

# 重大国家战略区域视角下 长江经济带与黄河流域生态效率比较研究

刘华军, 乔列成, 石 印

(山东财经大学 经济学院, 山东 济南 250014)

**摘要:** 本文测度长江经济带与黄河流域的生态效率, 比较二者的空间格局、区域差距、无效率来源及影响因素。研究表明: (1) 两大战略区域生态效率均呈现“U”形变动趋势, 长江经济带生态效率在加速赶超黄河流域; (2) 在生态效率的空间格局上, 长江经济带“东高西低、北高南低”, 而黄河流域“西高东低、南北均衡”, 且黄河流域生态效率的空间非均衡特征更为明显, 多数时期的整体差距高于长江经济带; (3) 在无效率的来源上, 两大战略区域极具相似性, 生态无效率主要来自资源消耗和污染排放; (4) 两大战略区域生态效率的影响因素在区域之间和区域内部均存在明显差异。本文立足区域经济发展水平与资源环境禀赋特征, 为两大战略区域生态效率提供了差异化提升路径。

**关键词:** 长江经济带; 黄河流域; 生态效率; 重大国家战略

中图分类号: F205 文献标识码: A 文章编号: 1005-0566(2021)10-0073-09

## Comparative Study on Ecological Efficiency of Yangtze River Economic Belt and Yellow River Basin from the Perspective of Major National Strategic Regions

LIU Huajun, QIAO Liecheng, SHI Yin

(School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

**Abstract:** This paper measures the ecological efficiency of the Yangtze River economic belt and the Yellow River Basin, and compares their spatial pattern, regional gap, sources of inefficiency and influencing factors. The results show that: (1) The ecological efficiency of the two strategic regions shows a “U” trend, and the ecological efficiency of the Yangtze River economic belt is accelerating to catch up with and surpass the Yellow River Basin. (2) In the spatial distribution of ecological efficiency, the Yangtze River economic belt is “high in the East, low in the west, high in the north and low in the South”, while the Yellow River Basin is “high in the west, low in the East and balanced in the north and South”. The spatial imbalance of ecological efficiency in the Yellow River Basin is more obvious, and the overall gap in most periods is higher than that in the Yangtze River economic belt. (3) In terms of the sources of inefficiency, the two strategic regions are very similar. Ecological inefficiency mainly comes from resource consumption and pollution emission. (4) There are obvious differences in the influence factors of ecological efficiency between the two strategic regions. Therefore, based on the regional economic development level and resource and environmental endowment, this paper provides a differentiated

收稿日期: 2020-12-13 修回日期: 2021-10-18

**基金项目:** 国家社会科学基金项目“‘十四五’时期减污降碳协同效应的实现机制与政策体系研究”(21BGL003); 山东省社会科学规划研究项目“黄河流域生态效率评价及高质量发展路径研究”(20CJJJ29); 山东省泰山学者青年专家计划(tsqn20171208); 山东省社会科学规划研究重大项目“‘一群两心三圈’推动山东区域协调发展的成功模式研究”(20AWTJ16)。

**作者简介:** 刘华军(1979—), 男, 山东广饶人, 山东财经大学经济学院教授, 博士生导师, 研究方向为资源环境经济、区域经济。

promotion path for the ecological efficiency of the two strategic regions.

**Key words:** the Yangtze River economic belt; the Yellow River Basin; ecological efficiency; major national strategies

依托中国最长的两条河流,推动长江经济带发展、黄河流域生态保护和高质量发展先后上升为重大国家战略。保护好、利用好、发展好“一江一河”,事关中华民族的伟大复兴和永续发展,坚持走生态优先、绿色发展之路,也已成为两大战略的共性原则和基本遵循。长江经济带发展始终将修复生态环境摆在压倒性位置,黄河流域生态保护与高质量发展更是明确将生态建设提升至战略性高度。这种以生态保护与修复为前提的绿色发展理念,开创了中国大江大河治理的新局面。

作为依托大江大河的两大战略区域,长江经济带与黄河流域在生态文明建设和自然环境禀赋等方面各具特色。在生态文明建设上,长江经济带发展起步早且成效显著,而黄河流域生态保护和高质量发展仍处于战略实施初期。在自然环境禀赋上,两大战略区域存在天然差异。长江经济带基本平行于自然地理区划分,而黄河流域跨越青藏高原寒、华北湿润半湿润等多个自然分区,呈现出明显的自然地理分异格局,其生态脆弱性、敏感性更为突出。因此,谋划“一江一河”,推动中国经济高质量发展,必须以全局视野和全局思维统筹规划,因地制宜制定宏观决策。

在上述背景下,本文从重大国家战略区域视角出发,在科学量化长江经济带与黄河流域生态效率的基础上,利用多样化空间分析工具刻画生态效率的空间分布和地区差异特征,并借助计量手段考察两大战略区域生态效率的影响因素,力图准确把握长江经济带与黄河流域的生态文明建设现状、明确生态环境保护短板、探寻经济社会转型新路径,为“十四五”时期全面推进生态保护与生态修复重大工程提供决策支持。

## 一、文献综述

以生态效率为主题的研究中,早期学者致力于生态效率概念的辨析<sup>[1]</sup>,随着相关研究的不断深入,学者们关注的内容逐渐延伸至测度方法的应用<sup>[2]</sup>、指标体系的构建<sup>[3]</sup>以及提升路径的分

析<sup>[4]</sup>等方面。涉及样本尺度和研究视角的选择时,绝大多数学者将研究范围设定为全国以及某个或某些特定城市群。随着推动长江经济带发展上升为重大国家战略,学者们对长江经济带生态效率的研究逐渐增多<sup>[5-6]</sup>。虽然黄河流域的生态环境问题历来非常突出,但是由于黄河流域生态保护与高质量发展上升为重大国家战略时间较晚,目前学者们对于黄河流域生态效率的研究仍处于初探阶段<sup>[7]</sup>。除此之外,以往学者多集中在单个或多个区域生态效率的单一视角研究,鲜有学者展开区域维度的比较分析。

长江经济带与黄河流域均属于依托大江大河形成的重大国家战略,在经济发展和生态环境方面具有天然的可比性。为此,本文从重大国家战略区域视角出发,对长江经济带和黄河流域的生态效率进行比较研究。本文的边际贡献主要包括以下3个方面:在研究内容上,首次基于全国30个省份的投入产出数据对黄河流域生态效率进行综合量化,同时刻画黄河流域生态效率的空间分布特征与内部差距结构。在研究视角上,首次将长江经济带与黄河流域纳入同一研究框架展开生态效率的比较分析,并从多维度展示二者的异同。在研究价值上,对长江经济带与黄河流域的生态无效率进行深层次分解,同时对两大战略区域生态效率的提升路径展开差异化分析,为推动全国重要生态系统保护和修复重大工程、构筑国家生态安全屏障体系提供理论支持。

## 二、研究方法与数据说明

### (一)研究方法

本文采用考虑非期望产出的全局超效率SBM模型测度生态效率。该模型具有两方面优势:一是全局参比下的模型能够克服传统模型决策单元(DMU)效率值的跨期不可比问题;二是超效率模型可以解决有效DMU(标准效率模型下效率值为1的DMU)的效率排名问题。在规模报酬选择上,根据Zheng等(1998)<sup>[8]</sup>提供的建议,本文以规模

报酬可变 (VRS) 作为模型的假设条件。Tone (2002)<sup>[9]</sup> 提出的超效率 SBM 模型只是针对有效 DMU 的效率评价, 而对于无效 DMU 的效率评价, 仍然需要按照标准效率的 SBM 模型进行计算。因此, 本文生态效率的获取过程是: 首先利用考虑非期望产出的全局标准效率 SBM 模型计算效率得分, 对于其中的有效 DMU, 进一步采用考虑非期望产出的全局超效率 SBM 模型进行计算。关于考虑非期望产出的全局标准效率 SBM 模型可参考刘华军等(2018)<sup>[10]</sup>, 本文重点介绍考虑非期望产出的全局超效率 SBM 模型。

假设有  $n$  个 DMU, 对于  $t(t=1, 2, \dots, T)$  时期的任意一个  $DMU_j(j=1, 2, \dots, n)$ , 均使用  $m$  种投入  $x_i(i=1, 2, \dots, m)$ , 联合生产  $q$  种期望产出  $y_r(r=1, 2, \dots, q)$  和  $h$  种非期望产出  $b_k(k=1, 2, \dots, h)$ 。借鉴 Huang 等(2014)<sup>[11]</sup> 提供的方法,  $\tau$  时期第  $o$  个有效 DMU(记为  $DMU_o^\tau$ , 其投入、期望产出和非期望产出分别为  $x_{io}^\tau, y_{ro}^\tau$  和  $b_{ko}^\tau$ ) 的效率值可以通过如下模型进行计算:

$$\rho^* = \min_{\lambda, s^-, s^+} \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{io}^{-, \tau}}{x_{io}^\tau}}{1 - \frac{1}{q+h} \left( \sum_{r=1}^q \frac{s_{ro}^{+, \tau}}{y_{ro}^\tau} + \sum_{k=1}^h \frac{s_{ko}^{-, \tau}}{b_{ko}^\tau} \right)}$$

s. t.  $x_{io}^\tau \geq \sum_{t=1}^T \sum_{j=1(j \neq o \text{ if } t = \tau)}^n \lambda_j^t x_{ij}^t - s_{io}^{-, \tau}; i = 1, 2, \dots, m;$

$y_{ro}^\tau \leq \sum_{t=1}^T \sum_{j=1(j \neq o \text{ if } t = \tau)}^n \lambda_j^t y_{rj}^t + s_{ro}^{+, \tau}; r = 1, 2, \dots, q;$

$b_{ko}^\tau \geq \sum_{t=1}^T \sum_{j=1(j \neq o \text{ if } t = \tau)}^n \lambda_j^t b_{kj}^t - s_{ko}^{-, \tau}; k = 1, 2, \dots, h;$

$$1 - \frac{1}{q+h} \left( \sum_{r=1}^q \frac{s_{ro}^{+, \tau}}{y_{ro}^\tau} + \sum_{k=1}^h \frac{s_{ko}^{-, \tau}}{b_{ko}^\tau} \right) \geq \varepsilon;$$

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1(j \neq o \text{ if } t = \tau)}^n \lambda_j^t = 1;$$

$\lambda_j^t \geq 0; s_{io}^{-, \tau}, s_{ro}^{+, \tau}, s_{ko}^{-, \tau} \geq 0; t = 1, 2, \dots, T;$

$j = 1, 2, \dots, n(j \neq o \text{ if } t = \tau) \quad (1)$

模型(1)是针对有效  $DMU_o^\tau$  的效率评价模型, 效率值的测度以剔除掉待评价  $DMU_o^\tau$  后由其余 DMU 所构造的生产前沿面为参考, 因此  $DMU_o^\tau$  通常位于生产前沿面外, 计算得到的效率值  $\rho^*$  总是大于等于 1。在模型(1)中,  $s_{io}^{-, \tau}, s_{ro}^{+, \tau}$  和  $s_{ko}^{-, \tau}$  为松弛变量, 分别衡量了有效  $DMU_o^\tau$  为回到生产前沿面所需要的投入增加量、期望产出减少量和非期望产出增加量。 $\varepsilon$  为非阿基米德无穷小, 它是一个小于任何正数且大于 0 的数。 $\lambda_j^t$  为生产前沿内每个 DMU 观察值的权重, 权重变量之和为 1 表示 VRS 技术假设, 若去掉该约束条件, 则最终结果为 CRS 假设下的生态效率水平。

若  $DMU_o^\tau$  为无效决策单元, 则可以利用标准效率 SBM 模型中的松弛变量, 分解得到总投入总产出以及各分项指标的无效率, 以此来探究决策单元生态无效率的来源<sup>[12-13]</sup>。

(二) 数据说明

1. 样本区域界定及划分

本研究以省(自治区、直辖市)为研究单位, 全国层面的样本省份共有 30 个(不包含香港、澳门、台湾和西藏)。对长江经济带与黄河流域的样本范围界定是: 对于长江经济带, 参照《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》, 确定上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南和贵州等 11 个省份作为长江经济带的样本, 其中重庆、四川、贵州、云南等省份为上游地区, 江西、湖北、湖南等省份为中游地区, 上海、江苏、浙江、安徽等省份为下游地区。对于黄河流域, 选择青海、宁夏、甘肃、内蒙古、山西、陕西、河南、山东等 8 个省份作为黄河流域的样本<sup>①</sup>, 并将黄河流域划分为上游和中下游两个地区, 其中上游包括青海、宁夏、甘肃和内蒙古 4 个省份, 中下游

① 《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》的规划范围涉及黄河干支流流经的青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、山西、陕西、河南、山东等 9 省份。本文未将四川省纳入黄河流域的考察范围, 主要考虑: 一是根据《黄河年鉴(2020)》以及《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035 年)》, 黄河流域涉及的省级行政单元不包括四川省; 二是四川省受长江水系影响更大, 其经济社会发展主要集中在长江流域, 而黄河在四川省境内仅流经阿坝藏族羌族自治州和甘孜藏族自治州, 二者人口和经济总量仅占黄河流域的 0.7% 和 0.3%, 对黄河流域经济社会发展格局影响较弱。

包括山西、陕西、河南、山东 4 个省份<sup>①</sup>。

## 2. 样本数据来源及处理

借鉴成金华等(2014)<sup>[14]</sup>的思路,本文构建的生态效率指标体系具体如下:(1)投入指标。用水总量、就业人员总量、资本存量、能源消费总量、农药使用量、化肥施用折纯量。其中,资本存量参考单豪杰(2008)<sup>[15]</sup>的做法,利用永续盘存法进行估测。(2)期望产出为地区生产总值,并以 2000 年为基期进行消胀处理。(3)非期望产出指标:“蓝天”指标、“碧水”指标、“净土”指标和 CO<sub>2</sub> 排放量(吨)<sup>②</sup>。其中,“碧水”指标用废水排放量表示,“净土”指标用工业固体废物产生量表示,“蓝天”指标用熵值法综合而成,涵盖 SO<sub>2</sub> 排放量、烟(粉尘)排放量以及 PM<sub>2.5</sub> 浓度。此外,考虑到 CO<sub>2</sub> 的过度排放对于生态系统稳定具有极大的破坏性<sup>[16]</sup>,因此本文将 CO<sub>2</sub> 排放量作为非期望产出纳入指标体系。

本文研究的时间跨度为 2000—2017 年,数据来源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国水资源公报》以及各省统计年鉴、中国碳排放数据库(CEADs,网址为 www.ceads.net)和达尔豪斯大学 Atmospheric Composition Analysis Group 机构公布的 PM<sub>2.5</sub> 浓度卫星监测数据。

## 三、两大战略区域生态效率的比较分析

### (一) 生态效率水平比较

图 1 和图 2 展示了长江经济带、黄河流域以及全国的生态效率水平与增长率的时序变动情况。从生态效率的整体水平来看,两大战略区域生态效率均低于全国平均水平,且黄河流域生态效率明显高于长江经济带。黄河流域 2000—2017 年生态效率均值为 0.42,接近全国的平均效率水平 0.44,而长江经济带的生态效率均值仅为 0.34,远低于黄河流域和全国的平均水平。这说明长江经济带的生态文明建设程度未能与其经济发展水平

相称,而黄河流域虽经济发展水平相对落后,但其在资源投入效率或者环境污染减排效率方面要优于长江经济带。

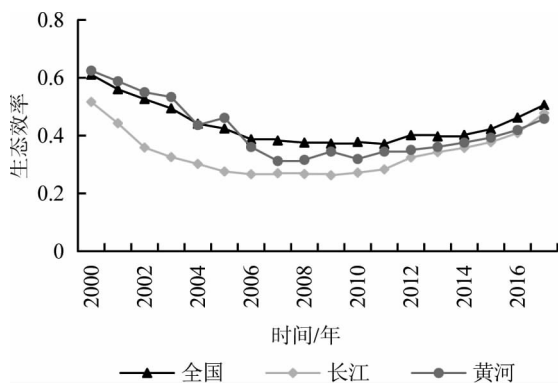


图 1 2000—2017 年生态效率水平

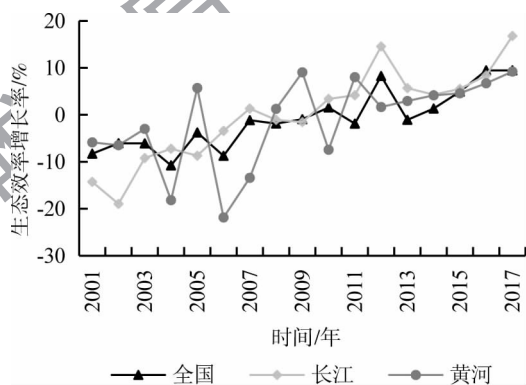


图 2 2000—2017 年生态效率增长率

从生态效率的变动趋势来看,两大战略区域以及全国的生态效率均呈“U”形变动趋势,并且均在 2000—2007 年快速下降,2007—2011 年平稳过渡,2012—2017 年逐年攀升。出现这种变化的原因可能是:党的十八大之前,各地区为了保持经济快速增长,选择了粗放式的发展模式,忽视了生产过程的环境外部性,造成生态环境持续恶化。党的十八大以来,生态文明建设被纳入搭配“五位一体”的中国特色社会主义事业总体布局中,明确了生态文明建设的战略地位,以此为起点,中国开

① 将内蒙古划分到黄河流域上游地区,是因为内蒙古蒙东地区虽然在地理方位上位于黄河流域,但已经被纳入《东北地区振兴规划》中,其经济社会发展与东北地区联系更为密切;而蒙西地区整体上位于托克托县河口镇以上,属于黄河流域上游地区,因此将内蒙古划分为上游省份更为合理。另外,本文将山西、陕西、河南和山东等省份统一划分为黄河流域中下游地区,是考虑到这 4 个省份空间位置相互邻接,产业结构类似,经济发展水平相近,所面临的资源环境以及生态问题也相仿。

② “蓝天、碧水、净土”三大保卫战的持续开展,为生态效率的测度赋予了新的内涵。因此,本文将这 3 个环境治理目标纳入生态效率测度指标体系,更有助于深刻把握两大区域绿色发展现状。

始大力推进生态文明建设,全面促进资源节约,加大自然生态系统修复和环境保护力度,促进了生态效率的稳步提升。

从生态效率的增长速度来看,两大战略区域以及全国的生态效率整体上均呈现由负转正、不断升高的变化趋势,并且长江经济带生态效率改善要快于黄河流域。虽然样本考察期前期长江经济带的效率水平明显低于黄河流域和全国随着生态文明建设的加速推进,长江经济带与黄河流域的差距不断缩小,特别是2014年以后,得益于长江经济带发展重大国家战略的率先实施,长江经济带的生态效率开始加速增长,并于2017年超过黄河流域。

### (二) 生态效率空间分布特征比较

两大战略区域生态效率存在明显的空间异质特征,并且在空间分布趋势上二者差异显著(见图3)。样本考察期内,长江经济带生态效率整体呈现出“东高西低、北高南低”的分布特征。从样本考察期的均值来看,上海、江苏等东部沿海省份远高于云南、贵州等西南部内陆省份,这与大多数长江经济带生态效率的研究结果一致<sup>[5]</sup>。原因在于,下游省份地处沿海,地理位置优越,经济发展水平高,率先实现了经济增长方式从粗放型发展向集约式发展的转变,推动了生态效率快速提升;中游省份受下游省份的经济辐射,通过先进技术的引进、相应产业的承接,生产方式加速转变,产业结构持续优化,生态效率得以提升;而上游省份地处内陆,经济发展水平相对落后,在交通、技术、

人才等方面都与下游省份存在较大差距,易出现“资源消耗大、环境污染高”的现象,导致生态效率提升难度较大。样本考察期内,长江经济带生态效率的空间分布格局变化较大,从2000年到2017年,生态效率高值地区从中游省份转移至下游省份,这是由于在初期阶段各省份的生态保护意识薄弱,经济、技术优势并未转化成生态优势,随着时间的推移,下游省份的经济、技术优势开始在绿色生产、生态修复方面得以体现,使得生态效率远高于其他省份。

样本考察期内,黄河流域生态效率整体呈现出“西高东低、南北均衡”的分布特征。从样本考察期的均值来看,除青海属于高水平( $>0.75$ )省份,其余省份的生态效率为 $0.26\sim0.50$ 。虽然东部较发达省份如山东省、河南省并没有体现出经济优势,但若从2000年到2017年的变化趋势着眼,容易发现黄河流域的生态效率有从西向东转移的趋势。2000年,黄河流域生态效率的分布趋势表现为“西高东低、北高南低”,这主要是由于青海省和内蒙古自治区属于高水平地区,其他省份为 $0.26\sim0.50$ 。到2017年,山东省上升为高水平地区,而甘肃省有所下降,表明下游省份在兼顾经济发展和环境保护方面的优势开始显现。

### (三) 生态效率区域差距比较

样本考察期内,黄河流域生态效率的空间非均衡特征更明显,整体差距于高位震荡,长江经济带整体差距则呈现先下降后上升的“U”形变化趋势,并于2017年超过黄河流域。

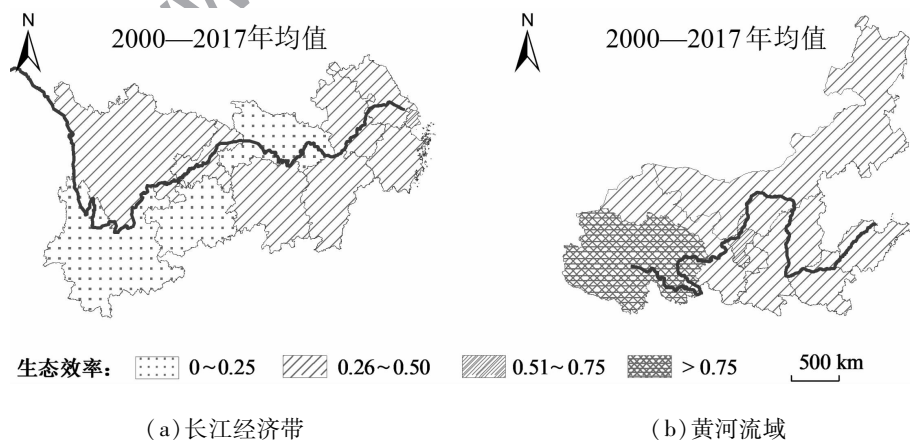


图3 两大战略区域生态效率的空间分布

图 4 展示了两大战略区域生态效率地区差距的对比结果。总体看来,黄河流域整体差距在大多数时期都远高于长江经济带,这是由于其地区内差距持续上升而地区间差异不断下降,因此其整体差距一直维持在 0.22~0.33 的高位水平。长江经济带整体差距先下降后上升,从 2000 年的 0.33 下降至 2005 年的 0.13,2005—2009 年稳定在 0.13~0.15 范围内,2010 年开始不断加大,并于 2017 年达到 0.34。从上、中、下游的地区内差距来看,长江经济带的地区内差距主要来自上游省份,下游省份次之,中游省份在后期几乎无差距;而黄河流域地区内差距前期主要来源于上游省份,在 2012 年之后中下游省份开始加大,逐步达到上游省份

的同等水平。从上、中、下游地区间差距来看,黄河流域生态效率在整个样本考察期内持续下降,到 2017 年几乎为零,而长江经济带则呈现出截然不同的演变态势,除 2001—2002 年地区间差距有所下降外,其余时期均保持上升态势。以上分析表明,长江经济带上、中、下游内部能够依托长江进行互动合作、优势互补,但其地区间差距的明显上升仍需引起重视,在促进经济协调发展的同时也要注重生态文明建设的协作互动、均衡发展。黄河流域虽然地区间差距得到了有效控制,但地区内的资源配置效率及环境污染治理能力仍存在较大差距,临近地区间的联动性急需加强。

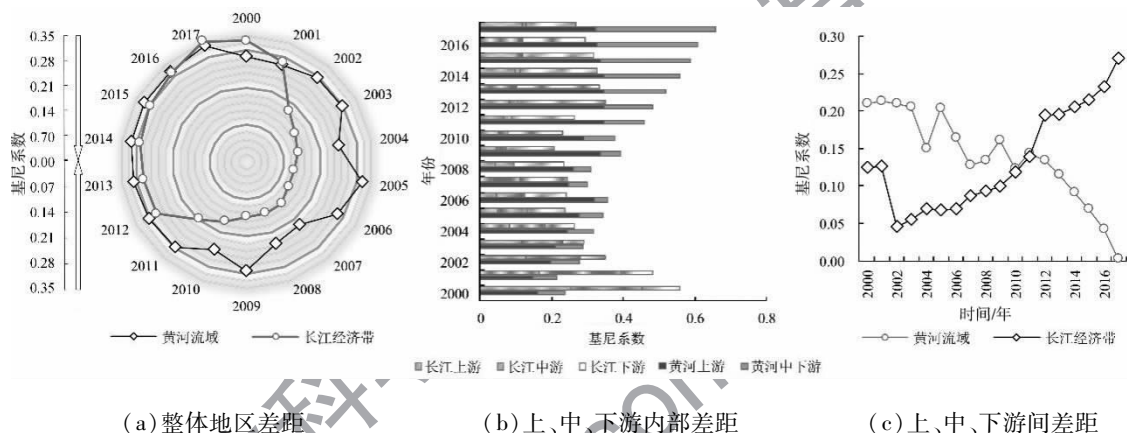


图 4 两大战略区域生态效率内部差距比较

(四) 生态无效率来源比较

两大战略区域生态无效率在来源上高度相似,这不仅体现在总投入、总产出上,也体现在各分项指标上。在总投入和总产出中,两大战略区域既存在投入无效率,也存在产出无效率,其中,总投入无效率大于总产出无效率,且产出无效率全部来源于非期望产出的过度排放,表明缩减资源投入冗余、避免过度排放将是突破两大战略区域生态低效率瓶颈的重要抓手(见图 5)。从分项指标的无效率来源分析,两大战略区域的无效率来源也比较类似,主要体现在要素投入中农药和化肥的过量投入,以及产出中固体废弃物的过量排放,这反映出长江经济带与黄河流域农业生产过度依赖要素投入问题仍然十分严峻,农业绿色发展进程需要加大力度推进。从“三大保卫战”的

治理成效看,两大战略区域在蓝天保卫战中表现最为出色,无效率水平低于 0.10;碧水保卫战也颇有成效,无效率水平在 0.30 以下;净土保卫战成效较差,无效率水平超过 0.65,表明固体废弃物污染防治需要进一步加强,土壤污染管控与修复也要

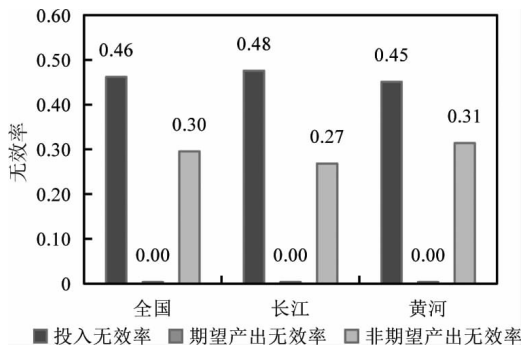


图 5 2017 年两大战略区域生态无效率来源

强化推进。此外,长江经济带的碳排放控制效率更高,无效率值为0.37,而黄河流域碳排放则是其生态无效率的主要来源之一,无效率值为0.67。

#### 四、两大战略区域生态效率的差异化提升路径

本部分借助Tobit模型,以各省份生态效率为因变量,以经济发展水平、开放程度、产业结构等为自变量,考察不同影响因素对生态效率的作用方向及程度,探究两大战略区域生态效率驱动因素的异同,寻找两大战略区域生态效率的差异化提升路径。

在借鉴已有研究的基础上,本文从以下9个方面选择影响因素指标:(1)经济发展水平。以2000年不变价计算的人均实际GDP表示,人均实际GDP的平方项也在回归方程中有所体现,用来考察是否存在环境库兹涅茨曲线。(2)开放程度。以人民币计算的外商直接投资额占名义GDP的比重来衡量,以检验“污染天堂假说”是否成立。(3)结构因素。结构因素包含两个指标:一是禀赋结构,以地区资本存量与劳动力总量的比值衡量;二是产业结构,以工业增加值占名义GDP的比重表示。(4)金融发展。以金融业增加值占名义GDP的比重表示。(5)科技创新。以研究与试验发展(R&D)经费内部支出占名义GDP的比重衡量。(6)城市化水平。用年末城镇人口占常住人口的比重表示,由于统计口径不同,2000—2004年各省份的城市化水平无法直接由国家统计局所提供的数据获得,本文参考林坚(2010)<sup>[17]</sup>的做法,借助各省份的城乡人口数据对其进行校正和修补。(7)环境规制。以环境污染治理投资额占名义GDP的比重表示。(8)人口密度。利用年末常住人口与各省份陆地面积之比表示。(9)人力资本。以社会人口人均受教育年限表征人力资本,具体计算方法参考程名望等(2019)<sup>[18]</sup>。上述指标中,除R&D经费内部支出及环境污染治理投资额数据分别取自《中国科技统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》,其他数据均取自国家统计局国家数据库以及历年《中国统计年鉴》。

根据表2的回归结果,从两大战略区域整体来看,经济发展对生态效率的影响系数均显著为负,而平方项的影响系数均显著为正,说明两大战略区域支持“环境库兹涅茨曲线”假说。两大战略区

域受开放程度影响并不显著,表明“污染天堂”假说对于两大战略区域整体并不成立。结构因素方面,禀赋结构对长江经济带具有显著负向影响,对黄河流域没有显著影响,根据相关结论,劳动密集型部门与资本密集型部门分别对应轻污染产业和重污染产业,因此随着资本—劳动的比值上升,地区的生态效率水平将相应降低,该结论对于长江经济带成立,而对于黄河流域未成立;产业结构因素对两大战略区域整体的影响系数均显著为负,这说明,随着工业化程度的不断提高,受工业污染的影响,两大战略区域的生态效率均有所下降。科技创新方面,R&D经费内部支出并未在两大战略区域展现出对生态效率的推动作用。在黄河流域并不显著,可能的原因有两个:一是R&D经费使用低效,科研投入并未有效转化为科研能力;二是R&D经费使用结构不合理,环境技术研发投入占比较低,科研支出效果受限,无法显著提高生态效率水平。科技创新与生态效率在长江经济带有显著的负相关性,这与某些学者的“技术—环境悖论”相一致,即技术研发投入侧重于经济水平的提高,而忽略了经济发展与资源环境的协调性,从而带来一定程度的污染问题。城市化水平对长江经济带的影响为负,而对黄河流域影响为正,可能的原因是,长江经济带城市化水平相对较高,城市功能、空间布局等的优化速度落后于城镇人口的增加速度,因此体现为城市化对生态效率的抑制作用,而黄河流域城市化水平较低、速度较慢,城市化带来了人口素质的升高和环保意识的增强,对生态效率的提升起到推动作用。人口密度对长江经济带具有显著正向影响,但影响程度极其微弱,对于黄河流域没有影响。另外,金融发展、环境规制、人力资本因素对于两大战略区域整体的生态效率均无显著影响。

影响两大战略区域生态效率的各项因素不仅在区域整体层面差别明显,在区域内部也存在较大差异。对于长江经济带而言,上游地区生态效率受金融发展和城市化影响最大,开放程度、禀赋结构、以及人口密度虽然通过了显著性水平检验,但影响系数绝对值均小于0.01,作用较弱。因此,长江经济带上游地区要大力发展绿色金融,加快

构建绿色金融体系,鼓励和引导更多社会资本投入到节能、环保、清洁能源等绿色产业,同时根据地区特征采取城市化与生态环境相耦合的发展路径。影响长江经济带中游地区生态效率的因素由强到弱分别为经济发展水平、金融发展以及城市化,因此中游地区在大力推动绿色金融与高质量城市化进程的同时,还应努力提升经济发展水平,发展适宜产业,加速经济增长,增强自身开展生态文明建设的要素投入能力。下游地区主要受到产业结构、环境规制、科技创新以及人力资本的影响,城市化、人口密度通过显著性检验但影响力度较弱,因此下游地区生态效率的提升需要在绿色发展理念的指引下,推进产业结构优化、加大科技创新投入、强化人力资源管理。

对于黄河流域上游地区,主要受金融发展的

影响,其次是禀赋结构、环境规制、城市化以及人口密度。因此,促进金融发展是黄河流域上游地区提升生态效率的关键,其次还要提高环境规制水平,倒逼落后产能淘汰和工艺技术创新,协调好城市化与资源环境的关系,加快产业及能源结构升级,摆脱对高污染高排放产业的依赖,合理控制人口密度。对于黄河流域中下游地区,生态效率主要受到经济发展水平、金融发展、环境规制以及城市化的影响,开放程度对中下游的生态效率具有微弱的影响作用。因此,黄河流域中下游地区在同样以环境规制、金融发展、城市化作为提升生态效率突破口的同时,还要对外资进行合理评估、谨慎选择,完善相应的外资引进及污染防治政策,防止外商污染密集型产业的过度引进,避免成为外商投资的“污染天堂”。

表 2 两大战略区域生态效率的 Tobit 模型回归结果

指标	长江经济带				黄河流域		
	全流域	上游	中游	下游	全流域	上游	中下游
经济发展	-1.7305*** (-2.70)	0.1051 (0.22)	-5.4551*** (-2.46)	-0.7710 (-0.62)	-4.2765*** (-4.50)	0.3278 (0.31)	-5.9705*** (-9.52)
经济发展(平方)	0.0944** (2.50)	0.0276 (0.90)	0.2906** (2.32)	0.0512 (0.81)	0.2162*** (4.46)	-0.0661 (-1.19)	0.2831*** (6.94)
开放程度	0.0004 (0.44)	0.0082*** (6.01)	-0.0049 (-1.44)	0.0006 (1.11)	0.0003 (0.26)	0.0016 (1.15)	-0.0074** (-2.27)
禀赋结构	-0.0078** (-2.16)	-0.0068** (-2.24)	0.0095 (1.53)	-0.0099 (-1.33)	-0.0061 (-1.29)	0.0174*** (3.55)	-0.0036 (-0.74)
产业结构	0.0191* (1.92)	-0.0073 (-1.00)	0.0090 (0.41)	0.0406*** (3.46)	-0.0213*** (-4.23)	-0.0035 (-0.53)	-0.0017 (-0.19)
金融发展	0.0109 (1.10)	0.0310** (2.06)	0.0578*** (2.74)	-0.0013 (-0.12)	0.0151 (0.78)	0.1240*** (6.54)	-0.0462*** (-3.14)
环境规制	0.0370 (1.44)	0.0267 (1.08)	0.0227 (0.57)	0.0828* (1.96)	-0.0025 (-0.09)	0.0704** (2.28)	-0.0471** (-2.17)
科技创新	-0.1405** (-2.45)	-0.0340 (-1.01)	0.0203 (0.26)	-0.2493*** (-2.72)	-0.0301 (-0.51)	0.1962 (1.45)	-0.0154 (-0.32)
城市化	-0.0132*** (-3.15)	-0.0483*** (-6.38)	-0.0360*** (-3.83)	-0.0087* (-1.94)	0.0231** (2.55)	0.0297*** (3.88)	0.0439*** (3.66)
人口密度	0.0001*** (2.61)	0.0027*** (6.22)	-0.0006 (-0.47)	0.0001* (1.94)	-0.0001 (-0.31)	-0.0104*** (-9.44)	0.0005 (1.44)
人力资本	-0.1277 (-0.54)	-0.1450 (-0.80)	-0.1560 (-0.44)	-1.1196*** (-2.80)	0.0225 (0.06)	0.5593 (1.12)	0.1204 (0.42)
常数项	9.2045*** (3.30)	-1.5186 (-0.73)	27.3538*** (2.82)	5.980 (1.00)	20.8469*** (5.02)	-0.0676 (-0.01)	29.6737*** (10.94)

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示估计系数在 1%、5%、10% 水平下显著,括号内为 t 值,表中回归结果采用普通标准误获得。

## 五、结论与启示

本文从空间格局、内部差距及无效率来源等多个层面对 2000—2017 年长江经济带与黄河流域的生态效率进行比较分析,并借助 Tobit 模型探究两大战略区域生态效率的提升路径。结论如下:(1)在发展水平和变动趋势上,两大战略区域既有共性又有特性。共性在于二者的生态效率均低于全国平均水平,且均呈“U”形增长态势;特性在于长江经济带的生态效率明显低于黄河流域,但长江经济带增速更快,并于 2017 年超过黄河流域。

(2)在空间分布格局上,两大战略区域均具有明显的空间分异特征。长江经济带呈现出“东高西低、北高南低”的分布趋势;黄河流域则呈现出“西高东低、南北均衡”的分布趋势。(3)在地区差距上,两大战略区域生态效率地区差距的程度和演变趋势差异较大。在较长的一段时期内,黄河流域生态效率的地区差距大于长江经济带,但受黄河流域地区间差距大幅下降以及长江经济带地区间差距快速扩大的影响,长江经济带的地区差距于 2017 年超过了黄河流域。(4)在无效率来源上,两



大战略区域具有高度相似性。两大战略区域既存在投入无效率,也存在产出无效率,且产出无效率全部来源于非期望产出的过度排放。(5)在影响因素上,两大战略区域既存在相似之处又具有明显差异。两大战略区域生态效率均受经济发展和城市化水平的显著影响,但长江经济带生态效率还受禀赋结构、科技创新和人口密度的显著影响,黄河流域生态效率还受到产业结构的显著影响。

基于上述结论,本文有如下政策启示:第一,保江护河,提质增效。两大战略区域生态效率有所提升但整体偏低,需要继续保持两大战略区域生态效率的增长势头。两大战略区域应始终坚持以生态优先、绿色发展为导向,牢固树立节约资源、保护环境意识,坚决打好“蓝天、碧水、净土”三大保卫战,实现经济质量的持续提升和生态效率的加速增长。第二,优势互补,内外兼修。重视两大战略区域生态文明建设的时空分异格局,充分考虑不同省份的自然禀赋差异,同时既要注重区域内的融合发展,又要注重区域之间的交流合作,促进投资、人才、技术、能源等要素在不同省份间的快速流动,推动形成优势互补、高质量发展的流域经济布局。第三,挖掘潜力,减投降排。各省份要充分挖掘自身提效潜力,合理控制资源投入,加大环境污染治理力度。一方面要提高劳动生产率,开展农业节水、节肥、节药生产,开发利用清洁能源;另一方面要落实好三大保卫战的各项目标任务,减少二氧化碳以及废气、废水、废固排放。第四,因地制宜,分区定策。不同省份、上中下游地区生态效率的影响因素不同,因此各地区推动生态文明建设不能“一刀切”,需要科学制定差异化整改策略,探索适合自身发展的生态道路。

#### 参考文献:

- [1] SCHALTEGGER S, STURM A. Ökologische rationalität [J]. Die unternehmung, 1990, 4(4): 117-131.
- [2] 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[J]. 经济研究, 2010, 45(5): 95-109.
- [3] 胡鞍钢, 郑京海, 高宇宁, 等. 考虑环境因素的省级技术效率排名(1999—2005)[J]. 经济学(季刊), 2008(3): 933-960.
- [4] 李胜兰, 初善冰, 申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域

生态效率[J]. 世界经济, 2014, 37(4): 88-110.

- [5] 孙欣, 赵鑫, 宋马林. 长江经济带生态效率评价及收敛性分析[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2016, 15(5): 1-10.
- [6] 吴传清, 周西一敏. 长江经济带绿色经济效率的时空格局演变及其影响因素研究[J]. 宏观质量研究, 2020, 8(3): 120-128.
- [7] 曾贤刚, 刘纪新, 牛木川. 高质量发展条件下黄河流域环境效率分析[J]. 生态经济, 2020, 36(7): 29-36.
- [8] ZHENG J, LIU X, BIGSTER A. Ownership structure and determinants of technical efficiency: an application of data envelopment analysis to chinese enterprises (1986-1990)[J]. Journal of comparative economics, 1998, 26(3): 465-484.
- [9] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European journal of operational research, 2002, 143: 32-41.
- [10] 刘华军, 李超, 彭莹. 中国绿色全要素生产率的地区差距及区域协同提升研究[J]. 中国人口科学, 2018(4): 30-41.
- [11] HUANG J, YANG X, CHENG G, et al. A comprehensive eco-efficiency model and dynamics of regional eco-efficiency in China[J]. Journal of cleaner production, 2014, 67: 228-238.
- [12] COOPER W W, SEIFORD L M, TONE K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models applications, references and DEA-solver software [M]. New York: Springer, 2007.
- [13] 杨骞, 张义凤. 中国地方财政支出无效率的来源[J]. 统计研究, 2015, 32(4): 43-50.
- [14] 成金华, 孙琼, 郭明晶, 等. 中国生态效率的区域差异及动态演化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 47-54.
- [15] 单豪杰. 中国资本存量K的再估算: 1952—2006年[J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25(10): 17-31.
- [16] 刘华军, 石印, 雷名雨. 碳源视角下中国碳排放的地区差距及其结构分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(8): 87-93.
- [17] 林坚. 2000年以来人口城镇化水平变动省际差异分析——基于统计数据的校正和修补[J]. 城市规划, 2010, 34(3): 48-56.
- [18] 程名望, 贾晓佳, 仇焕广. 中国经济增长(1978—2015): 灵感还是汗水? [J]. 经济研究, 2019, 54(7): 30-46.

(本文责编:王延芳)