

# 基于 DEA 的淮河生态经济带 城市绿色发展效率分析

王七萍

(安徽广播电视大学, 合肥 230051)

**摘要:** 研究绿色发展问题,对于淮河生态经济带经济发展方式转型、化解淮河流域经济发展与环境资源矛盾,有着重要意义。以绿色发展的量化评价为切入点,采用数据包络分析方法,通过对淮河生态经济带不同城市绿色发展水平进行量化分析,测度淮河生态经济带城市绿色发展程度及区域差异,在此基础上探索不同区域提升绿色发展效率的路径。

**关键词:** 淮河生态经济带;绿色发展效率;DEA 模型

**中图分类号:** F299.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1008-6021(2020)04-0007-06

提出“淮河生态经济带”这一概念最早是在 2012 年,在 2016 年 3 月发布的国家“十三五”规划纲要中,淮河生态经济带建设被列入其中。规划明确提出:加强水环境保护和治理,推进鄱阳湖、洞庭湖生态经济区和汉江、淮河生态经济带建设<sup>[1]</sup>。

2017 年 4 月,国家发展和改革委员会编制了《淮河生态经济带发展规划》,随后上报国务院。2018 年 10 月,国务院对这份发展规划进行了批复,其中明确提出“着力推进绿色发展,改善淮河流域生态环境,实施创新驱动发展战略”<sup>[2]</sup>。因此,对淮河生态经济带城市绿色发展水平进行测度,对于提升淮河生态经济带绿色发展水平、探索不同区域绿色发展路径有着重要意义,为淮河生态经济带城市制定经济绿色转型、协同发展政策等提供借鉴。

## 一、绿色发展研究概述

学术界关于绿色发展的探讨早已有之,自《中国人类发展报告 2002:绿色发展,必由之路》发布以来,绿色发展逐渐成为研究的热点<sup>[3]</sup>。

目前学界对绿色发展的概念、特征、内涵等研究较为丰富,虽然各自表述不一,但究其实质,还是有着

其内在的一致性。胡鞍钢在 2003 年“绿色中国”论坛上,提出绿色发展就是社会、经济、生态三位一体的新型发展<sup>[4]</sup>,2014 年他又重新对绿色发展的特征进行了概括,指出绿色经济增长模式是绿色发展的基础<sup>[5]</sup>。王玲玲和张艳国对绿色发展的内涵进行了研究,指出生态环境容量以及资源承载能力应被考虑其中<sup>[6]</sup>。黄志斌等对绿色发展理论的基本概念以及相互关系进行研究,强调绿色发展是一个过程<sup>[7]</sup>。

如何评价绿色发展水平,不同学者为此构建了各种指标体系。胡鞍钢认为应该将“单位 GDP 能源消耗量、主要污染物排放量、单位 GDP 二氧化碳排放量、森林覆盖率”等指标列入绿色发展的国家核心指标<sup>[8]</sup>。黄羿等将“生态城市建设力度、产业环境友好程度、循环经济发展水平”作为三个因素层,纳入城市绿色发展评价指标体系之中<sup>[9]</sup>。陈劲锋提出资源环境绩效指数法,对包括中国在内的世界主要国家的绿色发展水平进行了综合评估与对比分析。2012—2014 年,北京师范大学经济与资源管理研究院与西南财经大学发展研究院联合发布了年度发展报告,构建了“人类绿色发展指数”,对多个省市的绿色发展水

收稿日期:2020-05-13

基金项目:安徽高校人文社会科学研究重点项目“淮河生态经济带绿色发展对策研究”(项目编号:SK2017A1013);安徽高等学校省级质量工程项目(项目编号:2018YLZY087)

作者简介:王七萍(1977—),女,安徽东至人,副教授,硕士。研究方向:区域经济。

平进行科学测评与指数排名<sup>[10]</sup>。卢丽文等构建绿色发展指标,利用数据包络分析方法对长江经济带城市绿色发展效率进行了研究<sup>[11]</sup>,采用同样方法进行研究的还有刘习平等学者<sup>[12]</sup>。

可以说,目前学者对于绿色发展问题研究较为丰富,这些研究成果既为本研究提供了借鉴与启示,也为我们对淮河生态经济带绿色发展问题的进一步探讨提供了线索与空间。淮河流域因其地理位置特殊、人口和产业聚集且生态环境较为恶劣,已成为我国“美丽中国”建设不可忽视的问题。由于学界对淮河生态经济带绿色发展问题的研究较少,需要我们去研究如何促进淮河生态经济带区域绿色发展;淮河生态经济带区域绿色发展水平如何,进而去研究制约该区域绿色发展的因素、推进淮河生态经济带经济绿色发展等问题。

## 二、研究方法 with 指标体系

### (一)研究方法

为分析淮河生态经济带城市的绿色发展水平,本文借鉴大多数学者的方法采用数据包络分析中的 SBM 模型来测算。该方法基本思想如下:假设一个系统中有  $n$  个决策单元,并且每一决策单元都有三个向量:投入变量( $x$ )、期望产出变量( $y^g$ )、非期望产出变量( $y^b$ )<sup>[13]</sup>。定义矩阵  $x, y^g, y^b$  如下:

$$X = [x_1, x_2 \dots x_n] \in R_{m \times n}, Y_g = [y_1^g, y_2^g \dots y_n^g] \in R_{s_1 \times n}, Y_b = [y_1^b, y_2^b \dots y_n^b] \in R_{s_2 \times n}$$

其中  $x > 0, Y_g \geq 0, Y_b > 0$ , 当规模报酬不发生改变时,定义生产可能性集如下

$$p = \{ (x, y^g, y^b) \mid x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \geq Y^b\lambda, \lambda \geq 0 \}$$

非期望产出的 SBM 模型如下式所示:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right)}$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_0 = X\lambda + s^- \\ y_0^g = Y^g\lambda - s^g \\ y_0^b = Y^b\lambda + s^b \\ \lambda, s^-, s^g, s^b \geq 0 \end{cases}$$

### (二)样本和指标情况

淮河生态经济带包括 25 个地市和 4 个县(市),

其中江苏省 7 个市,山东省 4 个市、安徽省 8 个市、河南省 6 个市 1 个县、湖北省 3 个县(市),具体见表 1。

表 1 淮河生态经济带城市分布

省份	城市(县)
江苏	淮安市、盐城市、宿迁市、徐州市、连云港市、扬州市、泰州市
安徽	蚌埠市、淮南市、阜阳市、六安市、亳州市、宿州市、淮北市、滁州市
河南	信阳市、驻马店市、周口市、漯河市、商丘市、平顶山市、桐柏县
山东	枣庄市、济宁市、临沂市、菏泽市
湖北	随县、广水市、大悟县

注:湖北省三个县(市)均为 2018 年新加入经济带,因此具体分析时不包括该省三个县(市)。

淮河生态经济带城市发展需要在生产中投入劳动、资本和资源三种因素,获得城市经济发展,但同时也会带来非期望的环境污染。基于此,本文参考相关学者的做法,搭建如下指标体系:劳动投入( $x_1$ )指标选取淮河生态经济带各城市年末就业人数(万人);用各城市全社会固定资产投资总额(亿元)来代表资本投入( $x_2$ );资源投入  $x_3, x_4$  则分别选取全社会用电量(亿千瓦时)、城市供水总量(万立方米)代表。用地区国内生产总值(亿元)、地方财政预算内收入(亿元)代表经济产出  $y_1, y_2$  指标,而非期望产出指标  $y_3, y_4, y_5$  则分别选取工业废水排放量(万吨)、工业二氧化硫排放量(吨)、一般工业固体废物产生量(万吨)代表<sup>[14]</sup>。

为使研究数据具有权威性、及时性以及可得性,所有数据来源均为本文涉及的城市所在省份 2018、2019 年统计年鉴,部分指标数据来自各城市环境保护厅环境统计公报等权威统计资料。

## 三、数据分析及结果讨论

### (一)数据分析

本研究运用 DEA-SOLVER Pro5 软件,分别用 C<sup>2</sup>R 模型和 SBM 模型测算了淮河生态经济带 26 个城市发展效率。其中 C<sup>2</sup>R 模型测算的指标值不包括  $y_3, y_4, y_5$  三个非期望产出指标,表 2 为运用 C<sup>2</sup>R 模型测算的淮河生态经济带城市综合发展效率,表 3 为考虑了非期望产出的 SBM 模型测算结果,在此基础上测算了两个模型测算结果的变动值。

表 2 基于 C<sup>2</sup>R 模型淮河生态经济带城市综合发展效率

城市	综合效率	冗余值					
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$
扬州市	1	0	0	0	0	0	0
泰州市	1	0	0	0	0	0	0
徐州市	1	0	0	0	0	0	0
连云港市	0.73	59.53	253.09	0	7641.96	477.14	0
淮安市	0.77	86.42	478.65	0	10 771.62	0	0
盐城市	0.75	135.83	560.36	13.53	12 229.39	0	2.68
宿迁市	0.67	117.14	0	32.7	13 334.04	133.35	0
淮北市	0.65	64.21	0	3.44	3688.45	91.75	4.97
亳州市	1	0	0	0	0	0	0
宿州市	0.7	284.09	60.27	0	2445.31	0	0.58
蚌埠市	0.65	66.63	1198.36	0	9486.06	303.84	0
阜阳市	0.65	506.54	0	0	1503.23	666.46	0
淮南市	0.67	101.64	0	4.59	5870.06	177.14	0
滁州市	0.55	156.68	973.66	11.81	2314.07	1048.13	0
六安市	1	0	0	0	0	0	0
平顶山市	0.68	164.87	568.92	0	6465.02	0	0
漯河市	1	0	0	0	0	0	0
南阳市	0.77	91.96	1241.22	0	3053.76	0	22.47
商丘市	0.75	311.79	654.94	0	1100.38	7.74	0
信阳市	1	0	0	0	0	0	0
周口市	1	0	0	0	0	0	0
驻马店市	0.97	59.08	0	0	0	22.24	0
枣庄市	1	0	0	0	0	0	0
济宁市	1	0	0	0	0	0	0
临沂市	0.55	410.56	0	226.57	14 703.18	272.23	9.98
菏泽市	1	0	0	0	0	0	0
平均值	0.827	100.65	230.36	11.26	3638.71	123.08	1.56

表 3 考虑非期望产出淮河生态经济带城市综合发展效率

城市	综合效率	冗余值								
		$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$
扬州市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
泰州市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
徐州市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
连云港市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淮安市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
盐城市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宿迁市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
淮北市	0.49	-65.46	-71.69	-9.40	-3544.81	0.00	0.24	0.00	-8616.10	-1188.28
亳州市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
宿州市	0.62	-285.12	-80.86	0	-964.73	0	9.75	-369.70	-5371.40	-184.78
蚌埠市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
阜阳市	0.67	-503.66	0	-10.56	0	673.71	0	-497.91	-4604.70	-42.21
淮南市	0.49	-105.08	0	-11.64	-5119.67	157.86	0	-3040.01	-18884.40	-1957.44
滁州市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
六安市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平顶山市	0.48	-164.87	-568.92	0	-6465.02	0	0	-9378.97	-9956.67	-1692.88
漯河市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南阳市	0.63	-91.96	-1241.22	0	-3053.76	0	22.47	-926.37	-11374.81	-302.51
商丘市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
信阳市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
周口市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
驻马店市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
枣庄市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
济宁市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
临沂市	0.42	-405.28	-218.80	-246.26	-13462.56	0	0	-1544.45	-52938.76	-1596.39
菏泽市	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
平均值	0.877	-62.36	-83.90	-10.69	-1254.25	31.98	1.25	-606.05	-4297.96	-267.87

## (二) 结果讨论

综合效率是指淮河生态经济带城市劳动力、资本、资源等投入转化为经济、环境等产出的充分度,反映的是在既定的投入下,产出所能达到的最大程度。在不考虑非期望产出的情况下,26 个决策单元中有 11 个城市综合发展效率为 1,为 DEA 有效单元,综合

效率平均值为 0.827,说明在不考虑期望产出时仅有 11 个城市劳动力、资本、资源等投入要素达到了较好的综合产出水平。而在考虑非期望产出的情况下,DEA 有效的决策单元数量增加至 19 个,综合效率平均值为 0.877。这说明非期望产出指标的引入提高了淮河生态经济带城市绿色发展水平。从具体的城

市来看,两种情况下发展效率为 1 的城市有 11 个,分别为江苏省的扬州市、泰州市、徐州市,安徽省的亳州市、六安市,河南省的漯河市、信阳市、周口市以及山东的枣庄市、济宁市、菏泽市。考虑非期望产出的绿色发展水平下降的城市有 6 个,分别为河南省的平顶山市、南阳市,安徽省的淮南市、淮北市、宿州市,山东省的临沂市。考虑非期望产出的绿色发展水平上升的城市有 9 个,分别为安徽省的阜阳市、蚌埠市、滁州市,河南省的驻马店市、商丘市,江苏省的淮安市、盐城市、连云港市、宿迁市。其中综合效率下降最大的是平顶山市,变动值为 $-0.202$ ,上升最多的是滁州市,变动值为 $0.045$ 。

为进一步了解考虑非期望产出淮河生态经济带各城市绿色发展效率的影响因素,本文通过对综合效率无效的城市投入与产出指标冗余值来进行分析。如果不考虑非期望产出,影响淮河生态经济带城市非综合效率有效的投入指标冗余平均值分别为:100.65、230.36、11.26、3638.71,而考虑非期望产出后投入指标冗余平均值为 $-62.36$ 、 $-83.90$ 、 $-10.69$ 、 $-1254.25$ (具体见表 2、表 3)。由此可见,如果我们不考虑环境因素测算城市发展效率,可能会导致决策出现一定的偏差,如安徽省滁州市,如果不考虑非期望产出的话,要想回归到综合效率有效,则需要增加国内生产总值 1048.13 亿元,而在考虑非期望产出,该城市为综合效率有效。

在非期望产出的三个指标冗余值上,在工业废水排放量( $y_3$ )这一非期望产出上,河南省平顶山市面临任务最重,如果要回归到综合效率有效的話,需要减少排放工业废水 9378.97 万吨,其次是安徽省的淮南市,需要减少排放工业废水 3040.04 万吨。在工业二氧化硫排放量( $y_4$ )这一非期望产出指标方面,山东省的临沂市面临任务最重,该市需要减少排放 52 938.45 吨工业二氧化硫,方能使其回归综合效率有效;其次是安徽省淮南市和河南省平顶山市,分别

需要减少排放 18 884.4 吨、9956.67 吨,才能回归综合效率有效。在一般工业固体产生量( $y_5$ )这一指标上,仍然是安徽省淮南市、河南省平顶市及山东省临沂市,分别需要减少排放 1957.44 吨、1692.88 吨、1596.39 吨。

#### 四、结论

为更好地评价淮河生态经济带城市绿色发展水平,将环境污染中的工业废水、工业二氧化硫、工业固体废弃物作为非期望产出指标纳入评价指标,利用非径向的 SBM 模型,对淮河生态经济带 26 个城市 2018 年的绿色发展效率进行测算,并与传统 DEA 模型测算结果进行比较,分析两种不同视角下非有效决策单元影响因素及改进措施。

结果表明:客观评价淮河生态经济带城市绿色发展水平时,考虑环境因素的非期望产出指标,测得绿色发展水平明显高于不考虑环境因素的测算结果,这也表明了,如果我们单纯只考虑城市发展的经济指标,而不考虑环境污染等问题,那么将会低估淮河生态经济带城市的绿色发展综合效率及水平,而在分析这些城市绿色发展水平时考虑非期望产出的环境因素,更加符合淮河生态经济带城市发展的实际情况,这也表明淮河生态经济带城市在发展过程中不仅注重了经济发展,也注重了节约能源和保护环境。

总体上来看,影响淮河生态经济带城市综合效率非有效的主要因素各不相同,其中挑战较大的是河南省的平顶山市、安徽省的淮南市以及山东省的临沂市,这些城市要想更好地绿色发展,一是必须在大力发展经济的同时严格控制污染的排放,需要从政策规划、技术创新激励机制等方面加大政策引导,同时加大资金支持,多种途径帮助这些城市改善环境问题。二是要支持绿色产业发展,如加大发展环保制造业、旅游服务业等产业,促进产业结构优化,尽快实现高耗能产业的升级换代。

#### 参考文献:

- [1] 尹建设. 淮河生态经济带绿色发展对策研究[J]. 安徽广播电视大学学报, 2019(1):24-26.
- [2] 国务院. 国务院关于淮河生态经济带发展规划的批复[DB/OL]. (2018-10-18)[2020-04-13]. [http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-10/18/content\\_5332105.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-10/18/content_5332105.htm).

- [3] 瑞典斯德哥尔摩国际环境研究院,联合国开发计划署驻华代表处. 中国人类发展报告 2002:绿色发展,必选之路[M]. 北京:中国财政经济出版社,2002:4-6
- [4] 胡鞍钢. 中国绿色发展的重要途径[N]. 中国环境报,2012-05-11(2).
- [5] 胡鞍钢,周绍杰. 绿色发展:功能界定、机制分析与发展战略[J]. 中国人口资源与环境,2014(1):49-53.
- [6] 王玲玲,张艳国. “绿色发展”内涵探微[J]. 社会主义研究,2012(5):143-146
- [7] 黄志斌,姚灿,王新. 绿色发展理论基本概念及其相互关系辨析[J]. 自然辩证法研究,2015(8):108-113.
- [8] 胡鞍钢. 全球气候变化与中国绿色发展[J]. 中共中央党校学报,2010(4):5-10.
- [9] 黄奔,杨蕾,王小兴,等. 城市绿色发展评价指标体系研究:以广州市为例[J]. 科技管理研究,2012(17):55-59.
- [10] 陈劲锋,刘扬. 绿色发展的一种综合评估方法及应用[J]. 科技促进发展,2013(4):40-47.
- [11] 卢丽文,宋德勇,李小帆. 长江经济带城市发展绿色效率研究[J]. 中国人口·资源与环境,2016,26(6):35-42.
- [12] 刘习平,管可. 湖北长江经济带绿色发展效率测度与评价[J]. 统计与决策,2018,34(18):103-106.
- [13] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京:科学出版社,2006:110-114.
- [14] 王七萍. 资源型城市能源效率差异性分析:基于华东六省的比较研究[J]. 重庆交通大学学报(社会科学版),2015,15(3):54-57.

## The Analysis of the Green Development Efficiency of Huaihe River Ecological Economic Zone Based on DEA

WANG Qiping

(Anhui Radio and Television University, Hefei 230051, China)

**Abstract:** Studying the issue of green development is of great significance to the transformation of the economic development mode of the Huaihe River ecological economic zone and to resolve the contradiction between economic development and environmental resources in the Huaihe River basin. Taking the quantitative evaluation of green development as the starting point, and using the data envelopment analysis method, the paper conducts the quantitative analysis of the green development level of different cities in the Huaihe River ecological economic zone and measures the degree of urban green development and regional differences in the Huaihe River ecological economic zone, and then explores the ways to improve the efficiency of green development in different regions.

**Keywords:** Huaihe River ecological economic zone; green development efficiency; DEA model

[责任编辑 夏 强]