

冯俊华,王 倩,郑广文. 黄河流域科技创新与新型城镇化耦合协调发展测度[J]. 地球科学与环境学报, 2022, 44(5): 826-838.
FENG Jun-hua, WANG Qian, ZHENG Guang-wen. Calculation on Coupling and Coordinated Development of Scientific-technological Innovation and New Urbanization in Yellow River Basin, China[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2022, 44(5): 826-838.

DOI: 10.19814/j.jese.2022.02009

黄河流域科技创新与新型城镇化耦合协调发展测度

冯俊华,王 倩,郑广文

(陕西科技大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710021)

摘 要: 科技创新与新型城镇化耦合协调发展对黄河流域高质量发展有重要实践价值。通过探讨科技创新与新型城镇化交互发展机理并构建评价指标体系,应用熵值法与耦合协调模型测度各系统综合发展指数与各省区耦合协调度,借助莫兰指数、Dagum 基尼系数及核密度估计法分析 2005~2019 年黄河流域九省区耦合协调度的时空演变规律及联系程度,采用空间杜宾模型分析耦合协调度影响因素。结果表明:随着时间推移,各省区科技创新与新型城镇化综合评价值与耦合协调度均呈稳中有升态势,各省区耦合协调度间存在正的空间自相关性,但耦合协调度总体差异持续增大,其中缩小上游地区内差距以及上、下游地区间差距是完善空间协调联动机制的关键,黄河流域各区域耦合协调度绝对差异日益减小;创新投入、专利产出、政府支持力度和高等教育水平对本省区耦合协调度有正向促进作用,城镇居民收入水平对邻省区耦合协调度与总体耦合协调度有负向抑制作用。提升耦合协调度需通过增强科技创新能力、提升新型城镇化水平、强化地区联系、缩小发展差距与调整影响因素来实现。

关键词: 科技创新; 新型城镇化; 耦合协调模型; 莫兰指数; Dagum 基尼系数; 核密度估计; 空间杜宾模型; 黄河流域

中图分类号: F291.1; F299.21

文献标志码: A

文章编号: 1672-6561(2022)05-0826-13

Calculation on Coupling and Coordinated Development of Scientific-technological Innovation and New Urbanization in Yellow River Basin, China

FENG Jun-hua, WANG Qian, ZHENG Guang-wen

(School of Economics and Management, Shaanxi University of Science and Technology,
Xi'an 710021, Shaanxi, China)

Abstract: The coupling and coordinated development of scientific-technological innovation and new urbanization have important practical value for the high-quality development of Yellow River Basin. By discussing the mechanism of interactive development of scientific-technological innovation and new urbanization, and constructing an evaluation index system, the entropy method and the coupling coordination model were used to calculate the comprehensive development index of scientific-technological innovation and new urbanization, and coupling coordination degree of 9 provinces, and the spatial evolution and connection of the coupling

收稿日期: 2022-02-10; 修回日期: 2022-03-28 投稿网址: <http://jese.chd.edu.cn/>

基金项目: 教育部人文社会科学研究青年基金项目(20XJC790015)

作者简介: 冯俊华(1964-), 女, 陕西西安人, 教授, E-mail: 492966021@qq.com。

coordination degree of 9 provinces in Yellow River Basin from 2005 to 2019 were analyzed by means of Moran index, Dagum Gini coefficient and kernel density estimation method, and the spatial Dubin model was used to analyze the influencing factors of the coupling coordination degree. The results show that the comprehensive development index and coupling coordination degree of scientific-technological innovation and new urbanization in 9 provinces show a stable and rising trend; there is a positive spatial autocorrelation between the coupling coordination degrees of each province, but the overall difference in coupling coordination degree continues to increase; narrowing the gaps within the upstream area and between the upstream and downstream areas, is the key to improve the spatial coordination linkage mechanism; the absolute difference of coupling coordination degrees among upstream, midstream and downstream areas in Yellow River Basin is decreasing; innovation input, patent output, government support and higher education level have a positive role in promoting the coupling coordination degree of the province, and the income level of urban resident has a negative inhibition effect on the coupling coordination degree and the overall coupling coordination degree of the neighboring provinces. Improving the coupling coordination degree needs to be achieved by enhancing the ability of scientific-technological innovation, improving the level of new urbanization, strengthening regional connection, narrowing the development gap and adjusting the influencing factors.

Key words: scientific-technological innovation; new urbanization; coupled coordination model; Moran index; Dagum Gini coefficient; kernel density estimation; spatial Dubin model; Yellow River Basin

0 引言

黄河流域作为中国重要生态屏障与社会经济运行体系的关键组成部分,其良性发展关乎民族复兴大计。2019年9月,黄河流域生态保护和高质量发展被上升为国家重大战略^[1],但滞后的科技创新机制、薄弱的科技创新水平、“一沿九鼎”的城镇化支撑格局及盲目扩张城镇区域未有效助力黄河流域高质量发展^[2]。因此,有必要探索黄河流域科技创新与新型城镇化的协调发展机制,为破解黄河流域协调发展难题提供解决思路。

国内外学者针对科技创新和新型城镇化已开展广泛深入研究。国外学者发现科学技术和成果是经济稳步发展的重要保障^[3]。在内涵界定方面,科技创新是科学研究与技术创新的总称。真正的城镇化是产业、人口、空间、社会四位一体的城镇化。在科技创新及新型城镇化水平测算方面,主要方法有主成分分析法、数据包络分析法、耦合协调模型及空间计量模型等^[4-7]。在影响因素分析方面,永久性研发、科技投入和教育水平等因素对科技创新影响较大^[8],区域创新环境、政府能力和固定资产投资等因素对新型城镇化影响较大^[9-10]。在两者联系方面,国外学者发现城市化和技术创新的联合对可持续发

展促进作用较强^[11]。部分国内学者认为随着时间推移,科技创新对新型城镇化的正向影响逐步减弱,有的则认为新型城镇化对创新驱动存在U型效应^[12-13]。

综上所述,关于科技创新与新型城镇化的定性及定量研究颇丰,但关于科技创新与新型城镇化的交互机理及耦合关系研究相对稀缺,并且关于黄河流域九省区科技创新与新型城镇化协调发展及影响因素研究尚有缺失。科技创新与新型城镇化间相互作用具有累积性和长期性,因此,本文探讨了科技创新与新型城镇化交互机理并构建评价体系,运用熵值法与耦合协调模型,借助全局莫兰指数、Dagum基尼系数及核密度图测算2005~2019年黄河流域青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等九省区各系统发展水平和耦合协调度并分析时空差异,进而应用空间杜宾模型分析耦合协调度影响因素,旨在为黄河流域各省区高效协调发展提供理论依据和实践参考。

1 协调发展机理

科技创新与新型城镇化存在互相促进、相互制约的关系,机理见图1。新型城镇化是科技创新的重要基础和依托。新型城镇化为科技创新提供人才

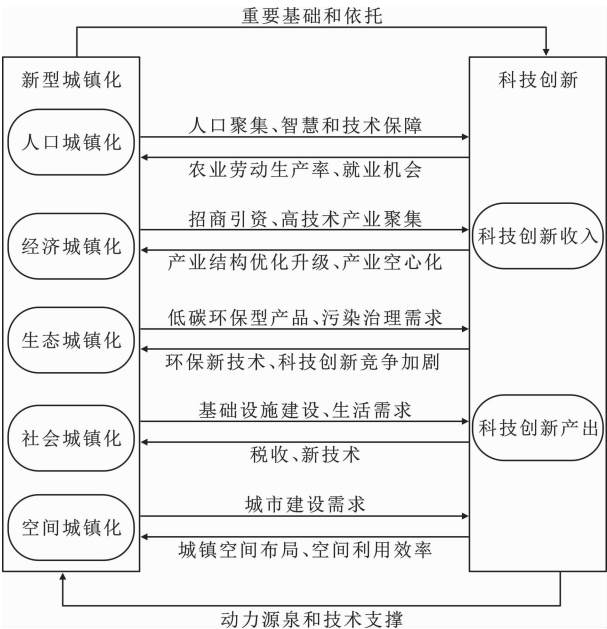


图 1 科技创新与新型城镇化协调发展机理
Fig. 1 Mechanism of Coordinated Development of

Scientific-technological Innovation and New Urbanization

智慧保障、完善的基础设施并推进招商引资工作,助力科技创新企业集聚并形成人才高地;此外,新型城镇化及绿色环保的理念激发人民群众对低碳环保产品的强烈需求,推动科技创新企业的产品研发进程。科技创新为新型城镇化提供源源不断的动力源泉和技术支撑。科技创新企业的蓬勃发展对劳动力需求增加并为国家带来大量税收,扩大了城镇人口规模,有利于完善设施建设并以创新驱动二三产业转型升级,进而优化城镇化产业结构并缓解产业空心化问题;此外,科技创新与环保新技术的进步能优化城镇空间布局并提高空间利用效率,推动生态与空间城镇化进程。总体而言,为实现经济高质量发展和人民对美好生活向往的目标,科技创新与新型城镇化需齐头并进,实现耦合协调发展。

2 分析方法

2.1 评价指标体系构建

结合理论分析法、多指标综合评价法与各省区实际情况,选取代表性较强的指标。基于投入产出视角,科技创新指标体系以创新投入和产出为基础下设 12 个二级指标,其中资金和人力投入表征创新投入,专利与经济价值等表征创新产出;在新型城镇化指标体系构建方面,围绕相关研究并结合《国家新型城镇化规划(2014~2020 年)》确定人口、经济、社会、生态及空间城镇化为一级指标并下设 23 个二级

指标^[14-17]。遵循指标选取的可获取性等原则并兼顾地区发展差异确定评价指标体系(表 1)。指标数据源自 2006~2020 年《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》及各省区统计年鉴,对于部分缺失数据利用前后均值法或线性插值法补缺,各级指标权重用测度误差较小的熵值法计算。

2.2 综合评价模型

综合发展指数是系统内全部指标对该系统贡献的综合值,利用综合评价模型并结合标准化处理的数据与指标权重即可求得。其表达式为

U_T = \sum_{k=1}^n W_{Tk} X_{Tk} \quad k = 1, 2, \dots, n \tag{1}

U_U = \sum_{k=1}^n W_{Uk} X_{Uk} \quad k = 1, 2, \dots, n \tag{2}

式中: X_{Tk} 为科技创新系统中第 k 个指标的归一化值; X_{Uk} 为新型城镇化系统中第 k 个指标的归一化值; W_{Tk} 为科技创新系统中第 k 个指标权重; W_{Uk} 为新型城镇化系统中第 k 个指标权重; U_T 为科技创新综合评价价值; U_U 为新型城镇化综合评价价值; n 为指标数。综合评价类型见表 2。

2.3 耦合协调模型

耦合是指双系统或多系统产生交互关系的密切程度,主要反映要素或系统间影响强度,能揭示科技创新与新型城镇化的内在协同联系。耦合度表达式^[18]为

C = \left\{ \frac{U_T U_U}{[(U_T + U_U)/2]^2} \right\}^{1/2} \tag{3}

式中: C 为耦合度, $C \in [0, 1]$, C 越大说明耦合度越高。

耦合度无法区分高水平与低水平耦合,需引入耦合协调度实现科技创新与新型城镇化间协调一致作用的精准量化。其表达式为

D = \sqrt{CT} \tag{4}

T = aU_T + bU_U \tag{5}

式中: D 为耦合协调度; T 为中间变量; a 、 b 为待定系数,考虑科技创新与新型城镇化处于同等地位,分别取 $a=b=0.5$ 。

耦合协调度划分标准见表 3。 $U_T > U_U$ 表示新型城镇化滞后型; $U_T = U_U$ 表示同步发展型; $U_T < U_U$ 表示科技创新滞后型。

2.4 耦合协调度的时空联系分析

2.4.1 全局莫兰指数

空间自相关是分析空间邻近位置变量间空间相

表 1 黄河流域科技创新与新型城镇化综合评价指标体系

Table 1 Comprehensive Evaluation Index System of Scientific-technological Innovation and New Urbanization in Yellow River Basin

系统层	准则层	指标层	单位	权重
科技创新(T)	投入(T1)	RD 人员全时当量(T11)	人年	0.078
		RD 内部经费支出(T12)	万元	0.088
		RD 经费投入强度(T13)	%	0.062
		财政科技经费投入(T14)	亿元	0.073
		财政科技支出/财政总支出(T15)	%	0.058
		规上企业技术改造经费支出(T16)	万元	0.062
	产出(T2)	高技术产业企业数量(T21)	个	0.098
		规上企业新产品销售收入(T22)	万元	0.105
		专利申请数(T23)	件	0.095
		专利授权数(T24)	件	0.096
		技术市场成交合同数(T25)	项	0.104
		技术市场成交额(T26)	万元	0.081
新型城镇化(U)	人口城镇化(U1)	城镇化率(U11)	%	0.033
		二三产业人员从业比重(U12)	%	0.027
		城镇人口密度(U13)	人·km ⁻²	0.066
	经济城镇化(U2)	人均 GDP(U21)	元	0.033
		二三产业占 GDP 比重(U22)	%	0.04
		社会消费品销售总额(U23)	亿元	0.062
		城镇居民收入水平(U24)	元	0.052
		城镇固定资产投资(U25)	亿元	0.058
	生态城镇化(U3)	人均公园绿地面积(U31)	m ² ·人 ⁻¹	0.060
		建成区绿化覆盖率(U32)	%	0.035
		城市污水处理率(U33)	%	0.025
		城市生活垃圾无害化处理率(U34)	%	0.025
		一般工业固体废物利用率(U35)	%	0.050
		二氧化硫排放量(U36)	10 ⁴ t	0.039
	社会城镇化(U4)	每万人拥有公共厕所数(U41)	座·万人 ⁻¹	0.051
		每万人拥有公共交通工具数(U42)	台·万人 ⁻¹	0.052
		单位人口拥有公共图书馆藏量(U43)	册·人 ⁻¹	0.040
		万人拥有大学生数(U44)	人·万人 ⁻¹	0.027
		单位人口医疗卫生机构床位数(U45)	张·人 ⁻¹	0.037
		单位人口拥有卫生技术人员数(U46)	人	0.039
		登记失业率(U47)	%	0.038
	空间城镇化(U5)	人均城市道路面积(U51)	m ² ·人 ⁻¹	0.060
		建成区面积(U52)	km ²	0.051

表 2 综合评价类型

Table 2 Types of Comprehensive Evaluation

综合评价值	[0,0.2)	[0.2,0.4)	[0.4,0.6)	[0.6,0.8)	[0.8,1.0]
评价类型	低等水平	中等水平	较高水平	高等水平	优质水平

关度的重要工具,主要包括全局和局部莫兰指数。本文通过全局莫兰指数^[19]分析各省区科技创新与新型城镇化耦合协调度空间分异情况,并判断是否存在空间自相关性。其表达式为

表 3 耦合协调类型

Table 3 Types of Coupled Coordination

耦合协调度	耦合协调类型	耦合协调度	耦合协调类型
[0.0,0.1)	极度失调	[0.5,0.6)	勉强协调
[0.1,0.2)	严重失调	[0.6,0.7)	初级协调
[0.2,0.3)	中度失调	[0.7,0.8)	中等协调
[0.3,0.4)	轻度失调	[0.8,0.9)	良好协调
[0.4,0.5)	濒临失调	[0.9,1.0]	优质协调

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{i,j} (D_i - \bar{D})(D_j - \bar{D})}{(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{i,j}) \sum_{i=1}^N (D_i - \bar{D})^2} \quad (6)$$

式中： I 代表全局莫兰指数； N 代表省区数量； $W_{i,j}$ 代表第 i 个省区与第 j 个省区邻接权重矩阵； D_i 代表第 i 个省区耦合协调度； D_j 代表第 j 个省区耦合协调度； \bar{D} 为黄河流域九省区耦合协调度平均值。

全局莫兰指数介于 $[-1, 1]$ ，其越趋近 1，则空间正相关程度越高；其越趋近 -1 ，则空间负相关程度越高；其等于 0，说明空间不相关，呈随机分布。

2.4.2 Dagum 基尼系数

Dagum 基尼系数考虑了组间交叉重叠现象，能准确判断区域间相对差异及主要来源。其表达式为

$$G = \frac{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \sum_{i=1}^{N_p} \sum_{j=1}^{N_q} |y_{p,i} - y_{q,j}|}{2N^2 \bar{y}} \quad (7)$$

式中： m 代表区域数量； N_p 为第 p 区域省区数量； N_q 为第 q 区域省区数量； $y_{p,i}$ 为第 p 区域第 i 省区耦合协调度； $y_{q,j}$ 为第 q 区域第 j 省区耦合协调度； \bar{y} 为所有省区耦合协调度均值； G 代表耦合协调度总体差距，由地区内差异贡献 (G_w)、地区间差异净值贡献 (G_{nb}) 与超变密度 (G_t) 构成，具体测算公式详见文献[20]。

2.4.3 核密度估计法

核密度估计法^[21]是一种非参数估计法，从数据自身出发利用概率密度函数拟合得到平滑曲线，通过分析曲线峰值及延展性等内容解决问题。其表达式为

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) \quad (8)$$

式中： $f(x)$ 代表密度函数； h 代表带宽； x_i 为第 i 个省区的独立同分布观测值； $K(x)$ 代表核函数，本文选用高斯核函数。

2.5 耦合协调度的影响因素分析

耦合协调发展受自身及众多外部驱动因素影响，基于实际情况及现有成果^[22-23]，从创新投入 ($LN X_1$)、政府支持力度 ($LN X_2$)、专利产出 ($LN X_3$)、城镇居民收入水平 ($LN X_4$) 及高等教育水平 ($LN X_5$) 等维度进行分析，借助 R&D 内部经费支出、财政科技支出占财政总支出的比重、专利授权数、城镇居民可支配收入及万人拥有大学生数衡量并采用对数处理解释变量，进而探索其对耦合协调度的驱动力。

空间杜宾模型 (SDM) 纳入地理因素并考虑解

释变量与被解释变量的空间联系性，能处理随机误差项和空间滞后项对被解释变量的影响，因此，选用此模型分析影响因素。其表达式为

$$D_{i,t} = \rho W D_{i,t} + \beta_0 + \sum \beta_i X_{i,t} + \sum \delta_i W X_{i,t} + \eta_i + \mu_i + \epsilon_{i,t} \quad (9)$$

式中： $D_{i,t}$ 为第 t 年第 i 省区的耦合协调度； W 代表空间权重矩阵； $W D_{i,t}$ 代表耦合协调度的空间滞后项； ρ 代表空间自回归系数； β_0 代表常数项； β_i 代表第 i 省区的待估参数； $X_{i,t}$ 代表第 t 年第 i 省区的自变量； δ_i 为第 i 省区的估计参数； η_i 为第 i 省区的个体效应； μ_i 为第 i 省区的时间效应； $\epsilon_{i,t}$ 表示第 t 年第 i 省区的随机误差项。

3 实证分析

3.1 综合发展水平

表 4 展示了 2005~2019 年黄河流域九省区科技创新综合评价值。由表 4 可知：内蒙古、甘肃、青海和宁夏科技创新始终处于低等水平，其中内蒙古降幅较大，主要是创新投入不足所致；四川、陕西、山西、河南、山东科技创新处于中等及以上水平，其中陕西增幅最大，由 2005 年的中等水平跃至 2019 年的较高水平，河南也由中等水平升至较高水平，但增幅不及陕西；四川则由较高水平跃至高等水平；山东始终处于优质水平，这得益于其将环境优势与科技成果转化为实际动力；2005 年各省区科技创新综合评价值的最大值与最小值之差为 0.877，而 2019 年降低为 0.838，说明各省区科技创新水平差距逐渐缩小。

表 5 展示了 2005~2019 年黄河流域九省区新型城镇化综合评价值。由表 5 可知：四川、陕西、宁夏、甘肃和青海 2005 年均处于中等水平，内蒙古、山西、河南、山东处于较高及以上水平，这是中上游省区过度依赖资源及水土流失严重所致；2019 年山西、甘肃及青海为中等水平，陕西、四川、宁夏、内蒙古、河南、山东均处于较高及以上水平，表明新型城镇化建设效果显著。其中，宁夏新型城镇化从中等水平迈向较高水平，增长了 0.074 且增幅最大；山西新型城镇化综合评价值由 2005 年的 0.510 降至 2019 年的 0.326；山东新型城镇化综合评价值始终保持在 0.75 以上并稳居第一，处于高等及优质水平；甘肃新型城镇化水平一直处于中等水平，这是由于其作为经济欠发达地区相对缺乏对科技创新及新型城镇化的重视。2005 年区域新型城镇化综合评价值

表 4 2005~2019 年黄河流域九省区科技创新综合评价值

Table 4 Comprehensive Evaluation Values of Scientific-technological Innovation in 9 Provinces of Yellow River Basin from 2005 to 2019

年份	上游地区					中游地区		下游地区	
	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东
2005	0.107	0.451	0.187	0.136	0.179	0.359	0.232	0.383	0.984
2006	0.109	0.551	0.248	0.132	0.210	0.436	0.262	0.475	0.960
2007	0.111	0.543	0.223	0.186	0.173	0.440	0.282	0.464	0.968
2008	0.116	0.602	0.224	0.139	0.178	0.521	0.252	0.417	0.841
2009	0.122	0.574	0.210	0.129	0.186	0.448	0.248	0.439	0.972
2010	0.114	0.551	0.203	0.130	0.238	0.478	0.219	0.425	0.968
2011	0.112	0.519	0.202	0.132	0.186	0.477	0.234	0.430	0.947
2012	0.106	0.493	0.195	0.129	0.181	0.472	0.240	0.405	0.927
2013	0.105	0.486	0.199	0.134	0.162	0.490	0.280	0.416	0.924
2014	0.106	0.490	0.192	0.142	0.150	0.499	0.254	0.418	0.914
2015	0.108	0.503	0.208	0.151	0.158	0.506	0.198	0.423	0.942
2016	0.108	0.514	0.202	0.160	0.150	0.518	0.191	0.452	0.958
2017	0.113	0.542	0.190	0.181	0.141	0.522	0.210	0.483	0.946
2018	0.113	0.600	0.188	0.193	0.141	0.535	0.222	0.520	0.962
2019	0.100	0.612	0.188	0.188	0.145	0.542	0.217	0.545	0.938

的最大值与最小值之差为0.422,而2019年扩大至0.510,说明各省区新型城镇化水平差异有扩大的迹象,两极分化问题亟待解决。

图2展示了2005~2019年黄河流域科技创新与新型城镇化平均综合评价值。由图2可知:2005~2019年科技创新普遍滞后于新型城镇化,黄河流域属于科技创新滞后型区域;2005~2019年新型城镇化平均综合评价值介于0.444~0.488且始终为较高水平,经历了由2005年的0.451波动上升至2013年的0.488,随后下降至2019年的0.455的正态变化过程,总体呈上升态势。2013年之前,传统城镇化过分注重人口集聚而缺乏对其他因素的关注,虽然城镇化水平提高较快,但缺乏可持续性;自2012年新型城镇化提出后,国家促使人民群众深入理解其内涵并与多方沟通协作制定合理可行的政策以优化经济结构。2005~2019年,科技创新平均综合评价值介于0.335~0.386且始终为中等水平,总体呈“N”字型变化,这是国家重视科技创新并加大投入力度的结果。科技创新平均综合评价值由2005年的0.335升至2019年的0.386,增幅为13.21%,说明科技创新能力飞速提升。2005年科技创新与新型城镇化平均综合评价值的差值为0.115,2019年则为0.068,表明科技创新与新型城镇化的差距持续缩小且二者存在正向协调发展趋势。

表 5 2005~2019 年黄河流域九省区新型城镇化综合评价值

Table 5 Comprehensive Evaluation Values of New Urbanization in 9 Provinces of Yellow River Basin from 2005 to 2019

年份	上游地区					中游地区		下游地区	
	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东
2005	0.395	0.392	0.333	0.334	0.470	0.377	0.510	0.490	0.755
2006	0.370	0.354	0.256	0.438	0.468	0.412	0.472	0.437	0.791
2007	0.420	0.375	0.270	0.428	0.507	0.454	0.499	0.482	0.792
2008	0.372	0.393	0.228	0.466	0.536	0.436	0.480	0.430	0.830
2009	0.373	0.402	0.223	0.444	0.556	0.450	0.470	0.441	0.818
2010	0.345	0.421	0.234	0.465	0.512	0.461	0.508	0.445	0.823
2011	0.370	0.411	0.248	0.463	0.561	0.505	0.488	0.433	0.852
2012	0.342	0.446	0.253	0.446	0.551	0.511	0.478	0.432	0.860
2013	0.332	0.456	0.276	0.479	0.568	0.528	0.473	0.426	0.849
2014	0.355	0.450	0.269	0.475	0.580	0.547	0.419	0.440	0.804
2015	0.328	0.457	0.256	0.455	0.556	0.554	0.404	0.463	0.809
2016	0.337	0.451	0.258	0.460	0.556	0.554	0.405	0.467	0.821
2017	0.306	0.441	0.293	0.464	0.569	0.489	0.342	0.511	0.835
2018	0.310	0.435	0.285	0.445	0.537	0.461	0.364	0.529	0.835
2019	0.309	0.448	0.306	0.407	0.491	0.450	0.326	0.536	0.816

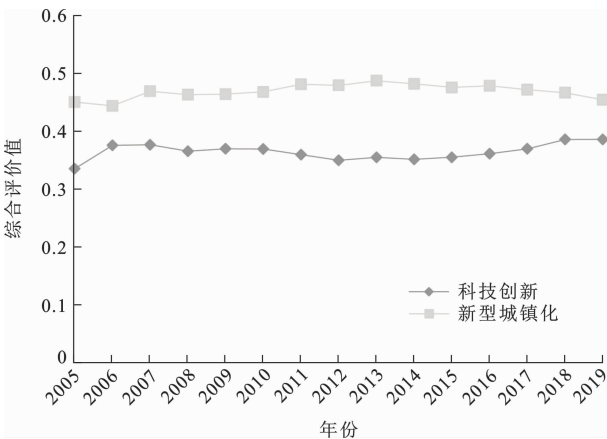


图 2 2005~2019 年黄河流域科技创新与新型城镇化平均综合评价值

Fig. 2 Annual Comprehensive Evaluation Values of Scientific-technological Innovation and New Urbanization in Yellow River Basin from 2005 to 2019

综上所述,河南、四川、陕西和宁夏科技创新与新型城镇化呈同向变化趋势。各省区科技创新的差距比新型城镇化大,调整各省区科技创新的投入与产出迫在眉睫。

3.2 耦合协调度

表6展示了2005~2019年黄河流域九省区耦合协调度。2005年青海和宁夏等上游省区协调类型为濒临失调,其他省区处于勉强协调及更高类型。2005年~2008年,四川耦合协调度从0.650提升至

表 6 2005~2019 年黄河流域九省区耦合协调度
Table 6 Coupling Coordination Degrees in 9 Provinces of
Yellow River Basin from 2005 to 2019

年份	上游地区					中游地区		下游地区	
	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	陕西	山西	河南	山东
2005	0.453	0.650	0.500	0.461	0.539	0.606	0.587	0.658	0.929
2006	0.448	0.664	0.502	0.490	0.560	0.651	0.593	0.675	0.933
2007	0.465	0.672	0.495	0.531	0.544	0.669	0.613	0.688	0.936
2008	0.456	0.700	0.475	0.504	0.555	0.690	0.590	0.651	0.914
2009	0.462	0.693	0.465	0.489	0.567	0.670	0.585	0.664	0.944
2010	0.445	0.694	0.467	0.496	0.591	0.685	0.578	0.660	0.945
2011	0.451	0.680	0.473	0.497	0.568	0.701	0.581	0.657	0.948
2012	0.437	0.685	0.471	0.490	0.562	0.701	0.582	0.647	0.945
2013	0.432	0.686	0.484	0.503	0.551	0.713	0.603	0.649	0.941
2014	0.440	0.685	0.477	0.510	0.543	0.723	0.571	0.655	0.926
2015	0.433	0.693	0.480	0.512	0.545	0.728	0.532	0.665	0.934
2016	0.437	0.694	0.478	0.521	0.537	0.732	0.527	0.678	0.942
2017	0.431	0.700	0.485	0.539	0.532	0.711	0.518	0.705	0.943
2018	0.433	0.715	0.481	0.541	0.524	0.705	0.533	0.724	0.947
2019	0.419	0.724	0.490	0.526	0.516	0.703	0.516	0.735	0.935

0.700,宁夏从濒临失调迈至勉强协调,说明这两个省区已形成科技创新与新型城镇化两手抓的良好态势且协调发展效果显著;甘肃从勉强协调降至濒临失调,这是生态城镇化能力相对弱且科技创新水平相对低所致。2013年,四川协调类型又降至初级协调,说明科技创新与新型城镇化协调发展基础不稳固;山西由2008年的勉强协调提升至初级协调;陕西从2008年的初级协调跃至中等协调;其他省区协调类型未实现正向转变但耦合协调度波动增长;这说明黄河流域各省区愈发重视科技创新与新型城镇化的协调发展。2019年,山西、河南和四川协调类型发生改变;山西由2013年的初级协调回落至勉强协调,这说明山西科技创新及新型城镇化协调发展基础有待夯实;河南与四川由初级协调迈至中等协调,这是因为其加强高水平人才重视度且前期的积累为提升耦合协调度奠定了坚实基础,使量变达到质变。

2005~2019年,山东、河南、四川、陕西和宁夏耦合协调度呈增长趋势且陕西增幅最大,这是因为其科技创新与新型城镇化水平平均增幅较大。作为标杆省份的山东耦合协调度始终在0.91以上且保持优质协调;2005~2010年,陕西为初级协调,之后便保持中等协调;2005~2016年,四川和河南基本处于初级协调,之后跃至中等协调,表明随着时间推移,科技创新与新型城镇化磨合的正向效果显著;宁夏协调类型在濒临失调和勉强协调间切换,表明科

技创新与新型城镇化需持续磨合并夯实协调基础。山西、内蒙古、甘肃和青海的耦合协调度呈下降趋势且山西降幅最大,这是因为山西新型城镇化水平降幅较大,而甘肃和青海涵盖了中国相对贫困的地区导致新型城镇化水平偏低。2005年耦合协调度最高的山东与最低的青海差距为0.476,但2019年的差距扩大至0.516,说明随着时间推移,各省区协调发展差异有扩大的迹象且两极分化问题亟待解决。2005~2019年,黄河流域整体耦合协调度均值呈增长趋势,从2005年的0.598增至2019年的0.618,涨幅为3.34%,协调类型亦从勉强协调迈向初级协调,说明黄河流域科技创新与新型城镇化的协调发展状态趋好。2019年,山东、河南、四川和陕西耦合协调度高于整体耦合协调度均值,处于中等协调及更优状态,这是因为其科技创新与新型城镇化已形成良好交互发展态势。

内蒙古、四川、甘肃、青海和宁夏位于黄河流域上游地区,陕西和山西位于中游地区,山东和河南位于下游地区。上、中、下游地区耦合协调度均值从大到小分别为下游地区、中游地区、上游地区。上游地区耦合协调度介于0.520~0.542,始终保持勉强协调,但总体呈增长趋势;中游地区耦合协调度介于0.597~0.658,由2005年的勉强协调升至2019年的初级协调;下游地区耦合协调度介于0.782~0.835,从2005年的中等协调跃至2019年的良好协调,仅有下游地区耦合协调度高于整体耦合协调度均值。上述特征说明黄河流域耦合协调度总体呈稳步增长趋势,但各省区协调类型差异显著,下游地区发展水平更高。

3.3 黄河流域耦合协调度时空联系

3.3.1 全局莫兰指数

基于Stata16.0软件测算黄河流域各省区耦合协调度与其地理位置分布的空间联系程度,得到全局莫兰指数(表7)。2005~2019年,全局莫兰指数介于0.127~0.246且始终保持正值,说明邻省区之间存在正向联系,而且一个省区耦合协调度的升高有利于邻省区提高耦合协调度。2005~2019年,全局莫兰指数呈“N”字型波动上升趋势,由2005年的0.246波动增长至2007年的0.270,随后飞速下降至2008年的0.129,之后小幅波动增长至2015年的0.142,进而跃升至2019年的0.236,说明随着时间推移,黄河流域各省区耦合协调度空间依赖性不断增强且呈稳步渐进式集聚趋势。这主要是因为2014年的《国家新型城镇化规划(2014~2020年)》及2015年以创新为首的五大发展理念促使科技创

表 7 2005~2019 年黄河流域全局莫兰指数

Table 7 Global Moran Indexes of Yellow River Basin from 2005 to 2019

年份	莫兰指数	z 检验值	P 值	年份	莫兰指数	z 检验值	P 值
2005	0.246	2.087	0.018	2013	0.127	1.271	0.102
2006	0.231	1.938	0.026	2014	0.142	1.323	0.093
2007	0.270	2.121	0.017	2015	0.142	1.293	0.098
2008	0.129	1.268	0.102	2016	0.163	1.405	0.080
2009	0.169	1.538	0.062	2017	0.196	1.563	0.059
2010	0.143	1.369	0.085	2018	0.240	1.761	0.039
2011	0.158	1.469	0.071	2019	0.236	1.702	0.044
2012	0.141	1.36	0.087				

新与新型城镇化良性融合发展。

3.3.2 Dagum 基尼系数

黄河流域各省区科技创新与新型城镇化耦合协调度差异较大。运用 Dagum 基尼系数测算 2005~2019 年黄河流域上、中、下游地区的地区内差距、地区间差距、超变密度及对应贡献率(表 8)。

黄河流域各省区耦合协调度总体 Dagum 基尼系数介于 0.113~0.135,增幅为 13.45%,总体呈波动增长趋势,2019 年为最高峰值点,说明黄河流域总体差距呈递增态势。从分解结果可知,2005~2019 年地区间差距介于 0.079~0.093,地区内差距介于 0.024~0.034,超变密度介于 0.002~0.010,表明地区间差距是总体差距的关键来源,其次是地区内差距,最后为超变密度。随着时间推移,地区内差距、地区间差距、超变密度均呈增大态势,致使总

体差距愈发扩大。从贡献率演变趋势可以看出:地区间差距贡献率由 2005 年的 74.91%逐渐降至 2019 年的 68.49%;地区内差距贡献率由 2005 年的 21.62%波动增长至 2019 年的 24.70%;超变密度贡献率由 2005 年的 3.47%小幅提升至 2019 年的 6.81%,说明交叉重叠现象在耦合协调度的总体差距中日益明显。因此,缩小地区间差距是完善空间协调联动机制及实现黄河流域协调发展的关键路径和强大动力。

由地区内 Dagum 基尼系数可知,2005~2019 年耦合协调度的区域内差异呈上游地区→中游地区→下游地区依次递减的格局,区域差异参差不齐。上游地区内 Dagum 基尼系数与总体 Dagum 基尼系数变化趋势相似,由 2005 年的 0.074 波动增长至 2019 年的 0.096,年均增幅为 1.88%,表明非均衡程度持续扩大,这是上游省区众多且发展瓶颈差异显著所致;中游地区内 Dagum 基尼系数年均增幅为 17.11%,整体呈扩大态势,最高峰值为 0.079;下游地区内 Dagum 基尼系数呈下降趋势,年均降幅为 2.12%,最低峰值点为 2019 年,说明随着时间推移,下游地区内差异呈递减的差异收敛态势,这是因为下游省份紧抓发展短板并采取有力措施,使科技创新与新型城镇化良好协调共进。针对不同区域需因地制宜、对症下药,缩小地区内发展差距并有效发挥区域协同效应。

由地区间 Dagum 基尼系数可知,2005~2019

表 8 2005~2019 年黄河流域 Dagum 基尼系数及其分解结果

Table 8 Dagum Gini Coefficients and Their Decomposition Results of Yellow River Basin from 2005 to 2019

年份	G	地区内 Dagum 基尼系数			地区间 Dagum 基尼系数			地区内 差距	地区间 差距	超变 密度	$G_w/\%$	$G_{nb}/\%$	$G_t/\%$
		上游地区	中游地区	下游地区	上、中游地区间	上、下游地区间	中、下游地区间						
2005	0.119	0.074	0.008	0.085	0.089	0.209	0.140	0.026	0.089	0.004	21.62	74.91	3.47
2006	0.116	0.074	0.024	0.081	0.090	0.201	0.127	0.027	0.086	0.003	22.65	74.56	2.79
2007	0.113	0.065	0.023	0.077	0.093	0.201	0.120	0.024	0.087	0.002	20.80	77.10	2.10
2008	0.118	0.083	0.039	0.083	0.105	0.189	0.113	0.031	0.079	0.008	25.26	67.58	7.16
2009	0.122	0.084	0.036	0.088	0.099	0.202	0.126	0.030	0.085	0.007	24.59	69.80	5.61
2010	0.125	0.092	0.043	0.088	0.103	0.200	0.125	0.033	0.085	0.007	26.12	68.11	5.77
2011	0.126	0.084	0.047	0.090	0.107	0.205	0.128	0.031	0.089	0.006	24.36	70.54	5.10
2012	0.127	0.086	0.047	0.091	0.113	0.206	0.125	0.031	0.089	0.007	24.53	69.77	5.70
2013	0.128	0.089	0.042	0.091	0.121	0.206	0.117	0.032	0.088	0.008	24.61	69.47	5.92
2014	0.127	0.084	0.058	0.085	0.116	0.202	0.125	0.032	0.087	0.008	24.37	68.99	6.64
2015	0.131	0.088	0.079	0.081	0.116	0.206	0.140	0.033	0.088	0.010	24.92	67.38	7.70
2016	0.130	0.084	0.079	0.080	0.112	0.207	0.142	0.032	0.089	0.009	24.38	68.52	7.10
2017	0.129	0.088	0.077	0.073	0.103	0.208	0.146	0.032	0.088	0.009	24.92	68.27	6.81
2018	0.133	0.093	0.069	0.069	0.103	0.218	0.152	0.032	0.093	0.008	24.48	69.55	5.97
2019	0.135	0.096	0.073	0.063	0.105	0.218	0.156	0.034	0.092	0.009	24.70	68.49	6.81

年始终呈现上、下游地区间 Dagum 基尼系数最大,中、下游地区间 Dagum 基尼系数次之,上、中游地区间 Dagum 基尼系数最小的格局。其中,上、下游地区间,中、下游地区间 Dagum 基尼系数与总体 Dagum 基尼系数变化相似,均呈逐年增长趋势。上、下游地区间 Dagum 基尼系数始终保持高值,由 2005 年的 0.209 微增长至 2019 年的 0.218,年均增幅为 0.30%,这是因为下游地区经济基础扎实,而上游地区多为西部省区且在环境保护、经济发展等维度相对落后。中、下游地区间 Dagum 基尼系数由 2005 年的 0.140 增长至 2019 年的 0.156,年均增幅

为 0.78%,最高峰值点为 2019 年;2005~2013 年,上、中游地区间 Dagum 基尼系数呈波动增长趋势,但之后降至 2019 年的 0.105。因此,地区间非均衡程度加深及问题加速演进导致整体差距持续扩大。缩小下游地区与中、上游地区差距是目前亟待解决的问题,合理落实区域协调发展政策是实现黄河流域协调发展的核心支撑与支柱力量。

3.3.3 核密度估计

选取典型年份绘制黄河流域总体及上、中、下游地区核密度图,分析黄河流域科技创新与新型城镇化耦合协调度的绝对差异和动态演进趋势(图 3)。

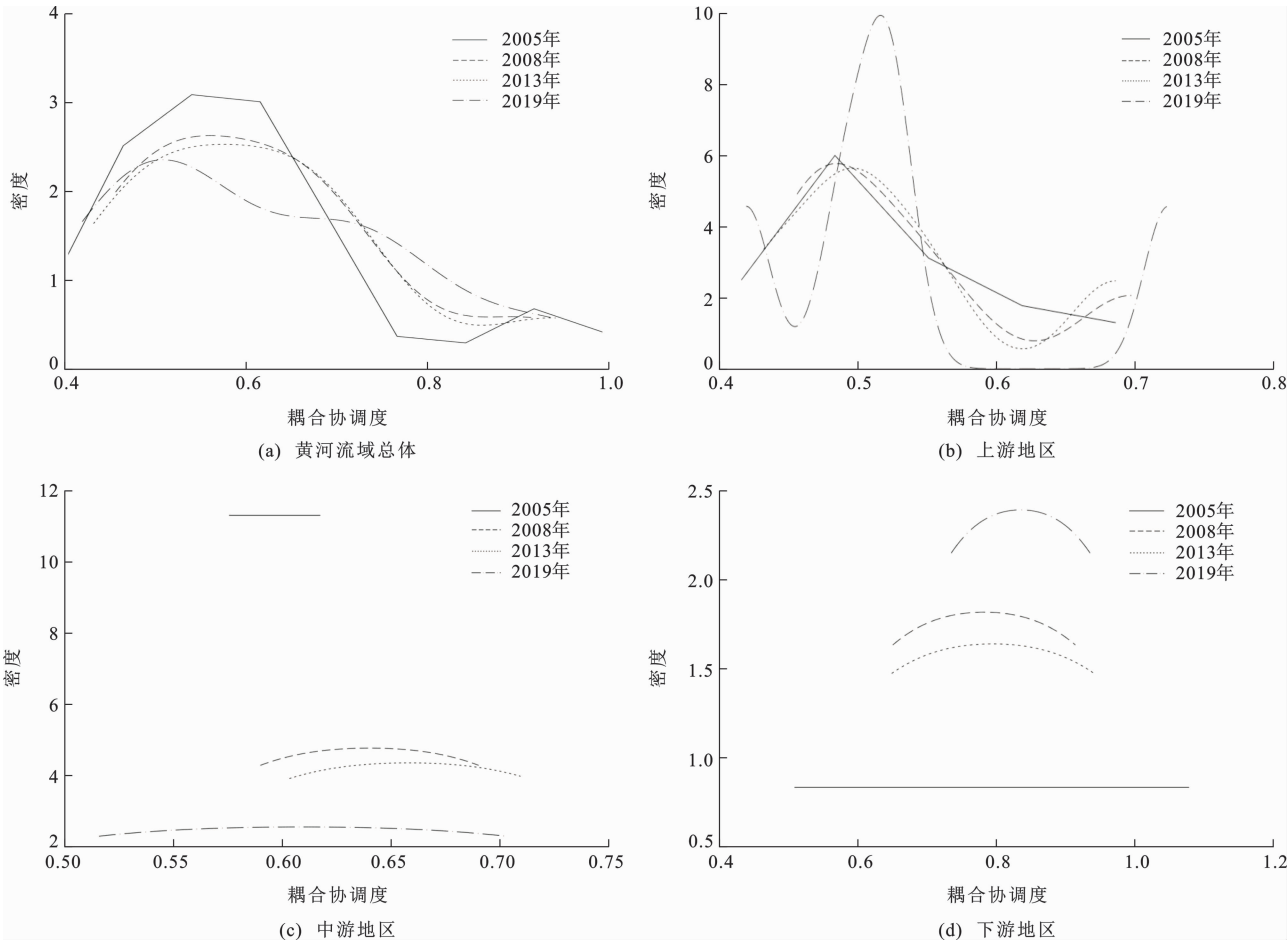


图 3 黄河流域不同区域耦合协调度的核密度图

Fig. 3 Kernel Density Diagrams of Coupling Coordination Degree in Different Regions of Yellow River Basin

通过观察总体耦合协调度的核密度图可知:2005 年核密度曲线主峰高度最高且延展性呈拓宽趋势,说明该年各省区耦合协调度绝对差异较小;2008 年和 2013 年核密度曲线变化趋势相似,随着时间推移,曲线宽度变窄且分散性逐渐减弱;2019 年核密度曲线出现明显侧峰,主峰高度下降,右拖尾现象有所缓解,说明黄河流域各省区耦合协调度呈微弱两极分化趋势,但差距逐渐缩小,协调类型持续

升级,各省区存在相互追赶的发展态势。

通过观察上游地区耦合协调度的核密度图可知:2005 年核密度曲线已形成明显主峰;2008 年和 2013 年核密度曲线变化趋势相似,随着时间推移,曲线主峰高度下降,中心点右移且右拖尾现象得到缓解,说明上游省区发展差距缩小且逐步趋好;2019 年核密度曲线主峰迅猛增高且右拖尾现象加剧,说明耦合协调度绝对差异急速缩小但不协调问题亟需

改善,从侧面反映上游省区存在层级关系,针对分级情况需采取有力措施提升耦合协调度。

通过观察中游地区耦合协调度的核密度图可知:2005 年核密度曲线平缓且协调值较分散,这是中游地区省份较少所致;2008 年和 2013 年核密度曲线变化一致,随着时间推移,曲线宽度逐渐加宽且主峰变低,说明耦合协调度分散性增强且绝对差异增大;2019 年核密度曲线趋于平缓,仅有一个主峰且中心点持续右移,说明不存在梯度效应,分散性进一步增强;中游地区需调整投资重心并从现有实践中汲取经验为协调发展奠定理论与实践基础。

通过观察下游地区耦合协调度的核密度图可知:2005 年下游地区核密度曲线与中游地区存在一致变化趋势,这是由于下游地区省份较少;2008 年和 2013 年核密度曲线相似,但主峰高度逐渐下降且中心点右移,说明随着时间推移,耦合协调水平持续提升,时空分异特征日益明显;2019 年核密度曲线主峰高度迅猛提升且宽度变窄,表明下游地区耦合协调度绝对差异最小并伴随两极分化程度逐渐削弱。下游地区需利用其强劲发展势头发挥模范带头作用,保持协调增长态势。

3.4 耦合协调度的影响因素

运用 LLC 检验对原始变量进行平稳性分析以避免伪回归,检验结果见表 9。从表 9 可以看出,所有指标均通过显著性检验,说明原始数据平稳。利用 Stata16.0 软件判断空间杜宾模型适用性(表 10)。在 LM 检验中,结果均通过 1% 的显著性检验,说明适合用空间计量模型;在 Wald 与 LR 检验中,结果均通过 1% 的显著性检验,说明空间杜宾模型不可退化为空间滞后模型(SLM)或空间误差模型(SEM),使用空间杜宾模型更科学。

表 9 面板单位根检验结果			
Table 9 Test Results of Panel Unit Root			
变量名称	统计量	P 值	结论
创新投入	-2.019 1	0.021 7**	平稳
政府支持力度	-3.683 1	0.000 1***	平稳
专利产出	-9.593 0	0.000 0***	平稳
城镇居民收入水平	-5.924 1	0.000 0***	平稳
高等教育水平	-5.843 9	0.000 0***	平稳

注:* * 表示在 0.05 水平上显著;* * * 表示在 0.01 水平上显著。

通过处理运算模型的时间、个体及双固定效应,发现个体固定的空间杜宾模型效果最佳(表 11)。由表11可知,拟合优度为0.736,表明模型拟合效果理想。黄河流域耦合协调度的空间溢出系数为

表 10 LM、Wald 及 LR 检验结果		
Table 10 Test Results of LM, Wald and LR		
检验名称	统计量	P 值
LMlag	91.74	0.000 0***
RobustLMlag	10.26	0.001 0***
LMerror	114.85	0.000 0***
RobustLMerror	33.37	0.000 0***
WaldTest(SAR)	15.16	0.009 7***
LRTTest(SAR)	22.62	0.000 4***
WaldTest(SEM)	16.02	0.007 0***
LRTTest(SEM)	24.99	0.000 1***

注:SAR 为空间自回归模型,也称为空间滞后模型;* * * 表示在 0.01 水平上显著。

一0.249,呈显著负向抑制效果,说明本省区耦合协调度提升 1 个单位,邻省区耦合协调度会下降0.249 个单位。有必要从直接效应、间接效应和总效应 3 个维度分析自变量的实际效应。

直接效应反映解释变量对本省区耦合协调度的影响程度。创新投入对本省区耦合协调度有显著正向影响,说明加大创新投入已成为提升创新水平的核心推动力和关键着力点。政府支持力度对耦合协调度有明显促进作用,每提升 1%,本省区耦合协调度提升 0.052%,说明政府扶持在疏通要素流通渠道及克服市场失灵方面的作用不可估量。专利产出对耦合协调度有积极效应,需强化有效发明专利的激励体系,以提升发明创造者的获得感。城镇居民收入水平对耦合协调度有明显提升效果,每提升 1%,本省耦合协调度提升0.307%,这是因为城镇居民收入的提升加快了经济城镇化步伐,说明城镇居民收入水平等体现城镇化水平的指标不容小觑。高等教育水平与耦合协调度呈正比关系,说明人才重要性不容忽略,同时要重视人才潜在作用并提升其质量。

间接效应表示自变量对邻省区耦合协调度的影响程度,亦称空间溢出效应。创新投入和专利产出均对邻省区耦合协调度呈显著负向抑制效果,创新投入和专利产出各提升 1%,邻省区耦合协调度分别下降 0.014% 和 0.026%。这是因为创新投入增大及专利成果转化有力推动新产品诞生与销售,从侧面对邻省区耦合协调度产生排挤现象及挤压效应。政府支持力度对邻省区耦合协调度提升呈负向作用,但影响不显著且空间溢出效应尚未显现。城镇居民收入水平每提高 1 个单位,邻省区耦合协调度降低0.373 个单位,说明城镇居民收入水平对邻省区耦合协调度呈反向影响,这是因为经济强省区

表 11 科技创新与新型城镇化耦合协调度影响因素

Table 11 Influencing Factors of Coupling Coordination Degree Between Scientific-technological Innovation and New Urbanization

变量	主效应	空间滞后效应	直接效应	间接效应	总效应
创新投入	0.015***	−0.012**	0.016***	−0.014**	0.003
政府支持力度	0.052***	0.009	0.052***	−0.003	0.048***
专利产出	0.027***	−0.022	0.030***	−0.026**	0.004
城镇居民收入水平	0.277***	−0.360***	0.307***	−0.373***	−0.066**
高等教育水平	0.074***	0.083***	0.069***	0.055**	0.124***
空间溢出系数(ρ)			−0.249**		
个体效应的特异误差(σ ² _e)			0.00***		
观测值数量(Observations)			135		
省区数量(Number of city)			9		
判定系数(R ²)			0.736		
个体固定			YES		

注：* * 表示在 0.05 水平上显著；* * * 表示在 0.01 水平上显著。

提供高收益岗位对邻省区优质要素产生虹吸效应，需将作为主导因素的城镇居民收入水平把握在合理范围。高等教育水平对邻省区耦合协调度有明显正向促进效果，这是因为本省区高水平人才研发的先进产品，邻省区能直接享受正外部性，表明高素质人才已成为新时代创新能力提升的有力保障和动脉支撑。

总效应反映直接效应和间接效应对耦合协调度的综合影响。各因素的直接效应均高于间接效应，说明各省区均从利益最大化出发采取措施促使自身及周边省区获益，而且自身受益更多。在 0.01 显著性水平下，政府支持力度对总体耦合协调度的影响系数为 0.048，说明增强政府支持力度能使自身及周边省区受益。城镇居民收入水平系数为−0.066，这是因为解释变量对邻省区的反向抑制效果大于对本省区的正向促进作用，需利用数据分析改善部分省区城镇居民收入相对较低的现状，缩小黄河流域各省区的差距。高等教育水平对总体耦合协调度有显著正向影响，这是由于强化了高等教育考核机制并培养了大量具有实践硬实力的高素质科研人才，说明坚持落实人才强国战略是高质量发展的利器。创新投入和专利产出对总体耦合协调度呈不显著的正向作用，这是因为各省区创新投入、实践应用及成果落地情况差异显著，需挖掘各省区创新潜力并强化成果转化能力，促使投入产出体系良好运转。

4 结论与建议

4.1 结 论

(1)2005~2019 年黄河流域各省区均为科技创新滞后型，但科技创新与新型城镇化差距持续缩小；

各省区科技创新水平差距缩小，但新型城镇化水平差异显著；黄河流域科技创新与新型城镇化呈正向协调发展趋势，但不同年份各省区耦合协调度差异显著。山东、河南、四川、陕西和宁夏耦合协调度呈增长趋势，内蒙古、山西、甘肃和青海呈下降态势；黄河流域不同区域耦合协调度从高到低分别为下游地区、中游地区、上游地区。

(2)2005~2019 年全球莫兰指数始终为正值且呈“N”字型波动；耦合协调度总体 Dagum 基尼系数呈上升态势且地区间差距高于地区内差距，更高于超变密度，上、下游地区间差距最大，上游和中游地区内 Dagum 基尼系数呈增大趋势；同区域但不同年份耦合协调度的核密度曲线演化趋势相似；随着时间推移，不同区域耦合协调水平不断提升且绝对差异变小。

(3)创新投入、政府支持力度及专利产出等因素对本省区耦合协调度有显著正向促进效果，其中城镇居民收入水平影响最大。创新投入和专利产出对邻省区耦合协调度呈显著负向抑制作用。加大政府支持力度与提高高等教育水平能提升总体耦合协调度，但城镇居民收入水平抑制总体耦合协调度。

4.2 建 议

(1)增强科技创新能力，提升新型城镇化水平。黄河流域需借助创新型新兴产业促成绿色创新产品的持续诞生，助力经济与生态城镇化稳步前进。同时，结合国家政策充分释放新型城镇化红利，推进新型城镇化进程，进而提高科技创新水平，结合机理关系增强民众创新思维与新型城镇化意识，并助力区域协调发展。

(2)强化地区联系，缩小发展差距。黄河流域各

省区联系日益密切,针对上、中、下游地区内差距,要分析差异来源并引导未来协调发展大方向。下游省份需凸显山东增长极地位,并利用其经济发展优势充分发挥辐射带动作用;中游省份需突出地域特色,助力新时代产业体系建设;上游省区需依托资源优势,实现矿产资源深加工。

(3)适度调整影响因素,助力协调发展。创新投入、专利产出及城镇居民收入水平对本省区和邻省区耦合协调度呈反向影响,需将实地调研与大数据预测相结合使各指标保持至恰当范围,加大科技创新经费投入及专利成果转化力度,构建完善有力的专利激励体系。借助高校联盟及政府扶持政策提升高等教育水平及高素质人才的创新能力。

参考文献：

References：

[1] 孙 斌,徐 渭,薛建春,等.黄河流域城市群城镇化与生态环境耦合协调预测[J].地球科学与环境学报,2021,43(5):887-896.
SUN Bin,XU Wei,XUE Jian-chun,et al. Prediction of Coupling and Coordination Between Urbanization and Eco-environment of Urban Agglomerations in Yellow River Basin,China[J]. Journal of Earth Sciences and Environment,2021,43(5):887-896.

[2] 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 Bao-ping,GONG Yu-hao. Study on the Coupling of Urbanization and High-quality Development in the Yellow River Basin[J]. On Economic Problems,2022 (3):1-12.

[3] MELNIKAS B. The Knowledge Economy and the Activation of Scientific and Technological Progress:Contemporary Challenges[J]. Ekonomika,2018,97(1):7-23.

[4] 罗 珊,孙熹寰.区域科技创新资源配置效率测度:以珠三角为例[J].华南师范大学学报(自然科学版),2021,53(4):76-83.
LUO Shan,SUN Xi-huan. Measuring the Efficiency of Regional Scientific and Technological Innovation Resources Allocation: A Case Study of the Pearl River Delta[J]. Journal of South China Normal University (Natural Science Edition),2021,53(4):76-83.

[5] 傅为一,段宜嘉,熊 曦.科技创新、产业集聚与新型城镇化效率[J].经济地理,2022,42(1):90-97.
FU Wei-yi,DUAN Yi-jia,XIONG Xi. Technological Innovation,Industrial Agglomeration and Efficiency of New Urbanization[J]. Economic Geography,2022,

42(1):90-97.

[6] 郭利锋,闫树熙,张 玥.陕西省新型城镇化和科技创新对产业结构升级的影响[J].数学的实践与认识,2021,51(10):300-307.
GUO Li-feng,YAN Shu-xi,ZHANG Yue. Influence of New Urbanization and Technological Innovation on Industrial Structure Upgrading in Shaanxi Province [J]. Mathematics in Practice and Theory,2021,51 (10):300-307.

[7] 曹琳剑,杨安康.科技创新与新型城镇化耦合协调测度分析:以京津冀地区为例[J].科技导报,2020,38(15):111-120.
CAO Lin-jian,YANG An-kang. On Coupling Coordination Degree of Technological Innovation and New Urbanization: A Case Study of the Beijing-Tianjin-Hebei Region [J]. Science & Technology Review,2020,38(15):111-120.

[8] 王雅丽,黄永春.长江经济带科技创新效率测度及影响因素分析[J].统计与决策,2021,37(15):104-108.
WANG Ya-li,HUANG Yong-chun. Research on the Technical Innovation Efficiency and Influence Factors of the Yangtze Economic Belt[J]. Statistics and Decision,2021,37(15):104-108.

[9] 徐 雪,王永瑜.甘肃省新型城镇化与乡村振兴协调水平及其影响因素[J].中国沙漠,2022,42,(5):1-13.
XU Xue,WANG Yong-yu. Measurement of Coordination Level Between New Urbanization Andrural Revitalization in Gansu Province and Its Influencing Factors[J]. Journal of Desert Research,2022,42(5):1-13.

[10] 李 菁,张 毅.长三角城市群新型城镇化与生态效率耦合协调及驱动因素研究[J].生态经济,2022,38(3):109-114,141.
LI Jing,ZHANG Yi. Coupling Coordination and Driving Factors of New-type Urbanization and Ecological Efficiency in Yangtze River Delta Region[J]. Ecological Economy,2022,38(3):109-114,141.

[11] AMIN A,AZIZ B,LIU X H. The Relationship Between Urbanization, Technology Innovation, Trade Openness,and CO₂ Emissions: Evidence from a Panel of Asian Countries[J]. Environmental Science and Pollution Research,2020,27(28):35349-35363.

[12] 傅 沂,梁 利.人口老龄化、科技创新与新型城镇化的关系研究:基于省际面板数据的PVAR实证分析[J].管理现代化,2020,40(1):44-48.
FU Yi,LIANG Li. Research on the Relations Among Population Aging,Technological Innovation and New-

- type Urbanization: An Empirical Analysis of PVAR Based on Interprovincial Panel Data[J]. *Modernization of Management*, 2020, 40(1): 44-48.
- [13] 李剑培, 顾乃华. 新型城镇化对城市创新驱动发展的影响: 基于中国户籍人口城镇化率视角的实证研究[J]. *城市问题*, 2020(10): 19-28, 67.
- LI Jian-pei, GU Nai-hua. The Impact of New Urbanization on Urban Innovation-driven Development: An Empirical Study Based on the Urbanization Rate of Chinese Registered Population[J]. *Urban Problems*, 2020(10): 19-28, 67.
- [14] 苏 竣, 张 煜. 海南省科技创新与区域经济的耦合协调分析[J]. *科技管理研究*, 2021, 41(14): 1-9.
- SU Jun, ZHANG Yu. Analysis on the Coupling and Coordination of Science and Technology Innovation and Regional Economy in Hainan Province[J]. *Science and Technology Management Research*, 2021, 41(14): 1-9.
- [15] 魏奇锋, 徐 霞, 杨彩琳, 等. 成渝地区双城经济圈科技创新与经济高质量发展耦合协调度研究[J]. *科技进步与对策*, 2021, 38(14): 54-61.
- WEI Qi-feng, XU Xia, YANG Cai-lin, et al. Research on the Coupling and Coordination Measurement of Technological Innovation and High-quality Economic Development in Chengdu-Chongqing Double-city Economic Circle[J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2021, 38(14): 54-61.
- [16] 姜亚俊, 慈福义, 史佳璐, 等. 山东省新型城镇化与生态环境耦合协调发展研究[J]. *生态经济*, 2021, 37(5): 106-112.
- JIANG Ya-jun, CI Fu-yi, SHI Jia-lu, et al. Study on the Coupling Development of New Urbanization and Ecological Environment in Shandong Province [J]. *Ecological Economy*, 2021, 37(5): 106-112.
- [17] 杜 霞, 方创琳, 马海涛. 沿海省域旅游经济与城镇化耦合协调及时空演化: 以山东省为例[J]. *经济经纬*, 2021, 38(1): 15-26.
- DU Xia, FANG Chuang-lin, MA Hai-tao. Coupling Coordination and Temporal-spatial Evolution Between Tourism Economy and Urbanization in Coastal Provinces: Taking Shandong Province as an Example[J]. *Economic Survey*, 2021, 38(1): 15-26.
- [18] 张明斗, 翁爱华. 东北地区产业结构优化与城市土地集约利用协调性[J]. *自然资源学报*, 2022, 37(3): 734-752.
- ZHANG Ming-dou, WENG Ai-hua. Study on the Coordination Between Industrial Structure Optimization and Urban Land Use Intensity in Northeast China [J]. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(3): 734-752.
- [19] 闵义岚, 陈 艳, 李录堂. 陕西省 10 市“土地-经济-环境”耦合协调关系[J]. *水土保持研究*, 2021, 28(6): 420-428, 436.
- MIN Yi-lan, CHEN Yan, LI Lu-tang. Coupling Coordination Relationship Among Land, Economy and Environment in Ten Cities of Shaanxi Province[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2021, 28(6): 420-428, 436.
- [20] 刘华军, 杜广杰. 中国经济发展的地区差距与随机收敛检验[J]. *数量经济技术经济研究*, 2017, 34(10): 43-59.
- LIU Hua-jun, DU Guang-jie. Regional Inequality and Stochastic Convergence in China[J]. *The Journal of Quantitative and Technical Economics*, 2017, 34(10): 43-59.
- [21] 翁钢民, 唐亦博, 潘 越, 等. 京津冀旅游-生态-城镇化耦合协调的时空演进与空间差异[J]. *经济地理*, 2021, 41(12): 196-204.
- WENG Gang-min, TANG Yi-bo, PAN Yue, et al. Spatio-temporal Evolution and Spatial Difference of Tourism-ecology-urbanization Coupling Coordination in Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration[J]. *Economic Geography*, 2021, 41(12): 196-204.
- [22] 程广斌, 吴家庆, 孙雪英. 长江经济带科技创新效率及影响因素研究[J]. *科技管理研究*, 2022, 42(3): 57-65.
- CHENG Guang-bin, WU Jia-qing, SUN Xue-ying. The Technology Innovation Efficiency and Influencing Factors of the Yangtze River Economic Belt[J]. *Science and Technology Management Research*, 2022, 42(3): 57-65.
- [23] 张司飞, 李时起. 地级市创新能力影响因素的分层线性模型研究[J]. *科技管理研究*, 2022, 42(1): 9-13.
- ZHANG Si-fei, LI Shi-qi. Research on Influencing Factors of Prefecture-level City's Innovative Ability Based on Hierarchical Linear Model[J]. *Science and Technology Management Research*, 2022, 42(1): 9-13.