

基于政府监管的社交媒体用户隐私保护 演化博弈分析*

雷丽彩 郭芷欣

(湘潭大学商学院, 湘潭 411105)

摘要: 基于政府监管政策探讨社交媒体用户、平台及政府三方主体参与下的用户隐私披露行为系统决策规律, 运用MATLAB软件及演化博弈理论, 构建用户、平台及政府间的博弈模型, 仿真分析用户预期收益、政府惩罚力度、政府补贴力度等参数对各参与主体行为策略演化的影响。结果表明, 系统共存在3种可能达到的均衡状态, 其中妥协均衡和恶性均衡可通过政府监管进行优化。政府监管部门应在平衡自身成本与收益的前提下, 积极发挥补贴与惩罚的协同效应, 引导平台合理使用用户数据。研究结果将为政府监管决策的制定提供一定的理论支持和实践指导, 以实现行业效益和隐私保护的平衡发展, 构建更加安全、透明、高效的网络生态系统。

关键词: 隐私保护; 隐私披露; 社交媒体; 演化博弈; 政府; 用户; 平台

中图分类号: G252 **DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2024.08.005

引文格式: 雷丽彩, 郭芷欣. 基于政府监管的社交媒体用户隐私保护演化博弈分析[J]. 数字图书馆论坛, 2024, 20(8): 39-50.

在数字化为互联网用户带来诸多便利的同时, 信息泄露风险也不断攀升。非法获取个人信息、网络偷窥等违法犯罪行为, 以及网络窃密和网络攻击等威胁国家安全的活动, 给社会生产和生活造成了巨大隐患。自党的十八大以来, 网络和信息安全保障体系受到前所未有的重视^[1]。随着数字经济的蓬勃发展, 针对网络与信息安全保障的相关法律法规逐步完善, 从《网络安全法》的实施到《数据安全法》的颁布, 再到《个人信息保护法》的起草, 无一不显示了个人信息保护的紧迫性和重要性。

社交媒体作为互联网中不可或缺的一部分, 依托用户的信息传播和社会互动, 建立并维护用户的社交关系^[2], 也正因此, 社交媒体带来了隐私泄露的风险, 对用户的隐私权利构成了严重威胁。随着社交媒体平台的

不断发展, 用户的个人信息被广泛收集和分析, 从而产生大量的个人数据。这些数据可能会被不法分子利用, 导致用户信息的滥用和泄露, 社交媒体用户数据泄露和非法使用事件频发。2023年初美国社交媒体巨头推特超2亿用户数据遭泄露, 数据包括用户的个人资料及电子邮件地址等^[3]。社交媒体用户隐私的泄露不仅是个人问题, 还可能威胁国家政治安全。在加强隐私保护成为共识的背景下, 如何处理合理使用信息与维护个人权益之间的关系, 成为社交媒体用户、平台及政府必须共同直面的现实课题。

针对社交媒体隐私信息泄露可能引起的公众担忧, 已有文献就用户与社交媒体平台隐私行为博弈策略进行研究并认为应继续强化第三方监管^[4-5]。同时, 演化博弈理论在信息分享^[6]、科研协同^[7]等多种用户信息

收稿日期: 2024-05-11

*本研究得到国家自然科学基金面上项目“大数据驱动的在线运动社区用户社会关系与运动行为的交互影响机制研究”(编号: 72171207)资助。

行为研究中被广泛应用,以捕捉多主体系统中用户行为的动态适应过程,探究用户策略如何随着时间和环境的变化而演变。故本研究将社交媒体用户隐私披露行为视为一个以用户、社交媒体平台、政府为主体的动态博弈系统。通常情况下,用户在社交媒体平台上进行隐私披露时会考虑由可能发生的信息滥用等隐私风险事件导致的经济损失,因此需要平台方对用户数据进行高度保护。但当平台采用更为严格的隐私政策时,其所需的技术研发资源也相对较多,因而会出现平台采取宽松的隐私政策的投机情况。此时,政府相关部门应积极发挥其在个人信息保护中的正向作用,以促使平台更好地维护个人信息。然而,政府在对平台的积极监管中需要付出额外的经济成本,这使得政府监管部门降低了对社交媒体平台隐私保护的监管力度。在这样一个信息不对称、存在利益冲突的隐私博弈系统中,用户、社交媒体平台和政府需要动态地调整自身的策略选择。通过社交媒体用户隐私披露行为三方演化博弈研究,可以深入探究这一过程,为保护用户隐私提供理论支撑,引导用户合理披露隐私,减少不必要的信息泄露风险,帮助社交媒体平台更好地了解用户需求和行为特征,优化平台服务,提升用户体验,同时政府可据此完善相关法规和标准,加强对社交媒体平台的监管,保障公民的个人隐私和信息安全。

基于此,本研究运用三方演化博弈模型,对社交媒体用户隐私披露行为中三方博弈的具体演化过程进行更为全面、深入的阐释,并由此挖掘三方共赢的最优演化路径。同时,围绕社交媒体的发展现状为政府监管提出切实可行的建议,以促进网络治理的科学化、规范化发展,为构建和谐、安全、开放、有序的网络空间提供理论基础和实践路径。

1 文献综述

数字技术的飞速发展加剧了人们对于隐私泄露的担忧,互联网用户的隐私披露问题受到了广大学者的关注。目前,国内外相关研究以问卷调查法和实验法为主要研究方法,基于隐私计算理论、计划行为理论和沟通隐私管理理论,将互联网用户的隐私披露问题分别置于电子商务、在线医疗和社交媒体3个情境下进行研究。

(1) 电子商务情境。刘百灵等^[8]从公平理论的视角探索用户隐私披露意愿的影响因素,以用户的积极与消

极态度为中介,提出隐私政策、激励政策和互动沟通是影响用户积极与消极态度的关键因素,从而进一步影响用户的隐私披露意愿。Gauthier等^[9]从电商平台个性化服务的角度出发,揭示了个性化对消费者主观期望效用正向递减的影响效应,并认为信息敏感度负向影响消费者的隐私披露意愿,强调平台应为消费者创造公平透明的数据交换环境。

(2) 在线医疗情境。国内外学者主要就用户隐私披露行为的前因及决策机制进行研究。Zhang等^[10]基于保护动机理论分析用户个人健康信息披露意愿的影响机制,确定了信息支持和情感支持可以有效增强信息披露意愿,并提出应为不同健康状况的人提供不同的隐私服务。Sun等^[11]则关注用户的满意度如何影响用户披露隐私信息的意愿,结果表明,患者对平台的信任通过提高满意度正向影响患者的信息披露意愿,而提升满意度是提高患者披露意愿的关键。

(3) 社交媒体情境。郭海玲等^[12]使用Smart PLS软件根据收集到的415份有效问卷数据对构建的社会化媒体用户信息披露意愿模型进行验证,提出了感知收益、信任、感知信息控制都与隐私披露意愿呈正相关关系,隐私关注则对隐私披露意愿产生负向影响。李雪丽等^[13]基于元分析构建了社交媒体用户信息披露意愿影响因素模型,以更加全面地挖掘影响社交媒体用户隐私披露的因素。但由于隐私披露意愿与披露行为并不完全等同^[14],问卷调查法难以展示用户在社交媒体上的实际披露行为,故臧国全等^[15]采用Python程序对微博用户数据进行收集,经数据分析揭示隐藏位置标签、设置数据权限等隐私操作均正向影响用户自我披露意愿,且个人属性也是影响信息披露意愿的关键因素。Gu等^[16]在实证研究的基础上构建了社交网络用户数字信息演化博弈模型,分析了用户隐私披露行为在不同情况下的变化规律。

综上所述,国内外学者对互联网用户的隐私披露进行了有益的探索,相关研究对社交媒体用户隐私披露行为的演化博弈研究具有重要借鉴意义,但同时也存在一定的局限性。①大多数文献运用演化博弈方法,从影响用户隐私披露的两个主体——用户及服务提供商层面展开研究,但是,政府监管在用户隐私披露行为中也发挥着相当积极的作用^[17],大部分研究在模型中并未考虑政府对用户隐私披露行为的影响。②目前虽有少数研究意识到政府在隐私披露中发挥着作用,但对政府如何通过发挥自身作用来影响用户隐私披露行为还

未开展进一步研究。③鲜有文献将影响用户隐私披露行为的主体置于同一分析框架下进行统一研究,大多数文献仍旧利用两两博弈的方法来研究用户、社交媒体平台、政府三者之间的关系。值得注意的是,三方主体的行为策略选择是相互影响的,并且会随着时间的推移而变化^[18],用户、社交媒体平台、政府既有利益上的一致性,又存在着尖锐的矛盾。尤其是用户为了获取平台提供的服务不断披露自己的隐私信息,但同时又担忧自己的隐私信息被泄露^[19]。鉴于此,本研究基于隐私计算理论的视角,运用演化博弈及MATLAB仿真分析方法,通过构建用户、社交媒体平台、政府的动态演化博弈模型,探讨用户隐私披露行为的演化稳定策略及使三方主体策略达到理想状态的稳定条件,并分析三者的互动机制及用户隐私披露行为的主要影响因素。本研究既是对现有研究成果的借鉴,也是对隐私计算理论和演化博弈理论的进一步拓展与应用。

2 演化博弈模型构建

为研究社交媒体用户隐私披露三方参与主体的行为策略演化,本研究预先调查了微信、新浪微博等国内主流在线社交媒体平台,提出参数(见表1)和假设。

假设1: 本研究将社交媒体用户隐私披露行为系统简化为只有用户、社交媒体平台和政府3个行为主体的系统,同时3个主体均为有限理性的“经济人”,其选择策略的目的在于实现自身利益最大化,各方主体在不完全信息状况下仅根据自身获得的收益与付出的成本动态调整策略。

假设2: 基于隐私计算理论,社交媒体用户会在权衡隐私披露的收益与风险后做出披露或不披露的决策^[20]。在社交媒体背景下,用户可能承担的隐私风险 L_1 主要来源于平台未经授权访问隐私信息、商业性使用或传播隐私信息^[12]。但同时,用户也可以通过在平台上进行信息披露而获得一定的收益 T ,包括潜在的经济收益^[21]、共享信息带来的情感支持^[22]、平台服务带来的个性化效益^[23]以及政府监管提供的信任增益^[24]等。本研究记用户披露隐私信息的概率为 x ,且随着时间的推移而变化。显然,用户不披露个人隐私的概率为 $1-x$,当用户选择不披露时,无须承担隐私泄露的风险。

假设3: 社交媒体平台的博弈策略为采取严格保护

表1 参数设定

参数符号	含义
T	用户进行隐私披露时获得的经济收益、情感支持、个性化效益和信任增益
C_1	社交媒体平台采用允许收集的隐私政策时,产生的数据收集和使用成本
C_2	社交媒体平台采用严格保护的隐私政策时产生的成本, $C_2 > C_1$
C_3	政府进行积极监管时产生的人力、物力、财力成本, $C_3 > C_4$
C_4	政府进行消极监管时产生的人力、物力、财力成本
R_1	社交媒体平台的固有收益
R_2	用户进行隐私披露,社交媒体平台采用允许收集的隐私政策时产生的额外收益
R_3	用户进行隐私披露,社交媒体平台采取严格保护的隐私政策,政府积极监管时,政府获得的声誉收益
L_1	隐私泄露给用户方造成的损失
L_2	隐私泄露给平台方造成的品牌形象和声誉损失
L_3	隐私泄露给政府方造成的声誉损失
S	社交媒体平台采取严格保护的隐私政策,政府积极监管时,政府对平台方的补贴
F	发生隐私泄露时,政府对平台方的惩罚
α	社交媒体平台采取严格保护的隐私政策时发生隐私泄露的概率
β	社交媒体平台采取允许收集的隐私政策时发生隐私泄露的概率, $\beta > \alpha$
x	用户在社交媒体平台上进行隐私披露的概率
y	社交媒体平台采取严格保护的隐私政策的概率
z	政府进行积极监管的概率

或允许收集的隐私政策。当采取严格保护的隐私政策时,平台会完善自身的隐私保护技术,加大对用户隐私的保护力度,限制第三方访问用户数据,从而降低隐私风险^[25],增强用户对平台的信任感,但需要投入较高的成本 C_2 。当采取允许收集的隐私政策时,平台允许第三方在其平台上收集数据,数据的有效利用提高了用户隐私数据的使用价值^[26],能够提升广告投放效益或电商购买转化率,使平台获得额外收益 R_2 ,此时平台需要投入的成本为 C_1 ,且 $C_1 < C_2$ 。可能发生的隐私泄露事件会使平台信誉和品牌形象受到损害 L_2 ,并进一步导致平台用户流失。假设在博弈的初始阶段,平台选择严格保护策略的概率为 y ,选择允许收集策略的概率为 $1-y$,采取严格保护隐私政策的投入成本高于采取允许收集隐私政策的投入成本,且在严格保护隐私政策下发生隐私泄露事件的概率 α 小于允许收集隐私政策下发生隐私泄露事件的概率 β 。

假设4: 政府可以通过监管政策来影响社交媒体平台的运作,其博弈策略为对平台的隐私保护情况进行积极监管或消极监管。当政府选择积极监管的策略时,

政府需要投入更高的监管成本 C_3 ，以完善用户隐私保护相关的法律法规，给予一定补贴 S 以鼓励社交平台采取更严格的保护措施，并对平台发生的隐私泄露事件实施惩罚 F ，进而降低社交媒体用户隐私泄露风险，以保护用户合理的隐私披露意愿^[25]。当政府采取消极监管策略时，政府仅投入较低的监管成本 C_4 ，放松监管政策，该策略强调的是政府在干预市场时采取最小化干预原则，此时平台发生隐私泄露事件给政府监管部门

造成的声誉损失为 L_3 。假定政府选择积极监管的概率为 z ，则选择消极监管的概率为 $1-z$ ，政府进行积极监管的投入成本高于进行消极监管的投入成本。

根据上述假设，可以得出社交媒体用户、平台及政府的演化博弈模型（见图1），该系统中的三方主体相互作用、相互制约，且其决策行为随时间的推移和环境的变化而演变。基于该演化博弈模型及其参数设定，可以得出各策略组合的收益矩阵（见表2）。

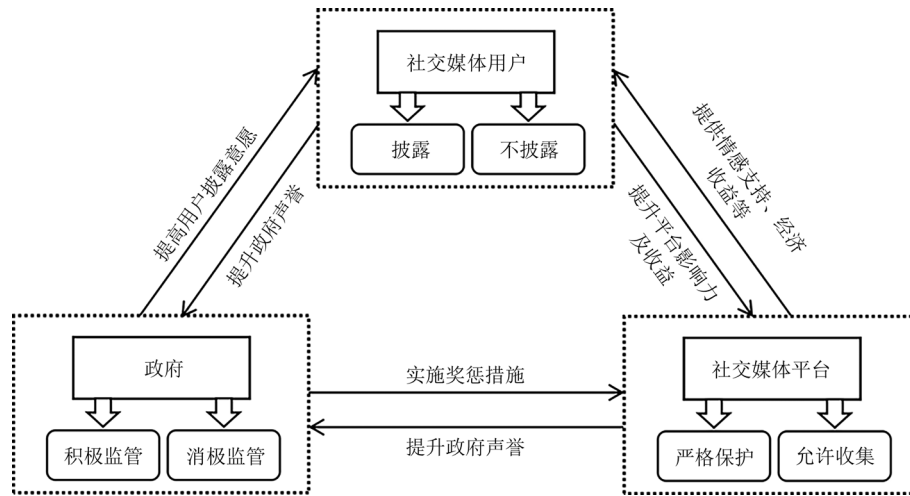


图1 社交媒体用户、平台及政府的演化博弈模型

复制动态方程是演化博弈论中常用的一种选择动态，它可以较好地描绘出博弈主体的演化趋势^[27]，从而更好地理解社交媒体用户隐私披露行为演化博弈中各方博弈主体的策略选择和行为演化。

表2 社交媒体用户、平台以及政府的收益矩阵

政府策略	用户策略	平台策略	
		严格保护 (y)	允许收集 ($1-y$)
积极监管 (z)	披露 (x)	$T-\alpha L_1$	$T-\beta L_1$
		$R_1+S-\alpha(L_2+F)-C_2$	$R_1+R_2-\beta(L_2+F)-C_1$
		$R_3+\alpha(F-L_3)-C_3-S$	$\beta(F-L_3)-C_3$
	不披露 ($1-x$)	0	0
消极监管 ($1-z$)	披露 (x)	R_1+S-C_2	R_1-C_1
		$-C_3-S$	$-C_3$
		$T-\alpha L_1$	$T-\beta L_1$
	不披露 ($1-x$)	R_1-C_2	R_1-C_1

用户进行隐私披露的期望收益如式 (1) 所示。

$$V_{11} = (T - \alpha L_1)yz + (T - \alpha L_1)y(1-z) + (T - \beta L_1) \cdot (1-y)z + (T - \beta L_1)(1-y)(1-z) \quad (1)$$

用户不进行隐私披露的期望收益如式 (2) 所示。

$$V_{12} = 0 \cdot y \cdot z + 0 \cdot y \cdot (1-z) + 0 \cdot (1-y) \cdot z + 0 \cdot (1-y) \cdot (1-z) = 0 \quad (2)$$

用户平均期望收益如式 (3) 所示。

$$V_1 = xV_{11} + (1-x)V_{12} = x(T - \beta L_1 - \alpha y L_1 + \beta y L_1) \quad (3)$$

用户复制动态方程如式 (4) 所示。

$$F(x) = dx/dt = x(1-x)[T - \beta L_1 + (\beta - \alpha)y L_1] \quad (4)$$

社交媒体平台采取严格保护的隐私政策的期望收益如式 (5) 所示。

$$V_{21} = [R_1 + S - C_2 - \alpha(L_2 + F)]xz + [R_1 - C_2 - \alpha(L_2 + F)] \cdot x(1-z) + (R_1 + S - C_2)(1-x)z + (R_1 - C_2)(1-x)(1-z) \quad (5)$$

社交媒体平台采取允许收集的隐私政策的期望收益如式 (6) 所示。

$$V_{22} = [R_1 + R_2 - C_1 - \beta(L_2 + F)]xz + [R_1 + R_2 - C_1 - \beta(L_2 + F)]x(1-z) + (R_1 - C_1)(1-x)z + (R_1 - C_1)(1-x)(1-z) \quad (6)$$

社交媒体平台平均期望收益如式(7)所示。

$$V_2 = yV_{21} + (1-y)V_{22} = R_1 - C_1 + yC_1 - yC_2 + xR_2 - \beta xF - \beta xL_2 - xyR_2 + yzS - \alpha xyF + \beta xyF - \alpha xyL_2 + \beta xyL_2 \quad (7)$$

社交媒体平台复制动态方程如式(8)所示。

$$F(y) = dy/dt = y(1-y)[C_1 - C_2 - xR_2 + zS + (\beta - \alpha)(F + L_2)x] \quad (8)$$

政府积极监管的期望收益如式(9)所示。

$$V_{31} = [R_3 + \alpha(F - L_3) - C_3 - S]xy + [\beta(F - L_3) - C_3] \cdot x(1-y) + (-C_3 - S)(1-x)y + (-C_3)(1-x)(1-y) \quad (9)$$

政府消极监管的期望收益如式(10)所示。

$$V_{32} = [\alpha(F - L_3) - C_4]xy + [\beta(F - L_3) - C_4] \cdot x(1-y) + (-C_4)(1-x)y + (-C_4)(1-x)(1-y) \quad (10)$$

政府平均期望收益如式(11)所示。

$$V_3 = zV_{31} + (1-z)V_{32} = zC_4 - zC_3 - C_4 + \beta xF - \beta xL_3 - yzS + xyzR_3 + \alpha xyF - \beta xyF - \alpha xyL_3 + \beta xyL_3 \quad (11)$$

政府复制动态方程如式(12)所示。

$$F(z) = dz/dt = z(1-z)(-C_3 + C_4 - yS + xyR_3) \quad (12)$$

3 稳定性分析

联立式(4)、式(8)、式(12),可以得到社交媒体用户隐私披露行为系统各参与主体,即用户、社交媒体平台和政府的复制动力系统,如式(13)所示。

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[T - \beta L_1 + (\beta - \alpha)yL_1] \\ F(y) = y(1-y)[C_1 - C_2 - xR_2 + zS + (\beta - \alpha)(F + L_2)x] \\ F(z) = z(1-z)(-C_3 + C_4 - yS + xyR_3) \end{cases} \quad (13)$$

通过求解上述复制动力系统的雅可比矩阵的局部稳定性,可以得到演化稳定均衡解^[28],社交媒体用户隐私披露行为复制动力系统的雅可比矩阵如式(14)所示。

$$J = \begin{pmatrix} (1-2x)[T - \beta L_1 + (\beta - \alpha)yL_1] & x(x-1)(\alpha - \beta)L_1 & 0 \\ y(y-1)[R_2 + (\alpha - \beta)(F + L_2)] & (1-2y)[C_1 - C_2 - xR_2 + zS + (\beta - \alpha)(F + L_2)x] & yS(1-y) \\ (1-z)yzR_3 & z(z-1)(S - xR_3) & (2z-1)(C_3 - C_4 + yS - xyR_3) \end{pmatrix} \quad (14)$$

令系统内各主体策略选择的变化率为零,即令 $F(x)=0$ 、 $F(y)=0$ 、 $F(z)=0$,可以得到该复制动力系统的9个均衡点,分别为 $E_1(0, 0, 0)$ 、 $E_2(1, 0, 0)$ 、 $E_3(0, 1, 0)$ 、 $E_4(0, 0, 1)$ 、 $E_5(1, 1, 0)$ 、 $E_6(1, 0, 1)$ 、 $E_7(0, 1, 1)$ 、 $E_8(1, 1, 1)$ 、 $E_9(x^*, y^*, z^*)$,其中, $E_9(x^*, y^*, z^*)$ 满足如式(15)所示的条件。

$$\begin{cases} T - \beta L_1 + (\beta - \alpha)y^*L_1 = 0 \\ C_1 - C_2 - x^*R_2 + z^*S + (\beta - \alpha)(F + L_2)x^* = 0 \\ C_3 - C_4 + y^*S - x^*y^*R_3 = 0 \end{cases} \quad (15)$$

上述 E_1 、 E_2 、 E_3 、 E_4 、 E_5 、 E_6 、 E_7 、 E_8 共同构成了该演化博弈问题的边界,即 $D=\{(x, y, z)|0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq z \leq 1\}$ 为三方博弈的均衡解域,在解域 D 内,还存在均衡点 E_9 符合条件。但在用户、社交媒体平台和政府的复制动力系统中, E_9 为非渐进稳定状态。因此,本研究仅对 $E_1(0, 0, 0)$ 、 $E_2(1, 0, 0)$ 、 $E_3(0, 1, 0)$ 、 $E_4(0, 0, 1)$ 、 $E_5(1, 1, 0)$ 、 $E_6(1, 0, 1)$ 、 $E_7(0, 1, 1)$ 、 $E_8(1, 1, 1)$ 的渐进稳定性进行讨论。将潜在均衡点分别代入雅可比矩阵,可以得到特征值(见表3)。

表3 潜在均衡点的特征值

潜在均衡点	λ_1	λ_2	λ_3
$E_1(0, 0, 0)$	$C_1 - C_2$	$C_4 - C_3$	$T - \beta L_1$
$E_2(1, 0, 0)$	$C_4 - C_3$	$\beta L_1 - T$	$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F - L_2)$
$E_3(0, 1, 0)$	$C_2 - C_1$	$C_4 - C_3 - S$	$T - \alpha L_1$
$E_4(0, 0, 1)$	$C_3 - C_4$	$C_1 - C_2 + S$	$T - \beta L_1$
$E_5(1, 1, 0)$	$C_4 - C_3 + R_3 - S$	$\alpha L_1 - T$	$C_2 - C_1 + R_2 + (\alpha - \beta)(F + L_2)$
$E_6(1, 0, 1)$	$C_3 - C_4$	$\beta L_1 - T$	$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2)$
$E_7(0, 1, 1)$	$C_3 - C_4 + S$	$C_2 - C_1 - S$	$T - \alpha L_1$
$E_8(1, 1, 1)$	$C_3 - C_4 - R_3 + S$	$\alpha L_1 - T$	$C_2 - C_1 + R_2 - S + (\alpha - \beta)(F + L_2)$
$E_9(x^*, y^*, z^*)$	鞍点		

本研究利用李雅普诺夫第一法对系统均衡点的稳定性进行判断^[29]。具体而言,当雅可比矩阵的所有特征值的实部均为负数时,系统均衡点为渐进稳定点;当雅可比矩阵中至少有一个特征值的实部为正数时,系统均衡点为不稳定点。根据上述讨论可得,存在 $C_2 > C_1$ 、 $C_3 > C_4$ 恒成立,故 $E_3(0, 1, 0)$ 、 $E_4(0, 0, 1)$ 、 $E_6(1, 0, 1)$ 、 $E_7(0, 1, 1)$ 均为不稳定点。对其余潜在均衡点的稳定性进行分类讨论(见表4)。

表4 均衡点稳定性判断

情况	条件1	条件2	条件3	稳定点
1	$C_4 - C_3 + R_3 - S < 0$	$T - \alpha L_1 < 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_1(0, 0, 0)$
2			$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_1(0, 0, 0)$
3		$T - \alpha L_1 > 0$, 且 $T - \beta L_1 < 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_1(0, 0, 0)$
4			$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_1(0, 0, 0) + E_5(1, 1, 0)$
5		$T - \beta L_1 > 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_2(1, 0, 0)$
6			$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_5(1, 1, 0)$
7	$C_4 - C_3 + R_3 - S > 0$	$T - \alpha L_1 < 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_1(0, 0, 0)$
8			$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_1(0, 0, 0)$
9		$T - \alpha L_1 > 0$, 且 $T - \beta L_1 < 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_1(0, 0, 0)$
10			$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_1(0, 0, 0) + E_8(1, 1, 1)$
11		$T - \beta L_1 > 0$	$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_2(1, 0, 0)$
12			$C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$, 且 $C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$	$E_2(1, 0, 0) + E_8(1, 1, 1)$
13			$C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$	$E_8(1, 1, 1)$

由上述分析可知,该复制动力系统共存在 $E_1(0, 0, 0)$ 、 $E_2(1, 0, 0)$ 、 $E_5(1, 1, 0)$ 、 $E_8(1, 1, 1)$ 4个演化稳定均衡点,接下来按不同情形对其进行划分。

(1) 良性均衡。当满足 $C_4 - C_3 + R_3 - S > 0$, $T - \alpha L_1 > 0$ 且 $C_1 - C_2 - R_2 + S + (\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$ 时,系统可能演化到 $E_8(1, 1, 1)$ 的均衡状态。此时政府监管部门实施积极监管策略的期望收益大于实施消极监管策略的期望收益,故政府实施监管,平台对用户数据进行严格保护,限制第三方机构的访问和获取,用户选择合理披露个人隐私信息。在这一均衡状态下,三方主体的收益均达到最优,政府获得的声誉收益大于其付出的补贴与积极监管的附加成本,平台额外付出的成本与使用数据的机会成本之和小于其可能遭受的额外惩罚和品牌形象损失,用户获得的经济收益、情感支持与个性化效益大于可能的损失,因此达成一种良性均衡。

(2) 恶性均衡。当 $T - \beta L_1 < 0$ 时,无论平台收益与政府收益如何变动,系统最终都可能演化至 $E_1(0, 0, 0)$ 。由于用户获得的总收益明显小于其可能遭受的损失,用户最终趋于不披露隐私信息,此时政府放宽监管政策,平台采取允许收集的策略。若这一现象持续恶化,则可能导致平台倒闭,政府信誉受损,用户转移至其他平台;但若加以限制,则可能改变这一均衡状态。

(3) 妥协均衡。这一情形下存在两种稳定点。
①当满足 $C_4 - C_3 + R_3 - S < 0$, $T - \alpha L_1 > 0$ 且 $C_1 - C_2 - R_2 +$

$(\beta - \alpha)(F + L_2) > 0$ 时,系统可能存在 $E_5(1, 1, 0)$,即用户披露隐私信息,平台采取严格保护的隐私政策,政府实施消极监管。这一情况下,通过平台自律和市场竞争,用户隐私可能得到一定程度的保护,严格的隐私保护措施可以成为市场竞争中的差异化优势,以增强用户信任,提升平台竞争力,进而提高数据安全水平,形成行业自律机制。但在政府监管缺位的情况下,若平台发生隐私泄露事件,由于缺乏有效的追责机制,用户可能难以获得公平的赔偿和保护。
②当满足 $T - \beta L_1 > 0$,且 $C_1 - C_2 - R_2 + (\beta - \alpha)(F + L_2) < 0$ 时,系统则可能演化至 $E_2(1, 0, 0)$,即政府实施消极监管的策略,平台允许第三方收集用户信息,用户披露个人信息。此时平台因违规出售、贩卖个人信息有利可图而逐渐选择允许收集,用户则出于既有的收益和无法找到更好的选择等留在该平台,最终达到均衡状态。然而,政府的消极监管可能导致无法及时发现和处理隐私保护问题,尤其是在平台自律措施不足或失效的情况下,监管空白可能会进一步增加隐私泄露风险。

综上,在情形(2)与情形(3)下均可通过一定手段优化均衡状态。政府可以通过技术创新、工具自动化以及管理水平提升等举措降低积极监管的附加成本,以实现对用户隐私高效和可持续的保护;此外,政府也可以通过完善相关法律法规,建立便捷的用户投诉和反馈机制,增加用户的信任增益,进而提高用户的预期收益。

4 仿真分析

为进一步验证上述模型的正确性,本研究运用MATLAB软件和演化博弈理论,对该三方演化博弈模型进行仿真模拟,分析博弈三方在演化过程中的稳定策

略。充分参考韩普等^[30]、邱均平等^[31]和曲薪池等^[32]的研究,按不同情况拟定各参数初始数值(见表5),并基于各方主体初始意愿 $(x, y, z)=(0.5, 0.5, 0.5)$ 探究用户预期收益、政府惩罚力度、政府补贴力度对于系统演化的影响。

表5 各参数初始数值

情况	T	C_1	C_2	C_3	C_4	R_2	R_3	L_1	L_2	S	F	α	β
1	20	20	50	30	15	50	80	80	80	80	70	0.3	0.7
2	20	20	50	30	15	50	80	80	80	80	130	0.3	0.7
3	40	20	50	30	15	50	80	80	80	80	70	0.3	0.7
4	40	20	50	30	15	50	80	80	80	80	130	0.3	0.7
5	60	20	50	30	15	50	80	80	80	80	70	0.3	0.7
6	60	20	50	30	15	50	80	80	80	80	130	0.3	0.7
7	20	20	50	30	15	50	80	80	80	40	10	0.3	0.7
8	20	20	50	30	15	50	80	80	80	40	70	0.3	0.7
9	40	20	50	30	15	50	80	80	80	40	10	0.3	0.7
10	40	20	50	30	15	50	80	80	80	40	70	0.3	0.7
11	60	20	50	30	15	50	80	80	80	40	10	0.3	0.7
12	60	20	50	30	15	50	80	80	80	40	70	0.3	0.7
13	60	20	50	30	15	50	80	80	80	40	130	0.3	0.7

4.1 用户预期收益对系统演化的影响

为分析用户预期收益 T 变化对演化博弈过程和结果的影响,固定其他参数不变,令 $T=\{20,40,60\}$,共设置4个实验组,获得复制动态方程组基于不同用户预期收益水平随时间演化50次的仿真结果(见图2)。

由图2可知,用户隐私披露行为与其预期收益 T 之间存在明显的关联,在系统演化至稳定均衡点的过程中,用户预期收益 T 的提升正向影响用户的隐私披露行为,这与理论分析结果一致。当用户对隐私披露的预期收益较低,即 $T=20$ 和 $T=40$ 时,用户更愿意选择不披露的策略。在这种情况下,用户更倾向于保护自己的隐私,拒绝向平台提供个人信息。对比 x - y 面的投影,当 $T=40$ 时,用户决策向不披露演化的速度更慢,即在演化至 $(x, y, z)=(0, 0, 0)$ 的过程中,用户预期收益与系统演化速度成反比。相反,当用户预期的收益显著高于隐私风险,即 $T=60$ 且 $T-\beta L_1 > 0$ 时,他们选择披露个人隐私信息的概率显著提高。因此,政府可以通过提高用户的预期收益来提升其隐私披露意愿,促使系统演化向最优均衡路径优化,包括建立隐私保护认证体系、要求平台公开数据使用情况和隐私保护措施以提高用户的信任增益,或鼓励平台为用户提供高

质量的个性化服务以提升用户的个性化效益等。

4.2 政府惩罚力度对系统演化的影响

控制其他相关参数不变,改变政府在隐私泄露时对社交媒体平台的惩罚力度 F ,分别令 $F=\{10,70,130\}$,共设置6个实验组,考察政府惩罚力度在不同情况下对系统演化的影响(见图3)。

显然,无论在何种情况下,政府对平台隐私泄露惩罚力度的变化显著影响复制动力系统的演化路径,用户、平台及政府的策略因惩罚力度不同可能发生改变。如图3(c)、图3(f)所示,随着政府惩罚力度的增加,社交媒体平台采取严格保护隐私政策的概率提高。综合观察各子图在 x - y 面的投影可以发现,在系统演化至同一均衡点的过程中,当政府对于隐私泄露事件的惩罚力度较小,即 $F=10$ 时,平台以更快的速度向允许收集的方向演化。这与前文所述的,当平台选择允许收集策略的总收益大于选择严格保护策略的总收益时,平台最终会趋于前者的结论相契合。图3(a)、图3(b)则表明平台在较大惩罚力度下可能先向严格保护的方向演化,随后再快速演化至允许收

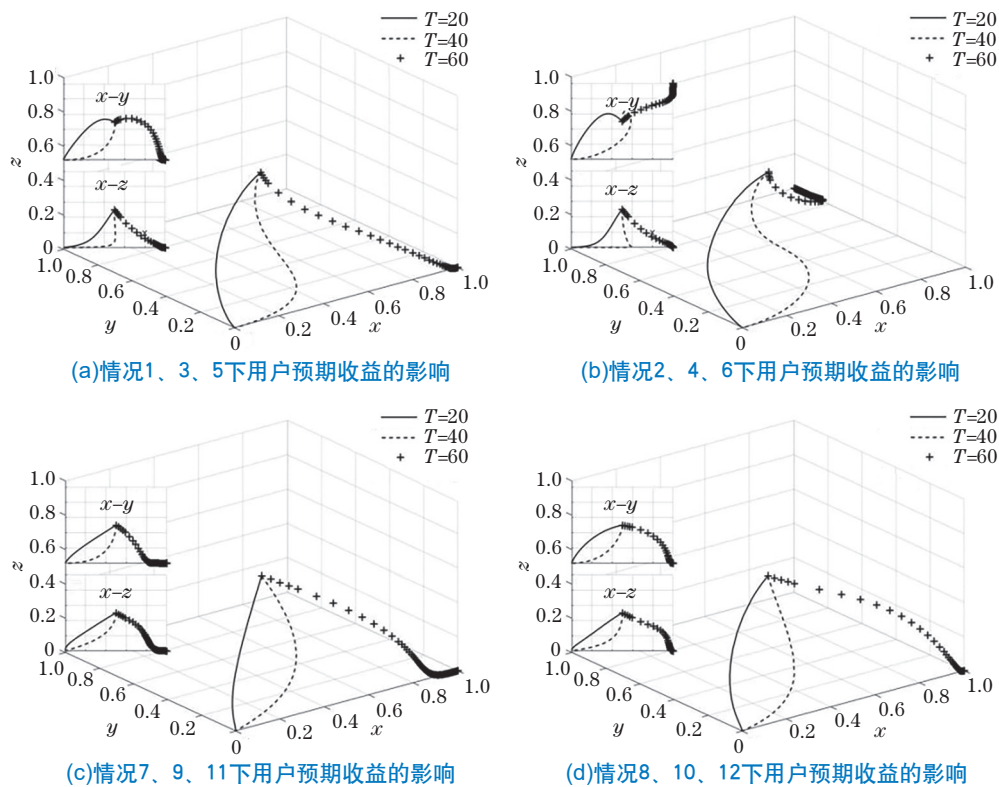


图2 用户预期收益变化对演化博弈过程和结果的影响

集的策略。可见，政府惩罚政策对平台具有强大的即时约束力，可以提升企业合规意识，保护用户权益，树立监管权威。然而，随着市场和技术的不断变化，固定的惩罚标准可能逐渐失效。因此，长期来看，需要动态调整惩罚政策，加大惩罚力度^[33]，以适应市场环境和技术的变化，保持监管政策的有效性和灵活性，促进企业持续改进隐私保护措施，确保数字经济的健康发展。

4.3 政府补贴力度对系统演化的影响

在保持其他参数不变的情况下，改变政府对社交媒体平台的补贴力度 S ，分别令 $S=\{40,80\}$ ，共设置4个实验组，分析政府补贴力度在不同情况下对三方主体行为策略演化的影响（见图4）。

可以看出，政府的补贴力度变化对系统演化路径的影响是显著且复杂的，不仅改变系统演化至均衡点的速度，也可能改变主体的策略选择。如图4（b）所示，当政府补贴力度处于较高水平，即 $S=80$ 时，平台在初始阶段先向严格保护的方向演化，随后再快速演化至允许收集的策略，此时政府则以比补贴力度较低时更快的速度演化至消极监管策略。这说明政府监管部门对社交媒体平

台较高的补贴力度并不能保证平台严格保护用户隐私数据，因此，单纯的提高补贴力度的措施过于片面。同时，出于利益最大化的考虑，当补贴力度较低，惩罚力度较高时，政府会更愿意采取积极监管的策略，在此情况下更可能通过最优演化路径达到用户披露、平台严格保护、政府积极监管的均衡策略，如图4（d）所示。这也验证了当政府进行积极监管所获得的额外收益小于政府选择积极监管策略与选择消极监管策略所付出的成本差额时，政府总会选择消极监管的策略，与模型的稳定性分析相符。总体而言，政府应通过政策降低积极监管的成本，从而提升整体监管效率，保障用户隐私，促进数字经济的健康发展。通过整合和优化现有政策框架，可以减少重复监管和资源浪费，放大监管的协同效应。同时，采用科学的监管方法和技术手段，能够有效降低人力和财务成本，实现精准、高效的隐私保护监管。

5 结论与启示

5.1 研究结论

本文通过构建社交媒体用户、社交媒体平台和政

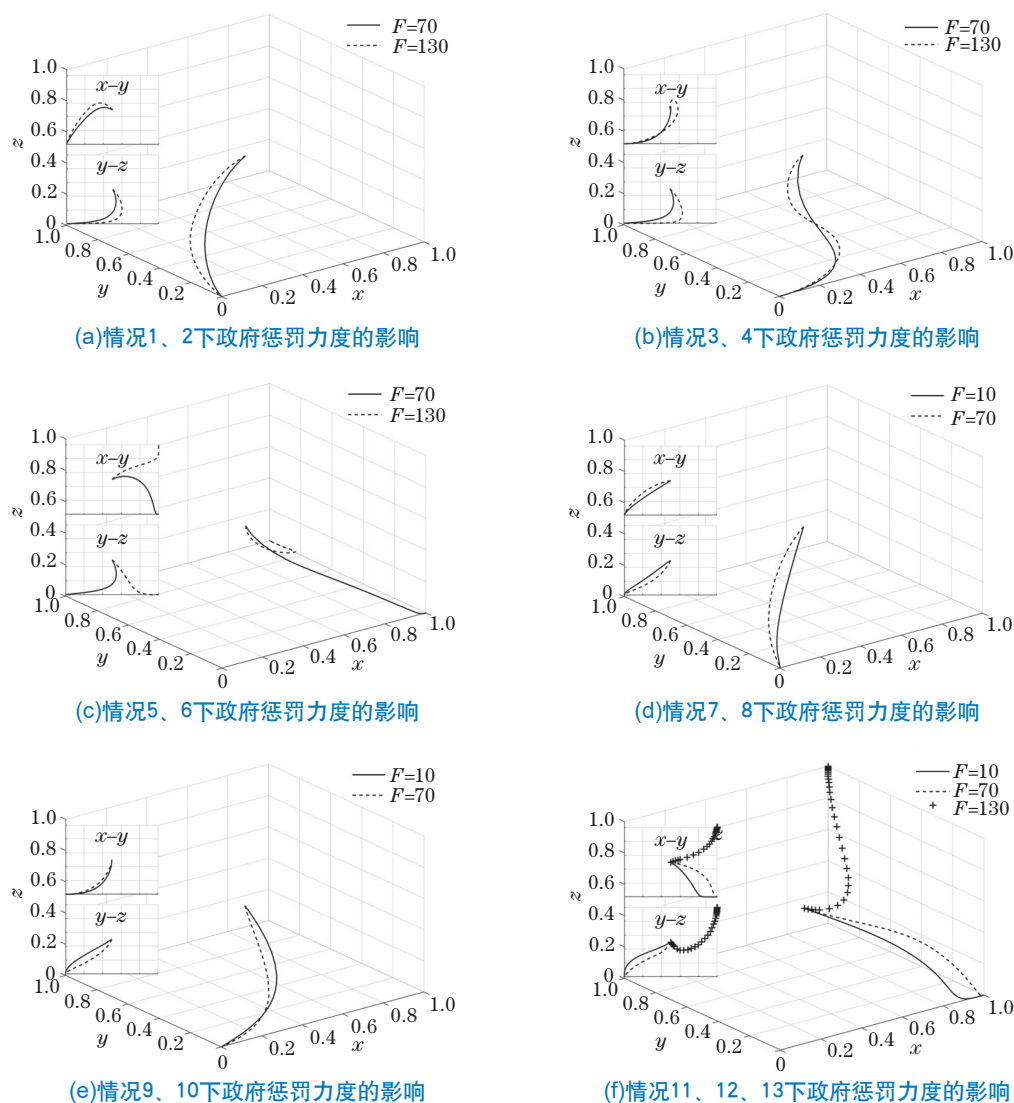


图3 政府惩罚力度变化对演化博弈过程和结果的影响

府之间的三方演化博弈模型, 分析了三方参与主体策略选择的稳定性、复制动力系统均衡策略组合的稳定性以及各参数对系统演化的影响, 并通过MATLAB软件进行仿真分析, 验证了均衡性分析结论的有效性。本文从政府部门监管政策变化的角度探讨三方主体决策如何相互影响, 分析了三者之间的动态互动关系, 并得出以下结论。①系统的均衡状态可以分为良性均衡、恶性均衡和妥协均衡3种情形, 在恶性均衡和妥协均衡的状态下, 政府监管部门可以通过技术创新等多种举措对系统进行优化和改进。②用户的隐私披露意愿是影响最优演化策略——用户披露个人信息、平台严格保护用户隐私、政府对平台行为进行积极监管能否实现的最主要因素。若用户选择不进行隐私披露, 考虑到投入成本, 平台会演化至允许收集的策略, 政府则最终会选择

进行消极监管。政府可通过积极的监管政策提高用户的信任增益, 进而提高用户的预期收益, 以此鼓励用户在社交媒体平台上进行合理的隐私披露。③平台策略的选择主要受政府惩罚力度的影响, 惩罚政策对平台的即时约束力强, 但长期来看, 需要动态调整惩罚力度以适应市场和技术的变化。相较而言, 政府补贴更多地起到辅助和支持的作用, 鼓励平台在已有基础上进一步提升隐私保护水平, 但不足以单独驱动平台从根本上改变其隐私保护策略。因此, 应发挥奖惩措施的协同效应, 扩大政策覆盖面。由于平台决策以利益为导向, 其自律机制难以长期维持, 未来可从政府-公众协同监管的角度考虑, 进一步优化平台隐私保护政策, 提升网络空间治理水平。④政府实施何种监管政策是由成本与收益决定的, 主要取决于对实施积极监管的额外成本

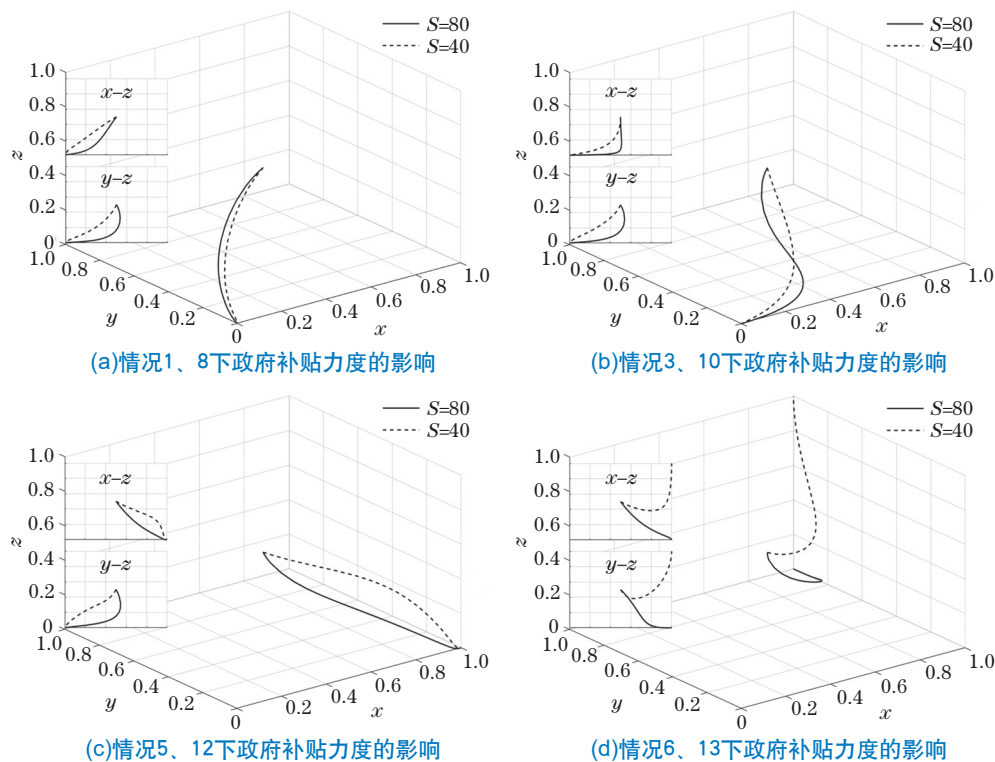


图4 政府补贴力度变化对演化博弈过程和结果的影响

和其声誉收益的衡量。用户进行隐私披露、平台采取严格保护的隐私政策是政府进行积极监管的必要条件。

5.2 管理启示

根据研究结论,可以为政府在社交媒体用户隐私保护领域实施监管提供启示。

(1) 强化信任机制,提高用户预期收益。由于用户决策是影响最优均衡状态能否实现的关键因素,政府应当采取多方面的措施来提升用户的信任度、保护用户合理的隐私披露意愿。①强化用户隐私控制。2021年生效的《个人信息保护法》已经对个人信息的收集、处理、存储和共享作出详细规定,但通过与世界各国隐私保护的相关法律法规进行横向比较发现,仍存在进一步细化的可能。如欧盟的《通用数据保护条例》明确将个人资料按敏感程度划分,对于个人敏感信息的处理作出了相应规定,以强化用户对隐私信息的控制。②构建用户反馈渠道。设立便捷的用户反馈渠道,让用户能够及时反映隐私问题和建议,并对反馈进行及时响应和处理。同时定期进行用户隐私保护满意度调查,了解用户对平台隐私保护措施的评价和期望,并根据反馈改进政策和措施。③鼓励多方共治。进一步鼓励非政府组织、媒体和

公众参与隐私保护监督,发挥社会监督的作用,建立政府-公众协同监管机制,形成透明、公正的监管环境。

(2) 奖惩并施,强化全流程监管。①实现全流程监管。目前,用户隐私信息安全领域,我国主要采取传统的事后监管模式,即在平台发生违规行为后监管部门介入。然而,随着数字经济的快速发展和技术进步,事后监管已经无法有效应对新兴的隐私安全挑战。为了更有效地保护用户隐私和数据安全,将监管前置化,构建全流程、全链条的监管模式显得至关重要。②加大处罚力度,避免实施不力。尽管《个人信息保护法》《网络安全法》等法律法规对侵犯隐私安全的处罚措施有明确规定,但实际实施过程中,仍存在执行不到位和处罚力度不足的问题。以滴滴出行为例,国家互联网信息办公室对滴滴出行过度收集信息等16项违法事实实施80.26亿元的罚款^[34]。虽然罚款数额巨大,但相对于其整体营收和市场价值而言,只能起到有限的震慑作用,未必能完全改变企业的数据收集、处理方式。③建立健全补贴机制。我国现有的隐私安全补贴机制通过企业的特定认证来实现,但仍存在认证标准、流程不严格,补贴金额“一刀切”等问题。要进一步鼓励行业协会制定隐私保护行业标准,推动行业自律,并根据企业规模实行多级补贴机制。

(3) 提升管理水平, 降低监管成本。①利用技术手段。引入自动化工具和人工智能技术来辅助监管。例如, 利用机器学习算法自动检测数据泄露、异常行为和潜在的隐私威胁, 从而减少人工干预的成本。②提升公共管理能力。协调不同部门和层级的政策, 避免政策冲突和重复监管, 提高政策的连贯性和一致性, 减少企业和监管机构的合规成本。③优化监管结构。根据平台规模、业务类型和风险等级实施分级分类监管, 针对高风险平台加强监管, 对低风险平台实施简化监管, 提高监管资源的利用效率。建立监管政策的动态调整机制, 根据技术发展和市场变化及时调整监管措施, 保持政策的适应性和前瞻性。

参考文献

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗: 在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报, 2022-10-26 (1).
- [2] 彭兰. 社会化媒体、移动终端、大数据: 影响新闻生产的新技术因素[J]. 新闻界, 2012 (16): 3-8.
- [3] 参考消息网. 网络安全专家: 推特用户数据泄露或令数百万人面临风险[EB/OL]. [2024-01-07]. <https://www.cankaoxiaoxi.com/digital/2023/0107/2501014.shtml>.
- [4] 丰米宁, 朱光, 杨嘉韵. 基于演化博弈的社交网络隐私保护研究[J]. 情报杂志, 2017, 36 (9): 127-132, 85.
- [5] 顾秋阳, 琚春华, 鲍福光. 融入隐私关注的社交网络服务与用户间关系的演化博弈模型研究[J]. 情报科学, 2019, 37 (9): 29-36.
- [6] 于建业, 王元卓, 靳小龙, 等. 基于社交演化博弈的社交网络用户信息分享行为演化分析[J]. 电子学报, 2018, 46 (1): 223-229.
- [7] 张耀坤, 吴瑞, 宗金星. 基于SD的学术社交网络科研协同行为演化博弈分析[J]. 现代情报, 2022, 42 (7): 68-80.
- [8] 刘百灵, 夏惠敏, 李延晖. 移动购物用户信息披露意愿影响因素的实证研究: 基于公平理论和理性行为理论视角[J]. 情报理论与实践, 2017, 40 (5): 87-93.
- [9] GOUTHIER M H J, NENSTIEL C, KERN N, et al. The more the better? data disclosure between the conflicting priorities of privacy concerns, information sensitivity and personalization in e-commerce[J]. Journal of Business Research, 2022, 148: 174-189.
- [10] ZHANG X, LIU S, CHEN X, et al. Health information privacy concerns, antecedents, and information disclosure intention in online health communities[J]. Information & Management, 2018, 55 (4): 482-493.
- [11] SUN S W, ZHANG J, ZHU Y W, et al. Exploring users' willingness to disclose personal information in online healthcare communities: the role of satisfaction[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 178: 121596.
- [12] 郭海玲, 马红雨, 许泽辉. 社会化媒体用户信息披露意愿影响模型构建与实证: 以微信用户为例[J]. 图书情报工作, 2019, 63 (15): 111-120.
- [13] 李雪丽, 黄令贺, 陈佳星. 基于元分析的社交媒体用户隐私披露意愿影响因素研究[J]. 数据分析与知识发现, 2022, 6 (4): 97-107.
- [14] 杨瑞仙, 许帆, 沈嘉宁, 等. 基于社会渗透理论的社交网络用户隐私披露行为研究[J]. 图书情报工作, 2023, 67 (6): 84-95.
- [15] 臧国全, 孔小换, 张凯亮, 等. 社交网络用户自我披露意愿研究: 以新浪微博为例[J]. 图书情报工作, 2021, 65 (16): 90-97.
- [16] GU T, ZENG P, WANG H. Research on digital information privacy behavior of social network users based on evolutionary game[J]. Wireless Communications and Mobile Computing, 2022, 2022: 1055817.
- [17] CHAUDHURI R, CHATTERJEE S, VRONTIS D. Antecedents of privacy concerns and online information disclosure: moderating role of government regulation[J]. EuroMed Journal of Business, 2023, 18 (3): 467-486.
- [18] 刘新民, 孙向彦, 吴士健. 双重治理体制下企业碳排放的演化博弈分析: 基于初始意愿差异化视角[J]. 系统工程, 2019, 37 (3): 31-47.
- [19] 陈素白, 顾晨昱, 吕明杰. “躺平”还是“保护”: 社交媒体隐私保护行为悖论研究: “U”型关系与数字代际比较[J]. 情报杂志, 2023, 42 (1): 158-167.
- [20] SUN Y Q, WANG N, SHEN X L, et al. Location information disclosure in location-based social network services: privacy calculus, benefit structure, and gender differences[J]. Computers in Human Behavior, 2015, 52: 278-292.
- [21] POCH R, MARTIN B. Effects of intrinsic and extrinsic motivation on user-generated content[J]. Journal of Strategic Marketing, 2015, 23 (4): 305-317.
- [22] 李贺, 余璐, 许一明, 等. 解释水平理论视角下的社交网络隐私悖论研究[J]. 情报学报, 2018, 37 (1): 1-13.
- [23] ZHANG B, SUNDAR S S. Proactive vs. reactive personalization: can customization of privacy enhance user

- experience? [J]. International Journal of Human-Computer Studies, 2019, 128: 86-99.
- [24] BLEIER A, EISENBEISS M. The importance of trust for personalized online advertising[J]. Journal of Retailing, 2015, 91 (3) : 390-409.
- [25] 程慧平, 闻心玥, 苏超. 社交媒体用户隐私披露意愿影响因素模型及实证研究[J]. 图书情报工作, 2020, 64 (16) : 92-104.
- [26] 谷镇. 大数据环境下个人信息安全问题研究[J]. 情报科学, 2021, 39 (12) : 93-97.
- [27] TAYLOR P D, JONKER L B. Evolutionary stable strategies and game dynamics[J]. Mathematical Biosciences, 1978, 40 (1/2) : 145-156.
- [28] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrica, 1991, 59 (3) : 637.
- [29] 郭亮, 王俐. 现代控制理论基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013: 127-128.
- [30] 韩普, 顾亮, 张嘉明. 隐私保护视角下医疗数据共享意愿研究: 基于三方演化博弈分析[J]. 现代情报, 2021, 41 (3) : 148-158.
- [31] 邱均平, 徐中阳, 陈锡慧. 基于三方演化博弈的在线健康社区用户隐私披露行为研究[J]. 情报理论与实践, 2023, 46 (1) : 24-36.
- [32] 曲薪池, 侯贵生. 基于三方演化博弈的平台信息安全治理研究[J]. 现代情报, 2020, 40 (7) : 114-125.
- [33] 王旭, 李雨晴. 我国个人信息保护政策文本量化研究及启示: 基于“工具-效力-主题”三维框架的探析[J]. 情报科学, 2023, 41 (1) : 126-133, 142.
- [34] 中华人民共和国国家互联网信息办公室. 国家互联网信息办公室对滴滴全球股份有限公司依法作出网络安全审查相关行政处罚的决定[EB/OL]. [2024-07-21]. https://www.cac.gov.cn/2022-07/21/c_1660021534306352.htm?eqid=d84919b8000146cf00000004642fd24b.

作者简介

雷丽彩, 女, 博士, 教授, 研究方向: 电子商务运营模式、行为决策理论及其应用, E-mail: leilicai0735@126.com。
郭芷欣, 女, 硕士研究生, 研究方向: 用户隐私保护。

Evolutionary Game Analysis of Social Media User Privacy Protection Based on Government Supervision

LEI LiCai GUO ZhiXin
(Business School, Xiangtan University, Xiangtan 411105, P. R. China)

Abstract: This paper examines the decision-making rules governing user privacy disclosure in a system involving social media users, platforms, and the government, within the context of government regulatory policies. By employing MATLAB software and evolutionary game theory, a game model is developed to analyze the interactions among these participants. The study simulates the impact of various parameters, including user expected income, government penalties, and subsidies, on the evolution of behavioral strategies. The findings reveal three potential equilibrium states, with government regulation capable of optimizing both compromise and adverse equilibria. The study suggests that regulatory authorities should strategically leverage subsidies and penalties while balancing their own costs and benefits to guide platforms in the responsible use of user data. The research provides theoretical and practical insights that can inform government regulatory decisions, promoting a balanced development of industry benefits and privacy protection, and fostering a more secure, transparent, and efficient network ecosystem.

Keywords: Privacy Protection; Privacy Disclosure; Social Media; Evolutionary Game; Government; User; Platform

(责任编辑: 王玮)