

考虑折扣敏感性的零售商互补产品捆绑销售策略研究

赵灯节, 潘 飞*

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年5月29日; 录用日期: 2025年7月22日; 发布日期: 2025年7月31日

摘 要

在数字经济迅猛发展的背景下, 互补产品捆绑销售成为零售商提升市场竞争力的关键策略之一。然而, 现有研究对捆绑销售机制中多策略选择的系统性分析仍显不足。本文以销售两种互补产品的零售商为研究对象, 构建涵盖单独销售、纯捆绑及混合捆绑三种策略的博弈模型, 系统探讨不同策略下的最优定价与订购决策。通过理论分析与数值仿真, 揭示产品互补程度与捆绑折扣敏感度在需求结构与利润优化中的交互影响机制, 得出高互补性产品更适合采用捆绑销售以刺激联动需求, 而捆绑折扣敏感度的差异会显著影响策略优劣的分界区域。研究结论为企业在不同产品互补程度与折扣敏感度场景下制定差异化销售模式、通过调整捆绑组合或折扣策略优化供应链收益提供了量化决策依据。

关键词

互补产品, 捆绑销售, 折扣敏感性, 定价决策

Research on Bundling Strategies of Complementary Products for Retailers with Discount Sensitivity Consideration

Dengjie Zhao, Fei Pan*

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: May 29th, 2025; accepted: Jul. 22nd, 2025; published: Jul. 31st, 2025

Abstract

Against the backdrop of rapid development in the digital economy, bundling complementary

*通讯作者。

文章引用: 赵灯节, 潘飞. 考虑折扣敏感性的零售商互补产品捆绑销售策略研究[J]. 运筹与模糊学, 2025, 15(4): 35-46.
DOI: 10.12677/orf.2025.154191

products has emerged as a key strategy for retailers to enhance market competitiveness. However, existing research lacks a systematic analysis of strategic choices within bundling mechanisms. This study focuses on a retailer selling two complementary products and constructs a game-theoretic model incorporating three strategies: separate sales, pure bundling, and mixed bundling. Through theoretical modeling and numerical simulations, the paper investigates optimal pricing and ordering decisions under different strategies. The results reveal that a higher degree of product complementarity favors bundling strategies to stimulate joint demand, while variations in consumers' sensitivity to bundling discounts significantly affect the dominance regions of each strategy. These findings provide quantitative decision-making support for enterprises to design differentiated sales models under varying conditions of product complementarity and discount sensitivity, offering insights into optimizing supply chain profits through tailored bundling and pricing strategies.

Keywords

Complementary Products, Bundling Sales, Discount Sensitivity, Pricing Decision

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,随着数字技术的不断发展,零售行业持续扩张,尤其是线上零售的快速崛起,显著改变了消费者的购物方式。根据国家统计局发布的数据,2024年全国电子商务交易额达到46.41万亿元,同比增长3.9%;网上零售额为15.52万亿元,增长7.2%;网络购物用户规模增至9.74亿,占网民总数的87.9%。这些数据表明,线上消费仍具强劲动能,零售市场活跃度高。在这一趋势下,互补产品的捆绑销售逐渐被零售商广泛采用,用以提升产品附加值和激发联合需求。无论是微软将Office功能模块整合销售,还是肯德基通过联名套餐拓展场景体验,亦或航空公司将行李服务嵌入票价、电竞酒店将硬件与住宿隐性打包,企业均在实践中通过产品组合优化消费结构,延长用户价值链。捆绑销售的共同逻辑,是通过联合定价和场景强化,提升整体吸引力与转换效率。尽管如此,目前对于捆绑销售策略背后的影响机制,尤其是产品互补性、定价弹性等变量之间的相互作用,仍缺乏深入系统的分析。这在一定程度上限制了企业在复杂市场中精准制定组合策略的能力。

在供应链定价研究方面,蒋忠中等[1]提出个性化定价对平台销售模式具有重构作用,拓宽了动态定价问题的研究边界。曹裕等[2]基于Nash讨价还价理论构建的订货与定价联合决策模型,验证了其在协调供应链利益方面的适用性。陈雯等[3]将快速反应策略引入补偿机制设计,增强了供应链在不确定环境下的风险应对能力。王道平等[4]通过博弈论方法解析逆向供应链定价逻辑,其构建的利益协调模型在废旧品回收场景中得到验证。在双渠道研究领域,吕鹏等[5]首次将顾客偏好参数纳入定价模型。赵连霞[6]则针对制造商网络直销场景,提出混合渠道冲突的定价协调方案。

在捆绑销售研究方面,魏航[7]研究了同质性较强的生鲜产品捆绑销售的最优化方案。陶娜等[8]研究了寡头垄断市场环境下企业对纯捆绑和部件单独销售的策略选择。潘林和周水银[9]探讨了多产品供应链环境中捆绑销售的定价策略。王先甲[10]等探讨了产品与售后服务捆绑销售的营销策略。孙嘉轶等[11]分析了临期产品通过捆绑销售提高价值感、加速库存周转的策略。

在互补产品捆绑销售研究领域,李四杰等[12]探讨了同一市场中多家企业销售互补产品的市场结构对捆绑策略制定的影响。尤美虹和潘林[13]研究了电商平台环境下通过收益共享机制实行跨店捆绑销售

的定价决策问题。魏杰等[14]为电商平台企业提出了优化互补产品捆绑策略的建议。上述研究多聚焦于高度竞争的市场背景,企业不仅要应对同类产品生产厂商的直接竞争,还要应对互补产品间的潜在竞争,这使得企业在制定捆绑销售策略时面临更大挑战,相关问题有待进一步研究。

尽管前人研究在理论和实证层面提供了诸多启示,仍存在三个主要局限:其一,多数文献聚焦于企业间竞争格局与定价机制,而对消费者行为在互补产品选择中的响应机制关注不足;其二,策略分析多局限于单一销售方式,尚缺乏对多种销售策略并存条件下的系统比较;其三,缺乏结合产品互补性强度与折扣敏感性双变量的联合建模分析,难以为企业提供精准的策略选型依据。基于此,本文构建更具适用性与灵活性的销售策略模型,以指导零售商在复杂市场环境下实现利润优化与结构协调。

2. 问题描述与模型假设

本文以销售两种互补产品的零售商为研究对象,探讨其在分开销售、纯捆绑、混合捆绑三种策略下的决策问题。考虑市场需求对价格的敏感性及产品互补性影响,通过构建需求函数与利润模型,求解不同策略下的最优订购量及定价,为零售商提供策略选择依据。

此外考虑到捆绑销售常涉及三种及以上产品的组合,且市场需求往往存在一定波动,因此本文假设市场需求为确定性,以便于理论推导和机制刻画。

为了便于模型的求解,本文提出以下假设:

- 假设 1: 市场需求对价格敏感且具有确定性。
 - 假设 2: 零售商采用单独销售、纯捆绑销售和混合捆绑销售策略来刺激市场需求。
 - 假设 3: 捆绑价格低于其单价的总和。
 - 假设 4: 当 $\theta=0$ 时,两产品无互补性;而 $\theta=1$ 时,两产品为完全互补品。
 - 假设 5: 捆绑成本可以忽略不计,聚焦定价与订购量的核心决策。
- 为便于问题的精确描述与模型构建,本文涉及的参数符号及其定义如表 1 所示。

Table 1. Symbols and definitions
表 1. 符号与定义

符号	定义
a_1, a_2	单独销售产品 1 和 2 时的一般市场需求
b	对自身价格的敏感度
π	零售商利润
p_i	产品价格
λ	捆绑折扣价格敏感度
θ	两种产品的互补程度
D	零售商需求
γ	消费者异质性

3. 模型构建

3.1. 单独销售策略

本部分首先聚焦于一个简化的基本需求模型,该模型假设消费者对两种产品的购买意愿受各自价格以及两产品间的互补程度影响。构造单个产品的需求函数和利润函数如下:

$$D_1 = a_1 - bp_1 - b\theta p_2 \quad (1)$$

$$D_2 = a_2 - bp_2 - b\theta p_1 \quad (2)$$

$$\pi = p_1 D_1 + p_2 D_2 = p_1 \times (a_1 - bp_1 - b\theta p_2) + p_2 \times (a_2 - bp_2 - b\theta p_1) \quad (3)$$

命题 1: 当零售商单独销售两种互补产品时的最优决策为:

$$p_1^* = -\frac{a_1 - a_2\theta}{2b(\theta^2 - 1)}, \quad p_2^* = -\frac{a_2 - a_1\theta}{2b(\theta^2 - 1)}$$

$$D_1^* = \frac{a_1}{2}, \quad D_2^* = \frac{a_2}{2}$$

$$\pi^* = -\frac{a_1^2 - 2\theta a_1 a_2 + a_2^2}{4b(\theta^2 - 1)}$$

证明: 我们分别在 π 上对 p_1 和 p_2 求导, 联立方程, 并设 $\frac{\partial \pi}{\partial p_1} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi}{\partial p_2} = 0$ 。可以得出 p_1^* 和 p_2^* , 将其代入(1)和(2)中, 得到 D_1^* 和 D_2^* , 代入(3)中得到 π^* 。

推论 1: $\frac{\partial p_1^*}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial p_2^*}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial \pi^*}{\partial \theta} < 0$ 。

证明: 根据 $a_1 - a_2\theta < 0$, $a_2 - a_1\theta < 0$, $a_1^2 - 2\theta a_1 a_2 + a_2^2 > 0$, 可得 $\frac{\partial p_1^*}{\partial \theta} = -\frac{a_2\theta^2 - 2a_1\theta + a_2}{2b(\theta^2 - 1)^2} < 0$,

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \theta} = -\frac{a_1}{2b(1+\theta)^2} < 0, \quad \frac{\partial \pi^*}{\partial \theta} = -\frac{-a_1^2\theta + a_1 a_2\theta^2 + a_1 a_2 - a_2^2\theta}{2b(\theta^2 - 1)^2} < 0。$$

根据推论 1 可得, 当两种产品的互补程度增加时, 企业应当降低定价。这是因为高互补性强化了产品间的需求关联, 若一种产品提价会显著抑制另一种产品的需求。此时需求量趋向于各自市场基础需求的一半, 而最优利润水平及其变化趋势则由市场需求基数与价格敏感度的具体数值共同决定。

3.2. 纯捆绑策略

在该策略中, 零售商以捆绑价格 p_b 出售两种互补产品, 其中 p_b 低于消费者分别购买两种产品的总价格。假定商家会因为更大的捆绑折扣而产生更高的需求, 因此捆绑产品的需求形式为:

$$D_b^B = \gamma(a_1 + a_2 - bp_b^B + \lambda(p_1 + p_2 - p_b)) + (1 - \gamma)(a_1 + a_2 - bp_b^B) \quad (4)$$

其中, $a_1 + a_2$ 表示两种产品不考虑价格因素的总潜在需求, $-bp_b^B$ 体现捆绑价格对总需求的负向影响, 其敏感度系数与单品销售一致, 表明捆绑价格对需求的影响机制与单品类似。而 $\lambda(p_1 + p_2 - p_b)$ 表示当捆绑价格低于单品总价时, 消费者感知的节省额会以 λ 的比例转化为额外需求, 捆绑折扣越大, 该正值越大, 需求刺激效果越显著。折扣敏感型消费者占比 γ , 而非折扣敏感型消费者占比为 $1 - \gamma$, 以此来刻画消费者异质性, 更贴近现实市场结构。

基于此, 零售商的利润函数为:

$$\pi^B = p_b \times D_b^B \quad (5)$$

命题 2: 当零售商纯捆绑销售两种互补产品时的最优决策为:

$$p_b^{B*} = \frac{(a_1 + a_2)(2b + \gamma\lambda + 2b\theta)}{4b(\theta + 1)(b + \gamma\lambda)}$$

$$D_b^{B^*} = \frac{(a_1 + a_2)(2b + \gamma\lambda + 2b\theta)}{4b(\theta + 1)}$$

$$\pi_b^{B^*} = \frac{(a_1 + a_2)^2 (2b + \gamma\lambda + 2b\theta)^2}{16b^2 (\theta + 1)^2 (b + \gamma\lambda)}$$

推论 2: (1) $\frac{\partial p_b^{B^*}}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial D_b^{B^*}}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial \pi^{B^*}}{\partial \theta} < 0$ 。(2) $\frac{\partial p_b^{B^*}}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial D_b^{B^*}}{\partial \lambda} > 0$, 当 $\lambda > 2b\theta$ 时, $\frac{\partial \pi_b^{B^*}}{\partial \theta} > 0$ 。

证明方式类似于推论 1。

由推论 2 可知, 互补程度 θ 与最优捆绑价格、需求量及利润均呈负相关, 即高互补性产品需降低捆绑价格以刺激需求, 但可能导致利润缩水; 折扣敏感度 λ 与最优价格负相关, 与需求量正相关, 当 $\lambda > 2b\theta$ 时, 利润随 λ 增加而上升, 此时放大折扣敏感度可提升利润。

3.3. 混合捆绑策略

混合捆绑策略在实践中主要可分为三类: 一是主品主导型混合捆绑, 以主力产品带动组合销售, 捆绑产品作为价格附加值存在; 二是平行组合型混合捆绑, 即单品与捆绑品在销售渠道并行设置, 价格差异有限, 满足消费者多样化选择; 三是定向分层型混合捆绑, 企业依据用户类型、购买习惯等行为数据进行差异化定价, 实现精准营销。不失一般性, 这里仅考虑第一类, 即零售商销售产品 1 的同时, 还销售捆绑产品。

此时, 仅销售产品 1 时的需求函数形式为:

$$D_1^{PM} = a_1 - bp_1^{PM} - b\theta p_2^{PM} + \lambda p_b^{PM} \quad (6)$$

其中, bp_1^{PM} 表示产品 1 自身价格提高对需求量的负向影响; $-b\theta p_2^{PM}$ 表示产品 2 价格提高对产品 1 需求的负向影响; 鉴于单独销售时的产品 1 和捆绑中的产品 1 存在替代关系, 当 p_b^{PM} 值高时, 消费者会倾向于单独购买产品 1, 从而促进需求。因此, p_b^{PM} 表示了捆绑策略刺激消费者购买单个产品 1 的需求增长。

混合捆绑策略下, 捆绑产品的需求为:

$$D_b^{PM} = \gamma(a_1 + a_2 - bp_b^{PM} + \lambda(p_1^{PM} + p_2^{PM} - p_b^{PM})) + (1 - \gamma)(a_1 + a_2 - bp_b^{PM}) \quad (7)$$

当捆绑价格较高时, 消费者更倾向购买单个产品 1, 因捆绑折扣使单品购买更划算; 捆绑需求合并了两种产品的潜在基础需求, 捆绑价格提升会抑制总需求; 捆绑折扣的效果表现为, 若捆绑价格高于单品总价, 该正项会刺激捆绑产品需求。其中单品价格是调整捆绑价格的决策变量, 用于观察消费者行为: 当捆绑价格低于单品总价时, 消费者选择购买捆绑产品, 从而增加捆绑产品的总需求。

基于此, 零售商的总收益函数为:

$$\pi^{PM} = p_1^{PM} \times D_1^{PM} + p_b^{PM} \times D_b^{PM} \quad (8)$$

命题 3: 当零售商混合捆绑销售两种互补产品时的最优决策为:

$$p_1^{PM*} = \frac{\gamma\lambda(a_1\gamma\lambda + a_1b\theta + a_2b\theta)}{2b(b^2\theta^2 + b\gamma\lambda\theta^2 - \gamma^2\lambda^2\theta + \gamma^2\lambda^2 - \gamma\lambda^2\theta)}$$

$$p_2^{PM*} = \frac{2a_1b^2\theta - a_1\gamma\lambda^2 - a_1\gamma^2\lambda^2 + a_1b\lambda\theta + a_2b\lambda\theta - 2a_1b\gamma\lambda - 2a_2b\gamma\lambda + 3a_1b\gamma\lambda\theta}{2b(b^2\theta^2 + b\gamma\lambda\theta^2 - \gamma^2\lambda^2\theta + \gamma^2\lambda^2 - \gamma\lambda^2\theta)}$$

$$p_b^{PM*} = \frac{\theta(a_1\gamma\lambda + a_1b\theta + a_2b\theta)}{2b^2\theta^2 + 2b\gamma\lambda\theta^2 - 2\gamma^2\lambda^2\theta + 2\gamma^2\lambda^2 - 2\gamma\lambda^2\theta}$$

$$D_1^{PM*} = \frac{\gamma\lambda(1-\theta)(a_1\gamma\lambda + a_1b\theta + a_2b\theta)}{2(b^2\theta^2 + b\gamma\lambda\theta^2 - \gamma^2\lambda^2\theta + \gamma^2\lambda^2 - \gamma\lambda^2\theta)}$$

$$D_b^{PM*} = \frac{(a_1\gamma\lambda + a_1b\theta + a_2b\theta)(\theta b^2 + \gamma\theta b\lambda - \gamma\lambda^2)}{2b(b^2\theta^2 + b\gamma\lambda\theta^2 - \gamma^2\lambda^2\theta + \gamma^2\lambda^2 - \gamma\lambda^2\theta)}$$

$$\pi^{PM*} = \frac{(a_1\gamma\lambda + a_1b\theta + a_2b\theta)^2}{4b(b^2\theta^2 + b\gamma\lambda\theta^2 - \gamma^2\lambda^2\theta + \gamma^2\lambda^2 - \gamma\lambda^2\theta)}$$

推论 3: (1) $\frac{\partial p_1^{PM*}}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial p_2^{PM*}}{\partial \theta} < 0$, $\frac{\partial p_b^{PM*}}{\partial \theta} < 0$, 当 $\theta > \frac{\gamma\lambda(2a_1b + 2a_2b + a_1\lambda + a_1\gamma\lambda)}{b(2a_1b + a_1\lambda + a_2\lambda + 3a_1\gamma\lambda + a_2\gamma\lambda)}$ 时, $\frac{\partial \pi^{PM*}}{\partial \theta} > 0$ 。

(2) $\frac{\partial p_1^{PM*}}{\partial \lambda} < 0$, $\frac{\partial p_2^{PM*}}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial p_b^{PM*}}{\partial \lambda} > 0$, $\frac{\partial \pi^{PM*}}{\partial \lambda} > 0$, 当 $\lambda > \frac{b(a_1\theta - 2a_2\gamma - 2a_1\gamma + a_2\theta + 3a_1\gamma\theta + a_2\gamma\theta)}{2a_1\gamma(\gamma + 1)}$ 时, $\frac{\partial \pi^{PM*}}{\partial \lambda} > 0$ 。

由推论 3 可知, 在混合捆绑策略下, 企业可通过调节折扣敏感度 λ 与互补程度 θ 的匹配关系优化利润。当产品互补性较强时, 管理者应着力提升消费者对捆绑折扣的敏感度, 例如通过场景化营销(如“咖啡机 + 咖啡豆”组合演示)强化产品关联认知。通过折扣敏感度的提升显著放大“捆绑价格 - 单品需求”的替代效应, 当捆绑价格高于单品总价时, 消费者更倾向选择单品购买, 企业可通过差异化定价引导需求分流, 既保障单品利润又提升捆绑销量。

推论 4: (1) 当 $0 < \bar{\lambda}_1 < 1$ 时, $\pi_b^{B*} > \pi^*$, 当 $\bar{\lambda}_1 > 1$ 时, $\pi_b^{B*} < \pi^*$ 。(2) 当 $\lambda \in (\bar{\lambda}_2, \bar{\lambda}_3)$ 时, $\pi^{B*} > \pi^{PM*}$; 当 $\lambda \in (0, \bar{\lambda}_2)$ 时, $\pi^{B*} < \pi^{PM*}$ 。(3) 当 $0 < \bar{\lambda}_4 < 1$ 时, $\pi^{PM*} > \pi^*$, 当 $\bar{\lambda}_4 > 1$ 时, $\pi^{PM*} < \pi^*$ 。

$$\text{证明: } \Delta\pi_1 = \pi_b^{B*} - \pi^* = \frac{(a_1 + a_2)^2(2b + \gamma\lambda + 2b\theta)^2}{16b^2(\theta + 1)^2(b + \gamma\lambda)} + \frac{a_1^2 - 2\theta a_1 a_2 + a_2^2}{4b(\theta^2 - 1)}$$

令 $\Delta\pi_1 = 0$, 可以得到关于 λ 的二次函数, 基于二次函数求根公式, 可得临界值 $\bar{\lambda}_1$ 为:

$$\frac{(a_1^2\theta - 2a_1a_2 + a_2^2\theta) - 2A}{\gamma(a_1 + a_2)^2(\theta - 1)}。$$

$$\text{其中, } A = \sqrt{(\theta + 1)(a_1^2 - 2\theta a_1 + 1)(a_1^2\theta^2 + a_2\theta^2 - 2a_2\theta - a_1 + \theta^2)}$$

$$B = \sqrt{(a_1^2 - 2\theta a_1 a_2 \gamma + a_2^2)(4 + \theta^2(-7 + 12\theta)a_1^2)}$$

$$C = \gamma(8a_1a_2\theta^2 + 4a_1a_2\theta + 4a_2^2\theta - 2a_2^2)$$

$$\bar{\lambda}_2 = \frac{b(2 + \theta)(a_1\gamma + a_2)}{a_2\gamma} \quad \bar{\lambda}_3 = \frac{\gamma b(2 + 3\theta)(a_1 + a_2)}{2a_1 + a_2}$$

$$\bar{\lambda}_4 = \frac{b\theta(a_1^2\theta - 2a_1a_2 + a_2^2\theta + B - 2a_1^2)}{C}$$

推论 4 表明, 当消费者对捆绑折扣的敏感程度较低($0 < \bar{\lambda}_1 < 1$)时, 捆绑销售的价格优势能有效刺激需求, 通过规模效应覆盖单品降价损失, 使得纯捆绑销售利润高于单独销售利润; 而当折扣敏感度较高($\bar{\lambda}_1 > 1$)时, 消费者对价格差异的感知增强, 单独销售可通过差异化定价精准匹配单品需求, 避免捆绑折扣对利润的过度挤压, 从而单独销售策略利润更优。

当 $\lambda \in (0, \bar{\lambda}_2)$ 时, 混合捆绑策略利润 π^{PM*} 优于纯捆绑销售利润 π^{B*} , 消费者对捆绑折扣的敏感程度较低, 混合捆绑策略通过“单品 + 套餐”的组合定价, 既能以捆绑套餐吸引价格敏感型消费者, 又能通过单品溢价满足高支付意愿群体, 避免纯捆绑销售因折扣力度不足导致的需求流失。当 $\lambda \in (\bar{\lambda}_2, \bar{\lambda}_3)$ 时, 折扣敏感度提升使消费者更倾向选择捆绑套餐, 纯捆绑销售通过规模化定价降低边际成本, 同时避免混合策略中单品与套餐的需求替代损耗。

当 $0 < \bar{\lambda}_4 < 1$ 时, 混合捆绑通过“捆绑折扣 + 单品选择”的双重机制, 既能弥补单独销售中互补产品需求联动不足的缺陷, 又能通过折扣刺激提升整体销量。而 $\bar{\lambda}_4 > 1$ 时, 单独销售策略能更灵活地应对单品需求波动, 避免混合捆绑中捆绑价格对单品需求的挤出效应。

4. 数值仿真与实证分析

为了帮助更好理解和解释文中的推论, 本节通过数值算例与实证分析来探讨捆绑价格敏感度以及产品互补程度对关键决策变量的影响, 以进一步阐述和验证本文的相关结论。结合本文模型的基本假设, 将具体参数设置如下: $a_1 = 0.8$, $a_2 = 0.6$, $b = 0.4$, $\lambda = 0.6$, $\gamma = 0.4$ 。

4.1. 产品互补程度对供应链的影响

图 1 表明在单独销售模式下, 当两种产品的互补程度不断增强时, p_1^* 的最优销售价格逐步降低。而 p_2^* 则呈现先上升后下降的态势, 即在互补程度较低阶段, 产品 2 由于与产品 1 存在一定的互补性, 其需求随着互补程度的增加而上升, 进而使得价格得以提高; 但当互补程度超过一定阈值后, 可能由于市场结构的变化、消费者偏好的转移等因素, 导致产品 2 的价格开始回落。

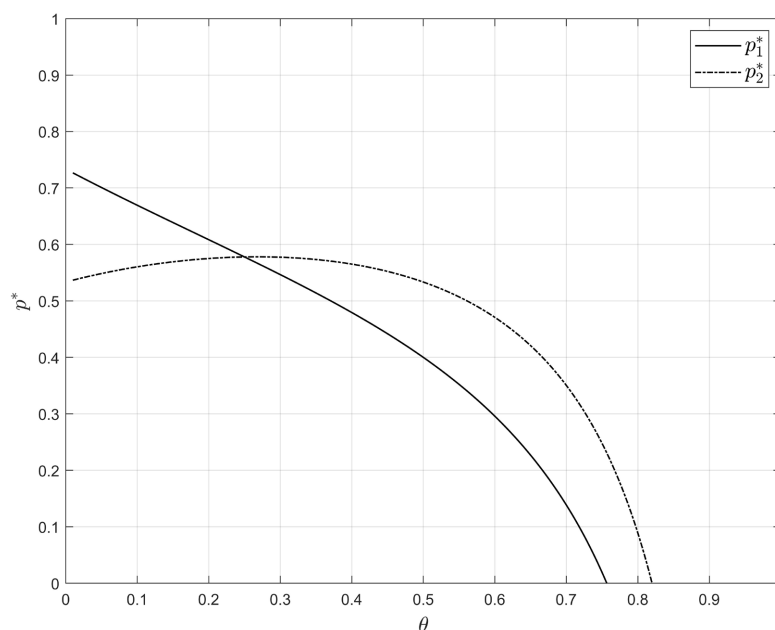


Figure 1. Impact of product complementarity degree on separate sales pricing

图 1. 产品互补程度对单独销售定价的影响

图 2 表明在混合捆绑销售策略下, 产品互补程度的增强会促使产品 1 和产品 2 的价格降低。而 p_b^{PM*} 曲线相对平缓且数值较低, 说明混合捆绑价格受产品互补程度的影响较小。这是因为混合捆绑销售策略综合考量了产品组合特性、消费者对组合产品的价值认知以及互补性等多方面因素, 从而使得价格调整

幅度相对有限。

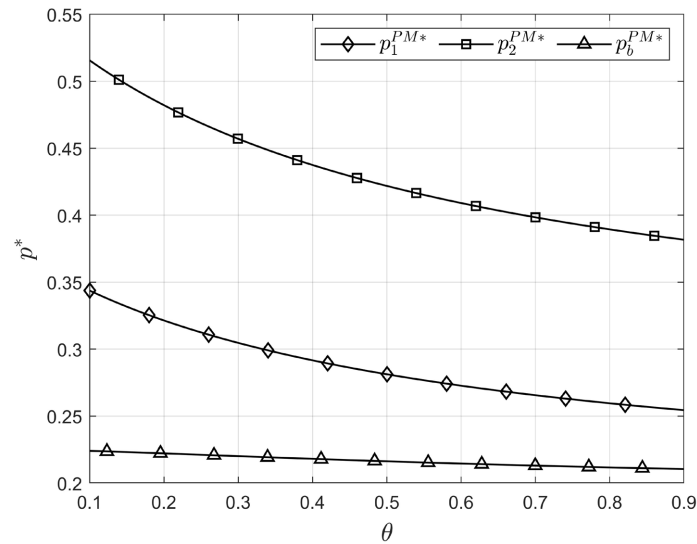


Figure 2. Impact of product complementarity degree on pricing of partial mixed bundling sales
图 2. 产品互补程度对混合捆绑销售定价的影响

从图 3 中可以看出, D_1^* 和 D_2^* 在单独销售时的需求均不受产品互补程度变化的影响, 而 D_b^{B*} 随产品互补程度变大而减小, 因此在产品互补程度较高时, 企业可考虑通过增加捆绑产品的附加值, 如提供专属服务、延长售后保障等, 来抵消因互补程度增强导致的需求下降。或者适时调整捆绑产品的组合方式, 引入更具吸引力的产品进行搭配, 以刺激市场需求。

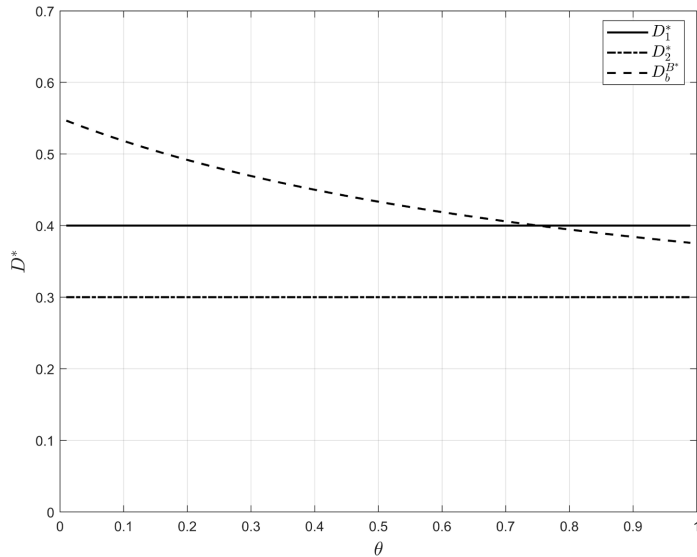


Figure 3. Impact of product complementarity degree on demands of separate sales and pure bundling sales
图 3. 产品互补程度对单独销售及纯捆绑销售需求的影响

图 4 表明在混合捆绑销售模式下, D_1^{PM*} 在产品互补程度处于一定范围内时会随着互补程度的增加而

上升, 超过该范围后需求开始下降。而 D_b^{PM*} 在产品互补程度较低时随互补程度增加而降低, 在互补程度较高时随互补程度增加而上升。因此对于单独销售的产品, 要明确其需求随互补程度变化的临界值, 在互补程度接近该临界值前, 充分利用需求增长的阶段获取收益, 当互补程度超过临界值后, 及时调整销售策略。对于捆绑产品互补程度较低阶段, 企业应注重提升捆绑产品的整体价值, 以弥补需求的下降趋势。而在互补程度较高阶段, 可借助需求上升的趋势, 提高产品的市场覆盖率。

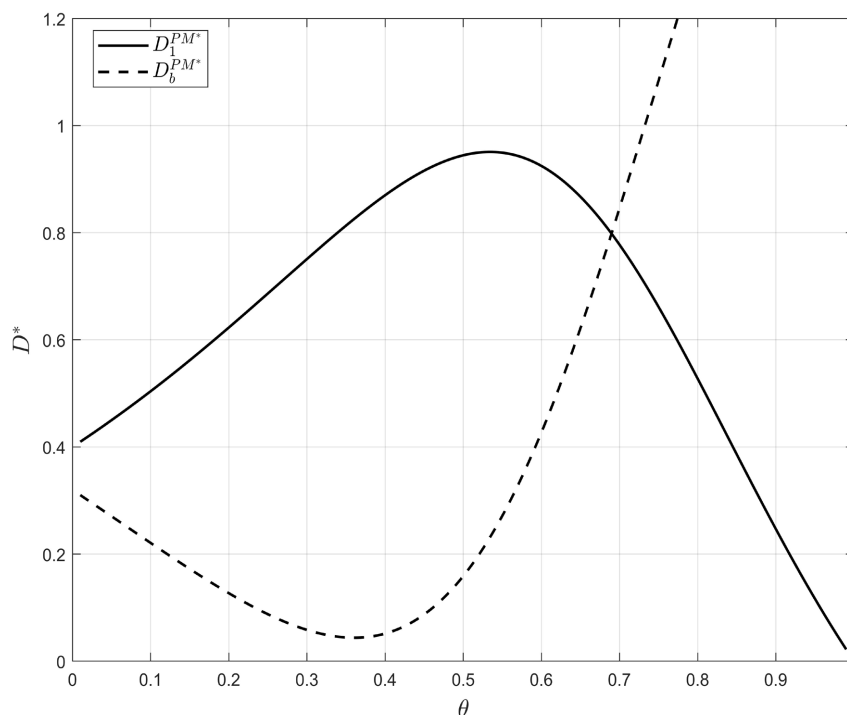


Figure 4. Impact of product complementarity degree on demand of partial mixed bundling sales

图 4. 产品互补程度对混合捆绑销售需求的影响

4.2. 捆绑折扣价格敏感度对供应链的影响

由图 5 可知, 企业在产品互补程度较高时, 优先考虑纯捆绑销售。因为产品互补程度高时, 消费者对组合产品的需求可能更倾向于整体获取, 纯捆绑销售可以满足这种需求, 降低消费者的选择成本, 同时企业也能通过规模效应等降低成本、提高利润。而当 θ 处于特定较高水平时, 产品差异化较大, 企业应适时调整为单独销售策略。

从图 6 可以看出, 当 λ 和 θ 处于中间状态时, 消费者的需求呈现多样化特点, 部分消费者可能希望购买组合产品, 部分消费者更倾向于单独购买产品。此时, 混合捆绑销售模式既能满足组合需求, 又能满足个性化需求, 企业可通过这种模式扩大市场份额。而当 θ 较高或较低时, 消费者需求更趋向于单一化, 单独销售可以简化销售流程, 精准满足消费者特定需求, 企业应据此选择单独销售策略。

从图 7 可以得到, 在 λ 和 θ 处于中间范围时, 市场上消费者对产品的需求既有对组合产品的需求, 又有一定程度的个性化需求, 混合捆绑销售可以兼顾这两种需求, 实现利润最大化。而在其他参数范围, 消费者更倾向于以组合形式购买产品, 纯捆绑销售能更好地迎合这种需求, 企业应选择纯捆绑销售, 集中资源优化组合产品的销售与服务。

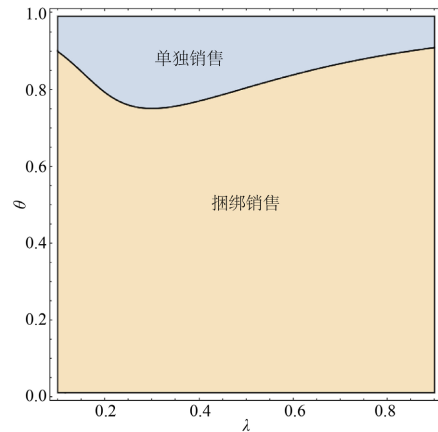


Figure 5. Dominance regions of separate sales and pure bundling sales based on λ and θ

图 5. 基于 λ 和 θ 的单独销售与纯捆绑销售占优区域

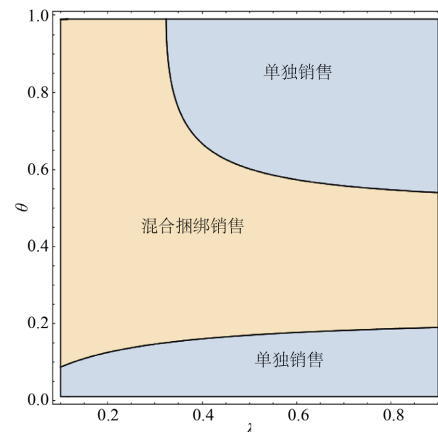


Figure 6. Dominance regions of separate sales and partial mixed bundling sales strategies based on λ and θ

图 6. 基于 λ 和 θ 的单独销售与混合捆绑销售策略占优区域

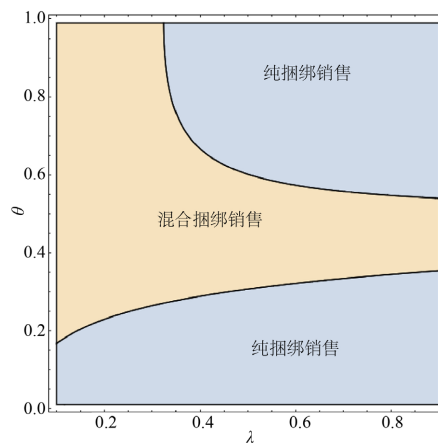


Figure 7. Dominance regions of pure bundling sales and partial mixed bundling sales based on λ and θ

图 7. 基于 λ 和 θ 的纯捆绑销售与混合捆绑销售占优区域

4.3. 实证数据分析

为验证文中理论推导的实践适用性, 本节以净水器企业 B 为具体研究案例。通过梳理该企业在互联网平台公开的互补品销售数据, 重点采集其“净水器 + 滤芯”产品组合的运营信息。经整理可知, 净水器(产品 1)的基础市场容量 a_1 设定为 100, 滤芯(产品 2)的基础市场容量 a_2 同样为 100, 而捆绑销售模式下的组合市场容量达 150。产品间互补强度经测算为 $\theta = 0.6$, 消费者对捆绑折扣的敏感系数 λ 取值 0.7, 消费者异质性 $\gamma = 0.4$ 。将上述参数代入三种销售策略模型进行运算, 借助 MATLAB 软件开展实证模拟分析, 最终得到系统均衡解, 以此验证决策方案的实际应用效果与操作可行性。

Table 2. System equilibrium results under different sales models
表 2. 不同销售模式下系统均衡结果

销售模式 \ 参数	p_1	p_2	p_b	D_1	D_2	D_b	π
单独销售	45	44.5	—	25	24	—	2193
纯捆绑销售	—	—	65	—	—	63	4095
混合捆绑销售	28	27.5	52	35	34	50	4515

由表 2 可知, 在相同市场结构与消费者敏感性参数设定下, 三种销售模式的定价与利润表现。从数据可见, 单独销售策略虽然定价最高, 但需求量较小, 且利润最低; 而纯捆绑销售在价格设定合理情况下获得较高销量与利润。相比之下, 混合捆绑销售模式凭借差异化价格结构与双重需求吸纳机制, 实现了需求总量最大与利润最优, 这也验证了本文理论中“高互补 + 高折扣敏感下混合捆绑最优”的结论。

5. 结论

本文以零售商销售两种互补产品为研究对象, 构建包含价格敏感性、产品互补性与捆绑折扣反应的需求模型, 系统探讨了单独销售、纯捆绑及混合捆绑策略下的最优定价与订购决策, 得出以下结论:

(1) 随着产品互补性增强, 产品间需求联动效应加剧: 单独销售策略需通过降价维持需求, 而纯捆绑与混合捆绑策略更能发挥互补效应的规模优势。当产品互补性接近 1 时, 消费者对组合产品的需求显著提升, 纯捆绑销售可通过降低选择成本提升总利润; 但当产品互补性超过特定阈值时, 消费者对产品差异化的需求凸显, 单独销售策略反而更优。

(2) 当折扣敏感度较低时, 捆绑策略通过“组合性价值”增强消费者购买意愿, 有助于提升总利润; 而在折扣敏感度较高的情境下, 单独销售可更好实现价格歧视, 从而获得更优收益。混合捆绑策略在两者之间提供了灵活的价格结构, 能兼顾多类消费者的差异化需求, 实现收益的平衡优化。

(3) 最优销售策略的选择并非线性依赖单一因素, 而是受到产品互补性与折扣敏感度的交互作用影响。数值仿真表明, 不同参数组合下, 最优销售策略呈现明显分区特征。零售商可依据产品特性与目标市场结构, 合理选择销售模式, 在满足多元消费需求的同时提升整体利润水平。

综上, 本文不仅丰富了互补产品捆绑销售策略的理论研究, 也为企业在动态市场环境中进行差异化定价与组合销售提供了实践指引。未来研究可进一步考虑企业面对多产品动态组合与需求不确定性挑战, 将模型拓展至多产品捆绑结构, 通过联合需求函数与随机过程刻画实际波动情形。

基金项目

上海市白玉兰人才计划浦江项目(23PJC074); 国家自然科学基金(72202137)。

参考文献

- [1] 蒋忠中, 赵金龙, 贾传运. 数据赋能下个性化定价与平台销售模式选择研究[J]. 管理工程学报, 2025, 39(5): 179-195.
- [2] 曹裕, 吴堪, 熊寿遥. 生鲜供应链中保鲜努力投入及订货定价研究[J]. 运筹与管理, 2019, 28(10): 100-109.
- [3] 陈雯, 徐贤浩, 彭红霞. 产品质量设计与快速反应——基于短视消费者与策略消费者的比较[J]. 管理科学学报, 2015, 18(8): 31-38.
- [4] 王道平, 张可, 周玉. 竞争视角下考虑技术创新的逆向供应链微分博弈[J]. 控制与决策, 2023, 38(9): 2653-2662.
- [5] 吕鹏, 牛亚萍, 周金华. 考虑供应链弹性的双渠道供应链决策研究[J]. 供应链管理, 2024, 5(8): 63-77.
- [6] 赵连霞. 制造商开辟网络直销下的混合渠道供应链定价决策[J]. 中国管理科学, 2015, 23(S1): 557-563.
- [7] 魏航. 同质生鲜产品捆绑销售的最优策略[J]. 管理科学学报, 2012, 15(6): 7-21.
- [8] 陶娜, 张胜. 寡头垄断市场下纯捆绑与部件销售模式的选择模型[J]. 运筹与管理, 2014, 23(5): 187-191.
- [9] 潘林, 周水银. 考虑捆绑销售的多产品供应链定价策略[J]. 运筹与管理, 2016, 25(6): 11-17.
- [10] 王先甲, 吕少杰, 全吉. 产品售后服务捆绑销售与营销策略演化[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(7): 1740-1749.
- [11] 孙嘉轶, 王小飞, 滕春贤. 基于消费者效用的临期产品销售渠道选择及捆绑销售策略研究[J]. 管理学报, 2024, 21(9): 1401-1410.
- [12] 李四杰, 尚优, 贾东峰. 竞争-竞争市场结构下的互补产品捆绑策略[J]. 系统工程学报, 2020, 35(6): 748-759.
- [13] 尤美虹, 潘林. 收益共享下的电商平台跨店捆绑销售定价决策[J]. 计算机集成制造系统, 2021, 27(11): 3356-3364.
- [14] 魏杰, 王玉超, 田晨. 基于电商平台的互补产品捆绑策略及销售模式研究[J]. 工业工程, 2021, 24(5): 47-54.