

中国数字创新与经济高质量发展的协同效应及动态演进预测

甄俊杰^{1,2} 师博^{1,2} 张新月²

(1.西北大学 中国西部经济发展研究院,陕西 西安 710127;2.西北大学 经济管理学院,陕西 西安 710127)

摘要: 伴随着新一代数字技术的蓬勃发展与全面渗透,创新的范式由此发生了转变,数字创新的出现为重塑当前创新发展经济体系、深化数字经济背景下的经济高质量发展提供了新的动力与契机。本文从协同理论视角,在理论上探究了数字创新与经济高质量发展的协同机理,进一步地运用 2013—2019 年省域面板数据构建“数字创新—经济高质量发展”双系统耦合协调模型,实证检验了中国数字创新与经济高质量发展的协同效应及动态演进。研究发现:第一,数字创新与经济高质量发展的匹配度决定经济发展质量,中国绝大多数省份数字创新与经济高质量发展之间联系密切,二者间存在较高的匹配度;第二,数字创新与经济高质量发展的融合度决定经济高质量发展的协同效应,中国数字创新与经济高质量发展大多处于中度或轻度失调状态,地区数字创新与经济高质量发展长期失调的根本原因在于数字创新长期滞后于经济高质量发展;第三,中国各地区数字创新与经济高质量发展的协同效应存在显著的地区异质性,结合空间区位视角发现,数字创新与经济高质量发展的协同效应存在“以邻为善”与“以邻为壑”的空间溢出效应。本研究为数字创新与经济高质量发展的协同演进提供了理论支撑,同时也为全面掌握各地区数字创新与经济高质量发展的协同现状、科学制定差异化发展策略提供了现实依据。

关键词: 数字创新; 经济高质量发展; 耦合协调; 核密度估计; 空间马尔科夫预测

中图分类号: F124 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-1007(2023)03-0003-18

DOI: 10.19559/j.cnki.12-1387.2023.03.001

一、引言

伴随着我国进入新的发展阶段,创新在经济社会中的地位日益凸显,我国比以往任何时期都更加需要增强创新对经济高质量发展的引领作用。与此同时,新一代数字技术的全面渗透正在重塑创新发展经济体系,很大程度上改变了创新的内在本质,对创新行为、创新资源整合、创新过程等带来诸多影响和挑战^[1]。一方面,以数字技术为代表的数字创新催生出了一批像华为、阿里巴巴、腾讯等在数字基础技术与平台化数字应用方面有重大突破的企业。另一方面,部分学者也开始反思现有创新理论与方法的解释力与适用性,与现实激增的数字创新实践相比,现有的数字创新研究对于推动实现经济高质量发展的支撑作用十分有限。数字化背景下,迫切需要明确数字创新的内涵与外延,丰富和拓展创新发展经济体系的理论与实践。“十四五”规划指出

收稿日期:2022-02-06

基金项目:教育部人文社科重点研究基地重大项目(22JJD790065)。

作者简介:师博(通讯作者),男,西北大学经济管理学院教授,中国西部经济发展研究院研究员,博士,博士生导师,主要从事宏观经济与数字经济研究;甄俊杰,男,西北大学经济管理学院硕士生,主要从事数字经济与创新管理研究;张新月,女,西北大学经济管理学院博士生,主要从事数字金融与经济发展研究。

“我国已转向高质量发展阶段……创新能力不再适应高质量发展要求”,因此要“发展数字经济,推进数字产业化和产业数字化,推动数字经济和实体经济深度融合……推动数据资源开发利用”。数字创新作为一种新兴的创新模式,是数字化赋能并推动传统产业转型升级的核心,因此探究数字创新与经济高质量发展的协同效应,对于把握当前新一轮科技革命和产业变革新机遇、丰富和拓展创新理论与实践研究、实现地区长期高质量发展具有重要价值。

当前学术界围绕数字创新的研究主要就其内涵特征、类型功能以及结构框架构建等方面展开。狭义上的数字创新是指以大数据、人工智能、区块链为代表的技术创新;广义上的数字创新是指在创新过程中运用数字技术,对创新主体、创新流程、创新要素的重新组合优化^[2]。现有文献对于其内涵与外延主要形成了过程论、结果论以及整体论三方面主流论点^[1]。概括而言,数字创新兼有数字技术与创新发展的双重特征,一方面具有自成长性、融合性与平台化开放性的数字化特征;另一方面又具有变革性与促进性的创新特征。从研究形式上看,大多数学者对数字创新主要以理论研究为主,定量研究少之又少;从研究主题上看,一方面主要围绕数字产业、数字化技术创新为主的数字创新经济体系进行研究,另一方面,着重关注传统创新发展的数字化转型研究。虽然很多学者已经开始关注数字创新的相关研究,但鲜有文献就数字创新如何推动经济高质量发展进行系统考察,有关数字创新与经济高质量发展的互动关系研究依旧不足。

事实上,已有学者开始关注数字创新与经济高质量发展间的互动关系。一方面,有学者认为数字创新是推动地区高质量发展的核心动力,数字创新驱动的高质量发展模式更具竞争力;另一方面,落实高质量发展要求、推动高质量发展也会为区域数字创新发展创造有利条件,促进地区整体创新水平的提高^[3]。可见数字创新与高质量发展之间互相影响,存在相互关联、相互作用的协同关系^[3]。推动中国数字创新与经济高质量发展相互融合、协同发展,有助于实现地区产

业升级、结构优化和发展动能的转换,是实现地区高质量发展的必由之路。基于此,本文尝试厘清的主要问题是:数字创新如何促进经济高质量发展?二者的协同机制如何?各地区数字创新与经济高质量发展的协同效应如何?发展趋势又如何?如何实现数字创新与经济高质量发展的协同互动?本文将数字创新与经济高质量发展纳入同一分析框架以厘清二者间的协同发展机制,并系统测度、考察中国数字创新与高质量发展的协同效应,对实现中国数字创新与经济高质量发展长期协同具有重要参考价值。

综上所述,本文可能的边际贡献为:第一,在理论上厘清数字创新与经济高质量发展的协同机制,并从协同论视角构建数字创新与经济高质量发展耦合协调模型,一方面,弥补了现有从单一角度研究数字创新与经济高质量发展关系的不足,另一方面,是对融合度、协同效应研究的一种继承与拓展;第二,在实证上测度 30 个省份及四大经济区域的数字创新系统与经济高质量发展系统的耦合协调度,这充分甄别了两大子系统间的发展状态是否呈现新的特征,又可以从综合层面把握区域数字创新能力是否适配经济高质量发展现状,为实现数字创新与经济高质量发展提供有益指导;第三,考虑到数字创新与经济高质量耦合发展存在区域差异性,基于核密度估计法与马尔科夫预测模型对中国数字创新与经济高质量发展系统耦合水平的区域差异、分布动态进行分析,并对未来一定时期内二者协调状态进行动态演进预测,对各地区制定差异化发展战略提供了支撑。

二、文献综述

(一) 数字创新与经济高质量发展的相关研究

1. 数字创新

数字创新作为一种新兴的创新模式,最早是由 Yoo 于 2010 年正式提出^[4]。相比于国外,国内数字创新研究起步相对较晚,余江等(2017)^[5]通过理论综述的形式将数字创新的概念引入国

内,刘洋等(2020)^[2,6]进一步对数字创新的概念、内涵以及类型特征进行清晰界定。出于严谨性与科学性的考虑,有必要将数字创新的概念进行界定,并将其与数字经济、传统创新、数字化创新等相似概念进行区分。

相比于数字创新,数字经济是一个相对宽泛的概念,更强调以数字化信息要素为关键资源,依托互联网平台而进行的一系列新模式和新业态的经济活动,其内涵渗透于生产生活的方方面面^[7,8]。本文所指的数字创新可以理解为数字化创新,从传统创新理论视角出发,将传统创新与数字创新进行对比分析,以便于更好地把握数字创新的内涵与特征。传统创新研究是以单一实体企业为中心,政、产、学、研等多主体参与,对传统生产要素进行重组、创新过程的各个环节边界界定较为清晰^[9],其主要侧重于对物理知识和有形资源的研究。与传统创新相比,数字创新具有一系列新特征。具体而言,数字创新引入了数据这一新的生产要素,具有无边界性、高度灵活性、去中心化和自生长性的特征^[2]。创新主体方面强调各参与主体间的互动,其产业、组织、部门甚至产品边界均趋于模糊与不确定,具有显著的融合性^[11]和自生成性^[6]。本文对数字创新的内涵界定为:不同经济主体依托数字化资源(数字基础设施、新一代信息技术、数据资源等)对创新要素进行重组、实现创新主体行为逻辑优化的创新活动,以显著提升经济高质量发展的促进效率。

数字创新的研究尚处于起步阶段,大多数学者聚焦对数字创新理论框架的探讨^[2,4-6],刘洋等(2020)^[2]提出了以“创新支撑—创新流程—创新产出”为主要逻辑链条的数字创新理论框架。Kohli和Melville(2019)^[10]基于对主体的动态交互过程,认为数字创新的基本流程应包含数字创新启动、数字创新开发、数字创新应用3个阶段。除此之外,少部分学者已经关注到数字创新水平的定量研究^[11]。孙勇等(2022)^[12]基于数字经济专利的产出数据,对长三角地区数字创新发展的时空格局及其影响因素进行了分析。杨伟等(2022)^[11]、宁连举等(2022)^[13]开始关注数字创新生态系统在地区发展中所起到的作用,认

识到数字创新生态系统的共生演化模式对地区发挥数字经济新优势的现实意义。可以确定的是,数字创新是经济主体在数字经济时代构建和维持核心竞争力的关键所在,数字化资源的普遍运用从根本上提升了技术创新效率,大幅降低了经济主体的生产运营成本,多主体间的动态交互使得创新产出在不同经济主体间迅速扩散,从而提升组织间的运营效率^[14],更为灵活地应对多变的环境,进而提高绩效。

2. 经济高质量发展

党的十九大报告指出,建设现代化经济体系的新任务是“推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革”。毋庸置疑,单一维度的经济增长方式已经不能满足新时代经济增长的前进目标。现阶段,学界对于经济发展质量的理论界定与度量并未完全达成一致,经济高质量发展可以围绕对经济增长质量的理论阐释、测度及评价指标研究进行总结。

首先,经济社会发展带动了经济体由重视数量转向质量的变化,现有研究对经济增长质量的内涵已经进行了重新界定。任保平(2018)^[15]认为经济发展质量的内涵应囊括经济发展的有效性、充分性、协调性、创新性、持续性、分享性和稳定性,一方面要考虑到经济因素,另一方面更要协调好社会、环境等方面的因素。金碚(2018)^[16]认为高质量发展是能够更好满足人民不断增长的真实需要的经济发展方式、结构和动力状态。肖仁桥等(2020)^[17]认为“五大新发展理念”是高质量发展的集中体现,经济高质量发展应是满足创新、协调、绿色、开放、共享的发展方式。师博和任保平(2018)^[18]认为经济高质量发展最终评判标准是经济发展能否满足人民日益增长的美好生活需要,应以完善社会主义市场经济体制为思路,引导创新资源的优化配置。

其次,围绕经济高质量发展的测度及评价指标,已有学者进行了广泛而积极的探索。从要素配置的角度出发,上官绪明和葛斌华(2021)^[19]以绿色全要素生产率概括性地衡量地区经济高质量发展水平,黄庆华等(2019)^[20]认为经济高质量发展取决于生产过程中的中间要素投入量,

并以增加值率指标衡量区域经济高质量发展状况。从经济增长的基本面和社会成果两个维度出发,构建中国省际高质量发展指标体系,在基本面上分解为增长的强度、稳定性、合理化和外向性4个方面,在社会成果上分解为人力资本和生态资本^[18]。从供给侧结构性改革背景 and 高质量发展深刻内涵出发,绝大多数学者认为高质量发展评价体系取决于创新发展、协调发展、绿色发展、开放发展和共享发展5个维度^[17,21,22]。除了学术界对经济高质量发展测度的探寻,一些政府与研究机构也开始构建各地区的经济高质量发展测度体系。

(二) 数字创新促进经济高质量发展的逻辑

关于数字创新促进经济高质量发展的逻辑,学者们从微观和宏观两个层面进行了分析。微观层面主要围绕创新扩散、数字循环与企业数字化创新3个角度展开。创新扩散理论认为在经济主体中技术创新将会引来大规模“模仿”,这为实现创新主体与创新流程的自我升级与更迭提供了现实环境^[23]。Hussain等(2018)^[24]认为技术创新通过相关渠道在不同经济主体之间完成传播与推广,并在此过程中实现创新主体、创新流程与创新技术的再扩展、再升级与自我进化,推动经济的高质量发展。温军等(2020)^[25]从数字循环视角,从企业利润增长、产品创新与融资约束角度,论述了企业内外的数字循环体系对实现高质量发展的重要意义。价值共创理论认为企业在生产中应重视消费者的个性化需求,实现消费者与企业的“共同生产”“共创价值”的双向联动。李小青等(2022)^[26]认为数字化创新可以实现用户数据、创新知识与数字组件的有效整合,从而降低价值共创中的数据整合成本,实现信息资源使用效率的提高,加速企业在模式转变中实现高质量发展。

宏观层面,已有学者基于内生增长理论,对数字经济下的创新发展影响经济高质量发展的内在逻辑做了很多有益探讨。内生增长理论认为技术创新引致的知识积累是现阶段实现地区经济高质量发展的驱动力,创新可以为经济高质量发展提供可持续性、异质性的保障^[27]。丁志

帆(2020)^[28]研究发现随着数字基础设施与ICT的资本积累达到一定程度,数字化的技术创新效应开始逐步显现,创新的可能性边界得以延伸,数字技术创新的广泛性、持续改进等特点成为新的比较优势来源,是新时代中国经济高质量发展的必然选择。任保平(2020)^[29]认为以新一代信息技术为代表的数字创新在宏观经济上优化了资源配置方式,通过质量变革、效率变革与动力变革的三大机制引领经济的高质量发展。张森等(2020)^[30]认为科技创新是数字经济创新的核心动力,在发展数字经济的同时更要利用好创新主体多元化的趋势,一方面重视数字创新成果的转化,另一方面推进数字经济与实体经济的深度融合,以此推动国民经济的高质量发展。

综上所述,通过对比数字创新与经济高质量发展的概念可以发现,数字创新是不同经济主体依托数字化资源(数字基础设施、新一代信息技术、数据资源等)对创新要素进行重组、实现创新主体行为逻辑优化的创新活动,以显著提升经济高质量发展的促进效率,是当前实现经济高质量发展的重要驱动力。总体来看,关于数字创新的研究成果尚有不足,现有研究未能清晰阐述数字创新与经济高质量发展间的交互逻辑。除此之外,大多研究关注数字化发展与经济高质量发展的关系,亦或是关注数字经济中的数字技术成分与经济高质量发展间的关系,鲜有文献单独聚焦数字创新与经济高质量发展本身,将二者纳入同一分析框架考察其交互作用与发挥的协同效应的研究则更为鲜见。基于此,本文从协同理论视角厘清数字创新与经济高质量发展间的协同机制,并进一步考察二者的协同效应。本研究为数字创新与经济高质量发展耦合关系提供理论指导,有助于我国政府重新审视数字创新与经济高质量发展的关系以提升创新能力,并为制定政策措施提供理论指导。

三、理论分析与研究假说

(一) 数字创新与经济发展质量的匹配机制
两系统间可通过内部参量的相互运作,逐步

完成系统从无序走向有序,最终实现彼此相互匹配耦合,这一动态演化过程可以用物理学中的耦合理论解释。研究表明,多系统间若要实现协同发展,必须先满足各系统间要素的相互匹配。就数字创新与经济高质量发展而言,但凡两系统间出现发展速度不同步、发展领域不匹配、发展环节不耦合,往往会导致二者发展脱节,无法发挥系统间的协同带动效应,进而制约地区经济发展的质量。

数字创新与经济高质量发展的相互匹配主要包含系统内部各参量以及不同系统间的动态匹配。首先,数字创新兼有数字化与创新的双重特质,数字化与创新要素的匹配一方面有助于强化数字化提升创新效率的“赋能效应”,另一方面能够发挥进一步拓展组织运营模式的“使能效应”^[31],二者相互匹配才能最大程度发挥数字创新对经济高质量发展的带动作用。其次,新的发展模式与转型目标要求经济发展速度必须与发展质量相互匹配,在经济发展过程中须同时强调创新、协调、绿色、开放、共享的非市场调节机制,这对满足人民实现美好生活的向往以及经济长期可持续发展具有重要作用^[32]。最后,数字创新与经济高质量发展间的动态匹配是提升经济发展质量的关键,系统间的匹配程度也会直接影响协同效应的发挥,决定经济发展质量的方向与效率。基于以上分析,本文提出假设 1。

H1 数字创新与经济高质量发展的匹配度决定经济发展质量,匹配度越高越有利于发挥地区数字创新与经济高质量发展的协同效应。

(二) 数字创新与经济高质量发展的协同机理

创新是经济发展的主要驱动力,随着中国迈入数智化时代,创新的本质也发生了显著改变,数字创新成为推动经济高质量发展的新引擎^[27]。数字创新有助于经济发展质量的提升,其作用机理主要体现在数字创新在经济发展过程中发挥的结构优化效应^[33]、效率加速效应^[34]以及创新扩散的成本节约效应^[35]。第一,数字创新为经济创新发展提供数字化平台,为数字创

新产品以及数字经济做出贡献。新时代创新发展必须以数字化赋能为依托,从而推进创新流程与创新产出的更新迭代。数字创新的出现可使核心技术研发数字化、可复制化,广泛应用于创新生产的各个方面,大幅提高经济创新发展效率。第二,数字创新可优化产业结构,缩小收入分配差距,推动经济包容性协调发展。数字创新已广泛融入各行各业的生产生活中,在提高创新效率的同时也促使产业结构向着更加高级化、合理化方向转变。新一代信息技术与企业创新流程的深度融合,一定程度上促进了社会就业率的提高,推动了经济社会协调发展。第三,数字创新的数字化流程推动经济绿色发展,为实现资源节约、环境友好提供了实现路径。数字化的广泛运用一方面减少了传统运作产生的碳排放,从根源上实现了节能减排;另一方面,数字创新流程是对传统创新流程的升级优化,实现了生产过程的环境友好,二者协同推进实现经济绿色发展。第四,数字创新促进地区合作,推动经济开放发展。数字创新所具备的信息化、分布式特征,极大地减少了区域经济合作对地理位置的依赖,从数字化角度提升区域及国际开放水平。第五,数字创新具备创新溢出效应,推动经济共享发展。创新的数字化特征最明显的优势在于,其能够以可复制的方式应用于经济生活的各个方面,本质上数字创新具备一定的公共品属性,以此实现经济共享发展。

除此之外,经济的高质量发展能够有效提升区域数字创新能力,原因在于,首先,经济发展过程中有创新支撑效应^[3];经济高质量发展为数字创新创造必要条件,经济的高质量发展会对所在地区制度、人力资源、基础设施等提出较高要求。此外,地区的高质量发展所带来的环境改善、要素集聚、资源配置优化等,又会为数字创新进一步积累所需的技术、人才与知识等资源创造条件。其次,市场需求带来创新拉动效应^[36];经济的高质量发展为数字创新提供创新动力。数字创新产出大部分源于创新者提升创新效率与创新质量,总体来看,经济的高质量发展是数字创

新的持续推动力,数字创新又为经济的高质量发展赋能。最后,经济发展中有创新倒逼效应^[37]:经济高质量发展为数字创新提供创新目标,简言之,宏观上来看,经济高质量发展所要实现的目标与数字创新目标是等价的,数字创新是推动地区经济高质量发展的实现路径。除此之外,经济高质量发展为数字创新营造良好的创新环境,经济高质量发展势必对数字创新提出较高要求,与此同时,势必会加大对数字创新人力、财力与技术的投入力度,从而为数字创新发展提供良好环境、基础与条件。

由此看来,数字创新与经济高质量发展的协同演进是二者共同作用的结果,二者表现出相互融合、共同提升的基本规律。基于以上分析,本文提出假设 2。

H2 数字创新与经济高质量发展的融合度决定地方经济高质量发展的协同效应,融合度越高越有利于协同效应的提升。

以上理论分析表明,数字创新与经济高质量发展的匹配度与融合度决定经济发展质量以及协同效应的提升。然而,不可否认的是,二者之间互为耦合协同的关系并非一脉相承,这种相互协同的提升作用可能还会受到外部经济环境的影响而呈现出时间上的阶段性与空间上的异质性特征。首先,数字化在创新经济系统须经历数据要素注入阶段、数据要素扩能阶段以及数字化增长阶段。在数字创新发展初级阶段,数据真正为创新经济系统中的各个主体所接受和采用,成为推动经济高质量发展的重要投入要素。随着“数字红利”的逐渐显现,数字技术成果的转化、聚合和扩能显著提升生产率,成为经济增长的新动力。数字创新所带来的技术进步使得创新成本与交易成本进一步降低,推动经济发展质量实现更大程度的提高。因此,数字创新与经济高质量发展在不同的阶段上可能表现出相对滞后的现象。

其次,基于我国目前各地区的发展现状,不同地区数字创新与经济高质量发展的耦合匹配可能存在空间上的异质性特征。范合君和吴婷

(2020)^[38]认为,我国不同地区间数字化发展程度呈现出“东高西低”的特征,就创新能力而言,高技术创新人才存在一定的区域集聚,知识、技术和创新成果也存在不均衡分布特征,且存在一定的空间关联性^[35]。除此之外,各地区高质量发展的政策取向也有一定的差别,不同地区资源禀赋情况不同,持续创新的领域与再创新能力也不尽相同^[39],导致了各地区经济高质量发展的路径不尽相同,这又增添了未来一定时期内数字创新与经济高质量发展的不可预见性,因此,有必要持续深入挖掘不同地区间数字创新与经济高质量发展发挥的协同效应。基于以上分析,本文提出假设 3。

H3 中国数字创新与经济高质量发展的协同效应存在显著的地区异质性,数字创新与地区经济高质量发展协同促进具有巨大的挖掘潜力和溢出效应。

四、研究设计

(一)研究方法

1. 熵权—TOPSIS 评价模型

区域数字创新与经济高质量评价是涉及多维度、多要素与多指标的综合评价体系,综合现有研究,本文采用熵权—TOPSIS 法对区域数字创新与高质量发展水平进行测度,就现有主观赋权法(AHP 法、德尔菲法等)与客观赋权法(熵值法、因子分析法等)而言,熵权—TOPSIS 法结合了熵权法与 TOPSIS 法的优良特性,以理想解的贴近程度代替了传统研究中常用的间接距离,使得测度结果更为客观、科学^[37]。本文的主要测度步骤如下。

(1)原始数据标准化。一般而言,不同量级间原始指标数据不具备同级可比性,因此在进行测算之前应对原始数据进行规范化处理,以统一不同指标原始数据间的量纲。参考刘潭等(2022)^[40]研究对指标进行标准化处理。

(2)指标熵权的计算。信息熵表示信息系统的无序程度,信息熵越大,证明该项指标所含信

息量越大,与此对应的权重就应该更大,反之亦然。因此,根据熵权法原理,参考李国兵和田亚平(2019)^[41]研究确定数字创新与高质量发展评价体系中各项指标权重的大小。

(3)构造加权规范化矩阵。根据所确定的权重,对标准化数据中的各指标数据进行加权,得出加权规范化矩阵。

(4)确定正理想解与负理想解。正理想解是假设的最优方案,各个指标值为其余备选方案中最好的值;负理想解是假设的最差方案,各个指标值为其余备选方案中最差的值。基于所构造出的加权规范化矩阵,参考李国兵和田亚平(2019)^[41]的计算方法得出正理想解与负理想解。

(5)距离测度与相对贴近度(综合测度值)。计算出规范后的指标数据与正理想解和负理想解的距离。参考李国兵和田亚平(2019)^[41]的计算方法,计算评价对象与理想解的相对贴近度 S_i 。

2.双系统耦合协调模型

在物理学中将两个或者两个以上的系统通过相互作用而彼此影响的现象称之为耦合。耦合协调度模型旨在探究各子系统间的相互作用,以及如何使得耦合系统趋于稳定。耦合协调模型可用于衡量不同系统间的协调程度,可以真实反映不同系统间的耦合程度与协同效应,近年来

被广泛运用于多要素系统间相互作用与协同效应等社会经济发展问题的研究中^[40]。据此本文构建数字创新(S_1)与经济高质量发展(S_2)双系统耦合协调模型,用以考察中国数字创新与经济高质量发展的协同效应与动态演进特征,具体测度模型如下

$$C = \sqrt{\frac{S_1 \times S_2}{\left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right)^2}} \quad (1)$$

$$D = \sqrt{C(\alpha S_1 + \beta S_2)} \quad (2)$$

此模型中, S_1 和 S_2 分别为区域数字创新和经济高质量发展水平; C 为系统耦合度,其中 $C \in [0,1]$,表示数字创新子系统与经济高质量发展子系统相互关系的匹配程度; α 、 β 表示两子系统的相对重要程度,是根据系统贡献份额分配的特定权重,在研究二者协调关系中不应忽视其中任何一方的贡献,因此本文 α 、 β 各取0.5; D 表示区域数字创新和经济高质量发展水平的耦合协调度,其中 $D \in [0,1]$, D 值越大,表示区域数字创新和经济高质量发展的融合度越高,两系统相互促进、相互协同发展关系越紧密,反之亦然。

为直观反映中国数字创新与经济高质量发展的耦合协调程度,本文借鉴唐晓华等(2018)^[42]的分类方式,将两系统耦合协调度划分为以下几个发展阶段,如表1所示。

表1 耦合协调度分类

协调等级	耦合协调度	耦合协调程度	协调等级	耦合协调度	耦合协调程度
1	[0.0,0.1)	极度失调	6	[0.5,0.6)	勉强协调
2	[0.1,0.2)	严重失调	7	[0.6,0.7)	初级协调
3	[0.2,0.3)	中度失调	8	[0.7,0.8)	中级协调
4	[0.3,0.4)	轻度失调	9	[0.8,0.9)	良好协调
5	[0.4,0.5)	濒临失调	10	[0.9,1.0]	优质协调
$S_1 > S_2$ 经济高质量发展滞后			$S_1 < S_2$ 数字创新滞后		

3.Kernel 密度估计法

核密度(Kernel 密度)作为一种非参数估计方法,鉴于其对模型的依赖性不强且具备优良的统计性质,现已在探究空间分布非均衡问题中得

到了广泛运用^[43]。Kernel 密度估计法的具体测算模型如下

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{X_i - x}{h}\right) \quad (3)$$

$$\begin{cases} \lim_{x \rightarrow \infty} k(x), x=0 \\ k(x) \geq 0; \int_{-\infty}^{+\infty} k(x) dx = 1 \\ \sup k(x) < +\infty; \int_{-\infty}^{+\infty} k^2(x) dx < +\infty \end{cases} \quad (4)$$

在该参数估计模型中, $f(x)$ 为待估计指数的密度函数, x 表示均值, N 为样本个数, X_i 代表独立同分布的观测值。

4. Markov 链预测模型

马尔可夫(Markov)链可通过构建马尔可夫概率矩阵,对离散后的不同数字创新、经济高质量发展以耦合协调等级水平进行动态模拟。该预测模型的基本原理是:首先把待预测指数离散为 k 类,之后计算每种类型的概率分布与时序变化,使得 Markov 模拟过程近似逼近指数演变的整个过程^[43],具体估计见式(5)(6)。

$$P\{X_t = j | X_{t-1} = i_{t-1}, X_{t-2} = i_{t-2}, \dots, X_0 = i_0\} = P\{X_n = j | X_{n-1}\} = P_{ij}, \text{其中 } i, j \in M \quad (5)$$

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_i} \quad (6)$$

但此模型忽略了地区间存在的空间因素,因此本研究在传统马尔可夫预测模型的基础上加入空间滞后效应,引入空间马尔可夫预测模型以弥补传统马尔可夫预测模型的不足。本文将待预测的相邻省份指数与空间权重矩阵的乘积作为空间滞后值,采用临近空间矩阵作为权重矩阵,即省份间相邻为 1,否则为 0,由于海南省的区位特殊,认为其与广东省相邻。

(二) 指标构建

1. 构建原则

为更清晰地明确数字创新与经济高质量发展间的互动关系,在选择“数字创新—经济高质量发展”双系统耦合协调评价指标之前,有必要对数字创新与经济高质量发展进行明确的界定。本文定义的数字创新是指不同经济主体依托数字化资源(数字基础设施、新一代信息技术、数据资源等)对创新要素进行重组,实现创新主体行为逻辑优化的创新活动,进而显著提升经济高质量发展的促进效率。与传统创新指标测度中“过程论”“结果论”不同的是,数字创新内涵应包括

数字技术、创新过程与创新产出 3 个核心要素。

数字创新作为一种新兴的创新模式,在传统创新过程中融合了更多的数字化成分,因此本文兼顾创新与数字化的双重维度,结合数字化社会的特点,通过数字创新支撑(数字化主体与数字技术应用)、数字创新流程(数字化过程)以及数字创新产出(数字化成果)3 个维度体现数字创新本身所具备的数字化特征。

新发展理念背景下,中国经济增长赋予了高质量的内涵和要求。五大新发展理念是我国对当前经济社会发展规律与目标的深刻总结,能够代表我国新发展阶段经济高质量发展的实质与内涵。因此,本文基于高质量发展的内涵与特征,在现有研究的基础上^[17],以五大新发展理念构建经济高质量发展的评价指标体系。一方面,本文在构建经济高质量发展评价体系时,结合了变化值指标与结构性指标的特性,充分把握了经济高质量发展过程中的结构改善与效率变化。另一方面,在指标的选取上,兼顾新时代背景下经济、社会、生态的全面可持续发展,能够很好地反映宏观层面经济高质量发展的实现程度。具体指标体系见表 2。

2. 核心指标说明

具体来说,数字创新支撑是数字创新活动发生的基础条件,本文认为企业和高校是数字创新活动的主要支撑载体。除此之外,数字技术应用也是数字创新的核心体现之一,其主要表现为以数字基础设施为基础的新一代信息技术的应用,是数字创新活动发生的基本保障。因此本文选取互联网宽带接入端口用以衡量地区数字基础设施的建设水平;以利用互联网服务的企业数量衡量地区数字基础设施的应用水平;通过中国知识产权网“专利之星”检索系统,以“大数据、云计算、人工智能、区块链”为主题,检索出各地区历年新一代信息技术领域的专利数量,以此测度各地区数字创新情况。其次,依据“资本投入—技术实施—商业应用”的创新流程思路,选取相应指标对数字创新流程进行测度。最后,以创新人力投入产出与创新资金投入产出对数字创新产出情况进行衡量。

表 2 “数字创新—经济高质量发展”双系统耦合协调评价体系

系统层	准则层	要素层	指标层	属性
数字创新系统	数字创新支撑	企业多样性	数字产业中有 R&D 活动的企业占地区规模以上企业的比重	+
			数字产业中有 R&D 机构的企业占地区规模以上企业的比重	+
		高校多样性	地区高等学校研发人员/高等学校数量	+
		数字技术应用	互联网宽带接入端口	+
			利用互联网服务的企业数量	+
			大数据、云计算、人工智能、区块链领域有效专利数量	+
	数字创新流程	资金流	数字产业新产品开发支出	+
			数字产业研发经费外部支出	+
		技术流	数字产业引进国外技术经费	+
			数字产业购买国内技术经费支出	+
		商业流	技术市场技术合同流入金额	+
			技术市场技术合同流出金额	+
	数字创新产出	创新人力投入产出	数字产业专利申请数/研发人员全时当量	+
			数字产业新产品销售收入/研发人员全时当量	+
		创新资金投入产出	数字产业专利申请数/研发经费支出	+
			数字产业新产品销售收入/研发经费支出	+
经济高质量发展系统	创新发展	创新成果	人均发明专利申请数	+
		创新潜力	平均受教育程度	+
		创新平台	人均科技研发机构数	+
		创新贡献	创新产品增利度	+
	协调发展	产业结构	产业结构高级化	+
			产业结构合理化	-
		城乡结构	城乡收入协调水平	-
			城乡消费协调水平	-
	绿色发展	资源节约	单位 GDP 耗水量	-
			单位 GDP 耗电量	-
		环境友好	单位 GDP 废气排放	-
			单位 GDP 废水污染物排放	-
			单位 GDP 固体废弃物排放	-
				-
	开放发展	外贸开放	货物进出口贸易	+
			高技术产品进出口贸易	+
		外资开放	外资利用程度	+
	共享发展	收入共享	人均 GDP	+
		社会福利	教育福利重视度	+
			医疗卫生福利重视度	+
			网络设施完善度	+
		基础设施	建成区绿化水平	+

除此之外,区域数字创新具有区域与数字创新的双重属性,从区域的角度来看,由于省级区域间经济活动边界较为清晰,且数据较为完整。因此,本文选择中国 30 个省份作为研究样本。从数字创新层面来看,当前我国并没有对数字产业的完整统计,鉴于我国数字创新活动主要集中于高技术产业,且该产业中数字化应用较为全面,创新活动密集、频繁,因此,本文选取地区高技术产业中的“电子及通信设备制造业”与“计算机及办公设备制造业”作为数字创新的研究对象。最后,运用熵权-TOPSIS 法对 2013—2019 年中国数字创新与高质量发展水平进行综合测评。

具体而言,本研究的主要数据来源于《中国高技术产业统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及中国各省份统计年鉴,“大数据、云计算、人工智能、区块链”领域的专利数据来源于中国知识产权网“专利之星”检索系统。其中,经济高质量发展子系统中的产业结构高级化指数使用第三产业与第二产业比值衡量,产业结构合理化指数采用泰尔指数衡量。除此之外,本文对指标体系中涉及的单位 GDP 与人均 GDP 数值分别运用 GDP 价格指数与人均 GDP 价格指数进行平减处理。对于部分缺失的数据值,本文采用线性插值法予以补齐。

表 3 数字创新、经济高质量发展的时空特征

区域	省市	数字创新	高质量发展	区域	省市	数字创新	高质量发展
东部地区	北京	0.381 1	0.451 3	东北地区	黑龙江	0.036 0	0.125 4
	天津	0.116 6	0.301 3		吉林	0.082 1	0.132 3
	河北	0.089 7	0.129 9		辽宁	0.099 6	0.194 1
	上海	0.173 5	0.470 0	西部地区	内蒙古	0.138 3	0.229 0
	江苏	0.397 9	0.498 3		广西	0.047 6	0.088 9
	浙江	0.281 6	0.356 9		重庆	0.082 2	0.153 6
	福建	0.150 5	0.221 9		四川	0.144 1	0.105 4
	山东	0.257 3	0.267 6		贵州	0.042 9	0.228 3
	广东	0.654 6	0.663 0		云南	0.042 6	0.136 6
	海南	0.019 9	0.107 0		陕西	0.132 1	0.152 7
中部地区	山西	0.067 4	0.198 4		甘肃	0.048 7	0.177 0
	安徽	0.127 5	0.091 4		青海	0.026 3	0.181 1
	江西	0.067 4	0.117 7		宁夏	0.066 8	0.284 6
	河南	0.180 2	0.107 4		新疆	0.127 6	0.220 3
	湖北	0.168 4	0.129 6	全国	均值	0.145 7	0.220 6
	湖南	0.120 5	0.098 6				

五、结果分析与讨论

(一)中国数字创新与经济高质量发展的时空特征事实描述

运用熵权-TOPSIS 法对中国 30 个省份 2013—2019 年数字创新与经济高质量发展水平进行测度,对各地区历年测算数值取均值,具体见表 3。

从数字创新发展来看,中国数字创新水平整体偏低,且存在明显的省际差异与两极分化现象。中国数字创新水平整体均值为 0.15,说明中国数字创新发展仍有较大提升空间。可以发现,头部省份(广东、北京、江苏)存在明显的领先优势,广东(0.66)数字创新水平最高,黑龙江(0.036)数字创新水平最低,均值极差达到 0.62,表明中国数字创新发展存在两极分化式的不均衡空间分布特征。进一步深入分析不难发

现,广东位于东部沿海,经济水平与创新活跃度较高,近年来,广东省坚持创新发展战略,抓住数字化、智能化发展机遇,着力加快数字基础设施建设,为推动地区数字创新发展提供了坚实的基础保障。中西部以及东北的部分地区数字创新水平相对较低,相比于头部地区而言,中西部的部分地区人才、资金等资源的获取能力有限,数据要素的开发应用仍在注入、扩能阶段,尚未实现从注入、扩能阶段向数字化增长阶段的跃迁。

从经济高质量发展来看,2013—2019 年中国各省份经济高质量发展水平整体均值为 0.22,均值极差达到 0.57,这表明中国高质量发

展仍然存在明显的地区内部差异。广东(0.66)、江苏(0.50)、上海(0.47)、北京(0.45)属于经济高质量发展的“领跑者”。总体来说,地区经济高质量发展整体优于数字创新的发展,东部地区借助地理优势在经济高质量总体发展水平上具有优势,相对其他省份而言,头部省份具有较好的经济基础,且在金融、产业、人才等方面均具有较强的集聚效应,加之近些年来人民对于生态文明及美好生活的追求,外加生态文明理念与相关政策的持续推进,使得这些地区经济高质量发展大幅领先于其他省份。

表 4 中国数字创新与经济高质量发展耦合协调情况

省份	2013 年			2016 年			2019 年		
	耦合度	耦合协调度	评价	耦合度	耦合协调度	评价	耦合度	耦合协调度	评价
北京	0.972 8	0.884 2	良好协调	0.973 2	0.670 6	初级协调	0.998 8	0.698 3	初级协调
天津	0.991 0	0.593 0	勉强协调	0.844 3	0.454 0	濒临失调	0.997 6	0.455 4	濒临失调
河北	0.993 0	0.310 4	轻度失调	0.997 4	0.322 4	轻度失调	0.855 7	0.312 5	轻度失调
山西	0.992 0	0.496 2	濒临失调	0.789 0	0.331 6	轻度失调	0.972 9	0.303 1	轻度失调
内蒙古	0.373 7	0.227 1	中度失调	0.726 9	0.307 9	轻度失调	0.871 7	0.308 6	轻度失调
辽宁	0.999 9	0.473 9	濒临失调	0.970 9	0.354 1	轻度失调	0.999 1	0.366 0	轻度失调
吉林	0.994 4	0.302 8	轻度失调	0.996 3	0.279 3	中度失调	0.559 2	0.270 6	中度失调
黑龙江	0.939 7	0.206 5	中度失调	0.948 5	0.247 4	中度失调	0.769 3	0.251 3	中度失调
上海	0.953 4	0.657 1	初级协调	0.836 5	0.597 2	勉强协调	0.946 9	0.604 8	初级协调
江苏	0.999 9	0.799 0	中级协调	0.990 6	0.770 8	中级协调	0.997 5	0.796 3	中级协调
浙江	0.999 9	0.634 9	初级协调	0.992 7	0.634 8	初级协调	0.999 9	0.653 5	初级协调
安徽	0.494 3	0.209 8	中度失调	0.559 3	0.221 5	中度失调	0.598 1	0.252 6	中度失调
福建	0.995 9	0.441 6	濒临失调	0.996 7	0.458 9	濒临失调	1.000 0	0.470 0	濒临失调
江西	0.999 2	0.211 3	中度失调	0.953 8	0.247 7	中度失调	0.949 7	0.319 5	轻度失调
山东	0.985 3	0.604 1	初级协调	1.000 0	0.562 7	勉强协调	0.986 0	0.565 5	勉强协调
河南	0.639 6	0.393 4	轻度失调	0.751 5	0.297 2	中度失调	0.491 6	0.277 8	中度失调
湖北	0.845 9	0.382 2	轻度失调	0.905 2	0.347 4	轻度失调	0.792 6	0.356 8	轻度失调
湖南	0.576 2	0.260 4	中度失调	0.750 4	0.250 4	中度失调	0.682 9	0.292 5	中度失调
广东	0.978 9	0.897 0	良好协调	1.000 0	0.995 0	优质协调	0.999 2	0.995 0	优质协调
广西	0.829 3	0.137 1	严重失调	0.725 1	0.152 6	严重失调	0.562 4	0.152 6	严重失调
海南	0.982 1	0.110 0	严重失调	0.878 4	0.178 0	严重失调	0.987 3	0.181 7	严重失调
重庆	0.981 8	0.381 3	轻度失调	0.983 0	0.322 2	轻度失调	0.981 7	0.307 8	轻度失调
四川	0.747 5	0.277 6	中度失调	0.775 0	0.296 2	中度失调	0.674 1	0.306 3	轻度失调
贵州	0.478 8	0.254 0	中度失调	0.758 1	0.350 9	轻度失调	0.922 4	0.340 9	轻度失调
云南	0.952 4	0.227 2	中度失调	0.890 5	0.294 5	中度失调	0.932 0	0.270 3	中度失调
陕西	0.965 7	0.421 8	濒临失调	0.987 4	0.350 9	轻度失调	0.873 4	0.357 1	轻度失调
甘肃	0.949 0	0.351 1	轻度失调	0.786 3	0.273 0	中度失调	0.943 2	0.244 7	中度失调
青海	0.903 7	0.293 8	中度失调	0.418 1	0.213 6	中度失调	0.993 0	0.195 8	严重失调
宁夏	1.000 0	0.568 4	勉强协调	0.389 5	0.260 6	中度失调	0.997 0	0.262 9	中度失调
新疆	0.986 6	0.503 8	勉强协调	0.717 5	0.317 5	轻度失调	0.735 7	0.323 3	轻度失调

(二)中国数字创新与经济高质量发展耦合协调分析

1.系统耦合协调度总体分析

依据耦合协调度模型对中国数字创新与经济高质量发展的耦合协调度进行测度,分析中国各省市 2013—2019 年数字创新与经济高质量发展的耦合协调关系,结果见表 4。

耦合度数据可以反映出数字创新与经济高质量发展的总体匹配程度,可以看出大多数省份都可以达到高度匹配($C > 0.8$)的程度。总体来看,中国绝大多数省份数字创新与经济高质量发展之间联系密切,二者间存在较高的匹配度,这为二者间实现良性融合以及协同效应的发挥打下坚实基础。此外,中国大部分省份数字创新与经济高质量发展处于失调状态,位于东部地区的省份,其数字创新与经济高质量发展的耦合协调情况明显优于其他地区省份,呈现出两极分化现象。从排名来看,广东、江苏、北京、浙江、上海历年排名始终靠前,而海南、广西、黑龙江等地排名相对靠后,且二者数字创新与经济高质量发展耦合协调水平差距较大,说明中国各省份数字创新与经济高质量发展呈现空间分布不平衡的特征,各地区数字创新与经济高质量发展协同推进仍有较大提升空间。从协调发展类型来看,广东数字创新与经济高质量发展现已基本达到优质协调状态,江苏、北京、浙江、上海也已基本达到初级或中级协调状态。值得注意的是,内蒙古、新疆、山西、宁夏等地数字创新与经济高质量发展耦合协调发展情况历年波动较为明显,且二者协调水平出现了明显的下降趋势。除此之外,各地区历年数字创新与经济高质量发展大多处于中度或轻度失调状态,说明中国各地区数字创新与经济高质量发展间协同适配仍有待提高,依旧要注意筑牢和发挥好二者在经济发展中的耦合协同作用。

由于数字创新与经济高质量发展间的作用关系较为复杂,因此对各子系统间的发展步调、运行速度与前进方向提出了较高要求。相比于中西部地区,广东、江苏、北京、浙江、上海等地是数字化浪潮中的排头兵,率先依靠新型数字技术

发展数字经济,地区企业的数字化转型比较成功,为数字创新营造出了良好氛围。当然,地区高质量发展政策也是不容忽视的一大因素。例如,北京市发布《北京市促进数字经济创新发展行动纲要(2020—2022 年)》,全方位保障地区数字化创新,推动北京市数字经济高质量发展。广东省深圳市人民政府印发了《深圳市数字经济产业创新发展实施方案(2021—2023 年)》的通知,抢抓数字经济产业密集创新和高速增长的战略机遇,加快推动地区数字经济产业创新发展,着力打造国家数字经济创新发展试验区。但部分中西部地区由于数字化基础设施相对落后,在资金、人才等方面也存在明显不足,导致地区数字创新与经济高质量发展的不匹配,因此国家应针对此类地区给予一定的政策扶持,促进创新要素配置均衡化发展。

2.系统耦合协调度的地区差异分析

为更深入考察中国数字创新与经济高质量发展耦合协调存在的地区差异,分别测算出东部地区、中部地区、西部地区、东北地区与全国的耦合协调度平均值,结果如表 5 所示。

从整体上来看,2013—2019 年中部地区、西部地区以及东北地区的数字创新与经济高质量发展的耦合协调均处于失调状态。值得注意的是,东部地区数字创新与经济高质量发展处于相对协调状态,但也仅仅处于初级和勉强协调状态,全国各省份仍处于失调状态,这从侧面说明了中国数字创新与经济高质量发展仍处于初级磨合阶段,距离协调发展仍存在较大差距。从时间演变来看,2014—2018 年各区域数字创新与经济高质量发展的耦合协调度均处于稳步上升阶段,但 2018—2019 年各地区耦合协调度出现小幅回落。从空间演变上看,东部地区数字创新与经济高质量发展的耦合协调度高于全国其他地区,且明显高于全国平均水平,形成东部地区(0.59) $>$ 全国平均(0.41) $>$ 西部地区(0.33) $>$ 东北地区(0.31) $>$ 中部地区(0.30)的空间分布格局。由于区位优势、政策环境等优势,东部地区较快形成了数字创新与经济高质量发展的良性循环。但中西部地区由于深处内陆,创新意识相对薄

弱,且存在要素外流现象,造成二者协调程度欠佳。东北是我国老工业基地,工业基础较为扎实,但数字化建设与创新投入不足,与东部地区仍存在显著差距。

为进一步分析地区数字创新与经济高质量发展长期失调的原因,本文将数字创新系统与经济高质量发展系统进行分解,具体见图 1 所示。

表 5 “数字创新—经济高质量发展”耦合协调评价结果

区域	指标	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
东部	耦合度	0.985 2	0.866 1	0.946 7	0.951 0	0.955 4	0.942 6	0.976 9
	耦合协调度	0.593 1	0.485 2	0.565 8	0.564 5	0.567 3	0.573 3	0.623 9
	评价	勉强协调	濒临失调	勉强协调	勉强协调	勉强协调	勉强协调	初级协调
中部	耦合度	0.757 8	0.847 0	0.778 9	0.784 9	0.706 4	0.840 2	0.748 0
	耦合协调度	0.325 5	0.253 2	0.280 3	0.282 6	0.264 6	0.300 4	0.320 6
	评价	轻度失调	中度失调	中度失调	中度失调	中度失调	轻度失调	轻度失调
西部	耦合度	0.833 5	0.768 6	0.751 5	0.741 6	0.713 4	0.767 2	0.862 4
	耦合协调度	0.331 2	0.303 7	0.273 0	0.285 4	0.301 3	0.279 1	0.374 9
	评价	轻度失调	轻度失调	中度失调	中度失调	轻度失调	中度失调	轻度失调
东北	耦合度	0.978 0	0.898 5	0.960 8	0.971 9	0.957 6	0.964 1	0.775 8
	耦合协调度	0.327 7	0.287 2	0.296 9	0.293 6	0.297 2	0.296 0	0.296 7
	评价	轻度失调	中度失调	中度失调	中度失调	中度失调	中度失调	中度失调
全国	耦合度	0.883 4	0.829 8	0.843 0	0.843 1	0.817 1	0.860 0	0.869 0
	耦合协调度	0.417 0	0.352 5	0.374 4	0.378 7	0.382 2	0.383 1	0.439 2
	评价	濒临失调	轻度失调	轻度失调	轻度失调	濒临失调	濒临失调	濒临失调

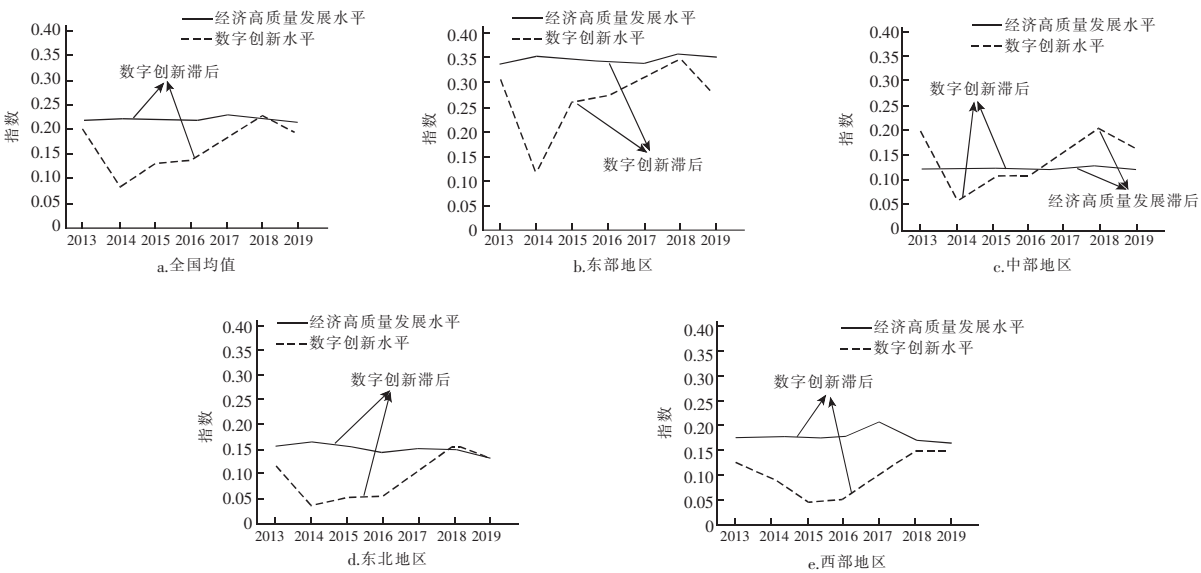


图 1 数字创新、经济高质量发展分区域对比

总体来看,地区数字创新与经济高质量发展长期失调的根本原因在于数字创新发展长期滞后于经济高质量发展,除中部地区之外,其余地区均表现出数字创新滞后的特点,中部地区在

2014—2016 年期间数字创新滞后于经济高质量发展,在 2013 年、2017—2019 年经济高质量发展水平略滞后于数字创新发展。从时间维度来看,相比于经济高质量发展,不同区域间数字创

新发展波动情况较为明显,且于2018年之后均有明显的下降。值得注意的是,数字创新与经济高质量发展的差距正在逐渐缩小,这表明数字创新与经济高质量发展逐渐显现出相互协调的趋势。

进一步分析,创新产出本身具有一定的时滞性特征,大规模研发投入不一定与科研产出成正比,大部分研究表明,研发投入将在未来两到三年逐渐实现生产率的转化。根据图1不难发现,自2014年开始各地区数字创新水平显著提升,两到三年后逐渐逼近经济高质量发展水平,随后保持趋同演进,这验证了创新管理中的研发滞后定律,更进一步解释了为何数字创新发展长期滞后于经济高质量发展。

六、数字创新与经济高质量发展耦合协调的动态演进预测

(一)中国数字创新与经济高质量发展耦合协调的动态演进

由于各地区要素禀赋与发展阶段存在差异,测算结果和各自随时间推移的趋势可能不尽相同,因此,本文采用非参数估计中的核密度估计法从分布位置、分布形态和分布延展性3个视角,对中国数字创新与经济高质量发展耦合协调水平的动态演进差异进行分析,图2反映了2013—2019年的核密度分布情况。

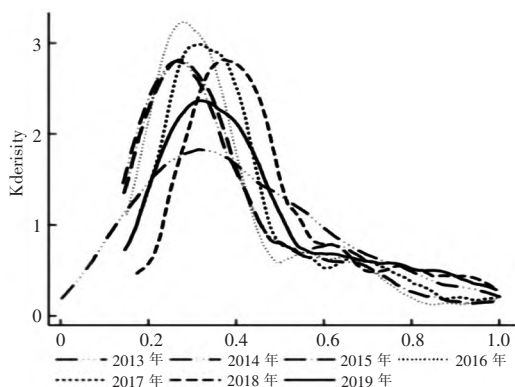


图2 核密度动态演进估计

从分布位置来看,中国数字创新与经济高质量发展协同演进呈现出“左移—右移”的特征,但

2014年后从左向右移动趋势明显,证明数字创新与经济高质量发展的耦合协调整体有增长态势但有明显的波动性,且2018年后有下降的趋势,这主要是由于2014年后(图1),创新的滞后效应逐渐减弱,研发投入逐步实现了生产率的转化,创新的扩散效应逐渐显现,滞后效应与扩散效应共同作用以至于波动性体现得并不是很明显。从分布形态来看,二者耦合协调发展的波峰分布依旧具有“震荡式”发展特征,总体来说,数字创新与经济高质量发展协调发展依旧存在明显的区域差距与两极分化现象。从分布延展性来看,二者耦合协调水平均出现了明显的右拖尾现象,且峰度由尖变宽,峰度减弱现象明显。这主要是由于中国各地区数字创新与经济高质量发展内部的不均衡、各省域间发展数量与质量差异较大导致的。例如,北京、广东、江苏、浙江、上海等地的耦合协调水平均较高,导致分布呈现右拖尾,地区间“马太效应”的存在,又导致各地区差距进一步拉大。

(二)中国数字创新与经济高质量发展耦合协调的趋势预测

依据Markov预测模型对中国数字创新与经济高质量发展耦合协调水平进行长期趋势预测,首先将各待预测变量进行离散化处理,采用四分位数法将各待预测指数离散为低水平(I)、中低水平(II)、中高水平(III)和高水平(IV),考虑到空间滞后因素的影响,构建空间马尔可夫预测模型,并与传统马尔可夫概率矩阵进行对比分析,结果如表6所示。

在不考虑空间滞后因素影响的前提下,区域数字创新与经济高质量发展协调演进呈现出以下特征:(1)低水平协调发展地区更有可能实现跨越式跃迁,高水平协调发展地区仍存在“降级”风险。低水平地区(类型I)有17%的概率实现“等级跨越”,高水平协调发展地区(类型IV)虽有较大概率(90%)保持高融合,但仍有10%的概率退化为中高水平;(2)中等协调水平地区演变具有不稳定性特征。类型II、III区域维持现有协调水平的概率仅为60%和69%,不稳定性强,发生转移概率较大。相比而言,中低水平地区转移

至低水平概率(21%)较大,中高水平更有可能(21%)转移至中低水平。总而言之,中等水平地

区数字创新与经济高质量发展协调演进更容易发生退化。

表6 “数字创新—经济高质量发展”耦合协调概率预测矩阵

空间滞后类型	类型	I	II	III	IV
无滞后	I	0.791 7	0.166 7	0.020 8	0.020 8
	II	0.214 3	0.595 2	0.166 7	0.023 8
	III	0.023 8	0.214 3	0.690 5	0.071 4
	IV	0.000 0	0.000 0	0.104 2	0.895 8
I	I	0.826 1	0.130 4	0.000 0	0.043 5
	II	0.500 0	0.500 0	0.000 0	0.000 0
	III	0.000 0	0.000 0	0.833 3	0.166 7
	IV	0.000 0	0.000 0	0.090 9	0.909 1
II	I	0.666 7	0.222 2	0.111 1	0.000 0
	II	0.250 0	0.416 7	0.333 3	0.000 0
	III	0.133 3	0.200 0	0.600 0	0.066 7
	IV	0.333 3	0.000 0	0.166 7	0.500 0
III	I	0.500 0	0.375 0	0.000 0	0.125 0
	II	0.090 9	0.818 2	0.090 9	0.000 0
	III	0.000 0	0.285 7	0.571 4	0.142 9
	IV	0.000 0	0.000 0	0.062 5	0.937 5
IV	I	0.625 0	0.250 0	0.000 0	0.125 0
	II	0.090 9	0.727 3	0.181 8	0.000 0
	III	0.000 0	0.076 9	0.769 2	0.153 8
	IV	0.062 5	0.000 0	0.125 0	0.812 5

在考虑了邻近地区因素影响后,可以发现地区数字创新与经济高质量发展协调演进具有以下规律:(1)当临近地区耦合协调水平较低时,本地协调增长的流动性不强,具有一定程度的路径依赖。具体而言,预测矩阵的对角线概率均远高于非对角线概率,且非对角线元素值紧靠对角线,表明当相邻地区协调发展水平较低时,本地区在较短时期内难以实现跨越式增长;(2)“以邻为善”与“以邻为壑”并存,即相邻地区协调发展水平较高时会带动当地数字创新与经济高质量发展的协同演进,反之,相邻地区协调水平较低时,则会导致本地协调水平下降。例如,当空间滞后类型由Ⅲ变为Ⅳ时,类型Ⅲ变为类型Ⅳ的概率由14%提升为15%,说明临近高融合发展地区会促进本地数字创新与经济高质量的协同发展,存在显著的正向溢出效应。

七、研究结论与政策建议

本文将数字创新与经济高质量发展纳入同一分析框架,基于数字创新与经济高质量发展的耦合协同机理,构建了中国数字创新与经济高质量发展双系统耦合协调模型,以此探究二者协同效应。进一步地,对中国数字创新与经济高质量发展协同发展进行分析,并对其协同趋势进行概率预测。主要研究结论有:第一,数字创新与经济高质量发展的匹配度决定经济发展质量,匹配度越高越有利于发挥地区数字创新与经济高质量发展的协同效应。中国绝大多数省份数字创新与经济高质量发展之间联系密切,二者间存在较高的匹配度;第二,数字创新与经济高质量发展的融合度决定地方经济高质量发展的协同效应,融合度越高越有利于协同效应的提升。中国各地

区数字创新与经济高质量发展大多处于中度或轻度失调状态,总体来看,地区数字创新与经济高质量发展长期失调的根本原因在于数字创新发展长期滞后于经济高质量发展;第三,中国各地区数字创新与经济高质量发展的协同效应存在显著的地区异质性,数字创新与地区经济高质量发展协同促进具有巨大的挖掘潜力。结合空间区位视角发现,数字创新与经济高质量发展协同效应存在“以邻为善”与“以邻为壑”的空间溢出效应。

根据上述结论,本文提出如下建议。

第一,就微观经济主体而言,应积极推进企业数字化转型实践,打造具有韧性的数字创新生态系统。数字创新与经济高质量发展之间拥有较高水平的匹配程度,很大程度上得益于区域数字创新战略与企业数字化转型实践的相互匹配。疫情背景下经济增长面临着长期不确定性,充分发挥数据生产要素的“赋能效应”,构建具有韧性的数字创新生态对于企业长期可持续发展具有重要意义。倡导企业积极运用数字技术,持续推进企业数字化转型与“上云用数赋智”,搭建可复制性强的数字创新基础资源平台,筛选一批具有“龙头”示范效应的数字企业,发挥核心企业的主体带动优势,助力构建协同共赢的数字创新生态系统。

第二,就宏观经济发展而言,应重视数字创新与经济高质量发展的协同建设,建立健全数字创新成果的监管制度体系。研究表明,中国目前仍处于数字创新长期滞后于经济高质量发展的现实困境,在战略高度与监管保护方面为数字创新与经济高质量协同发展创造良好环境就显得尤为重要。一方面,要强化区域协同发展、要素均衡发展、创新引领发展、数字加速发展的发展意识,积极优化和协调各省战略布局,打破制度、体制和行政区壁垒,促进高水平区域与低水平区域的长效合作机制。另一方面,各地政府应根据自身发展需求建立适应新业态发展要求的管理制度,在数字信息经济保障的同时激发数字创新的内在动力。确保数字技术安全使用,以数字化方式保护数字创新成果,例如敏感数据识

别技术、生物识别技术在数字创新监管方面的应用,在规范保护中实现数字创新与经济高质量发展的相互协同。

第三,就发展的均衡性而言,应推动地区数字化资源以及创新要素的均衡配置,助力弱势地区实现“弯道超车”。中国数字创新与经济高质量发展的协同效应依旧存在显著的地区异质性与空间溢出现象,对于数字创新资源较弱的地区,尤其是西部地区、东北地区,一方面应优化对新型数字型、创新型人才的“柔性聘用”和“柔性管理”,从而强化其对要素投入的支撑;另一方面更应制定科学的政策,推进数字化转型,引导创新要素向优势产业与高精尖产业转移,形成一批具有竞争优势的数字产业集群,发挥“以邻为善”的正向溢出效应。除此之外,有必要扩大数字基础设施建设范围,加快建设高速网络、天地一体、智能敏捷、绿色低碳、安全可控的智能化综合性数字信息基础设施,打通经济社会发展的信息“大动脉”,扩大数字经济总体量,实现数字经济规模化,打造适于经济高质量发展的数字经济环境,持续挖掘数字创新与经济高质量发展的协同效应。

参考文献

- [1] 闫俊周,姬婉莹,熊壮. 数字创新研究综述与展望[J]. 科研管理,2021,42(4): 11—20.
- [2] 刘洋,董久钰,魏江. 数字创新管理:理论框架与未来研究[J]. 管理世界,2020,36(7): 198—217,219.
- [3] 陈章喜,颢孙冠华. 粤港澳大湾区科技创新与经济高质量发展耦合协调研究[J]. 云南社会科学,2021(4): 92—100.
- [4] YOO Y, HENFRIDSSON O, LYYTINEN K. Research commentary—the new organizing logic of digital innovation;an agenda for information systems research[J]. Information Systems Research,2010,21(4): 724—735.
- [5] 余江,孟庆时,张越,等. 数字创新:创新研究新视角的探索及启示[J]. 科学学研究,2017,35(7): 1103—1111.
- [6] 刘洋,应震洲,应瑛. 数字创新能力:内涵结构与理论框架[J]. 科学学研究,2021,39(6): 981—984,988.
- [7] SVAHN F, MATHIASSEN L, LINDGREN R. Em-

- bracing digital innovation in incumbent firms: how Volvo cars managed competing concerns [J]. MIS Quarterly, 2017, 41(1): 239—253.
- [8] YOO Y, BOLAND R J, LYYTINEN K, et al. Organizing for innovation in the digitized world [J]. Organization Science, 2012, 23(5): 1398—1408.
- [9] 康瑾, 陈凯华. 数字创新发展经济体系: 框架、演化与增值效应 [J]. 科研管理, 2021, 42(4): 1—10.
- [10] KOHLI R, MELVILLE N P. Digital innovation: a review and synthesis [J]. Information Systems Journal, 2019, 29(1): 200—223.
- [11] 杨伟, 劳晓云, 周青, 等. 区域数字创新生态系统韧性的治理理基组态 [J]. 科学学研究, 2022, 40(3): 534—544.
- [12] 孙勇, 樊杰, 刘汉初, 等. 长三角地区数字技术创新时空格局及其影响因素 [J]. 经济地理, 2022, 42(2): 124—133.
- [13] 宁连举, 刘经涛, 肖玉贤, 等. 数字创新生态系统共生模式研究 [J]. 科学学研究, 2022, 40(8): 1481—1494.
- [14] BRUNSWICKER S, SCHECTER A. Coherence or flexibility? The paradox of change for developers' digital innovation trajectory on open platforms [J]. Research Policy, 2019, 48(8): 103771. 1—103771.16.
- [15] 任保平. 新时代中国经济从高速增长转向高质量发展: 理论阐释与实践取向 [J]. 学术月刊, 2018, 50(3): 66—74, 86.
- [16] 金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究 [J]. 中国工业经济, 2018(4): 5—18.
- [17] 肖仁桥, 沈路, 钱丽. 新时代科技创新对中国经济高质量发展的影响 [J]. 科技进步与对策, 2020, 37(4): 1—10.
- [18] 师博, 任保平. 中国省际经济高质量发展的测度与分析 [J]. 经济问题, 2018(4): 1—6.
- [19] 上官绪明, 葛斌华. 数字金融、环境规制与经济高质量发展 [J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2021, 41(10): 84—98.
- [20] 黄庆华, 时培豪, 刘晗. 区域经济高质量发展测度研究: 重庆例证 [J]. 重庆社会科学, 2019(9): 82—92.
- [21] 徐志向, 丁任重. 新时代中国省际经济发展质量的测度、预判与路径选择 [J]. 政治经济学评论, 2019, 10(1): 172—194.
- [22] 何立峰. 深入贯彻新发展理念 推动中国经济迈向高质量发展 [J]. 宏观经济管理, 2018(4): 4—5, 14.
- [23] 陈关聚, 董津津, 邵美蓉. 创新能力冗余与硅谷悖论: 问题成因与破解之道 [J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(1): 3—17.
- [24] HUSSAIN S, WANG G J, JAFAR R, et al. Consumers' online information adoption behavior: motives and antecedents of electronic word of mouth communications [J]. Computers in Human Behavior, 2018, 80(MAR.): 22—32.
- [25] 温军, 邓沛东, 张倩肖. 数字经济创新如何重塑高质量发展路径 [J]. 人文杂志, 2020(11): 93—103.
- [26] 李小青, 何玮萱, 霍雨丹, 等. 数字化创新如何影响企业高质量发展——数字金融水平的调节作用 [J]. 首都经济贸易大学学报, 2022, 24(1): 80—95.
- [27] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望 [J]. 管理世界, 2022, 38(2): 208—224, 13—16.
- [28] 丁志帆. 数字经济驱动经济高质量发展的机制研究: 一个理论分析框架 [J]. 现代经济探讨, 2020(1): 85—92.
- [29] 任保平. 数字经济引领高质量发展的逻辑、机制与路径 [J]. 西安财经大学学报, 2020, 33(2): 5—9.
- [30] 张森, 温军, 刘红. 数字经济创新探究: 一个综合视角 [J]. 经济学家, 2020(2): 80—87.
- [31] 陈剑, 黄朔, 刘运辉. 从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理 [J]. 管理世界, 2020, 36(2): 117—128, 222.
- [32] 杨耀武, 张平. 中国经济高质量发展的逻辑、测度与治理 [J]. 经济研究, 2021, 56(1): 26—42.
- [33] 李言, 毛丰付. 中国区域经济增长与经济结构的变迁: 1978—2016 [J]. 经济学家, 2019(2): 55—65.
- [34] 王开科, 吴国兵, 章贵军. 数字经济发展改善了生产效率吗 [J]. 经济学家, 2020(10): 24—34.
- [35] 刘航, 杨丹辉. 高质量进口能带来成本节约效应吗 [J]. 中国工业经济, 2020(10): 24—42.
- [36] 辜胜阻, 吴华君, 吴沁沁, 等. 创新驱动与核心技术突破是高质量发展的基石 [J]. 中国软科学, 2018(10): 9—18.
- [37] 刘和东, 陈洁. 创新系统生态位适宜度与经济高质量发展关系研究 [J]. 科技进步与对策, 2021, 38(11): 1—9.
- [38] 范合君, 吴婷. 中国数字化程度测度与指标体系构建 [J]. 首都经济贸易大学学报, 2020, 22(4): 3—12.

- [39]冯云廷,翟婧彤,计利群. 创新能力、经济结构与城市兴衰 [J]. 财经问题研究, 2019(2): 113—121.
- [40]刘潭,徐璋勇,张凯莉. 数字金融对经济发展与生态环境协同性的影响 [J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2022, 42(2): 21—36.
- [41]李国兵,田亚平. 珠三角旅游资源竞争力与旅游业发展水平的效度分析 [J]. 经济地理, 2019, 39(3): 218—224, 239.
- [42]唐晓华,张欣珏,李阳. 中国制造业与生产性服务业动态协调发展实证研究 [J]. 经济研究, 2018, 53(3): 79—93.
- [43]师博,何璐,张文明. 黄河流域城市经济高质量发展的动态演进及趋势预测 [J]. 经济问题, 2021(1): 1—8.

Synergistic Effect and Dynamic Evolution Prediction of Digital Innovation and High—Quality Economic Development in China

ZHEN Jun-jie^{1,2}, SHI Bo^{1,2}, ZHANG Xin-yue²

(1. Research Institute of Western China Economic Development, Northwest University, Xi'an 710127, China;

2. School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an 710127, China)

Abstract: With the vigorous development and full penetration of the new generation of digital information technology, the paradigm of innovation has changed. The emergence of digital innovation provides new impetus and opportunity for reshaping the current innovative economic system and deepening the high-quality economic development under the background of the digital economy. From the perspective of synergy theory, this paper theoretically explores the synergy mechanism between digital innovation and high-quality economic development, and further uses the provincial panel data from 2013 to 2019 to build a dual-system coupling coordination model of “digital innovation-high-quality economic development”, and empirically tests the synergy effect and dynamic evolution of digital innovation and high-quality economic development in China. It is found that: First, the matching degree between digital innovation and high-quality economic development determines the quality of economic development. There is a close relationship between digital innovation and high-quality economic development in most provinces of China, and there is a high matching degree between them. Second, the integration of digital innovation and high-quality economic development determines the synergy effect of high-quality economic development. Most of China's digital innovation and high-quality economic development is in a moderate or mild imbalance. The fundamental reason for the long-term imbalance between regional digital innovation and high-quality economic development lies in the fact that digital innovation lags behind high-quality economic development for a long time. Third, there is significant regional heterogeneity in the synergy between digital innovation and high-quality economic development in various regions of China. From the perspective of spatial location, it is found that the synergy between digital innovation and high-quality economic development has the spatial spillover effects of “being good neighbors” and “begging neighbors”. This study provides theoretical support for the coordinated evolution of digital innovation and high-quality economic development and also provides a realistic basis for comprehensively grasping the coordinated status of digital innovation and high-quality economic development in various regions and scientifically formulating differentiated development strategies.

Key words: digital innovation; high-quality economic development; coupling coordination; kernel density estimation; spatial Markov prediction

责任编辑 胡少龙