

于彭峰,程 钢. 河南省城镇化与生态环境协调发展的时空演变分析[J]. 江苏农业科学,2020,48(8):294-300.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.08.054

河南省城镇化与生态环境协调发展的时空演变分析

于彭峰¹,程 钢^{1,2}

(1. 河南理工大学测绘与国土信息工程学院,河南焦作 454000; 2. 河南理工大学矿山空间信息技术河南省重点实验室,河南焦作 454000)

摘要:针对城镇化发展和生态环境的协调发展关系演变过程,运用熵值法、协调发展模型、变异系数和空间分析方法,围绕时序和空间 2 个纬度,探讨河南省 18 个地市 2006—2015 年城镇化与生态环境协调发展关系,为制定区域发展战略提供参考。结果表明,河南省城镇化和生态环境发展均呈增长趋势,对发展水平而言,生态环境 > 城镇化,而增长速率则是城镇化 > 生态环境;城镇化和生态环境的协调度总体为增长态势,仅有郑州市达到高度协调,其他地市以中度协调和濒临失调发展状态为主;城镇化与生态环境的协调发展基本呈现“西北高、东南低”的空间分布格局,其中西北地区又呈现以郑州市为中心向四周逐渐递减态势;河南省城镇化、生态环境及二者的协调度的空间差异性逐步缩小。

关键词:河南省;城镇化;生态环境;耦合度;协调度;时空分析

中图分类号: F062.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)08-0294-07

城镇化建设可以有效带动周边地区经济社会的发展,城镇化已成为人类社会发展的必经之路和必然趋势。城镇化建设不断促进资源的集中和人力的集聚,从而促进经济社会不断发展。然而,城镇化的快速发展也带来了生态环境破坏等负面作用,继而制约了城镇化的发展进程。城镇化与生态环境如何发展是经济、地理等众多领域研究的热点

问题。Pearce 等在城市发展阶段环境对策模型中发现,城镇化与资源环境间存在明显的时序特征^[1]; Grossman 等在提出的环境库兹涅茨曲线(EKC)假设中指出城市经济水平不断与生态环境质量间呈现倒“U”形演变规律,并用 42 个发达国家的平行数据证实了这一规律^[2]; Odum 等通过对全球部分城市和地区进行分析,利用灵敏度和系统动力学模型,揭示了城市发展与生态环境间的交互作用^[3]; Sato 等在城镇化与生态环境污染研究中发现,环境污染对城镇化发展具有束缚作用^[4]; Ducrot 等运用定量分析法和“3S”技术对城镇化与生态环境间的交互过程进行评定^[5]。国内亦有许多学者对城镇化和生态进行研究。邓椿对山西省各地级市 2005—2015 年间的城镇化、生态环境、旅游产业及其时空演变规律进行分析与评价^[6]; 安瓦尔·买买提明等以南疆为例,探究城镇化与生态环境的耦合发展规律^[7]; 许宏等对云南省的区域城市化与生态

收稿日期:2019-03-19

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金(编号:15YJCZH018); 中国博士后科学基金面上资助项目(编号:2015M582831); 河南省科技攻关项目(编号:162102210063); 国家自然科学基金(编号:41001226); 河南省高等学校骨干教师资助计划(编号:2012GGJS-055); 北部湾环境演变与资源利用教育部重点实验室开放基金(编号:2014ESPKF08)。

作者简介:于彭峰(1992—),女,河南周口人,硕士研究生,主要从事“3S”集成与应用研究。E-mail: yupengfeng123@163.com。

通信作者:程 钢,博士,教授,主要从事 GIS 理论与方法研究。E-mail: chenggang1218@163.com。

[10] 钱红光,吴晓莹. 政治关联、内部控制与企业绩效关系的实证分析[J]. 统计与决策,2018(13):185-188.

[11] 黄新建,刘玉婷. 政治关联、特许经营权与经营业绩[J]. 软科学,2019,33(2):75-80.

[12] 张惠琳,倪晓然. QFII 持股如何影响企业创新:来自上市企业专利及研发的证据[J]. 金融学,2017,11(2):1-29.

[13] Baker S R, Bloom N, Davis S J. Measuring economic policy uncertainty[J]. Social Science Electronic Publishing, 2016, 134(4), 1593-1636.

[14] 孟庆斌,师 倩. 宏观经济政策不确定性对企业研发的影响:理论与经验研究[J]. 世界经济,2017(9):75-98.

[15] 李诗田,邱伟年. 政治关联、制度环境与企业研发支出[J]. 科研管理,2015,36(4):56-64.

[16] 邓新明,张 婷,王惠子. 政治关联、多点接触与企业绩效——市场互换性的调节作用[J]. 管理科学,2016,29(6):83-92.

[17] 谢家智,刘思亚,李后建. 政治关联、融资约束与企业研发投入[J]. 财经研究,2014,40(8):81-93.

环境耦合规律及协调发展进行研究^[8];严俊霞等在对城市化综合发展水平与生态环境质量分析的基础上,建立了城市化发展与生态环境的协调度模型^[9];武珊珊等从城镇化和生态环境的内涵特征入手,对快速城市化时期的山东省城镇化与生态环境协调发展进行研究^[10];张梦薇从城镇化水平和城镇化质量协调发展的角度,对河南省的城镇化发展协调状况和演变规律进行探讨^[11];杨伟红等使用耦合协调模型对河南省城镇化和生态环境发展进行评价分析^[12];方创琳等认为,城镇化与生态环境具有交互影响作用^[13]。以上学者的研究重点已经从研究城市发展中面临的环境问题,转移到如何协调城镇化与生态环境关系上来,开始运用耦合机制研究城镇化与生态环境之间的关系。

河南省是传统农业大省^[14],农业人口基数大,城镇化水平总体偏低,居全国第 28 位,近 10 年来,城镇化水平迅速提高,但也出现了大量的“城市病”,城镇化与生态环境的协调发展面临巨大的挑战。本研究以河南省近 10 年的经济社会指标为依据,借助耦合协调模型和空间分异方法,探讨飞速发展的城镇化与生态环境之间的协调程度与演变规律,以期为推进河南省“十三五”时期城镇化与生态环境的协调发展战略提供参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区域

河南省位于中国中东部、黄河中下游,介于 $31^{\circ}23' \sim 36^{\circ}22'N$ 、 $110^{\circ}21' \sim 116^{\circ}39'E$ 之间,东西长约 580 km,南北长约 550 km,全省土地面积 16.7 万 km^2 ,占全国土地面积的 1.74%,位居全国第 17 位^[15]。河南省既是传统的农业大省和人口大省,又是新兴的经济大省和工业大省,是中原城市群的重要成员。2015 年河南省常住人口达到 9 480 万人,占全国总人口的 7%,人口城镇化率达到 46.85%,低于全国平均水平 9.25 百分点,位居全国第 28 位;GDP 总量为 37 002.16 亿元,位居全国第五,其中第一产业占 GDP 的 11.38%,其总量在全国各省份中排名第二(图 1)。

1.2 数据来源

本研究分别从时间和空间角度对河南省城镇化与生态环境的协调发展进行探讨。时间序列选取 2006—2015 年为研究范围,数据来自《河南统计年鉴(2007—2016)》及各省辖市统计年鉴和统计公报,部分数据来《中国统计年鉴》。行政区划数据主要来源于全国高程数据、全国各地市行政规划图、河南省高程数据和河南省行政规划图^[16]。

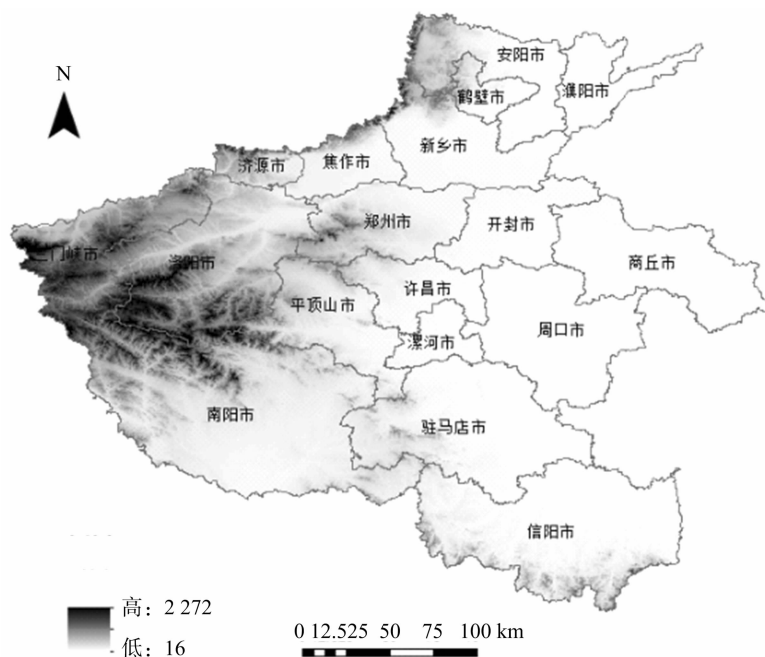


图1 研究区域河南省的 DEM 图示

1.3 研究方法

1.3.1 指标体系构建 衡量城镇化水平应包括规模和质量两大方面,但至今没有公认的、能全面反

映城市水平的适宜指标和测度方法。根据城镇化的内涵和特征,参考相关研究成果,遵循针对性、科学性、可评价性及数据的可得性等原则,依据“压

力 - 状态 - 响应”(pressure - state - response, PSR) 指标体系(表 1)。
模型^[10],构建河南省城镇化与生态环境水平协调度

表 1 河南省城镇化与生态环境协调度指标体系

目标层	子系统	要素层	指标层	单位
城市化与生态环境协调度	城镇化系统	人口规模	人口密度	人/m ²
			二三产业从业人员比重	%
		经济规模	城镇从业人员比重	%
			居民可支配收入	元
		经济发展质量	人均 GDP	元
			二三产业生产总值比重	%
		居民生活质量	图书馆馆藏量	万册
			普通高等教育在校生数量	人
	生态环境系统	生态环境压力	拥有医生数量	人
			城镇服务设施数量	个
			用水普及率	%
			燃气普及率	%
		生态环境状况	污水处理率	%
			人均公园绿地面积	m ²
		生态环境保护	建成区绿化覆盖率	%
			生活垃圾无害化处理率	%

1.3.2 熵权法确定权重 在指标体系评价进程中,各个指标权重的确定方法至关重要,它直接影响评价的准确性和客观度,指标权重的确定方法主要有熵值法、层次分析法、德尔菲法和主成分分析法等^[17]。基于以往研究者的经验和该指标体系的特性,本研究采用熵权法确定所选取各个指标的权重,其步骤如下。

计算第 i 地市对第 j 指标值的比重

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1)$$

计算第 j 指标信息熵 E_j

$$E_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \times \ln p_{ij} \quad (2)$$

计算第 j 指标的商权 w_j

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^n (1 - E_j)} \quad (3)$$

式中: x_{ij} 表示第 i 地市对第 j 项指标的标准化值; m 表示地市数量; n 表示所选评价指标数。

1.3.3 城镇化和生态环境综合指数及协调发展度的计算 根据各指标的权重和标准化之后的数据计算不同地区不同年份的综合评价得分。设城镇化和生态环境综合发展水平函数分别为

$f(u)$ 、 $f(e)$ 。

$$f(u) \text{ 或 } f(e) = \sum_{i=1}^n w_i \times x_{ij} \quad (4)$$

根据数学离差原理及物理学中的容量耦合(capacitive coupling)系数模型分析^[18],可测算城镇化与生态环境系统二者协调度计算公式

$$C = \left\{ \frac{\frac{f(u) \times f(e)}{\left[\frac{f(u) + f(e)}{2} \right]^2}}{k} \right\} \quad (5)$$

式中: C 表示耦合度,反映城镇化与生态环境发展水平一定的情况下,2个系统的耦合程度,耦合度 C 的取值在 0~1 之间,数值越大则指标间的耦合趋势越明显; $k(k \geq 2)$ 表示调节系数,用来调节评价结果的区分度,此处取 $k = 2$ 。

耦合度主要在判别各指标之间的耦合作用具有较强优势,在判别协同效应和整体功效方面会有误差存在,即对于协调度相同的 2 个区域,难以说明其协调水平。为了进一步反映新型城镇化之间的协调发展水平,引入协调度评价模型。

$$D = \sqrt{C \times T}; \quad (6)$$

$$T = \alpha f(u) + \beta f(e) \quad (7)$$

式中: D 表示协调度; T 表示城镇化和生态环境的综合协调指数; α 、 β 分别表示待定系数。本研究认为城镇化系统与生态环境系统是 2 个平行的系统,具

有同等重要性,故取 $\alpha = \beta = 0.5$ 。协调度 D 的取值在 $0 \sim 1$ 之间, D 值越大表示 2 个系统协调发展程度越高,反之亦然。根据已有研究成果,将协调度划分为 5 个类型^[19](表 2)。

表 2 城镇化与生态环境协调发展分类标准

分类	协调度 D	协调发展类型
协调发展类	$0.80 \leq D < 1.00$	高度协调发展型
	$0.60 \leq D < 0.80$	中度协调发展型
调和发展类	$0.40 \leq D < 0.60$	濒临失调衰退型
失调衰退类	$0.20 \leq D < 0.40$	中度失调衰退型
	$0.00 \leq D < 0.20$	严重失调衰退型

1.3.4 城镇化和生态环境差异分析 随着不同地区发展模式的推进,为解决城市之间的差距是在扩大还是在缩小这一问题,本研究引入变异系数来表示河南省 18 个城市的城镇化与生态环境协调发展的差异。变异系数(CV)是衡量序列观察的离散性的统计量^[20],它是标准差与平均值的比值,该指数可以测量地市间的差异。计算公式为

$$CV = \sigma / \mu. \quad (8)$$

式中: CV 表示变异系数; σ 表示标准差; μ 表示算术平均值。

2 结果与分析

2.1 河南省城镇化与生态环境水平及其耦合协调的时序演变规律

根据指标体系和研究方法,选取河南省 18 个地市 2006—2015 年的数据,分析河南省城镇化与生态环境耦合协调发展的变化(图 2)。从综合水平来看,河南省城镇化发展整体水平和生态环境发展水平均呈现出明显的上升态势,但演变特征差异明显。2006—2015 年河南省城镇化和生态环境发展水平均值连年增长,城镇化均值由 2006 年的

0.162 7 增至 2015 年的 0.345 2;生态环境发展水平均值从 0.533 1 增至 0.766 7,表明河南省城镇化总体水平滞后于生态环境发展水平。从发展速度来看,除开封市和平顶山市外,10 年来城镇化的增长率(131.54%)高于生态环境的增长率(63.8%),表明河南省生态环境的建设速度滞后于城镇化的发展速度。河南省的城镇化与生态环境发展的耦合度值在 0.488 9 ~ 0.674 7 之间,协调度值在 0.397 4 ~ 0.609 8 范围内,可见河南省各地市的平均协调度由中度失调衰退型向中度协调发展型转变。10 年来河南省的城镇化与生态环境的耦合度具有明显的波动性,但总体水平在提高,表明河南省城镇化与生态环境交互耦合紧密性增强,同时城镇化与生态环境之间的协同发展作用也在增强。

由图 3 可知,省会郑州市的协调度远高于其他地市,其他地市城镇化与生态环境的协调度水平总体较低。洛阳、平顶山、新乡、焦作等地市的城镇化与生态环境的协调度高于省平均水平,而开封、鹤壁、濮阳、漯河、商丘、信阳、周口、驻马店、济源等市则低于省平均水平,其他 4 个地市的城镇化与生态环境的协调度在省平均水平附近。2006—2015 年 18 个地市的协调度水平整体呈增长趋势,发展较平稳,协调度发展由中度失调衰退型向中度协调发展型转变。个别城市的个别年份出现了城镇化发展和生态环境的协调度暂时下降,包括焦作市仅在 2010 年有下降,信阳市在 2008、2010 年有明显的下降,平顶山市在 2008、2009、2011、2012 年协调度有下降态势,漯河、商丘、周口等市分别在 2008、2010、2011 年有下降现象。从数据分析来看,主要原因是个别年份这些城市的城镇化与生态环境年际间的增长幅度差异较大,或者出现个别指标下降的情况,从而导致二者的协调性变差。

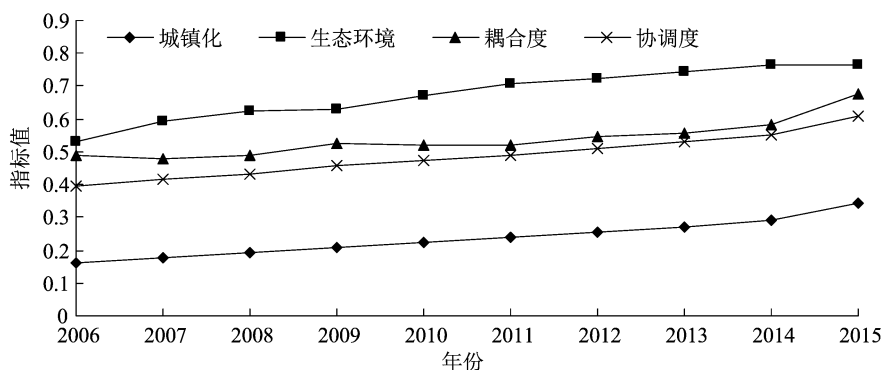


图2 河南省 2006—2015 年城镇化与生态环境协调度变化曲线

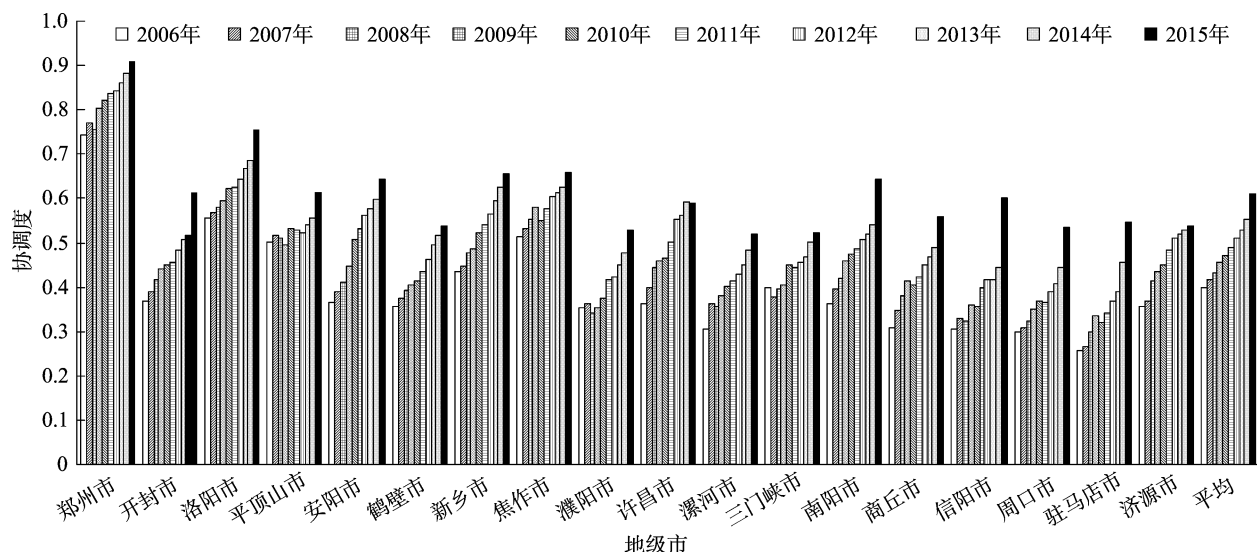


图3 2006—2015年河南省18个地市城镇化与生态环境协调度

为了研究河南省城镇化发展区域差异的演变规律,本研究计算了2006—2015年河南省城镇化和生态环境之间的变异系数(图4)。由图4可知,河南省各地级市之间的城镇化变异系数呈弱倒“N”形曲线,即先缩小(2006—2007年)、再扩大(2007—2008年)、缩小(2008—2009年)、扩大(2009—2010年)、再缩小(2010—2015年)的演变规律,城镇化的差异性整体呈下降趋势,其变异系数值由2006年的0.5958降至2015年的0.4906,意味着地区间城镇化水平差异逐步缩小,各地市城镇化相互带动作用增强。生态环境空间差异演变轨迹呈“下台阶”形曲线,即先缩小(2006—2007)、再扩大(2007—2009年)、再缩小(2009—2011年)、又扩大(2011—2012

年)、再又缩小(2012—2014年)、再增大的演变规律,整体呈下降趋势,其变异系数由2006年的0.3140降至2015年的0.1059,意味着地市间生态环境差异逐步缩小,各地市的生态环境建设同步发展。城镇化和生态环境的耦合度变异系数呈弱倒“V”形,即先扩大(2006—2007年)、再缩小的演变规律。协调度变异系数由2006年0.2957降至2015年的0.1604。10年来城镇化和生态环境以及二者的协调度的变异系数整体均呈下降趋势,表明河南省各地级市之间的城镇化及生态环境水平差距逐步缩小,同时城镇化的变异系数远高于生态环境的变异系数,表明各地市间城镇化建设的同步性强于生态环境的同步建设。

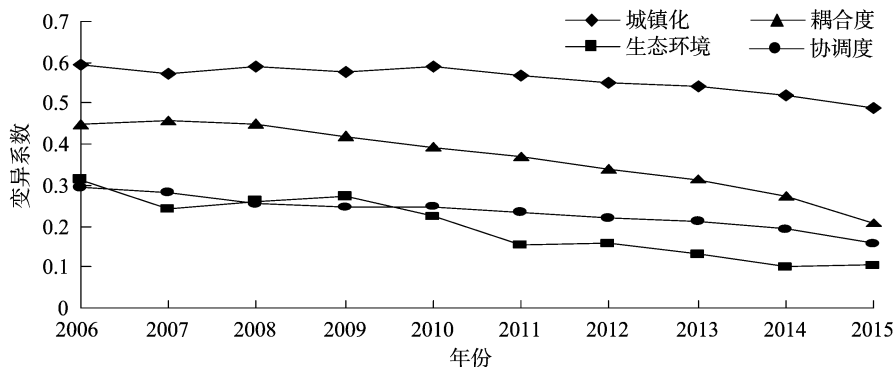


图4 2006—2015年河南省城镇化与生态环境及其协调度演变规律

2.2 河南省城镇化与生态环境协调度的空间分布规律

从河南省18个地市均值来看,依据表2的分类标准,对2006、2009、2012、2015年4个时间节点各地级市的城镇化与生态环境的耦合协调类型进行

分析(图5)。

由图5可知,2006年城镇化与生态环境的协调度处于中度协调发展型的只有省会郑州市,为全省协调度最高的城市;洛阳、平顶山、焦作、新乡等市为濒临失调衰退型,形成“C”形初期分布格局,依据

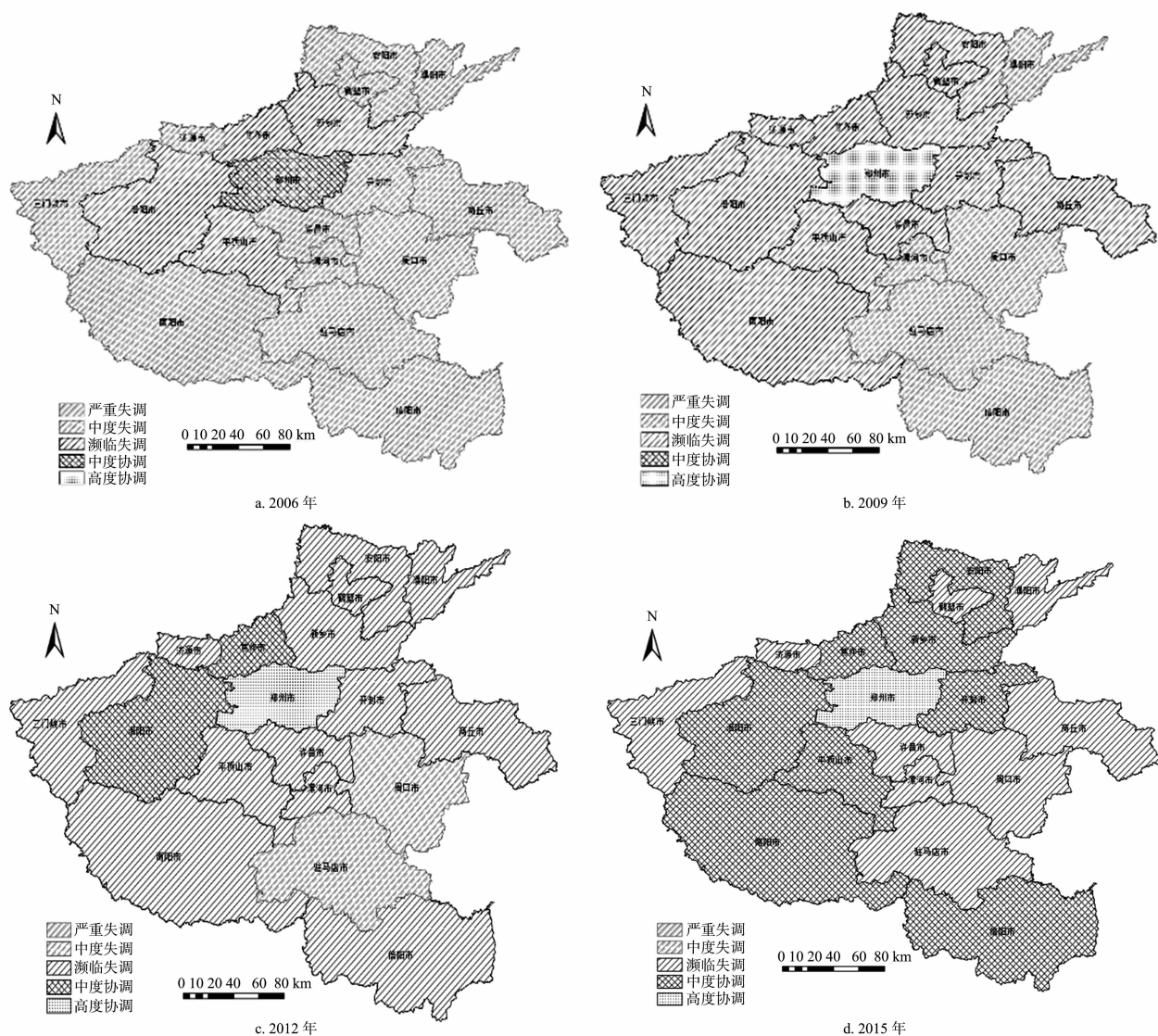


图5 200—2015 年河南省18个地市城镇化与生态环境协调度

城镇化和生态环境发展水平可知,这4个地市的城镇化发展与生态文明建设发展虽有同步发展,但是同步水平较低。其他13个地市处于中度失调发展阶段,中度失调衰退型呈片状分布于河南省中部偏南地区,主要是由于这些地市生态环境的发展速度滞后于城镇化建设。总体上看,2006年18个地市的城镇化与生态环境的协调水平整体为中度失调态势,协调性较好的地市较少,地区差异较大,关联性较弱。

2009年河南省城镇化与生态环境的协调度空间格局变动较明显,呈现中北部较高,并形成由西北向南递减和东北向南递减的倒“A”形分布格局。其中,郑州市位于中部偏北,为高度协调发展型;三门峡、济源、洛阳、平顶山、南阳、安阳、鹤壁、新乡、开封、焦作、许昌、商丘等市处于濒临失调发展阶

段,濮阳、漯河、周口、驻马店、信阳等地市为中度失调衰退型。总的来看,2009年18个地市的城镇化与生态环境的协调度在上升,但大多数地市依然处于濒临失调的发展态势,协调度发展的地区差异性和均衡性有所改善。

2012年与2009年的空间格局类似,协调类型变动较小。洛阳市和焦作市发展为中度协调发展型,中度失调衰退型的地市由4个减少到2个,即为周口市和驻马店市。总体而言,2012年河南省18个地市的城镇化与生态环境的协调度均有提升。

2015年河南省城镇化与生态环境的协调度呈现以郑州市为中心,向外逐渐递减的弱星形分布空间格局。郑州市为高度协调发展类型,开封、洛阳、平顶山、安阳、新乡、南阳、焦作、信阳等市为中度协调发展型,三门峡、济源、鹤壁、许昌、商丘、漯河、濮

阳、周口市和驻马店市为濒临失调衰退型。总体来说,截至 2015 年 18 个地级市的城镇化与生态环境的协调度均有不同幅度的提升,地区差异性和均衡性缩小,表明全省的城镇化和生态环境的建设取得了一定成就。

从空间分布格局来看,河南省城镇化与生态环境建设的协调度基本呈现“以郑州市为中心,向四周逐级递减”的空间分布格局,且大部分城市都处于濒临失调与中度协调 2 个阶段,由此可见,当前河南省城镇化与生态环境建设的耦合协调发展状态不容乐观。

3 结论

河南省城镇化与生态环境耦合协调关系复杂,涉及因素众多,且各因素间存在大量的交互影响,因此很难确定它们之间综合的因果关系。本研究主要根据河南省城镇化与生态环境发展的特征,遴选出 2006—2015 年 2 个系统的 7 项 16 个指标,以挖掘河南省城镇化与生态环境耦合协调的时空变异特点,得出以下结论:第一,2006—2015 年河南省城镇化和生态环境发展均呈增长趋势,对发展水平而言,生态环境 > 城镇化,而增长速率则是城镇化 > 生态环境。第二,2006—2015 年全省的城镇化与生态环境协调度在 0.397 4~0.609 8 之间,协调度发展由中度失调向中度协调发展,至 2015 年达到中度协调阶段。第三,河南省 18 个地市的城镇化与生态环境的耦合协调发展两极分化严重,郑州市在 2009 年已达到高度协调发展阶段,而 2015 年周口市和驻马店市依然处于濒临失调的阶段。第四,河南省城镇化与生态环境的协调发展水平呈现地域差异性,基本呈现“西北高、东南低”的空间分布格局,其中西北地区又呈现以郑州市为中心向四周逐渐递减态势,且城镇化地域差异性发展大于生态环境地域差异性,但两者地市间的差异均逐步缩小。

参考文献:

- [1] Pearce D W, Turner R K. Economics of natural resources and the environment[M]. Baltimore: the Johns Hopkins University Press, 1990:215-289.
- [2] Grossman G M, Kruger A B. Economic growth and the environment[J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2):353-372.
- [3] Odum H T, Elisabeth C. Modeling for all scales: an introduction to system simulation[M]. San Diego: Academic Press, 2000.
- [4] Sato Y, Yamamoto K. Population concentration, urbanization, and demographic transition[J]. Journal of Urban Economics, 2005, 58(1):45-61.
- [5] Ducrot R, Le Page C, Bommel P, et al. Articulating land and water dynamics with urbanization: an attempt to model natural resources management at the urban edge[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2004, 28(1/2):85-106.
- [6] 邓 椿. 山西省旅游产业-城镇化-生态环境耦合协调发展分析[J]. 地域研究与开发, 2018, 37(3):85-89.
- [7] 安瓦尔·买买提明, 张小雷, 杨德刚. 新疆南疆地区城市化过程对生态-环境的影响分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12):54-59.
- [8] 许 宏, 周应恒. 区域城市化与生态环境耦合规律及协调发展研究——基于云南省的实证[J]. 云南财经大学学报, 2011, 27(4):133-139.
- [9] 严俊霞, 冯 璇, 薛占金, 等. 山西省城市化与生态环境综合水平协调度分析[J]. 山西大学学报(自然科学版), 2013, 36(2):313-318.
- [10] 武珊珊, 任建兰, 刘树峰. 快速城市化时期山东省城镇化与生态环境协调发展时空比较研究[J]. 鲁东大学学报(自然科学版), 2014, 30(1):58-63, 77.
- [11] 张梦薇. 河南省城镇化水平与质量协调发展研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2017.
- [12] 杨伟红, 徐艳红, 于鲁冀, 等. 河南省城镇化与生态环境协调发展度评价[J]. 现代城市研究, 2016(11):117-123.
- [13] Fang C L, Liu H M, Li G D. International progress and evaluation on interactive coupling effects between urbanization and the eco-environment[J]. Journal of Geographical Sciences, 2016, 26(8):1081-1116.
- [14] 马颖超. 河南省城乡基本公共服务均等化质量及评价[J]. 河南理工大学学报(社会科学版), 2016, 17(1):45-51.
- [15] 董文帅, 程 钢. 土地可持续综合评价与时空分析——河南省为例[J]. 遥感信息, 2017, 32(1):166-174.
- [16] He J Q, Wang S J, Liu Y Y et al. Examining the relationship between urbanization and the eco-environment using a coupling analysis: a case study of Shanghai, China[J]. Ecol Indic, 2017, 77:185-193.
- [17] 戴西超, 张庆春. 综合评价中权重系数确定方法的比较研究[J]. 煤炭经济研究, 2003(11):37.
- [18] 刘耀彬, 李仁东, 宋学锋. 中国城市化与生态环境耦合度分析[J]. 自然资源学报, 2005, 20(1):105-112.
- [19] 李 波, 张吉献. 中原经济区城镇化与生态环境耦合发展时空差异研究[J]. 地域研究与开发, 2015, 34(3):143-147.
- [20] 李传华, 赵 军, 师银芳, 等. 基于变异系数的植被 NPP 人为影响定量研究——以石羊河流域为例[J]. 生态学报, 2016, 36(13):4034-4044.