

长江经济带协同发展的时空分异及其收敛性¹

胡剑波^a 王楷文^b 叶树^b

(贵州财经大学 a. 经济学院; b. 大数据应用与经济学院, 贵州 贵阳 550025)

【摘要】: 文章在梳理长江经济带全方位协同发展机理的基础上, 构建 SFTREC 复合系统指标体系, 研究长江经济带协同发展的时空分异及其收敛性。结果表明: 长江经济带 SFTREC 复合系统存在关联性、动态性、开放性和复杂性, 子系统间的相互作用有效提高了长江经济带的协同发展水平, 使其呈现稳步上升态势, 但区域内部发展不均衡问题较为突出, 极化现象依然存在。长江经济带协同发展水平存在空间收敛和俱乐部收敛, 要素的自由流动加快了收敛速度, 资本存量、对外开放程度、政府规制、人力资本对不同地区收敛的作用不同, 导致各省份的稳态水平也不同。研究结论为政府规划长江经济带协同发展路径提供现实依据。

【关键词】: 协同发展; SFTREC 系统; 长江经济带; 收敛性; 空间效应

【中图分类号】: F127 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1007-5097 (2023) 06-0032-12

一、引言及文献综述

党的二十大报告提出, 促进区域协调发展, 构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系。可见, 我国逐渐将“协调”摆在区域发展更为突出的位置。长江经济带作为贯穿我国东中西部的重要战略区域, 依托“黄金水道”, 形成了独特的区位优势, 经济规模持续扩大, 在全国经济发展格局中的重要性进一步凸显。2020 年长江经济带 GDP 总量达 471 580 亿元, 占全国 GDP 的 46.5%。经济高速增长的背后, 由传统生产模式引发的能源损耗、资源浪费和环境污染等问题较为突出。同时, 区域发展不均衡等现实困境严重制约了长江经济带全方位发展。当前, 长江经济带协同发展主要面临三大困境: 各地区所处发展阶段差异明显, 难以形成高效的良性互动; 发展水平差距较大, 阻碍了要素间的自由流动; 缺乏统一的协同发展机制, 制约了区域一体化的深入。因此, 长江经济带协同发展的着眼点不仅要基于经济发展, 更要从社会稳定、科技创新、能源改革、资源集约和环境保护等多维度出发。鉴于此, 本文利用长江经济带各个系统的经验数据, 对其协同发展水平的时空分异及收敛性展开研究, 以期政府部门统筹区域联动发展一体布局、构建全方位协同发展新格局提供科学依据。

区域一体化发展即区域协同发展, 是我国建设现代化经济体系、迈向共同富裕的重要组成部分^[1,2]。协同发展是一个动态演化过程, 在发展初期, 各地区的差距可能由于经济基础以及资源禀赋的差异而扩大, 这只是区域协同发展处于不同阶段的特征, 并不意味着与协同发展的内涵相背离。正如新古典经济学理论对区域发展问题的阐述: 由于比较优势的存在, 各区域无论初始差距有多大, 通过生产要素的完全自由流动, 差距会逐渐趋于均衡, 即市场机制会抹平差距, 使得各地区最终趋于稳态水平^[3,4,5]。Haken(1977)^[6]提出的协同理论也强调, 在复合系统中, 子系统之间的相互作用将汇聚成一种新生力量, 进而推动复合系统实现由无序向有序的转变。协同理论为解决区域发展不平衡问题找到了出路, 区域协同发展可以理解为区域内各地区突破行政壁垒,

¹ **【收稿日期】**: 2022-12-06

【基金项目】: 贵州财经大学在校学生科研项目“中国出口行业全要素生产率的测度及收敛性研究”(2021ZXSX10)

【作者简介】: 胡剑波(1982—), 男, 四川泸州人, 教授, 博士生导师, 博士, 研究方向: 低碳经济, 绿色发展; 王楷文(1997—), 男, 山西晋城人, 硕士研究生, 研究方向: 低碳经济, 区域经济; 叶树(2000—), 男, 浙江台州人, 硕士研究生, 研究方向: 低碳经济。

围绕共同的发展目标，基于合作共赢理念、优势互补原则、产业分工要求和资源环境承载力，推动发展要素的自由流动和资源的最优配置，形成区域一体化的新发展格局（毛汉英，2017）^[7]。协同发展强调各系统以及地区之间通过相互包容与协作，最终形成有序的动态演变状态，并保持差异与协同的辩证统一关系（李琳和刘莹，2014）^[8]。一些学者将区域协同发展的重心放在经济发展与环境保护之间的关系上，并基于环境库兹涅茨曲线（EKC）来验证经济增长与碳排放之间是否存在“倒U”型的相互关系^[9,10]，也有学者提出经济增长与环境保护之间呈“N”型发展趋势（Bimonte 和 Stabile, 2017）^[11]。

近年来，区域协同发展问题上升到一个新的高度。从研究范围来看，学者对京津冀（贺灿飞等，2022）^[12]、长三角（王秋玉等，2022）^[13]、粤港澳（于潇和谢伟，2022）^[14]等一体化程度较高的特定区域开展了大量研究，或是对上述三大城市群进行比较分析（潘春苗等，2022；周望和程帆，2022）^[15,16]；从研究尺度来看，多侧重于区域经济与环境之间的协同关系，并将产业转型（任保平和杜宇翔，2021）^[17]、创新驱动（杜宇等，2020）^[18]、社会发展（秦鹏和刘焕，2021）^[19]等因素考虑在内。

长江经济带的发展不仅是单纯的经济发展战略问题，更是包含能源变革、资源节约、环境治理、科技进步等多个系统协同发展的战略定位。因此，实现长江经济带协同发展是新时期构建新发展格局的客观需要，也是社会发生广泛深刻系统性变革的根本动力。在内涵认知方面，由最初的以效率为导向的非均衡发展观，到缩小地区差异、兼顾效率与均衡的非均衡协调发展观，再到优势互补、全方位高质量协同发展观的演化。刘耀彬等（2022）^[20]认为，长江经济带的发展可以概括为效率优先型的点轴生产力布局、开放型的区域竞争布局以及协作型区域协调发展新格局；何婷和成长春（2022）^[21]总结了长江经济带的成就，将其分为生态保护探索、可持续发展探索以及绿色高质量发展三个阶段；成长春等（2022）^[22]通过研究发现，自改革开放以来，长江经济带先后经历了低水平均衡、梯度性分均衡、调整中趋衡三大阶段。李雪松等（2017）^[23]证实了长江经济带区域一体化对经济增长效率的提高具有促进作用，但由于各省份发展水平各异，因此要实施差异化的区域政策；吴传清和周西一敏（2020）^[24]研究发现，经济发展、产业结构、对外开放度以及环境污染治理投资等因素对长江经济带的绿色经济具有显著影响；张中浩等（2022）^[25]剖析了长江经济带生态系统与经济社会之间的耦合协调关系，提出中下游省份面临经济增长与环境保护的权衡问题，上游省份则面临较为严峻的双重压力。

本文可能的边际贡献在于：①在研究框架上，构建了社会、经济、科技、资源、能源和环境系统，从理论层面深入分析了长江经济带协同运作机理，全方位测算了协同发展水平，为准确识别其在较长时间内的时空演变提供数据支撑；②在空间尺度上，基于逐级递进的空间探索分析，对长江经济带协同发展水平的时空分异特征进行研究，能够更加细致地揭示长江经济带协同发展的空间格局以及收敛趋势；③在研究价值上，对长江经济带多方位协同发展的探索，有助于厘清区域差异的来源，明晰长江经济带协同发展的地理尺度，把握区域发展特性，为长江经济带高质量协同发展的路径规划及政策实践提供现实依据。

二、长江经济带协同发展的机理分析

本文在 Munasinghe (2011) [26] 提出的“可持续发展三角（社会—经济—环境）”理论基础上，构建长江经济带“协同发展六边形”，即社会（S）、经济（F）、科技（T）、资源（R）、能源（E）和环境（C）六个方面（简称 SFTREC 系统，下同）。从 SFTREC 系统的角度来看，长江经济带协同发展体现出多层次、多种类以及多关系的复杂关联网络，意味着区域协同发展体系是一个始终处于动态的、非平衡的开放系统，区域内部的协同发展存在关联性、动态性、开放性及复杂性。关联性表现在子系统之间具有一定的相关关系而非独立存在，某一子系统的变化将影响整体功能，因此要警惕某一负向序参量的量变引起 SFTREC 系统的质变；动态性表现在 SFTREC 系统始终处于有序的动态变化中，且是一种良性循环，因此要掌握子系统演化的客观规律来实现协同发展；开放性表现在资源要素的流动与交互，即不同地区的优势资源在地区贸易和分工协作的作用下，实现跨区域流动互补的过程，因此要扩大开放程度，推动组织结构有序化的提高；复杂性表现在 SFTREC 系统的关系网络错综复杂，既有线性关系、也有非线性关系，因此要梳理好系统的内部和外部关系网络，把握发展态势。

具体而言，社会发展是 SFTREC 系统协同增效的重要引擎，加快现代化教育，建设教育强国，优化就业结构，加强市政交通设施建设，对有序推进新型城镇化建设、提高城镇化水平起关键作用；经济发展是 SFTREC 系统协同增效的支撑力量，金融业对实体经济的有效支持推动了第三产业的快速发展，同时财政支撑经济高质量增长，有利于提升人均财富；科技发展是 SFTREC 系

统协同增效的动力源泉，研发人员和研发资本的大量投入有效促进了技术市场成果转化，强化了地区战略科技力量；资源发展是 SFTREC 系统协同增效的物质基础，保护水资源，提高人均绿化资源，加强道路资源建设，对于提高资源利用效率、推动资源循环发展具有典型意义；能源发展是 SFTREC 系统协同增效的根本保障，加大对能源工业的投资，可以推动化石能源的清洁高效利用，提高可再生能源比重，进而有效降低能耗总量、提高能源效率；环境发展是 SFTREC 系统协同增效的自然前提，降低碳排放、硫排放、烟粉尘排放及废水排放，对全面推进减污降碳具有重要作用。在协同效应的作用下，地区间的资源要素自由流通与传导，引发系统的涨落与突变，最终形成稳定有序的空间布局，从而推动长江经济带实现高质量协同发展目标。

三、模型构建、指标选取与数据来源

(一) 模型构建、指标选取

1. 熵权法

对原始数据进行标准化处理，消除量纲、数量级的差异性。指标效能值决定了子系统由无序到有序的演变速率，有正负之分，公式如下：

$$q_{ij} = \begin{cases} \frac{w_{ij} - \alpha_{ij}}{\beta_{ij} - \alpha_{ij}}, & j \in (1, t); \\ \frac{\beta_{ij} - w_{ij}}{\beta_{ij} - \alpha_{ij}}, & j \in (t + 1, n) \end{cases} \quad (1)$$

其中： q_{ij} 为指标的有序度值； $\alpha_{ij} \leq w_{ij} \leq \beta_{ij}$ ， α_{ij} 和 β_{ij} 分别代表序参量 w_{ij} 的下限和上限。当 $j \in (1, t)$ 时， w_{ij} 为正向指标，当 $j \in (t+1, n)$ 时， w_{ij} 为负向指标。为消除分母为零导致结果无意义的影响，在上、下限的基础上乘以系数 $1+e$ 或 $1-e$ ，时间序列越长，序参量的极差值越大，越能反映出协同发展水平，本文根据长江经济带指标体系的变动速度，选取 0.1 作为 e 值。

为有效避免人为主观赋权导致的结果偏差，利用熵权法对长江经济带的协同发展水平进行测算。熵权法是客观赋予指标权重的一种方法，基于标准化之后的数据矩阵，通过指标数值的变化来确定所包含的信息熵。公式如下：

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

$$p_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{i=1}^m u_{ij}} \quad (3)$$

$$\omega_j = (1 - E_j) / \sum_{i=1}^m (1 - E_j) \quad (4)$$

$$S_{ik} = \sum \omega_j u_{ij} \quad (5)$$

其中： E_j 、 ω_j 分别表示第 j 个指标的熵值和权重； S_{ik} 表示子系统的效能值，效能值越大，子系统的发展水平越高，对 SFTREC 系统有序演化贡献越高。进而，子系统的协同匹配度为：

$$CI = 1 - \frac{\sigma}{\mu} = 1 - \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum (S_{ik} - \mu)^2}}{\mu} \quad (6)$$

其中： CI 表示子系统的协同匹配度； μ 表示效能值的数学期望； σ 表示标准差。若 $CI > 0$ ，则子系统的协同匹配度增大，反之减小。进而，SFTREC 系统的协同度为：

$$SY = CI \times \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n S_k} \quad (7)$$

SY 表示 SFTREC 系统协同度，其数值越接近 1，表明子系统之间联系越紧密，协同发展水平越高。参考学者们对协同发展阶段的划分方法[27, 28]，本文将长江经济带协同发展细分为 5 个阶段，见表 1 所列。

表 1 长江经济带协同发展阶段划分

协同发展阶段	协同度	协同发展类型	协同发展类型
低质量协同阶段[0.0, 0.2)	0.00~0.09	极度失调	极度失调
	0.10~0.19	严重失调	严重失调
拮抗阶段[0.2, 0.4)	0.20~0.29	中度失调	中度失调
	0.30~0.39	轻度失调	轻度失调
磨合阶段[0.4, 0.6)	0.40~0.49	濒临失调	濒临失调

	0.50~0.59	勉强协同	勉强协同
转型阶段[0.6, 0.8)	0.60~0.69	初级协同	初级协同
	0.70~0.79	中级协同	中级协同
高质量协同阶段[0.8, 1.0]	0.80~0.89	良好协同	良好协同
	0.90~1.00	优质协同	优质协同

2. 空间相关性

(1) 全局莫兰指数。

全局莫兰指数假设各空间单元具有同质性，用于分析某一属性值在整体区域的空间关联布局，公式如下：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij}} \quad (8)$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

其中： s^2 ，表示协同度的方差； ω_{ij} 表示权重矩阵； n 表示省份数量。全局莫兰指数的取值范围为[-1, 1]，大于0表示空间正相关，即相似属性的地区在空间上存在空间聚集现象；小于0表示空间负相关，即相似属性的地区在空间上存在空间分散现象；等于0表示不相关，即区域属性是随机分布的。

(2) 局部莫兰指数。

全局莫兰指数分析研究对象在整体上的平均关联度，本文进一步采用局部莫兰指数研究区域内部的空间关联布局 (Anselin, 1995)^[29]。公式如下：

$$I_i = \frac{\sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{s^2} \quad (9)$$

若局部莫兰指数大于0，表示相邻地区之间的协同发展水平呈现相似状态，存在聚集效应，即高效扩散区 (H-H) 或低速增长区 (L-L) 的空间关联布局；若该值小于0，表示相邻地区之间的协同度呈现相反状态，存在空间异质性，即辐射过渡区 (L-H) 或极化效应区 (H-L) 的空间关联布局。

3. 核密度估计

核密度估计是探索空间非均衡分布的一种非参数估计方法，其分布可直接从数据本身获取，被广泛用于经济变量的非均衡问题探索。本文采用当下估计精度最高的高斯 (Gaussian) 核函数，通过核密度曲线的位置、形状和延展性，刻画长江经济带

协同发展水平的动态演进特征。公式如下：

$$f(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - \bar{x}}{h}\right) \quad (10)$$

其中：n 为观测值个数；h 为采用拇指法计算的最优带宽； $K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$ 为核函数； x_i 为独立同分布的观测值； \bar{x} 为观测值的均值。

4. 收敛性

经典 β 收敛源于经济趋同理论，可分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。空间绝对 β 收敛是在经典 β 收敛的基础上加入空间权重矩阵，将地区间的空间相关性考虑在内，检验长江经济带协同度的增速与其初始水平是否存在负向关系。公式如下：

$$\ln \frac{SY_{i,t+T}}{SY_{i,t}} = \alpha + \beta \ln SY_{i,t} + \rho \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \ln \frac{SY_{j,t+T}}{SY_{j,t}} + \mu_{i,t} + \lambda_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

在绝对 β 收敛中，各省份的初始协同水平成为直接影响模型收敛的唯一变量因素。实际影响协同发展水平收敛的不仅有初始值，因此，在绝对 β 收敛模型的基础上，加入对收敛有影响的控制变量，同时考虑空间效应，构建空间条件 β 收敛模型，以此检验在特定情况下，不同地区是否收敛于各自的稳态水平。公式如下：

$$\ln \frac{SY_{i,t+T}}{SY_{i,t}} = \alpha + \beta \ln SY_{i,t} + \rho \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \ln \frac{SY_{j,t+T}}{SY_{j,t}} + \phi \sum_{j=1}^n \omega_{ij} X_{j,t} + \beta_i \ln X_{i,t} + \mu_{i,t} + \lambda_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

其中：SY_{i,t} 表示第 i 个省份在第 t 年的协同度； α 表示常数项； β 表示收敛判断系数； ρ 表示空间自回归系数； ω_{ij} 表示空间权重矩阵； $X_{i,t}$ 表示控制变量，包括资本存量 CS、对外开放程度 IE、人力资本 LC、政府规制 GR。本文采用永续盘存法对各地区资本存量进行估算；进出口贸易额表示对外开放程度；劳动力占总人口比重表示人力资本；一般公共预算支出占 GDP 比重表示政府规制。 $\mu_{i,t}$ 表示个体的固定效应； $\lambda_{i,t}$ 表示时间效应； $\varepsilon_{i,t}$ 表示随机干扰项。当 $\phi=0$ 成立时，模型为空间滞

后模型 (SLM)；当 $\phi + \rho \beta = 0$ 成立时，模型为空间误差模型 (SEM)，否则模型为空间杜宾模型 (SDM)。当 β 显著为负时，模型存在空间 β 收敛，说明各省份协同度的增长率与基期协同度呈负向关系，反之不存在空间 β 收敛。

俱乐部收敛检验可以识别随时间推移各自的稳态是否趋同，或是聚类式收敛于多个不同的稳态，且俱乐部收敛检验不存在内生性问题导致的估计偏差。本文采用非线性时变因子模型，来识别长江经济带协同发展水平存在的收敛俱乐部。

(二) 数据来源

选取 2000—2020 年的面板数据为样本，为保证数据的准确性和真实性，研究数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》以及长江经济带各省份的国民经济和社会发展统计公报。长江经济带协同发展指标体系如图 1 所示。

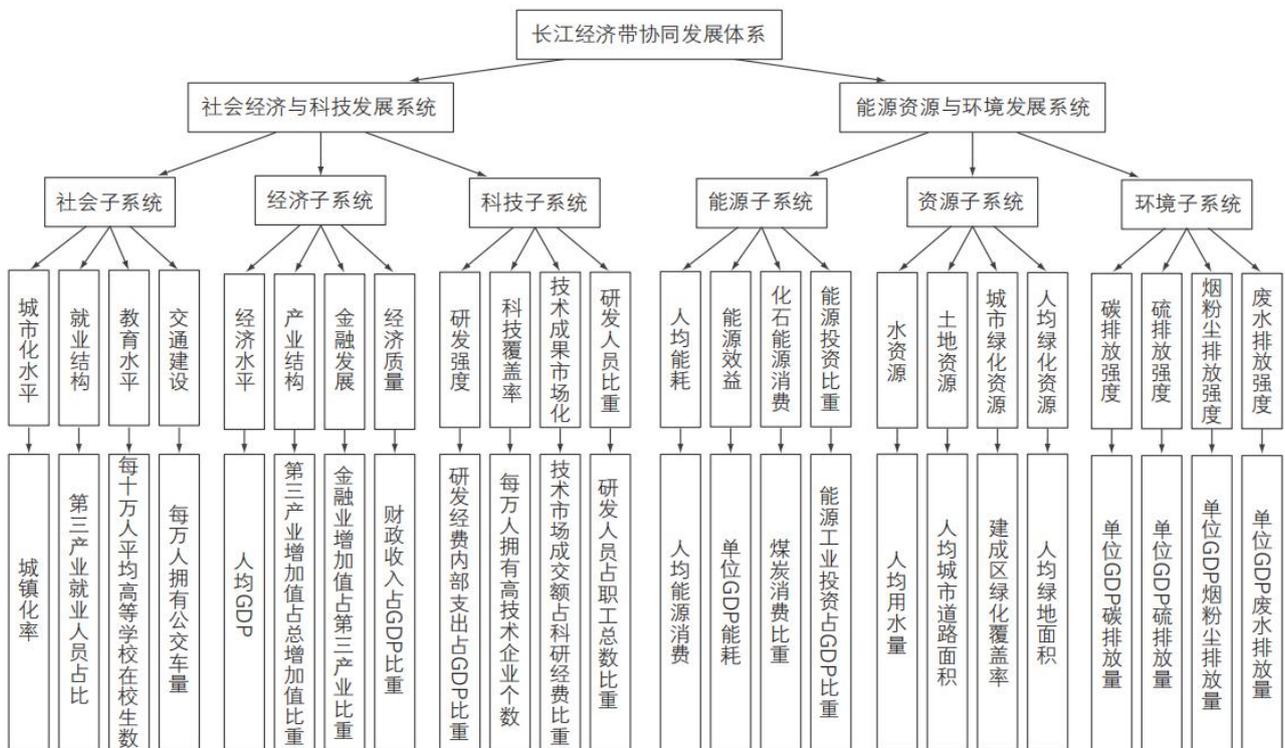


图 1 长江经济带协同发展指标体系

四、实证结果分析

(一) 长江经济带协同发展水平时空演进

整体而言，长江经济带协同发展水平呈逐年递增趋势，且近年来增速迅猛，客观验证了其作为国家重要战略区域的合理性。其发展历程可分为四个阶段，即平缓发展阶段（2000—2005 年）、转型过渡阶段（2006—2012 年）、提速发展阶段（2013—2017 年）和深化发展阶段（2018—2020 年）。长江经济带的概念并非从来就有，被确立为国家战略区域更是经历了一个较长时期。2005 年，长江沿线七省二市签订《长江经济带合作协议》，这一时期国家层面尚未实质性地实施长江经济带发展战略，更多的是沿江省份开放开发的自发探索（吴传清等，2019）^[30]。2013 年，长江经济带由之前的“七省二市”扩展为“九省二市”，涵盖范围更广、经济体量更大，长江经济带进入“依托黄金水道打造新经济带”的提速发展时期；2014 年，政府工作报告中将长江经济带发展推向国家战略层面，推动长江经济带发展拥有了以环境保护为前提、以绿色低碳为基石的协同增效新注脚；2017

年，党的十九大报告强调实施区域协调发展战略，提出以“共抓大保护、不搞大开发”为导向推动长江经济带发展，长江经济带协同发展开始步入深化阶段；2018年，中共中央、国务院明确要求充分发挥长江经济带的区位优势，推动上中下游地区协调发展和沿江地区高质量发展；2020年，习近平总书记在全面推动长江经济带发展座谈会上指出，打造区域协调发展新样板，使其成为我国生态优先、绿色发展主战场。从宏观层面上看，推动长江经济带全面发展政策的本质是区域协调发展战略，即以建立区域战略统筹机制为导向，加快构建省份间融合发展新模式，形成上中下游优势互补、共同发展的新格局。在此背景下，长江经济带协同发展水平呈现稳步提高的发展态势，如图2所示。

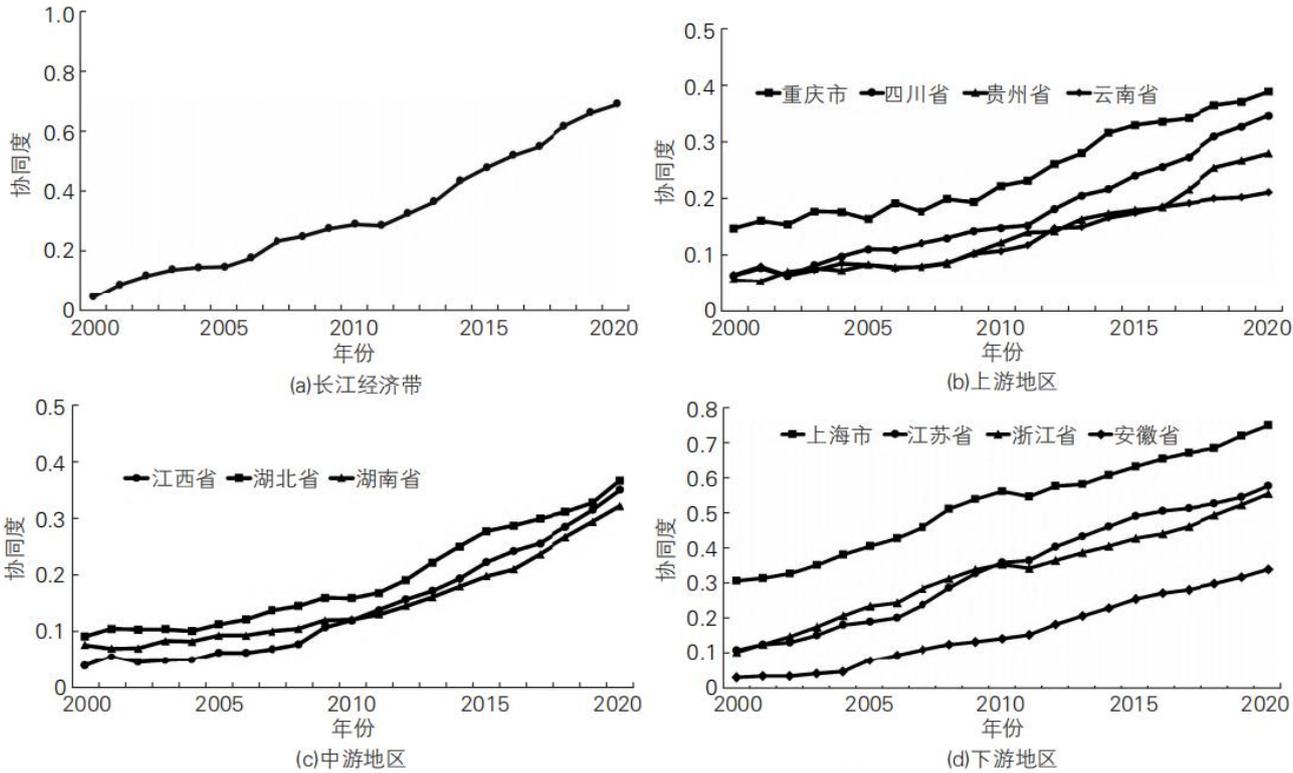


图2 2000—2020年长江经济带协同发展水平

具体来说，各省份的协同发展水平均呈稳步上升态势，但由于发展基础、资源禀赋、政策导向等方面的差异，区域内部发展不均衡问题较为突出，上、中、下游地区之间呈明显的梯度上升格局。通过横向对比发现，各省份的协同发展水平呈明显的“继承性”特征，即既有格局大体建立在上一时期格局的基础上，难以实现跨等级跃升，进一步表明协同发展水平存在固有的路径依赖特性。①上游地区协同发展水平较低、增速较缓，省份间发展差距较大。其中，重庆在2010年之前呈波动起伏态势，处于严重失调阶段，2010年之后呈稳定增长态势。虽然前期发展较为曲折，但其发展水平始终高于上游其他省份。云贵川初期的协同发展水平差距较小，但四川的增速明显高于另外两省，导致差距逐渐扩大，同时云南和贵州也是长江经济带协同发展水平最低的两省，当前仍处于中度失调阶段。②中游地区协同发展水平偏低、增速较缓，省份间发展差距较小。其中，湖北的协同发展水平最高，并始终领先江西和湖南。江西初期协同发展水平最低，但其发展速度相对湖南而言较快，并于中期实现反超。③下游地区作为长江经济带和“一带一路”的重要交汇点，是“聚焦高质量，聚力一体化”的示范性城市群，因此其协同发展水平较高、增速较快，但省份间发展差距较大。其中，上海在初期处于轻度失调阶段，但发展速度十分迅猛，率先进入中级协同阶段。江苏和浙江在初期处于严重失调阶段，但发展速度较快，近年来先后进入勉强协同阶段。安徽的协同发展水平最低，经历了7年的极度失调阶段，此后发展依旧缓慢，近年勉强步入轻度失调阶段，其发展水平和发展速度与下游其他省份相比有较大差距，严重阻碍了下游区域一体化进程。

(二) 长江经济带协同发展水平空间相关性

为进一步验证长江经济带协同发展水平是否存在空间相关性及可能的相关性特征，以充分发挥高水平地区的辐射带动作用，本文基于全局莫兰指数和局部莫兰指数，对长江经济带协同发展水平进行空间自相关及空间聚集分析。

1. 全局莫兰指数

由表 2 可知，长江经济带协同发展水平的全局莫兰指数值均大于 0，且 P 值通过了 10%水平的显著性检验，表明长江经济带协同发展水平存在正向空间相关关系和聚集分布特征。从时间维度看，全局莫兰指数呈逐年递增态势，表明长江经济带协同发展水平空间自相关程度逐年升高、空间聚集态势逐年增强，2020 年达到最大值 0.555，此时各省份间的空间相关性最强。

表 2 长江经济带协同发展水平全局莫兰指数

年份	Moran' s I	Z 值	P 值	年份	Moran' s I	Z 值	P 值
2000	0.097	1.505	0.066	2011	0.51	3.519	0
2001	0.129	1.612	0.053	2012	0.521	3.534	0
2002	0.189	1.995	0.023	2013	0.537	3.519	0
2003	0.22	2.079	0.019	2014	0.528	3.441	0
2004	0.297	2.498	0.006	2015	0.546	3.518	0
2005	0.344	2.898	0.002	2016	0.553	3.582	0
2006	0.34	2.796	0.003	2017	0.55	3.599	0
2007	0.425	3.205	0.001	2018	0.54	3.53	0
2008	0.459	3.331	0	2019	0.548	3.594	0
2009	0.502	3.546	0	2020	0.555	3.606	0
2010	0.508	3.512	0				

2. 局部莫兰指数

协同发展水平的聚类关系，见表 3 所列。发展初期，上海、江苏和重庆的协同发展水平较高，周边地区协同发展水平较低，且差距较大，导致其空间格局较其他年份存在一定的差异。此后，各地区的空间格局基本保持一致，呈现长期的稳定性。具体来看，除发展初期外，上海、江苏、浙江常年处于 H-H 型区域中，该类型的省份多位于长江经济带下游地区，东部得天独厚的地理条件以及经济发展优势为其协同发展水平的提高奠定了雄厚的基础。安徽常年处于 L-H 型区域中，其协同发展水平明显低于长三角其他区域，原因在于其产业基础较为薄弱、经济发展较为落后，人才资源被周边省份的虹吸作用带走，导致安徽长期处于边缘化状态。除重庆外，大多中上游省份常年处于 L-L 型区域中，这些地区本身的协同发展水平偏低，周边省份也大多处于同样状态，究其原因，一方面，虽然依托长江水系及沿江港口运输系统，逐步形成了多元化的现代产业体系，但整体创新发展动力不足、生态环境治理压力巨大、区域内部发展不平衡等问题严重制约了这些地区资源要素的交互，使得协同发展水平长期处于落后状态；另一方面，因为经济较为落后，外加人口、资源和环境等“红利”逐渐丧失导致市场竞争力不足，影

响协同发展水平的提升。重庆常年处于 H-L 型区域中，由于重庆是我国四大直辖市之一，位于“一带一路”和长江经济带的连接点，地理区位优势相对明显，建设了一批国家重点实验室，汇聚了大量人才，有效推动了科技成果转化及应用落地；近年来更是凭借金融业以及电子信息业的强劲发展，大大加快了重庆整体实力的提升速度；此外，重庆在《成渝经济区区域规划》《成渝城市群发展规划》等一系列政策作用下，各系统协同发展取得了长足进步。

表 3 长江经济带协同发展水平局部莫兰指数

年份	H-H 型	L-H 型	L-L 型	H-L 型
2000	—	浙江、安徽、 四川	江西、湖北、湖南、 贵州、云南	上海、江苏、 重庆
2005	上海、江苏、 浙江	安徽	江西、湖北、湖南、 四川、贵州、云南	重庆
2010	上海、江苏、 浙江	安徽	江西、湖北、湖南、 四川、贵州、云南	重庆
2015	上海、江苏、 浙江	安徽	江西、湖北、湖南、 四川、贵州、云南	重庆
2020	上海、江苏、 浙江	安徽	江西、湖北、湖南、 四川、贵州、云南	重庆

（三）长江经济带协同发展水平动态演进

为探索长江经济带协同发展水平的动态演进，本文通过核密度估计分析样本期协同发展水平的分布位置、分布形态、延展性和极化趋势，分析结果如图 3 所示。①从分布位置来看，核密度曲线中心位置经历了“左移—右移”的变动，且右移幅度大于左移幅度，即 2000—2012 年曲线中心位置轻微向左偏移，2013—2020 年曲线中心位置向右偏移，表明长江经济带协同发展水平呈螺旋上升的态势。②从分布形态来看，2000—2012 年主峰高度上升且宽度变小，表明区域内一体化程度有所提高，各省份的差距在逐步缩小；2013—2020 年主峰高度下降且宽度变大，表明各省份协同发展水平差距有所扩大。③从分布延展性来看，核密度曲线存在明显的右拖尾现象，表明长江经济带内部的部分地区协同发展水平明显高于其他地区，例如上海、江苏、浙江。④从极化现象来看，先后经历了“双峰—三峰—单峰—三峰”的过程，即 2000—2012 年由双峰向三峰转变，2013—2017 年由三峰逐渐向单峰过渡，2018—2020 年再次出现三峰。长江经济带内部极化现象始终存在，但侧峰峰值相对较低，协同发展水平呈现轻微的两极或多极分化现象。

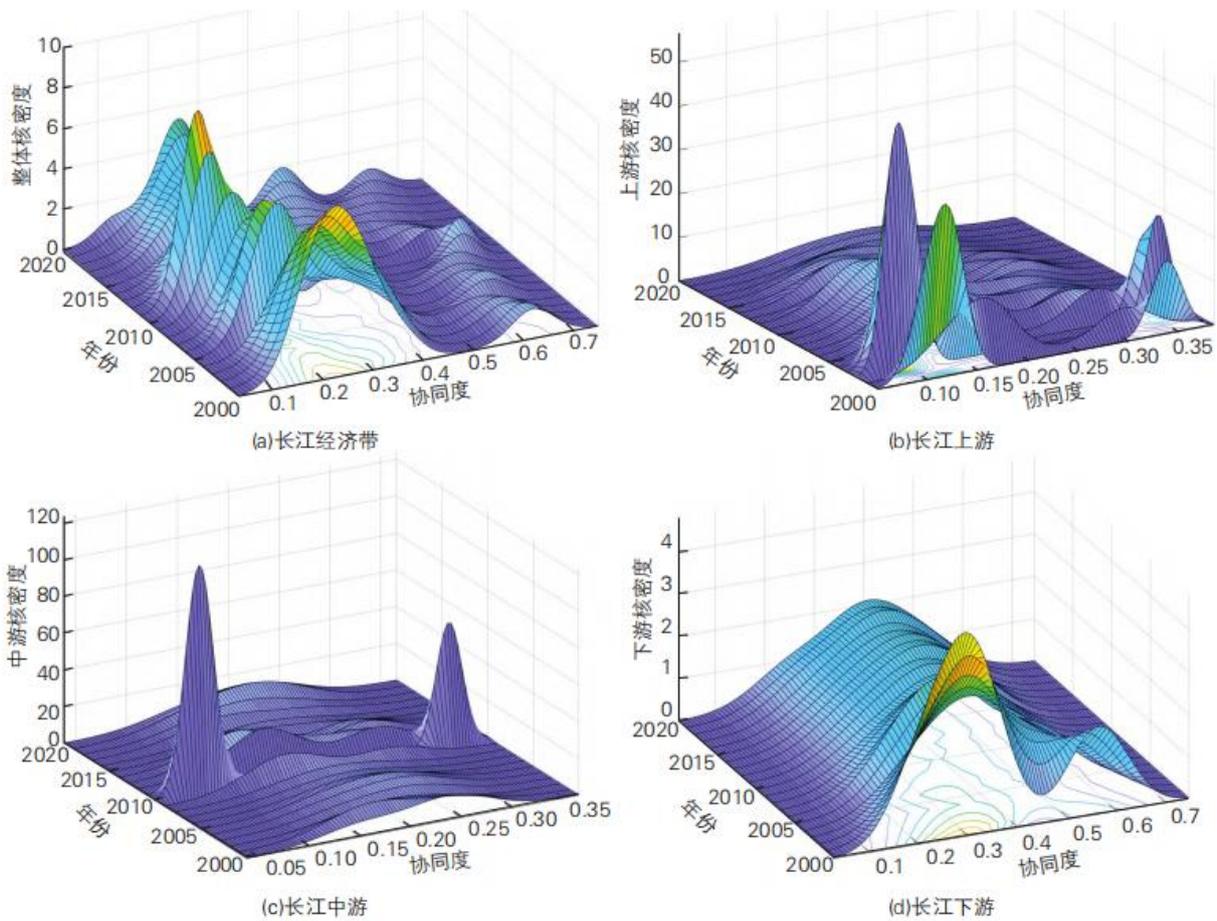


图3 长江经济带协同发展水平核密度

具体来看，2000—2012年核密度曲线呈“W”形态，即主峰高度先下降、后上升、再下降、再上升的起伏波动态势，其宽度随之表现为先增大、后缩小、再增大、再缩小的变化趋势，表明各省份协同发展水平的差距先扩大、后缩小、再扩大、再缩小的曲折变动。2013—2020年核密度曲线呈“V”形态，即主峰高度呈现先下降、后上升的波动状态，表明差距先扩大、再缩小，但主峰下降幅度大于上升幅度，整体呈现差异加剧的情况。长江经济带幅员辽阔，区域间发展水平差异较大，为更细致地分析不同区域协同发展水平的演进脉络，本文进一步对长江经济带上、中、下游地区协同发展水平展开研究。研究发现，长江经济带下游省份的协同发展水平呈显著提高之势，且由发展初期的双峰向单峰转变，无明显的多极化现象，但主峰随时间推移呈高度下降、宽度增加趋势，表明区域内协同发展水平的绝对差异有所扩大，这主要是由于安徽的协同发展水平相对偏低，一定程度上影响了下游地区的整体水平。相对而言，长江经济带中上游地区的核密度曲线主峰高度偏低、宽度偏大，双峰、多峰形态突出，且侧峰高度相对较高，拖尾现象明显、曲线形态较为杂乱，表明其区域内部一体化水平较低，各省份差距较大，极化现象依然存在。总体来看，下游地区协同发展水平远高于中上游地区，加剧了长江经济带协同发展水平的差异性。

（四）长江经济带协同发展水平收敛性

1. 绝对收敛

绝对收敛结果见表4所列，可以看出：①在不考虑空间相关性的情况下， β 值显著为负，表明长江经济带及各地区协同发展水平存在绝对 β 收敛，即协同发展水平较低地区的协同度增长率高于协同发展水平较高地区的增长率，存在“追赶效应”。②考虑空间相关性的情况下，收敛系数仍显著为负，表明考虑空间效应之后，长江经济带协同发展水平存在空间绝对 β 收敛。

③被解释变量的空间效应为负，表明邻近地区协同发展水平对本地区协同度增长率产生了负向作用。由空间相关性理论可知，邻近地区协同发展水平与本地区的协同发展水平存在正向关系，而本地区协同发展水平越高，协同度增长率越低，因此，邻近地区的协同发展水平对本地区协同度增长率产生负向作用。④长江经济带整体、上游和中游地区传统 β 收敛模型的收敛速度低于空间 β 收敛模型，下游地区则相反。由于假设各地区具有相同的初始要素结构，与现实情况有所不同，因此，有必要进一步进行条件 β 收敛，用以检验影响长江经济带收敛性的外部因素。

表 4 长江经济带协同发展水平绝对收敛结果

模型选择	长江经济带		上游地区		中游地区		下游地区	
	OLS	SLM	OLS	SEM	OLS	SEM	OLS	SEM
β	-0.126*** (-4.50)	0.127*** (-4.89)	-0.298*** (-3.23)	-0.390*** (-4.47)	-0.147** (-2.16)	-0.231** (-2.65)	-0.081** (-2.49)	-0.076*** (-3.29)
Spatial rho		-0.583** (-2.39)		-0.806*** (-6.71)		-0.837*** (5.52)		-0.599*** (-4.20)
σ^2		0.005*** (10.48)		0.003*** (5.63)		0.004*** (7.26)		0.002*** (5.90)
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.263	0.282	0.276	0.288	0.55	0.672	0.976	0.929
Log-likelihood		281.72		112.08		259.92		135.06
F	3.54*** [0.000]		1.74* [0.054]		2.24** [0.016]			
obs	220	220	80	80	60	60	60	60

注：小括号内为 t 值或 Z 值，中括号内为 P 值；***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。下同

2. 条件收敛

条件收敛结果见表 5 所列，加入有影响的控制变量后，可以发现：①长江经济带条件 β 收敛模型的 β 系数均显著为负，表明长江经济带协同发展水平存在条件 β 收敛趋势，即由于各地区的发展特性、禀赋结构不同，各自拥有的稳态水平也不同，在长期中，各地区将收敛于各自的稳态水平。②根据 Mankiw 等的研究^[31]，收敛速度与 β 的绝对值存在正相关关系，因此，与绝对 β 收敛模型相比，条件 β 收敛具有更快的收敛速度，即加入控制变量之后，收敛速度有所提高，更加符合真实的收敛情况。③在无空间权重和有空间权重的对照实验组中，空间计量模型的 β 绝对值更大，其收敛速度更快，说明空间效应是长江经济带协同发展水平收敛的重要因素之一，各地区要素的自由流动拉近了制度距离，加快了省份间协同发展水平的收敛速度。④整体而言，对外开放程度和人力资本对长江经济带协同度增长率没有显著影响。资本存量的系数显著为正，表明经济资本的增加会提高长江经济带协同度的增长率，进一步拉大省份间协同发展水平的差距，不利于协同度的收敛。政府规制的系数同样显著为正，表明一定程度上政府这只“看得见”的手拉大了长江经济带各省份协同发展水平的差距。上游地区的对外开放程度系数显著为负，表明开放水平的提高，缩小了上游各省份协同发展水平差距。中游地区的资本存量、对外开放程度、政府规制和人力资本对协同度的增长率均起正向作用，在提高增长率的同时也拉大了各省份协同发展水平的差距。下游地区资本存量系数显著为正，表明资本的增加扩大了下游省份协同度的差距，而对外开放程度缩小了省份间协同度的差距。由此可见，虽然长江经济带协同发展水平存在条件 β 收敛，但控制变量对不同地区的影响作用是不同的，政府在制定协同发展方针政策时，应着重考虑地区发

展差异、合理控制外部环境，因地制宜地实施政策，在充分发展的同时有效地缩小差距。

表 5 长江经济带协同发展水平条件收敛结果

模型选择	长江经济带		上游地区		中游地区		下游地区	
	OLS	SLM	OLS	SEM	OLS	SEM	OLS	SDM
β	-0.164*** (-5.37)	-0.170*** (-6.11)	-0.376*** (-3.41)	-0.537*** (-5.23)	-0.630** (-4.52)	-0.882** (-8.34)	-0.148* (-1.76)	-0.261** (-4.02)
LnCS	0.101** (2.07)	0.117*** (2.61)	-0.058 (-0.42)	-0.073 (-0.74)	0.173* (1.56)	0.258** (2.11)	0.251 (1.33)	1.050*** (4.91)
lnIE	0.015 (0.68)	0.017 (0.86)	-0.077* (-1.75)	-0.100*** (-2.84)	0.092** (2.81)	0.264*** (4.42)	-0.174* (-1.90)	-0.634*** (-2.58)
GR	0.458* (1.73)	0.551* (1.94)	-0.004 (-0.01)	-0.191 (-0.32)	1.942*** (2.69)	4.763*** (3.92)	0.502 (0.71)	-0.329 (-0.52)
LC	0.131 (0.77)	0.122 (0.79)	0.055 (0.17)	0.086 (0.34)	0.827 (1.39)	0.734* (1.77)	0.324 (1.08)	0.101 (0.25)
\emptyset								0.137 (0.64)
Spatial rho		-0.195** (-2.03)		-0.856*** (-7.70)		-0.963*** (4.75)		-0.570*** (-3.78)
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
σ^2		0.004*** (10.42)		0.002*** (5.61)		0.004*** (7.68)		0.001*** (5.93)
R ²	0.361	0.335	0.152	0.149	0.864	0.918	0.973	0.885
Log-likelihood		290.22		119.52		270.93		151.29
F	3.56*** [0.000]		1.56* [0.054]		2.96** [0.000]		2.52*** [0.003]	
obs	220	220	80	80	60	60	80	80

3. 俱乐部收敛

俱乐部收敛结果见表 6 所列，可以看出长江经济带整体收敛性检验的 t 统计值为-18.572，在 1%水平上显著为负，拒绝存在整体收敛的原假设，表明长江经济带 11 个省份中至少有 1 个与其他省份协同度长期不趋同。据此判断，在过去 20 年间，长江经济带协同度并未呈现向同一稳态均衡收敛的态势。进一步对长江经济带的收敛性进行检验，发现存在两个收敛俱乐部小组和一个非收敛俱乐部小组，这两个收敛俱乐部的 t 统计值分别为-1.615 和 1.330，均大于-1.65，均接受收敛俱乐部存在的原假设，

非俱乐部的 t 统计值为-14.802，小于-1.65，拒绝收敛俱乐部存在的原假设。收敛俱乐部 A 包括江苏和浙江，协同发展水平较高；收敛俱乐部 B 包括安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川，其协同发展水平处于中等水准；非收敛俱乐部小组包括上海、贵州、云南，上海的协同发展水平远超其他省份，贵州和云南则远低于其他省份，这三个省份不属于任何收敛俱乐部。

表 6 长江经济带协同发展水平俱乐部收敛结果

俱乐部组别	λ_2	t 统计值	成员组成
俱乐部 A	-2.503	-1.615	江苏、浙江
俱乐部 B	0.454	1.33	安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川
非俱乐部	-1.058	-14.802	上海、贵州、云南
长江经济带	-1.037	-18.572	以上 11 省份

上述聚类机制容易高估俱乐部的个数，本文将俱乐部合并后再次对其进行 logt 检验，结果见表 7 所列。t 统计值均小于-1.65，即各个子样本均不收敛，证实了在 5% 的显著性水平上，俱乐部 A 与俱乐部 B、俱乐部 B 与非俱乐部均无法合并，进而证实以上聚类检验机制所识别出的俱乐部的稳健性。

表 7 俱乐部收敛稳健性检验

俱乐部合并	λ_2	t 统计值
俱乐部 A+俱乐部 B	-0.728	-8.757
俱乐部 B+非俱乐部	-1.002	-14.068

五、结论与建议

本文通过构建 SFTREC 系统，深入分析长江经济带协同发展机理，对其协同发展水平进行测度，并充分考虑生产要素的空间效应，采用莫兰指数及核密度曲线探究其时空格局，进而基于空间收敛模型对长江经济带协同发展水平进行收敛性研究，得出以下结论：

第一，长江经济带 SFTREC 系统体现出多层次、多种类、多关联的复杂关系网络，区域内部的协同发展存在关联性、动态性、开放性和复杂性，各子系统的相互作用将促进省份间资源的自由流通和传导，各地区要素配置不断优化，进而推动长江经济带由低质量协同向高质量协同转变，最终形成稳定有序的空间布局。

第二，长江经济带协同发展水平整体呈稳步上升态势，但区域内部发展不均衡问题较为突出，极化现象依然存在，中上游地区水平偏低是导致长江经济带发展差距较大的主要原因。协同发展水平呈现东高西低的梯度格局，空间聚集特征显著，各省份的既有格局大体建立在上一时期的基础上，存在固有的路径依赖性。

第三，长江经济带协同发展水平存在空间收敛，空间效应是其收敛的重要因素之一，要素的自由流动加快了收敛速度。资本存量、对外开放程度、政府规制、人力资本对不同地区的收敛作用不同，由于各地区的发展特性不同，各自的稳态水平也不尽相同，包括两个收敛俱乐部和一个非收敛俱乐部。

基于上述结论，本文提出以下政策建议。

第一，构建长江经济带多维度、多系统融合体制。从推动社会转型、提高经济质量、加快科技进步、优化能源结构、促进资源循环、打造绿色生态等方面构建区域协同发展支撑体系，从完善区域协同政策、健全区域统筹机制、深化区域合作机制、健全市场一体化发展机制等方面构建区域协同发展顶层设计，牢牢把握长江经济带在发展目标、发展对象、发展路径、发展政策、发展措施等方面的协同。合理提高各系统之间的协调性、均衡性以及包容性，开展探索性的协同理论研究以支持开创性的实践工作，将长江经济带视作“一盘棋”，减少市场分割对协同发展造成的负面影响；尽快构建统筹协调全主体、全流域的区域合作关系，创新区域高层次协同发展机制，建立行之有效的区域联动机制；同时，以省份为空间单元，培育新时期协同发展网络，构建区域协同发展共同体，以此来扩大资源、技术的溢出规模，进而减弱“虹吸效应”和“马太效应”，形成联系紧密的一体化发展格局。

第二，进一步缩小长江经济带协同发展水平的地区差异，消除潜在的地区极化趋势是推动区域协同发展的根本抓手。当下，长江经济带各省份发展差距较大，多系统合作机制尚未建立，必须防止累积因果循环效应带来的发展差距持续性扩大问题。首先，政府要加强宏观调控，坚持“共抓大保护、不搞大开发”的战略导向，深刻理解“共抓”的内涵，正确把握自身发展与协同发展的关系，在发展中促协同、在协同中谋发展；其次，要不断弱化各地区的制度距离，突破行政壁垒，转变政府管理方式，变微观管理为宏观管理，实现各种要素资源的良性互动；最后，在尊重客观发展规律以及明确不同地区发展定位的基础上，兼顾区域高效发展与协同发展，立足各地区的比较优势，制定差异化的发展纲要，鼓励要素资源基于协同发展机制进行流动与融合，在提质增效的同时缩小地区差距，在发展中促进相对平衡。

第三，借助市场和政府的力量，充分发挥要素的空间溢出效应。在谋划发展纲要时，要根据各地的发展特性，因地制宜、有针对性地找寻突破口，既要避免资源在各地分配的平均主义，也要杜绝照搬发展模式的现象。下游地区市场化以及对外开放程度较高，其正向效应显著，而政府规制和人力禀赋发挥的作用不明显，政府应适当介入市场，优化人力资源配置，将人才作用最大化，提升集聚效率，并带动周边省份的发展；中游地区资本存量、对外开放程度、政府规制和人力资本对协同发展水平的提高作用显著，但仍存在发展不均衡问题，应调整资源配置，打破行政壁垒，加强要素的空间流动，充分发挥溢出效应；上游地区扩大开放程度可以很好地缩小地区发展差异，但其资本存量、政府规制以及人力资源较为薄弱，应提高市场化水平，加强人才引进、防止劳动力大量外流，增加政府支出，加快城镇化进程，吸收中下游地区先进技术和管理经验，弥补薄弱环节，摒弃过度依靠自然资源的粗放型发展模式。

参考文献

[1] 陈鸿宇. 协调发展理念研究——新时代全面发展的制胜要诀[M]. 北京：社会科学文献出版社，2020.

[2] 韩永文，马庆斌，陈妍，等. 我国区域协调发展问题研究[M]. 北京：中国经济出版社，2021.

[3] LEE K, PESARAN M, SMITH R. Growth and Convergence in a Multi-country Empirical Stochastic Solow Model[J]. Journal of Applied Econometrics, 1997, 12(4):357-392.

[4] KARRAS G. Regional Economic Growth and Convergence, 1950-2007: Some Empirical Evidence[J]. Regional Science Inquiry, 2010, 2(1):11-24.

[5] GUMPERT M. Regional Economic Disparities Under the Solow Model[J]. Quality&Quantity, 2019(1):1-21.

[6] HAKEN H. Synergetics[J]. Physics Bulletin, 1977, 28(9):412-414.

[7] 毛汉英. 京津冀协同发展的机制创新与区域政策研究[J]. 地理科学进展, 2017, 36(1):2-14.

-
- [8] 李琳, 刘莹. 中国区域经济协同发展的驱动因素——基于哈肯模型的分阶段实证研究[J]. 地理研究, 2014, 33(9):1603-1616.
- [9] 杜婷婷, 毛锋, 罗锐. 中国经济增长与CO₂排放演化探析[J]. 中国人口·资源与环境, 2007(2):94-99.
- [10] 蔡昉, 都阳, 王美艳. 经济发展方式转变与节能减排内在动力[J]. 经济研究, 2008(6):4-11, 36.
- [11] BIMONTE S, STABILE A. Land Consumption and Income in Italy: A Case of Inverted EKC[J]. Ecological Economics, 2017, 131:36-43.
- [12] 贺灿飞, 任卓然, 王文宇. “双循环”新格局与京津冀高质量协同发展——基于价值链分工和要素流动视角[J]. 地理学报, 2022, 77(6):1339-1358.
- [13] 王秋玉, 曾刚, 苏灿, 等. 经济地理学视角下长三角区域一体化研究进展[J]. 经济地理, 2022, 42(2):52-63.
- [14] 于潇, 谢伟. 基于空间联系的粤港澳大湾区城际关系分析[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2022, 44(5):46-55.
- [15] 潘春苗, 母爱英, 翟文. 中国三大城市群协同创新网络结构与空间特征——基于京津冀、长三角城市群和粤港澳大湾区的对比分析[J]. 经济体制改革, 2022(2):50-58.
- [16] 周望, 程帆. 区域协调发展导向下城市群政府间合作意愿研究——基于三大城市群各城市政府工作报告的文本分析[J]. 城市问题, 2022(7):12-23.
- [17] 任保平, 杜宇翔. 黄河流域经济增长-产业发展-生态环境的耦合协同关系[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(2):119-129.
- [18] 杜宇, 黄成, 吴传清. 长江经济带工业高质量发展指数的时空格局演变[J]. 经济地理, 2020, 40(8):96-103.
- [19] 秦鹏, 刘焕. 成渝地区双城经济圈协同发展的理论逻辑与路径探索——基于功能主义理论的视角[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2021, 27(2):44-54.
- [20] 刘耀彬, 易容, 李汝资. 长江经济带区域协调发展的新特征与新路径[J]. 学习与实践, 2022(5):23-31, 2.
- [21] 何婷, 成长春. 习近平关于推动长江经济带发展重要论述的基本逻辑[J]. 南京社会科学, 2022(6):21-29.
- [22] 成长春, 徐长乐, 叶磊, 等. 长江经济带协调性均衡发展水平测度及其空间差异分析[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(5):949-959.
- [23] 李雪松, 张雨迪, 孙博文. 区域一体化促进了经济增长效率吗——基于长江经济带的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(1):10-19.
- [24] 吴传清, 周西一敏. 长江经济带绿色经济效率的时空格局演变及其影响因素研究[J]. 宏观质量研究, 2020, 8(3):120-128.

-
- [25] 张中浩, 聂甜甜, 高阳, 等. 长江经济带生态系统服务与经济社会发展耦合协调关联时空特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(5):1086-1100.
- [26] MUNASINGHE M. Addressing Sustainable Development and Climate Change Together Using Sustainomics[J]. Wiley Interdisciplinary Reviews:Climate Change, 2011, 2(1):7-18.
- [27] 方传棣, 成金华, 赵鹏大. 大保护战略下长江经济带矿产-经济-环境耦合协调度时空演化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(6):65-73.
- [28] 刘钊, 余明月. 长江经济带数字产业化与产业数字化的耦合协调分析[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(7):1527-1537.
- [29] ANSELIN L. Local Indicators of Spatial Association—LISA[J]. Geographical Analysis, 1995, 27(2):93-115.
- [30] 吴传清, 黄磊, 万庆, 等. 黄金水道——长江经济带[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2019.
- [31] MANKIW N G, ROMER D, WEIL D N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 1992, 107(2):407-437.