

演化经济地理视角下的经济复杂度 与区域经济发展研究进展

任卓然^{1,2}, 贺灿飞^{1,2*}, 王文字¹

(1. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871;

2. 北京大学—林肯研究院城市发展及土地政策研究中心, 北京 100871)

摘要:经济复杂度是近年来演化经济地理学的重要议题之一,其关注产业结构转型和内生增长路径,有助于理解区域经济结构转型过程,对经济地理学、发展经济学等理论深化具有重要作用。论文介绍了经济复杂度的理论背景,梳理了演化经济地理视角下经济复杂度的内涵、概念及理论框架,在此基础上回顾了经济复杂度的主流测度方法,并基于产业多样化与产品空间理论探究了经济复杂度与区域经济发展的作用机制,进而回顾了经济复杂度对区域经济增长、区域收入差异和创新等方面的实证研究进展,发现绝大多数文献证明了经济复杂度对区域经济发展的积极作用。区域可以从提升产品空间密度的思路出发,通过提升产业生产和创新能力促进区域经济复杂度提升。中国经济复杂度高于相同收入水平的其他国家,发展路径具有一定特殊性,这为经济复杂度理论研究提供了案例,且在实践中具有较强的政策含义。

关键词:经济复杂度;演化经济地理;产品空间;区域经济发展

20世纪90年代以来,经济地理学者逐渐吸收演化思想,发展出演化经济地理学分析框架,从历史视角研究经济活动空间分布机制^[1]。相较于新古典经济地理学,演化经济地理学认为区域发展是内生的,其演化路径依赖已有经验积累和组织范式传承^[2]。因此,在演化经济地理视角下,区域现有产业结构决定未来发展路径,这与发展经济学家强调的经济结构转型思想不谋而合。近年来,在知识内生化和新增长理论的启示下,国际贸易与经济增长等相关领域学者也开始关注知识和能力对区域经济增长的影响,强调产品是个人和组织运用生产性知识生产出来的,产品本身反映了经济行为主体所具备的生产能力^[3],这表明各研究领域已经认识到了产品结构对经济发展的重要性。Hausman等^[4]和Hidalgo等^[5]率先理论化了产品结构与区域发展路径的关系,构建了产品空间理论,并在此基础上发

展了经济复杂度理论^[6],首次提出了产品结构作为知识的具象化表现可以预测区域经济增长的命题。

对于国家或区域而言,经济发展和结构转换的本质是发现自身在某种产品上具备生产优势并学习和积累这种产品生产知识的过程^[7],学者们围绕区域经济发展提出并验证了制度环境、人力资本、创新水平和区域竞争力等影响或预测经济增长的因素^[8-11],但上述因素难以揭示区域经济结构转换的内涵。演化经济地理视角下的经济复杂度理论建立在产品/产业相关多样化和产品空间理论之上,将区域生产能力与产品联系起来,设计出衡量区域经济发展的非货币指标,反映了区域整体经济复杂度。经济复杂度理论认为,产品是知识的组合表征,区域产品库不仅影响当期区域经济总量,也决定了未来产业演化方向和经济增长^[5,12]。该理论在关注区域知识“总量”的同时,还关注该区域知识的

收稿日期:2020-12-10;修订日期:2021-06-24。

基金项目:国家自然科学基金重点项目(41731278)。[Foundation: Major Program of National Natural Science Foundation of China, No. 41731278.]

第一作者简介:任卓然(1996—),女,河南新乡人,博士生,主要研究方向为经济地理与产业发展。E-mail: rzhuoran@126.com

*通信作者简介:贺灿飞(1972—),男,江西永新人,博士,教授,主要研究方向为经济地理学。E-mail: hecanfei@urban.pku.edu.cn

引用格式:任卓然,贺灿飞,王文字. 演化经济地理视角下的经济复杂度与区域经济发展研究进展[J]. 地理科学进展, 2021, 40(12): 2101-2115. [Ren Zhuoran, He Canfei, Wang Wenyu. Progress of research on economic complexity and regional economic development in the perspective of evolutionary economic geography. Progress in Geography, 2021, 40(12): 2101-2115.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.12.010

独特性,以此强调区域知识“质量”的重要作用^[13]。在此内涵指导下,经济复杂度理论认为,区域可以发展出各自的核心竞争能力,而集聚更多能力的地方可以生产出更专业化和更复杂的产品,且这些专业化的产品只有少数区域可以生产^[14],因此,这些少数的高经济复杂度区域可以开发出长期竞争优势。已有研究表明,经济复杂度预测区域经济增长的效果优于传统研究中提出的制度环境和人力资本等要素,并认为经济复杂度是上述要素的综合表现^[13]。因此,经济复杂度理论不仅对发展经济学、国际贸易和演化经济地理学理论发展有重要贡献,也对探究区域经济发展的实践路径有借鉴意义。

中国正处于经济结构性转型的关键节点,梳理总结经济复杂度与区域经济发展的相关研究成果,探讨经济复杂度与区域创新、区域环境改善和区域收入差异的关系等重点问题,对深化区域经济发展理论和中国实现经济高质量增长具有重要意义。本文将在介绍经济复杂度的理论背景、厘清经济复杂度的内涵、概念、理论框架与测度方法的基础上,探讨经济复杂度与区域经济发展的相互作用机制,进而梳理实证研究进展,最后提出经济复杂度研究的现有不足与未来研究方向。

1 经济复杂度的理论背景与内涵

1.1 经济复杂度的理论背景与发展

复杂性是经济复杂度理论的基础概念。Weaver^[15]是复杂性科学的先驱,他认为科学始于简单科学,轨迹可以描述所有的系统,如钟摆和行星的运动。随着蒸汽机发明和热力学兴起,人类发现轨迹无法解释分子运动,于是发展出了概率思想,概率的出现使我们不需要跟踪每一个元素的运动轨迹就可以描述诸如气体的系统^[16]。但Weaver^[15]认为,现实已经超越了轨迹和概率所能描述的范围,因此他提出了“复杂性科学”,将现实看做一个复杂系统。复杂系统超越了还原论的简单认识^[17],强调用整体论和还原论相结合的分析方法。随后,复杂系统的思想开始被生物学、物理学、脑科学、网络科学等领域引入,经济学也从中汲取主要思想,发展了经济复杂度(或经济复杂性)理论。与以往经济学试图利用确定的生产要素模拟生产函数不同,经济复杂度研究将经济结构作为整体,通过提供大量经济活动的细粒度数据以学习生产要素和产出组合^[16]。

随着经济复杂度研究的兴起,发展经济学、国际贸易、演化经济地理学等领域吸纳其思想并对其进行进一步发展。发展经济学家认为,经济发展是经济结构转型的组成部分^[18],经济增长会引起生产和需求结构的变化,同时,生产和需求结构的变化也会使资源重新配置,从而促进经济增长^[19]。然而,以往研究关于产业结构与经济增长关系的微观机制仍然较少,经济复杂度理论从微观数据出发,联系了宏观经济与微观产业活动,从而为发展经济学研究提供新视角与新方法。由经济复杂度的理论源头本身所具有的复杂和抽象性,其在出现之初的几十年内发展十分缓慢,且难以应用于实证研究^[16],直到国际贸易领域引入经济复杂度理论并基于贸易数据设计了出口复杂度指标,进而推广到经济复杂度指标,经济复杂度理论和指标才被广泛应用。国际贸易学者对经济复杂度理论的关注始于其发现出口结构对国家经济影响深刻,认为一国出口产品结构而非专业化模式决定了其经济增长^[7,20]。相关研究基于国家收入和生产率水平定义了该国出口产品结构复杂性,并验证了出口复杂度与GDP的正向关系^[20]。演化经济地理学视角下的多样化(variety)理论与产业技术关联(relatedness)度量方法充实了经济复杂度的理论内涵并加速了其应用研究。其主要贡献在于为经济复杂度提供了更清晰的解释和相应的科学指标,并掀起了一场关于经济复杂度指标合理性的讨论,大大推动了经济复杂度的实证应用。演化经济地理视角下的经济复杂度研究与国际贸易研究类似,强调经济结构变化对经济增长的影响,但演化经济地理将关注点从出口拓展到生产、专利^[21-22]、就业^[23-24]等整个产业结构中,并将其产业关联、产品空间等思想纳入了经济复杂度研究。经济复杂度目前被广泛应用于实证研究,研究聚焦于探讨影响经济复杂度的要素和经济复杂度对区域经济增长、区域间不平等、碳排放和创新等的影响,下文将详细介绍上述研究。

1.2 演化经济地理视角下的经济复杂度理论基础与内涵

演化经济地理视角下经济复杂度的2个主要理论基础分别是产业(相关)多样化理论和产品空间理论。雅各布斯^[25]最早提出了多样性产业可以为区域生产知识重组提供机会,实现产业间动态外部性,从而带动经济增长。随后一系列研究验证了产业多样化与区域经济增长的关系,普遍认为产业多

样化有助于通过知识溢出促进区域经济增长^[26-29]。此外,学者还基于产业多样化的投资组合视角考察了多样化结构与区域应对外部冲击的韧性之间的关系。在产业多样化程度高的区域,发生外部冲击时可以避免风险在同一行业中快速传导,并且有更多发展机会,从而有助于区域经济恢复。如Diamond等^[30]以及Izraeli等^[31]验证了产业多样化有助于降低失业率,Pike等^[32]发现产业多样化可以避免单一结构带来的技术锁定风险,抵御冲击并缓解危机。与产业多样化对应的观点是马歇尔^[33]提出的生产专业化,其认为专业化生产可以通过提升生产效率和知识溢出强度等作用于区域经济增长。马歇尔与雅各布斯的集聚外部性之争引起了学界的广泛讨论,演化经济地理学继承了产业多样化理论的基本观点,并且认为产业多样化不仅与区域经济规模有关,还与产业间的相互联系有关^[34]。演化经济地理进一步突破了地理邻近带来集聚外部性的观点,认为空间邻近既非知识溢出的充分条件,也非必要条件,产业还需要存在认知邻近溢出才可能发生,由此发展出了产业相关多样化与不相关多样化的概念^[12]。通过将产业多样化分解,多样化效应被分为知识溢出效应和提升区域韧性的投资组合效应^[35],即相关产业之间由于存在紧密的产业联系和相似的生产知识,因此更有利于知识溢出,而不相关多样化则有利于区域分散风险,提升区域经济稳定性^[36]。相关多样化超越了本地化经济和城市化经济的二分法理解,对城市化经济的不同效应进行解释,是多样化理论的重大发展。

相关多样化理论同时强调了区域产业的数量和联系2个方面的特征,这实质上已经包含了网络的思想,演化经济地理学者在其基础上进一步发展,将相关多样化的区域产业结构具象化,提出了产品空间理论。产品空间是产品的相关性网络,将区域中一类产品作为网络中的节点,2类产品之间的联系作为连接两者的边,并将产品联系量化为产业技术关联^[5]。产品空间理论认为,经济增长是通过升级产品实现的,当区域引入一个新产品时,在产品池中一定会有一些产品可以比其他产品更好地适应和利用区域当前的技术、资金、制度和劳动力等条件,这些产品就是和区域技术关联更高的产品。产品空间理论重点关注区域产品空间的密度,密度是由产品空间的产品种类和它们之间联系的紧密程度共同决定的。有研究将产品空间结构视

作区域发展新产业时的可选路径,发达地区产品通常位于产品空间的高密度区,而欠发达地区产品则位于产品空间外围的稀疏区,因而不同区域面临的发展机会差异较大^[5]。产品空间理论还指出,即使是同样收入水平的区域,它们当前生产结构中所隐含的备选发展路径也可能存在巨大差异,其中一些区域可能正在迈向积极的结构转型,而另一些则可能陷入困境^[5-6,37]。

产品空间理论暗含的假设是生产每种产品需要的机器、知识、技术和制度环境是不同的,因此产品空间是非均质的。产品之所以能够出现是因为生产它的区域满足了该产品所需的上述条件,因此产品多样化实际上是区域组合能力的表征。演化经济地理基于这一观点发展出了经济复杂度理论,认为区域经济发展内生于现有知识结构,且产品是知识的载体,区域产品库反映了生产能力,进而决定了未来经济发展。那么何种产品结构的区域复杂度更高?首先,产品多样化反映了区域知识总量,只有具有足够丰富的知识才能形成复杂的经济结构。但仅考虑多样化维度可能会高估一些大量生产初级产品和粗加工产品的国家经济复杂度。粗加工产品通常具有标准化生产流程,只需要显性知识即可生产,这些仅需要较少知识或均为显性知识的产品就是低复杂度产品,大多位于产品空间边缘。由于显性知识的可传播和交易性,绝大多数区域都能掌握生产低复杂度产品的能力,而不可交易的缄默知识才是造成区域发展差异的根本原因^[13],因此区域知识的独特性是构成经济复杂度的另一重要维度。需要大量缄默知识的产品为高复杂度产品,大多位于产品空间的核心密集区。从中可以得出,经济复杂度应至少包含2个内涵——区域拥有知识或能力的多样性和独特性。因此,本文认为经济复杂度可以定义为一个区域嵌入在经济生产结构中的不可交易知识量,且这种知识量可以由区域的产品或产业种类来表征。

梳理上述理论可以发现,产业多样化聚焦区域经济增长,产品空间和经济复杂度理论则关注区域产业结构;产业多样化与产品空间理论从产业或产品尺度分析区域经济,而经济复杂度理论则从产品出发,落脚于城市整体经济结构,进而分析经济发展。因此,上述3个理论既在纵向维度上逐步发展深化,也在横向维度上从不同尺度和角度理解和解释区域经济发展。综合经济复杂度的理论基础与

内涵以及现有实证研究进展^[16],本文绘制了演化经济地理视角下经济复杂度的理论框架,见图1。

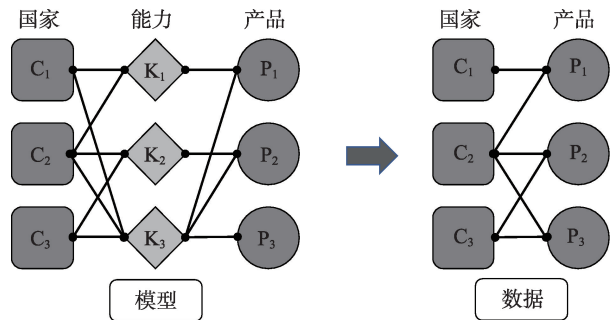
2 经济复杂度的测算方法

测算经济复杂度是经济复杂度研究的重要内容,测算指标改进的过程也是经济复杂度理论完善的过程,深化理论与改进指标相辅相成是演化经济地理视角下经济复杂度理论的发展特点。测算经济复杂度需要明确如何从产品数据中提取经济复杂度和产品复杂度。以出口数据为例,能够出口某种产品的区域越多,这种产品的遍在性越高,所需的知识越简单,即为低技术复杂度产品。对应地,如果一个区域可以出口大量高技术复杂度的产品,那么这个区域的经济复杂度更高^[6]。上述过程是目前大部分经济复杂度测算方法的基本思想,可以由图2来表征,通过“能力/知识”这一抽象概念的衔接,国家和产品复杂度可以被定量化为其生产或出口关系的数量,图中国家C₂对应的生产/出口关系最多,是最复杂的国家,3种产品的复杂程度则相同。

迄今为止仍未有公认的最佳经济复杂度测度方法,不断有研究对经济复杂度测度方法进行实证比较、理论探讨和算法改进^[38-43]。在已有经济复杂度测度方式中,Hidalgo等^[6]提出的映射方法和Tacchella等^[39]提出的适应性复杂度方法是在实证研究

中使用较多、认可度较高的方法。此外,经济复杂度的“前身”出口复杂度指标^[20]也在实证研究中广泛使用,本文根据提出的时间顺序对3种指标测算方法进行介绍(表1)。

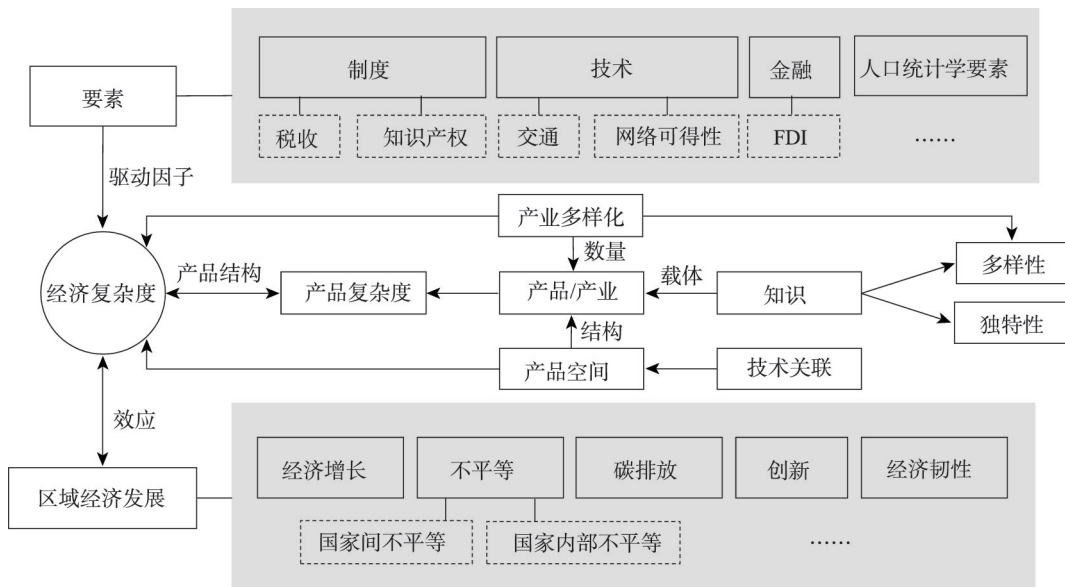
第一种方法是Lall等^[44]和Hausmann等^[20]提出的出口复杂度指标(EXPY)测算方法。Hausmann等提出的“成本发现”理论^[7]是这一方法的理论基础,企业家通过识别生产活动将资源分配给最复杂的产品,资源从低端产品向高端复杂产品的重新配置促进了增长。该方法认为发展水平高的国家才能出口复杂产品,并根据出口国收入水平衡量国家发展水平,即如果产品频繁地由高收入国家出口,则复杂度较高。该方法首先测算各国出口某产品的



注:资料来源于Cristelli等^[38]。

图2 国家经济复杂度与产品技术复杂度示意图

Fig.2 Schematic diagram of countries' economic complexity and products' technical complexity



注:FDI为对外直接投资(foreign direct investment)。

图1 演化经济地理视角下经济复杂度的理论框架

Fig.1 Theoretical framework of economic complexity from the perspective of evolutionary economic geography

表1 经济复杂度的主要测算指标

Tab.1 Main indicators for measuring economic complexity

指标名称	指标符号	数学方法	来源文献	计算公式	指标评价
出口复杂度	EXPY	线性非迭代方法	Lall 等 ^[44] , Hausmann 等 ^[20]	$\text{EXPY}_c = \frac{1}{\sum_p \text{RCA}_{cp}} \times \sum_p \text{RCA}_{cp} \text{PRODY}_p$	存在“富国生产富产品” 的循环论证问题
经济复杂度指数	ECI	线性迭代方法	Hidalgo 等 ^[6]	$\text{ECI}_c = \frac{1}{k_c} \sum_p M_{cp} \text{PCI}_p$ $\text{PCI}_p = \frac{1}{k_p} \sum_c M_{cp} \text{ECI}_c$	计算方法侧重产品“独 特性”，低估了产品多样 化对经济复杂度的贡献
适应性复杂度	Fitness ($F_c^{(n)}$)	非线性迭代方法	Tacchella 等 ^[39]	$\begin{cases} \widetilde{F}_c^{(n)} = \sum_p M_{cp} Q_p^{(n-1)} \\ \widetilde{Q}_p^{(n)} = \frac{1}{\sum_c M_{cp} \frac{1}{F_c^{(n-1)}}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_c^{(n)} = \frac{\widetilde{F}_c^{(n)}}{(\widetilde{F}_c^{(n)})_c} \\ Q_p^{(n)} = \frac{\widetilde{Q}_p^{(n)}}{(\widetilde{Q}_p^{(n)})_p} \end{cases}$	修正了 ECI 低估产品多 样化贡献的问题,但存 在硬性阈值问题
新经济复杂度 指数	ECI+	非线性迭代方法	Albeaik 等 ^[45]	$\text{ECI}_c^+ = \log(X_c^\infty) - \log\left(\sum_p \frac{X_{cp}}{X_p}\right)$	修正了硬性阈值问题, 考虑了所有产品对经济 复杂度的贡献

注:计算公式中的 c 表示国家或区域, p 表示产品, n 表示迭代次数, RCA 表示显性比较优势, k_c 表示 c 区域拥有的比较优势产品数量, k_p 表示 p 产品具有比较优势的区域数量, X 表示出口额, M_{cp} 是产品是否具有显性比较优势的 0/1 变量, PRODY 、 PCI 、 $Q_p^{(n)}$ 表示产品技术复杂度。

显性比较优势,将其加权到该国收入水平,得到产品出口技术复杂度(PRODY)。在此基础上,以产品出口额占该国出口总额的比重作为权重,对一国出口产品技术复杂度进行加总,得到该国出口复杂度(EXPY)。该指标强调产品质量和结构转型对经济增长的作用,即复杂度高的国家将具有更高的出口增长。但由于出口复杂度是国家人均GDP的函数,而指标本身又强调 EXPY 对推动经济增长的作用,因此有明显的“富国生产富产品”的循环论证问题。

针对 EXPY 存在的循环论证问题, Hidalgo 等^[6]提出了经济复杂度指标(ECI),该指标将经济复杂度与国家收入信息分离,完全由出口信息构建。具体来说, ECI 构建了产品和国家层面的 2 个交互指标——产品遍在性和国家多样性。产品遍在性是指能够生产/出口该产品的国家数量,若产品遍在性低,则其技术复杂性高;国家多样性是指国家可以生产/出口的产品的种类数,拥有更多能力的国家将可以生产需要更多专业化知识的产品,国家经济复杂度较高。该方法将上述两维度结合,认为能生产更多低遍在性产品的国家是经济复杂度高的国家,仅能被高经济复杂度国家所生产的产品是高技术复杂度产品。上述过程体现了迭代思想,因此作者使用线性迭代映射方法($\text{method of reflection}$, MR)对国家多样性和产品遍在性迭代得到产品技术复杂度(PCI)和经济复杂度(ECI)。

经济复杂度指标(ECI)虽然提出了国家多样性的观点,但在算法上,经济复杂度是产品技术复杂

度的算术平均数,从而抹去了产品多样化对经济复杂度的贡献。而事实上,最富裕的国家倾向于充分利用知识,生产所有可能的产品。对此问题, Tacchella 等^[39]提出适应性复杂度方法($\text{fitness complexity method}$, FCM),构建适应性复杂度指标(Fitness),“适应性”是指国家现有生产知识适应更多新产品生产的能力。该算法的主要改进是由算术平均改为加权平均,弱化低技术复杂度产品在经济复杂度中的权重,引入非线性迭代方法。该方法的支撑思想在于,高度多样化国家的产品很难传达有关产品本身技术复杂度的信息,因为这些国家通常可以生产所有产品,而竞争力较弱国家生产的产品通常是低技术复杂度产品。

除上述方法外,其他学者也从含义、数据和算法等方面不断改进经济复杂度测算方法。如 Albeaik 等^[45]认为上述方法都引入了显性比较优势(RCA)大于 1 的硬性阈值,对出口信息的描述不够准确,他们定义了产品出口难度作为技术复杂度的表征,并构建了新经济复杂度指标(ECI^+),该指标仅是出口额的函数,保证了数据连续性。又如 Pontet 等^[46]认为 Fitness 测算次国家尺度的经济复杂度时,仅使用国家层面的数据会导致产品技术复杂度的测算不准确,因此他们首先利用联合国贸易商品统计数据库(UNComtrade)计算产品技术复杂度,然后将其加权到中国地级市尺度进行计算,得到中国地级市经济复杂度。

对比上述经济复杂度测算方法,可以发现其逐

渐趋向于还原经济复杂度的内涵。总体来看,经济复杂度的测度方法研究已经引起了学者的重视,正在向成熟阶段发展。但现有研究大多在国家尺度计算经济复杂度,尚未有研究针对国家内部区域构建计算指标。因此在将指标用于次国家区域复杂度分析时,可能会由于低尺度的产品多样性远小于国家尺度或数据精度原因,导致结果不准确。此外,经济复杂度测算对生产和贸易数据质量的要求较高,但计算国家内部经济复杂度时常常难以获得相应数据。

3 经济复杂度与区域经济发展相互作用机制

经济复杂度的本质是知识结构,复杂度的变化归根结底来源于作为知识载体的产品演化过程,因此需要将视角转向知识/产品,考虑经济复杂度与区域经济发展的关系。

3.1 多样化、知识溢出与区域经济发展

空间外部性与区域增长文献是多样化研究的来源,其关键问题是讨论企业主要是向同一部门的其他本地企业学习,还是向其他部门的本地企业学习^[27]。空间外部性的第一种形式为本地化经济,又称马歇尔外部性。根据马歇尔^[33]的说法,由于存在专业的上游供应商、专业劳动力技能库以及各个行业独有的专业知识,专业化区域内的企业将从本地外部性中受益。另一种形式的空间外部性称为城市化经济,又称雅各布斯外部性,相关理论认为多样化部门组成的经济可以使企业间碰撞出新的思想,形成更强的知识溢出,从而促进区域创新和增长^[25,28]。

理论研究虽然证实了多样化在区域经济中的积极作用,但实证研究却并未取得一致结果^[47-48]。演化经济地理学对多样化理论进行深化,认为雅各布斯外部性必然导致知识溢出的结论是错误的,知识只有在部门间拥有共同能力时才能有效溢出^[49],这种共同能力可以被定义为产品或部门间的“相关性”,进而衍生出相关多样化和不相关多样化的概念。Boshcma等^[50]利用Porter的集群分类法^[51]和Hidalgo等的产品邻近性指标^[5]分别测算了西班牙区域的相关多样化指数,发现在控制了其他增长的决定因素外,拥有广泛相关产业的区域经济增长率更高。还有研究发现相关多样化在区域构建新兴产

业时发挥着重要作用^[52]。经济地理学者还从演化视角探讨了多样化与区域经济韧性之间的关系。一方面,在产业结构多样化的地区,区域制度的适应性更高,且企业更难垄断和支配区域的制度设计,因此多样化地区更有利于实施制度改革,以促进新增长路径^[53],提升经济韧性;但另一方面,在多样化地区创立新的行业常常需要“从零开始”,从而难以获得较强的恢复力^[54],但相关多样化可以一定程度上缓解这一弊端。

3.2 产品空间、技术关联与区域经济发展

产品空间是相关多样化理论的具象化表现,产品空间中的节点数量代表了区域产品种类数,节点之间的连线代表两产品之间的“相关性”——在产品空间理论中被称为“技术关联”或“产品关联”^[5]。产业活力较高、经济增长速度较快的区域通常是那些产品空间密度最高的区域。产品空间密度高包含2个方面含义:一是区域产品种类多,二是产品之间技术关联强。技术关联是认知邻近在产品层面的表现,强技术关联的产品通常是高复杂度产品,因为其需要大量生产知识,同时,高密度的产品空间保证了区域企业间的知识多样性和低障碍的知识溢出。

产品空间理论为区域新产业进入提供了新思路,掀起了演化经济地理学对区域经济发展路径的探讨。区域产品空间蕴含了一个区域的已有知识、技能、基础设施和相关制度法规等生产条件。在产品空间密集区,相关生产条件更为完备,则与其技术关联紧密的产品更容易进入。例如一个区域已经拥有完备的纺织业,在此基础上,只需要对纺织厂多加一条生产线,服装产品就可以进入该区域;而原本仅发展动植物产业的区域若要引进服装产品,则需要从布料生产线开始建起,且区域很有可能不具备相关生产知识和法律制度,则难以发展服装这一新产业。因此,一个区域开发的新产品在很大程度上取决于该区域已经具备的能力^[55],区域将沿着已有产业进行路径依赖式发展,基于欧洲和中国的大量研究都证实了这一观点^[53,56-58]。虽然一些学者认为路径依赖式发展是经济发展的基本规律^[59],但大多文献中却并不认可路径依赖发展方式,这是由于路径依赖过于强调区域内生发展过程,而忽视了外生力量带来的路径创造机会^[60]。尤其是在区域发展差异较大的国家,路径依赖式发展无疑会拉大区域差距,因此学者也开始将研究视角

转向如何打破原始路径,实现路径解锁。

3.3 区域经济发展与经济复杂度

区域经济增长通常伴随着更强的生产能力、创新能力和更高质量的产品,而提升区域经济复杂度的关键是生产区域高质量知识,表现为生产出更多高技术产品。由此可见,区域经济增长伴随的区域能力提升也是影响经济复杂度的重要因素,两者之间存在相互促进、协同演化的内生关系。

区域经济增长将对劳动力、企业和区域带来一系列经济和社会效应。首先,社会财富增加会提高劳动力收入水平,一方面,这会带来劳动者可能将其一部分收入自愿用于投资自身教育,提升自身技术水平以追求更好的劳动岗位;另一方面,劳动力作为消费者也有更多可支配收入和更强的消费倾向,带来更加活跃的消费市场,企业为了满足消费者的个性化需求,有动力加大内部研发投入和外部学习,生产满足消费者个性需求的产品。在这一过程中,企业创新能力和知识总量都将提升。从区域整体来看,经济增长意味着政府的教育、研发和其他扶植企业创新的财政支出可以得到保证或增加,这将提升区域劳动力受教育水平,为高技术人才深度学习提供支持平台等。上述过程都利于增加区域知识存量,从而提升区域经济复杂度,因此区域经济增长对复杂度提升有正反馈作用。

4 实证研究进展

除了探讨经济复杂度的测算方法外,将经济复杂度作为自变量应用于区域经济发展的实证研究是该领域的主要研究方向,相关实证研究主要集中在区域经济增长、收入不平等、产业结构转型、区域创新和环境改善等方面。

4.1 经济复杂度与区域经济增长

Hidalgo 等^[6]提出经济复杂度概念的初衷是用于解释/预测国家财富和发展。他们从亚当·斯密的分工理论出发,认为经济增长不仅来源于单一产品的生产效率,而是来自于所有产品的组合;通过理论梳理和实证研究等证明了国家经济复杂程度可以预测该国家将来能够开发的产品类型,进而影响区域收入与经济增长。具体来说,研究纳入了巴基斯坦、智利和新加坡等国家,对其经济增长率进行了预测,并模拟预测增长率和实际增长率之间的关系,发现两者显著正相关,说明经济复杂度对 GDP

增长有良好的预测作用;研究还发现巴基斯坦的生产多元化并非来自经济复杂性,而是来自于其庞大的人口。Hausmann 等^[13]将其前期研究成果汇集成册,详细展示并说明了经济复杂度与增长的关系,发现经济复杂度对增长的预测效果远好于传统的人力资本、教育水平等因素,并认为经济复杂度实际上包含了传统因素的影响,例如人力资本基础较好的区域通常可以发展出较高的经济复杂度。

随后的实证研究探讨了各国经济复杂度与经济增长的关系,基本证实了经济复杂度有利于经济增长或可以预测经济增长^[6]。对发达国家研究表明,在欧盟,经济复杂度是其成员国经济增长的良好预测指标,尤其对于经济复杂度超过一定阈值的成员国,经济复杂度预测收入水平的融合度更好,且经济增长更快^[61]。在中国和巴拉圭等发展中国家的研究同样证实了经济复杂度对经济增长的促进作用^[62-63]。还有研究从次国家尺度探讨了经济复杂度的增长效应。基于印度各州的研究发现经济复杂度与各州经济绩效之间的可预测关系^[64]。美国大都市区的研究表明,经济复杂度高的地区人均收入较高^[65]。但经济复杂度对增长的影响不是无条件的。有研究认为只有在区域发展路径呈现出平稳状态时,经济复杂度的预测作用才是有效的^[64,66]。还有研究发现只有从事一般贸易的内资企业带来的经济复杂度增长才是中国城市产业升级的来源,而加工贸易和外资企业带来的复杂度增长不会对城市产生直接收益^[45]。

4.2 经济复杂度与区域收入差异

经济复杂度不仅影响本地产品多元化与经济增长模式,其与关联区域经济收敛问题也引起了学者的注意,即这种产品组合反映出的区域属性是否影响区域内收入差异。首先,经济复杂度反映了区域生产结构和产品组合,在欠发达区域,生产结构优化伴随着技术追赶和工业化,这可以为中产阶级提供新的工作和学习机会,从而促进其收入水平提升;而在后工业化转型地区,全球制造业产品竞争加剧和去工业化将带来大量工人失业或迫使工人只能从事更低薪资水平的工作,带来收入水平下降^[67]。其次,研究表明产品复杂性和多样性可以反映经济体的专有技术和知识总量^[68],影响区域内收入差异。最后,在西方工会力量较强的国家,复杂的工业结构需要大量技术工人和隐性知识,这将会增强工会的激励作用,提高工会谈判能力,为工人

争取更高的工资^[69]。

基于映射方法的复杂度研究发现最复杂的产品是机械、化工和金属产品,最不复杂的产品是原材料、木材、纺织品和农产品;日本、德国和瑞典是世界上经济复杂度最高的国家,柬埔寨、巴布亚新几内亚和尼日利亚是复杂度最低的国家;最后,研究发现复杂产品的主要出口国是高收入国家,不复杂产品的主要出口国是低收入国家^[70]。Hartmann等^[69]通过构建X基尼系数,用于估计与一国产品类型相关的预期不平等程度,并捕获生产结构对收入不平等造成的限制,发现包括中国在内的亚洲高绩效经济体较高的生产结构复杂性降低了收入不平等,而拉丁美洲和加勒比海地区的生产结构限制了其收入分配的能力。但经济复杂度与收入不平等的抑制作用具有异质性,当教育水平、政府支出和贸易开放程度达到一定阈值时,这些要素才有助于提升经济复杂性的益处,减少收入不平等^[71]。还有研究发现与经济复杂度较高的国家进行贸易有利于降低国内收入不平等,说明经济复杂度对收入不平等的抑制效应可以通过国际贸易产生溢出^[72]。

4.3 经济复杂度的其他效应

经济复杂度作为区域生产知识和生产结构的综合体现,不仅对狭义的区域经济增长与收敛有直接影响,而且会通过促进相关产品多样化、技术关联与技术进步等影响区域经济韧性、区域创新和区域生态环境。

过去十几年中,演化经济地理学对相关产品多样化进行了广泛讨论和研究^[12]。相关理论强调,产品多样化使共享相同能力的不同行业之间的互补性得以利用,即区域可以充分发挥认知邻近带来的溢出作用。根据区域韧性的演化研究方法,产业关联在提升区域应对外部冲击的短期能力方面扮演了重要角色^[54]。这是由于产业关联紧密的高复杂度地区可以更快地在各个行业之间重新分配技术和能力,这样的产业结构提高了本地系统适应外部冲击的能力,提升了区域韧性^[73]。除了紧密的产业联系和多样化产业特征带来的韧性,高经济复杂度区域还拥有更强的学习能力,这也有利于其抵御外部风险。

区域知识基础是影响创新和技术进步的决定力量。经济复杂度作为多样化生产性知识的表征,对发展中国家技术创新具有重要意义。Valette^[74]从侧面说明了经济复杂度在技术进步中的作用,他研

究了国际移民能否将发达国家的先进生产知识转移回其母国从而促进发展中国家的技术进步。该研究利用经济复杂度作为国家中嵌入的生产性知识总量以及经济合作与发展组织国家中的双边移民存量的代理,结果表明,国际移民是强大的技术传播渠道,其通过移民将发达国家与发展中国家的技术联系起来,促进了低技术国家生产进步。

除了对经济韧性与创新的影响,还有研究证实了经济复杂度高的区域拥有更低的碳排放,即经济复杂度对区域生态环境有正向影响。经济复杂度与技术进步和创新的关系一旦明晰,前者对环境的影响就不难理解。绿色产品通常需要更高的知识和技术水平^[75],高经济复杂度地区有能力发展绿色经济,使用更加清洁的生产方式和设备。有研究基于绿色产品出口能力开发了绿色复杂度指数,结果表明绿色经济复杂度较高的地区拥有更低的二氧化碳排放量、更高的绿色专利率和更严格的环境政策^[76]。

4.4 经济复杂度的影响因素

现有研究已经从多方面证实了经济复杂度对区域经济增长和创新等方面的发展有促进作用,因此如何提高区域经济复杂度是区域经济学与经济地理学关注的另一重要问题。Hausmann等^[13]从经济复杂度的内涵方面分析了如何提升经济复杂度,即区域如何增加其中所包含的生产知识的数量,这一问题可以转化为区域如何产生新产业。一方面,区域无法创建其没有能力的产业;另一方面,在没有需求的产业中,缺乏积累能力的动力,当潜在新产业所需的众多能力都不具备时,尤其如此。在这种情况下,仅提供任何一种缺少的能力都不足以产生新产业,但如果可以将新能力与已经存在的其他能力结合,则更容易积累能力,促进新产业产生。这意味着区域可以通过从已经生产的产品转向生产需要类似知识的其他新产品来实现多元化,此时产品之间的相似性,即技术关联十分关键。因此,反映产品集合之间技术关联的产品空间在分析区域经济复杂度提升方面有重要意义。产品空间密集,已有产品种类多且技术关联密切的区域则更容易发展新产业,提升区域经济复杂度。

实证研究从产业和区域尺度探讨了影响经济复杂度的因素。产业与财政政策的关系可以反映国家产业结构,研究发现更依赖劳动税收的经济体倾向于生产高复杂度产品,依赖资本税收的经济体

则产品复杂度较低,即资本税收对国家经济复杂度有负面影响^[77]。在中国,技术创新可以显著提升高技术产业出口复杂度,且其效应受到经济发展水平和出口规模的影响,在较低经济发展水平和出口规模较大的地区正向效应更明显^[78]。Stojkoski等^[79]和Mishra等^[80]关注了服务业在提升经济复杂度方面的效应,前者研究了服务业对产品空间结构的影响,后者聚焦于服务业商品的增多对经济复杂度的影响,均发现了服务业的复杂度高于制造业,其对经济复杂度提升有正向影响。此外,不同区域的产业能力与知识量是区域经济复杂度的关键^[81]。从区域尺度来看,Balland等^[82]发现专利、技术、出版物和就业等活动的高复杂度部分都集中在大城市,发现集聚是影响区域经济复杂度的重要方面。Khan等^[83]则从外部力量出发,发现了外商直接投资对经济复杂度的提升作用。

4.5 中国经济复杂度的“Rodrik悖论”

大量基于发达国家或地区的研究成果都证明了经济复杂度与经济发展之间的正相关关系,经济复杂度逐渐被认为是区域经济发展的重要因素、预测指标甚至是与GDP并行的区域经济发展的非货币衡量标准,且内生于区域经济系统。按此观点,区域经济发展与复杂度应是同步变化的,较高的经济复杂度将伴随着较高的地区生产总值、人均GDP、区域经济增长等。然而,实证甚至理论研究中,常常把中国作为“特殊案例”进行研究,认为中国经济发展不符合市场规律。在经济复杂度研究中,Rodrik^[84]提出了著名的“Rodrik悖论”,或称“Rodrik之问”,他对各国的复杂度进行观测后发现,中国的出口复杂度明显高于其他相同人均收入水平的国家,由此认为中国的经济复杂度是超前发展的。这一问题涉及较强的政策含义,因此大量研究开始关注这一问题。

国内学者对“Rodrik悖论”基于中国数据进行了大量研究,得到的普遍结论是:中国的出口复杂度确实超越了同等收入的其他国家,但不至于作为离群值处理,不具有违背发展规律的特殊性^[85-87]。有研究认为,中国出口复杂度异常是因为其计算过程无法识别生产环节,中国虽然出口了大量高复杂度产品,但只参与了这些产品的低端价值链环节,若将中间产品价值扣除,则中国出口复杂度将下降^[85,88]。基于贸易数据的研究证明,中国已经从低技术产品出口转向中等技术产品为主的出口结

构,出口技术复杂度正在提高,且中西部地区产品演化路径以提升产品技术复杂度为主,一定程度上实现了路径突破式发展^[89-90]。杨汝岱等^[91]基于EX-PY指数构建了有限赶超指数(LCI),即国家的出口综合技术含量偏离由比较优势所定义的水平程度,研究发现包括中国在内的112个样本国家中,大部分国家沿着有限赶超的路径实现了较高速度的发展。有限赶超理论与演化经济地理学中区域沿着不相关产业多样化路径发展,从而实现路径突破具有相同理论含义。周沂等^[92]在中国地级市上的研究结果表明,相关和不相关多样化促进了高技术产品进入城市,尤其肯定了不相关多样化在扩展高技术复杂度产品中的作用,为区域出口产业升级提供了新的思路。

与发达国家研究不同的是,中国经济复杂度研究对区域经济增长以外的区域发展效应关注较少,而是更加关注如何提升经济复杂度。区域经济增长效应方面,杜运苏^[93]在全国尺度上证明了出口技术复杂度可以提升中国经济增长。张其仔等^[94]基于中国省级尺度的研究发现,经济复杂度主要通过促进地区专业化途径促进了区域经济增长。在城市尺度上,李伟等^[94]依据技术复杂度和技术关联将城市新产业分为4种类型,结果发现,路径突破型的高技术复杂度产业对城市经济增长的作用最大,且新产业的技术复杂度越多的城市经济发展水平越低。经济复杂度的提升路径方面,研究发掘了大量经济复杂度的影响因素,包括人力资本、外商直接投资、产品内分工、产业动态、制造业出口服务化程度和金融结构市场化导向等^[95-99]。上述研究从企业、城市和全国等尺度,内生和外生力量等视角对经济复杂度的影响因素进行探讨,得到的基本结论是:区域需要通过激励企业或企业自身加大研发或提高生产效率,从而提升产品复杂度,进而带来区域尺度的产业演替。在这一过程中,外生力量通过溢出或竞争效应作用于企业与区域,低复杂度产品在竞争中被淘汰,致使区域向着高经济复杂度演化。

5 结论与经济复杂度未来研究方向

经济复杂度研究沿袭了亚当·斯密的分工理论与李嘉图的比较优势理论,但在一定程度上否认了区域应该只专业生产具有比较优势产品的观点,而是根据实践经验认为区域倾向于生产所有可能的

产品以提升其生产适应性,追求高经济复杂度。本文回顾了经济复杂度的产生与发展过程,在演化经济地理学视角下,探讨了经济复杂度的概念、测度方法及其与区域经济发展的相互作用机制,梳理了其对区域经济增长、区域收入差异和区域创新等效应的实证研究成果以及经济复杂度的影响因素,发现绝大多数研究肯定了经济复杂度对区域经济发展的积极作用,提升经济复杂度可以从提升产品空间密度、增强产业能力和技术创新等途径入手。

经济复杂度是21世纪初才被广泛关注的话题,虽然已经在理论与实证研究领域取得了丰硕的研究成果,但仍处于发展阶段初期,尚未形成完善的理论体系与研究框架。接下来,经济复杂度研究有望在以下领域补充深化。

第一,经济复杂度实证研究依赖于能够准确反映区域知识总量和质量的测度方法,现有研究已经提出了基于产品的多种复杂度测度方法,这些方法或侧重于产品多样性、或侧重于产品技术复杂度,难以全面反映经济复杂度的全部内涵。此外,由于经济复杂度测度方式基于国家或区域之间的横向对比,因此它是一个相对概念,难以在不同年份之间比较,降低了其可用性。尽管学者仍在进行讨论修改,但仍未得到公认的最准确测度方法,未来的研究将在这一领域继续深化。

第二,经济复杂度从微观视角出发,基于区域能力研究其在区域发展中的重要作用,并将其用作经济增长的预测指标,但该理论的主要研究成果主要集中在国家层面,缺乏次国家的省/州、城市尺度的理论与实证研究成果。研究尺度差异会使经济复杂度的效应发挥的机制不同,虽然部分文献已经将其用于次国家尺度的验证,但在机制讨论时未与国家层面的经济复杂度研究进行区分。经济复杂度的多种测度指标也都是基于国家数据进行构建的,在用于次国家尺度研究时存在各种问题。经济复杂度基于产品的探讨使其拥有灵活的研究尺度,进一步深化区域和企业尺度的研究可以更系统全面地阐释经济复杂度构建和发挥作用的微观机制。

第三,经济复杂度是内生于社会经济系统的概念,与国家、区域和企业等各层面之间有错综复杂的相互作用关系。经济复杂度不仅可以作为自变量纳入经济增长模型,同时也会随着区域经济增长、制度变革和社会环境变化等发生改变。已有文献或研究经济复杂度对区域经济发展的效应,或探

讨如何提升经济复杂度,少有研究关注两者之间相互影响的协同演化关系。未来研究可以从演化视角出发,将产品空间作为两者关系的桥梁,构建起完整的经济复杂度与区域经济发展的作用机制框架。

第四,中国学者已经加入了经济复杂度的研究中,但现有绝大多数研究局限在基于中国数据的实证研究及对Rodrik悖论的回应研究中,缺乏对理论层面的探讨,在引入西方研究成果时也有滞后性,如在映射方法与适应性方法提出后的几年内,中国仍然沿用原始的出口复杂度计算方法,缺乏对新方法的认识和讨论。中国在进入21世纪后掀起了又一波全球化浪潮,且制度改革带来的地方分权等政治社会背景都决定了我们的经济发展可能存在区别于西方理论的特点。虽然中国学者已经意识到基于西方数据的复杂度测度方法和理论可能并不适合中国国情,但仍未建立起具有自身特色的理论框架。

最后,虽然本文尝试在演化经济地理视角下梳理经济复杂度研究脉络及内涵,但其仍吸纳了发展经济学、国际贸易、复杂系统和网络科学等思想,其研究成果也被环境能源科学、管理学、发展经济学等学科利用吸收,是跨学科的开放性话题。一个成熟的概念或研究问题需要清晰的学科边界才能得到长远、稳健的发展^[100],因此经济复杂度研究需要进一步聚焦,逐渐构建起成熟的研究框架。

参考文献(References)

- [1] 刘志高,尹贻梅.演化经济地理学评介[J].经济动态,2005(12): 91-95. [Liu Zhigao, Yin Yimei. Review of evolutionary economic geography. *Economic Perspectives*, 2005(12): 91-95.]
- [2] 贺灿飞,黎明.演化经济地理学[J].河南大学学报(自然科学版),2016,46(4): 387-391. [He Canfei, Li Ming. Evolutionary economic geography. *Journal of Henan University (Natural Science)*, 2016, 46(4): 387-391.]
- [3] 伍业君,王磊,桑铁柱.中国地区经济复杂度与经济增长:基于省级面板数据的实证分析[J].当代财经,2013(6): 87-97. [Wu Yejun, Wang Lei, Sang Tiezhu. China's regional economic complexity and economic growth: An empirical analysis based on provincial panel data. *Contemporary Finance & Economics*, 2013(6): 87-97.]
- [4] Hausmann R, Klinger B. Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space [R]. CID Working Paper No. 128. Cambridge, USA: Center

- for International Development, Harvard University, 2006. doi: 10.2139/ssrn.939646.
- [5] Hidalgo C A, Klinger B, Barabási A-L, et al. The product space conditions the development of nations [J]. *Science*, 2007, 317: 482-487.
- [6] Hidalgo C A, Hausmann R. The building blocks of economic complexity [J]. *PNAS*, 2009, 106(26): 10570-10575.
- [7] Hausmann R, Rodrik D. Economic development as self-discovery [J]. *Journal of Development Economics*, 2003, 72(2): 603-633.
- [8] Lucas R E Jr. On the mechanics of economic development [J]. *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22(1): 3-42.
- [9] Kitson M, Martin R, Tyler P. Regional competitiveness: An elusive yet key concept? [J]. *Regional Studies*, 2004, 38(9): 991-999.
- [10] Asheim B T, Gertler M S. The geography of innovation: Regional innovation systems [M]// Fagerberg J, Mowery D C. *The Oxford handbook of innovation*. New York, USA: Oxford University Press, 2005.
- [11] Kaufmann D, Kraay A. Governance indicators: Where are we, where should we be going? [J]. *The World Bank Research Observer*, 2007, 23(1): 1-30.
- [12] Frenken K, Van Oort F, Verburg T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth [J]. *Regional Studies*, 2007, 41(5): 685-697.
- [13] Hausmann R, Hidalgo C A, Bustos S, et al. *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity* [M]. Cambridge, USA: The MIT Press, 2014.
- [14] Balland P-A, Rigby D. The geography of complex knowledge [J]. *Economic geography*, 2017, 93(1): 1-23.
- [15] Weaver W. *Science and complexity* [M]// Klir G J. *Facets of systems science*. Boston, USA: Springer, 1991.
- [16] Hidalgo C A. Economic complexity theory and applications [J]. *Nature Reviews Physics*, 2021, 3(2): 92-113.
- [17] 苗东升. 系统科学精要 [M]. 2版. 北京: 中国人民大学出版社, 2006. [Miao Dongsheng. *Essentials of systems science*. 2nd Edition. Beijing, China: China Renmin University Press, 2006.]
- [18] Chenery H B, Robinson S, Syrquin M, et al. *Industrialization and growth* [M]. Oxford, UK: Oxford University Press, 1986.
- [19] 张其仔, 伍业君, 王磊. 经济复杂度、地区专业化与经济增长: 基于中国省级面板数据的经验分析 [J]. *经济管理*, 2012, 34(6): 1-9. [Zhang Qizi, Wu Yejun, Wang Lei. Economic complexity, regional specialization and economic growth: Empirical analyses based on provincial panel data. *Business Management Journal*, 2012, 34(6): 1-9.]
- [20] Hausmann R, Hwang J, Rodrik D. What you export matters [J]. *Journal of Economic Growth*, 2007, 12(1): 1-25.
- [21] Balland P A, Boschma R, Crespo J, et al. Smart specialization policy in the European Union: Relatedness, knowledge complexity and regional diversification [J]. *Regional Studies*, 2019, 53(9): 1252-1268.
- [22] Petralia S, Balland P A, Morrison A. Climbing the ladder of technological development [J]. *Research Policy*, 2017, 46(5): 956-969.
- [23] Fritz B S L, Manduca R A. The economic complexity of US metropolitan areas [J]. *Regional Studies*, 2021, 55(7): 1299-1310.
- [24] Chávez J C, Mosqueda M T, Gómez-Zaldívar M. Economic complexity and regional growth performance: Evidence from the Mexican economy [J]. *Review of Regional Studies*, 2017, 47(2): 201-219.
- [25] Jacobs J. *The economy of cities* [M]. New York, USA: Random House, 1969.
- [26] 任晶, 杨青山. 产业多样化与城市增长的理论及实证研究: 以中国31个省会城市为例 [J]. *地理科学*, 2008, 28(5): 631-635. [Ren Jing, Yang Qingshan. Theory and demonstration between the industry diversion and city increase: A case study of 31 provincial cities in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(5): 631-635.]
- [27] Glaeser E L, Kallal H D, Scheinkman J A, et al. Growth in cities [J]. *Journal of Political Economy*, 1992, 100(6): 1126-1152.
- [28] van Oort F G. *Urban growth and innovation: Spatially bounded externalities in the Netherlands* [M]. London, UK: Routledge, 2017.
- [29] Berliant M, Fujita M. The dynamics of knowledge diversity and economic growth [J]. *Southern Economic Journal*, 2011, 77(4): 856-884.
- [30] Diamond C A, Simon C J. Industrial specialization and the returns to labor [J]. *Journal of Labor Economics*, 1990, 8(2): 175-201.
- [31] Izraeli O, Murphy K J. The effect of industrial diversity on state unemployment rate and per capita income [J]. *The Annals of Regional Science*, 2003, 37(1): 1-14.
- [32] Pike A, Dawley S, Tomaney J. Resilience, adaptation and adaptability [J]. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 2010, 3(1): 59-70.
- [33] Marshall A. *Principles of economics* [M]. London, UK: Macmillan, 1890.
- [34] Siegel P B, Johnson T G, Alwang J. *Regional economic*

- diversity and diversification [J]. *Growth and Change*, 1995, 26(2): 261-284.
- [35] 苏灿, 曾刚, 王秋玉. 多样性的区域影响效应研究进展和展望 [J]. *地理科学进展*, 2020, 39(11): 1923-1933. [Su Can, Zeng Gang, Wang Qiuyu. Progress and prospect of research on regional effect of variety. *Progress in Geography*, 2020, 39(11): 1923-1933.]
- [36] Cortinovis N, van Oort F. Variety, economic growth and knowledge intensity of European regions: A spatial panel analysis [J]. *The Annals of Regional Science*, 2015, 55 (1): 7-32.
- [37] Hausmann R, Hidalgo C A. Country diversification, product ubiquity, and economic divergence [R]. CID Working Paper No. 201. Cambridge, USA: Center for International Development, Harvard University, 2010.
- [38] Cristelli M, Gabrielli A, Tacchella A, et al. Measuring the intangibles: A metrics for the economic complexity of countries and products [J]. *PLoS One*, 2013, 8(8): e70726. doi:10.1371/journal.pone.0070726.
- [39] Tacchella A, Cristelli M, Caldarelli G, et al. A new metrics for countries' fitness and products' complexity [J]. *Scientific Reports*, 2012, 2: 723. doi: 10.1038/srep00723.
- [40] Mariani M S, Vidmer A, Medo M, et al. Measuring economic complexity of countries and products: Which metric to use? [J]. *The European Physical Journal B*, 2015, 88: 293. doi: 10.1140/epjb/e2015-60298-7.
- [41] Srinivasan S, Thenmozhi M, Vijayaraghavan P. Product diversification deciphered [J]. *Global Business and Management Research*, 2016, 8(2): 38-52.
- [42] Morrison G, Buldyrev S V, Imbruno M, et al. On economic complexity and the fitness of nations [J]. *Scientific Reports*, 2017, 7: 15332. doi: 10.1038/s41598-017-14603-6.
- [43] Liao H, Vidmer A. A comparative analysis of the predictive abilities of economic complexity metrics using international trade network [J]. *Complexity*, 2018, 2018: 1-12.
- [44] Lall S, Weiss J, Zhang J. The "sophistication" of exports: A new trade measure [J]. *World Development*, 2006, 34 (2): 222-237.
- [45] Albeaik S, Kaltenberg M, Alsaleh M, et al. Improving the economic complexity index [EB/OL]. *Quantitative Finance*, 2017-07-18 [2020-12-02]. <https://arxiv.org/abs/1707.05826>.
- [46] Poncet S, de Waldemar F S. Export upgrading and growth: The prerequisite of domestic embeddedness [J]. *World Development*, 2013, 51: 104-118.
- [47] Beaudry C, Schiffauerova A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate [J]. *Research Policy*, 2009, 38(2): 318-337.
- [48] de Groot H L F, Poot J, Smit M J. Agglomeration externalities, innovation and regional growth: Theoretical perspectives and meta-analysis [M]// Capello R, Nijkamp P. *Handbook of regional growth and development theories*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2009.
- [49] Boschma R, Iammarino S. Related variety, trade linkages, and regional growth in Italy [J]. *Economic Geography*, 2009, 85(3): 289-311.
- [50] Boschma R, Minondo A, Navarro M. Related variety and regional growth in Spain [J]. *Papers in Regional Science*, 2012, 91(2): 241-256.
- [51] Porter M E. The competitive advantage of regions [J]. *Regional Studies*, 2003, 37(6/7): 549-578.
- [52] Zhang J. Related variety, global connectivity and institutional embeddedness: Internet development in Beijing and Shanghai compared [J]. *Regional Studies*, 2013, 47 (7): 1065-1081.
- [53] Neffke F, Henning M, Boschma R. How do regions diversify over time? Industry relatedness and the development of new growth paths in regions [J]. *Economic Geography*, 2011, 87(3): 237-265.
- [54] Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience [J]. *Regional Studies*, 2015, 49(5): 733-751.
- [55] Lo Turco A, Maggioni D. On firms' product space evolution: The role of firm and local product relatedness [J]. *Journal of Economic Geography*, 2016, 16(5): 975-1006.
- [56] Martin R. Roepke lecture in economic geography: Rethinking regional path dependence: Beyond lock-in to evolution [J]. *Economic Geography*, 2010, 86(1): 1-27.
- [57] Dell M. Path dependence in development: Evidence from the Mexican Revolution [R]. Cambridge, USA: Department of Economics, Harvard University 2012.
- [58] 贺灿飞, 金璐璐, 刘颖. 多维邻近性对中国出口产品空间演化的影响 [J]. *地理研究*, 2017, 36(9): 1613-1626. [He Canfei, Jin Lulu, Liu Ying. How does multi-proximity affect the evolution of export product space in China? *Geographical Research*, 2017, 36(9): 1613-1626.]
- [59] Martin R, Sunley P. Path dependence and regional economic evolution [J]. *Journal of Economic Geography*, 2006, 6(4): 395-437.
- [60] 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.]

- [61] Ertan Özgüzer G, Oğuş- Binatlı A. Economic convergence in the EU: A complexity approach [J]. *Eastern European Economics*, 2016, 54(2): 93-108.
- [62] Gao J, Zhou T. Quantifying China's regional economic complexity [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2018, 492: 1591-1603.
- [63] González A, Ortigoza E, Llamosas C, et al. Multi-criteria analysis of economic complexity transition in emerging economies: The case of Paraguay [J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2019, 68: 100617. doi:10.1016/j.seps.2018.02.004.
- [64] Sahasranaman A, Jensen H J. Economic complexity and capabilities of Indian States [EB/OL]. 2018-12-13 [2020-12-02]. doi: 10.2139/ssrn.3578242.
- [65] Fritz B S L, Manduca R A. The economic complexity of US metropolitan areas [J]. *Regional Studies*, 2021, 55(7): 1-12.
- [66] Cristelli M, Tacchella A, Pietronero L. The heterogeneous dynamics of economic complexity [J]. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0117174. doi: 10.1371/journal.pone.0117174.
- [67] Hartmann D, Guevara M R, Jara-Figueroa C, et al. Linking economic complexity, institutions, and income inequality [J]. *World Development*, 2017, 93: 75-93.
- [68] Hidalgo C. Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies [M]. New York, USA: Basic Books, 2015.
- [69] Hartmann D, Jara-Figueroa C, Guevara M, et al. The structural constraints of income inequality in Latin America [J]. *Integration & Trade Journal*, 2016, 40: 70-85.
- [70] Felipe J, Kumar U, Abdon A, et al. Product complexity and economic development [J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2012, 23(1): 36-68.
- [71] Chu L K, Hoang D P. How does economic complexity influence income inequality? New evidence from international data [J]. *Economic Analysis and Policy*, 2020, 68: 44-57.
- [72] Fawaz F, Rahnama-Moghadamm M. Spatial dependence of global income inequality: The role of economic complexity [J]. *The International Trade Journal*, 2019, 33(6): 542-554.
- [73] Cainelli G, Ganau R, Modica M. Industrial relatedness and regional resilience in the European Union [J]. *Papers in Regional Science*, 2019, 98(2): 755-778.
- [74] Valette J. Do migrants transfer productive knowledge back to their origin countries? [J]. *The Journal of Development Studies*, 2018, 54(9): 1637-1656.
- [75] Dechezleprêtre A, Martin R, Mohnen M. Knowledge spillovers from clean and dirty technologies [R]. CEP Discussion Papers (CEPDP1300). London, UK: Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 2014.
- [76] Mealy P, Teytelboym A. Economic complexity and the green economy [J]. *Research Policy*, 2020: 103948. doi: 10.1016/j.respol.2020.103948.
- [77] Lapatinas A, Kyriakou A, Garas A. Taxation and economic sophistication: Evidence from OECD countries [J]. *PLoS One*, 2019, 14(3): e0213498. doi: 10.1371/journal.pone.0213498.
- [78] Shen L. An empirical research of the technological innovation effect on the export sophistication of China high-technology industry [C]// WMSCI 2015: 19th world multi-conference on systemics, cybernetics and informatics. Orlando, USA, 2015.
- [79] Stojkoski V, Utkovski Z, Kocarev L. The impact of services on economic complexity: Service sophistication as route for economic growth [J]. *PLoS One*, 2016, 11(8): e0161633. doi: 10.1371/journal.pone.0161633.
- [80] Mishra S, Tewari I, Toosi S. Economic complexity and the globalization of services [J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2020, 53: 267-280.
- [81] Reynolds C, Agrawal M, Lee I, et al. A sub-national economic complexity analysis of Australia's states and territories [J]. *Regional Studies*, 2018, 52(5): 715-726.
- [82] Balland P-A, Jara-Figueroa C, Petralia S G, et al. Complex economic activities concentrate in large cities [J]. *Nature Human Behaviour*, 2020, 4(3): 248-254.
- [83] Khan H, Khan U, Khan M A. Causal nexus between economic complexity and FDI: Empirical evidence from time series analysis [J]. *The Chinese Economy*, 2020, 53(5): 374-394.
- [84] Rodrik D. What's so special about China's exports? [J]. *China & World Economy*, 2006, 14(5): 1-19.
- [85] 丁小义, 胡双丹. 基于国内增值的中国出口复杂度测度分析: 兼论“Rodrik悖论”[J]. *国际贸易问题*, 2013(4): 40-50. [Ding Xiaoyi, Hu Shuangdan. Examining China's export sophistication and its Rodrik paradox based on domestic value-added of exports. *Journal of International Trade*, 2013(4): 40-50.]
- [86] 刘琳. 中国出口存在“Rodrik悖论”么? [J]. *国际经贸探索*, 2015, 31(5): 4-17. [Liu Lin. Is there a "Rodrik Paradox" in China's export? *International Economics and Trade Research*, 2015, 31(5): 4-17.]
- [87] 吴真如. 经济复杂度与中国产业升级 [D]. 上海: 上海社会科学院, 2019. [Wu Zhenru. *Economic complexity and*

- China's industrial upgrading. Shanghai, China: Shanghai Academy of Social Sciences, 2019.]
- [88] 姚洋, 张晔. 中国出口品国内技术含量升级的动态研究: 来自全国及江苏省、广东省的证据 [J]. 中国社会科学, 2008(2): 67-82, 205-206. [Yao Yang, Zhang Ye. Upgrading the domestic technological contents of China's exports: Evidence from Jiangsu and Guangdong Provinces and China as a whole. *Social Sciences in China*, 2008 (2): 67-82, 205-206.]
- [89] 周沂. 中国制造业出口产品升级及其空间演化研究 [D]. 北京: 北京大学, 2017. [Zhou Yi. Research on the upgrading of China's manufacturing export products and its spatial evolution. Beijing, China: Peking University, 2017.]
- [90] 樊纲, 关志雄, 姚枝仲. 国际贸易结构分析: 贸易品的技术分布 [J]. 经济研究, 2006, 41(8): 70-80. [Fan Gang, Kwan Chihung, Yao Zhizhong. Analyzing the foreign trade structure based on technologies of traded goods. *Economic Research Journal*, 2006, 41(8): 70-80.]
- [91] 杨汝岱, 姚洋. 有限赶超与经济增长 [J]. 经济研究, 2008, 43(8): 29-41, 64. [Yang Rudai, Yao Yang. Limited catch-up and economic growth. *Economic Research Journal*, 2008, 43(8): 29-41, 64.]
- [92] 周沂, 贺灿飞. 集聚类型与中国出口产品演化: 基于产品技术复杂度的研究 [J]. 财贸经济, 2018, 39(6): 115-129. [Zhou Yi, He Canfei. Agglomeration economy and the evolution of export sophistication in China. *Finance & Trade Economics*, 2018, 39(6): 115-129.]
- [93] 杜运苏. 出口技术复杂度影响我国经济增长的实证研究: 基于不同贸易方式和企业性质 [J]. 国际贸易问题, 2014(9): 3-12. [Du Yunsu. Effect of export sophistication on China's economic growth: An empirical research based on different modes of trade and enterprise properties. *Journal of International Trade*, 2014(9): 3-12.]
- [94] 李伟, 贺灿飞. 城市新产业与城市经济增长: 演化经济地理学视角 [J]. 城市发展研究, 2020, 27(6): 51-61, 173. [Li Wei, He Canfei. New industries and urban economic growth: Perspective from evolutionary economic geography. *Urban Development Studies*, 2020, 27(6): 51-61, 173.]
- [95] 林玲, 陈妹, 赵素萍. 产品内分工、要素禀赋与出口技术复杂度 [J]. 经济问题探索, 2015(10): 117-124. [Lin Ling, Chen Mei, Zhao Suping. Intra-product division, factor endowments and export technology complexity. *Inquiry into Economic Issues*, 2015(10): 117-124.]
- [96] 许璐. 金融结构市场化导向与出口技术复杂度: 基于跨国面板数据的实证分析 [J]. 经济问题探索, 2017(2): 136-143. [Xu Lu. The market orientation of financial structure and the export technology complexity: An empirical analysis based on cross-border panel data. *Inquiry into Economic Issues*, 2017(2): 136-143.]
- [97] 王思语, 郑乐凯. 制造业出口服务化与价值链提升: 基于出口复杂度的视角 [J]. 国际贸易问题, 2018(5): 92-102. [Wang Siyu, Zheng Lekai. Export servitization and value chain upgrading in manufacturing sectors: From perspective of export sophistication. *Journal of International Trade*, 2018(5): 92-102.]
- [98] 李志斌, 周子博, 周沂. 中国城市出口产品技术复杂度演化 [J]. 地域研究与开发, 2019, 38(5): 45-50. [Li Zhibin, Zhou Zibo, Zhou Yi. Evolution of complexity of China's urban export products. *Areal Research and Development*, 2019, 38(5): 45-50.]
- [99] 李伟. 中国出口产业演变及其对城市经济增长的影响 [D]. 北京: 北京大学, 2019. [Li Wei. The diversification of Chinese exports and its impact on urban economic growth. Beijing, China: Peking University, 2019.]
- [100] 郭琪, 贺灿飞. 演化经济地理视角下的技术关联研究进展 [J]. 地理科学进展, 2018, 37(2): 229-238. [Guo Qi, He Canfei. Progress of research on technological relatedness in the perspective of evolutionary economic geography. *Progress in Geography*, 2018, 37(2): 229-238.]

Progress of research on economic complexity and regional economic development in the perspective of evolutionary economic geography

REN Zhuoran^{1,2}, HE Canfei^{1,2*}, WANG Wenyu¹

(1. College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China;

2. Peking University-Lincoln Institute Center for Urban Development and Land Policy, Beijing 100871, China)

Abstract: Economic complexity is one of the important topics in evolutionary economic geography in recent years. Its attention to the transformation of industrial structure and the path of endogenous growth plays an important role in deepening the theories of economic geography and development economics, and helps to understand the transformation process of regional economic structure. This article reviewed the theoretical background of economic complexity, and examined the connotation, concept, and theoretical framework of economic complexity from the perspective of evolutionary economic geography. Then it reviewed the mainstream measurement methods of economic complexity. Based on the theory of diversification and product space, this article explored the mechanism of economic complexity on regional economic development, and then reviewed the progress of empirical research of economic complexity on regional economic growth, regional income disparity, and innovation. We found that most of the literature has proved the positive effect of economic complexity on regional economic development. Based on the idea of improving the product space density, regional economic complexity can be promoted by improving the industrial capacity and innovation ability. China's economic complexity is higher than that of other countries at the same income level, and its development path has unique characteristics, which provides a case for the theoretical study of economic complexity and has strong policy implications.

Keywords: economic complexity; evolutionary economic geography; product space; regional economic development