

长三角地区绿色发展水平测度、耦合协调及动态演进

魏 玻, 耿 亮

(湖北工业大学 理学院, 武汉 430068)

摘要:长三角地区绿色发展对于加快中国现代化新征程至关重要。基于新发展格局视角,从绿色生产、绿色生活、绿色生态三个维度构建长三角地区绿色发展水平评价指标体系,选取 13 个城市 2011—2020 年的数据,运用熵权 TOPSIS 法测度绿色发展水平,耦合协调度模型探索城市绿色发展子系统的耦合协调关系,并在此基础上运用空间自相关模型探究耦合协调度的动态演进特征。研究发现,长三角地区绿色发展水平整体上有了一定程度的提高,但存在地区差异;绿色发展耦合协调度呈现波动增长,“东部>西部”的阶梯状分布,低水平城市占比减少,中水平与高水平城市占比增加的演进趋势,具有明显正向空间集聚特征。据此,从环境污染、低碳理念、生态文明的角度提出合理建议。

关键词:长三角地区;绿色发展;熵权 TOPSIS 法;耦合协调度;动态演进

中图分类号:F124.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)10-0253-07

党的十九届五中全会提出,加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局^[1]。构建新发展格局,需贯彻创新、协调、绿色、开放和共享的新发展理念。绿色发展正成为高质量发展的鲜明底色。长江三角洲地区,位于长江下游,是中国经济发展最迅速的四大经济区域之一^[2]。2020 年,长三角地区的生产总值达 24.5 万亿元,以不超过全国 4% 的占地面积,创造出全国约 25% 的经济总量。推进长三角地区绿色发展,是大势所趋也是内在要求,对于引领整个地区乃至全国绿色发展具有重要意义。鉴于此,通过建立绿色发展水平评价指标体系,测度各城市绿色发展水平,探究绿色发展子系统的耦合协调关系及其动态演进特征。

1 文献综述

学者们针对测度绿色发展水平展开了不同视角和层面的研究。郝淑双^[3]从资源利用、环境治理、环境质量等维度构建绿色发展水平测量指标体系,利用加权平均法测算中国 30 个省、自治区、直辖市的绿色发展总指数及分维度指数。王雪纯^[4]从经济增长绿化度、资源环境承载力、政府政策支持度层面构建绿色发展综合评价指标体系,应用激励型综合评价方法对中国 31 个省份的绿色发展水平进行测度与分析。焦士兴等^[5]参考河南制定的绿色发展

指标,构建绿色发展评价指标体系,采用基于熵权的综合评判法,测度河南绿色发展综合水平。方应波^[6]从绿色生产、绿色生活、社会公平维度构建绿色发展评价指标体系,基于投影寻踪模型对中国 30 个省份绿色发展水平及其结构展开评价。徐晔和欧阳婉桦^[7]从资源环境保护、经济发展效益、社会福利水平维度构建绿色发展评价指标体系,采用“纵横向”拉差的动态综合评价模型对江西城市绿色发展水平进行动态测度。

综上所述,现有文献在绿色发展内涵的基础上,为测度绿色发展水平提供了参考,但存在以下不足:一是研究区域多为国家或单一省份,对于城市群的研究较少;二是指标体系的建立没有立足于研究区域的实际特点;三是绿色发展的实证研究偏少,主要处在理论研究层面,这些都值得学者们继续深入研究。

2 研究方法

2.1 熵权 TOPSIS 法

TOPSIS 法 (technique for order preference by similarity to ideal solution, 又称优劣解距离法) 是一种多目标决策方法,熵权 TOPSIS 法将信息熵权引入 TOPSIS 法中,客观地确定指标权重,通过计算评价对象到正、负理想解的距离,得到各评价对

收稿日期:2023-01-05

基金项目:湖北省教育厅人文社科项目(19Q065)。

作者简介:魏玻(1997—),男,江西丰城人,湖北工业大学理学院,硕士研究生,研究方向为数据科学与决策;通信作者耿亮(1977—),男,湖北武汉人,湖北工业大学理学院,副教授,博士,硕士研究生导师,研究方向为数据科学与决策。

象的相对优劣程度,其中正理想解由各指标的最优值组成,负理想解由各指标的最劣值组成^[8]。若评价对象越接近正理想解,则越好,该方法的步骤如下。

1)对目标矩阵 $\mathbf{X}$ 的数据进行标准化处理,其中 X_{ij} 为第 i 个城市的第 j 个指标的数值,各指标数据标准化后的值为 Y 。

正向指标:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(\mathbf{X}_j)}{\max(\mathbf{X}_j) - \min(\mathbf{X}_j)} \quad (1)$$

负向指标:

$$Y_{ij} = \frac{\max(\mathbf{X}_j) - X_{ij}}{\max(\mathbf{X}_j) - \min(\mathbf{X}_j)} \quad (2)$$

2)熵值法确定权重, W_j 为第 j 个指标的权重,由此构建加权规范决策矩阵 $T_{ij} = W_j \times Y_{ij}$,定义 e_j 为第 j 个指标的熵值,且

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} \quad (3)$$

$$p_{ij} = Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij} \quad (4)$$

$$W_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)} \quad (5)$$

3)确定正、负理想解,并计算各城市到正、负理想解的距离,即

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (T_{ij} - T_j^+)^2} \quad (6)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (T_{ij} - T_j^-)^2} \quad (7)$$

式中: $T_j^+ = \max(T_{1j}, T_{2j}, \dots, T_{nj})$, $T_j^- = \min(T_{1j}, T_{2j}, \dots, T_{nj})$ 。

4)计算各城市与理想解的贴近度 C_i ,其值越大表明第 i 个城市绿色发展水平越高。

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (8)$$

2.2 耦合协调度模型

耦合是指多个系统之间相互作用、联系的一种现象,协调是指多个系统之间的一种良性互动并实现共同发展的关系,耦合协调度反映多个系统之间的协调发展水平^[9]。根据绿色生产贴近度 C_1 、绿色生活贴近度 C_2 和绿色生态贴近度 C_3 计算得到各城市绿色生产-绿色生活-绿色生态的耦合度 C 和耦合协调度 D 。

$$C = \left[\frac{C_1 C_2 C_3}{\left(\frac{C_1 + C_2 + C_3}{3} \right)^3} \right]^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

$$T = \alpha C_1 + \beta C_2 + \gamma C_3 \quad (10)$$

$$D(C_1, C_2, C_3) = \sqrt{CT} \quad (11)$$

式中: T 为三个子系统的综合绿色发展水平; α, β, γ 为指数权重,考虑到绿色生产、绿色生活和绿色生态三者同等重要,所以系数均取值 $1/3$ 。

2.3 空间自相关模型

空间自相关模型可探究同一个变量在不同空间位置上的相关性,即是否具有集聚特征存在,采用全局、局部空间自相关识别绿色发展耦合协调度的集聚特征。

2.3.1 全局空间自相关

全局空间自相关用来表示观测值在区域内特征,常用莫兰指数(Moran's I)来衡量各要素之间的相互关系,即反映耦合协调度空间关联程度的总体特征。莫兰指数的取值范围为 $(-1, 1)$,其值越接近 1 ,正相关性越强,呈现空间集聚;其值越接近 -1 ,负相关性越强;其值等于 0 ,呈现空间随机性分布。

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (12)$$

式中: x_i 和 x_j 分别为 i 和 j 城市的耦合协调度值; n 为城市数量; W_{ij} 为空间权重矩阵,采用 Queen 邻接矩阵。为了保证有效性,采用 Z 值进行检验。

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{VAR}(I)}} \quad (13)$$

$$E(I) = -\frac{1}{n-1} \quad (14)$$

式中: $\text{VAR}(I)$ 为全局 Moran's I 的理论方差; $E(I)$ 为理论期望。若 $Z > 0$ 且通过 95% 显著性检验 ($P < 0.05$),表明耦合协调度具有正相关性,城市间呈现空间集聚效应。

2.3.2 局部空间自相关

局部空间自相关用于研究空间邻近单元某一属性的相关程度,能够进一步展示空间集聚或离散的位置及范围。将全局 Moran's I 分解到各城市,即为局部 Moran's I 。

$$I_i = \frac{n(x_i - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (15)$$

可通过局部 Moran's I 散点图来表示相邻城市的关系。第一象限(HH型)及第三象限(LL型)代表该城市与相邻城市的耦合协调度都高或低,具有集聚特征;第二象限(LH型)及第四象限(HL型)代表相邻城市的耦合协调度呈现空间异质特征。

3 指标体系与数据来源

3.1 指标体系构建

遵循科学性和数据可获得性原则,深刻挖掘绿色发展内涵,即协调经济与环境的关系,创造物质财富,治理环境污染和保护生态。绿色生产通过节能减排,控制污染物排放,是地区绿色发展的基础;绿色生活全面降低能耗,提高生活质量,是地区绿色发展的落脚点;绿色生态遵循可持续发展的原则,最大限度保护环境资源,是地区发展的关键一环。因此,从绿色生产、绿色生活和绿色生态 3 个维度,共 15 个二级指标,构建长三角地区绿色发展水平评价指标体系,如表 1 所示。

3.2 数据来源

长三角地区包括上海、江苏、浙江、安徽的主要城市。基于数据的可得性,选取经济发展水平较

高、发展潜力较大的城市上海;江苏选取南京、常州、苏州、南通;浙江选取杭州、宁波、嘉兴、绍兴;安徽选取合肥、芜湖、安庆、滁州,共 13 个城市为研究对象,“十二五”至“十三五”时期为考察区间。鉴于 2011、2016 年为两个时期的开局之年,2015、2020 年为两个时期的收官之年,因此选取 2011、2015、2016、2020 年为重要时间节点。原始数据来源于《城市统计年鉴》《固体废物污染环境防治信息公报》和《水资源公报》。针对部分无法直接获取的统计数据,采用二次计算(人均、地均)处理得到。

4 实证分析

4.1 长三角地区绿色发展水平测度

为了解城市间绿色发展水平的相对优劣程度,运用熵权 TOPSIS 法测算长三角 13 个城市 2011—2020 年的绿色发展水平,结果如表 2 所示。

表 1 长三角地区绿色发展水平评价指标体系

目标层	准则层	指标层	属性
长三角地区绿色发展水平	绿色生产	一般工业固体废物产生量/万 t	负
		单位 GDP 工业二氧化硫排放量/(t·亿元 ⁻¹)	负
		单位 GDP 工业废水排放量/(t·万元 ⁻¹)	负
		单位 GDP 工业用电量/(kWh·万元 ⁻¹)	负
		污水处理率/%	正
	绿色生活	居民人均生活消费支出与人均可支配收入之比/%	负
		生活垃圾清运量/万 t	负
		人均日生活用电量/kWh	负
		人均日生活用水量/L	负
		每万人拥有公共汽车数/辆	正
	绿色生态	人均公园绿地面积/m ²	正
		建成区绿化覆盖率/%	正
		环境空气质量优良率/%	正
		单位土地面积二氧化硫排放量/(t·km ⁻²)	负
		工业废水排放量占水资源总量比例/%	负

表 2 2011—2020 年长三角地区各城市绿色发展水平

城市	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
上海	0.558	0.539	0.537	0.470	0.528	0.602	0.474	0.515	0.493	0.544
南京	0.444	0.378	0.476	0.456	0.522	0.446	0.322	0.383	0.504	0.426
常州	0.366	0.332	0.473	0.420	0.484	0.438	0.368	0.454	0.573	0.510
苏州	0.506	0.496	0.461	0.508	0.587	0.612	0.571	0.455	0.489	0.525
南通	0.435	0.492	0.554	0.419	0.529	0.548	0.475	0.525	0.549	0.478
杭州	0.369	0.337	0.394	0.454	0.519	0.505	0.413	0.457	0.526	0.413
宁波	0.488	0.498	0.469	0.538	0.582	0.610	0.496	0.516	0.532	0.359
嘉兴	0.457	0.406	0.446	0.488	0.534	0.595	0.665	0.626	0.588	0.526
绍兴	0.472	0.512	0.574	0.482	0.542	0.531	0.431	0.461	0.452	0.487
合肥	0.424	0.367	0.416	0.368	0.348	0.293	0.309	0.305	0.430	0.350
芜湖	0.456	0.383	0.482	0.433	0.432	0.547	0.505	0.483	0.513	0.402
安庆	0.502	0.489	0.550	0.432	0.501	0.343	0.460	0.375	0.434	0.440
滁州	0.460	0.496	0.557	0.438	0.483	0.452	0.492	0.346	0.360	0.459

表 3 2011—2020 年长三角地区各城市绿色发展耦合协调度

城市	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
上海	0.687	0.663	0.720	0.760	0.699	0.740	0.673	0.686	0.728	0.753
南京	0.593	0.592	0.610	0.612	0.607	0.595	0.628	0.595	0.646	0.718
常州	0.455	0.453	0.508	0.529	0.511	0.510	0.473	0.452	0.472	0.523
苏州	0.728	0.700	0.794	0.793	0.793	0.830	0.724	0.722	0.750	0.759
南通	0.492	0.471	0.538	0.550	0.538	0.562	0.539	0.543	0.596	0.509
杭州	0.464	0.482	0.516	0.536	0.483	0.494	0.456	0.489	0.549	0.529
宁波	0.612	0.598	0.660	0.694	0.683	0.618	0.610	0.642	0.674	0.696
嘉兴	0.492	0.518	0.584	0.578	0.510	0.538	0.592	0.617	0.591	0.545
绍兴	0.510	0.527	0.480	0.496	0.487	0.503	0.505	0.522	0.573	0.528
合肥	0.605	0.540	0.522	0.540	0.579	0.507	0.460	0.526	0.534	0.577
芜湖	0.385	0.389	0.455	0.412	0.444	0.458	0.458	0.391	0.438	0.466
安庆	0.309	0.250	0.398	0.402	0.306	0.352	0.407	0.470	0.479	0.366
滁州	0.225	0.251	0.332	0.367	0.323	0.317	0.424	0.466	0.488	0.434

表 2 显示,从时间段看,“十二五”期间长三角地区整体绿色发展水平有较大提升;“十三五”期间部分城市绿色发展水平有所回落,其中宁波下降最为明显;整个研究时期,苏州、上海绿色发展水平相对较高,安庆、滁州水平相对较低,这与当前发展水平基本一致。从具体指标看,工业固体废物、废气、废水与用电量逐年递减,生产绿色化;居民生活日常用水、用电与垃圾产生量逐年减少,生活绿色化;绿地面积、绿化覆盖率与空气质量优良率稳步提升,生态绿色化;居民人均生活消费支出与人均可支配收入之比是反映城市发展的重要指标。生产、生活方式与生态环境的改善,为城市绿色发展奠定了基础。从地理位置看,绿色发展水平存在一定空间差异,具体表现为:绿色发展水平较高的城市主要是省会城市,而较低的城市主要分布在各省份的中西部地区,但地区绿色发展水平整体呈现上升趋势。

4.2 长三角地区绿色发展耦合协调度及动态演进

4.2.1 绿色发展耦合协调度结果分析

采用相同方法计算长三角 13 个城市绿色发展子系统的贴进度,进一步运用耦合协调度模型,探究各城市在 2011—2020 年绿色发展耦合协调度差异,结果(表 3)。参考阳斌成等^[10]的研究,将绿色发展耦合协调度划分为 5 类(表 4)。在绿色发展耦合协调度的基础上选取重要时间节点绘制空间分布图,如图 1 所示。

由表 3、表 4 和图 1 可知,在时间维度上,各城市耦合协调度形成波动增长趋势,“十二五”期间,芜湖的耦合协调度由轻度失调上升为初级协调阶段;“十三五”期间,滁州的耦合协调度由轻度失调上升为初级协调阶段,各城市间的联系越来越紧密,致使城市群绿色发展态势明显。在空间维度上,

表 4 绿色发展耦合协调状态划分

指数名称	数值范围	状态
耦合协调度 D	$0 < D \leq 0.2$	严重失调
	$0.2 < D \leq 0.4$	轻度失调
	$0.4 < D \leq 0.6$	初级协调
	$0.6 < D \leq 0.8$	中级协调
	$0.8 < D \leq 1.0$	高级协调

各城市耦合协调度表现出以上海、苏州为中心向附近城市辐射递减的特点,同时城市间耦合协调度存在较大差异,呈现“东部>西部”的阶梯状分布,其中上海、苏州的耦合协调度在长三角地区中占据优势地位,安庆的耦合协调度等级无明显变化,一直处于轻度失调状态。总体上,地区耦合协调度呈现上升趋势,其中南京的耦合协调度增幅最大,从 2011 年的 0.593 增加到 2020 年的 0.718。耦合协调度的整体上升得益于以绿色发展为主题的“十二五”规划和以绿色发展为主线的“十三五”规划。

使用 Kernel 密度图展示 2011—2020 年长三角地区绿色发展耦合协调度空间格局变动趋势,刻画地区绿色发展耦合协调度整体水平的动态演进规律,如图 2 所示。

由图 2 可知,绿色发展耦合协调度的空间格局处于动态调整中。从波峰高度看,核密度曲线的波峰高度先显著上升,形状越来越陡峭,后有所降低,表明地区整体的耦合协调度差异经历了先缩小后扩大的动态演进过程,但缩小幅度的大于扩大幅度,因此整体上耦合协调度差异呈缩小趋势;另外,核密度曲线出现了较为明显的侧峰,反映了地区在发展过程中出现了极化现象。从分布位置看,核密度曲线波峰位置由前期的向左

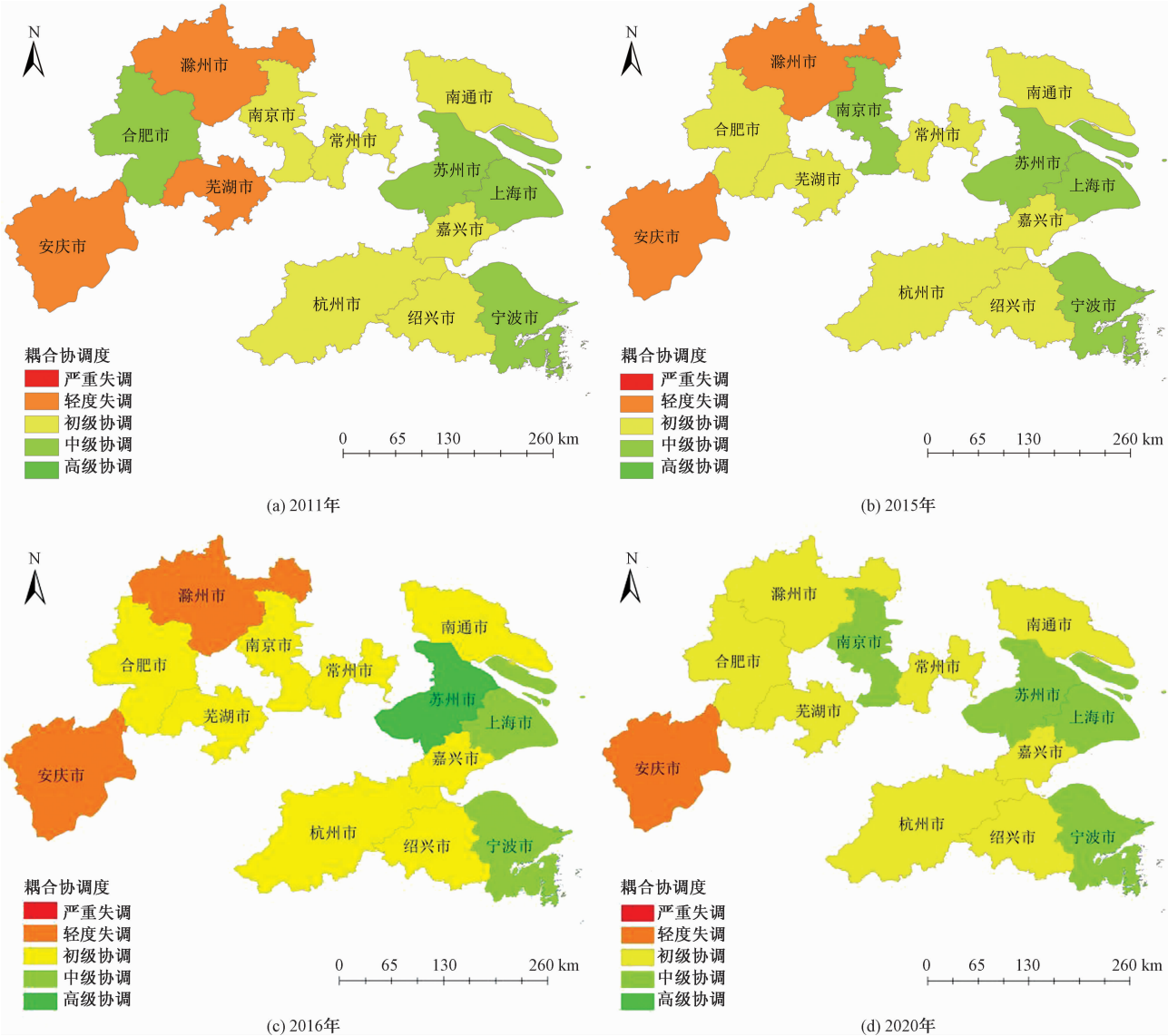


图 1 2011、2015、2016、2020 年绿色发展耦合协调度空间分布

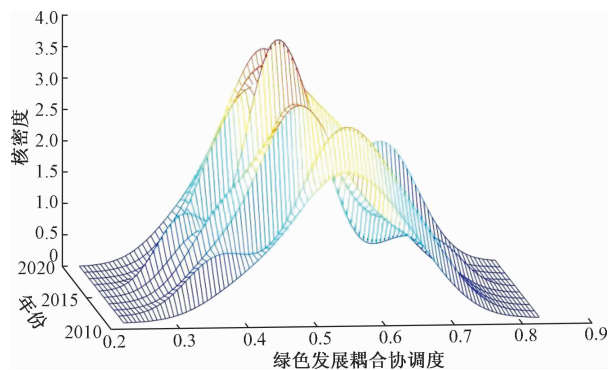


图 2 绿色发展耦合协调度的分布动态演进

迁移转向后期的向右迁移,表明地区整体的耦合协调度呈现先下降后上升的演进趋势。从左侧拖尾看,左侧拖尾厚度先增加后减少,表明处

于低耦合协调水平的城市数量先增加后减少。从右侧拖尾看,右侧拖尾厚度先增加后减少再增加,表明处于高耦合协调水平的城市数量有所增加。

由此可见,“十二五”至“十三五”期间,长三角地区绿色发展耦合协调度经历了复杂的动态演进过程,但总体上呈现绿色发展耦合协调度水平上升,城市间差异缩小,低水平城市占比减少,中水平与高水平城市占比增加的演进趋势。

4.2.2 绿色发展耦合协调度时空演进

1)全局空间自相关分析。

运用 Arcgis 软件计算在 0.05 显著水平下 2011—2020 年长三角地区绿色发展耦合协调度的全局 Moran’s I 指数,结果如表 5 所示。

表 5 2011—2020 年绿色发展耦合协调度
全局 Moran' I 指数

年份	Moran's I	P	年份	Moran's I	P
2011	0.178 4	0.181 8	2016	0.363 1	0.026 8
2012	0.263 6	0.090 1	2017	0.372 2	0.022 2
2013	0.351 8	0.036 5	2018	0.472 5	0.007 8
2014	0.589 2	0.001 2	2019	0.448 6	0.010 4
2015	0.334 0	0.034 8	2020	0.225 6	0.126 3

由表 5 可知,绿色发展耦合协调度具有明显的空间集聚特征。除了 2011、2012、2020 年,其他年份的全局 Moran's I 指数均通过了显著性检验($P<0.05$),且均为正值,表明耦合协调度总体上具有较强的正向空间自相关特征,即耦合协调度值大的各城市相邻,耦合协调度值小的各城市相邻。耦合协调度全局 Moran's I 指数在 2011—2014 年升高,2014 年达到最大值 0.589 2,表明国家绿色发展规划对长三角地区的绿色发展产生了积极影响,绿色发展水平较高的城市带动周围城市协同发展。全局 Moran's I 指数在 2015—2018 年升高,2018—2020 年降低,2020 年下降到 0.225 6,城市发展受到了疫情的冲击,耦合协调度正向空间自相关特征有所减弱。

2)局部空间自相关分析。

为探究长三角地区各城市与其相邻城市单元的绿色发展耦合协调度的空间分异特征,选取重要时间节点,表 6 为绿色发展耦合协调度局部 Moran' I 散点图对应城市。

由表 6 可知,2011 年有 12 个城市落入第一、三象限,占 92.3%,合肥处在第四象限,说明地区绿色发展耦合协调度整体上呈现正的空间自相关关系。耦合协调度最高的苏州是最低滁州的 3.24 倍,东部城市与西部城市相比差距较大,长三角东部城市经

表 6 绿色发展耦合协调度局部 Moran' I 散点
图对应城市

年份	第Ⅰ象限 (高-高)	第Ⅱ象限 (低-高)	第Ⅲ象限 (低-低)	第Ⅳ象限 (高-低)
2011	上海、南京、苏州、南通、杭州、宁波		常州、嘉兴、绍兴、芜湖、安庆、滁州	合肥
2015	上海、南京、苏州、南通、嘉兴	杭州、常州	绍兴、芜湖、安庆、滁州	宁波、合肥
2016	上海、南京、苏州、南通、嘉兴	杭州、常州	绍兴、芜湖、安庆、滁州	宁波、合肥
2020	上海、南京、苏州、杭州、宁波	常州	南通、嘉兴、绍兴、芜湖、安庆、滁州	合肥

济较为发达,更为重视绿色发展。2015 年,耦合协调度空间自相关关系发生了转变,较 2011 年相比,第一象限新增嘉兴,杭州、常州分别由第一、三象限转移到第二象限,宁波由第一象限转移到第四象限。苏州是我国经济发达的地级市,耦合协调度涨幅最高,提升了 14.03%,达到高级协调阶段。2020 年,耦合协调度空间自相关关系存在明显变化,较 2016 年相比,杭州、宁波分别由第二、四象限转移到第一象限,第三象限新增南通、嘉兴,常州、合肥呈现负的空间自相关关系,存在空间异质性,相较于 2011 年,城市间的联系更加紧密,耦合协调度空间自相关关系呈现逐步增强的趋势。

5 结论与建议

5.1 结论

“十二五”至“十三五”期间,长三角地区绿色发展水平整体上有了一定程度的提高,但存在地区差异。与此同时,省会级城市对周围邻近城市的辐射效应较强,如地处上海、杭州周围的南通、嘉兴和宁波的绿色发展水平提升明显。因此,在新发展格局视角下,长三角地区绿色发展水平整体逐渐提高,在一定程度上揭示了地区差异的必然性。

“十二五”至“十三五”期间,长三角地区绿色发展耦合协调度在时间维度上,呈现波动增长趋势;在空间维度上呈现“东部>西部”的阶梯状分布。另外,耦合协调度在动态演进过程中总体呈现水平上升,城市间差异缩小,低水平城市占比减少,中水平与高水平城市占比增加的演进趋势。在国家绿色发展规划的主题下,城市积极响应绿色发展,耦合协调度空间自相关关系逐渐加强。从全局来看,耦合协调度具有明显的空间集聚特征,呈现较强的正向空间自相关特征。因此,从新发展格局视角出发,反映了长三角地区绿色发展耦合协调度的区域差异和空间特征。

5.2 建议

1)治理环境污染是绿色发展的天然基础。完善长三角地区生产治理体系,在“绿水青山就是金山银山”理念的引领下,按照党中央的决策部署,坚持在保护中发展。加大工业生产环境污染治理力度,优化城市群产业结构。省会级城市作为区域的经济中心,产业结构较优,经济良好可持续发展,故其绿色发展水平也相对较高。大力发展绿色产业体系,推进企业生产周期绿色化,有助于城市绿色发展。

2)践行低碳理念是绿色发展的重要支撑。提

倡低碳生活理念,形成绿色生活社会新风尚。加大宣传力度,鼓励参与绿色行为,组织绿色社区活动,减轻环境压力。遵循绿色低碳、循环理念,贯彻落实国家关于节能减排的政策。每个人都可以从身边的小事做起,在日常生活中减少能源消耗,乘坐公共交通工具出行。引导绿色化生活,加快绿色崛起步伐,为城市绿色发展助力。

3)弘扬生态文明是绿色发展的有力保障。营造长三角地区生态文明保护浓厚氛围,走好生态优先绿色发展的新路子。大力发展生态农业,加大土壤环境恢复的力度,积极建设造林绿化等生态工程,减轻生态压力。资源环境承载力较好的地区,绿色发展水平提升明显。生态文明建设把可持续发展提升到绿色发展的高度,绿色是发展的底色,生态绿色化为城市绿色发展赋予得天独厚的生态条件。

参考文献

[1] 张学良,吴胜男. 长三角一体化发展中的沪苏特别合作[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版), 2021, 42(2):

94-102.
[2] 闻熠,高峻,姚扬,等. 基于改进参数的长三角城市群生态足迹时空动态及驱动因子分析[J]. 环境工程技术学报, 2020, 10(1):133-141.
[3] 郝淑双. 中国绿色发展水平时空分异及影响因素研究[D]. 武汉:中南财经政法大学,2018.
[4] 王雪纯. 五大发展理念下中国省域绿色水平测度方法及应用研究[D]. 沈阳:东北大学,2019.
[5] 焦士兴,张崇崇,王安周,等. 河南省绿色发展水平综合测度与时空演化研究[J]. 安全与环境学报, 2019, 19(6): 2192-2200.
[6] 方应波. 我国绿色发展水平评价及时空演变特征分析[J]. 统计与决策, 2022, 38(20):54-58.
[7] 徐晔,欧阳婉桦. 江西省城市绿色发展水平动态测度及影响机制[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(5): 1152-1168.
[8] 刘妍. 中部地区乡村振兴战略实施效果评价研究[J]. 科技和产业, 2022, 22(10):160-165.
[9] 李丽媛,胡玉杰,李明昕. 民族地区“两山”耦合协调度评价与时空分异研究[J]. 生态经济, 2022, 38(12):207-215.
[10] 阳斌成,张家其,罗伟聪,等. 基于 TOPSIS 及耦合协调度的湖南省 2009-2018 年水资源承载力综合评价[J]. 水土保持通报, 2021, 41(5):357-364.

Measurement, Coupling and Coordination and Dynamic Evolution of Green Development Levels in the Yangtze River Delta Region

WEI Bo, GENG Liang

(School of Science, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China)

Abstract: Green development in the Yangtze River Delta region is crucial to accelerate the new journey of China’s modernization. Based on the perspective of new development pattern, the evaluation index system of green development level in Yangtze River Delta region was constructed from three dimensions of green production, green life and green ecology. The data of 13 cities from 2011 to 2020 were selected to measure the green development level using entropy weight TOPSIS method, and the coupling coordination degree model was used to explore the coupling coordination relationship of urban green development subsystems. The spatial autocorrelation model was used to explore the dynamic evolution characteristics of the coupling coordination degree. It is found that the overall green development level of the Yangtze River Delta region has improved to a certain extent, but there are regional differences. The coupling coordination degree of green development shows a fluctuating growth, a ladder-like distribution of “east > west”, an evolutionary trend of decreasing the proportion of low-level cities and increasing the proportion of medium-level and high-level cities, with obvious positive spatial clustering. The trend is that the proportion of low-level cities decreases, while the proportion of medium-level and high-level cities increases. Accordingly, reasonable suggestions are proposed from the perspectives of environmental pollution, low-carbon concept and ecological civilization.

Keywords: Yangtze River Delta region; green development; entropy TOPSIS method; coupling coordination degree; dynamic evolution