

长三角一体化大市场与环境治理的交互影响研究——基于空间联立方程模型的实证分析¹

周五七

(江南大学商学院, 江苏 无锡 214122)

【摘要】：区域市场一体化与环境治理之间存在相互影响、相互促进的互动关系，长三角更高层次的区域一体化离不开区域环境治理改进。运用空间联立方程模型和 GS3SLS 方法，对长三角市场一体化与城市环境治理之间的交互影响效应进行实证研究。研究结果发现：长三角市场一体化与城市环境治理之间显著存在相互影响、相互促进的互动作用，长三角市场一体化对城市环境治理的促进作用更大些，而长三角市场一体化与城市环境治理之间的空间交互溢出效应均显著为负。因此，要提升长三角区域市场一体化水平，需要加快形成区域一体化大市场，创新环境治理参与长三角市场一体化的方式和路径，推进长三角市场一体化和环境治理协同发展。

【关键词】：长三角；市场一体化；环境治理；交互效应；空间联立方程模型

【中图分类号】：F124. 5; X22 **【文献标识码】**：A **【文章编号】**：1004-8227(2023) 06-1165-11

【DOI】：10. 11870 /cjlyzyyhj202306005

一体化大市场包括若干主权国家之间形成的统一大市场和一国内部的统一大市场，前者以欧洲统一大市场为典型，这种统一大市场所带来的国际竞争优势可以从传统的国际贸易与国际分工理论中得到解释，其主要思想和理论逻辑是通过构建大市场获得规模经济优势、专业化分工和产业集聚所带来的生产效率优势，促进区域内各成员国经济增长和环境保护^[1,2,3]。相比较而言，有学者认为，虽然在主权国家内部建设区域一体化大市场要比在主权国家之间建立大市场更容易，但从我国长三角、珠三角以及京津冀等区域一体化实践来看，国内区域一体化大市场建设仍面临很多困境和障碍。刘志彪^[4]将当前阻碍国内一体化大市场形成的因素划分为纵向政府治理、横向政府治理和企业市场势力等三类，破除政府治理对一体化大市场形成的阻碍则显得更为困难，因为地方政府在市场化取向改革中形成了较为严重的公司化倾向和“行政区经济”，地方政府主导型产业政策进一步加剧了国内市场分割。

作为我国区域一体化发展战略的重要试验区，长三角一体化合作起步早，先后经历了上海经济区、长三角经济圈、长三角城市群和长三角一体化等发展阶段。随着长三角一体化扩张，区域发展不平衡、不充分、不协调和资源环境承载力不足等问题日益突出。生态环境部发布的《2021 生态环境公报》显示，2020 年，长三角 41 个城市优良天数比例范围为 74.8%~99.7%。另外，区域性、流域性生态破坏和环境污染事件频发，严重制约了长三角一体化高质量发展。长三角更高层次一体化发展离不开环境治理，环境治理提升需要市场一体化支撑，推进长三角一体化大市场建设，可以充分释放大规模市场潜力，消除区域市场分割导致区域产业结构同构和低水平重复建设带来的资源低效配置和资源浪费，避免区域环境污染碎片化治理，从而促进环境要素市场形成，促进城市环境治理改进。

¹ **【收稿日期】**：2022-09-09；**【修回日期】**：2022-10-31

【基金项目】：江苏高校哲学社会科学研究重大项目（2020SJZDA044）

【作者简介】：周五七（1974 ~ ），男，副教授，主要研究方向为环境经济与区域可持续发展。 E-mail: oictoo@126. com

本文将长三角市场一体化与环境治理统一纳入空间联立方程模型，采用广义空间三阶段最小二乘方法(GS3SLS)进行估计^[5]，以检验和分析长三角市场一体化与环境治理之间的交互关系以及空间溢出效应。本文试图在以下方面做出边际贡献：一是系统揭示长三角市场一体化与环境治理之间的双向互动机制，以克服现有文献主要关注长三角市场一体化对环境治理的单向作用而对两者之间的双向互动机制研究不足的问题；二是运用空间面板联立方程模型和 GS3SLS 方法，对长三角市场一体化与环境治理之间的双向互动关系以及空间溢出效应进行实证研究，以缓解单方程计量模型可能存在的内生性问题，同时克服忽视空间因素可能导致的模型估计偏误。

1 区域市场一体化与环境治理的交互影响机制

1.1 市场一体化对环境治理的影响机制

区域市场一体化主要通过污染性产业转移、产业集聚、产业结构高级化、经济开放水平提高、环境规制协同等渠道对城市环境治理形成影响。首先，市场一体化会促进区域内城市之间基于专业化分工的产业合作^[6]，有利于提高生产效率和资源利用率，同时也有可能出现污染密集型产业的空间转移和扩散。一般而言，经济发展水平高的城市对企业环境规制压力大，迫使环境敏感性企业加强污染治理，一些企业为减少污染治理成本，将污染密集型产业转移到环境成本低的城市，从而导致污染密集型产业和污染排放的空间转移，有利于中心城市环境质量提升，但加大了外围城市环境治理压力。

其次，区域市场一体化会促进生产要素和商品在区域内自由流动，导致经济活动在区域内的空间集聚。经济活动的空间集聚一方面因为产能增加导致污染排放增加和空间拥堵，不利于环境治理，另一方面也可能带来污染治理的规模效应、污染治理的专业化分工优势、绿色创新技术开发和扩散等，从而有利于促进减排^[7,8]。吕越等^[9]利用企业合并微观数据进行实证研究发现，区域市场一体化有利于构建一体化统一大市场，减少“行政区经济”导致的市场壁垒，有助于通过规模效应、技术效应、配置效应三个渠道促进企业污染排放下降。

第三，区域市场一体化会促进市场开放水平提高，降低贸易壁垒和贸易成本。本地企业和居民根据比较优势原则，更愿意从环境要素成本低的地区购买环境敏感性产品，从而产生对本地污染密集型产品生产和消费的替代，从而有利于本地环境改善。相反，国内市场分割提高了企业在国内的交易成本，为规避国内市场较高的交易成本，本土企业在其尚不具备国际化竞争优势时，也不得不倾向于寻找出口机会，并以低成本和低价优势加大出口替代内销，从而加大了国内企业对国际市场的依赖，导致低效率生产企业过早地形成以出口替代内销的成长模式^[10,11,12]。由于企业出口竞争力不强，大量出口企业挤行于全球价值链的中低端环节，加大了国内能源消费和生态环境治理压力。张可^[13]研究认为长三角市场一体化与环境污染之间存在倒 U 形关系，市场一体化达到一定水平后能抑制污染排放。

第四，区域市场一体化会推进区域环境规制协同，提升城市环境治理水平。早期文献通常假设环境规制是一外生变量，并认为地方政府之间的环境规制是相互独立的行为，没有考虑地方政府之间的环境规制策略互动。环境规制一旦成为地方政府之间的竞争手段，就有可能出现竞相降低环境规制的环境竞次行为，从而不利于环境治理^[14]。区域市场一体化有利于改良政府之间的环境规制策略互动行为，促进地方政府之间的环境规制竞争由“竞底效应”转向“标尺效应”^[15]。

第五，区域市场一体化自身存在空间溢出效应，区域市场一体化会产生空间外溢效应，即区域市场范围不断突破原有的边界而向外扩张，促进区域范围以外的其他城市融入区域市场一体化，从而有利于在更大范围促进资源有效配置和环境治理改进^[16]。

1.2 环境治理对区域市场一体化的反作用机制

目前，有关区域市场一体化对城市环境治理影响的研究文献较丰富，相对而言，有关环境治理对区域市场一体化的反作用研究的文献较少。事实上，区域市场一体化影响环境治理，环境治理又会通过环境要素市场化反作用于区域市场一体化，即通过创新环境治理参与区域市场一体化的方式、手段和途径，可以实现区域市场一体化和环境治理协同共进。梳理相关文献，城

市环境治理对区域市场一体化的反作用主要表现在以下几个方面。

首先，生态环境作为一种公共产品，具有很强的外部性，依据单个城市开展环境治理无法保障公众享有高质量的环境保障，为避免“公共地悲剧”的发生，必须推动区域内相关城市开展环境协同治理。我国区域环境协同治理实践为此提供了鲜活例证，比如，京津冀协同发展上升为国家战略与三地协作探索大气污染区域联防联控不无关系，长江经济带发展战略实施也与协同治理长江流域水环境污染有密切关系。为了推进区域环境协同治理，地方政府积极运用排放权交易制度和生态保护补偿制度等市场化手段，有利于打破行政区划壁垒和市场分割，环境协同治理加快推进区域市场一体化格局形成^[17]。

其次，城市环境治理的数字化、信息化和社会化，有利于促进环境要素市场一体化。党的十八大以来，党和国家高度重视生态文明建设，充分运用市场化手段推进生态环境治理，比如，吸引更多的社会资本进入环境保护领域、健全资源环境要素价格形成和实现机制、优化排放权交易制度和生态补偿制度、推行企业环境信息披露制度和绿色金融制度，不仅促进了环境治理，也加快形成环境要素市场一体化。目前，以大数据和人工智能为代表的环保数字化和信息化，为创新环境治理参与区域市场一体化提供了有效的技术支持，缓解了环境信息不对称问题，加强了企业环保信用意识，提高企业参与环境治理和环境要素市场交易的自主性，促进环境要素市场一体化的形成^[18]。

最后，环境治理的系统性和整体性，也有利于推进区域市场一体化协作。习近平总书记强调：“山水林田湖草是生命共同体，要统筹兼顾、整体施策、多措并举，全方位、全地域、全过程开展生态文明建设。”因此，践行生态文明系统观，必须积极推进区域环境治理合作。另外，城市环境治理本质上需要推进城市绿色转型，促进城市产业结构升级和绿色技术创新，以避免不同城市之间产业同构和重复建设，这也要求不同城市之间需要加强专业化分工与一体化市场协作。

1.3 区域市场一体化与环境治理的空间交互机制

基于上述分析，对于同一个城市而言，市场一体化水平提高有利于推进该城市自身环境治理，同时，高效的城市环境治理也会反作用于市场一体化，有利于加强该城市产业协作与市场联系。另外，市场一体化与环境治理均具有明显的空间相关性，本地市场一体化会影响并带动其相邻城市和周边城市的市场联动，从而有利于促进区域市场一体化扩张，本地城市环境治理不仅取决于其自身的环保努力，还与周边城市的环保策略行为有关^[19]。不仅如此，周边城市市场一体化发展会带动产业转移和产业协作，从而对其他城市环境治理产生空间交互影响效应；而周边城市环境治理提升，会影响劳动力和资源向环境质量好的城市流动和集聚，可能产生城市极化效应，从而不利于其他城市市场一体化。可见，市场一体化与城市环境治理两者之间的交互影响不仅存在于同一城市，在不同城市之间还存在空间交互影响，因此，市场一体化与环境治理的交互影响机制总结如下。

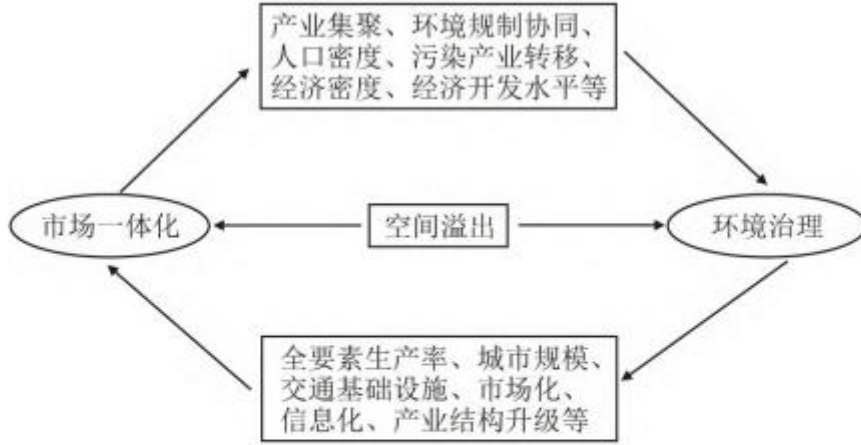


图 1 市场一体化与环境治理的交互影响机制

Fig. 1 Interaction mechanism of market integration and environmental governance

2 计量模型构建、指标测算与数据来源

2.1 空间联立方程模型设定

由于传统的面板联立方程模型忽略了变量之间可能存在的空间溢出效应，而诸如空间滞后模型 (SLM)、空间误差模型 (SEM) 和空间杜宾模型 (SDM) 等经典空间计量模型无法对被解释变量与解释变量之间的互一体化指数与环境治理指数统一纳入空间联立方程模型，采用 GS3SLS 方法进行估计，以验证长三角市场一体化与城市环境治理之间的交互关系以及空间溢出动关系进行系统刻画。空间联立方程模型不仅能够刻画核心变量之间的空间相关性，并且还能刻画核心变量之间的交互影响效应。因此，本节将长三角市场效应，同时还进一步考察商品市场、资本市场和劳动力市场 3 个子市场一体化与城市环境治理之间的交互关系以及空间溢出效应，构建空间面板联立方程模型如下：

$$\begin{cases} en_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{n \neq i}^n w_{ij} en_{jt} + \alpha_2 \sum_{n \neq i}^n w_{ij} ai_{jt} + \alpha_3 ai_{it} + \alpha X_{it} + \varepsilon_{it} \\ ai_{it} = \beta_0 + \beta_1 \sum_{n \neq i}^n w_{ij} ai_{jt} + \beta_2 \sum_{n \neq i}^n w_{ij} en_{jt} + \beta_3 en_{it} + \beta Z_{it} + \mu_{it} \end{cases} \quad (1) \quad (2)$$

式中： en_{it} 和 ai_{it} 分别表示 i 城市第 t 年的环境治理指数和市场一体化指数； X_{it} 和 Z_{it} 分别表示影响城市环境治理和市场一体化水平的一组控制变量； α_0 和 β_0 为常数项； ε_{it} 和 μ_{it} 为随机误差项； α_1 和 β_1 分别表示周边城市环境治理和市场一体化水平的空间溢出估计系数； α_2 和 β_2 分别用来检验城市环境治理和市场一体化的空间交互影响效应； α_3 和 β_3 分别用

来刻画城市环境治理和市场一体化的内生关系，该数值显著为正(负)则表示市场一体化(城市环境治理)对城市环境治理(市场一体化)具有促进(抑制)作用； w 为空间邻接权重矩阵。在对 3 个子市场一体化与环境治理之间的交互关系以及空间溢出效应进行实证研究时，将公式(1)和公式(2)中的市场一体化指数(ai)分别替换为商品市场一体化指数(ci)、资本市场一体化指数(ki)和劳动力市场一体化指数(li)。

2.2 变量、指标与数据

2.2.1 内生变量

空间联立方程模型含有两个内生变量：一是城市环境治理指数(en)，从工业污染治理、生活污染治理和生态环境建设等 3 个维度进行综合评价，构建综合评价指标体系如表 1 所示，采取全局熵权法进行测度。二是市场一体化指数(ai)，采用 Parsley 等^[19]提出的相对价格法，从商品市场、资本市场和劳动力市场 3 个维度来综合测算长三角城市市场一体化指数。选取食品、衣着、家庭设备用品及服务、医疗保健和个人用品、交通和通信、娱乐教育文化、居住等七类商品的消费价格指数来测算商品市场一体化指数；劳动力市场一体化指数采用长三角城市职工平均工资来进行测算；由于地级城市层面缺少可直接使用的资本价格指标数据，借鉴张超等^[20]以及白俊红和刘宇英^[21]的做法，基于 C-D 生产函数估计资本要素弹性和资本边际产出，在此基础估算资本市场一体化指数。鉴于商品市场一体化、劳动力市场一体化和资本市场一体化同等重要，取 3 个细分市场一体化指数的平均数作为市场一体化综合指数。

表 1 长三角环境治理综合评价指标体系

系统层	准则层	指标层	单位	指标属性
长三角环境治理指数	工业污染治理	单位工业增加值二氧化硫排放量	t/万元	逆向指标
		单位工业增加值工业废水排放量	t/万元	逆向指标
		单位工业增加值烟尘排放量	t/万元	逆向指标
		工业固体废物综合利用率	%	正向指标
	生活污染治理	城镇生活污水处理率	%	正向指标
		生活垃圾无害化处理率	%	正向指标
	生态环境建设	人均公园绿地面积	m ² /人	正向指标
		建成区绿化覆盖率	%	正向指标

2.2.2 控制变量

影响城市环境治理的控制变量 X 包括：(1)金融发展水平(fin)，用城市金融机构年末存贷款余额占地区生产总值的比值衡量。(2)全要素生产率(tfp)，基于超越对数生产函数，使用 SFA 方法测算，要素投入包括资本和劳动投入，资本投入以固定资本存量表示，采用永续盘存法进行估算，劳动投入采用年末从业人员数，产出指标是用价格指数平减后的实际 GDP。(3)城市规模($sc1$)，用城市年末人口数(万人)表示，取其自然对数值。(4)工业集聚(ia)，用各城市工业增加值占长三角区域工业增加值总量的百分比(%)表示。(5)产业结构(is)，第三产业增加值与地区生产总值的比值来表示。(6)环境规制强度(er)，借鉴陈诗一等^[22]、邓慧慧等^[23]的文本分析方法，以地方政府年度工作报告中与环境保护相关词汇的词频比重来表示。(7)人均财政预算收入(bp)，用财政

预算收入与城市人口的比值(万元/人)来表示。(8)人口密度(pdn),用城市年末总人口数/土地面积(千人/km²)来表示。(9)经济开放水平(fdi),用当年实际利用外资占地区生产总值的比值表示,其中,实际利用外资额使用当年人民币兑美元汇率将其换算成人民币单位。(10)工业二氧化硫排放集中度(pa)用污染排放强度的区位熵指数来表示,指数的分子是某城市工业二氧化硫排放量与长三角区域工业二氧化硫排放总量的比值,分母是该城市工业增加值与长三角区域工业增加值总量的比值。(11)经济密度(edn)用非农生产总值与城市总面积的比值来度量(亿元/km²)。

影响市场一体化水平的控制变量 Z 包括:(1)金融发展水平(fin),计算方法同上。(2)全要素生产率(tfp),计算方法同上。(3)城市规模(scl),计算方法同上。(4)工业集聚(ia),用各城市工业增加值占长三角工业增加值总量的百分比(%)表示。(5)产业结构升级(ind)用城市第三产业增加值与第二产业增加值之比来表示。(6)市场化水平(mkt),借鉴孙作人等^[24]和樊纲等^[25]的方法构建城市市场化指数。(7)经济发展水平(pgdp),用实际人均 GDP(万元/人)表示。(8)互联网宽带普及率(net),互联网用户数占城市常住人口总数的百分比(%)。(9)城市交通基础设施(infr),用各城市公路里程数与城市土地面积的比值(km/m²)表示。

2.2.3 描述性统计

本文选取 2003~2019 年长三角全域 41 个地级以上城市作为研究样本,相关变量对应的指标数据主要从国泰安和 EPS 数据库中提取并整理,部分缺失数据根据各城市统计年鉴补齐,各变量的描述性统计分析结果如表 2 所示。

3 实证结果分析

3.1 联立方程模型估计结果分析

3.1.1 市场一体化综合指数回归结果分析

运用全域莫兰指数与莫兰散点图检验内生变量 en 和 ai 空间自相关性,结果显示,两者具有明显的空间自相关性和空间依赖性,因此,下面基于邻近空间权重矩阵,采用空间联立方程模型对市场一体化与城市环境治理之间的相互作用进行研究。为了考察 GS3SLS 在空间联立方程估计上的表现,本文同时采用三阶段最小二乘法(3SLS)进行估计。表 3 同时报告了联立方程模型 3SLS 和 GS3SLS 的回归结果,从中可以发现,模型中所有变量系数估计值的正负号没有显著差异,只是个别变量系数估计值的显著性略有变化。由于 GS3SLS 估计考虑了空间相关性,整体表现要优于 3SLS,下面主要针对 GS3SLS 的估计结果进行分析。

表 2 相关变量的描述性统计分析结果

变量	平均值	标准差	最小值	最大值	样本量
en	0.622	0.125	0.228	0.911	697
ai	0.417	0.073	0.245	0.644	697
ci	0.570	0.165	0.214	0.992	697
ki	0.371	0.108	0.182	0.746	697
li	0.308	0.087	0.144	0.567	697
fin	2.384	0.890	0.967	5.845	697
tfp	0.933	0.021	0.876	0.974	697

scl	6.039	0.619	4.261	7.293	697
ia	2.439	2.894	0.123	19.204	697
is	0.407	0.079	0.234	0.727	697
er	0.005	0.003	0.001	0.017	697
bp	0.516	0.628	0.011	4.878	697
pdn	0.653	0.338	0.144	2.317	697
fdi	2.184	2.206	0.001	12.108	697
pa	1.494	1.307	0.152	9.852	697
edn	0.401	0.638	0.007	5.999	697
ind	0.918	0.172	0.552	2.693	697
mkt	10.385	3.068	2.826	18.449	697
pgdp	3.794	2.593	0.246	14.615	697
net	17.345	14.632	0.317	125.868	697
infr	1.198	0.422	0.257	2.499	697

先分析环境治理指数(en)方程估计结果,市场一体化对城市环境治理的影响系数为1.47且通过1%显著水平检验,表明市场一体化显著促进了城市环境治理。从城市空间互动效应来看,周边城市环境治理对本地城市环境治理的影响显著为正,表明城市环境治理有明显的正向空间溢出效应,但周边城市市场一体化对本地城市环境治理的空间交互影响效应显著为负,这可能与市场一体化带来的污染产业空间转移有关,市场一体化水平提高,使污染产业更容易转移到经济发展水平低的城市,对这些产业承接城市而言,周边城市市场一体化水平越高,本地城市因污染产业转移带来的环境治理压力就越大。金融发展水平(fin)显著促进城市环境治理水平提高,城市金融发展可以为城市绿色金融和环保产业发展提供资金支持。全要素生产率(tfp)通过效率改进和技术进步提高资源使用效率和生产技术进步,显著促进城市环境治理水平提高。城市规模(scl)不利于环境治理提升,长三角城市正处于城市化快速发展时期,城市规模扩大伴随着人口城市化和土地城市化的双重扩张,加大城市空间“拥堵效应”,能源消耗和土地用途变更导致污染排放增加,对城市环境治理有负面影响。工业集聚(ia)对城市环境治理有显著的积极影响,工业集聚通过规模效应、技术溢出效应和外部效应,提升城市环境污染治理效率。产业结构(is)对城市环境治理有显著的正面影响。政府环境规制强度(er)显著促进城市环境治理水平提高。人均财政预算收入(bp)对城市环境治理有显著的不利影响,说明地方政府预算支出的环保导向不强。人口密度(pdns)对城市环境治理有显著的负面影响,城市人口密度提高会产生资源和要素的“拥挤效应”和污染集中排放,加大城市环境治理压力,从而对城市环境治理能力提出更高要求。经济开放水平(fdi)对城市环境治理有正向影响但不显著,外商投资对城市环境治理提升的促进作用有待进一步加强。工业二氧化硫排放集中度(pa)对城市环境治理有显著的负向影响,随着污染产业空间转移,工业二氧化硫排放集中度呈下降趋势,对本地城市环境治理水平提升有显著促进作用。经济密度(edns)显著促进城市环境治理,经济密度反映了城市经济增长的集约化程度,有利于减少城市污染排放。

表3 市场一体化指数方程的3SLS和GS3SLS估计结果

解释变量	3SLS		GS3SLS	
	en	ai	en	ai
en		0.123 2*** (0.040 8)		0.300 9*** (0.031 8)
ai	1.308 7*** (0.100 5)		1.466 7*** (0.068 7)	
W1*en			0.070 8*** (0.014 9)	-0.017 5* (0.010 8)
W1*ai			-0.113 9*** (0.020 6)	0.031 6** (0.015 0)
fin	0.037 1*** (0.005 1)	-0.021 5*** (0.003 4)	0.035 2*** (0.004 5)	-0.023 2*** (0.003 2)
tfp	1.048 1*** (0.250 8)	-0.124 1 (0.190 7)	0.665 2** (0.268 1)	-0.268 1 (0.208 8)
scl	-0.044 3*** (0.006 8)	0.025 4*** (0.004 1)	-0.052 4*** (0.005 7)	0.028 8*** (0.004 0)
ia	0.007 8*** (0.002 4)	-0.002 5* (0.001 4)	0.009 4*** (0.002 3)	-0.001 6 (0.001 6)
is	0.137 4*** (0.050 4)		0.128 1*** (0.044 9)	
er	5.428 0*** (1.265 6)		2.582 9** (1.043 4)	
bp	-0.027 1* (0.014 2)		-0.034 1*** (0.012 4)	
pdns	-0.156 4*** (0.016 4)		-0.140 3*** (0.013 8)	
fdi	0.002 1** (0.001 0)		0.000 7 (0.000 9)	
pa	-0.002 8 (0.002 1)		-0.004 9*** (0.001 9)	
edns	0.025 1 (0.015 5)		0.037 2*** (0.013 6)	
ind		0.077 9*** (0.013 4)		0.063 8*** (0.013 2)

mrkt		0.006 2*** (0.000 8)		0.004 6*** (0.000 7)
pgdp		-0.002 9* (0.001 5)		-0.002 9* (0.001 6)
net		0.001 6*** (0.000 2)		0.000 9*** (0.000 2)
infr		0.001 8*** (0.000 2)		0.001 3*** (0.000 2)
常数项	-0.717 6*** (0.234 4)	0.169 0 (0.169 1)	-0.349 1 (0.250 4)	-0.216 2 (0.188 7)
样本量 N	697	697	697	697
调整后 R2	0.567 2	0.469 5	0.659 6	0.536 8

注：***、**、*表示在 1%、5%和 10%的水平上显著，括号中为标准误，W1 是邻接空间权重矩阵。

再看市场一体化指数(ai)方程回归结果，环境治理对市场一体化的影响系数为 0.3 且通过 1%显著水平检验，表明城市环境治理有利于市场一体化，这可能是因为环境污染具有明显的外部性，不同城市之间只有加强产业协作和共同治理，才能实现污染有效治理，城市环境治理协作推动了区域市场一体化发展。从城市空间互动效应来看，周边城市市场一体化对本地城市市场一体化的影响显著为正，表明周边城市市场一体化有明显的正向空间溢出效应；但周边城市环境治理对本地城市市场一体化的空间交互影响效应显著为负，原因可能在于城市环境作为一种公共产品，对人口和产业投资具有强大的吸引力，劳动力和资源倾向于流向环境治理好的城市，会导致环境治理质量高的城市趋于极化发展模式，对周边城市劳动力和资源形成虹吸效应，从而不利于周边城市市场一体化发展，显然，周边城市要减少这种负面影响，应该采取标杆式环境规制策略而不能因袭逐底式环境规制竞争策略。金融发展水平(fin)对城市市场一体化水平有负面影响，这是因为金融集聚于经济发展水平高的城市，从而不利于支持经济发展水平低的城市市场一体化发展。全要素生产率(tfp)对城市市场一体化无显著影响。城市规模(sc1)对市场一体化有显著的积极影响，规模大的城市更容易与周边城市形成产业协作和经济合作。工业集聚(ia)对市场一体化有负面影响，工业集聚在一定条件下存在“本地市场效应”，从而加剧市场分割。产业结构升级(ind)显示了第三产业的增长趋势，第三产业具有天然的产业粘性，第三产业的发展有利于推进不同城市间产业分工和协作，从而有利于推进市场一体化。市场化水平(mrkt)提高有利于促进商品和生产要素的跨区域流动，从而促进区域市场一体化发展。实际人均 GDP(pgdp)对市场一体化有不利影响，并在 10%水平上具有显著性。互联网宽带普及率(net)显示了城市信息化水平，因而对市场一体化有显著促进作用。交通基础设施(infr)为市场一体化提供了空间连接支持，对市场一体化有显著的正向影响。

综合上述空间联立方程模型的 GS3SLS 估计结果，容易发现，本地城市市场一体化与本地城市环境治理之间存在相互促进、相互影响的正向互动关系，周边城市市场一体化对本地城市市场一体化具有显著的正向空间溢出效应，周边城市环境治理对本地城市环境治理也有显著的正向空间溢出效应；但在空间交叉影响效应上，周边城市市场一体化对本地城市环境治理具有显著的负向空间溢出效应，周边城市环境治理对本地城市市场一体化也同样具有显著的负向空间溢出效应，这些实证研究结论对如何推进市场一体化和环境治理协调发展提供了丰富的启示。

3.1.2 三个子市场一体化指数回归结果分析

3 个子市场一体化指数空间联立方程模型的 GS3SLS 回归结果如表 4 所示，同市场一体化综合指数的空间联立方程模型的 GS3SLS 回归结果相比较，模型中核心解释变量系数估计值的正负号及其显著性没有显著变化，前述实证研究结论仍然成立。实

证研究结果显示，商品市场一体化(c_i)、资本市场一体化(k_i)和劳动力市场一体化(l_i)对城市环境治理的促进作用依次递增。

3.2 联立方程模型稳健性检验

3.2.1 基于反距离空间权重矩阵的稳健性检验

考虑到不同的空间权重矩阵设定可能会对模型估计结果产生影响，下面运用反距离空间权重矩阵对空间联立方程模型进行估计，反距离空间权重矩阵设定如下：

$$W_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (3)$$

其中， d_{ij} 为城市间地理距离，回归时将其进行标准化处理。表 5 报告了引入反距离空间权重矩阵的空间联立方程模型的 GS3SLS 稳健性检验结果，核心变量的系数估计值的正负号均与前述结果保持一致，显著性水平略有差异，上述研究结论整体上依然成立。

3.2.2 调整样本后的稳健性检验

在长三角全域 41 个地级以上城市中，由于上海是直辖市，且上海在长三角城市处于领先地位，因此，下面将上海这一特殊城市从长三角城市样本中排除掉，利用余下的 40 个城市面板数据，运用 GS3SLS 方法进行空间联立方程模型稳健性检验，回归结果如表 6 所示。无论是采用邻接空间权重矩阵还是反距离空间权重矩阵，核心变量的回归结果均没有发生显著变化。

4 结论与启示

4.1 结论

(1) 长三角市场一体化与环境治理之间存在相互影响、相互促进的互动关系。长三角市场一体化显著促进了城市环境治理，城市环境治理反过来也对长三角市场一体化存在促进作用，相对而言，长三角市场一体化对城市环境治理的促进作用更大。

(2) 周边城市市场一体化对本地城市一体化具有显著的正向空间溢出效应，在一定程度上证实了长三角市场一体化的空间蔓延演化特征，但周边城市市场一体化水平提升会对本地城市环境治理产生显著的负向空间交互溢出效应，周边城市市场一体化对本地城市环境治理有负面影响。

(3) 周边城市环境治理对本地城市环境治理有显著的正向空间溢出效应，在一定程度上支持了长三角环境治理存在显著的正外部性，但周边城市环境治理对本地城市市场一体化具有显著的负向空间交互溢出效应，周边城市环境治理改善对本地城市市场一体化有不利影响。

4.2 政策启示

(1) 加快长三角区域市场一体化建设，形成高效规范、公平竞争、充分开放的区域性统一大市场，以克服传统行政区划治理下的市场分割和环境治理碎片化问题。做大长三角区域市场容量，以超大规模区域市场优势，虹吸和集聚优势资源和要素，提高资源配置效率，推进区域产业分工协作和产业空间集聚，实现规模经济优势和专业化分工优势，促进产业结构升级和技术进

步，从规模效应、结构效应、技术进步效应和环境规制策略互动效应四个方面，全面推进区域环境治理水平提升。

表 4 子市场一体化指数方程的 GS3SLS 回归结果

解释变量	空间联立方程模型 I		空间联立方程模型 II		空间联立方程模型 III	
	en	ci	en	ki	en	li
en		0.538 4*** (0.063 4)		0.379 0*** (0.045 3)		0.287 2*** (0.035 1)
W1*en	0.118 3*** (0.014 4)	-0.133 8*** (0.015 8)	0.142 1*** (0.011 3)	-0.086 9*** (0.008 8)	0.149 6*** (0.013 0)	-0.062 2*** (0.007 1)
ci	0.878 9 *** (0.042 5)					
ki			1.471 3*** (0.066 8)			
li					2.220 9*** (0.132 9)	
W1*ci	-0.127 8*** (0.014 3)	0.139 9*** (0.015 4)				
W1*ki			-0.244 8*** (0.017 2)	0.149 2*** (0.012 8)		
W1*li					-0.311 7*** (0.024 4)	0.128 8*** (0.013 1)
fin	0.031 3*** (0.005 3)	-0.034 7*** (0.006 7)	0.040 5*** (0.005 4)	-0.025 6*** (0.004 7)	0.028 0*** (0.006 5)	-0.012 0*** (0.003 6)
tfp	0.308 0 (0.314 4)	0.265 6 (0.424 1)	0.003 1 (0.319 4)	0.367 7 (0.288 2)	0.569 9 (0.373 3)	-0.118 8 (0.219 5)
scale	-0.054 5*** (0.006 9)	0.053 7*** (0.008 2)	-0.058 7*** (0.007 0)	0.036 2*** (0.005 8)	-0.036 6*** (0.008 4)	0.015 3*** (0.004 6)
ia	0.011 2*** (0.002 6)	-0.008 5*** (0.003 0)	0.012 5*** (0.002 7)	-0.005 1** (0.002 1)	0.002 9 (0.003 2)	-0.000 7 (0.001 7)
is	0.167 1*** (0.047 5)		0.098 4** (0.047 8)		0.055 4 (0.049 6)	
er	2.756 8** (1.189 2)		2.732 2*** (1.056 4)		2.281 2** (1.124 6)	

bg	-0.025 4* (0.013 5)		-0.033 1** (0.013 2)		-0.022 8 (0.013 9)	
pdns	-0.124 2*** (0.015 1)		-0.138 1*** (0.016 2)		-0.105 1*** (0.017 4)	
fdi	0.001 7 (0.001 1)		0.000 1 (0.000 9)		-0.000 6 (0.001 2)	
pa	-0.006 2*** (0.002 1)		-0.002 6 (0.001 9)		-0.002 5 (0.002 0)	
edns	0.022 1 (0.014 6)		0.057 3*** (0.015 3)		0.024 8 (0.015 4)	
ind		0.100 1*** (0.026 5)		0.027 5 (0.0174)		0.033 4*** (0.012 8)
mrkt		0.006 1*** (0.001 4)		0.003 0*** (0.000 8)		0.001 3** (0.000 6)
pgrp		-0.002 0 (0.003 0)		-0.004 3** (0.001 9)		-0.001 1 (0.001 4)
net		0.001 3*** (0.000 4)		0.000 8*** (0.000 2)		0.000 4** (0.000 2)
infr		0.002 3*** (0.000 4)		0.001 0*** (0.000 2)		0.000 6*** (0.000 2)
常数项	0.064 9 (0.290 6)	-0.433 9 (0.376 3)	0.350 1 (0.296 5)	-0.434 9* (0.259 3)	-0.391 8 (0.348 0)	0.110 3 (0.199 0)
样本量 N	697	697	697	697	697	697
调整后 R2	0.335 9	0.562 4	0.380 5	0.499 1	0.330 2	0.504 3

注：***、**、*表示 1%、5%和 10%水平显著，括号中为标准误，W1 是邻接空间权重矩阵。

表 5 基于反距离空间权重矩阵的 GS3SLS 回归结果

解释变量	被解释变量	
	en	ai
en		0.478 1*** (0.023 7)
ai	1.760 1*** (0.065 3)	

W2*en	0.067 7*** (0.004 1)	-0.036 5*** (0.003 3)
W2*ai	-0.120 2*** (0.007 1)	0.064 9*** (0.004 6)
fin	0.018 9*** (0.004 4)	-0.011 8*** (0.002 8)
tfp	0.847 9*** (0.226 6)	-0.437 5*** (0.150 1)
scl	-0.060 7*** (0.005 7)	0.034 3*** (0.003 3)
ia	0.006 7*** (0.001 9)	-0.002 2** (0.001 1)
is	0.046 7 (0.031 7)	
er	0.096 2 (0.743 2)	
bp	-0.021 3** (0.009 2)	
pdns	-0.058 0*** (0.010 8)	
fdi	-0.000 1 (0.000 6)	
pa	-0.001 3 (0.001 3)	
edns	0.016 2 (0.010 3)	
ind		0.028 6*** (0.009 3)
mrkt		0.001 2*** (0.000 4)
pgdp		-0.000 3 (0.001 1)
net		0.000 3*** (0.000 1)

infr		0.000 4*** (0.000 1)
常数项	-0.427 9** (0.208 6)	0.224 1* (0.134 8)
样本量	697	697
调整后 R2	0.679 7	0.640 3

注：***、**、*表示在 1%、5%和 10%的水平上显著，括号中为标准误，W2 是反距离空间权重矩阵。

表 6 调整样本后的联立方程模型 GS3SLS 回归结果

解释变量	邻接空间权重矩阵		反距离空间权重矩阵	
	en	ai	en	ai
en		0.520 3*** (0.023 5)		0.483 9*** (0.022 8)
ai	1.691 2*** (0.061 1)		1.798 3*** (0.065 4)	
W*en	0.167 6*** (0.012 5)	-0.098 9*** (0.007 8)	0.068 1*** (0.004 7)	-0.037 1*** (0.003 1)
W*ai	-0.267 4*** (0.018 8)	0.155 5*** (0.011 8)	-0.121 8*** (0.006 9)	0.065 9*** (0.004 3)
fin	0.017 5*** (0.004 8)	-0.010 5*** (0.002 9)	0.021 7*** (0.004 5)	-0.012 7*** (0.002 7)
tfp	-0.153 7 (0.256 5)	0.129 5 (0.164 2)	0.409 6* (0.248 7)	-0.183 2 (0.156 5)
scl	-0.042 6*** (0.006 1)	0.027 7*** (0.003 6)	-0.064 5*** (0.005 9)	0.037 6*** (0.003 3)
ia	0.009 8*** (0.002 6)	-0.006 2*** (0.001 5)	0.012 9*** (0.002 5)	-0.007 4*** (0.001 4)
is	0.009 2 (0.030 3)		0.030 6 (0.030 1)	
er	0.015 7 (1.127 2)		-0.324 2 (0.688 7)	
bp	-0.011 8		-0.021 4**	

	(0.008 9)		(0.008 9)	
pdns	-0.044 9*** (0.012 8)		-0.053 5*** (0.011 2)	
fdi	0.000 1 (0.000 6)		-0.000 1 (0.000 6)	
pa	0.000 1 (0.001 3)		-0.000 7 (0.001 2)	
edns	0.009 4 (0.011 1)		0.017 6 (0.011 3)	
ind		0.028 9* (0.0172)		0.026 9* (0.015 8)
mrkt		0.001 1** (0.000 4)		0.000 9** (0.000 4)
pgdp		0.001 0 (0.001 1)		0.001 3 (0.001 1)
net		0.000 2 (0.000 1)		0.000 2*** (0.000 1)
infr		0.000 2*** (0.000 1)		0.000 3*** (0.000 1)
常数项	0.318 0 (0.238 9)	-0.221 8 (0.147 9)	-0.023 3 (0.230 1)	-0.020 1 (0.140 1)
样本量	680	680	680	680
调整后 R2	0.546 0	0.556 5	0.535 7	0.593 8

注：表中***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%的水平上显著，括号中为标准误。

(2)推进长三角市场一体化与环境治理协同发展。在长三角市场一体化发展进程中，要防止区域产业转移导致污染性产业空间重新布局而带来新的环境污染问题，产业承接地要将抓好产业升级和环境治理协同发展。在现代城市竞争中，优良的生态环境本身就是一种优质城市资产，而不是城市经济发展的包袱，防止地方政府之间采用逐底式环境竞争策略带来新的环境问题，引导地方政府之间采取标杆式环境规制策略互动，促进长三角市场一体化与环境治理协调发展。

(3)创新环境治理参与区域市场一体化的方式、手段和途径，推进区域市场一体化和环境保护协同共进。从地方政府绩效考核制度改革、排污权交易制度、用能权交易制度、企业环境信息公开和企业环境信用评价制度、跨地区环境规制协同、跨地区产业合作及成果共享、跨地区环保信用合作、跨地区环境污染赔偿、跨地区科技创新或科创带建设、跨地区生态保护补偿等方面，健全和完善长三角环境协同治理的制度体系和市场机制，协同推进区域市场一体化与环境治理协同发展。

参考文献

-
- [1] KUTAN A M, YIGIT T M. European integration, productivity growth and real convergence: Evidence from the new member states[J]. *Economic Systems*, 2009, 33(2): 127-137.
- [2] CHEN X, HUANG B. Club membership and transboundary pollution: Evidence from the European Union enlargement[J]. *Energy Economics*, 2016, 53: 230-237.
- [3] ALMEIDA NEVES S, MARQUES A C, PATRÍCIO M. Determinants of CO₂ emissions in European Union countries: Does environmental regulation reduce environmental pollution?[J]. *Economic Analysis and Policy*, 2020, 68: 114-125.
- [4] 刘志彪. 建设国内统一大市场: 影响因素与政策选择[J]. *学术月刊*, 2021, 53(9): 49-56, 84. LIU Z B. Determinants and policy options of the establishment of large unified domestic market[J]. *Academic Monthly*, 2021, 53(9): 49-56, 84.
- [5] KELEJIAN H H, PRUCHA I R. Estimation of simultaneous systems of spatially interrelated cross sectional equations[J]. *Journal of Econometrics*, 2004, 118(1/2): 27-50.
- [6] 范剑勇. 长三角一体化、地区专业化与制造业空间转移[J]. *管理世界*, 2004(11): 77-84, 96. FAN J Y. Yangtze River Delta integration, regional specialization and space transfer of manufacturing industry[J]. *Management World*, 2004(11): 77-84, 96.
- [7] 陆铭, 冯皓. 集聚与减排: 城市规模差距影响工业污染强度的经验研究[J]. *世界经济*, 2014, 37(7): 86-114. LU M, FENG H. An empirical analysis of how intra-province spatial distribution of industries affects pollution[J]. *The Journal of World Economy*, 2014, 37(7): 86-114.
- [8] 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, 37(10): 12-21. DOU J M, ZHANG K. Spatial dependence, economic agglomeration and urban environmental pollution[J]. *Business Management Journal*, 2015, 37(10): 12-21.
- [9] 吕越, 张昊天. 打破市场分割会促进中国企业减排吗?[J]. *财经研究*, 2021, 47(9): 4-18. LV Y, ZHANG H T. Does breaking market segmentation promote Chinese enterprises to reduce pollution emissions?[J]. *Journal of Finance and Economics*, 2021, 47(9): 4-18.
- [10] 张学良, 程玲, 刘晴. 国内市场一体化与企业内外销[J]. *财贸经济*, 2021, 42(1): 136-150. ZHANG X L, CHENG L, LIU Q. The linkage between export and domestic sale[J]. *Finance & Trade Economics*, 2021, 42(1): 136-150.
- [11] 高宇. 出口企业与国内市场一体化[J]. *国际贸易问题*, 2016(12): 142-154. GAO Y. Export firms and integration of domestic market[J]. *Journal of International Trade*, 2016(12): 142-154.
- [12] 吴群锋, 刘冲, 刘青. 国内市场一体化与企业出口行为 —— 基于市场可达性视角的研究[J]. *经济学(季刊)*, 2021, 21(5): 1639-1660. WU Q F, LIU C, LIU Q. Domestic market integration and firm export behavior: A research based on market access approach[J]. *China Economic Quarterly*, 2021, 21(5): 1639-1660.
- [13] 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. ZHANG K. Regional integration, environmental pollution and social welfare[J]. *Journal of Financial Research*, 2020(12): 114-131.

-
- [14] BARRETT S. Strategic environmental policy and international trade[J]. *Journal of Public Economics*, 1994, 54(3):325-338.
- [15] 陆立军, 陈丹波. 地方政府间环境规制策略的污染治理效应: 机制与实证[J]. *财经论丛*, 2019(12):104-113. LU L J, CHEN D B. Pollution control effect of local government' s environmental regulation strategy: Mechanism and empirical test[J]. *Collected Essays on Finance and Economics*, 2019(12):104-113.
- [16] 龚新蜀, 史雪然, 韩俊杰. 市场一体化对中国环境质量的影响研究[J]. *工业技术经济*, 2021, 40(2):146-152. GONG X S, SHI X R, HAN J J. Research on the impact of market integration on China' s environmental quality[J]. *Industrial Technology & Economy*, 2021, 40(2):146-152.
- [17] 余泳泽, 尹立平. 中国式环境规制政策演进及其经济效应: 综述与展望[J]. *改革*, 2022(3):114-130. YU Y Z, YIN L P. The evolution of Chinese environmental regulation policy and its economic effects: A summary and prospect[J]. *Reform*, 2022(3):114-130.
- [18] 申明浩, 谭伟杰. 数字化与企业绿色创新表现——基于增量与提质的双重效应识别[J]. *南方经济*, 2022(9):118-138. SHEN M H, TAN W J. Digitalization and green innovation performance of enterprises: Identification of double effects based on increment and quality improvement[J]. *South China Journal of Economics*, 2022(9):118-138.
- [19] PARSLEY D C, WEI S J. Explaining the border effect: The role of exchange rate variability, shipping costs, and geography[J]. *Journal of International Economics*, 2001, 55(1):87-105.
- [20] 张超, 郭海霞, 沈体雁. 中国空间市场一体化演化特征——基于“一价定律”与空间杜宾模型[J]. *财经科学*, 2016(1):67-77. ZHANG C, GUO H X, SHEN T Y. Evolution characteristics of China space market integration based on the law of one price and spatial Dubin model[J]. *Finance & Economics*, 2016(1):67-77.
- [21] 白俊红, 刘宇英. 对外直接投资能否改善中国的资源错配[J]. *中国工业经济*, 2018(1):60-78. BAI J H, LIU Y Y. Can outward foreign direct investment improve the resource misallocation of China[J]. *China Industrial Economics*, 2018(1):60-78.
- [22] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. *经济研究*, 2018, 53(2):20-34. CHEN S Y, CHEN D K. Air pollution, government regulations and high-quality economic development[J]. *Economic Research Journal*, 2018, 53(2):20-34.
- [23] 邓慧慧, 杨露鑫. 雾霾治理、地方竞争与工业绿色转型[J]. *中国工业经济*, 2019(10):118-136. DENG H H, YANG L X. Haze governance, local competition and industrial green transformation[J]. *China Industrial Economics*, 2019(10):118-136.
- [24] 孙作人, 刘毅, 田培培. 产业集聚、市场化程度与城市碳效率[J]. *工业技术经济*, 2021, 40(4):46-57. SUN Z R, LIU Y, TIAN P P. Industrial agglomeration, degree of marketization and urban carbon efficiency[J]. *Industrial Technology & Economy*, 2021, 40(4):46-57.
- [25] 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, 89. FAN G, WANG X L, ZHANG L W, et al. Marketization index for China' s provinces[J]. *Economic Research Journal*, 2003(3):9-18, 89.