

黄河流域城市群新型城镇化与生态安全协调发展研究

孙斌, 杜松朴, 薛建春, 童鑫

(内蒙古科技大学 经济与管理学院, 内蒙古 包头 014010)

摘要:为推进中国式现代化建设,统筹黄河流域生态保护和高质量发展,提升城市群新型城镇化与生态安全协调发展水平,以黄河流域内的7个城市群为研究对象,构建新型城镇化与生态安全评价指标体系,运用耦合协调度模型和相对发展模型,并结合时空演化过程分析了黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调度发展格局,最后通过系统动力学模型模拟未来5年耦合协调发展趋势。结果表明,研究期内,黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调度总体呈上升趋势,部分城市群出现轻度波动,耦合协调特征由失调、濒临协调转化为勉强协调、初级协调;最后通过预测未来5年黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调度发展过程,推断城市群均处于显著提升状态,且逐步达到初级协调阶段。针对目前黄河流域城市群新型城镇化与生态安全协调发展存在的不足,提出了相应的对策建议。

关键词:新型城镇化;生态安全;系统动力学模型;耦合协调;黄河流域城市群

中图分类号:F291.1;X826

文献标志码:A

文章编号:1000-2367(2024)02-0016-11

2022年10月,党的二十大报告首次提出建设中国式现代化的战略任务^[1],中国式现代化是物质文明与精神文明相协调的现代化,是人与自然和谐共生的现代化,其本质要求包括实现高质量发展^[2]。全面建设社会主义现代化国家的首要任务是实现高质量发展,以人为核心的新型城镇化建设和社会主义生态文明建设是实现高质量发展和区域协同发展的重要举措,是推动中国式现代化建设的重要战略。建设中国式现代化,是推进新型城镇化和生态文明建设的重要历史使命。

黄河流域是我国重要的生态屏障,是北方经济的重要支撑,也是“一带一路”重要走廊。但是黄河流域仍存在着生态环境脆弱、水资源匮乏、整体发展水平偏低等问题。近年来,黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略。2021年10月党中央印发了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》,此规划是指导今后一个时期黄河流域生态保护和高质量发展的纲领性文件。2022年10月通过的《中华人民共和国黄河保护法》为黄河流域生态保护和高质量发展提供了法律保障。黄河流域城市群尽管在全国城市群中发育程度相对较低,但作为流域高质量发展主要载体,具有很高的战略地位^[3]。因此,研究黄河流域城市群新型城镇化与生态安全协调发展对于实现黄河流域高质量发展、全面贯彻落实中国式现代化内涵、更好地维护国家生态安全具有十分重要的战略意义。

“新型城镇化”是在“城镇化”概念的基础上进一步展开的。随着城镇化的不断进展,新型城镇化的意义也在不断加强,新型城镇化的核心目标是实现人口的城市化。高质量发展的新型城镇化意味着采取一种集约型发展道路,以低能耗、低污染、低排放为特征,同时具备高综合效益。这种发展道路的内涵可以概括为以下几个

收稿日期:2023-05-16;**修回日期:**2023-08-23.

基金项目:国家自然科学基金(42061051);内蒙古自然科学基金(2021LHMS07002;2022LHMS070004).

作者简介:孙斌(1974—),男,辽宁东港人,内蒙古科技大学副教授,博士,研究方向为城市群城市化。

通信作者:杜松朴(1998—),男,安徽合肥人,内蒙古科技大学硕士研究生,研究方向为城市群城镇化,E-mail:dusongpu1998@163.com.

引用本文:孙斌,杜松朴,薛建春,等.黄河流域城市群新型城镇化与生态安全协调发展研究[J].河南师范大学学报(自然科学版),2024,52(2):16-26.(Sun Bin,Du Songpu,Xue Jianchun,et al.Research on the coordinated development of new urbanization and ecological security in the Yellow River Basin urban agglomeration[J].Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition),2024,52(2):16-26.DOI:10.16366/j.cnki.1000-2367.2023.05.16.0001.)

方面:优质的城市建设、高标准的基础设施建设、高水平的公共服务提供、宜居的人居环境、高效的城市管理以及市民化进程的高质量有机结合^[4].生态安全可以从广义和狭义两个方面来理解.广义上讲,生态安全是指一种可持续的状态,其中人类正常的生产和生活所需得到保障,几乎没有威胁.这种状态包括人类自身的健康、未来的可持续发展、必要的资源保证和社会发展的秩序调节等方面.生态安全的这一层面涉及经济、社会和环境等3个主要方面,构成了一个涉及多方面的复杂系统^[5].狭义上讲,生态安全指的是周围自然生态系统的安全状况.在这种状态下,人类可以维持基本的生存需求.相对于广义的概念,狭义的生态安全范围更窄.它强调生态系统功能的完整性,并且能够和谐健康地运行^[6].以人为核心的新型城镇化涵盖了人口、经济、社会、空间等方面.新型城镇化的基础是人口,城镇化的不断发展会促进人口转移,进而实现居民就业方式的转变,改善居民生活质量,使受教育程度显著提升,居民整体素质的提升会使居民逐渐提高生态保护意识.但是,城镇化规模的盲目扩张会导致人口城镇化的发展速度远超于空间城镇化的发展速度,使得在有限的空间范围内生态环境原本的自身净化恢复能力不能满足,产生了诸多生态破坏和环境污染问题.生态安全为新型城镇化发展提供了各类生态要素,良好的生态环境可以为新型城镇化发展提供良好的物质资源保障.

新型城镇化与生态安全系统是一个复杂的非线性系统,针对二者之间的协调发展关系,国内外学者做了以下探讨:(1)理论演化过程分析.在国外,1998年,PSR(压力-状态-响应)模型的首次提出体现了经济与环境间的相互作用^[7];环境库兹涅茨曲线丰富了经济增长与生态环境间的理论研究^[8];OECD^[9]提出的脱钩理论探讨了阻断环境损害与经济发展关联的可能.在国内,黄金川等^[10]、刘耀彬^[11]模拟了城镇化与生态环境耦合规律曲线;“耦合魔方”概念为解释城镇化与生态环境耦合提供了跨学科研究范式^[12-13].(2)新型城镇化与生态安全综合测度与仿真研究.国外相关学者在美国、欧洲均进行了实证研究^[14-15].我国学者乔标等^[16]构建耦合发展模型探寻了城市和干旱地区耦合发展规律;唐志强等^[17]对研究地区耦合协调度进行测度并分析未来耦合关系演变趋势;杨振龙等^[18]、王秀明等^[19]则探寻了研究地区城镇化与生态安全耦合驱动机制.

梳理文献发现,经济与环境的耦合研究奠定了生态经济学的基础,城镇化与生态环境耦合研究进一步将环境问题与城市化联系起来,为新型城镇化与生态安全的提出创造了条件.新型城镇化与生态安全研究则在前两个阶段的基础上,将高质量发展与可持续发展理念等融入城市化进程,强调人与自然和谐共生,对城镇规划、政策制定和实践提出了更高的要求.尽管学术界围绕新型城镇化与生态安全开展了大量研究,但仍存在一些不足:一是新型城镇化和生态安全这两个系统概念具有不确定性,同时很少选取体现高质量发展内涵和中国式现代化内涵的评价指标体系;二是以往关于城镇化与生态环境之间的关系研究较多,但是关于以人为核心的新型城镇化和生态安全的关系研究较少;三是鲜有学者研究黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调关系.目前黄河流域城市群高质量发展具有举足轻重的战略地位,研究其新型城镇化与生态安全耦合协调关系具有十分重要的战略意义.因此本文在以往相关研究的基础上,以黄河流域7个城市群为研究区域,将高质量发展要素和中国式现代化理念融入新型城镇化与生态安全评价指标体系,构建耦合协调度模型和相对发展模型,结合时空演化过程分析研究了黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调发展格局,建立系统动力学模型预测未来演化趋势.以为推动黄河流域生态保护和高质量发展与中国式现代化建设提供参考.

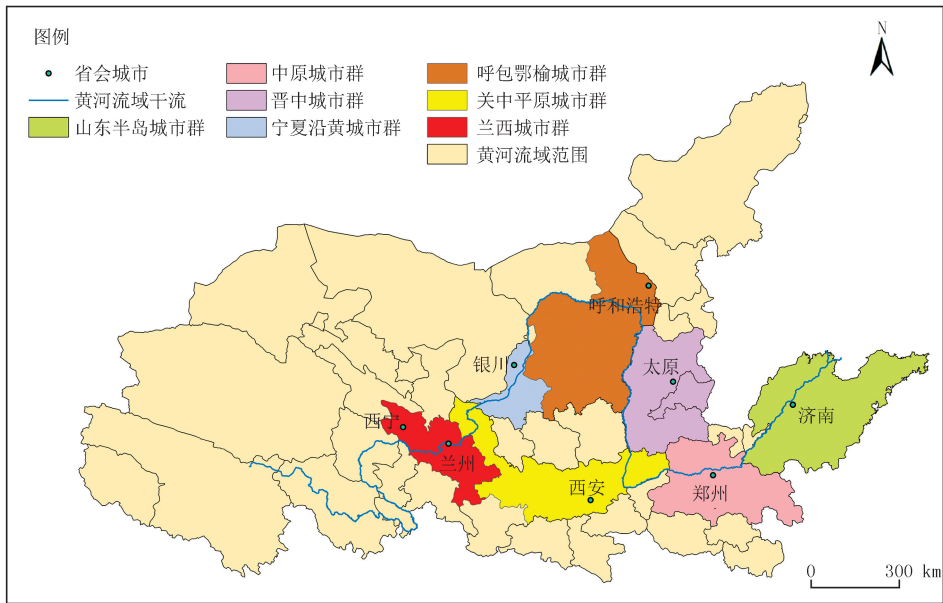
1 研究区域概况及数据来源

1.1 研究区域概况

黄河流域城市群包括宁夏沿黄、呼包鄂榆、中原、关中平原、兰西、晋中和山东半岛7个城市群^[20],横跨了中国多个省区.黄河流域是我国重要经济发展中心和生态屏障^[21],黄河流域城市群在我国的经济发展中具有重要地位,同时黄河流域城市群具有丰富的煤炭、石油及天然气等资源,是我国重要的能源和化工产业聚集区.黄河流域城市群是我国人口分布相对密集的地区之一,各城市之间人口流动频繁,随着经济发展和城市化进程的推进,黄河流域城市群的城镇化率逐渐提升.城镇化过程中,农村人口向城市转移,城市建设和基础设施的不断完善,以及城市经济的发展,都对城镇化率的增长起到推动作用.黄河流域城市群仍面临着诸多环境问题,由于过度的农业开垦和过度放牧,土地沙漠化、水土流失和盐碱化等问题比较严重,进而导致

了农田质量下降、农作物减产以及生态系统的破坏。

本研究界定的黄河流域和城市群研究范围见图 1。考虑到部分少数民族自治州、县级市数据收集齐全性问题以及部分城市群城市重叠问题,本文选择黄河流域 58 个核心城市作为城市群内部研究样本,并进行数据的收集。



注: 本图根据审图号为GS(2019)1822号的标准地图制作,底图无修改。

图1 研究区域概况

Fig.1 Overview of the research area

1.2 数据来源

本文以黄河流域 7 个城市群 58 个核心城市为基本单元,选取 2011—2021 年为时间序列。数据来源于黄河流域各省市自治区统计年鉴、《中国环境统计年鉴》和社会经济统计公报等,缺失值通过插值法进行填补。

2 研究方法

2.1 评价指标体系

中国式现代化的本质要求包括实现高质量发展和促进人与自然和谐共生。随着高质量发展和中国式现代化建设的提出,对经济发展要求不仅体现在速度上,而是更注重发展效率和质量。梳理以往相关文献发现,有关城镇化系统评价指标体系往往选取 PESS(population-economic-sociology-space)模型。因此,本文基于实现高质量发展这一中国式现代化的本质要求,在 PESS 模型中融入高质量发展内涵,并在此基础上细分出对外开放、协调发展、民生改善、创新驱动 4 方面来表征高质量发展中的创新、协调、绿色、开放、共享理念^[22],参考已有文献^[23],选取进出口总额、外商贸易投资等指标表征对外开放;选取人口密度、农业产值占 GDP 比重等指标表征协调发展;选取城镇失业率、国际互联网用户数等指标表征民生改善;选取授权专利件数等指标表征创新驱动。最终从人口城镇化、经济城镇化、社会城镇化和空间城镇化 4 个维度选取 19 个指标建立起新型城镇化指标体系,如表 1 所示。

梳理以往关于生态安全的文献发现,大多数研究基于 PSR(pressure-state-response)模型构建生态安全评价指标体系。PSR 模型中压力是指经济社会活动对环境造成的负荷和生态胁迫,状态是指特定时间内生态和自然环境现状,响应是指社会和个人采取行动来改善当前生态安全状态。根据数据可获得性和实际情况,遵循指标体系的全面性和科学性原则,本文将中国式现代化中的人与自然和谐共生这一本质要求融入 PSR 模型,通过人口自然增长率、人均拥有公园绿地面积等人与环境息息相关的指标体现,并构建了生态安全评价指标体系,包括 10 个评价指标,如表 2 所示。

表 1 新型城镇化评价指标体系

Tab. 1 New urbanization evaluation index system

| 目标层 | 准则层 | 指标层 | 权重 | 目标层 | 准则层 | 指标层 | 权重 |
|-------|-------|--------------|---------|-------|-------|--------------|---------|
| 新型城镇化 | 人口城镇化 | 城镇人口比重 | 0.047 3 | 新型城镇化 | 社会城镇化 | 城镇人均可支配收入 | 0.035 0 |
| | | 人口密度 | 0.052 7 | | | 城镇失业率 | 0.020 3 |
| 新型城镇化 | 经济城镇化 | 人均 GDP | 0.055 3 | 新型城镇化 | 空间城镇化 | 国际互联网用户数 | 0.054 0 |
| | | 人均固定资产投资 | 0.066 3 | | | 每万人卫生机构床位数 | 0.022 8 |
| | | GDP 增长率 | 0.014 5 | | | 每万人在校大学生数 | 0.017 9 |
| | | 进出口总额 | 0.093 7 | | | 授权专利件数 | 0.097 7 |
| | | 外商投资总额 | 0.083 4 | | | 教育科学支出 | 0.065 7 |
| | | 农业产值占 GDP 比重 | 0.019 6 | | | 建设用地占行政区面积比重 | 0.045 0 |
| 新型城镇化 | 社会城镇化 | 居民消费价格指数 | 0.029 8 | 新型城镇化 | 空间城镇化 | 人均拥有道路面积 | 0.051 6 |
| | | 人均社会消费品零售总额 | 0.127 4 | | | | |

表 2 生态安全评价指标体系

Tab. 2 Ecological security evaluation index system

| 目标层 | 准则层 | 指标层 | 权重 | 目标层 | 准则层 | 指标层 | 权重 |
|------|------|------------|---------|------|------|--------------|---------|
| 生态环境 | 生态压力 | 城市人均日生活用水 | 0.050 4 | 生态环境 | 生态状态 | 人均拥有耕地面积 | 0.138 2 |
| | | 人均工业废水排放量 | 0.113 9 | | | 人均拥有公园绿地面积 | 0.089 8 |
| | | 每万人二氧化硫排放量 | 0.120 0 | 生态环境 | 生态响应 | 污水处理率 | 0.030 2 |
| | | 人口自然增长率 | 0.173 6 | | | 环境治理占 GDP 比重 | 0.207 4 |
| 生态环境 | 生态状态 | 建成区绿化覆盖率 | 0.065 8 | | | 生活垃圾无害化处理率 | 0.010 7 |

2.2 数据处理与指标权重

2.2.1 数据的标准化处理

为避免熵权法中指标数值为 0 无法取对数的情况,运用极差标准化处理指标量纲,参考已有文献对公式的处理^[24],公式如下.

正向指标标准化:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \times 0.9 + 0.1. \quad (1)$$

负向指标标准化:

$$x'_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \times 0.9 + 0.1. \quad (2)$$

式(1)、(2)中, x'_{ij} 表示第 i 年第 j 项评价指标标准化处理后的值; x_{ij} 表示第 i 年第 j 项评价指标的当年实际值.

2.2.2 确定指标权重

通常用主观确权法和客观确权法计算指标权重.由于选取的指标数量较多,涵盖范围较广,为获取更精确的指标权重,本文采用主观确权法和客观确权法相结合确定权重,其中主观确权法选取层次分析法、客观确权法选取熵值法,两种方法的具体计算过程详见文献^[25-26],计算最终权重的表达式为:

$$\omega_j = \frac{\omega'_j + \omega''_j}{2}, \quad (3)$$

式中, ω_j 为第 j 项指标的最终权重; ω'_j 为第 j 项指标的主观权重; ω''_j 为第 j 项指标的客观权重.最终权重计算结果见表 1、表 2.

2.3 耦合协调度模型

新型城镇化与生态安全耦合协调度模型为:

$$T = \alpha U + \beta E, \tag{4}$$

$$C = 2 \times \frac{\sqrt{U \times E}}{U + E}, \tag{5}$$

$$D = \sqrt{C \times T}, \tag{6}$$

其中, T 为新型城镇化与生态安全系统间的综合协调指数; U 为新型城镇化系统综合评价指数; E 为生态安全系统综合评价指数; C 为耦合度; D 为耦合协调度; α 、 β 均等赋权, 均取 0.5.

参考相关文献[27]的划分方法, 将耦合协调度划分为以下等级, 如表 3 所示.

表 3 耦合协调度等级

Tab. 3 Degree of coupling coordination

| | | | | | |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 耦合协调度 | $0 < D \leq 0.1$ | $0.1 < D \leq 0.2$ | $0.2 < D \leq 0.3$ | $0.3 < D \leq 0.4$ | $0.4 < D \leq 0.5$ |
| 类型 | 严重失调 | 重度失调 | 中度失调 | 轻度失调 | 濒临失调 |
| 耦合协调度 | $0.5 < D \leq 0.6$ | $0.6 < D \leq 0.7$ | $0.7 < D \leq 0.8$ | $0.8 < D \leq 0.9$ | $0.9 < D \leq 1.0$ |
| 类型 | 勉强协调 | 初级协调 | 中度协调 | 良好协调 | 优质协调 |

2.4 系统动力学模型

2.4.1 结构分析

综合系统动力学的建模原理, 以黄河流域 7 个城市群为空间边界, 2011—2026 年为时间边界, 再结合黄河流域城市群城镇发展与生态安全的实际状况, 建立新型城镇化和生态安全协调发展系统模型. 利用 Vensim 软件, 将黄河流域城市群新型城镇化和生态安全两个子系统之间的关系量化, 构建系统模型流程图, 模型选取了 8 个水平变量、9 个速率变量和 58 个辅助变量模拟仿真黄河流域城市群新型城镇化和生态安全的协调发展状况. 具体的系统模型结构流程图如图 2 所示.

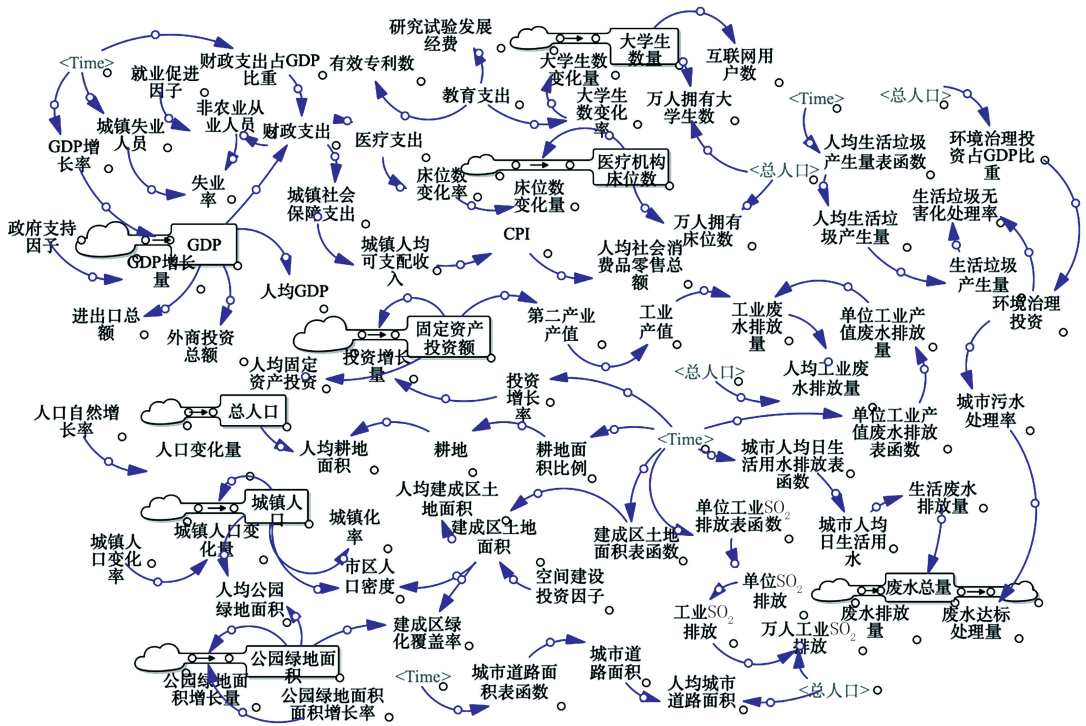


图2 系统模型结构流程图

Fig. 2 Flow chart of system model structure

2.4.2 系统分析

(1) 新型城镇化子系统

新型城镇化子系统选取 GDP、固定资产投资额等 6 个水平变量表示新型城镇化子系统的主要发展水

平;选取投资增长额、人口变化量等6个速率变量表征增长速率;此外,选取28个辅助变量作为主要影响因素。环境治理投资是以占GDP的比重来衡量的,而人均道路面积又与人口密度密切相关,因此新型城镇化与生态安全两个子系统的关系是紧密相连的。

(2)生态安全子系统

生态安全子系统选取废水总量和公园绿地面积2个水平变量表征生态安全子系统的主要发展水平;用公园绿地面积增长量、废水排放量等3个速率变量来表征增长速率;选取30个辅助变量表征影响因素。

2.4.3 参数设定

通过系统内部因果确定各变量之间的函数关系,该模型中主要方程包括:

$$GDP = \text{INTEG}(GDP \text{ 增长量}, \alpha),$$

$$\text{固定资产投资额} = \text{INTEG}(\text{投资增长量}, \beta),$$

$$\text{城镇化率} = \text{城镇人口} / \text{总人口},$$

$$\text{环境治理投资} = \text{环境治理投资占GDP比重} * \text{GDP},$$

$$\text{人均城市道路面积} = \text{城市道路面积} / \text{总人口}.$$

2.5 相对发展模型

耦合协调模型可以科学评价城市群新型城镇化与生态安全两个系统的协调发展水平,为进一步探寻两者之间的相对发展水平,引入相对发展系数 R :

$$R = \frac{U}{E}, \quad (7)$$

式中, R 体现新型城镇化与生态安全水平的相对发展状况, U 、 E 分别为新型城镇化系统、生态安全系统的发展指数。当 $0 < R \leq 0.9$ 时,相对发展类型为新型城镇化滞后于生态安全型;当 $0.9 < R \leq 1.1$ 时,相对发展类型为二者同步发展型;当 $R > 1.1$ 时,相对发展类型为生态安全滞后于新型城镇化型。

3 实证分析

3.1 新型城镇化与生态安全耦合协调水平时空演变分析

通过黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调度模型,分别测度2011—2021年7个城市群的耦合协调度,结果如图3所示。

由图3所示,黄河流域城市群两个系统间的耦合协调度总体上显著提升。山东半岛城市群耦合协调度总体较高,在2011年其耦合协调度为0.447,位于黄河流域7个城市群之首,2005年《山东半岛城市群总体规划》提出以青岛为龙头,青岛、济南为双中心,打造竞争力强大的都市连绵区和城市空间联系密集区,高起点规划、高水平建设是山东半岛城市群耦合协调度变高的主要原因;中原城市群区域发展活力较高,但相较于山东半岛城市群耦合协调度略低,2021年耦合协调度为0.548;呼包鄂榆城市群耦合协调度在2011—2016年之间略有波动,在2012—2013年由0.419下降到0.396,主要是由于呼包鄂榆城市群资源密集,且城镇化发展过程中牺牲了生态环境成本,但之后耦合协调度一直保持稳步提升趋势;晋中城市群耦合协调度增长较为稳定,在2013年略有降低;宁夏沿黄城市群在2011—2015年一直保持缓慢增长态势,在2014—2017年出现了快速增长;兰西城市群相对偏远,地区发展相对贫困,但也

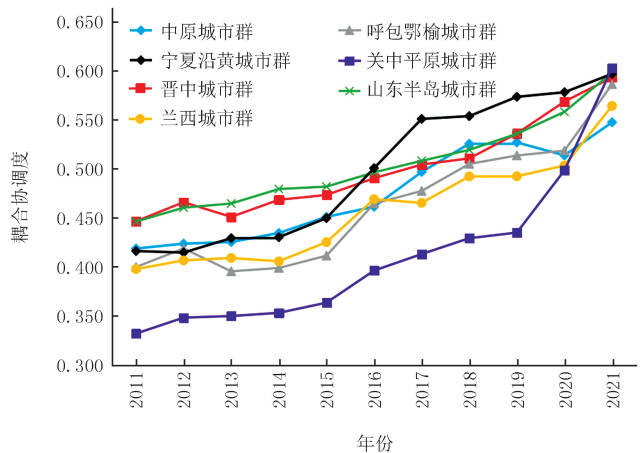


图3 2011—2021年耦合协调时序特征

Fig.3 Coupling and coordinated temporal characteristics from 2011 to 2021

由于呼包鄂榆城市群资源密集,且城镇化发展过程中牺牲了生态环境成本,但之后耦合协调度一直保持稳步提升趋势;晋中城市群耦合协调度增长较为稳定,在2013年略有降低;宁夏沿黄城市群在2011—2015年一直保持缓慢增长态势,在2014—2017年出现了快速增长;兰西城市群相对偏远,地区发展相对贫困,但也

一直呈现缓慢增长的趋势。

根据耦合协调度区间划分标准,划分两系统耦合协调度等级并进行空间格局呈现,如图 4 所示。

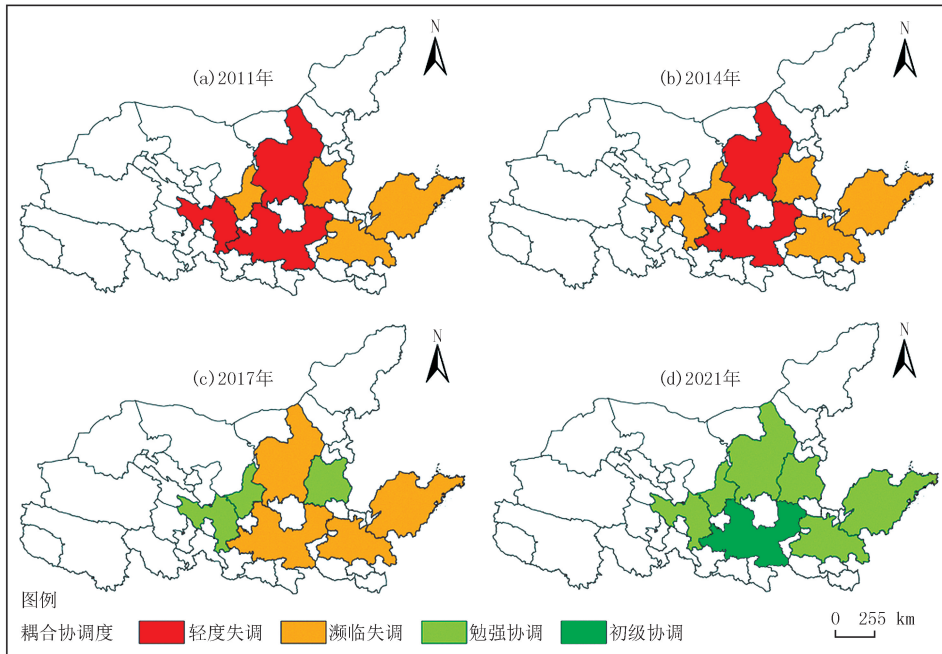


图4 耦合协调空间特征

Fig.4 Coupling and coordinated spatial characteristics

不同城市群的经济基础差异显著、自然资源差异明显,导致耦合协调存在着较大空间差异。由图 4 可以看出,2011 年,兰西、呼包鄂榆和关中平原城市群处于轻度失调阶段,山东半岛、中原等城市群则处于濒临失调阶段。2014 年,关中平原城市群和呼包鄂榆城市群耦合协调度仍处于轻度失调阶段,其余城市群处于濒临失调阶段;2017 年,山东半岛、晋中和宁夏沿黄城市群新型城镇化与生态安全协调水平较高,达到了勉强协调等级,周围城市群均表现为濒临失调状态。2021 年,7 个城市群耦合协调度均相较于之前有了显著提升,其中关中平原城市群达到初级协调等级,其余城市群均处于勉强协调阶段。

3.2 新型城镇化与生态安全耦合协调预测分析

基于系统动力学的结构分析,通过 Vensim 软件构建系统动力学模型,分析新型城镇化与生态安全两系统间的作用关系,利用初始数据模拟仿真未来 5 年研究区域内新型城镇化与生态安全耦合协调度指数。耦合协调度预测结果见表 4。

表 4 系统动力学模型预测结果

Tab. 4 Prediction results of system dynamics model

| 年份 | 中原 | 晋中 | 呼包鄂榆 | 山东半岛 | 宁夏沿黄 | 兰西 | 关中平原 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2022 | 0.623 | 0.611 | 0.571 | 0.610 | 0.616 | 0.552 | 0.534 |
| 2023 | 0.640 | 0.625 | 0.586 | 0.614 | 0.633 | 0.569 | 0.557 |
| 2024 | 0.657 | 0.636 | 0.602 | 0.637 | 0.649 | 0.589 | 0.584 |
| 2025 | 0.675 | 0.656 | 0.622 | 0.658 | 0.665 | 0.614 | 0.619 |
| 2026 | 0.690 | 0.672 | 0.649 | 0.685 | 0.678 | 0.646 | 0.665 |

由表 4 可见,未来黄河流域城市群耦合协调水平总体向好。关中平原城市群在 2022 年耦合协调度由上一年的 0.547(图 3)下降为 0.534,其后不断上升;山东半岛城市群的耦合协调度一直位于黄河流域 7 个城市群的前列,预测其耦合协调度在 2026 年将达到 0.685;中原、呼包鄂榆、晋中和宁夏沿黄城市群的耦合协调度都呈现稳步增长的趋势,预测它们的耦合协调度在 2026 年分别达到 0.690、0.649、0.672、0.678;兰西城市群

在黄河流域城市群中排在相对靠后的位置,预测其在 2022 年的耦合协调度略有下降,但之后一直保持上升趋势.对黄河流域 7 个城市群预测结果进行空间演变分析,结果如图 5 所示.

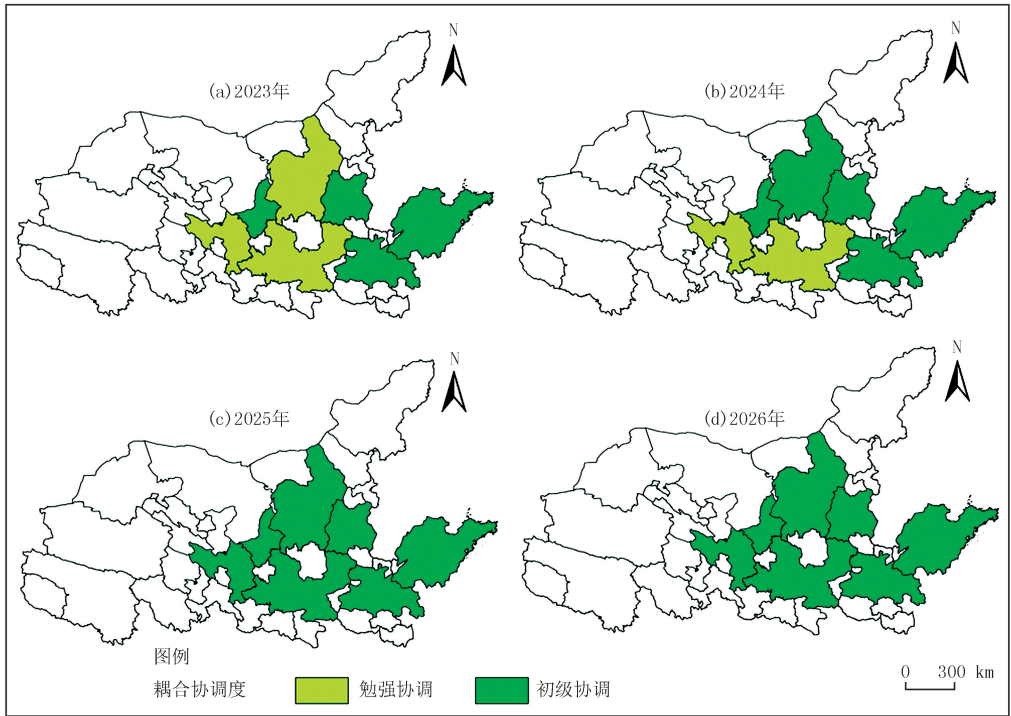


图5 2023-2026年耦合协调空间特征

Tab.5 Coupling and coordinated spatial characteristics from 2023 to 2026

由 2023—2026 年新型城镇化与生态安全空间耦合格局可知,空间格局表现为中原、晋中和山东半岛城市群耦合协调水平较高,其余城市群新型城镇化与生态安全协同水平较低.2024 年,呼包鄂榆城市群进入初级协调阶段,其余城市群仍处于勉强协调阶段;2025 年,兰西城市群和关中平原城市群达到初级协调阶段,因此,预测黄河流域各城市群均将达到初级协调阶段.

3.3 新型城镇化与生态安全相对发展分析

通过构建黄河流域城市群新型城镇化与生态安全相对发展模型,利用计算得出的各系统评价指数,对 2011—2026 年黄河流域 7 个城市群分别进行相对发展分析,结果如表 5 所示.

表 5 各城市群相对发展类型

Tab. 5 Relative development types of each urban agglomeration

| 年份 | 中原 | 晋中 | 呼包鄂榆 | 山东半岛 | 宁夏沿黄 | 兰西 | 关中平原 |
|------|---------|---------|---------|------|---------|---------|---------|
| 2011 | 新型城镇化滞后 | 同步发展 | 生态安全滞后 | 同步发展 | 新型城镇化滞后 | 生态安全滞后 | 生态安全滞后 |
| 2016 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 同步发展 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 生态安全滞后 |
| 2021 | 新型城镇化滞后 | 同步发展 | 同步发展 | 同步发展 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 |
| 2026 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 新型城镇化滞后 | 同步发展 | 同步发展 | 新型城镇化滞后 | 同步发展 |

由表 5 可见,2011 年黄河流域中原和宁夏沿黄城市群呈现新型城镇化滞后型,山东半岛和晋中城市群则为二者同步发展型,其余城市群表现为生态安全滞后型;2016 年,表现为生态安全滞后型的城市群为关中平原城市群,表现为二者同步发展的为山东半岛城市群,其余城市群表现为新型城镇化滞后型;2021 年,由于近年来国家对于生态环境的重视与保护,黄河流域 7 个城市群均没有出现生态安全滞后型,中原、宁夏沿黄、兰西和关中平原城市群呈现为新型城镇化滞后型,山东半岛、呼包鄂榆和晋中城市群为二者同步发展类型;预测 2026 年,山东半岛、关中平原和宁夏沿黄城市群表现为二者同步发展型,呼包鄂榆、中原、晋中和兰西城市群表现为新型城镇化滞后型.

4 结论与建议

4.1 结论

1)通过耦合协调度模型,分析2011—2021年黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调时空演变格局.从时间序列上看,黄河流域城市群新型城镇化与生态安全耦合协调发展水平总体呈上升趋势,其中山东半岛城市群和中原城市群耦合协调程度较高,兰西城市群和关中平原耦合协调程度较低且出现小幅波动.从空间格局上看,耦合协调程度随时间不断向前推进,由失调、濒临协调转为勉强协调、初级协调,未能达到良好耦合状态,呈现出山东半岛、中原和呼包鄂榆城市群协调发展水平较高,其余城市群较低的空间格局.

2)通过构建系统动力学模型预测未来黄河流域城市群两系统间耦合协调发展水平.结果显示:2022—2026年,黄河流域城市群两系统间耦合协调度等级均有一定提升,呈现出山东半岛、呼包鄂榆和中原城市群耦合协调度较高,其余城市群较低的空间格局.

3)通过构建相对发展模型,测度黄河流域城市群新型城镇化与生态安全的相对发展水平.结果表明:由于国家越来越重视黄河流域高质量发展与生态保护,黄河流域城市群生态环境水平显著提升,2021年黄河流域7个城市群均没有出现生态安全滞后型,其中,处于新型城镇化滞后型的城市群有中原、宁夏沿黄、兰西和关中平原城市群,处于二者同步发展类型的城市群有山东半岛、呼包鄂榆和晋中城市群.

4.2 建议

1)推动黄河流域中国式高质量城镇化发展建设.兼顾城镇化建设和生态环境保护,制定可持续的高质量发展策略.针对发展波动和不稳定现象,要避免功利和冒进,资源型城市群和经济社会、城镇规模快速发展的城市群应更加重视生态安全问题及生态文明建设,加强黄河全流域城镇化的“大协同”.宁夏沿黄、呼包鄂榆、晋中等资源型城市群要统筹推进经济高质量发展和生态高质量保护,推动产业绿色化发展,提升服务和融入“双循环”新发展格局的能力.

2)树立各城市群新型城镇化与生态环境协调发展的理念,建立黄河流域城市群城镇发展与生态安全保护协调机制.贯彻落实国家安全发展观念,统筹黄河流域城市群新型城镇化与生态安全协调涉及不同区域空间关联,需各城市群合作解决发展问题.兰西城市群具有丰富的资源和独特的自然环境,地处丝绸之路经济带和青藏高原,可以发展旅游业、文化创意产业和生态农业等具有地方特色的产业,努力提升城市群的经济竞争力,加强黄河源头保护和流域治理.

3)黄河流域城市群未来要不断加强各城市群省会、重点城市辐射带动作用,推动重点城市带动和提升城市群新型城镇化与生态安全耦合关系,再通过城市群整体两个系统的协调发展带动整个流域实现黄河流域高质量发展.山东半岛城市群要增强自觉性和主动性,积极发挥山东半岛城市群的龙头作用,带动辐射沿黄城市群的交流与合作,推动流域高质量发展与生态安全保护.关中平原城市群和中原城市群具有得天独厚的地理位置,被视为中西部战略发展的关键地区.未来,应致力于推动除了郑州和西安之外的次级中小城市的成长与壮大,从而促进整个区域的协调发展,并不断提升其发展水平.

参 考 文 献

- [1] 方创琳,赵文杰.新型城镇化及城乡融合发展促进中国式现代化建设[J].经济地理,2023,43(1):10-16.
FANG C L,ZHAO W J.Facilitating Chinese path to modernization through new-type urbanization and integrated urban-rural development[J].Economic Geography,2023,43(1):10-16.
- [2] 宁吉喆.中国式现代化的方向路径和重点任务[J].管理世界,2023,39(3):1-19.
NING J Z.The direction,route and key tasks of a Chinese path to modernization[J].Journal of Management World,2023,39(3):1-19.
- [3] 方创琳.黄河流域城市群形成发育的空间组织格局与高质量发展[J].经济地理,2020,40(6):1-8.
FANG C L.Spatial organization pattern and high-quality development of urban agglomeration in the Yellow River Basin[J].Economic Geography,2020,40(6):1-8.
- [4] 方创琳.中国新型城镇化高质量发展的规律性与重点方向[J].地理研究,2019,38(1):13-22.
FANG C L.Basic rules and key paths for high-quality development of the new urbanization in China[J].Geographical Research,2019,38(1):13-22.

- [5] 何刚,阮君,赵杨秋,等.基于 Lotka-Volterra 共生模型的区域生态安全动态评价[J].安全与环境学报,2022,22(3):1641-1650.
HE G, RUAN J, ZHAO Y Q, et al. Dynamic evaluation of regional ecological security based on Lotka-Volterra symbiosis model[J]. Journal of Safety and Environment, 2022, 22(3): 1641-1650.
- [6] 易浪,孙颖,尹少华,等.生态安全格局构建:概念、框架与展望[J].生态环境学报,2022,31(4):845-856.
YI L, SUN Y, YIN S H, et al. Construction of ecological security pattern: concept, framework and prospect[J]. Ecology and Environmental Sciences, 2022, 31(4): 845-856.
- [7] 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.
- [8] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic growth and the environment[J]. The Quarterly Journal of Economics, 1995, 110(2): 353-377.
- [9] OECD. Indicators to Measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth[R]. Paris: OECD, 2002.
- [10] 黄金川,方创琳.城市化与生态环境交互耦合机制与规律性分析[J].地理研究,2003,22(2):211-220.
HUANG J C, FANG C L. Analysis of coupling mechanism and rules between urbanization and eco-environment[J]. Geographical Research, 2003, 22(2): 211-220.
- [11] 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,2007,23(10):122-126.
LIU Y B. Analysis of coupling rule between urbanization and eco-environment and positive test of China[J]. Ecological Economy, 2007, 23(10): 122-126.
- [12] 方创琳,崔学刚,梁龙武.城镇化与生态环境耦合圈理论及耦合器调控[J].地理学报,2019,74(12):2529-2546.
FANG C L, CUI X G, LIANG L W. Theoretical analysis of urbanization and eco-environment coupling coil and coupler control[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(12): 2529-2546.
- [13] 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.
LIU H M, FANG C L, LI Y H. The Coupled Human and Natural Cube: a conceptual framework for analyzing urbanization and eco-environment interactions[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(8): 1489-1507.
- [14] KIM D S, MIZUNO K, KOBAYASHI S. Analysis of urbanization characteristics causing farmland loss in a rapid growth area using GIS and RS[J]. Paddy and Water Environment, 2003, 1(4): 189-199.
- [15] FANG C L. Important progress and future direction of studies on China's urban agglomerations[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(8): 1003-1024.
- [16] 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,2005,25(11):3003-3009.
QIAO B, FANG C L. The dynamic coupling model of the harmonious development between urbanization and eco-environment and its application in arid area[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(11): 3003-3009.
- [17] 唐志强,秦娜.张掖市新型城镇化与生态安全耦合协调发展研究[J].干旱区地理,2020,43(3):786-795.
TANG Z Q, QIN N. Coupling development of new type urbanization and ecological security in Zhangye City[J]. Arid Land Geography, 2020, 43(3): 786-795.
- [18] 杨振龙,左其亭,姜龙,等.黄河流域九省区城镇化与生态安全交互作用机制[J].南水北调与水利科技(中英文),2022,20(1):191-200.
YANG Z L, ZUO Q T, JIANG L, et al. Interaction mechanism between urbanization and ecological security in nine provinces of the Yellow River Basin[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2022, 20(1): 191-200.
- [19] 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.
WANG X M, ZHANG Y, XI R, et al. Spatial characteristics and driving factors of the coupling coordination between urbanization and ecological environment in Guangdong Province[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2019, 11(3): 100-106.
- [20] 马海涛,徐植飠.黄河流域城市群高质量发展评估与空间格局分异[J].经济地理,2020,40(4):11-18.
MA H T, XU X F. High-quality development assessment and spatial heterogeneity of urban agglomeration in the Yellow River Basin[J]. Economic Geography, 2020, 40(4): 11-18.
- [21] 宁朝山,李绍东.黄河流域生态保护与经济发展协同度动态评价[J].人民黄河,2020,42(12):1-6.
NING C S, LI S D. Dynamic evaluation of synergy between ecological protection and economic development in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2020, 42(12): 1-6.
- [22] 朱永明,杨姣姣,张水潮.黄河流域高质量发展的关键影响因素分析[J].人民黄河,2021,43(3):1-5.
ZHU Y M, YANG J J, ZHANG S C. Analysis of key factors influencing the high-quality development of Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2021, 43(3): 1-5.
- [23] 杨玉珍,闫佳笑.黄河流域高质量发展时空动态演变及溢出效应:基于 9 省域 61 个地市的数据分析[J].河南师范大学学报(自然科学版),2022,50(1):23-35.
YANG Y Z, YAN J X. Spatio-temporal dynamic evolution and spillover effects of high-quality development in the Yellow River Basin—based on data analysis of 61 cities in 9 provinces[J]. Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition), 2022, 50(1): 23-35.

- [24] 吴姣,刘润,黄敏.长江中游城镇化与生态环境耦合协调发展的多尺度研究[J].资源与产业,2022,24(1):73-85.
WU J,LIU R,HUANG M.Multi-scale research on coupling coordinated development of urbanization and ecological environment in the middle reach of Yangtze River[J].Resources & Industries,2022,24(1):73-85.
- [25] 焦士兴,王安周,李青云,等.河南省城镇化与水资源耦合协调发展状况[J].水资源保护,2020,36(2):21-26.
JIAO S X,WANG A Z,LI Q Y,et al.Study on coupling and coordinated development of urbanization and water resources in Henan Province[J].Water Resources Protection,2020,36(2):21-26.
- [26] 韩楠,刘玉红,刘艳娟.我国乡村发展驱动因素与区域差异分析[J].中国农业资源与区划,2021,42(4):40-48.
HAN N,LIU Y H,LIU Y J.Analysis of driving factors and regional differences of rural development in China[J].Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning,2021,42(4):40-48.
- [27] 任保平,巩羽浩.黄河流域城镇化与高质量发展的耦合研究[J].经济问题,2022(3):1-12.
REN B P,GONG Y H.Study on the coupling of urbanization and high-quality development in the Yellow River Basin[J].On Economic Problems,2022(3):1-12.

Research on the coordinated development of new urbanization and ecological security in the Yellow River Basin urban agglomeration

Sun Bin, Du Songpu, Xue Jianchun, Tong Xin

(School of Economics and Management, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

Abstract: This research is aimed to promote China's modernization, coordinate the Yellow River Basin's high-quality development and ecological security protection, and enhance the level of coordinated development between new urbanization and ecological security in urban agglomerations. Taking seven city clusters within the area as the research objects, the article constructs a new urbanization and ecological security evaluation index system. By applying a coupled coordination model and a relative development model, the development pattern of the coupling coordination of new urbanization and ecological security in the Yellow River Basin city clusters through the spatiotemporal evolution process is analyzed. Finally, the development trends for the next five years through constructing a system dynamics model are simulated. The results indicate an upward trend of the holistic integration between new urbanization and ecological security, encompassing their coordinated synergy and interaction, with some urban agglomerations experiencing slight fluctuations. The coupling coordination characteristics transform from imbalance and near coordination to reluctant coordination and primary coordination. It is found in the simulation that all urban agglomerations are in a significantly improved state and gradually reach the primary coordination stage. In response to the current shortcomings, corresponding strategic recommendations have been proposed.

Keywords: new urbanization; ecological safety; system dynamics model; coupling and coordination; urban agglomeration of Yellow River Basin

[责任编辑 赵晓华 陈留院]