

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2023.03.003

数字化时代银行与多边平台开放合作策略研究^①

杨梅

(湖南工商大学财政金融学院,长沙410205)

摘要: 数字化打破了产业边界,推动传统金融业向开放、共享的场景生态迈进,同时也带来了银行与数字平台间如何共生、如何协调的难题。基于此,本文结合消费者的感知风险和感知价值,构建了考虑转移支付策略行为的多阶段动态博弈模型,分别研究了垄断和竞争情形下,银行与多边平台开放合作的约束条件及均衡策略,并进一步探讨了平台端口开放的最优数量决策。研究发现,开放性均衡状态下,银行的最优数据共享程度和平台的最优可变费用随网络效应强度、消费者兴趣度、麻烦和合作成本以及伙伴关系的变化而变化。相比于分散决策,联合决策下基于监控的固定收益转移增加了数据不共享或共享程度较弱时的开放动机,但也导致其结果出现类似的双重边缘化效应。数值实验表明,当可变费用较低或极高时,联合开放是实现双方绩效均改进的占优机制;否则,分散开放可能要优于联合开放。此外,在弱网络效应下,强强联手、弱弱结盟的伙伴关系更能提高开放效率;而极强的网络效应或数据共享程度则会导致垄断合作机会的产生。

关键词: 数字化; 多边平台开放; 数据共享; 消费者行为; 合作策略

中图分类号: F830.56 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2023)03-0044-25

0 引言

数字科技和移动消费者的出现,推动传统银行向全渠道数字化领域的扩张。国内外研究普遍认为,到目前为止,数字技术在资产借贷^[1,2]、支付系统^[3]、普惠金融^[4]和投资保险^[5]方面的应用已经取得重大进展。在所有这些金融领域中,年轻的初创企业和大型知名科技公司正试图打破现有规则,引入新产品和新技术并提供新的重要竞争手段。这些创新可能会破坏原有的行业结构,模糊行业界限,促进战略性的去中介化,从而彻底改变现有企业创造、交付产品和服务的方式,降低金融信息搜索以及获取金融服务的成本,对传统银行构成新的挑战^[6,7]。与此同时,2020年突然爆发的全球新冠肺炎疫情所导致的“全民隔离”,更是

进一步加深了用户的线下流失和对数字设备的依赖,而随着客户金融行为与日常生活场景的联系日益紧密,银行不得不重新思考自身的发展战略。

为此,面对线下网点优势不再显著,网络服务需求日益旺盛的新金融时代,同时避免沦为数字公司的后台支持机构,以及基于长尾效应理论视角,许多商业银行,如花旗银行、招商银行等正在通过关闭分支机构,并将业务重心转向数字服务和无分支银行来降低运营成本和提高经营效率。但令人失望的是,这些投入巨大的自建数字平台、移动App却往往面临着用户粘性和活跃度极低的尴尬情形,从而正如陈春花等^[8]所认为的,单纯地将传统金融行业的运作流程和环节加入互联网新技术元素,以改变金融产品和服务售卖方式

① 收稿日期: 2020-04-06; 修订日期: 2021-12-14。

基金项目: 国家自然科学基金资助重点项目(71631008); 湖南省教育厅优秀青年资助项目(21B0578); 湖南省社会科学基金基地资助项目(21JD031)。

作者简介: 杨梅(1986—),女,湖南常德人,博士,讲师。Email: baiyanhanmei@163.com

的做法,在数字化时代并不是一种可持续的盈利模式和能力构建。事实上,随着科技手段在金融领域应用广度的扩大和纵深的延长,传统理论中银行特定竞争优势的资产来源和创造方式发生了本质的变化^[9]。这意味着,整个商业底层逻辑彻底改变,迫切需要新的策略框架或者要素组合来应对不断变化的市场环境。然而,迄今为止,只有少数实证研究和定性分析集中探讨了数字技术所引发的银行策略性变革问题^[10-14],缺乏逻辑严谨的理论架构和数理分析,因此,这类动态而复杂的策略决策如何在银行实施的“黑匣子”目前仍未揭开,并不清楚既有研究结果和建议能否在银行足迹和技术基础设施有限的市场中发挥作用,以及背后的机制差异是否很大程度上可能被未观测到的环境特征和偏好异质性所合理化。

另外,数字科技公司虽然已经成功引领创新努力,提高了客户的期望,但由于转换成本高、消费者惯性大,仍然无法撼动银行在金融业的主体地位。不仅如此,风险管理缺失所引发的一系列电商公司债务违约、股权质押融资爆雷、P2P 倒闭跑路等互金乱象更是加重人们对数字平台的不信任。

正如 Couture 等^[15]所述,有关欺诈的担忧和损失的风险一直都是电子商务发展的最重大障碍。一个著名的例子是,2018 年 Facebook 数据泄漏导致 15% 的用户弃用其社交平台,其广告营收直接损失约 20 亿美元。此外,在零售业,由于获取潜在客户软信息有限所导致的大量退货成本^[16],以及相对银行较高的资金成本等,致使当流量红利消失、系统性风险逐渐显现时,数字平台降低门槛和去中间化的组织运营模式也开始面临销售困境。因此,重新寻找盈利触点,点燃信息消费新引擎已成为数字平台发展中刻不容缓的问题。学者们对此展开了广泛的研究,主要集中于平台的产品共享^[17-19]、展厅现象^[20,21]、关联推荐^[22,23]、捆绑销售^[24,25]、返利促销^[26,27]、歧视定价^[28-30]、搜索混淆^[31,32]以及第三方认证^[33]等差异化竞争策略。尽管这些研究提供了重要的发现,但大多专注于基于平台内部结构的商业模式变革,且更多探讨的是防御手段的实施^[34],而忽视了数字平台和传统银行之间的策略互动、协调和整合。

事实上,经过一系列的互相对抗和威慑,自 2017 年 3 月,阿里、蚂蚁金服与建设银行签署三方战略合作协议,到 2017 年 6 月京东与工商银行签署金融业务合作框架协议,再到紧随其后的百度与农业银行开启战略伙伴关系,互联网金融巨头均已宣布与银行在围绕金融产品和渠道用户等领域展开全面合作。与此同时,专注于产品的银行与强调客户的平台之间的高度互补性,正在推动一种全新的开放型生态圈建立^[35],即数字平台将其自营业务转变为与其他银行和金融中介机构共享的开放平台,以允许直接的竞争对手在平台上销售,而银行给予全方面的风险管理和数据支持。也就是说,在开放性合作中,平台为银行提供消费场景(客户接口)和所需的基础设施,通过网络效应和访问银行数据的好处,而专注于利润更丰厚的核心业务,同时借助于银行强大的品牌声誉和规模经济以提高消费者认可度;银行则通过利用平台在搜索或在线零售等特定领域的主导地位,来扩大其客户基础,并从信息技术和监管套利中进一步获益。此时,平台将战略性地牺牲部分甚至全部金融市场以换取零售端产品价值池的增加,而银行获得金融端垄断性利润。其中,银行数据共享程度和合作成本大小是关键,这决定了开放策略实施的成功与否。

有鉴于此,本文从强强联盟的生态构建视角出发,以消费者异质性的感知风险和感知价值为切入点,构建银行与数字平台的开放性合作博弈模型,并引入四种不同的渠道协调契约来解释平台在合作中的主导能力(即收取可变费用的大小和对银行数据开放的阈值要求)对开放策略影响的具体路径。同时,本文着重考察了消费者对平台的兴趣这一重要但尚未被探索的因素在开放决策中所起的关键作用,通过改变兴趣度这一外显指标进行数值试验,进而得到可推广的结果。最后,本文将模型由双寡头垄断扩展到多银行竞争情形,探讨不同转移支付下的平台最优开放端口数量,进一步揭示了网络效应强度、消费者兴趣度、合作成本、银行规模和开放均衡之间的动态、复杂关系。本文研究结论对于银行数字化战略转型、跨界组织间激励相容、金融服务创新生态系统构建等具有重要的启示和指导意义。

综上所述,本文的贡献有三个方面。首先,提

供了一个传统银行与数字科技公司开放性合作竞争的新视角,通过研究银行数据资源和平台消费场景深度融合的激励相容机制,探索参与者开放性行为同外界环境之间的复杂交互作用,揭示了银行数据共享和平台端口开放决策的因果逻辑,从而为在不同目标和组织结构中如何协调利益冲突提供了新的研究思路。其次,通过构建跨生态系统的多阶段动态博弈模型并对模型进行数值仿真,综合分析平台和银行不同特征组合对策略实施、产品定价及最优利润的影响,突破了传统文献中基于单一因素净效应的孤立研究模式。第三,根据平台在合作中的主导地位,考察了消费者感知差异和网络效应间的相互关系对开放性溢出效应的重要影响,拓展了行为偏好背景下的数字化研究范围。此外,由于对现实问题多重因素的系统考量,本文的研究结论还提供了一些合作伙伴选择时违反直觉,但却具备现实洞察力的理论见解。

1 问题描述与基本假设

1.1 问题描述

考虑一个由垄断性数字平台 M 和银行 S 构成的开放生态圈。其中多产品平台 M 同时提供功能性主营产品 A 和附加性金融产品 B_M , 银行 S 只提供特定的金融产品 B_S 。这意味着产品 A 被多边数字平台 M 垄断,而金融产品 B 可以同时由 M 和 S 提供,为了更加便于理解,可以通过旅行平台示例来说明模型设置,即 A 可以被认为是在旅行平台上的核心零售产品(机票、酒店服务等),而 B 则是旅行平台或银行提供的支付、理财、信用卡及贷款等金融服务类产品。不失一般性,本文将两家企业的生产成本标准化为零,将 B_M 和 B_S 的预期收益 R 标准化为 1^[36,37]。开放前,平台和银行的目标是通过最优销售价格的设定来实现各自利润最大化。开放后,平台和银行将根据各自的成本、网络效应强度、数据共享程度等决定是否合作以及合作模式(分散还是联合)。

1.2 基本假设与说明

参考相关研究成果,本文的基础模型依赖于以下对参与主体的合理假设:

1) 银行

假设 1 根据 Zhou 等^[13]的研究,尽管缴费支付等银行日常交易类业务正从实体网点向数字渠道转移,但大多数客户仍然更喜欢在线下分支机构进行面对面的交流,尤其是在寻求建议或购买诸如住房抵押贷款和投资之类的复杂产品时。而相比于线上,线下交易所花费的排队时间、交通费以及与人沟通等带来的麻烦成本是昂贵的。因此,无论最终是否购买,消费者访问银行都需要承担一个固定且相同的麻烦成本 $w \in (0, 1)$ ^[36,37]。

假设 2 银行以价格 $p_S \in (0, 1)$ 在线下网点销售 B_S ^[36,37]。

2) 消费者

假设 3 市场上有一个连续的消费者群体,每个消费者至多购买一单位的同类产品,且消费者对产品 A 的感知价值 θ 服从 $[0, 1]$ 的均匀分布^[38]。

假设 4 消费者对平台的兴趣度为 $1 - \tau$, 其中 $\tau \in [0, 1]$ 表示用户是否愿意在平台上购买的心理阈值,受到消费者的认知、情感、社交及感官体验的影响^[37]。 τ 越小,用户对平台的兴趣度越高,从而 $\tau = 0$ 和 $\tau = 1$ 分别代表消费者对平台内在的一种完全偏好和完全否定。因此,根据经典购买漏斗理论^[39],只有当 $\theta \geq \tau$ 时,消费者才有可能购买平台产品。

假设 5 开放前,基于单一场景模式,消费者只有去平台购买核心产品 A 后,才会考虑是否继续购买附加产品 B_M 。这一假定也与现实相符,例如,当消费者在拼多多上购买了假冒伪劣产品而对平台的感知效用降为负时,拼多多即使提供了像余额宝一样的优质金融产品,消费者也会出于对平台可信度的担忧而不愿购买。

假设 6 在银行和平台相互竞争的金融产品市场中,消费者将基于期望效用决定从哪种渠道购买。通常,人们认为专业机构银行提供的金融产品 B_S 往往要优于平台的金融产品 B_M , 对此,可以通过消费者感知风险差异进行度量。进而借鉴 Gennaioli 等^[37],令异质性消费者对 B_M 的风险感知为 $\beta\sigma^2$,为简化计算,对 B_S 的风险感知为 $\frac{\beta}{2}\sigma^2$ 。

其中 $\sigma^2 \in (0, 1)$ 为感知风险方差; β 为感知风险系数,同样服从 $[0, 1]$ 的均匀分布,且消费者对风险的偏好程度随 β 的增大而减小。此外 β 和 θ

之间相互独立.

3) 数字平台

假设 7 考虑到网络交易的便利性和时效性,令平台上的购物成本为 0.

假设 8 设平台最初以价格 $p_A > 0$ 销售其核心产品 A ,以价格 $p_B \in (0, 1)$ 销售其竞争性的金融产品 B_M [36].

假设 9 令市场上消费者总量为 1, $N \in [0, 1]$ 为使用平台的潜在客户数量 [40]. 从而对于特定的用户规模 N ,网络外部性将每个消费者的价值 θ 提高 γN ,其中 γ 表示网络效应强度,衡量平台用户规模的溢出效应.不同的互联网产品往往具有不同程度的网络外部性.如社交软件(微信、Facebook 等)和电商平台(淘宝、京东等)要比专业化旅游平台(携程)或大多数网络游戏表现出更强的网络效应.为突出研究重点,本文忽略了负的网络效应,并进一步假设 $0 \leq \gamma \leq 1$ 以确保向下倾斜的需求函数 [38].

假设 10 平台在开放自身场景的同时,也能通过共享银行核心数据提升零售产品质量.因此,令产品 A 的质量为 $q > 0$.根据 Niculescu [38] 的研

究, q 取决于联合生产函数,设 $q = e^{k\varepsilon}$,其中 $\varepsilon \in [0, 1]$ 表示银行数据开放的程度; $k \in [0, 1]$ 为平台的吸收能力,衡量将银行数据转化为产品的效率; $c \geq 0$ 表示平台为开放所付出的固定成本(或努力),例如,调用一家银行接口,平台可能会产生巨大的系统成本(软件的更新和重建、员工的培训和整合等),此外,与撰写开放性合同相关的任何谈判和法律费用也将包含在 c 中.

根据上述模型描述和假设,可知消费者购买 A 获得的效用为 $V_A = (\theta + \gamma N)q - p_A$;购买 B_M 获得的效用为 $V_M = R - p_B - \beta\sigma^2$;购买 B_S 获得的效用为 $V_S = R - p_S - \frac{\beta}{2}\sigma^2 - w$.特别注意到,由于平台购物的零成本性质, w 是模型的一个关键组成部分.进一步分析,对于产品 A ,则当 $V_A = 0$,即消费者的感知价值 $\theta = \theta^* = \frac{p_A}{q} - \gamma N$ 时,消费者不购买 A .同样,对于产品 B ,则当 $V_M = V_S$,即消费者的风险感知系数 $\beta = \beta^* = \frac{2(p_S + w - p_B)}{\sigma^2}$ 时,消费者对从平台购买 B_M 和从银行购买 B_S 无差异;

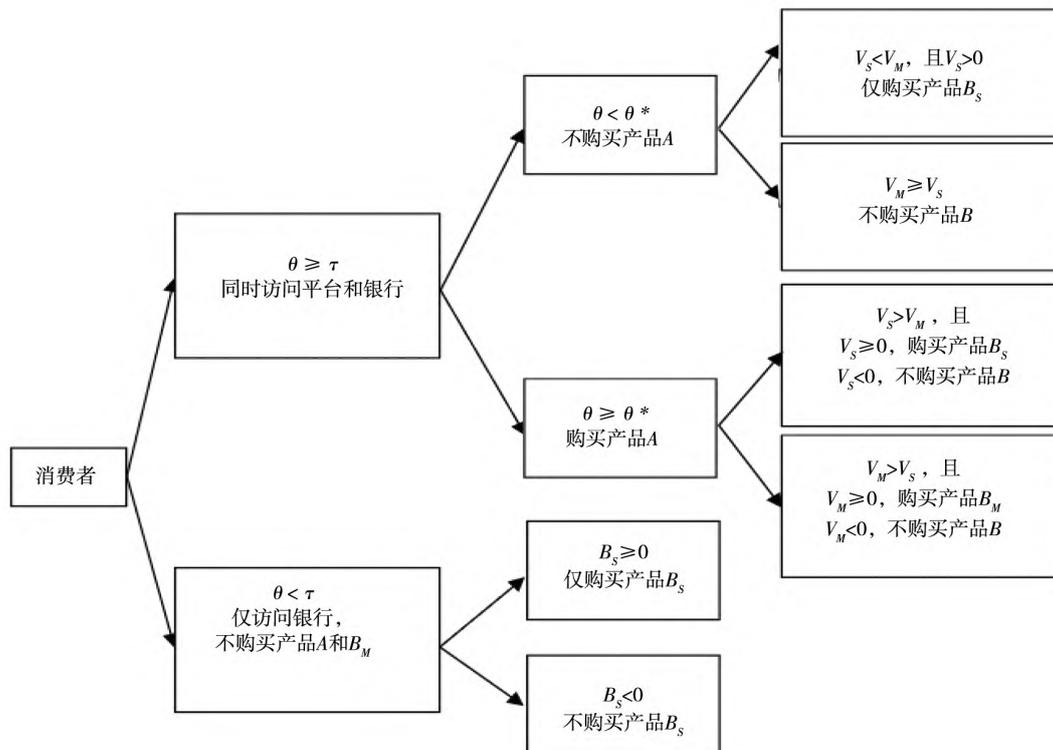


图 1 具有私有兴趣度阈值 τ 的消费者的决策树

Fig. 1 The decision tree of consumers with private interest threshold τ

当 $V_M = 0$,即 $\beta = \beta^M = \frac{R - p_B}{\sigma^2}$ 时 ,消费者不购买 B_M ;当 $V_S = 0$,即 $\beta = \beta^S = \frac{2(R - p_s - w)}{\sigma^2}$ 时 ,消费者不购买 B_s .显然 , $p_s + w < R$, $p_B < p_s < R$.据此 ,开放前 ,具体消费者决策树如图 1 所示.

2 开放前的均衡分析

本文使用子博弈精炼理性预期均衡并通过逆向归纳法求解优化问题.首先分析开放前的均衡结果 ,然后比较平台和银行的合作决策以及各参数之间的联合效应.请注意 ,在本节中 , $q = 1$ 是确定的 ,下一节将探讨 $q(q > 1)$ 的不确定性给开放性合作带来的策略变化.

由于消费者最终是否购买平台上的主营产品 A ,取决于消费者的兴趣阈值和对 A 的感知价值 ,因此 ,市场上 A 的需求为

$$D_A = \int_{\max(\tau, \theta^*)}^1 d\theta \quad (1)$$

将 $\theta^* = \frac{p_A}{q} - \gamma N$ 代入式 (1) ,并调用理性预期均衡 $N = D_A$,进而可得 D_A 和 θ^* 的具体表达式

$$D_A = \begin{cases} \frac{1 - p_A}{1 - \gamma} & 0 < \tau < \theta^* \\ 1 - \tau & \theta^* \leq \tau < 1 \end{cases} \quad (2)$$

$$\theta^* = \begin{cases} \frac{p_A - \gamma}{1 - \gamma} & 0 < \tau < \theta^* \\ p_A - \gamma(1 - \tau) & \theta^* \leq \tau < 1 \end{cases} \quad (3)$$

同理 ,消费者也只会选择购买具有更大期望效用的金融产品 ,因此 ,在决定访问平台的基础上 , B_M 和 B_s 的需求分别为

$$D_{B_M} = \int_0^{\min(\beta^M, \beta^*)} \int_{\max(\tau, \theta^*)}^1 d\theta d\beta = \begin{cases} \frac{2(p_s + w - p_B) [1 - \max(\tau, \theta^*)]}{\sigma^2} , 0 \leq w < \frac{p_B + 1}{2} - p_s \\ \frac{(1 - p_B) [1 - \max(\tau, \theta^*)]}{\sigma^2} , \frac{p_B + 1}{2} - p_s \leq w < 1 \end{cases} \quad (4)$$

$$D_{B_s} = \begin{cases} \int_{\beta^S}^{\beta^*} \int_{\tau}^1 d\theta d\beta + \int_0^{\beta^S} \int_0^{\tau} d\theta d\beta = \frac{[2(p_s + w) - 2p_B]\tau + 2p_B - 4(p_s + w) + 2}{\sigma^2} , \\ 0 \leq w < \frac{p_B + 1}{2} - p_s \\ \int_0^{\beta^S} \int_0^{\tau} d\theta d\beta = \frac{2(1 - p_s - w)\tau}{\sigma^2} , \frac{p_B + 1}{2} - p_s \leq w < 1 \end{cases} \quad (5)$$

由式 (5) 可知 ,在给定预期收益约束下 ,当消费者线下麻烦成本较低时 ,银行能够同时吸引两种渠道的消费者 ;而当线下麻烦成本较高时 ,银行只能吸引对平台完全不感兴趣的那部分消费者.所以追求利润最大化的银行需要权衡金融产品价格、线下麻烦成本和需求之间的大小关系.

综上所述 ,平台 M 和银行 S 的利润分别为

$$\pi_M = p_A D_A + p_B D_{B_M}; \quad \pi_S = p_s D_{B_s} \quad (6)$$

均衡状态下 ,考虑到需求 ,两家企业均优化产品价格使自身利润最大化.而 Conner^[41] 的研究表明 ,在由银行主导的金融产品市场中 ,银行作为价格跟随者将获得更大利益.因此 ,根据库恩塔克条件以及拉格朗日定理 ,通过逆向归纳法 ,可以进一步求得开放前平台和银行最终的均衡价格和均衡利润如表 1 所示.

其中 ,将 A 的均衡价格代入式 (3) ,可得

$$\Gamma = \frac{8\tau^3 \sigma^2 + \tau^2 w^2 - 44\tau^2 \sigma^2 - 4\tau w^2 + 68\tau \sigma^2 - 2\tau w + 4w^2 - 24\sigma^2 + 4w + 1}{8\sigma^2(\tau^3 - 6\tau^2 + 11\tau - 6)}; \quad \Lambda = \frac{8\tau \sigma^2 - 4\sigma^2 + 1}{8\sigma^2(\tau - 1)}.$$

此外 ,为了保持数学均衡求解结果的连续性 ,即 τ 需要满足 $\frac{2\tau^2 - 8\tau + 7}{(\tau - 2)(2\tau - 5)} \geq \frac{1}{2}$;同时基于现实考量 ,即能够与银行展开跨界竞争和合作的金融科技平台通常拥有庞大的客户基础和良好的品牌声誉 ,因而消费者对平台的兴趣度一般较高 , τ 值较小 ,所以可进一步限定 $0 \leq \tau < 0.72$.从而当 $w \in \left(\frac{1}{2}, \frac{2\tau^2 - 8\tau + 7}{(\tau - 2)(2\tau - 5)}\right)$ 时 ,按照表 1 的结论 ,银行和平台可以同时选择两种不同的定价策略 ,根据最大化利润原则得到如下命题.

命题1 在开放前的完全竞争博弈中, 给定消费者兴趣阈值 τ , 存在临界值 $w_0 = \frac{4\tau^3 - 31\tau^2 + 81\tau + 2\sqrt{-(\tau-2)\tau(\tau-3)^4} - 70}{5\tau^3 - 41\tau^2 + 112\tau - 100}$. 当 $0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$ 时, 银行的最优销售策

略为降低产品价格 ($p_s^* = p_s^*$) 以吸引到更多的平台消费者; 而当 $\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$ 时, 银行应该大幅度提高产品价格 ($\tilde{p}_s^* = \hat{p}_s^*$), 只吸引对平台完全没兴趣的消费者, 从而获取更多的利润.

表1 价格竞争的均衡结果

Table 1 Equilibrium results of price competition

$0 \leq w \leq \frac{2\tau^2 - 8\tau + 7}{(\tau - 2)(2\tau - 5)}$	
$0 \leq \gamma < \Gamma$	$p_A^* = \frac{-\tau^2 w^2 + 4\tau^2 \sigma^2 + 4\tau w^2 - 20\tau \sigma^2 + 2\tau w - 4w^2 + 24\sigma^2 - 4w - 1}{8\sigma^2(\tau - 3)(\tau - 2)}$
	$p_B^* = \frac{\tau w - 2w - 1}{2\tau - 6}; p_S^* = \frac{-\tau^2 w + (7w - 3)\tau - 10w + 7}{4(\tau - 3)(\tau - 2)}$
	$\pi_M^* = -\frac{\left[\left(\frac{w^2}{4} + \sigma^2\right)\tau^2 + (-w^2 - 5\sigma^2 - \frac{1}{2}w)\tau + w^2 + 6\sigma^2 + w + \frac{1}{4}\right]^2}{4\sigma^4(\tau - 3)^2(\tau - 2)^2(-1 + \gamma)}$
	$\pi_s^* = -\frac{[\tau^2 w + (-7w + 3)\tau + 10w - 7]^2}{8\sigma^2(\tau - 2)(\tau - 3)^2}$
$\Gamma \leq \gamma \leq 1$	$p_A^* = \tau + \gamma(1 - \tau); p_B^* = p_S^* = \frac{\tau w - 2w - 1}{2\tau - 6}$
	$p_S^* = p_S^* = \frac{-\tau^2 w + (7w - 3)\tau - 10w + 7}{4(\tau - 3)(\tau - 2)}$
	$\pi_M^* = \frac{(-1 + \tau)\left\{\sigma^2(\gamma - 1)\tau^3 + \left[(-6\gamma + 5)\sigma^2 - \frac{w^2}{4}\right]\tau^2 + \left[(11\gamma - 6)\sigma^2 + w^2 + \frac{w}{2}\right]\tau - 6\gamma\sigma^2 - \left(w + \frac{1}{2}\right)^2\right\}}{(\tau - 3)(\tau - 2)\sigma^2}$
	$\pi_s^* = \pi_s^* = -\frac{[\tau^2 w + (-7w + 3)\tau + 10w - 7]^2}{8\sigma^2(\tau - 2)(\tau - 3)^2}$
$\frac{1}{2} \leq w \leq 1$	
$0 \leq \gamma < \Lambda$	$\hat{p}_A^* = \frac{4\sigma^2 - 1}{8\sigma^2}; \hat{p}_B^* = \frac{1}{2}; \hat{p}_S^* = \frac{1 - w}{2}$
	$\hat{\pi}_M^* = -\frac{(4\sigma^2 + 1)^2}{64\sigma^4(-1 + \gamma)}; \hat{\pi}_S^* = \frac{(-1 + w)^2 \tau}{2\sigma^2}$
$\Lambda \leq \gamma \leq 1$	$\tilde{p}_A^* = p_A^* = \tau + \gamma(1 - \tau); \tilde{p}_B^* = \hat{p}_B^* = \frac{1}{2}; \tilde{p}_S^* = \hat{p}_S^* = \frac{1 - w}{2}$
	$\tilde{\pi}_M^* = (1 - \gamma)[\tau + \gamma(1 - \gamma)] + \frac{1 - \tau}{4\sigma^2}; \tilde{\pi}_S^* = \hat{\pi}_S^* = \frac{(-1 + w)^2 \tau}{2\sigma^2}$

实际上, 银行会尽可能的多建物理网点以降低客户的交通成本, 所以较大的 w 往往更代表着一种内在的心理障碍. 例如, 相对于全自助式的线上交易, 银行网点复杂的操作流程(如柜台的风险测评)提高了交易的麻烦成本. 因此, 当 w 较高时, 消费者预期到在平台购买金融产品的收入, 传统银行可能变得不那么受欢迎或令人感到繁琐,

导致消费者线下购买的意愿减少, 从而对于银行来说, 更有利的策略是为其金融产品制定较高的价格溢价, 有选择地排除这部分平台消费者, 通过节约营销成本而受益. 相反, 较低的 w 使得银行具有更大的竞争优势, 多渠道顾客仍然可以从访问银行中获得额外收益. 此时, 银行应该降低价格来吸引所有潜在消费者.

根据命题 1 并结合表 1 中的均衡结果,可以进而得到如下推论.

推论 1 竞争策略的改变影响了均衡价格的变化趋势,即开放性合作前

(i) A 的均衡价格随着网络效应强度 γ 在一定范围内($\gamma \in \{ \Gamma [0 \leq w \leq \max(w_0, \rho.5)]$ 或 $\Lambda [\max(w_0, \rho.5) < w \leq 1]$) 的增加而提高,否则不受其影响;当 $0 \leq w \leq \max(w_0, \rho.5)$ 且 $0 \leq \gamma < \Gamma$ 时,随着消费者兴趣阈值 τ 的增加而降低,或当 $\max(w_0, \rho.5) < w \leq 1$ 且 $0 \leq \gamma < \Lambda$ 时,不受其影响,否则随之提高.

(ii) B_M 和 B_S 的均衡价格都不受网络效应强度 γ 变化的影响;并且当 $0 \leq w \leq \max(w_0, \rho.5)$ 时,都随着消费者兴趣阈值 τ 的增加而提高.但当 $\max(w_0, \rho.5) < w \leq 1$ 时, B_M 的均衡价格始终为一常数,而 B_S 的均衡价格仅随着线下麻烦成本 w 的增加而降低.(证明见附录)

推论 1 展示了和传统主流观点之间的重要差异.现有文献^[38]通常认为,随着网络效应强度 γ 的增加,平台的均衡价格也会随之上升.然而正如本文所观察到的,均衡状态下 p_A 和 γ 之间的非单调性,以及 p_B 、 p_S 和 γ 之间的无关性,均揭示了传统交易成本、网络效应强度与产品定价策略之间的复杂动态关系.此外,具有外生效应的消费者兴趣度应该成为调控平台和银行间价格博弈的重要指标,如当消费者对平台的兴趣度降低时,不同渠道上的金融产品均衡价格反而都会增加,从而导致消费者福利受损.

推论 2 竞争策略的改变同样影响了均衡利润的变化趋势,即开放性合作前

(i) 银行均衡利润随着线下麻烦成本 w 和消费者兴趣度的降低(τ 增大)而增加;且不受网络效应强度 γ 的影响.

(ii) 平台均衡利润随着网络效应强度 γ 的增加而增加;随着线下麻烦成本 w 在一定范围内($0 \leq w \leq \max(w_0, \rho.5)$) 的增加而增加,否则不受其影响.

(iii) 平台均衡利润,当 $0 \leq w \leq \max(w_0, \rho.5)$ 且 $0 \leq \gamma < \bar{\gamma}$ 时,随着消费者兴趣阈值 τ 的

增加而增加;当 $\max(w_0, \rho.5) < w \leq 1$ 且 $0 \leq \gamma < \Lambda$ 时,随之保持不变;否则随之减小.其中

$$\bar{\gamma} = \frac{8\tau^5\sigma^2 + (w^2 - 84\sigma^2)\tau^4 + (336\sigma^2 - 10w^2)\tau^3}{8(\tau - 3)^2(\tau - 2)^2\sigma^2(\tau - 1)} + \frac{(35w^2 - 628\sigma^2 + 4w - 1)\tau^2}{8(\tau - 3)^2(\tau - 2)^2\sigma^2(\tau - 1)} + \frac{(528\sigma^2 - 52w^2 - 16w + 2)\tau + 28w^2 - 144\sigma^2 + 16w + 1}{8(\tau - 3)^2(\tau - 2)^2\sigma^2(\tau - 1)}.$$

(证明见附录).

推论 2 中(i)和(ii)的结论很直观,但注意的是,当线下麻烦成本 w 增加到一定程度时($w = \max(w_0, \rho.5)$),无论 w 多高,平台利润都无法再增加.这是因为平台从交易成本优势中获得的正效用,会随着银行改变与平台的直接竞争策略(见命题 1)而消失.

推论 2 中(iii)的结论背离了文献中的既定结果,即更高的消费者兴趣不一定总是有利于平台.正如我国京东、淘宝等电商平台以及爱奇艺、腾讯、优酷等视频平台在建立初期(用户从网络扩大中增加的边际效用较高,即较大的 γ)选择的免费服务模式,再到如今(用户从网络扩大中增加的边际效用较低,即较小的 γ)所倾向的会员制模式.由此证明,一个不含消费者情感偏差的模型可能会严重高估兴趣作用的积极范围,而这种范围正是具有弱网络效应的平台应该减少其营销投入或补贴力度(遵循一个截止规则),否则将会导致资源的浪费以及进入市场的次优策略.

3 开放性合作的均衡策略

在本节将讨论银行与平台的开放性合作策略,并通过比较不同情形下的效用函数得到开放性决策的均衡条件.根据上节分析,在开放性合作下,消费者可以通过平台直接购买到银行的金融产品 B_S ,而不会产生额外的麻烦成本 w .事实上,通过消除 w ,平台使得两家公司在销售金融产品时处于一个公平竞争的环境.由于消费者对 B_S 的感知风险始终小于对 B_M 的感知风险,所以在均衡状态下,银行总是赢得这场竞争,消费者将只会从平台上购买产品 A 和 B_S ,也就是说开放性合作导

致平台解除 B_M 和 A 的捆绑, 平台不再通过出售 B_M 来获利, 而银行最终获得金融产品的全部潜在需求. 同样, 银行进入平台时也会产生一个固定成本, 假定为 $F \geq 0$. 在实践中, 除了与平台共有的宣传费、员工的服务培训费、软硬件的整合费等, F 的一个关键组成部分, 是开放过程中银行所面临的数据泄漏风险. 在严格的金融监管约束下, 这种成本是银行不愿承担的, 但只要固定成本 F 不是太大, 银行总会更加偏爱开放性合作.

与此相反, 平台由于放弃了部分市场, 开放模式并不总是最优, 其需求损失需要因网络效应导致的消费者支付意愿增加或渠道间转移支付, 所带来的收益进行补偿. 因此, 平台在开放场景前首先要决定是否以及如何与银行建立收益共享机制. 而基于平台对银行业务可能采取的监控方式, 开放性策略组合最终可以分为以下4类, 即1) 没有任何转移支付下的分散决策(合作下的利益竞争); 2) 一次性总转移支付下的联合决策(无监控下的利益协调); 3) 可变费用下的分散决策(实时监控下的利益竞争); 4) 可变费用及总转移支付下的联合决策(实时监控下的利益联盟). 可见, 策略1)和策略2)实质上是策略3)和策略4)中, 可变费用设为0的一种特殊情况. 因此, 接下来只需要详细考虑策略3)和策略4)情形下的最优决策.

针对以上4种情形, 其博弈顺序均可简化为如下: 1) 银行决策数据是否开放以及开放的程度; 2) 根据银行的决策, 平台决定是否开放其市场, 并与银行约定转移支付的方式; 3) 如果开放, 平台和银行分别设定各自的产品价格; 4) 消费者战略性地选择渠道来了解产品, 然后做出购买决定.

3.1 平台监控下的分散决策

首先分析平台实施监控下的分散决策情形, 此时为了弥补开放后所造成的需求损失, 银行需要对平台上的每笔成功交易支付一笔额外的可变费用 $\lambda \in [0, 1)$, 而平台则能从 A 产品总“蛋糕”的规模增长和转移支付中获得回报. 此外, 根据基准模型, 开放前, 那些具有较高兴趣阈值的消费者

($\theta < \tau$) 会将平台排除在外; 开放后, “场景 + 金融 + 科技”的叠加效应能够极大地增强人们对平台的认可度, 且本文的研究重点是平台和银行之间的开放性策略互动, 而 τ 变化的绝对值大小并不影响本文主要结论, 所以为降低数学最优解的维度, 以及考虑到合作后, 平台不再以获取用户兴趣为关键, 故可以假设开放情形下 τ 降为零.

进一步令开放后的 A 产品价格为 $p_A^o \in (0, 1)$, B_S 产品价格为 $p_S^o \in (0, 1)$. 根据逆向归纳法, 则消费者购买产品 A 的价值阈值和平台用户数量分别为

$$\theta_o^* = \frac{p_A^o}{q} - \gamma N^o, N^o = D_A^o + D_{B_S}^o \quad (7)$$

其中 B_S 和 A 的需求分别是

$$D_{B_S}^o = \int_0^{\beta_S^o} \int_0^{\theta_o^*} d\theta d\beta = \frac{2(1-p_S^o)\theta_o^*}{\sigma^2} \quad (8)$$

$$D_A^o = \int_{\theta_o^*}^1 f(\theta) d\theta = 1 - \frac{p_A^o}{q} + \gamma N^o \quad (9)$$

因此, 平台和银行的期望利润分别为

$$\begin{aligned} \pi_M^o &= p_A^o \int_{\theta_o^*}^1 d\theta + \lambda \int_0^{\beta_S^o} \int_0^1 d\theta d\beta - c \\ &= p_A^o \left(1 - \frac{p_A^o}{q} + \gamma N^o\right) + \lambda \frac{2(1-p_S^o)}{\sigma^2} - c \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \pi_S^o &= (p_S^o - \lambda) \int_0^{\beta_S^o} \int_0^1 d\theta d\beta - F \\ &= (p_S^o - \lambda) \frac{2(1-p_S^o)}{\sigma^2} - F \end{aligned} \quad (11)$$

联合式(7)~式(11)即可求出给定可变费用 λ 下, 平台和银行的最优均衡策略为

$$p_S^o = \frac{1+\lambda}{2}; p_A^o = -\frac{(\gamma\lambda - \gamma - \sigma^2)}{2\sigma^2} q \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \pi_M^{o*} &= \frac{\left(c - \frac{q}{4}\right)\sigma^2 + \lambda^2 - \lambda}{\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2} + \\ &\frac{-q(\lambda-1)^2\gamma^2 + \left[-4c\sigma^4 - 4(\lambda-1)\left(\lambda + c - \frac{q}{2}\right)\sigma^2 - 4\lambda(\lambda-1)^2\right]\gamma}{4[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]\sigma^2} \end{aligned} \quad (13)$$

$$\pi_S^{o*} = \frac{(1-\lambda)^2}{2\sigma^2} - F \quad (14)$$

此时, 除了平台收取的可变费用外, 企业之间不再进行任何转移支付, 因此, 只有当平台和

银行在开放性策略下获得的利润均高于开放前完全竞争下的利润时,合作才能实现. 另外,由前面分析可知,银行较大的开放性成本可能源自于较高的数据共享程度,即 F 和 ε 之间存在正相关性,从而分散策略下的开放性均衡总结在如下命题 2.

命题 2 仅收取可变费用下,当银行满足: 1)

$\frac{\ln q^0(q^1)}{kc} < \varepsilon \leq 1$ 时,开放性策略更受平台偏好;

2) $0 \leq F < F^0(F^1)$ 时,银行将始终严格偏好开放;

3) $\frac{\ln q^0(q^1)}{kc} < \varepsilon < \min\{F^{-1}[F^0(F^1)], 1\}$ 时,分散

决策下的开放性合作得以实现. 令 $L(x) = -4 \frac{[(x+c)\sigma^2 + \lambda^2 - \lambda][\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]}{[\gamma(\lambda - 1) - \sigma^2]^2}$, x

为开放前平台均衡利润,则分散开放下 q 和 F 的临界值分别为

$$0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$$

$$q^0 = \begin{cases} L(\pi_M^*), & 0 \leq \gamma < \Gamma; \\ L(\tilde{\pi}_M^*), & \Gamma \leq \gamma \leq 1 \end{cases};$$

$$F^0 = \frac{(1-\lambda)^2}{2\sigma^2} + \frac{[\tau^2 w + (-7w+3)\tau + 10w-7]^2}{8\sigma^2(\tau-2)(\tau-3)^2}$$

(15)

$$\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$$

$$q^1 = \begin{cases} L(\hat{\pi}_M^*), & 0 \leq \gamma < \Lambda; \\ L(\tilde{\pi}_M^*), & \Lambda \leq \gamma \leq 1 \end{cases};$$

$$F^1 = \frac{-(w-1)^2\tau + (1-\lambda)^2}{2\sigma^2} \quad (16)$$

(证明见附录).

命题 2 指出,即使在没有任何转移支付的情形下 ($\lambda = 0$),如果平台愿意放弃部分市场给竞争对手,作为回报,银行则需要通过共享客户基础数据来增加消费者访问平台所获得的价值,从而允许平台向客户收取更高的零售溢价,同时不会丧失网络效应的作用.事实上,平台更倾向于可变费用所带来的好处,因为至少他们可以不采取任何措施,比如苹果公司通常会从所有应用程序购买(包括应用内购买)中抽取提成.此外,考虑到对银行销售实施监控并不总能得以实现,这可能是因为监控技术实施成本太高,或者是银行不愿与平台共享客户交易信息等.因此,接下来首先分析在 $\lambda = 0$ 的情形下,模型中决策变量银行数据共享程度 ε (最终通过质量 q 反映)以及合作成本 F 与外生因素之间的关系,然后在此基础上进一步探讨可变费用的策略协调对开放决策行为的影响.

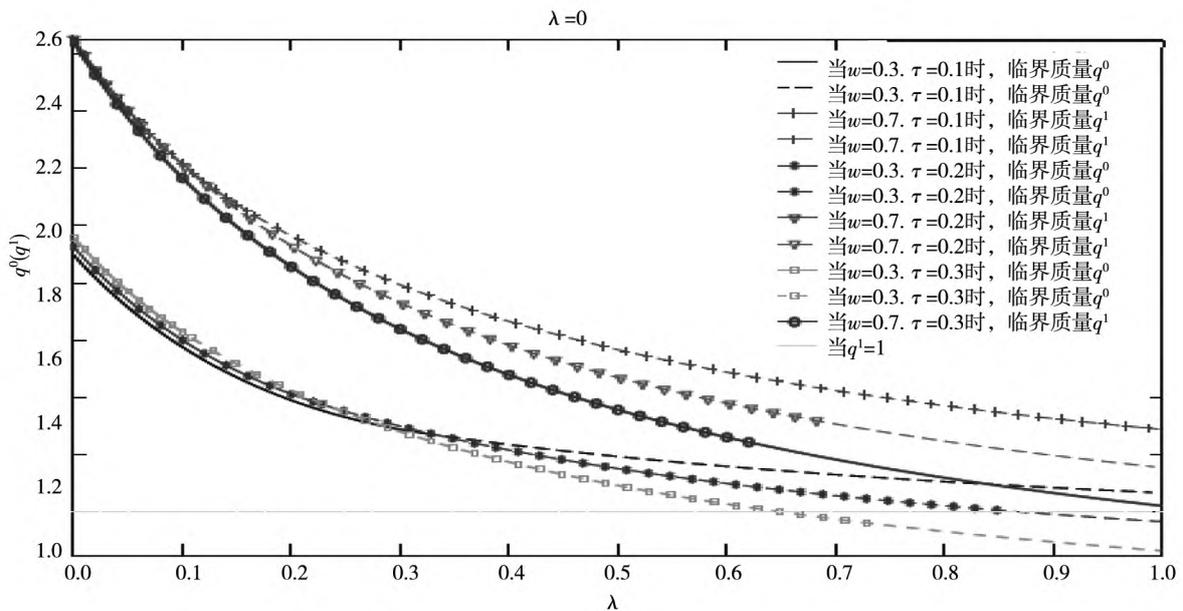


图 2 在给定的 w 和 τ 下, γ 对临界质量 $q^0(q^1)$ 的影响 ($\lambda = 0$)

Fig. 2 Effect of γ on critical mass $q^0(q^1)$ with given w and τ ($\lambda = 0$)

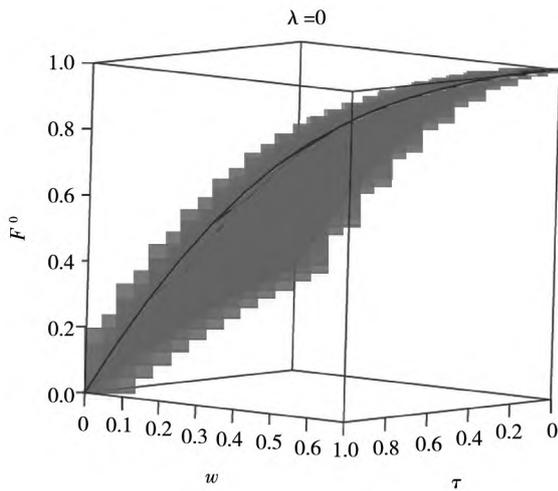


图 3 τ 和 w 对临界成本 F^0 的影响 ($\lambda = 0$)

Fig. 3 Effects of τ and w on critical cost F^0 ($\lambda = 0$)

通常, 银行在获取客户资源和防控风险的能力上存在显著差异, 从而导致数据共享阈值与市场特征之间存在着交互效应. 为了更好地阐述这种联系和变化, 作为两个具体例子, 图 2 和图 3 分别显示了对于特定的 σ^2 和 c , 临界质量和银行合作成本如何随平台特征 (τ 和 γ) 和经营因素 (w) 而变化, 随后给予详细讨论. 在进行数值分析时, 考虑到模型中的约束条件和实际意义, 令 τ 在 $(0.1, 0.2, 0.3)$ 之间离散变化 (这样的假设跳过了平台建立之初的品牌扩张阶段, 因为通常银行也只会寻求与有实力的平台合作); 选择 $w = 0.3$ 对应于跨渠道需求策略下的低麻烦成本, $w = 0.7$ 对应于单渠道需求策略下的高麻烦成本; 同时, 令 $c = 0.1$, 以反映较低的合作成本, 从而避免 c 的影响掩盖了开放效果, 并基于以往研究中关于风险方差的设定, 令 $\sigma^2 = 0.5$. 除非特别说明, 下文中的数值分析参数值均保持不变. 请注意, 本文的数值实验结果对于参数的变化是稳健的.

在没有任何转移支付情形下, 如图 2 所示, 由于正的网络效应, 临界质量 $q^0(q^1)$ 会随着 γ 的增加而减小, 也就是说网络效应越弱, 银行需要共享客户数据的程度越高. 然而, 对于不同的 w , $q^0(q^1)$ 随 τ 变化的趋势可能大不相同. 可以发现: 1) 当

$\max(w_0, 0.5) \leq w < 1$, 即高价格低需求 (银行只吸引线下渠道消费者) 策略下, 在 γ 非常小时, q^1 随着 τ 的增加保持不变, 否则随之减小. 这是因为较小的 γ 容易导致 $\tau < \theta^*$ (产品 A 购买与不购买的无差异点), 以至于 τ 的变化并不会影响消费者的购买意愿, 从而不会限制 A 的真正需求; 但随着 γ 进一步增大, 此时 $\tau > \theta^*$, 且两者之间的差异越大, 开放性合作给平台带来的流量效应将越强, 在正反馈机制作用下, 平台需求增加, 从而会相应地减少开放对产品 A 的质量要求, 这也同样解释了数据不共享下的网络效应阈值 $\gamma^*(q^{0(1)}(\gamma^*)) = 1$ 为何随着 τ 的增加而减小, 但此时 q^1 与 w 无关. 2) 当 $0 \leq w < \max(w_0, 0.5)$, 即低价格高需求 (银行同时竞争两种渠道消费者) 策略下, 在 γ 较小时, q^0 随着 τ 的增加而增加, 否则随之减小, 且 q^0 是关于 w 的增函数. 3) 特别地, 当 w 的增加导致银行策略发生改变时, A 的质量临界值也随之有了跳跃式的增长, 即保持其他条件不变, $q^0 \ll q^1$ 始终成立. 以上结果再一次验证了推论 2 的结论.

此外, 由式(15) ~ 式(16) 易知, F^0 和 F^1 均与 w 正相关, 与 τ 负相关 (如图 3), 故 w 越大, τ 越小, 即开放前银行在市场竞争中的处境越不利, 开放给银行带来的正效用越大, 越有助于平台向银行要求更高的数据开放度.

上述分析为银行和平台在 $\lambda = 0$ 下的策略演化, 接下来重点关注基于监控的可变费用 λ 对开放性决策的影响, 他反映了场景生态建设中平台主导能力的重要性. 根据式(12) ~ 式(14) 可知, 均衡状态下, 随着 λ 的增加, p_S^{o*} 上升, p_A^{o*} 下降, π_S^{o*} 一直减少, 而 π_M^{o*} 则呈现一种复杂的非单调变化趋势. 因此, 考虑到银行的预算约束, 分散开放下, 平台的最优可变费用决策总结在以下推论 3.

推论 3 在分散开放策略情形中, 给定银行固定成本 F 和数据开放度 ε (即 q 一定), 如果 $\lambda_{\min} < \lambda^o$, 则

1) 当 ① $\Delta_1 \geq 0$ 或 ② $\Delta_1 < 0$ 且

$$\begin{cases} \pi_M^{o*}(\lambda^o) > \pi_M^{o*}(\bar{\lambda}_d) \quad \max(0, \lambda_{\min}) \leq \bar{\lambda}_d < \lambda^o \\ \pi_M^{o*}(\lambda^o) > \pi_M^{o*}(0) \quad \bar{\lambda}_d < \max(0, \lambda_{\min}) \text{ 或 } \bar{\lambda}_d \geq \lambda^o \end{cases}$$

时, 均衡状态下平台的最优可变费用 $\lambda_M^* = \lambda^o$. 此时, 平台攫取了开放下的全部溢出效应.

2) 当 $\Delta_1 < 0$ 且 $\pi_M^{o*}(0) \geq \pi_M^{o*}(\lambda^o) \{ \bar{\lambda}_d < \max(0, \lambda_{\min}) \}$ 时, 均衡状态下平台的最优可变费用 $\lambda_M^* = 0$. 此时, 平台和银行同时获得开放下的最大利润.

3) 当 $\Delta_1 < 0$ 且 $\pi_M^{o*}(\bar{\lambda}_d) \geq \pi_M^{o*}(\lambda^o) \{ \max(0, \lambda_{\min}) < \bar{\lambda}_d < \lambda^o \}$ 时, 均衡状态下平台的最优可变费用 $\lambda_M^* = \bar{\lambda}_d$. 此时, 平台和银行共享开放性溢出效应, 且平台获得开放下的最大利润.

其中 $\Delta_1 = -$

$$\frac{\{ [q\gamma^2 + (4-8\sigma^2)\gamma + 8\sigma^2] 2^{\frac{2}{3}} (-\gamma\sigma^4 q)^{\frac{2}{3}} - 12\gamma^2\sigma^4 q \} 2^{\frac{1}{3}}}{8(-\gamma\sigma^4 q)^{\frac{2}{3}}\gamma\sigma^2}$$

$\lambda^o =$

$$\begin{cases} 1 - \sqrt{\left\{ -\frac{[\tau^2 w + (-7w + 3)\tau + 10w - 7]^2}{8\sigma^2(\tau - 2)(\tau - 3)^2} + F \right\} 2\sigma^2}, & 0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5) \\ 1 - \sqrt{\left[\frac{(-1+w)^2\tau}{2\sigma^2} + F \right] 2\sigma^2}, & \max(w_0, 0.5) < w \leq 1 \end{cases}$$

$\bar{\lambda}_d$ 是 π_M^{o*} 在 $\lambda < 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma} - \sigma^2$ 范围的唯一极大值点,

λ_{\min} 是 $L(x) = q$ 的最小解.

(证明见附录).

由于可变费用 $\bar{\lambda}_d$ 和 λ_{\min} 的均衡解包含高阶信号, 不容易得出其显示表达式, 所以接下来通过数值实验来推导更多的管理含义并验证推论 3 的结论. 在图 4 ~ 图 5 中, 不失一般性, 假设银行的合作成本 F 在 $(0.1, 0.3, 0.6)$ 之间离散变化, 令 $\tau = 0.1$, λ^1 、 λ^2 分别满足 $q^{0(1)}(\lambda^1) = 1$, $q^{0(1)}(\lambda^2) = 1$ 且 $0 < \lambda^1 < \lambda^2 < 1$, 同时保持所有其他参数与上文一致.

图 4 描绘了在给定不同的 w 和 γ 下, λ 对 A

临界质量 $q^0(q^1)$ 大小的影响. 如图所示, $q^0(q^1)$ 是关于 λ 的凹函数, λ^o 是关于 F 的减函数. 从而当 F 较小, λ^o 较大时, 只有在平台收取中间可变费用 ($\lambda \in [\lambda^1, \lambda^2]$) 情形下, 才有 $q^0(q^1) < 1$, 由此意味着即使银行不与平台共享任何数据, 开放仍然比不开放好, 但较小 ($\lambda < \lambda^1$) 或较大 ($\lambda > \lambda^2$) 的可变费用均提高了开放均衡下的数据共享要求. 此外, 当 $0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$ 时, λ^1 随着 γ 的增加而减小, 当 $\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$ 时, λ^1 随着 γ 的增加而增加; λ^2 随着 γ 的增加始终减小. 因此, λ 的增加并不一定像传统观点所认为的那样转化为更低的 ε , 但结合平台主导势力以及麻烦成本特征, 通过改变平台的网络效应强度, 从而相应地减小 λ^1 或增加 λ^2 , 银行可以将平台牵引进入无数据共享区域.

图 5 描绘了 λ 变化对平台利润或效用的动态影响. 首先, 为了保证开放性结果不会因 λ 而改变, 并参考图 4 中质量临界点大小, 在图 5(a) 中, 令 $w = 0.3$ 时, $q^0 = 2$; $w = 0.7$ 时, $q^1 = 2.5$; 然后, 在图 5(b) 中, 进一步将模拟扩展到银行不愿共享数据 ($q = 1$), 合作仍然是最优选择下的情形, 即 λ 需要满足 $\lambda^1 < \lambda < \min(\lambda^2, \lambda^o)$.

图 5 和图 6 实验结果表明, 银行开放的固定成本极大地影响了平台可变费用决策, 而较低的 F 扩大了 λ 发挥策略性作用的区间范围. 例如, 当 F 较小时, 平台总是更倾向于收取中等大小的可变费用, 以获取最大开放利润. 因此, 平台非常愿意帮助银行降低其开放成本. 同样, 银行也可以通过策略性调整 F 来减小 λ 或 ε 从而为自己争取到更多利益. 例如, 在图 5 中, 当 $\pi_M^{o*}(\bar{\lambda}_d)$ 略小于 $\pi_M^{o*}(\lambda^o)$ 时, 增加 F , 均衡的 λ_M^* 将由 λ^o 减小为 $\bar{\lambda}_d$, 此时, 银行开放利润增加; 在图 6 中, 当 λ^o 略小于 λ^1 时, 减小 F , 均衡的 ε_d^* 减小为 0, 此时, 银行风险成本最小.

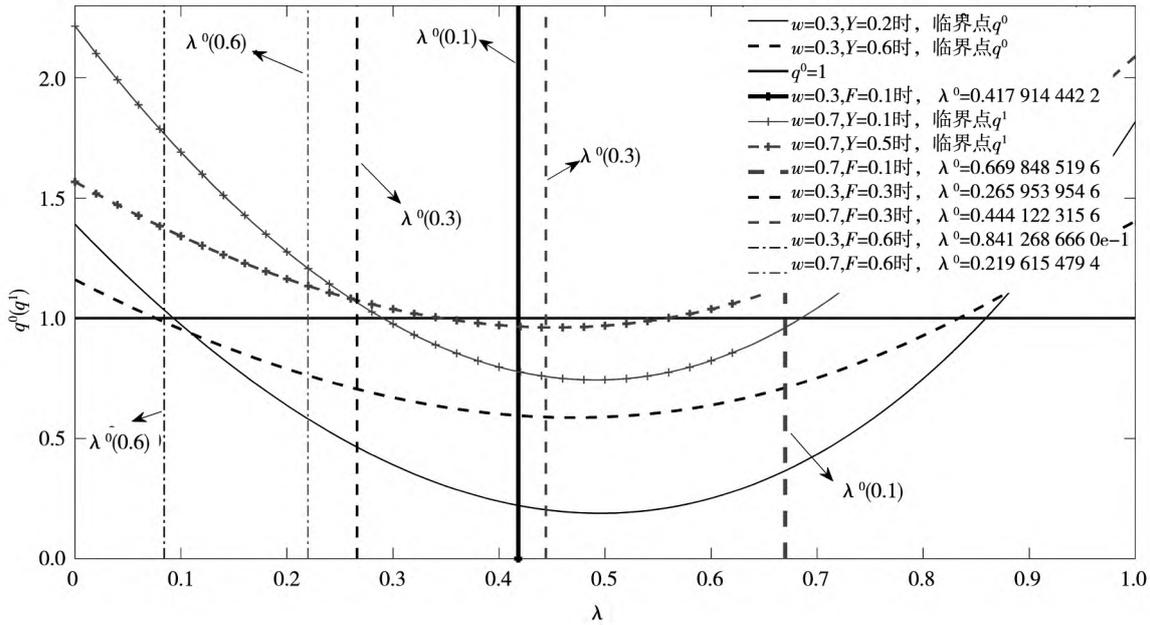


图 4 在给定的 w 和 γ 下, λ 对临界质量 $q^0(q^1)$ 的影响

Fig. 4 Effect of λ on critical mass $q^0(q^1)$ with given w and γ

3.2 监控下开放合作的联合动机

到目前为止, 本文忽略了开放生态之间可能进行的任何转移支付. 事实上, 考虑到参与主体间的利润分享, 只要开放性合作能够实现更大的共同利润,

合作就会出现. 在此本文将集中探讨监控下开放合作的联合条件, 并重点关注可变费用对共同利润的影响. 基于上面模型求解结果以及 F 与 ε 之间的正相关性, 银行的最优数据共享策略总结在以下命题.

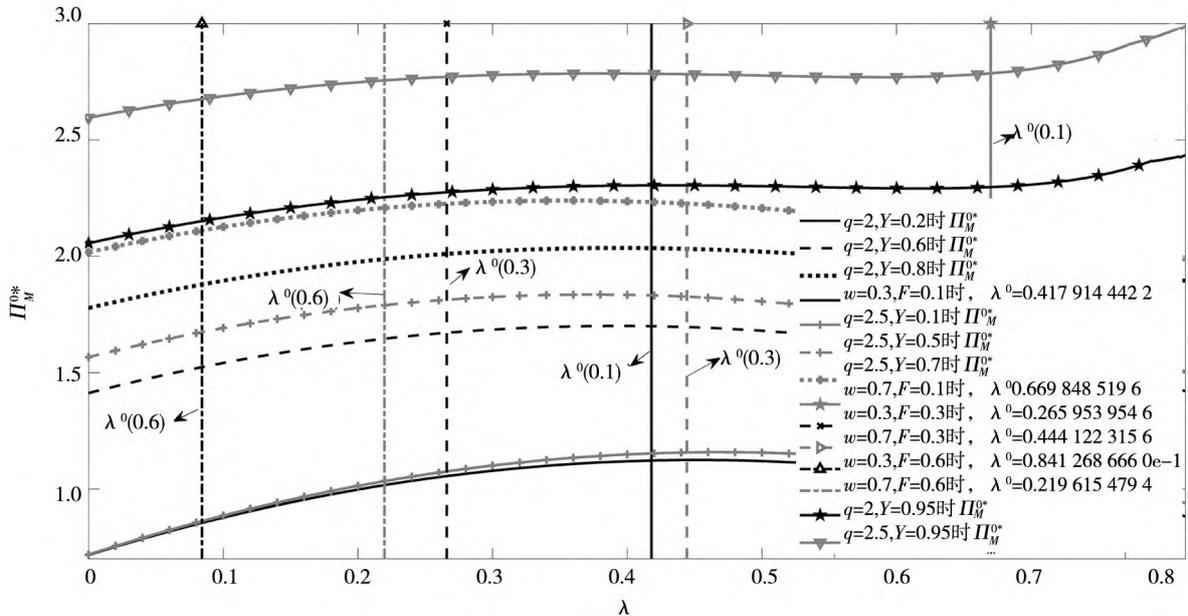


图 5 $q = 2(2.5)$ 时, 在给定的 γ 下, λ 对平台均衡利润 π_M^* 的影响

Fig. 5 When $q = 2(2.5)$, effect of λ on platform equilibrium profits π_M^* with given γ

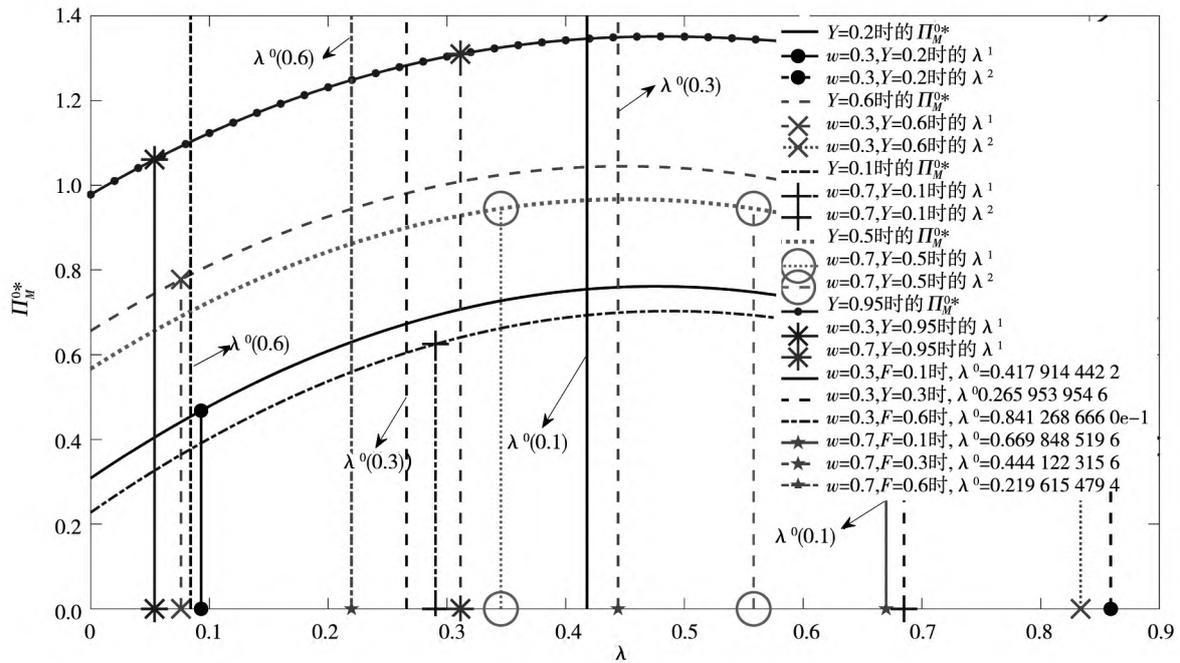


图6 q = 1 时, 在给定的 γ 下, λ 对平台均衡利润 π_M^* 的影响

Fig.6 When $q = 1$, effect of λ on platform equilibrium profits π_M^* with given γ

命题3 在转移支付的监控合作情形下, 对于 F 关于 $\varepsilon \in [0, 1]$ 的一阶导数 $F'(\varepsilon) > 0$ 和二阶导数 $F''(\varepsilon)$, 令 $(\varepsilon) = \frac{-[(\lambda - 1)\gamma - \sigma^2]^2}{4[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]\sigma^2} \times$

$$e^{\varepsilon kc} kc, \pi^o = \pi_M^* + \pi_S^*, \varepsilon^o(\varepsilon_1^o \text{ 或 } \varepsilon_2^o) = \frac{\ln q^2(q^3)}{kc}$$

则联合利润最大化下的银行最优数据开放度 ε_j^* 为

1) 若 $F'(\varepsilon) > (\varepsilon)$ 恒成立, 当 $0 \leq \varepsilon < \min\{\varepsilon^o, 1\}$ 时, 联合决策下的开放性合作得以实现, 此时 $\varepsilon_j^* = 0$.

2) 若 $F'(\varepsilon) < (\varepsilon)$ 恒成立, 当 $\varepsilon^o < \varepsilon \leq 1$ 时, 联合决策下的开放性合作得以实现, 此时 $\varepsilon_j^* = 1$.

3) 若 $F'(\varepsilon) = (\varepsilon)$ 存在实数解 $\bar{\varepsilon} = \frac{\ln\left\{\frac{4F'(\bar{\varepsilon})[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]\sigma^2}{[(\lambda - 1)\gamma - \sigma^2]^2}\right\}}{kc} \in [0, 1]$, 令

$$y^* = \frac{-2c^2\sigma^2k + [-2F(\bar{\varepsilon})\sigma^2 - \lambda^2 + 1]kc + 2F'(\bar{\varepsilon})\sigma^2}{2\sigma^2kc}$$

则: ①若 $kcF'(\bar{\varepsilon}) - F''(\bar{\varepsilon}) > 0$, 当

$\begin{cases} 0 \leq \varepsilon \leq 1, y \leq y^* \\ 0 \leq \varepsilon < \varepsilon_1^o < \varepsilon_2^o \text{ 或 } \min\{\varepsilon_2^o, 1\} < \varepsilon \leq 1, y > y^* \end{cases}$ 时, 联合决策下的开放性合作得以实现, 此时 $\varepsilon_j^* =$

$\begin{cases} 0, \pi^o(0) \geq \pi^o(1) \\ 1, \pi^o(0) < \pi^o(1) \end{cases}$; ②若 $kcF'(\bar{\varepsilon}) - F''(\bar{\varepsilon}) < 0$,

当 $y < y^*$ 且 $\varepsilon_1^o < \varepsilon < \min\{\varepsilon_2^o, 1\}$ 时, 联合决策下的开放性合作得以实现, 此时 $\varepsilon_j^* = \bar{\varepsilon}$.

令 $\mu(y) = -$

$$\frac{2\{2[F(\varepsilon) + y + c]\sigma^2 + \lambda^2 - 1\}[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]}{[\gamma(\lambda - 1) - \sigma^2]^2}$$

y 为开放前平台和银行的联合均衡利润, 则联合开放下的临界质量 q^2 和 q^3 分别为

$$0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$$

$$q^2 = \begin{cases} \mu(\pi_M^* + \pi_S^*) & \rho < \gamma < \Gamma \\ \mu(\bar{\pi}_M^* + \bar{\pi}_S^*) & \Gamma \leq \gamma \leq 1 \end{cases} \quad (17)$$

$$q^3 = \begin{cases} \mu(\hat{\pi}_M^* + \hat{\pi}_S^*) & \rho < \gamma < \Lambda \\ \mu(\tilde{\pi}_M^* + \tilde{\pi}_S^*) & \Lambda \leq \gamma \leq 1 \end{cases} \quad (18)$$

(证明见附录).

命题3表明, 在联合决策下, 银行的最优数据开放策略随着 F 和 ε 之间正相关程度的变化而变化, 但无论采取何种策略, 相关程度的减弱总能增加开放性合作的动机. 根据前文分析可知, 通过将市场竞争转化为系统内竞争, 将替代品变成补充品, 开放性合作可以实现社会总体

的帕累托改进. 因此, 对于监管部门来说, 积极帮助银行降低开放成本, 特别是减少数据开放所带来的风险效应, 能够有效推进金融业创新发展. 所以, 自 2018 年起, 中国政府就从监管框架、API 技术标准制定等层面明确了银行数据开放中的授权与保护, 为数据开放进程逐渐扫平

环境制度障碍, 在此驱动下, 国内一批富有创新精神的银行如浦发银行, 已成功地与多家金融科技平台展开联合开放. 事实上, 相比于分散决策, 联合决策降低了合作对银行数据开放度的要求, 即使在一个高合作成本下, 这一结论依然成立. 如图 7 所示, 其中令 $F = 0.6, \lambda = 0$.

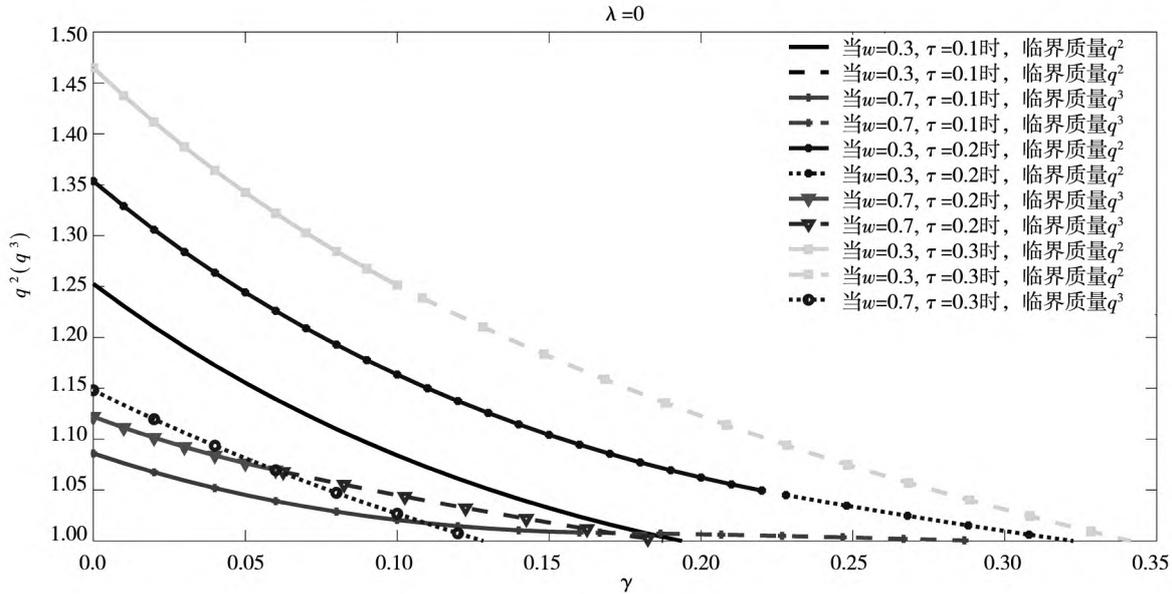


图 7 在给定的 w 和 τ 下, γ 对临界质量 $q^2(q^3)$ 的影响 ($\lambda = 0$)

Fig. 7 Effect of γ on critical mass $q^2(q^3)$ with given w and τ ($\lambda = 0$)

现实商业实践中, 银行开放的最大障碍是核心数据的共享. 比较图 7 和图 2 可以发现, 联合下使用转移支付的可能性明显将权衡转向合作, 即银行不共享数据所要求的网络效应阈值 $\gamma^{**}(q^{2(3)}(\gamma^{**}) = 1)$ 在联合契约的协调下而大幅降低. 此外, 参数 τ 和 γ 之间的协同作用对临界质量和 γ^{**} 的影响也出现了显著差异. 具体来说, 当 $0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$ 时, q^2 和 γ^{**} 均随着 τ 的增加而增加; 当 $\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$ 时, 随着 τ 的增加, q^3 在 γ 很小时增加, 然后在 γ 较小或中等时先增加后减小, 随后一直减小, 而 γ^{**} 一直减小. 这一结果为银行在挑选合作方时提供了重要的管理启示. 例如, 在弱网络效用下, 如果数据共享偏向保守, 对于一个新建立的或者规模较小的银行 (具有较大的 w) 而言, 最佳的合作伙伴可能是具有较低消费者兴趣度的平台 (图 7 中, $\gamma = 0.15, \tau = 0.3$); 相反, 一家规模较大的老牌商业银行 (具有较小的 w) 最好选择具有较高消费者兴趣度的平

台 (图 7 中, $\gamma = 0.15, \tau = 0.1$) 合作.

此外, 在联合开放情形下, 尽管平台收取可变费用的边界条件和最优策略表现出了与分散开放情形下的相似性, 但其有效范围得到进一步拓展, 导致合作机制发生改变, 从而有如下推论 4.

推论 4 在联合开放策略情形中, 给定银行固定成本 F 和数据开放度 ε (即 q 一定), 如果 $\check{\lambda}_{\min} < 1$ 则

- 1) 当 ① $\Delta_2 \geq 0$ 或 ② $\Delta_2 < 0$ 且 $\begin{cases} \pi^o(1) > \pi^o(\bar{\lambda}_j), \max(0, \check{\lambda}_{\min}) \leq \bar{\lambda}_j < 1 \\ \pi^o(1) > \pi^o(0), \bar{\lambda}_j < \max(0, \check{\lambda}_{\min}) \text{ 或 } \bar{\lambda}_j \geq 1 \end{cases}$ 时, 联合利润最大化下的平台最优可变费用 $\lambda_M^{**} = 1$. 此时, 银行获得最大的开放性负溢出效应, 平台需要对银行进行一次性转移支付.
- 2) 当 $\Delta_2 < 0$ 且 $\pi^o(0) \geq \pi^o(1) \{ \bar{\lambda}_j < \max(0, \check{\lambda}_{\min}) \}$ 时, 联合利润最大化下的平台最优可变费用 $\lambda_M^{**} = 0$. 此时, 银行获得开放下的最大

利润,但需要在不满足推论3中2)的条件下对平台进行一次转移支付.

3) 当 $\Delta_2 < 0$ 且 $\pi^o(\bar{\lambda}_j) \geq \pi^o(1) \{ \max(0, \bar{\lambda}_{\min}) < \bar{\lambda}_j < 1 \}$ 时,联合利润最大化下的平台最优可变费用 $\lambda_M^{**} = \bar{\lambda}_j$. 此时 ①如果 $\bar{\lambda}_j \geq \lambda^o$,平台需要对银行进行一次转移支付; ②如果同时满足推论3中的条件3)且 $\bar{\lambda}_j = \bar{\lambda}_d$,平台和银行之间没有一次性转移支付; ③如果 $\bar{\lambda}_j < \lambda^o$,银行需要对平台进行一次转移支付.

其中 $\Delta_2 = -$

$$\frac{\{ 2^{\frac{1}{3}} [q\gamma^2 + (4-4\sigma^2)\gamma + 4\sigma^2] (-\gamma\sigma^4 q)^{\frac{2}{3}} - 6\gamma^2\sigma^4 q \} 2^{\frac{2}{3}}}{8(-\gamma\sigma^4 q)^{\frac{2}{3}}\gamma\sigma^2}$$

$\bar{\lambda}_j$ 是 π^o 在 $\lambda < 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma} - \sigma^2$ 范围的唯一极大值点, $\bar{\lambda}_{\min}$ 是 $\mu(y) = q$ 的最小解.

证明 类似推论3,并对分散决策均衡即可得. 证毕.

比较推论4和推论3可知,相较于分散开放中仅可变费用的契约协调,平台和银行在联合开放中还能进一步通过固定收益转移支付协调双方的利润分配,例如,当固定转移支付的溢出效应显著时,平台或银行甚至以牺牲所有开放性收入为代价来获得溢出效应,进而过得更好,但这在分散决策中显然不太可能.因此,联合开放中存在着类

似的双重边缘化效应,表现为极高(平台拥有绝对主导力)或极低(银行拥有绝对主导力)的可变费用.图8对此进行了验证.此外,对比图8与图4可以发现,A质量临界值随 λ 的变化趋势以及银行的无数据共享区域,在两种开放情形下完全相反,即较低或极高的 λ 会促使合作偏向于联合开放,而中等水平的 λ 则促使合作偏向于分散开放.这意味着,开放中任意一方主导地位的增强都将推动合作博弈由分散竞争走向联合共享.

同样,令 λ^3, λ^4 分别满足 $q^{2(3)}(\lambda^3) = 1, q^{2(3)}(\lambda^4) = 1$, 且 $\lambda^3 < \lambda^4$. 进一步观察图8可知,随着 λ 的增加,通常 $q^{2(3)}$ 会随着 γ 的增加先增加后减小,此时 λ^3 随着 γ 的增加而减小;但在极端情况下(F 或 γ 较大),对于任意 $\lambda, q^{2(3)}$ 随着 γ 的增加而减小($q \geq 1$),此时 λ^3 随着 γ 的增加而增加.另外,当 γ 较小时, $q^{2(3)}$ 随着 w 的增加而减小,当 γ 处于中等或较大水平时, $q^{2(3)}$ 却随着 w 的增加而增加.在此基础上,进一步结合分散决策情形中,主要参数变化对开放策略及其效果影响的分析结果,可以得出重要的管理启示,即为了从战略开放选择中受益,银行和平台应该利用他们积累的数据或进行实地实验收集数据,来考察潜在的激励因素,并采取相应合作措施以便在整个生态系统中协调价值创造和捕获.

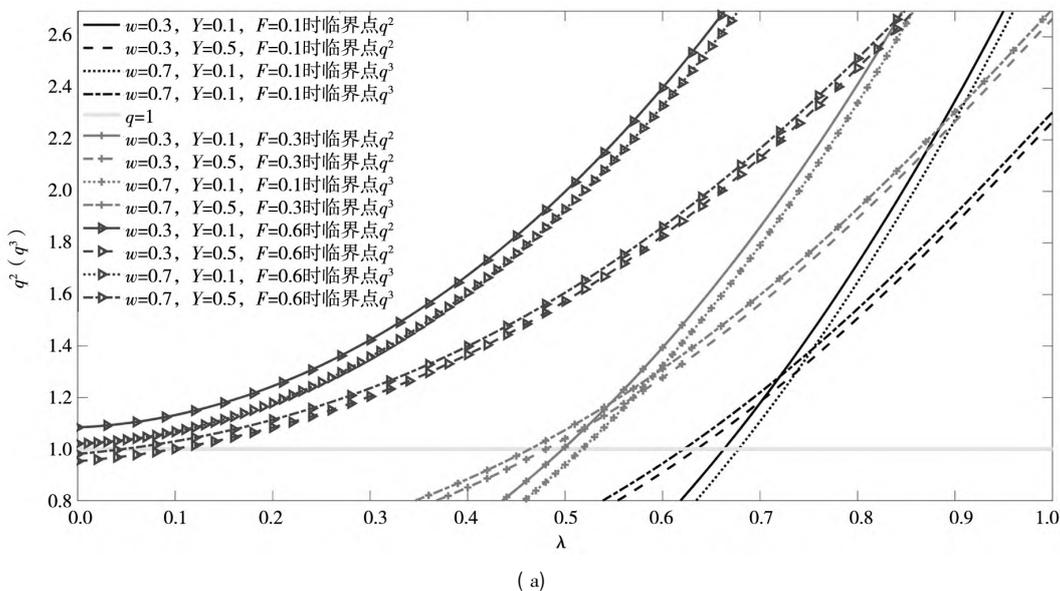
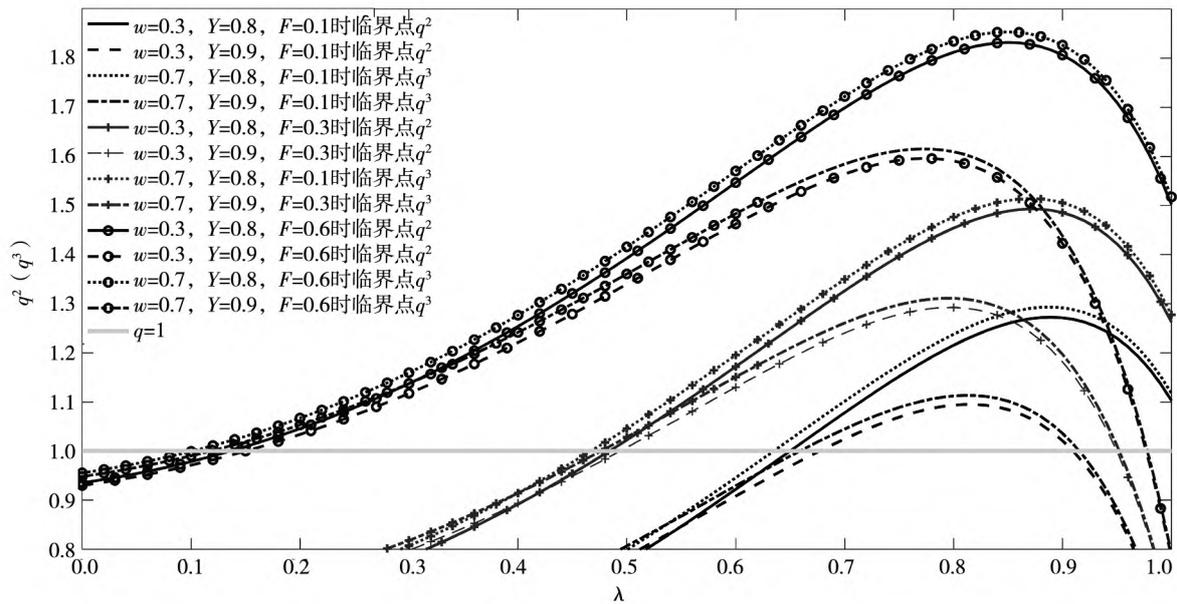


图8 在给定的 w, γ 和 F 下, λ 对临界质量 $q^2(q^3)$ 的影响
Fig. 8 Effect of λ on critical mass $q^2(q^3)$ with given w, γ and F



(b)

续图 8

Fig. 8 Continues

4 平台端口开放数量决策

基于现实经济中更为复杂的开放情形,本节将模型由双寡头垄断进一步拓展到多银行竞争.不失一般性,假设市场上存在 n 家银行可以同时和平台合作,而平台愿意合作的数量或开放的端口为 $i = 1, 2, \dots, n$. 这是因为,平台对银行提供产品的价值存在不确定性,或者平台无法确定消费者对银行金融产品的风险感知是与特定所在地或线下交易环境有关,还是会在银行与平台开放性合作时继续延续. 据此,本文假设,对于平台上最终销售的银行金融产品,消费者感知风险为 $\frac{\beta}{2} \sigma^2$ 的概率为 ϑ , 为 $\beta \sigma^2$ 的概率为 $1 - \vartheta$, 并且这种认知差异对所有消费者而言是独立且相同的. 此外,为了保持与基准模型一致,令所有银行在不同渠道销售的产品价格均为 \overleftrightarrow{p}_s , 而不管有多少家银行参与竞争,其总合作成本仍然为 F , 平台 A 的价格则为 \overleftrightarrow{p}_A . 同时考虑到当平台上银行提供的金融产品风险感知均为 $\beta \sigma^2$ 时,开放性合作仍然是

互惠互利的,即需要确保消费者在平台购买银行产品获得的期望效用始终不小于其在线下银行购买所获得的期望效用 ($\overleftrightarrow{V}_M = R - \overleftrightarrow{p}_s - \beta \sigma^2 \geq \overleftrightarrow{V}_S = R - \overleftrightarrow{p}_s - \frac{\beta}{2} \sigma^2 - w$), 故进一步令 $\frac{\beta}{2} \sigma^2 \leq w \leq 1$. 其他假设不变.

在开放性合作前,允许多家银行竞争不会改变任何均衡结果(如表 1 所示),因为消费者永远只会购买期望效用最大的金融产品. 按照基准模型,双方签署合同前,平台必须首先确定开放多少端口,并在比较开放与不开放结果时决定是否与银行合作,然后消费者根据预期效用做出购买决策. 从而在多银行竞争的开放情形中,当 $\frac{1 - \overleftrightarrow{p}_s}{2} \leq w \leq 1$ 时(注: $0 \leq w < \frac{1 - \overleftrightarrow{p}_s}{2}$ 或 $0 \leq w < \frac{\beta}{2} \sigma^2$ 的分析过程均与下文类似,故省略),各主体利润计算如下

$$\overleftrightarrow{\pi}_M = \overleftrightarrow{p}_A \int_{\overleftrightarrow{\theta}}^1 d\theta - c + \lambda \left\{ [1 - (1 - \vartheta)^i] \times \int_0^{\overleftrightarrow{\beta}^2} \int_0^1 d\theta d\beta + (1 - \vartheta)^i \int_0^{\overleftrightarrow{\beta}^2} \int_0^1 d\theta d\beta \right\}$$

$$= \overleftrightarrow{p}_A \left(1 - \frac{\overleftrightarrow{p}_A}{q} + \gamma \overleftrightarrow{N} \right) + \lambda \left[\frac{2(1 - \overleftrightarrow{p}_S)}{\sigma^2} - (1 - \vartheta)^i \frac{(1 - \overleftrightarrow{p}_S)}{\sigma^2} \right] - c \quad (19)$$

其中 $\overleftrightarrow{N} = \frac{(1 - \vartheta)^i \overleftrightarrow{p}_A + 2 \overleftrightarrow{p}_A \sigma^2 - 2q\sigma^2 - 2 \overleftrightarrow{p}_A}{q [(1 - \vartheta)^i + 2\gamma\sigma^2 - 2\gamma - 2\sigma^2]}$.

$$\begin{aligned} \overleftrightarrow{\pi}_s &= (\overleftrightarrow{p}_S - \lambda) \left\{ [1 - (1 - \vartheta)^i] \int_0^{\beta^*} \int_0^1 d\theta d\beta + (1 - \vartheta)^i \int_0^{\beta^*} \int_0^1 d\theta d\beta \right\} - F = (\overleftrightarrow{p}_S - \lambda) \times \\ &\left[\frac{2(1 - \overleftrightarrow{p}_S)}{\sigma^2} - (1 - \vartheta)^i \frac{(1 - \overleftrightarrow{p}_S)}{\sigma^2} \right] - F \end{aligned} \quad (20)$$

继续运用逆向归纳法求得开放后的均衡解为

$$\overleftrightarrow{p}_S^* = \frac{1 + \lambda}{2},$$

$$\overleftrightarrow{p}_A^* = \frac{[\gamma\lambda(1 - \vartheta)^i - 2\gamma\lambda - \gamma(1 - \vartheta)^i + 2\gamma + 2\sigma^2]q}{4\sigma^2} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} \overleftrightarrow{\pi}_M^* &= \frac{1}{16 \left\{ \left[\left(-\frac{Z_i}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_i}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\} \sigma^2} \\ &\left\{ -q(\lambda - 1)^2 (Z_i - 2)^2 \gamma^2 + \left[-4(Z_i - 2)^2 \lambda^3 + 8(Z_i - 2)(Z_i + \sigma^2 - 2)\lambda^2 + 8(Z_i - 2) \times \right. \right. \\ &\left. \left. \left[\left(c - \frac{q}{2} - 1 \right) \sigma^2 - \frac{Z_i}{2} + 1 \right] \lambda - 16 \times \left[c\sigma^2 + \frac{\left(c - \frac{q}{2} \right) (Z_i - 2)}{2} \sigma^2 \right] \sigma^2 \right] \gamma + \right. \\ &\left. 16 \left[\left(-\frac{Z_i}{2} + 1 \right) \lambda^2 + \left(\frac{Z_i}{2} - 1 \right) \lambda + \sigma^2 \left(c - \frac{q}{4} \right) \right] \sigma^2 \right\} \end{aligned} \quad (22)$$

$$\overleftrightarrow{\pi}_s^* = \frac{(2 - Z_i)\lambda^2 + (2Z_i - 4)\lambda - 4F\sigma^2 - Z_i + 2}{4\sigma^2} \quad (23)$$

其中 $Z_i = (1 - \vartheta)^i$ 则 $Z_i \in [(1 - \vartheta)^n, 1 - \vartheta]$. 对于任意 $\lambda \in [0, 1]$, $\overleftrightarrow{\pi}_M^*$ 是关于 $Z_i(\lambda) = \frac{2(\gamma + \sigma^2 - \gamma\sigma^2 - \gamma\lambda)}{\gamma(1 - \lambda)} > 2$ 对称的凹函数. 图9显示了在给定的参数下均衡的 $\overleftrightarrow{\pi}_M^*$ 如何随 Z_i 变化.

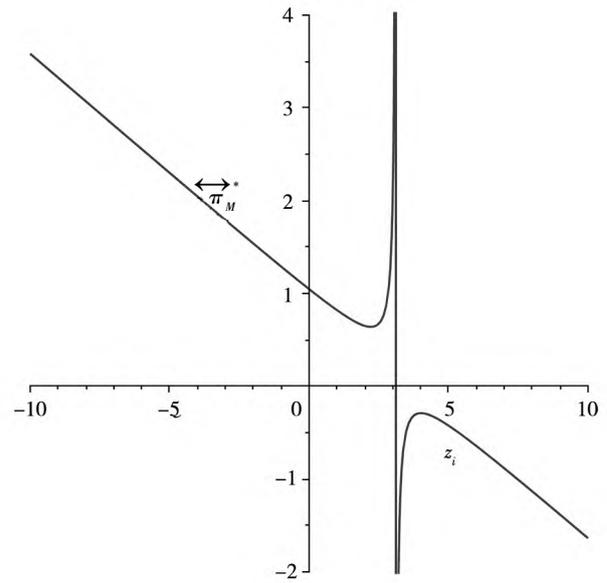


图9 Z_i 对平台均衡利润的影响

($\gamma = 0.5, c = 0.1, \sigma^2 = 0.5, q = 1.5, \lambda = 0.1$)

Fig. 9 Effect of Z_i on platform equilibrium profit

($\gamma = 0.5, c = 0.1, \sigma^2 = 0.5, q = 1.5, \lambda = 0.1$)

需要指出的是不管参数取值如何变化,最终

都不会改变 $\overleftrightarrow{\pi}_M^*$ 的均衡形状. 从而如图9所示, 根据利润函数极小值的波动范围, 平台的最优开放策略共有两种情形: 要么希望尽可能多的与不同的银行合作, 以便最大程度地拥有至少一种高质量金融产品, 即 $i^* = n$; 要么只与一家提供最优惠条件的银行合作, 以便减少竞争从而获得垄断利润, 即 $i^* = 1$. 因此, 接下来的命题将分别描述在不同转移支付的约束下, 对于特定的银行总合作成本 F 和总数据开放度 ε (即 q 一定), 平台端口开放的数量决策, 即无监控下的分散开放情形(命题4), 实时监控下的分散开放情形(命题5)和联合开放情形(命题6).

命题4 在无监控的分散开放情形下, 平台最优开放端口数量 i^* 为

1) 当 $0 \leq \gamma \leq \min(\gamma^*, 1)$ 时, 若 $q \geq q^{4(5)} (i = n, \lambda = 0)$, 且 $0 \leq F \leq F^{4(5)} (i = n, \lambda = 0)$ ($i = n, \lambda = 0$), 则 $i^* = n$.

2) 当 $\max(\gamma^*, 0) \leq \gamma \leq 1$ 时, 若 $q \geq q^{4(5)} (i = 1, \lambda = 0)$, 且 $0 \leq F \leq F^{4(5)} (i = 1, \lambda = 0)$, 则 $i^* = 1$.

$$\text{其中 } \gamma^* = \frac{(Z_n + 4\sigma^2 - 4 + Z_1 - \sqrt{16\sigma^4 + Z_{2n} - 2Z_{n+1} + Z_2})\sigma^2}{(2Z_n + 2Z_1 - 8)\sigma^2 + Z_1(2 - Z_n)}.$$

$$\text{令 } \mathcal{M}(x) = - \frac{16 \left[\left(-\frac{Z_i}{2} + 1 \right) \lambda^2 + \left(\frac{Z_i}{2} - 1 \right) \lambda + (x+c) \sigma^2 \right] \left\{ \left[\left(-\frac{Z_i}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_i}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\}}{[(\lambda - 1)(Z_i - 2)\gamma + 2\sigma^2]^2},$$

$$\zeta = \frac{(2 - Z_i) \lambda^2 + (2 Z_i - 4) \lambda - Z_i + 2}{4 \sigma^2} \text{ 从而 } A \text{ 的质量临界值 } q^{4(5)} \text{ 为 } \frac{1 - \lambda}{4} \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$$

$$q^4 = \begin{cases} \mathcal{M}(\hat{\pi}_M^*) , 0 \leq \gamma < \Gamma \\ \mathcal{M}(\check{\pi}_M^*) , \Gamma \leq \gamma \leq 1 \end{cases}; F^4 = \zeta - \frac{i}{n} \pi_s^* \quad (\text{证明见附录}).$$

命题5 在实时监控的分散开放情形下, 平台最优开放端口数量 i^* 为

$$\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$$

1) 当 $q^{4(5)} (i = n) \leq q \leq \hat{q}$, 且 $0 \leq F \leq F^{4(5)} (i = n)$ 时, 则 $i^* = n$.

$$q^5 = \begin{cases} \mathcal{M}(\hat{\pi}_M^*) , 0 \leq \gamma < \Lambda \\ \mathcal{M}(\check{\pi}_M^*) , \Lambda \leq \gamma \leq 1 \end{cases}; F^5 = \zeta - \frac{i}{n} \pi_s^*$$

2) 当 $q > \max[q^{4(5)} (i = 1), \hat{q}]$, 且 $0 \leq F \leq F^{4(5)} (i = 1)$ 时, 则 $i^* = 1$.

$$(25)$$

其中 $\hat{q} =$

$$\frac{8 \left\{ \left[\left(-Z_1 + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_1}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\} \lambda \left\{ \left[\left(-\frac{Z_n}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_n}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\}}{\left\{ (\lambda - 1) \left[-\frac{Z_1(2 - Z_n) \lambda}{2} + (Z_n + Z_1 - 4) \sigma^2 + \frac{(1 + \vartheta)(2 - Z_n)}{2} \right] \gamma^2 + 4 \left[\left(-\frac{Z_n}{4} - \frac{Z_1}{4} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_n}{4} + \frac{Z_1}{4} - 1 \right] \sigma^2 \gamma - 2 \sigma^4 \right\} \gamma}$$

(证明见附录).

2) 当 $q > \max[q^{6(7)} (i = 1), \check{q}]$ 时, 则 $i^* = 1$.

命题6 在实时监控的联合开放情形下, 平台最优开放端口数量 i^* 为

无监控联合开放情形下的平台最优端口选择只需令 $q^{6(7)}$ 和 \check{q} 中的 $\lambda = 0$ 即可得.

1) 当 $q^{6(7)} (i = n) \leq q \leq \check{q}$ 时, 则 $i^* = n$.

其中 $\check{q} =$

$$\frac{4 \left\{ \left[\left(-\frac{Z_1}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_1}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\} (\lambda + 1) \left\{ \left[\left(-\frac{Z_n}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_n}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\}}{\left\{ (\lambda - 1) \left[-\frac{(1 + \vartheta)(2 - Z_n) \lambda}{2} + (Z_n + Z_1 - 4) \sigma^2 + \frac{(1 + \vartheta)(2 - Z_n)}{2} \right] \gamma^2 + 4 \sigma^2 \left[\left(-\frac{Z_n}{4} - \frac{Z_1}{4} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_n}{4} + \frac{Z_1}{4} - 1 \right] \gamma - 2 \sigma^4 \right\} \gamma}$$

$$\text{令 } \vartheta(y) = - \frac{16 \left[\left(-\frac{Z_i}{4} + \frac{1}{2} \right) \lambda^2 + \frac{Z_i}{4} - \frac{1}{2} + (y + F + c) \sigma^2 \right] \left\{ \left[\left(-\frac{Z_i}{2} + 1 \right) \lambda + \sigma^2 + \frac{Z_i}{2} - 1 \right] \gamma - \sigma^2 \right\}}{[(\lambda - 1)(Z_i - 2)\gamma + 2\sigma^2]^2},$$

y' 为开放前平台和 i 家银行的联合均衡利润. 从而 A 的质量临界值 $q^{6(7)}$ 为

$$\frac{1 - \lambda}{4} \leq w \leq \max(w_0, 0.5)$$

$$\max(w_0, 0.5) < w \leq 1$$

$$q^6 = \begin{cases} \vartheta(\hat{\pi}_M^* + \frac{i}{n} \pi_s^*) , 0 \leq \gamma < \Gamma \\ \vartheta(\check{\pi}_M^* + \frac{i}{n} \pi_s^*) , \Gamma \leq \gamma \leq 1 \end{cases} \quad (26)$$

$$q^7 = \begin{cases} \vartheta(\hat{\pi}_M^* + \frac{i}{n} \pi_s^*) , 0 \leq \gamma < \Lambda \\ \vartheta(\check{\pi}_M^* + \frac{i}{n} \pi_s^*) , \Lambda \leq \gamma \leq 1 \end{cases} \quad (27)$$

(证明见附录).

综上命题4 ~ 命题6 所述, 如果开放后平台

主营产品 A 质量提高的较小或网络效应强度较弱,则平台希望与所有 n 家可能的银行合作. 这一结论也适用于现实中大多数的跨生态开放性合作. 例如,考虑到数据泄漏的严重后果,银行可能不太愿意与平台共享更多的基础数据. 此外,双方之间具有的不同目标和组织结构,也会最终阻碍平台和银行相互融合的效果和进程,从而导致一个平台上往往同时存在多家银行提供金融产品. 我国主要的互联网数字公司,如支付宝、微信、京东等平台理财业务就是这种情况,他们往往倾向于从工商银行、建设银行、浦发银行等多家银行的产品竞争中提取盈余. 这种非排他性合作的一个关键好处是,平台可以吸引更多不同的消费者,并由此产生的溢出效应有助于最大化开放优势. 但与此同时,多个合作伙伴之间成本分担、利润分配等所引发的公平关注问题则会显著地影响合作效率和平台偏好,最终可能改变竞争均衡和多契约协调,从而使使得垄断性合作更具吸引力. 这类似于强网络效应或 A 产品质量增加较大时的开放情形. 此时,实力雄厚的银行或数字科技公司往往更偏向于垄断合作. 例如,Intuit 在面向小微企业的 QuickBooks 借贷市场上,只允许有限数量的选定贷款机构在其平台上销售产品,从而避免激烈的价格竞争(即贷款利率竞争)对盈余空间产生挤出效应.

5 结束语

基于数据共享和场景互融,生态间的全面开放为传统银行业和零售业带来一种创新的全景式营销方法. 在此背景下,本文通过构建包含消费者行为的多阶段动态博弈模型,对银行与多边平台在垄断和竞争时的开放性合作策略进行研究,并根据 4 种不同的转移支付协调契约,考察了消费者兴趣、平台网络效应、成本因素等主要参数的变动对最优开放决策以及均衡合作伙伴关系的影响. 主要研究结论与管理启示总结如下:

1) 开放前的完全竞争情境中,如果消费者兴趣度阈值 τ 为外生变量,那么存在一个与 τ 负相关的临界值,当线下麻烦成本低于这一临界值时,银行制定低价策略同平台竞争网络客户,否则银行会制定高价,只吸引对平台完全没兴趣的消费者;如果 τ 为内生变量,在较弱的网络效应下,消费者兴趣对平台均衡利润具有显著的负向影响,如平台在进入成熟阶段后通过取消补贴或会员制营销来提高经营绩效. 这一发现拓展了多边平台的相关研究.

2) 开放后的垄断合作情境中,①在分散决策情形下,对于银行而言,只要开放成本不是太高,合作总是更受偏爱,并且这种偏爱随着线下麻烦成本和消费者对平台兴趣度的增加以及可变费用的减少而增强. 对于平台而言,放弃其全部金融市场的主要驱动力来自于将银行变成互补品生产者时,所增加的消费者购买意愿以及获得的转移支付,但两者之间在不同的可变费用范围内存在替代或互补关系. 因此,平台不能盲目地提高银行销售佣金率. 数值分析表明,针对特定市场,当银行开放成本较小时,平台总是更偏向于收取中等大小的可变费用;而银行则可以通过策略性地调控其合作成本和平台网络效应以实现风险和费用间的最优化,从而增加开放利润. ②在联合决策情形下,基于监控的固定收益转移扩大了开放占主导地位的参数范围. 因此,相比于分散开放,联合显著地降低了平台网络效应强度的阈值要求,从而较强的网络效应会增加银行的开放动机;但在弱网络效应下,具有较大(较小)麻烦成本的银行应该选择具有较低(较高)消费者兴趣度的平台合作,即强强联手,弱弱结盟的伙伴关系更能提高开放效率. 此外,受 F 与 ε 之间正相关程度变化的影响,联合利润可能在 ε 最大、最小或某一中间值时达到最大. 因此,考虑到风险约束,更大的数据开放并不总是有利于渠道协调,例如,在特定的成本关系下,联合利润反而会随着 ε 的增加而减小. 有趣的是,联合决策下的最优可变费用策略出现了

类似的双重边缘化效应,即要么平台收取尽可能大的可变费用,然后向银行进行收益转移;要么平台尽可能减少监控,通过银行的转移支付或更大程度的数据开放获得补偿。

综上,当可变费用较低或极高时,联合开放是实现银行和平台绩效均改进的占优机制;否则,分散开放可能要优于联合开放。这一结论强调了平台在合作中的主导能力对均衡伙伴关系建立的重要性,并为跨生态系统的开放策略设计提供了决策参考。

3) 多银行竞争的开放合作情境中,平台的伙伴选择策略主要取决于开放后核心产品质量的增加程度。由于对隐私保护的严格监管导致了银行谨慎的数据处理行为,大多数情形下,平台会倾向于同所有可能的银行合作,以降低自身目标与银行实际行为出现严重偏差的风险;然而,当超过一定的阈值后,极强的网络效应或数据共享程度通

常会导致垄断合作机会的产生。事实上,银行完全可以投资于“设计”网络效应强度来限制平台端口开放,进而减轻内部竞争压力。例如,中国工商银行为房天下平台推出的“家天下分期付款”定制化金融产品。

本文还存在以下局限,需要进一步研究:首先,模型假设消费者的财富没有限制,未来可以考虑将这一框架扩展到有限财富领域,此时,消费者的需求函数将受到财富分配的制约,从而会最终改变银行和平台的开放性合作策略;其次,一个更复杂的模式可以让平台和银行组成真正的战略联盟,而不仅是联合,但考虑到这种联盟更有可能受到背信弃义战略动机的驱使,未来可以探索更具激励性的契约协调机制,并着重关注公平问题;最后,本文仅考察了单周期博弈,未来可以将这一非线性优化问题拓展到多周期动态规划情形。

参考文献:

- [1] 盛天翔, 范从来. 金融科技、最优银行业市场结构与小微企业信贷供给[J]. 金融研究, 2020, (6): 114-132.
Sheng Tianxiang, Fan Conglai. Fintech, optimal banking market structure, and credit supply for SMEs [J]. Journal of Financial Research, 2020, (6): 114-132. (in Chinese)
- [2] Di Maggio M, Yao V. Fintech borrowers: Lax screening or cream-skimming? [J]. The Review of Financial Studies, 2021, 34(10): 4565-4618.
- [3] Garratt R J, Van Oordt M R C. Privacy as a public good: A case for electronic cash [J]. Journal of Political Economy, 2021, 129(7): 2157-2180.
- [4] 粟芳, 邹奕格, 韩冬梅. 中国农村地区互联网金融普惠悖论的调查研究——基于上海财经大学2017年“千村调查”[J]. 管理科学学报, 2020, 23(9): 76-94.
Su Fang, Zou Yige, Han Dongmei. Investigation research for the paradox of Internet financial inclusion in Chinese rural area: Base on “A Thousand Villages Investigation” of 2017 by SUFE [J]. Journal of Management Sciences in China, 2020, 23(9): 76-94. (in Chinese)
- [5] Berg T, Burg V, Gombovic A, et al. On the rise of fintechs: Credit scoring using digital footprints [J]. The Review of Financial Studies, 2020, 33(7): 2845-2897.
- [6] Zhou D, Kautonen M, Dai W, et al. Exploring how digitalization influences incumbents in financial services: The role of entrepreneurial orientation, firm assets, and organizational legitimacy [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, (173): 121120. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121120>.
- [7] 尹振涛, 李泽广. 竞争规避与银行金融创新扩散——基于同质化视角的实证检验 [J]. 管理世界, 2021, 37(11):

71 – 89 , 6 – 11.

Yin Zhentao , Li Zeguangu. Escape-competition and the diffusion of financial innovation among banks: Evidence from the perspective of homogenization [J]. *Management World* , 2021 , 37(11) : 71 – 89 , 6 – 11. (in Chinese)

- [8]陈春花,朱丽,钟皓,等. 中国企业数字化生存管理实践视角的创新研究[J]. *管理科学学报* , 2019 , 22(10) : 1 – 8.

Chen Chunhua , Zhu Li , Zhong Hao , et al. Practical innovation of Chinese enterprises from “digital survival” view [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2019 , 22(10) : 1 – 8. (in Chinese)

- [9]陈冬梅,王俐珍,陈安霓. 数字化与战略管理理论——回顾、挑战与展望[J]. *管理世界* , 2020 , 36(5) : 220 – 236 , 20.

Chen Dongmei , Wang lizhen , Chen Anni. Digitalization and strategic management theory: Review , challenges and prospects [J]. *Management World* , 2020 , 36(5) : 220 – 236 , 20. (in Chinese)

- [10]Vives X. Digital disruption in banking [J]. *Annual Review of Financial Economics* , 2019 , (11) : 243 – 272.

- [11]Buchak G , Matvos G , Piskorski T , et al. Fintech , regulatory arbitrage , and the rise of shadow banks [J]. *Journal of Financial Economics* , 2018 , 130(3) : 453 – 483.

- [12]Alyakoob M , Rahman M S , Wei Z. Where you live matters: Local bank competition , online marketplace lending , and disparity in borrower benefits [J]. *Information Systems Research* , 2021 , 32(4) : 1390 – 1411.

- [13]Zhou M , Geng D , Abhishek V , et al. When the bank comes to you: Branch network and customer omnichannel banking behavior [J]. *Information Systems Research* , 2020 , 31(1) : 176 – 197.

- [14]谢治春,赵兴庐,刘媛. 金融科技发展与商业银行的数字化战略转型[J]. *中国软科学* , 2018 , (8) : 184 – 192.

Xie Zhichun , Zhao Xinglu , Liu Yuan. Fin-tech driving and strategic digitization transformation of commercial banks [J]. *China Soft Science* , 2018 , (8) : 184 – 192. (in Chinese)

- [15]Couture V , Faber B , Gu Y , et al. Connecting the countryside via e-commerce: Evidence from China [J]. *American Economic Review: Insights* , 2021 , 3(1) : 35 – 50.

- [16]Li G , Zhang T , Tayi G K. Inroad into omni-channel retailing: Physical showroom deployment of an online retailer [J]. *European Journal of Operational Research* , 2020 , 283(2) : 676 – 691.

- [17]Abhishek V , Guajardo J A , Zhang Z. Business models in the sharing economy: Manufacturing durable goods in the presence of peer-to-peer rental markets [J]. *Information Systems Research* , 2021 , 32(4) : 1450 – 1469.

- [18]田林,余航. 共享经济外部影响定量研究综述[J]. *管理科学学报* , 2020 , 23(9) : 1 – 18.

Tian Lin , Yu Hang. The social and economic impacts of sharing economy: A review on the quantitative literature [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2020 , 23(9) : 1 – 18. (in Chinese)

- [19]Benjaafar S , Kong G , Li X , et al. Peer-to-peer product sharing: Implications for ownership , usage , and social welfare in the sharing economy [J]. *Management Science* , 2019 , 65(2) : 477 – 493.

- [20]王战青,杨德锋,冉伦. 反展厅现象与消费者质量期望的关系研究[J]. *管理科学学报* , 2021 , 24(1) : 71 – 88.

Wang Zhanqing , Yang Defeng , Ran Lun. Relationship between webrooming and consumer quality expectations [J]. *Journal of Management Sciences in China* , 2021 , 24(1) : 71 – 88. (in Chinese)

- [21]Samuel J , Zheng Z E , Xie Y. Value of local showrooms to online competitors [J]. *MIS Quarterly* , 2020 , 44(3) : 1073 – 1106.

- [22]李永立,刘超,樊宁远,等. 众筹平台上网络外部性的价值度量模型[J]. *管理科学学报* , 2020 , 23(6) : 44 – 58.

- Li Yongli, Liu Chao, Fan Ningyuan, et al. Value measurement model of network externality in a crowdfunding platform [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2020, 23(6): 44–58. (in Chinese)
- [23] Burtch G, Gupta D, Martin P. Referral timing and fundraising success in crowd funding [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2021, 23(3): 676–694.
- [24] 谢家平, 夏宇, 梁玲, 等. 产品后市场服务渠道选择: 垂直式或网络化? [J]. *管理科学学报*, 2019, 22(5): 31–46.
- Xie Jiaping, Xia Yu, Liang Ling, et al. Channel selection in service aftermarket: Vertical or networked? [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(5): 31–46. (in Chinese)
- [25] Guo X, Zheng S, Yu Y, et al. Optimal bundling strategy for a retail platform under agency selling [J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(7): 2273–2284.
- [26] 余牛, 李建斌, 刘志学. 电子商务产品定价与返利策略优化及协调研究 [J]. *管理科学学报*, 2016, 19(3): 18–32.
- Yu Niu, Li Jianbin, Liu Zhixue. Optimization of pricing and rebate strategies and coordination for e-commerce product [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(3): 18–32. (in Chinese)
- [27] Schwartz M, Vincent D R. Platform competition with cash-back rebates under no surcharge rules [J]. *The Journal of Industrial Economics*, 2020, 68(2): 298–327.
- [28] 陈斐然, 朱道立. 垄断双边平台的价格策略和数量策略设计问题 [J]. *管理科学学报*, 2021, 24(3): 18–31.
- Chen Feiran, Zhu Daoli. Price strategy and network-size allocation strategy in monopoly two-sided platform [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(3): 18–31. (in Chinese)
- [29] 尹鹏, 丁栋虹, 豆国威. 视频平台用户生成内容投资和定价决策 [J]. *管理科学学报*, 2020, 23(10): 116–126.
- Yin Peng, Ding Donghong, Dou Guowei. User generated content investment and pricing decisions in online video markets [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2020, 23(10): 116–126. (in Chinese)
- [30] 段文奇, 柯玲芬. 利用临界用户规模提升平台利润的定价策略 [J]. *管理科学学报*, 2019, 22(12): 40–55.
- Duan Wenqi, Ke Lingfen. Pricing strategy to increase two-sided platform profit by exploiting critical mass [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(12): 40–55. (in Chinese)
- [31] Li J, Netessine S. Higher market thickness reduces matching rate in online platforms: Evidence from a quasiexperiment [J]. *Management Science*, 2020, 66(1): 271–289.
- [32] Malgonde O, Zhang H, Padmanabhan B, et al. Taming complexity in search matching: Two-sided recommender systems on digital platforms [J]. *Mis Quarterly*, 2020, 44(1): 49–84.
- [33] Basu A, Bhaskaran S, Mukherjee R. An analysis of search and authentication strategies for online matching platforms [J]. *Management Science*, 2019, 65(5): 2412–2431.
- [33] Rietveld J, Schilling M A. Platform competition: A systematic and interdisciplinary review of the literature [J]. *Journal of Management*, 2021, 47(6): 1528–1563.
- [35] 李琪, 王全胜, 宋培建. 自营竞争性进入对第三方绩效的影响研究——基于某大型混合零售平台的实证分析 [J]. *管理科学学报*, 2020, 23(2): 74–88.
- Li Qi, Wang Quansheng, Song Peijian. The impact of reselling's competitive entry on the performance of agency selling: An empirical analysis based on a large hybrid retail platform [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2020, 23(2): 74–88. (in Chinese)

- [36] Hagiu A , Jullien B , Wright J. Creating platforms by hosting rivals [J]. *Management Science* ,2020 ,66(7) : 3234 – 3248.
- [37] Gennaioli N , Shleifer A , Vishny R. Money doctors [J]. *The Journal of Finance* ,2015 ,70(1) : 91 – 114.
- [38] Niculescu M F , Wu D J , Xu L. Strategic intellectual property sharing: Competition on an open technology platform under network effects [J]. *Information Systems Research* ,2018 ,29(2) : 498 – 519.
- [39] Todri V , Ghose A , Singh P V. Trade-offs in online advertising: Advertising effectiveness and annoyance dynamics across the purchase funnel [J]. *Information Systems Research* ,2020 ,31(1) : 102 – 125.
- [40] Cheng H K , Liu Y. Optimal software free trial strategy: The impact of network externalities and consumer uncertainty [J]. *Information Systems Research* ,2012 ,23(2) : 488 – 504.
- [41] Conner K R. Obtaining strategic advantage from being imitated: When can encouraging “clones” pay? [J]. *Management Science* ,1995 ,41(2) : 209 – 225.

Open cooperation strategies between banks and multilateral platforms in the digital era

YANG Mei

School of Finance , Hunan University of Technology and Business , Changsha 410205 , China

Abstract: Digitalization has broken down industrial boundaries and enabled the finance industry to become a more open and inclusive ecosystem. At the same time , digitalization also brings a new challenge: Promoting coexistence and coordination between banks and digital platforms. This research combines consumers’ perceived risk and perceived value to develop a multi-stage dynamic game model that considers transfer payment strategic behavior. Conditions under which banks and digital platforms openly cooperate and the equilibrium strategies in both monopolistic and competitive markets are also explored. Optimal decisions for platform port opening quantities are further analyzed. The results show that in an open equilibrium state , both bank’s optimal degree of data sharing and platform’s optimal variable fee vary with the magnitude of the network effect , the level of consumer interest , costs associated effort level , cooperation costs , and the partnership. Compared with decentralized decision-making , monitoring-based fixed income transfers under joint decision-making increases the motivation to open up when data is unshared or the degree of sharing is weak , but it also leads to a similar double marginal effect. Numerical experiments show that when the variable fee is either low or extremely high , joint opening which achieves Pareto improvements for both the platform and bank is a dominant equilibrium. Otherwise , a decentralized opening might be better than a joint opening. Furthermore , under a weak network effect , a partnership characterized by a strong-strong union and weak-weak alliance can improve the opening efficiency , whereas a strong network effect or high degree of data sharing will lead to monopolistic cooperation opportunities.

Key words: digitalization; open multilateral platform; data sharing; consumer behavior; cooperative strategy

附录

推论 1 的证明:

推论 1 的结果可直接由命题 1 和表 1 中均衡价格求关于 γ 和 τ 的一阶导数得到. 证毕.

推论 2 的证明:

类似推论 1, 同时对 $\frac{\partial \pi_M^*}{\partial \tau}$ 求关于 γ 的一阶导数得到 $\frac{\partial^2 \pi_M^*}{\partial \tau \partial \gamma} = 2(\gamma - 1) < 0$, 然后令 $\frac{\partial \pi_M^*}{\partial \tau}$ 等于零, 即可得到 $\bar{\gamma}$.

证毕.

命题 2 的证明:

根据 $\frac{\partial \pi_M^*}{\partial q} > 0, \frac{\partial \pi_S^*}{\partial F} < 0$, 可求得 $\pi_M^* = x$ 的唯一解 $q^0(q^1)$, 以及 $\pi_S^* = \pi_S^*(\pi_S^*)$ 的唯一解 $F^0, \pi_S^* = \pi_S^*(\pi_S^*)$ 的唯一解 F^1 . 在满足分散开放的约束条件 $\pi_M^* > x, \pi_S^* > \pi_S^*(\pi_S^*)$ 下, 进一步可得平台和银行开放下, 数据共享程度的取值范围分别是 $\frac{\ln q^0(q^1)}{kc} < \varepsilon \leq 1, 0 < \varepsilon < \min\{F^{-1}[F^0(F^1)], 1\}$. 证毕.

推论 3 的证明:

根据命题 2 的结论 求解 $\frac{\partial^2 \pi_M^*}{\partial \lambda^2} = 0$ 并依据 $\frac{\partial^3 \pi_M^*}{\partial \lambda^3} = \frac{3\gamma^5 \sigma^2 q}{2[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]^4} > 0$ 和一阶最优性条件, 易知 $\Delta_1 = -\{[q\gamma^2 + (4 - 8\sigma^2)\gamma + 8\sigma^2]2^{\frac{2}{3}}(-\gamma\sigma^4 q)^{\frac{2}{3}} - 12\gamma^2 \sigma^4 q\}2^{\frac{1}{3}}$ 为 $\frac{\partial \pi_M^*}{\partial \lambda}$ 在 $\lambda < 1 < 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma} - \sigma^2$ 范围内的极小值. 因此,

1) ① 若 $\Delta_1 \geq 0$, 则 π_M^* 在 $\lambda < 1 < 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma} - \sigma^2$ 范围内无极值, 且是关于 λ 的增函数; ② 若 $\Delta_1 < 0$, 则 π_M^*

在 $\lambda < 1 < 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma} - \sigma^2$ 范围内存在唯一极大值点 $\bar{\lambda}$ 和极小值点 $\underline{\lambda}$, 且 $\bar{\lambda} < \underline{\lambda}$; 在此基础上根据三阶函数盛金公式以及 $\lim_{\lambda \rightarrow +\infty} L(x) = \bar{\infty}, \lim_{\lambda \rightarrow 1 + \frac{\sigma^2}{\gamma}} L(x) = -\infty$ 可进一步求得 2) $B(x) = L(x) - q = 0$ 的 3 个解析范围; 从而联

立以上两个条件即可得出平台开放下的 λ 有效区域. 此外, 仅当 $F < F^0(F^1)$, 即 $\lambda < \lambda^0 =$

$$\begin{cases} 1 - \sqrt{\left\{-\frac{[\tau^2 w + (-7w + 3)\tau + 10w - 7]^2}{8\sigma^2(\tau - 2)(\tau - 3)^2} + F\right\}2\sigma^2}, 0 \leq w \leq \max(w_0, 0.5) \\ 1 - \sqrt{\left[\frac{(-1 + w)^2 \tau}{2\sigma^2} + F\right]2\sigma^2}, \max(w_0, 0.5) < w \leq 1 \end{cases}$$

时, 银行才有动力开放. 因此,

综合以上平台和银行的开放性要求并结合 π_M^* 的函数图形可得分散决策下平台的最优 λ 策略. 证毕.

命题 3 的证明:

根据 $\pi^o(\varepsilon)$ 关于 ε 的一阶和二阶导数, 可得 1) 当 $F'(\varepsilon) > (\varepsilon) = \frac{-[(\lambda - 1)\gamma - \sigma^2]^2}{4[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]^2} e^{\varepsilon kc} kc$ 恒成立时, $\pi^o(\varepsilon)$ 单调递减; 2) 当 $F'(\varepsilon) < (\varepsilon)$ 恒成立时, $\pi^o(\varepsilon)$ 单调递增; 在 1) 和 2) 情形下, $\pi^o(\varepsilon) = y$ 均存在唯一解 ε^o .

3) 当 $F'(\varepsilon) = (\varepsilon)$ 时, ① 如果 $kc F'(\varepsilon) - F''(\varepsilon) > 0$, 则 $\bar{\varepsilon} = \frac{\ln\left\{-\frac{4F'(\varepsilon)[\gamma(\sigma^2 + \lambda - 1) - \sigma^2]\sigma^2}{[(\lambda - 1)\gamma - \sigma^2]^2}\right\}}{kc}$ 和 $y^* = \frac{-2c^2\sigma^2 k + [-2F'(\varepsilon)\sigma^2 - \lambda^2 + 1]kc + 2F'(\varepsilon)\sigma^2}{2\sigma^2 kc}$ 分别为 $\pi^o(\varepsilon)$ 的极小值点和极小值, 此时若 $y^* \geq y$, 则 $\pi^o(\varepsilon) \geq y$

恒成立;若 $y^* < y$, 则 $\pi^o(\varepsilon) = y$ 存在两个不同解 ε_1^o 和 ε_2^o . ②如果 $kc F'(\varepsilon) - F''(\varepsilon) < 0$, 则 ε 和 y^* 分别为 $\pi^o(\varepsilon)$ 的极大值点和极大值, 此时若 $y^* > y$, 则 $\pi^o(\varepsilon) = y$ 存在两个不同解 ε_1^o 和 ε_2^o . 综合以上条件, 并在满足联合开放约束 $\pi^o(\varepsilon) > y$ 下, 即可得联合开放下的 3 种数据共享有效范围和最优策略.

证毕.

命题 4 的证明:

类似命题 2 可得 $q^4 (q^5)$ 和 $F^4 (F^5)$ 的临界值, 然后对式 (22) 求关于 Z_i 的一阶和二阶导数, 易知 $Z_i(\gamma) = \frac{2(\gamma + \sigma^2 - 2\gamma\sigma^2)}{\gamma} \in (-2, +\infty)$ 为 $\pi_M^*(\lambda = 0)$ 的极小值点, 且 $\frac{\partial Z_i(\gamma)}{\partial \gamma} = -\frac{2\sigma^2}{\gamma^2} < 0$, 所以 $Z_i(\gamma)$ 是关于 γ 的减函数. 令 γ^* 使得 $\pi_M^*(i = n) = \pi_M^*(i = 1)$, 从而可以进一步求出 γ^* 的具体表达式, 最后结合 π_M^* 的函数性质即可得证.

证毕.

命题 5 的证明:

类似命题 4 可知 $Z_i(q) = \frac{2(\gamma^2\sigma^2q + q\gamma^2\lambda - q\gamma^2 + 4\gamma\sigma^2\lambda - \gamma\sigma^2q + 4\gamma\lambda^2 - 4\gamma\lambda - 4\lambda\sigma^2 + \sqrt{\gamma^4\sigma^4q^2 + 4\gamma^3\sigma^4\lambda q})}{\gamma(\gamma q + 4\lambda)(\lambda - 1)}$ 为 π_M^* 的极小值点, 且 $Z_i(q)$ 是关于 $q \geq 1$ 的减函数 ($\frac{dZ_i(q)}{dq} = \frac{4\gamma^2\sigma^4\lambda}{\sqrt{\gamma^3\sigma^4q(\gamma q + 4\lambda)}(\gamma q + 4\lambda)(\lambda - 1)} < 0$). 同样令 \hat{q} 使得 $\pi_M^*(i = n) = \pi_M^*(i = 1)$, 可以进一步求得 \hat{q} 的具体值, 最后结合 π_M^* 的函数性质即可得证.

证毕.

命题 6 的证明:

类似命题 3 可得 $q^6 (q^7)$ 的临界值; 类似命题 4 易知 $\hat{Z}_i(q) = \frac{2(\gamma^2\sigma^2q + q\gamma^2\lambda - q\gamma^2 + 2\gamma\sigma^2\lambda - \gamma\sigma^2q + 2\gamma\lambda^2 + 2\gamma\sigma^2 - 2\gamma\lambda + \sqrt{\gamma^4\sigma^4q^2 + 2\gamma^3\sigma^4(\lambda q + q)} - 2\gamma - 2\sigma^2)}{(\gamma q + 2\lambda + 2)(\lambda - 1)\gamma}$ 为 $\pi_s^* +$ π_s^* 的极小值点, 且 $\hat{Z}_i(q)$ 是关于 $q \geq 1$ 的减函数 ($\frac{d\hat{Z}_i(q)}{dq} = \frac{2(\lambda + 1)\gamma^2\sigma^4}{\sqrt{\gamma^3\sigma^4q(\gamma q + 2\lambda + 2)}(\gamma q + 2\lambda + 2)(\lambda - 1)} < 0$), 同样令 \check{q} 使得 $\pi_s^*(i = n) = \pi_s^*(i = 1)$, 则可进一步求出 \check{q} 的具体值, 最后结合 π_s^* 的函数性质即可得证.

证毕.