

中国生态福利绩效水平的空间非均衡及动态演进

邓远建, 杨旭, 陈光炬, 汪凯达

摘要:在测算全国 29 个省(市、区) 2004—2017 年生态福利绩效水平的基础上, 对其空间非均衡特征及动态演进过程展开分析。研究发现: (1) 观测期内全国生态福利绩效水平空间上呈现“东强、中次、西弱”的格局; 省份之间差距同样明显, 相比而言, 同一区域内部省份之间差距较小。(2) 观测期内全国生态福利绩效水平相对差距增大趋势明显; 东—西部区域间差距最大, 但基本稳定; 中—西部区域间差距最小, 但增速最快; 中部区域内部差距最小, 但增大趋势显著; 超变密度是生态福利绩效水平空间非均衡的第一来源。(3) 全国以及东、中、西部区域内部生态福利绩效水平的绝对差距都有增大趋势; 西部区域两极分化态势最强, 中部区域次之, 东部区域最弱; 生态福利绩效水平呈路径依赖特征; 2012 年后, 仅东部区域生态福利绩效水平各状态之间流动性明显改善。为此, 政策制定要着眼于改变经济增长观、探索提高生态福利绩效水平的新途径、促进区域协调发展。

关键词:生态福利; 绩效水平; 空间非均衡; 动态演进

中图分类号: F124.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0169(2020)04-0115-13

DOI:10.16493/j.cnki.42-1627/c.2020.04.010

一、引言

中国以前所未有的高速发展创造了举世瞩目的“东方奇迹”, 极大地提高了人民的物质生活水平, 但也与许多发达国家曾经的一样, 是以牺牲资源环境为代价换取的。正如 Daly 所言, 人类社会已经从自然资本相对富裕的“空的世界”过渡到了生态环境约束日益趋紧的“满的世界”^[1]。在一个“满的世界”, 人造资本已经相对富裕, 制约人类发展的要素转变为绝对稀缺的自然资本。如何处理好生态保护、经济发展、民生福祉提高的“三难”问题, 走出一条人与自然和谐共生的高质量绿色发展道路是人类社会共同面临的时代课题。对此, 2018 年的政府工作报告提出, “我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段”, 其核心要义就是在有限的资源供给下更好地满足人民日益增长的美好生活需要, 给人民群众带来更多的获得感、幸福感、安全感。

生态福利绩效是指生态投入转化为社会福利水平的效率, 它不仅承认自然资本的约束性, 而且避免了单纯 GDP 主义, 将人类的全面发展作为生态投入的根本目的^[2]。可见, 生态福利绩效更加

基金项目:国家自然科学基金面上项目“农业生态资本运营的益贫效应及其与精准扶贫协同机制研究”(71673302); 国家自然科学基金青年项目“乡村振兴中生态资本的投资绩效评价与投资模式创新研究”(71804196); 中南财经政法大学研究生科研创新项目“林业资源资本化运营的效率测度及推进策略研究——以湖北省为例”(202010816)

作者简介:邓远建, 经济学博士, 中南财经政法大学工商管理学院副教授(湖北 武汉 430073); 杨旭, 中南财经政法大学工商管理学院研究生; 陈光炬(通讯作者), 经济学博士, 丽水学院商学院副教授, heli730514@126.com(浙江 丽水 323000)

符合经济社会高质量发展的总体要求。新古典经济学用劳动生产率、资本生产率等指标来衡量一个经济体的发展潜力,而可持续发展经济学使用生态福利绩效来衡量一个国家或区域的可持续发展程度以及未来的可持续发展潜力和方向^[3]。那么,在生态福利绩效的视角下审视中国的发展状况时,一系列问题亟待探索:中国经济增长速度毋庸置疑,与此同时,生态福利绩效水平是提高还是降低了?进一步,中国以及各个区域的生态福利绩效水平是否具有空间不均衡现象?如果存在,其具体表现如何?最后,空间不均衡现象是如何演变而来的?其内在规律是什么?对上述问题的回答,有助于增进对中国生态福利绩效水平现状和基本特征的认识,把握生态福利绩效水平空间布局的演变趋势,在理论上推动生态福利绩效的相关研究,在实践上对切实提升生态福利绩效水平的政策制定提供参考依据。

二、文献综述

生态福利绩效的研究最早可以溯源到 Daly^[4]提出的各国可持续发展水平,可以通过测算单位自然资源消耗所产生的社会福利水平来做出评价,但其没有给出在实践中的具体量化指标。国内学者诸大建^[5]在 Daly 思想基础上于 2008 年首次提出生态福利绩效的概念,将其定义为生态资源消耗转化为社会福利水平的效率,并用人类发展指数与生态足迹的比值来量化。随着研究的不断深入,环境污染逐渐被纳入到生态福利绩效的测算之中。总体而言,生态福利绩效指的是以最小的资源消耗和环境污染代价,获取最大的社会福利产出的生产过程。近年来,国内外学者在生态福利绩效水平与经济增长的关系^[6]、生态福利绩效水平的影响因素^[7]、生态福利绩效水平评价^[8]等方面开展了深入研究。测度方法主要包括比值法、数据包络分析(DEA)和随机前沿生产函数(SFA)等。当前,以 DEA 为主的相关方法已逐渐成熟,这也是本文测度生态福利绩效的方法。

生态福利绩效水平的空间非均衡问题一直广受学者关注。冯吉芳等^[9]通过人类发展指数与生态足迹的比值,利用 2005、2008、2010 年的数据发现中国生态福利绩效水平的省域差异明显且与经济发展水平存在空间错位现象。徐昱东等^[10]以 2005—2014 年为研究跨度,采用的是社会福利水平与生态消耗水平的比值,得出全国生态福利绩效水平呈现东—中—西部区域递减格局并在空间上呈现一定的依赖性和异质性的结论。肖黎明等^[11]、龙亮军^[12]基于 Super-SBM 模型分别以 2004—2016 年省域层面数据和 2011—2015 年主要城市数据的测算结果也支持上述结论。但李成宇等^[13]基于非期望产出的 SBM 模型以 2001—2015 年的省域层面数据得出中国生态福利绩效水平呈东—西—中部区域的递减格局。在差距演化方面,程艳茹^[14]利用 Theil 指数对中国 2003—2014 年的生态福利绩效水平总体差距进行分解,结果显示区域内部差距一直占 95% 以上,是总体差距的主要来源。杜慧彬等^[15]基于 2004—2015 年省级面板数据,采用 σ 收敛和绝对 β 收敛进行了检验,结果表明只有东部区域不存在 σ 收敛和绝对 β 收敛。林木西等^[16]基于 MLD 指数及动态学方法以 2014—2017 年省域层面数据,认为中国生态福利绩效水平呈两极化趋势且流动性较差。

综上所述,已有研究为本文把握生态福利绩效水平的空间分布特征奠定了基础,但在生态福利绩效水平空间非均衡问题的研究视野下,依然存在进一步深化的空间。一是绝大多数学者在测算生态福利绩效水平的基础上,采用描述性统计和数据可视化的方法,通过对比不同区域生态福利绩效水平来阐述其空间非均衡特征,研究深度不够,缺乏对中国生态福利绩效水平演变特征与规律的系统分析。二是虽然 Theil 指数、收敛性等方法在一定程度上加深了关于其空间非均衡问题的研究,但还是有不足之处:其一,Theil 指数将总体差距分解为区域间和区域内差距,由于其没有考虑到子群样本分布状况,忽略了组间交叉重叠这一影响因素,导致无法准确识别组间差距对总体差距的贡献^[17],显然增大了空间差距的测算误差;其二,上述方法只能对空间非均衡的相对差距进行测

算和分解, 但是对绝对差距的演进过程无法进行精细化考察^[18]。

为弥补上述缺憾, 本文拟在研究深度和研究方法上进一步拓展和改进。首先, 利用 Super-SBM 模型对全国 29 个省(市、区)的生态福利绩效水平进行测算, 总体描述全国生态福利绩效水平的现状。随后, 利用 Dagum 基尼系数测度中国生态福利绩效水平空间非均衡的相对差距, 并按子群分解方法将其分解为区域间差距、区域内差距以及超变密度, 以精确得知空间非均衡的差距来源。进一步, 引入 Kernel 核密度估计方法, 更加直观地展示生态福利绩效水平绝对差异演进规律, 利用 Markov 链探究在不同时期生态福利绩效的转移特征, 以期为区域差距、极化趋势等研究结论提供可靠支撑。最后, 基于以上分析结果展开讨论。

三、研究方法与数据来源

(一) Super-SBM 模型

传统的 DEA 模型(如 BBC 或 CCR 模型)是基于径向角度的测量方法, 没有考虑到投入产出的松弛问题, 且只能从投入或产出角度入手, 往往导致测算结果与实际情况不完全相符。为此, Tone^[19]提出了基于非径向的 SBM 模型, 其优点是效率值随着投入和产出松弛程度的变化而严格变化, 但 SBM 模型所得结果会出现效率值同时为 1, 导致决策单元无法排序的问题。因此, Tone^[20]进一步提出了超效率 SBM (Super-SBM) 模型, 同时解决了投入产出变量的松弛问题和决策单元的排序问题。此外, 可变规模报酬假设、投入与产出角度的双向优化更加贴近实际情况。因此, 本文采用可变规模报酬假设下基于非径向、非角度的 Super-SBM 模型测算生态福利绩效水平, 具体模型构建如式(1)所示。

$$\text{Min} \delta = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}/x_{ik}}{\frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \bar{y}/y_{rk}} \quad (1)$$

$$s. t. \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq k}^n x_j \lambda_j \leq \bar{x}; \sum_{j=1, j \neq k}^n y_j \lambda_j \geq \bar{y} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik}, i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j - s_i^+ = y_{rk}, r = 1, 2, \dots, s \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j = 1, \bar{x} \geq x_k, \bar{y} \leq y_k, j = 1, 2, \dots, n (j \neq k) \\ \bar{y} \geq 0, \lambda \geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0 \end{cases}$$

其中, δ 为 DEA 超效率值, $(\bar{x}, \bar{y})$ 是剔除第 K 个决策单元的决策变量参考点, λ_j 为权重向量, x 、 y 分别代表投入和产出变量, m 、 s 分别代表投入、产出变量个数, s^- 、 s^+ 分别代表投入、产出的松弛变量。当 $\delta \geq 1$ 时, 决策单元相对有效; 当 $\delta < 1$ 时, 决策单元相对无效。 δ 值越大, 说明生态福利绩效水平越高。

(二) Dagum 基尼系数

Dagum 于 1997 年提出的基尼系数及分解方法, 弥补了传统基尼系数及泰尔指数方法的缺陷。本文采用该方法测度生态福利绩效水平相对差距大小及来源。因该方法目前已被广泛应用于区域差距的相关研究之中^[21], 限于篇幅, 本文对此详细过程不再赘述。

(三) Kernel 核密度估计

Kernel 核密度估计法可以用连续的密度曲线描述随机变量的分布形态。本文采用该方法直观展示中国生态福利绩效水平绝对差距的演变规律。

假设 $f(x)$ 是随机变量 X 的密度函数, 如式 (2) 所示。

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left[\frac{X_i - x}{h}\right] \quad (2)$$

其中, N 为观测值个数, X_i 表示 i 省的生态福利绩效值, x 是生态福利绩效均值。 $K(\cdot)$ 为核函数, 不失一般性, 本文选用 Gaussian 核函数。 h 为带宽, 其大小决定了 Kernel 核密度估计图的精度与平滑度, 本文选取最优带宽进行核密度估计。一般来说, 根据核密度估计结果的图形, 可以得到生态福利绩效水平分布的位置、形态、延展性和极化趋势等信息。

(四) Markov 链

本文利用 Markov 链方法探究在不同时期生态福利绩效水平的转移特征, 其基本原理是: Markov 链是一个离散事件随机过程, 即 $\{X(t), t \in T\}$, 指数集合 T 对应各个时期, 有限状态对应于随机变量的状态数, 那么对所有时期 t 和所有可能的状态 j, i 和 $i_k (k=0, 1, 2, \dots, t-2)$, 满足式 $P\{X_{t+1} = j | X_0 = i_0, X_1 = i_1, X_2 = i_2, \dots, X_t = i\} = P\{X_{t+1} = j | X_t = i\}$, 说明 $t+1$ 时期, 生态福利绩效水平处于 j 状态的概率取决于在 t 时期的状态。

生态福利绩效水平从一种状态转变为另一种状态称为状态转移。如果以生态福利绩效水平高低将各省份划分为 k 种状态, 那么, 生态福利绩效水平状态之间的转移可以用一个 $k \times k$ 的转移概率矩阵 P 表示, 如式 (3) 所示, 可据此从转移概率的角度来探究生态福利绩效的动态演进过程。

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{k1} & \cdots & P_{kk} \end{pmatrix} \quad (3)$$

其中, P_{ij} 表示在第 t 年生态福利绩效水平属于 i 状态的省份在 $t+1$ 年转移到 j 状态的一步转移概率。利用极大似然估计法求得 $P_{ij} = n_{ij} / n_i$, n_{ij} 表示在整个观测期内由第 t 年属于 i 状态的省份在第 $t+1$ 年转移为 j 状态的省份数量之和, n_i 是所有年份中属于 i 状态的省份数量之和。

(五) 指标选取与数据来源

运用 Super-SBM 模型测算生态福利绩效水平需要明确投入与产出变量。在科学性、系统性和可操作性原则指导下, 同时参考龙亮军^[22]、方时姣等^[23]的指标选取办法, 本文选择资源消耗和环境污染作为生态投入指标, 其中, 资源消耗包括能源消耗、水资源消耗和土地消耗, 分别以人均能源消费量(标准煤)、人均用水量和人均建成区面积度量; 环境污染作为人类福利水平和经济活动产出所需要付出的代价, 本身也是一种投入或成本^[12], 主要考虑废水、废气和固体废弃物三方面, 分别以人均化学需氧量、人均二氧化硫排放量、人均工业废弃物产生量度量。福利产出将人的全面发展作为生态投入的根本目的, 经济进步只是其中的一部分。借鉴联合国开发计划署关于人类发展指数(HDI)的衡量方法, 综合考虑居民健康水平、受教育水平以及过上体面生活的能力^[6], 分别以平均预期寿命、平均受教育年限、人均生产总值度量。

按照数据可得性和可比性原则, 本文选取全国 29 个省(市、区)作为研究对象, 不包括台湾、香港、澳门以及新疆和西藏, 时间跨度为 2004—2017 年。资源消耗、环境污染以及福利产出的各项指标原始数据均来自于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国教育统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。其中, 资源消耗、环境污染的人均指标均通过年末常住人口数处理得出; 人均生产总值以 2004 年为基期进行平减处理; 各省份平均预期寿命只有 1990、2000、2010 年数据, 参考徐昱东等^[10]的方法补齐各个省份的缺失数据; 平均受教育年限(AYS)的计算如式(4)所示。

$$AYS = \frac{6 \times P_{\text{小学}} + 9 \times P_{\text{初中}} + 12 \times P_{\text{高中}} + 16 \times P_{\text{大专及以上学历}}}{P_{\text{小学}} + P_{\text{初中}} + P_{\text{高中}} + P_{\text{大专及以上学历}}} \quad (4)$$

其中， P 代表各学历段人口数。

四、生态福利绩效水平的测算

基于非径向、非角度的 Super-SBM 模型，运用 2004—2017 年全国省级面板数据，测算得出各省份的生态福利绩效水平（如表 1 所示）。

表 1 2004—2017 年全国各省（市、区）生态福利绩效水平测算结果

省份	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	均值
北京	1.318	1.544	1.590	1.685	1.770	1.783	1.829	1.785	1.762	1.837	1.710	2.047	1.883	1.714	1.733
天津	1.084	1.029	1.044	1.031	1.041	1.038	1.055	1.048	1.062	1.065	1.070	1.035	1.004	1.008	1.044
河北	0.682	1.000	0.756	0.739	0.761	0.757	0.795	0.754	0.760	0.773	0.782	1.001	0.693	1.001	0.804
辽宁	0.604	0.552	0.541	0.521	0.519	0.507	0.478	0.419	0.420	0.416	0.416	0.395	0.345	0.347	0.463
上海	1.239	1.173	1.171	1.173	1.152	1.152	1.079	1.070	1.063	1.064	1.075	1.057	1.093	1.035	1.114
江苏	0.800	0.808	0.792	0.792	0.770	0.729	0.736	0.685	0.668	0.642	0.613	0.596	0.519	0.522	0.691
浙江	1.024	1.043	1.029	1.019	1.012	1.006	1.010	1.002	0.887	0.860	0.815	0.789	0.735	0.739	0.927
福建	1.050	1.047	1.022	1.022	1.015	1.005	1.004	1.005	1.000	0.798	0.807	1.003	0.737	1.019	0.967
山东	1.004	1.012	1.013	1.004	1.004	1.001	0.796	0.689	0.685	0.674	0.657	0.628	0.604	0.720	0.821
广东	1.062	1.059	1.076	1.024	1.004	0.839	0.790	0.780	0.766	0.746	0.783	0.755	0.680	0.691	0.861
海南	1.925	2.052	2.013	1.962	1.980	1.939	1.757	1.418	1.377	1.287	1.247	1.189	1.195	1.198	1.610
东部	1.072	1.120	1.095	1.088	1.093	1.069	1.030	0.969	0.950	0.924	0.907	0.954	0.863	0.909	1.003
山西	1.039	1.046	1.046	1.042	1.055	1.055	1.033	1.019	1.019	1.021	1.025	1.036	1.026	1.040	1.036
吉林	0.698	0.673	0.656	0.653	0.617	0.566	0.535	0.483	0.495	0.495	0.499	0.468	0.501	0.480	0.559
黑龙江	0.614	0.566	0.563	0.546	0.530	0.488	0.478	0.425	0.416	0.422	0.426	0.400	0.405	0.406	0.478
安徽	1.116	1.096	1.080	1.082	1.071	1.067	1.049	1.032	1.028	1.028	1.038	1.024	1.009	1.008	1.052
江西	1.034	1.048	1.026	1.040	1.046	1.054	1.041	1.040	1.055	1.047	1.024	1.020	1.018	1.018	1.037
河南	1.178	1.160	1.115	1.130	1.104	1.086	1.137	1.045	1.041	1.045	1.087	1.074	1.173	1.215	1.113
湖北	0.761	0.737	0.835	1.002	0.753	0.733	0.685	0.737	0.745	0.753	0.734	0.171	0.686	0.598	0.748
湖南	1.009	1.020	1.028	1.028	1.021	1.020	1.022	1.023	1.032	1.045	1.055	1.071	1.068	1.029	1.034
中部	0.931	0.918	0.919	0.940	0.900	0.884	0.873	0.851	0.854	0.857	0.861	0.851	0.861	0.849	0.882
内蒙古	0.419	0.435	0.441	0.434	0.441	0.434	0.414	0.365	0.353	0.340	0.346	0.333	0.371	0.358	0.392
广西	1.046	1.028	1.035	1.030	1.028	1.029	1.008	1.027	1.025	1.026	1.019	1.030	1.014	1.002	1.025
重庆	1.005	0.795	1.036	1.017	1.009	0.803	0.764	0.763	1.008	1.008	0.766	0.731	1.000	1.047	0.911
四川	0.769	0.852	1.025	1.019	1.036	1.022	1.005	1.031	1.027	1.032	1.018	1.029	0.745	0.703	0.951
贵州	1.117	1.074	1.069	1.088	1.089	1.070	1.062	1.147	1.124	1.097	1.094	1.087	1.010	0.615	1.053
云南	1.121	1.161	1.120	1.109	1.123	1.122	1.128	1.105	1.092	1.080	1.080	1.086	1.026	1.027	1.099
陕西	1.018	1.026	1.037	1.035	1.038	1.048	1.048	1.036	1.046	1.039	1.019	1.027	1.011	1.001	1.031
甘肃	1.011	0.675	1.000	1.000	0.664	0.652	0.648	0.611	0.619	0.599	0.556	0.547	0.504	0.514	0.686
青海	0.644	0.651	0.548	0.544	0.528	0.554	0.573	0.559	0.590	0.504	0.479	0.440	0.372	0.390	0.520
宁夏	0.309	0.298	0.294	0.286	0.280	0.282	0.263	0.227	0.216	0.206	0.203	0.195	0.193	0.213	0.247
西部	0.846	0.790	0.860	0.856	0.824	0.802	0.791	0.787	0.810	0.793	0.758	0.750	0.725	0.687	0.791
全国	0.955	0.951	0.966	0.967	0.947	0.926	0.904	0.874	0.875	0.860	0.843	0.856	0.814	0.816	0.897

由表 1 的结果可以看出，中国生态福利绩效水平呈现明显的空间非均衡特征。从区域层面来看，观测期内东部区域绩效水平一直最高，西部区域则一直最低，中部区域始终与全国平均水平最

接近,其均值分别为 1.003、0.882、0.791,保持着稳定的“东强、中次、西弱”格局;且东、中、西部区域生态福利绩效水平总体均呈下降趋势。分时段来看,2004—2007 年三个区域都有小幅上涨,涨幅分别为 1.5%、0.9%、1.2%;2008—2011 年都有明显下降,降幅分别为 11%、5%、4%;2012—2017 年继续下降,但降幅分化较大,分别为 4%、0.6%、15%。可见,东部区域前期下降最明显,但也率先采取了调控措施,遏制了下降势头;中部区域处于生态投入与福利产出的动态平衡之中;西部区域可能受到东部区域“高污染、高能耗、高排放”企业转移的影响致使降幅增大。从省域层面来看,观测期内北京的绩效值都在 1.0 以上,均值为 1.773,表明北京对生态投入的利用效率不仅处于效率前沿面上,而且还超出目标值的 77.3%;而宁夏的绩效值都在 0.4 以下,均值仅为 0.247。以 2012 年为例,宁夏的绩效值为 0.216,仅为北京的 12.2%,足以表明其与北京存在明显差距。若将范围缩小至同一区域内部,以 2012 年中部区域为例,绩效值最高的河南为 1.041,超出目标值 4.1%,与之相邻的湖北绩效值为 0.745,占河南的 71.5%,而中部区域绩效值最低的黑龙江为 0.416,仅占河南的 39.9%。上述分析表明,无论是否在同一区域,生态福利绩效水平的省域差距都十分明显,相对来说,同一区域内省份差距较小。

五、生态福利绩效水平空间非均衡性测度及分解

前文通过对区域、省域层面生态福利绩效水平变化趋势的描述,较为直观地展示了中国生态福利绩效水平的空间非均衡特征。为了更加精确得知中国生态福利绩效水平空间非均衡的相对差距大小及其来源,本文采用 Dagum 基尼系数进行精确测度和分解,根据测算结果绘制出生态福利绩效水平相对差距的演变趋势图(如图 1 所示)。

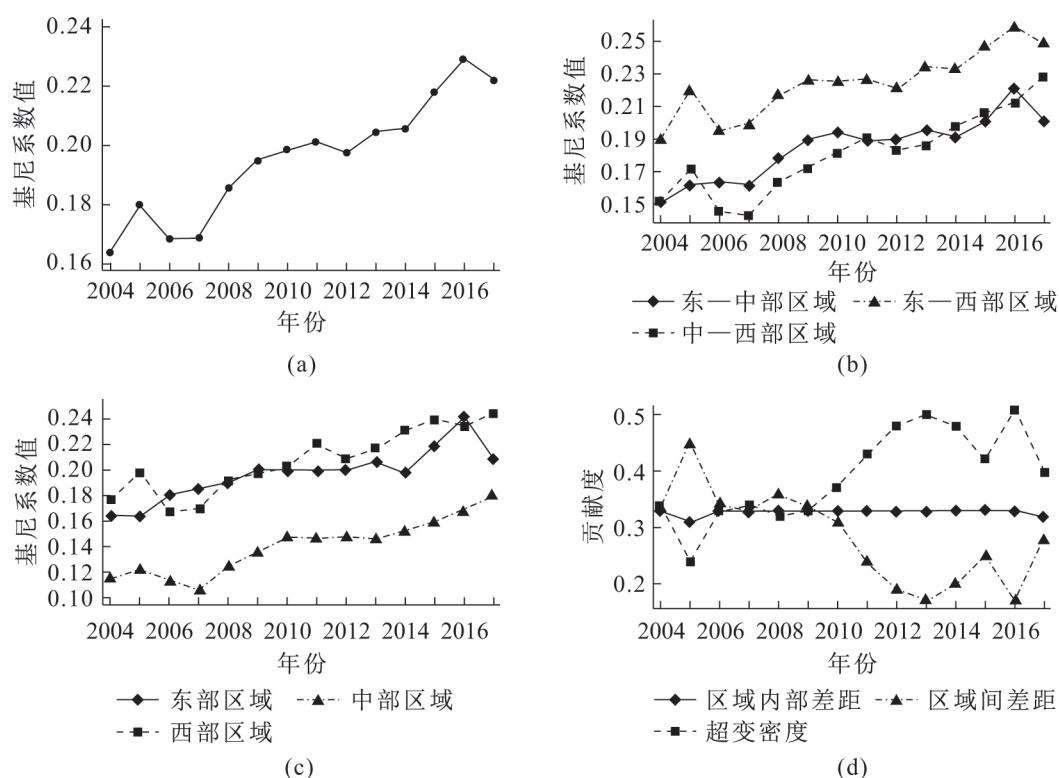


图 1 全国总体差距、区域间差距、区域内差距及贡献度的演变趋势

(一) 全国总体差距分析

图1(a)描绘了2004—2017年中国生态福利绩效水平总体差距的演变趋势。从图中可以看出,整个观测期内中国生态福利绩效水平的总体差距增大趋势显著,基尼系数从0.1637增长至0.2220,增幅约36%,年均增长率约为2.4%。其中,2004—2007年间基尼系数先增加再降低,波动剧烈但总体变化不大,其值从2004年末的0.1637上升至2007年末的0.1687,增幅仅为3%,年均增长率仅约为1%;2008—2011年间是基尼系数增长最快的阶段,从2008年初的0.1687增长到2011年末的0.2012,增长了0.0325,增幅约为19%,年均增长率高达4.5%;2012—2017年间基尼系数虽呈波动中上升趋势,从2012年初的0.2012上升至2017年末的0.2220,增幅约为10%,年均增长率约1.6%,但与2008—2011年相比已有明显改善。这说明2012年之后,中国的宏观调控和经济结构调整取得了一定成效,但仅是在一定程度上缓解了总体差距的增大趋势,区域间和区域内的差距仍不容乐观,经济高质量发展依然面临区域失衡的挑战。

(二) 区域间差距分析

图1(b)描绘了2004—2017年三大区域间生态福利绩效水平差距的演变趋势。总体来看,观测期内东—西部区域间基尼系数最大,东—中部、中—西部区域间基尼系数明显低于东—西部。从演变趋势来看,2017年东—中部区域间基尼系数相比于2004年增大了0.05,增幅为33%,年均增长率约为2.2%。值得注意的是,2004—2010年东—中部区域间基尼系数已经增大了0.0427,占观测期内变化值的85%。其可能的原因是,2010年之前东部区域的广东、山东等省份生态福利绩效水平一直较高,但在此之后均出现了明显下降,所以二者的差距保持了相对稳定的状态。中—西部、东—西部的区域间基尼系数变化趋势比较相似:中—西部区域间基尼系数在2017年达到最大值0.2284,相比2004年增大了0.0762,增幅为50%,年均增长率约为3.1%;东—西部区域间基尼系数在2017年为0.2485,相比2004年增大了0.0589,增幅为31%,年均增长率约为2.1%。由此可以看出,东—西部区域间差距较大,但增速最慢;中—西部区域间差距相对较小,但增速最快。呈现这一状态的原因在于,观测期内东部区域部分省份生态福利绩效水平虽然出现了明显下降,但东部区域相比于西部区域具有明显的先发优势,技术水平、民生保障能力、基础设施建设等都为其奠定了雄厚基础,因此,东—西部区域间差距依然呈现缓慢的增大趋势。中、西部区域有更多的相似性,因此,中—西部区域间差距较小;但中部区域发展更加均衡,观测期内仅吉林、黑龙江和湖北的生态福利绩效水平出现了明显下降,但总体下降幅度不足20%;西部区域的贵州、甘肃和青海,总体下降幅度超过了40%。可见,由于中、西部区域生态福利水平较低省份之间的差距拉大,导致中—西部区域间差距增大明显。

(三) 区域内部差距分析

图1(c)描绘了2004—2017年三大区域生态福利绩效水平内部差距的演变趋势。总体来看,东、中、西部区域基尼系数均值分别为0.1970、0.1404、0.2071,中部区域基尼系数一直最小,而东、西部区域基尼系数相差不大。这说明相比于东、西部区域,中部区域各省份之间差距最小。从各自演变趋势来看,在观测期内,东部区域基尼系数增大了0.044,增幅为27%,年均增长率约为1.8%,尤其是自2012年以来增幅仅4%,年均增长率仅为0.7%;中部区域基尼系数增加了0.064,增幅为55%,年均增长率约为3.5%;西部区域基尼系数在观测期内增大了0.068,增幅为38%,年均增长率约为2.5%。综合以上分析可以看出,中部区域虽然内部差距最小,但是增大速度最快,因此对中部区域的发展状况不能盲目乐观;相比而言,虽然目前东部区域内部差距较大,但基本保持稳定。其可能的原因是,一方面,随着东部区域“长三角一体化发展”、“京津冀协同发展”战略的深入推进,各省份之间联系更加紧密,导致生态福利绩效水平正向空间“溢出效应”更强,能够有效遏制内部差距的进一步扩大;另一方面,随着环境质量要求不断提高,东部区域各省

份的环境规制强度普遍高于中、西部区域,在环境保护方面存在更加显著的“标尺竞争”效应。西部区域内部差距最大的原因在于内部各省份发展方式相差较大,例如云南、贵州等省份,拥有丰富的自然资本,可将生态优势转化为经济优势,同时自然资本的正外部性也能够显著提高居民的福利水平^[24];而西部区域的宁夏、内蒙古等省份,对能源消耗的依赖仍过大,民生保障能力不足,发展方式较为粗放。可见,就西部区域目前的发展阶段,内部差距在短期内很难减小,国家必须持续加强对西部区域的政策扶持,深入推进“西部大开发”战略,提高西部区域基础设施水平和改善营商环境,西部区域部分省份也要发挥自身比较优势,发展太阳能、风能等可再生能源和森林康养、民俗旅游等新产业。

(四) 各项差距来源及贡献度分解

图 1(d) 描绘了 2004—2017 年生态福利绩效水平总体差距来源及贡献度的演变趋势。从图中可以看出,观测期内区域内部差距对总体差距的贡献度最稳定,基本维持在 32% 左右;而区域间差距和超变密度贡献度的演变趋势存在“此消彼长”的态势。具体来说,2004—2009 年区域间差距贡献度大于超变密度,但仅在 2005 年比较显著,这一阶段二者的贡献度均值分别为 35.84%、31.62%,说明在此阶段总体差距的来源比较均衡;2010—2013 年超变密度逐渐占据主导地位,之后在 2016 年二者对总体差距的贡献度悬殊最大,分别为 16.72%、50.57%,2017 年二者的贡献度演变为 27.95%、39.59%,并未改变超变密度占据主导地位的事实。总体而言,观测期内区域内部差距、区域间差距和超变密度的贡献度均值分别为 32.69%、28.25%、38.06%。可见,中国生态福利绩效水平空间非均衡的第一来源是超变密度。超变密度反映的是不同区域间的交叉重叠对总体差距的贡献度,即尽管东部区域的生态福利绩效水平总体较高,但并不意味着东部区域所有省份的生态福利绩效水平都高于中、西部省份,部分中、西部生态福利绩效水平较高省份仍高于东部区域较低省份,如中部区域的河南、安徽、江西、湖南以及西部区域的广西、云南、陕西等省份,其生态福利绩效水平普遍高于东部区域的河北、辽宁、江苏等省份,表明中国生态福利绩效高水平省份呈现一定的分散式、多极化布局。对于与上述高水平省份相邻的低水平省份,应当充分利用地缘优势,突破行政区域的分割,积极吸收资源禀赋相当、文化背景相似、生产条件相同的生态福利绩效高水平省份的正向溢出效应,实现对自身发展的辐射和带动。

六、生态福利绩效水平的动态演进

Dagum 基尼系数对生态福利绩效水平的相对差距进行了测度和分解,但无法展示绝对差距的演变规律。为此,本文进一步利用 Kernel 核密度估计直观展示生态福利绩效水平绝对差距演变的分布位置、态势、延展性、极化趋势等,同时利用 Markov 链分析转移平稳性及转移路径等方面的动态演进特征。

(一) 基于 Kernel 核密度估计的生态福利绩效水平动态演进

从全国整体而言,图 2(a) 描绘了全国 29 个省(市、区)观测期内生态福利绩效水平的动态演进趋势。从图中可以看出,生态福利绩效水平分布曲线中心基本维持在 1.0 附近,主峰高度持续下降,曲线宽度不断增大,尤其是曲线左侧拓宽趋势明显。这说明在观测期内,全国生态福利绩效水平处于明显下降趋势,生态福利绩效水平下降省份居多,仅少数省份出现上升趋势,省际之间的绝对差距存在一定程度的增大。在图 2(a) 中也可以看出,生态福利绩效水平分布曲线在观测期内存在明显的右拖尾现象,其分布延展性呈现收缩趋势,说明生态福利绩效水平极高省份的绩效值与全国平均水平差距明显缩小。从波峰数量来看,观测期内生态福利绩效水平分布曲线经历了“双峰—单峰—双峰”的演变趋势,最终全国范围内生态福利绩效水平呈现出更加明显的两极分化态

势。这是随着时间的推移, 主峰高度不断下降而侧峰不断抬高所导致的。其可能的原因是, 随着中国经济持续增长以及“中部崛起”、“西部大开发”战略的深入实施, 三大区域之间经济发展水平的绝对差距明显减小, 同时, 东部区域福利水平已相对较高, 依旧增加的生态投入对福利水平(如教育、医疗)提升的边际贡献减小, 导致东部区域率先遭遇了“成长中的烦恼”。因此, 东部沿海的广东、江苏、山东和浙江等省份作为中国经济发展的领头羊, 其生态福利绩效水平均出现了明显滑落。这一现象与 Maxneef^[25]验证的“福利门槛”假说相一致, 即当经济发展水平跨越一定的“门槛”后, 经济持续增长并不必然带来更高的福利水平。对上述省份而言, 一方面要鼓励技术创新、发展先进制造业和现代服务业以进一步提高资源利用率; 另一方面需要将政策重点由经济增长转移到促进社会公平、缩小收入差距等经济与社会协调发展方面。

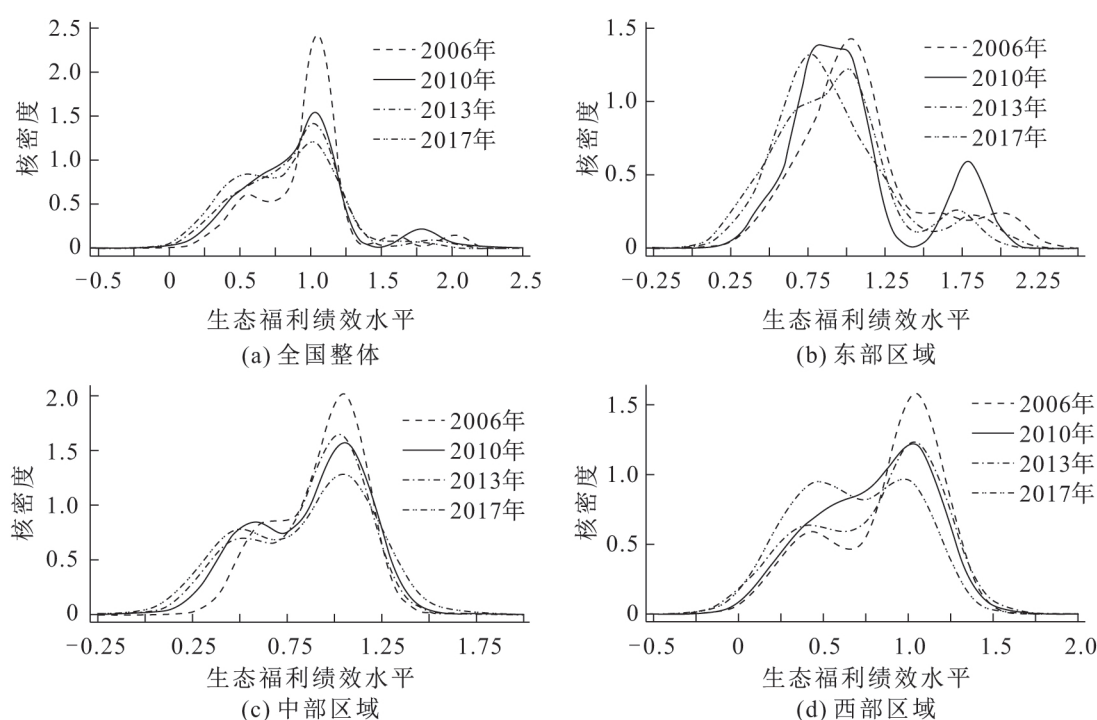


图2 全国整体及东部、中部、西部区域生态福利绩效水平的动态演进

从区域层面来看, 图2(b)、图2(c)、图2(d)分别描绘了东、中、西部区域在观测期内生态福利绩效水平的动态演进趋势。从分布位置来看, 观测期内东部区域生态福利绩效水平分布曲线中心先发生了两次左移, 之后发生了显著的右移, 说明在前一阶段生态福利绩效水平总体呈下降趋势, 后一阶段有所改善; 中、西部区域生态福利绩效水平分布曲线中心位置都有左移趋势, 且西部区域左移幅度更大, 说明西部区域的生态福利绩效水平在观测期内下降最明显, 这与前文所述不谋而合。从分布形态来看, 东、中、西部区域主峰高度都有不同程度的下降, 曲线宽度都有拓宽态势, 表明与前文测度的区域内部相对差距的变化趋势相一致, 东、中、西部区域内部生态福利绩效水平绝对差距也呈增大趋势, 而且中部区域增大趋势最显著。从分布的延展性来看, 东部区域有明显的右拖尾现象, 中、西部区域均不存在明显右拖尾现象, 说明东部区域存在生态福利绩效水平明显超过平均水平的省份。这不难理解, 东部区域拥有北京和上海这两座中国最发达的城市, 其产生的极化效应汇集了众多资源, 教育、医疗、科技、社会保障等方面均遥遥领先, 导致其生态福利绩效水平长期居于全国前列。从极化趋势来看, 三大区域都有明显的“双峰”分布, 但在具体分布上

有很大不同。东部区域一直保持“左主右侧”的“双峰”状态，侧峰一直较小，说明在观测期内东部区域存在一定梯度效应，呈现微弱两极分化态势。中、西部区域一直保持“左侧右主”的“双峰”状态。与 2006 年侧峰初显相比，中部区域主峰高度在不断降低的同时侧峰逐渐凸显，且不断左移并最终保持在相对稳定的高度，说明中部区域“梯度效应”明显，呈现较为稳定的两极分化态势。西部区域的两极分化趋势最显著，在 2017 年最终呈现为两个对峙的“双峰”，说明西部区域“梯度效应”最强。相比而言，中部区域两极分化态势次之，东部区域最弱。综合来看，东部区域综合集聚特征最强，中、西部区域分散化的区域集聚特征更加明显。

（二）基于 Markov 链的生态福利绩效水平动态演进

本文借鉴杨明海等^[26]的样本划分思路，同时结合中国生态福利绩效水平的现实情况，将各省份按生态福利绩效水平划分为四种状态，其标准是：生态福利绩效水平低于当年全国均值 75% 的称为低水平省份，介于 75%~100% 的称为中低水平省份，介于 100%~150% 的称为中高水平省份，高于 150% 的称为高水平省份。前文的研究结果表明，2012 年是生态福利绩效水平变化的重要时间节点，所以以此为节点将观测期划分为两个子时期。表 2 为整个观测期及两个子时期内生态福利绩效水平的 Markov 链转移概率结果。

表 2 生态福利绩效水平的 Markov 链转移概率结果

区域	$t/t+1$	n	2004—2017 年				2004—2011 年				2012—2017 年			
			低	中低	中高	高	低	中低	中高	高	低	中低	中高	高
全国整体	低	95	Q 968 4	Q 010 5	Q 021 1	0	Q 957 4	0	Q 042 6	0	Q 975 6	Q 024 4	0	0
	中低	59	Q 050 8	Q 796 6	Q 152 5	0	0	Q 884 6	Q 115 4	0	Q 111 1	Q 703 7	Q 185 2	0
	中高	202	Q 014 9	Q 059 4	Q 920 8	Q 005 0	Q 025 6	Q 042 7	Q 923 1	Q 008 5	0	Q 098 6	Q 901 4	0
	高	21	0	0	Q 047 6	Q 952 4	0	0	0	1	0	0	Q 166 7	Q 833 3
东部区域	低	20	Q 900 0	Q 050 0	Q 050 0	0	Q 875 0	0	Q 125 0	0	Q 916 7	Q 083 3	0	0
	中低	38	Q 052 7	Q 842 1	Q 105 3	Q 015 6	0	1	0	0	Q 087 0	Q 739 1	Q 173 9	0
	中高	64	0	Q 109 4	Q 875 0	Q 015 6	0	Q 073 2	Q 902 4	Q 024 4	0	Q 173 9	Q 826 1	0
	高	21	0	0	Q 047 6	Q 952 3	0	0	0	1	0	0	Q 125 0	Q 875 0
中部区域	低	26	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
	中低	12	0	Q 916 7	Q 083 3	0	0	Q 857 1	Q 142 9	0	0	1	0	0
	中高	66	0	Q 015 2	Q 984 8	0	0	Q 027 8	Q 972 2	0	0	0	1	0
	高	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
西部区域	低	49	Q 979 6	0	Q 020 4	0	Q 960 0	0	Q 040 0	0	1	0	0	0
	中低	9	0	Q 555 6	Q 444	0	0	Q 600 0	Q 400 0	0	0	Q 500 0	Q 500 0	0
	中高	72	Q 041 7	Q 055 6	Q 902 8	0	Q 050 0	Q 050 0	Q 900 0	0	Q 031 3	Q 062 5	Q 906 3	0
	高	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

从 2004—2017 年整个观测期来看：（1）全国和三大区域对角线上的转移概率明显大于非对角线上的转移概率。以全国总体为例，对角线上的转移概率几乎都接近 1，最小值为第二行第二个元素 0.796 6，即有将近 80% 的中低水平省份在当年年末仍处于中低水平的平稳状态，仅有 5% 的省份向下转移到低水平状态，有 15% 的省份向上转移到中高水平状态。这说明各省份生态福利绩效水平受前期水平的限制很大，呈现路径依赖特征，导致各状态之间流动性较差。深入到区域内部，东部区域高水平省份保持稳定的概率为 0.952 3，中、西部区域相应的概率为 0；东部区域低水平省份保持稳定的概率为 0.900 0，中、西部区域相应的概率分别为 1 和 0.979 6。可见，由于东部区域高水平省份的稳定性更高，而中、西部区域低水平省份的稳定性更高，致使区域间差距显著。（2）全国整体和三大区域非对角线上的元素不全为 0，平均分布在对角线两侧，说明在整个观测期

内的相邻两年之间,生态福利绩效水平可以实现不同状态之间的转移。就全国整体层面而言,实现向上转移比向下转移的概率更低,完成生态福利绩效跨水平跃迁的概率更是微乎其微。分区域来说,东部区域完成向上转移的概率最大,西部区域次之,中部区域最弱。

从2004—2011年和2012—2017年两个子时期的对比来看:(1)就对角线元素而言,与2004—2011年相比,2012—2017年全国仅对角线第一个元素增大,其他元素都有减小,说明2012—2017年全国仅低水平省份出现了自我强化,其他省份在不同状态之间的流动性增强。从区域层面,2012—2017年东部区域的流动性有所增强,同样仅低水平省份出现了自我强化,而中、西部区域则趋向于更加稳定的状态。(2)就非对角线元素而言,2004—2011年全国非对角线上元素排列比较分散,说明相邻两年间处在某一生态福利绩效水平的省份具有跨水平跃迁或下跌的可能。2012—2017年非对角线上元素紧密排列在对角线两侧,说明相邻两年间处于某一生态福利绩效水平的省份只能完成邻近状态之间的转移,因此,2012—2017年间全国生态福利绩效水平的变化趋势更加平稳。东部区域在2012—2017年向上转移和向下转移的概率相差不大,说明此阶段东部区域内部生态福利绩效水平变化剧烈但内部差距变化平稳;中、西部区域非对角线上0元素普遍增多,说明中、西部区域各省份流动性减弱,尤其是中部区域非对角线元素均为0,说明中部区域各省份路径依赖特征最显著。

七、研究结论与讨论

(一) 研究结论

1. 从测度结果来看,生态福利绩效水平具有明显的空间非均衡特征,空间上呈“东强、中次、西弱”的格局。观测期内西部区域下降幅度最大,东部区域次之,中部区域最小,原因在于2012—2017年东部区域降幅得到了有效遏制,西部区域却加速下降。生态福利绩效水平的省域差距明显,但同一区域内部省份之间的差距较小。

2. 从相对差距的测度及分解来看,观测期内全国整体相对差距增大明显,但2012—2017年增大趋势有所缓解。东—中部、东—西部、中—西部区域间差距都呈现波动中增大的趋势,东—西部区域间差距最大,但相对稳定;中—西部区域间差距最小,但增速最快。东、中、西部区域内部差距同样呈现波动中增大的趋势,东部区域内部差距突出,但相对稳定;中部区域内部差距最小,但增速最快。超变密度差距是造成空间非均衡的第一来源,区域内部差距贡献次之,地区间差距贡献最小。

3. 从绝对差距的动态演进来看,观测期内全国以及东、中、西部区域内部绝对差距都明显增大。东部区域生态福利绩效高水平省份在观测期内表现强劲,而中、西部区域没有出现类似现象。全国和东、中、西部区域均存在两极分化态势,且西部区域的两极分化态势最强,中部区域次之,东部区域最弱。Markov链的研究结果表明,在整个观测期内各省份生态福利绩效水平呈路径依赖特征。2012年之后,东部区域生态福利绩效水平不同状态之间的流动性增强,中、西部区域生态福利绩效则趋向于稳定状态。

(二) 讨论

生态福利绩效作为经济、社会、生态三大系统共同作用的结果,通过对其进行时序分析,可以反映社会层面福利与生态资源消耗的脱钩程度,进而反映绿色转型发展的经济质量和能级。这突破了传统追求生态经济效率的弱可持续理论的束缚,构建出基于强可持续理论的生态福利绩效测度工具。通过分析表明,全国及各东、中、西部区域生态福利绩效水平均有一定程度的提升空间,因此必须转变传统的经济发展观,使经济增长方式实现从“增量”向“提质”的转变。在生态福利绩效

呈现“东强、中次、西弱”格局的背景下,各区域要瞄准自身生态福利绩效的“滞增”痛点,探索提高绩效的新途径。结合生态福利绩效的动态演进规律,建立区域协调互动机制,促进生态福利绩效水平的均衡提升。

生态资本运营理念在进入生态文明新时代后得到了更广泛的认同,“绿水青山”与“金山银山”的“双转化”变得更加必要而紧迫。事实上,生态资本运营每一个环节都反映了人与自然的辩证关系,生态的资本化与资本的生态化交织循环的过程,从本质上讲就是自然的人化和人的自然化对立统一的过程,从福利经济学的角度看,就是生态资本运营福利效应的产生、形成和发展的过程,也是对传统意义上经济效益、社会效益和生态效益的升华。随着我国社会主要矛盾的变化和经济社会进入高质量发展阶段,需要进一步拓展福利绩效(效应)的外延,从生态、经济、社会、文化等多个层面全面评价福利绩效(效应)的水平,需要从具体行业或产业角度(如农业)深入分析其福利绩效(效应),需要从微观层面多视角研究居民个体的福利感知及其影响因素,探寻有效缓解“求富”与“求绿”矛盾的最佳途径。这些都将是后续研究的重要方向。

参考文献

- [1] Daly, H. E. Economics in a full world[J]. *Scientific American*, 2005(3).
- [2] 臧漫丹, 诸大建, 刘国平. 生态福利绩效: 概念、内涵及 G20 实证[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013(5).
- [3] 诸大建, 张帅. 生态福利绩效及其与经济增长的关系研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2014(9).
- [4] Daly, H. E. The world dynamics of economic growth: The economics of the steady state[J]. *American Economic Review*, 1974(2).
- [5] 诸大建. 生态经济学: 可持续发展的经济学和管理学[J]. *中国科学院院刊*, 2008(6).
- [6] 诸大建, 张帅. 生态福利绩效与深化可持续发展的研究[J]. *同济大学学报(社会科学版)*, 2014(5).
- [7] 肖黎明, 吉荟茹. 绿色技术创新视域下中国生态福利绩效的时空演变及影响因素——基于省域尺度的数据检验[J]. *科技管理研究*, 2018(17).
- [8] 龙亮军, 王霞. 上海市生态福利绩效评价研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017(2).
- [9] 冯吉芳, 袁健红. 中国区域生态福利绩效及其影响因素[J]. *中国科技论坛*, 2016(3).
- [10] 徐昱东, 元朋, 童临风. 中国省级区域生态福利绩效水平时空分异格局研究[J]. *区域经济评论*, 2017(4).
- [11] 肖黎明, 张仙鹏. 强可持续理念下绿色创新效率与生态福利绩效耦合协调的时空特征[J]. *自然资源学报*, 2019(2).
- [12] 龙亮军. 中国主要城市生态福利绩效评价研究——基于 PCA-DEA 方法和 Malmquist 指数的实证分析[J]. *经济问题探索*, 2019(2).
- [13] 李成宇, 张士强, 张伟, 等. 中国省际生态福利绩效测算及影响因素研究[J]. *地理科学*, 2019(12).
- [14] 程艳茹. 我国生态福利绩效区域差异性及其影响因素研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2017.
- [15] 杜慧彬, 黄立军, 张辰, 等. 中国省级生态福利绩效区域差异性分解和收敛性研究[J]. *生态经济*, 2019(3).
- [16] 林木西, 耿蕊, 李国柱. 省域生态福利绩效水平的空间非均衡性研究——基于 MLD 指数与分布动态学模型[J]. *东岳论丛*, 2019(10).
- [17] Dagum, C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. *Empirical Economics*, 1997(4).
- [18] 辛冲冲, 陈志勇. 中国基本公共服务供给水平分布动态、区域差异及收敛性[J]. *数量经济技术经济研究*, 2019(8).
- [19] Tone, K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001(3).
- [20] Tone, K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of*

Operational Research, 2002(1).

[21] 刘华军, 赵浩. 中国二氧化碳排放强度的区域差异分析[J]. 统计研究, 2012(6).

[22] 龙亮军. 基于两阶段 Super-NSBM 模型的城市生态福利绩效评价研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019(7).

[23] 方时姣, 肖权. 中国区域生态福利绩效水平及其空间效应研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019(3).

[24] 马兆良, 田淑英, 王展祥. 生态资本与长期经济增长——基于中国省际面板数据的实证研究[J]. 经济问题探索, 2017(5).

[25] Maxneef, M. Economic growth and quality of life: A threshold hypothesis[J]. *Ecological Economics*, 1995(2).

[26] 杨明海, 张红霞, 孙亚男. 七大城市群创新能力的区域差距及其分布动态演进[J]. 数量经济技术经济研究, 2017(3).

Spatial Unbalanced and Dynamic Evolution of China's Ecological Welfare Performance Level

DENG Yuan-jian, YANG Xu, CHEN Guang-ju, WANG Kai-da

Abstract: On the basis of measuring the performance level of ecological welfare of 29 provinces (cities and districts) in China from 2004 to 2017, this paper analyzes the spatial imbalance characteristics and dynamic evolution process. The results of the study are as following: (1) During the observation period, the performance level of national ecological welfare presents a spatial pattern of ‘strong in the eastern region, secondary in the central region and weak in the western region’; the gap between provinces is obvious, but the gap between provinces within the same region is smaller. (2) During the observation period, the relative gap of the national ecological welfare performance level is increasing significantly; the gap between the eastern and western region is the largest, but basically stable; the gap between the central and western region is the smallest, but the growth rate is the fastest; the internal gap of the central region is the smallest, but the increasing trend is significant; the super variable density is the first source of spatial imbalance of ecological welfare performance level. (3) The absolute gap of ecological welfare performance level in the whole country and the eastern, central and western region has an increasing trend; the polarization in the western region is the strongest, followed by the central region, and the eastern region is the weakest; the ecological welfare performance level is path dependent; after 2012, only the liquidity among the various states of the ecological welfare performance level in the eastern region has improved significantly. Therefore, policy-making should focus on changing the concept of economic growth, exploring new ways to improve the level of ecological welfare performance, and promoting regional coordinated development.

Key words: ecological welfare; performance level; spatial unbalanced; dynamic evolution

(责任编辑 朱 蓓)