

经济集聚对工业废水的减排效应及异质性研究

——来自长江经济带 110 个城市的经验证据

张帆 李亦男 朱青¹

【摘要】：经济集聚在提升区域经济水平的同时也会影响水环境质量。本文以长江经济带 110 个城市数据为研究样本，采用空间杜宾模型考察经济集聚对工业废水的减排效应并进行异质性检验，以此探索长江经济带工业废水污染治理的实现路径。结果表明：经济集聚对工业废水污染有显著的抑制作用且存在空间溢出效应，其直接效应和间接效应因城市所处区域不同而存在差异。同时，不同的经济集聚特征也会使得减排效应因城市规模差异而产生差别。最后，本研究从三个方面提出对策建议：采用针对区域异质性特征的差异化治理策略、实施工业废水污染跨区域协调联动治理方案和构建全流域水环境综合治理长效机制。共促长江经济带高质量发展。

【关键词】：经济集聚 工业废水污染 减排效应

【中图分类号】 F061.5; X220 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-5024(2021)09-0105-09

一、引言

长江经济带横跨中国东中西三大区域共 11 个省（市），人口规模和经济规模在全国总量中占比分别达到 42.8%和 46.6%¹。当前，长江经济带已经形成以长三角城市群、长江中游城市群、成渝城市群为主体的城市化空间集聚形态，经济集聚正在加速区域一体化发展，同时，借助中心城市的辐射作用，区域整体竞争力得到不断提升。然而，经济集聚也会通过规模效应、技术效应和结构效应对环境质量产生影响，其中对水环境的影响尤为明显。良好的水环境是长江流域最为宝贵的资源之一，保护长江流域水环境是构建人与自然和谐共生的有力举措。2021 年 3 月 12 日《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》中作出了全面推动长江经济带发展的新部署，明确指出坚持生态优先、绿色发展，共抓大保护、不搞大开发，协同推动生态环境保护和经济发展，打造人与自然和谐共生的美丽中国样板，强调持续推进生态环境突出问题整改，推动长江全流域按单元精细化分区管理，实施包括城镇污水处理、工业污染治理等多项工程。这些都充分体现了党中央对推动长江经济带可持续发展和保护流域水资源环境的施政决心。

近年来，政府相继出台了《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》《长江经济带发展规划纲要》《中华人民共和国长江保护法》等一系列政策法规，致力于促进长江经济带经济与环境协调发展并取得了一定成效。国家生态环境部公布的《2019 中国生态环境状况公报》中断面监测数据显示，长江流域干流和主要支流水环境质量有所好转，Ⅳ类、Ⅴ类水质占比较上一年同期分别下降 2.3%和 0.8%，劣Ⅴ类水质已基本消除。但长江沿岸密布的石油化工、钢铁、有色金属、制药、造纸等污染密集型企业仍集聚了全国 43%的工业废水排放量，“化工围江”现象以及由此产生的规模效应对水生态承载力造成了巨大威胁。

¹**作者简介：**张帆，东华理工大学经济与管理学院讲师，博士，研究方向为区域经济学；（江西南昌 330013）

李亦男，江西现代职业技术学院商务学院讲师，硕士，研究方向为统计学；（江西南昌 330095）

朱青（通讯作者），东华理工大学经济与管理学院教授，博士，硕士生导师，研究方向为公共管理。（江西南昌 330013）

基金项目：江西省社会科学规划项目“长江经济带经济集聚对水污染排放的影响效应及减排策略研究”（项目编号：18YJ17）；东华理工大学资源与环境经济研究中心开放基金项目“江西省城市经济集聚与生态环境的相互作用机制及协调发展对策研究”

（项目编号：18JJ03）；抚州市社会科学规划项目“创新驱动视角下抚州市经济集聚的污染减排效应及对策研究”（项目编号：19SK15）

^[1]长江经济带所辖城市众多,在地理区位、禀赋基础、自然条件、经济水平和集聚状况等方面既存在个体差异,又存在空间关联。因此,妥善处理经济集聚与工业废水污染之间的关系,从空间因素着手调整经济集聚发展模式,充分考虑城市异质性情况,创新工业废水污染减排策略与实施举措,对推动长江经济带高质量发展和践行“绿水青山就是金山银山”理念具有重要的现实意义。

二、文献综述

经济活动的空间集聚是指生产、交易和消费集中在特定区域内的现象。目前,学术界对集聚的研究主要层面可划分为企业层面、产业层面和区域层面三种类型,其中企业集聚和产业集聚侧重于衡量微观层面的集中程度,而经济集聚则主要是从中观层面衡量区域内整体经济活动的集中程度,其关注尺度和覆盖范围更为宽广。^[2]城市化和工业化持续推进使得人口和产业不断向城市集中,加剧了经济集聚与环境质量之间的矛盾。如何缓解这一矛盾成为学术界关注的焦点,相关的研究内容主要涉及经济集聚与环境污染之间的关系研究、经济集聚对环境污染的影响因素分析和经济集聚对环境污染影响的实证检验三个方面。

(一) 经济集聚与环境污染之间的关系

学术界对两者关系的研究主要有三种不同的观点:一是支持经济集聚会加剧环境污染的观点。该观点认为,经济集聚导致生产和消费总量增加,由此产生的规模效应是导致环境恶化的主要诱因。具体表现为:经济集聚在促进区域一体化进程中加大了地区资源和能源消耗,高污染、高排放破坏了生态系统的自净能力,恶化了区域环境质量。^[3-4]特别是在诸多开发区设立以来,企业规模日益扩张,集聚现象显著恶化了开发区周边的河流水质;^[5]二是支持经济集聚能抑制环境污染的观点。该观点认为,经济集聚可以通过技术效应和结构效应抑制污染排放,具体表现为:技术进步能够促进产业差异化,从而形成竞争力的比较优势,这就会促使部分传统型污染产业向集聚区外转移,从而实现降污目标。也有学者^[6-7]认为经济集聚可以发挥 Jacobs 外部性和 Porter 外部性,有助于促进技术外溢,形成产业融合与互补,对工业污染减排起到显著作用;三是认为经济集聚与环境污染之间存在非线性关系。有学者^[8-9]指出两者之间可能呈现 U 型、倒 U 型、N 型和倒 N 型以及门槛特征等差异化形态,这主要取决于时间跨度选择、指标数据选取、区域范围设定、区域经济结构和市场化机制等条件。

(二) 经济集聚影响环境污染的因素

随着研究的深入,大量证据显示经济集聚对环境污染的影响并不是由单一因素导致的,而是由多种因素交织产生的综合结果。其中,环境规制、产业转移、人口密度、城市规模、外部性、劳动生产率、技术水平、治污成本、产业结构、能源消耗等因素备受关注。有学者^[10]认为,发达国家环境规制标准普遍高于发展中国家,这就导致污染型产业容易从发达国家转移至发展中国家并形成集聚,从而加剧后者的环境污染;也有学者^[11]认为,经济集聚导致的城市规模和人口密度增大会加重城市污染,但劳动率提升、污染成本分摊、污染集中监管、治污专业化分工以及集聚的各类溢出效应产生的正外部性却能够有效缓解环境污染。此外,经济集聚过程中的经济密度、城镇化率、人均收入、技术溢出、能源工业投资、产业结构转型等因素对环境污染的影响也会随集聚度和地理区位的变化而产生不同的效果。^[12]

(三) 经济集聚对环境污染影响的实证检验

近年来,多种多样的实证检验方法被运用于检验经济集聚对环境污染的影响效果。陈祖海和雷朱家华(2015)^[13]运用 EKC 模型、莫兰指数和 LMDI 指数将污染排放的经济集聚因素分解为规模效应、结构效应和技术效应予以具体测算;何文举(2017)^[14]通过联立方程组测算了经济集聚对环境污染影响的非线性形态差异;汪克亮等(2017)^[15]采用泰尔指数解释中国大气污染排放的效率差异,认为经济集聚发展过程中提升三产占比、增加研发投入强度、改善能源消费结构、提高对外开放水平能够明显提升大气污染排放效率;蔡海亚等(2020)^[16]采用 SYS-GMM 模型分析了提升产业协同集聚和制造业效率对抑制雾霾污染的具体效果;程晨等(2020)^[17]采用双重差分法检验了不同经济集聚水平对城市环境质量的差异性影响。计量经济学方法的逐步完善,为研究

经济集聚对环境污染影响的量化提供了更多的适用模型与工具。

回顾已有研究可知，现有研究仍存在以下不足之处：一是研究经济集聚与环境污染时较少涉及对二者空间关系的考察，这就可能导致研究结果难以贴近现实，从而产生偏误；二是研究尺度选择不精准，未能对经济集聚、产业集聚和企业集聚进行有效区分，也较少从城市层面考察经济集聚对环境污染的影响；三是缺乏对样本的异质性分析，容易忽视经济集聚与环境污染因样本个体差异而产生的不同情况。基于此，本文选择长江经济带 110 个地级及以上城市作为研究区域，以 2003—2017 年工业废水污染²这一关键环境质量指标作为研究对象，将空间因素纳入考察视野，检验经济集聚对工业废水污染的减排效应，并在区分异质性条件下，甄别不同的减排路径，提出针对性的治理举措，为推动长江经济带高质量发展提供决策参考。

三、研究设计

（一）数据来源

本文原始数据来源于 2004—2018 年《中国城市统计年鉴》及长江经济带所辖省（市）相应年份统计年鉴，采用插值法补齐少量缺失数据，涉及价格的相关数据均以 2003 年为基期进行平减处理。

（二）变量选取

一是被解释变量：工业废水污染。借鉴胡志强等（2016）^[18]和张帆等（2021）^[18]的做法，选择工业废水排放总量和排放强度作为被解释变量，并分别从体量和效率两个方面表征工业废水污染。二是核心解释变量：经济集聚度。经济集聚与产业集聚、企业集聚存在明显区别，产业和企业层面的集聚度通常采用区位熵、空间基尼指数、Hoover 指数、EG 指数^[2]来衡量，但 Ciccone (2002)^[19]认为经济密度更能有效衡量区域经济活动的集聚程度。因此，本文借鉴既有学者^[20-22]做法，选取城市区划面积上非农产出表征经济集聚度。三是控制变量：由人口密度、经济发展水平等变量集合构成。其中，人口密度可以客观反映人口在某一区域内的集中程度，对生产、消费和污染排放均会产生影响；经济发展水平决定经济发展处于何种阶段，不同发展阶段对污染的影响不同；产业结构中工业生产对水污染影响较大；技术水平决定了资源利用与节能减排效率；对外开放可能会通过“晕轮效应”^[8]和“污染避难所效应”^[23]两种方式共同影响工业废水污染。变量定义及描述性统计详见表 1。

表 1 变量定义及描述性统计

变量名称	符号代码	计算方法及单位简纲	均值	标准差	最小值	最大值
工业废水排放总量	lntw	工业废水排放总量（万吨）	8.50	1.07	4.09	11.36
工业废水排放强度	lnrw	工业废水排放总量/工业总产值（吨/元）	-7.42	1.12	-10.65	-3.82
经济集聚度	lnAgg	城市非农产出/城市区划面积（万元/平方千米）	6.39	1.32	2.44	10.41
人口密度	lnpd	城市年末总人口/城市区划面积（人/平方千米）	5.99	0.64	3.97	7.73
经济发展水平	lnpgdp	国内生产总值/年末总人口（元/人）	9.82	0.78	7.77	11.62
技术水平	lntec	科技支出/财政支出（%）	-0.22	1.07	-3.34	2.79
产业结构	lnsec	第二产业产值/GDP（%）	3.85	0.22	2.87	4.33
对外开放	lnfdi	外商直接投资/国内生产总值（%）	0.26	1.27	-5.11	3.00

资料来源：作者整理。

（三）模型设定

基于空间效应的存在，首先，选择全局 Moran' sI 指数衡量空间自相关性。采用两地之间球面距离的倒数平方构建权重矩阵。其次，设立空间杜宾模型（公式 1）。采用包含被解释变量和解释变量空间滞后项的空间杜宾模型检验长江经济带经济集聚对工业废水排放影响的空间溢出效应。^[24-25]对模型表达式两边取自然对数以消除异方差影响，具体形式为：

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \rho W_{ij} \ln Y_{jt} + \alpha_1 \ln Agg_{it} + \alpha_2 \sum \ln X_{it} + \beta_1 W_{ij} \ln Agg_{jt} + \beta_2 \sum W_{ij} \ln X_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中，Y 为工业废水排放，分别为排放总量（intw）和排放强度（lnrw）；X 为控制变量集，包括人口密度、经济发展水平、产业结构、技术水平、对外开放；下标 t 为对应年份。为避免传统点估计方法可能存在的估计偏差，采用 LeSage 和 Pace (2009)^[26]提供的偏微分分解方法对空间杜宾模型进行处理和检验。

四、实证检验

（一）空间自相关性检验

表 2 结果显示，2003—2017 年工业废水排放总量和排放强度的全局 Moran' sI 指数均显著为正值。其中，排放总量的 Moran' sI 值在 0.155~0.273 区间内呈现先上升再逐渐趋于平稳的态势，排放强度的 Moran' sI 值在 0.114~0.263 范围内呈现波动趋势，说明这两个变量均存在正向空间自相关性，研究对象所处区域通常与邻近区域具有高度相似性特征，即高值区域的邻近区域通常是高值区，低值区域的邻近区域通常也为低值区域。在考察期内虽然有强弱属性的交替变化，但总体上仍然保持正向空间相关关系。这与现实相符：实际生活中工业废水污染排放并非单纯的局部问题，而是会通过水域自然流动和化学作用等自然因素以及产业转移、经济集聚、交通运输等经济因素扩散转到周边地区，即工业废水排放具备较强的跨域污染特征。因此，在进行回归分析时需充分考虑空间因素。

（二）空间溢出效应检验

进行回归分析之前通常需要对模型的具体形式进行甄别。因此，本文首先借鉴范擎宇和杨山(2021)^[27]、毕鹏和李盼盼(2020)^[28]等的做法进行 LR 和 Wald 检验，各指标均显著拒绝无空间滞后和空间误差的原假设，表明研究既存在空间滞后效应又存在空间误差效应。进一步对空间杜宾模型进行 Hausman 检验，结果也均在 1%水平上显著拒绝随机效应的原假设，故采用固定效应检验。从回归结果来看，被解释变量的空间滞后项系数分别为 0.368 和 0.355，在 1%水平上显著为正，表明工业废水排放总量和排放强度均存在正向空间相关性，与工业废水污染跨域性的现实情况相符。

控制变量检验结果如下：经济集聚度系数显著为负，表明提升经济集聚度能够抑制工业废水污染，这可能是因为经济集聚发展过程中催生了生产和消费的多样性，强化了产业链上下游垂直关联，有利于加强本地市场的共享，也促进了产业内技术传递和产业间知识集成；集聚效应冲抵规模效应呈现出正向外部性，这对抑制工业废水污染起到了积极作用；人口密度系数和空间交互项系数均通过了显著性检验，表明人口密度增加会导致本地区工业废水污染加剧并且会通过溢出效应波及周边邻近地区，这主要是因为人口不断向城市集中，加大了对生产和消费的需求；同时，生产企业为获取市场利益倾向于扩大生产和服务规模，而人口密度和生产、消费规模的多重叠加加剧了本地区 and 邻近地区的工业废水污染；经济发展水平和产业结构系数虽然都通过了显著性检验，但对工业废水排放总量和排放强度的影响却呈现相反效果，可能的原因是由于经济发展促进市场范围增大和产品、服务总量增加，规模效应加剧了工业废水排放总量，但随着经济发展进入新阶段，对产业转型升级、结构优化、工艺改进提出了更高的要求，即结构效应提升了减排效率，降低了工业废水排放强度^[18]；技术水平提升仅对本地区工业废水排放强度产生显著的抑制作用，说明现阶段对工业废水污染治理的技术研发与投入主要侧重于提升减排效率方面，而在工业废水总量控制

方面，现有技术无论是在前端源头控制还是末端减排治理，均未能显现出预期效果；对外开放对本地区工业废水排放总量和排放强度均起到抑制作用，但未呈现显著的空间溢出效应；这说明引入外商直接投资能够带来先进的环保理念、减排标准和技术手段，在一定程度上具有控制工业废水排放总量和提升减排效率的作用，但长久以来形成的行政区划标准和行政体制分割导致地方政府仍以独立政策为主，行业垄断、地方保护等特征仍然存在。同时，经济发展目标、公共基础设施、相关利益诉求差异以及环境固有的公共物品属性也会强化区域间行政壁垒对减排效应空间溢出的阻碍作用。

表 2 2003—2017 年工业废水污染的全局 Moran’ sI 值

年份	lntw		lnrw		年份	lntw		lnrw	
	Moran’ sI	z 得分	Moran’ sI	z 得分		Moran’ sI	z 得分	Moran’ sI	z 得分
2003	0.155***	3.862	0.263***	6.387	2011	0.269***	6.539	0.180***	4.516
2004	0.169***	4.206	0.254***	6.167	2012	0.256***	6.251	0.193***	4.794
2005	0.211***	5.195	0.248***	6.043	2013	0.260***	6.331	0.188***	4.680
2006	0.248***	6.082	0.190***	4.677	2018	0.236***	5.773	0.114***	2.915
2007	0.262***	6.398	0.195***	4.783	2015	0.218***	5.349	0.177***	4.396
2008	0.272***	6.622	0.161***	3.985	2016	0.217***	5.332	0.218***	5.397
2009	0.273***	6.665	0.148***	3.710	2017	0.253***	6.189	0.135***	3.395
2010	0.269***	6.581	0.142***	3.554					

注：***表示在 1%水平上显著。

（三）直接效应与间接效应检验

由于存在空间依赖性，经济集聚对本地区和邻近地区工业废水污染均会产生影响，对本地区的影响表现为直接效应，对邻近地区的影响则表现为间接效应。由结果可知，经济集聚度的直接效应、间接效应和总效应均显著为负，说明促进经济集聚不仅能够有效降低本地区工业废水污染，而且能够通过区域间经济关联和溢出效应对邻近地区工业废水污染起到减排效果。因此，促进都市圈和城市群经济集聚，实施区域一体化发展，发挥集聚区中心城市和重要节点城市的辐射作用，能够有效提升区域整体竞争力，并且有助于发挥对工业废水污染的减排效应。

（四）稳健性检验

为验证回归分析结果的可靠性，本文采用邻接矩阵替换距离矩阵对空间计量回归分析做稳健性检验。稳健性检验结果显示，替换空间权重矩阵后的回归分析与前述结果保持较高的相似程度，表明经济集聚对工业废水污染影响的空间溢出效应检验结果是稳健的。

（五）异质性检验

为考察长江经济带所辖城市的异质性情况，本文参照《长江中游城市群发展规划》将长江经济带划分为上游（包括重庆市、四川省、云南省、贵州省所辖 33 个城市）、中游（包括湖北省、湖南省和江西省所辖 36 个城市）和下游（包括上海市和安徽省、浙江省、江苏省所辖 41 个城市）三大区域，按照 2017 年城市市辖区年末总人口数将其划分为大型城市 66 个（100 万以上人口）和中小型城市 44 个（100 万及以下人口）。依据样本城市所处区位和规模进行分组检验。异质性检验结果显示：上游城市经济集聚度系数的直接效应显著，表明促进上游城市经济集聚能够同时对本地区工业废水排放总量和排放强度产生抑制作用，但这种

抑制作用并未通过空间溢出效应显著影响到邻近地区；中游和下游城市经济集聚度提升对本地区工业废水排放总量和排放强度的影响在统计意义上不显著，但却通过空间溢出效应显著加剧了邻近地区的工业废水污染，可能的原因是长江中下游城市经济集聚度已相对较高，其产生的作用就相对较少现实情况也表明中下游地区是“城市病”多发地区，交通拥挤、住房紧张、供水不足、能源紧缺、环境污染等现象导致“拥挤效应”和“集聚效应”出现一定程度上的失衡。大型城市和中小型企业经济集聚的直接效应均显著抑制了工业废水污染，其中大型城市集聚式发展通常是城市层级化分工和多样化分布并存：层级化分工有助于发挥规模效应、集聚效应、竞争效应和比较优势，促进专业化发展并形成外部规模经济；多样化分布强化了产业间知识集成、行业间信息共享促进协同化发展，形成外部范围经济。层级化分工和多样化分布共同作用导致经济集聚对工业废水污染产生减排效应。中小型企业集聚主要是通过专业化发展形成产业集群，通过资本生成和积累以及关联产业链上下游形成经济集聚效应，对工业废水污染产生减排效应。因此，在促进经济集聚过程中，需要特别注意城市区位和规模异质性情况，采用不同的经济发展模式和水污染治理策略，更充分有效发挥经济集聚的减排效应。

五、研究结论与对策建议

（一）研究结论

一是长江经济带 110 个城市的工业废水排放总量和排放强度均存在显著的正向空间自相关性，在考察期内保持较为稳定的小幅波动趋势。因此，在工业废水污染治理中需要特别重视空间因素。二是经济集聚对工业废水污染的直接效应和间接效应均呈现显著抑制作用，说明促进经济集聚不仅能够降低本地区工业废水污染，还可以通过空间溢出效应辐射至邻近地区。三是不同控制变量对工业废水污染减排的影响不同。人口密度对工业废水污染的影响与经济集聚相反，反映出人口集中催生较大生产和消费需求规模，会加剧工业废水污染。经济发展水平和二产占比提升会加大工业废水排放总量但降低排放强度，说明在经济发展和工业化进程中协调集聚效应与规模效应虽然存在一定难度，但促进工业转型升级、持续优化产业结构，形成产业上下游联动发展和多元化发展仍能对工业废水减排产生积极作用。生产端节能技术和治理端减排技术的研发与投入仅显现出降低工业废水排放强度的效果，对总量减排的作用暂不明显。对外开放对本地区工业废水污染具有抑制作用，在国家大力促进国内国际双循环下需加大引入 FDI 中的绿色生产技术和节能减排方法。同时，异质性检验显示，经济集聚在不同条件下对工业废水污染的减排效应存在差异性。长江经济带上游城市经济集聚对工业废水减排主要体现在直接效应方面，而中下游城市集聚却会通过间接效应加剧邻近地区工业废水污染；大型城市和中小型企业通过经济集聚的不同特征均实现了对本地区工业废水污染的减排效应。

（二）对策建议

1. 调整经济集聚发展模式，采用差异化的工业废水污染治理策略

经济集聚有促进区域经济发展和抑制工业废水污染排放的双重效用，针对长江经济带所辖城市区位异质性和规模异质性特征，可以通过调整经济集聚模式实施差异化水污染治理策略。如：针对上游成渝城市群“中心-外围”结构显著但经济辐射范围较小、云南和贵州等地经济结构的集聚效应尚不明显的特点，应努力提升经济集聚水平，加快城市化进程，充分发挥成渝双轮驱动作用，让更多城市融入核心城市群或次级城市群之中，分享经济集聚的水污染减排红利；中游武汉都市圈、长株潭城市群和环鄱阳湖城市群的极化作用凸显，经济发展水平和经济集聚程度正在逐年提升，但工业产出在经济结构中占比较大，由此带来的规模效应对工业废水污染排放影响较大，因此应加快产业升级和结构转型，通过创新驱动实现经济发展的动力转型，从而促进工业废水污染排放总量和强度双降低；下游长三角城市群处于经济发展高速阶段，经济集聚程度较高，高端制造业和服务业产业链条较为完整，因此应当通过推动经济集聚、功能协调、特色发展等方式提高经济发展与环境保护的质量和效率。此外，大型城市在经济集聚中应兼顾层级化和多样化发展，充分发挥集聚的外部性，通过拓展外部规模经济和外部范围经济实现工业废水减排效应；中小型企业应继续强化专业化发展，融入产业集群，通过集约型发展实现工业废水减排效应。

2. 践行环境保护理念，实施工业废水污染跨区域协调联动治理方案

长江经济带空间溢出效应导致的经济联系和跨界污染现象是引发工业废水污染排放空间关联的主要途径。基于此，各地方政府应在兼顾经济发展和环境保护的整体利益上达成共识，加强沟通与协商，协调联动实施对长江经济带全域的整体规划。在促进各区域内部效益最优化的情况下共促全流域水污染治理总成本最小化，实现经济效益共享和环境污染共治的成效格局。为此，应当在“共抓大保护，不搞大开发”理念下，构建长江经济带整体区域环境管理的法规、标准和政策体系，建立涉及各区域利益协调与良性竞争的相关机制，加强各区域联合环境执法与监管水平，搭建整体区域内系统完善的污染排放监测平台，实施环境规制的信息共享、统一指挥、联合预警，形成跨区域协调联动治理合力，让工业废水污染治理措施落到实处。

3. 同步完善市场机制和政策机制，构建全流域水环境综合治理长效机制

长江经济带整体区域的经济协同发展和全流域水环境综合治理均是系统性工程，应当予以统筹布局和同步实施，在高格局视野下从完善市场机制和政策机制两方面构建长效机制。具体可以从两个方面采取措施：一是市场机制方面，应逐步打破当前长江经济带各省（市）域存在的市场准入壁垒，有效利用市场机制大力促进劳动、资本和技术等生产要素的自由流动，充分发挥专业化外部性和多样化外部性作用，有效形成区域间产业互补、经济共荣、信息共享的一体化发展态势；二是政策机制方面，应有效发挥政府“有形之手”的作用，实现环保治理责任和财政投入的政策对接，完善长江经济带地区之间和上下游之间生态补偿机制、流域管理统筹协调机制和区域协调发展机制，同时可通过建立负面清单管理制度、完善环境污染联防联控机制和预警应急体系、推行第三方治理手段等方式，落实法治保障和健全环境执法监督，推动全流域水环境保护的规范化、制度化和程序化，共促长江经济带高质量发展。

参考文献：

- [1] 卢丽文，宋德勇. 长江经济带水污染密集型产业时空格局演变及影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境，2020, (12):2597-2606.
- [2] 林伯强，谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究，2019, (2):119-132.
- [3] 张可. 区域一体化、环境污染与社会福利[J]. 金融研究，2020, (12):114-131.
- [4] 陶长琪，彭永樟. 经济集聚下技术创新强度对产业结构升级的空间效应分析[J]. 产业经济研究，2017, (3):91-103.
- [5] 胡求光，周宇飞. 开发区产业集聚的环境效应：加剧污染还是促进治理？[J]. 中国人口·资源与环境，2020, (10):64-72.
- [6] 陈建军，陈菁菁，黄洁. 长三角生态绿色一体化发展示范区产业发展研究[J]. 南通大学学报（社会科学版），2020, (2):1-9.
- [7] 刘胜，顾乃华. 行政垄断、生产性服务业集聚与城市工业污染——来自 260 个地级及以上城市的经验证据[J]. 财经研究，2015, (11):95-107.
- [8] 张帆，邓宏兵，彭永樟. 长江经济带经济集聚对工业废水排放影响的空间溢出效应与门槛特征[J]. 资源科学，2021, (1):57-68.
- [9] 刘玲，阎东彬. 京津冀城市生态福利绩效时空分异及影响因素[J]. 企业经济，2020, (12):14-21.

-
- [10] Copeland B R, Taylor M S. Trade and Transboundary Pollution[J]. American Economic Review, 1995, 86(4):716-737.
- [11] 邵帅, 李欣, 曹建华, 等. 中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济研究, 2016, (9):73-88.
- [12] 豆建民, 张可. 空间依赖性、经济集聚与城市环境污染[J]. 经济管理, 2015, (10):12-21.
- [13] 陈祖海, 雷朱家华. 中国环境污染变动的时空特征及其经济驱动因素[J]. 地理研究, 2015, (11):2165-2178.
- [14] 何文举. 城市集聚密度与环境污染的空间交互溢出效应[J]. 中山大学学报(社会科学版), 2017, (5):192-200.
- [15] 汪克亮, 孟祥瑞, 杨宝臣, 等. 技术异质下中国大气污染排放效率的区域差异与影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, (1):101-110.
- [16] 蔡海亚, 徐盈之, 赵永亮. 产业协同集聚、制造业效率与雾霾污染[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2020, (2):60-73.
- [17] 程晨, 张毅, 陈丹玲. 城市集聚对经济发展质量的影响——以长江经济带为例[J]. 城市问题, 2020, (4):4-13.
- [18] 胡志强, 苗健铭, 苗长虹. 中国地市尺度工业污染的集聚特征与影响因素[J]. 地理研究, 2016, (8):1470-1482.
- [19] Ciccone A. Agglomeration Effects in Europe[J]. European Economic Review, 2002, 46(2):213-227.
- [20] 沈体雁, 劳昕, 杨开忠. 经济密度:区域经济研究的新视角[J]. 经济学动态, 2012, (7):82-88.
- [21] 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, (1):36-60.
- [22] 董直庆, 王辉. 城镇化、经济集聚与区域经济增长异质性:基于空间面板杜宾模型的经验证据[J]. 学术月刊, 2019, (10):54-66.
- [23] 原毅军, 高康. 产业协同集聚、空间知识溢出与区域创新效率[J]. 科学学研究, 2020, (11):1966-1975.
- [24] 于斌斌. 生产性服务业集聚与能源效率提升[J]. 统计研究, 2018, (4):30-40.
- [25] Elhorst J P. Dynamic Spatial Panels:Models, Methods and Inference[J]. Journal of Geographical System, 2012, 14(1):5-28.
- [26] Le Sage J P, Pace R K. Introduction to Spatial Econometrics[M]. Boca Raton:Taylor&Francis, 2009.
- [27] 范擎宇, 杨山. 长三角地区城镇化协调发展的空间特征及形成机理[J]. 地理科学进展, 2021, (1):124-134.
- [28] 毕鹏, 李盼盼. 环境规制、政府支持与企业创新产出[J]. 企业经济, 2020, (6):70-78.

注释:

1 根据国家统计局发布的《中国统计年鉴—2020》相关数据计算得出。

2 由于被解释变量（工业废水排放量）数据在 2003 年份（2002 年数据）之前缺失较多，而 2019 年份（2018 年数据）之后各类统计年鉴暂未公布，因此选择 2003-2017 年数据作为研究样本区间。