

【区域战略研究】

中国新型城镇化发展的区域差异、 驱动因素与低碳路径*

高升 纪昊师 徐境桢

摘要:新型城镇化是高质量发展和区域协调发展的重要动力。对2006—2019年中国30个省份新型城镇化发展水平的时空分异特征、空间集聚特征、区域差异成因、关键驱动因素进行探究,并分析新型城镇化与碳排放、能源结构脱钩关系的邻近趋同效应。研究发现:(1)新型城镇化发展水平逐步提升,空间分布呈现集中趋势,冷热点区域呈阶梯式,东部沿海形成连片热点区。(2)新型城镇化发展的不均衡性较稳定,其中子群间差异是总体差异的主要来源,东部地区内部差异最明显。(3)服务业水平、环境治理能力、基础设施、社会保障及教育医疗是新型城镇化发展的关键驱动因素,因子间普遍存在协同增强效应。(4)新型城镇化与碳排放、能源结构均以脱钩为主,能源结构脱钩向好转移概率更高。

关键词:新型城镇化;时空分异特征;马尔可夫链;Tapio脱钩;地理探测器

中图分类号:F061.5 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-5766(2025)03-0013-11 **收稿日期:**2025-01-15

***基金项目:**国家社会科学基金后期项目“新发展理念推动沿海城市区域高质量发展的机制与路径研究”(23FGLB060);中国商业会计学会2024年重点科研课题“两权交易、国家审计与减污降碳协同增效”(2024zsx010);江苏高校青蓝工程资助项目(D202062083);江苏省研究生实践创新计划项目“国家审计促进海洋经济高质量发展”(SJCX23_1074)。

作者简介:高升,男,南京审计大学政府审计学院、自然资源与环境审计研究院副教授,硕士生导师(南京 211815)。

纪昊师,男,南京审计大学政府审计学院硕士生(南京 211815)。

徐境桢,女,南京审计大学政府审计学院硕士生(南京 211815)。

一、引言

党的二十届三中全会明确提出“健全推进新型城镇化体制机制”。新型城镇化建设是推进中国式现代化、实现共同富裕的重要组成部分,但在新型城镇化进程中,依然存在着地区发展不平衡、城镇发展特色不足、以消耗化石能源为主的能源结构导致高碳排放和环境污染等问题,能源结构调整缓

慢,需要加快清洁能源发展并优化产业结构,促进可持续的城镇化进程(赵麋等,2023;方创琳等,2023;韩建雨等,2023;沈实等,2023;张琦等,2023)。2024年7月,国务院发布的《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》明确提出,城镇化是“推动区域协调发展的有力支撑”和“扩大内需、促进产业升级的重要抓手”。2025年政府工作报告提出推进新型城镇化和区域协调发展需进一步“优化发展空间格局”,强调“完善实施区域协

调发展战略机制”,构建“优势互补的区域经济布局和国土空间体系”。在中国式现代化发展背景下,继续贯彻生态文明理念,走集约、智能、绿色、低碳的新型城镇化道路,有利于优化生产力布局和促进区域协调发展。当前,中国正处于破除城乡二元结构、加速推进新型城镇化的关键期,深入探讨新型城镇化发展的空间特征、区域差异及其与碳排放的脱钩关系,对于推进新型城镇化高质量发展具有重要的理论与现实意义。

国内外相关研究评估测度了新型城镇化发展水平和效率(欧进锋等,2023;谢秋皓等,2019),深入探讨了新型城镇化与绿色经济(Cao et al.,2023)、乡村振兴(Qianyu et al.,2023;孙杰等,2023;陈景帅等,2022)、碳排放(Li et al.,2023;Hu et al.,2023)、低碳发展(王玉娟等,2021;沈中健等,2022)、生态环境保护(Huang et al.,2023;韩秀丽等,2023;蒋正云等,2023)以及经济增长(毛雁冰等,2019)等多个方面的相互影响与作用路径。关于新型城镇化的重要作用研究,重点关注了新型城镇化对土地集约利用(Cheng et al.,2023)、绿色能源效率(Feng et al.,2023)以及企业技术创新(Zhang et al.,2023)等方面的作用机制与影响效应。在新型城镇化建设过程中,技术进步、人口聚集和城市扩张会在一定程度上阻碍能源利用效率提高(封亦代等,2023)。黄河流域、长江流域的新型城镇化水平存在明显的时空分异特征(李豫新等,2022;李咏华等,2022;吕有金等,2021;王琴等,2021),在长江经济带中,新型城镇化建设能够降低地区环境污染且与旅游业发展存在相互的正向影响,外商直接投资、地方政府债务与金融发展水平也对新型城镇化发展具有促进作用(樊士德等,2022;熊毅等,2022)。黄河流域新型城镇化水平的增长在一定程度上对碳排放水平的增长能够起到抑制作用(郭依荷,2023)。关于新型城镇化的影响因素研究,主要探讨了能源消费(唐礼智等,2022)、科技创新(宁启蒙等,2022)、环境规制(李泽众,2022)、产业结构(潘星辰等,2022)以及数字经济(赵华,2023)等因素对新型城镇化的影响,为优化新型城镇化发展路径提供了理论支持。有学者探讨了长三角地区的脱钩类型与状态,提出了五类城市发展模式及相应的高质量发展路径(李咏华等,2022),也有学者探究了云南、四川、贵州等地区新型城镇化与土地集约利用(高

重阳等,2021;杨柳等,2020)、产业结构升级(王保乾等,2021)以及生态环境(王小兰等,2023;吴悦等,2023)的脱钩关系以及时空演化。综上所述,现有研究在评估新型城镇化发展水平和效率方面取得了显著进展,深入探讨了影响机制与作用路径,但较多侧重于单一区域或特定领域且多采用传统统计方法,缺乏全国范围内的系统性分析。此外,关于新型城镇化与碳排放、能源结构脱钩关系的研究尚不充分,缺乏多维度、多方法的综合评估。

本文立足于我国新型城镇化建设和“双碳”目标的现实背景,从产业、绿色、社会、空间和生活方式五个方面筛选构建新型城镇化发展评价指标体系。采用熵权TOPSIS模型(李灿等,2013)测度了30个省份2006—2019年新型城镇化发展指数;采用核密度估计(王法辉,2011)、标准差椭圆(Lefever,1926;盖美等,2022)、热点分析(Getis-Ord Gi*)和Dagum基尼系数(Dagum,1997)等方法,揭示了新型城镇化发展时空演化特征、空间集聚特征、区域差异成因;采用随机森林(Breiman,2001)和地理探测器(王劲峰等,2017)分析了影响我国新型城镇化发展水平的关键因子及其交互作用机制;采用Tapio模型(Tapio,2005)并结合马尔可夫链(张赫等,2022)探究了新型城镇化与碳排放、能源结构的脱钩关系及其邻近趋同效应。通过多维度、多方法的综合评估,为新型城镇化与碳排放、能源结构的协调发展提供了新的思路 and 路径,为制定相关政策提供了科学参考。

二、数据来源与研究方法

(一)指标体系构建

新型城镇化是以城乡统筹、城乡一体、节约集约、生态宜居为基本特征的城镇化,其核心在于以人为本、可持续发展和协调发展,这是新型城镇化推进的关键。笔者从产业城镇化、绿色城镇化、社会城镇化、空间城镇化和生活方式城镇化五个方面筛选构建新型城镇化发展质量评价指标体系(见表1)。

笔者将2006—2019年30个省份作为研究对象。其中东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南等11个省份;中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南等8个省份;西部地区包括四川、重

表1 新型城镇化评价指标体系

准则层	要素层	指标层	单位	编号	属性	熵权权重
产业城镇化	产业结构优化	第二和第三产业产值比重	%	x1	+	0.0244
	产业化水平	第三产业增加值	亿元	x2	+	0.1178
绿色城镇化	城市宜居	人均公园绿地面积	平方米	x3	+	0.0352
		建成区绿化覆盖率	%	x4	+	0.0147
	生活环境治理	城市污水日处理能力	万立方米	x5	+	0.0937
		生活垃圾清运量	万吨	x6	+	0.0806
	工业污染治理水平	工业废水排放量	万吨	x7	-	0.0129
社会城镇化	公共教育	教育事业费	万元	x8	+	0.0807
	医疗卫生	卫生技术人员	人	x9	+	0.0678
		医疗机构床位数	张	x10	+	0.0718
	就业	城镇登记失业率	%	x11	-	0.0208
	社会保障服务	年末参加基本养老保险人数	万人	x12	+	0.0941
空间城镇化	公共文化服务	公共图书馆数量	个	x13	+	0.0584
	土地利用社会效益	人均城市道路面积	平方米	x14	+	0.0318
		建成区面积	平方千米	x15	+	0.0660
生活方式城镇化	收入水平	人均可支配收入	元	x16	+	0.0698
	生活条件	城市用水普及率	%	x17	+	0.0070
		城市燃气普及率	%	x18	+	0.0133
		每万人拥有公共交通工具	台	x19	+	0.0393

资料来源:作者整理。

注:“+”代表效益型指标;“-”代表成本型指标。

庆、广西、贵州、云南、陕西、甘肃、宁夏、内蒙古、青海、新疆等11个省份。相关数据来自历年《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》《中国环境统计年鉴》;EPS数据平台中的中国区域经济数据库、中国城市数据库、中国城乡建设数据库、中国环境数据库;中国区域研究数据支撑平台市级数据库。因数据缺失,未纳入港澳台与西藏地区。

(二)研究方法

1.Dagum 基尼系数

Dagum 基尼系数(Dagum,1997)可以在忽略假设下实现合理的地区差异性分析,算式如下:

$$G = \sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / 2n^2 \cdot \bar{y} \quad (1)$$

式(1)中, j 和 h 分别表示第 j 个和第 h 个区域, k 为地区总数, n_j 和 n_h 表示对应地区的地市数量。 y_{ji} 和 y_{hr} 分别代表第 j 地区第 i 个地市和第 h 地区第 r 个地市的指标值大小,指标值为新型城镇化水平,表示指标整体平均值。

Dagum 基尼系数可分解为地区内差异贡献 G_w 、地区间差异贡献 G_{nb} 、地区间超变密度贡献 G_t ,即 $G=G_w+G_{nb}+G_t$ 。其中, G_w 表示某一地区内指标值的分布差距,通过加权地区 j 的基尼系数 G_{ji} 获得; G_{nb} 表示两

个地区间指标值的分布差距,基于地区 j 和地区 h 之间的指标值相对影响 D_{jh} 计算获得; G_t 表示地区间指标值的交叉重叠对总体差距产生的影响,若无交叉则 $G_t=0$ 。算式如下:

$$G_{II} = \left(\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| \right) / 2n_j^2 \cdot y_{jt} \quad (2)$$

$$G_w = \sum_{i=1}^{n_j} G_{ji} \cdot p_j \cdot s_j \quad (3)$$

$$G_{jh} = \left(\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| \right) / n_j \cdot n_h (\bar{y}_j + \bar{y}_h) \quad (4)$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jht} (p_j \cdot s_h + p_h \cdot s_j) D_{jht} \quad (5)$$

$$G_t = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jht} (p_j \cdot s_h + p_h \cdot s_j) (1 - D_{jht}) \quad (6)$$

$$D_{jh} = (d_{jh} - p_{jh}) / (d_{jh} + p_{jh}) \quad (7)$$

式(2)一式(7)中, $p_j=n_j/n$, $s_j=n_j \bar{y}_j / n \bar{y}$ ($j=1,2,\cdots,k$); d_{jh} 表示地区 j 和地区 h 之间指标值的差异值,即两个地区中所有 $y_{ji}-y_{hr}>0$ 的样本值加总的数学期望(式(8)); p_{jh} 表示超变一阶矩,即两个地区中所有 $y_{hr}-y_{ji}>0$ 的样本值加总的数学期望(式(9)); $F_j(F_h)$ 分别为地区 $j(h)$ 的累计密度分布函数。

$$d_{jh} = \int_0^{\infty} dF_j(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \quad (8)$$

$$p_{jh} = \int_0^{\infty} dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \quad (9)$$

2.地理探测器

地理探测器是探测和利用空间分异性的工具,本文主要使用地理探测器中的分异及因子探测和交互作用探测。一是分异及因子探测。探测Y的空间分异性,以及探测某因子X多大程度上解释了属性Y的空间分异。用q值度量,算式为:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (10)$$

$$SSW = \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2, SST = N \sigma^2 \quad (11)$$

式(10)、式(11)中: $h=1, \dots, L$ 为变量Y或因子X的分层,即分类或分区; N_h 和N分别为层h和全区的单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别是层h和全区的Y值的方差。SSW和SST分别为层内方差之和和全区总方差。q的值域为[0,1],值越大,说明Y的空间分异性越明显;如果分层是由自变量X生成的,则q值越大,表示自变量X对属性Y的解释力越强,反之则越弱。二是交互作用探测。识别不同风险因子Xs之间的交互作用,即评估因子X1和X2共同作用时是否会增加或减弱对因变量Y的解释力,或这些因子对Y的影响是相互独立的。

表2 两个因子之间的关系类别

判据	交互作用
$q(X1 \cap X2) < \min(q(X1), q(X2))$	非线性减弱
$\min(q(X1), q(X2)) < q(X1 \cap X2) < \max(q(X1), q(X2))$	单因子非线性减弱
$q(X1 \cap X2) > \max(q(X1), q(X2))$	双因子增强
$q(X1 \cap X2) = q(X1) + q(X2)$	独立
$q(X1 \cap X2) > q(X1) + q(X2)$	非线性增强
$\min(q(X1), q(X2))$:在 $q(X1), q(X2)$ 两者取最小值	$q(X1) + q(X2)$: $q(X1), q(X2)$ 两者求和
$\max(q(X1), q(X2))$:在 $q(X1), q(X2)$ 两者取最大值	$q(X1 \cap X2)$: $q(X1), q(X2)$ 两者交互

资料来源:作者整理。

3.Tapio 模型

分别构建人均二氧化碳排放量、能源结构与新型城镇化的脱钩表达式,其中二氧化碳排放量使用人均二氧化碳排放量(吨/人)表示;能源结构采用煤炭消费量(万吨)占能源消费量(万吨标煤)的百分比表示。

$$\varepsilon_{(D,A)} = \frac{\% \Delta CDEI}{\% \Delta A} = \frac{\Delta CDEI / CDEI_0}{\Delta A / A_0} \quad (12)$$

式(12)中: $\varepsilon_{(D,A)}$ 表示人均二氧化碳排放量与新型城镇化发展指数之间的脱钩弹性; $\% \Delta CDEI$ 和 $\% \Delta A$ 分别表示人均二氧化碳排放量和新型城镇化在末期相对于基期的变化率; $\Delta CDEI$ 和 ΔA 分别表示人均二氧化碳排放量在末期相对于基期的变化值; $CDEI_0$ 表示基期人均二氧化碳排放量; A_0 表示基期新型城镇化发展指数。

$$\varepsilon_{(E,A)} = \frac{\% \Delta CEC}{\% \Delta A} = \frac{\Delta CEC / CEC_0}{\Delta A / A_0} \quad (13)$$

式(13)中: $\varepsilon_{(E,A)}$ 表示能源结构与新型城镇化之间的脱钩弹性; $\% \Delta CEC$ 表示能源结构在末期相对于基期的变化率; ΔCEC 表示能源结构在末期相对

于基期的变化值; CEC_0 表示基期能源结构。表3为8类脱钩状态判断表。

4.马尔可夫链

马尔可夫链是分析离散时间和状态下要素演变的有效方法,尤其在地理现象研究中。本文将连续数据离散化,通过构建传统马尔科夫转移概率矩阵,反映省域新型城镇化脱钩状态的时间演变特征。在矩阵中,对角线元素代表新型城镇化脱钩状态未改变的概率,非对角线元素则表示新型城镇化脱钩状态在不同状态间的转移概率。向下转移意味着省域从负脱钩状态向理想的脱钩状态转移;反之,向上转移则代表省域从理想的脱钩状态向负脱钩状态转移。本文将脱钩状态划分为“脱钩”“连结”“负脱钩”三个等级,分别用 $k=1, k=2, k=3$ 表示, k 越小表示该省份新型城镇化脱钩状态越理想,并用状态概率向量和转移概率矩阵表示。本文将t年新型城镇化脱钩状态的概率分布表示为 $1 \times k$ 的状态概率向量 $E_t = [E_{1,t}, E_{2,t}, \dots, E_{k,t}]$,将不同年份的状态转移表示为 $k \times k$ 的马尔科夫转移概率矩阵 E_{pq} ,算式为:

表3 Tapio模型脱钩状态判断

脱钩状态		$\Delta CDEI(\Delta CEC)$	ΔA	脱钩弹性(ε)	脱钩状态特征
脱钩	强脱钩	<0	>0	$(-\infty, 0)$	A提高,CDEI(CEC)不断削减
	弱脱钩	>0	>0	$[0, 0.8)$	A增长速度大于CDEI(CEC)增长速度
	衰退脱钩	<0	<0	$(1.2, +\infty)$	A衰减速度小于CDEI(CEC)削减速度
连结	增长连结	>0	>0	$[0.8, 1.2]$	A与CDEI(CEC)增长速度相当
	衰退连结	<0	<0	$[0.8, 1.2]$	A与CDEI(CEC)衰减速度相当
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	$(1.2, +\infty)$	A增长速度小于CDEI(CEC)增长速度
	弱负脱钩	<0	<0	$[0, 0.8)$	A衰减速度大于CDEI(CEC)削减速度
	强负脱钩	>0	<0	$(-\infty, 0)$	A衰减,CDEI(CEC)不断增长

资料来源:作者整理。

$$E_{pq} = \frac{n_{pq}}{n_p}$$
 (14)

$$0 \leq E_{pq} \leq 1$$
 (15)

$$\sum_{q=1}^n E_{pq} = 1$$
 (16)

式(14)一式(16)中: E_{pq} 表示 t 年 p 水平状态在 $t+d$ 年转变成 q 水平状态的概率; n_{pq} 表示 t 年 p 水平状态在 $t+d$ 年转变为 q 水平状态的省域数量总和; n_p 表示研究时段内所有年份 p 水平状态省域数量总和。

三、结果与分析

(一)新型城镇化发展的时空分异特征

本文运用熵权TOPSIS模型测度了2006—2019年30个省份新型城镇化水平,发现新型城镇化水平不断提高,由2006年的0.121上升至2019年的0.309,年均增长率为7.46%。虽然各地区新型城镇化水平增速相差不大,但地区间差距逐渐扩大,样本极值差由2006年的0.2868扩大到2019年的0.8059,扩大了近两倍,表明地区间发展不平衡问题突出。采用分位数法,将全国新型城镇化发展水平划分为高、中、低三个档次,发现东部、西部地区之间差距显著。东南沿海

地区的新型城镇化水平较高;而西部地区新型城镇化发展变化不明显。

1.时序演变特征

图1为新型城镇化发展水平的核密度估计。从曲线位置变化来看,全国与东中西部区域的核密度曲线整体向右移动,表明新型城镇化发展水平逐步提升。分布曲线出现右拖尾特征,表明各省份新型城镇化差异正在扩大。从曲线的跨度来看,核密度函数的变化范围由窄向宽扩展,表明新型城镇化水平的变化情况有所增加。从波峰变化来看,核密度函数的峰值不断下降,形状由尖峰变为宽峰,表示数据分布变得更加分散,存在高水平 and 低水平并存的状态,各省份间极化加剧,呈现多元化演化,不再是单一的集中趋势。

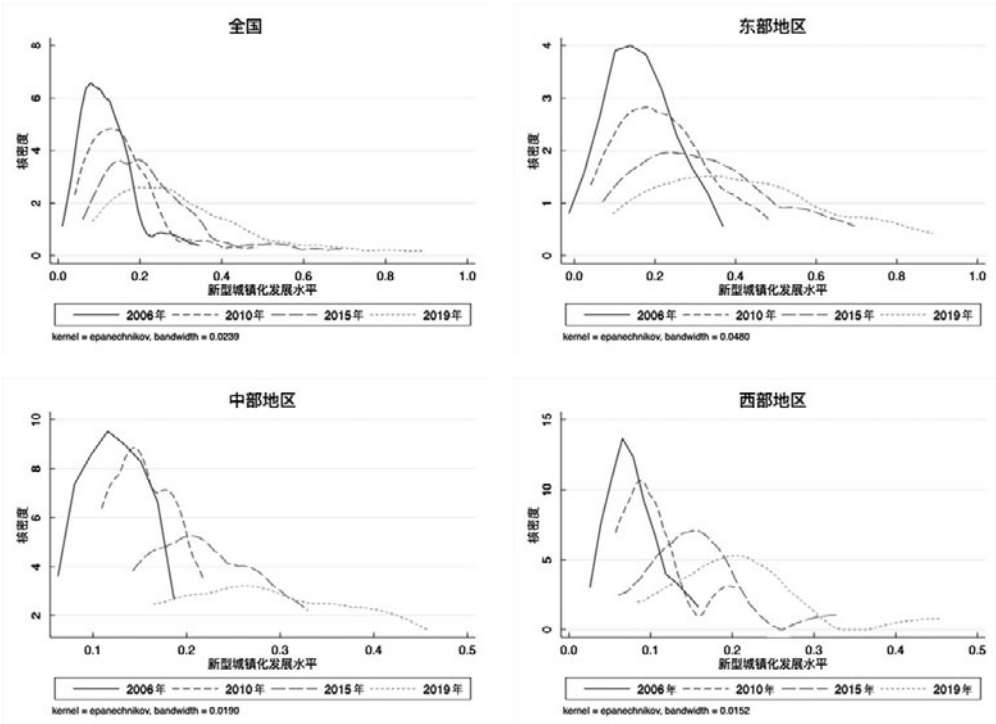


图1 新型城镇化发展水平核密度曲线

资料来源:作者根据测算结果绘制。

2.空间演变特征

采用标准差椭圆方法揭示了新型城镇化发展水平标准差椭圆分布及重心转移,表4为标准椭圆相关参数。发现2006—2019年标准差椭圆保持相对稳定的“东北—西南”向分布,空间分布呈现集中趋势。短轴缩短距离为17.56千米,长轴缩短距离为88.95千米,在东西和南北方向上均呈现收缩趋势,说明我国新型城镇化发展水平在南北和东西方向上不断聚集。总体上看,标准差椭圆的重心呈现向南移动的趋势,说明南方地区新型城镇化发展速度快于北方地区。从空间分布来看,重心始终位于河南省,呈稳定性特征。从移动方向来看,重心在2006—2010年向东南方向移动,反映出长三角、环渤海地区等东部核心区域的快速城市化进程对全国格局的显著拉动作用。2010—2019年,中心点向西南方向转移,可能与对中西部特别是成渝、贵州、广西等地的政策扶持有关。

表4 标准椭圆相关参数表

年份	短轴 (km)	长轴 (km)	扁率	方位角 (°)	周长 (km)	面积 (km ²)
2006	894.59	1153.29	22.43	25.54	6459.48	324.14
2010	873.46	1125.96	22.43	23.48	6306.33	308.95
2015	872.32	1101.37	20.80	23.32	6221.36	301.81
2019	877.03	1064.34	17.60	23.67	6113.11	293.24

资料来源:作者根据测算结果绘制。

3.空间集聚特征

采用热点分析探讨了新型城镇化发展的冷热点空间分布特征。发现热点区、次热点区和过渡区集中分布在东部和中部地区,热点区和次热点区呈连片状集聚形态,主要为山东、江苏、浙江、福建和广东等东南沿海地区。冷热点区域分布呈阶梯式,从西北向东南区域由冷点区逐渐变化为热点区,过渡区将冷点区与热点区分隔开来,东部、西部地区差异明显。

(二)区域差异成因解析

1.总体差异分析

图2为新型城镇化发展水平的区域总体差异及分解。发现2006—2019年总体基尼系数的年均增加率约为3.3%,其中最大值为2019年的0.3118,最小值为2006年的0.287,表明新型城镇化发展的不均衡性较稳定。图3为区域总体差异贡献率,其中子群间差异是新型城镇化发展水平总体差异的主要

来源,平均贡献率约为72.22%,而子群内差异的平均贡献率为27.78%。

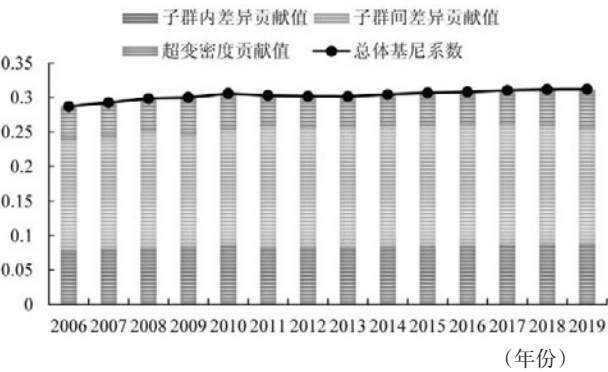


图2 新型城镇化发展水平的区域总体差异及分解
资料来源:作者根据测算结果绘制。

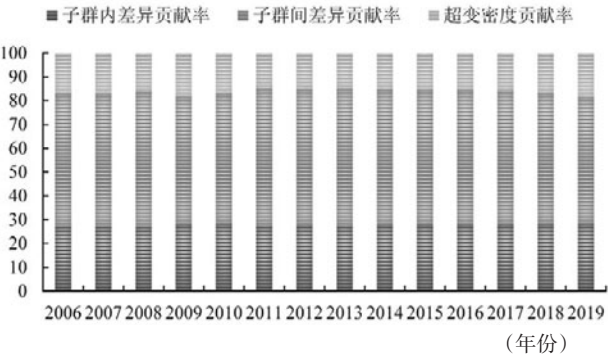


图3 新型城镇化发展水平的区域总体差异贡献率
资料来源:作者根据测算结果绘制。

2.子群内差异分析

图4为新型城镇化发展水平子群内差异。发现东部地区内部差异最明显,样本均值为0.29,如上海、北京、天津等地的城镇化率已经突破80%,广东、江苏、浙江等地的城镇化率也较高,而山东、河北、辽宁等地的城镇化水平则相对较低。西部区域内差异在2009年达到最高值0.24后,较为稳定。中部地区区域内差异明显小于东、西部地区,从2009年的0.13到2019年的0.19,增加程度不明显。

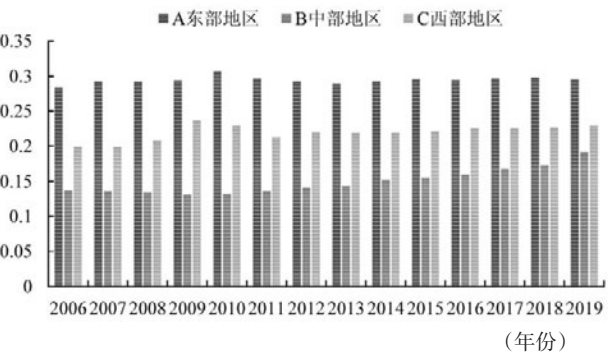


图4 新型城镇化发展水平子群内差异
资料来源:作者根据测算结果绘制。

3.子群间差异分析

图5为新型城镇化发展水平子群间差异。东部—西部地区间差异最大,样本均值为0.41,东部—中部和中部—西部地区差异次之,均值分别为0.29和0.24。东部—西部和中部—西部地区在样本期间变化不明显,而东部—中部地区有缓慢上涨趋势,由样本初期的0.26上涨至末期的0.31。

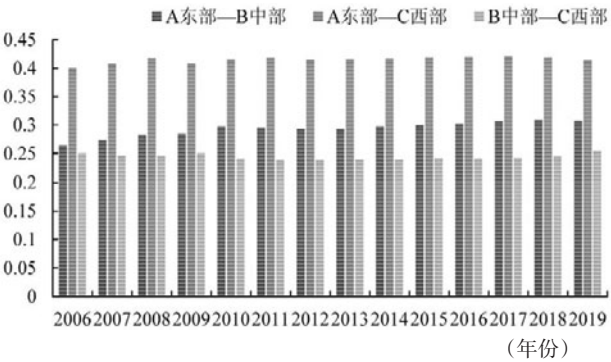


图5 新型城镇化发展水平子群间差异

资料来源:作者根据测算结果绘制。

(三)关键驱动因素分析

1.基于随机森林算法的分析

采用随机森林算法探讨了新型城镇化水平的关键驱动因素,图6是关键驱动因素重要性排序,结果均通过 $P<0.001$ 的显著检验。基于均方误差(%IncMSE)和节点纯度(IncNodePurity),发现第三产业增加值、城市污水日处理能力、生活垃圾清运量、教育事业费、卫生技术人员、年末参加基本养老保险人数、建成区面积等是提升新型城镇化发展水平的关键影响因素。社会保障体系的完善、较高的服务业水平和环境污染治理能力对于推动新型城镇化发展具有十分重要的作用。其中第三产业增加值表明服务业的繁荣不仅创造了大量就业机会,还提升了城市的综合竞争力;生活垃圾清运量反映着城市环境管理和公共服务水平的提升;建成区面

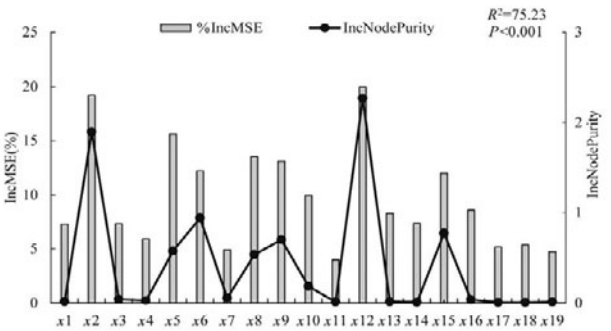


图6 关键驱动因素重要性排序

资料来源:作者根据测算结果绘制。

积、卫生技术人员、教育事业费和城市污水日处理能力等因素,显示出城市建设、医疗卫生、教育投入以及污水处理等城市基础设施建设对新型城镇化的推动作用。

2.基于地理探测器的分析

(1)新型城镇化的关键影响因子

表5是基于地理探测器的新型城镇化水平驱动因子探测水平,发现生活垃圾清运量、第三产业增加值、年末参加基本养老保险人数、城市污水日处理能力、教育事业费、建成区面积、卫生技术人员等依然是新型城镇化发展的关键影响因子,结果同随机森林回归结果相同。

(2)影响因子间的交互作用

图7至图9为2006年、2012年、2019年的影响因子间的交互作用图,发现绝大多数影响因子两两之间对新型城镇化水平平均呈现双因子增强关系,即 $D(X1 \cap X2) > \text{Max}[D(X1), D(X2)]$,只有人均城市道路面积与建成区面积的交互作用呈现非线性增强效果。新型城镇化发展的各个影响因子之间均呈现出不同强度的同向交互作用,且交互作用均大于彼此单独作用时的效果。

(四)脱钩关系分析

1.新型城镇化与人均碳排放量的脱钩分析

采用Tapio模型探究了新型城镇化水平与人均碳排放量的脱钩关系及其邻近趋同效应。发现新型城镇化与人均碳排放逐渐由负脱钩向脱钩转变。样本初期,全国范围内以负脱钩状态为主,仅有北京、浙江、上海和广东四地呈现脱钩状态;2011年,呈现脱钩状态的省份增长至10个;2015年,仅有山西和海南呈现负脱钩状态,山东呈现连结状态,其他省份均为脱钩状态;2019年,负脱钩状态的省份集中连片在我国东北部地区,主要因为这些地区以煤炭为主要能源,随着新型城镇化进程的推进,能源需求不断增加,而能源结构未得到优化,而且地区以重工业为主,能源利用效率相对较低,导致出现人均碳排放增速大于新型城镇化发展增速的负脱钩状态。

表6为新型城镇化与人均碳排放脱钩状态的马尔科夫概率矩阵。发现脱钩稳定性不显著。仅“脱钩”一种类型对角线上概率大于非对角线,表明实现人均碳排放与新型城镇化发展“脱钩”前呈多种状态交替现象,步入“脱钩”状态后维持稳定。其中由“连

表5 新型城镇化发展的驱动因子探测水平

驱动因子	2006年			2012年			2019年		
	<i>q</i>	<i>p</i>	排序	<i>q</i>	<i>p</i>	排序	<i>q</i>	<i>p</i>	排序
<i>x</i> 6	0.842	0	3	0.899	0	2	0.937	0	1
<i>x</i> 2	0.798	0	7	0.906	0	1	0.887	0	2
<i>x</i> 12	0.873	0	2	0.88	0	4	0.86	0	3
<i>x</i> 5	0.839	0	4	0.864	0	6	0.856	0	4
<i>x</i> 15	0.895	0	1	0.873	0	5	0.842	0	5
<i>x</i> 8	0.83	0	5	0.897	0	3	0.842	0	5
<i>x</i> 9	0.824	0	6	0.749	0	7	0.778	0	7
<i>x</i> 10	0.746	0	8	0.709	0	8	0.693	0	8
<i>x</i> 7	0.668	0.003	9	0.703	0	9	0.604	0.004	9
<i>x</i> 16	0.301	0.389	12	0.327	0.272	11	0.358	0.179	10
<i>x</i> 18	0.093	0.743	18	0.195	0.268	14	0.249	0.222	11
<i>x</i> 17	0.181	0.796	14	0.104	0.615	17	0.243	0.274	12
<i>x</i> 4	0.306	0.283	11	0.228	0.236	13	0.231	0.204	13
<i>x</i> 13	0.324	0.159	10	0.243	0.193	12	0.228	0.34	14
<i>x</i> 3	0.181	0.564	14	0.137	0.68	15	0.208	0.278	15
<i>x</i> 19	0.107	0.629	17	0.13	0.648	16	0.181	0.467	16
<i>x</i> 1	0.166	0.756	16	0.081	0.72	18	0.148	0.469	17
<i>x</i> 11	0.283	0.692	13	0.033	0.978	19	0.087	0.741	18
<i>x</i> 14	0.038	0.916	19	0.336	0.436	10	0.039	0.947	19

资料来源:作者根据测算结果绘制。
注:*q*值表示决定力大小,*p*值表示显著性水平。

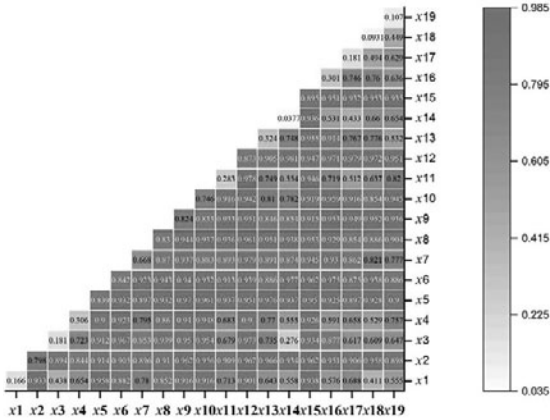


图7 2006年影响因子的交互作用

资料来源:作者根据测算结果绘制。

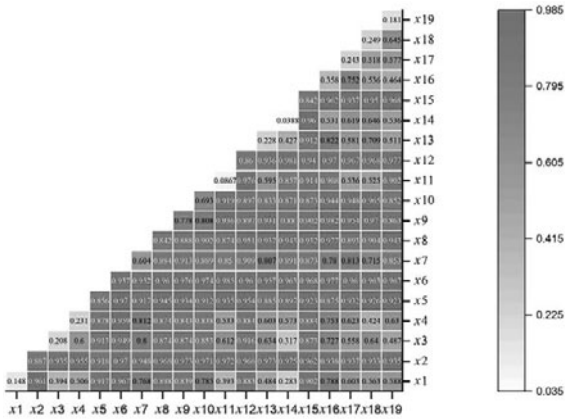


图9 2019年影响因子的交互作用

资料来源:作者根据测算结果绘制。

结”转向“脱钩”的逐级状态转移概率为49%,由“负脱钩”转向“脱钩”的跳跃状态转移概率为44%。

表6 新型城镇化与人均碳排放脱钩状态的马尔科夫概率矩阵

<i>t</i> / <i>t</i> +1	<i>n</i>	脱钩	连结	负脱钩
脱钩	236	0.8390	0.0551	0.1059
连结	45	0.4889	0.2444	0.2667
负脱钩	77	0.4416	0.1948	0.3636

资料来源:作者根据测算结果绘制。

2.新型城镇化与能源结构的脱钩分析

采用Tapio模型探究了新型城镇化水平与能源结构的脱钩关系及其邻近趋同效应。发现新型城

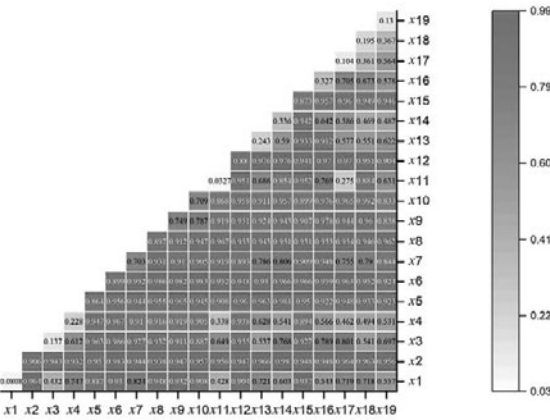


图8 2012年影响因子的交互作用

资料来源:作者根据测算结果绘制。

镇化与能源结构以脱钩状态为主。2007年,青海、甘肃和海南呈现负脱钩和连结状态;2011年,内蒙古、宁夏和广西为脱钩状态;2015年,山西呈现负脱钩状态,新疆呈现连结状态,其他省份均为脱钩状态;2019年,黑龙江和吉林呈现负脱钩状态,陕西和广西呈现连结状态,其他省份均为脱钩状态。

表7为新型城镇化与能源结构脱钩状态的马尔科夫概率矩阵。发现脱钩稳定性不显著。仅脱钩一种类型对角线上概率大于非对角线,表明在达到脱钩状态后,各省份能够较好地维持其脱钩水平,而在实现脱钩前,则显示出多种状态的交替出现。脱钩转移以向好转移为主,其中由连结状态转向脱钩状态的逐级转移概率高达90%,而从负脱钩状态直接跳跃至脱钩状态的概率也达到了74%。这反映出随着产业结构的调整和能源效率的提升,省份脱钩关系趋向更为理想的低碳发展状态。

表7 新型城镇化与能源结构脱钩状态的马尔科夫概率矩阵

$t/t+1$	n	脱钩	连结	负脱钩
脱钩	313	0.8786	0.0575	0.0639
连结	20	0.9000	0.0500	0.0500
负脱钩	27	0.7407	0.0741	0.1852

资料来源:作者根据测算结果绘制。

四、结论与建议

(一)结论

本文采用熵权TOPSIS模型测度了2006—2019年中国30个省份的新型城镇化发展水平;采用核密度估计、标准差椭圆和Dagum基尼系数等方法揭示我国新型城镇化发展时空演化特征、空间集聚特征、区域差异成因;采用随机森林、地理探测器分析了关键因素及其交互作用机制;采用Tapio模型与马尔可夫链探究了新型城镇化与人均碳排放、能源结构的脱钩关系以及邻近趋同效应。主要结论如下:

(1)从时空分异特征方面来看,新型城镇化发展水平逐步提升,各省份新型城镇化差异扩大。空间演进表现为“东北—西南”走向,空间分布呈现集中趋势,重心整体由北向南偏移。冷热点区域呈阶梯式分异,东部沿海形成连片热点区,西北冷点区与东部差距固化,东—西梯度差异显著。

(2)从区域差异成因方面来看,新型城镇化发展的不均衡性较稳定,子群间差异是总体差异的主要来源,其中东部—西部地区间差异最大,东部—中部和中部—西部地区在样本期间变化不明显。

(3)新型城镇化的关键驱动因素主要涉及第三产业增值、环境治理能力、基础设施、社会保障及教育医疗资源等。因子间普遍存在协同增强效应,尤其双因子交互作用显著提升解释力。随机森林与地理探测器结果一致,验证驱动体系的稳定性。

(4)从新型城镇化与人均碳排放量及能源结构的脱钩关系方面来看,新型城镇化与人均碳排放、能源结构的脱钩关系总体趋好,但区域分异显著。人均碳排放脱钩由负脱钩为主逐步转为稳定脱钩,东北地区因煤炭依赖和重工业主导仍陷于负脱钩;能源结构脱钩稳定性更强,负脱钩省域集中于西北、东北资源型地区。

(二)建议

当前,我国城镇化处于快速发展的时期,并且正在转向全面提升质量的新阶段。基于上述结论,提出以下对策建议:(1)针对南北分化,需优化北方产业布局,依托京津冀协同与黄河流域生态经济带,强化高端要素向北方倾斜,构建南北产业互补链条;针对东西差距,完善跨区域生态补偿与飞地经济机制,提出分区域政策清单,例如东部产业升级清单和西部基建投资清单,推动西部冷点区嵌入东部产业链,重点提升成渝等增长极的辐射能力;针对空间收缩趋势,需建立动态监测机制,在要素配置中引入“差异均衡”原则,优先完善中西部交通网络与数字基建,打破冷点区路径依赖。同时,加强省际交界过渡区的政策衔接,避免“洼地效应”扩大,推动多尺度空间协同治理。(2)建立区域合作机制,促进区域间产业互补和资源整合。提升基础设施互联互通水平,降低物流成本,促进要素流动和市场一体化,推动形成均衡发展的新型城镇化格局。加大对中西部地区的政策扶持力度,包括增加财政投入、优化税收政策、吸引外部投资、促进基础设施建设和产业转型升级。要加强区域内城市群的协同发展与一体化进程。通过优化产业布局,促进产业互补和协同发展,降低内部发展差异。(3)增加医疗卫生和教育投入,建立健全完善的社会保障体系;不断提高服务业发展水平,增加就业岗位;重点关注污水处理、生活垃圾清运等环境污染治理能

力,提升城市环境管理和公共服务水平;要坚持科技创新、数字赋能,推进新型城市基础设施建设。(4)聚焦区域差异精准施策,在负脱钩地区实施煤炭替代,推行绿电配额与阶梯碳价机制,推动重工业低碳技改。依托西电东送与北气南输通道建立省际脱钩责任共担机制,跨域协同脱钩,将受端省份的碳指标与送端省份的可再生能源消纳率挂钩,以需求端倒逼供给侧结构性改革。

参考文献

- [1] CAO M, SIM J. The dynamic evolution and coupling coordination development mechanism of new urbanization and green economy: an empirical study based on various provinces in China [J]. *Environmental science and pollution research*, 2023,30(53):113874—113888.
- [2] QIANYU L, HAIQING Y. Research status and future prospects of coordinated development of rural revitalization and new urbanization [J]. *Canadian social science*, 2023,19(4):70—80.
- [3] LI S, LIU Y, ELAHI E, et al. A new type of urbanization policy and transition of low-carbon society: A “local-neighborhood” perspective [J]. *Land use policy*, 2023,131:106709.
- [4] HU C, MA X, LIU Y, et al. Mechanism and spatial spillover effect of new-type urbanization on urban CO₂ emissions: Evidence from 250 cities in China [J]. *Land*, 2023,12(5):1047.
- [5] HUANG Z, AN X, CAI X, et al. The impact of new urbanization on PM_{2.5} concentration based on spatial spillover effects: Evidence from 283 cities in China [J]. *Sustainable cities and society*, 2023,90:104386.
- [6] CHENG Z, LI X, ZHANG Q. Can new-type urbanization promote the green intensive use of land? [J]. *Journal of environmental management*, 2023,342:118150.
- [7] FENG Y, YUAN H, LIU Y, et al. Does new-type urbanization policy promote green energy efficiency? Evidence from a quasi-natural experiment in China [J]. *Energy economics*, 2023,124:106752.
- [8] ZHANG R, KONG G, SUN H. Can new-type urbanization promote enterprise green technology innovation? —A study based on difference-in-differences model [J]. *Sustainability*, 2023,15(7):6147.
- [9] LEFEVER D W. Measuring geographic concentration by means of the standard deviational ellipse [J]. *American journal of sociology*, 1926,32(1):88—94.
- [10] DAGUM C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio [J]. *Empirical economics*, 1997,22(4):55—531.
- [11] BREIMAN L. Random forests [J]. *Machine learning*, 2001,45:5—32.
- [12] TAPIO P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001 [J]. *Transport policy*, 2005,12(2).
- [13] 赵鹰,刘衍峰.习近平关于新型城镇化建设的重要论述研究 [J]. *经济学家*, 2023(8).
- [14] 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(1).
- [15] 韩建雨,储海涛.新型城镇化对共同富裕的影响效应及作用机制 [J]. *统计与决策*, 2023(12).
- [16] 沈实,杨宏.新型城镇化助推了共同富裕吗? [J]. *经济经纬*, 2023(4).
- [17] 张琦,李顺强.共同富裕目标下的新型城镇化战略 [J]. *西安交通大学学报(社会科学版)*, 2023(4).
- [18] 欧进锋,许抄军,陈东.广东省新型城镇化高质量发展水平演变及其影响因素 [J]. *经济地理*, 2023(3).
- [19] 谢秋皓,杨高升.新型城镇化背景下中国区域绿色发展效率测算 [J]. *统计与决策*, 2019(24).
- [20] 孙杰,于明辰,甄峰,等.新型城镇化与乡村振兴协调发展评估:浙江省案例 [J]. *经济地理*, 2023(2).
- [21] 陈景帅,张东玲.城乡融合中的耦合协调:新型城镇化与乡村振兴 [J]. *中国农业资源与区划*, 2022(10).
- [22] 王玉娟,江成涛,蒋长流.新型城镇化与低碳发展能够协调推进吗?——基于 284 个地级及以上城市的实证研究 [J]. *财贸研究*, 2021(9).
- [23] 沈中健,王金岩,杨可扬,等.山东省新型城镇化与低碳发展的耦合协调研究 [J]. *城市问题*, 2022(11).
- [24] 韩秀丽,胡焯君,马志云.乡村振兴、新型城镇化与生态环境的耦合协调发展:基于黄河流域的实证 [J]. *统计与决策*, 2023(11).
- [25] 蒋正云,宋金平,赵晓迪.新型城镇化高质量发展生态效应的空间溢出及门槛特征 [J]. *经济问题探索*, 2023(5).
- [26] 毛雁冰,原云轲.绿色新型城镇化对经济增长影响的实证研究 [J]. *上海大学学报(社会科学版)*, 2019(6).
- [27] 封亦代,袁华锡,刘耀彬.新型城镇化建设提高城市能源利用效率的机制 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2023(5).
- [28] 李豫新,欧国刚.黄河流域新型城镇化协调发展的空间分异及动力因素分析 [J]. *调研世界*, 2022(2).
- [29] 李咏华,高欣芸,姚松,等.长三角城市群核心地区碳平衡压力与新型城镇化脱钩关系 [J]. *经济地理*, 2022(12).
- [30] 吕有金,高波.新型城镇化对环境污染的直接影响与空间溢出:以长江经济带 108 个城市为例 [J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2021(5).
- [31] 王琴,于秋月,黄大勇.新型城镇化与旅游业发展的动态

- 关系研究:以长江经济带为例[J].统计与决策,2021(18).
- [32]樊士德,柏若云.外商直接投资对新型城镇化的影响[J].中国人口科学,2022(4).
- [33]熊毅,粟勤.地方政府债务、金融发展水平与新型城镇化高质量发展[J].统计与决策,2022(23).
- [34]郭依荷.黄河流域新型城镇化与碳排放时空耦合研究[J].统计与咨询,2023(5).
- [35]唐礼智,石军夏,李雨佳.新型城镇化与清洁能源消费的双向关联机制及测度[J].南京社会科学,2022(8).
- [36]宁启蒙,胡广云,汤放华,等.科技创新与新型城镇化相关性的实证分析:以长株潭城市群为例[J].经济地理,2022(8).
- [37]李泽众.环境规制、科技创新与新型城镇化[J].上海经济研究,2022(1).
- [38]潘星辰,张博华,何文举.新型城镇化、产业结构优化耦合协调对经济发展空间异质性影响:基于长江中游城市群的分析[J].城市发展研究,2022(12).
- [39]赵华.数字经济赋能中国式新型城镇化的效应与路径[J].人文杂志,2023(1).
- [40]高重阳,廖亚辉.基于脱钩视角城市土地利用效率变化研究:以云南省为例[J].国土与自然资源研究,2021(6).
- [41]杨柳,陈维妮,吴雍卿.贵州省山地特色新型城镇化与土地集约利用脱钩关系研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2020(1).
- [42]王保乾,朱希镭.新型城镇化、产业结构升级与水污染关系研究[J].水利经济,2021(1).
- [43]王小兰,朱建蓝.四川省资源型城市新型城镇化发展水平与生态环境压力测度及其脱钩关系研究[J].西安理工大学学报,2023(3).
- [44]吴悦,刘祥伟.新型城镇化与生态环境互动关系研究:以安徽省为例[J].云南农业大学学报(社会科学),2023(3).
- [45]李灿,张凤荣,朱泰峰,等.基于熵权TOPSIS模型的土地利用绩效评价及关联分析[J].农业工程学报,2013(5).
- [46]王法辉.基于GIS的数量方法与应用[M].北京:商务印书馆,2011.
- [47]盖美,何亚宁,柯丽娜.中国海洋经济发展质量研究[J].自然资源学报,2022(4).
- [48]王劲峰,徐成东.地理探测器:原理与展望[J].地理学报,2017(1).
- [49]张赫,黄雅哲,王睿,等.中国县域碳排放脱钩关系及其时空特征演变[J].资源科学,2022(4).

Regional Differences, Driving Factors and Low-Carbon Paths of New Urbanization Development in China

Gao Sheng Ji Haoshi Xu Jinghui

Abstract: New urbanization served as a crucial driving force for high-quality development and regional coordinated development. The paper investigated the spatio-temporal differentiation characteristics, spatial agglomeration patterns, causes of urban-regional disparities, and key driving factors in the development of new-type urbanization across 30 provinces in China from 2006 to 2019. It further analyzed the spatial proximity convergence effect of the decoupling relationship between new-type urbanization and carbon emissions as well as energy structure. The study found that: (1) The development level of new urbanization has been gradually increased, and the spatial distribution has shown a concentration trend, with cold hotspot areas in a ladder, and continuous hotspot areas along the eastern coast. (2) The imbalance in new urbanization development remained relatively stable, with differences between subgroups being the main source of overall disparities, and the most pronounced internal differences being observed in the eastern region. (3) Service industry standards, environmental governance capabilities, infrastructure, social security, and education and healthcare were key driving factors for new urbanization development, with widespread synergistic enhancement effects among these factors. (4) New urbanization was primarily decoupled from carbon emissions and energy structure, with a higher probability of favorable shifts in decoupling from the energy structure.

Key Words: New Urbanization; Spatio-Temporal Divergence Characteristics; Markov Chain; Tapio Decoupling; Geographic Detector

(责任编辑:柳 阳)