

DOI: 10.20103/j.stxb.202210112886

孙永胜, 苗长虹, 佟连军. 东北地区绿色发展水平时空动态演变与障碍因素. 生态学报, 2023, 43(18): 7651-7659.

Sun Y S, Miao C H, Tong L J. Spatio-temporal pattern and obstacle factors of green development level in Northeast China. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(18): 7651-7659.

东北地区绿色发展水平时空动态演变与障碍因素

孙永胜¹, 苗长虹^{1,*}, 佟连军²

1 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心暨黄河文明省部共建协同创新中心, 开封 475001

2 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 长春 130102

摘要:以“人地协调”发展理念和“过程+格局+机制”思维范式为切入点, 构建了基于 DPSIR 模型的绿色发展水平指标体系, 运用熵权 TOPSIS 模型、障碍度模型和 GIS 空间可视化等方法对 2008—2017 年东北地区各城市的绿色发展水平时空分异特征与障碍因素进行实证研究。结果表明:①研究期内东北地区各城市绿色发展水平总体呈现从“小差距低水平”逐渐向“大差距高水平”转变的时序特征, 空间分布大致呈现自北向南阶梯式递减的格局特征, 且空间集聚效应显著。②东北地区各城市经济发展水平与绿色发展水平之间并非完全呈正相关关系, 即, 经济发展水平越高的城市, 绿色发展水平不一定越高; 而经济发展水平较低的城市, 绿色发展反而达到较高的水平。这可能与区域资源环境承载力的大小有关。③东北地区各城市绿色发展水平时空分异的作用机制不尽相同, 其中, 资源禀赋条件、经济发展状况、政府投资规模在绿色发展水平的变化中起着重要的作用, 同时也是导致东北地区绿色发展水平不同阶段呈现不同进化特征的主要原因。

关键词:绿色发展; DPSIR 模型; 熵权 TOPSIS 模型; 障碍度模型; 时空分异

Spatio-temporal pattern and obstacle factors of green development level in Northeast China

SUN Yongsheng¹, MIAO Changhong^{1,*}, TONG Lianjun²

1 Key Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development & Yellow River Civilization by Provincial and Ministerial Co-construction of Collaborative Innovation Center, Henan University, Kaifeng 475001, China

2 Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, China

Abstract: Based on the development concept of the coordinated man-earth relationship and thinking paradigm of process-pattern-mechanism, this paper constructed an index system of green development level using the Driving Force-Pressure-State-Impact-Response model. Then, we explored the spatio-temporal characteristics and obstacle factors of green development level in Northeast China from 2008 to 2017 using the entropy weight TOPSIS model, obstacle model and GIS spatial visualization. There were three main findings. First, during the research period, the green development level in Northeast China gradually shifted from small gap at an overall low level to large gap at an overall high level. The spatial distribution presented a pattern of gradually decreasing from north to south with significantly spatial agglomeration. Second, the relationship between the economic development level and green development level in Northeast China was not completely positive. In other words, a city with higher economic development level did not necessarily have higher green development level, while a city with a lower level of economic development might have a higher level of green development, and this might be related to the regional resources and environment carrying capacity. Finally, the mechanism of spatio-temporal differentiation of green development level in Northeast China was not identical, while resource endowment conditions,

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41771138)

收稿日期: 2022-10-11; 网络出版日期: 2023-05-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: chhmiao@henu.edu.cn

economic development status and government investment scale played vital roles in the change of regional green development level.

Key Words: green development; DPSIR model; entropy weight TOPSIS model; obstacle degree; spatio-temporal pattern

工业革命以来,随着经济的高速增长,全球范围内人口剧增、气候异常、资源枯竭、环境恶化、生态失衡等问题也日益凸显,直至发生了震惊全球的“八大公害事件”以后,这才引起了发达国家公众对环境问题的密切关注。与此同时,国际社会也开始反思与总结传统经济发展模式的弊端,逐渐形成可持续发展的思想与理念。

绿色发展与可持续发展思想一脉相承,其历史演变也是围绕人类对日益恶劣的生态环境的反思与觉醒展开的。关于绿色发展的认识最早可追溯至鲍尔丁、戴利、皮尔斯等学者有关循环经济、稳态经济、绿色经济等一系列论述^[1],他们强调,从社会及生态条件出发建立一种“可承受的经济”用于指导生态产业发展。2008 年金融危机的爆发使联合国等国际组织以及欧盟、美国和日本等发达国家和地区更加深刻地认识到,原有的经济增长模式不可持续^[2],绿色发展成为应对全球性问题的共识。例如,UNEP 首次系统地提出了发展绿色新政及绿色经济计划^[3]。美国、德国、欧盟、韩国、日本等先后提出了投资清洁能源、推广清洁技术、发展绿色产业、推行低碳绿色增长战略、建立低碳社会等刺激绿色发展来振兴实体经济^[4-5]。与此同时,一些发展中国家包括柬埔寨、印度尼西亚、南非等也纷纷出台了与绿色发展(经济)相关的战略和计划等。中国作为世界上最大的发展中国家和最有影响力的新兴经济体,在生态文明建设和经济发展转型的双重需求下,绿色发展更是在党的十八届五中全会上首次被列为“十三五”规划五大发展理念之一^[6]。事实上,绿色发展已经逐渐成为我国实践可持续发展战略、推进国家生态文明建设和区域经济发展转型的重要路径。

当前国内外学术界对绿色发展的相关研究大致可分为四类:首先,绿色发展概念与内涵。绿色发展的定义大多是从经济增长与生态环境的关系来进行的,通常的提法还包括绿色经济、绿色增长、低碳经济等^[7]。如 UNEP 指出绿色经济是能提高人类福祉和促进社会公平并降低环境风险和生态稀缺性的环境友好型经济模式^[8];UNDP 提出绿色发展是考虑资源环境约束的可持续发展模式,其本质是强调经济增长与生态环境保护的统一^[9]。除了国际权威机构给出了相关定义外,学术界对绿色发展的内涵也进行了广泛的探讨与解释。如 Bartelmus 认为绿色增长是经济领域的绿色和可持续的增长,它并不是包罗万象的发展、不是包容一切的人类财富、福利和整体发展^[10];胡鞍钢等、黄跃等、张旖琳等认为绿色发展是建立在资源环境容量约束下,将环境保护作为实现经济、社会、生态之间协调平衡的发展模式^[11-13]。第二,绿色发展框架构建与模型评估。有关绿色发展评价的研究已经形成一些比较成熟的分析框架与评价方法,如 OECD 的绿色增长评估框架、UNEP 的绿色经济测度模型,北京师范大学等机构的绿色发展指数评估模型等^[14-16],已得到学术界的广泛应用,如 Lyytimäki 等基于经合组织、联合国环境规划署和其他组织,为芬兰建立了一套与政策相关的绿色增长关键指标^[17];程钰等构建了涵盖“绿色增长-绿色福利-绿色财富”三个维度的绿色发展系统^[18];曾刚等依据“自然-经济-社会”复合生态系统理论构建了城市绿色发展评价体系^[19]。第三,绿色发展时空分异与驱动机制。特定研究对象的空间异质性一直是地理学关注的焦点问题,同样地,研究绿色发展不可避免地也要对绿色发展差异的发生、变化和影响进行探讨,如 Rüstemoğlu 采用 LMDI 方法测度了经济规模、产业结构和技术进步等因素对德国绿色发展的影响程度^[20];郭艳花等运用 Tobit 回归模型分析了产业集聚对绿色发展效率的影响机制^[21];盖美等利用可变模糊识别模型、马尔可夫空间模型、面板数据模型等对海洋绿色发展及影响机理进行了分析^[22]。第四,绿色发展实现路径与激励机制。绿色发展实现路径与激励机制主要从能源转型、技术创新、市场机制、政策引导等方面达成,如 Carfi 等提出在全球范围内建立起一种竞争合作的绿色经济模式^[23];吕薇认为中国实现绿色的关键是营造有效的体制机制和政策环境^[24]。综上所述,国内外机构及学者围绕绿色发展已做出相当的尝试与探索,但其中仍存在一定的改进空间:一是绿色发展的内涵与界定出现了概念泛化、边界模糊等问题,有的甚至名为绿色发展而实质与其不太相关,主要是由于未能厘清绿色和发展之间

的逻辑关系,片面地将其理解为经济增长、环境保护和社会进步^[18],不清楚三者之间的内在联系,严重制约了绿色发展的理论构建与实证评估;二是在绿色发展多目标管理、指标选取以及权重设定上缺少有效的科学依据与方法模式,难以构建系统化和规范化的绿色发展评估体系;三是对于绿色发展的实现路径多停留于表面,提出的优化路径、模式选择、建议措施等略显笼统,政策指导性不足,可行性较差。

东北地区作为新中国工业的摇篮,为我国的社会主义经济建设做出了重大历史贡献,对全国的经济安全以及东南沿海地区的改革开放起到了有力的支撑保障作用。然而,由于改革开放起步较晚,加上受 20 世纪 90 年代“东北现象”的影响,区域经济出现了普遍的工业增长停滞和衰退,引发了一系列社会问题^[25]。自 2003 年中央出台“振兴东北等老工业基地战略”以来,国家始终都在强调提高东北地区可持续发展的重要性和紧迫性。另外,东北地区作为国家的重要商品粮食主产区和生态功能区,充分挖掘粮食综合生产潜能、着力保障国家粮食安全与国土生态安全也必将成为未来较长时期东北地区可持续发展工作的重大战略任务。在此背景下,建立在资源环境承载力约束下的绿色发展,不仅成为了适应东北老工业基地振兴与经济转型的必然选择,同时也为东北重要商品粮基地和生态安全保障区实现科学发展提供了新理念^[26]。

基于上述分析,本文尝试从三个方面对现有研究进行拓展:一是,在界定绿色发展内涵基础上,构建了基于 DPSIR 模型的绿色发展水平评价体系框架,该模型通过综合考虑经济、社会、生态、环境等因素刻画了系统内部各要素之间的关系,揭示了人地相互作用的因果关系,为真实反映区域绿色发展状况提供科学依据。二是,以东北地区 34 个地级市为考察对象,采用熵权 TOPSIS 模型、障碍度模型和 GIS 可视化等方法,科学客观地评估东北地区绿色发展水平时空分异特征与障碍因素,为揭示东北地区绿色发展水平时空演变规律及其影响机制,实现东北地区绿色可持续发展提供参考借鉴。三是,从地理学“过程+格局+机制”的研究视角出发寻求绿色发展的时空异质性规律及其作用机制,不仅拓展了绿色发展的研究框架,同时也是对地理学人地关系协调理论的丰富和发展。

1 研究区与研究方法

1.1 研究区域界定

本文研究区域特指狭义上的东北地区,即包含辽宁、吉林和黑龙江 3 省,其主体范围共涵盖 36 个地级以上城市。考虑数据可获得性与可操作性等原因,延边朝鲜族自治州和大兴安岭地区被排除本文。因此,本文选择其余的 34 个城市作为研究单元(图 1)。

1.2 数据来源

本文研究时限为 2008—2017 年,主要揭示自中国大力发展绿色经济以来东北地区绿色发展水平的时空演变规律及其影响机制。各指标原始数据均来源《中国城市统计年鉴》、《辽宁省统计年鉴》、《吉林省统计年鉴》、《黑龙江省统计年鉴》以及各地市国民经济和社会发展统计公报。

1.3 研究方法

1.3.1 评价指标体系构建

绿色发展评价必须基于绿色发展的理论内涵。尽管学术界关于绿色发展一词存在各种不同的理解,但都基于一个共识:绿色发展是指在促进经济增长、社会进步并确保自然系统能持续为人类系统提供赖以生存的

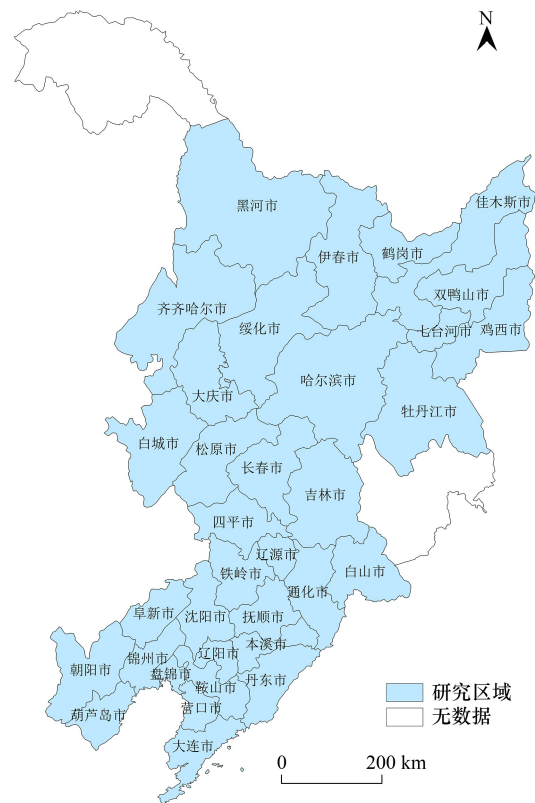


图 1 研究区域示意图

Fig.1 The map of the Northeast China

资源和生态服务的发展模式,其重点强调人类系统与自然系统的共生性及发展目标的多元化^[11],是一种实践可持续发展思想的经济发展理念。DPSIR 模型作为衡量环境及可持续发展的一种常用工具,通常可以从人类活动和地理环境的因果关系出发对问题进行全面分析,即人类活动驱动社会经济发展,同时也给生态环境造成压力,改变资源、环境的原始状态和性质;而生态环境的变化亦会影响人类生活和生产,为了维持社会经济的可持续发展,人类将采取措施与手段应对或减缓这些变化所产生的后果^[27]。该模型通过将问题分为驱动力(D)、压力(P)、状态(S)、影响(I)和响应(R)五个要素,进而分析各个要素之间的相互作用关系使引起问题的原因和解决问题的手段均体现在指标体系当中^[28]。为此,本文将 DPSIR 模型应用到绿色发展问题的相关研究之中,遵循科学性、全面性、可行性、代表性原则,参考现有研究成果^[27—28],分别从经济、社会、资源、环境 4 个方面构建了基于 DPSIR 模型的东北地区绿色发展水平综合评价指标体系(表 1)。其中,驱动力(D)是指推动绿色发展产生变化的驱动要素,主要包括经济驱动和社会驱动两方面,选取人均 GDP、人均固定资产投资、人口密度和城镇化率 4 项指标表征;压力(P)是指人类活动对生态环境造成的负荷,主要包括资源压力和环境压力两方面,选取单位 GDP 水耗、单位 GDP 能耗、工业废水排放强度、工业二氧化硫排放强度 4 项指标表征;状态(S)是指生态环境在上述动力、压力下所处的状况,主要包括资源禀赋条件和环境本底状况两方面,选取人均水资源量、人均耕地面积、人均绿地面积、建成区绿化覆盖率 4 项指标表征;影响(I)是指生态环境状态变化对社会经济、人类健康以及公众生活的影响,主要包括资源环境影响和社会经济影响两方面,选取工业固体废物综合利用率、环境质量指数、城乡收入差距比、财政自给率 4 项指标表征;响应(R)是指人类社会为防止生态退化、弥补损失或适应新的环境变化趋势所采取的对策和措施,主要包括社会经济响应和生态文明响应两方面,选取全社会劳动生产率、城镇每万人拥有公交车数量、第三产业产值占 GDP 比重、环境保护支出占财政支出比重 4 项指标表征。

表 1 东北地区绿色发展水平综合评价指标体系

目标层 Target layer	准则层 Criteria layer	指标层 Index layer	权重 Weight	属性 Attribute
东北地区绿色发展水平 The green development level in Northeast China	驱动力(D)	D1 人均 GDP/元	0.0915	正
		D2 人均固定资产投资/元	0.0922	正
		D3 人口密度/(人/km ²)	0.0274	负
		D4 城镇化率/%	0.0564	正
	压力(P)	P1 单位 GDP 水耗/(m ³ /万元)	0.0018	负
		P2 单位 GDP 能耗/(tce/万元)	0.0127	负
		P3 工业废水排放强度/(t/km ²)	0.0061	负
		P4 工业二氧化硫排放强度/(t/km ²)	0.0154	负
	状态(S)	S1 人均水资源量/(m ³ /人)	0.1973	正
		S2 人均耕地面积/(hm ² /人)	0.1246	正
		S3 人均绿地面积/(m ² /人)	0.0339	正
		S4 建成区绿化覆盖率/%	0.0199	正
	影响(I)	I1 工业固体废物综合利用率/%	0.0292	正
		I2 环境质量指数/%	0.0271	正
		I3 城乡收入差距比	0.0084	负
		I4 财政自给率/%	0.0729	正
	响应(R)	R1 全社会劳动生产率/(元/人)	0.0524	正
		R2 城镇每万人拥有公交车数量/(辆/万人)	0.0418	正
		R3 第三产业产值占 GDP 比重/%	0.0184	正
		R4 环境保护支出占财政支出比重/%	0.0704	正

1.3.2 熵权 TOPSIS 模型

TOPSIS 模型是通过逼近正(负)理想解来评估目标相对优劣的一种综合评价法,但由于评估过程对各指标的权重确定过于粗略,导致实际应用中容易出现偏差。为此,本文引入熵权 TOPSIS 模型,它可以有效消除主观因素带来的影响,科学客观地反映区域绿色发展水平。具体计算步骤如下^[29]:

①构建标准化评价矩阵 $\{y_{ij}\}_{m \times n}$:

正向指标:

$$y_{ij} = (x_{ij} - \min x_j) / (\max x_j - \min x_j) \quad (1)$$

负向指标:

$$y_{ij} = (\max x_j - x_{ij}) / (\max x_j - \min x_j) \quad (2)$$

式中, x_{ij} 、 y_{ij} 、 $\min x_j$ 、 $\max x_j$ 分别为指标的实际值、标准化值、最小值和最大值。

②确定指标权重 w_i (表 1):

$$w_i = \frac{1 - E_i}{m - \sum_{i=1}^m E_i} \quad (3)$$

$$E_i = -\frac{1}{\ln n} \sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}, p_{ij} = y_{ij} / \sum_{j=1}^n y_{ij} \quad (4)$$

式中, w_i 、 E_i 、 p_{ij} 分别为指标的权重、信息熵和特征比重; $\ln 0 = 0$ 。

③测算权重规范化矩阵 $\{Y_{ij}\}_{m \times n}$:

$$\{Y_{ij}\}_{m \times n} = \{y_{ij} \times w_i\}_{m \times n} \quad (5)$$

④确定正(负)理想解 S_j^+ (S_j^-):

$$S_j^+ = \{\max Y_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m\} = \{Y_1^+, Y_2^+, \dots, Y_m^+\} \quad (6)$$

$$S_j^- = \{\min Y_{ij} \mid i = 1, 2, \dots, m\} = \{Y_1^-, Y_2^-, \dots, Y_m^-\} \quad (7)$$

⑤测算与正(负)理想解的欧式距离 D_j^+ (D_j^-):

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^m (S_j^+ - Y_{ij})^2} \quad (8)$$

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (S_j^- - Y_{ij})^2} \quad (9)$$

⑥测算贴近度 T_j :

$$T_j = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-} \quad (10)$$

式中, $T_j \in (0, 1)$, 其中, T_j 越大, 表明评价对象越优, 反之, 则越劣。

1.3.3 障碍度模型

障碍度模型通常用于分析子指标对系统整体的负向贡献程度, 即子指标对系统整体的阻碍和制约程度。为此, 本文引入障碍度模型对东北地区绿色发展水平障碍因素进行识别, 并通过障碍度的大小反映障碍因素的主次关系。具体计算公式为:

$$I_i = (1 - y_{ij}) \times w_i / \sum_{i=1}^m (1 - y_{ij}) \times w_i \times 100\% \quad (11)$$

式中, I_i 、 y_{ij} 、 w_i 分别为指标的障碍度、标准化值和权重。

2 结果分析

2.1 时序演化特征

根据前文构建的指标体系与评价模型, 测算得到 2008—2017 年东北地区绿色发展水平及其构成要素得

分情况(图2)。

从区域层面而言,研究期内东北地区绿色发展水平总体呈上升态势,由2008年0.2234上升至2017年0.2688,年均增长率仅为2.08%。分阶段看,2008—2013年东北地区绿色发展水平持续上升,主要得益于“东北振兴”战略的提出和一系列“节能减排”政策的实施,使得生态保护和生态文明建设取得了相当成效;2013—2017年东北地区绿色水平不断下降,其根本原因是面对东北经济的再次失速以及增长乏力问题的持续发酵,地方政府迫于“保增长”的压力,开始不断加大对资源能源产业的投资,忽视发展过程中存在牺牲资源、环境换取经济增长的问题,致使区域绿色发展水平有所下降。从绿色发展水平的构成要素来看,10年间除影响指数总体呈现出下降态势(由2008年的0.4451下降至2017年的0.4069,年均递减率为0.99%)外,其余构成要素均呈现出不同程度的上升态势,其中驱动力指数、压力指数、状态指数、响应指数分别由2008年的0.2305、0.7133、0.1449、0.2805上升至2017年的0.3119、0.8643、0.1880、0.3368,年均增长率分别为3.42%、2.16%、2.94%、2.05%。这也再次佐证了东北地区为保经济长期稳定增长而忽视资源和环境保护的重要性,由此又进一步威胁到社会经济的持续健康发展以及人类福祉的改善与提升。

从地市层面而言,研究期内,除鞍山、铁岭和鸡西外,其余31个地市的绿色发展水平均呈现不同程度的上升趋势,其中长春、辽源、哈尔滨、牡丹江以及黑河的绿色发展水平上升幅度最为显著,分别由2008年的0.2223、0.1665、0.2144、0.2518和0.3147上升至2017年的0.3125、0.2680、0.2941、0.3518和0.4466,年均增长率分别为3.86%、5.43%、3.58%、3.78%和3.97%。究其原因,长春、哈尔滨作为吉林省和黑龙江省的政治、经济、文化、社会以及科技创新中心,同时也是哈长城市群的发展核心,在绿色转型过程中具有得天独厚的优势,区域绿色发展潜力巨大。辽源自2005年成为全国首批资源型城市经济转型试点城市以来,产业结构不断变“清”与“轻”,区域发展的生态亲和性逐渐增强。牡丹江、黑河作为承接振兴东北和俄罗斯开发远东两大战略的重要节点城市,也是东北地区对外开放以及参与国际分工的重要窗口和桥梁,在政策、资金与技术等要素支持下,区域外向型经济以及绿色生态经济发展不断趋好。

2.2 空间分异特征

根据绿色发展水平的变异系数计算结果(图3),东北地区绿色发展水平变异系数由2008年的0.1867提升至2017年的0.2353,表明东北地区绿色发展水平区域差异从“小差距低水平”特征逐渐向“大差距高水平”特征转变。从绿色发展水平的构成要素来看,10年间除压力指数的变异系数呈下降趋势(由2008年的0.2384下降至2017年的0.1165)外,驱动力指数、状态指数、影响指数以及响应指数的变异系数均呈现不同程度的上升趋势,分别由2008年的0.3359、0.4437、

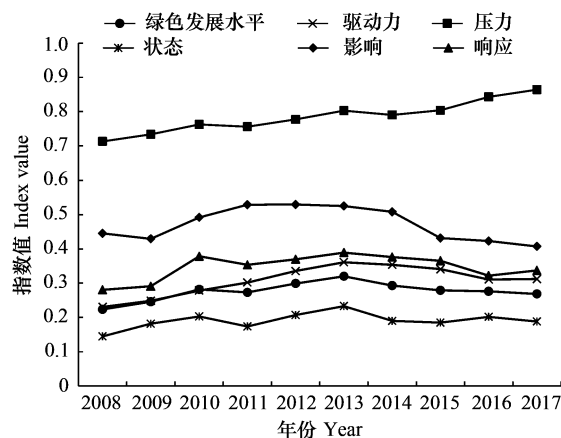


图2 东北地区绿色发展水平及构成要素得分

Fig.2 The scores of green development level and its constituent elements in Northeast China

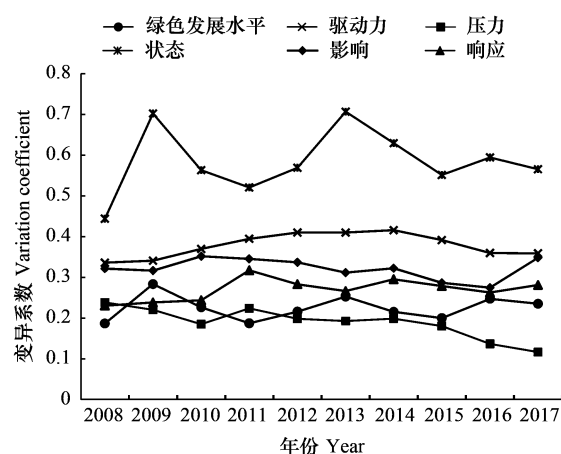


图3 东北地区绿色发展水平及构成要素变异系数

Fig.3 The variation coefficient of green development level and its constituent elements in Northeast China

0.3214、0.2305 提升至 2017 年的 0.3587、0.5651、0.3480、0.2811,其中状态指数的变异系数变化幅度最大,这意味着状态指数方面的差异情况是造成城市间绿色发展水平差异不断扩大的首要因素,而驱动力指数的变异系数变化幅度最小,但是城市间绿色发展水平差异情况并未得到有效改善。这一点从变异系数的具体数值也可以得到佐证,研究期内,状态指数区域差异性>驱动力指数区域差异性>影响指数区域差异性>响应指数区域差异性>压力指数区域差异性,表明东北地区绿色发展水平落后地区亟需加强生态保护以维护绿色生态空间稳定,加快绿色增长以促进绿色生产空间扩容,积极完善基础设施建设以营造良好的绿色生活空间。

为进一步探究绿色发展水平的空间分异特征与规律,借助于 ArcGIS 软件,采用自然断裂点方法将 2008、2011、2014 和 2017 年东北地区 34 个地市依次划分为高水平区、较高水平区、较低水平区和低水平区 4 个等级(图 4)。研究期内,东北地区绿色发展水平空间分布总体呈现自北向南阶梯式递减的格局特征,且空间集聚效应较为明显。具体来看,北部地区多为绿色发展高水平区与较高水平区,由于生态系统呈多样性和整体性的特征,为保持必要的农业生产与绿色生态空间,地方政府往往通过财政转移、生态补偿等手段大力扶持节能环保的新兴产业拉动绿色经济增长,提高绿色发展水平;中部地区多为绿色发展较高水平区,并且具有较强的空间稳健性特征,这类地区由于多以内向型经济为主,受国际金融危机和技术壁垒的冲击相对较少,因此绿色发展水平长期保持中高速稳定增长;南部地区由于经济发展长期积累的结构性问题比较突出,加之体制机制结构僵化和企业创新发展活力不足等诸多问题逐渐显现,使得区域发展可持续性难度增加,因此绿色发展低水平区与较低水平区多集聚于此。从演化过程来看,绿色发展高水平区与较高水平区数量分别由 2008 年的 8 个、14 个减少至 2017 年的 4 个、12 个,绿色发展较低水平区与低水平区数量分别由 2008 年的 8 个、4 个增加至 2017 年的 11 个、7 个,表明东北地区绿色发展之路并非是一蹴而就的过程,其质量与效益的提升依然漫长且艰巨,今后仍需进一步探索和实践绿色发展的新模式与新选择。

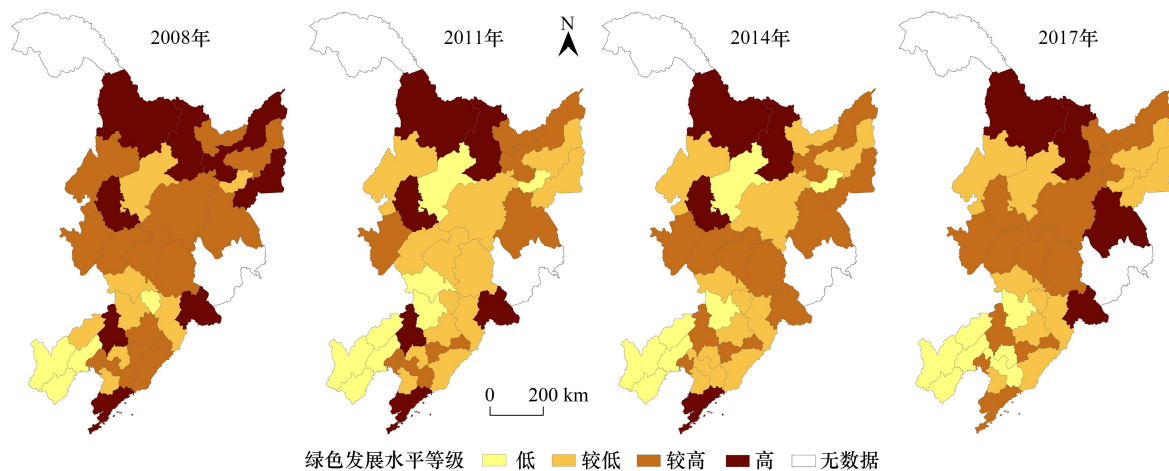


图 4 东北地区绿色发展水平空间分异格局

Fig.4 Spatial differentiation pattern of green development level in Northeast China

2.3 障碍因素分析

为了揭示造成上述时空分布的原因,挖掘制约东北地区绿色发展水平的因素,本文进一步引入障碍度模型对其进行病理诊断分析,经计算,得出 2008、2011、2014 和 2017 年东北地区各地市排名前五的障碍度因素。

根据障碍度的频次统计结果显示,2008 年东北地区绿色发展水平前五位障碍因素作用强弱排序依次为 $S1>D2>D1>S2>R4$,2011 年则为 $S1>D2>S2>D1>R4$,2014 年则为 $S1>S2>D1>D2>I4$,2017 年则为 $S1>D1>S2>D2>I4$,可以发现, $S1$ (人均水资源量)、 $D1$ (人均 GDP)、 $S2$ (人均耕地面积)、 $D2$ (人均固定资产投资)是制约东北地区绿色发展水平提升的关键因素,其中, $S1$ 始终是首要障碍因素,对绿色发展水平的障碍强度具有相对稳定性,这与东北地区各地市水资源相对短缺且时空分布不均有着不可分割的关系,今后如何解决水资源紧

张问题,满足社会经济发展的需求将是东北地区绿色发展水平优化提升的重中之重。D1、S2 分别由 2008 年的第三、第四障碍因素上升至 2017 年第二、第三障碍因素,他对绿色发展水平的障碍强度逐渐增强,这也再次证实了东北地区各地市迫于“保增长”的压力,过多地追求 GDP 的快速增长,使得大量的资源与能量被索取、占用和消耗,进而约束东北地区绿色发展水平的整体优化与提升。D2 由 2008 年的第二障碍因素下降至 2017 年第四障碍因素,对绿色发展水平的障碍强度逐渐减弱,但仍是影响东北地区绿色发展水平的重要障碍因素,这主要得益于固定资产投资规模和增速与东北地区经济增长密切相关。另外,I4 的阻碍强度也逐渐显著,由 2008 年的第六障碍因素上升至 2017 年的第五障碍因素,说明财政自给率对绿色发展水平的影响程度也在不断提升,今后如何确保政府支出更好的用于改善民生是东北地区绿色发展水平进一步优化提升的主要着力点。

3 结论与讨论

3.1 结论

东北地区作为国家重要的老工业基地、商品粮生产基地以及生态功能区域,既承担着社会经济快速发展的功能,又承担着资源集约开发、生态合理保护的功能^[30]。但是,当前,东北地区对环境问题的关注和对经济增长的追求,尚未在绿色发展研究这一科学平台上实现有效融合,这严重影响了绿色发展研究成果的实践应用价值。为了厘清东北地区绿色发展水平的时空演化格局特征,并揭示其作用机制,本文在上述研究的基础上,得出以下结论:

(1)研究期内东北地区绿色发展水平总体呈上升趋势,其中长春、辽源、哈尔滨、牡丹江以及黑河的绿色发展水平上升幅度最为显著,绿色发展态势相对最为理想。究其原因,长春、哈尔滨作为综合型城市,是区域性经济发展的核心以及各种流的汇聚场所,在推进经济绿色化转型方面具有得天独厚的优势。辽源虽作为资源型城市,但是经过十几年的经济转型发展,产业结构早已变“清”与“轻”,经济系统的生态亲和性不断增强。牡丹江和黑河作为沿边开放型城市,在国家政策、资金与技术支持下,新兴产业不断发展壮大,区域外向型经济逐渐形成。

(2)研究期内东北地区绿色发展水平空间差异从“小差距低水平”特征向“大差距高水平”特征转变,其空间分布大致呈现自北向南阶梯式递减的格局特征,且集聚效应显著。具体来看,绿色发展高水平区与较高水平区主要分布在北部、中部地区,绿色发展低水平区与较低水平区主要分布在南部地区,且数量逐渐增多,这也说明了东北地区绿色发展之路并非是一蹴而就的过程,其质量与效益的提升依然漫长且艰巨。

(3)东北地区各城市经济发展水平与绿色发展水平之间并非完全呈正相关关系,即,经济发展水平越高的城市,绿色发展水平不一定越高;而经济发展水平较低的城市,绿色发展反而达到较高的水平。这可能与区域资源环境承载力的大小有关。如黑河、伊春、牡丹江、白城等具有丰富自然资源条件与良好生态环境基底的城市,由于城市自身发展方向和功能定位的限制(多为生态保护区或生态系统脆弱区),这类城市的产业结构较为单一,产业系统相对简单,区域经济向绿色化、低碳化方向转型升级的难度相对较低,在一定的政策、财政支持下,可以较快地实现区域经济绿色化。相反,如哈尔滨、大庆、沈阳、大连等具有良好区位优势与庞大经济规模的城市,由于城市快速发展引起的人类活动强度过大,超过了资源环境禀赋的供给水平。即高强度的人类活动和低供给的生态环境叠加,导致区域实现绿色发展难度系数大大增加。

(4)东北地区各地市绿色发展水平时空分异的作用机制不尽相同,其中,资源禀赋条件、经济发展状况、政府投资规模在绿色发展水平的变化中起着重要的作用,是导致绿色发展水平不同阶段呈现不同进化特征的关键因素。因此,如何协调好资源禀赋供给能力与社会经济快速增长之间的矛盾仍将作为今后东北地区各地市绿色发展水平提升的首要任务。

3.2 讨论

根据本文的结论,给出如下建议:一是要重视创新驱动的积极作用,加快转变经济增长模式。各地市可以

通过大力推广清洁能源、低碳技术等绿色生产方式,着力培育发展生态产业、环保产业、低碳产业等绿色产业,进而实现社会经济持久性增长和生态环境可持续性改善;二是要尊重资源环境承载力的硬约束,倒逼产业绿色转型。特别是资源环境负荷超载的地市,要竭力避免牺牲资源、环境换取经济增长的现象发生,严格限制“三高”产业的发展,促使自然承载力的硬约束成为倒逼产业转型的有力政策;三是要完善生态产品价值实现的制度设计,使绿色、生态成为新的生产、生活方式导向。各地市要积极采取因地制宜、分类指导的政策,促使自然保护和生态产品价值转化,从而使得绿水青山切实成为助力经济增长的自然生产力。

尽管本研究取得了一些成果和见解,但仍存有一定局限性和进一步调查的空间。鉴于统计资料的有限性和统计口径的差异性,使得建立一个综合评价体系去反映区域绿色发展面临着巨大的挑战。在评价指标选取上,本文只考虑了当前研究比较关注的经济、社会、资源、环境以及其它可测量的指标,忽视了影响绿色发展的其他因素,包含市场、技术、政策、制度、文化等因素,后期应尽可能建立更全面的评价指标体系,同时对指标进行筛选,以期获得更加科学的结果。另外,研究还初步发现了东北地区绿色发展水平相似地区有集聚发展的现象,即东北地区绿色发展水平存在空间集聚效应,但是本研究确实没有进一步深入跟踪与探索该领域。因此,在后续的研究中,我们还可以从地理学空间异质性和关联性的角度出发,分析绿色发展各因素在空间上相互作用的关系,厘清不同尺度、不同层面上各要素间相互的作用机制和流动传导机制,以便进一步拓展绿色发展的研究视角。

参考文献(References):

- [1] 任嘉敏, 马延吉. 地理学视角下绿色发展研究进展与展望. 地理科学进展, 2020, 39(7): 1196-1209.
- [2] 石敏俊. 中国经济绿色发展: 理念、路径与政策. 北京: 中国人民大学出版社, 2021.
- [3] Barbier E B. A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- [4] Wang M X, Zhao H H, Cui J X, Fan D, Lv B, Wang G, Li Z H, Zhou G J. Evaluating green development level of nine cities within the Pearl River Delta, China. Journal of Cleaner Production, 2018, 174: 315-323.
- [5] Skea J, Nishioka S. Policies and practices for a low-carbon society. Climate Policy, 2008, 8(S1): S5-S16.
- [6] Song M L, Wang S H. Measuring environment-biased technological progress considering energy saving and emission reduction. Process Safety and Environmental Protection, 2018, 116: 745-753.
- [7] 孙永胜. 绿色发展视角下东北限制开发区域产业配置研究[D]. 长春: 中国科学院大学(中国科学院东北地理与农业生态研究所), 2021.
- [8] UNEP. Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Nairobi: UNEP, 2011.
- [9] UNDP. Human Development Report 2020. New York: UNDP, 2020.
- [10] Bartelmus P. The future we want: green growth or sustainable development? Environmental Development, 2013, 7: 165-170.
- [11] 胡鞍钢, 周绍杰. 绿色发展: 功能界定、机制分析与发展战略. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 14-20.
- [12] 黄跃, 李琳. 中国城市群绿色发展水平综合测度与时空演化. 地理研究, 2017, 36(7): 1309-1322.
- [13] 张旖琳, 吴相利. 国家重点生态功能区城市与毗邻非生态功能区城市绿色发展水平测度与时空差异. 生态学报, 2022, 42(14): 5761-5777.
- [14] OECD. Towards Green Growth: a Summary for Policy Makers. Paris: OECD, 2011.
- [15] UNEP. Green economy: Cities Investing in Energy and Resource Efficiency. Nairobi: UNEP, 2011.
- [16] 北京师范大学经济与资源管理研究院, 西南财经大学发展研究院, 国家统计局中国经济景气监测中心. 2016 中国绿色发展指数报告——区域比较. 北京: 北京师范大学出版社, 2016.
- [17] Lyytimäki J, Antikainen R, Hokkanen J, Koskela S, Kurppa S, Känkänen R, Seppälä J. Developing key indicators of green growth. Sustainable Development, 2018, 26(1): 51-64.
- [18] 程钰, 王晶晶, 王亚平, 任建兰. 中国绿色发展时空演变轨迹与影响机理研究. 地理研究, 2019, 38(11): 2745-2765.
- [19] 曾刚, 胡森林. 技术创新对黄河流域城市绿色发展的影响研究. 地理科学, 2021, 41(8): 1314-1323.
- [20] Rüstemoğlu H. Factors affecting Germany's green development over 1990-2015: a comprehensive environmental analysis. Environmental Science and Pollution Research, 2019, 26(7): 6636-6651.
- [21] 郭艳花, 梅林, 佟连军. 产业集聚对绿色发展效率的影响机制——以吉林省限制开发区为例. 地理科学, 2020, 40(9): 1484-1492.
- [22] 盖美, 朱莹莹, 郑秀霞. 中国沿海省区海洋绿色发展测度及影响机理. 生态学报, 2021, 41(23): 9266-9281.
- [23] Carli D, Schiliro D. A cooperative model for the green economy. Economic Modelling, 2012, 29(4): 1215-1219.
- [24] 吕薇. 营造有利于绿色发展的体制机制和政策环境. 经济纵横, 2016, (2): 4-8.
- [25] Li W W, Yi P T, Zhang D N. Sustainability evaluation of cities in Northeastern China using dynamic TOPSIS-Entropy methods. Sustainability, 2018, 10(12): 4542.
- [26] 郭付友, 侯爱玲, 佟连军, 马振秀. 振兴以来东北限制开发区绿色发展水平时空分异与影响因素. 经济地理, 2018, 38(8): 58-66.
- [27] Wang M, Zhao X L, Gong Q X, Ji Z G. Measurement of regional green economy sustainable development ability based on entropy weight-TOPSIS-coupling coordination degree-A case study in Shandong province, China. Sustainability, 2019, 11(1): 280.
- [28] 张旭, 魏福丽, 袁旭梅. 中国省域高质量绿色发展水平评价与演化. 经济地理, 2020, 40(2): 108-116.
- [29] 郭艳花, 佟连军, 梅林. 吉林省限制开发生态区绿色发展水平评价与障碍因素. 生态学报, 2020, 40(7): 2463-2472.
- [30] 樊杰. 人地系统可持续过程、格局的前沿探索. 地理学报, 2014, 69(8): 1060-1068.