arXiv:2304.07653v1 [econ.TH] 15 Apr 2023

数据、竞争与数字平台*

Dirk Bergemann† Alessandro Bonatti‡

2023年4月18日

摘要

我们研究这样一种数字市场：垄断平台利用数据，将销售多种产品的卖家与异质性消费者进行匹配，而消费者既可以在平台内购买，也可以在平台外购买。平台向卖家出售定向广告，为其向消费者推荐产品，并向消费者揭示有关其估值的信息。实现收入最大化的机制，是一种能够高效匹配产品与偏好的管理式广告营销。在均衡中，卖家在平台内提供的产品质量更高、单位价格更低。尊重隐私的数据治理规则，例如自然搜索结果或联邦学习，能够提升消费者福利。

KEYWORDS: 数据、隐私、数据治理、数字广告、竞争、数字平台、数字中介、个人数据、匹配、价格歧视、自动竞价、算法竞价、管理式广告营销、展厅效应。

JEL CLASSIFICATION: D18、D44、D82、D83。

*我们感谢NSF资助项目SES-1948692、Omidyar Network和Sloan Foundation提供的资金支持。感谢加拿大银行、伯克利、印第安纳、西北大学、纽约大学、巴黎万神殿学院、图卢兹的听众，以及CEPR虚拟产业组织研讨会、罗汉堂网络研讨会、FTC微观经济学会议、亚太产业组织会议、2022年市场创新研讨会和2022年NBER隐私经济学会议的与会者。我们感谢讨论人Andrei Hagiu、Alessandro Pavan和Vasiliki Skreta提出的宝贵意见和建议，也感谢Lucas Barros、Andrew Koh和Nick Wu出色的研究助理工作。

†耶鲁大学经济系，纽黑文，CT 06511，dirk.bergemann@yale.edu
‡麻省理工学院斯隆管理学院，剑桥，MA 02142，bonatti@mit.edu

1 引言

1.1 研究动机

数据在塑造在线市场竞争格局中的作用，已成为经济学和政策领域的关键议题。美国的亚马逊、Facebook 和 Google，以及中国的阿里巴巴、京东和腾讯等数字平台，收集了规模日益庞大、精度不断提高的数据集。这些平台充当连接浏览者和卖家的匹配引擎，并通过出售赞助内容和定向广告将数据变现。平台数据的质量有助于更好地匹配浏览者和卖家。数字平台不仅是在线信息的把关人，也充当竞争管理者。[1]

监管机构担心，平台可能会利用其守门人地位，增强商家的市场势力，从而提高商家对广告的支付意愿。[2] 对于数字平台当前商业实践的最佳监管应对（如果存在的话），取决于若干尚待解答的问题，包括：数字平台数据的精确度如何影响平台内外剩余的创造与分配？这些影响如何取决于卖家之间的竞争强度？它们又如何取决于消费者数据的收集与共享机制？

本文构建了一个中介型在线市场模型，并探究数据丰富的平台如何在市场参与者之间创造和分配剩余。我们的目标是提供一个便于分析且灵活的框架，用于研究能够比较不同隐私制度的数字市场。我们的模型囊括了数字平台普遍存在的三个特征。第一，几乎所有平台都会利用其信息优势，通过管理式广告营销，在个人消费者层面个性化呈现赞助内容。[3] 第二，虽然价格歧视并不常见，但定向广告和个性化推荐构成了产品引导。[4] 第三，大多数卖家拥有平行销售渠道，即消费者既可以在数字平台上购买其产品，也可以在平台之外购买。

[1]欧盟《数字市场法案》为将大型在线平台认定为所谓的“守门人”确立了一套定义严格的客观标准。若一家公司满足以下条件，即符合这些标准：(a) 在欧盟市场具有强大的经济地位；(b) 具有强大的中介地位；(c) 在市场中拥有（或即将拥有）根深蒂固且持久的地位。[2]Cr´emer 等（2019）的报告明确警告称：“不能排除这样的可能性：主导平台可能会有动机向卖家出售‘垄断地位’，方法是向买方展示不符合其需求的替代选项。”[3]赞助链接是纯广告平台唯一的收入来源，其中包括 Google、Meta、微软、推特、TikTok、YouTube 和 Criteo 等展示广告网络。赞助内容也是若干收取商家费用的零售平台（eBay、Wayfair、Booking、Orbitz、亚马逊）的重要收入来源，同时还是阿里巴巴旗下淘宝购物平台唯一的收入来源。[4] Donnelly 等（2022）记录了个性化推荐对零售平台的影响，而 Raval（2020）则展示了 eBay 近期的一项政策转变。

为体现这些特征，我们考虑一个由差异化质量定价卖家构成的市场。消费者对卖家产品线的偏好各不相同，但对自身估值的了解并不完全。平台数据能够识别价值最高的消费者—卖家配对，以及该卖家产品线中价值最高的产品。然而，这些数据也带来了产品引导的可能性：平台认为价值较高的消费者会收到购买质量更高、价格也更高的商品的报价。

我们模型的一项关键创新是，平台会主动管理卖家的广告活动。托管式广告活动正成为现实数字市场中销售广告的主流方式：卖家设定固定的广告预算，指定广告活动的总体目标，并将竞价任务交给平台提供的“自动竞价工具”。[5] 在我们的模型中，数字平台从每位卖家那里获得广告预算。随后，广告预算会为该卖家的每种特定产品生成赞助商品列表。具体而言，平台会向每位消费者宣传能为该消费者带来最高社会剩余的产品。这种机制类似于赞助搜索及其他形式的数字广告中常见的托管广告活动。而这些活动通常由 Google、Facebook 或 TikTok 等平台通过自动竞价机制实施。

每位卖家还有一群在平台外购物、并面临搜索成本的消费者。按照 Diamond（1971）模型的传统，这些消费者搜索第一位卖家的成本为零，而访问其他卖家则需要付出正的成本。在均衡中，每位消费者只会访问一家卖家的网站——也就是其产品对自己价值最高的卖家。平台外销售渠道的存在，限制了卖家从平台内消费者身上攫取消费者剩余的能力，因为平台内消费者可以轻松地从平台转到平台外各个卖家的网站。具体而言，卖家越希望与平台外的忠实消费者进行交易，就越难在平台内灵活提供定向促销（和价格）。因此，消费者对销售渠道的选择限制了价格歧视的空间。

1.2 研究结果

平台相较于消费者的信息优势，以及平台上的搜索摩擦，无论多么微小，都赋予数字平台对卖家巨大的议价能力。我们的第一个主要结果表明，平台可以完全控制消费者的购物

[5]大多数在线广告都通过程序化方式进行交易，通常采用一种机制，在广告支出回报率（ROAS）约束下最大化点击量或转化量总数（https://support.google.com/google-ads/answer/6268637）。关于程序化或算法竞价的近期研究，参见 Aggarwal 等人（2019）、Balseiro 等人（2021）和 Deng 等人（2021）。

行为，并引导他们远离未提交广告预算的卖家（命题 2）。消费者了解托管式广告活动机制，并预期均衡时，广告产品会带来最高价值。存在搜索成本时，无论是在平台内还是平台外，消费者都只考虑购买广告品牌的产品。因此，平台限制了卖家之间的竞争，因为每个卖家面对的消费者都对其产品最感兴趣，而且每个卖家只与自己的平台外报价竞争（命题 3）。

这导致卖家在平台外创造剩余时面临额外的机会成本。他们不仅必须向平台外消费者让渡信息租金，还必须降低平台内价格。这会带来两种福利后果。首先，平台外产品的均衡质量水平会从有效水平向下扭曲，且扭曲程度甚至超过 Mussa和Rosen（1978）提出的模型。其次，平台能够攫取其创造的大部分剩余，因为它只需补偿卖家在平台外产品菜单中受到的额外扭曲（命题 4）。

接下来，我们考察平台的双重守门人角色，分析平台议价能力的两个来源：平台相对于消费者和卖家的信息优势，以及消费者在平台外的搜索成本。我们首先指出，向消费者提供非赞助产品的信息不符合平台的利益。我们假设平台内消费者能够准确观察自己的估值，因此，即使最偏好的卖家拒绝平台的报价，平台也无法引导消费者改变选择。平台内消费者拥有完全信息不会改变均衡价格或产品，但会降低平台的费用（命题5）。随后，我们假设平台向所有平台内消费者提供自然链接，宣传所有平台外的价格和产品。我们表明，提供价格信息会在卖家之间引入菜单竞争，从而降低所有均衡价格，包括平台内和平台外的价格，同时也会降低平台的费用（命题6）。

我们还探讨了数据治理（即规范如何收集和使用消费者数据的规则）如何影响社会剩余的创造与分配。具体而言，我们讨论了作为联邦学习结果的基于群组的广告，与个性化广告相比所产生的影响。我们证明，基于群组的广告能够保护隐私，并使消费者在平台上继续保持相对于卖家的信息优势，从而提高消费者剩余（命题 7）。

到目前为止，平台一直将所有额外信息用于产品引导和定价建议。接下来，我们探讨平台是否可以只以部分且随机的方式使用额外信息，从而做得更好。当平台内市场相较于平台外市场规模较大时，使用完全信息

确实能使平台的广告收入最大化（命题8）。然而，当消费者只了解先验分布，且平台外市场足够大时，平台可以通过采用范围更有限的信息披露政策来增加收入；我们将对这一政策进行完整刻画（命题9）。

最后，我们考察平台规模的影响。我们表明，随着平台内消费者占比的提高，平台外质量的扭曲会变得更加严重（命题10）。在价格保持不变的情况下，消费者能够从在信息更充分的平台上购物并获得更高质量的匹配中受益。然而，随着越来越多的消费者加入平台，平台内外的价格都会上升。

1.3 相关文献

本文与由 Baye 和 Morgan（2001）开创的信息守门人文献，以及关于中介与其服务的消费者之间利益冲突的文献最为相关。近期的许多研究——包括 Armstrong 和 Zhou（2011）、Condorelli 和 Szentes（2022）、De Corniere 和 Taylor（2019）、Gomes 和 Pavan（2016）、Gur 等（2022）、Hagiu 和 Jullien（2011）、Inderst 和 Ottaviani（2012a年）、Inderst 和 Ottaviani（2012b年）、Ke 等（2022）、Rayo 和 Segal（2010）以及 Shi（2022）——分析了平台的引导作用：平台会策略性地修改搜索结果，例如，将消费者与支付最高佣金的卖家进行匹配。[6]

数字平台提供信息是 de Corni`ère 和 de Nijs（2016）模型的核心。他们在第二价格拍卖模型中考察平台向差异化卖家提供匹配价值信息的激励。近期，Teh 和 Wright（2022）研究了搜索结果排名的信号传递作用，Zhu 等人（2022）则研究了平台隐私政策对产品类别内及类别间下游竞争的影响。与这些论文相比，我们允许平台直接向消费者提供信息，例如通过产品评论提供信息。此外，我们模型中的多产品卖家可以利用平台信息，根据消费者的偏好调整产品质量水平。这使我们能够捕捉匹配中的剩余创造和产品引导内部。最后，与上述论文相比，我们的模型聚焦于赞助链接和广告平台。因此，卖家支付的费用（或出价）不会随其产品价格变化。[7]

包括 Choi 等（2019）、Acemoglu 等（2022）、Ichihashi（2021）、Kirpalani 和 Philippon（2021）以及 Bergemann 等（2022）在内的近期一系列研究，记录了数据

[6]通过个性化创造价值与攫取消费者剩余之间的权衡，也是 Hidir 和 Vellodi（2021）以及 Ichihashi（2020）研究的核心。[7]在 Gomes 和 Pavan（2022）的研究中，垄断平台通过对广告位收取非线性资费，来获取卖家对合格消费者眼球的支付意愿，这与我们的托管广告活动类似。相比之下，我们明确对消费者搜索进行建模，并确定消费者的均衡价格。

外部性，即消费者在与数字平台共享信息时彼此施加的影响。本文研究平台数据库的增长（例如通过其他消费者的参与）如何影响产品与偏好的匹配能力，同时也会影响每位消费者的外部选项。我们探讨这些新的数据外部性在不同隐私制度下对产品线设计的影响。

本文讨论的作用机制也与关于展厅效应、产品线和多种销售渠道的日益丰富的文献相关。相关主题的重要研究包括 Bar-Isaac and Shelegia (2020)、Idem (2021)、Mikl´os-Thal and Shaffer (2021) 和 Wang and Wright (2020)。特别是，Anderson and Bedre-Defolie (2021) 通过让平台选择是否采用混合型模式（即是否销售自有品牌产品），提出了自我偏袒问题。[8] 与这些论文不同，本文模型中的卖家之所以关注展厅效应，是因为在平台上销售的机会能通过增加个性化报价的价值而使他们受益。

我们对平行销售渠道的分析也与有关“部分机制设计”或“具有竞争性边缘的机制设计”的论文相关，例如 Philippon and Skreta (2012)、Tirole (2012)、Calzolari and Denicolo (2015) 以及 Fuchs and Skrzypacz (2015)。在这些论文中，由于卖家可以选择外部选项，平台垄断市场的能力受到限制。我们的设定具有一些相同特征，但处于寡头垄断环境中，卖家为争夺异质性消费者而相互竞争。此外，卖家会考虑到顾客通过两个不同的渠道到达，且他们在各个渠道掌握的信息不同，据此选择产品菜单。

从较为广泛的角度看，本文与广告拍卖中的信息结构相关，例如 Bergemann et al. (2021)；也与非线性定价、市场细分和竞争相关，例如 Bergemann et al. (2015)、Bonatti (2011)、Elliott et al. (2020) 和 Yang (2022)。最后，我们的分析可以轻松扩展，以讨论垄断平台的自我优待。就此而言，本文也与 Hagiu et al. (2022)、Kang and Muir (2021)、Lam (2021)、Lee (2021)、Lee and Musolff (2021) 以及 Padilla et al. (2020) 相关。

最后，在一项相关研究中，Bergemann et al. (2023) 比较了通过托管广告活动进行自动竞价与用于在线广告的数据增强型第二价格拍卖。他们表明，托管式广告活动机制能够提高数字平台的收入；而且，当广告主之间的竞争足够激烈时，该机制也能增加消费者剩余。

[8]Gutierrez (2022) 对亚马逊混合型零售平台的均衡模型进行了估计。

2 模型

卖家与消费者 我们考虑一个数字平台和 J 个差异化多产品卖家。每个卖家 j 提供一条由质量差异化产品组成的产品线（或菜单）。与 Mussa和Rosen（1978）一样，每个卖家 j 都可以生产质量为 q_j 的商品，成本为

$$c(q_j) = q_j^2/2.$$

消费者的总质量为1，且具有单单位需求。每位消费者由一个向量描述，该向量表示其对每个卖家 j的产品质量的支付意愿 θ ，

$$\theta = (\theta_1, ..., \theta_j, ..., \theta_J) \in [\theta_L, \theta_H]^J,$$

其中 $0 \leq \theta_L < \theta_H < \infty$。我们将向量 θ 称为消费者 i的价值剖面。给定卖家 j提供的质量 q_j ，消费者获得的总效用为:

$$u(\theta, q_j) = \theta_j \cdot q_j.$$

信息 每位消费者对每个卖家 j 的价值 θ_j 在消费者和卖家之间独立同分布，边际分布为 $F(\theta_j)$，密度为 $f(\theta_j)$。最初，每位消费者拥有关于其真实价值 θ_j的私人信息，其期望 为 m_j（即期望价值）。（我们也可以分别将 m_j 和 θ_j 称为事前价值和事后价值。）假设这些期望 m_j 独立同分布，边际分布为 $G(m_j)$，密度为$g(m_j)$。价值和期望的分布 F 与 G由信息结构隐式关联。根据Blackwell（1951）定理5，存在一个信号 s ，它会诱导出期望价值的分布 G ，当且仅当 F 是 G的均值保持扩散。我们回顾一下，若满足以下条件，则称 F 是 G 的均值保持扩散:

$$\int_v^\infty F(t)dt \leq \int_v^\infty G(t)dt, \forall v \in \mathbb{R}_+,$$

当 $v = 0$ 时取等号。如果 F 是 G 的均值保持扩散，我们记作 $F \succ G$。（反过来，G 称为给定分布 F 的保均值收缩。）

平台上有比例为 $\lambda \in [0, 1]$ 的消费者使用该平台寻找产品。[9]平台可以访问大量数据，并了解每位消费者的价值剖面 θ，而卖家只知道相应的先验分布 F。平台提供一个

[9]通过引入消费者在使用平台时的成本和收益差异（例如，因在网上留下“数字足迹”而导致的隐私损失），我们可以将平台内消费者的比例 λ 内生化。

赞助链接，推广由卖家 j 销售的产品 q_j。平台使用托管（广告）活动机制，为每位消费者选择要赞助的卖家和产品。这种机制涵盖了现实世界数字广告平台上自动竞价的所有主要特征。

在托管式广告活动机制中，平台要求每位卖家提供广告预算 $t \in \mathbb{R}_+$，并公布一项选择规则。任何支付所需预算的卖家都会提交质量函数和价格函数 $q_j(\theta)$ 与 $p_j(\theta)$，分别表示该卖家 j 打算向每位消费者 θ宣传的产品和价格。对于每个消费者价值画像 θ，平台随后根据选择规则宣传单一产品（$q_j(\theta)$ $p_j(\theta)$）。然后，平台依据选择（或引导）规则选择一位赞助卖家：

$$\sigma : \Theta \times \mathbb{R}_+^{\Theta} \times \mathbb{R}_+^{\Theta} \to [J], \tag{1}$$

并宣传所选卖家 j的产品及其价格 $q_j(\theta)$ 和 $p_j(\theta)$。

在第6节之前，我们一直假设：通过赞助链接向消费者 θ 宣传产品 q_j 时，平台会直接向该消费者提供额外信息，充分揭示其对广告产品的价值 θ_j。

平台外 其余的 $1-\lambda$ 名消费者会在平台外购买，例如从商家的自有网站或实体店购买。在平台外，消费者拥有其预期 m，而卖家知道相应的分布 G。在平台上则有大量数据，且平台知道每位消费者的价值画像 θ.

在平台外购买商品的消费者，除第一次搜索外，都面临正的（且可任意小的）搜索成本，这与 Diamond（1971）以及 Anderson和Renault（1999）的设定相同。期望值 m 是消费者的私人信息。因此，卖家 j 通过提供（价格、质量）组合菜单来 eliciting 消费者的私人信息

$$\{(\widehat{p}_j(m_j), \widehat{q}_j(m_j))\}_{m_j \in [\theta_L, \theta_H]} \tag{2}$$

这与 Mussa和Rosen（1978）以及 Maskin和Riley（1984）的设定相同。因此，本文始终用抑扬符区分平台外变量和平台内变量。重要的是，所售商品并非体验品或检验品：要了解向量 θ，消费者和卖家必须获得平台数据。

在平台上收到卖家 j的报价并获知其对广告产品 q_j的价值 θ_j 后，每位消费者都可以在平台外进行搜索，并利用新获得的信息从任意卖家处选择一款产品。例如，消费者可以购买广告卖家 j发布的平台外供给表（2）中的产品。图1总结了模型中

各代理人及其行动之间的互动。

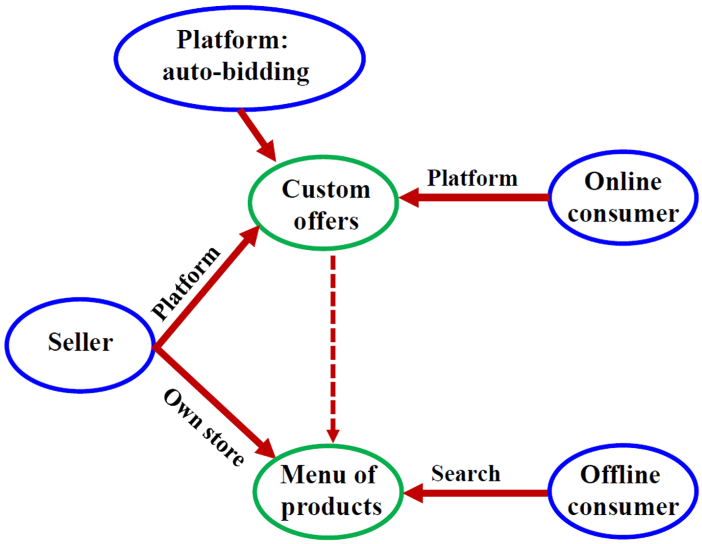


FIGURE 1: 平台内外匹配

时序与均衡 为了体现算法定价为平台内外的卖家带来的高度灵活性，我们考虑同时选择（平台内和平台外）价格的情形。博弈时序如下：

1. 平台公布一项选择规则 σ，并要求每位卖家 j缴纳广告预算 t_j。 2. 卖家同时设定平台外产品 $\widehat{q}_j$（m）及其价格 $\widehat{p}_j$（m），选择是否提交预算；若提交，则选择要宣传的产品 q_j（θ）及其价格 p_j（θ）。 3. 平台根据公布的选择规则，向每位平台内消费者展示一则广告——包含一个产品 q_j（θ）及其价格 p_j（θ）。 4. 平台内消费者获知所宣传卖家的价值 θ_j；他们可以在平台上购买广告产品，也可以在平台外进行搜索。

定义 1（对称完美贝叶斯均衡）

我们考虑对称完美贝叶斯均衡。无论是在均衡路径上还是偏离均衡路径时，消费者对卖家平台外菜单的信念都是对称的。

因此，消费者预期卖家在均衡路径上采取对称策略；即使观察到偏离（无论是在平台上还是平台外），他们对每个卖家的价格和质量仍持有对称（但不一定是被动的）信念。[10]

[10]对称信念　　偏离博弈路径的情况有助于我们阐释命题背后的直觉　　2

讨论 我们简要评论模型的几个核心方面。托管式广告活动机制具有若干重要特性。首先，卖家不会获取平台数据，但会根据平台掌握的消费者信息来决定产品和价格。换言之，消费者价值 θ 充当一种定向类别。这对应于 Admati 和 Pfleiderer（1990）以及 Bergemann 和 Bonatti（2019）所讨论的信息间接销售。其次，广告位的固定付款类似于广告拍卖中的自动竞价。卖家提交预算，并上传希望向特定消费者展示的产品广告。第三，由于每位卖家都能针对每种消费者价值定制产品报价，平台便可通过产品引导创造攫取剩余的机会，而无需个性化定价。

上述机制中的若干假设可以轻松放宽。具体而言，我们允许卖家的函数表 $q_j(\theta)$ 和 $p_j(\theta)$ 取决于整个价值 θ，而不仅仅是 θ_j。然而，在均衡中，这种额外的灵活性并无必要。我们的单一赞助链接模型也较为简单，因为平台向单个卖家出售信息和识别服务，且只涉及一种特定产品。在第6节中，我们扩展模型，允许所有品牌和产品通过自然搜索结果出现在平台上，并宣传其平台外报价。最后，向消费者直接揭示信息，体现了某些零售平台向用户提供的丰富情境细节。在此，我们假设平台充分利用其信息优势，通过高效的产品与消费者匹配创造剩余。在第6.4节中，我们放宽完全揭示 θ_j 的假设，并研究平台的信息设计。

3 首个示例：单一卖家

在开始分析完整模型之前，我们先用一个简单示例说明模型的一些核心含义。该示例只有一个卖家（而非多个卖家），且价值为二元价值（而非多维连续统）。此外，消费者价值分布和期望价值在平台内外完全相同；因此，$F = G$。平台仍比卖家拥有信息优势，因为它能够获知消费者的价值，而该价值在平台外仍属于私人信息。

本节的核心结果（命题1）描述了平台内与平台外定价和质量供给之间的关系。因此，即使是这一非常基础的设定，也揭示了平台内与平台外配置之间的基本互动。

我们考虑一个卖家，其在平台上面对数量为 λ 的消费者，在平台外面对数量为 $1-\lambda$ 的消费者。消费者的价值分为两种，$\theta \in \{\theta_L, \theta_H\}$，

以及第5节。不过，在被动信念精炼下，这些结果同样成立。

每种情况的概率为 $f(\theta)$。平台向卖家收取广告预算 t。凭借所提供的预算，卖家获得了向消费者的每一种价值类型提供个性化产品的权利。然而，平台上的每位消费者也可以在卖家自有网站购物（即购买卖家在平台外提供的产品）。因此，消费者选择"先逛展厅再购买"的行为限制了卖家进行价格歧视的能力。

如果卖家接受平台提出的广告预算要求，就会在平台上提供一个产品菜单，我们用产品质量 $q(\theta)$ 和信息租金 $U(\theta)$ 来描述该菜单：

$$\{(q(\theta), U(\theta))\}_{\theta\in\{\theta_L,\theta_H\}}, \tag{3}$$

其中，信息租金是均衡时消费者在平台上的净效用：

$$U(\theta) \triangleq \theta q(\theta) - p(\theta), \quad \theta \in \{\theta_L, \theta_H\}.$$

卖家还会在平台外提供一个菜单，记作

$$\{(\widehat{q}(\theta), \widehat{U}(\theta))\}_{\theta\in\{\theta_L,\theta_H\}}. \tag{4}$$

因此，全文中我们用帽子符号来区分平台外变量和平台内变量。卖家的利润为：

$$\max_{q,U} \sum_{\theta\in\{\theta_L,\theta_H\}} f(\theta)\left[\lambda\left(\theta q(\theta) - q(\theta)^2/2 - U(\theta)\right) + (1-\lambda)\left(\theta\widehat{q}(\theta) - \widehat{q}(\theta)^2/2 - \widehat{U}(\theta)\right)\right].$$

卖家在平台内外均受个体理性约束的限制，并受平台外 激励相容约束的限制，因为平台上的消费者只会收到一个定向产品报价。此外，如果卖家希望消费者接受其定向报价，就必须促使消费者不在平台外购买。因此，卖家面临以下新的"展厅效应"约束：

$$U(\theta) \geq \widehat{U}(\theta), \ \theta \in \{\theta_L, \theta_H\}.$$

换言之，每位消费者 θ 都必须更愿意在平台上购买，而不是把平台当作展厅，并在平台之外寻找其他质量—价格组合。

因此，卖家应在平台上提供社会有效质量水平，并且展厅购物约束应当紧 binding，

$$q(\theta) = \theta \text{ and } U(\theta) = \widehat{U}(\theta), \ \theta \in \{\theta_L, \theta_H\}. \tag{5}$$

现在我们来刻画平台外的质量水平。与往常一样，均衡菜单$\widehat{}$在最高端不造成扭曲（$\widehat{q}(\theta_H) = \theta_H$），在最低端不提供租金（$U(\theta_L) = 0$）。此外，高价值类型的激励相容约束取等号。根据这些初步结果，卖家的目标函数可以写为

$$\begin{aligned}&\max_{q,U}\Big[\lambda(f(\theta_L)\theta_L^2/2 + f(\theta_H)(\theta_H^2/2 - \widehat{U}(\theta_H))) \\ &+ (1-\lambda)(f(\theta_L)\left(\theta_L\widehat{q}(\theta_L) - \widehat{q}(\theta_L)^2/2\right) + f(\theta_H)(\theta_H^2/2 - \widehat{U}(\theta_H)))\Big]\end{aligned} \tag{6}$$

满足约束

$$\widehat{U}(\theta_H) = (\theta_H - \theta_L)\,\widehat{q}(\theta_L). \tag{7}$$

从这个表达式可以立即看出，向平台外低价值消费者提供质量对卖家而言代价加倍：这迫使卖家降低平台外高价值消费者的价格，也迫使平台上的价格降低。

命题1（单一卖方与二元价值）
卖家的最优平台外产品菜单为：

$$\begin{aligned}\widehat{q}(\theta_L) &= \max\left\{0, \theta_L - \frac{f(\theta_H)}{f(\theta_L)}(\theta_H - \theta_L)\left(1 + \frac{\lambda}{1-\lambda}\right)\right\}, \\ \widehat{q}(\theta_H) &= \theta_H.\end{aligned} \tag{8}$$

我们将所有结果的形式化证明放在附录中。现在，让我们将最优菜单与 Mussa 和 Rosen（1978）中的经典非线性定价方案进行比较，该方案对应于 $\lambda = 0$ 的情形。在这种情况下，我们有

$$\begin{aligned}\widehat{q}(\theta_L) &= \max\left\{0, \theta_L - \frac{f(\theta_H)}{f(\theta_L)}(\theta_H - \theta_L)\right\}, \\ \widehat{q}(\theta_H) &= \theta_H.\end{aligned} \tag{9}$$

命题1指出，向平台外低价值消费者提供服务会产生额外的机会成本。事实上，不难找到一些参数（例如，λ 足够大），使得式（9）中的平台内质量水平严格为正，而式（8）中的平台外质量水平为零。因此，没有平台时，卖家会向低价值消费者提供低质量产品。然而，对于规模足够大的平台，低价值消费者只能在平台上获得产品，而卖家可以向高价值消费者提供不同的个性化报价。平台外则并非如此：卖家更愿意放弃低质量产品的销售，以便在两个渠道上以更高价格销售产品 q（θ_H）$= \theta_H$。事实上，当 $\widehat{q}$（θ_L）$= 0$时，无论在平台内还是平台外，消费者都不会获得任何租金。

最后，要确定最优广告预算 t^*，我们需要考虑：如果卖家不做广告，平台内消费者会怎么做。如果这些消费者可以在平台外购买，那么最优广告预算就会提取卖家相对于向所有消费者提供式（9）中的菜单所获得的额外利润。如果这些消费者根本不会购买，那么卖家的外部选项将按系数 $1-\lambda$缩放，因此最优广告预算也会相应提高。

接下来考虑的多个卖方和多个价值的环境，需要进行更深入的分析。卖方众多时，我们必须考察平台上的信息如何影响平台外的搜索行为（命题2）。这进而决定了竞争环境下卖家所提供菜单的形式（命题 3），以及平台收益最大化机制的性质（命题 4）。

4 托管广告活动与展厅效应

现在，我们分析第2节中引入的、存在多个卖方且价值构成多维连续统的环境。我们的目标是确定平台的信息优势所引发的消费者搜索均衡模式。（这一优势体现为：平台上的价值 θ_j 服从分布 F，而平台外的期望价值 m_j 服从分布 G。）

我们揭示了以下权衡：在平台外，每个卖家 j 面对的都是基于期望价值 m 而对其产品估值最高的消费者。然而，交易发生在信息不对称的情况下，也就是说，卖家必须设法了解消费者的支付意愿。相比之下，平台使消费者和卖家能够在对称信息下互动。因此，卖家愿意付费，以获得在平台的托管广告活动机制下向每位与其匹配的消费者提供个性化报价的权利。然而，如果获胜卖方希望消费者接受其个性化报价，就必须促使消费者不在平台外商店购买，也就是说，不使用平台进行“展厅效应”。因此，卖家在平台上进行产品引导和价格歧视的能力，受到平台外渠道存在的限制。

4.1 托管广告活动

正如我们在第2节中所介绍的，平台设计了一种管理式广告营销，以选择赞助产品。该机制的正式定义如下。

定义2（管理式广告营销）
在托管式广告活动机制中：

1. 平台要求每位卖家提供广告预算 $t \in \mathbb{R}_+$ ，并以不容协商的报价形式提出；

2. 每个参与卖家 j 提交计划表 $q_j: \Theta \to \mathbb{R}_+$ 和 $p_j: \Theta \to \mathbb{R}_+$，分别表示卖家 j 打算向每位消费者 θ宣传的质量和价格；

3. 对于每个消费者价值画像 $\theta \in [\theta_L, \theta_H]^J$，平台根据选择映射选出一名赞助卖家

$$\sigma : \Theta \times \mathbb{R}_+^\Theta \times \mathbb{R}_+^\Theta \to [J],$$

并宣传所选卖家 j的产品及价格 q_j（θ）和 p_j（θ）。

本文始终聚焦于一种特定的选择规则，即能够高效匹配消费者与产品的规则。事实上，我们在命题 4 中证明了该机制的收入最优性。

定义 3（高效引导）
对于每个价值剖面 θ，平台选择使匹配的社会价值最大化的卖家

$$\sigma^*(\theta, q(\theta), p(\theta)) = \arg\max_j \left[\theta_j q_j(\theta) - c(q_j(\theta))\right],$$

在所有参与该机制的卖家中。

现在，我们推导平台能够高效地引导消费者选择产品时的均衡选择模式。

4.2 选择模式

我们先讨论平台外消费者。这些消费者（其数量为 $1-\lambda$）在搜索第一家卖家之后，还需承担正的搜索成本。因此，在任何对称均衡中，期望价值为 m 的消费者只会访问提供最高期望价值的卖家：

$$j^{(1)} = \arg\max_j m_j.$$

正如 Diamond（1971）所著名地确立的那样，这一结果并不取决于搜索成本的大小。此外，如果平台具有严格的信息优势（$F \succ G$），平台内消费者（其规模为 λ）会推断，广告卖家 j^* 使其支付意愿最大化，即，$\theta_{j^*} = \max_j \theta_j$. 由于这些消费者预期平台外存在对称菜单

且与这些菜单相关的信息租金函数严格递增，这些消费者只考虑广告卖家 j^* 提供的产品。

命题2（考虑集合）
每位平台内消费者 θ 只会将广告卖家的平台内报价 $(p_{j^*}(\theta)\ q_{j^*}(\theta))$与相应的平台外报价 $(\widehat{p}_{j^*}(\theta_{j^*})\ \widehat{q}_{j^*}(\theta_{j^*}))$进行比较。

平台利用额外数据更新每位消费者的预期，将期望价值 m 修正为（真实）价值 θ。下方的图2展示了一位消费者的选择行为：根据期望价值 m ，卖家的排序与根据（真实）价值 θ得出的排序不同。消费者有两种可能的选择，因此 $J=2$ ，而期望价值 m 表明卖家1提供的价值更高，因此 $m_1 > m_2$。现在假设消费者在平台上看到了卖家 $j=2$的广告。实际上，平台向消费者揭示了价值 θ_2，因此他们会推断出 $\theta_2 > \theta_1$。所以，根据上述命题，消费者要么接受卖家2的报价，要么转而在平台外向卖家2购物，但此时他们已完全了解其价值 θ_2。

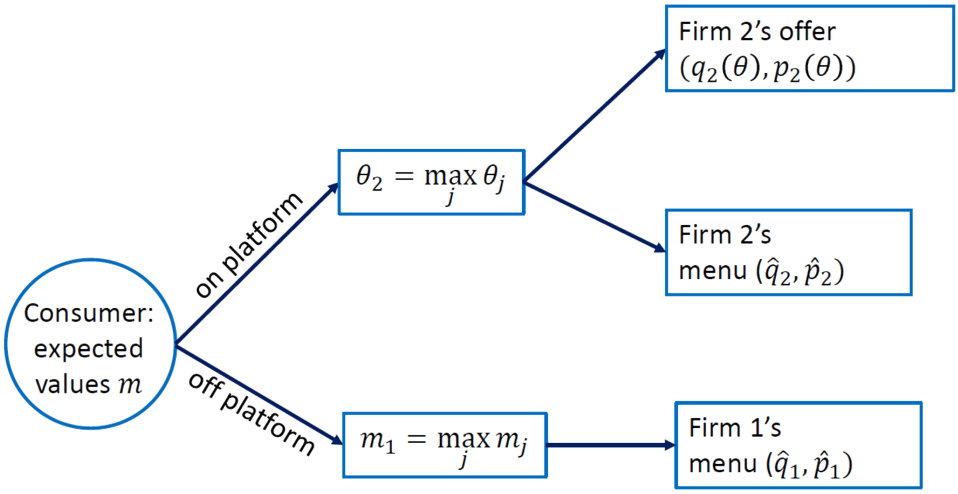


FIGURE 2: 消费者可能的考虑集合

命题2的一个重要推论是，如果消费者没有看到其最偏好的卖家的广告，他们就会（可能错误地）从竞争卖家那里购买。因此，每个卖家都明白，参与平台机制是接触任何平台内消费者的必要条件。

事实上，由于平台掌握的信息比消费者更充分，该博弈的任何对称均衡在结果上都等价于一个更简单的模型：每个卖家都有一群 $(1-\lambda)/J$ 顾客，他们只考虑该卖家的品牌。这些消费者购买的产品品类取决于其期望价值 m_j，而期望价值服从 G^J 分布。该

其余 λ 消费者目前并非任何品牌的忠实购物者（也就是说，没有任何卖家在他们的考虑集合中），但他们看到广告后便会意识到有购买机会。在这种情况下，他们可以向唯一进入其考虑集合的卖家购买——也就是拥有赞助链接或广告的卖家。[11]

这种关于内生考虑集合的替代性解释，要求平台相对于消费者拥有（任意小的）信息优势。在第6节中，我们将说明，若平台不具备信息优势，就无法控制消费者的外部选项。相反，消费者的期望价值完全决定了他们会在平台外访问哪位卖家。

4.3 展厅效应

平台通过将每位 θ 与能产生最大匹配价值的产品 $q_j(\theta)$ 进行匹配来创造剩余。由于消费者与选定卖家之间的信息是对称的，卖家能够攫取所创造社会剩余中的相当大一部分。具体而言，剩余的攫取并非通过个性化价格歧视实现，而是通过产品引导实现（因此，这是一种二级价格歧视）。广告卖家攫取剩余的唯一限制是"展厅购物约束"，这是卖家 j 在平台上完成销售的必要条件：

$$\theta_j \cdot q_j(\theta) - p_j(\theta) \geq \max_{m_j} \left[\theta_j \cdot \widehat{q}_j(m_j) - \widehat{p}_j(m_j)\right] \text{ for all } \theta_j. \tag{10}$$

由于卖家 j 在平台外提供激励相容菜单，每位平台内消费者若在平台外购物，也会如实报告自己的价值。根据命题2，我们知道消费者会在同一卖家的两种产品之间作出选择，而展厅购物约束（10）可简化为

$$U_j(\theta) := \theta_j q_j(\theta) - p_j(\theta)) \geq \theta_j \widehat{q}_j(\theta_j) - \widehat{p}_j(\theta_j)) =: \widehat{U}_j(\theta). \tag{11}$$

展厅购物约束使被选中的卖家无法攫取平台内消费者的全部剩余。由于平台内交易是在对称信息下进行的，因此每个卖家向每位消费者提供单一产品θ 且质量水平达到社会最优是最优选择。

$$q_j^*(\theta) = \theta_j.$$

[11]Mekonnen等人（2023）考察了消费者序贯搜索过程各阶段外生信息的影响，而Chen（2022）则研究了在均衡广告水平下消费者考虑集合的演变。

社会最优质量供给既能最大化广告带来的利润，也能最大化被平台选中的概率。同样，每个卖家向消费者提供的折扣满足展厅购物约束（11）且取等号，是最优选择。因此，尽管平台给予了灵活性，企业 j 在平台内提供的质量和效用仅取决于 θ_j 。

最后，如果卖家 j 提供平台外菜单（$\widehat{p}_j$，$\widehat{q}_j$），并采用相应的租金函数$\curlywedge U_j$，那么价值剖面为 θ 的消费者所带来的平台内利润为

$$\pi_j(\theta, \widehat{U}_j) = \begin{cases} \theta_j^2/2 - \widehat{U}_j(\theta_j), & \text{if } \theta_j > \max_{k\neq j} \theta_k; \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \tag{12}$$

5 均衡产品线

我们现在刻画平台外的对称均衡菜单，并追踪其对平台内数量和价格的影响。随后，我们可以分析平台内和平台外的预期消费者剩余。最后，我们证明，社会有效的引导机制就是平台的收入最大化托管营销活动。

根据命题2，在我们模型的任何对称均衡中，无论平台外还是平台内，消费者都不会沿均衡路径搜索第一家卖家之后的卖家。将平台外利润与平台内利润（12）结合起来，每个卖家的最大化问题可写为如下形式。

$$\begin{aligned} \Pi_j^* = \max_{\widehat{q}_j, \widehat{U}_j} (1-\lambda) \int_{\theta_L}^{\theta_H} [m_j \widehat{q}_j(m_j) - \widehat{q}_j(m_j)^2/2 - \widehat{U}_j(m_j)] G^{J-1}(m_j) g(m_j) \mathrm{d}m_j \qquad (13) \\ + \lambda \int_{\theta_L}^{\theta_H} [\theta_j^2/2 - \widehat{U}_j(\theta_j)] F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) \mathrm{d}\theta_j, \\ \text{s.t.} \qquad \widehat{U}_j(m_j) \geq 0, \qquad \text{(IR)} \\ \widehat{U}_j'(m_j) = \widehat{q}_j(m_j). \qquad \text{(IC)} \end{aligned}$$

我们观察到，每个卖家的目标函数都考虑了该卖家自身各销售渠道之间的竞争。每个卖家 j 以密度为 $g(m_j)$的分布为消费者 m_j 在平台外产生期望价值，但只有当 j 的期望价值高于其余 $J-1$ 个卖家时才会实现销售，这一事件发生的概率为 $G^{J-1}(m_j)$。对于平台上的收入，类似地，涉及 $f(\theta_j)$和 $F^{J-1}(\theta_j)$的表达式也成立。因此，上述定价和收入公式通过对最高次序统计量取期望，考虑了 J 个卖家之间的竞争。

由于我们假设 $m_j \in [\theta_L, \theta_H]$，因此我们将所有结果表述为以 θ_j 为自变量，并令分布 F 和 G 表明所指的是平台上变量还是平台外变量。$\widehat{}$对租金函数和质量函数 U_j 及 $\widehat{q}_j$最大化式（13）后，我们得到如下关于最优菜单的刻画。[12]

命题 3（有效引导下的均衡菜单）

1. 唯一的对称均衡质量水平为：

$$q_j^*(\theta_j) = \theta_j, \tag{14}$$

$$\widehat{q}_j^*(\theta_j) = \max\left\{0, \theta_j - \frac{1-\lambda F^J(\theta_j) - (1-\lambda)G^J(\theta_j)}{(1-\lambda)JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}\right\}. \tag{15}$$

2. 消费者的平台内外信息租金相同：

$$U_j^*(\theta_j) = \widehat{U}_j^*(\theta_j) = \int_{\theta_L}^{\theta_j} \widehat{q}_j^*(x)\,dx. \tag{16}$$

平台内外的均衡质量供给具有若干直观特性。首先，平台会根据消费者最偏好的卖家，为每位消费者提供有效率的质量 i，即 $\max_j\{\theta_j\}$。其次，平台外的匹配效率低下，因为匹配基于不完全信息，即基于期望价值 m，而非价值 θ。

平台外消费者的私人信息要求卖家在效率与租金攫取之间进行权衡。对于每个价值 m_j，信息租金通常会随着提供给所有较低价值消费者的质量水平而增加。为解决这一权衡，每个卖家 j 都可以针对平台外消费者价值的分布 G^J（m_j）提供 Mussa和Rosen（1978）的资费；该分布是 $J\widehat{}$ 个变量 m_j 中最大次序统计量的分布。然而，向平台外消费者提供任何信息租金 U（m）都会带来额外的影子成本：这也会使平台内消费者更愿意在平台外购买。正如我们所见，通过向平台外消费者留下正租金，每个卖家也必须向平台内消费者提供租金：

$$U_j^*(\theta_j) = \widehat{U}_j^*(\theta_j) > 0 \text{ iff } \widehat{q}_j^*(\theta_j) > 0.$$

反过来，通过限制平台外租金，卖家能够获取个性化平台内报价所产生的效率社会剩余中更大的份额。

[12]由于我们在问题 (13) 中忽略了单调性约束，命题 3 适用于分布 F 和 G 足够规则的情形。如果它们不够规则，也就是说，如果 (15) 中的函数 $\widehat{}q_j^*(\theta_j)$ 不是单调的，那么均衡质量安排将由 (15) 的“熨平”版本给出。

由于展厅效应的影子成本，平台外质量安排 $\widehat{q}$ 进一步向下扭曲。具体而言，我们可以将命题 3 中的均衡平台外质量（15）改写为

$$\widehat{q}_j^*(\theta_j) = \underbrace{\theta_j - \frac{1-G^J(\theta_j)}{JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}}_{\text{Mussa and Rosen (1978) quality}} - \frac{\lambda}{1-\lambda}\frac{1-F^J(\theta_j)}{JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}, \tag{17}$$

其中，前两项确定价值分布$G^J(\theta_j)$对应的最优质量水平。最后一项体现了这样一种直觉：给予平台外价值为 θ_j的消费者的任何租金，也必须给予平台内所有价值更高的消费者。

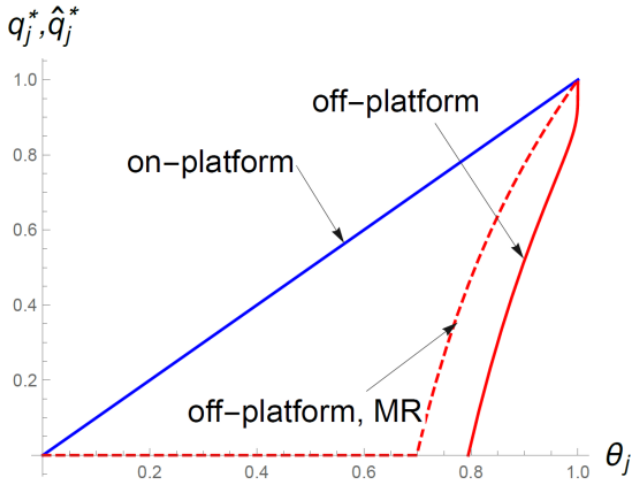


FIGURE 3: 平台内与平台外的匹配价值和质量，$\lambda = 1/2$，J =5，$G(m_j) = m_j$，$F(\theta_j) =$ 贝塔分布$(\theta_j,\ 1/4,\ 1/4)$

图 3 展示了均衡平台外质量安排、社会有效配置以及 Mussa和Rosen（1978）的垄断基准。消费者的预期价值 m_j 服从均匀分布，其价值 θ_j 服从贝塔分布。

最优平台外菜单（17）的形式使我们能够确立均衡的若干直观性质。首先，每个价值为 θ 的消费者在平台内获得更高的质量水平，即社会有效配置，并且支付的价格高于平台外价格。然而，尽管每个消费者都以更高价格获得了更好的产品，但平台内每个质量水平 q 的售价反而更低。因此，我们将给定质量 q 在平台内和平台外的均衡价格分别定义为 $p(q)$和 $\widehat{p}(q)$。由此可得，对于所有 q，$p(q) \leq \widehat{p}(q)$。换言之，由于展厅效应的威胁，每个卖家都被迫推出“仅限平台内”折扣。

图 4 展示了非线性定价安排，即在与图 3 相同的参数下，每种所提供质量 q_j 对应的价格 $p_j\,(q_j)$。请注意，对于一组较低的估值，即

低于 $8/10$ 的那些估值，非线性资费等于有效率的质量所产生的总剩余（即 $p_j(q_j) = q_j^2$）。相比之下，高于 $8/10$ 的估值在平台外可获得正租金，因此在平台上，价格低于总剩余。

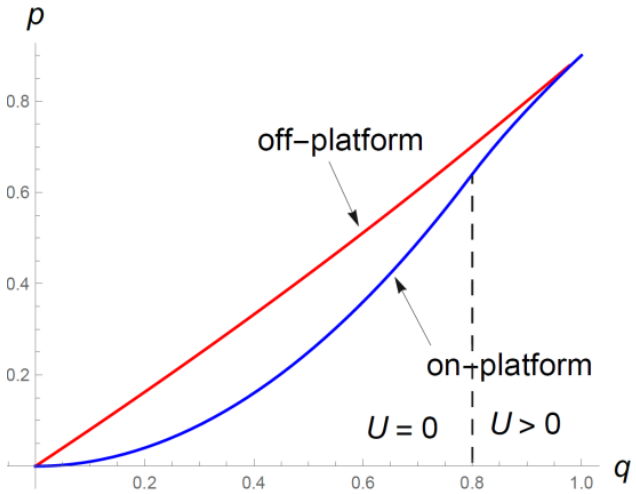


FIGURE 4: 非线性资费：每种品种 q 在平台上的售价都更低。

我们的结果说明，开展托管广告活动的广告平台与收取比例交易费的零售平台面临着截然不同的激励。例如，在亚马逊的情形下，商家可能希望消费者先到展厅看货，以避开平台的可变费用。而在我们的广告平台中，事先与卖家签订固定价格合同，就无需采用最惠国条款。

消费者剩余 命题 3 的一个推论是，总体而言，平台上的消费者剩余高于平台外的消费者剩余。事实上，对于每个价值 θ，我们都有

$$\widehat{U}_j^*(\theta_j) = U_j^*(\theta_j).$$

然而，我们也知道 $F \succ G$。这意味着

$$\mathbb{E}_{F^J}[U_j^*(\theta_j)] > \mathbb{E}_{G^J}[\widehat{U}_j^*(\theta_j)],$$

因为最大次序统计量满足 $\mathbb{E}_{F^J}[\theta_j] > \mathbb{E}_{G^J}[\theta_j]$，而激励相容要求函数$U_j^*$递增且凸。因此，在均衡价格下，每位消费者都更愿意（事前）在平台上，而不是在平台之外。更强的结论是，在价格固定时，消费者希望平台尽可能准确地掌握其价值信息，从而更好地将产品与偏好相匹配。然而，消费者不一定会因存在

均衡中的平台 而受益。事实上，命题10考察了平台规模扩大（λ）的影响，发现随着在平台上购物的消费者所占比例 λ 上升，所有消费者的境况都会变差。

平台收入为了考察这对卖家利润和平台收入的影响，我们将刻画平台在托管式广告活动机制下于均衡中能够要求的广告预算。

我们首先将卖家 j 的外部选项 $\Pi_j(\sigma)$ 定义为：如果卖家 j 不参与选择规则为 σ 的托管广告活动，其能够获得的利润。类似地，将每个卖家的均衡利润（不含广告预算）定义为 $\Pi_j^*(\sigma)$。由于卖家在事前是同质的，平台便可以要求等额于以下数值的广告预算：

$$t^*(\sigma) \triangleq \Pi_j^*(\sigma) - \overline{\Pi}_j(\sigma).$$

现在考虑我们迄今考察的有效选择规则 σ^* 。在有效引导托管广告活动中，无论是在均衡路径上还是在路径外，消费者都会遵循平台的推荐（命题2）。因此，每个卖家的外部选项仅由其从平台外消费者那里能够获得的利润构成，即，

$$\overline{\Pi}_j(\sigma^*) = \max_{\widehat{q},\widehat{U}} (1-\lambda) \int_{\theta_L}^{\theta_H} \left[\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right] G^{J-1}(\theta_j) \mathrm{d}G(\theta_j). \tag{18}$$

根据式（13）中定义的均衡利润水平 $\Pi_j^*(\sigma^*)$，平台随后要求以下广告预算：

$$t^*(\sigma^*) = \Pi_j^*(\sigma^*) - \overline{\Pi}_j(\sigma^*). \tag{19}$$

对广告预算的另一种解读如下：卖家愿意放弃全部平台内利润以参与其中，但需要获得补偿，因为平台外菜单偏离了垄断基准。

We n现在考虑平台在宣布选择规则时面临的问题，即。 e.,

$$\max_{\sigma} \left[t^*(\sigma)\right],$$

并且我们证明，有效引导机制确实解决了这一问题。[13]

[13]与这一结果一致，Bergemann et al. (2023) 表明，与通过拍卖销售定向广告位相比，最优托管广告活动能够提高平台的收入。此外，Decarolis等人（2023）的实验分析表明，当平台向竞标者算法提供的信息较不详细时，其收入会“显著且持续地更高”。

命题 4（高效引导的最优性）

高效　　有效引导托管式广告活动机制使平台利润最大化　　$t.$

该结果的证明表明，高效引导的托管广告活动实现了平台利润的上界。具体而言，卖家$\Pi_j^*(\sigma^*)$的均衡利润与纵向一体化基准相同；在该基准下，平台控制两个销售渠道上所有卖家的菜单。因此，该机制使卖家与平台在平台内和平台外市场的联合利润最大化。此外，对于所有托管广告活动 σ，卖家的外部选项 $\Pi_j(\sigma)$ 均有下界，即卖家仅面向平台外消费者时，通过最优菜单可获得的利润 $\Pi_j(\sigma^*)$。由于广告预算会提取每位卖家超出其外生外部选项的剩余，该机制使平台收入最大化。重要的是，高效引导的托管广告活动仅依靠广告以及通过赞助产品进行引导。具体而言，无需向卖家或消费者收取佣金或交易费用，即可实现最优收入。[14]

6 信息的价值与隐私

本节将探讨平台的信息优势所发挥的作用以及隐私政策带来的影响，以此考察平台的议价能力。我们首先在第 6.1 节中移除平台的信息优势。具体而言，我们假设每位平台内消费者都能了解其完整的价值剖面 θ，而不仅仅是了解自己对赞助卖家的估值。可能的原因之一是，平台上以及更广泛的互联网中都有评论和推荐可供查看。

接下来，我们在第 6.2 节中考察价格信息的作用。我们研究平台提供自然搜索链接的情形，这些链接使消费者能够了解所有平台外价格和产品。

在第 6.3 节中，我们介绍了保护消费者信息不被卖家获取的隐私政策。我们研究基于群组的隐私保护：平台只向卖家告知消费者对卖家的排名，同时向消费者披露赞助卖家的确切价值。因此，平台以消费者群组 为单位投放广告，且同一群组中的每位消费者对 J 卖家的偏好排名都相同。[15]

[14]在平台掌握完全信息的情况下，平台只需提供一个赞助产品，而非多个赞助商品位。我们推测，在消费者拥有一些独立私人信息的更丰富环境中，多个赞助链接可能是筛选这些额外信息的最优方式。[15]这与 Google Privacy Sandbox 最近提出的替代第三方 Cookie 的方案一致。

最后，在第6.4节中，我们考察向消费者揭示赞助卖家的完整价值是否能使平台收入最大化。我们在托管式广告活动机制中引入信息设计，并给出完整或部分信息揭示达到最优的条件。

6.1 对称信息

为评估平台的信息优势所带来的价值，我们现在假设所有访问平台的消费者都了解到自己的完整估值剖面 θ （即不仅仅是他们对赞助卖家的估值）。平台外的消费者仍然掌握不完全信息，其期望估值剖面为 m。在命题5中，我们证明，随之而来的对称信息限制了平台引导消费者搜索行为的能力，并降低了平台可以向卖家索取的广告预算。

命题5（对称信息）

在所有平台内消费者都拥有关于 θ 的完全信息时，平台内外的均衡质量水平仍与命题 3中的相同。但相较于平台拥有关于 θ的独占信息时，均衡广告预算 t^* 严格更低。

在均衡状态下，平台内和平台外消费者所掌握的信息与第5节中相同；在第5节中，平台最初拥有关于 θ 的独占信息（下文称为“基准”模型）。因此，任何参与托管式广告活动机制的卖家都会提供命题 3中的最优菜单。然而，面对知情消费者时，拒绝平台报价会改变卖家的价值，因为了解自身估值的消费者无论平台上的赞助卖家是谁，都会访问其最偏好的卖家所在的平台外渠道。假设某位消费者在平台上看到了一家其原本没有预料到的卖家的产品。根据我们的对称性精炼，该消费者仍会相信所有卖家在平台外提供对称菜单。

因此，每个卖家 j 都可以选择不参与托管广告活动，并争取任何向其报价最高的消费者：$\theta_j = \max_k \theta_k$。卖家 j 可以通过向消费者提供高于均衡时竞争者所提供的 (16) 中水平 $U_j^*(\theta_j)$ 的平台外信息租金 $U_j(\theta_j)$ 来实现这一点$\widehat{\quad}$ $\widehat{\quad}$。在考虑这样的菜单时，偏离卖家 j 要解决以下问题：

$$\hat{\Pi} \triangleq \max_{\widehat{q},\widehat{U}} \int_{\theta_L}^{\theta_H} [\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)] \begin{bmatrix} (1-\lambda) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \\ +\lambda F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) \end{bmatrix} \mathrm{d}\theta_j \tag{20}$$

$$\text{s.t. } \widehat{U}(\theta_j) \geq \widehat{U}_j^*(\theta_j). \tag{21}$$

基准模型中的均衡租金函数 (16) 满足约束 (21)，并带来严格更高的利润。因此，在已知价值的情况下，卖方的外部选择高于 Π 在 (18) 中所刻画的基准模型的外部选项。

当消费者估值服从混合分布 $(1-\lambda)\ G^J + \lambda F^J$ 时，偏离卖家可以通过提供最优产品菜单做得更好。这些质量水平为

$$\widehat{q}(\theta_j) = \max\left\{0, \theta_j - \frac{1-\lambda F^J(\theta_j) - (1-\lambda)G^J(\theta_j)}{\lambda J F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) + (1-\lambda) J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j)}\right\}. \tag{22}$$

(22) 中的均衡质量对每个估值都更高，并且高于均衡 $\widehat{q}_j^*(\theta_j)$，从而为消费者带来更高的效用。因此，约束 (21) 在最优偏离中并不紧 binding——卖家 j 的最佳平台外菜单，为 j 最青睐的消费者提供的效用水平高于所有其他卖家的菜单。[16]

总而言之，命题5表明，当平台内消费者知道自己的估值时，均衡广告预算与消费者通过平台信息了解自身估值时相比，在定性上有所不同。毕竟，平台失去了引导消费者的能力。在没有额外信息的情况下，平台无法通过展示卖家的广告并推荐其产品，赋予任何卖家垄断力量。没有额外信息时，每位消费者都会独立于广告中隐含的推荐来评估不同产品。因此，展示广告对卖家的价值会降低，卖家对平台服务的支付意愿也会降低。

为量化平台的引导能力的价值，固定价值分布 F，并考虑由不完全信息信号所产生的期望价值分布 G。每位（平台内和平台外）消费者都会观察到关于自身价值的这一信号。将分布 G 下式（19）中的均衡广告预算记为 $t^*(G)$。现在令消费者的信号变得任意精确，使得期望价值的分布 G 收敛于估值的分布 F。将式（15）中的$G = F$ 设定为相应取值，即可得到极限情形下的均衡菜单。命题5由此得出以下结论。

推论1（额外信息的价值）

对于所有 $J > 1$，t 平台凭借任何信息优势都能获得严格为正的利润 $:$

$$\lim_{G \to F} t^*(G) > t^*(F).$$

[16]请注意，偏离卖家无法吸引任何认为竞争对手的产品比其自家产品更有价值的消费者。这是因为这些消费者在平台外仍需承担搜索成本，也不会得知偏离卖家已降低价格。

推论1对平台的信息设计选择具有重要意义，我们将在第6.4节对此进行讨论。具体而言，只要平台相较于消费者拥有任何信息优势，均衡广告预算就会立即增加。这表明，一定程度的信息不对称——向消费者披露一些额外信息——始终是最优设计的一部分。

6.2 有机链接

在基准模型的均衡中，消费者会选择提供最高价值的广告卖家，并且只考虑该卖家在平台内和平台外的报价。然而，实际中，平台也可能展示“自然链接”，为消费者提供额外的免费信息。我们扩展模型，考虑平台向消费者展示所有平台外价格的情形。在这种情况下，平台内消费者无需承担搜索成本，并且可以向任何卖家购买，而无需承担搜索成本。

卖家仍会宣传社会有效的产品品种，并设定价格使展厅效应约束取等号。平台将赞助链接分配给每位消费者最偏好的卖家，但平台外菜单现在可能影响平台上的市场份额。卖家可以通过在平台外提供更低的价格，吸引一些竞争者的平台注册消费者。如果没有自然链接，这些消费者就无法获知较低的价格。

为计算卖家在平台内消费者中的市场份额，我们考虑平台外信息租金 $U_j(\theta_j)$。平台内消费者 θ 的外部选项由 $\max_j\{U_j(\theta_j)\}$. 给出。对于所有卖家的对称策略组合 $k \neq j$，并且对于每个价值 θ_j，我们将无差异值 $\theta_k^*(\theta_j)$ 定义为

$$\widehat{U}_k(\theta_k^*(\theta_j)) = \widehat{U}_j(\theta_j). \tag{23}$$

将 $\theta_k^* = \theta_k^*(\theta_j)$ 定义为式（23）中的形式，卖家 j 的最佳响应问题为

$$\begin{aligned}\max_{\widehat{q},\widehat{U}} (1-\lambda) \int_{\theta_L}^{\theta_H} \underbrace{[\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)]}_{\text{off-platform sales}} G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \mathrm{d}\theta_j \\ + \lambda \int_{\theta_L}^{\theta_H} \underbrace{(\theta_j^2/2 - \widehat{U}(\theta_j))}_{\text{on-platform sales}} \min\{F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)), F^{J-1}(\theta_j)\} f(\theta_j) \mathrm{d}\theta_j \\ + \lambda \int_{\theta_L}^{\theta_H} \underbrace{[\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)]}_{\text{off-platform sales}} \max\{0, F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)) - F^{J-1}(\theta_j)\} f(\theta_j) \mathrm{d}\theta_j.\end{aligned} \tag{24}$$

第一项（24）表示平台外消费者。第二项表示向平台内消费者的销售：对于这些消费者，卖家 j 提供了最高的效用水平 U_j 和最高的边际价值 θ_j。第三项若为正，则表示满足 $\theta_j < \max_{k \neq j} \theta_k$ 的平台内消费者；尽管如此，卖家 j 仍向他们提供了最高的效用水平 $\succsim U_j$。这些消费者不会看到卖家 j 的广告，而是会去展厅，并在平台外向卖家 j 购买。

因此，卖家 j 的问题可以重新表述如下。削价低于其他卖家的价格（使得 $\theta_k^*(\theta_j) > \theta_j$）会带来一些额外的平台内消费者，他们会在平台外购买。反之，提价高于其他卖家的价格（使得 $\theta_k^*(\theta_j) < \theta_j$）会导致卖家 j 失去一些原本会在平台上购买的消费者（也就是说，相对于平台外销售，消费者以更高价格购买质量更高的产品）。因此，相较于仅有赞助链接的基准模型$\widehat{\ }$，每个卖家 j 都有动机通过提高 θ_k^* 来提高 U_j。这一完全由自然链接带来的动机解释了命题6中的结果；在该命题中，我们比较了存在自然链接的博弈与基准设定。

命题6（存在自然链接时的均衡）

$\widehat{\ }$1. 存在自然链接时，对于所有 θ_j，均衡质量和效用水平 $\widehat{q}_j^*(\theta_j)$ 以及 $U_j^*(\theta_j)$ 均弱高于不存在自然链接时的水平。2. 存在自然链接时，卖方利润较低，外部选项较高。

为证明这一结果，我们考察平台宣布广告预算 t 后的子博弈中的对称均衡。与 Bon- atti（2011）中的做法相同，这一博弈的对称均衡质量水平可通过一个微分方程组来刻画。我们证明，在任何此类均衡中，卖家之间的竞争都更为激烈。具体而言，与不存在自然链接时相比，质量和效用水平更高，而卖家利润更低。反之，在任何延续均衡中，卖家的外部选择都高于基准模型中的水平，且平台要求的广告预算更低。

直观而言，自然信息的存在有利于消费者，但会削弱平台限制竞争、从卖家处攫取剩余的能力。在对称均衡中，每个卖家的市场细分由所有最喜欢其产品的消费者组成。与基准情形不同，这些市场份额取决于 $\succsim_j$ 的选择，是内生决定的。由于平台外菜单会影响平台内的市场份额，向消费者提供更高的租金还会带来额外收益。因此，与不存在自然链接时相比，均衡效用和质量水平更高，卖家在均衡路径上的毛利润更低，而消费者剩余更高。

然而，扣除广告预算后的卖家利润等于其外部选项的价值。有了自然链接，任何卖家都可以在不参与该机制的情况下回应竞争者的价格。令 θ_k^* 由（23）式给出，其中 $U_k = U_j^*$。由于所有销售必然都发生在平台外，偏离卖家 j 便可获得如下利润

$$\widetilde{\Pi}_j \triangleq \max_{\widehat{q},\widehat{U}} \int_{\theta_L}^{\theta_H} \left[\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right] \left[\begin{array}{c} (1-\lambda)\, G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \\ +\lambda F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)) f(\theta_j) \end{array}\right] \mathrm{d}\theta_j. \qquad (25)$$

与基准模型不同，每个偏离卖家都有机会争取到一部分（但不一定是全部）满足 $\theta_j \geq \max_{k\neq j} \theta_k$ 的平台内消费者。此时，（25）中的外部选项 $\widetilde{\Pi}_j$ 高于（18）中定义的价值 Π_j 。换言之，与没有自然链接时相比，有自然链接时卖家的外部选择更高，因此均衡广告预算相应更低。

最后，回想一下，在对称信息且没有自然链接的情况下，偏离卖家 ˆ 能赢得全部满足 $\theta_j \geq \max_{k\neq j} \theta_k$ 的平台内消费者。因此，（20）中定义的外部选项 $\widetilde{\Pi_j}$ 甚至高于（25）中的 Π_j 。由于消费者了解自己的估值时，带有自然链接的均衡菜单不会改变，因此，如果消费者已经充分了解自己的估值，平台或许可以通过展示自然链接，有利可图地提高所要求的广告预算。

6.3 隐私保护

到目前为止，我们尚未限制平台向卖家分享买方估值 θ 的能力。现实中，数据共享的范围可能受到监管或平台设计选择的限制。现在，我们假设广告产品 θ_j 的价值会与平台上的消费者共享，但不会与卖家共享。卖家只能根据某个消费者群组内消费者估值 θ_j 的排名 来制定报价；在该群组 中，每位消费者对 J 卖家的排名都相同。

尽管发生了这一变化，卖家与消费者之间仍然可以实现有效匹配。然而，平台上的消费者仍然掌握着一些关于自身偏好的私人信息。与基准情形下每位卖家都可以向消费者提供个性化报价不同，基于群组的广告意味着卖家 j 只能根据其群组所隐含的次序统计量，了解消费者价值的分布。因此，每位卖家都必须在平台内外筛选消费者。

基于群组的广告下，对称均衡菜单是两个相互关联的筛选问题的解。在平台内问题中，展厅效应约束充当依赖于价值的参与约束。为求解这一问题，我们通过假设平台内分布对平台外分布呈

分布 F 和 G 的排名更强，即假设平台内分布 F 在似然比序，记作 $F \succ_{lr} G$下支配平台外分布 G 。如果 $g(\theta_j)/f(\theta_j)$ 随着 θ_j 的增加而递减（见 Shaked and Shanthikumar（1994）中的定义 1.C.1），则称分布F在似然比序下支配 G。我们只要求在 F下获得正质量的估值范围内保持似然比序。我们将两个分布的（Myerson）虚拟价值定义为：

$$\phi_F(\theta_j) := \theta_j - \frac{1 - F^J(\theta_j)}{JF^{J-1}(\theta_j)f(\theta_j)}, \text{ and } \phi_G(\theta_j) := \theta_j - \frac{1 - G^J(\theta_j)}{JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}.$$

命题 7（队列定向）
在唯一的对称均衡中，每个卖家提供质量水平

$$\widehat{q}_j^*(\theta_j) = q_j^*(\theta_j) = \max\left\{0, \theta_j - \frac{1 - \lambda F^J(\theta_j) - (1-\lambda)G^J(\theta_j)}{\lambda JF^{J-1}(\theta_j)f(\theta_j) + (1-\lambda)JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}\right\}$$

当且仅当 $F^J \succ_{lr} G^J$对于所有 θ_j满足 $\min\{\phi_{F^J}(\theta_j)\ \phi_{G^J}(\theta_j)\} \geq 0$。

命题 7 表明，如果最大 θ_j 的分布在似然比意义上支配最大m_j 的分布（在相关范围内），那么每个卖家向平台内外的消费者提供相同的菜单。在该菜单中，均衡质量安排与（22）中相同，即对于分别以权重（λ，$1-\lambda$）混合的 θ 和 m的最大次序统计量分布，采用Mussa和Rosen（1978）的质量水平。因此，相较于完全披露价值 θ的基准模型，基于群组的广告会带来更高的平台外质量供给，但平台内质量更低。

命题 7 的一个关键含义是，相较于基准设定，所有消费者获得的信息租金都更高，这是因为平台外的质量供给增加了。由于平台外质量更高，总剩余也可能更高，尽管平台内质量较低。最后，由于相较于基准模型，卖方的外部选择没有改变，均衡广告预算必然更低。

6.4 信息设计

在此前的分析中，我们假设平台向消费者揭示赞助品牌的真实价值 θ_j 。命题 4 表明，在这种情况下，最优机制是根据消费者的真实偏好，将每位消费者与其最偏好的卖家 $j^* = \arg\max \theta_j$匹配，这就是高效的托管式广告活动机制。

本节研究平台的最优信息设计。我们推导出完全信息揭示近似最优或恰好最优的条件，

以及不进行信息揭示为最优的条件。随后，我们重点考察未获知信息的站外消费者这一情形，并分析最优信息政策如何随平台规模 λ 和价值分布 $F(\theta)$ 而变化。最后，我们讨论当平台未完全提供有关消费者对赞助卖家的估值信息时，匹配机制所揭示的信息。

我们假设平台知道每位消费者的价值 θ 及其预期价值 m。这一假设简化了分析，同时也是一种合理的近似，因为如果平台知道每位消费者的真实偏好，它也可能掌握有关消费者过往经历的信息。[17] 例如，平台可能能够获取消费者的 Cookie 和浏览历史，从而估算消费者的预期价值。

在托管广告活动中，每位卖家 j 根据平台设计的信息，通过选择价格和产品质量来最大化总利润。反过来，平台通过选择预期价值的分布来最大化卖方利润。广告预算由此提取卖家对这些信息的支付意愿。因此，我们可以将平台视为同时设计信息和价格，以最大化卖方利润。

然而，向消费者披露信息会让平台面临权衡。一方面，更好的信息可以提高消费者与卖家及产品品种之间的匹配效率。另一方面，更好的信息会增加消费者在平台之外的预期租金，加剧展厅购物约束，并降低卖家的支付意愿。为了解决平台面临的问题，我们首先证明，将分析重点放在对称信息结构上并不失一般性。

引理1（对称信息）

最优信息结构使平台上的交易能够在对称（可能是部分）信息下进行。

这一结果最早发表于 Bergemann 等（2022）的引理1。模型中的直觉是：（i）在固定平台外菜单的情况下，平台通过消除消费者的私人信息来提高卖方利润；（ii）卖家通过价格向消费者传递的任何私人信息，都可以通过提前向消费者披露而获利。

大型平台 我们首先考虑这一极限情形：$\lambda = 1$. 换言之，几乎所有消费者都在平台上购物，因此卖家没有理由发布平台外菜单。在这种情况下，我们证明，平台通过承诺采用高效的托管广告活动，并

[17]关于形式上的区分，参见 Liang 和 Madsen（2020）。

向消费者θ 和赞助卖家 j充分披露 θ_j ，从而最大化广告预算。

命题8（大型平台）

当 $\lambda = 1$ 时，对于任意卖家数量 J 以及分布 F 和 G，平台最优的做法是将消费者 θ 与高效率卖家 j^* 配对，并完全揭示 θ_{j^*}。

当平台变得任意大（$\lambda \to 1$）时，平台外租金消失，赞助卖家可以占有其创造的全部剩余。在每个价值 θ_j 上完全对称信息下，赞助卖家的利润因此由第一最佳剩余 $\pi_j^*(\theta) = \theta_j^2/2$ 给出。由于 $\pi_j^*(\cdot)$ 严格凸，平台最优的信息设计会向每位消费者揭示其对赞助卖家的真实估值。此外，根据命题 4，当平台揭示所有信息时，最优做法是有效地匹配消费者和卖家。

零私人信息 现在，我们将刻画一种特殊情形下的平台最优信息政策：平台外消费者对其期望价值没有私人信息。因此，对于所有 j，分布 G 都将单位质量置于期望价值 $\mu \triangleq \mathbb{E}_F[\theta_j]$ 上，故 $G(m_j) = \mathbf{1}_{\{m_j \geq \mu\}}$。

由于平台外消费者没有私人信息，每位卖家 j 在平台外只提供一种质量为 $\widehat{q}_j \in \mathbb{R}_+$ 的产品，定价则使其能够攫取消费者的期望支付意愿，即 $\widehat{p}_j = \mu \widehat{q}_j$。正如我们从基准模型中所知，卖家对平台外质量 $\widehat{q}_j$ 的选择直接决定了所有平台内消费者的信息租金。具体而言，期望价值为 θ_j （给定平台向其披露的信息）的消费者，从卖家处购买时可获得租金

$$U(\theta_j, \widehat{q}_j) = \max\{0, (\theta_j - \mu)\widehat{q}_j\}$$

从卖家 j处购买时。因此，卖家 j的平台内利润是实现价值 θ_j 的函数，其表达式为

$$\pi(\theta_j, \widehat{q}_j) = \theta_j^2/2 - U(\theta_j, \widehat{q}_j). \tag{26}$$

图 5 展示了一个例子中的利润函数 $\pi(\cdot, \widehat{q}_j)$，其中 $\mu = 1/2$ 且 $\widehat{q}_j = 1/2$。卖家攫取了所有平台内估值 $\theta_j \leq 1/2$ 对应的全部支付意愿，但对估值 $\theta_j \geq 1/2$ 的消费者留有租金（因此出现向下的折点）。

作为刻画最优信息设计的第一步，我们证明平台会向每位消费者展示其最喜爱的卖家所投放的广告，并揭示一个具有信息量的

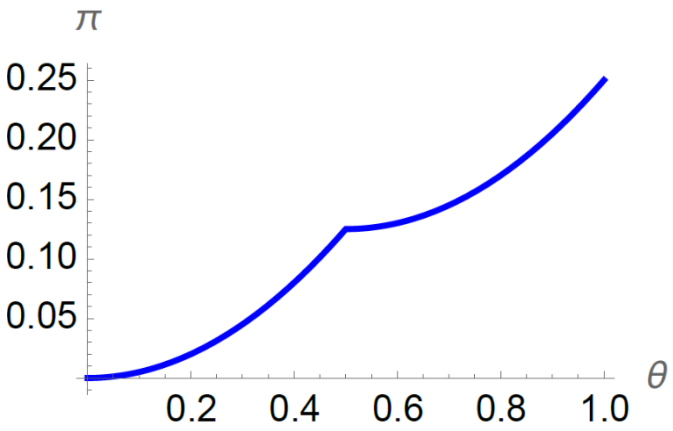


FIGURE 5: 平台内利润水平

有关其价值 θ_{j*}的信号。

引理2（高效引导）

如果消费者不知情，那么高效的托管广告活动匹配机制对平台而言是最优的。

直观地说，卖家从价值 θ_j 中获得的利润为 $\pi(\theta_j, \hat{q}_j)$，且该利润随 θ_j严格递增。因此，当潜在"状态"（即 θ_j）的分布在一阶随机意义上改善时，平台的收益也会增加。由于最大次序统计量 $F^J(\theta_j)$的分布在一阶随机意义上支配任何其他匹配机制所诱导的估值 $\widehat{F}$ 的分布，发送者（即平台）会选择围绕消费者的最高价值分量 θ_j设计信息。

因此，我们可以将平台的问题写为

$$\max_{\hat{q}_j, \widehat{F}} \left[(1-\lambda)(\mu \hat{q}_j - \hat{q}_j^2/2) + \lambda \int_{\theta_L}^{\theta_H} (\theta_j^2/2 - \max\{0, (\theta_j - \mu)\hat{q}_j\}) \mathrm{d}\widehat{F}(\theta_j) \right] \tag{27}$$

$$\text{s.t. } F^J \succ \widehat{F}.$$

为了解决这个问题，我们借鉴 Dworczak 和 Martini（2019）针对接收者的后验均值是其信念的充分统计量的说服问题所提出的工具。我们首先固定一个平台外质量水平 $\hat{q}$，并对信息结构进行优化。然后，我们刻画平台外的最优质量水平。

命题9（最优信息设计）

固定 $\hat{q}$，并假设平台外消费者没有私人信息。

1. 存在两个阈值 $x_1 \leq \mu \leq x_2$，使得最优后验分布$\widehat{F}^*(\theta_j)$与 $F^J(\theta_j)$在 $[0, x_1]$ 和 $[x_2, 1]$ 上重合，并且在 μ 处有一个原子。

2. 最优阈值对 (x_1, x_2) 是以下方程的唯一解：

$$\begin{aligned} x_1 + 2\widehat{q} &= x_2 \\ \mathbb{E}_{F^J}[\theta \mid x_1 \le \theta \le x_2] &= \mu. \end{aligned}$$

因此，平台能够有效地匹配消费者和卖家，但无法针对所有估值实现有效交易。具体而言，最接近边际分布 μ均值的估值都会获得对应于平均估值的有效率的质量。混同区域使卖家能够在较高的平台内利润与较低的平台外租金之间进行最优权衡。图6展示了 $\lambda = 3/8$情况下的解，其中 $F(\theta_j) = \theta_j$ 和 $J = 2$.

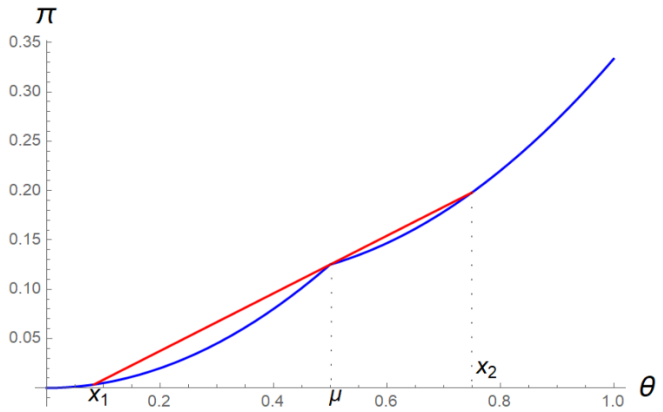


FIGURE 6: 最优分离区间与混同区间

在刻画了平台外任意质量选择对应的最优信息设计后，我们可以根据赞助卖家的利润函数计算最优的 $\widehat{q}^*$ 。

$$\begin{aligned} \Pi(\widehat{q}) =& \lambda \int_0^{x_1(\widehat{q})} (\theta_j^2/2) \mathrm{d}F^J(\theta_j) + \left(\mu^2/2\right) \left(F^J(x_2(\widehat{q})) - F^J(x_1(\widehat{q}))\right) \\ &+ \lambda \int_{x_2(\widehat{q})}^1 \left(\theta_j^2/2 - \widehat{q}(\theta_j - \mu)\right) \mathrm{d}F^J(\theta_j) + (1-\lambda)\left(\mu\widehat{q} - \widehat{q}^2/2\right). \end{aligned}$$

接下来可以直接证明，当 $\lambda \to 1$ 时（如命题8所述），最优的 $\widehat{q}^* \to 0$和 x_1, $x_2 \to \mu$ ，因此平台以概率1揭示消费者的估值。在某些特殊情况下，解具有闭式解，即使 λ 远小于1，也能得到命题8的结论。

讨论当 $\lambda \in (0,1)$ 且期望价值 m_j 的分布 G 不是退化分布时，问题会变得复杂得多。如果平台不知道消费者的预期价值，那么它面临的就是这样一个说服问题：接收者的私人

价值与状态相关，这与 Kolotilin 等人（2017）的情况不同。研究这一问题一个可能颇有成效的方向，是聚焦于公共说服，即采用不以消费者的预期价值 m 为条件的信号结构。

7 平台规模与竞争

考察了平台议价能力的信息来源后，我们现在回到第4节的基准设定，研究平台规模和卖家之间竞争的作用。我们首先考察平台的市场份额λ 如何影响社会剩余的福利和分配。然后，我们分析竞争卖家数量增加所带来的竞争加剧，如何影响平台内外的福利结果。

平台规模 随着平台（外生地）变大，为平台外消费者提供服务的机会成本也随之上升。直观来说，还必须向数量为 λ 的平台内消费者支付平台外消费者的信息租金。这应当会进一步扭曲平台外的质量水平。我们在命题10中将这一思路形式化。

命题10（平台规模）

1. 对所有 $\theta_j < \theta_H$，均衡质量水平 $\widehat{q}_j^*(\theta_j)$ 均随 λ 增加而下降；对所有 θ_j，信息租金 $U_j^*(\theta_j)$ 均随 λ 增加而下降。

2. 对于每个 $\theta_j < \theta_H$，都存在 $\lambda < 1$，使得 $\widehat{q}_j^*(\theta_j) = 0$ 对所有 $\lambda \geq \lambda$. 都成立

在图7中，我们展示了随着平台的市场份额 λ 增加，平台外质量供给如何变化。

平台内配置保持不变，由社会最优质量供给决定。然而，随着平台规模扩大，每个卖家都会试图尽量减少平台上的信息租金，从而使平台外的菜单吸引力降低。因此，对于每个价值 θ_j，平台外的均衡质量匹配 $\widehat{q}_j^*(\theta_j)$ 会下降，单位质量价格会上升，而平台外的消费者剩余 U_j^* 会随着平台规模扩大而减少。[18]

[18]Valenzuela-Stookey（2022）的近期研究在 Gomes 和 Pavan（2016）的框架下，考察了双方都存在拥堵效应的多对多匹配。在我们的模型中，消费者一侧的拥堵效应是内生产生的，因为访问平台的消费者越多，平台外可选的选项就越少，从而压低信息租金。

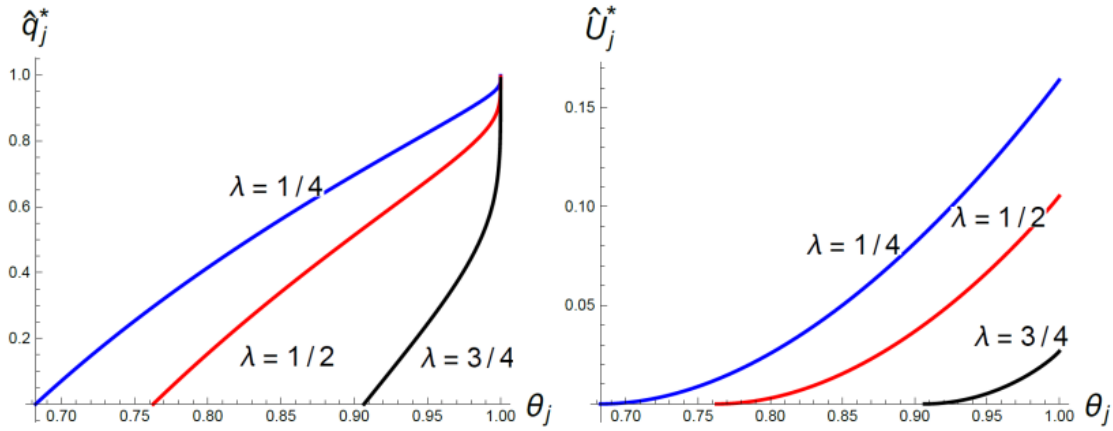


FIGURE 7: 平台外菜单，$J = 3, G(m_j) = m_j, F(\theta_j) =$ 贝塔分布$(\theta_j, 1/4, 1/4)$。

卖家数量随着卖家数量增加，对于每个价值 θ_j，更大的抽样数量 J 会使分布 F^J 和 G^J 在似然比序上改善。这会降低信息租金。极限情况下，卖家会知道，在其网站上购物或看到其广告的每位消费者，其价值都以接近 1 的概率接近 θ_H，因此信息租金会消失。这一结果直接源自适用于我们这一情形的 Diamond（1971）模型。我们在图 8 中展示了仅有平台外市场这一基准情形（即 $\lambda = 0$）下的结果。

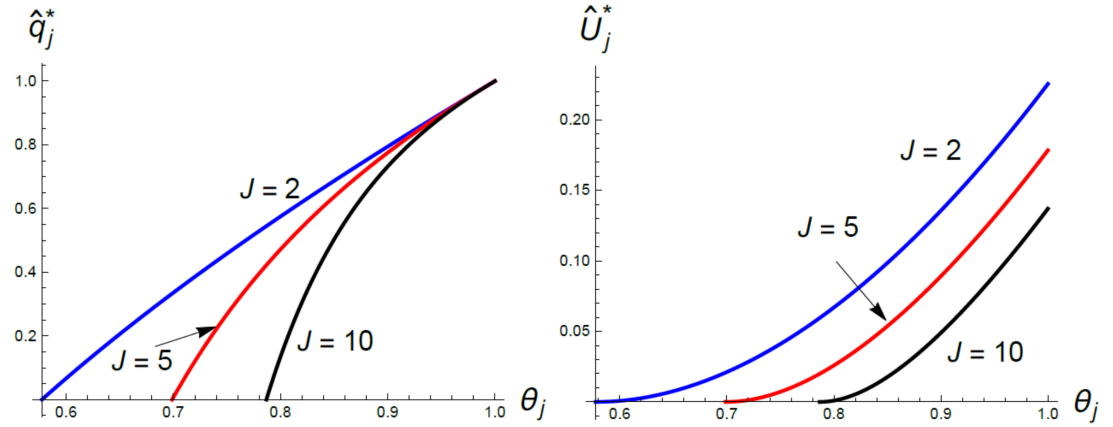


FIGURE 8: 平台外菜单，$\lambda = 0, G(m_j) = m_j, F(\theta_j) =$ 贝塔分布$(\theta_j, 1/4, 1/4)$。

与 Diamond（1971）模型相比，在我们的设定中，低价值对应的质量扭曲下降得更快，而高价值对应的质量扭曲下降得更慢。这一效应源于展厅效应与不同价值分布之间的相互作用。具体而言，可以证明，

均衡质量（17）中的额外扭曲项，即，

$$\frac{\lambda}{1-\lambda}\frac{1-F^J(\theta_j)}{JG^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}$$

当 θ_j 接近 θ_H时，其随 J 增大而递减。因此，卖家数量较少时，随着 J 增加，θ_j 的高估值会获得更高的质量，而 θ_j 的低估值会获得更低的质量。

如图9所示，这种效应可能不足以使任何估值对应的租金提高。此外，命题11表明，随着 J 变得很大，每种估值对应的质量分配最终都会随卖家数量增加而下降。

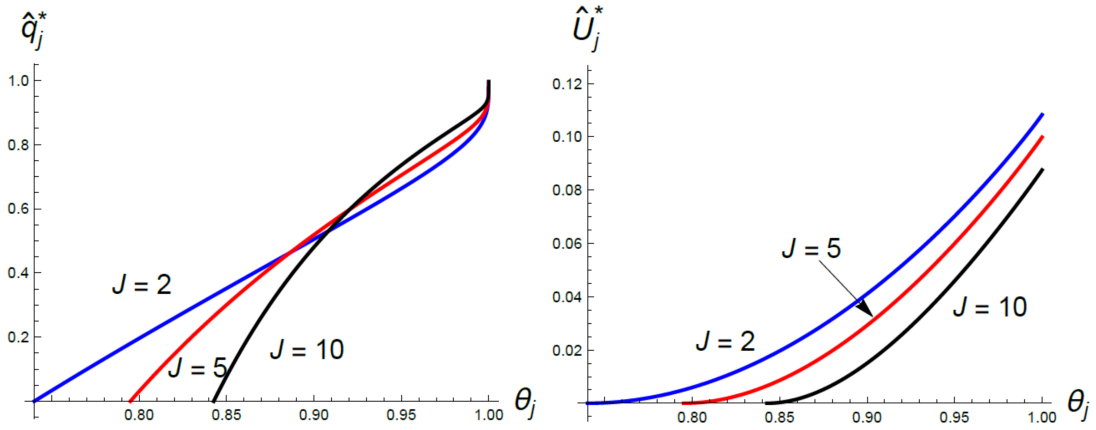


FIGURE 9: 平台外菜单，$\lambda = 1/2$，$G(m_j) = m_j$，$F(\theta_j)$ =贝塔分布$(\theta, 1/4, 1/4)$.

命题11（卖家数量）

1. 对于每个 $\theta_j < \theta_H$，如果 J 足够大，则均衡质量 $\hat{q}_j^*(\theta_j)$和信息租金 $U_j^*(\theta_j)$ 均随 J 增加而递减。

2. 对于每个 $\theta_j < \theta_H$，存在 J，使得对所有 $J \geq J$，$\hat{q}_j^*(\theta_j) = 0$。

接下来，我们可以考察平台规模 λ 和卖家数量 J 对各方剩余水平的影响。命题10和命题11的一个直接推论是，平台内和平台外的预期消费者剩余总是随着 λ增加而下降，并且最终也会随着 J 增加而下降。与此同时，平台收入会随着 λ 和 J的增加而上升。此外，随着 J 无限增长，平台将获取其创造的全部（第一最佳）社会剩余。直观而言，消费者没有信息租金（因为最高价值分量以概率收敛于1），因此卖家参与平台机制时，无须扭曲平台外菜单。图10展示了不同卖家数量下的平台收入、消费者剩余、卖家剩余（即外部选项Π_j）以及平台上产生的利润。

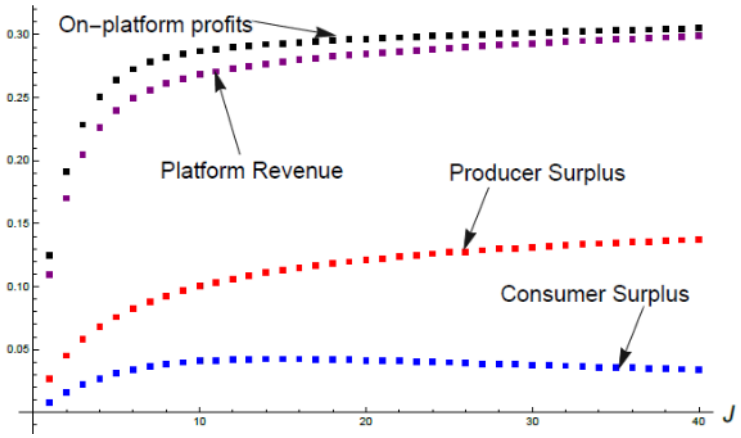


FIGURE 10: 剩余水平，$\lambda = 2/3, G(m_j) = m_j, F(\theta_j) =$ 贝塔分布$(\theta_j, 1/3, 1/3)$.

8 结论

我们构建了一个考察数字经济中竞争的模型，并纳入了消费者偏好和产品的异质性。数字平台作为买方与卖家之间的中介，利用其信息优势促成双方匹配，并通过数字广告活动创造收入。平台通过向消费者展示他们偏好的产品，将自身优势变现，并通过出售消费者注意力的使用权获得收入。然而，卖家能够在平台外展示产品，这限制了他们在平台上进行价格歧视的能力，也降低了他们支付广告费用的意愿；随着平台用户群扩大，两个销售渠道上的价格都会因此上涨。

我们的模型经过简化，但可以扩展以纳入在平台内外占有不同份额的差异化产品。这可能会导致托管广告活动中的广告位分配出现扭曲，因为较小的卖家会利用更高的利润率和消费者搜索成本。[19] 我们的模型还假设存在“完美引导”，但也可以扩展为向每位消费者展示多个相关广告。总的来说，本文强调了数据在塑造竞争和分配数字经济中的剩余方面所发挥的作用。

[19]近期证　　据与 Mustri 等人（2022）中的发现一致，支持我们所概述的这类机制　　.

附录

本附录包含我们所有结果的证明。

命题1的证明。 为求出低类型的最优质量，我们将高类型的约束性激励相容约束（7）的表达式代入目标函数（6）中的平台内利润和平台外利润。分别对 $\widehat{q}$（θ_L）求导，即得结果（8）。

■

命题2的证明。 在任何对称均衡中，每位消费者 θ 都以预期价值 m 了解广告卖家 j^* 的真实价值 θ_{j^*}，并且相信$j^* = \arg\max_j \theta_j$ 以概率1成立。此外，每位消费者都预期平台外会发布相同的菜单$\widehat{\ }$，并且知道租金函数 U_j（θ_j）对所有 j 都随 θ_j 严格递增。因此，消费者会搜索广告卖家的平台外价格。她不会进一步搜索，也不会了解到其他卖家的价格。由于平台外的菜单满足激励相容约束，消费者 θ 只需比较两个选项 q_{j^*}（θ_{j^*}）和 $\widehat{q}_{j^*}$（θ_{j^*}）。

这在均衡路径上和路径外均成立。事实上，假设卖家 $\hat{\ }j$ 偏离，并且不参与平台机制。在这种情况下，所有满足 $\hat{\ }j = \arg\max_j \theta_j$ 的消费者都会看到另一位卖家投放的广告。这些消费者无法察觉卖家 $\hat{\ }j$'s 的偏离，因此只会搜索赞助卖家的菜单。

■

命题 3 的证明。 卖家 j 的毛利润（即扣除支付给平台的广告预算后）可以写成

$$\begin{aligned}\max_{\widehat{q},\widehat{U}} (1-\lambda)\int_{\theta_L}^{\theta_H} [\theta_j\widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)]G^{J-1}(\theta_j)\mathrm{d}G(\theta_j) \\ + \lambda\int_{\theta_L}^{\theta_H} [\theta_j^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)]F^{J-1}(\theta)\mathrm{d}F(\theta), \\ \text{s.t. } \widehat{U}'(\theta_j) = \widehat{q}(\theta_j), \text{ and } \widehat{U}(\theta_j) \geq 0 \text{ for all } \theta_j \in [\theta_L, \theta_H]\,.\end{aligned} \tag{28}$$

$\widehat{\ }$ $\widehat{q}$ 和 U 的必要逐点条件可由相应的控制问题及其哈密顿量和协态变量 $\hat{\ }\gamma(\theta_j)$ 得出：

$$\begin{aligned} H(\theta_j, \widehat{q}, \widehat{U}, \hat{\gamma}) &= (1-\lambda)\left(\theta_j\widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right)G^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j) \\ &\quad +\lambda\left(\theta_j^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right)F^{J-1}(\theta_j)f(\theta_j) + \hat{\gamma}(\theta_j)\widehat{q}(\theta_j). \end{aligned}$$

在对称均衡下，最优性条件为

$$\begin{aligned} (1-\lambda)\left(\theta_j - \widehat{q}(\theta_j)\right) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \hat{\gamma}(\theta_j) &= 0, \\ -(1-\lambda) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) - \lambda F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) + \hat{\gamma}'(\theta_j) &= 0, \\ \hat{\gamma}(1) &= 0. \end{aligned} \tag{29}$$

积分后，得到

$$\hat{\gamma}(\theta_j) = \frac{1}{J}\left((1-\lambda) G^J(\theta_j) + \lambda F^J(\theta_j) - 1\right). \tag{30}$$

因此，均衡质量水平为

$$\widehat{q}_j^*(\theta_j) = \theta_j - \frac{1 - (1-\lambda) G^J(\theta_j) - \lambda F^J(\theta_j)}{(1-\lambda) J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j)} \tag{31}$$

若右侧非负，则如式（15）所示；否则为零。证明完毕。 ■

命题 4 的证明。 我们分两步论证托管式广告活动机制的最优性。首先，根据命题2，任何不参与该机制的卖家 j 都不会向平台上的消费者销售商品。这是因为每位消费者都会看到另一位卖家的广告 $k \neq j$ ，并且只会考虑卖家 k的平台内和平台外报价。因此，每位卖家的外部选项都是向其平台外消费者提供最优的 Mussa和Rosen（1978）菜单。这带来的利润水平为 Π_j 式（18）中的利润，这是一个固定的外部选项，不受其他卖家所提供菜单的影响。

其次，考虑由所有卖家和平台组成的联盟。联盟利润通过以下方式实现最大化：将每位平台内消费者 θ 匹配给卖家 $j^* = \arg\max_j \theta_j$，将每位平台外消费者 m 匹配给$\jmath = \arg\max_j m_j$，并最大化卖家相对于平台内报价（q，U）和平台外菜单（$\widehat{q}$，U）的利润。

联盟的利润最大化问题的解与托管广告活动机制的均衡结果一致。在这一机制中，每个卖家都通过向每位平台内消费者提供社会有效质量 $q_j(\theta) = \theta_j \ \theta$.来实现利润最大化。因此，平台会将每个卖家分配给最看重其产品的消费者。由此，卖家与平台组成的联盟通过均衡菜单实现利润最大化，而这些菜单是问题（28）的解。由于平台会攫取超出固定外部选项（18）的全部卖家剩余，没有任何机制能为平台带来更高收入。

■

命题5的证明。假设平台内消费者知道其估值 θ。如果卖家j 参与该机制，却在平台外提供一份不属于均衡的菜单，那么只有均衡中会搜索卖家 j 的消费者才能观察到这一偏离。因此，任何参与该机制的卖家都无法做得更好，只能宣传有效质量水平，并发布问题（28）的解所对应的平台外菜单。然而，如果卖家 j 不$\widehat{}$参与，该卖家就可以匹配竞争者的信息租金 $U_{k\neq j}$ ，并吸引平台上所有最看重其产品的消费者。（根据对称信念精炼，无论平台向这些消费者展示什么广告，他们都会搜索卖家 j的平台外报价。）此外，如果未参与的卖家 j 针对合并后的平台内外市场细分最大化利润$\widehat{}$，即选择（$\widehat{q}$，U），那么它所求解的就是问题（20）。这是一个标准的二级价格歧视问题，其中消费者估值的分布为 $\lambda F^J+(1-\lambda)G^J$.这种偏离下的最优质量供给为

$$\widehat{q}(\theta_j)=\max\left\{0,\theta_j-\frac{1-(1-\lambda)\,G^J(\theta_j)-\lambda F^J(\theta_j)}{\lambda F^{J-1}(\theta_j)f(\theta_j)+(1-\lambda)\,G^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)}\right\}. \tag{32}$$

由于 (32) 中的质量水平 $\widehat{q}$ 逐点高于 (31) 中的 $\widehat{q}_j^*$ ，因此对每个 θ_j而言，相应的信息租金也更高。因此，偏离卖家的最优ˆ菜单选择会产生一个大于Π_j （见 (18)）的外部选项 Π_j 。此外，由于均衡路径上的利润与信息不对称的消费者情形相比保持不变，平台要求的广告预算必然下降。

■

命题6的证明。 我们刻画平台宣布所要求的广告预算后续子博弈中所有具有完全参与的对称均衡。我们首先将问题 (24) 改写如下：

$$\begin{aligned}\max_{\widehat{q},\widehat{U}}\,&(1-\lambda)\int_{\theta_L}^{\theta_H}[\theta_j\widehat{q}(\theta_j)-\widehat{q}(\theta_j)^2/2-\widehat{U}(\theta_j)]G^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)\mathrm{d}\theta_j\\&+\lambda\int_{\theta_L}^{\theta_H}[\theta_j\widehat{q}(\theta_j)-\widehat{q}(\theta_j)^2/2-\widehat{U}(\theta_j)]F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j))f(\theta_j)\mathrm{d}\theta_j\\&+\lambda\int_{\theta_L}^{\theta_H}(\theta_j^2/2-\theta_j\widehat{q}(\theta_j)+\widehat{q}(\theta_j)^2/2)\min\{F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)),F^{J-1}(\theta_j)\}f(\theta_j)\mathrm{d}\theta_j,\end{aligned}$$

其中，如式（23）所示， θ_k^* 满足

$$\widehat{U}_k\left(\theta_k^*(\theta_j)\right)=\widehat{U}_j\left(\theta_j\right).$$

相应的哈密顿量可写为

$$\begin{aligned} H(\theta_j, \widehat{q}, \widehat{U}, \hat{\gamma}) &= (1-\lambda)\left(\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2 - \widehat{U}(\theta_j)\right) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \\ &\quad + \lambda\left(\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right) F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)) f(\theta_j) \\ &\quad + \lambda(\theta_j^2/2 - \theta_j \widehat{q}(\theta_j) + \widehat{q}(\theta_j)^2/2) \min\{F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)), F^{J-1}(\theta_j)\} f(\theta_j) \\ &\quad + \gamma(\theta_j)\widehat{q}(\theta_j). \end{aligned}$$

对式（23）进行全微分，得到

$$\frac{dF^{J-1}\left(\theta_k^*\left(\theta_j\right)\right)}{d\hat{U}_j\left(\theta_j\right)} = \frac{\left(J-1\right)F^{J-2}(\theta_j) f(\theta_j)}{\widehat{q}(\theta_j)} \geq 0.$$

由于卖家 j 的市场份额随 $\widehat{U}_j$ 和 $\theta_j^2/2 \geq \theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2$ 增加，哈密-^顿量 H 在 U_j 于 $\theta_k^* = \theta_j$. 处有一个向下的折点。因此，每个对称对称均衡都满足以下必要条件，

$$(1-\lambda)\left(\theta_j - \widehat{q}(\theta_j)\right) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \gamma(\theta_j) = 0, \tag{33}$$

$$\begin{aligned} -\lambda \frac{\left(J-1\right)F^{J-2}(\theta_j) f^2(\theta_j)}{\widehat{q}(\theta_j)} &\left(\alpha\theta_j^2/2 + (1-\alpha)\left(\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2\right) - \widehat{U}(\theta_j)\right) \\ &+ (1-\lambda) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \lambda F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) = \gamma'(\theta_j), \end{aligned} \tag{34}$$

对于某个 $\alpha \in [0,1]$。

现在回顾基准模型中的协态方程（29）。由于（34）左侧最后两项非负，因此我们有

$$\gamma'(\theta_j) \leq \hat{\gamma}'(\theta_j) \text{ for all } \theta_j.$$

此外，两个问题中的横截条件要求

$$\gamma\left(1\right) = \hat{\gamma}\left(1\right) = 0.$$

由此我们可以得出

$$\hat{\gamma}(\theta_j) \leq \gamma(\theta_j) \text{ for all } \theta_j.$$

^结合（29）和（33），这意味着，对于所有 θ_j 具有自然链接的情况，质量和效用水平 $\widehat{q}_j(\theta_j)$ 与 $U_j(\theta_j)$ 均不低于没有自然链接的情况。

现在我们证明，与没有自然链接相比，有自然链接时卖家的利润更低，外部选择更高。在具有平台外质量和租金的对称均衡中

$\widehat{}$函数（$\widehat{q}$，U），卖家的利润为

$$\begin{aligned}\Pi_j(\widehat{q},\widehat{U}) &= (1-\lambda)\int_{\theta_L}^{\theta_H}\left[\theta_j\widehat{q}(\theta_j)-\widehat{q}(\theta_j)^2/2-\widehat{U}(\theta_j)\right]G^{J-1}(\theta_j)\mathrm{d}G(\theta_j) \\ &\quad +\lambda\int_{\theta_L}^{\theta_H}(\theta_j^2/2-\widehat{U}(\theta_j))F^{J-1}(\theta_j)\mathrm{d}F(\theta_j).\end{aligned} \tag{35}$$

$\widehat{}$基准模型中的均衡菜单（$\widehat{q}_j^*$，U_j^*）使（35）最大化，而均衡菜单使（24）最大化，因此实现的利润水平至多相同。现在考虑$\widehat{}$偏离卖家的利润。对于路径外的任意选择（$\widehat{q}$，U），有自然链接时的偏离利润至少与没有自然链接时相同。没有自然链接时，偏离卖家会提供 Mussa 和 Rosen（1978）的菜单，且在平台上没有销售。有自然链接时，若提供相同的菜单，卖家将赢得 $F^{J-1}(\theta_k^*(\theta_j)) \in [0,1]$ 平台内估值的一部分$\backsim\theta_j$。因此，我们有 $\Pi_j \geq \Pi_j$，这进而表明广告预算更低。

$\overline{}$

■

命题 7 的证明。我们构造一个均衡：每个卖家 j 在给定该卖家 j 预期面对所有将其排名 j 最高的消费者的情况下，选择使利润最大化的平台内和平台外菜单。因此，考虑在展厅购物约束下，面对分布 F^J和 G^J，时，对菜单（q，U）和（$\widehat{q}$，$\widehat{U}$）进行联合优化的问题。卖家 j 求解：

$$\begin{aligned}\max_{q,\widehat{q},U,\widehat{U}} & \begin{bmatrix}\lambda\int_{\theta_L}^{\theta_H}\left(\theta_j q(\theta_j)-q(\theta_j)^2/2-U(\theta_j)\right)F^{J-1}(\theta_j)\mathrm{d}F(\theta_j) \\ +(1-\lambda)\int_{\theta_L}^{\theta_H}\left(\theta_j\widehat{q}_j(\theta_j)-\widehat{q}(\theta_j)^2/2-\widehat{U}(\theta_j)\right)G^{J-1}(\theta_j)\mathrm{d}G(\theta_j)\end{bmatrix} \\ \text{s.t.}\quad & U'(\theta_j)=q(\theta_j) \\ & \widehat{U}'(\theta_j)=\widehat{q}(\theta_j) \\ & U(\theta_j)\geq\widehat{U}(\theta_j)\geq 0.\end{aligned} \tag{36}$$

下面证明，(36) 的解为

$$q_j^*(\theta_j)=\widehat{q}_j^*(\theta_j)=\theta_j-\frac{1-(1-\lambda)\,G^J(\theta_j)-\lambda F^J(\theta_j)}{J\lambda F^{J-1}(\theta_j)f(\theta_j)+J\,(1-\lambda)\,G^{J-1}(\theta_j)g(\theta_j)} \tag{37}$$

当且仅当 F^J似然比支配 G^J。为此，考虑最优性的必要条件。由于该问题关于 q 是线性的、关于 U 是凹的，且这两个变量在加法上可分离，因此这些条件也是充分的。具体而言，哈密顿量

表示为

$$\begin{aligned} H &= \lambda\left(\theta_j q(\theta_j) - q(\theta_j)^2/2 - U(\theta_j)\right) F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) \\ &\quad + (1-\lambda)\left(\theta_j \widehat{q}(\theta_j) - \widehat{q}(\theta_j)^2/2 - \widehat{U}(\theta_j)\right) G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \\ &\quad + \gamma(\theta_j) q(\theta_j) + \hat{\gamma}(\theta_j)\widehat{q}(\theta_j) + \bar{\gamma}(U(\theta_j) - \widehat{U}(\theta_j)). \end{aligned}$$

该问题的逐点必要条件如下：[20]

$$\begin{aligned} (\theta_j - q(\theta_j))\,\lambda F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) + \gamma(\theta_j) &= 0 \\ (\theta_j - \widehat{q}(\theta_j))\,(1-\lambda)\, G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \hat{\gamma}(\theta_j) &= 0 \\ -\lambda F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) + \bar{\gamma}(\theta_j) + \gamma'(\theta_j) &= 0 \\ -(1-\lambda)\, G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) - \bar{\gamma}(\theta_j) + \hat{\gamma}'(\theta_j) &= 0 \\ \bar{\gamma}(\theta_j) \cdot (U(\theta_j) - \widehat{U}(\theta_j)) &= 0 \\ \bar{\gamma}(\theta_j) &\geq 0. \end{aligned}$$

若 $q(\theta_j) = \widehat{q}(\theta_j)$如式（37）所示，则协态变量的表达式如下：

$$\begin{aligned} \gamma(\theta_j) &= -\frac{\lambda J F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j) \cdot \left(1 - (1-\lambda)\, G^J(\theta_j) - \lambda F^J(\theta_j)\right)}{(1-\lambda)\, J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \lambda J F^J(\theta_j) f(\theta_j)} \\ \hat{\gamma}(\theta_j) &= -\frac{(1-\lambda)\, J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) \cdot \left(1 - (1-\lambda)\, G^J(\theta_j) - \lambda F^J\right)}{(1-\lambda)\, J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \lambda J F^J(\theta_j) f(\theta_j)}. \end{aligned}$$

对两个表达式分别关于 θ_j 求导，并使用上述必要条件，我们可以求出展厅购物约束的乘子 $\bar{\gamma}$. 。得到

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}(\theta_j) &= \frac{J\lambda(1-\lambda)\left(1 - (1-\lambda)\, G^J(\theta_j) - \lambda F^J(\theta_j)\right)}{\left((1-\lambda)\, J G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j) + \lambda J F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j)\right)^2} \cdot \\ &\quad \cdot \left(\frac{\mathrm{d}F^{J-1}(\theta_j) f(\theta_j)}{\mathrm{d}\theta_j} G^J(\theta_j) - \frac{\mathrm{d}G^{J-1}(\theta_j) g(\theta_j)}{\mathrm{d}\theta_j} F^J(\theta_j)\right), \end{aligned}$$

当且仅当 dF^J/dG^J关于 θ_j递增时，该值为正；也就是说，当且仅当 F^J似然比支配 G^J. 时，该值为正。 ■

命题8的证明。当平台变得任意大（$\lambda \to 1$）时，平台外的租金消失，赞助卖家攫取其创造的全部剩余。

[20]最后一个条件（$\bar{\gamma} \geq 0$）与 Jullien（2000）中的定理2类似。在该文中，价值依赖的参与约束的影子成本是一个累积分布函数，也就是说，它是非递减的。在我们的表述中，乘子 $\bar{\gamma}(\theta_j)$可以解释为相应的密度函数。

赞助卖家在每个价值 θ_j 下处于完全对称信息时的利润由第一优剩余 $\pi_j^*(\theta) = \theta_j^2/2$给出。固定任意一种匹配机制，并令 F^*表示与卖家 j匹配的 θ_j 的分布。因此，平台的信息设计问题为

$$\max_{\hat{F} \prec F^*} \int_{\theta_L}^{\theta_H} \pi_j^* \left(\theta_j\right) \mathrm{d}\hat{F}\left(\theta_j\right).$$

ˆ 由于 $\pi_j^*(\cdot)$ 是严格凸的，平台最优信息设计设定 $F = F^*$，即向每位消费者揭示其对赞助卖家的真实价值。此外，根据命题 4，当平台揭示所有可用信息时，最优做法是有效地匹配消费者和卖家（即进一步令$F^* = F^J$）。

■

命题9的证明。 固定 $\widehat{q}$，并令 $\pi(\theta_j)$ 表示线上利润函数。根据 Dworczak 和 Martini（2019）（定理 1），如果存在一个分布 ˆ$F \prec F^J$ 和一个凸支撑函数 $y(\theta_j)$，使得

$$\begin{aligned} y(\theta_j) &\geq \pi(\theta_j) \\ \int_{\theta_L}^{\theta_H} y(\theta_j)\mathrm{d}F^J(\theta_j) &= \int_{\theta_L}^{\theta_H} y(\theta_j)\mathrm{d}\hat{F}(\theta_j) \\ \mathrm{supp}(\hat{F}) &\subseteq \{\theta_j \in [\theta_L, \theta_H] : y(\theta_j) = \pi(\theta_j)\}, \end{aligned}$$

ˆ那么，对于给定的 $\widehat{q}$， F 就是我们问题的解。

由于我们的函数 $\pi(\theta_j)$ 满足 Dworczak 和 Martini（2019）的正则性条件，计算支撑函数及其对应的分布相对容易：ˆ 根据 Dworczak 和 Martini（2019）（命题1），最优 F 的支撑集可通过求解以下问题得到

$$\begin{aligned} &\min_{y} \int_{\theta_L}^{\theta_H} y(\theta_j)\mathrm{d}F^J(\theta_j) \\ \text{s.t. } &y(\theta_j) \geq \pi(\theta_j)\ \forall \theta_j \\ &y \text{ convex.} \end{aligned}$$

此外，此时最优的 F 仅在 $y^* = \pi$ 成立的点上有支撑。这一结果使我们能够独立于分布计算支撑函数。

为了解决这个问题，我们首先将其简化为选择一个变量，即仿射函数 y 的斜率 s（当 $y \neq \pi$ 时）。称 x_1， x_2 为 y 和 π 的交点。接下来

有

$$x_2^2/2-(x_2-\mu)\widehat{q}=\mu^2/2+s(x_2-\mu)$$
$$\mu^2/2-s(\mu-x_1)=x_1^2/2.$$

因此，求解后可得

$$x_1=2s-\mu \text{ and } x_2=2s-\mu+2\hat{q},$$

并且我们可以将目标函数写为

$$\min_s\Bigg[\int_0^{x_1(s)}(\theta_j^2/2)\mathrm{d}F^J(\theta_j)+\int_{x_1(s)}^{x_2(s)}\left(x_1^2(s)/2+s(\theta_j-x_1(s))\right)\mathrm{d}F^J(\theta_j)$$
$$+\int_{x_2(s)}^{1}\left(\theta_j^2/2-\widehat{q}(\theta_j-\mu)\right)\mathrm{d}F^J(\theta_j)\Bigg].$$

对上述问题中的 s 求解一阶条件，可得

$$\int_{x_1(s)}^{x_2(s)}(\theta_j-\mu)\mathrm{d}F^J(\theta_j)=0.$$

ˆ最后，根据 Dworczak 和 Martini（2019）（定理 1），我们知道 F^* 的支撑集为 $[0,x_1]\cup\{\mu\}\cup[x_2,1]$。此外，对偶性保证最优支撑函数 $y^*(\theta_j)$生成了 F^J的保均值收缩。

最后，请注意

$$\Pi'(\widehat{q})=-\lambda\left(\left(x_2^2-\mu^2\right)/2-\widehat{q}(x_2-\mu)\right)dF^J(x_2(s))x_2'(q)$$
$$-\lambda\int_{x_2(s)}^{1}(\theta_j-\mu)\mathrm{d}F^J(\theta_j)+(1-\lambda)(\mu-\widehat{q})$$

因此

$$\widehat{q} = \mu-\frac{\lambda}{1-\lambda}\left[\int_{x_2(s)}^{1}(\theta_j-\mu)\mathrm{d}F^J(\theta_j)+\left(\frac{x_2^2-\mu^2}{2}-\widehat{q}(x_2-\mu)\right)JF^{J-1}(x_2)f(x_2)x_2'(q)\right]$$
$$\widehat{q} = \frac{\mu-\frac{\lambda}{1-\lambda}\left[\int_{x_2(s)}^{1}(\theta_j-\mu)\mathrm{d}F^J(\theta_j)+\frac{x_2^2-\mu^2}{2}JF^{J-1}(x_2)f(x_2)x_2'(q)\right]}{1-\frac{\lambda}{1-\lambda}(x_2-\mu)JF^{J-1}(x_2)f(x_2)x_2'(q)}.$$

因此， $\widehat{q}$ 随 λ 增加而递减，进而 x_2 递减，而 x_1 随 λ增加而递增。 ■

命题10的证明。 这些结果是通过对表达式（15）中的平台外均衡质量关于 λ求导得到的。特别是，只要其严格为正，均衡 $\widehat{q}_j^*$（θ_j）就会随 λ增加而严格递减。由于均衡质量供给等于边际信息租，质量$\sim\widehat{q}_j^*$的比较静态结果可立即推广到信息租金 U_j^*。

■

命题11的证明。 这些结果是通过对表达式（15）关于 $J.$ 求导得到的。只要其严格为正， J 足够大时，均衡 $\widehat{q}_j^*$（θ_j）就会随 J 严格递减。由于均衡质量供给等于边际信息租，质量 $\widehat{q}_j^*$ 的比较静态结果可以立即推广到$\widehat{}$信息租 U_j^*。

■

参考文献

Acemoglu, D., Makhdoumi, A., Malekian, A., and Ozdaglar, A. (2022). 数据过多：数据市场中的价格与低效率。《美国经济学杂志：微观经济学》, 14(4):218–256. Ad mati, A. R. and Pfleiderer, P. (1990). 信息的直接与间接销售。*Econo*met-rica, 58(4):901–928. Aggarwal, G., Badanidiyuru, A., and Mehta, A. (2019). 带约束的自动竞价。载于网络与互联网经济国际会议，第17–30页。施普林格。¨Anderson, S. P. and Bedre-Defolie, O. (2021). 混合平台模型。技术报告16243，欧洲经济政策研究中心。Anderson, S. P. and Renault, R. (1999). 定价、产品多样性与搜索成本：伯特兰—张伯伦—戴蒙德模型。《兰德经济学杂志》, 30(4):719–735. Armstrong, M. and Zhou, J. (2011). 为显著位置付费。《经济学杂志》, 121(556):F368–F395. Balseiro, S. R., Deng, Y., Mao, J., Mirrokni, V. S., and Zuo, S. (2021). 自动竞价拍卖格局：价值最大化与效用最大化之比较。载于第*22*届*ACM*经济学与计算会议论文集，第132–133页。Bar-Isaac, H. and Shelegia, S. (2020). 搜索、展厅效应与零售商多样性。技术报告，欧洲经济政策研究中心讨论论文第DP15448号。Baye, M. and Morgan, J. (2001). 互联网信息守门人与同质产品市场的竞争性。《美国经济评论》, 91(3):454–474. Bergemann, D. and Bonatti, A. (2019). 信息市场：导论。《经济学年度评论》, 11:85–107. Bergemann, D., Bonatti, A., and Gan, T. (2022). 社会数据经济学。《兰德经济学杂志》, 53(2):263–296. Bergemann, D., Bonatti, A., and Wu, N. (2023). 数字广告的托管式广告活动与数据增强拍卖。技术报告，考尔斯经济学研究基金会。

Bergemann, D., Brooks, B., 和 Morris, S.（2015）。《价格歧视的界限》。《美国经济评论》，105：921–957。Bergemann, D., Brooks, B., 和 Morris, S.（2021）。《搜索、信息与价格》。《政治经济学杂志》，129(8)：2275–2319。Blackwell, D.（1951）。《实验比较》。载于《第二届伯克利数理统计与概率研讨会论文集》，第93–102页。加利福尼亚大学出版社，伯克利。Bonatti, A.（2011）。质量的品牌特定偏好。《国际产业组织杂志》，29：562–575。Calzolari, G. 和 Denicolo, V.（2015）。排他性合同与市场支配地位。《美国经济评论》，105(11)：3321–51。Chen, D.（2022）。注意力市场。技术报告，斯坦福大学商学院。Choi, J., Jeon, D., 和 Kim, B.（2019）。具有信息外部性的隐私与个人数据收集。《公共经济学杂志》，173：113–124。Condorelli, D. 和 Szentes, B.（2022）。知情平台上的双边匹配：议价租金与有效排序。技术报告，华威大学和伦敦政治经济学院。Cr´emer, J., de Montjoye, Y.-A., 和 Schweitzer, H.（2019）。数字时代的竞争政策。技术报告，欧盟委员会。de Corni`ere, A. 和 de Nijs, R.（2016）。在线广告与隐私。《兰德经济学杂志》，47(1)：48–72。De Corniere, A. 和 Taylor, G.（2019）。偏向性中介模型。《兰德经济学杂志》，50(4)：854–882。Decarolis, F., Rovigatti, G., Rovigatti, M., 和 Shakhgildyan, K.（2023）。在线广告中的人工智能、算法竞价与合谋。技术报告18009，欧洲经济政策研究中心。Deng, Y., Mao, J., Mirrokni, V., 和 Zuo, S.（2021）。迈向自动竞价时代的高效拍卖。载于《*2021*年万维网大会论文集》，第3965–3973页。Diamond, P. A.（1971）。价格调整模型。《经济理论杂志》，3(2)：156–168。

Donnelly, R., Kanodia, A., 和 Morozov, I.（2022）。个性化排名的福利效应。可见 *SSRN 3649342*。Dworczak, P. 和 Martini, G.（2019）。最优劝服的简单经济学。《政治经济学杂志》，127(5)：1993–2048。Elliott, M., Galeotti, A., 和 Koh, A.（2020）。通过信息实现市场细分。技术报告，Cambdrige University。Fuchs, W. 和 Skrzypacz, A.（2015）。逆向选择动态市场中的政府干预。《经济理论杂志》，158：371–406。Gomes, R. 和 Pavan, A.（2016）。多对多匹配与价格歧视。《理论经济学》，11(3)：1005–1052。Gomes, R. 和 Pavan, A.（2022）。匹配市场中的价格定制与定向。《兰德经济学杂志》，即将出版。Gur, Y., Macnamara, G., Morgenstern, I., 和 Saban, D.（2022）。平台的信息披露与促销政策设计。技术报告，斯坦福大学。Gutierrez, G.（2022）。亚马逊监管的福利后果。技术报告，华盛顿大学。Hagiu, A. 和 Jullien, B.（2011）。中介为何会引导搜索？《兰德经济学杂志》，42(2)：337–362。Hagiu, A., Teh, T.-H., 和 Wright, J.（2022）。是否应允许平台在自己的市场平台上销售商品？《兰德经济学杂志》，即将出版。Hidir, S. 和 Vellodi, N.（2021）。隐私、个性化与价格歧视。《欧洲经济学会杂志》，19(2)：1342–1363。Ichihashi, S.（2020）。在线隐私与消费者的信息披露。《美国经济评论》，110(2)：569–595。Ichihashi, S.（2021）。数据外部性的经济学。《经济理论杂志》，196：105316。Idem, B.（2021）。集中式市场与去中心化市场的共存。技术报告，宾夕法尼亚州立大学。

Inderst, R. and Ottaviani, M. (2012a). 通过佣金和回扣进行竞争。《美国经济评论》, 102(2):780–809. Inderst, R. and Ottaviani, M. (2012b). 如何（不）为建议付费：消费者金融保护框架。《金融经济学杂志》, 105(2):393–411. Jullien, B. (2000). 逆向选择模型中的参与约束。《经济理论杂志, 93(1):1–47. Kang, Z. Y. and Muir, E. (2021). 主导平台的签约与纵向控制。技术报告，斯坦福大学。 Ke, T. T., Ling, S., and Lu, M. Y. (2022). 在线平台的信息设计。技术报告，香港中文大学。 Kirpalani, R. and Philippon, T. (2021). 双边平台中的数据共享与市场势力。技术报告 28023，美国国家经济研究局。 Kolotilin, A., Li, M., Mylovanov, T., and Zapechelnyuk, A. (2017). 对私人信息接收者的说服。《计量经济学》, 85(6):1949–1964. Lam, H. T. (2021). 平台搜索设计与市场势力。技术报告，西北大学。 Lee, C. (2021). 最优推荐系统设计。技术报告，宾夕法尼亚大学。 Lee, K.-H. and Musolff, L. (2021). 平台引导的搜索如何塑造双边市场的进入。技术报告，普林斯顿大学。 Liang, A. and Madsen, E. (2020). 数据与激励。技术报告，西北大学。 Maskin, E. and Riley, J. (1984). 不完全信息下的垄断。《兰德经济学杂志, 15(2):171–196. Mekonnen, T., Murra-Anton, Z., and Pakzad-Hurson, B. (2023). 说服式搜索。技术报告，布朗大学。 Mikl´os-Thal, J. and Shaffer, G. (2021). 转售市场中的投入品价格歧视。《兰德经济学杂志》, 52:727–757.

Mussa, M. and Rosen, S. (1978). 垄断与产品质量。《经济理论杂志》, 18(2):301–317. Mustri, E. A. S., Adjerid, I., and Acquisti, A. (2022). 行为广告与消费者福利：一项实证研究。技术报告，卡内基梅隆大学。 Padilla, J., Perkins, J., and Piccolo, S. (2020). 纵向一体化守门人平台市场中的自我优待。可见于 *SSRN 3701250*. Philippon, T. and Skreta, V. (2012). 逆向选择市场中的最优干预。《美国经济评论》, 102(1):1–28. Raval, S. (2020). eBay 通过个性化使搜索更加高效。可见于 *https://tech.ebayinc.com/product/ebay-makes-search-more-efficient-through-personalization/*. Rayo, L. and Segal, I. (2010). 最优信息披露。《政治经济学杂志》, 118(5):949–987. Shaked, M. and Shanthikumar, J. (1994). 随机序及其应用。学术出版社，圣迭戈。 Shi, P. (2022). 内生价格下双边市场平台中的最优匹配推荐。技术报告，南加州大学。 Teh, T.-H. and Wright, J. (2022). 中介与引导：价格与佣金竞争。《美国经济学杂志：微观经济学》, 14(2):281–321. Tirole, J. (2012). 克服逆向选择：公共干预如何恢复市场运行。《美国经济评论》, 102(1):29–59. Valenzuela-Stookey, Q. (2022). 平台中介竞争。技术报告，加州大学伯克利分校。 Wang, C. and Wright, J. (2020). 搜索平台：展厅效应与价格平价条款。《兰德经济学杂志》, 51(1):32–58. Yang, K. H. (2022). 出售消费者数据以获取利润：最优市场细分设计及其后果。《美国经济评论》, 112(4):1364–93. Zhu, R., Moorthy, S., and Shi, X. (2022). 广告平台与隐私。技术报告，多伦多大学。