

刘楠楠, 赵可, 彭开丽, 等. 环境规制视角下制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响[J]. 华中农业大学学报, 2024, 43(6): 127-140.
DOI: 10.13300/j.cnki.hnlkxb.2024.06.012

环境规制视角下制造业集聚对工业用地 绿色利用效率的影响

刘楠楠, 赵可, 彭开丽, 柳建玲

华中农业大学公共管理学院/华中农业大学自然资源管理与全球治理研究中心, 武汉 430070

摘要 提升工业用地绿色利用效率是实现土地可持续利用和工业经济高质量发展的重要途径, 制造业集聚是影响工业用地绿色利用效率的重要因素。本研究基于2000—2019年中国30个省份面板数据, 从环境规制视角出发, 分析制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响机制和效应。研究发现: (1) 2000—2019年中国工业用地绿色利用效率呈现先平稳上升后快速增长趋势, 年均增长率2.942%, 东部地区效率始终高于中西部地区, 年均增长率分别为4.993%和1.061%。(2) 制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响随环境规制强度的变化呈现门槛特征, 伴随环境规制强度提高, 制造业集聚与工业用地绿色利用效率之间呈“U”型关系。(3) 异质性分析发现, 2000—2009年制造业集聚对工业用地绿色效率的负向影响随环境规制水平提升逐渐减弱, 2010—2019年则表现为由负转正; 自愿型环境规制最先产生门槛效应, 市场型、命令型环境规制门槛效应出现需较高水平的环境规制。因此, 应差异化制定环境规制政策促进制造业产业结构升级和工业用地绿色利用。

关键词 环境规制; 制造业集聚; 工业用地; 绿色利用效率; 门槛效应

中图分类号 X322; F424 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2024)06-0127-14

改革开放以来, 地方政府通过低价出让工业用地, 建设工业园区吸引企业入驻推动工业化, 土地成为地方政府主导经济发展的重要工具^[1]。“以地谋发展”的独特经济增长模式下, 中国在经济发展方面创造了“中国奇迹”, 但也导致了环境污染、资源过度消耗、土地利用方式粗放等问题^[2], 工业用地占比过高、土地利用结构不合理等制约着经济社会的高质量发展^[3-4]。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中提出要“全面提高资源利用效率”, 推进工业用地绿色利用, 提升工业用地绿色利用效率成为中国未来高质量发展的紧要任务之一。

结合现有研究, 工业用地绿色利用效率是指在一定的生产技术条件下, 工业用地利用系统中土地、劳动、资本等要素投入与经济、生态环境产出的综合映射^[5]。而制造业集聚作为经济活动中的典型事实, 一方面会伴随企业之间的竞争、劳动力和资本的流

动以及技术创新等经济现象, 产生正外部性, 从而推动工业用地绿色利用效率提升; 另一方面也可能导致区域内资源消耗强度增加、环境质量下降等变化^[6-7], 产生负外部性, 不利于工业用地绿色利用效率提升。环境规制是政府为平衡经济增长和环境保护而采取的政策性工具, 是政府利用经济行政手段调控企业行为, 防控环境污染, 解决污染问题的重要手段。环境规制的有效实施能够克服制造业集聚产生的资源消耗、环境污染等负外部性问题, 同时也会增加企业生产成本、促进企业创新等, 对工业用地的产出效益和绿色利用水平产生影响, 制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响可能随着环境规制的强度变化而变化。在经济高质量发展和生态文明建设的重大历史背景下, 实现“金山银山”与“绿水青山”共存, 需要审视环境规制、制造业集聚和工业用地绿色利用效率三者之间的内在联系, 从而为贯彻新发展理念、推动工业用地绿色利用提供决策参考。

收稿日期: 2024-07-01

基金项目: 国家社会科学重大项目(23&ZD113); 教育部人文社科规划基金项目(24YJA790047, 23YJA630141); 中央高校基本科研业务费专项(2662023GGPY003)

刘楠楠, E-mail: liunannan@webmail.hzau.edu.cn

通信作者: 彭开丽, E-mail: klpeng@mail.hzau.edu.cn

目前学术界关于环境规制、制造业集聚和工业用地绿色利用效率的研究主要集中为3类。第一类研究聚焦于工业土地利用效率的内涵界定、定量评估、动态演进和驱动机制等方面^[3-4,8-10],产业集聚对工业土地利用效率影响的研究相对较少,且影响效应尚未形成定论,主要形成了促进^[11-13]、抑制^[14]和非线性^[15-18]3种观点。第二类研究侧重于分析环境规制对生态效率^[19]、土地绿色利用效率^[20]、工业用地高效低碳利用^[21]等的影响,并普遍认为环境规制具有“遵循成本”和“创新补偿”效应,而环境规制对土地利用效率的影响则形成了促进^[22]、抑制^[21]和“U”型^[18]等不同观点。此外,另有学者关注到环境规制对产业集聚的影响,主要有2种观点:一种基于“污染避难所”假说认为环境规制会加剧污染密集型企业向环境规制强度相对较低的地区转移并产生集聚^[23];另一种认为政府可以通过调控环境规制强度提高区域行业集中度,减少集聚区各行业企业数量^[24]。

总体来看,现有研究关于环境规制、产业集聚和工业土地利用效率之间关系的研究结果存在较大差异,并未取得一致结论。同时,这些研究普遍缺乏对具体制造业行业的深入分析,鉴于制造业在国民经济中占据的核心地位,以及其集聚发展过程中常伴随的环境污染问题,制造业无疑面临着更为紧迫和严格的环境规制要求。因此,本研究将环境规制、制造业集聚和工业用地绿色利用效率纳入同一分析框架,深入分析三者之间的关系,并试图回答以下问题:近年来中国工业用地绿色利用效率是否得到了显著提升?制造业集聚如何影响工业用地绿色利用效率,加强环境规制后,该影响是否发生变化?这种变化在不同时段、不同环境规制类型下是否存在差异?

本研究可能的边际贡献在于:(1)综合考虑工业碳排放等非期望产出,运用超效率SBM模型刻画中国2000—2019年30个省份工业用地绿色利用效率的时空演化特征,对既有土地利用效率与工业绿色发展研究形成补充;(2)基于环境规制视角研究制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响,有助于进一步发挥环境规制的主导作用,探寻制造业集聚促进工业用地绿色利用效率提升的动力源泉;(3)聚焦不同时段和不同环境规制类型的差异,探讨制造业集聚对工业用地绿色利用效率的异质性影响,为差异化制定环境规制政策提供决策参考。

1 材料与方法

1.1 理论分析与研究假说

1)制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响。制造业集聚通过技术进步、资源配置优化及环境恶化三方面对工业用地绿色利用效率产生影响。首先,集聚区内企业通过共享供应商、劳动力市场、专业化服务等^[21]产生技术外部性、知识溢出效应和倒逼效应共同促进技术进步,推动工业用地绿色利用效率提升。其次,制造业集聚通过分工深化提升企业专业化水平和生产效率,促使生产要素从低效部门流向高效部门;同时,集聚区内产生规模经济效益降低生产成本,不同生产环节的协同与互补效应促进资源循环利用,从而优化资源配置,促进工业用地绿色利用效率提升;最后,环境恶化方面,制造业属于高污染产业,一方面随着集聚规模的扩大,集聚区内能源消耗和污染排放增加;另一方面环境产权界定模糊导致企业间产生的排污攀比和模仿行为,进一步导致环境恶化^[12],不利于工业用地绿色利用效率提升。因此,制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响效应取决于技术进步和资源配置的正效应与环境恶化的负效应之间的博弈,制造业集聚与工业用地绿色利用效率之间可能呈现非线性关系。

2)环境规制的门槛效应。第一,环境规制通过绿色悖论效应、创新补偿效应和壁垒效应对制造业集聚产生影响,从而作用于工业用地绿色利用效率。根据“绿色悖论”理论^[25],环境规制可能产生与政策初衷相悖的结果:一方面,环境规制通过内部化制造业集聚产生的能源消耗和污染排放等负外部性增加企业生产成本(即“遵循成本效应”^[26]);另一方面,“污染避难所假说”认为,环境规制可能促使污染密集型企业向环境规制较弱的地区转移,形成“污染天堂”,不利于工业用地绿色利用效率提升。相对地,波特假说提出,适度的环境规制可以激发“创新补偿效应”^[27],即通过激励企业进行绿色技术创新来补偿环境规制增加的成本,促进工业用地绿色利用效率提升。此外,环境规制还可通过壁垒效应形成环境壁垒和设备壁垒,迫使污染密集型企业退出集聚区,促进工业用地绿色利用效率提升。第二,随着环境规制强度的提高,制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响由抑制转为促进。当环境规制强度较低时,创新补偿效应不足以抵消遵循成本效应带来的成本,且壁垒效应有限。此时,企业倾向于采用终端治理措施降低环境成本,无法有效阻止污染密集型

企业进入,集聚区内环境污染和能源消耗加剧。此外,由于环境规制和绿色技术创新之间存在时滞,创新补偿效应在短期内难以发挥,且技术创新的风险和不确定性使得环境规制难以有效激励保守型企业进行绿色技术创新。随着环境规制强度进一步提高,企业更倾向于加强绿色技术创新,通过产生创新补偿效应降低环境成本。适度的环境规制推动企业加大在绿色技术研发和应用上的投入,进而实现产业升级与转型^[28];同时,通过提高市场准入门槛,阻

止污染密集型企业进入,环境规制增强了集聚区的可持续发展性。高质量的制造业集聚在技术进步、资源配置优化等正外部性的作用下,进一步促进了工业用地绿色利用效率提升。

基于上述分析,提出本研究的研究假说:环境规制具有明显的门槛效应,当环境规制强度较低时,制造业集聚抑制了工业用地绿色利用效率提升;随着环境规制强度增加,制造业集聚对工业用地绿色利用效率的抑制作用逐渐减弱并转为正向促进作用。

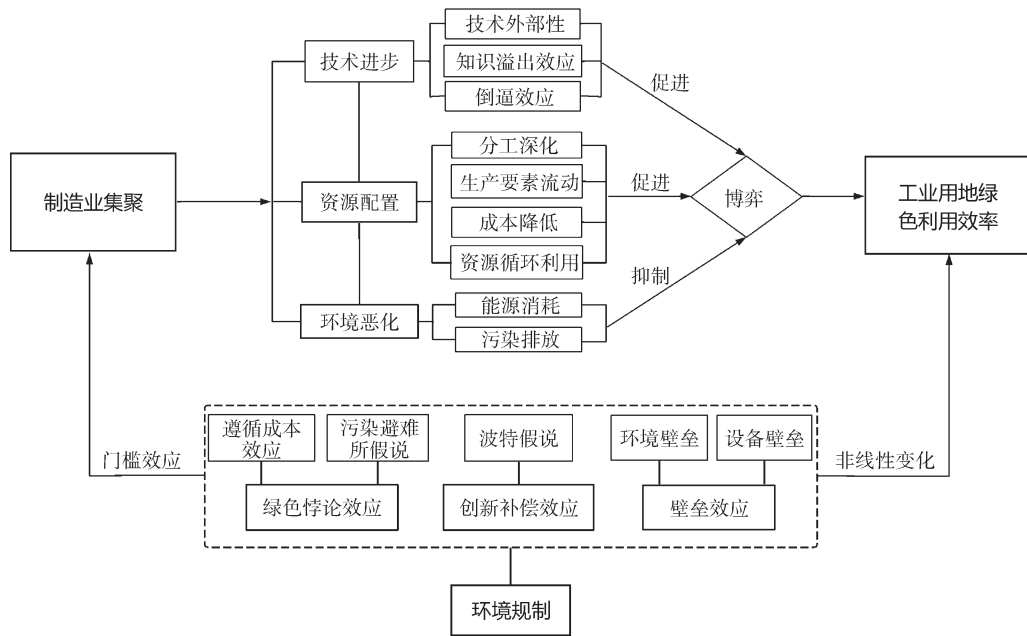


图1 理论框架图

Fig.1 Theoretical framework

1.2 研究方法 with 数据来源

1)模型设定。借鉴 Hansen^[29]提出的面板门槛模型理论,本研究以环境规制为门槛变量,分析制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响。模型设定如下:

$$\ln E_{ILit} = \beta_0 + \beta_1 \ln A_{GGit} \times I(\ln E_R \leq \gamma_1) + \beta_2 \ln A_{GGit} \times I(\ln E_R > \gamma_2) + \dots + \beta_n \ln A_{GGit} \times I(\ln E_R \leq \gamma_n) + \beta_{n+1} \ln A_{GGit} \times I(\ln E_R > \gamma_{n+1}) + \varphi X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标*i*和*t*分别表示省份和年份;EIL表示工业用地绿色利用效率,公式中用 E_{IL} 表示;AGG为制造业集聚,公式中用 A_{GG} 表示; $I(*)$ 为指示函数,当括号内表达式为真时取值为1,反之取值为0; E_R 为环境规制,公式中用 E_R 表示; X 为系列控制变量; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+1}$ 和 φ 为待估计参数; γ 为门槛值; ε 为随机扰动项。为降低异方差,所有变量均取对数形式。

2)变量选取。①被解释变量:工业用地绿色利用效率(green utilization efficiency of industrial land,

EIL)。以产出为导向构建规模报酬可变的超效率SBM模型对其进行测度^[4,18,30],投入、产出指标选取如表1所示。

②解释变量:制造业集聚(manufacturing agglomeration, AGG,公式中用 A_{GG} 表示)。采用区位熵指数法进行衡量,公式为:

$$A_{GGit} = \frac{e_i / \sum_i e_{it}}{\sum_s e_u / \sum_i \sum_s e_{it}} \quad (2)$$

其中,*i*表示省份,*t*表示时间, e_{it} 表示*i*地区的工业产值, $\sum_i e_{it}$ 表示工业总产值, $\sum_s e_{it}$ 表示地区*i*的地区生产总值, $\sum_i \sum_s e_{it}$ 表示国内生产总值。区位熵越大,区域内制造业集聚程度越高,反之则越低。

③门槛变量:环境规制强度,包括环境规制综合指数(environmental regulation, ER)及命令型(command-and-control environmental regulation, CON-

表1 工业用地绿色利用效率投入产出指标体系

项目 Item	要素名称 Factor name	指标内涵 Indicator description
投入 Input	资本 Capital	工业固定资本存量/亿元 Industrial fixed capital stock
	劳动力 Labor force	制造业从业人数/万人 Number of employees in the manufacturing industry
	土地 Land	工业用地面积/km ² Industrial land area
期望产出 Desired output		工业增加值/亿元 Industrial added value
		工业废水排放总量/万t Total industrial wastewater discharge
		工业二氧化硫排放总量/万t Total industrial sulfur dioxide emissions
产出 Output	非期望产出 Undesired output	工业烟(粉)尘排放总量/万t Total industrial dust (smoke) emissions
		工业二氧化碳排放总量/万t Total industrial carbon dioxide emissions

注:工业固定资本存量以2000年为基期,采用永续存盘法计算^[31];制造业从业人数为制造业城镇单位从业人员与制造业私营单位和个体从业人员相加所得;工业碳排放测算采用《2006年IPCC国家温室气体清单指南》提供的方法测算,能源品种包括原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、天然气、原煤、焦炭。各能源折标准煤系数、平均低位发热量、碳含量、碳氧化率数据来源于《IPCC指南》。Note: The industrial fixed capital stock is calculated using the perpetual inventory method with 2000 as the base year^[31]; the number of employees in the manufacturing sector is the sum of employees in urban manufacturing units and those in private manufacturing units and individual businesses; industrial carbon emissions are estimated using the methods provided in the “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”. The energy types include crude oil, gasoline, kerosene, diesel, fuel oil, natural gas, raw coal, and coke. The coefficients for converting each energy type to standard coal, average lower heating values, carbon content, and carbon oxidation rates are sourced from the IPCC Guidelines.

VER)、市场激励型(market-based environmental regulation, MARER)和自愿型(voluntary environmental regulation, VOLER)环境规制。首先,采用熵值法衡量各省份的环境规制综合指数;其次,由于不同类型环境规制在政策执行或作用机理方面存在差异,对制造业集聚和工业用地绿色利用效率的门槛作用可

能会存在异质性,本研究参考吴磊等^[23]的研究将环境规制分为命令型、市场激励型和自愿型,并将其分解为二级指标,通过熵值法测度各类型环境规制水平;最后,依次以不同类型环境规制为门槛变量分析制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响效应。环境规制指标选取如表2所示。

④控制变量:经济发展水平(economic development level, PGDP),采用人均GDP衡量;对外开放程度(degree of openness, OD),采用货物进出口总额占地区生产总值的比重表征,货物进出口金额按历年人民币平均汇率进行折算;政府干预程度(degree of government intervention, GIL),采用地方财政支出占地区生产总值的比重衡量。能源消费结构(energy consumption structure, ECS),利用煤炭消耗量占能源消耗总量的比重反映;工业化程度(degree of industrialization, IS),采用工业增加值占地区生产总值的比重表示;创新水平(level of innovation, RI),采用各地区历年R&D经费支出描述。

3)数据来源。本研究选取2000—2019年30个省、直辖市和自治区(以下简称省份)作为研究对象,未将西藏自治区、台湾省、香港特别行政区和澳门特别行政区列入研究区。此外,为分析制造业集聚和工业用地绿色利用效率基于环境规制门槛效应的区域异质性,研究将全国分为东部地区和中西部地区^①。

本研究所需数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国固定资产投资年鉴》《中国区域经济统计年鉴》《中国城乡建设统计年鉴》以及EPS数据库,缺失数据采用线性插值法补齐。为消除价格因素影响,以货币衡量的指标均通过相应价格指数平减至2000年。此外,为减少数据间异方差的影响,本研究对各变量进行了对数化处理。变量描述性统计如表3所示。

2 实证结果分析

2.1 特征事实分析

利用Matlab软件对2000—2019年中国30个省份环境规制、制造业集聚和工业用地绿色利用效率3个核心变量之间的关系进行三维立体图直观描述(图2)。从右向左观察图2可以发现,图形前期虽然

① 东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东和海南11个省、直辖市;中西部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆19个省、自治区和直辖市。

表2 环境规制指标分类及指标选取

Table 2 Classification of ER indicators and selection of indicators

一级指标 Primary indicator	二级指标 Secondary indicator	正负向 Direction
命令型环境规制 CONVER	受理行政处罚案件数 Number of administrative penalty cases accepted	-
	两会环境提案数 Number of environmental proposals at the two sessions	+
	地方颁布行政法规、环境规章、环境标准总数 Total number of local administrative regulations, environmental regulations, and environmental standards issued	+
市场激励型环境规制 MARER	工业污染治理完成投资/亿元 Industrial pollution control investment completed	+
	排污费征收总额/亿元 Total pollution discharge fee collected	-
	当年完成环保验收项目环保投资/亿元 Environmental protection investment completed for approved projects during the year	+
自愿型环境规制 VOLER	环境信访件数 Number of environmental complaints	-
	环保系统实有人数 Actual number of personnel in the environmental protection system	+
	科研机构人数 Number of personnel in research institutions	+

表3 变量描述性统计

Table 3 Statistical description of the variables

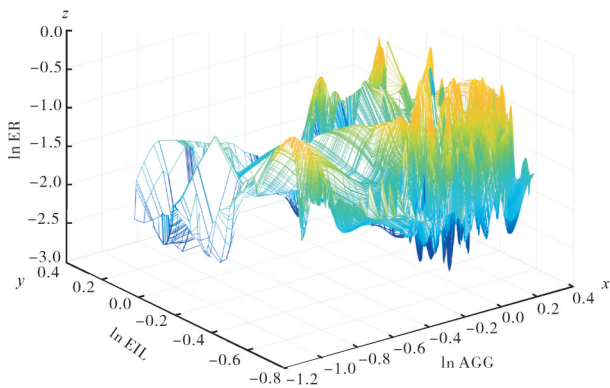
变量(对数形式) Variable (logarithmic form)	测度方法 Measurement method	观测值 Observations	均值 Mean	标准差 Standard deviation	最大值 Maximum	最小值 Minimum
工业用地绿色利用效率 Green utilization efficiency of industrial land (ln EIL)	Super-SBM模型 Super-SBM model	600	-0.500	0.244	2.116	-0.890
制造业集聚 Manufacturing agglomeration (ln AGG)	区位熵 Location quotient	600	-0.037	0.263	0.377	-1.152
环境规制 Environmental regulation (ln ER)	熵值法 Entropy method	600	-1.499	0.476	-0.306	-2.983
经济发展水平 Economic development level (ln PGDP)	人均实际GDP/亿元 Per capital real GDP	600	9.829	0.760	11.738	7.887
对外开放程度 Degree of openness (ln OD)	货物进出口总额/地区生产总值/% Total goods import and export/regional GDP	600	-1.708	0.999	0.437	-4.178
政府干预程度 Degree of government intervention (ln GIL)	地方财政支出/地区生产总值/% Local fiscal expenditure/regional GDP	600	-1.639	0.440	-0.277	-2.672
能源消费结构 Energy consumption structure (ln ECS)	煤炭消耗量/能源消耗量/% Coal consumption/total energy consumption	600	-0.134	0.454	0.901	-3.695
工业化程度 Degree of industrialization (ln IS)	工业增加值/地区生产总值/% Industrial added value/regional GDP	600	-1.095	0.281	-0.581	-2.184
科技创新水平 Level of innovation (ln RI)	R&D经费支出/亿元 R&D expenditure	600	4.518	1.665	8.039	-0.223

不够平滑,但整体呈现下降趋势,中期在拐点处达到最低点后呈现增长趋势。总体来看,三维立体图整体呈现“下降-上升”趋势。通过简单的三维立体图发现随着环境规制水平的提升,制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响呈现“抑制-促进”的变化趋势。为得出伴随环境规制强度提高,制造业集聚对工业用地绿色利用效率影响的更为稳健的结论,

需要进一步的计量分析。

2.2 工业用地绿色利用效率分析

1) 时序维度。图3A表明了全国及东部、中西部地区2000—2019年工业用地绿色利用效率均值的时间变化趋势。整体来看,2000—2019年全国30个省份(含省、直辖市和自治区)工业用地绿色利用效率均值为0.634,年均增长率为2.942%,2000—2015



图中x轴、y轴、z轴分别代表制造业集聚、工业用地绿色利用效率和环境规制,已对变量进行1%缩尾处理以减小异常值干扰。The x-axis, y-axis, and z-axis represent manufacturing agglomeration, green utilization efficiency of industrial land, and environmental regulation, respectively. the variables have been trimmed at 1% to reduce the interference of outliers.

图2 ER、AGG和EIL三维关系

Fig.2 Three-dimensional relationship between ER, AGG and EIL

年、2016—2019年年均增长率分别为0.733%、11.937%,呈现先平稳递进后快速增长趋势。2016—2020年为我国的“十三五”时期,2015年5月国务院印

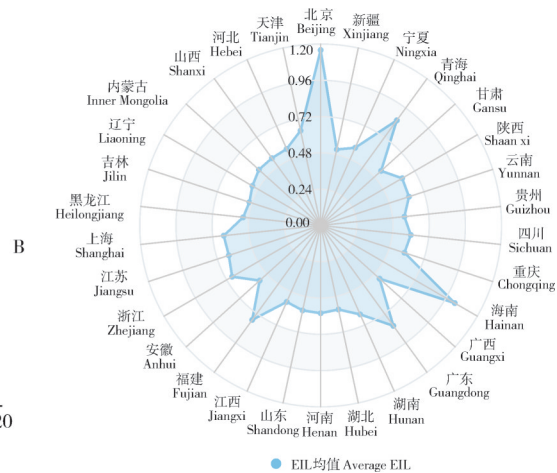
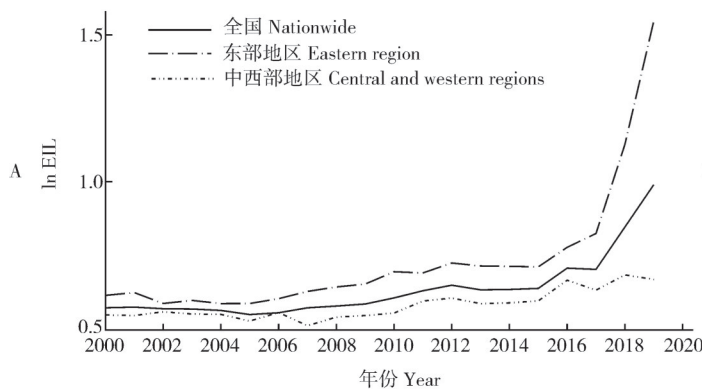


图3 全国及各地区EIL时间变化趋势(A)与EIL省际差异(B)

Fig.3 Temporal trends of EIL nationwide and across regions (A) and interprovincial differences in EIL (B)

2.3 门槛模型检验结果

采用 Bootstrap 法抽样 300 次,检验是否存在门槛效应,并确定真实门槛值的个数,门槛效应检验和门槛值估计结果如表 4 所示。全国单一、双重门槛模型的门槛效应在 1% 和 5% 的显著性水平下显著,门槛值分别为-1.380 和-2.213;东部、中西部地区单一、双重门槛模型的门槛效应分别在 1%、5% 和 5%、5% 的显著性水平下显著。图 4 显示,门槛值对应的 LR 值

发《中国制造 2025》,同年工信部印发《2015 年工业绿色发展专项行动实施方案》,强调推动绿色制造和工业可持续发展,2016—2019 年间各地区工业用地绿色利用效率增长速度较快,表明政策取得了预期效果。

2) 区域层面。东部地区工业用地绿色利用效率始终高于中西部地区,2000—2019 年东部、中西部地区效率均值分别为 0.731、0.579;年均增长率分别为 4.993%、1.061%。2000—2015 年各地区效率均呈现平稳递进态势,2016 年开始东部地区效率增长速速加快,中西部地区则出现波动,地区差异增大。从图 3B 各省份效率均值来看,效率较高的省份(含直辖市)为北京、海南、青海、广东、福建、浙江、上海等;相对较低的省份(含自治区)为吉林、新疆、山西、黑龙江、辽宁、广西等,存在一定的两极分化现象。一方面,这可能与东部地区污染性企业向中西部地区转移有关;另一方面,山西、黑龙江等资源型省份正处于工业转型升级关键期,相关企业难以适应新市场环境,影响了企业效益,导致中西部地区工业用地绿色利用效率相对较低并出现波动。

均小于 5% 显著性水平下的临界值(图中虚线),模型通过了门槛效应检验。这表明,全国、东部和中西部地区制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响均存在基于环境规制的双重门槛非线性关系。

2.4 模型估计结果

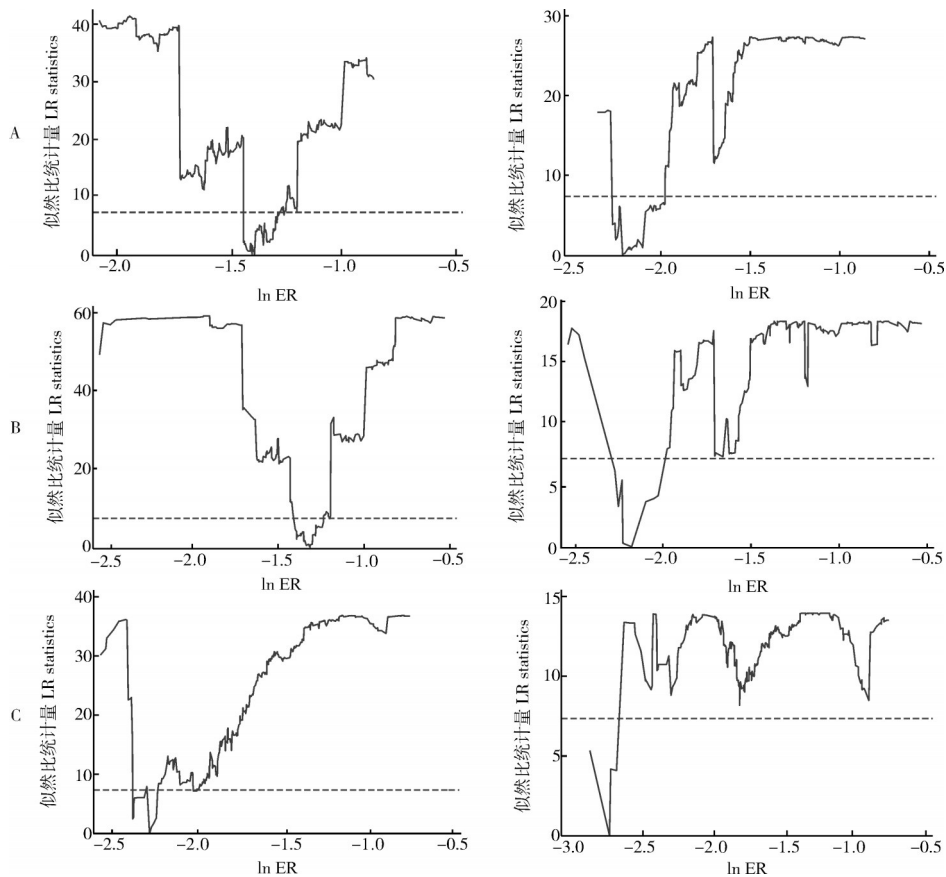
基于门槛效应检验结果,对模型进行面板门槛回归,结果如表 5 所示。当环境规制水平低于第一门槛值($\ln ER \leq -2.213$)时,制造业集聚在 1% 的显著性水平上抑制了工业用地绿色利用效率提升;当环

表 4 全国及东部地区、中西部地区门槛效应检验

Table 4 Threshold effect tests for the nation as a whole and for eastern and midwestern regions

门槛变量 Threshold variable	门槛类型 Threshold type	门槛估计值 Threshold estimate	F 值 F value	P 值 P value	临界值 Critical value		
					10% 水平 Significance level 10%	5% 水平 Significance level 5%	1% 水平 Significance level 1%
ln ER (全国) (Nationwide)	单一门槛 Single threshold	-1.380	44.440***	0.007	14.375	21.491	40.347
	双重门槛 Double threshold	-2.213 -1.380	27.900**	0.020	13.650	19.227	35.735
ln ER (东部地区) (Eastern region)	单一门槛 Single threshold	-1.314	58.990***	0.000	12.242	17.253	27.327
	双重门槛 Double threshold	-2.177 -1.314	19.660**	0.037	13.384	18.029	25.166
ln ER (中西部地区) (Central and western regions)	单一门槛 Single threshold	-2.004	21.970**	0.020	12.175	15.037	25.129
	双重门槛 Double threshold	-2.281 -2.711	22.010**	0.033	13.899	20.260	27.582

注：*、**和***分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平下显著，下表同。Note：*、** and *** indicate significance at the 10%，5%，and 1% levels, respectively, as shown in the table below.



A. 左右两图依次为门槛值 -1.380 和 -2.213 对应的估计结果 The left and right figures correspond to the estimated results for threshold values of -1.380 and -2.213, respectively; B. 左右两图依次为门槛值 -1.314 和 -2.177 对应的估计结果 The left and right figures correspond to the estimated results for threshold values of -1.314 and -2.177, respectively; C. 左右两图依次为门槛值 -2.281 和 -2.711 对应的估计结果 The left and right figures correspond to the estimated results for threshold values of -2.281 and -2.711, respectively.

图 4 全国(A)及东部(B)、中西部地区(C)双重门槛估计结果

Fig.4 Results of the double-threshold estimation for the whole country(A) and the eastern(B), central and western regions(C)

境规制跨过第一门槛值并小于第二门槛值($-2.213 < \ln ER \leq -1.380$)时,制造业集聚在5%显著性水平上抑制了工业用地绿色利用效率提升,但影响效应减弱;当环境规制水平超过第二门槛值($\ln ER > -1.380$)时,制造业集聚在1%的显著性水平上促进了工业用地绿色利用效率提升。制造业集聚对工业用地绿色利用效率的抑制作用随着环境规制强度的增加逐渐减弱,并转为正向促进作用。制造业集聚和工业用地绿色利用效率之间呈“U”型非线性关系,验证了本研究假说。

表5 门槛回归结果

Table 5 Threshold regression results

变量 Variable	全国 Nationwide	东部地区 Eastern region	中西部地区 Central and western regions
$\ln AGG(\ln ER \leq \text{区间 I})$ $\ln AGG(\ln ER \leq \text{Threshold I})$	-0.422***	-0.671***	-2.176***
$\ln AGG(\text{区间 I} < \ln ER \leq \text{区间 II})$ $\ln AGG(\text{Threshold I} < \ln ER \leq \text{Threshold II})$	-0.131**	-0.393***	-0.468***
$\ln AGG(\ln ER > \text{区间 III})$ $\ln AGG(\ln ER > \text{Threshold III})$	0.227***	0.167	0.008
$\ln PGDP$	0.112**	0.208***	0.207***
$\ln OD$	-0.062***	-0.161***	0.017
$\ln GIL$	-0.223***	-0.309	-0.174***
$\ln ECS$	-0.424***	-0.601***	-0.068*
$\ln IS$	-0.026	0.432***	-0.057
$\ln RI$	0.070***	0.093**	-0.017
Constant	-2.489***	-3.560***	-2.744***
N	600	220	380
R-squared	0.356	0.421	0.082
F统计量 F-statistic	87.330	88.660	28.610

究其原因,当环境规制水平低于第一门槛值时,一方面,环境规制对企业的约束不明显,另一方面,创新补偿效应所产生的收益小于遵循成本效应所增加的成本,环境规制加剧了企业的负担。此时,制造业集聚区内尚未形成合理的布局和良好的环保意识,无序集聚加重了环境污染和能源消耗,抑制了工业用地绿色利用效率的提升。当环境规制水平介于第一门槛值和第二门槛值之间时,环境规制对无序集聚起到了一定的约束作用,企业开始有序集聚及相互合作以降低环境成本,创新补偿效应

开始显现,制造业集聚对工业用地绿色利用效率的负向影响减弱;当环境规制水平超过第二门槛值时,创新补偿效应产生的收益大于遵循成本效应带来的成本,壁垒效应迫使高污染企业退出市场,留存下来的企业通过加强绿色技术创新达到成本最小化,最终优化制造业集聚的整体质量,制造业集聚通过促进技术进步和优化资源配置等促进了工业用地绿色利用效率提升。

从控制变量来看,经济发展水平对工业用地绿色利用效率具有显著的正向影响。经济发展水平越高,越有助于生产要素和资源的聚集,并增加在生态环保领域的投入,从而促进工业用地绿色利用效率提升。科技创新水平对工业用地绿色利用效率产生显著的正向影响。科技创新可以加速高耗能、高污染产业的绿色低碳转型,减少能源消耗和环境污染,进而提升资源和能源的利用效率。对外开放程度对工业用地绿色利用效率具有显著的负向影响。这可能是由于引入了污染企业,从而导致环境问题。政府干预程度对工业用地绿色利用效率具有显著的负向影响。政府过度干预可能会影响劳动力和资本流动,不利于企业间的分工协作和技术创新,也可能会扭曲工业用地市场价格,降低工业用地配置效率,从而不利于工业用地绿色利用效率提升。能源消费结构对工业用地绿色利用效率也具有显著的负向影响。中国以煤炭为主的能源消费结构增加了碳排放量,导致较高的环境污染排放,从而不利于工业用地绿色利用效率提升。工业化程度对工业用地绿色利用效率具有负向影响但不显著。可能的原因是工业化程度在一定程度上决定了能源消耗和污染排放总量,从而削弱了工业化对工业用地绿色利用效率的正向影响,最终形成的合力不再显著。

2.5 稳健性检验与异质性分析

1) 稳健性检验。为检验基准回归结果的稳健性,本研究采用以下3种方法进行稳健性检验。一是根据表4测算出的门槛值将全样本分为3个子样本:较低环境规制组($\ln ER \leq -2.213$)、中等环境规制组($-2.213 < \ln ER \leq -1.380$)和较高环境规制组($\ln ER > -1.380$),对3个样本分别采用固定效应模型进行回归,结果见表6。制造业集聚在较低、中等和较高环境规制组对工业用地绿色利用效率分别存在显著负向影响、负向影响但不显著和正向影响。结果进一步验证了随着环境规制强度增加,制造业

集聚与工业用地绿色利用效率之间呈“U”型关系。经济主体对环境规制的反应存在时滞效应,本研究二是排除异常值干扰,对被解释变量和核心解释变量分别进行1%、5%的双边缩尾处理,重新进行面板门槛回归,结果见表7中稳健性检验(2)。三是由于一致,结果见表7中稳健性检验(3)。

表6 稳健性检验(1)结果

Table 6 Results of robustness test (1)

变量 Variable	较低环境规制组		中等环境规制组		较高环境规制组	
	Low environmental regulation group		Medium environmental regulation group		High environmental regulation group	
	系数 Coefficient	t值 t-value	系数 Coefficient	t值 t-value	系数 Coefficient	t值 t-value
ln AGG	-0.725*	-1.83	-0.021	-0.37	0.091	0.88
ln PGDP	-0.248	-0.65	0.297***	5.01	0.128**	1.97
ln OD	-0.011	-0.10	-0.090***	-3.59	-0.077**	-2.45
ln GIL	0.095	0.41	-0.083	-1.33	-0.270***	-3.48
ln ECS	-0.108	-0.77	-0.595***	-22.96	-0.206***	-4.14
ln IS	-0.443	-1.22	0.070	1.22	-0.045	-0.46
ln RI	-0.171	0.93	-0.053*	-1.66	0.100***	3.12
_cons	0.956	0.27	-3.467***	-6.79	-3.010***	-5.24
N	44		302		254	
F统计量 F-statistic	2.31		113.47		50.09	
R-squared	0.513		0.548		0.391	

表7 稳健性检验(2)、(3)结果

Table 7 Results of robustness tests (2),(3)

变量 Variable	稳健性检验(2)		稳健性检验(3)
	Results of robustness test (2)		Results of robustness test (3)
	缩尾1% Trimmed 1%	缩尾5% Trimmed 5%	滞后一期环境规制 Lagged one period ER
ln AGG(ln ER≤区间 I) (ln ER ≤ Threshold I)	-0.382***	-0.361***	-0.331***
ln AGG(区间 I < ln ER ≤ 区间 II) (Threshold I < ln ER ≤ Threshold II)	-0.176***	-0.151***	-0.068
ln AGG(ln ER > 区间 III) (ln ER > Threshold III)	0.012***	0.003***	0.352***
ln PGDP	0.135***	0.138***	0.142***
ln OD	-0.039**	-0.031**	-0.059***
ln GIL	-0.229***	-0.241***	-0.178***
ln ECS	-0.188***	-0.149***	-0.454***
ln IS	-0.033	-0.033	-0.010
ln RI	0.063***	0.064***	0.043*
Constant	-2.634***	-2.671***	-2.572
N	600	600	570
F统计量 F-statistic	72.74	25.51***	81.24
R-squared	0.221	0.193	0.411

2) 异质性分析。为考察环境规制的门槛作用对制造业集聚和工业用地绿色利用效率影响的异质性,本研究基于不同时段和不同环境规制类型进行了回归检验。异质性分析的门槛效应检验及回归结

果如表8、表9所示。

①不同时期的异质性分析。2009年国务院颁布了《规划环境影响评价条例》和《规范环境行政处罚自由裁量权若干意见》，对规范规划环境影

响评价工作，提高规划编制的科学性、环保性和民主性发挥了积极作用。本研究将样本划分为2000—2009年和2010—2019年2个时段进行重新估计。

表8 异质性分析门槛效应检验

Table 8 Threshold effect test for heterogeneity analysis

项目 Item	门槛变量 Threshold variable	门槛类型 Threshold type	门槛估计值 Threshold estimate	F值 F value	P值 P value	临界值 Critical value		
						10%水平 Significance level 10%	5%水平 Significance level 5%	1%水平 significance level 1%
时段 Time periods	ln ER (2000—2009年)	单一门槛 Single threshold	-2.273	58.370**	0.027	13.210	19.780	97.897
	ln ER (2010—2019年)	单一门槛 Single threshold	-1.195	32.500**	0.003	11.104	16.010	22.477
环境规制类型 Types of ER	CONVER	单一门槛 Single threshold	-1.784	46.280**	0.000	10.040	13.180	18.018
		双重门槛 Double threshold	-2.245 -1.336	16.080*	0.077	14.298	18.536	31.366
	MARER	单一门槛 Single threshold	-2.364	34.530***	0.010	19.860	24.727	29.306
		双重门槛 Double threshold	-2.364 -1.897	16.510*	0.063	12.607	18.767	24.147
	VOLER	单一门槛 Single threshold	-2.967	50.860***	0.007	27.595	35.601	48.545
		双重门槛 Double threshold	-0.667 -0.614	49.860***	0.000	22.380	28.657	37.130

如表9所示，在2个时段内，制造业集聚与工业用地绿色利用效率之间均呈现出基于环境规制的单一门槛效应。不同的是：2000—2009年制造业集聚对工业用地绿色利用效率的负向影响随着环境规制水平的提升逐渐减弱，而2010—2019年则表现为由负转正。究其原因，2000—2009年，各省份经济发展水平相对较低，制造业集聚区内基础设施尚未完善，制约了技术进步和资源配置效应的产生。同时，环境规制增加了企业的治理成本，使制造业集聚不利于工业用地绿色利用效率提升。然而，随着环境规制水平提升，增加的环境成本促使企业进行绿色技术创新，开始产生创新补偿效应，制造业集聚对工业用地绿色利用效率的负向效应逐渐减弱。2010—2019年，随着环境规制水平提升，壁垒效应促使留存下来的企业通过绿色技术创新抵消环境规制成本，从而推动工业用地绿色利用效率提升。在这一时期，经济发展为产业集聚提供了更成熟的市场机制和便捷的交通条件，促进了技术和资源的集中，为产业集聚的技术进步效应和资源配置效应的发挥创造

了条件，因此，随着环境规制强度增加，制造业集聚促进了工业用地绿色利用效率提升。

②不同类型环境规制的异质性分析。不同类型环境规制的成本和效果不同，作用机制也存在差异，本研究依次以命令型、市场激励型和自愿型环境规制为门槛变量，分析不同类型环境规制下制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响效应是否存在差异。

如表8和表9所示，3种类型环境规制均通过了双重门槛检验，门槛值分别为-2.245、-1.336；-2.364、-1.897；-0.667、-0.614。随着3种类型环境规制强度的增加，制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响效应均表现为由负转正，制造业集聚和工业用地绿色利用效率之间呈“U”型关系。不同的是，自愿型环境规制的门槛效应最先出现，命令型、市场激励型环境规制的门槛效应出现需要较高水平的环境规制。原因可能在于自愿型环境规制下，公众积极参与环境治理和监督，通过不同渠道向地方政府反映社会各层级的真实诉求和意见，有助

于政府全面了解环境现状,并促使企业遵守环保法规,推动企业实施清洁生产;市场激励型环境规制受市场变化和企业行为的影响,存在不确定性,企业可能会过度依赖政府的激励政策,导致市场资源配置扭曲;命令型环境规制则容易导致信息不对称问题,

且执行成本相对较高,政府可能无法全面了解企业的实际情况和环保需求,存在一定的局限性。因此,应充分发挥不同类型环境规制的协同作用,提升环境规制的力度和效率,促进经济、社会和环境可持续发展。

表9 异质性分析门槛回归结果

Table 9 Heterogeneity analysis threshold regression results

变量 Variable	时段 Time periods		环境规制类型 Types of ER		
	2000—2009 年	2010—2019年	CONVER	MARER	VOLER
ln AGG(ln ER≤区间 I) (ln ER ≤ Threshold I)	-0.394***	-0.175*	-0.342***	-0.496***	-0.092*
ln AGG(区间 I < ln ER ≤ 区间 II) (Threshold I < ln ER ≤ Threshold II)	-0.122***	0.295**	-0.132**	-0.226***	-1.076***
ln AGG(ln ER > 区间 III) (ln ER > Threshold III)			0.114*	0.015	0.000
ln PGDP	0.006	0.125	0.142***	0.153***	0.191***
ln OD	-0.016	0.049	-0.049***	-0.031	-0.033*
ln GIL	-0.075*	-0.088	-0.236***	-0.258***	-0.289***
ln ECS	-0.058*	-0.644***	-0.408***	-0.344***	-0.264***
ln IS	-0.032	0.038	-0.005	0.003	-0.003
ln RI	0.051*	0.006	0.056**	0.046*	0.041*
Constant	-1.042**	-1.867	-2.686***	-2.746***	-3.137***
N	300	300	600	600	600
R-squared	0.068	0.460	0.331	0.344	0.290
F统计量 F-statistic	13.21	52.14	84.850	82.200	94.33

3 结论及政策建议

3.1 主要结论

本研究在中国工业绿色发展的背景下,从环境规制的视角分析了制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响。主要结论如下:

1)2000—2019年,中国工业用地绿色利用效率整体呈现先平稳递增后快速增长趋势,年均增长率为2.942%。东部地区的变化趋势与全国相似,在“十三五”期间增长更快,中西部地区的增长速度相对缓慢。东部地区工业用地绿色利用效率始终高于中西部地区,并存在一定的两极分化现象。

2)制造业集聚对工业用地绿色利用效率的影响随环境规制强度增加呈现“U”型门槛特征。经济发展水平、科技创新水平对工业用地绿色利用效率具有显著的正向影响;而对外开放、政府干预程度和能源消费结构对其具有显著的负向影响。

3)异质性分析发现,随着环境规制强度变化,不同时段和不同类型环境规制对制造业集聚与工业用

地绿色利用效率的影响存在差异。2000—2009年,制造业集聚对工业用地绿色利用效率表现为双重门槛效应,而2010—2019年则表现为单一门槛效应。同一环境规制水平下,自愿型环境规制的门槛效应最先出现,而命令型和市场型环境规制的门槛效应出现需要较高水平的环境规制。

3.2 政策建议

1)环境规制的精准施策。环境规制应充分发挥在推动绿色经济增长中的主导作用,其强度应根据地区特点和工业用地绿色利用效率的实际情况因地制宜设定。一方面,要完善环境规制职能,提高准入门槛,严格执行标准;另一方面,要充分发挥不同类型环境规制的协同作用,构建并充分利用市场型环境规制引导机制,鼓励采用碳交易、排污权交易等市场型环境规制工具,同时完善公众参与和信息公开制度,确保环境规制的透明度和公众的知情权。

2)促进制造业绿色集聚。一是对于制造业集聚处于“U”型曲线右侧的地区,地方政府应尊重市场机制,通过市场竞争促进产业升级,对于“U”型曲线左

侧的地区,应利用国家产业转移政策,吸引绿色、高新技术企业入驻,推动制造业绿色转型;二是要推动区域产业绿色协同,重点发展产业耦合模式,如钢化联产、炼化一体化等,以及产城融合模式,如冶金和建材等行业协同处置生活垃圾;三是鼓励有条件的地区加强资源耦合和循环利用,加快建设“无废企业”“无废园区”“无废城市”。

3)完善工业用地监管标准。一是严格工业用地使用标准管理,差异化策略完善各地区工业用地绿色利用评价体系,建立并执行长期动态监测和评估机制,定期发布评估报告,为政策制定调整提供科学依据;二是严格工业用地利用监管,确保工业用地供应条件与产业发展目标、环境保护标准等相一致;三是加强部门配合,明确相关职能部门监管责任,提升工业用地供应政策的执行效率。

参考文献 References

- [1] 刘守英,王志锋,张维凡,等.“以地谋发展”模式的衰竭:基于门槛回归模型的实证研究[J].管理世界,2020,36(6):80-92. LIU S Y, WANG Z F, ZHANG W F, et al. The Exhaustion of China's "land-driven development" mode: an analysis based on threshold regression[J]. Management world, 2020, 36(6):80-92 (in Chinese with English abstract).
- [2] 王博,杨秀云,张耀宇,等.地方政府土地出让互动干预对工业用地利用效率的影响:基于262个城市的空间计量模型检验[J].中国土地科学,2019,33(12):55-63. WANG B, YANG X Y, ZHANG Y Y, et al. The impact of local government's land conveyance Interactive Intervention on industrial land-use efficiency: a spatial econometric testing of 262 cities [J]. China land science, 2019, 33(12):55-63 (in Chinese with English abstract).
- [3] 郭贯成,丁晨曦,王雨蓉.新型城镇化对工业用地利用效率的影响:理论框架与实证检验[J].中国土地科学,2016,30(8):81-89. GUO G C, DING C X, WANG Y R. The impact of new-type urbanization on industrial land use efficiency: a theoretical framework and empirical test [J]. China land science, 2016, 30(8):81-89 (in Chinese with English abstract).
- [4] 宋洋,朱道林,徐阳,等.中国资源枯竭型城市政策扶持对工业用地利用效率的影响[J].中国土地科学,2023,37(5):90-100. SONG Y, ZHU D L, XU Y, et al. Impact of policy support for resource-exhausted cities on industrial land use efficiency in China [J]. China land science, 2023, 37(5):90-100 (in Chinese with English abstract).
- [5] 卢新海,杨喜,陈泽秀.中国城市土地绿色利用效率测度及其时空演变特征[J].中国人口·资源与环境,2020,30(8):83-91. LU X H, YANG X, CHEN Z X. Measurement and temporal-spatial evolution characteristics of urban land green use efficiency in China [J]. China population resources and environment, 2020, 30(8):83-91 (in Chinese with English abstract).
- [6] 姚小剑,张英琳.制造业集聚、环境规制调节与绿色全要素生产率[J].统计学报,2021,2(5):61-71. YAO X J, ZHANG Y L. Manufacturing agglomeration, environmental regulation adjustment and green total factor productivity [J]. Journal of statistics, 2021, 2(5):61-71 (in Chinese with English abstract).
- [7] HARAGUCHI N, CHENG C F C, SMEETS E. The importance of manufacturing in economic development: has this changed? [J]. World development, 2017, 93:293-315.
- [8] 罗能生,彭郁.中国城市工业用地利用效率时空差异及地方政府竞争影响[J].中国土地科学,2016,30(5):62-70. LUO N S, PENG Y. The space-time analysis of urban industrial land use and the effects of the local government competition in China [J]. China land science, 2016, 30(5):62-70 (in Chinese with English abstract).
- [9] 崔继昌,郭贯成.新型城镇化对工业用地效率影响的空间计量分析:基于江苏省企业调查数据[J].长江流域资源与环境,2021,30(3):565-574. CUI J C, GUO G C. Impact of new-type urbanization on industrial land use efficiency based on spatial econometric model: evidences from industrial enterprises in Jiangsu Province [J]. Resources and environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(3):565-574 (in Chinese with English abstract).
- [10] 谢花林,王伟,姚冠荣,等.中国主要经济区城市工业用地效率的时空差异和收敛性分析[J].地理学报,2015,70(8):1327-1338. XIE H L, WANG W, YAO G R, et al. Spatiotemporal differences and convergence of urban industrial land use efficiency for China's major economic zones [J]. Acta geographica sinica, 2015, 70(8):1183-1198 (in Chinese with English abstract).
- [11] KRUGMAN P, VENABLES A J. Globalization and the inequality of nations [J]. The quarterly journal of economics, 1995, 110(4):857-880.
- [12] 张雯熹,吴群,王博,等.产业专业化、多样化集聚对城市土地利用效率影响的多维研究[J].中国人口·资源与环境,2019,29(11):100-110. ZHANG W X, WU Q, WANG B, et al. Multidimensional study of specialized agglomeration and diversified agglomeration on urban land use efficiency [J]. China population resources and environment, 2019, 29(11):100-110 (in Chinese with English abstract).
- [13] ZHANG W X, WANG B, WANG J, et al. How does industrial agglomeration affect urban land use efficiency? A spatial analysis of Chinese cities [J/OL]. Land use policy, 2022, 119: 106178 [2024-07-01]. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106178>.
- [14] 吕祥伟.制造业集聚与企业绿色全要素生产率:理论分析与

- 经验证据[J]. 统计与决策, 2022, 38(23): 126-131. LÜ X W. Manufacturing agglomeration and enterprise green total factor productivity: theoretical analysis and empirical evidence [J]. Statistics & decision, 2022, 38(23): 126-131 (in Chinese).
- [15] WILLIAMSON J G. Regional inequality and the process of national development: a description of the patterns [J]. Economic development and cultural change, 1965, 13(4): 1-84.
- [16] 章屹祯, 曹卫东. 产业集聚、环境规制对城市建设用地绿色效率的空间效应[J]. 地理科学, 2023, 43(10): 1729-1739. ZHANG Y Z, CAO W D. Spatial effects of industrial agglomeration and environmental regulation on the green efficiency of urban construction land [J]. Scientia geographica sinica, 2023, 43(10): 1729-1739 (in Chinese with English abstract).
- [17] WANG Y, ZHANG A L, MIN M, et al. Research on the effect of manufacturing agglomeration on green use efficiency of industrial land [J/OL]. International journal of environmental research and public health, 2023, 20(2): 1575 [2024-07-01]. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021575>.
- [18] 李晓静, 郝建花, 蔡音飞, 等. 黄河流域资源型城市城镇化和产业协同集聚对土地利用效率的影响[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2023, 59(4): 681-694. LI X J, HAO J H, CAI Y F, et al. Impact of urbanization and industrial collaborative agglomeration on land use efficiency of resource-based cities in the Yellow River Basin, China [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2023, 59(4): 681-694 (in Chinese with English abstract).
- [19] 包健, 郭宝祺. 异质性环境规制对区域生态效率的影响研究[J]. 干旱区资源与环境, 2022, 36(2): 25-30. BAO J, GUO B Q. Influence of heterogeneous environmental regulation on regional ecological efficiency [J]. Journal of arid land resources and environment, 2022, 36(2): 25-30 (in Chinese with English abstract).
- [20] 徐志雄, 徐维祥, 刘程军. 环境规制对土地绿色利用效率的影响[J]. 中国土地科学, 2021, 35(8): 87-95. XU Z X, XU W X, LIU C J. Impact of environmental regulation on the efficiency of green land use [J]. China land science, 2021, 35(8): 87-95 (in Chinese with English abstract).
- [21] 周咏馨, 姚旗龙, 储成楠, 等. 环境规制对长三角城市工业用地高效低碳利用协同效应的影响[J]. 中国土地科学, 2022, 36(12): 128-137. ZHOU Y X, YAO Q L, CHU C N, et al. The impact of environmental regulation on the synergistic effect of high-efficiency and low-carbon utilization level of industrial land: taking the Yangtze River Delta cities as an example [J]. China land science, 2022, 36(12): 128-137 (in Chinese with English abstract).
- [22] 卢新海, 陶向前, 匡兵, 等. 环保考核、政府环境注意力与城市土地绿色利用效率[J]. 中国土地科学, 2023, 37(8): 104-112. LU X H, TAO X Q, KUANG B, et al. Environmental assessment, environmental attention of government and green utilization efficiency of urban land [J]. China land science, 2023, 37(8): 104-112 (in Chinese with English abstract).
- [23] 吴磊, 贾晓燕, 吴超, 等. 异质型环境规制对中国绿色全要素生产率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(10): 82-92. WU L, JIA X Y, WU C, et al. Impact of heterogeneous environmental regulations on green total factor productivity [J]. China population resources and environment, 2020, 30(10): 82-92 (in Chinese with English abstract).
- [24] 秦炳涛, 葛力铭. 相对环境规制、高污染产业转移与污染集聚[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(12): 52-62. QIN B T, GE L M. Relative environmental regulation, transfer of highly polluting industries and pollution agglomeration [J]. China population resources and environment, 2018, 28(12): 52-62 (in Chinese with English abstract).
- [25] SINN H W. Public policies against global warming: a supply side approach [J]. International tax and public finance, 2008, 15(4): 360-394.
- [26] LANOIE P, LAURENT-LUCCHETTI J, JOHNSTONE N, et al. Environmental policy, innovation and performance: new insights on the porter hypothesis [J]. Journal of economics & management strategy, 2011, 20(3): 803-842.
- [27] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship [J]. Journal of economic perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [28] LANJOUW J O, MODY A. Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology [J]. Research policy, 1996, 25(4): 549-571.
- [29] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference [J]. Journal of econometrics, 1999, 93(2): 345-368.
- [30] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European journal of operational research, 2001, 130(3): 498-509.
- [31] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000 [J]. 经济研究, 2004, 39(10): 35-44. ZHANG J, WU G Y, ZHANG J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952-2000 [J]. Economic research journal, 2004, 39(10): 35-44 (in Chinese with English abstract).

Effects of manufacturing agglomeration on green utilization efficiency of industrial land in terms of environmental regulation

LIU Nannan, ZHAO Ke, PENG Kaili, LIU Jianling

College of Public Administration/Research Center for Natural Resources Management and Global Governance, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China

Abstract Improving the green utilization efficiency of industrial land is an important way to achieve sustainable land use and development of industrial economy with high-quality, and the agglomeration of manufacturing (AGG) industry is an important factor affecting the green utilization efficiency of industrial land (EIL). The panel data from 30 provinces in China from 2000 to 2019 were used to study the mechanism and effects of manufacturing agglomeration (AGG) on the green utilization efficiency of industrial land (EIL) from the perspective of environmental regulation (ER). The results showed that the green utilization efficiency of industrial land (EIL) in China from 2000 to 2019 had a trend of steady increase followed by rapid growth, with an average annual growth rate of 2.942%. The green utilization efficiency of industrial land (EIL) in the eastern region of China remained higher than that in the central and western regions of China, with an average annual growth rate of 4.993% and 1.061%, respectively. The effects of manufacturing agglomeration (AGG) on the green utilization efficiency of industrial land (EIL) had a threshold characteristic with the changes in the intensity of environmental regulation (ER). There was a U-shaped relationship between the manufacturing agglomeration (AGG) and the green utilization efficiency of industrial land (EIL) with the increase of the intensity of environmental regulation (ER). It was found from heterogeneity analyses that the negative effect of AGG on EIL gradually weakened with the improvement in the level of ER from 2000 to 2009, and had a negative to positive trend from 2010 to 2019. Voluntary ER was the first to generate a threshold effect, while market-oriented and command-and-control types of ER were observed to manifest at a higher level of ER. It is indicated that the differentiated policies for environmental regulation (ER) should be formulated to upgrade the industrial structure of manufacturing industry and the green utilization of industrial land.

Keywords environmental regulation (ER); manufacturing agglomeration (AGG); industrial land; green utilization efficiency; threshold effect

(责任编辑:边书京)