

## 人力资本对环境污染治理效率的影响研究

## ——以长江经济带为例

杜圣宇 张佳

长江大学经济与管理学院

DOI:10.12238/eep.v7i9.2257

**[摘要]** 本文运用超效率SBM测算了长江经济带9省2市2013—2023年的环境污染治理效率,并在此基础上利用Tobit模型进一步分析人力资本对长江经济带环境治理效率的影响。研究发现:(1)2013—2023年期间,长江经济带环境治理效率基本都小于1,分区域来看,上中下游地区有所差异,环境治理效率水平的排名为,下游>中游>上游。(2)总体来说,人力资本显著提高了长江经济带总体环境治理效率,但不同地区差异较大,人力资本的环境治理效率提升作用表现为:下游地区最大,上游地区次之,而中游地区最低。(3)收入水平、产业结构、经济发展水平、市场化程度对环境治理效率有显著促进作用,而对外开放水平、能源消费结构对环境治理效率有显著抑制作用。

**[关键词]** 长江经济带; 超效率SBM模型; 人力资本; 环境治理效率; Tobit回归模型

**中图分类号:** N945.11 **文献标识码:** A

## Study on the influence of human capital on environmental pollution control efficiency

## ——Take the Yangtze River Economic Belt as an example

Shengyu Du Jia Zhang

School of Economics and Management, Yangtze University

**[Abstract]** This paper uses ultra-efficiency SBM to calculate the environmental pollution control efficiency of 9 provinces and 2 cities of the Yangtze River Economic Belt in 2013–2023, and on this basis uses Tobit model to further analyze the impact of human capital on the environmental governance efficiency of the Yangtze River Economic Belt. The study shows that: (1) from 2013 to 2023, the environmental governance efficiency of environmental governance in the Yangtze River economic belt is basically less than 1. In terms of regions, the upper, middle and lower reaches are different, and the level of environmental governance efficiency is ranked, lower reaches> middle reaches> upper reaches.(2) Generally speaking, human capital has significantly improved the overall environmental governance efficiency of the Yangtze River Economic Belt, but there are great differences in different regions. The improvement effect of environmental governance efficiency of human capital is as follows: the downstream region is the largest, the upstream region is the second, while the middle region is the lowest.(3) Income level, industrial structure, economic development level and marketization level play a significant role in promoting the efficiency of environmental governance, while the level of opening to the outside world and energy consumption structure have a significant inhibitory effect on the efficiency of environmental governance.

**[Key words]** Yangtze River Economic Belt; ultra-efficiency SBM model; human capital; environmental governance efficiency and Tobit regression model

## 引言

长江经济带覆盖了9省2市,面积占全国的21.4%,人口和生产总值都超过全国的40%,是东中西互动合作的协调经济带、沿海沿江沿江全面推进的对内对外开放经济带。自改革开放以后,由于

当时以经济建设为中心,相对忽略了环境保护,导致长江流域环境遭受了严重的污染。但随着经济发展模式的转变,以污染环境为代价的经济发展模式已经不可取,经济发展要建立在环境保护的基础之上的,走生态优先、绿色发展才是符合当代的国情。

## 1 文献评述

(1) 环境治理效率评价方法方面, 当前的研究使用的方法有数据包络分析法、熵值法、综合指数法等。孙鹏等(2015)用非期望产出DEA方法对我国1993-2011年的电力产业环境效率进行了测算。董战峰等(2016)采用了熵权法测算了中国30个省环境治理效率指数。杨怡等(2017年)运用综合指数法对农村环境质量进行评价。(2) 环境治理效率影响因素研究。孟杰等(2016)研究发现产业结构、能源消费结构对环境效率有正向影响。兰宜生等(2019)研究发现城镇化对环境治理效率有正向影响。毛媛等(2020)研究发现, 城镇化对黄河流域的环境治理绩效影响为负, 产业结构升级、外商直接投资、技术创新和政府支持对提高环境治理绩效具有促进作用。(3) 人力资本对生态环境的影响研究。赵亚楠等(2023)研究发现人力资本积累能够降低生态环境水平, 并且呈倒U型的变化特征。郑洁(2022)研究发现不同时期, 人力资本结构对生态环境水平影响存在很大差异。尹浙霖等(2022)研究发现人力资本缩小东部、西部、中部地区的经济和环境水平差距。

综上所述, 基于此, 本文利用超效率SBM模型测出长江经济带环境治理效率, 然后利用Tobit模型分析人力资本水平对长江经济带环境污染治理效率的影响。

## 2 研究方法与数据说明

### 2.1 研究方法

2.1.1 超效率SBM模型。由于传统DEA模型是从径向和角度两方面对效率进行测量的, 误差较大。为了更准确地测量效率值, Tony在2001年提出了一种考虑松弛变量的非径向非角度的超效率SBM模型。因此, 本文选择用超效率SBM模型对长江经济带财政科技投入静态效率进行测量, 具体公式如下:

$$\rho^* = \min \rho = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ik}}}{1 - \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \frac{s_i^+}{y_{ik}}}, \quad \text{st.} \begin{cases} x_{ik} \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- \\ y_{ik} \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j y_{ij} - s_i^+ \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1; \forall \lambda_j \geq 0 \\ \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_i^+ \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

2.1.2 Tobit回归模型。为了进一步探究人力资本水平对长江经济带环境治理效率的影响, 本文使用Tobit回归模型, 由于超效率SBM模型测算的效率值为截断离散数据, 如果采用OLS进行回归, 则可能出现偏误和不一致现象, 因此本文采用了可处理截断离散数据的Tobit模型进行回归分析, 其具体形式如下:

$$Y_i = \begin{cases} Y_i^* \cdots \text{if} \cdots Y_i^* > 0 \\ 0 \cdots \text{if} \cdots Y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式(1)和(2)中:  $\beta$  为待估参数;  $\epsilon_i$  为随机误差项;  $X_i$ 、 $Y_i$ 、

$Y_i^*$  分别为自变量、截断因变量和潜变量。

### 2.2 变量选取与数据说明

#### 2.2.1 超效率SBM模型及ML指数模型变量选取与数据来源。

表1 长江经济带环境治理效率评价指标体系

目标层	要素层	指标层	单位
投入	财力	环境治理投资总额	亿元
	人力	环保机构年末从业人员	人
	电力	电力消耗量	亿千瓦时
产出	工业污染治理	工业废水排放量占GDP的比值	t/GDP
		工业固体废物综合利用率	%
		单位二氧化硫排放量占GDP比值	%
	生活污染治理	城市污水处理率	%
		生活垃圾无害化处理率	%
		人均电力消耗量	万千瓦时
	生态环境	建成区绿化覆盖率	%

2.2.2 数据来源。本文数据均由长江经济带各省(市)《统计年鉴》、《环境统计年鉴》整理得来。

## 3 实证分析

### 3.1 基于超效率SBM模型的静态绩效分析

下表2展示了长江经济带环境治理效率的变化特征。不难发现, 总体而言, 研究期间内长江经济带的环境治理效率值都小于1, 说明在长江经济带近10年间的生态环境治理效果不是很理想, 有待继续提高。分区域来说, 环境治理效率水平的排名为, 下游 > 中游 > 上游, 具体分析如下: (1) 上游地区, 2013-2023年间环境治理效率基本上都大于1, 说明其环境治理效率还是有一定的成效。(2) 中游地区, 2013-2023年间环境治理效率都普遍小于1, 说明中游地区环境治理效率普遍不高。(3) 下游地区, 2013-2023年间环境治理效率基本上都小于1, 说明下游地区环境治理效率较低。此外, 环境治理效率均大于1的地区有贵州、上海、重庆和江西4省市, 效率均值在0.5-1之间的只有云南, 其余各省都在0.5以下, 占整体的55%。从不同省份环境治理效率均值来看, 贵州、上海、重庆排名前三, 后面依次为江西、云南、安徽、湖南、四川、湖北, 浙江和江苏排在后面两位。

从省级层面来看, 2013-2023这11年间ML指数大于1的只有上海, 其余10省市都小于1。ML指数分解后可知: 技术效率变化指数(Ech)小于1的有安徽和四川两省, 技术水平变化指数(Tch)大于1的只有上海, 其他10省市都小于1。然后由技术效率水平指数分解可知, 纯技术效率变化指数(Pech)都大于1, 而规模效率变化指数(Sech)小于1的省份有安徽、湖北、湖南、四川4省, 说明技术效率未达标的原因在于部分省份资源配置还未达到最优状态。

### 3.2 人力资本水平对环境治理效率的影响分析

表3报告了人力资本对长江经济带环境治理效率影响的估计结果。结果显示, 列(1)中人力资本水平的系数显著为正, 说明长江经济带人力资本水平显著促进了环境治理效率的提升。列

(2)中人力资本水平的系数显著为正,说明上游地区人力资本水平显著促进了环境治理效率的提升。列(3)中人力资本水平的系数显著为正,说明中游地区人力资本水平显著促进了环境治理效率的提升。列(4)中人力资本水平的系数显著为正,说明下游地区人力资本水平显著促进了环境治理效率的提升。比较人力资本水平的系数大小,可以发现,人力资本的环境效应在列(4)中最大,列(2)中次之,列(3)中最小,这说明对于不同地区而言,人力资本的环境治理效率大小表现为,下游>上游>中游。

表2 长江经济带环境污染治理效率的变化特征分析

地区	2013	2016	2021	2023	均值	排名
上海	1.155	1.242	1.487	1.945	1.434	2
江苏	0.098	0.109	0.144	0.154	0.129	11
浙江	0.134	0.175	0.195	1	0.286	10
安徽	0.337	0.372	0.406	0.247	0.393	6
下游	0.431	0.475	0.558	0.837	0.561	-3
江西	1.11	1.073	1.404	1.095	1.08	4
湖北	0.29	0.258	0.277	0.327	0.309	9
湖南	0.295	0.305	0.38	0.537	0.367	7
中游	0.565	0.545	0.587	0.653	0.585	-2
重庆	1.565	1.28	1.182	1.148	1.279	3
四川	0.334	0.288	0.302	0.321	0.322	8
贵州	1.486	1.567	1.261	1.168	1.467	1
云南	1.014	1.003	1.067	1.107	0.867	5
下游	1.1	1.035	0.953	0.936	0.984	-1
总体	0.711	0.697	0.71	0.823	0.721	

对于控制变量来说,收入水平对环境治理效率有显著正向影响,产业结构对环境治理效率有显著负向影响,经济发展水平对环境治理效率有显著正向影响,市场化程度对环境治理效率有显著正向影响,对外开放水平对环境治理效率有显著负向影响,能源消费结构对环境治理效率有显著负向影响。

表3 人力资本对长江经济带环境治理效率的影响

	-1	-2	-3	-4
	总体	上游	中游	下游
	环境治理效率	环境治理效率	环境治理效率	环境治理效率
人力资本水平	0.0745***	0.110**	0.0616*	0.156***
	-3.4	-2.08	-1.75	-2.93
常数项	-2.543	-24.74	-24.92	15.51
	(-0.37)	(-0.69)	(-0.72)	-1.09
控制地区	控制	控制	控制	控制
控制时间	控制	控制	控制	控制
N	121	44	33	44
R <sup>2</sup>	0.484	0.677	0.57	0.78

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

(1)从整体来看,2013-2023年期间长江经济带环境治理综

合效率值都小于1。分区域来看,长江经济带上中下游地区有所差异,环境治理效率水平的排名为,下游>中游>上游。分省份来看,环境治理效率均值大于1的有贵州、上海、重庆和江西4省市,效率均值在0.5-1之间的只有云南,其余6省都在0.5以下。(2)总体来说,人力资本显著提高了长江经济带总体环境治理效率的提升,但不同地区差异较大,人力资本的环境治理效率提升作用表现为:下游地区最大,上游地区次之,而中游地区最低。(3)收入水平、产业结构、经济发展水平、市场化程度对环境治理效率都有促进作用,而对外开放水平、能源消费结构对环境治理效率都有抑制作用。而城镇化率对长江经济带环境治理效率的影响不明显。

### 4.2 对策建议

为实现长江经济带可持续协调以及高质量发展,提高环境治理效率,通过上述结论提出以下几点建议:

第一,扩大环境治理投入规模,确保资金合理利用。政府应该加大对环境治理投入规模,使资金全面合理利用在长江经济带整个地区。推动绿色金融业健康发展,提倡企业承担环境治理的社会责任,促进民间资本对环境治理的投入。第二,促进市场改革,提高环境治理技术水平。长江经济带地区需要进一步促进市场改革,为环保企业提供一个较好的创新环境,加快形成技术研发和创新平台,形成规模效应和协同效应。

### [课题名称及编号]

湖北省教育厅哲学社会科学青年项目“乡村振兴背景下田园综合体的商业模式研究”(项目编号:20Q033)。

### [参考文献]

- [1]孙鹏,雷蕾,楼润平.电力产业环境效率评价及与可再生能源电力的互动关系——基于非期望产出的DEA方法[J].石家庄经济学院学报,2015,38(03):32-37.
- [2]董战峰,郝春旭,刘倩倩.基于熵权法的中国省级环境治理效率指数研究[J].环境污染与防治,2016,38(08):93-99.
- [3]杨怡,扈正权,肖开煌.基于综合指数法的泸州市典型县域农村环境质量评价[J].四川环境,2017,36(03):137-141.
- [4]孟洁,戴庆庆.中国省际能源-环境效率评价及影响因素分析[J].统计与决策,2016,(14):89-91.
- [5]兰宜生,徐小峰.城镇化能够提高环境治理效率吗?[J].经济经纬,2019,36(04):1-8.
- [6]毛媛,童伟伟.黄河流域环境治理绩效及其影响因素研究[J].价格理论与实践,2020,(05):165-168.
- [7]赵亚楠,李京梅,逯进.长江经济带人力资本积累对环境的影响——基于技术创新的调节作用[J].科技管理研究,2023,43(14):85-95.
- [8]郑洁.人力资本结构与环境污染:新结构经济学视角的理论初探[J].经济评论,2022,(06):36-52.

### 作者简介:

杜圣宇(1990--),男,汉族,湖北松滋人,学士,研究方向:企业组织与人力资源管理。