doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2024.04.010

开放科学
（资源服务）
标识码
（OSID）

省域科技金融效率时空分异及影响因素研究
——以山东为例

姜宁朋[1] 王福康[2] 姜媛[3] 曲妍妍[4] 周立波[1] 张路[2]

1. 山东省科技服务发展推进中心 济南 250101；
2. 齐鲁工业大学（山东省科学院）经管学部 济南 250353；
3. 山东省创新发展研究院 济南 250101；
4. 山东产权交易中心有限公司 济南 250101

摘要：[目的 / 意义] 探讨科技金融效率的评价机制。[方法 / 过程] 通过构建超效率 SBM 模型和全局 Malmquist 指数，以山东为例测度了山东省各地市科技金融效率及其年际变化和地域差异，并进一步剖析了影响科技金融效率的相关因素。[局限] 未细分到具体的科技金融工具和手段，下一步将继续深入研究。[结果 / 结论] 山东省科技金融效率整体上升，但地域差异显著，而技术进步有助于缩小地区差异。时间维度上，2014—2017 年间，多数地区效率稳步上升，而 2018—2022 年间，三大经济圈一体化联动使得效率均呈现波动上升趋势。金融市场发展和数字化发展有助于山东省科技金融效率的提高，政府和企业科研投入与科技金融效率呈负相关，科技金融资源的多元化、科学化配置是各级政府和市场需重点考虑的问题。

关键词：科技金融效率；影响因素分析；超效率 SBM 模型；Tobit 模型

中图分类号：G35；F832.48

Research on the Spatiotemporal Differentiation and Influencing Factors of Science and Technology Financial Efficiency in Provincial-level: Evidence from Shandong

JIANG Ningpeng[1] WANG Fukang[2] JIANG Yuan[3] QU Yanyan[4] ZHOU Libo[1] ZHANG Lu[2]

1. Shandong Science and Technology Service Development Promotion Center, Jinan 250101, China;
2. Department of Economics and Management, Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences), Jinan 250353, China;
3. Shandong Innovation and Development Research Institute, Jinan 250101, China;
4. Shandong property rights Trading Center Co., LTD, Jinan 250101, China

基金项目 山东省重点研发计划（软科学）项目“财政科技股权投资对科技企业创新能力影响研究”（2024RZB0305）；山东省重点研发计划（软科学）项目“山东省科技金融体系构建及创新方法研究”（2022RZA03016）。

作者简介 姜宁朋（1980-），硕士，副研究员，主要研究方向为科技金融与信息服务；王福康（1999-），硕士研究生，主要研究方向为科技金融、区块链金融；姜媛（1981-），学士，副研究员，主要研究方向为科技创新与科技金融，E-mail: 40026646@qq.com；曲妍妍（1982-），硕士，中级经济师，主要研究方向为产权交易、科技金融；周立波（1990-），硕士，助理研究员，主要研究方向为科技金融与信息服务；张路（1982-），博士，副教授，主要研究方向为科技金融、区块链金融。

引用格式 姜宁朋 , 王福康 , 姜媛 , 等 . 省域科技金融效率时空分异及影响因素研究——以山东为例 [J]. 情报工程 , 2024, 10(4): 106-113.

Abstract: [Objective/ Significance] This paper aims to explore the evaluation mechanism of STF efficiency. [Methods/Processes] By constructing a super-efficiency SBM model and a global Malmquist model, the study measured the efficiency of STF and its inter-annual changes and regional differences in various cities in Shandong Province. At the same time, the Tobit model was used to further analyze the factors that influence the efficiency of STF. [Limitations] This study has not been subdivided into specific technology financial instruments and means, and further in-depth research will be conducted in the next step. [Results/ Conclusions] The results indicate that the efficiency of STF in Shandong Province has increased overall, but there are significant regional differences. Technological progress helps to narrow regional disparities. In terms of time dimension, from 2014 to 2017, the efficiency of most regions steadily increased, while from 2018 to 2022, the integration and linkage of the three major economic circles led to a fluctuating upward trend in efficiency. The degree of financial market development and digitization contributes to the improvement of STF efficiency in Shandong Province, while government and enterprise research investment is negatively correlated with STF efficiency. The diversified and scientific allocation of STF resources is a key issue that governments at all levels and the market must take into serious consideration.

Keywords: Science and Technology Finance; Analysis of Influencing Factors; Super SBM Model; Tobit Model

引言

2023 年中央金融工作会议指出，要“做好科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融五篇大文章”“着力打造现代金融机构和市场体系，疏通资金进入实体经济的渠道”。近期，国家出台了一系列金融支持创新政策，对科技金融结合工作进行了部署。各省应对省内各市科技金融工作实施绩效进行全面评估，进一步落实好中央科技金融工作安排。

山东省作为北方先进省份，在推动金融服务科技创新方面，初步形成以科技信贷、风险补偿、贷款贴息、股权投资、上市培育为主的科技金融服务体系，在缓解企业融资难题、促进科技成果转化方面取得良好成效。然而，山东省各市科技金融工作开展不均衡，与高质量发展和科技创新要求存在差距，如科技金融生态体系尚不健全，政策联动不足，社会资本参与度低，初创科技企业融资难题仍未得到有效解决。

有学者对山东省以及国内其他省市的科技金融效率差异和动态演进进行了研究 [1-2]，并且从科技信贷、科技保险、科技资本市场等角度分析了制约科技金融发展的因素 [3-4]。但针对山东省各地市不同年份及地市间科技金融效率的对比研究还存在不足。因此，本文以山东省 16 地市为例，深入探讨山东省的科技金融效率，并根据地域特性提出精准的优化资源配置对策，为国家和其他类似省份的科技金融政策布局提供有价值的参考。本文主要研究问题包括：（1）山东省科技金融效率损失情况分析；（2）各市科技金融效率的年际变化和区域差异研究；（3）影响山东省科技金融效率的主要因素研究。

1　研究设计与模型构建

本文通过构建科技金融投入与产出指标，利用超效率 SBM 模型测算山东省内 16 个地市

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2024.04.010

（除莱芜市）①的科技金融效率，并运用全局 Malmquist 指数分析各地市科技金融效率的时空变化。数据来自历年出版的《山东统计年鉴》《山东科技年鉴》和《国民经济和社会发展统计公报》。

1.1 指标选取与数据说明

本文参考胡欢欢等 [1]、刘濛等 [5] 和张远为 [6] 等学者的研究，从科技金融投入和科技创新产出两方面构建了山东省各地市科技金融效率评价指标体系，该体系全面反映了山东省各地市的实际情况，确保了数据的连续性和可得性，具体指标如表 1 所示。

表 1 山东省各地市科技金融效率评价指标体系

指标类型	指标名称	衡量指标	单位
科技金融投入	科研资金投入	地方科学技术支出（X_1）	亿元
	金融资本投入	金融机构科技贷款额（X_2）	亿元
	人力资本投入	R&D 人员全时当量（X_3）	人 / 年
科技创新产出	知识产出	发明专利授权量（Y_1）	件
	技术产出	技术市场成交合同额（Y_2）	亿元

科技金融投入中，地方科学技术支出（X_1）体现了政府对科研的资金支持；金融机构科技贷款额（X_2）反映了金融机构的资本投入；R&D 人员全时当量（X_3）反映了人力资本投入。科技创新产出方面，发明专利授权量（Y_1）代表知识产出；技术市场成交合同额（Y_2）代表科技活动市场化产出结果。

1.2 山东省科技金融效率测算分析

本文运用超效率 SBM 模型测算了 2014—2022 年山东省内 16 个地市的科技金融效率，并根据相关文件将山东省划分为省会、胶东和鲁南三大经济圈，省会经济圈以济南为中心，涵盖七个地市；胶东经济圈以青岛为中心，包括五个地市；鲁南经济圈包含四个地市。

如图 1 所示，2014—2022 年山东省及三大经济圈的科技金融效率整体上升，其中 2014—2016 年效率较低且波动。2016 年底，山东省出台政策优化金融资源配置，为科技型企业提供多元化融资支持，导致次年科技金融投入增加而产出未即时兑现，因此整体效率有所下降。自 2018 年起，效率增速显著提升。胶东经济圈

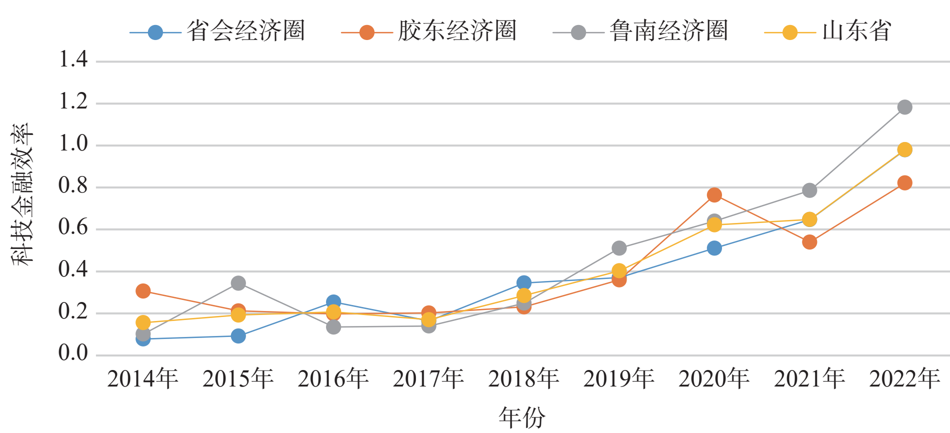

图 1 山东省及省内三大经济圈科技金融效率

①为保证数据的连续性和可比性，本文未将 2019 年 1 月并入济南市的莱芜市纳入研究样本。

科技金融效率在 2019 年和 2020 年翻倍增长，之后虽略有波动但仍保持上升趋势。省会经济圈与鲁南经济圈在效率上交替领先，鲁南经济圈部分年份实现了对省会经济圈的超越。

2　山东省科技金融效率时空差异

为进一步探究山东省科技金融效率的时空异化及其动因，本文采用全局 Malmquist 指数（即 TFP）来分析山东省各地市效率的年际和地域差异，同时将其分解为 EC 和 TC。

2.1　山东省科技金融效率变动的年际变化

如图 2，2016—2022 年山东省与省会经济圈和鲁南经济圈效率年际变化相似，尽管 2020—2021 年略有下降但效率仍在提升。省会经济圈在 2015—2016 年效率最高，鲁南经济圈在此期间保持稳定。胶东经济圈自 2017 年起效率提升速度加快，尽管 2020—2021 年有所放缓，但仍在提升。2021—2022 年全省及三大经济圈的效率均显著提升。

图 3 显示，山东省及三大经济圈在某些年份的科技金融技术效率变化小于 1，成为阻碍科技金融效率提高的因素。但在其他年份，尽管存在波动，技术效率总体上推动了科技金融效率的提升。

如图 4，从技术进步的角度看，2014—

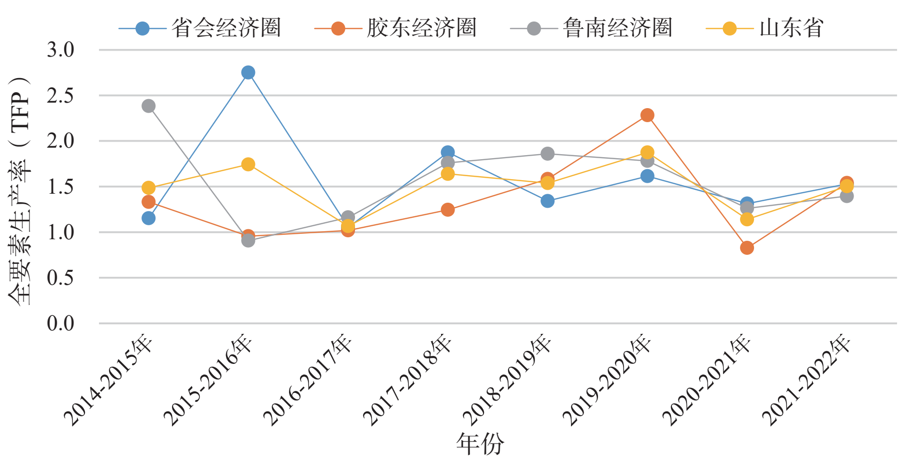

图 2　山东省及三大经济圈全要素生产率（TFP）

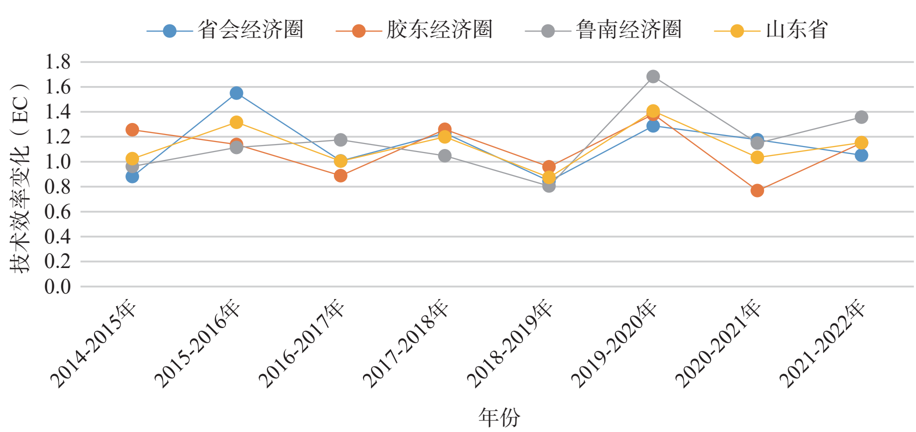

图 3　山东省及三大经济圈技术效率变化（EC）

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2024.04.010

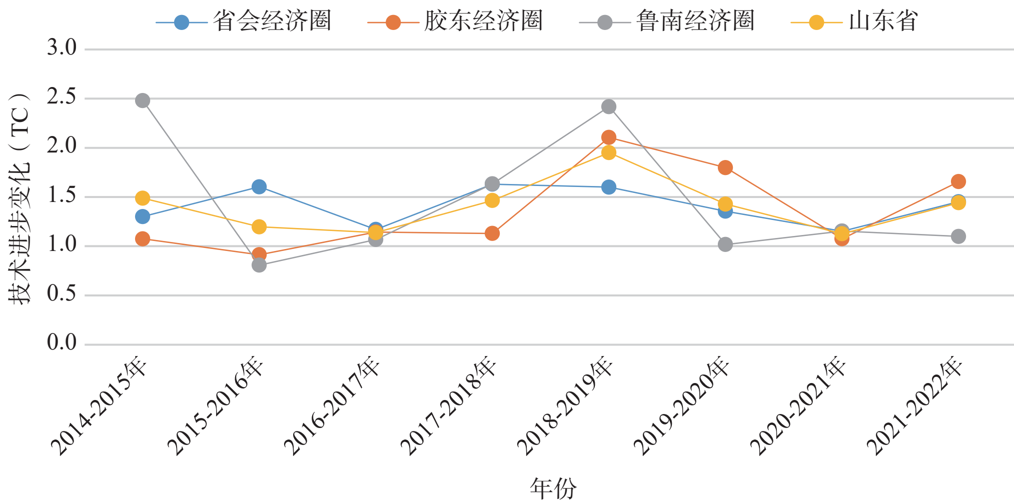

图 4　山东省及三大经济圈技术进步变化(TC)

2022 年期间，除个别年份外，山东省及三大经济圈的技术进步变化均大于 1，对科技金融效率有积极贡献。特别在 2018—2019 年技术进步对科技金融效率提升起到了决定性作用。

2.2　山东省科技金融效率变动的地域差异

为进一步探究科技金融效率的地域差异，本文计算了 2014—2022 年山东省各地市的全局 Malmquist 指数及其分解。表 2 显示，各地市 TFP 几何均值均大于 1，表明山东省科技金融效率整体上升。其中，聊城市效率增长最显著，年均提升 164.6%，主要得益于 77.2% 的技术进步年均增长率。在全省范围内，16 地市的技术进步变化均大于 1，而技术效率变化中青岛市、威海市和德州市小于 1，因此技术进步是效率提升的主要驱动力。

3　山东省科技金融影响因素分析

实证结果显示，山东省科技金融效率整体上升，但各经济圈及地市间存在差异和波动。下面进一步分析影响山东省科技金融效率的因素。

表 2　2014—2022 年山东省各地市全局 Malmquist 指数几何均值及其分解

地市	全要素生产率 TFP	技术效率变化 EC	技术进步变化 TC
济南市	1.377	1.007	1.384
青岛市	1.358	0.986	1.366
淄博市	1.475	1.122	1.345
枣庄市	1.828	1.092	1.876
东营市	1.445	1.064	1.369
烟台市	1.295	1.073	1.290
潍坊市	1.555	1.170	1.441
济宁市	1.342	1.117	1.302
泰安市	1.318	1.242	1.330
威海市	1.246	0.959	1.349
日照市	1.288	1.312	1.366
临沂市	1.332	1.004	1.339
德州市	1.258	0.988	1.314
聊城市	2.646	1.269	1.772
滨州市	1.534	1.208	1.343
菏泽市	1.752	1.434	1.322

3.1　变量选取与数据说明

参考先前学者的研究，将从政府科研资金支持（GA）、企业科研资金支持（RG）、经济发展水平（PG）、金融市场发展程度（DG）、地区技术发展水平（PT）以及数字化程度（DI）

等多个维度，深入探究影响山东省科技金融效率的具体因素。影响因素及量化指标详见表 3。

表 3　山东省科技金融效率影响因素及量化指标

影响因素	量化指标	单位
政府对科研的资金支持力度（GA）	地方科学技术支出 / 地方财政支出	%
企业对科研的资金支持力度（RG）	R&D 投入 / 地区 GDP	%
经济发展水平(PG)	人均 GDP	万元
金融市场发展程度（DG）	地区各项贷款余额 / 地区 GDP	%
地区技术发展水平（PT）	地区专利授权数 / 全国专利授权数	%
数字化程度（DI）	北京大学数字普惠金融指数中数字化程度指数	/

注：数据来自《山东统计年鉴》《山东科技统计年鉴》及《北京大学数字普惠金融指数》。

3.2　模型构建

本文将科技金融效率作为被解释变量，左侧截断点取 0，将上述六个影响因素作为解释变量，构建 Tobit 模型如式（1）所示。

$$TE_{it}=\alpha_i+\beta_1 GA_{it}+\beta_2 RG_{it}+\beta_3 PG_{it}+\beta_4 DG_{it}+\beta_5 PT_{it}+\beta_6 DI_{it}+\varepsilon_{it} \qquad (1)$$

其中，i 表示地市，t 表示年份，TE_{it} 为科技金融效率值，α_i 为个体效应，ε_{it} 为随机误差项，其余变量名称含义如表 3 所示。

3.3　影响因素结果分析

基于 Tobit 模型，对公式（1）进行回归，结果如表 4 所示。

表 4 回归结果显示，政府和企业对科研的资金支持力度(GA 和 RG)与科技金融效率负相关，分别在 1% 和 10% 水平上显著。金融市场发展程度（DG）和数字化程度（DI）与其正相关，分别在 10% 和 1% 水平上显著。经济发展水平（PG）和地区技术发展水平（PT）回归结果不显著，但对科技金融效率的回归系数为正。

表 4　山东省科技金融效率影响因素回归结果

被解释变量	解释变量	系数	标准差	P 值
科技金融效率（TE）	GA	-0.102^{***}	0.032	0.002
	RG	-0.106^{*}	0.055	0.056
	PG	0.012	0.010	0.217
	DG	0.002^{*}	0.001	0.064
	PT	0.047	0.109	0.666
	DI	0.004^{***}	0.001	0.000
	常数项	-0.458^{***}	0.167	0.007

注：***、**、* 分别表示为在 1%、5%、10% 的水平上显著。

回归结果显示：（1）政府和企业对科研的资金支持均对科技金融效率产生负效应，这表明，单纯增加科研投入并不一定能提升山东省的科技金融效率，可能的原因是投入冗余、资金配置不均及资金使用管理的不完善；（2）金融市场发展程度和数字化程度对科技金融的效率有正面影响，因此完善科技金融市场体系以及利用数字化基础设施对提升山东省科技金融效率至关重要。

3.4　区域异质性分析

为深入探究各要素对科技金融效率影响的区域差异，将山东省分为省会、胶东和鲁南三大经济圈，并分别对这些区域进行科技金融效率与影响因素的回归分析，如表 5 所示。

表 5 回归结果显示：（1）在省会经济圈中，政府对科研的资金支持力度（GA）对科技金融效率有负效应，数字化转型(DI)对其有正效应，

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2024.04.010

但均在胶东和鲁南经济圈中不显著；（2）在鲁南经济圈，企业对科研的资金支持力度（RG）和地区技术发展水平（PT）对科技金融效率负向显著，可能与资源投入冗余或错配有关；金融市场发展程度（DG）对科技金融效率正向显著；（3）金融市场发展程度（DG）在胶东和鲁南经济圈与科技金融效率正相关，分别在 1% 和 5% 水平上显著，但在省会经济圈不显著。

表 5　山东省科技金融效率影响因素的区域异质性

解释变量	省会经济圈	胶东经济圈	鲁南经济圈
GA	-0.173*** （-4.34）	-0.013 （-0.21）	-0.110 （-0.44）
RG	0.060 （0.63）	-0.096 （-1.23）	-0.673*** （-3.67）
PG	0.005 （0.55）	0.020 （1.20）	0.204** （2.32）
DG	0.000 （-0.00）	0.005*** （3.32）	0.009** （2.30）
PT	0.350 （1.42）	-0.113 （-1.11）	-1.685* （-1.82）
DI	0.004*** （4.48）	0.001 （1.22）	0.001 （0.47）
常数项	-0.808*** （-3.51）	-0.347 （-1.40）	0.047 （0.11）

注：其中，***、**、* 分别表示为在 1%、5%、10% 的水平上显著；括号内为 t 值。

4　研究结论与对策建议

4.1　研究结论

本文探讨科技金融效率的评价机制，通过构建超效率 SBM 模型和全局 Malmquist 指数，测度了山东省各地市科技金融效率及其年际变化和地域差异，为国家各省市科技金融政策布局提供了可借鉴的研究方法。主要研究结论如下。

（1）从年际变化来看，2014—2022 年山东省科技金融效率整体上升，特别是出台相关政策一段时间后，即 2018 年开始科技金融效率增速明显提高，且技术进步对科技金融效率提升起到关键作用。

（2）从地域差异角度，鲁南经济圈效率最高，省会经济圈最低，地区间效率差距显著，经济欠发达的鲁南地区科技金融投入较少但效率却很明显，经济发达的省会和胶东经济圈投入了大量的科技金融资金却未发挥最大的撬动作用。

（3）在影响科技金融效率的因素中，金融市场发展程度和数字化程度对科技金融的效率有正面影响，而投入冗余、资金配置不均及资金使用管理的不完善等原因会造成政府和企业对科研的资金投入没有有效提升科技金融效率。

4.2　对策建议

根据上文研究结论，科技金融效率的提高离不开政策的支持、区域的禀赋优势以及技术的赋能。为了促进国家各省市有效布局科技金融政策，推动金融资源提升地区科技发展水平，本文从以下角度提出对策建议。

4.2.1　统筹科技金融工作，发挥财政资金引导撬动作用

统筹科技金融安排，实现省级统筹、市县个性化联动配合，以降低协作成本并确保政策落地。持续完善科技资金配置机制，转变传统科技计划无偿资助的模式，建立科技金融政策体系，探索建立省级科技金融专项资金，强化市级资金配套保障，通过多样化的手段，如风险补偿、贷款贴息、保费补贴、投资奖补等，

形成省市政策合力，逐步转变政府资金支持方式，以科技金融资金引导撬动社会资本以多元化方式支持企业创新 [7-8]。

4.2.2 加强区域协作，发挥地区优势

强化区域协作、错位发展，避免单打独斗，可提升科技金融效率 [9-11]。以山东为例，发挥济南科创金融改革试验区带动作用，利用省会经济圈依托省会的资源虹吸优势，集聚资源，加强数字化设施建设，搭建综合性科技金融服务平台。发挥胶东经济圈的海洋资源和财富管理中心优势，强化对重点、优势产业的股权、债权等投资支持。鲁南经济圈虽经济总量偏小，产业结构初级，但科技金融潜力大，可加大对该区域的普惠性科技金融支持力度，提升经济和金融市场发展水平可显著提高科技金融效率 [12]。

4.2.3 利用大数据分析，精准匹配企业需求

强化数字化技术手段在科技金融市场中的运用，打造新型科技金融服务平台，打通各类政务信息数据，整合银行、基金、风投、融担等多方资源，通过金融科技挖掘科技型企业的无形资产价值，实现量化信用、多级分险，降低投融资风险，推动科技型企业的“本领”成本钱、“知产”变资产，激发金融资本科技创新的支持。同时，利用数字化技术优化资金配置，避免金融错配 [13-14]。

参 考 文 献

[1] 胡欢欢，刘传明 . 中国科技金融效率的区域差异及动态演进 [J]. 统计与决策 , 2022, 38(24): 117-122.
[2] 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, 33(1): 44-53, 67.
[3] 高扬，王桂巽 . 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, 37(7): 92-99.
[4] 陈敏，南爱华，刘国华 . 山东科技金融发展的制约因素及对策研究 [J]. 山东社会科学 , 2013, 220(12): 157-161.
[5] 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, 698(2): 93-100.
[6] 张远为 . 湖北省科技金融资源配置效率研究——基于 BCC 模型和 Malmquist 指数法 [J]. 湖北社会科学 , 2021, 417(9): 58-66.
[7] NAFF C. Corporate Finance, Innovation, and Strategic Competition[M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2003: 522.
[8] PREDRAG B. The Financing of Research and Development[J]. Oxford Review of Economic Policy, 2002, 18(1): 35-51.
[9] 张明喜，魏世杰，朱欣乐 . 科技金融 : 从概念到理论体系构建 [J]. 中国软科学 , 2018(4): 31-42.
[10] 张芷若，谷国锋 . 科技金融与科技创新耦合协调度的空间格局分析 [J]. 经济地理 , 2019, 39(4): 50-58.
[11] 杜江，张伟科，范锦玲，等 . 科技金融对科技创新影响的空间效应分析 [J]. 软科学 , 2017, 31(4): 19-22, 36.
[12] 温小霓，张哲 . 基于系统动力学的科技金融支持科技发展研究 [J]. 科学管理研究 , 2017, 35(5): 95-99.
[13] 欧阳卿 . 科技创新企业投贷联动 : 国内探索与发展建议 [J]. 科技管理研究 , 2018, 38(3): 179-183.
[14] 周新，马丁 . 我国科技金融发展效率的影响因素——基于模糊集的定性比较分析 [J]. 科技管理研究 , 2021, 41(6): 49-54.