

中国数字金融与科技创新耦合协调发展的时空演变及其交互影响

邹新月, 王旺

(广东财经大学 金融学院, 广东 广州 510320)

摘 要: 基于中国 2011—2018 年 291 个地市的的面板数据, 构建包含政府、企业、科研院所的科技创新评价体系, 分析数字金融与科技创新之间耦合协调发展关系的时空演变, 并使用空间联立方程模型对数字金融与科技创新之间的交互影响进行实证研究。结果表明: 我国数字金融与科技创新之间的耦合协调度呈现东高西低、南高北低的分布特征; 随着经济结构的转型升级, 二者的耦合协调状况逐渐得到改善, 越来越多的地区从耦合失调阶段进入耦合协调阶段, 但是目前数字金融的发展态势显著超前于科技创新。未来应摒弃重视数字金融发展速度、忽视发展质量的观念, 在加强监管的同时, 提升数字金融服务科技创新的能力和水平, 进而推动数字金融与科技创新的协调发展。

关键词: 数字金融; 科技创新; 科技创新评价体系; 耦合协调; 时空演变; 空间溢出

中图分类号: F832.0; F062.3

文献标志码: A

文章编号: 1008-2506(2021)03-0004-14

一、引言

自新冠疫情爆发以来, 受疫情冲击, 国际形势复杂多变, 但国内经济社会大局基本保持稳定。习近平总书记基于我国的发展现状, 提出要“构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”。坚持双循环发展战略必须重视科技创新的重要作用, 创新是引领发展的第一动力, 是我国迈向制造强国、实现经济高质量发展的关键, 更是实现中华民族伟大复兴的重要引擎。科技创新活动的开展离不开社会经济系统尤其是金融系统的支持(Maskus 等, 2011)^[1], 金融要素参与到科技创新的各环节中, 不仅能够加速创新主体的研发进程, 也能为科技创新活动提供良好的外部环境和充沛的资金保障(Meierrieks, 2015)^[2]。但是长期以来, 中国金融体系一直存在的深层次结构性矛盾严重束缚了科技创新的活力(庄毓敏等, 2020)^[3]。随着移动互联网技术的普及, 数字金融在我国呈现快速发展的势头, 一定程度上缓解了创新主体的资金约束, 进而促进了科技创新水平的提高, 且科技创

■收稿日期: 2021-01-18

■基金项目: 广东省重点学科科研项目(2019GDXXK0002)

■作者简介: 邹新月(1965-), 男, 湖南新化人, 广东财经大学金融学院教授, 博士; 王旺(1994-), 男, 安徽宿州人, 广东财经大学金融学院研究生。

新的各项成果也有助于推动数字金融的进一步发展。据北京大学数字金融研究中心发布的资料显示,2011年我国数字金融整体发展水平较低,各省数字金融指数中位值为 33.6,2018 年则增长到 294.3。图 1 是 2011—2018 年我国各省市数字金融增长水平分布情况^①,从中可以看出,西藏、新疆和青海等西部地区增长速度最快,安徽、河南等中部地区增长速度次之,东南沿海地区增长速度较慢,数字金融发展整体呈现西北高、东南低的状态,且中西部地区的发展速度显著快于东部地区。

目前学者们对于数字金融的研究主要集中在数字金融对经济增长、收入差距和消费等领域的影响分析方面。如张勋等(2019)^[4]认为数字金融有助于促进低收入群体创业,进而推动经济包容性增长;邹新月和王旺(2020)^[5]研究发现数字金融能够显著缩小城乡收入差距。随着经济高质量发展目标的提出,消费对中国经济的影响力逐渐提升,学者们从城乡消费、区域消费等不同角度分析数字金融对消费的影响,认为数字金融的发展不仅可以促进居民消费水平的提高,更能有效缩小城乡以及区域间的消费差距(易行健和周利,2018;张勋等,2020)^[6-7]。现有文献将影响科技创新的因素归纳为外部环境和内部条件两方面,其中外部环境包括政府政策、宏观经济、法律制度和融资环境等(顾夏铭等,2018)^[8],内部条件包括股权结构、财务状况、公司治理等(李文贵和余明桂,2015;鲁桐和党印,2014)^[9-10]。虽然数字金融在我国发展较快,但由于出现时间较短,因此探讨数字金融与科技创新之间关系的文献较少。学者们普遍认为数字金融能够凭借其低成本、广覆盖等战略优势提高企业对融资约束的容忍度,进而促进科技创新(唐文进等,2020)^[11]。此外,学界对于数字金融在不同地区和不同行业间的创新激励作用尚存在争议,如汪亚楠等(2020)^[12]认为数字金融对东部地区的创新激励作用大于中西部地区,但梁榜和张建华(2019)^[13]则认为数字金融在中西部地区激励效应更强;李春涛等(2020)^[14]的实证研究发现数字金融的创新激励效应在高科技企业和大型企业较为突出,而谢雪燕和朱晓阳(2021)^[15]则认为数字金融的创新激励效应在中小企业表现得更为明显。

通过文献梳理我们不难发现,有关数字金融的研究目前主要集中在经济增长、收入和消费等传统领域,对于数字金融与科技创新关系的研究相对较少,且存在如下两方面的不足:一是相关研究过于聚焦数字金融系统,忽略了科技创新对数字金融的影响,而数字金融与科技创新是相互影响、相互促进的,二者之间的协调状况直接影响彼此作用的发挥;二是没有建立全面系统的科技创新评价体系,现有研究大多从企业创新的角度进行切入,忽略了科研机构、高校等其他创新主体的作用。鉴于此,本文基于我国 2011—2018 年 291 个地级市的面板数据,在构建数字金融与科技创新评价体系的基础上,借助耦合协调度模型和空间联立方程,分析数字金融与科技创新之间的耦合互动和空间交互影响,以期为进一步推动科技创新和金融发展提供参考和借鉴。本文的边际贡献可能体现在如下方面:第一,基于国家层面提出创新发展战略,构建一个包含政府、企业、科研机构 and 高等院校的科技创新评价体系,同时将其按照人口和土地面积进行分解,客观测度我国各地市的科技创新水平。第二,使用耦合协调度模型分析数字金融与科技创新的协同发展水平,有利于地方政府了解本地区的协调发展

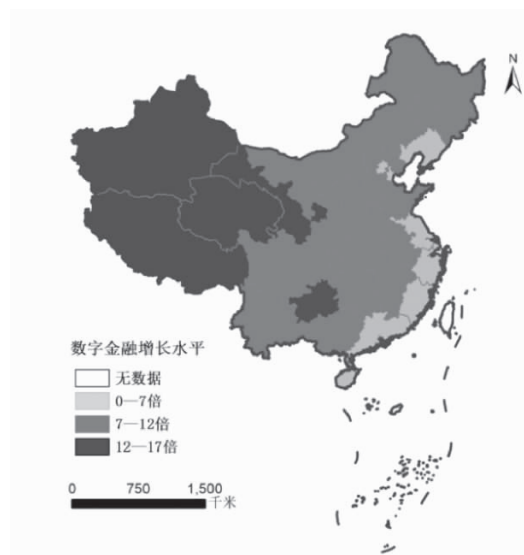


图 1 中国数字金融增长水平(2011—2018)

①该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(20204621)的中国标准地图绘制,底图无修改。

状况,为制定相关政策提供理论参考。第三,使用空间联立方程模型分析数字金融与科技创新之间的交互影响,既考虑了数字金融对科技创新的促进作用,又分析了科技创新对数字金融的影响,同时计算两个系统之间的空间溢出效应,从而为地方政府间加强合作交流提供政策参考。

二、理论分析

(一) 最佳耦合协调存在性分析

从金融发展的相关理论来看,数字金融能够凭借低成本、广覆盖的优势促进资本积累,而科技创新可以通过改变技术水平促进经济增长。在复杂经济系统下,数字金融与科技创新之间的联系较为复杂,在某些地区甚至呈现出发展偏离的态势,因此从理论角度论证最佳耦合协调的存在性有利于梳理耦合机制,具有较强的理论价值。新增长理论将技术划分为竞争性技术和非竞争技术(Romer, 1990)^[16],科技创新会带来竞争性技术的进步,不会改变非竞争技术。参考王仁祥和杨曼(2015)^[17]的研究,本文将数字金融和科技创新作为两种投入要素,为便于分析,假设劳动力和非竞争技术是外生变量,定义具有规模报酬不变特征的生产函数为:

$$Y = F^\alpha M^\beta (DL)^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

其中:经济产出 Y 由数字金融 F 、科技创新 M 、非竞争性技术 D 和劳动力 L 决定; α 和 β 分别是数字金融与科技创新的弹性系数,取值均大于 0 小于 1。为便于分析,假设劳动力的增长率为 n ,数字金融的折旧率 δ_F 与科技创新的折旧率 δ_M 相等,即 $\delta_F = \delta_M = \delta$,数字金融和科技创新的储蓄倾向分别为 s_F 和 s_M 。则数字金融的积累方程为 $\dot{F} = s_F Y - \delta_F F$,科技创新的积累方程为 $\dot{M} = s_M Y - \delta_M M$,劳动力的积累方程为 $\dot{L} = nL$ 。假设经济产出只能在消费 C 和投资 I 之间进行分配,则 $Y = C + I$,进一步推导可以得到 $C = (1 - s_F - s_M) Y$ 。下面分别从静态和动态两个层面分析数字金融与科技创新最佳耦合协调的存在性。

在静态分析框架下,假设社会总福利水平 U 由社会消费 C 决定,当经济达到均衡状态时, $\int_0^\infty U(C) \cdot e^{-\varepsilon t} dt$ 达到最大化, ε 是折现率。则约束条件转变为:

$$\begin{aligned} s_F Y &= \delta_F F \\ s. t. \quad s_M Y &= \delta_M M; C = (1 - s_F - s_M) Y \end{aligned} \quad (2)$$

由此建立如下 Hamilton 函数:

$$H = U(C) e^{-\varepsilon t} + \lambda (s_F Y - \delta_F F) + \mu (s_M Y - \delta_M M) + \pi C \quad (3)$$

分别对上式中的数字金融 F 和科技创新 M 求一阶偏导数,得出:

$$\begin{cases} \frac{\partial H}{\partial F} = \lambda \cdot s_F \cdot \frac{\partial Y}{\partial F} - \lambda \cdot \delta + \mu \cdot s_M \cdot \frac{\partial Y}{\partial F} \\ \frac{\partial H}{\partial M} = \lambda \cdot s_F \cdot \frac{\partial Y}{\partial M} - \mu \cdot \delta + \mu \cdot s_M \cdot \frac{\partial Y}{\partial M} \end{cases} \quad (4)$$

令一阶偏导数等于 0,进一步求出在静态最优状态下数字金融与科技创新最佳耦合关系的条件:

$$\begin{cases} \lambda \cdot \delta = \alpha \cdot \frac{Y}{F} (\lambda \cdot s_F + \mu \cdot s_M) \\ \mu \cdot \delta = \beta \cdot \frac{Y}{M} (\lambda \cdot s_F + \mu \cdot s_M) \end{cases} \Rightarrow \frac{F}{M} = \frac{\alpha}{\beta} \quad (5)$$

因此,在静态分析框架下,数字金融与科技创新最佳耦合协调的比例等于两者的弹性系数之比。在动态分析框架下,社会效用函数是劳动力平均消费水平 c 的线性函数,总效用的泛函数为:

$$\int_0^\infty U(C) \cdot L \cdot e^{-\varepsilon t} dt = L(0) \cdot \int_0^\infty U(c) \cdot e^{(n-\varepsilon)t} dt \quad (6)$$

进一步假设 $L(0) = 1, 0 < n < \varepsilon < 1$, 可求解出:

$$\begin{cases} \frac{\dot{F}}{L} = s_F y - \delta f \\ \frac{\dot{M}}{L} = s_M y - \delta m \\ \dot{F} = \frac{dF}{dt} = f \cdot \frac{dL}{dt} + L \cdot \frac{df}{dt} \\ \dot{M} = \frac{dM}{dt} = m \cdot \frac{dL}{dt} + L \cdot \frac{dm}{dt} \end{cases} \quad (7)$$

其中 y 是人均经济产出, f 是数字金融人均水平, m 为人均科技创新水平。对 (7) 式求解可得到 $s_F y = (n + \delta)f + \dot{f}$ 、 $s_M y = (n + \delta)m + \dot{m}$, 当经济处于动态均衡时 $\dot{f} = 0, \dot{m} = 0$, 则数字金融与科技创新的最佳耦合协调比例为 $\frac{s_F}{s_M}$, 即两者的储蓄倾向之比。

基于上述分析可知, 无论是在静态最优还是动态最优的条件下, 数字金融与科技创新之间均存在最佳耦合协调。当数字金融与科技创新达到要素流动均衡时, 两个系统处于耦合协调状态; 当任何一个系统匹配的要害过高时, 耦合则处于失调状态。为了达到最优耦合, 要素会向另一个系统转移, 直到耦合协调。由此提出以下假设:

假设 1: 数字金融与科技创新之间存在最佳耦合协调关系。

(二) 数字金融推动科技创新

科技创新活动面临着较高的不确定性, 具有高风险、长周期等特征, 因此, 科技创新的主体尤其是企业在进行科技创新时面临着较强的资金约束。而数字金融的发展能够直接为企业、科研机构等创新主体提供融资支持, 缓解流动性约束, 促进创新主体将更多的资金投入研发。此外, 数字金融能够凭借其网络化、智能化和数字化的特点, 为创新主体搭建更广阔的合作交流平台, 促进创新主体之间加强协作, 密切金融机构与创新主体之间的交流, 降低信息不对称, 推动科技创新产品走向市场, 进而实现产业结构升级(聂秀华, 2020)^[18]。对于政府而言, 数字金融的发展有利于缓解其财政收支压力(侯世英和宋良荣, 2020)^[19], 从而将更多的资金投向教育和科研领域, 增强其调控创新的能力。

数字金融的发展能够通过收入效应和人才效应间接促进创新。数字金融的发展能够有效降低偏远地区和低收入群体获取金融服务的门槛, 缩小城乡、区域收入差距, 提高居民收入和社会保障水平。收入的提升在需求侧能够拉动消费, 进而对供给侧产生牵引, 由此推动供给端科技创新(陆岷峰, 2020)^[20]。人才效应的传导机制主要是增加科研经费以及吸引人才流入, 数字金融在缓解创新主体融资约束的同时能够提高科研人员的研究经费, 吸引人才的大量流入, 而人才的流入能够为科技创新提供智力支持。基于上述分析提出以下假设:

假设 2: 数字金融的发展能够有效推动科技创新。

(三) 科技创新支撑数字金融发展

数字金融的发展能够推动科技创新, 但科技创新对数字金融同样具有支撑和调节作用。随着科学技术的发展, 依托于科技的新型金融机构开始大量涌现, 其中最具有代表性的是互联网金融机构。互联网金融机构依托于区块链、大数据等新型科技创新成果, 开发出新型服务模式和新型金融产品。科技创新虽然通过数字金融对传统金融机构产生“挤出”, 但是传统金融机构也在逐渐与新技术相融合, 在鲶鱼效应的影响下开始采取线上服务模式, 不断开发新型金融产品(邱晗等, 2018)^[21]。

科技创新在宏观层面对金融体系和金融制度产生了深远影响。科技创新催生出新型金融机构, 极大地丰富了我国的金融体系, 优化了金融结构(战明华等, 2020)^[22]。政府监管部门借助于人工智

能等新型科技手段,推动金融监管由人工型、属地型逐渐向科技型、统筹型转变(杨东,2018)^[23],以防范数字经济下互联网金融机构出现垄断、资本无序扩张等问题。基于此,提出以下研究假设:

假设3: 科技创新对数字金融具有促进作用,科技创新能够推动数字金融健康发展。

数字金融与科技创新的耦合机制分析参见图2所示。

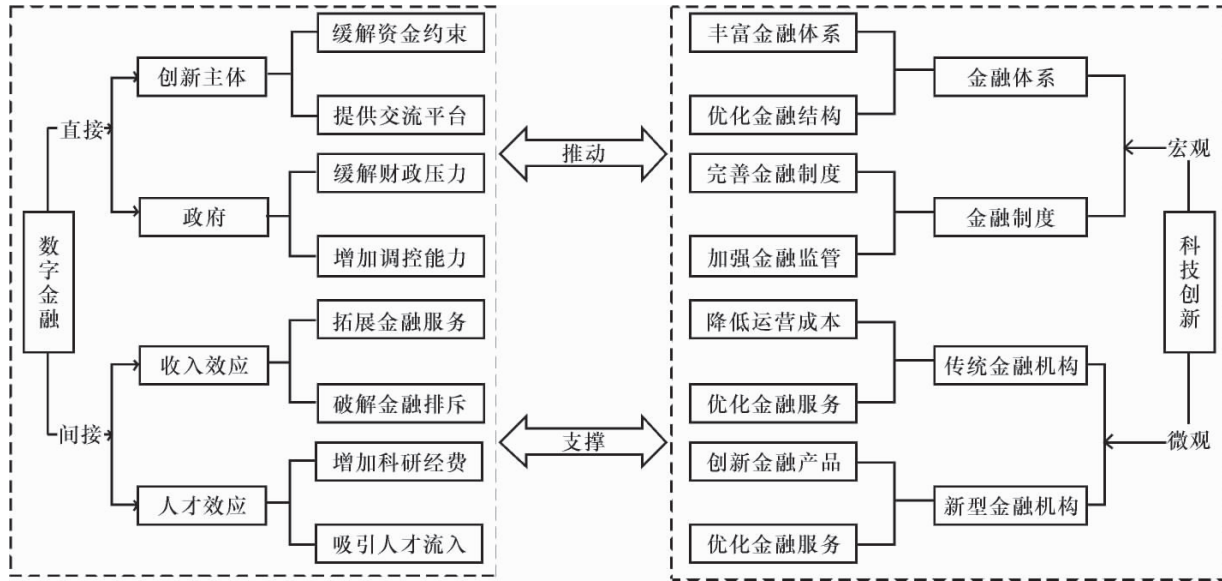


图2 耦合机制分析

三、研究方法与指标体系的构建

(一) 研究方法

本文首先构建数字金融和科技创新评价体系,然后通过数据处理和权重测算构建耦合模型与耦合协调度模型,以具体分析我国不同地区的耦合发展状况,在此基础上使用空间联立方程模型分析数字金融与科技创新之间的空间交互影响。

1. 功效函数的建立

以 X_{ij} ($i=1,2,\dots,m$) 表示数字金融系统和科技创新系统各项指标的原始值,对正向指标和负向指标分别进行标准化处理得到标准化值; μ_i ($i=1,2$) 是第 i 个序参量的第 j 个指标的标准化值,1 表示数字金融系统,2 表示科技创新系统; μ_{ij} 的取值范围在 0~1 之间。数字金融和科技创新对耦合系统有序的功效参数 μ_{ij} 用公式可表示为:

$$\mu_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)}, \mu_{ij} \text{ 为负向指标} \\ \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)}, \mu_{ij} \text{ 为正向指标} \end{cases} \quad (8)$$

鉴于数字金融与科技创新是两个差异明显,同时又相互影响、相互作用的系统,因此通过式(9)线性加权求和法来求解综合序参量的贡献:

$$U_i = \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} \mu_{ij}, \text{ 其中 } \sum_{j=1}^n \lambda_{ij} = 1, \lambda_{ij} \geq 0 \quad (9)$$

其中, U_i 表示子系统对总系统有序度的贡献大小, μ_{ij} 是标准化处理后的指标数据, λ_{ij} 表示各项指标在系统中的权重,本文使用熵值法来确定子系统的权重。

2. 熵值法

本文构建的科技创新评价体系包括政府、科研院所、企业、高校和成果五个方面,其中每一个体系均由多个具体指标构成,因此必须判断每一项指标在总系统中的权重大小。在以往的研究中,耦合系统指标层权重的确定多由专家咨询法来获取,最终结果用 AHP 层次分析法计算得到。考虑到此方法具有较强的主观性,本文使用客观赋权法中的熵值法来设定各项具体指标的权重大小。熵值法主要是通过利用各项指标之间的差异程度来确定权重,一定程度上可以避免主观因素的影响。具体过程如下:

第一步,分别计算各项指标 x_{ij} 在数字金融系统和科技创新系统中的权重 w_{ij} :

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_j} \quad (10)$$

第二步,计算第 j 个指标的熵值 z_j :

$$z_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m w_{ij} \quad (11)$$

其中, z_j 是第 j 项指标的熵值, m 表示样本数量, w_{ij} 表示第 i 年第 j 个指标的权重。

第三步,计算第 j 个指标的差异系数 c_j ($c_j = 1 - z_j$)。

第四步,测度指标 x_j 的综合权重 π_j ,计算公式为:

$$\pi_j = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^n c_j} = \frac{1 - z_j}{\sum_{j=1}^n (1 - z_j)}, (j = 1, 2, \dots, n) \quad (12)$$

其中, c_j 是上文计算的差异系数,其值越小,说明指标 x_j 在综合评价体系中的综合权重越小。

3. 耦合度和耦合协调度

上文分析了在复杂经济系统下数字金融与科技创新最佳耦合协调的存在性,本部分在借鉴朱建华等(2019)^[24]研究的基础上构造数字金融与科技创新耦合模型:

$$\begin{cases} C_v = \sqrt{\frac{(\mu_1 - \mu_2)^2}{2}} / \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2) = \sqrt{2(1 - C)} \\ C = \sqrt{4\mu_1\mu_2} / (\mu_1 + \mu_2) \end{cases} \quad (13)$$

其中, C_v 表示数字金融与科技创新的平均偏离程度,其值越小说明两者偏差较小,耦合性越强; C 表示数字金融与科技创新的耦合度,取值范围在 0~1 之间。当 $C_v = 0$ 即耦合度 $C = 1$ 时,说明两个系统偏离较小,耦合状况较好;耦合度 C 越接近于 0,说明系统之间耦合水平越差。虽然使用耦合度可以判断数字金融与科技创新之间的相互作用程度,但是数字金融的发展和科技创新的推进不可能完全保持一致,尤其是在研究的对象较多的情况下。当某个地区数字金融与科技创新综合序参量 μ_1 和 μ_2 取值都比较低,且得分相近的情况下,使用耦合度进行判断可能会导致“伪评价”现象的出现,使评价结果产生一定的误差。为了更加客观地判断不同地区的耦合协调水平,本文进一步构建耦合协调度模型,公式如下:

$$D = (C \times T)^{\frac{1}{2}}, \text{ 其中 } T = a\mu_1 + b\mu_2 \quad (14)$$

其中, D 是耦合协调度; C 是上文计算得到的数字金融与科技创新的耦合度; T 是数字金融与科技创新的综合调和指数,它能够反映数字金融与科技创新之间的协同水平; a 、 b 为待定系数, $a + b = 1$, 因为数字金融与科技创新在社会经济发展过程中都发挥着重要作用,而根据现有的研究方法无法客观衡量哪一个系统权重更大,因此,在借鉴徐玉莲等(2011)^[25]研究的基础上将 a 和 b 均赋值为 0.5。

本文将数字金融与科技创新的耦合协调状况划分为中度失调、濒临失调、勉强协调、中级协调和

极度协调五个阶段。当 $0 < D \leq 0.4$ 时,表明数字金融与科技创新处于中度失调阶段,即数字金融未能有效推动科技创新的发展,同时科技创新也未能转化为推动数字金融发展的动力,两者处于相互掣肘阶段;当 $0.4 < D \leq 0.5$ 时,说明数字金融与科技创新处在濒临失调阶段,即二者之间的耦合协调水平较低,但数字金融和科技创新互相掣肘的力量在减小;当 $0.5 < D \leq 0.6$ 时,表明数字金融与科技创新处于勉强协调阶段,两个系统在结构、规模等方面的匹配还有较大的改善空间;当 $0.6 < D \leq 0.8$ 时,表明数字金融与科技创新处于中级协调阶段,数字金融与科技创新发展水平较高,二者之间形成了相互影响、相互促进的良好关系;当 $0.8 < D \leq 1$ 时,表明数字金融与科技创新处于最佳、最理想的耦合协调阶段,这一阶段随着数字金融的不断发展,科技创新水平在不断提高,并反过来进一步促进数字金融的发展,二者之间呈螺旋式上升的态势。

4. 空间联立方程模型

数字金融的发展能够有效推动科技创新,科技创新进一步调节数字金融的发展,因此这两个系统之间可能存在内生双向交互影响。以空间杜宾模型为代表的传统空间计量模型虽然能够测度空间溢出效应的大小,但却不能衡量变量之间的双向交互影响,更不能解决可能存在的内生性问题。而空间联立方程可以有效避免内生性问题的干扰(张可,2019)^[26],并分析数字金融与科技创新之间的交互影响和空间溢出效应,因此选择广义嵌套空间模型构建如下的空间联立方程:

$$fin_{it} = \alpha + \beta_1 inn_{it} + \gamma_1 \sum_{j=1}^n w_{ij} inn_{jt} + \gamma_2 \sum_{j=1}^n w_{ij} fin_{jt} + \beta_2 \sum_{i=1}^n X_{it} + \mu + \varepsilon \quad (15)$$

$$inn_{it} = \eta + \lambda_1 fin_{it} + \gamma_3 \sum_{j=1}^n w_{ij} fin_{jt} + \gamma_4 \sum_{j=1}^n w_{ij} inn_{jt} + \lambda_2 \sum_{i=1}^n Z_{it} + \xi + v \quad (16)$$

其中, i 和 t 分别表示地区和年份, fin 表示数字金融, inn 表示科技创新, γ 表示地理空间相关系数,主要用来测度空间交互效应和空间溢出效应, w 表示各地区之间的空间关系,本文构建空间距离衰减矩阵、经济距离矩阵和反经济距离矩阵来表示各地区之间的空间关系。 X 和 Z 分别表示两个方程的控制变量,主要包括经济发展水平(eco),使用连续校正后的卫星夜间灯光数据来反映。财政规模(gov)用一般预算支出占GDP的比重来刻画,教育水平(edu)用高等学校在校生人数占城市人口的比重来表示,医疗水平(med)用医疗卫生支出占一般预算支出的比重来表征。 μ 和 ξ 分别表示时间效应和个体效应, ε 和 v 为随机扰动因素。

(二) 指标体系的构建

为了全面客观、系统科学地分析我国数字金融与科技创新的时空演变过程,本文以我国291个地级市为研究对象,鉴于数据的一致性和可得性,研究区域不包括直辖市、港澳台地区和部分数据缺失严重的地级市。在遵循科学性、可操作性原则的基础上,结合本文的研究目标,选取数据分别构建我国数字金融与科技创新耦合协调发展的综合评价指标体系。文中数据主要来自《中国城市统计年鉴》和中经网统计数据库,部分数据由作者手工整理得到。

1. 数字金融

随着互联网技术的发展,数字金融逐渐取代传统的线下金融,成为破解金融排斥的重要手段。但衡量数字金融的指标不统一,数据获取难度较大,缺乏统一的标准。本文选取北京大学编制的数字金融指数中的覆盖广度(F_1)、使用深度(F_2)和数字化程度(F_3)来综合评价数字金融发展水平(F),指数的具体编制过程可参考郭峰等(2020)^[27]的研究,熵值法计算数字金融指数三项指标的权重分别为0.351、0.368和0.281。

2. 科技创新

有关科技创新的研究大多使用专利数量作为衡量指标,或者用企业创新代表地区创新水平,但以此作为衡量指标容易忽视高校、科研机构在创新中所做的贡献。中共十九大以来,明确提出要建立以

企业为主体、以市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系,因此全面衡量科技创新水平必须将科研院所和高等院校纳入其中。本文构建的科技创新指标(S)包含政府(S_1)、科研院所(S_2)、企业(S_3)、高校(S_4)和成果(S_5)五个一级指标,各一级指标下面又包含相应的具体指标。具体的指标选取和熵值法测算的权重大小参见表1。

四、时空变化分析

(一) 时序过程分析

根据上文构建的数字金融与科技创新评价体系,分别计算出2011—2018年我国291个地市数字金融与科技创新耦合度及耦合协调度的平均值(参见表2),可知2018年数字金融综合指数为0.668,科技创新综合指数为0.632,虽然在此期间两个指数均不断增长,但总体发展水平依然较低。具体分析如下:

1. 耦合度时序演变分析

2011年我国数字金融和科技创新耦合度为0.83,2015年达到最大值0.963,其后逐渐下降,2018年为0.941,期间虽有波动,但总体而言耦合水平较高。应注意的是数字金融和科技创新两个系统的指数值明显偏低,但不能由此说明二者之间存在良好的交互影响,而是可能发生了“伪评价”现象。之所以如此,可能与本文的研究对象较多有关。2011—2018年,数字金融和科技创新的指数值小于0.7,而耦合度均大于0.8,具有显著的低发展、高耦合特点,说明单纯使用耦合度指标并不能够很好地解释系统各要素是否协调,更无法全面反映数字金融与科技创新之间的差异。

2. 耦合协调度时序演变分析

从表2可以看出,目前我国数字金融和科技创新的耦合协调度不高,处于勉强协调阶段。其中2011、2012年耦合协调度小于0.4,为中度失调,且数字金融系统和科技创新系统发展水平较低,耦合协调性较差。这与当时数字金融尚处于发展初期,没有成功转化为支持科技创新的动力有关,虽然之后耦合协调度不断上升,但是速度较为缓慢,至2018年仅为0.562,仍有较大的改善空间。

表1 科技创新评价指标体系

一级指标	具体指标	指标权重
政府 S_1	地方政府财政科技拨款 与地方财政支出之比	0.051
	地方政府财政教育拨款 与地方财政支出之比	0.033
科研院所 S_2	R&D经费内部支出	0.062
	R&D项目人员	0.039
	SCI论文数量	0.021
	科研机构数量	0.058
企业 S_3	R&D经费内部支出	0.014
	R&D项目人员	0.071
	研发经费	0.043
	研发机构数量	0.032
	新增企业注册数量	0.065
	新增外来法人投资的笔数	0.024
高校 S_4	新增风险投资的企业数量	0.031
	R&D经费内部支出	0.052
	R&D项目人员	0.036
	SCI论文数量	0.028
成果 S_5	新增发明专利授权数量	0.181
	新增实用新型专利公开数量	0.032
	新增商标注册数量	0.066
	新增外观设计专利公开数量	0.061

表2 2011—2018年数字金融与科技创新耦合协调情况分析

年份	数字金融综合指数(μ_1)	科技创新综合指数(μ_2)	耦合度(C)	综合协调指数(T)	耦合协调度(D)
2011	0.135	0.112	0.830	0.319	0.255
2012	0.244	0.252	0.930	0.373	0.342
2013	0.357	0.332	0.963	0.430	0.414
2014	0.403	0.403	0.962	0.453	0.438
2015	0.471	0.522	0.963	0.487	0.473
2016	0.575	0.603	0.952	0.539	0.521
2017	0.647	0.611	0.943	0.575	0.552
2018	0.668	0.632	0.941	0.585	0.562

3. 耦合类型划分

为了进一步剖析不同地区耦合失调的结构性差异,本文以 15% 为标准,将各地市耦合协调度划分为三种类型:科技创新滞后型($\mu_1 - \mu_2 > 0.15\mu_2$)、科技创新平衡型($\mu_1 - \mu_2 \leq 0.15\mu_2$ 或 $\mu_2 - \mu_1 \leq 0.15\mu_1$) 和科技创新超前型($\mu_2 - \mu_1 > 0.15\mu_1$)。从表 3 可以看出,科技创新滞后型地区的数量呈显著上升趋势,平衡型地区的数量逐渐下降,且目前我国没有科技创新超前型地区。这从侧面说明数字金融在我国的发展速度虽然较快,但并没有显著转化为推动科技创新的动力,反而在一定程度上抑制了两个系统的协调发展。

表 3 耦合协调类型

年份	科技创新滞后型	科技创新平衡型	科技创新超前型
2011	5	286	0
2012	22	269	0
2013	61	230	0
2014	85	206	0
2015	113	178	0
2016	115	176	0
2017	166	125	0
2018	179	112	0

(二) 空间差异分析

时序过程分析主要是从纵向维度分析数字金融与科技创新协调发展的变动状况,为了更加全面地分析我国各地区之间的空间差异,本文使用 ArcGIS 软件绘制各地区耦合指标的等级色彩差异^①,以进一步说明全国不同地区协调格局的演变过程。

1. 综合协调指数

综合协调指数地区分布情况如表 4 所示。2011 年,我国各地区的综合协调指数普遍较低,只有东南沿海地区指数值处于勉强协调阶段,内陆基本处于中度失调阶段,全国仅有 2 个地区进入中级协调阶段。随着数字金融的进一步发展以及科技创新体系的完善,二者间的综合协调水平逐渐提高。2018 年,除了部分偏远地区仍处于中度失调阶段外,全国大部分地区的综合协调指数得到显著优化,东南沿海地区进入极度协调阶段,一部分中部地区进入中级协调阶段。

表 4 综合协调指数地区分布情况

年份	中度失调	濒临失调	勉强协调	中级协调	极度协调
2011	201	49	39	2	0
2012	175	53	35	28	0
2013	136	60	47	48	0
2014	118	78	40	55	0
2015	94	72	54	70	1
2016	62	66	61	90	12
2017	39	68	65	89	30
2018	39	67	56	93	36

2. 耦合协调度

从全国层面来看,数字金融与科技创新的耦合协调度在空间上具有梯度变化趋势,大致呈现出东高西低、南高北低的格局。耦合协调度地区分布情况如表 5 所示。2011 年,全国 291 个地市中 258 个处于中度失调阶段,33 个处于濒临失调阶段,表明数字金融与科技创新之间的耦合协调水平较差。2012 年,中度失调的地市数量减少到 201 个,中级协调的地市 1 个,勉强协调的地市 36 个;长三角和珠三角地区的地市由濒临失调进入勉强协调,中部地区的地市则由中度失调进入濒临失调。2013 年,中度失调的地市数量进一步下降到 144 个,濒临失调地市为 68 个,勉强协调地市 43 个,中级

①因篇幅所限,未列出综合协调指数和耦合协调度的空间分异图,备索。

协调地市 36 个。2014 年,耦合协调状况进一步得到改善,中级协调地市上升到 44 个,勉强协调地市 45 个,中度失调地市下降到 119 个。说明随着数字金融的发展以及科技创新水平的提高,二者间的耦合协调状况逐渐得到改善,虽然改善作用呈现出从东部向中部扩散的趋势,但西部地区的改善作用并不显著。

表 5 耦合协调度地区分布情况

年份	中度失调	濒临失调	勉强协调	中级协调	极度协调
2011	258	33	0	0	0
2012	201	53	36	1	0
2013	144	68	43	36	0
2014	119	83	45	44	0
2015	101	66	56	67	1
2016	76	54	60	93	8
2017	65	48	59	89	30
2018	63	51	51	91	35

2015—2018 年间,数字金融与科技创新耦合协调度在空间上依然具有梯度变化趋势,但中西部地区的部分地市实现了弯道超车,耦合协调度迅速提升。2015 年,291 个地市中 1 个进入极度协调阶段,67 个进入中级协调阶段,中度失调和濒临失调地市分别为 101、66 个。2016 年,中度失调和濒临失调的地市分别下降到 76、54 个,中级协调的地市上升为 93 个,极度协调地市上升为 8 个。2017 年,中级协调、极度协调的地市分别为 89、30 个,中度失调和濒临失调地市分别下降为 65、48 个。2018 年,中级协调、极度协调地市分别为 91、35 个。

受其他社会因素的综合影响,研究期间我国数字金融与科技创新耦合协调度整体呈现东高西低、南高北低的空间格局,其以城市群为核心辐射区,以省会城市为辐射点,具有点面结合的空间形态。其中,长三角和珠三角耦合协调水平最高,且其边缘地区的协调水平同样较好,说明数字金融与科技创新是以大型城市群为辐射区。中西部地区协调水平较高的地市主要是武汉、长沙、郑州等省会城市,分布数量从东向西递减。

五、空间交互影响分析

现有文献在分析数字金融对科技创新的影响时往往忽略了科技创新对数字金融的影响,从而容易产生研究偏误,导致内生性问题,为解决此问题,本部分将使用空间联立方程模型进行分析。

(一) 空间相关性检验

在使用空间联立方程分析之前必须检验变量之间是否存在空间相关性。首先基于各地市之间的社会经济数据构建距离衰减矩阵、经济距离矩阵和反经济距离矩阵,然后计算数字金融与科技创新的空间 Moran's I 指数,结果如表 6 所示。可看出无论在何种空间矩阵下,数字金融和科技创新均呈现出显著的空间相关性,说明使用空间计量模型分析有效,且二者间的相互影响可能存在空间溢出效应。

(二) 空间联立分析

表 7 是科技创新对数字金融影响的估计结果。可以看到,三种空间权重矩阵下主要变量的系数和符号均保持一致,且均通过显著性检验,说明科技创新对数字金融发展的影响较为稳定。具体来看,无论是在距离衰减矩阵还是经济距离矩阵下,科技创新的系数估计值均稳定在 0.02 左右,且在 1% 的水平下显著,表明科技创新能够有效促进数字金融的发展。在反经济距离矩阵下,科技创新每提高 1 个百分点,数字金融总水平、覆盖广度和使用深度分别提高 0.032、0.032 和 0.031 个百分点,说明科技创新能够提高数字金融的普惠性,进而拓展更多的企业和居民参与其中,由此促进数字金融的

发展。在控制变量方面,经济发展水平和教育水平的系数估计值较为显著,说明二者的提升有助于促进数字金融的发展;财政规模和医疗水平的系数估计值为负,其中财政规模没有通过显著性检验。考虑到空间溢出效应和空间交互效应,必须对带有空间权重变量的回归结果展开分析。

表6 空间相关性检验

年份	距离衰减矩阵		经济距离矩阵		反经济距离矩阵	
	数字金融	科技创新	数字金融	科技创新	数字金融	科技创新
2011	0.296 *** (9.916)	0.306 *** (10.264)	0.259 *** (9.49)	0.234 *** (8.641)	0.46 *** (12.066)	0.611 *** (16.014)
2012	0.337 *** (11.263)	0.293 *** (9.832)	0.324 *** (11.842)	0.213 *** (7.872)	0.53 *** (13.867)	0.573 *** (15.035)
2013	0.34 *** (11.358)	0.326 *** (10.942)	0.324 *** (11.824)	0.26 *** (9.589)	0.53 *** (13.853)	0.509 *** (13.384)
2014	0.279 *** (9.339)	0.27 *** (9.084)	0.274 *** (10.022)	0.186 *** (6.878)	0.452 *** (11.842)	0.488 *** (12.816)
2015	0.318 *** (10.61)	0.335 *** (11.236)	0.296 *** (10.812)	0.279 *** (10.263)	0.500 *** (13.079)	0.583 *** (15.294)
2016	0.314 *** (10.49)	0.282 *** (9.468)	0.284 *** (10.41)	0.206 *** (7.591)	0.523 *** (13.662)	0.55 *** (14.421)
2017	0.354 *** (11.815)	0.314 *** (10.533)	0.336 *** (12.269)	0.236 *** (8.696)	0.551 *** (14.414)	0.585 *** (15.355)
2018	0.408 *** (13.582)	0.348 *** (11.677)	0.403 *** (14.702)	0.275 *** (10.114)	0.598 *** (15.623)	0.639 *** (16.772)

注:***、**、* 分别代表在1%、5%、10%水平上显著,括号内数据为t统计量。下表同。

表7 科技创新对数字金融的影响

变量	距离衰减			经济距离			反经济距离		
	深度	总指数	广度	深度	总指数	广度	深度	总指数	广度
<i>inn</i>	0.021 ** (2.15)	0.022 *** (3.71)	0.021 *** (3.32)	0.023 ** (2.22)	0.022 *** (3.37)	0.023 *** (4.01)	0.032 *** (4.22)	0.032 *** (5.41)	0.031 *** (6.16)
$W \times inn$	0.035 *** (8.21)	0.043 *** (10.33)	0.059 *** (6.39)	0.061 *** (9.24)	0.071 *** (9.78)	0.079 *** (9.72)	0.069 *** (5.13)	0.071 *** (7.62)	0.037 (1.12)
$W \times fin$	0.376 *** (9.14)	0.356 *** (9.71)	0.511 *** (15.87)	0.514 *** (8.44)	0.525 *** (9.75)	0.523 *** (9.83)	0.553 *** (9.66)	0.531 *** (10.25)	0.501 *** (11.36)
<i>eco</i>	0.294 ** (2.27)	0.432 *** (18.29)	0.232 *** (7.03)	0.407 *** (4.95)	0.253 *** (6.24)	0.342 *** (6.15)	0.396 *** (4.69)	0.245 *** (5.96)	0.345 *** (5.99)
<i>gov</i>	-0.100 (1.09)	-0.043 (-0.89)	-0.012 (-0.16)	-0.100 (-1.11)	-0.035 (-0.76)	-0.084 (-0.19)	-0.112 (-1.04)	-0.176 (-1.32)	-0.021 (-0.28)
<i>edu</i>	0.018 (1.18)	0.081 *** (5.72)	0.028 * (1.80)	0.067 (1.06)	0.063 *** (4.16)	0.061 (1.17)	0.067 (1.05)	0.069 *** (5.60)	0.071 (1.52)
<i>med</i>	-0.059 (1.01)	-0.099 ** (-2.44)	-0.083 * (-1.79)	-0.043 (-0.40)	0.032 *** (-7.17)	-0.013 (-0.12)	-0.009 (-0.75)	-0.164 ** (-2.16)	-0.029 (-0.87)
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
R ²	0.836	0.871	0.879	0.845	0.866	0.867	0.885	0.891	0.893
N	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328

一般而言,地理位置相近的地区之间更容易形成各种紧密的经济社会联系,譬如长三角地区和粤港澳大湾区。从空间交互效应来看,科技创新空间滞后项的系数估计值均为正,且大部分在1%的水平下显著,说明在空间维度下科技创新对数字金融的发展存在显著的交互效应,科技创新的扩散会促进区域间整体科技水平的提升,进而促进数字金融的发展。以反经济距离矩阵为例,本地区科技创新水平每提高1个百分点,邻近地区数字金融总水平、覆盖广度和使用深度分别提高0.069、0.071和0.037个百分点。从空间溢出效应看,数字金融空间滞后项的系数较大且通过显著性检验,周边地区数字金融的提升会促进本地区数字金融的发展,说明数字金融具有正向空间溢出效应。以经济距离矩阵为例,周边地区数字金融每提高1个百分点,本地区数字金融总水平、覆盖广度和使用深度分别

提高 0.514、0.525 和 0.523 个百分点。

为了对科技创新进行深入细致的分析,本文按照不同地区的辖区面积和人口状况对科技创新进行分解,计算单位面积创新水平和人均创新水平。表 8 是数字金融对科技创新影响的估计结果,可以看出三种空间权重矩阵下,数字金融对科技创新总水平、单位面积创新水平和人均创新水平的系数估计值均为正,且基本保持稳定,表明数字金融的发展有助于促进科技创新水平的提高。以反经济距离矩阵的估计结果为例,数字金融每提高 1 个百分点,科技创新总水平、人均创新水平和单位面积创新分别提高 0.107、0.118 和 0.185 个百分点。需要说明的是,数字金融对单位面积创新水平的影响显著高于创新总水平和人均创新水平,说明数字金融凭借其广覆盖的战略优势对促进区域内部协同创新具有重要影响。控制变量方面,经济发展水平、财政规模、教育水平和医疗水平的系数值均显著为正,说明科技创新与地区经济实力、教育状况、政府干预和社会保障水平等密切相关。

从空间交互效应来看,数字金融空间滞后项的系数估计值均为正,且在 1% 的水平下显著,说明数字金融与科技创新之间同样具有良好的空间交互效应。基于政治锦标赛下的示范效应和学习效应,本地区数字金融的发展会对邻近地区产生示范,邻近地区基于学习效应在推动数字金融发展的同时,对科技创新也会产生正面促进作用。以经济距离矩阵估计结果为例,邻近地区的数字金融每提高 1 个百分点,本地科技创新总水平、人均创新水平和单位面积创新水平分别提高 0.278、0.211 和 0.244 个百分点。从空间溢出效应看,科技创新空间滞后项的系数估计值同样显著,周边地区科技创新水平的提升会促进本地区科技发展,说明科技创新在地区之间具有扩散趋势,即存在正向空间溢出效应。以距离衰减矩阵为例,周边地区科技创新每提高 1 个百分点,本地区科技创新总水平、人均创新水平和单位面积创新水平分别提高 0.112、0.103 和 0.125 个百分点。

表 8 数字金融对科技创新的影响

变量	距离衰减矩阵			经济距离矩阵			反经济距离矩阵		
	总体	人均	面积	总体	人均	面积	总体	人均	面积
fin	0.106 ** (2.24)	0.107 *** (11.23)	0.157 *** (6.84)	0.113 ** (2.11)	0.114 *** (12.66)	0.172 *** (9.21)	0.107 *** (6.78)	0.118 *** (13.12)	0.185 *** (8.49)
$W \times fin$	0.235 *** (5.36)	0.225 *** (9.18)	0.226 *** (6.52)	0.278 *** (7.24)	0.211 *** (11.02)	0.244 *** (3.99)	0.203 *** (5.65)	0.177 *** (8.17)	0.118 *** (7.43)
$W \times inn$	0.112 *** (6.12)	0.103 *** (9.45)	0.125 *** (8.36)	0.132 *** (6.22)	0.126 *** (9.38)	0.174 *** (7.91)	0.149 *** (6.58)	0.165 *** (8.77)	0.131 *** (9.04)
eco	0.286 * (1.76)	0.241 *** (17.91)	0.189 * (1.81)	0.181 * (1.89)	0.155 *** (15.11)	0.179 * (1.62)	0.129 *** (3.55)	0.136 *** (10.87)	0.141 *** (3.74)
gov	0.078 ** (2.42)	0.108 *** (19.01)	0.087 *** (3.59)	0.082 *** (3.43)	0.081 *** (19.98)	0.087 *** (3.65)	0.082 *** (3.40)	0.169 *** (17.30)	0.191 *** (3.78)
edu	0.025 (1.14)	0.135 *** (9.59)	0.023 (1.31)	0.022 (1.05)	0.120 *** (8.71)	0.021 (1.61)	0.124 (1.34)	0.073 *** (5.41)	0.024 (1.56)
med	0.130 *** (3.81)	0.049 (1.54)	0.132 *** (3.89)	0.089 ** (2.24)	0.136 *** (5.98)	0.087 * (1.76)	0.043 (1.12)	0.079 * (1.99)	0.048 (1.32)
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
R2	0.871	0.881	0.896	0.902	0.917	0.943	0.883	0.876	0.894
N	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328	2 328

六、结论

本文基于我国 2011—2018 年 291 个地市的面板数据,使用耦合协调度模型和空间联立方程模型研究数字金融与科技创新之间的耦合协调水平和内生交互影响。研究发现:我国数字金融与科技创

新的整体耦合协调度仍然不高,存在改进和优化的空间;数字金融和科技创新的耦合协调度与经济发展水平类似,呈现出东高西低、南高北低的格局;虽然目前我国数字金融的发展速度较快,但是数字金融与科技创新的耦合协调类型表现为科技创新滞后型;数字金融与科技创新之间存在双向促进作用,在地理空间上存在正向空间交互影响和空间溢出效应。本文的研究结论对于推动数字金融与科技创新协调发展具有重要的政策启示:

首先,数字金融与科技创新可以形成有效的衔接和互动,进而实现双赢局面。在经济双循环背景下,地方政府应充分利用数字金融的发展以促进科技创新水平的提高,并反过来利用科技创新进一步促进数字金融的发展,推动二者之间形成良性互动关系。应将着重点由促进数字金融的发展速度转移到数字金融的发展质量上来,引导数字金融服务于科技创新实体,增强数字金融服务科技创新的能力。同时也要注意科技创新成果的转化,引导科技创新的成果转化为推动数字金融发展的助力。

其次,虽然我国的数字金融和科技创新水平有了显著提高,但二者间的耦合协调水平仍然较低,不同地区的耦合失调存在显著差异。未来应推动二者间协调健康发展,既要树立全局性思维,立足于国家层面,大力推动数字金融和科技创新进入新的发展阶段;更要根据不同地区的协调水平因地制宜地制定政策,避免一刀切。对于中西部地区而言,政府在将发展重点放在科技创新方向的同时,应进一步加强网络基础设施建设,弥补数字金融发展的短板。

再次,虽然数字金融的发展能够有效推动企业技术创新(唐松等,2020)^[28],但是金融监管严格的地区这种促进作用更加显著,说明数字金融对创新驱动作用的发挥离不开有效的金融监管。随着互联网金融平台的发展壮大,数字垄断和资本无序扩张的后果开始显现,某些超大型互联网金融平台凭借其数字优势不断拓宽势力范围,不仅损害了金融市场的竞争秩序,更加剧了居民的债务负担。因此,政府在引导数字金融发展的同时,更要适时加强监管,保持两个系统的协调健康发展。

最后,中央政府应引导地方政府加强合作,构建互利共赢的创新发展格局。GDP锦标赛下的地方政府竞争意识大于合作意识,在制定创新政策时容易陷入资金、人才等创新要素争夺的困局之中,不利于创新协调发展格局的建立。数字金融与科技创新存在良好的空间交互和空间溢出效应,各地区应摒弃地方保护主义,努力推动科研机构、高等院校和企业等创新主体跨地区交流,构建科研创新合作共担机制。

参考文献

- [1] KE MASKUS, RM NEUMANN, T SEIDEL. How national and international financial development affect industrial R&D [J]. *European Economic Review*, 2011, 56(1): 72-83.
- [2] MEIERRIEKS D. Financial development and innovation: is there evidence of a schumpeterian finance-innovation nexus? [J]. *Annals of Economics and Finance*, 2015, 15(2): 61-81.
- [3] 庄毓敏, 储青青, 马勇. 金融发展、企业创新与经济增长 [J]. *金融研究*, 2020(4): 11-30.
- [4] 张勋, 万广华, 张佳佳, 等. 数字经济、普惠金融与包容性增长 [J]. *经济研究*, 2019(8): 71-86.
- [5] 邹新月, 王旺. 数字普惠金融对居民消费的影响研究 [J]. *金融经济学研究*, 2020(4): 133-146.
- [6] 易行健, 周利. 数字普惠金融发展是否显著影响了居民消费——来自中国家庭的微观证据 [J]. *金融研究*, 2018(11): 47-67.
- [7] 张勋, 杨桐, 汪晨, 等. 数字金融发展与居民消费增长: 理论与中国实践 [J]. *管理世界*, 2020(11): 48-63.
- [8] 顾夏铭, 陈勇民, 潘士远. 经济政策不确定性与创新——基于我国上市公司的实证分析 [J]. *经济研究*, 2018(2): 109-123.
- [9] 李文贵, 余明桂. 民营化企业的股权结构与企业创新 [J]. *管理世界*, 2015(4): 112-125.
- [10] 鲁桐, 党印. 公司治理与技术创新: 分行业比较 [J]. *经济研究*, 2014(6): 115-128.
- [11] 唐文进, 李爽, 陶云清. 数字普惠金融发展与产业结构升级——来自 283 个城市的经验证据 [J]. *广东财经大学学报*, 2019(6): 35-49.
- [12] 汪亚楠, 徐枫, 郑乐凯. 数字金融能驱动城市创新吗? [J]. *证券市场导报*, 2020(7): 9-19.
- [13] 梁榜, 张建华. 数字普惠金融发展能激励创新吗? ——来自中国城市和中小企业的证据 [J]. *当代经济科学*, 2019(5): 74-86.
- [14] 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): 81-98.

- [15] 谢雪燕,朱晓阳. 数字金融与中小企业技术创新——来自新三板企业的证据[J]. 国际金融研究,2021(1): 87-96.
- [16] ROMER P M. Endogenous technological change [J]. Journal of Political Economy, 1990, 98(5): 1002-1037.
- [17] 王仁祥,杨曼. 科技创新与金融创新耦合关系及其对经济效率的影响——来自35个国家的经验证据[J]. 软科学,2015(1): 33-36+41.
- [18] 聂秀华. 数字金融促进中小企业技术创新的路径与异质性研究[J]. 西部论坛,2020(4): 37-49.
- [19] 侯世英,宋良荣. 数字金融对地方政府债务融资的影响[J]. 财政研究,2020(9): 52-64.
- [20] 陆岷峰. 金融科技与科技金融: 相互赋能与共生发展策略研究——基于科技、金融、经济生态圈视角[J]. 金融教育研究,2020(1): 17-23.
- [21] 邱晗,黄益平,纪洋. 金融科技对传统银行行为的影响——基于互联网理财的视角[J]. 金融研究,2018(11): 17-29.
- [22] 战明华,汤颜菲,李帅. 数字金融发展、渠道效应差异和货币政策传导效果[J]. 经济研究,2020(6): 22-38.
- [23] 杨东. 监管科技: 金融科技的监管挑战与维度建构[J]. 中国社会科学,2018(5): 69-91,205-206.
- [24] 朱建华,王虹吉,郑鹏. 贵州省循环经济与绿色金融耦合协调发展研究[J]. 经济地理,2019(12): 119-128.
- [25] 徐玉莲,王玉冬,林艳. 区域科技创新与科技金融耦合协调度评价研究[J]. 科学与科学技术管理,2011(12): 116-122.
- [26] 张可. 经济集聚与区域创新的交互影响及空间溢出[J]. 金融研究,2019(5): 96-114.
- [27] 郭峰,王靖一,王芳,等. 测度中国数字普惠金融发展: 指数编制与空间特征[J]. 经济学(季刊),2020(4): 1401-1418.
- [28] 唐松,伍旭川,祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 管理世界,2020(5): 52-66,9.

(责任编辑: 汤菲)

Spatiotemporal Evolution and the Interaction of the Coupling Coordinative Development Between Digital Finance and Technological Innovation in China

ZOU Xin-yue, WANG Wang

(School of Finance, Guangdong University of Finance and Economics, Guangzhou 510320, China)

Abstract: Based on the panel data of 291 cities in China from 2011 to 2018, scientific and technological innovation evaluation system involved in governments, enterprises, and scientific research institutions is constructed to analyze the spatiotemporal evolution of the coupling and coordinative development relationship between digital finance and technological innovation, and the spatial simultaneous equation model is used to quantitatively analyze the interaction between digital finance and technological innovation. The results show that the degree of coupling and coordination between China's digital finance and technological innovation presents a distribution characteristic of being high in the east and low in the west, high in the south and low in the north; with the transformation and upgrading of the economic structure, the coupling and coordination of the two have gradually been improved, while more regions enter the stage of coupling and coordination from the stage of coupling imbalance, but the current development of digital finance is clearly ahead of technological innovation. In the future, it is necessary to abandon the misconception of focusing on the development speed of digital finance and neglecting the quality of development. While strengthening digital financial supervision, it is necessary to enhance technological innovation in digital financial services, and promote the coordinated development of digital finance and technological innovation.

Keywords: digital finance; technological innovation; S & T innovation evaluation system; coupling and coordination; spatiotemporal evolution; spatial spillover