



· 黄河流域生态保护和高质量发展 ·

黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合协调发展 评价及障碍因子

葛世帅¹, 李婉琪¹, 刘建华^{1,2}, 曾 刚³

(1. 郑州大学 管理学院, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 黄河生态保护与区域协调发展研究院, 河南 郑州 450001;
3. 华东师范大学 城市发展研究院, 上海 200062)

摘要 在发展新质生产力背景下,数字经济通过赋能、连接和共享重塑产业发展新优势,能够推动黄河流域生态保护和文旅融合发展。然而,黄河流域数字经济、生态保护及文旅融合三者协调发展程度及影响其发展的主要障碍因素尚不清晰。研究基于2013—2022年黄河流域57个地市的面板数据,利用耦合协调度模型、核密度估计、空间相关性分析及障碍因子模型探究黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合系统的耦合协调水平、时空分异特征及影响其发展的障碍因素并提出发展建议。研究发现:①2013—2022年3个子系统均有所发展,系统协调水平有一定幅度的提高,大体上实现了由轻度失调向濒临失调的转变;②空间分布上,耦合协调水平东南地区较高,西北地区较低,时间上,各地市间耦合协调水平差距逐步扩大;③各地市耦合协调度表现出正向关联性,主要呈现“高高”集聚和“低低”集聚的空间集聚特征,且空间稳定性较高;④万人从业人员中R&D人员数、电信业务总量、人均公园绿地面积、空气质量优良率、人均公共图书馆藏书量和住宿、餐饮业从业人员占比是影响三系统协调发展的主要障碍因素。研究为实现经济、生态与文化旅游的协同优化,促进绿色转型和高质量发展提供参考。

关键词 黄河流域;数字经济;生态保护;文旅融合;耦合协调

中图分类号: X22; F49; F592.7 **DOI**: 10.16152/j.cnki.xdxbr.2025-04-010

The evaluation of coordinated development of digital economy, ecological protection, and cultural tourism integration in the Yellow River Basin and its obstacle factors

GE Shishuai¹, LI Wanqi¹, LIU Jianhua^{1,2}, ZENG Gang³

(1. School of Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;

2. Yellow River Ecological Protection and Regional Coordinated Development Research Institute, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China; 3. Institute of Urban Development, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

收稿日期: 2024-10-21

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(42130510); 河南省高校人文社会科学研究一般项目(2024-ZZJH-137); 河南省软科项目(242400410076); 河南省自然科学基金青年项目(252300421738); 国家社科基金后期资助项目(21FGLB092); 河南省杰出外籍科学家工作室资助(GZS2024001)。

第一作者: 葛世帅, 男, 博士, 助理研究员, 从事绿色创新、创新网络及区域可持续发展研究, gss2023@zzu.edu.cn。

通信作者: 刘建华, 男, 博士, 教授, 博士生导师, 从事创新驱动与经济增长、战略性新兴产业、黄河流域生态保护和高质量发展、绿色低碳技术管理研究, lijh@zzu.edu.cn。

Abstract Under the background of developing new productive forces, the digital economy reshapes new advantages in industrial development through empowerment, connectivity, and sharing, and can promote ecological protection and cultural tourism integration in the Yellow River Basin. However, the degree of coordinated development between the digital economy, ecological protection, and cultural-tourism integration in the Yellow River Basin, as well as the main obstacles affecting their development, remain unclear. Based on the panel data of 57 cities in the Yellow River Basin from 2013 to 2022, the study uses the coupling coordination degree model, Kernel Density estimation, spatial correlation analysis, and obstacle factor model to explore the coupling coordination level, spatio-temporal differentiation characteristics, and the obstacle factors affecting the development of the digital economy-ecological protection-cultural tourism integration system in the Yellow River Basin, and proposes development suggestions. The study finds that: ① From 2013 to 2022, all three subsystems have developed, and the system coordination level has improved to some extent, generally achieving a transition from mild imbalance to near imbalance. ② In terms of spatial distribution, the coupling coordination level is higher in the southeastern region and lower in the northwestern region. Over time, the gap in coupling coordination levels among cities gradually expanded. ③ The coupling coordination degree of each city shows a positive correlation, primarily exhibiting spatial clustering characteristics of "high-high" and "low-low" aggregation, with high spatial stability. ④ The main obstacle factors affecting the coupling coordination development of the three systems are the number of R&D personnel per 10,000 employees, total telecommunications business volume, per capita park green space area, air quality excellent rate, per capita library book collection, and the proportion of employees in the accommodation and catering industry. The research provides a reference for achieving the coordinated optimization of economy, ecology, and cultural tourism, promoting green transformation and high-quality development.

Keywords the Yellow River Basin; digital economy; ecological protection; cultural tourism integration; coupling coordination

党的二十大报告明确指出,要加快数字经济的发展,促进数字经济与实体经济的深度融合,并力争打造具有国际竞争力的数字产业集群。作为新质生产力的核心载体,数字经济通过驱动经济结构重构、催化产业数字化转型升级及优化要素配置机制,已成为区域可持续发展的重要动能^[1]。黄河流域作为中华文明发源地与跨区域生态廊道,其独特的河湟-关中-齐鲁文化谱系^[2]及青藏高原-黄土高原-华北平原生态过渡带特征,构成了文旅产业发展的资源基底与生态本底。然而,水土流失、生态脆弱性加剧^[3],叠加文旅产业的文化价值挖掘失焦^[4]、生态化开发失衡^[5]及游客环境认知滞后^[6]等多重约束,导致系统脆弱性显著。基于此,构建数字经济赋能的文旅产业绿色转型范式,实现生态保护与文化遗产的协同增效,成为突破流域可持续发展桎梏的关键路径。习近平总书记在全面推动黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上强调,要不断完善黄河流域生态保护与协同发展的整体格局,筑牢国家生态安全屏障。智能化技术集群驱动的决策支持系统,

通过生态修复精准化、文旅资源数字化和产业链智能化,开辟了生态经济协同优化的新路径。研究数字经济、生态保护与文旅融合的耦合机制与空间适配规律,既能破解黄河流域生态脆弱与产业转型的矛盾,又能构建技术-生态-文化共生发展模式,对流域人地关系优化具有重要价值。

数字经济作为绿色发展的技术支撑体系,通过信息化、数字化及智能化技术手段显著提升了生态保护的治理效能,为实现科学化、精准化生态治理提供了创新路径。数字经济作为文旅融合发展的“催化剂”和“驱动力”,不仅推动了文旅产业的转型升级,还丰富了文旅产品和服务形式,促进文化的传播与创新^[7]。当前,相关研究大多聚焦于技术应用^[8]、创新模式^[9]、产业转型^[10]等。研究进一步表明,文旅融合通过文化治理与社会动员的双重路径,形成生态保护的文化-社会协同驱动机制,其作用机理体现在文化遗产活态传承对生态伦理的建构^[11]、文旅产业链延伸对生态补偿的激活^[12],以及生态文化服务价值对保护行为的正向反馈^[13]等。

近年来,学者们通过构建评价指标体系评估

不同系统的发展水平^[14]、分析其时空演变特征^[15]、探究各系统之间的耦合协调关系^[16]、厘清影响发展的障碍因素^[17]、研究不同因素对系统的间接影响作用及机制^[18],为研究多系统协调发展提供了借鉴。尽管数字经济、生态保护与文旅融合领域的理论研究已取得显著进展,但已有研究多拘泥于单要素作用机制或二元关系解构,尚未在新质生产力框架下构建三系统协同的理论分析模型。文献梳理表明,现有研究多聚焦于数字经济、生态保护与文旅融合的互动关系、协同机制及利益相关者角色,但多局限于单一要素或二元关系分析,尚未在新质生产力框架下建立三系统协同的理论模型。黄河流域作为我国重点流域,地理、生态、经济和文化具有独特性,但流域内数字经济、生态保护和文旅融合三者的协调发展研究不足,且缺乏对流域内区域差异性的深入考量。

综上,本文重点分析数字经济通过赋能、连接和共享推动产业升级的核心作用,为黄河流域高质量发展提供理论支撑。采用耦合协调度模型、空间分析等方法,系统评估黄河干支流 57 个地市三系统的协调发展水平,揭示其内在关系,细化研究尺度,从而弥补现有不足。

1 机理分析

数字经济、生态保护和文旅融合能够形成一个相互促进、相互制约的耦合系统(见图 1)。其中,数字经济是继农业经济、工业经济后的重要经济形态,是要素资源重组,产业结构优化的关键力量。作为新质生产力的重要组成部分,其具有高创新性、强渗透性和广覆盖性的特点^[19]。数字经济不仅是推动经济增长的新动力,也是推动传统产业转型升级的重要支撑^[20]。数字经济不仅能够通过信息技术应用、数据整合以及智能化创新机制为生态保护和修复提供更加高效和精准的解决方案,也能够为为文旅融合提供新的发展路径,尤其在旅游的智能化、文旅体验创新和产业协同等方面具有重要作用。

数字经济对生态保护具有显著的正向促进作用。数字经济通过优化资源配置、降低能源消耗、提升生产效率,减少对自然资源的依赖,并推动清洁能源、智能电网等绿色产业发展,助力减少碳排放^[21]。在“数字黄河”工程引领下,数字经济成为黄河流域高质量发展的新引擎,通过构建数字化、

智能化、绿色化的生态治理体系,显著提升了生态保护的精准性和效率。另一方面,大数据、云计算、人工智能等数字技术提升了文旅行业的管理效率和服务质量,打造沉浸式体验和互动场景,推动文旅产业向智能化、数据化转型。同时,生态保护为文旅融合发展提供了丰富的自然资源条件,良好的生态环境能够提升旅游目的地的吸引力和竞争力^[22]。数字经济还拓宽了旅游营销渠道,改善了游客体验。通过优化资源配置,数字经济推动文旅产业向智能化、数据化转型,整合文化、历史、自然等多元元素,助力文旅产业创新升级。同时,文旅融合对数字经济的创新升级也起到了推动作用,催生了大量数字化内容创作需求,扩展了数字经济内容生态。但文旅融合需平衡数字技术应用与资源可持续性,确保高质量发展。文旅融合通过合理规划和可持续开发,可在保护生态环境方面发挥积极作用,推广生态旅游项目,提高游客环保意识。过度开发可能破坏生态环境,因此,需将绿色发展理念贯穿始终,实现生态保护与文旅融合的良好循环。这种互动关系表明,生态保护为文旅融合提供了底色,而文旅融合通过创新升级,则为生态保护注入了新动力,二者共同助力区域的高质量发展。

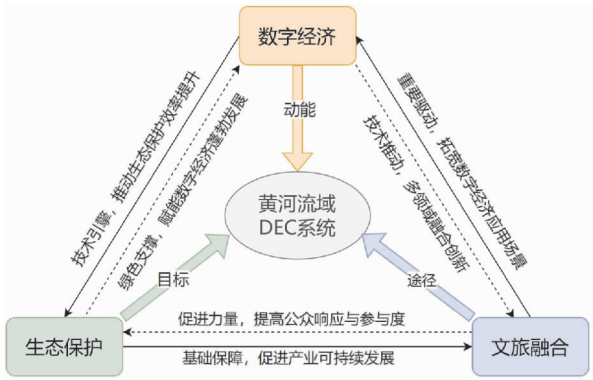


图 1 数字经济、生态保护和文旅融合耦合协调机制
Fig. 1 Coupling and coordination mechanism for digital economy, ecological protection and integration of culture and tourism

数字经济通过技术创新和资源优化,为生态保护提供了高效、精准的解决方案,同时推动文旅融合向智能化、创新化方向发展;生态保护为数字经济和文旅融合提供了绿色基础设施和自然资源支撑,并通过环保需求推动数字经济的升级;文旅融合则通过合理开发和生态友好模式,促进生态保护,同时为数字经济注入新动能,推动其内容生态扩展和技术创新。这种关系的形成机理,在于

数字经济的高创新性和强渗透性能够优化资源配置、提升效率,生态保护为系统提供了可持续发展基础,而文旅融合则通过整合文化与自然资源,实现了经济、生态与文化的协同发展。

2 研究区域、研究方法及数据来源

2.1 研究区域

基于“以自然黄河流域为基础支撑,尽可能

保持地区级行政区划单元的完整性,并考虑地区经济发展与黄河的直接关联性”三条原则^[23],以水利部黄河水利委员会划定的黄河流域范围为基础,考虑黄河流域经济社会综合发展现状和数据可获得等因素,最终选取黄河流域干流及主要支流流经的青海、甘肃、宁夏、内蒙古、河南、山东、陕西和山西 8 个省区的 57 个地市作为研究区域。同时,将黄河流域划分为上、中、下游 3 个区域,如图 2 所示。

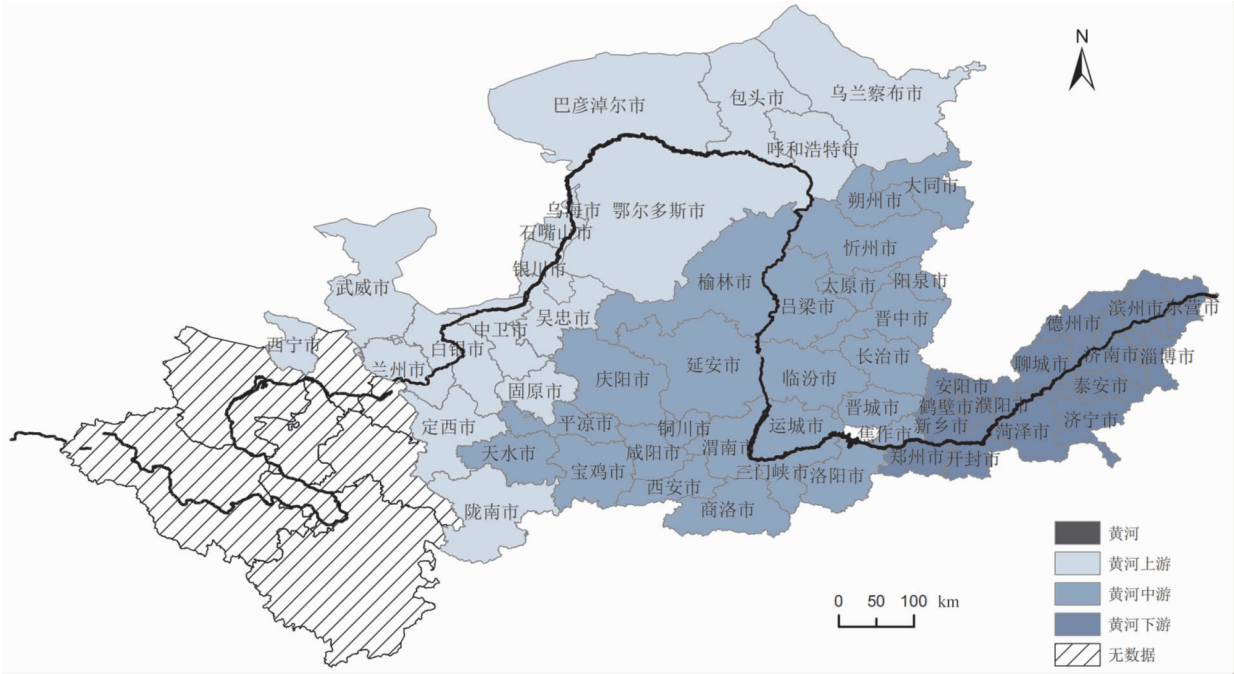


图2 研究区范围

Fig.2 Research area

2.2 研究方法

2.2.1 熵值法

熵值法是一种客观赋权法,通过判断指标数据的离散程度对各指标赋予不同权重,避免了主观赋权的弊端^[24]。具体步骤如下。

1) 标准化处理

正向指标为

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}$$
 (1)

逆向指标为

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - \max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}$$
 (2)

式中: X_{ij} 是 i 城市 j 指标的值; Y_{ij} 是标准化结果; $\max(X_{ij})$ 与 $\min(X_{ij})$ 分别是指标 X_{ij} 的最大值与最小值。

2) 计算 j 指标的信息熵 E_j

$$E_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}; p_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^n Y_{ij}}$$
 (3)

3) 计算 j 指标的权重 λ_j

$$\lambda_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^k (1 - E_j)}; \lambda_j \in [0, 1];$$
$$\sum_{j=1}^k \lambda_j = 1$$
 (4)

4) 计算各系统的发展指数 DI、CI、EI

$$DI \text{ or } EI \text{ or } CI = \sum_{j=1}^k \lambda_j Y_{ij}$$
 (5)

式(3) ~ (5) 中: n 和 k 分别表示城市数量和指标数量;DI 为数字经济发展指数;EI 为生态保护发展指数;CI 为文旅融合发展指数。

2.2.2 耦合协调度模型

耦合协调是各要素之间彼此依托、相互配合而形成的良好互动机制,为探究黄河流域 DEC 系

统(digital economy, ecological conservation, and cultural tourism integration, DEC,即数字经济、生态保护与文旅融合系统)的耦合协调水平,构建耦合协调度模型。

$$C = \sqrt[3]{\frac{DI \times EI \times CI}{\left(\frac{DI + EI + CI}{3}\right)^3}}$$

(6)

$$T = \alpha DI + \beta EI + \gamma CI$$

(7)

$$DEC D = \sqrt{C \times T}$$

(8)

表 1 耦合协调度等级分类标准

Tab. 1 Coupling coordination degree classification standard

耦合协调度	协调类型	耦合协调度	协调类型
0. 00 ~ 0. 09	极度失调型	0. 50 ~ 0. 59	勉强协调型
0. 10 ~ 0. 19	严重失调型	0. 60 ~ 0. 69	初级协调型
0. 20 ~ 0. 29	中度失调型	0. 70 ~ 0. 79	中级协调型
0. 30 ~ 0. 39	轻度失调型	0. 80 ~ 0. 89	良好协调型
0. 40 ~ 0. 49	濒临失调型	0. 90 ~ 1. 00	优质协调型

2. 2. 3 动态演化规律衡量方法

核密度估计能够通过平滑观测数据,提供更为精确和直观的空间分析结果,为数字经济、生态保护和文旅融合的协调发展提供数据支持和决策依据。为探究融合水平动态演化轨迹,引入 Kernel 密度估计方法进行测算,有利于揭示出样本数据本身的发展特征^[26]。

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

(9)

$$K\left(\frac{x - x_i}{h}\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_i)^2}{2h^2}}$$

(10)

式中: N 为观测值的个数; x_i 为独立分布的观测值; $f(x)$ 代表核密度函数; h 为带宽; K 为核函数。研究采用高斯核函数进行估计。

2. 2. 4 空间自相关分析

莫兰指数作为衡量相关变量空间相关性的一个关键指标,通过测算全局莫兰指数 I 与局部莫兰指数 I_i ,可以深入分析黄河流域数字经济、生态保护与文旅融合系统的空间相关性以及空间特征。

1) 全局莫兰指数为

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (\chi_i - \bar{\chi}) (\chi_j - \bar{\chi})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

(11)

式中: n 代表地级市的数量; W_{ij} 代表地级市的空间权重; S^2 代表样本方差; χ_i 和 χ_j 分别代表城市 i 和

式中: C 为耦合度,反映 3 个子系统的相互作用程度; T 为协调指数; $DEC D$ 表示黄河流域 DEC 系统的耦合协调度,反映 3 个子系统的协调水平; α 、 β 、 γ 为待定权重系数,满足 $\alpha + \beta + \gamma = 1$,参考已有文献^[25],假设各个系统在整体发展中具有相同的重要性和作用,使得 $\alpha = \beta = \gamma = 1/3$ 。

在以往研究的基础上对耦合协调度的区间和等级进行划分,具体如表 1 所示。

城市 j 的耦合协调度; $\bar{\chi}$ 为耦合协调度的均值。莫兰指数 $I \in [-1, 1]$,若莫兰指数接近正值,表明黄河流域 DEC 系统耦合协调度呈现出正向的自相关性,即地级市表现为“高高”或者“低低”集聚的模式;若莫兰指数接近负值,表明黄河流域 DEC 系统呈现负向自相关性,即地级市表现为“高低”或“低高”集聚模式;如果莫兰指数接近于零,表明 DEC 系统的耦合协调度在空间上呈现出随机分布模式。

全局莫兰指数虽可以揭示黄河流域 DEC 系统耦合协调度的空间自相关性,但它无法反映各个地市间耦合协调度的具体空间集聚模式。故需借助局部莫兰指数来进行更深入的分析。

2) 局部莫兰指数为

$$I_i = \frac{(\chi_i - \bar{\chi})}{S^2} \sum_{j=1}^n W_{ij} (\chi_j - \bar{\chi})$$

(12)

式中: S^2 、 χ_i 、 χ_j 和 $\bar{\chi}$ 的含义与全局莫兰指数中含义相同。若 $I_i > 0$,表明局部区域 3 个系统的耦合协调度差别不大,并且呈现出“高高”或“低低”集聚的模式;若 $I_i < 0$,表示局部区域 3 个系统的耦合协调度存在差异,并且呈现出“低高”或“高低”集聚的模式;若 $I_i = 0$,表明局部区域的耦合协调度在空间上呈现出随机分布模式。

2. 2. 5 障碍度模型

耦合协调度的动态演化特性表明,系统整体效能的提升高度依赖各子系统间协调机制的持续

优化,而这一过程的核心在于精准识别制约系统协同发展的关键障碍因素。障碍度模型作为量化分析工具,通过解构各要素对系统协调性的阻碍程度,已在多领域研究中展现出其科学性与实践价值^[27]。因此,为进一步分析黄河流域数字经济、生态保护和文旅融合 3 个系统间的协调关系,引入障碍度模型,来测算影响黄河流域 DEC 系统耦合协调的关键障碍因素。测算障碍度公式为

$$D_{ij} = 1 - Y_{ij}$$

(13)

$$o_{ij} = \frac{D_{ij}\lambda_j}{\sum_{j=1}^k D_{ij}\lambda_j} \times 100\%$$

(14)

$$O_{ij} = \sum o_{ij}$$

(15)

式中: D_{ij} 代表指标的偏离度; o_{ij} 代表指标层的障碍度; O_{ij} 代表要素层的障碍度,它们的值越大,表明该指标或要素对黄河流域 DEC 系统协调发展的阻碍程度越强。

2.3 指标体系构建及数据来源

在现有研究的基础上,围绕黄河流域数字经济、生态保护和文旅融合协调发展的作用机理,选取与其相关性较强的具体指标,构建黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合(DEC 系统)耦合协调的评估指标体系。数字经济指标参考陈树广等学

者的研究成果^[28],选取数字产业化、产业数字化、数字基建 3 个维度来测算黄河流域数字经济发展水平。生态保护指标则依据刘建华等学者的研究^[29],从生态压力、生态基础以及环境污染 3 个方面选取了相关指标来衡量黄河流域生态保护水平;为响应“双碳”目标,推动各领域的绿色转型和可持续发展,减少环境负担,促进低碳经济的发展,在环境污染要素层下加入指标工业二氧化碳排放量。文旅融合相关指标参考王晶^[30]、王镜^[31]等学者的研究,从文旅效益、文旅资源、文旅支撑 3 个方面选取。最终,基于上述维度和研究成果,构建一个包括 3 个子系统层、9 个要素层和 23 个指标层的黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合耦合协调评估指标体系(见表 2)。其中,指标层的权重通过熵权法得出,要素层的权重则是通过相应指标层权重的加总的方式来确定。此外,指标体系所用到的原始数据来源于 2014—2023 年的研究范围内各省市统计年鉴、《中国统计年鉴》、各省文化和旅游厅及各地级市文化和旅游局公开发布的统计信息、各省市国民经济和社会发展统计公报,对于缺失的数据,采用线性插值法进行填补,以确保数据的完整性和准确性。

表 2 黄河流域 DEC 系统耦合协调评估指标体系

Tab. 2 The assessment framework for the coupling coordination of the DEC system in the Yellow River Basin					
子系统层	要素层	指标层	单位	属性	权重
数字经济 (X)	X1 数字基建 (0.373)	X11 科学支出占地方支出比重	%	+	0.123
		X12 万人专利授权量	个	+	0.119
		X13 万人从业人员中 R&D 人员数	人	+	0.130
	X2 数字产业化 (0.316)	X21 电信业务总量	亿元	+	0.131
		X22 人工智能企业数	个	+	0.055
		X23 千人互联网用户数	人	+	0.130
	X3 产业数字化 (0.311)	X31 数字普惠金融指数		+	0.208
		X32 电子商务交易额	万元	+	0.103
生态保护 (Y)	Y1 生态基础 (0.361)	Y11 城市建成区绿化覆盖率	%	+	0.124
		Y12 人均公园绿地面积	m ²	+	0.113
		Y13 空气质量优良率	%	+	0.124
	Y2 生态压力 (0.377)	Y21 万元 GDP 能耗	吨标准煤/万元	-	0.126
		Y22 化肥施用量	万 t	-	0.124
		Y23 污水处理率	%	+	0.127

续表 2

子系统层	要素层	指标层	单位	属性	权重
生态保护 (Y)	Y3 环境污染 (0.262)	Y31 工业废水排放量	万 t	-	0.130
		Y32 工业二氧化碳排放量	万 t	-	0.132
文旅融合 (Z)	Z1 文旅资源 (0.305)	Z11 人均公共图书馆藏书量	本	+	0.168
		Z12 A 级以上景区密度	个/万 m ²	+	0.137
	Z2 文旅效益 (0.293)	Z21 国内外旅游总收入占 GDP 比重	%	+	0.163
		Z22 国内外游客接待数	万人	+	0.130
	Z3 文旅支撑 (0.402)	Z31 住宿和餐饮业从业人员占比	%	+	0.181
		Z32 文化、体育和娱乐业从业人员占比	%	+	0.122
		Z33 公路客运量	万人	+	0.099

3 研究结果与分析

3.1 耦合协调水平分析

3.1.1 子系统发展指数分析

以 3 个子系统发展指数的算术平均值作为其综合发展指数,2013—2022 年间,黄河流域 3 个系统的发展指数以及综合发展指数总体呈现持续上升趋势(见图 3)。从整体来看,黄河流域 DEC 系统综合发展指数在 2013 年为 0.32,到 2022 年上升至 0.39,增长较为平稳,表明黄河流域在数字经济、生态保护与文旅融合方面的协调发展取得了稳定进展。然而,2014—2015 年间,综合发展指数出现短暂下降,主要原因是生态保护指数的显著下降,反映了生态保护领域面临的压力增大。值得注意的是,2016 年综合发展指数开始回升,表明在政策调整和资源优化配置的推动下,黄河流域的 3 个系统逐步走向更加协调和可持续的发展轨道。

从子系统来看,数字经济指数从 2013 年的 0.60 上升至 2022 年的 0.78,作为 3 个子系统中数值最高的系统,其对文旅融合与生态保护具有显著的正向带动作用。2013—2022 年间,数字经济指数呈现较为平稳的上升趋势,且上升幅度相对较大。自 2019 年以来,黄河流域的生态指数普遍较高,这一变化可能与 2019 年国家政策支持有关,这一年,黄河流域生态保护和高质量发展被纳入国家重大战略,黄河流域各地市加大了对生态保护的投入,不仅在环境治理方面采取了更为积极的措施,还加强了减污降碳的力度。文旅融合

指数从 2013 年的 0.16 上升至 2022 年的 0.18,虽然增幅相对较小,但与其他 2 个子系统相比,波动较为平稳。尤其在 2022 年,文旅融合指数出现了较为显著的下降,回落至近 9 年来的最低水平。

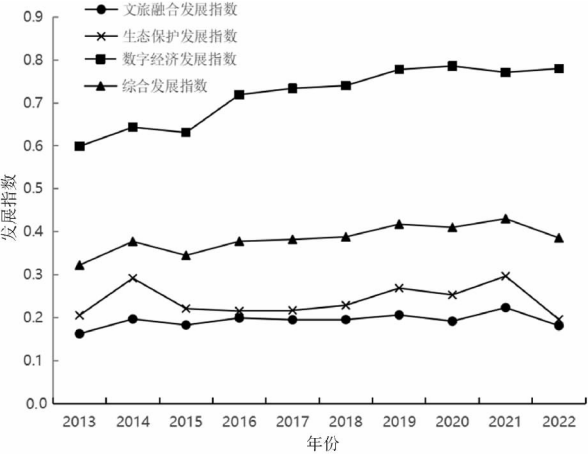


图 3 2013—2022 年黄河流域 DEC 系统发展情况
Fig. 3 The evolution of the DEC system in the Yellow River Basin from 2013 to 2022

3.1.2 耦合协调度时空分析

基于耦合协调度模型,研究测算黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合系统的耦合协调水平,并借助 ArcGIS 软件分别绘制了 2013、2022 年黄河流域 DEC 系统耦合协调度的空间格局分布图(见图 4),以揭示其时空演变特征。通过对比 2 个年份的分布特征可知,2013 年,黄河流域各地市 DEC 系统的耦合协调水平呈现显著的区域差异。协调水平分布以轻度失调为主,濒临失调与中度失调次之,勉强协调水平最少,各地市协调等级近似服从正态分布。其中,西安市的耦合协调度达到 0.52,率先进入“勉强协调”水平,这得益

于其完善的基础设施建设、丰富的文旅资源及较快的数字化发展进程。包头、东营、宝鸡、呼和浩特、济南、焦作等 13 个城市处于濒临失调状态,其耦合协调度接近失调边界。超过 50% 的地市耦合协调度介于 0.4 ~ 0.5 之间,属于轻度失调水平,且主要分布在内蒙古及黄河中下游地区。黄河中上游的部分城市如武威、白银、固原和巴彦淖尔等耦合协调度普遍较低,多处于中度失调水平,反映出该区域推动 3 个系统协调发展的难度较大。

至 2022 年,黄河流域大部分地市的耦合协调

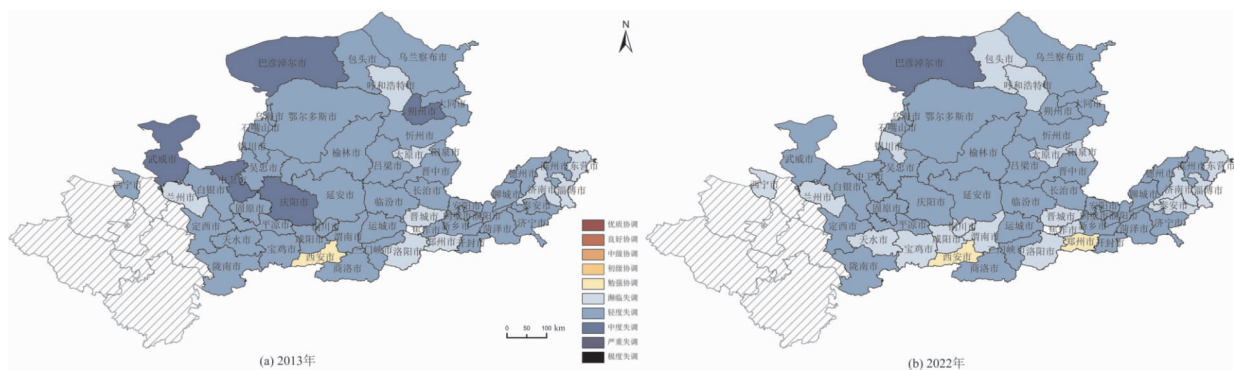


图4 2013和2022年黄河流域 DECD 空间格局分布

Fig. 4 Spatial pattern of DECD in the Yellow River Basin in 2013 and 2022

由以上分析可知,黄河流域 DEC 系统耦合协调发展状态整体向好,但各地市的耦合协调水平参差不齐,研究期内耦合协调水平的演化规律暂不明晰,因此,引入核密度估计探究黄河流域 DEC 系统耦合协调水平的整体变化趋势及演变规律,结果如图 5 所示。

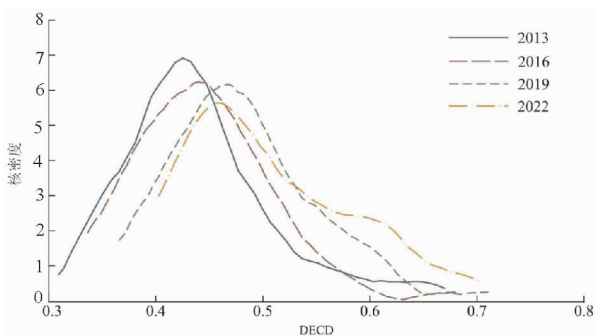


图5 黄河流域 DECD 核密度估计

Fig. 5 Kernel Density estimation of DECD in the Yellow River Basin

由图 5 可知:首先,从分布位置来看,核密度曲线逐渐向右移动,意味着黄河流域 DEC 系统耦合协调水平逐渐提高,即黄河流域数字经济-生态保护-文旅融合之间相互联系更为密切;其次,从核密度曲线形状来看,核密度曲线峰值在样本期

度显著改善,13个地市实现了跨协调等级的提升,除巴彦淖尔外,其余城市均已达到轻度失调或更高水平,表明3个系统协调发展取得积极成效。具体而言,西安和郑州成为2个勉强协调水平的地市,其发展得益于10年间持续推进数字化转型、高效整合文旅资源以及生态环境的持续改善。此外,濒临失调城市数量从2013年的9个增至2022年的18个,新增包头、泰安、天水、铜川、渭南、乌海和银川7个地市。这一变化既反映了区域协调发展的整体进步,也揭示了部分城市在政策落实与资源整合方面仍需加强。

内呈现下降趋势,表现出明显的右拖尾特征且右尾逐渐拉长,说明黄河流域 DEC 系统耦合协调水平整体离散程度变大,耦合协调水平的空间异质性不断增强,地市间差距逐步扩大;最后,从波峰数量来看,核密度曲线由单峰向轻微多峰演变,表明黄河流域 DEC 系统耦合协调水平由单极扁平化向多级分化的趋势发展。综上所述,黄河流域 DEC 系统耦合协调水平不断提高的同时空间异质性逐渐增强。

3.1.3 空间相关性分析

通过全局莫兰指数,分析黄河流域 DEC 系统耦合协调水平的空间相关性。如表 3 显示,全局莫兰指数随着时间的推移呈现动态变化,大部分时间段内,其值在 5% 的显著性水平下表现为正相关,仅有 1 年的数据在 10% 的水平上显著为正,说明黄河流域 DEC 系统耦合协调水平存在正向关联性,即各地市的 DEC 系统耦合协调发展会受到邻近城市的影响。

由上文分析可知,黄河流域数字经济、生态保护与文旅融合系统的协调发展水平存在显著的空间异质性。为深入分析黄河流域各地市 DEC 系统的空间集聚特征,本研究基于局部莫兰指数绘

制 2013 年与 2022 年的 LISA 聚类图(见图 6)。

表 3 黄河流域 DEC 系统耦合协调度全局莫兰指数
Tab.3 Global Moran's index of the DECD in the Yellow River Basin

年份	Moran's <i>I</i>	<i>z</i> 值	<i>p</i> 值
2013	0.092	1.222	0.045
2014	0.116	1.477	0.070
2015	0.157	1.929	0.027
2016	0.117	1.494	0.068
2017	0.154	1.891	0.022
2018	0.171	2.075	0.001
2019	0.138	1.721	0.023
2020	0.091	1.199	0.034
2021	0.208	2.495	0.006
2022	0.148	1.834	0.033

通过分析可知,①黄河流域 DEC 系统的空间集聚特征显著,集聚类型以“高高”集聚和“低低”集聚为主,且这 2 种集聚模式的空间稳定性较强。这表明,黄河流域在推动数字经济、生态保护与文旅融合协调发展的过程中,存在明显的区域差异,呈现出两极分化的趋势。②“高高”集聚区域主要分布在黄河中下游地区,其中洛阳、郑州、德州、

滨州、东营、淄博 6 个地市始终保持在“高高”集聚状态;研究期间,三门峡、开封、济南和泰安 4 个地市由 2013 年的不显著状态转变为 2022 年的“高高”集聚状态。总体上,“高高”集聚区域从 2013 年的 6 个增加至 2022 年的 10 个。“低低”集聚区域主要位于黄河中上游地区,集中分布在宁夏、甘肃等地。研究期间,随着兰州 DECD 水平的提升,其由 2013 年的“低低”集聚状态转变为 2022 年的“高低”集聚状态,“低低”集聚区域从 2013 年的 8 个减少至 2022 年的 7 个。③“高低”集聚区域具有一定的空间流动性且分布较为分散,从 2013 年的 1 个增加至 2022 年的 4 个。其中,西安始终处于“高低”集聚状态。研究期间,随着兰州、呼和浩特、太原 DECD 水平的提升,这 3 个地市由 2013 年的不显著状态转变为 2022 年的“高低”集聚状态。这表明,尽管这些地区的 DEC 系统协调发展水平较高,但对周边城市的辐射带动作用有限。此外,2013 年黄河流域“低高”集聚区域的城市数量为 0,但到 2022 年,商洛市成为该区域唯一的“低高”集聚城市。这一现象表明,商洛市在数字经济、生态保护与文旅融合的协调发展方面表现较差,整体发展水平较低,且周边城市对其发展的辐射带动作用较弱。

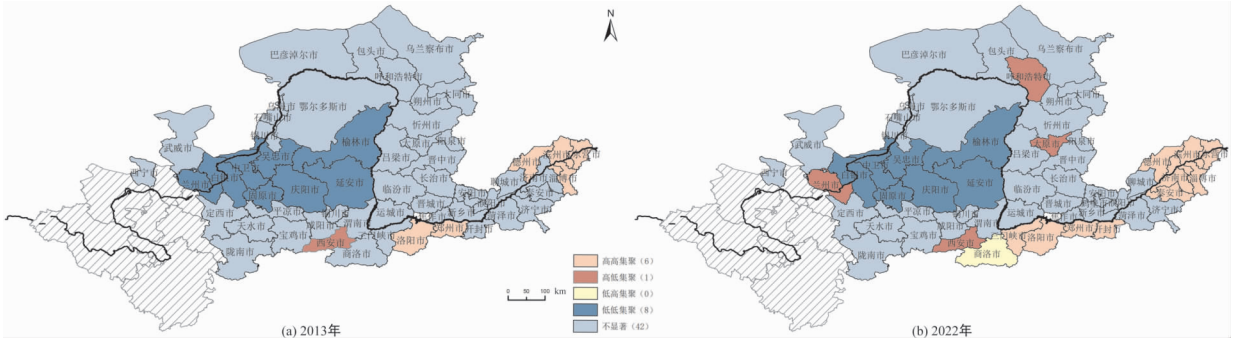


图 6 2013 和 2022 年黄河流域 DEC 系统 LISA 聚类图

Fig.6 LISA clustering maps of the DEC system in the Yellow River Basin for the years 2013 and 2022

3.2 障碍因子分析

为了有效推动黄河流域 DEC 系统耦合协调发展,本研究测算指标障碍度来分析 2013—2022 年间黄河流域 DEC 系统协调水平存在差异的关键障碍因素(见表 4)。考虑到本文涉及较多的年份及具体指标,故仅测算 2013—2022 年指标的障碍度平均值作为代表,进行综合排序。通过这种方式,识别出各地市排名前 3 的障碍因子,将其视为该地区在推动 DEC 系统耦合协调发展过程中所面临的主要障碍因素。该分析有助于深入了解

不同地市面临的挑战,从而为制定更加精准的政策措施提供理论依据,为提升黄河流域区域间的协调发展水平提供数据支持。

从数字经济系统的角度来看,黄河流域各地市最主要的障碍因素包括“万人从业人员中 R&D”(X13)和“电信业务总量”(X21)。这表明,反映城市数字化发展水平的这 2 个指标对黄河流域数字经济的推进具有显著的制约作用。因此,提升黄河流域数字经济发展水平的关键在于优化教育资源的均衡配置,增强创新人才培养质量,

并加大对信息通信基础设施的投资力度。

表 4 黄河流域 DEC 系统指标层主要障碍因素
Tab. 4 The primary obstacle factors at the indicator level for the DEC system in the Yellow River Basin

地市	数字经济	生态保护	文旅融合
兰州市	X11/X21/X23	Y12/Y11/Y21	Z11/Z21/Z12
白银市	X23/X21/X11	Y12/Y11/Y21	Z31/Z21/Z12
天水市	X21/X23/X11	Y12/Y11/Y23	Z11/Z22/Z32
武威市	X21/X23/X13	Y21/Y12/Y11	Z31/Z11/Z21
平凉市	X13/X23/X21	Y12/Y11/Y21	Z11/Z31/Z22
庆阳市	X21/X23/X11	Y12/Y11/Y22	Z21/Z11/Z12
定西市	X21/X23/X13	Y12/Y11/Y23	Z11/Z21/Z31
陇南市	X21/X23/X13	Y12/Y11/Y21	Z11/Z31/Z12
西宁市	X13/X11/X23	Y12/Y21/Y23	Z31/Z21/Z22
郑州市	X13/X11/X12	Y12/Y13/Y31	Z21/Z11/Z32
开封市	X13/X21/X12	Y12/Y13/Y22	Z11/Z31/Z12
洛阳市	X21/X13/X12	Y12/Y13/Y22	Z11/Z31/Z21
安阳市	X31/X13/X21	Y12/Y13/Y22	Z31/Z11/Z21
鹤壁市	X21/X23/X13	Y12/Y13/Y21	Z31/Z21/Z11
新乡市	X13/X21/X11	Y22/Y12/Y13	Z11/Z31/Z21
焦作市	X21/X13/X23	Y12/Y13/Y31	Z31/Z11/Z21
濮阳市	X13/X21/X23	Y12/Y13/Y22	Z31/Z21/Z11
三门峡市	X21/X13/X12	Y12/Y13/Y31	Z31/Z21/Z12
济南市	X11/X13/X21	Y13/Y12/Y31	Z21/Z11/Z32
淄博市	X21/X11/X23	Y13/Y31/Y12	Z31/Z21/Z11
东营市	Z11/Z21/Z31	Y13/Y31/Y12	Z21/Z22/Z32
济宁市	X11/X13/X21	Y31/Y13/Y12	Z11/Z21/Z31
泰安市	X11/X13/X21	Y13/Y12/Y31	Z11/Z31/Z21
德州市	X31/X21/X23	Y13/Y22/Y12	Z21/Z11/Z31
聊城市	X11/X21/X13	Y12/Y13/Y22	Z11/Z21/Z31
滨州市	X31/X21/X23	Y31/Y12/Y13	Z21/Z31/Z11
菏泽市	X11/X13/X12	Y12/Y22/Y13	Z11/Z31/Z21
呼和浩特市	X13/X23/X11	Y12/Y13/Y11	Z12/Z21/Z22
包头市	X23/X11/X13	Y12/Y21/Y32	Z21/Z12/Z22
乌兰察布市	X23/X21/X11	Y21/Y13/Y11	Z11/Z21/Z12
鄂尔多斯市	X23/X13/X21	Y21/Y32/Y12	Z21/Z12/Z31
巴彦淖尔市	X31/X13/X23	Y12/Y21/Y22	Z31/Z21/Z11
乌海市	X21/X23/X11	Y21/Y12/Y13	Z31/Z21/Z22
银川市	X13/X23/X21	Y12/Y21/Y13	Z21/Z31/Z22

续表 4			
地市	数字经济	生态保护	文旅融合
石嘴山市	X21/X23/X13	Y21/Y12/Y13	Z21/Z31/Z22
吴忠市	X23/X21/X13	Y12/Y21/Y23	Z21/Z31/Z12
固原市	X21/X13/X23	Y12/Y11/Y23	Z21/Z31/Z12
中卫市	X13/X23/X21	Y21/Y12/Y13	Z31/Z21/Z11
太原市	X13/X21/X12	Y12/Y13/Y21	Z21/Z32/Z12
大同市	X31/X11/X21	Y12/Y21/Y13	Z11/Z12/Z31
阳泉市	X23/X21/X13	Y12/Y13/Y21	Z31/Z11/Z22
长治市	X13/X21/X11	Y12/Y21/Y13	Z31/Z12/Z11
晋城市	X13/X23/X11	Y12/Y13/Y21	Z31/Z12/Z32
朔州市	X13/X21/X23	Y12/Y21/Y13	Z31/Z11/Z12
晋中市	X21/X11/X23	Y12/Y13/Y21	Z31/Z12/Z32
运城市	X11/X13/X12	Y12/Y13/Y21	Z31/Z11/Z12
忻州市	X13/X21/X11	Y12/Y13/Y21	Z11/Z12/Z31
临汾市	X11/X13/X12	Y12/Y13/Y21	Z31/Z12/Z11
吕梁市	X13/X11/X23	Y12/Y21/Y13	Z11/Z31/Z12
西安市	X11/X13/X12	Y12/Y13/Y22	Z11/Z32/Z21
铜川市	X21/X13/X23	Y12/Y13/Y21	Z22/Z32/Z21
宝鸡市	X21/X13/X23	Y12/Y22/Y13	Z11/Z12/Z32
咸阳市	X13/X11/X21	Y22/Y12/Y13	Z11/Z21/Z31
渭南市	X13/X11/X21	Y22/Y12/Y13	Z11/Z21/Z32
延安市	X13/X21/X23	Y12/Y11/Y23	Z11/Z21/Z12
榆林市	X13/X23/X11	Y12/Y31/Y32	Z21/Z11/Z12
商洛市	X13/X23/X21	Y12/Y11/Y23	Z11/Z12/Z32

从生态保护系统的角度来看,“人均公园绿地面积”(Y12)和“空气质量优良率”(Y13)是影响黄河流域生态保护水平的主要障碍因素。这表明,反映城市生态环境质量的这 2 个指标在一定程度上限制了黄河流域生态保护的效果。约 21% 的地市的主要障碍因子包括“化肥施用量”(Y22),这些地市主要分布在汾渭平原、黄淮海平原等重要粮食生产区域。这一现象表明,黄河流域的部分地区在推进生态保护过程中,需更加重视农业的可持续发展,特别是提升农田质量和减少化肥的过度使用。过量施用化肥不仅影响土壤健康,还会导致水体污染和生态失衡,对区域生态环境造成长期负面影响。

从文旅融合系统的角度来看,黄河流域文旅融合发展的主要障碍因子包括“人均公共图书馆

藏书量”(Z11)和“住宿、餐饮业从业人员占比”(Z31)。这表明,文旅资源的分配情况在很大程度上制约了文旅融合的发展,尤其在人文资源的基础设施建设和服务业发展方面,仍存在显著差距,影响了当地文旅产业的整体发展水平。此外,接近一半地市的“A级以上景区密度”(Z12)也是主要障碍因子,这一指标反映了这些城市文旅资源的丰富度以及旅游市场的开发潜力。

4 结论与建议

4.1 结论

研究以黄河流域 57 个地市 2013—2022 年数据为样本,测算流域 DEC 系统的耦合协调水平,并研究其时空演化特征、空间集聚特征及障碍因子,得出以下结论。

总体分析结果表明,黄河流域数字经济、生态保护和文旅融合存在相互影响、相互制约的耦合协调发展关系。就耦合协调发展程度来看,数字经济在流域内部分地区的基础设施建设和技术应用尚未普及,导致信息化进程滞后;生态保护仍面临治理体系和治理能力的不足,生态保护的政策执行和资金投入相对薄弱,尚未形成有效的区域协作机制;文旅融合在地方文化资源和旅游产业的结合上仍处于起步阶段,缺乏系统化的规划与创新性的发展模式,导致三者之间的联动性和协同性较低。

各部分分析结果表明,①从时间维度看,2013—2022 年黄河流域数字经济、生态保护、文旅融合发展指数大体呈上升趋势,其中,数字经济发展指数最高。大部分地市虽然未能实现协调等级的跨越式提升,但 DECD 水平普遍有所上升,各地市呈现出向更高协调等级聚集的趋势。②从空间维度来看,黄河流域 DEC 系统耦合协调度呈现出“东高西低、南高北低”的空间分布特征,耦合协调度的核密度曲线峰值降低且向右移动,波峰由单峰向轻微多峰演变,表明随着黄河流域 DEC 系统耦合协调度不断提高的同时空间异质性逐步增强。③从空间相关性维度看,黄河流域 DEC 系统的耦合协调水平正向相关性较明显,且主要表现为“高高”集聚和“低低”集聚的空间集聚性特征,这 2 种类型占据主导地位,空间稳定性较高,意味着这些区域的协调发展水平存在较为一致的空间分布,与此同时,其他类型的集聚模式(如

“高低”集聚和“低高”集聚)则表现出一定的空间流动性。④从障碍因子的分析来看:黄河流域数字经济发展的主要制约因素包括“万人从业人员中 R&D 人员数量”和“电信业务总量”,表明数字经济的进一步发展受制于研发人才储备和通信基础设施建设的不足;生态保护系统的影响指标主要是“空气质量优良率”、“人均公园绿地面积”,且不同地区的障碍因子差异显著,反映了区域间生态保护投入和资源利用的不均衡;旅融合系统的主要障碍因子包括“人均公共图书馆藏书量”和“住宿、餐饮业从业人员占比”,表明文旅融合的发展受到公共文化服务设施和旅游业基础服务水平的制约。

4.2 建议

1) 加快发展数字经济,持续赋能生态保护和文旅融合。数字经济作为新质生产力的重要组成部分,对生态保护和文旅融合的发展具有显著的推动作用。促进黄河流域绿色数字化产业发展成为实现黄河流域数字经济、生态保护和文旅融合三系统更好协调发展的重要突破点。根据发展指数分析,黄河流域生态保护指数和文旅融合发展指数较低,尽管黄河流域拥有丰富的历史文化底蕴,但由于生态环境脆弱以及不同流域自然条件、资源禀赋的差异,文旅融合发展水平仍有较大提升空间。通过构建基于大数据、物联网和云计算的数字化综合管理平台,可以实现生态保护和文旅资源的动态监测和精细化管理。与此同时,利用数字平台,鼓励社会各界参与生态保护和文化旅游开发,并推出针对数字生态保护与文旅融合的专项支持政策,如减税、补贴和金融支持,鼓励社会资本参与黄河流域生态文旅数字经济项目,形成多元化投入机制。

2) 因地制宜疏通耦合协调发展堵点,提高耦合协调发展水平,黄河流域各地市应根据区域特点探索差异化发展路径。以青海、甘肃为代表的上游地区数字经济发展起步较晚,基础设施薄弱,水源涵养与生态系统脆弱,生态修复任务艰巨,同时,生态体验与自然景观资源突出,但文化资源开发程度较低,应利用清洁能源优势和“东数西算”的机遇,以发展绿色数字经济、推动数字技术与生态保护融合、提升文旅数字化水平为发展重点。中游地区工业基础较强,但黄土高原水土流失严重,年均径流量却呈现持续下降的趋势,历史遗迹丰富,但旅游产品形式单一,应加速工业互联网建

设,通过数字化转型推动产业升级,在综合治理生态脆弱区的同时创新文旅融合模式。下游地区数字经济发展水平较高^[32],制造业与电商物流产业发达,平原地区生态恢复较好,历史文化与生态旅游结合程度较高,应将重点放在巩固数字经济优势、强化湿地与水资源的保护与深化文旅融合上。

3)缩小各地市之间耦合协调差距,推动黄河流域各地区跨区域协同发展。当前黄河流域各地市 DEC 系统耦合协调发展水平差距显著,首先,应建立数字经济协同发展机制,打造流域内省份共享的数据平台,整合各领域数据资源,实现信息互联互通,共同开发“黄河流域数字经济走廊”。其次,应加强生态保护联动机制,建立跨区域生态监测系统,实现生态数据共享和联合治理,集中资源支持黄河流域的薄弱环节。最后,应推动文旅资源整体开发,开展全流域文化推广活动,打造黄河全流域文旅品牌,形成“一河一带多线多点”文旅新格局。

参考文献

[1] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展:来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
ZHAO T, ZHANG Z, LIANG S K. Digital economy, entrepreneurial activity and high-quality development: Empirical evidence from Chinese cities[J]. Management world, 2020, 36(10): 65-76.

[2] 赵静,郭佩云,汪辉. 黄河流域文化产业旅游产业生态环境耦合协调研究[J]. 人文地理, 2024, 39(5): 184-192.
ZHAO J, GUO P Y, WANG H, et al. Research on coupling coordination of the cultural industry, the tourism industry, and the ecological environment in the Yellow River Basin[J]. Human Geography, 2024, 39(5): 184-192.

[3] 刘彦彦,夏军,王永生,等. 黄河流域人地系统协调与高质量发展[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2022, 52(3): 357-370.
LIU Y S, XIA J, WANG Y S, et al. Coordinated human-earth system and high-quality development in Yellow River Basin[J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2022, 52(3): 357-370.

[4] 王佃利. 黄河流域生态协同治理实践与发展路径[J]. 人民论坛, 2024(20): 55-59.
WANG D L. Ecological collaborative governance prac-

tics and development path in the Yellow River Basin [J]. People's Forum, 2024(20): 55-59.

[5] 刘治彦. 文旅融合发展:理论、实践与未来方向[J]. 人民论坛·学术前沿, 2019(16): 92-97.
LIU Z Y. Integration of culture and tourism development: Theory, practice, and future directions [J]. People's Forum; Academic Frontiers, 2019(16): 92-97.

[6] 厉新建,宋昌耀,殷婷婷. 高质量文旅融合发展的学术再思考:难点和路径[J]. 旅游学刊, 2022, 37(2): 5-6.
LI X J, SONG C Y, YIN T T. Academic rethinking of high-quality integration of culture and tourism: Difficulties and pathways [J]. Tourism Tribune, 2022, 37(2): 5-6.

[7] 徐菲菲,何云梦. 数字文旅创新发展新机遇、新挑战与新思路[J]. 旅游学刊, 2021, 36(7): 9-10.
XU F F, HE Y M. New Opportunities, challenges, and ideas for the innovative development of digital culture and tourism [J]. Tourism Tribune, 2021, 36(7): 9-10.

[8] 李渊,梁嘉祺. 现代信息技术与文旅融合新途径[J]. 旅游学刊, 2024, 39(1): 11-13.
LI Y, LIANG J Q. New Approaches to the integration of modern information technology and culture-tourism [J]. Tourism Tribune, 2024, 39(1): 11-13.

[9] 王新越,芦雪静,朱文亮. 我国主要旅游城市旅游业发展影响因素分析与评价[J]. 经济地理, 2020, 40(5): 198-209.
WANG X Y, LU X J, ZHU W L, et al. Analysis and evaluation of the influencing factors of tourism development in China's major tourism cities [J]. Economic Geography, 2020, 40(5): 198-209.

[10] 刘文. 数字化转型助推乡村文旅文创产业发展路径研究[J]. 农业经济, 2024(9): 122-124.
LIU W. Research on the path of digital transformation promoting the development of rural cultural tourism and cultural creative industries [J]. Agricultural Economics, 2024(9): 122-124.

[11] 齐飞,徐金海. 推进我国文旅融合高质量发展的路径研究[J]. 价格理论与实践, 2024(10): 168-173.
QI F, XU J H. Research on the path to promote the high-quality development of cultural and tourism integration in China [J]. Price Theory and Practice, 2024(10): 168-173.

[12] 刘洋,许继红,刘媛媛. 黄河流域生态环境与文旅产业耦合协调关系研究[J]. 经济问题, 2024(2): 105-112.

- LIU Y, XU J H, LIU Y Y, et al. Research on the coupling and coordination relationship between ecological environment and cultural tourism industry in the Yellow River Basin [J]. *Economic Problems*, 2024 (2): 105-112.
- [13] 李瑞, 黄梅, 王忠玲, 等. 喀斯特山地旅游地生态系统文化服务的空间分异及其影响因素: 以黔西南州万峰林景区为例[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2024, 54(4): 601-614.
- LI R, HUANG M, WANG Z L, et al. The spatial differentiation and influencing factors of ecosystem cultural services in karst mountainous tourism destinations: Taking Wanfenglin scenic spot in Southwest Guizhou of China as an example [J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 2024, 54(4): 601-614.
- [14] 熊长江, 姚娟, 赵向豪, 等. 扩展计划行为理论框架下游客旅游生态补偿支付意愿研究: 以天山天池世界自然遗产地为例[J]. *地域研究与开发*, 2020, 39(3): 111-117.
- XIONG C J, YAO J, ZHAO X H, et al. Research on tourists' willingness to pay for ecological compensation under the extended theory of planned behavior: A case study of Tianshan Tianchi world natural heritage site [J]. *Regional Research and Development*, 2020, 39(3): 111-117.
- [15] 郭东, 李琳, 庞国光. 中国城市数实融合时空演化及影响因素研究[J/OL]. *科研管理*, 1-18 [2024-12-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1567.G3.20241206.1621.007.html>.
- GUO D, LI L, PANG G G. Research on the spatial-temporal evolution and influencing factors of digital-real integration in Chinese cities [J/OL]. *Science Research Management*: 1-18 [2024-12-14]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1567.G3.20241206.1621.007.html>.
- [16] 孟贵, 王开泳, 王甫园, 等. 长江经济带市域数字经济与城乡融合发展耦合协调格局及其作用机制[J]. *经济地理*, 2024, 44(11): 73-83.
- MENG G, WANG K Y, WANG F Y, et al. Coupling and coordination pattern of urban digital economy and urban-rural integration development in the Yangtze River economic belt and its mechanism [J]. *Economic Geography*, 2024, 44(11): 73-83.
- [17] 刘建华, 闫静, 王慧扬, 等. 黄河流域新质生产力水平的动态演进及障碍因子诊断[J]. *人民黄河*, 2024, 46(4): 1-7.
- LIU J H, YAN J, WANG H Y, et al. Dynamic evolution and obstacle factor diagnosis of new quality productivity level in the Yellow River Basin [J]. *Yellow River*, 2024, 46(4): 1-7.
- [18] 刘建华, 郭珂, 施天乐. 黄河流域数字农业发展水平与农业碳排放的关系研究[J/OL]. *西安理工大学学报*, 1-14 [2025-06-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.n.20250427.1005.002.html>.
- LIU J H, GUO K, SHI T L. Study on the relationship between digital agriculture development level and agricultural carbon emissions in the Yellow River Basin [J/OL]. *Journal of Xi'an University of Technology*, 1-14 [2025-06-06]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.n.20250427.1005.002.html>.
- [19] 马费成, 孙玉姣, 熊思玥. 新质生产力驱动数字经济高质量发展[J]. *信息资源管理学报*, 2025, 15(1): 4-12.
- MA F C, SUN Y J, XIONG S Y. Research on new quality productive forces driving high-quality development of digital economy [J]. *Journal of Information Resource Management*, 2025, 15(1): 4-12.
- [20] 石先梅. 数字技术赋能金融强国建设的内在逻辑与实践路径[J]. *当代经济管理*, 2024, 46(11): 87-96.
- SHI X M. The internal logic and practical path of digital technology empowering the construction of a strong financial country [J]. *Contemporary Economic Management*, 2024, 46(11): 87-96.
- [21] 孙铭, 王茗旭. 数字经济发展对生态韧性影响的机制及效应分析[J/OL]. *环境科学*, 1-18 [2024-11-21]. <https://doi.org/10.13227/j.hjxk.202406006>.
- SUN M, WANG M X. Mechanism and effect analysis of the impact of digital economy development on ecological resilience [J/OL]. *Environmental Science*, 1-18 [2024-11-21]. <https://doi.org/10.13227/j.hjxk.202406006>.
- [22] 董宝玲, 白凯, 马静, 等. 黄河上游省区旅游经济网络结构时空演变及影响因素: 以宁夏回族自治区为例[J]. *西北大学学报(自然科学版)*, 2024, 54(4): 615-626.
- DONG B L, BAI K, MA J, et al. The spatiotemporal evolution and influencing factors of the tourism economic network structure in the upstream provinces of the Yellow River: Taking Ningxia Hui Autonomous Region as an example [J]. *Journal of Northwest University (Natural Science Edition)*, 2024, 54(4): 615-626.
- [23] 李敏纳, 蔡舒, 覃成林. 黄河流域经济空间分异态势分析[J]. *经济地理*, 2011, 31(3): 379-383,

419.
LI M N, CAI S, QIN C L. Analysis of economic spatial differentiation trends in the Yellow River Basin [J]. Economic Geography, 2011, 31(3): 379-383, 419.

[24] 陈景华, 陈姚, 陈敏敏. 中国经济高质量发展水平、区域差异及分布动态演进[J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(12): 108-126.
CHEN J H, CHEN Y, CHEN M M, et al. China's high-quality economic development level, regional differences and dynamic evolution of distribution[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(12): 108-126.

[25] 王建康, 韩倩. 中国城市经济社会环境耦合协调的时空格局[J]. 经济地理, 2021, 41(5): 193-203.
WANG J K, HAN Q. Spatial-temporal pattern of the coupling coordination of urban economy-society-environment in China[J]. Economic Geography, 2021, 41(5): 193-203.

[26] 赵政楠, 茹少峰, 薛飞. 黄河流域生态韧性的时空格局与分布动态演进: 基于能值生态足迹模型的分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(8): 136-147.
ZHAO Z N, RU S F, XUE F. Spatio-temporal pattern and dynamic evolution of ecological resilience in the Yellow River Basin: Based on the analysis of energy ecological footprint model[J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(8): 136-147.

[27] 张嘉贝, 王珂珂, 施天乐, 等. 黄河流域生态保护、数字经济与文旅融合耦合协调发展研究[J]. 资源开发与市场, 2023, 39(12): 1684-1692.
ZHANG J B, WANG K K, SHI T L, et al. Study on the coupling and coordinated development of ecological protection, digital economy, and integration of culture and tourism in the Yellow River Basin[J]. Resource Development & Market, 2023, 39(12): 1684-1692.

[28] 陈树广, 马晶晶, 肖萌, 等. 黄河流域绿色协调发展水平及障碍因素分析[J]. 统计与决策, 2024, 40(21): 75-80.
CHEN S G, MA J J, XIAO M, et al. Analysis of the level of green coordinated development and obstacle factors in the Yellow River Basin[J]. Statistics and Decision, 2024, 40(21): 75-80.

[29] 刘建华, 王慧扬. 黄河流域科技创新与低碳经济耦合协调及障碍因子研究[J]. 人民黄河, 2023, 45(1): 6-12.
LIU J H, WANG H Y. Coupling coordination and obstacle factors of scientific and technological innovation and low-carbon economy in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2023, 45(1): 6-12.

[30] 王晶, 乌铁红, 韩秋晨, 等. 沿黄九省区旅游经济发展潜力测度与影响因素[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2024, 54(3): 489-499.
WANG J, WU T H, HAN Q C, et al. The potential measurement and influencing factors of tourism economic development potential of nine provinces and regions along the Yellow River[J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2024, 54(3): 489-499.

[31] 王镜, 邱爽, 张又萍, 等. 基于要素、效应、环境的区域文旅融合发展评价与类型划分: 以河南省为例[J]. 经济地理, 2024, 44(4): 201-209.
WANG J, QIU S, ZHANG Y P, et al. Integrated development of culture and tourism in Henan Province-based on the element, effect and environment system[J]. Economic Geography, 2024, 44(4): 201-209.

[32] 刘建华, 黄亮朝, 左其亭. 黄河下游经济人口资源环境和谐发展水平评估[J]. 资源科学, 2021, 43(2): 412-422.
LIU J H, HUANG L C, ZUO Q T. Evaluation of harmony development level among economy, population, resources and environment in the lower Yellow River region[J]. Resources Science, 2021, 43(2): 412-422.

(编辑 李波)