

文章编号: 1003-1421(2026)10-0045-10

引用格式: 薛阳, 郭梦雨, 牛子正, 等. 长江经济带经济韧性与生态韧性的时空耦合、区域差异及驱动因素[J]. 铁路运输与经济, 2026, 48(10): 45-54.

XUE Yang, GUO Mengyu, NIU Zizheng, et al. Spatio-Temporal Coupling, Regional Differences and Driving Factors of Economic Resilience and Ecological Resilience in the Yangtze River Economic Belt[J]. Railway Transport and Economy, 2026, 48(10): 45-54.

长江经济带经济韧性与生态韧性的时空耦合、 区域差异及驱动因素

薛 阳¹, 郭梦雨¹, 牛子正², 郭世乐³

(1. 内蒙古工业大学 经济管理学院, 内蒙古 呼和浩特 010051; 2. 长沙理工大学 经济与管理学院, 湖南 长沙 410076; 3. 东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110167)

摘 要: 促进经济韧性与生态韧性协调发展, 是应对外部扰动和冲击的有力保障。从流域整体性视角出发, 以 2012—2023 年长江经济带 107 个地级及以上城市为研究对象, 采用 TOPSIS 熵权法、耦合协调度、空间自相关、Dagum 基尼系数和空间杜宾模型, 系统分析经济与生态韧性耦合协调的时空演化、区域差异及驱动因素。研究发现, 长江经济带二者耦合协调度整体呈逐步上升趋势, 呈现“下游>中游>上游”的梯度分布格局; 流域内各城市耦合协调状况均有所优化, 但多数地区尚未实现向高水平协调发展阶段的实质性跨越; 流域内两者耦合协调度总体区域差异较大, 区域间差异是造成两者差异的主要来源; 经济集聚、金融发展、城镇化水平提升均对两者耦合协调度具有正向激励作用, 且存在一定的空间异质性。

关键词: 长江经济带; 经济韧性; 生态韧性; 耦合; 驱动因素

中图分类号: U2-9; F124; X321 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20260402002

Spatio-Temporal Coupling, Regional Differences and Driving Factors of Economic Resilience and Ecological Resilience in the Yangtze River Economic Belt

XUE Yang¹, GUO Mengyu¹, NIU Zizheng², GUO Shile³

(1. School of Economics and Management, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, Inner Mongolia, China;
2. School of Economics and Management, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410076, Hunan, China;
3. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, Liaoning, China)

Abstract: Promoting the coordinated development of economic and ecological resilience provides a strong safeguard against external disturbances and shocks. From a holistic watershed perspective, this paper took 107 prefecture-level and higher-level cities in the Yangtze River Economic Belt from 2012 to 2023 as the study sample. It adopted the entropy-weighted TOPSIS method, the coupling coordination degree model, spatial autocorrelation, the Dagum Gini coefficient, and the spatial Durbin model to systematically analyze the spatiotemporal evolution, regional disparities, and driving factors

收稿日期: 2026-04-02 修订日期: 2026-08-02

通信作者: 郭世乐(1999—), 男, 广东梅州人, 东北大学工商管理学院博士研究生。

基金项目: 内蒙古自治区社会科学基金项目(2026AY155); 内蒙古自治区高等学校青年科技英才支持计划项目(NJYT25024)

of the coupling coordination between economic and ecological resilience. The results show that the overall coupling coordination degree of economic and ecological resilience in the Yangtze River Economic Belt exhibits a gradual upward trend, with a gradient pattern of “downstream > midstream > upstream”. The coupling coordination status of cities within the basin has improved, yet most regions have not made a substantial transition to a high level of coordinated development. Regional differences in the coupling coordination between economic and ecological resilience within the basin are substantial, and inter-regional disparities constitute the primary source of the overall disparities. Economic agglomeration, financial development, and an increase in the urbanization level exert positive effects on the coupling coordination degree of economic and ecological resilience, and these effects exhibit spatial heterogeneity.

Keywords: Yangtze River Economic Belt; Economic Resilience; Ecological Resilience; Coupling; Driving Factors

0 引言

进入“十五五”时期,我国发展面临的内外环境更加深刻复杂,战略机遇与风险挑战并存。这一时期,着力推动经济韧性与生态韧性协同提升,成为保障可持续发展的重大议题。长江经济带作为我国生态文明建设的先行示范区,其经济地位、生态功能具有全局性、战略性意义。近年来,国家持续加大对长江流域生态环境的系统治理。国家统计局数据显示,2023年沿江高耗能行业增加值占工业比重28.5%,较2015年下降7.2个百分点,但仍高于全国均值3.8个百分点。总体看,该流域内难降解与新型污染物排放压力依然较大,生态修复任务仍旧繁重、绿色转型尚需持续发力,须从根源上推动经济韧性与生态韧性高水平协同发展。

当前,学术界围绕经济韧性与生态韧性的研究已取得一定进展。2002年Reggiani等^[1]首次提出经济韧性,并将其定义为经济系统抵御冲击、恢复并实现稳定发展的能力。隋建利等^[2]从收缩规模、抵抗能力、恢复潜力等维度,构建宏观经济韧性分析框架。蒋正云等^[3]提出我国区域经济韧性总体呈“W”型波动上升,省际差异显著,金融支撑、科技创新等是影响经济韧性时空演化的关键因素。陈勤昌等^[4]提出国土开发强度对经济韧性有着显著影响。Holling^[5]在1973年率先将韧性概念引入生态学领域,将其界定为生态系统受扰动后维持结构功能稳定、实现恢复或重构的能力。Zhao等^[6]基于“驱动力-压力-状态-影响-响应”(DPSIR)模型测度生态韧性。王松茂等^[7]将创新维度纳入城市生态韧性评价指标体系。黄玲玲^[8]、张辽等^[9]、Song等^[10]提出

气候、政策及环境规制强度对生态韧性产生显著作用。周文慧等^[11]提出数字基础设施能够增强经济发展韧性并强化生态环境保护。既有研究为探索经济与生态两者韧性的相互关系提供了一定借鉴,但仍存在以下不足。一是研究区域上大多聚焦于国家层面,针对流域等典型区域研究较少。二是研究内容以单一韧性分析为主,两者直接关系研究不足。三是研究方法较单一,难以系统揭示二者耦合协调的时空演变、区域差异及驱动机制。

为此,立足长江经济带流域整体性,以长江经济带107个地级及以上城市为研究对象,构建“经济-生态”二元韧性指标体系,采用逼近理想解排序法(TOPSIS)-熵权法测度经济与生态两者韧性水平,运用耦合协调度模型计算二者耦合协调度,结合空间自相关、达古姆(Dagum)基尼系数与空间杜宾模型,系统分析其时空演化特征、区域差异及驱动因素,为推动长江经济带经济与生态良性互动、提升流域整体发展抗风险能力、实现高质量可持续发展提供参考。

1 经济韧性与生态韧性的耦合协调机理分析

经济韧性对生态韧性的促进机制。一是提供经济支撑。根据环境库兹涅茨曲线假说,经济发展到一定阶段会缓解环境压力。良好的经济韧性能够积累充足的资金与技术资源,通过优化流域产业结构、拓宽生态投入渠道,为生态韧性提升提供稳定保障。二是通过绿色技术创新赋能。高韧性经济体具备更强的绿色技术研发能力,可依托产业链与资金优势推动长江流域等区域实现绿色低碳转型,减少生态损害、提升生态系统稳定性。三是提升公众

环保意识。经济韧性强的区域可投入更多资源开展环保宣传,通过提升公众环保意识,形成政府、企业、社会多元共治格局,助力生态韧性稳步提升。

生态韧性对经济韧性的促进机制。一是倒逼产业结构升级。严格的环保政策会淘汰高污染高耗能产能,推动产业结构优化,增强区域技术创新承载能力,从而提升经济韧性。二是提供稳定生态支撑。稳定的生态系统可持续供给自然资源、优化生态服务功能,为经济活动筑牢物质根基,降低经济运行外部风险。三是注入绿色发展新动能。包容性财富指数表明,自然资本也是衡量人类福祉和发展可持续性的重要指标之一。优质生态禀赋可转化为绿色生态产品与服务,培育绿色发展新动能,推动经济绿色转型,持续增强经济韧性。

总体而言,经济韧性与生态韧性互为物质基础、互为发展支撑。物质基础方面,生态系统为经济系统提供生产要素,新发展理念指导下生态经济化的推进,使强韧性生态系统能为经济稳态运行提供持续保障;经济系统的韧性越强,其在应对自身波动的同时,就越有能力持续投入资源用于生态保护,从而增强生态韧性。发展支撑方面,经济韧性增强过程中形成的高效资源利用模式,能够减少生态损耗,通过推动技术革新,催生出更稳健的资源分配机制,为生态修复等长期事业提供更持续的保障;具备良好韧性的生态系统能够拓宽经济发展空间、降低生产能耗成本,形成良性互动。经济韧性与生态韧性耦合机理如图1所示。

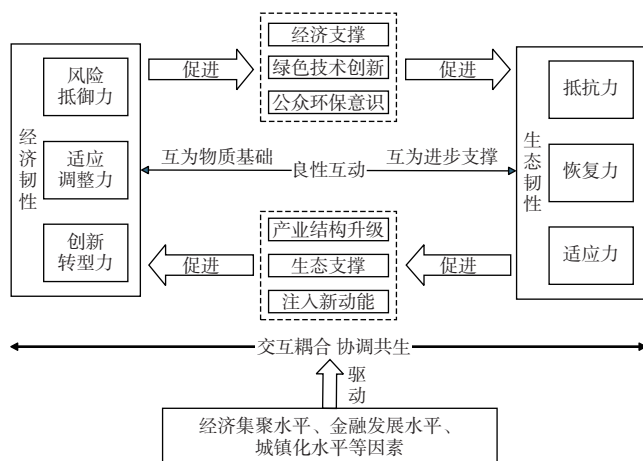


图1 经济韧性与生态韧性耦合机理

Fig.1 Coupling mechanism of economic resilience and ecological resilience

2 研究设计

2.1 指标体系构建

结合经济韧性的核心内涵与数据可得性,从风险抵御力、适应调整力、创新转型力维度构建评价指标^[12-14]。其中,风险抵御力反映城市应对外部冲击和内部风险的能力,以人均GDP、城镇人均可支配收入、社会保障参保比例表征。适应调整力体现城市对环境变化和结构调整的适应能力,以地方财政收支比、固定资产投资总额占比、社会消费品零售总额占GDP比重、存贷款总额占GDP比重表征。创新转型力衡量城市从传统经济模式向更具竞争力和可持续性的新模式转变的能力,以教育支出占预算支出比重、第三产业占第二产业增加值比重、科学支出占预算支出比重表征。

随着对生态韧性的研究日渐深入,学者们普遍认为生态韧性是一个动态平衡系统,强调生态系统在压力下的抵抗扰动、快速恢复与适应调节的能力,而非单纯的静态稳定。因此,参考现有研究^[15-17],基于抵抗力、恢复力、适应力维度构建评价指标。其中,抵抗力选取人均工业废水排放量、人均工业二氧化硫排放量、PM2.5年平均浓度表征人类活动对生态系统的胁迫压力,这类负向指标的数值越低,说明生态系统受外界干扰的程度越小,抵抗力越强。恢复力反映生态系统的自我修复能力与承载能力,以人均水资源拥有量、建成区绿化覆盖率、人均公园绿地面积、人均建成区面积表征。适应力反映生态系统通过人为干预实现韧性提升的潜力,以生活垃圾无害化处理率和污水处理厂集中处理率表征。经济韧性和生态韧性的评价指标体系如表1所示。

2.1.1 指标权重的确定

为规避主观赋权偏差,采用TOPSIS-熵权法^[18]测算指标权重,并量化经济与生态两者韧性水平。具体步骤依次为指标标准化处理、计算指标比重、求解信息熵与冗余度、确定指标权重、构建加权决策矩阵、界定正负理想解、测算欧氏距离,最终通过计算贴近度得到韧性水平。

2.1.2 驱动因素选择

选取经济集聚水平、金融发展程度、对外开放

表1 经济韧性和生态韧性的评价指标体系
Tab.1 Evaluation index system of economic resilience and ecological resilience

目标层	准则层	指标层	功效性	权重
经济韧性	风险抵御力	人均GDP/元	+	0.066
		城镇人均可支配收入/元	+	0.052
		养老保险参保比例/%	+	0.192
		医疗保险参保比例/%	+	0.183
		失业保险参保比例/%	+	0.235
	适应调整力	地方财政收支比/%	+	0.044
		固定资产投资总额占比/%	+	0.024
		社会消费品零售总额占GDP比重/%	+	0.009
	创新转型力	存贷款总额占GDP比重/%	+	0.040
		教育支出占预算支出比重/%	+	0.008
第三产业占第二产业增加值比重/%		+	0.047	
		科学支出占预算支出比重/%	+	0.100
生态韧性	抵抗力	人均工业废水排放量/(t/人)	-	0.024
		人均工业二氧化硫排放量/(t/人)	-	0.009
		PM2.5年平均浓度/(μg/m ³)	-	0.009
	恢复力	人均水资源拥有量/(m ³ /人)	+	0.444
		建成区绿化覆盖率/%	+	0.010
		人均公园绿地面积/(hm ² /万人)	+	0.236
		人均建成区面积/(km ² /万人)	-	0.234
		适应力	生活垃圾无害化处理率/%	+
污水处理厂集中处理率/%	+		0.021	

程度、城镇化水平、科创环境和经济发展水平作为可能的驱动因素。具体而言，借鉴谷城等^[19]的研究以地区生产总值与行政区域面积的比值表征经济集聚水平；借鉴赵林等^[20]的研究以存贷款总额占GDP比重衡量金融发展程度，以进出口总额占GDP比重表征对外开放水平，以人口城镇化率表征城镇化水平；借鉴李旭辉等^[21]的研究以科技支出占地方财政支出比例表征科创环境；借鉴陈明华等^[22]、李献士等^[23]的研究以人均GDP的对数衡量经济发展水平。

2.2 研究方法

(1) 经济韧性和生态韧性协调水平表征2个子系统彼此作用、互为支撑的协同发展程度。采用耦合协调度模型^[24]，测算两者耦合协调水平。

(2) 空间自相关分析^[25]可有效识别变量空间关联特征与集聚格局。运用全局莫兰(Moran's I)指数判别长江经济带耦合协调水平的整体空间集聚形态，然后通过局部空间自相关指标(LISA)统计量精准识别各样本空间聚类类型与分布格局。

(3) Dagum 基尼系数^[26]可有效规避样本组间交叉重叠偏差。通过测算 Dagum 基尼系数，量化分析

长江经济带经济韧性和生态韧性耦合协调水平的区域差异。

(4) 为避免因忽略空间因素所产生的估计偏差，采用空间杜宾模型，探究两者耦合协调发展的驱动因素^[27]。

2.3 数据来源

以长江经济带 107 个地级及以上城市为样本对象，研究期为 2012—2023 年，数据主要源于《中国城市统计年鉴》《中国区域经济年鉴》及各地区国民经济和社会发展统计公报和地方政府工作报告等。另外，针对部分缺失数据采用线性插补法补齐。

3 实证分析

3.1 耦合协调水平的时序演进分析

通过耦合协调度模型测算 2012—2023 年长江经济带经济韧性和生态韧性耦合协调水平，经济韧性和生态韧性耦合协调水平的时序演化如图 2 所示。结果显示，研究期内长江经济带整体耦合协调度介于 0.3~0.6，总体呈平缓波动上升态势，处于中等协调至较高协调发展区间，整体发展层级仍有较大提升空间。长江经济带耦合协调发展存在显著空间异质性，呈现下游最优、中游次之、上游最弱的东强西弱格局，流域内部发展不均衡问题突出。其中，上游地区耦合协调水平长期处于低位，主要受经济基础薄弱、绿色转型动能不足制约。中游地区受产业转移承接影响，耦合协调水平波动明显，发展稳定性不足。下游地区经历产业升级的转型阵痛后，耦合协调水平稳步回升，绿色转型成效显著，发展态势更为稳健。

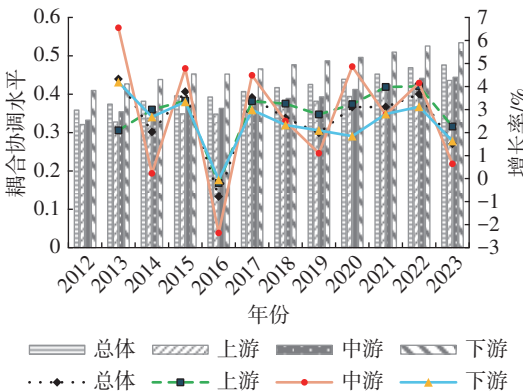


图2 经济韧性和生态韧性耦合协调水平的时序演化
Fig.2 Temporal evolution of coupling coordination level of economic resilience and ecological resilience

3.2 耦合协调水平的空间演进分析

分析2012年、2018年和2023年的耦合协调等级，发现研究期内耦合协调度呈现下游集聚、中上游拓展的演化特征。下游沪宁杭核心城市协调等级持续提档，由2012年初级协调升至2023年良好协调，形成稳固高值集聚区；上游成渝、贵阳依托下游辐射外溢效应，从勉强协调逐级提升至中级协调；中游武汉、合肥作为梯度过渡节点，协调水平稳步升级。时序维度上，2012年仅下游单点高值、上游大面积失调；2018年下游核心范围扩容、上游局部改善；2023年下游形成“上海-杭州-南京-合肥”连片良好协调区，上游“成渝-黔中”中级协调组团成型，空间分布均衡性显著提升。但全域仍有大量区域未进入稳定协调阶段，截至2023年，失

调城市有37个，占样本总数的34.58%，两大系统良性互动机理仍需强化。2012年、2018年、2023年耦合协调等级分布如表2所示。

3.3 耦合协调水平的空间集聚特征分析

测算耦合协调水平的全局Moran's I指数，揭示其空间集聚特征。各年份全局Moran's I指数均为正数，且p值全部趋近于0，说明耦合协调度呈现非随机的空间分布形态，存在显著的高值集聚、低值集聚正向关联，全局莫兰指数演变趋势如图3所示，空间集聚强度整体表现为先上升后下降的时序特征。

分析2012年、2018年和2023年的耦合协调水平LISA集聚情况，分为“高-高”“高-低”“低-高”“低-低”4类集聚区。耦合协调水平以“高-

表2 2012年、2018年、2023年耦合协调等级分布
Tab.2 Distribution of coupling coordination levels in 2012, 2018, and 2023

年份	等级	城市
2012	严重失调(3个)	孝感、怀化、达州
	中度失调(28个)	盐城、宿迁、阜阳、宿州、亳州、赣州、荆门、邵阳、常德、张家界、益阳、郴州、永州、娄底、泸州、内江、乐山、南充、眉山、巴中、资阳、六盘水、安顺、毕节、玉溪、保山、昭通、临沧
	轻度失调(42个)	徐州、连云港、淮安、泰州、衢州、丽水、蚌埠、淮南、安庆、滁州、六安、池州、宣城、景德镇、萍乡、九江、鹰潭、吉安、宜春、抚州、上饶、黄石、十堰、宜昌、襄阳、黄冈、随州、湘潭、衡阳、岳阳、自贡、德阳、绵阳、广元、遂宁、宜宾、广安、雅安、遵义、曲靖、丽江、普洱
	濒临失调(25个)	常州、苏州、南通、扬州、镇江、宁波、温州、嘉兴、湖州、绍兴、金华、台州、合肥、芜湖、马鞍山、淮北、铜陵、黄山、南昌、新余、鄂州、长沙、株洲、攀枝花、贵阳
	勉强协调(7个)	无锡、杭州、舟山、武汉、重庆、成都、昆明
	初级协调(2个)	上海、南京
2018	中度失调(8个)	益阳、娄底、内江、资阳、毕节、昭通、普洱、临沧
	轻度失调(53个)	盐城、宿迁、淮北、安庆、滁州、阜阳、宿州、六安、亳州、池州、宣城、景德镇、萍乡、九江、赣州、吉安、宜春、抚州、上饶、黄石、十堰、荆门、孝感、黄冈、随州、衡阳、邵阳、岳阳、常德、郴州、永州、怀化、自贡、泸州、德阳、绵阳、广元、遂宁、乐山、南充、眉山、宜宾、广安、达州、雅安、巴中、六盘水、遵义、安顺、曲靖、玉溪、保山、丽江
	濒临失调(25个)	徐州、南通、连云港、淮安、扬州、泰州、温州、嘉兴、金华、衢州、台州、丽水、蚌埠、淮南、马鞍山、黄山、新余、鹰潭、宜昌、襄阳、鄂州、株洲、湘潭、张家界、攀枝花
	勉强协调(12个)	常州、镇江、宁波、湖州、绍兴、舟山、合肥、芜湖、铜陵、南昌、长沙、昆明
	初级协调(6个)	无锡、苏州、武汉、重庆、成都、贵阳
	中级协调(3个)	上海、南京、杭州
2023	中度失调(1个)	昭通
	轻度失调(36个)	安庆、阜阳、宿州、六安、亳州、吉安、上饶、孝感、黄冈、随州、衡阳、邵阳、岳阳、益阳、郴州、永州、怀化、娄底、德阳、广元、遂宁、乐山、南充、广安、达州、雅安、资阳、六盘水、遵义、安顺、毕节、曲靖、保山、丽江、普洱、临沧
	濒临失调(38个)	徐州、连云港、淮安、盐城、泰州、宿迁、金华、衢州、台州、丽水、淮南、淮北、黄山、滁州、池州、宣城、萍乡、九江、鹰潭、赣州、宜春、抚州、黄石、十堰、襄阳、鄂州、荆门、湘潭、常德、张家界、自贡、攀枝花、泸州、绵阳、眉山、宜宾、巴中、玉溪
	勉强协调(15个)	南通、扬州、镇江、温州、嘉兴、湖州、绍兴、舟山、蚌埠、马鞍山、景德镇、新余、宜昌、株洲、内江
	初级协调(8个)	无锡、常州、苏州、宁波、铜陵、南昌、长沙、昆明
	中级协调(5个)	南京、合肥、芜湖、重庆、贵阳
	良好协调(4个)	上海、杭州、武汉、成都

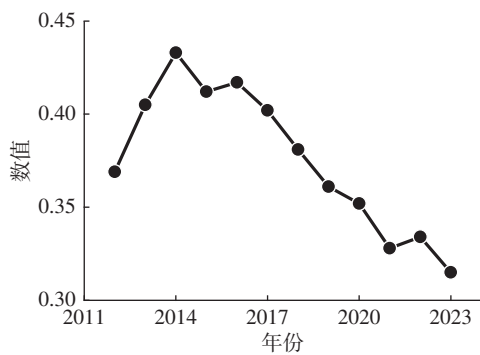


图3 全局莫兰指数演变趋势
Fig.3 Evolution trend of Global Moran's I

高”“低-低”同质空间聚类为主，“高-低”“低-高”异质集聚区仅零星分布，进一步验证该耦合协调水平具备显著的空间正向关联特征。研究期内大多数城市集聚类型保持稳定，仅少数城市的集聚类型有明显跃迁，且整体空间格局呈现清晰的“下游-中游-上游”递减梯度，“高-高”集聚区集中分布于下游，中上游以“低-低”集聚为主，空间分异规律显著。2012年、2018年、2023年耦合协调水平LISA集聚情况如表3所示。

表3 2012年、2018年、2023年耦合协调水平LISA集聚情况
Tab.3 LISA clustering of coupling coordination levels in 2012, 2018, and 2023

年份	集聚区	城市
2012	高-高集聚(16个)	南京、马鞍山、芜湖、宣城、镇江、常州、无锡、南通、苏州、上海、湖州、嘉兴、绍兴、宁波、舟山、金华
	高-低集聚(1个)	重庆
	低-高集聚(2个)	滁州、泰州
	低-低集聚(7个)	巴中、自贡、宜宾、怀化、娄底、邵阳、随州
2018	高-高集聚(15个)	南京、马鞍山、芜湖、镇江、常州、无锡、南通、苏州、上海、湖州、嘉兴、绍兴、舟山、金华、泰州
	高-低集聚(2个)	成都、贵阳
	低-高集聚(2个)	滁州、宣城
	低-低集聚(14个)	普洱、临沧、保山、六盘水、昭通、宜宾、泸州、自贡、乐山、内江、南充、怀化、邵阳、娄底
2023	高-高集聚(15个)	南京、马鞍山、芜湖、镇江、常州、无锡、南通、苏州、上海、湖州、嘉兴、绍兴、舟山、泰州、合肥
	低-高集聚(2个)	滁州、宣城
	低-低集聚(7个)	临沧、南充、巴中、怀化、邵阳、娄底、永州

注：其余未标注城市为不显著状态，未发现集聚情况。

3.4 耦合协调水平的区域差异分析

测算 Dagum 基尼系数，系统拆解耦合协调水平的区域差异。总体及区域内差异程度如图4所示，区域间差异程度如图5所示，空间差异来源的贡献率如图6所示。从时间趋势看，总体基尼系数及区域内基尼系数虽有波动但整体稳定，区域间“下游-上游”基尼系数长期处于高位，超变密度差异贡献率则呈缓慢上升态势。具体而言，一是区域间差异，均值贡献率达38.888%，图5中“下游-上游”差异显著高于其他区域间组合、图6中区域间

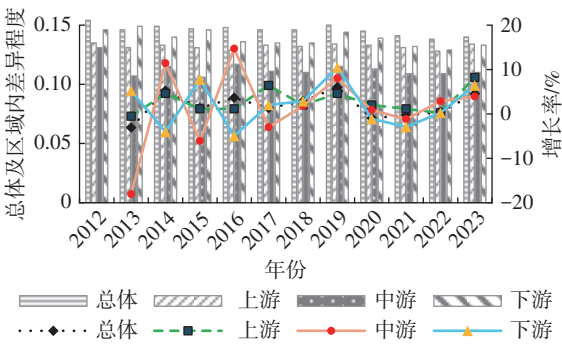


图4 总体及区域内差异程度
Fig.4 Overall and intra-regional differences

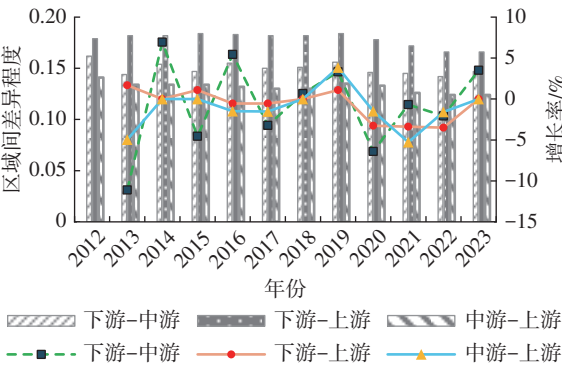


图5 区域间差异程度
Fig.5 Inter-regional differences

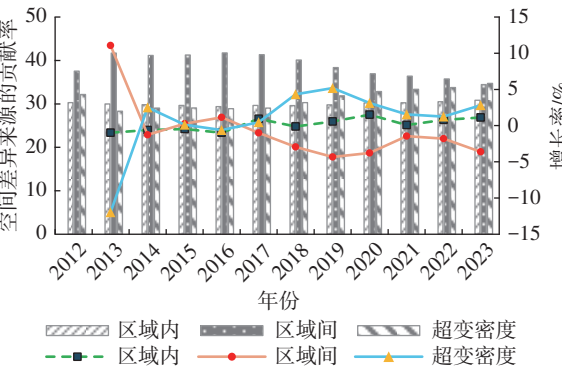


图6 空间差异来源的贡献率
Fig.6 Contribution rates of sources of spatial differences

贡献率长期占比居高不下，均印证下游与上游耦合协调水平的差距是关键空间分异；二是超变密度差异，均值贡献率为31.117%，且贡献率缓慢上升，加剧差异复杂性；三是区域内差异，均值贡献率为29.994%，呈现“上游>下游>中游”的内部差异格局。整体而言，该区域差异呈现“时间上波动平缓、空间上以下游-上游差距主导且上游内部异质性突出”的特征。

3.5 耦合协调水平的驱动因素分析

由于两者协同效应具有显著的空间异质性特征，故加入考虑空间关联性质的空间计量模型，剖析两者耦合协调发展的驱动因素。通过拉格朗日乘数(LM)检验、沃尔德(Wald)检验、似然比(LR)检验和豪斯曼(Hausman)检验等方法完成模型选择，模型检验结果如表4所示。各结果均通过5%显著性水平检验，证明选用固定效应形式的空间杜宾模型具备合理性，进一步在该模型中分别设置个体固定、时间固定及时空双向固定效应进行回归测算，对比方差和拟合优度指标，最终选定个体固定效应

表4 模型检验结果
Tab.4 Model testing results

检验方法	统计检验值
LM-error	5.718**
Robust LM-error	7.353***
LM-lag	4.552**
Robust LM-lag	6.187**
Wald-sar	52.31***
Wald-sem	49.00***
LR-sar	51.24***
LR-sem	48.47***
Hausman	145.40***

注：***，**，*分别表示在1%，5%和10%的统计水平上显著。
表5同。

空间杜宾模型的回归结果作为后续实证分析依据，驱动因素回归结果及异质性分析如表5所示。

由表5可知，空间自相关系数为0.263且通过1%显著性检验，表明长江经济带耦合协调水平存在显著的空间依赖特征。经济集聚水平、金融发展程度、城镇化水平相关系数分别为0.046，0.019，0.389，均在1%水平显著正向影响耦合协调水平。

表5 驱动因素回归结果及异质性分析
Tab.5 Regression results of driving factors and heterogeneity analysis

变量名称	驱动因素回归结果			空间异质性回归结果		
	时间固定效应	个体固定效应	双固定效应	上游	中游	下游
经济集聚水平	0.032***	0.046***	0.037***	0.107***	0.111***	0.006
	(0.004)	(0.005)	(0.006)	(0.029)	(0.015)	(0.005)
金融发展程度	0.044***	0.019***	0.016***	0.017***	0.026***	0.009**
	(0.002)	(0.003)	(0.003)	(0.006)	(0.007)	(0.004)
对外开放程度	0.241***	-0.012	-0.018	0.075**	0.018	-0.059*
	(0.020)	(0.019)	(0.019)	(0.035)	(0.045)	(0.033)
城镇化水平	0.874***	0.389***	0.355***	-0.062	0.620***	1.126***
	(0.057)	(0.047)	(0.047)	(0.079)	(0.114)	(0.084)
科创环境	0.064***	-0.045***	-0.044***	-0.014	0.069*	-0.028**
	(0.008)	(0.010)	(0.010)	(0.021)	(0.037)	(0.012)
经济发展水平	0.049***	0.000	-0.010	0.006	0.030**	0.028***
	(0.003)	(0.007)	(0.007)	(0.013)	(0.014)	(0.010)
观测值	1 284	1 284	1 284	384	408	492
相关系数	-0.181***	0.263***	0.078	-0.288***	0.088	0.381***
	(0.064)	(0.053)	(0.060)	(0.109)	(0.085)	(0.062)
方差	0.002***	0.001***	0.001***	0.001***	0.000***	0.000***
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)
拟合优度	0.649	0.717	0.385	0.646	0.753	0.842

注：()为标准误。

可能原因在于,经济集聚通过规模降本、技术协同、结构升级、制度创新,推动经济与生态韧性从“零和博弈”转向“共生共享”;完善的金融体系可通过多元金融工具抵御经济波动风险,并通过绿色信贷、低碳债券等金融产品引导资金流入绿色产业,倒逼高碳产业转型升级,助力流域绿色低碳发展;城镇化发展通过要素再配置实现绿色溢价内部化,依托数字技术重塑治理范式,最终形成“集约生产—低碳生活—智慧管理”的韧性闭环。科创环境系数为-0.045,在1%水平显著负向影响耦合协调水平,可能是因为科技投入作用周期长、难度大、见效慢。此外,对外开放程度、经济发展水平无显著影响。

鉴于长江经济带区域间经济水平、资源基础、区位条件及政策支持差异较大,各驱动因素的作用效果可能存在区域分化。故将研究区划分为上游、中游、下游区域,通过分区域空间回归检验,系统探究各因素对区域耦合协调发展的差异化作用规律。由表5可见,在上游与中游,经济集聚水平的提升能显著促进两者协调发展;而在下游,该因素未通过显著性检验。金融发展程度对各区域的作用效应均呈正向显著。城镇化水平在中游与下游均对两者耦合协调水平提升呈正向显著作用,在上游未通过显著性检验。科创环境在中游是正向显著,在下游是负向显著,在上游没有通过显著性检验。

4 结论

结合2012—2023年长江经济带经济韧性与生态韧性耦合协调水平的测度研究、区域差异及驱动因素分析,得出主要结论如下。①研究期内,长江经济带经济与生态韧性耦合协调水平整体呈向好发展态势,空间异质性特征显著,形成“下游>中游>上游”的东强西弱空间格局。②失调城市占比较高,截至2023年占比约34.58%。耦合协调水平存在显著空间正相关性,空间集聚差异突出。③研究期内,长江经济带整体耦合协调度基尼系数波动走低。区域内差异分布特征为“上游>下游>中游”;区域间“下游-上游”差异明显大于“下游-中游”及“中游-上游”;区域间差异是导致整体差异的主导因素。④经济集聚水平、金融发展程度和城镇化

水平均显著提升长江经济带耦合协调水平,且存在区域异质性。

参考文献:

- [1] REGGIANI A, DE GRAAFF T, NIJKAMP P. Resilience: An Evolutionary Approach to Spatial Economic Systems[J]. *Networks and Spatial Economics*, 2002, 2(2): 211-229.
- [2] 隋建利, 霍子蓬, 刘金全. 中国宏观经济韧性的理论框架、实践路径与政策选择[J]. *经济研究*, 2025, 60(2): 20-37.
SUI Jianli, HUO Zipeng, LIU Jinquan. The Theoretical Framework, Practical Path and Policy Choices of China's Macroeconomic Resilience[J]. *Economic Research Journal*, 2025, 60(2): 20-37.
- [3] 蒋正云, 刘庆芳, 宋金平. 中国区域经济韧性的格局特征及演化机制[J]. *经济地理*, 2023, 43(6): 1-12.
JIANG Zhengyun, LIU Qingfang, SONG Jinping. Pattern Characteristics and Evolution Mechanism of China's Regional Economic Resilience[J]. *Economic Geography*, 2023, 43(6): 1-12.
- [4] 陈勤昌, 王兆峰. 武陵山片区国土开发强度与经济韧性时空耦合特征及互动效应[J]. *经济地理*, 2023, 43(4): 41-50.
CHEN Qinchang, WANG Zhaofeng. Spatio-Temporal Coupling and Interactive Effects of Land Development Intensity and Economic Resilience in the Wuling Mountains Area[J]. *Economic Geography*, 2023, 43(4): 41-50.
- [5] HOLLING C S. Resilience and Stability of Ecological Systems[J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1973, 4: 1-23.
- [6] ZHAO R D, FANG C L, LIU H M, et al. Evaluating Urban Ecosystem Resilience Using the DPSIR Framework and the ENA Model: A Case Study of 35 Cities in China[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2021, 72: 102997.
- [7] 王松茂, 牛金兰. 山东半岛城市群城市生态韧性的动态演化及障碍因子分析[J]. *经济地理*, 2022, 42(8): 51-61.
WANG Songmao, NIU Jinlan. Dynamic Evolution and Obstacle Factors of Urban Ecological Resilience in Shandong Peninsula Urban Agglomeration[J]. *Economic Geography*, 2022, 42(8): 51-61.
- [8] 黄玲玲. 长江经济带城镇化与生态环境耦合协调时空变化及影响因素分析[J]. *长江流域资源与环境*, 2024, 33(12): 2675-2687.

- HUANG Lingling. Spatiotemporal Variations of Coupling and Coordination between Urbanization and Ecological Environment and Associated Influencing Factors in the Yangtze River Economic Belt[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2024, 33(12): 2675–2687.
- [9] 张 辽, 姚 蕾. 数字技术创新对城市经济韧性的影响研究: 来自中国 278 个地级及以上城市的经验证据[J]. *管理学刊*, 2023, 36(5): 38–59.
- ZHANG Liao, YAO Lei. Research on the Impact of Digital Technology Innovation on Urban Economic Resilience: Empirical Evidence from 278 Cities at Prefecture Level and above in China[J]. *Journal of Management*, 2023, 36(5): 38–59.
- [10] SONG M L, ZHAO X, SHANG Y P, et al. Realization of Green Transition Based on the Anti-Driving Mechanism: An Analysis of Environmental Regulation from the Perspective of Resource Dependence in China[J]. *Science of the Total Environment*, 2020, 698: 134317.
- [11] 周文慧, 钞小静. 黄河流域数字基础设施、经济发展韧性与生态环境保护的耦合协调发展分析: 基于三元系统耦合协调模型[J]. *干旱区资源与环境*, 2023, 37(9): 1–9.
- ZHOU Wenhui, CHAO Xiaojing. Coupling Coordinated Development of Digital Infrastructure, Economic Resilience and Environmental Protection in the Yellow River Basin: An Approach of Ternary System Coupling Coordination Model[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2023, 37(9): 1–9.
- [12] 杨俊玲, 郑燕霞. 西部陆海新通道对经济韧性增强效应的分析[J]. *铁道运输与经济*, 2025, 47(10): 165–173.
- YANG Junling, ZHENG Yanxia. Economic Resilience Enhancement Effect of Western Land-Sea New Corridor[J]. *Railway Transport and Economy*, 2025, 47(10): 165–173.
- [13] 郑 威, 陈 辉. 数据要素市场化配置对城市经济韧性的影响: 促进还是抑制? [J]. *现代财经(天津财经大学学报)*, 2023, 43(12): 78–92.
- ZHENG Wei, CHEN Hui. The Impact of Market-Based Allocation of Data Elements on Urban Economic Resilience: Promotion or Inhibition? [J]. *Modern Finance and Economics (Journal of Tianjin University of Finance and Economics)*, 2023, 43(12): 78–92.
- [14] 傅梦钰, 池仁勇, 蒋颖, 等. 中国新质生产力与区域经济韧性耦合协调的时空特征[J]. *经济地理*, 2025, 45(4): 221–231.
- FU Mengyu, CHI Renyong, JIANG Tianying, et al. Spatiotemporal Characteristics of the Coupling Coordination between New Quality Productive Forces and Regional Economic Resilience in China[J]. *Economic Geography*, 2025, 45(4): 221–231.
- [15] 张明斗, 杨雨欣. 低碳城市建设对生态韧性的影响效应与机制: 基于低碳城市试点政策的准自然实验[J]. *华东经济管理*, 2025, 39(4): 69–81.
- ZHANG Mingdou, YANG Yuxin. The Impact and Mechanism of Low-Carbon City Construction on Ecological Resilience: A Quasi-Natural Experiment Based on the Low-Carbon City Pilot Policy[J]. *East China Economic Management*, 2025, 39(4): 69–81.
- [16] 彭文斌, 狄亚轩, 邝嫦娥, 等. 环长株潭地区城市更新与生态韧性的耦合作用及其影响因素[J]. *自然资源学报*, 2025, 40(6): 1569–1585.
- PENG Wenbin, DI Yaxuan, KUANG Change, et al. The Coupling Effect of Urban Renewal and Ecological Resilience and Its Influencing Factors in the Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Surrounding Area[J]. *Journal of Natural Resources*, 2025, 40(6): 1569–1585.
- [17] 胡曾曾, 赵志龙, 于法稳, 等. 基于 DPSIR 模型的北京城市生态韧性评价及演化特征[J]. *生态经济*, 2024, 40(6): 77–84.
- HU Zengzeng, ZHAO Zhilong, YU Fawen, et al. Evaluation and Evolution Characteristics of Urban Ecological Resilience in Beijing Based on DPSIR Model[J]. *Ecological Economy*, 2024, 40(6): 77–84.
- [18] 杨韬润, 王 超. 基于熵权法和 TOPSIS 法的都市圈轨道交通“四网融合”发展程度评价研究[J]. *铁道运输与经济*, 2026, 48(7): 47–57.
- YANG Taorun, WANG Chao. Research on Evaluation of Development Degree of “Four-Network Integration” of Rail Transit in Metropolitan Areas Based on Entropy Weight Method and TOPSIS Method[J]. *Railway Transport and Economy*, 2026, 48(7): 47–57.
- [19] 谷 城, 张树山, 袁天荣, 等. 物流标准化的减污降碳效应[J]. *财经研究*, 2025, 51(6): 4–18.
- GU Cheng, ZHANG Shushan, YUAN Tianrong, et al. The Pollution and Carbon Reduction Effect of Logistics

- Standardization[J]. Journal of Finance and Economics, 2025, 51(6): 4-18.
- [20] 赵 林, 张春霆, 高晓彤, 等. 黄河流域绿色发展与共同富裕耦合协调水平变化及其影响因素[J]. 经济地理, 2024, 44(8): 57-67.
- ZHAO Lin, ZHANG Chunting, GAO Xiaotong, et al. Spatiotemporal Evolution and Influencing Factors of the Coupling Coordination Level between Green Development and Common Prosperity in the Yellow River Basin[J]. Economic Geography, 2024, 44(8): 57-67.
- [21] 李旭辉, 王经纬. 共同富裕目标下中国城乡建设绿色发展的区域差距及影响因素[J]. 自然资源学报, 2023, 38(2): 419-441.
- LI Xuhui, WANG Jingwei. The Regional Gap and Its Influencing Factors of Green Development of Urban and Rural Construction in China under the Goal of Common Prosperity[J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(2): 419-441.
- [22] 陈明华, 刘文斐, 王 山, 等. 黄河流域绿色发展绩效评价、差异分解及驱动因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(4): 126-133.
- CHEN Minghua, LIU Wenfei, WANG Shan, et al. Performance Evaluation, Difference Decomposition and Driving Factors of Green Development in the Yellow River Basin[J]. China Population Resources and Environment, 2022, 32(4): 126-133.
- [23] 李献士, 李林舒菲. 河北省商贸物流业碳排放脱钩状态及影响因素研究[J]. 铁路物流, 2026, 44(3): 63-70.
- LI Xianshi, LI Linshufei. Research on Decoupling Status and Influencing Factors of Carbon Emissions in Commercial and Logistics Industry in Hebei Province[J]. Railway Logistics, 2026, 44(3): 63-70.
- [24] 郭晓峰, 侯德兵, 刘海红. 基于熵权-耦合协调度模型的湖南省物流业与制造业协同发展研究[J]. 铁路物流, 2025, 43(12): 61-67.
- GUO Xiaofeng, HOU Debing, LIU Haihong. Research on Coordinated Development of Hunan Province's Logistics and Manufacturing Industries Based on Entropy Weight-Coupling Coordination Degree Model[J]. Railway Logistics, 2025, 43(12): 61-67.
- [25] 武 红. 中国省域碳减排: 时空格局、演变机理及政策建议: 基于空间计量经济学的理论与方法[J]. 管理世界, 2015, 31(11): 3-10.
- [26] 汪 侠, 徐晓红. 长江经济带经济高质量发展的时空演变与区域差距[J]. 经济地理, 2020, 40(3): 5-15.
- WANG Xia, XU Xiaohong. Spatial-Temporal Evolution and Regional Disparity of Economic High-Quality Development in the Yangtze River Economic Belt[J]. Economic Geography, 2020, 40(3): 5-15.
- [27] 薛 阳, 郭世乐, 冯银虎, 等. 长江经济带数字经济和物流高质量发展的时空耦合、区域差异及驱动因素[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版), 2024, 45(5): 63-75.
- XUE Yang, GUO Shile, FENG Yinhu, et al. Spatial-Temporal Coupling, Regional Differences and Driving Factors of High-Quality Development of Digital Economy and Logistics in the Yangtze River Economic Belt[J]. Journal of Soochow University (Philosophy & Social Science Edition), 2024, 45(5): 63-75.

(责任编辑 李丹丹)