

金融科技创新主体的 两阶段动态演化博弈

何 友

摘 要 基于金融机构、金融科技企业、长尾客户和监管机构之间的行为逻辑,采用动态演化博弈模型,分析金融科技“初步运用”和“广泛运用”两阶段中各创新主体的均衡策略。分析表明,在初步运用阶段,长尾客户通过使用金融科技产品和服务在成本节约、效率提升、快捷便利等方面获得体验感,更大概率采纳金融科技。在此背景下,金融科技企业更愿意开拓农村市场,金融机构拥抱金融科技成为必然。进入广泛运用阶段后,长尾客户深化金融科技应用,金融机构和金融科技企业根据金融机构规模选择创新与竞争模式,由此推动金融监管创新,进而形成完整的金融科技生态闭环。

关 键 词 金融科技企业;金融机构;创新监管;演化博弈

金融科技企业通过个性化利基服务、数据驱动解决方案、创新文化和灵活组织,将自己与传统金融企业区分开来^①,在支付、信贷和投资等领域日益发挥重要作用,发展出金融科技服务新模式,并催生了监管科技、“监管沙箱”等数字化监管应用^②。在普惠金融政策目标下,保障金融科技企业、传统金融机构、金融监管机构等创新主体可持续发展,需要理清主体间的行为逻辑和博弈策略。现有基于三个参与主体任意两方的博弈分析^③难以适应实践发展,本文着眼于金融机构、金融科技企业、长尾客户和监管机构之间的多方行为博弈,探究在普惠金融政策目标下“初步运用”和“广泛运用”两阶段金融科技创新的均衡策略,以更准确地刻画和理解金融科技扩散过程中各主体的行为

作者简介:何友,女,博士,湖南省社会科学院(湖南省人民政府发展研究中心)农村发展研究所助理研究员(湖南长沙,410003)。

基金项目:国家自然科学基金项目“金融科技促进农村普惠金融发展的机制和路径研究”(项目编号:72073043);湖南省社会科学院(湖南省人民政府发展研究中心)哲学社会科学创新工程项目“湖南打造农产品加工发展高地研究”(项目编号:23ZDB20)。

①In Lee, Yong Jae Shin, “Fintech: Ecosystem, Business Models, Investment Decisions, and Challenges,” *Business Horizons*, vol. 61, no. 1 (2018), pp. 5-46.

②吴非、冯静、向海凌:《“金融科技—金融监管”匹配对企业脱实向虚的治理研究》,《金融论坛》2024 年第 8 期。

③参见刘伟、夏立秋、王一雷:《动态惩罚机制下互联网金融平台行为及监管策略的演化博弈分析》,《系统工程理论与实践》2017 年第 5 期;孙素侠:《政府干预、金融科技创新与经济高质量发展研究——基于动态博弈视角的解释》,《技术经济与管理研究》2021 年第 9 期;冯冠华、司翼、高飞:《信息不对称条件下金融科技监管动态博弈模型研究》,《财经科学》2020 年第 4 期。

特征。

一、金融科技创新主体的行为逻辑

创新扩散是创新从创新供给者向潜在采纳者扩散的过程^①。当一种创新技术或产品在某个产业生态系统中扩散时,人们对其接受程度呈现先低后高趋势,扩散速度表现为“缓慢—加速—趋于平缓”态势,采纳者规模随之出现“缓慢扩大—迅速扩大—平缓扩大”趋势。在实践中,金融科技首先在发达的城市地区应用,然后逐渐进入农村地区。受金融环境、基础设施、数字素养等因素影响,农村地区金融消费者大多对金融科技产品和服务持观望或拒绝态度。随着数字设施不断完善、农村金融科技产品和服务供给不断丰富,金融科技在农村地区得到发展,进入上升期。

技术创新扩散参与主体包括技术创新供给者、采纳者(已采纳者和潜在采纳者)、中介机构、政府以及其他互补者或替代者等。金融科技创新扩散需要通过金融类金融科技企业和金融机构等中介^②,联结金融科技创新供给者和潜在采纳者,转化应用技术创新成果,实现“金融服务供给—用户采纳—用户反馈”闭环运行(见图1)。在不同发展阶段,技术扩散参与主体不同,涉及长尾客户、金融科技企业、金融机构等金融服务供给者,以及金融监管部门等。各主体各司其职,且存在各自利益诉求。

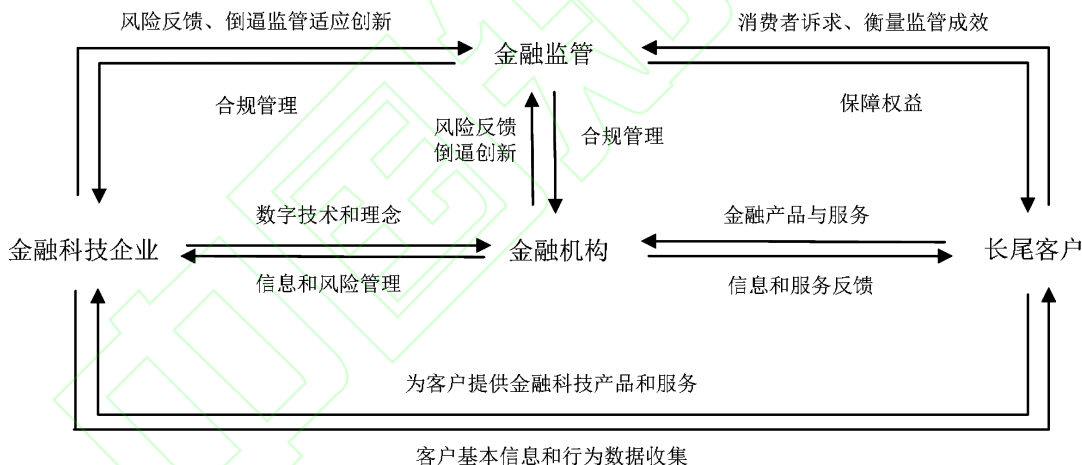


图1 农村普惠金融发展中金融科技创新扩散过程

从采纳者来看,长尾客户长期在金融市场处于弱势地位,风险承担能力较弱,对金融科技的态度主要取决于金融科技是否能够帮助他们提高金融可获得性、可负担性和适用性。如若其需求可以得到满足,他们更愿意使用金融科技产品和服务,并且随着产品和服务作用显现,会更愿意加深应用;反之,则可能只愿意停留在基础性应用层面。

从金融科技创新中介来看,若使用金融科技产品和服务的农村消费者更多,那么市场空间和利润空间更大,农村金融机构和金融科技企业会有更大概率采取创新措施抢占市场份额;反之,则可能会失去动力。

对于金融监管部门而言,其职责是维持金融市场秩序、保障金融消费者权益等。金融科技是否合规创新和应用直接关系到其履职程度和消费者权益保障水平。金融监管部门对金融科技创新的

①[美]罗杰斯:《创新的扩散》,电子工业出版社2016年版,第7—8、13—33页。

②在金融科技创新扩散过程中,金融类金融科技企业和金融机构可以同时充当金融科技创新供给者和扩散中介两个角色,故本文将这两者都定义为金融科技服务供给者、采纳者。

支持与否则也直接影响金融供给者的创新行为。

综上所述,长尾客户、金融机构、金融科技企业和金融监管部门四个主体之间存在矛盾和依存关系,根据金融科技创新扩散过程,目前表现为初步运用和广泛运用两阶段的动态博弈关系。

二、初步运用阶段金融科技创新主体的博弈

在金融科技运用初期,金融科技企业在金融领域利用技术优势、产品优势等迅速抢占金融市场份额,但其市场主要集中在经济发展较好的地区。金融科技企业为了追逐更多利益,将目光投向新的蓝海市场——农村地区;在金融科技企业冲击下,金融机构市场竞争力受到不同程度影响,面临机构发展战略调整的挑战;长尾客户通过手机、新闻媒体等渠道对金融科技应用等形成认知,部分客户开始接触金融科技产品。在传统监管框架下,监管部门对金融科技保持较宽松的监管政策,不直接参与金融科技扩散决策活动。因此,在初步运用阶段,创新主体为长尾客户、金融科技企业和金融机构。

(一) 模型设定

假定在完全信息状态下,博弈主体为有限理性,即大部分人遵循惯例行为策略,选择按惯性和“自身利益最大化”原则采取行动,不具备预测能力,忽略其他因素。根据金融科技初步运用阶段的主体特征分析,可作如下设定:

设定 1:金融科技企业的策略集合为“维持现状”与“开拓农村市场”;金融机构的策略集合为“维持现状”与“拥抱金融科技创新”;长尾客户的策略集合为“不采纳金融科技”与“采纳金融科技”。

设定 2:假设长尾客户选择“不采纳金融科技”策略的概率为 x_1 ($0 < x_1 < 1$),选择“采纳金融科技”的概率为 $1-x_1$;金融科技企业选择“维持现有进程”策略的概率为 y_1 ($0 < y_1 < 1$),选择“开拓农村市场”的概率为 $1-y_1$;金融机构选择“维持现状”策略的概率为 z_1 ($0 < z_1 < 1$),选择“拥抱金融科技创新”的概率为 $1-z_1$ 。

(二) 长尾客户与金融服务供给者的博弈矩阵构建

长尾客户采纳金融科技,获取的收益为 R_{11} ,表现为金融服务的便捷性、可负担性等;但可能面临金融科技风险带来的权益损失 F_1 。若长尾客户不采纳金融科技,维持现状,则获得部分收益 $a_1 R_{11}$ ^①。当金融科技企业选择“开拓农村市场”、金融机构选择“拥抱金融科技”策略时,两者在合作与竞争中促使金融科技应用日渐规范和成熟,并加强农村金融消费者权益保护,将风险降至 αF_1 。

金融科技企业无论采取何种策略,都可获得基础收益 $b_1 R_{21}$ 。若金融科技企业选择“开拓农村市场”、长尾客户选择“采纳金融科技”策略,金融科技企业会获得额外收益 $(1-b_1) R_{21}$,即整体收益为 R_{21} 。此时,金融科技企业在研发技术、市场运作等方面支付成本为 M_1 。

当选择“拥抱金融科技创新”策略时,金融机构可以降低管理和服务成本,提高服务能力,产生超额利润 $(1-c_1) R_{31}$ 。若长尾客户不采纳金融科技维持现状,金融机构难以获得超额利润,收益仅为 $c_1 R_{31}$ 。若采用金融科技进行改革,巩固和挖掘农村市场长尾客户,金融机构不仅能获得原有利润,还能得到技术变革带来的超额利润,即所得总利润为 R_{31} ,但同时也会加大成本投入和运营风险,产生违规成本 M_2 。若金融科技企业不断开拓农村市场,金融机构不进行技术变革,将会因失去部分市场份额而损失利润 r_1, r_1 的最大值为 $c_1 R_{31}$ 。

^① a_1 表示长尾客户不采纳金融科技获取金融服务或金融机构选择维持原有的技术、经营模式和理念时获得收益的比例,下文中 $\alpha, b_1, c_1, a_2, b_2, \omega_1, \omega_2, \theta_1, \theta_2, \varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \pi_1, \pi_2$ 等皆为指定情境下的比例,且取值范围均在 0—1 之间。

根据上述假设,三方博弈的收益矩阵可表示为表 1。

表 1 初步运用阶段长尾客户、金融科技企业和金融机构的三方博弈收益矩阵

主体策略	长尾客户 金融科技企业	不采纳金融科技(x_1)		采纳金融科技($1-x_1$)	
		维持现有进程	开拓农村市场	维持现有进程	开拓农村市场
		(y_1)	($1-y_1$)	(y_1)	($1-y_1$)
金融机构	维持现状 (z_1)	$a_1 R_{11}$	$a_1 R_{11}$	$R_{11}-F_1$	$R_{11}-F_1$
		$b_1 R_{21}$	$b_1 R_{21}-M_1$	$b_1 R_{21}$	$R_{21}-M_1$
		$c_1 R_{31}$	$c_1 R_{31}$	$c_1 R_{31}$	$c_1 R_{31}-r_1$
	拥抱金融科技 ($1-z_1$)	$a_1 R_{11}$	$a_1 R_{11}$	$R_{11}-F_1$	$R_{11}-\alpha F_1$
		$b_1 R_{21}$	$b_1 R_{21}-M_1$	$b_1 R_{21}$	$R_{21}-M_1$
		$c_1 R_{31}-M_2$	$c_1 R_{31}-M_2$	$R_{31}-M_2$	$R_{31}-M_2$

(三)长尾客户与金融服务供给者的博弈得益分析

根据博弈模型的假设条件以及三方博弈矩阵,构建博弈各方的复制动态方程。用 E_{x_1} 、 E_{1-x_1} 和 $\overline{E_{x_1}}$ 分别表示长尾客户选择“不采纳金融科技”和“采纳金融科技”策略情况下的期望收益及平均期望收益。方程如下:

$$\begin{aligned} E_{x_1} &= y_1 z_1 a_1 R_{11} + (1-y_1) z_1 a_1 R_{11} + y_1 (1-z_1) a_1 R_{11} + (1-y_1) (1-z_1) a_1 R_{11} \\ E_{1-x_1} &= y_1 z_1 (R_{11}-F_1) + (1-y_1) z_1 (R_{11}-F_1) + y_1 (1-z_1) (R_{11}-F_1) + (1-y_1) (1-z_1) (R_{11}-\alpha F_1) \\ \overline{E_{x_1}} &= x_1 E_{x_1} + (1-x_1) E_{1-x_1} = x_1 a_1 R_{11} + (1-x_1) \{ [y_1 z_1 - z_1 - y_1 + (y_1 + z_1 - y_1 z_1 - 1)\alpha] F_1 + R_{11} \} \end{aligned}$$

金融科技企业在博弈中选择“维持现状”策略的期望收益为 E_{y_1} , 选择“开拓农村市场”策略的期望收益为 E_{1-y_1} , 平均期望收益为 $\overline{E_{y_1}}$ 。方程如下:

$$\begin{aligned} E_{y_1} &= x_1 z_1 b_1 R_{21} + (1-x_1) z_1 b_1 R_{21} + x_1 (1-z_1) b_1 R_{21} + (1-x_1) (1-z_1) b_1 R_{21} = b_1 R_{21} \\ E_{1-y_1} &= x_1 z_1 (b_1 R_{21}-M_1) + (1-x_1) z_1 (b_1 R_{21}-M_1) + x_1 (1-z_1) (b_1 R_{21}-M_1) + (1-x_1) (1-z_1) (b_1 R_{21}-M_1) \\ &= x_1 b_1 R_{21} + R_{21} - M_1 - x_1 R_{21} \\ \overline{E_{y_1}} &= y_1 E_{y_1} + (1-y_1) E_{1-y_1} \end{aligned}$$

同理,令金融机构在选择“维持现状”与“拥抱金融科技”策略情况下的期望收益及平均期望收益分别为 E_{z_1} 、 E_{1-z_1} 、 $\overline{E_{z_1}}$ 。方程如下:

$$\begin{aligned} E_{z_1} &= x_1 y_1 c_1 R_{31} + (1-x_1) y_1 c_1 R_{31} + x_1 (1-y_1) c_1 R_{31} + (1-x_1) (1-y_1) (c_1 R_{31}-r_1) = c_1 R_{31} + x_1 r_1 + y_1 r_1 - x_1 y_1 r_1 - r_1 \\ E_{1-z_1} &= x_1 y_1 (c_1 R_{31}-M_2) + (1-x_1) y_1 (c_1 R_{31}-M_2) + x_1 (1-y_1) (c_1 R_{31}-M_2) + (1-x_1) (1-y_1) (R_{31}-M_2) \\ &= x_1 c_1 R_{31} + R_{31} - M_2 - x_1 R_{31} \\ \overline{E_{z_1}} &= z_1 E_{z_1} + (1-z_1) E_{1-z_1} \end{aligned}$$

根据演化博弈的动态特征得知,博弈三方的行为策略会随时间变化而变化。通过以上分析可分别得到长尾客户、金融科技企业和金融机构的复制动态方程。方程如下:

$$\begin{aligned} F(x_1) &= \frac{dx_1}{dt} = x_1 (E_{x_1} - \overline{E_{x_1}}) = x_1 (1-x_1) \{ a_1 R_{11} - [y_1 z_1 - z_1 - y_1 + (y_1 + z_1 - y_1 z_1 - 1)\alpha] F_1 + R_{11} \} \\ F(y_1) &= \frac{dy_1}{dt} = y_1 (E_{y_1} - \overline{E_{y_1}}) = y_1 (1-y_1) (b_1 R_{21} - x_1 b_1 R_{21} - R_{21} + x_1 R_{21} + M_1) \\ F(z_1) &= \frac{dz_1}{dt} = z_1 (E_{z_1} - \overline{E_{z_1}}) = z_1 (1-z_1) (x_1 r_1 + y_1 r_1 - x_1 y_1 r_1 - x_1 c_1 R_{31} + x_1 R_{31} + c_1 R_{31} - R_{31} + M_2) \end{aligned}$$

(四) 演化博弈的均衡点和稳定性分析

根据以上动态复制方程可以推算博弈的演化稳定状态,寻找各博弈方都趋于稳定、不受任何突变群体侵入的策略。联立三个参与主体的复制动态方程,可以得到金融科技企业、金融机构和长尾客户的复制动态系统方程。

令 $F(x)=F(y)=F(z)=0$, 可以得到局部均衡点为 $E_1(0,0,0), E_2(0,1,0), E_3(1,1,0), E_4(1,0,0), E_5(1,0,1), E_6(0,0,1), E_7(0,1,1), E_8(1,1,1), E_9(1+\frac{M_1}{(b_1-1)R_{21}}, 0, 0), E_{10}(1+\frac{M_1}{(b_1-1)R_{21}}, 0, 1)$ 。

由上述三个动态复制方程可以得到雅可比矩阵为:

$$J = \begin{vmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{13} \\ F_{21} & F_{22} & F_{23} \\ F_{31} & F_{32} & F_{33} \end{vmatrix}$$

其中:

$$F_{11} = \frac{\partial F(x_1)}{\partial x_1} = (1-2x_1) \{ a_1 R_{11} - [y_1 z_1 - z_1 - y_1 + (y_1 + z_1 - y_1 z_1 - 1)\alpha] F_1 + R_{11} \}$$

$$F_{12} = \frac{\partial F(x_1)}{\partial y_1} = x_1(x_1-1)(1-\alpha)(1-z_1)F_1$$

$$F_{13} = \frac{\partial F(x_1)}{\partial z_1} = x_1(x_1-1)(1-\alpha)(1-y_1)F_1$$

$$F_{21} = \frac{\partial F(y_1)}{\partial x_1} = y_1(1-y_1)(R_{21}-b_1 R_{21})$$

$$F_{22} = \frac{\partial F(y_1)}{\partial y_1} = (1-2y_1)(b_1 R_{21} - x_1 b_1 R_{21} - R_{21} + x_1 R_{21} + M_1)$$

$$F_{23} = \frac{\partial F(y_1)}{\partial z_1} = 0$$

$$F_{31} = \frac{\partial F(z_1)}{\partial x_1} = z_1(1-z_1)(r_1 - y_1 r_1 - c_1 R_{31} + R_{31})$$

$$F_{32} = \frac{\partial F(z_1)}{\partial y_1} = z_1(1-z_1)(r_1 - x_1 r_1)$$

$$F_{33} = \frac{\partial F(z_1)}{\partial z_1} = (1-2z_1)(x_1 r_1 + y_1 r_1 - x_1 y_1 r_1 - x_1 c_1 R_{31} + x_1 R_{31} + c_1 R_{31} - R_{31} + M_2)$$

首先分析均衡点为 $E_1(0,0,0)$ 的情况,此时雅可比矩阵为 $-C, (-1)C, -R_3$ 。以此类推,将其他均衡点分别代入雅可比矩阵,可分别得到均衡点所对应的雅可比矩阵特征值(如表 2 所示)。

表 2 雅可比矩阵的特征值

均衡点	特征值 λ_1	特征值 λ_2	特征值 λ_3
E_1	$a_1 R_{11} + \alpha F_1 + R_{11}$	$b_1 R_{21} - R_{21} + M_1$	$c_1 R_{31} - R_{31} + M_2$
E_2	$a_1 R_{11} + F_1 + R_{11}$	$R_{21} - b_1 R_{21} - M_1$	$c_1 R_{31} - R_{31} + M_2 + r_1$
E_3	$-a_1 R_{11} - F_1 - R_{11}$	$-M_1$	$M_2 + r_1$
E_4	$-a_1 R_{11} - \alpha F_1 - R_{11}$	M_1	$M_2 + r_1$
E_5	$-a_1 R_{11} - F_1 - R_{11}$	M_1	$-M_2 - r_1$

续表

均衡点	特征值 λ_1	特征值 λ_2	特征值 λ_3
E_6	$a_1 R_{11}+F_1+R_{11}$	$b_1 R_{21}-R_{21}+M_1$	$R_{31}-c_1 R_{31}-M_2$
E_7	$a_1 R_{11}+F_1+R_{11}$	$R_{21}-b_1 R_{21}-M_1$	$R_{31}-c_1 R_{31}-M_2-r_1$
E_8	$-a_1 R_{11}-F_1-R_{11}$	$-M_1$	$-M_2-r_1$
E_9	$\frac{2 M_1-(b_1-1) R_{21}\left(a_1 R_{11}+\alpha F_1+R_{11}\right)}{\left(b_1-1\right) R_{21}}$	$-2 M_1$	$\frac{-\left(b_1-1\right) R_{21}\left(r_1+M_2\right)-M_1\left(c_1 R_{31}-R_{31}-r_1\right)}{\left(b_1-1\right) R_{21}}$
E_{10}	$\frac{2 M_1-\left(b_1-1\right) R_{21}\left(a_1 R_{11}+F_1+R_{11}\right)}{\left(b_1-1\right) R_{21}}$	$2 M_1$	$\frac{\left(b_1-1\right) R_{21}\left(r_1+M_2\right)+M_1\left(r_1-c_1 R_{31}\right)}{\left(b_1-1\right) R_{21}}$

根据表 2, 可以进行均衡点的稳定性分析(如表 3 所示):

表 3 初步运用阶段博弈均衡点局部稳定性分析

均衡点	$\left(F_{11}, F_{22}, F_{33}\right)$			$\det (J)$	$tr(J)$	结果
$E_1(0,0,0)$	+	+	+	+	+-	不稳定点
	+	+	-	-	x	
	+	-	+	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_2(0,1,0)$	+	+	+	+	+	不稳定点
	+	+	-	-	x	
	+	-	+	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_3(1,1,0)$	-	-	+	+	x	不稳定点
$E_4(1,0,0)$	-	+	+	-	x	
$E_5(1,0,1)$	-	+	-	+	x	
$E_6(0,0,1)$	+	+	+	+	+	
	+	+	-	-	x	不稳定点
	+	-	+	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_7(0,1,1)$	+	+	+	+	+	不稳定点
	+	+	-	-	x	
	+	-	+	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_8(1,1,1)$	-	-	-	-	-	ESS
$E_9\left(1+\frac{M_1}{\left(b_1-1\right) R_{21}}, 0,0\right)$	-	-	-	-	-	ESS
$E_{10}\left(1+\frac{M_1}{\left(b_1-1\right) R_{21}}, 0,1\right)$	-	+	-	+	x	

金融业是外部效应明显、信息不对称现象普遍、具有较强公共性的行业,在农村地区尤为如此。如表 3 所示,在农村普惠金融市场中,金融科技创新主体行为策略的演化博弈均衡受多种因素的影响。由于模型中的参数较为复杂,有必要分情形对普惠金融发展目标下金融科技创新演化博弈稳

定策略进行分析。

(1)在三方博弈演化过程中,若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本高于超额收益,金融机构引入金融科技的技术成本和风险成本高于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 > R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 > R_{31} - c_1 R_{31}$ 同时成立时, E_1 为不稳定点。若金融科技企业开拓农村市场的成本低于超额收益,金融机构引入金融科技的技术成本和风险成本低于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 < R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 < R_{31} - c_1 R_{31}$ 两个条件中至少有一个条件成立, E_1 为鞍点。

(2)若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本低于超额收益,金融机构引入金融科技的相关成本与损失的市场份额之和低于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 < R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 + r_1 < R_{31} - c_1 R_{31}$ 同时成立时,则 E_2 为不稳定点。若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本高于超额收益,金融机构引入金融科技的成本与损失的市场份额之和高于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 > R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 + r_1 > R_{31} - c_1 R_{31}$ 两个条件中至少有一个条件成立, E_2 为鞍点。

(3)若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本高于超额收益,且金融机构引入金融科技的技术成本和风险成本低于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 > R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 < R_{31} - c_1 R_{31}$ 同时成立时, E_6 为不稳定点。若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本低于超额收益,或金融机构引入金融科技的相关成本与损失的市场份额之和低于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 < R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 < R_{31} - c_1 R_{31}$ 两个条件中至少有一个条件成立时, E_6 为鞍点。

(4)若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本低于超额收益,且金融机构引入金融科技的成本与损失的市场份额之和低于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 < R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 + r_1 < R_{31} - c_1 R_{31}$ 同时成立时, E_7 为不稳定点。若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本高于超额收益,或金融机构引入金融科技的成本与损失的市场份额之和高于其采取“拥抱金融科技”策略的超额利润,即 $M_1 > R_{21} - b_1 R_{21}, M_2 + r_1 > R_{31} - c_1 R_{31}$ 两个条件中至少有一个条件成立时, E_7 为鞍点。

(5)若金融科技企业采取“开拓农村市场”策略的成本高于超额收益,即 $M_1 > R_{21} - b_1 R_{21}$,此时,根据假设条件,在任一初始点及其演化后的点在三维空间 $V = \{(x_1, y_1, z_1) | 0 \leq x_1 \leq 1, 0 \leq y_1 \leq 1, 0 \leq z_1 \leq 1\}$ 内才有意义,因此,点 $E_9(1 + \frac{M_1}{(b_1 - 1)R_{21}}, 0, 0)$ 和 $E_{10}(1 + \frac{M_1}{(b_1 - 1)R_{21}}, 0, 1)$ 没有意义。若金融科技

企业采取“开拓农村市场”策略的成本低于超额利润,即 $M_1 < R_{21} - b_1 R_{21}$,此时, E_{10} 为鞍点,而 E_9 尽管是稳定点,但长尾客户的行为选择具有单一选择性,模型结果难以与现实对应,因此 E_9 没有意义。同时,由于 M_1, M_2, r_1 等参数都大于或等于 0,根据稳定性分析可知, E_3, E_4, E_5 是鞍点, E_8 为均衡点。

因此, $E_8(1, 1, 1)$ 是金融市场金融科技创新主体演化博弈中的最稳定行为策略。系统仅收敛于一种状态,即长尾客户选择采纳金融科技获取金融产品和服务,金融科技企业选择开拓农村市场,金融机构选择拥抱金融科技,两个供给主体共同运用金融科技服务于长尾客户。

三、广泛运用阶段金融科技创新主体的博弈

长尾客户接触并采纳金融科技产品和服务,在便捷可得、成本节约、效率提升、质量提升等方面形成真实体验感。若任一方面或多方面有明显提升,长尾客户就会有更大概率加深金融科技产品和服务使用深度;但也可能受数字素养等因素影响,仍保持在初级应用阶段。长尾客户的选择将成为影响金融服务提供者和金融监管部门决策的重要因素。在某种意义上,监管给予的空间直接决定了金融能在多大程度上与技术融合。随着金融科技的不断推广和应用,接踵而至的是更密集、更深层次的信息收集、更复杂的前后端以及与合作方的系统架构,甚至是一些未得到监管明确许可的、有争议的获客、面客方式等。这些都是未来风险滋生的渊藪。在这一阶段,金融监管开始介入金融科技创新活动,成为主要参与者之一。随着监管趋严,基于合规性和可持续性考虑,金融科技

企业和进行金融科技创新的金融机构该如何决策以保障自身利益?

(一) 监管框架下金融科技创新主体的博弈

1. 模型设定

随着技术在金融领域广泛应用,金融科技产品和服务趋于个性化和多样化,长尾客户、金融服务供给者和金融监管部门将面临新选择。因此,可作如下设定:

设定 3:长尾客户的策略集合为“初级应用”与“加深应用”;金融服务供给者的策略集合分别为“风险创新”与“合规创新”;金融监管部门的策略集合为“传统静态监管”和“创新动态监管”。

设定 4:假设长尾客户选择“初级应用”策略的概率为 x_2 ($0 < x_2 < 1$),选择“加深应用”的概率为 $1-x_2$;金融服务供给者选择“风险创新”策略的概率为 y_2 ($0 < y_2 < 1$),选择“合规创新”的概率为 $1-y_2$;金融监管部门选择“传统静态监管”策略的概率为 z_2 ($0 < z_2 < 1$),选择“创新动态监管”的概率为 $1-z_2$ 。

2. 长尾客户、金融服务供给者和金融监管部门的博弈矩阵构建

长尾客户选择“基础应用”策略时,其收益为 a_2R_{12} ;选择“加深应用”策略时收益为 R_{12} 。在传统金融监管框架下,风险管控制度等各方面尚不完善。若金融供给方选择“风险创新”,长尾客户使用金融科技产品时的权益侵害现象难以管控。将长尾客户使用基础性和更深层次的金融科技产品和服务的风险分别记为 f_1, f_3 ,且 $f_1 < f_3$,此时,相比基础应用,长尾客户加深金融科技应用的收益增幅小于风险增幅。若金融供给方选择“合规创新”,长尾客户使用金融科技产品和服务的权益得到一定程度保障,此时将长尾客户使用基础性和更深层次金融科技产品和服务的风险分别记为 f_2, f_4 ,且 $f_2 < f_4$,同时 $f_1 > f_2, f_3 > f_4$,则在创新动态监管框架下,长尾客户面临的风险更小。假定创新动态监管体系为长尾客户提供权益保障的程度在长尾客户采纳程度不变时保持不变,即系数不变,长尾客户使用基础性金融科技产品和服务面临的风险记为 ω_1f_1, ω_1f_2 ,使用更深层次金融科技产品和服务面临的风险记为 ω_2f_3, ω_2f_4 ,此时,相比基础应用,农村长尾客户加深金融科技应用的收益增幅大于风险增幅。

随着数字化应用不断深化,金融服务供给方需要持续创新以满足消费者金融需求。长尾客户的金融科技采纳行为直接关系着金融供给方收益。假定长尾客户在“初级应用”和“加深应用”策略下为供给方带来的收益分别为 b_2R_{22}, R_{22} 。若选择“风险创新”策略,供给方的利益导向可能导致其降低对产品的质量要求,减少风险管理成本,产生较少的创新成本 ε_2M_3 。在创新动态监管框架下,供给方易因产品风险等受到处罚,且处罚程度取决于金融科技采纳程度。当长尾客户维持“初级应用”时,若金融监管采取传统监管方式,金融供给者的创新较少受到约束,故将长尾客户初级应用金融科技产品和服务时供给方“风险创新”和“合规创新”的风险成本分别记为 K_1, ε_1K_1 ,加深应用时的风险成本分别记为 K_2, ε_2K_2 。合规创新意味着对产品质量、风险控制等要求更高,供给方将会产生更多创新成本 M_3 ,带来可持续收益 r_3 ;若金融监管采取创新动态监管方式,长尾客户加深应用时供给方“风险创新”和“合规创新”的罚款成本记为 K_3, ε_3K_3 ,加深应用时的罚款成本记为 K_4, ε_4K_4 。

在实践中,技术可能增强金融风险的隐蔽性。当金融监管部门选择“传统静态监管”时,监管成本较低,但难以应对创新带来的金融风险和社会福利损失,仅得到收益 c_2R_{32} 。在不同金融科技应用程度和供给策略下,传统金融静态监管滞后将会带来不同程度的社会福利损失,如信息泄露等权益损失等,分别记为 S_1, S_2, S_3, S_4 ,且 $S_1 > S_2, S_3 > S_4$ 。当金融监管部门选择“创新动态监管”时,利用监管科技、监管沙盒等可以更好地进行风控管理,履职能力更强,其收益为 R_{32} 。金融科技的深度采纳与应用倒逼金融监管持续改革创新,故将长尾客户“初级应用”和“加深应用”策略下金融监管部门的可持续效益分别记为 ε_4r_4, r_4 ,提升的社会福利分别记为 $\theta_1S_5, S_5, \theta_2S_6, S_6$,且 $S_5 < S_6$,带来更多的运行成本,相对成本增量记为 ε_3M_4, M_4 。上述三方博弈收益矩阵见表 4。

表 4 广泛运用阶段长尾客户、金融服务供给者和金融监管部门的三方博弈收益矩阵

主体策略	长尾客户	初级应用(x_2)		加深应用($1-x_2$)	
	金融服务供给	风险创新(y_2)	合规创新($1-y_2$)	风险创新(y_2)	合规创新($1-y_2$)
金融监管	传统静态监管 (z_2)	$a_2R_{12}-f_1$	$a_2R_{12}-f_2$	$R_{12}-f_3$	$R_{12}-f_4$
		$b_2R_{22}-m_1M_3-K_1$	$b_2R_{22}-M_3+r_3-\varepsilon_1K_1$	$R_{22}-m_1M_4-K_2$	$R_{22}-M_4+r_3-\varepsilon_2K_2$
		$c_2R_{32}-S_1$	$c_2R_{32}-S_2$	$c_2R_{32}-S_3$	$c_2R_{32}-S_4$
	创新动态监管 ($1-z_2$)	$a_2R_{12}-\omega_1f_1$	$a_2R_{12}-\omega_1f_2$	$R_{12}-\omega_2f_3$	$R_{12}-\omega_2f_4$
		$b_2R_{22}-m_1M_3-K_3$	$b_2R_{22}-M_3-\varepsilon_3K_3+r_3$	$R_{22}-m_1M_4-K_4$	$R_{22}-M_4-\varepsilon_4K_4+r_3$
		$R_{32}-\varepsilon_3M_4+\varepsilon_4r_4+\theta_1S_5$	$R_{32}-\varepsilon_3M_4+\varepsilon_4r_4+S_5$	$R_{32}-M_4+r_4+\theta_2S_6$	$R_{32}-M_4+r_4+S_6$

3. 演化博弈的均衡点和稳定性分析

根据博弈模型的假设条件以及三方博弈矩阵的稳定性分析,可以得出长尾客户、金融服务供给者与金融监管的演化博弈稳定策略。

表 5 广泛运用阶段博弈均衡点局部稳定性分析

均衡点	(F_{11}, F_{22}, F_{33})			$\det(J)$	$\text{tr}(J)$	结果
$E_1(0,0,0)$	-	+	+	-	x	ESS
	-	-	+	+	x	
	-	+	-	+	x	
	-	-	-	-	-	
$E_2(0,1,0)$	-	+	+	-	x	ESS
	-	-	+	+	x	
	-	+	-	+	x	
	-	-	-	-	-	
$E_3(1,1,0)$	+	-	+	-	x	不稳定点
	+	+	+	+	+	
	+	+	+	+	+	
	+	-	+	-	x	
$E_4(1,0,0)$	+	+	+	+	+	不稳定点
	+	-	+	-	x	
	+	+	-	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_5(1,0,1)$	+	+	-	-	x	ESS
	+	-	-	+	x	
	-	+	+	+	x	
	-	-	-	-	-	
$E_6(0,0,1)$	-	+	+	-	x	ESS
	-	-	+	+	x	
	-	+	-	+	x	
	-	-	-	-	-	
$E_7(0,1,1)$	+	+	+	+	+	不稳定点
	+	+	-	-	x	
	+	-	+	-	x	
	+	-	-	+	x	
$E_8(1,1,1)$	-	+	-	+	x	ESS
	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	
	-	-	-	-	-	

根据表 5 可以看出,博弈模型可能存在 4 个稳定均衡点①。

(1)在三方博弈演化过程中,在长尾客户对金融科技产品和服务进行初级应用时,金融监管的

①博弈中动态复制方程以及雅可比矩阵等稳定性分析具体过程与上文博弈模型方法一致,此处将过程略过,不再赘述,只展示最后的博弈均衡点局部稳定性分析。

滞后性和金融科技风险的隐蔽性会使得金融监管风险感知度较低,可能导致创新监管收益低于传统监管收益现象。这也导致长尾客户对金融科技产品和服务进行初级应用时出现3个稳定均衡点。

(2)当感知到金融科技给自身带来的好处时,长尾客户会加深对金融科技产品和服务的应用。随着金融交易频率增加,潜在风险也会浮出水面,金融监管面临更加复杂的金融市场状况,迫切需要通过科技创新提升监管能力,创新动态监管成为必然趋势。由于金融监管具有强制性,为谋求可持续发展,合规创新由此成为金融服务提供者的最佳选择。

(二)不同金融科技产品和服务供给主体的博弈

1. 模型设定

随着数字化工具的推广,用户加深应用和监管趋严成为必然。金融供给方存在明显的异质性。金融科技企业在技术上具有主动权,但在客户资源、品牌信誉、风险管理经验等方面尚存不足,而金融机构恰好相反。故作如下设定:

设定5:金融科技企业的策略集合为“单干竞争”与“合作竞争”;金融服务供给者的策略集合分别为“自主创新”与“技术合作”。

设定6:假设长尾客户选择“单干竞争”策略的概率为 x_3 ($0 < x_3 < 1$),选择“合作竞争”的概率为 $1-x_3$;金融服务供给者选择“自主创新”策略的概率为 y_3 ($0 < y_3 < 1$),选择“技术合作”的概率为 $1-y_3$ 。

2. 金融机构和金融科技企业的博弈矩阵构建

在监管趋严、长尾客户趋于加深应用背景下,金融科技企业获得更多利润面临“单干竞争”与“合作竞争”两种策略选择和结果。在“单干竞争”策略中,金融科技企业需要花费大量的成本 M_5 来获取业务收入 R_{13} 。若金融机构通过自主研发进行金融创新,将会对金融科技企业造成竞争压力 P 。随着长尾客户加深应用,金融科技企业的劣势更加显著,甚至影响业务开拓,产生损失 K_7 。若谋求合作共赢、错位竞争和优势互补,金融科技企业在一定程度上可以实现成本节约,以 $\pi_1 M_5$ 的投入获得经营收益 R_{13} 、合作收益 r_7 和可持续收益 r_8 ,并将经营风险和其他损失降低到 $\pi_2 K_7$ 。

在合规创新成为必然的前提下,为应对金融科技企业的冲击,金融机构面临“自主创新”和“技术合作”两种策略选择。当选择自主创新时,金融机构需投入更多人力物力,但可以建设自己的金融生态圈,更具可持续效益 r_9 。若无法从金融科技企业获得基础性技术支持,金融机构需要投入成本 M_6 ;若可以获得支持,则仅需投入成本 $\pi_4 M_6$ 。自主创新意味着要承担全部风险 K_8 ,基础技术支持达成可以降低部分风险,表示为 $\pi_7 K_8$ 。当金融机构选择技术合作时,仅当金融科技企业也有合作意向时,策略才具有效益。此时,金融机构所需技术全部从金融科技企业购入,需要花费较多投入,表示为 $\pi_5 M_6$,且 $\pi_5 > \pi_4$ 。

为进一步探讨基于规模异质性的金融机构的策略选择,将机构创新可承受能力 A 以 $(A-M_6)/|A-M_6|$ 的形式引入到博弈模型中。当 $(A-M_6)/|A-M_6| > 0$ 时,博弈矩阵中的金融机构收益为正收益,即列式成立;当 $(A-M_6)/|A-M_6| < 0$ 时,金融机构收益为负,表示这一类型的金融机构无法执行这一策略。具体博弈矩阵表达如表6所示。

表6 广泛运用阶段金融科技企业与金融机构的博弈收益矩阵

金融机构	金融科技企业	
	单干竞争 x_3	合作竞争 $1-x_3$
自主创新 y_3	$R_{13}-M_5-P-K_7, (\frac{A-M_6}{ A-M_6 })(R_{23}-M_6-K_8+r_9)$	$R_{13}-\pi_1 M_5-\pi_2 K_7+r_7+r_8, (\frac{A-M_6}{ A-M_6 })(R_{23}-\pi_4 M_6-\pi_7 K_8+r_9)$
技术合作 $1-y_3$	$R_{13}-M_5-K_7, 0$	$R_{13}-\pi_1 M_5-\pi_2 K_7+r_7+\pi_3 r_8, (\frac{A-M_6}{ A-M_6 })(R_{23}-\pi_5 M_6-\pi_7 K_8+\pi_8 r_9)$

3. 金融科技企业和金融机构的博弈均衡分析

当金融机构能够承担自主创新的成本时,即 $A_1 - M_7 > 0$, $(A - M_6) / |A - M_6| = 1$, 金融机构可以通过权衡自身的策略得益进行选择。

根据以上动态复制方程可以计算出博弈可能存在的均衡点为 $E_1(0, 0)$ 、 $E_2(0, 1)$ 、 $E_3(1, 0)$ 、 $E_4(1, 1)$ 、 $E_5(0, \frac{\pi_3 r_8 - r_8 - P}{\pi_1 M_5 - M_5 + \pi_2 K_7 - K_7 - r_7 - \pi_3 r_8})$ 、 $E_6(\frac{M_6 - \pi_4 M_6 + K_8 - R_{23} + \pi_5 M_6 - \pi_8 r_9}{\pi_5 M_6 - \pi_4 M_6 + r_9 - \pi_8 r_9}, 0)$ 。但根据假设条件, x_3 与 y_3 都是整数概念, 故 E_5 、 E_6 两个可能存在的均衡点不予讨论。根据得益矩阵可知, 当金融科技企业开展单干竞争时, 若金融机构选择“自主创新”策略, 无疑是两败俱伤; 若金融机构选择“合作创新”, 则会面临创新失败的风险。因此, 金融机构必然不会让自身处于这种情形中, 这意味着金融机构会趋向“自主创新”。此时, 面对趋严监管和金融机构自主创新带来的双重压力, 金融科技企业出于长远发展考虑, 会考虑与金融机构合作, 通过优势互补实现错位竞争, 最终得到双方最佳的稳定均衡策略, 即“合作竞争”和“自主创新”。

当金融机构无法承担自主创新的成本时, 即 $A_1 - M_7 < 0$, “自主创新”策略难以执行, 技术合作成为中小金融机构实现金融科技创新的唯一途径。此时, 若金融科技企业开展单干竞争, 金融机构无法实现金融科技创新。也就是说, 博弈中唯一的均衡为“合作竞争”和“技术合作”, 即金融科技企业为了长远的发展采取“合作竞争”策略, 可为金融机构提供技术支持; 而金融机构通过与金融科技企业合作, 将技术、平台构建等外包给金融科技企业来实现自身的数字化, 并向金融科技企业输出风险管理经验等。不同规模的金融机构可以通过对自身可承受能力的判断, 选择适合自己的最优策略, 从而更有效地发挥金融科技在提高金融效率、降低金融成本、为长尾客户提供更安全可靠的金融科技产品和服务等方面的价值。

通过对金融科技创新主体的两阶段动态演化博弈分析发现: (1) 在长期利益驱动下, 长尾客户若可以通过使用金融科技产品在成本节约、效率提升、快捷便利等方面获得体验感, 就会有更大概率愿意深化金融科技采纳程度。在此情形下, 金融科技企业也更愿意开拓农村市场, 金融机构拥抱金融科技成为必然。(2) 为了获得更强的金融服务能力, 金融科技企业和金融机构进行创新与合作, 自下而上倒逼金融监管部门进行监管创新, 以更好地为金融科技发展创造有利环境, 促进普惠金融发展。(3) 金融监管机构的策略选择一定程度上取决于金融科技创新为普惠金融发展带来的社会福利水平, 金融供给者的创新和竞争方式则一定程度上取决于金融机构的规模。因此, 促进金融科技创新和农村普惠金融发展, 要推动各主体利用比较优势进行合作创新, 并创新业务模式, 扩大增量市场^①。同时要创新金融科技监管机制, 合理界定监管范围, 规范金融科技企业从业行为, 积极应用现代技术进行监管创新, 有效运用“监管沙箱”完善金融监管。

(责任编辑: 刘险峰; 责任校对: 舒隽)

^①徐建奎、张龙耀、倪丹梅:《农户数字普惠金融使用决策中的同群效应研究》,《南京农业大学学报(社会科学版)》2023 年第 6 期。

Cloud Territory as Vassalage—Examining the Ideological Trend of Technological Feudalism from a Historical Materialist Perspective

LAN Jiang

Abstract: With the rapid development of digital technology, large tech platforms (such as Google, Apple, Amazon, etc.) have gradually monopolized data, algorithms, and cloud space, forming a new type of economic dominance. Contemporary left-wing theorists refer to this phenomenon as “technological feudalism”, arguing that digital platforms impose relationships of personal dependence on users and laborers through “cloud rent” and “digital enclosure”, similar to the dominion of feudal lords over serfs. Critically examining the theoretical logic and practical implications of this trend from the perspective of historical materialism reveals that the rise of the platform economy has not only altered the form of surplus value exploitation but also reconfigured social production relations, reducing ordinary users to “cloud serfs”. This suggests that the essence of technological feudalism is not a regression of history but a manifestation of capitalism’s internal contradictions—digital technology has amplified the power effects of private ownership, reviving feudal-like dependencies in new forms. To break through this dilemma, it is necessary to return to the critique of Marxist political economy and explore possible paths for the socialization of technology, rather than simply resorting to a pessimistic narrative of historical regression.

Keywords: historical materialism; technological feudalism; Marxism; cloud territory

A Two-Stage Dynamic Evolutionary Game Study of Fintech Innovation Subjects

HE You

Abstract: Building upon the behavioral interactions between financial institutions, fintech firms, long-tail customers, and regulatory agencies, this study employs a dynamic evolutionary game model to analyze the equilibrium strategies of various innovation entities across the “initial adoption” and “widespread adoption” stages of fintech. The analysis indicates that during the initial phase, long-tail customers gain experiences in cost reduction, efficiency gains, and convenience through using fintech products and services, making them more likely to adopt them. In this context, fintech firms become more willing to tap into rural markets, which compels financial institutions to embrace fintech. Upon entering the widespread adoption stage, long-tail customers deepen their reliance on fintech, while financial institutions and fintech firms choose their innovation and competitive strategies based on their respective scales. This, in turn, drives innovation in financial regulation. As a result, a holistic, closed-loop fintech ecosystem is formed.

Keywords: fintech companies; financial institutions; innovative regulation; evolutionary game