

# 中国区域产业演化路径 ——基于技术关联性与技术复杂性的研究

李 伟<sup>1,2</sup>, 贺灿飞<sup>3,4\*</sup>

(1. 中国宏观经济研究院, 北京 100038; 2. 中国人民大学经济学院, 北京 100872;

3. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871; 4. 北京大学—林肯研究院城市发展与土地政策研究中心, 北京 100871)

**摘 要:** 论文基于技术关联性与技术复杂性划分出4类区域产业演化路径, 利用2000—2016年中国海关进出口贸易数据库, 集成不同类型新产业识别方法, 在分析中国出口产业空间格局演变基础上重点研究了不同地区产业演化路径存在的差异及变化趋势。研究发现: ① 中国出口产业经历了空间分散化过程。2000—2016年中国出口产业首先由粤闽地区向长三角核心城市和山东省等地转移, 再向长三角外围城市、中西部省会城市和江西省等地转移。② 中国区域产业演化以路径依赖型为主, 但发达地区有更强路径突破性。2000—2016年路径依赖型新产业占新产业总数的70%左右, 路径突破型新产业占30%左右。中国东部沿海发达城市和中西部省会城市产业演化更具路径突破性, 中西部普通地级市更具路径依赖性。③ 不论是路径依赖型产业分化还是路径突破型产业创生, 新产业不必然具有更高技术复杂度。在路径依赖型新产业中, 约一半的技术复杂度高于其在位母产业。在路径突破型新产业中, 约2/3的技术复杂度高于城市平均水平。④ 不同地区产业演化路径存在较大差异, 东部发达地区发展出更多路径突破型新产业, 并且新产业技术复杂度高于城市平均水平; 中西部普通地级市多充分利用现有知识与技术发展技术复杂度更低的新产业。从变化趋势来看, 东部沿海地区路径突破且技术复杂度提高型新产业逐步增多, 中西部普通地级市路径依赖且技术复杂度降低型新产业一直占有较高比重。因此, 中国政府亟需制定政策推动中西部普通地级市产业发展的路径突破。

**关 键 词:** 出口产业; 路径依赖; 路径突破; 产业技术关联性; 产业技术复杂度

近40 a来, 许多国家与地区推动投资与贸易自由化, 经济全球化不断加深, 全球贸易迅速增长。在此背景下, 许多学者开始关注出口空间格局演变<sup>[1-4]</sup>、出口对国内产业地理格局的影响<sup>[5-9]</sup>、出口对地区发展不平衡的影响<sup>[10-12]</sup>等问题。改革开放以来, 中国顺应经济全球化大势, 不断吸引外资与扩大出口, 现已成为世界第一大货物贸易国。在此背景下, 学者重点研究了中国出口空间格局演变。例如, 鲁奇等<sup>[13]</sup>研究了1965—2004年中国7大经济区

对外贸易总量、对外贸易密度和对外贸易依存度等方面的变化趋势。一些学者基于中国省际出口数据, 运用空间基尼系数、集中度指数和变异系数等指标分析了各省出口差异及其演变趋势<sup>[14-17]</sup>。近些年来, 随着西部大开发、中部崛起、东北振兴及“一带一路”倡议实施, 学者开始关注出口产业向中西部地区转移等问题, 多数研究发现21世纪以来出口产业有向中西部地区转移的趋势<sup>[18-21]</sup>。一些学者还重点研究了特定出口产品如机电行业和计算机的

收稿日期: 2020-03-30; 修订日期: 2020-11-03。

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(41731278); 国家自然科学基金青年科学基金项目(42001140); 国家杰出青年科学基金项目(41425001)。[Foundation: Key Program of the National Natural Science Foundation of China, No. 41731278; Youth Program of the National Natural Science Foundation of China, No. 42001140; National Science Fund for Distinguished Young Scholars of China, No. 41425001.]

第一作者简介: 李伟(1990—), 男, 山东日照人, 博士, 博士后, 主要研究方向为演化经济理论、产业发展与区域经济等。

E-mail: xiari.liwei@163.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: 李伟, 贺灿飞. 中国区域产业演化路径: 基于技术关联性与技术复杂性的研究[J]. 地理科学进展, 2021, 40(4): 620-634. [Li Wei, He Canfei. Regional industrial diversification of China: Based on technological relatedness and complexity. Progress in Geography, 2021, 40(4): 620-634.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.04.007

空间格局演变<sup>[22-23]</sup>。

近年来,随着演化经济地理学发展,学者们开始关注城市出口产业演化路径<sup>[24-28]</sup>。演化经济地理学从企业新产品开发受认知邻近制约<sup>[29]</sup>和企业衍生<sup>[30-31]</sup>等基本概念出发,推导出新产业从现有产业分化而来,并且二者存在较强技术关联<sup>[32]</sup>(technological relatedness)。区域现有知识、技术、能力与制度结构会影响未来新产业的产生空间,导致区域产业演化的路径依赖<sup>[33]</sup>。实证研究发现,相关多样化分化(related diversification)是区域产业分化的常态,而不相关多样化分化(unrelated diversification)相对较少<sup>[34]</sup>。例如,Hidalgo等<sup>[24]</sup>考察了世界各国出口产品演变,发现各国新出口的产品与现有出口产品在“产品空间”上的距离较短,它们往往存在某种关联性。Boschma等<sup>[32]</sup>基于西班牙出口数据发现,生产新产品所需的知识、技术与能力与生产区域现有产品所需的知识、技术与能力较为相似。He等<sup>[35]</sup>基于中国案例发现,那些与本地产业具有较高技术关联的产业更容易进入该区域,而与本地产业技术关联度较弱的产业更容易从区域退出。贺灿飞等<sup>[25]</sup>基于中国2001—2013年31个省(区、市)的出口数据研究了我国出口产品的演化路径,发现2001—2007年间,中国4大区域的出口产品演化都受到技术关联的显著影响。中国企业空间进入与退出同样受制于技术关联<sup>[36-37]</sup>。近来,除研究关联性分化(relatedness diversification)外,演化经济地理学开始关注复杂性分化<sup>[38]</sup>(complexity diversification)。学者们认为,开发高技术复杂度产品需要更大的学习与研发成本、面对更大的不确定性与更大的失败风险<sup>[39-41]</sup>,因而后发国家可以按照出口产品技术复杂度的排序来发展产业<sup>[42]</sup>,即不断进行复杂性分化。

当前,区域产业演化路径研究还存在以下不足。首先,当前主流研究方法虽能计算新产业与本地产业的总体关联度(density),但无法识别哪些是路径依赖型新产业,哪些是路径突破型新产业<sup>[43]</sup>。因而,当前研究还无法在区域层面刻画产业演化路径的空间差异,即无法展示哪些地区具有更高的路径依赖性,哪些地区具有更高的路径突破性。其次,在研究区域产业演化路径时,学者们多从关联性(relatedness)维度出发,将区域产业演化路径划分为路径依赖和路径突破,但这无法说明新产业是否具有更高的技术复杂度。在后发国家语境下,演化经济地理学者更需要关注新产业是否具有更高的技术复杂

度。近来,有学者综合关联性分化与复杂性分化2个维度,提出了新概念框架来理解区域产业演化路径,将区域产业演化路径划分为4种类型<sup>[38]</sup>。但当前还没有方法可以定量识别出新产业为何种类型。

本文以中国出口数据为例,在描述中国出口产业空间格局演变基础上,采用新方法识别路径依赖型与路径突破型新产业,展示中国路径依赖与路径突破的空间差异。在此基础上,基于技术关联性与技术复杂性划分4类新产业,集成新方法,定量识别4类新产业,分析中国区域产业演化路径的空间差异及其演变趋势。

## 1 研究数据与方法

### 1.1 数据来源

本文获取2000—2016年《中国海关进出口贸易数据库》,其完整而翔实地记录了每一条进出口信息:企业代码、企业地址、出口时间、产品类别、出口金额等。数据处理方法如下:首先,将1996年版、2002年版、2007年版和2012年版八位数海关商品分类编码(HS编码)一一对应到2002年版《国民经济行业分类标准(GB/T 4754—2002)》四位数编码。其次,按照Manova等<sup>[44]</sup>的做法,识别贸易公司并予以剔除。第三,选取国民经济行业分类二位数代码在13和43之间的制造业行业。第四,将企业层面数据加总到城市—四位数行业,得到2000—2016年334个城市四位数出口产业面板数据。在识别新产业类型时,将新疆维吾尔自治区、西藏自治区、青海省、港澳台地区及甘肃、陕西、四川、湖北、贵州个别城市予以删除,少数行业进行归并与剔除,最终得到289个城市362个四位数出口产业面板数据。

### 1.2 空间基尼系数

采用空间基尼系数(AG)刻画中国二位数出口产业空间集聚与分散趋势,从整体上把握中国出口产业空间格局演变。计算方法如下:

$$AG_i = \frac{1}{2Z^2\mu} \sum_j \sum_k \left| \frac{M_{ij}}{M_i} - \frac{M_{ik}}{M_i} \right| \quad (1)$$

式中: $i$ 代表二位数行业, $j$ 和 $k$ 都代表城市; $Z$ 代表城市的个数; $M_i$ 是指 $i$ 出口产业的出口总额; $M_{ij}$ 和 $M_{ik}$ 分别为城市 $j$ 和城市 $k$ 产业 $i$ 的出口总额; $\mu$ 是各城市 $i$ 产业出口额占城市出口总额的平均值; $AG_i$ 为 $i$ 产业的空间基尼系数。空间基尼系数在0~1之间,系数越大表明出口产业的空间集聚程度越高<sup>[4]</sup>。

### 1.3 路径突破型与路径依赖型新产业识别方法

演化经济地理学重点研究区域产业演化是否遵循路径依赖,以及何种因素会增强或减弱路径依赖。通常做法是计算某产业与本地原有产业的总体关联度<sup>[45]</sup>,然后进行回归分析。但演化经济地理学一直未找到较好方法直接识别出路径依赖型新产业和路径突破型新产业。2018年,Coniglio等<sup>[43]</sup>提出了路径依赖型新产业与路径突破型新产业的定量识别方法。路径依赖型新产业是指与本地原有产业具有较高技术关联的新产业,路径突破型新产业是指与本地原有产业技术关联较弱的新产业。其思路如下:

第一,识别新产业。从 $t$ 年到 $t+T$ 年,若某城市某产业的显性比较优势系数(RCA)由0.5以下变为1以上,则将其标记为新产业。对于任一城市 $c \in C$ , $C$ 为全国城市集合,从 $t$ 年到 $t+T$ 年,新产业有 $n \in N_{c,t,t+T}$ , $N_{c,t,t+T}$ 为 $c$ 城市 $t$ 年到 $t+T$ 年新产业构成的集合,有 $n$ 个新产业。本文参考Coniglio等<sup>[43]</sup>和Zhu等<sup>[27]</sup>的做法,记 $T=4$ 。

第二,逐年计算产业 $i$ 和产业 $j$ 之间的关联度 $\varphi_{ijt}$ 。计算两两产业之间的关联度分两步:首先,按年份生成行为城市、列为产业的0-1矩阵表,即如果城市 $c$ 任一产业 $i$ 在 $t$ 年的显性比较优势系数(RCA)大于1,则将其变为1,否则为0:

$$x_{cit} = \begin{cases} 1 & (\text{RCA}_{cit} \geq 1) \\ 0 & (\text{RCA}_{cit} < 1) \end{cases} \quad (2)$$

其次,生成矩阵表后,计算任意一对产业之间的关联度,记任一产业 $i$ 和任一产业 $j$ 在 $t$ 年的关联度为 $\varphi_{ijt}$ ,计算公式如下:

$$\varphi_{ijt} = \min\{p(x_{it}=1|x_{jt}=1), p(x_{jt}=1|x_{it}=1)\} \quad (3)$$

式中: $\varphi_{ijt}$ 是条件概率,即 $t$ 年产业 $i$ 和产业 $j$ 在某一地区同时具有比较优势的条件概率,并取最小值; $p(x_{it}=1|x_{jt}=1)$ 是指 $t$ 年在所有城市中 $j$ 产业已具有比较优势的条件下 $i$ 产业也具有比较优势的概率; $p(x_{jt}=1|x_{it}=1)$ 同理。共有 $M$ 个产业,因此每年得到一个 $M \times M$ 矩阵。

第三,记 $B_{c,t}$ 为城市 $c$ 在 $t$ 年的当前产业集,即所有具有比较优势的产业集合; $D_{c,t}$ 为 $M \times C$ 矩阵,记录新产业 $N_{c,t,t+T}$ 与当前比较优势产业关联度的最大值。对任一城市 $c \in C$ ,任一产业 $i$ ,记

$$D_{ict} = \begin{cases} d_{ict}(\varphi_{ijt}) = \max(\varphi_{ijt}) & (j \in B_{ct}, i \in N_{c,t,t+T}) \\ \text{空值} & (j \notin B_{ct}) \end{cases} \quad (4)$$

式中: $d_{ict}(\varphi_{ijt}) = \max(\varphi_{ijt})$ 是指 $t$ 年到 $t+T$ 年城市 $c$ 产生的新产业 $i$ 与所有当前产业( $t$ 年显性比较优势系数大于1的产业)中关联度的最大值。

第四,使用蒙特卡洛随机抽样法建立反事实最大关联度分布函数。其具体思路为,若某一城市获得 $r$ 个新产业,则使用蒙特卡洛随机抽样法从非在位产业( $t$ 年显性比较优势系数小于1的产业)中随机抽取 $r$ 个新产业,按第三步的做法计算每个随机抽取新产业与现有在位产业关联度的最大值。接下来计算 $r$ 个最大关联度的平均值。重复操作3000次,得到最大关联度的反事实分布。

第五,对路径突破型和路径依赖型新产业进行识别。若实际新产业的最大关联度在反事实分布前5%置信区间以内,则将其标记为路径突破型(以下简称TP,下同);若实际新产业的最大关联度在95%以上置信区间内,则将其标记为路径依赖型(YL)。落在5%~95%置信区间内的为随机型新产业(SJ)。本文基于2000—2016年289个城市362个四位数出口产业数据识别不同类型新产业。

### 1.4 产业技术复杂度与城市经济复杂度计算

Hidalgo等<sup>[42]</sup>提出产业技术复杂度与城市经济复杂度的概念,并提出计算方法。Tacchella等<sup>[46]</sup>改进了Hidalgo等的方法,计算公式如下:

$$\begin{cases} \tilde{F}_c^{(n)} = \sum_p M_{cp} Q_p^{(n-1)} \\ \tilde{Q}_p^{(0)} = \frac{1}{\sum_c M_{cp} \frac{1}{F_c^{(n-1)}}} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} F_c^{(n)} = \frac{\tilde{F}_c^{(n)}}{\langle \tilde{F}_c^{(n)} \rangle_c} \\ Q_p^{(n)} = \frac{\tilde{Q}_p^{(n)}}{\langle \tilde{Q}_p^{(n)} \rangle_p} \end{cases} \quad (5)$$

设定城市经济复杂度初始值 $\tilde{F}_c^{(0)} = 1$ ,产业技术复杂度初始值 $\tilde{Q}_p^{(0)} = 1$ (其中 $c$ 为城市, $p$ 为产业)。基于城市 $c$ 与产业 $p$ 构建0-1矩阵表 $M_{cp}$ 。在 $M_{cp}$ 矩阵中,如果城市 $c$ 产业 $p$ 的比较优势系数(RCA)大于1,则矩阵中的值为1;若RCA小于1,则矩阵中的值为0。每次完成迭代后,对 $\tilde{F}_c^{(n)}$ 和 $\tilde{Q}_p^{(n)}$ 进行标准化处理,得到 $F_c^{(n)}$ 和 $Q_p^{(n)}$ 。 $F_c^{(n)}$ 和 $Q_p^{(n)}$ 分别为 $n$ 次迭代后城市经济复杂度和产业技术复杂度。本文每年进行60次循环迭代。

### 1.5 区域产业演化路径

最初,演化经济地理学基于技术关联性将新产



业划分为路径依赖型与路径突破型。近来, Balland等<sup>[38]</sup>基于技术关联性与技术复杂性将新产业分为4类(图1): 路径突破且技术复杂度提高型新产业(以下简称CA型新产业,下同)、路径突破且技术复杂度降低型新产业(CB)、路径依赖且技术复杂度提高型新产业(DA)和路径依赖且技术复杂度降低型新产业(DB)。4类新产业的发展具有不同的风险与收益。①DA型新产业的发展建立在本地现有知识基础之上, 获得成功的概率较大。其技术复杂度相对提高, 大于本地现有关联产业, 可以获得更大收益。②DB型新产业的发展同样建立在本地已有知识基础之上, 更有可能获得成功。但其技术复杂度相对降低, 小于本地关联性产业, 收益将降低。③CA型新产业的发展与本地知识基础无关, 具有较高失败风险。其技术复杂度相对提高, 收益较大。④CB型新产业无法利用本地已有知识, 有较大失败风险。CB型新产业技术复杂度相对降低, 收益较小。研究认为要优先发展DA型新产业, 一方面本地可以提供较好知识基础, 另一方面收益较高<sup>[38]</sup>。在本文中区域产业演化路径不再仅仅是指路径依赖与路径突破, 而是指同时考虑技术关联性与技术复杂性后区域更倾向于发展出以上何种类型新产业。以上4类新产业分别对应4类区域产业演化方式(图1)。

基于Coniglio等<sup>[43]</sup>的方法识别路径突破与路径依赖型新产业, 然后比较2类新产业技术复杂度与所在城市平均技术复杂度的大小。按照周沂等<sup>[47]</sup>的做法计算城市平均技术复杂度, 计算方法如下:

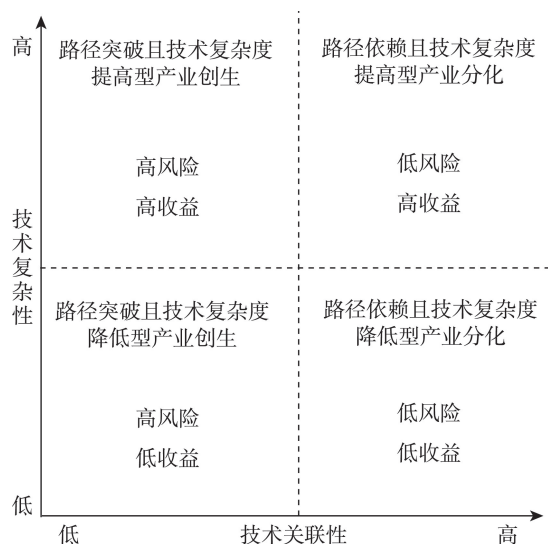


图1 区域产业演化路径分类

Fig.1 Four types of regional development paths

首先按式(2)将 $t$ 年 $c$ 城市 $i$ 产业的显性比较优势系数变成1和0。其次, 将产业技术复杂度作为权重进行加权平均, 计算城市平均技术复杂度, 计算公式如下:

$$AQ_{ct} = \left( \sum_{i=1}^p x_{cit} \times Q_{it} \right) / \left( \sum_{i=1}^p x_{cit} \right) \quad (6)$$

式中:  $AQ_{ct}$  为 $c$ 城市在 $t$ 年的平均技术复杂度,  $Q_{it}$  为 $i$ 产业在 $t$ 年的技术复杂度, 产业总数为 $p$ 。

除此之外, 就路径依赖型新产业而言, 演化经济地理学认为新产业从在位产业中分化而来。因此, 加入技术复杂性维度后, 要比较新产业技术复杂度与其母产业技术复杂度的大小。Coniglio等<sup>[43]</sup>将母产业定义为: 城市内与新产业技术关联最强的在位产业(4a前RCA大于1)。本文将其拓展为2种情境: 一是与Coniglio等一致, 认为新产业由与其技术关联度最高的在位产业分化而来, 二是新产业由与其技术关联度最高的5个在位产业孕育而来。前者直接比较新产业与母产业技术复杂度; 后者, 先求出5个在位产业的平均技术复杂度, 后再进行比较。

## 2 中国出口产业空间格局演变

### 2.1 出口产业的空间分散化

按式(1)计算二位数行业空间基尼系数, 结果显示: 2000—2016年30个二位数行业中有28个空间基尼系数变小, 表明中国出口有空间分散化趋势。从不同行业空间集聚程度变化趋势看(图2), 可分为4类。第一类为持续下降型(图2a、图2b), 这一类数量最多, 主要包括石油加工、炼焦及核燃料加工业(二位数代码为25, 下同), 印刷业和记录媒介的复制(23), 电气机械及器材制造业(39), 饮料制造业(15), 造纸及造纸品业(22), 家具制造业(21), 金属制品业(34), 皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业(19), 纺织服装、鞋帽制造业(18), 非金属矿物制品业(31), 食品制造业(14), 工艺品及日用杂品制造业(42), 塑料制品业(30)和化学原料及化学制品制造业(26), 这些产业多为基础原材料和劳动力密集型产业。第二类为先升后降型(图2c), 主要包括通信设备、计算机及其他电子设备制造业(40), 仪器仪表及文化、办公用机械制造业(41), 文教体育用品制造业(24), 通用设备制造业(35), 这些产业技术水平相对较高。此外, 纺织业(17)空间基尼系数在2012年之前呈上升趋势, 之后下降。第三类产业的空间基尼系数在



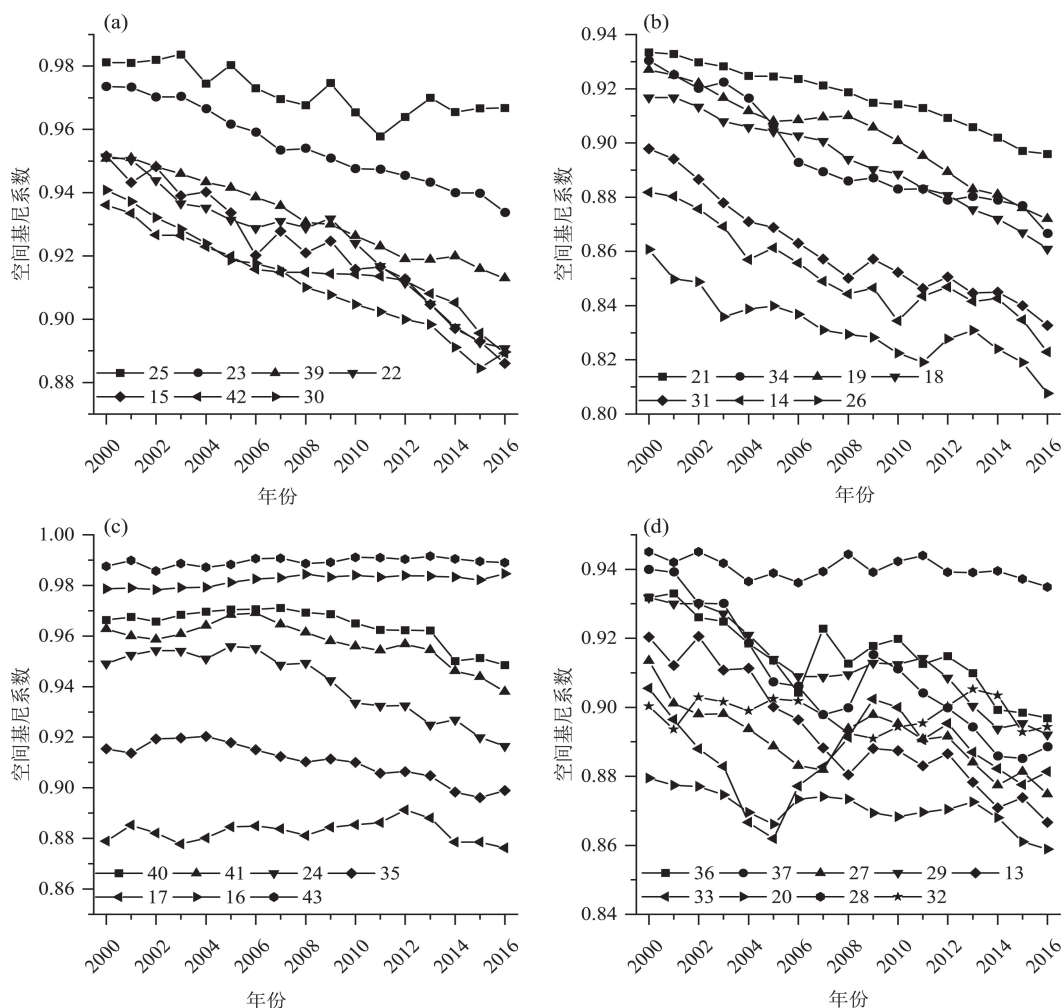


图2 2000—2016年中国二位数产业空间基尼系数

Fig.2 Spatial Gini coefficient of industries by two-digit sectors, 2000–2016

2000—2006年之间呈下降趋势,之后略有上升后再次下降(图2d),主要包括交通运输设备制造业(37)、专用设备制造业(36)、橡胶制品业(29)、医药制造业(27)、有色金属冶炼及压延加工业(33)、木材加工及制品业(20)、化学纤维制造业(28)、黑色金属冶炼及压延加工业(32)和农副食品加工业(13)。第四类为稳定型(图2c),主要包括烟草业(16)和废弃资源和废旧材料回收加工业(43),二者空间集聚水平一直保持在高位。总体而言,2000—2016年中国多数产业经历了空间分散化过程。

## 2.2 出口空间格局演变

首先在经济区尺度分析出口空间格局演变。参考李伟等<sup>[4]</sup>的研究将全国分为4大经济区,其中长三角范围包括上海、江苏和浙江,粤闽地区范围包括广东和福建,环渤海范围包括北京、天津、山东、辽宁和河北,其他省份为中西部地区。从各经

济区出口份额来看(图3),2000—2006年,长三角地区出口份额逐步增加,而粤闽地区出口份额不断减少。从2006年开始,中西部地区出口份额逐步增加,由2006年的5.6%增长到2016年的14.9%。同一时期,环渤海地区出口份额由17.3%降到15.7%,长三角地区则由40.6%下降到37.25%。总体而言,2000—2016年间中国出口首先由粤闽地区转移到长三角,之后再向中西部地区扩散。

图4显示了2000、2006和2016年中国各城市出口份额及不同年份比重变化。从城市尺度看,2000—2006年广东省多数城市出口份额降低,出口份额增长较多的城市主要分布于上海、江苏省南部、浙江省中北部以及山东半岛的烟台和威海。苏州出口份额增长最大,由2000年的5.76%增至2006年的12.4%。此外,山东省中西部、河北省南部及中西部省会城市出口份额也有所增加。2006—2016年长

三角和粤闽地区核心城市出口份额均有所降低,例如上海、苏州、南京、深圳和广州分别下降2.9%、4.0%、2.5%、2.1%和1.0%。北京和天津出口份额分别下降1.3%和1.5%。出口份额增长较多的城市主要分布于江苏省中北部、浙江省中南部、山东省的烟

台、潍坊和滨州及中西部地区省会城市和江西省。总体而言,2000—2016年中国出口首先由粤闽地区向长三角核心城市和山东省等地转移,再向长三角外围地区、中西部省会城市和江西省转移。

### 3 中国区域产业演化路径:数量与行业特征

#### 3.1 中国区域产业演化具有路径依赖性

运用Coniglio等<sup>[43]</sup>的方法将新产业分为路径突破型、路径依赖型和随机型(以下分别简称TP、YL、SJ),统计289个城市每4 a产生的各类新产业数量,计算数量占比。从表1可以看出:①每隔4 a新产业数量为4000个左右。这里新产业是指各城市显性比较优势系数由0.5以下变为1以上的产业,4000个是这类产业的数量加总,而非从无到有的全新产业。②2008年金融危机后,新产业数量有减小趋势,2000—2004、2001—2005和2002—2006年分别为4080、4127和3937个,2007—2011、2008—2012和2009—2013年减少到3239、3398和3651个。可

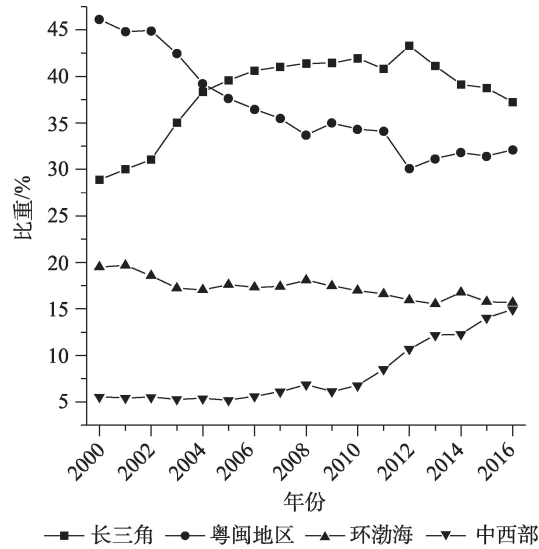
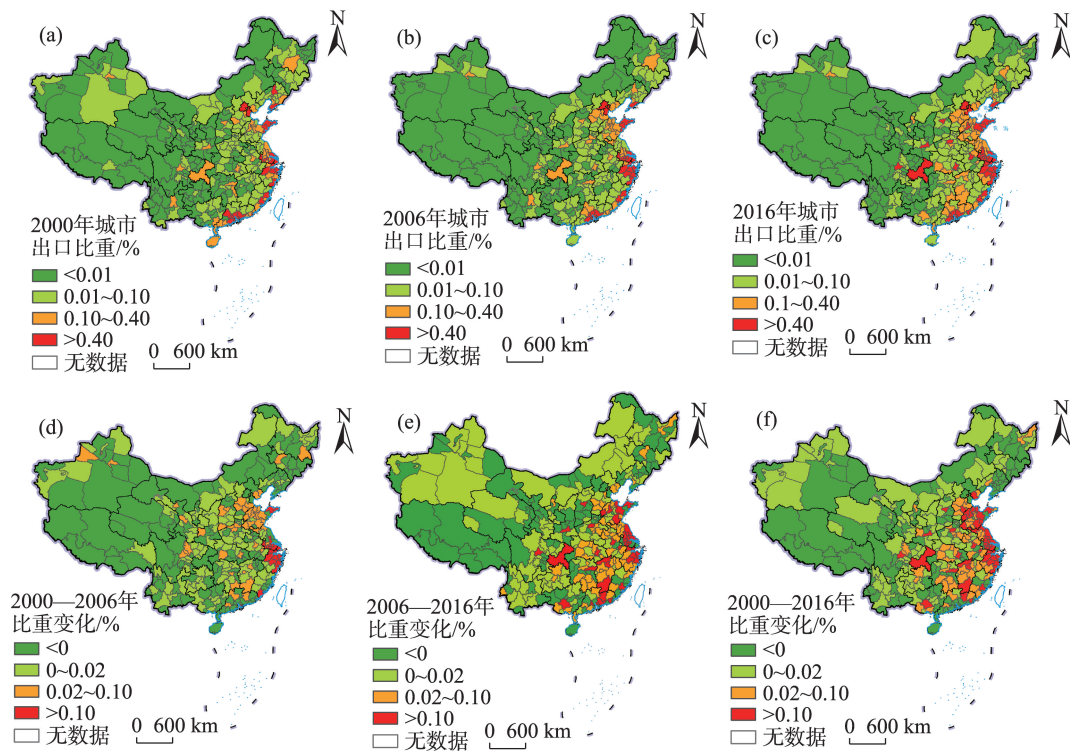


图3 2000—2016年各经济区出口份额变化  
Fig.3 Share of exports at the regional level, 2000—2016



注:此图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2019)1697号的标准地图制作,底图无修改。下同。

图4 2000、2006、2016年中国城市出口份额及变化  
Fig.4 Share of exports at the city level in 2000, 2006, and 2016

表1 路径依赖、路径突破型、CA、CB、DA、DB型新产业数量

Tab.1 The number of path-dependent and path-creation new industries and the number of path-creation new industries with higher technological complexity (CA), path-creation new industries with lower technological complexity (CB), path-dependent new industries with higher technological complexity (DA), and path-dependent new industries with lower technological complexity (DB)

时段	(1)				(2)				(3)		(4)	
	YL	SJ	TP	总数	CA	CB	DA	DB	DA	DB	DA	DB
2000—2004年	2892	38	1150	4080	732	418	696	2196	1369	1523	1397	1495
2001—2005年	2891	35	1201	4127	771	430	624	2267	1385	1506	1355	1536
2002—2006年	2735	37	1165	3937	748	417	697	2038	1266	1469	1303	1432
2003—2007年	2697	38	1147	3882	761	386	613	2084	1359	1338	1377	1320
2004—2008年	2774	40	1121	3935	739	382	675	2099	1466	1308	1506	1268
2005—2009年	2894	20	1083	3997	751	332	637	2257	1586	1308	1569	1325
2006—2010年	2614	27	1008	3649	713	295	521	2093	1428	1186	1427	1187
2007—2011年	2339	31	869	3239	623	246	492	1847	1290	1049	1258	1081
2008—2012年	2506	37	855	3398	681	174	526	1980	1386	1120	1418	1088
2009—2013年	2667	18	966	3651	795	171	599	2068	1442	1225	1446	1221
2010—2014年	2505	19	895	3419	682	213	570	1935	1146	1359	1309	1196
2011—2015年	2667	25	1065	3757	805	260	590	2077	1222	1445	1328	1339
2012—2016年	2641	26	887	3554	713	174	536	2105	1321	1320	1409	1232

注:(1)中4列分别为路径依赖型(YL)、随机型(SJ)、路径突破型(TP)新产业数量;(2)中4列为路径依赖型和路径突破型新产业中,技术复杂度高于和低于城市平均技术复杂度的新产业数量;(3)~(4)中4列为路径依赖型新产业中技术复杂度高于和低于其母产业的新产业数量,其中(3)中2列假定新产业由与其技术关联度最高的母产业分化而来,(4)中2列假定新产业由与其技术关联度最大的5个母产业分化而来,前者直接比较新产业与母产业技术复杂度的大小,后者比较新产业技术复杂度与5个在位产业技术复杂度平均值的大小。

见,金融危机后中国产业动态演变趋缓。③ YL型新产业约占新产业总数的70%,这与演化经济地理学的路径依赖理论相一致。但中国存在大量TP型新产业,约占25%~30%。总体而言,中国区域产业演化具有路径依赖性,但也存在大量路径突破型新产业。

3.2 四类新产业数量特征

基于技术关联性与技术复杂性将区域新产业分为4类。首先,比较路径依赖型新产业和路径突破型新产业技术复杂度与城市平均技术复杂度的大小,分析不同类型新产业对城市平均技术复杂度提升的作用。表1展示了高于和低于城市平均技术复杂度的新产业数量。可以看出,路径突破型新产业的技术复杂度一般高于城市平均水平。2000—2004年,路径突破型新产业共1150个,其中技术复杂度高于城市平均水平的有732个,418个低于城市平均水平,前者占63.7%,后者占36.3%。2012—2016年,路径突破型新产业共887个,其中技术复杂度高于城市平均水平的占80.4%。与路径突破型新产业不同,路径依赖型新产业的技术复杂度一般低于城市平均水平。2000—2004年,路径依赖型新

产业共2892个,其中技术复杂度高于城市平均水平的仅占24.1%。2012—2016年,这一数值下降到20.3%。总体而言,路径突破型新产业的技术复杂度多高于城市平均水平,而路径依赖型新产业的技术复杂度多低于城市平均水平。城市并非必然总是进行产业升级,也会分化出技术复杂度相对变低的新产业。

其次,就路径依赖型新产业而言,除了要关注其技术复杂度是否高于城市平均水平外,更要关注其技术复杂度是否高于其母产业。表1展示了YL型新产业中技术复杂度高于和低于其母产业的新产业数量。可以看出,不论基于何种假设,技术复杂度高于和低于其母产业的新产业都约占50%。这说明企业与区域不但利用现有知识发展技术复杂度更高的新产业,也利用现有知识与技术发展技术复杂度更低的新产业。区域不仅仅进行产业升级,还会发展技术复杂度相对变低的新产业。

3.3 分行业特征

在四位数行业层面将新产业分为路径依赖型和路径突破型,在二位数行业层面汇总路径依赖型和路径突破型新产业的数量,计算各产业数量占



比。图5展示了2000—2004、2006—2010和2012—2016年各二位数行业路径依赖型与路径突破型新产业的数量占比。首先,分析不同行业数量占新产业总数比重变化。与2000—2004年相比,2012—2016年数量占比增加较大的行业为非金属矿物制品业(二位数行业代码为31,增长2.3%,下同)、金属制品业(34,增1.5%)、计算机及其他电子设备制造业(40,增长1.2%)、皮革毛皮及制品业(19,增长1.16%)、橡胶制品业(29,增长1.12%)和塑料制品业(30,增长1.08%),数量占比降低较大的行业包括化学原料及化学制品业(26,降低2.64%)、纺织业(17,降低2.15%)、木材加工(20,降低2.05%)、食品制造业(14,降低0.97%)、有色金属冶炼及压延加工业(33,降低0.95%)、黑色金属冶炼及压延加工业(32,降低0.90%)。

其次,分析不同行业受技术关联的影响程度。在各二位数行业中,路径依赖型新产业数量占比越大,表明该产业越受技术关联的影响。总体而言,受技术关联影响最强的行业包括纺织服装、鞋帽制造业(二位数行业代码为18,下同)、印刷业和记录媒

介制造业(23)、家具制造业(21)、塑料制品业(30)、金属制品业(34)、通用设备制造业(35)和纺织业(17),受技术关联影响最弱的产业有石油加工(25)、有色金属冶炼及压延加工业(33)、黑色金属冶炼及压延加工业(32)、饮料制造业(15)、化学纤维制造业(28)。可以看出,技术成熟的重化工业受本地技术关联影响较小,需要较多人工技能的纺织服装和通用设备制造等产业受到本地技术关联影响较大。从变化趋势上看,通用设备制造业和专用设备制造业受本地技术关联的影响有所增强,而通信设备、计算机及其他电子设备制造业(40)和仪器仪表及办公用机械制造业(41)受本地技术关联的影响有所减弱。

## 4 不同地区产业演化路径的差异及变化

### 4.1 发达地区更具路径突破性,落后地区更具路径依赖性

图6展示了2000—2016年各城市路径突破型

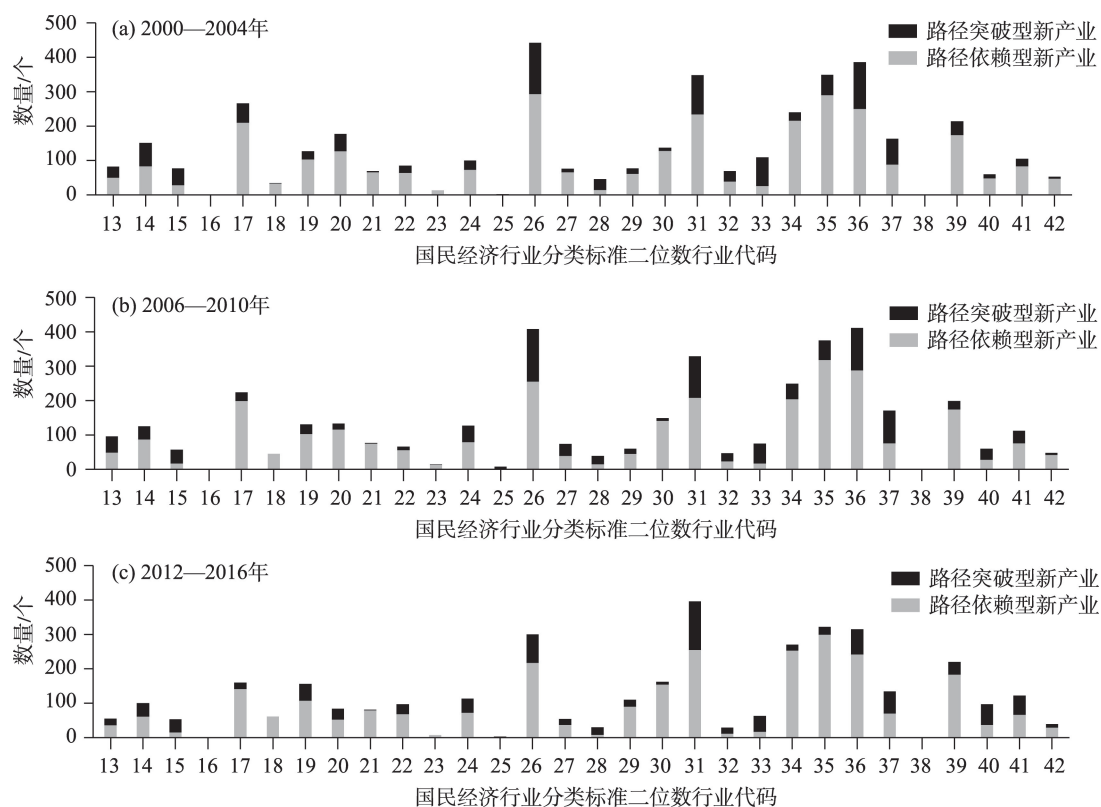


图5 2000—2004、2006—2010、2012—2016年分行业路径依赖型与路径突破型新产业数量占比

Fig.5 Percentage of path-dependent and path-creation new industries in the total number by two-digit sectors in 2000—2004, 2006—2010, and 2012—2016

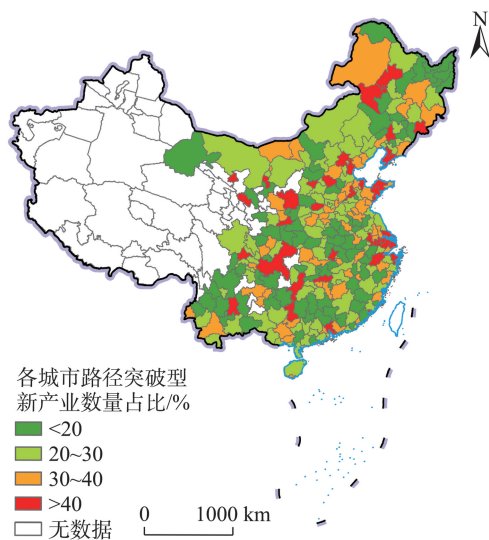


图6 2000—2016年各城市路径突破型  
新产业数量占比的空间差异

Fig.6 Average share of path-creation new industries  
in the total number at the city level, 2000–2016

新产业数量占新产业总数的比重。可以看出,路径突破型新产业占比较高的城市主要集中于长三角核心城市、粤闽地区核心城市、京津、胶东半岛、辽东半岛以及中西部省会城市。上海、深圳、北京、广州、宁波、大连路径突破型新产业数量占比超过40%。路径突破型新产业数量占比较低的主要分布于中西部地区,铜川、大兴安岭地区、淮北、辽阳、天水 and 阜新占比最低,分别为3.2%、5.4%、6.7%、7.2%、8.9%和9.2%。总体而言,中国东部沿海发达地区以及中西部省会城市更容易实现产业发展的路径突破,而中西部落后地区更容易分化与发展出路径依赖型新产业。

图7展示了不同年份城市路径突破型新产业数量占比。2000—2004年,占比较高的城市主要分布于长三角与粤闽地区极少数核心城市以及北京、天津、重庆、四川和山东少数城市,河北、山东中西部地区路径突破型新产业占比多在30%~40%之间。2006—2010年,长三角与珠三角地区外围城市TP型新产业数量占比显著提升。2012—2016年,占比较高的城市扩展到苏中和苏北,珠三角北部城市比重多超过40%。总体而言,2000年代初TP型新产业比重较高的城市分布于长三角、粤闽地区、京津冀、山东、四川和重庆的极少数核心城市,之后拓展到长三角、粤闽地区外围城市。中西部地区TP型新产业占比较高的城市较少。值得注意的是,2000—2016年,四川与重庆路径突破型新产业的数量占比逐步减少。这可能是由于,2000年代初中期,随着西部大开发和中西部地区招商引资力度增强,四川和重庆发展出较多路径突破型新产业,但随着产业逐步发展、配套产业逐步健全,产业发展演变开始以路径依赖为主。本文研究结果也可以说明,当前四川与重庆亟需推动新一轮产业发展的路径突破。

#### 4.2 不同地区产业演化路径的差异与演变

同时考虑技术关联性与技术复杂性,将城市产业演化路径分为4类。图8展示了2000—2016年4类新产业数量占比的空间差异。第一,就路径突破且技术复杂度提高型产业创生而言,2000—2016年CA新产业占比较高的城市主要分布于长三角和粤闽地区核心区、京津、山东半岛、辽东半岛以及中西部省会城市。这些地区不断发展出路径突破型新产业,并且新产业技术复杂度高于城市平均水平。

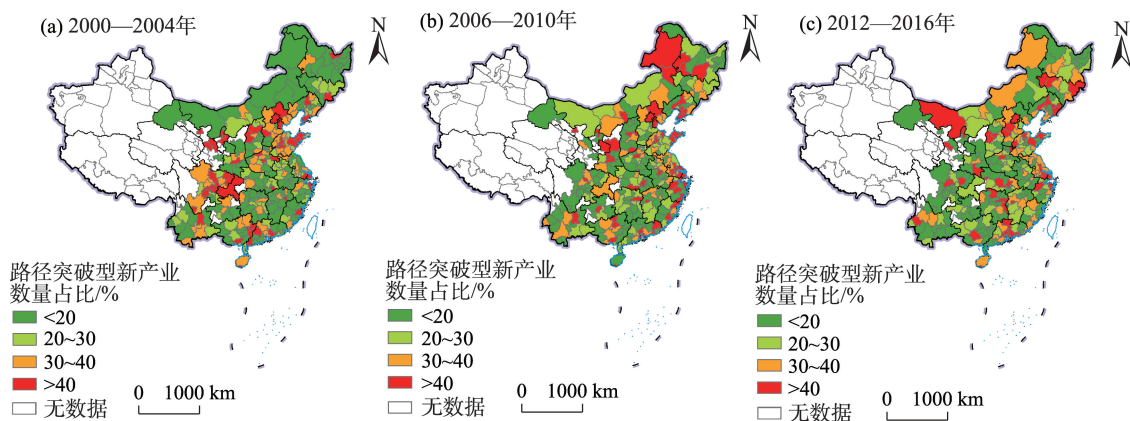


图7 2000—2004、2006—2010、2012—2016年城市路径突破型新产业空间格局与演变

Fig.7 Share of path-creation new industries at the city level in 2000–2004, 2006–2010, and 2012–2016

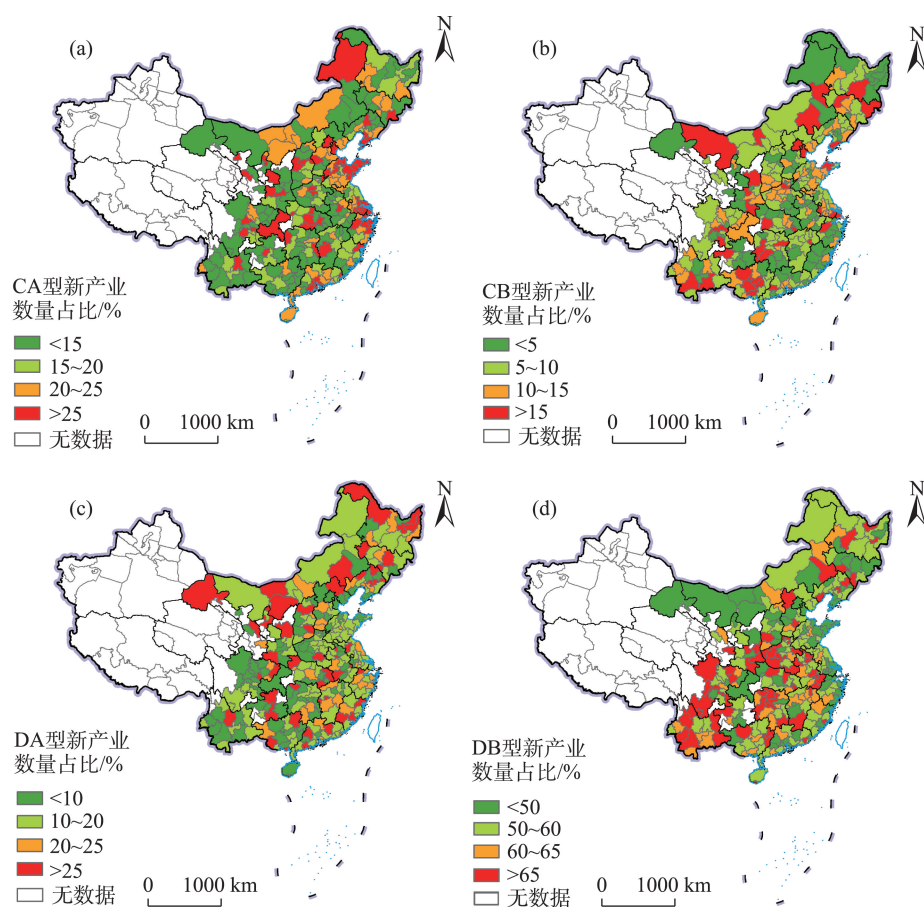


图8 2000—2016年4类区域产业演化路径空间差异

Fig.8 Average share of four types of new industries in the total number, 2000–2016

第二,就路径依赖且技术复杂度降低型产业分化而言,以上地区占比均较小,占比较高的地区主要分布于中西部湖南、云南、四川和河南等省份的一般地级市。这些城市多利用现有知识、技术与能力,发展出路径依赖型新产业,并且新产业技术复杂度多低于其母产业(这里母产业是指与新产业技术关联度最大的在位产业,限于篇幅,不再展示与其他类型母产业和城市平均复杂度的比较)。第三,就路径突破且技术复杂度降低型产业创生而言,其规律并不十分明显,一方面,深圳、上海、北京、南京、杭州、苏州、大连、烟台等发达城市CB型新产业占比较高,说明发达城市既分化出CA型新产业,也分化出CB型新产业;另一方面,广西、云南也有较高比重,这可能与发展边境贸易有关。第四,就路径依赖且技术复杂度提高型产业分化而言,其空间分布特征并不明显,DA型新产业占比较高的城市零星分布于中西部地区,多数中西部地区城市占比较低。就发达地区而言,浙江、福建以及粤闽地区的

东莞具有较高比重,说明这些地区利用现有知识与技术分化出路径依赖型新产业,并且新产业技术复杂度高于母产业(这里母产业是指与新产业技术关联度最大的在位产业,限于篇幅,不再展示其他类型)。总之,特征最明显的是CA型产业创生和DB型产业分化,前者集中于发达地区,后者集中于落后地区。浙江、福建和东莞多在现有产业基础上发展技术复杂度更高的新产业。

图9展示了不同年份各城市4类新产业的数量占比。①就CA型分化而言,CA型新产业占比较高的城市从沿海发达地区向沿海相对落后地区和中西部湖南和江西扩散。2000—2004年,CA型新产业比重较高的城市分布于长三角和粤闽地区核心城市、北京、天津、山东半岛、辽东半岛以及个别中西部城市。2012—2016年,CA型新产业比重超过25%的城市主要分布于江苏、广东沿海地区、京津冀、山东、江西省、湖南南部和东北邻近俄罗斯地区。②就CB型分化而言,中西部地区该类分化方



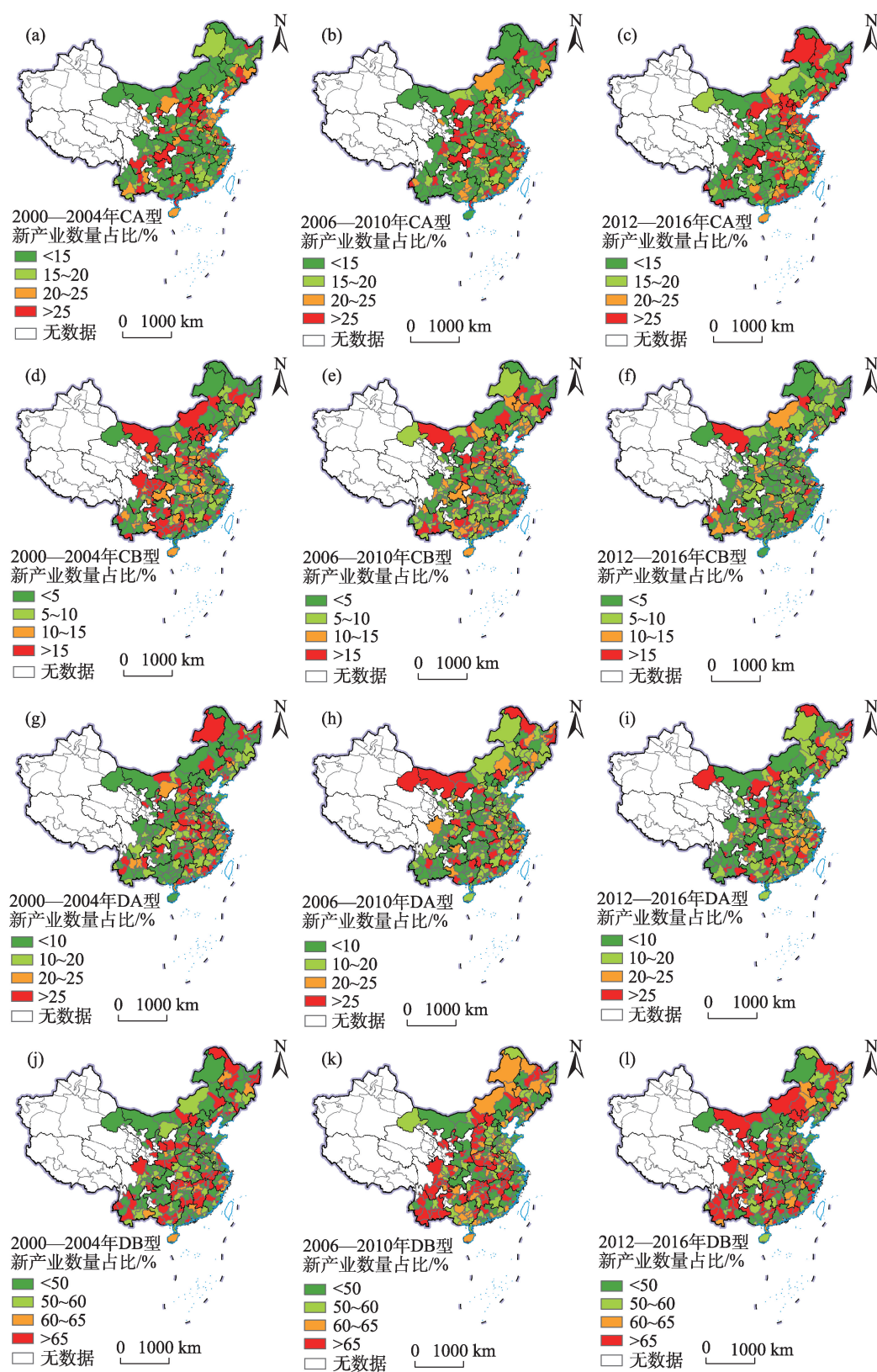


图9 2000—2004、2006—2010、2012—2016年4类城市产业演化路径空间格局演变

Fig.9 Share of four types of new industries in the total number at the city level, 2000—2004, 2006—2010, and 2012—2016

式逐步减少。2000—2004年,CB型新产业数量占比超过15%的分布于河南、四川、广西、鲁南和冀北。2012—2016年,CB型新产业数量占比大于15%的城市数量明显减少,中西部城市占比多降低到5%以下。③DA型分化无明显空间特征。总体而言,2000—2004年冀南、鄂豫皖、鲁北、江苏和福建西部DA型新产业比重较高,2012—2016年比重较高的城市散乱分布于中西部地区。④就DB型分化而言,在中西部地区,DB型新产业占比较高的城市数量明显增多。2000—2004年DB型新产业占比超过65%的城市集中于江西、广西和湖南,2006—2010年开始向云南、四川、内蒙古、山西、安徽等地转移,2012—2016年又转移到山西、山西与河南省级边缘区、云南与四川省际交界区以及苏北、粤北和鲁南地区等沿海相对落后地区。总体而言,CA型分化较多的城市从沿海发达地区向沿海落后地区和中西部的江西和湖南扩散,DB型分化一直集中于中西部地区,中西部地区CB型分化减少。

## 5 结论与讨论

本文在分析中国出口空间格局演变基础上,重点研究了中国不同地区出口产业演化路径的差异性。得出以下主要结论:

第一,中国出口经历了空间分散化过程,2000—2016年30个二位数行业中有28个空间基尼系数变小。在经济区尺度上,2000年后中国出口主要由粤闽地区分散到长三角,2006年后中西部地区出口份额开始增加。在城市尺度上,2000—2016年中国出口首先由粤闽地区向长三角核心城市和山东省等地转移,再向长三角外围城市、中西部省会城市和江西省等地转移。

第二,中国区域产业演化以路径依赖型为主,但发达地区具有更强路径突破性。本文采用新方法定量识别路径依赖型新产业和路径突破型新产业。结果表明,2000—2016年路径依赖型新产业占新产业总数的70%左右,路径突破型新产业占30%左右。在城市尺度上,中国东部沿海发达城市 and 中西部省会城市表现出更强的路径突破性,中西部普通地级市更容易发展路径依赖型新产业。总体而言,发达地区更容易实现产业发展的路径突破,落后地区更容易发展出路径依赖型新产业。

第三,不论是路径依赖型产业分化还是路径突

破型产业分化,新产业并非必然具有更高的技术复杂度。本文将技术关联性与技术复杂性交叉得出区域产业演化的4类模式,统称为区域产业演化路径。从新产业数量来看,数量最多的为路径依赖且技术复杂度高于母产业的新产业和路径依赖且技术复杂度低于母产业的新产业,二者各占新产业总数的35%左右。就路径突破型产业而言,约2/3的新产业的技术复杂度高于其城市平均水平。总之,不论是路径依赖型产业分化还是路径突破型产业创生,新产业的技术复杂度既可能变得更高,也可能变得更低。城市产业演化不仅仅朝着升级方向演化,也会发展出技术复杂度相对较低的新产业。

第四,不同地区区域产业演化路径存在较大差异。东部沿海发达地区发展出更多路径突破型新产业,并且这些新产业技术复杂度高于城市平均水平。中西部落后地区发展出更高比例的路径依赖型新产业,并且新产业的技术复杂性变低;换言之,中西部普通地级市多在现有知识与技术基础上发展技术复杂度更低的新产业。从变化趋势上看,东部沿海地区路径突破且技术复杂度提高型产业创生逐步增多,中西部普通地级市路径依赖且技术复杂度降低型产业分化一直占有较高比例,许多地区已经掉入了路径依赖且技术复杂度降低型产业分化陷阱。因此,本文的政策启示在于,中国政府亟需制定政策推动中西部普通地级市的路径突破,并且发展更多技术复杂度更高的新产业,这可以创造更多机会空间。

本文存在以下不足:第一,本文集成各类研究方法,将近期提出的新概念框架可操作化,并且展示了中国不同地区产业演化路径的差异。但限于篇幅,本文没有对区域产业演化路径的形成机制进行深入探讨,接下来要建立分析框架探讨不同因素对区域产业演化路径的影响。第二,限于数据可得性,仅研究了2000—2016年中国区域产业演化路径,时效性略显不足。未来在获得新数据后将就近几年的状况展开分析。

## 参考文献(References)

- [1] Amin A. Globalisation and regional development: A relational perspective [J]. *Competition & Change*, 1998, 3 (1/2): 145-165.
- [2] Hanson G H. Regional adjustment to trade liberalization [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1998, 28(4): 419-444.

- [3] Sjöberg Ö, Sjöholm F. Trade liberalization and the geography of production: Agglomeration, concentration, and dispersal in Indonesia's manufacturing industry [J]. *Economic Geography*, 2004, 80(3): 287-310.
- [4] 李伟, 贺灿飞. 中国出口产业的空间格局演变 [J]. *经济地理*, 2017, 37(3): 96-105. [Li Wei, He Canfei. The evolution of spatial pattern of China's exports. *Economic Geography*, 2017, 37(3): 96-105.]
- [5] Krugman P, Elizondo R L. Trade policy and the Third World metropolis [J]. *Journal of Development Economics*, 1996, 49(1): 137-150.
- [6] Crozet M, Koenig Soubeyran P. EU enlargement and the internal geography of countries [J]. *Journal of Comparative Economics*, 2004, 32(2): 265-279.
- [7] 许德友, 梁琦. 对外贸易与国内产业地理: 来自新经济地理学的研究综述 [J]. *南方经济*, 2011, 28(11): 63-73, 82. [Xu Deyou, Liang Qi. Foreign trade and industrial geography: A review from the new economic geography. *South China Journal of Economics*, 2011, 28(11): 63-73, 82.]
- [8] 许德友, 梁琦. 贸易成本与国内产业地理 [J]. *经济学(季刊)*, 2012, 11(3): 1113-1136. [Xu Deyou, Liang Qi. Trade costs and internal industrial geography. *China Economic Quarterly*, 2012, 11(3): 1113-1136.]
- [9] Coşar A K, Fajgelbaum P D. Internal geography, international trade, and regional specialization [J]. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2016, 8(1): 24-56.
- [10] Sánchez-Reaza J, Rodríguez-Pose A. The impact of trade liberalization on regional disparities in Mexico [J]. *Growth and Change*, 2002, 33(1): 72-90.
- [11] Rodríguez-Pose A, Gill N. How does trade affect regional disparities? [J]. *World Development*, 2006, 34(7): 1201-1222.
- [12] Rodríguez-Pose A. Trade and regional inequality [J]. *Economic Geography*, 2012, 88(2): 109-136.
- [13] 鲁奇, 张超阳, 段娟. 1965年以来我国对外贸易及其地域格局的演变态势 [J]. *地理研究*, 2007, 26(6): 1247-1254. [Lu Qi, Zhang Chaoyang, Duan Juan. The development of China's foreign trade and of its regional distribution change (1965-2005). *Geographical Research*, 2007, 26(6): 1247-1254.]
- [14] 许雄奇, 张宗益. 中国出口发展的地区差异实证研究: 1992—2001 [J]. *上海经济研究*, 2003, 15(1): 3-10. [Xu Xiongqi, Zhang Zongyi. A positive study on regional differences of exports in China: 1992-2001. *Shanghai Economic Review*, 2003, 15(1): 3-10.]
- [15] 何莉. 对外贸易与中国地区经济增长差距: 机制分析与实证检验 [D]. 杭州: 浙江大学, 2007. [He Li. Foreign trade and the economic growth disparity of Chinese regions: Mechanism analysis and empirical study. Hangzhou, China: Zhejiang University, 2007.]
- [16] 赵伟, 何莉. 中国对外贸易发展省际差异及其结构分解 [J]. *经济地理*, 2007, 27(2): 187-190, 195. [Zhao Wei, He Li. Analysis on the foreign trade development difference among Chinese provinces. *Economic Geography*, 2007, 27(2): 187-190, 195.]
- [17] 张红霞, 王学真, 陈才. 中国大陆地区对外贸易差异的演变、成因与收敛路径 [J]. *地理科学*, 2009, 29(6): 802-808. [Zhang Hongxia, Wang Xuezheng, Chen Cai. Evolution, cause and convergence path of foreign trade difference in chinese mainland. *Scientia Geographica Sinica*, 2009, 29(6): 802-808.]
- [18] 薛漫天. 中国出口产业向内陆省市的转移: 依据企业数据的经验研究 [J]. *经济体制改革*, 2012(4): 88-92. [Xue Mantian. The transfer of China's export industry to inland provinces and cities: An empirical study based on enterprise data. *Reform of Economic System*, 2012(4): 88-92.]
- [19] 林桂军, 黄灿. 出口产业向中西部地区转移了吗: 基于省际面板数据的经验分析 [J]. *国际贸易问题*, 2013(12): 3-14. [Lin Guijun, Huang Can. Transfer of exporting industries to central and western regions: An empirical analysis based on China's provincial panel data. *Journal of International Trade*, 2013(12): 3-14.]
- [20] 许德友. 中国出口型产业转移: 基于时间—空间—行业的分析 [J]. *国际经贸探索*, 2015, 31(8): 54-64. [Xu Deyou. The transfer of China's export-oriented industries: An analysis based on time-space-industry. *International Economics and Trade Research*, 2015, 31(8): 54-64.]
- [21] 郑蕾, 宋周莺, 刘卫东, 等. 中国西部地区贸易格局与贸易结构分析 [J]. *地理研究*, 2015, 34(10): 1933-1942. [Zheng Lei, Song Zhouying, Liu Weidong, et al. Spatial pattern and trade structure of foreign trade in Western China. *Geographical Research*, 2015, 34(10): 1933-1942.]
- [22] 王腾林. 中国机电产品出口的内部空间格局演化研究: 基于重心模型 [J]. *兰州财经大学学报*, 2017, 33(1): 56-62. [Wang Tenglin. China's internal spatial pattern evolution about electromechanical product export based on the gravity center model. *Journal of Lanzhou University of Finance and Economics*, 2017, 33(1): 56-62.]
- [23] 贺灿飞, 朱向东, 孔莹晖, 等. 集聚经济、政策激励与中国计算机制造业空间格局: 基于贸易数据的实证研究 [J]. *地理科学*, 2018, 38(10): 1579-1588. [He Canfei, Zhu Xiangdong, Kong Yinghui, et al. Agglomeration economy, incentive policy and the spatial pattern of chinese computer manufacturing industry: A case study based on export data. *Scientia Geographica Sinica*, 2018,



- 38(10): 1579-1588. ]
- [24] Hidalgo C A, Klinger B, Barabási A-L, et al. The product space conditions the development of nations [J]. *Science*, 2007, 317: 482-487.
- [25] 贺灿飞, 董瑶, 周沂. 中国对外贸易产品空间路径演化 [J]. *地理学报*, 2016, 71(6): 970-983. [He Canfei, Dong Yao, Zhou Yi. Evolution of export product space in China: Path-dependent or path-breaking? *Acta Geographica Sinica*, 2016, 71(6): 970-983. ]
- [26] 罗芊, 贺灿飞, 郭琪. 基于地级市尺度的中国外资空间动态与本土产业演化 [J]. *地理科学进展*, 2016, 35(11): 1369-1380. [Luo Qian, He Canfei, Guo Qi. Interaction between the spatial dynamics of foreign direct investment and domestic industrial change in Chinese prefecture-level cities. *Progress in Geography*, 2016, 35(11): 1369-1380. ]
- [27] 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.
- [28] 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. ]
- [29] Boschma R. Proximity and innovation: A critical assessment [J]. *Regional Studies*, 2005, 39(1): 61-74.
- [30] Klepper S. Disagreements, spinoffs, and the evolution of Detroit as the capital of the US automobile industry [J]. *Management Science*, 2007, 53(4): 616-631.
- [31] Klepper S. Spinoffs: A review and synthesis [J]. *European Management Review*, 2009, 6(3): 159-171.
- [32] Boschma R, Minondo A, Navarro M. The emergence of new industries at the regional level in Spain: A proximity approach based on product relatedness [J]. *Economic Geography*, 2013, 89(1): 29-51.
- [33] Kogler D F. Editorial: Evolutionary economic geography: Theoretical and empirical progress [J]. *Regional Studies*, 2015, 49(5): 705-711.
- [34] Boschma R. Relatedness as driver of regional diversification: A research agenda [J]. *Regional Studies*, 2017, 51(3): 351-364.
- [35] He C F, Yan Y, Rigby D. Regional industrial evolution in China [J]. *Papers in Regional Science*, 2018, 97(2): 173-198.
- [36] 史进, 贺灿飞. 企业空间动态研究进展 [J]. *地理科学进展*, 2014, 33(10): 1342-1353. [Shi Jin, He Canfei. Research progress in spatial dynamics of firms. *Progress in Geography*, 2014, 33(10): 1342-1353. ]
- [37] 李蕴雄, 任永欢, 贺灿飞. 中国的地区企业进入与退出关联研究 [J]. *地理科学进展*, 2016, 35(3): 349-357. [Li Yunxiong, Ren Yonghuan, He Canfei. Interdependencies in the dynamics of regional firm entry and exit in China. *Progress in Geography*, 2016, 35(3): 349-357. ]
- [38] 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.
- [39] Gertler M S. Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there) [J]. *Journal of Economic Geography*, 2003, 3(1): 75-99.
- [40] Antonelli C. Models of knowledge and systems of governance [J]. *Journal of Institutional Economics*, 2005, 1(1): 51-73.
- [41] 路风. 论产品开发平台 [J]. *管理世界*, 2018, 34(8): 106-129, 192. [Lu Feng. The product development platforms. *Management World*, 2018, 34(8): 106-129, 192. ]
- [42] Hidalgo C A, Hausmann R. The building blocks of economic complexity [J]. *PNAS*, 2009, 106(26): 10570-10575.
- [43] Coniglio N D, Lagravinese R, Vurchio D, et al. The pattern of structural change: Testing the product space framework [J]. *Industrial and Corporate Change*, 2018, 27(4): 763-785.
- [44] Manova K, Zhang Z W. Export prices across firms and destinations [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2012, 127(1): 379-436.
- [45] 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. ]
- [46] 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.
- [47] 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. ]

## Regional industrial diversification of China: Based on technological relatedness and complexity

LI Wei<sup>1,2</sup>, HE Canfei<sup>3,4\*</sup>

(1. Chinese Academy of Macroeconomic Research, Beijing 100038, China;

2. College of Economics, Renmin University, Beijing 100872, China;

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

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

**Abstract:** Using export data of the China Customs Database from 2000 to 2016 and methods measuring path-dependent and path-creation new industries and technological complexity of industries, this study analyzed the regional industrial development paths of China. Four types of regional industrial development paths were identified based on technological relatedness and technological complexity dimensions. The results show that, first, Chinese exports have an increasing trend in spatial dispersion, moving from the core cities of the Pearl River Delta to the core cities of the Yangtze River Delta and Shandong Province, and then to the peripheral areas of the Yangtze River Delta, the provincial capital cities of the central and western regions, and Jiangxi Province. Second, regional industrial diversification shows a high level of path dependence. From 2000 to 2016, path-dependent new industries accounted for about 70% of the total, while the figure for path-creation new industries was about 30%. Developed areas in coastal regions and capital cities in the central and western regions showed more path-creation characteristics. Third, in terms of path-dependent new industries, a half of them have a higher technological complexity than their parent incumbent industries. Regarding path-creation new industries, roughly two thirds of them have a higher technological complexity than their corresponding city average. Fourth, coastal regions have more path-creation new industries with a higher technological complexity, while the central and western regions have more path-dependent new industries with lower technological complexity. The results indicate that the Chinese government should take measures to promote the development of path-creation new industries with a higher technological complexity in the central and western regions.

**Keywords:** exports; path dependence; path creation; technological relatedness of industries; technological complexity of industries