

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2025.10.011

制造型平台价格竞争与利润分享的博弈新方法^①

李登峰¹, 李梦祺^{1,2*}, 魏骊晓¹, 南江霞³

(1. 电子科技大学经济与管理学院, 成都 611731; 2. 华北水利水电大学管理与经济学院,
郑州 450046; 3. 苏州科技大学商学院, 苏州 215009)

摘要: 选择合理的定价策略是平台企业实现最大化盈利的关键。针对由制造型平台、入驻平台的制造商(简称入驻制造商)与实体零售商组成的平台供应链,本研究构建一个非合作-合作两型博弈模型,研究平台供应链成员间的价格竞争与利润共享。在非合作博弈部分,制造型平台选取批发价格,同时,制造型平台、入驻制造商与实体零售商选取各自的零售价格。在合作博弈部分,制造型平台与实体零售商共享展厅行为利润,形成合作联盟,优化利润共享比例与服务水平,实现联盟利润最大化,并利用 Shapley 值分配联盟利润。运用数值模拟和比较静态分析,研究消费者线上渠道偏好程度、入驻制造商产品认可度与服务成本系数对 Nash 均衡策略、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响。研究结果表明,在价格竞争环境下,制造型平台与实体零售商共享展厅行为利润对提高实体零售商服务水平,进而提高他们的收益是稳定、有效的。面对线上渠道偏好程度或入驻制造商产品认可度的提升,维持线下渠道的稳定销售有助于制造型平台应对线上可替代产品间的竞争,实现制造型平台、实体零售商与消费者的三方共赢,提升社会福利。

关键词: 制造型平台; 价格竞争; 利润共享; 非合作-合作两型博弈

中图分类号: O225 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2025)10-0174-17

0 引言

互联网技术的蓬勃发展使企业迎来数字化转型时代,平台企业日益兴起。平台依托大数据技术,可以满足消费者个性化需求,实现资源的高效转化,从而达到交易量的快速增长。消费者对互联网的依赖也促使企业改变传统的运营模式。大量制造商愿意以缴纳佣金的方式入驻平台,借助线上渠道销售产品给消费者^[1,2]。为实现生产与销售全过程的资源整合,大型制造企业,如西门子、小米等国内外知名制造企业均开展平台化建设。线上平台纷纷不再局限于扮演销售中介角色,选择投资制造行业,生产自己的产品。例如,京东成

立“京东京造”随后采用 C2M (Customer to Manufacturer) 模式,为消费者提供个性化定制服务。这类集研发、生产与销售等多种职能于一体的平台即为制造型平台。制造型平台不同于传统制造商,它可以直接线上销售产品,通过“去中介化”打破了信息壁垒,做到生产与销售的高效配合从而达到“去库存”的目的。打破了传统供应链环环相扣、相互影响的模式。同时,区别于第三方平台,制造型平台建立与用户的长久互动与联系,根据消费者需要展开最优的生产销售行为,为企业盈利提供保障。

在现实中,平台虽为消费者提供了便捷的线上购买渠道,但产品信息很难通过网络进行全面

① 收稿日期: 2023-04-21; 修订日期: 2023-08-01。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72271046; 72071032; 72061007)。

通讯作者: 李梦祺(1994—),女,河南郑州人,博士,讲师。Email: lmqd163yx@163.com

展示,销售过程中易发生退换货行为。这不仅损耗消费者对品牌的信任,也使平台承担额外的退换货成本。而实体店提供的产品讲解、试用等服务恰恰可以帮助消费者了解产品和增加感知并提升品牌声誉从而扩大市场需求。京东于2021年在西安开设了第一家“京东商城”线下门店,为消费者提供沉浸式购物体验。小米集团发布的《截至2023年3月31日止三个月之业绩公告》显示,2023年第一季度,小米线下门店为Xiaomi 13系列销量贡献超55%。综合考虑线上销售与线下销售的特点,线上平台与实体零售商相结合的双渠道模式成为众多企业的选择。一定条件下,该模式对企业提高收益是有效的^[3]。双渠道销售模式在满足消费者不同渠道偏好的同时也使部分消费者出现实体店体验并评估产品后转而在线上平台以较低价格购买该产品的搭便车行为,即展厅行为^[4]。调查显示,在美国超40%的成年消费者会线下体验后线上购买^[5]。在展厅行为下,如何缓解渠道竞争是企业盈利的关键。

针对上述现实情景,考虑到企业平台化改变了产品生产、需求预测与价格制定等关键环节^[6],但相关研究比较缺乏,本研究研究由一个制造型平台、一个入驻平台的制造商(简称入驻制造商)和一个实体零售商组成的平台供应链。制造型平台生产产品并作为线上渠道直接销售给消费者。生产可替代产品的制造商入驻制造型平台,借助平台实现线上销售。为进一步增大市场覆盖程度,制造型平台同时开拓线下销售渠道,即通过实体零售商销售产品。本文研究的制造型平台符合现实情况中平台企业的运营模式,如,小米通过“小米有品”销售小米产品的同时也为AOC、华硕等品牌的部分产品提供线上销售渠道,各大型商场的小米专柜、小米之家构成小米的实体零售商。考虑到研究聚焦于制造型平台的决策问题,本研究的入驻制造商不通过实体零售商销售产品。本研究将重点讨论如下问题:1)制造型平台与实体零售商是否需要合作?共享展厅行为利润的合作行为是否可以缓解渠道竞争,提升制造型平台与实体零售商的利润?制造型平台与实体零售商构成的合作联盟是否是长久稳定的?如何合理分配合作联盟的利润?2)竞争与合作共存情形下,

制造型平台如何设置产品批发价格与线上零售价格?实体零售商与入驻制造商又将如何确定最优零售价格?3)消费者对线上渠道的偏好、对入驻制造商产品的认可度以及实体零售商服务成本如何影响制造型平台的策略选择与最优利润?消费者剩余与社会福利将如何变化?

为研究以上问题,本研究主要从产品价格竞争、平台定价决策和展厅行为三方面对已有文献展开回顾。产品价格竞争是企业追求利益最大化的直接体现,多个可替代产品间激烈的价格竞争更是市场常态^[7,8]。Li等^[9]探讨了两个制造商与两个零售商的均衡价格,提出两部定价合同。对于n个制造商与n个零售商的价格竞争与服务竞争,制造商与零售商均提供服务将提升整个供应链网络的利润^[10]。上述研究均是围绕传统制造商间横向的价格竞争展开分析,尚未关注制造型平台。制造型平台与其入驻制造商间的价格竞争问题仍有待解决。本研究首次讨论制造型平台的定价决策,分析入驻制造商产品对平台企业的影响。

关于平台定价的研究,主要集中在用户访问与产品差异化导致的定价策略变化。现有文献表明,若平台用户单归属,通过补贴对一方用户降低定价有助于最大化平台利润,但当用户存在多归属情况时,补贴的作用有限甚至会引起相反效果^[11]。平台有动机让无差异用户签订排他性协议以确保自己的垄断地位^[12]。考虑产品垂直差异化,陈斐然和朱道立^[13]给出用户均衡多重性时,垄断平台的价格策略。Wu等^[14]分别讨论了平台开发独家内容与平台合作共享内容时的两个竞争平台的定价策略。若线上代销与平台转销两种模式间产品信息显示无差异,入驻商家定价低于平台定价^[15]。此外,结合风险规避、平台杀熟和产品预售等因素,陆续有学者围绕平台与入驻商家的产品定价展开探讨^[16-18]。以上研究仅限于第三方平台、制造商或零售商间的竞争而对合作的关注较少。针对一个由制造商、网络零售商和平台组成的平台供应链,梁开荣和李登峰^[19]研究不同合作模式下三者的最优定价以及合作联盟稳定的条件。不同于上述仅针对第三方平台及平台用户的研究,本研究针对竞争与合作共存的现实背景,重点研究制造型平台定价与利润分享问题。

展厅行为使需求在渠道间发生转移,加剧渠道竞争,对实体零售商或线上线下两个渠道均不利^[20, 21]。退货政策^[22]、一致性定价^[23]与零售商服务成本共担^[24]等方式可以对削弱展厅行为的不利影响起到积极作用,实现采用双渠道销售的制造商与实体零售商的双赢。作为重要协调方式之一,利润共享被多次用于双渠道销售的研究^[25, 26],但这些文献均未体现展厅行为,在现实应用中具有局限性。Sun 等^[27]考虑反展厅现象,首次提出反展厅行为利润共享合同,即实体零售商将反展厅行为产生的利润以 λ 的比例分享给进行双渠道销售的制造商,实现协调。基于对以上研究现状的分析,考虑到制造型平台为缓解渠道竞争存在补偿实体零售商并激励实体零售商提高服务水平的动机,本研究从利润共享的角度出发,提出共享展厅行为利润的合作方式,即制造型平台将展厅行为产生的利润以一定的比例补偿给实体零售商,讨论这类合作行为的必要性与稳定性,计算合作行为对参与者利润增长的贡献。

回顾相关文献可以发现,尽管平台化是企业发展的新方向,但现有研究仍具有一定局限性,缺少关于制造型平台这一新兴平台定价决策的讨论与分析。此外,鲜有文献在平台、入驻制造商和实体零售商的价格竞争条件下,考虑平台与实体零售商合作对策略选择和最优利润的影响。鉴于此,本研究利用非合作-合作两型博弈方法,探究竞争与合作共存下制造型平台的定价问题。主要贡献包括:1) 分析了制造型平台、入驻制造商与实体零售商价格竞争下的消费者选择,确定了平台供应链各成员的利润;2) 构建一个非合作-合作两型博弈模型,同时解决了竞争与合作共存下制造型平台、入驻制造商和实体零售商的策略优化及联盟利益分配问题,其中非合作博弈与合作博弈两部分相互耦合,循环交叉。在非合作博弈部分,以利润最大化为目标,制造型平台确定产品批发价格与线上零售价格,入驻制造商与实体零售商确定各自零售价格,构成影响合作的竞争局势。面对各种竞争局势,在合作博弈部分,制造型平台与实体零售商共享展厅行为利润,形成合作联盟,通过优化利润共享比例与服务水平创造联盟的新价值,运用 Shapley 值分配联盟利润。本研究证明

了合作博弈为凸博弈,且分配满足集体理性与个体理性,验证了合作行为的合理性;3) 利用比较静态分析方法,揭示了消费者线上渠道偏好、入驻制造商产品认可度和实体零售商服务成本系数对均衡价格、最优利润、消费者剩余与社会福利的影响,为制造型平台的价格制定提供现实指导。

1 制造型平台定价与利润分享问题

考虑由制造型平台 O、入驻制造商 M 和实体零售商 R 组成的平台供应链。制造型平台 O 与入驻制造商 M 生产具有可替代性的产品,单位生产成本分别为 c_o 和 c_m 。借助大数据优势与消费者追求便捷的心理,制造型平台 O 以零售价格 p_o 直接销售产品给消费者,构成线上渠道。同时,为提高市场覆盖率,提升消费者对产品的认知与体验性,制造型平台也通过实体店展开销售。制造型平台 O 以批发价格 w 供货给实体零售商 R,实体零售商 R 以零售价格 p_r 进行销售,构成线下渠道。

作为消费者广泛认可的销售媒介,制造型平台 O 销售自身产品的同时也可为其他入驻制造商提供线上市场。平台允许入驻制造商 M 以缴纳入驻费 F 的方式入驻平台并销售产品,零售价格为 p_m 。制造型平台 O 的平台建设与运营维护费用为 C 。入驻平台为入驻制造商 M 节约大量的销售渠道构建成本,利于制造型平台缓解部分平台运营成本压力,并为平台带来更多用户访问量。平台供应链的基本结构如图 1 所示。

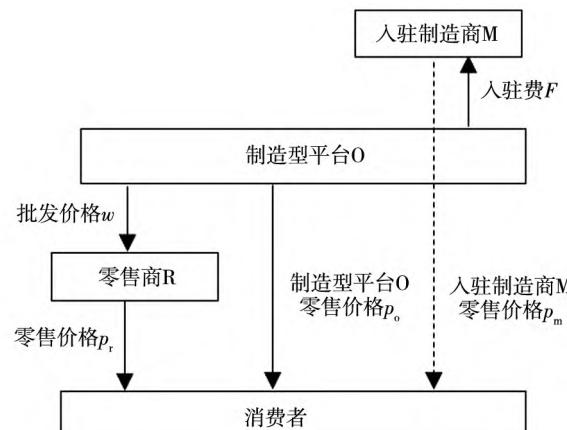


图 1 平台供应链结构

Fig. 1 Structure of the platform supply chain

假设1 制造型平台O、实体零售商R与入驻制造商M都是风险中性和完全理性的.

为使消费者充分了解产品,丰富购物体验,实体零售商R为消费者提供产品介绍、展示与试用等服务,服务水平表示为 e .

假设2 把实体零售商服务成本表示为服务水平的二次方关系^[28],即 $(\mu_r e^2)/2$,其中 μ_r 为服务成本系数.

许多类型产品的线上销售价格比线下销售价格低9%~16%^[29].相较于面向全网的线上平台,实体零售商周到的服务易使消费者对产品与卖家产生高度认可和喜爱,因此设置高零售价格符合实体零售商的普遍选择,也符合消费者的普遍认知.不失一般性,做下面假设3.

假设3 线下零售价格高于线上零售价格,即 $p_r > p_o$.

线上线下不同的销售方式使消费者对各渠道的产品感知存在差异.实体零售店详尽的讲解与试用帮助消费者清楚认知与评估产品,而线上销售的不可触摸性导致产品估值下降^[30].因此,做下面假设4.

假设4 消费者购买实体零售商R产品的估值表示为 v ,线上购买造型平台O产品的估值为 αv ,线上购买入驻制造商M产品的估值为 $\alpha\beta v$,其中, $\alpha \in (0, 1)$, β 刻画消费者对入驻制造商M产品的认可度, β 越大,入驻制造商M产品估值越大,产品对消费者更有吸引力.

线上购物可以避免消费者的路途奔波且购买操作简单易学^[30],考虑消费者的麻烦成本,如线下购物产生的交通成本、线上搜索成本及等待时间成本等,给出假设5.

假设5 把消费者从实体零售商R处购买产品产生的麻烦成本表示为 l ,考虑消费者的异质性, l 服从闭区间 $[0, L]$ 上的均匀分布,即 $l \sim [0, L]$.通过线上渠道购买造型平台O产品的麻烦成本为 $\eta_o l$,购买入驻制造商M产品的麻烦成本为 $\eta_m l$, $0 < \eta_o < \eta_m < 1$.

实体零售商为造型平台的产品提供了展示机会,但由于 p_r 与 p_o 存在差异,消费者可能先在

实体零售商R处充分体验、了解产品后选择以低价线上购买造型平台O的产品,即产生展厅行为.因此,根据上述造型平台的结构,可以知道,消费者共存在四种购物方式:1)直接线上购买造型平台O的产品;2)购买入驻制造商M的产品;3)购买实体零售商R的产品;4)线下体验线上购买造型平台O的产品.在不同的购物方式之间,消费者获得的效用具有明显差异.基于以上假设,消费者效用由产品估值和价格之间的差额、服务体验以及麻烦成本共同构成.故直接线上购买造型平台O的产品、购买入驻制造商M的产品、购买实体零售商R的产品以及线下体验线上购买造型平台O的产品这四种方式下消费者效用可以依次表示为

$$\begin{aligned}U_o &= \alpha v - p_o - \eta_o l \\U_m &= \alpha\beta v - p_m - \eta_m l \\U_r &= v - p_r + e - l \\U_{ro} &= v - p_o + e - l - \eta_o l\end{aligned}$$

依据效用最大化原则^[21, 30],对拥有不同购物方式的消费者进行划分,可以得到所有细分市场的规模.因此,本研究首先建立消费者选择模型,进而确定直接线上购买造型平台O、入驻制造商M、实体零售商R与展厅行为的产品需求^②.

本文重点研究展厅行为下造型平台、入驻制造商与实体零售商之间的竞争与合作.因此,这里仅考虑造型平台O线上渠道、入驻制造商M、实体零售商R与展厅行为的需求均为正值的情况,即 $0 < l_{ro} < l_{mr} < l_{om} < L$,否则,研究问题不符合实际情况.其中,由消费者效用间的两两比较可以得到, $l_{ro} = (p_r - p_o)/\eta_o$ 是消费者购买实体零售商R产品与线下体验线上购买造型平台O产品的效用无差异点, $l_{mr} = [(1 - \alpha\beta)v + e + p_m - p_r]/\eta_m$ 是消费者购买入驻制造商M的产品与购买实体零售商R的产品的效用无差异点, $l_{om} = [\alpha(\beta - 1)v + p_o - p_m]/\eta_{mo}$ 是消费者直接线上购买造型平台O的产品与购买入驻制造商M的产品的效用无差异点,这里 $\bar{\eta}_m = 1 - \eta_m$ 和 $\bar{\eta}_{mo} = \eta_m - \eta_o$.在这种情况下,消费者的效用对比如图2所示.

② 证明内容不在正文刊出,请联系作者邮箱备索获取.

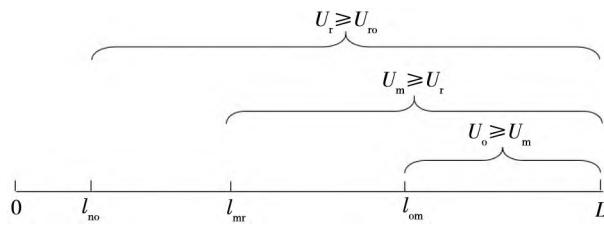


图 2 消费者的效用对比

Fig. 2 Comparison of consumers' utilities

通过效用最大化原则可得,直接线上购买制造型平台 O 的产品需求 D_o 、入驻制造商 M 的产品需求 D_m 、实体零售商 R 的产品需求 D_r 和线下体验线上购买的展厅行为的产品需求 D_{ro} 分别为

$$D_o = L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\eta_{mo}}$$

$$D_m = \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\eta_{mo}} - \frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\eta_m}$$

$$D_r = \frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\eta_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o}$$

$$D_{ro} = \frac{p_r - p_o}{\eta_o}$$

显然,消费者的展厅行为使实体零售商的部分需求转移至线上渠道,即 D_{ro} 。这为制造型平台 O 带来利润的同时造成实体零售商 R 的利益损失。为削弱展厅行为的不利影响,激励实体零售商 R 提供高质量服务,提高线下渠道的需求量,进而实现制造型平台与实体零售商的双赢。制造型平台 O 以共享展厅行为利润的方式对实体零售商进行补偿,利润共享比例为 γ ,其中 $\gamma \in [0, 1]$ 。因此,制造型平台 O 的利润函数为

$$\pi_o(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) = (p_o - c_o)D_o + (w - c_o)D_r + [(1-\gamma)p_o - c_o]D_{ro} + F - C$$

其中,等式右边第一项是消费者未体验、直接在线上购买平台自产品时为平台带来的利润,第二项是制造型平台 O 批发行为产生的利润,第三项是展厅行为利润共享之后、制造型平台 O 获得的利润。

实体零售商 R 的利润函数为

$$\pi_r(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) = (p_r - w)D_r + \gamma p_o D_{ro} - \frac{1}{2}\mu_r e^2$$

入驻制造商 M 的利润函数为

$$\pi_m(p_o, p_r, p_m, e) = (p_m - c_m)D_m - F$$

消费者剩余为

$$\begin{aligned} CS &= \int_0^{l_{ro}} (v - p_o + e - l - \eta_o l) dl + \\ &\quad \int_{l_{ro}}^{l_{mr}} (v - p_r + e - l) dl + \\ &\quad \int_{l_{mr}}^{l_{om}} (\alpha\beta v - p_m - \eta_m l) dl + \\ &\quad \int_{l_{om}}^L (\alpha v - p_o - \eta_o l) dl \\ &= (v - p_o + e)D_{ro} + (v - p_r + e)D_r + \\ &\quad (\alpha\beta v - p_m)D_m + (\alpha v - p_o)D_o - \\ &\quad 0.5\eta_o l_{ro}^2 - 0.5\eta_m l_{mr}^2 - 0.5\eta_{mo} l_{om}^2 - \\ &\quad 0.5\eta_o L^2 \end{aligned}$$

2 制造型平台定价与利润分享的非合作-合作两型博弈建模分析

2.1 非合作-合作两型博弈建模分析框架

为实现利润最大化,制造型平台 O 确定批发价格与线上零售价格,入驻制造商 M 和实体零售商 R 确定各自零售价格,构成非合作博弈。制造型平台 O 以 γ 的比例与实体零售商 R 共享展厅行为利润,实体零售商 R 优化服务水平 e ,构成合作博弈。显然,入驻制造商 M 只参与非合作博弈部分而制造型平台 O 与实体零售商 R 同时参与非合作博弈和合作博弈两部分。在给出合作博弈部分的策略之前,制造型平台与实体零售商无法确定非合作博弈部分的利润函数,进而不可能确定利润的最大化策略。而在不同的批发价格、零售价格组合(即竞争局势)或非合作博弈策略组合下,制造型平台与实体零售商也将在合作博弈部分做出不同的策略选择(即利润共享比例、服务水平)。因此,非合作博弈策略与合作博弈策略是相互影响的。本研究构建一个非合作-合作两型博弈模型,以刻画非合作博弈部分与合作博弈部分的相互融通。

首先,针对任意给定的批发价格 w 以及零售价格 p_o, p_r 与 p_m 组成策略组合 (w, p_o, p_r, p_m) ,构成非合作博弈部分的竞争局势;其次,面对任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) ,制造型平台 O 与实体零售商 R 确定合作博弈策略,即利润共享比例 γ 和服务水平 e (与 (w, p_o, p_r, p_m) 有关),利用 Shapley 值对大联盟利润进行分配,得到联盟各成

员的利润。最后, 将合作博弈的利润分配值与入驻制造商 M 的利润函数作为非合作博弈部分的支付函数, 采用 Nash 均衡方法, 求解得到非合作博弈

的最优策略, 进而在返回合作博弈部分的计算结果, 得到最优利润共享比例和最优服务水平。非合作-合作两型博弈过程循环交叉, 如图 3 所示。

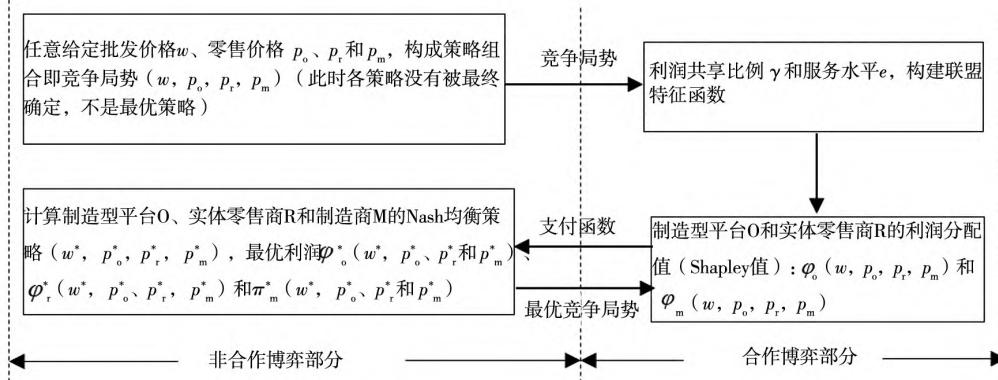


图 3 非合作-合作两型博弈结构与流程

Fig. 3 Structure and process of noncooperative-cooperative biform game

根据上述分析和图 3 的流程, 本研究首先构建任意给定竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) 下的合作博弈模型, 确定合作博弈局中人的策略与利润分配。

2.2 合作博弈建模与求解

为减少消费者展厅行为对线下渠道的损害, 提高线下渠道需求量, 实现制造型平台与实体零售商利润的双双增大, 制造型平台 O 以 γ 的比例与实体零售商 R 共享展厅行为利润。此时, 他们是否构成“结盟关系”, 形成合作联盟以及联盟是否稳定取决于他们联盟之后合作创造的联盟利润是否增加和利润增加部分分配的合理性、公平性。Bargaining 模型或 Nash 议价解是研究合作博弈的常见方法, 但这种“非结盟”合作博弈只关注利润的分配(更多反映局中人的谈判能力), 无法解决局中人如何结盟、怎样合作才能创造新价值的问题。本研究更加关注制造型平台 O 与实体零售商 R 是否需要“结盟”(合作)、如何“结盟”、结盟之后共同创造多少利润以及利润分配的合理性、联盟形成的稳定性等。因此, 本研究选择构建一个(结盟)合作博弈模型(具有联盟特征函数的合作博弈)。通过这种“结盟”合作博弈判断制造型平台 O 与实体零售商 R 合作(结盟)是否为每一个联盟成员带来更多的价值, 从而验证合作关系是否能够形成、是否长久稳定。

针对任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) , 制造型平台 O 与实体零售商 R 共享展厅行为利润, 构成局中人集合 $N = \{O, R\}$, 可以形成包括空集

在内的 4 个联盟: $\emptyset, \{O\}, \{R\}, \{O, R\}$ 。用 $(N, v(w, p_o, p_r, p_m))$ 表示给定竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) 下集合 N 的合作博弈。

若联盟为空集, 即无局中人参与运营, 则利润为零, 即

$$v(w, p_o, p_r, p_m)(\emptyset) = 0$$

对于非空联盟, 制造型平台 O 不与实体零售商 R 合作即单干时, 二者处于利益冲突对立面, 彼此策略的选择可能造成对方利益的受损。为了消除联盟外部性的影响, 即在实体零售商 R(制造型平台 O) 做出最不利制造型平台 O(实体零售商 R) 的策略选择时, 制造型平台 O(实体零售商 R) 也能确保自己的利润, 本研究利用冯·诺伊曼的联盟特征函数确定方法, 计算联盟 S ($S \subset N$) 的特征值, 即联盟利润。

制造型平台 O 单干即联盟 $\{O\}$ 的特征值(利润)表示为

$$v(w, p_o, p_r, p_m)(\{O\}) = \max_{\gamma} \min_e \{ \pi_o(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) \}$$

即

$$\begin{aligned} v(w, p_o, p_r, p_m)(\{O\}) = & \max_{\gamma} \min_e \{ (p_o - c_o) [L - \\ & \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\eta_{mo}}] + [(1-\gamma)p_o - c_o] \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + \\ & (w - c_o) \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\eta_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + F - C \} \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)右边函数是决策变量 e 的线性函数且

e 的系数 $(w - c_o) / \bar{\eta}_m$ 为正数, 因此 $e = 0$ 使得式(1) 右边函数取得最小值, 即式(1) 可写为

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O\}) = \max_{\gamma} \left\{ (p_o - c_o) [L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}}] + [(1-\gamma)p_o - c_o] \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + (w - c_o) \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + F - C \right\}$$

显然, 在上式右边的函数中, 决策变量 γ 的系数 $-p_o(p_r - p_o) / \eta_o$ 为负数, $\gamma = 0$ 使上式右边函数取得最大值. 联盟{O} 的利润为

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O\}) = (p_o - c_o) \left[L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}} \right] + (p_o - w) \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + (w - c_o) \frac{(1-\alpha\beta)v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} + F - C$$

由上式的联盟特征值可知, 制造型平台 O 与实体零售商 R 不合作时, 实体零售商不提供服务将造成平台 O 利润降低. 为保证自己即使在最不利情形下也尽可能获取多的利润, 制造型平台 O 选择不与实体零售商 R 共享展厅行为产生的利润, 即利润共享比例 $\gamma = 0$.

类似地, 联盟{R} 的特征值表示为

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) = \max_{e} \min_{\gamma} \{ \pi_r(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) \}$$

即

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) = \max_{e} \min_{\gamma} \{ (p_r - w) \times \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + \gamma p_o \times \frac{p_r - p_o}{\eta_o} - \frac{1}{2} \mu_r e^2 \} \quad (2)$$

式(2) 右边函数是决策变量 γ 的线性函数且 γ 的系数 $p_o(p_r - p_o) / \eta_o$ 为正数, 因此 $\gamma = 0$ 使式(2) 右边函数取得最小值, 从而可得

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) = \max_{e} \{ (p_r - w) \times \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] - \frac{1}{2} \mu_r e^2 \}$$

记

$$g_1(e) = (p_r - w) \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] - \frac{\mu_r e^2}{2}$$

对 $g_1(e)$ 关于 e 求一阶导数并令其等于零, 即

$$\frac{dg_1(e)}{de} = \frac{p_r - w}{\bar{\eta}_m} - \mu_r e = 0$$

求解上述方程得到, $e^* = (p_r - w) / (\mu_r \bar{\eta}_m)$, $g_1(e)$ 关于 e 的二阶导数在 e^* 处小于 0. 故 e^* 为函数 $g_1(e)$ 的最大值点. 简单计算, 可以得到联盟{R} 的利润为

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) = (p_r - w) \times \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + \frac{(p_r - w)^2}{2\mu_r \bar{\eta}_m^2}$$

可以看出, 单干时, 制造型平台不再以共享展厅行为利润的方式对实体零售商进行补偿与激励. 此时, 实体零售商只有选择服务水平 $e^* = (p_r - w) / (\mu_r \bar{\eta}_m)$ 才可以争取更多利润.

对于造型平台 O 和实体零售商 R 合作构成的大联盟{O, R}, 此时联盟只需要优化服务水平 e 以实现利润最大, 而不需要考虑展厅行为利润共享比例问题. 联盟{O, R} 的联盟特征值即利润表示为

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) = \max_e \{ \pi_o(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) + \pi_r(w, p_o, p_r, p_m, \gamma, e) \}$$

即

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) = \max_e \{ (p_o - c_o) L - \left[\frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}} + \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + F - C + (p_r - c_o) \times \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] - \frac{1}{2} \mu_r e^2 \}$$

记

$$g_2(e) = (p_o - c_o) \left[L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}} + \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + (p_r - c_o) \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + F - C - \frac{1}{2} \mu_r e^2$$

对 $g_2(e)$ 关于 e 求一阶导数并令其等于零, 即

$$\frac{d g_2(e)}{d e} = \frac{p_r - c_o}{\bar{\eta}_m} - \mu_r e = 0$$

求解上述方程, 可以得到 $e'' = (p_r - c_o) / (\mu_r \bar{\eta}_m)$. $g_2(e)$ 关于 e 的二阶导数在 e'' 处小于 0, 因此 e'' 为函数 $g_2(e)$ 的最大值点, 即制造型平台 O 与实体零售商 R 合作时, 实体零售商服务水平为 e'' . 计算得到联盟{O, R}的特征值即联盟利润为

$$\begin{aligned} v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) &= (p_r - c_o) \times \\ &\quad \frac{(1 - \alpha\beta) v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} + (p_o - c_o) \times \\ &\quad \left[L - \frac{\alpha(\beta-1) v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_m} \right] + (p_o - p_r) \times \\ &\quad \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + \frac{(p_r - c_o)^2}{2\mu_r \bar{\eta}_m} + F - C \end{aligned}$$

由于 $w > c_o$, 分别对比制造型平台 O、实体零售商 R 各自单干与合作时的实体零售商服务水平和联盟利润, 可以得到命题 1.

命题 1 针对任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m)

- 1) 对于实体零售商服务水平, 有 $e'' > e'$;
- 2) 对于联盟利润, 有

$$v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) > v(w, p_o, p_r, p_m) \times (\{O\}) + v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\})$$

命题 1 表明, 制造型平台 O 与实体零售商 R 是有动机进行合作(结盟)的. 在任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) 下, 制造型平台 O 与实体零售商 R 共享展厅行为利润, 形成合作(结盟), 可以激励实体零售商为消费者提供更详尽的产品展示与购买指导, 满足更多顾客的消费需求, 提高制造型平台和实体零售商的盈利能力, 从而为合作联盟创造更多价值(利润).

2.3 制造型平台与实体零售商的利润分配

对于任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) , 比较合作博弈 $(N, v(w, p_o, p_r, p_m))$ 的各联盟特征值, 即根据命题 1 的 2), 可以发现对任意的联盟 $S, T \subseteq N$, 有

$$\begin{aligned} v(w, p_o, p_r, p_m) (S) + v(w, p_o, p_r, p_m) (T) &\leq \\ v(w, p_o, p_r, p_m) (S \cup T) + v(w, p_o, p_r, p_m) (S \cap T) \end{aligned}$$

因此, 合作博弈 $(N, v(w, p_o, p_r, p_m))$ 为凸合作博弈, 其 Shapley 值属于核心^[31]. 核心保证了任何联盟都无法提出一个更有利于自己的分配, 因此核心中的任意分配都是合理、稳定的. 本节利用 Shapley 值对大联盟利润进行分配, 从而是一个合理、稳定的利润分配方案.

根据 Shapley 值公式^[31], 对合作博弈 $(N, v(w, p_o, p_r, p_m))$ 的大联盟利润进行分配, 可以得到制造型平台 O 的利润 $\varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)$ 、实体零售商 R 的利润 $\varphi_r(w, p_o, p_r, p_m)$ 分别为

$$\begin{aligned} \varphi_o(w, p_o, p_r, p_m) &= \frac{1}{2} v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O\}) + \\ &\quad \frac{1}{2} [v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) - v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\})] \\ &= (p_o - c_o) \left[L - \frac{\alpha(\beta-1) v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_m} \right] + (p_o - w) \times \\ &\quad \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + (w - c_o) \frac{(1 - \alpha\beta) v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} + \\ &\quad \frac{(p_r - c_o)^2 - (p_r - w)^2}{4\mu_r \bar{\eta}_m} + F - C \\ \varphi_r(w, p_o, p_r, p_m) &= \frac{1}{2} v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) + \\ &\quad \frac{1}{2} [v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O, R\}) - v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O\})] \\ &= (p_r - w) \left[\frac{(1 - \alpha\beta) v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + \\ &\quad \frac{(p_r - c_o)^2 + (p_r - w)^2}{4\mu_r \bar{\eta}_m} \end{aligned}$$

对于上述凸合作博弈 $(N, v(w, p_o, p_r, p_m))$, 其 Shapley 值 $(\varphi_o(w, p_o, p_r, p_m), \varphi_r(w, p_o, p_r, p_m))$ 属于核心, 保证了利润分配同时满足集体合理性和个体合理性, 即命题 2.

命题 2 针对任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) , 对于制造型平台 O 与实体零售商 R 的利润, 有

$$\begin{aligned} \varphi_o(w, p_o, p_r, p_m) &> v(w, p_o, p_r, p_m) (\{O\}) \\ \varphi_r(w, p_o, p_r, p_m) &> v(w, p_o, p_r, p_m) (\{R\}) \end{aligned}$$

命题 2 表明, 制造型平台与实体零售商共享展厅行为利润时, 利用 Shapley 值分配联盟利润后的制造型平台 O 与实体零售商 R 的盈利均优于单干(不合作)情形, 即: 制造型平台与实体零

售商有充足的动机开展合作且合作关系稳定,不存在局中人偏离联盟的可能。制造型平台与实体零售商的合作行为有效缓解了展厅行为导致的线上线下竞争的加剧,对制造型平台与实体零售商都是有利的。

2.4 非合作博弈建模与求解

对于任意给定的竞争局势 (w, p_o, p_r, p_m) , 将实体零售商服务水平 e^* 代入入驻制造商 M 的利润函数 $\pi_m(p_o, p_r, p_m, e)$, 可得到入驻制造商 M 的利润函数为

$$\pi_m(p_o, p_r, p_m) = (p_m - c_m) \left[\frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}} - \frac{(1-\alpha\beta)v + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} \right] - \frac{(p_m - c_m)(p_r - c_o)}{\mu_r \bar{\eta}_m^2} - F$$

在非合作博弈部分,以利润最大化为目标,制造型平台 O 确定产品批发价格,并与入驻制造商 M 和实体零售商 R 通过零售价格竞争市场终端的消费者。合作博弈部分分配得到的利润 $\varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)$ 、 $\varphi_r(w, p_o, p_r, p_m)$ 以及入驻制造商 M 的利润 $\pi_m(p_o, p_r, p_m)$ 组成了非合作博弈部分中制造型平台 O、实体零售商 R 与入驻制造商 M 的支付函数。

分别对 $\varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)$ 关于 w 和 p_o 求一阶偏导数并令其等于零,对 $\varphi_r(w, p_o, p_r, p_m)$ 关于 p_r 求一阶导数并令其等于零,对 $\pi_m(p_o, p_r, p_m)$ 关于 p_m 求一阶导数并令其等于零,分别可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)}{\partial w} &= \frac{(1-\alpha\beta)v - p_r + p_m}{\bar{\eta}_m} + \frac{p_o - p_r}{\eta_o} + \frac{p_r - w}{2\mu_r \bar{\eta}_m^2} = 0 \\ \frac{\partial \varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)}{\partial p_o} &= L - \frac{\alpha(\beta-1)v - p_m - c_o}{\bar{\eta}_{mo}} + \frac{p_r + w}{\eta_o} - 2 \frac{\eta_m p_o}{\eta_o \bar{\eta}_{mo}} = 0 \\ \frac{d\varphi_r(w, p_o, p_r, p_m)}{dp_r} &= \frac{(1-\alpha\beta)v + p_m}{\bar{\eta}_m} + \frac{p_o}{\eta_o} + \frac{(1-\bar{\eta}_{mo})w}{\bar{\eta}_m \eta_o} - \frac{w + c_o}{2\mu_r \bar{\eta}_m^2} - 2 \frac{(1-\bar{\eta}_{mo})p_r}{\bar{\eta}_m \eta_o} + \frac{p_r}{\mu_r \bar{\eta}_m^2} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{d\pi_m(p_o, p_r, p_m)}{dp_m} &= \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o}{\bar{\eta}_{mo}} - \frac{(1-\alpha\beta)v - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - c_o}{\mu_r \bar{\eta}_m^2} + \left(\frac{1}{\eta_{mo}} + \frac{1}{\eta_m} \right) (c_m - 2p_m) = 0 \end{aligned}$$

联立上述 4 个方程,组成方程组,通过求解可得,当 $\eta_o/[2\bar{\eta}_m(1-\bar{\eta}_{mo})] < \mu_r < \eta_o/(\bar{\eta}_{mo}\eta_m)$ 时, Nash 均衡解存在,制造型平台 O、实体零售商 R 和入驻制造商 M 的最优定价分别为

$$p_o^* = -\frac{1}{F_5}(k_1 F_1 + k_2 F_2 + 2k_3 F_3 + k_4 F_4) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} w^* &= \frac{\mu_r}{F_5} \left[2k_5 F_1 + k_6 F_2 - 2(k_7 F_3 + k_8 F_4) \times \left(\frac{2\mu_r}{\eta_o} + \frac{2\mu_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{1}{\bar{\eta}_m^2} \right) \right] \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} p_r^* &= -\frac{u_r}{F_5} \left[k_9 F_1 + k_{10} F_2 + 4u_r (k_7 F_3 + k_8 F_4) \times \left(\frac{1}{\eta_o} + \frac{1}{\bar{\eta}_m} \right) \right] \end{aligned} \quad (5)$$

$$p_m^* = \frac{1}{F_5}(k_{11} F_1 + k_{12} F_2 - k_{13} F_3 + 2k_{14} F_4) \quad (6)$$

其中 F_1 至 F_5 、 k_1 至 k_{14} 由参数组成,这里不再赘述^②。

将最优零售价格 p_r^* 代入 e^* ,可以得到制造型平台 O 与实体零售商 R 合作下的实体零售商最优服务水平为

$$e^* = \frac{p_r^* - c_o}{\mu_r \bar{\eta}_m} \quad (7)$$

将 Nash 均衡解 $(w^*, p_o^*, p_r^*, p_m^*)$ 和最优服务水平 e^* 依次代入 $\varphi_o(w, p_o, p_r, p_m)$ 、 $\varphi_r(w, p_o, p_r, p_m)$ 和 $\pi_m(p_o, p_r, p_m)$, 可得制造型平台 O、实体零售商 R 和入驻制造商 M 的最优利润分别为

$$\begin{aligned} \varphi_o^* &= (p_o^* - c_o) \left[L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o^* - p_m^*}{\bar{\eta}_{mo}} \right] + (w^* - c_o) \frac{(1-\alpha\beta)v + p_m^* - p_r^*}{\bar{\eta}_m} + (p_o^* - w^*) \times \frac{p_r^* - p_o^*}{\eta_o} + \frac{(p_r^* - c_o)^2 - (p_r^* - w^*)^2}{4\mu_r \bar{\eta}_m^2} + F - C \quad (8) \end{aligned}$$

② 此处具体内容省略,感兴趣读者请联系作者邮箱获取备索。

$$\varphi_r^* = (p_r^* - w^*) \left[\frac{\alpha(\beta-1)v + p_m^* - p_r^*}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r^* - p_o^*}{\eta_o} \right] + \frac{(p_r^* - c_o)^2 + (p_r^* - w)^2}{4\mu_r \bar{\eta}_m^2} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \pi_m^* &= (p_m^* - c_m) \left[\frac{\alpha(\beta-1)v + p_o^* - p_m^*}{\bar{\eta}_{mo}} - \frac{(1-\alpha\beta)v + p_m^* - p_r^*}{\bar{\eta}_m} \right] - (p_m^* - c_m) \times \\ &\quad \frac{(p_m^* - c_o)}{\mu_r \bar{\eta}_m^2} - F \end{aligned} \quad (10)$$

由联盟{O, R}的联盟特征值分析可知, 在任意竞争局势(w, p_o, p_r, p_m)下, 制造型平台O与实体零售商R合作形成联盟{O, R}时, 制造型平台O的利润为

$$\begin{aligned} \pi_o(w, p_o, p_r, p_m) &= (p_o - c_o) \left[L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o - p_m}{\bar{\eta}_{mo}} + \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + \left[(1-\gamma)p_o - c_o \right] \frac{p_r - p_o}{\eta_o} + (w - c_o) \times \\ &\quad \left[\frac{(1-\alpha\beta)v + e + p_m - p_r}{\bar{\eta}_m} - \frac{p_r - p_o}{\eta_o} \right] + F - C \end{aligned}$$

因此, 对于Nash竞争局势(w^*, p_o^*, p_r^*, p_m^*)制造型平台O的利润满足 $\pi_o(w^*, p_o^*, p_r^*, p_m^*) = \varphi_o^*$ 。通过求解, 可以得到制造型平台O的最优利润共享比例 γ^* 为

$$\gamma^* = \frac{\eta_o(w^* - c_o)(2p_r^* + w^* - 3c_o)}{4\mu_r \bar{\eta}_m^2 p_o^* (p_r^* - p_o^*)}$$

制造型平台O、入驻制造商M、实体零售商R和展厅行为的最优产品需求量分别为

$$\begin{aligned} D_o^* &= L - \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o^* - p_m^*}{\bar{\eta}_{mo}} \\ D_m^* &= \frac{\alpha(\beta-1)v + p_o^*}{\bar{\eta}_{mo}} - \frac{(1-\alpha\beta)v + e^* - p_r^*}{\bar{\eta}_m} - \\ &\quad p_r^* \left(\frac{1}{\bar{\eta}_{mo}} + \frac{1}{\bar{\eta}_m} \right) \\ D_o^* &= \frac{(1-\alpha\beta)v + e^* + p_m^*}{\bar{\eta}_m} + \frac{p_o^*}{\eta_o} - \frac{(1 - \bar{\eta}_{mo})p_r^*}{\bar{\eta}_m \eta_o} \\ D_{ro}^* &= \frac{p_r^* - p_o^*}{\eta_o} \end{aligned}$$

最优消费者剩余为

$$\begin{aligned} CS^* &= (v - p_o^* + e^*) D_{ro}^* + (v - p_r^* + e^*) D_r^* + \\ &\quad (\alpha\beta v - p_m^*) D_m^* + (\alpha v - p_o^*) D_o^* - 0.5\eta_o l_{ro}^{*2} - \\ &\quad 0.5\bar{\eta}_m l_{mr}^{*2} - 0.5\bar{\eta}_{mo} l_{om}^{*2} - 0.5\eta_o L^2 \quad (11) \\ l_{ro}^* &= \frac{p_r^* - p_o^*}{\eta_o} \\ l_{mr}^* &= \frac{(1 - \alpha\beta)v + e^* + p_m^* - p_r^*}{\bar{\eta}_m} l_{om}^* \\ &= \frac{(\beta - 1)\alpha v + p_o^* - p_m^*}{\bar{\eta}_{mo}} \end{aligned}$$

从而可得社会福利为

$$SW^* = CS^* + \varphi_o^* + \varphi_r^* + \pi_m^* \quad (12)$$

通过上面的非合作—合作两型博弈模型的构建与求解, 可以发现消费者对线上渠道的偏好、对入驻制造商M产品的认可度以及实体零售商的服务成本显著影响产品定价和实体零售商服务水平的选择, 但由于计算公式(或结果)相对复杂, 下面采用数值模拟进行具体的仿真分析。

3 数值分析

本节采用数值模拟与比较静态分析方法, 探究Nash均衡策略、最优利润关于线上渠道偏好程度 α 、入驻制造商M产品认可度 β 及实体零售商R服务成本系数 μ_r 的变化趋势, 并分析各参数对消费者剩余和社会福利的影响。在满足前面模型假设的基础上, 选择基本参数值为: $L = 350$, $v = 200$, $\eta_o = 0.2$, $\eta_m = 0.32$, $c_o = 40$, $c_m = 20$, $F = 400$, $C = 1500$ 。

3.1 线上渠道偏好对均衡策略、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响

假设入驻制造商M产品认可度 $\beta = 1$ 、实体零售商服务成本系数 $\mu_r = 0.7$, 消费者线上渠道偏好程度 α 可变化。利用式(3)~式(12), 可得策略选择、产品需求量、最优利润、消费者剩余和社会福利的变化, 如图4所示。

观察图4可以发现, 消费者线上渠道偏好程度的增大对入驻制造商更有利。由图4(a)和图4(b)可知, 随着线上渠道偏好的增大, 线上线下产品感知差异缩小, 消费者逐渐放弃实体零售商转而直

接从线上平台购买产品,制造型平台 O 与入驻制造商 M 产品需求量迅速增长。为减少需求转移,实体零售商 R 降低零售价格以吸引消费者,而边际利润亦随之减少。此时,实体零售商无力承担较高的服务成本,服务水平显著降低。与对第三方销售平台的直观认知不同,线上渠道偏好程度对制造型平台 O 线上零售价格的影响较小,且随着线上渠道偏好程度的提高,制造型平台 O 利润未因线上销售需求量的增大而增大。相反,由于下游实体零售商销量的减少,制造型平台 O 批发行为收

益受损。同时,为缓解线上线下的渠道竞争,弥补对实体零售商 R 造成的损失,平台企业需给其分享更多展厅行为利润,制造型平台 O 总利润减少。消费者对线上渠道的青睐将导致实体零售商最优零售价格与制造型平台最优零售价格差距缩小,最终实现线上线下统一定价。此外,由图 4(a)和图 4(c)可知,入驻制造商 M 的零售价格随线上渠道偏好程度的增大而增大,边际利润增大,入驻制造商 M 获利明显。由此,归纳得到下面的结论 1 和结论 2。

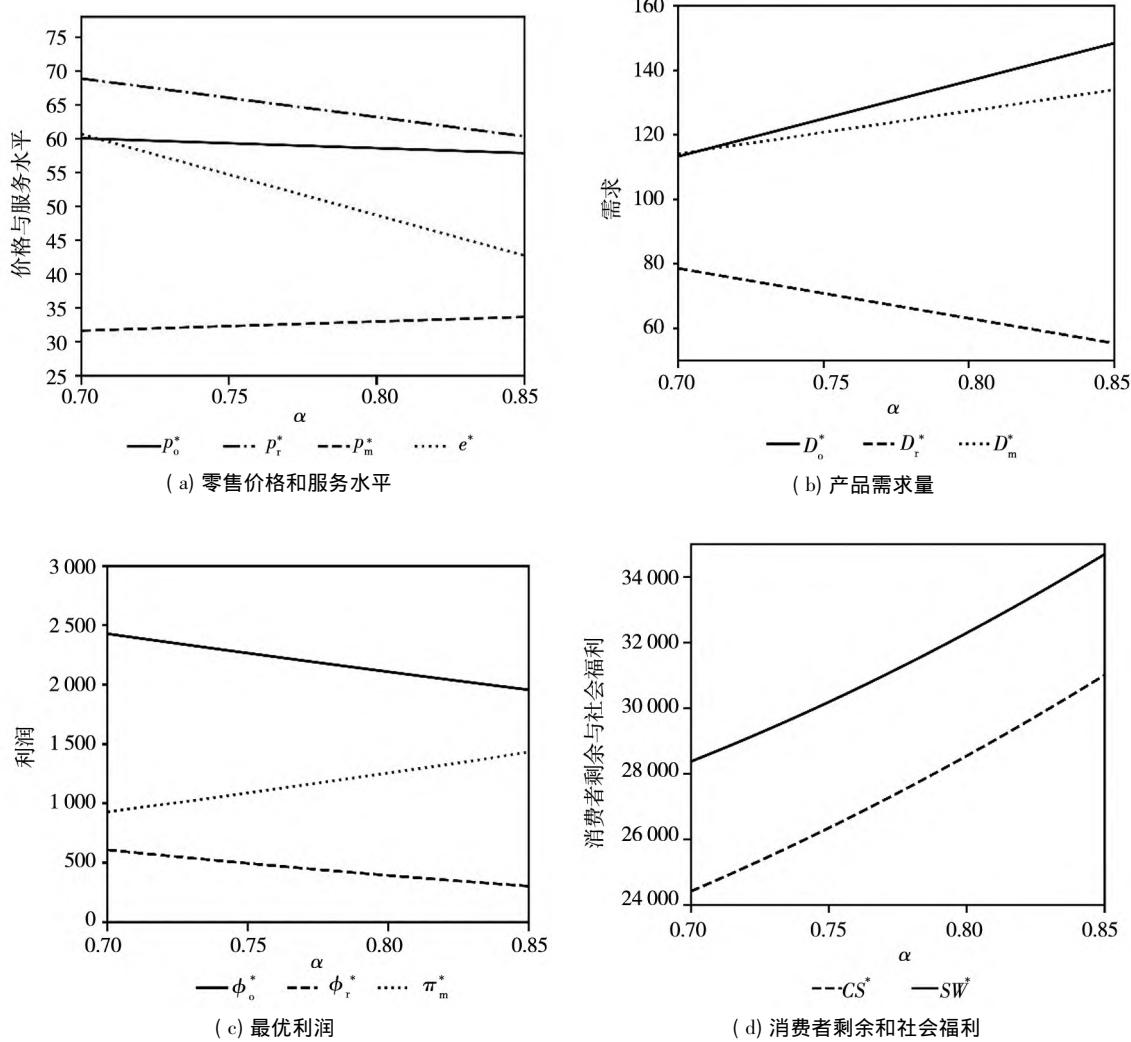


图 4 线上渠道偏好程度的影响

Fig. 4 Effect of the online channel preference

结论 1 随着消费者线上渠道偏好程度的提高,实体零售商的零售价格与服务水平降低,入驻制造商的零售价格升高、制造型平台的零售价格

变化不显著。

结论 2 随着消费者对线上渠道偏好程度的增大,制造型平台与实体零售商的最优利润减少,

而入驻制造商的最优利润增大。

结合图4(d) 可知 线上渠道偏好程度的增大意味着消费者对线上商品满意度增加,实体零售商需求的减少间接降低了因服务水平下降而导致消费者剩余减少的可能性。入驻制造商 M 利润和消费者剩余的增量远高于制造型平台 O 与实体零售商 R 利润的减少量。于是,可以归纳得到结论 3。

结论 3 随着消费者对线上渠道偏好程度的增大,消费者剩余与社会福利增大。

以上结论表明,对于同时拥有线上线下双渠道的制造型平台企业,下游实体零售商的销售对平台企业是否能获利十分重要。实体零售商服务水平大打折扣导致制造型平台批发行为获利减少。线上渠道偏好程度的增加不一定为制造型平

台带来收益的增长,相反对其线上竞争者(入驻制造商 M)一定是有益的。因此,面对广大消费者逐渐增强的网络依赖,为应对同类产品的竞争,制造型平台仍需与实体零售商紧密合作,采取更多方式,如人员培训合作、服务成本分担等,激励实体零售商保持高水平服务,满足消费者高质量购物体验,实现平台企业与实体零售商双赢。

3.2 入驻制造商产品认可度对均衡策略、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响

选择消费者对线上渠道偏好程度 $\alpha = 0.8$ 、实体零售商服务成本系数 $\mu_r = 0.7$ 。利用式(3)~式(12) 探究入驻制造商 M 产品认可度 β 对策略选择、产品需求量、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响,如图 5 所示。

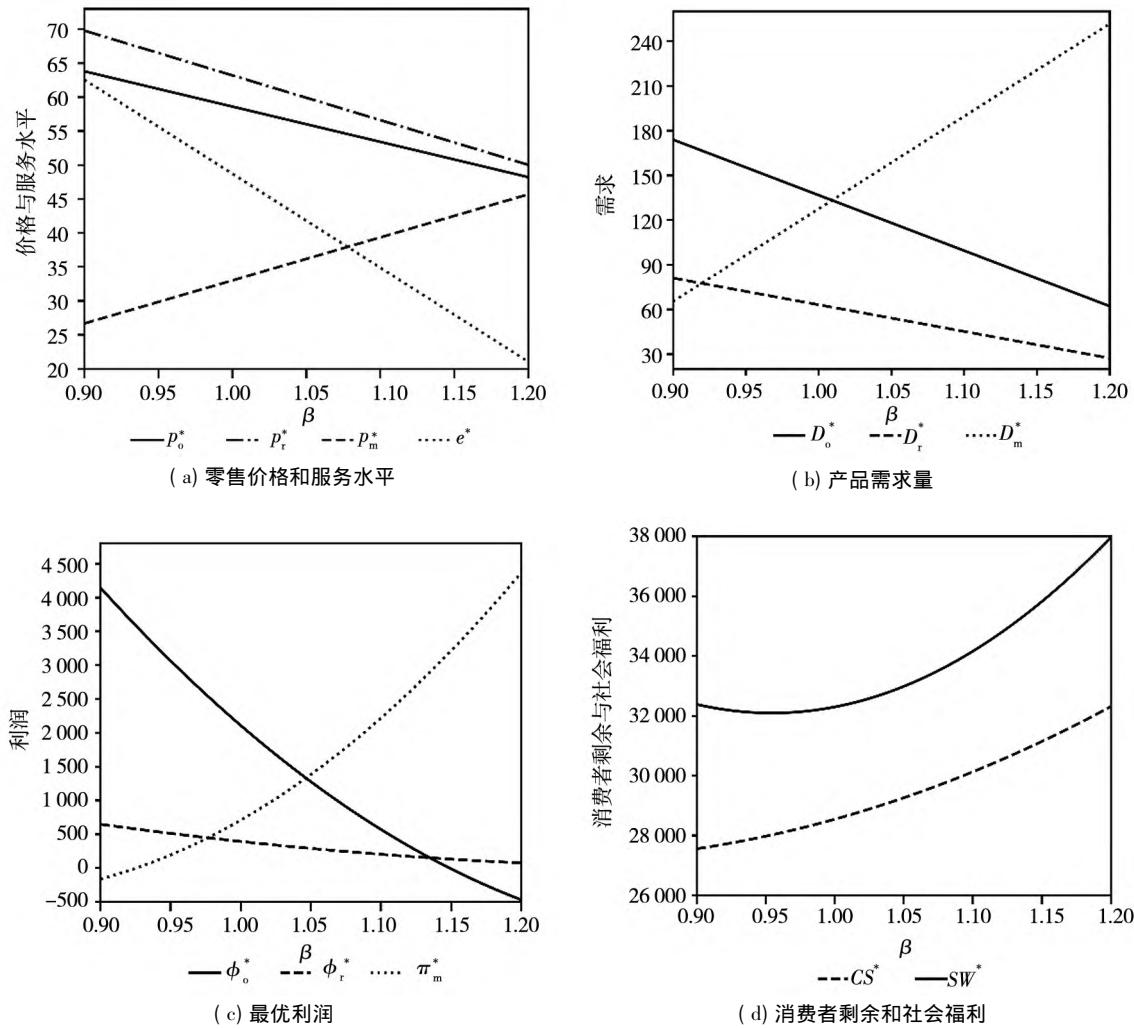


图 5 入驻制造商产品认可度的影响

Fig. 5 Effect of the resident manufacturer's product recognition

由图 5 可知, 入驻制造商 M 产品认可度的提升对制造型平台 O 及其下游实体零售商 R 产生消极影响, 而对入驻制造商 M 产生积极影响, 该结论符合实际情况。如图 5(a) 和图 5(b) 所示, 认可度增大意味着入驻制造商 M 的产品对消费者更有吸引力, 入驻制造商 M 可以提高零售价格以提升边际利润。同时, 随着消费者对入驻制造商 M 产品认可度 β 的提高, 入驻制造商 M 产品需求量线性增加, 且当 β 大于一定阈值时, 成为消费者线上购买的首选产品。在该情况下, 制造型平台 O 必须降低零售价格以避免更多的需求转移。实体零售商 R 因其产品感知优势的减小而逐渐降低零售价格, 服务水平迅速降低。观察图 5(b) 和图 5(c) 可以看出, 入驻制造商 M 作为线上平台的入驻者, 产品估值的改变对可替代产品的线上销售影响更显著。随着入驻制造商 M 产品认可度的增加, 制造型平台 O 产品需求量减少的速度明显高于下游的实体零售商。制造型平台 O、实体零售商 R 边际利润与需求量的双重降低, 使得其利润均呈下降趋势。由此可以归纳得到下面结论 4 和结论 5。

结论 4 随着入驻制造商产品认可度的增大, 制造型平台与实体零售商的零售价格降低, 而入驻制造商的零售价格升高, 实体零售商的服务水平降低。

结论 5 随着入驻制造商产品认可度的增大, 制造型平台与实体零售商的最优利润减少, 而入驻制造商的最优利润增大。

由图 5 可知, 当入驻制造商 M 产品认可度 β 小于一定阈值时, 服务水平降低速度高于实体零售商产品零售价格降低速度, 消费者剩余增长缓慢。同时, 产品间竞争加剧, 制造型平台 O 的利润减少速度明显高于入驻制造商 M 的利润增加速度, 社会福利减少。随着 β 的增大, 入驻制造商 M 产品估值增大促使其利润与消费者剩余的显著增加。因此, 只有当产品认可度的提升超过一定范围时, 入驻制造商 M 的利润与消费者剩余的提升才能抵消制造型平台与实体零售商利润降低对社会福利产生的负向影响。由此可以归纳得到结论 6。

结论 6 随着入驻制造商产品认可度的增

大, 消费者剩余增大, 而社会福利先减小后增大。

以上结论表明, 制造型平台应基于自身产品价值选择入驻品牌, 避免入驻企业产品价值过高而抢占市场, 从而造成制造型平台的利益受损。作为入驻企业, 通过大量展示活动, 如产品试用、线上直播等, 增加消费者对产品的了解、体验, 可以有效提高企业利润, 但也可能面临失去入驻平台资格的风险。相反, 若入驻制造商产品估值与制造型平台产品估值差距较大, 入驻制造型平台不是该企业的最佳选择。例如, 在小米有品中, 一些可替代产品的品牌, 如红米与华硕、米家与小吉等, 往往在消费者认知中是比较接近的。

3.3 实体零售商服务成本系数对均衡策略、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响

在渠道偏好与产品认可度的基础上进一步考虑实体零售商服务成本, 图 6 给出实体零售商服务成本系数 μ_r 对制造型平台各成员的策略选择、产品需求量、最优利润、消费者剩余和社会福利的影响。

由图 6(a) 和图 6(b) 可知, 实体零售商服务成本系数 μ_r 的增大对制造型平台 O 与实体零售商 R 零售价格的影响较小。但高服务成本系数造成实体零售商较大的成本负担, 实体零售商被迫降低服务水平以减少支出, 从而导致线下零售渠道逐渐失去特有的销售优势, 实体零售商产品需求量大幅度减少。同时, 实体零售店服务水平的下降也使得部分消费者不再追求实体店体验后再进行线上购物, 展厅行为的需求量降低。实体零售商与展厅行为的消费者分别转向制造型平台 O 与入驻制造商 M, 其中, 凭借较低的零售价格获得更多消费者的喜爱, 入驻制造商 M 需求增长速度高于制造型平台, 但随着服务水平降低速度放缓以及零售价格差距的缩小, 需求增长速度减缓。从图 6(c) 可以看出, 实体服务成本系数 μ_r 的增大, 会损害实体零售商 R 的利润。随着实体零售商服务成本系数 μ_r 的增大, 消费者因服务水平的下降而逐渐缺乏对产品的了解与真实体验, 实体零售商的需求转移为制造型平台利润带来小幅度增长, 而对竞争者(入驻制造商 M) 是十分有益的, 入驻制造商 M 利润增长明显。由此可以归纳得到下面结论 7 和结论 8。

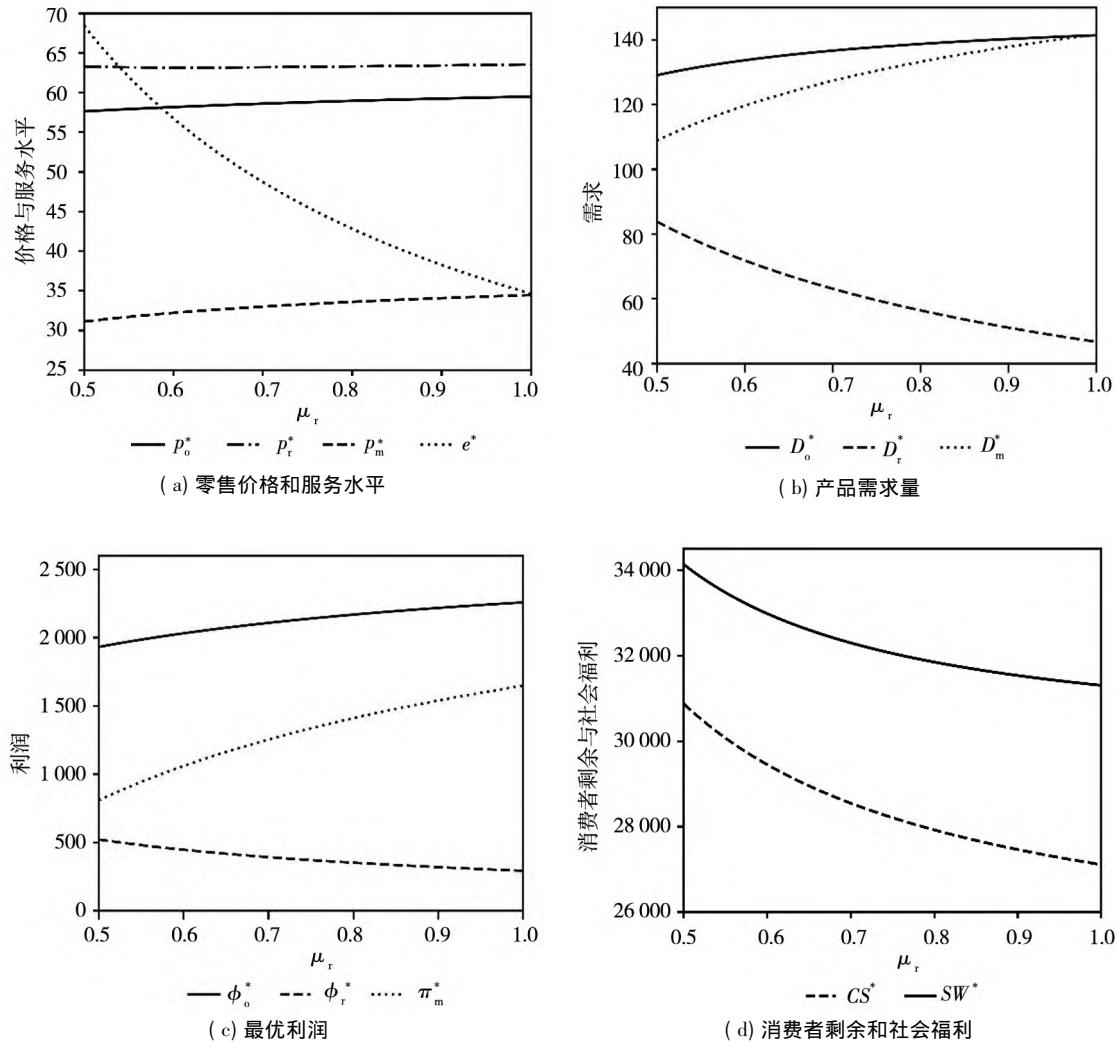


图6 实体零售商服务成本系数的影响

Fig. 6 Effect of the offline retailer's service cost coefficient

结论7 随着实体零售商服务成本系数的增大, 制造型平台与实体零售商的零售价格变化不显著, 而入驻制造商的零售价格升高.

结论8 随着实体零售商服务成本系数的增大, 制造型平台与入驻制造商的最优利润增大, 而实体零售商的最优利润减少.

由图7(d)可知, 实体零售商服务成本系数的增大不会为消费者带来明显的价格优惠. 相反, 实体零售商服务水平的快速降低造成消费者丧失大量购物体验, 消费者剩余随之减少. 对于社会整体而言, 制造型平台与入驻制造商M利润的增大不足以抵消实体零售商服务水平降低造成的大消费者效用受损. 因此, 可以归纳得到下面结论9.

结论9 随着实体零售商服务成本系数的增

大, 消费者剩余与社会福利减少.

4 结束语

大数据技术的迅速发展使制造企业生产销售方式发生巨大变革, 企业平台化已成为趋势. 为增强竞争力, 实时了解消费者需求, 实现生产与销售的直接匹配, 一些大型企业选择建立具有内部信息交互、业务协作和供应链上下游业务协同等功能的平台, 即制造型平台. 制造型平台生产并销售自身产品的同时兼具第三方销售平台的功能, 即允许其他入驻制造商以缴纳入驻费的方式入驻该平台, 为入驻制造商提供了线上销售渠道. 同时, 为提高盈利能力, 制造型平台进行线上销售的同

时也将其产品批发给实体零售商进行线下销售,利用实体零售商的展示与讲解服务,保证消费者对产品的充分了解与真实体验。针对这种平台供应链,本研究构建一个非合作-合作两型博弈模型,考虑制造型平台、入驻制造商和实体零售商的价格竞争以及制造型平台与实体零售商的合作,探究竞争与合作共存下制造型平台的定价策略,分析制造型平台与实体零售商的合作带来的利润增长及共享情况。借助数值算例,分别分析消费者线上渠道偏好程度、产品认可度和实体零售商服务成本系数对均衡策略、最优利润、消费者剩余、社会福利的影响。研究发现:1)相较于制造型平台或实体零售商单干(不合作),制造型平台与实体零售商共享展厅行为利润可以削弱展厅行为对实体零售商的不利影响,有效激励实体零售商为消费者提供更高质量的服务,从而实现制造型平台与实体零售商利润提升;2)与第三方销售平台的产品繁杂不同,制造型平台与入驻制造商的双向选择导致平台上的产品品牌多是消费者认为相

近等级的。入驻制造商产品认可度的提高可能损害社会福利;3)相较线上渠道偏好程度与入驻制造商产品认可度变化带来的竞争加剧,实体零售商服务成本系数的变化对制造型平台的影响较小但严重损害消费者剩余。实体零售商服务成本系数增大使许多消费者转向购买零售价格更低的产品。这些结果进一步表明,随着消费者网络购物成为习惯,面对可替代产品间激烈的线上竞争,制造型平台应增加对线下销售的关注,与实体零售商加强战略合作,实现制造型平台与实体零售商互利共赢的同时也为消费者提供更好的购物体验。

本文研究了制造型平台在竞争与合作并存下的产品定价与利润分享问题,但仅考虑了一个制造型平台。现实中平台间的竞争与合作已成为影响平台决策的重要因素,多个制造型平台竞争环境下的决策问题仍有待研究。同时,面对平台间剧烈的竞争,制造型平台是否应该与入驻制造商合作,合作行为将会如何影响或改变平台与入驻制造商的决策和利润也值得进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] 王能民,高丹丹,高杰. 双渠道供应链中的牛鞭效应分析[J]. 管理科学学报,2021,24(7): 66-75.
Wang Nengmin, Gao Dandan, Gao Jie. Analysis of bullwhip effect in a dual-channel supply chain [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(7): 66-75. (in Chinese)
- [2] 李余辉,倪得兵,唐小我. 双渠道条件下基于 CSR 的产品质量信号传递博弈模型[J]. 管理科学学报,2022,25(3): 88-106.
Li Yuhui, Ni Debing, Tang Xiaowo. Signaling product quality via corporate social responsibility in dual-channel supply chains [J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(3): 88-106. (in Chinese)
- [3] He B, GuptaV, Mirchandani P. Online selling through O2O platform or on your own? Strategic implications for local Brick-and-Mortar stores [J]. Omega, 2021(103): 102424.
- [4] 王战青,杨德锋,冉伦. 反展厅现象与消费者质量期望的关系研究[J]. 管理科学学报,2021,24(1): 71-88.
Wang Zhanqing, Yang Defeng, Ran Lun. Relationship between webrooming and consumer quality expectations [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(1): 71-88. (in Chinese)
- [5] Miller R K, Washington K. Consumer Behavior[R]. Miramar: Richard K. Miller & Associates, 2014: 58-62.
- [6] 黄丽华,朱海林,刘伟华,等. 企业数字化转型和管理:研究框架与展望[J]. 管理科学学报,2021,24(8): 26-35.
Huang Lihua, Zhu Hailin, Liu Weihua, et al. The firm's digital transformation and management: Toward a research framework and future directions [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 26-35. (in Chinese)
- [7] 唐华,艾兴政,何浩嘉,等. 基于链与链竞争的延保服务渠道策略选择[J]. 管理科学学报,2023,26(1): 19-37.
Tang Hua, Ai Xingzheng, He Haojia, et al. Channel strategy selection of extended warranties considering chain-to-chain competition [J]. Journal of Management Sciences in China, 2023, 26(1): 19-37. (in Chinese)
- [8] Ma S G, He Y, Gu R. Low-carbon tourism supply chain network optimisation with vertical and horizontal cooperations [J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(18): 6251-6270.

- [9] Li X J , Chen J X , Ai X Z. Contract design in a cross-sales supply chain with demand information asymmetry [J]. European Journal of Operational Research , 2019 , 275(3) : 939 – 956.
- [10] Zhou X Y , Gao C , Zhang D. Product service supply chain network competition: An equilibrium with multiple tiers and members [J]. International Journal of Production Research , 2024 , 62(20) : 7324 – 7341.
- [11] Bakos Y , Hanna H. Platform competition with multihoming on both sides: Subsidize or not? [J]. Management Science , 2020 , 66(12) : 5599 – 5607.
- [12] 周天一, 常维, 陈青祝. 平台竞争、排他性协议与竞争瓶颈 [J]. 中国管理科学 , 2019 , 27(10) : 209 – 216.
Zhou Tianyi , Chang Wei , Chen Qingzhu. Platform competition , exclusive dealing contracts and competitive bottlenecks [J]. Chinese Journal of Management Science , 2019 , 27(10) : 209 – 216. (in Chinese)
- [13] 陈斐然, 朱道立. 垄断双边平台的价格策略和数量策略设计问题 [J]. 管理科学学报 , 2021 , 24(3) : 18 – 31.
Chen Feiran , Zhu Daoli. Price strategy and network-size allocation strategy in monopoly two-sided platform [J]. Journal of Management Sciences in China , 2021 , 24(3) : 18 – 31. (in Chinese)
- [14] Wu C H , Chiu Y Y. Pricing and content development for online media platforms regarding consumer homing choices [J]. European Journal of Operational Research , 2023 , 305: 312 – 328.
- [15] Pei Y Y , Li M. The effects of information on competition on a hybrid retail platform [J]. International Journal of Production Economics , 2023 , 260: 108843.
- [16] 赖雪梅, 聂佳佳. 风险规避对制造商电商平台销售模式选择的影响 [J]. 管理工程学报 , 2022 , 36(4) : 240 – 248.
Lai Xuemei , Nie Jiajia. Impact of risk aversion on sales mode selection for manufacturers to enter e-commerce platform [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management , 2022 , 36(4) : 240 – 248. (in Chinese)
- [17] 张凯. 考虑价格不公平感的复合型电商平台 BBP 策略研究 [J]. 中国管理科学 , 2023 , 31(4) : 183 – 193.
Zhang Kai. Peer-induced unfairness and BBP strategy in hybrid e-commerce platform [J]. Chinese Journal of Management Science , 2023 , 31(4) : 183 – 193. (in Chinese)
- [18] 汪旭晖, 陈鑫. 基于平台型电商企业声誉和从众效应的预售定价策略 [J]. 管理工程学报 , 2021 , 35(1) : 126 – 141.
Wang Xuhui , Chen Xin. Pre-sale pricing strategies based on the reputation of an e-commerce platform enterprise and herd effect [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management , 2021 , 35(1) : 126 – 141. (in Chinese)
- [19] 梁开荣, 李登峰. 竞合模式对平台供应链线上分销策略的影响研究 [J]. 中国管理科学 , 2022 , 30(12) : 305 – 316.
Liang Kairong , Li Dengfeng. The Analysis of the impact of co-operation modes on online distribution strategy in platform supply chain [J]. Chinese Journal of Management Science , 2022 , 30(12) : 305 – 316. (in Chinese)
- [20] Li G , Zhang T , Tayi G K. Inroad into omni-channel retailing: Physical showroom deployment of an online retailer [J]. European Journal of Operational Research , 2020 , 283(2) : 676 – 691.
- [21] Jing B. Showrooming and webrooming: information externalities between online and offline sellers [J]. Marketing Science , 2018 , 37(3) : 469 – 483.
- [22] Mehra A , Kumar S , Raju J S. Competitive strategies for brick-and-mortar stores to counter' showrooming [J]. Management Science , 2018 , 64(7) : 3076 – 3090.
- [23] 王倩, 朱媛媛, 钟永光. 展厅现象下的双渠道供应链定价策略 [J]. 中国管理科学 , 2021 , 29(8) : 174 – 182.
Wang Qian , Zhu Yuanyuan , Zhong Yongguang. Pricing strategy of dual channel supply chain under showrooming [J]. Chinese Journal of Management Science , 2021 , 29(8) : 174 – 182. (in Chinese)
- [24] 马德青, 胡劲松. 消费者展厅行为和参考质量效应对 O2O 供应链动态运营策略的影响 [J]. 中国管理科学 , 2022 , 30(4) : 167 – 183.
Ma Deqing , Hu Jinsong. Study of the dynamic operation and marketing strategies of O2O supply chain considering consumers' showrooming and reference quality effect [J]. Chinese Journal of Management Science , 2022 , 30(4) : 167 – 183. (in Chinese)
- [25] 熊浩, 陈锦怡, 阳慧丽, 等. 考虑主播特征的直播带货双渠道供应链定价与协调 [J]. 管理工程学报 , 2023 , 37(4) : 188 – 195.
Xiong Hao , Chen Jinyi , Yan Huili , et al. Pricing and coordination of live e-commerce dual-channel supply chain considering the characteristics of anchors [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management , 2023 , 37(4) : 188 – 195. (in Chinese)

- [26] Xu S Y , Tang H J , Lin Z J , et al. Pricing and sales-effort analysis of dual-channel supply chain with channel preference , cross-channel return and free riding behavior based on revenue-sharing contract [J]. International Journal of Production Economics , 2022 , 249: 108506.
- [27] Sun Y H , Wang Z H , Yan S , et al. Digital showroom strategies for dual-channel supply chains in the presence of consumer webrooming behavior [J]. Annals of Operations Research , 2023 , 329(1 – 2): 1109 – 1148.
- [28] Pi Z Y , Fang W G , Perera S C , et al. Enhancing the online buyer perception of consumer experience products in a dual-channel supply chain: A new role of free-riding [J]. International Journal of Production Economics , 2022 , 253: 108600.
- [29] Cao J , So K C , Yin S Y. Impact of an “online-to-store” channel on demand allocation , pricing and profitability [J]. European Journal of Operational Research , 2016 , 248: 234 – 245.
- [30] Li Y R , Li B , Zheng W , et al. Reveal or hide? Impact of demonstration on pricing decisions considering showrooming behavior [J]. Omega , 2021 , 102: 102329.
- [31] Shapley L S. A value for n-person games [C]. Tucker A W , Kuhn H W. Contributions to the Theory of Games II. Princeton , New Jersey: Princeton University Press , 1953: 307 – 317.

A novel game approach to price competition and profit-sharing in manufacturing platforms

LI Deng-feng¹ , LI Meng-qi^{1,2*} , WEI Li-xiao¹ , NAN Jiang-xia³

1. School of Economics and Management , University of Electronic Science and Technology of China , Chengdu 611731 , China;
2. School of Management and Economics , North China University of Water Resources and Electric Power , Zhengzhou 450046 , China;
3. School of Business , Suzhou University of Science and Technology , Suzhou 215009 , China

Abstract: Choosing reasonable pricing strategies has become key for platform enterprises to maximize profits. A platform supply chain consisting of a manufacturing platform , a manufacturer , and an offline retailer is considered. A noncooperative-cooperative biform game is constructed to discuss the pricing competition and profit-sharing among the platform supply chain’s members. In the noncooperative game part , the wholesale price of the manufacturing platform and the retail prices of the manufacturing platform , manufacturer , and offline retailer are chosen arbitrarily as strategies. In the cooperative game part , the manufacturing platform and offline retailer share showrooming profits to form a cooperative coalition. They optimize the profit-sharing ratio and service level to maximize the coalition’s profit. The Shapley value is used to distribute the coalition’s profit. A numerical example is used to analyze the effects of online channel preference , manufacturer product recognition , and service cost coefficient on Nash equilibrium strategies , the optimal profits , consumer surplus , and social welfare. Some findings are as follows: Under price competition , cooperation between the manufacturing platform and offline retailer is effective in improving the service level and their profits. When online channel preference increases , maintaining stable sales of offline channel can help the manufacturing platform cope with the competition among alternative products. A tripartite win-win can be achieved among the manufacturing platform , offline retailer , and consumers , leading to improved social welfare.

Key words: manufacturing platform; price competition; profit-sharing; noncooperative-cooperative biform game