-c) - p\sqrt{c(p-c)}]^2}{c(p-c)(p-2c)^2} \leq 1$, 因此 $C(\bar{q}^*) \leq 2C(q^*)$.

证毕.

A4: 定理 2 证明

$$\min_q G_\beta(q) =$$

$$\left| \begin{array}{l} \beta_2(p-c) \int_q^\infty (x-q)f(x) dx - \\ \beta_1 c \int_0^q (q-x)f(x) dx \end{array} \right|.$$

该目标下, 企业确定最优订购量为 \bar{q}_β^* . 同定理 1(1), 可计算得

$$\int_0^{\bar{q}_\beta^*} \beta (\bar{q}_\beta^* - x)f(x) dx = \frac{\beta_2(p-c)(\mu - \bar{q}_\beta^*)}{\beta_1 c - \beta_2(p-c)}$$

由于 $\int_0^{\bar{q}_\beta^*} \beta (\bar{q}_\beta^* - x)f(x) dx > 0$, 因此 $(\beta_1 c - \beta_2(p-c))(\mu - \bar{q}_\beta^*) > 0$, 可得, 当 $\beta_2/\beta_1 \leq c/(p-c)$ 时, 有 $\mu \geq \bar{q}_\beta^*$;

当 $\beta_2/\beta_1 > c/(p-c)$ 时, 有 $\mu < \bar{q}_\beta^*$. 记 $H_\beta(q) = \beta_2(p-c) \int_q^B (x-q)f(x) dx - \beta_1 c \int_A^q (q-x)f(x) dx$. 当不确定性需求 x 服从均匀分布 $U[A, B]$, $H_\beta(q^*) = \frac{\beta_1 c(\beta_2 c - \beta_1(p-c))(p-c)(B-A)}{2p^2}$. 由于 $\partial H_\beta(q)/\partial q < 0$, 因此, 当 $\beta_2/\beta_1 \leq c/(p-c)$ 时, 有 $H(q^*) \geq 0$ 和 $q^* \leq \bar{q}_\beta^*$; 当 $\beta_2/\beta_1 > c/(p-c)$ 时, 有 $H(q^*) < 0$ 和 $q^* > \bar{q}_\beta^*$.

由前述证明可知, 定理 2 得证.

A5: 推论 2 证明

当不确定性需求 x 服从均匀分布 $U[A, B]$, $\bar{q}_\beta^* = \frac{A\sqrt{\beta_1 c} + B\sqrt{\beta_2(p-c)}}{\sqrt{\beta_1 c} + \sqrt{\beta_2(p-c)}}$, 则 $\frac{\partial \bar{q}_\beta^*}{\partial \beta_1} = \frac{(A-B)\sqrt{\beta_2 c(p-c)}}{2\sqrt{\beta_1}(\sqrt{\beta_1 c} + \sqrt{\beta_2(p-c)})} < 0$

和 $\frac{\partial \bar{q}_\beta^*}{\partial \beta_2} = \frac{(B-A)\sqrt{\beta_1 c(p-c)}}{2\sqrt{\beta_2}(\sqrt{\beta_1 c} + \sqrt{\beta_2(p-c)})} > 0$.

证毕.

A6: 在不同边际利润情境中, 被试绩效表现是否有别

对比采用最优订购量和实际订购量时被试利润, 结果如附表 1.

附表 1 采用最优订购量时的利润和实验中实际利润对比

Attacted Table 1 Comparison of profits under optimal and experimental quantities

	高边际利润情境	低边际利润情境
最优订购量对应利润均值(标准差)	14.68(11.37)	2.11(2.24)
实际订购量对应利润均值(标准差)	13.71(9.79)	1.27(6.43)
单边符号秩检验	$W = 652\ 040$ $p < 0.01$	$W = 609\ 230$ $p = 0.358\ 9$

采用配对 Wilcoxon 符号秩检验得出, 在高边际利润情境中, 采用最优订购量时, 被试的预期利润显著高于实际利润; 但在低边际利润情境中, 采用最优订购量时, 被试预期利润与实际平均利润无显著差异.

A7: 被试的订购决策的学习效应的描述

被试订购决策学习行为主要表现为被试订购量决策是否存在逐期改善的趋势. 依据学习效应不同定义, 有不同情

况. 若将学习效应定义为相对于第 1 期中被试订购量, 在第 14 期中, 被试订购量有显著改善, 则实验中存在学习效应 ($p < 0.01$). 统计结果如附表 2. 若将学习效应定义为与前期订购量相比, 被试的当期订购量出现显著的改善. 也就是说, 高边际利润情境中, 被试订购量显著地逐期增加, 从而更接近于最优订购量; 低边际利润情境中, 被试订购量显著地逐期减少, 更接近于最优订购量, 则实验中不存在学习效应 ($p > 0.01$) 统计结果如附表 3.

附表 2 对比第一期和最后一期订购量时的学习效应

Attached Table 2 Learning effect by comparing order quantities in first and last rounds

	高边际利润情境	低边际利润情境
第 1 期订购量均值(标准差)	7.45(1.63)	5.48(1.69)
第 14 期订购量均值(标准差)	7.84(1.89)	5.18(1.69)
单边符号秩检验	$W = 7\ 718.5$ $p = 0.022\ 1$	$W = 8\ 370$ $p = 0.043\ 3$

附表 3 对比相邻期订购量时的学习效应

Attached Table 3 Learning effect by comparing order quantities in adjacent rounds

期数	高边际利润情境		低边际利润情境	
	均值 (标准差)	单边检验 p 值 (当期与前期比)	均值 (标准差)	单边检验 p 值 (当期与前期比)
1	7.45(1.63)	-	5.48(1.69)	-
2	7.55(1.81)	0.295 4	5.46(1.73)	0.406 5
3	7.54(1.66)	0.510 9	5.44(1.58)	0.574 1
4	7.60(1.80)	0.404 8	5.56(1.81)	0.578 0
5	7.69(1.86)	0.304 7	5.38(1.67)	0.240 4
6	7.72(1.63)	0.515 6	5.49(1.72)	0.666 6
7	7.79(1.66)	0.276 2	5.49(1.76)	0.533 8
8	7.77(1.83)	0.405 7	5.70(1.87)	0.745 0
9	7.76(1.94)	0.574 5	5.53(1.95)	0.322 9
10	7.60(2.04)	0.694 9	5.22(1.78)	0.077 6
11	7.67(1.75)	0.472 3	5.21(1.83)	0.407 5
12	7.81(1.85)	0.184 7	5.39(1.95)	0.792 9
13	8.07(1.75)	0.127 8	5.11(1.69)	0.134 9
14	7.84(1.89)	0.878 1	5.18(1.69)	0.580 7