

长三角一体化综合测度与协同治理研究¹

李超 黄晓雅

(安徽财经大学 统计与应用数学学院, 安徽 蚌埠 233000)

【摘要】: 打破“以邻为壑”, 探究协同治理模式成为长三角城市群战略性选择。文章从区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个方面构建综合评价指标体系, 运用社会网络分析方法综合测度长三角一体化水平, 分析 2012—2020 年长三角各城市一体化水平差异与动态演进特征, 并构建三方演化博弈模型, 揭露长三角城市协同治理内在机理。研究发现: 长三角东部城市一体化水平显著高于西部城市; 长三角一体化水平较高城市主要集中在早期加入长三角城市群的城市; 长三角一体化水平总体差异主要源于省域间差异; 长三角城市协同治理模式趋向于常态化参与一体化发展, 政府奖励并不是越高越好。

【关键词】: 长三角一体化; 核密度估计; 综合测度; 协同治理

【中图分类号】: F127 **【文献标识码】**: A

【文章编号】: 1007-5097 (2023) 04-0035-12

一、引言

党的二十大着重强调, 高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务, 要“以城市群、都市圈为依托构建大中小城市协调发展格局”。长三角城市群作为国家战略发展规划示范区, 在实施区域协调发展战略中担当重要角色, 《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》(以下简称《规划纲要》)要求, 到 2035 年, 长三角一体化发展机制更加完善, 整体达到全国领先水平, 成为最具影响力和带动力的强劲活跃增长极^[1]。然而, 长三角城市群相较于世界级城市群依然存在一定差距, 城乡发展不平衡、区域发展差异是长三角城市高质量发展的突出短板。因此, 解决区域发展不平衡问题应以一体化为主要目标, 在城市群内部构建城市网络, 加强城市间连通性, 降低地方政策差异和资源差异对一体化的负面影响, 以推动长三角城市协调发展。长三角一体化发展的关键在于科学、有效度量长三角一体化水平并寻求提升路径, 基于此, 构建科学的长三角城市群一体化水平综合指标体系、规避单一模型测度局限性成为长三角城市一体化发展亟须解决的问题。因此, 对长三角一体化水平进行动态测度, 探究长三角城市协同治理模式, 对推动区域协调发展具有重要的理论和现实意义。

本文结合长三角城市发展特征, 首先, 从区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个方面构建评价指标体系, 综合测度长三角一体化水平; 其次, 运用 Dagum 基尼系数分解和核密度估计, 探究长三角城市一体化水平差异与动态演进特征; 最后, 构建三方演化博弈模型, 揭露长三角城市协同治理内在机理。本文边际贡献主要有以下三点: 第一, 基于《规划纲要》要求, 从区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个

¹ **【收稿日期】**: 2022-10-27

【基金项目】: 安徽省自然科学基金项目“长三角一体化绿色高质量发展动态评估与协同治理研究”(2108085MG247); 安徽省高校人文社会科学重点项目“长三角区域一体化背景下安徽经济高质量发展动态评估与提升路径研究”(SK2020A0143)

【作者简介】: 李超(1980—), 男, 安徽合肥人, 教授, 硕士生导师, 博士, 研究方向: 宏观经济统计分析; 黄晓雅(1998—), 女, 安徽芜湖人, 硕士研究生, 研究方向: 宏观经济统计分析。

方面构建综合评价指标体系，打破了仅使用经济指标测度的局限性，拓展了一体化测度维度；第二，利用城市连接关系，基于引力矩阵构建的社会网络指标测度长三角城市一体化水平，避免了单一模型测度的片面性；第三，构建三方演化博弈模型，探究城市间协同治理内在机理，为政府决策提供理论依据。

二、文献综述与研究假设

推进长三角一体化更高质量一体化发展，打破“以邻为壑”成为长三角城市群的战略选择。国内文献围绕长三角一体化研究主要涉及长三角一体化测度方法和指标体系构建两方面；国外文献关于长三角一体化的直接研究较少，但是关于区域一体化和城市一体化等方面研究较多。为进一步探究协同治理理论机制，从中央政府和地方政府合作意愿方面进行协同治理影响效应分析具有重要意义。因此，本文分别从国内外区域一体化测度和一体化协同治理机制两方面展开讨论。

（一）区域一体化测度研究

关于区域一体化水平测度，常见的方法有相对价格指数法和要素流动法。相对价格法以城市商品价格为主要依据，区域内价格趋同则区域一体化程度较高，有的学者直接运用商品价格^[2]或者运用劳动力平均工资代替商品价格^[3]进行分析，也有学者将商品零售价格指数作为商品价格的代理变量衡量城市群区域一体化程度^[4]。但使用相对价格法衡量一体化程度容易陷入“一价定律”，致使区域一体化与经济一体化趋同。要素流动法通过城市间生产要素的流通程度度量区域一体化水平，以要素流动等经济活动为主要依据^[5]，由于城市间要素流动等经济活动数据较难获取，因此，要素流动法主要运用于国际层面区域一体化测度。为客观度量区域一体化程度，专家学者将综合评价方法应用于一体化水平测度^[6,7]，如主成分分析法^[8,9]、层次分析法^[10]、数据包络分析法^[11,12]等。

合理构建指标体系是综合评价方法有效应用的前提，但区域一体化指标体系构建目前尚未形成统一范式。有学者从商品市场、劳动力市场和产业结构三个维度^[13]或从自然、经济和社会三个维度加以构建^[8]；也有学者从五个维度构建指标体系^[14]，如创新能力、人才集聚、绿色发展、质量效益、产业结构五个维度等^[15]。尽管综合评价方法得到了广泛运用，但单一模型测度具有片面性，如层次分析法主观性较强，主成分分析法在时间序列运用中常出现结果为负值的现象等。区域一体化是国家或城市间克服地理障碍和行业壁垒、建立一个合作市场的过程，不仅要关注发展水平高低，也应关注个体间相关程度。Andrew(2009)^[16]曾使用锡耶纳（SIENA）方法测度政府与合作伙伴间区域一体化关系，该方法形象地展现出城市间连接关系；赵朝等（2018）^[6]将引力模型与综合评价方法结合，为长三角一体化水平测度提供了参考。

通过对区域一体化研究相关文献的梳理可知，大量文献对区域一体化测度进行了研究，但大多研究倾向于测度经济发展水平均等化程度，对城市连接关系的定量化研究相对缺乏。本文结合长三角城市发展特征，从区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个方面构建综合评价指标体系，运用社会网络分析法综合测度长三角一体化水平，在此基础上，利用基尼系数分解和核密度估计方法对长三角各城市一体化水平差异与动态演进特征进行分析。

（二）协同治理机制研究

政策制定会干预地方资源配置，政策一体化进程对城市群内收入差距影响显著^[18]，因此，阐述长三角一体化政府协同治理策略十分必要。长三角一体化协同治理研究不仅涉及同级政府间协作，还包括多部门公共决策，以及上级政府政策制定对下级政府决策选择的影响。政府行为作为政府决策的具体表现，对经济发展具有重要的促进作用^[19]，其行为的激励作用是经济发展的主要原因^[20]。有研究发现，政府的价格调控、税收减免、财政激励等行为对促进经济发展具有显著影响^[21,22,23]；也有研究认为，一体化进程中政府行为可能会产生消极影响^[24]。为探究政府行为对长三角一体化协同治理的影响效应，本文从政府财政激励行为角度进行研究，并提出假设1。

H1：上级政府财政激励有助于区域协同治理。

合作意愿是区域协同治理的基本前提^[25]，区域协同治理是地方政府竞争中的合作，政府作为地区利益主体，最为关注的是协同合作中的经济利益，只有合作收益大于合作成本时，地方政府才有合作意愿^[26]。由此可见，在一体化进程中，政府发展水平和需求差异会影响他们的决策选择，协同治理研究应从上级政府行为和政府合作意愿多角度进行。目前关于协同治理的研究，有学者根据区域特征推断出治理模式^[27]，或者根据宏观数据综合评价相似性度量治理模式相似程度^[28]。此类研究侧重于政府政策治理结果，根据城市宏观指标特征寻求协同治理模型，未涉及政府在协同治理过程中的决策选择和协调作用，而政府决策选择在协同治理中起到关键作用^[29]。为探究政府合作意愿对长三角一体化协同治理的影响效应，本文从政府合作收益和政策合作参与度两方面进行研究，并提出假设 2。

H2a：政府合作收益对长三角一体化协同治理存在正向影响效应；

H2b：政府合作参与度对协同治理具有调节作用。

国内学者主要以构建结构方程模型和两方决策主体的演化博弈模型，探究政府行为最优策略^[30,31]。政府作为实施长三角一体化发展战略的主体，决定着一体化进程能否顺利进行，各方政府决策的动态调整可通过演化博弈模型进行研究^[32]。由于长三角各城市的经济水平和发展环境存在差异^[33,34]，故本文在两方政府博弈的基础上，构建各方政府三方演化博弈模型，从上级政府奖励、城市参与一体化收益、城市一体化合作参与度三个方面分别进行演化博弈分析。

三、模型设定与变量说明

（一）评价指标体系构建

长三角一体化发展的核心是实现区域分工合作、共同发展。本文借鉴现有长三角一体化测度相关文献，遵循评价指标体系构建科学性、有效性、系统性和可行性原则，结合长三角城市群特征、高质量发展目标以及《规划纲要》要求，从区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个方面构建综合评价指标体系，具体见表 1 所列。

表 1 长三角一体化指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	属性
一体化水平	区域协调发展	人口加权变异系数	—
		城乡恩格尔系数倍差	—
	创新产业共建	科技创新指数	+
		产业结构相似系数	+
	基础设施服务	交通基础设施密度	+
		基础教育生师比	—
		就业质量	—
		社会保障基尼系数	—
	生态环境共保	环境污染指数	—
	高水平协同开放	外贸依存度	0
		外资依存度	0

（二）指标测度

1. 区域协调发展

本文构建人口加权变异系数和城市恩格尔系数倍差指标，从区域发展不平衡和城乡消费差异两方面测度区域协调发展。人口加权变异系数借鉴李研和洪俊杰（2021）^[35]的做法，具体计算公式如下：

$$CV_{it} = \frac{1}{\bar{Y}_t^2} \frac{N_{it}}{N_t} (\bar{Y}_{it} - \bar{Y}_t)^2 \quad (1)$$

其中： Y_{it} 表示第*i*个城市第*t*年数据； \bar{Y}_{it} 表示第*i*个城市第*t*年人均GDP； \bar{Y}_t 表示长三角城市群第*t*年全域人均GDP； N_{it} 表示第*i*个城市第*t*年城市人口数； N_t 表示长三角城市群第*t*年全域人口数。

2. 创新产业共建

新兴产业发展浪潮下，新兴产业结构成为城市现代化产业发展的典型特征，推动创新产业发展有利于构建长三角创新产业城市群。本文构建科技创新指数和产业结构相似系数两个指标，分别从技术创新差异和产业结构相似性两个方面测度创新产业共建。科技创新指数借鉴涂建军等（2021）^[36]使用区位商计算的做法，具体公式如下：

$$INNO_{it} = \frac{P_{it}/e_{it}}{P_t/E_t} \times 100\% \quad (2)$$

其中： P_{it} 表示第*i*个城市第*t*年专利申请量； P_t 表示长三角城市群第*t*年专利申请量总值； e_{it} 表示第*i*个城市第*t*年的年末就业总人数； E_t 表示长三角城市群第*t*年的年末就业总人数。

产业结构相似系数借鉴丁宏（2021）^[37]的做法，具体计算公式如下：

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n X_{ik} X_{jk}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_{ik}^2 \sum_{k=1}^n X_{jk}^2}}, k = 1, 2, 3 \quad (3)$$

其中： X_{ik} 表示第*i*个城市第*k*行业就业人数占比； X_{jk} 表示第*j*个城市第*k*行业就业人数占比。

3. 基础设施服务

“以人为本”的发展理念离不开基础设施服务建设，因此，本文构建交通基础设施密度、基础教育生师比、就业质量和社会保障基尼系数四个指标，分别从交通、教育、就业和社会保障四个方面测度基础设施服务。交通基础设施密度为公路营业里程占行政区域面积比重。就业质量测算借鉴韩晶和陈曦（2020）^[38]的做法，计算公式如下：

$$Q_{it} = 0.6(0.4C_{it} + 0.6Z_{it}) + 0.4F_{it} \quad (4)$$

其中： C_{it} 表示第 i 个城市第 t 年农村居民人均工资性收入； Z_{it} 为城镇居民人均工资性收入； F_{it} 为第 i 个城市第 t 年社会保障财政支出。

社会保障基尼系数借鉴顾海兵等（2012）^[39]的做法，计算公式如下：

$$G_{it} = 2 \left[\int_0^{R_{it}} \left(x - \frac{B_{it}}{R_{it}} x \right) dx + \int_{R_{it}}^1 \left(x - \frac{1 - B_{it}}{1 - R_{it}} x + \frac{R_{it} - B_{it}}{1 - R_{it}} \right) dx \right] \quad (5)$$

其中： R_{it} 为第 i 个城市第 t 年农村最低生活保障人数占长三角全域总低保人数的比重； B_{it} 为农村最低生活保障金额占长三角全域总低保金额的比重。

4. 生态环境共保

生态环境发展是经济可持续发展的基础，生态环境治理需跨越行政边界实现区域生态环境共保。本文选取工业二氧化硫排放量、工业烟（粉）尘排放量、化学需氧量污染物排放量、氨氮污染物排放量和污水排放量作为生态环境共保指标，综合测度环境污染指数。

5. 高水平协同开放

随着“双循环”新发展格局的提出，推动长三角区域高水平对外开放对加快构建新发展格局具有重要意义。因此，本文选取外贸依存度和外资依存度两个指标，分别从进出口差异和外商投资差异两个方面测度高水平协同开放。其中，外贸依存度为进出口总额占 GDP 比重，外资依存度为实际利用外商直接投资额占 GDP 比重。

（三）数据来源

由于安徽省巢湖市在 2011 年后被划归合肥、芜湖等市，本文针对 2012—2020 年长江三角洲城市群所包括的 41 个地级市展开分析。本文所收集数据分别来自 2012 年—2020 年《中国城市统计年鉴》《各城市统计年鉴》、国泰安数据库、《各城市国民经济和社会发展统计公报》《各城市民政局社会服务业统计报表》和《各城市环境状况公报》，部分缺失值采用插补法进行处理，可视化分析所使用的电子地图数据均来自全国地理信息资源网站。

(四) 模型设定

1. 子系统测度

传统的综合评价方法都存在一定的局限性，如传统的层次分析法所构建的判断矩阵过度依赖专家打分，主观性较强，同时，单一赋权法和相对价格法对城市一体化水平测度过于片面。熵权法是利用信息熵对指标客观赋权的一种方法，其充分利用原始数据信息，依据指标变异程度的大小进行赋权，将变异程度越小的指标赋予越小的权重，故本文运用熵权法与社会网络分析方法对长三角各子系统一体化进行测度。熵权法具体计算过程如下。

第一步，指标正向化、标准化。长三角一体化综合测度指标体系中各指标属性存在差异，熵权法计算依赖于信息熵，各指标数量级不同，因此需要对各指标进行正向化、标准化处理。

$$x'_{ij} = \begin{cases} \max(x'_{ij}) - x'_{ij}, & \text{负向指标;} \\ 1 - \frac{|x'_{ij} - a|}{\max(|x'_{ij} - a|)}, & \text{中性指标} \end{cases} \quad (6)$$

$$r'_{ij} = \frac{x'_{ij} - \min(x'_j)}{\max(x'_j) - \min(x'_j)} \quad (7)$$

第二步，计算信息熵。当 p_{ij} 为 0 时，计算没有意义，故本文将 p_{ij} 最小值设置为 0.002，确保计算的准确性。

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, \quad p_{ij} = \frac{r'_{ij}}{\sum_{j=1}^n r'_{ij}} \quad (8)$$

第三步，确定权重和得分。上述计算的信息熵越大表明指标变动差异越小，即所提供的信息越少，故根据信息熵提供的权重越小。

$$w_{ij} = \frac{(1 - E_j)}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)} \quad (9)$$

社会网络分析方法具体计算过程如下：

第一步，运用引力模型对区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放五个方面进行研

究，因传统模型仅使用经济指标，故在传统引力模型基础上进行修正，构建如下模型：

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (10)$$

其中：k 为计算过程中所需变量个数； a_{ki} 为城市 i 所运用的第 k 个指标； a_{kj} 为城市 j 所运用的第 k 个指标； D_{ij} 为城市空间直线距离。

第二步，运用整体网络中的个体网络密度值测度城市一体化水平。首先，运用引力模型，构建研究个体间引力矩阵；其次，将个体间引力矩阵进行二值化，本文将大于整体 3/4 分位数的记为 1，否则记为 0；最后，基于二值化的引力矩阵，测度长三角整体网络中的个体网络密度值。

$$F_{ij} = G \frac{\sqrt{\prod_{k=1}^n a_{ki}} \sqrt{\prod_{k=1}^n a_{kj}}}{D_{ij}^2} \quad (11)$$

其中：Ties 表示实际存在网络关系数；Pairs 表示可能存在的最多网络关系数。整体网络中的个体网络密度越高，则表明该城市在长三角城市群中的一体化水平越高。

2. 长三角一体化测度

本文基于五个子系统一体化水平，运用熵权法和最小方差法对长三角一体化水平分别进行静态和动态综合评价。动态综合评价方法相较于传统静态评价方法加入了时间向量，其关键是确定时间权重，常用的方法为方差法。为体现时序重要程度，引入时间度概念，时间度越接近于 0 时，表示对近期数据的重视程度更高；越接近于 1 时，表示对远期数据的重视程度更高；当时间度为 0.5 时，表示各期数据重视程度相同。方差法基于时间度，通过解决非线性规划问题，计算时间权重，公式如下：

$$\text{Densit} = \frac{\text{Ties}}{\text{Pairs}} \times 100\% \quad (12)$$

TOWA 算子和 TOWGA 算子主要运用于动态综合评价中时间重要性加权，将时间诱导分量排序加权集成。

TOWA 算子：

$$\lambda = \sum_{k=1}^p \frac{p-k}{p-1} w_k \quad (13)$$

$$\begin{cases} \min \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n w_k^2 - \frac{1}{n^2} \right) \\ \text{s.t.} \lambda = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (n-i) w_k \\ \sum_{k=1}^n w_k = 1, w_k \in [0,1], k = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (14)$$

其中： u_1, a_1 为 TOWA 对； u_1 为时间分量； a_1 为数据分量； $W_f=(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 为与 F 相关联的加权向量； b_j 为 u_i 中第 j 时刻对应的 TOWA 算子对中的第 2 个分量。

TOWGA 算子：

$$F(\langle u_1, a_1 \rangle, \dots, \langle u_n, a_n \rangle) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \quad (15)$$

其中： $W_g=(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是与 G 相关联的加权向量； b_j 为 u_i 中第 j 时刻对应的 TOWGA 算子对中的第 2 个分量。

四、长三角一体化综合测度

通过熵权法对长三角五个子系统指标进行测算，并利用社会网络分析方法对长三角城市社会网络关系进行量化。为更加直观反映长三角城市一体化水平空间布局 and 分布动态，首先，对长三角五个子系统一体化水平和长三角一体化水平总体差异进行可视化；其次，运用 Dagum 基尼系数分解方法测算出长三角各省市区域差异来源；最后，绘制长三角一体化水平核密度图，以进一步探究长三角一体化分布动态演变趋势。

（一）长三角子系统一体化空间格局

2012—2020 年长三角 41 个城市五个子系统（区域协调发展、创新产业共建、基础设施服务、生态环境共保和高水平协同开放）的一体化水平情况如图 1 所示，分维度看，区域协调发展一体化水平呈波动增长趋势，且较为缓慢，2014 年增速最为明显，可能由于 2013 年徐州、芜湖等 8 个城市正式加入长三角城市群对区域协调发展产生明显带动作用；创新产业共建一体化水平呈波动下降趋势，可能由于近年来经济发达城市加大创新投入和产业结构升级力度，使得经济欠发达地区与发达地区差异变大；基础设施服务一体化水平在 2013 年上升幅度较大，随后保持稳定的慢速增长态势；生态环境共保一体化水平保持较为稳定的趋势；高水平协同开放一体化水平在 2017 年下降最为明显，总体上呈波动下降趋势，可能由于沿江或沿海城市具有对外贸易的先天地优势所致。

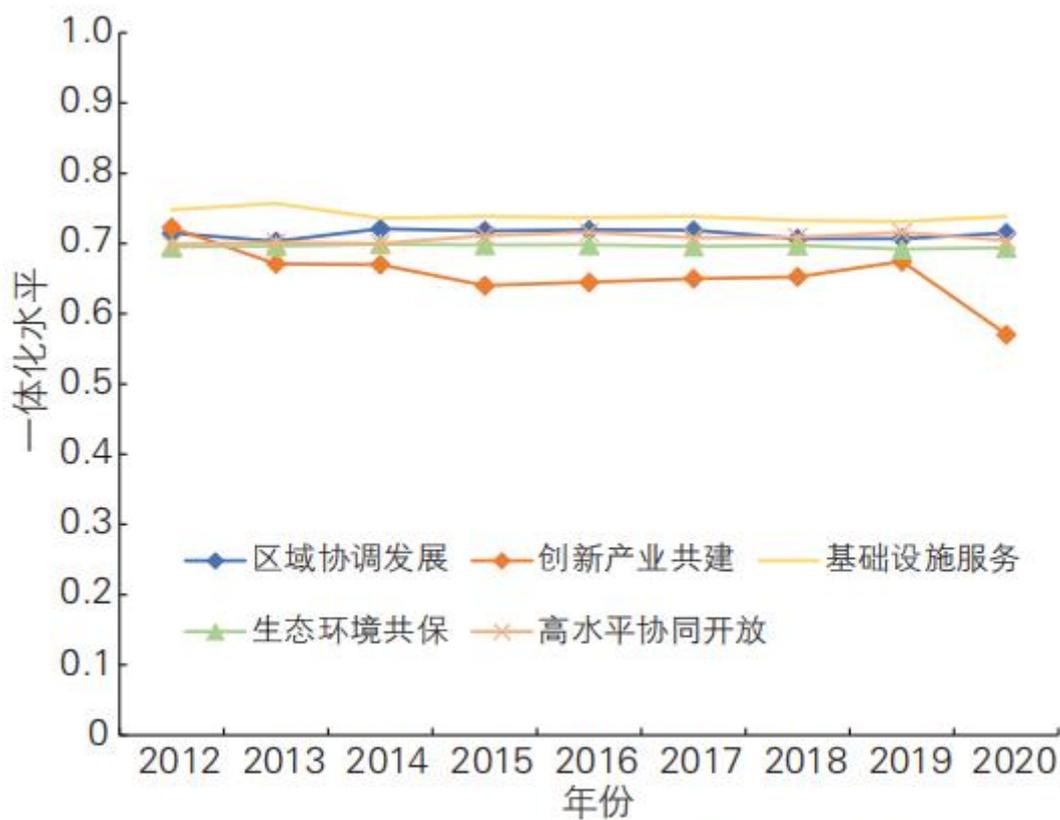


图1 2012-2020年长三角子系统一体化变动

（二）长三角一体化空间格局

本文根据综合测度结果对长三角一体化2012年和2020年静态综合评价结果进行可视化，使用自然间断点分级法将长三角一体化水平分为6个等级，结果如图2所示。根据图2，横向比较分析结果显示，长三角一体化水平发展不均衡，长三角东部地区一体化水平高于西部地区，一体化水平较高城市主要集中在上海、苏南和浙北等城市，如苏州、无锡、杭州等，从都市圈差异来看，上海都市圈和苏锡常都市圈内城市的一体化水平总体处于较高水平；纵向比较分析结果显示，2012年长三角一体化水平较高城市为南京、常州、无锡、苏州和金华，2020年长三角一体化水平较高城市为上海、苏州、常州和杭州，江苏省内城市一体化水平始终位于前列，安徽北部城市和浙江北部城市一体化水平均存在明显提升；总体上来看，长三角一体化水平整体呈上升趋势，长三角东部地区与西部地区城市一体化水平存在显著差异，长三角东部地区不断发挥自身优势，逐步带动周边一体化水平较低城市的发展，皖北城市一体化水平显著提高。

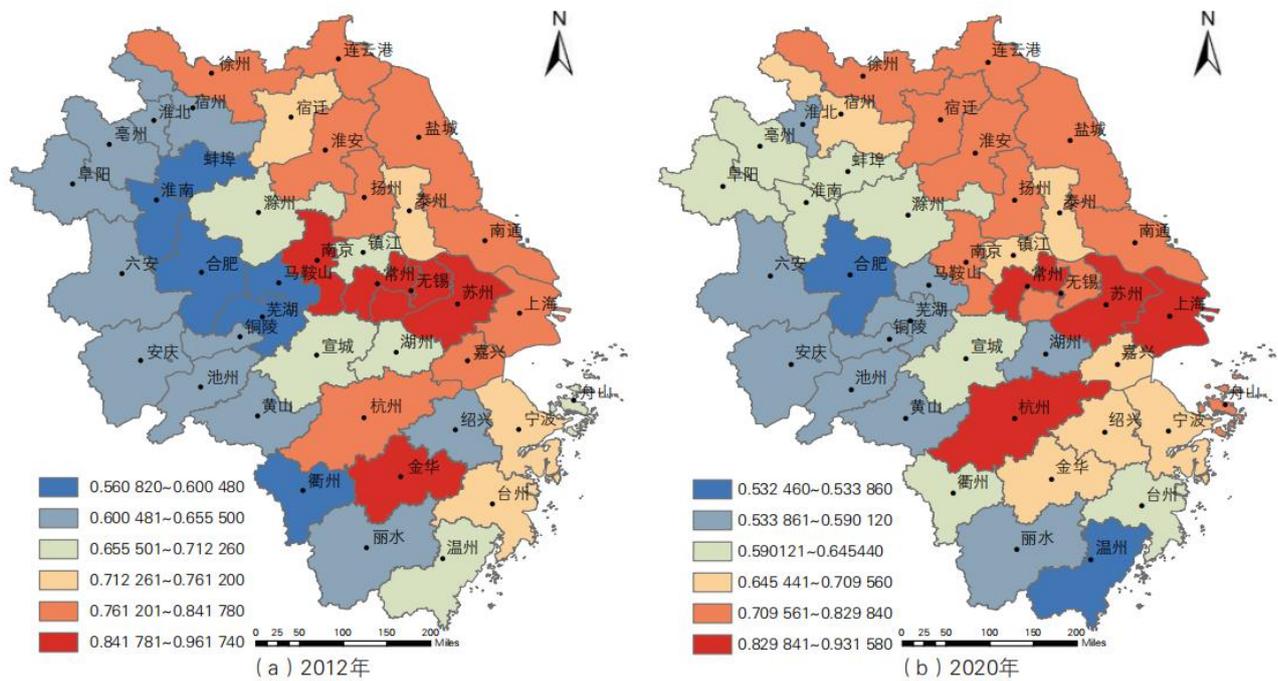


图2 长三角一体化水平静态综合评价

进一步使用 TOWA 算子和 TOWGA 算子动态综合评价对长三角一体化水平进行可视化，结果如图 3 所示。根据图 3，使用两种算子测度的长三角一体化水平空间分布相同，长三角东部地区一体化水平高于西部地区，一体化水平较高城市主要集中在上海和江苏省内城市，如徐州、苏州、无锡、常州、淮安和南京等；安徽各城市一体化水平较低，淮北、徐州和阜阳一体化水平略高于安徽省内其他城市，作为安徽省省会的合肥市一体化水平有待提高；浙江省内较早加入长三角的城市一体化水平较高，如杭州、金华等，浙江南部和西部城市一体化水平较低，如丽水、衢州等；总体上来看，上海和江苏省内城市的一体化水平均处于高水平，浙江北部城市一体化水平高于南部，安徽省内城市一体化水平有待提高，长三角一体化水平较高城市主要集中在早期加入长三角城市群的城市，最新加入长三角城市群城市的一体化水平还有较大提升空间。

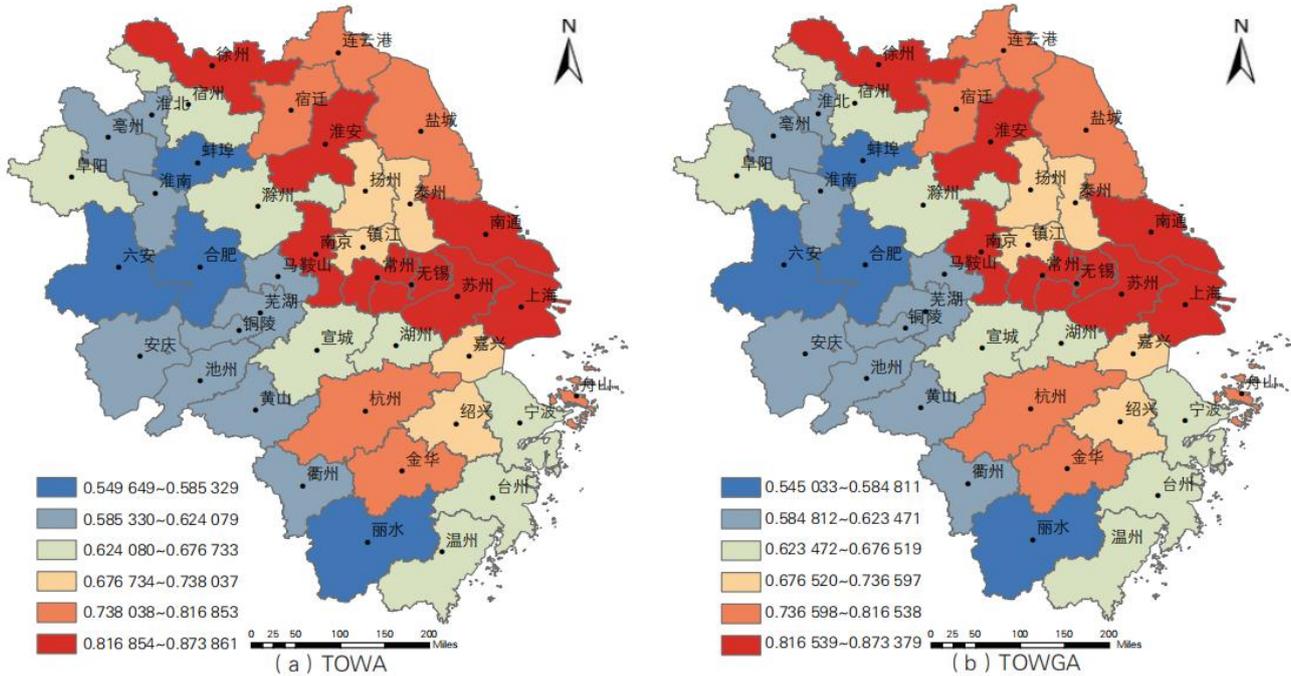


图3 长三角一体化水平动态测度结果

(三) 长三角一体化区域差异来源

为进一步对长三角一体化区域差异进行量化分析，本文使用Dagum基尼系数方法测算出长三角各省市基尼系数。考虑上海仅包含一个城市，且一体化水平相较于其他城市显著，本文仅对浙江、安徽和江苏三个省份所包含城市的长三角一体化水平差异进行量化分析，具体见表2所列。

表2 长三角总体及各省份基尼系数

年份	总体	江苏	浙江	安徽
2012	0.082 4	0.048 5	0.066 6	0.036 7
2013	0.082 2	0.038 3	0.052 4	0.043 9
2014	0.082 3	0.044 7	0.052 5	0.038 4
2015	0.087 7	0.041 4	0.062 5	0.039 3
2016	0.091 1	0.040 0	0.071 3	0.034 0
2017	0.089 2	0.041 7	0.066 1	0.038 6
2018	0.087 2	0.034 7	0.078 4	0.032 2
2019	0.077 0	0.057 8	0.060 3	0.020 5
2020	0.086 1	0.039 2	0.075 1	0.031 8

1. 总体空间差异

总体上来看，长三角一体化水平基尼系数从呈“倒U”型下降趋势，由2012年的0.082 4波动上升至2016年的0.091 1，

再波动下降至 2019 年的 0.077 0。三个省份相较而言，浙江省内城市长三角一体化水平差异最大，安徽省内城市长三角一体化水平差异最小，江苏省内城市长三角一体化水平差异缩小速度最快。具体来说，浙江省内基尼系数均值为 0.065 0，为三省中均值最大的城市；安徽省内基尼系数均值为 0.035 0；江苏省内基尼系数由 2012 年的 0.048 5 下降至 2020 年的 0.039 2，下降幅度为 19.17%。浙江省内差异呈波动上升趋势，安徽省内差异呈波动下降且在 2019 年降为 0.020 5；江苏省内差异呈波动下降趋势。可能原因在于：浙江北部城市和浙江南部城市加入长三角城市群的时期不同，因此，浙江省内城市长三角一体化水平差异较大；安徽省内城市加入长三角城市群的时间都较短、长三角一体化水平较为平均，未出现长三角一体化水平较高城市，因此，安徽省基尼系数较小。

2. 省域间差异

表 3 分别列示了苏-浙、苏-皖和浙-皖省域间差异及差异演变情况。从总体上来看，三省间差异变动呈现不同态势。其中，苏-浙和苏-皖省域间差异呈波动上升趋势，江苏与浙江省域差异变动幅度为 25.25%；江苏与安徽省域差异变动幅度为 7.25%；浙江与安徽省域差异呈波动下降趋势，差异变动幅度为 9.45%。江苏省内城市与安徽省内城市长三角一体化水平差异最大，由 2012 年的 0.131 0 增长至 2020 年的 0.140 5；其次为江苏与浙江省区差异，由 2012 年的 0.079 2 增长至 2020 年的 0.099 2；浙江与安徽省域差异最小，由 2012 年的 0.080 4 减低至 2020 年的 0.072 8。省域间差异基尼系数均值分别为 0.1406、0.085 5 和 0.079 6。具体来看，苏-浙 2013 年差异最小为 0.068 7，随后呈波动上升趋势；苏-皖省域间差异呈“N”型变动趋势，由 2012 年的 0.131 0 增长至 2016 年的 0.152 7，逐步降低至 2019 年的 0.124 5，2020 年又上升至 0.140 5；浙-皖省域间差异呈“倒 U”型下降趋势，2012 年至 2016 年呈波动上升趋势，2016 至 2020 年呈波动下降趋势。

表 3 省域间基尼系数

年份	苏-浙	苏-皖	浙-皖
2012	0.079 2	0.131 0	0.080 4
2013	0.068 7	0.138 4	0.085 9
2014	0.072 3	0.138 8	0.082 4
2015	0.082 9	0.148 5	0.084 0
2016	0.090 6	0.1527	0.088 5
2017	0.098 8	0.147 8	0.075 2
2018	0.096 0	0.143 1	0.079 0
2019	0.082 1	0.124 5	0.067 8
2020	0.099 2	0.140 5	0.072 8

3. 差异贡献

表 4 分别列示了江苏、浙江和安徽三省长三角一体化水平差异贡献及贡献率演变情况。从对长三角一体化水平总体差异贡献程度来看，省域间差异贡献最大，差异贡献率变动区间为 73.44%~78.49%，省域间平均贡献率为 76.59%。由此可见，长三角一体化水平总体差异的主要来源为省域间差异，其变动趋势呈“N”型增长趋势，从 2012 年的 73.44% 增至 2015 年的 78.49%，从 2015 年下降至 2019 年的 74.62%，2020 年又上升至 75.42%；相较于省域间差异，省域内差异对长三角一体化水平差异较小，省域内差异对长三角一体化水平差异贡献率变动区间为 16.48%~19.51%，省域内平均贡献率为 17.72%，其变动趋势呈波动下降趋势；超变密度贡献率最小，其贡献率变动区间为 3.63%~7.32%，超变密度平均贡献率为 5.69%。由此可见，长三角省域间交叉项对长三角一体化水平差异影响最小，其变动趋势呈“W”型增长趋势。因此，推动长三角城市群总体一体化发展，缩小长三

角各城市一体化水平差异，需要着重解决省域间一体化发展差异问题。

表 4 长三角区域差异贡献来源

年份	省域内		省域间		超变密度	
	来源	贡献率 (%)	来源	贡献率 (%)	来源	贡献率 (%)
2012	0.016 1	19.51	0.060 5	73.44	0.005 8	7.05
2013	0.0148	17.99	0.064 2	78.08	0.003 2	3.93
2014	0.014 8	17.98	0.064 5	78.39	0.003 0	3.63
2015	0.015 3	17.40	0.068 9	78.49	0.003 6	4.11
2016	0.015 0	16.48	0.070 9	77.88	0.005 1	5.63
2017	0.015 5	17.34	0.068 6	76.91	0.005 1	5.75
2018	0.014 6	16.76	0.066 3	76.06	0.006 3	7.18
2019	0.014 4	18.74	0.057 4	74.62	0.005 1	6.65
2020	0.014 9	17.26	0.065 0	75.42	0.006 3	7.32

(四) 长三角一体化分布动态演进

为探究长三角一体化分布动态演变趋势，本文分别绘制了长三角整体、江苏省、浙江省和安徽省一体化水平核密度图，如图 4 所示。长三角一体化水平差异先缩小后增大；存在极化现象，部分年份出现三峰现象，随着时间的推移由三峰极化逐步演变为两极分化，主峰峰值较高，侧峰峰值较低，随着时间推移，侧峰逐渐融合入主峰，长三角一体化水平极化现象缓和。安徽省三维核密度图显示，安徽省城市长三角一体化水平中心分布呈“倒 U”型变动趋势；安徽省城市长三角一体化水平分布主峰高度呈波动降低趋势，主峰宽度呈哑铃型变动趋势，分布存在明显拖尾，右拖尾延展拓宽，说明一体化水平差异先缩小后增大，一体化发展差异正逐年缩小；随着时间推移由三峰极化逐步演变成无极化现象。江苏省三维核密度图显示，江苏省城市长三角一体化水平差异先减后增，一体化水平更趋向于高水平；未呈现明显极化现象。浙江省三维核密度图显示，浙江省城市长三角一体化水平中心分布未见明显偏态；长三角一体化主峰高度呈下降趋势，主峰宽度由“扁而平”变得“尖而窄”，未呈现明显极化现象，说明浙江省城市长三角一体化水平整体在提升，除个别年份，绝对差异呈不断缩小态势。

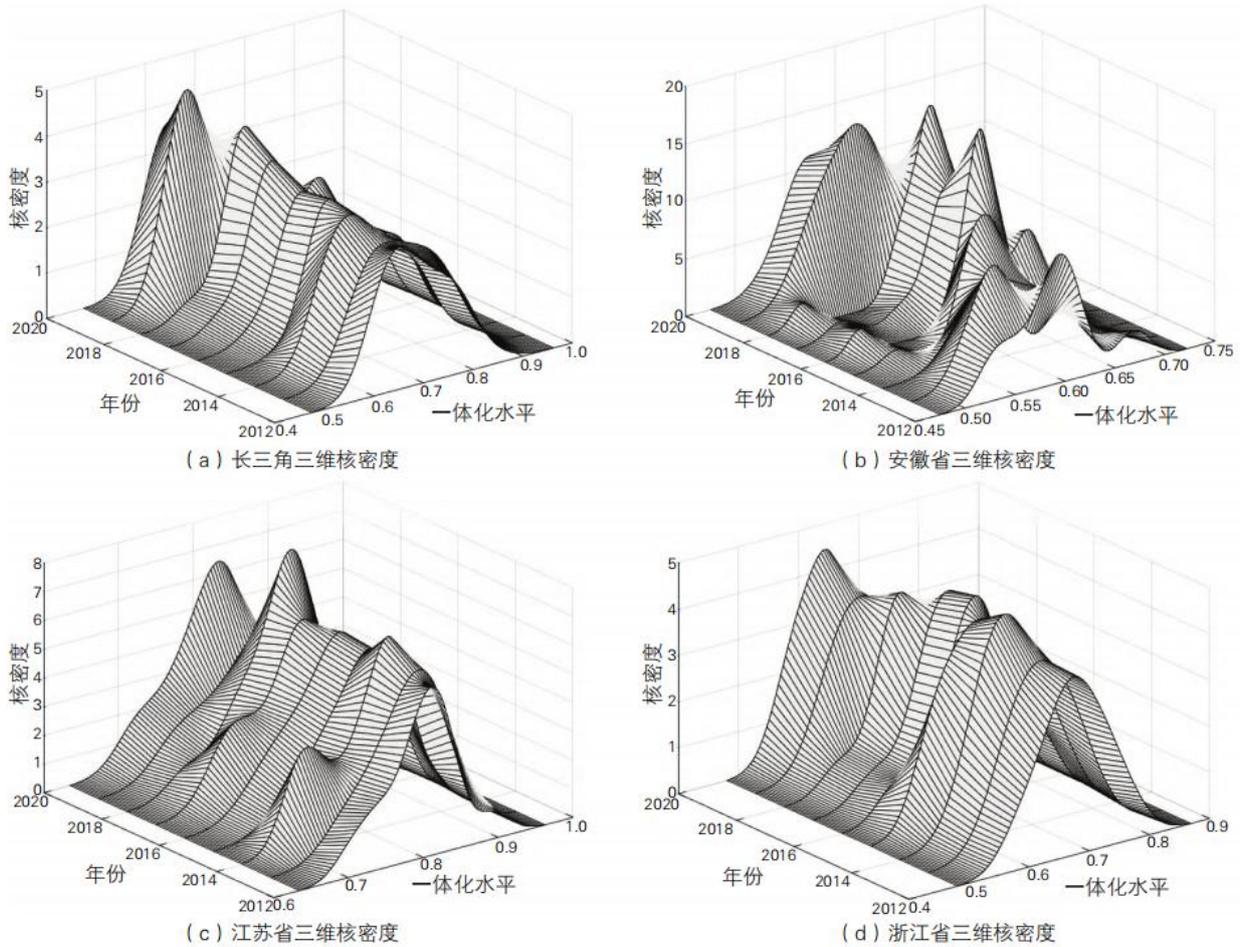


图4 长三角一体化动态演进分布

五、协同治理

如何通过政府决策缩小长三角城市发展不平衡状态，成为长三角各城市一体化发展亟须解决的问题。本文通过构建地方政府合作的长三角一体化演化博弈模型，探究长三角一体化发展进程中各城市地方政府决策对城市发展水平影响规律，以及地方政府一体化发展合作演进内在逻辑。

(一) 模型构建

在长三角地方政府合作演化博弈中，城市A、城市B、城市C为三方博弈主体，均以城市利益最大化为发展目标，不需要博弈主体为完全理性主体、博弈过程中信息完全。由于长三角三省一市各城市均已加入长三角城市群，本文将地方政府合作分为积极和消极参与一体化发展，提出如下设定：

设定1：城市A自愿选择“积极”参与或“消极”参与，其中，积极参与长三角一体化发展的概率为 x ，消极参与长三角一体化发展的概率为 $1-x$ ($0 \leq x \leq 1$)。

设定2：城市B自愿选择“积极”参与或“消极”参与，其中，积极参与长三角一体化发展的概率为 y ，消极参与长三角一体化发展的概率为 $1-y$ ($0 \leq y \leq 1$)。

设定 3: 城市 C 自愿选择“积极”参与或“消极”参与, 其中, 积极参与长三角一体化发展的概率为 z , 消极参与长三角一体化发展的概率为 $1-z$ ($0 \leq z \leq 1$)。

设定 4: 长三角一体化发展过程中, 城市 A 参与一体化发展比例为 α , 城市 B 参与比例为 β , 城市 C 参与比例为 $1-\alpha-\beta$ 。

设定 5: 城市积极参与长三角一体化发展有利于城市自身发展水平的提高, 同时对提升长三角一体化水平具有重要作用, 为推动城市积极参与一体化发展, 上级政府会给予积极参与的城市奖励 G 。

设定 6: 地方政府合作一体化发展过程中, 积极参与者会因合作获得额外的一体化收益 P 。

设定 7: 根据参与城市个数和城市参与一体化发展比例分别对额外获得的上级政府奖励和一体化收益进行赋权, 如有两个城市积极参与则对额外奖励乘 2、额外收益乘 2, 同时乘以城市参与比例。

基于上述设定和三方政府策略选择, 本文构建长三角一体化三方博弈收益矩阵, 具体见表 5 所列。

表 5 长三角一体化三方博弈收益矩阵

策略选择		城市 C	
		积极	消极
城市 A (积极)	城市 B (积极)	$R_1 - C_1 + 3G + 3\alpha P$	$R_1 - C_1 + 2G + 2\alpha P$
		$R_2 - C_2 + 3G + 3\beta P$	$R_2 - C_2 + 2G + 2(1-\alpha)P$
		$R_3 - C_3 + 3G + 3(1-\alpha-\beta)P$	$R_3 - C_3$
	城市 B (消极)	$R_1 - C_1 + 2G + 2\alpha P$	$R_1 - C_1 + G$
		$R_2 - C_2$	$R_2 - C_2$
		$R_3 - C_3 + 2G + 2(1-\alpha)P$	$R_3 - C_3$
城市 A (消极)	城市 B (积极)	$R_1 - C_1$	$R_1 - C_1$
		$R_2 - C_2 + 2G + 2\beta P$	$R_2 - C_2 + G$
		$R_3 - C_3 + 2G + 2(1-\beta)P$	$R_3 - C_3$
	城市 B (消极)	$R_1 - C_1$	$R_1 - C_1$
		$R_2 - C_2$	$R_2 - C_2$
		$R_3 - C_3 + G$	$R_3 - C_3$

根据微分方程稳定性原理, 本文通过上述构建的雅可比矩阵和利益矩阵来验证三方博弈主体所形成的策略组合是否为稳定性策略, 同时分析哪些因素会对博弈主体利益产生影响。稳定性分析构建的复制动态方程如下:

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[\alpha P(2y+2z-yz) + G(y+z+1)] \\ G(y) = y(1-y)[\beta P(2z+xz) + G(1+x+z) + (17)(2x-2xz)(1-\alpha P)] \\ H(z) = z(1-z)[G(1+x+y) + (2x+xy)(1-\alpha) \times P - 3xyP + (2y+xy)(1-\beta)P] \end{cases}$$

基于演化博弈收益矩阵进行稳定性分析，结果显示 $Q_0(0, 0, 0)$ 为稳定点， $Q_1(1, 1, 1)$ 为不稳定点。本文的最终期望为长三角各城市参与一体化发展常态化，不受参与态度影响的理想状态为 $Q_0(0, 0, 0)$ 。

(二) 演化博弈分析

本文根据研究现状和社会发展形态对模型初始参数分别赋值，初始值具体设定如下： $G=100, P=500, \alpha=0.5, \beta=0.3$ ，复制动态方程组随时间演化 50 次。在保证其他参数不变的情况下，分别从上级政府奖励、城市参与一体化收益、城市一体化合作参与度三个方面进行演化博弈分析。

1. 上级政府奖励对演化博弈的影响

本文将上级政府对积极参与一体化发展城市的奖励 G 赋值分别为 100、150、200，调整上级政府奖励对演化博弈过程和结果的影响，如图 5 所示。结果显示，在系统演化至稳定点的过程中，上级政府奖励的提升能够加快长三角城市一体化发展趋于稳定的演化速度，随着奖励 G 增加，城市 B 一体化发展的概率上升，城市 A 一体化发展的概率下降，城市 C 一体化发展的概率未产生明显差异。因此， H_1 成立，说明上级政府财政激励有助于区域协同治理，但上级政府对地方城市积极参与一体化发展的奖励并不是越高越好，在不同城市存在差异。上级政府奖励需因地制宜，可根据各地发展情况适当给予经济支持或政策支持。

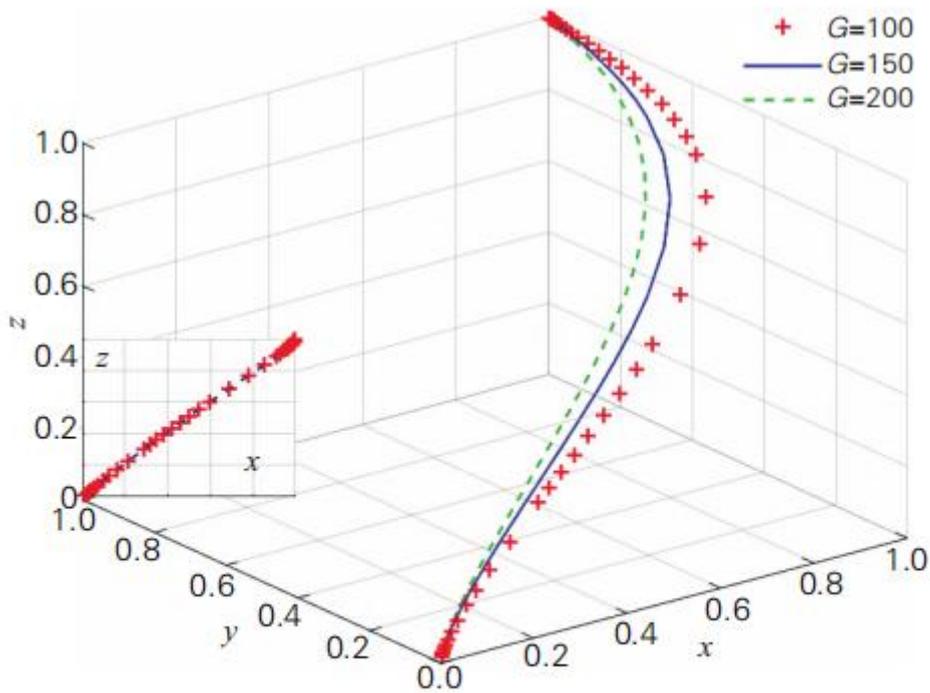


图5 调整上级政府奖励对演化博弈的影响

注： x 、 y 和 z 分别代表城市A、城市B和城市C积极参与一体化发展状态，1为积极参与，0为消极参与。图8、图9同理

2. 一体化收益对演化博弈的影响

本文将积极参与一体化发展收益 P 赋值分别为 500、1 000、1 500，调整城市积极参与长三角一体化发展所得一体化收益对演化博弈过程和结果的影响，如图 6 所示。结果显示，在系统演化至稳定点的过程中，积极参与一体化收益的提升会降低长三角城市一体化发展趋于稳定的演化速度，但随着收益 P 增加，城市 A 一体化发展的概率上升，城市 B 一体化发展的概率下降，趋于稳定的速度提升。可见，一体化收益提升对城市发展水平和发展速度均有积极影响，但在不同城市存在差异，因此，H2a 成立，即政府合作收益对长三角一体化协同治理存在正向影响效应。长三角各城市应积极参与一体化发展，在推动长三角协调发展的同时，实现城市收益最大化。

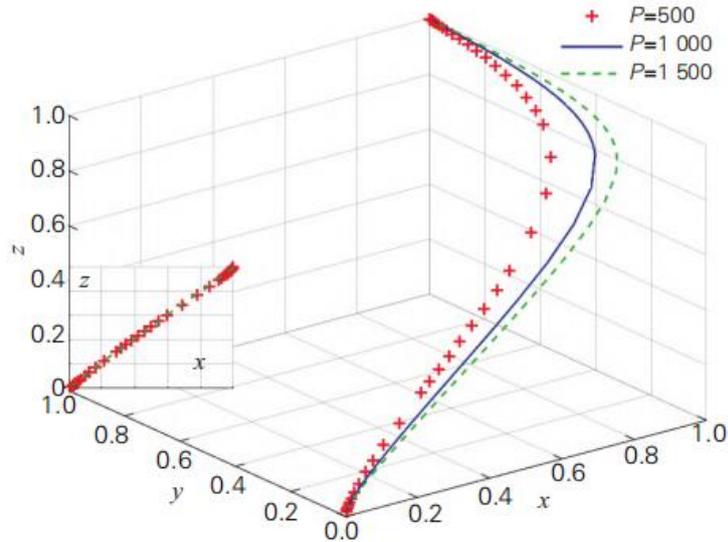


图6 调整一体化合作收益对演化博弈的影响

3. 城市参与度对演化博弈的影响

本文将城市积极参与一体化发展的参与度 (α, β) 赋值分别为 $(0.5, 0.3)$ 、 $(0.6, 0.4)$ 、 $(0.3, 0.3)$ ，调整各城市积极参与一体化发展的参与度对演化博弈过程和结果的影响，如图7所示。结果显示，在系统演化至稳定点的过程中，城市参与度越均衡，城市A一体化发展的概率上升，城市B一体化发展的概率先增后降，城市C一体化发展的概率上升。因此，总体上来看，城市一体化发展参与度越均衡，城市发展越好，政府合作参与度对协同治理具有调节作用，H2b成立。各地方政府应积极参与一体化发展，发挥各城市在长三角城市群中的功能。

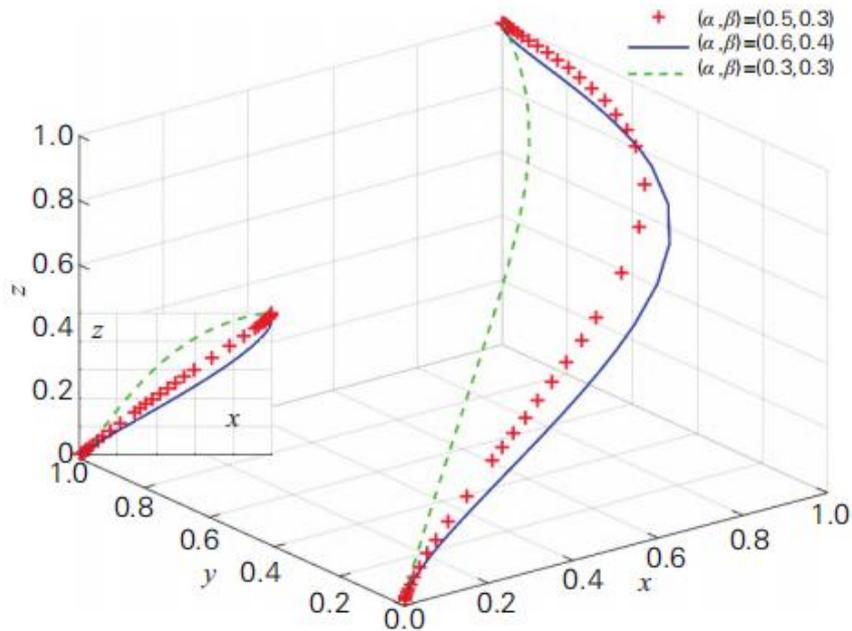


图7 调整城市一体化合作参与度对演化博弈的影响

六、结论与建议

本文从长三角城市一体化发展视角出发,构建综合评价指标体系,分别从静态与动态角度对长三角各城市综合一体化水平进行测度;利用空间分布格局可视化,探究空间非均衡性以及动态演化过程;构建长三角各城市合作演化博弈模型,从城市合作出发对长三角一体化进行仿真模拟和参数调整,探究长三角一体化提升路径。得到如下几点结论:(1)长三角东部城市一体化水平显著高于西部城市;(2)长三角一体化水平较高城市主要集中在早期加入长三角城市群的城市;(3)长三角一体化水平总体差异主要源于省域间差异;(4)长三角城市协同治理模式趋向于常态化参与一体化发展,政府奖励并不是越高越好。据此,本文提出以下几点建议:

第一,提升长三角各城市一体化水平,关键在于提升最新加入长三角城市群的城市一体化水平。整体上来看,长三角各城市一体化水平呈上升趋势,但上海、江苏省内城市、浙北城市一体化水平普遍高于浙南和安徽各城市。浙南和安徽省内各城市加入长三角城市群时间较晚,对政策提供的资金、人才、先进技术还未充分利用,这些城市长三角一体化水平暂未实现快速提升。因此,应建立健全长三角协同发展机制,鼓励老成员带动新成员,加速新加入城市一体化发展,推动长三角整体一体化水平提高。

第二,重视一体化发展水平差异性,进一步加强长三角西部城市一体化建设。长三角一体化水平发展不均衡,长三角东部地区一体化水平高于西部地区,长三角东部地区不断发挥自身优势,逐步带动周边一体化水平低的城市发展,使得皖北城市一体化水平显著提高。因此,徐州、苏州、无锡、常州、淮安和南京等东部一体化水平高的城市,应积极发挥城市带动作用,多与长三角西部城市和新加入城市群的城市建立政策、经济、生态、科技等多方面交流合作,从缩小各省域间差异角度出发制定相关政策,推动长三角区域一体化加速发展。

第三,建立长三角城市协同合作体系,形成参与一体化发展常态化的合作共赢态势。演化博弈结果显示,参与一体化发展常态化是长三角各城市一体化发展最为稳定的策略选择。上级政府应出台一体化鼓励政策,不断落实推进长三角一体化发展,因地制宜,逐渐打破长三角各城市间壁垒,强化一体化发展法律法规,完善一体化基础设施服务体系,促进一体化创新合作机制形成,提升长三角一体化收益,从而提高城市发展水平和发展速度。

参考文献

- [1] 中共中央国务院.长江三角洲区域一体化发展规划纲要[N].人民日报,2019-12-02(12).
- [2] 王韧,周万红,贾文浩.区域一体化对地方政府债务的影响机制与异质性分析[J].财政研究,2022(3):37-58.
- [3] 成新轩,韩艳林.京津冀劳动力市场一体化水平测度及其推进对策研究[J].河北经贸大学学报,2020,41(5):72-77.
- [4] YOU S,CHEN X. Regional Integration Degree and Its Effect on a City's Green Growth in the Yangtze River Delta:Research Based on a Single-city Regional Integration Index[J]. Clean Technologies and Environmental Policy,2021,23(6):1837-1849.
- [5] YASKAL I,MAHA L G,PETRASHCHAK O. Spatial Distribution of Economic Activities and Internal Economic Integration in Romania[J]. Journal of Urban and Regional Analysis,2018,10(2):217-240.
- [6] 杨清可,段学军,王磊,等.长三角区域一体化与城市土地利用效率的协同测度及交互响应[J].资源科学,2021,43(10):2093-2104.

-
- [7] 关枢. 长三角区域城乡一体化水平的时序变化与空间分异[J]. 现代经济探讨, 2022(9):124-132.
- [8] 赵朝, 潘豫, 刘冠群. 基于引力模型的长吉图开发开放先导区城市一体化测度[J]. 统计与决策, 2018, 34(6):102-105.
- [9] ZHANG D D, SHI X P, SHENG Y. Comprehensive Measurement of Energy Market Integration in East Asia: An Application of Dynamic Principal Component Analysis[J]. Energy Economics, 2015, 52:299-305.
- [10] 张晓瑞, 华茜. 徐淮宿区域一体化发展综合测度研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(S2):91-96.
- [11] 吕连菊, 阚大学. 城乡一体化发展效率的测度及其分析——以中部地区为例[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(2):176-183.
- [12] 陈立泰, 籍磊, 李金林. 长三角城市群市场一体化与绿色发展效率: 理论、测量与空间检验[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2022, 43(7):108-122.
- [13] 张亚丽, 项本武. 城市群一体化水平的测度及其经济增长效应研究——来自中国十大城市群的经验证据[J]. 宏观经济研究, 2021(12):136-148, 158.
- [14] 宋迎昌, 倪艳亭. 我国城市群一体化发展测度研究[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版), 2015, 37(5):116-121.
- [15] 傅为忠, 储刘平. 长三角一体化视角下制造业高质量发展评价研究——基于改进的 CRITIC-熵权法组合权重的 TOPSIS 评价模型[J]. 工业技术经济, 2020, 39(9):145-152.
- [16] ANDREW S A. Regional Integration Through Contracting Networks an Empirical Analysis of Institutional Collection Action Framework[J]. Urban Affairs Review, 2009, 44(3):378-402.
- [17] KOEBELE E A. Integrating Collaborative Governance Theory with the Advocacy Coalition Framework[J]. Journal of Public Policy, 2019(39):35-64.
- [18] 刘乃全, 胡羽琦. 区域一体化可以缩小城市间收入差距吗? ——来自长三角地区的经验证据[J]. 浙江社会科学, 2022(10):12-24, 155.
- [19] 孙红玉, 雷正, 杨艳武. 技术创新、地方政府行为与长期经济增长[J]. 统计与决策, 2022, 38(16):113-117.
- [20] 李稻葵. 中国的经验: 改革开放四十年的经济学总结[M]. 上海: 上海三联书店, 2020:36-41.
- [21] 严兵, 贾辉辉. 工业用地成本、地方政府行为与外商撤资[J]. 世界经济研究, 2022(3):92-108, 136.
- [22] 杨青, 胡洋, 孙刚, 等. 如何协调减税降费与去杠杆? ——基于地方政府行为的视角[J]. 财经论丛, 2022(2):15-25.
- [23] 马万里, 张敏. 财政激励变迁与地方政府行为调适: 中国经济奇迹的财政逻辑[J]. 理论学刊, 2022(1):82-90.
- [24] 蔡玉胜. 地方政府行为、区域一体化与趋同[J]. 兰州商学院学报, 2010, 26(3):11-14.

-
- [25] 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.
- [26] 卢文超.区域协同发展下地方政府的有效合作意愿——以京津冀协同发展为例[J].甘肃社会科学,2018(2):201-208.
- [27] 董玮,祝婉贞,秦国伟.跨区域碳排放协同治理机制与政策设计——基于长三角一体化的案例分析[J].华东经济管理,2022,36(9):11-18.
- [28] 陈旭东,王誉,李思梦.京津冀科技园区科技创新与政府协同治理效应研究[J].科技进步与对策,2022,39(14):44-51.
- [29] 周仁标.长三角一体化背景下的地方政府治理[J].安徽师范大学学报(人文社会科学版),2021,49(1):56-63.
- [30] 钟桦.基于结构方程模型的政府行为与企业创新关系研究[J].科技管理研究,2012,32(12):5-7.
- [31] 周成,韩振燕,钱再见.积极老龄化视阈下政府扶持与民办养老机构发展——基于动态演化博弈的分析[J].当代经济管理,2022,44(8):73-81.
- [32] LIN S,YANG H. Analysis of the Evolution of Emergency Management of Public Engineering Projects Considering Public Participation[J]. Operations Research and Management Science,2021,30(5):95-101.
- [33] 谭婧,查力萌.长三角都市圈空间职能的经验研究[J].城市问题,2021(6):15-24,42.
- [34] 蔡华玲.长三角都市圈协同发展的空间困境与治理进路[J].江淮论坛,2022(1):80-85.
- [35] 李研,洪俊杰.居民消费不平衡的统计测度及消费潜力分析[J].数量经济技术经济研究,2021,38(11):84-102.
- [36] 涂建军,姜莉,徐桂萍,等.长三角城市群科技创新、产业结构升级与新型城镇化的交互影响[J].城市发展研究,2021,28(12):1-11.
- [37] 丁宏.产业同构对区域经济增长的空间溢出效应——以京津冀地区为例[J].首都经济贸易大学学报,2021,23(5):44-54.
- [38] 韩晶,陈曦.就业质量差异性视角下区域创新效率研究[J].工业技术经济,2020,39(6):3-12.
- [39] 顾海兵,张实桐,张安军.我国城乡社会保障均匀度的衡量方法与测度评价[J].财贸经济,2012(11):37-47.