

区域实践

黄河流域绿色技术创新与生态经济的 耦合协调发展研究

周小龙¹, 郎 函²

(1. 北方民族大学经济学院, 银川 750021; 2. 北方民族大学计算机科学与工程学院, 银川 750021)

摘要:以2006—2022年黄河流域8省份75个地级市(州)为研究对象,构建绿色技术创新与生态经济评价指标,使用耦合协调模型、核密度估计和莫兰指数分析二者的耦合协调度和时空演化特征。研究发现:黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调水平整体呈现上升趋势,且存在明显的地区差异。黄河流域区域间耦合协调差异在逐步减少,黄河流域内部的发展逐渐趋向平衡。黄河流域绿色技术创新与生态经济之间存在正向的空间自相关关系,但随时间推移这种集聚效应正在减弱。

关键词:绿色技术创新; 生态经济; 耦合协调; 黄河流域

中图分类号: F062.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)09-0163-06

黄河是中国北方重要的生态屏障,是连接东西部重要的生态廊道,更是横跨东、中、西部地区的重要经济带和能源基地,对维护国家生态环境、区域经济协同发展具有不可替代的作用,开展黄河流域生态保护和高质量发展是关系国家整体生态保护和经济高质量发展的重要关节点。党的二十届三中全会审议通过的《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》将“建设美丽中国”,作为“七个聚焦”之一,指出:“加快经济社会发展全面绿色转型,健全生态环境治理体系,推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展,促进人与自然和谐共生”的发展模式,为建设美丽中国指明了方向。黄河作为中国重要的生态屏障和经济走廊,在美丽中国建设中具有重要的地位。研究黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调发展特征具有重要现实意义。

生态经济是协调经济活动与自然生态的综合评价指标,其核心在于平衡经济发展与环境保护的关系,是推动中国生态建设及区域经济绿色高质量发展可持续发展的重要手段。绿色技术创新是将绿色发展与科技创新相结合,能够显著减少环境风险和污染及其对生态的负面影响的技术创新活动,是推

动生态经济绿色发展的关键。通过评估二者的耦合协调状况及互动关系,探索两者之间的作用机制及关键影响因素,可以为推进黄河流域生态保护和高质量发展战略的实施提供重要参考。目前,众多学者基于不同视角开展关于绿色技术创新和生态经济的研究。关于指标内涵,不少学者认为绿色技术创新不仅关系到资源利用的效率和污染排放的降低,更是推动生态经济发展的关键手段^[1-2]。这种创新活动涵盖从传统工业技术向更加环保和资源节约型技术的转变,包括清洁能源技术、废物循环利用系统和污染控制技术等,旨在实现经济活动与环境保护的协同增效^[3]。关于研究方法,多采用熵权TOPSIS(逼近理想解排序法)、非期望产出的SBM(slack-based measure)超效率模型、Malmquist指数法来评估技术创新和生态效率的发展,耦合协调度模型等也被广泛应用于分析区域间的动态互动和协调发展状态^[4-5]。现有研究多集中于京津冀、长江流域等地区,且大多数研究集中于绿色技术创新和生态经济静态水平的发展机理或单向关系的分析^[6]。鲜有从时空的角度针对黄河流域绿色技术创新与生态经济的双向关系及耦合协调的动态演变展开研究。

收稿日期: 2024-11-07

基金项目: 北方民族大学研究生创新项目(YCX24019)

作者简介: 周小龙(1997—),男,河南商丘人,硕士研究生,研究方向为数字金融、区域经济;郎函(1999—),男,河南新乡人,硕士研究生,研究方向为图像图形处理与分析。

鉴于此,本文利用 2006—2022 年黄河流域 75 个地级市(州)^①的面板数据,运用熵权法对绿色技术创新与生态经济进行测度,通过耦合协调度模型测算二者的耦合协调性,运用核密度估计、莫兰指数等方法分析二者的时空演化特征。本研究旨在全面把握黄河流域绿色技术创新与生态经济的协调发展情况,为促进黄河流域的区域可持续发展提供政策参考。

1 绿色技术创新与生态经济耦合作用机理

生态文明是中国式现代化发展的必由之路,绿色技术创新是实现人与自然和谐共生的重要支撑。绿色技术创新通过改善创新环境、增强创新活力和实现创新成果,促进了经济结构优化和生态环境保护,推动了区域生态经济的发展^[7]。改善的创新环境能够吸引更多的投资和资源,这些投资和资源推动了绿色产业的发展,并扩大了经济规模,优化了经济结构。例如,新能源产业和环保产业的快速发展,不仅延伸了相关产业链,还提升了经济体系的绿色化水平;增强的创新活力能够带来技术和工艺的突破,绿色技术创新不断推动新材料、新工艺和新设备的开发和应用,大幅提升了资源利用效率,这种提升不仅有效减少污染物排放,还能创造大量高质量的就业机会,提升社会福利;创新成果的广泛应用和推广,进一步促进了经济潜力的挖掘和治理能力的提升,为生态经济的可持续发展奠定了坚实的基础。

高水平的生态经济会为绿色创新能力提供动力。经济规模的扩大意味着更多的资源和资金可以用于支持绿色技术创新,经济结构的优化则有助于引导更多的投资流向高附加值和低污染的绿色产业^[8]。这种市场需求和发展空间不仅为绿色技术创新提供了动力,还促进了技术的商业化应用;良好的生态环境禀赋和环境状态为绿色技术创新提供了优越的基础条件和实验环境,有效的环境治理推动了创新环境的改善和创新活力的提升^[9];政府的政策支持在绿色技术创新中发挥了关键作用。政府通过制定有利于环保和绿色技术发展的政策,提供财政补贴、税收优惠和专项基金,激励企业和科研机构加大对绿色技术的研发投入。社会对生态环境保护的重视也提高了公众和企业对绿色技术的认知和接受度,推动了绿色技术的普及和应用。

2 指标体系、研究方法 with 模型构建

2.1 评价指标体系构建

基于绿色技术创新和生态经济的内涵,从创新环境、创新活力和创新成果 3 个维度构建绿色技术创新发展水平的综合指标体系(表 1)。生态经济指标体系从经济规模、经济结构、经济潜力、社会福利、生态环境禀赋、环境状态与环境治理 7 个维度进行构建^[10](表 2)。

表 1 绿色技术创新评价指标体系及指标权重

一级指标	二级指标	单位	属性	权重
创新环境	科技活动从业人员数	万人	正向	0.073
	R&D 人员	万人	正向	0.058
	普通高等学校在校学生数	万人	正向	0.077
	R&D 经费内部支出	万元	正向	0.075
	科技支出地方公共预算支出比重	%	正向	0.021
创新活力	绿色专利申请量	件	正向	0.102
	绿色发明专利申请量	件	正向	0.122
	绿色实用新型专利申请量	件	正向	0.091
	绿色发明占地区年度申请专利总数百分比	%	正向	0.013
创新成果	绿色专利获得量	件	正向	0.106
	绿色发明专利获得量	件	正向	0.132
	绿色实用新型专利获得量	件	正向	0.104
	绿色发明占地区年度获得专利总数百分比	%	正向	0.027

表 2 生态经济效率综合评价指标体系及指标权重

一级指标	二级指标	单位	方向	权重
经济规模	人均 GDP	万元	正向	0.043
	固定资产投资	万元	正向	0.074
	社会消费品零售额	万元	正向	0.095
	地方财政收入	万元	正向	0.099
经济结构	第三产业占 GDP 比重	%	正向	0.013
	进出口总额占 GDP 比重	%	正向	0.139
经济潜力	教育经费投入强度	万元	正向	0.054
	R&D 经费内部支出	万元	正向	0.152
社会福利	人均公共图书馆图书藏量	本	正向	0.120
	每千人口医疗卫生机构床位数	张	正向	0.023
	每千人卫生人员数	人	正向	0.039
生态环境禀赋	人均公园绿地面积	m ² /人	正向	0.079
	建成区绿化覆盖率	%	正向	0.006
环境状态	能源消耗总量	万 t 标准煤	负向	0.003
	CO ₂ 排放量	t	负向	0.012
	污水排放量	万 t	负向	0.003
	工业 SO ₂ 排放量	t	负向	0.003
环境治理	环保相关人员	万人	正向	0.025
	固废综合利用率	%	正向	0.011
	生活垃圾无害处理率	%	正向	0.007

①根据以黄河水利委员会划定的黄河流域范围为基础支撑。在研究范围的确定上,排除了内蒙古蒙东地区及四川省,聚焦于青海、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东 8 个省的 75 个地级市(州)。

2.2 数据来源

选取黄河流域 8 省份 75 个地级市(州)为研究对象^[11],时间跨度为 2006—2022 年。其中,专利数据来源于 CNRDS 中国研究数据服务平台,其他指标主要源于《中国城市统计年鉴》、各省市统计年鉴,对于部分缺失值采用插值法进行填补。

2.3 研究方法

2.3.1 耦合协调度模型

根据熵权法计算绿色技术创新(U_1)和生态经济(U_2)的评价指数^[12],按照以下公式计算出二者的指标评价值、耦合度和耦合协调度。为消除量纲影响,在计算评价指标之前对数据进行标准化处理。

$$U_i = \sum_{j=1}^n \omega_j P_{jk}, i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

$$C = 2 \sqrt{\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2}} \quad (2)$$

$$D_i = \sqrt{C_i (\alpha U_{1i} + \beta U_{2i})} \quad (3)$$

式中: ω_j 为指标权重,使用熵权法进行赋权; P_{jk} 为各项指标评价值; C 为耦合度; α 、 β 分别为绿色技术创新指数与生态经济指数的权重系数,参考有关研究,二者均取 1/2; D_i 为耦合协调度,值域范围为 $[0, 1]$,取值越大,耦合水平越高。参考朱永明和蒋威远^[13]的研究,二者的耦合协调度划分见表 3。

表 3 耦合协调度划分等级

耦合协调度	协调等级	耦合协调度	协调等级
$0 < D \leq 0.1$	极度失调 I	$0.5 < D \leq 0.6$	勉强协调 VI
$0.1 < D \leq 0.2$	严重失调 II	$0.6 < D \leq 0.7$	初级协调 VII
$0.2 < D \leq 0.3$	中度失调 III	$0.7 < D \leq 0.8$	中级协调 VIII
$0.3 < D \leq 0.4$	轻度失调 IV	$0.8 < D \leq 0.9$	良好协调 IX
$0.4 < D \leq 0.5$	濒临失调 V	$0.9 < D \leq 1.0$	优质协调 X

2.3.2 核密度模型

采用核密度模型分析黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调分布动态和演进轨迹^[14],具体模型为

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{D_i - \bar{D}}{h}\right) \quad (4)$$

式中: $\hat{f}(x)$ 为核密度函数; n 为城市数量; h 为带宽; K 为核函数,采用高斯核密度函数来测算,方程如下:

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \quad (5)$$

2.3.3 空间相关性测度

基于地理邻接矩阵,使用全局莫兰指数研究二

者的空间集聚特征,具体模型为

$$I = n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) / \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \quad (6)$$

式中: x_i 和 x_j 为观测区域 i 、 j 的观测值; \bar{x} 为观察对象 x 的均值; ω_{ij} 为空间权重。莫兰指数 I 的取值范围为 $[-1, 1]$, $I > 0$ 表示具有正向空间相关性。

3 实证分析

3.1 耦合协调度分析

3.1.1 绿色技术创新与生态经济的整体水平分析

由表 4 可知,2006—2022 年黄河流域及上中下游地区的绿色技术创新(U_1)与生态经济(U_2)评价指数均稳步上升,这表明在考察期间黄河流域的绿色技术创新与生态经济均取得了显著进展。根据指数平均值的比较,显示生态经济的整体表现略优于绿色技术创新。上游地区虽然技术创新能力较强,但需要进一步推动这些创新转化为实际的生态经济效益。中游地区的高创新能力未能完全转化为生态经济的优势,需要更多的政策支持和资源配置。下游地区则应继续强化其在生态经济领域的领先地位,同时探索提升绿色技术创新的策略。

具体来看,绿色技术创新指数在上游地区表现出显著的增长,从 2006 年的 0.160 增长至 2022 年的 0.787,年均增长率为 11.39%。可能得益于地区对环境压力的响应和相关的政策支持,特别是在水资源管理和可再生能源开发方面的技术创新。中游地区在 2022 年达到了 0.930 的高点,但其整体增长波动较大。中游地区的工业基础较为坚实,技术创新活力受到不同因素的影响,包括产业升级和环境治理压力。下游地区的技术创新指数增长较为平稳,这反映了下游地区在环境技术和绿色制造方面的持续进步,尤其是在经济较为发达的城市。

生态经济方面呈现东高西低的分布格局,上游地区从 2006 年的 0.262 增长至 2022 年的 0.767,反映出丰富自然资源的有效保护与利用。中游地区虽技术创新活跃,但生态经济指数增长缓慢,从 0.186 增至 0.727,显示环境保护措施需要加强。下游地区表现最佳,指数从 0.266 增至 0.779,得益于快速经济发展和成熟的环境治理策略,体现了经济与环境的协调发展。

3.1.2 时序演变分析

由图 1 可以看出,2006—2022 年,黄河流域耦合度与耦合协调度均呈波动上升态势,绿色技术创

表 4 2006—2022 年黄河流域绿色技术创新与生态经济综合指数

年份	黄河流域		上游		中游		下游	
	U_1	U_2	U_1	U_2	U_1	U_2	U_1	U_2
2006	0.213	0.260	0.160	0.262	0.132	0.186	0.256	0.266
2007	0.184	0.274	0.163	0.270	0.112	0.239	0.219	0.274
2008	0.174	0.324	0.141	0.285	0.120	0.350	0.222	0.267
2009	0.178	0.285	0.159	0.259	0.134	0.285	0.188	0.253
2010	0.182	0.301	0.140	0.316	0.155	0.291	0.185	0.261
2011	0.198	0.311	0.165	0.309	0.166	0.301	0.176	0.283
2012	0.207	0.349	0.181	0.335	0.178	0.337	0.164	0.322
2013	0.245	0.391	0.223	0.398	0.208	0.373	0.209	0.364
2014	0.269	0.421	0.246	0.417	0.239	0.411	0.212	0.395
2015	0.280	0.447	0.240	0.459	0.230	0.445	0.239	0.413
2016	0.351	0.549	0.345	0.556	0.268	0.507	0.325	0.488
2017	0.413	0.559	0.385	0.527	0.389	0.492	0.395	0.524
2018	0.474	0.595	0.487	0.561	0.421	0.533	0.448	0.558
2019	0.551	0.662	0.584	0.620	0.422	0.593	0.544	0.622
2020	0.547	0.698	0.567	0.647	0.377	0.633	0.554	0.664
2021	0.565	0.752	0.673	0.696	0.511	0.680	0.544	0.729
2022	0.791	0.807	0.787	0.767	0.930	0.727	0.670	0.779
均值	0.342	0.470	0.332	0.452	0.294	0.434	0.326	0.439

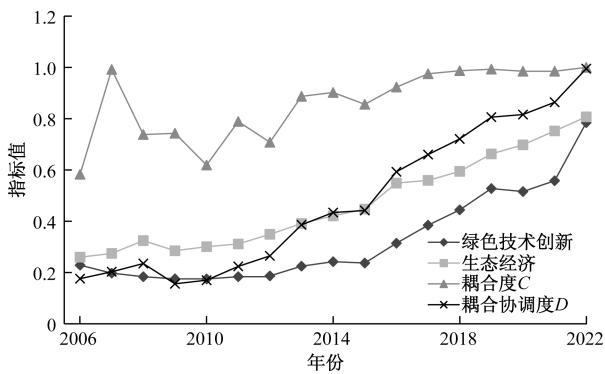


图 1 2006—2022 年黄河流域全域指标值、耦合度、协调度趋势

新与生态经济耦合协调发展从低水平中的严重失调到高水平的优质协调。应充分发挥绿色技术创新对生态经济的推动作用,以及生态经济对绿色技术创新的反哺作用。

由表 5 可以看出,无论是黄河流域全域还是上中下游地区均在考察期间从极度或严重失调区间步入优质协调区间。

3.2 核密度估计

图 2 展示了黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调度随时间变化的趋势。2006—2017 年,核密度曲线整体呈现左偏态分布,表明在这一期间耦合协调度较低且集中度高。而在 2017—2022 年,整体核密度曲线右移,表明这一期间耦合协调发展取得了一定成效。在整个研究期内,核密度曲线保持“单峰”模式,峰值尖锐且峰度较大,说明这一期间的耦合协调度集中度较高。相较于 2006 年,2022

表 5 2006—2022 年黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调度

年份	耦合协调度			
	黄河流域	上游	中游	下游
2006	II	II	II	III
2007	III	II	II	III
2008	III	II	III	III
2009	II	II	III	II
2010	II	II	IV	II
2011	III	III	IV	III
2012	III	IV	IV	II
2013	IV	V	V	IV
2014	V	V	VI	V
2015	V	VI	VI	V
2016	VI	VII	VI	VII
2017	VII	VII	VII	VII
2018	VIII	VIII	VIII	VIII
2019	IX	IX	VIII	IX
2020	IX	IX	VII	IX
2021	IX	X	IX	X
2022	X	X	X	X

年的核密度曲线显著扁平化,峰值降低,这表明黄河流域绿色技术创新与生态经济耦合协调性的区域差异不断增大,协调性水平逐步提高。这一变化表明了黄河流域各区域间绿色技术创新与生态经济的耦合协调性正逐步均衡化,说明区域内部发展差异正在缩小。这反映了区域政策在推动绿色发展和协调性增强方面的有效性。

3.3 莫兰指数测算

基于邻接空间矩阵,对 2006—2022 年各市(州)的全局莫兰指数进行测算分析。根据表 6 的结果可

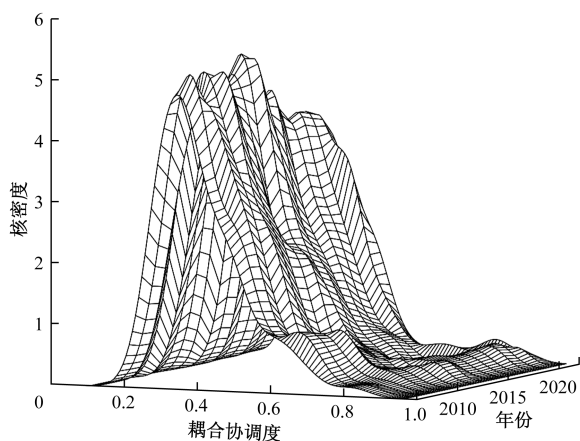


图2 黄河流域绿色技术创新与生态经济的耦合协调度核密度估计

表6 2006—2022年绿色技术创新与生态经济效率耦合协调度全局 Moran's I

年份	生态经济		绿色技术创新		耦合协调度指数	
	Moran's I	P	Moran's I	P	Moran's I	P
2006	0.314	0.000	0.470	0.000	0.462	0.000
2007	0.267	0.000	0.451	0.000	0.433	0.000
2008	0.273	0.000	0.439	0.000	0.436	0.000
2009	0.226	0.000	0.472	0.000	0.411	0.000
2010	0.181	0.003	0.418	0.000	0.368	0.000
2011	0.161	0.006	0.417	0.000	0.347	0.000
2012	0.137	0.013	0.410	0.000	0.336	0.000
2013	0.103	0.039	0.397	0.000	0.312	0.000
2014	0.101	0.045	0.382	0.000	0.291	0.000
2015	0.129	0.019	0.333	0.000	0.309	0.000
2016	0.123	0.024	0.303	0.000	0.296	0.000
2017	0.094	0.056	0.297	0.000	0.285	0.000
2018	0.099	0.050	0.273	0.000	0.280	0.000
2019	0.079	0.087	0.238	0.000	0.258	0.000
2020	0.079	0.087	0.209	0.001	0.250	0.000
2021	0.119	0.027	0.198	0.001	0.251	0.000
2022	0.044	0.204	0.184	0.003	0.160	0.008

可以看出,在考察期内,全局 Moran's I 除了绿色技术创新在 2022 年未达到显著性外,其余年份均显著为正,表明黄河流域市级层面的耦合协调存在显著的空间正相关性。即具有高耦合协调度的城市往往聚集在一起,而低耦合协调度的城市也呈现出空间集聚现象。此外,全局 Moran's I 在研究期间整体呈现下降趋势,指出黄河流域绿色技术创新与生态经济耦合协调度的空间集聚效应正在逐渐减弱。这可能表明区域间的发展差异在缩小,或是各地在绿色发展策略上的均衡化趋势增强,导致了耦合协调度的空间依赖性降低。

4 结论与建议

4.1 结论

基于 2006—2022 年黄河流域 75 个地级市的面

板数据,构建了绿色技术创新与生态经济指标体系。研究发现,尽管两者均取得显著进展,但各区域发展存在较大差异。绿色技术创新的发展水平依次为中游地区 > 上游地区 > 下游地区;生态经济的排序为下游地区 > 上游地区 > 中游地区。

耦合协调模型分析表明,黄河流域整体及各区域的绿色技术创新与生态经济的耦合协调水平均实现了由低到高的转变。然而,市级层面的协调发展依然存在不平衡性,提示需要进一步优化区域发展策略。核密度估计结果显示,随着时间推移,区域间差异逐渐缩小,表现为核密度分布峰值的降低与坡峰的平缓化。莫兰指数分析表明,黄河流域绿色技术创新与生态经济呈现正向自相关关系,但集聚效应逐渐减弱,区域间“东强西弱”的格局仍显著存在。

4.2 建议

(1)制定精准的区域协调发展策略。尽管黄河流域整体绿色技术创新与生态经济的耦合协调度逐步提升,但市级层面的发展不平衡依然显著。为缩小区域间差距,政府应制定区域协调发展战略,充分考虑各区域的经济和技术发展特点,制定因地制宜的政策,推动不同区域间的均衡发展。

(2)加大对中上游地区的支持力度。上游和中游地区绿色技术创新和生态经济发展相对滞后,需要特别的政策支持。政府应加大对中上游地区的资金投入、技术支持以及人才引进力度,提升这些地区的绿色技术创新能力,促进生态经济的可持续发展,从而实现区域间的协同发展。

(3)建立黄河流域区域合作机制。为促进黄河流域各地的资源共享与技术交流,应建立有效的区域合作机制。通过加强区域间的合作,促进技术、资金和人才的流动,推动各地区间的优势互补,形成更加紧密的合作网络,提升整体绿色技术创新与生态经济水平。

参考文献

- [1] 李娟伟,魏宇萌.数字技术创新与绿色全要素生产率:来自黄河流域的经验证据[J].财经理论研究,2024(2):95-112.
- [2] 孙建国,王亚杰,张海燕.黄河流域科技创新与生态经济研究:基于 Super-SBM 模型和 PVAR 模型[J].生态经济,2021,37(9):61-69.
- [3] 田虹,秦喜亮.绿色技术创新对城市碳减排影响的区域差异和收敛性:来自地级市层面的经验证据[J].财经理论与实践,2024,45(1):97-103.
- [4] 张佰瑞,胡明茜.中国三大城市群生态经济效率的时空演变及收敛性分析[J].生态经济,2024,40(3):83-91.

- [5] 董会忠, 李旋, 张仁杰. 粤港澳大湾区绿色创新效率时空特征及驱动因素分析[J]. 经济地理, 2021, 41(5): 134-144.
- [6] 苑凯, 胡彪, 牛亭云. 区域绿色技术创新与生态经济发展耦合协调时空演化分析: 以京津冀地区为例[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2023, 44(6): 43-52.
- [7] 廖乐焕, 董燕燕. 沿黄 9 省(区)绿色技术创新与生态保护耦合协调关系研究[J]. 开发研究, 2024(5): 81-90.
- [8] 李政大, 黄晨雨, 马瑜彬. 黄河流域生态环境测度水平的区域差异和分布动态: 基于强可持续发展理论的实证分析[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, 51(2): 39-45.
- [9] 王飞航, 郭笑言. 绿色技术创新的最优规制区间研究: 基于环境规制与政府研发补助的双重政策组合[J]. 财会月刊, 2021(17): 129-137.
- [10] 杜新强, 何立滢, 姚泓钰, 等. 近 15 年来中国北方水资源-社会经济-生态环境耦合协调发展评价[J]. 中国农村水利水电, 2022(6): 66-75.
- [11] 刘建华, 普凌宇. 黄河流域数字经济与高质量发展耦合互动关系研究[J]. 人民黄河, 2024, 46(1): 5-11, 18.
- [12] 杨佩卿, 白媛媛. 黄河流域数字经济与新型城镇化耦合协调及驱动机制[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2024, 24(4): 114-126.
- [13] 朱永明, 蒋威远. 沿黄城市群水资源-经济-生态-社会耦合协调研究[J]. 人民黄河, 2024, 46(6): 14-19, 42.
- [14] 王昊冉, 周金城. 长江经济带生态环境保护与经济高质量发展的耦合协调关系及其影响因素[J]. 科技和产业, 2023, 23(24): 245-254.

Research on the Coordinated Development of Green Technology Innovation and Ecological Economy Coupling in the Yellow River Basin

ZHOU Xiaolong¹, LANG Han²

(1. School of Economics, North Minzu University, Yinchuan 750021, China;

2. School of Computer Science and Engineering, North Minzu University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: Taking 75 prefecture-level cities (or districts) across eight provinces in the Yellow River Basin from 2006 to 2022 as the research object, green technological innovation and ecological economy evaluation indicators were constructed. The coupling coordination degree and spatiotemporal evolution characteristics of these two factors were analyzed using the coupling coordination model, kernel density estimation, and Moran's I index. The results show that the coupling coordination level between green technological innovation and ecological economy has increased, with significant regional differences. The coupling coordination disparity between regions has gradually decreased, indicating a trend toward balanced development within the basin. Positive spatial autocorrelation exists between green technological innovation and ecological economy, but this agglomeration effect has weakened over time. These findings suggest that the Yellow River Basin's development is becoming more coordinated, although regional disparities remain.

Keywords: green technology innovation; ecological economy; coupling coordination; Yellow River Basin