



区域技术创新与数字贸易耦合协同发展研究

张正荣, 张嘉晖

(浙江理工大学经济管理学院, 杭州 310018)

摘要: 基于 2013—2021 年中国 31 个省(区、市)面板数据, 运用熵值法和耦合协调度模型测算中国 31 个省(区、市)区域技术创新和数字贸易发展评价指标体系及二者的时空耦合协调特征。研究发现: a) 2013—2021 年中国 31 个省(区、市)区域技术创新水平和数字贸易发展均呈上升趋势, 但东部、西部、中部、东北部地区仍呈现出不同程度的差距。b) 区域技术创新与数字贸易耦合协调度持续增强, 耦合协调度等级都有不同程度的提升, 但耦合协调度差异较大, 整体呈“东南强, 西北弱”的空间分布格局。c) 区域技术创新与数字贸易耦合协调局部空间效应较为显著, 从东南至西北地区呈现明显的梯度分异, “高—高”集聚、“高—低”集聚以及“低—高”集聚主要分布于长江上中游经济区与东南沿海经济区, “低—低”集聚分布于青藏高原和西北边疆地区。针对耦合协调现状, 提出制定因地制宜的区域协调发展政策、加强区域协同、提高发达地区的辐射效应、培育“极化区域”等政策建议。

关键词: 技术创新; 数字贸易; 空间差异; 耦合协调度; 区域异质性

中图分类号: F727

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851 (2024) 06-0263-10

Research on the coupling and collaborative development of regional technological innovation and digital trade

ZHANG Zhengrong, ZHANG Jiahui

(School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the panel data of 31 provinces (autonomous regions and municipalities) in China from 2013 to 2021, the entropy method and coupling coordination degree model were used to measure the evaluation index system of technological innovation and digital trade development in 31 provinces (autonomous regions and municipalities) in China and the spatiotemporal coupling and coordination characteristics of them. Three conclusions were drawn. First, from 2013 to 2021, the level of technological innovation and digital trade development in 31 provinces (autonomous regions and municipalities) in China showed an upward trend, but there were still different degrees of disparities in the eastern, western, central, and northeastern regions. Second, the coupling coordination between regional technological innovation and digital trade continued to strengthen, moving from varying degrees of imbalance to the primary coordination stage. However, there were significant differences in coupling coordination, and the overall spatial distribution was "strong in the southeast and weak in the northwest". Third, the coupling and coordination of regional technological innovation and digital trade had significant local spatial effects, showing a significant gradient differentiation from southeast to northwest. "High-high" clustering, "high-low" clustering, and "low-high" clustering were mainly distributed in the upper and middle reaches of the Yangtze River Economic Zone and the Southeast Coastal Economic Zone. The

"low-low" clustering mode was distributed in the Qinghai Tibet Plateau and the northwest border region. In view of the current situation of coupling and coordination, some policy suggestions are put forward, such as formulating regional coordinated development policies according to local conditions, strengthening regional coordination, improving the radiation effect of developed regions, and cultivating "polarized regions".

Key words: technological innovation; digital trade; spatial differences; coupling and coordination; regional heterogeneity

党的二十大报告指出“科技是第一生产力,创新是第一动力”,要“深入实施创新驱动发展战略”,“加快建设贸易强国”,“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”,“以数字中国建设助力中国式现代化”。随着科技进步和数字技术的不断革新,数字技术与传统贸易逐步实现了创新型融合,出现了以数字贸易为代表的新型贸易形式,区域技术创新与数字贸易的发展也呈现日益复杂多变的趋势。区域技术创新与数字贸易紧密相关,二者在发展过程中可以通过相互促进、协调发展的方式进行良性互动。一方面,技术创新可以提升数字经济发展的技术基础和技术含量,从而为数字贸易提供更好的支撑和发展空间;另一方面,数字贸易的不断进步为区域技术创新提供了更加全面、高效、精准的数据支持,促进技术创新发展水平的提升。创新发展数字贸易有利于数据、技术、资本等要素资源的流动以及各类市场主体重构组织模式,从而打破时空限制,延伸产业链条,优化传统产业。我国正处于加快创新驱动和数字化转型的关键时期,数字贸易规模不断扩大,但不同地区的经济发展以及技术创新水平存在差异,导致数字贸易发展与技术创新投入不匹配。数字技术赋能实体经济转型发展源于技术创新,数字技术与实体产业部门的集成整合可以促进经济长期增长^[1]。随着产业革命的推动,技术创新从企业推延到区域、国家层面,区域技术创新成为研究重点。区域技术创新行为本身存在时间、空间以及时空交互作用的正向外溢效应^[2]。数字经济发展通过完善要素市场化配置、提升要素配置效率来带动区域创新效率的提升^[3]。因此,研究如何提升区域技术创新与数字贸易的协同效能、缩小地域之间差距,是一项重要而紧迫的任务。通过研究二者的耦合协调度以及时空分异规律,对于制定技术创新和数字贸易相关政策具有重要的指导作用,有助于促进区域经济的整体发展和完善。

在以往研究中,针对区域技术创新与数字贸易的研究主要集中分析二者关系的单项影响,而缺乏

对二者间协调作用的定量分析。鉴于此,本文利用2013—2021年中国31个省(区、市)^①面板数据,通过构建区域技术创新和数字贸易发展的综合评价体系,研究区域技术创新与数字贸易的耦合关系,进而划分耦合协调度类型,揭示区域技术创新与数字贸易的相互作用关系、耦合协调发展的演变趋势及时空分异规律,在此基础上提出加强区域技术创新和数字贸易发展的政策建议。

一、区域技术创新与数字贸易的耦合机理分析

区域技术创新与数字贸易具有明显的层次复杂性、结构关系模糊性和关联性,运用耦合度模型可以有效度量两系统之间的协同作用。耦合概念最初源于物理学,指两个或两个以上的系统或两种运动形式间通过相互作用而彼此影响以至联合起来的现象。系统的组成综合了某些事物及过程,它们之间不是简单的叠加,而是存在着相互依赖、制约等关系,从而形成具有整体功能和行为的有机统一体。

(一)技术创新与数字贸易的内涵界定

数字技术与国际贸易的融合渗透不断深化,使数字贸易成为国际贸易新模式,但学术界对于数字贸易的定义尚未达成共识。美国国际贸易委员会在2013年发布的报告中指出,数字贸易是通过网络及固定线路的传输而实现的产品和服务的交换活动^[4];2014年对数字贸易的内涵进行了延伸,认为数字贸易既包括服务,也涉及货物,更加强调基于互联网技术的数字贸易在金融、保险、制造业、零售及批发贸易等其他行业中的支撑作用^[5]。我国学者关于电子商务和数字贸易的关系研究,强调数字技术对贸易形式的影响。如,李贝贝^[6]认为数字贸易是基于互联网开展的跨境交易,数字产品与服务的生产、交换和销售等经济活动是电子商务的重要组成部分。

① 因我国香港特别行政区、澳门特别行政区及台湾省缺少相关数据,未列入统计。

马述忠等^[7]指出数字贸易是以现代信息网络基础设施为载体,以信息通信技术为媒介来实现传统实体货物、数字产品与服务、数字化知识与信息的高效互换。张正荣等^[8]将数字贸易分为数字订购和数字交付的数字贸易,纳入跨境电子商务的数字贸易、纳入国内贸易与非交换环节三种类型。通过文献梳理可知,数字贸易的概念和内涵在不断发展完善,本文以马述忠等^[7]对数字贸易的界定为出发点进行研究。

关于技术创新的概念,学术界也尚未形成统一观点。熊彼特^[9]认为创新是生产函数的变动,即把生产要素和生产条件的组合引入生产体系,具体包括五种情况:开发新产品、引入新的生产方法、开辟一个新的市场、采用新的原材料或半成品、新的组织形式。康瑾等^[10]在此基础上指出,数字创新发展经济体系通过投入创新数字化、产品创新数字化、工艺创新数字化、市场创新数字化、组织创新数字化等五类渠道实现价值增值。王慧艳等^[11]将科技创新驱动产业升级复杂过程分为四个系统:科技研发子系统、技术转化子系统、产业发展子系统和创新环境子系统。杨明海等^[12]对中国八大综合经济区科技创新能力的区域差距进行研究,发现在空间关联模式下,人力资本呈显著负向溢出效应,而人才投入仅呈显著正向的区域内溢出效应。Hansen等^[13]首次提出创新价值链概念,认为它包括创新的三个主要阶段(想法产生、转化和扩散)以及在这些阶段执行的关键活动。俞立平等^[14]认为技术创新成果在数字化转型对科技成果转化的作用中发挥着中介作用。本文基于上述研究,从研发投入、成果转化、人才储备、技术扩散四个方面界定技术创新水平。

(二)区域技术创新对数字贸易的驱动作用分析

区域技术创新驱动数字贸易发展。技术创新通过促进企业数字化转型,推动数字贸易迅速发展。只有解决底层基础技术和“数字鸿沟”等瓶颈问题,建立在数字经济之上的数字贸易发展水平才能获得显著提升。技术创新是提高数字贸易出口竞争力的有效路径,而技术创新对数字贸易出口竞争力的影响具有异质性^[15]。从作用机制上看,陈海波等^[16]指出技术创新是数字贸易推动外贸高质量发展的重要作用渠道,数字贸易可通过提升技术创新有效推动外贸高质量发展。郝爱民等^[17]发现技术创新在数字贸易与服务业全球价值链之间具有中介作用,当下我国应进一步加强新型基础设施建设,完善数字贸易规则构建,推进技术创新成果转化。技术创新能够驱动传统贸易企业形成高效的网络化平台,

通过对接和服务海量消费者群体,拓展数字贸易规模与发挥范围效应;通过网络联动效应,促进资源开放共享以及要素流动,进一步发挥数字贸易的创新效应以及与传统贸易的融合效应。陆菁等^[18]探究数字贸易发展的影响因素,发现影响数字贸易发展的重要决定因素包括技术水平、制度和文化等因素,要实现中国数字贸易的崛起,需提升技术创新水平。我国数字贸易国际竞争力的主要影响因素是科技投入水平。马慧莲等^[19]认为数字贸易是新一轮科技革命和产业变革的重要产物,数字技术创新已成为数字贸易的核心驱动力。

(三)数字贸易对区域技术创新的驱动作用分析

数字贸易发展也驱动区域技术创新。数字贸易拓宽市场边界,数字贸易对区域技术创新具有积极的促进作用。数字贸易提升了企业的全球化程度,为国内企业带来了更多机会,推动其融入全球价值链,使得区域经济逐渐向技术密集型、高附加值转变。曹宗平等^[20]发现,数字贸易和企业技术创新的协同,有利于提升国内企业产业链和供应链的质量及层次,提高企业的全球竞争力,为数字贸易高质量发展奠定基础。企业通过数字贸易能获得和使用市场中更多的信息来满足消费者,进一步提升企业技术研发创新能力,从而提升企业质量^[21]。数字贸易的快速发展推动区域内企业之间的技术交流,也促进跨区域和跨国的知识和技术交流,使得区域创新加速。余菲菲等^[22]研究发现,技术创新本身的信息不对称性问题容易引致逆向选择问题的出现,技术的复杂性和融合性使一些有数字贸易业务的企业技术创新活动边界变得模糊。刘佳琪等^[23]指出,数字贸易有别于传统贸易,企业在进出口数字产品的过程中,利用数字产品的特有属性,通过技术溢出显著促进技术创新。技术创新在数字贸易影响现代流通业与先进制造业发展中存在中介效应,数字贸易对现代流通业与先进制造业的直接促进作用大于技术创新带来的间接影响^[24]。数字贸易的发展可以打破研发主体之间的空间地理距离,降低研发风险与协调成本,提高区域创新水平^[25]。陈斌等^[26]指出,较高的数字贸易网络中心性有利于企业技术创新“增量”,且提升数字贸易网络联系强度有利于企业技术创新“提质”。

综上所述,技术创新是数字贸易发展的主要驱动力,能够打破传统贸易过程中的时间与空间限制,降低其交易成本;而数字贸易发展又会加快技术创新、成果转化的进程。创新发展中国数字贸易,探究

技术创新与数字贸易的融合发展水平,有利于制定二者双向驱动的战略,形成二者互相促进的良性循环,对服务构建新发展格局、建设现代化经济体系具有重大意义。二者耦合有利于跨境产业链、价值链和创新链的构建,在扩大贸易规模的同时促进科技的升级换代。

二、指标选取与模型构建

(一)指标体系构建

1. 区域技术创新水平测度

研发资金投入是技术创新基础保障,人才储备激发创新活力,技术扩散能促使创新在更大范围内产生经济效益和社会效益,最终使得创新成果更快地转化为现实生产力。借鉴已有研究成果^[27-29],本文从研发投入、人才储备、成果转化、技术扩散四个方面衡量区域技术创新水平,区域技术创新综合评价指标体系见表 1。相关指标均为正向指标。数据来源于《中国统计年鉴》、国家统计局网站的年度分

省科技数据、中国主要科技指标数据库的中国科技统计数据等。

表 1 区域技术创新综合评价指标体系

一级指标	二级指标	权重
研发投入	科学技术和教育支出占比,%	0.03
	研究与试验发展经费内部支出,万元	0.14
	研究与试验发展经费投入强度,%	0.06
成果转化	规模以上工业企业有效发明专利数,件	0.23
	规模以上工业企业新产品销售收入,万元	0.17
人才储备	每十万人人口高等学校平均在校生数,人	0.03
	研究与试验发展人员全时当量,人·年	0.13
技术扩散	技术市场成交额,亿元	0.23

2. 数字贸易发展水平测度

数字贸易作为新兴事物,还没有形成成熟的测度体系。本文借鉴相关研究^[30-31],结合数字贸易内涵,从数字贸易基础、数字贸易业务、数字贸易潜能、物流环境及数字贸易人才等五个维度构建数字贸易发展水平评价指标体系,见表 2。数据来源于《中国统计年鉴》和《中国物流年鉴》等。

表 2 数字贸易发展综合评价指标体系

一级指标	二级指标	权重
数字贸易基础	互联网普及率,%	0.02
	长途光缆线路长度,万千米	0.03
	互联网宽带接入端口,万个	0.04
	移动电话普及率,部/百人	0.02
	域名数,万个	0.08
数字贸易业务	电子商务销售额,亿元	0.09
	电子商务采购额,亿元	0.10
	软件业务收入,亿元	0.12
	企业拥有网站数,个	0.06
数字贸易潜能	社会消费品零售总额,亿元	0.05
	居民人均消费支出,元	0.02
	贸易开放度,%	0.06
物流环境	邮路总长度,千米	0.06
	快递业务收入,万元	0.13
数字贸易人才	信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员,万人	0.08
	科学研究和技术服务业城镇单位就业人员,万人	0.05

(二)研究方法

1. 熵值法

采用熵值法确定各评价指标权重,可在一定程度上避免主观因素带来的偏差,具体步骤如下:

a)由于各个指标的量纲不同,需要对指标进行标准化处理,采用规范化方法^[32]计算:

$$X'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$$

(1)

其中: i 代表省份, j 代表评价指标, x_{ij} 代表 i 省份第 j 项指标的原始数据, $\max(x_{ij})$ 、 $\min(x_{ij})$ 分别为

第 j 项指标下的最大值和最小值, X'_{ij} 表示规范化处理后的值。

b)计算第 j 项指标下 i 省份所占的比例:

$$P_{ij} = \frac{X'_{ij}}{\sum_{i=1}^m X'_{ij}}, 1 \leq j \leq n$$

(2)

c)计算第 j 项指标的熵值:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij})$$

(3)

其中: $k = \frac{1}{\ln(n)}$ 且 $k > 0$,满足 $e_j \geq 0$ 。

d)计算信息熵冗余度:

$$d_j=1-e_j \tag{4}$$

e)计算各项指标的权重:

$$W_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \tag{5}$$

f)采用多重线性加权函数法计算*i*省的发展水平*Z_i*,计算公式为:

$$Z_i=\sum_{j=1}^m W_j P_{ij} \tag{6}$$

Z_i ∈ [0,1],得分越高表示该省份区域技术创新或数字贸易发展水平越高。

2. 耦合协调度模型

引入物理学中容量耦合的概念,构建区域技术创新与数字贸易发展之间的耦合度模型:

$$C=\left\{\frac{f(x)\times g(y)}{[f(x)+g(y)]^2}\right\}^{\frac{1}{2}},C\in[0,1] \tag{7}$$

其中:*f(x)*和*g(y)*分别为系统综合评价;*C*为区域技术创新与数字贸易的耦合度,反映区域技术创新与数字贸易之间的交互耦合程度。当某一地区的技术创新水平和数字贸易发展水平均比较低时,二者也可能出现较高耦合度。为避免这种“伪耦合”现象,引入区域技术创新和数字贸易发展耦合协同度模型来判断两系统之间的协同程度:

$$D=\sqrt{C\times T} \tag{8}$$

$$T=\alpha\times Z_1+\beta\times Z_2 \tag{9}$$

其中:*D*为区域技术创新与数字贸易的耦合协调度;*T*为区域技术创新和数字贸易发展之间的综合协调指数;*Z₁*为区域技术创新水平,*Z₂*为数字贸易发展水平;*α*与*β*分别表示区域技术创新与数字贸易两个系统协调发展各自重要程度,本文假设二者同等重要,因此*α*=*β*=0.5。根据现有研究^[33-34],区域技术创新和数字贸易耦合协调度等级划分见表3。

表 3 耦合协调度等级划分标准

耦合协调度 <i>D</i> 值区间	协调等级	耦合协调程度
(0.0,0.1)	1	极度失调
[0.1,0.2)	2	严重失调
[0.2,0.3)	3	中度失调
[0.3,0.4)	4	濒临失调
[0.4,0.5)	5	初级协调
[0.5,0.6)	6	中级协调
[0.6,0.8)	7	良好协调
[0.8,1.0)	8	优质协调

3. 空间相关性

空间自相关分析主要研究某一现象存在与周围其他现象存在的联系,通过对同一变量在不同空间位置上的相关性的表达来量化同一种现象的聚集和分散程度^[34]。

a)对于全局空间自相关性,本文选择使用Moran's I来检验,具体表达形式为:

$$I_{\text{Moran}}=\frac{\sum_{i=1}^u\sum_{j=1}^u w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{S^2\sum_{i=1}^u\sum_{j=1}^u w_{ij}} \tag{10}$$

其中:*u*是地区数,*w_{ij}*为空间权重,*x_i*和*x_j*考察变量在地区*i*与地区*j*的值,*̄x*考察变量的平均值,*S²*考察变量的方差,*I_{Moran}* ∈ [−1,1]。本文选择反距离权重矩阵,通过纬度和经度位置计算省会城市地表距离来构建权重矩阵。

b)对于局部空间自相关性,局部Moran's I可以反映某地区观测值与其附近地区观测值之间的关联,计算公式为:

$$I=\frac{(x_i-\bar{x})}{S^2}\sum_{j\neq i}w_{ij}(x_j-\bar{x}) \tag{11}$$

*I*为正,表示该地区与其周围地区呈“高一高”或“低—低”聚集状态;*I*为负,表示该地区与其周围地区呈“高一低”或“低—高”聚集状态。

三、区域技术创新与数字贸易综合指标特征分析

为了突出区域技术创新与数字贸易耦合协调发展的时空特征,将中国内地31个省(市、区)划分为东部地区、东北地区、西部地区以及中部地区^①。

(一)区域技术创新综合评价

2013—2021年区域技术创新综合发展指数曲线如图1所示。2013—2021年我国区域技术创新综合水平稳步提升,东部地区、东北地区、中部地区、西部地区的年均增速为10.29%、5.18%、11.68%、9.43%。中部地区的增速最快,东北地区的增速相比其他地区较为缓慢。从总体来看,东部始终保持在全国平均水平之上,且增长态势良好。囿于地理位置以及经济技术基础的差异,东北部、中部、西部的技术创新水平低于全国平均水平,东部地区技术创新水平远高于全国平均水平。

① 东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南;东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江;中部地区包括山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区包括内蒙古、广西、四川、重庆、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

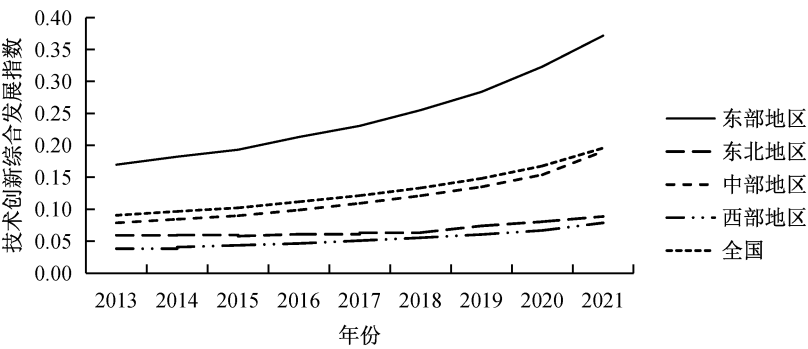


图 1 2013—2021 年区域技术创新综合发展指数曲线

(二)区域数字贸易综合评价

在数字贸易系统中,2013—2021 年东部地区、东北地区、中部地区、西部地区的年均增速为 9.07%、4.36%、12.43%、10.71%。如图 2 所示,2013—2014 年东北地区数字贸易发展水平比中部地区高,其后被中部地区超越。东北地区数字贸易基础根基较为牢固,后期发展受到地理位置的制约以及周边省份的辐射较小,导致数字贸易发展速度放缓。当前中国东

北、中西部地区数字贸易发展无论是在数字网络基础设施、产业布局等硬件层面,还是在信息技术的软件层面,均落后于东部发达省域,其中中部地区受到东部发达地区数字贸易发展的辐射影响较大,数字贸易发展增速居于第一。结合 2013—2021 年区域技术创新与数字贸易综合发展指数均值来看,我国技术创新水平显著提升,数字贸易实现跨越式发展,整体的发展态势向好,但区域发展存在较大差异。

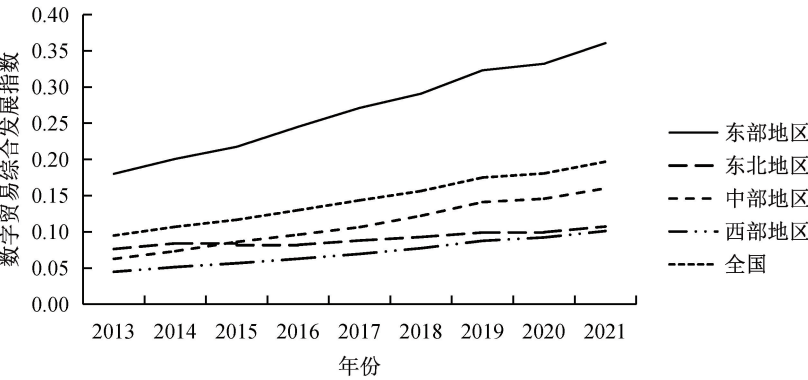


图 2 2013—2021 年区域数字贸易综合发展指数曲线

四、区域技术创新与数字贸易发展
耦合协调度的时空演变分析

(一)区域技术创新与数字贸易耦合协调度分析

通过构建区域技术创新与数字贸易耦合协调度模型,计算得到 2013—2021 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度。以 2013、2017、2021 年为例,将区域技术创新与数字贸易发展耦合协调度空间格局分别概括为表 4、5、6。从发展时序看,2013—2021 年我国 31 个省份技术创新与数字贸易发展耦合协调度均呈稳步上升趋势,其中年均增速排名前三的省份分别为:安徽省(7.03%)、江西省(6.99%)、四川省(6.28%);从空间分布状态看,二者的耦合协调度呈现出“东南强、西北弱”的发展特征;从整体发展程度看,我国大部分省份技术创新与数字贸易耦合协调度还处于较低状态。

根据表 4,2013 年我国区域技术创新与数字贸易耦合协调度可分为 6 个等级:极度失调、严重失调、中度失调、濒临失调、初级协调、中级协调。西藏处于极度失调;内蒙古、海南、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏、新疆处于严重失调状态;处于中度失调状态的包括东部地区的河北,东北地区的吉林、黑龙江,中部地区的山西、安徽、江西、河南、湖南,西部地区的重庆、四川、陕西、广西;处于濒临失调状态的包括天津、辽宁、福建、湖北;仅 6 个省份处于协调状态,分别为东部沿海经济区的上海、江苏、浙江,北部沿海经济区的北京、山东以及东南沿海经济区的广东省。2013 年随着数字贸易的起步,我国技术创新与数字贸易耦合协调发展水平处于极度失调的省份 1 个、严重失调 8 个、中度失调 12 个、濒临失调 4 个、初级协调 3 个、中级协调 3 个,总体协调水平降低,呈现出“东强西弱”的态势。

表 4 2013 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度分类

耦合协调度区间	耦合协调度等级	地区耦合协调度
(0.0,0.1)	极度失调	西藏(0.10)
[0.1,0.2)	严重失调	内蒙古(0.20),海南(0.17),贵州(0.17),云南(0.19),甘肃(0.18),青海(0.11),宁夏(0.14),新疆(0.19)
[0.2,0.3)	中度失调	河北(0.27),山西(0.22),吉林(0.22),黑龙江(0.23),安徽(0.27),江西(0.21),河南(0.29),湖南(0.27),广西(0.22),重庆(0.24),四川(0.30),陕西(0.28)
[0.3,0.4)	濒临失调	天津(0.33),辽宁(0.32),福建(0.31),湖北(0.31)
[0.4,0.5)	初级协调	上海(0.43),浙江(0.43),山东(0.44)
[0.5,0.6)	中级协调	北京(0.53),江苏(0.51),广东(0.57)

表 5 2017 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度分类

耦合协调度区间	耦合协调度等级	地区耦合协调度
[0.1,0.2)	严重失调	西藏(0.12),海南(0.18),青海(0.15),宁夏(0.17),新疆(0.193)
[0.2,0.3)	中度失调	内蒙古(0.22),山西(0.24),吉林(0.25),黑龙江(0.23),江西(0.27),广西(0.25),贵州(0.23),重庆(0.30),云南(0.24),甘肃(0.21)
[0.3,0.4)	濒临失调	天津(0.34),辽宁(0.33),河北(0.33),安徽(0.36),河南(0.36),湖南(0.34),四川(0.38),陕西(0.33),福建(0.39),湖北(0.38)
[0.5,0.6)	中级协调	上海(0.51),浙江(0.52),山东(0.51)
[0.6,0.8)	良好协调	北京(0.63),江苏(0.60),广东(0.72)

表 6 2021 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度分类

耦合协调度区间	耦合协调度等级	地区耦合协调度
[0.1,0.2)	严重失调	西藏(0.13),青海(0.16),宁夏(0.20)
[0.2,0.3)	中度失调	内蒙古(0.25),山西(0.28),吉林(0.27),黑龙江(0.27),贵州(0.28),海南(0.21),新疆(0.23),云南(0.28),甘肃(0.25)
[0.3,0.4)	濒临失调	辽宁(0.38),河北(0.40),江西(0.36),广西(0.33),重庆(0.37)
[0.4,0.5)	初级协调	天津(0.40),安徽(0.47),河南(0.44),湖南(0.44),四川(0.48),陕西(0.41),福建(0.43),湖北(0.47)
[0.6,0.8)	良好协调	北京(0.74),江苏(0.72),上海(0.62),浙江(0.65),山东(0.60)
[0.8,1.0)	优质协调	广东(0.92)

根据表 5,2017 年中国 31 省的区域技术创新与数字贸易协调度水平得到提升,西藏从极度失调过渡到严重失调;处于中度失调阶段的有内蒙古、山西、吉林、黑龙江、江西、广西、贵州、重庆、云南、甘肃,分别位于西部地区、中部地区以及东北地区;河北、安徽、河南、湖南、四川、陕西从中度失调过渡到濒临失调;上海、浙江、山东进入中级协调阶段;北京、江苏、广东进入良好协调阶段。2017 年我国各省技术创新与数字贸易耦合协调水平处于良好协调的省份有 3 个,中级协调的省份有 3 个,濒临失调 10 个,中度失调 10 个,严重失调 5 个。

根据表 6,2021 年我国技术创新与数字贸易耦合协调水平可分为 6 个等级。其中广东进入优质协调阶段;上海、浙江、山东步入良好协调阶段;濒临失调的省份由 2017 年的 10 个减少至 5 个;海南与新疆摆脱严重失调,步入中度失调阶段。综合来看,

2021 年我国技术创新与数字贸易耦合协调水平处于优质协调的 1 个、良好协调 5 个、初级协调 8 个、濒临失调 5 个、中度失调 9 个、严重失调 3 个。2013—2021 年,最初处于失调状态的 25 个省份仅剩下 17 个。

(二)区域技术创新与数字贸易耦合协调度的空间效应检验

为了判断区域技术创新与数字贸易发展在空间上是否存在联动的可能,对中国内地 31 个省级地区 2013—2021 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度进行莫兰检验,结果见表 7。Moran's I 指数均为正,表明区域技术创新与数字贸易耦合协调度存在明显的空间正相关关系。各年 P 值均小于 0.01, Z 值均大于 2.58,表明区域技术创新与数字贸易耦合协调度在 1%的水平上显著为正,呈现集聚分布。

表 7 2013—2021 年区域技术创新与数字贸易耦合协调度 Moran's I 指数

年份	I_{Moran}	Z 值	P 值
2013	0.26	3.31	0.000
2014	0.25	3.26	0.001
2015	0.25	3.30	0.000
2016	0.26	3.37	0.000
2017	0.24	3.20	0.001
2018	0.24	3.19	0.001
2019	0.24	3.17	0.000
2020	0.24	3.18	0.001
2021	0.25	3.30	0.000

为进一步研究不同省份之间的空间相关性,使用空间自相关的局部模型,运用 Arcgis Pro 软件绘

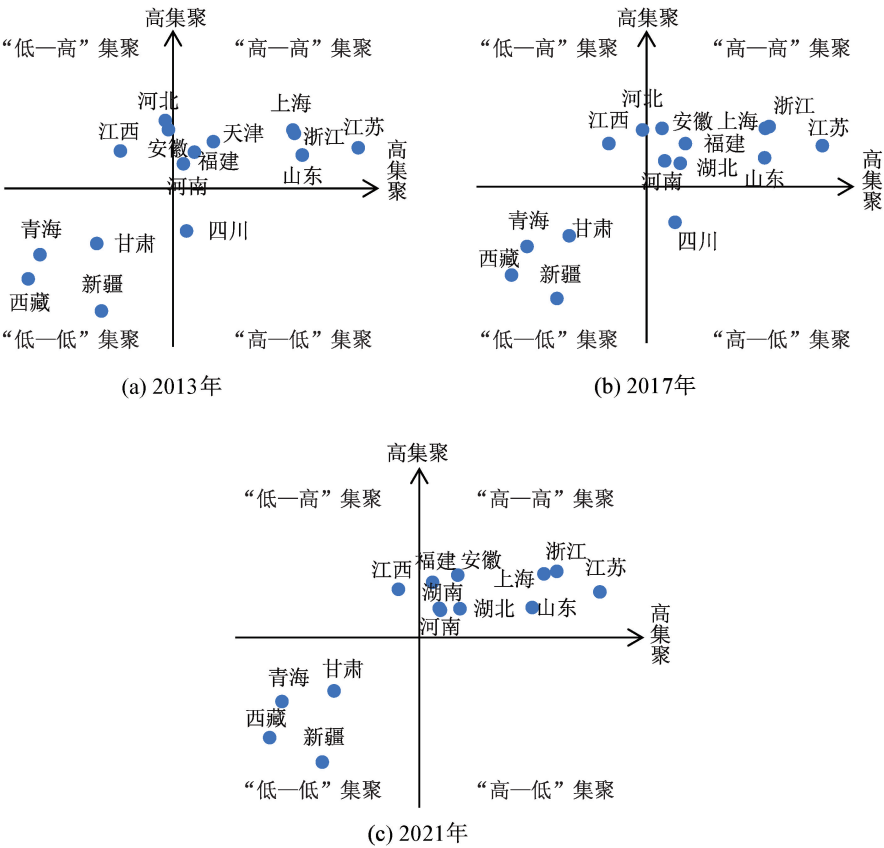


图 3 2013、2017、2021 年局部空间自相关集聚图

注:第一象限(“高一高”集聚)表示本区域耦合协调水平较高,且邻域耦合协调水平也较高,表现为高值集聚;第二象限(“低—高”集聚)表示低值被高值包围的情形,即自身耦合协调水平低但周边地区的耦合协调水平高;第三象限(“低—低”集聚)为低值集聚,即自身和周边地区的耦合协调值均较低;第四象限(“高一低”集聚)内的研究单元表现为本区域耦合协调值低但邻域耦合协调值高,是高值被低值包围的情形。

从整体时序及集聚地理分布发展看,“高一高”集聚区主要集中在东部沿海经济区^①,这些地区技术创新与数字贸易耦合协调度较高,通过扩散效应在一定程度上辐射带动了周边省份如福建、河南的技术创新水平与数字贸易发展。2013—2021 年仅有安徽从“低—高”集聚发展为“高一高”集聚,且安

制 LISA 集聚图刻画内部空间格局差异的动态特征,将 LISA 集聚图简化为图 3。

从图 3 可以看出,2013 年山东、河南、天津、江苏、浙江、上海、福建属于“高一高”集聚;河北、安徽、江西属于“低—高”集聚;新疆、西藏、青海、甘肃属于“低—低”集聚;“高一低”集聚地区仅有四川。2013—2017 年区域技术创新与数字贸易耦合协调发展显著的局部空间效应与集聚格局并未出现较大的实质性改变,“高一高”集聚新增了安徽与湖北省。2021 年湖南进入“高一高”集聚,四川从“高一低”集聚变成不显著。江西区域技术创新与数字贸易发展的不协调是其无法被东部地区辐射的原因之一,导致江西仍处于“低—高”集聚。

徽技术创新与数字贸易耦合协调度平均年增速位于第一。安徽地处长江上中游经济区^②,被发展较好

① 东部沿海经济区包括上海、江苏和浙江。
② 长江上中游经济区包括四川、重庆、湖北、湖南、安徽和江西。

的江苏、浙江等东部地区包围,接受邻近省域的辐射及带动效应。“低—高”集聚以中部省份为主,这些省份与发展较好的东部地区邻近,接受东部沿海经济区的辐射。“低—低”集聚分布于青藏高原和西北边疆地区,这些地区滞后的生产力、薄弱的基础设施建设以及落后的经济发展水平,导致其技术创新水平与数字贸易水平较低。鉴于险峻的地理位置、交通的不便等导致省份间缺少联动,难以影响与接受邻近省份的技术创新与数字贸易发展的协调,最终形成“低—低”集聚。“高—低”集聚以四川为主,四川位于青藏高原和长江中下游平原的过渡地带,自身技术创新与数字贸易耦合协调度在西部地区较高,从而形成“高—低”集聚的空间格局。

五、结论与建议

(一)研究结论

对各省份技术创新与数字贸易耦合协调度发展趋势以及时空分布特征的研究,在此基础上进行空间自相关分析,测度区域技术创新与数字贸易耦合协调度的空间关联效应,研究结果表明:a)2013—2021年中国31个省(市、区)技术创新水平与数字贸易发展均呈上升趋势,但省域间呈现出不同程度的差异。关于技术创新与数字贸易发展水平的测度,其子指标成果转化对技术创新水平的影响最显著,人才储备对技术创新水平的影响偏弱;数字贸易业务的开展对数字贸易发展的贡献度最大。中部地区技术创新与数字贸易发展水平年均增速最快;西部地区数字贸易发展年均增速紧随其后,超过东部地区。b)2013—2021年中国31省(市、区)技术创新与数字贸易耦合协调度持续增强,耦合协调度等级都有不同程度的提升失调步入初级协调阶段。2013年数字贸易处于发展初期,整体属于滞后阶段。至2021年,2013年处于失调状态的25个省份只剩下17个,但“东南强、西北弱”的区域格局呈现一定的固化趋势。c)2013—2021年区域技术创新与数字贸易耦合协调局部空间效应的地域关联性极为显著,呈现明显的梯度分异。“高—高”集聚、“高—低”集聚以及“低—高”集聚处于长江上中游经济区、东部沿海经济区以及东南沿海经济区^①,主要为中东部地区省份;“低—低”集聚模式分布于青藏高原和西北边疆地区。长江上中游经济区的安徽、湖北、湖南接受东部沿海经济区上海、江苏、浙江的经济辐射效应,逐步过渡到“高—高”集聚模式。

(二)对策建议

为提高区域技术创新与数字贸易发展水平,基于上述研究结论和各省实际情况,本文就如何推进区域技术创新与数字贸易耦合协调发展、缩小区域发展差距提出以下建议:

第一,制定因地制宜的区域协调发展政策。根据我国技术创新与数字贸易耦合协调存在较大区域差异,政府需重点关注区域发展不利因素,制定差异化区域政策,控制科技资源投入力度,重视有效发明专利成果转化及应用,推动技术创新与产业发展深度融合,为数字贸易打下坚实的基础。当前中西部及东北部地区无论是在硬件层面还是软件层面,均落后于东部发达省域。因此,政府政策制定应有所侧重,加大力度扶持中西部及东北部地区科技创新和贸易产业,发挥数字技术在转变传统产业发展模式、创新产业形态过程中的推动作用,促使传统贸易企业利用技术创新完成数字化转型,逐步缩小与东部地区的发展差距。

第二,发挥区域优势,提升区域间协同效应。充分利用空间联动效应,发挥耦合协调度高地区对邻近省份的辐射,延伸辐射范围,增强相邻省域间的良性互动,加快构建区域技术创新与数字贸易发展的联动机制,共建资源共享的区域合作机制,同时避免“伪耦合”现象。通过中部地区的过渡,建立东西部地区技术创新与数字贸易协调发展联动机制。虽然部分省份数字贸易与技术创新有较好的耦合度,但二者呈现非均衡发展态势,且无法长期充分接受邻近优异省份的辐射,因此提升二者协调发展的同时应做好权衡取舍。对于西部地区,可以先充分发挥数字贸易低成本、市场广等独特优势,再逐步驱动技术创新与之适配。

第三,培育东北、西部地区极化区域。探索能够引领西部和东北地区局部发展的“极化区域”,围绕新疆、辽宁、四川等代表性区域,建设西部和东北区域发展中心,发挥“领头羊”作用,辐射带动周边区域发展。东北地区应吸收借鉴东部地区可复制推广的宝贵经验,发挥出自身的区位优势与产业优势,立足高新区打造我国北方数字技术产业创新发展高地与数字贸易国际枢纽港,加强与邻近国家的合作,打造跨境数字贸易联动增长带;西部地区应充分利用国家政策支持,夯实技术创新与数字贸易发展的基础,推动区域技术创新与数字贸易的耦合协同发展,进一步加强与东部、中部地区在电子信息、智能制造、软件信息等行业领域的交流与合作。

^① 东南沿海经济区包括广东、福建、海南。

参考文献:

[1] 田秀娟,李睿. 数字技术赋能实体经济转型发展:基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J]. 管理世界,2022,38(5):56-74.

[2] 聂秀华,吴青. 数字金融驱动区域技术创新水平提升的空间溢出效应研究[J]. 当代经济管理,2021,43(12):85-96.

[3] 张慧,易金彪,徐建新. 数字经济对区域创新效率的空间溢出效应研究:基于要素市场化配置视角[J]. 证券市场导报,2022(7):13-22.

[4] United States International Trade Commission (USITC). Digital Trade in the U. S. and global economies:Part 1[R]. Washington,D. C. : USITC Publication, 2013.

[5] United States International Trade Commission (USITC). Digital Trade in the U. S. and global economies:Part 2[R]. Washington,D. C. : USITC Publication, 2014.

[6] 李贝贝. 发展“互联网+农业”促进农业新升级[J]. 农业经济,2019,390(10):14-15.

[7] 马述忠,房超,梁银锋. 数字贸易及其时代价值与研究展望[J]. 国际贸易问题,2019(2):16-30.

[8] 张正荣,杨金东,顾国达. 数字贸易的概念维度、国际规则与商业模式[J]. 经济学家,2021(4):61-69.

[9] 熊彼特. 经济发展理论[M]. 贾拥民,译. 北京:中国人民大学出版社,2019: 125-140.

[10] 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.

[11] 王慧艳,李新运,徐银良. “四维度”框架下区域科技创新驱动产业升级绩效评价研究[J]. 经济问题探索,2018(11):97-107.

[12] 杨明海,张红霞,孙亚男,等. 中国八大综合经济区科技创新能力的区域差距及其影响因素研究[J]. 数量经济技术经济研究,2018,35(4):3-19.

[13] Hansen M T, Birkinshaw J. The innovation value chain[J]. Harvard Business Review, 2007(6):121-146.

[14] 俞立平,朱莹,金鹏,等. 数字化转型、高技术产业技术创新与成果转化[J]. 中国科技论坛,2023(12):72-83.

[15] 张美云,王艳杨. 异质技术创新对数字贸易出口竞争力的门槛效应研究[J]. 价格月刊,2023(1):52-58.

[16] 陈海波,张琳琳,刘洁. 数字贸易是否驱动了外贸高质量发展:兼论科技创新的中介效应[J]. 价格月刊,2022(10):9-18.

[17] 郝爱民,任祺. 数字贸易对服务业全球价值链地位的影响研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版),2022(4):21-30.

[18] 陆菁,傅诺. 全球数字贸易崛起:发展格局与影响因素分析[J]. 社会科学战线,2018(11):57-66.

[19] 马慧莲,康成文. 我国数字贸易国际竞争力及其影响因素[J]. 中国流通经济,2022,36(11):60-71.

[20] 曹宗平,黄海阳. 中国数字贸易发展的协同关系与路径探索[J]. 华南师范大学学报(社会科学版),2022(1):130-140.

[21] 袁其刚,王敏哲. 数字贸易赋能制造业质量变革机制与效应:来自跨境电子商务综合试验区的准自然实验[J]. 工业技术经济,2022,41(1):62-70.

[22] 余菲菲,王丽婷. 数字技术赋能我国制造企业技术创新路径研究[J]. 科研管理,2022,43(4):11-19.

[23] 刘佳琪,孙浦阳. 数字产品进口如何有效促进企业创新:基于中国微观企业的经验分析[J]. 国际贸易问题,2021(8):38-53.

[24] 杨倩. 数字贸易、技术创新与两业融合发展:基于现代流通业与先进制造业融合的视角[J]. 商业经济研究,2023(22):172-175.

[25] 于世海,王梦乐,孔令乾. 数字贸易发展与区域创新耦合协调性的时空格局与收敛性[J]. 科技管理研究,2023,43(13):91-102.

[26] 陈斌,贺捷. 数字贸易对出口型企业技术创新的影响研究:基于社会网络分析视角[J]. 科技与经济,2023,36(5):36-40.

[27] 肖洒,刘君. 区域高等教育科技创新能力协同发展测度分析[J]. 经济地理,2018,38(8):124-131.

[28] 王仁祥,张晗,杨曼. 科技创新与金融创新耦合系统脆弱性及政府干预[J]. 科技进步与对策,2018,35(7):1-8.

[29] 华坚,胡金昕. 中国区域科技创新与经济高质量发展耦合关系评价[J]. 科技进步与对策,2019,36(8):19-27.

[30] 章迪平,郑小渝. 数字贸易发展水平测度及影响因素分析:以浙江省为例[J]. 浙江科技学院学报,2020,32(4):249-256.

[31] 刘媛媛,陶长琪. 中国 31 省份数字贸易发展水平测算分析:基于 RAGA 投影寻踪模型[J]. 价格月刊,2021(4):69-76.

[32] 冯艳飞,贺丹. 基于熵值法的区域循环经济发展综合评价[J]. 环境科学与管理,2006(6):177-179.

[33] 赵天翊,杨雅程,陈虹,等. 区域经济发展与融资活跃度耦合性研究[J]. 宏观经济研究,2019(2):103-115.

[34] 谭燕芝,李云仲,叶程芳. 省域数字普惠金融与乡村振兴评价及其耦合协同分析[J]. 经济地理,2021,41(12):187-195.

(责任编辑:陈丽琼)