捆绑销售与价格匹配：竞争性互补商品市场

Esmat Sangari[a], *, Rajni Kant Bansal[b]

[a]旧金山大学管理学院，美国加利福尼亚州旧金山富尔顿街 2130 号，邮编 94117[b]印度艾哈迈达巴德管理学院运营与决策科学领域，印度古吉拉特邦艾哈迈达巴德

arXiv:2601.15350v1 [econ.TH] 21 Jan 2026

摘要

我们研究双寡头市场中的混合捆绑与竞争性价格匹配保证（PMG），其中两家零售商向异质性顾客销售互补产品。一家零售商提供混合捆绑，竞争对手则仅销售捆绑包。我们刻画各子博弈中的唯一纯策略纳什均衡，并将其与不捆绑基准进行比较。只要均衡存在，混合捆绑就严格占优。在捆绑销售的前提下，PMG 采用需要权衡战略性需求获取与忠诚顾客带来的利润率损失，其选择会随相对价格需求响应度和互补性的变化而系统性改变。

关键词：互补产品、价格匹配保证、竞争性定价、双寡头竞争

1. 引言

在顾客购买互补产品的市场中，捆绑销售和价格匹配保证（PMG）是广泛使用的定价工具。零售商经常销售精选捆绑包，例如笔记本电脑与配件、家庭办公套件或餐食套件，以刺激联合需求并提高整体盈利能力，这在行业实践中十分常见。与此同时，大型零售商采用价格匹配保证来吸引价格敏感型顾客并保持竞争力。例如，百思买和塔吉特公开承诺，对于符合条件的竞争对手在线上或实体店提供的更低价格，均予以匹配。

许多企业在销售捆绑商品的同时也销售单独销售商品，但有些零售商采用纯捆绑模式，只销售捆绑商品。例子包括 HelloFresh 和 Blue Apron 等餐食套件服务、Birchbox 和 Ipsy 等美容订阅服务，以及仅以套餐形式销售住宿、餐食和活动的全包式旅游服务提供商。

这些行业实践引出了一个重要的战略问题：当零售商在互补商品市场中展开竞争时，捆绑销售与价格匹配会如何相互作用？尽管这两种策略在实践中都得到广泛应用，但价格匹配保证如何影响捆绑销售的盈利能力，或者在顾客行为存在异质性的情况下，捆绑销售如何影响价格匹配保证的有效性，仍不清楚。尽管捆绑销售和价格匹配保证的相关研究都已相当成熟，但二者的发展大多彼此独立，且尚未探讨这两种策略之间的相互作用。捆绑销售文献表明，捆绑互补商品能够重塑竞争并提升盈利能力（例如，Giri 等人，2020；Chen 等人，2021；Chen 等人，2024），但并未纳入价格匹配保证。相反，价格匹配保证文献主要在单一产品情境下分析价格匹配策略（例如，Zhuo，2017；Jiang 等人，2017；Nalca 和 Cai，2023），因此并未探讨互补商品的捆绑销售。

据我们所知，尚无研究在顾客异质且零售形式非对称的情境下，同时分析互补商品的捆绑销售与竞争性 PMG。本文通过构建一个双零售商双寡头模型填补了这一空白：其中一家零售商（零售商1）选择提供混合捆绑还是仅销售单独销售商品，另一家零售商（零售商2）则只销售捆绑包。在此决策的基础上，每家零售商选择是否采用 PMG 并制定价格。顾客分为三类：忠诚且对价格不敏感的顾客、忠诚且对价格敏感的顾客，以及非忠诚且对价格敏感的（策略型）顾客，从而反映现实中观察到的购买行为。

我们的均衡分析表明，在采用混合捆绑和 PMG 时，零售商1的捆绑价格（以及通过捆绑包与单品的相互作用影响的单品价格）取决于零售商2的捆绑包需求参数，因为价格敏感型顾客面对的有效捆绑价格与竞争对手的价格挂钩。相比之下，零售商2的捆绑价格仅由其自身的需求参数决定。当零售商1在混合捆绑时不采用 PMG，或者其均衡捆绑价格低于零售商2的捆绑价格时，其价格仅取决于其

*通讯作者电子邮箱：esangari@usfca.edu（Esmat Sangari），rajnikantb@iima.ac.in（Rajni Kant Bansal）

自身的需求参数。这些结果阐明了混合捆绑与 PMG 之间的相互作用何时会通过有效捆绑价格，将竞争状况传导至不同零售商。

我们的数值实验描绘了不同需求环境下捆绑销售和 PMG 采用对盈利能力的影响。只要均衡存在，混合捆绑就严格优于单独销售；当捆绑包的互补性足够高、单独销售时的交互效应相对较弱，收益最大。在采用捆绑销售的前提下，如果策略型顾客的价格敏感度很高，而忠诚顾客的价格敏感度相对较低，那么 PMG 吸引力不大；但当两类顾客的价格敏感度都处于中高水平时，PMG 则是最优选择。如果不同顾客群体之间的价格敏感度存在强烈不对称性，均衡出现的可能性较低；而当捆绑包的互补性较高且单独销售时的交互效应有限，均衡则更稳健。

总体而言，我们的研究首次综合刻画了捆绑销售与价格匹配保证如何共同影响互补商品市场中的竞争，并为面临仅提供捆绑包的竞争者或正战略性考虑采用 PMG 的零售商提供了可行的指导。

2. 文献综述

我们的研究交汇于两个成熟的研究领域：互补产品的捆绑销售与竞争性价格匹配保证。尽管这两个领域都已分别得到广泛研究，但它们的交叉点仍鲜有探讨。我们提出了一个统一模型，在异质消费者构成的竞争环境中，联合分析混合捆绑与价格匹配决策。

在捆绑销售文献中，既有研究围绕不同的供应链结构、需求类型和产品关系，探讨了纯捆绑和混合捆绑策略。对于互补商品，研究通常表明，在不同的渠道权力安排和产品互补性下，捆绑销售能够提高总利润（Giri 等人，2020；Chen 等人，2021）。竞争性捆绑销售已在多产品环境中得到研究（Liao & Tauman，2002；De Cornière & Taylor，2024），也有研究探讨了具有差异化互补商品的双寡头市场（Chung et al.，2013；Vamosiu，2018）。相关文献还将捆绑销售分析拓展至涉及消费者品牌匹配偏好的情境（Sinitsyn，2012）、绿色产品策略（Shan et al.，2020）以及全渠道供应链（Chen et al.，2024）。近期一些研究进一步考察了不同渠道权力下广告动态对捆绑销售的影响（Jena & Ghadge，2022），以及供应商风险厌恶和随机需求情境下的捆绑销售问题（Hemmati et al.，2024）。然而，上述研究均未将价格匹配保证纳入捆绑销售决策。

与此同时，关于价格匹配保证（PMG）的文献探讨了其在各种市场环境中的战略影响和福利效应。早期研究曾担忧，价格匹配保证可能促成默契合谋（Corts，1996；Zhuo，2017），而后续研究则指出，其影响会因消费者行为和运营环境而呈现相互抵消的效应。例如，价格匹配保证可能通过鼓励消费者搜寻而加剧竞争（Chen 等，2001；Jiang 等，2017），也可能在供应情况受限时促成价格歧视（Nalca 等，2010；Nalca 等，2019）。价格匹配保证的盈利能力还取决于市场结构、渠道权力、需求不对称性以及消费者费力度（Nalca，2017；Nalca 与 Cai，2023）。实证研究的结论不一：一些研究支持促进竞争的解释（Wu 等，2018），另一些则记录到即便是不采用该策略的竞争对手，价格也会上涨（Zhuo，2017）。近期研究进一步考察了价格匹配保证与物流条件（Wei 与 Chang，2023）的互动，以及由产品差异化和价格敏感度所塑造的双渠道动态（Wei 等，2023）。

尽管已有大量相关研究，但据我们所知，尚无研究明确建模分析竞争性零售市场中，捆绑销售与价格匹配策略如何在互补产品之间相互作用。本文通过考察零售商提供混合捆绑或单独销售产品的决策如何受到自身及竞争对手 PMG 决策的共同影响，填补了这一空白。通过在统一的博弈论框架中将这两种战略工具联系起来，我们为零售环境中的竞争动态、需求细分和企业盈利能力提供了新的见解。

3. 模型设定

本节定义市场、企业决策、消费者细分群体、需求结构和利润函数。

双寡头竞争与企业决策： 我们研究一个由两家销售两种互补产品的零售商构成的市场。零售商1（r_1）选择是否提供混合捆绑（$B = 1$）：若提供，则分别为单件商品1和2以及捆绑包设定价格p_{r1}^{i1}、p_{r1}^{i2}和p_{r1}^{b}；若不进行捆绑（$B = 0$），则仅设定单品价格p_{r1}^{i1}和p_{r1}^{i2}。零售商2（r_2）仅以价格p_{r2}^{b}销售捆绑商品。两家企业均决定是否提供竞争性价格匹配保证，并设定价格。产品1和产品2的产品成本分别为c_1和c_2。我们施加$p_{r1}^{i1} + p_{r1}^{i2} \geq p_{r1}^{b}$，以确保捆绑价格不超过其组成产品价格之和。图1展示了该双寡头博弈中的总体决策顺序。

顾客细分： 顾客被划分为三个行为特征不同的细分群体：

• 忠诚且价格不敏感的顾客，他们始终从自己偏好的零售商处购买商品，而不会比较价格。在这一细分市场中，有些顾客只从r_1购买一件单件商品，另一些则会购买两种商品（单独购买，或在有捆绑包时购买捆绑包）。忠于r_2 的顾客只能购买捆绑包，因为这家零售商不出售单件商品。

• 忠诚且价格敏感的顾客，他们始终忠于自己的零售商，但会在有价格匹配保证时加以利用。我们假设这些顾客总是购买两种产品（若有捆绑包则购买捆绑包，否则分别购买单件商品），这反映出只有在考虑联合购买时，价格敏感度才会发挥作用。

• 非忠诚、价格敏感（即策略型）的顾客，他们会主动比较从不同零售商处购买两种产品的价格。若有捆绑包，他们会评估捆绑价格（若r_1不提供捆绑销售，则比较单品价格之和），并从提供最低实际价格的零售商处购买。

因此，单件商品购买仅发生在价格不敏感顾客中，而所有价格敏感型顾客都会评估联合购买。这使得价格匹配保证仅在捆绑包层面上具有相关性，因为捆绑包是唯一可供跨零售商比较的商品。

需求函数： 我们假设需求为线性，具有自身价格敏感度$b_l > 0$、互补参数$\theta_l > 0$ （针对单件商品之间）和 $\lambda_l > 0$ （针对捆绑包与单件商品价格之和之间），以及分客群需求基数$a^v{}_l$和a^v_q，分别对应$v \in \{i1、i2、ib、jb\}$，其中l和q分别表示忠诚且价格不敏感的顾客和忠诚且价格敏感的顾客；$i1$、$i2$以及ib 分别表示r_1, 提供的单件商品1、单件商品2和捆绑包，而jb 表示r_2提供的捆绑包。此外，a_s 表示策略型顾客的需求基数。我们假设$b_l \geq \lambda_l$，因此，需求对产品自身价格变化的敏感度高于对捆绑包与单独购买之间价格差异的敏感度。具体而言：

• 忠诚且价格不敏感顾客的需求函数：当$B = 1$ （即r_1采用混合捆绑时），r_1在这一细分市场中的单品需求和捆绑需求分别如下：

$$d^{i1}{}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i}_{r}{}^{2}_{1}, p^b_{r_1}) = a^{i1}_l - b_l p^{i1}_{r_1} - b_l\theta_l p^{i2}_{r_1} + \lambda_l(p^b_{r_1} - p^{i1}_{r_1} - p^{i2}_{r_1}),\ d^{i2}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i2}_{r_1}, p^b_{r_1}) = a^{i2}_l - b_l\theta_l p^{i1}_{r_1} - b_l p^{i2}_{r_1} + \lambda_l(p^b_{r_1} - p^{i1}_{r_1} - p^{i2}_{r_1}) \tag{1}$$

$$d^{ib}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i2}_{r_1}, p^b_{r_1}) = a^{ib}_l - b_l p^b_{r_1} + \lambda_l(p^{i1}_{r_1} + p^{i2}_{r_1} - p^b_{r_1}) \tag{2}$$

而r_2在这一细分市场中的捆绑需求如下：

$$d^{jb}_l(p^b_{r_2}) = a^{jb}_l - b_l p^b_{r_2} \tag{3}$$

当$B = 0$（即r_1不进行捆绑销售时），r_1 的忠诚且价格不敏感顾客需求可简化如下，这是因为r_1 不公布捆绑价格，而r_2在这一细分市场中的捆绑需求保持不变：

$$d^{i1}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i2}_{r_1}) = a^{i1}_l - b_l p^{i1}_{r_1} - b_l\theta_l p^{i2}_{r_1},\ d^{i2}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i2}_{r_1}) = a^{i2}_l - b_l\theta_l p^{i1}_{r_1} - b_l p^{i2}_{r_1} \tag{4}$$

$$d^{ib}_l(p^{i1}_{r_1}, p^{i2}_{r_1}) = a^{ib}_l - b_l(p^{i1}_{r_1} + p^{i2}_{r_1}) \tag{5}$$

在公式（5）中，$d^{ib}{}_l$表示无论r_1, 采取何种捆绑决策，那些都需要同时购买两件商品的顾客所产生的需求；该项反映了r_1 的“假设”捆绑价格，其取值为两件商品价格之和。

• 忠诚价格敏感顾客的需求函数：设零售商r在价格匹配保证下的有效捆绑价格为 $\tilde{}p_{br}$。有效价格的价格匹配保证映射分情况而定：如果r_1提供价格匹配保证，且$p_{br1} \geq p_{br2}$，那么$\tilde{}p_{br} = p_{br2}$；r_2的情况则相反。如果零售商不提供价格匹配保证，其有效捆绑价格就等于其标示的捆绑价格，即 $\tilde{}p_{br} = p_{br}$。因此，当r_1采用混合捆绑时，r_1 和r_2 在这一细分市场中的捆绑需求分别如下：

$$d^{ib}_q(p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}, \tilde{p}^b_{r_1}) = a^{ib}_q - b_l\tilde{p}^b_{r_1} + \lambda_l(p^{i1}_{r1} + p^{i2}_{r1} - \tilde{p}^b_{r_1}) \tag{6}$$

$$d_{jbq}(\tilde{}p^b_{r_2}) = a^{jb}_q - b_l\tilde{}p^b_{r_2} \tag{7}$$

请注意，在r_1, 不存在混合捆绑销售的情况下，本细分市场不适用任何价格匹配保证，顾客会评估综合价格。因此，在此情况下，r_1 和r_2 处的捆绑需求分别如下：

$$d^{ib}_q(p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}) = a^{ib}_q - b_l(p^{i1}_{r1} + p^{i2}_{r1}) \tag{8}$$

$$d^{jb}_q(p^b_{r_2}) = a^{jb}_q - b_l p^b_{r_2} \tag{9}$$

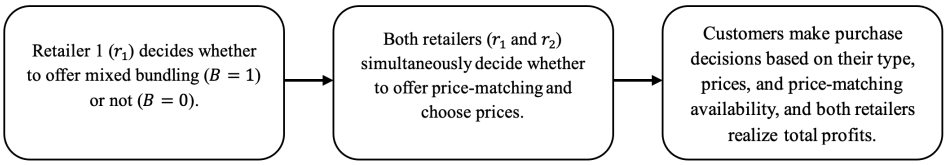


图1：双寡头博弈中的决策与互动顺序

• 非忠诚、价格敏感（策略型）顾客的需求函数：策略型顾客会从可选的捆绑价格中选择最低价购买。因此，本节的需求为：

$$d_s(\hat{p}^b) = a_s - b_s\hat{p}^b \tag{10}$$

采用混合捆绑时，r_1, $\hat{}p^b = \min\{p^b_{r1}, p^b_{r2}\}$；不采用捆绑时，$r_1$, $\hat{}p^b = \min\{p^{i1}_{r1} + p^{i2}_{r1}, p^b_{r2}\}$。

利润函数： 根据上述需求，零售商通过决定是否采用 PMG（如适用）并设定价格来实现利润最大化。当 $B = 1$ 时，r_1 和 r_2 的利润函数分别如下：

$$\pi_{r1}(p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}, p^b_{r1}, \tilde{p}^b_{r_1}, \hat{p}^b) = (p^{i1}_{r1} - c_1)d^{i1}_l + (p^{i2}_{r1} - c_2)d^{i2}_l + (p^b_{r1} - c_1 - c_2)d^{ib}_l + (\tilde{p}^b_{r_1} - c_1 - c_2)d^{ib}_q + \alpha(\hat{p}^b - c_1 - c_2)d_s \tag{11}$$

$$\pi_{r2}(p^b_{r2}, \tilde{p}^b_{r_2}, \hat{p}^b) = (p^b_{r2} - c_1 - c_2)d^{jb}_l + (\tilde{p}^b_{r_2} - c_1 - c_2)d^{jb}_q + (1-\alpha)(\hat{p}^b - c_1 - c_2)d_s \tag{12}$$

其中，$\alpha \in [0, 1]$ 表示根据零售商的定价和 PMG 决策，从 r_1, 处购买的策略型顾客所占比例。

当 $B = 0$ 时，r_2 的利润函数保持不变，而 r_1 的利润函数变为如下形式：

$$\pi_{r1}(p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}, \hat{p}^b) = (p^{i1}_{r1} - c_1)d^{i1}_l + (p^{i2}_{r1} - c_2)d^{i2}_l + (p^{i1}_{r1} + p^{i2}_{r1} - c_1 - c_2)(d^{ib}_l + d^{ib}_q) + \alpha(\hat{p}^b - c_1 - c_2)d_s \tag{13}$$

策略情形： r_1 作出捆绑销售决策（$B = 1$ 或 $B = 0$）后，两家零售商同时决定是否提供 PMG（如适用）并设定价格。在 $B = 1$ 下，由此产生四种可能的策略配置：(CM, CM)、(CM, CM)、(CM, CM)和(CM, ~~CM~~)，其中 CM 表示采用 PMG，CM 表示不采用 PMG。

4. 均衡分析

本节将刻画四种捆绑子博弈以及不采用捆绑销售的基准情形下的闭式均衡解。我们通过分析各企业利润最大化问题的 KKT 条件并同时求解，推导出均衡。

定理 1. 在满足充分条件集 A（见附录 A）时，利润函数 $\pi_{r1}(p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}, p^b_{r1}, p^b_{r2})$ 和 $\pi_{r2}(p^b_{r1}, p^b_{r2})$ 在子博弈 (CM, CM) 和 (CM, CM) 中关于联合凹，其中 r_1 采用混合捆绑（即 $B = 1$）。这些子博弈存在唯一的纯策略纳什均衡，如下所示：

$$p^{i1}_{r1} = \frac{1}{4}\frac{a^{i1}_l - a^{i2}_l}{b_l(1-\theta_l)} - \frac{a^{ib}_l}{4\lambda_l} + \frac{2p^b_{r1} - c_1 - c_2}{4\lambda_l}(b_l + \lambda_l) + \frac{c_1}{2} \tag{14a}$$

$$p^{i2}_{r1} = -\frac{1}{4}\frac{a^{i1}_l - a^{i2}_l}{b_l(1-\theta_l)} - \frac{a^{ib}_l}{4\lambda_l} + \frac{2p^b_{r1} - c_1 - c_2}{4\lambda_l}(b_l + \lambda_l) + \frac{c_2}{2} \tag{14b}$$

$$p^b_{r1} = \frac{1}{2}\left(\frac{(a^{i1}_l + a^{i2}_l)\lambda_l + (b_l(1+\theta_l) + 2\lambda_l)a^{ib}_l}{(b_l + \lambda_l)b_l(1+\theta_l) + 2b_l\lambda_l} + \left(\frac{a^{jb}_l + a^{jb}_q + (1-\alpha)a_s}{2b_l + (1-\alpha)b_s} - (c_1 + c_2)\right)\frac{(\lambda_l)^2}{(b_l + \lambda_l)b_l(1+\theta_l) + 2b_l\lambda_l} + c_1 + c_2\right) \tag{14c}$$

$$p^b_{r2} = \frac{1}{2}\left(\frac{a^{jb}_l + a^{jb}_q + (1-\alpha)a_s}{2b_l + (1-\alpha)b_s} + (c_1 + c_2)\right) \tag{14d}$$

定理 1 中的均衡呈现出一种重要的非对称性。r_1 的最优捆绑价格（即 p^b_{r1}）随 r_2 的捆绑相关基础需求（a_{jbl}, a^{jb}_q）上升。此外，这一响应的敏感度随 λ_l 增加，因为 p^b_{r1} 中的竞争项由 λ^2_l 缩放。r_1 的价格依赖性源于这种情形下 r_1 提供 PMG，且面向价格敏感型顾客的有效捆绑价格与 r_2 较低的捆绑价格相匹配。相较之下，r_2 的捆绑价格（即 p^b_{r2}）仅取决于其自身的需求参数，不随 r_1 的单品需求或捆绑需求而变化。请注意，在 r_1，采用混合捆绑并提供 PMG 时，其单品价格会通过其均衡捆绑价格间接受到竞争对手需求参数的影响。

定理 2。在充分条件集 B（见附录 B）下，利润函数 π_{r1}（p^{i1}_{r1}, p^{i2}_{r1}, p^b_{r1}, p^b_{r2}）和 π_{r2}（p^b_{r1}, p^b_{r2}）在子博弈（CM, CM）和（CM, CM）中是联合凹的，其中 r_1 采用混合捆绑（即 $B = 1$）。这些子博弈中存在唯一的纯策略纳什均衡，具体如下：

$$p^{i1}_{r1} = \frac{1}{4}\frac{a^{i1}_l - a^{i2}_l}{b_l(1-\theta_l)} + \frac{5c_1}{12} - \frac{c_2}{12} - \frac{a^{ib}_l + a^{ib}_q}{6\lambda_l} + \frac{2p^b_{r1} - c_1 - c_2}{3\lambda_l}(b_l + \lambda_l) \tag{15a}$$

$$p^{i2}_{r1} = -\frac{1}{4}\frac{a^{i1}_l - a^{i2}_l}{b_l(1-\theta_l)} - \frac{c_1}{12} + \frac{5c_2}{12} - \frac{a^{ib}_l + a^{ib}_q}{6\lambda_l} + \frac{2p^b_{r1} - c_1 - c_2}{3\lambda_l}(b_l + \lambda_l) \tag{15b}$$

$$p^b_{r1} = \frac{1}{2}\left(\frac{3(a^{i1}_l + a^{i2}_l)\lambda_l + 2(b_l(1+\theta_l) + 2\lambda_l)(a^{ib}_l + a^{ib}_q)}{4b_l(b_l(1+\theta_l) + 2\lambda_l) + 4b_l(1+\theta_l)\lambda_l - (\lambda_l)^2} + (c_1 + c_2)\left(1 + \frac{b_l(1+\theta_l)\lambda_l - (\lambda_l)^2}{4b_l(b_l(1+\theta_l) + 2\lambda_l) + 4b_l(1+\theta_l)\lambda_l - (\lambda_l)^2}\right)\right) \tag{15c}$$

$$p^b_{r2} = \frac{1}{2}\left(\frac{a^{jb}_l + a^{jb}_q + a_s}{2b_l + b_s} + (c_1 + c_2)\right) \tag{15d}$$

在定理 2 中，r_2的捆绑价格p_{r2}^b 仅取决于自身的需求参数，与r_1的单品或捆绑需求参数无关。此外，与定理 1 不同，当r_1 不提供 PMG 时，其最优捆绑价格p_{r1}^b以及单品价格仅取决于自身的需求参数。

定理 3。 在充分条件集合 C（见附录 C）下，当零售商采用混合捆绑（即 B =1）时，利润函数 $\pi_{r1}(p_{r1}^{i1}, p_{r1}^{i2}, p_{r1}^b, p_{r2}^b)$ 和$\pi_{r2}(p_{r1}^b, p_{r2}^b)$ 在子博弈 (CM，CM) 和 (CM，CM) 中关于决策变量联合凹。这些子博弈中存在唯一的纯策略纳什均衡，如下所示：

$$p_{r1}^{i1} = \frac{1}{4}\frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{b_l(1-\theta_l)} + \frac{5c_1}{12} - \frac{c_2}{12} - \frac{a_l^{ib}+a_q^{ib}+\alpha a_s}{6\lambda_l} + \frac{2p_{r1}^b-c_1-c_2}{3\lambda_l}(b_l+\lambda_l+\frac{\alpha}{2}b_S) \tag{16a}$$

$$p_{r1}^{i2} = -\frac{1}{4}\frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{b_l(1-\theta_l)} - \frac{c_1}{12} + \frac{5c_2}{12} - \frac{a_l^{ib}+a_q^{ib}+\alpha a_s}{6\lambda_l} + \frac{2p_{r1}^b-c_1-c_2}{3\lambda_l}(b_l+\lambda_l+\frac{\alpha}{2}b_s) \tag{16b}$$

$$p_{r1}^b = \frac{1}{2}\left(\frac{3(a_l^{i1}+a_l^{i2})\lambda_l + 2(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)(a_l^{ib}+a_q^{ib})+\alpha a_s}{2(2b_l+b_s)(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)+4b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2} + (c_1+c_2)\left(1+\frac{b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2}{2(2b_l+b_s)(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)+4b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2}\right)\right) \tag{16c}$$

$$p_{r2}^b = \frac{1}{2}\left(\frac{a_l^{jb}}{b_l} + (c_1+c_2)\right) \tag{16d}$$

在定理 3 中，均衡满足 $p_{r1}^b < p_{r2}^b$。这里的一个关键性质是，如果 $\alpha = 0$，r_1 的均衡价格与定理 2 中的价格一致。这意味着，在没有策略型顾客的情况下，r_1 采用 PMG 并不会影响其最优价格，因为其余顾客细分群体不会转向 r_2。更一般地说，r_1 的最优捆绑价格 p_{r1}^b 仅取决于其自身的需求参数，而与其是否提供 PMG 无关。由于在这种情况下 r_2 提供了 PMG，其捆绑价格 p_{r2}^b 完全由忠诚且价格不敏感的顾客带来的需求决定，以 $a^{jb}{}_l$ 表示；而忠诚且价格敏感的顾客会以 r_1 提供的匹配后的较低价格购买。

定理 4。 在充分条件组 D 下（见附录 D），利润函数 $\pi_{r1}(p_{r1}^{i1},p_{r1}^{i2},p_{r1}^b,p_{r2}^b)$ 和$\pi_{r2}(p_{r1}^b,p_{r2}^b)$ 在子博弈(CM,CM) 和 (CM, CM) 中关于价格联合凹，其中 r_1 采用混合捆绑（即 B =1）。这些子博弈中存在唯一的纯策略纳什均衡，如下所示：

$$p_{r1}^{i1} = \frac{1}{4}\frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{b_l(1-\theta_l)} + \frac{5c_1}{12} - \frac{c_2}{12} - \frac{a_l^{ib}+a_q^{ib}+a_s}{6\lambda_l} + \frac{2p_{r1}^b-c_1-c_2}{3\lambda_l}(b_l+\lambda_l+\frac{1}{2}b_S) \tag{17a}$$

$$p_{r1}^{i2} = -\frac{1}{4}\frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{b_l(1-\theta_l)} - \frac{c_1}{12} + \frac{5c_2}{12} - \frac{a_l^{ib}+a_q^{ib}+a_s}{6\lambda_l} + \frac{2p_{r1}^b-c_1-c_2}{3\lambda_l}(b_l+\lambda_l+\frac{1}{2}b_s) \tag{17b}$$

$$p_{r1}^b = \frac{1}{2}\left(\frac{3(a_l^{i1}+a_l^{i2})\lambda_l + 2(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)(a_l^{ib}+a_q^{ib})+a_s}{2(2b_l+b_s)(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)+4b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2} + (c_1+c_2)\left(1+\frac{b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2}{2(2b_l+b_s)(b_l(1+\theta_l)+2\lambda_l)+4b_l(1+\theta_l)\lambda_l-(\lambda_l)^2}\right)\right) \tag{17c}$$

$$p_{r2}^b = \frac{1}{2}\left(\frac{a_l^{jb}+a_q^{jb}}{2b_l} + (c_1+c_2)\right) \tag{17d}$$

在定理 4 中，当 $\alpha = 1$ 时，r_1 的均衡价格与定理 3 中的相同，这意味着当 $p_{r1}^b < p_{r2}^b$ 且r_2 不提供 PMG 时，r_1 能够吸引策略型顾客。此外，与定理 3 一样，r_1 的捆绑价格 p_{r1}^b 仅取决于其自身的需求参数。在此情形下，由于r_2 不提供 PMG，其捆绑价格 p_{r2}^b 由忠诚且价格敏感的需求和忠诚且价格不敏感的需求共同决定，分别以a_{jbq}和$a^{jb}{}_l$表示。

定理 5。 当 r_1 仅销售单件商品（即 B = 0）时，在充分条件集 E 和 F（见附录E）各自成立的情况下，利润函数 π_{r1} $(p_{r1}^{i1},p_{r1}^{i2},p_{r1}^b,p_{r2}^b)$ 和 $\pi_{r2}(p_{r1}^b,p_{r2}^b)$ 均为联合凹函数。在每个条件集下，均存在唯一的纯策略纳什均衡，如下所示：

(a) 在充分条件组 E 下：

$$p_{r1}^{i1} = \frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{4b_l(1-\theta_l)} + \frac{c_1}{2} + \frac{a_l^{i1}+a_l^{i2}+2(a_l^{ib}+a_q^{ib})}{4b_l(5+\theta_l)} \tag{18a}$$

$$p_{r1}^{i2} = -\frac{a_l^{i1}-a_l^{i2}}{4b_l(1-\theta_l)} + \frac{c_2}{2} + \frac{a_l^{i1}+a_l^{i2}+2(a_l^{ib}+a_q^{ib})}{4b_l(5+\theta_l)} \tag{18b}$$

$$p_{r2}^b = \frac{a_l^{jb}+a_q^{jb}+a_s}{2(2b_l+b_s)} + \frac{1}{2}(c_1+c_2) \tag{18c}$$

(b) 在充分条件集 F 下：

$$p_{r1}^{i1} = \frac{a_l^{i1} - a_l^{i2}}{4b_l(1-\theta_l)} + \frac{c_1}{2} + \frac{a_l^{i1} + a_l^{i2} + a_s + 2(a_l^{ib} + a_q^{ib})}{4b_l(5+\theta_l) + 4b_s} \tag{19a}$$

$$p_{r1}^{i2} = -\frac{a_l^{i1} - a_l^{i2}}{4b_l(1-\theta_l)} + \frac{c_2}{2} + \frac{a_l^{i1} + a_l^{i2} + a_s + 2(a_l^{ib} + a_q^{ib})}{4b_l(5+\theta_l) + 4b_s} \tag{19b}$$

$$p_{r2}^{b} = \frac{a_l^{jb} + a_q^{jb}}{4b_l} + \frac{1}{2}(c_1 + c_2) \tag{19c}$$

在定理 5 中，当 r_1 不提供捆绑包时，将 r_1的价格与竞争对手价格联系起来的捆绑定价渠道便不复存在。在充分条件集 E 下，与 PMG 下的混合捆绑情形（定理 1）不同，r_1的单品价格仅取决于自身的需求基数和成本参数；在后者中，均衡捆绑价格会导致零售商间依赖。在充分条件集 F 下，由于 $p_{r1}^{i1} + p_{r1}^{i2} < p_{r2}^{b}$, 策略型顾客会被$r_1$ 吸引，而r_2的捆绑价格则完全由其忠诚顾客需求决定。在这两种情形下，不进行捆绑销售意味着r_1的价格仅取决于自身的需求参数。

5. 数值实验

虽然均衡分析得出了闭式解，但多个顾客细分群体、混合捆绑和价格匹配保证之间的相互作用，使得难以通过解析方法刻画策略比较与选择。因此，我们开展数值实验，以：(i) 确定捆绑销售和采用 PMG 的最优区域；(ii) 展示关键需求参数如何影响均衡定价和利润。为此，我们的数值实验旨在探讨以下三个相关问题：

- **问题1：** 在什么情况下，混合捆绑比不捆绑对r_1 更有利可图?
- **问题2：** 在采用捆绑销售的前提下，何时r_1 采用 PMG 才是最优选择?
- **问题3：** 捆绑销售与价格匹配保证的联合选择如何随需求环境而变化?

基准参数值遵循捆绑销售文献中的设定（见 Giri 等人，2020；Taleizadeh 等人，2020），并在必要时进行归一化，以匹配我们的需求系统和符号。除非另有说明，我们设定 $a^{i1}{}_l = a^{i2}{}_l = a^{ib}{}_l = a_q^{ib} = a_{jb}{}_l = a_q^{jb} = a_s = 100$, $b_l = b_s = 0.4$, $c_1 = c_2 = 10$, 以及 $\alpha = 0.5$。对于每组参数配置，我们利用第4节中针对所有相关子博弈推导出的闭式表达式，计算候选均衡价格。随后，仅保留满足模型可行性要求的参数点，包括所有活跃细分群体的需求非负以及满足凹性条件。请注意，当存在多个可行均衡时，我们选择使r_1利润最大化的均衡。

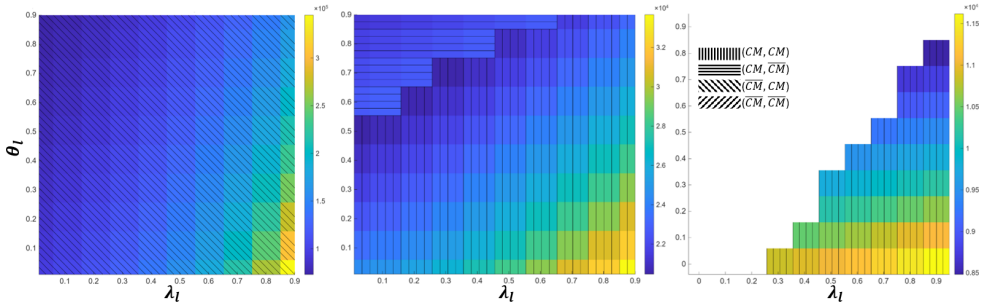
我们开展了两组实验，并展示具有代表性的参数切片。尽管区域边界的具体位置可能随其他取值的变化而改变，但在可行参数空间内，定性模式仍然保持稳健。在第一组实验中，我们改变互补参数（λ_l、θ_l），同时将其他参数保持在基准水平。具体而言，我们在（b_s、b_l）的几种代表性配置下进行分析，以刻画战略顾客和忠诚顾客不同的价格敏感度。对于每种参数组合，我们分别计算r_1在不采用捆绑销售和采用捆绑销售情况下的均衡利润，其中后者是所有捆绑子博弈中的最大均衡利润。我们记录利润差 $\Delta\pi_{r1}^{B} = \pi_{r1}(B = 1) - \pi_{r1}(B = 0)$，并确定相应的最优 PMG 机制，从而联合刻画捆绑定价盈利能力与 PMG 采用。

在第二组实验中，我们在几种代表性的（λ_l、θ_l）配置下改变（b_s、b_l）。与之前一样，对于每个（b_s、b_l）组合，我们计算r_1在不采用捆绑销售和采用捆绑销售情况下的均衡利润，确定利润最大化策略，并记录相应的 PMG 机制。该实验凸显了顾客价格敏感度的异质性如何塑造捆绑定价盈利能力以及联合捆绑-PMG策略。

图2和图3展示了数值实验的结果，报告了在具有代表性的参数配置下，r_1采用捆绑销售相对于不捆绑销售所获得的均衡利润，以及相应的最优 PMG 机制。接下来，我们总结这些图中的主要规律：先讨论捆绑销售相对于不捆绑销售的盈利能力，再转而讨论 PMG 采用和联合政策选择。各面板中的图例和阴影方案保持一致，空白区域表示不存在均衡的参数取值。

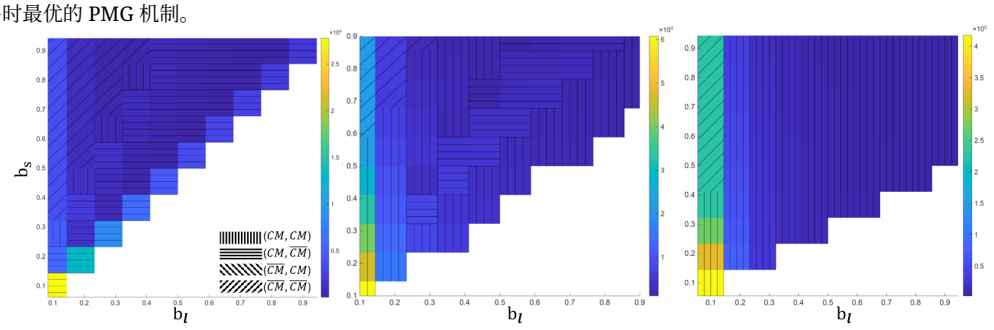
观察1. 只要均衡存在，混合捆绑（$B = 1$）在 r_1 下的利润就严格高于不捆绑基准（$B = 0$）。无论捆绑层面的互补性λ_l、单品层面的互补性 θ_l还是自身价格敏感度 (b_l，b_s)如何变化，这一优势始终成立。

混合捆绑允许r_1 为同时购买两种产品的客户单独设定捆绑价格；而不采用捆绑销售时，这类需求只能通过单品价格之和来定价，从而限制了r_1的定价灵活性。正如均衡分析所示，捆绑价格的存在使r_1 能够直接控制联合需求客户，而捆绑需求会通过 λ_l对该价格作出响应。相比之下，在不采用捆绑销售时，联合需求只能通过单品价格间接受到影响。在所有可行的参数配置下，只要均衡存在，这种额外的定价控制权就会严格提高r_1的均衡利润。



i) b_l = 0.1; b_s = 0.9　　ii) b_l = 0.4; b_s = 0.4　　iii) b_l = 0.9; b_s = 0.1

图2：在不同的 b_l 和 b_s 取值下，r_1 通过捆绑销售获得的利润相对于不捆绑销售的利润，以 $\Delta\pi^B_{r1}$ 衡量，并随 λ_l 和 θ_l 变化。阴影区域表示捆绑销售时最优的 PMG 机制。



i) λ_l = 0.1; θ_l = 0.9　　ii) λ_l = 0.3; θ_l = 0.5　　iii) λ_l = 0.9; θ_l = 0.1

图3：在不同的 λ_l 和 θ_l 取值下，r_1 通过捆绑销售获得的利润相对于不捆绑销售的利润，以 $\Delta\pi^B_{r1}$ 衡量，并随 b_l 和 b_s 变化。阴影区域表示捆绑销售时最优的 PMG 机制。

观察2。 当捆绑层面的互补性 λ_l 足够高、单品层面的互补性 θ_l 足够低时，捆绑销售带来的利润优势最大。随着 θ_l 增加，捆绑销售相对于不捆绑销售所带来的增量利润会减少。

当捆绑层面的互补性 λ_l 较高时，捆绑需求会对捆绑价格作出强烈响应，从而提高单独对联合需求定价的价值。相反，较高的单品层面的互补性 θ_l 会加强单品价格之间的交叉效应，使联合需求对单品定价本身更加敏感。因此，随着 θ_l增加，相较于不采用捆绑销售，捆绑销售带来的增量利润会减少，尽管捆绑销售仍然有利可图。接下来，我们将讨论采用捆绑销售时的 PMG 盈利能力。

观察3。 在采取捆绑销售的前提下（$B = 1$），当策略型顾客对价格高度敏感（b_s 较高），而忠诚顾客相对价格不敏感（b_l 较低）时，r_1 的最优策略是不提供价格匹配保证。相反，当(b_l,b_s)取中等至较高值时，价格匹配保证对 r_1 而言是最优选择。

提供捆绑销售时，PMG 会将r_1面向价格敏感型顾客的有效捆绑价格与竞争对手的捆绑价格挂钩。虽然这使r_1能够吸引策略型顾客，但匹配后的较低价格也会提供给价格敏感的忠诚顾客，而无论其是否采用价格匹配政策，这些顾客都会向r_1 购买。当忠诚顾客的价格敏感度相对较低（b_l较低）时，这会造成显著的利润率损失，使价格匹配保证缺乏吸引力。当策略型需求的价格敏感度很高（b_s较高）时，这种情况尤为明显，因为价格竞争会因此加剧。随着b_l 增大，忠诚顾客对价格变得更加敏感（即支付意愿降低），从而减少利润率损失，并使获取策略型需求的收益占据主导，令价格匹配保证成为最优选择。

观察1至3共同刻画了不同需求环境下捆绑销售与价格匹配保证的联合选择。在可行参数空间内，不捆绑不会成为最优选择；只要均衡存在，混合捆绑就更受青睐。在采用捆绑销售的前提下，PMG 采用会随顾客价格敏感度和互补性系统性变化，并根据策略型需求与忠诚顾客需求的相对强弱而开启或关闭。因此，对r_1，而言，捆绑销售是主要的战略手段，而价格匹配保证则是一种依需求调整的机制，用于决定如何服务价格敏感型顾客。

观察4。 在价格敏感度存在强烈不对称性的区域内，均衡无法存在；具体而言，当忠诚顾客的价格敏感度极高（b_l 非常高），而策略型顾客的价格敏感度极低（b_s 非常低）时，便会出现这种情况（图2和图3中的空白区域）。此外，当捆绑层面的互补性 λ_l 足够高、而单品层面的互补性 θ_l 足够低时，均衡存在性更加稳健。

当忠诚顾客对价格高度敏感，而策略型顾客对价格相对不敏感时，不同细分市场的定价响应会表现出显著的不对称性。在这种情况下，价格的小幅变化会引发忠诚顾客需求的大幅调整，而策略型顾客的响应则较弱。这种不对称性可能破坏凹性以及均衡存在所需的条件。均衡存在性会更加稳健

当捆绑层面的互补性 λ_l 足够高，且单品层面的互补性 θ_l 足够低时，均衡存在性会更加稳健，因为更强的捆绑响应能力能够稳定联合需求定价，并维持所需的正则性条件。

6. 结论

本文探讨了竞争性互补商品市场中两种广泛使用的零售策略工具：捆绑销售和 PMG。我们构建了一个双寡头模型，其中零售商1在混合捆绑与不捆绑之间进行选择，而零售商2只销售捆绑包。两家零售商均设定价格，并可选择提供 PMG。我们的主要发现是，在混合捆绑下，PMG 可以将零售商之间的竞争状况传递给彼此。具体而言，当零售商1提供 PMG 时，其均衡捆绑价格（以及通过捆绑包与单品的相互作用影响的组成商品价格）取决于竞争对手的捆绑商品需求条件，因为价格敏感型顾客面对的有效捆绑价格与竞争对手价格挂钩。然而，零售商2的均衡捆绑价格仅取决于自身需求。数值分析表明，只要均衡存在，混合捆绑就严格优于不捆绑。在选择捆绑销售的前提下，是否采用 PMG 取决于获取策略型需求与让利于忠诚的价格敏感型顾客之间的权衡，而这种权衡会随顾客价格敏感度和基本需求条件系统性地变化。

参考文献

[1] Chen, T., Yang, F., & Guo, X. (2021). 存在替代性与互补性时分销渠道中的最优捆绑销售。《国际生产研究杂志》，59(4), 1145-1165。[2] Chen, Y., Narasimhan, C., & Zhang, Z. J. (2001). 消费者异质性与竞争性价格匹配保证。《营销科学》，20(3), 300-314。[3] Chen, Z., Tang, C., & Su, S. I. I. (2024). 旅游全渠道中服务投入的合作投资与互补产品的捆绑定价。《电子商务研究》，1-53。[4] Chung, H. L., Lin, Y. S., & Hu, J. L. (2013). 捆绑策略与产品差异化。《经济学杂志》，108(3), 207-229。[5] Corts, K. S. (1997). 价格匹配政策的竞争效应。《国际产业组织杂志》，15(3), 283-299。[6] De Corniere, A., & Taylor, G. (2024). 买方竞争时的反竞争性捆绑销售。《美国经济学杂志：微观经济学》，16(1), 293-328。[7] Giri, R. N., Mondal, S. K., & Maiti, M. (2020). 不同渠道权力下两种互补产品的捆绑定价策略。《运筹学年鉴》，287(2), 701-725。[8] Hemmati, M., Ghomi, S. F., & Li, H. (2024). 存在风险厌恶型供应商和随机需求时，代理销售平台上互补产品的定价与捆绑决策。《国际运筹学汇刊》。[9] Jena, S. K., & Ghadge, A. (2022). 双寡头供应链的产品捆绑与广告策略：权力平衡视角。《运筹学年鉴》，315(2), 1729-1753。[10] Jiang, J., Kumar, N., & Ratchford, B. T. (2017). 内生消费者搜索下的价格匹配保证。《管理科学》，63(10), 3489-3513。[11] Liao, C. H., & Tauman, Y. (2002). 捆绑销售在价格竞争中的作用。《国际产业组织杂志》，20(3), 365-389。[12] Nalca, A. (2017). 双渠道中的价格匹配保证。《定量营销与经济学》，15(2), 165-186。[13] Nalca, A., Boyaci, T., & Ray, S. (2010). 门店供货不充分时的竞争性价格匹配保证。《定量营销与经济学》，8(3), 275-300。[14] Nalca, A., & Cai, G. (2023). 制造商批发定价与零售商价格匹配保证之间的相互作用。《生产与运营管理》，32(11), 3736-3751。[15] Nalca, A., Ray, S., & Boyaci, T. (2019). 价格匹配策略：消费者行为与渠道结构的影响。载于《互联世界中的渠道战略与营销组合》（第193-226页）。尚：施普林格国际出版公司。

[16] Shan, H., Zhang, C., & Wei, G. (2020). 捆绑还是拆分？绿色供应链中互补产品的定价策略。《可持续性》， *12*(4), 1331。[17] Sinitsyn, M. (2012). 互补品类中的价格促销协调。《管理科学》， *58*(11), 2076-2094。[18] Taleizadeh, A. A., Babaei, M. S., Niaki, S. T. A., & Noori-Daryan, M. (2020). 互补产品的捆绑定价与库存决策。《运筹研究》， *20*(2), 517-541。[19] Vamosiu, A. (2018). 独立使用互补品与非独立使用互补品的兼容性和捆绑销售。《国际生产经济学杂志》， *201*, 62-74。[20] Wei, J., & Chang, M. (2023). 价格匹配和物流服务提升是否总能有效提高盈利能力？《欧洲运筹学杂志》， *307*(1), 103-115。[21] Wei, J., Chang, M., & Zhao, J. (2023). 考虑展厅购物的价格匹配与产品差异化策略。《零售与消费者服务杂志》， *75*, 103473。[22] Wu, C., Wang, K., & Zhu, T. (2018). 展厅购物时代的价格匹配保证：实证分析。可见于 *SSRN 3271305*。[23] Zhuo, R. (2017). 低价保证能保证低价吗？亚马逊与大型零售商店竞争的证据。《产业经济学杂志》， *65*(4), 719-738。