

【区域协调发展】

金融科技与城市持续创新耦合协调的时空特征及驱动因素研究*

杨雨 耿中元

摘要:金融科技与城市持续创新是驱动经济高质量发展的双重引擎。基于2011—2023年中国地级市面板数据,运用机器学习模型和复杂网络计量方法,系统揭示金融科技与城市持续创新耦合协调发展的时空演变规律、关键驱动因素与差异化障碍。研究发现:在时序演变上,整体协调水平偏低,处于初级协调阶段,存在“马太效应”风险,表明“科技—金融—产业”的良性循环远未形成;在空间格局上,呈现以珠三角、长三角、京津冀等城市群为首的领先梯队、以长江中游、成渝、中原等城市群为代表的中间梯队、以关中平原、哈长、北部湾等城市群为主的滞后梯队的“东高西低、南强北弱”三级梯队格局;在协调发展上,呈现动态阶段性特征,出现结构性回调与资源集聚态势,全国层面的协调进程可分为三个阶段,即2011—2014年的结构稳定期、2015—2021年的快速跃升期、2022—2023年的波动调整期;在驱动与障碍因素上,具有鲜明的阶段性与区域性。因此,中、高协调度区域应避免金融体系僵化、提升金融资源配置与科技创新需求的适配性;低协调度区域亟须在数字基建、金融规模、交通基建、人力资本等多维度协同发力。

关键词:金融科技;城市持续创新;耦合协调;时空特征;驱动因素

中图分类号:F832.3 文献标识码:A 文章编号:2095-5766(2026)03-0070-13 收稿日期:2026-01-14

*基金项目:国家自然科学基金项目“企业家信心中介视角下前瞻指引对企业投资的效应:传导渠道与政策规则”(71973119);山东省自然科学基金项目“山东省金融科技影响企业持续创新的机理与路径研究”(ZR2025QC2211Z)。

作者简介:杨雨,女,山东交通学院经济与管理学院讲师(济南 250000)。

耿中元,男,山东交通学院经济与管理学院教授,博士生导师,通信作者(济南 250000)。

一、引言

“十五五”规划强调加快建设金融强国,大力发展金融“五篇大文章”,为金融工作指明了方向。在实现高质量发展过程中,金融科技与城市持续创新是驱动经济高质量发展的双重引擎。金融科技通过大数据、人工智能、区块链等技术精准识别创新企业的融资需求,降低金融服务门槛,使资本更快

速、更灵活地流向城市中的科技创新、绿色产业和中小微企业,从而能够优化资源配置与提升服务效率。

与此同时,城市作为创新的主要载体,其持续创新能力为金融科技提供了丰富的应用场景与演化土壤。智慧城市、数字政务、新兴产业园区等建设,不断催生对数字化金融解决方案的需求,也为金融科技创造了试验空间和合规发展环境。这种场景驱动不仅加速了技术迭代,更使金融创新紧密贴合实体经济的真实需要,避免脱实向虚。

“十五五”规划强调推动科技创新和产业创新深度融合,完善区域创新体系,布局建设区域科技创新中心和产业科技创新高地,强化国际科技创新中心策源功能。金融科技赋能城市创新要素的高效整合,而城市通过政策引导、平台搭建和产业聚集来促进金融科技企业的集聚与技术扩散。因此,金融科技与城市持续创新的耦合协调是加快建设金融强国和实现高水平科技自立自强的核心要求。

目前,相关的研究主要沿着两个脉络展开。第一,金融科技发展测度及其经济效应的研究。关于金融科技的衡量指标,现有研究可分为两类:一是基于结构化数据构建金融科技指标体系,例如,金融机构在金融科技方面的经营数据(谢婧青等,2021)、金融机构取得的有关金融科技专利数量(王道平等,2022)、地级市层面的金融科技企业数量(徐照宜等,2023;刘长庚等,2022;Zhang et al.,2022)。二是利用文本挖掘和词频统计技术汇总金融科技关键词的数量来衡量金融科技发展(Wang et al.,2021;张骏等,2023;杨欣月等,2024)。关于金融科技发展产生的经济效应的研究视角,涉及以下方面:一是企业发展方面,多数研究集中揭示金融科技能够通过缓解融资约束、降低交易成本、加强信息披露渠道对企业自主创新(蔡栋梁等,2024)、企业技术创新(龚钰涵等,2024)、企业绿色转型(Chen et al.,2019;陈俊营等,2024)产生积极影响。二是资产管理服务方面,研究表明,自动化咨询服务在投资理财(Das,2019;钟超杰等,2024)、风险研究和价格研究(Farboodi et al.,2020;Cao et al.,2021;姜富伟等,2021)等方面可以帮助个人降低理财风险,但是也会因存在风险承受能力评估不足等硬性缺陷而面临发展瓶颈。三是金融科技发展给银行业带来的挑战(Thakor,2020),研究表明,金融科技贷款机构并不会取代银行,主要原因在于银行正在开发自己的金融科技平台或与金融科技初创企业合作。

第二,城市持续创新水平测量及其影响因素的研究。持续创新是更高层次创新能力的体现(凌士显等,2024)。大部分研究主要通过专利申请数量来衡量持续创新(江山等,2024;李玉花等,2024;康艳玲等,2023)。另外,从影响因素来看,内部因素如知识重构(王建军等,2020)、高管认知(余芬等,

2022)、技术整合能力(赵炎等,2023)等对持续创新活动产生了不同程度的影响,这些研究分别揭示了知识重构在多维知识搜寻与持续创新之间发挥着部分中介作用、高管对技术创新的高认知度对创新持续性的提升作用、企业家冒险倾向以及技术整合能力对持续创新的正向影响。从外部影响因素来看,企业规模对企业持续创新具有倒U型影响(孙冰等,2024)、旺盛的市场需求对持续创新产生积极作用、债券融资对企业持续创新产生制约作用。然而,从金融科技对城市持续创新的影响研究来看,鲜有学者从经济地理视角对金融业数字化变革与城市持续创新协调发展进行系统研究,金融科技与城市持续创新的相互赋能、协调共进是高质量发展的内在要求。

当前研究存在两个薄弱环节,一是对金融科技与城市创新关系的研究多停留在线性回归分析,仅限于从总体视角考察二者中的某一方面,缺乏从“关系”视角对二者耦合协调区域差异的驱动因素进行深入剖析,对二者非线性、动态的“耦合”互动和内在机理挖掘不深,未能充分利用机器学习在从“静态刻画”到“动态预测与预警”的能力拓展方面的优势,仍存在传统计量结果的片面性和滞后性。二是从学科角度看,关于金融科技和城市持续创新关系的研究主要来自经济学视角,鲜有学者基于经济地理学视角,遵从“格局—过程—因素”的研究范式来系统探究金融科技与城市持续创新耦合协调的时空特征及驱动因素,相应的量化分析工具也亟待丰富。

基于以上问题,本文在以下三个方面做了改进:一是在研究内容上,基于系统耦合视角将金融科技与创新置于同一研究框架,构建耦合协调度模型,测算金融科技与城市持续创新协调度,刻画其耦合协调水平,有助于全面认识两者的协调关系,超越传统的因果分析;二是在研究方法上,将机器学习前沿方法引入城市与区域研究,揭示金融科技与城市持续创新耦合协调差异的驱动因素,实现从“静态描述”到“动态预测与诊断”的范式变革;三是在研究视角上,从空间异质性和多尺度互动机制的经济地理学视角出发,运用耦合协调度模型对金融科技与城市持续创新耦合协调的时空特征及驱动因素进行分析,丰富了金融科技与城市持续创新的地理学范畴。

二、金融科技与城市持续创新耦合协调的机理分析

在经济地理学中,“耦合”通常指两个以上的系统或要素之间通过相互依赖、相互协调而形成一种双向或多向的动态反馈与协同,从而导致系统整体功能、结构或效率的变化。研究金融科技与城市持续创新耦合协调关系,一是能够深刻理解现代世界城市核心竞争力形成的新范式。在数字经济时代,全球城市的地位不再由传统的港口、制造业或一般性金融服务决定,越来越取决于其“科技赋能金融,金融催化科技”的能力与深度,研究两者耦合特征,能够解码深圳、上海等城市保持领先或快速崛起的“新密码”。二是能够为城市与区域发展规划制定差异化战略,避免规划失灵。缺乏耦合思维地孤立建设“金融区”和“科技园”,可能导致功能割裂、资源错配。研究两者的耦合协调程度有助于城市识别自身优势,找准耦合的切入点和主导模式。本文将金融科技与城市持续创新的互动过程抽象为两个系统,以及外部影响要素之间相互促进、相互赋能、协调共进的过程(见图1)。

(一)金融科技赋能城市持续创新水平提升

根植于内生增长理论与金融发展理论,金融科技作为技术驱动的金融创新,通过经济实力、金融实力、基础设施、创新环境等四个方面九个维度影响城市持续创新。第一,金融科技通过赋能经济基础,为城市持续创新构筑坚实底座。在城市GDP层面,金融科技通过提升信贷资金可得性(俞毛毛等,2024)来提升企业全要素生产率(谢嬉青等,2025),金融科技和现代乡村产业体系构建能够显著促进农民农村共同富裕(刘应元等,2025),进而扩大经济规模与创新投入总量。在产业结构维度,产业结构调整升级会为金融科技等新技术模式提供发展空间,本地金融信贷需求丰富对金融科技资源集聚具有积极作用(蔡庆丰等,2020)。第二,金融实力构成金融科技的杠杆支点,放大金融科技为城市持续创新精准赋能的效果。金融发展有助于缓解企业投资和研发创新活动的融资约束,从而推动产业技术创新和技术进步(张海等,2023)。第三,金融科技通过盘活基础设施条件来放大金融科技的创新赋能效果。5G及物联网技术通过赋能银行实现

实时数据共享、即时贷款处理和动态抵押品监控,革新金融服务的运作模式(Paul,2025)。第四,金融科技通过优化创新环境,为城市持续创新提供基础支撑与内在动力。金融科技以绿色信贷和碳金融工具精准匹配技术研发的阶段性资金需求,有效缓解技术迭代关键节点的现金流压力,从而显著提升市场主体创新活跃度(Fu et al., 2025)。综上,多种因素交织作用,使金融科技成为城市创新系统的催化剂。

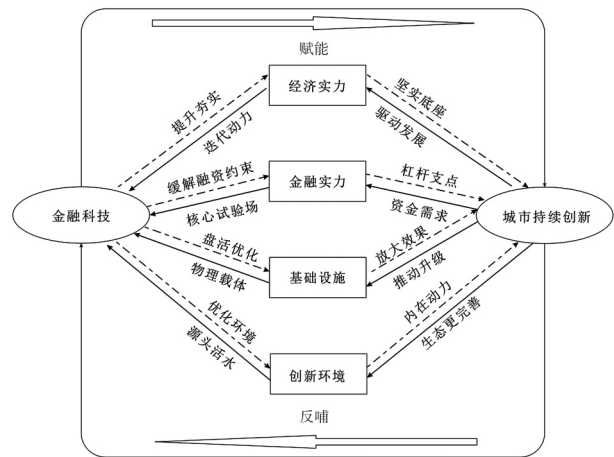


图1 金融科技与城市持续创新耦合协调机理
资料来源:作者自行绘制。

(二)城市持续创新反哺金融科技发展

根植于创新经济学理论,城市持续创新系统对金融科技的驱动作用同样沿着经济实力、金融实力、基础设施、创新环境等四个方面九个维度展开,形成双向赋能的闭环。第一,城市持续创新通过促进经济高质量发展,为金融科技发展构建需求基础与迭代动力。数字技术创新促进经济高质量发展(席增雷等,2025),而城市GDP的增长扩大了经济规模和交易复杂度,催生了对高效支付、智能风控等金融科技的需求。区域间产业结构差距抑制数字化转型(王雨璇等,2025),产业结构向高科技与服务业主导转型,能够持续生成创新场景,不断引领金融科技进行产品迭代。第二,城市创新活动创造了雄厚的资本积累,提升金融实力,而金融实力维度为金融科技发展提供了核心试验场。传统金融模式难以满足城市创新活动的资金需求,迫使金融机构主动拥抱区块链、人工智能等构建新型风控与定价能力,从而从内部催生并融合金融科技。第三,城市持续创新倒逼基础设施智能化升级,算力基础设施维度构成技术融合的物理载体。算力基

基础设施建设能够降低企业数智化转型门槛,通过支撑金融科技发展应用来缓解金融资源错配(孙波约等,2025),是金融科技发展的“数字技术底座”。第四,城市创新水平提升能够催生更加完善的创新环境,而创新环境维度为金融科技发展注入了源头活水。创新活跃度的提升离不开人力资本的支持,尤其是兼具科技与金融知识的复合型人才汇聚,构成了金融科技吸收与深化的核心条件,人力资本质量能够显著调节金融科技对区域经济增长的促进作用(Xu et al.,2025)。

三、数据与方法

(一)数据来源与处理

鉴于数据可得性,本文以中国大陆283个地级市为研究单元,以2011—2023年为研究时段。2011年是“十二五”规划开局之年,规划中首次明确“促进科技和金融结合”,标志着金融科技被提升至重要发展方向,以此为起点有助于系统观测后续十余年的完整演进脉络。专利数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS),城市数据来自历年《中国城市统计年鉴》。在变量的缺失值处理方面,剔除记录严重缺失的47个地级市,对于其他缺失数据采用线性插值方法进行填补。

(二)变量选择

核心解释变量为金融科技(*Fintech*)。参考盛天翔等(2020)的研究,采用关键词方法选取与金融科技密切相关的高频词来衡量地级市层面金融科技的发展程度,主要选取基本技术、资金支付、金融科技中介服务模式、金融科技称呼等四个维度。采集所有关键词在百度搜索平台上的指数数据,运用熵值法确定各维度的权重,最终形成金融科技指数。

被解释变量为城市持续创新水平(*Coninnov*)。城市持续创新指一个城市能够源源不断地产生新思想、新技术、新产业、新模式和新治理方式,从而获得长期竞争优势和可持续发展能力的过程。本文借鉴Triguer et al.(2013)、何郁冰等(2017)的做法,通过对比当期与前期的专利数据来反映城市持续创新水平。计算公式如下:

$$Coninnov_t = \frac{patent_t + patent_{t-1}}{patent_{t-1} + patent_{t-2}} \times (patent_t + patent_{t-1})$$

(1)

其中,*Coninnov_t*表示城市在第*t*年的持续创新水平,*patent_t*表示城市在第*t*年的专利数量之和,*patent_{t-1}*和*patent_{t-2}*分别表示城市在第*t-1*年和第*t-2*年的专利数量。

驱动因素的代理变量如下:(1)经济规模(*GDP*)。经济规模为城市创新提供基础条件和动力,用全市GDP的自然对数衡量各地级市经济规模。(2)产业结构(*Instruct*)。产业结构是城市创新体系的骨架与血脉,从根本上塑造着一座城市的持续创新能力,用第三产业增加值占GDP的比重衡量。(3)经济发展水平(*EGDP*)。高人均GDP塑造了支持创新的“人才生态”,富裕的城市能以更高的薪酬和更优质的生活配套吸引全球顶尖创新人才聚集,用全市人均GDP的自然对数来衡量各地级市经济发展水平。(4)金融深化程度(*Findeep*)。金融是资源配置的核心,金融深化可以帮助创新企业管理和对冲各种风险,让企业敢于进行长期和大胆的研发投入,用年末金融机构存贷款余额占地区生产总值的比值来衡量金融深化程度。(5)金融发展规模(*Finlevel*)。一个多层次、高效率的金融体系,能够为创新活动提供全生命周期的支持,用金融机构数量衡量金融规模的大小。(6)数字基建(*Digitalstr*)。数字基建通过提供普惠性的关键技术能力,从根本上重塑了城市持续创新的速度与广度,构建了一个驱动全域创新的动态环境。用常住人口百人中互联网宽带接

表1 变量名称及衡量方式

项目	影响因子	变量	衡量指标
经济实力	经济规模	X_1	GDP总量(亿元)
	产业结构	X_2	第三产业增加值占GDP的比重(%)
	经济发展水平	X_3	人均GDP(元)
金融实力	金融深化程度	X_4	存贷款余额占地区生产总值的比例(%)
	金融发展规模	X_5	金融机构数量(个)
基础设施	数字基建	X_6	百人中互联网宽带接入用户数(个)
	交通基建	X_7	市辖区年末实有道路面积(万平方米)
创新环境	创新活跃度	X_8	新注册企业数/常住人口数
	人力资本	X_9	普通高等学校在校学生人数/常住人口数

资料来源:作者自行整理。

入用户数来衡量数字基建。(7)交通基建(Transport)。交通基建是城市创新体系的“循环脉络”与“活力骨架”,通过重塑时空边界加速要素流动,为持续创新构建了不可或缺的物理基础,用市辖区年末实有道路面积来衡量交通基建。(8)创新活跃度(Inactlevel)。创新活跃度是城市创新生态的“活力指数”,一个高度活跃的创新环境,能够形成一种自我强化的正向循环,用新注册企业数占常住人口数的比例来衡量创新活跃度。(9)人力资本(Hucapital)。人力资本是创新的“活水源泉”和最终执行者,用普通高等院校在校学生数占常住人口的比例来衡量各地区人力资本水平。

(三)研究方法

1.机器学习模型

文章使用机器学习模型为K-均值聚类、决策树模型、随机森林和梯度提升决策树回归模型。K-均值聚类通常用两个点的距离衡量相似程度,即两个样本在欧式空间中的距离越近,表示这两个样本点越相似。公式如下:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x_j)^2} \quad (2)$$

d_{ij} 表示第*i*个样本与第*j*个样本之间的欧式距离。样本距离越接近,就可以将所列样本归为一类,再用所列样本的中心位置表示类别,以方便其他相似新样本的加入。

决策树是一种基于树形结构、非参数的监督学习算法,既可以用于分类,也可以用于回归。在进行回归时,决策树模型通常使用均方误差或平均绝对误差的减少量作为分裂标准,使每个叶节点内的数值尽可能接近。决策树模型结果非常容易过度拟合,即模型结果在训练集上表现极好,但在测试集上泛化能力差。为了克服过度拟合问题,本文综合采用随机森林和梯度回归模型进行回归预测。随机森林和梯度提升决策树均属于集成学习,其核心思想是通过“并行”和“串行”的方式构建一系列“弱”决策树,每一棵新树都致力于纠正前一棵树的错误,避免过度拟合问题。

2.复杂网络计量模型

与传统计量方法相比,机器学习存在因果解释能力差的问题。因此,除了机器学习,本文进一步结合传统计量方法分析金融科技和城市持续创新耦合协调的时空特征和驱动因素,采用复杂网络计

量模型包括耦合协调度模型、Dagum基尼系数分解法和障碍度模型。耦合协调度模型可反映两个及以上系统之间的耦合协调程度,本文使用此模型测算得出的协调度反映金融科技与城市持续创新的耦合协调水平,公式为:

$$C = 2 \times [DE_i \times GD_i / (DE_i + GD_i)^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$D = \sqrt{C \times T}, T = \alpha DE_i + \beta GD_i \quad (4)$$

式中,*C*为耦合度, DE_i 、 GD_i 为金融科技和城市持续创新两个系统,*D*为协调度,*T*为两系统的评价指数, α 和 β 通常取值0.5。

Dagum基尼系数分解法不仅能够精准测出样本的总体差距来源于组内差异的部分,还能够度量总体差距中由组间差异带来的构成份额,本文在分析金融科技与城市持续创新耦合协调的空间差异及来源时使用这一方法。障碍度模型用来识别和量化影响金融科技与城市持续创新耦合差距的主要障碍因素及其障碍程度。

四、金融科技与城市持续创新耦合协调的时空特征

(一)协调度的时间序列特征

2011—2023年,中国金融科技与城市持续创新协调度整体不高,年均值约为0.21(见表2),位于初级协调阶段,说明中国金融科技与城市持续创新高质量协调发展还远未实现。从城市群的整体格局来看,珠三角城市群、长三角城市群和京津冀城市群属于第一梯队,2011—2023年的大多数年份的协调度大于0.35,珠三角城市群属于绝对的领头羊。长江中游城市群、中原城市群和成渝城市群属于第二梯队,三者的协调度非常接近,均围绕0.20小幅度波动,有提升但速度相对缓慢,代表了全国的平均水平。关中平原城市群、哈长城市群与北部湾城市群属于第三梯队,协调度在0.14波动,远低于全国平均水平。

从动态趋势来看,呈现三种发展模式。第一种是强者恒强型。珠三角城市群,属于绝对的领头羊,协调度从2011年的0.37上升至2023年的0.44,增长显著,趋势线最为健康,显示出强劲且可持续的协同发展能力,表明其金融科技发展与城市创新之间形成了极佳的良性循环。

第二种是高位稳定型,长三角城市群长期在

表2 2011—2023年中国及九大城市群金融科技与城市持续创新协调度

年份	全国	京津冀	长三角	珠三角	成渝	长江中游	中原	关中平原	哈长	北部湾
2011	0.20	0.29	0.38	0.37	0.17	0.17	0.18	0.14	0.17	0.13
2012	0.18	0.28	0.36	0.34	0.16	0.16	0.18	0.13	0.16	0.12
2013	0.20	0.31	0.39	0.37	0.18	0.17	0.19	0.14	0.17	0.15
2014	0.21	0.33	0.39	0.40	0.20	0.18	0.19	0.15	0.16	0.15
2015	0.21	0.33	0.39	0.40	0.20	0.18	0.19	0.15	0.16	0.15
2016	0.21	0.34	0.38	0.41	0.21	0.20	0.20	0.17	0.16	0.16
2017	0.21	0.34	0.36	0.43	0.21	0.20	0.19	0.16	0.16	0.16
2018	0.20	0.33	0.36	0.44	0.20	0.20	0.19	0.15	0.14	0.15
2019	0.22	0.34	0.38	0.45	0.21	0.21	0.20	0.15	0.15	0.17
2020	0.22	0.35	0.38	0.44	0.21	0.22	0.22	0.15	0.15	0.18
2021	0.22	0.36	0.38	0.43	0.21	0.21	0.22	0.15	0.16	0.17
2022	0.22	0.36	0.38	0.44	0.21	0.22	0.22	0.16	0.16	0.17
2023	0.21	0.34	0.37	0.44	0.19	0.20	0.20	0.15	0.14	0.17

数据来源:作者计算所得。

0.38~0.39的极窄区间内波动,显示出成熟稳定的协同关系,但是由于出现新的发展瓶颈,与珠三角城市群的差距扩大。

第三种是发展乏力型,成渝、长江中游、中原等城市群的协调度在0.17~0.22的范围内缓慢增长,缺乏突破性进展,勉强达到全国平均水平。而关中平原、北部湾等城市群的协调度几乎不变,哈长城市群出现下降趋势,增长动力严重不足,面临转型困境,这与北方城市群企业以工业化为主和以国企业主

导有关,这些企业的创新需求、金融市场化程度相对较低,金融科技应用场景匮乏,进而导致城市持续创新与金融科技发展协调度低。

(二)协调度的空间分布特征

由协调度时序变化可知,2011—2023年中国整体处于不同梯队的协调发展阶段,故将其作为特征时点对各地级市协调度进行聚类分析。通过Python进行K-均值聚类分析后,得出结果(见表3)。

表3 2011—2023年金融科技与城市持续创新协调度K-均值聚类结果

类别	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年
0	208	208	208	208	165	165	174	162	179	167	164	192	192
1	66	66	66	63	81	81	84	90	88	92	91	74	75
2	10	10	10	13	38	38	26	32	17	25	29	18	17

数据来源:作者计算所得。

注:0类代表低协调度,1类代表中协调度,2类代表高协调度。

从整体聚类结构演变趋势来看,研究期内的金融科技与城市持续创新水平协调度具有明显的空间分异规律,可分为三个阶段:一是稳定期(2011—2014年),结构高度稳定,低协调度城市大约占比73%,高协调度城市极少,反映早期金融科技与城市持续创新融合程度低,区域差异显著;二是跃升期(2015—2021年),低协调度城市数量大幅减少,中、高协调度城市数量明显增加,尤其是2015年发生显著结构优化,这可能与国家“互联网+”“双创”及金融科技试点政策推动有关;三是波动调整期(2022—2023年),中协调度城市数量下降至74个

左右,高协调度城市数量下降至17个,2023年低协调度城市数量显著增加(192个),接近2011年水平,反映资源进一步向高协调度城市集中,多数城市协调度提升乏力。

以2023年为例,从重点城市的类别变迁分析来看,东部地区城市普遍位于中、高协调类别。北京、上海与杭州始终保持高协调度,具体来看,三地的金融科技发展水平分别为1、0.8、0.22,持续创新水平分别为0.83、0.68、0.46,稳居全国前三,显示出作为国家金融与科技创新双中心的显著优势。相比之下,中西部地区多数城市的“脱耦”现象较为

突出。其中,陇南、克拉玛依、武威、西宁等城市,在金融科技发展水平、城市持续创新水平、耦合协调度方面,均处于全国后十位。反映出这些城市在金融基础设施与数字化建设资源、创新投入等方面存在短板,制约了金融科技与城市持续创新的协同发展。值得注意的是,部分发达城市同样存在不同程度的“脱耦”现象。以成都为例,其城市持续创新水平较高,位居全国第十,但在金融科技发展及相关协调水平方面尚未跻身全国前十。这类结构性“脱耦”现象的形成机制与影响,仍需进一步深入探究。

单个城市是城市群协调格局形成的关键动力源。核心城市通过技术外溢、资本输出与模式示范,发挥“增长极”效应,驱动城市群整体协调度提升。例如,北京、上海、深圳等高协调度城市,直接助推京津冀、长三角、珠三角城市群跻身全国第一梯队;成都、武汉等城市也显著带动了所在城市群水平。反之,城市群作为系统环境,深刻影响着单个城市的发展轨迹。长三角、粤港澳城市群,通过政策与资源共享,形成水涨船高的协同效应;而哈长等北方城市群,受制于重工业主导的产业结构,即便个别城市具有发展意愿,也因区域创新生态薄弱而难以突破,陷入整体协调停滞甚至下滑的困境。

(三)协调度的空间差异及分解

总体基尼系数在2011—2023年间波动范围较小(0.291~0.314),表明城市间协调度不平等程度相对稳定,但存在轻微上升趋势。具体来看,2011—2015年,总体基尼系数从0.309缓慢上升至0.314,不平等程度略有加剧。2016—2020年,总体基尼系数从0.310下降至0.291,不平等程度有所缓解。2021—2023年,总体基尼系数从0.297回升至0.308,不平等程度再次上升(见表4)。

从组内、组间及超变密度贡献分析来看,首先,组间不平等是主导因素。大多数年份的组间贡献率超过70%,最高达83.37%,表明不同协调度组别(低、中、高)之间的差异是总体不平等的主要驱动力,低、中、高协调度城市组之间的发展差距较大,导致整体不均衡。其次,组内不平等贡献较低,大多数年份的贡献率在20%左右,对应组内基尼系数为0.189,表明各组内部城市协调度相对均匀。最后,超变密度贡献可忽略,贡献率几乎为零,表明低、中、高协调度组别之间的界限清晰,没有显著交叉。根据以上分析可知,组间不平等是总体不平等

的主要来源,政策重点应致力于缩小低、中、高协调度组别之间的差距。

表4 Dagum基尼系数及贡献率结果

年份	基尼系数			贡献率(%)			
	总体	<i>G_w</i>	<i>G_b</i>	<i>G_t</i>	<i>G_w</i>	<i>G_b</i>	<i>G_t</i>
2011	0.309	0.080	0.229	0.000	25.91	74.09	0.00
2012	0.311	0.189	0.087	0.040	60.77	27.85	11.39
2013	0.312	0.083	0.228	0.000	26.78	73.17	0.05
2014	0.314	0.084	0.230	0.000	26.84	73.13	0.02
2015	0.314	0.052	0.262	0.000	16.48	83.37	0.16
2016	0.310	0.054	0.256	0.000	17.38	82.55	0.07
2017	0.301	0.058	0.242	0.000	19.35	80.59	0.06
2018	0.311	0.053	0.258	0.000	17.11	82.87	0.02
2019	0.302	0.067	0.234	0.000	22.14	77.57	0.30
2020	0.291	0.056	0.234	0.000	19.24	80.70	0.06
2021	0.297	0.057	0.241	0.000	19.00	80.86	0.14
2022	0.293	0.067	0.226	0.000	22.87	77.11	0.02
2023	0.308	0.070	0.238	0.000	22.64	77.35	0.02

数据来源:作者计算所得。

从区域间差异来看(见表5),低协调度组(0类)内部差异最大,说明低协调度城市之间发展不均衡较为明显。中、高协调度组(1类和2类)内部差异最小且相对稳定,说明这些城市发展较为均衡。低协调度组与高协调度组之间的差距是总体不平等的核心来源,且始终维持高水平(大于0.56)。低协调度组与中协调度组之间的差距也较明显,组间基

表5 Dagum基尼系数差异分解结果

年份	组内基尼系数			组间基尼系数		
	0	1	2	0&1	0&2	1&2
2011	0.185	0.113	0.096	0.389	0.636	0.329
2012	0.190	0.126	0.318	0.396	0.306	0.299
2013	0.191	0.127	0.097	0.391	0.632	0.322
2014	0.198	0.116	0.126	0.388	0.605	0.286
2015	0.175	0.104	0.125	0.324	0.578	0.314
2016	0.181	0.095	0.128	0.315	0.567	0.307
2017	0.175	0.112	0.129	0.324	0.572	0.306
2018	0.181	0.106	0.134	0.325	0.581	0.315
2019	0.177	0.141	0.096	0.362	0.588	0.300
2020	0.173	0.111	0.125	0.322	0.561	0.292
2021	0.183	0.112	0.129	0.316	0.561	0.298
2022	0.178	0.105	0.119	0.343	0.573	0.286
2023	0.186	0.109	0.120	0.362	0.598	0.300

数据来源:作者计算所得。

注:0类代表低协调度,1类代表中协调度,2类代表高协调度。

尼系数范围处于0.315~0.396之间。中协调度组与高协调度组的差异相对较小且比较稳定,说明中协调度城市有向高协调度城市收敛的趋势。综上,组间差异均没有出现任何下降趋势。未来,应重点缩小低协调度组与高协调度组之间的差距,通过技术扩散、政策倾斜、跨区域合作等方式,推动低协调度城市向中高协调度跃迁。应将中协调度组作为“桥梁”,承接高协调度组的技术与模式,向低协调度组辐射。另外,还需关注低协调度组内部的不均衡问题,进一步实施差异化扶持。

五、金融科技与城市持续创新耦合协调的驱动因素分析

根据已有研究,如果将每个省份或地级市当作行动者,那么省际或者城市间协调度的空间差异可视为地区之间的一种“关系”,但以关系数据形式存在的变量之间通常存在自相关和多重共线性问题,使用传统的统计检验方法识别驱动因素会面临诸多挑战,包括数据过度拟合(Kar et al., 2025)、未考虑因素间关系等,传统计量模型无法实现预测精度的目标。使用机器学习方法不需要预设关系,可以利用算法从数据中学习模式,实现对新数据的最优预测,识别给定的解释变量能否准确地预测被解释变量,在预测准确性和可解释性之间进行权衡。因

此,运用多种机器学习模型揭示耦合驱动的关键因素。

(一)基于多种机器学习模型的预测分析

为了更好地挖掘金融科技与城市持续创新协调与其他驱动变量之间的关联性,以K-均值聚类回归结果为界限,将所有样本分为低协调度、中协调度和高协调度,通过多个机器学习模型对协调度进行预测,揭示在不同等级的协调度区域,有利于城市实现金融科技与持续创新高水平的协同发展的变量和条件。结果表明,除低、中协调度的决策树模型拟合结果之外,机器学习模型在预测协调度上的表现均优于线性回归模型(见表6)。

经过检验,梯度回归模型拟合结果最优,以梯度模型结果为例进行分析。特征权重显示了各变量对被解释变量贡献的重要程度(见表7),研究结果如下:

首先,在全样本中,金融发展规模的权重最高(X_5 权重为0.73),远高于其他变量(X_1 权重为0.11, X_2 — X_4 、 X_6 — X_9 权重均低于0.05),表明金融发展规模是推动金融科技与城市持续创新耦合协调发展的核心因素,其他因素也有小幅度贡献。因此,在制定普适性政策时,应优先扩大金融机构数量,增强金融体系的服务能力,同时兼顾经济规模、产业结构、数字基建等辅助因素。

其次,在低协调度区域,经济规模(X_1 权重为

表6 不同回归模型的拟合结果

回归模型	决策树	随机森林	梯度回归	线性回归
全样本	训练集 $R^2=0.56$	训练集 $R^2=0.74$	训练集 $R^2=0.96$	调整 $R^2=0.73$
	测试集 $R^2=0.64$	测试集 $R^2=0.75$	测试集 $R^2=0.93$	
高协调度	训练集 $R^2=0.85$	训练集 $R^2=0.87$	训练集 $R^2=0.99$	调整 $R^2=0.83$
	测试集 $R^2=0.81$	测试集 $R^2=0.87$	测试集 $R^2=0.91$	
中协调度	训练集 $R^2=0.46$	训练集 $R^2=0.94$	训练集 $R^2=0.97$	调整 $R^2=0.38$
	测试集 $R^2=0.21$	测试集 $R^2=0.57$	测试集 $R^2=0.65$	
低协调度	训练集 $R^2=0.50$	训练集 $R^2=0.75$	训练集 $R^2=0.90$	调整 $R^2=0.47$
	测试集 $R^2=0.34$	测试集 $R^2=0.46$	测试集 $R^2=0.73$	

数据来源:作者计算所得。

表7 不同变量的特征权重值

变量	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
全样本	0.11	0.03	0.02	0.03	0.73	0.02	0.03	0.01	0.03
高协调度	0.02	0.10	0.01	0.65	0.74	0.01	0.02	0.02	0.02
中协调度	0.06	0.04	0.09	0.20	0.23	0.06	0.12	0.06	0.11
低协调度	0.40	0.06	0.06	0.06	0.15	0.07	0.07	0.06	0.08

数据来源:作者计算所得。

0.40)是推动金融科技与城市持续创新协调度的关键因素,金融发展规模(X_5 权重为0.15)是第二重要因素,表明区域经济基础和金融基础薄弱是制约两者协调发展的关键因素。

再次,在中协调度区域, X_5 金融发展规模权重为0.23, X_4 金融深化程度权重为0.20, X_7 交通基建权重为0.12, X_9 人力资本水平权重为0.11,其他变量权重在0.06~0.10之间,表明多个变量有显著影响,需要重点关注这些区域金融实力层面的发展,以及交通基础设施和人力资本。

最后,在高协调度区域,金融实力层面权重极高(X_5 权重为0.74、 X_4 权重为0.65),是绝对主导因素。其他变量权重极低, X_2 产业结构权重为0.10,其余变量权重均低于0.03,表明这些区域已进入高度协调阶段,金融发展规模是维持高水平协调的关键。

(二)基于障碍度模型的驱动因子识别

本文采用数据驱动的研究方法对数据集开展深度挖掘与分析,进一步借助障碍度模型,研究影响金融科技与城市持续创新协调度耦合协调度各项指标的障碍度动态演变特征。

表8显示了2011—2023年影响金融科技与城市持续创新协调度的各指标障碍度的变化状况。从核心障碍因子来看,以金融深化程度表征的金融实力是制约二者协调发展的首要因素。2011—2023年高、中、低三类协调度区域的障碍度分别稳定在18%、15%和13%左右,充分说明金融深化程度对金融科技与城市创新协调发展的制约作用最为突出,究其原因,在金融业数字化转型的过程中,综合实力雄厚的大型金融机构具备充足的资金优势,可持续加大金融科技领域的研发与应用投入;而中小金融机构资金储备不足,难以跟进大型金融机构的数字化发展节奏,进而拉大了行业发展差距。交通基建是影响二者协调发展的次要障碍因素。其中,低协调度区域的障碍度年均值约为13%,在快速城市化过程中,交通网络不断完善,但与金融科技和创新活动的空间匹配度不足是制约低等协调度区域耦合协调水平提升的重要原因。同时,对于低协调度区域,金融机构数量衡量的金融发展规模,其障碍度保持较高水平,年均值13%左右。这可能是由于金融机构空间分布不均,呈现“核心—边缘”特征(杨雨等,2023),阻碍了金融科技和

创新活动协同发展。此外,数字基建、创新活跃度以及人力资本均对金融科技与城市持续创新的协调发展形成显著约束。2021年,高、中、低三类协调度区域数字基建的障碍度出现明显跃升,分别上升至16.95%、14.54%和13.42%,人力资本的障碍度年均值长期稳定在11%~13%,反映出数字需求激增与数字化人才缺口之间的矛盾在扩大。创新活跃度的障碍度呈现逐年上升趋势。以中协调度区域为例,障碍度由2011年的11.89%上升至2023年的14.53%,表明创新活动本身可能因创新活动空间分布不合理成为协调障碍,部分城市的创新活动未能有效地反哺金融科技发展。相对而言,高、中、低协调度区域的经济水平、产业结构和经济规模的障碍度均处于较低水平,这一结果表明,区域经济增长与产业结构转型并非金融科技与城市创新协调发展的主要阻碍,宏观经济基础对二者协同发展的负面约束作用较弱,发展的核心痛点在于如何将存量经济优势有效转化为金融科技与城市创新融合发展的内生动力。

从各区域障碍因子的作用强度差异来看,诊断各类型金融科技与城市持续创新水平协调度的障碍因子。从障碍作用程度来看,高协调度区域中,金融深化程度衡量的金融实力方面的障碍度(年均值为18.67%)显著高于其他所有因子,同时也远高于中协调度区域(15.21%)与低协调度区域(13.39%)。基础设施(数字基建)和创新环境(人力资本)是制约高协调度区域协同发展的次要障碍因子,而交通基建、经济发展水平、经济规模及产业结构等因子的障碍度要低于其他区域。对于中协调度区域而言,金融实力同样是首要障碍因素,年均障碍度为15.21%,约束作用显著高于其余指标;交通基建与数字基建构成次要障碍,产业结构与经济发展水平对其协调发展的制约作用相对微弱。综上可知,中、高协调度区域应合理配置金融资源、提升数字化水平以及培养数字化人才,进一步提升金融科技与城市持续创新的耦合协调水平。

对于低协调度区域而言,金融实力、基础设施以及创新环境方面的障碍度相对均衡,年均值为13%左右。因此,扩大基础金融服务覆盖、发展普惠金融,补齐交通、网络硬件短板是低协调度区域提升经济实力,进一步推动金融科技与城市持续创

表8 不同类型协调度的障碍因子诊断

	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
高协 调度	2011	5.91	7.99	5.44	20.37	8.64	15.56	6.34	14.07	15.67
	2012	5.77	8.52	5.91	21.28	8.89	12.10	6.82	14.27	16.44
	2013	5.17	10.08	5.29	19.51	8.07	12.33	6.47	18.09	15.00
	2014	5.93	7.86	5.63	20.65	9.45	13.24	7.54	15.14	14.56
	2015	7.78	7.55	6.63	18.44	11.64	12.76	10.56	11.59	13.06
	2016	8.01	7.53	6.59	18.73	11.92	12.22	10.93	10.67	13.40
	2017	6.94	11.32	5.73	17.25	10.16	11.69	15.57	8.78	12.57
	2018	7.92	5.65	6.48	19.13	11.83	14.01	11.06	11.03	12.89
	2019	6.39	4.82	5.33	17.86	9.16	13.52	15.49	14.35	13.08
	2020	7.30	4.41	5.90	18.23	10.70	13.17	12.26	14.43	13.62
	2021	6.91	5.55	5.05	16.93	10.10	16.95	11.22	15.52	11.78
	2022	5.64	5.84	4.57	16.57	8.60	16.67	9.19	15.53	11.83
	2023	6.15	6.21	4.64	17.81	9.04	17.92	8.73	17.25	12.24
		年均值	6.60	7.18	5.63	18.67	9.86	14.01	10.17	13.90
中协 调度	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
	2011	8.94	7.57	5.99	16.26	13.17	13.33	11.45	11.89	11.41
	2012	9.02	7.84	6.46	16.61	13.42	11.49	11.80	11.61	11.74
	2013	8.48	8.76	6.16	15.67	12.70	11.11	11.20	14.83	11.08
	2014	8.90	7.45	6.56	16.04	13.23	11.63	12.15	12.51	11.54
	2015	8.97	7.69	7.07	14.98	13.20	11.93	12.93	11.34	11.89
	2016	9.13	7.75	7.05	15.13	13.39	11.66	13.26	10.60	12.02
	2017	8.75	9.80	6.57	14.72	12.84	11.29	14.71	9.98	11.34
	2018	9.12	6.93	6.77	15.08	13.33	12.11	13.31	11.36	12.00
	2019	8.81	6.64	6.09	14.76	12.59	11.82	14.70	12.34	11.11
	2020	9.13	6.37	6.21	14.94	13.19	11.96	13.69	12.86	11.66
	2021	8.74	6.73	5.66	14.11	12.65	14.54	13.07	13.34	11.15
	2022	8.47	6.92	5.41	14.54	12.18	14.02	12.77	13.75	10.61
	2023	8.66	7.04	5.39	14.87	12.41	14.07	12.55	14.53	10.49
	年均值	8.86	7.50	6.26	15.21	12.95	12.38	12.89	12.38	11.39
低协 调度	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
	2011	8.87	7.66	6.05	13.59	13.11	12.70	13.08	11.23	12.27
	2012	9.07	7.93	6.60	13.88	13.42	11.94	13.38	10.74	12.56
	2013	8.73	8.54	6.33	13.39	12.92	11.56	12.94	13.09	12.03
	2014	8.89	7.76	6.54	13.59	13.16	11.95	13.16	12.14	12.32
	2015	8.95	7.82	6.90	13.49	13.28	12.15	13.37	10.86	12.56
	2016	9.09	7.96	6.79	13.60	13.47	11.88	13.61	10.28	12.71
	2017	8.87	9.10	6.44	13.29	13.14	11.73	13.86	10.65	12.35
	2018	9.05	7.54	6.48	13.45	13.37	11.97	13.46	11.36	12.70
	2019	8.92	7.44	6.10	13.18	13.13	11.64	13.90	12.41	12.16
	2020	9.10	7.13	6.25	13.41	13.38	11.19	13.72	12.89	12.33
	2021	8.82	7.25	5.83	12.99	12.97	13.42	13.28	13.09	11.74
	2022	8.81	7.37	5.82	13.04	13.00	13.33	13.30	13.03	11.77
	2023	8.85	7.44	5.62	13.11	13.03	13.15	13.24	13.43	11.61
	年均值	8.92	7.76	6.29	13.39	13.18	12.20	13.41	11.94	12.24

数据来源:作者计算所得。

新水平协同发展的共同着力点。

六、主要研究结论与启示

(一)研究结论

本文从经济地理学的视角出发,对2011—2023年金融科技与城市持续创新耦合协调的时空特征及驱动因素进行研究,综合运用机器学习模型和复杂网络计量方法,系统揭示金融科技与城市持续创新耦合协调发展的时空演变规律、关键驱动因素与差异化障碍,研究结论如下。

1.整体协调水平偏低,空间分异格局与路径依赖性显著

全国整体协调度仍处于初级协调阶段,“科技—金融—产业”良性循环在多数地区尚未形成。空间上,呈现以珠三角、长三角、京津冀等城市群为首的领先梯队,以长江中游、成渝、中原等城市群为代表的中间梯队,以关中平原、哈长、北部湾等城市群为主的滞后梯队的“东高西低、南强北弱”三级梯队格局。体现了经济地理学中的“核心—边缘”结构与区域发展的非均衡性。滞后梯队的协调度长期在低位徘徊,哈长城市群出现下滑趋势,说明北方部分区域具有转型困境。组间不平等(贡献率超70%)是总体差异的主导来源,且高低协调组间的差距未见收敛。从经济地理学视角来看,领先地区的集聚外部性与路径依赖正在持续强化优势,而边缘地区则可能面临“制度薄层”与“地理锁定”的双重制约。

2.协调发展呈现动态阶段性特征,出现结构性回调与资源集聚态势

从时间序列来看,全国层面的协调进程分为三个阶段:一是2011—2014年的结构稳定期,低协调度城市占绝对主导;二是2015—2021年的快速跃升期,受益于“互联网+”“双创”等国家政策,中、高协调度城市数量显著增加;三是2022—2023年的波动调整期,低协调城市数量显著反弹,接近2011年水平,而高协调度城市数量在17个左右。这表明,在外部环境变化(如国际摩擦、监管调整)和内部发展动力转换的背景下,协调发展的资源与动能进一步向少数头部高协调度城市(如北京、上海、深圳、杭州)集聚,多数城市面临发展瓶颈,区域协调发展挑战加剧。

3.驱动与障碍因素具有鲜明的阶段性与区域性
机器学习与障碍度模型的双重分析揭示了不同发展阶段的短板。对于中、高协调度区域,如一线及强二线城市,金融实力层面是最大的持续障碍,障碍度显著高于其他区域。该特征表明,这些区域已跨越基础规模扩张阶段,核心矛盾从“有没有”转向“好不好”,关键在于破除金融体系僵化问题,提升金融资源配置与科技创新需求的适配性。数字基建与创新质量的瓶颈也日益凸显。中西部地区及东北地区城市为代表的低协调度区域,驱动因素呈现多元化特征,同时受金融、交通、数字、人力等多重短板的共同约束,亟须在经济规模、金融规模、交通基建、人力资本等多维度协同推进,进一步提升经济实力。

(二)启示

基于以上结论,相关的政策制定必须摒弃“一刀切”思维,转向“分层、分类、精准”的精细化治理模式,缩小区域差距,推动整体协调水平向中、高协调度迈进。

1.实施差异化、梯队式的发展策略

高协调度城市应发挥引领作用,深化金融改革,鼓励风险投资、科技信贷、知识产权证券化等创新,打破金融资源流向科技创新的体制性障碍。同时,布局前沿数字基础设施,促进数据要素流通,打造国际一流的创新生态和金融科技营商环境,发挥其对全国的技术溢出与模式输出作用。中协调度城市应将政策重心放在系统性提升与精准补强,实施“产业—科技—金融”一体化规划,依托本地产业特色构建产融合作平台。同时,加大对新基建、职业教育和数字技能培训的投入,强化其连接高协调度城市与辐射低协调度城市的“桥梁”功能。对于低协调度城市,政策制定关键在于夯实基础与承接转移。应通过财政、税收等工具着力培育特色经济,扩大经济总量;积极引入和增设金融机构网点,发展普惠金融。国家重大基础设施项目可予以适度倾斜,优先改善其交通与网络连通性。同时,依托飞地经济、对口合作等模式,主动承接高协调度地区的技术、资本和产业转移。

2.着力破解关键共性障碍,优化耦合机制

一是聚焦金融深化障碍,在全国层面,应加快推进多层次资本市场建设,丰富科创企业的融资工具。在监管上,探索推广“监管沙盒”,鼓励金融科

技在风险可控前提下服务实体经济创新。二是促进基础设施与创新活动的空间匹配,在进行城市规划与新基建投资时充分考虑创新产业的空间布局,推动创新街区、科技园区与金融服务集聚区、数据枢纽的融合发展,降低耦合的物理与制度性成本。三是应对人力资本与创新质量挑战,将数字化人才培养置于战略高度,推动高校学科交叉与课程改革,引导创新活动更多面向产业需求和应用场景,提升创新对金融科技的反哺能力。

参考文献

- [1] Zhang A, Wang S, Liu B, et al. How fintech impacts pre-and post-loan risk in Chinese commercial banks [J]. *International journal of finance & economics*, 2020.
- [2] Wang R, Liu J, Luo H R. Fintech development and bank risk taking in China [J]. *European journal of finance*, 2020(2):1-22.
- [3] Chen M A, Qinxi W, Baozhong Y. How valuable is FinTech innovation? [J]. *The review of financial studies*, 2019, 32(5):2062-2106.
- [4] Das S R. The future of FinTech [J]. *Financial management*, 2019, 48(4):981-1007.
- [5] Farhoodi M L, Veldkamp L. Long-run growth of financial data technology [J]. *American economic review*, 2020, 110(9):2819-2858.
- [6] Cao S S, Du K, Yang B, et al. Copycat skills and disclosure costs: evidence from peer companies' digital footprints [J]. *Journal of accounting research*, 2021, 59(4):1261-1302.
- [7] Thakor A V. FinTech and banking: What do we know? [J]. *Journal of financial intermediation*, 2020, 41:100833.
- [8] Paul T. Internet of things and 5G are the revolution to the banking industry using neuro-fuzzy technique [J]. *Discover computing*, 2025, 28(1):56-56.
- [9] Fu B, Zhang Y, Maani S, et al. Green finance and job creation: analyzing employment effects in China's manufacturing industry within green finance innovation and reform pilot zones [J]. *Energy economics*, 2025, 141108090-108090.
- [10] Xu Du, Shuanxi Fang. Smart finance, skilled workers: The role of labor force in FinTech-Driven economic growth [J]. *Finance research letters*, 2025, 88:109103.
- [11] Triguero, Córcoles D. Understanding innovation: An analysis of persistence for Spanish manufacturing firms [J]. *Research Policy*, 2013, 42(2):340-352.
- [12] Kar A K, Dwivedi Y K. Theory building with big data-driven research—Moving away from the “What” towards the “Why” [J]. *International journal of information management*, 2025, 54:102205.
- [13] 谢娟青,李世奇,张美星.金融科技背景下普惠金融对商业银行盈利能力的影响研究[J].*数量经济技术经济研究*, 2021(8).
- [14] 王道平,刘杨婧卓,徐宇轩,等.金融科技、宏观审慎监管与我国银行系统性风险[J].*财贸经济*, 2022(4).
- [15] 徐照宜,巩冰,陈彦名,等.金融科技、数字化转型与企业突破性创新:基于全球专利引用复杂网络的分析[J].*金融研究*, 2023(10).
- [16] 刘长庚,李琪辉,张松彪,等.金融科技如何影响企业创新?——来自中国上市公司的证据[J].*经济评论*, 2022(1).
- [17] 张骏,郭娜,刘彦迪.金融科技对银行风险的影响研究:基于流动性创造与经营效率的分析[J].*南开经济研究*, 2023(11).
- [18] 杨欣月,周绍妮,谢贤君.金融科技发展对企业数字化转型的影响:来自中国非金融类上市公司的经验证据[J].*改革*, 2024(9).
- [19] 蔡栋梁,王海军,黄金,等.银行数字化转型对小微企业自主创新的影响:兼论数字金融的协同作用[J].*南开管理评论*, 2024(3).
- [20] 龚钰涵,杨珂凡,袁礼.金融科技如何影响企业技术创新? [J].*经济体制改革*, 2024(3).
- [21] 陈俊营,崔文杰,方俊智.金融科技与绿色金融协同发展对城市低碳化的影响:基于长江经济带108个城市的实证分析[J].*长江流域资源与环境*, 2025(6).
- [22] 钟超杰,赵淳,高峰,等.金融科技改善你的基金投资了吗?——基于基金销售渠道的分析[J].*金融研究*, 2024(5).
- [23] 姜富伟,马甜,张宏伟.高风险低收益? 基于机器学习的动态CAPM模型解释[J].*管理科学学报*, 2021(1).
- [24] 凌士显,张晓玉.数字化转型对企业持续创新的影响:基于数字化赋能功能与协同功能机制的分析[J].*软科学*, 2024(8).
- [25] 江山,孙光国.选择性产业政策、企业创新与制造业企业高质量发展[J].*科研管理*, 2025(1).
- [26] 李玉花,林雨昕,李丹丹.人工智能技术应用如何影响企业创新[J].*中国工业经济*, 2024(10).
- [27] 康艳玲,王满,陈克兢.科技金融能促进企业高质量发展吗? [J].*科研管理*, 2023(7).
- [28] 王建军,曹宁,叶明海.多维知识搜寻、知识重构与企业持续创新:IT治理的调节作用[J].*软科学*, 2020(9).
- [29] 余芬,樊霞.高管认知、行业管制与企业创新持续性[J].*科研管理*, 2022(12).
- [30] 赵炎,齐念念,孟庆时.技术整合能力、绿色专利质量与企业持续性创新[J].*科技进步与对策*, 2023(8).
- [31] 孙冰,谭钰皎,杨雪婷.企业规模与创新持续性:基于“坚

- 柔并济”的双调节作用[J].软科学,2024(9).
- [32]俞毛毛,卢小祁.银行金融科技发展能够促进企业数字化转型吗?——基于融资约束及创新激励机制的研究[J].经济经纬,2024(3).
- [33]谢婧青,方顺超,朱平芳.金融科技提升企业全要素生产率:基于供应链金融深度的视角[J].管理科学学报,2025(11).
- [34]刘应元,郭文字.金融科技对农民农村共同富裕的影响:基于现代乡村产业体系构建的机制检验[J].华东经济管理,2025(11).
- [35]蔡庆丰,陈熠辉,林焜.信贷资源可得性与企业创新:激励还是抑制?——基于银行网点数据和金融地理结构的微观证据[J].经济研究,2020(10).
- [36]张海,杜宇玮.实施产业基础再造工程的金融支撑:逻辑机制、国际经验与中国方略[J].现代经济探讨,2023(6).
- [37]席增雷,杨永君,梁佳林.数字技术创新对高质量发展的影响机制研究:来自地级及以上城市政府工作报告的经验证据[J].宏观经济研究,2025(10).
- [38]王雨璇,田泽,任阳军.中国制造业数字化转型效率空间关联及驱动因素研究[J].经济体制改革,2025(2).
- [39]孙波约,于斌斌,胡雅静.算力基础设施建设是否抑制了企业“脱实向虚”?——来自中国地级及以上城市数据中心建设的经验证据[J].金融研究,2025(7).
- [40]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).
- [41]何郁冰,张思.技术创新持续性对企业绩效的影响研究[J].科研管理,2017(9).
- [42]杨雨,宋福铁,张杰.基于地理探测器的中国金融网络空间结构特征及影响因素研究[J].干旱区地理,2023(9).

Research on the Spatio-Temporal Characteristics and Driving Factors of the Coupling and Coordination between Fintech and Urban Sustainable Innovation

Yang Yu Geng Zhongyuan

Abstract: Financial technology and continuous urban innovation are dual engines driving high-quality economic development. This paper comprehensively employs machine learning models and complex network measurement methods to systematically reveal the spatio-temporal evolution patterns, key driving factors, and differentiated obstacles of the coupled and coordinated development of financial technology and continuous urban innovation from 2011 to 2023. The results indicate that: In terms of the temporal evolution, the overall coordination level is relatively low, still at the primary coordination stage, and there is a risk of the “Matthew effect”, indicating that the virtuous cycle of “science and technology-finance-industry” has yet to be formed; In terms of spatial layout, a clear three-tiered pattern of “higher in the east and lower in the west, stronger in the south and weaker in the north” is observed. The leading tier consists of the Pearl River Delta, the Yangtze River Delta, and the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. The middle tier comprises the middle reaches of the Yangtze River, the Chengdu-Chongqing region, and the Central Plains urban agglomeration. The lagging tier includes the Guanzhong Plain, the Harbin-Hulunbuir region, and the Beibu Gulf urban agglomeration; Coordinated development exhibits dynamic and phased characteristics. In recent times, there has been a structural correction and a trend of resource concentration. The coordinated development process at the national level can be divided into three stages: the period of structural stability from 2011 to 2014, the period of rapid ascent from 2015 to 2021, and the period of fluctuation and adjustment from 2022 to 2023; The driving and obstructive factors exhibit distinct characteristics of temporality and regionality. In the core regions with high coordination, the main contradiction lies in how to prevent the rigidity of the financial system and enhance the compatibility between financial resource allocation and technological innovation demands. In the regions with low coordination, the driving factors present a diversified feature, and require multi-dimensional collaborative efforts such as digital infrastructure, financial scale, transportation infrastructure, and human capital.

Key Words: Financial Technology; Continuous Urban Innovation; Coupling Coordination; Spatio-Temporal Characteristics; Driving Factors

(责任编辑:彦 伦)