

# 基于超效率 SBM-DEA 模型的山东省财政 环境保护支出效率评价

王 谦<sup>1</sup> 于楠楠<sup>2</sup>

(1.山东财经大学经济学院,山东 济南 250014;2.山东财经大学科研处,山东 济南 250014)

**[摘 要]** 基于山东省 17 地级市<sup>①</sup>2007-2016 年面板数据,采用超效率 SBM-DEA 模型对财政环境保护支出效率进行测算,并采用随机效应 Tobit 模型对其影响因素进行实证研究。结果表明:2007-2016 年山东省财政环境保护支出技术效率均未实现 DEA 完全有效,并且效率偏低;山东省财政环境保护支出技术效率较高的地级市主要分布在中西部地区;经济发展水平和工业化程度对山东省财政环境保护支出效率存在显著的负向影响。

**[关键词]** 财政环境保护支出;效率评价;超效率 SBM-DEA 模型;山东省

**[DOI 编码]** 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2020.02.011

**[中图分类号]**F812 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2020)02-0113-10

## 一、引言和文献综述

1978 年以来,中国经济经历了高速发展的过程,但粗放型经济增长方式导致环境问题日益严峻,对可持续发展带来挑战。党和政府十分重视环境的保护和治理,党的十七大强调“节约资源和保护环境”的基本国策,十八大报告指出要大力推进生态文明建设、加大生态环境保护力度,十九大报告则强调要加快生态文明体制改革,着力解决突出环境问题。作为公共产品,资源环境具有外部性及市场失灵等特点,需要政府干预来治理环境污染,政府财政支出是保护治理环境的重要举措。

山东省作为经济大省,资源化工型为主导的产业结构导致环境污染问题日益严峻。根据国家环境保护部统计,2016 年和 2017 年空气质量相对较差的前 10 位城市中均包括济南市等山东省多个城市。在“绿水青山就是金山银山”等可持续发展思想的指导下,治理环境污染和改善环境质量应作为当前经济发展的重点内容。同时自经济新常态以来,经济增速放缓,财政收支压力增大,正确评价并提升财政环境保护支出效率对山东省加大环境治理力度,提高环境治理效果尤为重要。

众多学者对财政环境保护支出效率进行了探讨,主要集中在以下方面:一是财政环境保护支出

**[基金项目]** 山东省社会科学规划项目“山东省财政科技支出效率评价及提升路径研究”(17CJJJ18)

**[作者简介]** 王谦(1980- ),女,江苏赣榆县人,山东财经大学经济学院副教授。主要研究方向:财政支出与公共品供给。

<sup>①</sup>本文研究的时间跨度为 2007-2016 年,在此期间莱芜市尚未并入济南市。

效率评价指标。大部分学者主要是将工业三废作为财政环境保护支出的产出指标进行效率测算(朱浩等,2014<sup>[1]</sup>;马彦瑞、赵炜晔,2018<sup>[2]</sup>;王谦、李超,2018<sup>[3]</sup>)。潘孝珍(2013)<sup>[4]</sup>在测度财政环境保护支出效率时除工业三废外,还考虑了城市生活垃圾无害化处理率。王静和潘越(2017)<sup>[5]</sup>则基于环境污染治理(工业废水排放总量、工业废气排放总量、生活垃圾清运量、生活垃圾无害化处理率)与生态保护和修复(当年人工造林面积、森林覆盖率)两方面构建财政环境保护支出效率评价指标。二是财政环境保护支出效率测度方法。已有文献主要使用标准 DEA 模型对财政环境保护支出效率进行测算。朱浩等(2014)<sup>[1]</sup>利用 DEA 模型对我国各地方政府环境保护支出效率进行测算,研究结果表明,各省市财政环境保护财政支出效率均未实现有效,且存在地区差异。王谦和李超(2018)<sup>[3]</sup>通过 DEA 方法测算 2007-2015 年中国各省市的财政环境保护支出效率,表明全国整体及各省份财政环境保护支出效率水平较低,且存在明显的空间不均衡。三是财政环境保护支出效率影响因素。孙开和孙琳(2016)<sup>[6]</sup>基于吉林省 2007-2012 年相关数据,使用 Tobit 模型对各市环境保护支出效率的影响因素进行研究,主要考虑到工业化水平、经济发展水平、城市化水平等。程承坪和陈志(2017)<sup>[7]</sup>运用 DEA-Tobit 两阶段模型测算了省级政府 2007-2015 年地方环境保护财政支出效率,并着重探究了人口规模、城镇化水平、工业化水平、地区经济水平等因素对省级政府环境保护财政支出效率的影响。杨陈和陈庆海(2017)<sup>[8]</sup>基于 2007-2014 年 30 个省市环保治理的投入与产出数据得到各省环保支出效率,并以财政分权为核心解释变量,以人均 GDP 为门槛变量,探究财政分权对环境保护支出效率的异质性作用。

通过梳理文献可以看出已有研究仍存在探索空间:一是财政环境保护支出效率测度方法较为简单,难以考虑效率松弛部分以及进一步评价有效单元。二是财政环境保护支出效率指标评价体系有待进一步完善,同时考虑环境质量、污染治理及污染减排方面的研究偏少。三是财政环境保护支出效率的研究对象大多为全国省市,对山东省各地级市财政环境保护支出进行探究的文献较少。为了克服以上研究存在的局限性,本文首先基于 2007-2016 年山东省 17 地级市相关数据,以财政环境保护支出作为投入,根据环境污染减排、环境污染治理和生态环境质量三方面确定产出指标,并通过超效率 SBM-DEA 模型测度财政环境保护支出效率,基于山东省整体、地级市以及区域层面对其进行分析。之后基于随机效应 Tobit 模型实证研究财政环境保护支出效率的影响因素。最后得出结论,同时提出相应政策建议来促进山东省财政环境保护支出效率的提升。

## 二、方法与数据

### (一)超效率 SBM-DEA 模型

DEA 模型是从被评价对象相对比较角度进行非参数效率分析的一种科学方法<sup>[9]</sup>,可实现多投入多产出的评价。普通 DEA 模型分为以下两类:一类是基于不变规模报酬(Constant Return-Scale, CRS)的 CCR 模型,另一类 BCC 模型则是基于可变规模报酬(Variable Return-to-Scale, VRS),这两类模型均是径向角度。为了克服普通 DEA 模型存在的缺陷<sup>①</sup>,Tone

①径向 DEA 意味投入和产出同比例放大或缩小,当存在非零松弛(Slack)的投入或产出时,径向的 DEA 通常对 DMU 的效率值过高估计;角度 DEA 意味在测度效率时,必须假设投入或产出不变,故要么忽视投入,要么忽视产出,势必对效率结果准确性产生一定影响。

(2001)<sup>[10]</sup>提出 SBM-DEA 模型来解决变量松弛的问题,但该模型仍无法实现对多个决策有效单元进行进一步评价。为了弥补这一缺陷,Tone(2002)<sup>[11]</sup>提出 SE-SBM 模型(Super efficiency-Slack Based Measure)。本文使用超效率 SBM-DEA 模型对山东省 17 地级市财政环境保护支出效率进行测度。以投入导向<sup>①</sup>为例,其超效率 SBM-DEA 模型为:

$$\begin{aligned} \min \rho_{SE} &= 1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik} \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{ik} \\ &\sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \end{aligned} \quad (1)$$

其中  $\lambda, s^- \geq 0; i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, q; j=1, 2, \dots, n (j \neq k)$

基于 CCR 模型可以获得被评价对象的技术效率值(TE),基于 BCC 模型则可以测得纯技术效率值(PTE),通过公式“技术效率/纯技术效率=规模效率”可得到被评价对象的规模效率(SE)。

## (二) Tobit 回归模型

考虑到截断因变量构建模型情况,本文得到的效率值是离散数据,取值大于 0,符合截断因变量模型构建情况。此时 OLS 回归不能有效对其进行参数估计,使用 Tobit 模型。

Tobit 回归模型为:

$$Z_i = \begin{cases} B^T X_i + \varepsilon_i & \text{当 } Z_i > 0 \\ 0 & \text{当 } Z_i \leq 0 \end{cases} \quad (2)$$

上式中, $X_i$ 代表解释变量, $B^T$ 代表未知参数, $\varepsilon_i \sim N(0, \delta^2)$ , $Z_i$ 代表被解释变量,这里具体指财政环境保护支出技术效率。若  $Z_i$  处于小于等于 0 情况,观测值不能得到;若  $Z_i$  处于大于 0 情况,此时观测值不受任何限制。考虑到本文变量是面板数据,所以使用随机效应 Tobit 模型对山东省财政环境保护支出效率影响因素进行研究。

## (三) 指标选取和数据来源

投入指标。本文将地方财政环境保护支出作为投入指标。

产出指标。本文根据环境污染减排、环境污染治理和生态环境质量三方面确定产出指标。选取废水排放量、二氧化硫排放量和工业固体废物产生量作为衡量环境污染减排的指标<sup>②</sup>,选取工业固体废物综合利用率、污水处理厂集中处理率和生活垃圾无害化处理率作为衡量环境污染治理的指标,选取绿地面积和建成区绿化覆盖率作为衡量生态环境质量的指标。

数据来源。我国于 2007 年首次独立设立“环境保护”支出科目,故本文选取山东省 17 地级市 2007-2016 年相关数据。考虑到价格因素带来的影响,对财政环境保护支出以 2007 年为基期通过 GDP 平减指数进行了处理,并且对财政环境保护支出(平减后)、废水排放量、二氧化硫排放量、工业固体废物产生量、绿地面积等指标进行了相应的人口平均。本文涉及数据均

①本文选择的产出指标数据中有 0,故选择投入导向的超效率 SBM-DEA 模型。

②废水排放量、二氧化硫排放量和工业固体废物产生量取倒数进行正向化处理。

由《山东统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》获得。

### 三、山东省财政环境保护支出效率评价

本部分通过超效率 SBM-DEA 模型对山东省财政环境保护支出效率进行测度,并基于山东省整体、地级市以及区域层面进行全面分析。<sup>①</sup>

#### (一)全省整体分析

山东省财政环境保护支出技术效率和规模效率均比较低,未实现相对完全有效,说明山东省财政环境保护支出资金未实现有效利用,存在效率损失。纯技术效率虽也未实现相对完全有效,但整体效率水平高于规模效率以及技术效率数值,可以看出山东省财政环境保护资金管理水平较高。样本观测期内,山东省财政环境保护支出技术效率最高达到 0.609,纯技术效率最高为 0.991,规模效率最高达到 0.650(见图 1)。2007-2016 年山东省财政环境保护支出规模效率小于纯技术效率,表明财政环境保护资金规模不当是导致当前山东省财政环境保护支出效率水平较低的主要原因。

#### (二)地级市分析

技术效率:表 1 给出了山东省各地级市财政环境保护支出技术效率测算结果。可以看出,山东省 17 地级市中只有菏泽的财政环境保护支出技术效率值在样本观测期内均实现 DEA 完全有效,这说明虽然菏泽市经济发展处于较低水平,但并不能否认菏泽市财政环境保护支出效率高的结论。烟台(排名第 2)有 8 年,淄博(排名第 5)有 6 年,临沂(排名第 3)、泰安(排名第 4)和莱芜(排名第 9)有 4 年,聊城(排名第 6)和青岛(排名第 8)有 1 年财政环境保护支出达到 DEA 相对完全有效。

纯技术效率:表 2 给出了山东省各地级市财政环境保护支出纯技术效率测算结果。可以看出,山东省 17 地级市中只有菏泽(排名第 1)、青岛(排名第 2)、莱芜(排名第 3)、淄博(排名第 4)、临沂(排名第 5)和威海(排名第 6)的财政环境保护支出纯技术效率值在样本观测期内均实现 DEA 完全有效。泰安(排名第 7)、聊城(排名第 9)、东营(排名第 11)、枣庄(排名第 12)有 9 年,日照(排名第 8)、烟台(排名第 10)、滨州(排名第 13)有 8 年,济南(排名第 15)有 6 年,潍坊(排名第 14)有 5 年,济宁(排名第 16)有 4 年,德州(排名第 17)有 2 年财政环境保护支出效率达到 DEA 相对完全有效。

规模效率:表 3 给出了山东省各地级市财政环境保护支出规模效率测算结果。在整个考察期间内,山东省 17 地级市中任何一个地级市财政环境保护支出效率均未实现完全有效。规

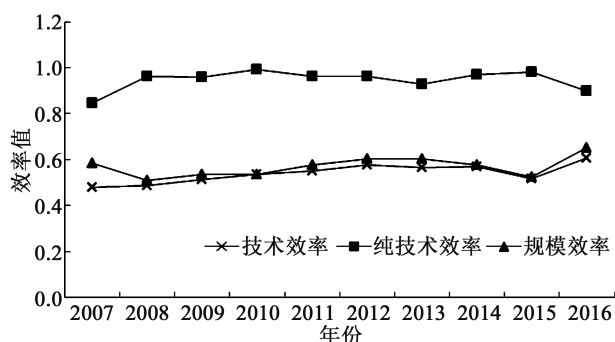


图 1 山东省整体财政环境保护支出效率  
演变趋势:2007-2016

<sup>①</sup>在运用 DEA 模型进行效率评价时,DEA 方法要求所有 DMU 投入过程必须满足等张性假设。本文采用皮尔逊相关分析对投入产出指标之间的相关关系进行检验,结果表明投入产出指标均满足等张性要求。

模效率相对较高的为烟台(排名第1),均值为0.976,规模效率水平较低的为东营,均值仅为0.120。山东省17地级市中只有烟台(排名第1)有1年财政环境保护支出规模效率达到DEA有效,其余地级市任何一年都没有达到相对有效。

表1 2007-2016年山东省17地级市财政环境保护支出技术效率

地级市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排名
济南	0.128	0.152	0.171	0.165	0.204	0.213	0.205	0.205	0.206	0.241	0.189	16
青岛	0.376	0.425	0.411	0.403	0.532	0.626	0.579	0.587	0.557	1.059	0.555	8
淄博	1.048	1.047	1.037	1.027	1.026	1.027	0.342	0.363	0.344	0.301	0.756	5
枣庄	0.192	0.234	0.265	0.267	0.304	0.362	0.344	0.379	0.370	0.425	0.314	13
东营	0.074	0.082	0.086	0.083	0.105	0.107	0.104	0.107	0.102	0.110	0.096	17
烟台	1.013	1.027	1.022	1.033	1.030	1.029	1.001	1.007	0.476	0.668	0.931	2
潍坊	0.492	0.587	0.586	0.529	0.614	0.634	0.615	0.607	0.553	0.581	0.580	7
济宁	0.188	0.227	0.247	0.221	0.253	0.294	0.309	0.328	0.323	0.366	0.276	14
泰安	1.012	0.585	0.580	1.008	0.664	1.001	0.619	0.584	0.578	1.037	0.767	4
威海	0.361	0.362	0.388	0.389	0.429	0.440	0.368	0.455	0.409	0.420	0.402	11
日照	0.257	0.281	0.280	0.287	0.367	0.378	0.423	0.374	0.358	0.484	0.349	12
莱芜	0.097	0.129	0.188	0.139	0.160	0.191	1.047	1.041	1.045	1.032	0.507	9
临沂	0.550	0.661	1.007	1.002	1.001	1.005	0.744	0.769	0.696	0.752	0.819	3
德州	0.272	0.314	0.337	0.307	0.465	0.469	0.484	0.527	0.520	0.450	0.415	10
聊城	0.417	0.498	0.505	0.488	0.519	0.684	0.677	0.702	0.648	1.009	0.615	6
滨州	0.230	0.284	0.266	0.293	0.363	0.038	0.383	0.277	0.216	0.126	0.248	15
菏泽	1.455	1.393	1.348	1.453	1.333	1.333	1.347	1.346	1.379	1.290	1.368	1

表2 2007-2016年山东省17地级市财政环境保护支出纯技术效率

地级市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排名
济南	0.252	0.296	0.324	1.002	1.001	1.002	0.316	1.000	1.001	1.001	0.719	15
青岛	1.015	1.029	1.007	1.011	1.060	1.062	1.074	1.057	1.052	1.152	1.052	2
淄博	1.055	1.055	1.047	1.048	1.047	1.042	1.000	1.001	1.001	1.001	1.030	4
枣庄	0.279	1.006	1.000	1.003	1.002	1.001	1.000	1.002	1.001	1.002	0.930	12
东营	1.005	1.012	1.003	1.001	1.002	1.002	1.001	1.003	1.002	0.313	0.934	11
烟台	1.017	1.028	1.027	1.036	1.032	1.029	1.004	1.008	0.500	0.808	0.949	10
潍坊	1.004	1.001	0.720	0.567	0.664	0.681	1.004	0.897	1.000	1.001	0.854	14
济宁	1.002	1.009	1.005	1.006	0.371	0.476	0.559	0.551	0.609	0.552	0.714	16
泰安	1.014	1.005	0.608	1.016	1.005	1.014	1.003	1.001	1.005	1.039	0.971	7
威海	1.013	1.014	1.010	1.018	1.019	1.029	1.002	1.010	1.010	1.015	1.014	6
日照	1.002	1.003	1.001	1.006	1.004	1.000	0.744	0.786	1.003	1.000	0.955	8
莱芜	1.005	1.010	1.010	1.003	1.021	1.005	1.078	1.064	1.070	1.073	1.034	3
临沂	1.021	1.025	1.041	1.017	1.036	1.022	1.000	1.001	1.008	1.002	1.017	5
德州	0.301	0.334	1.003	0.574	0.655	0.563	0.571	0.673	1.002	0.612	0.629	17
聊城	0.434	1.010	1.003	1.014	1.000	1.003	1.008	1.006	1.003	1.014	0.950	9
滨州	0.405	1.000	1.000	1.000	1.002	1.001	1.029	1.027	1.002	0.246	0.871	13
菏泽	1.574	1.509	1.485	1.525	1.444	1.409	1.419	1.421	1.439	1.428	1.465	1

可以发现,烟台和德州的规模效率数值高于纯技术效率数值,说明纯技术效率水平是制约其财政环境保护支出效率提高的重要因素,这两个地级市应将改善管理结构或提高管理水平作为工作重点。而其余地级市的纯技术效率值大于规模效率值,说明这些地级市应着重对资金投入规模进行适度调整,提高财政资金的配置效率。

规模报酬:规模报酬存在规模报酬不变(-)、规模报酬递增(irs)以及规模报酬递减(drs)三种类型。规模报酬递增表示当前资金投入规模过小,应加大资金投入力度达到最优规模。规模报酬递减表明当前资金投入规模过度,应减小资金投入力度实现资金规模有效。规模报酬不变则表示当前资金投入规模已实现最佳。



表3 2007-2016年山东省17地级市财政环境保护支出规模效率

地级市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	均值	排名
济南	0.506	0.513	0.528	0.164	0.203	0.212	0.649	0.205	0.206	0.241	0.343	15
青岛	0.370	0.413	0.408	0.399	0.502	0.590	0.539	0.555	0.530	0.919	0.523	9
淄博	0.993	0.992	0.990	0.980	0.980	0.986	0.342	0.362	0.344	0.301	0.727	5
枣庄	0.686	0.233	0.265	0.266	0.303	0.361	0.344	0.378	0.370	0.424	0.363	14
东营	0.074	0.081	0.086	0.083	0.105	0.107	0.104	0.107	0.102	0.351	0.120	17
烟台	0.997	0.999	0.995	0.997	0.998	1.000	0.997	0.999	0.953	0.826	0.976	1
潍坊	0.490	0.586	0.814	0.934	0.924	0.931	0.612	0.676	0.553	0.580	0.710	7
济宁	0.188	0.225	0.246	0.220	0.683	0.619	0.552	0.595	0.531	0.663	0.452	11
泰安	0.998	0.582	0.955	0.992	0.661	0.988	0.617	0.583	0.575	0.998	0.795	4
威海	0.356	0.357	0.384	0.382	0.421	0.427	0.367	0.451	0.405	0.414	0.396	12
日照	0.257	0.280	0.280	0.285	0.366	0.378	0.569	0.475	0.357	0.484	0.373	13
莱芜	0.096	0.128	0.186	0.138	0.157	0.190	0.971	0.979	0.976	0.962	0.478	10
临沂	0.539	0.645	0.967	0.985	0.966	0.983	0.744	0.769	0.691	0.751	0.804	3
德州	0.904	0.940	0.336	0.535	0.710	0.833	0.847	0.784	0.519	0.734	0.714	6
聊城	0.961	0.494	0.503	0.481	0.519	0.682	0.672	0.698	0.646	0.995	0.665	8
滨州	0.567	0.284	0.266	0.293	0.362	0.038	0.372	0.270	0.216	0.511	0.318	16
菏泽	0.925	0.923	0.908	0.952	0.923	0.947	0.950	0.948	0.958	0.903	0.934	2

表4给出了山东省17地级市财政环境保护支出规模报酬测算结果。山东省17地级市不存在任何一个地级市在样本观测期内均实现最优规模,大多数地级市为报酬递减。菏泽在在样本观测期内均表现为规模报酬递增,烟台有6年表现为规模报酬递减,其他地级市在整个考察期间内均表现为规模报酬递减。因此,对于山东省大多数地级市应该通过合理减少财政环境保护资金的投入规模来提高其规模效率,从而进一步提高其技术效率。

表4 2007-2016年山东省17地级市财政环境保护支出规模报酬

地级市	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	递减年数
济南	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
青岛	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
淄博	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
枣庄	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
东营	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
烟台	irs	drs	irs	drs	irs	-	drs	drs	drs	drs	6
潍坊	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
济宁	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
泰安	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
威海	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
日照	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
莱芜	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
临沂	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
德州	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
聊城	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
滨州	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	drs	10
菏泽	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	irs	0

### (三)区域<sup>①</sup>分析

2007-2016年,山东省财政环境保护支出技术效率较高的城市呈增多趋势,且向中西部地

<sup>①</sup>牟芳华(2006)<sup>[12]</sup>借助于统计软件SPSS,运用聚类分析方法,结合定性分析,对山东省东中西部地区做出了明确界定,具体结果如下:东部地区,属于发达地区,包括青岛、烟台、威海、潍坊4个城市;中部地区,属于次发达地区,包括济南、淄博、东营、泰安、临沂、济宁、莱芜、日照、枣庄9个城市;西部地区,属于落后地区,包括滨州、聊城、德州、菏泽4个城市。

区集聚<sup>①</sup>。2007年,财政环境保护支出效率较高的城市有菏泽、泰安、淄博、烟台4个城市,东中西地区均有分布。2016年财政环境保护支出效率较高的城市有青岛、莱芜、泰安、聊城、菏泽5个城市,大部分分布在中西部地区。山东省财政环境保护支出技术效率较低的城市主要分布在中东部地区。2007年财政环境保护支出技术效率较低的城市有东营、滨州、德州、济南、莱芜、济宁、枣庄、日照8个城市;2016年财政环境保护支出技术效率较低的城市为威海、济宁、枣庄、淄博、济南、东营、滨州和德州8个城市。由此可以看出,山东省地级市财政环境保护支出效率与经济发展水平呈现出一定的负相关性,比如中部地区的济南,经济发展水平和工业化程度较高,其财政环境保护支出效率却较低;而西部地区的菏泽,经济发展落后,而财政环境保护支出效率却相对较高。

2007-2016年,山东省财政环境保护支出纯技术效率较高的城市位于西部地区。2007年山东省财政环境保护支出纯技术效率较高的城市为菏泽,2016年菏泽的财政环境保护支出纯技术效率仍处于最高水平。山东省财政环境保护支出纯技术效率较低的城市数量减少,2007年纯技术效率较低的城市有潍坊、日照、枣庄、济宁、莱芜、济南、聊城、德州、滨州、东营10个城市,主要分布在中西部地区,2016年纯技术效率水平较低的城市有烟台、济宁、东营、滨州、德州5个城市,数量明显减少。总体来看,山东省财政环境保护支出纯技术效率较高和较低的地级市均位于西部地区,西部地区内部效率差异较大,东部和中部效率水平则相对集中。

2007-2016年,山东省财政环境保护支出规模效率较高的城市数量减少。2007年规模效率相对较高的城市有烟台、淄博、泰安、德州、聊城、菏泽6个,主要分布在中西部地区;2016年规模效率较高的城市有青岛、聊城、菏泽、泰安、莱芜5个城市,仍主要集中于中西部。2007年财政环境保护支出规模效率较低的城市有威海、青岛、日照、济宁、莱芜、东营6个,2016年则为威海、日照、枣庄、淄博、济南、东营、滨州7个,数量呈增多趋势,但向中部地区集聚。总的来看,中西部地区财政环境规模效率相对较高,但东部地区呈上升趋势。

#### 四、山东省财政环境保护支出效率影响因素分析

本部分使用随机效应的Tobit模型对山东省财政环境保护支出效率影响因素进行实证分析,为提高山东省财政环境保护支出效率水平提供一定的参考。

##### (一)影响因素说明

通过梳理相关文献,可以发现影响财政环境保护支出效率的变量主要有政府重视程度、工业化水平、对外开放水平、受教育水平、经济发展水平、人口规模等。考虑数据可获得性,本文选取17地级市财政环境保护支出技术效率作为因变量,自变量则考虑工业化程度(indu)、人口规模(popu)、地区经济发展水平(gdp)、人口受教育程度(edu)以及对外开放程度(open)。

##### (二)实证结果分析

从表5可以看出,地区经济发展水平(gdp)存在显著负向效应,经济发展水平越高,财政环境保护支出效率反而越低。原因可能在于山东省经济发展方式较为粗放,资源型产业占据主导地位,经济发展质量较低,追求经济发展速度的同时忽略了环境保护,进而不利于地方财

<sup>①</sup>限于篇幅原因,本文此部分图表未列出,留存备案。

政环境保护支出效率水平的提高。

工业化程度(indu)与财政环境保护支出效率明显负相关。原因可能为山东省经济发展结构属于第二产业占比明显偏高,其中第二产业主要是以资源化工类产业为主。而化工类行业是环境污染的主要污染来源,若科技创新水平较低的工业化不断加深,可能会导致资源环境破坏不断加剧,地方财政环境保护支出效率反而越低。

对外开放程度(open)对山东省财政环境保护支出效率存在负向影响,但并不显著。这表明山东省对外开放对财政环境保护支出效率产生的影响暂未显现出来,需要进一步探究。

人口受教育程度(edu)对山东省财政环境保护支出效率的影响也不显著。原因在于,通常人口受教育程度越高,对居住生活环境条件要求越高,对政府治理环境施加的压力就越大,但如果政府受到的压力未转化为环境污染的治理行动,环境质量就不会明显提高,财政环境保护支出的效率也不会明显改善。

人口规模(popu)对财政环境保护支出效率的影响不显著。人口规模的影响较为复杂,一方面治理环境存在规模效应,一定范围内人口规模越大治理环境的成本则越低,有利于环境保护效率的提高;另一方面当人口规模达到一定程度时会产生拥挤效应,环境治理成本不降反增,不利于环境保护支出效率的提高。

表 5 山东省财政环境保护支出效率影响因素的 Tobit 模型回归结果				
影响因素	系数	标准误	Z 值	显著性 P> Z
gdp	-0.034	0.018	-1.86	0.065
indu	-1.531	0.840	-1.82	0.071
open	-0.002	0.002	-1.03	0.303
edu	-0.001	0.001	-0.17	0.866
popu	10.837	15.123	0.72	0.423

五、结论及政策建议

本文使用超效率 SBM-DEA 模型,以财政环境保护支出作为投入,以环境污染减排、环境污染治理和生态环境质量三方面作为产出,评价山东省财政环境保护支出效率,从全省整体、地级市、区域三个层面进行分析,并进一步采用随机效应 Tobit 模型研究山东省财政环境保护支出效率影响因素。研究结论如下:

- 1.从山东省整体来看,2007-2016 年山东省财政环境保护支出技术效率和规模效率均水平较低,且未实现相对完全有效,说明山东省财政环境保护支出资金未实现有效利用,效率存在上升空间。纯技术效率虽未实现 DEA 完全有效,但整体效率水平较高,表明山东省财政环境保护专项资金管理结构或管理水平较高。
- 2.从地级市层面来看,山东省 17 地级市中只有菏泽的财政环境保护支出技术效率值在样本观测期内均实现 DEA 完全有效。对于纯技术效率,菏泽、青岛、淄博、莱芜、临沂、威海 6 个地级市在整个考察期间内均达到 DEA 完全有效。而对于规模效率,山东省 17 地级市中在样本观测期内均未实现完全有效。
- 3.从区域层面来看,山东省东中西地区内部财政环境保护支出技术效率差异较大,总的来说,山东省财政环境保护支出效率较高的地级市主要分布在中西部地区,且呈现与经济发展水平负相关趋势。山东省财政环境保护支出纯技术效率较高和较低的地级市均位于西部地区,



西部地区内部效率差异较大,东部和中部效率水平则相对集中。中西部地区财政环境规模效率相对较高,但东部地区呈上升趋势。

4.在诸多影响因素中,经济发展水平和工业化程度不利于山东省财政环境保护支出效率的提高,对外开放水平、受教育程度、人口规模的影响则不显著。

针对上述研究结论,提出如下对策建议:

1.适度调整财政环境保护资金的规模,促进财政环境保护支出效率的提升。本文实证结果表明,除烟台和德州,山东省其他地级市财政环境保护支出纯技术效率值高于规模效率值,说明规模效率是制约财政环境保护支出技术效率水平提高的重要原因。同时,山东省17地级市不存在任何一个地级市在样本观测期均实现最优规模,大多数地级市规模报酬递减。因此,山东省大多数地级市应该通过合理缩小财政环境保护支出规模来提高其规模效率,进而提升财政环境保护支出综合技术效率水平。

2.充分考虑不同地区经济社会水平的差异,针对性提高各地区财政环境保护支出效率。不同地区经济发展水平和资源环境条件存在差异,并且影响财政环境保护支出的效果。所以,相关部门在制定和实施相关政策时要因地制宜,根据各地区的具体情况制定合适的政策措施。例如经济发展水平和工业化程度不利于财政环境保护支出效率的提高,所以,山东省地方政府在提高其财政环境保护支出效率时应考虑不同地区经济和社会禀赋存在的差异,政策措施的制定要因地制宜,避免一刀切现象的发生。

3.将环境治理纳入地方政府政绩考核体系中,提高地方政府环境保护的意识。1994年分税制改革的实施造成了政治集权、经济分权的局面。然而,“经济激励”模式使得各地方政府将经济增长作为政绩考核体系重要指标,为了实现经济的快速发展,不断进行生产性方面资金投入和支持,导致财政环境保护资金的支出相对较少,环境污染日趋严峻。因此,山东省政府应该将环境治理纳入到政府政绩考核中,引导相关部门在追求经济发展的同时注意资源环境的保护和治理。同时山东省应加大对政府部门人员环境污染治理的宣传力度,提高保护环境治理污染的意识,增强财政资金对环境污染治理以及环境质量改善的积极作用。

#### 参考文献:

- [1] 朱浩,傅强,魏琪.地方政府环境保护支出效率核算及影响因素实证研究[J].中国人口·资源与环境,2014,(06):91-96.
- [2] 马彦瑞,赵炜晔.基于DEA模型环保财政支出效率的研究——以山东省为例[J].兰州财经大学学报,2018,(03):45-50+57.
- [3] 王谦,李超.中国财政环境保护支出效率评价与影响因素研究[J].华东经济管理,2018,(07):102-109.
- [4] 潘孝珍.中国地方政府环境保护支出的效率分析[J].中国人口·资源与环境,2013,(11):61-65.
- [5] 王静,潘越.山东省地方环境保护的财政支出效率评价[J].山东财经大学学报,2017,(06):43-51.
- [6] 孙开,孙琳.基于投入产出率的财政环境保护支出效率研究——以吉林省地级市面板数据为依据的DEA-Tobit分析[J].税务与经济,2016,(05):101-106.
- [7] 程承坪,陈志.省级政府环境保护财政支出效率及其影响因素分析[J].统计与决策,2017,(13):130-

132.

[8] 杨陈, 陈庆海. 财政分权视角下地方政府环保支出效率分析[J]. 华东经济管理, 2017, (07): 111-117.

[9] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.

[10] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.

[11] Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32-41.

[12] 牟芳华. 山东省经济区域划分及区域经济差距的测度分析[J]. 山东社会科学, 2006, (07): 119-123.

(责任编辑: 路春城)

## Efficiency Evaluation of Shandong Provincial Fiscal Expenditure on Environmental Protection Based on SE- SBM-DEA Model

WANG Qian<sup>1</sup>, YU Nannan<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

2. Scientific Research Office, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

**Abstract:** Based on the panel data of 17 prefecture-level cities in Shandong province from 2007 to 2016, and using SE- SBM-DEA model, the article evaluates the efficiency of fiscal expenditure on environmental protection and analyzes the influencing factors by using random effects Tobit model. The results show that the efficiency of fiscal expenditure on environmental protection in Shandong province has not been completely effective, and the level of efficiency is not high. The prefecture-level cities with high technical efficiency are mainly distributed in the central and western regions. And the level of economic development and the degree of industrialization have significantly negative impact on the efficiency.

**Key Words:** Fiscal expenditure on environmental protection; Efficiency evaluation; SE-SBM-DEA model; Shandong province

