

# 国家重大区域发展战略视角下资源型城市绿色转型绩效的地区差距及其政策启示

王珏<sup>1</sup>, 李琳<sup>2</sup>

(1. 暨南大学经济学院, 广州 510632; 2. 中北大学经济与管理学院, 太原 030051)

**摘要:** 采用数据包络分析方法, 对国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效进行测度; 利用Dagum基尼系数和方差分解, 从空间差异和结构差异双重维度, 探寻资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源; 运用 $\sigma$ 和 $\beta$ 收敛, 检验各大战略区域内资源型城市绿色转型绩效是否存在收敛特征。研究发现: (1) 整个样本时期, 粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效依次高于黄河流域、长江经济带、长三角和京津冀。(2) 从空间维度看, 超变密度是重大战略区域资源型城市绿色转型绩效地区差距的主要来源。(3) 从技术结构维度看, 纯技术效率差距是导致京津冀、长三角及黄河流域资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因, 而粤港澳大湾区、长江经济带地区差距形成的主要原因, 分别来源于纯技术进步差距和规模效率差距。(4) 从要素结构维度看, 能源利用生产率差距是导致粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因, 而其他区域则主要来源于污染治理生产率之间的差距。(5) 从收敛检验结果看, 重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效存在绝对俱乐部收敛和条件俱乐部收敛。

**关键词:** 重大战略区域; 资源型城市; 绿色转型绩效; 地区差距; 结构分解; 收敛检验

绿色转型是资源型地区破解“资源诅咒”难题, 实现高质量发展的必由之路<sup>[1,2]</sup>。区域协调发展是实现共同富裕的必然要求。2021年国家发展和改革委员会、财政部、自然资源部联合印发《推进资源型地区高质量发展“十四五”实施方案》, 进一步强调“支持资源型地区积极融入京津冀协同发展、长江经济带发展、粤港澳大湾区建设、长三角一体化发展、黄河流域生态保护和高质量发展等区域重大发展战略”。由此可见, 推动资源型城市绿色转型在国家重大发展战略区域内的协调是新时代区域协调发展战略的重大课题之一。那么, 不同战略区域内资源型城市绿色转型绩效的水平如何? 存在何种差距? 形成这种差距的深层次成因是什么? 当前乃至未来这种差距将会存在何种演变趋势? 这都将是新时代、新形势下亟待思考的重大现实问题。基于上述问题, 本文在充分考虑资源环境承载能力和比较优势基础上, 对国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的地区差距及其成因进行深入剖析, 并进一步分析其收敛特征。这不仅为资源型城市融入区域发展战略提供有益的启示, 也为新时代区域协调发展的宏观战略决策提供参考。

准确测度资源型城市绿色转型绩效水平, 是掌握资源型城市绿色转型发展进程的首要前提。现有研究大多通过构建指标体系<sup>[3-7]</sup>或运用数据包络分析方法(Data Envelop-

收稿日期: 2023-03-13; 修订日期: 2023-08-17

基金项目: 山西省高等学校科技创新计划项目(2022W072); 山西省哲学社会科学规划项目(2022YY102)

作者简介: 王珏(1997-), 女, 山东临沂人, 博士研究生, 主要从事公共经济与政府规制研究。

E-mail: wangjue9708@163.com

通讯作者: 李琳(1989-), 女, 山西平遥人, 博士, 讲师, 主要从事绿色金融及绿色经济研究。

E-mail: 765205229@qq.com

ment Analysis, DEA)<sup>[8-11]</sup>,对资源型城市绿色转型绩效开展综合评价。由于数据包络分析方法,对资源环境变量处理上更加符合可持续发展的现实需要,在绿色转型绩效评价上得到一定应用和推广。随着区域协调发展战略的持续推进,既有研究基于全国<sup>[12]</sup>、四大板块<sup>[13]</sup>、黄河流域<sup>[14]</sup>,对资源型城市绿色转型发展水平及其地区差距进行分析。例如,窦睿音等<sup>[13]</sup>运用泰尔指数方法,对西部地区资源型城市绿色发展效率的地区差距进行测度及分解;张国兴等<sup>[15]</sup>则采用基尼系数方法,对黄河流域资源型城市高质量发展的地区差距进行测度,并且有效弥补了泰尔指数对地区之间交叉重叠诠释上的不足。此外,胡春生等<sup>[16]</sup>、张晓昱等<sup>[17]</sup>进一步测算了不同地区资源型城市经济收敛程度,研究得出资源型城市经济收敛速度相对较快,但部分资源型城市经济收敛趋势有所放缓。通过上述分析,既有研究仍然存在以下不足:一是在国家重大区域发展战略背景下,鲜有文献将资源型城市绿色转型发展融入京津冀、长三角、粤港澳大湾区、黄河流域及长江经济带等重大战略区域进行全面分析;二是在资源型城市绿色转型发展地区差距成因的诠释上,既有文献仅从空间视角进行了探讨;三是在地区差距演变趋势的判断上,仅对资源型城市经济增长进行收敛检验分析,无法为资源型城市绿色转型绩效实现向更高水平的收敛提供有利支撑。

本文在既有研究的基础上,进行以下三个方面的拓展:一是基于数据包络分析方法,将全局非径向SBM方向性距离函数和Luenberger生产率指数相结合,测度国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效,并进一步分析绿色转型绩效变动的内在机理;二是运用Dagum基尼系数和方差分解方法,从空间差异和结构差异双重维度,探寻资源型城市绿色转型绩效地区差距的成因,为促进区域协调提供更加有益的启示;三是采用收敛检验方法,对国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效地区差距的演变趋势进行全面刻画,并进一步探究各大战略区域内资源型城市绿色转型绩效实现向高水平收敛的有效机制和路径。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究思路

资源型城市分布着以本地区矿产、森林等自然资源开采、加工为主导型的产业。当资源型产业发展,过度依赖自然资源,将会陷入“资源诅咒”<sup>[18]</sup>。因此,资源型城市实现绿色转型绩效的提升迫在眉睫。诸多文献表明,绿色转型绩效的提升主要体现在依靠技术进步和效率改善,走向资源节约和环境友好的可持续发展道路<sup>[19]</sup>。然而,仅基于技术进步和效率改善视角,无法充分反映不同地区资源型城市的资源开发和利用程度。因此,进一步探究资源型城市绿色转型过程中要素利用生产率水平变得十分重要<sup>[20]</sup>。

基于上述分析,本文将全局非径向SBM方向性距离函数和Luenberger生产率相结合,对资源型城市绿色转型绩效进行测度及分解。在此基础上,利用Dagum基尼系数和方差分解方法,从空间差异和结构差异双重维度,探究五大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差距及其内在机理;进一步利用 $\sigma$ 收敛和 $\beta$ 收敛方法,实证检验区域内资源型城市绿色转型绩效是否存在收敛特征。具体逻辑思路框架,如图1所示。

### 1.2 绿色转型绩效测度

生产可能性集的构建是进行绿色转型绩效测度的首要前提,本文基于环境技术<sup>[21]</sup>和全局基准技术<sup>[22]</sup>,假设有 $w$  ( $w=1, \dots, W$ )个资源型城市,每个资源型城市在发展中均投

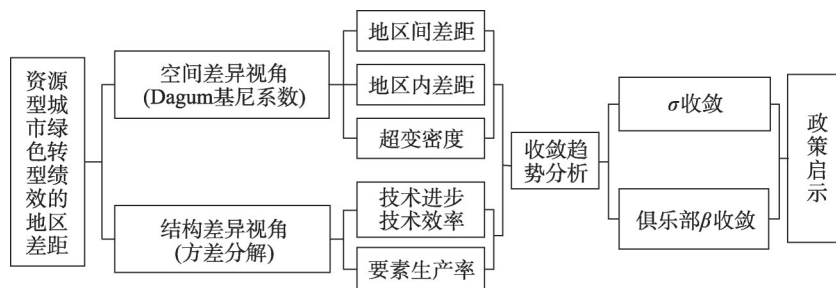


图1 资源型城市绿色转型绩效地区差距的逻辑分析框架

Fig. 1 A logical analytical framework for regional disparities in the performance of resource-based cities in green transformation

入 $N$ 种生产要素 $x_n$  ( $n=1, \dots, N$ ), 产生 $M$ 种合意产出 $y_m$  ( $m=1, \dots, M$ ) 和 $P$ 种非合意产出 $b_p$  ( $p=1, \dots, P$ )。在满足有界闭集、非合意产出弱可处置性、合意产出和投入的强可处置性以及零结合公理条件下, 构建全局基准技术的环境生产可能性集 $P^G$ <sup>①</sup>, 如式(1)所示。

$$P^G = \left\{ (x^t, y^t, b^t) \mid \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t x_{wn}^t \leq x_n^t; \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t y_{wm}^t \geq y_m^t; \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t b_{wp}^t \leq b_{wp}^t; \lambda_w^t \geq 0 \right\} \quad (1)$$

为将资源环境约束纳入绿色转型绩效的测度及分析框架, 借鉴王兵等<sup>[23]</sup>研究, 将SBM模型<sup>[24]</sup>与方向性距离函数<sup>[25]</sup>相结合, 构建全局非径向SBM方向性距离函数, 如式(2)所示。其中,  $\overline{IE}_c^G$ 表示全局参比下各个生产决策单元的无效率值。 $x_n$ 、 $y_m$ 及 $b_p$ 分别表示生产决策单元中资源投入、合意产出及非合意产出的实际值; $S_n^x$ 、 $S_m^y$ 及 $S_p^b$ 为松弛向量; $g_x$ 、 $g_y$ 及 $g_b$ 分别为投入减少、合意产出增加及非合意产出减少的方向向量。

$$\begin{aligned} \overline{IE}_c^G(x^t, y^t, b^t; g_x, g_y, g_b) = \max \frac{1}{2} & \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{S_n^x}{x_n^t} + \frac{1}{M+P} \left( \sum_{m=1}^M \frac{S_m^y}{y_m^t} + \sum_{p=1}^P \frac{S_p^b}{b_p^t} \right) \right] \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t x_{wn}^t + S_n^x = x_n^t, \forall n; \\ & \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t y_{wm}^t - S_m^y = y_m^t, \forall m; \\ & \sum_{t=1}^T \sum_{w=1}^W \lambda_w^t b_{wp}^t + S_p^b = b_{wp}^t, \forall p; \\ & S_n^x \geq 0, S_m^y \geq 0, S_p^b \geq 0, \lambda_w^t \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

与全局非径向方向性距离函数相适应, 采用Chambers等<sup>[26]</sup>提出的Luenberger生产率指数, 对国家重大战略区域资源型城市绿色转型绩效进行测算, 如式(3)所示。

$$GTFP_t^{t+1} = IE_c^G(t) - IE_c^G(t+1) \quad (3)$$

借鉴Ray等<sup>[27]</sup>、Zofio<sup>[28]</sup>研究, 基于技术结构维度将资源型城市绿色转型绩效的来源分解为纯技术效率变动( $GPEC$ )、纯技术进步( $GPTP$ )、规模效率变动( $GSEC$ )及技术规模变动( $GTPSE$ )四个部分, 公式如下:

$$GTFP_t^{t+1} = GPEC_t^{t+1} + GPTP_t^{t+1} + GSEC_t^{t+1} + GTPSC_t^{t+1} \quad (4)$$

① 公式中,  $\lambda_w^t$ 为权重,  $\lambda_w^t \geq 0$ 表示规模报酬不变假设(CRS)。在此基础上, 添加 $\sum_{w=1}^W \lambda_w^t = 1$ 表示规模报酬可变(VRS)。

$$GPEC_t^{t+1} = IE_v^t(t) - IE_v^{t+1}(t+1) \quad (5)$$

$$GPTP_t^{t+1} = [IE_v^G(t) - IE_v^t(t)] + [IE_v^{t+1}(t+1) - IE_v^G(t+1)] \quad (6)$$

$$GSEC_t^{t+1} = [IE_c^t(t) - IE_v^t(t)] - [IE_c^{t+1}(t+1) - IE_v^{t+1}(t+1)] \quad (7)$$

$$GTPSE_t^{t+1} = [(IE_c^G(t) - IE_v^G(t)) - (IE_c^t(t) - IE_v^t(t))] + [(IE_c^{t+1}(t+1) - IE_v^{t+1}(t+1)) - (IE_c^G(t+1) - IE_v^G(t+1))] \quad (8)$$

基于要素结构维度, 识别要素投入、合意产出及非合意产出对国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的贡献。具体而言, 将资源型城市绿色转型绩效分解为要素利用生产率及污染治理生产率等多个部分, 具体逻辑关系, 如式(9)所示:

$$GTFP_t^{t+1} = \sum_{n=1}^N (GTFP_t^{t+1})_{x_n} + \sum_{m=1}^M (GTFP_t^{t+1})_{y_m} + \sum_{p=1}^P (GTFP_t^{t+1})_{bp} \quad (9)$$

### 1.3 地区差距测度

#### 1.3.1 基尼系数

本文采用Dagum<sup>[29]</sup>提出的基尼系数方法, 对国家重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差距进行测度及分解。该方法可以将总体地区差距分解为地区间差距、地区内差距以及超变密度三个部分, 为本文从空间维度探寻资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源提供方法论的可行性, 具体方法介绍详见杨骞等<sup>[30]</sup>。

#### 1.3.2 方差分解

该方法通过变量观测值与全样本均值之间的离散程度对地区差距进行解释, 并被广泛应用于分析地区经济差距、收入差距的来源问题。本文在实现对绿色转型绩效测度及分解的基础上, 利用方差分解优势, 从技术结构和要素结构维度, 探寻资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源问题, 具体方法介绍详见朱子云<sup>[31]</sup>。

#### 1.3.3 收敛检验

为考察国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效地区差距的演变趋势, 本文采用 $\sigma$ 收敛实证检验不同战略区域内资源型城市绿色转型绩效离差随时间的变化。为进一步分析受外部因素影响战略区域内资源型城市绿色转型绩效的收敛状态, 运用绝对俱乐部 $\beta$ 收敛和条件俱乐部 $\beta$ 收敛进行实证检验, 具体方法介绍详见李小克等<sup>[32]</sup>。

### 1.4 指标选取与数据来源

#### 1.4.1 指标选取

本文从2013年国务院印发的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》划定的262个资源型城市中, 选取分布在京津冀、长三角、长江经济带、黄河流域、粤港澳大湾区内的资源型城市为样本<sup>②</sup>; 囿于数据的可得性, 仅包含所属地级行政区的资源

② 京津冀主要包括张家口、承德、邢台、邯郸、唐山; 长三角主要包括湖州、宿州、亳州、淮南、滁州、池州、宣城、淮北、铜陵、徐州、宿迁、马鞍山; 长江经济带主要包括南充、六盘水、昭通、赣州、宜春、鄂州、衡阳、郴州、邵阳、娄底、广元、广安、自贡、攀枝花、达州、雅安、安顺、曲靖、保山、临沧、景德镇、新余、萍乡、黄石、泸州、丽江; 黄河流域主要包括朔州、呼伦贝尔、鄂尔多斯、延安、咸阳、榆林、武威、庆阳、大同、阳泉、长治、晋城、忻州、晋中、临汾、运城、吕梁、赤峰、东营、济宁、泰安、三门峡、鹤壁、平顶山、渭南、宝鸡、金昌、平凉、乌海、枣庄、焦作、濮阳、铜川、白银、石嘴山、包头、淄博、临沂、洛阳、南阳、张掖; 粤港澳大湾区主要包括云浮、韶关。

型城市。

在DEA框架下测度绿色转型绩效，涉及到投入产出指标的选择问题。借鉴孙晓华等<sup>[8]</sup>、王晓楠等<sup>[9]</sup>研究，选取指标具体如下：

### （1）投入指标

① 劳动投入（ $L$ ）：选取三次产业从业人员之和，作为劳动投入的代理变量。② 资本投入（ $K$ ）：采用永续盘存法计算资本存量，作为资本投入的代理变量。主要参考单豪杰<sup>[33]</sup>的做法，利用 $K_{it}=(1-\delta_{it})K_{it-1}+I_{it}$ 和 $K_{i,2003}=K_{i,2004}/(\delta_{i,2003}+g_i)$ 进行核算。其中， $K_{it}$ 和 $K_{it-1}$ 分别是 $i$ 城市在 $t$ 期和 $t-1$ 时期的资本存量；借鉴吴延瑞<sup>[34]</sup>的研究，选取地区差异化的资本折旧率 $\delta_{it}$ ； $I_{it}$ 为 $i$ 城市在 $t$ 期以不变价衡量的新增投资额<sup>③</sup>； $g_i$ 为2003—2008年实际投资额的年均增长率。③ 能源投入（ $E$ ）：由于城市层面能源消费量数据缺失，本文借鉴史丹等<sup>[35]</sup>的做法，利用夜间灯光数据值拟合省级层面的能源消费总量，反演推算出城市层面的能源消费量。

### （2）产出指标

① 合意产出（ $Y$ ）：以2003年为基期的实际地区生产总值为表征。② 非合意产出：以工业废水排放量（ $FS$ ）、工业二氧化硫排放量（ $SO_2$ ）及 $PM_{2.5}$ 浓度为表征。

## 1.4.2 数据来源

本文以2003—2019年五大战略区域内资源型城市绿色转型发展过程中的投入产出数据为研究样本。上述指标数据来源于EPS数据库中的中国城市数据库。此外，2017—2019年固定资产投资数据，由各省市区统计年鉴及统计公报公布的固定资产投资增速计算得出。地区生产总值指数及固定资产投资价格指数来源于国家统计局国家数据库； $PM_{2.5}$ 浓度数据来源于达尔豪斯大学大气分析团队提供的卫星遥感数据。表1为变量描述性统计分析。

## 2 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的测度结果分析

### 2.1 资源型与非资源型城市绿色转型绩效的比较分析

图2刻画了重大战略区域内资源型城市与非资源型城市绿色转型绩效<sup>④</sup>的演变趋势。从两大类型城市的比较看，非资源型城市的绿色转型绩效明显高于资源型城市，这与赵明亮等<sup>[36]</sup>得出的研究结论基本保持一致。这可能在于非资源型城市重污染产业较少，所面临的外部环境治理压力相对较小。然而，资源型城市以重污染产业为主，其绿色转型大多通过延伸既有优势产业，导致绿色转型绩效水平相对较低。以煤炭产业为主导的资源型城市为例，打造以煤电铝、煤化工为核心产业，构建上下游联动、产品多元增值的新型工业结构成为当地实现绿色转型的重要路径之一。可见，资源型城市的绿色转型发展不能完全脱离当地的资源和产业基础，绿色转型绩效的提升效果相较于非资源型城市仍受到资源环境的较大约束。

③ 本文以“固定资产投资额”作为每年的新增投资额，由于地级市层面的固定资产投资价格指数缺失，采用省级层面的“固定资产投资价格指数”作为投资额价格指数，并换算成以2003年不变价格计算的年度实际投资额。

④ 受篇幅所限，可向作者索取。

表1 变量描述性统计  
Table 1 Descriptive statistics of variables

区域	年均增长率							所占份额		
	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>
京津冀	0.426	20.264	4.898	8.271	-6.224	-8.902	-1.903	0.107	0.113	0.073
长三角	2.444	18.948	5.905	10.686	-2.302	-7.143	-1.313	14.877	7.995	16.125
长江经济带	1.959	19.749	5.156	11.039	-4.219	-5.048	-1.624	24.218	21.626	25.621
黄河流域	1.268	18.398	5.142	9.953	-1.778	-8.856	-1.462	47.097	57.846	49.135
粤港澳	1.326	15.384	4.282	10.025	-2.656	-9.730	-1.627	3.073	1.279	1.857

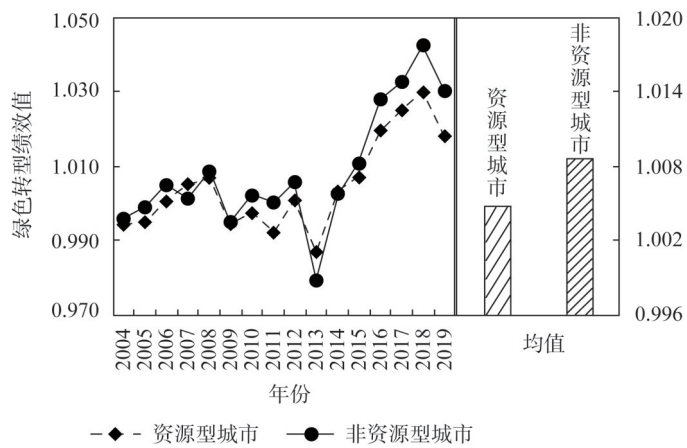


图2 重大战略区域内资源型城市与非资源型城市绿色转型绩效的演变趋势  
Fig. 2 Evolving trends in the green transformation performance of resource-based and non-resource-based cities in major strategic regions

2.2 五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的比较分析

图3刻画了2004—2019年五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的演变趋势。从逐年演变趋势看，粤港澳大湾区凭借良好的区位优势，发展现代化高新技术产业集群，极大地促进了资源型城市产业结构的转型升级，绿色转型绩效水平相对较高。另外，伴随着黄河流域生态保护和高质量发展上升为重大国家战略，长江经济带发展布局的持续优化，两大战略区域内资源型城市绿色转型发展的步伐持续加快，绿色转型绩效分别为0.55%、0.41%。然而京津冀、长三角的绿色转型绩效则相对较慢，尤其“十五”至“十二五”时期，京津冀、长三角的绿色转型绩效均呈现出负向增长。不过，随着党的“十八届五中全会”以及党的“十九大”的召开，“十三五”时期五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的下降态势得以逆转，这从不同程度表明随着新发展理念的深入贯彻，绿色发展战略的成效显著。

3 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差距及其来源解析

3.1 总体地区差距

如图4所示，重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的总体地区差距整体呈现复杂

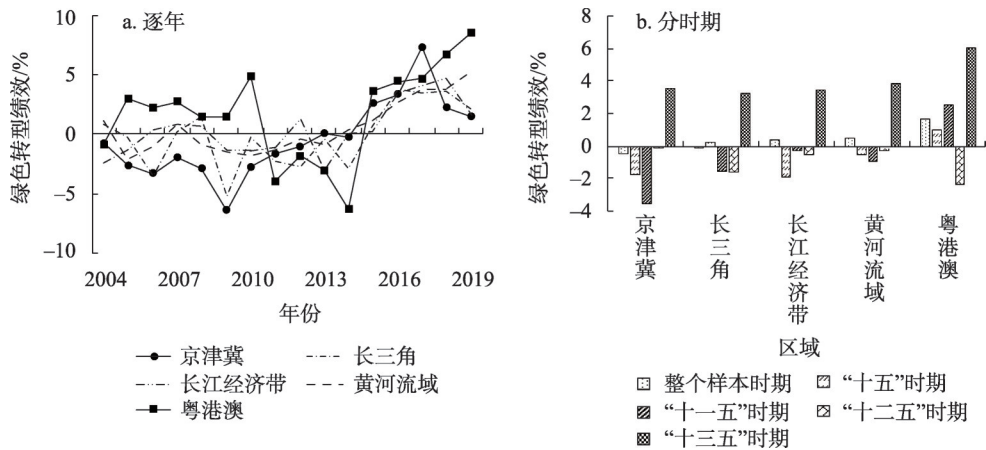


图3 重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的演进趋势

Fig. 3 Evolutionary trends in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions

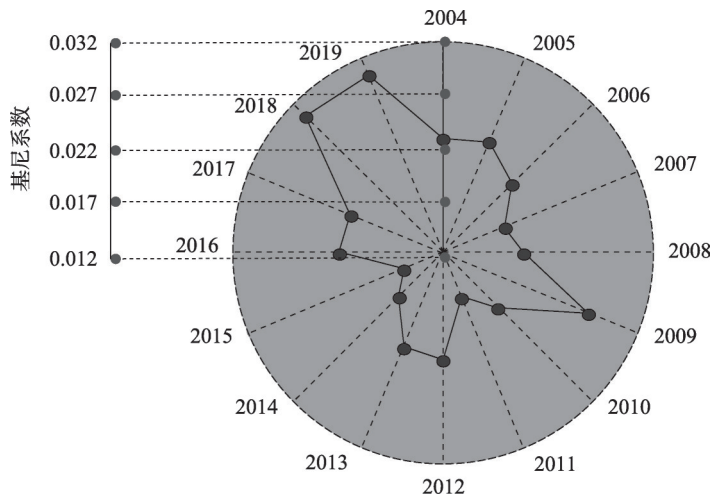


图4 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的总体地区差距

Fig. 4 Overall regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions

的波动态势，基本保持在0.016~0.031之间。具体而言，2004—2007年重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的总体地区差距呈现下降趋势。究其原因，在此时期资源型城市开发处于上升阶段，大多忽视了对于生态环境的保护，使得各大战略区域资源型城市绿色转型绩效的总体地区差距相对较小。2008—2010年、2011—2015年重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的总体地区差距，呈现出迅速上升和下降的波动态势。这可能在于绿色发展理念的持续推进，导致各大战略区域内资源型城市的转型压力不断加大，但受到经济发展水平、科技进步程度以及管理理念不同的影响，总体地区差距的变化并不稳定。此外，2016—2019年总体地区差距呈现出上升态势，重大战略区域资源型城市的绿色转型发展仍然面临挑战。

3.2 地区差距来源解析：基于空间差异维度

从地区间差距看（表2），长三角与长江经济带之间的地区差距相对较高，依次领先

表2 2004—2019年重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区间差距

Table 2 Inter-regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions during 2004-2019

年份	①-②	①-③	①-④	①-⑤	②-③	②-④	②-⑤	③-④	③-⑤	④-⑤
2004	0.015	0.017	0.017	0.008	0.024	0.023	0.017	0.026	0.018	0.017
2005	0.029	0.020	0.017	0.028	0.032	0.031	0.033	0.021	0.022	0.025
2006	0.028	0.022	0.020	0.028	0.029	0.028	0.031	0.019	0.014	0.018
2007	0.015	0.018	0.021	0.023	0.016	0.018	0.015	0.019	0.015	0.015
2008	0.029	0.020	0.017	0.022	0.027	0.027	0.022	0.018	0.013	0.014
2009	0.038	0.031	0.033	0.040	0.033	0.037	0.036	0.022	0.016	0.024
2010	0.021	0.016	0.018	0.038	0.020	0.023	0.033	0.017	0.031	0.034
2011	0.017	0.018	0.016	0.016	0.019	0.016	0.017	0.017	0.019	0.017
2012	0.025	0.024	0.015	0.013	0.034	0.025	0.025	0.023	0.021	0.013
2013	0.028	0.020	0.011	0.017	0.037	0.029	0.029	0.021	0.023	0.015
2014	0.028	0.012	0.010	0.031	0.031	0.030	0.044	0.013	0.035	0.035
2015	0.011	0.013	0.017	0.016	0.012	0.016	0.020	0.016	0.021	0.024
2016	0.009	0.015	0.019	0.009	0.016	0.020	0.009	0.025	0.015	0.020
2017	0.023	0.029	0.023	0.019	0.023	0.017	0.016	0.024	0.022	0.016
2018	0.027	0.034	0.027	0.021	0.035	0.027	0.025	0.034	0.027	0.024
2019	0.015	0.025	0.026	0.037	0.025	0.025	0.034	0.034	0.044	0.038
均值	0.022	0.021	0.019	0.023	0.026	0.024	0.025	0.022	0.022	0.022

注：① 京津冀；② 长三角；③ 长江经济带；④ 黄河流域；⑤ 粤港澳。

于长三角与粤港澳大湾区、长三角与黄河流域。与之相比，京津冀与粤港澳大湾区、京津冀与长三角、长江经济带与粤港澳大湾区、黄河流域与粤港澳大湾区、长江经济带与黄河流域之间的地区差距较为接近，基本保持在0.021~0.023之间；而京津冀与黄河流域之间的差距值最小。从逐年演变趋势看，粤港澳大湾区与其他区域之间的差距呈现增长态势。究其原因，粤港澳大湾区资源型城市科技创新能力强和要素集聚优势大，使得绿色转型绩效相对较高。此外，除粤港澳大湾区外，其他地区之间的差距在2018年以后呈现出下降态势。综上分析，各大战略区域必须调整其发展战略，充分借鉴绿色转型绩效相对较高区域的先进经验。

从地区内差距看（图5a），长三角资源型城市绿色转型绩效的地区内差距最大，长江经济带和黄河流域资源型城市的地区内差距较为接近，且两大战略区域内资源型城市的地区差距呈现扩大态势，年均增幅分别达到1.87%和2.70%。究其原因，与两大区域内资源型城市分布较为广泛且各区域内部发展依托资源类型差异较大相关。例如，长江经济带上游地区分布着依托煤炭资源而发展的城市，中游地区则大多分布着依托综合性资源而发展的城市；黄河流域上游地区资源类型相对丰富，而中下游却分布着大量依托单一煤炭资源而发展的城市，导致绿色转型绩效的地区差距扩大。此外，京津冀、粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效的地区内差异相对较小，但区域内部差距的变化幅度相对较大。

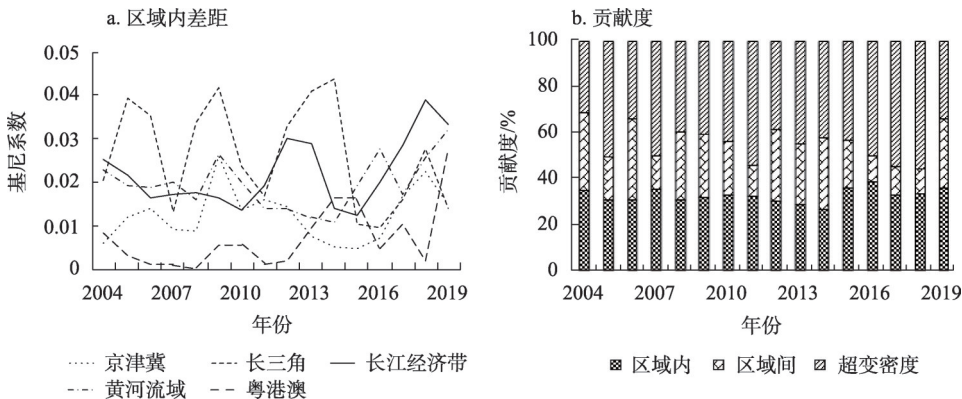


图5 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差距分解

Fig. 5 Decomposition of regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions

从地区差距来源的贡献看（图5b），超变密度<sup>⑤</sup>成为重大战略区域资源型城市绿色转型绩效地区差距的主要来源，年均贡献率达到44.46%。这一结论也与本文不同战略区域内资源型城市绿色转型绩效的测度结果基本保持一致。例如，粤港澳大湾区内资源型城市绿色转型绩效水平相对较高，但其内部云浮市绿色转型绩效低于长三角、黄河流域内的诸多资源型城市，并与长江经济带的新余、攀枝花、广元等资源型城市绿色转型绩效大致相当。此外，区域内、区域间差距对于总体地区差距的贡献，分别达到32.30%、23.30%。其中，区域间差距的贡献呈现出下降趋势，而区域内差距的贡献则呈现出明显的增长。

3.3 地区差距来源解析：基于结构差异维度

根据式（5）~式（8），实现对资源型城市绿色转型绩效的分解；进一步利用方差分解，探寻五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因，如表3所示。从整个样本时期看，纯技术效率差距是导致京津冀、长三角及黄河流域资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因；而纯技术进步差距、规模效率差距分别是导致长江经济带和粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因。

从分时期看，“十五”至“十三五”时期，京津冀资源型城市绿色转型绩效地区差距的主要成因，依次由纯技术进步、纯技术效率向纯技术进步转变。长三角则由技术规模变动向纯技术进步转变，并且纯技术效率差距的贡献进一步上升。长江经济带和黄河流域资源型城市绿色转型绩效地区差距的主要成因变化相对较大。粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效的地区差距深深根植于规模效率变动，同时技术规模差距的贡献进一步扩大。

根据式（9），实现对资源型城市绿色转型绩效的分解；进一步利用方差分解，从要素利用生产率差异维度，探寻五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源，如表4所示。从整个样本时期看，污染治理生产率差距是导致京津冀、长三角、长

<sup>⑤</sup> 超变密度，衡量地区之间的交叉重叠程度，即绿色转型绩效相对较高的战略区域内存在绿色转型绩效相对较低的资源型城市，而绿色转型绩效相对较低的战略区域内存在绿色转型绩效相对较高的资源型城市。

表3 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源：基于技术结构<sup>⑥</sup>

Table 3 Sources of regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions: Based on technical structure

时期	京津冀				长三角				长江经济带			
	GTPP	GSEC	GPEC	GTPSE	GTPP	GSEC	GPEC	GTPSE	GTPP	GSEC	GPEC	GTPSE
I	46.13	22.08	46.29	-14.51	35.60	17.93	57.12	-10.65	54.12	29.97	41.22	-25.32
II	127.79	72.20	16.68	-116.66	22.09	11.18	21.25	45.48	42.82	68.00	16.95	-27.77
III	39.60	-13.08	40.02	33.46	93.31	7.05	1.40	-1.77	32.75	11.70	50.82	4.74
IV	-5.99	44.38	111.08	-49.47	-7.00	8.73	109.03	-10.77	86.63	31.53	37.48	-55.64
V	78.61	13.10	-12.05	20.33	23.46	46.40	79.80	-49.66	45.87	31.85	46.04	-23.76

时期	黄河流域				粤港澳			
	GTPP	GSEC	GPEC	GTPSE	GTPP	GSEC	GPEC	GTPSE
I	36.04	24.93	36.26	2.77	-50.91	303.30	-78.59	-73.80
II	17.20	2.88	11.85	68.07	118.90	574.86	-51.81	-541.95
III	48.51	15.19	8.72	27.58	11.47	537.30	-219.25	-229.51
IV	21.88	32.90	75.16	-29.94	31.79	260.76	-11.51	-181.04
V	47.57	38.17	34.27	-20.01	-317.16	-71.82	0	488.98

江经济带、黄河流域资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因；而能源利用生产率之间的差距成为粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因。

从分时期看，“十三五”时期，京津冀、长江经济带资源型城市绿色转型绩效的地区差距，分别来源于PM<sub>2.5</sub>治理生产率、工业SO<sub>2</sub>治理生产率差距的贡献。“十一五”至“十三五”时期，粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效的地区差距深深根植于能源利用生产率。长三角则由劳动生产率向能源利用生产率转变，劳动生产率向PM<sub>2.5</sub>治理生产率转变。黄河流域则由能源利用生产率、工业废水治理生产率向PM<sub>2.5</sub>治理生产率转变。

4 重大国家战略区域资源型城市绿色转型绩效的收敛检验

4.1 σ收敛

为进一步明确重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效地区差距的演变趋势，采用σ收敛进行检验及分析（图6）。从σ收敛系数的均值看，长三角资源型城市绿色转型绩效的σ收敛系数，依次高于长江经济带（0.051）、黄河流域（0.046）、京津冀（0.027）及粤港澳大湾区（0.021）。从σ收敛系数的年均增长率看，粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效的σ收敛系数，依次高于京津冀（5.74%）、长江经济带（1.94%）、黄河流域（1.52%），这表明上述四大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差异并未实现真正的收敛，反而存在不同程度的发散；而长三角年均降幅达到4.92%，呈现出明显收敛特征。

4.2 β收敛

从绝对俱乐部β收敛模型的估计参数看，京津冀、长三角、长江经济带、黄河流域及粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效的绝对β收敛估计系数均显著为负值，这表明国家

⑥ 注：I表示整个样本时期；II表示“十五”时期；III表示“十一五”时期；IV表示“十二五”时期；V表示“十三五”时期，下同。

表4 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效地区差距的来源：基于要素结构

Table 4 Sources of regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions: Based on factor structure

时期	京津冀							长三角						
	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>
I	14.85	-19.15	11.15	0	26.74	13.21	53.19	22.64	-2.05	18.94	0	18.25	16.63	25.60
II	-3.81	-12.32	27.50	0	84.14	39.12	-34.64	32.97	-1.85	23.38	0	13.66	7.51	24.34
III	14.75	-16.96	27.67	0	25.75	24.18	24.60	13.16	-2.38	29.82	0	22.81	18.45	18.13
IV	27.06	-15.96	3.58	0	4.61	-1.01	81.71	29.86	1.98	19.09	0	23.28	22.49	3.30
V	9.02	-29.27	-8.20	0	26.93	4.32	97.21	20.27	-6.77	2.94	0	8.54	11.58	63.43

时期	长江经济带							黄河流域						
	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>
I	18.15	-4.40	13.59	0	26.79	26.95	18.92	18.28	-6.78	20.25	0	25.00	23.22	20.03
II	23.41	-4.76	16.48	0	22.99	26.52	15.35	26.44	-2.33	32.92	0	8.45	18.00	16.52
III	14.48	-17.58	16.04	0	32.07	22.98	32.02	16.30	-14.76	20.30	0	37.57	22.86	17.72
IV	17.98	-2.60	12.18	0	26.51	29.03	16.91	17.89	-10.11	16.09	0	33.14	20.53	22.46
V	20.31	10.00	10.85	0	22.43	29.53	6.87	17.14	5.13	19.05	0	7.39	29.64	21.64

时期	粤港澳													
	<i>L</i>	<i>K</i>	<i>E</i>	<i>Y</i>	<i>FS</i>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2.5</sub>							
I	-75.06	-4.05	231.08	0	15.46	-46.81	-20.62							
II	67.81	6.00	25.10	0	24.85	48.97	-72.73							
III	-243.11	0	386.23	0	93.26	-115.17	-21.21							
IV	-4.21	1.25	142.72	0	2.10	-46.64	4.78							
V	-24.98	-20.77	250.58	0	-69.79	-9.47	-25.57							

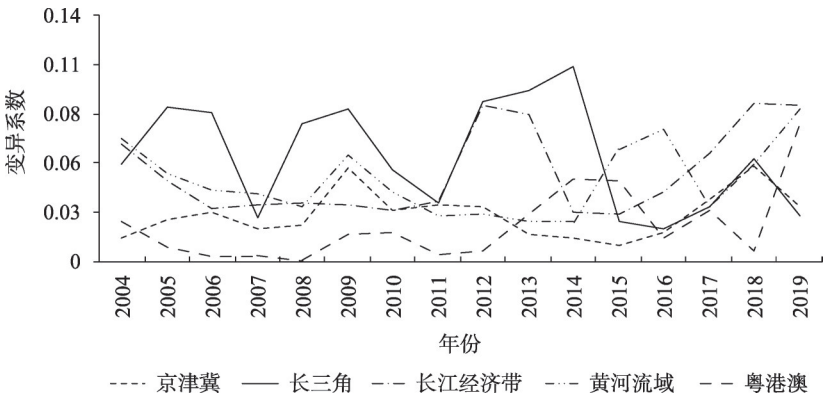


图6 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的σ收敛

Fig. 6  $\sigma$  convergence of green transformation performance in resource-based cities in major strategic regions

重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的地区差距，随时间推移呈现逐渐缩小的趋势。

为进一步厘清影响战略区域内资源型城市绿色转型绩效实现收敛的因素，借鉴吴康等<sup>[1]</sup>的研究，选取以下控制变量：（1）经济发展水平（*lnrgdp*）：以2003年为基期的人均实际地区生产总值为表征，并进行取对数处理。（2）城市化水平（*urb*）：以行政区域面积除以年末人口数进行衡量。（3）人力资本（*hum*）：采用在校生人数占年末总人口的比

例来衡量。(4) 就业结构 (*emp*): 以第三产业从业人员占总从业人员的比例进行衡量。(5) 政府干预度 (*gov*): 采用地方财政支出占地区生产总值的比例来衡量。(6) 金融发展水平 (*fin*): 以机构存贷款余额占地区生产总值的比例衡量。(7) 产业结构 (*ind*): 采用第二产业增加值占地区生产总值的比例衡量。(8) 科技水平 (*tec*): 以地方财政科技投入占地区生产总值的比例衡量。(9) 对外开放程度 (*ope*): 采用进出口货物总额占地区生产总值的比例衡量。(10) 环境规制 (*env*): 采用工业固体废物综合利用率进行衡量。(11) 市场化水平 (*mar*): 采用樊刚等<sup>[37]</sup>计算的市场化指数进行衡量。上述数据来源于《中国城市统计年鉴》及CEIC中国经济数据库。

如表5报告了国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效的条件俱乐部 $\beta$ 收敛结果。京津冀、长三角、长江经济带、黄河流域及粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效

表5 绝对俱乐部收敛、条件俱乐部收敛检验结果

Table 5 Test results of absolute club convergence and conditional club convergence

时期	回归系数	京津冀	长三角	长江经济带	黄河流域	粤港澳
整个 样本 时期	绝对收敛系数	-0.488*** (0.103)	-1.203*** (0.075)	-1.105*** (0.054)	-1.027*** (0.044)	-0.485** (0.192)
	Hausman 检验	re	fe	fe	fe	fe
	Adjust R <sup>2</sup>	0.235	0.589	0.526	0.470	0.170
	条件收敛系数	-1.043*** (0.150)	-1.244*** (0.074)	-1.204*** (0.054)	-1.156*** (0.043)	-0.973*** (0.301)
	lnrgdp	0.057 (0.081)	0.016 (0.017)	-0.036 (0.037)	-0.001 (0.022)	0.054 (0.173)
	urb	0.017 (0.224)	0.014 (0.015)	0.059 (0.147)	-0.016 (0.069)	0.038* (0.210)
	hum	5.179 (4.001)	-0.243 (0.019)	0.638 (1.275)	-0.315 (0.609)	12.528 (22.143)
	emp	-0.174 (0.140)	0.181 (0.191)	-0.089 (0.064)	-0.095** (0.048)	0.912** (0.400)
	gov	-0.868** (0.329)	-0.495 (0.361)	0.029 (0.072)	-0.051 (0.071)	0.115 (0.616)
	fin	0.054 (0.034)	0.044** (0.018)	0.042** (0.017)	0.005 (0.005)	-0.094* (0.051)
	ind	0.271 (0.237)	0.007 (0.109)	-0.218*** (0.077)	-0.095** (0.045)	-0.087 (0.389)
	tec	-11.292 (9.975)	3.714 (4.120)	2.962 (3.554)	0.065 (0.820)	0.568 (1.341)
	ope	1.044** (0.400)	0.016 (0.021)	0.001 (0.001)	0.027 (0.020)	0.234 (0.453)
	env	0.011 (0.039)	-0.002 (0.031)	0.028 (0.021)	-0.015 (0.012)	-0.117 (0.098)
	mar	0.017 (0.011)	-0.000 (0.003)	0.008 (0.007)	0.009** (0.004)	-0.001 (0.017)
	Hausman 检验	fe	re	fe	fe	re
	Adjust R <sup>2</sup>	0.036	0.635	0.424	0.485	0.641

注：\*、\*\*、\*\*\*分别代表在10%、5%、1%显著性水平上显著，括号内数值为标椎差。

的条件 $\beta$ 收敛估计系数，均在1%的显著性水平下为负值。这表明在考虑诸多因素的影响下，各重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效依然存在明显的收敛态势。从影响因素看，政府干预对京津冀地区资源型城市绿色转型绩效的收敛具有抑制作用，而对外开放水平则具有显著的促进作用。长三角、长江经济带资源型城市的金融发展对绿色转型绩效收敛具有显著促进作用；产业结构对长江经济带和黄河流域资源型城市绿色转型绩效收敛具有显著的抑制作用，这在一定程度表明两大流域内资源型城市尚未实现产业结构高级化和合理化，并未推动该区域资源型城市绿色转型发展。此外，就业结构显著抑制了黄河流域资源型城市绿色转型绩效的收敛，却显著促进了粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效实现收敛。究其原因，粤港澳大湾区第三产业从业人员占比相对较高<sup>[38]</sup>，极大促进了资源型城市绿色转型绩效。此外，粤港澳大湾区城市化水平也相对较高，对资源型城市绿色转型绩效收敛具有显著促进作用。

## 5 结论与政策启示

绿色转型是实现资源型城市经济高质量发展的必然要求，本文试图将资源型城市绿色转型与区域重大发展战略相结合，探求新时期推动区域协调发展的新路径。为此，将全局非径向SBM方向性距离函数和Luenberger生产率指数相结合，对国家重大战略区域内资源型城市绿色转型绩效进行测算；利用Dagum基尼系数和方差分解，从空间差异和结构差异双重维度，探究不同战略区域资源型城市绿色转型绩效地区差距的潜在成因；运用 $\sigma$ 收敛和 $\beta$ 收敛，实证检验战略区域内资源型城市绿色转型绩效是否存在收敛特征。

研究结论如下：（1）整个样本时期，非资源型城市绿色转型绩效明显高于资源型城市；粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效依次高于黄河流域、长江经济带、长三角和京津冀。值得关注的是，“十三五”时期五大战略区域内资源型城市绿色转型绩效均实现显著提升。（2）从空间维度看，重大战略区域资源型城市绿色转型绩效的地区差距，主要来源于超变密度。（3）从技术结构维度看，纯技术效率差距是导致京津冀、长三角及黄河流域资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因；而纯技术进步差距、规模效率差距分别是导致长江经济带和粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效地区差距形成的主要原因。（4）从要素结构维度看，除能源利用生产率差距成为粤港澳大湾区资源型城市绿色转型绩效地区差距的主要成因外，其他区域主要来源于污染治理生产率之间的差距。（5）从收敛检验结果看，重大战略区域资源型城市绿色转型绩效存在绝对俱乐部收敛和条件俱乐部收敛。

基于上述研究结论，本文得出以下政策启示：

第一，深入贯彻绿色发展理念，持续推动资源型城市绿色转型发展。研究表明，“十三五”时期五大战略区域内资源型城市的绿色转型绩效得到明显提升。因此，坚持牢固树立“绿水青山就是金山银山”的发展理念，贯彻落实国家的绿色发展战略，仍是“十四五”时期各地方政府发展的最优政策选择。此外，研究表明非资源型城市的绿色转型绩效水平高于资源型城市，加强两大类型城市之间的交流和协作，探索多主体、全方位和多元化的发展路径，对于资源型城市打破产业转型路径的资源依赖，实现高质量发展具有重大意义。

第二, 巩固落实重大战略区域资源型城市绿色转型发展的协调举措。研究表明, 重大战略区域资源型城市绿色转型绩效水平存在交叉重叠, 这为实现区域协调发展奠定了基础。因此, 资源型城市可在积极融入国家区域协调发展战略部署中, 构建经验共享和利益共享的区域合作联动机制; 充分发挥绿色转型绩效高水平资源型城市的引领示范作用, 加强对于绿色转型绩效水平较低资源型城市的帮扶力度, 实现其向高水平城市追赶的良性累积效应, 以此推动重大战略区域资源型城市绿色转型发展在提升中协调和在协调中提升。

第三, 统筹推进重大战略区域资源型城市绿色转型发展的协同模式。技术进步、污染治理生产率差距依然是国家重大战略区域资源型城市绿色转型发展地区差距的主要成因。因此, 亟待打破城市之间绿色转型的技术壁垒和制度壁垒, 营造良好的创新环境, 吸引创新型技能人才, 加快绿色创新成果转化。同时, 建设资源型地区绿色转型发展示范区和转型创新试验区, 聚集优势要素资源, 打造资源型产业技术集群和综合集成发展, 将高水平地区的优势资源惠及周边地区, 推动周边地区绿色转型绩效水平的提升, 实现区域协同发展。

第四, 探索建立重大战略区域资源型城市绿色转型发展的收敛机制。重大战略区域内资源型城市的绿色转型绩效水平存在收敛特征, 但仍未形成高水平收敛。“十四五”时期, 各重大战略区域内资源型城市应充分结合自身优势, 因地制宜及分类施策, 促进区域内资源型城市绿色转型绩效的高水平收敛。例如, 京津冀地区要重点加强对外开放水平, 提高技术和产业链的深化程度; 黄河流域要持续推动市场化进程; 粤港澳大湾区要持续优化就业结构和提升城市化水平; 长三角、长江经济带则要进一步推动金融发展, 深化资本流动。

总体而言, 本文基于国家重大区域发展战略视角对资源型城市绿色转型绩效的地区差距进行考察, 得出一些新的研究结论和发现, 为资源型城市绿色转型发展和区域协调提供政策参考。但仍存在以下不足: (1) 基于资源型城市进行研究, 在空间尺度选取上较为宏观; (2) 不同类型资源城市绿色转型过程中呈现出不同特征, 但本文尚未进行深入挖掘。在未来研究中, 将基于县域尺度进行拓展, 进一步采用案例研究方法, 对典型资源型城市进行案例分析。

## 参考文献(References):

- [1] 吴康, 张文忠, 张平宇, 等. 中国资源型城市的高质量发展: 困境与突破. 自然资源学报, 2023, 38(1): 1-21. [WU K, ZHANG W Z, ZHANG P Y, et al. Quality development of resource-based cities in China: Dilemmas and breakthroughs. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 1-21.]
- [2] 张文忠, 余建辉. 中国资源型城市转型发展的政策演变与效果分析. 自然资源学报, 2023, 38(1): 22-38. [ZHANG W Z, YU J H. Policy evolution and transformation effect analysis of sustainable development of resource-based cities in China. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 22-38.]
- [3] 曾贤刚, 段存儒. 煤炭资源枯竭型城市绿色转型绩效评价与区域差异研究. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(7): 127-135. [ZENG X G, DUAN C R. Performance evaluation and differential analysis on green transformation of coal resource-exhausted cities in China. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(7): 127-135.]
- [4] 谭俊涛, 张新林, 刘雷, 等. 中国资源型城市转型绩效测度与评价. 经济地理, 2020, 40(7): 57-64. [TAN J T, ZHANG X L, LIU L, et al. Research on the urban transformation performance of China's resource-based cities. Economic Geography, 2020, 40(7): 57-64.]

- [5] 张梦朔, 张平宇, 李鹤. 资源型城市经济转型绩效特征与评价方法: 基于东北地区的实证研究. 自然资源学报, 2021, 36(8): 2051-2064. [ZHANG M S, ZHANG P Y, LI H. Characteristics and evaluation methods of economic transformation performance of resource-based cities: An empirical study of Northeast China. Journal of Natural Resources, 2021, 36(8): 2051-2064.]
- [6] 聂雷, 王圆圆, 张静, 等. 资源型城市绿色转型绩效评价: 来自中国114个地级市的检验. 技术经济, 2022, 41(4): 141-152. [NIE L, WANG Y Y, ZHANG J, et al. Performance evaluation of green transformation of resource-based cities: Inspection from 114 prefecture level cities in China. Journal of Technology Economics, 2022, 41(4): 141-152.]
- [7] 徐维祥, 郑金辉, 周建平, 等. 资源型城市转型绩效特征及其碳减排效应. 自然资源学报, 2023, 38(1): 39-57. [XU W X, ZHENG J H, ZHOU J P, et al. Transformation performance characteristics of resource-based cities and their carbon emission reduction effects. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 39-57.]
- [8] 孙晓华, 郑辉, 于润群, 等. 资源型城市转型升级: 压力测算与方向选择. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(4): 54-62. [SUN X H, ZHENG H, YU R Q, et al. The transformation and upgrading of resource-based cities: Pressure measurement and direction selection. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(4): 54-62.]
- [9] 王晓楠, 孙威. 黄河流域资源型城市转型效率及其影响因素. 地理科学进展, 2020, 39(10): 1643-1655. [WANG X N, SUN W. Transformation efficiency of resource-based cities in the Yellow River Basin and its influencing factors. Progress in Geography, 2020, 39(10): 1643-1655.]
- [10] 陈文君, 梅凤乔. 资源型城市工业绿色转型效率的时空演变及驱动因素研究. 生态经济, 2022, 38(11): 78-87. [CHEN W J, MEI F Q. Spatial-temporal evolution and driving factors of industrial green transformation efficiency in resource-based cities. Ecological Economy, 2022, 38(11): 78-87.]
- [11] 李博, 秦欢, 孙威. 产业转型升级与绿色全要素生产率提升的互动关系: 基于中国116个地级资源型城市的实证研究. 自然资源学报, 2022, 37(1): 186-199. [LI B, QIN H, SUN W. Interaction mechanism between industrial transformation and upgrading and green total factor productivity improvement: An empirical study based on 116 China's prefecture-level resource-based cities. Journal of Natural Resources, 2022, 37(1): 186-199.]
- [12] 崔丹, 卜晓燕, 徐祯, 等. 中国资源型城市高质量发展综合评估及影响机理. 地理学报, 2021, 76(10): 2489-2503. [CUI D, BU X Y, XU Z, et al. Comprehensive evaluation and impact mechanism of high-quality development of China's resource-based cities. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(10): 2489-2503.]
- [13] 窦睿音, 焦贝贝, 张文洁, 等. 西部资源型城市绿色发展效率时空分异与驱动力. 自然资源学报, 2023, 38(1): 238-254. [DOU R Y, JIAO B B, ZHANG W J, et al. Research on spatiotemporal heterogeneity and driving forces of green development efficiency in resource-based cities of Western China. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 238-254.]
- [14] 张国兴, 王涵, 闫磊超. 基于绿色发展效率的黄河流域资源型城市转型发展研究. 区域经济评论, 2021, (5): 138-144. [ZHANG G X, WANG H, YAN L C. A study on the transformation and development of resource-based cities in the Yellow River Basin based on green development efficiency. Regional Economic Review, 2021, (5): 138-144.]
- [15] 张国兴, 张婧钰. 黄河流域资源型城市高质量发展的时空演变. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(2): 124-133. [ZHANG G X, ZHANG J Y. Spatio-temporal evolution of high-quality development of resource-based cities in the Yellow River Basin. China Population, Resources and Environment, 2023, 33(2): 124-133.]
- [16] 胡春生, 莫秀蓉. 中国资源型城市经济收敛的结构分解. 资源科学, 2016, 38(12): 2338-2347. [HU C S, MO X R. Structural decomposition of economic convergence in China's resources based cities. Resources Science, 2016, 38(12): 2338-2347.]
- [17] 张晓昱, 綦雪飞. 中部六省资源型城市经济增长收敛性分析. 统计理论与实践, 2020, (1): 57-63. [ZHANG X Y, QI X F. Analysis on convergence of economic growth of resource-based cities in six central provinces. Statistical Theory and Practice, 2020, (1): 57-63.]
- [18] 王昀, 孙晓华, 刘桐, 等. 资源型城市的要素错配问题更严重吗?. 统计研究, 2023, 40(2): 58-72. [WANG Y, SUN X H, LIU T, et al. Is the problem of factor misallocation in resource-based cities more serious?. Statistical Research, 2023, 40(2): 58-72.]
- [19] 肖小东, 刘耀彬, 李汝资. 中国资源型城市经济高质量发展水平识别与转换规律: 以30个煤炭城市为例. 自然资源

- 学报, 2023, 38(3): 563-575. [XIAO X D, LIU Y B, LI R Z. The identification of high-quality economic development level of coal resource-based cities and its transformation in China: A case study of 30 coal. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(3): 563-575.]
- [20] 李兰冰, 刘秉镰. 中国区域经济增长绩效、源泉与演化: 基于要素分解视角. *经济研究*, 2015, 50(8): 58-72. [LI L B, LIU B L. Source identification and dynamic evolution of regional economic growth performance in China: Based on input-level decomposition. *Economic Research Journal*, 2015, 50(8): 58-72.]
- [21] FARE R, GROSSKOPF S, PASURKA J C A. Environmental production functions and environmental directional distance functions. *Energy*, 2007, 32(7): 1055-1066.
- [22] OH D. A metafrontier approach for measuring an environmentally sensitive productivity growth index. *Energy Economics*, 2010, 32(1): 146-157.
- [23] 王兵, 吴延瑞, 颜鹏飞. 中国区域环境效率与环境全要素生产率增长. *经济研究*, 2010, 45(5): 95-109. [WANG B, WU Y R, YAN P F. Environmental efficiency and environmental total factor productivity growth in China's regional economies. *Economic Research Journal*, 2010, 45(5): 95-109.]
- [24] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [25] FUKUYAMA H, WEBER W L. A directional slacks-based measure of technical inefficiency. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2009, 43(4): 274-287.
- [26] CHAMBER R G, FARE R, GROSSKOPF S. Productivity growth in APEC countries. *Pacific Economic Review*, 1996, 1(3): 181-190.
- [27] RAY S C, DESLI E. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries: Comment. *American Economic Review*, 1997, 87(5): 1033-1039.
- [28] ZOFIO J L. Malmquist productivity index decompositions: A unifying framework. *Applied Economics*, 2007, 39(18): 2371-2387.
- [29] DAGUM C. A new approach to the decomposition of the gini income inequality ratio. *Empirical Economics*, 1997, 22: 515-531.
- [30] 杨骞, 王珏, 李超, 等. 中国农业绿色全要素生产率的空间分异及其驱动因素. *数量经济技术经济研究*, 2019, 36(10): 21-37. [YANG Q, WANG J, LI C, et al. The spatial differentiation of agricultural green total factor productivity and its driving factor recognition in China. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2019, 36(10): 21-37.]
- [31] 朱子云. 中国经济发展省际差距成因的双层挖掘分析. *数量经济技术经济研究*, 2015, 32(1): 3-19. [ZHU Z Y. Double-level excavating analysis of China's inter-provincial gaps of economic development. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2015, 32(1): 3-19.]
- [32] 李小克, 胡巧丽. 偏向性技术进步视角下全要素生产率增长的跨国收敛性及影响因素研究. *统计研究*, 2023, 40(5): 37-50. [LI X K, HU Q L. A study of transnational convergence and determinants of TFP growth: From the perspective of biased technological change. *Statistical Research*, 2023, 40(5): 37-50.]
- [33] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952—2006年. *数量经济技术经济研究*, 2008, 25(10): 17-31. [SHAN H J. Re-estimation of the capital stock of China: 1952-2006. *Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2008, 25(10): 17-31.]
- [34] 吴延瑞. 生产率对中国经济增长的贡献: 新的估计. *经济学(季刊)*, 2008, 7(3): 827-842. [WU Y R. The role of productivity in China's growth: New estimate. *China Economic Quarterly*, 2008, 7(3): 827-842.]
- [35] 史丹, 李少林. 排污权交易制度与能源利用效率: 对地级及以上城市的测度与实证. *中国工业经济*, 2020, (9): 5-23. [SHI D, LI S L. Emissions trading system and energy use efficiency: Measurements and empirical evidence for cities at and above the prefecture level. *China Industrial Economics*, 2020, (9): 5-23.]
- [36] 赵明亮, 冯健康, 孙威. 环境规制影响资源型城市绿色全要素生产率的途径与政策建议. *自然资源学报*, 2023, 38(1): 186-204. [ZHAO M L, FENG J K, SUN W. Ways and policy suggestions of environmental regulation on green total factor productivity in resource-based cities. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(1): 186-204.]
- [37] 樊纲, 王小鲁, 马光荣. 中国市场化进程对经济增长的贡献. *经济研究*, 2011, 46(9): 4-16. [FAN G, WANG X L, MA

G R. Contribution of marketization to China's economic growth. *Economic Research Journal*, 2011, 46(9): 4-16.]

- [38] 杨东亮, 郑鸽. 粤港澳大湾区人口集聚表现与对策研究. *经济体制改革*, 2022, (4): 66-72. [YANG D L, ZHENG G. Study on population agglomeration performance and countermeasures in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. *Reform of Economic System*, 2022, (4): 66-72.]

## Regional disparity in green transformation performance of resource-based cities and its policy enlightenment

WANG Yue<sup>1</sup>, LI Lin<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 2. School of Economics and Management, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** This paper adopts the method of data envelopment analysis to measure the green transformation performance of resource-based cities within major national strategic regions; utilizes Dagum Gini coefficient and variance decomposition to explore the sources of regional disparities in the green transformation performance of resource-based cities in terms of spatial and structural differences; and applies the  $\sigma$  and  $\beta$  convergences to test whether there are convergence characteristics in the green transformation performance of resource-based cities within major strategic regions. The research found that: (1) Throughout the sample period, the green transformation performance of resource-based cities in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area (GBA) is higher than that of the Yellow River Basin (YRB), the Yangtze River Economic Belt (YREB), the Yangtze River Delta (YRD) and Beijing-Tianjin-Hebei region (BTH). (2) From the spatial dimension, super variable density is the main source of regional gaps in green transformation performance of resource-based cities in major strategic regions. (3) From the technical structure dimension, the gap in pure technical efficiency is the main reason for the formation of regional gaps in the green transformation performance of resource-based cities in the BTH, the YRD and the YRB, while the main reasons for the formation of regional gaps in the GBA and the YREB derive from the gaps in pure technological advancement and scale efficiency. (4) From the factor structure dimension, the gap in the energy utilization productivity is the main reason for the formation of regional gaps in green transformation performance of resource-based cities in the GBA, while other regions mainly come from the gap in pollution control productivity. (5) From the results of the convergence test, there are absolute club convergence and conditional club convergence in the green transformation performance of resource-based cities within major strategic regions.

**Keywords:** major strategic regions; resource-based cities; green transformation performance; regional disparities; structural decomposition; convergence tests