姚登宝，张玉玲．中国绿色经济发展的区域差异及动态分布演进［J］．山西农业大学学报（社会科学版），2022，21（2）：9-18.
YAO Dengbao，ZHANG Yuling. Regional differences and dynamic evolution of green economy development in China［J］. Journal of Shanxi Agricultural University（Social Science Edition），2022，21（2）：9-18.
DOI：10.13842/j.cnki.issn1671-816X.2022.02.002

中国绿色经济发展的区域差异及动态分布演进

姚登宝[1,2]，张玉玲[1]
（1.安徽大学 经济学院，安徽 合肥 230601；2.安徽大学 金融与统计研究中心，安徽 合肥 230601）

摘 要：采用熵权法定量测算2011—2017年中国30个省（直辖市、自治区）（不含西藏）绿色经济发展水平，并通过Dagum基尼系数、Kernel密度估计方法分析全国各区域各省份绿色经济发展的时空特征、区域差异及动态演进趋势。研究结果表明：我国绿色经济发展速度较快，绿色经济发展的总体区域差异呈现显著下降的趋势，但其发展仍然存在显著的区域发展不平衡问题，呈现东部-西部-中部阶梯分布的特征；中国绿色经济总体区域差异主要来源于区域间差异和区域内差异；核密度估计曲线存在多峰现象，绿色经济发展具有一定的梯度效应，存在较为明显的多极化发展特征。

关键词：绿色经济；Dagum基尼系数；核密度估计；动态演进
中图分类号：F061.3 **文献标识码：**A 文章编号：1671-816X（2022）02-0009-10

一、研究背景

中国经济发展在改革开放以来长期保持着中高速增长。但同时粗放式的经济增长方式以高能耗、高污染为代价，产生了严重的资源环境生态问题[1]，给我国经济社会的绿色化转型和高质量发展带来了巨大的挑战。2020年12月9日，由联合国环境规划署发布的新版《排放差距报告》明确指出，受新冠疫情的影响，虽然全球碳排放量大幅度下降，但本世纪全球的气温仍然将上升至少3℃。全球减排任重道远，缓解生态危机、寻求经济绿色发展成为各国关注的重要议题。近年来，我国面临严重的资源环境问题，为应对环境恶化的威胁，我国高度重视绿色发展和环境保护，党的十九大报告提出要建立健全绿色低碳循环发展经济体系，统筹高质量发展和高质量保护。同时，习近平总书记提出“2030年前实现碳达峰，努力争取2060年前实现碳中和”的“双碳目标”对中国新时期新阶段的绿色高质量发展提出了更高的要求[2]。然而，不同省份和区域的经济发展、资源禀赋、社会发展、政策等会因为受到诸多复杂因素的影响而产生较大的差异，其绿色经济的发展水平也会存在显著的区域非平衡特征[3-6]。在此背景下，通过建立科学合理的绿色经济评价指标体系，准确测算我国各省份绿色经济发展的实际水平，全面直观地了解我国各省份绿色经济发展状况；其次是准确衡量各省份和各区域绿色经济发展的差距及其来源，并在此基础上分析绿色经济发展的动态演进趋势，探讨各地区绿色经济发展的优势与不足，从根源上缓解绿色经济发展的区域不平衡性。这对于我国在新时期推动经济社会全面绿色化转型、强化绿色经济跨区域联合发展，构建跨区域的绿色创新发展体系具有重大的现实意义。

二、文献综述

绿色经济这个概念对我们来说并不陌生，其最早出现在英国环境经济学家Pearce等人提出的《绿色经济蓝图》[7]。随着环境问题的加剧以及可持续发展理念的提出，我国处于经济绿色发展转

收稿日期：2021-11-20 **修回日期：**2021-12-07
基金项目：国家自然科学基金青年项目“‘强监管’与‘去杠杆’双重约束下我国系统性金融风险的演化机制及其监控研究”（71803002）；安徽省哲学社会科学规划项目“安徽省众创空间发展的金融支持体系研究”（AHSKQ2018D88）
作者简介：姚登宝，研究方向：数字金融与绿色经济。

型的关键时期，已有大量的文献将绿色经济视为经济高质量发展的新模式，深入探究绿色经济的定义、内涵，对各地区绿色经济发展现状进行测算分析，并进行区域差异的比较。对于绿色经济发展水平的定量测算，现有的文章采用了不同的指标及方法，北京师范大学建立了包含经济增长绿化度、资源环境承载力和政府支持力度三个维度的绿色经济评价体系，首次系统地对中国各个省份的绿色发展状况进行评价和比较[8]；薛珑则从绿色经济效率、绿色资源环境、绿色科技创新和绿色经济政策四个角度，利用层次分析法构建绿色经济指标体系[9]；向书坚、郑瑞坤将中国绿色经济指数分解为绿色生产指数、绿色消费指数和生态健康指数三个二级指标，测度中国“十一五”期间绿色经济发展水平[10]。尽管绿色经济指标的选择和构建方法各不相同，但都是基于绿色经济发展的内涵进行测度的，即要求经济、社会和生态综合平衡发展。对于区域发展差异的衡量，现有的文献大多数采用的是变异系数、泰尔指数和基尼系数等方法。传统测算区域差异的变异系数和泰尔指数存在着诸多不足，其中变异系数可以测算区域差异的大小，但是不能对其差异的来源进行分解；泰尔指数虽然可以对差异的来源进行分解，但其要求所有的样本都是正态分布，计算的结果可能存在偏差[11]。而Dagum基尼系数及其分解方法同时具备精确测度区域差异和对差异的来源进行分解的两大优势。尽管现有的研究成果为本研究的分析提供了基础，但仍然有以下两点不足：一是在绿色经济水平的测度上，量化绿色经济发展的评价指标体系还不够完善，在具体的指标体系构建和指标选择上，已有的文献各有得失，部分文献指标过于冗杂，而部分研究过于简单，不能完全反映绿色经济的内涵；二是缺少绿色经济发展区域差异的实证研究分析，现有的文献仅仅是证实了绿色经济发展区域差异的存在，但尚未有学者对其差异的来源及其动态分布演进趋势进行全面分析，而具体分析和了解绿色经济发展区域差异来源及演进动态才是解决绿色经济区域发展不平衡问题的关键，才是推动绿色经济区域协调发展的重要环节。

鉴于此，本研究的主要贡献体现在：第一，结合中国绿色经济发展的客观情况，构建更加科学合理的绿色经济评价指标体系，采用熵权法测算中国30个省（直辖市、自治区）（不含西藏）2011—2017年绿色经济发展水平，梳理并分析我国绿色经济发展的现状及典型化特征；第二，采用Dagum基尼系数计算中国绿色经济发展的区域差异，并分解区域差异的来源，对区域差异及其来源进行定量分析，更加细致地分析绿色经济区域发展的不平衡性；第三，利用Kernel密度估计方法动态直观地展现我国三大区域绿色经济发展的演变趋势；第四，基于本研究的研究结果，提出关于我国绿色经济发展优化空间格局、实现绿色经济的跨区域协同提升的政策建议。

三、研究方法

（一）熵权综合评价法

熵权法作为一种客观赋权法，其基本思路是根据各个评价指标原始值的信息熵，来反映指标相对变异程度，变异程度越小，指标所反映的信息量也就较少，其对应的权重就会越低。具体计算过程为：

第一，选用n个省份、m项绿色经济发展的评价指标构建初始指标矩阵$X=(z_{ij})_{n\times m}$。

第二，对于各个评价对象的每个指标，采用极值法进行标准化处理，正向指标标准化处理按照公式（1）所示，负向指标按照公式（2）所示，得到其标准值矩阵z'_{ij}。

$$z'_{ij}=\frac{z_{ij}-X\min}{X\max-X\min} \tag{1}$$

$$z'_{ij}=\frac{X\max-z_{ij}}{X\max-X\min} \tag{2}$$

第三，计算第i个省份第j项指标在样本期间内的贡献度P_{ij}，接着计算第j项指标的熵值E_j，最后得到其信息熵d_j。

$$P_{ij}=\frac{z'_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}z'_{ij}} \tag{3}$$

$$E_j=-k\sum_{i=1}^{n}P_{ij}\ln P_{ij} \tag{4}$$

其中$k=\frac{1}{\ln n}$，信息熵$d_j=1-E_j$。

第四，计算出各项指标的权重和综合得分S。

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^{m} d_j} \tag{5}$$

$$S = \sum_{j=1}^{m} w_j \times z'_{ij} \tag{6}$$

（二）Dagum基尼系数及其分解方法

Dagum提出了按子群对基尼系数进行分解的方法[12-13]，可以解决子样本分布状况、交叉重叠以及区域差异问题，弥补了泰尔指数、变异系数等传统指标的不足[14]，因而这一方法得到研究者的广泛运用[15-16]。在该方法中，G表示的是总体基尼系数，其数值越大表示我国绿色经济发展的总体差距越大，总体基尼系数可以进一步分解为区域内差异贡献G_w、区域间差异贡献G_{nb}和超变密度贡献G_t。具体公式如式（7）所示。

$$\begin{aligned} G &= \frac{\sum_{j=1}^{k}\sum_{h=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_h}\left|y_{ji}-y_{hr}\right|}{2n^2\bar{y}} \\ &= Gw + Gnb + Gt \end{aligned} \tag{7}$$

其中，y_{ji}、y_{hr}分别表示j区域第i个省份、h区域第r个省份的绿色经济发展指数，$\bar{y}$为全国绿色经济发展水平的均值，n为省份的数量，k为划分的区域的数量，$n_j(n_h)$为区域内的省份个数，i、r为区域内省份的个数。

需要注意的是，在进行基尼系数分解之前，要根据各个区域内绿色经济的均值对各个区域进行排序，具体公式如式（8），公式（9）和公式（10）分别表示地区j的基尼系数G_{jj}和区域内差异贡献G_w，公式（11）和公式（12）分别表示j和h地区的区域间基尼系数G_{jh}和区域间差异贡献G_{nb}，公式（13）表示超变密度贡献G_t。

$$\bar{Y}_h \leqslant \cdots \leqslant \bar{Y}_j \leqslant \cdots \leqslant \bar{Y}_k \tag{8}$$

$$G_{jj} = \frac{\frac{1}{2\bar{Y}_j}\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_j}\left|y_{ji}-y_{jr}\right|}{{n_j}^2} \tag{9}$$

$$G_w = \sum_{j=1}^{k} G_{jj} p_j s_j \tag{10}$$

$$G_{jh} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j}\sum_{r=1}^{n_h}\left|y_{ji}-y_{hr}\right|}{n_j n_h(\bar{Y}_j + \bar{Y}_h)} \tag{11}$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^{k}\sum_{h=1}^{j-1} G_{jh}(p_j s_h + p_h s_j) D_{jh} \tag{12}$$

$$G_t = \sum_{j=2}^{k}\sum_{h=1}^{j-1} G_{jh}(p_j s_h + p_h s_j)(1 - D_{jh}) \tag{13}$$

其中，$p_j = n_j/n, s_j = n_j\overline{Y_j}/n\bar{Y}, j = 1, 2, \cdots, k$；公式（14）中$D_{jh}$表示$j$、$h$地区绿色经济发展的相对影响。$d_{jh}$定义为地区间绿色经济发展指标的差值，是第$j$、$h$个地区内所有$y_{ji} - y_{hr} > 0$的样本值加总的数学期望（见式（15））；将$P_{jh}$定义为超变一阶矩，也表示数学期望（见式（16）），其中，$F_j(F_h)$是$j(h)$地区的累计密度分布函数。

$$D_{jh} = \frac{d_{jh} - p_{jh}}{d_{jh} + p_{jh}} \tag{14}$$

$$d_{jh} = \int_0^{\infty} dF_j(y) \int_0^{y} (y - x) dF_h(x) \tag{15}$$

$$p_{jh} = \int_0^{\infty} dF_h(y) \int_0^{y} (y - x) dF_j(x) \tag{16}$$

（三）Kernel密度估计法

核密度估计作为一种非参数估计方法，可以利用连续的密度函数曲线描述随机变量的分布形态，进而直观地反映绿色经济发展未来的演进趋势。假定随机变量X的密度函数为：

$$f(x) = \frac{1}{Nh}\sum_{i=1}^{N} K\left(\frac{X_i - x}{h}\right) \tag{17}$$

式中，N为观测值的个数，X_i为独立分布的观测值，x是平均值，$K(\cdot)$为核函数，且满足$K(x) \geqslant 0, \int_{-\infty}^{+\infty} K(x)dx = 1$。$h$是大于0的平滑参数，即为带宽。核函数可以分为很多类型，为不失一般性，本研究选择随机变量x服从正态分布的高斯核函数，表达式如下：

$$K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \tag{18}$$

四、中国绿色经济发展的指标体系及其测算

（一）绿色经济发展指标体系的构建

绿色经济要求经济、生态、社会协调发展，是一种以资源节约和环境友好为主要特征、经济绿色化和绿色产业化为核心内涵的新经济形态。本研究在充分考虑绿色经济特征、内涵及要求的

基础上，结合中国绿色经济发展实际，构建了包含经济发展、资源环境、社会进步与人类福祉、政府支持4个一级指标、9个二级指标、35个三级指标的绿色经济指标体系（如表1所示）。

表1 绿色经济指标体系

	二级指标	三级指标	衡量方式	属性
经济发展	经济增长	人均GDP	国内生产总值/常住人口	+
		全社会固定资产投资额占GDP比重	全社会固定资产投资额/GDP	+
	产业升级	第一产业劳动生产率	第一产业增加值/第一产业就业人数	+
		第二产业劳动生产率	第二产业增加值/第二产业就业人数	+
		第三产业劳动生产率	第三产业增加值/第三产业就业人数	+
		财政科技支出占比	财政科技支出/财政总支出	+
资源环境	资源承载力	人均耕地面积	耕地面积/常住人口	+
		人均森林面积	森林面积/常住人口	+
		人均水资源占有量	水资源总量/常住人口	+
		人均自然保护区面积	自然保护区面积/常住人口	+
	环境保护	单位GDP能耗	综合能源消耗量/GDP	-
		单位GDP废水排放量	废水排放量/GDP	-
		单位GDP SO_2排放量	SO_2排放量/GDP	-
		单位GDP化学需氧量排放量	化学需氧量排放量/GDP	-
	环境治理	城市污水处理率	经过处理的污水量/污水总量	+
		生活垃圾无害化处理率	生活垃圾无害化处理量/产生量	+
		工业用水重复利用率	重复用水量/ 总用水量	+
		工业固体废物综合利用率	工业固体废物综合利用量/产生量	+
		人均人工造林面积	人工造林面积/常住人口	+
社会进步与人类福祉	社会绿色服务	用水普及率	用水普及人口/城市人口	+
		燃气普及率	燃气普及人口/城市人口	+
		建成区绿化覆盖率	建成区绿化面积/建成区面积	+
		每万人拥有公共交通数	公共交通数/城市人口	+
		城市人均公园绿地面积	城市公园绿地面积/城市人口	+
	人类福祉	在岗职工平均工资	实际支付的工资总额/职工人数	+
		每万人拥有卫生技术人员数	卫生技术人员总数/常住人口	+
		城镇化率	城镇人口/总人口	+
		城镇登记失业率	城镇登记失业率	-
政府支持	科技创新	技术市场成交额占GDP比重	技术市场成交额/GDP	+
		工业企业R&D经费占GDP比重	规模以上工业企业R&D经费/GDP	+
		人均专利授权数	专利授权数/常住人口	+
		地方财政教育支出占比	财政教育支出/财政总支出	+
	投资	环境污染治理投资总额占GDP比重	环境污染治理投资总额/GDP	+
		城市环境基础设施投资占GDP比重	城市环境基础设施投资总额/GDP	+
		财政环境保护支出占比	财政环境保护支出/财政总支出	+

（二）数据来源与区域划分

本研究选取2011—2017年除西藏、香港、澳门和台湾地区的我国30个省（直辖市、自治区）的年度数据计算中国各省的绿色经济发展水平。与绿色经济发展指数相关的指标数据来源于历年的《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国第三产业统计年鉴》，以及国家统计局和各省份统计局官网，个别缺失数据通过插值法补足。

根据中国统计局的划分标准[17]，本研究将地域单元划分为东部、中部和西部三大区域。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、广东和海南11个省（直辖市、自治区），中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北和湖南8个省份，西部地区包括四川、重庆、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西和内蒙古11个省（直辖市、自治区）。

（三）典型化事实

根据绿色经济指数测算结果，图1（左）展示了2011—2017年中国30个省（直辖市、自治区）（不含西藏）绿色经济指数均值的变化情况。可以发现，从整体来看全国绿色经济在样本期内发展较为迅速，全国绿色经济发展指数的均值呈现出直线上升的趋势，2011年我国各省份的绿色经济指数的均值为0.171，到2017年上升至0.222，年均增长率为4.38%。从空间上看，东部、中部和西部地区的发展趋势与全国总体发展基本相同，绿色经济整体上都呈现逐年增长的态势。但该增长趋势在各区域间具有显著的层次性，即东部、中部和西部地区绿色发展水平相差较大，其中东部绿色经济发展得最好，从2011年的0.202上升至2017年的0.254，远远超过中部和西部地区；西部地区绿色经济发展次之，从2011年的0.170上升至2017年的0.220，发展水平与趋势与全国平均水平相近；中部地区发展最差，东部地区绿色经济指数是中部地区的1.45倍。由此可见，中国绿色经济发展出现严重的区域发展不平衡。

同时，从图1（右）中三大地区各维度指标贡献率可知，不同地区经济发展、资源环境、社会进步与人类福祉和政府支持对绿色经济发展指数的贡献程度存在较大的差异，东部地区绿色经济发展更加依赖于其经济发展优势以及政府的支持力度，而生态资源则是推动中西部地区绿色经济发展的重要力量。因此，东部地区在经济发展的同时要加强生态建设与生态保护，而对于中西部地区，要加快全面发展，加强政府的投资力度向绿色发展相对较差的地方和产业倾斜。

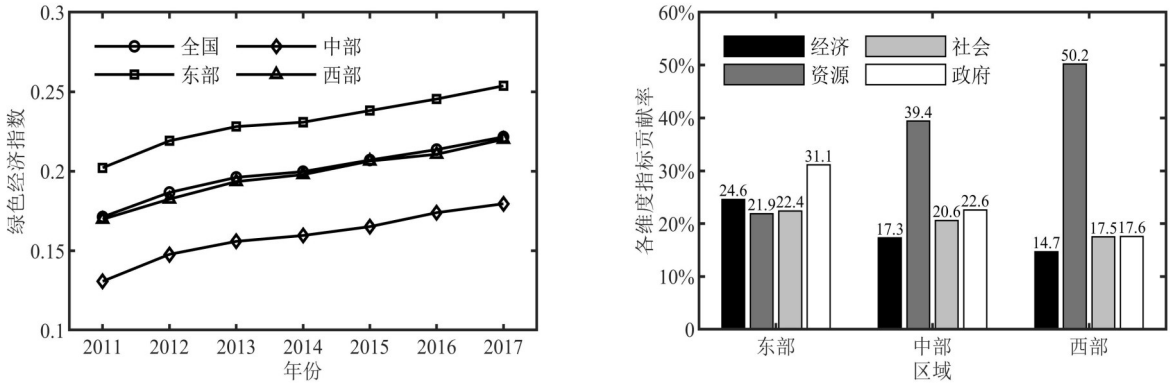


图1 绿色经济发展的各区域水平（左）与各维度指标贡献率（右）

五、中国绿色经济发展的区域差异性分析

上文梳理了中国绿色经济发展现状及典型化事实，分析结果显示中国绿色经济发展具有严重的区域非平衡性，那么中国绿色经济发展的区域差距具体有多大？区域差距的来源是什么？为了进一步明确这个问题，本研究基于上文测算的绿色经济发展指数，利用Dagum基尼系数及其按子群分解方法精确计算我国绿色经济发展的区域差异及其来源。测度结果如表2所示。

（一）绿色经济发展的总体区域差异

由图2可知，从整体上看，在样本期内，随着区域经济协同发展机制的不断完善和推进，中国绿色经济发展的总体区域差距逐年下降。总体基尼系数从2011年的0.202持续下降到2017年的0.163，年均下降3.51%。同时，我国绿色经济发展地区差距的整体表现维持着稳定的变化趋势，即每年下降的幅度变化不大。可能的原因是，近几年来，我国各省份日益关注生态环境问

表2 中国绿色经济发展的基尼系数及其分解结果

年份	总体基尼系数	区域内基尼系数			区域间基尼系数			贡献率（%）		
		东部	中部	西部	东—中	东—西	中—西	区域内	区域间	超变密度
2011	0.202	0.184	0.078	0.217	0.222	0.227	0.182	30.840	43.695	25.466
2012	0.194	0.186	0.083	0.203	0.210	0.222	0.169	31.186	42.137	26.677
2013	0.185	0.194	0.084	0.178	0.207	0.206	0.156	31.737	42.396	25.867
2014	0.182	0.207	0.069	0.171	0.201	0.204	0.147	32.376	41.656	25.969
2015	0.174	0.202	0.063	0.156	0.199	0.194	0.140	31.997	42.776	25.227
2016	0.168	0.197	0.072	0.146	0.194	0.188	0.131	32.087	42.396	25.517
2017	0.163	0.198	0.056	0.138	0.191	0.183	0.123	31.976	43.558	24.466
均值	0.181	0.196	0.072	0.173	0.204	0.203	0.150	31.743	42.659	25.598

题，提出了一系列有关于绿色经济发展的支持政策和鼓励措施，鼓励绿色经济发展水平较高的地区向周边的地区进行扩散，以带动落后地区的绿色发展，从而实现绿色经济的跨区域协同发展。

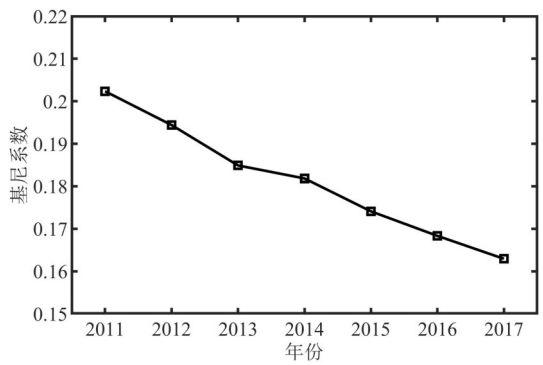


图2 2011—2017年绿色经济发展的总体区域差异

（二）绿色经济发展的区域内差异

本研究考察了中国三大地区绿色经济发展区域内差异的变化趋势，根据图3可以总结出以下特征：从区域内差异的水平来看，东部、中部和西部地区基尼系数在考察期内的均值相差较大，分别为0.196、0.072和0.173。东部和西部地区的基尼系数远远高于中部地区，表明我国东部和西部地区绿色经济发展存在显著区域内差异。从区域内差异的发展态势看，东部地区呈现出“上升-缓慢下降”的发展趋势，在2011—2014年间，东部区域内基尼系数上升较快，年均上升4%，在2014年达到峰值0.207，随后便呈现出稳中有降的态势；中部地区绿色经济发展的区域内差异总体上较小，其基尼系数每年均不超过0.1，呈现出波动下降的趋势，变动幅度较小；西部地区绿色经济发展的区域内基尼系数在考察期前期较高，2011年数值为0.217，超过东部地区，但整体上看西部地区绿色经济发展的区域内差异在快速下降，从2011年的0.217下降到2017年的0.138，年均下降7.27%，其绿色经济发展的区域内差距呈现出直线下降的趋势。基于以上分析，本研究认为东部和西部的区域内差异是造成绿色经济发展区域差距的重要来源。

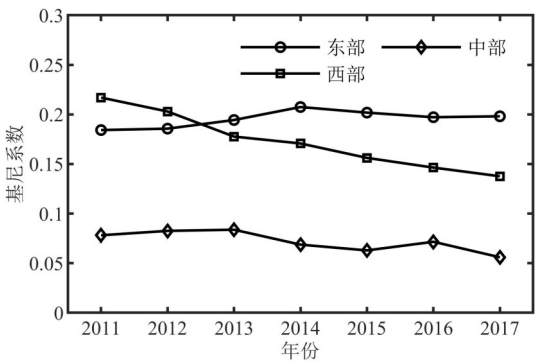


图3 2011—2017年绿色经济发展的区域内差异

（三）绿色经济发展的区域间差异

图4进一步描述了中国绿色经济发展的区域间差异及其演变趋势。在考察期内，东—中部、东—西部区域间基尼系数均值较大且非常接近，分别为0.204、0.203，西—中部区域间基尼系数均值较小，为0.150。东—中部、东—西部区域间差异变化趋势是相似的，基本呈现先下降后上升再下降的波动趋势，但总体上波动幅度不大，数值在0.01之间，年均变化率分别为—2.47%、—3.57%。西—中部区域间差异呈现直线下降的趋势，年均下降6.32%，西—中部区域间差异的年均下降速度最快。可能的解释是，东部省份近年来重视经济与生态的协调发展，能够在相应的

政策支持下不断优化产业结构、调整产业布局，东部多数省份能够凭借其良好的经济基础为绿色发展提供有力支持，进而绿色经济发展能够一直保持领先，远远高于中西部地区。

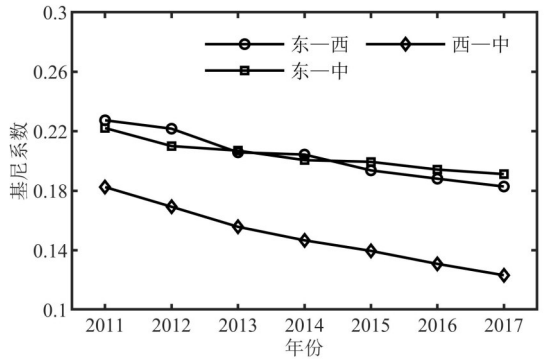


图4 2011—2017年绿色经济发展的区域间差异

（四）绿色经济发展的区域差异来源

图5描述了中国绿色经济发展区域差异的来源及演变趋势。考察期内区域内差异、区域间差异和超变密度对总体的区域差异平均贡献率分别为31.74%、42.66%、25.60%，可见，区域间绿色经济发展贡献率最高，区域内差异次之，超变密度最小。从演变趋势看，区域间差异贡献率呈现出下降和上升循环波动趋势，波动幅度较小；区域内差异贡献率的演进呈“上升—缓慢下降—缓慢上升—缓慢下降”的趋势，从2011年的30.84%上升到2017年的31.98%，整体上呈小幅度上升态势；超变密度贡献率呈现出上升和下降循环波动的趋势，从2011年的25.47%发展到2017年的24.47%，整体上下降了一个百分点，变化幅度较小。从分解结果可以看出，东中西部地区间绿色经济发展的差异是总差异的重要来源，需要进一步缩小三大地区间的绿色经济发展水平，促进各区域协同发展。

六、中国绿色经济发展的Kernel密度估计

通过Dagum基尼系数的计算，对中国绿色经济发展的地区差异及其来源进行了细致分析，但反映的仅仅是相对差异。因此，本研究采用Kernel密度估计方法对中国绿色经济发展地区差距的分布位置、形态、延展性等问题进行描述[18]，来

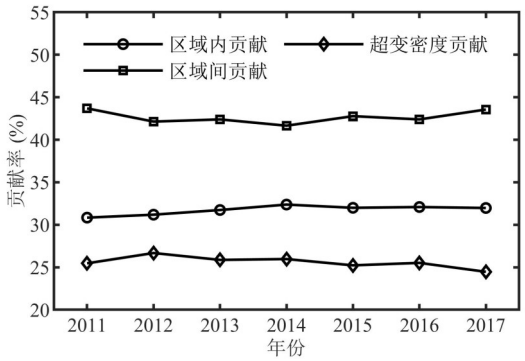


图5 绿色经济发展的区域差异来源贡献及演变趋势

分析中国三大区域绿色经济发展的绝对差距和动态演进趋势。

（一）全国绿色经济发展的动态演进

图6清晰地展示了中国绿色经济总体发展的分布形态。中国绿色经济发展水平主要集中在0.2左右，并且核密度曲线中心随时间逐渐小幅度右移，表明我国绿色经济发展水平总体上在稳步提升，但提升的幅度有限。从分布形态上看，核密度图的峰值上下波动，出现先下降后上升再下降的反复波动趋势，说明在此阶段我国绿色经济的分布格局处于非常不稳定的状态，省际间绿色发展差距呈现先变大后变小再变大的状态，变化幅度不大。图形中明显的右拖尾现象表明我国绿色经济发展的区域差距在逐渐扩大。从波峰的数量看，核密度函数曲线存在一个主峰和多个侧峰，且侧峰的峰值远低于主峰峰值，表明从整体上中国绿色经济发展具有一定的梯度效应，多级分化现象明显。考察期内波峰数量在逐渐减少，说明不均衡分布格局正在逐渐改善。

（二）三大地区绿色经济发展的动态演进

图7所示为东部地区绿色经济发展的核密度

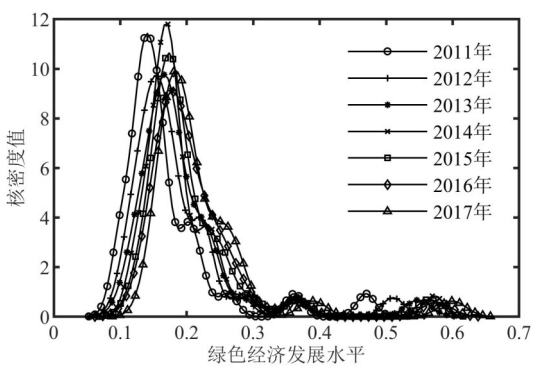


图6 中国绿色经济发展的Kernel密度估计

图。在考察期内，东部地区绿色经济发展的核密度曲线逐渐向右偏移，且右偏的幅度要明显大于图6，说明东部地区绿色经济在不断发展，且发展领先于全国的平均水平。核密度曲线图的宽度在不断扩大，波峰在不断降低，分布形态从“尖窄”演变为“扁宽”，说明东部地区绿色经济发展差距逐渐变大。从分布延展性看，核密度估计曲线均出现左拖尾和右拖尾现象，这反映东部地区绿色经济发展差距呈现扩大的趋势，存在少数绿色经济发展极差和极好的省份。从波峰数量看，在考察期内均存在一个主峰和一个侧峰，且侧峰离主峰的距离变大，说明东部地区绿色经济发展存在极化现象，出现个别省份绿色经济发展处于领先地位。

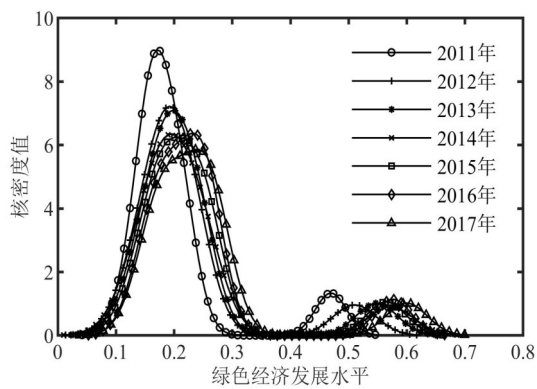


图7 东部地区绿色经济发展的分布动态

图8所示为西部地区绿色经济发展的核密度估计图。从分布位置看，核密度函数的中心不断向右移动，表明西部地区绿色经济发展处于不断发展中；从分布形态看，核密度函数的波峰高度出现先下降后上升的趋势，表明在考察期内西部地区绿色经济发展差距出现先扩大后缩小的趋势；从分布延展性看，虽然核密度函数也存在右拖尾现象，但右拖尾在逐期缩短，说明西部地区内各省份之间绿色经济发展差距逐渐缩小；从波峰数量看，考察初期核密度估计曲线出现一个主峰和多个侧峰，且侧峰与主峰较近，在考察后期侧峰数量在减少，这说明西部地区绿色经济发展具有明显的多级分化和空间不均衡现象，存在多个中心。

图9所示为中部地区绿色经济发展的核密度估计图。从分布位置看，核密度函数的中心右移

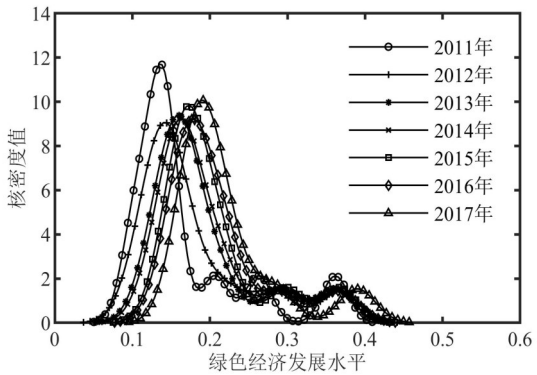


图8 西部地区绿色经济发展的分布动态

趋势明显，表明我国中部地区绿色经济发展稳步推进；从分布形态看，核密度函数的波峰从“尖而窄”到“扁而宽”，表明中部地区绿色经济发展差距呈现出缩小的趋势；从分布延展性看，核密度估计曲线不存在明显的拖尾现象，表明中部地区内各省份之间绿色经济发展差距并不大；从波峰数量看，由考察初期的多峰演变为考察末期的一个主峰和一个侧峰，表明中部地区绿色经济发展的多极化趋势趋于缓和。

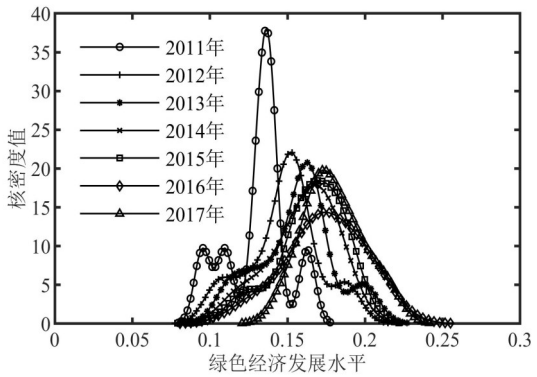


图9 中部地区绿色经济发展的分布动态

七、结论与政策建议

（一）研究结论

1. 近几年中国绿色经济发展飞速，年均增长率为4.38%，呈现直线上升的发展趋势。但中国绿色经济发展具有典型的区域发展不平衡问题，绿色经济发展的总体地区差异呈现出显著的下降趋势，但中国三大地区绿色经济发展仍然存在较为明显的地区差距。从区域内基尼系数而言，区域内差异最大的是东部，其次是西部，中部最小，东部和西部的区域内差距远远高于中部地

区；从区域间基尼系数而言，东—中部和东—西部绿色经济区域间发展差距较大；中国绿色经济总体区域差异主要来源于区域间差异和区域内差异，这两部分贡献率均值分别为42.659%、31.743%。

2. 核密度函数曲线的中心在逐渐向右偏移，说明绿色经济发展整体上呈现不断推进的趋势；除了中部地区拖尾现象不明显，全国及东部地区、西部地区均出现明显的右拖尾现象；全国及三大地区的核密度曲线均存在主峰和侧峰并存的现象，右边的侧峰数量较多，且主峰峰值均远远高于侧峰的峰值，说明中国绿色经济发展具有一定的梯度效应，多级化发展趋势明显。

（二）政策建议

1. 充分认识绿色经济发展区域差异的特征及来源。绿色经济发展会受到各地经济状况、环境规制、生态建设等诸多因素的影响，因此为了缩小绿色经济发展的差距，就要厘清各个影响因素发展的差距，从源头发现问题、解决问题。

2. 打破地区边界，积极推动绿色经济区域协同提升。本研究结果表明我国绿色经济发展差距的主要来源是区域间差异，因此尽可能地缩小绿色经济发展的区域间差异是解决我国绿色经济发展不平衡的重中之重。东部地区绿色经济发展较好，探究并保持其发展的优势，推动其绿色经济长远可持续发展；对于中西部绿色经济发展起点较低，发展稍差的地区，要积极主动发展绿色化产业，同时要加强政府的投资力度，政策向绿色经济发展相对较差的地方和产业倾斜，为其绿色化转型提供有利的发展空间。首先，需要强化我国各地区绿色化转型的区域合作，包括绿色技术、绿色发展理念、产业发展等多方面的联系与合作；其次，探索绿色区域协同发展的路径机制。

3. 政府应该因地制宜，采取差异化措施。对于绿色经济发展较好的地区，政府应当鼓励其发挥溢出效应，与绿色经济发展较差的地区合作，并提供适当的技术支持。政府可以统筹区域间发展，为区域协调发展构建政策方针。

参 考 文 献

[1] 林伯强，谭睿鹏. 中国经济集聚与绿色经济效率[J]. 经济研究，2019（2）：119-132.

[2] 许钊，高煜，霍治方. 数字金融的污染减排效应[J]. 财经科学，2021（4）：28-39.

[3] 曾贤刚，毕瑞亨. 绿色经济发展总体评价与区域差异分析[J]. 环境科学研究，2014，27（12）：1564-1570.

[4] 任阳军，汪传旭. 中国绿色经济效率的区域差异及空间溢出效应研究[J]. 生态经济，2018，34（2）：93-96.

[5] 钱争鸣，刘晓晨. 我国绿色经济效率的区域差异及收敛性研究[J]. 厦门大学学报（哲学社会科学版），2014（1）：110-118.

[6] 周杰文，赵月，杨阳. “一带一路”沿线省份绿色经济效率时空差异研究[J]. 统计与决策，2020，36（22）：100-103.

[7] Pearce D，Markandya A，Barbier E B. *Blueprint for a green economy*[M]. London：Earthscan Publication Limited，1989.

[8] 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.

[9] 薛珑. 绿色经济发展测度体系的构建[J]. 统计与决策，2012（18）：21-24.

[10] 向书坚，郑瑞坤. 中国绿色经济发展指数研究[J]. 统计研究，2013，30（3）：72-77.

[11] 黄杰. 中国绿色发展效率的区域差异及动态演进[J]. 地域研究与开发，2018，37（4）：13-18，31.

[12] Dagum C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. Empirical Economics，1997，22（4）：515-531.

[13] DAGUM C. Decomposition and interpretation of gini and the generalized entropy inequality measures[J]. Statistica，1997，57（3）：295-308.

[14] 刘华军，何礼伟，杨骞. 中国人口老龄化的空间非均衡及分布动态演进：1989—2011[J]. 人口研究，2014，38（2）：71-82.

[15] 魏晓敏，王林杉. 中国居民网络消费的区域差异测度及收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究，2018，35（7）：130-145.

[16] 刘传明，王卉彤，魏晓敏. 中国八大城市群互联网金融发展的区域差异分解及收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究，2017，34（8）：3-20.

[17] 刘忠宇，热孜燕·瓦卡斯. 中国农业高质量发展的地区差异及分布动态演进[J]. 数量经济技术经济研究，2021，38（6）：28-44.

[18] 刘传明，尹秀，王林杉. 中国数字经济发展的区域差异及分布动态演进[J]. 中国科技论坛，2020（3）：97-109.

Regional differences and dynamic evolution of green economy development in China

YAO Dengbao[1,2], ZHANG Yuling[1]

(1. *Economics School, Anhui University, Hefei* 230601, *China*; 2. *Research Center of Finance and Statistic, Anhui University, Hefei* 230601, *China*)

Abstract: In this paper, entropy weight method is used to quantitatively calculate the green economy development level of 30 provinces (excluding Tibet) in China from 2011 to 2017, and Dagum Gini coefficient and Kernel density estimation method are used to analyze the spatial-temporal characteristics, regional differences and dynamic evolution trend of green economy development in different regions and provinces of China. The results show that the green economy is developing rapidly in China, and the overall regional disparity shows a obvious downward trend. However, there is still a significant regional imbalance, which presents the characteristics of east-west-central ladder distribution. The overall regional differences of China's green economy mainly come from inter-regional differences and intra-regional differences. The kernel density estimation curve has multi-peak phenomenon, and the development of green economy has some gradient effect, and there is an obvious multi-polar development characteristics.

Keywords: Green economy; Dagum Gini coefficient; Kernel density estimation; Dynamic evolution

（编辑：程俐萍）