

数字经济时空分异与都市圈一体化发展研究

——基于流通效率和产业结构升级的链式多重中介效应分析

杨守德,张天义

(哈尔滨商业大学 经济学院,哈尔滨 150028)

摘要:研究测度了2011—2019年中国34个都市圈的数字经济与都市圈一体化发展的综合水平,依据测度结果分析了各都市圈数字经济时空分布特征,再选用面板固定效应模型、链式中介效应模型以及门限回归模型多维度实证分析了数字经济对都市圈一体化发展的作用机制和影响路径。研究发现:流通增效和产业结构升级在数字经济推动都市圈一体化发展过程中发挥着链式中介效应。数字经济始终通过产业结构升级间接推动都市圈一体化发展,但流通增效的间接促进作用却呈现显著的门限效应。在数字经济发展水平较低时,流通效率负向影响都市圈一体化发展,当数字经济跨越第二级门槛以后,流通增效对都市圈一体化的推动作用显著为正。并在进一步的异质性分析中证明了门槛效应的准确性。

关键词:数字经济;流通效率;产业结构升级;都市圈一体化;中介效应

中图分类号:F224.0;F062.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-4543(2023)04-0001-16

一、引言

21世纪区域一体化发展纵深推进,单一城市已经难以在区域间的经济博弈中取得优势。以大城市为核心,连同周边辐射区域的都市圈空间发展格局逐渐形成。打造现代化都市圈是提升中国城镇化质量的关键着力点,也是推动区域协同发展的重要抓手。但中国都市圈大多处于成长期和培育期,整体发展水平不高,卫星城市的承接能力相对薄弱,中心城市尚未对卫星城市形成有效带动作用,也没有搭建起常态化的协作机制,已成为现代化都市圈可持续发展的桎梏。

近年来,数字和信息技术蓬勃发展,新兴产业模式兴起,逐步构建了中国数字社会新形态。在新冠肺炎疫情和全球经济震荡的影响下,2020年中国数字经济仍呈现了9.7%的强势增长,是GDP增速的3.2倍多,对经济发展贡献率高达38.6%^①。数字经济的崛起为现代化都市圈发展带来了绝佳的历史性契机,切实运用大数据、云计算等数字技术破除都市圈发展中的不平衡不协调问题,充分关注都市圈内部城市间包容性发展,对构建现代化区域发展体系有重要的指导意义。

有关数字经济与区域经济一体化发展的文献较少,涉及数字经济兴起驱动经济高质量(荆文君和孙宝文,2019;赵涛等,2020;徐维祥等,2021)^[1~3]、数字技术与实体产业的融合发展模式、数字技术对产业结构升级和微观行业发展影响的过程和机制(刘淑春,2019;赵西三,2017)^[4~5]的相关研究为本文提供了良好借鉴。但目前有关数字经济驱动区域一体化发展的研究仍处于探索阶段,现有文献多从省级和地级市视角研究数字经济对区域经济增长的效用与作用路径,很少有学者将数字经济与区

收稿日期:2022-11-24

基金项目:国家社会科学基金项目“数字化转型背景下流通供应链体系优化与创新研究”(19CJY048)

作者简介:杨守德(1989-),男,黑龙江七台河人,哈尔滨商业大学经济学院讲师,博士,硕士生导师,研究方向为产业经济学、商品流通和现代服务业发展研究;张天义(1997-),男,黑龙江齐齐哈尔人,哈尔滨商业大学经济学院硕士研究生,研究方向为产业经济学、商品流通和现代服务业发展研究。

①数据来源:《中国数字经济发展白皮书(2021年)》。

域一体化发展联系在一起,从都市圈视角探讨两者之间的非线性关系以及作用路径的研究更是凤毛麟角。鉴于此,本文在系统阐述数字经济赋能都市圈一体化发展内在机理的基础上,以2011—2019年中国34个都市圈的面板数据为样本,探讨数字经济对都市圈一体化发展的线性效应、非线性特征和约束机制,对中国区域经济一体化均衡发展具有重要的现实意义。

二、文献回顾与理论假设

历次科学技术变革都会推动生产力的迭代升级。数字时代作为继农业、工业和互联网时代之后的新纪元(裴长洪等,2018)^[6],所引发的信息化和智能化突变已逐步渗透到国民经济发展的各个领域。数字经济强势崛起对区域一体化发展的贡献不容小觑,考虑到数字经济的高融合性、强外部性等特征,本文从线性和非线性的多重层面来探讨数字经济发展对都市圈一体化发展的内在作用机制,进而提出研究假设。

(一)基本影响机制及研究假设

途径一:直接传导机制,体现为数字经济对都市圈一体化发展产生直接效应。

数字经济不断与实体经济融合发展,同时凭借其高溢出效应提升中心城市经济辐射能力,推进都市圈一体化发展进程。具体表现为都市圈合理布局、经济密切联系和区域协调发展三个方面。首先,以信息技术为核心的数字经济推动了全产业链数字化、智能化、网络化的新发展趋势,重构了传统产业经济分工体系和布局模式,引发社会生产关系的根本性转变(茶洪旺和左鹏飞,2017)^[7]。经济活动方式的转变推动了产业布局呈现“大分散、小集中”“实分散、虚集中”的新趋势(李晓华,2021)^[8],使数字经济朝着都市圈合理布局目标稳步迈进。其次,数字经济助推区域经济联系愈加密切。近年来,智能交通愈发完善,数字化物流体系越发完整,大大提升了都市圈内部城市间交流程度。物联网和大数据等数字技术的普及为智慧型都市圈的建设提供了可能,推动都市圈教育医疗、文娱旅游等资源共享(王玉和张占斌,2021)^[9]。最后,数字经济推动了都市圈协调发展。弱势地区的传统产业借助智能制造等新兴科技推动了产业的数字化,不仅提高了要素资源配置效率(马中东和宁朝山,2020)^[10],还帮助劳动者摆脱了固化的重复性劳动。新生代数字化网络供应平台的熟练运用降低了供应链和资源流动的边际成本(赵西三,2017)^[5],使中心城市过剩的生产要素及时流出,对于降低中心城市首位度、缩小都市圈内部城市间发展差距具有重要意义。综合以上分析,提出如下假设:

假设 H1:数字经济能够有效赋能都市圈一体化发展。

途径二:间接传导机制,体现为数字经济发展引发流通效率变革和产业结构升级,进而对都市圈一体化发展产生间接效应。

一方面,新兴数字信息技术为流通业的效率变革提供了重要契机。信息技术在实体经济中的应用赋能是数字经济的核心内涵(王玉和张占斌,2021)^[9],而以信息技术业为基础的流通产业,已经深受数字化和智能化技术的影响。大数据和人工智能的识别、选择、存储等技术的发展和运用,显著推动了传统流通产业链的变革,商贸流通效率显著提升(唐红涛等,2021)^[11]。流通数字化改造,不仅提升了产业间的产品流通速度,而且加强了产业间的关联协作能力,促进产业链各环节技术的沉淀,进而推动都市圈经济资源良性循环。另一方面,区块链、云计算等新一代数字信息技术能够有效转换高投入、高能耗、重污染的粗放型发展模式。在大数据和人工智能等技术的引领下,信息通信产业与其他产业联动发展,有效促成区域和产业间要素的合理配置,从而解决供需不协调、非均衡问题。数字技术的应用衍生出新兴产业模式、新业态结构以及大量的新产品和新服务(Bouncken等,2019;Theresa Eckert和Stefan Hüsigg,2021)^[12-13],不仅加快了中国产业升级速度,也提升了产业附加值。产业升级是达成区域一体化发展的必要路径,已经成为都市圈一体化发展的重要发力点。

通过上述分析发现,流通效率提升和产业结构升级均是驱动都市圈一体化发展的重要路径。流通能有效带动第二产业、反哺第一产业,在调整产业结构方面具有不可替代的作用。流通业与制造业

密切联系还能间接加强区域内产业分工有效性(宋则等,2010)^[14],对都市圈一体化发展产生间接推动作用。因此,把握数字经济战略机遇,推动现代流通体系建设和产业转型升级是都市圈内部一体化协同发展的大势所趋。基于以上分析,提出如下假设:

假设 H2:流通增效和产业结构升级对都市圈一体化发展可能存在链式多重中介作用。

链式多重中介作用见图 1。

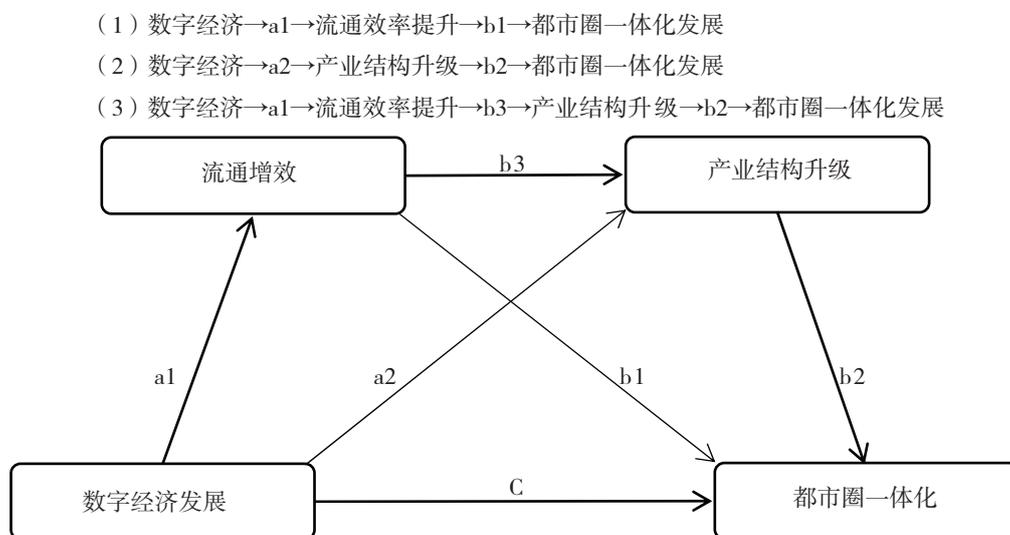


图 1 链式中介模型

(二)非线性 and 异质性影响机制及研究假设

中国各省域数字经济水平呈现明显差异,数字基础设施建设方面也存在较大差距。数字经济发展初期,数字技术的研发以及数字基础设施的建设需要大规模、持续性的资金投入和智力支持。发达地区资金和数字人才相对充足,有利于数字经济的发展,而落后地区可能因人力和资本约束陷入“区域经济落后-数字经济滞后-经济增长缓慢”的恶性循环(杨文溥,2021)^[15]。同时凭借数字经济的自我膨胀特征,先发优势对落后地区很可能形成技术性竞争壁垒(詹晓宁和欧阳永福,2018)^[16]。还有学者表示,因为高投入成本的存在,数字经济发展初期可能不能显著推动区域经济发展,从而产生生产率悖论现象(宋跃刚和郝夏珍,2022)^[17],只有在数字经济逐渐成熟后,其对经济发展的促进效果才更显著(赵涛等,2020)^[2]。

不仅如此,滞后地区由于数字人才和信息技术的差异,无法充分利用数字红利,导致与前沿地区的差距日益扩大(Ronia Hawash 和 Guenter Lang,2020)^[18]。在初级,数字技术的运营成本很高,经济效益和应用能力有限,创新发展受阻(闫俊周等,2021)^[19],致使数字经济的发展并不能使所有人均等受益。当数字经济的应用范围扩大到一定程度时,梅特卡夫法则起效,各个产业应用数字技术的边际成本将显著降低,区域一体化发展程度将显著提升。综上,数字经济可以推动都市圈一体化发展,但因其具有梅特卡夫法则和区域差异性特征,数字经济对都市圈一体化的影响可能并非简单线性关系。基于此,提出如下假设:

假设 H3:数字经济对邻近都市圈协同发展可能存在非线性和异质性影响。

三、模型设定、变量选取与数据说明

(一)模型设计

1. 基础模型

为了研究数字经济与都市圈一体化发展之间的关系,构建基本计量模型如下:

$$Integration_{it} = \alpha + \beta Digit_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i 和 t 分别表示地区和时间, $Integration_{it}$ 为被解释变量都市圈一体化水平, $Digit_{it}$ 为解释变量数字经济发展程度, X_{it} 为控制变量, ε_{it} 为随机误差项且服从独立同分布。

2. 中介效应模型

根据 Baron 和 Kenny(1986)^[20] 的研究思路,对链式中介效应模型设计如下:

首先,考察数字经济都市圈一体化发展过程中流通增效的中介效应:

$$Teffch_{it} = \alpha + \beta Digit_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其次,考察数字经济发展促进产业结构升级过程中流通增效的中介效应:

$$LS_{it} = \alpha + \beta_1 Teffch_{it} + \beta_2 Digit_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

最后,考察数字经济、流通增效和产业结构升级对都市圈一体化发展的整体效果:

$$Integration_{it} = \alpha + \beta_1 LS_{it} + \beta_2 Teffch_{it} + \beta_3 Digit_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

3. 门槛效应模型

根据研究假设,数字经济对都市圈一体化发展的影响可能并非仅存在简单的线性影响。现有学者在探讨变量间的非线性关系时通常选用引入解释变量二次项的方法,与解释变量本身共同刻画与被解释变量之间的 U 型或倒 U 型关系。而 U 型关系隐含的基本假设是在最优值前后两者之间的作用效果是对称的,这一底层假设是否符合现实情况尚待商榷。门限回归是在确定具有因果关系的变量之间寻找门限变量,再基于对样本数据的自动识别来估计门限值 and 确定模型特征,更科学地捕捉模型中因结构突变而产生的非线性关系,并验证回归系数是否存在显著差异。因此,借鉴 Hansen(1999)^[21] 的思路,具体门限回归模型设定如下:

$$Integration_{it} = \alpha + \beta_1 LS_{it} \times I(Digit_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 LS_{it} \times I(Digit_{it} > \gamma_1) + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$Integration_{it} = \alpha + \beta_1 Teffch_{it} \times I(Digit_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 Teffch_{it} \times I(Digit_{it} > \gamma_1) + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

(二) 变量测度与数据来源

1. 被解释变量:数字经济水平(Digit)

通过梳理及归纳前人评价指标构建思路,尝试通过选取数字基础设施(Infr)、数字产业发展(Indu)以及数字普惠金融发展(Difi)三个维度测度中国各都市圈的数字经济发展情况。数字基础设施是数字经济产生和发展的底层架构,因其交叉网络的正反馈效应(Stiroh,2002)^[22],用户数量的多少决定着数字经济的发展潜力。数字产业发展是数字经济的动力之源,当下最为活跃的就是互联网产业和电信产业,因此从信息传输、计算机服务和转件业从业人数占比以及人均电信业务总量方面衡量。数字普惠金融是数字生活中不可或缺的组成成分(赵涛等,2020)^[2],线上交易和普惠金融早已成为数字经济发展的必要基础。具体指标详见表 1。

表 1 数字经济与都市圈协调发展指标评价体系

目标层	一级指标	二级指标	具体指标
数字经济	数字基础设施	宽带互联网基础	每万人中国际互联网用户数量(户)
		移动互联网基础	每万人中移动电话用户数量(户)
	数字产业发展	电信产业发展	人均电信业务总量(元)
		互联网相关从业人员	信息传输、计算机服务和软件业从业人数占比
	数字普惠金融	覆盖广度	数字普惠金融覆盖广度指数
		使用深度	数字普惠金融使用深度指数
数字化程度		数字普惠金融数字化程度指数	

表 1(续)

目标层	一级指标	二级指标	具体指标
都市圈 一体化	空间布局	产业空间分散度指数	$SP = C \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (S_{ik} S_{jk} \delta_{i,j})}{1 + 2 + \dots + (n - 1)}$
		行业分工指数	$FS = \frac{\sum_{i=1}^n Lim}{\sum_{i=1}^n Lip} \frac{Lm}{Lp}$
	经济联系	都市圈经济密度	城市群人均 GDP 与地均 GDP 之积的平方根
		中心城市辐射能力	$F = N \times E$
		空间相互作用指数	$I = \frac{\sum_{i,h=1}^n (\sqrt{p_i \cdot GDP_i} \times \sqrt{p_h \cdot GDP_h}) / D_{ih}^2}{1 + 2 + \dots + (n - 1)}$
		要素流程程度	都市圈客流量和货流量之积的平方根
	区域协调	中心城市首位度	人口首位度与经济首位度之积的平方根
		城市间差异	$CV = \frac{1}{PGDP} \sqrt{\sum_{i=1}^n (PGDP_i - \overline{PGDP})^2 / n}$
		经济稳定	城镇调查失业率
		产业结构合理化	$TL = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{Y} \ln \left(\frac{Y_i}{L_i} / \frac{Y}{L} \right)}$

2. 解释变量:都市圈一体化水平(Integration)

都市圈规划的意义在于变都市的吸引力为辐射力、变虹吸效应为辐射效应,以实现城市间组团发展优势互补。都市圈一体化发展不仅需要都市圈内部存在合理的空间布局和较小的发展差距,还需要都市圈内各城市之间的相互作用,促使整个区域产生涓滴效应。因此,本文从空间布局、经济联系和区域协调三个方面同样采用熵值法对都市圈一体化发展进行测度。都市圈空间布局反映了都市圈空间布局的合理化程度,是都市圈一体化发展的重要体现,选用第三产业分散度指数(范剑勇,2004)^[23]、行业分工指数(Duranton 和 Puga,2005;赵勇和白永秀,2012)^[24-25]和都市圈经济密度(李辉和洪扬,2018)^[26]表示。都市圈经济联系反映都市圈内部各城市之间的产业协作能力,是都市圈一体化发展的关键,选用中心城市辐射能力(陈园园等,2011)^[27]、空间相互作用指数(方创琳等,2008)^[28]和要素流程程度来表示。都市圈区域协调是都市圈可持续发展的重要目标,选用都市圈中心城市首位度、城市间差异、经济稳定状况和产业结构合理化程度(干春晖等,2011)^[29]来表示。

3. 中介变量

(1)流通效率(Teffch)。借鉴王晓东和王诗村(2016)^[30]、唐红涛等(2021)^[11]学者思路,采用DEA-Malmquist指数测算流通产业的投入产出效率。因为大多数地级市尚未完全统计限额以上批发零售业销售额,且流通产业的最终产出为零售环节的销售,故选用各都市圈的社会零售品总额之和衡量流通业产出水平;选用各都市圈的批发零售业、住宿餐饮业和交通运输、仓储及邮电通信业三个行业的年末从业人员总数衡量劳动投入水平;采用永续盘存法(选取2010年为基年)计算各都市圈的资本存量衡量资本投入。

(2)产业结构升级(TS)。依据配第·克拉克定律,产业结构升级是指产业结构形态由低层次向高层次演进的过程或趋势,第二产业是国民经济的基础和支柱,主导地位和基础作用无法替代(李钢等,2011)^[31],虽然在都市圈中心城市中第二产业对经济发展的推动作用愈发乏力,但仍然是推动都市圈周边卫星城市高质量发展的核心动力,因此借鉴范方志和张立军(2003)^[32]、孙晶和李涵硕

(2012)^[33]等学者观点,选用二、三产业增加值与GDP比值衡量。

4. 控制变量

选取四个变量作为控制变量。都市圈财政支出占生产总值的比重的差异系数衡量政府支出差异(*Gov*);都市圈金融机构贷款余额占生产总值的比重的差异系数衡量金融业发展差异程度(*Fina*);都市圈财政科学与教育支出占生产总值的比重的差异系数衡量科教基础的差异系数(*Scie*);都市圈进出口总额占生产总值的比重的差异系数衡量对外开放水平的差异程度(*Open*)。

(三)数据来源与描述性分析

本文选取的研究对象为2011—2019年中国都市圈,都市圈范围界定借鉴《中国都市圈发展报告2018》和各地都市圈发展规划,最终选取了34个都市圈,形成了306个样本的平衡面板数据。所使用的数据大多来自《中国城市统计年鉴》,数字普惠金融覆盖广度、使用深度和数字化程度来自《北京大学数字普惠金融指数》报告,都市圈内各城市之间的直线距离使用百度地图测算,部分指标数据则根据上述数据进行加工整理计算得到,少数缺失值通过查找《国民经济和社会发展统计公报》以及运用插值法、相邻平均值法填充。各指标描述性统计见表2。

表2 变量描述性统计分析结果

	变量	均值	标准差	最小值	最大值	观测值
被解释变量	<i>Integration</i>	0.2151	0.0805	0.1221	0.5971	306
解释变量	<i>Didit</i>	0.3106	0.1485	0.0337	0.7795	306
中介变量	<i>Teffch</i>	0.9563	0.2285	0.1970	2.5290	306
	<i>TS</i>	0.9281	0.0347	0.7893	0.9879	306
控制变量	<i>Gov</i>	0.2504	0.1519	0.0004	0.7247	306
	<i>Fina</i>	0.2676	0.1070	0.0077	0.5553	306
	<i>Scie</i>	0.2412	0.1449	0.0033	0.8700	306
	<i>Open</i>	0.5008	0.3515	0.0093	2.3434	306

四、数字经济发展的时空演化和分布动态

采用全局熵值法计算得到各指标权重后,分别计算2011—2019年数字经济基础设施情况、数字产业发展水平和数字普惠金融发展程度的评价价值,在此基础上获取近9年中国34个都市圈数字经济发展情况,选取历年各都市圈评价结果平均值,以反映中国数字经济发展态势,见表3。

表3 2011—2019年中国数字经济发展态势

	数字基础设施情况	数字产业发展水平	数字普惠金融程度	数字经济发展指数
2011	0.1689	0.0993	0.1091	0.1209
2012	0.1878	0.1155	0.2666	0.1806
2013	0.2164	0.1726	0.4270	0.2613
2014	0.2391	0.1710	0.4607	0.2769
2015	0.2422	0.1796	0.5961	0.3224
2016	0.2676	0.1780	0.6823	0.3546
2017	0.3002	0.1879	0.7774	0.3964
2018	0.3430	0.2065	0.8150	0.4272
2019	0.3565	0.2334	0.8556	0.4547
权重	0.2673	0.4300	0.3027	1

数字基础设施情况在样本期内逐年改善,但上升幅度不尽人意。由于数字基础设施建设需要大量固定资本投入,在大多数经济发展相对落后地区,因资金缺乏,数字设施建设困难。但值得注意的是,互联网用户数量是数字经济产生和发展的最基本要素,用户数量的多少决定着数字经济的发展潜力。2011—2014年,数字基础设施稳步积累,为数字经济发展奠定了基础。2015年城市网民用户逐渐见顶,网民增长速度减缓,而2015年以后互联网下沉趋势迅猛,农村网民规模迅速扩大,为数字经济蓬勃发展提供了有力支撑。数字产业发展水平稳步提升,整体呈现向好态势。提升速度与数字经济发展指数相似,权重最大,在一定程度上表明数字产业化和产业数字化发展是数字经济发展的关键和主要目标。数字普惠金融提升幅度也较快。近年来中国对数字普惠金融给予了大力支持,加上金融行业的虚拟性特征,它与数字经济融合度较高、发展更快。但测度结果显示近两年数字普惠金融增速明显放缓。说明在国家和地方政府的大力支持下,数字普惠金融的覆盖广度和数字支持程度已经相对成熟,欲进一步提升数字普惠金融只能从其使用深度着手,持续缩小地区间差距。

综合来看,中国数字经济发展水平呈现出由快速上升转向缓慢增长的态势。2010—2017年间,物联网、大数据、5G和人工智能等技术加速了数字经济的研发与应用,同时数字消费也呈现井喷式增长,消费规模持续扩大,为数字经济发展创造了机遇。2018年以后数字消费规模扩张困难,且现有存量市场的竞争越发激烈,增量市场难以为继,新的市场增长空间发展受限,致使数字经济增长放缓。

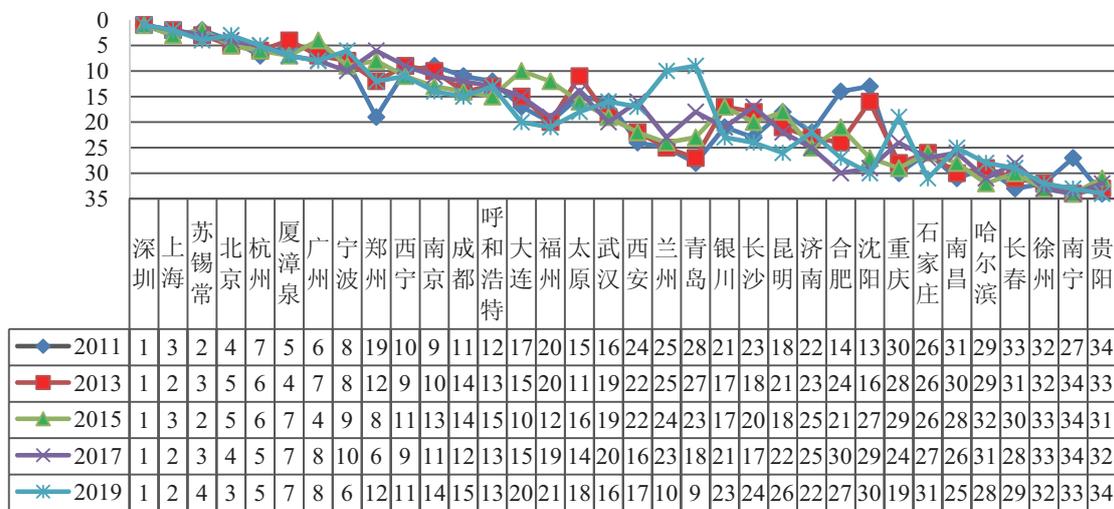


图2 分年度各都市圈数字经济发展水平排序

图2将34个都市圈按所选年份的数字经济发展水平的平均值由大到小排列并进行三等分,深圳、上海、苏锡常、宁波、杭州、厦漳泉、北京、南京、福州和青岛等东部沿海地区都市圈处于第一梯队,数字经济发展水平始终领先。成都、郑州、呼和浩特、大连、武汉、银川、太原、昆明、沈阳、西宁和西安都市圈处于第二梯队,数字经济发展水平波动较大。长沙、济南、重庆、兰州、合肥、石家庄、长春、哈尔滨、徐州、南昌、贵阳和南宁都市圈位于第三梯队,数字经济发展水平长期不容乐观。从分年度各都市圈数字经济发展水平排序结果来看,成都、武汉、西宁和兰州都市圈虽坐落于西部地区,近年来得到国家的大力支持,数字经济发展逐渐向好。郑州都市圈在国家大数据综合实验区战略和地方政府的大力支持下,依托重点园区助推交通物流、网络安全等众多领域迅猛发展,中部地区数字“第一城”目标日渐达成。而位于东北地区的哈尔滨、沈阳、大连都市圈近年来由于科学技术方面的投入较少、人才吸引力不强等原因致使数字经济发展呈现大幅下降趋势。从总体来看,数字经济发展与经济发展具有强烈的相关性和趋同性,经济发展越好的地区,能为数字经济发展提供良好的经济基础以及网络基础,因而存在“马太效应”。

五、数字经济对都市圈协调发展的影响效应

(一) 基准回归分析

依据公式(1),先选用最小二乘法(OLS)回归,未加入任何控制变量的回归结果如表4中(1)列所示,数字经济发展显著正向影响都市圈一体化发展,假设H1得到初步检验。为了使研究成果更加稳健,加入了控制变量,同时为了预防潜在的非观测因素所产生的内生性问题,分别对时点效应、固定个体效应和双固定效应进行回归检验,回归结果见表4中(2)~(5)列,结果发现回归结果依然为正且通过1%的显著性检验,拟合优度也逐渐提升,即数字经济对都市圈一体化发展有显著的促进作用,假说H1得到充分验证。这一研究成果丰富了有关数字经济与经济高质量发展之间的关系研究。

进一步将数字经济评价的一级指标细化回归,结果见表4中(6)列。回归结果显示数字基础设施对都市圈一体化发展的回归系数为正但不显著,数字产业发展和数字普惠金融与都市圈一体化发展呈显著的正相关关系。因为在数字经济发展初期,消耗较大固定成本,而欠发达地区的区域发展基础较差,数字经济的发展可能会受到技术障碍,导致数字基础设施虽能在一定程度上促进都市圈一体化发展,但稳健性欠佳。随着数字基础设施不断完善,特别是新一代以信息技术为核心内涵的数字经济成熟运用,推动了全产业链数字化、智能化、网络化的新发展趋势,也使得知识、信息等生产要素在区域间流通共享。因此数字产业化发展以及数字普惠金融的使用能显著推动都市圈一体化进程。

表4 基准回归结果

变量	模型 1(1)	模型 1(2)	模型 1(3)	模型 1(4)	模型 1(5)	模型 1(6)
	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>
<i>Digit</i>	0.371*** (0.0336)	0.381*** (0.0340)	0.597*** (0.0562)	0.217*** (0.0222)	0.272*** (0.0731)	
<i>Infr</i>						0.0343 (0.0402)
<i>Indu</i>						0.161*** (0.0397)
<i>Difi</i>						5.147*** (1.5923)
控制变量	NO	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	0.100*** (0.0083)	0.115*** (0.0127)	0.128*** (0.0131)	0.0623* (0.0334)	0.0748*** (0.0346)	0.0869*** (0.0329)
区域固定	NO	NO	NO	YES	YES	YES
年份固定	NO	NO	YES	NO	YES	YES
样本量	306	306	306	306	306	306
调整 R ²	0.4673	0.4877	0.5962	0.9144	0.9161	0.9269

注:*、***分别表示10%、1%的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

(二)内生性检验与稳健性估计

1. 内生性检验

数字经济通过改造流通结构与创新流通业态,助力产业结构升级,推动都市圈内部一体化发展,但都市圈一体化水平的不断提升,也为数字经济发展创造了更扎实的根基。为缓解反向因果而产生的内生性,选取数字经济滞后一期和省域内除都市圈以外其他地级市数字经济发展指数平均值的滞后一期作为工具变量,利用2SLS方法对模型1重新估计,结果见表5中(1)~(2)列。

此外,为进一步减缓内生性,将解释变量和所有控制变量均滞后一期,即上年的数字经济发展指数、政府支出差距、金融业发展差距、科学教育差距和对外开放差距指标对当期都市圈一体化指数进行回归,进一步降低反向因果,结果见表5中(3)列。考虑到使用的数字经济发展指数是较为单一的评价指标,而影响都市圈一体化的因素众多,在回归过程中可能会有一些未被考虑的因素被包括在误差项中而出现内生性,在采用双向固定效应模型的基础上,进一步将都市圈一体化的滞后一期(L. Integration)加入模型中进行GMM广义矩估计,削弱未被考虑因素对模型的干扰,结果见表5中(4)列。从内生性检验结论可知,数字经济始终显著正向影响都市圈一体化发展,各变量系数数值大小虽有区别,但和前文回归结果的显著性基本无差异。

表5 内生性检验结果

变量	工具变量(1)	工具变量(2)	滞后一期(3)	GMM(4)
	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>	<i>Integration</i>
<i>L. Integration</i>				0.6936*** (0.1244)
<i>Digit</i>	0.5925*** (0.1218)	0.4358*** (0.1262)		0.1312*** (0.0498)
<i>L. Digit</i>			0.3291*** (0.0704)	
控制变量	YES	YES	YES	YES
常数项	0.0396 (0.0370)	0.7593 (0.0316)	0.1126*** (0.0335)	0.0196 (0.0257)
区域固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	YES	YES	YES	YES
样本量	272	272	272	272
调整R ²	0.9152	0.9291	0.9441	0.9625
LM(P值)	27.222 (0.0000)	25.407 (0.0000)		
Cragg-Donald Wald F	91.585	26.524		

注:***表示1%的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

2. 稳健性检验

为了保证实证结果的可信性和有效性,继续进行如下稳健性检验:一是变更数字经济发展指数计算方法,重新选用因子分析方法计算各都市圈数字经济发展水平,回归结果见表6中(1)列。二是替换被解释变量,借鉴闫涛等(2019)^[34]的观点,选用城市间经济发展差异系数(*Differ*)衡量区域一体化程度,结果见表6中(2)列。三是删除极端值,因为西宁都市圈、重庆都市圈以及宁波都市圈仅包括两个城市,尚未能较好衡量城市间协作能力,给予剔除后重新回归估计的结果见表6中(3)列。最后,为

防止因变量波动较大和存在异常值造成回归结果偏误,对所有变量进行1%缩尾处理,回归结果见表6中(4)列。通过一系列稳健性检验的结果来看,数字经济对都市圈一体化关系依旧显著,证明前文的回归结果具有稳健性。

表6 稳健性分析结果

变量	变更计算方法	替换被解释变量	删除极端值	1%缩尾
	<i>Integration</i> (1)	<i>Differ</i> (2)	<i>Integration</i> (3)	<i>Integration</i> (4)
<i>Digit</i>		-0.1379*** (0.0311)	0.3368*** (0.0830)	0.2659*** (0.0861)
<i>Digit2</i>	0.0219* (0.0127)			
控制变量	YES	YES	YES	YES
常数项	0.2054*** (0.0410)	0.4513*** (0.1056)	0.0928*** (0.0325)	0.0951*** (0.0330)
区域固定	YES	YES	YES	YES
年份固定	NO	NO	YES	YES
样本量	306	306	279	306
调整R ²	0.8550	0.7827	0.9365	0.9315

注:*、***分别表示10%、1%的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

(三)内在机制检验

前文从理论层面分析了流通增效和产业结构升级对都市圈一体化发展的可能传导机制,并进一步提出流通增效和产业结构升级对都市圈一体化发展可能存在的链式多重中介效果。为验证这些假设,进一步选用链式中介效应模型进行实证检验。根据表7回归结果显示,在控制了政府参与程度、金融业发展水平、科教基础建设和对外开放水平以后,数字经济显著正向影响都市圈一体化发展,进一步证明假设H1成立。

表7 流通效率、产业结构升级对都市圈一体化中介效应回归结果

变量	模型1	模型2	模型3	模型4
	<i>Integration</i>	<i>Tfp</i>	<i>TS</i>	<i>Integration</i>
<i>Digit</i>	0.381*** (0.0340)	0.567*** (0.0812)	0.124*** (0.0117)	0.329*** (0.0341)
<i>Tfp</i>			-0.0163** (0.0069)	-0.0556*** (0.0123)
<i>TS</i>				0.729*** (0.1115)
控制变量	YES	YES	YES	YES
常数项	0.115*** (0.0127)	0.780** (0.0427)	0.913*** (0.0080)	-0.498*** (0.0996)
样本量	306	306	306	306
调整R ²	0.4877	0.1012	0.4366	0.5756

注:**、***分别表示5%、1%的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

依据表7回归结果进一步进行效应分析过程汇总,考察流通增效、产业结构升级的链式中介效应,汇总结果见表8。在对控制变量进行控制之后,数字经济对都市圈一体化发展的直接效应为0.3291,总效用为0.3811,中介效用占比13.63%。通过各间接路径发现,数字经济显著正向流通增效($r=0.5672, p<0.0001$)和产业结构升级($r=0.1145, p<0.0001$),产业结构升级也显著正向影响都市圈一体化水平($r=0.7908, p<0.0001$),说明数字经济利用数字技术与各领域间深度融合,创新多元产业主体间的协作机制,促进产业间协调发展,进而显著提升都市圈一体化程度,这与前文的理论分析结论一致。但流通效率却显著负向影响产业结构升级和都市圈一体化水平($r=-0.0163, p<0.0170; r=-0.0675, p=0.0001$)。这可能是由于数字经济对流通产业的影响存在非线性关系。传统流通产业的环节和渠道存在刚性,在数字经济发展初期,数字技术对流通业实体的渗透性不足,融合性较差,虽然可以在一定程度上推动流通效率的攀升,但这种与数字经济融合度较低的流通产业对都市圈一体化发展的促进作用可能尚未有效释放。

表8 效应分析过程汇总

效应	路径	效应值	BootSE	T值	P值	95%置信区间
直接效应	数字经济→都市圈一体化	0.3291	0.0341	9.64	0.0000	(0.2619, 0.3963)
间接效应	数字经济→流通增效	0.5672	0.0812	6.99	0.0000	(0.4074, 0.7271)
	流通增效→都市圈一体化	-0.0675	0.0147	-4.58	0.0001	(-0.0964, -0.0385)
	数字经济→产业结构升级	0.1145	0.0085	13.40	0.0000	(0.0977, 0.1313)
	产业结构升级→都市圈一体化	0.7908	0.1169	6.76	0.0000	(0.5606, 1.0209)
	流通增效→产业结构升级	-0.0163	0.0069	-2.34	0.0170	(-0.0300, -0.0026)
总效应	数字经济→都市圈一体化	0.3811	0.0340	11.20	0.0000	(0.3141, 0.4480)

表9 中介效应 Bootstrap 检验与 Sobel 检验

路径	间接效应	BootSE	95%置信区间	中介效应占比(%)	Sobel(P)	判断
数字经济→流通增效→都市圈一体化	-0.0383	0.0117	(-0.0611, -0.0154)	-10.04%	0.0002	是
数字经济→产业结构升级 →都市圈一体化	0.0905	0.0149	(0.0644, 0.1220)	23.76%	0.0000	是
数字经济→流通增效→产业结构升级	-0.0123	0.0070	(-0.0285, -0.0012)	-10.88%	0.0189	是
数字经济→流通增效→ 产业结构升级→都市圈一体化	-0.0073	0.0078	(-0.0318, -0.0016)	-1.92%	—	是

为增强中介效应分析可靠性,选用 Bootstrap 检验和 Sobel 检验验证流通增效和产业结构升级的链式双重中介效应的稳健性,结果见表9。链式中介效应路径的置信区间为(-0.0318, -0.0016),不包括0,链式中介效应路径存在,假设 H2 成立。流通增效在数字经济发展与都市圈一体化程度之间的中介效应检验的置信区间为(-0.0611, -0.0154),占总效应比重为-10.04%,产业结构升级在数字经济发展与都市圈一体化程度之间的中介效应检验的置信区间为(0.0644, 0.1220),占总效应比重为23.76%,高于流通增效的中介作用。流通增效和产业结构升级在数字经济发展与都市圈一体化程度之间的中介效应见图3。

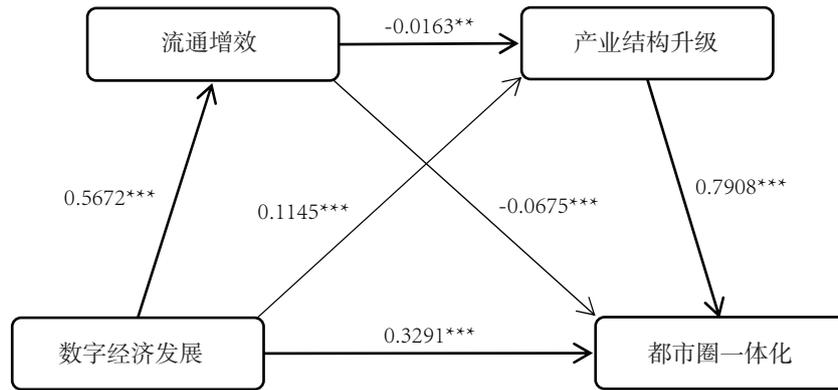


图3 链式中介模型

(四)进一步分析

1. 门槛效应

前文依据理论分析和中介效应实证结果推测数字经济对都市圈一体化的影响可能存在非线性关系。为检验其准确性,将数字经济作为门限变量,流通效率和产业结构升级是受门限变量影响的核心解释变量,进一步研究数字经济影响都市圈一体化的具体路径。

表10 门槛回归结果

变量	模型5	变量	模型6
	<i>Integration</i>		<i>Integration</i>
$Teffch_{it} \times I(Digit_{it} \leq 0.2325)$	-0.212** (0.0095)	$LS_{it} \times I(Digit_{it} \leq 0.2325)$	0.362* (0.1862)
$Teffch_{it} \times I(0.2325 < Digit_{it} \leq 0.3745)$	0.0052 (0.0074)	$LS_{it} \times I(0.2325 < Digit_{it} \leq 0.3745)$	0.378** (0.1848)
$Teffch_{it} \times I(Digit_{it} > 0.3745)$	0.0472*** (0.0079)	$LS_{it} \times I(Digit_{it} > 0.3745)$	0.433** (0.1838)
控制变量	YES	控制变量	YES
常数项	0.217*** (0.0252)	常数项	-0.1400 (0.1724)
样本量	306	样本量	306
调整 R ²	0.3174	调整 R ²	0.3619

注: *、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

根据表10结果可知,在流通效率为内生变量的情况下,数字经济对都市圈一体化存在双重门槛,门槛值为0.2325和0.3745。当数字经济发展指数低于0.2325时,回归系数为-0.212,数字经济显著抑制都市圈一体化进程。说明在数字经济发展初期,数字技术缓慢渗透到传统流通环节,转变了传统流通渠道,在一定程度上致使传统流通行业发展受阻,因此在一定程度上抑制了都市圈一体化进程,也可能限制了产业结构的优化升级。当数字经济发展水平处于0.2325和0.3745之间时,数字经济对都市圈一体化发展的影响已经由抑制转为促进,数字经济开始正向影响都市圈一体化发展但缺乏显著性。此时流通产业可能仍旧是被动接受数字技术的渗入,流通效率优势尚未有效发挥。而当

数字经济超过门槛值 0.3745 时,数字经济显著正向影响都市圈一体化发展。数字经济发展每提高 1%,都市圈一体化程度提升 0.217 个百分点。通过前文的描述性统计可以发现,0.3745 代表数字经济发展水平已处于相对较高水平,此时数字经济发展已经较为成熟,其规模效应和智能化优势逐步显露。尤其是在电子商务等流通行业,去中心化效应的正向优势已经凸显,不仅能有效推动产业结构优化调整,还能有效促进都市圈的一体化融合发展。上述分析也充分证实了前文中介检验过程中流通增效负向影响产业结构的和都市圈一体化发展。

对产业结构升级而言,同样存在双重门槛且门限值与流通效率做内生变量时相同。不同的是,随着数字经济发展水平的逐步提高,数字经济对都市圈一体化进程的推动作用也愈发强烈,当数字经济低于第一个门限值时,数字经济对都市圈一体化的影响系数为 0.362,当数字经济处于两门限值中间和高于第二门限值时,数字经济对都市圈一体化的影响分别为 0.378 和 0.433,说明随着数字经济水平的提升,数字经济利用数字技术促使第一、二、三产业深度融合,优化产业结构,最终实现都市圈的一体化发展。至此门槛效应假设得到验证。

2. 异质性分析

考虑数字经济的区域分布差异特征,将 34 个都市圈按照前文划分的三个梯队分别进行固定效应模型的回归分析,进一步分析都市圈一体化发展过程中数字经济的异质性现象。

根据表 11 回归结果可知,不同等级的数字经济水平对都市圈一体化发展的影响具有显著差异。在第一、二梯队,数字经济显著正向影响都市圈一体化发展,而在第三梯队呈不显著的负向影响。表明数字经济发展水平越高的地区对都市圈一体化的推动作用越强,而在数字经济发展落后地区,由于数字基础设施建设较晚,资金和智力支持也相对不足,导致数字产业化和产业数字化程度相对较低,数字经济对都市圈一体化发展驱动效应并没有得到体现。但不能忽视第三梯队的后发优势,通常第三梯队的实体经济发展也相对滞后,而不依赖实体产业的数字经济在此区域可能受到更少的制约,更有可能从数字经济的发展中受益,产生后发优势。

表 11 数字经济的异质性分析

变量	第一梯队			第二梯队			第三梯队		
	<i>Integration</i>			<i>Integration</i>			<i>Integration</i>		
<i>Digit</i>	0.293*** (0.0368)			0.152* (0.0848)			-0.228 (0.1892)		
<i>Teffch</i>		0.143*** (0.0392)			-0.131* (0.0077)			-0.0156** (0.0078)	
<i>LS</i>			2.490*** (0.8483)			1.148*** (0.3598)			0.579*** (0.1977)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
常数项	0.0059 (0.0786)	0.0209 (0.1178)	-2.186*** (0.8259)	0.122*** (0.0412)	0.134*** (0.0399)	-0.927*** (0.3432)	0.225*** (0.0342)	0.214*** (0.0305)	-0.2410 (0.1897)
区域固定	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份固定	NO	NO	NO	YES	YES	YES	YES	YES	NO
样本量	99	99	99	99	99	99	108	108	108
调整 R ²	0.9086	0.8196	0.8017	0.7952	0.7921	0.8261	0.7152	0.7213	0.4992

注:*、**、*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平;括号内数值表示稳健标准误。

从数字经济对都市圈一体化发展的间接效应分析中可以发现,第一梯队的流通增效能显著促进都市圈一体化进程,但第二、三梯队的流通增能显著抑制都市圈一体化进程,与前文门槛效应分析结果一致,充分证明了前文门槛效应的合理性。说明只有在数字经济发展相对较好的都市圈,数字经济才能通过提升流通效率进而促进都市圈一体化。此外,产业结构升级对都市圈一体化进程的影响效果趋同于数字经济发展水平,呈现强烈正相关。由此可以得出,数字经济能够有效推动都市圈一体化发展,但这种驱动作用存在明显的区域性差异,区域异质性假设得到验证。

六、结论与启示

(一) 研究结论

本文立足于数字经济推动区域一体化发展的理论假设,从都市圈视角切入,多维度实证检验了数字经济对都市圈一体化发展推动效果和驱动路径。主要结论如下:

第一,数字经济直接促进都市圈一体化发展,且流通增能和产业结构升级对都市圈一体化发展存在链式多重中介作用。

第二,数字经济对都市圈一体化发展的推动作用存在双重门槛效应,当数字经济发展水平达到一定水平后,流通增能对都市圈一体化的推动由负向转为正向,且随着数字经济发展水平不断提高,产业结构升级对都市圈一体化发展的促进效果也越来越大。

第三,通过对异质性进一步分析发现,数字经济对都市圈一体化发展影响的异质性和门槛效应分析结果相同。在数字经济发展水平越高的地区,数字经济对都市圈一体化的推动效果越好,而在数字经济发展水平较低的地区,数字经济不能有效推动都市圈一体化。进一步选取多种内生性处理方法以及进行多重稳健性检验之后,主要研究结论依旧成立。

(二) 研究启示

基于上述研究结论,得到以下启示:

第一,因地制宜制定差别化、动态化的数字经济发展战略,加大对数字经济发展落后地区的扶持力度,促进各生产要素回流。完善地方数字经济发展政策,营造优良发展环境。持续加强政府在数字经济基础设施建设方面的投资力度,补齐中、西和东北地区数字经济发展短板。落后地区也应乘势而上,积极主动利用前沿智能化、数字化等信息技术,促进传统经济的发展,建立起落后地区数字经济发展的后发优势,推动其整个区域一体化。

第二,充分利用数字经济的渗透性、协同性,促进流通产业与数字技术有效融合。提升流通产业的科技含量,快速推动传统流通产业数字化转型。各传统流通部门也要积极抓住数字经济发展机遇,从被动接受数字技术与数据要素转向主动出击,适应新型流通环节,利用新型流通渠道,提升资源配置效率,提高流通产业效率,以促进产业结构升级和推动都市圈一体化发展。

第三,通过对产业数字化和数字产业化实现传统产业的转型升级。统筹人工智能、5G 网络等领域基础设施合理布局和科学建设,充分发挥数字技术在产业结构升级中的关键作用。同时,都市圈中心城市要厚植发展优势,加快传统产业数字化转型,助力新兴产业蓬勃发展,实现都市圈中心城市产业数字化升级改造。培育都市圈中心城市数字经济增长极的同时,还要有效发挥其辐射带动作用,通过产业链联动等方式引导过剩资本向边缘落后城市流动,让数字经济成为推动都市圈一体化协调发展的驱动力。

第四,注重数字人才培养和相关领域核心技术的研发投入。发达地区要充分利用其科技、教育以及资本优势,加大高校和企业科学研究支持力度,积极引进国外数字科技人才,攻克数字经济发展所需的核心技术,积极开创大数据、人工智能、区块链等新兴数字技术的应用模板,助力数字经济与实体经济的有效融合。还要消除制约要素自由流动的现实障碍,防范人才、资本向中心城市过度集聚,从顶层设计角度统筹都市圈一体化发展和全国统一大市场建设,设计差异化的人力和资本分布结构,根据各都市圈经济高质量发展需要匹配资本,进一步缩小都市圈内部差距,实现都市圈一体化。

参考文献:

- [1] 荆文君,孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架[J]. 经济学家,2019,(2):66-73.
- [2] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界,2020,36(10):65-76.
- [3] 徐维祥,周建平,周梦瑶,郑金辉,刘程军. 数字经济空间联系演化与赋能城镇化高质量发展[J]. 经济问题探索,2021,(10):141-151.
- [4] 刘淑春. 中国数字经济高质量发展的靶向路径与政策供给[J]. 经济学家,2019,(6):52-61.
- [5] 赵西三. 数字经济驱动中国制造转型升级研究[J]. 中州学刊,2017,(12):36-41.
- [6] 裴长洪,倪江飞,李越. 数字经济的政治经济学分析[J]. 财贸经济,2018,39(9):5-22.
- [7] 茶洪旺,左鹏飞. 信息化对中国产业结构升级影响分析——基于省级面板数据的空间计量研究[J]. 经济评论,2017,(1):80-89.
- [8] 李晓华. 新工业革命对产业空间布局的影响及其表现特征[J]. 西安交通大学学报:社会科学版,2021,41(2):1-10.
- [9] 王玉,张占斌. 数字经济、要素配置与区域一体化水平[J]. 东南学术,2021,(5):129-138.
- [10] 马中东,宁朝山. 数字经济、要素配置与制造业质量升级[J]. 经济体制改革,2020,(3):24-30.
- [11] 唐红涛,陈欣如,张俊英. 数字经济、流通效率与产业结构升级[J]. 商业经济与管理,2021,(11):5-20.
- [12] Bouncken Ricarda B, Sascha Kraus, Norat Roig - Tierno. Knowledge - and Innovation - based Business Models for Future Growth: Digitalized Business Models and Portfolio Considerations[J]. Review of Managerial Science,2019,(2):1-14.
- [13] Theresa Eckert, Stefan Hüsigg. Innovation Portfolio Management: A Systematic Review and Research Agenda in Regards to Digital Service Innovations[J]. Management Review Quarterly,2021,(1):1-20.
- [14] 宋则,常东亮,丁宁. 流通业影响力与制造业结构调整[J]. 中国工业经济,2010,(8):5-14.
- [15] 杨文溥. 数字经济与区域经济增长:后发优势还是后发劣势? [J]. 上海财经大学学报,2021,23(3):19-31,94.
- [16] 詹晓宁,欧阳永福. 数字经济下全球投资的新趋势与中国利用外资的新战略[J]. 管理世界,2018,34(3):78-86.
- [17] 宋跃刚,郝夏珍. 数字经济对黄河流域经济高质量发展的门槛和空间溢出效应研究[J]. 河南师范大学学报:自然科学版,2022,50(1):48-58.
- [18] Ronia Hawash, Guenter Lang. Does the Digital Gap Matter? Estimating the Impact of ICT on Productivity in Developing Countries[J]. Eurasian Economic Review,2020,10(2):189-209.
- [19] 闫俊周,姬婉莹,朱露欣. 数字经济、政府干预与区域创新能力[J]. 创新科技,2021,21(12):29-39.
- [20] Baron R M, Kenny D A. The Moderator - mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations [J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986,51(6):1173-1182.
- [21] Hansen Bruce E. Threshold Effects in Non - dynamic Panels: Estimation, Testing, and Inference[J]. Journal of Econometrics,1999,93(2):345-368.
- [22] Stiroh Kevin J. Are ICT Spillovers Driving the New Economy? [J]. Review of Income and Wealth, 2002, 48(1):33-57.
- [23] 范剑勇. 长三角一体化、地区专业化与制造业空间转移[J]. 管理世界,2004,(11):77-84,96.
- [24] Duranton G, Puga D. From Sectoral to Functional Urban Specialisation[J]. Journal of Urban Economics, 2005, 57(2):343-370.
- [25] 赵勇,白永秀. 中国城市群功能分工测度与分析[J]. 中国工业经济,2012,(11):18-30.
- [26] 李辉,洪扬. 城市群包容性发展:缘起、内涵及其测度方法[J]. 甘肃行政学院学报,2018,(2):106-113,128.

- [27] 陈园园, 李宁, 丁四保. 城市群空间联系能力与 SOM 神经网络分级研究——以辽中南城市群为例[J]. 地理科学, 2011, 31(12): 1461 - 1467.
- [28] 方创琳, 祁巍锋, 宋吉涛. 中国城市群紧凑度的综合测度分析[J]. 地理学报, 2008, (10): 1011 - 1021.
- [29] 千春晖, 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[J]. 经济研究, 2011, 46(5): 4 - 16, 31.
- [30] 王晓东, 王诗杼. 中国商品流通效率及其影响因素测度——基于非线性流程的 DEA 模型改进[J]. 财贸经济, 2016, (5): 119 - 130, 159.
- [31] 李钢, 廖建辉, 向奕霓. 中国产业升级的方向与路径——中国第二产业占 GDP 的比例过高了吗[J]. 中国工业经济, 2011, (10): 16 - 26.
- [32] 范方志, 张立军. 中国地区金融结构转变与产业结构升级研究[J]. 金融研究, 2003, (11): 36 - 48.
- [33] 孙晶, 李涵硕. 金融集聚与产业结构升级——来自 2003—2007 年省际经济数据的实证分析[J]. 经济学家, 2012, (3): 80 - 86.
- [34] 闫涛, 张晓平, 陈浩, 李润奎. 2001—2016 年中国地级以上城市经济的区域差异演变[J]. 经济地理, 2019, 39(12): 11 - 20.

责任编辑、校对: 李品秀

Research on Spatial and Temporal Differentiation of Digital Economy and Integrated Development of Metropolitan Area: Analysis of Chain Multiple Intermediary Effect Based on Circulation Efficiency and Industrial Structure Upgrading

YANG Shou - de, ZHANG Tian - yi

(School of Economics, Harbin University of Business, Harbin 150028, China)

Abstract: The study measures the digital economy and the comprehensive integrated development of 34 metropolitan areas from 2011 to 2019, and based on the results, the spatial and temporal distribution characteristics of the digital economy of different metropolitan areas are analyzed. Panel fixed effect model, chain intermediary effect model and threshold regression model are chosen to empirically analyze the functional mechanism and influence path of digital economy on the integrated development of metropolitan area. It is found that circulation efficiency increase and industrial structure upgrading play chain intermediary effects in the process for digital economy to promote the integrated development of metropolitan areas. Digital economy has always indirectly promoted the integrated development of metropolitan areas through the upgrading of industrial structure, but the indirect promotion effect of circulation efficiency increase shows a significant threshold effect. When the development level of digital economy is low, the circulation efficiency negatively affects the integrated development of metropolitan areas. However, when digital economy crosses the second level threshold, circulation efficiency plays a significant positive role in promoting the integration of metropolitan areas. Further heterogeneity analysis demonstrated the accuracy of the threshold effect.

Key words: Digital Economy; Circulation Efficiency; Industrial Structure Upgrading; Integration of Metropolitan Area; Intermediary Effect