

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

郭付友¹, 侯爱玲¹, 佟连军^{*2}, 马振秀¹

(1. 曲阜师范大学 地理与旅游学院, 中国山东 日照 276826;
2. 中国科学院 东北地理与农业生态研究所, 中国吉林 长春 130102)

摘要:综合运用PSR模型、熵权TOPSIS模型、地理探测器等方法,以东北限制开发区为研究对象,分析了2005—2015年东北限制开发区绿色发展时空格局及其影响因素,结果发现:①2005—2015年东北限制开发区绿色发展较高水平与高水平地级市数量稍有增加,但低水平与中水平地级市占比稳定在50%左右,折射出限制开发区绿色发展“嵌入式”与“刚性化”特征相对突出,绿色发展质量提升之路漫长而艰巨;②东北限制开发区绿色发展状态贴适度南北空间分异现象明显,绿色发展压力程度自南向北不断升高,而绿色发展响应水平呈现中部高、两边低的特点;③东北限制开发区绿色发展水平空间呈现中部高、南北两翼低的格局,且绿色发展水平相似地区集聚现象较为明显;④经济发展仍是东北限制开发区绿色发展的重要影响因素,且限制开发区绿色发展模式依赖于政府主导下的投资拉动,相对具有自上而下“指令性”发展特征。

关键词:绿色发展;时空分异;地理探测器;东北限制开发区

中图分类号:F127 文献标志码:A 文章编号:1000-8462(2018)08-0058-09

DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2018.08.008

Spatio-Temporal Pattern and Influencing Factors of Green Development in the Northeast Restricted Development Zone since the Revitalization of the Northeast China

GUO Fuyou¹, HOU Ailing¹, TONG Lianjun², MA Zhenxiu¹

(1. College of geography and tourism, Qufu Normal University, Rizhao 276826, Shandong, China;
2. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, CAS, Changchun 130102, Jilin, China)

Abstract: On the basis of the PSR model, the entropy weight TOPSIS model, and the geographical detector method, taking the Northeast Restricted Development Zone as the research area, this paper analyzes the spatio-temporal pattern and the influencing factors of the green development in the Northeast Restricted Development Zone. The results indicate that: 1) The number of the Restricted Development Zone with high green development level rose slightly, but the proportion of the Restricted Development Zone with low green development level is stable around 50%, indicating that the "embedded" and "rigid" characteristics of the green development in the Restricted Development Zone are relatively prominent, and the road of green development quality improvement is long and arduous; 2) The spatial difference between the north area and the south area of green development state in the Northeast Restricted Development Zone is obvious, and the pressure level of green development is rising from the south to the north, and the response level of green development is high in the middle area and low in both side areas; 3) The spatial pattern of the green development level in the Northeast Restricted Development Zone shows high in the middle area and low in the north and the south, and the agglomeration phenomenon among the similar areas' green development level is obvious; 4) The economic development is still an important factor affecting the green development of the Northeast Restricted Development Area, and the green development mode of the restricted development zone depends on the investment driven by the government, which has relatively top-down "commanding" development characteristics.

Key words: green development; spatio-temporal pattern; geographical detector; Northeast Restricted Development Zone

收稿时间:2018-01-10;修回时间:2018-05-14

基金项目:国家自然科学基金项目(41771138);山东省自然科学基金博士培养基金项目(ZR2018BD002)

作者简介:郭付友(1987—),男,山东菏泽人,博士,讲师。主要研究方向为经济地理与产业生态经济。E-mail: guofy945@nenu.edu.cn。

*通讯作者:佟连军(1960—),男,吉林长春人,研究员,博士生导师。主要研究方向为区域生态经济。E-mail: tonglj@neigae.ac.cn。

改革开放以来,中国无论是经济总量还是发展速度都取得了举世瞩目的成就,但依赖于资源能源大规模消耗的规模扩张与异速增长的经济发展模式也带来了严重的资源环境问题。并且随着中国城镇化逐渐接近成熟阶段以及区域发展进入纵深阶段,中国将会面临更为复杂的资源环境挑战^[1],区域发展已经逼近资源环境承载力临界点,资源环境持续恶化对中国的区域发展带来了严重的胁迫效应^[2-4],区域发展与资源环境之间的矛盾日益尖锐,如何促进从传统应急抢救型为主的黑色发展模式转向现代减压增效型为主的绿色发展,实现区域发展与资源消耗、污染物排放的全面脱钩是亟待解决的迫切性问题。

绿色发展是基于可持续发展思想的经济发​​展理念,以实现经济发展、社会进步为方向,以资源节约、环境友好为主要表现形式,以产业低碳化、绿色化为关键路径,以提高人类福祉、引导人类社会形态由“工业文明”向“生态文明”转型为目标的经济发展模式^[5]。国外对于绿色发展的研究集中于绿色发展绩效评价^[6-7]、绿色发展模式与方案^[8-9]、绿色发展机制与政策保障^[10-11]等方面,研究方法与研究内容较为丰富,为我国开展绿色发展的研究提供了参考借鉴。我国关于绿色发展的相关研究始于1980年代末期,目前研究集中于以下方面:①绿色发展框架构建与评估。李晓西从社会经济可持续发展和生态资源环境可持续发展两大维度构建了人类绿色发展指数^[12];杨志江选取了投入产出指标对于绿色发展效率进行了评估^[13];马勇从经济增长绿色度、资源环境承载潜力、政府政策支持度等3个维度构建了绿色发展指标体系^[14]。②绿色发展时空分异。张欢认为湖北省绿色发展水平存在空间关联性,但其关联强度降低且存在空间离散情况^[15];黄跃认为中国城市群绿色发展水平呈现发散趋势,并且不同层级城市群中心城市与城市群绿色发展等级匹配存在异质性^[16];郭永杰认为宁夏绿色发展水平空间分异现象较为明显^[17]。③绿色发展影响因素识别。黄建欢对于金融发展影响区域绿色发展的机理进行了定量研究^[18];岳书敬认为中国城市产业集聚和绿色发展效率存在U型关系^[19];郭永杰利用障碍度模型分析了宁夏县域绿色发展的影响因素^[17];赵领娣针对人力资本以及产业结构调整对于绿色发展效率作用机制进行了研究^[20];于成学对于资源开发利用与绿色发展的影响关系进行了研究^[21]。④绿色发展思路与措施。朱美青对江

西省绿色发展进行了科学划分^[22];甄霖根据国际绿色发展经验提出了中国西部地区绿色发展的五点启示^[23];肖建红对于海岛旅游绿色发展的生态补偿标准进行了研究^[24]。总体而言,存在以下两个方面不足:一是对于绿色发展效率驱动机制的研究较为多见,而对于绿色发展水平影响因素的综合识别仍需加强;二是对于环境保护与区域发展矛盾冲突尖锐典型区域——限制开发区缺少足够重视。

限制开​​发区域作为我国四类主体功能区之一,是以控制开发为主要功能的区域,承担着“限制开发”的国家使命和欠发达地区经济突破发展的自身需求与压力^[25]。限制开发区作为重要的农业、生态等功能区域,强调限制大规模、高强度的工业化和城镇化开发,一定程度上剥夺了区域发展权利,造成区域发展不公平。建立生态环境容量和资源承载力约束下的绿色发展模式,适应限制开发区保护性开发的发展要求,为限制开发区科学发展提供了新理念。东北地区作为我国重要商品粮食主产区和生态功能区,根据《全国主体功能区划》,去除优化开发区、重点开发区以及禁止开发区等区域,东北限制开发区占据东北三省面积29.50%。厘清东北限制开发区绿色发展的时空演化格局特征,并揭示其作用机制,对于东北地区可持续发展具有重要的促进作用。基于此,本文采用计量方法对东北地区限制开发区绿色发展时空格局特征与影响因素进行综合研究,希冀为东北限制开发区绿色发展提供参考借鉴。

1 研究区、研究方法与数据来源

1.1 研究区域界定

本文研究区域特指《全国主体功能区划》确定的限制开发区,虽然东北三省均制定了本省的主体功能区划,但由于制定标准不一,彼此之间对比参考性相对较弱,而《全国主体功能区划》的制定具有统一的标准,避免了因标准不一所导致的科学误差。另外,考虑到数据的可获得性与彼此之间的可对比性,本文对限制开发区做如下处理:根据《全国主体功能区划》,若一个地级市中属于限制开发区的县(市、区)数量占该地级市总县(市、区)数量的50%以上,同时属于限制开发区的县(市、区)GDP占该地级市GDP比重在50%以上时,则将该地级市归为限制开发区。大兴安岭地区由于数据缺失,故暂不考虑,由此划定本论文研究区域包括锦州市、阜新市、朝阳市、葫芦岛市、四平市、辽源市、松原

市、白城市、通化市、双鸭山市、伊春市、佳木斯市、鸡西市、鹤岗市、七台河市等15个地级市。2015年研究区域总人口与总GDP分别为3 122.74万人和11 210.47万元,分别占东北三省总人口与GDP比重为28.75%和19.31%。

1.2 研究方法

1.2.1 评价指标体系构建

“压力—状态—响应”(Press-State-Response)模型可以用来表征人类—自然复合生态系统相互作用因果关系^[26],被广泛应用于人地关系及区域可持续发展等研究领域^[27-28]。在压缩型工业化与快速城镇化背景下,经济规模扩张与总量增长、产业结构的优化升级以及社会发展水平的不断进步等对区域发展提出了更高的要求,这种“压力”驱使区域发展模式发生转变,从而带动了区域发展“状态”的改变,人类—自然复合生态系统为了应对“状态”改变,主动或被动地做出“响应”行为。将P-S-R模型应用到区域绿色发展的相关研究之中可以科学评价区域绿色发展情况与预测其演变过程。

遵循科学性、典型代表性、综合可比性以及可获得性等原则,参考相关研究成果^[29-31],结合研究区域实情,综合构建基于P-S-R模型的东北限制开发区绿色发展综合评价指标体系(表1)。其中第一层为目标层,反映绿色发展水平的总体情况;第二层是准则层,包括绿色发展压力、绿色发展状态以及绿色发展响应等3个反映绿色发展的要素;第三层是指标层,共有15项具体指标,其中多数可以直接通过统计资料获取,个别指标需要经过简单推演,包括:①产业结构高级化系数(S_3),用信息传输、计算机服务和软件业单位从业人员数以及交通

运输、仓储和邮政业单位从业人员数总和与制造业和采矿业单位从业人员的总和比值表示。②三产产业化系数(S_4),用第三产业从业人员比重与第三产业产值占GDP比重的乘积表示。③产业系统结构熵(S_5),计算公式为:

$$S_5 = - \sum_{i=1}^n P_i \times \ln P_i$$

式中: P_i 为第*i*产业所占比重; n 表示产业种类。

④环境质量指数(R_3),计算公式为:

$$R_3 = \sqrt[3]{IS \times SD \times DW}$$

式中: IS 、 SD 、 DW 分别表示一般工业固体废物综合利用率、污水处理厂集中处理率、生活垃圾无害化处理率。

1.2.2 熵权TOPSIS模型

TOPSIS模型是对现有对象进行相对优劣的评价分析方法,能够充分利用方案所建立的决策矩阵中所含有的信息,适用于对多项指标进行比较分析。但该方法对各评价指标的重要程度分析不足,在确定评价指标权重时过于粗略,由此在实际应用中容易出现偏差。熵权TOPSIS模型是对传统TOPSIS模型方法的改进,通过熵值法确定评价指标权重有效消除主观因素的影响,进而通过逼近理想解思想科学确定评价对象水平。熵权TOPSIS模型主要计算步骤如下^[32-33]:

①确定评价指标权重:依据熵值法计算步骤,为了消除指标量纲对研究结果的影响,首先对2005、2010、2015年东北限制开发区15项指标数据进行极差标准化处理。

$$\text{当为正向指标时: } y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j}$$

表1 东北限制开发区绿色发展综合评价指标体系

Tab.1 The comprehensive evaluation index system of green development in the Northeast Restricted Development Zone

系统层	准则层	指标层	$W_j(2005)$	$W_j(2010)$	$W_j(2015)$
绿色发展综合指数(GD)	绿色发展压力指数(P)	人均工业废水排放量(P_1)	0.0423	0.0593	0.0833
		人均工业SO ₂ 排放量(P_2)	0.0586	0.0618	0.0588
		人均工业烟尘排放量(P_3)	0.1477	0.1479	0.1224
		人均绿化面积(P_4)	0.0634	0.0876	0.0728
		人口密度(P_5)	0.0403	0.0271	0.0331
	绿色发展状态指数(S)	人均GDP(S_1)	0.0658	0.0482	0.0264
		人均社会消费品零售总额(S_2)	0.0681	0.0395	0.0217
		产业结构高级化系数(S_3)	0.0299	0.0311	0.0394
		三产产业化系数(S_4)	0.0730	0.0579	0.0531
		产业系统结构熵(S_5)	0.0490	0.0467	0.0499
	绿色发展响应指数(R)	人均固定资产投资(R_1)	0.0717	0.0781	0.1339
		科学技术支出占GDP比重(R_2)	0.1295	0.1252	0.1705
		环境质量指数(R_3)	0.0639	0.0412	0.0389
		万元GDP水耗(R_4)	0.0405	0.0815	0.0547
		万元GDP电耗(R_5)	0.0562	0.0669	0.0413

当为负向指标时: $y_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j}$

式中: x_{ij} 、 $\min x_j$ 、 $\max x_j$ 分别表示指标 j 的实际统计值、最小值以及最大值。在此基础上求出评价指标差异性系数 g_j ,进而得出各指标权重 w_j 。

②确定权重规范化矩阵:

$$\{Y_{ij}\}_{m \times n} = \{y_{ij} \times w_j\}_{m \times n}$$

③确定正理想解 S_j^+ 和负理想解 S_j^- 。

正理想解: $S_j^+ = \max(Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{nj})$

负理想解: $S_j^- = \min(Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{nj})$

④计算各方案与正理想解(d_i^+)和负理想解(d_i^-)欧式距离:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - S_j^+)^2}, d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (Y_{ij} - S_j^-)^2}$$

⑤计算贴近度 O_i : $O_i = d_i^- / (d_i^- + d_i^+)$

式中: $O_i \in (0, 1)$ 。 O_i 值越趋近于1,说明评价对象越优,反之,则越劣,由此计算出绿色发展压力、绿色发展状态以及绿色发展响应综合评价值。本文认为,绿色发展综合水平是关于绿色发展压力(R_i)、绿色发展状态(S_i)以及绿色发展响应(P_i)三者间的函数,由此绿色发展综合得分(GD_i)为:

$$GD_i = \frac{R_i \times S_i}{P_i}$$

1.2.3 地理探测器分析法

地理探测器分析法因受到假设制约条件较少,广泛应用于识别社会经济因素与自然环境因素的作用机理的相关研究方面^[34-35]。地理探测器是探测空间分异性,揭示其背后驱动因素的新研究方法^[36],利用地理探测器识别影响因子对因变量的交互作用,是研究复杂要素驱动作用机理的有效分析方法,其因子探测计算模型如下^[37]:

$$P_{DC} = 1 - \frac{1}{n\sigma_c^2} \sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{D,i}^2$$

式中: P_{DC} 为探测因子 D 的探测值; σ_c^2 为限制开发区绿色发展的方差; m 为次级区域个数; n 为限制开发区样本数; $n_{D,i}$ 为次级区域限制开发区样本数; $\sigma_{D,i}^2$ 为次级区域限制开发区绿色发展的方差。 $P_{DC} \in [0, 1]$, $P_{DC}=0$ 时,表示限制开发区绿色发展空间分布不受影响因素的驱动, P_{DC} 值越大表示因素作用程度越突出。

1.3 数据来源

2003年10月国家第一次提出了“东北振兴”政策,2004年8月之后国家启动了“振兴东北”战略,考虑到时间滞后期影响,本文研究时限是从2005

年开始,以5年为一个研究时段,分析2005、2010、2015年东北限制开发区绿色发展时空演化格局与影响因素。本文研究各指标数据均来源于2006、2011、2016年的《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》。

2 测度结果分析

2.1 东北限制开发区绿色发展时序演化特征

利用熵权TOPSIS模型计算绿色发展压力贴近度、绿色发展状态贴近度以及绿色发展响应贴近度,进而计算绿色发展水平(图1),且利用标准差分级法^[17]将各个贴近度及绿色发展水平进行分级,依次命名为低水平区域、中水平区域、较高水平区域以及高水平区域。

地级市层面分析,2005年鹤岗、伊春、七台河、双鸭山等4个城市属于低水平绿色发展区域,葫芦岛、阜新、鸡西等3个城市属于中水平绿色发展区域,仅有通化、辽源等2个城市属于高水平区域,其余城市为较高水平区域。2010年低水平区域、中水平区域、较高水平区域以及高水平区域分别为2、5、5、3,2015年则为0、9、2、4。2005—2015年,虽然绿色发展较高水平与高水平地级市数量稍有增加,但东北限制开发区绿色发展低水平与中水平地级市占比稳定在50%左右,说明仍有众多城市处于规模化粗放式发展阶段,东北限制开发区绿色发展质量提升之路漫长而艰巨。

省域层面分析,辽宁省绿色发展水平由2005年0.2817升至2015年0.3341,年均增长率为1.72%,相应地绿色发展状态贴近度、压力贴近度以及响应贴近度年均增长率分别为1.21%、-0.50%、0.09%;吉林省绿色发展水平由2005年0.3413升至2015年0.5556,年均增长率为4.99%,绿色发展状态贴近度、压力贴近度以及响应贴近度年均增长率分别为1.38%、-0.26%、3.70%;而黑龙江省绿色发展水平由2005年0.3013降至2015年0.2253,年均递减率为2.86%,绿色发展状态贴近度、压力贴近度以及响应贴近度年均增长率分别为1.88%、3.44%、0.13%。相关研究表明^[38],东北地区市场发育水平从南向北逐次降低,而国有企业成分却逐次递增,并且辽中南城市群扩散效应已经开始发挥,沈阳经济区已经进入结构优化阶段,周围地区开始成为产业转移的承接载体,而哈大齐城市群与长吉城市群仍处于规模集聚阶段,在项目引进、资金流入、人才汇集以及技术信息集聚等方面处于绝对优势,相对

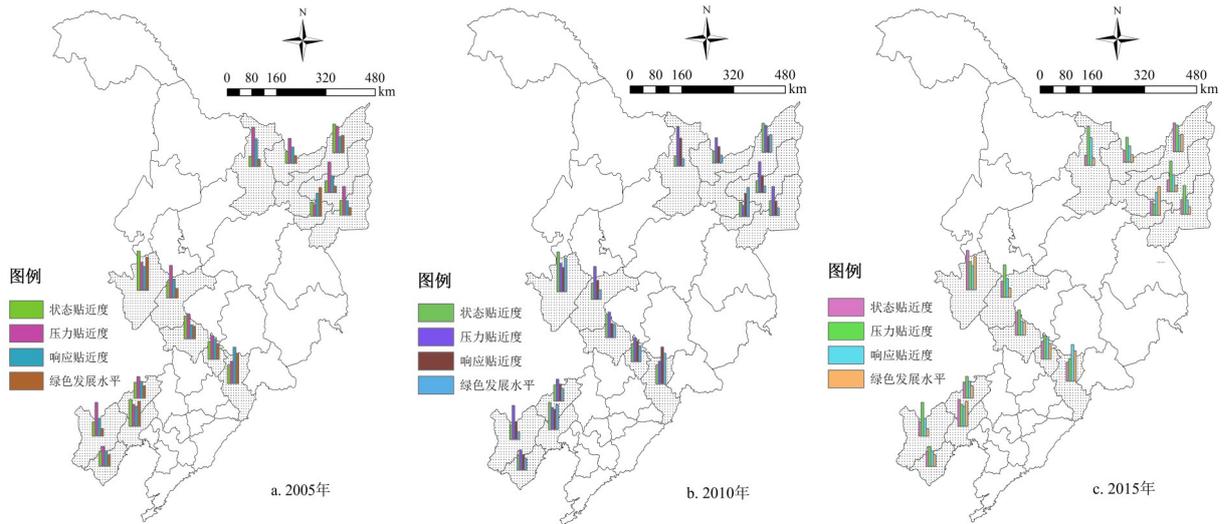


图1 东北限制开发区绿色发展水平

Fig.1 The level of green development in the Northeast Restricted Development Zone

剥夺了周围地区发展的机会。总体上东北限制开发区绿色发展水平仍然较低,一方面说明了东北限制开发区绿色发展“嵌入式”与“刚性化”特征相对突出,另一方面也反映出东北限制开发区体制机制结构僵化、市场经济体制结构不完善、产业结构优化升级效果不明显。

表2 东北限制开发区绿色发展水平

Tab.2 The level of green development in the Northeast Restricted Development Zone

年份	省份	状态 贴适度	压力 贴适度	响应 贴适度	绿色发 展水平
2005	辽宁省	0.3600	0.4843	0.3495	0.2817
	吉林省	0.3792	0.5194	0.4500	0.3413
	黑龙江省	0.3479	0.4844	0.3516	0.3013
2015	辽宁省	0.4060	0.4607	0.3527	0.3341
	吉林省	0.4350	0.5058	0.6473	0.5556
	黑龙江省	0.4190	0.6795	0.3562	0.2253

2.2 东北限制开发区绿色发展空间分异特征

为了直观显示东北限制开发区绿色发展空间分异情况,借助于GIS技术,并且采用自然断裂点法将其分为4类,依次为高值区、次高值区、次低值区、低值区。

状态贴适度分析(图2),其南北空间分异现象明显,吉林省明显高于辽宁省与黑龙江省,锦州、白城及佳木斯为高值区,锦州区位条件优越,紧邻沈阳经济区与辽中南城市群,白城属于绿色产业生态经济区,并且已经形成了“多业并举”产业发展格局,佳木斯处于东北亚经济圈中心位置,拥有5个国家一类口岸,区域绿色发展的经济产业支撑较为显著。低值区、次低值区、次高值区、高值区分别由

2005年3、6、3、3演化为2015年1、8、5、1,一方面反映了振兴以来东北限制开发区绿色发展状态水平不断趋好,另外一定程度上也说明了限制开发区绿色发展模式需要进一步优化。

压力贴适度分析(图3),东北限制开发区绿色发展压力程度自南向北不断升高,北部伊春、鹤岗、七台河及双鸭山均为资源型城市,高污染性质的重型化产业仍占主体,粗放式产业发展模式导致其绿色发展压力程度不断增加。低值区、次低值区、次高值区、高值区分别由2005年1、7、4、3演化为2015年2、6、5、2,次高值区和高值区所占比重长期稳定在50%左右,未来需要加快产业结构优化升级进程促使产业变“清”与“轻”,并且加强环境治理程度与监管力度,减轻限制开发区绿色发展外在压力程度。

响应贴适度分析(图4),东北限制开发区绿色发展响应水平呈现中部高、两边低的特点,白城、松原、辽源及通化为高值区,自2006年以来松原加大了产业调控力度,产业结构不断趋向能源节约型及清洁生产型,自2008年辽源成为首批资源枯竭型城市“转型试点城市”,产业结构不断优化升级,区域发展的生态亲和性不断增加,通化属于吉林省东南地区重要的区域性中心城市,区域发展态势较好。低值区、次低值区、次高值区、高值区分别由2005年5、6、3、1演化为2015年5、3、3、4,虽然高值区数量不断增加,但仍有众多的地级市属于低值区,反映了限制开发区绿色发展响应水平相对缓慢的特征。

绿色发展水平分析(图5),其空间上呈现出中

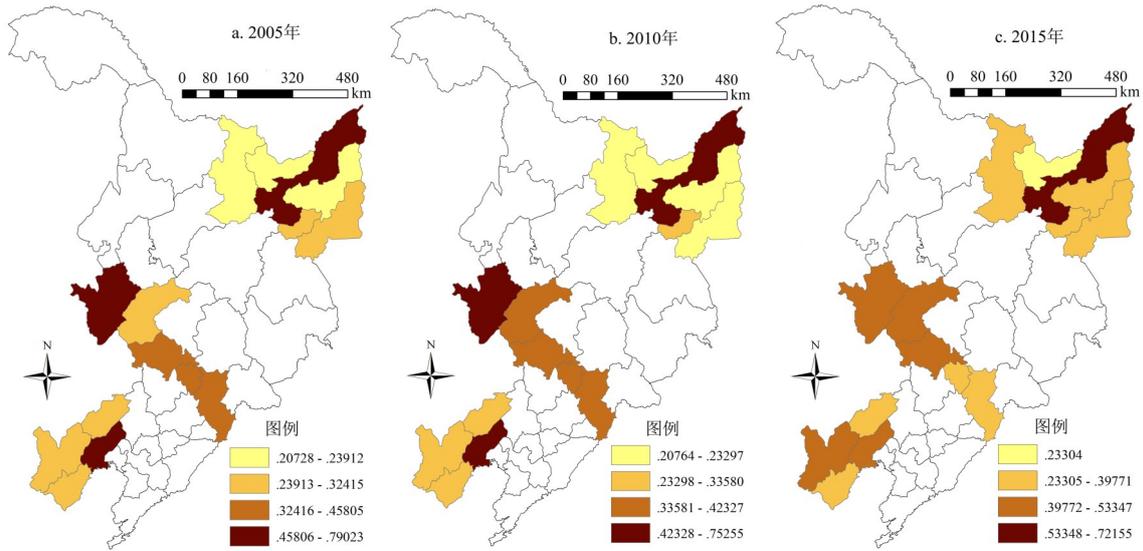


图2 东北限制开发区绿色发展状态贴适度空间分异

Fig.2 Spatial differentiation of green development state in the Northeast Restricted Development Zone

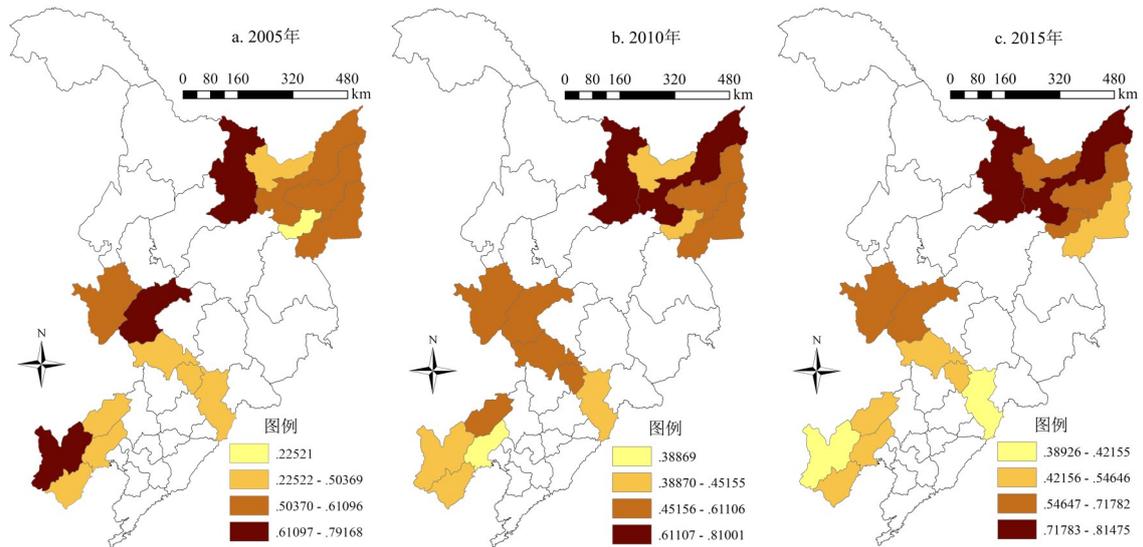


图3 东北限制开发区绿色发展压力贴适度空间分异

Fig.3 Spatial differentiation of green development pressure in the Northeast Restricted Development Zone

部高、南北两翼较低的格局,并且绿色发展水平相似地区集聚发展现象较为明显。北部地区多为资源枯竭型城市,且处于绿色发展低值区,反映出东北地区资源枯竭型城市发展乏力等共性问题;中部地区是绿色发展高值区与次高值区,且空间呈现出连片集聚发展特征;南部地区呈现出由单一城市极核发展向双核驱动与区域共同发展的转变。低值区、次低值区、次高值区、高值区分别由2005年6、3、2、4演化为2015年4、3、6、2,一方面反映出东北限制开发区绿色发展水平不断提升,另一方面众多地级市仍处于低值区与次低值区也说明了区域绿色发展水平的共同提升仍是一个长期的过程。

3 东北限制开发区绿色发展影响因素分析

区域绿色发展受到多种因素相互制约,上文绿色发展指标体系涵盖经济、产业、社会、投资、科学技术以及环境保护等多个方面,本部分通过地理探测器计算出各种因素对于绿色发展的影响力,以期全面揭示东北限制开发区绿色发展特征与影响机理。首先对数值型自变量进行等距离散化处理为类型变量,然后依据地理探测器模型测算可知:

风险探测主要识别不同影响因素的绿色发展变化的差异性。2005、2010以及2015年3个年份均通过了0.05水平显著性检验,一方面表明本文遴选指标构建模型较好,另一方面也表明本文遴选的影

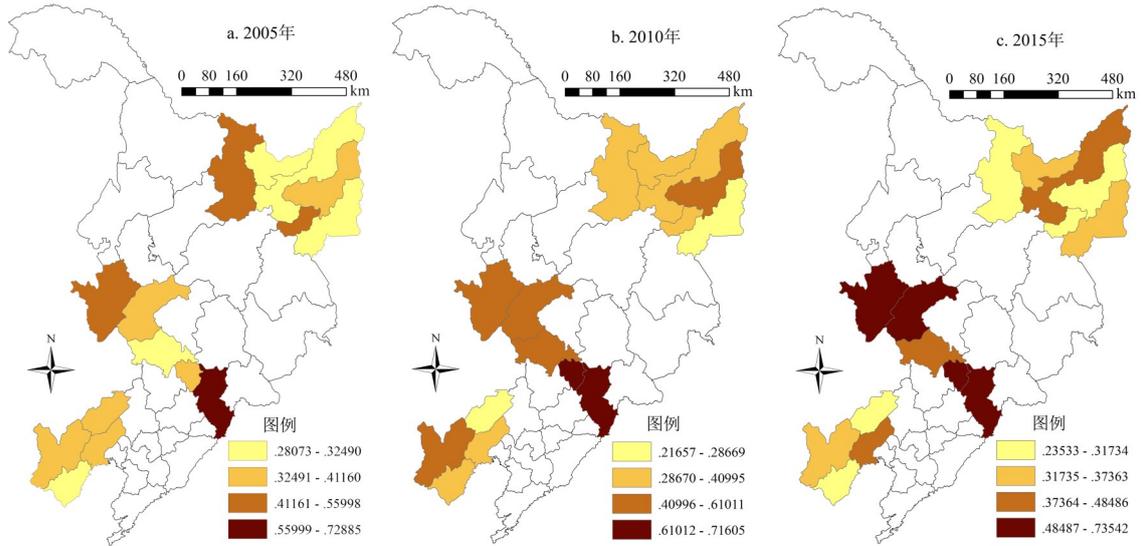


图4 东北限制开发区绿色发展响应贴适度空间分异

Fig.4 Spatial differentiation of green development response in the Northeast Restricted Development Zone

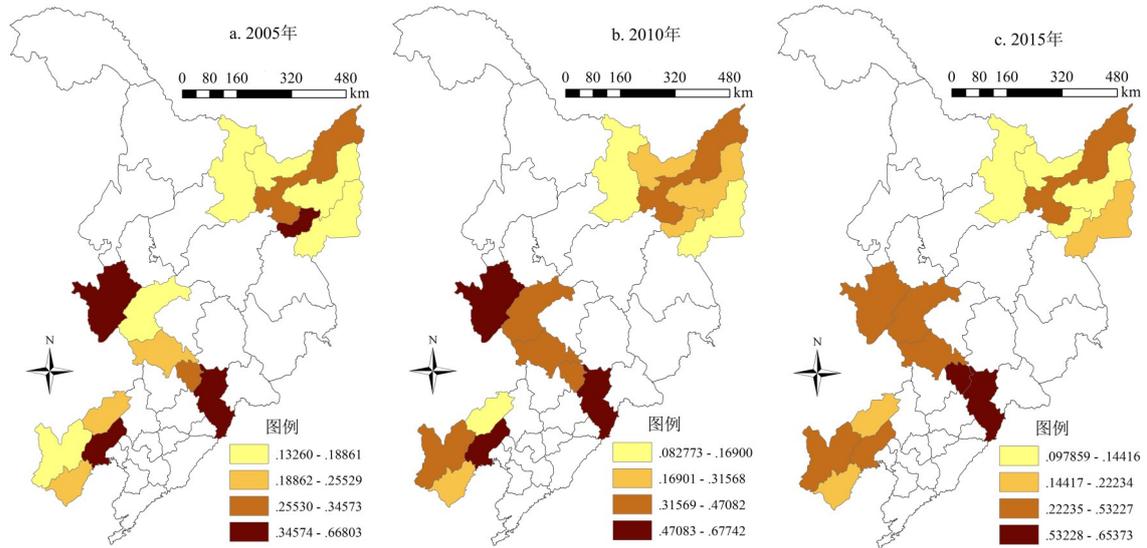


图5 东北限制开发区绿色发展水平空间分异

Fig.5 Spatial differentiation of green development in the Northeast Restricted Development Zone

响因素与绿色发展变化具有相对一致性。

因子探测主要识别不同影响因素对于绿色发展的解释程度大小。2005年绿色发展前五位的影响因素作用强弱排序依次为 $R_2 > S_2 > R_1 > S_1 > P_4$ ，2010年则为 $R_4 > R_5 > S_4 > S_2 > S_5$ ，2015年则为 $R_1 > S_1 > R_5 > S_2 > P_5$ ，3年来 S_1 、 S_2 、 R_1 均为高作用力影响因子，由此可见，经济发展水平仍是东北限制开发区绿色发展的重要影响因素。经济发展的规模扩张与集聚增长不仅可以促进规模效应与集聚效应作用的发挥，不断改善生产技术与治污排污设施建设和完善，而且促进了生活水平的不断提升，人们快速增长的物质需求也会促进工业生产规模的扩大、生产工业技术的提升以及生产效率的提高，在满足

日益增长的物质文化需求之后，居民对发展质量与效益的诉求也会越来越高，由此也会促进区域绿色发展的优化提升。另外， R_1 作用程度较为明显反映了东北限制开发区绿色发展模式依赖于政府主导下的投资拉动，相对具有自上而下“指令性”发展特征。

探测因子解释力的演化强度分析，总体上探测因子 P_2 、 S_3 、 S_4 、 R_2 解释力下降，其余探测因子解释力上升，一方面说明了东北限制开发区绿色发展影响因素越来越错综复杂，单一因素作用强度不断弱化，另一方面也反映了东北限制开发区绿色发展深受“内驱力”和“外驱力”双重影响，“内驱力”主要反映区域自我调整能力和学习能力，东北限制开发区多为资源型城市，煤化工、冶金、建材及矿产开发等

资源型产业较为发育,但随着矿产资源的日渐枯竭以及接续替代产业尚未形成,产业规模集聚发展态势较为弱化。另外“外驱力”主要来自区域发展科技因素等外部条件支撑,东北限制开发区多为区位优势边缘城市,人才外流现象较为明显,科技因素解释程度下降也说明了区域创新能力的不足。

生态探测主要识别不同影响因素作用强度的相对重要性是否具有显著的差异性。探测结果表明人均GDP(S_1)、社会消费品零售总额(S_2)、人均固定资产投资(R_1)以及万元GDP电耗(R_3)对绿色发展的影响力要显著强于其他影响因素,并且其他影响因素之间因子解释力差异程度未通过统计学显著性检验,再次印证了经济发展水平、消费市场活跃程度、投资强度以及发展模式对于绿色发展变化具有明显的影响。

交互探测主要识别影响因素对于绿色发展是否存在交互作用关系。探测结果表明,经济、社会与环境等影响因子对于绿色发展的影响均存在交互作用关系,且任意两个影响因素经交互作用之后因子影响程度均表现为双线性加强或非线性加强。其中,2005年人均工业SO₂排放量(P_2)与科学技术支出占GDP比重(R_2)交互后因子解释力最强,而2010年则为人均工业烟尘排放量(P_3)与万元GDP电耗(R_3),2015年则为人均绿化面积(P_4)与人均固定资产投资(R_1)。反映出任意两个影响因素控制作用下绿色发展变化的差异程度缩减,因子交互作用后解释力明显增强,侧面说明了绿色发展是受到多方面因素相互作用的结果。

表3 东北限制开发区绿色发展因子探测结果

Tab.3 Detected result of potential determinants of green development in the Northeast Restricted

探测因子	Development Zone		
	$P_{DC}(2005)$	$P_{DC}(2010)$	$P_{DC}(2015)$
P_1	0.4606	0.1062	0.7912
P_2	0.5777	0.5095	0.6050
P_3	0.3326	0.4225	0.0069
P_4	0.3337	0.5806	0.2145
P_5	0.3017	0.4339	0.3946
S_1	0.2355	0.3956	0.3507
S_2	0.1146	0.3244	0.0719
S_3	0.2071	0.3611	0.3537
S_4	0.3719	0.2896	0.4643
S_5	0.0646	0.3113	0.5376
R_1	0.5249	0.3740	0.8098
R_2	0.6350	0.3510	0.3020
R_3	0.2205	0.1166	0.4135
R_4	0.1177	0.6677	0.4221
R_5	0.1472	0.6036	0.6156

4 结论与讨论

①2005—2015年东北限制开发区绿色发展较高水平与高水平地级市数量稍有增加,说明振兴以来东北限制开发区绿色发展水平趋好,但低水平与中水平地级市占比稳定在50%左右,折射出东北限制开发区绿色发展“嵌入式”与“刚性化”特征相对突出,同时也反映了东北限制开发区体制机制结构僵化、市场经济体制结构不完善、产业结构优化升级效果不明显,东北限制开发区绿色发展质量提升之路漫长而艰巨。

②东北限制开发区绿色发展状态贴进度南北空间分异现象明显,绿色发展压力程度自南向北不断升高,而绿色发展响应水平呈现出中部高、两边低的特点,由此可见,未来需要加快产业“清”型化与“轻”型化进程,增加区域绿色发展科技投入,加强环境治理监管力度,优化东北限制开发区绿色发展模式,实现区域发展与资源环境消耗全面脱钩。

③东北限制开发区绿色发展水平空间上呈现中部高、南北两翼较低的格局,且绿色发展水平相似地区集聚发展现象较为明显。北部地区多为资源枯竭型城市,绿色发展水平较低反映出东北地区资源枯竭型城市发展乏力等共性问题;中部地区是绿色发展高值区与次高值区,且空间呈现出连片集聚发展特征;南部地区呈现出由单一城市极核发展向双核驱动与区域共同发展的转变。

④2005年绿色发展前五位的影响因素作用强弱排序依次为 $R_2 > S_2 > R_1 > S_1 > P_4$,2010年则为 $R_4 > R_5 > S_4 > S_2 > S_5$,2015年则为 $R_1 > S_1 > R_5 > S_2 > P_5$,折射出经济发展仍是东北限制开发区绿色发展的重要影响因素,且人均固定资产投资(R_1)作用程度较为明显,反映了东北限制开发区绿色发展模式依赖于政府主导下的投资拉动,相对具有自上而下“指令性”发展特征。探测因子 P_2 、 S_3 、 S_4 、 R_2 解释力下降,其余探测因子解释力上升,一方面说明了东北限制开发区绿色发展影响因素越来越错综复杂,单一因素作用强度不断弱化,另一方面也反映了东北限制开发区绿色发展深受“内驱力”和“外驱力”双重影响。

限制开发区作为区域发展与资源环境保护矛盾冲突最尖锐的地区,研究该类区域绿色发展时空格局与影响因素具有现实的诉求,不仅是对限制开发区可持续发展的有益探索,更是对东北因地制宜的限制开区域发展策略的积极响应。以5年为

研究周期虽能反映限制开发区绿色发展时空演变格局,但仍需长时限、历时态分析。另外限于数据获取等原因,研究区域以地级市为研究单位,未来需要加强对于县级及以下城市的相关研究。同时对于限制开发区绿色发展影响因素分析也只是选取了当前研究比较关注的15个因素,后期需要充分考虑体制机制、居民意识、环保监管、法律法规以及优惠政策等因素影响。

参考文献:

- [1] 胡鞍钢,周绍杰. 绿色发展:功能界定、机制分析与发展战略[J]. 中国人口·资源与环境,2014,24(1):14-20.
- [2] 吕晓,臧涛,张全景. 土地政策的农户认知及其农地转出响应研究——基于山东省287份农户问卷调查的实证[J]. 南京农业大学学报:社会科学版,2017,17(5):100-110.
- [3] 鲍超. 中国城镇化与经济增长及用水变化的时空耦合关系[J]. 地理学报,2014,69(12):1799-1809.
- [4] 徐传谔,王鹏,崔悦,等. 城镇化水平、产业结构与经济增长——基于中国2000—2015年数据的实证研究[J]. 经济问题,2017(6):26-29.
- [5] 穆学英,刘凯,任建兰. 中国绿色生产效率区域差异及空间格局演变[J]. 地理科学进展,2017,36(8):1006-1014.
- [6] Kortelainen M. Dynamic environmental performance analysis: A malmquist index approach [J]. Ecological Economics, 2008, 64(4): 701-715.
- [7] Chardine-Baumann E, Botta-Genoulaz V. A framework for sustainable performance assessment of supply chain management practices [J]. Computers & Industrial Engineering, 2014, 76: 138-147.
- [8] Johnston D, Lowe R, Bell M. An exploration of the technical feasibility of achieving CO₂ emission reductions in excess of 60% within the UK housing stock by the year 2050 [J]. Energy Policy, 2005, 33(13): 1643-1659.
- [9] Carfi D, Schiliro D. A cooperative model for the green economy [J]. Economic Modelling, 2012, 29(4): 1215-1219.
- [10] Barbier E B. A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery [J]. Cambridge Books, 2010, 4(3): 1-35.
- [11] Maik S, Axel M. Financing a green urban economy: The potential of the clean development mechanism(CDM) [J]. The Economy of Green Cities, 2013, 3(9): 363-368.
- [12] 李晓西,刘一萌,宋涛. 人类绿色发展指数的测算[J]. 中国社会科学,2014(6):69-95.
- [13] 杨志江,文超祥. 中国绿色发展效率的评价与区域差异[J]. 经济地理,2017,37(3):10-18.
- [14] 马勇,黄智洵. 长江中游城市群绿色发展指数测度及时空演变探析——基于GWR模型[J]. 生态环境学报,2017,26(5):794-807.
- [15] 张欢,罗畅,成金华,等. 湖北省绿色发展水平测度及其空间关系[J]. 经济地理,2016,36(9):158-165.
- [16] 黄跃,李琳. 中国城市群绿色发展水平综合测度与时空演化[J]. 地理研究,2017,36(7):1309-1322.
- [17] 郭永杰,米文宝,赵莹. 宁夏县域绿色发展时空分异及影响因素[J]. 经济地理,2015,35(3):45-52.
- [18] 黄建欢,吕海龙,王良健. 金融发展影响区域绿色发展的机理——基于生态效率和空间计量的研究[J]. 地理研究,2014,33(3):532-545.
- [19] 岳书敬,邹玉琳,胡姚雨. 产业集聚对中国城市绿色发展效率的影响[J]. 城市问题,2015(10):49-54.
- [20] 赵领娣,张磊,徐乐,等. 人力资本、产业结构调整与绿色发展效率的作用机制[J]. 中国人口·资源与环境,2016,26(11):106-115.
- [21] 于成学,葛仁东. 资源开发利用对地区绿色发展的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境,2015,25(6):121-126.
- [22] 朱美青,史文娇,黄宏胜. 江西省绿色发展区划[J]. 应用生态学报,2017,28(8):2687-2696.
- [23] 甄霖,杜秉贞,刘纪远,等. 国际经验对中国西部地区绿色发展的启示:政策及实践[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(10):8-17.
- [24] 肖建红,王敏,于庆东,等. 海岛旅游绿色发展生态补偿标准研究——以浙江舟山普陀旅游金三角为例[J]. 长江流域资源与环境,2016,25(8):1247-1255.
- [25] 樊杰. 中国主体功能区划方案[J]. 地理学报,2015,70(2):186-201.
- [26] 赵丹阳,佟连军,仇方道,等. 松花江流域城市用地扩张的生态环境效应[J]. 地理研究,2017,36(1):74-84.
- [27] 朱一中,曹裕. 基于PSR模型的广东省城市土地集约利用空间差异分析[J]. 经济地理,2011,31(8):1375-1380.
- [28] 高珊,黄贤金. 基于PSR框架的1953-2008年中国生态建设成效评价[J]. 自然资源学报,2010,25(2):341-350.
- [29] 苏利阳,郑红霞,王毅. 中国省际工业绿色发展评估[J]. 中国人口·资源与环境,2013,23(8):116-122.
- [30] 李汝资,宋玉祥,李雨停,等. 近10a来东北地区生态环境演变及其特征研究[J]. 地理科学,2013,33(8):935-941.
- [31] 郭付友,佟连军,魏强,等. 吉林省松花江流域产业系统环境适应性时空分异与影响因素[J]. 地理学报,2016,71(3):459-470.
- [32] 张明华,郑元文. 近10年来山东省区域经济发展差异时空演变及驱动力分析[J]. 经济地理,2013,33(1):79-85.
- [33] 杜挺,谢贤健,梁海艳,等. 基于熵权TOPSIS和GIS的重庆市县域经济综合评价及空间分析[J]. 经济地理,2014,34(6):40-47.
- [34] Wang J F, Hu Y. Environmental health risk detection with GeogDetector [J]. Environmental Modelling and Software, 2005, 20(10): 114-115.
- [35] Wang J F, Li X H, Christakos G, et al. Geographical detectors-based health risk assessment and its application in the neural tube defects study of the Heshun Region, China [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2010, 24(1): 107-127.
- [36] 王劲峰,徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报,2017,72(1):116-134.
- [37] 吕晨,蓝修婷,孙威. 地理探测器方法下北京市人口空间格局变化与自然因素的关系研究[J]. 自然资源学报,2017,32(8):1385-1397.
- [38] 甘静,郭付友,陈才,等. 2000年以来东北地区城市化空间分异的时空演变分析[J]. 地理科学,2015,35(5):565-575.