

附录

正文未报告部分

附录一

附表 1：本文主要变量及其经济意义

属性	变量	经济含义
内生变量	$w_{i,j}$	银行 <i>i</i> 对人工智能的研发力度，对不同类型企业 <i>j</i> 的研发力度不同
	$R_{i,j}$	银行 <i>i</i> 向 <i>j</i> 类型企业收取的贷款利率（包含本金和利息）
	L_i	银行 <i>i</i> 的贷款规模，可分解成对高、低数字禀赋企业的贷款规模
	π_i	银行 <i>i</i> 的利润，可分解成在高、低数字禀赋企业贷款市场上的利润
外生变量	u_i	银行 <i>i</i> 人工方式搜集软信息进行风险控制的能力，取值范围[0,1]
	h_i	银行 <i>i</i> 研发新技术的成本分摊能力
	γ	地区性中小银行和大银行的数据获取能力，取值范围 $[\gamma_0,\overline{\gamma}]$ ，此外，在本文的参数范围内 γ_0 满足 $\sqrt{\frac{2(u_S-u_B)h_S h_B}{(h_S-h_B)q_H^2 x}} < \gamma_0 < \sqrt{\frac{4h_B}{h_S+3h_B}}$
	q_j	<i>j</i> 类型企业的数字禀赋（也称数字足迹或信息），取值范围[0,1]
	z	企业在圆周上的位置，外生给定
	d	企业与银行的最短距离，外生给定，取值范围[0,0.5]
	r	银行的存款利率，外生给定
	x	项目成功的投资收益，外生给定，满足 $x \gg R_{i,j}$
	n	企业总数量，外生给定
	$\{1-\alpha,\alpha\}$	低数字禀赋、高数字禀赋企业的占比， α 取值范围[0,1]
标识变量	$\{S,B,F\}$	银行类型：地区性中小银行、大银行、互联网中小银行
	$\{L,H\}$	企业类型：低数字禀赋企业、高数字禀赋企业

附录二

1. 对不同类型银行总计发放贷款规模的补充说明

根据 $E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_{B,j}^z)$, 可以得到 $\overline{z_{0,j}} = 0.25 + \frac{v_{S,j}(x-R_{S,j})-v_{B,j}(x-R_{B,j})}{2t}$;

根据 $E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_{F,j}^z)$, 可以得到 $\overline{z_{1,j}} = \frac{v_{S,j}(x-R_{S,j})-v_{F,j}(x-R_{F,j})}{t}$;

根据 $E(\chi_{B,j}^z) = E(\chi_{F,j}^z)$, 可以得到 $\overline{z_{2,j}} = 0.5 - \frac{v_{B,j}(x-R_{B,j})-v_{F,j}(x-R_{F,j})}{t}$;

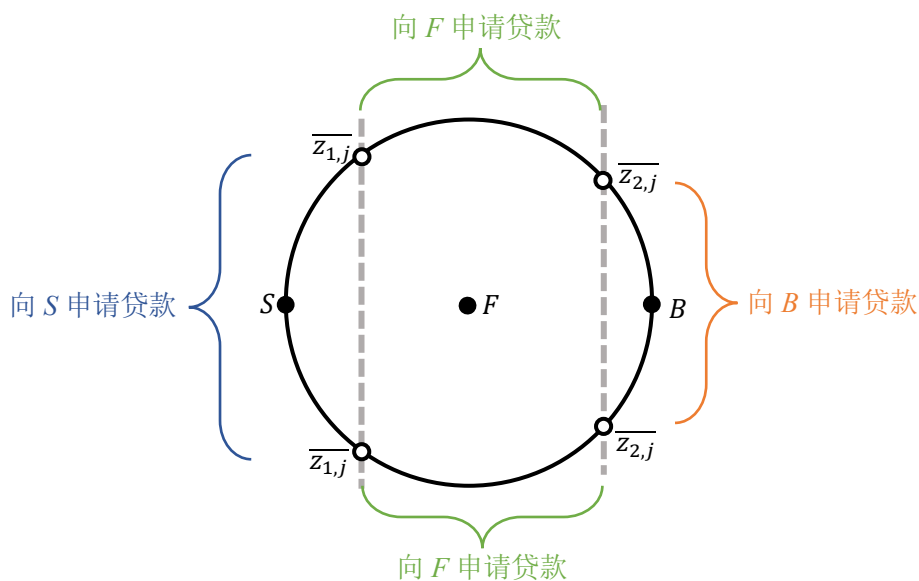
三类银行的贷款规模受到 $\overline{z_{0,j}}$ 、 $\overline{z_{1,j}}$ 和 $\overline{z_{2,j}}$ 相对大小的影响。当且仅当 $\overline{z_{1,j}} < \overline{z_{0,j}} < \overline{z_{2,j}}$ 时, 圆周上不同位置的企业才会有确定性的融资渠道选择, 且三类银行的贷款规模均大于零。此时, $L_{S,j} = n_j \times 2 \min\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{1,j}}\} = 2n_j \overline{z_{1,j}}$, $L_{B,j} = n_j \times 2(0.5 - \max\{\overline{z_{0,j}}, \overline{z_{2,j}}\}) = 2n_j(0.5 - \overline{z_{2,j}})$, $L_{F,j} = n_j - L_{S,j} - L_{B,j}$ 。注意到, 之所以要乘以 2 是因为圆周上的对称性。

为了直观地呈现出不同位置企业的融资渠道选择, 附图 1 给出了不同银行面临的贷款需求, 具体来说:

距离地区性中小银行小于 $\overline{z_{1,j}}$ 的 j 类型企业向地区性中小银行申请贷款, 地区性中小银行为 j 类型企业发放的贷款规模是 $2n_j \overline{z_{1,j}}$;

距离地区性中小银行大于 $\overline{z_{2,j}}$ 的 j 类型企业向大银行申请贷款, 大银行为 j 类型企业发放的贷款规模是 $2n_j(0.5 - \overline{z_{2,j}})$;

距离地区性中小银行介于 $\overline{z_{1,j}}$ 和 $\overline{z_{2,j}}$ 之间的 j 类型企业向互联网中小银行申请贷款, 互联网中小银行为 j 类型企业发放的贷款规模是 $n_j - L_{S,j} - L_{B,j}$ 。



附图 1 企业融资选择的示意图

2. 对不同类型银行均衡贷款规模、均衡期望利润的补充说明

将均衡研发策略代入正文 (12) — (15) 式, 可以得到不同银行在均衡条件下的贷款规模和期望利润, 具体而言:

地区性中小银行、大银行和互联网中小银行每发放一笔贷款的期望利润是

$$\frac{t+5(u_S-u_B)x+\frac{5\gamma^2q_j^2x^2}{2h_S}-\frac{\gamma^2q_j^2x^2}{2h_B}-\frac{2q_j^2x^2}{h_S}}{12}, \quad \frac{t-(u_S-u_B)x+\frac{5\gamma^2q_j^2x^2}{2h_B}-\frac{\gamma^2q_j^2x^2}{2h_S}-\frac{2q_j^2x^2}{h_S}}{12} \text{ 和 } \frac{t-(u_S-u_B)x-\frac{\gamma^2q_j^2x^2}{2h_S}-\frac{\gamma^2q_j^2x^2}{2h_B}+\frac{q_j^2x^2}{h_S}}{6};$$

与此同时, 三类银行总计发放的贷款规模分别是 $L_{S,j}^D = \frac{n_j \left[t+5(u_S-u_B)x+\frac{5\gamma^2q_j^2x^2}{2h_S}-\frac{\gamma^2q_j^2x^2}{2h_B}-\frac{2q_j^2x^2}{h_S} \right]}{6t}$ 、

$$L_{B,j}^D = \frac{n_j \left[t - (u_S - u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} \text{ 和 } L_{F,j}^D = \frac{n_j \left[4t - 4(u_S - u_B)x - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_S} - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_B} + \frac{4q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t},$$

因此，三类银行的期望利润依次是 $E(\pi_S^D) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{2n_j} (L_{S,j}^D)^2$ 、 $E(\pi_B^D) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{2n_j} (L_{B,j}^D)^2$ 和 $E(\pi_F^D) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{4n_j} (L_{F,j}^D)^2$ ，其中， $j = \{L, H\}$ ， $n_L = (1 - \alpha)n$ ， $n_H = \alpha n$ 。

附录三

命题 1 的结论来源于：当 $\gamma_0 < \gamma \leq \frac{h_B}{h_S}$ 时， $w_{S,j}^D < w_{B,j}^D \leq w_{F,j}^D$ ，当 $\frac{h_B}{h_S} < \gamma \leq \bar{\gamma}$ 时， $w_{S,j}^D < w_{F,j}^D < w_{B,j}^D$ ，其中 $j = \{L, H\}$ 。

在本文的模型框架下，银行 i 对 j 类型企业的均衡研发力度满足 $w_{i,j}^D = \frac{\gamma_i q_j x}{h_i}$ 。

由于 $h_S = h_F > h_B$ 、 $\gamma_S = \gamma_B = \gamma < \gamma_F = 1$ ，因此会有：

$$\begin{aligned} w_{S,j}^D &= \frac{\gamma q_j x}{h_S} < w_{B,j}^D = \frac{\gamma q_j x}{h_B} \\ w_{S,j}^D &= \frac{\gamma q_j x}{h_S} < w_{F,j}^D = \frac{q_j x}{h_F} = \frac{q_j x}{h_S} \\ \begin{cases} w_{B,j}^D = \frac{\gamma q_j x}{h_B} \leq w_{F,j}^D = \frac{q_j x}{h_S}, & \text{如果 } \gamma \leq \frac{h_B}{h_S} \\ w_{B,j}^D = \frac{\gamma q_j x}{h_B} > w_{F,j}^D = \frac{q_j x}{h_S}, & \text{如果 } \gamma > \frac{h_B}{h_S} \end{cases} \end{aligned}$$

Q.E.D

附录四

引理 1：在数字化转型阶段，大银行和地区性中小银行的相对竞争力满足：地区性中小银行在低数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势， $L_{S,L}^D > L_{B,L}^D$ ， $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{B,L}^D)$ ，大银行在高数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势， $L_{S,H}^D < L_{B,H}^D$ ， $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{B,H}^D)$ 。

首先，考察两类银行贷款规模的差异。地区性中小银行和大银行的贷款差额是：

$$L_{S,j}^D - L_{B,j}^D = \frac{n_j \left[t + 5(u_S - u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} - \frac{n_j \left[t - (u_S - u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t}$$

$$= \frac{n_j}{6t} \left[6(u_S - u_B)x + \frac{6\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{6\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} \right]$$

在假设 4 “ $\underline{h} < \frac{h_S - h_B}{h_S h_B} < \bar{h}$ ，其中 $\underline{h} \equiv \frac{2(u_S - u_B)}{\gamma^2 q_H^2 x}$ ， $\bar{h} \equiv \frac{2(u_S - u_B)}{\gamma^2 q_L^2 x}$ ” 成立的前提条件下，可知：

$$\frac{2(u_S - u_B)}{\gamma^2 q_H^2 x} < \frac{h_S - h_B}{h_S h_B} = \frac{1}{h_B} - \frac{1}{h_S} < \frac{2(u_S - u_B)}{\gamma^2 q_L^2 x}$$

进而会有：

$$\gamma^2 q_L^2 x^2 \left(\frac{1}{2h_B} - \frac{1}{2h_S} \right) < (u_S - u_B)x < \gamma^2 q_H^2 x^2 \left(\frac{1}{2h_B} - \frac{1}{2h_S} \right)$$

也即：

$$(u_S - u_B)x + \frac{\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_S} - \frac{\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_B} < 0, \quad (u_S - u_B)x + \frac{\gamma^2 q_L^2 x^2}{2h_S} - \frac{\gamma^2 q_L^2 x^2}{2h_B} > 0$$

因此会有：

$$L_{S,H}^D < L_{B,H}^D, \quad L_{S,L}^D > L_{B,L}^D$$

其次，考察两类银行期望利润的差异。由于地区性中小银行和大银行的期望利润满足 $E(\pi_i) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{2n_j} L_{i,j}^2$ ，其中 $i = \{S, B\}$ 。因此，贷款规模和期望利润的相对大小关系是一致的，也即 $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{B,H}^D)$ ， $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{B,L}^D)$ 。

Q.E.D

附录五

引理 2：在数字化转型阶段，地区性中小银行与互联网中小银行的相对竞争力满足：①地区性中小银行在低数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势， $L_{S,L}^D > L_{F,L}^D$ ， $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{F,L}^D)$ ；②当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \gamma_u$ 时，互联网中小银行在高数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势，或者 $L_{S,H}^D < L_{F,H}^D$ ，或者 $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{F,H}^D)$ ；③当 $\gamma_u < \gamma^2 < \bar{\gamma}^2$ 时，地区性中小银行在高数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势， $L_{S,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ 。

其中， $\gamma_u = \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B} - \frac{[(2\sqrt{2}+5)(u_S-u_B)x-(2\sqrt{2}-1)t]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B]q_H^2 x^2}, \frac{4h_B}{h_S+3h_B} - \frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{(h_S+3h_B)q_H^2 x^2} \right\}$ 。

首先，考察两类银行贷款规模的差异。地区性中小银行和互联网中小银行的贷款差额是：

$$\begin{aligned} L_{S,j}^D - L_{F,j}^D &= \frac{n_j \left[t+5(u_S-u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} - \frac{n_j \left[4t-4(u_S-u_B)x - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_S} - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_B} + \frac{4q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} \\ &= \frac{n_j}{6t} \left[9(u_S-u_B)x - 3t + \frac{9\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} + \frac{3\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{12q_j^2 x^2}{2h_S} \right] \\ &= \frac{n_j}{2t} \left[3(u_S-u_B)x - t + \frac{3\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} + \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{4q_j^2 x^2}{2h_S} \right] \end{aligned}$$

在假设 3 “ $q_L \leq \frac{1}{x} \sqrt{\frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{4h_B-(3h_B+h_S)\gamma_0^2}} < q_H$ ” 成立的前提条件下，可知：

$$q_L^2 x^2 [4h_B - (3h_B + h_S)\gamma_0^2] \leq [3(u_S - u_B)x - t]2h_S h_B < q_H^2 x^2 [4h_B - (3h_B + h_S)\gamma_0^2]$$

两边除以 $2h_S h_B$ 后：

$$q_L^2 x^2 \left[\frac{4}{2h_S} - \left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 \right] \leq 3(u_S - u_B)x - t < q_H^2 x^2 \left[\frac{4}{2h_S} - \left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 \right]$$

也即会有：

$$3(u_S - u_B)x - t + q_L^2 x^2 \left[\left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 - \frac{4}{2h_S} \right] \geq 0$$

$$3(u_S - u_B)x - t + q_H^2 x^2 \left[\left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 - \frac{4}{2h_S} \right] < 0$$

又因为 $\frac{n_j}{2t} \left[3(u_S - u_B)x - t + \frac{3\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} + \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{4q_j^2 x^2}{2h_S} \right]$ 是关于 γ 的增函数，可以知道：

$$\begin{aligned} \min \frac{n_j}{2t} \left[3(u_S - u_B)x - t + \frac{3\gamma^2 q_L^2 x^2}{2h_S} + \frac{\gamma^2 q_L^2 x^2}{2h_B} - \frac{4q_L^2 x^2}{2h_S} \right] \\ = \frac{n_j}{2t} \times \left\{ 3(u_S - u_B)x - t + q_L^2 x^2 \left[\left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 - \frac{4}{2h_S} \right] \right\} \geq 0 \end{aligned}$$

与此同时：

$$\begin{aligned} \min \frac{n_j}{2t} \left[3(u_S - u_B)x - t + \frac{3\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_S} + \frac{\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_B} - \frac{4q_H^2 x^2}{2h_S} \right] \\ = \frac{n_j}{2t} \times \left\{ 3(u_S - u_B)x - t + q_H^2 x^2 \left[\left(\frac{3}{2h_S} + \frac{1}{2h_B} \right) \gamma_0^2 - \frac{4}{2h_S} \right] \right\} < 0 \end{aligned}$$

因此， $L_{S,L}^D > L_{F,L}^D$ 恒成立； $L_{S,H}^D$ 和 $L_{F,H}^D$ 的大小关系取决于 γ ，当且仅当 $\gamma^2 > \frac{4h_B}{h_S+3h_B} - \frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{(h_S+3h_B)q_H^2 x^2}$ 时，才会有 $L_{S,H}^D > L_{F,H}^D$ ，反之， $L_{S,H}^D < L_{F,H}^D$ 。

其次，考察两类银行期望利润的差异。地区性中小银行和互联网中小银行的期望利润分别是 $E(\pi_S) = \sum_{j=\{L,H\}} E(\pi_{S,j}) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{2n_j} L_{S,j}^2$ ， $E(\pi_F) = \sum_{j=\{L,H\}} E(\pi_{F,j}) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{4n_j} L_{F,j}^2$ 。

由于 $L_{S,L}^D > L_{F,L}^D$ 恒成立，可知 $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{F,L}^D)$ 恒成立。因此，只需考察 $E(\pi_{S,H}^D)$ 和 $E(\pi_{F,H}^D)$ 的相对大小。

如果 $E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ，则要求 $L_{S,H}^D > \frac{1}{\sqrt{2}} L_{F,H}^D$ ，也即 $\frac{n_j \left[t+5(u_S-u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_S} - \frac{\gamma^2 q_H^2 x^2}{2h_B} - \frac{2q_H^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} > \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{n_j \left[4t-4(u_S-u_B)x - \frac{2\gamma^2 q_H^2 x^2}{h_S} - \frac{2\gamma^2 q_H^2 x^2}{h_B} + \frac{4q_H^2 x^2}{h_S} \right]}{6t}$ 。

求解上述不等式可知，当且仅当 $\gamma^2 > \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B} -$

$\frac{[(2\sqrt{2}+5)(u_S-u_B)x-(2\sqrt{2}-1)t]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B]q_H^2 x^2}$ 时，才会有 $E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ，反之， $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{F,H}^D)$ 。

基于以上分析可知：在低数据禀赋中小企业的贷款市场上，地区性中小银行的竞争力更强，也即 $L_{S,L}^D > L_{F,L}^D$ ， $E(\pi_{S,L}^D) > E(\pi_{F,L}^D)$ ；在高数据禀赋中小企业的贷款市场上，地区性中小银行和互联网中小银行的相对竞争力取决于互联网中小银行的数据优势，当且仅当 $\gamma^2 > \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B} - \frac{[(2\sqrt{2}+5)(u_S-u_B)x-(2\sqrt{2}-1)t]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}-1)h_S+(2\sqrt{2}+5)h_B]q_H^2 x^2}, \frac{4h_B}{h_S+3h_B} - \frac{[3(u_S-u_B)x-t]2h_S h_B}{(h_S+3h_B)q_H^2 x^2} \right\}$ 时，地区性中小银行才具有为高数据禀赋中小企业发放贷款的竞争优势，也即 $L_{S,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ；反之，互联网中小银行在高数据禀赋中小企业的贷款市场具有竞争优势。

Q.E.D

附录六

引理 3：在数字化转型阶段，大银行与互联网中小银行的相对竞争力满足：①当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \gamma_h$ 时，互联网中小银行在高、低数据禀赋中小企业贷款市场上兼具竞争优势， $L_{B,j}^D < L_{F,j}^D$ ， $E(\pi_{B,j}^D) < E(\pi_{F,j}^D)$ ，其中 $j = \{L, H\}$ ；②当 $\gamma_h < \gamma^2 \leq \bar{\gamma}^2$ 时，大银行在高数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势， $L_{B,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{B,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ，互联网中小银行在低数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势，或者 $L_{B,L}^D < L_{F,L}^D$ ，或者 $E(\pi_{B,L}^D) < E(\pi_{F,L}^D)$ 。

其中， $\gamma_h = \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B} + \frac{(2\sqrt{2}-1)[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B]q_L^2 x^2}, \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_H^2 x^2} \right\}$ 。

首先，考察两类银行贷款规模的差异。地区性中小银行和互联网中小银行的贷款差额是：

$$\begin{aligned} L_{B,j}^D - L_{F,j}^D &= \frac{n_j \left[t - (u_S - u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} - \frac{n_j \left[4t - 4(u_S - u_B)x - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_S} - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_B} + \frac{4q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} \\ &= \frac{n_j}{6t} \left[\frac{3\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} + \frac{9\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{12q_j^2 x^2}{2h_S} - 3t + 3(u_S - u_B)x \right] \\ &= \frac{n_j}{2t} \left[\frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} + \frac{3\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{4q_j^2 x^2}{2h_S} - t + (u_S - u_B)x \right] \end{aligned}$$

求解上述不等式可知，当且仅当 $\gamma^2 q_j^2 x^2 > \frac{4h_B}{3h_S+h_B} q_j^2 x^2 + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{3h_S+h_B}$ 时，也即 $\gamma^2 > \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_j^2 x^2}$ 时，才会有 $L_{B,j}^D > L_{F,j}^D$ ，反之， $L_{B,j}^D < L_{F,j}^D$ 。

其次，考察两类银行期望利润的差异。地区性中小银行和互联网中小银行的期望利润分别是 $E(\pi_S) = \sum_{j=\{L,H\}} E(\pi_{S,j}) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{2n_j} L_{S,j}^2$ ， $E(\pi_F) = \sum_{j=\{L,H\}} E(\pi_{F,j}) = \sum_{j=\{L,H\}} \frac{t}{4n_j} L_{F,j}^2$ 。

如果 $E(\pi_{S,j}^D) > E(\pi_{F,j}^D)$ ，则要求 $L_{S,H}^D > \frac{1}{\sqrt{2}} L_{F,H}^D$ ，也即 $\frac{n_j \left[t - (u_S - u_B)x + \frac{5\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_B} - \frac{\gamma^2 q_j^2 x^2}{2h_S} - \frac{2q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t} > \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{n_j \left[4t - 4(u_S - u_B)x - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_S} - \frac{2\gamma^2 q_j^2 x^2}{h_B} + \frac{4q_j^2 x^2}{h_S} \right]}{6t}$ 。

求解上述不等式可知，当且仅当 $\gamma^2 > \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B} + \frac{(2\sqrt{2}-1)[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B]q_j^2 x^2}$ 时，才会有 $E(\pi_{S,j}^D) > E(\pi_{F,j}^D)$ ，反之， $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{F,H}^D)$ 。

基于以上分析可知：①当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \gamma_h$ 时，互联网中小银行在高、低数据禀赋中小企业贷款市场上兼具竞争优势，也即 $L_{B,j}^D < L_{F,j}^D$ ， $E(\pi_{B,j}^D) < E(\pi_{F,j}^D)$ ，其中 $j = \{L, H\}$ ；②当 $\gamma_h < \gamma^2 \leq \bar{\gamma}_h$ 时，大银行在高数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势， $L_{B,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{B,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ，互联网中小银行在低数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势，或者 $L_{B,L}^D < L_{F,L}^D$ ，或者 $E(\pi_{B,L}^D) < E(\pi_{F,L}^D)$ ；③ $\bar{\gamma}_h < \gamma^2 \leq 1$ ，则大银行在高、低数据禀赋中小企业贷款市场上兼具竞争优势，也即 $L_{B,j}^D > L_{F,j}^D$ ， $E(\pi_{B,j}^D) > E(\pi_{F,j}^D)$ ，其中 $j = \{L, H\}$ 。

其中， $\gamma_h = \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B} + \frac{(2\sqrt{2}-1)[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B]q_L^2 x^2}, \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_H^2 x^2} \right\}$ ；
 $\bar{\gamma}_h = \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B} + \frac{(2\sqrt{2}-1)[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B]q_L^2 x^2}, \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_L^2 x^2} \right\}$ 。

但可以证明， $\bar{\gamma}_h > 1$ ，也即大银行在低数据禀赋中小企业贷款市场上的竞争力不可能超越互联网中小银行，具体来说：

当假设 1 和 3 成立时，可以推演出： $t - (u_S - u_B)x > (u_S - u_B)x$ ， $\gamma^2 q_L^2 x^2 < \frac{2(u_S - u_B)x h_S h_B}{h_S - h_B}$ 。

因此， $\frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_L^2 x^2} > \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{(u_S-u_B)x 2h_S h_B}{(3h_S+h_B) \frac{2(u_S-u_B)x h_S h_B}{h_S-h_B}} = \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{h_S-h_B}{3h_S+h_B} = 1$ 。

进一步地， $\bar{\gamma}_h = \max \left\{ \frac{(4\sqrt{2}+4)h_B}{(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B} + \frac{(2\sqrt{2}-1)[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{[(2\sqrt{2}+5)h_S+(2\sqrt{2}-1)h_B]q_L^2 x^2}, \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_L^2 x^2} \right\} \geq \frac{4h_B}{3h_S+h_B} + \frac{[t-(u_S-u_B)x]2h_S h_B}{(3h_S+h_B)q_L^2 x^2} > 1$ 。

最终的均衡结果是：①当 $\gamma_0^2 < \gamma^2 \leq \gamma_h$ 时，互联网中小银行在高、低数据禀赋中小企业贷款

市场上兼具竞争优势，也即 $L_{B,j}^D < L_{F,j}^D$ ， $E(\pi_{B,j}^D) < E(\pi_{F,j}^D)$ ，其中 $j = \{L, H\}$ ；②当 $\underline{\gamma_h} < \gamma^2 \leq \bar{\gamma}^2$ 时，大银行在高数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势， $L_{B,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{B,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ，互联网中小银行在低数据禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势，或者 $L_{B,L}^D < L_{F,L}^D$ ，或者 $E(\pi_{B,L}^D) < E(\pi_{F,L}^D)$ 。

Q.E.D

附录七

为了准确刻画人工智能技术及其引起的技术装备赛对银行业的影响,附录首先给出在没有人工智能技术也没有互联网中小银行的传统阶段,地区性中小银行和大银行在中小企业贷款市场的相对竞争力,然后讨论互联网中小银行出现但银行市场尚未使用人工智能技术的发展阶段,地区性中小银行和大银行受到怎样的冲击影响,以此剥离出未上升至技术竞争的市场竞争会对银行业结构的影响。

1. 尚未出现互联网中小银行的传统阶段

首先分析尚未出现互联网中小银行和人工智能技术的发展阶段。这时,地区性中小银行和大银行根据传统软信息风控能力的相对大小来制定贷款利率;企业观察到两类银行的风控能力和贷款利率报价后,确定向哪家银行申请贷款。为了求解银行的均衡贷款利率,首先确定圆周上不同位置的高、低数据禀赋企业会选择向哪家银行贷款,据此计算银行的贷款规模。

在这一阶段,银行依靠劳动密集型贷款技术识别企业信息、监控企业投资,其无法触及到企业的数字足迹,因此,同一家银行对高、低数据禀赋企业的风控能力、贷款利率报价都是一样的,即 $v_{i,j} = u_i$, $R_{i,j} = R_i$, 其中 $i = \{S, B\}$, $j = \{L, H\}$ 。这时,对于圆周上位置为 z 的 j 类型企业,其向地区性中小银行、大银行申请贷款的期望利润分别是:

$$E(\chi_{S,j}^z) = E(\chi_S^z) = u_S(x - R_S) - tz \quad (A1)$$

$$E(\chi_{B,j}^z) = E(\chi_B^z) = u_B(x - R_B) - t(0.5 - z) \quad (A2)$$

对于企业来说,如果 $E(\chi_S^z) > E(\chi_B^z)$, 则企业选择向地区性中小银行贷款; $E(\chi_S^z) = E(\chi_B^z)$, 则企业对两类银行没有明确偏好,随机选择一家银行申请贷款;如果 $E(\chi_S^z) < E(\chi_B^z)$, 则企业选择向大银行贷款。等式 $E(\chi_S^z) = E(\chi_B^z)$ 对应的地理位置 \bar{z}_0 决定了地区性中小银行收到贷款申请的最远距离,求解该式可得 $\bar{z}_0 = \frac{1}{4} + \frac{u_S(x-R_S)-u_B(x-R_B)}{2t}$ 。因此,对于圆周上的高、低数据禀赋企业而言,如果企业与地区性中小银行的距离小于 \bar{z}_0 , 则向地区性中小银行贷款,反之,则向大银行贷款。

由于市场上高、低数据禀赋企业均匀地分布在圆周上,共有 $[\alpha n + (1 - \alpha)n] \times 2\bar{z}_0$ 家企业向地区性中小银行申请贷款, $[\alpha n + (1 - \alpha)n] \times 2\left(\frac{1}{2} - \bar{z}_0\right)$ 家企业向大银行申请贷款,地区性中小银行和大银行的贷款规模分别是:

$$L_S = n \left[\frac{1}{2} + \frac{u_S(x-R_S)-u_B(x-R_B)}{t} \right] \quad (A3)$$

$$L_B = n \left[\frac{1}{2} - \frac{u_S(x-R_S)-u_B(x-R_B)}{t} \right] \quad (A4)$$

其次需要确定银行 i 给企业的贷款利率报价 R_i 。两类银行权衡比较风控能力的相对大小,确定贷款利率报价,以此实现利润最大化。两类银行的优化方程可以统一表述成:

$$\max_{R_i} E(\pi_i) = (u_i R_i - r) L_i \quad (A5)$$

将地区性中小银行和大银行在 $t=1$ 期的贷款规模代入各自的目标函数,然后求解相应的最优化问题,可以得到两类银行的均衡贷款利率是:¹

$$R_S^T = \underbrace{\frac{r}{u_S}}_{\text{与银行成本关联的部分}} + \underbrace{\frac{3t+2(u_S-u_B)x}{6u_S}}_{\text{与期望利润关联的部分}} \quad (A6)$$

$$R_B^T = \underbrace{\frac{r}{u_B}}_{\text{与银行成本关联的部分}} + \underbrace{\frac{3t-2(u_S-u_B)x}{6u_B}}_{\text{与期望利润关联的部分}} \quad (A7)$$

再将均衡贷款利率代入到 (A3)、(A4) 式,可以得到两类银行的均衡贷款规模依次为:

$$L_S^T = n \left[\frac{1}{2} + \frac{(u_S-u_B)x}{3t} \right] \quad (A8)$$

¹ 使用上角标 T 标识传统阶段,上角标 C 标识市场竞争阶段。

$$L_B^T = n \left[\frac{1}{2} - \frac{(u_S - u_B)x}{3t} \right] \quad (A9)$$

最后计算两类银行在中小企业贷款市场的期望利润。地区性中小银行和大银行分别发放 L_S^T 和 L_B^T 单位贷款，两类银行每发放一单位贷款的期望利润为 $u_S R_S^T - r = \frac{t}{2} + \frac{(u_S - u_B)x}{3}$ 和 $u_B R_B^T - r = \frac{t}{2} - \frac{(u_S - u_B)x}{3}$ ，因此，地区性中小银行和大银行在 $t=0$ 期的期望利润分别是：

$$E(\pi_S^T) = nt \left[\frac{1}{2} + \frac{(u_S - u_B)x}{3t} \right]^2 \quad (A10)$$

$$E(\pi_B^T) = nt \left[\frac{1}{2} - \frac{(u_S - u_B)x}{3t} \right]^2 \quad (A11)$$

比较两类银行的均衡结果可知：在本文的理论框架下，不同类型银行利用自身的贷款技术进行风险控制，并以贷款利息的形式向企业抽取绩效分成。由于大银行不具有人工搜集软信息的比较优势，对贷款的风控能力较地区性中小银行更差，难以有效地减少中小企业的投资不确定性，大银行在贷款市场的议价能力落后于地区性中小银行。其结果是，大银行只能在补偿成本的基础上，向中小企业索要更低的期望利润，即大银行每发放一单位贷款的期望利润低于地区性中小银行（ $u_B R_B^T - r < u_S R_S^T - r$ ）。进一步来看，信息甄别和风险控制方面的劣势弱化了中小企业对大银行的依赖度，企业更倾向于从地区性中小银行申请贷款，因此，大银行总计发放的中小企业贷款规模小于地区性中小银行（ $L_B^T < L_S^T$ ）。在上述两种效应的作用下，地区性中小银行在中小企业贷款市场上的期望利润较大银行更高，也即 $E(\pi_B^T) < E(\pi_S^T)$ 。² 这一结论与“小银行优势理论”一致（刘畅等，2017；张一林等，2019），地区性中小银行在中小企业贷款市场的竞争优势内生于其良好的软信息风控能力。

命题 A1：在人工智能技术出现之前，地区性中小银行在线下搜集应用软信息方面的比较优势确立了其在中小企业贷款市场上的“小银行优势”。

2. 互联网银行出现但尚未采用人工智能技术的阶段（未上升至技术竞争的市场竞争）

接着讨论在互联网银行出现但尚未采用人工智能技术的阶段，不同银行的相对竞争力发生了怎样的变化，以此刻画未上升至技术竞争的市场竞争对银行业结构的影响。在这一阶段，同样需要确定圆周上不同位置的高、低数字禀赋企业会选择向哪家银行贷款。对于圆周上位置为 z 的 j 类型企业，其向地区性中小银行、大银行申请贷款的期望利润与（A1）、（A2）式，向互联网中小银行申请贷款的期望利润是：

$$E(\chi_{F,j}^z) = E(\chi_F^z) = v_{F,j}(x - R_F) = u_F(x - R_F) \quad (A12)$$

与前文一样，等式 $E(\chi_S^z) = E(\chi_B^z)$ 对应的地理位置 \bar{z}_0 和等式 $E(\chi_S^z) = E(\chi_F^z)$ 对应的地理位置 \bar{z}_1 决定了地区性中小银行收到贷款申请的最远距离。对于圆周上不同位置的高、低数据禀赋企业而言，当且仅当企业与地区性中小银行的距离小于 $\min\{\bar{z}_0, \bar{z}_1\}$ 时，其才选择向地区性中小银行贷款。由于市场上高、低数据禀赋企业均匀地分布在圆周上，因此共有 $[an + (1 - \alpha)n] \times 2 \min\{\bar{z}_0, \bar{z}_1\}$ 家企业向地区性中小银行申请贷款，地区性中小银行在 $t=1$ 期的贷款规模满足 $L_S = 2n \times \min\{\bar{z}_0, \bar{z}_1\} = \frac{2n[u_S(x - R_S) - u_F(x - R_F)]}{t}$ 。

类似地，等式 $E(\chi_S^z) = E(\chi_B^z)$ 对应的地理位置 \bar{z}_0 和等式 $E(\chi_B^z) = E(\chi_F^z)$ 对应的地理位置 \bar{z}_2 决定了大银行收到贷款申请的最远距离。当且仅当企业与地区性中小银行的距离大于 $\max\{\bar{z}_0, \bar{z}_2\}$ 时，其才选择向大银行贷款。大银行在 $t=1$ 期的贷款规模满足 $L_B = 2n \times \left(\frac{1}{2} - \max\{\bar{z}_0, \bar{z}_2\} \right) = \frac{2n[u_B(x - R_B) - u_F(x - R_F)]}{t}$ 。相应地，互联网中小银行在 $t=1$ 期的贷款规模满足 $L_F = n - L_S - L_B = n \left[1 + \frac{4u_F(x - R_F) - 2u_S(x - R_S) - 2u_B(x - R_B)}{t} \right]$ 。

其次需要确定 $t=0$ 期银行 i 给企业的贷款利率报价 R_i 。三类银行的优化方程与（A5）式相同。将三类银行的贷款规模代入各自的目标函数，求解优化问题，得到均衡贷款利率分别

² 这一结论的前提假设是：大银行人工方式线下甄别软信息的能力弱于地区性中小银行。这是银行业结构理论中对大、小银行（传统）软信息甄别能力的经典设定（Stein, 2002；张一林等，2019）。

为：

$$R_S^C = \frac{t+12r+(5u_S-u_B-4u_F)x}{12u_S} = \frac{r}{u_S} + \frac{t+5(u_S-u_B)x}{12u_S} \quad (A13)$$

$$R_B^C = \frac{t+12r+(5u_B-u_S-4u_F)x}{12u_B} = \frac{r}{u_B} + \frac{t-(u_S-u_B)x}{12u_B} \quad (A14)$$

$$R_F^C = \frac{t+6r+(2u_F-u_S-u_B)x}{6u_F} = \frac{r}{u_B} + \frac{t-(u_S-u_B)x}{6u_B} \quad (A15)$$

再将均衡贷款利率代入到 L_S 、 L_B 和 L_F ，三类银行的均衡贷款规模依次是：

$$L_S^C = n \left[\frac{1}{6} + \frac{5(u_S-u_B)x}{6t} \right] \quad (A16)$$

$$L_B^C = n \left[\frac{1}{6} - \frac{(u_S-u_B)x}{6t} \right] \quad (A17)$$

$$L_F^C = n \left[\frac{2}{3} - \frac{2(u_S-u_B)x}{3t} \right] \quad (A18)$$

最后计算 $t=0$ 期三类银行在中小企业贷款市场的期望利润。三类银行每发放一单位贷款的期望利润为 $u_S R_S^C - r = \frac{t+5(u_S-u_B)x}{12}$ 、 $u_B R_B^C - r = \frac{t-(u_S-u_B)x}{12}$ 和 $u_F R_F^C - r = \frac{t-(u_S-u_B)x}{6}$ ，因此，地区性中小银行和大银行在 $t=0$ 期的期望利润是：

$$E(\pi_S^C) = \frac{nt}{2} \left[\frac{1}{6} + \frac{5(u_S-u_B)x}{6t} \right]^2 \quad (A19)$$

$$E(\pi_B^C) = \frac{nt}{2} \left[\frac{1}{6} - \frac{(u_S-u_B)x}{6t} \right]^2 \quad (A20)$$

$$E(\pi_F^C) = \frac{nt}{4} \left[\frac{2}{3} - \frac{2(u_S-u_B)x}{3t} \right]^2 \quad (A21)$$

比较互联网中小银行出现前后的均衡结果可知，地区性中小银行和大银行的贷款利率、贷款规模和期望利润均较互联网中小银行出现前下滑，这一结果与已有研究保持一致，具体来说：互联网中小银行通过加剧市场竞争分食地区性中小银行和大银行的市场份额，两类银行的贷款规模较互联网中小银行出现前减少 ($L_S^C < L_S^T$ 且 $L_B^C < L_B^T$)；此外，为了应对互联网中小银行的市场竞争，地区性中小银行和大银行主动下调贷款利率 ($R_S^C < R_S^T$ 且 $R_B^C < R_B^T$)，以防中小企业大规模流向互联网中小银行。相应地，两类银行的期望利润较过去下滑，也即 $E(\pi_S^C) < E(\pi_S^T)$ 且 $E(\pi_B^C) < E(\pi_B^T)$ 。

进一步比较三类银行的均衡结果可知，虽然互联网中小银行的软信息风控能力不及地区性中小银行，但在线发放贷款的交易模式降低了企业申请贷款的交易成本，赋予其独特的竞争优势，并给地区性中小银行和大银行造成不同程度的冲击：在假设 1 成立的条件下，凭借着软信息风控能力上的显著优势，地区性中小银行能够抵御互联网中小银行的竞争冲击，保持其在中小企业贷款市场的竞争优势，地区性中小银行发放单位贷款的期望利润、总计发放的贷款规模依然领先于其他银行；不过，零交通成本的线上贷款会使中小企业对互联网中小银行的偏好强于大银行，凭借这一优势，互联网中小银行在贷款定价时不仅可以抽取更高的期望利润，总计发放的贷款规模也超过大银行。因此，在互联网中小银行出现后，地区性中小银行维持其在中小企业贷款市场的竞争力，互联网中小银行的竞争力次之，大银行的竞争力最弱，也即 $L_S^C > L_F^C > L_B^C$ ， $E(\pi_S^C) > E(\pi_F^C) > E(\pi_B^C)$ 。

命题 A2：在人工智能技术未嵌入银行市场的发展阶段，以互联网中小银行为代表的新型银行丰富了中小企业的融资渠道、强化了地区性中小银行和大银行所面临的市场竞争，但难以扭转地区性中小银行在中小企业贷款市场上的“小银行优势”——凭借软信息搜集应用方面的显著优势，高、低数据禀赋中小企业更倾向于向地区性中小银行申请贷款，地区性中小银行的市场竞争力领先于其他银行，互联网中小银行的竞争力次之，大银行的竞争力最弱。

3. 比较技术竞争前后的均衡结果

这部分比较同一银行技术竞争前后的贷款规模和期望利润，也即将正文中的均衡结果和

附录中的均衡结果作对比，以此分析银行绝对竞争力的变化。研究发现，技术竞争不利于地区性中小银行，但有望提高大银行的市场竞争力，特别是当大银行面临的数据壁垒相对较小时，技术竞争可以提高大银行在中小企业贷款市场的贷款规模和期望利润，具体而言：³

地区性中小银行对人工智能技术的适应性最差，难以在技术竞争中获取优势，发放单位贷款的期望利润和总计发放的贷款规模因激烈的技术竞争不断下降，进而导致总利润下滑。大银行和互联网中小银行能够更好地适应于人工智能技术的研发应用。如果大银行面临的数据壁垒相对较小（ $\sqrt{\frac{4h_B}{5h_S-h_B}} < \gamma \leq \bar{\gamma}$ ），则不仅技术研发的效果好，大银行对人工智能技术的投入力度也大，帮助大银行把握住技术竞争带来的机遇，发放的贷款规模和总利润较过去上升；如果大银行面临的数据壁垒较严重，则将限制技术研发的应用效果，大银行只能依靠技术研发尽可能减少其他银行（特别是互联网中小银行）的冲击影响，但贷款规模和总利润仍较过去下降。互联网中小银行的利润变化与大银行相反，当且仅当互联网中小银行的数据优势足够大时（ $\gamma_0 < \gamma \leq \sqrt{\frac{2h_B}{h_S+h_B}}$ ），数据优势才能赋予互联网中小银行独特的竞争优势，扩大贷款规模并相应提高总利润；一旦互联网中小银行在数据读取方面不具有区别于其他银行的显著优势，则难以有效地抵御其他银行的竞争冲击，贷款规模和总利润将下降。

锚点链接说明：

- 1、附 1 与本文第 9 页第四行脚注 1 对应，正文部分的文字是“4.不同参与者的行为决策”
- 2、附 2 与本文第 10 页公式 5 上方一行的脚注 2 对应，正文部分的文字是“不同银行为高、第数字禀赋企业发放的贷款规模分别为”
- 3、附 2 还与本文第 11 页公式 15 下方第二行的脚注 1 对应，正文部分的文字是“得到不同银行的均衡贷款规模和均衡期望利润”
- 4、附 3 与本文第 11 页最后一段对应，最后一行文字是“本文将这一规律总结为： ”
- 5、附 4 与本文第 12 页倒数第二段引理 1 对应，最后一行文字是“大银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势， $L_{S,H}^D < L_{B,H}^D$ ， $E(\pi_{S,H}^D) < E(\pi_{B,H}^D)$ ”
- 6、附 5 与本文第 13 页第二段引理 2 对应，最后一行文字是“地区性中小银行在高数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势， $L_{S,H}^D > L_{F,H}^D$ ， $E(\pi_{S,H}^D) > E(\pi_{F,H}^D)$ ”
- 7、附 6 与本文第 13 页倒数第三段引理 3 对应，最后一行文字是“互联网中小银行在低数字禀赋中小企业贷款市场具有竞争优势，或者 $L_{B,L}^D < L_{F,L}^D$ ，或者 $E(\pi_{B,L}^D) < E(\pi_{F,L}^D)$ ”
- 8、附 7 与本文第 14 页第二行脚注 1 对应，最后一行文字是“银行与企业之间呈现出以‘数字匹配’为特征的匹配关系”

³ 本文还发现，技术竞争后不同类型银行向中小企业收取的贷款利率更低，具体地：技术竞争从两个方面影响贷款利率，其一是技术研发改变了银行在贷款市场的议价能力，银行能抽取的超额利润较技术竞争前发生变化，其二是技术研发提高了银行的风控能力，银行承担的贷款成本较技术竞争前下降。均衡结果显示，后一种效应占主导，也即技术研发主要通过减少银行成本而降低银行向中小企业收取的贷款利率。

注：该附录是期刊所发表论文的组成部分，同样视为作者公开发表的内容。如研究中使用该附录中的内容，请务必在研究成果上注明引文和下载附件出处。

引用示例：

参考文献引用范例：

[1] 朱军. 技术吸收、政府推动与中国全要素生产率提升[J]. 中国工业经济. 2017, (1):5-24.

如果研究中使用了未在《中国工业经济》纸质版刊发、但在杂志网站上正式公开发表的数字内容（包括数据、程序、附录文件），请务必在研究成果正文中注明：

数据（及程序等附件）来自朱军（2017），参见在《中国工业经济》网站（<http://ciejournal.ajcass.org>）附件下载。