

山东省科技-产业-金融良性循环水平 评价与提升对策

梁树广, 冯倩倩, 谢冉冉

(聊城大学 商学院, 山东 聊城 252000)

摘要:在梳理科技-产业-金融良性循环发展机制的基础上, 基于 2011-2022 年山东省 16 个城市数据, 利用耦合协调度模型、Kernel 密度、Dagum 基尼系数和障碍度模型分析科技-产业-金融的良性循环水平的时空趋势、区域差异和影响因素。结果表明:山东省科技创新、产业结构升级和金融发展处于中等水平, 三者良性循环水平有待进一步加强; 区域间差异是造成良性循环水平差异的主要来源; 普通高等学校数量、城市创新指数、产业结构层次系数、产业结构高级化指数和金融机构存贷款余额总和是影响科技-产业-金融良性循环发展的主要障碍因素。因此, 提高科技创新水平、促进产业结构升级、提升金融发展服务质效和缩小区域差异有利于推动山东省科技-产业-金融的良性循环。

关键词:科技创新; 产业结构升级; 金融发展; 良性循环

中图分类号: F062.9

文献标识码: A

文章编号: 1672-1217 (2024) 05-0092-12

收稿日期: 2024-07-16

基金项目:山东省重点研发计划软科学项目(2023RZB01002); 推动科技、产业、金融良性循环路径研究。

作者简介:梁树广(1982-), 男, 山东聊城人, 聊城大学商学院教授, 经济学博士;

冯倩倩(1999-), 女, 山东聊城人, 聊城大学商学院硕士研究生;

谢冉冉(2001-), 女, 山东菏泽人, 聊城大学商学院硕士研究生。

DOI:10.16284/j.cnki.cn37-1401/c.2024.05.004

随着新一轮科技革命和产业革命持续推进, 提高科技创新对经济增长的贡献率, 发挥金融对科技创新和产业结构升级的支持作用, 加快实现科技创新、产业结构升级和金融发展有机结合, 是发展壮大新兴产业经济关键。中央经济工作会议提出推动“科技-产业-金融”良性循环, 这与“十四五”规划强调的“构建实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的现代产业体系”目标相一致。当前, 我国注重完善投融资体系, 逐渐形成了覆盖各个企业科技创新环节的科技金融服务体系, 金融支持科技创新的力度、广度、精度不断提升, 科技、产业、金融相互塑造、紧密耦合、良性循环的格局正在形成。当前, 资本投向科技创新领域的效应不断凸显, 2022 年科创板公司研发投入总规模首次突破千亿元, 达到 1285 亿元, 同比增长 28%, 截至 2023 年 6 月科创板上市企业数量超过 540 家, 总市值达 6.72 万亿元。

2022 年山东省在境内 IPO 上市的企业, 创业投资、股权投资的渗透率达到 85% 以上, 济南成为全国第一个科创金融改革试验区, 省内的产业基金重点突出支持产业链赋能, 塑成“十强”产业优势。山东省逐渐形成的“科技-产业-金融”的新三角循环, 将取代过去的“房产-土地财政-金融”旧三角循环, 进一步激发实体经济的活力, 但与其他先进省份相比依然存在一定差距。从产业结构看, 山东省在促进产业结构转型升级中面临着关键核心技术攻关不够、科技创新生态不健全等方面的困境。从支持技术创新的市场主体看, 无论是数量还是质量, 山东省多数产业处于中低端环节, 研发创新的投入和意识不足, 2023 年山东省高新技术企业 3.2 万家, 而广东超过 7.5 万家。从科技创新能力看, 2023 年山东省研发投入占比为 2.49%, 低于全国平均水平, 远低于广东的 3.42%, 创新水平较低。从科技金融发展来看, 山东省科技金融的财政支持、银行信贷供给、风投、股票和债券市场的供给明显不足, 在科技创新引导基金实施中, 存在基金投资政策依据亟待细化、中小企业申报门槛高等问题, 进而影响了科研成果落地转化^①, 降低了科技金融效率。从三者良性循环发展现状看, 当前科技、产业和金融的良性循环工作依旧面临科技成果转化率低、产业低

^①高扬、王桂斐:《山东省科技金融效率影响因素及区域差异研究》,《华东经济管理》2023 年第 7 期。

端锁定、金融支持实体经济力度不够等问题。为了促进科技-产业-金融的良性循环,山东省政府正努力提升科技创新效率,强化科技攻关项目、平台、人才、资金一体化配置,大力发展科技金融。因此探究科技创新、产业结构升级与金融发展之间的相互关系,能有效促进金融、科技、产业良性互动,实现金融要素、科技资源和产业需求的有效对接,从而落实创新驱动发展战略,形成科技创新支撑引领实体经济发展的新局面,为推进中国式现代化做出山东贡献。

一、文献综述

从理论与实践看,科技-产业-金融良性循环是一个动态渐进的系统性工程。国内外对于该问题的研究起源于科技创新、产业结构升级与金融发展两两之间的关系研究,而后逐渐过渡到三者关系的研究。一是关于科技产业金融关系的机理研究。关于科技创新与金融发展最早起源于熊彼特(1912)在《经济发展理论》中首次提出“创新”理论,强调金融资本与企业家创新关系密切。金融发展与产业结构升级关系研究起源于20世纪70年代初,以J. G. Gurly和E. S. Shaw等(1960)为代表的经济学家建立金融发展模型以佐证金融的发展是推动经济发展的动力和手段。科技创新与产业结构关系研究起源霍夫曼定理,霍夫曼认为技术进步和生产要素之间相互作用,会引起工业发展过程中消费资料和资本资料的工业净产值之比持续下降,从而使技术进步从生产成本、价格和资源分配的变化来影响产业结构的变动。而后一些学者从科技产业金融各个视角探析三者关系机理。如杨农认为金融、科技、产业的融合互动是一个动态渐进的系统性工程^①。涂永红认为科技进步是经济增长最重要的动力,新兴产业集群是促进创新和产业融合发展最有效的途径^②。慕海平论证了产业、科技和金融三者关系,指出产业、科技和金融的协同发展是国际竞争力的支点^③。二是关于科技产业金融关系的实证研究。童毛弟等利用计量模型实证检验了三者关系,提出金融深化和科技创新能推动产业结构升级^④,但是受到金融发展水平的门槛限制,未能发挥帕累托最优的效果,导致影响产业结构升级的程度存在差异^⑤;科技创新对产业结构升级的提升程度小于金融发展,金融发展水平对产业结构升级的提升作用较大,而科技创新对产业结构升级的影响呈现出倒“U”型关系且对其提升作用不明显^⑥。不过杨力认为目前我国资本市场与产业结构升级之间的关系相对较弱,货币金融服务和保险服务促进了产业结构高级化,资本市场服务与产业结构高级化之间存在非线性关系^⑦。徐卫华建立耦合协调模型测度金融深化与科技创新耦合系统与产业结构升级关系^⑧;焦妍妍则使用面板随机效应模型探究科技和金融创新的耦合协调度对产业结构优化影响的异质性^⑨。

综上所述,当前已有研究大多仅仅围绕科技、产业、金融之间的关系展开分析,尚未系统研究科技、产业和金融的良性循环机理,且较少聚焦三者良性循环路径。在研究方法上,关于科技、产业、金融良性循环程度的定量研究较少,尤其在利用计量方法测度三者良性循环水平上有待进一步深入研究。基于此,文章以科技-产业-金融良性循环为研究对象,其中科技侧重科技创新,产业侧重产业结构升级,金融侧重金

①杨农:《推进金融科技产业“三融合”》,《中国金融》2022年第15期。

②涂永红:《推动“科技-产业-金融”良性循环》,《人民论坛》2023年第6期。

③慕海平:《产业、科技和金融的协同发展是国际竞争力的支点》,《宏观经济研究》2002年第4期。

④童毛弟、童业冬:《金融深化、科技创新对产业结构升级的影响研究——基于江苏省1984-2013年的数据》,《求索》2015年第9期。

⑤汪发元、张东晴、吴雨涵:《科技创新、金融发展与产业结构升级——基于安徽省的实证》,《统计与决策》2023年第3期。

⑥谢婷婷、赵莺:《科技创新、金融发展与产业结构升级——基于贝叶斯分位数回归的分析》,《科技管理研究》2017年第5期。

⑦杨力、杨凌霄、张紫婷:《金融支持、科技创新与产业结构升级》,《会计与经济研究》2022年第5期。

⑧徐卫华、何宜庆、钟慧安:《金融深化、科技创新与产业结构优化升级——基于我国30个省市1997~2014年面板数据分析》,《金融与经济》2017年第3期。

⑨焦妍妍、郭彬、优瑞池:《科技创新、金融创新与产业结构优化的耦合关系研究——基于“互联网+”视角》,《管理现代化》2019年第5期。

融发展，构建科技-产业-金融良性循环的理论框架，分析三者良性循环的机制，运用熵值法测算 2011-2022 年山东省 16 个城市科技创新、产业结构升级与金融发展的综合指数，使用耦合协调度模型测度三者良性循环水平，借助 Kernel 核密度、Dagum 基尼系数探讨三者良性循环发展现状，使用障碍度模型探究影响良性循环的主要因素，以期客观反映山东省科技-产业-金融良性循环发展现实，为加快山东产业结构转型升级，促进山东经济高质量发展提供理论参考和政策支撑。

二、科技-产业-金融良性循环的界定与机制

科技-产业-金融良性循环是一个动态演进的系统性过程，既涉及科技与产业、科技与金融、金融与产业的双向赋能问题，又包括产学研金的深度结合，从而促进科技创新成果产业化和产业结构升级。发挥金融对科技创新、产业结构升级的支持作用，同时为金融发展提供坚实的实体经济支持，从而推动科技创新、产业结构升级和金融发展的一体化。在这个三角循环体系中，科技为动力、金融为保障、产业为载体，典型的循环逻辑表现为：科技创新衍生出新兴产业和助推产业升级→产业发展需求倒逼金融服务体系完善→金融保障科技创新的各项资金需求→金融采纳新技术支持产业发展→产业结构升级引领创新方向并促进科技创新→技术进步赋能金融发展实现效率倍增，见图 1。

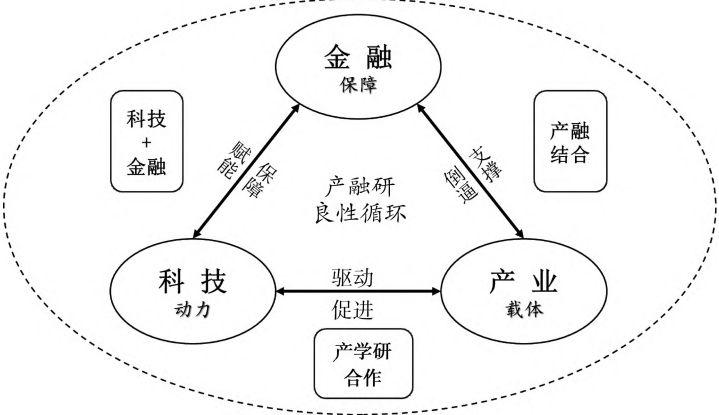


图 1 科技-产业-金融良性循环机制

(一)科技创新与产业结构升级的良性循环关系

科技创新是产业结构升级的重要动力，而产业化是科技转化为现实生产力的关键。一方面，科技创新通过优化需求结构、提升劳动生产率、驱动上下游关联产业技术变革等方式促进产业结构优化升级^①，科技创新转化为经济产出，其资产才能够实现最大财富化。另一方面，从供给看，产业结构升级有利于实现科研创新成果的产业化，促进科技创新在经济发展各领域得到广泛应用、形成一定经济规模的产品和商业利润，为科技创新提供持续的资金、人力资本等要素支持。从需求看，产业结构升级对新型创新技术和劳动者技能水平要求较高，在生产过程中会产生新工艺、新技术的创新需求，促使企业加大对人力、物力及技术的投入力度，从而催生新技术、新产业，促进科技与产业之间良性互动^②。但在现实中，科技创新与产业发展存在脱节，一是企业技术创新与高校知识创新难以很好地对接，影响科技创新成果由高校向产业的转化。二是科技研发项目具有投资周期长、资金投入大、风险高等特点，产业发展可能受制于路径依赖或为维护自身短期利益忽视了科技创新，易产生技术创新和成果转换“两张皮”问题。通过产学研合作模式能将企业和高校联系起来，有效连接科技创新和产业结构升级，二者形成优势互补，破解科技成果转化过程中的“两张皮”问题，加快科技成果转化。

① 冯飞、吴明阳：《科技创新与产业结构升级促进黄河流域经济高质量发展的内在机制研究》，《人民黄河》2023 年第 1 期。
② 陶爱萍、徐君超：《金融发展与产业结构升级非线性关系研究——基于门槛模型的实证检验》，《经济经纬》2016 年第 2 期。

（二）产业结构升级与金融发展的良性循环关系

一方面，金融发展可以减少信息不对称和企业融资约束，提高资本形成效率和全要素生产率，促进经济增长，从而为产业结构升级提供基础。产业结构升级主要有资金投入与资金重组两种实现方式，金融发展则通过资金形成、资金导向、信用催化三大机制对产业结构升级产生促进效应^①。企业研发投入的资金一部分来源企业内部自有资金，另一部分来自外源融资，其中产融结合就是企业外部融资的一种方式，这是产业与金融资本深度融合的一种组织形式，不同的资金供给方式满足了各个时期科创企业的资本需求。另一方面，产业结构升级是经济增长的表现形式，以产业发展为依托的实体经济是金融业的利润源泉。其一，金融业利润的本质是对实体经济剩余价值的分割，产业资本是金融资本获取利润的源泉，一旦脱离实体经济，可能会导致金融业的低利润率。其二，随着产业结构优化和企业规模不断壮大，其所需资金也日益增大，进一步对金融发展提出新诉求，从而倒逼金融服务体系完善与发展。其三，在产业结构升级的动态发展过程中，不同时期和阶段需要不同类型的人才和资金匹配，进而影响就业结构和人力资本水平，促使产业资源要素整合以期实现效益最大化，最终影响金融服务体系的效率^②。

（三）金融发展与科技创新的良性循环关系

金融发展和科技创新的主体分别是资金的供给方和需求方。一方面，金融发展通过各类金融机构的扩张和金融服务能力的提升，发挥其资源配置、资金供给和风险分散功能，引导信贷资金向科技创新领域和科技型企业集中，为科技创新项目提供包括风险投资、银行贷款、信用保证保险等金融工具支持。科技型企业获得资金后，会调整原有的企业管理模式和资本结构，寻找企业发展的新契机，努力跨越“科技死亡之谷”，实现科技成果转化^③。另一方面，随着大数据、人工智能、云计算等技术普及，将这些技术运用到金融业中能有效降低经营管理成本，促进传统金融业转型和创新^④。同时，多样化的科技创新主体和多层次的科技创新活动易产生多元化的金融需求，也为金融业发展提供新的利润空间。然而，科技与金融之间依然存在信息不对称问题，由于科创企业初期需要投入大量资金，短期内难以实现科技成果转化和经济效益产出，金融市场中依然存在风险与收益不匹配问题。在这种情况下，贷款可能变为不良资产，银行缺乏贷款积极性。尽管我国企业的直接融资比例大幅上升，但金融结构仍以间接融资为主，尚未建立专业的科技银行，现有金融发展体系难以提供科技成果资本化、证券化服务。金融与科技相结合能够促进金融创新，加速各类资本与企业技术创新相匹配，加快科技企业成长和新兴产业扩张。

基于以上分析，科技创新、产业结构升级与金融发展三者互为一体、相互影响，存在双向互动的关系，它们之间良好的耦合协调状态会形成良性循环，否则不良的耦合协调状态会形成恶性循环。

三、研究设计

（一）指标体系构建

1. 科技创新。从科技创新投入、产出以及环境三方面综合测度科技创新水平，水平越高代表技术更新换代和劳动生产率提升速度越快，促进产业结构升级的效果越明显。投入端选用研发强度、各类研发经费和投入资金、研发人员数量等指标^⑤，科技创新成果转化借鉴杨永聪的研究用城市创新指数、全要素生产率、专利授权数、高技术产业产值占 GDP 比重和技术合同成交额等指标衡量^⑥。科技创新主体是多元化

①陶爱萍、徐君超：《金融发展与产业结构升级非线性关系研究——基于门槛模型的实证检验》，《经济经纬》2016年第2期。

②冯鑫明、殷清、张一飞：《我国科技金融与产业结构升级的耦合关系研究》，《科技管理研究》2022年第1期。

③丁韦娜、吕鑫、马婷婷、王伟楠：《金融资本赋能科技创新建立良性循环机制研究》，《科技管理研究》2021年第21期。

④杨逢珉、程凯：《金融发展、科技创新与进出口贸易——基于省级面板数据的实证分析》，《技术经济与管理研究》2018年第8期。

⑤朱承亮：《国家科技创新效率测算与国际比较》，《中国软科学》2023年第1期。

⑥杨永聪、沈晓娟、刘慧婷：《人才政策与城市产业结构转型升级——兼议“抢人大战”现象》，《产业经济研究》2022年第5期。

的,包含个人、企业、大学和科研机构等直接主体,又包含政府、市场和金融机构之类的间接主体,从经济发展状况、政府支持程度和高等教育发展三方面反映科技创新环境^①。

2. 产业结构升级。产业结构升级是科技和金融结合并依靠现有资金等优势,推动传统产业从低附加值到高附加值转化的过程,其实质是指科技和资本等各类投入要素的改善以及生产结构的改变,从高效化、高级化和合理化三方面反映产业结构升级的效果。产业结构高效化用劳动生产率和产业结构层次系数表示,产业结构高级化反映非农产业的比重提高,参考袁航^②、李豫新等^③ 研究,采用产业高级化指数、第三产业增加值与第二产业增加值的比值和高新技术产业产值占 GDP 比重等衡量,产业结构合理化是对要素投入结构和产出结构协调状况的一种衡量,结合配第一克拉克定理并参考干春晖^④ 的研究,使用第二、三产业产值之和与地区生产总值的比值和泰尔指数衡量。

3. 金融发展。金融是科技向产业转换的“桥梁”,能将科技和产业有效衔接,同时构建相应的激励约束机制,聚合不同主体,共同实现经济价值。金融发展意味者金融功能的完善和提高,金融规模扩大,金融结构优化和金融效率改进。借鉴钟坚^⑤ 等从三方面刻画金融发展水平,金融规模用金融业增加值、金融业就业状况和存贷款情况衡量,金融结构使用金融业相关比率即金融机构存贷款余额与 GDP 比值、金融机构和上市公司数量等衡量,金融效率方面参考用金融机构存贷比、保险深度和密度以及金融科技发展水平分别反映储蓄投资转化能力^⑥、保险业发展情况以及银行经营效率^⑦,如表 1。

表 1 科技创新、产业结构升级和金融发展评价指标体系

系统	一级指标	二级指标	指标属性	权重
科技创新 X	科技创新 投入 X_1 (0.299)	研发投入强度(%) X_{11}	正向	0.024
		试验发展经费占研发与试验经费比重(%) X_{12}	正向	0.019
		应用研究经费占研发与试验经费比重(%) X_{13}	正向	0.055
		基础研究经费占研发与试验经费比重(%) X_{14}	正向	0.086
		科研投入资金—政府+企业+其他(万元) X_{15}	正向	0.054
		R&D 人员全时当量(人) X_{16}	正向	0.062
	科技创新 产出 X_2 (0.339)	全要素生产率 X_{21}	正向	0.034
		每万人国内三种专利申请授权数(件/万人) X_{22}	正向	0.055
		技术合同成交额(亿元) X_{23}	正向	0.099
		城市创新指数 X_{24}	正向	0.117
		高技术产业产值占规模以上工业总产值比重(%) X_{25}	正向	0.033
	科技创新 环境 X_3 (0.362)	财政科技支出占比(%) X_{31}	正向	0.040
		人均 GDP(元) X_{32}	正向	0.047
		人均社会消费品零售总额(万元) X_{33}	正向	0.049
		普通高等学校数量(所) X_{34}	正向	0.122
		普通本专科学生数量(人) X_{35}	正向	0.103

①马宝林、王一寒、张煜:《国家财政、产业创新与区域协调发展研究——来自有调节的多重中介效应模型的证据》,《宏观经济研究》2021 年第 9 期。

②袁航、朱承亮:《国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗》,《中国工业经济》2018 年第 8 期。

③李豫新、王帅龙:《“双循环”下中国双向 FDI 协调发展与产业结构升级》,《统计与决策》2023 年第 7 期。

④干春晖、郑若谷、余典范:《中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响》,《经济研究》2011 年第 5 期。

⑤钟坚、王锋波:《粤港澳大湾区金融业辐射对产业结构高级化的作用机制及效应》,《广东财经大学学报》2022 年第 5 期。

⑥李红权、谢佳、刘颖、曹佩文:《金融科技如何影响商业银行的风险承担——基于多重中介效应的分析》,《投资研究》2022 年第 8 期。

⑦田宇、许诗源:《中国金融效率与经济增长关系的实证研究》,《技术经济与管理研究》2021 年第 10 期。

系统	一级指标	二级指标	指标属性	权重
产业结构升级 Y	产业结构 高效化 Y ₁ (0.368)	第二产业劳动生产率(万元/人)Y ₁₁	正向	0.078
		第三产业劳动生产率(万元/人)Y ₁₂	正向	0.141
		产业结构层次系数Y ₁₃	正向	0.148
	产业结构 高级化 Y ₂ (0.436)	产业结构高级化指数Y ₂₁	正向	0.107
		第三产业增加值/第二产业增加值Y ₂₂	正向	0.067
		高新技术产业产值占GDP比重(%)Y ₂₃	正向	0.099
		规模以上工业企业R&D经费占GDP比重(%)Y ₂₄	正向	0.163
	产业结构合理化 Y ₃ (0.196)	泰尔指数Y ₃₁	负向	0.076
金融发展 Z	金融发展 规模Z ₁ (0.458)	第二、三产业产值之和占GDP比重(%)Y ₃₂	正向	0.120
		金融业增加值占GDP比重(%)Z ₁₁	正向	0.103
		金融业就业人员占城镇总就业人员的比重(%)Z ₁₂	正向	0.109
		居民储蓄存款余额/总人口(元/万人)Z ₁₃	正向	0.092
	金融发展 结构Z ₂ (0.290)	金融机构存贷款余额总和(亿元)Z ₁₄	正向	0.154
		金融机构存贷款余额占GDP比重(%)Z ₂₁	正向	0.101
		金融业增加值与金融业就业人员的比例(元/人)Z ₂₂	正向	0.071
		全社会固定资产投资额占金融机构存款余额比重(%)Z ₂₃	正向	0.041
	金融发展 效率Z ₃ (0.251)	金融机构和上市公司数量之和(个)Z ₂₄	正向	0.078
		保费收入占GDP比重(%)Z ₃₁	正向	0.054
		保费收入与常住人口数比值(元/人)Z ₃₂	正向	0.080
		储蓄投资转化率(%)Z ₃₃	正向	0.061
		金融科技发展水平Z ₃₄	正向	0.057

注:表内数值保留三位小数,下同。

(二)研究方法

1. 耦合协调度模型

耦合协调度用来测度两种或两种以上子系统间是否匹配适当、形成良性循环,依据耦合协调度的区间将协调状态分为若干等级,划分标准见表2。根据耦合协调度模型,首先得到科技创新、产业结构升级和金融发展的耦合协调度,计算公式为:

$$c = \left\{ \frac{U_1 \times U_2 \times U_3}{\left[\frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} \right]^3} \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \gamma U_3 \quad (2)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (3)$$

表2 耦合协调度类型划分

耦合协调度	耦合协调类型	耦合协调度	耦合协调类型
[0, 0.1)	极度失调	[0.5, 0.6)	勉强协调
[0.1, 0.2)	严重失调	[0.6, 0.7)	初级协调
[0.2, 0.3)	中度失调	[0.7, 0.8)	中等协调
[0.3, 0.4)	轻度失调	[0.8, 0.9)	良好协调
[0.4, 0.5)	濒临失调	[0.9, 1]	优质协调

2. Kernel 核密度估计

Kernel 核密度估计常用来考察估计样本的时空变动趋势,具体公式如下:

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \frac{k(x_i - x)}{h} \quad (4)$$

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{(-x^2/2)} \quad (5)$$

3. Dagum 基尼系数及其分解

基尼系数用于判断区域间相对差异及其主要来源，其计算公式如下：

$$G = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}|}{2n^2 \bar{y}} \quad (6)$$

按照 Dagum 的基尼系数分解方式，将基尼系数分解为区域内差异贡献 G_w 、区域间差异贡献 G_{nb} 和超变密度的贡献 G_t ，三者满足： $G = G_w + G_{nb} + G_t$ 。

4. 障碍度模型

障碍度模型能测算各项指标对系统整体发展的影响程度，参考邢霞等研究^①，利用障碍度模型计算影响山东省科技-产业-金融良性循环的主要障碍因素，计算公式为：

$$Z_j = \frac{w_j(1 - x'_{ij})}{\sum_{i=1}^n w_j(1 - x'_{ij})} \times 100\% \quad (7)$$

(三)数据来源

以山东省 16 个城市为研究对象，各项指标数据主要来源于 2011-2022 年《中国城市统计年鉴》和各个城市的《国民经济和社会发展统计公报》。其中城市创新指数反映城市技术创新的活力，该指标数据和计算方法参考寇宗来等的研究^②。金融科技发展水平参考李春涛的做法，围绕“金融科技”的 48 个关键词百度新闻高级检索，构建金融科技发展水平指标，使用网络爬虫技术获取相关数据^③。

四、实证结果分析

(一)山东省科技创新、产业结构升级和金融发展的综合发展评价

图 2 利用核密度三维分布图，从分布位置、态势、延展性和极化现象分析山东省科技创新、产业结构升级和金融发展的时空演变趋势和差异特征。图 2(a)是 2011-2022 年山东省科技创新的核密度估计图，分布曲线逐渐右移表明山东省科技创新水平整体提升；波峰高度明显上升，波峰形状较窄说明山东省科技创新发展水平的内部绝对差异在缩小；但在考察期内，波峰右侧存在侧峰和拖尾现象说明区域内部发展差距较大。图 2(b)是 2011-2022 年山东省产业结构升级的核密度估计图，密度曲线较平滑，分布位置偏右移，主峰峰值呈逐年上升态势；波峰宽度略有变窄表明该地区产业结构升级水平呈集中化趋势。图 2(c)展示了 2011-2022 年山东省金融发展核密度估计结果，发现主峰和侧峰并存，右边的侧峰数量较多，主峰峰值远高于侧峰峰值，说明山东省金融发展存在梯度效应和多级化发展趋势。而主峰峰值高度先升后降，说明在样本考察期内山东省金融发展水平有所改善，但波动幅度不大，因此要加快健全金融发展体系。

①邢霞、修长百、刘玉春：《黄河流域水资源利用效率与经济发展的耦合协调关系研究》，《软科学》2020 年第 8 期。

②复旦大学企业发展与创新管理研究中心：《中国城市和产业创新力报告 2017》(2017-12-21)，<http://iie.fudan.edu.cn/info/1029/1076.htm>。

③李春涛、闫续文、宋敏：《金融科技与企业创新——新三板上市公司的证据》，《中国工业经济》2020 年第 1 期。

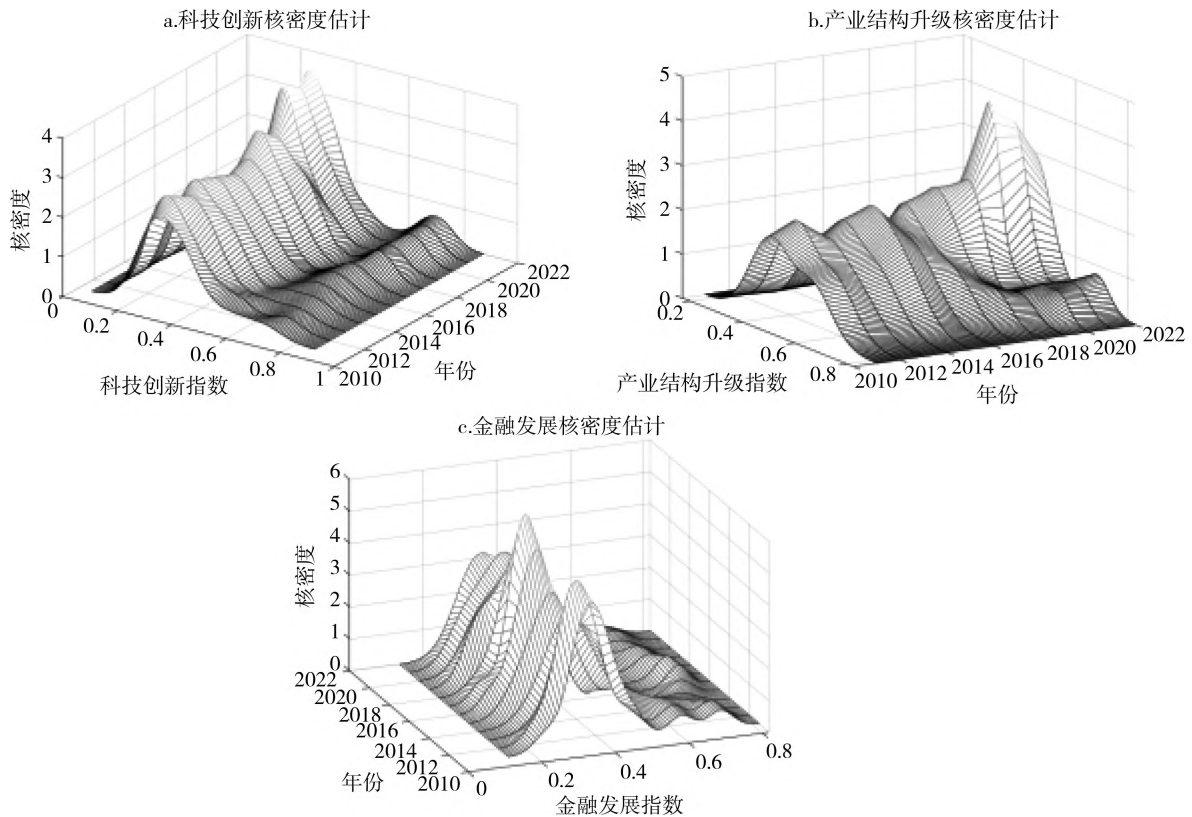


图2 山东省科技创新、产业结构升级与金融发展的核密度估计图

(二)山东省科技创新、产业结构升级和金融发展良性循环水平分析

基于熵值法测算的科技创新、产业结构升级和金融发展的综合发展指数，使用耦合协调度模型测算其良性循环水平，由于篇幅原因，部分年份计算结果未显示，如表3。2011-2022年山东省金融、科技和产业的耦合协调度均值基本在0.3左右，处于轻度失调阶段，客观上揭示了当前仍需把推进三者的良性循环当作工作重点。从各城市看，西部地区的六个城市以及中部地区的滨州市为中度失调，其他城市处于轻度失调和濒临失调阶段。其中，2019年济南市达到勉强协调的发展水平，这可能与政府政策支持相关，加大创新创业投资，使高新技术企业快速发展，金融机构不断创新发展模式，有效促进科技创新、产业结构升级和金融发展的稳步发展。虽然聊城市、枣庄市和临沂市一直处于失调阶段，但其耦合协调度波动增长，这说明这几个城市越来越重视科技、产业和金融的协调发展。泰安市的耦合协调水平在中度失调与轻度失调之间来回切换，说明该城市科技、产业和金融发展基础不稳固，需持续磨合并夯实协调基础。从时间演变看，山东省2011-2022年耦合协调度无明显变化，处于轻度失调阶段，截至2022年仍未实现新阶段的跨越。这表明山东省在基础性研究投入和研究能力还有待提高，核心技术等关键领域存在“卡脖子”难题，在过去相当长的时间里形成了产业引导科技发展的方式，缺乏科技催生新产业的原始推动力。从三大区域看，东部地区耦合协调度在0.350-0.365之间上下波动，缓慢波动上升，且耦合协调度一直高于全省平均水平。中部地区耦合协调度由0.356下降到0.342，出现明显下降的趋势。西部地区的耦合协调度低于东部、中部以及全省的平均水平，变化幅度较小，一直处于中度失调阶段。虽然山东省三大区域金融、科技和产业基本呈现同步发展，但三者良性循环水平较低，还存在改善空间。良性循环水平由高到低依次为东部、中部、西部，东部地区波动上升，呈现良性发展趋势，而中部和西部地区波动下降，趋于恶性发展。

表 3 2011-2022 年山东省科技创新、产业结构升级与金融发展的耦合协调度结果

地区	城市	2011 年	2013 年	2015 年	2017 年	2019 年	2021 年	2022 年
东部	青岛市	0.464	0.462	0.464	0.463	0.489	0.480	0.480
	烟台市	0.403	0.398	0.396	0.381	0.383	0.390	0.391
	潍坊市	0.352	0.351	0.364	0.349	0.352	0.352	0.352
	威海市	0.342	0.338	0.326	0.329	0.335	0.343	0.338
	日照市	0.237	0.240	0.201	0.229	0.244	0.258	0.265
	均值	0.360	0.358	0.350	0.350	0.361	0.365	0.365
中部	济南市	0.492	0.490	0.491	0.496	0.504	0.494	0.494
	淄博市	0.346	0.338	0.344	0.349	0.357	0.337	0.337
	东营市	0.358	0.363	0.347	0.324	0.346	0.323	0.329
	泰安市	0.302	0.302	0.285	0.294	0.300	0.285	0.282
	滨州市	0.281	0.293	0.282	0.267	0.263	0.273	0.270
	均值	0.356	0.357	0.350	0.346	0.354	0.342	0.342
西部	枣庄市	0.218	0.186	0.201	0.205	0.232	0.231	0.237
	济宁市	0.284	0.263	0.276	0.277	0.269	0.271	0.271
	临沂市	0.273	0.262	0.272	0.284	0.260	0.275	0.274
	德州市	0.250	0.254	0.254	0.267	0.270	0.249	0.261
	聊城市	0.236	0.225	0.247	0.219	0.237	0.255	0.259
	菏泽市	0.199	0.192	0.204	0.204	0.170	0.172	0.176
	均值	0.243	0.230	0.242	0.243	0.240	0.242	0.246
全省	均值	0.315	0.310	0.310	0.309	0.313	0.312	0.312

(三)山东省科技创新、产业结构升级和金融发展良性循环水平区域差异分析

为进一步分析山东省 16 地市科技-产业-金融良性循环发展的差异特征及其原因,利用 Dagum 基尼系数分析三者良性循环水平的总体差异、区域间差异和区域内差异。图 3(a)显示了山东省总体及区域内基尼系数。2011-2022 年山东省科技-产业-金融耦合协调度的总体基尼系数持续波动,2020 年达到最小值 0.135,2013 年达到最大值 0.156,说明总体空间差异的变动仍处于不稳定阶段,科技、产业和金融的良性循环模式仍存在区域异质性问题。从区域内差距看,2011-2022 年间科技-产业-金融耦合协调度的区域内差距处于不同水平,与总体基尼系数的走势一致,且呈现不同波动态势。在考察期内东部地区基尼系数波动下降,说明组内差异逐渐缩小,而中部和西部地区有所上升,说明科技、产业和金融耦合协调的地区差异有略微上升的态势。具体来看,2011-2022 年西部地区基尼系数处于稳定状态,波动值均小于 0.09,发展差距大致不变,2016 年差距达到最大,东部地区在 2011-2015 年呈波动中上升的趋势,在 2016-2021 年波动下降,中部地区在样本期内变化不明显。表明东部地区科技、产业和金融耦合协调发展水平的差距最大,西部地区差距最小,中部地区处于中间水平,可能由于三个区域经济差异较大,资源禀赋与产业发展状况不同,导致各区域推进科技-产业-金融良性循环的效果差异明显。

图 3(b)显示区域间基尼系数,东部与西部区域间基尼系数最大,这个结果与东西部地区发展水平差异相符,虽然两者之间的差距有缩小的变化趋势,但大于剩余区域间的差距。从区域间基尼系数演变过程看,中部-西部区域间有小幅下降,东-中区域间有小幅上升,而东-西区域间基尼系数长期处于一个相对较高水平,变化并不明显。对比发现,东部和中部的基尼系数呈平稳变化的趋势,表明这两个地区的经济、资源、环境等条件的差距依然存在,在推进良性循环过程中存在差异。东部和西部之间在波动中保持相对稳定,在 2014、2018 和 2020 年有所下降,表明政府通过加大对西部地区的扶持力度,使得西部地区城市的良性循环水平有所提升,逐渐缩小与东部地区的差距。中部和西部之间的基尼系数大致呈波动下降的趋势,表明该地区之间的差距在逐渐缩小。总的来说,地区间非均衡问题依然存在导致整体差距的扩大,因此,缩小地区间发展差距是目前亟待解决的问题。图 3(c)显示了科技、产业和金融耦合协调度地区差异的

分解情况。从贡献率的演变过程看,区域内、区域间差距和超变密度的贡献率呈现不同程度的波动,其中区域内差距的贡献率由 21.932% 上升到 22.830%,说明区域内差异的贡献度在增大;区域间差距的贡献度总体呈上升态势由 59.035% 上升到 62.566%,表明各城市由于原有经济基础和产业结构存在差距,区域间的差距是山东省实现科技-产业-金融良性循环的短板。通过比较差距来源大小发现,区域间差距来源最大,贡献率在 53.465%-62.566% 之间,始终高于区域内差距和超变密度的贡献率,超变密度来源最小,处于 14.520%-23.912% 之间。这表明区域间的差距是导致山东省科技、产业和金融耦合协调发展水平产生差距的主要来源,缩小区域间差距是提高良性循环水平的关键。

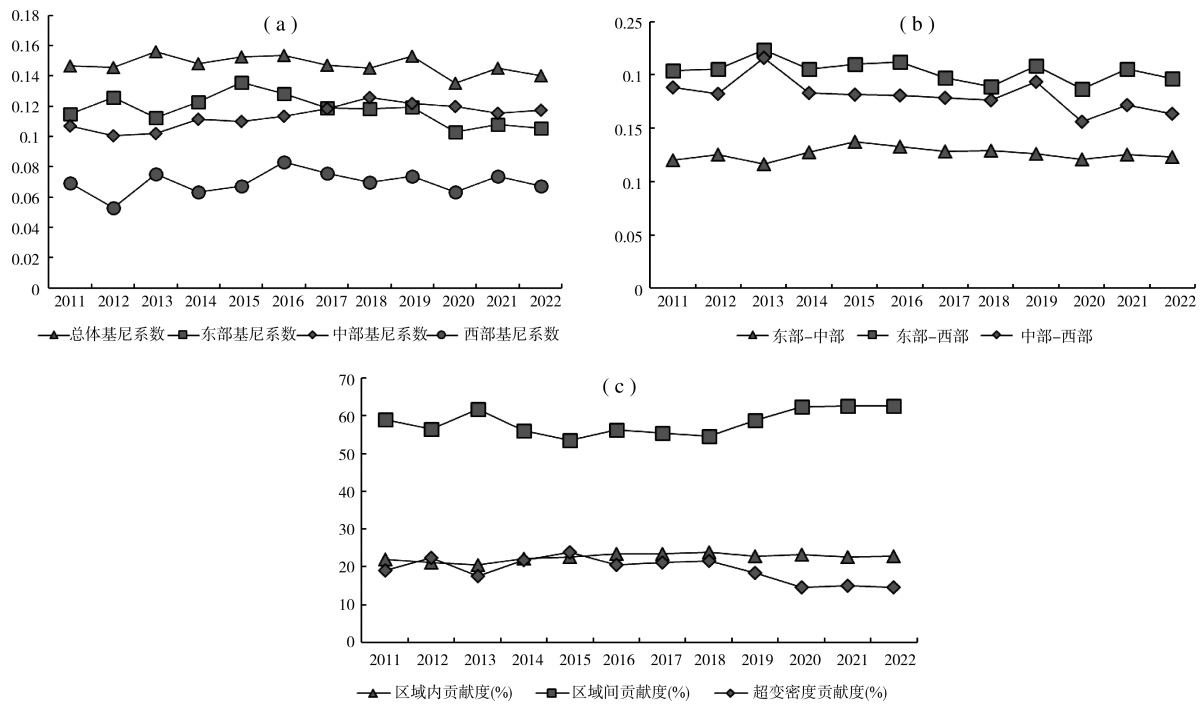


图 3 2011-2022 年山东省总体、区域间基尼系数及其分解

(四)科技创新、产业结构升级和金融发展良性循环水平障碍因子分析

为探究影响山东省金融发展、科技创新与产业结构升级良性循环水平的因素,借助障碍度模型将 2011-2022 年各指标的障碍度均值排序,表 4 展示了各地市障碍度大于 5 且排名前 3 的障碍因子(表 4)。从科技创新系统来看,有 87.5% 的地市主要障碍因子及其排序为普通高等学校数量(X_{34})>普通本专科学生数量(X_{24})>城市创新指数(X_{35})。高等院校数量集中的城市能充分发挥高等院校对科技创新人才的培养作用,同时为培育科技创新型人才提供完善的环境,从而有利于科技创新水平的提升。普通本专科学生数量反映了当地学习和吸收先进技术和知识的潜力,是地区知识资本的重要组成部分。而城市创新指数也是影响科技创新水平的主要障碍因子,表明从综合角度看城市创新指数的发展质量限制了山东省科技创新水平的提升。从产业结构升级系统来看,山东省 16 个城市中,有 14 个城市的主要障碍因子为产业结构层次系数(Y_{13})和产业结构高级化指数(Y_{21}),前者能够较好地表征产业转型速度,即通过份额比例的相对变化来刻画三大产业的演进过程,而产业结构高级化指数说明产业发展效率,反映产业结构由以劳动密集型为主的低端产业向以资金密集型和技术密集型为主的高端产业转变的过程。排名第三的是高新技术产业产值占 GDP 比重(Y_{23}),其反映产业结构的先进性和一个地区科技创新的输出水平。从金融发展系统来看,主要障碍因子均包括金融机构存贷款余额总和(Z_{14})和金融业就业人员占比(Z_{12}),前者是反映银行业发展的重要指标,即用金融机构存贷款余额的聚集状况反映该地区资金的总量实力与金融机构对该地区经济发展的支持程度,后者反映区域金融产业的规模。以金融机构存贷款余额为代表的城市对山东省金融发展系统的阻碍程度较高,其可能的原因是以银行为主的金融中介体系仍然在金融体系中占据统治地位,充分发挥金

融机构的作用，能够为经济发展提供完善的金融环境和全方位服务。除此之外，排名第三的主要障碍因子为金融业增加值占 GDP 比重(Z_{11})，该指标衡量金融发展效率，反映了金融服务国民经济产出的深度，能较好地诠释金融业在国民经济中的整体规模。而济南市的主要障碍因子与之不同，这表明山东省金融发展系统的障碍因子存在区域异质性。

表 4 2011-2022 年山东省科技-产业-金融良性循环水平一级指标障碍度

城市	科技创新	产业结构升级	金融发展
济南市	$X_{23}/X_{32}/X_{24}$	$Y_{23}/Y_{11}/Y_{24}$	$Z_{33}/Z_{22}/Z_{23}$
青岛市	$X_{34}/X_{35}/X_{13}$	$Y_{23}/Y_{11}/Y_{13}$	$Z_{24}/Z_{12}/Z_{33}$
淄博市	$X_{34}/X_{35}/X_{24}$	$Y_{13}/Y_{21}/Y_{11}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{21}$
枣庄市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{23}/Y_{21}/Y_{13}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{21}$
东营市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{13}/Y_{21}/Y_{22}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{21}$
烟台市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{32}$	$Z_{14}/Z_{11}/Z_{21}$
潍坊市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{32}$	$Z_{12}/Z_{14}/Z_{11}$
济宁市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{23}/Y_{13}$	$Z_{14}/Z_{11}/Z_{21}$
泰安市	$X_{24}/X_{34}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{23}$	$Z_{14}/Z_{11}/Z_{21}$
威海市	$X_{24}/X_{34}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{11}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{11}$
日照市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{23}/Y_{21}/Y_{13}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{24}$
临沂市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{23}/Y_{13}$	$Z_{14}/Z_{13}/Z_{12}$
德州市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{32}$	$Z_{14}/Z_{11}/Z_{21}$
聊城市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{32}$	$Z_{14}/Z_{13}/Z_{21}$
滨州市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{13}/Y_{32}$	$Z_{14}/Z_{12}/Z_{13}$
菏泽市	$X_{34}/X_{24}/X_{35}$	$Y_{21}/Y_{24}/Y_{23}$	$Z_{14}/Z_{13}/Z_{11}$

五、结论与建议

围绕金融发展、科技创新与产业结构升级构建综合评价指标体系，在熵值法求得各自权重的基础上，运用耦合协调度模型评价 2011-2022 年山东省科技-产业-金融的良性循环关系，分析山东省整体及三大区域耦合协调度的时空演化特征，借助基尼系数、核密度曲线及障碍度模型分析时空演变规律和影响因素，得出以下结论。第一，从综合评价指数来看，山东省科技创新、产业结构升级和金融发展呈稳步上升态势，但根据波峰形状和分布位置看，区域间发展差异较大。第二，从时间演变特征来看，山东省整体科技创新、产业结构升级和金融发展耦合协调水平长期处于较低水平，到 2019 年，未实现新阶段的突破。第三，从基尼系数分解来看，东部和中部的基尼系数较高，地区间差距高于地区内差距，区域间因素是导致良性循环水平差异的主要因素，地理位置产生的影响较大。第四，从障碍因子的分析来看，影响科技创新、产业结构升级和金融发展的主要障碍因子分别是普通高等学校数量、普通本专科学学生数量和城市创新指数，产业结构层次系数、产业结构高级化指数和高新技术产业产值占比，金融机构存贷款余额总和、金融业就业人员占比和金融业增加值占比。

基于以上结论，提出以下建议：一是疏通“堵点”，正确认识科技、产业和金融的相互关系，推进三者良性循环。山东省整体科技-产业-金融的良性循环水平较低，因而应围绕制造业企业需求，加大政策支持力度，通过安排科技股权资金、发放科技成果转化贷款等方式缓解企业融资难的问题，从而促进科技成果转化，加强科技、金融和产业之间的对接与合作，提高资源配置效率。二是因地制宜，各区域实施针对性措

施。科技相对发达、资本相对雄厚、产业相对集聚的东部地区，其良性循环水平高于中西部地区。因此，东部地区要以金融服务为纽带，借助科技创新提升产业现代化基础，发挥对落后地区的经济辐射作用。中西部地区要加大科技创新投入，完善金融结构和功能，推动科技创新、产业结构升级和金融发展的良性循环。三是优化科技创新环境，促进产业结构高级化，扩大金融发展规模。金融机构存贷款余额总和，普通高等学校数量、城市创新指数，产业结构层次系数、产业结构高级化指数是制约科技-产业-金融良性循环发展的主要障碍因素。在政府支持科技创新的政策引导下，将产品研发与融资问题解决联系在一起，一方面发挥企业的主体作用，促进科技创新成果产业化，通过与金融的融合使企业、产业做大做强。另一方面充分利用银行、基金、融资、保险、投资等各种金融机构的支持，着力提升科技信贷供给能力、完善科技担保和保险体系、加强科技创业投资运作，拓宽企业的融资渠道。

Evaluation and Improvement Countermeasures of the Virtuous Circle of Science and Technology, Industry and Finance in Shandong Province

LIANG Shu-guang, FENG Qian-qian, XIE Ran-ran

(School of Business, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China)

Abstract: On the basis of sorting out the development mechanism of technology-industry-finance virtuous cycle, based on the data of 16 cities in Shandong Province from 2011 to 2022, the coupling coordination degree model, Kernel density, Dagum Gini coefficient and obstacle degree model were used to analyze the spatio-temporal trend, regional differences and influencing factors of the virtuous cycle level of technology-industry-finance. The results show that the scientific and technological innovation, industrial structure upgrading and financial development of Shandong Province are in the middle level, and the three virtuous circle levels need to be further strengthened; the difference between regions is the main source of the difference in the level of the virtuous cycle. The number of institutions of higher learning, the index of urban innovation, the level coefficient of industrial structure, the index of industrial structure upgrading and the total balance of deposits and loans of financial institutions are the main obstacles to the development of the virtuous circle of science and technology, industry and finance. There is a space spillover effect in the process of virtuous cycle evolution. Therefore, improving the level of scientific and technological innovation, promoting the upgrading of industrial structure, improving the quality and efficiency of financial development services and narrowing regional differences are conducive to promoting the virtuous circle of technology-industry-finance in Shandong Province.

Key words: scientific and technological innovation; upgrading of an industrial structure; financial development; virtuous cycle

[责任编辑 山阳]