

基于 Dagum 基尼系数的生态安全区域差异及收敛度研究 ——以淮河生态经济带安徽段为例

何 刚, 王莹莹, 阮 君, 赵杨秋

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232001)

摘 要:为了探究淮河生态经济带安徽段生态安全区域差异及其收敛性,实现各区域高质量协同发展。通过构建生态安全评价指标体系,运用熵值法对 2010—2018 年安徽段生态安全水平进行测度,并采用 Dagum 基尼系数分解法分析区域差异贡献及差异来源,利用变异系数法检验了生态安全区域差异的收敛性。结果表明:(1) 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平呈逐年上升趋势,年均综合指数为 0.259,0.265,0.299,0.447,0.345,0.323,0.432,0.478;(2) 安徽段生态安全水平发展的空间差异明显,区域间差异与区域内差异对总体差异的平均贡献率分别为 48.7%,46.1%;(3) 淮河以北和淮河以南区域均存在 σ 收敛特征。总之,淮河生态经济带安徽段生态安全水平不容乐观,且区域间及区域内差异明显,提高生态安全水平,因地制宜、缩小生态安全区域差异是其主要发展方向。

关键词:生态安全; 区域差异; Dagum 基尼系数分解; 淮河生态经济带

中图分类号:X826

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2021)06-0348-08

Study on Regional Differences and Convergence of Ecological Security Based on Dagum Gini Coefficient

—Taking Anhui Section of Huaihe Eco-economic Belt as an Example

HE Gang, WANG Yingying, RUAN Jun, ZHAO Yangqiu

(School of Economics and Management, Anhui University of Science & Technology, Huainan, Anhui 232001, China)

Abstract: In order to explore the regional differences and convergence of ecological security in Anhui section of Huaihe Eco-economic Belt, and realize high-quality coordinated development of each region, by constructing the evaluation index system of ecological security, entropy method was used to measure the level of ecological security in Anhui section from 2010 to 2018, and Dagum Gini coefficient decomposition method was used to analyze the contribution and source of regional differences. The convergence of regional differences in ecological security was tested by coefficient of variation method. The results show that: (1) from 2010 to 2018, the level of ecological security in Anhui section of Huaihe Eco-economic Belt kept increase year by year, and the average annual composite indices were 0.259, 0.265, 0.299, 0.447, 0.345, 0.323, 0.432, 0.478; (2) the spatial difference of ecological security level development in Anhui section was obvious; the average contribution rate of regional difference and regional difference to the overall difference was 48.7% and 46.1%, respectively; (3) both north of Huaihe River and south of Huaihe River had σ convergence characteristics. In summary, the level of ecological security in Anhui section of Huaihe Eco-economic Belt is not optimistic, and there are obvious differences between and within regions. Therefore, the main development direction is to improve the level of ecological security, to take measures according to local conditions, and to reduce the regional differences of ecological security.

Keywords: ecological security; regional differences; Dagum Gini coefficient decomposition; Huaihe Eco-economic Belt

收稿日期:2020-11-23

修回日期:2020-12-30

资助项目:安徽省哲学社会科学规划项目“淮河生态经济带产业转型升级与生态环境的耦合协调发展研究”(AHSKY2019D026)

第一作者:何刚(1966—),男,安徽淮南人,研究员,博士生导师,主要从事生态安全管理研究。E-mail:hgang0111@163.com

通信作者:王莹莹(1995—),女,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为生态安全评价。E-mail:862599165@qq.com

生态安全是国家安全体系的重要基石,是实现可持续发展的基础和保障。在发展区域经济的同时,自然环境与资源压力加大引发许多生态环境问题^[1]。2017年习近平总书记在十九大报告中指出“坚持人与自然和谐共生,坚持节约资源保护环境的基本国策”,把生态环境保护和生态文明建设提升到国家战略高度。因此,区域生态安全问题受到广泛的关注。区域生态安全问题对实现区域高质量可持续发展至关重要,而不同区域生态安全水平受自然禀赋、生态环境、社会经济发展状况的异质性等众多因素影响^[2],如何科学、有效地测度区域生态安全水平,识别区域差异的来源并提出针对性改善生态环境的对策建议,实现区域高质量协同发展,已经成为学术界研究的重点课题。

国内外学者针对生态安全的研究成果逐年丰富,目前,国外针对生态安全的研究主要集中在生态风险分析^[3]、生态系统健康评价^[4]、生态安全监测等^[5-6]方面。研究方法主要有生态足迹法,该方法是由加拿大经济学家 William E Rees 于 1992 年提出的。国内相关研究主要从区域生态安全水平综合测度^[7]、土地生态安全评价^[8]、水资源安全评价^[9]、城市生态安全评价^[10]、森林生态安全评价^[11]、生态安全预警^[12]以及研究方法、指标体系构建等方面进行了大量的研究。在研究方法与模型方面,代表性方法有熵权综合评价法、物元分析法、人工神经网络法、生态足迹法、景观生态格局法。魏黎灵等^[13]运用改良后的生态足迹法从区域生态足迹、生态承载力、生态赤字、生态压力指数 4 个方面对闽三角城市群的生态安全水平进行评价。杨晓俊等^[14]基于生态足迹模型构建了生态压力指数标准,并结合空间叠加分析法分析了西安市市区生态游憩空间的分布现状。雷勋平等^[15]从土地利用绩效角度测度区域土地生态安全状况,从土地利用绩效、生态绩效、经济绩效、社会绩效 4 个方面构建评价指标,运用熵权 TOPSIS 模型进行评价。

关于区域生态安全的空间差异研究,学者在评价生态安全水平的基础上,进一步研究区域间生态安全状况差异以及相邻区域间可能存在的空间相关性、空间集聚性和空间溢出性等空间特征。王千等^[16]基于空间格局分析技术,结合生态能值理论测度了河北省耕地生态安全状况,并分析其县域空间集聚格局差异特征。严超等^[17]构建土地生态安全评价体系,对黔江区陆地生态安全状况进行评价,探究黔江地区土地生态安全是否存在明显的空间差异。张利国等^[18]引入 DAGUM 基尼系数分解法对湖北省耕地多功能空间差异特征进行研究,结果显示耕地生产功能分布与国民经济贡献功能分布呈现出相反空间格局的规律。

鉴于此,本文可能存在的边际贡献在于:一方面,本文以经济、环境发展较不平衡的淮河生态经济带安徽段为研究对象,与以往研究的省域、城市相比,在一定程度上弥补了以带状经济区域研究的不足。另一方面,以往研究多聚焦生态安全水平的评价与测度,而本文在对淮河生态经济带生态安全水平测度的基础上,运用 Dagum 基尼系数分解法追溯淮河生态经济带安徽段生态安全区域差异的源头,并且利用变异系数对淮河生态经济带安徽段生态安全差异发展的收敛性进行检验。

1 研究区概况

淮河是我国的第三大河,淮河流域地处我国华中河南与华东地区苏皖,位于东经 111°55′—121°20′,北纬 30°55′—36°20′,是我国传统的粮食基地之一,流域内矿产资源丰富,区位优势明显,是国家级重要交通走廊。流域经济以经济带为框架和支撑,这种特殊空间的经济发展形式对区域实现可持续发展具有重要意义。因此,以经济带模式发展区域经济受到了学术界的广泛关注。迄今,我国提出的带状经济区建设主要依据自然环境,交通基础设施、文化传承等。在此背景下,以经济带模式进行淮河流域的区域经济统筹发展得到苏皖豫等省政府的积极响应,并达成了将淮河生态经济带建设成我国扩大内需的重要战略支点的共识。2018 年 10 月 18 日,《国务院关于淮河生态经济带发展规划的批复》发布标志着淮河生态经济带建设上升到国家区域发展战略,为淮河流域县市的发展提供了新的发展机遇。然而流域经济的快速发展,自然资源的开采与消耗,给淮河生态经济带造成了巨大的生态压力,合理科学地测度经济带的生态安全状况,及时发现关键性因素,对建设区域生态文明和实现可持续发展至关重要。2010—2018 年,淮河生态经济带安徽段各市经济发展与生态环境协调水平不尽相同,区域生态安全差异影响区域高质量发展。因此研究安徽段生态安全水平动态变化趋势,挖掘区域生态安全水平的地区差异、差异源头以及收敛特征,有利于实现区域内生态环境与经济的协同发展。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

本文以淮河经济带安徽段为研究对象,主要数据来源于市级面板数据,2011—2019 年《安徽省统计年鉴》、部分数据来源于安徽省各市统计公报、《中国统计年鉴》等相关统计资料。

2.2 生态安全水平综合评价方法

2.2.1 构建指标体系 建立科学的经济带生态安全评

价指标体系有利于全面诊断研究区现实存在的生态安全问题。目前关于生态安全评价指标体系的研究成果已相当丰富。研究常见的概念模型主要包括 PSR 模型、DPSIR 模型以及将生态安全视作一个复合系统,从“社会—经济—自然”层面构建生态安全评价指标体系模型。本文借鉴已有的研究成果并结合安徽段社会、经济、自然发展状况,从生态负荷、生态保护、生态功能、生态经济 4 个方面构建淮河生态经济带安徽段生态安全

评价指标体系。复合系统的作用机理是人类活动作用于自然环境,增加了生态系统的生态负荷,导致经济带生态环境发生了一定程度的变化,具体表现为经济带自然环境污染和生态系统承载力低下;为了阻止生态环境的持续恶化,人类社会采取了一系列的响应即制定相关环境保护措施;因为人类及时采取的生态保护措施,生态安全得到稳定和维持的效果,经济带经济由此有望实现高质量可持续发展。具体评价指标见表 1。

表 1 淮河生态经济带安徽段生态安全评价指标体系

目标层	准则层	指标层	类型	权重
淮河生态 经济带安 徽段生态 安全评价 指标体系	生态负荷	C_{11} 人口密度(人/ km^2)	负向	0.0607
		C_{12} 工业 SO_2 排放量(t)	负向	0.0117
		C_{13} 工业废水排放量(万 t)	负向	0.0250
		C_{14} 单位 GDP 能耗(t 标准煤/万元)	负向	0.0162
		C_{15} 单位 GDP 工业废气排放量(标立方米/万元)	负向	0.0099
	生态保护	C_{21} 环境保护投入占 GDP 比重(%)	正向	0.0657
		C_{22} 工业固体废弃物综合利用率(%)	正向	0.0158
		C_{23} 城市污水处理率(%)	正向	0.0108
		C_{24} 生活垃圾无害化处理量(万 t)	正向	0.0698
		C_{25} 建成区绿化覆盖率(%)	正向	0.0432
	生态功能	C_{31} 年降水量(亿 m^3)	正向	0.1143
		C_{32} 人均公园绿地面积(m^2 /人)	正向	0.0283
		C_{33} 人均水资源量(m^3 /人)	正向	0.1619
		C_{34} 拥有卫生技术人员(人)	正向	0.0851
		C_{41} 人均 GDP(元/人)	正向	0.0591
	生态经济	C_{42} 第三产业比重(%)	正向	0.0445
		C_{43} 科技投资占财政支出比重(%)	正向	0.1060
		C_{44} 专利授权数(项)	正向	0.0719

2.2.2 评价方法 鉴于现有的生态安全评价研究成果,本文采用基于熵权法的综合评价模型对 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段的生态安全状况进行测度。在评价过程中,各评价指标的赋权方法影响评价效果。目前研究中使用频率较高的主要有两类评价方法:客观赋权法和主观赋权法,本文采用客观赋权法中的熵权法。该方法主要的优点在于有效避免主观因素影响,保证评价结果的科学性;熵权法的原理是利用各指标数据中包含的数据信息来确定其权重,保证指标权重的真实性与合理性。具体计算步骤如下:

(1) 数据标准化。由于各指标原始数据的量纲不同,无法直接进行比较计算,故本文采用极差法对其进行标准化处理。

$$X_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\}}{\max\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\} - \min\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\}} & \text{正向指标} \\ \frac{\max\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\} - x_{ij}}{\max\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\} - \min\{x_{1j}, \cdots, x_{mj}\}} & \text{负向指标} \end{cases}$$

(1)

式中: x_{ij} 为第 i 个评价对象的第 j 项指标的原始数据; m 为评价对象个数。

(2) 计算第 i 个评价对象的第 j 项指标的比重。

$$F_{ij} = f_{ij} / \sum_{i=1}^m f_{ij}$$

(2)

(3) 计算指标熵值。

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m F_{ij} \ln F_{ij}$$

(3)

(4) 计算熵值逆向化。

$$h_j = 1 - e_j$$

(4)

(5) 计算指标的权重。

$$w_j = \frac{h_j}{\sum_{j=1}^n h_j}$$

(5)

按照上述步骤,各评价指标的权重结果见表 1。
(6) 综合指数确定。根据上述构建评价指标的标准化数据以及熵权法求得的指标权重,根据综合线性加权法,求得安徽段 2010—2018 年生态安全水平综合指数。

$$E = \sum_{j=1}^n W_j f_{ij} \quad (6)$$

式中: E 为淮河生态经济带安徽段生态安全水平综合指数。

2.3 区域差异分解

本文采用 1997 年由相关学者提出的 Dagum 基尼系数分解法^[19-20]对 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平的区域差异进行分解。根据 Dagum 基尼系数分解法,总体基尼系数的计算公式如下:

$$G = \frac{1}{2n^2} \sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| \quad (7)$$

式中: y_{ji} , y_{hr} 分别为 j , h 分区内地级市的生态安全水平指数; \bar{y} 为安徽段内生态安全水平指数的平均值; n 为地级市个数; k 为安徽段分区数, 本文将安徽段分为淮河以北区域和淮河以南区域, 淮河以北包括淮北、蚌埠、亳州、宿州、阜阳 5 市, 淮河以南包括淮南、六安、滁州 3 市; n_j 为安徽段 j 分区域内的地级市数; G 为总体基尼系数; h 为 k 个安徽段分区的不同的分区, 且 $j=1, 2, \dots, k$; r 为分区内不同的地级市。Dagum 基尼系数分解法将总基尼系数 G 分解为区域内差异贡献 G_w , 区域间净值差异贡献 G_{nb} , 超变密度贡献 G_t , 四者满足以下关系:

$$G = G_w + G_{nb} + G_t \quad (8)$$

区域内差异贡献的计算公式为:

$$G_{jj} = \frac{1}{2n_j^2} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ji} - y_{jr}| \quad (9)$$

$$G_w = \sum_{j=1}^k G_{jj} p_j s_j \quad (10)$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2h=1}^k \sum_{j=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) D_{jh} \quad (11)$$

$$G_{jh} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / n_j n_h (\bar{y}_j + \bar{y}_h) \quad (12)$$

$$G_t = \sum_{j=2h=1}^k \sum_{j=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) (1 - D_{jh}) \quad (13)$$

$$D_{jh} = \frac{d_{jh} - p_{jh}}{d_{jh} + p_{jh}} \quad (14)$$

式中: $p_j = n_j / n$ 为 j 分区地级市(县)数与淮河生态经济带安徽段地级市总数的比值; $s_i = n_i \bar{y}_i / n \bar{y}$, $j=1, 2, \dots, k$; D_{jh} 为 j 分区和 h 分区间的生态安全相对影响。

将 d_{jh} 定义为分区域间的生态安全差值, 即 j 分区和 h 分区中满足 $y_{ji} - y_{hr} > 0$ 条件的所有样本值之和的数学期望; p_{jh} 定义为超变一矩阵, 表示 j, h 分区中所有 $y_{hr} - y_{ji} > 0$ 样本值之和的数学期望; F_j, F_h 分别为 j, h 分区的累积密度分布函数。

$$d_{jh} = \int_0^\infty dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \quad (15)$$

$$p_{jh} = \int_0^\infty dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \quad (16)$$

2.4 收敛性检验

收敛理论是新古典增长模型中基于资本边际报酬递减和规模报酬不变条件下得出的推论, 本义是指“有限的极限”。后引申至经济学中用于研究国家或地区间经济差距动态变化趋势, 根据 Barro 等^[21]研究, 收敛包括 σ 收敛和 β 收敛两种收敛情况。 σ 收敛指不同分区内生态安全水平差异的离散程度随着时间推移而逐渐降低。 β 收敛分为绝对收敛和条件收敛, 绝对收敛指的是不同分区内的生态安全水平随时间推移达到相同的水平; 条件收敛指的是不同分区内的生态安全水平随着时间推移向各自不同的相对稳定的水平趋近。根据本文的研究对象数量及范围有限, 本文对其进行 σ 收敛性检验。

检验 σ 收敛常用的方法是变异系数法^[22], 即通过计算指标数据的标准差与平均数的比值来衡量观测数值的差异化程度, 可以表示为:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N_j} (F_{ij} - \bar{F}_{ij})^2 / N_j}}{\bar{F}_{ij}} \quad (17)$$

式中: j 为各个分区; i 为分区内的地级市 ($i=1, 2, 3, \dots$); N_j 为各分区内的地级市个数; F_{ij} 为 j 分区生态安全水平指数; \bar{F}_{ij} 为 j 分区生态安全水平指数的平均值。

3 结果与分析

3.1 淮河生态经济带安徽段生态安全水平分析

基于熵权综合评价模型与生态安全评价指标体系, 测度淮河生态经济带安徽段生态安全综合指数(表 2), 并对淮河生态经济带安徽段生态安全状况进行空间分析(图 1)。研究区生态安全水平在空间上存在明显的差异, 呈现出东南高于西北的分布规律, 2010—2018 年安徽段生态安全综合指数呈逐年波动上升趋势, 其中 2010—2013 年六安市生态安全综合指数呈短暂下降趋势, 与安徽段整体生态安全水平的变化趋势不同。总的来说, 2010—2018 年, 淮河生态经济带安徽段生态安全水平显著提高。具体分析, 淮河生态经济带安徽段生态安全水平呈现以下特点: (1) 各市生态安全综合指数年均增长率差异较大, 其中年均增长率最大为淮南 11.3%, 最小为蚌埠 5.1%, 其余地市分别为淮北年均增长率 9.6%, 亳州 8.9%, 宿州 8.1%, 阜阳 11.1%, 滁州 7.1%, 六安 5.7%, 综合得出安徽段各地市生态安全水平发展速度存在区域差异。这表明淮河生态经济带安徽段生态安全协同发展水平有待提高。(2) 各地市生态安全水平综合指数差异明显。研究期初安徽段 8 市的生态安全综合指数分别为 0.168, 0.190, 0.219, 0.366, 0.226,

0.197,0.337,0.405,研究期末 8 市的生态安全水平显著提高,生态安全综合指数依次为 0.349,0.377,0.407,0.545,0.525,0.465,0.581,0.633。蚌埠、滁州、六安 3 市的生态安全水平一直处于较高水平,2010 年 3 市生态安全综合指数依次为 0.366,0.337,

0.405,到 2018 年末 3 市的生态安全综合指数已经达到了0.545,0.581,0.633。位居 8 市生态安全水平的前 3 位。(3) 以淮河为界分区的区域间生态安全水平变化趋势存在明显差异,淮河以南城市与淮河以北城市相比,生态安全呈更快更好的发展趋势。

表 2 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平综合指数

城市	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	平均值	年均增长率/%
淮北	0.168	0.192	0.227	0.258	0.259	0.253	0.300	0.323	0.349	0.259	9.6
亳州	0.190	0.190	0.222	0.217	0.247	0.274	0.327	0.337	0.377	0.265	8.9
宿州	0.219	0.211	0.232	0.247	0.302	0.315	0.389	0.365	0.407	0.299	8.1
蚌埠	0.366	0.393	0.389	0.406	0.430	0.468	0.513	0.511	0.545	0.447	5.1
阜阳	0.226	0.233	0.265	0.289	0.322	0.355	0.434	0.456	0.525	0.345	11.1
淮南	0.197	0.244	0.271	0.289	0.307	0.325	0.377	0.431	0.465	0.323	11.3
滁州	0.337	0.328	0.370	0.366	0.426	0.473	0.514	0.496	0.581	0.432	7.1
六安	0.405	0.341	0.381	0.385	0.464	0.534	0.600	0.561	0.633	0.478	5.7

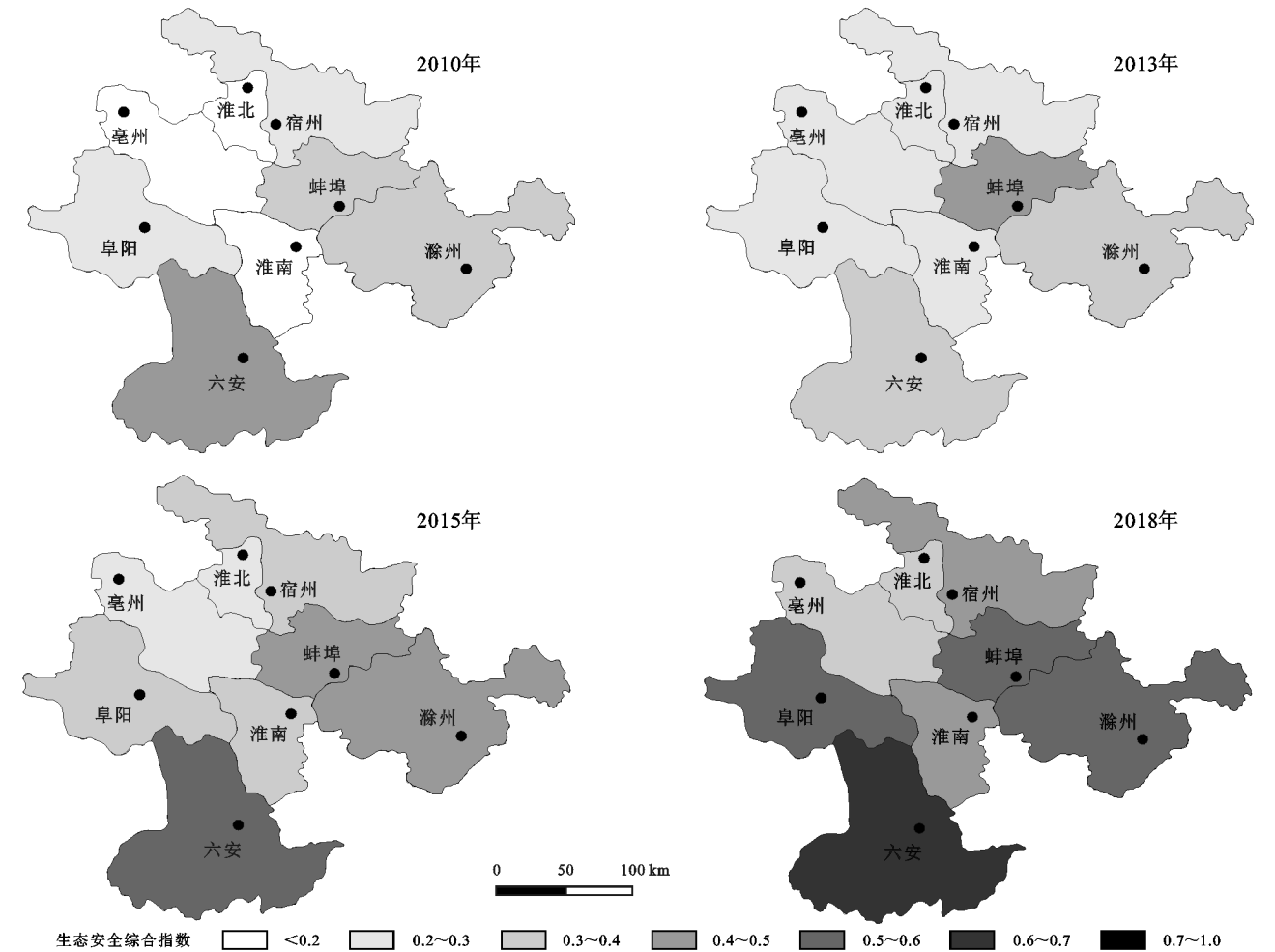


图 1 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平时空演变

3.2 淮河生态经济带生态安全区域差异及分解

本文运用 Dagum 基尼系数分解法对 2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平的总体差异,以及区域内差异、区域间差异进行分解,结果见图 2—4。

3.2.1 淮河生态经济带安徽段生态安全水平总体差异 结合图 2 可知,总体基尼系数(G)由 2010 年 0.059 降低到 2018 年 0.039,降幅为 33.8%。表明研究期内淮河生态经济带安徽段生态安全水平总体差异呈下降趋势。生态安全水平总体差异变化过程呈现显著的阶段

性,2010—2011 年期间总体差异显著降低,总体基尼系数由 2010 年 0.059 降低到 2011 年 0.033,降幅达 44.1%。2012—2014 年总体差异呈现出短暂上升趋势,总体基尼系数由 0.044 上涨为 0.047,涨幅达 6.4%。2015—2017 年总体基尼系数呈先下降后上升趋势,2015 年总体基尼系数为 0.040,2017 年总体基尼系数为 0.046,升幅达 15%。2018 年,总体基尼系数为 0.039,综合近 9 a 的总体基尼系数发现,淮河生态经济带安徽段的生态安全水平总体差异逐年缩小。

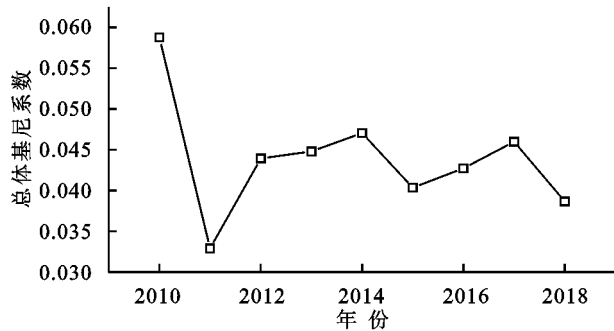


图2 生态安全水平的总体差异

3.2.2 安徽段内生态安全水平分区区内差异分析
由图3可知,悉淮河生态经济带安徽段淮河以北、淮河以南两个分区内的区域内差异特征。从区域内差异的变化趋势看,淮河以北区域内的内部差异总体呈波动下降趋势,从2010年的0.074降低至2018年的0.049,下降了33.78%。其中2014—2016年,区域内的生态安全水平差异出现了短暂的先上升后下降态势,3年的区域内基尼系数分别为0.055,0.061,0.054。淮河以南区域内部差异呈现出显著的阶段性变化特征,总体上呈逐年降低态势。2010年淮河以南区域内的基尼系数为0.074,2018年为0.033,降幅达55.41%。2010—2013年淮河以南区域内差异显著减小,降幅达58.5%,2014—2016年区域内差异出现逐年增加状态,表明此阶段内淮河以南区域内的生态安全水平差异逐年变大。2017—2018年,区域内差异呈现出显著下降趋势。总体淮河以北区域和淮河以南区域内的差异的变化呈逐年降低态势,这可能与淮河经济带安徽段各地级市的生态安全水平逐年上升有关。各市的生态安全水平随着区域生态文明建设的不断推进而不断上升,区域内的差异因此减小。

3.2.3 安徽段内生态安全水平的分区间差异分析
由图4可知,淮河以北、淮河以南区域间差异。从区域差异的变化趋势来看,两区域间差异随时间变化呈现波动下降态势,降幅达33%。具体来看,两区域间差异的变化存在阶段性特征。2010—2013年处于下降态势,年均下降率为8.25%。2013—2017年呈现出“倒U”型变化趋势。2013—2015年涨幅为25.36%,2015—2017年

降幅为26.38%,2018年,区域间差异基尼系数为0.138,以2017年为基期涨幅为8.7%。综上所述,可知淮河生态经济带安徽段以淮河为界划分的淮河以南、淮河以北区域间的生态安全水平差异逐年减小,这表明区域协调发展正在稳步推进中,区域间差异虽然存在,但已经在减小,需要各区域积极实施有利于生态安全发展的措施,加快实现区域协同发展。

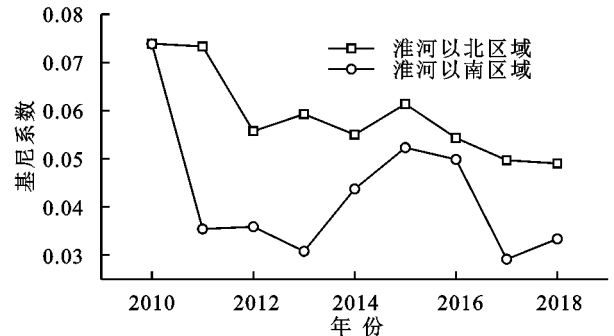


图3 生态安全水平的区域内差异



图4 生态安全水平区域间差异

3.2.4 淮河经济带安徽段生态安全状态差异的来源分析
结合表4具体计算数据可得,淮河生态经济带安徽段生态安全水平区域差异来源于区内差异和区间差异。研究期内区域内差异、区域间差异、超变密度差异的年平均贡献率分别为48.7%,46.1%,5.18%,表明了区域总体差异主要来源于区域内差异和区域间差异。其中,区域内差异贡献率呈现出波动变化趋势,总体变化较小,降幅为1.13%。说明淮河以北、淮河以南区域内生态安全水平差异明显,地区生态安全发展不平衡。区域间差异贡献率在研究期内除2011年为9.4%外,其余8a的贡献率均在40%~60%,整体上呈波动上升趋势,涨幅为4.5%;超变密度贡献率在2%~10%,总体呈波动下降趋势,降幅为25%。

3.3 淮河生态经济带生态安全状况收敛性分析

由图5A可知,淮河以北区域的收敛系数由2010年0.143,降低至2018年的0.120,降幅为16.1%,表明淮河以北区域的生态安全水平存在 σ 收敛特征,这与前文分析淮河以北区域的生态安全水平区域差异逐年缩小的结果一致。由图5B可知,淮河以南区域

的收敛系数由 2010 年 0.155,降低至 2018 年 0.094,降幅达 39.35%,表明淮河以南区域生态安全水平存在 σ 收敛特征,研究期内淮河以南区域的生态安全区域差异随时间推移而不断减小。从两分区的变异系数的变化趋势来看,首先淮河以北区域的收敛系数随时间变化幅度小,呈现出较为平稳的变化,说明淮河

以北区域的生态安全水平差异是缓慢缩小。反观淮河以南区域变异系数在研究期内的变化趋势呈现出大幅度波动现象,具有显著的阶段性变化特征。2010—2013 年, σ 收敛系数呈现出大幅度的降低,降幅达 54.84%。2014—2016 年, σ 收敛系数则呈现较大幅度上涨趋势,涨幅为 22.64%,总体上差异随时间减小。

表 4 淮河生态经济带安徽段生态安全水平区域差异分解

年份	区内贡献 (G_w)	贡献率/%	区间贡献 (G_{nb})	贡献率/%	超变密度 贡献(G_t)	贡献率/%
2010	0.026	44.1	0.029	49.1	0.004	6.8
2011	0.026	81.2	0.003	9.4	0.003	9.4
2012	0.020	45.5	0.022	50.0	0.002	4.5
2013	0.021	47.7	0.021	47.7	0.002	4.6
2014	0.019	40.4	0.026	55.3	0.002	4.3
2015	0.021	52.5	0.017	42.5	0.002	5.0
2016	0.019	44.2	0.022	51.1	0.002	4.7
2017	0.018	39.1	0.027	58.7	0.001	2.2
2018	0.017	43.6	0.020	51.3	0.002	5.1
均值	0.021	48.7	0.021	46.1	0.002	5.2

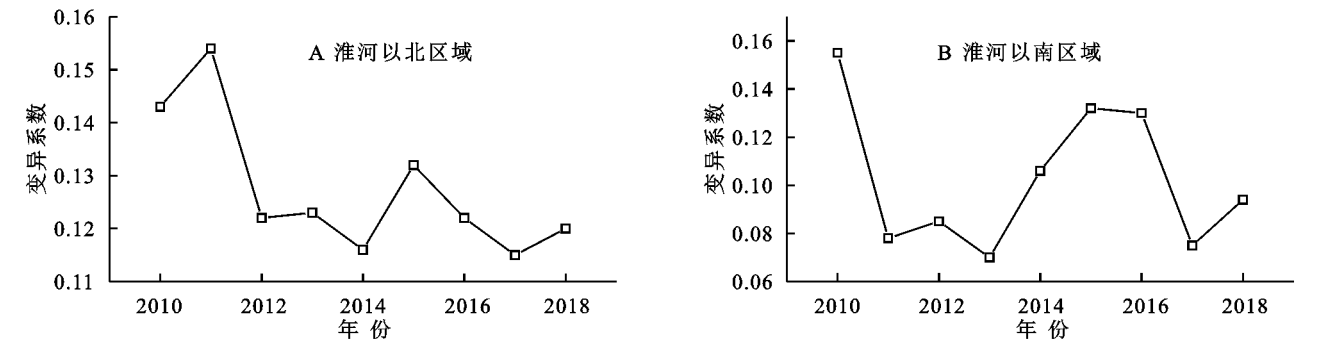


图 5 淮河生态经济带安徽段生态安全水平的 σ 收敛演变趋势

4 结论与政策建议

4.1 结论

(1) 从生态安全水平的变化趋势来看,研究期内,淮河生态经济带安徽段生态安全水平逐年提升,淮河以南区域水平较淮河以北区域水平高。综合指数淮河以南区域分别为 0.323,0.432,0.478,淮河以北区域分别为 0.259,0.265,0.299,0.447,0.345。淮河以南区域生态安全水平年均增长速度高于淮河以北区域。总之,淮河生态经济带安徽段生态安全水平整体呈现出逐渐提升的态势,但生态安全水平偏低,区域生态安全问题仍亟需重视和解决。

(2) 从地区差异来源看,研究期内,淮河生态经济带安徽段区域总体差异呈现出逐年缩小趋势。总体基尼系数由 2010 年 0.059 降低到 2018 年 0.039;淮河以北区域与淮河以南区域的区域间差异与区域内差异均是区域差异的来源,二者对总体差异的贡献大小大致相同,对总体区域差异的贡献率除特殊情况

外均在 40%以上,表明淮河生态经济带安徽段的生态安全水平发展较不平衡,以淮河为界划分的区域间差异明显,且区域内各地级市间的生态安全水平发展也处于不平衡状态。

(3) 从发展的 σ 收敛性分析,随着经济带的生态文明建设,淮河生态经济带安徽段生态安全水平发展不平衡的问题得到了一定程度改善,各地区间的差异随时间推移逐渐缩小,存在 σ 收敛特征。

4.2 政策建议

首先,重视区域生态安全水平较低问题。研究表明:2010—2018 年淮河生态经济带安徽段生态安全水平平均值为 0.259~0.478,即生态环境与经济发展不协调问题突出。为此,从安徽段层面看,要重点加强环境污染综合治理,建设沿淮生态屏障,推进水资源保护及利用。从区域层面看,发挥滁州、六安、蚌埠等生态安全水平较高城市的辐射、引导与带动作用,加大低水平区域的生态环境保护力度,重点提升区域经济发展与生态环境的协调程度,实现区域内协同发

展目标,从而在整体上提高安徽段生态安全水平。

其次,重视生态安全区域差异问题。研究发现,淮河以北、淮河以南区域生态安全差异明显,区内差异对区域差异的年均贡献率达到 48.7%,为此,亟需缩小区域内生态安全差距。重点缩小淮河以北区域城市间经济发展差距,构建协调发展的城镇格局,提升中心城市功能品质、发展中小城市和小城镇、积极推进以县城为重要载体的新型城镇化建设。支持蚌埠、阜阳建设淮河生态经济带区域中心城市。加快建设阜阳区域重点城市,成为带动皖北、支撑中原城市群发展的重要增长极。淮北、宿州是典型的煤矿型城市,应加快城市产业转型升级。

最后,淮河以南、淮河以北区域应采取不同的发展策略。由于各区域自然资源、环境压力、经济发展等因素的异质性,且研究发现区域间生态安全水平差异明显,收敛情况不尽相同,为此需制定因地制宜的生态环境保护措施。淮河以北区域如蚌埠,借助已有的经济发展优势、区位优势和技术经验,加大经济与生态环境的协调发展,积极打造现代产业体系,发展低碳产业。淮河以南区域的淮南应加快煤炭资源型城市的转型,努力发展绿色高新技术产业。六安、滁州生态环境良好,应在继续保持生态环境优势的同时,培育战略性新兴产业、提升传统优势产业、大力发展现代农业实现区域经济高质量发展。

本研究存在的不足之处,首先,研究区域范围较小,仅研究了淮河生态经济带安徽段区域的生态安全水平以及安徽段区域差异,后期将扩大研究范围,将整个淮河生态经济带纳入研究范围。其次,评价指标体系构建方面,将依据不同区域发展现状进行丰富完善。在评价方法方面本文采用较为成熟的熵值法,后期研究可以采用其他评价方法测度区域生态安全水平,进而科学准确追溯区域生态安全差异源头,提出具有针对性的缩小区域生态安全差异的建议,从而促进淮河生态经济带的生态安全协同发展,实现经济带高质量可持续发展。

参考文献:

[1] 金贵,吴锋,李兆华,等.快速城镇化地区土地利用及生态效率测算与分析[J].生态学报,2017,37(23):8048-8057.

[2] 杨雪获,白永平,车磊,等.甘肃省生态安全时空演变特征及影响因素解析[J].生态学报,2020,40(14):4785-4793.

[3] Islam M S, Ahmed M K, Mamun M H A, et al. Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh[J]. Science of the Total Environment,2014,512/513:94-102.

[4] Irish O. Identifying ecological hotspots in the United States and Norway: Turning ecosystem-based manage-

ment into practice[J]. Marine Policy,2018,98:65-76.

[5] Yin Z, Dekker S C, Rietkerk M, et al. Network based early warning indicators of vegetation changes in a land-atmosphere model[J]. Ecological Complexity, 2016,26: 68-78.

[6] Nixdorf E, Chen M, Lin H, et al. Monitoring and modeling of water ecologic security in large river-lake systems[J]. Journal of Hydrology,2020,519(12).DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125576.

[7] 张云兰.人类命运共同体背景下西南喀斯特地区生态安全评价[J].安全与环境学报,2019,19(6):2226-2234.

[8] 熊建华,唐将伟.基于情景分析法的城市土地生态安全预警研究:以深圳为例[J].安全与环境学报,2018,18(3):1215-1219.

[9] 鲍超,邹建军.基于人水关系的京津冀城市群水资源安全格局评价[J].生态学报,2018,38(12):4180-4191.

[10] 赵文力,刘湘辉,鲍丙飞,等.长株潭城市群县域生态安全评估研究[J].经济地理,2019,39(8):200-206.

[11] 刘婷婷,孔越,吴叶,等.基于熵权模糊物元模型的我国省域森林生态安全研究[J].生态学报,2017,37(15): 4946-4955.

[12] 杨嘉怡,曾旗.基于组合模型的煤炭城市生态安全预警研究:以焦作市为例[J].地域研究与开发,2018,37(3): 113-119.

[13] 魏黎灵,李岚彬,林月,等.基于生态足迹法的闽三角城市群生态安全评价[J].生态学报,2018,38(12):4317-4326.

[14] 杨晓俊,方传珊,侯叶子.基于生态足迹的西安城市生态游憩空间优化研究[J].地理研究,2018,37(2):281-291.

[15] 雷勋平, Robin Q, 刘勇.基于熵权 TOPSIS 模型的区域土地利用绩效评价及障碍因子诊断[J].农业工程学报,2016,32(13):243-253.

[16] 王千,金晓斌,周寅康.河北省耕地生态安全及空间聚集格局[J].农业工程学报,2011,27(8):338-344.

[17] 严超,张安明,石仁蓉,等.重庆市黔江区土地生态安全评价及时空变化分析[J].水土保持通报,2016,36(4): 262-268.

[18] 张利国,王占岐,柴季,等.湖北省耕地多功能地区差异及综合分区研究[J].地域研究与开发,2019,38(5): 125-130.

[19] Dagum C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. Empirical Economics, 1997,22(4):515-531.

[20] 邓宗兵,何若帆,陈征,等.中国八大综合经济区生态文明发展的区域差异及收敛性研究[J].数量经济技术经济研究,2020,37(6):3-25.

[21] Barro R J, Sala-I-Martin X. Convergence across states and regions[J].Brooking Papers on E-conomic Activity, 1991,22(1):107-182.

[22] 刘兴凯,张诚.中国服务业全要素生产率增长及其收敛分析[J].数量经济技术经济研究,2010,27(3):55-67,95.