

侯纯光,任建兰,程钰,等.中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制[J].地理科学,2018,38(10):1589-1596.[Hou Chunguang, Ren Jianlan, Cheng Yu et al. Spatial Evolution and Driving Mechanism of China's Greenization Process. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(10): 1589-1596.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2018.10.002

中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制

侯纯光¹,任建兰²,程钰²,刘树峰¹

(1.华东师范大学全球创新与发展研究院/华东师范大学城市与区域科学学院,上海 200062;

2.山东师范大学地理与环境学院,山东 济南 250358)

摘要:运用综合指数法、空间计量模型等方法,对中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制进行研究。研究表明:① 2000~2015年中国绿色化水平从0.352提升至0.859,其中绿色增长、绿色福利和绿色治理指数呈波动上升趋势,绿色财富指数呈逐渐下降的态势;② 中国绿色化空间分异特征从“小差距低水平”向“大差距高水平”转变,呈东部高,中部低,西部较高的“凹”字形空间格局特征;③ 经济发展水平、城镇化水平、创新投入、市场体制、全球化水平与绿色化呈显著性正相关,而产业结构(工业产值占GDP比重)与绿色化呈显著性负相关。

关键词:绿色化;绿色增长;绿色福利;绿色治理;绿色财富;中国

中图分类号:F129.9

文献标识码:A

文章编号:1000-0690(2018)10-1589-08

“后危机”时代,“绿色”成为全球重要议题^[1,2]。中国在2015年提出“绿色化”发展战略,表明中国生态文明建设的紧迫性和坚定性,也表明“绿色化”成为中国可持续发展的基础和实现经济转型的可操作路径^[3]。通过梳理相关文献发现,绿色化研究成果主要体现在以下几个方面:① “绿色化”系列概念及内涵解析。绿色发展^[1]、绿色经济^[4]、绿色转型^[5]、绿色化^[6]等发展理念相继提出,并从不同角度对其内涵进行了解析。② 绿色化研究分析框架。各研究领域从发展的视角构建了绿色增长^[7]、绿色发展^[1]和绿色转型分析框架^[8],为绿色化研究提供了科学的逻辑思路。③ 绿色化研究内容。绿色化相关研究主要涉及产业结构绿色化^[9]、绿色制度体系构建^[10]、绿色金融^[11]、绿色城市转型^[12]等内容。④ 绿色化研究方法。绿色化评价较为常用的方法有综合指数法^[13]、函数模型法^[14]、聚类分析法^[15]、数据包络法^[16]、TOPSIS法^[17]、情景分析法^[18]等。绿色化评价指标体系的构建是绿色化评价的基础,不同学者从不同角度构建了层次分明的绿色化评价指标体系,指标涵盖经济、社会、生态、环境、资源等各个方面^[13-15, 19, 20]。

与国外相比,中国对“绿色化”的研究成果还相对较少,存在一些亟待解决和反思的问题:① 尚未形成明确的绿色化概念框架。对绿色化的内涵与外延在理论与实践均未形成统一认可,进而影响后续评估与动力机制研究。② 绿色化研究缺乏完善的评价指标体系。对区域耦合系统绿色化的综合性度量缺少科学的理论和方法。③ 区域层面的绿色化进程空间格局动态演变研究薄弱。尚未充分考虑地理基底条件对绿色化的影响。综上,本文将研究焦点落在中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制上,以“过程+格局”“因素+机理”的研究视角全面揭示中国绿色化进程空间格局动态演变及其驱动机制。

1 “绿色化”系列概念的边界和内涵界定

作为一种新的发展理念和发展方式,绿色化与绿色发展、绿色经济、绿色转型等概念存在一定的重合,但也存在着差异。绿色发展是以绿色经济增长为基础,促进发展模式从传统的“黑色发展”向“绿色发展”转型,其本质是发展模式的绿色

收稿日期:2017-10-09;**修订日期:**2017-12-08

基金项目:国家自然科学基金项目(41501124,41571525)资助。[Foundation:National Natural Science Foundation of China (41501124, 41571525).]

作者简介:侯纯光(1990-),男,安徽利辛人,博士研究生,主要研究方向为科技创新与区域发展。E-mail: 1570846532@qq.com

化。绿色经济是一种能够兼顾经济效益和生态环境效益的经济范式,是环境友好的、生态的、公平的,其本质是经济的绿色化。狭义绿色转型主要是指经济层面的绿色转型,广义的绿色转型就是发展方式从黑色、褐色、灰色等“非绿色”向“绿色”动态转变的过程,这一定义与绿色化的内涵较为接近,共轭关系较强。

绿色化的理论基础是经济、社会、生态环境三大系统的共生性。所以,“绿色化”涵盖经济、社会、生态环境的全面绿色转型,其核心内容是发展模式从非绿色向绿色转化,即由人类经济社会发展与生态环境相背离的发展范式向人类经济社会发展与生态环境相协调的发展范式转化,最终实现人类的可持续发展。基于三大系统的共生性和绿色化内涵,本文构建了涵盖经济、社会、生态环境三大系统,由绿色治理、绿色增长、绿色福利及绿色财富耦合而成的四维概念模型。经济系统、社会系统、生态环境系统分别以绿色增长、绿色福利、绿色财富为基础,绿色治理是绿色化推进的保障,通过规范社会成员的互动关系、自然资本的获取和使用、人力资本的教育等影响绿色增长、绿色福利和绿色财富的绩效。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 评估模型构建

1) 绿色化水平测度模型。研究从“绿色化”内涵出发,构建绿色化水平测度模型,计算出纵向(时间尺度)和横向(空间尺度)可比的动态指数测度中国及各省域的绿色化水平。研究将综合指数法和熵权法进行集成作为绿色化水平测度模型。

$$G = \sum_{i=1}^m w_i \xi_i \quad (1)$$

式中, G 为评价对象的综合得分,即绿色化水平; w_i 是指标 i 的权重, ξ_i 是指标 i 标准化以后的数值, m 是指标个数。

2) 绿色化影响因素检测模型。研究采用空间计量模型对中国绿色化的影响因素进行分析,具体模型为:

$$\ln(G_{it}) = \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln(G_{jt}) + \beta_1 \ln Y_1 + \beta_2 \ln Y_2 + \cdots + \beta_r \ln Y_r + \alpha_i + v_i + \omega_{it} \quad (2)$$

式中, $\ln(G_{it})$ 表示第 t 年 i 省份的绿色化水平,包括绿色化、绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治

理等指标; $W_{ij} \ln(G_{jt})$ 为空间滞后被解释变量; Y_1 、 Y_2 、 \cdots 、 Y_r 表示解释变量; β_1 、 β_2 、 \cdots 、 β_r 表示待估参数项; α_i 、 v_i 分别表示地区和时间效应; ω_{it} 表示随机扰动项; ρ 表示空间滞后系数; W_{ij} 是空间权重。

3) 研究选用变异系数和基尼系数来衡量各省(区、市)绿色化水平的差异程度;利用NICH指数测度各省域绿色化水平在某一段时期内相对于全国绿色化水平的发展速度;利用Moran's I 指数检验中国省域绿色化之间的空间相关性。

2.2 指标体系构建与数据来源

基于绿色化的理论基础和内涵解析,论文构建了涵盖经济、社会、生态环境三大系统,由绿色增长、绿色福利、绿色财富和绿色治理4个子系统组合而成的绿色化评价指标体系(表1)。考虑到指标体系数据可获得性,研究以省域为主要研究单元,主要包括除西藏自治区、香港、澳门和台湾以外的中国30个省(市、自治区)。指标数据来源于2001~2016年《中国统计年鉴》^[21]、《中国环境统计年鉴》^[22]、《中国环境统计年报》^[23]、《中国能源统计年鉴》^[24]以及研究所需的30个省市相关年份的统计年鉴。

3 中国绿色化进程空间格局动态演变特征

3.1 中国绿色化进程时序变化特征

从整体上看,2000~2015中国绿色化水平逐年提升,从2000年0.352提升至2015年0.859(图1)。根据中国绿色化进程演变特征,可将其分为3个阶段:① 2000~2006年,该阶段绿色化水平提升速度相对缓慢,从2000年0.352提升至2006年0.387,其中,2004年和2006年绿色化水平出现不同程度的逆转。② 2006~2011年,该阶段中国绿色化水平呈波动上升趋势,从2006年0.387提升至2011年0.602。③ 2011~2015年,该阶段中国绿色化水平持续上升,从2011年0.602提升至2015年0.859。从绿色化4个子系统演化趋势来看,绿色增长指数从2000年0.047提升至2015年0.324;绿色福利指数从2000年0.088提升至2015年0.198;绿色财富指数呈逐渐下降的态势,从2000年0.188下降至2015年0.051;绿色治理指数从2000年0.028升高至2015年0.286。

3.2 中国绿色化进程空间格局演变特征

1) 绿色化总体空间差异特征。从变异系数

表1 绿色化评价指标体系

Table 1 The evaluation index system of greenization

系统	子系统	要素层	指标层	指标性质	权重(%)
绿色化评价指标体系	绿色增长系统	绿色经济效率	单位地区生产总值能耗	(-)	3.38
			单位地区生产总值二氧化碳排放量	(-)	3.81
		第一产业绿色化	第一产业劳动生产率	(+)	2.49
			有效灌溉面积占耕地面积比重	(+)	2.35
		第二产业绿色化	第二产业劳动生产率	(+)	2.97
			规模以上工业增加值能耗	(-)	3.25
		第三产业绿色化	第三产业劳动生产率	(+)	3.63
			第三产业增加值比重	(+)	3.39
	绿色福利系统	绿色生活保障	医疗保险参保人员比重	(+)	3.45
			养老保险参保人员比重	(+)	1.83
		绿色公共服务	建成区绿化覆盖率	(+)	3.42
			城市人均绿地面积	(+)	2.86
			城市每万人拥有公交车辆	(+)	2.36
		绿色消费	人均二氧化碳排放量	(-)	3.26
			人均废水排放量	(-)	2.9
			人均生活消费能源量	(-)	2.53
	绿色财富系统	绿色资源丰度	人均水资源量	(+)	3.16
			人均耕地面积	(+)	3.17
			人均森林面积	(+)	2.52
			自然保护区面积占辖区面积比重	(+)	3.23
		环境压力	单位土地面积废水排放量	(-)	3.31
			单位土地面积二氧化硫排放量	(-)	2.51
			单位耕地面积化肥使用量	(-)	3.8
			单位耕地面积农药使用量	(-)	3.1
	绿色治理系统	绿色投资	环境保护支出占财政支出比重	(+)	5.09
			环境污染治理投资占地区生产总值比重	(+)	3.01
			农村人均改水、改厕的政府投资	(+)	2.73
		环境治理	人均造林面积	(+)	2.08
			工业二氧化硫去除率	(+)	2.84
			工业废水化学需氧量去除率	(+)	3.45
			城市生活垃圾无害化处理率	(+)	4.76
			城市污水处理率	(+)	3.36

注:“+”“-”为正向、负向指标。

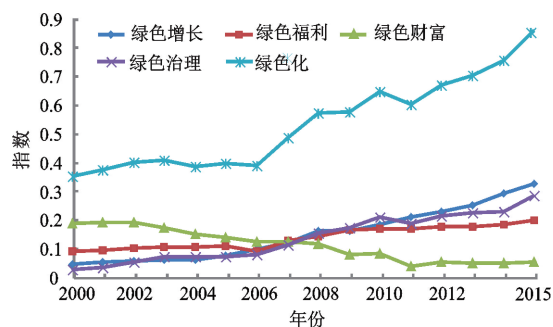


图1 2000~2015年中国绿色化进程演变趋势

Fig.1 The evolution trend of greenization process in China from 2000 to 2015

和基尼系数(表2)来看,绿色化的变异系数从2000年0.159提升至2015年0.191,基尼系数从0.081升高至0.103,表明中国绿色化区域差异从2000年“小差距低水平”特征逐渐向2015年“大差距高水平”特征转变。中国绿色治理区域差异性>绿色财富区域差异性>绿色增长区域差异性>绿色福利区域差异性,表明各省(区、市)的绿色治理、绿色财富和绿色增长存在较大的差异性,落后地区仍需要加大绿色治理的投资力度,加强维护和营造绿色财富,发展绿色经济以促进绿色增长。

表2 2000~2015年中国绿色化变异系数和基尼系数

Table 2 The variation coefficient & Gini coefficient of greenization in China, 2000-2015

年份	绿色化	绿色增长	绿色福利	绿色财富	绿色治理
2000	0.159 (0.081)	0.329 (0.167)	0.172 (0.097)	0.425 (0.421)	0.512 (0.233)
2005	0.167 (0.089)	0.288 (0.149)	0.229 (0.121)	0.436 (0.212)	0.332 (0.178)
2010	0.173 (0.094)	0.269 (0.134)	0.292 (0.138)	0.415 (0.218)	0.418 (0.220)
2015	0.191 (0.103)	0.254 (0.130)	0.198 (0.109)	0.403 (0.219)	0.49 (0.221)

注:括号内数值为基尼系数,括号外数值为变异系数。

2) 绿色化空间格局演变特征。运用GIS空间分析技术对30个省(区、市)的绿色化水平进行空间分析,将其分为高水平区、较高水平区、中等水平区和低水平区4个等级(图2)。总体来看,

2000~2015年中国绿色化空间格局呈东部高,中部低,西部较高的“凹”字形空间格局特征。2000年北京、上海、浙江的绿色化水平达到高水平区,低水平区主要集中在中部和西南部分省份。2005年,安徽、陕西、重庆由低水平区提升至中等水平区,天津提升至高水平区。2010年,青海由较高水平区提升至高水平区,贵州由低水平区变为中等水平区,安徽由中等水平区下滑到低水平区。2015年,中国绿色化空间分异格局的“凹”字形特征进一步明晰,达到高水平区的有北京、上海、浙江、青海、内蒙古等东部和西部省份,安徽、湖北、湖南、山西、河南等中部省份以及辽宁、河北、吉林、甘肃等东北和西北部分省份绿色化水平较低。

3.3 绿色化相对速率空间格局演变特征

根据中国各省(区、市)绿色化动态演化的相对速率,将中国各省(区、市)划分为速率热点区、

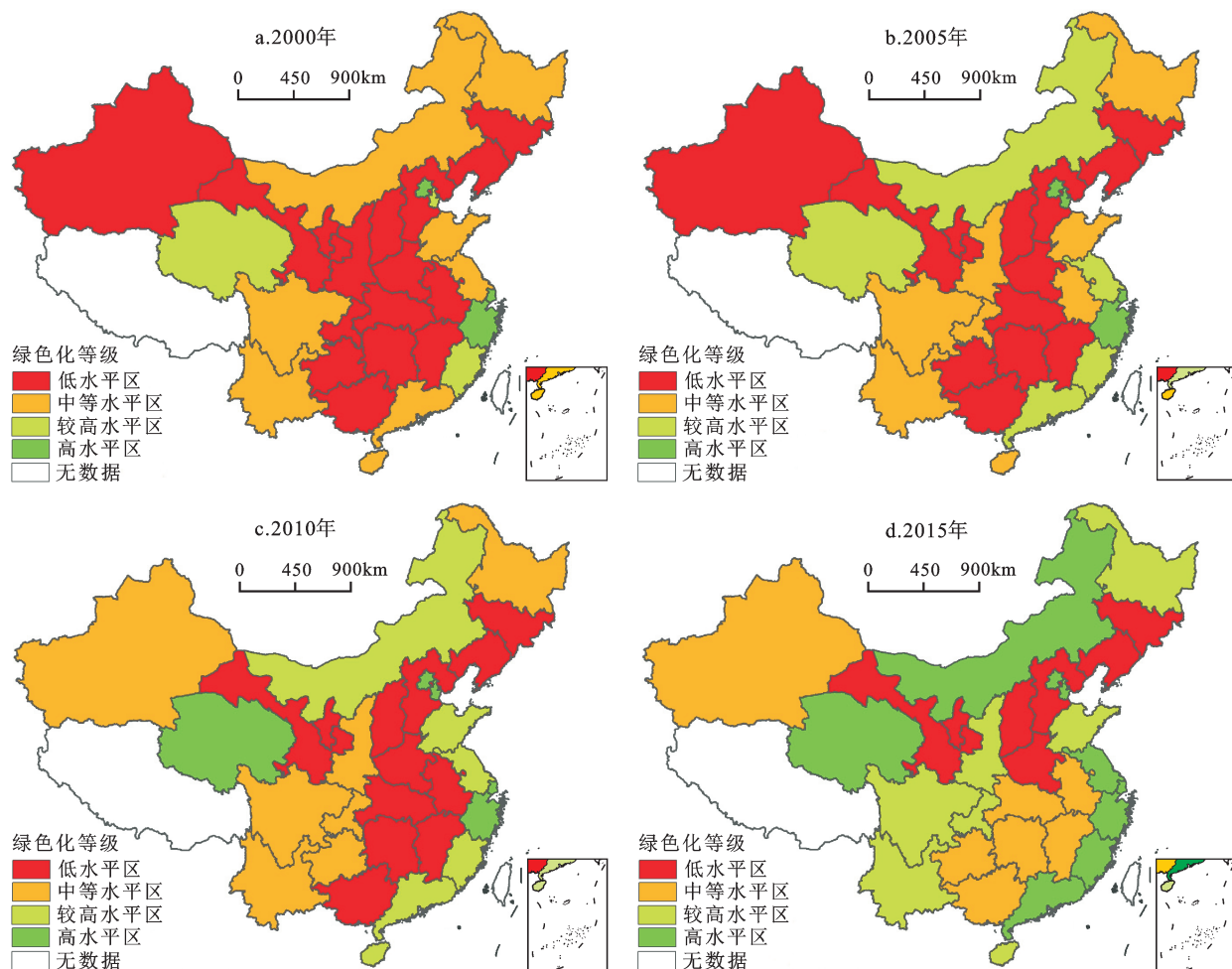


图2 2000~2015中国各省(区、市)绿色化空间分异格局

Fig.2 The spatial pattern of greenization of provinces in China, 2000-2015

速率次热点区、速率次冷点区和速率冷点区4个等级(图3)。2000~2015年,中国绿色化相对发展速率热点区由以长江三角洲为中心的东部沿海地区向环渤海地区集聚,速率冷点区主要集中在中部地区并且在不断减少。2000~2005年速率热点区、次热点区、次冷点区、冷点区之间比例为6:9:8:7。速率热点区主要有北京、江苏、上海、浙江等省市,冷点区主要分布在中部和西南地区。2005~2010年速率热点区、次热点区、次冷点区、冷点区之间比例为6:10:5:9,速率次热点区是这一时期的主要发展类型。2010~2015年速率热点区、次热点区、次冷点区、冷点区之间比例为8:9:9:4,速率次热点区和次冷点区是这一时期的主要发展类型,其中速率热点区从长三角地区转移到环渤海地区,冷点区主要有山西、河南、青海和贵州四省(区、市)。

4 中国绿色化进程空间格局动态演变的驱动机制研究

4.1 绿色化影响因素变量选取与空间相关性检验

结合当前中国经济发展阶段探讨影响中国绿色化的因素,分析多个因素影响下中国绿色化时空格局动态演变的根源。根据目前已有的研究成果并结合中国绿色化时空格局动态演变特点,研究认为中国绿色化(GL)、绿色增长(GG)、绿色福利(GW)、绿色财富(GF)和绿色治理(GM)主要受经济发展水平、产业结构、城镇化水平、创新投入、市场体制、全球化水平等多种不同类型影响因素共同作用驱动。在对各影响因素回归分析的过程中,经济发展水平(EDL),用人均GDP表示;产业结构(INS),用工业产值占GDP比重表示;城镇化

水平(UI),用城镇人口占地区总人口比重表示;创新投入(INI),用科技经费支出占政府财政支出比重表示;市场体制(MI),用私营企业和个体企业的就业人口占地区总就业人口比重表示;全球化水平(OPEN),用当年实际使用外资金额占GDP比重表示。

为了检验绿色化是否存在空间相关性,研究在回归分析之前,对绿色化进行相关性检验。从2000~2015年中国绿色化全局Moran's I 值变动趋势可以看出(表3),中国绿色化在空间上呈现集聚分布的态势,2000~2015年Moran's I 值由0.205上升到0.487,表明绿色化的空间分布格局确实存在空间相关性且空间集聚程度逐年增强,验证了上文空间分析中省域尺度绿色化出现空间集聚的结论。

4.2 绿色化空间格局演变综合驱动机制

从估计参数可以看出,绿色化、绿色发展、绿色福利、绿色财富和绿色治理的拟合度(R^2)分别达到0.814、0.852、0.732、0.683和0.764,表明研究选用的回归模型的稳健性和合理性(表4)。

从各影响因素的回归结果可以看出:① 经济发展水平与绿色化和4个子系统的相关系数分别在1%和5%水平下显著,一方面经济发展优化了绿色生产、环境治理的技术和手段,另一方面,随着人们生活水平不断提高,大众对绿色产品的需求成为绿色化强劲的内在驱动力。② 产业结构与绿色化和4个子系统的相关系数为负值,且在1%和5%水平下显著,表明以“三高”为特征的重工业发展对中国绿色化进程起到了一定的阻碍作用。③ 城镇化水平与绿色化和4个子系统的相关系数为正值,且在1%、5%及10%水平下显著,表明

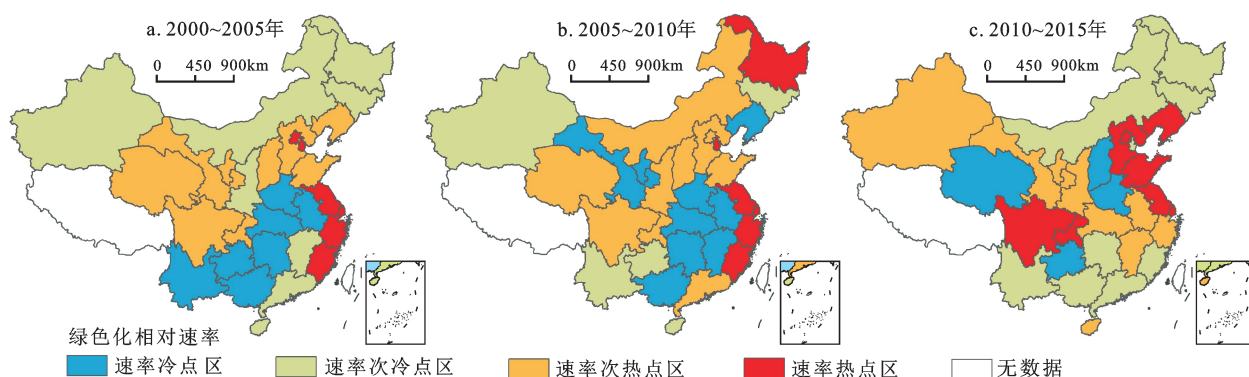


图3 中国绿色化相对速率空间分异格局

Fig.3 The spatial pattern of relative speed of China's greenization

表3 2000~2015年绿色化全局自相关情况

Table 3 The global autocorrelation of greenization, 2000-2015

	2000年	2005年	2010年	2015年
Moran's <i>I</i>	0.205	0.229	0.364	0.487
<i>Z(I)</i>	3.161	3.294	4.527	5.193
<i>P(I)</i>	0.002	0.000	0.001	0.000

表4 绿色化影响因素回归结果

Table 4 The regression results of greenization influence factors

变量	绿色化	绿色增长	绿色福利	绿色财富	绿色治理
lnEDL	0.819*** (6.31)	0.759*** (3.98)	0.772*** (8.07)	0.651** (4.46)	0.658** (6.76)
lnINS	-0.774*** (-5.31)	-0.717*** (-5.26)	-0.683** (-4.73)	-0.676** (-4.32)	0.657** (4.17)
lnUI	0.717*** (4.73)	0.627* (3.13)	0.723*** (4.17)	0.641* (3.79)	0.734*** (5.12)
lnINI	0.781*** (5.31)	0.691** (4.61)	0.668** (4.32)	0.763*** (4.92)	0.716*** (3.65)
lnMI	0.694** (3.39)	0.679** (3.42)	0.602* (2.82)	0.437 (2.28)	0.658** (2.95)
lnOPEN	0.685** (3.36)	0.717*** (4.31)	0.413 (2.78)	0.427 (2.01)	0.676** (3.31)
W*lnG	0.747*** (5.39)	0.731*** (4.92)	0.716*** (4.67)	0.654** (3.03)	0.611* (2.61)
常数项	-7.3106*** (-6.11)	-6.6413** (-6.81)	-6.2752** (-6.24)	-7.3819*** (-4.98)	-6.2196** (-5.36)
R ²	0.814	0.852	0.732	0.683	0.764
Lik	76.429	78.263	58.054	54.672	48.249

注: *、**和***分别表示10%、5%和1%水平上显著; Lik表示似然比检验; 括号中数据为*t*值。

通过改善城市居民的生存环境和生活保障,可有效促进绿色福利和绿色治理水平的不断提升。④ 创新投入与绿色化和4个子系统的相关系数为正值,分别在1%和5%水平下显著,表明创新投入促进了清洁生产和清洁能源开发技术不断进步,从而为推动绿色化快速发展提供了不竭动力。⑤ 市场体制与绿色化、绿色增长、绿色治理和绿色福利的相关系数为正值,在5%和10%水平下显著,与绿色财富的相关系数没有通过显著性检验。市场体制的不断完善有利于优化绿色化的市场环境,也有利于优化绿色治理规制工具的组合,可有效促进不同区域的绿色化发展。⑥ 全球化水平与绿色化、绿色增长和绿色治理的相关系数为正,且分别在1%和5%水平下显著,与绿色福利

和绿色财富的相关系数没有通过显著性检验。一方面,全球化促进了绿色化水平相对较低的国家和地区绿色观念、生产技术等的快速提升。另一方面,绿色化水平相对较高的国家和地区在国际贸易中设置的绿色壁垒对绿色化水平相对较低的国家和地区形成了一种倒逼机制,有效促进这些国家和地区绿色生产技术的提升。

5 结论与讨论

研究运用综合指数法、基尼系数、变异系数、NICH指数等方法,对中国绿色化进程空间格局动态演变特征进行刻画,并在此基础上,运用全局Moran's *I*指数、空间计量模型,对中国绿色化进程空间格局动态演变的驱动机制进行研究。主要得出以下结论:① 从时序演变特征来看,中国绿色化水平从2000年0.352提升至2015年0.859。绿色增长指数从2000年0.047稳步提升至2015年0.324;绿色福利指数从2000年0.088迅速提升至2015年0.198;绿色财富指数则呈逐渐下降态势,从2000年0.188下降至2015年0.051;绿色治理指数从2000年0.028升高至2015年0.286。② 从空间格局演变特征来看,中国绿色化空间分异特征从2000年“小差距低水平”逐渐向2015年“大差距高水平”转变,呈现东部高中部低西部较高的“凹”字形空间格局特征。绿色化速率热点区由以长江三角洲为中心的东部沿海地区向环渤海地区集聚且数量不断增加,速率冷点区主要集中在中部地区,数量在不断减少。③ 中国绿色化区域差异主要由经济发展水平、产业结构、城镇化水平、创新投入、市场体制、全球化水平等多种不同类型的影响因素共同作用驱动的结果。其中产业结构与绿色化、绿色增长、绿色福利和绿色财富呈负相关,表明工业占国民经济比重的上升对中国绿色化进程起到了一定程度的阻碍作用。

根据上述研究,建议从以下几个方面来提升中国的整体绿色水平:① 强化创新驱动机制,提高绿色创新能力。区域在发展过程中,会对已经形成并熟悉的制度和技术等产生“路径依赖”,只有进行新的“路径创造”才能破除原来高污染,高消耗,高排放的“黑色”发展路径。大力发展绿色新兴技术产业,推进“官产学”的研发联盟,绿色技术创新、绿色产品和绿色市场以及绿色产业的发展壮大对绿色化起到强大支撑作用。② 创新市

场决定机制,优化资源高效配置。通过市场经济激励企业和社会公众参与环保事业,利用市场的充分竞争机制,建立跨区域的自然资源和生态资源的市场定价和交易机制,实现自然资源和生态资源的高效合理配置。③ 实施区域化绿色发展战略,提升中国绿色化整体水平。东部地区应着重优化空间布局,提高空间的利用效率;东北地区应着重进行体制机制创新,优化产业结构和市场体制;中部地区应着力提升工业化和城镇化水平,优化产业结构和能源结构,提高绿色经济效率;西部地区应严格控制开发强度,加强生态脆弱性地区的保护力度,增强绿色产品和生态产品的生产能力。

参考文献(References):

- [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. [Hu An'gang, Zhou Shaojie. Green development: Functional definition, mechanism analysis and development strategy. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(1): 14-20.]
- [2] 诸大建.绿色复苏与中国的绿色创新[J]. 中国科学院院刊, 2010,25(2):127-137. [Zhu Dajian. Green recovery and green innovations for China. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2010,25(2):127-137.]
- [3] 刘奇.树立“绿色化”新理念 构建乡村治理现代化体系[J]. 中国发展观察,2015(5):57-60. [Liu Qi. The new concept of "greenization": Building a system of modernization of rural governance. China Development Observation, 2015 (5): 57-60.]
- [4] 诸大建.从“里约+20”看绿色经济新理念和新趋势[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(9): 1-7. [Zhu Dajian. New concept and trend of green economy emerging from Rio+20. China Population, Resources and Environment, 2012, 22(9): 1-7.]
- [5] 付金朋,武春友.城市绿色转型与发展进程溯及[J]. 改革,2016 (11):99-108. [Fu Jinpeng, Wu Chunyou. Urban green transformation and development process. Reform, 2016 (11):99-108.]
- [6] 黎祖交.准确把握“绿色化”的科学涵义[J]. 绿色中国,2015(7): 40-43. [Li Zujiao. Accurately understand the scientific meaning of "Green". Green China, 2015(7): 40-43.]
- [7] 盛馥来,诸大建,叶强生,等. 绿色经济-联合国视野中的理论、方法与案例[M]. 北京:中国财政经济出版社, 2015: 32-36. [Sheng Fulai, Zhu Dajian, Ye Qiangsheng et al. Green economy: Theory methods and cases from the united nations, perspective. Beijing: Chinese Financial & Economic Publishing House, 2015: 32-36.]
- [8] 刘纯彬,张晨.资源型城市绿色转型初探——山西省太原市的启发[J]. 城市发展研究, 2009, 16(9): 41-47. [Liu Chunbin, Zhang Chen. A preliminary discussion on green transformation of resource-based cities: Enlightenment from the practice of Taiyuan. Urban Studies, 2009, 16(9): 41-47.]
- [9] 王庆喜,钱遂,庞尧.环境约束下中国工业化与城镇化的关系演变——效率分析视角[J]. 地理科学,2017,37(1):92-101. [Wang Qingxi, Qian Sui, Pang Yao. Evolutional relationship between industrialization and urbanization under environmental constraints in China: DEA analysis perspective. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1): 92-101.]
- [10] 魏璐瑶,陈晓红.基于精明发展的城市绩效与生态环境耦合研究——以哈长城市群为例[J]. 地理科学, 2017,37(7): 1032-1039. [Wei Luyao, Chen Xiaohong. Coupling research between urban performance and ecological environment based on smart development: A case study of Harbin-Changchun City Group. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(7): 1032-1039.]
- [11] 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. [Huang Jianhuan, Lyu Hailong, Wang Liangjian. Mechanism of financial development influencing regional green development: Based on eco-efficiency and spatial econometrics. Geographical Research, 2014, 33(3): 532-545.]
- [12] 刘艳军,田俊峰,付占辉,等.哈大巨型城市带要素集聚程度与生态环境水平关系演变[J]. 地理科学, 2017, 37(2): 172-180. [Liu Yanjun, Tian Junfeng, Fu Zhanhui et al. The evolution of the relationship between the degree of element agglomeration and the level of the ecological environment in the Harbin-Dalian Giant Urban Belt. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37 (2): 172-180.]
- [13] 王艳秋,胡乃联,苏以权.我国资源型城市绿色转型能力评价[J]. 技术经济,2012,31(5):72-76. [Wang Yanqiu, Hu Nailian, Su Yiquan. Evaluation on green transformation capability of resource—Based city. Technology Economics, 2012, 31(5): 72-76.]
- [14] 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. [Su Liyang, Zheng Hongxia, Wang Yi. Evaluation on green development of China's provincial industry. China Population, Resources and Environment, 2013,23(8):116-122.]
- [15] 欧阳志云,赵娟娟,桂振华,等.中国城市的绿色发展评价[J]. 中国人口·资源与环境,2009,19(5):11-15. [Ouyang Zhiyun, Zhao Juanjuan, Gui Zhenhua et al. Evaluation of green development in cities of China. China Population, Resources and Environment, 2009,19(5): 11-15.]
- [16] 杨龙,胡晓珍.基于DEA的中国绿色经济效率地区差异与收敛分析[J]. 经济学家, 2010(2): 46-54. [Yang Long, Hu Xiaozhen. Analysis on regional difference and convergence of the efficiency of China's green economy based on DEA. Economist, 2010(2): 46-54.]
- [17] 郭永杰,米文宝,赵莹.宁夏县域绿色发展水平空间分异及影响因素[J]. 经济地理,2015,35(3):45-51. [Guo Yongjie, Mi Wenbao, Zhao Ying. Spatial variation and relevant influence factors of green development levels among the counties in Ningxia. Economic Geography, 2015, 35(3): 45-51.]

- [18] 佟贺丰,杨阳,王静宜,等.中国绿色经济发展展望——基于系统动力学模型的情景分析[J].中国软科学,2015(6):20-34. [Tong Hefeng, Yang Yang, Wang Jingyi et al. Modeling China's green economy 2050: Scenario analysis based on the system dynamics model. China Soft Science Magazine, 2015(6): 20-34.]
- [19] 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. 2015中国绿色发展指数报告:区域比较[R].北京:北京师范大学出版社,2015:18-24. [School of Economics and Resource Management, Beijing Normal University, Institute of Development Studies SWUFE, China Economic Monitoring & Analysis Center. China green development index report 2015: Regional comparison. Beijing: Beijing Normal University Publishing House, 2015: 18-24.]
- [20] 程钰,任建兰,侯纯光,等.沿海生态地区空间均衡内涵界定与状态评估——以黄河三角洲高效生态经济区为例[J].地理科学,2017,37(1): 83-91.[Cheng Yu, Ren Jianlan, Hou Chunguang et al. Meaning of space balance and assessing the state of the coastal ecological regions: A case of the Yellow River Delta efficient ecological economic zone. Scientia Geographica Sinica, 2017, 37(1): 83-91.]
- [21] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2016. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China statistical yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2016.]
- [22] 中华人民共和国国家统计局, 中华人民共和国环境保护部. 中国环境统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China, Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. China statistical yearbook on environment. Beijing: China Statistics Press, 2016.]
- [23] 中华人民共和国环境保护部. 中国环境统计年报[M]. 北京: 中国环境出版社, 2016.[Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China. Annual statistic report on environment in China. Beijing: China Environmental Science Press, 2016.]
- [24] 中华人民共和国国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2016.[Department of Energy Statistics of National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. China energy statistics yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2016.]

Spatial Evolution and Driving Mechanism of China's Greenization Process

Hou Chunguang¹, Ren Jianlan², Cheng Yu², Liu Shufeng¹

(1. Institute for Global Innovation and Development, East China Normal University/School of Urban and Regional Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China; 2. College of Geography and Environment Sciences, Shandong Normal University, Jinan 250358, Shandong, China)

Abstract: The article constructs a greenization evaluation index system which covers four dimensions of green growth, green welfare, green wealth and green governance based on defining the concept of “greenization”. The dynamic evolution characteristics of spatial pattern of greenization process in China are analyzed through using comprehensive index method, entropy weight method, Gini coefficient, coefficient of variation, and NICH index and combined with GIS spatial analysis software. In addition, this paper analyzed the driving mechanism of the dynamic evolution of the spatial pattern of greenization process in China through using the global Moran's I index, spatial econometric model combined with Matlab 2012 data analysis software. The conclusions are as follows: 1) In 2000-2015, China's greenization level increased from 0.352 to 0.859, of which green growth, green welfare and green governance index fluctuated upward trend, while the green wealth index showed a downward trend; 2) The spatial differentiation features of China's Greenization in 2000-2015 years changed from “small gap between the low level” to “large gap between the high level”, the greenization level of east and west are high, middle low, a feature of “凹” shape spatial pattern; 3) The economic development, urbanization, innovation investment, market system, globalization have significantly positively correlated with greenization. However the industrial structure (the proportion of industrial output value in GDP) showed a significant negative correlation with greenization.

Key words: greenization; green growth; green welfare; green governance; green wealth; China