

# 风险态度和隐私保护对消费者共享 数据行为影响的机制研究

秦军昌<sup>1</sup>, 王 渊<sup>2</sup>, 董玉成<sup>3</sup>

(1. 深圳信息职业技术学院管理学院, 深圳 518172;

2. 西安工程大学管理学院, 西安 710048;

3. 四川大学商学院, 成都 610207)

**摘要:** 促进大数据共享是发展和繁荣共享经济的关键所在, 研究数据共享的影响机制具有重要的现实意义. 本文基于消费者的风险态度和企业的隐私保护方式, 构建了企业和消费者的数据共享博弈模型, 分析了影响数据共享行为的作用机制, 并给出了具体的政策建议. 研究主要发现: (1) 偏好风险的消费者数据共享行为主要受数据泄露损失和数据保护成本差异等因素影响; (2) 厌恶风险的消费者其风险厌恶程度与数据共享的博弈结果高度相关, 对于中等程度的风险厌恶者, 当数据泄露损失大于其高与低隐私数据保护的差时, 存在双重均衡策略; (3) 当偏好风险的消费者占比高时, 风险厌恶者使用高质量数据共享的行为会增多, 而企业则会减少对消费者的高隐私保护行为.

**关键词:** 风险态度; 隐私保护; 数据共享; 机制分析

中图分类号: F49

文献标识码: A

DOI: 10.19907/j.0490-6756.2021.067002

## Investigating the impact of risk attitude and privacy protection on consumers' data sharing behavior

QIN Jun-Chang<sup>1</sup>, WANG Yuan<sup>2</sup>, DONG Yu-Cheng<sup>3</sup>

(1. School of Management, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen 518172, China;

2. School of Management, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China;

3. Business School, Sichuan University, Chengdu 610207, China)

**Abstract:** Promoting the sharing of big data is the key to development and prosperity of the sharing economy, and it is of great practical significance to study the influence mechanism of data sharing. Based on consumers' risk attitudes and corporate privacy protection methods, this paper constructs a game model of data sharing between enterprises and consumers, in which the mechanism that affects data sharing behavior is analyzed and specific policies are recommended. The main findings of this paper are: (1) the risk-biased consumers' data sharing behavior is mainly affected by factors such as data leakage losses and data protection cost differences. (2) The risk aversion of risk-averse consumers is highly correlated with the game results of data sharing. For the consumers who have a moderate level of risk aversion, there are dual equilibria when the loss caused by data leakage is greater than the difference between the cost of

收稿日期: 2021-05-13

基金项目: 国家社科基金(20BGL054); 陕西省社会科学界联合会专项项目(20YJ-6)

作者简介: 秦军昌(1975-), 男, 陕西凤翔人, 博士, 副教授, 研究方向为信息系统与信息资源管理, 应急运作, 博弈与行为决策.

E-mail: Junchang\_qin@163.com

通讯作者: 董玉成. E-mail: ycdong@scu.edu.cn

high and low privacy data protection. (3) When the proportion of risk-biased consumers is high, the behavior of risk-averse consumers to use the high quality of sharing data will be increased, while the enterprises will reduce the high-quality protection behavior on protecting consumers' privacy.

**Keywords:** Risk attitude; Privacy protection; Data sharing; Mechanism analysis

## 1 引言

共享经济时代,利用消费者数据提升产品商业价值是企业最为重要的能力之一.企业通过对消费者数据的有效分析,既可以实现其规模效益,也可改善消费者个性化服务水平.消费者共享数据的数量和质量直接影响了企业数据分析的有效性,而有效性又决定了企业对消费者提供个性化服务的水平.因此,消费者向企业共享自身高质量的数据是保障共享经济顺利发展的关键所在<sup>[1]</sup>.

消费者是共享经济中消费数据的生产者和所有者.他们清楚地知道,与企业共享自身数据的质量越高,产生的收益越大.因而消费者有提供高质量数据共享的内生动力.但是,近年来曝光的雅虎和 Facebook 等企业的用户信息泄露丑闻,让消费者明白,即使与知名大企业数据共享也面临着风险<sup>[2-3]</sup>.同时,信息泄露给消费者带来的损失会随共享数据质量的提升而增大.所以,为了减少数据泄露风险,风险规避型的消费者就会降低与企业共享数据的质量,甚至提供虚假的垃圾数据.而风险偏好型的消费者却持相反观点,他们认为数据泄露是小概率事件,还是要共享高质量数据追求企业给自己提供更好的服务.因此,消费者的风险态度是影响数据共享的重要因素.

企业是共享经济中消费数据的利用者和保管者.他们清楚地知道,高水平的数据(隐私)保护能和消费者数据共享形成良性互促,但成本也越高.企业隐私保护方式的选择,必然考虑消费者提供数据质量的高低.对于高质量的数据,无论是高水平隐私保护还是低水平隐私保护,企业都是有利可图.但是若为低质量的数据提供高隐私保护,就会出现“逆向选择”的结果,导致企业得不偿失.因此,选择不同隐私保护方式同样也是影响数据共享的另一个重要因素.

综上,考虑消费者的风险态度和企业的隐私保护方式,研究消费者向企业共享数据的行为及其影响机制,是具有重要现实意义的.

对数据的共享研究,在技术层面的研究工作比较多,其中李国杰等<sup>[4-5]</sup>对数据异构性、数据共享的

技术标准等进行了综述,提出了解决数据共享的技术思路.在管理层面,汪涛武等<sup>[6-7]</sup>定性地给出了消费者数据与企业共享的模式和方法.赵阳等<sup>[8]</sup>探讨了数据共享中的阻碍因素.胡雄伟等<sup>[9-10]</sup>从管理视角梳理了大数据的已有工作,探讨了研究所面临的机遇和挑战,指出数据安全和数据共享的风险是企业需要考虑的重要问题.杨学成等<sup>[11]</sup>利用扎根理论,提出了基于多主体的数据共治模型.申孟宜等<sup>[12]</sup>从政府监管的角度,给出解决大数据共享,避免信息孤岛的政策建议.对于大数据的隐私保护,何颖等<sup>[13-16]</sup>从司法和伦理的角度,提出了解决的策略.国外学者 Kitchin 等<sup>[17-18]</sup>从不同层面讨论了数据共享的商业价值.在健康领域,对于数据共享机制问题,Rowhani-Farid 等<sup>[19-20]</sup>详细分析了影响共享的激励因素,提出了相应的对策.

综上所述,大数据共享的研究从技术层面入手,偏向技术视角的管理问题解决,从管理视角开展的研究工作尚不多,尤其从认知层面考虑风险态度和隐私保护的交互作用对大数据共享机制影响的研究是缺乏的.为此,本文按照消费者风险态度类型的完全和不完全信息两种情况,构建了消费者向企业共享数据的博弈模型,通过对博弈中纳什均衡解的讨论,分析了风险态度和隐私保护方式对数据共享的影响机制,并依此给出了促进数据共享的政策建议.

本文分为五个部分:第一部分是引言,第二和第三部分是考虑消费者风险态度的完全信息和不完全信息博弈模型,并给出了对均衡行为的分析,第四分部是讨论和政策建议,第五部分是结论.

## 2 问题描述与基本模型

### 2.1 假定和问题描述

在互联网环境下,与数据共享相关的主要决策者是企业和消费者,在此假定两者共享的目的均是追求自身利益最大化,这符合一般场景下的条件.在消费者向企业共享数据的过程中,企业是数据的使用者,消费者是数据的提供者.在共享经济的大背景下,企业和消费者都知道数据共享会增加自身收益,所以主观上他们均有共享的意愿.但是,数据

往往是消费者自身信息的一部分,共享就有隐私被泄露的风险,因此消费者会在共享收益和隐私泄露损失之间进行取舍.企业为了降低数据泄露风险,会对消费者数据提供不同程度的隐私保护.保护程度的不同对数据泄露产生的损失不同,共享的收益一般也是不确定的.这是因为对企业而言,不确定的市场环境导致企业的收益是变化的;对消费者而言,不同时间段消费水平和企业的价格折扣也都是不同的.同时,数据共享的收益本身带有主观判断的成分,不同人群对于价值的判断存在差异.因此,借鉴徐绪堪等<sup>[21]</sup>的方法,假定共享收益是满足某一概率分布的随机变量,其均值和方差是已知的.

对于消费者而言,隐私泄露和共享收益的不确定性均会使其把共享数据视为风险决策.在风险决策中,决策者的收益包括客观收益的期望值和主观感知的风险补偿.风险补偿指的是在不确定决策中,决策者事前对要承担的风险的价格补偿.它的大小取决于决策者的风险态度以及风险的大小.仅从收益期望值考虑,消费者为了获取更高的共享收益,愿意为企业提供真实和详实的数据(以下简称“高质量数据”),但也面临着更大的数据泄露风险.企业为鼓励消费者提供共享数据,就必须向消费者提供相应的风险补偿.反过来,为了避免因企业对隐私保护不力导致的数据泄露风险,消费者会给企业提供虚假和粗略的数据(以下简称“低质量数据”).在此情况下,他们不存在风险补偿的问题,即风险态度不会影响总收益,但共享收益的期望值却降低了.当然,企业的隐私保护方式也会影响消费者的收益.高隐私保护比低隐私保护情形下,共享收益的方差相对较小,消费者的风险补偿也会相应减少.综上,消费者选择高质量或低质量数据共享,既要考虑共享收益的期望值,又要考虑企业不同隐私保护水平下的风险溢价和可能的损失.

对于企业而言,不同隐私保护方式会产生不同的支出成本.为了便于分析,本文假定企业仅考虑高隐私保护和低隐私保护两种保护方式(以下简称“高隐私保护”和“低隐私保护”),并明确高隐私保护的成成本比低隐私的成本高.高隐私保护可降低数据泄露的风险,会促使消费者提供更高质量的数据,提高数据共享的总收益.而在低隐私保护中,由于数据泄露的风险比较大,当消费者为企业提供高质量数据时,既会给消费者带来大的风险损失,也会给企业产生负面影响,造成企业的损失.因此,企业采取的隐私保护手段,既要考虑隐私保护的成

本,也要考虑消费者提供不同质量数据对共享收益和风险损失的影响.

由上述描述可知,无论是企业还是消费者,其共享收益都会受到自身和对方选择结果的共同影响.此外,因企业对隐私保护方式的选择和消费者提供共享数据质量的选择,对双方而言事先是未知的,所以他们的决策可视为静态博弈.因此采用静态博弈模型刻画并分析企业与消费者之间的数据共享过程是可行的.

## 2.2 基本博弈模型

行为决策研究中,消费者的风险态度可分为风险厌恶、风险中立和风险偏好三种类型.在数据共享过程中,消费者自知其风险态度,但企业并不知道,即企业和消费者博弈中存在风险态度的信息不对称问题.为了便于比较分析,本节暂不考虑风险态度的信息不对称性问题,将在扩展模型中对其进行详细分析.现按照完全信息静态博弈理论,对上述问题进行博弈过程建模.

假定企业的策略空间为 $S_1 = \{s_{11}, s_{12}\}$ ,其中 $s_{11}$ 表示“高隐私保护”, $s_{12}$ 表示“低隐私保护”;消费者的策略空间为 $S_2 = \{s_{21}, s_{22}\}$ ,其中 $s_{21}$ “高质量数据”, $s_{22}$ 表示“低质量数据”.按照博弈规则,双方同时在自己的策略空间选择策略,而且双方都知道每种策略组合下的收益情况,具体如下.

(1) 企业选择“高隐私保护”策略.当消费者选择“高质量数据”策略时,企业的支付函数为 $P_1(s_{11}, s_{21}) = \alpha E_h - C_h > 0$ .其中 $E_h > 0$ ,表示共享高质量数据的共享收益期望值; $0 < \alpha < 1$ 表示企业在高隐私保护策略时双方所得的分配系数,反之 $1 - \alpha$ 为消费者所得的分配系数, $\alpha$ 的值反映了数据共享市场的竞争程度,该值越小表示竞争越激烈; $C_h$ 表示企业为消费者数据提供高隐私保护所支付的成本.在此策略组合下,消费者的支付函数为 $P_2(s_{11}, s_{21}) = (1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho\sigma_i^2$ .其中 $\sigma_i^2$ 是高隐私保护条件下消费者面临的数据共享的收益风险; $\frac{1}{2}\rho\sigma_i^2$ 为消费者的风险溢价,其中 $\rho$ 表示消费者的风险态度.本文中用 Arrow-Pratt 风险系数<sup>[22]</sup>(以下简称风险系数)度量风险态度.所以,当消费者厌恶风险时,该值为负;当风险中立时,该值为零;当消费者偏好风险时,该值为正.

假定低质量数据泄露造成的损失为零,当消费者选择“低质量数据”策略时,企业的支付函数为

$P_1(s_{11}, s_{22}) = \alpha E_l - C_h$ . 其中,  $0 \leq E_l$  表示共享低质量数据的共享收益期望值, 且有  $E_l < E_h$  即高质量比低质量数据的共享价值高;  $\alpha$  和  $C_h$  的含义同上. 此时, 消费者支付函数为  $P_2(s_{12}, s_{22}) = (1 - \alpha)E_l$ .

(2) 企业选择“低隐私保护”策略. 当消费者选择“高质量数据”策略时, 企业的支付函数为  $P_1(s_{12}, s_{21}) = \alpha E_h - C_l - C_g$ , 其中  $C_l > 0$ , 代表企业为消费者数据提供低隐私保护所支付的成本, 并有  $C_h > C_l$ ;  $C_g > 0$ , 表示消费者提供高质量数据共享时, 企业采用低隐私保护方法造成的数据泄露对其自身造成的损失. 相应地消费者的支付函数为  $P_2(s_{12}, s_{21}) = (1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho\sigma_h^2 - C_u$ . 其中  $\sigma_h^2$  是低隐私保护情况下消费者面临的数据共享收益的风险, 且假定  $\sigma_h^2 > \sigma_l^2$ , 表示低隐私保护条件下消费者面临更大的风险;  $C_u > 0$  表示低隐私保护情况下, 消费者因提供高质量数据造成的数据泄露对其造成的损失, 其他符号含义同上.

同理, 高隐私保护下的低质量数据泄露对双方造成的损失可以忽略不计. 所以当消费者选择“低质量数据”策略时, 企业的支付函数为  $P_1(s_{12}, s_{22}) = \alpha E_l - C_l$ . 此时, 消费者的支付函数为  $P_2(s_{12}, s_{22}) = (1 - \alpha)E_l$ . 符号含义均同上.

双方博弈的收益矩阵见表 1, 行表示企业的策略, 列表示消费者的策略. 为了分析方便, 记  $h_E = E_h - E_l$  为高质量和低质量数据情况下数据共享收益的期望值之差;  $\Delta_c = C_h - C_l$  为高隐私保护和低隐私保护情况下企业隐私保护的成本之差.

表 1 企业与消费者的数据共享收益矩阵  
Tab. 1 Revenue matrix of data sharing between enterprises and consumers

	高质量数据	低质量数据
高隐私保护	$\alpha E_h - C_h$ $(1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho\sigma_l^2$	$\alpha E_l - C_h$ $(1 - \alpha)E_l$
低隐私保护	$\alpha E_h - C_l - C_g$ $(1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho\sigma_h^2 - C_u$	$\alpha E_l - C_l$ $(1 - \alpha)E_l$

2.3 均衡分析

本研究的目的是在企业 and 消费者数据共享过程中, 分析消费者的风险态度对双方决策行为的影响. 故按照研究目的并结合纳什均衡的分析方法, 分两种情况进行均衡分析.

(1) 风险中立或风险偏好的消费者. 消费者的

风险态度是风险中立或风险偏好, 即  $\rho = 0$  或  $\rho > 0$ . 先考虑当  $\rho > 2(C_u - (1 - \alpha)h_E)/\sigma_h^2$  的情况, 按此条件可推导出低隐私保护条件下, 消费者的最优反应是“高质量数据”; 同时由  $\Delta_E > 0$  知, 当企业使用高隐私保护时, 消费者的最优反应是“高质量数据”. 故当  $\rho$  满足上述条件时, 消费者的占优策略是“高质量数据”. 此外当  $C_g > \Delta_c$  时, 企业对于消费者的“高质量数据”策略的最优反应是“高隐私保护”, 所以该模型存在企业“高隐私保护”, 消费者“高质量数据”的纯策略纳什均衡. 同理, 当  $C_g < \Delta_c$  时, 企业对于消费者的“高质量数据”策略的最优反应是“低隐私保护”, 该模型存在企业“低隐私保护”, 消费者“高质量数据”的纯策略纳什均衡.

当  $0 \leq \rho < 2(C_u - (1 - \alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$  时, 消费者对企业“低隐私保护”的最优反应是“低质量数据”. 且又当  $C_g < \Delta_c$  时, 企业的“低隐私保护”策略是其占优策略, 所以该模型存在“低隐私保护”和“低质量数据”的纯策略纳什均衡. 反之, 当  $C_g > \Delta_c$ ,  $0 \leq \rho < 2(C_u - (1 - \alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$  时, 该模型存在“高隐私保护”和“高质量数据”的纯策略纳什均衡. 原因是对于消费者的“高质量数据”策略, 因  $C_g > \Delta_c$ , 企业的最优反应是“高隐私保护”; 反过来, 对于企业的“高隐私保护”策略, 因  $\rho \geq 0$ , 消费者的最优反应是“高质量数据”. 具体的博弈结果如表 2 所示.

表 2 企业与风险中立或偏好风险消费者的数据共享博弈均衡结果  
Tab. 2 Equilibrium results of data sharing game between enterprises and risk neutral or risk preference consumers

	$\rho > 2(C_u - (1 - \alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$	$0 \leq \rho < 2(C_u - (1 - \alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$
$C_g > \Delta_c$	(“高隐私”, “高质量”)	(“高隐私”, “高质量”)
$C_g < \Delta_c$	(“低隐私”, “高质量”)	(“低隐私”, “低质量”)

(2) 风险厌恶的消费者. 消费者的风险态度是风险厌恶, 意即  $\rho < 0$ . 当  $|\rho| < 2((1 - \alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2$  时, 消费者的占优策略是“高质量数据”. 则当  $C_g > \Delta_c$  时, 企业对于消费者“高质量数据”的最优反应是“高隐私保护”, 所以该模型存在消费者“高质量数据”, 企业“高隐私保护”的纯策略纳什均衡; 反之当  $C_g < \Delta_c$  时, 企业对于消费者“高质量数据”的最优反应是“低隐私保护”, 所以该模型存在消费者“高质量数据”, 企业“低隐私保护”的纯策略纳什均衡.

当  $|\rho| > 2(1 - \alpha)\Delta_E/\sigma_l^2$  时, 消费者的占优策



略是“低质量数据”. 因  $\Delta_c > 0$ , 企业对于消费者“低质量数据”策略的最优反应是“低隐私保护”. 所以, 该模型在此条件下, 存在消费者“低质量数据”和企业“低隐私保护”的纯策略纳什均衡.

当  $2((1-\alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2 < |\rho| < 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$  时, 消费者不存在占优策略. 当  $C_g < \Delta_c$  时, 该模型存在消费者“低质量数据”和企业“低隐私保护”的纯策略纳什均衡. 原因是, 对消费者的“低质量数据”策略, 企业的最优反应策略是“低隐私保护”; 而对于企业的“低隐私保护”策略, 消费者的最优反应策略是“低质量数据”. 反之, 当  $C_g > \Delta_c$  时, 该模型存在两个纯策略纳什均衡, 其中一个上面描述的纳

什均衡策略(原因同上); 另一个是消费者“高质量数据”和企业“高隐私保护”的纯策略纳什均衡. 对于后者是纳什均衡的原因是, 对消费者的“高质量数据”策略, 企业的最优反应策略是“高隐私保护”; 而对于企业的“高隐私保护”策略, 消费者的最优反应策略是“高质量数据”. 此外, 因  $|\rho| < 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$ , 显然前者纳什均衡策略是风险占优纳什均衡, 而后者是帕累托占优纳什均衡. 所以, 若仅考虑共享的风险因素, 他们的一致性预测是风险占优均衡; 但仅考虑收益, 他们的一致性预测是帕累托占优均衡. 具体的博弈结果如表 3 所示.

表 3 企业与风险厌恶消费者的数据共享博弈均衡结果

Tab. 3 Equilibrium results of data sharing game between enterprises and risk-averse consumers

	$ \rho  < 2((1-\alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2$	$ \rho  > 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$	$2((1-\alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2 <  \rho  < 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$
$C_g > \Delta_c$	(“高隐私”, “高质量”)	(“低隐私”, “低质量”)	(“低隐私”, “低质量”) (“高隐私”, “高质量”)
$C_g < \Delta_c$	(“低隐私”, “高质量”)	(“低隐私”, “低质量”)	(“低隐私”, “低质量”)

3 扩展模型与均衡分析

由上节的分析可知, 消费者的风险态度是影响数据共享博弈均衡结果的重要因素. 在现实情形中, 不同的消费者具有不同的风险态度, 风险态度信息的不对称是影响企业和消费者博弈的另一个重要因素. 为此在本节, 首先按照风险态度, 将消费者分为“风险厌恶”和“风险偏好”两类(风险中立的处理方式同风险偏好); 然后依据不完全信息静态博弈建模的要求, 对基本模型进行扩展; 最后对企业和消费者的数据共享行为进行均衡分析.

3.1 扩展模型

消费者的风险态度有  $\rho_l$  和  $\rho_h$ , 且假定  $\rho_l < 0$ 、 $\rho_h \geq 0$ , 分别表示“风险厌恶”和“风险偏好”. 参考基本模型, 企业若单独与“风险厌恶”和“风险偏好”的消费者进行博弈, 支付函数分别如表 4 和表 5 所示.

按照不完全信息博弈建模的方法, 记消费者的类型为  $T_2 = \{t_{21}, t_{22}\}$ , 其中  $t_{21}, t_{22}$  分别表示“风险厌恶”和“风险偏好”的消费者, 其概率分布函数由自然决定, 记  $P(t_{21}) = r, P(t_{22}) = 1 - r, r \in [0, 1]$ ; 同时, 因企业的类型只有一种, 记为  $T_1 = \{t_1\}$ . 再设企业选择“高隐私保护”策略的概率为  $p \in [0, 1]$ , 选择“低隐私保护”的概率为  $1 - p$ ; “风险厌恶”类型的消费者选择“高质量数据”的概率为  $q_1 \in [0, 1]$ ,

选择“低质量数据”的概率为  $1 - q_1$ ; “风险偏好”类型的消费者选择“高质量数据”的概率为  $q_2 \in [0, 1]$ , 选择“低质量数据”的概率为  $1 - q_2$ ; 此外, 用  $\{(p, 1 - p), (q_1, 1 - q_1), (q_2, 1 - q_2)\}$  记为博弈中企业、“风险厌恶”消费者和“风险偏好”消费者, 各方使用的混合策略组合. 在此混合策略组合下, 由支付函数可知三者收益的期望值依次如式(1)~式(3)所示.

$$E_1(p, q_1, q_2) = \alpha((1+r(q_1 - q_2) - p(1 - q_2))\Delta_E + E_l) - p h_c - C_l - C_g(1 - p)(1 + r(q_1 - q_2)) \quad (1)$$

$$E_2^l(p, q_1) = q_1(1 - p)(\frac{\rho_l}{2}(\sigma_h^2 - p\sigma_l^2) + (1 - \alpha)(1 - p)E_h - C_u) + (1 - \alpha)(1 - q_1)E_l \quad (2)$$

$$E_2^h(p, q_2) = q_2(1 - p)(\frac{\rho_h}{2}(\sigma_h^2 - p\sigma_l^2) + (1 - \alpha)(1 - p)E_h - C_u) + (1 - \alpha)(1 - q_2)E_l \quad (3)$$

表 4 企业与风险厌恶消费者的数据共享收益矩阵

Tab. 4 Revenue matrix of data sharing between enterprises and risk-averse consumers

	高质量数据	低质量数据
高隐私保护	$\alpha E_h - C_h$ $(1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho_l\sigma_l^2$	$\alpha E_l - C_h$ $(1 - \alpha)E_l$
低隐私保护	$\alpha E_h - C_l - C_g$ $(1 - \alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho_l\sigma_h^2 - C_u$	$\alpha E_l - C_l$ $(1 - \alpha)E_l$

表 5 企业与偏好风险消费者的数据共享收益矩阵  
Tab. 5 Revenue matrix of data sharing between enterprises and risk preference consumers

	高质量数据	低质量数据
高隐私保护	$\alpha E_h - C_h$ $(1-\alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho_h\sigma_l^2$	$\alpha E_l - C_h$ $(1-\alpha)E_l$
低隐私保护	$\alpha E_h - C_l - C_g$ $(1-\alpha)E_h + \frac{1}{2}\rho_h\sigma_h^2 - C_u$	$\alpha E_l - C_l$ $(1-\alpha)E_l$

3.2 均衡分析

根据不完全信息静态博弈的均衡策略求解方法<sup>[23-25]</sup>,若策略组合  $\{(p^*, 1-p^*), (q_1^*, 1-q_1^*), (q_2^*, 1-q_2^*)\}$ , 满足不等式组(4), 则其是不完全信息博弈的贝叶斯纳什均衡解。

$$\begin{cases} E_1(0, q_1^*, q_2^*) \leq E_1(p^*, q_1^*, q_2^*) \\ E_1(1, q_1^*, q_2^*) \leq E_1(p^*, q_1^*, q_2^*) \\ E_2^l(p^*, 0) \leq E_2^l(p^*, q_1^*) \\ E_2^l(p^*, 1) \leq E_2^l(p^*, q_1^*) \\ E_2^r(p^*, 0) \leq E_2^r(p^*, q_2^*) \\ E_2^r(p^*, 1) \leq E_2^r(p^*, q_2^*) \end{cases} \quad (4)$$

从应用的角度看,如何增进企业和消费者出现“高隐私保护”和“高质量数据”的共赢局面,减少其他局面的出现是数据共享研究中最为核心的问题。下面分四种情况对扩展模型的均衡行为进行分析。

(1) 企业“高隐私保护”, 风险厌恶和风险偏好的消费者均共享“高质量数据”。

当  $C_h \leq (C_g + C_l)$ ,  $|\rho_l| \leq 2(1-\alpha)\Delta_E/\sigma_l^2$  条件满足时,会出现企业“高隐私保护”, 风险厌恶和风险偏好的消费者均共享“高质量数据”的纯策略纳什均衡。原因是当  $C_h \leq h(C_g + C_l)$  成立时,企业的“高隐私保护”策略是其占优策略;而当  $|\rho_l| \leq 2(1-\alpha)\Delta_E/\sigma_l^2$  成立时,风险厌恶的消费者对企业“高隐私保护”策略的最优反应策略是“高质量数据”;此外,对于企业的“高隐私保护”策略,相比风险厌恶的消费者,风险偏好的消费者选择“高质量数据”的收益更高,又因风险厌恶的消费者在此情况下的最优反应是“高质量数据”,故风险偏好者的最优选择也是“高质量数据”。

由上可看出,企业和消费者实现共赢的局面,有赖于高技术隐私保护的代价和企业承担数据泄露的责任,也有赖于风险厌恶消费者的风险态度,而与风险偏好的消费者风险态度无关。而且消费者分享共享收益的分配系数,与此博弈均衡策略的出

现几率成正相关。  
(2) 企业“高隐私保护”, 风险厌恶的消费者随机策略, 风险偏好的消费者共享“高质量数据”。

当条件  $|\rho_l| > 2(1-\alpha)\Delta_E/\sigma_l^2, 0 < \frac{(C_g - \Delta_C)}{(1-r)C_g} < 1$  成立时,企业“高隐私保护”, 风险厌恶的消费者以概率  $q_1^* = 1 - \frac{(C_g - \Delta_C)}{(1-r)C_g}$  随机选择“高质量数据”策略, 风险偏好消费者选择“高质量数据”的策略组合, 也即  $\{(1, 0), (q_1^*, 1-q_1^*), (1, 0)\}$  构成了一个纳什均衡。原因是: 首先, 因  $0 < \frac{(C_g - \Delta_C)}{(1-r)C_g} < 1$ , 由式(1)知  $E_1(1, q_1^*, 1) \geq E_1(0, q_1^*, 1)$  成立, 即当风险厌恶消费者以  $q_1^*$  选择“高质量数据”, 风险偏好消费者也选择“高质量数据”时, 企业的最优反应是“高隐私保护”; 其次, 当  $|\rho_l| > 2(1-\alpha)\Delta_E/\sigma_l^2$  时, 由式(2)知  $E_2^l(1, q_1^*) > E_2^l(1, 1)$  和  $E_2^r(1, q_1^*) > E_2^r(1, 0)$  成立; 最后, 当企业选择“高隐私保护”时, 风险偏好的消费者最优反应是“高质量数据”。因此, 在上述条件下该策略组合满足上面不等式组的要求, 故它是纳什均衡。

从该策略组合成为纳什均衡的条件可知, 随消费者风险厌恶程度的提高, 风险厌恶的消费者会随机提供高质量数据与企业进行共享, 即出现了风险厌恶消费者对风险偏好消费者“搭便车”的现象。消费者提供高质量数据的几率与风险偏好的消费者比例呈正相关, 与高数据质量时隐私泄露的企业损失  $C_g$  也成正相关。

(3) 企业“低隐私保护”, 风险厌恶的消费者共享“低质量数据”, 风险偏好的消费者共享“高质量数据”。

当条件  $\Delta_C > (1-r)C_g, \rho_l < 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_l^2, \rho_h > 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$  成立时, 企业“低隐私保护”, 风险厌恶的消费者共享“低质量数据”, 风险偏好的消费者共享“高质量数据”的策略组合, 也即  $\{(0, 1), (0, 1), (1, 0)\}$  构成了一个纳什均衡。原因是: 首先, 因  $\Delta_C > (1-r)C_g$ , 由式(1)知  $E_1(0, 0, 1) \geq E_1(1, 0, 1)$  成立, 即当风险偏好的消费者选择“高质量数据”, 风险厌恶的消费者也选择“低质量数据”时, 企业的最优反应是“低隐私保护”; 其次,  $\rho_l < 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_l^2$  时, 由式(2)知  $E_2^l(0, 0) \geq E_2^l(0, 1)$  成立; 最后, 因  $\rho_h > 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$ , 由式(3)知  $E_2^h(0, 1) \geq E_2^h(0, 0)$  成立。因此该策略组合满足不等式组(4), 故它是纳什均衡。

显然,当两类消费者的风险态度值出现严重的两级分化,高隐私保护的成本大和企业承担隐私泄露责任小情况同时出现时,就会有企业“低隐私保护”、风险厌恶消费者的“低质量数据”和风险偏好消费者的“高质量数据”的均衡结果。

(4) 企业“低隐私保护”,风险厌恶和风险偏好消费者均“低质量数据”。

当 $C_u \geq (1-\alpha)\Delta_E + \frac{1}{2}\rho\sigma_h^2$ ,  $\rho_h < 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$ 成立时,会出现企业“低隐私保护”,风险厌恶和风险偏好消费者均“低质量数据”的纯策略组合,也即 $\{(0,1), (0,1), (0,1)\}$ 是纳什均衡。原因是:因 $C_h - C_c > 0$ ,当消费者均选择“低质量数据”时,企业选择“低隐私保护”策略要优于选择“高隐私保护”策略;在 $C_u \geq (1-\alpha)\Delta_E + \frac{1}{2}\rho\sigma_h^2$ 时,对企业“低隐私保护”策略,风险厌恶的消费者最优反应是“低质量数据”;当 $\rho_h < 2(C_u - (1-\alpha)\Delta_E)/\sigma_h^2$ 成立时,由式(3)知 $E_2^h(0,0) \geq E_2^h(0,1)$ 成立,也即对于企业“低隐私保护”的策略,风险偏好的消费者也选择“低质量数据”策略。换言之,在此条件下 $\{(0,1), (0,1), (0,1)\}$ 满足不等式组(4),即该策略组合是纳什均衡。

显然此情况是数据共享最不理想的局面,依据均衡策略的存在条件,可有效避免其发生。

## 4 讨论与政策建议

从以上模型可知消费者的风险态度以及风险态度的信息不对称,是影响企业和消费者选择数据共享行为的关键因素。下面对数据共享的均衡行为展开进一步讨论,并提出相应的政策建议。

### 4.1 风险态度与数据共享

从基本模型可知,风险态度 $\rho$ 和企业因隐私泄露给其自身造成损失的 $C_g$ 以及高隐私和低隐私保护的成本差 $\Delta_C$ ,是影响企业与消费者进行数据共享的关键因素。

偏好风险中的极度冒险者(风险态度系数足够大的消费者)总会提供高质量数据进行共享,企业的隐私保护方式不会影响他们的选择。为了降低此类消费者隐私泄露的可能,重要地是提高消费者隐私泄露风险的认识,即让 $C_u$ 变大。对于一般风险偏好者,企业的隐私保护行为是影响他们是否愿意提供高质量数据进行共享的主要因素。因此需要加强企业的责任意识,即提高 $C_g$ ,使得企业有意愿提供

数据的高隐私保护方式。

对于风险厌恶者,按照模型分析的结果,即 $|\rho| < 2((1-\alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2$ ,  $2((1-\alpha)\Delta_E - C_u)/\sigma_h^2 < |\rho| < 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$ ,  $|\rho| > 2(1-\alpha)\Delta_{Eu}/\sigma_l^2$ ,将消费者分为一般厌恶、中等厌恶和极度厌恶者。对于一般厌恶者,高质量数据共享是他的占优策略,同样需要提高他们对 $C_u$ 的认识,减少隐私被随意泄露的风险。对于中等厌恶者,在 $C_g > \Delta_C$ 条件下,存在两个均衡策略,即帕累托占优的“高隐私保护”与“高质量数据”以及风险占优的“低隐私保护”与“低质量数据”,这需要通过消费者和企业之间的沟通,加强彼此的信任,达成帕累托占优的均衡策略。对于极度厌恶者,提供低质量的数据进行共享是他们的占优策略,所以企业的最优反应也是低隐私保护;因此需要提高共享收益的分享比例,降低他们对数据共享的风险认知,才有可能改变这一数据共享中最不理想的局面。

### 4.2 风险态度类型与数据共享

从扩展模型的均衡分析可看出,风险态度的信息不对称会使数据共享机制更复杂。具体说,风险厌恶者和风险偏好的消费者比例是影响博弈结果的关键。其中,对于企业的“高隐私保护”策略,极度风险厌恶者以概率 $q_1^* = 1 - \frac{(C_g - \Delta_C)}{(1-r)C_g}$ 随机选择“高质量数据”,改善了完全信息下极度风险厌恶者的数据共享行为。由此可推出,随风险偏好消费者的占比提高,风险厌恶者提供高质量数据的行为会增加。

此外,风险态度信息的不对称,使得企业选择“低隐私保护”的损失减少。即在同等条件下,因为 $\Delta_C < (1-r)C_g$ 比 $\Delta_C < C_g$ 更容易让企业满足,企业选择“低隐私保护”的可能性更高。由此可见,随风险偏好消费者的占比提高,企业使用低隐私保护的行为会增多。

### 4.3 政策建议

基于本文的模型分析和讨论的结果,为了促进企业和消费者出现“高隐私保护”与“高质量数据”的共赢局面,提出以下政策建议:

(1) 加大对企业保护数据不力的处罚力度。由模型分析可看出,企业使用高隐私保护的主要动机,不仅是鼓励风险厌恶的消费者提供高质量的数据进行共享,还是为了避免数据泄露给自身带来的损失。所以,对政府监管部门而言,针对已发生的因数据保护不力而泄露消费者隐私的事件,对涉事企

业要采取大力度的惩治措施,从而对采用低隐私保护的企业形成震慑作用。此外,在社会层面营造企业重视用户数据隐私保护的氛 围,提升企业的社会效益,弥补其高隐私保护成本的支出。

(2) 构建数据共享市场的公平竞争环境。从模型均衡策略的各种条件可以看出,分配系数是影响消费者进行高质量数据共享的主要因素之一。企业间数据共享竞争的程度越激烈,消费者共享收益的占比越大。同时,竞争也会带来技术和管理的创新,这不仅降低了企业隐私保护的成 本,而且会促进企业利用消费者的数据创造更大的价值,即共享收益将提高。所以,竞争既会诱导企业更愿意使用高隐私保护的方法,也会使得消费者提供高质量数据进行共享。当然,竞争环境的公平性,是竞争发挥正面效果的必要条件。

(3) 创建更安全的互联网环境,增进企业和消费者之间的互信。风险厌恶是消费者提供不同质量数据进行共享的主要依据之一。加之消费者风险态度的信息不对称,使得企业和消费者之间的数据共享行为有可能偏离双方共赢的均衡策略。因此只有创建更安全的互联网环境,一方面可以减少数据泄露的风险,另一方面也可以降低消费者的风险厌恶,进而从根本上促进企业和消费者之间的高质量数据共享。

## 5 结 论

本文针对企业和消费者之间的大数据共享问题,围绕消费者风险态度这一关键因素,分别构建了完全信息和不完全信息下的数据共享博弈模型,研究了消费者风险态度对数据共享行为的影响机制。本文主要结论有:(1) 对风险偏好的消费者,无论是极度偏好还是一般偏好,仅当企业的数据泄露损失大于其采用高或低数据保护的成 本之差时,存在“低隐私保护”和“高质量数据”共享均衡;反之,偏好风险中度的消费者,当企业的数据泄露损失小于其采用高或低数据保护的成 本之差时,该模型存在“低隐私保护”和“低质量数据”的均衡行为。(2) 对风险厌恶的消费者:一般厌恶者,数据泄露损失是决定其提供高质量数据的关键因素;中等厌恶者,在企业的数据泄露损失大于其采用高或低数据保护的成 本之差的条件下,存在帕累托占优的“高隐私保护”与“高质量数据”和风险占优的“低隐私保护”和“低质量数据”双重均衡策略;极度厌恶者,“低质量数据”是其占优策略。(3) 当偏好风险的消

费者占比高时,风险厌恶者使用高质量数据共享的行为会增多,而企业则会减少对消费者的高隐私保护行为。

后继研究工作可从以下几个方向展开:(1) 现实中数据共享往往是一个多次的动态过程,企业也会提高自身声誉强化合作关系,因此有必要将静态模型扩展为动态跨期模型,进一步研究影响数据共享的动态机制;(2) 考虑数据共享的多方参与因素,可从消费者数量的规模效益以及企业之间的竞争程度等视角,构建多方博弈模型;(3) 考虑共享双方决策者的有限理性,比如锚定和参照点等认知因素,构建出能更好刻画现实情境的博弈模型,使得模型对实践具有更好的指导意义。

## 参考文献:

- [1] Chase R. 共享经济[M]. 王芮,译. 杭州:浙江人民出版社,2015.
- [2] 樵夫. 雅虎 10 亿账户泄露事件爆发:数据泄露防不胜防,用户怎么办[EB/OL]. (2016-12-15)[2021-05-10]. [http://tech.sina.com.cn/i/2016-12-15/doc-ifxytqav9276790.shtml?\\_zbs\\_baidu\\_bk](http://tech.sina.com.cn/i/2016-12-15/doc-ifxytqav9276790.shtml?_zbs_baidu_bk).
- [3] 腾讯科技. 一文读懂 Facebook 泄密丑闻:扎克伯格熬过十小时听证[EB/OL]. (2018-04-05)[2021-05-10]. <http://tech.qq.com/a/20180320/032157.htm>.
- [4] 李国杰,程学旗. 大数据的研究现状与科学思考[J]. Proc Acad Chin Acad Sci, 2012(27): 6.
- [5] 方巍,郑玉,徐江. 大数据:概念、技术及应用研究综述[J]. 南京信息工程大学学报:自然科学版, 2014, 6: 405.
- [6] 汪涛武,王燕. 基于大数据的制造业与零售业融合发展机理与路径[J]. 中国流通经济, 2018, 32: 33.
- [7] 徐敬宏,段泽宁,侯伟鹏,等. 移动互联网商业模式下的数据共享与隐私保护[J]. 情报理论与实践, 2018, 41: 50.
- [8] 赵阳,文庭孝. 大数据共享及其障碍分析[J]. 高校图书馆工作, 2017(4): 44.
- [9] 胡雄伟,张宝林,李抵飞. 大数据研究与应用综述(下)[J]. 标准科学,2013(11): 29.
- [10] 徐宗本,冯芷艳,郭迅华,等. 大数据驱动的管理与决策前沿课题[J]. 管理世界, 2014(11): 158.
- [11] 杨学成,许紫媛. 从数据治理到数据共治——以英国开放数据研究所为案例的质性研究[J]. 管理评论, 2020, 32: 307.
- [12] 申孟宜,谷彬. 论大数据时代的政府监管[J]. 中国市场, 2018, 38: 37.
- [13] 何颖. 数据共享背景下的金融隐私保护[J]. 东南大

学学报: 哲学社会科学版, 2017, 19: 85.

[14] 迪莉娅. 大数据环境下隐私泄露影响评估研究[J]. 情报杂志, 2016, 35: 140.

[15] 吴兴华. 数据共享与私权保护[J]. 山东科技大学学报: 社科版, 2017, 19: 10.

[16] 邓蔚, 陈秀婷, 张清华, 等. 基于树模型的差分隐私保护算法[J]. 重庆邮电大学学报: 自然科学版, 2020, 32: 848.

[17] Kitchin R. Big data, new epidemiologist and paradigm shifts [J]. Big Data Soc, 2014, 2014: 1.

[18] Abbasi A, Sarker S, Chiang R H L. Big data research in information systems. toward an inclusive research agenda [J]. J Assoc Inf Syst, 2016, 17: 1.

[19] Rowhani-Farid A, Allen M, Barnett A G. What incentives increase data sharing in health and medical research? A systematic review [J]. Res Integr Peer Rev, 2017, 2: 4.

[20] Poldrack R A, Gorgolewski K J. Making big data open. Data sharing in imagining [J]. Nat Neurosci, 2014(17): 1510.

[21] 徐绪堪, 李一铭, 庞庆华. 数字经济下政府开放数据共享的演化博弈分析[J]. 情报杂志, 2020, 39: 119.

[22] 寿纪麟. 经济学的分析方法[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 2007.

[23] 汪贤裕, 肖玉明. 博弈论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2008.

[24] 蔡江华, 贾文生, 邓喜才. 有限理性与一类主从博弈平衡点集的稳定性[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2020, 42: 102.

[25] 王庆林, 薛惠锋. 基于两阶段博弈的复杂产品流程知识共享收益分配与优化策略[J]. 预测, 2017, 36: 69.

引用本文格式:

中 文: 秦军昌, 王渊, 董玉成. 风险态度和隐私保护对消费者共享数据行为影响的机制研究[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2021, 58: 067002.

英 文: Qin J C, Wang Y, Dong Y C. Investigating the impact of risk attitude and privacy protection on consumers' data sharing behavior[J]. J Sichuan Univ: Nat Sci Ed, 2021, 58: 067002.