

南開大學

金融科技与商业银行全要素生产率：动态效应、异质性分  
析与博弈论视角的机制研究

指导老师：王博、刘晓光

论文作者：张祉晗、祝安男、瞿王城、曹佳悦、冯林

## 摘要

随着金融科技的发展，商业银行数字化转型加速，金融科技的运用是否能够有效提升商业银行全要素生产率呢？本小组使用文本挖掘法和因子分析法构建金融科技发展指数，基于 2008—2020 年我国沪深 34 家上市商业银行数据，研究金融科技对商业银行全要素生产率的影响并对系统重要性银行和非系统重要性银行进行异质性分析。在进行一系列稳健性检验后，结论依然成立。对金融科技与传统商业银行之间因竞争合作占主导地位的不同而做出的均衡决策问题，本小组采用静态和动态博弈模型进行分析。

研究得出以下结论：（1）在金融科技对商业银行发展的影响层面，金融科技带来了技术溢出效应、竞争效应和融合效应，有助于商业银行全要素生产率的提升。（2）金融科技对不同类型商业银行全要素生产率影响不同，对系统重要性商业银行全要素生产率呈现出促进作用，对非系统重要性商业银行的全要素生产率呈现出抑制作用。（3）若以竞争为导向，商业银行为维持其利润水平，会采取相应措施来限制金融科技企业的发展，金融科技需要利用其创新优势打破受制约的局面。若以合作为导向，则双方长期合作需要合适的利润分配机制。在微分博弈中，研究发现，商业银行要充分发展其服务升级对客户的吸引力，金融科技应当充分发挥其研发创新上的优势来吸引客户，双方的相关资金投入也应当控制在合理范围，以免造成投入过剩，导致利润水平的下降；同时国家也要进行一定的市场监管，以免产生恶性竞争。

**关键词：** 金融科技；商业银行；全要素生产率；系统性商业银行；博弈论

## Abstract

With the development of financial technology, the digital transformation and upgrading of commercial banks has accelerated. Can the application of financial technology effectively improve the total factor productivity of commercial banks? This group uses text mining and factor analysis to construct a Fintech development index, based on the data of 34 listed commercial banks in Shanghai and Shenzhen from 2008 to 2020, to study the impact of Fintech on the total factor productivity of commercial banks and to analyze the impact of financial technology on the total factor productivity of systemically important banks and non-commercial banks. Heterogeneity analysis for systemically important banks. After a series of robustness tests, the conclusion still holds. This group uses static and dynamic game models to analyze the equilibrium decision-making problem between Fintech and traditional commercial banks due to the difference in the dominance of competition and cooperation.

The research draws the following conclusions: (1) In terms of the impact of financial technology on the development of commercial banks, financial technology has brought technology spillover effects, competition effects and integration effects, which are conducive to the improvement of total factor productivity of commercial banks. (2) Fintech has different effects on the total factor productivity of different types of commercial banks, showing a promoting effect on the total factor productivity of systemically important commercial banks, and showing a suppressing effect on the total factor productivity of non-systemically important commercial banks. (3) In the game process dominated by competition, commercial banks will take corresponding measures to limit the development of fintech enterprises in order to maintain their profit level. Fintech needs to use its innovative advantages to break the restricted situation. In the game process dominated by cooperation, the long-term cooperation between the two sides needs an appropriate profit distribution mechanism. In the differential game, it is found that commercial banks should fully develop the attraction of their service upgrading to customers, fintech should give full play to its advantages in R & D and innovation to attract

customers, and the relevant capital investment of both sides should also be controlled within a reasonable range to avoid excessive investment and the decline of profit level; At the same time, the state should also carry out certain market supervision to avoid malicious competition.

**Key Words:** Fintech; Commercial Banking; Total Factor Productivity; Systemic Commercial Banking; Game Theory

## 目录

摘要	I
Abstract	II
第一章 绪论	1
第一节 研究背景及意义	1
第二节 研究思路和研究方法	2
1.2.1 研究思路	2
1.2.2 研究方法	3
第三节 文献综述	5
1.3.1 商业银行发展现状与转型	5
1.3.2 金融科技对商业银行的影响	5
1.3.3 小结	7
第四节 存在的创新点和不足	7
第二章 理论分析与研究假设	9
第三章 商业银行全要素生产率的测算	11
第一节 模型构建	11
第二节 投入产出指标选取	13
第三节 数据来源与样本	13
第四节 商业银行全要素生产率测算结果分析	14
第四章 研究设计	16
第一节 实证模型	16
第二节 金融科技指数	16
第三节 变量选取	18
第四节 数据来源与处理	19
第五章 实证结果分析	20
第一节 基准回归	20
第二节 银行类型异质性分析	21

第三节 稳健性检验 . . . . .	23
第六章 金融科技与商业银行竞合博弈分析 . . . . .	26
第一节 基于 Hotelling 模型的竞合关系分析 . . . . .	26
6.1.1 问题分析 . . . . .	26
6.1.2 第一阶段——金融科技初入市场 . . . . .	26
6.1.3 第二阶段——金融科技市场稳定 . . . . .	29
第二节 基于 Stackelberg 模型的竞合关系分析 . . . . .	32
6.2.1 问题分析 . . . . .	32
6.2.2 模型假设 . . . . .	32
6.2.3 模型设计 . . . . .	32
6.2.4 均衡分析 . . . . .	34
第三节 基于微分博弈的动态竞合关系分析 . . . . .	35
6.3.1 问题分析 . . . . .	35
6.3.2 模型假设 . . . . .	36
6.3.3 模型求解 . . . . .	37
6.3.4 均衡分析 . . . . .	39
6.3.5 数值模拟 . . . . .	40
第四节 本章小结 . . . . .	42
第七章 结论 . . . . .	43
参考文献 . . . . .	45

## 第一章 绪论

### 第一节 研究背景及意义

随着科技不断渗透金融业，金融业已迎来深远变革，我国金融科技正式进入 3.0 阶段。在此阶段，金融科技更关注应用变革，即利用大数据、区块链、人工智能等新技术，推动智能投顾、大数据征信和数字货币等方面的金融业务创新。中国人民银行印发的《金融科技（Fintech）发展规划（2019—2021 年）》文件指出，金融科技的核心是利用现代科技成果优化或创新金融产品、经营模式和业务流程，帮助传统金融业转型升级，这标志着金融科技创新正式上升到政府战略层面。以第三方支付为例，迄今为止，央行为前后 5 批、共计 197 家第三方支付企业颁发了支付业务许可证。新型金融科技使传统商业银行的竞争基础发生了演变，由安全、稳定、低成本和低风险转向快捷、便利和体验。全面布局金融科技发展战略实现业内转型，进而提升全要素生产率和业务竞争力成为商业银行的大势所趋。在此背景下，研究金融科技对商业银行全要素生产率的影响，不仅有助于认识金融科技应用于商业银行的效果，对进一步深化我国商业银行改革也具有重要的理论意义和实践价值。

从国内金融科技发展情况来看，我国金融科技企业整体实力明显上升，“北上深杭”成为百强企业集中所在地，大数据服务和人工智能技术的研发普遍度最高，金融科技回归技术本源成趋势。依据相关研究，金融科技将从不同程度影响企业、金融系统、监管等领域。金融科技可以通过缓解企业的融资约束和提高税收返还来促进企业创新（李春涛等，2020）。在有效监管下，金融科技有助于维持金融系统的稳定性，拥有提高资源配置效率、增强流动性和风险管理能力、培育新的价值网络的潜能（朱太辉，2016）。相对于地方性银行，金融科技对全国性银行流动性创造的促进作用更大（盛天翔等，2022；邱晗等，2018）。在与金融科技的竞争和融合过程中，大中型银行选择闭环生态型或开放生态型银行战略对自身发展更有利，小型银行选择细分市场型或垂直分工型银行战略更加有利（谢治春等，2018）。

近年来，我国商业银行整体发展态势平稳，却也在经历科技转型的阵痛期。

目前，我国商业银行金融产品创新体系不完善，创新金融产品过程中存在速度较慢、风险识别与管控意识缺乏、产品整合度较低的问题（赖虎，2016）。加之其市场营销理念落后、工作人员偏重行政管理而非科技创新，商业银行往往无法与投资门槛低、金融产品种类丰富的金融科技公司相抗衡（袁驰，2021）。由于产品同质化、低技术含量的倾向明显以及被科技公司的金融服务挤占市场份额，近年来商业银行间的同业竞争趋势加强，银行业综合化发展趋势显著（陈扬，2021）。在与大型商业银行的竞争中，区域性城市商业银行受技术与地域限制发展，经营效率与全要素生产率呈现波动下降趋势（李朝鲜和杨思远，2022）。

金融科技助力商业银行实现转型的能力不容小觑。通过积极开拓网上银行业务，快速地实现跨银行金融业务，将有助于商业银行减少线下网点、缩减成本开支。不仅如此，金融科技以其低门槛、个性化服务受到大众的青睐，它帮助商业银行精细化管理客户群体和控制风险，更好地满足广大小额贷款者的需求。在宏观层面，商业银行将会经历从对行政人员到科技人才的需求转变，有利于我国建设全民创新的宏伟版图，进一步加强社会知识的溢出效应。

作为现代经济的核心，金融业对一国的实体经济发展具有重要的作用和意义，而商业银行是金融业稳定与发展的核心。一方面，新型金融科技公司的崛起对商业银行产生了挤出效应，降低了商业银行的净资产收益率，对商业银行的业务形成了威胁；另一方面，金融科技投资浪潮高涨，不断冲击商业银行的传统经营模式，对商业银行在金融领域的发展模式及思维方式提出了很大的挑战，其将改变传统商业银行的发展取向，颠覆商业银行的传统运作模式，影响传统商业银行的综合运营管理。分析新型金融科技机构对商业银行的影响及其两者之间的关系有利于加速双方融合发展，帮助双方清楚把握和认识各自未来发展方向，便于监管部门及时有效地降低金融系统性风险爆发的可能性，切实共同推动中国实体经济高质量发展，同时助力商业银行数字化转型，提高为国民经济运转提供新型血液的银行业的竞争力，在金融科技蓬勃发展的数字经济时代不仅具有较强的理论研究价值， also具有重要的现实意义。

## 第二节 研究思路和研究方法

### 1.2.1 研究思路

首先，本小组查阅相关资料，对关于商业银行竞争力、金融科技发展及两者之间相互作用关系的文献进行总结和回顾，分析我国当前金融科技和商业银行



的发展现状，初步分析金融科技对商业银行发展带来的正反两方面的影响，为后文研究打下理论基础。

接着，本小组使用 DEA-Malmquist 模型测算我国沪深 34 家上市商业银行 2008—2020 年的全要素生产率，并利用文本挖掘法和因子分析法构建金融科技发展指数，构建金融科技对商业银行全要素生产率的系统 GMM 动态面板模型，并在基准回归的基础上对系统重要性银行和非系统重要性银行进行异质性分析。

其次，本小组将基于 Hotelling 模型、Stackelberg 模型、微分博弈模型分析银行与金融科技公司的竞合关系。在具体分析过程中，本小组将结合各方因素，逐步完善博弈模型，分析各阶段博弈的市场走向，而后构建出以动态竞合演化为主导的商业银行与金融科技公司的博弈分析框架，考察商业银行与金融科技公司之间的行为策略选择。

最后，本小组综合上述分析内容，给出商业银行在面临新型金融科技公司的冲击时的发展路径并提出对策性建议。

本小组研究框架如图1.1所示。

### 1.2.2 研究方法

#### 文献研究法

本小组整理了关于金融科技对商业银行的影响的中外文献，从商业银行发展现状与转型、金融科技对商业银行经营绩效和风险承担的影响等角度出发，对过往文献进行研究和总结。

#### 实证分析法

本小组选取合理的解释变量和被解释变量，将 Malmquist 指数分解为技术效率变化指数（MTEC）和技术进步变化指数（MTC），使用这两个指数作为被解释变量、更换基准回归模型为单向固定效应模型和双向固定效应模型以及差分 GMM 模型进行稳健性检验，使用合适的回归方法，来检验金融科技对商业银行全要素生产率的影响。并通过银行类型进行分别的研究来检验金融科技的影响按照银行性质的不同是否具有异质性。

#### 博弈论构建法

考虑金融科技与传统商业银行之间因竞争合作占主导地位的不同而表现出的不同关系，本小组构建 Hotelling 博弈模型、Stackelberg 博弈模型以及微分博弈模型考察它们做出的均衡决策，通过考察 Fintech 公司和商业银行的竞合关系

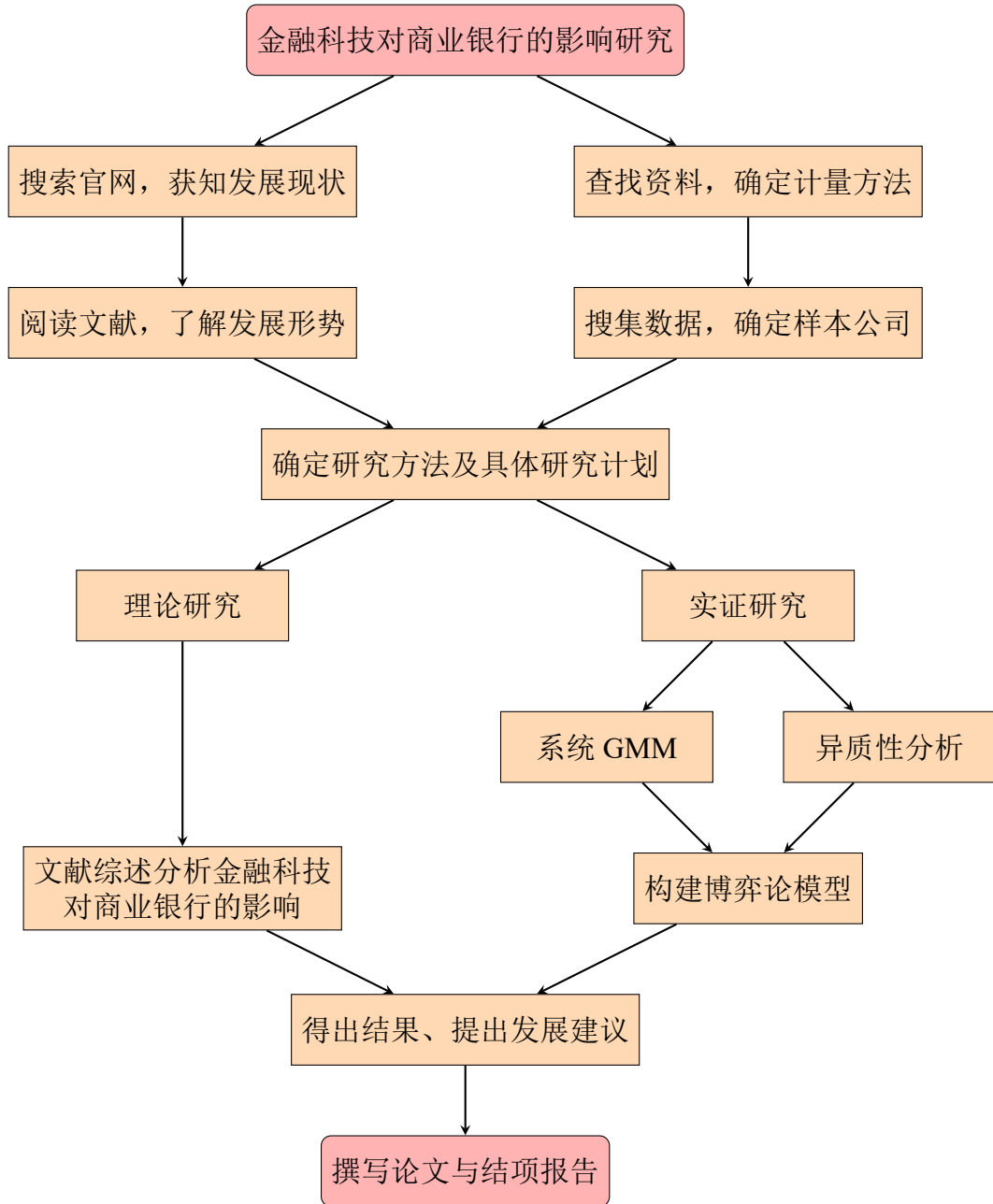


图 1.1 研究框架

进一步探究金融科技对商业银行的影响。

### 第三节 文献综述

#### 1.3.1 商业银行发展现状与转型

在金融科技问世之前，受到收入和经济政策的限制，商业银行作为主要的存贷业务周转机构，在国民经济中扮演着重要的角色，人们将收入的盈余存储进银行，以利息的方式进行闲置资金的二次增值，对于银行来说，资金的借贷和存储之间的利息差，成为银行盈利的来源和资金的储备方式（John J. Pringle, 1974）。近些年，随着经济体制的不断调整和新经济政策的不断推行，我国商业银行的发展态势和发展方向也经历了多次的变动，在经济发展逐渐稳定，主流的宏观经济发展速度和增长速度都逐渐变慢的背景之下，越来越多的新型投资产品和理财业务相继问世，打破了原有的利率化市场的平稳，商业银行的传统盈利方式受到冲击，银行内部存储贷款业务中产生的利润差值不断减少，商业银行面临着利益的亏损和业务减少的窘境（李思敏，2017）。新冠疫情冲击下，银行业的处境变得更加艰难，信用违约率跃升、超低利率环境、由个人消费和企业投资不足所引起的信用紧缩和资本准备金提高必会持续负面影响银行经营。传统技术进步对效率的推动作用似乎已经走到尽头，商业银行经营效率徘徊不前（王应贵等，2020）。

在此背景下，商业银行开始主动运用金融科技，开启转型之路。不少学者围绕金融科技背景下商业银行的转型与挑战展开研究，如谢治春等（2018）研究发现金融科技推动了不同资产规模和资金实力的商业银行差异化发展和战略转型。董昀和李鑫（2019）指出我国商业银行普遍开始从战略高度重视和规划金融科技发展，围绕数字化转型进行深度的组织架构、人员结构、业务流程和信息系统调整。Chen et al.（2021）通过实证研究证明了在新冠疫情期间，商业银行借助金融科技显著提高了服务质量和工作效率，进一步推动其数字化转型。

#### 1.3.2 金融科技对商业银行的影响

金融科技发展对金融行业产生了深刻而广泛的影响，特别是在商业银行方面。国内学者主要从商业银行经营绩效和风险承担的角度分析了金融科技发展对商业银行的影响。在金融科技对商业银行绩效的影响研究方面，杨望等（2020）分别从静态和动态角度对两者进行了相关研究，结果表明金融科技通过

金融创新、技术溢出和市场竞争，显著提升了商业银行的效率，且机制分析表明，这种提升一方面通过银行资产端结构的改善发挥作用；另一方面，是由负债端银行业务的创新所致。谢治春等（2018）利用案例分析的方式得出，金融科技将从盈利能力、服务边界拓展能力以及创新能力多个维度来提升商业银行运行效率。刘孟飞、蒋维（2020）通过实证指出，金融科技能促进商业银行盈利能力的提升，提高银行利润率，但会降低其成本效率。

在金融科技对商业银行风险承担的影响研究方面，李向前和贺卓异（2021）认为随着金融科技技术的不断发展，商业银行的风险管理水平会得到进一步加强，金融科技使商业银行更全面地了解其信贷客户，降低信贷风险。不过，虽然金融科技的运用显著降低了商业银行的风险水平，改善了其风险承受能力，但这种作用对中小银行来说较弱，而且大银行运用金融科技的行为刺激了中小银行风险水平的上升，其原因主要是小微信贷市场上的挤出效应（金洪飞等，2020）。此外，还有学者认为金融科技会加剧商业银行风险承担，汪可等（2018）从行动者网络理论视角归纳出金融科技银行业系统性风险的影响机制并实证检验影响程度大小，得出金融科技在一定程度上加重了银行业系统性风险的结论。

国外学者多从金融创新的角度分析了金融科技对商业银行经营的影响。一些学者认为金融科技的迅猛发展可能会给商业银行带来潜在风险。此类技术进步在很大程度上使商业银行表现出规模经济的特征，促使金融资源不断整合，市场竞争加剧（Hancock et al., 1999）。同时，金融科技的迅速崛起改变了银行业的竞争格局，商业银行已经开始在金融服务之外展开竞争，面临来自提供支付等服务的非金融机构的日益激烈的竞争（Románova and Kudinska, 2016）。Barbres（2017）发现中国金融环境呈现多元化发展趋势，互联网公司都纷纷投入金融科技发展，对商业银行的传统业务造成严重冲击，竞争将进一步加剧，倒逼商业银行转型和创新，这一过程也蕴含着较大的系统性风险。Vives. X（2019）认为金融科技不仅蚕食了银行的传统业务，其操作风险和网络安全风险也可能会引发系统性问题，加大了金融监管的难度。

也有一些学者从积极的一面去分析金融科技对商业银行的影响。Vasiljeva 和 Lukanova（2021）将金融科技定义为凭借技术创新以最高的效率和最低的成本为个人和行业提供客户导向型的金融服务，认为金融科技促进了商业银行贷款业务和支付业务的发展。Shahrokhi（2008）认为以金融科技发展为代表的金融创新会改变银行传统的服务模式，提高商业银行运行效率。Wonglimpiyarat

(2017) 提出了可以跟踪技术发展和扩散的进展和模式的系统创新模型, 通过此模型得出在金融创新快速发展的环境下, 许多商业银行采用金融科技改善了其金融服务效率的结论, 肯定了金融科技对商业银行的正向影响。Hu et al. (2022) 通过实证分析表明金融科技的发展显著降低了商业银行的风险承担, 而这种缓解作用对于规模较大或传统金融基础较发达的银行更为突出。

### 1.3.3 小结

通过对上述文献的梳理总结, 可以看出国内外学者大多着重从经营效率和风险承担两个方面研究金融科技对商业银行的影响, 且多停留在定性层面, 运用实证方法研究金融科技对商业银行的影响比较有限, 并且对如何科学而客观地量化金融科技发展程度的研究方兴未艾, 方法尚不统一, 因此有必要进一步定量分析金融科技对商业银行的影响, 从而扩充该领域的研究成果。

此外, 随着金融科技的发展和商业银行数字化转型的推进, 金融科技与商业银行融合的步伐正在加快, 探究金融科技对商业银行全要素生产率的影响及其对不同类型商业银行影响的异质性分析具有重要的理论和现实意义, 本小组致力于厘清金融科技发展与商业银行全要素生产率之间的关系, 以期帮助深化银行业改革、促进金融系统更好地服务实体经济, 从而推动中国经济的高质量发展。

## 第四节 存在的创新点和不足

本小组的创新点及边际贡献主要体现为以下几个方面。第一, 在样本及数据上, 本小组测算的商业银行全要素生产率相比现有文献将数据年份更新至 2020 年, 可视作对近几年金融科技和商业银行发展的再考察检验。第二, 在指标度量上, 本小组利用文本挖掘法和因子分析法量化金融科技发展水平, 相比于以往利用数字普惠金融指数和金融科技公司数量作为金融科技的代理变量, 更加能凸显金融科技在全民关注中的发展水平。第三, 考虑到现实中金融科技公司与传统商业银行之间是进行动态竞合的, 我们又创新性地引入微分博弈模型, 对金融科技公司和传统商业银行在研发资金投入方面进行了竞合关系分析。第四, 在研究内容上, 本小组从系统重要性银行和非系统重要性银行的角度考察金融科技对全要素生产率影响的异质性, 不仅扩充了现有文献的研究内容, 也对进一步深化商业银行改革具有重要的现实价值。

本研究存在的问题有：样本仅选取了 34 家上市商业银行，样本覆盖面小；对系统重要性银行和非系统重要性银行运用金融科技的探究较为浅显。

## 第二章 理论分析与研究假设

商业银行全要素生产率可以反应商业银行所有可观测到的要素的综合生产率，是体现商业银行发展水平的一个重要指标。近年来，金融科技快速发展对我国商业银行的发展模式产生了重大冲击，要求商业银行改变其原有的运营方式，但这也促进了金融科技和商业银行的融合创新发展（吴朝平，2018）。因此，金融科技与商业银行发展水平的关系值得本小组展开讨论。

目前，金融科技对商业银行发展水平的影响主要有如下几种路径。一是技术溢出效应。技术溢出理论认为，一项新技术的出现，会促使竞争企业复制和学习，进而将技术进行内部转化，最终带动社会经济的发展。金融科技领域的技术创新同样可以带来技术溢出效应。金融科技公司在与商业银行争夺业务的过程中，将通过技术转让和技术外溢等途径推动商业银行的技术升级与革新，进而提升商业银行的经营绩效。商业银行可以通过引入金融科技公司的领先的技术手段，加强自身的风险管理水平，提升经营效率（刘璐，2016），同时，引入新的技术手段也有利于商业银行的数字化转型升级（Chen et al., 2017）。

二是竞争效应。随着金融科技的快速发展，我国金融科技公司在存贷款、资金筹集、支付结算等金融业务领域与商业银行展开直接竞争（Thakor, 2020），甚至已经取得了较大的市场份额，这导致我国商业银行中间业务受到挤压，存款业务规模下降，贷款业务大量流出，给商业银行带来了极大的经营压力。原本具有行业垄断地位的商业银行为维持它们的客户群体、经营绩效和行业地位，必然会主动做出改变，不断引入先进技术和优质人才来提升各种要素的投入产出比率，并且在实践过程中提高银行经营效率，这一现象又可称为金融科技发展给商业银行带来的“鲶鱼效应”（熊健等，2021）。

三是融合效应。在金融科技不断发展的今天，金融与科技深度融合的发展战略成为商业银行转型升级的必然选择（陆岷峰和虞鹏飞，2017），商业银行可以主动应用金融科技，通过与金融科技公司主动联盟或是建设自身的金融科技平台使金融科技与商业银行之间的互动由最初的“竞争”转化为更高层次的“竞合”（Drasch et al., 2018），这是因为金融科技对传统金融中介的替代作用较小，两者之间存在着较大的融合空间（刘澜飏等，2013）。商业银行和金融科技

公司的合作有助于商业银行利用金融科技企业领先的技术手段增强银行分析能力，强化资产配置能力，提升银行盈利能力、进而升级经营模式，提高经营效率。

基于以上几点，本小组提出了本小组的第一个假设：

**假设 1：金融科技对商业银行全要素生产率有积极的影响。**

结合中国银行业的现实情况来看，我们根据中国人民银行与银保监会共同发布的《系统重要性银行附加监管规定（试行）》，将商业银行分为系统重要性商业银行和非系统重要性商业银行两类。

系统重要性银行规模大、业务复杂性高，具有更好的资本管理能力和风险承担能力，且系统重要性商业银行和非系统重要性商业银行在资产规模、经营管理、产权结构等方面有较大的差别，两者在面临金融科技冲击时的表现也可能有很大的差别，因此，考虑银行的异质性很有必要。与非系统重要性商业银行相比，系统重要性商业银行可能因为产权不明晰、委托代理链过长和激励机制不健全等问题（姚树洁等，2011），难以利用金融科技进行转型升级。但是，系统重要性商业银行经营理念已经向“客户中心主义”转变，并充分依托金融科技开展业务活动，引进大量具有数字化建设能力的复合型人才（乐冉等，2021）。与此同时，系统重要性银行拥有坚实的业务基础、雄厚的资金支撑、更优的抗冲击抗风险能力和市场舆论影响，所以在与金融科技公司合作时掌握了更大的议价权。而大部分非系统重要性商业银行仍处于金融科技布局初期，在金融科技发展中存在一定劣势（何飞，2019），具体表现在：第一，金融科技整体投入巨大，在新技术上的研发花费较高，且金融科技布局周期长，考核周期内的投入产出不对等，因此非系统重要性商业银行往往难以承受这样的盈利困境和高额的资金投入；第二，非系统重要性商业银行往往缺乏高端技术型人才，在掌握核心技术方面落后于系统重要性商业银行，技术更新速度也同样落后于系统重要性商业银行；第三，非系统重要性商业银行业务渠道局限性大，客户规模较小，线上产品同质化严重，获客能力不足（李卓，2019），这将会导致其线上业务推广困难，且由于缺乏足够的数据收集能力，发展金融科技的脚步也会受到阻碍。基于此，本小组可以提出本小组的第二个假设：

**假设 2：金融科技对不同类型商业银行全要素生产率影响不同，对系统重要性商业银行全要素生产率呈现出促进作用，对非系统重要性商业银行的全要素生产率呈现出抑制作用。**



## 第三章 商业银行全要素生产率的测算

### 第一节 模型构建

本小组参考李成(2014)的研究,构建存款视角下的无导向型 DEA-Malmquist 模型,该方法可以克服传统的 DEA 模型中存款既是投入要素又是产出要素的问题。

无导向 DEA-Malmquist 模型下商业银行的运作过程如图3.1所示。其中,  $x_1$  和  $x_2$  分别表示商业银行的人力投入和财力投入,  $y_1$  和  $y_2$  分别表示其盈利产出和贷款产出,  $d$  表示商业银行的存款。在商业银行的经营过程中,在存款额一定的前提下,商业银行会同时追求投入最小化和产出最大化。

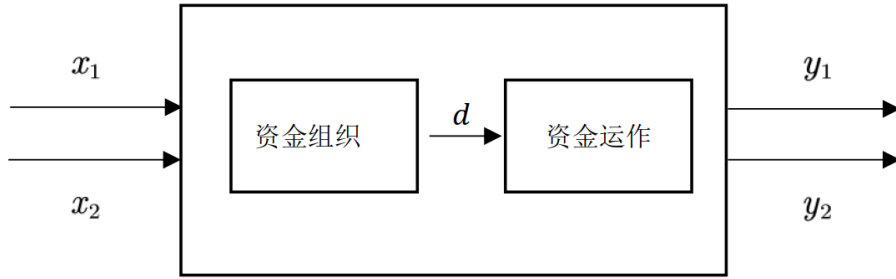


图 3.1 无导向 DEA-Malmquist 模型下商业银行运作过程

首先构建无导向型 DEA 模型。假设时期  $t$ , 有  $Q$  个决策单元 (DMU), 每个 DMU 有  $N$  种投入和  $M$  种产出,  $X = [x_1, x_2, \dots, x_Q]$  为  $N * Q$  投入矩阵,  $Y = [y_1, y_2, \dots, y_Q]$  为  $M * Q$  产出矩阵。在规模报酬不变的条件下, 无导向型 DEA 模型的线性规划如下:

$$\min \varepsilon c_k^t \quad \text{or} \quad \max \theta c_k^t, \quad (3.1)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{q=1}^Q \lambda_q^t x_{nq}^t \leq \varepsilon c_k^t x_{nk}^t, n = 1, 2, \dots, N \\ \sum_{q=1}^Q \lambda_q^t y_{mq}^t \geq \theta c_k^t y_{mk}^t, m = 1, 2, \dots, M \\ \sum_{q=1}^Q \lambda_q^t D_q^t = D_k^t \\ \varepsilon c_k^t + \theta c_k^t = 2 \\ \lambda_q^t \geq 0, q = 1, 2, \dots, Q \\ 0 \leq \varepsilon c_k^t \leq 1, \theta c_k^t \geq 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

其中,  $\varepsilon c_k^t$  和  $\theta c_k^t$  分别表示  $t$  时期的银行  $k$  以  $t$  时期的技术为基准的相对效率和逆效率;  $\lambda_q^t$  表示  $t$  时期的银行  $k$  在  $t$  时期的银行  $q$  上的权重;  $x_{nq}^t$  和  $y_{mq}^t$  分别表示第  $q$  个银行在  $t$  期的第  $n$  种投入和第  $m$  种产出。该规划保证了在  $t$  时期银行  $k$  的存款额保持不变的前提下, 使投入最小的同时产出最大。在该规划种加入  $\sum_{q=1}^Q \lambda_q^t = 1$  的约束条件, 便可求得规模报酬可变条件下银行  $k$  的相对效率  $\varepsilon c_k^t$  和逆效率  $\theta c_k^t$ 。

在此基础上, 构建 DEA-Malmquist 指数, 第  $t$  期到第  $t+1$  期的 Malmquist 指数可以表示为:

$$M(x_t, x_{t+1}, y_t, y_{t+1}) = \left( \frac{D^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^t(x_t, y_t)} \times \frac{D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D^{t+1}(x_t, y_t)} \right)^{1/2}. \quad (3.3)$$

其中,  $(x_t, y_t)$  和  $(x_{t+1}, y_{t+1})$  分别表示第  $t$  期和第  $t+1$  期的商业银行投入产出向量集合,  $D^t$  和  $D^{t+1}$  分别表示第  $t$  期和第  $t+1$  期的以技术为基准的距离函数。进一步, 本小组可以将该式分解为:

$$M_{t,t+1} = \frac{D_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_c^t(x_t, y_t)} \cdot \left( \frac{D_c^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{D_c^t(x_t, y_t)}{D_c^{t+1}(x_t, y_t)} \right)^{1/2}. \quad (3.4)$$

在该式中,  $D_c^t, D_c^{t+1}$  表示规模报酬不变条件下的距离函数, 等式右边第一个括号内代表技术效率变化指数 (MTEC), 第二项表示技术进步变化指数 (MTC)。

通过无导向 DEA-Malmquist 模型的线性规划求解最终可以得到距离函数:

$$(D_c^t(x_t, y_t))^{-1} = \max \theta c_k^t, \quad (3.5)$$

$$(D_c^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}))^{-1} = \max \theta c_k^{t+1}. \quad (3.6)$$

## 第二节 投入产出指标选取

在投入产出指标选取方面，本小组结合“生产法”和“中介法”，选取营业费用 ( $X_1$ )、所有者权益 ( $X_2$ ) 作为投入变量，税前利润 ( $Y_1$ )、贷款规模 ( $Y_2$ ) 作为产出变量，存款总额 ( $d$ ) 作为中间变量。对各变量的具体描述见表3.1。

表 3.1 商业银行全要素生产率测算指标选取

变量类别	变量名称	符号	定义
投入变量	营业费用	$X_1$	银行当年营业费用
	所有者权益	$X_2$	银行年末所有者权益余额
产出变量	税前利润	$Y_1$	银行当前税前利润
	贷款规模	$Y_2$	银行年末贷款利润
中间变量	存款总额	$d$	银行年末存款余额

由于投入产出要素中各项的正相关性越高，效率评价的结果越可靠，因此本小组对投入产出要素进行了 Pearson 相关性检验，各要素的相关系数如表3.2所示。从表3.2的结果中本小组可以看出，各项产出指标和投入指标之间呈现出高度的相关性，并且在 0.01 的水平下显著，因此，可以通过本小组选取的指标进行后续全要素生产率的测度。

表 3.2 投入产出要素相关性检验

项目	税前利润 ( $Y_1$ )	贷款规模 ( $Y_2$ )
营业费用 ( $X_1$ )	0.968***	0.988***
所有者权益 ( $X_2$ )	0.953***	0.988***

## 第三节 数据来源与样本

在测算商业银行全要素生产率时，考虑到数据的可得性，本小组共选取中国沪深两市 34 家上市商业银行的财务报表数据，时间跨度为 2007—2020 年。其中包括 5 家大型国有商业银行：中国工商银行、中国农业银行、中国银行、中国建设银行、中国交通银行，7 家股份制银行：浦发银行、平安银行、民生银行、光大银行、华夏银行、兴业银行、中信银行和 22 家城市商业银行。数据均来自 Wind 数据库。

#### 第四节 商业银行全要素生产率测算结果分析

表3.3、表3.4汇报了 2008—2020 年商业银行全要素生产率测算结果。表3.3汇报了 2008—2020 年商业银行整体全要素生产率 Malmquist 指数变化情况,表3.4报告了各商业银行全要素生产率 Malmquist 指数年均变化情况。

表 3.3 2008—2020 年商业银行全要素生产率 Malmquist 指数

年份	M	MTEC	MTC
2008/2007	0.97	1.03	0.94
2009/2008	0.96	1.01	0.95
2010/2009	0.98	1.03	0.95
2011/2010	1.03	1.05	0.99
2012/2011	1.01	1.00	1.02
2013/2012	0.96	1.00	0.97
2014/2013	0.98	1.01	0.97
2015/2014	0.95	0.98	0.97
2016/2015	0.97	0.98	0.99
2017/2016	0.98	1.00	0.98
2018/2017	0.99	0.99	1.01
2019/2018	1.02	1.03	0.99
2020/2019	0.98	1.00	0.98
均值	0.98	1.01	0.98

通过对表3.3的分析本小组可以看出,整体而言,2008年到2020年间,商业银行全要素生产率均值为0.98,其中实现全要素生产率增长的仅有2011年、2012年和2019年三个年份,这样的呈现缓慢下降的全要素生产率显然不尽如人意。通过全要素生产率指数的分解,本小组发现技术进步指数均值为1.01,技术效率变化指数均值为0.98,这说明在研究期间,技术进步对全要素生产率做出了正向的贡献,而技术效率变化未对全要素生产率增长发挥主要积极作用,这也启示本小组今后发展全要素生产率应更加关注技术效率的提升。

在横向比较中,通过对表3.4的分析本小组可以看出,全要素生产率指数较高的有宁波银行、工商银行、建设银行、南京银行、江苏银行、农业银行等14家银行。在技术进步方面,样本中除杭州银行、民生银行、光大银行、江阴银行、齐鲁银行外都呈现出技术进步,其中大部分银行的技术进步幅度较为平稳,表现较为突出的银行技术进步幅度年均达到4%以上,其中技术进步最快的广州银行达到了7%。

分类型来看,国有大型商业银行的全要素生产率指数表现不佳,呈现出缓

表 3.4 各银行全要素生产率 Malmquist 指数均值

银行名称	M	MTEC	MTC	银行名称	M	MTEC	MTC
浦发银行	0.98	1.01	0.97	贵阳银行	0.95	1.02	0.94
平安银行	0.98	1.00	0.98	华夏银行	0.97	1.01	0.96
宁波银行	0.98	1.00	0.98	交通银行	1.01	1.00	1.01
工商银行	0.99	1.01	0.98	江阴银行	0.98	0.98	1.00
建设银行	0.99	1.01	0.98	齐鲁银行	0.95	0.99	0.96
杭州银行	0.98	0.99	0.99	招商银行	0.98	1.01	0.97
上海银行	0.98	1.00	0.98	兴业银行	0.99	1.00	0.99
南京银行	0.98	1.01	0.97	中国银行	1.00	1.00	1.00
江苏银行	0.98	1.01	0.98	厦门银行	0.96	1.04	0.93
农业银行	0.98	1.00	0.98	西安银行	0.97	1.00	0.97
民生银行	0.99	0.99	0.99	浙商银行	1.00	1.01	0.98
北京银行	1.01	1.02	1.00	中信银行	1.01	1.01	1.00
成都银行	0.94	1.01	0.93	郑州银行	0.99	1.02	0.98
重庆银行	0.97	1.00	0.97	东莞银行	1.00	1.02	0.98
常熟银行	1.01	1.01	1.00	广州银行	1.04	1.07	0.98
长沙银行	0.97	1.05	0.93	湖州银行	1.00	1.00	0.99
光大银行	0.99	0.99	0.99	兰州银行	0.98	1.00	0.98

慢下降的趋势，年均衰退幅度在 1% 左右，这与国有大型商业银行因客户群体、营业模式较为稳定，缺乏改革的动力有关。同时，国有大型商业银行会受到更多的政府监管等有形和无形的制约，自主经营的能力相对较弱，这也会导致其全要素生产率的下降。相比之下，中小银行中，股份制银行表现较好，部分小型地方商业银行表现不佳。

## 第四章 研究设计

### 第一节 实证模型

为检验金融科技对商业银行全要素生产率的影响及其对不同类型商业银行影响的异质性，本小组构建如下动态面板模型：

$$TFP_{it} = \alpha + \beta \cdot FINTECH_t + \gamma \cdot X_{it} + \delta \cdot TFP_{it-1} + \sum year_t + \mu_{it}. \quad (4.1)$$

其中， $TFP_{it}$  表示商业银行  $i$  在第  $t$  年的全要素生产率 Malmquist 指数， $FINTECH_t$  为核心解释变量时期  $t$  的金融科技指数， $X_{it}$  为一系列控制变量， $year_t$  表示时间虚拟变量， $\mu_{it}$  为随机扰动项。

### 第二节 金融科技指数

本小组参考沈悦和郭品（2015）的做法，采用文本挖掘法构建我国金融科技指数。首先，根据金融科技发展现状将金融科技分为基础技术和现实应用两个部分，每部分中分别下设子维度。其中，基础技术部分包括大数据技术、人工智能技术、分布式技术和互联技术四个维度，现实应用部分根据巴塞尔委员会对金融科技业务的划分，分为支付结算、存贷款和资本筹集、投资管理和市场设施四个维度。而后根据这些不同的维度，利用文构财经平台中的深度学习相似词功能，寻找不同维度的关键词，并综合相似度和词频，每个维度选取五个相似度和词频均较高的关键词作为代表性关键词，形成原始词库，表4.1汇报了金融科技原始词库。

其次，利用百度指数数据库、中国重要报纸全文数据库，量化原始词库。根据 Askitas 和 Zimmermann（2009）的研究，新闻发布数量隐含着网民关注的需求信息和企业投入相关的供给信息，因此本小组通过百度指数数据库的年度搜索指数来量化各个关键词，部分数据缺失的年份通过中国重要报纸全文数据库搜索含有各个关键词的年度新闻数目，并用其来量化关键词。

最后，使用因子分析法构建金融科技指数。具体构建金融科技指数过程如下：（1）检验数据。本小组利用 KMO 检验和 Bartlett 球度检验进行分析检验，具

表 4.1 金融科技原始词库

分类	维度	关键词				
		大数据	数据挖掘	大数据分析	数据库	Big data
基础 技术	大数据技术	大数据	数据挖掘	大数据分析	数据库	Big data
	人工智能技术	AI	人工智能	机器学习	图灵测试	智能机器人
	分布式技术	云计算	云平台	区块链	比特币	数字货币
	互联技术	物联网	移动通信	移动互联网	互联网+	5G
现实 应用	支付结算	在线支付	移动支付	网络支付	二维码支付	第三方支付
	存贷款和资本筹集	网络借贷	网络贷款	网贷	网络投资	网上借贷
	投资管理	网络理财	在线理财	互联网理财	互联网保险	网络保险
	市场设施	手机银行	网上银行	网络银行	电子银行	网银

体结果如表4.2所示。结果显示，金融科技指数的 KMO 值为 0.563，Bartlett 值为 222.290，这说明这些关键词存在共享因素，适合进行因子分析。（2）基于主成分分析法提取特征值大于 1 的公因子，而后依据方差最大化原则对载荷矩阵进行正交旋转后，得到因子得分系数矩阵。（3）以因子的方差贡献度为权重构建因子得分的线性函数，分别计算出各年的金融科技指数、基础技术指数和现实应用指数，并进行标准化将指数转化至 0—1 的区间内。

表 4.2 金融科技指数因子分析

	金融科技指数	基础技术指数	现实应用指数
KMO 值	0.563	0.720	0.692
Bartlett 检验值	222.290***	80.453***	82.375***
(P 值)	(0.00)	(0.00)	(0.00)

依据文本挖掘法构建的金融科技指数如图4.1所示。2017 年之前，三大指数均向上倾斜且呈现出较大的斜率，说明我国的金融科技正处在蓬勃发展的过程中。2017 年后，三大指数虽然有所下降，但仍然维持在一个较高的水平，表明我国在《金融科技发展规划（2019-2021）》等的监管和指引下逐渐走向平衡发展道路。如果将这三个指数分开考察，本小组会发现 2014 年以前基础技术指数要明显高于现实应用指数，这说明我国金融科技的基础技术发展较快，金融机构将人工智能、大数据、区块链等技术融入了传统金融的方方面面，在带动金融科技的发展过程中发挥了重要作用。相比之下，在 2014 年以前，我国金融科技在现实生活中的应用还不够普及，各种技术的下沉程度还有欠缺，导致其显示应用指数大幅低于基础技术指数。在 2014 年以后，各种支付宝等应用逐渐兴起，这使金融科技的现实应用逐步赶上基础技术的发展。2015 年以后，国家逐步发布了《促进大数据发展行动纲要》、《新一代人工智能发展规划》等文件，因此，从 2017 年开始，基础技术指数又一次高于现实应用指数。

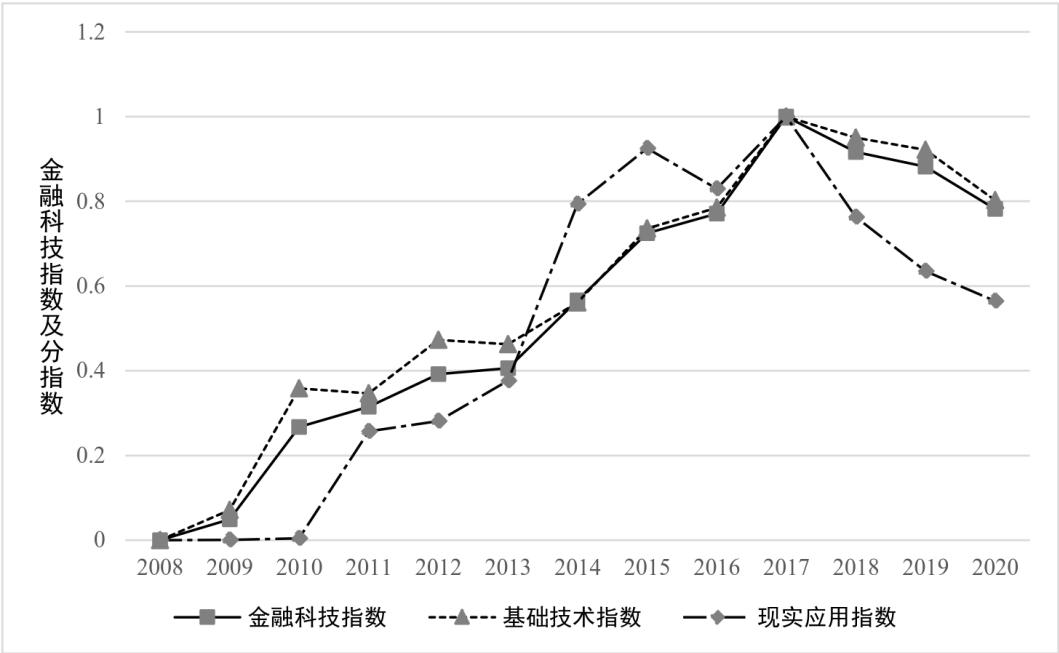


图 4.1 金融科技指数及其分指数走势图

第三节 变量选取

上文已详细描述商业银行全要素生产率测算及金融科技指数构建方式，其他主要变量选取如下：

参考 Rime（2001）、吴栋（2006）、侯晓辉（2011）、李兴华（2014）等的研究，本小组选择银行规模、市场占有率、资本充足率、资产收益率、风险承担、宏观经济环境、金融相关比作为控制变量，具体的变量定义如下表4.3所示。

表 4.3 变量定义

变量名称		符号	定义
被解释变量	全要素生产率	TFP	根据 DEA-Malmquist 指数测算
解释变量	金融科技指数	FINTECH	采用“文本挖掘法”构建
控制变量	银行规模	SIZE	银行年末总资产的自然对数值
	存贷比	LDR	样本银行年末贷款总额/存款总额
	资本充足率	CAR	风险加权资产/资产总额
	风险承担	ETD	权益/负债 (%)
	资产收益率	ROA	净利润/平均资产总额
	宏观经济环境	EconDEV	当年 GDP 增长率



## 第四节 数据来源与处理

本小组共选取中国沪深两市 34 家上市商业银行的财务报表数据，时间跨度为 2007—2020 年。其中包括 5 家大型国有商业银行：中国工商银行、中国农业银行、中国银行、中国建设银行、中国交通银行，7 家股份制银行：浦发银行、平安银行、民生银行、光大银行、华夏银行、兴业银行、中信银行和 22 家城市商业银行。除金融科技指数和商业银行全要素生产率由本小组计算得到，其余数据均来自 Wind 数据库。本小组样本涵盖了除外资银行外的所有商业银行类型，其总资产与存贷款规模占全行业比重较高，因此其具有较好的代表性。

在后续的异质性分析中，根据我国系统重要性银行名单将样本进行了如下分类：系统重要性银行为平安银行、中国光大银行、华夏银行、广发银行、宁波银行、上海银行、江苏银行、北京银行、浦发银行、中信银行、中国民生银行、中国邮政储蓄银行、交通银行、招商银行、兴业银行、中国工商银行、中国银行、中国建设银行、中国农业银行；非系统重要性银行为剩余的 15 家银行。主要变量描述性统计结果如下表 4.4 所示。

表 4.4 主要变量描述性统计结果

变量名	Obs.	Median	Mean	Std.	Max	Min
FINTECH	442	0.5661	0.5440	0.3183	1.0000	0.0000
TFP	442	0.9915	0.9843	0.0863	1.2859	0.5979
MTEC	442	1.0000	1.0086	0.0887	1.4674	0.6566
MTC	442	0.9848	0.9767	0.0560	1.1182	0.5560
Size	442	13.3910	13.5822	1.8589	17.3224	9.2910
ROA	442	0.9357	0.9350	0.0127	0.9682	0.8789
CAR	441	12.7200	12.8881	1.7801	24.1200	8.5800
LDR	442	0.6944	0.6959	0.1304	1.1599	0.2818
ETD	442	0.0687	0.0697	0.0145	0.1378	0.0329
EconDEV	442	0.0777	0.0778	0.0208	0.1064	0.0235

## 第五章 实证结果分析

### 第一节 基准回归

考虑到商业银行投入产出要素和全要素生产率的持续性，本小组回归模型满足动态面板特征，同时样本中的数据呈现出“大 N 小 T”的短面板特点，模型可能存在内生性问题，因此本小组采用 Blundell（1998）提出的系统 GMM（SYS-GMM）动态面板估计方法进行实证检验，基准回归结果如下表5.1中给出所示。

从表5.1的回归结果中可以看出，在不加控制变量时，金融科技指数的系数在 5% 的条件上为显著为正，进一步加入企业微观层面异质性和宏观经济环境层面的变量后，金融科技指数的系数更是在 1% 的条件上显著为正，这说明金融科技的发展对我国商业银行全要素生产率的 growth 起到了明显的促进作用，本小组的第一个假设得到证实，即金融科技有助于商业银行全要素生产率的提升。这一结论表明，在金融科技不断深化发展的背景下，传统商业银行应积极引入金融科技的新兴技术，不断提升技术水平、变革营业模式，从而更好地应对金融科技带来的机遇和挑战。

对于其他控制变量也可以给出较为合理的解释。第（2）和（3）列中的银行规模（Size）结果在 1% 的条件上显著为负，说明资产规模会导致商业银行全要素生产率降低。规模大的商业银行往往在行业中占有垄断地位，其客户群体较为稳定，因此缺乏足够的动力进行变革，改善其营业模式。同时，商业银行的规模较大会使其受到更多的政府监管，难以完全自主地进行经营决策，这也会对其全要素生产率的变动产生不利影响。资产收益率（ROA）的结果显著为正，这说明盈利能力越强的商业银行越有提升其全要素生产率的能力，这是因为企业拥有的资金越多，越能进行创新和高效率的生产经营活动（余淼杰和李晋，2015）。资本充足率（CAR）的结果并不显著，说明资本充足率对商业银行的全要素生产率影响不大。银行存贷比（LDR）估计结果显著为正，说明资源配置能力越强的商业银行全要素生产率越高。目前我国商业银行的存款业务仍是一项主营业务，存贷比越高，说明该银行可以将更多的存款转化为贷款，通过较

强的资源配置能力提升收入来源,进而提升经营效率。GDP 增长率 (EconDEV) 的估计结果显著为负,这可能是因为经济增长除了带来优质存贷款客户的增加,还有可能因为技术进步等产生其他可以吸收存款的机构,这使商业银行缺乏足够的资本进行业务创新和改革,从而导致全要素生产率的下降。

表 5.1 金融科技对商业银行全要素生产率的影响

变量名	(1) TFP	(2) TFP	(3) TFP
FINTECH	0.0443*** (3.9229)	0.1278*** (4.1822)	0.0931*** (2.7363)
L.TFP	-0.0113 (-0.5045)	-0.1802*** (-5.1320)	-0.1638*** (-6.8685)
Size		-0.0395*** (-2.8893)	-0.0307** (-2.1548)
ROA		1.8710*** (6.3567)	1.7522*** (5.8627)
CAR		-0.0156 (-1.3940)	0.0003 (0.0376)
LDR		0.2980*** (3.8271)	0.3056*** (3.5321)
ETD		-2.2993*** (-2.7784)	-3.8953*** (-4.5945)
EconDEV			-1.2724** (-2.5833)
Year Effect	Yes	Yes	Yes
观测值	408	407	407
AR(1) 检验	0.001	0.000	0.002
AR(2) 检验	0.313	0.564	0.527
Hansen 检验	1.000	1.000	1.000

注记: 括号内报告了系数估计的  $t$  值; \*, \*\*, \*\*\* 分别代表通过了 10%、5%、1% 的显著性水平检验; AR(1) 和 AR(2) 检验的原假设分别为“随机误差项不存在一阶自相关”和“随机误差项不存在二阶自相关”; Hansen 检验的原假设为“工具变量合理”,下同。

## 第二节 银行类型异质性分析

在基准回归的基础上,本小组将所有商业银行分为两个样本:系统重要性银行和非系统重要性银行,对假设 2 进行实证检验。进行这样的区分的原因是

系统重要性银行不仅满足最低资本要求，还满足一定的附加资本要求，可以认为其满足假设 2 中对大型商业银行和其他商业银行的区分。在具体的回归过程中，本小组选择对样本进行分组回归而非使用金融科技指数和商业银行类型的交互项进行回归，这样做的原因是样本量相对较小，进行交互项回归可能产生多重共线性，同时商业银行类型为二值变量，不随时间变动可能会产生序列相关问题（刘孟飞等，2014）。因此，在进行回归时本小组在第一组样本中剔除了系统重要性银行，在第二组样本中剔除了非系统重要性银行。基于这一思路，下表 5.2 中给出了运用系统 GMM 方法对两组样本进行的估计结果，其中第（1）列是对非系统型商业银行的回归结果，第（2）列是对系统重要性银行的回归结果。

表 5.2 银行类型异质性分析

变量名	(1) 非系统重要性银行	(2) 系统重要性银行
FINTECH	-0.0979** (-1.9974)	0.0726* (1.7119)
L.TFP	-0.1229* (-1.8293)	-0.0755 (-1.1966)
Size	0.0073* (1.8859)	-0.0178* (-1.8547)
ROA	-119.2390*** (-2.6281)	17.3945 (0.4687)
CAR	0.0132** (2.1557)	-0.0078 (-1.3419)
LDR	0.2254*** (3.7091)	0.2138*** (2.5943)
ETD	-106.8587*** (-2.6897)	13.2694 (0.4111)
EconDEV	-0.6328 (-0.9712)	-0.5187 (-0.8558)
Year Effect	Yes	Yes
观测值	216	191
AR(1) 检验	0.003	0.000
AR(2) 检验	0.833	0.712
Hansen 检验	1.000	1.000

从表 5.2 中的结果本小组可以看出，金融科技对系统重要性银行和非系统重要性银行都有显著的影响。对于系统重要性银行来说，金融科技可以有效提升其全要素生产率。系统重要性银行具有较大的规模和垄断地位，这使得其具有

较强的低息吸储和高息放贷的能力，从而获得较大的存贷利差，一定程度上缓解利率上行的压力，而非系统重要性银行在金融科技的冲击下面临存贷利差收紧的压力，金融科技的发展反而给其带来不利影响。其次，系统重要性银行由于规模较大，人才队伍充足，客户群体较为稳定，可以更好地应对金融科技的冲击，并及时通过技术创新、人才引进等方式在金融科技发展的浪潮中获得新的发展机遇。而非系统性银行面临着社会信任度低、技术研发能力弱等问题，且大部分非系统重要性银行的许多营业网点分布在三四线城市，其客户人群较少且收到系统重要性银行的挤压，获得客户能力不足，因此在金融科技革新的过程中难以获得发展机会且生存空间被进一步挤压。综上所述，异质性检验结果可以证实本小组的第二个假设：金融科技对不同类型商业银行全要素生产率影响不同，对系统重要性商业银行全要素生产率的增长呈现出促进作用，对非系统重要性商业银行的全要素生产率的增长呈现出抑制作用。

### 第三节 稳健性检验

本小组进一步将 Malmquist 指数分解为技术效率变化指数（MTEC）和技术进步变化指数（MTC），使用这两个指数作为被解释变量进行稳健性检验。表5.3回归结果显示，使用 MTEC 和 MTC 进行回归估计获得的关键解释变量 FINTECH 前系数与基准回归结果的显著性、方向一致，这表明本小组的实证结果是稳健可靠的。

此外，本小组还更换基准回归模型为单向固定效应模型、双向固定效应模型以及差分 GMM 模型进行检验。结果如表5.4所示，变更估计模型后金融科技指数前依然显著为正，这表明本小组结论依然成立。

表 5.3 稳健性检验：Malmquist 指数分解

变量名	(1) MTEC	(2) MTC
FINTECH	0.0934*** (3.4572)	0.0232** (2.3754)
L.MTEC	-0.1978*** (-8.4582)	
L.MTC		-0.0803 (-0.9353)
Size	-0.0120 (-1.0842)	0.0028 (0.3506)
CAR	-0.0040 (-0.5913)	0.0048* (1.8063)
LDR	0.1588 (1.3446)	0.0539 (0.2735)
ETD	-6.2142*** (-4.9133)	-0.4635 (-0.8287)
Year Effect	Yes	Yes
观测值	407	407
AR(1) 检验	0.000	0.006
AR(2) 检验	0.340	0.201
Hansen 检验	1.000	1.000

表 5.4 稳健性检验：变更回归模型

变量名	(1) FE	(2) FE	(3) DiffGMM
FINTECH	0.0473** (2.3112)	0.9038* (1.7740)	0.5180*** (2.6756)
L.TFP			-0.0504 (-0.8564)
Size	-0.0000 (-0.0170)	-0.0007 (-0.0281)	-0.2444*** (-3.2483)
ROA	27.2059* (1.6511)	36.7282** (2.0278)	-93.1589 (-0.8119)
CAR	-0.0017 (-0.4899)	-0.0016 (-0.3724)	-0.0049 (-0.4592)
LDR	0.0806* (1.8109)	0.1992*** (2.8309)	0.2309 (1.5215)
ETD	23.1605 (1.6095)	30.4728* (1.9242)	-84.8924 (-0.8690)
EconDEV	0.0966 (0.3751)	-1.4195 (-1.4630)	-1.7263** (-2.4172)
Bank Effect	No	Yes	No
Year Effect	Yes	Yes	Yes
观测值	441	441	373
调整后的 R2	0.0516	0.0567	
AR(1) 检验			0.004
AR(2) 检验			0.600
Hansen 检验			1.000

## 第六章 金融科技与商业银行竞合博弈分析

金融科技与传统银行的相关作用并非完全你赢我输的零和博弈，两者间的作用关系错综复杂。本章将从博弈理论出发对两者的竞合关系进行分析。金融科技与传统银行之间因竞争合作占主导地位的不同而表现出不同的竞合关系。本章分别基于 Hotelling 博弈模型、Stackelberg 博弈模型分析两者在竞争主导下、合作主导下面临的均衡决策，又基于微分博弈模型，对 Fintech 公司和传统商业银行在研发资金投入方面进行了竞合关系分析，为两者的动态竞合发展提供相应的理论参考。

### 第一节 基于 Hotelling 模型的竞合关系分析

#### 6.1.1 问题分析

二十一世纪以来，金融科技得到充分发展，一定程度上冲击了传统银行的市场。金融科技的出现满足了以往传统银行难以触及的长尾市场的相关需求，这一特性使之迅速占有一定的市场份额。本节将基于 Hotelling 模型对金融科技与传统银行间的差异化竞争做出相关分析。

金融科技进入市场较晚，因而我们将分金融科技初入市场、市场稳定两个阶段进行考察。

#### 6.1.2 第一阶段——金融科技初入市场

##### 模型假设

假设 1：博弈方。设市场份额总量设为 1，且市场为理想市场。存在一家传统银行和一家金融科技公司，分别位于一个线性城市的左、右两侧。两者向城市的客户提供金融服务，其服务存在价格、服务水平上的差异化竞争。设传统银行的服务单价、单位成本、活动市场份额、利润分别为  $p_1, c_1, q_1, \pi_1$ ，金融科技公司的服务单价、单位成本、活动市场份额、利润分别为  $p_2, c_2, q_2, \pi_2$ 。

假设 2：客户。假设客户总量为 1，且客户均为理性客户。客户购买传统银行、金融科技所获得的效用分别为  $U_1, U_2$ 。设两者给客户带来的总效用为  $U_0$ ，则客户选择任意一家都会产生一定的效用损失，且该效用损失与博弈方所占活动



市场份额正相关，不妨设为线性关系，即效用损失分别为  $q_1x_1, q_2x_2$ ，其中  $x_1, x_2$  分别为传统银行、金融科技的效用损失率。

假设 3：金融科技初入市场时，传统银行因其长久的影响力而具有一定的市场效应，我们赋予传统银行总量为  $k$  的固有市场份额；金融科技进入市场相对较晚，我们设其固有市场份额为 0。固有市场份额给传统银行带来了一定的外部优势，不妨设外部优势与固有份额线性相关，设该部分的效用为  $U_\alpha = \alpha k$ ，其中  $\alpha$  为外部优势率。市场格局如图 6.1 所示，其中  $k + q_1 + q_2 = 1$ 。

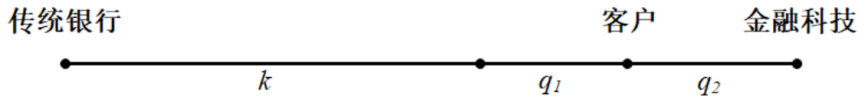


图 6.1 第一阶段市场格局

假设 4：金融科技初入市场时其发展较为自由，传统银行未对金融科技进行限制手段，因而金融科技的单位成本远小于传统银行，我们可设  $c_2 = 0$ 。相应的，设传统银行的单位成本为  $c_1 = \lambda$ 。

#### 模型设计

客户选择传统银行、金融科技公司的产品所获得的效用为别为：

$$U_1 = U_0 + \alpha k - p_1 - q_1x_1, \quad (6.1)$$

$$U_2 = U_0 - p_2 - q_2x_2. \quad (6.2)$$

令  $U_1 = U_2$ ，结合  $k + q_1 + q_2 = 1$ ，可以解得：

$$q_1 = \frac{x_2 - k(x_2 - \alpha) - p_1 + p_2}{x_1 + x_2}, \quad (6.3)$$

$$q_2 = \frac{x_1 - k(x_1 - \alpha) + p_1 - p_2}{x_1 + x_2}. \quad (6.4)$$

因此，位于  $q + k_1$  左侧的客户将选择传统银行，位于  $q + k_1$  右侧的客户将选择金融科技，从而传统银行、金融科技的利润为：

$$\begin{aligned} \pi_1(p_1, p_2) &= (p_1 - \lambda)(k + q_1) \\ &= \frac{(p_1 - \lambda)(x_2 + k(x_1 + \alpha) - p_1 + p_2)}{x_1 + x_2}, \end{aligned} \quad (6.5)$$

$$\begin{aligned} \pi_2(p_1, p_2) &= p_2q_2 \\ &= \frac{p_2(x_1 + k(-x_1 - \alpha) + p_1 - p_2)}{x_1 + x_2}. \end{aligned} \quad (6.6)$$

令  $\partial\pi_1/\partial p_1 = 0, \partial\pi_2/\partial p_2 = 0$ , 可以解得市场均衡价格为:

$$p_1^* = \frac{2\lambda + x_1 + 2x_2 + k(x_1) + \alpha}{3}, \quad (6.7)$$

$$p_2^* = \frac{\lambda + 2x_1 + x_2 + k(-x_1 - \alpha)}{3}. \quad (6.8)$$

代入表达式 (6.3) 和 (6.4) 可得:

$$q_1^* = \frac{-\lambda + x_1 + 2x_2 + k(-2x_1 - 3x_2 + \alpha)}{3(x_1 + x_2)}, \quad (6.9)$$

$$q_2^* = \frac{\lambda + 2x_2 + x_2 + k(-x_1 - \alpha)}{3(x_1 + x_2)}. \quad (6.10)$$

进一步代入表达式 (6.5) 和 (6.6), 可得:

$$\pi_1^* = \frac{(-\lambda + x_1 + 2x_2 + k(x_1 + \alpha))^2}{9(x_1 + x_2)}, \quad (6.11)$$

$$\pi_2^* = \frac{(\lambda + 2x_1 + x_2 + k(-x_1 - \alpha))^2}{9(x_1 + x_2)}. \quad (6.12)$$

整理可得金融科技初入市场阶段的市场均衡解如下表6.1:

表 6.1 第一阶段市场均衡解

传统银行	金融科技
$p_1^* = \frac{2\lambda + x_1 + 2x_2 + k(x_1) + \alpha}{3}$	$p_2^* = \frac{\lambda + 2x_1 + x_2 + k(-x_1 - \alpha)}{3}$
$q_1^* = \frac{-\lambda + x_1 + 2x_2 + k(-2x_1 - 3x_2 + \alpha)}{3(x_1 + x_2)}$	$q_2^* = \frac{\lambda + 2x_2 + x_2 + k(-x_1 - \alpha)}{3(x_1 + x_2)}$
$\pi_1^* = \frac{(-\lambda + x_1 + 2x_2 + k(x_1 + \alpha))^2}{9(x_1 + x_2)}$	$\pi_2^* = \frac{(\lambda + 2x_1 + x_2 + k(-x_1 - \alpha))^2}{9(x_1 + x_2)}$

#### 均衡分析

1. 基于传统银行外部优势率  $\alpha$  的分析。对传统银行、金融科技的均衡解关于  $\alpha$  求一阶偏导, 易得:

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial q_1^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \pi_1^*}{\partial \alpha} > 0, \quad (6.13)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial q_2^*}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial \alpha} < 0. \quad (6.14)$$

从而随着  $\alpha$  的增大, 即传统银行所积累的声誉、固有经验、服务水平、地域发布优势等的提升, 传统银行的均衡单价、活动市场份额、利润均有所提高; 而金融科技的均衡单价、活动市场份额、利润则都呈下降趋势。

2. 基于传统银行单位成本  $\lambda$  的分析。对传统银行、金融科技的均衡解关于  $\lambda$  求一阶偏导，易得：

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial q_1^*}{\partial \lambda} < 0, \frac{\partial \pi_1^*}{\partial \lambda} < 0, \quad (6.15)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial q_2^*}{\partial \lambda} > 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial \lambda} > 0. \quad (6.16)$$

从而随着传统银行单位成本  $\lambda$  的增加，传统银行的均衡单价会因成本上浮而相应上升，导致一定的客户流失，其活动市场份额下降，进而致使其利润有所下降；而金融科技的均衡单位适当上调，其活动市场份额得到增长，所获利润也相应增加。

金融科技在第一阶段博弈过程中，应当将重心放在抢占一定市场份额上。商业银行的固有市场规模越大，越不利于金融科技抢占市场份额。在这一阶段，金融科技可以充分利用其服务成本较低的优势来制定较低的市场价格，从而抢占一定的客户资源。此外，金融科技也可以先选择进入商业银行固有市场规模较小的市场，或者进入商业银行难以满足多元服务需求的市場，这都有利于其进一步发展。

### 6.1.3 第二阶段——金融科技市场稳定

#### 模型假设

基本假设同第一阶段，但需做出以下调整：

假设 5：金融科技市场相对稳定后，由于其快速的科技创新，使得其金融服务更加便利，从而获得了一定的固有市场份额。设传统银行的固有市场份额为  $k_1$ ，金融科技的固有市场份额为  $k_2$ 。固有市场份额给传统银行带来的额外效用为  $U_\alpha = \alpha k_1$ ，其中  $\alpha$  为外部优势率；给金融科技带来的额外效用为  $U_\beta = \beta k_2$ ，其中  $\beta$  为创新系数。市场格局如图 6.2 所示，其中  $k_1 + q_1 + q_2 + k_2 = 1$ 。

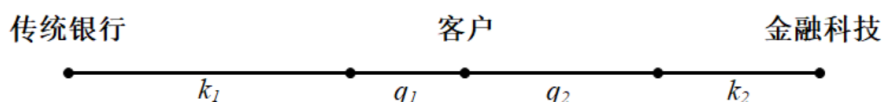


图 6.2 第二阶段市场格局

假设 6：金融科技市场相对稳定后，传统银行做出相应措施来制约金融科技，抵抗金融科技对其市场的冲击。从而，金融科技需要传统银行在资金、客户

资源方面的支持均需提供一定的限制成本。可设传统银行的单位成本为  $c_1 = \lambda$ ，金融科技因被传统银行制约而需付出的单位限制成本为  $c_2 = \mu$ 。

#### 模型设计

客户选择传统银行、金融科技公司的产品所获得的效用为别为：

$$U_1 = U_0 + \alpha k_1 - p_1 - q_1 x_1, \quad (6.17)$$

$$U_2 = U_0 + \beta k_2 - p_2 - q_2 x_2. \quad (6.18)$$

令  $U_1 = U_2$ ，结合  $k_1 + q_1 + q_2 + k_2 = 1$ ，可以解得：

$$q_1 = \frac{x_2 + k_1(-x_2 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta) - p_1 + p_2}{x_1 + x_2}, \quad (6.19)$$

$$q_2 = \frac{x_1 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(-x_1 + \beta) + p_1 - p_2}{x_1 + x_2}. \quad (6.20)$$

因此，位于  $k_1 + q_1$  左侧的客户将选择传统银行，位于  $k_1 + q_1$  右侧的客户将选择金融科技，从而传统银行、金融科技的利润为：

$$\begin{aligned} \pi_1(p_1, p_2) &= (p_1 - \lambda)(k_1 + \alpha) \\ &= \frac{(p_1 - \lambda)(x_2 + k_1(x_1 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta) - p_1 + p_2)}{x_1 + x_2}, \end{aligned} \quad (6.21)$$

$$\begin{aligned} \pi_2(p_1, p_2) &= (p_2 - \mu)(k_2 + q_2) \\ &= \frac{(p_2 - \mu)(x_1 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(x_2 + \beta) + p_1 - p_2)}{x_1 + x_2}. \end{aligned} \quad (6.22)$$

令  $\partial \pi_1 / \partial p_1 = 0, \partial \pi_2 / \partial p_2 = 0$ ，可以解得市场均衡价格为：

$$p_1^* = \frac{2\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(x_1 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta)}{3}, \quad (6.23)$$

$$p_2^* = \frac{\lambda + 2\mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(x_2 + \beta)}{3}. \quad (6.24)$$

代入表达式 (6.19) 和 (6.20)，可得：

$$q_1^* = \frac{-\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(-2x_1 - 3x_2 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta)}{3(x_1 + x_2)}, \quad (6.25)$$

$$q_2^* = \frac{\lambda - \mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(-3x_1 - 2x_2 + \beta)}{3(x_1 + x_2)}. \quad (6.26)$$

进一步代入表达式 (6.21) 和 (6.22)，可得：

$$\pi_1^* = \frac{(-\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(x_1 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta))^2}{9(x_1 + x_2)}, \quad (6.27)$$

$$\pi_2^* = \frac{(\lambda - \mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(x_2 + \beta))^2}{9(x_1 + x_2)}. \quad (6.28)$$

整理可得金融科技初入市场阶段的市场均衡解如下表6.2：

表 6.2 第二阶段市场均衡解

传统银行	金融科技
$p_1^* = \frac{2\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(x_1 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta)}{3}$	$p_2^* = \frac{\lambda + 2\mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(x_2 + \beta)}{3}$
$q_1^* = \frac{-\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(-2x_1 - 3x_2 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta)}{3(x_1 + x_2)}$	$q_2^* = \frac{\lambda - \mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(-3x_1 - 2x_2 + \beta)}{3(x_1 + x_2)}$
$\pi_1^* = \frac{(-\lambda + \mu + x_1 + 2x_2 + k_1(x_1 + \alpha) + k_2(-x_2 - \beta))^2}{9(x_1 + x_2)}$	$\pi_2^* = \frac{(\lambda - \mu + 2x_1 + x_2 + k_1(-x_1 - \alpha) + k_2(x_2 + \beta))^2}{9(x_1 + x_2)}$

## 均衡分析

1. 关于  $\alpha, \lambda$  的分析与第一阶段类似。
2. 基于金融科技创新系数  $\beta$  的分析。对传统银行、金融科技的均衡解关于  $\beta$  求一阶偏导，易得：

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial q_1^*}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \pi_1^*}{\partial \beta} < 0, \quad (6.29)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial q_2^*}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial \beta} > 0. \quad (6.30)$$

从而随着  $\beta$  的增大，即金融科技创新优势的提升，传统银行的均衡单价、活动市场份额、利润均下降；而金融科技的均衡单价、活动市场份额、利润则都有所提升。

3. 基于金融科技单位限制成本  $\mu$  的分析。对传统银行、金融科技的均衡解关于  $\mu$  求一阶偏导，易得：

$$\frac{\partial p_1^*}{\partial \mu} > 0, \frac{\partial q_1^*}{\partial \mu} > 0, \frac{\partial \pi_1^*}{\partial \mu} > 0, \quad (6.31)$$

$$\frac{\partial p_2^*}{\partial \mu} > 0, \frac{\partial q_2^*}{\partial \mu} < 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial \mu} < 0. \quad (6.32)$$

从而随着金融科技单位限制成本  $\mu$  的增加，传统银行的均衡单价会相应上升，其活动市场份额会得到增长，进而所获利润有所增长；而金融科技的均衡单位会因成本上浮而上调，从而丢失一定的客户，其活动市场份额减少，所获利润也相应下降。

在第二阶段博弈过程中，面对金融科技对市场的积极抢占，传统银行会利用其固有市场的优势对金融科技采取一定的限制手段，以此减缓金融科技抢占市场的速度。金融科技面对传统银行的限制，需要通过不断的技术创新，提升自身的创新优势，进而获得更可观的市场影响力。

## 第二节 基于 Stackelberg 模型的竞合关系分析

### 6.2.1 问题分析

在金融科技的帮助下，商业银行能够提高金融服务创新能力，降低运营成本并提高效率；另一方面，金融科技在商业银行提供的海量客户和数据、资金规模等众多方面的支持下，能够获取更多的市场份额和发展空间。虽然金融科技模式的差异性优势会倒逼商业银行转型发展，但商业银行仍然是金融市场的中坚力量，也支撑着金融科技的发展。利用 Stackelberg 模型分析金融科技与传统银行合作主导下的均衡状态是本节的探讨内容，并在此基础上进一步寻找该状态下两者最佳利润分配比例区间，与实际情况进行对比分析，最终总结出相应的理论依据来推动二者的未来发展。

### 6.2.2 模型假设

假设 1：设金融科技企业和商业银行都为风险中性，通过共同合作为中小微企业及个人客户等广大群体提供产品和服务。设商业银行资金、长期累积的客户及数据的支持等资源的借款资金成本为  $R_1$ 。

假设 2：合作形式。设商业银行提供资金及客户资源，金融科技企业提供服务平台，且决定合作产品价格，记为  $P$ ，市场规模记为  $Q$ ，需求函数： $Q = a - bP$ （其中， $a > 0$  且  $b > 0$ ）。两者合作后，商业银行的获利比例为  $e$  ( $0 \leq e \leq 1$ )。

假设 3：成本。商业银行为金融科技企业提供的资金支持主要来源于客户存款，对于客户存款而言，设存款利率为  $R_2$ ，则利息为  $R_2Q$ ；金融科技企业提供产品和服务的单位边际成本为  $C_1$ ，前期投入为  $C_0$ 。于是我们得到二者的利润函数：

$$\pi_1 = (1 - e)(P - R_1 - C_1)Q - C_0, \quad (6.33)$$

$$\pi_2 = e(P - R_1 - C_1)Q + (R_1 - R_2)Q, \quad (6.34)$$

其中， $\pi_1$  为金融科技企业的利润， $\pi_2$  为商业银行的利润。

### 6.2.3 模型设计

总利润为： $\pi = \pi_1 + \pi_2 = (P - R_2 - C_1)Q - C_0$ 。

分析公式得知总利润主要的决定因素为产品价格  $P$  和市场需求规模  $Q$ ，而前者规模  $Q$  受后者影响，因此在其他参数确定时，总利润  $\pi$  拥有唯一决定因素  $P$ 。所以， $P$  是实现利润最大化的关键所在。

通过分析利润  $\pi$  对产品价格  $P$  的二阶导数，可以发现其值小于 0，证明了总利润最大值的存在，进一步通过利润  $\pi$  对  $P$  的一阶导数值为 0，可以求得  $P^*$ ，最终计算出  $Q^*$  和  $\pi^*$ ：

$$P^* = \frac{a + b(R_2 + C_1)}{2b}, \quad (6.35)$$

$$Q^* = \frac{a - b(R_2 + C_1)}{2}, \quad (6.36)$$

$$\pi^* = \frac{(a - b(R_2 + C_1))^2}{4b} - C_0. \quad (6.37)$$

由以上公式得知：总利润和商业银行存款利率、金融科技企业提供产品和服务的单位成本以及前期投入成反比。从而分析发现，利率竞争带来的损失可以由合作发展消除，降低产品和服务的单位成本以及金融科技企业的前期投入，可以实现总体利润最大化。

下一步分析金融科技企业和商业银行两者的利润水平，由借款利率  $R_1$  和分配比例  $e$  决定，且两者与商业银行利润呈正相关，与金融科技企业获利润呈负相关。

为确定对双方都合适的分配比例，假设金融科技企业会依据商业银行提供的借款利率制定产品价格。考虑到商业银行在合作模式中占据更多的主动地位，采用 Stackelberg 博弈分析双方在合作中的价格竞争，考察两者的收益情况以及先后进行的动态决策，试图寻找到最佳的偏好分配比例区间。在 Stackelberg 博弈模型中，双方进行完全信息博弈，分为两阶段博弈。第一阶段，商业银行作为主导方率先做出决策，确定借款利率  $R_1$ ；第二阶段，以商业银行决策为基础，金融科技企业确定产品和服务的价格  $P$ ，从而得到动态博弈模型，如下所示：

$$\max \pi_1(P), \quad (6.38)$$

$$\max \pi_2(R_1). \quad (6.39)$$

基于 Stackelberg 博弈中的逆向归纳法，可从第二阶段求解此博弈模型。金融科技企业在第二阶段根据第一阶段中已决定的借款利率  $R_1$  来确定产品和服务价格  $P$ ，实现自身利润最大化。令  $d\pi_1/dP = 0$ ，可得：

$$P' = \frac{a + b(R_1 + C_1)}{2b}. \quad (6.40)$$

由  $\pi_1$  对  $P$  二阶导小于 0 可知，当  $P$  取  $P'$  时，其利润达到最大值。

在第一阶段，商业银行为实现利润最大化确定向金融科技企业提供资金支持的利率水平  $R_1$ ，商业银行能够预测到金融科技企业在第二阶段作出的决策  $P$ 。根据  $P$  可以求得商业银行利润的函数，然后通过对  $R_1$  一阶导数值为 0 计算得出  $R_1$ ：

$$R_1 = \frac{a(e-1) + b(C_1 - R_2) - beC_1}{b(e-2)}. \quad (6.41)$$

进一步地，最终可得到双方各自最佳利润水平和总利润水平：

$$\pi'_1 = \frac{(1-e)(a-b(C_1+R_2))^2}{4b(2-e)^2} - C_0, \quad (6.42)$$

$$\pi'_2 = \frac{(a-b(C_1+R_2))^2}{4b(2-e)}, \quad (6.43)$$

$$\pi' = \frac{(3-2e)(a-b(C_1+R_2))^2}{4b(2-e)^2} - C_0. \quad (6.44)$$

#### 6.2.4 均衡分析

分别求出  $\pi'_1$  和  $\pi'_2$  对分配比例  $e$  的一阶导和二阶导数，可得：

$$\frac{\partial \pi'_1}{\partial e} < 0, \frac{\partial^2 \pi'_1}{\partial e^2} < 0, \quad (6.45)$$

$$\frac{\partial \pi'_2}{\partial e} > 0, \frac{\partial^2 \pi'_2}{\partial e^2} > 0. \quad (6.46)$$

分析结果，金融科技企业利润  $\pi'_1$  和分配比例  $e$  成反比，商业银行利润  $\pi'_2$  和分配比例  $e$  成正比。当分配比例  $e=0$  时，金融科技企业利润最大，商业银行利润最小；相反，当分配比例  $e=1$  时，金融科技企业利润最小，商业银行利润最大。若双方均以各自利润最大化为目标，则合作难以开展。随着分配比例增大，金融科技企业利润减少，但减少速度各异，因此能够找到一点使得在该点处的减少速度等于平均减少速度，该点前的各点减少速度小于平均值，而该点后的各点减少速度大于平均值，该点即确定为金融科技企业的最佳偏好分配比例，记为  $e_1^*$ ，故其偏好分配比例区间为  $[0, e_1^*]$ 。记  $f(e) = \pi'_1$ ，由拉格朗日中值定理可知：

$$f'(e_1^*) = \frac{f(1) - f(0)}{1 - 0}. \quad (6.47)$$

将  $f(0)$  和  $f(1)$  的值代入求解得：

$$e_1^* = 0.64,$$



即当利润分配比例  $e$  处在  $[0, 0.64]$  区间时，金融科技企业的利润减速不明显。

同理可以得到商业银行的偏好分配比例，计算得到：

$$e_2^* = 0.59,$$

即当利润分配比例  $e$  处在  $[0.59, 1]$  区间时，随分配比例小幅增大，商业银行的利润增幅显著。

结合以上两个区间分析之后得出，当分配比例  $e$  处在  $[0.59, 0.64]$  时，金融科技企业和商业银行拥有更强的合作意愿。

此后再对分配比例为两端时的极限情况进行分析：

当分配比例  $e = 1$  时，双方总利润实现最大化，金融科技企业利润最低，商业银行利润最高。商业银行提供的借款利率最低，等于其存款利率，而金融科技企业提供的产品和服务价格最低，市场规模最大。表明在与金融科技企业合作过程中，商业银行不用依赖贷款获利，并掌握所有利润，而金融科技企业仅作为中间平台提供技术支持，从中获取更多的客户。此种情形通常出现在金融科技企业发展初期，金融科技企业在获得一定的客户资源、建立一定的客户规模后，可以更快的通过产品和服务来增加自身的利润。因此相对于获得更多利润而言，金融科技企业的主要目标在于扩张客户群体。

当分配比例  $e = 0$  时，双方总利润达到最小，金融科技企业利润最高，商业银行利润最低。此时，金融科技企业提供的产品和服务价格最高，市场需求规模最低，商业银行贷款利率最高。表明金融科技企业在合作中占据了主导地位，基于自身优势提供商业银行尚未涉足或涉足尚未深入的服务和产品，而商业银行仅提供资金支持，获得利息收入。此种情形下，金融科技企业在某一业务领域比商业银行具有绝对优势或者在已获得一定客户资源基础上开展业务，在市场中占据了主导权，会产生很高的预期利润，而商业银行通关提供资金支持获得较高的利息收入。

### 第三节 基于微分博弈的动态竞合关系分析

#### 6.3.1 问题分析

现实生活中，金融科技在不断进行着新技术的研发，以此来吸引客户，降低自身提供服务与产品的成本；银行也会进行一定的服务升级，以更加优质的服务和产品来拉拢市场。本节我们将研究银行与金融科技分别在服务升级、创

新研发上的资金投入上的竞争关系。为了更好地模拟现实中传统银行与金融科技在这一方面战略的动态性与实时性，我们将采用微分博弈进行相关的分析。

### 6.3.2 模型假设

假设 1：博弈主体。设市场客户总量为 1，且市场为理想市场，客户均为理性客户。存在一家传统银行和一家金融科技公司。两者向客户提供金融服务，设时间为  $t$ 。现在银行要进行服务升级来优化自身的服务，吸引客户，设其在服务升级上的资金投入为  $k_1(t)$ ；金融科技要进行创新研发，来革新相关技术，以此吸引客户并降低自身服务成本，设其在创新研发上的资金投入为  $k_2(t)$ 。设传统银行的服务单价、单位成本、活动市场份额、利润分别为  $p_1(t), c_1(t), q_1(t), \pi_1(t)$ ，金融科技公司的服务单价、单位成本、活动市场份额、利润分别为  $p_2(t), c_2(t), q_2(t), \pi_2(t)$ 。

假设 2：单价。设传统银行与金融科技对于自身产品的定价不受其直接调控，而是由当前市场状况决定。设市场定价为  $p(t)$ ，且有  $p_1(t) = p(t)$ 。由于金融科技提供服务和产品时的人力成本远小于传统银行，因此其单价会比市场定价小，可设  $p_2(t) = \theta \cdot p(t)$ ，其中  $0 < \theta < 1$  为金融科技的价格优势率。由于传统银行的服务升级与金融科技的创新研发会给市场带来投入成本的增大，故市场定价会相应增大；另一方面，两者的资金投入又会带动服务模式的升级与技术的革新，会降低传统银行与金融科技提供服务与产品的成本，市场定价会相应减小。因此可设市场定价  $p(t)$  满足下面的微分方程：

$$\frac{dp(t)}{dt} = \lambda k_1(t) + \mu k_2(t) - c \quad (6.48)$$

及初值条件  $p(0) = p_0 > 0$ ，其中  $\lambda > 0$  为银行服务升级对市场价格的正相关系数， $\mu > 0$  为金融科技创新研发对市场价格的正相关系数， $c > 0$  为银行服务升级、金融科技创新研发对市场价格的综合负相关系数。

假设 3：客户数量。设客户总量不随时间而变化，即有  $q_1(t) + q_2(t) = 1$ 。传统银行的服务升级将会为其吸引更多客户，而金融科技的创新研发，则会带走传统银行的客户，从而可设传统银行的客户数量  $q_1(t)$ ，满足下面的微分方程：

$$\frac{dq_1(t)}{dt} = \alpha k_1(t) - \beta k_2(t) \quad (6.49)$$

及初值条件  $q_1(0) = 1 - q_2(0) > 0$ ，其中  $\alpha, \beta > 0$  分别为传统银行、金融科技相关资金投入对客户数量的影响系数。

假设 4: 单位成本。传统银行在服务升级上的资金投入不计入单位成本, 我们在计算利润  $\pi_1(t)$  时会单独减掉。随着传统银行的服务升级, 其产品模式得到一定的优化, 从而降低了产品的成本, 但由于一定的人力成本与设备维护费用, 成本的这种下降是有下限的, 因此我们可设

$$c_1(t) = c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1(t)}), \quad (6.50)$$

其中  $c_1$  为银行的成本系数,  $\gamma_1$  为银行服务升级的成本优势率。

同样的, 我们可设

$$c_2(t) = c_2(1 + e^{-\gamma_2 k_2(t)}), \quad (6.51)$$

其中  $c_2$  为金融科技的成本系数,  $\gamma_2$  为金融科技创新研发的成本优势率。

### 6.3.3 模型求解

设传统银行与金融科技具有相同的折现率  $r$ , 又有:

$$\pi_1(t) = (p(t) - c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1(t)})) \cdot q_1(t) - k_1(t), \quad (6.52)$$

$$\pi_2(t) = (\theta \cdot p(t) - c_2(t)(1 + e^{-\gamma_2 k_2(t)})) \cdot (1 - q_1(t)) - k_2(t). \quad (6.53)$$

进而可得传统银行和金融科技的目标优化函数分别为:

$$J_1(k_1, k_2) = \int_0^\infty e^{-rt} \pi_1(t) dt, \quad (6.54)$$

$$J_2(k_1, k_2) = \int_0^\infty e^{-rt} \pi_2(t) dt. \quad (6.55)$$

下面我们求其开环解。

传统银行与金融科技的 Hamilton 方程分别为:

$$\begin{aligned} H_1 &= (p(t) - c_1(t) = c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1(t)})) \cdot q_1(t) - k_1(t) \\ &+ f_1(t) \cdot (\lambda k_1(t) + \mu k_2(t) - c) \\ &+ f_2(t) \cdot (\alpha k_1(t) - \beta k_2(t)), \end{aligned} \quad (6.56)$$

$$\begin{aligned} H_2 &= (\theta \cdot p(t) - c_2(t)(1 + e^{-\gamma_2 k_2(t)})) \cdot (1 - q_1(t)) - k_2(t) \\ &+ g_1(t) \cdot (\lambda k_1(t) + \mu k_2(t) - c) \\ &+ g_2(t) \cdot (\alpha k_1(t) - \beta k_2(t)). \end{aligned} \quad (6.57)$$

其中  $f_i(t) = e^{rt}m_i(t), g_i(t) = e^{rt}n_i(t), i = 1, 2$ 。

开环解的必要条件为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial H_1}{\partial k_1} &= 0, \frac{\partial H_2}{\partial k_2} = 0, \\ -\frac{df_1}{dt} &= \frac{\partial H_1}{\partial p}, -\frac{df_2}{dt} = \frac{\partial H_1}{\partial q_1}, -\frac{dg_1}{dt} = \frac{\partial H_2}{\partial p}, -\frac{dg_2}{dt} = \frac{\partial H_2}{\partial q_1}. \end{aligned}$$

即

$$c_1\gamma_1 \cdot e^{-\gamma_1 k_1(t)} \cdot q_1(t) + \lambda \cdot f_1(t) + \alpha \cdot f_2(t) - 1 = 0, \quad (6.58)$$

$$c_2\gamma_2 \cdot e^{-\gamma_2 k_2(t)} \cdot (1 - q_1(t)) + \mu \cdot g_1(t) + \beta \cdot g_2(t) - 1 = 0, \quad (6.59)$$

$$-f_1'(t) = q_1(t), \quad (6.60)$$

$$-f_2'(t) = p(t) - c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1(t)}), \quad (6.61)$$

$$-g_1'(t) = \theta(1 - q_1(t)), \quad (6.62)$$

$$-g_2'(t) = -\theta \cdot p(t) - c_2(1 + e^{-\gamma_2 k_2(t)}). \quad (6.63)$$

在 (6.58) 式两侧对  $t$  求导，并将 (6.60), (6.61) 两式代入可得：

$$\begin{aligned} -c_1\gamma_1^2 \cdot e^{-\gamma_1 k_1(t)} \cdot q_1(t) + c_1\gamma_1 \cdot e^{-\gamma_1 k_1(t)} \cdot q_1'(t) \\ -\lambda q_1(t) - \alpha p(t) + \alpha c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1(t)}) = 0. \end{aligned} \quad (6.64)$$

在 (6.59) 式两侧对  $t$  求导，并将 (6.62), (6.63) 两式代入可得：

$$\begin{aligned} -c_2\gamma_2^2 \cdot e^{-\gamma_2 k_2(t)} \cdot (1 - q_1(t)) - c_2\gamma_2 \cdot e^{-\gamma_2 k_2(t)} \cdot q_1'(t) \\ -\mu(1 - q_1(t)) - \beta\theta p(t) + \beta c_2(1 + e^{-\gamma_2 k_2(t)}) = 0. \end{aligned} \quad (6.65)$$

在表达式 (6.48), (6.49), (6.64), (6.65) 中，令  $p'(t) = 0, q_1'(t) = 0$  可得：

$$\lambda k_1^* + \mu k_2^* - c = 0,$$

$$\alpha k_1^* - \beta k_2^* = 0,$$

$$-c_1\gamma_1^2 \cdot e^{-\gamma_1 k_1^*} \cdot q_1^* - \lambda q_1^* - \alpha p^* + \alpha c_1(1 + e^{-\gamma_1 k_1^*}) = 0,$$

$$-c_2\gamma_2^2 \cdot e^{-\gamma_2 k_2^*} \cdot (1 - q_1^*) - \mu\theta(1 - q_1^*) - \beta\theta p^* + \beta c_2(1 + e^{-\gamma_2 k_2^*}) = 0.$$

由上面四个式子，可得开环解为：

$$k_1^* = \frac{c\beta}{\lambda\beta + \mu\alpha}, \quad (6.66)$$

$$k_2^* = \frac{c\alpha}{\lambda\beta + \mu\alpha}, \quad (6.67)$$

$$p^* = \frac{AF - CD}{AE - BD}, \quad (6.68)$$

$$q_1^* = \frac{BF - CE}{AE - BD}, \quad (6.69)$$

其中  $A = -c_1\gamma_1^2s_1 - \lambda$ ,  $B = \alpha$ ,  $C = \alpha c_1(1 + s_1)$ ,  $D = c_2\gamma_2^2s_2 + \mu\theta$ ,  $E = \theta\beta$ ,  $F = -c_2\gamma_2^2s_2 - \mu\theta + \beta c_2(1 + s_2)$ ，这里  $s_1 = e^{-\gamma_1 k_1^*}$ ,  $s_2 = e^{-\gamma_2 k_2^*}$ 。

### 6.3.4 均衡分析

下面我们来分析传统银行服务升级的资金投入的均衡解  $k_1^*$  与金融科技创新研发的资金投入的均衡解  $k_2^*$ 。显然  $k_1^*, k_2^*$  仅与  $\alpha, \beta, c, \lambda, \mu$  相关，而与其他参数均无关。对  $k_1^*, k_2^*$  关于  $\alpha, \beta, c, \lambda, \mu$  分别求一阶导，易得：

$$\begin{aligned} \frac{\partial k_1^*}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial k_1^*}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial k_1^*}{\partial c} > 0, \frac{\partial k_1^*}{\partial \lambda} < 0, \frac{\partial k_1^*}{\partial \mu} < 0, \\ \frac{\partial k_2^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial k_2^*}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial k_2^*}{\partial c} > 0, \frac{\partial k_2^*}{\partial \lambda} < 0, \frac{\partial k_2^*}{\partial \mu} < 0. \end{aligned}$$

一方面，随着银行服务升级、金融科技创新研发对市场价格的正相关系数  $\lambda, \mu$  的增大，双方的均衡资金投入都会相应减小；随着银行服务升级、金融科技创新研发对市场价格的综合负相关系数  $c$  的增大，双方的均衡资金投入均会上浮。

$\lambda, \mu$  和  $c$  反映了双方所能消化的投入资金比例。当  $\lambda, \mu$  的值增大或  $c$  减小时，双方的消化能力下降，从而会减少相关的资金投入，以避免投入过剩，造成资金浪费。

另一方面，随着传统银行服务升级的资金投入对客户数量的影响系数  $\alpha$  的增大，传统银行的均衡资金投入会下降，而金融科技则需要更多的资金投入才能达到均衡状态；随着金融科技创新研发的资金投入对客户数量的影响系数  $\beta$  的增大，金融科技的均衡资金投入会有所减少，而传统银行的均衡资金投入将会上涨。

由于  $q_1^*$  等关于相应参数的一阶导较为复杂，难以判断其正负性，在此我们不予讨论，在下一小节中，我们将通过数值模拟的方法对其加以分析。

### 6.3.5 数值模拟

上一小节我们分析了相关参数对传统银行和金融科技均衡资金投入的影响，这里我们研究相关参数对  $p^*, q_i^*, \pi_i^*$  的影响。为了便于问题的分析，我们采用数值模拟的方法。我们对模型中相关参数进行合理赋值，并改变相关参数的值得到相应曲面图。

图6.3、图6.4分别为当  $\alpha, \beta$  在相应范围内变动时，传统银行与金融科技的均衡收益、客户数量的曲面图。

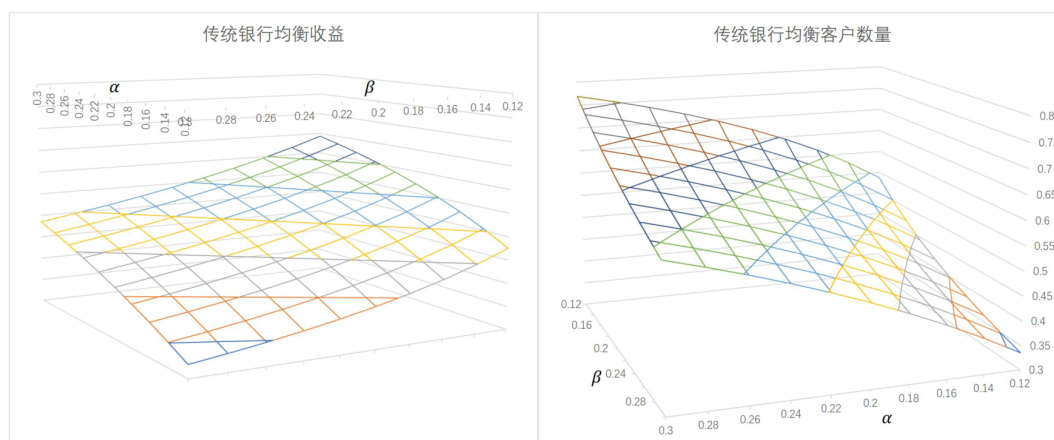


图 6.3 传统银行均衡解关于  $\alpha, \beta$  的变化

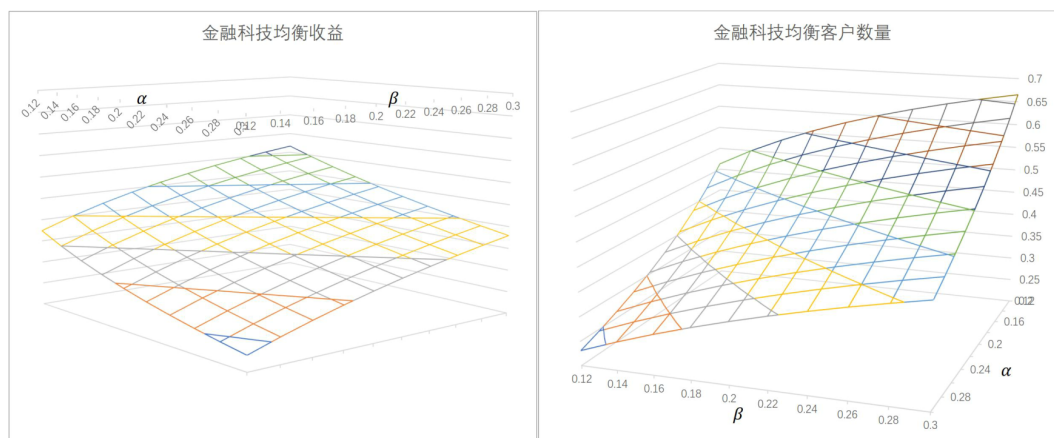


图 6.4 金融科技均衡解关于  $\alpha, \beta$  的变化

$\alpha$  反映了传统银行进行服务升级对客户吸引力， $\beta$  反映了金融科技进行创新研发对客户吸引力。从图中可以看出，对于传统银行和金融科技，当某一方对客户的吸引力增大时，该方的客户数量有所提升，进而其收益也获得一定

的增加；而另一方的客户数量和收益都相应下降。

图6.5、图6.6分别为当 $\lambda, \mu$ 在相应范围内变化时，传统银行与金融科技的均衡收益、客户数量的曲面图。

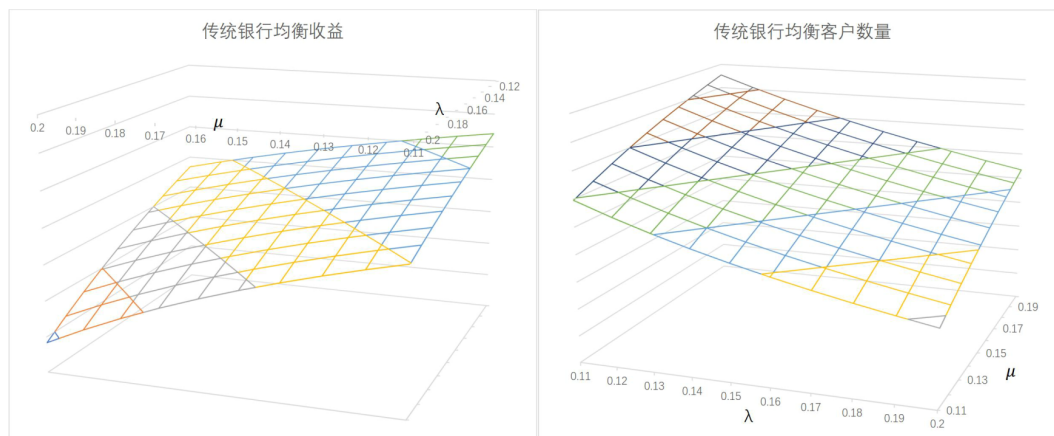


图 6.5 传统银行均衡解关于 $\lambda, \mu$ 的变化

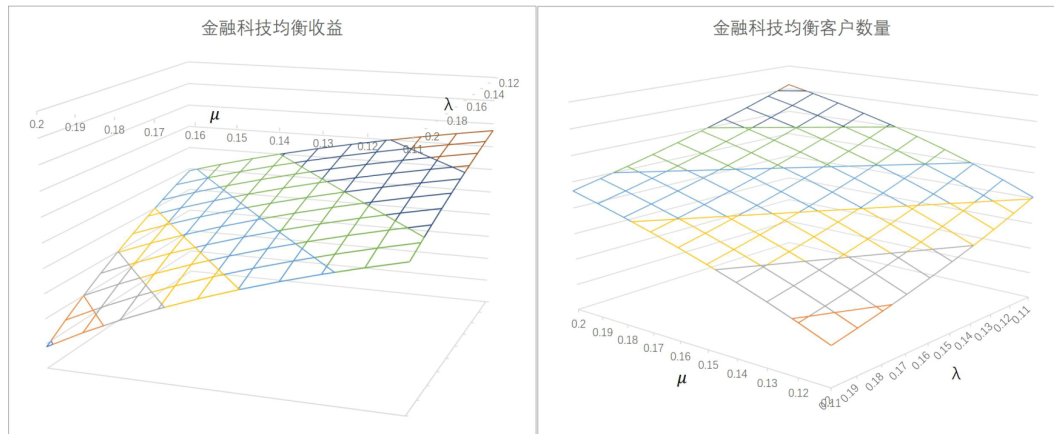


图 6.6 金融科技均衡解关于 $\lambda, \mu$ 的变化

$\lambda, \mu$ 反映了双方所能消化的投入资金比例，该值越小，消化能力越强。从图中可以看出，对于传统银行和金融科技，当某一方对投入资金的消化能力增强时，该方的资金投入将会增加，从而会吸引更多客户，致使其收益增加；而另一方的客户数目却在减少，为了扭转收益降低的局面，该方会增加其资金投入来拉高市场价格（由上一节求导结果得知），所以其收益反而获得一定的上升。

#### 第四节 本章小结

金融科技步入现代金融市场的舞台。一方面，金融科技通过科研创新以其便捷快速的支付结算、存款理财等服务对传统银行的发展造成了一定影响。另一方面，金融科技也能促进传统银行进行服务升级，降低其运营成本。本章分别基于 Hotelling 博弈模型、Stackelberg 博弈模型分析了两者在竞争主导下、合作主导下面临的均衡决策，又基于微分博弈模型，对金融科技和传统商业银行在研发资金投入方面进行了竞合关系分析。

在以竞争为导向的竞合博弈分析中，我们基于 Hotelling 模型，研究了双方差异化竞争的过程，分析了两者如何发挥自身优势从而获得最大收益。考虑到金融科技进入市场较晚，而传统银行占有一定的固有市场，我们分金融科技初入市场、市场稳定两个阶段给出了博弈分析。结合两阶段的分析结果，金融科技可以充分利用其服务成本较低的优势来制定较低的市场价格，从而抢占一定的客户资源。此外，金融科技也可以先选择进入商业银行固有市场规模较小的市场，或者进入商业银行难以满足多元服务需求的市场，这都有利于其进一步发展。面对金融科技对市场的积极抢占，传统银行会利用其固有市场的优势对金融科技采取一定的限制手段，以此减缓金融科技抢占市场的速度。金融科技面对传统银行的限制，需要通过不断的技术创新，提升自身的创新优势，进而获得更可观的市场影响力。

在以合作为导向的竞合博弈分析中，我们基于 Stackelberg 模型，分析了两者的合作主导下的均衡状态，同时结合双方的现实特征进行研究。一方面，金融科技企业能够给商业银行提供技术支持，另一方面，商业银行能够为金融科技企业提供资金和客户数据支持。两者的合作受利益分配控制，利益分配合理时，双方可达成长期合作。因此，两者不应该仅看到当前短时间内的利益，而过度发挥自身优势来使利益分配偏向自身。

在对金融科技和传统商业银行在研发资金投入方面进行了竞合关系分析中，我们基于微分博弈模型，研究了双方的均衡状态。一方面，双方应当进行合理的资金投入，以免超出自身对投入资金的消化能力，造成资金浪费。另一方面，双方为了获得更多的收益，也应当提升自身对客户的吸引能力。需要注意的是，在数值模拟中可以看到，竞争时会出现某一方为了避免自身收益的损失，恶意投入大量资金，而拉高市场价格让客户买单的行为。这不利于市场的正常发展，也有损客户的基本利益，需要政府部门对之进行约束。



## 第七章 结论

当前背景下，金融科技仍处于蓬勃发展阶段，是带有一定前瞻性的生态体系。作为金融业的三架马车之一，银行业在此浪潮下将面临重大冲击和转型升级。客户的消费习惯、消费模式和价值诉求发生了根本性转变，这使得商业银行传统的价值创造与实现的方式不适应客户端需求，引资和盈利能力被削弱。在此背景下，本小组首先以沪深 34 家上市银行为样本，通过构建商业银行的全要素生产率及其指标分解，探究金融科技因素对商业银行发展水平的影响。随后，运用文本挖掘法和因子分析法构建我国金融科技指数，并构建系统 GMM 动态面板模型研究金融科技对商业银行全要素生产率的影响。通过异质性检验，本小组还分析了金融科技对系统性和非系统性商业银行全要素生产率的作用。考虑金融科技与传统商业银行之间因竞争合作占主导地位的不同而表现出的不同关系，本小组基于 Hotelling 博弈模型、Stackelberg 博弈模型以及演化博弈模型考察它们做出的均衡决策。

经过探究，本小组得出以下研究结论：在金融科技对商业银行发展的影响层面，金融科技带来了技术溢出效应、竞争效应和融合效应，有助于商业银行全要素生产率的提升。金融科技对不同类型商业银行全要素生产率影响不同，对系统重要性商业银行全要素生产率呈现出促进作用，对非系统重要性商业银行的全要素生产率呈现出抑制作用。在金融科技与商业银行的竞争合作博弈层面，本小组基于传统的 Hotelling 模型、Stackelberg 模型，具体分析 Fintech 公司和传统商业银行进行二人博弈的竞合结果。本小组又创新性地引入微分博弈模型，对 Fintech 公司和传统商业银行在研发资金投入方面进行了竞合关系分析。研究发现，若以竞争为导向，商业银行为维持其利润水平，会采取相应措施来限制金融科技企业的发展，金融科技需要利用其创新优势打破受制约的局面。若以合作为导向，则双方长期合作需要合适的利润分配机制。在微分博弈中，研究发现，商业银行要充分发展其服务升级对客户的吸引力，金融科技应当充分发挥其研发创新上的优势来吸引客户，双方的相关资金投入也应当控制在合理范围，以免造成投入过剩，导致利润水平的下降；同时国家也要进行一定的市场监管，以免产生恶性竞争。

针对研究结果，本小组给出商业银行在面临新型金融科技公司的冲击时的对策性建议。（1）加深传统商业银行与金融科技的融合。商业银行应当加大创新型人才投入和基础技术研究投入，让金融科技的普遍应用给客户带来更高效、更智能、更便捷的业务体验。（2）商业银行推行基础技术共同研发或专利购买机制，集聚行业智慧，降低金融科技的实现成本，构建互助合作互惠共赢的良好行业生态。（3）非系统重要性银行应对金融科技负面冲击时，推行个性化经营，针对特定群体有效开展多元化业务模式，进一步扩大客户群体。（4）政府应合理引导金融科技应用于银行业，加强金融科技和商业银行规范化监管，避免科技公司利用金融科技形成资金垄断格局，促进双方合作带来社会的增量收益。（5）政府可以在政策层面对非系统重要性银行进行倾斜，保障中小银行的生存发展空间，维持社会经济平稳运行。

## 参考文献

- [1] 董昀, 李鑫. 中国金融科技思想的发展脉络与前沿动态: 文献述评. [J]. 金融经济学研究, 2019, 34 (5): 15.
- [2] 金洪飞, 李弘基, 刘音露. 金融科技, 银行风险与市场挤出效应. [J]. 财经研究, 2020, 46 (5): 14.
- [3] 李成, 高智贤, 郭品. 我国商业银行全要素生产率实证研究:1996-2012—基于无导向型 DEA-Malmquist 指数模型. [J]. 华东经济管理, 2014, 28 (8): 6.
- [4] 李春涛, 闫续文, 宋敏, 等. 金融科技与企业创新——新三板上市公司的证据. [J]. 中国工业经济, 2020 (1): 18.
- [5] 李思敏. 中美金融科技发展的比较与启示. [J]. 南方金融, 2017 (5): 7.
- [6] 李向前, 贺卓异. 金融科技对我国银行业的影响与发展研究. [J]. 华北金融, 2018 (7): 8.
- [7] 刘澜飏, 沈鑫, 郭步超. 互联网金融发展及其对传统金融模式的影响探讨. [J]. 经济学动态, 2013 (8): 11.
- [8] 刘孟飞, 蒋维. 金融科技促进还是阻碍了商业银行效率?——基于中国银行业的实证研究. [J]. 当代经济科学, 2020, 42 (3): 13.
- [9] 刘孟飞, 蒋维. 金融科技加重还是减轻了商业银行风险承担——来自中国银行业的经验证据. [J]. 商业研究, 2021 (5): 12.
- [10] 沈悦, 郭品. 互联网金融、技术溢出与商业银行全要素生产率. [J]. 金融研究, 2015 (3): 16.
- [11] 盛天翔, 范从来. 金融科技, 最优银行业市场结构与小微企业信贷供给. [J]. 金融研究, 2020 (6): 19.
- [12] 汪可, 吴青, 李计. 金融科技与商业银行风险承担——基于中国银行业的实证分析. [J]. 管理现代化, 2017, 06 (v.37;No.214): 106–110.
- [13] 王应贵, 刘浩博, 娄世艳. 数字金融, 业务转型与未来银行探讨. [J]. 新金融, 2020 (9): 6.
- [14] 谢治春, 赵兴庐, 刘媛. 金融科技发展与商业银行的数字化战略转型. [J]. 中国软科学, 2018 (8): 9.
- [15] 熊健, 张晔, 董晓林. 金融科技对商业银行经营绩效的影响: 挤出效应还是技术溢出效应? [J]. 经济评论, 2021 (3): 16.
- [16] 杨涛. 警惕金融科技风险. [J]. 人民论坛, 2019 (17): 2.
- [17] 杨望, 徐慧琳, 谭小芬, 等. 金融科技与商业银行效率——基于 DEA-Malmquist 模型的实证研究. [J]. 国际金融研究, 2020 (7).
- [18] ARORA R U. Measuring Financial Access. [J]. Discussion Papers in Economics, 2010.

- 
- [19] CHEN Z, LI Y, WU Y, et al. The transition from traditional banking to mobile internet finance:an organizational innovation perspective-a comparative study of Citibank and ICBC. [J]. Financial Innovation, 2017, 3 (1): 16.
- [20] CHEN X, YOU X, CHANG V. FinTech and commercial banks' performance in China: A leap forward or survival of the fittest? [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 166 (4): 120645.
- [21] DRASCH B J, SCHWEIZER A, URBACH N. Integrating the 'Troublemakers': A taxonomy for cooperation between banks and fintechs. [J]. Journal of Economics and Business, 2018, 100 (NOV.-DEC.): 26–42.
- [22] HANCOCK D, HUMPHREY D B, WILCOX J A. Cost reductions in electronic payments: The roles of consolidation, economies of scale, and technical change. [J]. Journal of Banking & Finance, 1999, 23 (2-4): 391–421.
- [23] MARCUS A J. The Bank Capital Decision: A Time Series–Cross Section Analysis. [J]. Journal of Finance, 1983, 38 (4): 1217–1232.
- [24] SHAHROKHI M. E-finance: status, innovations, resources and future challenges. [J]. Managerial Finance, 2008, 34 (6): 365–398.
- [25] YANG W, HAI-FENG H E. Innovation and Regulation: a Brief Review on Domestic Fintech Research. [J]. Science Technology and Law, 2019.
- [26] THAKOR A V. Fintech and banking: What do we know? [J]. Journal of Financial Intermediation, 2020, 41: 100833–.
- [27] PÉREZ A. Special Issue "Sustainability, Digital Transformation and Fintech: The New Challenges of the Banking Industry" - Sustainability (ISSN 2071-1050, Impact Factor 2018 = 2.592). [J]. 2020.
- [28] VIVES X. Digital Disruption in Banking. [J]. Annual Review of Financial Economics, 2019, 11 (1): 243–272.
- [29] WONGLIMPIYARAT J. FinTech banking industry: a systemic approach. [J]. Foresight, 2017, 19 (6): 00–00.
- [30] SHA S Y, ZHANG X. Fintech Promoting Digital Transformation of Commercial Banks. [J]. Value Engineering, 2019.