

DOI: 10.19361/j.er.2024.03.08

数字经济发展何以塑造城市网络

——基于社会分工的视角

易恩文 姚常成 杨慧玲*

摘要: 本文在社会分工视角下从技术和组织两个层面考察了数字经济塑造城市网络的理论机制,并匹配2011—2019年《中国城市统计年鉴》与上市公司“总部-分支”机构数据进行实证检验。研究发现,数字经济显著提升了城市网络中心性,这一结论在考虑指数测度误差、内生性问题以及外生政策冲击等因素后依然成立;相较于吸引外部投资,数字经济增强城市对外部城市进行投资的效果更甚。机制检验表明,深化社会分工是数字经济加强城市网络经济关联的重要路径。调节效应分析表明,地方政府紧密协作和多中心空间形态的网络型城市群结构能够显著强化数字经济提升城市网络中心性的边际效应。因此,数字经济赋能城市网络不仅要重视平台分工网络构建,更要加快推进政务互联互通与网络型城市群建设。

关键词: 城市网络中心性;数字经济;社会分工;城市群

中图分类号: F49

一、问题的提出

自我国加快对外开放进程以来,东部沿海地区优先发展战略吸引了大量劳动力、资本等经济要素聚集,在带动中国经济腾飞的同时也严重制约了区域经济协调转型和高质量发展(周宏浩、谷国锋,2022)。依托交通和信息网络构建协调发展的城市网络是积极推进区域高质量发展的中国现代化城镇发展之路(张蔚文等,2021)。为此,习近平总书记在党的二十大报告中强调要“以城市群、都市圈为依托构建大中小城市协调发展格局”,这要求必须推动城市空间结构向多中心化的网络型城市群方向发展。在网络型城市系统中,城市不再只是作为“地理空间”为生产活动提供场所,而是作为产品价值链中资源要素“流”的重要网络节点(Castells,1996),体现着城市在分工协作网络中的功能作用与价值链地位。城市网络中心性反映了节点城市在网络中的中心地位及其与外部网络的链接水平(姚常成、宋冬林,2019),

*易恩文,西南财经大学经济学院,邮政编码:611130,电子信箱:aaon_yi@163.com;姚常成,西南财经大学经济学院,邮政编码:611130,电子信箱:yaocc@swufe.edu.cn;杨慧玲(通讯作者),西南财经大学经济学院,邮政编码:611130,电子信箱:yanghl@swufe.edu.cn。

本研究受到国家自然科学基金青年项目“数字化转型驱动下的城市网络演化机制及其创新效应研究”(42301228)、四川省自然科学基金青年项目“网络外部性促进成渝双城经济圈创新趋同的机制与路径研究”(2023NSFSC1058)、国家社会科学基金西部项目“创新链内生视域中服务业与制造业融合发展研究”(22XJL003)的资助。感谢匿名评审专家与编辑部的宝贵意见,文责自负。

是影响城市利用潜在网络资源和信息能力的重要因素。因此,通过构建城市网络体系促进区域高质量发展的关键在于加强城市网络中心性。

回顾既有文献,城市网络中心性相关研究主要围绕效用、形成机理以及影响因素等方面展开。首先从效用来看,在经济效应上,内生经济增长理论认为突破地理空间、扩展知识传播,是促进区域经济增长的重要因素(Camagni et al., 2016),而通过有意识地建立投资网络、积累“网络资本”,则是提高区域知识获取与利用能力的有效途径(Huggins and Thompson, 2017);姚常成和宋冬林(2019)分析发现,由城市网络连接所产生的外部性是城市群集聚经济效应的主要来源之一。在创新效应上,知识密集型企业间的联系很大程度上代表着城市间的经济联系(Lüthi et al., 2010),因而城市能够借助城市网络促进知识扩散,提高自身创新水平(姚常成、吴康, 2022)。竞争力效应上,程玉鸿和陈利静(2012)认为城市网络中城市间的竞争与合作并存的关系对提升城市竞争力具有重要影响。其次从形成机理来看,中国城市网络中心性的空间分异主要在于追求丰富关键资源、广阔市场空间与低廉运营成本的择优选择机制,受历史发展影响形成“强者愈强、弱者愈弱”循环累积的偏好依附机制,以及具备更高网络通达性的网络邻近效应(盛科荣等, 2019a)。最后从影响因素来看,在城市经济环境上,地区经济规模有助于提升城市网络中心性(盛科荣等, 2018),反映综合经济竞争力、宜居和宜商竞争力等的营商环境指数则可能导致城市网络中心性呈现层级分化格局(盛科荣等, 2019b)。在资源要素上,城市行政级别、知识资本厚度等资源对城市网络中心性具有显著的正向影响(盛科荣等, 2018)。在地理区位上,王艺晓等(2022)研究发现高铁等交通基础设施能够强化城市投资网络;Castells(2010)则认为航空联系是承载信息传播,从而获取城市网络经济效益的根本手段。

随着现代信息通讯技术突飞猛进,以互联网为代表的数字技术逐步进入提升城市网络中心性的研究视野。早期经济地理视域下数字经济与城市网络的研究主要围绕可达性网络与城市空间的关系展开,例如Zook(2003)认为电子商务能够通过为“城市边缘”嵌入全球网络创造条件,从而推动“流动空间”发展。在大数据、云计算等数字技术作用下,数字化应用促进知识、信息快速传播并加速“距离死亡”,不断将城市关系塑造成更加开放的网络型城市群结构(邓慧慧等, 2022),促使城市网络中的核心节点从空间位置向信息流节点转变(Dadashpoor and Yousefi, 2018; 安同良、杨晨, 2020)。在此基础上,胡艳等(2022)认为数字经济能够促进信息、资源流动,有助于提高城市网络的经济韧性;种照辉等(2022)也发现完善网络基础设施提升了城市信息化水平,促进了城市间合作创新与城市网络中心性提升。

综上所述,已有研究对城市网络中心性相关问题进行了深刻且有益的探索,也关注到了数字技术对提升城市网络中心性的重要作用,但仍存在以下拓展空间:(1)既有文献仅局限于对互联网、网络基础设施等数字技术作用的探讨,从数字经济这一系统视角出发的研究尚不多见;(2)即使淡化数字技术视角的片面性,相关研究对数字技术提升城市网络中心性的理论逻辑与内在机制分析仍不够深入;(3)数字技术通过强化社群合作效应塑造了更加开放的网络型城市群结构,并表现出明显的异质性特征(邓慧慧等, 2022),但既有研究对数字经济提升城市网络中心性的城市群异质性及其原因关注不足。鉴于此,本文尝试从以下两方面寻求突破:(1)从社会分工视角下技术和组织两个层面对数字经济塑造城市网络的内在机

理进行理论分析与实证检验;(2)考察数字经济赋能城市网络的区域与城市群异质性,并从城市群空间形态与府际协同两方面解构城市群差异背后的理论与现实逻辑。

二、理论机制分析

城市网络中心性本质上反映了该城市与其他城市之间的总体链接水平,城市节点之间的各种“流”线条越丰富则链接水平越高。以经济学视角观之,城市之间的经济关联主要依靠“要素流”“产品流”加以实现。分工理论认为,盘根错节的城际垂直一体化分工能够促进城市间的经济关联,使“产品流”“要素流”在地区间充分渗透(Taglioni and Winkler, 2016)。但是,城市间的分工深化进程可能会因外部交易成本上升而停滞不前,阻碍地区之间的经济合作与资源往来。而数字经济发展一方面能够凭借互联网缓解信息不对称和区块链塑造信任机制等技术优势,从技术层面大大降低交易成本;另一方面还能依靠数字平台在线配置资源和广泛组织生产的组织优势,从组织层面促进城市之间形成更为紧密的分工协作网络,从而提升城市网络中心性。

从技术层面看,数字经济能够通过降低交易成本深化城市之间的社会分工,推动城市形成差异化的产业结构,从而提高城市网络中心性。具体而言,数字经济能够从以下三方面降低交易成本:其一,数字技术能够加速数据信息的搜集、储存、分析与传播,为企业了解异地上下游潜在合作对象的资信历史、产品或服务的质量以及独特优势等相关信息提供了便利,降低了企业跨域投资的搜寻成本;其二,数字技术应用显著提高了产品或服务价格、质量以及供求等契约关键信息的可视化水平,极大降低了协商、谈判成本;其三,区块链、物联网等技术不仅能够实现产品生产过程的实时追踪,而且交易完成后仍能溯源产品生产流通全链条信息,这将降低企业的监督成本与合作对象的违约风险。交易成本节约会促使城市集中资源专注于自身具有比较优势的产业,通过非核心环节剥离的方式强化其在城市网络中的专业化水平与竞争地位,塑造基于地区优势的差异化产业结构。由此,从生产端来看,不同城市之间由专业化分工形成的产业关联不仅需要相互提供更多中间产品以完成生产,而且这种差异化生产还能够带动资本、劳动力以及其他生产要素流向更符合各要素特性的地区,从而强化城市网络中心性;从消费端来看,差异化的产业结构一方面能够通过专业化分工生产出更高质量和更符合消费者偏好的产品,另一方面也避免了城市之间由产业同构产生的市场竞争,有利于促进地区市场之间“互通有无”,从而提升城市网络中心性。

从组织层面看,“定制+分布”的平台生产组织能够引导各城市综合市场需求和资源优势形成差异化的产业结构,并以网络协作的方式嵌入到平台生产组织之中,从而通过网络叠加的方式塑造深度协同的城市网络。数字时代,平台生产组织打破了产业链间的孤立状态,生产方式也随之由传统的“标准+集中”转变为数字时代的“定制+分布”(任保平, 2020)。而要嵌入这种分布式的平台生产组织,要求各城市需要结合自身优势资源塑造差异化的竞争优势,并根据平台生产组织的分工需求承担特定的生产环节,由此必然引导各城市之间形成多样化的产业结构,进一步提高城市节点对平台生产组织的嵌入深度。这种互联网上网络与城际物理网络相互叠加交融,能够将基于数字平台展开的网络协作关系渗透至城市网络,使城市之间借由数字平台形成更加紧密的分工协作关系,从而加强城市网络中心性。基

于此,本文提出:

研究假设 1:数字经济发展对城市网络中心性具有正向促进作用。

研究假设 2:数字经济发展能够通过深化社会分工提升城市网络中心性。

三、数字经济与城市网络中心性的时空格局特征

研究数字经济如何塑造城市网络应首先考察中国城市网络中心性的时空演变特征。图 1 描述了各城市群 2012 年、2019 年的城市网络中心性与当年全国均值之差,结果表明中国城市网络中心性总体呈现出明显的“由北及南”和“由西向东”的演化趋势。从南北分异来看,2012 年中国城市网络中心性水平较高的地区主要分布在京津冀城市群、长三角城市群以及珠三角城市群,而且仅有这三个地区高于全国均值;但到了 2019 年,虽然京津冀城市群仍然位居榜首,但长三角城市群与珠三角城市群增长速度远高于京津冀城市群,而且粤闽浙城市群也超过了全国均值,反观中原、山西中部、关中平原以及宁夏沿黄等北方城市群都远低于全国均值。从东西分异来看,从 2012 年到 2019 年,仅有东部地区城市群的城市网络中心性超过了全国均值,山东半岛城市群虽在均值之下,但差距远小于其他地区;而中部、西部以及东北部地区城市群的城市网络中心性均在全国均值之下,尤其是西部地区的呼包鄂榆城市群和宁夏沿黄城市群,更是发展缓慢。一言以蔽之,中国城市网络中心性的“南北”与“东西”分异特征较为明显,总体表现出南高北低、东高西低的时空特征。

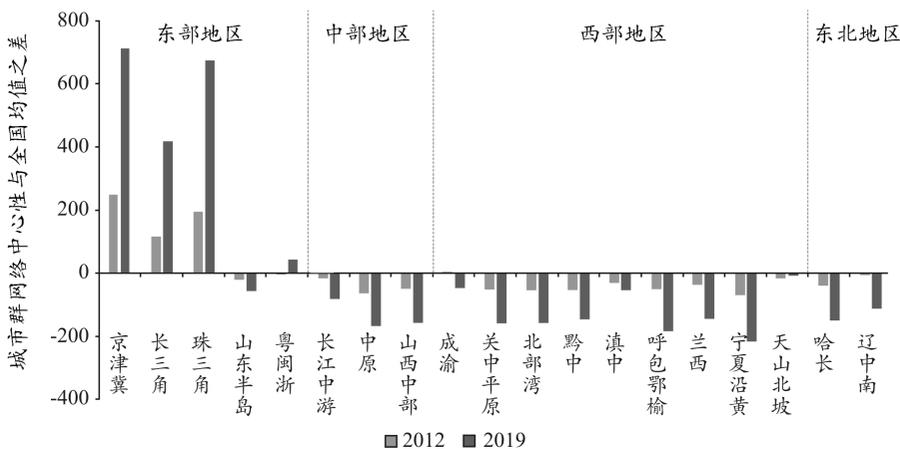


图 1 2012 年与 2019 年中国城市网络中心性的时空分布情况

(资料来源:笔者依据本文测度的城市网络中心性指数绘制。)

为考察中国城市网络中心性与数字经济发展水平之间的时空关联,图 2 进一步展现了各城市群 2012 年和 2019 年的数字经济发展水平与全国均值之差。可以发现,2012 年到 2019 年中国城市数字经济发展水平从时空分异的角度看,同样存在“由西向东”和“由北及南”的整体演变趋势,其中珠三角城市群始终代表着我国数字经济发展的最高水平。与城市网络中心性的时空分布情况对比来看,中国城市数字经济发展水平与城市网络中心性的空间分布总体存在“高-高”聚集与“低-低”聚集的特征,这意味着数字经济发展较好的城市其网络中心性也更高。

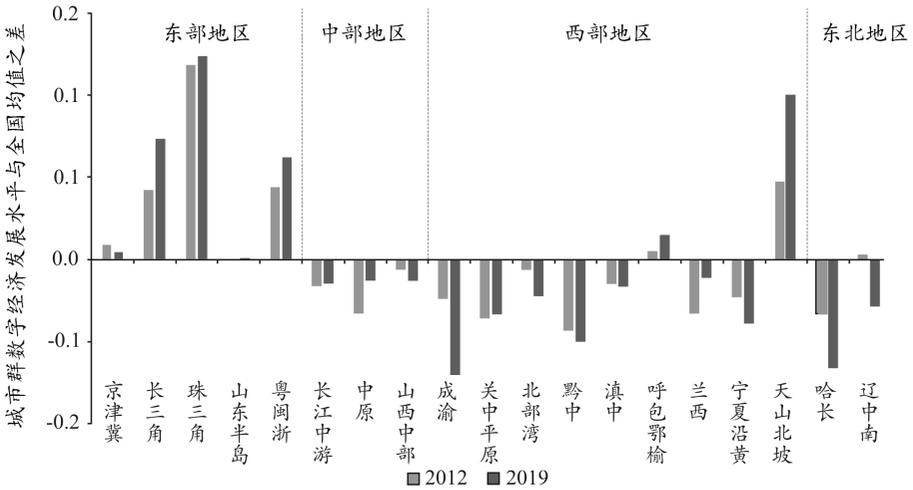


图2 2012年和2019年中国城市数字经济的时空分布情况
(资料来源:笔者根据本文测度的数字经济发展水平指数绘制。)

图3中中国城市数字经济发展水平与城市网络中心性的偏相关图更加清晰地呈现了两者之间可能存在的关系。由线性拟合结果不难发现,两者之间存在明显的正相关关系,即更高的数字经济发展水平对应更高的城市网络中心性,这意味着数字经济发展对提高城市网络中心性可能存在促进作用,初步验证了前文的理论分析结论。

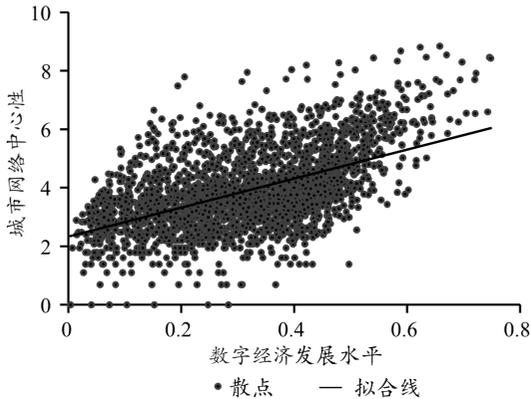


图3 数字经济发展与城市网络中心性的偏相关图

四、研究设计

(一) 模型设定

为验证数字经济发展提升城市网络中心性的影响效应,本文构建如下基准模型:

$$\ln AC_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 DIGE_{i,t} + \alpha_j CONTROL_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

(1)式中: $\ln AC_{i,t}$ 表示城市 i 在时期 t 的网络中心性; $DIGE_{i,t}$ 表示城市 i 在时期 t 的数字经济发展水平; $CONTROL$ 表示地区经济、社会、制度等方面的控制变量; μ_i, δ_t 代表个体与时间固定效应; $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。

为验证数字经济发展塑造城市网络中心性的内在机制,本文在模型(1)的基础上设定中介效

应模型,第一步验证数字经济发展对社会分工水平(*SDL*)的提升作用,第二步考察数字经济发展与社会分工对城市网络中心性的影响,分别由(2)、(3)式刻画。

$$SDL_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 DIGE_{i,t} + \beta_j CONTROL_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$\ln AC_{i,t} = \varphi_0 + \varphi_1 DIGE_{i,t} + \varphi_2 SDL_{i,t} + \varphi_j CONTROL_{i,t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

(二) 指标选择

1. 被解释变量:城市网络中心性(*lnAC*)

本文借鉴 Alderson 和 Beckfield(2004)的隶属联系模型,构建城市企业关联网络以测算城市网络中心性。具体地,首先利用中国上市公司“总部-分支机构”的空间分布矩阵 $C_{ij,t}$ 来反映城际关联信息,它表示第 t 年城市 i 与城市 j 之间存在“总部-分支机构”隶属关系的链接关系数量;然后通过 $AC_{i,t} = \sum_{i,j=1}^n C_{ij,t} / (n-1) (i \neq j)$ 计算城市 i 在第 t 年的网络中心性,反映节点城市对城市网络系统中的要素、信息以及经济价值等资源的支配能力,该指数越高,则城市与外部网络联系越紧密(姚常成、吴康,2022)。考虑实证结果的稳健性,我们用出度和入度来分解城市网络中心度,其中城市 i 的出度中心度 $AOC_{i,t} = \sum_{i,j=1}^n O_{ij,t} (i \neq j)$, $O_{ij,t}$ 表示第 t 年总部位于城市 i 、分支机构位于城市 j 的链条数量,代表该城市对外部城市进行投资的能力,实际上反映了其对城市网络中其他城市的辐射带动作用;城市 i 的入度中心度 $AIC_{i,t} = \sum_{i,j=1}^n I_{ij,t} (i \neq j)$, $I_{ij,t}$ 表示第 t 年总部位于城市 j 、而分支机构位于城市 i 的链条数量,代表该城市吸引外部投资的能力,实际上体现了该城市在城市网络中的差异化竞争力。

2. 核心解释变量:数字经济发展水平(*DIGE*)

关于数字经济发展水平的测度,数字基础设施建设、数字产业化以及产业数字化均对城市之间的经济关联产生了重要影响,结合王军等(2021)研究省级层面数字经济发展水平时构建的综合指标体系框架和城市层面的数据可得性,本文从数字经济发展载体、数字产业化、产业数字化以及数字经济发展环境四个维度构建城市层面的数字经济综合指数。具体指标体系以及相关指标说明如表1所示,在所有指标均为正向的基础上运用熵权法进行数字经济综合指数测度。

表1 中国城市数字经济评价指标体系

	维度层	指标层	指标说明	属性
数字经济综合指数	数字经济发展载体	互联网普及率	每百人互联网用户数(户)	正向
		数字基础设施	每百人移动电话用户数(户)	正向
	数字产业化	数字产业就业量	计算机服务和软件从业人员占比(%)	正向
		数字产业规模	人均电信业务总量(万元)	正向
	产业数字化	数字普惠金融	数字普惠金融指数	正向
数字经济发展环境	数字创新环境	专利授权数(件)	正向	

3. 中介变量:社会分工(*SDL*)

从内涵上讲,社会分工是指由生产力进步引起的生产单位分化为互相独立而又互相依赖的部门,它不仅包括不同部门间的分工(如农业、工业和服务业等),也包括部门内部的分工(如装备制造、机器制造业等)。为了避免从制造业集聚程度测度地区分工水平因忽略

服务业的片面性和城市群功能分工对分析城市价值链分工地位的偏向性,同时考虑到数据的完整可得性,本文借鉴唐荣和顾乃华(2018)的做法,首先以《中国城市统计年鉴》中所包含城市的19个细分行业为基础,选用区域专业化分工指数计算城市之间的产业邻近矩阵,然后用一城市同其他所有城市产业结构差异的算数平均值作为该城市的分工水平($SDL_{i,t}$),其计算公式为:

$$SDL_{i,t} = \frac{1}{N-1} \sum_{j=1, j \neq i}^N \sum_{k=1}^{19} \left| \frac{q_{ik,t}}{q_{i,t}} - \frac{q_{jk,t}}{q_{j,t}} \right|$$

其中, N 代表城市数量, k 代表19个细分行业; $q_{ik,t}$ 和 $q_{jk,t}$ 分别表示城市*i*和*j*在时期*t*第*k*产业中的就业人数, $q_{i,t}$ 和 $q_{j,t}$ 则分别表示两地在时期*t*的总就业人数。 SDL 数值越大表示城市间产业结构的差异化越大,则城市分工水平越高,反之亦然。

4. 控制变量

为提高数字经济提升城市网络中心性影响效应的估计结果准确性,本文参考相关研究选取了一系列可能影响城市网络中心性的重要控制变量,主要包括:地区经济规模($\ln RPGDP$),用地区实际人均GDP(2000年不变价)的对数值加以衡量,城市经济规模内含了市场需求、经济机会以及公共服务等重要资源从而影响企业区位选择(盛科荣等,2018);政府政策支持(GOV),用地方一般性财政支出与地区GDP之比来衡量,地方政府政策扶持能够为企业提供更多资源和信息优势,有利于吸引企业投资设立分支结构;劳动力工资水平($\ln WAGE$),用城镇职工平均工资(2000年不变价)对数值来衡量,劳动力成本作为企业经营成本的重要组成部分可能会制约企业区位选择(盛科荣等,2018);地区营商环境(MAR),用樊纲市场化指数加以衡量,城市营商环境同样是影响企业选址的重要因素(盛科荣等,2019b);环境规制(ER),用工业废水、二氧化硫以及烟粉尘排放量分别占GDP的比重再运用熵权法加总测算(傅京燕、李丽莎,2010),环境规制强度可能会通过企业环境治理成本或倒逼企业技术创新影响企业选址;城镇就业率(EMP),用城镇从业人员同城镇就业与登记失业人员之和的比例来衡量,就业机会是提升城市网络节点地位的重要因素(高雅妮等,2022);交通便利度($TRAF$),用各城市公路客运量与年末总人口之比来表征(盛科荣等,2018)。

(三) 数据与变量描述性统计

本文构建城市企业关联网络所使用的数据是在中国研究数据服务平台(CNRDS)获取上市公司基础数据后,运用Python从企查查网站(<https://www.qcc.com/>)上爬取2011—2019年国内上市公司总部及其分支机构的信息,剔除部分缺失值后共整理出295736条企业关联信息数据,然后使用Ucinet6.0软件计算绝对度数中心度以衡量城市网络中心性。其余数据除中国数字普惠金融指数外(数据源自北京大学数字金融研究中心发布的《中国金融科技与数字普惠金融发展报告》),均来自《中国城市统计年鉴》和部分城市统计数据,在考虑部分城市数据缺失比较严重予以剔除后,最终形成了2011—2019年全国285个地级及以上城市的面板数据。

相关变量描述性统计结果见表2。中国城市网络中心性的均值和标准差分别为3.909和1.310,这表明总体上城市与外部网络联系的紧密程度在城市之间存在较大差异,且整体链接水平相较于对外联系最紧密的城市明显偏低,存在较大的提升空间;更进一步地,出度中心度的地区差距明显高于入度,说明我国城市在辐射带动城市网络方面更不协调。就数字

经济发展水平而言(最优数值为1),其平均值和最大值分别为0.318和0.748,这表明无论是全国平均水平还是目前发展最好的领先水平都有较大的发展空间。

表2 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
lnAC	2 565	3.909	1.310	0	8.845
lnAOC	2 565	2.628	1.829	0	8.441
lnAIC	2 565	3.437	1.147	0	7.992
DIGE	2 565	0.318	0.142	0.004	0.748
lnRPGDP	2 565	10.117	0.683	8.242	12.578
GOV	2 565	0.201	0.101	0.044	0.916
lnWAGE	2 565	10.307	0.280	7.967	12.190
MAR	2 565	11.655	2.211	4.960	19.163
ER	2 565	0.204	3.231	0.001	109.813
EMP	2 565	0.134	0.142	0.025	3.300
TRAF	2 565	11.655	33.735	0.028	463.224

注:lnRPGDP、lnWAGE 原始单位为元。

五、实证结果分析

(一) 基准回归结果分析

本文对模型(1)进行最小二乘回归,考虑到同一省份或城市群内城市之间可能具有经济趋同性,将模型的标准误聚类(cluster)到城市层面。回归结果如表3所示。

表3 数字经济影响城市网络中心性的基准回归结果

	(1)	(2)
DIGE	1.232 ** (0.509)	1.225 ** (0.521)
lnRPGDP		0.275 *** (0.100)
GOV		0.221 *** (0.082)
lnWAGE		-0.087 (0.067)
MAR		0.010 (0.027)
ER		0.002 * (0.000)
TRAF		0.001 ** (0.000)
EMP		-0.034 (0.040)
_CONS	3.284 *** (0.047)	1.687 (1.295)
年份固定效应	YES	YES
城市固定效应	YES	YES
观测值	2 565	2 565
R ²	0.702	0.706

注:括号内为稳健聚类(cluster)标准误,*、**、***分别表示10%、5%、1%水平上显著。下同。

表3列(1)表示在未加入控制变量的个体时点双重固定效应模型下数字经济对城市网络中心性的回归结果,可以发现数字经济发展有助于提高城市网络中心性。列(2)则加入了

控制变量,结果显示数字经济提升城市网络中心性的作用依然显著,原因在于:一方面,数字经济通过缓解信息不对称、压缩时空距离以及深化文化融合等方式促进地区消费市场向外延伸,使城市网络中心性在城市之间日益密切的贸易往来中得以提升;另一方面,由于以数字产业化和产业数字化为核心内容的数字经济具有高成长、高技术特性,“政企合作、管运分离”的数字政府建设模式会带动电信、移动等网络基础设施企业和饿了么、美团等互联网平台公司增加对本地区的投资规模(任保平,2020),甚至新增子公司设立以更好俘获本地市场,从而强化城市网络中心性。对于控制变量,地区经济规模对城市网络中心性存在显著的正向影响,这是因为市场规模越大的城市越具备吸引企业总部及其分支机构进行区位布局的市场优势(盛科荣等,2018)。政府政策支持同样能够刺激上市公司在本地区的投资活动,政府增加补贴对提升城市网络中心性具有重要促进作用。而工资并没有明显提升城市网络中心性,原因可能在于当前我国劳动力工资在城市经济转型过程中未完全反映劳动者的生产效率(盛科荣等,2018)。城镇就业率和营商环境对城市网络中心性没有明显作用。此外,城市环境规制和交通便利度的改善有助于提高城市网络中心性,这是因为一方面环境规制强度提高能够促使企业加强技术创新从而吸引企业投资,另一方面市场化程度更高、物流运输系统更完善的城市通达性越高。综上,研究假设1得以验证。

(二) 内在机制分析

为验证研究假设2,本文在(2)、(3)式的基础上对社会分工是否作为数字经济提升城市网络中心性的内在机制进行了实证检验,结果如表4所示。

表4 数字经济影响城市网络中心性的机制检验

	(1)	(2)	(3)
	lnAC	SDL	lnAC
<i>DIGE</i>	1.225** (0.521)	0.216* (0.123)	1.188*** (0.263)
<i>SDL</i>			0.175** (0.087)
控制变量	YES	YES	YES
<i>_CONS</i>	1.687 (1.295)	0.582** (0.226)	-1.231 (0.992)
年份固定效应	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES
中介效应	0.039		
观测值	2 565	2 565	2 565
R^2	0.706	0.355	0.690

表4列(1)报告了数字经济对城市网络中心性的促进作用,列(2)表明数字经济发展有助于深化社会分工,原因在于数字经济发展不仅能够弱化搜寻、协商以及监督等交易成本对分工深化的阻碍作用,还能促进区域市场一体化,充分发挥市场规模扩张对专业化分工的刺激作用。列(3)汇报了数字经济与社会分工对城市网络中心性的显著正向作用,且其系数绝对值相比基准回归模型有所下降,这表明社会分工是数字经济提高城市网络中心性的内在机制。这是因为,依托互联网平台展开的网络化分工协作一方面促使不同城市基于自身资源禀赋和比较优势进行精细化分工,不同城市在价值网络中的上下游关系更加密切,从而城市之间的“中间产品”往来也更为频繁;另一方面“定制+分布”的平台生产组织也让跨越时空距离的分布式就业成为现实,以此为载体将拓宽资本、劳动以及数据等要素的空间流动范

围,不断增强城市网络中的“要素流”强度。综上,研究假设2得到验证。

(三) 稳健性检验

1. 更换解释变量

数字经济作为一个综合指数,不同的指标体系选择可能会导致数字经济对城市网络中心性产生不明显甚至完全相反的作用,从而影响文章结论的稳健性。对此,本文将核心解释变量数字经济发展水平更换为赵涛等(2020)测算的数字经济综合指数(DIEG_REP),然后重新进行检验。表5中的列(1)表明数字经济发展对城市网络中心性仍然具有明显促进作用,说明基准回归结果是稳健的。

2. 网络中心度分解

本文将绝对度数中心度分解为出度中心度与入度中心度,分别代表城市对外部进行投资和吸引外部投资的能力并重新估计,结果如表5所示。列(2)、(3)表明数字经济能够加强本地区对外投资和吸引外部资金两方面的投资活动,这说明前文的研究结论是稳健的。从两者影响效果的分异特征来看,数字经济发展显然更有助于促进上市公司总部对外扩张建立分支机构。这可能是由于当前数字经济发展较为迅速的地区主要分布在有众多上市公司总部聚集的中心城市,互联网、区块链等数字技术的广泛应用为中心城市企业向外扩张,寻求市场临近、经营成本低廉的投资地创造了便利,从而更有利于发挥中心城市对城市网络中其他城市的辐射带动作用,但为存在产业同构和比较优势不明显的其他城市塑造网络竞争力的作用尚未充分发挥。

表5 数字经济影响城市网络中心性的稳健性检验

	更换解释变量	网络中心度分解		工具变量法		“宽带中国”政策效应
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnAC	lnAOC	lnAIC	第一阶段 DIGE	第二阶段 lnAC	lnAC
DIGE		2.450** (0.958)	1.004*** (0.340)		5.212*** (0.940)	
DIGE_REP	0.387* (0.233)					
IV1				0.009*** (0.002)		
IV2				-0.007*** (0.001)		
POLICY						0.067* (0.036)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
_CONS	0.027 (1.825)	2.868 (2.251)	1.986** (0.923)	0.542*** (0.102)	6.215*** (0.935)	2.252* (1.295)
年份固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Kleibergen-Paap rk LM 统计量				36.833 [0.000]		
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量				32.735 {19.930}		
Hansen J 统计量				[0.855]		
观测值	2 117	2 565	2 565	2 133	2 565	2 565
R ²	0.721	0.337	0.761		0.967	0.332

注:[]内数值为P值,{ }内数值为Stock-Yogo弱识别检验10%水平上的临界值。

3. 内生性问题处理:面板工具变量方法

城市网络链接水平上升很大程度上能够促进知识扩散和知识创新(Lüthi et al., 2010),为高知识、高技术的数字经济发展创造条件,这意味着数字经济与城市网络中心性之间可能互为因果。对此,本文通过构造上一年全国互联网普及率与各城市 1984 年每万人固定电话机数量的交互项(IV1)和上一年全国互联网普及率与各地级市到杭州市之球面距离的交互项(IV2)作为数字经济的工具变量,然后运用面板工具变量方法处理可能存在的内生性问题。工具变量选择的合理性在于,一方面历史积累的电信基础设施为以互联网为核心的数字经济发展奠定基础(黄群慧等,2019),而城市在地理上与杭州距离越近其数字金融发展程度越高(张勋等,2020),满足相关性要求;另一方面移动互联网的广泛应用使传统电话机在城市网络中的作用极大减弱,而且地理距离本身也具有良好的外生性,因而满足外生性要求。表 5 列(5)表明,数字经济对城市网络中心性的提升作用在考虑内生性问题后依然显著。此外,不可识别检验、过度识别检验结果以及弱工具变量检验结果均表明本文对工具变量的选取是有效的。

4. 外生冲击检验:基于“宽带中国”的多期 DID 分析

城市的数字经济发展会受到当地市场规模和对外开放程度的影响,而这些因素又在城市网络塑造中发挥重要作用。对此,我们以“宽带中国”试点作为外生政策冲击,并借助双重差分方法评估数字经济是否塑造了城市网络。为加快发展我国信息科技产业,自 2014 年开始国家工信部和发改委先后确立 120 个城市(群)作为“宽带中国”试点地区,为城市数字经济发展及其广泛应用奠定网络基础。本文将“宽带中国”试点城市作为处理组,其他城市作为控制组,以构建准自然实验。

平行趋势检验。DID 估计结果无偏的前提条件是实验组与控制组满足平行趋势假设,图 4 表明“宽带中国”试点前实验组与控制组的变化趋势并没有显著差异,故模型满足平行趋势假设。

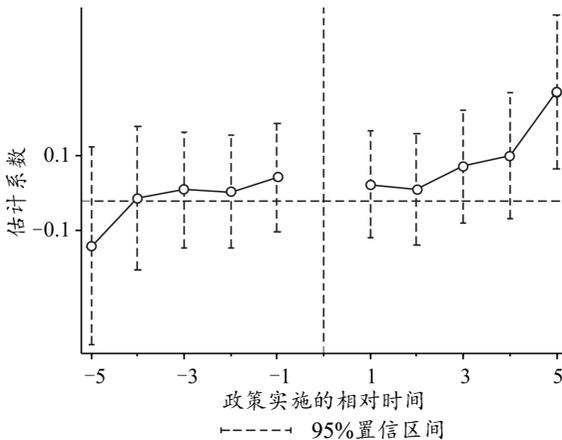


图 4 平行趋势检验

“宽带中国”政策效应分析。表 5 第(4)列汇报了多期 DID 方法下城市网络中心性在遭遇“宽带中国”外生政策冲击后的政策效应评估结果,可以发现“宽带中国”试点政策与时间

交互项(POLICY)的回归系数显著为正,这表明相较于未能入选“宽带中国”试点城市的控制组,政策实施后处理组城市由于高速宽带网络等数字基础设施建设步伐加快,城市宽带接入能力和规模在网络资费下降和速率提升中显著提高,并带动中西部地区积极接入宽带网络、扩大接入网络覆盖范围,促使城市网络中心性提升。

安慰剂检验。为避免其他未观测到的区域因素干扰 DID 方法的政策识别效果,本文参照赵涛等(2020)的做法,通过随机生成实验组名单的方式进行安慰剂检验。随机抽样的“宽带中国”试点估计系数分布图如图 5 所示,可以发现估计系数集中分布在 0 左右且与正态分布近似,这意味着其他未观测到的因素并未产生明显影响。

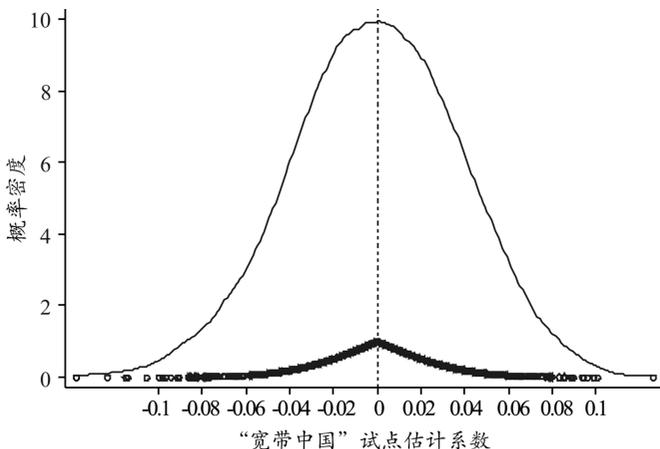


图 5 安慰剂检验

六、异质性分析

城市间的行政壁垒是割裂区域市场、限制城市网络发展的重要原因,而城市群规划有助于打破城际行政区划约束(刘杨等,2018)。由此,本文基于不同地区和城市群对数字经济塑造城市网络的异质性进行分析。表 6 列(1)显示以“秦岭-淮河”线为界划分的南北差异,数字经济发展没有显著提升北方城市网络中心性,其原因在于南方城市本身较强的民间经济活力和自由开放的区域市场能够充分利用数字赋能促进企业开展城际投资合作。列(2)汇报了四大地区的差异,结果显示数字经济显著提高了东、中部地区的城市网络中心性,但对西部地区没有明显作用,对东北地区的影响甚至显著为负,这既可能源于地区间的“数字鸿沟”,也可能是因为南方地区数字企业与资源集聚加速了东北地区的“资本南下”。列(3)的城市群分异特征表明,相比非城市群,数字经济发展对城市群城市网络中心性具有更强的边际提升效应,这是因为城市群内城市网络在城市群统一规划建设下具有更加紧密的协作关系。本文进一步选取了京津冀、长江中游、长三角以及成渝等 4 个城市群考察数字经济赋能城市群内城市网络的差异。可以发现,数字经济发展显著提升了长三角城市群与成渝城市群的城市网络中心性,但对长江中游城市群的影响却不显著,对北方的京津冀城市群的影响甚至显著为负,其中缘由有待进一步考察。

表 6 数字经济塑造城市网络的异质性特征

(1)		(2)		(3)	
南北分异		地区分异		城市群分异	
南方地区 [1 467]	1.345 ** (0.676)	东部地区 [426]	0.828 * (0.455)	城市群 [1 683]	0.988 ** (0.484)
北方地区 [1 098]	1.040 (0.803)	中部地区 [720]	1.803 ** (0.751)	非城市群 [882]	2.106 (1.404)
		西部地区 [765]	1.549 (1.140)	京津冀城市群 [90]	-2.165 ** (0.684)
		东北地区 [306]	-0.969 * (0.565)	长三角城市群 [243]	1.094 * (0.623)
				长江中游城市群 [207]	1.281 (1.800)
				成渝城市群 [144]	7.224 *** (2.338)

注:地区或城市群下面括号内的数值表示分样本回归的观测值。

城市群内城市网络在政府统一规划和市场自主选择双轮驱动下可能会形成独具区域特色的经济合作模式,从而导致不同城市群内数字经济赋能城市网络呈现分异特征。从政府规划看,城市群发展是以超越城市个体利益而追求区域共同利益为最终目标的,这构成了城市群内地方政府合作的首要前提,但由于资源禀赋、产业结构以及政府官员关系等存在差异,各大城市群内城市之间的府际协同深度也就有所不同,那么数字经济对城市网络的塑造也会受到影响。从市场选择看,单中心城市群内中心城市数字经济发展将促使大规模产业集聚与资源要素“虹吸”,阻碍资源要素在城市群内部城市间的双向自由流动,从而弱化数字经济对城市网络的塑造作用。鉴于此,本文选择城市群技术协同度和首位度两项指标分别表征城市群府际协同水平和空间分布结构,并将其与数字经济的交互项同时引入模型以考察两者对数字经济赋能城市网络的调节效应^①,结果如表 7 所示。

表 7 列(1)表明数字经济对城市网络中心性的提升作用依然显著。城市群府际协同度与数字经济交互项($TECSY \times DIGE$)的系数显著为正,这意味着城市群内地方政府之间通力合作能够明显强化数字经济对城市网络中心性的边际提升作用。其原因在于,地方政府之间密切协作不仅有助于数字基础设施建设在城市间互联互通,从而以数字产业项目合作为依托促进劳动力和资本等“要素流”在城际自由流动,丰富城市之间的经济关联;而且能够最大限度消除城市之间的行政壁垒与市场分割,这有助于充分利用互联网平台和现代物流等数字技术实现资源要素在城市之间的优化配置,从而提高城市网络中心性。城市群首位度与数字经济发展水平交互项($SWD \times DIGE$)的系数则显著为负,表明单中心的城市群空间分

①府际协同参考李琳和刘瑞(2020)技术协同水平的计算公式为: $TECSY_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j \neq i} \left(\frac{TEC_i}{FIS_i} - \frac{TEC_j}{FIS_j} \right)^2}$,

其中 TEC 表示城市科学支出, FIS 表示城市财政支出,用城市群科技投入协同水平表征府际协同的合理性在于支持科技发展是城市群统一产业规划的重要内容,而作为规划执行者的地方政府之间科技投入水平越接近,产业政策协同水平就越高,城市群内政府间的协同程度也越高。城市群首位度(SWD)借鉴李洪涛和王丽丽(2021)的测算方法,用城市群内 GDP 规模排名第一位的城市与排名第二位的城市之间的比值来衡量。其中城市群包括《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 远景目标纲要》中布局的 19 个国家级城市群,删除数据缺失严重的儋州市、海东市和吐鲁番市,共 187 个城市。

布形态将抑制数字经济赋能城市网络的边际作用。原因可能在于,单中心城市群内中心城市供应链呈现“大而全”的特征,企业生产过程中所需的中间投入和生产完成后的销售市场都能够在城市内部完成,这显然不利于中心城市与外围城市之间的商品互换,从而降低城市群内的城际经济联系;而且数字经济发展为单中心城市聚集城市群内的经济、行政等关键资源提供了便利的线上通道,进一步削弱了城市群内城市之间的经济往来。表7中列(2)、(3)分别将城市网络中心性替换成出度中心度和入度中心度,可以发现城市群府际协同度和首位度对数字经济加强城市网络中心性的调节效应依然显著。

表7 城市群异质性原因分析

	(1)	(2)	(3)
	lnAC	lnAOC	lnAIC
<i>DIGE</i>	0.741 ** (0.374)	1.913 *** (0.683)	0.718 ** (0.353)
<i>TECSY</i> × <i>DIGE</i>	0.196 *** (0.046)	0.305 *** (0.084)	0.150 *** (0.042)
<i>SWD</i> × <i>DIGE</i>	-0.162 * (0.094)	-0.339 ** (0.172)	-0.149 * (0.089)
控制变量	YES	YES	YES
_CONS	2.314 *** (0.805)	-0.141 (1.588)	1.951 ** (0.757)
年份固定效应	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES
观测值	1 683	1 683	1 683
R ²	0.771	0.482	0.798

七、结论与政策启示

新发展阶段我国数字经济突飞猛进,围绕互联网平台展开的网络化分工协作模式持续推动城市空间由地理场所向网络功能节点转变,城市间经济关联得到前所未有的强化并使城市网络初具规模,这日益成为促进大中小城市协调发展、加快区域一体化进程的关键路径。本文立足于这一典型事实,从社会分工视角切入,基于2011—2019年中国285个地级及以上城市的面板数据,在测算城市数字经济发展水平、社会分工水平以及城市网络中心性的基础上,从理论和实证两个维度分析了数字经济对城市网络中心性的影响及其内在机制。得出主要结论如下:第一,数字经济发展显著提升了城市网络中心性,这一结论在通过网络中心度分解、内生性问题处理、“宽带中国”试点政策冲击以及城市群分异等稳健性检验后依然成立。第二,内在机制分析表明,促进社会分工深化是数字经济加强城市网络中心性的重要作用路径。第三,相比吸引外部投资,数字经济发展更有助于增强城市对外部城市进行投资的能力,强化其对城市网络的辐射带动作用。第四,数字经济加强城市网络关联紧密程度的影响效应在不同地区和城市群间存在明显的分异特征,而城市群府际协同水平和空间分布形态是导致城市群异质性的两大重要因素。

基于以上研究结论,本文提出如下政策启示:首先,既然数字经济发展是加强城市网络中心性、促进城市之间协调发展的重要驱动力,各地区就应加快推进网络基础设施建设、实现城际网络互联互通,一方面大力支持城市之间产学研协同创新,助力数字技术攻坚突破,实现我国在信息科技革命赛道上领跑全球,加快推进人工智能、云计算和区块链等高新技术

的产业化应用,为数字产业化发展注入强劲活力;另一方面加速现有产业链的数字化进程,借助数字网络空间消除时空距离的优势,依托网络化协作布局城市分工协作网络。其次,从技术和组织两个层面充分发挥数字经济发展对专业化分工的促进作用,不仅要构建基于5G的产业生态,加快推动智慧物流、智能交通等重点领域发展,鼓励平台企业开放电商、社交等数据,培育壮大大数据、云计算等新兴产业,尽可能降低外部交易成本对分工深化的阻碍作用;还要促进数字技术与实体经济深度融合,以物联网和工业互联网等平台组织为载体加速线上线下经济活动精准对接,为城市网络嵌入平台分工网络提供更加丰富的融合渠道和应用场景。再次,各城市应利用互联网平台打造本地区在城市供应网络中的比较优势,塑造城市网络竞争力以提升主动招商引资的实力,加强对城市网络的嵌入深度。最后,长三角等地区的城市群建设经验表明,政府紧密协作和多中心形态的网络型城市群结构能够强化数字经济提升城市网络中心性的边际作用,由此既要以数字政府建设与广泛应用为依托加强地方政府之间互联互通,通过深化“互联网+政务服务”全面提升全流程一体化在线政务服务平台的服务效能,又要避免形成单中心的“雁阵”型城市群,通过打造多个中心城市塑造各具优势、紧密合作的网络型城市群空间结构,构建“多点开花”、高质量发展的区域经济发展新格局。

参考文献:

- 1.安同良、杨晨,2020:《互联网重塑中国经济地理格局:微观机制与宏观效应》,《经济研究》第2期。
- 2.程玉鸿、陈利静,2012:《城市网络视角的城市竞争力解构》,《经济学家》第8期。
- 3.邓慧慧、刘宇佳、王强,2022:《中国数字技术城市网络的空间结构研究——兼论网络型城市群建设》,《中国工业经济》第9期。
- 4.傅京燕、李丽莎,2010:《环境规制、要素禀赋与产业国际竞争力的实证研究——基于中国制造业的面板数据》,《管理世界》第10期。
- 5.高雅妮、何丹、高鹏、孙志晶,2022:《基于三层级股权关系的长三角城市网络节点地位研究》,《地理研究》第6期。
- 6.胡艳、陈雨琪、李彦,2022:《数字经济对长三角地区城市经济韧性的影响研究》,《华东师范大学学报(哲学社会科学版)》第1期。
- 7.黄群慧、余泳泽、张松林,2019:《互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验》,《中国工业经济》第8期。
- 8.刘杨、杨建梁、梁媛,2018:《中国城市群绿色发展效率评价及均衡特征》,《经济地理》第2期。
- 9.李琳、刘瑞,2020:《创新要素流动对城市群协同创新的影响——基于长三角城市群与长江中游城市群的实证》,《科技进步与对策》第16期。
- 10.李洪涛、王丽丽,2021:《中心城市科技创新对城市群产业结构的影响》,《科学学研究》第11期。
- 11.任保平,2020:《数字经济引领高质量发展的逻辑、机制与路径》,《西安财经大学学报》第2期。
- 12.盛科荣、王云靓、樊杰,2019a:《中国城市网络空间结构的演化特征及机理研究——基于上市公司500强企业网络视角》,《经济地理》第11期。
- 13.盛科荣、杨雨、孙威,2019b:《中国城市网络中心性的影响因素及形成机理——基于上市公司500强企业网络视角》,《地理科学进展》第2期。
- 14.盛科荣、张红霞、侣丹丹,2018:《中国城市网络中心性的空间格局及影响因素》,《地理科学》第8期。
- 15.唐荣、顾乃华,2018:《上游生产性服务业价值链嵌入与制造业资源错配改善》,《产业经济研究》第3期。
- 16.王军、朱杰、罗茜,2021:《中国数字经济发展水平及演变测度》,《数量经济技术经济研究》第7期。
- 17.王艺晓、孙斌栋、张婷麟,2022:《中国城市群城市生产性服务功能与地理距离:网络外部性的视角》,《地理研究》第9期。
- 18.姚常成、宋冬林,2019:《借用规模、网络外部性与城市群集聚经济》,《产业经济研究》第2期。
- 19.姚常成、吴康,2022:《集聚外部性、网络外部性与城市创新发展》,《地理研究》第9期。
- 20.张蔚文、麻玉琦、李学文、卓何佳,2021:《现代化视野下的中国新型城镇化》,《城市发展研究》第7期。

- 21.张勋、杨桐、汪晨、万广华,2020:《数字金融发展与居民消费增长:理论与中国实践》,《管理世界》第11期。
- 22.赵涛、张智、梁上坤,2020:《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》,《管理世界》第10期。
- 23.种照辉、高志红、覃成林,2022:《网络基础设施建设与城市间合作创新——“宽带中国”试点及其推广的证据》,《财经研究》第3期。
- 24.周宏浩、谷国锋,2022:《外部性视角下中国城市网络演化及其环境效应研究》,《地理研究》第1期。
- 25.Alderson, A. S., and J. Beckfield. 2004. "Power and Position in the World City System." *American Journal of Sociology* 109(4):811-851.
- 26.Camagni, R., R. Capello, and A. Caragliu. 2016. "Static vs. Dynamic Agglomeration Economies: Spatial Context and Structural Evolution behind Urban Growth." *Papers in Regional Science* 95(1):133-158.
- 27.Castells, M. 1996. *The Space of Flows*. UK: Blackwell Publishers.
- 28.Castells, M. 2010. *The Rise of the Network Society*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- 29.Dadashpoor, H., and Z. Yousefi. 2018. "Centralization or Decentralization? A Review on the Effects of Information and Communication Technology on Urban Spatial Structure." *Cities* 78:194-205.
- 30.Huggins, R., and P. Thompson. 2017. "Networks and Regional Economic Growth: A Spatial Analysis of Knowledge Ties." *Environment and Planning A* 49(6):1247-1263.
- 31.Lüthi, S., A. Thierstein, and V. Goebel. 2010. "Intra-firm and Extra-firm Linkages in the Knowledge Economy: The Case of the Emerging Mega-city Region of Munich." *Global Networks* 10(1):114-137.
- 32.Taglioni, D., and D. Winkler. 2016. *Making Global Value Chains Work for Development*. DC: The World Bank.
- 33.Zook, M. 2003. "Underground Globalization: Mapping the Space of Flows of the Internet Adult Industry." *Environment and Planning A* 35:1261-1286.

How Can the Development of Digital Economy Shape Urban Networks? From the Perspective of Social Division of Labor

Yi Enwen, Yao Changcheng and Yang Huiling

(School of Economics, Southwestern University of Finance and Economics)

Abstract: From the perspective of social division of labor, this paper examines the theoretical mechanism of digital economy shaping urban networks from both technical and organizational levels, and empirically tests it by matching the 2011-2019 China City Statistical Yearbook with the "headquarters-branches" institutional data of listed companies. The research found that the digital economy significantly enhances urban network centrality, which is still valid after considering factors such as index measurement errors, endogeneity issues, and exogenous policy shocks; Compared to attracting external investments, the digital economy enhances the effectiveness of cities in investing to external cities more effectively. Mechanism test indicates that deepening social division of labor is an important path for digital economy to strengthen the connection between urban network economy. The analysis of regulatory effects indicates that close collaboration between local governments and network-based urban agglomeration structure with multi center spatial forms can significantly strengthen the marginal effect of digital economy on enhancing urban network centrality. Therefore, empowering urban networks with the digital economy not only requires attention to the construction of platform division networks, but also requires accelerating the promotion of government connectivity and the construction of network-based urban agglomerations.

Keywords: Urban Network Centrality, Digital Economy, Social Division of Labor, Urban Agglomeration

JEL Classification: C01, R30

(责任编辑:陈永清)