

制造业集聚、城市特征与碳排放

纪玉俊^{1,2}, 廉雨晴¹

(1. 中国海洋大学经济学院, 山东青岛, 266100;
2. 中国海洋大学海洋发展研究院, 山东青岛, 266100)

摘要: 制造业集聚能否实现碳减排与城市高质量发展有着密切关系。在构建制造业集聚、城市特征和碳排放三者关系的理论框架基础上, 以我国城市面板数据为样本, 探讨城市属性特征和制度特征如何影响制造业集聚的碳减排效应。研究结果表明: 制造业集聚与碳排放之间存在显著的倒 U 型关系, 当集聚水平达到一定阈值后会表现出碳减排效应; 城市属性特征改善一定程度上能够提高制造业集聚的碳减排效应; 制度特征对制造业集聚的碳减排效应存在正负两方面影响, 当制度特征突破一定阈值后会提高制造业集聚的碳减排效应; 在两者形成的综合特征影响下, 制造业集聚与碳排放间的关系呈现出复杂的异质性。因此, 要更好地发挥制造业集聚的碳减排效应, 需以两者的作用关系为基础, 并结合城市特征的差异进行合理的分类管理和精准的靶向施策。

关键词: 制造业集聚; 属性特征; 制度特征; 碳排放

中图分类号: F719

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

文章编号: 1672-3104(2021)03-0073-15



一、引言

碳排放量持续增多产生的温室效应越来越成为影响我国经济实现绿色可持续发展的环境问题之一。在此背景下, 我国曾多次在“五年规划”^①中提出约束性控制目标, 其中便包括碳排放强度。2014 年底在《中美气候变化联合声明》中我国表示“中国计划 2030 年左右二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰”; 2015 年党的十八届五中全会明确提出“绿色发展理念”, 进一步突出了“低碳”发展的重要性。

IPCC(2019)数据显示, 2017 年我国制造业碳排放量占全国碳排放总量的比例高达 53.27%。制造业作为我国的碳排放大户, 其碳减排效果直接决定了我国总体碳减排目标能否顺利实现^[1]。集

聚作为制造业发展的重要空间客观规律, 在优化资源配置与产业结构等方面具有积极意义, 但其产生的拥挤效应也会对碳减排产生不利影响。因此要实现经济发展的内涵式转变与二氧化碳减排目标, 在很大程度上需要处理好制造业集聚与碳减排之间的关系, 推动制造业集聚减少碳排放以实现经济效益与环境效率“双赢”的高质量发展。

关于制造业集聚对碳排放的影响, 国内外学者从不同角度进行了相关研究。国外的研究多是从城市群的角度出发探讨集聚对碳排放的影响。如 Hosoe & Naito^[2]研究了跨国界污染传播与区域集聚效应, 指出制造业集聚会带来水污染和空气污染等问题, 进而影响其他部门的生产率。也有学者研究了城市中居民居住密度对耗油量和碳排放的影响, 指出居住密度与耗油量及碳排放之间存在负相关关系^[3-4]。国内学者关于制造业集聚

收稿日期: 2021-03-12; 修回日期: 2021-04-19

基金项目: 国家社科基金一般项目“增长与环境双重效应下我国制造业集聚的空间格局评价研究”(16BJL069)

作者简介: 纪玉俊, 山东青岛人, 博士, 中国海洋大学经济学院教授, 中国海洋大学海洋发展研究院研究员, 主要研究方向: 产业集聚, 联系邮箱: jyj@ouc.edu.cn; 廉雨晴, 山东淄博人, 中国海洋大学经济学院硕士研究生, 主要研究方向: 产业聚集

对碳排放影响的研究较为丰富，但由于在侧重的角度与研究方法等方面存在差异，使得研究结论也有所不同。闫逢柱等^[5]的研究发现，短期内产业集聚有利于改善环境，但长期内二者之间不存在必然因果关系。有学者则研究发现，制造业集聚程度与碳排放之间存在长期稳定的负相关关系，即制造业集聚有利于减少碳排放^[6-7]。还有不少学者对制造业集聚与碳排放的关系进行了更深层次的研究，发现二者之间并非只存在简单的线性关系，如李宏彪等^[8]将制造业进行分类研究，发现资源密集型制造业集聚会导致碳排放强度增加，高新技术较为集中的制造业集聚会降低碳排放强度；肖爽爽等^[9]探究了制造业集聚对碳排放强度的影响与空间效应，发现制造业集聚会增加碳排放强度，并具有负向空间溢出效应，即集聚水平提高会增加本地碳排放强度，降低毗邻地区碳排放强度；王永培等^[10]在制造业集聚与碳排放二者关系基础上引入环境规制因素，研究发现制造业集聚与碳排放的关系会因环境规制强度的不同呈现出异质性。

既有文献对制造业集聚与碳排放之间的关系展开了较为丰富的探讨，但尚未发现将上述两者关系纳入城市特征框架下展开系统讨论的理论与实证分析。而从逻辑上看，制造业集聚与城市特征有着密切的关系，其对碳排放的作用也势必会受到城市特征的影响，因此脱离城市特征探讨制造业集聚与碳排放的关系存在一定的片面性。就本文的边际贡献而言，在理论框架构建方面，根据属性特征与制度特征的不同维度，探讨了不同城市特征如何影响制造业集聚的碳减排效应，以拓展和深化现有文献对上述两者理论关系的相关研究；此外，从政策含义来说，根据实证研究中城市特征框架下制造业集聚与碳排放的关系变化，进而制定更有针对性的政策措施，分类管理，靶向施策，以期更有效地促进制造业集聚的碳减排效应。

二、城市特征下制造业集聚影响碳排放的理论机制

空间集聚是产业分布的重要典型化事实，而

制造业作为“高耗能”产业之一，其集聚无疑会对城市这一空间的碳排放问题产生重要影响。从集聚经济理论与新经济地理学的角度出发，制造业集聚对碳排放的影响可以归结为“集聚效应”与“拥挤效应”综合作用的结果。一方面，制造业集聚会对碳排放产生正外部性。制造业企业在某一区域集中可以共享原材料场地与劳动力市场，从而起到降低成本、节约能源的作用；与此同时，集聚区本身所具有的规模经济效应会对集聚区以外的劳动力等要素产生“虹吸效应”^②，进一步促进产业内、企业间的知识学习与技术溢出效应的发挥，使人力资本、设备及能源的利用率得到提升，从而减少碳排放，即制造业集聚带来的“集聚效应”会减少碳排放。另一方面，制造业集聚也会对碳排放产生负外部性。集聚的形成会带来人口与生产规模的扩大，与之伴随的便是对能源需求量的增加；此时产业规模效应和能源强度效应^[11]的叠加使得制造业更多地呈现出“低效率”“高能耗”的特点，即制造业集聚产生的“拥挤效应”会加剧碳排放。综合而言，制造业集聚对碳排放究竟会产生何种影响，取决于在其发展阶段中是集聚效应还是拥挤效应占据主导地位，因此，本文推测制造业集聚与碳排放之间并非只存在一种单纯的线性关系。基于上述分析，如何利用制造业集聚趋利避害，从而更好地实现城市碳减排就显得尤为重要。

在区域经济的发展中，城市所具有的先天禀赋可以称作“第一自然”，而在先天基础上为了发展由后天改造形成的条件称为“第二自然”^[12]，上述制造业集聚与城市碳排放的关系势必会受到“第一自然”与“第二自然”的影响。本文将城市的“第一自然”条件称为属性特征，并考虑到其所具有的“先天性”或“非人为改造性”，选取城市区位与城市规模^③以说明不同属性特征对制造业集聚碳减排效应的影响；同样地，将“第二自然”条件称为制度特征，同时构建以市场化为主体，财政分权与对外开放为补充的“一体两翼”框架，说明不同制度特征如何影响制造业集聚的碳减排效应。具体概括如图1所示。

假设城市特征能够用不同“等级”进行量化，当城市特征越有利于提高制造业集聚的碳减排

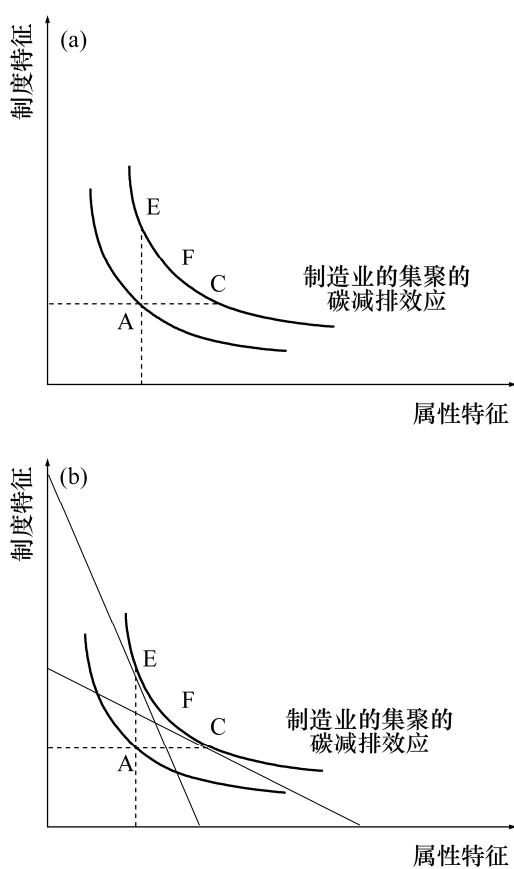


图 1 城市特征下制造业集聚碳减排效应的影响路径

效应时, 定义其城市特征的等级越高; 在此基础上设定 X_1 、 X_2 分别代表属性特征与制度特征的等级, P_1 、 P_2 分别为维持属性特征与制度特征的单位成本, 那么当一个城市在某个时点上分别维持 X_1 、 X_2 等级的属性特征与制度特征的综合状态时, 其所需要花费的成本可以表示为 $I=P_1X_1+P_2X_2$ 。在此基础上, 下文将通过图 1 说明属性特征与制度特征如何影响制造业集聚的碳减排效应。

在图 1(a)中, 如果不考虑“经济代价”, 改善城市的属性特征与制度特征以提高制造业集聚的碳减排效应通常有三种途径。第一, 保持制度特征不变, 只改善属性特征, 反映在图 1(a)中即由 A 点移动到 C 点。首先在城市区位层面, 城市越靠近东部往往越有利于促进制造业集聚减少碳排放, 因为相比中西部而言, 东部地区的地形地貌更适宜居住与产业发展, 故较容易形成集聚效应。此外, 东部城市能够利用自身近海的地理位置优势, 在对外开放的背景下更多地吸引海外资本与新技术, 进一步拉大与中西部城市间的要

素禀赋差距, 因此东部城市能够利用其区位优势带来的集聚效应与要素禀赋优势优化制造业集聚与碳排放之间的关系, 从而减少城市碳排放。其次, 城市规模扩大有利于制造业集聚的内部分工深化, 城市规模扩大带来的规模经济与制造业集聚效应的结合会提升制造业集聚减少碳排放的作用。第二, 保持属性特征不变, 只改善制度特征, 反映在图中即由 A 点移动到 E 点。首先, 提高市场化水平有利于减少因政府过度干预导致的要素配置扭曲现象, 充分发挥市场在资源配置中的作用, 提高资源利用率从而改善制造业集聚“高能耗”“低产出”的劣势。其次, 在财政分权的制度背景下, 地方政府的经济自主权得以提升, 但以 GDP 为核心的政治锦标赛往往使地方政府以环境破坏为代价提振经济^[13]; 但另一方面, 在环境状况逐渐成为官员选拔考核指标的背景下, 财政分权会倒逼地方政府加强环境监管, 从而促进制造业集聚减少碳排放。最后, 对外开放会影响制造业集聚与碳排放的关系, 一方面根据“污染避难所”假说, 对外开放水平的提高会加剧制造业集聚的碳排放问题; 另一方面根据“污染光环”假说, 对外开放会通过技术外溢效应促进制造业集聚的低碳化发展。第三, 同时改善属性特征与制度特征, 反映在图中即由 A 点移动到曲线 CE 间的任意一点, 比如 F 点。我国城市间存在诸多差异, 通过改善单一特征以提高制造业集聚碳减排效应的方法可能并不适用于所有城市, 因此还可以通过同时改善属性特征与制度特征, 使二者优势互补从而达到相同的碳减排效应。

然而在现实情况下, 改善城市特征以促进制造业集聚的碳减排效应需要付出一定的“经济代价”, 可用公式表示为: $C=\Delta I=P_1\Delta X_1+P_2\Delta X_2$ 。据此, 本文在图 1(a)的基础上引入预算线得到图 1(b), 以说明不同城市在资源禀赋、经济实力等约束条件下如何调整、优化自身特征以提高制造业集聚的碳减排效应。图 1(b)中通过 C、E 两点处的预算线不同, 说明通过不同路径实现相同制造业集聚的碳减排效应所需的“经济代价”并不相同, 并且在现实条件下, 城市往往通过同时改善两种特征以提高制造业集聚的碳减排效应, 即

A-F路径,点F的具体位置需要由城市资源条件与“经济代价”的约束以及目标碳减排效应共同决定。因此在改善城市特征以促进制造业集聚的低碳化发展时,应该充分考虑相应路径产生的成本与城市自身条件,在约束范围内协调改善属性特征与制度特征,从而选择合意的方式提高制造业集聚的碳减排效应。

基于以上理论分析,本文将有关制造业集聚、城市属性特征与制度特征、碳排放间的作用关系概括为图2所示。

三、变量选取、数据来源与计量模型

(一) 变量选取

1. 被解释变量

关于碳排放的计算方法并不统一,本文结合相关文献[14-15]选取会产生碳排放的9类能源(如表1所示),并根据能源消耗量与相应碳排放系数计算得出,其公式如下:

$$\text{CO}_2 = \sum E_i \times \delta_i$$

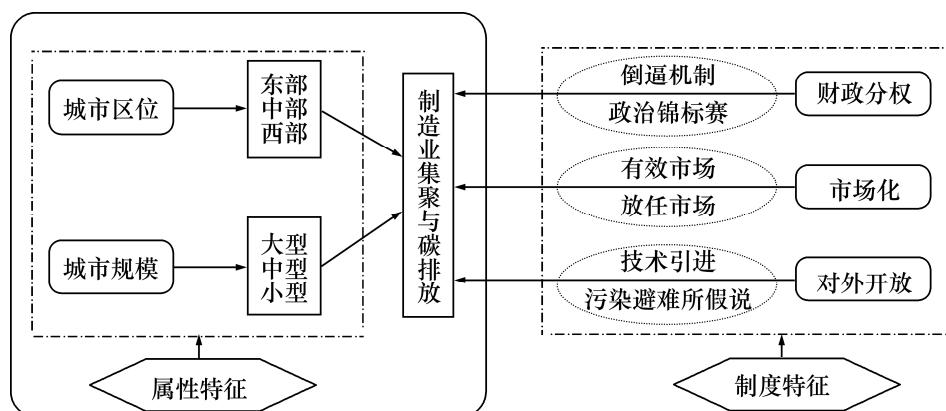


图2 制造业集聚、城市特征与碳排放间的作用关系

表1 各种主要能源的碳排放系数表

能源种类	原煤	焦炭	原油	燃料油	汽油	煤油	柴油	电力	天然气
平均单位	20 908	28 435	41 816	41 816	43 070	43 070	42 652	3 600	35 544
发热量	kj/kg	kj/kw·h	kj/m³						
CO ₂ 排放系数	1.900 3	2.860 4	3.020 2	3.170 5	2.925 1	3.017 9	3.095 9	1.302 3	2.162 2
	kg/kg	kg/kw·h	kg/m³						

注: 相关数据从《综合能耗计算通则》与《省级温室气体清单编制指南》等相关文件得出

其中, E_i 为 i 类能源的消耗量, δ_i 为 i 类能源的碳排放系数。

2. 核心解释变量

制造业集聚(magg): 本文参考杨仁发^[16]、惠炜和韩先锋^[17]、曾艺等^[18]的做法, 将集聚水平用区位熵进行度量。 j 地区 i 产业的区位熵计算公式为:

$$\text{agg} = \left(\frac{x_{ij}}{x_j} \right) / \left(\frac{x_i}{x} \right)$$

其中, x_{ij} 为 i 产业在 j 地区的就业人数, x_j 为 j 地区所有产业的就业人数, x_i 为全国层面 i 产业的就业人数, x 为全国层面所有产业的就业人数。本文研究的产业为制造业, 即用区位熵计算制造业集聚(magg)。

3. 控制变量

考虑到影响碳排放的因素有许多, 同时为了减少遗漏变量引起的内生性问题, 本文引入相关控制变量, 具体如下:

(1) 经济发展水平(pin): 采用地区人均GDP度量。环境库兹涅茨曲线假说认为人均收入与环境污染之间存在非线性的关系, 因此本文推测人

均收入也会对碳排放产生影响。

(2) 产业结构(*is2*): 采用第二产业产值占GDP比重度量。一般说来, 第二产业比重越高, 其产生的碳排放量也越多^[19]。

(3) 政府宏观调控(*gr*): 采用财政支出占GDP比重度量。政府作为公共物品的提供者, 也会对作为环境问题之一的碳排放进行调控。

(4) 城镇化水平(*ur*): 采用地区城镇人口与地区总人口比重度量。一方面, 城镇化过程中引起的大量能源消费会增加碳排放; 另一方面, 当城镇化达到一定水平后, 新技术的应用与绿色发展模式的实施会减少碳排放^[20]。

(5) 环境规制(*so2*): 采用二氧化硫去除率^④度量。通常来说, 较高的环境规制程度会迫使企业降低碳排放。

(二) 模型设定与数据来源

本文设定如下基本模型:

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 magg_{it} + \beta Control_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, *i* 代表城市, *t* 代表时间, *magg* 代表制造业集聚水平, *y* 代表被解释变量, 即碳排放水平, *Control* 代表控制变量, 包括经济发展水平 *pin*、产业结构 *is2*、政府干预程度 *gr*、城镇化水平 *ur* 和环境规制 *so2*, μ_i 代表个体固定效应, ε_{it} 为随机扰动项。

为了进一步考察制造业集聚与碳排放之间是否存在非线性关系, 现将制造业集聚的二次项引入基本模型, 设定如下模型。

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_{11} magg_{it} + \alpha_{12} (magg_{it})^2 + \beta Control_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

参考机理分析中城市制度特征的内容, 此处对市场化、财政分权、对外开放进行说明。市场化水平(*mare*)参考樊纲^[21]和孙晓华^[22]等的研究思路, 从政府干预度、经济主体自由度、对外开放度、要素市场完善度和产品市场成熟度五个方面构建指标体系, 进而采用改进熵值法^⑤进行测度。其中, 政府干预度以财政支出/GDP 来表示; 经济主体自由度以城镇私营和个体从业人员数/年末单位从业人员数来表示; 市场对外开放度以实际利用外资/GDP 来表示; 要素市场完善度以城镇失业人数/各城市平均城镇失业人数来表示; 产

品市场成熟度以限额以上批发零售业法人数/销售总额来表示。财政分权(*fd*)用地级市人均财政支出/(地级市人均财政支出+所在省级人均财政支出+人均中央财政支出)来表示^[23]。对外开放水平(*op*)从外贸依存度和外资依存度两个方面构建综合指标进行度量^[24], 其中, 外贸依存度用进出口贸易额/GDP 表示; 外资依存度用实际利用外资/GDP 表示, 而进出口贸易额与实际利用外资依据当年人民币兑美元的年平均汇率进行换算。

综上, 本文将构建调节效应模型, 分别从上述三个角度考察城市制度特征如何影响制造业集聚与碳排放的关系^⑥。以市场化程度为例, 模型建立如下:

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 magg_{it} + \alpha_2 mare_{it} + \alpha_3 magg_{it} \times mare_{it} + \beta Control_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中 *mare* 代表市场化程度。

考虑到数据的可得性和有效性, 剔除数据严重缺失的城市, 本文选取 2006—2017 年我国 132 个地级及以上城市为样本进行分析。数据主要来源于《中国城市统计年鉴》(2007—2018 年), 《中国区域经济统计年鉴》(2007—2014 年), 部分城市经济统计年鉴、经济年鉴等。本文对个别缺失的数据采用均值法予以补充。

四、计量检验结果分析

(一) 制造业集聚对碳排放的影响

考虑到城际间可能存在的异方差与自相关问题, 对模型分别进行了 wald 检验和伍德里奇(wooldridge)检验。检验结果都显示拒绝原假设, 即模型存在异方差与自相关问题, 具体结果见表 2。因此, 本文选取能够修正以上问题的广义最小二乘法(GLS)进行回归。

为考察制造业集聚与碳排放之间的关系, 本文将制造业集聚的一次项、二次项依次引入模型, 分别与碳排放进行回归, 具体结果见表 3, 并将其作为本文的基本模型。

观察表 3 中模型(1)、模型(2)的回归结果, 可以看到制造业集聚对碳排放存在倒 U 型的非线性影响, 即在一定范围内, 制造业集聚程度越高,

表2 异方差与自相关检验

检验类型	检验内容	检验统计量	伴随概率	检验结果	检验结果
wald 检验	组间异方差检验	wald 统计量	190 000	0.000 00	拒绝原假设
wooldridge 检验	组内自相关检验	F 统计量	11.882	0.000 80	拒绝原假设

表3 制造业集聚与碳排放计量结果

解释变量	<i>magg</i>	<i>magg</i> ²	<i>pin</i>	<i>is2</i>	<i>gr</i>	<i>ur</i>	<i>so</i> ₂	<i>cons</i>	<i>N</i>	Wlad chi ²
模型(1)	0.118*** (0.008)		0.340*** (0.000)	0.014*** (0.000)	-2.168*** (0.000)	0.287** (0.027)	0.381*** (0.000)	12.523*** (0.000)	1 584	449.45
模型(2)	0.630*** (0.000)	-0.209*** (0.000)	0.362*** (0.000)	0.014*** (0.000)	-2.181*** (0.000)	0.265** (0.038)	0.367*** (0.000)	12.074*** (0.000)	1 584	492.55

注：圆括号中为 p 值，*、**、***分别表示通过 10%、5%、1% 的显著性水平。下表同

其所产生的二氧化碳排放量也越大，但是制造业集聚对碳排放的影响还存在一个“临界值”^⑦，当制造业集聚程度越过这一“临界值”时，其产生的集聚效应便开始发挥作用，进而对碳排放产生抑制作用，这一结果与现实较为相符。改革开放以来，我国制造业得以迅速发展，其在空间上的集聚态势也日益显现。但是在追求经济快速增长的背景下，就碳排放而言，制造业集聚产生的拥挤效应往往会较快形成，而集聚效应的形成则相对滞后，从而造成因制造业集聚而导致的能源消耗大、生产效率低的现象，进而加剧了碳排放。伴随制造业集聚程度不断提高，集聚效应得以形成并逐渐超过拥挤效应，进而对碳减排产生有利影响。具体来讲，集聚效应会带来外部经济效益、创新效益与竞争效益，其中外部经济效益主要体现为提高制造业的能源利用率，降低能源消耗；创新与竞争效益则主要指集聚效应有助于促进企业之间的知识、技术溢出，加快制造业企业创新与转型升级，同时在“优胜劣汰”的法则下不断淘汰高能耗、低效率的企业，推动制造业高质量发展。

从控制变量来看，除环境规制之外，其余变量的计量结果与预期一致。其中经济发展水平、产业结构与碳排放之间呈现显著的正相关关系。分析其原因，就经济发展水平而言，可能与我国的经济发展方式有关。尽管“转变经济发展方式”早在党的十七大报告中就被提出，但是粗放式发

展的惯性使得转变经济增长方式的进程缓慢，从而使得经济发展水平上升的同时资源消耗也会增加，进而带来碳排放增加。就产业结构而言，则是因为第二产业能耗大，对应产生的二氧化碳也就越多，因此第二产业占比与碳排放成正比。政府宏观调控与碳排放呈现显著的负相关关系，政府作为公共物品的提供者，会对企业进行一定的技术创新投资或补贴，以减少高消耗、低产出的产品生产方式，从而促进碳排放的减少。城镇化水平与碳排放之间主要呈现出正相关关系，表明我国总体城镇化水平的上升加剧了能源消耗，而其在促进企业采用低碳技术与提高居民环保意识上的作用还未得以凸显。环境规制的结果与预期相反，其原因可能在于我国还未建立起有效的环境规制综合体系，地方政府环境规制竞争主要体现出“逐底竞争”的特征^[25]，从而导致环境规制对碳排放产生了负面影响。

(二) 稳健性检验

在稳健性检验方面，本文从样本、变量、估计方法三个角度展开，以进一步验证上述相关结论。首先在样本方面，本文在地级及以上城市样本的基础上，剔除北京、天津、上海、重庆四个直辖市的数据，以减少样本中极端值带来的估计偏差。其次在变量方面，通过更换被解释变量指标进行稳健性检验，具体借鉴邵帅等人^[26]的做法，用人均碳排放作为被解释变量进行回归。最后在估计方法方面，将核心解释变量的滞后项作

为工具变量, 使用 2SLS 法估计原有模型并处理内生性问题。稳健性检验结果见表 4。

从以上计量结果来看, 首先, 剔除 4 个直辖市的样本数据后, 计量结果与基础回归一致, 所以从改变城市样本的检验角度来看, 基础回归结果是稳健的。其次, 将碳排放指标进行人均变换后, 系数大小及显著性虽有所改变, 但仍在可接受的区间, 因此说明基础回归结果较为稳健。最后, 改变估计方法的结果中, 模型(1)显示制造业集聚有利于碳排放量的减少, 这一结果与原模型有所不同, 考虑到构建工具变量后采用 2SLS 法能够在一定程度上克服模型的内生性问题, 所以这一结果相对更加可靠, 但是引入集聚二次项后, 结果仍然显示制造业集聚与碳排放间呈现倒 U 型关系, 因此综合考虑后可以认为在一定程度上说明了原有结论的稳健性。

以上对基本模型的分析与检验表明: 制造业集聚与碳排放之间存在稳健的倒 U 型关系。基于此, 如何促进制造业集聚尽快跨过临界点以发挥碳减排效应将是本文要重点研究的问题。考虑到不同城市中制造业集聚程度与发展条件不同, 本文将进一步探讨城市特征差异下制造业集聚与碳排放的关系, 以便更针对性地基于倒 U 型关系提高城市制造业集聚的碳减排效应。

(三) 属性特征下的制造业集聚与碳排放

考虑到我国不同地区在经济、社会环境等方面存在着历史性差异, 这些差异会导致城市的属性特征不同, 因此本文将总样本按照城市区位与城市规模进行划分, 分别为东、中、西部城市和大、中、小型城市, 进而对划分后的样本同样使用 FGLS 方法进行估计, 具体结果分别见表 5、表 6。

表 4 制造业集聚与碳排放的稳健性检验结果

解释变量	改变城市样本		更换变量指标		改变估计方法	
	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)
<i>magg</i>	0.128*** (0.004)	0.623*** (0.000)	0.129*** (0.003)	0.222* (0.083)	-0.132* (0.074)	0.634** (0.026)
<i>magg</i> ²		-0.201*** (0.000)		-0.039 (0.439)		-0.320*** (0.003)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>cons</i>	12.501*** (0.000)	12.066*** (0.000)	-2.387*** (0.000)	-2.467*** (0.000)	11.402*** (0.000)	11.044*** (0.000)
<i>N</i>	1 536	1 536	1 584	1 584	1 452	1 452
Wlad <i>chi</i> ²	426.78	466.42	402.37	405.88	1 084.42	1 098.82

注: 限于篇幅, 此处省略了控制变量的回归结果, 以下各表均做相同处理

表 5 城市区位特征下的制造业集聚与碳排放

解释变量	东部城市		中部城市		西部城市	
	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)
<i>magg</i>	-0.523*** (0.000)	-0.995*** (0.000)	0.356*** (0.000)	0.877*** (0.000)	-0.629** (0.047)	1.071 (0.365)
<i>magg</i> ²		0.137 (0.134)		-0.262** (0.038)		-1.190 (0.148)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>cons</i>	12.068*** (0.000)	12.078*** (0.000)	12.851*** (0.000)	12.341*** (0.000)	13.979*** (0.000)	13.619*** (0.000)
<i>N</i>	528	528	840	840	204	204
Wlad <i>chi</i> ²	233.47	239.31	278.81	317.03	90.32	76.58

表6 城市规模特征下的制造业集聚与碳排放

解释变量	大型城市		中型城市		小型城市	
	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)	模型(1)	模型(2)
<i>magg</i>	-0.107*	-0.499**	-0.185**	-0.846***	0.126	0.563*
	(0.095)	(0.046)	(0.020)	(0.000)	(0.183)	(0.079)
<i>magg</i> ²		0.166		0.253***		-0.207
		(0.102)		(0.002)		(0.146)
<i>Controls</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>cons</i>	11.323***	11.439***	11.049***	11.452***	10.941***	10.510***
<i>N</i>	720	720	420	420	444	444
Wlad <i>chi</i> ²	875.95	872.90	528.61	542.28	169.14	194.03

观察计量结果,东部城市制造业集聚与碳排放之间只存在负向线性关系;中部城市制造业集聚与碳排放存在倒U型非线性关系;西部城市引入二次项后的结果并不显著,这表明制造业集聚与碳排放仅存在负向关系。东部城市具有先天要素禀赋与地理区位优势,有利于制造业较快发展,因此其集聚效应的形成要早于中西部城市;此外东部城市作为经济发展的“领头羊”,其技术创新能力较强,有能力率先促进技术密集型制造业发展,推动产业转型升级,淘汰落后的高能耗低端产业,从而达到碳减排的效果。与东部城市相比,中部城市的区位优势并不明显,且其经济发展水平仍然较为落后,制造业发展较慢使得集聚效应的形成较慢,从而对碳排放主要表现出加剧作用。此外,东部沿海城市多为技术密集型制造业集聚区,而中西部城市则主要吸引资源型与劳动密集型制造业,因此与东部城市相比,中西部城市制造业集聚的碳减排效应较弱。再加上我国西部城市位于经济欠发达地区,制造业的发展状况在很大程度上受到地理位置与资源条件的限制,受地区跨度大、面积广特点的影响,多数制造业并未形成规模化的产业集聚状态,因此拥挤效应并不显著,由此西部城市制造业集聚与碳排放之间呈现负向关系。

考虑到城市规模这一属性特征时,计量结果显示大型城市制造业集聚与碳排放之间仅存在负向线性关系;中型城市制造业集聚与碳排放存在U型非线性关系;小型城市制造业集聚与碳排放存在正向关系。城市经济学理论认为,城市规

模的扩大会为城市中的产业带来正外部性,而碳排放这一环境问题会受到此外部性的影响,从而使得不同规模的城市其制造业集聚与碳排放的关系不同。一般来讲,城市规模越大,它所能容纳的制造业企业会越多,产生的市场竞争就会越激烈,从而促使制造业不断创新技术和发展模式以适应当下“绿色发展理念”的要求;同时,企业越多越有利于制造业产业链的完善,从而提高资源配置效率,降低能耗,减少碳排放。此外,城市规模越大,它所具有的劳动、技术等要素资源也会越丰富,各种类型的要素集聚会产生明显的外溢效应,且其中包含的高素质人才与先进技术有利于技术密集型制造业的发展,从而带动城市制造业的高端化发展。也就是说,制造业集聚与碳排放之间的关系会受到城市规模的约束,而这种约束关系正是源于城市规模所引致的“集聚效应”和“选择效应”^[27],城市规模的扩大有利于这两种效应的发挥,所以城市规模越大制造业集聚的碳减排作用越明显。另外,我国城市的规模大小与其发展水平息息相关,并且规模越大往往意味着城市发展水平越高;而与较高的经济发展水平相匹配,大中型城市的环保意识、基础设施建设、城市管理能力等比小型城市成熟。因此,城市规模越大,其所具有的良好社会环境和软硬件设施优势就进一步促进了制造业集聚碳减排效应的发挥。

(四) 制度特征下的制造业集聚与碳排放

在考察属性特征下城市制造业集聚与碳排放关系之后,下文将进一步分析制度特征如何影

响二者之间的关系。新制度经济学代表人物诺斯^[28]指出, 制度质量能够影响一国或一个地区的经济发展。而制造业作为我国国民经济的重要组成部分, 其发展自然也会受其影响。由于制度质量涉及范围很广, 作为一个比较复杂的制度体系, 制度质量的衡量没有一个特定的标准^[29], 本文借鉴现有研究^[30-31]的做法, 选取樊纲等^[21]研究得到的市场化指数作为制度质量的代理变量, 同时为对其研究进一步深化, 本文还将从“市场化指数”子指标的角度出发, 选取财政分权和对外开放度作为制度质量的代理变量进行拓展分析, 结果如表 7 所示。

表 7 制度特征下的制造业集聚与碳排放

解释变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)
	调节变量	调节变量	调节变量
	X: <i>mare</i>	X: <i>fd</i>	X: <i>op</i>
<i>magg</i>	0.377** (0.042)	0.379*** (0.000)	0.164*** (0.001)
	0.123 (0.125)	3.551*** (0.000)	0.607*** (0.005)
<i>magg</i> × <i>X</i>	-0.193*** (0.003)	-0.990*** (0.000)	-0.317** (0.011)
	YES	YES	YES
<i>cons</i>	12.805*** (0.000)	12.659*** (0.000)	12.465*** (0.000)
N	1584	1584	1584
Wlad chi ²	445.83	664.66	472.31

从表 7 的计量结果来看, 模型(1)、模型(2)、模型(3)中交互项的回归系数均为负, 表明三种制度特征均有利于发挥集聚的碳减排效应。具体来看, 模型(1)中 *magg* 的系数由(0.377–0.193*mare_{it}*)决定, 其交互项的系数为-0.193, 且在 1% 的水平上显著, 说明制造业集聚对碳排放的影响会随着市场化水平的提高得到缓解, 并且当 *mare_{it}*>1.953 时, 制造业集聚将会发挥碳减排的作用。相类似, 模型(2)、模型(3)的实证结果表明, 当 *fd_{it}*>0.383 或 *op_{it}*>0.517 时, 制造业集聚都将发挥碳减排效应。

由上述分析可见, 制度特征对制造业集聚与碳排放关系的影响存在临界点, 也就是当相应制度特征的水平突破临界点时, 制造业集聚才能有

效发挥对碳减排的促进作用。首先, 从市场化水平角度来看, 未达到临界点之前, 有效市场往往处于缺位状态而政府则处于越位状态, 从而在整体上削弱了市场化这一制度特征的作用; 而在突破临界点之后, 市场化水平越高往往意味着其越有效, 主要表现在有为政府的执行能力与经济主体的自由度较高, 要素市场与产品市场较为成熟等, 所以市场化水平越高越有利于企业进行技术研发和创新, 充分发挥制造业集聚产生的外部规模经济效应与技术外溢效应, 从而促进制造业转型升级, 进而实现城市碳减排。其次, 财政分权下的央地关系实质上是一种委托代理关系, 一方面, 作为代理人的地方政府相较于作为委托人的中央政府而言, 其对所在辖区情况具有更大的信息优势, 因此随着财政分权的提高, 地方政府在了解本地制造业发展状况的基础上, 能够更好地提供公共服务、更有效率地配置资源, 从而形成更有利的制造业集聚发展的资源配置方式。另一方面, 政府官员受到原有单一 GDP 考核下的政治晋升激励, 在更加重视经济建设的同时忽视了环境保护; 但伴随着我国经济进入到高质量发展阶段, 中央政府逐渐加强了对地方政府环境监管的约束, 环境状况也日益成为官员绩效考核的一个重要指标, 也就是从单任务委托代理关系变成了多任务委托代理关系, 从而倒逼地方政府在推动制造业集聚的同时促使推动制造业技术创新与效率提升, 进而减少碳排放。最后, 相比内部市场而言, 对外开放实质上是在更大空间内对商品和要素等进行配置, 对外开放水平的提高则会扩大这一空间范围, 在“污染光环效应”^[32]的影响下, 对外开放有利于提高制造业集聚的碳减排效应。具体而言, 一方面, 在对外开放的背景下, 制造业企业可以引进先进的技术以及清洁生产方式, 集聚区的企业通过共享技术及管理方面的资源实现技术外溢, 从而改变传统粗放的发展方式, 降低碳排放; 另一方面, 外资企业的不断加入对制造业集聚区的技术创新产生一定压力, 从而激发本土企业的技术潜能, 不断提高其开发低碳生产技术的能力, 从而减少碳排放^⑧。

(五) 综合特征下的制造业集聚与碳排放

以上研究结果表明, 城市的不同属性特征与

制度特征都会影响制造业集聚与碳排放的关系，且分不同城市特征分析有利于明确某种特征如何发挥作用。同时，考虑到现实情况下城市的属性特征与制度特征并不能完全相互剥离，因此本文将两种特征纳入同一框架下，考察城市综合特征如何影响制造业集聚与碳排放的关系。计量结果见表8、9。

由表8可以看出，制度特征在不同的城市区位中发挥的作用有所差异。首先从市场化层面看，对于东部地区而言，其制造业集聚程度相对较高，且市场化水平也较高，经济利益的追逐使得两者的相互叠加更易造成集聚过度，从而加剧

了碳排放；随着市场化水平的提高，其资源配置的广度和深度也会得以加强，但碳排放与“环境”这一公共产品的供给密切相关，因此也需要政府加强环境规制，即“让市场在资源配置中发挥决定性作用”的同时，还要“更好地发挥政府作用”。对于中西部地区而言，制造业集聚程度和市场水平都较低，在这种情况下，伴随着市场化水平的提高，集聚效应更能有效地生成，从而降低碳排放；且在中西部地区中，西部地区相对于中部来说，其集聚的碳减排效应更加显著，这也从侧面进一步印证了上述观点。其次在财政分权层面，东中部地区的经济水平较高，财政分权下地方政

表8 综合特征下的制造业集聚与碳排放(1)

解释变量	调节变量 X: mare				调节变量 X: fd				调节变量 X: op	
	东部城市	中部城市	西部城市	东部城市	中部城市	西部城市	东部城市	中部城市	西部城市	西部城市
magg	-1.658*** (0.000)	0.576* (0.091)	3.493** (0.016)	-0.348** (0.014)	0.615*** (0.001)	-1.854** (0.041)	-0.533*** (0.000)	0.421*** (0.000)	-1.065*** (0.005)	
X	-0.409*** (0.001)	0.173 (0.125)	0.890** (0.039)	1.181** (0.027)	3.404*** (0.000)	-2.538 (0.210)	-1.152*** (0.000)	0.389 (0.547)	0.297 (0.912)	
magg×X	0.415*** (0.000)	-0.191 (0.127)	-1.501** (0.013)	-0.544 (0.112)	-1.224*** (0.008)	4.213 (0.145)	0.288** (0.024)	-0.871 (0.280)	-2.277 (0.564)	
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	
cons	12.874*** (0.000)	13.011*** (0.000)	6.667*** (0.000)	12.210*** (0.000)	12.845*** (0.000)	14.969*** (0.000)	11.499*** (0.000)	12.529*** (0.000)	12.063*** (0.000)	
N	528	840	204	528	840	204	528	840	204	
Wlad chi ²	262.53	266.16	120.91	231.16	400.13	85.47	278.09	302.33	93.44	

表9 综合特征下的制造业集聚与碳排放(2)

解释变量	调节变量 X: mare				调节变量 X: fd				调节变量 X: op		
	大型城市	中型城市	小型城市	大型城市	中型城市	小型城市	大型城市	中型城市	小型城市	大型城市	中型城市
magg	-0.605*** (0.002)	-1.424*** (0.000)	0.422 (0.131)	0.213 (0.162)	-0.067 (0.740)	1.286*** (0.000)	0.137* (0.073)	-0.150* (0.097)	0.038 (0.696)		
X	-0.372*** (0.000)	-0.599*** (0.000)	0.671*** (0.000)	1.797*** (0.000)	4.592*** (0.000)	7.761*** (0.000)	0.209 (0.000)	-3.068*** (0.001)	-0.654 (0.106)		
magg×X	0.273*** (0.000)	0.460*** (0.000)	-0.342*** (0.001)	-0.372 (0.269)	-1.207** (0.037)	-4.357*** (0.000)	-0.076 (0.659)	1.219*** (0.002)	0.479** (0.033)		
Controls	YES	YES	YES								
cons	13.109*** (0.000)	12.766*** (0.000)	7.210*** (0.000)	12.825*** (0.000)	10.643*** (0.000)	10.626*** (0.000)	12.8392*** (0.000)	10.785*** (0.000)	10.481*** (0.000)		
N	720	420	444	720	420	444	720	420	444		
Wlad chi ²	317.47	420.83	229.10	339.12	564.25	448.33	281.82	646.82	216.58		

府更有能力在促进制造业集聚拉动经济增长的同时兼顾环境问题,从而减少城市碳排放;但二者相比较而言,东部地区作为我国最发达的经济带,在央地关系下往往具有更大的主动性,一定程度上更易造成制造业过度集聚,从而造成其财政分权下的集聚碳减排效应不及中部地区显著。对于西部地区来说,其制造业集聚程度较低,经济实力较弱,使得地方政府在环境治理方面的作用受限;再加上基于GDP绩效考核的特点,财政分权的提高会在一定程度上造成地方政府间因政治锦标赛引起的“竞次”行为,从而不利于提高制造业集聚的碳减排效应。最后在对外开放层面,东部城市作为我国FDI的主要汇集区,对外开放水平的提高有利于持续引进外资,尽管近年来我国外商投资项目中制造业的比重有明显的下降,但原有FDI引入结构的“惯性效应”^[32]未被打破,FDI带动下的制造业集聚较易产生拥挤效应。对于中西部地区而言,其制造业集聚程度较低,外资企业的引入会加快集聚效应的生成;但相比东部而言,中西部地区的对外开放水平较低,引入外资的规模较小,再加之本来就低的集聚水平,从而使得集聚效应的形成会受到一定程度的阻滞,所以其对城市碳减排的影响还不显著。此外,与中部相比,西部地区交互项系数的绝对值较大,说明其对外开放下的集聚碳减排效应的作用力度更大,这也体现出制度特征与属性特征共同影响下的集聚与碳减排关系。

从计量结果来看,在按人口规模划分的城市样本中,制度特征对制造业集聚与碳排放关系的影响同样存在差异。首先,在市场化层面,尽管大中型城市的市场化水平比全国平均水平高,但城市的规模越大,其内部分工体系往往越复杂,市场配置资源的难度就会增加。大中型城市的规模较大,其市场化可能较难解决好经济发展中的环境问题,从而造成制造业集聚加剧了碳排放。对于小型城市来说,尽管城市规模较小但是其与市场化水平的契合度更高,二者相互结合有利于市场在资源配置中发挥决定性作用,提高生产效率,从而减少制造业集聚中产生的碳排放,进而实现城市碳减排。其次,在财政分权层面,大中小型城市财政分权程度的提高都有利于制

造业集聚减少碳排放,说明财政分权下地方政府能够更好发挥其在环境保护方面的作用。但对于小型城市而言,财政分权下地方政府的财力与事权的不匹配程度往往较高,经济实力与预算执行能力有所欠缺,使其在优化资源配置与促进制造业转型发展方面受到阻碍,从而未能明显促进制造业集聚减少碳排放。最后,在对外开放层面,对大型城市而言,其本身所具有的城市与人口规模优势有利于制造业的产业链延伸与分工深化,与此同时伴随对外开放背景下外资企业的不断进入,企业之间可通过相互学习实现绿色技术共享,从而促进制造业集聚向绿色方向发展进而实现碳减排,但考虑到外资企业的引入与技术外溢效应的发挥之间存在时滞,因此其碳减排效应还不显著。中小型企业与大城市相比缺少内在规模经济优势,因此为实现经济快速增长,往往允许发达国家将产业链中高产出、高能耗、高污染的部分向城市内转移,且这部分产业多为制造业。因此伴随外资企业的引入,制造业集聚更多地表现出加剧碳排放的现象,即中小型城市中对外开放下制造业集聚与碳排放的关系更多体现了“污染避难所”假说。

五、结论与启示

在理论框架构建的基础上,本文以2006—2017年我国地级及以上城市为样本,分析不同城市特征下制造业集聚与碳排放之间的关系。实证结果表明:①制造业集聚具有碳减排效应。制造业集聚与碳排放之间存在显著的倒U型曲线关系,即制造业集聚对碳排放的影响存在临界点。当制造业集聚超过临界点时,对碳排放表现出显著的减排效应。②不考虑城市制度特征时,东西部城市与大中型城市的制造业集聚能够显著促进碳减排,没有产生拥挤效应,但在中部城市与小型城市中产生拥挤效应。③不考虑城市属性特征时,市场化、财政分权、对外开放三种制度特征都能显著促进制造业集聚减少碳排放。④当综合考虑城市的属性特征与制度特征时,制造业集聚与碳排放间的关系呈现出复杂的异质性,总体

来看,财政分权在综合特征考察背景下对制造业碳减排的促进作用最为明显,其次为市场化,最后则是对外开放。

相关研究结论的政策启示:①提高制造业集聚水平以减少碳排放。尽管当前制造业集聚已经呈现出碳减排效应,但考虑到制造业作为高能耗产业的特性以及我国二氧化碳减排任务的艰巨性,仍需引导其合理布局,进一步促进制造业集聚,以提高能源利用效率,从而更有利于实现城市碳减排。②进一步优化生产要素的空间配置。劳动力、资本等生产要素具有向东南沿海城市或中西部主要大城市流动的趋势,由此产生的要素集聚能够进一步改善制造业集聚的空间格局,从而更高效地发挥其碳减排效应,因此要改革涉及人口流动的户籍政策等,促进各类要素合理流动与空间高效集聚。③结合城市属性特征完善其制度特征体系。第一,大中型城市以及东部城市在推进市场化进程中要进一步协调“看得见的手”与“看不见的手”间的配合关系,以促进制造业集聚减少城市碳排放;第二,加快完善地方政府环境绩效考核标准,尤其要加强东部城市与大型城市中政府的公共服务职能,同时中央可对西部城市实行适当转移支付,以加强地方政府对环境监管的能力;第三,进一步扩大开放,优化外资引入结构,学习国外清洁低碳的生产技术与先进管理经验,改善制造业生产方式,从而不断提高制造业集聚的碳减排效应。

注释:

- ① “十一五”规划中我国首次提出约束性节能指标及碳减排约束性指标(邵帅等,2017),“十二五”“十三五”规划也相继提出了控制碳排放量的举措。
- ② 陆铭(2016)认为,“虹吸效应”是制造业与服务业在中心城市更具规模经济效应的另一表述。
- ③ 尽管城市规模的形成具有一定“人为”的因素,但与本文选取的“第二自然”因素相比,“城市规模”的变化相对更缓慢,因此将其划分为“第一自然”这一类。
- ④ 二氧化硫去除率=(二氧化硫产生量-二氧化硫排放量)/二氧化硫产生量。
- ⑤ 改进熵值法参考黄国庆等(2012)的做法。
- ⑥ 以分类的方式阐释属性特征,旨在探讨其在如何影响制造业集聚碳减排效应的同时又便于为后文分析综合性

特征提供基础。

- ⑦ 根据回归结果计算出“临界值”为1.5072,在样本中制造业集聚程度高于此“临界值”的样本为203个,占样本总量的12.82%。
- ⑧ 虽然对外开放也会有诸如“污染避难所效应”等的出现,但瑕不掩瑜,新技术和新管理经验等的引进对我国经济发展无疑发挥了重要作用。

参考文献:

- [1] 邵帅,张曦,赵兴荣.中国制造业碳排放的经验分解与达峰路径——广义迪氏指数分解和动态情景分析[J].中国工业经济,2017(3):44-63.
SHAO Shuai, ZHANG Xi, ZHAO Xingrong. Empirical decomposition and peaking pathway of carbon dioxide emissions of China's manufacturing sector—Generalized Divisia index method and dynamic scenario analysis[J]. China Industrial Economics, 2017(3):44-63.
- [2] HOSOE M, NAITO T. Trans-boundary pollution transmission and regional agglomeration effects [J]. Papers in Regional Science, 2006, 85(1): 99-120.
- [3] BROWNSTONE D, GOLOB T F. The impact of residential density on vehicle usage and energy consumption[J]. Journal of Urban Economics, 2009, 65(1): 91-98.
- [4] GLAESER E L, KAHN M E. The greenness of cities: Carbon dioxide emission and urban development[J]. Journal of Urban Economics, 2010, 67(3): 404-418.
- [5] 闫逢柱,苏李,乔娟.产业集聚发展与环境污染关系的考察——来自中国制造业的证据[J].科学学研究,2011(1):79-83.
YAN Fengzhu, SU Li, QIAO Juan. The exploration of the relationship between the industrial agglomeration's developments and the environmental pollution——The evidence from the manufacturing in China[J]. Studies in Science of Science, 2011(1):79-83.
- [6] 乜敏,赵洪海.产业集聚是否促进了低碳发展——来自中国制造业的证据[J].经济与管理,2013, 27(6): 70-75.
NIE Min, ZHAO Honghai. Does industrial agglomeration promote low-carbon development? —— An empirical study based on China's manufacture industry[J]. Economy and Management, 2013, 27(6): 70-75.
- [7] 孙莉,兰飞.制造业集聚对碳排放的影响研究——基于空间溢出效应的计量分析[J].现代商贸工业,2019, 40(9): 12-14.

- SUN Li, LAN Fei. Research on the influence of manufacturing agglomeration on carbon emissions—Based on the econometric analysis of spatial spillover effect[J]. Modern Business Trade Industry, 2019, 40(9): 12–24.
- [8] 李宏彪, 闫娅, 丁宝根. 制造业集聚对碳排放的影响——基于中部地区相关面板数据的实证研究[J]. 江西社会科学, 2013, 33(12): 66–70.
- LI Hongbiao, YAN Ya, DING Baogen. Influence of manufacturing agglomeration on carbon emissions—An empirical study based on relevant panel data in central China[J]. Jiangxi Social Sciences, 2013, 33(12): 66–70.
- [9] 肖爽爽, 董会忠, 赵艳敏. 产业集聚对碳排放强度的驱动因素及空间关联性——以中国制造业为例[J]. 资源开发与市场, 2020, 36(8): 837–843.
- XIAO Shuangshuang, DONG Huizhong, ZHAO Yanmin. Driving factors of industrial agglomeration on carbon emission intensity and their spatial relevance—A case of Chinese manufacturing industry[J]. Resource Development & Market, 2020, 36(8): 837–843.
- [10] 王永培, 晏维龙, 王良举. 中国制造业集聚的碳排放效应——基于面板协整估计的实证研究[J]. 云南财经大学学报, 2014, 30(5): 56–65.
- WANG Yongpei, YAN Weilong, WANG Liangju. The carbon emission effect of manufacturing industry agglomeration in China—An empirical study based on the panel cointegration estimation[J]. Journal of Yunnan University of Finance and Economics, 2014, 30(5): 56–65.
- [11] 王雪松, 任胜钢, 袁宝龙, 等. 基于 LMDI 方法的我国制造业发展与 CO₂ 排放脱钩关系研究[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2015, 21(4): 138–144.
- WANG Xuesong, REN Shenggang, YUAN Baolong, et al. Using LMDI to analyze the decoupling of carbon dioxide emissions by China's manufacturing industry[J]. Journal of Central South University(Social Sciences), 2015, 21(4): 138–144.
- [12] 尹虹潘. 开放环境下的中国经济地理重塑——“第一自然”的再发现与“第二自然”的再创造[J]. 中国工业经济, 2012(5): 18–30.
- YIN Hongpan. Reshaping China's economic geography in the opening environment—Rediscovering of first nature and rebuilding of second nature[J]. China Industrial Economics, 2012(5): 18–30.
- [13] 施本植, 汤海滨. 中国式分权视角下我国工业污染防治效率及其影响因素研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(5): 152–160.
- SHI Benzhi, TANG Haibin. Study on the efficiency of industrial pollution control and its influencing under the Chinese style decentralization[J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2019, 38(5): 152–160.
- [14] 王锋, 吴丽华, 杨超. 中国经济发展中碳排放增长的驱动因素研究[J]. 经济研究, 2010, 45(2): 123–136.
- WANG Feng, WU Lihua, YANG Chao. Driving factors for growth of carbon dioxide emissions during economic development in China[J]. Economic Research Journal, 2010, 45(2): 123–136.
- [15] 李斌, 张晓冬. 中国产业结构升级对碳减排的影响研究[J]. 产经评论, 2017, 8(2): 79–92.
- LI Bin, ZHANG Xiaodong. Research on the impact of industrial structure upgrading on carbon emission reduction in China[J]. Industrial Economic Review, 2017, 8(2): 79–92.
- [16] 杨仁发. 产业集聚与地区工资差距——基于我国 269 个城市的实证研究[J]. 管理世界, 2013(8): 41–52.
- YANG Renfa. Industrial agglomeration and regional wage gap—An empirical study based on 269 cities in China[J]. Management World, 2013(8): 41–52.
- [17] 惠炜, 韩先锋. 生产性服务业集聚促进了地区劳动生产率吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2016, 33(10): 37–56.
- HUI Wei, HAN Xianfeng. Does the agglomeration of producer services promote the regional labor productivity? [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2016, 33(10): 37–56.
- [18] 曾艺, 韩峰, 刘俊峰. 生产性服务业集聚提升城市经济增长质量了吗? [J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(5): 83–100.
- ZENG Yi, HAN Feng, LIU Junfeng. Does the agglomeration of producer services promote the quality of urban economic growth? [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2019, 36(5): 83–100.
- [19] 付云鹏, 马树才. 基于空间计量的碳排放量影响因素分析[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2017, 23(2): 103–110.
- FU Yunpeng, MA Shucai. Analysis of factors affecting carbon emissions based on spatial econometrics[J]. Journal of Central South University(Social Sciences), 2017, 23(2): 103–110.

- [20] 王芳, 周兴. 人口结构、城镇化与碳排放——基于跨国面板数据的实证研究[J]. 中国人口科学, 2012(2): 47–56.
WANG Fang, ZHOU Xing. Population structure, urbanization and CO₂ emission: An empirical study base on cross-country panel data[J]. Chinese Journal of Population Science, 2012(2): 47–56.
- [21] 樊纲, 王小鲁, 张立文, 等. 中国各地区市场化相对进程报告[J]. 经济研究, 2003(3): 9–18.
FAN Gang, WANG Xiaolu, ZHANG Liwen, et al. Marketization index for China's provinces[J]. Economic Research Journal, 2003(3): 9–18.
- [22] 孙晓华, 李明珊. 我国市场化进程的地区差异: 2001—2011年[J]. 改革, 2014(6): 59–66.
SUN Xiaohua, LI Mingshan. Differences in the marketization process of regions in our country: 2001—2011[J]. Reform, 2014(6): 59–66.
- [23] 阎川, 雷婕. 财政分权对产业集聚影响的实证分析[J]. 经济评论, 2019(3): 104–122.
YAN Chuan, LEI Jie. An empirical analysis of the influence of fiscal decentralization on industrial agglomeration[J]. Economic Review, 2019(3): 104–122.
- [24] 王华洁, 刘颖, 俞聆炜, 等. 基于 QCA 的产业升级影响因素研究——以江苏为例[J]. 现代商贸工业, 2019, 40(34): 5–7.
WANG Huajie, LIU Ying, YU Lingwei, et al. Research on influencing factors of industrial upgrading based on QCA——A case of Jiangsu Province[J]. Modern Business Trade Industry, 2019, 40(34): 5–7.
- [25] 薄文广, 徐玮, 王军锋. 地方政府竞争与环境规制异质性: 逐底竞争还是逐顶竞争? [J]. 中国软科学, 2018(11): 76–93.
BO Wenguang, XU Wei, WANG Junfeng. Local government competition and environmental regulation heterogeneity: Race to the bottom or race to the top? [J]. China Soft Science, 2018(11): 76–93.
- [26] 邵帅, 张可, 豆建民. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验[J]. 管理世界, 2019, 35(1): 36–60.
SHAO Shuai, ZHANG Ke, DONG Jianmin. Effects of economic agglomeration on energy saving and emission reduction: Theory and empirical evidence from China[J]. Management World, 2019, 35(1): 36–60.
- [27] 于斌斌. 生产性服务业集聚如何促进产业结构升级? ——基于集聚外部性与城市规模约束的实证分析[J]. 经济社会体制比较, 2019(2): 30–43.
YU Binbin. How does producer service industry agglomeration promote industrial upgrading?: An Empirical analysis based on agglomeration externality and urban scale constraints[J]. Comparative Economic & Social Systems, 2019(2): 30–43.
- [28] 道格拉斯·诺斯. 制度、制度变迁与经济绩效[M]. 上海: 上海三联书店, 1994.
DOUGLASS N. Institutions, institutional change and economic performance[M]. Shanghai: Shanghai Sanlian Bookstore, 1994.
- [29] 尤瑞玲, 陈秋玲. 制度质量、制度质量稳定性与高技术产业集聚[J]. 经济经纬, 2020, 37(2): 106–114.
YOU Ruiling, CHEN Qiuling. Relationship among system quality, the stability of system quality and high-tech industrial agglomeration[J]. Economic Survey, 2020, 37(2): 106–114.
- [30] 李瑞琴. 环境规制、制度质量与绿色技术创新[J]. 现代经济探讨, 2019(10): 19–27.
LI Ruiqin. Environmental regulation, institutional quality and green technology innovation[J]. Modern Economic Research, 2019(10): 19–27.
- [31] 袁航, 朱承亮. 创新属性、制度质量与中国产业结构转型升级[J]. 科学学研究, 2019, 37(10): 1881–1891.
YUAN Hang, ZHU Chengliang. Innovation attribute, institutional quality and transformation and upgrading of China's industrial structure[J]. Studies in Science of Science, 2019, 37(10): 1881–1891.
- [32] 李金凯, 程立燕, 张同斌. 外商直接投资是否具有“污染光环”效应? [J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(10): 74–83.
LI Jinkai, CHENG Liyan, ZHANG Tongbin. Does foreign direct investment have the pollution halo effect? [J]. China Population, Resources and Environment, 2017, 27(10): 74–83.
- [33] 陆铭. 大国大城[M]. 上海: 上海人民出版社, 2016.
LU Ming. Great state needs bigger city[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2016.
- [34] 黄国庆, 王明绪, 王国良. 效能评估中的改进熵值法赋权研究[J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(28): 245–248.
HUANG Guoqing, WANG Mingxu, WANG Guoliang. Weight assignment research of improved entropy method in effectiveness evaluation[J]. Computer Engineering and Applications, 2012, 48(28): 245–248.

Manufacturing agglomeration, urban characteristics and carbon emissions

JI Yujun^{1,2}, LIAN Yuqing¹

(1. School of Economics, Ocean University of China, Qingdao 266100, China;
2. Institute of Marine Development, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

Abstract: Whether manufacturing agglomeration can achieve carbon emission reduction is closely related to the high-quality development of cities. Based on the theoretical framework of the relationship among manufacturing agglomeration, urban characteristics and carbon emissions, this paper takes the panel data of cities in China as samples to explore how urban attribute characteristics and institution characteristics affect the carbon emission reduction effect of manufacturing agglomeration. The results show that there is a significant "inverted U" relationship between manufacturing agglomeration and carbon emission, and that, when the agglomeration level reaches a certain threshold, it will show carbon emission reduction effect. The results also show that the improvement of urban attribute characteristics can improve the carbon emission reduction effect of manufacturing agglomeration to a certain extent, that institution characteristics have positive and negative effects on the carbon emission reduction effect of manufacturing agglomeration, that, when the institution characteristics break through a certain threshold, the carbon emission reduction effect of manufacturing agglomeration will be improved, and that under the influence of the comprehensive characteristics of the both mentioned above, the relationship between manufacturing agglomeration and carbon emissions presents complex heterogeneity. Therefore, in order to give full play to the carbon emission reduction effect of manufacturing agglomeration, it is necessary to take the interactive relationship between them as the basis, and further combine the differences of urban characteristics so as to implement reasonable, classified management and targeted policy.

Key Words: manufacturing agglomeration; attribute characteristics; institution characteristics; carbon emissions

[编辑: 何彩章]