制造业集聚对绿色创新效率的影响研究

——基于面板门槛效应模型

杨曼[[1]](#footnote-1)[[2]](#footnote-2) 谭黎阳[[3]](#footnote-3)

摘要：在我国经济由高速发展转向高质量发展的今天，绿色创新效率成为衡量地区经济发展的重要指标，制造业集聚作为地方产业发展的重要模式，对绿色创新效率的影响不容忽视。本文采用全国 30 个省市 2008-2017 年的面板数据，运用门槛效应模型从全国层面和地区层面分析了制造业集聚对绿色创新效率的影响。结果显示，制造业集聚对绿色创新效率的影响存在门槛效应，全国层面制造业集聚对绿色创新效率的影响呈现“U”型，东部地区的制造业集聚对绿色创新效率影响为倒“U”型，到达较高的集聚门槛值后，制造业集聚的提升反向抑制绿色创新效率，有一定的集聚度提升瓶颈；中部地区制造业集聚对绿色创新效率影响存在反向抑制作用，且随着集聚度的提升，抑制作用进一步提升；西部地区制造业集聚对绿色创新效率显著正向影响，且随着集聚度的提升，促进作用进一步提升。因此本文建议各区域政府应该根据当地的制造业集聚对绿色创新效率的门槛效应情况因地制宜，制定差异化的政策促进当地绿色创新效率的提升。

关键词：制造业集聚；绿色创新效率；门槛效应模型

# **1** 引言

随着工业化进程的推进，中国经济呈现出新常态，整体增长速度放缓，在国家战略日益规范的环境和能源约束下，想要维持经济的高速稳定增长，产业发展必须由粗放式转向集约式增长，逐步淘汰原来不符合产业发展趋势的高耗能产业，逐渐向依靠技术进步和绿色创新的经济增长模式转变。同时研究表明，集聚区内可以共用基础设施降低能源消耗、提升能源效率，同时制造业集聚加剧了同类产业的竞争，集聚区企业通过兼并重组改变数量和规模，化解产能过剩和资源利用效率低效的问题，有力的促进了整个区域的绿色创新效率的提升。 《中国制造 2025》提出重点行业单位工业增加值消耗、物耗及污染物排放达到世界先

进水平的战略目标。制造业作为国家战略转型的重中之重，担任着重要的转型和引领任务。制造业集聚一方面通过规模效应节约了制造成本与生产成本等方式，实现了资源的有效配置，推动了我国的节能减排进程，人才的大量汇集也促进了当地的技术创新；另一方面，制造业集聚扩大了城市规模，同时大量人口汇集增加消费总量，大量资源消耗性企业集群也提升了地区污染物排放量，对当地环境产生难以估计和控制的影响。地区政府如何控制和考量当地制造业集聚发展状况，从而提升当地绿色创新转型就成为一个值得探讨的议题，深入探讨制造业集聚对地区绿色创新的转型的具体影响就显得尤为必要。

本文利用中国大陆 30 个城市（除西藏）2008—2017 年的面板数据，在理论

分析和实证研究的两方面，着重从全国和分区域探讨了制造业集聚对绿色创新效率的影响；同时由于我国区域发展不平衡现象较为严重，在面对不同类型的集聚模式时，各地区又该如何规划以提高自身的绿色创新效率，这些问题都将在本文中进一步探讨和思考并根据研究结论提出政策建议，以期望为相关部门提供决策参考。

# **2** 文献综述与机理分析

**2.1** 文献综述

近年来由于地区粗放型发展模式引发的资源与环境压力，使得绿色创新效率提升问题引起了专家学者的关注，绿色创新是指创新向资源节约与环境保护、经济发展与生态环境相协调的方向转变，以提高生态经济综合效益。目前研究绿色创新效率的文献并不多见，相关研究主要集中在对绿色创新效率的测度和影响因素的研究两个方面[1] [2] [3] 。已有文献关于创新效率的测量与评价方法最常用的有两种：一种是参数方法，以随机前沿分析（SFA）为代表，另一种是非参数的数据包络分析（DEA）。曹霞（2015） 等运用 SFA 模型测算中国东中西三大区域创新效率[4];余淑均（2017） 运用超效率 DEA 模型测算长江经济带 38 个城市的绿色创新效率，并分析环境规制对绿色创新效率的影响，发现环境规制可以在一定程度上促进长江经济带绿色创新效率的提升，且异质性的环境规制模式对区域绿色创新效率的影响存在差异[5];李雪松（2019）构建了超效率 DEA-SBM 模型，分别测算了中国不同区域传统型、创新型绿色发展效率以及绿色全要素生产率，并对影响创新型绿色发展效率的影响因素进行了实证分析，研究结果表明各区域经济发展水平、城镇化水平、FDI 和与绿色创新效率正相关，而产业结构和环境规制起到了负向作用[6];吴传清（2019）针对装备制造业绿色创新效率进行研究，同时证明了研发投入强度、能源消耗正向影响绿色创新效率，城市化水平、环境规制则产生负向影响[7]。

在产业集聚对绿色创新效率影响的研究中，早期学者认为两者之间存在正相关性，产业集聚能够通过规模经济、基础设施与要素共享、信息知识与技术溢出发挥正外部性，推动知识信息交流学习和能源效率提升，促进绿色创新效率提升。早期研究中，Marshall（1920）率先发现了产业集聚与创新之间的联系，并提出了产业集聚引发的技术外部性现象，他发现产业集聚于特定地区有利于新主意、新知识和新技能在企业之间的传播和应用，因为信息在当地流动远比远距离流动更为容易[8]；Arrow（1962）和 Romer（1986）进一步提炼了 Marshall 的研究，指出同一产业的地理集中有助于企业间的知识或技术溢出从而促进区域创新[9][10]；陈林生（2005）提出产业集群为区域创新体系提供了创新网络，产业集群有利于知识扩散、企业合作、创新人才的集聚及创新能力的提高[11]；毕克新等（2017）认为产业集群升级为低碳技术的扩散提供了良好的环境，实现了集聚区制造业向低碳经济转型升级，进而提升地区绿色低碳创新效率[12]。

另外一些学者从企业竞争和环境角度出发，提出过度的产业集聚会造成拥挤效应和环境污染等负面效应，使得其在一定程度上抑制了绿色创新效率。Steven Brakman（2001）首次将拥挤度（Congestion）引入地理经济学模型，证明了过度的产业集聚所带来的“拥挤效应” 会改变经济活动的均衡分布，在集聚区域内产生外部不经济，进而抑制创新效率的提升[13]；杨仁发（2015）提出随着产业集聚式发展，制造业产业规模也在加速扩张，大规模的生产制造可能导致环境质量的恶化同时造成了集聚区内的能源消耗水平提升[14]。

也有学者认为两者之间并非简单的线性关系，从典型行业、产业集聚模式和长期变化角度入手进行分析[15][16][17]。刘耀彬等（2017）运用系统广义矩方法，实证检验文化产业集聚对绿色经济效率呈现先抑制后促进的Ｕ型非线性关系[18];陈劲等（2013）从产业集聚的异质性角度出发，发现在产业集聚程度较低时，专业化集聚有利于创新，多样化集聚抑制创新，产业集聚程度较高时恰恰相反[19];闫逢柱（2011）研究表明产业集聚发展初期有利于改善环境污染，产业集聚发展成熟的中后期的由于很难确定环境外部性效应，与环境污染之间不存在相关关系[20]；

通过梳理文献，发现针对产业集聚对绿色创新的已有研究中，缺乏对二三产业的具体分析，且各地区产业分布差异很大，针对当地的发展需求侧重点也有很大不同，不能一概而论；另外制造业集聚作为我国经济集聚的主体，其发展是否符合当下地区绿色转型的发展要求，以及在不同地区中的适应情况都需要进一步的分析。本文将侧重点放在制造业集聚，一方面是因为制造业是国家战略推进工作的重中之重，立足于此对绿色创新效率进行分析可以为地区的发展提出更加有建设性的意见。

**2.2** 机理分析及研究假设

**2.2.1** 制造业集聚对绿色创新效率的正向影响机理

根据集聚经济理论，本文发现制造业集聚对绿色创新效率的影响依赖于集聚产生的多种效应。（1）知识溢出效应。制造业集聚拉近了制造业上下游企业的距离，有利于行业信息的传播和人才的交流学习，清洁技术等新技术可以迅速在行业普及使用，有利于提升地区的绿色创新效率。（2）规模经济效应。制造业集聚区汇集了大量同行业人才、资源和技术，上下游之间的分工协作更加便捷，降低了中间投入品的消耗和人才的培训成本，集聚区规模化的行业市场为绿色创新效率提升提供了技术和物质条件。（3）竞争效应。随着集聚区的建设逐步成熟，同质性企业的竞争不断加剧，竞争淘汰了落后技术同时推动了新技术的革新，更符合国家发展战略的绿色企业会成为行业标兵引领集聚区的绿色转型升级。

**2.2.2** 制造业集聚对绿色创新效率的负向影响机理

（1）环境污染。在集聚区建设初期地方政府对其规范较少，制造业集聚会汇集较多的污染企业带来环境污染，初期集聚区的建设并不完善，污染企业的入驻对当地环境造成负面影响，同时容易吸引进行污染转移的外资进入，缺乏政府引导和质量监督的外资引入使得一部分地区出现了“污染避难所”现象，严重抑制了绿色创新效率的提升。制造业集聚度到达某成熟的“门槛值”后，整体的运转成本下降，行业先进技术和人才集中，推动了绿色创新技术的传播和学习，提升了绿色创新效率。（2）资源消耗。制造业集聚初期未能形成产业集聚尤其是制造业集聚会带来大量的人口汇集，人口带动地区的消费水平也提高了资源消耗，抑制了地区绿色创新效率的提升；随着集聚水平的提高，企业实现了能源的集中利用，资源消耗开始下降，同时制造业企业的聚集也减轻了政府的规制负担，更容易实现资源消耗规范化政策的推进，此时制造业集聚水平的提高促进绿色创新效率的提升；而当集聚区企业出现过饱和现象时，制造企业争夺资源，人才和技术的流动率加强，不良竞争也提升了一部分关键资源的价格，提升了企业的创新成本，抑制地区绿色创新效率的提升。

综上所述，制造业集聚与绿色创新效率之间并非简单的线性关系，制造业集聚水平过低时，资源配置不完善，污染治理不到位，先进环保技术传播不到位，都会抑制绿色创新效率的提升；到达门槛值后，资源配置的完善和集聚区监管治理水平的不断提升，使得绿色创新效率随着制造业集聚程度的提升逐渐加强；制造业集聚后期可能出现企业集聚过饱和现象，可能会因为“拥挤效应”破坏集聚区内制造业企业形成的生态平衡，再次抑制绿色创新效率的提升。

基于以上分析，本文提出如下假设：

𝐻1： 制造业集聚与绿色创新效率间呈现复杂的非线性关系，集聚水平到达某“门槛值” 时，制造业集聚才会对绿色创新效率呈现正向影响。

𝐻2：制造业集聚至少存在一个门槛值，制造业集聚水平过低和过高时，都会抑制绿色创新效率的提升。

**3.1** 模型设定

由于各个地区的制造业集聚水平存在较大的差异，为了更好的在区域层面上了解制造业集聚对绿色创新效率的影响，本文设定门槛模型来分析区域的具体情况，所有变量均进行对数化处理。

𝑙𝑛𝑖𝑛𝑛𝑜𝑖,𝑡 =𝜇+𝛽1𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡(𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡 <𝛾1)+𝛽2𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡(𝛾1 <𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡 <𝛾2)

+𝛽3𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡(𝛾2 <𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡 <𝛾3)+⋯

+𝛽𝑛𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡(𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙𝑖,𝑡 >𝛾𝑛)+𝜑𝑙𝑛𝑋𝑖,𝑡 +𝜀𝑖,𝑡

（1）其中，表示绿色创新效率，表示制造业集聚水平，为控制变量。考虑到产业集聚的综合影响程度以及已有研究，本文选取人力资本水平（）、环境规制强度（）、对外开放程度（）、产业结构指数（）作为其他控制变量，为常数项，为随机误差项，为区域下标，为时间下标。

**3.2** 变量选取及说明

**3.2.1** 被解释变量

绿色创新效率（）：本文利用 Tone[21]提出的非角度、非径向的 DEA-SBM 模型来衡量绿色创新效率，优化了投入和产出的松弛问题，同时添加了非期望产出使得效率测量更为切合指标要求。包含非期望产出的 DEA-SBM 模型的计算表达式为：

 （2）

 （3）



P 表示绿色创新效率值，。,，分别代表投入、期望产出和非期望产出

值，代表投入产出权重。，，分别代表投入、期望产出和非期望产出的松弛变量。若，，且，则说明被评价单元有效且为强有效，，则说明存在效率损失。

投入变量：劳动和资本是创新效率衡量中的基本要素，本文分别选择规模以上工业企业 R&D 人员数量和工业企业 R&D 经费内部支出来衡量创新中人力和资本的投入。工业企业 R&D 人员数量可以准确反映地区创新人员的投入情况，工业企业 R&D 经费内部支出衡量地区对创新活动的重视程度。同时绿色创新效率的测量考虑节能减排，能源消耗量是衡量地区绿色创新能源节约的重要一项，本文采用折合成标准煤的能源消耗总量作为能源投入。

期望产出变量：本文采用了工业企业新产品销售收入和工业企业发明专利申请数作为期望产出指标，发明专利申请数衡量了地区创新成果的产出情况，新产品收入体现了地区工业部门创新创业成果的转化能力和生产部门的创新产出水平。

非期望产出指标：绿色创新效率的衡量考虑环境效益，地区的环境污染主要体现在工业三废的排放中，本文借鉴韩晶的方法，将工业废水、废气和固体废物按照 0.42、0.35 和 0.23 的比例加权衡量地区的环境污染产出。

评价指标体系的选用变量如表 1 所示，

表 1 绿色创新效率评价指标体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标类别  | 指标名称  | 指标定义  |
| 投入指标  | 劳动投入  | 工业企业R&D人员数量  |
| 资本投入  | 工业企业R&D经费内部支出  |
|   | 能源投入  | 折合为标准煤的能源消耗总量  |

期望产出指标 新产品产出 工业企业新产品销售收入 发明专利产出 工业企业发明专利申请数非期望产出指标 环境污染产出 工业固体废物排放量工业二氧化硫排放量

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 工业废水排放总量  |

**3.2.2** 核心解释变量

制造业集聚（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙）：采用区位熵指数法可衡量地理单位上行业的集聚程度，本文采用此方法进行衡量，该值越大，说明相对于全国其他地区，某产业在该地区内的发展更加成熟、更具规模优势。具体计算公式如下：

 （4）

其中，𝐸表示就业人数，𝑖表示省份，𝑚表示制造业， 𝑘表示全国范围。

**3.2.3** 控制变量

环境规制强度（𝑒𝑟）。近年来环境规制政策逐步规范和加强，行政监管迫使企业整改污染相关的部门，并提升污染治理的费用支出，制造业集聚区由于污染企业汇集，必然会作为环境规制重点加强监管，从而有利于减少集聚区环境污染。适当的环境规制也可以促使企业采用清洁技术来改进生产程序，从而提升企业的绿色创新效率，推动整个产业的绿色转型。另一方面，也有相关研究指出企业加大环境治理支出削减了研发投入，对企业的创新效率产生了抑制。本文采用地区工业污染治理完成投资与地区工业增加值的比值来表示地区的环境规制强度。

对外开放水平（𝑜𝑝𝑒𝑛）。随着市场开放程度的提升，外商投资成为区域创新的重要资金支持，外商投资不仅带来了资金，也为企业带来了先进的技术，极大提升了地区的创新能力。另一方面，近年来的“污染避难所”现象的出现也警示着外商投资的副作用，部分投资以规制逃避的目的将被投资国作为了法外之地，反而加重了这些地区的污染程度，抑制了绿色创新效率。本文采用地区进出口总额与 GDP 比值来衡量地区对外开放程度。

人力资本发展水平（ℎ𝑐）。人力资本水平是绿色创新效率提升的关键，一方面人才在企业中参与生产工艺的改良和创新，通过自身研发和外部引进绿色清洁技术来提升企业的绿色创新效率，另一方面，人才通过提升地区民众的环保意识，来推动地区绿色创新的逐步推进。本文用各省份就业人员的平均受教育年限来衡量，将各省份就业人员的受教育程度层次及对应年限分别设定为：分为文盲 0 年、小学 6 年、初中 9 年、高中 12 年、大专及以上 16 年，以各受教育层次的就业人员在所有就业人员中所占比重为权重，通过加权算数平均得到各省的人力资本水平。

产业结构指数（𝑠𝑡𝑟）。第三产业具有知识密集性、技术密集性的特点，理论上层次更高的产业机构越可以提高优越的创新平台和环境条件。地区生产性服务业的支持更是对制造业的人才输送、信息咨询、金融支持等起到了升级转型的机会，完善的第三产业发展为地区注入了创新的活力，有利于地区利用知识信息网络促进当地的技术进步和创新效率提升。本文采用地区第三产业产值占总产值的比例来表示产业机构指数。

**3.2.4** 数据说明

本文选取中国内地除西藏以外 30 个城市的样本数据，考察期为 2008 年-2017 年，原始数据来源于 2008-2017 年的《中国环境统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《中国人口和就业统计年鉴》。

# **4.** 绿色创新效率效率测度与门槛效应模型回归分析

**4.1**

全国及各区域

绿色创新效率分析

图

1

全国及各区域绿色创新效率比较

0.00000

0.20000

0.40000

0.60000

0.80000

1.00000

1.20000

2008

2009

2010

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

全国及各区域

**绿色创新效率对比图**

全国

东部

中部

西部

从图中可以看出，全国各省市绿色创新效率变化较为平缓，从 2008 年-2017 年处于缓慢上升的状态。由于我国幅员辽阔，地区差异性极大，我将全国 30 个省市划分为 3 个区域来比较其绿色创新效率水平，从图中可以看出，东部区域处于缓慢上升阶段，虽然幅度变化较小，但一直处于较高的绿色创新效率水平，东部区域多为经济发达省市，创新投入水平高，绿色环保意识也一直领先于国内省市，因而绿色创新效率水平一直处于领先位置，西部和中部地区的绿色创新效率水平低于全国平均水平，一方面是因为国家战略调整，将污染产业逐步从东部地区向中西部地区过渡，中部地区由于良好的工业发展基础承载了大量制造业企业，高能耗产业的聚集使得西部区域的绿色创新效率水平难以在短期内有较大提升；西部地区虽然持续低于全国平均水平，但是有较大的提升，得益于国家战略扶持引进创新技术，再依托当地良好的环境水平和较小的开发力度，绿色创新效率一直在稳步提升。

**4.2** 门槛效应模型回归及结果分析

**4.2.1** 全国层面整体回归及结果分析

本文采用 stata 软件，首先进行门槛存在性和门槛个数的检验，利用 Hansen 提出的自抽样法对门槛是否存在进行检验，得出的 F 统计量和 P 值如下：

表 2 门槛存在性检验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型  | F值  | P值  | BS次数  |  | 临界值  |  |
| 1%  | 5%  | 10%  |
| 单一门槛  | 7.01  | 0.5433  | 300  | 27.9568  | 18.2629  | 15.8228  |
| 双重门槛  | 14.49 \*  | 0.0733  | 300  | 22.0605  | 17.7176  | 13.2023  |

注： \*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的水平下显著

通过表 2 发现单一门槛不显著，双重门槛显著，自抽样值 F 为 18.88，在 10%置信水平

下显著，因此本文基于双门槛模型进行实证分析。

表 3 门槛值和置信区间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验  | 估计值  | 95%的置信区间  |
| 门槛值1  | -0.6041  | [-0.6187, -0.5907]  |
| 门槛值2  | 0.2354  | [0.0577,0.2410]  |

本文门槛效应中采用的变量对数进行回归，经过对数处理的门槛值 1 为-0.6041，95%的置信区间为[-0.6187, -0.5907]，变量经过还原门槛值为 0.5465，95%的置信区间为 [0.5386,0.5539]。经过对数处理的门槛值 2 为 0.2354，95%的置信区间为[0.0577,0.2410]，变量经过还原门槛值为 1.2654，95%的置信区间为[1.0593,1.2725]。

表 4 2017 年处于各省份制造业集聚水平分布

|  |  |
| --- | --- |
| 制造业集聚程度  | 省份  |
| 较高水平（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙>1.2654）  | 无  |
| 中等水平（0.5465<𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<1.2654）  | 天津、河北、陕西、辽宁、吉林、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、湖北、湖南、广东、海南、重庆、贵州、陕西、青海、宁夏  |
| 较低水平（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<0.5465）  | 北京、内蒙古、黑龙江、广西、四川、云南、甘肃、新疆  |

根据门槛值将我国各省制造业集聚水平分为较低水平发展（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<0.5465）、中等发展水平（0.5465<𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<1.2654）和较高水平发展（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙>1.2654）三个区间。由表 4 可以看出，我国大多数省份处于中等水平的制造业集聚阶段，少部分省市处于较低集聚水平，暂时还没有省市自治区达到较高集聚水平。

表 5 门槛面板模型变量系数统计结果

变量

参数估计值

t

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

>

0

.

2354

0.0705838

0.60

−

0

.

6041

<

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

0

.

2354

-

0.5975114

\*\*\*

-

3.19

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

−

0

.

6041

-

0.2529042

\*\*

-

2.56

𝑙𝑛

ℎ

𝑐

1.081696

\*\*\*

2.82

𝑙𝑛𝑜𝑝𝑒𝑛

0.1373853

\*\*\*

2.81

𝑙𝑛𝑠𝑡𝑟

0.4087809

\*\*

2.71

𝑙𝑛𝑒𝑟

0.0242721

0.79

注：\*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的水平下显著。

结合表 5 可知，当制造业集聚（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<0.5465）处于较低水平时，回归系数为--0.2529042，并通过 5%的显著性检验，此时，制造业集聚的提升抑制了绿色创新效率。当制造业集聚（0.5465<𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<1.2654）处于中等水平，回归系数变为-0.5975114，并通过了

1%的显著性水平检验，此时制造业集聚反向抑制绿色创新效率的提升；当制造业集聚（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙>1.2654）处于较高水平，回归系数为 0.0705838，未通过显著性检验，制造业集聚对绿色创新效率的正向促进作用不明显。综合上述可知，这与本文的假设一致，说明制造业的集聚存在一定的门槛阈值，低水平的集聚难以发挥规模经济优势，企业难以享受到知识溢出和产业链协同的红利，且为地区带来了环境污染和能源消耗，通过提升制造业集聚程度，充分发挥技术外部性和资金外部性优势，才可达到正向促进绿色创新效率的作用。

从控制变量看，地区开放水平、产业结构指数、人力资本对绿色创新效率的影响为正，

但也可以看出，地区开放水平的系数偏小，尽管起到了促进作用，但是影响十分有限，说明近年来外商投资没有与当地的发展有良好的融合发展，政府部门的缺乏资金引导和外商投资中的逃避监管现象没有发挥资金的创新提升作用。人力资本水平的系数显著为正，且影响程度很高，进一步验证了地区教育发展水平对于地区创新发展和绿色转型的重要性。环境规制强度在模型中的作用为正，但是系数很小，且未通过显著性检验，说明其对绿色创新效率的影响作用很弱，出现这样的结果可能是我国的环境规制处于刚刚起步的阶段，发挥的作用还十分有限。

**4.2.2** 东部地区门槛回归模型的实证检验结果表 6 门槛存在性检验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型  | F值  | P值  | BS次数  |  | 临界值  |  |
| 1%  | 5%  | 10%  |
| 单一门槛  | 11.84  | 0.1900  | 300  | 23.8066  | 20.3036  | 14.8465  |
| 双重门槛  | 28.58\*\*  | 0.0267  | 300  | 33.8448  | 23.8382  | 16.7992  |

注： \*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的水平下显著

通过表 6 发现单一门槛不显著，双重门槛不显著，因此本文基于双门槛模型进行实证分析。

表 7 门槛值和置信区间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验  | 估计值  | 95%的置信区间  |
| 东部门槛值1  | -0.3159  | [-0.6198,-0.0606]  |
| 东部门槛值2  | 0.1587  | [0.1541,0.1644]  |

本文门槛效应中采用的变量对数进行回归，经过对数处理的东部门槛值 1 为-0.3159， 95%的置信区间为[-0.6198,-0.0606]，变量经过还原门槛值为 0.7291，置信区间[0.5380,0.5455]; 经过对数处理的东部门槛值 2 为 0.1587，95%的置信区间为[0.1541,0.1644]，变量经过还原门槛值为 1.1719，置信区间[1.1661,1.1786]。

表

8

门槛面板模型变量系数统计结果

变量

参数估计值

t

统计值

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

>

0

.

1587

-

0.0346216

-

1.01

−

0

.

3159

<

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

0

.

1587

0.395432

\*\*\*

3.46

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

−

0

.

3159

0.0715086

\*\*

2.84

𝑙𝑛

ℎ

𝑐

-

0.3385726

-

1.23

𝑙𝑛𝑜𝑝𝑒𝑛

-

0.0948137

\*

-

2.14

𝑙𝑛𝑠𝑡𝑟

-

0.3144218

\*\*

-

2.33

𝑙𝑛𝑒𝑟

-

0.0010351

-

0.17

从表 8 的门槛回归结果来看，东部地区的制造业集聚对绿色创新效率影响为倒“U”型，到达较高的集聚门槛值后，制造业集聚的提升反向抑制绿色创新效率。当东部地区的制造业集聚水平（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙<0.7291），系数为 0.0715086，在置信水平 5%的水平下正向作用显著；当制造业集聚水平（0.7291 < 𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙 < 1.1719），系数为 0.395432，在置信水平 1%的水平下正向作用显著；当制造业集聚水平（𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙>1.1719），系数为-0.0346216，反向抑制作用不显著。结果符合本文的预期假设，从门槛效应的不同阶段可看出，随着制造业集聚水平的提高，对绿色创新效率由正向作用转为负向作用，说明东部地区制造业集聚存在瓶颈，过度集聚时“拥挤效应”开始出现，同质化企业对紧缺资源进行恶性竞争，削弱正向约束作用受到限制，同时在长期内，同样一群人的集聚，有知识同化的倾向，所以时间将削弱知识外部性[22]，通过调整制造业集聚区的产业结构和实施创新驱动战略，提高制造业集聚门槛值，长久发挥制造业集聚对绿色创新效率提升的正向作用。

控制变量中开放水平和产业结构指数显著负向作用于绿色创新效率，原因可能是东部地区生产性服务业集聚水平过高，在一定程度上与制造业竞争集聚空间，而东部地区由于临海位置，制造业集聚区也可能最先受到外资污染转移效应的影响，外商投资目的与当地绿色转型的战略有冲突，不利于当地绿色创新效率的提升。

**4.2.3** 中部地区门槛回归模型的实证检验结果表 9 门槛存在性检验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型  | F值  | P值  | BS次数  |  | 临界值  |  |
| 1%  | 5%  | 10%  |
| 单一门槛  | 15.44\*\*  | 0.0367  | 300  | 22.2344  | 12.5082  | 11.2943  |
| 双重门槛  | 5.86  | 0.4067  | 300  | 26.8954  | 15.8893  | 12.1388  |

注： \*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的水平下显著

通过表 9 发现单一门槛在 5%的显著性水平显著，双重门槛不显著，因此本文基于单门槛模型进行实证分析。

表 10 门槛值和置信区间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验  | 估计值  | 95%的置信区间  |
| 门槛值  | -0.5739  | [-0.5973，-0.4963]  |

本文门槛效应中采用的变量对数进行回归，经过对数处理的门槛值为-0.5739，95%的置

信区间为[-0.5973，-0.4963]，变量经过还原门槛值为 0.5633，置信区间为[0.5502，0.6088]。

表

11

门槛面板模型变量系数统计结果

变量

参数估计值

t

统计值

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

>

−

0

.

5739

-

1.225474

\*\*

-

1.39

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

−

0

.

5739

-

0.3417265

-

2.42

𝑙𝑛

ℎ

𝑐

-

2.316157

-

1.14

𝑙𝑛𝑜𝑝𝑒𝑛

0.1291865

1.94

𝑙𝑛𝑠𝑡𝑟

0.3123224

\*

1.17

𝑙𝑛𝑒𝑟

0.9447681

\*

2.04

从表 11 的门槛回归结果看来，中部地区制造业集聚对绿色创新效率影响存在反向抑制作用，当地区制造业集聚水平低于 0.5633 时，回归系数为-0.3417265，对地区绿色创新效率的正向影响不显著；当地区制造业集聚水平高于 0.5633 时，回归系数为-1.225474，对地区绿色创新效率的影响在 5%的水平上显著为负，且随着集聚度的提升，抑制作用进一步提升。可能是中部地区承担了近年来污染产业内地转移的重任，转移至中部地区的多为劳动密集型的中低端制造业和组装企业，清洁生产技术使用率低和治污设备不完善，使得污染效应大于集聚区的创新效率提升水平。

从控制变量来看人力资本水平对绿色创新效率的影响为负，中部地区吸纳的中低端制造业多为劳动密集型，高水平高技术人才引进不足，低学历人群占到了的绝大数量，制造业集聚加重了人才的汇集，消费水平上升也增加了资源消耗，使得人力资本水平升高反而对绿色创新效率的提升起到了反作用。产业结构指数和环境规制对绿色创新效率的作用显著为正，说明中部地区的制造业集聚区在服务业尤其是生产性服务业的助力下，可以朝着更加更加清洁环保和高效资源配置的方向发展，是未来中部地区提高制造业集聚质量的一条路径，同时制造业集聚区有利于政府集中对不清洁的生产加工企业进行环境规制，使得政策推进更加便捷和有效，从而正向促进绿色创新效率的提升。

**4.2.4** 西部地区门槛回归模型的实证检验结果

表 12 门槛存在性检验

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 模型  | F值  | P值  | BS次数  |  | 临界值  |  |
| 1%  | 5%  | 10%  |
| 单一门槛  | 11.06\*  | 0.1060  | 300  | 18.9805  | 13.9650  | 12.077  |

注： \*\*\*、\*\*、\*分别代表 1%、5%、10%的水平下显著

通过表 9 发现单一门槛在 10%的显著性水平显著，自抽样 F 值为 11.06，因此本文基于单门槛模型进行实证分析。

表 13 门槛值和置信区间

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验  | 估计值  | 95%的置信区间  |
| 门槛值  | -0.4808  | [-0.5119，-0.4761]  |

本文门槛效应中采用的变量对数进行回归，经过对数处理的门槛值为-0.4808，95%的置

信区间为[-0.5119，-0.4761]，变量经过还原门槛值为 0.6182，置信区间为[0.5994，0.6212]。

表

14

门槛面板模型变量系数统计结果

变量

参数估计值

t

统计值

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

>

−

0

.

4808

0.647767

\*\*

2.37

𝑙𝑛𝑚𝑎𝑔𝑔𝑙

<

−

0

.

4808

0.2014657

\*\*\*

2.61

𝑙𝑛

ℎ

𝑐

1.73235

\*\*

2.73

𝑙𝑛𝑜𝑝𝑒𝑛

0.2414706

\*

2.16

𝑙𝑛𝑠𝑡𝑟

0.4293816

1.79

𝑙𝑛𝑒𝑟

0.0156074

0.31

从表 14 的门槛回归结果看来，西部地区的制造业集聚对绿色创新效率为显著正向关系，当地区制造业集聚水平低于 0.6182 时，回归系数为 0.2014657，对地区绿色创新效率的影响在 1%的水平上显著为正；当地区制造业集聚水平高于 0.6182 时，回归系数为 0.647767，对地区绿色创新效率的影响在 5%的水平上显著为正，且随着制造业集聚水平的提高，对绿色创新效率的正向影响增强。虽然西部地区的绿色创新效率仍处于全国较低水平，但近年来一直在稳步提升，西部地区利用国家政策优势吸纳了国内外的投资和部分产业转移， 西部大开发战略实施以来，西部制造业空间集聚增强，且高端制造业行业集中度高于低端制造业[23]，制度环境和外商投资为西部地区的绿色创新转型提供了助力。从控制变量来看人力资本水平对绿色创新效率的影响为正，西部的绿色转型发展离不开人才的助力，制造业集聚区的建设为外来人才提供了配套生活设施和技术学习平台，为西部绿色创新效率提升提供了人才保障；对外开放水平对绿色创新效率的影响为正，西部地区制造业集聚区的建设，使得当地的产业链企业联系更加紧密，规模经济效益、基础设施共享和技术溢出等红利降低了企业的生产成本，增强了当地企业的竞争力，在一带一路政策的助推下，进一步吸收了外商投资带来的先进技术和科学的管理经验，为绿色创新效率提供了技术支持和资金助力。

# **5** 主要结论及政策建议

本文利用全国 30 个省市 2008 年-2016 年的面板数据，运用门槛效应模型针对制造业集聚对绿色创新效率的影响进行了深入分析，主要结论如下：①从全国层面来看，验证了制造业集聚对绿色创新效率复杂非线性关系，并确定了制造业集聚的门槛值，目前我国绝大部分省市制造业集聚程度处于中低水平，对绿色创新效率的影响表现为“U”字型，存在双门槛特征，符合本文的预期假设；②从区域层面上看，制造业集聚水平在各区域对绿色创新效率的作用差异显著，东部地区表现为倒“U”型，随着制造业集聚水平的提高，对绿色创新效率的影响先正后负，中部区域表现为反向抑制作用，西部区域该影响则显著为正。③从控制变量来看，全国层面上人力资本、环境规制、产业结构指数和开放水平都正向影响绿色创新效率，而在不同区域水平上，根据区域的制造业发展程度和模式有所差异，各个控制变量的表现也显著不同，各区域应该结合自身的发展状况，对当地制造业集聚区实施差异性的发展策略。

基于以上分析，本文给出以下的政策建议：

1. 东部地区制造业集聚度提高存在瓶颈，应该在推进地区制造业集聚区的建设中把

握合理的增长速度和规模扩张，科学布局，引导集聚区企业合理竞争，优化内部产业结构，避免出现同质性企业集聚过度导致的恶性竞争现象，提高制造业集聚的门槛阈值。东部临海地区有得天独厚的外商投资条件，却没有正向促进当地绿色转型，在以后外资的引进不能只看资金，应该进行综合性的考核，注重先进技术的引进和学习，对于转移污染产业的外商投资应该严令禁止，把好质量关。

1. 中部地区应该控制制造业集聚区发展质量，首要任务应该利用国家政策的环境规制引导当地高污染高耗能企业的转型，利用环境规制的压力来倒逼当地中低端制造企业的技术研发和绿色转型，政府也应该通过宣传教育提升当地企业的环保意识，从各个方面营造绿色创新氛围和环境。并引入生产性服务业等知识密集型服务业来为当地制造业转型提供助力，人力资本水平在制造业集聚对绿色创新效率影响中产生了抑制作用，今后制造业集聚区中的人才引进要注重提升高技术人才的结构占比，高技术人才带来的清洁环保技术才是提升当地中低端制造业绿色转型的关键；（3）西部地区的制造业集聚对绿色创新效率影响显著为正，未来应继续推进制造业集聚区建设，提高制造业集聚程度，发挥规模经济的优势。西部人才引进仍旧是未来工作的重点，借助制造业集聚区的建设，完善当地的人才引进配套设施，让人才能走进来更能留下来，当地政府也应该进一步提升当地的教育发展质量，培养当地的高层次人才来促进地区绿色转型，实现自身的“造血”。同时把握一带一路等国家政策规划的机遇和挑战，进一步吸收外商投资带来的先进技术和科学的管理经验，为绿色创新效率提供技术支持和资金助力，注意吸收东部地区的外资引进经验， 谨慎筛选投资计划，从根源杜绝外商污染转移现象的出现。

参考文献

1. 陈景新 , 张月如 . 中国区域绿色创新效率及影响因素研究 [J]. 改革与战略,2018,34(06):72-79.
2. 韩晶,宋涛,陈超凡,曲歌. 基于绿色增长的中国区域创新效率研究[J].经济社会体制比较,2013(03):100-110.
3. 韩晶. 中国区域绿色创新效率研究[J].财经问题研究,2012(11):130-137.
4. 曹霞,于娟. 绿色低碳视角下中国区域创新效率研究[J].中国人口·资源与环境,2015,25(05):10-19.
5. 余淑均,李雪松,彭哲远. 环境规制模式与长江经济带绿色创新效率研究——基于 38 个城市的实证分析[J].江海学刊,2017(03):209-214.
6. 李雪松,曾宇航. 中国区域创新型绿色发展效率测度及其影响因素研究[J/OL].科技进步与对策:1-10[2019-12-28].
7. 吴传清,申雨琦.中国装备制造业集聚对绿色创新效率的影响效应研究[J].科技进步与对策,2019,36(05):54-63
8. ［英］ 马歇尔． 经济学原理［M］. 廉运杰 译．北京: 华夏出版社，2005．
9. Arrow. K. J. The Economic Implications of Learning by Doing·198· 科研管理 2010 年［J］．Review of Economic Studies，1962, ( 29) : 155-173
10. Romer. P. M．Increasing Return and Long-run Growth［J］. Journal of Political Economy ，1986( 94) : 1002-1037．
11. 陈林生. 以产业集群促进区域创新体系建设研究[J].经济问题探索,2005(04):108-110.
12. 毕克新、付珊娜、杨朝均、李妍：《制造业产业升级与低碳技术突破性创新互动关系研究》[J]，《中国软科学》2017 年第 12 期。
13. STEVEN BRAKMAN,ARRY G. and CHARLESVAN M. An Introduction to

Geographical Economics[M]. Cambridge University Press,2001.

1. 杨仁发 . 产业集聚能否改善中国环境污染 [J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(02):23-29.
2. 原毅军,郭然. 生产性服务业集聚、制造业集聚与技术创新——基于省级面板数据的实证研究[J].经济学家,2018(05):23-31.
3. 杨浩昌,李廉水,刘军. 高技术产业聚集对技术创新的影响及区域比较[J]. 科学学研究,2016,34(02):212-219.
4. 姜蕾. 医药制造业产业集聚对区域创新能力和绿色发展影响的研究[D]. 河北经贸大学,2018.
5. 刘耀彬，袁华锡，王喆. 文化产业集聚对绿色经济效率的影响——基于动态面板模型的实证分析[J]. 资源科学，2017，39（4）：747-755.
6. 陈 劲，梁 靓，吴 航. 开放式创新背景下产业集聚与创新绩效关系研究——以中国高技术产业为例[J]. 科学学研究，2013，31（4）：623-629.
7. 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,2011,29(01):79-83+120.
8. Tone K. A slacks- based measure of efficiency in data envelopement analysis [J]. European Journal of Operational Research ,2001,130(3):498-509
9. 梁琦．空间经济学: 过去、现在与未来［J］. 经济学(季刊) ，2005，( 4) :106-1086
10. 毛中根,武优勐.我国西部地区制造业分布格局、形成动因及发展路径[J].数量经济技术经济研究,2019,36(03):3-19.

# **The impact of manufacturing agglomeration on Green Innovation**

**Efficiency: Based on panel threshold effect model**

**Abstract:** Today, China's economy has changed from high-speed development to high-quality development. Green innovation efficiency has become an important indicator to measure regional economic development. As an important mode of local industrial development, manufacturing agglomeration has an important impact on green innovation efficiency. Based on the panel data of 30 provinces and cities from 2008 to 2017, this paper analyzes the impact of manufacturing agglomeration on green innovation efficiency from the national level and regional level by using the threshold effect model. The results show that the impact of manufacturing agglomeration on green innovation efficiency has a threshold effect. The impact of manufacturing agglomeration on green innovation efficiency at the national level presents a "U" shape. The impact of manufacturing agglomeration on green innovation efficiency in the eastern region is inverted "U". After reaching a higher threshold value, the improvement of manufacturing agglomeration reversely inhibits the efficiency of green innovation, and has a certain degree of agglomeration The results show that the impact of manufacturing agglomeration in Central China on green innovation efficiency has a reverse inhibitory effect, and with the increase of agglomeration degree, the inhibition effect is further enhanced; the manufacturing agglomeration in Western China has a significant positive impact on green innovation efficiency, and the promotion effect is further enhanced with the increase of agglomeration degree. Therefore, this paper suggests that regional governments should formulate differentiated policies to promote the efficiency of local green innovation according to the threshold effect of local manufacturing agglomeration on green innovation efficiency.

**Key words:** Manufacturing agglomeration; Green innovation efficiency; Threshold effect model

1. 杨曼：1994.4-，女，经济学硕士，上海师范大学商学院，专业为产业经济学，邮箱： [↑](#footnote-ref-1)
2. @qq.com。 [↑](#footnote-ref-2)
3. 谭黎阳：1971.5-，女，博士，副教授，上海师范大学商学院，研究领域：产业经济、企业经济, 邮箱：tly269@shnu.edu.cn。 [↑](#footnote-ref-3)