

李平, 佟连军, 范围广, 等. 吉林省限制开发区域绿色发展格局演变及障碍因素识别[J]. 地理科学, 2020, 40(5): 730-739. [Li Ping, Tong Lianjun, Fan Weiguang et al. Evolution of green development pattern and identification of obstacles in the restricted development zones of Jilin Province. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(5): 730-739.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.05.007

吉林省限制开发区域绿色发展格局演变 及障碍因素识别

李平^{1,2,3}, 佟连军¹, 范围广^{1,2}, 郭艳花^{1,4}

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130102; 2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 吉林省社会科学院, 吉林 长春 130033; 4. 东北师范大学地理科学学院, 吉林 长春 130024)

摘要:以吉林省限制开发区域为实证研究区域, 基于2005、2010、2015、2017年各市(州)的截面数据, 从绿色增长、绿色福利、绿色财富3个维度构建绿色发展指标体系, 运用熵权-TOPSIS模型、障碍度模型等方法, 探究吉林省限制开发区域绿色发展水平的时空演变特征及障碍因素。结果表明: ① 2005-2017年吉林省限制开发区域绿色发展水平呈现“N”字型波动上升的时序演化特征, 总体上绿色发展水平上升较慢。② 吉林省限制开发区域绿色发展水平存在明显的空间分异特征, 总体呈现东部高、中、西部低的特征, 且两级分化特征更加明显。③ 人均工业增加值、第二产业产值比重、建成区绿化覆盖率、每万人拥有普通高等学校人数、人均水资源量、城市生活污水处理率是研究期内制约吉林省限制开发区域绿色发展水平提升的主要指标层障碍因子。

关键词: 绿色发展; 熵权-TOPSIS模型; 限制开发区

中图分类号: F127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2020)05-0730-10

伴随着经济的快速发展, 资源环境与经济发展之间的矛盾日益凸显, 促使人类对现存的经济方式进行再思考^[1]。早期, 卡逊发表的《寂静的春天》、大卫皮尔斯出版的《绿色经济蓝皮书》以及罗马俱乐部发表的关于《增长的极限》报告等, 均在呼吁社会各界重视绿色发展^[2]。绿色发展能有效突破资源环境约束, 破解经济发展中的生态环境难题, 解决经济发展与生态环境之间的矛盾^[3], 是新型的可持续发展道路。国外学者对绿色发展的研究主要集中在绿色发展内涵与理论^[4-6]、绿色发展水平与绩效评价^[7,8]、绿色发展模式与路径^[9,10]以及绿色新政^[11,12]等方面, 研究成果较为丰富。国内学者对绿色发展的研究主要集中在绿色发展水平与效率评估^[13,14]、绿色发展影响因素识别^[15,16]、行业绿色发展评价^[17,18]以及绿色发展激励机制^[19,20]等方面。目前, 对绿色发展水平的评价主要采用数据包络分析(DEA)^[21]、单一指数法^[22]和综合评价法^[23]

等。以往丰富的研究成果为绿色发展深入研究奠定了坚实的科研基础。但是, 绿色发展是新时代的新命题, 对绿色发展的定性分析和定量研究还需进一步系统深化, 绿色发展评价指标和模型还有待进一步的创新。此外, 学者对省域、城市群以及行业的绿色发展进行了较多的评估, 但是针对欠发达地区的绿色发展研究还相对较少。

主体功能区划是在新的历史时期, 针对中国国土空间的开发无序性与失衡等现实问题而提出, 是对中国区域协调发展战略的再次升华。按照主体功能区划战略, 限制开发区域是加强生态修复和保护、禁止大规模的工业化和城市化开发, 保障全国或地区生态和农产品安全的重要区域^[24]。自主体功能区划提出以来, 国内学术界对限制开发区域的研究主要集中在对限制开发区域人口容量^[25]、经济发展评价^[26]、经济发展模式^[27]、生态补偿机制^[28]等方面。国家“限制开发”主体功能的定位在某种种

收稿日期: 2019-03-15; **修订日期:** 2019-11-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771138)资助。[Foundation: National Natural Sciences Foundation of China (41771138).]

作者简介: 李平(1985-), 女, 内蒙古阿荣旗人, 满族, 博士研究生, 助研, 主要从事城市发展与产业经济研究。E-mail: liping1202@126.com

通讯作者: 佟连军, 研究员。E-mail: tonglj@iga.ac.cn

度上“剥夺了区域的发展机会,即使国家提出要通过人口、产业、财政、生态补偿等政策来保障区域生态功能的发挥,但限制开发区地域广大、经济发展落后,仅靠国家相应补偿政策难以实现限制开发区的内生发展。通过建立在生态环境容量和资源能源承载力范围内的绿色发展框架,可以适应限制开发区域保护性开发的发展需求,不仅为限制开发区域科学发展提供了新理念,而且可以协调限制开发区域“保护”与“发展”之间的冲突。开展吉林省限制开发区域绿色发展研究,理论上有利于拓展欠发达地区可持续发展研究的内涵,实践上为科学制定限制开发区域绿色发展政策提供参考。

1 研究方法 with 数据

1.1 研究区域界定

为解决空间开发失序、要素和资源空间配置效率低、人地关系问题突出等问题,国家“十一五”规划纲要首次提出将中国的国土空间划分为4类主体功能区,即优化开发区、重点开发区、限制开发区和禁止开发区。吉林省作为中国重要的商品粮基地与重点生态功能区,限制开发区域面积占吉林省国土面积的大多数,经济发展与生态环境保护之间的矛盾突出,急需建立生态环境容量和资源承载力约束下的绿色发展模式,适应限制开发区域保护性开发的发展要求。本研究区域是指《全国主体功能区划》以及《吉林省主体功能区划》确定的限制开发区域,考虑县(市、区)级相关数据的可获取性,本文参照已有研究成果^[29],对吉林省限制开发区域做如下处理:若一个地级市中属于限制开发区的县(市、区)的数量占该地级市辖县(市、区)数量的50%以上,同时限制开发区的县(市、区)GDP占地级市GDP比重在50%以上的,则将该地级市归为限制开发区。由此本文研究区域包括白山市、通化市、辽源市、四平市、松原市、白城市和延边朝鲜族自治州,共6个地级市和1个自治州。2017年研究区域总面积142 961 km²,总人口1 451.52万人,总GDP为5 799.46亿元,分别占吉林省总面积的76.44%,总人口的55.49%,总GDP的38.81%^[30]。

1.2 指标体系构建

绿色发展的理论前提是经济系统、社会系统和自然系统的共生性^[31],是以增强经济活力、增进社会福祉、增益资源财富为目标^[32]。为定量评估吉

林省限制开发区域绿色发展的时空演变特征,遵循系统性、科学性及数据可获得性的原则,并参考已有研究成果^[33-37],从绿色增长、绿色福利、绿色财富3个维度构建吉林省限制开发区域绿色发展评价指标体系。其中,绿色增长代表在一定的经济发展水平下经济增长与环境污染、资源消耗实现脱钩,经济增长的结构和质量不断提升,绿色福利是绿色发展的目标,涵盖社会发展效率和绿色公共服务,绿色财富是资源承载力和生态环境容量的重要体现,是绿色福利和绿色增长的基础。绿色增长的测度则从经济发展规模、经济发展结构、经济发展质量3个方面进行,经济发展规模代表了区域经济发展的量变水平,经济发展结构代表了区域经济发展的质变水平,经济发展质量代表了经济发展的资源利用效率和污染物处理效率。绿色福利则从社会发展效益和绿色公共服务2个方面进行,全面反映限制开发区域在发展过程对人类福祉的影响。绿色财富则从资源环境压力、资源环境状态、资源环境响应3个方面进行,其中资源环境压力代表限制开发区域的资源消耗水平与污染物排放水平,资源环境状态反映限制开发区域资源环境的承载能力,资源环境响应则代表了限制开发区域对资源环境压力的应对能力。综上,本研究构建了涵盖3个系统层,8个准则层,22个指标的绿色发展评价指标体系(表1)。

1.3 研究方法

1.3.1 熵权-TOPSIS评价模型

熵权-TOPSIS评价法通过熵权法确定评价指标的权重,再通过TOPSIS评价法利用逼近理想解确定评价对象的排序。本文采用熵权-TOPSIS评价模型,客观全面评价吉林省限制开发区域各市(州)的绿色发展时空格局演变,具体计算详见文献[38]。

最优绿色发展水平的贴近度(D_i):

$$D_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (1)$$

式中, D_i^+ 、 D_i^- 分别为各评价对象与最优解和最劣解的欧式距离。贴近度 $D_i \in [0, 1]$, D_i 越接近1,表明其绿色发展水平越接近最优绿色发展水平, D_i 越接近0,表明其绿色发展水平越接近最劣绿色发展水平,根据绿色发展水平贴近度的大小,可以对吉林省限制开发区域各市(州)绿色发展水平进行优劣排序。

表1 吉林省限制开发区绿色发展水平指标体系

Table 1 Index system of green development level in restricted development zone of Jilin

目标层	系统层	准则层	指标层	指标属性	权重			
					2005年	2010年	2015年	2017年
吉林省限制 开发区域绿 色发展	绿色增长(A)	经济发展规模(A1)	人均GDP(万元/人)(A11)	正向	0.0253	0.0563	0.0500	0.0538
			人均工业增加值(万元/人)(A12)	正向	0.0375	0.0672	0.0442	0.0694
		经济发展结构(A2)	第二产业产值比重(%) (A21)	正向	0.0364	0.0422	0.0550	0.0758
	第三产业产值比重(%) (A22)		正向	0.0220	0.0665	0.0322	0.0452	
	经济发展质量(A3)	万元GDP能耗(t标准煤/万元)(A31)	负向	0.0276	0.0284	0.0273	0.0449	
		万元GDP SO ₂ 排放量(kg/万元)(A32)	负向	0.0342	0.0364	0.0288	0.0221	
		万元GDP COD排放量(kg/万元)(A33)	负向	0.0308	0.0258	0.0409	0.0225	
	绿色福利(B)	社会发展效益(B1)	人均财政收入(元/人)(B11)	正向	0.0395	0.0516	0.0663	0.0559
			城镇居民人均可支配收入(元)(B12)	正向	0.0590	0.0319	0.0216	0.0388
			农村居民人均可支配收入(元)(B13)	正向	0.0285	0.0249	0.0301	0.0312
	绿色公共服务(B2)	建成区绿化覆盖率(%) (B21)	正向	0.0583	0.0791	0.0341	0.0241	
		每万人拥有卫生人员数(人)(B22)	正向	0.0332	0.0301	0.0464	0.0422	
		每万人拥有普通高等学校人数(人)(B23)	正向	0.0655	0.0436	0.1377	0.0541	
	绿色财富(C)	资源环境压力(C1)	人均工业废气排放量(t/人)(C11)	负向	0.0237	0.0249	0.0210	0.0302
			人均社会用电量(kWh/人)(C12)	负向	0.0364	0.0469	0.0403	0.0353
			人均工业废水排放量(t/人)(C13)	负向	0.0251	0.0260	0.0209	0.0381
		资源环境状态(C2)	人均水资源量(m ³ /人)(C21)	正向	0.0850	0.0799	0.0879	0.1041
			人均耕地面积(hm ² /人)(C22)	正向	0.0397	0.0459	0.0463	0.0482
			森林覆盖率(%) (C23)	正向	0.0606	0.0695	0.0485	0.0506
		资源环境响应(C3)	工业二氧化硫去除率(%) (C31)	正向	0.0416	0.0437	0.0205	0.0215
			工业固体废弃物综合利用率(%) (C32)	正向	0.0422	0.0232	0.0309	0.0374
			城市生活污水处理率(%) (C33)	正向	0.1480	0.0559	0.0691	0.0544

1.3.2 障碍度模型

在分析吉林省限制开发区域绿色发展水平时空格局演变的基础上,为进一步探讨和识别制约吉林省限制开发区域绿色发展水平提高的障碍因素,本文引入障碍度模型^[39]诊断障碍因素。计算公式如下:

$$P_{ij} = \frac{(1 - r_{ij}) \times \omega_j \times 100\%}{\sum_{j=1}^n [(1 - r_{ij}) \times \omega_j]} \quad (2)$$

式中, P_{ij} 为第 i 个市(州)第 j 个指标绿色发展水平的障碍度, r_{ij} 为第 i 个市(州)第 j 个指标的标准化值, ω_j 为第 j 个指标的权重。

1.4 数据来源

本文主要研究 2005–2017 年吉林省限制开发区域绿色发展,揭示自主体功能区划提出以来其时空演变特征。研究数据来源于 2006、2011、2016、2018 年《吉林统计年鉴》^[30,40]、《中国城市统计年鉴》^[41], 2005、2010、2015、2017 年《吉林省水资源

公报》以及各地国民经济和社会发展统计公报。森林面积、耕地面积来源于中国科学院资源环境科学数据中心,基于 Landsat TM/ETM 遥感影像,从 2005、2010、2015、2017 年土地利用图提取,精度为 1 km×1 km。

2 吉林省限制开发区域绿色发展时空演变

2.1 吉林省限制开发区域绿色发展时序演化特征

基于熵权-TOPSIS 模型计算结果(表 2),吉林省限制开发区域绿色发展水平呈现“N”字型波动上升的时序演化特征,由 2005 年的 0.411 4 上升到 2010 年的 0.456 0, 2015 年又降到 0.403 5, 转而 2017 年又升到 0.455 6。总体上看,吉林省限制开发区域绿色发展水平提升缓慢,年均增长率仅为 0.85%,尚未改变资源型和重型化的产业结构,经济发展新动能培育不足。从市(州)层面绿色发展水平及排名情况来看,2005 年绿色发展水平排名

表2 吉林省限制开发区域绿色发展水平评价结果

Table 2 Results and ranking of green development level of the restricted development zone in Jilin Province

地级市	2005年		2010年		2015年		2017年	
	指数	排名	指数	排名	指数	排名	指数	排名
四平市	0.5176	1	0.3378	6	0.2998	7	0.3606	7
辽源市	0.4884	2	0.4824	3	0.3787	5	0.4957	3
通化市	0.3641	6	0.4483	5	0.3794	4	0.4491	4
白山市	0.4025	4	0.5221	2	0.4489	2	0.5688	1
松原市	0.3732	5	0.4535	4	0.4161	3	0.4263	5
白城市	0.2873	7	0.3329	7	0.3005	6	0.3867	6
延边朝鲜族自治州	0.4464	3	0.6151	1	0.6013	1	0.5018	2
平均值	0.4114	—	0.4560	—	0.4035	—	0.4556	—

前三的依次是四平市、辽源市、延边朝鲜族自治州,到2017年绿色发展水平排名前三的依次是白山市、延边朝鲜族自治州、辽源市。可见,吉林省东部绿色转型区建设成果显著,白山市、通化市、延边朝鲜族自治州绿色发展水平相对较高,且呈稳步提升的态势。从排名动态变化来看,四平市、白城市绿色发展水平较低,四平市除2005年排名第一,其余年份均处在末位附近,急需转变经济发展方式和加强生态环境保护。这说明白山市、辽源市的资源型城市转型取得了较好的成效,经济发展的水平和质量得到了提高。

从吉林省限制开发区域绿色发展系统构成来看,绿色增长水平呈现波动上升的趋势,从2005的0.114 0上升到2017年的0.149 2,在2015年达到绿色增长的最高值0.195 5,这说明随着吉林省限制开发区域经济发展水平的提升,经济发展结构向合理化和高级化演进,经济增长质量不断提高,万元GDP能耗和污染物排放强度有所下降。绿色福利水平从2005年的0.109 7增长到2017年的0.125 2,年均增长率0.13%,呈现平稳的增长趋势,反映了随着限制开发区域经济发展水平的提高,社会发展效益、绿色公共服务得到一定的提升和优化。绿色财富水平2005年和2017年总体变化不大,在2015年跳跃式下降到0.120 6后又快速恢复到2017年的0.197 7,说明由于限制开发区域生态环境脆弱,资源环境承载能力有限,与经济快速发展的需求之间一直存在矛盾,致使绿色财富水平变化趋缓,这也反映出提高绿色财富的长期性和重要性(图1)。

2.2 吉林省限制开发区域绿色发展空间分异特征

为了展现出吉林省限制开发区域绿色发展水平的空间差异,本文引入变异系数。经测算吉林省

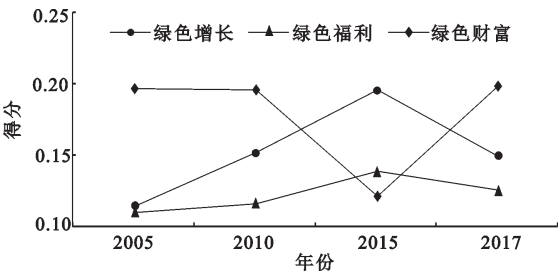


图1 吉林省限制开发区域绿色发展系统层时间演变
Fig.1 Time evolution of green development system layer of the restricted development zone in Jilin

限制开发区域绿色发展水平变异系数呈现先上升后下降的趋势,由2005年的0.192 5逐步上升到2015年的0.255 7,又下降到2017年的0.158 4。这说明吉林省限制开发区域绿色发展水平空间上的差异先逐渐增大后又逐渐缩小,市(州)之间的差距依然存在。为了更直观显示吉林省限制开发区域绿色发展水平空间分异情况,借助于ArcGIS软件,采用自然断裂点法,将2005、2010、2015、2017年绿色发展水平分为4类,即低值区、次低值区、次高值区、高值区(图2)。由图2可知,总体上吉林省限制开发区域绿色发展水平存在明显的空间分异特征。2005、2010、2015、2017年绿色发展空间格局总体呈现东部高、中、西部低的特征,具有较强的空间锁定特征,东部形成稳定的高值区,中、西部形成稳定的低值区。从研究时限内的空间分异演化过程来看,2005-2010年高值区逐步向吉林省东部扩散,东部绿色发展水平得到增强,2010年到2017年,东部绿色发展水平得到进一步增强,集聚特征显著,东部与中、西部空间差异更加显著,两极化发展趋势更加明显。

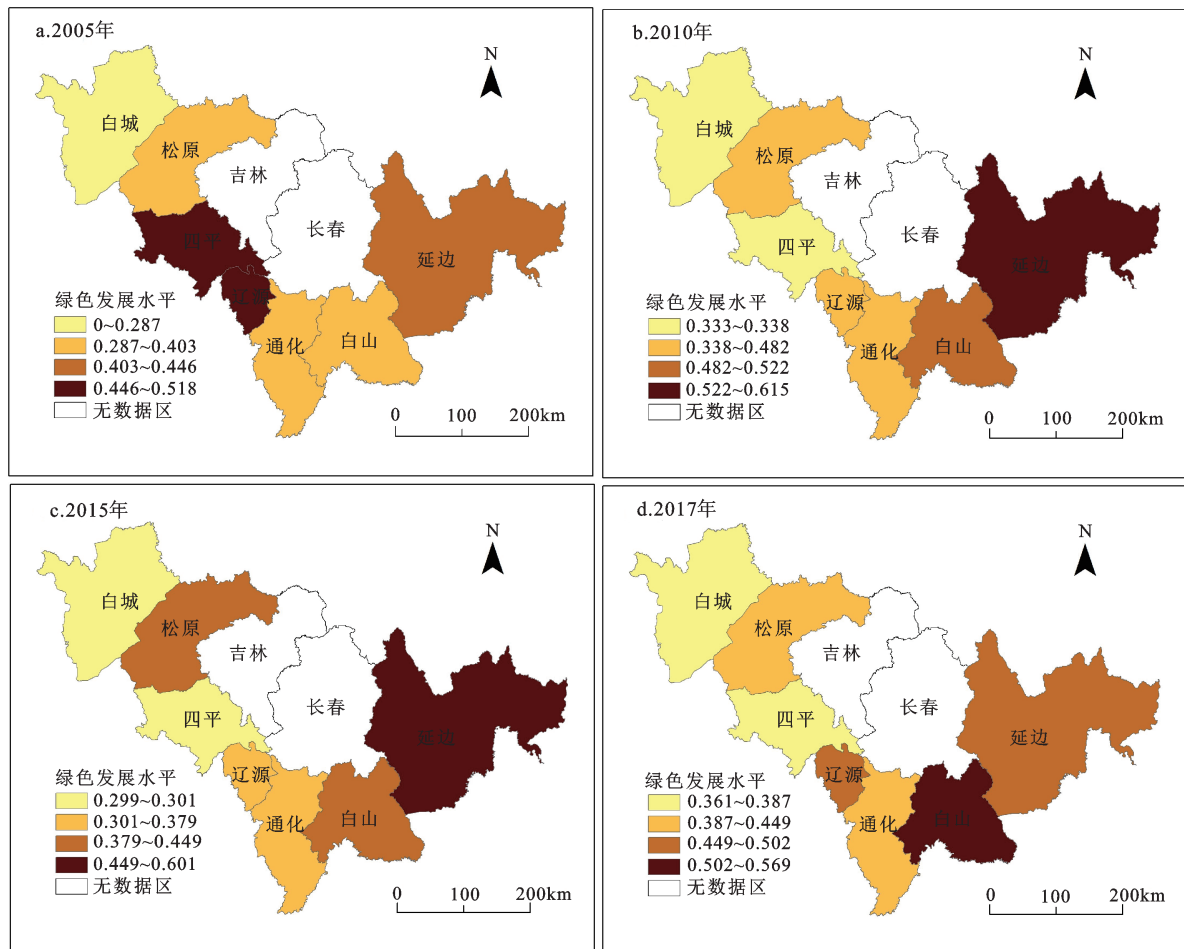


图2 吉林省限制开发区绿色发展水平空间分异

Fig.2 Spatial differentiation of green development level in the restricted development zone of Jilin

根据绿色发展水平系统层的变异系数计算结果可知,绿色增长、绿色福利和绿色财富呈现不同的空间分异特征。其中,绿色增长变异系数由2005年的0.300 2上升到2017年的0.381 3,绿色福利变异系数由2005年0.490 5下降到2017年的0.381 3,绿色财富的变异系数由2005年的0.217 9下降到2017年的0.165 0,绿色增长的空间差异逐渐增大,绿色福利和绿色财富的空间差异有所收缩。利用ArcGIS软件将绿色发展系统层绿色增长、绿色福利、绿色财富进行空间可视化(图3)。从图3可以看出,吉林省限制开发区绿色发展系统层存在绿色财富>绿色增长>绿色福利的现象,这说明吉林省绿色发展具有较好的自然资本,但绿色增长还有较大提升的空间,未来需加快经济发展发展方式的转变,大力发展生态产业,构建绿色产业体系,实现经济增长与资源能源消耗脱钩,提高绿色发展的经济效益,进而促进绿色财富的不

断累计及绿色福利的稳步提升。

3 吉林省限制开发区绿色发展障碍因素识别

吉林省限制开发区绿色发展受到多种因素的相互制约,本部分运用障碍度模型识别影响吉林省限制开发区绿色发展水平的障碍因素,按照系统层、准则层、指标层分别判断其主要障碍因素,以期揭示吉林省限制开发区绿色发展的影响机理。系统层障碍因子对吉林省限制开发区绿色发展水平的障碍程度与变化趋势各不相同。研究期内,绿色增长障碍度呈现波动上升的趋势,绿色福利障碍度呈现波动下降的趋势,而绿色财富的障碍度呈现下降趋势。从系统层障碍因素的作用强度来看,2005年绿色财富>绿色福利>绿色增长,2017年绿色增长>绿色财富>绿色福利。这说明未来吉林省限制开发区绿色发展水平的提升需要从

2017年吉林省限制开发区绿色发展水平前5位的障碍指标是 $C21(13.33\%) > A21(8.99\%) > A12(7.91\%) > B11(6.47\%) > C33(5.70\%)$ 。由上可知,人均工业增加值($A12$)、第二产业产值比重($A21$)、建成区绿化覆盖率($B21$)、每万人拥有普通高等学校人数($B23$)、人均水资源量($C21$)、城市生活污水处理率($C33$)是研究期内制约吉林省限制开发区绿色发展水平提升的主要指标层障碍因子。从2005年到2017年指标层主要障碍因子作用强度的变化来看,人均工业增加值($A12$)、第二产业产值比重($A21$)对绿色发展水平提升的阻碍强度呈逐渐增大的趋势,进一步证实了吉林省限制开发区急需调整和优化产业结构,加快推进产业向高级化和合理化发展进程;建成区绿化覆盖率($B21$)、每万人拥有普通高等学校人数($B23$)对绿色发展水平提升的阻碍程度呈逐渐减弱的趋势,这说明随着经济的发展,社会公共设施和人力资本的投入有所提升,公平与和谐的社会环境正在形成。人均水资源量($C21$)对绿色发展水平提升的阻碍程度呈现增强的趋势,这与吉林省水资源相对短缺,且时空分布不均关系较大。城市生活污水处理率($C33$)对绿色发展水平提升的阻碍程度则呈逐年减弱的趋势,这与各市(州)的城市污水处理能力显著提升有关。

4 结论与讨论

1) 2005–2017年吉林省限制开发区绿色发展水平呈现“N”字型波动上升的时序演化特征,总体上绿色发展水平上升较慢。吉林省限制开发区域尚未改变资源型和重型化的产业结构,经济发展新动能培育不足。吉林省东部的白山市、通化市、延边朝鲜族自治州绿色发展水平相对较高,且呈稳步提升的态势。吉林省中、西部的四平市、白城市绿色发展水平较低,急需转变经济发展方式和加强生态环境保护。

2) 吉林省限制开发区域绿色发展水平在空间上的差异呈现先逐渐增大后又逐渐缩小的态势,但各市(州)之间的差距依然存在。吉林省限制开发区域绿色发展水平的空间分异特征显著,总体呈现东部高、中、西部低的特征,东部逐渐形成稳定的高值区,中、西部形成稳定的低值区,具有较强的空间锁定特征,两级分化特征更加明显。

3) 从系统层障碍因素作用强度看,由2005年的绿色财富>绿色福利>绿色增长转为2017年的绿

色增长>绿色财富>绿色福利,未来绿色发展水平的提升需要从提高经济发展的质量和效益入手,促进经济发展方式的绿色转型。从准则层障碍因素阻碍程度变化来看,经济发展规模、经济发展结构、资源环境压力、资源环境状态对绿色发展水平的阻碍度呈现上升趋势,经济发展质量、社会发展效益、绿色公共服务、资源环境响应对绿色发展水平的阻碍度呈现下降趋势。未来,吉林省限制开发区急需优化经济发展结构、提高经济发展质量,改变经济发展对资源环境的过度摄取模式。

4) 从指标层障碍因素分析可知,人均工业增加值($A12$)、第二产业产值比重($A21$)、建成区绿化覆盖率($B21$)、每万人拥有普通高等学校人数($B23$)、人均水资源量($C21$)、城市生活污水处理率($C33$)是研究期内制约吉林省限制开发区绿色发展水平提升的主要指标层障碍因子。根据上述障碍因子作用强度的变化趋势可以得到启示,调整和优化产业结构,加快推进产业向高级化和合理化发展进程,保护和合理利用水资源,是未来一段时间提升吉林省限制开发区域绿色发展水平的关键所在。

限制开发区域作为人地关系矛盾最尖锐的地区,研究该类区域绿色发展时空演变特征与影响因素具有现实的诉求。本研究从绿色增长、绿色福利、绿色财富3个维度构建了吉林省限制开发区域绿色发展评价指标体系,运用熵权–TOPSIS模型与障碍度模型,深入分析了吉林省限制开发区域2005–2017年绿色发展水平的时空演变特征及障碍因素,将为下阶段吉林省限制开发区域制定绿色发展政策、转变经济发展方式、推进供给侧结构性改革、培育经济发展新动能、推动公共服务均等化等提供前期探索和积累。但限于数据获取等原因,以地级市为研究区域,未来仍需要加强县级及以下城市的绿色发展相关研究。同时,对于绿色发展评价指标体系,未来还需修正建立具有不同类型限制开发区特色的绿色发展评价指标体系。

参考文献(References):

- [1] 李晓西,潘建成.中国绿色发展指数的编制——《2010中国绿色发展指数年度报告省际比较内容简述》[J].经济研究参考,2011(2):36-64. [Li Xiaoxi, Pan Jiancheng. The compilation of China Green Development Index 2010 China Green Development Index annual report, provincial comparison, content brief.Re-

- view of Economic Research, 2011(2):36-64.]
- [2] Eve Z Bratman. Contradictions of green development: Human rights and environmental norms in light of belo Monte Dam activism[J]. Journal of Latin American Studies, 2014, 46(2):261-289.
- [3] Marc M F. Satellite images show China going green[J]. Nature, 2018, 553(7689): 411-413.
- [4] Dercon Stefan. Climate change, green growth, and aid allocation to poor countries[J]. Oxford Review of Economic Policy, 2014, 30(3):531-549.
- [5] Janicke M. "Green growth": From a growing eco-industry to economic sustainability[J]. Energy Policy, 2012, 48:13-21.
- [6] Jakob Michael, Edenhofer Ottmar. Green growth, degrowth, and the commons[J]. Oxford Review of Economic Policy, 2014, 30(3): 447-468.
- [7] Elfriede Penz, Pia Polska. How do companies reduce their carbon footprint and how do they communicate these measures to stakeholders?[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 195(10): 1125-1138.
- [8] Kortelainen M. Dynamic environmental performance analysis: A malmquist index approach[J]. Ecological Economics, 2008, 64(4):701-715.
- [9] Carfi D, Schiliro D. A coopetitive model for the green economy [J]. Economic Modelling, 2012, 29(4):1215-1219.
- [10] Brown Ed, Cloke Jonathan, Gent Danielle et al. Green growth or ecological commodification: debating the green economy in the global South[J]. Geografiska Annaler, 2014, 96(3):245-259.
- [11] Koji S, Yoshitaka T, Kei G. Developing a long-term local society design methodology towards a low carbon economy: An application to Shiga Prefecture in Japan [J]. Energy Policy, 2007, 35(9): 4688-4703.
- [12] McKendry Corina, Janos Nik. Greening the industrial city: Equity, environment, and economic growth in Seattle and Chicago [J]. International Environment Agreements: Politics, Law and Economics, 2015, 15(1):45-60.
- [13] 卢丽文, 宋德勇, 李小帆. 长江经济带城市发展绿色效率研究 [J]. 中国人口资源与环境, 2016, 26(6):35-42. [Lu Liwen, Song Deyong, Li Xiaofan. Green efficiency of urban development in the Yangtze River Economic Belt. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(6):35-42.]
- [14] 车磊, 白永平, 周亮, 等. 中国绿色发展效率的空间特征及溢出分析 [J]. 地理科学, 2018, 38(11): 1788-1798. [Che Lei, Bai Yongping, Zhou Liang et al. Spatial pattern and spillover effects of green development efficiency in China. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(11): 1788-1798.]
- [15] 赵领娣, 袁田, 赵志博. 城镇化对绿色发展绩效的门槛效应研究——以大西北、黄河中游两大经济区城市为例[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(9):10-16. [Zhao Lingdi, Yuan Tian, Zhao Zhibo. Threshold effect between urbanization and green development performance. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2019, 33(9):10-16.]
- [16] 刘杰, 於世为. 产业结构优化对绿色发展中生态效率的影响——以长江经济带为例[J]. 环境经济研究, 2019, 4(3):73-91. [Liu Jie, Yu Shiwei. Impacts of industrial structure optimization on ecoefficiency in green development: An Example of Yangtze River Economic Belt. Journal of Environmental Economics, 2019, 4(3):73-91.]
- [17] 张江雪, 蔡宁, 杨陈. 环境规制对中国工业绿色增长指数的影响 [J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(1):24-31. [Zhang Jiangxue, Cai Ning, Yang Chen. Impact of environmental regulation on green growth index of industry in China. China Population, Resources and Environment, 2015, 25(1):24-31.]
- [18] 徐成龙, 庄贵阳. 供给侧改革驱动中国工业绿色发展的动力结构及时空效应[J]. 地理科学, 2018, 38(6): 849-858. [Xu Chenglong, Zhuang Guiyang. Dynamic structure and spatio-temporal effect of supply-side reform on industrial green development in China. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(6): 849-858.]
- [19] 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. [Hu Angang, Zhou Shaojie. Green development: Functional definition, mechanism analysis and development strategy. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(1): 14-20.]
- [20] 张世秋. 绿色发展的制度和政策改革分析[J]. 环境保护, 2016, 44(11): 34-37. [Zhang Shiqiu. Analysis on the system and policy reform of green development. Environmental Protection, 2016, 44(11): 34-37.]
- [21] 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. [Yang Zhijiang, Wen Chaoxiang. Evaluation on China's green development efficiency and regional disparity. Economic Geography, 2017, 37(3):10-18.]
- [22] 沈晓艳, 王广洪, 黄贤金. 1997~2013年中国绿色GDP核算及时空格局研究[J]. 自然资源学报, 2017, 32(10): 1639-1650. [Shen Xiaoyan, Wang Guanghong, Huang Xianjin. Green GDP accounting and spatio-temporal pattern in China from 1997 to 2013. Journal of Natural Resources, 2017, 32(10): 1639-1650.]
- [23] 任嘉敏, 马延吉. 东北老工业基地绿色发展评价及障碍因素分析[J]. 地理科学, 2018, 38(7): 1042-1050. [Ren Jiamin, Ma Yanji. Green development level and the obstacle factors of Old Industrial Base in Northeast China. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(7):1042-1050.]
- [24] 樊杰. 主体功能区战略与优化国土空间开发格局[J]. 中国科学院院刊, 2013, 28(2):193-205. [Fan Jie. The strategy of major function oriented zoning and the optimization of territorial development patterns. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2013, 28(2):193-205.]
- [25] 李娜, 陈克龙. 青海省限制开发区人口容量研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(3): 9-12. [Li Na, Chen Kelong. Research on the population capacity of the restricted development area in Qinghai province. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(3): 9-12.]
- [26] 郭永杰, 米文宝, 赵莹, 等. 基于集对分析的宁夏限制开发生态区经济脆弱性评价[J]. 干旱区资源与环境, 2014, 28(8):32-38.

- [Guo Yongjie, Mi Wenbao, Zhao Ying et al. The evaluation on economic system vulnerability of limited developing ecological zones in Ningxia. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2014, 28(8): 32-38.]
- [27] 李富佳,韩增林,王利.主体功能区划下过渡期辽宁省限制开发区发展模式[J].地理科学进展,2008,27(5):105-113.[Li Fujia, Han Zenglin, Wang Li. The pattern of development in the restricted Zone of Liaoning province during the transition period based on major function oriented zoning. *Progress in Geography*, 2008,27(5):105-113.]
- [28] 杨美玲,朱志玲,任凯丽.限制开发生态区农户生态补偿参与意愿及其影响因素——以宁夏盐池县为例[J].干旱区地理,2018, 41(1):634-641.[Yang Meiling, Zhu Zhiling, Ren Kaili. Farmers' participation and influencing factors in payments for environment services in limited developing ecological zones: A case of Yanchi County in Ningxia Province. *Arid Land Geography*, 2018, 41(1):634-641.]
- [29] 郭付友,侯爱玲,佟连军,等.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[J].经济地理,2018,38(8):58-66. [Guo Fuyou, Hou Ailing, Tong Lianjun et al. Spatio-temporal pattern and influencing factors of green development in the northeast restricted development zone since the revitalization of the Northeast China. *Economic Geography*, 2018, 38(8):58-66.]
- [30] 吉林省统计局,国家统计局吉林调查总队.吉林统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2018. [Jilin Provincial Bureau of Statistics, Jilin Investigation Corps of National Bureau of Statistics. *Jilin statistical year book*. Beijing: China Statistics Press, 2018.]
- [31] 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):4-20. [Hu Angang, Zhou Shaojie. Green development: Functional definition, mechanism analysis and development strategy. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(1): 14-20.]
- [32] 周亮,车磊,周成虎.中国城市绿色发展效率时空演变特征及影响因素[J].地理学报,2019,74(10):2027-2044. [Zhou Liang, Che Lei, Zhou Chenghu. Spatio-temporal evolution and influencing factors of urban green development efficiency in China. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(10): 2027-2044.]
- [33] 程钰,王晶晶,王亚平,等.中国绿色发展时空演变轨迹与影响机理研究[J].地理研究,2019,38(11):2745-2765.[Cheng Yu, Wang Jingjing, Wang Yaping et al. A comparative research of the spatial-temporal evolution track and influence mechanism of green development in China. *Geographical Research*, 2019, 38(11): 2745-2765.]
- [34] 郭付友,佟连军,刘志刚,等.山东省产业生态化时空分异特征与影响因素——基于17地市时空面板数据[J].地理研究,2019,38(9):2226-2238.[Guo Fuyou, Tong LianJun, Liu Zhigang et al. Spatial-temporal pattern and influencing factors of industrialecology in Shandong province: Based on panel data of 17 cities. *Geographical Research*, 2019, 38(9): 2226-2238.]
- [35] 刘艳军,刘德刚,付占辉,等.哈大巨型城市带空间开发-经济发展-环境演变的耦合分异机制[J].地理科学,2018,38(5):662-671.[Liu Yanjun, Liu Degang, Fu Zhanhui et al. The differentiation mechanism of coupling degree among space exploitation, economy development and environment evolution in Harbin-Dalian Giant Urban Belt. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(5):662-671.]
- [36] 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[J].生态学报,2020,40(7):2463-2472. [Guo Yanhua, Tong Lianjun, Mei Lin. The level of green development and obstacle factors in limited development ecological zone of Jilin Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2020,40(7): 2463-2472.]
- [37] 李雪铭,郭玉洁,田深圳,等.辽宁省城市人居环境系统耦合协调度时空格局演变及驱动力研究[J].地理科学,2019,39(8):1208-1218.[Li Xueming, Guo Yujie, Tian Shenzhen et al. The spatio-temporal pattern evolution and driving force of the coupling coordination degree of urban human settlements system in Liaoning Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2019,39(8): 1208-1218.]
- [38] 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. [Du Ting, Xie Xianjian, Liang Haiyan et al. County economy comprehensive evaluation and spatial analysis in chongqing city based on entropy weight-TOPSIS and GIS. *Economic Geography*, 2014,34(6):40-47.]
- [39] 傅聪颖,赖昭豪,郭熙.基于熵权TOPSIS模型的区域资源环境承载力评价及障碍因素诊断[J].生态经济,2020,36(1):198-204. [Fu Congying, Lai Zhaohao, Guo Xi. Evaluation of regional resource and environment carrying capacity based on the entrop-weight TOPSIS Model and the obstacle factors diagnosis. *Ecological Economy*, 2020,36(1):198-204.]
- [40] 吉林省统计局,国家统计局吉林调查总队.吉林统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006-2017. [Jilin Provincial Bureau of Statistics, Jilin Investigation Corps of National Bureau of Statistics. *Jilin statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2006-2017.]
- [41] 国家统计局城市社会经济调查司.中国城市统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2006-2018. [Bureau of Urban Social and Economic Research, National Bureau of Statistics. *China city statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2006-2018.]

Evolution of Green Development Pattern and Identification of Obstacles in the Restricted Development Zones of Jilin Province

Li Ping^{1,2,3}, Tong Lianjun¹, Fan Weiguang^{1,2}, Guo Yanhua^{1,4}

(1. *Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130102, Jilin, China;*

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Jilin Province Academy of

Social Sciences, Changchun 130033, Jilin, China; 4. College of Geographical Science,

Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China)

Abstract: Based on the cross-sectional data of 2005, 2010, 2015 and 2017, this article constructs a green development index system from 3 dimensions of green growth, green welfare and green wealth, using entropy weight TOPSIS evaluation method and obstacle model to explore the temporal and spatial evolution characteristics and obstacle factors of green development level in Jilin restricted development zone. The results show that: 1) From 2005 to 2017, the green development level of the restricted development zone in Jilin Province presented the time sequence evolution characteristic of "N" type fluctuation rising, and the overall green development level rises slowly, with an average annual growth rate of only 0.3%. 2) The green development level of the restricted development zone in Jilin Province had obvious spatial differentiation characteristics, which was high in the East, middle and low in the west, and the two-level differentiation characteristics were more obvious. 3) Per capita industrial added value, proportion of secondary industry output value, green coverage rate of built-up area, number of ordinary colleges and universities per 10 000 persons, per capita water resources and urban domestic sewage treatment rate were the main obstacle factors restricting the improvement of green development level of Development Zone in Jilin Province during the research period.

Key words: green development; entropy weight TOPSIS model; restricted development zone