

江苏省城镇化和生态环境的时空格局与协调发展研究

邢璐平^{1,2}, 方 斌^{1,2}

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)

(2. 南京师范大学新型城镇化与土地问题研究中心, 江苏 南京 210023)

[摘要] 通过构建城镇化和生态环境测度体系, 运用标准差椭圆模型和耦合协调度模型对江苏省 2005—2015 年城镇化和生态环境的时空格局变化及其协调发展关系进行了实证分析. 研究表明: (1) 2005—2015 年江苏省城镇化发展主方向由西北—东南方向变为东北—西南方向, 标准差椭圆有明显的顺时针旋转趋势, 说明相比于苏北地区, 苏南地区的城镇化水平的拉动作用较强, 发展速度较快; (2) 生态环境的发展趋势比较稳定, 生态环境发展方向为西北—东南方向, 呈现顺时针方向旋转的趋势, 说明苏南地区加大了对生态环境建设的重视, 其生态环境的发展形势略好于苏北地区; (3) 苏北地区的城镇化与生态环境耦合协调程度有所下降, 苏中地区基本稳定不变, 苏南地区有所上升.

[关键词] 城镇化, 生态环境, 标准差椭圆, 耦合协调

[中图分类号] F299.21 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2018)03-0131-07

Spatial-Temporal Pattern and Coordinated Development of Urbanization and Ecological Environment in Jiangsu Province

Xing Luping^{1,2}, Fang Bin^{1,2}

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

(2. New-Type Urbanization and Rural Land Issues Research Center, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Through the construction of urbanization and ecological environment evaluation system, deviation ellipse model and the coupling coordination model for empirical analysis, this paper explores urbanization, ecological environment and the coordinated development of the relationship between temporal and spatial change from 2005 to 2015 in Jiangsu Province. The results show that: (1) urbanization development direction from northwest-southeast changed to northeast-southwest, clockwise rotation of standard deviation ellipse has obvious trend. This shows that the urbanization level of southern Jiangsu area is stronger than that of northern Jiangsu area, and its development speed is faster. (2) The development trend of ecological environment is relatively stable, the direction of ecological environment development is northwest-southeast. It shows that southern Jiangsu has paid more attention to the construction of ecological environment, and its ecological environment is slightly better than that of northern Jiangsu. (3) The degree of coordination between urbanization and eco-environment in northern Jiangsu area has declined, and the central region of Jiangsu was basically stable, southern Jiangsu area has risen.

Key words: urbanization, ecological environment, standard deviation ellipse, coupling coordination

城镇化水平是表征一个国家经济发展程度的指标之一, 近年来, 中国的城镇化仍处快速发展阶段, 快速发展的城镇化必然会引发一系列的生态环境问题, 目前国内学者在城镇化方面的研究成果丰硕, 但研究内容主要集中在人口城镇化与土地利用^[1-3]、城镇化与经济发展^[4-6]等的相互作用关系, 而忽略了城镇化与生态环境之间的互动关系. 从城镇化与生态环境的关系来看, 一方面, 城镇化的发展需要生态环境要素的支撑, 生态环境的保护和改善则以较高的城镇化水平为保障; 另一方面, 城镇化的发展给生态环境带来巨大压力, 而生态环境的恶化也会抑制城镇化的进程, 可见探究两者之间的协调发展规律至关重要.

收稿日期: 2018-05-07.

基金项目: 国家自然科学基金(41271189, 41671174)、江苏省高校优势学科建设工程资助项目(164320H101).

通讯联系人: 方斌, 教授, 研究方向: 土地资源管理. E-mail: wenyanfang731@163.com

目前,国内大多数研究的着眼点主要集中在二者协调关系的等级划分上.例如,方创琳等对特大城市群地区的城镇化与生态环境的耦合效应研究的理论框架及技术路径进行了梳理^[7];崔木花基于耦合协调度模型以中原城市群 9 市为例,评价了其城镇化和生态环境的相互影响程度并进行了类型的划分^[8];张引等以重庆市为研究对象,构建了城镇化质量与生态环境承载力的耦合协调模型,并对重庆市的城镇化质量和生态环境承载力耦合阶段及水平进行了评价和分类^[9].综上所述,国内学者对二者协调关系的研究大多集中在城市群、省级以上区域,少数致力于市级区域,极少学者关注省级内部二者耦合协调关系的空间差异研究,且从目前的研究来看,定性研究多,定量研究少.

江苏省按照地理位置和社会经济发展差异,可划分为苏南(苏州、无锡、常州、镇江、南京)、苏中(南通、扬州、泰州)、苏北(宿迁、淮安、盐城、连云港、徐州)三大区域.2015 年,全省实现地区生产总值 70 116.38 亿元,占全国的 10.4%,13 个地级市全部进入全国百强,城镇化率高达 66.5%.其城镇化水平具有典型的地域特征,城镇化与生态环境的时空格局演变规律以及两者间的协调程度直接关系到地区的可持续发展甚至国家的经济与生态环境建设.因此,本文选取江苏省 13 个地级市为研究单元,从人口城镇化、经济城镇化和空间城镇化 3 个方面构建城镇化测度体系,并从生态环境状态、生态环境压力和生态环境保护 3 个方面构建生态环境测度体系,从而探寻两系统间的耦合协调性关系,多角度揭示城镇化发展与生态环境建设的互动规律,运用标准差椭圆模型进行两者空间变化规律的定量研究,以期为江苏省城镇化与生态环境的融合发展提供理论支撑,为其他省市的研究提供经验借鉴.

1 指标体系构建与测度

1.1 指标体系构建

为建立科学合理的城镇化和生态环境测度体系,本文借鉴现有文献中城镇化^[10-14]测度的指标,结合江苏省的社会经济和自然环境实际状况,并遵循系统性、科学性、层次性和可操作性原则,构建城镇化和生态环境的测度体系.

城镇化是“人口—经济—空间”三位一体的发展过程,其中,人是行为主体,经济是驱动力,空间是载体^[10].因此,文中从人口城镇化、经济城镇化和空间城镇化 3 个方面出发,合理选取本研究的 13 个城镇化水平测度指标构建城镇化水平测度体系.人口城镇化指的是人口向城市地区集中或农业人口变为非农业人口的过程,经济城镇化为农业活动向非农业活动转换和城市经济转型提升的过程,而空间城镇化为农业用地向非农用地、农村景观向城市景观转变,城市密度增加和城市地域范围扩展的过程,有别于土地城镇化,空间城镇化更强调城镇化的生态性.其中,人口城镇化选取城镇人口比重、第二产业从业比重、第三产业从业比重、万人在校大学生数来表征;经济城镇化选取人均 GDP、第二产业产值比重、第三产业产值比重、城镇居民可支配收入、社会消费品零售总额来表征;而空间城镇化则通过人均公园绿地面积、人均城市道路面积、建成区面积、建成区绿化覆盖率来表征,具体指标如表 1 所示.

表 1 城镇化水平测度指标
Table 1 The measure index of urbanization level

目标层	准则层	指标层	单位	权重
城镇化水平测度体系	人口城镇化	城镇人口比重	%	0.076
		第二产业从业比重	%	0.114
		第三产业从业比重	%	0.057
		万人在校大学生数	人/万人	0.186
	经济城镇化	人均 GDP	元/人	0.056
		第二产业产值比重	%	0.035
		第三产业产值比重	%	0.051
		城镇居民可支配收入	元/人	0.065
		社会消费品零售总额	亿元	0.106
	空间城镇化	人均公园绿地面积	m ² /人	0.034
		人均城市道路面积	m ² /人	0.059
		建成区面积	km ²	0.122
		建成区绿化覆盖率	%	0.039

生态环境测度体系则借鉴中科院可持续发展研究组的成果^[15]以及现有参考文献[16-19],从生态环境状态、生态环境压力和生态环境保护3个方面选取了13个测度指标进行构建.生态环境状态选取人均公共绿地面积、园林绿地面积、建成区绿化覆盖面积和环卫机械来表征;生态环境压力选用工业废水排放量、工业二氧化硫排放量、工业氮氧化物排放量和工业烟尘排放量来表征;生态环境保护用污水处理率、生活垃圾清运量、垃圾年处理量、无害化处理厂日处理能力和“三废”综合利用产品产值来表征,具体指标如表2所示.

表2 生态环境测度指标

Table 2 The measure index of ecological environment

目标层	准则层	指标层	单位	权重
生态环境测度体系	生态环境状态	人均公共绿地面积	m ²	0.081
		园林绿地面积	hm ²	0.030
		建成区绿化覆盖面积	hm ²	0.032
		环卫机械	辆	0.135
	生态环境压力	工业废水排放量	t	0.075
		工业二氧化硫排放量	t	0.063
		工业氮氧化物排放量	t	0.070
		工业烟尘排放量	万 t	0.032
		污水处理率	%	0.269
	生态环境保护	生活垃圾清运量	万 t	0.041
		垃圾年处理量	万 t	0.032
		无害化处理厂日处理能力	t	0.062
		“三废”综合利用产品产值	元	0.079

1.2 指标测度模型

1.2.1 城镇化水平和生态环境测度模型

对原始数据的标准化处理和指标权重确定后,根据线性加权法分别构建江苏省城镇化水平测度模型和生态环境测度模型^[20],得到江苏省13个地级市的城镇化水平值和生态环境水平值,计算公式为:

$$G_i = \sum_{i=1}^n X_i K_i, \quad (1)$$

$$G_i = \sum_{i=1}^n G_i, \quad i=1,2,3, \quad (2)$$

$$H_i = \sum_{i=1}^n Y_i N_i, \quad (3)$$

$$H_i = \sum_{i=1}^n H_i, \quad i=1,2,3, \quad (4)$$

式中, G_i 为人口城镇化、经济城镇化、空间城镇化水平值, H_i 为生态环境状态、生态环境压力和生态环境保护水平值, G_i 为综合城镇化水平值, H_i 为生态环境水平值, X_i 、 Y_i 为第*i*项原始指标的标准化值, K_i 、 N_i 为第*i*项指标权重.

1.2.2 标准差椭圆模型

标准差椭圆能够精确地揭示研究对象的空间分布的多面性,最早由Lefever在1926年提出,用于揭示地理要素空间分布特征,已在社会学、人口学、犯罪学、地质学、生态学等领域得到广泛应用^[21].标准差椭圆的构成要素包括中心点(重心)、长半轴、短半轴、方位角^[22].其中,标准差椭圆的重心表示区域要素空间分布的相对位置,长轴方向表征离散点集的主要分布方向,短轴方向为离散点集的次要分布方向,椭圆长轴长度表征要素空间分布在主要方向上偏移重心的程度,短轴长度则代表其在次要方向上偏离重心的程度,长、短轴的比值可以体现要素空间分布的形态^[23].因此,可以运用ArcGIS软件中的方向性分布分析工具绘制标准差椭圆来分析城镇化水平和生态环境状况的时空格局演化情况,其具体计算公式如下:

$$X_m = \sum_i^n M_i \times X_i, \quad (5)$$

$$Y_n = \sum_i^n M_i \times Y_i, \quad (6)$$

式中, X_m 、 Y_n 分别表示研究区2005年、2010年及2015年江苏省城镇化水平和生态环境状况分布的重心的横、纵坐标, M_i 为2005年、2010年及2015年第*i*块研究单元的面积, X_i 、 Y_i 为第*i*块图斑的重心的横、纵坐标.

重心迁移距离公式如下:

$$d = \sqrt{(X_b - X_a)^2 + (Y_b - Y_a)^2}, \quad (7)$$

式中, d 表示城镇化水平及生态环境状况重心迁移的距离; (X_a, Y_a) 、 (X_b, Y_b) 为不同研究时期城镇化水平及生态环境状况重心的地理坐标.

重心迁移角度计算公式如下:

$$\theta = \begin{cases} \arctan\left(\frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a}\right), & \frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a} \geq 0, \\ -\arctan\left(\frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a}\right), & \frac{Y_b - Y_a}{X_b - X_a} \leq 0, \end{cases} \quad (8)$$

式中, θ 表示城镇化水平及生态环境状况重心迁移的角度参数; 其他符号的含义同式(7).

1.2.3 耦合协调模型

耦合是物理学中的一个基本概念, 用来描述两个或两个以上系统通过自身和外界的各种作用相互影响的现象^[24]. 本文从城镇化和生态环境两个子系统之间的耦合关系出发, 构建耦合模型, 具体公式如下:

$$C_m = \{(U_1 \times U_2 \times \cdots \times U_m) / \prod(U_i + U_j)\} / m, \quad j \leq m, \quad (9)$$

式中, $C_m \in [0, 1]$ 为耦合度值, U_1, U_2, \cdots, U_m 代表不同的子系统, m 为子系统的个数.

耦合度只能反映二者间的相关程度, 难以体现其综合交互作用水平, 因此须在研究耦合的基础上测算其协调程度, 协调是系统之间或者系统组成要素之间良性的相互关系与彼此的和谐一致^[25-26]. 为研究不同维度的城镇化和生态环境之间的协调程度引入耦合协调度模型, 具体计算公式如下:

$$D = (C \times T)^{1/2}, \quad (10)$$

$$T = a \times N_1 + b \times N_2, \quad (11)$$

式中, D 为耦合协调度, C 为耦合度, T 为城镇化水平的综合评价指数, 反映两者(三者)的整体效益或水平, N_1 为城镇化的时间函数, N_2 为生态环境的时间函数, a, b 为待定参数. 当计算两者之间的耦合协调度时, 为保持 C, T 的数量级相同, 令 $a = b = 1/2$. 为了辨别各个阶段的发展特征, 借鉴已有研究成果^[10-13], 将耦合协调度划分为低度耦合协调阶段($0 \leq D \leq 0.4$), 中度耦合协调阶段($0.4 < D \leq 0.5$), 高度耦合协调阶段($0.5 < D \leq 0.8$)和极度耦合协调阶段($0.8 < D \leq 1$)共 4 个阶段.

1.3 数据来源与处理

研究中的数据均来源于 2016 年《江苏省统计年鉴》以及各城市统计年鉴. 为了消除量纲的影响, 采用极差法进行标准化处理. 为有效克服指标变量间信息重叠和人为确定权重的主观性, 本研究采用熵值法确定指标权重. 熵是系统无序程度的度量, 值越小表征某项指标值变异程度越大, 该指标提供的信息量越大, 其权重越大, 主要步骤见参考文献[26-28].

2 实证分析

本文运用 ArcGIS10.2 空间分析工具结合式(5)~(8), 得到江苏省 2005—2015 年城镇化和生态环境标准差椭圆的空间分布图(图 1)及参数变化表(表 3), 探寻时空格局演变规律.

2.1 时空格局变化分析

2.1.1 城镇化时空格局变化分析

2005 年和 2010 年江苏省城镇化的重心均在苏中地区的扬州市, 变化不大, 但 2015 年重心迁移至镇江市, 重心迁移了 57.61 km, 迁移方向为东南方向, 说明江苏省的城镇化进程明显加快且趋向苏南方向发展. 2005—2010 年长短轴之比呈现减少变化趋势, 说明西北—东南方向呈收缩趋势, 东北—西南方向呈扩张趋势且扩张趋势强于收缩趋势, 区域之间的差距有逐渐增加的趋势. 2005—2010 年方位角转动趋势不明显, 2010—2015 年方位角转动趋势为顺时针方向旋转且转动幅度较大, 长轴方向由西北—东南方向转变为东北—西南方向, 说明 2010—2015 年间, 相比于苏北地区, 苏南地区的城镇化水平的拉动作用较强, 发展速度较快, 苏南地区与苏北地区的城镇化水平差距明显拉大.

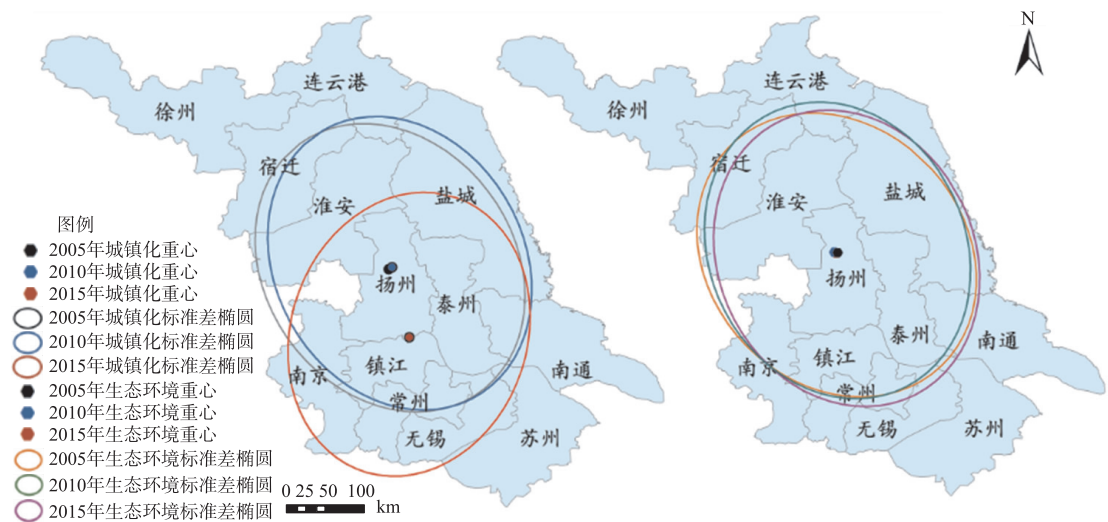


图1 江苏省城镇化与生态环境时空格局演变

Fig.1 Spatial-temporal pattern evolution of urbanization and ecological environment in Jiangsu Province

表3 城镇化和生态环境的标准差椭圆参数变化

Table 3 Variation of standard deviation ellipse parameter of urbanization and ecological environment

标准差椭圆	重心位置	迁移方向	迁移距离/km	长短轴之比	方位角/°	标准差椭圆	重心位置	迁移方向	迁移距离/km	长短轴之比	方位角/°
2005 年城镇化	119.45E 32.87N	—	—	1.41	141.57	2005 年生态环境	119.47E 32.96N	—	—	1.28	149.54
2010 年城镇化	119.48E 32.89N	东北	8.57	1.39	147.43	2010 年生态环境	119.43E 32.98N	西北	9.52	1.26	147.18
2015 年城镇化	119.63E 32.27N	东南	57.61	1.38	26.31	2015 年生态环境	119.45E 32.97N	东南	8.89	1.24	143.25

2.1.2 生态环境时空格局变化分析

2005—2015 年江苏省的生态环境重心均在扬州市,重心位置在 119.43E 32.97N 左右变化,全省呈现较为均衡的发展,重心迁移方向由西北方向转为东南方向,重心迁移距离不超过 10 km,波动较小,说明其生态环境的变化比较稳定。但标准差椭圆的长短轴之比略有下降,且长轴方向均为西北—东南方向,说明西北—东南方向呈现持续收缩趋势,而东北—西南方向有持续扩张趋势,其方位角由 149.54°逐渐变化到 143.25°,呈现顺时针方向旋转的趋势,说明苏南地区加大了对生态环境建设的重视,其生态环境的发展形势略好于苏北地区,可见苏南地区的经济建设成效显著,有效带动了当地的生态环境的建设,并使其融入了苏南地区的经济建设当中来。

2.2 耦合协调度分析

江苏省城镇化水平和生态环境的耦合协调度由式(9)~(11)计算后,根据耦合协调度阶段类型进行划分,运用 ArcGIS10.2 软件进行空间分布图绘制,见图 2,从而探寻其时空分异规律。

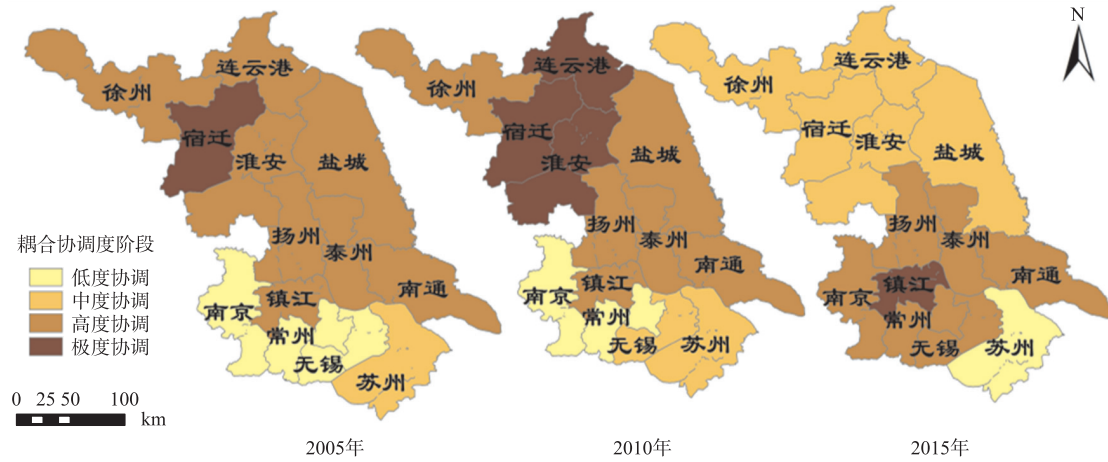


图2 江苏省城镇化与生态环境耦合协调度空间分布

Fig.2 The coupling coordination degree spatial map of urbanization and ecological environment in Jiangsu Province

2.2.1 耦合协调度时间变化分析

2005—2010年两者之间的耦合协调度的范围由0.123~0.804整体上调为0.220~0.815,苏北的连云港和淮安由高度协调上升为极度协调,苏中保持稳定不变,苏南的无锡由低度协调上升为中度协调,整体保持良好的发展趋势。这期间,一方面由于江苏省的城镇化进程不断加快,经济的迅速发展吸引了大量人才涌入,使得经济城镇化水平和人口城镇化水平迅速提高;另一方面,政府加大了对生态环境的保护力度使得生态保护建设取得一定成效,加强了对工业企业的监察力度,降低了生态环境压力,同时人们的环保意识不断增强。因此,城镇化和生态环境均趋向良好发展,两者的协调程度也随之有所改善。而2010—2015年苏北地区快速发展的经济制约了生态环境的建设,城镇化的发展超出了生态环境承载能力,使得两者的耦合协调度整体呈现下降趋势,处于中度协调阶段,苏中依然保持不变,苏南地区除苏州下降到低度协调状态外,其余均有所上升,其中,镇江处于极度协调的良好状态,南京、无锡和常州均上升为高度协调状态,可见苏南地区较好地协调了城镇化与生态环境之间的关系。

2.2.2 耦合协调度空间变化分析

2005年江苏省城镇化与生态环境的耦合协调度大致呈现苏北>苏中>苏南的空间分布特征,苏北处于高度和极度协调阶段,且耦合协调度均在0.613以上,苏中处于高度协调阶段,且一般集中于0.600左右,而苏南处于中低度协调阶段,甚至有少数地级市的耦合协调度在0.200以下。这主要是因为苏南地区人口较为密集,经济发展领先于苏中和苏北地区,有一定差距的城镇化水平与全省几近的生态环境状况相比造成了“高城镇化、低生态环境”和“低城镇化、低生态环境”两种局面,因此,苏北地区两者的耦合协调程度较高。而2010年苏中和苏南地区两者之间的耦合协调度依然低于苏北地区,因此,整体仍然呈现苏北>苏中>苏南的空间分布特征。2015年苏北地区快速发展的城镇化水平打破了其与生态环境之间的平衡,使得整体下降为中度协调阶段,耦合协调度一般集中在0.460左右,但苏南地区大部分城市重视起生态环境建设,使不断改善的生态环境与较高的城镇化水平相匹配,因此两者的耦合协调度有大幅上升,例如镇江的耦合协调度达到了0.873,已达到了极度协调阶段。此外,值得注意的是苏南地区的苏州自建立工业园区以来,经济迅速发展,2015年,苏州工业园区全年共实现地区生产总值2070亿元,经济城镇化步伐的加快有效带动了其人口城镇化和空间城镇化的发展,从而使其综合城镇化质量不断提高,与此同时城镇化与生态环境之间的矛盾也逐渐升级,因此,两者之间的耦合协调度有所下降。

3 结语

本文通过构建城镇化水平和生态环境测度模型、标准差椭圆模型及耦合协调度模型,运用ArcGIS和GeoDA软件对数据进行处理分析,探寻其时空格局演化规律和耦合协调关系,得到以下主要结论:

(1)2005—2010年江苏省的城镇化水平呈现较为均衡的发展,城镇化发展的重心在扬州市,城镇化发展主方向为西北—东南方向;2010—2015年江苏省城镇化的重心向东南方向迁移了57.61 km,标准差椭圆有明显的顺时针旋转趋势,城镇化发展主方向变为东北—西南方向,苏南地区的城镇化发展速度明显快于苏北地区。

(2)2005—2015年生态环境的发展趋势比较稳定,生态环境发展的重心均在扬州市,生态环境发展方向均为西北—东南方向,标准差椭圆略有顺时针方向旋转的趋势,苏南地区的生态环境发展状况略好于苏北地区。

(3)2005—2015年,苏北地区的城镇化与生态环境耦合协调程度有所下降,苏中地区基本稳定不变,苏南地区有所上升。这与苏北地区提高城镇化水平而忽略了生态环境建设,而苏南地区不断加强生态环境建设密切相关。因此,应避免快速发展的城镇化对生态环境造成破坏,此外可以通过经济增长有效拉动生态环境建设投入,制定准确有效的生态环境保护政策,加大生态环境监管力度,使生态环境功能匹配城镇化发展的需求的同时得到改善。

[参考文献]

- [1] 刘欢,邓宏兵,李小帆. 长江经济带人口城镇化与土地城镇化协调发展时空差异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016,26(5):160-166.

- [2] 韩翰,王士君,王永超. 城镇化与土地资源利用的协调度及优化配置研究:以辽宁沿海经济带为例[J]. 资源与环境, 2016,32(10):1166-1171.
- [3] 张文忠,王传胜,吕昕,等. 珠江三角洲土地利用变化与工业化和城镇化的耦合关系[J]. 地理学报,2003,58(5):677-685.
- [4] 曹文莉,张小林,潘义勇,等. 发达地区人口、土地与经济城镇化协调发展度研究[J]. 中国人口·资源与环境,2012,22(2):141-146.
- [5] 陈雁云,朱丽萌,习明明. 产业集群和城市群的耦合与经济增长的关系[J]. 经济地理,2016,36(10):117-122.
- [6] 叶浩,张鹏,濮励杰. 中国建设用地区域社会经济发展关系的空间计量研究[J]. 地理科学,2012,32(2):149-155.
- [7] 方创琳,周成虎,顾朝林,等. 特大城市群地区城镇化与生态环境交互耦合效应解析的理论框架及技术路径[J]. 地理学报,2016,71(4):531-550.
- [8] 崔木花. 中原城市群9市城镇化与生态环境耦合协调关系[J]. 经济地理,2015,35(7):72-78.
- [9] 张引,杨庆媛,李闯,等. 重庆市新型城镇化发展质量评价与比较分析[J]. 经济地理,2015,35(7):79-86.
- [10] 孙平军,丁四保. 人口—经济—空间视角的东北城镇化空间分异研究[J]. 经济地理,2011,31(7):1094-1100.
- [11] 胡喜生,洪伟,吴承祯. 福州市土地生态系统服务与城镇化耦合度分析[J]. 地理科学,2013,33(10):1216-1223.
- [12] 高宝棣,王成新,崔学刚. 人口—经济—空间视角下山东省城镇化时空演变[J]. 经济地理,2016,36(5):79-84.
- [13] 李涛,廖和平,杨伟,等. 重庆市“土地、人口、产业”城镇化质量的时空分异及耦合协调性[J]. 经济地理,2015,35(5):65-71.
- [14] 陈明星,陆大道,张华. 中国城镇化水平的综合测度及其动力因子分析[J]. 地理学报,2009,64(4):387-398.
- [15] 中国科学院可持续发展研究组. 中国可持续发展战略报告[R]. 北京:科学出版社,2000.
- [16] 王长建,张小雷,杜宏茹,等. 近30a新疆城市化与生态环境互动关系的动态计量分析[J]. 中国沙漠,2012,32(6):1795-1802.
- [17] 陆媛媛,刘超,曾克峰,等. 宁夏城市化与生态环境耦合协调关系[J]. 中国沙漠,2016,36(4):1198-1206.
- [18] 罗焜,刘艳芳,孔雪松. 中国城市化与生态环境系统耦合研究进展[J]. 热带地理,2014,34(2):266-274.
- [19] 刘艳艳,王少剑. 珠三角地区城市化与生态环境的交互胁迫关系及耦合协调度[J]. 人文地理,2015,3(143):64-71.
- [20] 张春梅,张小林,吴启焰,等. 发达地区城镇化质量的测度及其提升对策[J]. 经济地理,2012,32(7):50-55.
- [21] 李细归,吴黎,吴清,等. 中国国家级生态示范区的时空格局演化[J]. 经济地理,2015,35(8):149-156.
- [22] 赵璐,赵作权,王伟. 基于特征椭圆的中国经济空间分异研究[J]. 经济地理,2014,34(2):14-27.
- [23] 王录仓,高静. 张掖灌区聚落与水土资源空间耦合关系研究[J]. 经济地理,2014,34(2):140-147.
- [24] 赵丽平,李邦熹,王雅鹏,等. 城镇化与粮食生产水土资源的时空耦合协调[J]. 经济地理,2016,36(10):45-52.
- [25] 刘宝涛,王冬艳,刘惠清. 城镇化发展与土地健康利用协同演化关系[J]. 经济地理,2016,36(10):76-83.
- [26] 杨丽霞,夏浩,苑韶峰. 基于耦合协调度的土地利用经济效益空间差异分析[J]. 中国土地科学,2015,29(11):83-88.
- [27] 张宇,曹卫东,梁双波,等. 长江经济带城镇化协同演化时空格局研究[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(5):715-724.
- [28] 王少剑,方创琳,王洋. 京津冀地区城镇化与生态环境交互耦合关系定量测度[J]. 生态学报,2015,35(7):2244-2254.

[责任编辑:丁 蓉]