河南省城市化与生态环境耦合协调状态的时空格局

汪伦焰，蒋赞美，李慧敏，董光华
（华北水利水电大学 水利学院，郑州 450046）

摘　要：[目的] 探索河南省城市化与生态环境耦合协调状态的空间聚集特征，提出相关的发展建议，为河南省城市可持续发展提供科学的参考。[方法] 通过构建城市化与生态环境评价体系，利用改进的耦合协调度模型，研究 2008—2018 年河南省城市化与生态环境发展水平及耦合协调度，对河南省 17 个地级城市耦合协调度进行时空格局分析。[结果] 2008—2018 年全省耦合度值都在 0.9 以上，耦合协调度呈波动上升趋势；多数城市的城市化水平低于生态环境水平，各市城市化与生态环境的耦合协调度等级有基本不协调、基本协调、协调、高级协调；城镇化与生态环境耦合协调存在空间正相关性，有西部和中部耦合协调度高、东南部耦合协调度低的聚类特征。[结论] 河南省整体城镇化进程加快，经济城市化和生态环境压力分别对城市化和生态环境两大系统产生了重要影响。应加强郑州市中心城市的发展，推动河南东南部城市的发展。

关键词：城市化；生态环境；改进的耦合协调度模型；空间自相关；河南省
文献标识码：A　　**文章编号：**1000-288X(2021)05-0311-08　　**中图分类号：**F299.21，X24

文献参数：汪伦焰，蒋赞美，李慧敏，等.河南省城市化与生态环境耦合协调状态的时空格局[J].水土保持通报，2021，41(5)：311-318. DOI：10.13961/j.cnki.stbctb.2021.05.040；Wang Lunyan，Jiang Zanmei，Li Huimin，et al. Spatial and temporal pattern of urbanization and ecological environment coupling coordination in He'nan Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation，2021，41(5)：311-318.

Spatial and Temporal Pattern of Urbanization and Ecological Environment Coupling Coordination in He'nan Province

Wang Lunyan，Jiang Zanmei，Li Huimin，Dong Guanghua
(*School of Water Conservancy，North China University of Water Resources and Electric Power，Zhengzhou，He'nan* 450046，*China*)

Abstract：[Objective] The spatial agglomeration characteristics of coupling coordination in He'nan Province were explored，and relevant development suggestions were put forward to provide a scientific reference for the sustainable urban development in He'nan Province. [Methods] An urbanization and ecological environment evaluation system and an improved coupling coordination degree model were used to study the level of urbanization and eco-environmental development and coupling coordination in He'nan Province from 2008 to 2018，and to analyze the spatial-temporal pattern of coupling coordination degree for 17 prefecture level cities in He'nan Province. [Results] From 2008 to 2018，the coupling degree values were all above 0.9 and were in the high coupling level. The coupling coordination degree exhibited a fluctuating upward trend. The urbanization level of most cities was lower than the level of ecological environment. The coupling coordination degree of urbanization and ecological environment in each city could be characterized as basically uncoordinated，basic coordination，coordination，or advanced coordination. There was a spatial positive correlation between urbanization and ecological environment coupling coordination，with clustering characteristics of high coupling coordination in the western and central regions and low coupling coordination in the southeast. [Conclusion] The overall urbanization process of He'nan Province is accelerating，and the economic urbanization and ecological environment pressure are having an important impact on the two major systems of urbanization and ecological environment. It will be necessary to strengthen the development of the central city of in Zhengzhou City and to promote the development of other cities in Southeast He'nan Province.

收稿日期：2021-05-03　　**修回日期：**2021-07-15
资助项目：国家自然科学基金项目"水质保证下调水工程可持续供应链利益相关者：行为演化、利益协调与协同管理"(71974056)
第一作者：汪伦焰(1968—)，男(汉族)，安徽省霍山县人，博士，教授，主要从事水利水电工程建设与管理、水生态治理方面的研究。Email：wanglunyan@ncwu.edu.cn。
通讯作者：李慧敏(1982—)，男(汉族)，山西省晋城市人，博士，副教授，从事 PPP 研究，城市发展研究等。Email：lihuimin3646@163.com。

Keywords: urbanization; ecological environment; improved coupling coordination degree model; spatial autocorrelation; He'nan Province

城市化主要涉及人口转移、空间扩张、经济发展和生活提高等多个方面,是乡村向现代化城市转变的过程[1]。生态环境为城市经济增长和提高生活水平提供条件支持,然而过多的资源消耗、环境污染等又破坏了生态环境的承载力,城市化在一定程度上加大了生态环境的压力,两者之间存在相互影响相互作用的关系[2]。近年来,随着城市化的发展,生态环境方面的问题亟待解决。因此,如何在提高经济发展和资源利用的同时,减少对环境的破坏,协调两者之间的发展,成了当今研究的热点课题之一[3]。

城市化与生态环境关系的分析与评价一直是研究者和决策者关注的关键问题。20 世纪 80 年代,可持续发展理论、"压力—状态—响应"概念模型等[4]被提出。随后,学者开始向定量方面研究两者之间的关系。1995 年,Grossman 等[5]基于 42 个发达国家的面板数据,揭示了随着城市经济水平的提高,城市生态环境质量呈现倒"U"型演化规律,并提出了环境库兹涅茨曲线假说。Arrow 等[6]考虑到经济增长对环境的影响,对经济活动与环境承载力和环境弹性之间的联系进行讨论。OECD[7]提出脱钩理论,认为经过一定的措施,经济发展与生态环境压力将实现脱钩。Dizdaroglu 等[8]简要概述了实施生态规划对城市可持续发展的重要性。并提出了一种利用生态规划方法发展城市生态系统的新方法的概念框架。在国内,城市化与生态环境的协调发展问题也引起很多学者的注意。中国城市化与生态环境交互作用与耦合关系的研究主要集中在交互作用机理[9]、耦合协调度测度[10]、协调发展评价[11]和耦合时空特征等[12]方面。研究尺度主要包括全国[13]、地区[14]、省[15]、城市群等[16]不同方面。方创琳等[17]提出城市化与城市生态环境交互耦合系统的 6 大基本定律。郭月婷等[18]基于模糊物元模型构建城市化与生态环境指标体系。吕有金等[19]针对城镇化与生态环境耦合协调度时空分布及驱动因素进行分析。史戈[20]借助关联度模型分析城市化与生态环境系统因素之间的相互关系。陈晓红等[21]基于 BP 神经网络对城市化与生态环境耦合脆弱性、协调性进行预测。

河南省存在人口多、资源少的问题,近年来城市化进程迅速,生态压力与城市发展的矛盾越加凸显。因此,研究河南省城市化与生态环境的关系具有重要意义。本文通过确定城市化与生态环境的测度体系,以河南省 2008—2018 年的统计数据为例,从时间和空间两个维度进行分析。时间维度主要分析河南省 2008—2018 年的综合城镇化水平、综合生态环境水平和耦合协调度,空间维度主要分析河南省 17 个城市的耦合协调度和空间集聚特征。从河南省和 17 个地级市两个层面探讨城市化与生态环境耦合协调的时空变化趋势。通过空间相关性分析,探索耦合协调的空间聚集特征。根据河南省协调发展状况,提出相关的发展建议,为河南省城市可持续发展提供科学的参考。

1 研究区域与方法

1.1 河南省概况

河南省位于中国中东部、黄河中下游,是全国重要的交通、通讯枢纽中心,又是中原经济区的核心省份。河南省有 17 个地级城市,总面积为 1.67×10^5 m^2,2018 年总人口 1.09×10^8 人,常住人口 9.61×10^7 人,2008—2018 年,河南省城镇率从 36.03% 增加到 51.71%,人均生产总值从 19 233 元增加到 50 152 元,随着对生态环境的重视,2008 至 2018 年间,工业废水排放总量、工业二氧化硫排放量在逐步减少,建成区绿化覆盖率处于稳步增长状态。

1.2 数据来源

本研究收集河南省 2008—2018 年的相关数据,分析河南省及各城市的城市化与生态环境耦合关系。在分析各城市的城市化与生态环境耦合分布时,由于只研究河南省的地级城市,济源属于河南省省辖市,所以不考虑济源市的数据,耦合协调空间分布地图上省略了济源市。数据主要来源于《河南统计年鉴》《中国城市统计年鉴》、河南省水资源公报及环境统计年报等。

1.3 指标体系

为了准确评价城市化与生态环境的相互关系,借鉴相关研究成果,构建指标体系[22-25]。选取城镇化率、人均道路面积、人均 GDP、万人高等在校生等 13 个指标反映城市化发展水平。选取人均水资源总量、人均工业废水排放总量、污水处理厂集中处理率等 10 个指标反映生态环境发展水平。

1.4 研究方法

1.4.1 *数据处理* 对原始数据用极差法进行标准化处理,公式如下。

$$y_{ij}=\frac{x_{ij}-\min x_{ij}}{\max x_{ij}-\min x_{ij}} \tag{1}$$

$$y_{ij}=\frac{\max x_{ij}-x_{ij}}{\max x_{ij}-\min x_{ij}} \tag{2}$$

式中:时间维度上 x_{ij} 为河南省指标值;空间维度上 x_{ij} 为 17 个城市的指标值;y_{ij} 为标准化值。对于效益型

指标(数值越大越好的指标),用公式(1)计算;对于成本型指标(数值越小越好的指标),用公式(2)计算。

$$e_j=-k\sum_{i=1}^{n}p_{ij}\ln p_{ij} \tag{3}$$

$$w_j=\frac{1-e_j}{\sum_{j=1}^{m}(1-e_j)} \tag{4}$$

本文用熵权法计算指标权重,e_j 是各指标信息熵,$k=\frac{1}{\ln n}$,时间维度上,n 代表年份,空间维度上,n 代表城市。$p_{ij}=\frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}y_{ij}}$,若 $p_{ij}=0$,则定义 $\lim_{p_{ij}\to 0}p_{ij}\ln p_{ij}=0$。权重 w_j 满足下列条件:$0\leqslant w_j\leqslant 1$,且 $\sum_{j=1}^{m}w_j=1$。表 1 中的指标权重是根据时间维度计算的。

$$U=\sum_{i=1}^{n}y_{ij}^{u}w_j^{u} \tag{5}$$

$$E=\sum_{i=1}^{n}y_{ij}^{e}w_j^{e} \tag{6}$$

式中:U,E 分别为城市化综合发展指数和生态环境综合发展指数;w_j^u,y_{ij}^u 分别是城市化体系里的权重和标准化值;w_j^e,y_{ij}^e 分别是生态环境体系里的权重和标准化值。

表 1　河南省城市化与生态环境指标体系及权重

指标体系	一级指标(权重)	二级指标	权重	性质
城市化	人口城市化(0.199)	城镇化率/%	0.069	+
		第三产业就业人数比重/%	0.072	+
		人口自然增长率/‰	0.058	−
	空间城市化(0.201)	建成区面积占市区面积比/%	0.087	+
		人均道路面积/m^2	0.114	+
	经济城市化(0.314)	人均 GDP/元	0.075	+
		第三产业产值占 GDP 比重/%	0.095	+
		人均固定资产投资/元	0.082	+
		进出口总额占 GDP 比重/%	0.062	+
	社会城市化(0.286)	人均社会消费品零售总额/元	0.079	+
		城镇居民人均可支配收入/元	0.076	+
		万人高等在校生/人	0.063	+
		万人拥有医疗机构床位/张	0.068	+
生态环境	生态环境状态(0.293)	人均水资源总量/m^3	0.076	+
		人均公园绿地面积/m^2	0.143	+
		建成区绿化覆盖率/%	0.074	+
	生态环境压力(0.499)	人均工业废水排放总量/t	0.178	−
		人均工业二氧化硫排放量/t	0.154	−
		人均工业烟尘排放量/t	0.104	−
		单位 GDP 能耗/(t·10^{-4}元,以标准煤计)	0.063	−
	生态环境治理(0.208)	污水处理厂集中处理率/%	0.049	+
		工业固体废物综合利用率/%	0.108	+
		生活垃圾无害化处理率/%	0.051	+

1.4.2　*改进的耦合协调度模型*　耦合是指多系统间相互影响、作用的现象[14],耦合度反映系统间耦合的强弱程度。协调是和谐一致的意思,用来描述系统间良好的搭配关系,耦合协调度是评价多系统交互作用的和谐程度[11]。耦合度只能描述系统间耦合强度的大小,不能反映系统的整体协同效应,例如,两系统综合评价值低,耦合度会较高,但不能说明系统间是否良性发展。本文引入耦合协调度研究城市化与生态环境的协调状态。通过参考相关文献,在贡献系数方面对耦合协调度模型进行改进[26]。传统的贡献系数都设为 0.5,本文对贡献系数采用公式(8)—(9)进行计算。

$$C=\{UE/[(U+E)/2]^2\}^{1/2} \tag{7}$$

$$\alpha'=E/(U+E) \tag{8}$$

$$\beta'=U/(U+E) \tag{9}$$

$$T=\alpha'U+\beta'E \tag{10}$$

$$D=\sqrt{CT} \tag{11}$$

式中:C 为耦合度值,区间在[0,0.3)为低度耦合,[0.3,0.5)为拮抗阶段,[0.5,0.8)为磨合阶段,[0.8,1]

为高度耦合[13]；α'，β'分别是改进后的贡献系数；T为城市化与生态环境综合调和指数；D为耦合协调度。根据相关研究，参考耦合协调度D把城市化与生态环境的耦合类型分为 5 类[26]（表 2）。

表 2 城市化与生态环境耦合协调等级划分

D 值	$0\leqslant D\leqslant 0.25$	$0.25<D\leqslant 0.45$	$0.45<D\leqslant 0.65$	$0.65<D\leqslant 0.75$	$0.75<D\leqslant 1$
协调等级	严重不协调	基本不协调	基本协调	协调	高级协调

1.4.3 空间自相关分析 空间自相关分析分为全局与局部，全局空间相关性检验研究目标的空间邻近单元相似程度，是否存在相关性，计算见公式(12)。局部空间相关性验证是否存在空间上的聚类特征，计算见公式(13)。

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}w_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} \tag{12}$$

式中：I为全局莫兰指数；$I>0$表示空间正相关性；$I<0$表示空间负相关性，$I=0$，空间呈随机性；n为空间单元的个数；x_i，x_j为空间单元属性值；$\bar{x}$为属性值均值；w_{ij}为空间权重矩阵，若两个空间单元相邻空间权重值为 1，否则为 0。

$$I_i=\frac{n(x_i-\bar{x})\sum_{j=1}^{n}w_{ij}(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} \tag{13}$$

式中：I_i为局部莫兰指数，若I_i为正，空间单元周围呈现高高或低低的空间集聚，若I_i为负，空间单元周围呈现高低或低高的空间集聚。

2 结果与分析

2.1 河南省城市化与生态环境耦合的时空格局演变

2.1.1 河南省城市化与生态环境耦合的时序分析 通过数据收集，计算 2008—2018 年河南省城市化与生态环境的发展指数、耦合度及耦合协调度，分析河南省城市化与生态环境耦合随时间的变化情况。

2008—2018 年，河南省的综合城市化发展水平保持上升的趋势(图 1)，从 0.083 上升到 0.962，城镇化进程不断加快。从各层面来看，人口城市化水平整体呈现波动上升的趋势，2008—2011 年，人口城市化水平高于其他城市化水平。随着建成区面积增加，2013—2015 年空间城市化水平增长较快，2015 年达到最大为 0.172。2015 年之后，市区面积大幅度增加，而建成区面积增加幅度不大，使建成区面积占市区面积比下降，导致空间城市化水平下降。经济城市化水平和社会城市化水平保持稳步上升趋势，其中经济城市化水平增长趋势较快，从 0.017 增长到 0.307。2012—2018 年，经济城市化水平高于其他方面的城市化水平，说明经济城市化对城市化发展水平的影响逐年提高。

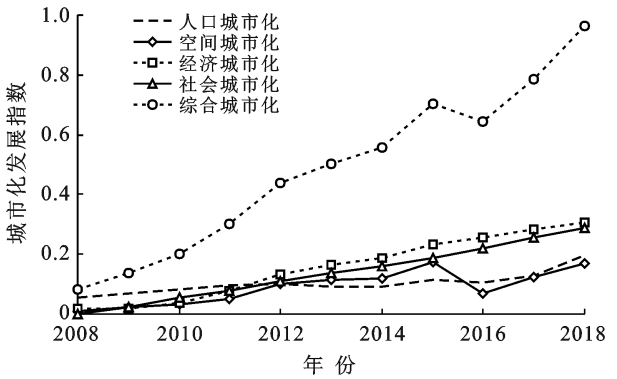


图 1 2008－2018 年河南省城市化发展指数

2008—2018 年，河南省的综合生态环境发展水平呈现波动上升的趋势(图 2)，从 0.110 上升到 0.862。2011 年综合生态环境发展水平下降，相较于 2010 年，人均水资源总量下降 38.58%，人均工业烟尘排放量增加 20.61%，生态环境治理能力下降。除了 2011 年和 2016 年出现下降趋势，生态环境状态水平整体呈波动上升趋势，从 0.044 上升到 0.244。下降原因是人均水资源量、人均公园绿地面积减少。2008—2015 年，生态环境治理水平保持波动上升的趋势，随后几年有所下降，在 2015 年达到最高。由于“美丽河南”“生态省建设”等措施的制定，生态环境压力得到改善，2016 年人均工业废水排放总量、人均二氧化硫排放量同比 2015 年分别下降 46.55%，69.67%，生态环境压力明显减轻。压力改善程度变化曲线和综合生态环境变化曲线大致相同，说明环境压力因素对生态环境的影响会更大一点。政府应继续加强生态建设，加强监管力度。

从城市化与生态环境耦合度及耦合协调度的变化趋势可以看出(图 3)。耦合度值都在 0.9 以上，处于高度耦合。2008 年，河南省城市化水平与综合生态环境水平低且比较接近，导致耦合度较高，耦合协调度不高。随着时间的发展，城市化发展水平不断提升，生态环境水平波动上升，使得耦合度波动上升，耦合协调度不断提升，耦合协调等级从基本不协调上升到高级协调。

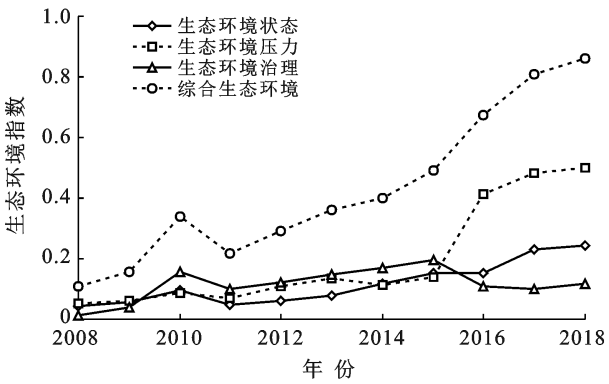


图 2　2008－2018 年河南省生态环境指数

2.1.2　河南省城市化与生态环境耦合协调度的空间差异　本研究选取 3 a 数据研究城市化与生态环境耦合的空间差异,分别计算 2008,2013,2018 年的河南省 17 个地级城市的耦合协调度(表 3),对比各城市的耦合协调度发展状况,用 ArcGIS 软件绘制城市化与生态环境耦合协调等级空间分布情况(图 4)。

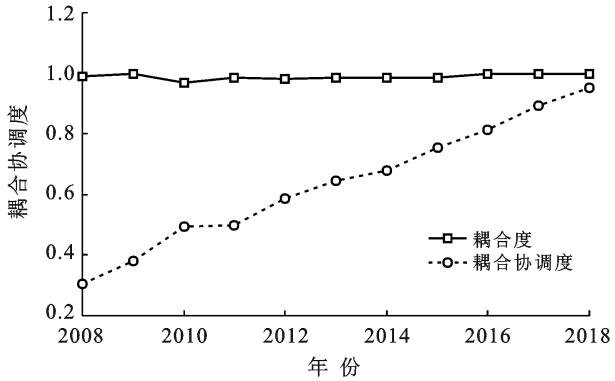
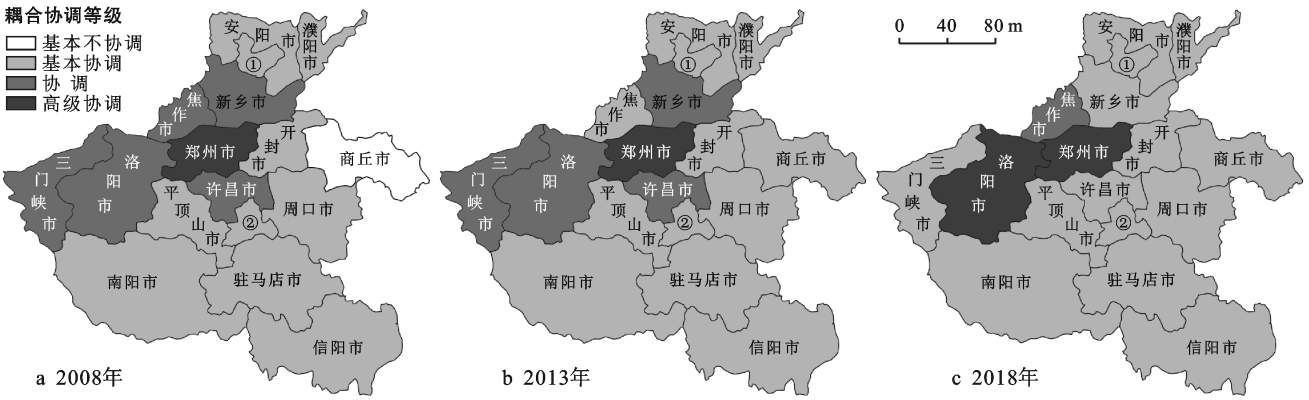


图 3　2008－2018 年河南省城市化与生态环境耦合度、耦合协调度



注:①鹤壁市;②漯河市。

图 4　城市化与生态环境耦合协调等级空间分布

表 3　各城市城市化发展指数、生态环境指数及城市化与生态环境耦合协调度

城 市	2008 年			2013 年			2018 年		
	U	*E*	*D*	*U*	*E*	*D*	*U*	*E*	*D*
郑 州	0.871	0.617	0.844	0.813	0.607	0.829	0.904	0.648	0.863
开 封	0.302	0.645	0.619	0.343	0.549	0.641	0.301	0.614	0.616
洛 阳	0.506	0.552	0.727	0.488	0.585	0.728	0.538	0.616	0.757
平顶山	0.308	0.536	0.614	0.316	0.513	0.616	0.297	0.485	0.598
安 阳	0.350	0.512	0.639	0.328	0.444	0.611	0.303	0.395	0.583
鹤 壁	0.365	0.472	0.639	0.281	0.506	0.589	0.310	0.458	0.602
新 乡	0.399	0.615	0.687	0.348	0.602	0.652	0.335	0.446	0.615
焦 作	0.502	0.379	0.654	0.434	0.413	0.650	0.441	0.458	0.670
濮 阳	0.205	0.685	0.515	0.222	0.656	0.537	0.287	0.642	0.605
许 昌	0.463	0.759	0.747	0.450	0.724	0.734	0.320	0.569	0.627
漯 河	0.219	0.623	0.533	0.200	0.721	0.509	0.206	0.597	0.517
三门峡	0.383	0.487	0.652	0.448	0.454	0.672	0.373	0.345	0.598
南 阳	0.185	0.648	0.489	0.270	0.698	0.591	0.272	0.646	0.592
商 丘	0.140	0.657	0.419	0.163	0.614	0.459	0.174	0.597	0.474
信 阳	0.180	0.799	0.477	0.173	0.765	0.468	0.176	0.619	0.477
周 口	0.240	0.717	0.559	0.195	0.746	0.500	0.193	0.668	0.500
驻马店	0.212	0.745	0.523	0.218	0.716	0.532	0.206	0.775	0.515

注:*U* 代表城市化发展指数;*E* 代表生态环境指数;*D* 代表耦合协调度。

研究发现,郑州的城市化发展指数和生态环境指数都相对较高,但生态环境指数一直低于城市化发展指数,从长期来看,郑州市在经济高速发展的同时要注意环境的保护。大部分城市都是生态环境指数高于城市化发展指数,但各城市的生态环境指数与城市化发展指数相差不一致,洛阳、安阳、三门峡市这些城市相差 0.1 左右,濮阳、漯河、南阳、商丘、信阳、驻马店、周口市这些城市的生态环境指数远高于城市化发展指数,最高相差 0.619。

城市协调等级存在基本不协调、基本协调、协调、高级协调 4 种协调类型,大部分城市属于基本协调类型,少数属于协调类型。对比 2008 年和 2018 年的耦合协调等级的空间分布情况,郑州市一直处于高级协调类型,也是耦合协调度最高的城市。洛阳积极推进“一中心六组团”城市发展战略,加大交通、水利等基础设施建设,城市化发展指数提高 0.032,生态环境指数提高 0.064,2018 年提升为高级协调城市。商丘城市化发展水平相对其他城市排名最低,但城市化发展指数逐年提高,缓慢地缩小与其他城市之间的差距,协调等级从基本不协调提升到基本协调。虽然高级协调等级城市增加,但有部分城市从协调降为基本协调。新乡、许昌、三门峡市城市化水平和生态环境质量稍有下降趋势,其中生态环境水平下降较明显,未来应注意生态建设。商丘、信阳、周口市属于耦合协调度低的城市,主要是由于这些城市以农业发展为主,城市化发展水平滞后于生态环境水平。

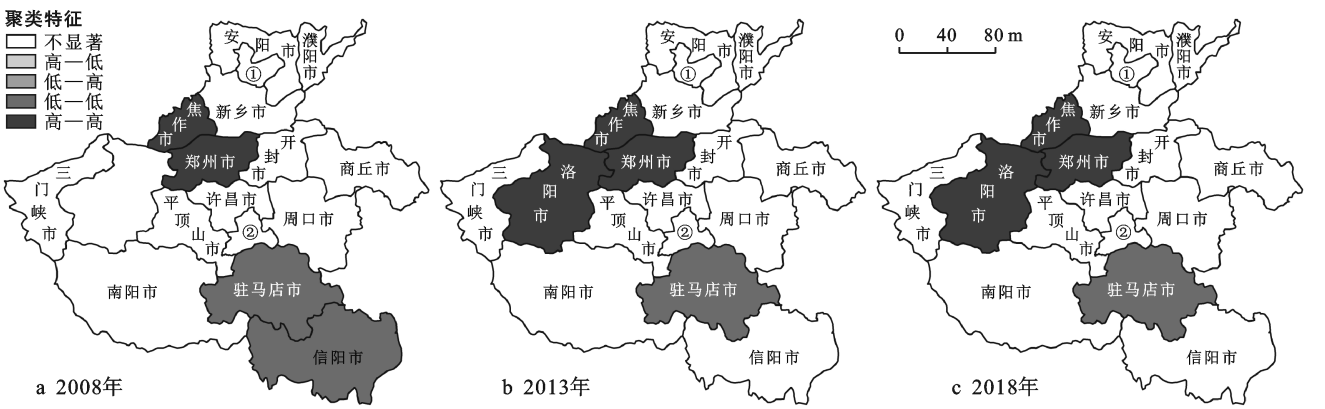
2.2 空间相关性分析

2.2.1 *全局空间自相关* 本研究是基于邻接空间权重矩阵的空间相关性分析,用全局莫兰指数来反映耦合协调度是否在空间上存在相关性,使用 Sata 13.0 软件计算城市化与生态环境耦合协调度的全局莫兰指数(表 4)。2008,2013,2018 年的莫兰指数都大于 0,并通过显著性检验($Z>1.96$, $p<0.05$),全局莫兰指数逐年增加,说明河南省城市化与生态环境耦合协调度存在正相关性,耦合协调度空间相关性逐渐增强。

表 4 城市化与生态环境耦合协调度全局莫兰指数(Moran's *I*)

年份	Moran's *I*		
	I	*Z*	*p*
2008	0.301	2.337	0.010
2013	0.336	2.562	0.005
2018	0.377	3.024	0.001

2.2.2 *局部空间自相关* 空间自相关用 Lisa 聚类图显示(图 5),河南省城市化与生态环境耦合协调度存在空间差异,主要体现在河南的南北部。河南西北部呈现显著的高高聚类,东北部呈现显著的低低聚类。高高聚类的城市集中在焦作、郑州、洛阳市,可以看出高高聚类的城市逐渐以郑州为中心。驻马店、信阳、南阳、周口、商丘市这些相邻城市的耦合协调度相对较低,从图中可以看出,低低聚类出现在驻马店、信阳市。从时间上看,高高聚类的区域在逐年增加,低低聚类的城市在逐年减少,进一步证明城市的空间相关性增强。



注:①鹤壁市;②漯河市。

图 5 2008,2013,2018 年耦合协调度 Lisa 集类特征

3 讨 论

从河南省综合城市化发展水平来看,刚开始是人口城市化水平较高,随后是经济城市化较高,说明不同时期,促进城市化发展的因素是不同的,现阶段,经济层面的发展影响着城市化的发展。从河南省综合生态环境发展水平来看,生态环境压力一直断断续续地成为影响生态环境水平的因素。随着河南省人口逐渐增多,资源被不断消耗,减轻环境压力是关注的重点。

总体而言,河南省整体协调状态逐渐变好。2008—2009 年,河南省城市化综合发展指数和生态环境综合发展指数都较低,且城市化发展水平低于生态环境水平,属于基本不协调状态。2010—2014 年,随着城市化综合发展指数上升,协调度上升至基本协调。2015—2018 年,城市化发展水平和生态环境水平持续提高,城市化与生态环境相互促进、协调发展,逐步进入高级协调状态。随着河南省城市化发展趋势来看,未来城市化综合发展指数将会继续缓慢上升。2018 年,生态环境综合发展指数低于城镇化综合发展指数,为防止生态环境水平滞后于城镇化发展水平,河南省在未来发展中应更加注重环境保护,这样才可能保持两系统之间高耦合协调发展。如今,河南省越来越注重生态建设,未来耦合协调状态将会有上升的空间。

河南省 17 个地级市耦合协调度随时间变化也不相同,郑州市一直是协调发展最好的城市,洛阳市不断加强城市化建设,发展状态由协调上升至高级协调。商丘市协调等级由基本不协调上升至基本协调,部分城市有下降趋势。总的来说,城市协调等级向好的趋势发展。从空间相关性分析城市耦合协调度,发现存在空间正相关,即说明相邻城市耦合协调等级更相似。从空间相关性增强这个角度来看,说明相邻城市在发展过程中,高协调城市会对周边城市产生积极影响。目前从城市发展状况来看,大部分城市应该加快城市发展,摆脱城市化滞后的困境,使城市化发展与生态环境协调发展。

4　结论与建议

4.1　结 论

文本以河南省为研究对象,用改进的耦合协调度模型,从时间、空间两个维度分析河南省城市化与生态环境耦合协调发展状况。结果表明,2008—2018 年,河南省整体城镇化进程加快,综合生态环境水平不断提高。经济城市化和生态环境压力分别对城市化和生态环境两大系统产生了重要影响。城镇化与生态环境的耦合协调度不断提高,协调等级从基本不协调上升到高级协调,随着城市发展与生态环境的优化发展,未来耦合协调度还有一定的上升空间。

从城市发展类型来看,多数城市的城市化水平低于生态环境水平。郑州、洛阳是河南省的经济中心城市,城市化水平较高,生态环境好,两者耦合协调程度较高,处于高级协调水平,其他城市大都处于协调和基本协调水平。目前还是要注重城市化水平的发展,同时防止生态环境的破坏,促进两者协调发展。从空间差异可以看出,利用空间相关模型分析耦合协调度,发现城市耦合协调度呈显著正相关且相关性加强,呈现河南东南部低,郑州及其周围城市高的聚类格局。

本文研究河南省城市化与生态环境耦合的时空演变格局,对未来城市发展提供科学参考。同时也存在一些不足之处,虽得出城市化和生态环境压力分别对城市化和生态环境两大系统产生了重要影响,但缺少影响因素的分析,下一步将着重分析影响城市协调发展的因素。

4.2　建 议

(1) 加快城市化进程,提高城市化发展水平。河南省各城市的城市化水平不是太高,在未来发展中,应加快完善城市基础设施建设,提高经济实力,加大人才吸引力度,推动经济区产业发展,不以牺牲生态环境为代价来提升城市经济发展,摆脱城市化滞后的困境,提升城市高质量发展。

(2) 加强生态文明建设,促进生态环境水平良好发展。生态文明建设是城市化的必然条件,加强生态文明建设有助于城市化健康发展。政府应严格控制污染物的排放,鼓励和提倡使用新型技术与工艺对废水、废气等进行处理,减轻生态环境压力,提高污水站处理能力,创新工业固体废物综合利用的技术路线,提高综合利用率,实现城市绿色发展。

(3) 加强郑州中心城市的发展。虽然郑州耦合协调发展较好,但从空间格局来看,协调度高的城市聚集不多。郑州周边城市如许昌、新乡等城市出现耦合协调度下降趋势,要加强城市建设,积极与中心城市进行优势产业对接,开封、焦作市应加大与中心城市的互通互联,加快融合发展。

(4) 加快河南东南部城市的发展,缩小城市差距。从研究来看,河南东南部城市耦合协调度偏低主要是因为城市化发展水平较低,而这些城市多以农业经济为主,要想提高城市发展,今后要推动农业现代化发展,发挥自己的优势,加强农业、旅游业等产业发展,促进经济发展,扩展城市发展空间。

[参 考 文 献]

[1] 陈泓冰,艾建国,鲁璐.湖北省城市化发展与生态环境耦合协调分析[J].湖北社会科学,2012(3):59-64.

[2] 朱芬华.安徽省城市化与环境综合保护度的实证分析[J].宜宾学院学报,2013,13(9):84-87.

[3] 邵超峰,鞠美庭.基于 DPSIR 模型的低碳城市指标体系研究[J].生态经济,2010,26(10):95-99.

[4] Berger A R,Hodge R A.Natural change in the environment:A challenge to the pressure-state-response concept [J].

Social Indicators Research, 1998,44(2):255-265.

[5] Grossman G M, Krueger A B. Economic growth and the environment [R]. National Bureau of Economic Research, 1994.

[6] Arrow K, Bolin B, Costanza R, et al. Economic growth, carrying capacity, and the environment [J]. Ecological Economics, 1995,15(2):91-95.

[7] OECD. SG/SD(2002)1FANAL, Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth [S]. [2002](2021-05-03) Http://wwwolisoecdorg/Olis/2002 docnsf/Linkto/Sg-Sd, 2002.

[8] Dizdaroglu D, Tan Y, Dawes L A. Sustainable urban futures: An ecological approach to sustainable urban development [C]// Proceedings of the The Second Infrastructure Theme Postgraduate Conference 2009: Rethinking Sustainable Development-Planning, Infrastructure Engineering, Design and Managing Urban Infrastructure, 26 March 2009, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland, 2009.

[9] 陈晓红,万鲁河,周嘉.城市化与生态环境协调发展的调控机制研究[J].经济地理,2011,31(3):489-492,499.

[10] 汪中华,梁爽.中国城市化与生态环境交互耦合测度研究[J].生态经济,2016,32(2):34-38.

[11] 刘耀彬,李仁东,张守忠.城市化与生态环境协调标准及其评价模型研究[J].中国软科学,2005(5):140-148.

[12] 路娟,张勇.长江经济带城市化与生态环境耦、协调特征及时空演化规律研究[J].四川师范大学学报(社会科学版),2018,45(4):85-93.

[13] 张荣天,焦华富.中国省际城镇化与生态环境的耦合协调与优化探讨[J].干旱区资源与环境,2015,29(7):12-17.

[14] 王少剑,方创琳,王洋.京津冀地区城市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.

[15] 邢璐平,方斌.江苏省城镇化和生态环境的时空格局与协调发展研究[J].南京师大学报(自然科学版),2018,41(3):131-137.

[16] 孙黄平,黄震方,徐冬冬,等.泛长三角城市群城镇化与生态环境耦合的空间特征与驱动机制[J].经济地理,2017,37(2):163-170,186.

[17] 方创琳,杨玉梅.城市化与生态环境交互耦合系统的基本定律[J].干旱区地理,2006,29(1):1-8.

[18] 郭月婷,徐建刚.基于模糊物元的淮河流域城市化与生态环境系统的耦合协调测度[J].应用生态学报,2013,24(5):1244-1252.

[19] 吕有金,孔令池,李言.中国城镇化与生态环境耦合协调度测度[J].城市问题,2019(12):13-22.

[20] 史戈.中国海岸带地区城市化与生态环境关联耦合度测度:以大连等 8 个沿海城市为例[J].城市问题,2018(10):20-26,52.

[21] 陈晓红,吴广斌,万鲁河.基于 BP 的城市化与生态环境耦合脆弱性与协调性动态模拟研究:以黑龙江省东部煤电化基地为例[J].地理科学,2014,34(11):1337-1343.

[22] Lin Xiaoqing, Lu Chunyan, Song Kaishan, et al. Analysis of coupling coordination variance between urbanization quality and eco-environment pressure: A case study of the west Taiwan strait urban agglomeration, China [J]. Sustainability,2020,12(7):2643.

[23] Ding Lei, Zhao Weituo, Huang Yalin, et al. Research on the coupling coordination relationship between urbanization and the air environment: A case study of the area of Wuhan [J]. Atmosphere, 2015,6(10):1539-1558.

[24] 侯培,杨庆媛,何建,等.城镇化与生态环境发展耦合协调度评价研究:以重庆市 38 个区县为例[J].西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(2):80-86.

[25] 聂艳,雷文华,周勇,等.区域城市化与生态环境耦合时空变异特征:以湖北省为例[J].中国土地科学,2008,22(11):56-62.

[26] Zhang Kaize, Shen Juqin, He Ran, et al. Dynamic analysis of the coupling coordination relationship between urbanization and water resource security and its obstacle factor [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16(23): 4765.