

京津冀城市群科技金融效率时空演变格局

李 军 峰¹ 韩 佳 利²

(1. 河北地质大学, 河北 石家庄 050031;

2. 上海浦东发展银行太原分行, 山西 太原 030000)

摘 要:为了研究京津冀城市群科技金融效率的时空演变特征,本文基于京津冀城市群2012—2023年面板数据,运用方向性超效率SBM模型和Malmquist指数、全局莫兰指数、标准差椭圆和空间马尔可夫链等方法分析京津冀城市群科技金融效率时空演变和空间格局特征。实证结果显示:京津冀城市群总体科技金融效率呈现“W底”型变化,整体上呈上升趋势;京津冀城市内部科技金融效率差距较大,不同城市科技金融效率提升路径存在差异;京津冀城市群总体科技金融效率存在一定的空间协同影响,但大体格局未变;空间因素会影响科技金融效率,城市科技金融效率受原有发展水平影响较大,近邻效应会影响城市间的科技金融效率,邻域类型不同且转移概率不同。本文从效率分解和空间角度为提升京津冀科技金融效率提供理论依据,对推进京津冀科技金融协同发展具有重要意义。

关键词:城市群;科技金融效率;时空演化;SBM模型;空间马尔可夫链

中图分类号:F832

文献标识码:A

文章编号:1673-0429(2024)04-0066-11

doi:10.19742/j.cnki.50-1164/C.240407

引 言

2023年10月30至31日,中央金融工作会议明确指出“要加快建设金融强国”“做好科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融五大文章”“加强对新科技、新赛道、新市场的金融支持”。其中,科技金融赋能科技创新,催生新产业、新模式、新动能,科技创新构成新质生产力最关键、最本质的特征,是发展新质生产力最核心的要素^[1]。科技金融可以通过为科技创新、科技成果转化等领域提供金融服务,为科技企业和高新技术产业等提供资金支持,助力早日实现高水平科技自立自强。城市群是区域经济增长的主体形态,其中,京津冀城市群创新资源较为密集、产业基础雄厚,自京津冀协同发展战略提出后,京津冀协同进步、攻坚克难,拥有了一批协同创新资源。京津向冀地输出技术合同,不仅可以带动河北技术市场发展,也使京津冀整体科技创新实力大幅跃升,但创新资源配置不均、科技成果转化率低等问题仍旧存在;同时京津冀城市群也存在金融发展水平差异大、金融资源禀赋配置不平衡等问题,大大

收稿日期:2024-06-18

作者简介:李军峰(1969—),男,河北赵县人,经济学博士,河北地质大学经济学院教授,主要研究方向:科技金融、农村金融;

韩佳利(1999—),女,山西汾阳人,上海浦东发展银行太原分行,主要研究方向:金融资产管理。

基金项目:2023年度河北省社会科学发展研究课题“科技金融、高技术产业创新与经济增长”(202307015);2024年度河北省统计科学研究计划项目“新质生产力赋能经济高质量发展研究”(2024HL16)。

制约了京津冀科技金融发展。本文尝试建立京津冀城市群科技金融协同联动模型,分析京津冀城市之间科技金融效率时空演变规律、促进金融资源和科技成果空间流动联系,以助力京津冀协同发展,发挥其积极的现实意义。

目前,关于科技金融的研究正在不断深入,科技金融效率作为评价科技金融发展效果的重要内容,已成为诸多学者研究的重点。科技金融效率的提高会产生很多正面效应,会促进实体经济、全要素生产率和智慧城市效率等的增长^[2-4]。与此同时,科技金融效率的提升也会受到很多因素的影响,如科研氛围、高新技术产业资金规模、科技拨款占财政支出比重、数字化程度、金融市场支持等会促进科技金融效率,但研发投入强度、地方金融机构不良贷款率等会抑制科技金融效率提升^[5-7]。与科技金融效率相关的因素有很多,如何测算更为准确的科技金融效率便成为了衡量科技金融效率以及进行后续研究的重点。在科技金融效率测算的方法中,使用较多的是数据包络模型,包括三阶段 DEA 模型、DEA-Malmquist 指数、超效率 DEA 模型、DEA-CCR 模型、超效率 SBM-ML 模型,研究发现,不论是从国家、省域、市域、城市群还是区域层面研究,结论都趋于一致,结果显示科技金融效率波动态势明显,但整体上普遍呈现上升趋势,且区域间科技金融效率差异较大,城市圈内部发展不平衡,有较大的进步空间^[8-14]。实际发展中,科技金融由于面临着区域发展失衡等难点,各地区科技金融效率存在显著空间非均衡特征^[15]。区域间科技金融发展的差距表明了空间格局分析的必要性,从空间分析角度来看,我国科技金融效率空间差异的主要来源是区域间差异,东、中、西部地区的分布动态演进具有空间溢出性^[16],京津冀和长三角地区的辐射效应也较强^[17]。但也有部分城市群的科技金融效率空间分布格局较为稳定,如武汉城市圈 2010-2019 年间空间格局稳定为“西北—东南”,始终以武汉城市为重心^[18]。综上所述,关于科技金融效率的相关研究已较为丰富,为本文研究奠定了良好的基础。虽然已经有学者对城市群科技金融效率进行相关研究,但从空间视角对京津冀城市群科技金融效率时空演变规律的讨论却略显不足,这为本文研究提供了进一步拓展空间。

基于此,本文综合运用方向性超效率 SBM 模型和 Malmquist 指数法测算京津冀城市群科技金融效率,并运用莫兰指数、标准差椭圆和空间马尔可夫链分析科技金融效率的时空变化。与既有文献相比,本文可能的边际贡献为:研究方法创新,现有关于科技金融效率测算的方法大多使用 DEA 模型,但 DEA 模型种类较多,基础的 DEA 模型难以有效评估效率值,本文运用方向性 SBM 模型和 Malmquist 指数测算科技金融效率并将其分解,有助于深入把握京津冀城市群科技金融效率提升路径;研究视角创新,现有文献研究鲜少将科技金融效率与京津冀城市群和空间视角作综合研究,本文从空间视角出发,研究京津冀城市群科技金融效率的时空演变格局,逐步完善京津冀区域空间格局。

一、京津冀城市群科技金融效率时空演变的理论基础与研究方法

(一) 理论基础

科技金融效率是评价金融服务科技发展能力的重要内容^[6]。科技金融效率是指在一定的技术水平下,以最小的资金和人力投入和非期望产出,实现科技产出最大化。京津冀城市群作为资源分布差距较大的城市群,金融、科技资源汇聚能力不同,但受城市容载量、人口、能源等的限制,仅仅依靠北京等大城市难以带动整体经济快速且协同发展。城市群协同创新、齐力发展已成必然,在 2014 年京津冀协同发展战略提出后,京津冀城市群通过联通交通、产业等要素流动,找准了城市定位,疏解了北京非首都功能,推动城市群整体进步。但是在协同发展过程中,由于金融行业的特殊性,金融资源要素往往向优势城市集中,导致金融资源的分布并不均衡。且科技创新作为第一要义,是发展新质生产力的核心要素,在科技创新过程中金融资源的支持必不可少,那么金融、科技资源的分布不均,就有可能影响科技金融效率,抑制科技创新。因此,随着京津冀城市群协同发展战略的提出,北京、天津和河北各市不断联合,

城市群优势互补,城市群整体科技金融效率会呈现上升趋势。

本文以城市群理论、金融可持续发展理论、新经济地理理论为基础,阐释了京津冀城市群科技金融效率的时空演变规律。首先,城市群理论是区域发展的基础理论之一,是指以大城市为核心辐射带动周边一定范围内中小城市发展,使其成为全国乃至全世界范围内有一定影响力的城市群。京津冀协同发展是重大战略,要打造以北京为核心的世界级城市群。因此,京津冀城市群也必须发挥中心城市的集聚辐射作用,在科技金融和科技创新等多个方向上形成合力,通过城市群内部产业横向和纵向分工结合,实现“金融—科技—产业”循环发展。其次,金融可持续发展理论是全新的金融效率观,强调金融发展既要重视在某一时刻的配置效率还要重视在相对较长的过程中金融与经济相互协调发展。科技金融主要是指科技创新研发和科技成果转化过程中的金融投入,本质上是一种金融资源。在科技金融资源配置中也要同时考虑微观和总体效率。最后,新经济地理理论是空间经济学的重要组成部分,实现了空间因素与主流经济学的融合,阐释了经济活动中空间分布不均等和空间集聚机制。京津冀城市群中城市发展的差异和地域优势意味着分析京津冀城市群问题中考虑空间因素的必要性。通过空间结构调整,中心城市产生和吸引大量革新资源,中心城市和边缘城市相互依存,共同组成完整的空间系统。通过分工合作,发挥城市功能,加强中心和边缘城市对金融资源和科技成果的利用,提高科技金融效率。

(二) 研究方法

1. 方向性非期望非角度超效率 SBM 模型

目前主要使用 DEA 模型对科技金融效率进行评价,数据包络分析法是评价多指标输入和输出的较为有效的方法。数据包络分析法包含的模型很多,包括 CCR、BCC、DDF、SBM、EBM 模型等。其中,传统径向 DEA 模型尽管在存在非零松弛时,仍可得出一个有效率的估计值,但这会使效率值被高估。为了解决此类问题,便产生了各种基于松弛变量测度的非径向模型。由 Fukuyama & Weber^[19] 提出的方向性 SBM 模型,是一个能够包含以上非径向测度在内的广义 SBM 模型,它不仅把 DDF 模型纳入到研究框架中,还解决了 DDF 模型没有考虑松弛变量的问题。基于此,本文使用方向性非期望非角度超效率 SBM 模型² 测算科技金融效率,模型表达式,如式(1)。

$$\begin{aligned} \vec{S}(x, y, b; g^x, g^y, g^b) = \max - & \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{w_i^x s_i^x}{g_i^x} + \frac{1}{s_1 + s_2} \left(\sum_{k=1}^{s_1} \frac{w_k^y s_k^y}{g_k^y} + \sum_{l=1}^{s_2} \frac{w_l^b s_l^b}{g_l^b} \right)}{2} \\ \text{s. t. } x_{i0} & \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j x_j - s_i^x, \forall i \\ y_{k0} & \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j y_j + s_k^y, \forall k \\ b_{l0} & \geq \sum_{j=1, \neq 0}^n \lambda_j b_j - s_l^b, \forall l \\ s_i^x & \geq 0, s_k^y \geq 0, s_l^b \geq 0, \lambda_j \geq 0, \forall i, j, k, l \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中,假定有 n 个决策单元, (x, y, b) 为决策单元的投入、期望产出和非期望产出向量, (g^x, g^y, g^b) 表示方向向量, (s_i^x, s_k^y, s_l^b) 表示投入、期望产出和非期望产出松弛的向量。 m, s_1, s_2 分别表示投入、期望产出和非期望产出的变量个数。投入指标 x 的权重为: $Q_x = w_i^x / (2 * m)$; 期望产出指标 y 的权重为: $Q_y = w_k^y / [2 * (s_1 + s_2)]$; 非期望产出指标 b 的权重为: $Q_b = w_l^b / [2 * (s_1 + s_2)]$ (其中, $w_i^x = 1, w_k^y = 1, w_l^b = 1$)。

为了分析生产率的变动,使用 MI (Malmquist) 指数测算从 t 期到 $t+1$ 期的生产率指数, MI 指数可以用来评价多个时点上决策单元生产率的变动情况。假设 t 期和 $t+1$ 期的投入产出组合为 (x^t, y^t, b^t) 和 $(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})$, MI 指数的表达式为式(2)。

$$MI^{t+1}(x^t, y^t, b^t, x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^t, g^{t+1}) = \left[\frac{1+S^t_c(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1+S^t_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \times \frac{1+S^{t+1}_c(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1+S^{t+1}_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

MI 指数若大于 1 说明科技金融效率较上一年有所上升, 等于 1 表示 t 时期和 $t+1$ 时期的投入产出状况没有变化, 小于 1 说明科技金融效率降低。为了探讨科技金融效率的变动趋势, 又将 MI 指数进行分解。分解方式参考 Fare 等^[21]的做法, 当规模报酬不变时, 该指数可以分解为技术效率变动 (MEC) 和技术进步变动 (MTC), 如式 (3) 所示。

$$MI^{t+1}_c = MEC_c \times MTC_c \quad (3)$$

其中, 技术效率变动又称追赶效应, 表示 DMU 自身效率水平的提高, 用来衡量最大产出能力与最优效率前沿面的距离。技术效率变动表达式如式 (4) 所示。

$$MEC_c = [1+S^t_c(x^t, y^t, b^t; g^t)] / [1+S^{t+1}_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})] \quad (4)$$

技术进步变动又称创新效应, 表示 DMU 生产前沿的移动。技术进步变动表达式如式 (5) 所示。

$$MTC_c = \left[\frac{1+S^{t+1}_c(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1+S^t_c(x^t, y^t, b^t; g^t)} \times \frac{1+S^{t+1}_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})}{1+S^t_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

Fare 等^[22]在分解法的基础上, 通过 VRS 和 CRS 得出不同效率值, 将分解中的 MEC 进一步分解为纯技术效率变动 ($MPEC$) 和规模报酬变动 ($MSEC$)。2007 年, Zofio^[23]综合了前人的研究成果, 在分解的基础上, 将 MTC 进一步分解为纯技术变化 ($MPTC$) 和规模技术变化 ($MSTC$)。具体公式如式 (6) ~ (10) 所示。

$$MI^{t+1}_c = MEC_c \times MTC_c = MPEC \times MSEC \times MPTC \times MSTC \quad (6)$$

$$MPEC = [1+S^t_v(x^t, y^t, b^t; g^t)] / [1+S^{t+1}_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})] \quad (7)$$

$$MSEC = \frac{[1+S^t_c(x^t, y^t, b^t; g^t)] / [1+S^t_v(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1+S^{t+1}_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})] / [1+S^{t+1}_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \quad (8)$$

$$MPTC = \left[\frac{1+S^{t+1}_v(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1+S^t_v(x^t, y^t, b^t; g^t)} \times \frac{1+S^{t+1}_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})}{1+S^t_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

$$MSTC = \left\{ \frac{[1+S^{t+1}_c(x^t, y^t, b^t; g^t)] / [1+S^{t+1}_v(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1+S^t_c(x^t, y^t, b^t; g^t)] / [1+S^t_v(x^t, y^t, b^t; g^t)]} \times \frac{[1+S^{t+1}_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})] / [1+S^{t+1}_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]}{[1+S^t_c(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})] / [1+S^t_v(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

上述式中, 下标 c 表示规模报酬不变, v 表示规模报酬可变。 $MPEC > 1$, 表示从 t 期到 $t+1$ 期, 被评价决策单元向前沿面移动, 即纯技术效率有所改善; $MPEC < 1$, 表示纯技术效率恶化; $MSEC > 1$, 代表由效率值变化所引起的规模效应, 规模效率有所提高; $MSEC < 1$, 表示规模效率有所降低; $MPTC > 1$, 说明技术前沿前移, 代表技术进步; $MPTC < 1$, 说明技术前沿后退, 表示技术倒退; $MSTC > 1$, 说明技术偏离不变规模报酬; $MSTC < 1$, 说明技术向不变规模报酬移动。

2. 空间自相关分析

学术界关于空间相关性的分析大多选用全局、局部莫兰指数和空间基尼系数进行分析, 本文选用全局莫兰指数进行空间自相关检验, 具体公式如式 (11)。

$$Moran's I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right\} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (11)$$

莫兰指数的取值范围为 $[-1, 1]$, 指数越接近 1, 说明市域间空间正相关程度越强, 反之越弱。全局莫兰指数所使用的空间权重矩阵为经济距离权重矩阵, 具体公式如式(12)。

$$W = W_d E_{ij}; E_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|}; i \neq j \\ 0; i = j \end{cases} \quad (12)$$

式(12)中, W 是经济距离空间权重矩阵; W_d 是行标准化之后的地理距离权重矩阵, 根据各市的经纬度确定; E_{ij} 是描述各市间经济差距的矩阵; $\bar{Y}_i$ 是 i 市在 2013—2023 年间人均 GDP 的均值。

3. 标准差椭圆

1926 年, Le fever 提出标准差椭圆, 已成为当今研究区域间要素地理分布常用的方法^[24]。它是一种用来揭示事物状态的空间分布情况, 生成的结果是一个包含中心趋势、离散趋势和方向趋势的椭圆。本文通过计算椭圆的中心、长轴、短轴和方位角等参数, 描述京津冀城市群科技金融效率的空间分布格局和时空演化趋势。

4. 空间马尔可夫链

空间马尔可夫链是一种在空间上描述状态转移的概率模型, 在传统马尔可夫链中引入了“空间滞后”这一概念。传统的空间马尔可夫链中事物的转移状态与周围的环境无关, 而空间马尔可夫链考虑了空间因素, 可以利用相邻城市的科技金融效率来划分城市科技金融效率的滞后等级, 将传统马尔可夫链划分为 k 个 $k * k$ 个状态转移矩阵。本文在传统马尔可夫链基础上引入了空间滞后项, 探讨不同的地理邻域类型对城市科技金融效率趋同演化规律的影响。空间滞后项的表达公式, 如式(13)。

$$Lag_j = \sum_{i=1}^n M_i W_{ij} \quad (13)$$

式(13)中, Lag_j 表示 j 城市的空间滞后值; M_i 表示累积法计算的 i 城市的科技金融效率; n 表示城市数量; 空间权重 W_{ij} 选用经济距离空间权重矩阵, 表示 i 城市与 j 城市的空间关联性。

二、京津冀城市群科技金融效率时空演变的实证分析

(一) 变量选择与数据来源

1. 变量选择

为衡量京津冀城市群 2012—2023 年科技金融效率水平, 参考汪晓文等^[6]、黄仁全等^[10]、李天籽和韩沉刚^[18]等学者的相关研究, 分别从科技金融投入和科技金融产出两个方面选取指标进行测度。

(1) 投入变量

依据京津冀城市群的实际情况, 选择政府资金、市场资金、科技人员作为投入变量, 其中(1)政府资金投入, 选用财政科技支出额作为衡量指标, 反映各市政府对于科技的金融支持程度;(2)市场资金投入, 选用 R&D 经费支出衡量;(3)科技人员投入, 选用规模以上工业企业 R&D 人员予以衡量。

(2) 产出变量

借鉴已有研究, 产出变量从期望产出与非期望产出两个角度衡量。期望产出从专利产出、技术市场两个方面描述。其中, 专利产出用专利授权量表示, 技术市场方面采用技术市场输出合同成交额表示。非期望产出变量用申请但未被授权的专利数表示。

2. 数据来源

选取京津冀城市群为研究对象(以北京市、天津市和河北省 11 个地级市为主体, 其中辛集市的数据合入石家庄市统计数据中, 定州市、雄安新区的数据合入保定市统计数据中)。数据主要来源于《中国

城市统计年鉴》、《河北省科技经费投入统计公报》、各个城市统计年鉴、《河北统计年鉴》、《河北科技统计年鉴》、石家庄地域科技数据统计平台、《河北省技术市场统计公报》等。所缺失的部分数据运用插值法补齐。因部分城市产出指标出现 0 值,而在测算科技金融效率中,若产出数据包含 0,可能会对数据产生较大偏误,故使用归一化对所分析的数据进行去量纲化处理,在归一化之后,将所有数据+1。最终汇总得到 2012—2023 年京津冀 13 个城市的面板数据进行分析。

(二)实证分析结果

1. 京津冀城市群科技金融效率测算

运用 Excel 软件对各个指标进行归一化处理,并在处理后+1,以解决产出变量中含有 0 的数值,后构建包含非期望产出的方向性超效率 *SBM* 模型,运用 Matlab 软件对 2012—2023 年京津冀 13 个城市的科技金融效率进行测算并分解。

(1) 京津冀科技金融效率平均变化趋势

依据模型测算结果,求解各年份平均值,得到 2012—2023 年 13 个城市总体科技金融效率的年均变化趋势。结果显示,2012—2023 年间科技金融效率呈现“W 底”型变化趋势,说明从此以后京津冀科技金融效率有蓄势提升的趋势。整体上看,2012—2023 年京津冀城市群总体科技金融效率有所提升。2014、2016 年平均效率值小于 1,说明这两年科技金融效率呈下降趋势,其余年份效率值均大于 1。2017 年科技金融效率有了大幅跃升,这可能与 2016 年先后公布的两项政策《促进科技成果转移转化行动方案》和《“十三五”国家科技创新规划》有关。2019—2023 年科技金融效率不断升高,这可能与 2019 年颁布的《关于新时期支持科技型中小企业加快创新发展的若干政策措施》、2020 年颁布的《国务院关于促进高新技术产业开发高质量发展的若干意见》等政策有关。其余年份虽也呈现波动,但波动幅度整体较小,且均呈现增长态势,说明京津冀城市群总体科技金融效率历年来确有进一步提升,部分政策的颁布起到了积极作用。

(2) 京津冀历年科技金融效率分解指标变化趋势

为进一步分析京津冀城市群总体科技金融效率的变化趋势,将京津冀城市群总体科技金融效率进行分解,分解为纯技术效率变化(*MPEC*)、规模报酬变化(*MSEC*)、纯技术变化(*MPTC*)、规模技术变化(*MSTC*)四个部分,四个分解指标的历年平均变化趋势。结果显示,不同年份分解指标的变化趋势不同。整体上看,京津冀城市群总体年均纯技术效率变化、纯技术变化、规模技术变化均大于 1,仅有规模报酬变化小于 1,说明京津冀城市群总体科技金融效率的提升主要是由于纯技术效率、纯技术和规模技术的提升,规模报酬历年来呈现下降趋势。因此,京津冀通过加强科技金融资源的优化配置,提升科技金融规模报酬,有助于提升京津冀整体科技金融效率。从不同年份分解指标的变化趋势来看,仅有 2017—2018 年和 2019—2020 年科技金融效率的四个分解指标均大于 1,都呈现增长态势。在四个不同分解指标中,仅有纯技术变化在 11 年间始终保持增长。可见京津冀城市群总体科技金融效率上升的主要驱动力是纯技术进步。规模技术变化在 2016 年后均大于 1 且逐年增加,可见规模技术变化也是 2016 年后科技金融效率上升的另一重要驱动力。纯技术效率变化和规模报酬变化 11 年间呈现波浪式变化,是致使大多数年份科技金融效率增幅变小甚至后退的主要因素,而纯技术效率变化和规模报酬变化是技术效率变化的分解指标。所以,各市在促进科技金融技术进步的同时也必须和技术效率提高方面引起高度重视,只有提高技术效率才能实现更好的发展。

(3) 京津冀各市科技金融效率及其分解指标变化趋势

为更好地分析各个城市 2012—2023 年间科技金融效率的变化趋势,计算了 13 个城市 11 年的科技金融效率及其分解指标的平均值。结果显示,京津冀 13 个城市的科技金融效率皆大于 1,其间均呈现增长态势。其中,天津市、石家庄市、唐山市和北京市的科技金融效率年均变化高于城市总体平均值。但四个城市都有薄弱之处,其中,天津市和北京市作为两个超大城市规模技术变化小于 1,并且北京市

平均科技金融指数排名为第四,说明规模效应不仅不能促进天津和北京科技金融水平的提升,还会起阻碍作用。而河北省地级市中石家庄市和唐山市规模报酬变化小于1,说明规模效率会阻碍石家庄和唐山市科技金融水平提升。2012—2023年间,科技金融效率年均增长最高的城市是天津市,总体提高了12.01%;最低的城市是张家口市,总体提高了0.2%,二者相差11.81%。张家口市的规模报酬变化和纯技术变化均小于1,张家口市应通过提高规模报酬和纯技术提升科技金融效率,承德市同理。其余城市中,秦皇岛市、邯郸市、沧州市的科技金融效率及其分解指标年均变化均大于1,说明这三市的发展较为平衡,暂无明显薄弱之处。邢台市可通过提升规模报酬提升科技金融效率。衡水市应通过提高纯技术效率提升科技金融效率。保定市和廊坊市可通过提升纯技术效率和规模报酬提升科技金融效率。

表1 2012—2023年京津冀各市平均科技金融效率指数排序

城市	天津市	石家庄市	唐山市	北京市	沧州市	保定市	邯郸市	邢台市	衡水市	秦皇岛市	廊坊市	承德市	张家口市
排名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

注:排名所在列依据科技金融效率指数排序得出;资料来源:笔者测算得出

2. 京津冀城市群科技金融效率之间的空间相关性:全局莫兰指数

因方向性SBM模型和MI指数测算出的是科技金融效率的变化率(相较于上一年的变动情况),不具有可比性,因此,借鉴胡晓琳^[25]、黄金枝和曲文阳^[26]、董景荣和苏美文^[27]等学者的研究,假设基期(2012年)的科技金融效率水平、技术效率水平、技术进步水平的取值都相等,并等于该年的SBM科技金融水平。因为后续分析的重点为变量分布的变化形态,所以这样的假定对所研究的演化趋势不会产生实质性影响。基于此,运用累积法测算科技金融效率及其分解指标(纯技术效率、规模报酬、纯技术和规模技术)值,分别用字母M、MPE、MSE、MPT、MST表示,用于后续分析中。

选用经济距离空间权重矩阵来计算科技金融效率及其分解指标的全局莫兰指数值,以期剖析京津冀城市群科技金融效率的空间相关性。结果显示,科技金融效率的莫兰指数有正有负,2017年、2019—2023年莫兰指数均显著为正,其余年份虽大多为负但均不显著,表明京津冀城市群总体科技金融效率虽然存在一定的空间相关性,但整体波动较大。纯技术效率在2013、2014年显著为正,其余年份均不显著;规模报酬和规模技术不同年份的莫兰指数的显著性变化幅度较大;纯技术的莫兰指数在大多数年份下均显著为正,说明京津冀城市群总体纯技术水平呈现显著的空间正相关性。通过分析莫兰指数的值可发现,京津冀相邻城市间的科技金融效率存在互相影响。科技金融效率分解指标的全局莫兰指数在不同年份呈现显著效应,数值之间变化趋势较大,可能的原因是在京津冀协同发展战略背景下,京津冀城市群的科技金融资源在地域间的流动性较强。同时,随着科技金融政策的颁布,政策改革力度也较大,侧面说明了科技金融效率存在一定的空间影响,从空间角度衡量科技金融效率是可行的。

3. 京津冀城市群科技金融效率空间演化:标准差椭圆视角

根据对京津冀城市群总体科技金融效率空间异质性分析的初步结果,可推测出京津冀城市群内部科技金融效率格局可能发生了一定变化。为了验证这一猜想,选择用标准差椭圆从各城市科技金融效率时空演变的中心性等方面进行分析,展示标准差椭圆的平均中心和变迁趋势。标准差椭圆和中心的绘制借助ArcGIS软件实现。具体结果显示,平均中心方面,京津冀城市群科技金融效率的空间中心位于廊坊市和保定市的交界处。离散趋势方面,标准差椭圆的水平轴由2013年的120.65 km下降至2023年的115.63 km,纵轴由2013年的238.90 km减至2023年的231.57 km,两个坐标轴均呈现“倒V型”变动,说明京津冀城市群科技金融效率呈现先扩散后集聚的特征。方位角变动特征方面,京津冀城市群科技金融效率总体呈现“东北—西南”的空间分布格局。2013—2023年间平均中心、长短轴、方位角均未发生显著的变化,趋于稳定,说明京津冀城市群的科技金融效率整体分布局势未发生显著的改变。

4. 京津冀城市群科技金融效率空间协同作用分析:马尔可夫链视角

探讨邻近城市科技金融类型对城市科技金融效率转移的影响,对比传统视角下京津冀城市群科技金融效率的转移矩阵和空间滞后条件下的城市群科技金融效率的转移矩阵。将科技金融效率按照 4 分位点进行划分,其中:类型Ⅰ低水平($0 \leq MI < 0.993\ 8$),类型Ⅱ较低水平($0.993\ 8 \leq MI < 1.016\ 2$),类型Ⅲ较高水平($1.016\ 2 \leq MI < 1.093\ 8$),类型Ⅳ高水平($1.093\ 8 \leq MI$)。

(1)传统马尔可夫链

运用 Matlab 软件测算京津冀城市群科技金融效率的传统马尔可夫转移矩阵,对京津冀城市群科技金融效率状态转移进行分析,矩阵结果如表 2 所示。

表 2 2013—2023 年京津冀科技金融效率马尔可夫转移概率矩阵

t_i/t_{i+1}	n	低水平	较低水平	较高水平	高水平
低水平	29	0.482 8	0.206 9	0.241 4	0.069 0
较低水平	29	0.310 3	0.482 8	0.206 9	0.000 0
较高水平	27	0.148 1	0.074 1	0.518 5	0.259 3
高水平	19	0.000 0	0.000 0	0.052 6	0.947 4

注:资料来源,笔者测算得出

所有对角线上的元素数值均大于非对角线元素。位于对角线上的四个元素的最小值是 0.482 8,最大值为 0.947 4;非对角线上的 12 个元素最大值为 0.310 3,最小值为 0。说明京津冀城市群的科技金融水平比较稳定,更趋向于保持现状,转移到其他状态类型的概率较小,变动具有“粘性”,受原有科技金融发展水平影响较大,存在“俱乐部集聚效应”。

非 0 元素大多位于靠近对角线两侧。说明京津冀城市群科技金融效率转移多发生在相邻两种水平区间之间,较少可能实现跨越式发展,如从较低水平跨越到高水平。

存在城市间低水平科技金融水平向高水平类型转移的趋势。低水平科技金融效率城市保持原状态的概率为 0.482 8,向上转移或跨越式向上转移的概率为 0.517 3,且向较高水平科技金融效率城市转移的概率更大。较低水平类型城市向下转移概率为 0.310 3,居保持原状态的概率和向上转移的概率中间。较高水平类型的城市向下转移的趋势为 0.222 2,向上转移的趋势为 0.259 3。

(2)空间马尔可夫链

城市科技金融效率的提升不仅与自身实力相关,与周边城市的合作交流也息息相关。基于此,在传统马尔可夫链基础上引入了空间滞后项,探讨不同的地理邻域类型对城市科技金融效率趋同演化规律的影响,结果如表 3 所示。我们可以发现:

第一,近邻效应会影响城市科技金融效率。同一数据区间内,空间转移概率矩阵结果与传统的矩阵转移结果存在差异,说明京津冀城市群科技金融效率转移受邻域影响较大。如,不考虑空间邻域背景时,低水平城市维持现状的概况为 0.482 8,而与低水平、较低水平、较高水平和高水平城市相邻时,其维持现状的概率分别为 0.333 3、0.428 6、0.666 7、0.333 3。

第二,高水平城市始终保持优势。高水平城市与较低水平城市相邻,维持现状的概率为 0.666 7,向较高城市转移的概率为 0.333 3。与低水平、较高水平和高水平城市相邻时,维持现状的概率均为 1.000 0。

第三,不同的邻域背景对于城市科技金融效率水平转移的影响各不相同。较低水平城市与低水平城市相邻时,其向上转移的概率为 0.600 0,与较低水平、较高水平城市相邻时,其向上转移的概率为 0.066 7、0.222 2。较高水平城市与低水平和较低水平城市相邻时,其向上转移的概率分别为 0.000 0、0.181 8,与较高水平城市和高水平城市相邻时,向上转移的概率分别为 0.333 3、0.500 0。

表 3 2013—2023 京津冀城市群空间马尔可夫链转移概率矩阵

滞后类型	t_i/t_{i+1}	n	低水平	较低水平	较高水平	高水平
低水平	低水平	3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.000 0
	较低水平	5	0.200 0	0.200 0	0.600 0	0.000 0
	较高水平	3	0.000 0	0.000 0	1.000 0	0.000 0
	高水平	1	0.000 0	0.000 0	0.000 0	1.000 0
较低水平	低水平	14	0.428 6	0.285 7	0.285 7	0.000 0
	较低水平	15	0.266 7	0.666 7	0.066 7	0.000 0
	较高水平	11	0.272 7	0.181 8	0.363 6	0.181 8
	高水平	3	0.000 0	0.000 0	0.333 3	0.666 7
较高水平	低水平	9	0.666 7	0.111 1	0.111 1	0.111 1
	较低水平	9	0.444 4	0.333 3	0.222 2	0.000 0
	较高水平	9	0.111 1	0.000 0	0.555 6	0.333 3
	高水平	9	0.000 0	0.000 0	0.000 0	1.000 0
高水平	低水平	3	0.333 3	0.000 0	0.333 3	0.333 3
	较低水平	0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	较高水平	4	0.000 0	0.000 0	0.500 0	0.500 0
	高水平	6	0.000 0	0.000 0	0.000 0	1.000 0

注:资料来源,笔者测算得出

三、结论和建议

通过以上分析,我们可以得到如下结论:

首先,京津冀城市群总体科技金融效率呈现曲折提升的态势。通过研究结果可以发现,京津冀城市群总体科技金融效率呈现“W 底”型变化,说明从此以后京津冀科技金融效率有蓄势提升的趋势。

其次,京津冀城市群内部之间科技金融效率的发展水平存在较为明显的差异。通过研究结果可以看出,尽管在最近 10 余年内京津冀城市群内各城市科技金融水平均有所提高,但是它们之间科技金融效率差距较大,不同城市科技金融效率提升路径存在差异。

最后,尽管京津冀城市群总体科技金融效率的空间格局未出现显著变化,但是该城市群内部城市之间存在一定的空间协同影响作用。城市科技金融效率受原有发展水平影响较大,但存在城市间低水平科技金融水平向高水平类型转移的趋势;近邻效应会影响城市间的科技金融效率,但邻域类型不同,转移概率不同。

政策建议:

第一,搭建以政府为主导,与金融机构、高新技术企业等共同信息平台,促进信息资源流动,缩短资金筹措时间,增加“科技—金融—产业”各种资源要素之间的流通性,使现有技术水平的潜能得以更大程度释放,激励本土科技型企业成长,培育壮大优质科技型企业群体,从而提升科技金融合理配置资源的能力。

第二,加强高素质人才队伍建设,完善金融人才的培养、任用和选拔体系,加大对科技、金融等人才的培训,提升金融从业人员的专业技能和服务水平,提高科技金融企业的风险管理能力,提高内部管理效率,合理规避风险,实现科技金融可持续发展。

第三,京津冀各市应通过差异化制定科技金融效率提升策略以提升城市科技金融效率。如:各地人民政府可以通过各地比较优势挖掘特色提升路径,分类精准施策,差异化制定科技金融效率提升政策。科技金融效率较高的地方可以通过提高金融服务水平等,打造高水平的科技金融服务中心,也应积极发挥对科技金融效率较低城市的辐射带动作用。科技金融效率较低的地方可以通过政府扶持、加强人力资本建设、提高资金支持和创造创新氛围等提升科技金融效率,也可以通过加强与科技金融效率高的城市的沟通交流和合作,取长补短,提升科技金融效率。

第四,加强城市间交流,充分发挥科技金融效率高的城市的自身优势和空间辐射作用,在提升自身效率水平的同时带动周边地区发展,积极引导本地区高新技术等企业加强与低效率地区的交流合作,增强京津冀区域产业创新体系整体效能,共享金融、技术等资源,形成技术创新集聚经济,共同促进科技金融效率提升。

第五,建立京津冀科技金融联合体,加强科技金融交流合作,增大空间近邻正效应,积极引导高科技金融效率城市将科技金融资源流向低水平城市。尤其是北京和天津作为超大城市,在推进京津冀科技金融协同发展中,更应起到积极的带动作用,加大对河北省各城市的技术输出,促进科技和金融资源的优化配置,实现城市群各市有机结合和协同发展。

[参 考 文 献]

- [1] 田方林,魏榛.新质生产力理论对马克思主义科技与生产力关系理论的丰富与发展[J].重庆师范大学学报(社会科学版),2024(02):5-15.
- [2] 陈天悟.中国科技金融效率对实体经济增长的影响[D].昆明:云南财经大学,2020.
- [3] 陈一琳.科技金融效率与全要素生产率的互动关系研究:基于PVAR模型[J].现代商贸工业,2020(32):10-11.
- [4] 张萍,倪逸彬.科技金融影响智慧区域化的发展吗:基于浙江省数字化改革的实践[J].新金融,2022(11):25-32.
- [5] 许世琴,尹天宝,阳杨.中国省际科技金融效率测度及其影响因素分析:基于空间面板模型实证研究[J].技术经济,2020(03):81-86.
- [6] 汪晓文,谢美琳,田雨琦.数字经济时代科技金融效率测算及影响因素分析[J].科技管理研究,2022(02):61-69.
- [7] 张彬,杨莹.我国省际科技金融效率测度及影响因素分析:基于30个省份面板模型实证分析[J].上海市经济管理干部学院学报,2024(02):46-56.
- [8] 唐栋,王滨,桂成,等.我国科技金融效率及影响因素研究:基于三阶段DEA-Tobit模型[J].商业经济,2022(09):180-183.
- [9] 陈非,蒲惠炎,龙云凤.广东省科技金融投入与创新效率地区差异的实证研究[J].科技管理研究,2019(17):82-90.
- [10] 黄仁全,田径,王娟娟.西安市科技金融发展效率及动态影响因素[J].科技管理研究,2021(06):90-97.
- [11] 高扬,王桂葵.山东省科技金融效率影响因素及区域差异研究[J].华东经济管理,2023(07):92-99.
- [12] 刘濛,李嫣资.京津冀城市圈科技金融效率测度与优化路径研究:基于模糊集定性比较分析[J].会计之友,2023(02):93-100.
- [13] 杨林,黄震环,张仁寿,等.粤港澳大湾区科技金融资源配置效率研究[J].亚太经济,2019(04):129-135+152.
- [14] 刘越,张洪潮.我国科技金融融合发展效率提升路径研究:以长江经济带为例[J].管理现代化,2021(05):7-11.
- [15] 姚凤桐,贾浩楠.我国科技金融效率测度及空间关联研究[J].价格理论与实践,2023(02):116-120.
- [16] 沈丽,范文晓.我国科技金融效率的空间差异及分布动态演进[J].管理评论,2021(01):44-53+67.
- [17] 赵鸿程,林炳华,陈一琳.中国科技金融效率的时空分异及其影响因素:基于非期望产出视角的分析[J].金融与经济,2020(12):49-55.
- [18] 李天籽,韩沅刚.武汉城市圈科技金融效率时空特征与趋同演化分析[J].经济地理,2022(01):61-69.
- [19] Fukuyama H, Weber W L. A directional slacks-based measure of technical inefficiency[J]. Socio-Economic Planning Sciences, 2009(4):274-287.

- [20] Andersen P, Petersen N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management science, 1993(10): 1261–1264.
- [21] Färe R, Grosskopf S, Lindgren B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: A non-parametric Malmquist approach[J]. Journal of productivity Analysis, 1992(01): 85–101.
- [22] Chambers R, Fare R, Grosskopf S. Efficiency, Quantity indexes, and productivity indexes: A Synthesis[J]. Bulletin of Economic Research, 1994(01): 1–21.
- [23] Jose L. Zofio. Malmquist productivity index decompositions: a unifying framework[J]. Applied Economics, 2007(18): 2371–2387.
- [24] Welty Lefever D. Measuring geographic concentration by means of the standard deviational ellipse[J]. American Journal of Sociology, 1926(01): 88–94.
- [25] 胡晓琳. 中国省际环境全要素生产率测算、收敛及其影响因素研究[D]. 南昌:江西财经大学, 2017.
- [26] 黄金枝, 曲文阳. 环境规制对城市经济发展的影响: 东北老工业基地波特效应再检验[J]. 工业技术经济, 2019(12): 34–40.
- [27] 董景荣, 苏美文. ICT 投资、装备制造业全要素生产率: 基于技术吸收能力异质性的量化研究[J]. 重庆师范大学学报(社会科学版), 2022(02): 5–17.

Spatio-Temporal Evolution Pattern of Technological and Financial Efficiency in the Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration

Li Junfeng¹ Han Jiali²

(1. Hebei GEO University, Shijiazhuang Hebei 050031;

2. Shanghai Pudong Development Bank Shanxi Branch, Taiyuan Shanxi 030000, China)

Abstract: In order to study the spatio-temporal evolution characteristics of the efficiency of science and technology finance in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, based on the panel data of the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration from 2012 to 2023, this paper analyzes the spatio-temporal evolution and spatial pattern of the sci-tech financial efficiency of the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area by using directional super-efficiency SBM model, Malmquist index, global Molan index, standard deviation ellipse and spatial Markov chain. The empirical results show that the overall sci-tech financial efficiency of the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration shows a “W” shape change, and the overall trend is increasing. There is a large gap in the efficiency of sci-tech finance within Beijing, Tianjin and Hebei, and there are differences in the improvement paths of sci-tech finance efficiency among different cities. The overall sci-tech financial efficiency in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration has a certain spatial impact, but the general pattern remains unchanged. Spatial factors will affect the efficiency of science and technology finance, and the efficiency of science and technology finance in cities is greatly affected by the original development level. This paper provides a theoretical basis for improving the efficiency of science and technology finance in Beijing-Tianjin-Hebei from the perspective of efficiency decomposition and space, which is of great significance for promoting the coordinated development of science and technology finance in Beijing-Tianjin-Hebei.

Keywords: urban agglomeration; sci-tech finance efficiency; spatio-temporal evolution; SBM model; space Markov chain

[责任编辑: 左福生 邹柳馨]