

珠三角城市群制造业集疏与产业空间格局变动

刘汉初^{1,2}, 樊杰^{1,2,3*}, 张海朋^{2,3}, 王甫园²

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所/区域可持续发展分析与模拟重点实验室, 北京 100101; 3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要:有序推进不同类型制造业集疏与产业空间格局变动是优化区域空间组织、提升地区竞争力的重要过程。论文基于区县层面的制造业企业汇总数据,在刻画珠三角城市群制造业集疏及其产业空间格局变动的基础上,建立统计模型对其影响因素进行解析。结果表明,空间集聚程度最高的是技术密集型产业,其次是资本密集型产业,最低的是劳动密集型产业。不同类型制造业空间集疏差异促使城市群“核心—边缘”结构进一步强化,核心城市更加专业化发展技术密集型产业,而边缘城市则承接劳动密集型产业。资源环境承载力显著影响了制造业空间格局变动,核心城市土地资源紧缺促使制造业总体和劳动密集型产业向土地资源更加丰富的地区转移,环境压力促使劳动密集型和资本密集型产业向环境容量更大的地方扩散,但资源环境承载力对技术密集型产业影响不明显。另外,区位与交通条件、经济技术水平、制度与政策等对不同类型产业的作用强度和方向也存在显著差异,共同推动珠三角城市群产业转型与制造业空间重构。

关键词:珠三角城市群;制造业;集聚与扩散;产业空间格局;资源环境承载力

珠三角城市群作为中国改革开放的先行区以及国家3大优化开发区域之一,人口密集,经济发展水平较高,形成了实力雄厚的工业基础^[1-2]。但经过多年的快速工业化进程,珠三角城市群工业规模持续扩张,加之粗放的发展方式,导致区域资源环境承载力严重超载,具体表现为土地资源紧缺、“垃圾倾城”频发、地表水污染严重、复合型大气污染突出、生态环境退化等^[3]。资源环境承载力超载不仅造成人居环境质量下降,而且导致的生产成本骤升已严重制约珠三角产业可持续发展和竞争力的提升^[4-5]。在当前中国实施制造强国战略和生态文明建设背景下,珠三角城市群是推进中国制造2025以及在更高层次参与国际分工的前沿阵地^[6],同时也应作为低碳生态发展模式的示范区。由此可见,推进珠三角城市群产业结构升级以及优化其产业空间布局迫在眉睫。而其中,由于不同类型产业空间

布局的区位因子和演化过程均存在较大差异,那么,如何针对不同类型产业制定有效的调控策略就成为解决该问题的关键。因此,把握不同类型产业在空间上的集疏过程与产业空间变动特征及其背后的影响因素是前提和基础,这不仅有助于认知转型期区域产业空间演化规律,也为政府制定相关调控策略提供重要依据。

制造业集疏的研究首先始于欧美发达国家。20世纪50年代开始,伴随人口、经济等要素郊区化的过程,制造业也呈郊区化发展趋势^[7-8],推动着发达国家城市内部产业升级以及区域层面空间重构。针对这一现象,国外学者从产业集聚与扩散过程以及区位选择的视角进行了广泛的研究^[9-11]。国内这方面的研究相对较晚,2000年以后,在经济全球化、快速城镇化以及经济转型背景下,城市空间转型成为中国大都市区发展的重要特征,而制造业

收稿日期:2019-02-25;修订日期:2019-03-30。

基金项目:国家自然科学基金项目(41630644, 41901181)。[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No. 41630644 and 41901181.]

第一作者简介:刘汉初(1989—),男,四川内江人,博士后,研究方向为产业空间及其资源环境效应。E-mail: liuhanc521@sina.com

*通信作者简介:樊杰(1961—),男,陕西西安人,博士,研究员,博士生导师,研究方向为经济地理学与区域可持续发展。

E-mail: fanj@igsnrr.ac.cn

引用格式:刘汉初,樊杰,张海朋,等. 珠三角城市群制造业集疏与产业空间格局变动[J]. 地理科学进展, 2020, 39(2): 195-206. [Liu Hanchu, Fan Jie, Zhang Haipeng, et al. Dynamics of manufacturing industry and change of its spatial pattern in the Pearl River Delta urban agglomeration. Progress in Geography, 2020, 39(2): 195-206.] DOI: 10.18306/dlkxjz.2020.02.002

的空间扩散与集聚过程是推动大都市区空间重构的主要驱动力^[12]。学者们从不同尺度对制造业空间演化进行了实证研究,而多数的研究聚焦于城市或大都市区,结果发现制造业总体由城市中心区向周边区县发生了不同程度的转移,但由于产业区位偏好的差异,不同类型产业在扩散与重新集聚过程中存在一定差别^[13-16]。也有少数研究从城市群层面开展,丁俊等^[1]以工业园区地块为基础,发现珠三角城市群工业生产空间分布呈现典型的“核心—边缘”结构,并且具有很强的分形特征;李汉青等^[17]刻画了珠三角城市群制造业空间集聚及其演变,发现产业集聚程度与行业属性密切相关;王俊松^[18]研究了长三角城市群制造业空间分布,发现制造业企业呈现出以上海为中心、沿重要交通轴线集聚的特征。学者们分别从多个视角对制造业空间格局变动的影响因素进行了解析,有学者认为自然资源富集程度是制造业区位选择的基础,而城市等级、是否沿海、路网可达性等区位和交通条件影响着制造业空间分布^[19-20];从要素成本的角度出发,劳动力成本、土地价格、治污成本、运输成本等是造成制造业企业区位变动的决定性因素^[21-22];也有学者认为城市化经济、地方化经济、产业联系、知识溢出等集聚效应是制造业空间结构形成的重要驱动力^[23];根据中国国情,土地管理、地方保护、开发区建设、环境管制等制度和政策在制造业空间形成过程中也起到了重要的推动作用^[24];另外,由于产业特性差异,不同类型产业的区位偏好也是解释制造业空间结构形成的重要视角^[14,25]。

以上研究成果为本文讨论珠三角城市群制造业集疏与产业空间格局变动提供了有益借鉴。经梳理,现有研究仍存在一些不足。首先,大多数的研究将空间范围确定在城市或大都市区,以城市群为对象的研究相对较少,仅有的少数研究通常将地级市作为基本空间分析单元,没有从更小的空间尺度刻画产业空间格局的变动特征。其次,影响因素的解析方面,现有研究较少分析资源环境承载力对制造业空间演化的作用效果。资源环境承载力对产业发展的约束往往只有在工业化发展到一定阶段之后才能显现。作为优化开发区域的珠三角城市群当前面临着较严重的资源环境约束问题,这显然对制造业企业的区位选择会产生较大影响。因此,在解析珠三角城市群制造业集疏以及产业空间格局变动的成因机制时,纳入资源环境承载能力这一

影响因素,可能会更有解释力。藉此,本文利用珠三角城市群2004—2013年区县层面的制造业企业汇总数据,在探讨不同类型制造业集聚与扩散差异以及区域产业空间格局变动的基础上,纳入资源环境承载力进行影响因素的综合分析,以期深入理解城市群制造业空间重组的影响机制。

1 数据与方法

1.1 研究区范围

本文所研究的珠三角城市群是《珠江三角洲地区改革发展规划纲要(2008—2020年)》中所涵盖的9个地级市范围,即广州、深圳、珠海、佛山、江门、东莞、中山、惠州、肇庆。区县层面,由于行政区划调整以及统计资料的变化,为了统一基础数据,本文将部分市辖区进行了合并,最终得到32个区县单元,具体行政区划见图1。

1.2 数据来源及处理

本文制造业数据来源于2004—2013年《中国工业企业数据库》,考虑到数据资料的可获得性以及影响因素分析模型建立的需要,分别选取出2004、2006、2008、2010、2013年制造业企业的从业人员数据。由于2011年入选企业的规模门槛从年主营业务收入500万元调整到2000万,为了最大程度保证各年度选取的样本在“规模以上”标准具有一致性,本文采用工业品价格指数(工业中间投入价格指数)对年主营业务收入进行不变价处理(以2013年不变价格计算),分别舍去了2004年1170万元、2006年1488万元、2008年1648万元、2010年1691万元以下的制造业企业。产业分类方面,研究时段涉及2002年和2011年2个行业分类标准,本文以2002年为参照对2011年标准进行合并、调整,最终得到27个行业。根据产业特性,借鉴相关学者的划分标准^[18,26],将制造业划分为3大类,即劳动密集型产业、资本密集型产业、技术密集型产业(表1)。其余数据来自于相关年份的《中国区域经济统计年鉴》《广东经济普查年鉴》《广东统计年鉴》《广东工业统计年鉴》、中国主体功能区划数据库^[27]以及中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>)。

1.3 研究方法

1.3.1 产业集聚程度测算

Ellison等^[28]提出的产业集聚程度指数(EG指数)充分考虑了企业规模,有效弥补了空间基尼系

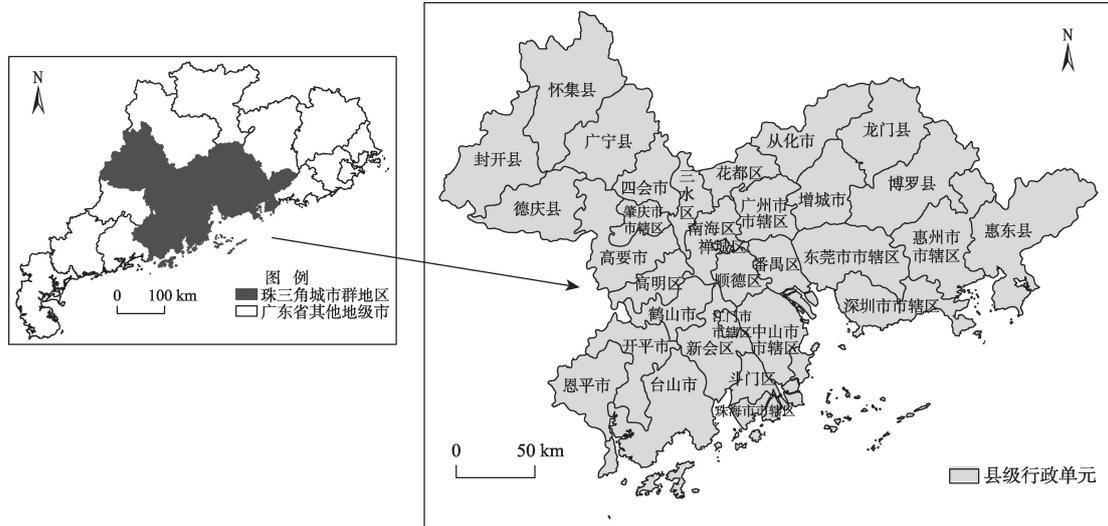


图1 珠三角城市群行政区划及在广东省的位置

Fig.1 Scope of the Pearl River Delta urban agglomeration and its location in Guangdong Province

表1 制造业产业类型及细分行业

Tab.1 Types of manufacturing industry and subdivisions

产业类型	细分行业
劳动密集型	农副食品加工业,食品制造业,饮料制造业,纺织业,纺织服装、鞋、帽制造业,皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业,木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业,家具制造业,造纸及纸制品业,印刷业和记录媒介的复制,文教体育用品制造业,橡胶和塑料制品业,非金属矿物制品业,金属制品业
资本密集型	烟草制品业,石油加工、炼焦及核燃料加工业,化学原料及化学制品制造业,化学纤维制造业,黑色金属冶炼及压延加工业,有色金属冶炼及压延加工业,通用设备制造业,专用设备制造业,交通运输设备制造业
技术密集型	医药制造业,电气机械及器材制造业,通信设备、计算机及其他电子设备制造业,仪器仪表及文化、办公用机械制造业

数的不足。假设整个区域某一产业内的企业数为 n , n 个企业将该区域划分为 m 个地域单元(子区域), EG 指数可以由以下公式算得:

$$\gamma_i = \frac{G_i - \left(1 - \sum_{j=1}^m N_j^2\right) H_i}{\left(1 - \sum_{j=1}^m N_j^2\right) (1 - H_i)} \quad (1)$$

$$G_i = \sum_{j=1}^m (S_{ij} - N_j)^2 \quad (2)$$

$$H_i = \sum_{k=1}^n Z_k^2 = \sum_{k=1}^n \left(\frac{M_k}{\sum_{k=1}^n M_k} \right)^2 \quad (3)$$

式中: γ_i 表示区域产业 i 的 EG 指数, i, j, k 分别代表产业 i 、区域 j 、企业 k ; G_i 为空间基尼系数; S_{ij} 为子区域 j 产业 i 就业总人数占整个区域该产业就业总人数的比重; N_j 为区域 j 就业总人数占整个区域就业总人数的比重; M_k 为整个区域内产业 i 内企业 k 的规模; Z_k 为企业 k 占整个区域内产业 i 中各企业总规模的比重。为了消除企业规模过大可能导致

的基尼系数失真,引入赫芬达尔指数 H_i , H_i 值越大,表明行业 i 中的企业规模越大,越有可能出现垄断的情况^[29]。本文根据 EG 指数 2004—2013 年时段内的变化趋势把产业集聚类型划分为递增型(不断疏散)、U 型(先疏后聚)、递减型(持续集聚)和倒 U 型(先聚后疏)4 大类。

1.3.2 模型构建与变量选择

关于制造业集疏及其空间格局演化的原因阐释,理论方面,主要包括资源禀赋论、新贸易理论、新经济地理理论等^[30],分别强调外生资源禀赋、规模经济和市场规 模效应、运输成本与规模经济的重要性。实证方面,学者们从交通路网、是否临海、劳动力成本、土地成本、集聚经济、产业关联、对外开放程度、环境管制等视角^[1,21,25,31],对珠三角城市群产业空间格局进行了解析。可见,无论是理论层面还是已有实证研究中,都较少考察自然资源环境本底变化对产业发展的影响。因此,本文在选取区位与交通条件、经济技术水平、制度与政策、集聚经济等影响因素的基础上,提出资源环境承载力这一新解

释变量,系统揭示珠三角城市群产业空间格局变动的影响机制(图2)。

借鉴相关模型构建方法^[32],本文设定一个统计模型如下:

$$\Delta CIP_{ij} = \alpha X_1 + \beta X_2 + \gamma X_3 + \delta X_4 + \theta X_5 + A + \varepsilon \quad (4)$$

式中: ΔCIP 表示区县 j 、产业 i 占城市群该产业从业人员总量的比重变化; X_1 表示地理区位与交通条件; X_2 表示经济技术发展水平; X_3 表示制度与政策因素; X_4 表示资源环境承载力; X_5 表示集聚经济,作为控制变量; A 为常数项; ε 表示误差项。

首先,区位与交通条件直接影响着产业发展的机遇与潜力。新经济地理学认为欠发达地区交通条件落后导致交通成本高,产业倾向于分散布局,交通条件改善促使产业布局逐渐集聚,但地区通达性达到一定程度后,产业又将趋向于分散^[14]。本文采用公路网密度(TRAN)衡量地区交通条件。另外,区位优势是影响产业分布的重要因素,临海城市在参与经济全球化过程中具有天然的优势,通过对外贸易和吸引外资促进地区产业发展,一些耗水型产业也倾向于在沿海布局。本文采用是否为临海地区(COAST)来表示区位优势,临海的区县赋值为1,其他区县赋值为0。

第二,经济技术水平是影响地区产业规模经济和集聚效果的重要因素。劳动力成本对不同类型产业的影响差异显著,劳动密集型产业的敏感程度高,偏向布局在工资成本相对较低的地区,而对资本和技术密集型产业影响相对较小^[25]。提高对外开放水平有利于地区通过参与全球生产网络学习先进技术、促进产业升级、提升技术密集型产业的集聚程度。科技创新水平高的区域,企业联系更加注重知识、技能的学习和隐性知识的传播^[31]。本文采用工资水平(WAGE)表征劳动力成本,采用对外贸易依存度(FORE)、外商投资企业资产占工业总资产的比重(FDI)表征地区对外开放程度,采用R&D经费占GDP比重(RD)表示地区科技创新水平。

第三,制度与政策环境也是产业空间布局不可忽视的因素。地方政府通过各类产业政策引导产业发展方向和空间布局。在地方分权的背景下,政府倾向于保护利税率高、技术密集型的产业,并通过建立经济技术开发区、高科技园区等方式促进产业空间集聚^[16]。本文采用政府财政支出占GDP的比重(FINA)表示地方政府对产业发展的干预程度,采用国有及国有控股工业企业资产占工业总资产

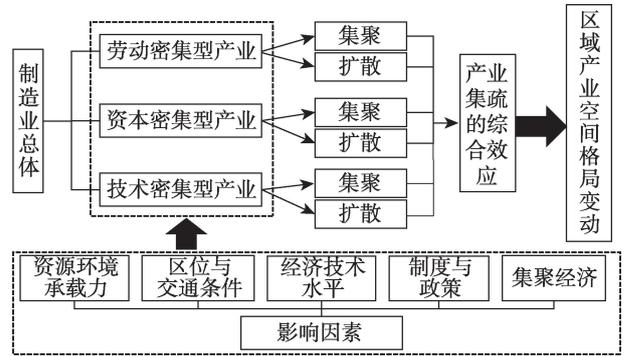


图2 产业空间格局变动的影响因素分析框架

Fig.2 Analytical framework of influencing factors of industrial spatial pattern

的比重(SOE)表示地方市场化程度。

最后,资源环境承载能力是国土空间开发保护的重要基础,也是产业发展的基本支撑^[33]。其他条件不变的情况下,产业发展一般会优先选择土地资源、水资源、环境容量等承载力强的地区集聚,但随着产业集聚程度的提高,资源环境承载能力会逐步下降,导致集聚不经济,产业又会扩散并向其他地区转移。本文分别采用可利用土地资源(ALR)、可利用水资源(AWR)、环境胁迫度(ES)表示地区土地资源、水资源和环境条件对产业发展的支撑能力,详细计算参照徐勇等^[34]的研究成果。

另外,根据新贸易理论和新经济地理学理论,集聚经济是影响产业空间分布的内生动力^[35]。本文将集聚经济引入模型并作为控制变量,重点考察企业规模经济、地方化经济和城市化经济对产业分布的影响,分别采用地区工业企业平均就业规模(SIZE)、产业专业化程度(SPEC)、城镇化率(URBAN)表示。

2 制造业集疏与产业空间格局变动特征

产业空间格局演化主要通过集聚与扩散2个过程实现,不同类型产业由于特有的区位偏好,表现出差异化的集聚与扩散规律。综合不同类型制造业的集疏差异及制造业空间格局变动2个角度,能更全面地揭示珠三角城市群制造业空间重构特征。

2.1 制造业空间集聚与扩散

(1) 制造业总体

以32个区县为空间分析单元,运用Moran's I 指数检验珠三角城市群制造业总体的空间集聚程度。2004、2008和2013年的Moran's I 指数分别为

0.231、0.208、0.186,正态统计量Z值(分别为2.341、2.160、1.990)均在0.01水平上显著。由此可知,首先,Moran's I指数均为正,表明珠三角城市群制造业在空间分布上具有显著的正自相关关系,空间上存在明显的高—低集聚特征;其次,3个年份的Moran's I指数依次降低,表明珠三角城市群制造业在空间上的集聚程度逐渐降低,呈现出扩散趋势。以制造业从业人员排名前3位和前5位的区县占城市群制造业总体的比重作为产业集中度(简称为CR3、CR5),2004—2013年,CR3从54.6%下降到51.1%,CR5从64.8%下降到60.7%,扩散幅度较大的区县主要有禅城区、广州市辖区、中山市辖区、东莞市辖区、番禺区。

(2) 不同类型制造业集疏比较

采用EG指数测算了27个制造业2004、2008和2013年的产业集聚度,无论从单个年份还是变化趋势来看,不同类型制造业之间产业集聚度和变化趋势都具有明显差异。从单个年份看,2013年专用设备制造业EG指数高达0.272,而橡胶和塑料制品业仅0.003;测算出3个年度27个制造业EG指数的变异系数,分别为1.420、1.493、1.287,均属于强变异。从时间变化趋势来看,2004—2013年,专用设备制造业EG指数提高0.262,而石油加工、炼焦及核燃料加工业的EG指数却下降0.293。2004—2008、2008—2013年各类制造业EG指数变化的变异系数更是高达3.710、4.194。从以上分析可知,珠三角城市群不同类型制造业之间的集聚与扩散规律存在极为显著的差异,因而,讨论不同类型制造业的集聚与扩散的差异是深入解析珠三角城市群制造业空间演化的重要途径。

(3) 劳动密集型产业

劳动密集型产业总体集聚程度较低,并呈现出进一步扩散的发展趋势。2013年,劳动密集型产业总体EG指数仅为0.01,远低于资本密集型和技术密集型产业;细分行业中,14个行业中的11个EG指数都小于0.05。从产业集聚变化来看,2004—2013年,劳动密集型产业总体由深圳市辖区、中山市辖区、番禺区、东莞市辖区等核心区向江门市辖区、增城市、新会区、三水区等周边区县扩散。细分行业中,大部分行业的集聚度变化类型都属于具有扩散趋势的倒U型和递减型,合计有11个行业,占劳动密集型产业的85%。从CR3、CR5的变化来看,所有劳动密集型细分行业都有所下降,空间上

均从行业中心地向其他区县发生了不同程度的扩散。其中家具制造业、金属制品业、农副食品加工业扩散程度最显著,CR3分别下降16.1%、12.5%、10.8%(图3a、图3b)。

(4) 资本密集型产业

资本密集型产业总体集聚程度较高,内部表现出差异化的集疏特征。2013年资本密集型产业EG指数为0.018,仅次于技术密集型产业。9个细分行业中,仅交通运输设备制造业、通用设备制造业EG指数低于0.05,其余行业都属于高度集聚。从产业集聚变化来看,2004—2013年,资本密集型产业总体呈递减型变化趋势,但污染型与非污染型行业存在明显差异。细分行业中7个具有扩散趋势的倒U型和递减型,这些行业大多属于重化工业,具有较大的污染性,其中石油加工、炼焦及核燃料加工业,有色金属冶炼及压延加工业,化学原料及化学制品制造业,化学纤维制造业,黑色金属冶炼及压延加工业都属于国家划定的十大重点污染行业。另外,非污染型的通用设备制造业、专用设备制造业则表现为递增型集聚发展态势,二者的CR3分别提高8.86%、1.32%(图3c、图3d)。

(5) 技术密集型产业

技术密集型产业高度集聚,空间上呈现出持续集聚的变化趋势。2013年技术密集型产业总体的EG指数为0.026,高于资本密集型产业。4个细分行业中,通信设备、计算机及其他电子设备制造业,医药制造业集聚水平最高,二者EG指数超过0.07。从空间演变特征来看,2004—2013年,技术密集型产业总体呈递增型变化趋势,空间上越来越集聚,EG指数提高了0.009。其中通信设备、计算机及其他电子设备制造业,以及仪器仪表及文化、办公用机械制造业集聚趋势最显著,前者EG指数从0.046提高到0.074,CR3提高了3.56%;后者EG指数从0.022提高到0.032,CR3提高了3.73%。医药制造业则表现出明显扩散趋势,EG指数从0.121下降到了0.071,主要由广州市辖区、顺德区医药制造业向周边发生了大规模的扩散(图3e、图3f)。

2.2 城市群制造业空间格局变动

采用地区某类产业从业人员占城市群该产业总就业人数的比重(本文统称为产业占比)变化来刻画珠三角城市群制造业空间格局变动情况。根据2004—2013年不同类型制造业的产业占比变化特征,珠三角城市群9个地级市可划分为5种类型。

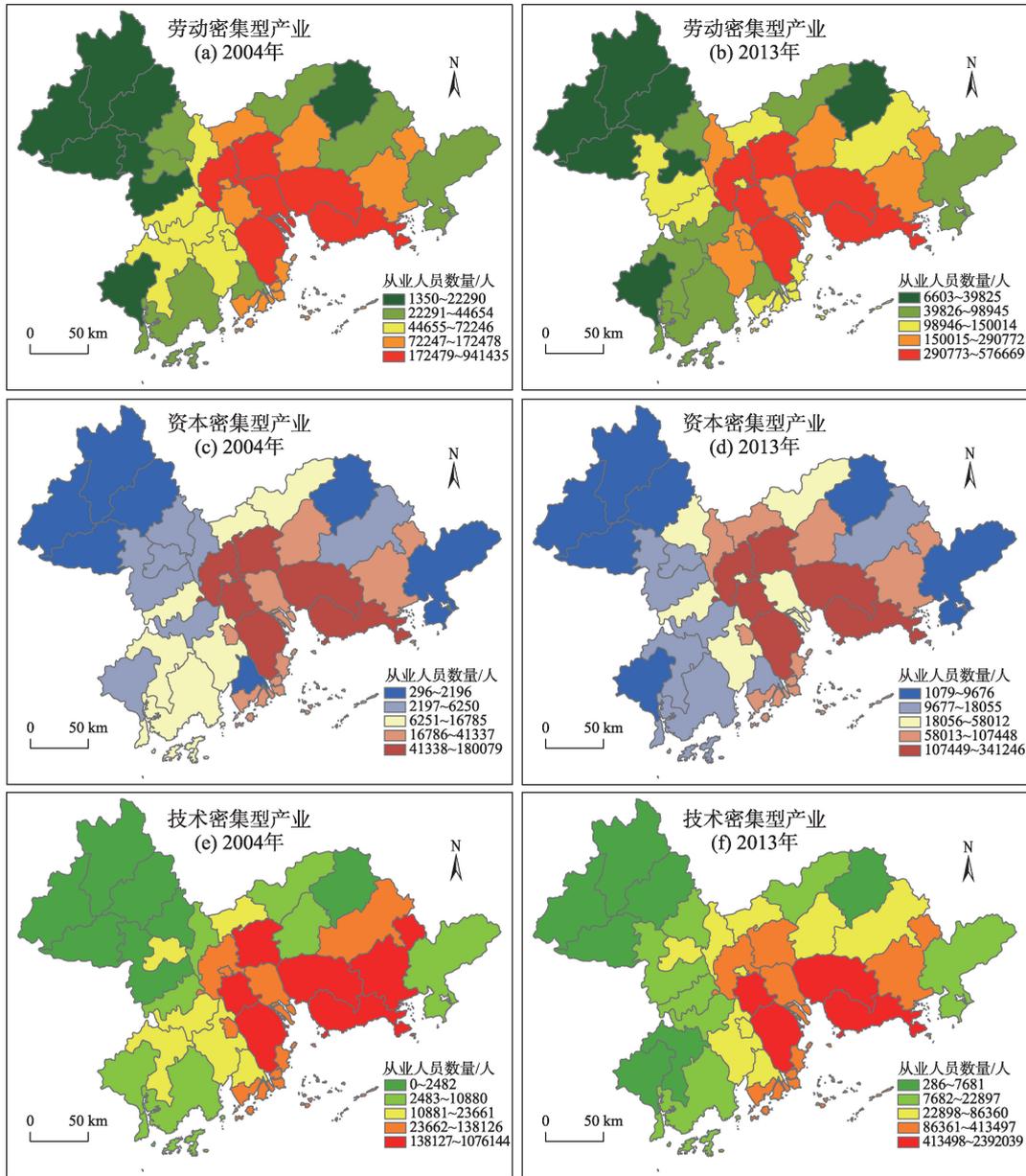


图3 2004、2013年珠三角不同类型产业的空间分布及变化

Fig.3 Spatial distribution and changes of different types of industries in the Pearl River Delta, 2004 and 2013

第一类是深圳市,制造业总体占城市群比重变化较小,仅小幅增长0.51%,但制造业内部结构发生了重大调整,劳动密集型和资本密集型的产业占比大幅降低,分别下降1.57%、5.70%;而技术密集型产业占比则大幅提升,比重提升4.28%。第二类包括广州和东莞、中山,该类城市制造业总体的产业占比明显降低,三城市分别下降3.04%、2.34%、0.69%,其中广州和东莞各类产业的产业占比均降低,最为突出的是广州劳动密集型产业占比下降3.08%,东莞技术密集型产业占比下降4.06%;中山劳动密集型产业占比下降1.37%,但技术密集型产业占比提升

0.53%。第三类是佛山市,制造业总体以及不同类型制造业的产业占比都有较大幅度提升,产业占比均升高了2%以上,成为珠三角城市群各类产业的集聚地。第四类是珠海市和惠州市,两城市制造业总体产业占比有小幅提升,均小于0.5%,劳动密集型和资本密集型产业占比变化也不大,但资本密集型产业却有较大幅度的提升,两城市分别提高了1.64%、1.32%。第五类是江门市和肇庆市,两城市制造业总体产业占比有大幅度提升,均超过1%,劳动密集型和资本密集型产业占比提升同样显著,均超过1.5%,另外技术密集型产业占比虽有提升,但

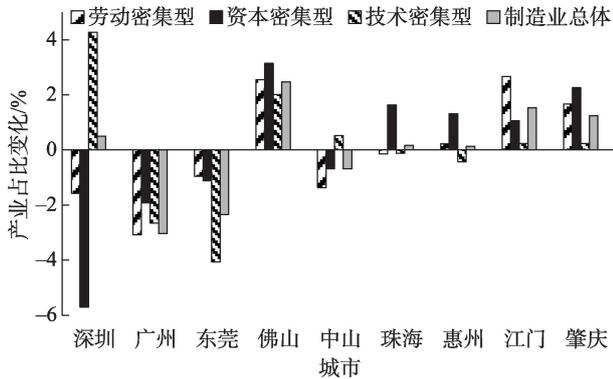


图4 2004—2013年地市级层面产业占比变化

Fig.4 Changes of the proportion of industries at the municipal level, 2004-2013

增幅较小,均在0.5%以下(图4)。

总体来看,制造业总体逐渐从广州、东莞、中山等城市群核心城市向惠州、江门、肇庆等城市群边缘城市转移,其中劳动密集型产业同样遵循这一扩散特征。资本密集型产业的演化特征则是从深圳、广州、东莞、中山等珠江口周边沿海核心城市向珠海、惠州、江门等沿海周边城市转移。技术密集型产业则表现出高度的集聚趋势,主要向深圳和佛山两市集中,其中深圳市2013年制造业总体的产业占比为24.7%,而技术密集型产业占比则高达38.9%。由此可见,珠三角城市群制造业空间演化逐步从规模上的“核心—边缘”结构向功能上的“核心—边缘”结构演进,即核心城市更加专业化发展技术密集型产业,而将劳动密集型和高耗能、污染性的资本密集型产业向周边城市转移。

3 影响因素分析

3.1 模型说明与共线性检验

以上分析表明,珠三角城市群制造业发生了显著的空间格局变动,并且不同类型制造业集聚与扩散特征差异较大。为探讨制造业空间格局变动的影响因素,本文选取了2004—2006、2006—2008、2008—2010和2010—2013年各区县产业*i*占城市群从业人员总量的比重变化作为被解释变量,考虑到自然与社会经济要素对制造业空间演化的影响存在滞后效应,解释变量则分别选取2004、2006、2008和2010年区县各类指标数值。为使数据更符合正态分布^[14],对公路网密度、工资水平、企业就业规模、城镇化率等变量进行了对数变换。在估计

方法选择时,由于每一年横截面数据样本有限(共32个区县),而在短时间内时间效应不显著,本文仍然采用普通最小二乘法(ordinary least squares, OLS)对面板数据进行估计。

对上述所有解释变量进行相关性分析,发现对外贸易依存度(FORE)与外商投资企业资产占工业总资产比重(FDI)的相关系数较高(0.87),其余相关系数较低。为了提高模型的解释力,避免多重共线性,在模型估计时去掉变量FORE,最终模型中各变量的VIF值均小于10,通过了共线性检验。模型分析过程中,始终把集聚经济作为控制变量,首先按照影响因素的特性,分别考察各类变量对制造业总体的影响,其次将所有变量全部引入,分别对制造业总体和不同类型产业进行分析(表2)。本文所有模型中各参数的估计均在Stata 12.0软件中完成。

3.2 模型结果与分析

地理区位和交通条件对珠三角制造业空间演化具有一定影响。公路网密度(lnTRAN)对制造业总体的回归系数都显著为负,说明珠三角城市群交通越便利的区县越有利于产业空间扩散。珠三角城市群交通条件较优的区县多位于城市群核心区,在这些地区面临集聚不经济,大量产业向外扩散转移的过程中,便捷的交通条件起到了助推作用。这一结果为新经济地理学理论提供了一些实证证据。临海优势(COAST)对不同类型产业的影响差异明显,对制造业总体、劳动密集型、技术密集型产业的影响均不显著,仅对资本密集型产业的影响显著为正,表明资本密集型产业倾向于在沿海区县布局。近年来,珠三角城市群重工业发展的主要形式是原料主要依靠区外输入,而产品则面向国内外两个市场,是否邻近优良海港就成了产业布局中需要着重考虑的因素,另外沿海区县环境容量相对更大,也是吸引重化工布局的重要原因。目前,珠三角城市群已经形成惠州—深圳—广州—珠海—江门临港重化工工业带,集聚了石化产业、汽车产业、能源产业、钢铁、机械装备等资本密集型产业。

经济技术方面,地区间劳动力成本差异是促使制造业转移的重要因素之一,回归结果显示,工资水平(lnWAGE)对制造业总体和劳动密集型产业的弹性系数显著为负。以2010年珠三角城市群工资水平的空间差异为例,位于核心区的广州市辖区、深圳市辖区、顺德区、东莞市辖区、中山市辖区5区县工资水平超过4万元/(人·a),而位于边缘区的广

宁县、龙门县、恩平市等区县工资水平不超过2.5万元/(人·a)。核心地区集聚了大量“三来一补”代工生产和贴牌生产的劳动密集型企业,逐步攀升的工资水平导致这些企业由于过高的成本失去竞争力,逐渐向劳动力成本较低的地区转移。工资水平对技术密集型产业影响显著为正,这是由于工资水平越高的地区往往人力资源更丰富,更容易吸引技术密集型产业集聚。R&D经费占GDP比重(RD)仅对技术密集型产业显著为正,表明地方政府通过加大科技创新投入、打造创新环境、完善科技创新政策等方式有利于技术密集型产业的集聚。外商投资企业资产占工业总资产的比重(FDI)在每个模型中都为负值,并且对制造业总体和技术密集型产业的影响显著,表明经济全球化促进了珠三角城市群制造业的空间扩散,这与外商投资多集中在劳动密集型企业有关,比如,2010年劳动密集型企业的工业总产值中有51.85%由外商投资企业所贡献,外资企业为了追求利益最大化,在全球范围内以及中国其他区域寻找生产成本更低的地方布局。另外,受全球金融危机的影响^[36],珠三角外商投资额占固定资产投资额的比重持续下降,表明经济全球化对珠三角产业空间的影响正在弱化。

政府财政支出占GDP的比重(FINA)对制造业总体、劳动密集型和资本密集型产业显著为正,说明政府干预在一定程度上影响了产业空间演化。政府干预程度较高的地区主要分布在珠三角城市群的外围区县,这些区县主要通过两方面影响产业布局:其一是地方政府对辖区内的企业提供优惠政策进行挽留,形成产业转移的粘性;其二是地方政府通过产业转移工业区的建设,吸引相关产业到此布局。国有及国有控股工业企业资产占工业总资产的比重(SOE)对技术密集型产业具有显著的负相关关系,表明较低的市场化程度一定程度上会阻碍技术密集型产业的进入。

资源环境承载能力对珠三角城市群制造业空间重构具有显著影响。影响强度最大的是土地资源,可利用土地资源(ALR)在每个模型中都为正值,但仅对制造业总体和劳动密集型产业显著,说明珠三角城市群土地资源总体上对制造业空间变动起到促进作用,表现出对劳动密集型产业发展的约束。珠三角城市群是中国开发强度最高的地区^[37],2013年国土开发强度已达16.49%,其中深圳、东莞、中山、佛山的国土开发强度已超过国际警戒线

(30%),深圳开发强度最高,接近50%,远远高于国际大都市的水平。随着土地资源进一步趋紧,导致土地成本大幅提高,大量对成本敏感的劳动密集型企业从中心城市或城市中心区向土地资源更加丰富、土地价格更低的地区转移。可利用水资源(AWR)对产业空间集聚影响不显著,这可能与珠三角城市群水资源丰富、水资源量的空间差异较小有关。

另外,环境胁迫程度(ES)在每个模型中都显著,但具有产业类型差异,对制造业总体、劳动密集型和资本密集型产业为负值,对技术密集型产业为正值。2003年以后,珠三角环境管制越来越严格,陆续出台了多条政策法规针对企业生产、工业园区、重点行业的环境污染问题,对重点污染物进行严格监管,包括CO₂、SO₂、氮氧化物、烟尘、COD等。在此背景下,许多污染型、高耗能企业迫于高昂的环境罚款、治污设施成本,纷纷从佛山、东莞、深圳等地搬迁到其他环境管制更宽松的地方,这些企业多属于劳动密集型和部分资本密集型产业^[38]。另外,环境胁迫程度对技术密集型的弹性系数为正,说明技术密集型产业更倾向于到环境污染越严重的地区集聚,这似乎不符合常理。这是由于珠三角城市群环境污染较严重的地区多为中心城市。地方政府为了提高环境质量、促进产业升级,采用环境管制、取消补助等政策迫使污染型、低附加值产业向外转移之后,腾出了产业发展空间,加之地区丰富的智力资源、优厚的鼓励政策等优势,反而吸引了大量技术密集型企业集聚。

作为控制变量的集聚经济对珠三角产业空间格局影响较小,其中工业企业平均就业规模(lnSIZE)在各模型中均不显著,表明企业规模不影响产业空间变动。产业专业化程度(SPEC)对全行业以及劳动密集型产业的影响显著为负,表明产业内集聚不经济可能促使劳动密集型产业趋于分散。城镇化率(lnURBAN)对不同产业的影响差异显著,对制造业总体以及劳动密集型产业的影响显著为负,而对资本密集型和技术密集型产业则显著为正,说明珠三角城市群城市化经济有助于地方资本和技术密集型产业发展。

4 结论与讨论

本文着重从不同类型产业集聚和区域产业空间格局变化揭示了珠三角城市群制造业空间重构

表2 不同类型产业占比变化的影响因素回归结果

Tab.2 Regression analysis results of influencing factors of change in the proportion of different types of industries

变量	制造业总体					劳动力 密集型	资本 密集型	技术 密集型
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5			
lnTRAN	-0.340***				-0.328**	-0.283*	-0.368	-0.418
COAST	-0.026				0.318	-0.207	0.341**	0.263
lnWAGE		-0.202***			-0.207*	-0.868**	0.499	0.095*
RD		0.007			0.073	-0.293	-0.566	0.851***
FDI		-0.917*			-1.124**	-1.273	-0.993	-0.995*
FINA			1.457**		1.172*	0.510**	1.707**	1.543
SOE			0.279		0.417	0.672	0.953*	-0.036*
AWR				-0.064	-0.073	0.050	0.222	-0.237
ALR				0.977*	1.282*	1.859**	0.772	1.355
ES				-0.098**	-0.062*	-0.183*	-0.167***	0.058**
lnSIZE	-0.153	-0.123	-0.137	-0.160	-0.169	-0.190	-0.031	-0.218
SPEC	-0.281	-0.269**	-0.429	-0.340***	-0.752*	-0.922**	-1.638	-0.424
lnURBAN	-0.001**	0.207	-0.106	-0.170**	-0.062**	-0.204*	0.115*	0.062**
调整R ²	0.456	0.518	0.414	0.613	0.587	0.610	0.726	0.563
F值	7.951	12.479	6.706	6.103	4.675	6.022	10.181	4.953

注: *、**、***分别表示在0.10、0.05、0.01水平显著。

特征,并选择资源环境承载力与其他社会经济因素对其成因进行阐释。研究发现珠三角城市群制造业总体呈现出空间扩散的发展趋势,但不同类型产业的集聚与扩散特征差异显著,劳动密集型产业集聚程度低并呈扩散趋势,资本密集型产业集聚程度较高,但其中高耗能、污染性的重化工业扩散趋势明显,技术密集型产业高度集聚并呈持续集聚的趋势。不同类型产业的空间集疏差异促使珠三角城市群制造业的“核心—边缘”结构进一步演化,核心城市更加专业化发展技术密集型和非污染性资本密集型产业,边缘城市则承接劳动密集型和部分污染性资本密集型产业。

资源环境承载力显著影响了珠三角城市群制造业空间格局演化。土地资源紧缺促使制造业总体和劳动密集型产业从核心城市向土地资源更加丰富的地区转移;环境胁迫促进劳动密集型和资本密集型产业向环境容量更大的地方扩散;资源环境承载力对技术密集型产业影响不明显。交通条件在制造业扩散过程中发挥着重要作用,推动了城市群核心区制造业向外转移;临海区县得益于拥有海港和环境容量相对较大的优势,有利于吸引重化工业布局。劳动力成本显著影响劳动密集型产业空间布局,促使劳动密集型产业从工资水平更高的核心区向工资水平更低的边缘区转移;科技创新则有

利于技术密集型产业集聚;经济全球化推动制造业总体在空间上的扩散,这与外商投资集中在劳动密集型企业有关。政府干预能一定程度上影响制造业空间演化,特别是吸引或挽留资本密集型和部分劳动密集型产业,但对技术密集型产业集聚具有阻碍作用。

采用制造业企业汇总数据,以区县为基本分析单元,本文刻画了珠三角城市群不同类型产业的集疏特征,并重点考察资源环境承载力对不同类型产业的影响,弥补了以往研究因分析单元过大而导致的格局特征刻画较为模糊的不足,同时,加入资源环境承载力作为解释变量也丰富了对产业格局变化的解释视角。在实施制造强国战略和区域转型发展背景下,开展珠三角城市群制造业集疏与产业空间格局变动的研究对今后调控产业发展和优化产业布局都具有重要的参考意义。但本文还存在一些不足,有待进一步探索:①关于制造业集疏和产业空间格局变动的刻画,本文只考虑了城市群内部产业的动态变化,未来还需要考察珠三角城市群与区外的产业联系与转移,才能更加全面反映产业空间特征;②关于资源环境承载力的测度,本文以县域作为基本评价单元略显宏观,未来还需要提高评价精度,提高研究成果的应用价值;③关于产业空间特征的原因解释,本文仅分析了不同驱动因素

的影响强度,未来还需要通过实际调研、成本分析等其他手段,从更微观的视角深入探讨各要素对产业空间演变的驱动机制。

参考文献(References)

- [1] 丁俊,王开泳.珠江三角洲城市群工业生产空间格局、形态特征及影响因素[J].地理科学进展,2016,35(5): 610-621. [Ding Jun, Wang Kaiyong. Spatial pattern and morphological characteristics of industrial production space and influential factors in the Pearl River Delta urban agglomeration. *Progress in Geography*, 2016, 35(5): 610-621.]
- [2] 刘锦,田银生.粤港澳大湾区背景下的珠三角城市群产业-人口-空间交互影响机理[J].地理科学进展,2018,37(12): 1653-1662. [Liu Jin, Tian Yinshen. Mutual influencing mechanism of industry-population-space in the Pearl River Delta urban agglomeration in the context of the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area development. *Progress in Geography*, 2018, 37(12): 1653-1662.]
- [3] 张玉环,余云军,龙颖贤,等.珠三角城镇化发展重大资源环境约束探析[J].环境影响评价,2015,37(5): 14-17, 23. [Zhang Yuhuan, Yu Yunjun, Long Yingxian, et al. Major resource and environmental constraints to urbanization in the Pearl River Delta. *Environmental Impact Assessment*, 2015, 37(5): 14-17, 23.]
- [4] 樊杰,陈东.珠江三角洲产业结构转型与空间结构调整的战略思考[J].中国科学院院刊,2009,24(2): 138-144. [Fan Jie, Chen Dong. Strategic consideration on the industrial structure transformation and spatial structure adjustment in Pearl River Delta. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2009, 24(2): 138-144.]
- [5] 陆大道,樊杰,刘卫东,等.中国地域空间、功能及其发展[M].北京:中国大地出版社,2011. [Lu Dadao, Fan Jie, Liu Weidong, et al. *China's regional space, function and development*. Beijing, China: China Earth Press, 2011.]
- [6] Zhang X, Kloosterman R C. Connecting the 'workshop of the world': Intra- and extra-service networks of the Pearl River Delta city-region [J]. *Regional studies*, 2016, 50(6): 1069-1081.
- [7] Simon C J. Analysis of manufacturer location and relocation in the Cleveland and metropolitan area: 1966-1971 [J]. *American Economist*, 1980, 24(9): 35-42.
- [8] Wheaton W C, Lewis M J. Urban wages and labor market agglomeration [J]. *Journal of Urban Economics*, 2002, 51(3): 542-562.
- [9] Swan P L. Decentralization and the growth of urban manufacturing employment [J]. *Land Economics*, 1973, 2: 212-216.
- [10] Fujita M, Tabuchi T. Regional growth in postwar Japan [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1997, 27(6): 643-670.
- [11] Arauzo Carod J M, Viladecans Marsal E. Industrial location at the intra- metropolitan level: The role of agglomeration economies [J]. *Regional Studies*, 2009, 43(4): 545-558.
- [12] 朱晟君,王翀.制造业重构背景下的中国经济地理研究转向[J].地理科学进展,2018,37(7): 865-879. [Zhu Shengjun, Wang Chong. Shifts in China's economic geography studies in an era of industrial restructuring. *Progress in Geography*, 2018, 37(7): 865-879.]
- [13] 孟晓晨,石晓宇.深圳“三资”制造业企业空间分布特征与机理[J].城市规划,2003,27(8): 19-25. [Meng Xiaochen, Shi Xiaoyu. The spatial distribution of FDI manufactures in Shenzhen City. *City Planning Review*, 2003, 27(8): 19-25.]
- [14] 贺灿飞,朱彦刚,朱晟君.产业特性、区域特征与中国制造业省区集聚[J].地理学报,2010,65(10): 1218-1228. [He Canfei, Zhu Yangang, Zhu Shengjun. Industrial attributes, provincial characteristics and industrial agglomeration in China. *Acta Geographica Sinica*, 2010, 65(10): 1218-1228.]
- [15] 张晓平,孙磊.北京市制造业空间格局演化及影响因子分析[J].地理学报,2012,67(10): 1308-1316. [Zhang Xiaoping, Sun Lei. Manufacture restructuring and main determinants in Beijing Metropolitan Area. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(10): 1308-1316.]
- [16] 高金龙,袁丰,陈雯.转型期城市制造业空间重构过程与机理:以南京市为例[J].地理研究,2017,36(6): 1014-1028. [Gao Jinlong, Yuan Feng, Chen Wen. Economic transition and restructuring of manufacturing spaces in urban China: The evidence from Nanjing. *Geographical Research*, 2017, 36(6): 1014-1028.]
- [17] 李汉青,袁文,马明清,等.珠三角制造业集聚特征及基于增量的演变分析[J].地理科学进展,2018,37(9): 1291-1302. [Li Hanqing, Yuan Wen, Ma Mingqing, et al. Manufacturing industry agglomeration characteristics in the Pearl River Delta and evolution based on growth data. *Progress in Geography*, 2018, 37(9): 1291-1302.]
- [18] 王俊松.长三角制造业空间格局演化及影响因素[J].地理研究,2014,33(12): 2312-2324. [Wang Junsong. Evolution of spatial pattern and influencing factors of manufacturing industries in Yangtze River Delta region. *Geographical Research*, 2014, 33(12): 2312-2324.]
- [19] Duranton G, Overman H G. Testing for localization using micro-geographic data [J]. *The Review of Economic Studies*, 2005, 72(4): 1077-1106.

- [20] 张杰,唐根年.浙江省制造业空间分异格局及其影响因素[J].地理科学,2018,38(7):1107-1117. [Zhang Jie, Tang Gennian. Spatial differentiation pattern of manufacturing industry in Zhejiang and its influencing factors. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(7): 1107-1117.]
- [21] 梁育填,樊杰,柳林,等.优化开发区域制造业企业迁移的因素及其区域影响:以广东东莞市为例[J].地理研究,2013,32(3):497-506. [Liang Yutian, Fan Jie, Liu Lin, et al. The influencing factors of manufacturing firm migration and its impact on development-optimized region: A case study of Dongguan City of Guangdong Province in China. *Geographical Research*, 2013, 32(3): 497-506.]
- [22] 刘清春,张莹莹,李传美.基于空间杜宾模型的山东省制造业时空分异研究[J].地理科学,2017,37(5):691-700. [Liu Qingchun, Zhang Yingying, Li Chuanmei. Spatial pattern change of manufacturing industry in Shandong Province based on spatial Durbin model. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(5): 691-700.]
- [23] 毛琦梁,董锁成,王菲,等.中国省区间制造业空间格局演变[J].地理学报,2013,68(4):435-448. [Mao Qiliang, Dong Suocheng, Wang Fei, et al. Evolving spatial distribution of manufacturing industries in China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(4): 435-448.]
- [24] 胡志强,苗健铭,苗长虹.中国地市工业集聚与污染排放的空间特征及计量检验[J].地理科学,2018,38(2):168-176. [Hu Zhiqiang, Miao Jianming, Miao Changhong. Spatial characteristics and econometric test of industrial agglomeration and pollutant emissions in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(2): 168-176.]
- [25] 李伟,贺灿飞.劳动力成本上升与中国制造业空间转移[J].地理科学,2017,37(9):1289-1299. [Li Wei, He Canfei. The rising labor costs and spatial restructure of Chinese manufacturing. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(9): 1289-1299.]
- [26] 魏后凯,白玫,王业强.中国区域经济的微观透析:企业迁移的视角[M].北京:经济管理出版社,2010. [Wei Houkai, Bai Mei, Wang Yejiang. The micro- perspective of regional economy in China: A view from firm relocation. Beijing, China: Economy and Management Publishing House, 2010.]
- [27] 樊杰.中国主体功能区划方案[J].地理学报,2015,70(2):186-201. [Fan Jie. Draft of major function oriented zoning of China. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(2): 186-201.]
- [28] Ellison G, Glaeser E L. Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: A dartboard approach [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 1994, 105: 889-927.
- [29] 李燕,贺灿飞.1998—2009年珠江三角洲制造业空间转移特征及其机制[J].地理科学进展,2013,32(5):777-787. [Li Yan, He Canfei. Characteristics and mechanism of manufacturing industry shift in the Pearl River Delta during 1998-2009. *Progress in Geography*, 2013, 32(5): 777-787.]
- [30] He Canfei, Pan Fenghua, Chen Tianming. Research progress of industrial geography in China [J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2016, 26(8): 1057-1066.
- [31] Yang Chun. Restructuring the export-oriented industrialization in the Pearl River Delta, China: Institutional evolution and emerging tension [J]. *Applied Geography*, 2010, 32(1): 143-157.
- [32] Drucker, J. Regional industrial structure concentration in the United States: Trends and implications [J]. *Economic Geography*, 2011, 87(4): 421-452.
- [33] 樊杰,周侃,王亚飞.全国资源环境承载能力预警(2016版)的基点和技术方法进展[J].地理科学进展,2017,36(3):266-276. [Fan Jie, Zhou Kan, Wang Yafei. Basic points and progress in technical methods of early-warning of the national resource and environmental carrying capacity (V 2016). *Progress in Geography*, 2017, 36(3): 266-276.]
- [34] 徐勇,张雪飞,李丽娟,等.我国资源环境承载约束地域分异及类型划分[J].中国科学院院刊,2016,31(1):34-43. [Xu Yong, Zhang Xuefei, Li Lijuan, et al. Regional differentiation and classification for constraints of national resources and environment carrying. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2016, 31(1): 34-43.]
- [35] 刘汉初,卢明华.中国城市专业化发展变化及分析[J].世界地理研究,2014,23(4):85-96. [Liu Hanchu, Lu Minghua. Analysis on development and changes of specialization of Chinese cities. *World Regional Studies*, 2014, 23(3): 85-96.]
- [36] 千庆兰,梁敏华.金融危机下制造业的困境与对策:以东莞为例[J].城市观察,2009(1):171-178. [Qian Qinglan, Liang Minhua. The dilemmas and solutions to urban manufacturing: A case study of Dongguan in Guangdong Province. *Urban Insight*, 2009(1): 171-178.]
- [37] 朱旭辉.珠江三角洲村镇混杂区空间治理的政策思考[J].城市规划学刊,2015(2):77-82. [Zhu Xuhui. A study on spatial governance strategy of desakota area in Pearl River Delta region. *Urban Planning Forum*, 2015(2): 77-82.]
- [38] 沈静,魏成.环境管制影响下的佛山陶瓷产业区位变动机制[J].地理学报,2012,67(4):467-478. [Shen Jing, Wei Cheng. Relocation mechanisms of the ceramics industry impacted by the environmental regulations in Foshan City. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(4): 467-478.]

Dynamics of manufacturing industry and change of its spatial pattern in the Pearl River Delta urban agglomeration

LIU Hanchu^{1,2}, FAN Jie^{1,2*}, ZHANG Haipeng^{2,3}, Wang Fuyuan²

(1. Institute of Science and Development, CAS, Beijing 100190, China; 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Key Laboratory of Regional Sustainable Development Modeling, CAS, Beijing 100101, China; 3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: The spatial restructuring of regional manufacturing industry involves the dispersion of different types of industries and change in industrial spatial structure. It is an important driving force for optimizing regional spatial organization and increasing regional competitiveness. Based on the aggregated data of manufacturing enterprises, this study used county as the basic unit of analysis to explore the spatial reconstruction features of manufacturing space in the Pearl River Delta urban agglomeration. The result shows that, the differences in spatial agglomeration and diffusion of different types of manufacturing industries have led to further change of the "core-periphery" structure of the urban agglomeration. Core cities have become more specialized in the development of technology-intensive industries, while peripheral cities have accommodated labor-intensive industries. Resource and environmental carrying capacity has significantly affected the changes in the spatial pattern of manufacturing industry. The shortage of land resources has prompted the manufacturing industry in general and particularly labor-intensive industries to shift to areas with more abundant land resources. Environmental stress has facilitated the proliferation of labor-intensive and capital-intensive industries in places with greater environmental carrying capacity. However, the impact of resource and environmental carrying capacity on technology-intensive industries is not obvious. In addition, the impact of traffic conditions, technological levels, policies, and other factors on different types of industries is significantly different, which jointly promote the industrial transformation of the Pearl River Delta urban agglomeration.

Keywords: the Pearl River Delta urban agglomeration; manufacturing industry; agglomeration and diffusion; industrial spatial pattern; resource and environmental carrying capacity