

# 数字经济背景下长三角城市产业比较优势演化及其知识流动驱动研究

王腾飞<sup>1,3</sup>, 马仁锋<sup>2</sup>, 庄汝龙<sup>1,3</sup>

(1. 宁波大学商学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波大学浙江省陆海国土空间利用与治理协同创新中心, 浙江 宁波 315211; 3. 宁波大学中东欧经贸合作研究院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:**随着新一代信息技术和高铁等基础设施的快速发展,知识跨域流动越发普遍,并对区域和产业演化产生重要影响。论文利用2011、2016和2021年长三角地区41个城市的专利引证大数据和两位数制造业产值等统计数据,并运用Logit模型等方法对长三角城市产业比较优势演化及其知识流动驱动机制进行分析。研究发现:①随着长三角城际知识流动网络的日趋紧密,城市具有比较优势的行业门类整体上愈加丰富;②知识跨域流动对产业比较优势演化产生显著正向影响,且某城市更容易在强知识关联城市的专业化领域发展自身比较优势;③长三角城市产业比较优势结构演化存在显著的知识网络关联,强知识流动城市间的比较优势结构的相似性更高。研究结果在一定程度上深化了学界对数字经济时代产业比较优势演化的知识动力及其多尺度相关多样性的认识,有助于为区域创新和产业升级政策提供理论依据。

**关键词:**知识跨域流动;多区位知识动力;多尺度相关多样性;产业比较优势演化

近年来,演化经济学和经济地理学的融合重新激发了学者们对区域产业演化的研究兴趣。许多演化经济地理学文献基于路径依赖理论强调了本地能力对产业发展的作用<sup>[1]</sup>。该学派认为区域经济发展主要是一个内生过程,即区域产业的演变植根于当地的背景和技术能力,各区域倾向于发展与当地现有产业具有强技术关联的新产业。需要指出的是,这类早期研究均是基于生产能力和知识难以进行跨域流动的假设之上,强调区域和产业发展的本地依赖性。然而,随着互联网信息技术和高铁等交通基础设施的完善,知识跨区域流动现象愈发普遍,呈现出多区位特征,即知识溢出不仅发生在本地和相邻地区之间,也会产生在远距离区域间<sup>[2-4]</sup>。

例如,一些演化经济地理文献开始关注邻近地区对本地产业演变的影响,发现当知识传播到邻近地区时,可以触发当地比较优势的演化<sup>[5-7]</sup>。另外,区域知识动力学理论认为,数字经济时代,基于知识积累的邻近机制解释区域和产业发展的局限性越发明显;相应地,多尺度知识互动网络(本地网络和外部网络)对产业比较优势演化机制至关重要<sup>[2-3]</sup>。

可见,数字经济背景下,随着互联网等新一代信息技术的快速发展,具有强链接能力的网络数字平台为经济主体的跨界融合集聚和创新活动提供支撑条件,在一定程度上拓宽了产业空间组织范围和知识搜索区位<sup>[8]</sup>。而企业创新过程中的多区位学习模式使得强调本地能力的相关多样性理论在解

收稿日期:2023-09-08;修订日期:2023-11-22。

基金项目:浙江省软科学研究计划项目(2024C35002);宁波市社会科学研究基地研究项目(JD6-006);宁波大学高级别人文社会科学前期培育项目(XPYQ22003);国家自然科学基金项目(21CJY073)。[Foundation: Soft Science Research Project of Zhejiang Province, No. 2024C35002; The Program of Ningbo Social Science Research Base, No. JD6-006; The Cultivation Program of High-level Humanities and Social Sciences of Ningbo University, No. XPYQ22003; National Social Science Foundation of China, No. 21CJY073.]

第一作者简介:王腾飞(1990—),男,山东巨野人,博士,讲师,主要从事区域创新、城市与区域经济研究。

E-mail: wangtenfei\_1991@163.com

引用格式:王腾飞,马仁锋,庄汝龙.数字经济背景下长三角城市产业比较优势演化及其知识流动驱动研究[J].地理科学进展,2024,43(2): 203-214. [Wang Tengfei, Ma Renfeng, Zhuang Rulong. Evolution of industrial comparative advantages and its driving mechanism of knowledge flow of cities in the Yangtze River Delta under the background of digital economy. Progress in Geography, 2024, 43(2): 203-214.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2024.02.001

释数字经济时代的产业演化现象时存在一定缺陷,并亟需构建一种多尺度解析逻辑。例如,中国在发展数字经济过程中积极布局新基建,强化跨区域的知识流动和产业创新合作,从而驱动传统产业数字化和培育数字化产业,促进地方产业升级。近年来,部分学者将产业跨区域的虚拟集群作为中国制造业升级的新路径<sup>[9]</sup>,也有个别学者强调从区域、地方、企业等多尺度融合视角探究产业升级机制<sup>[10]</sup>。因此,本文在考虑本地能力的基础上,尝试纳入区域外部知识关联构建数字经济时代区域产业比较优势演化机制多尺度解析框架。该框架重点探究以下两个问题:其一,知识跨域流动对地方产业比较优势演化产生何种影响,其作用路径是什么;其二,在区域外部知识动力作用下,地方产业比较优势结构演化是否存在知识网络关联?

改革开放尤其是20世纪90年代以来,地方专业化促进了长三角地区产业和经济快速发展。21世纪,长三角地区凭借其较高的创新要素集聚度和密集的跨区域创新互动行为进一步推动了地方产业升级和技术创新。因此,长三角地区成为探究产业比较优势演化知识动力的典型样本区域。另外,长三角地区作为长三角一体化和长江经济带两个国家战略的叠加区域,以其为本文的样本区域对中国区域经济高质量发展具有重要意义。基于此,本文利用长三角地区41个城市的专利引证大数据构建城际知识网络,并运用Logit模型等方法探究地方产业比较优势演化的外部知识动力。本文的学术贡献在于:在反思区域产业演化的本地能力基础上,从知识跨域流动视角尝试探究区域比较优势演化的域外驱动力,推进和深化演化经济地理学派对产业演化中知识动力及其多尺度相关多样性的认识,有助于为地方产业升级政策提供多区位知识动力维度的理论依据。

1 文献综述与研究假说

区域比较优势演化的本质在于产业发展,具体表现为新产业的萌芽与发展或已有产业的升级。学术界强调将知识技术作为产业发展核心动力的研究最早可追溯至以卢卡斯(R. E. Lucas)为代表的内生增长学派。后续,许多其他领域的学者在内生增长理论的基础上拓展了区域产业演化的理论体系,并形成演化经济地理学派、关系经济地理学派和区域知识动力学派等重要流派(表1)。

20世纪60年代初,内生增长学派基于动态视角阐释技术进步和知识累积过程对区域经济和产业发展的影响。例如,“干中学”理论认为,技术进步和生产率的提升可以通过在生产过程中累积经验而实现。Lucas<sup>[11]</sup>通过将人力资本积累纳入理论模型验证了“干中学”所产生的人力资本积累是促进区域产业发展的决定性因素。需要指出的是,内生增长理论认为比较优势演化是一个某种产业在连续且均质的产业空间中实现自演化的过程。然而,随着产业空间分工和贸易不断细化,传统经济学关于比较优势演化的相关理论无法合理地解释不断演变的区际贸易格局,遭到演化经济地理学者的质疑,并构建了一个以路径依赖为核心的解释框架<sup>[4]</sup>。区域产业发展并非随机发生或历史偶然事件,而是植根于本地的制度和技术基础,即本地能力,从而呈现出较强的路径依赖性。由于本地能力是全球化背景下各区域保持竞争力的关键要素,大量学者围绕“何种本地能力更重要”以及“如何识别这种能力”等议题对区域产业演化的内生动力机制展开系统研究。其中,传统经济地理学理论认为本地能力是本地知识基础和制度环境长期互动累积的结果。由于这些本地能力具有高度的缄默性,不易被其他区域模仿和学习,区域可以依赖本地能力实现技术和产业的专业化以提升本地竞争力。事

表1 区域产业演化机制研究的学术分野  
Tab.1 Academic divisions of regional industrial evolution mechanism research

学派	核心观点	尺度	代表学者
内生增长学派	技术进步是影响产业发展的核心要素	本地	Lucas <sup>[11]</sup>
演化经济地理学派	制度和本地知识基础互动形成的本地能力决定了区域产业发展水平	本地和相邻地区	Boschma等 <sup>[1,5]</sup>
关系经济地理学派	地方参与全球生产和创新网络的水平和功能成为本地产业发展的核心要素	本地和全球	Bathelt等 <sup>[20]</sup>
区域知识动力学派	本地能力和外部知识网络共同影响本地产业发展和演化,且注重多区位知识网络,而非全球—地方二元尺度	多尺度、多区位(本地、邻域和远距离区域)	Crevoisier等 <sup>[3]</sup> 、James等 <sup>[23]</sup>

实上,本地能力不仅对产业升级具有重要作用,而且还对技术和产业多样化产生重要影响。演化经济地理学者针对这个观点给出了丰富而又强有力的证据,并围绕相关多样性概念形成了一个强大的区域多样化文献集群<sup>[12-15]</sup>。

依据演化经济地理学的路径依赖理论,本地能力对新产业和新技术演化产生至关重要作用。然而,数字经济背景下仅强调本地能力并不能系统揭示区域产业发展和演化的内在机制。事实上,21世纪的数字经济时代,本地企业越发依赖区域外部联系来学习非本地知识以克服路径锁定的潜在风险,形成一种路径突破<sup>[16-19]</sup>。针对区域和产业发展的外部动力,关系经济地理学派强调产业集群中知识学习的地方和全球尺度,并认为区域集群中的企业为了保持活力,需要建立链接全球知识源的通道以获得外部新知识<sup>[20]</sup>。

然而,近年来,“地方蜂鸣—全球通道”理论受到越来越多的质疑。其中,以Crevoisier等<sup>[3]</sup>为代表的区域知识动力学派认为关系经济地理学关于全球/地方尺度的二分法过于精简,强调转向一种多尺度网络分析范式。数字经济背景下,企业和其他经济主体越来越难以在其本地获得创新所需的所有知识,从而尝试通过多区位学习来获得创新所需的知识<sup>[21-22]</sup>,尤其当企业处于高阶段创新过程时更加需要本地知识与非本地知识的互动和组合<sup>[23-24]</sup>。需要指出的是,经济主体学习外部新知识过程仍需要遵循产品和知识技术的关联性法则,说明某区域在其知识关联地区的专业化领域更有可能发展新产业<sup>[5]</sup>。换言之,产品和技术关联越强的城市间由于可以共享更多的知识,从而更容易发展相似的产业比较优势<sup>[25-26]</sup>。围绕区域产业演化的知识动力,个别国内学者基于实证研究发现,知识跨域流动对地区比较优势演化具有正向作用,并影响区域比较优势结构<sup>[6-7,27]</sup>。乔艺波<sup>[28]</sup>揭示了本地产业溢出和跨区

域的空间溢出均对产业比较优势演化具有重要作用,进一步完善了侧重本地产业知识溢出的演化经济地理学理论。

基于上述文献,本文尝试凝练地方产业比较优势演化的内在逻辑和解析框架(图1)。数字经济时代,新一代信息技术和高铁等基础设施的快速发展,一方面扩大了区域间的时空压缩效应,为知识远距离学习提供支撑条件,另一方面使得知识呈现出编码化、在线化、共享化等新特性<sup>[4]</sup>。需要指出的是,依托互联网等信息技术所形成的数字平台通过共享更多编码知识促进多主体进行跨区域的开放式创新和知识重组创新<sup>[29-30]</sup>,同时,信息技术所建构的虚拟网络社会以弱连接关系和广泛构建的多边关系为主,对依赖于紧密社会关系的缄默知识流动的影响相对较小<sup>[31]</sup>。从理论层面来讲,地方产业发展的路径依赖性使得地方比较优势演化过程遵循相关多样性机制;而数字经济时代时空压缩效应和知识新特性使得知识学习从邻近学习转向多区位学习,进而使得地方产业比较优势演化机制遵循多尺度相关多样性<sup>[2-4,10,28]</sup>。数字经济具有地方性和全球性双重特征<sup>[32]</sup>,并且通过锚定本地和非本地知识促进本地产业升级提升区域经济发展质量<sup>[33]</sup>。由于知识扩散和学习更容易发生在具有高竞争力的“成功产业”中<sup>[6]</sup>,比较优势演化的多尺度相关多样性机制在实践活动中表现为跨区域的成功产业示范效应,即经济活动主体除了学习本地知识外,还通过跨区域网络积极学习相关领域高竞争优势企业的知识和技术,进而使得地方产业比较优势具有网络关联性。

为了验证数字经济时代区域产业比较优势演化的解析框架,本文基于多尺度相关多样性理论基础,并围绕知识学习对产业比较优势演化的作用路径提出以下两个研究假说:

假说1:知识跨域流动对地方产业比较优势演

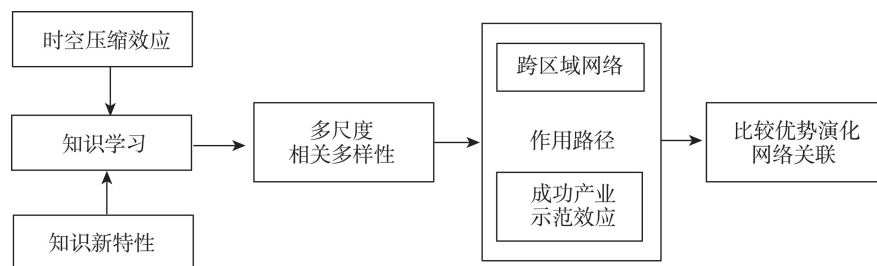


图1 数字经济时代地方产业比较优势演化的解析框架

Fig.1 An analytical framework of the evolution of industrial comparative advantage in the digital economy era



化产生正向影响,且某城市更有可能在与其具有强知识流动关系城市的优势产业领域发展比较优势。

假说2:相比于知识流动较弱的城市,知识流动较强的城市间具有更相似的产业比较优势结构,即地方产业比较优势演化具有知识网络关联性。

## 2 研究方法 with 数据来源

### 2.1 产业比较优势演化的外部知识动力分析模型构建与变量设定

根据已有相关研究<sup>[5-6]</sup>,产业比较优势采用区位商进行测度,具体计算公式如下:

$$LQ'_{c,i} = \frac{V'_{c,i} / \sum_i V'_{c,i}}{N'_i / \sum_i N'_i} \quad (1)$$

式中:  $LQ'_{c,i}$  表示  $t$  时期  $c$  城市  $i$  产业的区位商;  $V'_{c,i}$  表示  $t$  时期  $c$  城市  $i$  产业的规模以上工业企业(简称“规上企业”)总产值;  $N'_i$  表示  $t$  时期全国  $i$  产业的规模以上企业总产值。本文选取了两位数制造业中技术含量较高的医药制造业,非金属矿物制品业,黑色金属冶炼和压延加工业,有色金属冶炼和压延加工业,金属制品业,通用设备制造业,专用设备制造业,汽车、铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业,电气机械和器材制造业,仪器仪表制造业等15个行业。

根据 Boschma 等<sup>[5]</sup>的研究,本文采用城市某产业的区位商是否实现升级衡量城市的产业比较优势演化,并选用 Logit 模型进行量化分析。具体模型设定如下:

$$U_{c,i,t+t^*} = \alpha + \beta_1 \ln RCA_{c'',i,t} + \beta_2 \ln \text{density}_{c,i,t} + \beta_3 \ln \text{teach}_{c,i,t} + \beta_4 \ln \text{fdi}_{c,i,t} + \beta_5 \ln \text{output}_{c,i,t} + \beta_7 \ln \text{profit}_{c,i,t} + \beta_8 \text{policy}_{c,i,t} + \varepsilon_{c,i,t} \quad (2)$$

式中:  $c''$  指与  $c$  城市存在强知识流动的城市;  $U_{c,i,t+t^*}$  为二值变量,表示  $c$  城市  $i$  产业从  $t$  到  $t+t^*$  时期是否发生产业比较优势晋级。如果发生晋级,则  $U_{c,i,t+t^*}$  设定为1;否则设定为0。本文选择2011—2016年(即  $t^*=5$ )和2011—2021年(即  $t^*=10$ )两个时间段进行动态分析。以  $t^*=5$  为例,本文首先设定了一个严格的产业比较优势晋级条件( $U_{\text{strict}}$ ):如果初始  $t$  时期某产业的区位商小于0.5,  $t+5$  时期该产业的区位商大于1,则认为该新产业实现发展,同时城市的产业比较优势实现升级。需要指出的是,城市产业

比较优势的演化不仅表现在新产业进入维度,还表现在本地已有优势产业生产能力的进一步升级。因此,为了避免产业比较优势演化条件设定过于严格的情况,本文又设定一个宽松的产业比较优势升级条件( $U_{\text{loose}}$ ):如果初始  $t$  时期某产业的区位商小于0.5,  $t+5$  时期该产业的区位商大于1,或者,如果初始  $t$  时期某产业的区位商大于1,而  $t+5$  时期该产业区位商的增加值大于0.5,两种情况均认为该产业实现发展,同时城市的产业比较优势实现升级。

$\ln RCA_{c'',i,t}$  是核心解释变量,表示与  $c$  城市存在强知识流动关系的  $c''$  城市的  $i$  产业在  $t$  时期的显性比较优势(采用  $c$  城市的所有强知识流动城市  $c''$  在  $i$  产业中最大的区位商值表示)的对数值。需要说明的是,自然断点法作为一种依据数据统计分布规律科学划分数据内部结构与类级的方法,可以实现等级数据之间不同性质的最大化。同时,由于本文对知识流动强度的测度仅是基于专利引用数据,可能忽略城市间研发合作和人才流动等行为所产生的知识流动,即专利引用视角的知识流动强度测度具有一定的保守性。因此,根据长三角城际知识流动网络中的引用频次的5个自然分类等级,本文将最低等级中的城市对归类为弱知识流动城市对,并将其他等级中的城市对归类为强知识流动城市对。为检验估计结果的稳健性,进一步将核心变量更改为二值变量  $BRCA_{c'',i,t}$ 。即,如果至少有一个与  $c$  城市具有强知识流动关系的城市  $c''$  的  $i$  产业的最大区位商大于1,则  $BRCA_{c'',i,t}$  赋值为1;否则为0。另外,本文延长研究期,采取  $t^*=10$ ,并将产业比较优势晋级条件设定为宽松条件,再次进行稳健性分析。

由于城市产业发展受到多种因素的影响,有必要控制其他重要变量。根据已有相关研究<sup>[5-6,21,34-35]</sup>,本文控制了以下变量:

(1) 本地生产能力。根据相关研究<sup>[6,36]</sup>,“产品密度”综合性反映了某城市在某种产品上有关投入、制度和技术水平等方面的禀赋。该值越大,说明生产该产品的产业与城市已有优势产业之间的关联性越强,从而未来在该产业发展产业比较优势的可能性越高;反之则反。因此,本文采用“产品密度”公式测度城市生产能力禀赋。具体测度方法如下:

$$\text{density}_{c,i,t} = \frac{\sum_j \varphi_{i,j,t} x_{c,j,t}}{\sum_j \varphi_{i,j,t}} \quad (3)$$

式中:  $x_{c,j,t}$  表示  $t$  时期  $c$  城市  $j$  产业是否具有比较优势。如果该产业的区位商大于 1, 则  $x_{c,j,t}$  设定为 1; 否则为 0。  $\varphi_{i,j,t}$  表示  $t$  时期  $i$  产业和  $j$  产业之间的邻近度。如果任意两种产业所需的生产能力越相似, 则两种产业之间的邻近度越高。根据产品空间理论, 产业邻近度基于两个产业同时在一个城市具有比较优势的共同发生概率予以测度。如果同时在某两种产业上具有比较优势的城市越多, 则认为这两种产业所需的生产能力越相似, 即两种产业邻近度越高。计算方法如下:

$$\varphi_{i,j,t} = \min \{ p(LQ_{i,t}|LQ_{j,t}), p(LQ_{j,t}|LQ_{i,t}) \} \quad (4)$$

式中:  $LQ_{i,t}$  表示  $i$  产业在  $t$  时期的比较优势(用区位商测度),  $LQ_{j,t}$  与之类似;  $\varphi_{i,j,t}$  表示  $t$  时期在产业  $i$  具有比较优势的条件下(区位商大于 1), 产业  $j$  的区位商也大于 1 的条件概率。借鉴已有研究<sup>[6]</sup>, 本文取条件概率最小值作为产业邻近度测度值。

(2) 产业政策。根据已有相关研究<sup>[34-35]</sup>, 政府补贴不仅影响地方现有生产能力的提升, 强化路径依赖趋势, 还有助于地方产业在发展过程中创造新路径。可见, 城市产业政策对城市的产业比较优势演化发挥至关重要的作用。借鉴毛琦梁等<sup>[6]</sup>的研究, 本文将产业政策变量(policy)设定为一个二值虚拟变量。即, 根据各城市的社会经济发展规划文件, 如果规划纲要中支持某一产业的发展, 则对该产业赋值为 1; 否则为 0。

(3) 其他控制变量。参考毛琦梁等<sup>[6]</sup>、Migueluez 等<sup>[21]</sup>的研究, 本文还控制了城市的科技支出(teach)、外商直接投资(fdi)及相关产业的产业规模(output)和产业利润(profit)等变量, 并取自然对数值。

## 2.2 城市产业比较优势结构相似性分析方法

根据毛琦梁等<sup>[6]</sup>的研究, 本文采用皮尔森相关系数公式测算产业比较优势结构的相似性指数(similarity)。计算公式如下:

$$\text{similarity}_{c,c'}^t = \frac{\sum_i (r_{c,i}^t - \bar{r}_c^t) \sum_i (r_{c',i}^t - \bar{r}_{c'}^t)}{\sqrt{\sum_i (r_{c,i}^t - \bar{r}_c^t)^2 \sum_i (r_{c',i}^t - \bar{r}_{c'}^t)^2}} \quad (5)$$

式中:  $r_{c,i}^t = \ln(LQ_{c,i}^t + 0.05)$ ;  $\bar{r}_c^t$  为  $r_{c,i}^t$  的平均值(城市  $c'$  的相应指标的解释与城市  $c$  相同)。基于 Boschma 等<sup>[5]</sup>的研究, 本文对区位商取对数是为了避免相关系数被少数区位商极高的产业过度影响。另外, 考虑到个别产业的区位商可能为 0 的情况, 本文参考

毛琦梁等<sup>[6]</sup>的参数设置, 在原区位商数值上增加 0.05, 使得区位商的对数值有意义。为探究城市产业比较优势结构演化是否具有知识网络关联性, 本文基于强、弱知识流动城市对划分结果, 进一步分析不同知识流动强度城市对间的产业比较优势结构的相似性。

## 2.3 数据来源与描述性统计

专利引用作为一种主体通过学习、理解和吸收外部知识, 并与自身已有知识结合创造新知识的创新行为, 可以较为科学地反映知识流动情况。本文采用 2011、2016 和 2021 年长三角地区 41 个城市知识密集型产业授权发明专利的引用数据测度城际知识流动强度。知识密集型产业授权发明专利从全球专利数据库(<https://www.incopat.com/>)爬取。进一步通过手工处理, 逐条提取上述知识密集型产业授权发明专利的引证专利发明人的地理位置(将发明人为个体的删除, 因为无法识别其地理位置); 然后, 删除授权发明专利和引证专利的地理位置为同一城市的引用关系, 并对同一城市对的引用关系进行加总, 以城市对间的引用总数衡量城市间知识流动强度。

城市比较优势测度数据、城市科技支出和外商直接投资额, 以及各行业的产业规模和利润的原始数据来源于长三角地区 41 个城市相应年份的统计年鉴。产业政策数据主要依据长三角地区 41 个城市的“十二五”规划和“十三五”规划文本中支持发展的行业类别进行赋值, 即支持发展的产业则赋值 1, 否则赋值 0。表 2 为本文实证部分所用数据的描述性统计结果。

## 3 实证结果与分析

### 3.1 长三角城际知识网络和产业比较优势演化特征

图 2 显示了 2011、2016 和 2021 年长三角城市知识密集型产业的知识跨区域流动网络格局。整体而言, 长三角地区知识密集型产业的城际知识流动网络趋向密集化演变(城市间专利引用数量和产生专利引用关系的城市数量均呈现增加态势)。另外, 长三角地区城际知识流动网络呈现“中心—外围”式的非均衡空间结构。其中, 上海、南京和杭州为顶点构成了长三角城际知识流动网络的三角形核心区, 合肥和宁波正在成为长三角城际知识流动网络的次核心区, 而长三角地区其他多数城市处于

表2 相关变量与描述性统计结果  
Tab.2 Relevant variables and descriptive statistics

变量	含义	平均值		标准差	
		$t^*=5$	$t^*=10$	$t^*=5$	$t^*=10$
$U\_strict$	严格条件下产业比较优势晋级	0.184	0.138	0.388	0.345
$U\_loose$	宽松条件下产业比较优势晋级	0.324	0.325	0.468	0.469
$\ln RCA$	强知识流动城市的最大区位商的对数	0.384	0.608	0.771	0.764
$\ln density$	本地生产能力的对数	-1.412	-0.804	1.260	0.392
$\ln teach$	科技支出的对数	12.652	11.729	0.972	1.060
$\ln fdi$	外商直接投资额的对数	11.298	11.007	1.264	1.566
$\ln output$	产业总产值的对数	13.333	12.480	3.263	3.913
$\ln profit$	产业利润的对数	9.992	9.680	3.864	3.704
policy	产业政策	0.283	0.345	0.451	0.476
观测值	城市和行业数量的乘积	615			

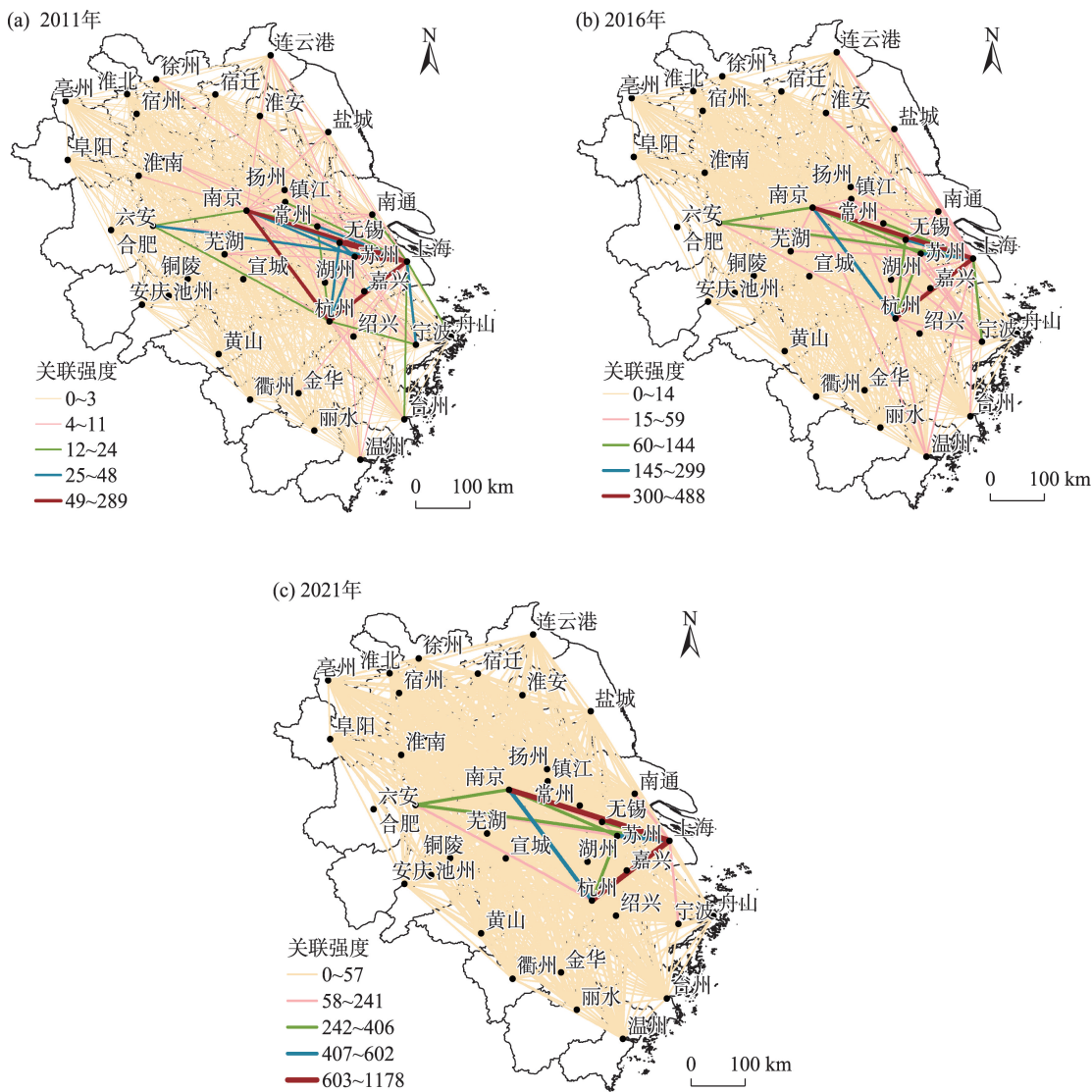


图2 长三角地区城际知识流动网络演化图谱  
Fig.2 Intercity knowledge linkage network in the Yangtze River Delta



Fig.3 Evolution of urban industrial comparative advantages in the Yangtze River Delta

表3 产业比较优势演化的动态分析回归结果  
Tab.3 Regression results of the evolution of industrial comparative advantages

变量	严格晋级条件	宽松晋级条件		
	连续变量	连续变量	二值变量	连续变量
	2016—2021 年	2016—2021 年	2016—2021 年	2011—2021 年
ln RCA	0.762* (0.111)	0.752*** (0.08)		0.704*** (0.073)
BRCA			0.613*** (0.114)	
ln density	0.945 (0.067)	0.840** (0.065)	0.848** (0.069)	0.631* (0.174)
ln teach	1.051 (0.165)	0.889 (0.132)	0.902 (0.126)	0.988 (0.091)
ln fdi	1.011 (0.142)	0.988 (0.117)	0.999 (0.115)	1.066 (0.065)
ln output	1.195*** (0.096)	1.640*** (0.138)	1.636*** (0.137)	0.931 (0.076)
ln profit	1.007 (0.055)	0.982 (0.038)	0.978 (0.037)	1.177* (0.118)
policy	0.510*** (0.112)	0.766 (0.179)	0.747 (0.172)	2.149*** (0.356)
常数项	0.010*** (0.013)	0.003*** (0.004)	0.003*** (0.004)	0.087** (0.100)
Pseudo R <sup>2</sup>	0.044	0.098	0.099	0.051

注：为便于解释，本文选择几率比(odds ratio)而非回归系数进行分析；括号中为城市层面的聚类标准误；\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%、10%水平上显著。

平上显著，说明强知识流动城市对本地比较优势升级的几率是弱知识流动城市的2.021倍( $e^{0.704}$ )。换言之，如果与某城市存在强知识流动关系的其他城市在某一产业具有比较优势，那么，该城市在该行业发展比较优势的可能性更大。另外，控制变量ln density、ln profit和policy系数显著为正，说明本地生产能力、企业盈利水平和产业政策均对产业比较优势演化在中长期内起到促进作用。总之，根据产业比较优势宽松晋级条件的回归结果可以得到这样一个结论：城市产业比较优势演化不仅取决于本地能力和相关支撑要素，在外部知识动力作用下还受到与其存在知识流动关系城市的相关优势产业的重要影响。即假设1是合理的。

3.3 长三角地区城市产业比较优势演化的知识网络关联性

通过密度函数分别对比2011、2016和2021年强知识流动城市对和弱知识流动城市对的产业比较优势结构相似性，从而探究地方产业比较优势演化的知识网络关联性。图4显示，2011、2016和2021年强知识流动城市对的密度函数曲线(实线)总

体在弱知识流动城市的密度函数曲线(虚线)的右侧，尤其是2016年和2021年更为明显。这意味着，长三角城市产业比较优势结构演化存在显著的知识网络关联，强知识流动城市对的产业比较优势结构整体上比弱知识流动城市对的产业比较优势结构的相似度更高。这主要是由于强知识流动城市对之间可以进行更有效的知识学习。这证明了假设2的合理性。

4 结论与政策启示

在各要素超具流动性的社会经济背景下，建立外部知识关联的能力成为影响本地产业比较优势发展的关键因素。本文利用2011、2016和2021年长三角41个城市的专利引证大数据和其他统计数据，并分别运用皮尔森相关系数和Logit模型对长三角城市的产业比较优势演化进行分析，主要得到以下结论：

(1) 随着长三角地区城际知识流动网络趋向密集化演变，长三角地区具有比较优势的行业门类愈



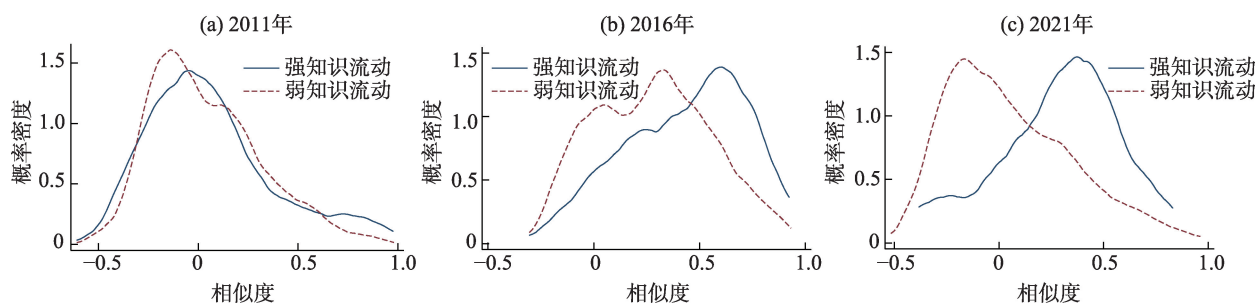


图4 长三角城市产业比较优势结构相似性对比:强知识流动城市 vs 弱知识流动城市

Fig.4 Comparison of industrial comparative advantage structure similarities between cities in the Yangtze River Delta:

Strong knowledge flow cities versus weak knowledge flow cities

加丰富,并且原已形成较明显比较优势的行业在演化过程中也基本保持其专业化竞争优势。这说明,随着知识技术等新型生产要素在区域间的集聚和扩散,产业比较优势也呈现出明显的动态演化特征,表现为新比较优势的形成、原有比较优势的升级和衰退。

(2) 在控制本地生产能力和其他相关变量的前提下,城市产业比较优势演化还受到与其存在强知识关联城市的相关优势产业的显著影响。这说明数字经济时代地方产业比较优势演化过程遵循多尺度相关多样性机制。具体而言,由于地方产业演化过程存在路径依赖和路径创造两种路径,经济活动主体一方面基于本地知识学习效应实现已有优势的维持和强化,另一方面在成功产业示范效应刺激下还积极寻找区域外部相关优势产业的新知识和新技术,通过本地和非本地知识的组合塑造本地新产业比较优势。

(3) 由于强知识流动城市间拥有较高的知识关联性和知识学习效率,知识流动更强的城市间的产业比较优势结构的相似度更高。这是由于在地方产业创新升级过程中,相关主体倾向基于知识相关多样性机制选择学习区位和对象,同时在知识吸收能力约束下,经济主体尝试通过跨区域获得与其相关的成功产业的知识,而非仅仅邻近(地理)学习。这也进一步证明地方产业比较优势演化具有知识网络关联性。

本文实证研究论证了数字经济时代地方产业比较优势演化的知识流动驱动机制:新一代信息技术的快速发展在扩大时空压缩效应的同时,使得更多编码知识通过数字平台实现跨区域共享;在此背景下,地方产业演化机制遵循多尺度相关多样性,即经济主体在成功产业示范效应刺激下通过跨区

域网络在更大空间范围内搜索和学习相关领域的新知识,优化知识技术等创新资源的空间配置和有效组合,促进已有产业升级和新兴产业培育。基于此,本文研究结论具有以下政策启示:① 尝试借助虚拟创新平台等手段搭建长三角创新网络核心城市 and 外围城市间的创新廊道和知识通道,尤其应有效发挥上海的知识溢出效应促进合肥和宁波创新能级的提升,优化长三角城市创新资源的空间配置。② 本文实证结果论证了区域知识动力学派的核心观点,即数字经济时代,本地知识与非本地知识的组合对区域创新发展具有积极作用,尤其在产业创新的高级阶段更需要外部知识。因此,地方城市政府应跳出邻近(地理)学习的固有思维,将外部知识关联强度纳入区域和产业创新政策框架之中,以实现更高效的知识互动和学习。③ 在中国语境下地方政府和上级政府在制定创新政策时要考虑地方产业基础,针对具有发展潜力的地方产业制定弹性化和差异性的创新政策,以避免区域比较优势结构过度相似带来的恶性竞争和猖獗模仿行为。

**致谢:**感谢华东师范大学谷人旭教授在理论梳理方面的指导。

## 参考文献(References)

- [1] Boschma R, Frenken K. Evolutionary economic geography [M]// Clark G L, Feldman M, Gertler M S, et al. The new Oxford handbook of economic geography. Oxford, UK: Oxford University Press, 2018: 213-229.
- [2] Crespo J, Vicente J. Proximity and distance in knowledge relationships: From micro to structural considerations based on territorial knowledge dynamics (TKDs) [J]. Regional Studies, 2016, 50(2): 202-219.
- [3] Crevoisier O, Jeannerat H. Territorial knowledge dynam-

- ics: From the proximity paradigm to multi-location milieus [J]. *European Planning Studies*, 2009, 17(8): 1223-1241.
- [4] 王腾飞. 区域经济发展的知识动力及其多区位机制 [J]. *地理科学进展*, 2023, 42(4): 782-795. [Wang Tengfei. The knowledge dynamics of regional economic development and its multi-locational mechanism. *Progress in Geography*, 2023, 42(4): 782-795. ]
- [5] Boschma R, Martín V, Minondo A. Neighbour regions as the source of new industries [J]. *Papers in Regional Science*, 2017, 96(2): 227-245.
- [6] 毛琦梁, 王菲. 地区比较优势演化的空间关联: 知识扩散的作用与证据 [J]. *中国工业经济*, 2018(11): 136-154. [Mao Qiliang, Wang Fei. Spatial correlation in evolution of regional comparative advantages: Evidence on the impact of knowledge diffusion. *China Industrial Economics*, 2018(11): 136-154. ]
- [7] 吴小康, 于津平. 方言距离与城市间产业结构趋同 [J]. *世界经济*, 2021(2): 126-150. [Wu Xiaokang, Yu Jinping. Dialectal distance and urban industrial structure convergence. *The Journal of World Economy*, 2021(2): 126-150. ]
- [8] Goldfarb A, Tucker C. Digital economics [J]. *Journal of Economic Literature*, 2019, 57(1): 3-43.
- [9] 王如玉, 梁琦, 李广乾. 虚拟集聚: 新一代信息技术与实体经济深度融合的空间组织新形态 [J]. *管理世界*, 2018, 34(2): 13-21. [Wang Ruyu, Liang Qi, Li Guang-qian. A new form of the spatial agglomeration under the deep integration of a new generation of information technology and the real economy. *Journal of Management World*, 2018, 34(2): 13-21. ]
- [10] 朱晟君, 黄永源, 胡晓辉. 多尺度视角下的产业价值链与空间升级研究框架与展望 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(8): 1367-1384. [ Zhu Shengjun, Huang Yongyuan, Hu Xiaohui. Research framework and prospect of industrial value chain upgrading and spatial upgrading based on a multiple scale perspective. *Progress in Geography*, 2020, 39(8): 1367-1384. ]
- [11] Lucas R E. On the mechanics of economic development [J]. *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22(1): 3-42.
- [12] Content J, Frenken K. Related variety and economic development: A literature review [J]. *European Planning Studies*, 2016, 24(12): 2097-2112.
- [13] Zhu S J, He C F, Zhou Y. How to jump further and catch up? Path-breaking in an uneven industry space [J]. *Journal of Economic Geography*, 2017, 17(3): 521-545.
- [14] 赵建吉, 王艳华, 苗长虹. 区域新兴产业形成机理: 演化经济地理学的视角 [J]. *经济地理*, 2019, 39(6): 36-45. [Zhao Jianji, Wang Yanhua, Miao Changhong. Formation mechanism of new emerging industry: From the perspective of evolutionary economic geography. *Economic Geography*, 2019, 39(6): 36-45. ]
- [15] 许吉黎, 张虹鸥, 陈奕嘉, 等. 演化经济地理学的理论脉络演进与研究议题展望 [J]. *地理研究*, 2023, 42(9): 2433-2450. [Xu Jili, Zhang Hong'ou, Chen Yijia, et al. The sequence of theoretical development and research agendas of evolutionary economic geography. *Geographical Research*, 2023, 42(9): 2433-2450. ]
- [16] 徐青文, 贺灿飞. 产品关联、区域制度邻近与中国城市产业路径创造 [J]. *地理研究*, 2023, 42(3): 636-659. [Xu Qingwen, He Canfei. Product relatedness, regional institutional proximity and industrial path creation in China. *Geographical Research*, 2023, 42(3): 636-659. ]
- [17] 贺灿飞. 区域产业发展演化: 路径依赖还是路径创造? [J]. *地理研究*, 2018, 37(7): 1253-1267. [He Canfei. Regional industrial development and evolution: Path dependence or path creation? *Geographical Research*, 2018, 37(7): 1253-1267. ]
- [18] 钱肖颖, 孙斌栋. 跨区域产业技术关联与产业创新: 基于中国制造业的分析 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(11): 1822-1831. [Qian Xiaoying, Sun Bindong. Interregional technological relatedness and industrial innovation: An analysis based on China's manufacturing industry. *Progress in Geography*, 2020, 39(11): 1822-1831. ]
- [19] 苏灿, 曾刚. 演化经济地理学视角下区域新路径发展的研究评述与展望 [J]. *经济地理*, 2021, 41(2): 23-34. [Su Can, Zeng Gang. Review on study of regional new path development from the perspective of evolutionary economic geography. *Economic Geography*, 2021, 41(2): 23-34. ]
- [20] Bathelt H, Malmberg A, Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation [J]. *Progress in Human Geography*, 2004, 28(1): 31-56.
- [21] Miguelez E, Moreno, R. Relatedness, external linkages and regional innovation in Europe [J]. *Regional Studies*, 2018, 52(5): 688-701.
- [22] 王腾飞, 谷人旭, 马仁锋, 等. “集聚—扩散”视角下中国区域创新极及其知识溢出区位 [J]. *经济地理*, 2021, 41(5): 11-18, 185. [Wang Tengfei, Gu Renxu, Ma Renfeng, et al. Regional innovation pole and its location of knowledge spillovers in China from the perspective of "agglomeration-diffusion". *Economic Geography*, 2021, 41(5): 11-18, 185. ]
- [23] James L, Vissers G, Larsson A, et al. Territorial knowledge dynamics and knowledge anchoring through local-

- ized networks: The automotive sector in Västra Götaland [J]. *Regional Studies*, 2016, 50(2): 233-244.
- [24] Trippl M, Grillitsch M, Isaksen A. Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development [J]. *Progress in Human Geography*, 2018, 42(5): 687-705.
- [25] 邓向荣, 曹红. 产业升级路径选择: 遵循抑或偏离比较优势: 基于产品空间结构的实证分析 [J]. *中国工业经济*, 2016(2): 52-67. [Deng Xiangrong, Cao Hong. Industrial upgrading path: Conform or defy comparative advantage: An empirical analysis based on product space structure. *China Industrial Economics*, 2016(2): 52-67. ]
- [26] 刘守英, 杨继东. 中国产业升级的演进与政策选择: 基于产品空间的视角 [J]. *管理世界*, 2019, 35(6): 81-94, 194. [Liu Shouying, Yang Jidong. The evolution and the policy selection in China's industrial upgrading: Based on product space perspective. *Journal of Management World*, 2019, 35(6): 81-94, 194. ]
- [27] 王腾飞. 知识流动的隐形壁垒与区域经济高质量发展 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2024. [Wang Tengfei. Invisible barriers of knowledge flows and regional economic high-quality development. Beijing, China: Economic Science Press, 2024. ]
- [28] 乔艺波. 产业溢出抑或空间溢出? 中国城市制造业产业比较优势的演化分析 [J]. *地理研究*, 2023, 42(7): 1761-1774. [Qiao Yibo. Industrial spillovers or spatial spillovers? An evolutionary analysis of Chinese cities' manufacturing comparative advantages. *Geographical Research*, 2023, 42(7): 1761-1774. ]
- [29] 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. [Liu Yang, Dong Jiuyu, Wei Jiang. Digital innovation management: Theoretical framework and future research. *Journal of Management World*, 2020, 36(7): 198-217, 219. ]
- [30] 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. [Chen Xiaohong, Li Yangyang, Song Lijie, et al. Theoretical framework and research prospect of digital economy. *Journal of Management World*, 2022, 38(2): 208-224, 13-16. ]
- [31] 王腾飞. 知识跨区域流动的隐形壁垒及其作用机制 [J]. *地理科学*, 2023, 43(12): 2101-2109. [Wang Tengfei. The invisible barriers of knowledge cross-regional flow and its mechanism. *Scientia Geographica Sinica*, 2023, 43(12): 2101-2109. ]
- [32] Chu H, Hassink R, Xie D, et al. Placing the platform economy: The emerging, developing and upgrading of Taobao villages as a platform-based place making phenomenon in China [J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2023, 16(2): 319-334.
- [33] Zhang X, Ji C E, Zhang H X, et al. On the role of the digital industry in reshaping urban economic structure: The case of Hangzhou, China [J]. *Journal of Economic Analysis*, 2023, 2(4): 123-139.
- [34] 金璐璐, 贺灿飞, 周沂, 等. 中国区域产业结构演化的路径突破 [J]. *地理科学进展*, 2017, 36(8): 974-985. [Jin Lulu, He Canfei, Zhou Yi, et al. Path creation in China's industrial evolution. *Progress in Geography*, 2017, 36(8): 974-985. ]
- [35] 赵婷, 陈钊. 比较优势与产业政策效果: 区域差异及制度成因 [J]. *经济学(季刊)*, 2020, 19(3): 777-796. [Zhao Ting, Chen Zhao. Comparative advantage and industrial policy effect: Regional differences and institutional cause. *China Economic Quarterly*, 2020, 19(3): 777-796. ]
- [36] 马海燕, 刘林青. 产品密度、模仿同构与产业升级: 基于产品空间视角 [J]. *国际贸易问题*, 2018(8): 24-37. [Ma Haiyan, Liu Linqing. Product density, mimetic isomorphism and industrial upgrading: An empirical study from product space view. *Journal of International Trade*, 2018 (8): 24-37. ]



## Evolution of industrial comparative advantages and its driving mechanism of knowledge flow of cities in the Yangtze River Delta under the background of digital economy

WANG Tengfei<sup>1,3</sup>, MA Renfeng<sup>2</sup>, ZHUANG Rulong<sup>1,3</sup>

(1. Business School, Ningbo University, Ningbo 315211, Zhejiang, China; 2. Zhejiang Collaborative Innovation Center  
& Ningbo Universities Collaborative Innovation Center for Land and Marine Spatial Utilization and  
Governance Research, Ningbo 315211, Zhejiang, China; 3. Central and Eastern European Countries  
Economic and Trade Cooperation Institute of Ningbo University, Ningbo 315211, Zhejiang, China)

**Abstract:** Many evolutionary economic geography studies emphasize the role of local capabilities in industrial development based on the path dependence theory. With the rapid development of new-generation information technology and infrastructure such as high-speed rail, the cross-regional flow of knowledge is becoming increasingly common and has a significant impact on regional and industrial evolution. Therefore, in the era of the knowledge economy, the multi-scale knowledge interaction network is crucial to the evolution mechanism of industrial comparative advantages. This study used patent citation big data and other statistical data, such as the total output value of the 2-digit manufacturing industry of 41 cities in the Yangtze River Delta in 2011, 2016 and 2021 and the Logit model to analyze the evolution of industrial comparative advantages and its knowledge dynamics. The research found that: 1) With the increasingly close intercity knowledge flow network in the Yangtze River Delta, the industries with comparative advantages in cities are becoming increasingly diverse as a whole. 2) Under the premise of controlling for local capabilities and other related variables, the evolution of urban industrial comparative advantages is also significantly influenced by the advantageous industries of cities with strong knowledge flows. In other words, a city is more likely to develop its own industrial comparative advantage in the specialized field of another city that has a strong knowledge correlation with it. 3) There is a significant knowledge network correlation in the evolution of the industrial comparative advantage structure of cities in the Yangtze River Delta. The stronger the knowledge flows, the higher the similarity of industrial comparative advantage structure between cities. To some extent, this study deepens the understanding of the knowledge dynamics and multi-scale related variety of the evolution of industrial comparative advantages in the digital economy era and helps to provide a theoretical basis for regional innovation and industrial upgrading policies.

**Keywords:** cross-regional knowledge flow; multi-locational knowledge dynamics; multi-scale related variety; evolution of industrial comparative advantage