

长江经济带多维产业结构对资源环境承载力影响的空间效应¹

郑金辉¹ 徐维祥¹ 陈希琳¹ 刘程军²

(1. 浙江工业大学经济学院, 浙江 杭州 310023;

2. 浙江工业大学之江学院, 浙江 绍兴 312030)

【摘要】:探索多维产业结构对资源环境承载力影响的空间溢出效应,是推动长江经济带区域协调和高质量发展的重要路径。以长江经济带2003~2019年108个城市面板数据为样本,基于熵值法从资源承载力、环境承载力、社会经济支撑力3方面评价资源环境承载力水平,采用泰尔指数和空间自相关等方法探究其时空演变特征,并运用空间计量模型分析多维产业结构对资源环境承载力影响的空间溢出效应。结果表明:(1)长江经济带资源环境承载力整体保持上升态势,存在下游>总体>中游>上游的特征,区域差异则存在下游>上游>总体>中游的空间异质性,且差异的主要来源于上、中、下游的地区内部差异。(2)资源环境承载力呈现由西北向东南方向逐级递增的空间趋势,具有显著的空间集聚与关联特征。(3)产业结构合理化、产业结构服务化、产业结构高度化对资源环境承载力的空间溢出影响存在差异,产业结构合理化和产业结构服务化均存在负向的空间溢出效应,产业结构高度化则存在正向的空间溢出效应,但不显著。长江经济带资源环境承载力的时空异质性特征是在工业集聚、科技创新、对外开放、政府干预诸多因素交互叠加、循环累积作用下形成。为实现长江经济带生态文明建设先行示范带,应重视城市间资源环境承载力的空间溢出效应,发挥区域协同互动作用,推动资源要素的空间适配。

【关键词】: 多维产业结构; 资源环境承载力; 时空分异; 空间溢出效应; 长江经济带

【中图分类号】: X322 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1004- 8227(2023)01- 0001- 13

【DOI】: 10. 11870 / cjlyzyyhj202301001

目前,全球经历着第一产业的比重大幅度下降,第二产业和第三产业的大幅度上升,这是劳动生产率的迅速提高和物质生产丰富的结果。作为世界上最大的发展中国家和增长较快的经济体之一,中国三次产业比重从1978年70.5:17.3:12.2调整至2019年25.1:27.5:47.3,其快速发展的产业结构已成为学界研究重点^[1]。然而,随着快速的工业化和城市化进程,人口增加甚至使城市无法满足城市人口对城市功能的需要,出现了许多环境问题^[2]。近年来中西部地区资源环境承载力压力特征明显^[3],社会对资源环境承载力的关注度日益提升。资源环境承载力是生态文明建设的基础,对资源环境承载力的评价分析能够为生态文明建设提供依据^[4]。一方面,产业结构调整会提高劳动生产率,推动城镇化发展,城市设施的大规模建设会消耗大量资源,一定程度上增加了资源环境压力;另一方面,产业结构升级推动技术进步,提高能源利用效率,从而对资源环境承载力产生积极

¹ **【收稿日期】**: 2022- 01- 14; **【修回日期】**: 2022- 03- 01

【基金项目】: 国家自然科学基金项目(71774145); 国家社会科学基金重大项目(18ZDA045); 浙江省大学生新苗人才计划项目(2021R403069)

【作者简介】: 郑金辉(1994 ~),男,博士研究生,主要研究方向为产业经济学. E-mail: zjhzhenjinhui@163.com

作用。因此,如何扩大产业结构调整的积极性作用,实现资源环境承载力提升,是建设生态文明城市的关键所在。

国内外学者运用多种方法对产业结构与资源环境之间的关系展开了广泛且深入的研究,可总结为以下 2 个方面:一是产业结构对资源能源的影响,部分学者认为产业结构变迁升级,确实发挥了促进能源消费强度下降的显著积极效应^[5,6],并且,产业结构升级能够提高能源效率^[7]。然而,有些学者认为中国产业结构变迁过程中还存在明显的结构性扭曲,这种结构性扭曲必然会对资源(包括能源)的配置效率产生不利影响,可能会阻碍能源强度的下降^[8]。二是产业结构对环境污染的影响,韩永辉等^[9]、汪艳涛^[10]和范庆泉等^[11]认为产业结构优化升级降低了环境污染,从而改进了生态效率,并促进经济高质量发展。Hao 等^[12]通过引入动态门槛模型实证了产业结构与环境污染之间呈显著非线性关系。程中华等^[13]、邵帅等^[14]的研究表明产业结构调整具有显著的雾霾减排、碳减排效应,促进中国绿色低碳转型发展。已有研究主要关注产业结构对能源消费、环境污染的影响。中国的资源环境问题依然严重,开展资源环境承载力的研究能够为实施针对性措施提供依据,当前关于资源环境承载力的研究主要涉及概念与内涵^[15]、指标评价^[16]、时空集聚特征^[17]以及影响因素^[18,19]。在资源环境承载力的评价方面,学者们运用的方法基本相同,如承载力指数法^[17]、指标熵权法^[16],其中,指标熵权法的使用最为广泛。在资源环境承载力的影响因素分析方面,现有研究采用多元线性回归^[20]、响应度模型^[18]、空间计量模型^[19]和地理探测器模型^[21]等方法分析资源环境承载力的影响因素,发现水、土资源禀赋及气象等自然条件对资源环境承载力起到先天限制作用^[22],而技术进步^[13]、产业结构调整^[23]、城市化^[18]等社会经济因素对资源环境承载力具有促进作用。

综上所述,当前研究取得了丰硕的成果,为本文的研究奠定了坚实的基础,然而关于产业结构与资源环境承载力的关系仍未得出一致结论。因此,本文将从以下 3 个方面来拓展:第一,在研究内容上,以往大多研究是论证产业结构对能源消费、环境污染问题的影响,而产业结构对资源环境承载力影响的研究相对较少。第二,在研究方法上,多是采用线性模型实证分析产业结构的直接影响,忽略了产业结构对资源环境承载力影响的空间溢出效应。第三,在研究角度上,以往研究大都以产业结构服务化表征产业结构调整,这不足以从多个维度判别产业结构对资源环境承载力异质性的影响效应。鉴于此,本文以长江经济带 2003~2019 年城市面板数据为研究样本,采用熵值法、泰尔指数、空间自相关等方法对长江经济带资源环境承载力的区域差异和空间演变特征进行探究,并运用空间计量模型分析长江经济带多维产业结构对资源环境承载力影响的空间效应。

1 多维产业结构对资源环境承载力影响的理论分析

中国目前处于产业转型阶段,学者们围绕产业结构转型进行了大量的研究。产业结构是涉及合理化发展、服务化转型和高度化升级等多维度交互影响下的复杂动态调整过程^[9],本文在遵循该理论框架基础上从产业结构合理化、产业结构服务化、产业结构高度化 3 个维度分析产业结构调整对资源环境承载力的影响(图 1)。

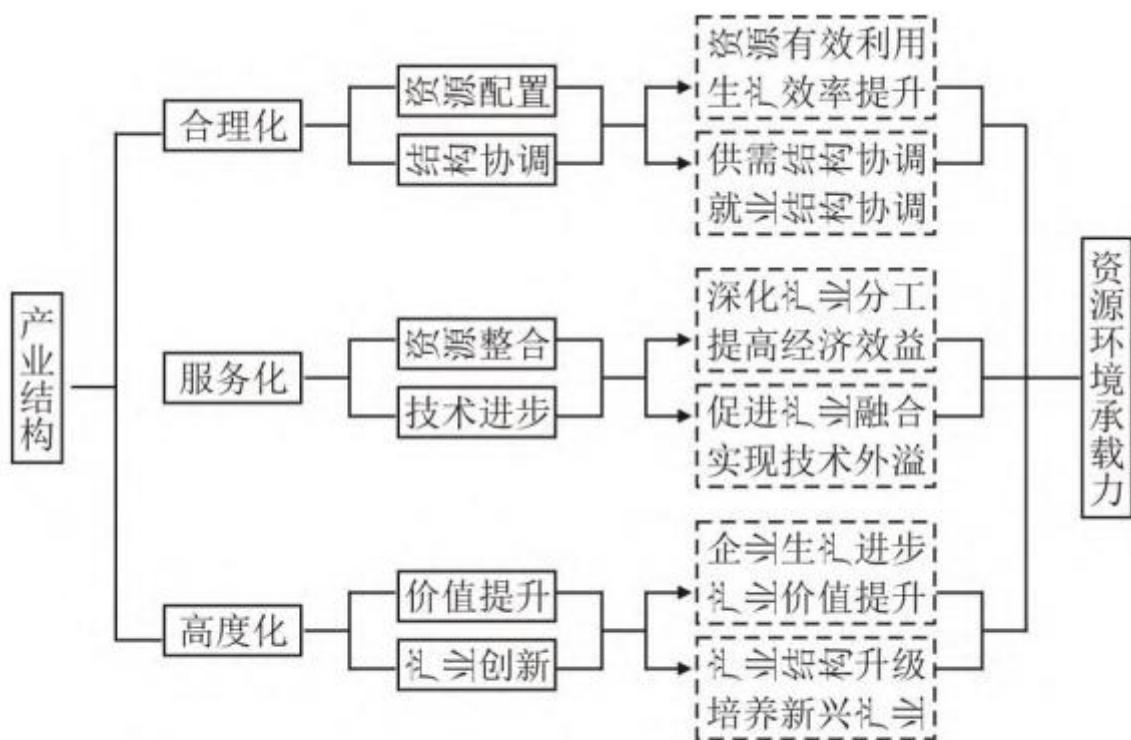


图 1 多维产业结构对资源环境承载力的影响机制

1.1 产业结构合理化对资源环境承载力的影响

产业结构合理化是指三次产业间的均衡和关联协调程度，主要表现为对起初不合理的产业结构进行调整，实现生产要素的合理配置，使各产业协调发展^[24]，其作用路径可从资源配置和结构协调两个方面分析。一方面，随着三次产业的动态调整，生产要素能够得到合理的配置，资源利用效率提升，促进生产率提升。具体而言，生产要素在不同产业之间，甚至同一产业内部的生产率可能存在差异，随着产业结构合理化调整，促使要素资源再分配，生产要素从低生产率部门流向高生产率部门，同时淘汰污染强度大的落后产业，推动资源环境效率提升^[25]。另一方面，在产业结构趋向合理化过程中，就业结构、供给结构、需求结构随之调整，促使供给结构与需求结构相适应，产业结构与就业结构的耦合性提高，实现社会经济发展、资源与环境的良性循环^[26]，从而提高资源环境承载力。

1.2 产业结构服务化对资源环境承载力的影响

产业结构服务化的典型特征是经济服务化，表现形式是产业结构从第一产业转向第二产业，进而以第三产业尤其是生产性服务业为主的过程，其作用路径可以从资源整合和技术进步两个方面分析。一方面，生产性服务业依附于制造业而存在，通过提供中间投入品向制造业提供智力和服务支持，把日益专业化的人力资本和知识资本引进制造业，深化产业间分工促进产业间资源整合，提高了社会生产效益^[27]。另一方面，生产性服务业尤其是高新技术企业通过技术研发投入获得技术创新与进步后，实现生产工艺不断升级，使得既定投入条件下经济产出增加和污染排放减少；还可以通过知识共享、技术平台等方式将先进的知识与技术向其他传统企业传导，促进产业融合，实现技术外溢^[13]，促进资源环境承载力提升。

1.3 产业结构高度化对资源环境承载力的影响

产业结构高度化是产业结构根据经济发展的历史和逻辑序列从低水平状态向高水平状态顺次演进的动态过程，主要表现为各产业比例关系的演进和生产效率的提高^[25]，其作用路径可以从价值提升和产业创新。一方面，随着产业结构的高级化调整，生产模式发生转变，市场竞争效应加速了企业生产进步，通过淘汰旧的生产模式，低附加值产业向高附加值产业转变，从而提升产业价值，可能有效地促进绿色发展^[28]。另一方面，产业结构高度化将通过产业创新对传统产业改造、落后产业淘汰、新兴产业培育等途径，实现产业结构优化升级^[30]。升级过程中的企业必然会诞生新的就业岗位，甚至出现新的产业部门，新的产业部门一般具有高附加值和低能耗的特点，将减少环境污染排放，从而促进资源环境承载力提升。

2 研究方法与数据来源

2.1 研究区域概况

长江经济带横跨东中西部三大板块，按照 2016 年国务院发布的《长江经济带发展规划纲要》，地域范围涉及上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州等 11 个省市(图 2)，可划分为上、中、下游 3 个区域。全流域面积约 205.23 万 km²，占全国的 21.4%，总人口将近 6 亿，经济总量占据全国 40%左右，在我国区域经济发展战略中占据重要地位。

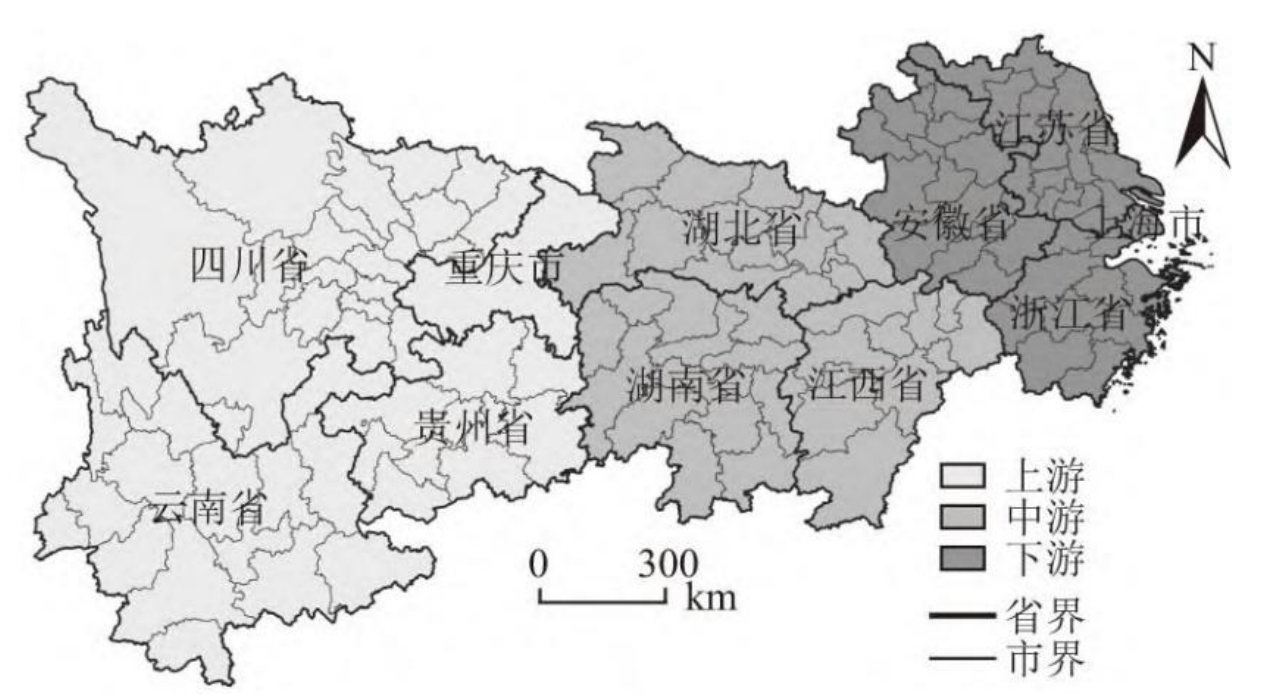


图 2 长江经济带布局

2.2 资源环境承载力的测度

本文从资源环境承载力的内涵出发，立足现有研究^[15, 16, 17, 18, 19, 20]，结合长江经济带现状和数据可获得性，从资源承载力、环境承载力、社会经济支撑力 3 个方面构建指标体系(表 1)。

2.3 研究方法

2.3.1 泰尔指数

为了探究长江经济带资源环境承载力的区域差异及其来源，采用泰尔指数将资源环境承载力的总体差异分解为组内差异和组间差异进行对比分析^[30]。具体计算过程如下：

$$T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{rec_i}{\overline{rec}} \times \ln \frac{rec_i}{\overline{rec}} \right) \quad (1)$$

$$T_r = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^{n_r} \left(\frac{rec_{ri}}{\overline{rec_r}} \times \ln \frac{rec_{ri}}{\overline{rec_r}} \right) \quad (2)$$

$$\begin{aligned} T &= T_a + T_b \\ &= \sum_{r=1}^3 \left(\frac{n_r}{n} \times \frac{\overline{rec_r}}{\overline{rec}} \times T_r \right) + \\ &\quad \sum_{r=1}^3 \left(\frac{n_r}{n} \times \frac{\overline{rec_r}}{\overline{rec}} \times \ln \frac{\overline{rec_r}}{\overline{rec}} \right) \end{aligned} \quad (3)$$

式中：T 表示长江经济带资源环境承载力的总体泰尔指数，即总体差异，其数值大小处于[0, 1]之间，反映了区域差异的大小；Tr(r=1, 2, 3) 分别表示长江经济带上游、中游、下游地区资源环境承载力的泰尔指数；i 表示城市；n 表示研究城市数量；nr 分别表示上游、中游、下游城市的数量；reci 表示城市 i 的资源环境承载力；recri 表示 r 地区城市 i 的资源环境承载力； $\overline{rec}$ 和 $\overline{rec_r}$ 分别表示长江经济带和 r 地区资源环境承载力的均值。通过式(3)，可进一步将资源环境承载力的总体差异泰尔指数 T 分解为地区内差异泰尔指数 Ta 和地区间差异泰尔指数 Tb。

表 1 资源环境承载力评价指标体系

目标层	准测层	指标层	单位	指标类型	权重
资源环境承载力	资源承载力	人均建成区面积	m ² /人	+	0.027 3
		人均公园绿地面积	m ² /人	+	0.073 4
		人均年用水量	t/人	-	0.061 2
		电力消耗量	K·Wh	-	0.160 4

		人口密度	人/km ²	-	0.035 7
	环境承载力	污水处理率	%	+	0.074 8
		工业固体废物综合利用率	%	+	0.008 8
		建成区绿化覆盖率	%	+	0.005 6
		生活垃圾无害化处理率	%	+	0.056 3
		人均二氧化硫排放量	t/人	-	0.102 6
	社会经济支撑力	地均 GDP	104 元/km ²	+	0.156 4
		地均固定资产投资	104 元/km ²	+	0.122 7
		第三产业占生产总值比例	%	+	0.020 3
		城镇居民人均可支配收入	元/人	+	0.048 1
		人均拥有道路面积	m ² /人	+	0.046 3

2.3.2 空间自相关

(1) 全局空间自相关。

先通过单变量全局空间自相关判断产业结构和资源环境承载力各自的空间集聚特征，并采用双变量全局空间自相关探索两者空间关联特征，其公式如下^[31]：

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} |x_i - \bar{x}| |x_j - \bar{x}|}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|^2} \quad (4)$$

式中： x_i 和 x_j 分别为 i 城市和 j 城市的研究对象观测值； $\bar{x}$ 为均值； n 为城市总数； W_{ij} 为空间邻近权重矩阵。

(2) 局部空间自相关。

全局空间自相关描述的是整个研究区域的空间集聚特征，但并不能揭示在区域内部的那些地区出现集聚。因此，进一步采

用 Getis-Ord G_i^* 指数来分析局部集聚特征, 其公式如下[31]:

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij}(d) x_{ij}(d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (5)$$

2.3.3 空间计量模型

本文将产业结构调整引入模型, 分析长江经济带产业结构如何对资源环境承载力产生影响及其空间溢出效应。空间杜宾模型 (SDM) 是空间误差模型 (SEM) 和空间滞后模型 (SLM) 的一般形式, 为不失一般性, 用其来展开分析。基本形式为^[31]:

$$Y_{it} = \beta X_{it} + \rho \sum_{j=1}^N W_{ij} Y_{jt} + \phi \sum_{j=1}^N W_{ij} X_{jt} + \mu_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中: Y_{it} 、 X_{it} 表示城市 i 的被解释变量和解释变量在第 t 年的观测值; W_{ij} 为空间邻近权重矩阵; β 为解释变量的待估系数; ρ 为被解释变量的空间滞后系数; ϕ 为自变量的空间回归系数; μ_i 、 ν_t 分别代表空间效应和时间效应; ε_{it} 为随机误差项。当 $\phi = 0$ 、 $\rho \neq 0$ 时, 公式 (6) 为 SLM 模型; 当 $\phi + \rho\beta = 0$ 时, 公式 (6) 为 SEM 模型。

2.4 变量选取与数据来源

被解释变量: 资源环境承载力 (rec)。采用熵值法对长江经济带资源环境承载力测度。

核心解释变量: 产业结构调整 (ind)。包括产业结构合理化 (rat)、产业结构服务化 (sur) 和产业结构高度化 (adv)。其中, 产业结构合理化反映的是三次产业间发展的合理性, 借鉴干春晖等^[24]的做法, 采用泰尔指数衡量产业结构的合理性。同时, 为了研究的便利, 借鉴王鹏等^[32]的方法, 将泰尔指数取到数, 该指标越大则产业结构越合理。产业结构服务化采用第三产业与第二产业之比衡量^[24]。产业结构高度化考察了各产业在“量”上比例关系和在“质”上劳动生产率的双重变化。本文参考袁航等^[29]的做法, 将产业结构高度化界定为产业之间的比例关系与劳动生产率的乘积加权值。

控制变量: (1) 工业集聚 (agg), 采用工业密度来衡量^[33]; (2) 科技创新 (tec), 采用每百万人专利申请授权量衡量^[26]; (3) 对外开放 (tra), 采用进出口贸易额与地区 GDP 的比值衡量^[33]; (4) 政府干预 (gov), 采用地方财政一般预算支出与 GDP 比值衡量^[31]; (5) 社会消费 (con), 采用社会消费品零售总额与 GDP 比值衡量。本文数据主要来源于《中国城市统计年鉴》, 各省、市统计年鉴和统计公报。

3 长江经济带资源环境承载力的时空异质性特征

3.1 资源环境承载力时序演化规律

在资源环境承载力时序变化方面 (图 3), 分别计算出上、中、下游 3 个区域的资源环境承载力均值。总体上, 2003~2019 年

长江经济带资源环境承载力呈上升态势，由低水平向高水平过渡，从区域异质性来看，资源环境承载力存在下游>总体>中游>上游的特征，表明其分布特征与流域内的经济发展水平有密切关联，上游城市资源环境承载力需要进一步提升。具体来看，长江经济带总体资源环境承载力均值整体呈现波动增长趋势，年均值由期初的 0.043 4 增至期末的 0.106 3，年均增长率为 8.54%，整体资源环境承载力提升明显。2003~2018 年长江经济带资源环境承载力年均值呈明显上升趋势，上升幅度较大；2018~2019 年呈轻微下降态势，从 0.112 4 下降至 0.106 3；与之对应的是上游资源环境承载力在 0.030 1~0.078 0 上升，中游资源环境承载力在 0.040 1~0.094 6 上升，下游资源环境承载力在 0.056 3~0.154 2 上升，且变化趋势与长江经济带总体接近。

在资源环境承载力区域差异方面，2003~2019 年长江经济带资源各市资源环境承载力差异明显，呈现下游>上游>总体>中游的空间异质性态势，这表明虽然下游各市资源环境承载力水平最高，但相对而言其城市间差异也最大，因此需要继续推动长三角一体化发展，不断发挥城市间正向溢出效应，形成区域协调的良好局面。进一步将总体差异分解为地区内差异和地区间差异来看，地区内差异明显大于地区间差异的泰尔指数值，说明造成长江经济带各市资源环境承载力区域差异的主要来源是上、中、下游的地区内部存在较大差异，这启示整个经济带要继续落实长江经济带“十三五”规划中区域协同发展的思想，坚持“生态优先、绿色发展”的基本思路，积极推进上中下游协同联动发展。

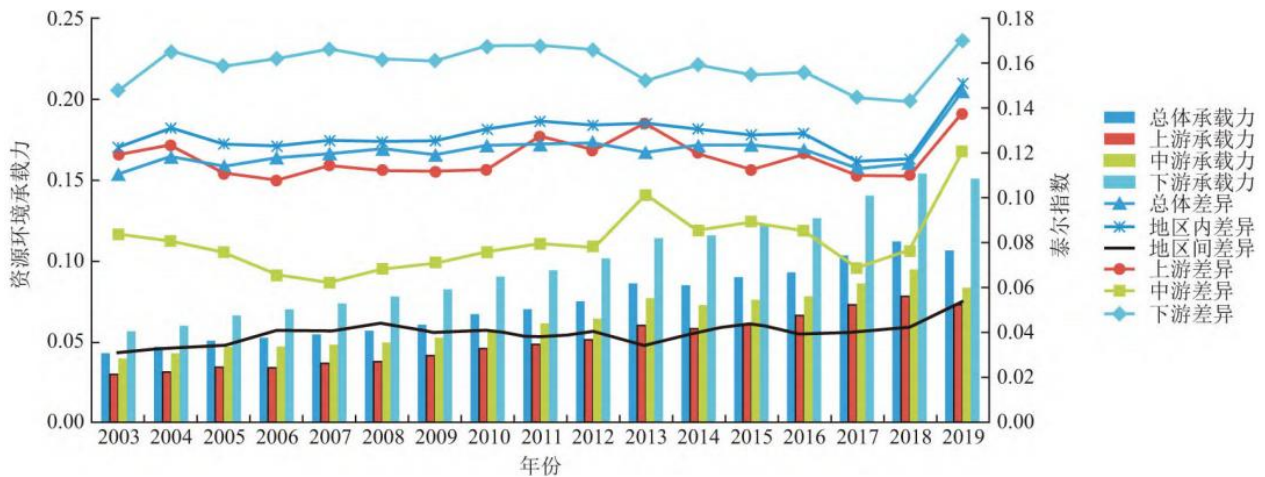


图 3 长江经济带资源环境承载力时序演化特征

Fig. 3 Temporal evolution characteristics of resource and environmental carrying capacity in Yangtze River Economic Zone

3.2 资源环境承载力空间分布特征

为探究长江经济带资源环境承载力的空间分布特征，采用反自然断点法将长江经济带 2003、2008、2013 和 2019 年资源环境承载力分为高值、较高值、中值、较低值、低值 5 个等级，进行空间可视化分析(图 4)。整体来看，2003~2019 年长江经济带资源环境承载力的地区间差异较大，整体呈现由西北向东南方向逐级递增的空间趋势，上海、杭州、南京、苏州、宁波、武汉经济发展水平较高，资源环境承载力明显高于区域平均水平。

具体来看，(1)资源环境承载力存在明显的空间分异特征，其空间分布与区域经济发展格局大致吻合，呈现出南-北两极分化格局，较高和高值区主要在长江下游尤其是长三角地区集聚分布，较低和低值区主要在长江上游集聚分布，仅有重庆和部分省会城市资源环境承载力处于较高值，而长江中游城市多处于中值区。(2)2003 年资源环境承载力高值区仅有上海。2008 年资源环境承载力高值区扩散至江苏的南京、苏州、无锡以及武汉等地区，这些城市因为经济和产业基础较好，产业结构调整明显，生态环境建设较好。2013 年，资源环境承载力高值区增加了常州和随州，整体资源环境承载力普遍提升，低值区城市持续减少。

至 2019 年，资源环境承载力高值区扩散至浙江的杭州、宁波、金华、舟山以及镇江、成都等地区，较低和低值区范围明显减小，呈现空间收敛趋势，较高和高值区范围则明显增大，全区资源环境承载力明显得到提升。(3)湖北的武汉、江苏的南京、无锡、苏州、浙江的杭州、宁波、金华、四川的成都资源环境承载力增速较快，成为资源环境承载力高值区，这主要归因于以上地区大多属东部沿海城市或者省会城市，经济发展过程中产业结构转型升级、节能减排技术相对领先、社会生活环境较好等基础条件。值得注意的，这些城市也是长江经济带重要的核心城市，需要在区域协调发展过程中积极推动此类城市与周围城市的联动发展。

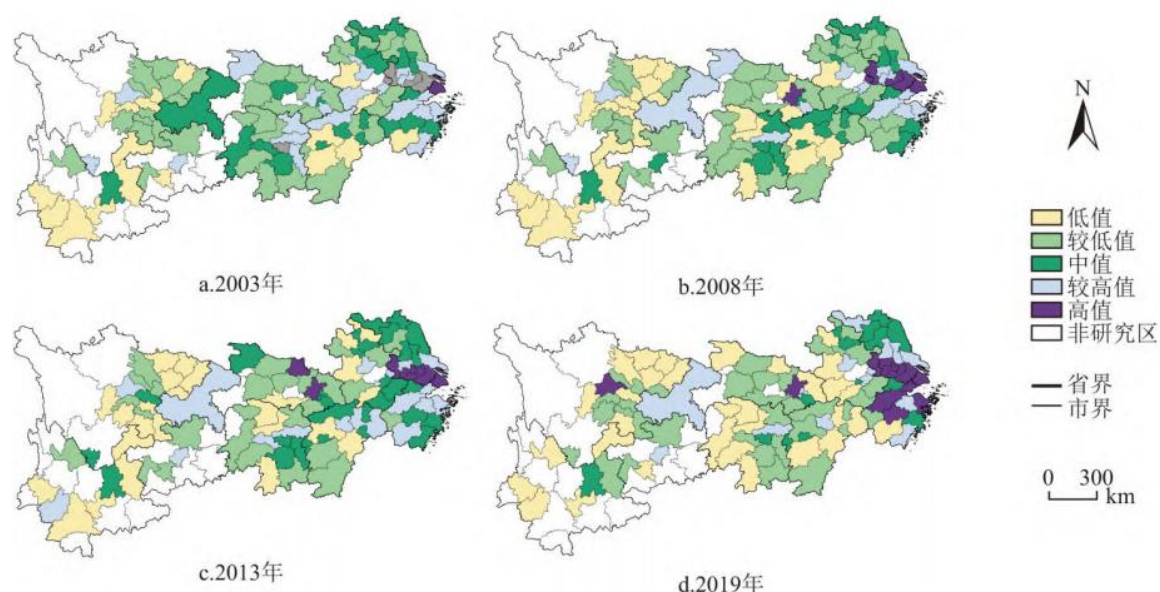


图 4 长江经济带资源环境承载力空间格局特征

Fig. 4 Spatial patterns of resource and environmental carrying capacity in Yangtze River Economic Zone

3.3 资源环境承载力空间关联特征

3.3.1 全局空间关联特征

首先通过 Stata15.0 软件对长江经济带 108 个城市 2003~2019 年资源环境承载力和产业结构进行空间自相关性检验。之后借助 Geoda 空间分析软件计算产业结构与资源环境承载力的双变量 Moran' s I 值，探索两者的空间关联特征(表 2)。

结果显示，长江经济带资源环境承载力和产业结构总体上具有较强的空间集聚性，且资源环境承载力空间依赖程度逐年增强。2003~2019 年资源环境承载力的单变量 Moran' s I 值在 0.308~0.410 之间波动上升，且在 1%的水平下显著，说明长江经济带资源环境承载力较高的城市在空间上趋于邻近，较低城市空间上亦相邻。产业结构合理化的 Moran' s I 值也均为正，呈波浪形上升态势，仅有个别年份不显著；产业结构高度化的空间集聚特征也呈波动上升态势，集聚程度有所增强；产业结构服务化的 Moran' s I 值均为正，且仅有 2007 和 2008 年不显著，但集聚程度有降低趋势。

长江经济带产业结构与资源环境承载力的分布存在一定的空间关联性，但不同年份关联程度存在显著差异，产业结构合理化、产业结构服务化与资源环境承载力关联度呈倒“U”型变化特征，产业结构高度化与资源环境承载力关联度呈持续下降趋势。虽然有部分年份的双变量 Moran' s I 值不显著或者为负值，但整体上均显著为正，这说明产业结构与资源环境承载力之间具有显著的空间集聚与依赖特征，邻近城市彼此相互影响，“集群化”特征显著。

3.3.2 局部空间关联特征

为探究长江经济带资源环境承载力局部空间聚类特征,采用 ArcGIS10.6 软件中自然断点法,将 2003、2008、2013 和 2019 年长江经济带资源环境承载力局部统计量 G_i^* 值划分为热点、次热点、次冷点和冷点,进行空间可视化(图 5)。

具体来看,(1)2003~2013 年,资源环境承载力热点区主要分布在上海、安徽南部、江苏南部和浙江北部的城市,次热点区主要依热点区而分布。2002 年第一届可持续发展世界首脑会议后,长江经济带逐步实施可持续发展战略,并且以上海领衔的长三角地区是中国对外开放比较早的城市,也是外商资本在中国内地的主要集聚地,外商转移使这些地区经济条件和基础设施较好,加之传统的工业企业发展路径在外商企业的冲击下,不断推动产业结构转型升级(比如江苏省第三产业增加值占比由 2003 年的 36.6%增长至 2013 年的 44.7%),人地系统协调的资源环境压力相对较小,提升了资源环境承载力。除长三角城市群外,其余城市大多处于次冷点区,仅有几个别城市为冷点区。(2)2013~2019 年,资源环境承载力热点和次热点区进一步向江苏中部和安徽东部转移,增加了南京、扬州和马鞍山,整体在空间分布上呈现扩张的态势。值得注意的是 2019 年冷点区和次冷点区分布发生了明显变化,大多数城市从次冷点区转变为冷点区,说明相邻城市间的资源环境承载力往往存在空间关联性。

表 2 单变量和双变量 Moran' s I 统计值

年份	单变量 Moran' s I				双变量 Moran' s I		
	rec	rat	sur	adv	rec 与 rat	rec 与 sur	rec 与 adv
2003	0.308***	0.046**	0.209***	0.103***	0.115***	0.091**	0.177***
2004	0.326***	0.020	0.195***	0.155***	0.141***	0.098***	0.171***
2005	0.374***	0.019	0.088*	0.148***	0.139***	0.096***	0.178***
2006	0.368***	0.125***	0.088*	0.155***	0.189***	0.097***	0.176***
2007	0.318***	0.156***	0.068	0.176***	0.204***	0.113***	0.159***
2008	0.334***	0.085***	0.051	0.053*	0.178***	0.113***	-0.087***
2009	0.329***	0.041*	0.093*	0.136**	0.132***	0.097***	0.009
2010	0.366***	0.111***	0.092*	0.107**	0.198***	0.135***	0.055*
2011	0.321***	0.226***	0.130**	0.077**	0.281***	0.178***	0.032
2012	0.348***	0.212***	0.137*	0.204***	0.320***	0.206***	0.061*
2013	0.289***	0.109***	0.170***	0.183***	0.186***	0.212***	0.032
2014	0.349***	0.011*	0.155***	0.181***	0.067**	0.223***	0.039
2015	0.354***	0.043*	0.167***	0.163***	0.139***	0.197***	0.045
2016	0.354***	0.057*	0.155***	0.163***	0.168***	0.181***	0.036
2017	0.405***	0.057*	0.157***	0.101**	0.155***	0.185***	0.051*
2018	0.440***	0.018	0.178***	0.200***	0.072**	0.173***	0.072**

2019	0.410***	0.080***	0.092**	0.117***	0.142***	0.079**	-0.040
------	----------	----------	---------	----------	----------	---------	--------

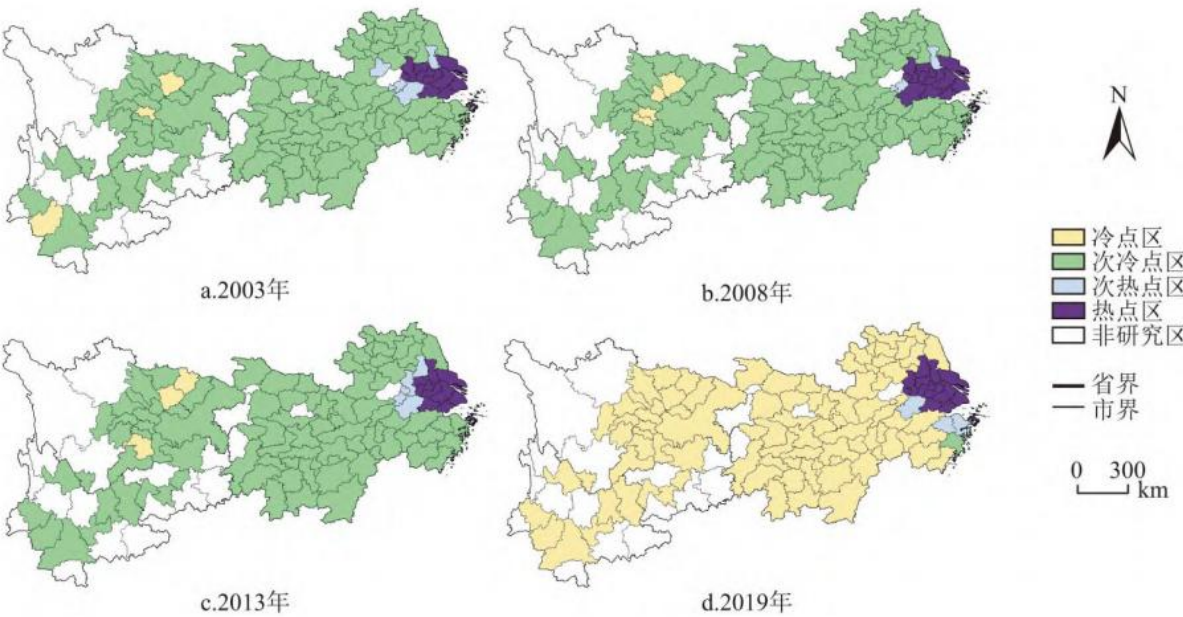


图 5 局部冷热点空间分布特征

Fig. 5 Spatial distribution of cold and hot spots

4 多维产业结构对资源环境承载力影响的空间效应

4.1 基本回归与内生性检验

本文首先采用固定效应估计方法，识别多维产业结构对资源环境承载力的基本影响(表 3),结果表明产业结构合理化、产业结构服务化、产业结构高度化均对资源环境承载力具有正向促进作用。虽然固定效应估计方法一定程度上能够缓解遗漏变量所导致的内生性偏误，但更重要的内生性偏误可能来自于逆向因果关系，资源环境承载力与产业结构之间可能存在着难以剔除的因果关系。解决内生性问题，工具变量是常用的有效方法，但目前很难找到只通过产业结构影响资源环境承载力的工具变量。为此，借鉴 Arellano 等^[34]的方法，使用解释变量的一阶、二阶滞后项作为工具变量进行系统 GMM 估计。可以看到，Anderson LM 统计量均在 1%的置信水平上显著拒绝了存在工具变量识别不足的问题，Hansen J 统计量的 P 值均大于 0.1,接受了工具变量不存在过度识别问题的原假设。因此，本文使用解释变量的一阶、二阶滞后项作为工具变量是有效的。与基准回归相比，对于产业结构合理化、产业结构服务化和产业结构高度化而言，无论是估计系数的符号还是显著性，均保持了较高的一致性，表明此处的系统 GMM 的模型设定合理，回归结果是可信的。其他控制变量不再进行具体分析。

表 3 基本回归与内生性检验结果

变量	基准回归			系统 GMM 估计		
	产业结构合理化	产业结构服务化	产业结构高度化	产业结构合理化	产业结构服务化	产业结构高度化

ind	0.142 3***	0.028 0***	0.012 8***	0.533 7***	0.015 9***	0.026 9***
	(3.10)	(3.12)	(3.21)	(12.02)	(8.95)	(4.56)
控制变量	是	是	是	是	是	是
常数项	0.028 2***	0.012 0*	0.033 6***	0.032 0***	0.028 8***	0.043 8***
	(9.06)	(1.76)	(10.72)	(22.13)	(15.95)	(30.46)
Anderson LM				396.286 [0.000 0]	1 474.734 [0.000 0]	832.824 [0.000 0]
Hansen J				2.645 86	17.013 5	0.073 7
				[0.103 8]	[0.193 3]	[0.786 1]
N	1 836	1 836	1 836	1 620	1 620	1 620
R2	0.670 6	0.691 7	0.659 0	0.811 9	0.819 1	0.810 9

注：Anderson LM 检验的原假设是工具变量识别不足，若 P 值小于 0.01,说明在 1%水平上显著拒绝“工具变量识别不足”原假设；Hansen J 检验的原假设是工具变量为过度识别，若 P 值大于 0.1,说明接受“不存在过度识别”原假设.[]中为相应统计量的 P 值。

4.2 空间效应分析

4.2.1 参数估计结果

本文根据 Elhorst^[35]提出的研究方法，对空间计量模型进行估计识别，结果显示 Wald 检验及 LR 检验均通过了显著性检验，SDM 不可简化为 SLM 或 SEM;并且 Hausman 检验结果通过了 1%显著性检验，因此，本文采用固定效应模型进行估计，结果如表 4 所示。

由表 4 可知，长江经济带产业结构合理化、服务化与高度化对资源环境承载力提升均有显著的积极推动作用，且这种推动作用具有稳定性和持久性，只是它们对资源环境承载力的推动作用大小不同，产业结构合理化对资源环境承载力的推动作用大于产业结构服务化和产业结构高度化。对于长江经济带而言，产业结构调整作为经济现象的一个重要表征，忽视产业结构调整的合理化、服务化、高度化与资源环境承载力之间的关系是不现实的。从产业结构合理化、服务业和高度化的估计系数分别为 0.089 1、0.024 2 和 0.006 3 可知，长江经济带各市资源环境承载力在产业结构调整的影响下仍将继续提升。空间滞后项 rho 的估计系数分别为 0.111 8、0.108 7 和 0.103 1,且在 1%水平上显著，也证实了长江经济带资源环境承载力的提升对周边城市存在显著的空间溢出效应。

4.2.2 空间效应分解

为进一步考察长江经济带多维产业结构对资源环境承载力影响的溢出效应,将空间效应分解,通过直接效应和间接效应来揭示其对本地及邻近地区资源环境承载力的影响(表5)。

(1)产业结构合理化对资源环境承载力的影响。

通过以产业结构合理化为核解释变量的回归分析结果可知,产业结构合理化对资源环境承载力的直接效应和间接效应分别为0.0864和-0.1276,通过了1%显著性检验,说明本地区产业结构合理化每上涨1%,会推动本地资源环境承载力0.0864%的提升和导致邻近地区资源环境承载力0.1276%的降低,产业结构合理化存在负向的空间溢出现象。从理论上讲,长江经济带区域内人口向核心城市集聚,同时也集聚了优质的资源要素和公共服务,随着要素在不同产业部门的动态流动,社会资源得到再配置,产业之间的差异越来越小,产业结构朝合理化方向发展,由于产业结构扭曲的不合理资源配置现象也逐步改善,各产业部门之间协调发展,提高了资源利用效率,从而提升了本地区的生产力和资源环境承载力水平。然而,人口和产业的转移,会导致周围城市产业结构扭曲现象,其产业比例和要素配置的调整方向可能会转向环境非友好型的生产活动,导致城市病频发与城市间马太效应,给周围城市带来不利影响。

表4 空间杜宾模型估计结果

变量	产业结构合理化			产业结构服务化			产业结构高度化	
	Main	Wx		Main	Wx		Main	Wx
ind	0.089 1***	-0.127 2***		0.024 2***	-0.013 2***		0.006 3*	-0.000 1
	(6.19)	(-3.39)		(10.55)	(-3.47)		(1.75)	(-0.00)
agg	0.212 0***	0.039 1**		0.210 0***	0.045 6**		0.202 3***	0.054 0***
	(17.45)	(2.06)		(17.59)	(2.44)		(16.62)	(2.85)
tec	0.049 8***	-0.005 8		0.039 8***	-0.001 4		0.045 6***	0.000 5
	(11.69)	(-0.96)		(9.43)	(-0.23)		(10.74)	(0.09)
tra	0.008 6***	-0.011 9***		0.010 4***	-0.015 7***		0.010 3***	-0.016 4***
	(3.26)	(-2.63)		(4.02)	(-3.58)		(3.87)	(-3.68)
	0.011 5**	0.001 8		0.017 1***	-0.002 9		0.011 4**	0.001 8

gov	(2.36)	(0.26)	(3.54)	(-0.42)	(2.34)	(0.25)
con	-0.008 6**	0.006 8	-0.011 5***	0.010 0*	-0.009 5***	0.008 1
	(-2.56)	(1.22)	(-3.49)	(1.80)	(-2.85)	(1.43)
rho	0.111 8***		0.108 7***		0.103 1***	
	(3.62)		(3.53)		(3.33)	
R2	0.792 8		0.780 7		0.768 8	
Log L	5 241.572 8		5 269.151 3		5 216.146 6	

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平下显著，括号内为 t 值。

表 5 SDM 空间效应分解结果

变量	产业结构合理化			产业结构服务化			产业结构高度化		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
ind	0.086 4***	-0.127 6***	-0.041 2	0.024 0***	-0.011 6***	0.012 4***	0.006 4*	0.000 6	0.007 0
	(5.75)	(-2.99)	(-0.84)	(10.30)	(-2.85)	(2.94)	(1.74)	(0.07)	(0.73)
agg	0.213 3***	0.067 4***	0.280 7***	0.211 4***	0.073 4***	0.284 7***	0.203 7***	0.080 0***	0.283 7***
	(18.50)	(3.71)	(15.88)	(18.64)	(4.11)	(16.42)	(17.56)	(4.43)	(16.25)
tec	0.050 3***	-0.000 3	0.050 0***	0.040 3***	0.003 2	0.043 5***	0.046 2***	0.005 7	0.051 9***
	(12.52)	(-0.05)	(9.67)	(10.10)	(0.51)	(7.59)	(11.53)	(0.96)	(10.11)
tra	0.008	-0.011 6**	-0.003 3	0.010 1***	-0.015 6***	-0.005 5	0.009 9***	-0.016 4***	-0.006 5

	4***								
	(3. 20)	(-2. 40)	(-0. 62)	(3. 95)	(-3. 30)	(-1. 07)	(3. 79)	(-3. 42)	(-1. 24)
gov	0. 011 7**	0. 003 3	0. 015 0**	0. 017 2***	-0. 001 1	0. 016 0**	0. 011 6**	0. 003 1	0. 014 7*
	(2. 47)	(0. 47)	(1. 97)	(3. 64)	(-0. 16)	(2. 14)	(2. 45)	(0. 45)	(1. 95)
con	-0. 008 3**	0. 006 6	-0. 001 7	-0. 011 2***	0. 009 7	-0. 001 5	-0. 009 3***	0. 007 8	-0. 001 5
	(-2. 51)	(1. 09)	(-0. 26)	(-3. 43)	(1. 62)	(-0. 23)	(-2. 80)	(1. 30)	(-0. 22)

注：*、**、***分别表示在 10%、5%、1%的水平下显著，括号内为 t 值。

(2)产业结构服务化对资源环境承载力的影响。

通过以产业结构服务化为核心解释变量的回归分析结果可知，产业结构服务化对资源环境承载力的直接效应和间接效应分别为 0. 024 0 和-0. 011 6, 通过了 1%显著性检验，说明本地区产业结构服务化每上涨 1%, 会推动本地资源环境承载力 0. 0240% 的提升和导致邻近地区资源环境承载力 0. 0116% 的降低，产业结构服务化存在负向的空间溢出现象。从理论上讲，产业结构服务化主要特征是经济服务化，表现形式是服务业尤其是生产性服务业的比重上升。经济分工的深化带动了对服务业的中间需求，生产性服务业则通过提供与商品生产、流通和消费有关的搜集、处理、加工等需求带动了制造业服务化发展，同时生产性服务业对第一、二产业的带动作用日益突出，成为两大产业发展的重要因素，无论工、农产品还是自身组织形式都将从单一的大规模生产变得越来越精巧和个性化，这既能发挥产业链中各个企业的比较优势，又深化了产业间的分工，促进了区域经济增长。值得注意的是高端生产性服务业主要分布在一些省会等城市，由于核心城市的基础条件较好，往往会吸引人力和物质资本的流入，加速产业结构服务化程度，导致周围城市高端生产性服务业空心化，对区域发展和资源环境承载力的推动乏力。

(3)产业结构高度化对资源环境承载力的影响。

通过以产业结构高度化为核心解释变量的回归分析结果可知，产业结构高度化对资源环境承载力的直接效应和间接效应分别为 0. 006 4 和 0. 000 6, 间接效应在统计上不显著，说明本地区产业结构高度化每上涨 1%, 会推动本地资源环境承载力 0. 0064% 的提升，但对邻近地区的影响不明显。从理论上讲，产业结构高度化反应经济发展过程中产业从低水平向高水平动态演进的过程，主要表现为各产业比例关系的演进和生产效率的提高。随着长江经济带“生态文明建设先行示范带”深入，数字化转型在建立健全生态产品价值实现机制、推进生态产业化和产业生态化方面发挥了重要作用，产业结构高度化程度提升，如新能源汽车、新能源和节能环保产业不断涌现；而传统产业内部技术创新效应突破技术攻关，调整了能源结构，推动了能源脱碳和低碳产业链发展，有助于资源利用效率提升和生态环境保护。因此，产业结构高度化显著促进了本地区的资源环境承载力提升。

5 结论与启示

5.1 结论

本文以长江经济带 108 个城市 2003~2019 年面板数据为基础，基于资源环境承载力的概念内涵构建评价指标体系衡量了长

江经济带资源环境承载力水平，通过泰尔指数、空间自相关分析探究了资源环境承载力的区域差异和时空演变特征，并运用空间计量模型探讨了产业结构对资源环境承载力影响的空间效应。研究发现：

(1) 2003~2019 年长江经济带资源环境承载力呈上升态势，由低水平向高水平过渡，资源环境承载力存在下游>总体>中游>上游的特征，表明资源环境承载力的分布特征与流域内的经济发展水平有密切关联。长江经济带资源各市资源环境承载力区域差异明显，呈现下游>上游>总体>中游的空间异质性态势，地区内差异明显大于地区间差异的泰尔指数，说明造成区域差异的主要来源是上、中、下游的地区内部差异。

(2) 2003~2019 年长江经济带资源环境承载力呈现由西北向东南方向逐级递增的空间趋势，具有显著的空间集聚与关联特征，水平相似的城市彼此邻近、相互影响，“集群化”特征显著。2003~2013 年资源环境承载力热点区主要分布在上海、安徽南部、江苏南部和浙江北部的城市；2013~2019 年热点和次热点区向江苏中部和安徽东部转移；且冷点区和次冷点区空间分布发生了明显变化，大多数城市从次冷点区转变为冷点区。

(3) 产业结构合理化、产业结构服务化、产业结构高度化对资源环境承载力的影响存在空间溢出效应。产业结构合理化和产业结构服务化均存在负向的空间溢出效应，会推动本地资源环境承载力提升和导致邻近城市资源环境承载力降低；产业结构高度化则存在正向的空间溢出效应，但影响不明显。总体上，长江经济带资源环境承载力的时空异质性特征是在工业集聚、科技创新、对外开放、政府干预诸多因素交互叠加、循环累积作用下形成。

5.2 启示

根据上述研究分析，本文提出以下促进长江经济带资源环境承载力提升优化的建议：

(1) 逐步缩小区域差异，促进区域协调发展。

长江经济带跨越东、中、西部 11 个省市，不同地区间资源环境承载水平处于不同阶段，存在较大的地区间差异，各地需要对资源环境承载力状况进行监测和评价，对区域可持续发展状态进行诊断和预判，找到自身发展的不足，为制定差异化、可操作的限制性措施奠定基础，以多举措优化资源环境承载系统，缩小整个经济带的区域差异和不均衡。

(2) 推动产业结构调整，发挥空间溢出效应。

长江经济带资源环境承载力存在明显的空间集聚与溢出效应，应充分发挥省会城市等为代表的中心城市资源环境承载力的示范与扩散效应，提升周围边缘城市资源环境承载潜力，推动资源要素的空间适配性，提高区域间的空间关联性，统筹发展生态文明建设先行示范区。在制定空间优化政策时，以产业结构合理化、服务化和高度化调整为导向，通过产业结构调整为资源环境承载力提供新动力，处理好产业结构之间的关系，实现合理化、服务化与高度化协同发展，形成产业间要素合理配置。

(3) 综合多重因素驱动，助力区域水平提升。

应加快地区经济发展、适当予以政府干预、调控工业集聚规模，重视科技创新驱动、利用外商资本的正外部性，提高城市可持续发展能力。由于传统经济发展模式遭遇土地、资本、劳动力等要素极限，要更加注重创新创意，促进不同产业和行业深度融合，不断挖掘资源的溢出价值，强调资源开发利用的多维功能，不断在产业转型升级中培育和发展新业态，驱动长江经济带资源环境承载力水平提升。

本文将空间邻近因素引入到资源环境承载力研究中，选择长江经济带作为研究区域，探索资源环境承载力的时空演变特征

和多维产业结构对其空间溢出效应，对区域资源环境承载力空间优化提升及相关政策制定具有一定的参考价值。由于研究区域仅限于长江经济带，区域性资源环境承载力的空间溢出效应在其他区域是否成立还需进一步验证，未来可以选取中国黄河流域、京津冀、珠三角等区域面板数据探讨研究结论的可靠性和普适性，也可进一步从省域、市域、县域等尺度下对比探讨资源环境承载力的区域差异与空间溢出效应。

参考文献

- [1] 江飞涛, 李晓萍. 改革开放四十年中国产业政策演进与发展——兼论中国产业政策体系的转型[J]. 管理世界, 2018, 34(10):73-85. JIANG F T, LI X P. Evolution and development of China's industrial policy in the 40 years of reform and opening up: And on the transformation of China's industrial policy system[J]. Management World, 2018, 34(10):73-85.
- [2] WANG Z, LIANG L, SUN Z, et al. Spatiotemporal differentiation and the factors influencing urbanization and ecological environment synergistic effects within the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 243:227-239.
- [3] YAN D, KONG Y, REN X, et al. The determinants of urban sustainability in Chinese resource-based cities: A panel quantile regression approach[J]. Science of the Total Environment, 2019, 686:1210-1219.
- [4] ZHANG M, LIU Y, WU J, et al. Index system of urban resource and environment carrying capacity based on ecological civilization[J]. Environmental Impact Assessment Review, 2018, 68:90-97.
- [5] ADOM P K. Determinants of energy intensity in South Africa: Testing for structural effects in parameters[J]. Energy, 2015, 89:334-346.
- [6] ZHU B, ZHANG T. The impact of cross-region industrial structure optimization on economy, carbon emissions and energy consumption: A case of the Yangtze River Delta[J]. Science of the Total Environment, 2021, 778:146089.
- [7] WANG X, SONG J, DUAN H, et al. Coupling between energy efficiency and industrial structure: An urban agglomeration case[J]. Energy, 2021, 234:121304.
- [8] SHEN X, LIN B. Does industrial structure distortion impact the energy intensity in China?[J]. Sustainable Production and Consumption, 2021, 25:551-562.
- [9] 韩永辉, 黄亮雄, 王贤彬. 产业结构优化升级改进生态效率了吗?[J]. 数量经济技术经济研究, 2016, 33(4):40-59. HAN Y H, HUANG L X, WANG X B. Does industrial structure upgrading improve eco-efficiency?[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2016, 33(4):40-59.
- [10] 汪艳涛, 张娅娅. 生态效率区域差异及其与产业结构升级交互空间溢出效应[J]. 地理科学, 2020, 40(8):1276-1284. WANG Y T, ZHANG Y Y. Regional difference of ecological efficiency and its interactive spatial spillover effect with industrial structure upgrading[J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(8):1276-1284.
- [11] 范庆泉, 储成君, 高佳宁. 环境规制、产业结构升级对经济高质量发展的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(6):84-94. FAN Q Q, CHU C J, GAO J N. Effect of environmental regulation and industrial structure upgrading on

high-quality economic development[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(6):84-94.

[12] HAO Y, ZHENG S, ZHAO M, et al. Reexamining the relationships among urbanization, industrial structure, and environmental pollution in China: New evidence using the dynamic threshold panel model[J]. Energy Reports, 2020, 6:28-39.

[13] 程中华, 刘军, 李廉水. 产业结构调整与技术进步对雾霾减排的影响效应研究[J]. 中国软科学, 2019(1):146-154. CHENG Z H, LIU J, LI L S. Research on the effects of industrial structure adjustment and technical progress on haze reduction[J]. China Soft Science, 2019(1):146-154.

[14] 邵帅, 范美婷, 杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察[J]. 管理世界, 2022, 38(2):46-69. 4. SHAO S, FAN M T, YANG L L. Economic restructuring, green technical progress, and low-carbon transition development in China: An empirical investigation based on the overall technology frontier and spatial spillover effect[J]. Journal of Management World, 2022, 38(2):46-69, 4.

[15] 张茂鑫, 吴次芳, 李光宇, 等. 资源环境承载力评价的再认识: 资源节约集约利用的视角[J]. 中国土地科学, 2020, 34(8):98-106. ZHANG M X, WU C F, LI G Y, et al. Re-recognition of resource and environmental carrying capacity evaluation: From the perspective of resource conservation and intensive utilization[J]. China Land Science, 2020, 34(8):98-106.

[16] LIAO S, WU Y, WONG S W, et al. Provincial perspective analysis on the coordination between urbanization growth and resource environment carrying capacity (RECC) in China[J]. Science of The Total Environment, 2020, 730:138964.

[17] 吴浩, 江志猛, 林安琪, 等. 基于隐性—韧性—显性的武汉城市资源环境承载力空间特征[J]. 地理学报, 2021, 76(10):2439-2457. WU H, JIANG Z M, LIN A Q, et al. Analyzing spatial characteristics of urban resource and environment carrying capacity based on Covert-Resilient-Overt: A case study of Wuhan city[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(10):2439-2457.

[18] 刘凯, 任建兰, 张理娟, 等. 人地关系视角下城镇化的资源环境承载力响应——以山东省为例[J]. 经济地理, 2016, 36(9):77-84. LIU K, REN J L, ZHANG L J, et al. Urbanization's resource environmental bearing capacity response from man-land relationship perspective: Take Shandong Province as an example[J]. Economic Geography, 2016, 36(9):77-84.

[19] 王娟, 胡洋. 空间关联与溢出效应: 工业生态创新对资源环境承载力的影响研究[J]. 财经理论与实践, 2020, 41(1):117-124. WANG J, HU Y. Spatial correlation and spatial spillover effects: A study on the impact of industrial ecological innovation on resource and environmental carrying capacity[J]. The Theory and Practice of Finance and Economics, 2020, 41(1):117-124.

[20] 黄晶, 薛东前, 代兰海. 农产品主产区村镇建设资源环境承载力空间分异及影响因素——以甘肃省临泽县为例[J]. 资源科学, 2020, 42(7):1262-1274. HUANG J, XUE D Q, DAI L H. Spatial differentiation and influencing factors of resource and environmental carrying capacity in main agricultural production areas: Taking Linze County of Gansu Province as an example[J]. Resources Science, 2020, 42(7):1262-1274.

[21] 符琳蓉, 王咏, 陆林, 等. 基于参数修正的安徽省生态承载力演化特征及影响因素[J]. 长江流域资源与环境,

2021, 30(10):2438-2451. FU L R, WANG Y, LU L, et al. Study on the evolution characteristics and influencing factors of ecological carrying capacity in Anhui Province based on parameter modification[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(10):2438-2451.

[22] 孟菲, 赵海霞, 牛铭杰, 等. 南京市环境承载力评价及其成因分析[J]. 中国环境科学, 2019, 39(9):4007-4016. MENG F, ZHAO H X, NIU M J, et al. Evaluation of environmental carrying capacity in Nanjing City and its cause analysis[J]. China Environmental Science, 2019, 39(9):4007-4016.

[23] 牛方曲, 封志明, 刘慧. 资源环境承载力综合评价方法在西藏产业结构调整中的应用[J]. 地理学报, 2019, 74(8):1563-1575. NIU F Q, FENG Z M, LIU H. Evaluation of resources environmental carrying capacity and its application in industrial restructuring in Tibet, China[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(8):1563-1575.

[24] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011, 46(5):4-16, 31. GAN C H, ZHENG R G, YU D F. An empirical study on the effects of industrial structure on economic growth and fluctuations in China[J]. Economic Research Journal, 2011, 46(5):4-16, 31.

[25] ZHU B, ZHANG M, ZHOU Y, et al. Exploring the effect of industrial structure adjustment on interprovincial green development efficiency in China: A novel integrated approach[J]. Energy Policy, 2019, 134:110946.

[26] 吴华英, 刘霞辉, 苏志庆. 产业结构变迁对经济增长质量的影响研究——基于修正的份额变化分析法[J]. 经济学家, 2021(7):73-82. WU H Y, LIU X H, SU Z Q. Research on the impact of industrial structure change on the quality of economic growth: Based on the modified shift-share method[J]. Economist, 2021(7):73-82.

[27] 张月友, 董启昌, 倪敏. 服务业发展与“结构性减速”辨析——兼论建设高质量发展的现代化经济体系[J]. 经济学动态, 2018(2):23-35. ZHANG Y Y, DONG Q C, NI M. The development of service industry and analysis of “structural deceleration”: Also on the construction of a modern economic system with high-quality development[J]. Economic Perspectives, 2018(2):23-35.

[28] 韩永辉, 黄亮雄, 王贤彬. 产业政策推动地方产业结构升级了吗? 基于发展型地方政府的理论解释与实证检验[J]. 经济研究, 2017, 52(8):33-48. HAN Y H, HUANG L X, WANG X B. Do industrial policies promote industrial structure upgrading? Theory and evidence from China's development-oriented local government[J]. Economic Research Journal, 2017, 52(8):33-48.

[29] 袁航, 朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8):60-77. YUAN H, ZHU C L. Do national high-tech zones promote the transformation and upgrading of China's industrial structure[J]. China Industrial Economics, 2018(8):60-77.

[30] 聂长飞, 简新华. 中国高质量发展的测度及省际现状的分析比较[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(2):26-47. NIE C F, JIAN X H. Measurement of China's high-quality development and analysis of provincial status[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(2):26-47.

[31] 徐冬, 黄震方, 黄睿. 基于空间面板计量模型的雾霾对中国城市旅游流影响的空间效应[J]. 地理学报, 2019, 74(4):814-830. XU D, HUANG Z F, HUANG R. The spatial effects of haze on tourism flows of Chinese Cities: Empirical

research based on the spatial panel econometric model[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4):814-830.

[32] 王鹏, 吴思霖, 李彦. 国家高新区的设立能否推动城市产业结构优化升级?——基于 PSM-DID 方法的实证分析[J]. *经济社会体制比较*, 2019(4):17-29. WANG P, WU S L, LI Y. Can the establishment of national high-tech zones improve and upgrade the urban industrial structure? An empirical analysis based on the PSM-DID method[J]. *Comparative Economic & Social Systems*, 2019(4):17-29.

[33] 胡志强, 苗健铭, 苗长虹. 中国地市工业集聚与污染排放的空间特征及计量检验[J]. *地理科学*, 2018, 38(2):168-176. HU Z Q, MIAO J M, MIAO C H. Spatial characteristics and econometric test of industrial agglomeration and pollutant emissions in China[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(2):168-176.

[34] ARELLANO M, BOND S. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations[J]. *The Review of Economic Studies*, 1991, 58(2):277-297.

[35] ELHORST J P. Specification and estimation of spatial panel data models[J]. *International Regional Science Review*, 2003, 26(3):244-268.