

湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调发展

邵佳¹ 冷婧²

(1. 湖南第一师范学院 商学院, 中国湖南 长沙 410205;

2. 吉首大学 武陵山民族地区绿色减贫与发展研究中心, 中国湖南 吉首 416000)

【摘要】: 以湖南武陵山片区为研究对象, 构建耦合协调度模型, 探究 2011—2020 年该区域新型城镇化与生态环境耦合协调发展的时空格局, 并分析其影响因素。结果表明: ①片区新型城镇化与生态环境耦合协调发展趋势总体向好, 多数县市处于轻度或中度耦合协调发展状态, 耦合协调发展逐步升级, 在空间演化上形成了以点带面, 从线到片的空间格局; ②片区新型城镇化进程迟缓, 各县市大多处于轻度耦合协调—城镇化滞后型、中度耦合协调—城镇化滞后型这两种发展类型, 城镇化滞后问题突出; ③片区耦合协调发展的影响因素可归纳为经济因子、社会因子、人口因子、资源因子及环境因子, 其中环境因子对城镇化与生态环境耦合协调发展的影响最大, 经济因子次之, 人口因子再次之, 资源因子影响最小。

【关键词】: 新型城镇化 生态环境 适应能力 人口与资源 耦合协调度 绿色发展 武陵山片区

【中图分类号】: F062.2 **【文献标志码】**: A **【文章编号】**: 1000-8462 (2022) 09-0087-09

DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2022.09.010

党的十八大以来, 以习近平同志为核心的党中央明确提出实施新型城镇化战略, 坚持走以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承的中国特色新型城镇化道路。党中央、国务院制定下发了《国家新型城镇化规划(2014—2020年)》等一系列文件, 推动新型城镇化发展。2020年末全国常住人口城镇化率达到63.89%, 高出世界平均水平7.7个百分点, 我国城镇化发展进入中后期。随着城镇化进程的稳步推进, 扩张性城镇用地、激增的城市人口, 给自然生态环境带来巨大的压力, 资源、人口与环境之间的矛盾日益尖锐。因此, 探究新型城镇化与生态环境之间的关系, 研究如何将生态文明理念贯穿新型城镇化发展始终, 守住“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线”, 提升生态系统质量和稳定性, 成为了学术界关注的一项热点课题。

¹收稿时间: 2022-04-26; 修回时间: 2022-08-11

基金项目: 国家社会科学基金一般项目(18BJY057)

作者简介: 邵佳(1981—), 女, 湖南湘阴人, 博士, 副教授, 研究方向为生态系统安全性评估。E-mail: shaojia008@163.com

国内外学者从理论与实证两方面研究了城镇化与生态环境之间的互动关系。在城镇化与生态环境耦合发展的理论研究方面,国外学者起步较早,E.Howard在1902年就提出“田园城市”理论,该理论提出利用理性的规划实现城市与生态环境协调发展[1];DavidJ.Rapport和AnthonyMarcusFriend在1979年提出“压力—状态—响应”(PressureState-Response)这一思维逻辑,构建了PSR模型,后来经合组织(OECD)和联合国环境规划署(UNEP)将该框架体系用于研究环境问题,为测度人类活动对生态环境产生的影响提供了新的研究框架和评价思路[2];Grossman等首次实证了环境质量与人均收入之间存在倒U型关系,提出了环境库茨涅茨曲线(EKC)[3];21世纪初期,经合组织(OECD)将脱钩理论(decoupling)扩展到环境经济领域,该理论通过简单的数量关系描述了经济发展与资源消耗之间的内在关系[4]。这些早期标志性的研究成果从不同角度、不同学科为学者们研究城镇化与生态环境的关系提供了理论基础。从上个世纪末到本世纪初,国外学者进一步反思人类的社会经济活动对生态环境产生的影响,先后提出了“城市代谢”[5]、“行星边界”[6]、“足迹家庭”[7]等新概念。我国学者马世骏等构建了“社会—经济—自然”复合生态系统,提出了复合生态系统研究方向和决策步骤,这是早期国内学者在城市发展与生态环境保护理论研究领域的代表性成果[8]。2000年以后,以方创琳为首的研究团队提出了城市化与生态环境交互耦合的作用机制[9]、耦合系统遵循的基本定律[10]、耦合系统演化的主要阶段[11];此后,该研究团队从空间、时间、表象和组织四个维度,提出了一个解释城镇化与生态环境耦合机理的分析框架——“耦合魔方(CHNC)”[12];构建了特大城市群地区城镇化与生态环境耦合机理[13],这些研究成果为城市实现可持续发展提供了更加丰富的理论支撑。在城镇化与生态环境耦合发展的实证研究方面,国内外学者从不同研究视角,如国家[14-17]、省域[18-20]、城市[21-22]、城市群[23-25]等,对案例区的城镇化与生态环境的耦合关系进行实证分析,有些研究运用了BP神经网络模型[26]、回归分析[21]、灰色关联度模型[22]、模糊综合评价[18]等研究方法,还有些研究则采用了耦合协调度评价模型[27-28]。

总体而言,城镇化与生态环境耦合协调发展的研究内容较为丰富,这些文献为实现城市可持续发展提供了重要的借鉴。然而在研究视角上,目前尚缺乏对经济发展相对落后、生态功能重要、生态环境脆弱的连片贫困区的研究。在这些地区的新型城镇化进程中,如何协调工业化、城镇化与生态保护的关系,如何在城市发展与环境可持续之间寻求平衡点,值得学者们关注。鉴于此,本文以湖南武陵山片区为研究区域,探究新型城镇化与生态环境之间的耦合交互机理,运用耦合协调度模型,定量测度该片区城镇化与生态环境之间的耦合协调度,在此基础上探索两者之间的演化规律,以期为片区内实现新型城镇化与生态环境协调发展提供借鉴。

1 新型城镇化与生态环境的耦合交互机理

新型城镇化是指以人为核心,以城市群为主体形态,以综合承载能力为支撑,有序推进农业转移人口市民化,推动大中小城市和小城镇协调发展,提升城市可持续发展水平的城镇化[29]。新型城镇化具有“以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承”的基本特征,其构成要素主要包括人口、经济(产业)、土地(空间)、社会等。生态环境是指人类赖以生存和发展的水文、土地、矿产、生物以及气候等资源组成的一个复合系统。新型城镇化和生态环境彼此影响,相互作用,存在着极其复杂的耦合交互关系(图1)

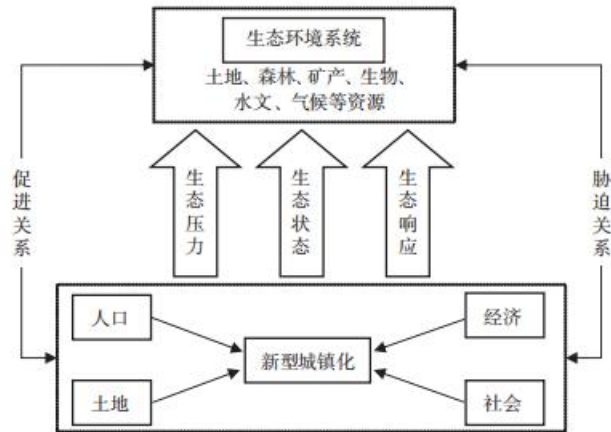


图1 新型城镇化与生态环境系统耦合交互关系图
Fig.1 Interactive relationship between new-type urbanization and eco-environment system

生态环境是城镇化高质量发展的物质基础，城镇化以保护生态环境、节约资源为前提，两者之间既存在促进关系，又存在胁迫关系。良好的生态环境为人类的生产生活提供基本保障，吸引人口、产业和要素聚集，推动产业结构优化、消费结构升级，促进城镇化高质量发展。在城镇化进程中，过度开发也会导致自然资源紧张、生态景观破坏、生物多样性减少，无序的城镇空间扩张，更是破坏区域生态格局和功能，威胁区域生态环境安全，进而导致经济社会发展放缓，城镇化进程迟滞，甚至出现逆城镇化现象。实施以人为本的新型城镇化战略，就是要把生态文明理念全面融入城镇化全过程，倡导和推动绿色发展、循环发展、低碳发展，节约集约利用水、土地、生物、能源等自然资源，强化生态环境保护力度，积极开展生态修复，减少人类活动对自然生态环境的干扰和损害，从而形成绿色低碳的生产生活方式，推动城镇化与生态环境耦合协调发展。

2 研究区、评价体系与数据来源

2.1 研究区概况

武陵山片区位于湖南省、湖北省、重庆市和贵州省四省市交界处，辖 71 县（市、区）。其中湖南武陵山片区 37 个县（市、区），国土面积 9.27 万 km²，占湖南省国土总面积的 43.8%。2020 年底，片区常住人口 2300 万人，世居有土家族、苗族、侗族、白族、回族、瑶族等 30 多个少数民族；GDP 约占全省总量的 11.86%，人均 GDP 约为全省平均水平的 46.60%，与全省平均水平仍有较大差距。湖南片区在国土空间规划中大部分为国家级生态功能区，承担生物多样性及水土保持、水源涵养等生态功能，是我国重要的绿色生态屏障。大部分县（市）地处山区，自然灾害多发，水土流失和石漠化现象严重，人均耕地稀少，植被易破坏难恢复，生态环境承载力不强，经济发展与生态建设、环境保护矛盾突出。因此，在推进新型城镇化，实施乡村振兴战略进程中，如何做到保护生态环境、降低生态风险，实现城乡协调可持续发展，将是以生态为特色、发展为核心的湖南武陵山片区面临的重要课题。2.2 数据来源本文数据主要来源于 2011—2020 年湖南武陵山片区各县（市）的统计年鉴、国民经济与社会发展公报，以及中国县域经济年鉴等。基于数据的可获取性，本文以 34 个县（市）为单位收集和统计数据，其中部分指标存在缺失，参考相邻年份的指标数据，采用插值法和灰色关联预测法进行补齐。

2.3 耦合协调模型构建

2.3.1 指标体系构建

构建评价指标体系是科学测度新型城镇化发展水平与生态环境适应能力耦合协调度的基础，指标选取遵循代表性、科学性、独立性、可获得性等原则，充分参考前人的研究成果 [24-27]，结合研究区新型城镇化发展实际，对近年来相关研究文献中所选取的评价指标进行频率统计，将出现频率较高的指标优先纳入到评价指标体系中，最终形成湖南武陵山片区新型城镇化发展水平与生态环境适应能力耦合协调度的评价指标体系（表 1）。

表 1 新型城镇化发展水平与生态环境适应能力评价体系

系统层	准则层	指标层	指标分类
新型城镇化发展水平	人口城镇化	城镇化率(%)	正向指标
		二、三产业就业人口比重(%)	正向指标
		城镇人口密度(人/km ²)	正向指标
	经济城镇化	人均 GDP(元)	正向指标
		二、三产业产值占 GDP 比重(%)	正向指标
		城镇居民恩格尔系数(%)	逆向指标
	土地城镇化	高新技术产业增加值占 GDP 比重(%)	正向指标
		人均建成区面积(m ²)	正向指标
		人均拥有道路面积(m ²)	正向指标
	社会城镇化	城镇人均住房面积(m ²)	正向指标
		每万人拥有医院床位数(张)	正向指标
		燃气普及率(%)	正向指标
	生态压力	城镇医疗保险覆盖率(%)	正向指标
		互联网覆盖率(%)	正向指标
		人均生活污水排放量(t)	逆向指标
	生态环境适应能力	生态	单位土地面积工业废水排放量(t/hm ²)
单位土地面积SO ₂ 排放量(t/hm ²)			逆向指标
状态		单位 GDP 能耗(t 标准煤/万元)	逆向指标
		森林覆盖率(%)	正向指标
生态响应		建成区绿化覆盖率(%)	正向指标
		人均公共绿地面积(m ²)	正向指标
		人均耕地面积(hm ²)	正向指标
		生活垃圾无害化处理率(%)	正向指标
	城镇生活污水处理率(%)	正向指标	
	工业用水重复利用率(%)	正向指标	
	工业固体废弃物综合利用率(%)	正向指标	

2.3.2 城镇化发展水平与生态环境适应能力指数计算

组合赋权法确定指标权重。构建多属性评价矩阵 $(a_{ij})_{m \times n}$ ，采用极差法对评价矩阵中的指标数据进行无量纲化处理，得到归一化评价矩阵 X_{ij} 。为弥补单一赋权法通常基于指标差异赋权或主观赋权的局限性 [30]，采用线性加权组合赋权法确定实际权重 w_j

:

$$w_j = \alpha w_{js} + (1 - \alpha) w_{jc} \quad (1)$$

式中： w_{js} 、 w_{jc} 分别为第 j 项评价指标按熵权法与层次分析法所赋权重 ($i=1, 2, \dots, n$)； α ($0 < \alpha < 1$) 为权重偏好系数。计算城镇化发展水平指数与生态环境适应能力指数。经无量纲化处理后的数据 X_{ij} 和指标权重 W_j ，按线性加权模型计算城镇化发展水平指数和生态环境适应能力指数。

城镇化发展水平指数：

$$U_i = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij} \quad (2)$$

生态环境适应能力指数：

$$E_i = \sum_{j=1}^m W_j X_{ij} \quad (3)$$

2.3.3 城镇化与生态环境耦合协调度测度

为分析新型城镇化系统与生态环境系统之间的相互作用、彼此影响，引入和借鉴物理学中的耦合度概念，城镇化系统与生态环境系统耦合度计算公式：

$$C = 2\sqrt{UE}/(U + E) \quad (4)$$

式中： C 为耦合度； U 为城镇化发展水平指数； E 为生态环境适应能力指数。 C 值越大，城镇化系统与生态环境系统之间关联性越强。耦合度能够反映城镇化与生态环境之间的相互影响程度，但无法表达二者的综合发展水平及其协调性，因此采用协调度进一步分析二者的协调关系。城镇化系统与生态环境系统耦合协调度计算公式：

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (5)$$

$$T = \alpha U + \beta E \quad (6)$$

式中： D 为耦合协调度； T 为城镇化与生态环境综合发展指数，由于两个系统对实现社会可持续发展同等重要，取值 $\alpha=0.5$ ， $\beta=0.5$ 。参考相关学者的研究成果 [25, 31]，将湖南武陵山片区城镇化与生态环境耦合协调度划分为 7 种类型，结合 U_i 与 E_i 的相对大小，确定城镇化发展水平与生态环境适应能力的相对发展程度，在 7 种耦合协调类型的基础上进一步分为 21 种发展类型（表 2）。

3 结果与分析

3.1 新型城镇化与生态环境耦合协调发展的时序分析

基于城镇化发展水平指数与生态环境适应能力指数计算公式，根据耦合协调度模型及其划分标准，计算得到 2011—2020 年湖南武陵山片区的新城镇化与生态环境耦合协调度指数，结果见表 3，变化趋势如图 2。

从表 3、图 2 可以看出，2011—2020 年湖南武陵山片区城镇化与生态环境耦合协调发展呈现以下 3 个特点：

①耦合协调发展基础较好。研究期内片区各县市的耦合协调度指数介于 0.4~0.7 之间，大多处于轻度/中度耦合协调状态，其中吉首市多数年份耦合协调度指数大于 0.6，处于良好耦合协调状态，表明片区内城镇化与生态环境耦合协调发展状态整体基础相对较好，但有待进一步改善。

②耦合协调发展总体趋势向好。2011 年片区内仅 14 个县（市）耦合协调度大于 0.5，达到中度及以上耦合协调状态，占片区内县（市）总数的 41.2%。截至 2020 年达到中度及以上耦合协调状态的县（市）上升至 25 个，占片区内县（市）总数的 73.5%，片区城镇化与生态环境的耦合协调关系持续改善，总体发展趋势向好。

表 2 城镇化与生态环境耦合协调度划分区间及类型

D 值区间	耦合协调类型	U _i 和 E _i 的对比关系	发展类型	细分类型
0<D≤0.2	重度失调的耦合(A)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	A1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	A2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	A3
0.2<D≤0.3	中度失调的耦合(B)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	B1
		-1.5<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	B2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	B3
0.3<D≤0.4	轻度失调的耦合(C)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	C1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	C2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	C3
0.4<D≤0.5	轻度协调的耦合(D)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	D1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	D2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	D3
0.5<D≤0.6	中度协调的耦合(E)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	E1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	E2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	E3
0.6<D≤0.8	良好协调的耦合(F)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	F1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	F2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	F3
0.8<D≤1	优质协调的耦合(G)	U _i -E _i >0.15	生态环境滞后型(1)	G1
		-0.15<U _i -E _i <0.15	城镇化与生态环境同步型(2)	G2
		U _i -E _i <-0.15	城镇化滞后型(3)	G3

表 3 2011—2020 年湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调度

县（市）	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
新邵县	0.509	0.491	0.470	0.468	0.487	0.489	0.502	0.508	0.515	0.521
邵阳县	0.486	0.468	0.451	0.454	0.474	0.507	0.516	0.507	0.511	0.519
隆回县	0.457	0.464	0.449	0.444	0.478	0.464	0.471	0.483	0.489	0.491
洞口县	0.518	0.511	0.507	0.487	0.488	0.486	0.501	0.492	0.508	0.520
绥宁县	0.505	0.523	0.499	0.480	0.496	0.531	0.506	0.501	0.511	0.525
新宁县	0.491	0.512	0.500	0.494	0.506	0.535	0.503	0.509	0.522	0.531
城步县	0.484	0.499	0.497	0.513	0.541	0.541	0.531	0.476	0.499	0.501
武冈市	0.487	0.509	0.500	0.497	0.508	0.522	0.543	0.543	0.538	0.541
石门县	0.564	0.578	0.566	0.545	0.556	0.559	0.581	0.592	0.587	0.590
慈利县	0.503	0.530	0.523	0.521	0.524	0.527	0.540	0.523	0.533	0.542
桑植县	0.518	0.522	0.524	0.508	0.525	0.529	0.500	0.521	0.531	0.536
安化县	0.474	0.492	0.489	0.494	0.516	0.538	0.532	0.544	0.539	0.545
中方县	0.558	0.544	0.542	0.551	0.561	0.562	0.568	0.586	0.577	0.580
沅陵县	0.523	0.533	0.549	0.542	0.550	0.555	0.540	0.547	0.550	0.549
辰溪县	0.475	0.491	0.489	0.463	0.488	0.497	0.496	0.504	0.496	0.493
溆浦县	0.482	0.485	0.479	0.486	0.488	0.493	0.477	0.469	0.471	0.476
会同县	0.482	0.474	0.479	0.487	0.477	0.505	0.478	0.490	0.492	0.499
麻阳县	0.473	0.506	0.496	0.483	0.497	0.509	0.489	0.498	0.495	0.497
新晃县	0.476	0.500	0.490	0.491	0.503	0.502	0.504	0.514	0.516	0.520
芷江县	0.495	0.510	0.525	0.511	0.518	0.532	0.512	0.525	0.529	0.533
靖州县	0.512	0.524	0.531	0.534	0.541	0.540	0.541	0.533	0.539	0.541
通道县	0.449	0.472	0.468	0.467	0.481	0.481	0.501	0.513	0.515	0.520
洪江市	0.560	0.566	0.566	0.568	0.573	0.568	0.569	0.579	0.580	0.574
新化县	0.498	0.522	0.515	0.530	0.534	0.533	0.535	0.534	0.539	0.530
冷水江市	0.495	0.528	0.577	0.538	0.540	0.525	0.559	0.583	0.572	0.565
涟源市	0.528	0.547	0.540	0.523	0.554	0.556	0.573	0.579	0.571	0.569
吉首市	0.597	0.614	0.608	0.603	0.608	0.619	0.627	0.634	0.629	0.636
泸溪县	0.487	0.494	0.483	0.491	0.498	0.493	0.457	0.452	0.460	0.467
凤凰县	0.511	0.514	0.513	0.512	0.512	0.504	0.530	0.548	0.550	0.549
花垣县	0.520	0.508	0.514	0.498	0.498	0.498	0.513	0.522	0.527	0.524
保靖县	0.476	0.475	0.468	0.480	0.494	0.491	0.484	0.502	0.498	0.506
古丈县	0.451	0.454	0.458	0.459	0.482	0.494	0.460	0.458	0.460	0.465
永顺县	0.416	0.443	0.454	0.443	0.481	0.466	0.444	0.462	0.466	0.470
龙山县	0.456	0.462	0.465	0.459	0.470	0.467	0.479	0.493	0.493	0.498

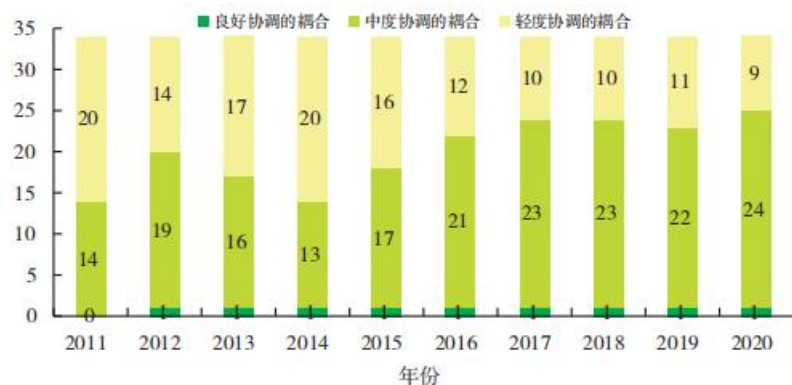


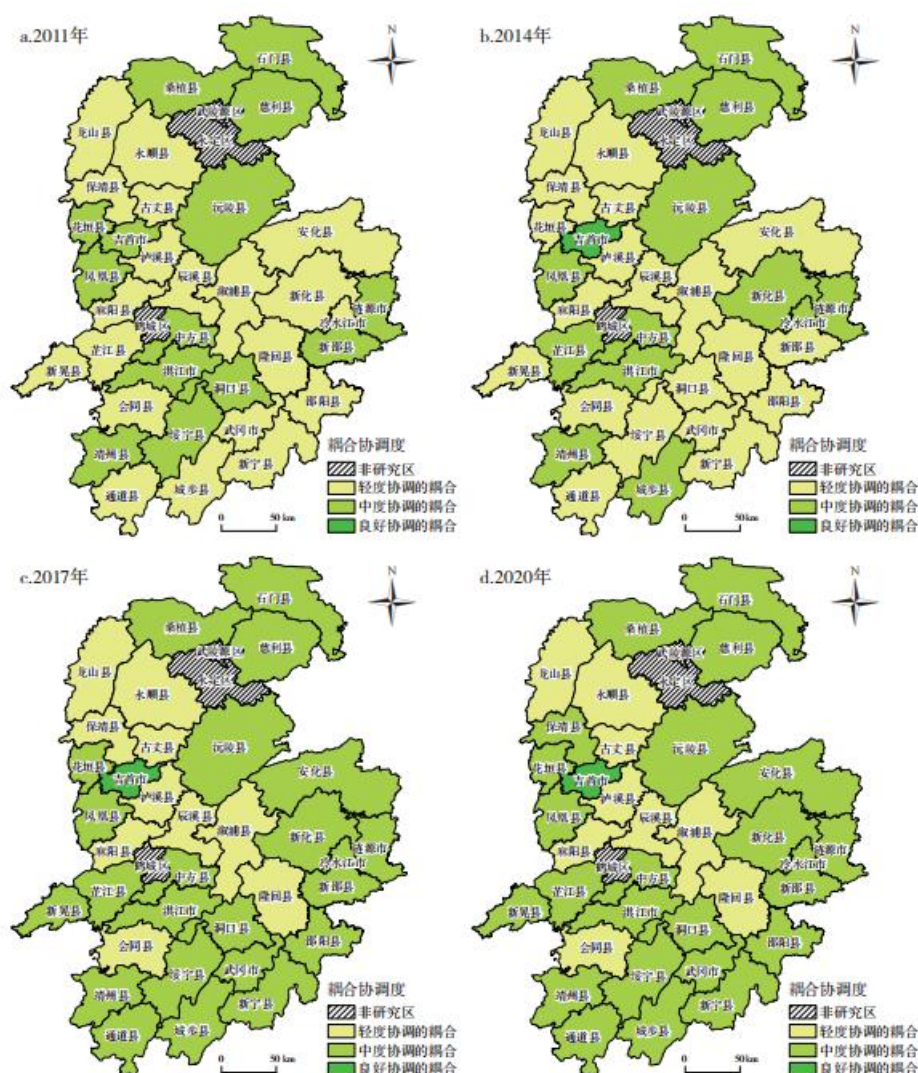
图2 2011—2020年湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调变化趋势

Fig.2 Trend of coupling coordination degree of new-type urbanization and eco-environment in Wuling Mountainous area of Hunan in 2011–2020

③部分县（市）耦合协调发展未取得实质性突破。研究期内大部分县（市）的耦合协调度指数不同程度地出现时增时减的波动现象，隆回、溆浦、泸溪、古丈、永顺、龙山6个县（市）的耦合协调度指数则长期介于0.4~0.5之间，保持相对稳定的轻度耦合协调状况，耦合协调发展状态没有实质性突破，协调发展的深度和广度还有待挖掘和扩展。

3.2 新型城镇化与生态环境耦合协调发展的空间分析

在时序分析的基础上，根据表2耦合协调度划分标准，运用ArcGIS分析软件，绘出研究期内湖南武陵山片区34个县（市）的城镇化与生态环境耦合协调发展的空间分布格局，如图3。从图3可以看出，2011—2020年湖南武陵山片区34个县（市）城镇化与生态环境耦合协调发展整体情况向好，但空间差异性较为明显，具体呈现以下特点：



注: 基于湖南省自然资源厅标准地图服务网站下载的湘S(2020)037号标准地图制作。

图3 湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调度空间演化
Fig.3 Spatial evolution of coupling coordination degree between new-type urbanization and eco-environment in Wuling Mountainous area of Hunan

①逐步形成以点带面，从线到片的空间格局。2011 年仅有洞口等 14 县（市）处于中度耦合协调发展状态，且呈点状零星分布。2017 年中度耦合协调发展的县（市）明显增多，在片区西南区域，围绕会同县，以洪江—绥宁—靖州为连线，逐步带动周边麻阳、新晃、芷江、新宁、武冈等县（市）连片实现耦合协调发展状态从轻度向中度转变；在片区东北部区域，以涟源、冷水江、新化为中心，逐步带动周边沅陵、安化、新邵等县（市）连片实现耦合协调发展升级。2020 年优质耦合协调发展的区域虽然没有突破，但是中度耦合协调发展的范围仍在持续扩大，保靖县实现了中度耦合协调发展。整体上看，研究期内片区新型城镇化与生态环境耦合协调发展逐步升级，升级范围不断扩大，逐步形成了以点带面，从线到片的空间格局。

②中心区域县（市）呈现明显的辐射效应。研究期内，逐步形成了以片区西部吉首市、东部涟源市、中部中方县等为代表的中心区域县（市），这些中心区域县（市）作为地级市州的首府城市，或背靠地级市州中心城市，经济发展动力强，城镇化程度高，基础设施完备，城镇化与生态环境耦合协调度一直处于相对较好的水平，对周边县（市）起到了良好的示范作用，呈现明显的辐射效应。吉首市作为湘西自治州的首府，耦合协调发展水平最高，辐射带动周边保靖、花垣、凤凰等县（市）实现了耦合协调发展升级。

涟源市、中方县分别背靠地级中心城市娄底市和怀化市，交通区位优势明显，多条交通干线贯穿全境，物流产业发达，带动了涟源市周边冷水江、新化、安化等县（市），中方县周边洪江、芷江、新晃等县（市）的经济社会发展，实现了城镇化与生态环境耦合协调发展升级。

③片区中部、西北部部分县（市）耦合协调发展停滞。研究期内，分布在片区中部和西北部的隆回、溆浦、会同、古丈、永顺、龙山等县（市）一直处于轻度耦合协调发展状态。与其他区域相比，这些县（市）经济城镇化与社会城镇化进程相对落后，近十年内人均 GDP、城镇医疗保险覆盖率、燃气普及率、互联网覆盖率等指标值虽然都得到了明显提升，但仍然处于低位徘徊，从而阻碍了城镇化与生态环境耦合发展状态的改善。

表 4 湖南武陵山片区新型城镇化发展水平指数与生态环境适应能力指数对比值 (Ui-Ei)

序号	县（市）	2011	2014	2017	2020	序号
1	新邵县	-0.063	-0.017	-0.125	-0.142	1
2	邵阳县	-0.117	-0.114	-0.198	-0.181	2
3	隆回县	-0.076	-0.129	-0.146	-0.151	3
4	洞口县	-0.173	-0.090	-0.185	-0.156	4
5	绥宁县	-0.162	-0.101	-0.203	-0.182	5
6	新宁县	-0.133	-0.178	-0.208	-0.186	6
7	城步县	-0.061	-0.174	-0.212	-0.192	7
8	武冈市	-0.062	-0.131	-0.185	-0.180	8
9	石门县	-0.056	-0.055	-0.146	-0.149	9
10	慈利县	-0.054	-0.106	-0.169	-0.157	10
11	桑植县	-0.099	-0.088	-0.136	-0.142	11
12	安化县	-0.108	-0.152	-0.229	-0.213	12
13	中方县	-0.153	-0.153	-0.166	-0.171	13
14	沅陵县	-0.103	-0.126	-0.211	-0.185	14
15	辰溪县	-0.063	-0.150	-0.237	-0.189	15
16	溆浦县	-0.148	-0.252	-0.268	-0.245	16
17	会同县	-0.142	-0.248	-0.242	-0.239	17
18	麻阳县	-0.153	-0.199	-0.224	-0.168	18
19	新晃县	-0.112	-0.172	-0.231	-0.188	19
20	芷江县	-0.110	-0.233	-0.195	-0.179	20
21	靖州县	-0.145	-0.223	-0.234	-0.205	21
22	通道县	-0.193	-0.190	-0.253	-0.218	22
23	洪江市	-0.119	-0.163	-0.201	-0.172	23
24	新化县	-0.122	-0.081	-0.149	-0.498	24
25	冷水江市	0.254	0.180	0.139	0.148	25
26	涟源市	-0.036	-0.005	-0.091	-0.125	26
27	吉首市	0.008	-0.022	-0.009	-0.107	27
28	泸溪县	-0.217	-0.239	-0.201	-0.222	28
29	凤凰县	-0.175	-0.125	-0.202	-0.150	29
30	花垣县	-0.101	-0.087	-0.189	-0.158	30
31	保靖县	-0.187	-0.172	-0.208	-0.215	31

32	古丈县	-0.222	-0.204	-0.276	-0.253	32
33	永顺县	-0.151	-0.197	-0.248	-0.216	33
34	龙山县	-0.195	-0.150	-0.212	-0.195	34

表 5 湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调发展类型判定

县（市）	2011	2014	2017	2020
新邵县	E2	D2	E2	E2
邵阳县	D2	D2	E3	E3
隆回县	D2	D2	D2	D3
洞口县	E3	D2	E3	E3
绥宁县	E3	D2	E3	E3
新宁县	D2	D3	E3	E3
城步县	D2	E3	E3	E3
武冈市	D2	D2	E3	E3
石门县	E2	E2	E2	E2
慈利县	E2	E2	E3	E3
桑植县	E2	E2	E2	E2
安化县	D2	D3	E3	E3
中方县	E3	E3	E3	E3
沅陵县	E2	E2	E3	E3
辰溪县	D2	D3	D3	D3
溆浦县	D2	D3	D3	D3
会同县	D2	D3	D3	D3
麻阳县	D3	D3	D3	D3
新晃县	D2	D3	E3	E3
芷江县	D2	E3	E3	E3
靖州县	E2	E3	E3	E3
通道县	D3	D3	E3	E3
洪江市	E2	E3	E3	E3
新化县	D2	E2	E2	E3
冷水江市	D1	E1	E2	E2
涟源市	E2	E2	E2	E2
吉首市	E2	F2	F2	F2
泸溪县	D3	D3	D3	D3
凤凰县	E3	E2	E3	E2
花垣县	E2	D2	E3	E3
保靖县	D3	D3	D3	E3
古丈县	D3	D3	D3	D3
永顺县	D3	D3	D3	D3
龙山县	D3	D2	D3	D3

3.3 新型城镇化与生态环境耦合协调发展的类型判定

在分析新型城镇化与生态环境耦合协调度的基础上,进一步计算分析湖南武陵山片区新型城镇化发展水平指数与生态环境适应能力指数对比值,借以对耦合协调度类型进行细分,从而确定片区各县(市)新型城镇化与生态环境的相对发展水平。受篇幅所限,仅列示了2011、2014、2017、2020年的计算结果,见表4。同时依据表2设定的城镇化与生态环境耦合协调度划分区间标准,判定各县市发展类型,见表5。

从表4可以看出,片区各县(市)城镇化发展水平指数(U_i)与生态环境适应能力指数(E_i)之间的差值结果几乎都处于 $(-\infty, -0.15]$ 、 $[-0.15, 0.15]$ 这两个区间,各县(市)基本属于城镇化滞后型、城镇化与生态环境同步型这两种发展类型,城镇化滞后问题较为突出。进一步分析可以发现,研究期内新型城镇化发展水平指数相差不大,明显偏低且增长趋势不明显,各县(市)城镇化进程缓慢,整体发展程度较低;生态环境适应能力指数较低且变动幅度也不大,各县(市)区域生态环境状态相对稳定,表明在片区新型城镇化进程中,与生态环境彼此之间的相互促进作用没有得到充分发挥。

从表5可以看出,研究期间,除冷水江市外,片区其他各县(市)耦合协调发展类型基本属于“轻度耦合协调—城镇化滞后型”“中度耦合协调—城镇化滞后型”“轻度耦合协调—城镇化与生态环境同步型”“中度耦合协调—城镇化与生态环境同步型”四种类型(D2、D3、E2、E3),“轻度耦合协调—城镇化滞后型”“中度耦合协调—城镇化滞后型”两种类型占主导地位。这说明在片区新型城镇化进程中,经济社会发展与生态环境之间相互促进效果不显著,各县(市)应解放思想,守正创新,坚定落实新型城镇化战略,走绿色发展道路,推动经济社会与生态环境的协调发展。

3.4 新型城镇化与生态环境耦合协调发展的影响因素

为进一步探究城镇化与生态环境耦合协调发展的主要影响因素,利用SPSS软件进行主成分分析,表6为各影响因子的总方差解释。从表6中可以看出5个影响因子对因变量耦合协调度的解释度达到74.599%,故选取前五个因子作为主成分进行因子分析。其中第一个主成分携带的信息最多,占比达到40.14%,其他因子的原始变量系数则差别不明显,为了使因子解释更加清晰,采取等量最大法对荷载矩阵进行旋转。

从旋转后的主成分荷载矩阵表可以看出,第一主成分F1在单位土地面积工业废水排放量、单位土地面积SO₂排放量、单位GDP能耗等11个指标上有较高荷载,这些指标主要与环境保护密切相关,可以定义为“环境因子”;第二主成分F2在二、三产业产值占GDP比重,高新产业增加值占GDP比重,人均GDP等与经济发展相关的4个指标上有较高荷载,可以定义为“经济因子”;第三主成分F3在城镇人口密度,二、三产业就业人口比重,城镇化率等与人口流动相关的4个指标上有较高荷载,可以定义为“人口因子”;第四主成分F4在城镇人均住房面积、互联网覆盖率、城镇医疗保险覆盖率等与社会发展相关的4个指标上有较高荷载,可以定义为“社会因子”;第五主成分F5在人均耕地面积、森林覆盖率等与资源禀赋相关的3个指标上有较高荷载,可以定义为“资源因子”。从前面的分析结果可看出,环境因子对城镇化与生态环境耦合协调发展的影响最大,经济因子次之,人口因子再次之,资源因子影响最小。

4 结论与建议

4.1 主要结论

①研究期内,湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调度指数增长缓慢,但耦合协调发展趋势总体向好,多数县(市)处于轻度或中度耦合协调发展状态;从空间分布来看,片区耦合协调发展逐步升级,在空间演化上形成了以点带面,从线到

片的空间格局；中心区域县（市）发挥了良好的示范作用，辐射带动周边县（市）实现了耦合协调发展升级。

②研究期内，湖南武陵山片区新型城镇化进程缓慢，发展程度较低，区域生态环境整体状态相对较好且差异不大；大部分县（市）基本处于轻度耦合协调—城镇化滞后型、中度耦合协调—城镇化滞后型这两种发展类型，城镇化滞后问题较为突出，严重制约片区城镇化与生态环境耦合协调发展状态升级改善

表 6 总方差解释

成分	初始特征值			提取载荷平方和		
	总计	方差(%)	累积(%)	总计	方差(%)	累积(%)
1. 环境因子	10.436	40.140	40.140	10.436	40.140	40.140
2. 经济因子	3.856	14.829	54.969	3.856	14.829	54.969
3. 人口因子	2.364	9.090	64.059	2.364	9.090	64.059
4. 社会因子	1.579	6.072	70.131	1.579	6.072	70.131
5. 资源因子	1.162	4.468	74.599	1.162	4.468	74.599

③运用主成分分析法对湖南武陵山片区新型城镇化与生态环境耦合协调发展情况进行因子分析，影响因素可以归纳为经济因子、社会因子、人口因子、资源因子和环境因子，其中环境因子对城镇化与生态环境耦合协调发展的影响最大，经济因子次之，人口因子再次之，资源因子影响最小。

4.2 发展建议

①加快经济城镇化、社会城镇化进程，改变片区城镇化滞后的现状。一是锚定湖南省“三高四新”战略定位和使命任务，抓住发展机遇，充分发挥区域比较优势，积极发展生态特色农业；二是积极融入“一带一路”，加强与珠三角、长三角、长株潭、成渝城市群的区域合作，承接产业转移，推动产业深度融合，形成推动城镇化的强大合力；三是推动医疗、科技、教育、信息基础等社会各项事业的共同发展，使人们的物质生活和精神生活都能得到更大程度的满足，通过提升人口整体素质，形成正向反馈机制，实现经济社会的可持续发展。

②充分发挥长株潭城市群和片区中心城市的示范、辐射作用，带动周边县市快速发展。片区西部吉首市、东部涟源市、中部中方县等县（市），发展基础相对较好，长期以来新型城镇化与生态环境耦合协调发展状态好于周边其他县市，通过加强“张吉怀”“邵冷链”和“中芷”等城镇圈之间的区域互动，特别是在产业发展、基础设施建设等方面融入“铜吉怀”“黔恩龙”等武陵山片区内更大范围的区域合作，以点带面，以线连片，借助片区空间协同溢出效应，形成区域合力和规模效应，从而实现片区内各县市协同发展。

③积极构建城镇化与生态环境耦合协调发展的联动预警机制，防止耦合协调发展状态倒退。政府、企业等主体要在技术、资源、信息、基础设施等方面建立联防联控长效机制，加强对关键指标的监控，不同地区、不同部门之间还应加强信息沟通与技术合作，及时早发现早处理社会经济发展过程中的问题，引导各项指标回归正常状态，努力实现城镇化与生态环境耦合协调指数的稳步增长和耦合协调发展状态的跨越式转变。

参考文献：

- [1] Howard E. Garden Cities of Tomorrow [M] . London: Rose - mount Press, 1902.
- [2] Tong C. Review on environmental indicator research [J] . Re - search on Environmental Science, 2000, 13(4): 53 - 55.
- [3] Grossman Gene M, Krueger Alan B. Economic growth and the environment [J]. Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2): 353 - 377.
- [4] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth [R] . Paris: OECD, 2002.
- [5] Townsend A M. Life in the real-time city: Mobile telephones and urban metabolism [J]. Journal of Urban Technology, 2000, 7(2): 85 - 104.
- [6] Rockstrom J, Steffen W, Noone K, et al. A safe operating space for humanity [J] . Nature, 2009, 461(7263): 472 - 475.
- [7] Wackernagel M, Rees W. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M] . Gabriola Island: New Society Publishers, 1998.
- [8] 马世骏, 王如松. 社会—经济—自然复合生态系统 [J] . 生态学报, 1984(1): 1-9.
- [9] 乔标, 方创琳. 城市化与生态环境协调发展的动态耦合模型及其在干旱区的应用 [J] . 生态学报, 2005(11): 211-217.
- [10] 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(1): 1-8.
- [11] 乔标, 方创琳, 黄金川. 干旱区城市化与生态环境交互耦合的规律性及其验证 [J] . 生态学报, 2006(7): 2183-2190.
- [12] 刘海猛, 方创琳, 李咏红. 城镇化与生态环境“耦合魔方”的基本概念及框架 [J] . 地理学报, 2019, 74(8): 1489-1507.
- [13] 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.
- [14] Mutisya E, Yarime M. Moving towards urban sustainability in Kenya: a framework for integration of environmental, economic, social and governance dimensions [J] . Sustainability Science, 2014, 9(2): 205 - 215.
- [15] Tretyakova E A. Assessing sustainability of development of ecological and economic systems: A dynamic method [J] . Studies on Russian Economic Development, 2014, 25(4): 423-430.
- [16] Roland-Holst D W, Rodrigo G C, Reinert K A. North American economic integration and

industrial pollution in the GreatLakes region [J] . The Annals of Regional Science, 2002, 36(3): 483 - 495.

[17] 刘耀彬. 中国城市化与生态环境耦合规律与实证分析 [J] . 生态经济, 2007(10): 122-126.

[18] 李静芝, 代宇涵, 赵雯, 等. 城市化系统与生态系统交互耦合时空特征及协调发展预警研究——以湖南省为例 [J] . 长江流域资源与环境, 2019, 28(7): 1590-1601.

[19] Chen M X, Huang Y B, Tang Z P. The provincial pattern of the relationship between urbanization and economic development in China [J] . Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(1): 33 - 45.

[20] 王秀明, 张勇, 奚蓉, 等. 广东省城镇化与生态环境耦合协调的空间特征及影响因素研究 [J] . 中国环境管理, 2019, 11(3): 100-106.

[21] 王长建, 张小雷, 杜宏茹, 等. 城市化与生态环境的动态计量分析——以新疆乌鲁木齐市为例 [J] . 干旱区地理, 2014, 37(3): 609-619.

[22] 赵安周, 李英俊, 卫海燕, 等. 西安市城市化与城市生态环境耦合协调发展研究 [J] . 水土保持研究, 2012, 19(6): 152-156.

[23] 赵建吉, 刘岩, 朱亚坤, 等. 黄河流域新型城镇化与生态环境耦合的时空格局及影响因素 [J] . 资源科学, 2020, 42(1): 159-171.

[24] 常新锋, 管鑫. 新型城镇化进程中长三角城市群生态效率的时空演变及影响因素 [J] . 经济地理, 2020, 40(3): 185-195.

[25] 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.

[26] 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.

[27] 高新才, 杨芳. 西北地区城镇化与生态环境耦合协调度测度 [J] . 城市问题, 2016(12): 26-33.

[28] 张雅杰, 刘辉智. 长江经济带城镇化与生态环境耦合协调关系的时空分析 [J] . 水土保持通报, 2017, 37(6): 334-340.

[29] 中共中央, 国务院 . 国家新型城镇化规划(2014-2020 年) [DB/OL] . http://www.gov.cn/gonghao/content/2014/content_2644805.htm, 2014 - 03 - 16.

[30] 匡乐红, 徐林荣, 刘宝琛. 组合赋权法确定地质灾害危险性评价指标权重 [J] . 地下空间与工程学报, 2006, 2(6): 1063-1067.

[31] 周燕华, 施生旭. 民族地区城镇化与生态环境耦合协调评价研究——以福建省10个县(市)为例

[J]. 林业经济, 2019, 41(8): 95-101.