

大数据背景下制造商定价策略的 演化博弈研究

郑天牧¹, 郑月龙², 蔡琴²

(1. 华夏银行重庆分行, 重庆 400023; 2. 重庆工商大学工商管理学院, 重庆 400067)

摘要: 大数据对制造商形成定价策略具有重要意义, 在大数据背景下构建制造商定价策略的双群体演化博弈模型, 解析制造商定价策略的演化稳定策略及影响因素。研究表明: 给定对方定价策略, 只要个人信息保护力度足够大, 制造商更倾向于选择同一性定价策略, 反之, 更倾向于选择歧视性定价策略。当保护力度适中时, 制造商定价策略演化与定制成本、信息搜集成本及制造商技术水平差距相关。个人信息保护力度及两家制造商可变成本质量成本系数之差通过影响演化稳定策略的吸引域对制造商定价策略系统演化产生影响, 当混合均衡点存在时, 系统演化受到单位信息搜寻成本、单位定制成本等影响, 相关影响机理需做具体分析。

关键词: 大数据; 同一性定价; 歧视性定价; 演化博弈

中图分类号: D22; L43, L51 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-9841(2024)02-0156-12

一、引言

当前, 数据成为核心生产要素, 企业将消费者信息整合成为大数据, 对消费者偏好加以搜集、整理、研究的能力在市场竞争中变得愈发重要^[1]。企业利用这些数据对消费者群体进行建模, 并采用“一人一价”定制化价格, 但同时也带来了“大数据杀熟”价格歧视问题^[2-4]。加剧消费者隐私泄露风险的同时, 也降低了消费者对网络交易市场的信任^[5]。随着消费者个人信息保护意识的增强, 国家也出台相关政策法规对个人信息进行保护, 如2021年颁布的《中华人民共和国个人信息保护法》, 使企业搜集信息的难度及成本发生变化, 影响着企业产品定价决策。据此, 本文在大数据背景下以两类制造商为主体, 通过建立制造商定价策略的双群体演化博弈模型, 研究制造商定价策略的动态演化及其影响机理。

与本文研究相关的文献主要有两类, 一是关于歧视性定价策略的研究, Armstrong^[6]指出歧视性定价不仅减弱了竞争对手对自身利润的影响而且也减小了企业与消费者的信息不对称, 有利于提升企业利润; Sundararajan 分析了消费者需求差异下的定价问题, 研究表明歧视定价提高

作者简介: 郑天牧, 华夏银行重庆分行。

通讯作者: 郑月龙, 重庆工商大学工商管理学院, 教授。

基金项目: 国家社会科学基金项目“双向协同下产业共性技术跨组织合作研发机制研究”(20BJY005), 项目负责人: 郑月龙; 国家自然科学基金青年项目“品牌极化策略的实施效果与作用机制研究: 群体符号边界理论视角”(72302027), 项目负责人: 江霞; 重庆市教育委员会人文社会科学研究项目“基于群体模仿的成渝双城经济圈新消费场景打造策略与区域消费升级路径研究”(22SKGH215), 项目负责人: 江霞。

了垄断企业的利润^[7]; Anderson 等^[8]考虑了消费者支付意愿,通过构建垄断企业的歧视定价模型,研究了价格歧视使企业获利条件。但斌等^[9]通过细分消费者偏好研究了企业产品的歧视定价策略,发现与单一定价策略相比歧视定价策略获利更高。周慧妮等^[10]认为在竞争市场中非歧视价格策略定价总是高于歧视价格策略,而歧视定价的利润总是高于非歧视定价; Li 等^[11]研究指出与没有价格歧视的模型相比,在价格歧视模型下企业获得了更多利润,对环境造成的影响更小; Bergemann 等^[12]比较分析了三级价格歧视和统一定价的问题。二是关于大数据下歧视性定价策略的研究,学者们研究指出,在大数据时代企业根据消费者信息实施歧视定价的方法已经不断丰富,如对消费者购买记录进行跟踪^[13-14]、为消费者提供预售折扣作为价格歧视机制^[15]、基于行为的价格歧视的盈利能力^[16]及数据对不同规模的平台企业定价及收益影响^[17-18]等。由于细分市场是实施价格歧视的前提,学术界也开始关注消费者的偏好问题^[19-20]。最近,李世杰^[21]探讨了互联网平台阶梯式定价策略及其产业实践对平台用户规模的影响机理,并指出阶梯式定价机制与价格歧视理论的本质差异。

综上,现有研究主要探讨了同一性定价策略和歧视定价策略的选择问题,学者们对同一性定价还是歧视定价对企业更优产生分歧,但大多数学者都倾向于认为歧视定价对企业更优。然而,没有重视个人信息保护力度、信息搜集成本、定制成本、企业间的技术差距等因素对企业价格决策的影响。为此,本文在大数据背景下建立制造商定价策略的双群体演化博弈模型,研究了个人信息保护力度、信息搜集成本、定制成本、制造商间的技术差距等因素对同一性定价和歧视性定价策略的影响。本文创新之处在于通过构建双群体演化博弈模型揭示制造商群体定价策略的动态演化过程,解析个人信息保护力度、信息搜集成本、定制成本、制造商间的技术差距等因素对制造商定价策略的影响机理。

二、模型基本假设

基于 Hotelling 线性市场模型,假设市场中存在两类基于 iOS 平台和 Andriod 平台的制造商群体,前者如 IPHONE、IPAD 等,后者如华为、OPPO、VIVO、小米等,两类群体中随机选择位于线性市场 $[0,1]$ 两端 0 和 1 处的两个代表性制造商 0 和 1,两个制造商为均匀地分布在线性市场中总量为 1 的消费者提供产品。假设消费者对产品水平偏好类型 x (简称“偏好类型”)以其在市场中所处位置表示,每位消费者对该产品愿意支付的保留价格为 v ^①;据 Ishibashi 等^[22]的研究,假设偏好类型为 x 的消费者,在观测到产品价格 $P(x)$ 和质量水平 q 后,选择购买一单位或不购买该产品。若购买,则获得效用 $u(x) = v + q - P(x)$,若不购买则效用为 0。考虑到 IPHONE 等产品定位和实际售价,一般而言,基于 iOS 平台的消费者保留价格高于 Andriod,但由于基于 Android 平台的制造商也逐渐推出高端产品,加之消费者需求的差异性,两个平台的消费者保留价格关系比较复杂,不失一般性,假设基于两个平台的消费者保留价格均为 v (v 足够大),故其一定选择购买产品。假设消费者选择购买使自身效用更大的产品或同自身偏好类型更接近的产品,假设消费者产品购买选择与产品质量和价格之差 $q_i - P_i(x)$ 相关,根据王世强等^[23]的研究称之为产品性价比。

对于线性市场两家制造商 i ($i=0,1$)而言,可能产生三类成本,第一类是质量成本,即产品质量水平为 q_i ,根据 Banker 等^[23]的研究,每件产品质量成本为 $c(q_i) = q_i^2 / 2k_i$, k_i 为可变质量成本系数,越大表示效率越高,相应制造商技术水平越高,且 k_i 是共同知识;第二类是定制成本,是指

① 当消费者最高支付意愿是可变函数 $v(x)$ 时,不会改变研究结论^[2]。

制造商投入与消费者偏好相关的成本,以满足消费者特定偏好,对于偏好类型为 x 的消费者,制造商 0 的该项成本为 tx ,制造商 1 则为 $t(1-x)$, t 为单位定制成本。假设市场中消费者偏好分布是共同知识,而每个消费者偏好是私人信息,当制造商无法掌握每个消费者偏好的私人信息时,只能基于消费者偏好分布提供产品并由消费者自行选择购买,此时,制造商只能基于消费者偏好分布进行同一性定价(U),即产品的价格对任意消费者偏好 x 均为常数,以制造商 1 为例,有 $P_1(x)=p_1+t(1-x)$,其中 p_1 为常数。

三是信息搜寻成本,制造商可运用大数据技术对消费者信息进行分析进而精准识别每个消费者的偏好类型和支付意愿。为获取此类信息,制造商需要付出信息搜寻成本,与制造商自身定位同消费者偏好间的差距相关。例如,偏好 iOS 平台这类消费者更易在该平台留下搜索痕迹和(或)购买记录,这利于 iOS 平台对相关消费者进行精准识别,而竞争对手 Andriod 平台对该类消费者进行精准识别所付出的成本相对较高。假设对偏好类型为 x 的消费者,制造商 0 所需付出的信息搜集成本为 $c_0(x)=cx$,制造商 1 所需付出成本相应为 $c_1(x)=c(1-x)$, c 为制造商的单位信息搜寻成本。制造商获取消费者偏好信息后能够将具有某特征的产品直接卖给特定消费者,并采用歧视性定价(D),即产品价格仍随消费者偏好 x 的变化而发生改变,以制造商 1 为例,即 $P_1(x)=p_1(x)+t(1-x)$,其中 $p_1(x)$ 为与消费者偏好类型 x 相关的函数。根据 Wattal 等^[24]的研究,消费者对产品水平特征的偏好使得制造商能够通过满足消费者的偏好来弥补其产品在质量层面的不足,从而仍可制定较高的产品价格,这为制造商选择歧视性定价提供了激励。

进一步假设制造商在线性市场分界点为 $x_0 \in [0,1]$,制造商 0 市场范围为 $[0,x_0]$,制造商 1 市场范围为 $[x_0,1]$ 。制造商搜寻消费者信息产生的总成本为 $C_i(x_0)$, $i=0,1$ 。制造商的利润函数分别为 $\Pi_0 = \int_0^{x_0} [P_0(x) - c(q_0) - tx] dx - C_0(x)$ 和 $\Pi_1 = \int_{x_0}^1 [P_1(x) - c(q_1) - t(1-x)] dx - C_1(x)$ 。当制造商进行歧视性定价时,制造商搜寻消费者信息产生的总成本分别为 $C_0(x) = \int_0^{x_0} \alpha c_0(x) dx$ 和 $C_1(x) = \int_{x_0}^1 \alpha c_1(x) dx$,其中 α 为个人信息保护力度;若制造商进行同一性定价时,不需要支付信息搜寻成本,则 $c=0$,相应的 $C_i(x)=0$, $i=0,1$ 。为保证分析在经济学上有意义,参考王世强等^[2]的研究,假设制造商 0 在质量提升方面具有技术优势即 $k_0 > k_1$;为保证技术劣势制造商 1 不会被逐出市场,假设 $0 < k_0 - k_1 < 2t$ 。

本文的博弈结构为,两家制造商同时决定自身质量水平(q_0, q_1),观测到自身及竞争对手的质量之后,两家制造商决定价格策略 U 或 D ,有均选择同一性价格(U, U),或均选择歧视性价格(D, D),或只有一家选择歧视性价格(U, D)或(D, U)等四种策略组合,制造商双方的策略选择行为会随时间进行演进,依据制造商群体的平均收益值而做出动态调整。

三、制造商的单次博弈分析

来自基于 iOS 平台和基于 Andriod 平台随机配对的制造商 0 和制造商 1 都选择 U 策略,此时不产生信息搜寻成本,即有 $C_1(x)=C_2(x)=0$ 。两家制造商价格分别为 $P_0(x)=p_0+tx$ 和 $P_1(x)=p_1+t(1-x)$ 。由此易知,市场分界点 x_0 由两家制造商的价格和质量决定,而在 x_0 的消费者选择任一家制造商产品获得的效用无差异,即 $v+q_0-P_0(x)=v+q_1-P_1(x)$,解得 $x_0 = \frac{(q_0 - p_0 - q_1 + p_1 + t)}{2t}$,进一步代入制造商 0 和 1 的利润函数后对 p_0 和 p_1 求导,可得两家制造商的优定价,代入制造商 0 和 1 的利润后的两家制造商最优利润,进而对 q_0 和 q_1 求导可得两家制造商的最优产品质量水平为 $q_0^{UU*} = k_0, q_1^{UU*} = k_1$;制造商 0 和 1 的最优定价、市场临界点为 $p_0^{UU*} = \frac{4k_0 - k_1 + 6t}{6}, p_1^{UU*} = \frac{4k_1 - k_0 + 6t}{6}, x_0^{UU*} = \frac{k_0 - k_1 + 6t}{12t}$;进而可得两家制造商的最优利润

$$\text{分别为 } \Pi_0^{UU*} = \frac{(k_0 - k_1 + 6t)^2}{72t}, \Pi_1^{UU*} = \frac{(k_0 - k_1 - 6t)^2}{72t}。$$

若制造商 0 选择 U 策略, 制造商 1 选择 D 策略, 此时, 制造商 0 采用同一性定价, 不产生信息搜集成本, 即有 $C_0(x) = 0$, 其价格表示为 $P_0(x) = p_0 + tx$ 。制造商 1 基于大数据技术对消费者信息进行搜索, 产生信息搜寻成本 $C_1(x) > 0$, 根据消费者偏好类型 x 设置产品价格 $P_1(x)$ 。对偏好类型为 x 的消费者, 若 $q_1 - P_1(x) < q_0 - P_0(x)$, 制造商 1 将失去此类消费者; 若 $P_1(x) < P_0(x) - q_0 + q_1$, 制造商 1 稍提高自身价格即可获得更高的利润水平。可知, 制造商 1 的定价策略将始终保证其与制造商 0 的产品性价比相同, 满足 $P_1(x) = P_0(x) - q_0 + q_1$, 此时制造商 1 的产品价格 and 市场份额与信息搜寻成本有关。事实上, 制造商 1 为实现利润最大化, 在销售范围内每一类消费者的获利均不小于 0。故对偏好类型为 x 的消费者, 制造商 1 的最低定价是 $k_1 q_1 + \frac{1}{2} q_1^2 + t(1-x) + c(1-x)$ 。故此时市场分界点将满足 $p_0 + tx - q_0 + q_1 = \frac{q_1^2}{2k_1} + t(1-x) + c(1-x)$, 类似地易得制造商最优产品质量水平 $q_0^{UD*} = k_0, q_1^{UD*} = k_1$; 制造商 0 和 1 的最优定价、市场临界点为 $p_0^{UD*} = \frac{3k_0 - k_1 + 2t + 2c}{4}, p_1^{UD*} = \frac{(4t + 3c)k_1 - ck_0 + 2c(3t + c)}{4(2t + c)}, x_0^{UD*} = \frac{(k_0 - k_1 + 2t + 2c)}{4(2t + c)}$; 制造商的最优利润分别为 $\Pi_0^{UD*} = \frac{(k_0 - k_1 + 2(t + c))^2}{16(2t + c)}, \Pi_1^{UD*} = \frac{(2t + 2c - c\alpha)(k_0 - k_1 - 2(3t + c))^2}{32(2t + c)^2}$ 。

若制造商 0 选择 D 策略, 制造商 1 选择 U 策略, 此时, 制造商 1 采用同一性定价, 不产生信息搜集成本, 即有 $C_1(x) = 0$, 其价格表示为 $P_1(x) = p_1 + t(1-x)$ 。制造商 0 基于大数据技术对消费者信息进行搜索, 产生信息搜寻成本 $C_0(x) > 0$, 并进行价格歧视, 根据消费者偏好类型 x 设置产品价格 $P_0(x)$ 。对偏好类型为 x 的消费者, 若 $q_0 - P_0(x) < q_1 - P_1(x)$, 制造商 0 将失去此类消费者; 若 $P_0(x) < P_1(x) - q_1 + q_0$, 制造商 0 稍提高自身价格即可获得更高的利润水平。由此可知, 制造商 0 的定价策略将始终保证其与制造商 1 的产品性价比相同, 价格满足 $P_0(x) = P_1(x) - q_1 + q_0$, 此时制造商 0 产品价格和市场份额与信息搜寻成本有关。制造商 0 为实现利润最大化, 在销售范围内每一类消费者处获得的利润均不小于 0。故对偏好类型为 x 的消费者, 制造商 0 的最低定价是自身成本 $\frac{q_0^2}{2k_0} + tx + cx$ 。故此时市场分界点满足 $p_1 + t(1-x) - q_1 + q_0 = \frac{q_0^2}{2k_0} + tx + cx$, 类似地易得制造商最优产品质量水平 $q_0^{DU*} = k_0, q_1^{DU*} = k_1$; 制造商 0 和 1 的最优定价、市场临界点为 $p_0^{DU*} = \frac{(4t + 3c)k_0 - ck_1 + 2c(3t + c)}{4(2t + c)}, p_1^{DU*} = \frac{3k_1 - k_0 + 2t + 2c}{4}, x_0^{DU*} = \frac{k_0 - k_1 + 6t + 2c}{4(2t + c)}$; 制造商的最优利润分别为 $\Pi_0^{DU*} = \frac{(2t + 2c - c\alpha)(k_0 - k_1 + 2(3t + c))^2}{32(2t + c)^2}, \Pi_1^{DU*} = \frac{(k_0 - k_1 - 2(t + c))^2}{16(2t + c)}$ 。

若制造商 0 和制造商 1 都选择 D 策略, 此时, 两家制造商均进行信息搜寻并选择歧视性定价, 双方都会产生信息搜寻成本, 有 $C_0(x) > 0$ 及 $C_1(x) > 0$, 此时两家制造商将根据竞争对手的成本函数确定自身的价格。实际上, 对制造商 0 而言, 其对偏好类型为 x 的消费者所能制定的价格上限 $\bar{P}_0(x)$ 满足 $\bar{P}_0(x) - q_0 = \frac{q_1^2}{2k_1} + t(1-x) + c(1-x) - q_1$, 即保证竞争对手采用成本定价

时,自身市场范围内的消费者选择两类产品可取得相同的效用水平。类似地,制造商 1 所能制定的价格上限 $\bar{P}_1(x)$ 满足 $\bar{P}_1(x) - q_1 = \frac{q_0^2}{2k_0} + tx + cx - q_0$, 此时,两家制造商的市场分界点满足 $\frac{q_0^2}{2k_0} + tx + cx - q_0 = \frac{q_1^2}{2k_1} + t(1-x) + c(1-x) - q_1$, 类似地易得制造商最优产品质量水平 $q_0^{DD*} = k_0, q_1^{DD*} = k_1$; 制造商 0 和 1 的最优定价、市场临界点为 $p_0^{DD*} = \frac{(2t+3c)k_0 - ck_1 + 2c(t+c)}{4(t+c)}$, $p_1^{DD*} = \frac{(2t+3c)k_1 - ck_0 + 2c(t+c)}{4(t+c)}$, $x_0^{DD*} = \frac{k_0 - k_1 + 2t + 2c}{4(t+c)}$; 制造商的最优利润分别为 $\Pi_0^{DD*} = \frac{(2t+3c-c\alpha)(k_0 - k_1 + 2(t+c))^2}{32(t+c)^2}$, $\Pi_1^{DD*} = \frac{(2t+3c-c\alpha)(k_0 - k_1 - 2(t+c))^2}{32(t+c)^2}$ 。综上可得,两家制造商 0 和 1 的博弈支付矩阵,如表 1 所示:

表 1 制造商 0 与制造商 1 的博弈支付矩阵

		制造商 1	
		U 策略	D 策略
制造商 0	U 策略	Π_0^{UU*}, Π_1^{UU*}	Π_0^{UD*}, Π_1^{UD*}
	D 策略	Π_0^{DU*}, Π_1^{DU*}	Π_0^{DD*}, Π_1^{DD*}

四、制造商产品价格的演化稳定策略

根据前文分析研究,由表 1 可得命题 1:

命题 1:(1)当制造商 1 选择策略 U 时,制造商 0 选择策略 U 和 D 的利润分别为 Π_0^{UU*} 和 Π_0^{DU*} , 制造商 0 选择 U 和 D 策略的临界点为 $\alpha_1 > 0$, 当 $\alpha > \alpha_1$ 时, $\Pi_0^{UU*} - \Pi_0^{DU*} > 0$, 制造商 0 选择 U 策略; 当 $\alpha < \alpha_1$ 时, $\Pi_0^{UU*} - \Pi_0^{DU*} < 0$, 制造商 0 选择 D 策略。

(2)当制造商 1 选择策略 D 时,制造商 0 选择策略 U 和 D 的利润分别为 Π_0^{UD*} 和 Π_0^{DD*} , 制造商 0 选择 U 和 D 策略的临界点为 $\alpha_2 > 0$, 当 $\alpha > \alpha_2$ 时, $\Pi_0^{UD*} - \Pi_0^{DD*} < 0$, 制造商 0 选择 U 策略; 当 $\alpha < \alpha_2$ 时, $\Pi_0^{UD*} - \Pi_0^{DD*} > 0$, 制造商 0 选择 D 策略。

(3)当制造商 0 选择策略 U 时,制造商 1 选择策略 U 和 D 的利润分别为 Π_1^{UU*} 和 Π_1^{UD*} , 制造商 1 选择 U 和 D 策略的临界点为 $\alpha_3 > 0$, 当 $\alpha > \alpha_3$ 时, $\Pi_1^{UU*} - \Pi_1^{UD*} > 0$, 制造商 1 选择 U 策略; 当 $\alpha < \alpha_3$ 时, $\Pi_1^{UU*} - \Pi_1^{UD*} < 0$, 制造商 1 选择 D 策略。

(4)当制造商 0 选择策略 D 时,制造商 1 选择策略 U 和 D 的利润分别为 Π_1^{DU*} 和 Π_1^{DD*} , 制造商 1 选择 U 和 D 策略的临界点为 $\alpha_2 > 0$, 当 $\alpha > \alpha_2$ 时, $\Pi_1^{DU*} - \Pi_1^{DD*} < 0$, 制造商 1 选择 U 策略; 当 $\alpha < \alpha_2$ 时, $\Pi_1^{DU*} - \Pi_1^{DD*} > 0$, 制造商 1 选择 D 策略。其中:

$$\alpha_1 = \frac{((18t(t+c)(k_0 - k_1 + 6t + 2c))^2 - 4(2t+c)^2(k_0 - k_1 + 6t)^2)}{9tc(k_0 - k_1 + 6t + 2c)^2},$$

$$\alpha_2 = \frac{((2t+c)(2t+3c) - 2(t+c)^2)}{c(2t+c)}$$

$$\alpha_3 = \frac{(18t(t+c)(k_0 - k_1 - 6t - 2c))^2 - 4(2t+c)^2(k_0 - k_1 - 6t)^2)}{9tc(k_0 - k_1 - 6t - 2c)^2}$$

命题 1 表明,当制造商 0 或 1 选定策略时,制造商 1 或 0 的最优策略与个人信息保护力度有关,且存在一个临界值,当个人信息保护力度 α 高于该临界值时,此时制造商难以搜集到消费者私人信息进行歧视性定价,制造商将选择同一性定价策略;反之,当个人信息保护力度较低时,制

造商将选择歧视性定价策略。

假设制造商 0 群体中选择 U 策略的比例为 x_0 , 选择 D 策略的比例为 $1-x_0$; 制造商 1 群体中选择 U 策略的比例为 x_1 , 选择 D 策略的比例为 $1-x_1$ 。根据复制者动态方程, 制造商 0 选择策略 U 的数量增长率为 $\frac{\dot{x}_0}{x_0}$ 可表示为 $e \cdot A(x_1, 1-x_1)^T$ 减去其平均适应度 $(x_0, 1-x_0) \cdot A(x_1, 1-x_1)^T$, 其中 $e = (1, 0)$ 表示制造商 0 以 1 的概率选择 U 策略, A 表示制造商 0 的支付矩阵, 其中 $A = \begin{bmatrix} \Pi_0^{UU*} & \Pi_0^{UD*} \\ \Pi_0^{DU*} & \Pi_0^{DD*} \end{bmatrix}$ 。据此, 制造商 0 的复制者动态方程可表示为:

$$\dot{x}_0 = x_0(e - (x_0, 1-x_0))B(x_1, 1-x_1)^T \quad (1)$$

将制造商 0 的支付矩阵代入复制动态方程(系统), 整理得:

$$\dot{x}_0 = x_0(1-x_0)(x_1(\Pi_0^{UU*} - \Pi_0^{DU*}) + (1-x_1)(\Pi_0^{UD*} - \Pi_0^{DD*})) \quad (2)$$

同理, 制造商 1 选择 U 策略的增长率为 $\frac{\dot{x}_1}{x_1}$ 可表示为 $(1-x_1, x_1-1)B(x_0, 1-x_0)^T$, 制造商的支付矩阵 $B = \begin{bmatrix} \Pi_1^{UU*} & \Pi_1^{DU*} \\ \Pi_1^{UD*} & \Pi_1^{DD*} \end{bmatrix}$, 整理得制造商 1 的复制动态方程(系统)为:

$$\dot{x}_1 = x_1(1-x_1)(x_0(\Pi_1^{UU*} - \Pi_1^{UD*}) + (1-x_0)(\Pi_1^{DU*} - \Pi_1^{DD*})) \quad (3)$$

根据假设条件及命题 1 容易判断 $\alpha_1 < \alpha_3$, 可得命题 2。

命题 2 根据式(2)和(3)给出的复制动态方程, 可得:(1)点 $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$ 是复制动态系统的四个均衡点;(2)当个人信息保护力度满足 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 或 $\alpha_2 < \alpha < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, (x_0^*, x_1^*) 是动态系统的混合均衡点。其中:

$$x_0^* = \frac{9t(2t+c)(k_0-k_1-2t-2c)^2((2t+c)(2t+3c-ca)-2(t+c)^2)}{\left((t+c)2(4(2t+c)^2(k_0-k_1-6t)^2-9t(2t+2c-ca)(k_0-k_1-6t-2c)^2) \right. \\ \left. + 9t(2t+c)(k_0-k_1-2t-2c)2((2t+c)(2t+3c-ca)-2(t+c)^2) \right)}$$

$$x_1^* = \frac{9t(2t+c)(k_0-k_1+2t+2c)^2((2t+c)(2t+3c-ca)-2(t+c)^2)}{\left((t+c)2(4(2t+c)^2(k_0-k_1+6t)^2-9t(2t+2c-ca)(k_0-k_1+6t+2c)^2) \right. \\ \left. + 9t(2t+c)(k_0-k_1+2t+2c)2((2t+c)(2t+3c-ca)-2(t+c)^2) \right)}$$

根据命题 1~2 可得命题 3, 并得出相应的演化稳定策略(ESS)。

命题 3 当满足 $0 < k_0 - k_1 < 2t$ 时, 若 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$, (1)当 $\alpha < \alpha_3$ 时, ESS 为(D, D)记为 $(0, 0)$; (2)当 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 时, ESS 为(U, U), (D, D)记为 $(1, 1)$, $(0, 0)$; (3)当 $\alpha > \alpha_2$ 时, ESS 为(U, U)记为 $(1, 1)$ 。若 $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$, (1)当 $\alpha < \alpha_2$ 时, ESS 为(D, D)记为 $(0, 0)$; (2)当 $\alpha_2 < \alpha < \alpha_3$ 时, ESS 为(U, D)记为 $(1, 0)$; (3)当 $\alpha > \alpha_3$ 时, ESS 为(U, U)记为 $(1, 1)$ 。若 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$, (1)当 $\alpha < \alpha_2$ 时, ESS 为(D, D)记为 $(0, 0)$; (2)当 $\alpha_2 < \alpha < \alpha_1$ 时, ESS 为(U, D), (D, U)记为 $(1, 0)$, $(0, 1)$; (3)当 $\alpha_1 < \alpha < \alpha_3$ 时, ESS 为(U, D)记为 $(1, 0)$; (4)当 $\alpha > \alpha_3$ 时, ESS 为(U, U)记为 $(1, 1)$ 。

由命题 3, 只要个人信息保护力度足够大, 制造商更倾向于选择 U 策略即同一性定价策略; 当个人信息保护力度较小时, 制造商更倾向于选择 D 策略即歧视性定价策略; 当个人信息保护力度适中时, 制造商定价策略行为演化与信息搜集成本、定制成本及制造商之间的技术水平差距相关。进而可得稳定点为 $(1, 1)$, $(0, 0)$, 鞍点为 (x_0^*, x_1^*) 的相位图如图 1(a)所示, 稳定点为 $(1, 0)$ 和 $(0, 1)$, 鞍点为 (x_0^*, x_1^*) 的相位图如图 1(b)所示。

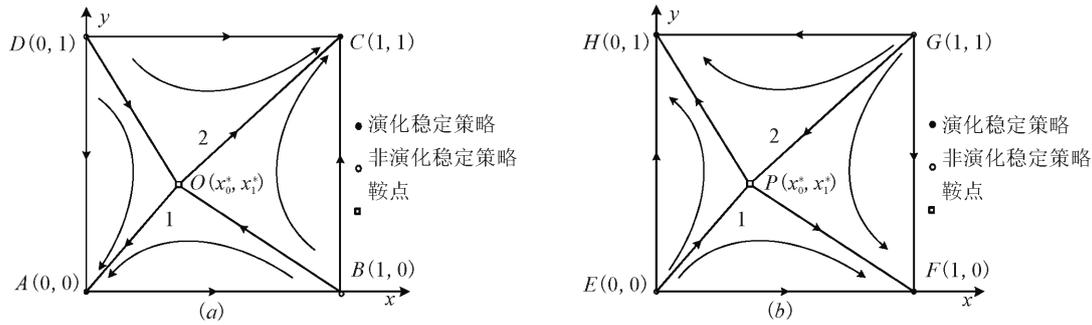


图1 制造商0和制造商1的演化相位图

根据 Weibull^[25]的研究,非对称情况下混合均衡不是 ESS,但混合均衡点 x_0^*, x_1^* 的大小会影响系统演化趋势,根据 (x_0^*, x_1^*) 可得命题 4(相关证明过程如有需要请与作者联系)。

命题 4 当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 时,有 $\frac{\partial x_0^*}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial x_1^*}{\partial \alpha} < 0$; 当 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_4 < \alpha_2$ 或 $\alpha_4 > \alpha_2$ 时,有 $\frac{\partial x_0^*}{\partial (k_0 - k_1)} > 0$; 当 $\alpha_3 < \alpha_4 < \alpha < \alpha_2$ 时,有 $\frac{\partial x_0^*}{\partial (k_0 - k_1)} < 0$; 当 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_5$ 或 $\alpha_5 > \alpha_2$ 时, $\frac{\partial x_1^*}{\partial (k_0 - k_1)} < 0$; 当 $\alpha_5 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 或 $\alpha_3 < \alpha_5 < \alpha < \alpha_2$ 时, $\frac{\partial x_1^*}{\partial (k_0 - k_1)} > 0$; 当 $\alpha_2 < \alpha < \alpha_1 < \alpha_3$ 时,有 $\frac{\partial x_0^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial x_1^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial x_0^*}{\partial (k_0 - k_1)} < 0, \frac{\partial x_1^*}{\partial (k_0 - k_1)} > 0$ 。其中, $\alpha_4 = \frac{(18t^2(t+c)(k_0-k_1-6t-2c) - 2(2t+c)^2(2t-c)(k_0-k_1-6t))}{9t^2c(k_0-k_1-6t-2c)}$;
 $\alpha_5 = \frac{(18t^2(t+c)(k_0-k_1+6t+2c) - 2(2t+c)^2(2t-c)(k_0-k_1+6t))}{9t^2c(k_0-k_1+6t+2c)}$ 。

由命题 4,个人信息保护力度 α 及两家制造商可变成本质量成本系数之差 $(k_0 - k_1)$ 通过影响 $(0,0)$ 、 $(1,1)$ 的吸引域进而对系统演化产生影响。当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 时, x_0^* 和 x_1^* 都是 α 的严格减函数,此时随 α 增加,均衡点 $(1,1)$ 的吸引域增大,系统的 ESS 演化至 $(1,1)$ 的概率变大,反之演化稳定至 $(0,0)$ 的概率增大; 当 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_4 < \alpha_2$ 或 $\alpha_4 > \alpha_2$ 时, x_0^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格增函数; 当 $\alpha_5 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 或 $\alpha_3 < \alpha_5 < \alpha < \alpha_2$ 时, x_1^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格递增函数,此时随着 $(k_0 - k_1)$ 的增加,系统的 ESS 演化至 $(0,0)$ 的概率增大,反之系统演化稳定至 $(1,1)$ 的概率变大; 当 $\alpha_3 < \alpha_4 < \alpha < \alpha_2$ 时, x_0^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格减函数,当 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_5$ 或 $\alpha_5 > \alpha_2$ 时, x_1^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格递减函数,此时随着 $(k_0 - k_1)$ 的增加,系统的 ESS 演化至 $(1,1)$ 的概率增大,反之演化稳定至 $(0,0)$ 的概率变大; 当 $\alpha_2 < \alpha < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, x_0^* 和 x_1^* 都是 α 的严格增函数; x_0^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格减函数, x_1^* 是 $(k_0 - k_1)$ 的严格增函数,即随着 α 的增加均衡点 $(0,0)$ 的吸引域增大,系统的 ESS 演化至 $(0,0)$ 的概率变大,反之演化稳定至 $(1,1)$ 的概率变大,此时 $(k_0 - k_1)$ 的影响取决于 x_0^* 和 x_1^* 的相对增减幅度。当混合均衡点存在时,还受单位信息搜寻成本、单位定制成本等的影响,由于影响较复杂,下面通过数值分析进行解析。

五、演化稳定策略的影响因素分析

本节通过数值分析对相关命题及结论进行验证。根据复制动态方程(2)和(3),对 \dot{x}_0 和 \dot{x}_1

分别关于 \dot{x}_0 和 \dot{x}_1 求偏导数,可得雅可比矩阵 $J = \begin{bmatrix} \partial \dot{x}_0 / \partial x_0 & \partial \dot{x}_0 / \partial x_1 \\ \partial \dot{x}_1 / \partial x_0 & \partial \dot{x}_1 / \partial x_1 \end{bmatrix}$, 据此判断复制动态系统

的均衡点 $(0,0)$, $(0,1)$, $(1,0)$, $(1,1)$ 和 (x_0^*, x_1^*) 的局部稳定性, 即当 $\det J > 0$ 且 $\sigma_o^F < \sigma_m^F$ 时, 均衡点为 ESS, 当 $\det J < 0$ 时, 为鞍点, 否则为不稳定点。

(一) 不同情形下系统演化稳定均衡分析

设 $k_0=1, k_1=0.5, c=1, t=1$ (满足条件 $0 < k_0 - k_1 < 2t$, 下同), 由命题 1 可得 3 个临界值点分别为 $\alpha_1=1.660\ 9, \alpha_2=2.333\ 3, \alpha_3=1.848\ 9$, 个人信息保护力度取值 $\alpha=1, \alpha=2, \alpha=3$, 运用 Mathematica 软件计算结果如表 2 所示。设 $k_0=1, k_1=0.1, c=1, t=0.6$, 根据命题 1 可得 3 个临界值点为 $\alpha_1=1.481\ 7, \alpha_2=1.872\ 7, \alpha_3=2.016\ 8$, 个人信息保护力度取值 $\alpha=1, \alpha=2, \alpha=3$, 如表 3 所示。设 $k_0=0.3, k_1=0.1, c=1, t=0.2$, 根据命题 1 可得 3 个临界值点分别为 $\alpha_1=1.661\ 5, \alpha_2=1.342\ 9, \alpha_3=1.916\ 1$, 个人信息保护力度分别取值 $\alpha=1.2, \alpha=1.5, \alpha=1.8, \alpha=2.1$, 如表 4 所示。

表 2 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时均衡的局部稳定性

	(0,0)		(0,1)		(1,0)		(1,1)	
	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ
$\alpha=1$	0.026 9	-0.338 5	-0.021 2	-0.038 2	-0.035 0	0.045 1	0.027 5	0.331 6
$\alpha=2$	0.001 7	-0.084 6	0.002 7	0.117 0	0.001 6	0.082 2	0.002 5	-0.114 6
$\alpha=3$	0.006 7	0.169 3	-0.021 4	0.272 1	-0.023 7	0.119 4	0.075 5	-0.560 8

表 3 $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$ 时均衡的局部稳定性

	(0,0)		(0,1)		(1,0)		(1,1)	
	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ
$\alpha=1$	0.010 1	-0.235 4	-0.007 4	-0.075 0	-0.026 0	0.034 1	0.019 1	0.276 4
$\alpha=2$	0.000 2	0.034 3	-0.001 2	0.133 2	0.000 06	-0.028 5	-0.000 3	-0.139
$\alpha=3$	0.016 8	0.304 1	-0.030 2	0.341 4	-0.032 4	-0.091 1	0.058 1	-0.554 4

表 4 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时均衡的局部稳定性

	(0,0)		(0,1)		(1,0)		(1,1)	
	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ	detJ	trJ
$\alpha=1.2$	0.000 3	-0.036 0	-0.001 3	-0.070 1	-0.002 2	-0.081 8	0.008 7	0.187 8
$\alpha=1.5$	0.000 4	0.039 6	0.000 5	-0.046 3	0.001 4	-0.082 8	0.001 8	0.089 5
$\alpha=1.8$	0.003 2	0.115 1	-0.001 2	-0.022 5	0.001 1	-0.083 7	-0.000 4	-0.008 9
$\alpha=2.1$	0.008 8	0.190 6	-0.006 4	0.001 3	-0.002 9	-0.084 7	0.002 1	-0.107 2

由表 2~4 易得相关算例结果与命题 3 一致, 当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时, 若个人信息保护力度 $\alpha=1$, 平衡点 $(0,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=2$, $(0,0)$ 和 $(1,1)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择同一性定价策略或均选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=3$, 点 $(1,1)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择同一性定价策略。当 $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3$ 时, 若 $\alpha=1$, 点 $(0,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=2$, 点 $(1,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 选择同一性定价策略而制造商 1 选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=3$, $(1,1)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择同一性定价策略。当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, 若 $\alpha=1.2$, $(0,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=1.5$, $(0,1)$ 和 $(1,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 选择相反策略; 若 $\alpha=1.8$, $(1,0)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 选择同一性定价策略而制造商 1 选择歧视性定价策略; 若 $\alpha=2.1$, $(1,1)$ 是系统的 ESS, 制造商 0 和 1 均选择同一性定价策略。

(二) 不同初始状态下系统演化动态

当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时, 设 $k_0=1, k_1=0.5, c=1, t=1, \alpha=2$ (若没有特别说明, 下文参数取值与此保持一致), (x_0, x_1) 分别取值 $(0.1, 0.6), (0.3, 0.5), (0.5, 0.1), (0.4, 0.9), (0.6, 0.5), (0.9, 0.3)$, 如图 2(a) 所示。当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, 设 $k_0=0.3, k_1=0.1, c=1, t=0.2, \alpha=1.5$ (若没有特别说明, 下文参数取值与此保持一致), (x_0, x_1) 分别取值 $(0.1, 0.5), (0.3, 0.7), (0.4, 0.9), (0.5, 0.1), (0.7,$

0.3), (0.9, 0.4), 如图 2(b) 所示。

由图 2(a) 可知, 当 (x_0, x_1) 取不同的初始值, 系统演化结果将收敛于不同的点, 在初始值设定状态下, 鞍点的值为 $(0.5194, 0.3827)$, 结合图 1 可知, 当 (x_0, x_1) 初始值落在 ABOD 区域时, 系统演化稳定于均衡 $(0, 0)$, 博弈主体将选择歧视性定价策略。当 (x_0, x_1) 初始值落在 BCDO 区域时, 系统演化稳定于均衡 $(1, 1)$, 博弈主体将选择同一性定价策略。由图 2(b) 可知, 在初始值设定状态下, 鞍点的值为 $(0.2166, 0.4364)$, 当 (x_0, x_1) 初始值落在 EPGH 区域时, 博弈系统稳定于均衡 $(0, 1)$, 制造商 0 将选择歧视性定价策略而制造商 1 将选择同一性定价策略。当 (x_0, x_1) 初始值落在 EFGP 区域时, 系统演化稳定于均衡点 $(1, 0)$, 制造商 0 将选择同一性定价策略而制造商 1 将选择歧视性定价策略。可知, 双方策略演化结果对初始值具有依赖性, 根据命题 4, 不同参数对博弈主体演化结果有一定影响, 下面将分析 $\alpha, k_0 - k_1, c, t$ 等参数对博弈系统演化的影响。

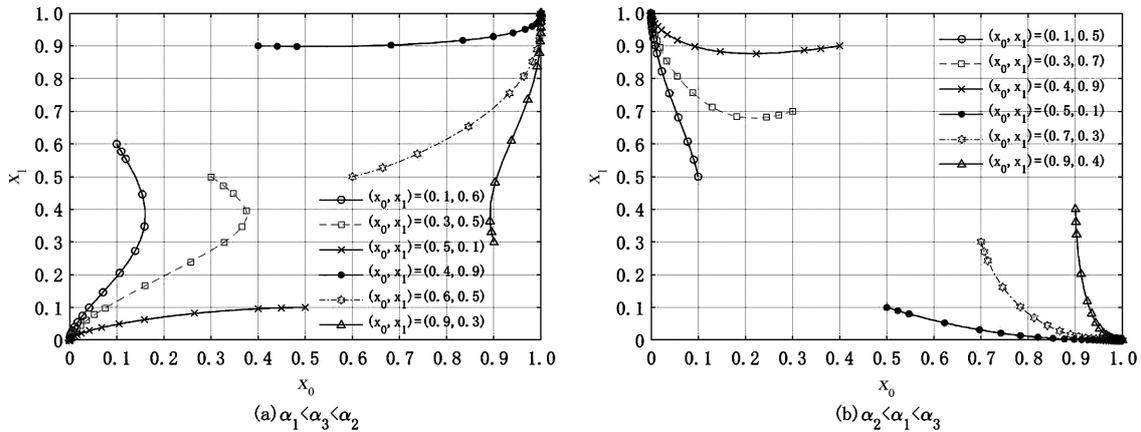


图 2 不同情形下博弈参与主体策略选择的动态演化

(三) 个人信息保护力度对系统演化的影响

个人信息保护力度 α 的影响如图 3 所示, 其余参数保持不变, 当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时, α 分别取值 1.9, 2.1, 2.3, 以 $(0.1, 0.6)$ 和 $(0.9, 0.3)$ 为基准进行分析, 如图 3(a) 所示, 随着 α 增大, ESS 由 $(0, 0)$ 变为 $(1, 1)$, 制造商 0 和 1 均倾向于选择同一性定价策略。当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, α 分别取值 1.35, 1.50, 1.65, 以 $(0.1, 0.3)$ 和 $(0.7, 0.9)$ 为基准进行分析, 如图 3(b) 所示, 随着 α 增大, ESS 由 $(0, 1)$ 变为 $(1, 0)$, 制造商 0 倾向于选择同一性定价策略而制造商 1 倾向于选择歧视性定价策略。

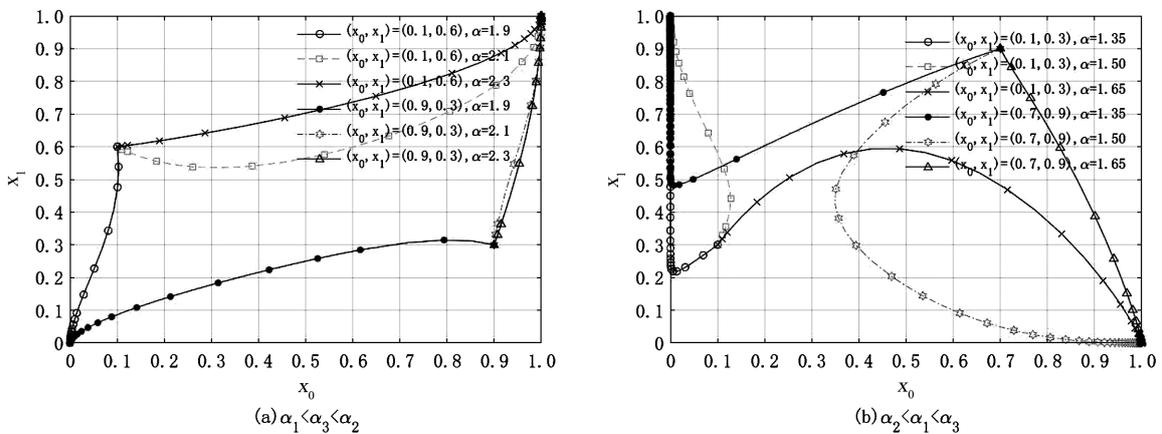


图 3 个人信息保护力度 α 对系统演化的影响

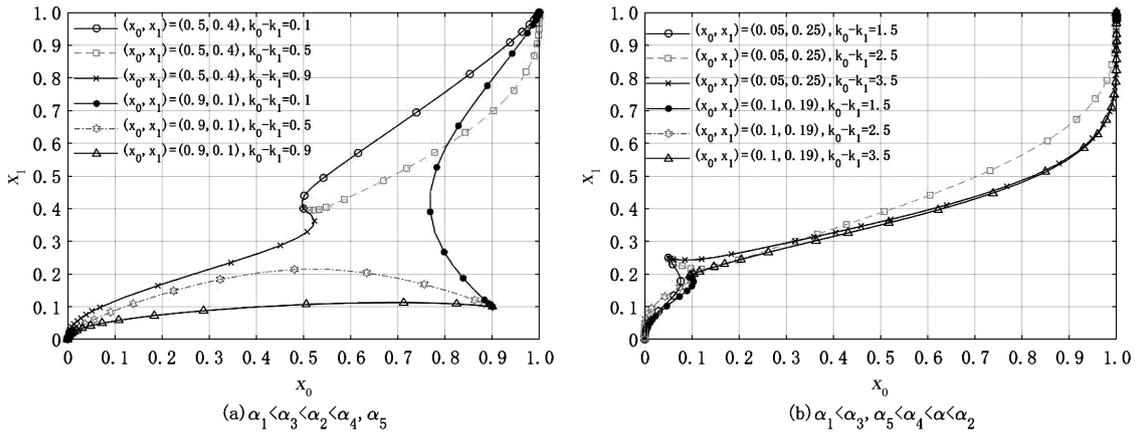


图 4 制造商技术差距 $k_0 - k_1$ 对系统演化的影响

(四) 制造商技术差距对系统演化的影响

制造商技术差距 $k_0 - k_1$ 对混合均衡的影响如图 4 所示,其余参数保持不变,当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时,若满足 $\alpha_4 > \alpha_2, \alpha_5 > \alpha_2, k_0$ 分别取值 0.6, 1.0, 1.4, 即 $k_0 - k_1$ 为 0.1, 0.5, 0.9, 以 (0.5, 0.4), (0.9, 0.1) 为基准进行分析,如图 4(a) 所示,随着 $k_0 - k_1$ 增加,ESS 由 (1, 1) 变为 (0, 0), 制造商 0 和 1 均倾向于选择歧视性定价策略。若满足 $\alpha_3 < \alpha_4 < \alpha < \alpha_2, \alpha_5 < \alpha_3 < \alpha < \alpha_2$ 或 $\alpha_3 < \alpha_5 < \alpha < \alpha_2$, 则取值 $\alpha = 3, t = 2, k_0$ 分别取值 2, 3, 4, 即 $k_0 - k_1$ 为 1.5, 2.5, 3.5, 以 (0.05, 0.25), (0.1, 0.19) 为基准进行分析,如图 4(b) 所示,随着 $k_0 - k_1$ 增加,ESS 由 (0, 0) 变为 (1, 1), 制造商 0 和 1 均倾向于选择同一性定价策略。在特定条件下,若 $\alpha_3 < \alpha < \alpha_4 < \alpha_2, \alpha_3 < \alpha < \alpha_5$, 随 $k_0 - k_1$ 增加制造商 0 和 1 均倾向于选择歧视性定价策略,当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时,随 $k_0 - k_1$ 增加,制造商 0 选择同一性定价策略而制造商 1 倾向于歧视性定价策略,这与图 4 分析类似,不再赘述。

(五) 信息搜集成本和单位定制成本对系统演化的影响

如图 5 所示,当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时, c 分别取值 0.6, 1.0, 1.4, 其余参数保持不变,以 (0.1, 0.6), (0.9, 0.3) 为基准进行分析,如图 5(a) 所示,随着 c 增加,ESS 由 (0, 0) 变为 (1, 1), 制造商 0 和 1 均倾向于选择同一性定价策略。当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时, c 分别取值 1, 2, 3, 以 (0.1, 0.2), (0.5, 0.7) 为基准进行分析,如图 5(b) 所示,随着 c 增加,ESS 由 (1, 0) 变为 (0, 1), 制造商 0 倾向于选择歧视性定价策略而制造商 1 倾向于选择同一性定价策略。单位定制成本的影响与图 5 类似,在特定条件下,当 $\alpha_1 < \alpha_3 < \alpha_2$ 时,随着 t 增加,制造商 0 和 1 均倾向于选择歧视性定价策略,当 $\alpha_2 < \alpha_1 < \alpha_3$ 时,随着 t 增加,制造商 0 倾向于选择歧视性定价策略而制造商 1 倾向于选择同一性定价策略,在此不再赘述。

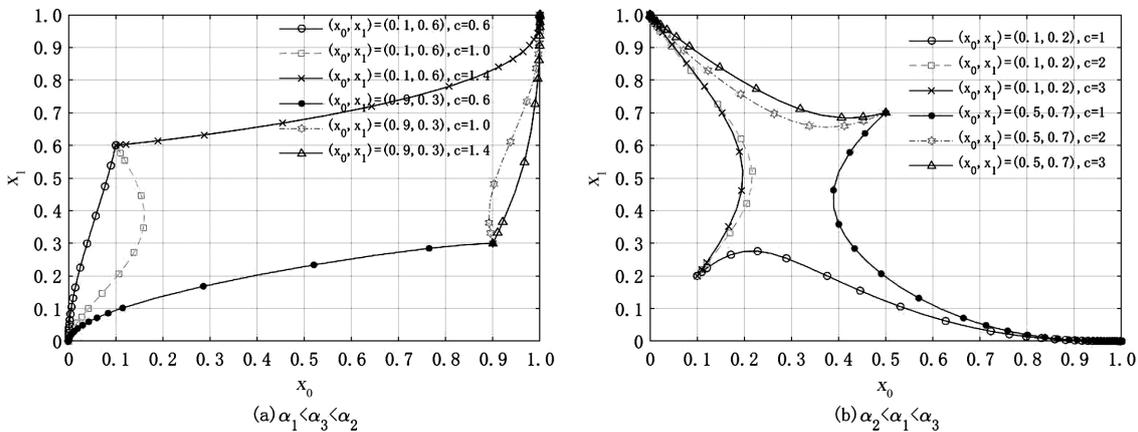


图 5 信息搜集成本 c 对系统演化的影响

六、结论与启示

本文在大数据背景下构建了制造商定价策略的双群体演化博弈模型,解析了制造商面对同一性价格和歧视性价格策略的演化稳定策略及影响因素。研究发现,给定对方制造商的定价策略,制造商的最优策略与个人信息保护力度大小有关,且存在一个临界值,当个人信息保护力度高于该临界值时,制造商选择同一性定价策略;反之选择歧视性定价策略;当个人信息保护力度适中时,制造商定价策略行为演化与信息搜集成本、定制成本及制造商之间的技术水平差距相关。个人信息保护力度及两家制造商可变成本质量成本系数之差通过影响演化稳定策略(同一性定价,同一性定价)和(歧视性定价,歧视性定价)的吸引域对制造商定价策略系统演化产生影响,当混合均衡点存在时,系统演化的影响受到单位信息搜寻成本、单位定制成本等的影响,具体影响机理需要做具体分析。

根据上述研究结论,个人信息保护力度对于制造商选择同一性定价还是歧视性定价策略有重要影响。如何采取符合市场规律的消费者个人信息保护策略,以规避消费者对网络交易市场信任的下降,不仅需要国家出台相关法律法规并严格执行,如2021年实施的《中华人民共和国个人信息保护法》,为消费者个人信息保护提供根本遵循;同时,需要理解制造商定价策略的演化机理,通过声誉机制、惩罚机制等,具体通过面向大众曝光、具有威慑性的惩罚等举措,对制造商价格歧视行为产生威慑,进而抑制制造商采取歧视性定价策略。还可通过运用相应技术加密、去标识化等措施,规避消费者个人信息遭到泄露、丢失,增加制造商的个人信息获取成本。此外,增强消费者个人的隐私保护意识,提升制造商获取个人信息的成本,也是强化个人信息保护力度的重要方面。

下一步,可引入第三方监管机构,构建其与制造商、消费者的三方演化博弈模型,进而系统地揭示三方博弈的演化稳定策略及企业定价策略的演化动态。还可区分不同的市场产品,解析企业定价策略与消费者类型、产品特性之间的动态匹配机制,这是一个有趣且极具挑战性研究话题,也构成本文的一个拓展性研究方向。

参考文献:

- [1] 李淮男. 数字化转型背景下个人信息利用与保护的平衡与优化[J]. 信息安全研究,2022(7):726-731.
- [2] 王世强,陈逸豪,叶光亮. 数字经济中企业歧视性定价与质量竞争[J]. 经济研究,2020(12):115-131.
- [3] 甄艺凯. 转移成本视角下的大数据“杀熟”[J]. 管理世界,2022(5):84-117.
- [4] 赵传羽,丁预立,刘中全. 网络外部性与基于购买行为的价格歧视:“杀熟”的经济学分析[J]. 世界经济,2023(6):210-236.
- [5] 何昊洋. 大数据杀熟背后的平台私权力及其法律矫正[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2023(6):220-232.
- [6] ARMSTRONG M. Price discrimination by a many-product firm [J]. The review of economic studies,1999(66):151-168.
- [7] SUNDARARAJAN A. Nonlinear pricing and type-dependent network effects[J]. Economics letters,2004(1):107-113.
- [8] ANDERSON E T, DANA J D. When is price discrimination profitable[J]. Management science,2009(6):980-989.
- [9] 但斌,丁雪峰. 基于客户细分的再制造价格歧视策略[J]. 系统工程学报,2011(4):515-523.
- [10] 周慧妮,吴鹏,王筱纶. 基于价格歧视的双寡头竞争企业网络广告投放模式测评与策略研究[J]. 控制与决策,2020(8):1953-1965.
- [11] LI K, ZHOU T, LIU B. Pricing new and remanufactured products based on customer purchasing behavior[J]. Journal of industrial and management optimization,2022(3):1769-1794.
- [12] BERGEMANN D, CASTRO F, WEINTRAUB G. Third-degree price discrimination versus uniform pricing[J]. Games and economic behavior,2022(C):275-291.
- [13] CHOE C, KING S, AND MATSUSHIMA N. Pricing with cookies: behavior—based price discrimination and spatial competition [J]. Management science,2018(12):5669-5687.
- [14] 程华,武琦璠,李三希. 数据交易与数据垄断:基于个性化定价视角[J]. 世界经济,2023(3):154-178.

- [15] NOCKE V, PEITZ M, ROSAR F. Advance-purchase discounts as a price discrimination device[J]. *Journal of economic theory*, 2011(1):141-162.
- [16] SHRIVASTAV S, STECKEL J, GOLDRER P. Profitability of behavior-based price discrimination[J]. *Marketing letters*, 2023(4):535-547.
- [17] 侯薇薇, 荆文君, 顾昭明. 平台企业规模、数据优势与价格歧视[J]. *管理评论*, 2023(1):66-74.
- [18] 刘东霞, 陈红. 产品服务供应链定价决策: 数据资源挖掘与共享策略的影响分析[J/OL]. *中国管理科学*:1-15 [2023-11-18]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0007>.
- [19] 刘承林, 刘鲁川, 孙凯. 电商直播间弹幕信息质量对消费者购买意愿的影响路径——购物导向与主播知名度的调节作用[J]. *情报理论与实践*, 2023(11):143-153.
- [20] 郑月龙, 张龄月, 白春光, 等. 考虑政府碳减排补贴与谈判的供应链碳中和契约研究: 博弈的视角[J]. *中国人口·资源与环境*, 2023(1):171-185.
- [21] 李世杰. 互联网平台企业定价策略与用户获取——来自中国外卖行业的经验证据[J]. *经济研究*, 2023(6):84-101.
- [22] ISHIBASHI K, KANEKO T. Partial privatization in mixed duopoly with price and quality competition[J]. *Journal of economics*, 2008(3):213-231.
- [23] BANKER R D, KHOSLA I, SINHA K K. Quality and Competition[J]. *Management science*, 1998. DOI: 10.1287/mnsc.44.9.1179.
- [24] WATTAL S, TELANG R, Mukhopadhyay T. Information personalization in a two-dimensional product differentiation model[J]. *Journal of management information systems*, 2009(2):69-95.
- [25] WEIBULL J W. *Evolutionary game theory*[M]. Cambridge: The MIT Press, 1995:35-67.

Manufacturer's Pricing Strategies in the Context of Big Data Based on Evolutionary Game Model

ZHENG Tianmu¹, ZHENG Yuelong², CAI Qin²

(1. *Legal and Compliance Department, Huaxia Bank Chongqing Branch, Chongqing 400023, China*;

2. *School of Business Administration, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China*)

Abstract: This paper focuses on constructing a bi-group evolutionary game model for manufacturers' pricing strategies under the big data background. The evolutionary strategies and influencing factors of the manufacturers' pricing strategies to stable prices have been analyzed. The results of the research show that when the protection of personal information is strong enough, manufacturers are more inclined to choose the extension pricing strategies as long as there is a given pricing strategy. Conversely, manufacturers are inclined to choose discriminatory pricing strategies. When the protection of personal information is moderate, the evolution of manufacturers' pricing strategies is related to the cost of customization, the cost of information collection, and the technological gap between manufacturers. Otherwise, the gap between variable cost and quality cost in two manufactures, and the protection level of personal information would both influence the system evolution by affecting the basin or domain of attraction on the evolutionary stable strategy. When the mixed equilibrium point exists, the point value is also affected by the information search cost per unit, the customization cost per unit and etc. Due to the complexity of analysis, the relevant influencing mechanism needs to be further explored.

Key words: big data; extension pricing; discriminatory pricing; evolutionary game theory

责任编辑 张颖超

网 址: <http://xbbjb.swu.edu.cn>